

無機循環材料環境應用與整合專案計畫

定稿本

受託單位：環興科技股份有限公司

計畫執行期間：109.03.20~109.12.31

計畫經費：NTD 15,325,000

計畫主持人：葉柏宏

協同主持人：林怡青

計畫執行人員：吳文龍、劉建民、楊庭雅、彭 敏、
黃室睿、沈 穎、張紋菁、石峻豪、
許國強、陳宗欽、吳進盛、邱煜程、
安 欣、楊馥瑜、洪瑋濃、卓坤慶、
陳淑珍、關家倫、陳柏均、王詩婷、
何旻哲、吳明富、邱奕霖、劉懷智、
白奇正、吳敏僑、吳昊縉、蘇月娥、
涂婷怡、張景菖、許軒豪、梁啟峰

中華民國 109 年 12 月

「無機循環材料環境應用與整合專案計畫」

計畫期末報告基本資料表

委辦單位	行政院環境保護署		
執行單位	環興科技股份有限公司		
參與計畫人員姓名	吳文龍、劉建民、葉柏宏、林怡青、楊庭雅、彭 敏、黃室睿、沈 穎、張紋菁、石峻豪、許國強、陳宗欽、吳進盛、邱煜程、安 欣、楊馥瑜、洪瑋濃、卓坤慶、陳淑珍、關家倫、陳柏均、王詩婷、何旻哲、吳明富、邱奕霖、劉懷智、白奇正、吳敏僑、吳昊縉、蘇月娥、涂婷怡、張景菖、許軒豪、梁啟峰		
年 度	109	計畫編號	109B006
研究性質	☐ 基礎研究 ☒ 應用研究 ☐ 技術發展		
研究領域	環境科學(含環保工程、環境管理)		
計畫屬性	☐ 科技類 ☒ 非科技類		
全程期間	109 年 03 月 20 日至 109 年 12 月 31 日止		
本期期間	109 年 03 月 20 日至 109 年 12 月 31 日止		
全程經費	15,325,000 元		
	資本支出		經常支出
	土地建築 _____元		人事費 <u>7,243,539</u> 元
	儀器設備 _____元		業務費 <u>8,081,461</u> 元
	其 他 _____元		材料費_____元
			其 他_____元
摘要關鍵詞（中英文各三則）			
1. 無機循環粒料（Inorganic recycled materials）			
2. 環境溶出試驗（Environmental leaching test）			
3. 廢棄物資源化（Waste-to-resource transformation）			

行政院環境保護署計畫成果中英文摘要（簡要版）

一、中文計畫名稱：

無機循環材料環境應用與整合專案計畫

二、英文計畫名稱：

Project of environmental application and integration for inorganic recycled materials

三、計畫編號：

109B006

四、執行單位：

環興科技股份有限公司

五、計畫主持人及協同主持人：

葉柏宏、林怡青

六、執行開始時間：

109/03/20

七、執行結束時間：

109/12/31 (依環署廢字第 1091186424 號函)

八、報告完成日期：

109/12/31 (依環署廢字第 1091186424 號函)

九、報告總頁數：

385(本文)

十、使用語文：

中文

十一、報告電子檔名稱：

109B006.PDF

十二、報告電子檔格式：

PDF

十三、中文摘要關鍵詞：

無機循環粒料、環境溶出試驗、廢棄物資源化

十四、英文摘要關鍵詞：

Inorganic recycled materials、Environmental leaching test、Waste-to-resource transformation

十五、中文摘要：

為推動無機循環材料(二次料)利用及管理，本計畫盤點轉爐石、氧化碓、還原碓、煤灰、無機污泥、瀝青刨除粒料等循環材料之環境用途及流向，並研析我國砂石產業量能供需，以預測及探討循環材料取代天然砂石市場需求。另為提高多元去化管道，除進行實地訪查，亦進行各類循環材料之環境用途溶出試驗，以研訂陸海域用途環境安全性參考規範，期能提升品質技術及管理整合。

同時為推廣無機再生粒料於港區內工程建設之應用，本計畫盤點我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出臺北、臺中及高雄港等港區使用循環材料、可填築區位及用途之短中長程規劃方案建議。

為加速臺北港開發期程及促進焚化再生粒料應用用途，本計畫已完成焚化再生粒料產品安全溶出試驗及第 1 階段辦理現地設置阻隔設施並進行浸泡海水之溶出試驗，以確認溶出結果對環境之影響，並做為下一階段試驗之參考依據。

For promoting the utilization and management of inorganic recycled materials (Secondary Materials), this project made an inventory of distribution from the basic-oxygen-furnace (BOF) slag, oxidizing slag, reducing slag, coal ash, inorganic sludge and recycled asphalt pavement and research on the supply and demand of sand and gravel businesses in Taiwan to predict market demand for recycled materials to replace natural sand and gravel. In order to improve the multiple distribution of inorganic recycled materials, in addition to complete field survey, this project also conducted environmental leaching tests of recycled materials to draft specifications for the use of recycled materials in land and sea areas, and to improve quality of technology and management integration.

Meanwhile, for promoting the application of inorganic recycled materials in the construction of the port area, this project took stock of the integrated evaluation and planning of the use of inorganic recycled materials in the development of port in Taiwan, and proposes short-term plans, medium-term plans and long-term plans for the using recycled materials in Taipei Port, Taichung Port and Kaohsiung Port.

In order to speed up the development of Taipei Port and promote the application of incinerating recycled aggregate, this project has completed the environmental leaching tests of incinerating recycled aggregate and the on-site leaching test of incinerating recycled aggregate in FRP tank to confirm the effect of the experimental results which would be used as a reference for the next phase of testing.

行政院環境保護署

無機循環材料環境應用與整合專案計畫

期末報告定稿

頁碼

第一章	前言	1-1
1.1	計畫緣起	1-1
1.2	計畫目標、工作項目	1-5
1.2.1	計畫目標	1-5
1.2.2	工作項目	1-5
1.3	計畫執行方法及工作流程	1-10
1.4	執行進度	1-18
第二章	盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製無機循環材料之產生量、 再利用量等環境用途及資源循環流向	2-1
2.1	盤點國內轉爐石及產製循環材料之環境用途及資源循環流向	2-2
2.1.1	盤點轉爐石之產出、貯存及清理情形	2-2
2.1.2	繪製國內轉爐石之資源循環流向	2-4
2.1.3	轉爐石處理推動措施建議	2-6
2.1.4	轉爐石處理量能分析預測	2-7
2.2	盤點國內氧化碓、還原碓及產製循環材料之環境用途及資源 循環流向	2-8
2.2.1	盤點氧化碓、還原碓之產出、貯存及清理情形	2-9
2.2.2	繪製國內氧化碓、還原碓之資源循環流向	2-13
2.2.3	氧化碓、還原碓處理推動措施建議	2-15
2.2.4	氧化碓、還原碓處理量能分析預測	2-16
2.3	盤點國內煤灰及產製循環材料之環境用途及資源循環流向	2-19
2.3.1	盤點煤灰之產出、貯存及清理情形	2-19
2.3.2	繪製國內煤灰之資源循環流向	2-23
2.3.3	煤灰處理推動措施建議	2-26
2.3.4	煤灰處理量能分析預測	2-26

2.4	盤點國內無機污泥及產製循環材料之環境用途及資源循環流向	2-28
2.4.1	盤點無機污泥之產出、貯存及清理情形	2-28
2.4.2	繪製國內無機污泥之資源循環流向	2-29
2.4.3	無機污泥處理推動措施建議	2-30
2.4.4	無機污泥處理量能分析預測	2-32
2.5	盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用量等環境用途及資源	2-34
2.5.1	盤點國內瀝青刨除料的產生量、再利用量等環境用途及流向	2-34
2.5.2	瀝青刨除料資源循環流向與其回收再利用相關規定及工法	2-50
2.6	研析我國砂石產業量能供需情形，探討無機循環材料取代之市場需求	2-57
2.6.1	研析我國砂石產業量能供需情形	2-57
2.6.2	預測及探討循環材料取代天然砂石市場需求	2-68
2.7	實地訪查至少 10 場無機循環材料產製磚品機構，蒐集無機循環材料使用情形及再利用遭遇問題，輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章	2-71
2.7.1	篩選實地訪查對象名單	2-73
2.7.2	規劃實地訪查重點內容	2-77
2.7.3	實地訪查蒐集問題意見	2-77
2.7.4	輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章	2-90
2.8	章節摘要	2-91
第三章	各類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗	3-1
第四章	評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合	4-1
4.1	依據前述試驗結果及健康風險評估探討，研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範	4-2
4.1.1	研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安	

全性規範建議	4-3
4.1.2 辦理專家學者諮詢或研商會議	4-15
4.2 以健康風險評估角度，評估無機循環材料陸域及海域用途環境安全性規範依再生粒料環境用途溶出程序及地下水污染管制標準之適宜性	4-19
4.3 研析及檢討無機循環材料經資源循環後（如刨除後二次料等）最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式	4-50
4.3.1 國內循環材料最終利用或妥善處置現況	4-50
4.3.2 評估最終利用或妥善處置可能方式	4-52
4.4 針對焚化再生粒料管理系統整合納入我國循環材料認證與媒合平台之運作模式，提出所需法規限制與突破點分析，協助辦理研商或相關推動配合事項	4-62
4.5 章節摘要	4-70
第五章 我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃	5-1
5.1 依據無機循環材料特性盤點及對應港區工程海平面上下可使用用途類型，並提出應用建議及相關注意事項	5-3
5.1.1 盤點對應港區工程可使用用途類型	5-3
5.1.2 蒐集國外港區工程開發使用無機循環材料案例	5-7
5.1.3 依據無機循環材料特性及對應港區工程可使用用途提出應用建議及注意事項	5-28
5.2 研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令，分就無機循環材料對應港區可使用用途類型，提出整體因應方式及配合事項	5-36
5.2.1 研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令	5-36
5.2.2 提出港區工程開發使用無機循環材料整體因應方式及配合事項	5-51
5.3 盤點、評估及規劃我國台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，可使用之無機循環材料種類與可使用用途類型	5-60
5.3.1 盤點、評估及規劃台北港港區工程開發計畫中循環材	

料可能填築區位位置及其開發期程	5-60
5.3.2 盤點、評估及規劃台中港港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程	5-64
5.3.3 盤點、評估及規劃高雄港港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程	5-69
5.3.4 盤點、評估及規劃其他填海造地循環材料可能填築區位位置及其開發期程	5-74
5.4 研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，並視需求研商推動相關事宜	5-82
5.4.1 研擬港區工程開發使用循環材料作業程序	5-82
5.4.2 研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議	5-86
5.4.3 研提無機再生粒料應用於填海造陸回填料源政策說帖	5-90
5.5 辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫。於港區造地工程內，以海平面以下回填為先，使用無機循環材料回填至少 25 立方公尺，同時進行鄰近海域海水檢測及海域底質檢測	5-97
5.6 章節摘要	5-100
第六章 配合相關行政作業，提升計畫執行品質及效率	6-1
第七章 結論與建議	7-1
7.1 結論	7-1
7.2 建議	7-9
第八章 參考文獻	8-1

無機循環材料環境應用與整合專案計畫

附 件

附件 科技部成果報告摘要表

圖目錄

頁碼

圖 1.1-1	「推動循環經濟－廢棄物資源化」策略與無機循環材料再利用之關聯 ..	1-2
圖 1.1-2	無機循環材料(二次料)應用於陸域及海域環境用途整體示意	1-3
圖 1.1-3	環保署 108 年推動無機循環材料之焚化再生粒料應用及管理相關作法 ..	1-4
圖 1.3-1	本計畫之計畫執行方法及工作流程	1-10
圖 1.3-2	「盤點國內無機廢棄物及循環材料之循環流向」之工作構想	1-11
圖 1.3-3	「進行各類循環材料環境用途溶出試驗，研訂陸海域用途環境安全性 參考規範」之工作構想	1-13
圖 1.3-4	「規劃循環材料陸海域用途環境安全性檢測規範、提升品質技術及管 理整合」之工作構想	1-13
圖 1.3-5	「我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出台北 、台中及高雄港等港區使用循環材料、可填築區位及用途之短中長程 規劃方案建議」之工作構想	1-16
圖 2-1	「盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製無機循環材料之產生量、再利 用量等環境用途及資源循環流向」之作業流程	2-1
圖 2.1-1	「盤點國內轉爐石之產生量、再利用量等環境用途流向」之作業流程 ..	2-2
圖 2.1.2-1	國內轉爐石之資源循環流向	2-5
圖 2.1.4-1	轉爐石處理量能分析預測	2-8
圖 2.2-1	「盤點國內氧化碓、還原碓等環境用途流向」之作業流程	2-8
圖 2.2.1-1	電弧爐煉鋼製程	2-9
圖 2.2.2-1	初擬繪製國內氧化碓、還原碓之資源循環流向	2-15
圖 2.2.4-1	氧化碓處理量能分析預測	2-17
圖 2.2.4-2	還原碓處理量能分析預測	2-18
圖 2.3-1	「盤點國內煤灰之產生量、再利用量等環境用途流向」之作業流程	2-19
圖 2.3.2-1	初擬繪製國內煤灰之資源循環流向	2-25
圖 2.3.4-1	煤灰處理量能分析預測	2-26
圖 2.4-1	「盤點國內無機污泥之產生量、再利用量等環境用途流向」之作業流	

程.....	2-28
圖 2.4.2-1 繪製國內無機性污泥之資源循環流向	2-30
圖 2.4.4-1 無機性污泥處理量能分析預測	2-33
圖 2.5-1 「盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用量等環境用途及資源」之 作業流程.....	2-34
圖 2.5.1-1 推估我國瀝青刨除料的產生量、再利用量等環境用途及流向	2-42
圖 2.5.1-2 工程會函請各道路主管機關落實填報瀝青刨除料之相關公文	2-43
圖 2.5.1-3 推估我國瀝青刨除料產生量各縣市占比	2-48
圖 2.5.1-4 桃園市年度歲修總長度及總面積	2-49
圖 2.5.1-5 104~109 年度桃園歲修路段實際數據	2-49
圖 2.5.2-1 瀝青刨除粒料循環再利用流程圖	2-51
圖 2.5.2-2 瀝青刨除料循環經濟再利用流程示意圖	2-51
圖 2.5.2-3 瀝青刨除粒料處理流程.....	2-52
圖 2.5.2-4 瀝青刨除料再生處理流程及相關檢驗方式	2-53
圖 2.5.2-5 新北市冷拌再生瀝青試辦位置	2-55
圖 2.5.2-6 桃園觀音(草漯地區)瀝青混凝土刨除再生粒料級配粒料底層(R60)位 置.....	2-56
圖 2.6-1 「研析我國砂石產業量能供需情形，探討無機循環材料取代之市場需 求」之作業流程.....	2-57
圖 2.6.1-1 國內主要採石河川分布.....	2-58
圖 2.6.1-2 臺灣全區各縣市土石採取許可區分布	2-59
圖 2.6.1-3 台灣砂石產業架構.....	2-61
圖 2.6.1-4 國內砂石原料供應來源及供應量	2-63
圖 2.6.1-5 國內砂石需求來源及需求量	2-64
圖 2.6.1-6 國內 96~107 年國內自產砂石供需統計	2-65
圖 2.6.1-7 電弧爐煉鋼製程.....	2-66
圖 2.7-1 「實地訪查至少 10 場無機循環材料產製機構或其使用端」之作業流程	2-71
圖 2.7.4-1 輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章辦理進度	2-90
圖 3-1 「各類循環材料進行環境用途溶出試驗」之作業流程	3-2

圖 4-1 「評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合」之作業流程	4-1
圖 4.1-1 「研訂各類循環材料用於陸海域用途環境安全性規範建議」之作業流程	4-2
圖 4.1.2-1 「規劃無機循環材料應用於陸海域用途環境安全性檢測規範(管制項目及標準值)」專家諮詢會議重點	4-18
圖 4.2-1 環境安全規範適宜性評估工作流程	4-19
圖 4.2-2 風險評估採用濃度示意圖.....	4-22
圖 4.2-3 暴露途徑判定表(地下水).....	4-24
圖 4.2-4 暴露途徑判定表(海水).....	4-25
圖 4.3-1 「研析及檢討無機循環材料經資源循環後（如刨除後二次料等）最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式」之作業流程	4-50
圖 4.3.1-1 臺北市試辦「冷拌再生瀝青混凝土」進行 CLSM 管溝回填	4-51
圖 4.3.2-1 「桃園市循環經濟管理平台」網站首頁圖例	4-58
圖 4.3.2-2 「桃園市循環經濟管理平台」流向管理示意圖	4-58
圖 4.3.2-3 「桃園市循環經濟管理平台」作業流程圖	4-59
圖 4.3.2-4 「桃園市循環經濟管理平台」流向申報操作介面 1	4-60
圖 4.3.2-5 「桃園市循環經濟管理平台」流向申報操作介面 2	4-60
圖 4.3.2-6 「桃園市循環經濟管理平台」流向申報操作介面 3	4-61
圖 4.3.2-7 「桃園市循環經濟管理平台」流向申報操作介面 4	4-61
圖 4.4-1 「整合納入循環材料認證與媒合平台運作之法規限制與突破點分析」之作業流程.....	4-62
圖 4.4-2 經濟部循環材料驗證與媒合平台之構想	4-63
圖 4.4-3 建立環境安全性檢查與查驗機制體系構想	4-64
圖 4.4-4 單一物流資訊監督流程.....	4-66
圖 4.4-5 單一物流資訊監督流程現場試驗結果	4-66
圖 5-1 「我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出三大港區等使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途之短中長程規劃方案建議」之作業流程.....	5-2
圖 5.1.1-1 填海造地工程用途類型.....	5-4

圖 5.1.2-1 日本轉爐石水合固化體(斜坡堤製品)適用區位.....	5-11
圖 5.1.2-2 日本循環材料應用於堤後背案例(廣島縣福山港).....	5-12
圖 5.1.2-3 日本無機循環材料應用於回填材料案例(福岡縣荊田港).....	5-13
圖 5.1.2-4 日本無機循環材料應用於地盤改良案例(廣島港出島地區).....	5-15
圖 5.1.2-5 日本無機循環材料應用於人工魚礁案例(橫濱市山下公園).....	5-16
圖 5.1.2-6 日本東京羽田國際機場位置及相關填築工程位置	5-17
圖 5.1.2-7 日本東京國際機場填築剖面圖	5-18
圖 5.1.2-8 日本關西國際機場位置.....	5-19
圖 5.1.2-9 關西國際機場跑道及滑行道路基剖面	5-21
圖 5.1.2-10 日本中部國際機場位置.....	5-21
圖 5.1.2-11 澳洲肯布拉港外港 1A 期填築中及填築完成情形.....	5-23
圖 5.1.2-12 焚化再生粒料轉爐石於台北港鋪設施工便道地點及方式	5-24
圖 5.1.2-13 轉爐石填築完成後與鄰近結構物邊界之安全緩衝距離示意	5-26
圖 5.2.1-1 我國海岸開發工程法規審查程序流程示意	5-37
圖 5.2.2-1 提報經濟部事業廢棄物個案再利用(含試驗計畫)申請審查程序.....	5-56
圖 5.2.2-2 既有施工綱要規範編修審查會議執行流程	5-58
圖 5.2.2-3 施工綱要規範新增審查會議執行流程(細目碼編訂規則表)	5-59
圖 5.3.1-1 臺北港港區填海造地工程規劃填築範圍	5-61
圖 5.3.1-2 臺北港使用轉爐石作為回填料源之施工方法及使用範圍	5-63
圖 5.3.2-1 臺中港區填海造地工程規劃填築範圍	5-65
圖 5.3.2-2 臺中港區填海造地工程與開發計畫關聯圖	5-65
圖 5.3.2-3 台中發電廠第 2 階段煤灰填海工程原預定場址	5-67
圖 5.3.2-4 臺中發電廠第二階段煤灰填海工程擬變更工程場址	5-68
圖 5.3.3-1 高雄港 2040 主計畫規劃未來高雄港區分期開發填海造地範圍	5-69
圖 5.3.3-2 高雄港第三港區開發計畫初步規劃分區開發用途	5-70
圖 5.3.3-3 高雄港第三港區(第一期)開發計畫初步規劃填築面積及高層.....	5-71
圖 5.3.3-4 高雄港第三港區(第一期)開發計畫開發完成示意圖.....	5-71
圖 5.3.4-1 協和發電廠更新改建計畫開發區位變更示意圖	5-75
圖 5.3.4-2 彰濱工業區填海造地開發情形	5-77

圖 5.3.4-3	彰濱工業區線西西三區未造地區域	5-78
圖 5.3.4-4	彰濱工業區線西西三區煤灰及轉爐石已築堤未填築範圍	5-78
圖 5.3.4-5	彰濱工業區崙尾東區未圍堤造地之區域	5-79
圖 5.3.4-6	彰濱工業區鹿港區已完成造地使用區域	5-79
圖 5.3.4-7	觀塘工業港預計開發填海區域	5-81
圖 5.4.1-1	港區工程開發使用循環材料作業程序	5-83
圖 5.4.1-2	盤點港區開發工程適用無機循環材料之相關技術與法令規範	5-83
圖 5.4.1-3	評估港區工程供應料源之可行方案	5-84
圖 5.4.1-4	港區工程實施無機循環材料進場管制作業流程	5-85
圖 5.4.1-5	港區工程實施無機循環材料環境監測作業流程	5-86
圖 5.4.3-1	港區造地工程用途.....	5-91
圖 5.4.3-2	日本東京羽田機場 D 跑道造地工程案例.....	5-92
圖 5.4.3-3	日本苫小牧港東港區碼頭造地工程案例	5-93
圖 5.4.3-4	新加坡實馬高綠能發電中心造地工程案例	5-93
圖 5.4.3-5	臺北港區施工便道回填案例	5-94
圖 5.4.3-6	臺北港區施工便道回填案例	5-94
圖 5.5-1	無機再生粒料應用於港區造地回填材料之三階段構想	5-99
圖 5.5-2	焚化再生粒料運用於臺北港區造地預定工作計畫整體規劃構想圖	5-99
圖 6-1	「配合相關行政作業，提升計畫執行品質及效率」之作業流程	6-1

表目錄

	<u>頁碼</u>
表 1.4-1 本計畫各項工作預定進度及查核點	1-19
表 2.1.1-1 轉爐石 107-108 年產出貯存流向統計表	2-3
表 2.1.1-2 轉爐石 107-108 年產製之產品使用量及占比	2-3
表 2.1.1-3 轉爐石 109 年 1~9 月產出貯存流向統計表	2-4
表 2.1.1-4 轉爐石 109 年 1-9 月產製之產品使用量及占比	2-4
表 2.1.2-1 轉爐石工程使用手冊.....	2-5
表 2.1.2-2 鋼鐵產業再生粒料使用用途對應之公共工程施工綱要規範	2-6
表 2.1.4-1 轉爐石預估應用於臺北港倉儲區填築量與預定期程	2-7
表 2.1.4-2 全國轉爐石籌申設設施量能及供需情形	2-7
表 2.2.1-1 氧化碓 107 年~109 年 1~9 月產出貯存流向統計表	2-10
表 2.2.1-2 氧化碓 107 年~109 年 1~9 月產製之產品產生量及占比	2-11
表 2.2.1-3 還原碓 107 年~109 年 1~9 月產出貯存流向統計表	2-12
表 2.2.1-4 還原碓 107 年~109 年 1~9 月產製之產品產生量及占比	2-12
表 2.2.2-1 氧化碓及還原碓工程使用手冊	2-14
表 2.2.2-2 鋼鐵產業再生粒料使用用途對應之公共工程施工綱要規範	2-14
表 2.2.4-1 全國氧化碓籌申設設施量能及供需情形	2-17
表 2.2.4-2 全國還原碓籌申設設施量能及供需情形	2-18
表 2.3.1-1 燃煤飛灰(R-1106)107 年~109 年 1~9 月產出貯存流向統計表	2-21
表 2.3.1-2 燃煤底灰(R-1107)107 年~109 年 1~9 月產出貯存流向統計表	2-21
表 2.3.1-3 燃煤飛灰(R-1106)107 年~109 年 1~9 月再利用產品概況	2-22
表 2.3.1-4 燃煤底灰(R-1107)107 年~109 年 1~9 月再利用產品概況	2-22
表 2.3.4-1 全國煤灰量能供需情形.....	2-27
表 2.4.1-1 無機性污泥 107 年~109 年 1~9 月產出貯存及清理統計	2-29
表 2.4.1-2 無機性污泥處理流向.....	2-29
表 2.4.4-1 全國無機污泥籌申設設施量能及供需情形	2-32
表 2.5.1-1 內政部營建署營建事業再生利用之再生資源項目及規範修正規定	2-35

表 2.5.1-2	再生資源代碼—瀝青混凝土挖（刨）除料	2-35
表 2.5.1-3	我國國道數量及相關統計彙整	2-37
表 2.5.1-4	推估國道之瀝青刨除料產生量	2-37
表 2.5.1-5	我國快速道路數量及相關統計彙整	2-38
表 2.5.1-6	快速道路瀝青刨除料產生量統計	2-38
表 2.5.1-7	推估快速道路之瀝青刨除料產生量	2-38
表 2.5.1-8	我國省道數量及相關統計彙整	2-39
表 2.5.1-9	推估省道之瀝青刨除料產生量	2-39
表 2.5.1-10	我國市道及縣道公路數量及相關統計彙整	2-40
表 2.5.1-11	推估市道及縣道公路之瀝青刨除料產生量.....	2-40
表 2.5.1-12	我國區道及鄉鎮市道公路數量及相關統計彙整	2-41
表 2.5.1-13	推估區道及鄉鎮市道之瀝青刨除料產生量	2-41
表 2.5.1-14	推估我國各級道路之瀝青刨除料產生量彙整	2-42
表 2.5.1-15	工程會標案管理系統產出之瀝青刨除料填報情形	2-44
表 2.5.1-16	瀝青公會全國會員處理量能資料彙整表	2-45
表 2.5.1-17	一縣市現況資料反推統計表	2-50
表 2.5.2-1	各單位瀝青混凝土挖(刨)除料添加量上限彙整表.....	2-54
表 2.6.1-1	砂石供應來源及主(協)辦機關.....	2-60
表 2.6.1-2	國內砂石原料供應來源及供應量	2-62
表 2.6.1-3	國內砂石需求來源及需求量	2-63
表 2.6.2-1	未來砂石多元化之開發供應市場試算表	2-70
表 2.7-1	實地訪查 12 場次產製磚品廠商彙整	2-72
表 2.7.1-1	篩選實地訪查對象名單.....	2-73
表 2.7.1-2	現行 13 家「非窯燒類資源化建材」環保標章認證廠商	2-74
表 2.7.1-3	焚化再生粒料近三年(106~108)應用於磚品之使用情形.....	2-76
表 2.7.2-1	實地訪查產製磚品廠商之重點及內容說明	2-77
表 2.7.3-1	第 1 場次實地訪查—晶泰水泥加工廠(股)公司 訪查紀錄重點摘要.....	2-78
表 2.7.3-2	第 2 場次實地訪查—羅德應用材料(股)公司 訪查紀錄重點摘要.....	2-79
表 2.7.3-3	第 3 場次實地訪查—三惠製材所有限公司 訪查紀錄重點摘要	2-80

表 2.7.3-4	第 4 場次實地訪查—聚昱實業(股)公司 訪查紀錄重點摘要.....	2-81
表 2.7.3-5	第 5 場次實地訪查—山石地磚工業有限公司 訪查紀錄重點摘要	2-82
表 2.7.3-6	第 6 場次實地訪查—民峰實業(股)公司 訪查紀錄重點摘要.....	2-83
表 2.7.3-7	第 7 場次實地訪查—益邦企業社 訪查紀錄重點摘要	2-84
表 2.7.3-8	第 8 場次實地訪查—亞麥開發(股)公司 訪查紀錄重點摘要.....	2-85
表 2.7.3-9	第 9 場次實地訪查—美莊(股)公司 訪查紀錄重點摘要.....	2-86
表 2.7.3-10	第 10 場次實地訪查—欣盛企業(股)公司 訪查紀錄重點摘要.....	2-87
表 2.7.3-11	第 11 場次實地訪查—長業混凝土有限公司 訪查紀錄重點摘要.....	2-88
表 2.7.3-12	第 12 場次實地訪查—瑞斯料實業(股)公司 訪查紀錄重點摘要.....	2-89
表 2.7.4-1	輔導磚品廠商使用焚化再生粒料並取得環保標章 規劃方向	2-90
表 4.1.1-1	各類無機循環材料、再利用管理法規及其目的事業主管機關彙整	4-4
表 4.1.1-2	日本渣類資源化產品之檢測樣品型態及我國底渣再利用管理方式修正 草案之檢測樣品型態.....	4-5
表 4.1.1-3	我國地下水污染管制標準 (重金屬及鹽類管制項目).....	4-6
表 4.1.1-4	各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範建議	4-7
表 4.1.1-5	轉爐石環境用途標準建議項目	4-8
表 4.1.1-6	氧化碲環境用途標準建議項目	4-9
表 4.1.1-7	還原碲環境用途標準建議項目	4-10
表 4.1.1-8	燃煤飛灰環境用途標準建議項目	4-11
表 4.1.1-9	燃煤底灰環境用途標準建議項目	4-11
表 4.1.1-10	無機污泥環境用途標準建議項目	4-12
表 4.1.1-11	瀝青刨除粒料環境用途標準建議項目.....	4-13
表 4.1.1-12	各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範建議彙整 表(初稿).....	4-14
表 4.1.2-1	「規劃無機循環材料應用於陸海域用途環境安全性檢測規範(管制項 目及標準值)」專家諮詢會議重點	4-16
表 4.2-1	焚化再生粒料環境標準之第一級及第二級管制標準(重金屬溶出).....	4-20
表 4.2-2	焚化再生粒料環境標準之第一級及第二級管制標準(戴奧辛、粒徑及雜 質)	4-21

表 4.2-3	中鋼「臺北商港務流倉儲區填海造地計畫」各物質向海測距離 500 公尺之濃度(MG/L).....	4-23
表 4.2-4	致癌毒性因子判定與援引.....	4-32
表 4.2-5	非致癌毒性因子判定與援引.....	4-33
表 4.2-6	陸域風險評估使用濃度.....	4-41
表 4.2-7	陸域評估各物質致癌及非致癌風險值	4-42
表 4.2-8	海域風險評估使用濃度 (原始濃度).....	4-45
表 4.2-9	海域評估各物質致癌及非致癌風險值 (原始濃度).....	4-45
表 4.2-10	海域風險評估使用濃度 (三倍濃度).....	4-46
表 4.2-11	海域評估各物質致癌及非致癌風險值 (三倍濃度).....	4-46
表 4.3.1-1	審查環保署提案編修公共工程共通性工項施工綱要規範「第 02742 章瀝青混凝土鋪面」有關刨除料相關事宜之會議紀錄	4-52
表 4.3.2-1	營建署「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」修正草案說明 ...	4-54
表 4.3.2-2	研商瀝青混凝土刨除料再利用用途及相關管理規範事宜第 2 次會議紀錄.....	4-57
表 5.1.1-1	無機循環材料於港區開發建設海平面以下使用用途(填海造地工程).....	5-4
表 5.1.1-2	無機循環材料於港區開發建設海平面以上使用用途(完成面建設).....	5-6
表 5.1.2-1	國內外案例各類物料類型港區工程運用簡表	5-8
表 5.1.2-2	日本再生粒料評價適於港灣/機場工程使用項目	5-9
表 5.1.2-3	日本轉爐石水合固化體(斜坡堤製品)適用範圍.....	5-10
表 5.1.2-4	日本轉爐石水合固化體消波塊使用實績	5-11
表 5.1.2-5	日本循環材料應用於海事工程堤後背填案例 S	5-12
表 5.1.2-6	日本循環材料應用於海事工程回填材料案例	5-13
表 5.1.2-7	日本循環材料應用於海底地盤改良相關案例列舉	5-14
表 5.1.2-8	日本循環材料應用於海事工程人工魚礁案例	5-15
表 5.1.2-9	日本循環材料應用於海面機場工程案例	5-17
表 5.1.2-10	日本東京國際機場 D 跑道爐石相關產品使用情形	5-18
表 5.1.2-11	日本關西國際機場二期工程爐石相關產品使用情形.....	5-20
表 5.1.2-12	日本中部國際機場工程爐石相關產品使用情形	5-22

表 5.1.2-13	焚化再生粒料轉爐石過去於台北港鋪設施工便道數量統計	5-24
表 5.1.2-14	國內焚化再生粒料使用於港區開發工程適用規範、手冊及實績	5-25
表 5.1.2-15	國內轉爐石使用於港區開發工程適用規範、手冊及實績	5-26
表 5.1.2-16	國內氧化碓使用於港區開發工程適用規範、手冊及實績	5-27
表 5.1.2-17	國內氧化碓使用於港區開發工程適用規範、手冊及實績	5-28
表 5.1.3-1	日本「港灣及機場等設施應用資源回收物料準則」之評估基準	5-29
表 5.1.3-2	日本港灣及機場等設施應用資源回收物料準則材料評核方式	5-30
表 5.1.3-3	日本港灣及機場設施應用資源回收物料準則評核結果(部分).....	5-30
表 5.1.3-4	無機循環材料應用於工程中之評定原則	5-31
表 5.1.3-5	無機循環材料應用於工程中之綜合評定表	5-31
表 5.1.3-6	海平面以下使用用途(填海造地工程)對應合適使用之無機循環材料.....	5-32
表 5.1.3-7	海平面以上使用用途-完成面建設工程對應合適使用之無機循環材料..	5-34
表 5.1.3-8	無機循環材料分級品質管制表(以焚化再生粒料為例).....	5-35
表 5.2.1-1	港區工程開發所涉及之相關法令彙整	5-38
表 5.2.1-1	港區工程開發所涉及之相關法令彙整 (續).....	5-39
表 5.2.1-1	港區工程開發所涉及之相關法令彙整 (續).....	5-41
表 5.2.1-2	「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」重點條文摘要	5-43
表 5.2.1-3	事業廢棄物再利用管理辦法-附表三	5-44
表 5.2.1-4	使用無機循環材料涉及相關工程使用手冊彙整表	5-46
表 5.2.1-5	公共工程施工綱要規範填築相關規定	5-47
表 5.2.2-1	合適提供使用無機循環材料意見之環評案件類型	5-52
表 5.2.2-2	無機循環材料用途添加量或添加比例(以焚化再生粒料為例).....	5-53
表 5.3.1-1	臺北港物流倉儲區各期開發工程時程及填方容量統計	5-62
表 5.3.2-1	臺中港使用無機循環材料作為綠地或防風林之下方之填築料源	5-69
表 5.3.3-1	新南星填海造陸可行性規劃計畫評估填海造地料源統計	5-73
表 5.4.2-1	港區工程使用無機循環材料短中長期規劃方案	5-88
表 6-1	配合本計畫工作項目各項專家會議、研商或說明會議之工作辦理進度	6-2

報告大綱

本報告共分為八個主要章節：

第一章 前言(計畫緣起、目標及工作項目)

- (一) 計畫緣起 (1.1 節)。
- (二) 計畫目標及工作項目 (1.2 節)。
- (三) 計畫執行方法及工作流程(1.3 節)。
- (四) 執行進度 (1.4 節)。

第二章 盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向

- (一) 盤點國內轉爐石及產製循環材料之環境用途及資源循環流向 (2.1 節)
 - 1. 盤點轉爐石之產出、貯存及清理情形。(2.1.1 節)
 - 2. 繪製國內轉爐石之資源循環流向。(2.1.2 節)
 - 3. 轉爐石處理推動措施建議。(2.1.3 節)
 - 4. 轉爐石處理量能分析預測。(2.1.4 節)
- (二) 盤點國內氧化碓、還原碓及產製循環材料之環境用途及資源循環流向 (2.2 節)
 - 1. 盤點氧化碓、還原碓之產出、貯存及清理情形。(2.2.1 節)
 - 2. 繪製國內氧化碓、還原碓之資源循環流向。(2.2.2 節)
 - 3. 氧化碓、還原碓處理推動措施建議。(2.2.3 節)
 - 4. 氧化碓、還原碓處理量能分析預測。(2.2.4 節)
- (三) 盤點國內煤灰及產製循環材料之環境用途及資源循環流向 (2.3 節)
 - 1. 盤點煤灰之產出、貯存及清理情形。(2.3.1 節)
 - 2. 繪製國內煤灰之資源循環流向。(2.3.2 節)
 - 3. 煤灰處理推動措施建議。(2.3.3 節)
 - 4. 煤灰處理量能分析預測。(2.3.4 節)
- (四) 盤點國內無機污泥及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.4 節)
 - 1. 盤點無機污泥之產出、貯存及清理情形。(2.4.1 節)
 - 2. 繪製國內無機污泥之資源循環流向。(2.4.2 節)

3. 無機污泥處理推動措施建議。(2.4.3 節)
4. 無機污泥處理量能分析預測。(2.4.4 節)
- (五) 盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用量等環境用途及資源 (2.5 節)
 1. 盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用量等環境用途及流向。(2.5.1 節)
 2. 瀝青刨除料資源循環流向與其回收再利用相關規定及工法。(2.5.2 節)
- (六) 研析我國砂石產業量能供需情形，探討無機循環材料取代之市場需求 (2.6 節)
 1. 研析我國砂石產業量能供需。(2.6.1 節)
 2. 預測及探討循環材料取代天然砂石市場需求。(2.6.2 節)
- (七) 實地訪查至少 10 場無機循環材料產製磚品機構，蒐集無機循環材料使用情形及再利用遭遇問題，輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章 (2.7 節)
 1. 篩選實地訪查對象名單。(2.7.1 節)
 2. 規劃實地訪查重點內容。(2.7.2 節)
 3. 實地訪查蒐集問題意見。(2.7.3 節)
 4. 輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章。(2.7.4 節)
- (八) 章節摘要 (2.8 節)

第三章 各類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，瞭解再生粒料及加工再製產品重金屬及鹽類溶出狀況

- (一) 檢測我國轉爐石產製之再生粒料或加工再製產品，依再生粒料環境用途溶出程序檢測之重金屬及鹽類溶出狀況
- (二) 檢測我國氧化碯、還原碯產製之再生粒料或加工再製產品，依再生粒料環境用途溶出程序檢測之重金屬及鹽類溶出狀況
- (三) 檢測我國煤灰產製之無機循環材料或加工再製產品，依再生粒料環境用途溶出程序檢測之重金屬及鹽類溶出狀況
- (四) 檢測我國無機污泥產製之無機循環材料或加工再製產品，依再生粒料環境用途溶出程序檢測之重金屬及鹽類溶出狀況
- (五) 檢測我國瀝青刨除料產製之無機循環材料或加工再製產品，依再生粒料

環境用途溶出程序檢測之重金屬及鹽類溶出狀況

(六) 章節摘要

第四章 評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合

(一) 依據前述試驗結果及健康風險評估探討，研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範 (4.1 節)

1. 研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範建議。(4.1.1 節)
2. 辦理專家學者諮詢或研商會議。(4.1.2 節)

(二) 以健康風險評估角度，評估無機循環材料陸域及海域用途環境安全性規範依再生粒料環境用途溶出程序及地下水污染管制標準之適宜性 (4.2 節)

(三) 研析及檢討無機循環材料經資源循環後（如刨除後二次料等）最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式 (4.3 節)

1. 國內循環材料最終利用或妥善處置現況。(4.3.1 節)
2. 評估最終利用或妥善處置可能方式。(4.3.2 節)

(四) 針對焚化再生粒料管理系統整合納入我國循環材料認證與媒合平台之運作模式，提出所需法規限制與突破點分析，協助辦理研商或相關推動配合事項 (4.4 節)

(五) 章節摘要 (4.5 節)

第五章 我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出三大港區等使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途之短中長程規劃方案建議

(一) 依據無機循環材料特性盤點及對應港區工程海平面上下可使用用途類型，並提出應用建議及相關注意事項 (5.1 節)

1. 盤點對應港區工程可使用用途類型。(5.1.1 節)
2. 蒐集國外港區工程開發使用無機循環材料案例。(5.1.2 節)
3. 依據無機循環材料特性及對應港區工程可使用用途提出應用建議及注意事項。(5.1.3 節)

(二) 研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令，分就無機循環材料對應港區可使用用途類型，提出整體因應方式及配合事項

(5.2 節)

1. 研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令。

(5.2.1 節)

2. 提出整體因應方式及配合事項。(5.2.2 節)

(三) 盤點、評估及規劃我國台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，可使用之無機循環材料種類與可使用用途類型 (5.3 節)

1. 盤點、評估及規劃台北港港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程。(5.3.1 節)
2. 盤點、評估及規劃台中港港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程。(5.3.2 節)
3. 盤點、評估及規劃高雄港港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程。(5.3.3 節)
4. 盤點、評估及規劃其他填海造地循環材料可能填築區位位置及其開發期程。(5.3.4 節)

(四) 研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，並視需求研商推動相關事宜 (5.4 節)

1. 研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序。(5.4.1 節)
2. 研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議。(5.4.2 節)
3. 研提無機再生粒料應用於填海造陸回填料源政策說帖。(5.4.3 節)

(五) 辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫。於港區造地工程內，以海平面以下回填為先，使用無機循環材料回填至少 25 立方公尺，同時進行鄰近海域海水檢測及海域底質檢測 (5.5 節)

(六) 章節摘要 (5.6 節)

第六章 配合相關行政作業，提升計畫執行品質及效率。

第七章 結論與建議。

第八章 參考文獻。

行政院環境保護署委託研究及專案工作計畫成果報告摘要 (詳細版)

計畫名稱：無機循環材料環境應用與整合專案計畫

計畫編號：109B006

計畫執行單位：環興科技股份有限公司

計畫主持人：葉柏宏

協同主持人：林怡青

計畫期程：109 年 03 月 20 日至 109 年 12 月 31 日止

計畫經費：新台幣 15,325,000 元整

摘要

為推動無機循環材料(二次料)利用及管理，本計畫盤點轉爐石、氧化渣、還原渣、煤灰、無機污泥、瀝青刨除粒料等循環材料之環境用途及流向，並研析我國砂石產業量能供需，以預測及探討循環材料取代天然砂石市場需求，並為提高多元去化管道，進行 12 場次實地訪查。

進行各類循環材料進行環境用途溶出試驗，研訂陸海域用途環境安全性參考規範。規劃循環材料陸海域用途環境安全性檢測規範、提升品質技術及管理整合。

同時為推廣無機再生粒料於港區內工程建設之應用，盤點我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出台北、台中及高雄港等港區使用循環材料、可填築區位及用途之短中長程規劃方案建議。

Abstract

For promoting the utilization and management of inorganic recycled materials (Secondary Materials), this project made an inventory of distribution from the basic-oxygen-furnace (BOF) slag, oxidizing slag, reducing slag, coal ash, inorganic sludge and recycled asphalt pavement and research on the supply and demand of sand and gravel businesses in Taiwan to predict market demand for recycled materials to replace natural sand and gravel. In order to improve the multiple distribution of inorganic recycled materials, in addition to complete field survey, this project also conducted environmental leaching tests of recycled materials to draft specifications for

the use of recycled materials in land and sea areas, and to improve quality of technology and management integration.

Meanwhile, for promoting the application of inorganic recycled materials in the construction of the port area, this project took stock of the integrated evaluation and planning of the use of inorganic recycled materials in the development of port in Taiwan, and proposes short-term plans, medium-term plans and long-term plans for the using recycled materials in Taipei Port, Taichung Port and Kaohsiung Port.

In order to speed up the development of Taipei Port and promote the application of incinerating recycled aggregate, this project has completed the environmental leaching tests of incinerating recycled aggregate and the on-site leaching test of incinerating recycled aggregate in FRP tank to confirm the effect of the experimental results which would be used as a reference for the next phase of testing.

前言

在邁向資源循環及循環經濟，為擴大推動至其他無機循環材料(如轉爐石、氧化渣、還原渣、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等)資源化管理及提高環境用途使用意願，讓無機循環材料在工程可行、環境安心及管理嚴謹逐步推動建構下，適材適所應用於陸域及海域用途(含港區造地工程)。

環保署自 108 年起推動無機循環粒料環境應用與整合相關計畫，由環境、管理及工程等層面推動相關工作。包含進行各類循環材料進行環境用途溶出試驗，研訂陸海域用途環境安全性參考規範。同時，規劃循環材料陸海域用途環境安全性檢測規範、提升品質技術及管理整合。最後，提出台北、台中及高雄港等港區使用循環材料、可填築區位及用途之短中長程規劃方案建議。

本計畫目標為：

- 一、盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製的無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，彙整及研析我國砂石產業量能供需狀況。
- 二、將各種類無機循環材料依據再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，以瞭解其再生粒料及加工再製產品不同環境用途型態時之重金

屬及鹽類溶出狀況，作為研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之參考。

三、評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合。

四、我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出台北港、台中港及高雄港等港區使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途短、中、長程規劃方案建議。

研究方法

本計畫主軸重點於推動無機循環材料管理整合，各執行工作項目及範圍說明如下：

- (1) 由盤點國內無機廢棄物或資源物(轉爐石、氧化矽、還原矽、煤灰、無機污泥及瀝青刨除料)及其產製的無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，彙整及研析我國砂石產業量能供需狀況。
- (2) 進行各類循環材料進行環境用途溶出試驗，作為研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之參考。
- (3) 評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合。
- (4) 由我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出3港區使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途短、中、長程規劃方案建議。

結 果

一、盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，彙整研析我國砂石產業量能供需狀況

- (一) 完成盤點國內轉爐石及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.1 節)
- (二) 完成盤點國內氧化矽、還原矽及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.2 節)
- (三) 完成盤點國內煤灰及產製循環材料之環境用途及資源循環流向 (2.3 節)
- (四) 完成盤點國內無機污泥及產製循環材料之環境用途及資源循

環流向(2.4 節)

(五) 完成盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用量等環境用途及資源 (2.5 節)

(六) 完成研析我國砂石產業量能供需情形，探討無機循環材料取代之市場需求 (2.6 節)

(七) 完成實地訪查 12 場無機循環材料產製磚品機構，蒐集無機循環材料使用情形及再利用遭遇問題，輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章 (2.7 節)

二、各類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，瞭解再生粒料及加工再製產品重金屬及鹽類溶出狀況

(一) 完成檢測我國轉爐石產製之再生粒料或加工再製產品，依再生粒料環境用途溶出程序檢測之重金屬及鹽類溶出狀況 12 件次

(二) 完成檢測我國氧化碴、還原碴產製之再生粒料或加工再製產品，依再生粒料環境用途溶出程序檢測之重金屬及鹽類溶出狀況 30 件次

(三) 完成檢測我國煤灰產製之再生粒料或加工再製產品，依再生粒料環境用途溶出程序檢測之重金屬及鹽類溶出狀況 8 件次

(四) 完成檢測我國無機污泥產製之再生粒料或加工再製產品，依再生粒料環境用途溶出程序檢測之重金屬及鹽類溶出狀況 9 件次

(五) 完成檢測我國瀝青刨除料產製之再生粒料或加工再製產品，依再生粒料環境用途溶出程序檢測之重金屬及鹽類溶出狀況 9 件次

三、評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合

(一) 完成評估以健康風險評估角度，評估無機循環材料陸域及海域用途環境安全性規範依再生粒料環境用途溶出程序及地下水污染管制標準之適宜性 (4.2 節)

(二) 完成依據前述試驗結果及健康風險評估探討，研訂轉爐石、氧化碴、還原碴、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之基本參考建議(初稿)(詳 4.1 節)

(三) 完成研析及檢討無機循環材料經資源循環後（如刨除後二次料等）最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式（4.3 節）

(四) 完成針對焚化再生粒料管理系統整合納入我國循環材料認證與媒合平台之運作模式，提出所需法規限制與突破點分析，協助辦理研商或相關推動配合事項（4.4 節）

四、我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出三大港區等使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途之短中長程規劃方案建議

(一) 完成依據無機循環材料特性盤點及對應港區工程海平面上下可使用用途類型，並提出應用建議及相關注意事項（5.1 節）

(二) 完成研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令，分就無機循環材料對應港區可使用用途類型，提出整體因應方式及配合事項（5.2 節）

(三) 完成盤點、評估及規劃我國台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，可使用之無機循環材料種類與可使用用途類型（5.3 節）

(四) 完成研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，並視需求研商推動相關事宜（5.4 節）

(五) 完成辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫之焚化再生粒料產品安全溶出試驗、先期規劃及初步作業、現地試驗基本設計及海洋環境品質檢測(海水(10 點次)/底質(4 點次))。並於港區造地工程內，辦理現地設置阻隔設施並進行浸泡海水之溶出試驗及焚化再生粒料工程材料試驗（5.5 節）

五、配合相關行政作業，提升計畫執行品質及效率（第六章）

(一) 完成彙整本計畫相關成果，配合需求提供資料及翻譯，並提供專家學者意見及環保署網站的民意信箱協答、辦理與本計畫相關之考察、現勘、活動、召開會議準備相關事宜及其他臨時交辦事項

1. 本計畫辦理迄今，共計完成 33 件交辦事項，如協助研擬「臺北港區海平面以下回填資材示範計畫工程規劃說明(含環境檢測)」之簡報(稿)、配合參與「高雄市新南星填

海造陸可行性規劃」研商會議並研擬書面建議(稿)、協助提供「臺南海水淡化廠興建計畫環境影響說明書(預審版)」之建議意見等。

- (二) 完成辦理 5 場次(3/13、5/25、5/27、9/15、9/17)專家學者諮詢會議、研商會議或說明會議，協助研提會議資料與彙整紀錄及辦理後續事宜。

結 論

一、盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製無機循環材料之產生量、再利用率等環境用途及資源循環流向，彙整研析我國砂石產業量能供需狀況

- (一) 盤點國內轉爐石及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.1 節)

1. 轉爐石 108 年產生量約 167 萬公噸，再利用率約 79 萬公噸，主要應用於施工便道、整地工程材料、土壤改良等用途，108 年底累積貯存量約 398.5 萬公噸。目前轉爐石產品多因再生產品通路受阻，致貯存量呈現上升趨勢。
2. 持續推動轉爐石應用於道路工程及港區造地填築料源，且臺北港於 109 年 7 月通過環差，轉爐石作為防風林區造地回填料，每年增加去化量約 130 萬噸，亦將持續規劃其他港區之可填築海事工程。

- (二) 盤點國內氧化矽、還原矽及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.2 節)

1. 氧化矽：108 年產生量約 115 萬公噸，再利用率為 112.3 萬公噸，主要資源化流向為控制性低強度回填料材料(CLSM)(44%)、其他雜項非金屬礦物製品(26%)、混凝土粒料(19%)等，108 年貯存量約 88.5 萬公噸，相較於 107 年貯存量 100 萬公噸，貯存量有下降趨勢。
2. 還原矽：108 年產出量為 30 萬公噸，再利用率為 13.8 萬公噸，108 年底累積貯存量約 74.4 萬公噸，相較於 107 年貯存量 58.2 萬公噸，貯存量有增加趨勢。現行主要資源化流向分別為卜特蘭水泥、預拌混凝土。
3. 擬定爐矽處理推動措施，以促進資源循環邁向循環經濟。

氧化碴可做為道路工程及管溝回填等用途，目前再利用率已大於產生量，當年產生氧化碴均可去化，並有餘裕量處理過去暫存量；還原碴經安定化處理後可做為水泥生料及道路工程等用途，後續將持續推動還原碴作為道路工程及水泥生料之再利用用途。

(三) 盤點國內煤灰及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.3 節)

1. 燃煤飛灰：108 年產生量約 452 萬公噸，再利用率為 451 萬公噸，108 年貯存量為 0.9 萬公噸，較 107 年 1.2 萬公噸減少。主要資源化流向分別為預拌混凝土及卜特蘭水泥。
2. 燃煤底灰：108 年產生量約 99.2 萬公噸，再利用率為 98.4 萬公噸，貯存量為 151 萬公噸，與 107 年 150 萬公噸貯存量趨勢一致。主要資源化流向分別為預拌混凝土及卜特蘭水泥。
3. 持續修正更新煤灰處理推動措施，並持續追蹤臺中發電廠第 2 階段灰塘之環差作業進度。

(四) 盤點國內無機污泥及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.4 節)

1. 108 年無機性污泥產出約 106 萬公噸，處理量為 44.7 萬公噸，貯存量為 215.4 萬公噸，與 107 年貯存量趨勢一致。
2. 提升污泥處理及再利用率，以降低貯存壓力；規劃研訂污泥再生粒料產品環境用途標準，提升再利用產品品質等，以提升後端使用意願，拓展去化管道。

(五) 盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用率等環境用途及資源(2.5 節)

1. 盤點各道路主管機關(交通部公路總局、高速公路局、各縣市政府等)之 5 種道路類型(含國道、快速道路、省道、市道及縣道公路、區道及鄉鎮市道)養護面積，並依據各道路主管機關最新統計資料(107 年)進而推估我國瀝青刨除料 107 年產生量約 710 萬公噸，再利用率約 284 萬公噸。

2. 輔以三層面進行分析比對，包含工程會標案管理系統之各縣市提報資料、瀝青公會全國會員處理量能資料、一縣市(桃園市)現況資料反推，與前述推估結果進行比對尚屬合理。
3. 持續掌握工程會標案管理系統 109 下半年填報情形，以利掌握 109 年瀝青刨除料申報狀況；並依照今年度研析的推估模式滾動檢討推估結果並與實際情形進行勾稽比對分析，以確立每年度實際刨除粒料產生量、堆置量、去化量等。

(六) 研析我國砂石產業量能供需情形，探討無機循環材料取代之市場需求 (2.6 節)

1. 以 107 年為基準年，砂石供應量約為 5,858.7 萬公噸，砂石需求量約為 6,401 萬公噸，國內砂石需求約有近 542 萬公噸之缺口。規劃納入替代砂石之無機循環材料 3 類，自主供應補足缺口。
2. 以性質較為穩定的轉爐石、氧化矽及焚化再生粒料作為替代材料進行探討。

(七) 實地訪查至少 10 場無機循環材料產製磚品機構，蒐集無機循環材料使用情形及再利用遭遇問題，輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章 (2.7 節)

1. 配合環保署業務推動需求，訪查對象優先以「產製磚品廠商」為對象，輔導其納入應用焚化再生粒料為磚品產製料源。
2. 計畫執行迄今已分別於計畫執行期間(0428、0520、0616、0630、0709、0714)完成 12 家廠商共 12 場次實地訪查。
3. 訪查 12 家中，共有 9 家產製磚品廠商有意願推動，3 家廠商已進行環保標章申請階段，後續輔導由管考處另案計畫辦理。

二、各類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，瞭解再生粒料及加工再製產品重金屬及鹽類溶出狀況(第三章)

完成各類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，瞭解再生粒料及加工再製產品重金屬及鹽類溶出狀況。

三、評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合

(一) 以健康風險評估角度，評估無機循環材料陸域及海域用途環境安全性規範依再生粒料環境用途溶出程序及地下水污染管制標準之適宜性 (4.2 節)

1. 完成焚化再生粒料於陸域及海域之風險評估，評估結果顯示，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受(可接受之致癌風險為 10^{-4} ~ 10^{-6} 之間，若總致癌風險高於 10^{-6} 時，應規劃相關風險管理策略；非致癌則以危害商數作為依據，若數值小於 1 則預期不會造成非致癌性危害)。各項評估結果其評估結果說明如下：

(1) 陸域風險評估：暴露途徑分為三途徑，包括模擬民眾「使用受污染地下水淋浴或日常清洗，經皮膚吸收」、「使用受污染地下水作為日常清洗，經揮發後吸入」、「受污染地下水揮發至室外空氣後吸入」。評估結果顯示，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受，說明在符合焚化再生粒料第二級管制標準之情形下，對於周遭受體不至於產生致癌及非致癌風險。

(2) 海域風險評估：暴露途徑分為兩途徑，包括模擬民眾可能因遊憩行為使皮膚接觸海水，及其中汞金屬則可能揮發至室外空氣後吸入。各項物質皆以「使用受污染地下水淋浴或日常清洗，經皮膚吸收」為主要暴露途徑。評估結果顯示，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受，說明在符合焚化再生粒料第二級管制標準之情形下，對於周遭受體不至於產生致癌及非致癌風險。

2. 本評估以焚化再生粒料溶出並經由地下水及海水稀釋後之濃度，以地下水及海水為主要暴露主體，焚化再生粒料使用用途相關暴露途徑包括皮膚接觸及吸入水蒸氣等途徑。本工作項目為考量可能之暴露途徑作保守性評估，但實際情形上於填海造陸之地區使用地下水及海水之可能

性極低。本次評估結果若使用焚化再生粒料作為後續再利用用途，其海域及陸域之致癌及非致癌風險皆為可接受風險。

(二) 依據前述試驗結果及健康風險評估探討，研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範 (4.1 節)

1. 完成研訂各類無機循環材料(包含轉爐石、氧化矽、還原矽、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等)應用於陸域及海域用途環境安全性規範之基本參考建議(初稿)。
2. 已於 109 年 9 月 17 日辦理「規劃研訂無機循環材料應用於陸海域用途環境安全性檢測規範(管制項目及標準值)」專家諮詢會議。

(三) 研析及檢討無機循環材料經資源循環後(如刨除後二次料等)最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式 (4.3 節)

1. 研提刨除後二次料之現況問題，包含料源分類堆置、流向管控等問題，並掌握瞭解法令面(109.02.13 及 07.22 營建署「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」修法進度)、管理面(以縣市為例之「桃園市循環經濟工程管理平台」辦理情形)。
2. 持續掌握法令面修法進度，目前營建署已針對刨除粒料去化等相關法規研析進入最終階段審議及針對無機循環材料經資源循環後(如刨除後二次料等)管理面問題，包含料源分類堆置、流向管控等問題持續進行探討。
3. 針對各縣市政府循環經濟材料去化之工程面向進行追蹤，並了解實際應用量如何透過管理平台進行源頭管理、流向管理、堆置管理、去化管理等多面向的應用。(桃園市、台南市)。

(四) 針對焚化再生粒料管理系統整合納入我國循環材料認證與媒合平台之運作模式，提出所需法規限制與突破點分析，協助辦理研商或相關推動配合事項 (4.4 節)

1. 本計畫(109 年)為環保署協辦之第 1 年計畫，針對焚化再生粒料管理系統整合納入循環材料認證與媒合平台之運作模式，完成提出所需法規限制與突破點分析，並協助辦理研商或相關推動配合事項。

- (1) 確保材料出廠品質，參考日本渣類資源化產品之溶出管制精神，公告再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222.10C)，並由我國地下水污染管制標準及焚化再生粒料溶出特性，修正公告焚化再生粒料環境標準，並計畫擴大推動至其他再生粒料環境安全規範及標準建議。
- (2) 檢討公告修正垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式，利用焚化再生粒料流向管理系統全程掌握焚化再生粒料流向，整合納入該平台之運作，並期擴大至其他再生粒料流向管理。
- (3) 建議後續逐步盤點分析各循環材料相關再利用管理法規，配合平台運作，研擬可一致性或通案式做法，以利平台廣納及突破各循環材料管理時所面臨之限制。

四、我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出三大港區等使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途之短中長程規劃方案建議

(一) 依據無機循環材料特性盤點及對應港區工程海平面上下可使用用途類型，並提出應用建議及相關注意事項 (5.1 節)

1. 本計畫已依據各類無機循環材料特性，盤點海平面上下使用用途類型，海平面上使用用途包括，1.斜坡堤(含拋石與消波塊)、2.堤後背填、3.回填工程、4.地盤改良、5.鋪面/便道等 5 種，其中 3.回填工程及 5 鋪面/便道為目前國內具法令規範及實績；海平面上使用填築用途，則以各類道路工程瀝青面層及基底層等可使用用途類型，為目前國內具法令規範及實績。
2. 完成彙整國外港區工程開發使用無機循環材料之案例，海平面上使用用途包括日本東京、關西及中部各機場跑道路基材料、載重填土、鋪築中隔提、臨時道路等工程用途，以及澳洲肯布拉外港填海造地等工程。
3. 依據無機循環材料特性及對應港區工程可使用用途，提出應用建議及注意事項。

(二) 研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法

令，分就無機循環材料對應港區可使用用途類型，提出整體因應方式及配合事項 (5.2 節)

1. 完成港區工程開發、使用無機循環材料所涉及之相關方案或法令(如：商港法、海岸管理法、非都市土地開發審議作業規範、施工綱要規範、工程使用手冊及相關事業廢棄物再利用管理方式等)之相關條文盤點彙整於報告中。
2. 彙整提出整體因應方式及配合事項，例如 1.環評案件類型對應使用無機循環材料審查意見參考範本規劃、2.依循再利用許可或試驗計畫申請程序辦理及 3.研訂施工綱要規範及使用手冊等進程序。

(三) 盤點、評估及規劃我國台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，可使用之無機循環材料種類與可使用用途類型 (5.3 節)

1. 依「臺灣國際商港未來發展及建設計畫(106~110 年)」盤點台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫，循環材料可能填築區位之位置及開發期程。
2. 配合交辦新增基隆港協和電廠專用港、彰濱工業區及觀塘工業(區)港區之開發計畫，評估其填築無機循環材料之可能性。

(四) 研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，並視需求研商推動相關事宜 (5.4 節)

1. 完成研擬港區工程開發使用循環材料作業程序
2. 完成提出港區工程使用無機循環材料管理流程及短、中、長程規劃方案建議。

(五) 辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫。於港區造地工程內，以海平面以下回填為先，使用無機循環材料回填至少 25 立方公尺，同時進行鄰近海域海水檢測及海域底質檢測 (5.5 節)

完成現地試驗先期規劃及初步作業、實驗室試驗及結果、現地回填試驗工程基本設計及現地回填試驗工程施工、海域品質檢測及新增現地設置阻隔設施並進行浸泡海水之溶出試驗(規劃設計阻隔設施、進料及引入海水作業、槽體水質檢測(含採樣)、焚化

再生粒料工程材料試驗)。

五、配合相關行政作業，提升計畫執行品質及效率

(一) 彙整本計畫相關成果，配合需求提供資料及翻譯，並提供專家學者意見及環保署網站的民意信箱協答、辦理與本計畫相關之考察、現勘、活動、召開會議準備相關事宜及其他臨時交辦事項

1. 本計畫辦理迄今，共計完成 33 件交辦事項，如協助研擬「臺北港區海平面以下回填資材示範計畫工程規劃說明(含環境檢測)」之簡報(稿)、配合參與「高雄市新南星填海造陸可行性規劃」研商會議並研擬書面建議(稿)、協助提供「臺南海水淡化廠興建計畫環境影響說明書(預審版)」之建議意見等。

(二) 本計畫前述工作項目總計辦理至少 5 場次專家學者諮詢會議、研商會議或說明會議，協助研提會議資料與彙整紀錄及辦理後續事宜。

1. 本計畫辦理迄今，配合本計畫工作項目(第 2.1 小節~第 5.5 小節範圍)，茲已完成辦理 5 場次相關之專家諮詢會議，茲說明如下。
 - (1) 109.03.13「焚化再生粒料運用於臺北港區造地回填資材試驗計畫規劃說明」專家諮詢會議」。(配合 5.5 節)
 - (2) 109.05.25「焚化再生粒料運用於臺北港區造地回填資材試驗計畫(現地試驗)規劃說明」專家諮詢會議」。(配合 5.5 節)
 - (3) 109.05.27「研擬焚化再生粒料用於港灣用途之環境標準」專家諮詢會議」。(配合 5.5 節)
 - (4) 109.09.15「再生粒料運用於港灣工程研商會議」。(配合 5.5 節)
 - (5) 109.09.17「規劃研訂無機循環材料應用於陸海域用途環境安全性檢測規範(管制項目及標準值)」專家諮詢會議」(配合 4.1 節)

建議事項

- 一、建議持續針對無機循環材料(轉爐石、氧化渣、還原渣、煤灰、無機性污泥及瀝青刨除料等)項目持續進行盤點產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，及相關檢測作業(包含氫離子濃度指數、重金屬溶出及鹽類溶出等)，建立基線資料，以作為提出廢棄物產製為無機循環材料之材料化條件、材料認證準則及環境標準建議，藉由製程規範、材料認證及環境標準把關，精進無機循環材料的材料規範與環境品質。
- 二、為提升國內焚化再生粒料之環境品質，建議以 1 座焚化爐底渣產製再生粒料之環境品質進行驗證，以研擬焚化再生粒料之環境品質整體查驗作業流程，據以提出焚化再生粒料之品質與環境安全性整體查驗作業流程。
- 三、建議持續針對 1 批次焚化再生粒料槽體試驗計畫之海水溶出進行檢測，以建立長期基線資料，並進行海域水質擴散模擬試驗，以瞭解造地回填時對鄰近海域水質之可能影響。
- 四、建議未來無機循環材料在環境安心、工程可行及管理嚴謹下，適材適所應用於港區造地工程，持續推動國內港區再生粒料填海造地多元化再利用。

第一章 前言

第一章 前言

1.1 計畫緣起

一、我國廢棄物管理已由「減量回收」、「資源循環零廢棄」邁向「循環經濟」

為因應整體廢棄物之清理管制及循環利用，行政院環境保護署(簡稱環保署)於廢棄物管理上，從早期廢棄物減量回收起，長期致力於推動「資源循環零廢棄」，以減量(Reduction)、再使用(Reuse)、再利用(Recycling)、能源回收(Energy Recovery)、土地新生(Land Reclamation)及改變設計(Redesign)的 6R 政策。在現有的廢棄物管理基礎上，以源頭減量、資源回收為主，提倡以綠色生產、綠色消費、源頭減量、資源回收、再使用及再生利用等方式，將資源廢棄物有效循環利用，逐步達成全回收、零廢棄之目標，邁向循環經濟及永續發展。

讓臺灣走向循環經濟的時代，把廢棄物轉換為再生資源，提高廢棄物資源回收與再利用，加強能資整合，建立循環型生產與生活方式，達到零廢棄，低耗能的環境友善社會。環保署於 107 年 2 月提出「推動循環經濟－廢棄物資源化」策略(詳圖 1.1-1 所示)，致力推動資源永續循環，邁向循環經濟，從物質生產、消費、回收(廢棄物管理)及循環(二次料市場)各階段，推動物料永續循環，並跨部會共同推動廢棄物資源化。

其 12 項重點策略包含：一、生產階段：(一)健全物料基線資料。(二)推動循環的產品設計。(三)提高生產流程的能資源效率。二、消費階段：(一)創造綠色消費模式。(二)推動政府綠色採購。(三)延長產品壽命。三、回收(廢棄物管理)階段：(一)強化回收循環體系。(二)促進能源回收。(三)完備法規制度。四、二次料階段：(一)確保二次料或再用品質。(二)加強技術研發與創新。(三)提供經濟誘因。分由不同工作共同完成。

「無機再生粒料再利用」也是上述我國「推動循環經濟－廢棄物資源化策略」之「二次料階段」重要的一環(如圖 1.1-1 所示)，主要需確保二次料或再用品質、加強技術研發與創新及提供經濟誘因。「無機再生粒料再利用」是把生產消費階段後合適資源剩餘物(副產品)或廢棄物，直接或經處理轉換

為再生材料(或稱二次料)，取代天然材料之使用，可促進資源循環利用及減少天然資源之耗竭，於國外先進國家(如歐盟或日本等)均已實施多年且應用上成熟普遍。

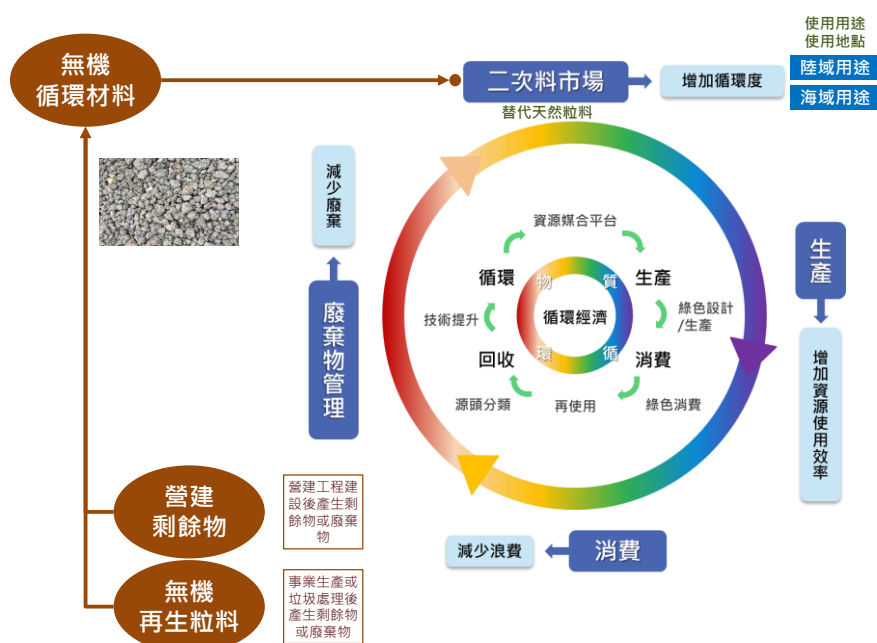


圖 1.1-1 「推動循環經濟－廢棄物資源化」策略與無機循環材料再利用之關聯

二、推動無機循環材料(二次料)循環為「推動循環經濟－廢棄物資源化」策略重要一環

其中推動無機循環材料(二次料)循環也是我國推動「推動循環經濟－廢棄物資源化」策略重要一環，需確保二次料或再利用產品品質與建立監督機制、加強技術研發與創新及提供經濟誘因。把營建工程建設、事業生產或垃圾處理後產生之合適資源剩餘物或廢棄物轉換為循環材料(或稱二次料)，取代天然材料，可促進資源循環利用及減少天然資源之耗竭，於國外先進國家(如歐盟或日本等)均已實施多年且應用上成熟普遍。

國內目前也已有相關眾多營建工程建設、事業生產或垃圾處理後產生之無機資源物(如營建剩餘土石方、轉爐石等)或無機廢棄物(如磚/瓦/混凝土塊、瀝青刨除料、焚化底渣、還原碴、氧化碴、煤灰等)，直接或經適當前處理後製成無機循環材料(或再生粒料)，以替代天然粒料，再利用作為工程材料、級配料或加工再製產品等，並應用於各種不同陸域環境用途及海域環境用途(如

造地工程及完成面建設)，以減少天然資源開採、降低建設成本及環境衝擊，促進資源循環也邁向循環經濟(詳圖 1.1-2 所示)。(補充說明：其中有成熟穩定再利用管道之循環材料(如營建剩餘土石方等)，已循既有管道運作良好，不在計畫討論範疇)

惟前述無機循環材料(或再生粒料)應用時，也面臨部分團體或使用單位會有疑慮，例如循環材料品質及用途、對環境影響、以判定廢棄物有害之毒性溶出特性溶出試驗(Toxicity Characteristic Leaching Procedure, TCLP)規範管制循環材料再利用是否合理、部分用途尚無相關施工綱要規範或技術使用手冊等、港區工程使用研究及推廣等。

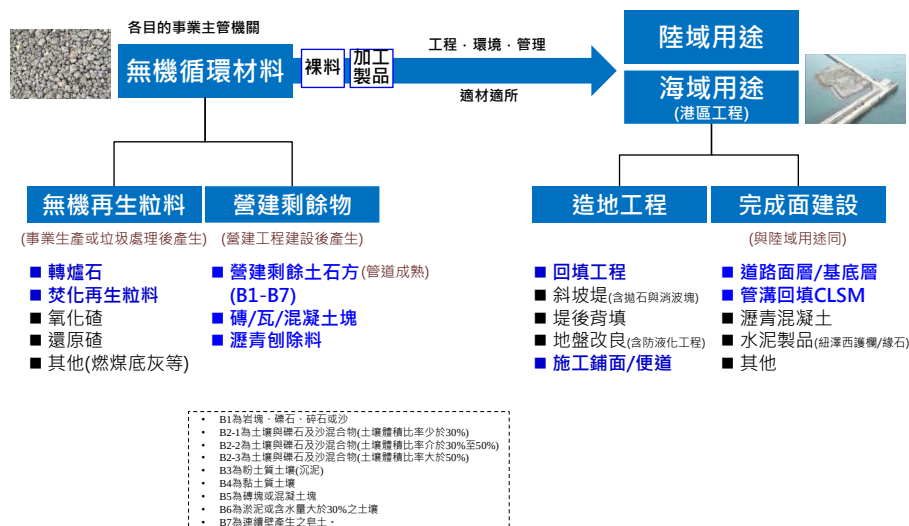


圖 1.1-2 無機循環材料(二次料)應用於陸域及海域環境用途整體示意

在邁向資源循環及循環經濟，為持續推動無機循環材料(二次料)利用及管理，環保署前已持續辦理焚化底渣或再生粒料相關計畫，先由焚化再生粒料(焚化底渣)著手，在工程面、環境面及管理面等面向，陸續推動焚化再生粒料應用及管理相關工作，以期強化管理及提高使用意願，並逐步與相關權責機關合作擴大至其他無機循環材料(二次料)。

(一) 環境面及管理面：研訂焚化再生粒料環境用途標準及檢討應用監督管理

環保署於 108 年辦理無機再生粒料管理專案計畫，由研析國外無機再生粒料再利用之環境用途溶出方法及管制精神，進行國內無機再生粒料環境用途品質檢測分析，先建立焚化再生粒料品質及環境用途標準，研擬無機再生粒料共通性之品質及環境用途規範及管理機制，提升再生

粒料品質及環境用途信心(詳圖 1.1-3)。並於 108 年 10 月 2 日公告再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222)，擬定焚化再生粒料品質及環境用途標準，檢討環境用途分級管理，納入修正焚化底渣再利用管理方式，並於 108 年 10 月 15 日預告草案。

(二) 工程面：研訂施工規範及使用手冊及辦理港區回填試驗計畫

同時也持續編修用途相關施工綱要規範或技術使用手冊，有關推動港區工程使用方面，也持續辦理焚化再生粒料於臺北港區回填便道及管溝回填試驗工程等(104 年-迄今)，107 年成立再生粒料運用於港區工程推動小組等面向推動(詳圖 1.1-3)。

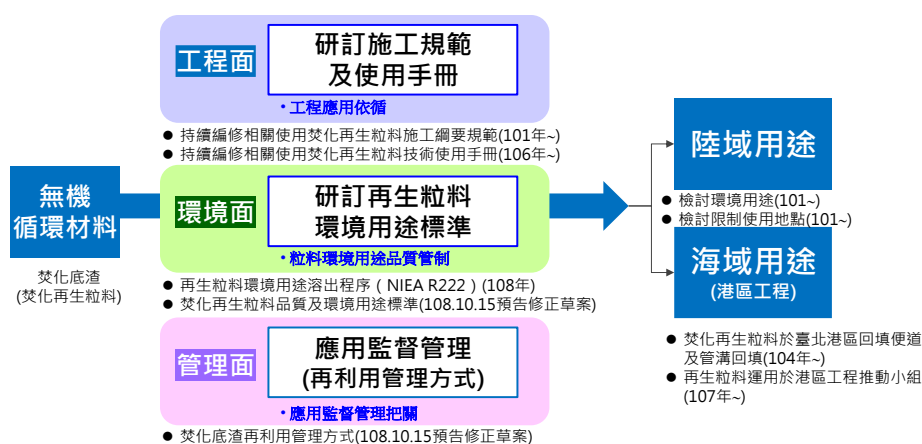


圖 1.1-3 環保署 108 年推動無機循環材料之焚化再生粒料應用及管理相關作法

為擴大推動至其他無機循環材料(如轉爐石、氧化碯、還原碯、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等)資源化管理及提高環境用途使用意願，讓無機循環材料在工程可行、環境安心及管理嚴謹逐步推動建構下，適材適所應用於陸域及海域用途(含港區造地工程)。109 年度擬先以(一)盤點國內無機廢棄物及循環材料之循環流向，研析我國砂石量能供需。(二)進行各類循環材料進行環境用途溶出試驗，研訂陸海域用途環境安全性參考規範。(三) 規劃循環材料陸海域用途環境安全性檢測規範、提升品質技術及管理整合。(四)我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出台北、台中及高雄港等港區使用循環材料、可填築區位及用途之短中長程規劃方案建議。爰此，環保署於 109 年度辦理「無機循環材料環境應用與整合專案計畫」(以下稱 本計畫)。

1.2 計畫目標、工作項目

1.2.1 計畫目標

- 一、盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製的無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，彙整及研析我國砂石產業量能供需狀況。
- 二、將各種類無機循環材料依據再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，以瞭解其再生粒料及加工再製產品不同環境用途型態時之重金屬及鹽類溶出狀況，作為研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之參考。
- 三、評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用品質技術，推動無機循環材料管理整合。
- 四、我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出台北港、台中港及高雄港等港區使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途短、中、長程規劃方案建議。

1.2.2 工作項目

- 一、盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製的無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，彙整及研析我國砂石產業量能供需狀況。
 - (一) 盤點國內轉爐石及其產製的循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向。
 - (二) 盤點國內氧化碓、還原碓及其產製的循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向。
 - (三) 盤點國內煤灰及其產製的循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向。
 - (四) 盤點國內無機污泥及其產製的循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向。
 - (五) 盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，並進行勾稽及追蹤管理。
 - (六) 彙整及研析我國砂石產業相關調查實施計畫或已建置網路資訊平台，建立砂石產業供應及需求情形調查資料庫，並藉由砂石產業量能供需分析

，預測及探討無機循環材料取代天然砂石之市場需求。

- (七) 實地訪查至少 10 場無機循環材料或天然砂石來源、產製機構或其使用端，蒐集其基本資料、無機循環材料使用情形及再利用遭遇問題，瞭解使用前導入陸域及海域用途環境安全性規範或砂石產業量能供需狀況等之意見。

二、將各種類無機循環材料依據再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，以瞭解其再生粒料及加工再製產品不同環境用途型態時之重金屬及鹽類溶出狀況，作為研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之參考。

- (一) 檢測我國轉爐石產製之循環材料的環境用途溶出狀況，選擇合適之產製機構為試驗對象，以其再生粒料及加工再製產品不同環境用途型態，依據再生粒料環境用途溶出程序，進行重金屬、鹽類及氫離子濃度指數項目試驗檢測。採集及試驗分析至少 12 件次。
- (二) 檢測我國氧化碓、還原碓產製之循環材料的環境用途溶出狀況，選擇合適之產製機構為試驗對象，以其再生粒料及加工再製產品不同環境用途型態，依據再生粒料環境用途溶出程序，進行重金屬、鹽類及氫離子濃度指數項目試驗檢測。採集及試驗分析至少 30 件次。
- (三) 檢測我國煤灰產製之循環材料的環境用途溶出狀況，選擇合適之產製機構為試驗對象，以其再生粒料及加工再製產品不同環境用途型態，依據再生粒料環境用途溶出程序，進行重金屬、鹽類及氫離子濃度指數項目試驗檢測。採集及試驗分析至少 8 件次。
- (四) 檢測我國無機污泥產製之循環材料的環境用途溶出狀況，選擇合適之產製機構為試驗對象，以其再生粒料及加工再製產品不同環境用途型態，依據再生粒料環境用途溶出程序，進行重金屬、鹽類及氫離子濃度指數項目試驗檢測。採集及試驗分析至少 9 件次。
- (五) 檢測我國瀝青刨除料產製之循環材料的環境用途溶出狀況，選擇合適之產製機構為試驗對象，以其再生粒料及加工再製產品不同環境用途型態，依據再生粒料環境用途溶出程序，進行重金屬、鹽類及氫離子濃度指數項目試驗檢測。採集及試驗分析至少 9 件次。(前述各項採集及試驗分析數量分配，可依計畫需求經環保署同意後調整。)

三、評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途

品質技術，推動無機循環材料管理整合。

- (一) 將無機循環材料應用環境用途，以健康風險評估角度，評估依再生粒料環境用途溶出程序，參考國外管制精神及保護我國環境特性，採用地下水污染管制標準項目及標準值，作為無機循環材料陸域及海域用途環境安全性規範之適宜性。
- (二) 依據前述試驗結果及健康風險評估探討，研訂各類無機循環材料（包含轉爐石、氧化渣、還原渣、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等）應用於陸域及海域用途環境安全性規範，包含檢測樣品型態（粒料型態或加工再製產品型態）、管制項目及標準值建議，並辦理專家學者諮詢或研商會議。
- (三) 研析及檢討無機循環材料經資源循環後（如刨除後二次料等）最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式。
- (四) 針對焚化再生粒料管理系統整合納入我國循環材料認證與媒合平台之運作模式，提出所需法規限制與突破點分析，協助辦理研商或相關推動配合事項。

四、我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出台北港、台中港及高雄港等港區使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途短、中、長程規劃方案建議。

- (一) 依據無機循環材料之特性，分別盤點及對應港區工程海平面以下及海平面以上之可使用用途類型，並提出應用建議及相關注意事項。
- (二) 研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令，分就無機循環材料對應港區造地工程及完成面建設可使用用途類型，提出整體因應方式及配合事項。
- (三) 盤點我國台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，評估及規劃各填築區位可使用之無機循環材料種類與港區造地工程及完成面建設可使用用途類型。
- (四) 研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，依據評估及規劃各港區可能填築區位中可使用之無機循環材料種類與港區造地工程及完成面建設可使用用途類型，研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，並視需求協助與港埠經營單位與相關主管

機關研商推動相關事宜。

- (五) 選擇至少一種無機循環材料，辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫。回填示範區地點於港區造地工程內，以海平面以下回填為先（由港埠經營單位提供而定），或另由環保署指定，使用無機循環材料回填至少 25 立方公尺，於現地設置阻隔設施，進行浸泡海水之溶出試驗（含阻隔設施及現地施工、進料及引入海水作業、槽體水質檢測、焚化再生粒料工程材料試驗），同時進行鄰近海域海水檢測至少 15 點次（檢測項目為重金屬及 pH 值）及海域底質檢測至少 5 點次（檢測項目為重金屬），計畫執行內容應經環保署同意後始辦理之。（本工項可依港區實際狀況或環保署推動再生粒料再利用之相關試驗工程需求，經環保署同意後調整之。）

本項工作內容，依據契約書及 109 年 11 月 2 日環署廢字第 1091186424 號來函，在原計畫工作項目：「焚化再生粒料進行現地回填試驗計畫」，進行契約變更(擴約)內容為「於現地設置阻隔設施，進行浸泡海水之溶出試驗（含阻隔設施及現地施工、進料及引入海水作業、槽體水質檢測、焚化再生粒料工程材料試驗）」，本擴約內容之履約期限由原 109 年 11 月 30 日，變更為 109 年 12 月 31 日。工作項目變更為：「選擇至少一種無機循環材料，辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫。回填示範區地點於港區造地工程內，以海平面以下回填為先（由港埠經營單位提供而定），或另由環保署指定，使用無機循環材料回填至少 25 立方公尺，於現地設置阻隔設施，進行浸泡海水之溶出試驗（含阻隔設施及現地施工、進料及引入海水作業、槽體水質檢測、焚化再生粒料工程材料試驗），同時進行鄰近海域海水檢測至少 15 點次（檢測項目為重金屬及 pH 值）及海域底質檢測至少 5 點次（檢測項目為重金屬），計畫執行內容應經環保署同意後始辦理之。（本工項可依港區實際狀況或環保署推動再生粒料再利用之相關試驗工程需求，經環保署同意後調整之。）」

另環保署於 109 年 12 月 7 日來函（環署廢字第 1091198314 號函），針對現地試驗部分擬刪減部分工作項目內容，減價項目針對現地試驗工程施工、鄰近海域海水檢測 5 點次、海域底質檢測 1 點次與 1 趟次租

船及採樣等工項進行減價，減價金額為 120 萬元（含管理費及營業稅）

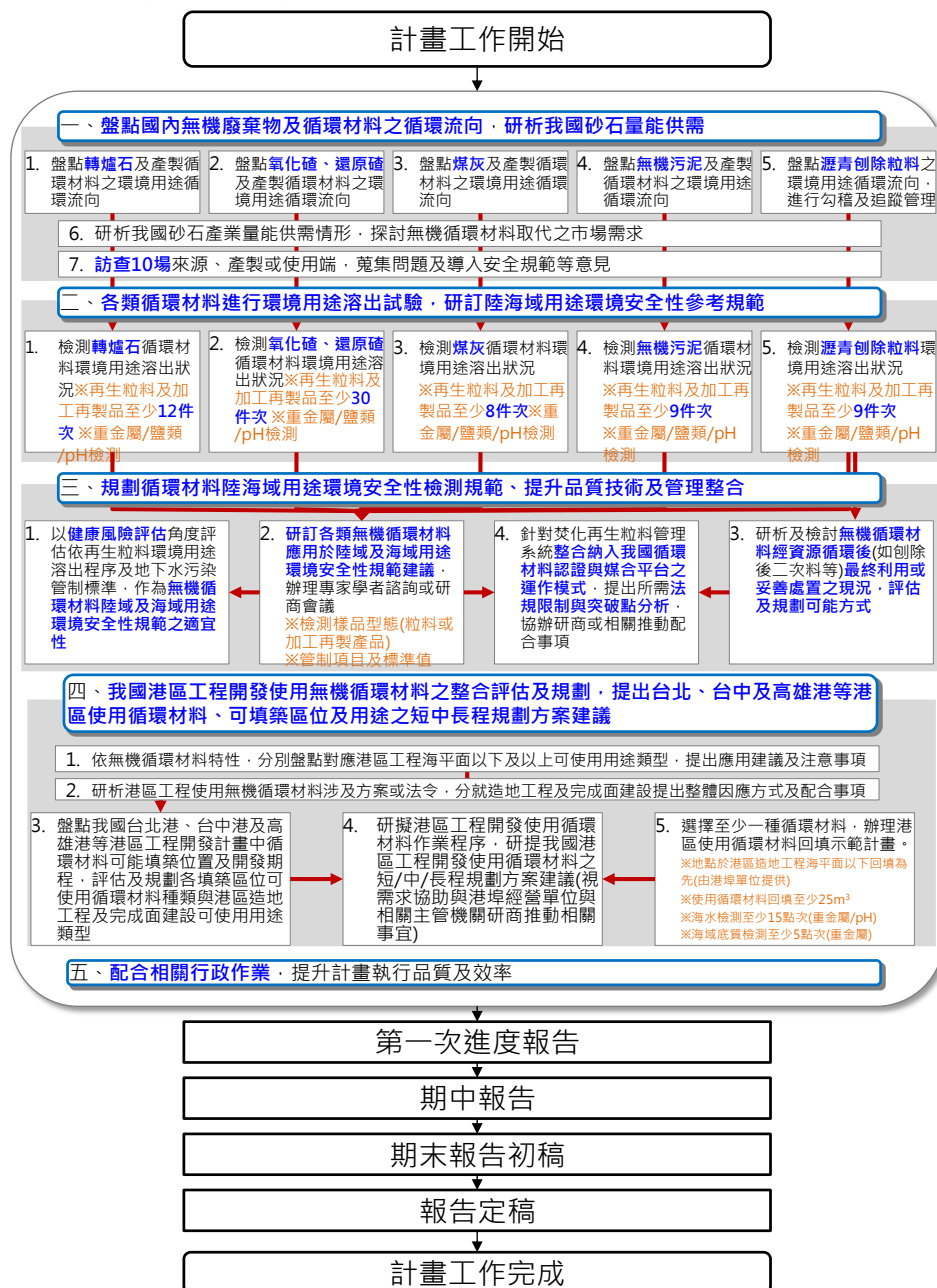
。』。

五、配合相關行政作業，提升計畫執行品質及效率

- (一) 彙整本計畫相關成果，配合需求提供資料及翻譯，並提供專家學者意見及環保署網站的民意信箱協答、辦理與本計畫相關之考察、現勘、活動、召開會議準備相關事宜及其他臨時交辦事項。
- (二) 本計畫前述工作項目總計辦理至少 5 場次專家學者諮詢會議、研商會議或說明會議（每場次半日，約 15 人，供膳、供茶水及供場地，每場次專家學者至少 5 位，支給專家學者出席費及交通費），協助研提會議資料與彙整紀錄及辦理後續事宜。
- (三) 指派學士以上畢業，並具良好溝通協調企劃能力專任人員 1 名，專門辦理本計畫幕僚行政、聯繫及本計畫相關事項，不得兼任其他工作。人員須經環保署同意認可（更換時亦同）。

1.3 計畫執行方法及工作流程

有關本計畫之計畫執行方法及工作流程，詳圖 1.3-1 所示。除依據 1.2 節計畫目標及工作項目外，並依據環保署政策需求進行滾動調整及增補，研擬之四大項工作執行方向及流程說明如下：



本計畫彙整。

圖 1.3-1 本計畫之計畫執行方法及工作流程

一、盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製的無機循環材料之產生量、再利用量

等環境用途及資源循環流向，彙整及研析我國砂石產業量能供需狀況(構想詳圖 1.3-2，進度內容詳第二章)

主要期由盤點國內無機廢棄物或資源物(轉爐石、氧化碓、還原碓、煤灰、無機污泥及瀝青刨除料)及其產製的無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，彙整及研析我國砂石產業量能供需狀況。

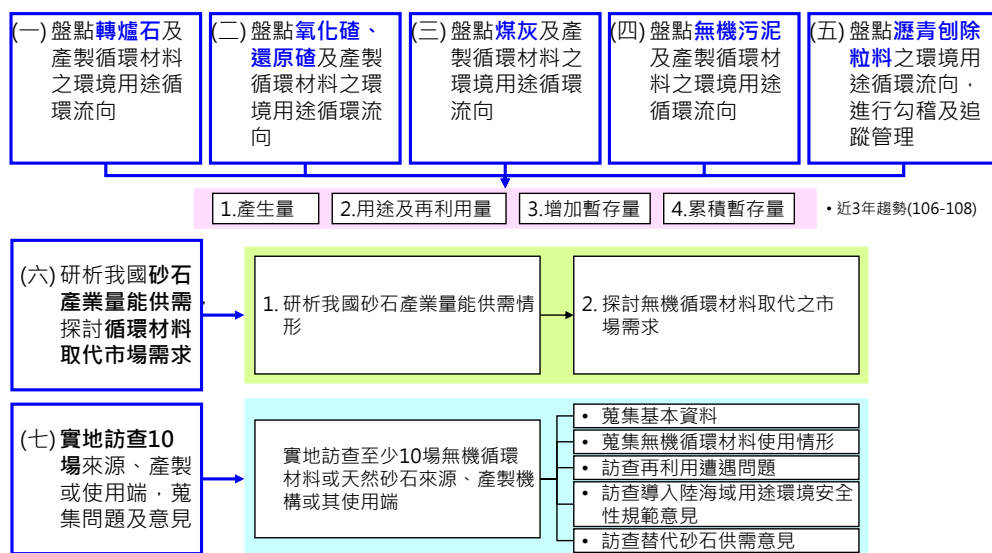


圖 1.3-2 「盤點國內無機廢棄物及循環材料之循環流向」之工作構想

(一) 盤點國內無機廢棄物或資源物(轉爐石、氧化碓、還原碓、煤灰、無機污泥及瀝青刨除料)及其產製的無機循環材料之環境用途循環流向(詳 2.1 節至 2.5 節)

主要先掌握無機廢棄物或資源物(轉爐石、氧化碓、還原碓、煤灰、無機污泥及瀝青刨除料)及其產製的無機循環材料之環境用途循環流向，包含近年年產生量、用途及再利用量、增加暫存量(如有)及累積暫存量(如有)。針對盤點各種類無機循環材料之增加暫存量及累積暫存量(如有)，研析可能去化管道或用途(如港區工程回填使用可能性及需求)。重點如：

1. 盤點個無機循環材料之產出、貯存及清理情形。
2. 繪製國內無機循環材料之資源循環流向。
3. 無機循環材料處理推動措施建議。
4. 無機循環材料處理量能分析預測。

(二) 研析我國砂石產業量能供需，探討循環材料取代市場需求(詳 2.6 節)

1. 研析我國砂石產業量能供需：透過研析我國砂石產業量能供需情形，由探討國內砂石來源分類(5 類：河川砂石(河川疏濬及水庫清淤)、營建剩餘土石方、土石採取(含河川土石區、陸上土石區及海域土石區)、礦區礦石及由國外進口之砂石)、國內砂石產業政策、國內砂石產業結構、砂石產業供需情形、砂石替代資源化材料等，先瞭解我國砂石產業近年量能供需情形。
2. 預測及探討循環材料取代天然砂石市場需求：試以探討無機循環材料取代部分天然砂石之市場需求(未來需求推估、導入替代砂石之無機循環材料等)，開拓我國砂石多元化之開發供應及無機循環材料(二次料)之循環利用。

(三) 實地訪查 10 場來源、產製或使用端，蒐集問題及意見(詳 2.7 節)

配合環保署業務推動需求，本計畫訪查對象優先以「產製磚品廠商」為對象，輔導其納入應用焚化再生粒料為磚品產製料源，瞭解回收料源使用情形、再利用可能遭遇問題及使用焚化再生粒料並取得環保標章認證之意向及建議。重點如：

1. 篩選實地訪查對象名單。
2. 規劃實地訪查重點內容。
3. 實地訪查蒐集問題意見。
4. 輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章。

二、進行各類循環材料進行環境用途溶出試驗，作為研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之參考(構想詳圖 1.3-3，內容詳第三章)

主要期由將各種類無機循環材料(轉爐石、氧化碯、還原碯、煤灰、無機污泥及瀝青刨除料)依據再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222.10C)進行試驗，以瞭解其再生粒料及加工再製產品不同環境用途型態時之重金屬及鹽類溶出狀況，作為研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之參考。本項工作將由我國第一家取得再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222)環境檢測機構認證之工研院進行，以確保溶出試驗品質。

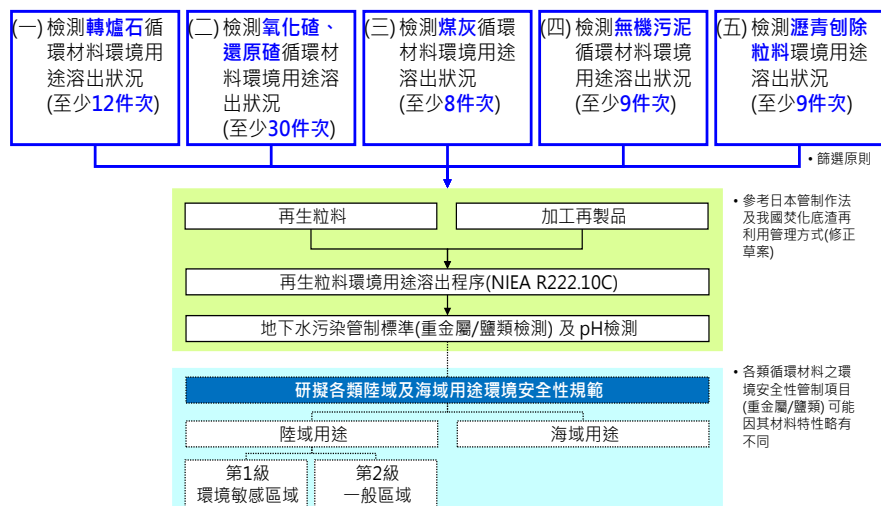


圖 1.3-3 「進行各類循環材料環境用途溶出試驗，研訂陸海域用途環境安全性參考規範」之工作構想

三、評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合(構想詳圖 1.3-4，進度內容詳第四章)

主要期由評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合。

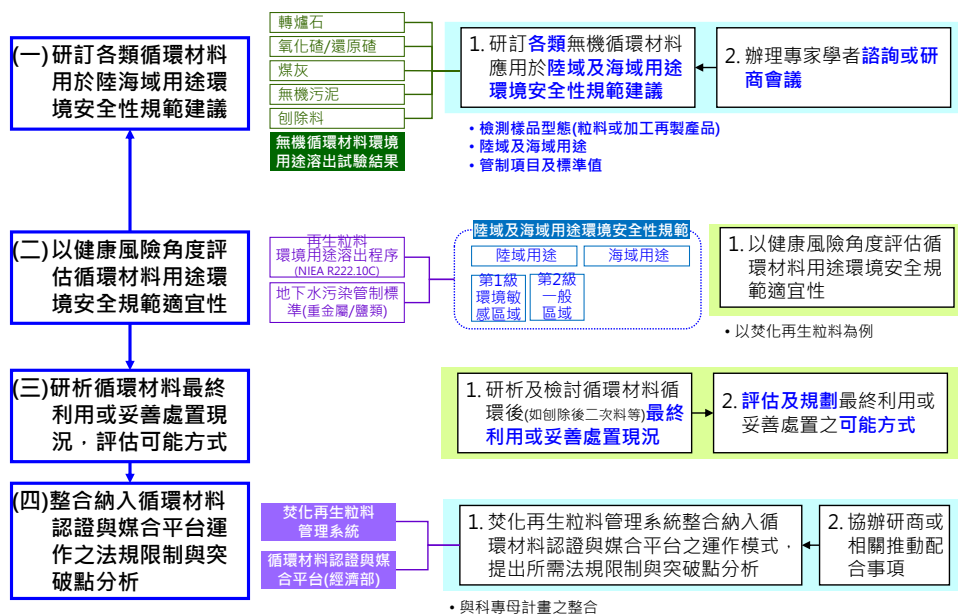


圖 1.3-4 「規劃循環材料陸海域用途環境安全性檢測規範、提升品質技術及管理整合」之工作構想

(一) 研訂各類循環材料用於陸海域用途環境安全性規範建議(詳 4.1 節)

依據前述試驗結果(第三章)，研訂各類無機循環材料（包含轉爐石、氧化碓、還原碓、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等）應用於陸域及海域用途環境安全性規範，包含盤點各類無機循環材料、再利用管理法規及其目的事業主管機關、檢測時機建議、檢測樣品型態建議（粒料型態或加工再製產品型態）、管制項目及標準值建議，並辦理專家學者諮詢會議或與相關主管機關辦理研商會議(如經濟部或內政部營建署等)，徵詢意見及溝通交流。

(二) 以健康風險角度評估循環材料用途環境安全規範適宜性(詳 4.2 節)

將無機循環材料應用環境用途，以健康風險評估角度，評估依再生粒料環境用途溶出程序，參考國外管制精神及保護我國環境特性，採用地下水污染管制標準項目及標準值，本計畫將以焚化再生粒料品質及環境用途標準為例及保守情境(如 100%使用焚化再生粒料替代天然粒料)進行健康風險評估，作為評估無機循環材料陸域及海域用途環境安全性規範之適宜性。

(三) 研析循環材料最終利用或妥善處置現況，評估可能方式(詳 4.3 節)

研析及檢討無機循環材料經資源循環後（如刨除後二次料等）最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式。初步對於最終利用或妥善處置可能方式之建議，原則還是適材適用，優先最終利用，例如應用於基地填築或作為港區造地工程之回填材料等，儘量減少妥善處置之需求。

(四) 整合納入循環材料認證與媒合平台運作之法規限制與突破點分析(詳 4.4 節)

經濟部「循環經濟創新平台計畫」之 4 年政府科技發展計畫(109-112，包含完成循環材料驗證與媒合平台(經濟部主辦)及無機廢棄物資源循環(環保署協辦)。本計畫為經濟部 4 年政府科技發展計畫之一環，對於其進度控管或介面合作，亦將透過協辦研商或協助相關推動配合事項以完成無機廢棄物資源循環第 1 年工作目標，針對焚化再生粒料管理系統整合納入我國循環材料認證與媒合平台之運作模式，提出所需法規限制與突破點分析，協助辦理研商或相關推動配合事項。

四、我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出 3 港區使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途短、中、長程規劃方案建議(構想詳圖 1.3-5，進度內容詳第五章)

主要期由我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出台北港、台中港及高雄港等港區使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途短、中、長程規劃方案建議。

(一) 盤點循環材料對應港區工程可使用用途(詳 5.1 節)

依據無機循環材料之特性，分別盤點及對應港區工程海平面以下(造地工程-回填工程(含回填資材、中隔堤)、斜坡堤、堤後背填、地盤改良(含防液化工程)及施工鋪面/便道等)海平面以上(完成面建設-同陸域使用用途，道路面層/基底層、管溝回填 CLSM、瀝青混凝土、水泥製品(紐澤西護欄/緣石)、其他等)之可使用用途類型，並提出應用建議及相關注意事項。

(二) 研析港區工程使用循環材料涉及法令(詳 5.2 節)

研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令(如相關開發法規或限制(含法規權責機關)國家標準及其他相關標準、公共工程施工綱要規範、交通部港灣構造物設計基準等)，分就無機循環材料對應港區造地工程及完成面建設可使用用途類型，提出整體因應方式及配合事項。

(三) 盤點 3 港區工程開發計畫循環材料可能填築位置及期程(詳 5.3 節)

盤點我國臺北港、臺中港及高雄港等港區工程開發計畫(如參考臺灣國際商港未來發展及建設計畫(106~110 年))中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，評估及規劃各填築區位可使用之無機循環材料種類與港區造地工程及完成面建設可使用用途類型。

(四) 研提我國港區工程開發使用循環材料規劃建議方案(短/中/長程) (詳 5.4 節)

研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，依據評估及規劃各港區可能填築區位中可使用之無機循環材料種類與港區造地工程及完成面建設可使用用途類型，研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，並視需求協助與港埠經營單位與相關

主管機關研商推動相關事宜。

研析內容構想為無機循環材料在工程可行、環境安心及管理嚴謹逐步推動建構下，適材適所應用，初步建議為：

1. 短期：短期內應以有迫切去化需求項目進行，建議選擇轉爐石、氧化碓及焚化再生粒料為主，推動非建築結構用地造地工程(大量去化)及道路工程選用(技術成熟)。此階段為拓展後續使用項目及去化管道，亦須由管理面制定相關規範如訂定無機循環材料之環境安全性規範、修訂施工綱要規範及使用手冊等，促進施工單位選用之信心。
2. 中長期：逐步納入其他無機循環材料(如煤灰、無機污泥等)使用，並配合修訂之施工綱要規範等，增加可使用之工程項目以提升去化量。港區工程中可進一步推動至停車場、廣場或倉儲區用地等，於基礎工程亦可推動至其他非結構性材料中使用。

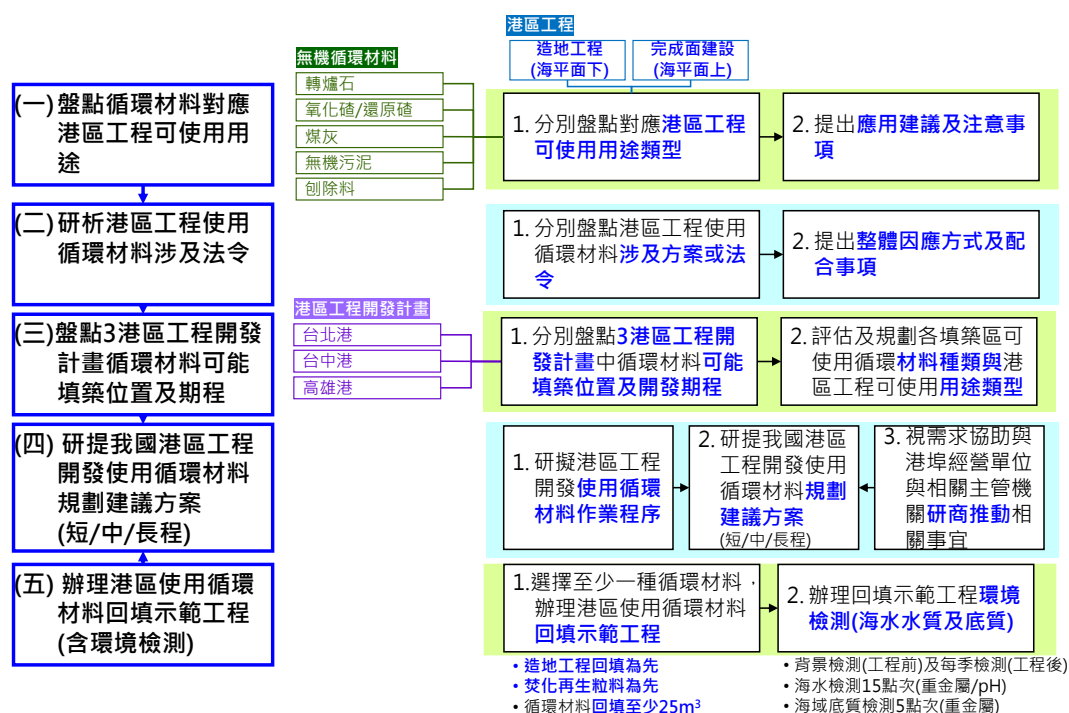


圖 1.3-5 「我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出台北、台中及高雄港等港區使用循環材料、可填築區位及用途之短中長程規劃方案建議」之工作構想

(五) 辦理港區使用循環材料回填示範工程(含環境檢測)(詳 5.5 節)

本項工作內容，依據契約書及 109 年 11 月 2 日環署廢字第 1091186424 號來函，在原計畫工作項目：「焚化再生粒料進行現地回填試驗計畫」，進行契約變更(擴約)內容為「於現地設置阻隔設施，進行浸泡海水之溶出試驗（含阻隔設施及現地施工、進料及引入海水作業、槽體水質檢測、焚化再生粒料工程材料試驗）」，本擴約內容之履約期限由原 109 年 11 月 30 日，變更為 109 年 12 月 31 日。

爰此，本節工作內容，依環保署來函修正為：「選擇至少一種無機循環材料，辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫。回填示範區地點於港區造地工程內，以海平面以下回填為先（由港埠經營單位提供而定），或另由環保署指定，使用無機循環材料回填至少 25 立方公尺，於現地設置阻隔設施，進行浸泡海水之溶出試驗（含阻隔設施及現地施工、進料及引入海水作業、槽體水質檢測、焚化再生粒料工程材料試驗），同時進行鄰近海域海水檢測至少 15 點次（檢測項目為重金屬及 pH 值）及海域底質檢測至少 5 點次（檢測項目為重金屬），計畫執行內容應經環保署同意後始辦理之。（本工項可依港區實際狀況或環保署推動再生粒料再利用之相關試驗工程需求，經環保署同意後調整之。）」。除既有契約書內容外，主要依據臺灣港務股份有限公司要求，於辦理現地回填試驗工程施工前新增現地設置阻隔設施並進行浸泡海水之溶出試驗。

選擇至少一種無機循環材料(焚化再生粒料)，辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫。參考中鋼轉爐石應用臺北港區回填試驗計畫模式，回填示範區地點於港區造地工程內，以海平面以下回填為先，使用無機循環材料回填至少 25 立方公尺，同時進行鄰近海域海水檢測至少 15 點次(檢測項目為重金屬及 pH 值)及海域底質檢測至少 5 點次(檢測項目為重金屬)，計畫執行內容應經環保署同意後始辦理之。預定委託辦理中鋼轉爐石應用臺北港區回填試驗計畫海域水質及底質檢測之台灣檢驗科技股份有限公司 SGS 辦理，熟悉臺北港區周邊海域環境檢測方式並利於檢測結果一致性。另依環保署於 109 年 12 月 7 日來函（環署廢字第 1091198314 號函），針對現地試驗部分擬刪減部分工作項目內

容，減價項目針對現地試驗工程施工、鄰近海域海水檢測 5 點次、海域底質檢測 1 點次與 1 趟次租船及採樣等工項進行減價，減價金額為 120 萬元（含管理費及營業稅）。」

期間因臺灣港務股份有限公司對於現地試驗規劃有相關意見及建議，經環保署於 109 年 7 月 28 日研商會議中，臺灣港務股份有限公司建議可考量再分 2 階段進行現地試驗填築，新增第 1 階段先阻隔進行回填浸泡海水試驗，例如先以不透水布等方式阻隔，進行相關溶出監測，確認溶出對於環境無影響後，再續進行原規劃之現地開挖回填浸泡海水試驗工程(改為第 2 階段)，並進行相關海洋環境檢測，以瞭解現地試驗對鄰近海洋環境之影響。

環保署通知本計畫將回填資材現地試驗工程施工分為 2 階段：新增規劃第 1 階段辦理現地設置阻隔設施並進行浸泡海水之溶出試驗。待第 1 階段完成後，確認溶出對於環境無影響後，再辦理第 2 階段現地試驗工程。本計畫配合調整辦理，重點如：

1. 現地試驗先期規劃及初步作業，詳 5.5.1 節。
2. 實驗室試驗及結果，詳 5.5.2 節。
3. 現地回填試驗工程基本設計及現地回填試驗工程施工，詳 5.5.3 節。
4. 海域品質檢測，詳 5.5.4 節。
5. 新增現地設置阻隔設施並進行浸泡海水之溶出試驗(規劃設計阻隔設施、進料及引入海水作業、槽體水質檢測(含採樣)、焚化再生粒料工程材料試驗)，詳 5.5.5 節。

1.4 執行進度

有關本計畫執行期間之各項工作預定及實際執行進度，詳表 1.4-1 所示。

表 1.4-1 本計畫各項工作預定進度及查核點

工作內容項目			比重		109 年 (自決標日起)											
			預估	目前	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
一、盤點國內無機廢棄物及循環材料之循環流向，研析我國砂石量能供需			28	28												
1. 盤點轉爐石及產製循環材料之環境用途循環流向			4	4												
2. 盤點氧化碇、還原碇及產製循環材料之環境用途循環流向			4	4												
3. 盤點煤灰及產製循環材料之環境用途循環流向			4	4												
4. 盤點無機污泥及產製循環材料之環境用途循環流向			4	4												
5. 盤點瀝青刨除粒料之環境用途循環流向，進行勾稽及追蹤管理			4	4												
6. 研析我國砂石產業量能供需情形，探討無機循環材料取代之市場需求			4	4												
7. 訪查 10 場來源、產製或使用端，蒐集問題及導入規範等意見			4	4												
二、各類循環材料進行環境用途溶出試驗，研訂陸海域用途環境安全性參考規範			20	20												
1. 檢測轉爐石循環材料環境用途溶出狀況			4	4												
2. 檢測氧化碇、還原碇循環材料環境用途溶出狀況			4	4												
3. 檢測煤灰循環材料環境用途溶出狀況			4	4												
4. 檢測無機污泥循環材料環境用途溶出狀況			4	4												
5. 檢測瀝青刨除粒料循環材料環境用途溶出狀況			4	4												
三、規劃循環材料陸海域用途環境安全性檢測規範、提升品質技術及管理整合			15	14												
1. 以健康風險角度評估循環材料用途環境安全規範適宜性			3	2												
2. 研訂各類循環材料用於陸海域用途環境安全性規範建議			4	4												
3. 研析循環材料最終利用或妥善處置現況，評估可能方式			4	4												
4. 整合納入循環材料認證與媒合平台運作之法規限制與突破點分析			4	4												
四、我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出台北、台中及高雄港等港區使用循環材料、可填築區位及用途之短中長程規劃方案建議			22	20												
1. 盤點循環材料對應港區工程可使用用途			3	3												
2. 研析港區工程使用循環材料涉及法令			4	4												
3. 盤點 3 港區工程開發計畫循環材料可能填築位置及工期			4	4												
4. 研提我國港區工程開發使用循環材料規劃建議方案 (短/中/長程)			5	5												
5. 辦理港區使用循環材料回填示範工程 (含環境檢測)			6	4												
五、彙整行政執行作業，提升計畫執行成效及品質			15	13												
1. 彙整計畫成果，配合需求提供專家學者意見及民意信箱協答、辦理與計畫相關事宜及其他臨時交辦事項			5	4												
2. 辦理至少 5 場次專家學者諮詢會議、研商會議或說明會議 (半日 15 人，每場次專家學者至少 5 位)			5	5												
3. 指派具良好溝通協調企劃能力專任人員 1 名，專門辦理計畫幕僚行政、聯繫及相關事項			5	4												
比重小計			100	95												
預定進度累積百分比 (%)					5	10	25	35	45	55	70	85	93	100		
實際進度累積百分比 (%)					5	18	28	35	45	57	71	87	95			
查核點		預定完成時間	查核點內容說明													
1	第一次工作進度報告	109 年 5 月 22 日前	提出工作進度報告(契約規定:工作進度累計達 25%) 完成 2 場次無機循環材料或天然砂石來源、產製機構或其使用端之實地訪查													
2	期中報告	109 年 8 月 21 日前	提出期中報告(契約規定:工作進度累計達 55%) 完成 15 件無機循環材料之環境用途溶出程序檢測													
3	期末報告初稿	109 年 11 月 20 日前	提出期末報告初稿 (依 109 年 11 月 2 日環署廢字第 1091186424 號來函，契約變更擴充工作項目，故由原 109 年 10 月 20 日前，變更為 109 年 11 月 20 日前)													

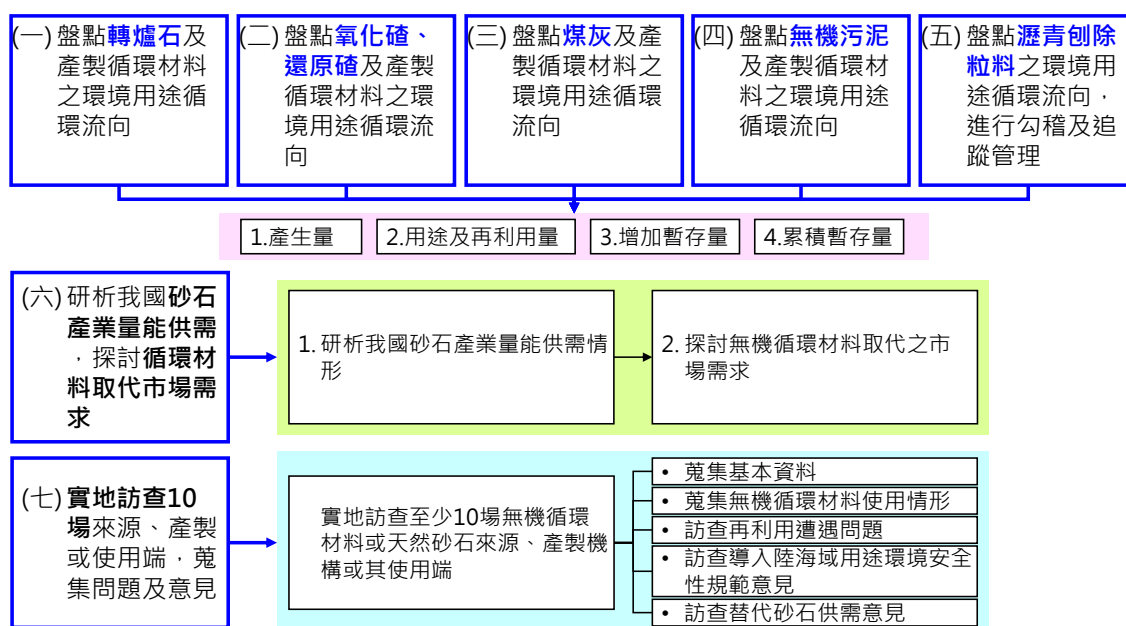
註：本表所列工作進度，需配合配合實際決標進度、環保署指示及其他狀況作彈性調整。圖例：▨ 預定進度；■ 實際進度

第二章 盤點國內無機廢棄物或資源物及其 產製無機循環材料之產生量、再利 用量等環境用途及資源循環流向

第二章 盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製無機循環材料之產生量、再利用率等環境用途及資源循環流向

有關「盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製無機循環材料之產生量、再利用率等環境用途及資源循環流向，彙整研析我國砂石產業量能供需狀況」此項工作，本計畫已初擬辦理事項之作業流程，詳圖 2-1，依序說明如后。

- 一、盤點轉爐石及產製循環材料之環境用途及資源循環流向，詳 2.1 節。
- 二、盤點氧化碓、還原碓及產製循環材料之環境用途及資源循環流向，詳 2.2 節。
- 三、盤點煤灰及產製循環材料之環境用途及資源循環流向，詳 2.3 節。
- 四、盤點無機污泥及產製循環材料之環境用途及資源循環流向，詳 2.4 節。
- 五、盤點瀝青刨除粒料之環境用途及資源循環流向，詳 2.5 節。
- 六、研析我國砂石產業量能，探討循環材料取代天然砂石之市場需求，詳 2.6 節。
- 七、實地訪查至少 10 場無機循環材料或天然砂石來源、產製或使用端，蒐集問題及意見，詳 2.7 節。



資料來源：本計畫研擬。

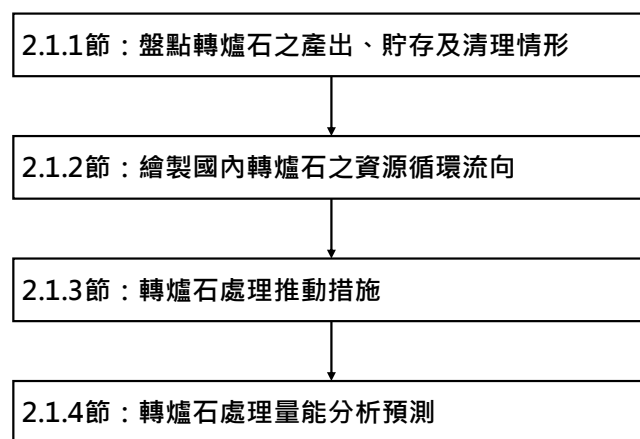
圖 2-1 「盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製無機循環材料之產生量、再利用率等環境用途及資源循環流向」之作業流程

2.1 盤點國內轉爐石及產製循環材料之環境用途及資源循環流向

本項工作內容依契約書為「盤點國內轉爐石及其產製的循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向。」。

本項工作構想，詳圖 2.1-1 所示，分別如下，研析成果說明如后。

- 一、盤點轉爐石之產出、貯存及清理情形：詳 2.1.1 節。
- 二、繪製國內轉爐石之資源循環流向：詳 2.1.2 節。
- 三、轉爐石處理推動措施建議：詳 2.1.3 節。
- 四、轉爐石處理量能分析預測：詳 2.1.4 節。



本計畫研擬。

圖 2.1-1 「盤點國內轉爐石之產生量、再利用量等環境用途流向」之作業流程

2.1.1 盤點轉爐石之產出、貯存及清理情形

- 一、107 年~108 年產生量、再利用量等環境用途資料

我國轉爐石係主要由中○公司及中○公司經由轉爐冶煉產生鋼液過程中，產出之副產品。

(一) 產生量

經彙整轉爐石 107 年產生量約 170 萬公噸(中○公司約 110 萬公噸、中○公司約 60 萬公噸)，108 年產生量約 167 萬公噸(中○公司約 117 萬公噸、中○公司約 50 萬公噸)(表 2.1.1-1)。

(二) 再利用量

再利用部分全數交由中○公司加工成轉爐石級配料，107 年再利用量約 70 萬公噸，108 年再利用量約 79 萬公噸，主要應用於施工便道、整地工程材料、土壤改良等用途。主要資源化流向分別為燒結回收占 35%、控制性低強度回填材料(CLSM)占 29%、AC 骨材占 25%、水泥替代原料試驗用料、加工原料占 7%及高壓磚占 4%等(表 2.1.1-2)。

(三) 貯存量

轉爐石產出經清理及再利用後，107 年底累積貯存量為 317.2 萬，108 年底累積貯存量約 398.5 萬公噸，貯存量呈現上升趨勢(表 2.1.1-1)。

表 2.1.1-1 轉爐石 107-108 年產出貯存流向統計表

名稱	年度	產出 (公噸)	累積貯存 (公噸)	清理 (公噸)	流向		
					項次	前五大機構名稱	使用量(註)
轉爐石	107 年	約 170 萬	約 317.2 萬	約 70 萬	1	中○公司	約 30 萬
					2	中○公司	約 80 萬
					3	中○公司	約 120 萬
					4	中○公司	約 100 萬
					5	中○公司	約 40 萬
	108 年	約 167 萬	約 398.5 萬	約 79 萬	1	中○公司	約 42 萬
					2	中○公司	約 86 萬
					3	中○公司	約 113 萬
					4	中○公司	約 116 萬
					5	中○公司	約 39 萬

資料來源：中○公司及中○公司提供。

註：轉爐石並非廢棄物，因此並無該機構收受申報資料，爰以機構月申報之使用量代替，其值與中○公司及中○公司提供之清理申報量將會有差異。

表 2.1.1-2 轉爐石 107-108 年產製之產品使用量及占比

名稱	產品名稱或用途	107 年		108 年	
		使用量(公噸)	比例	使用量(公噸)	比例
轉爐石	廠內回收 (燒結回收+殘鋼回收)	約 30 萬	42%	約 27.7 萬	35%
	AC 骨材	約 20 萬	28%	約 19.9 萬	25%
	控制性低強度回填 材料(CLSM)	約 20 萬	27%	約 23.2 萬	29%
	水泥替代原料、高 壓磚、試驗用料等 其他	約 2 萬	3%	約 8.4 萬	11%
	總計	約 70 萬	100%	約 79 萬	100%

資料來源：中○公司及中○公司提供。

二、109 年 1~9 月產生量、再利用量等用途流向資料

(一) 產生量

轉爐石 109 年 1~9 月產生量約 117.2 萬公噸。

(二) 再利用量

109 年 1~9 月再利用量約 48.3 萬公噸，全數交由中○公司加工成轉爐石級配料(表 2.1.1-3)，應用於施工便道、整地工程材料、土壤改良等用途。主要資源化流向分別為廠內回收(燒結回收+殘鋼回收)、控制性低強度回填材料(CLSM)、AC 骨材，如表 2.1.1-4 所示。

(三) 貯存量

109 年 1~9 月轉爐石累積貯存量約 467 萬公噸。

表 2.1.1-3 轉爐石 109 年 1~9 月產出貯存流向統計表

名稱	年度	產出 (公噸)	累積貯存 (公噸)	清理 (公噸)	流向		
					項次	前五大機構名稱	使用量(註)
轉爐石	109 年 1~9 月	約 117 萬	約 467 萬	約 48 萬	1	中○公司	約 8.7 萬
					2	中○公司	約 18.7 萬
					3	中○公司	約 27.2 萬
					4	中○公司	約 31.6 萬
					5	中○公司	約 10.2 萬

資料來源：中○公司及中○公司提供申報資料。

註：轉爐石並非廢棄物，因此並無該機構收受申報資料，爰以機構月申報之使用量代替，其值與中○公司及中○公司提供之清理申報量將會有差異。

表 2.1.1-4 轉爐石 109 年 1-9 月產製之產品使用量及占比

名稱	產品名稱或用途	使用量(公噸)	比例
轉爐石	廠內回收 (燒結回收+殘鋼回收)	約 17.4 萬	36%
	控制性低強度回填材料 (CLSM)	約 11.6 萬	24%
	AC 骨材	約 9 萬	19%
	水泥替代原料、高壓磚、試驗用料等其他	約 10.2 萬	21%
	總計	約 19.5 萬	100%

資料來源：中○公司及中○公司提供申報資料。

2.1.2 繪製國內轉爐石之資源循環流向

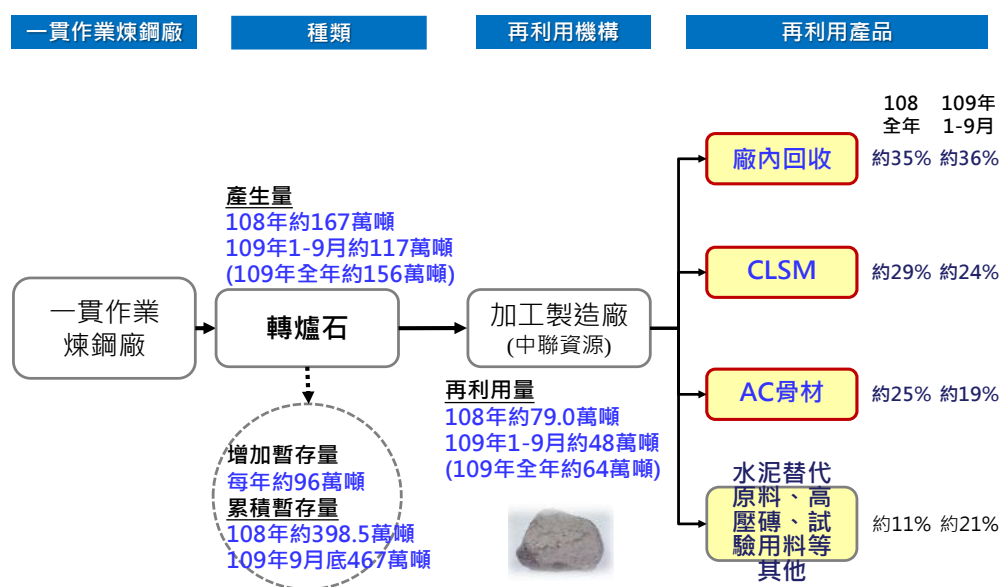
轉爐石為轉爐冶煉產生鋼液過程中，產出之副產品，非屬廢棄物，為積極推動轉爐石資源化作業，經濟部工業局已提出「轉爐石瀝青混凝土使用手冊」及「轉爐石海事工程使用手冊」，接續規劃協調各部會推動應用轉爐石於相關工程去化。

依據前述彙整之相關資料，繪製國內轉爐石之資源循環流向，如圖 2.1.2-1 所示，目前轉爐石再生產品因工程界仍普遍對轉爐石之材料性質、瀝青混凝土工程性

質、瀝青混凝土應用及效益、瀝青混凝土配合設計、鋪面工程使用轉爐石應注意事項、瀝青混凝土產製、施工及品質管理等方面不甚瞭解，致通路受阻，故目前產源大多暫存於廠內。

轉爐石自 106 年起，由經濟部工業局、台灣鋼鐵工業同業公會陸續編定相應之工程應用技術使用手冊，現有 6 本手冊，包含應用於海事工程、鋪面磚、控制性低強度回填材料(CLSM)、道路基底層、水泥生料、瀝青混凝土等，詳表 2.1.2-1。

另運用於公共工程時，應符合行政院公共工程委員會訂定之公共工程施工綱要規範，如轉爐石應用於基地及路堤填築時，應符合「第 02331 章 基地及路堤填築」施工綱要規範，各使用用途對應之公共工程施工綱要規範詳表 2.1.2-2。



資料來源：本計畫研擬。

圖 2.1.2-1 國內轉爐石之資源循環流向

表 2.1.2-1 轉爐石工程使用手冊

再生粒料種類	訂定機關(或單位)	使用手冊名稱	編訂日期
轉爐石	經濟部工業局	1.一貫作業煉鋼爐轉爐石海事工程使用手冊	106 年 11 月
		2.滾筒轉爐石及改質轉爐石鋪面磚使用手冊	107 年 05 月
		3.滾筒轉爐石 CLSM 使用手冊	107 年 09 月
		4.轉爐石道路基底層使用手冊	109 年 04 月
		5.轉爐石應用於水泥生料使用手冊	109 年 01 月
		6.轉爐石瀝青混凝土使用手冊	106 年 06 月

資料來源：經濟部工業局、台灣鋼鐵工業同業公會。

表 2.1.2-2 鋼鐵產業再生粒料使用用途對應之公共工程施工綱要規範

再生粒料種類	使用用途	公共工程施工綱要規範
轉爐石	1.基地及路堤填築	第 02331 章 基地及路堤填築
	2.道路級配粒料底層及基層	第 02726 章 級配粒料底層
	3.控制性低強度回填材料	第 02722 章 級配粒料基層
	4.瀝青混凝土	第 03377 章 控制性低強度回填材料
	5.磚品	第 02742 章 瀝青混凝土鋪面
	6.水泥生料	第 02701 章 轉爐石瀝青混凝土鋪面
	7.港灣造地工程（回填資材）用途	第 02786 章 高壓混凝土地磚
		無施工綱要規範，目前水泥生料所產出之產品品質需符合國家標準 CNS 61 之規定。
		第 02703 章 轉爐石填海造地

資料來源：行政院公共工程委員會。

2.1.3 轉爐石處理推動措施建議

規劃國內爐渣處理推動措施建議，促進資源循環邁向循環經濟。推動措施包含如下：

一、適材、適所及分流－提高處理量能及高值循環利用

- (一) 轉爐石具低磨損率、低健性、高乘載比、高硬度、高內摩擦角、高度結構穩定性等性質，亦包含大量鈣質成分及親油性，適合作為瀝青混凝土 AC 骨材或水泥生料等用途。
- (二) 轉爐石目前推廣作為瀝青混凝土、水泥生料等用途，經濟部工業局已提出「轉爐石瀝青混凝土使用手冊」，並編修相關施工綱要規範等，推動高值循環利用及增加再利用管道。

二、能用、敢用及一定用－建立產品履歷及管理

研訂爐渣再生粒料環境標準：再生粒料出再利用機構前符合再生粒料環境標準。為確保再利用產品應用於環境之安全性，建議參考日本渣類資源化產品溶出管制精神，以我國公告「再生粒料環境用途溶出程序 (NIEA R222.10C)」為試驗程序，標準採用我國地下水污染管制標準(我國分為 2 類)，研訂爐渣再生粒料環境標準，以保護我國土壤及地下水環境。

三、多元化資源循環

轉爐石自 107 年依序辦理港區造地回填試驗計畫，確認作為港區造地回填料源可行；接續辦理臺北港倉儲區造地工程新增回填料源之環評差異分析，亦已於 109 年 7 月 1 日通過，將可提供臺北港倉儲區造地回填料源。

2.1.4 轉爐石處理量能分析預測

由於轉爐石辦理臺北港倉儲區造地工程新增回填料源之環評差異分析，亦已於 109 年 7 月 1 日通過，假設可開始進行填埋，預估填築量與預定期程如表 2.1.4-1 所示，區分為 3 期 3 區進行填築，109 年至 113 年填築臺北港物流倉儲區第二期 B 區（防風林區），填埋量約 420.7 萬噸(155.8 萬方)，114 年~117 年填築臺北港物流倉儲區第四期 D 區（防風林區），填埋量約 418.5 萬噸(155 萬方)，117 年~121 年填築臺北港物流倉儲區第三期 C 區（防風林區），填埋量約 605.3 萬噸(224.2 萬方)。

依前述填築規劃進行供需分析（詳見表 2.1.4-2 及圖 2.1.4-1），臺北港於 109 年 7 月通過環差，轉爐石作為防風林區造地回填料，每年填築約 130 萬噸，預計至 121 年可完全去化暫存量。

表 2.1.4-1 轉爐石預估應用於臺北港倉儲區填築量與預定期程

計畫分期	臺北港倉儲第二期 防風林區造地工程	臺北港倉儲第四期 防風林區造地工程	臺北港倉儲第三期 防風林區造地工程
預定造地時程	109 年 7 月~113 年 12 月	114 年 1 月~117 年 3 月	117 年 4 月~121 年 11 月
計畫容量	420.7 萬公噸 (155.8 萬方)	418.5 萬公噸(155 萬方)	605.3 萬公噸(224.2 萬方)

資料來源：臺北商港物流倉儲區填海造地計畫第四次環境影響差異分析報告(年收土量體變更)(定稿本)，109 年 10 月，表 4.2-3 計畫填海造地工程預定時程及可收容土方量(變更後)。

表 2.1.4-2 全國轉爐石籌申設設施量能及供需情形

類別	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121
I.供給-轉爐石清理量(A+B)	79	110	209	209	209	209	209	209	209	209	209	209	193	193
A.既有處理量能	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
B.籌設中處理總量(港區 回填)(臺北港防風林區回 填，109/07)	0	31	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	114	114
1.燒結回收	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
2.AC 骨材	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
3.控制性低強度回填 材料(CLSM)	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
4.高壓磚	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5.水泥替代原料試驗用 料、加工原料等其他	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6.海事工程-港區回填	0	31	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	114	114
II.需求-轉爐石產生量	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167
III.累積貯存-轉爐石貯存量	399	456	414	372	330	288	246	204	162	120	78	36	10	-16

註：109 起之需求量以 108 實際需求量做估算

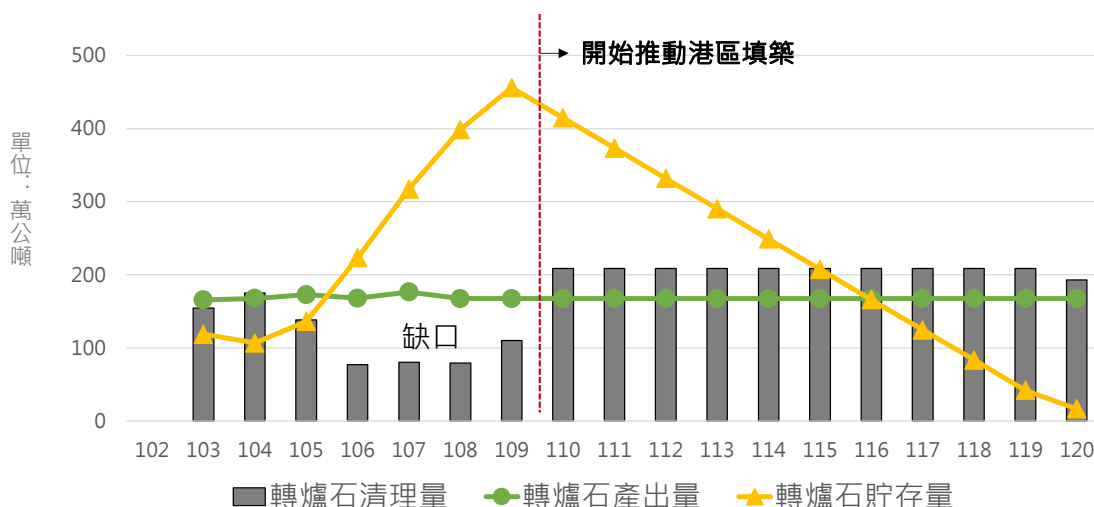


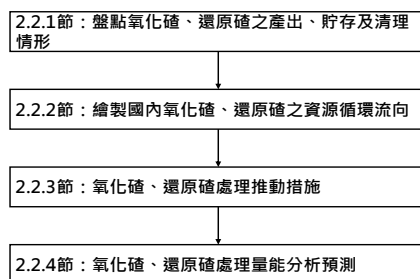
圖 2.1.4-1 轉爐石處理量能分析預測

2.2 盤點國內氧化碓、還原碓及產製循環材料之環境用途及資源循環流向

本項工作內容依契約書為「盤點國內氧化碓、還原碓及其產製的循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向。」。

本計畫依據對本計畫的瞭解，初擬有關本項工作構想，詳圖 2.2-1 所示，分別如下，研析成果說明如后。

- 一、盤點氧化碓、還原碓之產出、貯存及清理情形：詳 2.2.1 節。
- 二、繪製國內氧化碓、還原碓之資源循環流向：詳 2.2.2 節。
- 三、氧化碓、還原碓處理推動措施建議：詳 2.2.3 節。
- 四、氧化碓、還原碓處理量能分析預測：詳 2.2.4 節。



本計畫研擬。

圖 2.2-1 「盤點國內氧化碓、還原碓等環境用途流向」之作業流程

2.2.1 盤點氧化渣、還原渣之產出、貯存及清理情形

一、氧化渣

氧化渣係為電弧爐煉鋼製程中，熔煉後大部分非鐵金屬與添加之副原料所形成之「煉鋼爐渣」，依其出渣時期不同可區分為氧化渣、還原渣兩類。氧化渣以廢鐵、生石灰及焦炭粒等為原料，並通入純氧助燃，經電弧爐熔煉形成液態鋼水，其熔煉過程產出之衍生物即為氧化渣(圖 2.2.1-1)，其以氧化鈣、二氧化矽、三氧化二鋁及氧化鐵等為主要組成。107 年~109 年 1~9 月產生量、再利用量等用途流向資料說明如下。

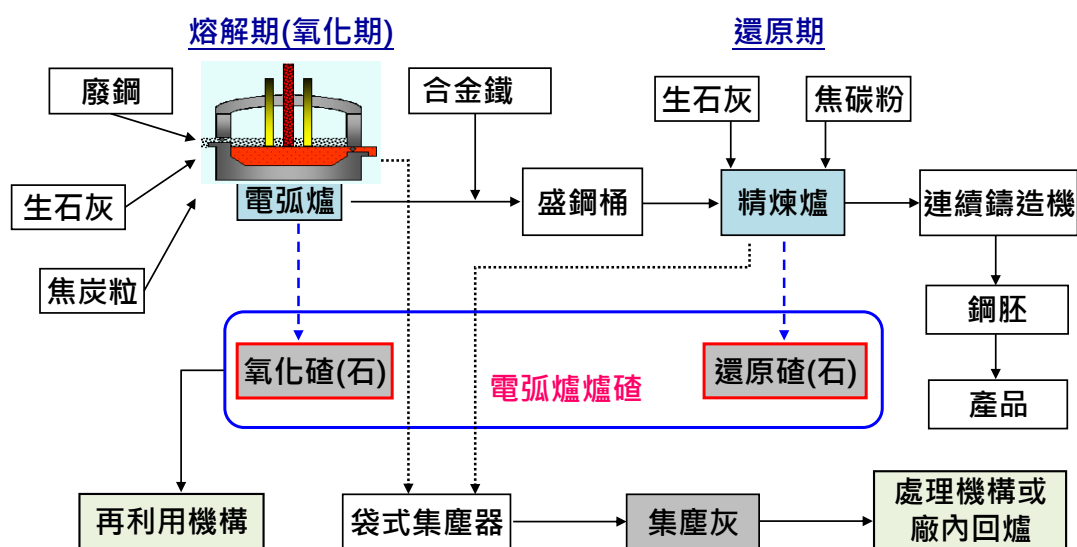


圖 2.2.1-1 電弧爐煉鋼製程

(一) 產生量

氧化渣 107 年產出量約 116 萬公噸(表 2.2.1-1)，108 年產生量約 115 萬公噸，109 年 1~9 月產生量約為 80.3 萬公噸，其中包含碳鋼廠 13 家、不鏽鋼廠 3 家、合金鋼廠 1 家及鑄鋼廠 2 家。

(二) 再利用量

氧化渣因含鐵成分高，顆粒强度高，損耗低，經加工後可作水泥原料、瀝青混凝土粒料原料、瀝青混凝土原料、控制性低強度回填材料用粒料原料或鋪面工程基層等用途。107 年再利用量為 99.9 萬公噸，108 年再利用量為 112.3 萬公噸，109 年 1~9 月再利用量約為 112 萬公噸。

現行主要資源化流向分別為控制性低強度回填材料(CLSM)(44%)、

其他雜項非金屬礦物製品(26%)、混凝土粒料(19%)、預拌混凝土(8%)，流向及用途如表 2.2.1-2 所示。

(三) 貯存量

氧化碓 107 年底貯存量約 100 萬公噸，108 年底貯存量約 88.5 萬公噸，109 年 9 月底貯存量約為 70.3 萬公噸，貯存量逐步下降，情形如表 2.2.1-1 所示。

二、還原碓

還原碓係為電弧爐煉鋼製程中，熔煉後大部分非鐵金屬與添加之副原料所形成「煉鋼爐碓」，依其出碓時期不同可區分為還原碓、氧化碓兩類。還原碓係為將鋼水與石灰石、碳粉等副原料（可去除鋼液的氧化物反應--去氧脫硫），經精煉爐冶煉產生鋼液，在冶煉過程產出衍生物即還原碓，以氧化鈣、二氧化矽、三氧化二鋁等為主要組成，因含游離氧化鈣較多，具膨脹特性。107 年~109 年 1-9 月產生量、再利用量等用途流向資料說明如后。

表 2.2.1-1 氧化碓 107 年~109 年 1~9 月產出貯存流向統計表

名稱	年度	產出 (公噸)	貯存 (公噸)	清理 (公噸)	流向	
					前五大收受機構名稱	清理量(註 1)
氧化碓	107 年	1,160,807	1,006,263	999,425	樺○公司	364,223
					全○公司	138,790
					樺○公司	129,817
					皓○公司	111,323
					立○公司	64,057
	108 年	1,150,826	885,128	1,123,633	樺○公司	410,771
					皓○公司	160,649
					樺○公司	156,391
					全○公司	135,182
					立○公司	61,583
	109 年 1~9 月	803,083	703,051	1,121,313	樺○公司	314,428
					皓○公司	163,284
					樺○公司	113,129
					全○公司	91,644
					立○公司	84,464

註：資料來源：事業廢棄物申報及管理資訊系統(統計時間 107.01~109.9)。

註 1：流向僅列前五大之收受機構。

表 2.2.1-2 氧化碓 107 年~109 年 1~9 月產製之產品產生量及占比

名稱	年度	產品名稱或用途	產生量(公噸)	比例	銷售量(公噸)	庫存量(公噸)
氧化碓	107 年	預拌混凝土	124,247	12%	1,044,052	294,977
		級配	147,829	15%		
		混凝土粒料	129,367	13%		
		控制性低強度回填材料(CLSM)	98,329	10%		
		其他雜項非金屬礦物製品	442,774	43%		
		其他	71,939	7%		
		小計	1,014,485	100%		
	108 年	控制性低強度回填材料(CLSM)	646,929	44%	1,442,205	189,564
		其他雜項非金屬礦物製品	374,954	26%		
		混凝土粒料	274,112	19%		
		預拌混凝土	114,634	8%		
		控制性低強度回填材料用粒料	26,447	2%		
		級配	18,288	1%		
		小計	1,466,277	100%		
	109 年 1~9 月	控制性低強度回填材料(CLSM)	569,425	41%	1,393,938	229,194
		控制性低強度回填材料用粒料	265,610	19%		
		其他雜項非金屬礦物製品	259,222	19%		
		混凝土粒料	152,695	11%		
		預拌混凝土	75,154	5%		
		級配	44,941	3%		
		其他預力製品	11,862	1%		
		紐澤西護欄	6,393	<1%		
		其他	5,336	<1%		
		爐石	1,109	<1%		
		小計	1,391,747	100%		

資料來源：資源再利用管理資訊系統(統計時間 107.01~109.9)

(一) 產生量

還原碓 107 年產出量約 28 萬公噸，108 年產出量為 30 萬公噸，109 年 1~9 月產生量約為 20.3 萬公噸，產生量情形詳表 2.2.1-3 所示。

(二) 再利用量

還原碓 107 年再利用量為 11.2 萬公噸，108 年再利用量 13.8 萬公噸，109 年 1~9 月再利用量約為 19.9 萬公噸。目前還原碓產出量仍大於再利用量，還原碓產出量目前每月約有 0.4 萬公噸無去化管道，去化量仍有不足之情形。

除再利用作為水泥原料外，其經安定化處理措施後，可作為瀝青混凝土粒料原料、瀝青混凝土原料或鋪面工程等用途，現行主要資源化流向分別為卜特蘭水泥、預拌混凝土，流向及用途如表 2.2.1-4 所示。

(三) 貯存量

還原碓貯存量部份，107 年底貯存量為 58.2 萬公噸，108 年底累積貯存量約 74.4 萬公噸，109 年 9 月底貯存量約為 74.6 萬公噸，貯存量持續提升。

表 2.2.1-3 還原值 107 年~109 年 1~9 月產出貯存流向統計表

名稱	年度	產出 (公噸)	貯存 (公噸)	清理 (公噸)	流向	
					前四大機構名稱	清理量(公噸)
還原值	107 年	284,152	581,624	112,759	潤○公司	51,740
					台○公司	497
					台○公司	229
					協○公司	60,294
	108 年	300,769	743,520	138,872	潤○公司	53,144
					協○公司	23,863
					台○公司	22,712
					中○公司	21,933
	109 年 1~9 月	203,000	746,096	198,576	台○公司	37,996
					潤○公司	37,267
					台○公司	29,176
					台○公司	24,404

資料來源：事業廢棄物申報及管理資訊系統(統計時間 107.01~109.9)

表 2.2.1-4 還原值 107 年~109 年 1~9 月產製之產品產生量及占比

名稱	年度	產品名稱或用途	產生量(公噸)	比例	產品銷售量(公噸)	產品庫存量(公噸)
還原值	107 年	卜特蘭水泥	2,011,943	79%	2,028,028	40,352
		預拌混凝土	15,073	21%		
		總計	2,027,016	100%		
	108 年	卜特蘭水泥	2,911,222	99%	2,894,137	62,142
		預拌混凝土	4,705	1%		
		總計	2,915,927	100%		
	109 年 1~9 月	卜特蘭水泥	1,966,370	95%	2,042,581	82,120
		控制性低強度回填材料用粒料	44,416	2%		
		控制性低強度回填材料 (CLSM)	31,537	2%		
		混凝土粒料	19,608	1%		
		級配	628	<1%		
		總計	2,062,559	100%		

資料來源：資源再利用管理資訊系統(統計時間 107.01~109.9)

2.2.2 繪製國內氧化碓、還原碓之資源循環流向

依廢棄物清理法第 39 條規定，事業廢棄物之再利用，應依中央目的事業主管機關或中央主管機關規定辦理。有關氧化碓、還原碓之再利用依「經濟部事業廢棄物再利用管理辦法」第 3 條附表之再利用種類「編號 9、電弧爐煉鋼爐碓（石）」，已明定事業廢棄物來源、用途、應具資格及運作管理等規定。依前述附表再利用管理方式規定，其經處理後可作為原料、材料、級配料或加工製品等用途。

電弧爐煉鋼爐碓（石）再利用用途包含：「水泥生料、瀝青混凝土粒料原料、瀝青混凝土原料、管溝回填用控制性低強度回填材料用粒料原料、管溝回填用控制性低強度回填材料原料、鋪面工程（道路、人行道、貨櫃場或停車場）之基層或底層級配粒料原料、紐澤西護欄原料，或經高壓蒸氣處理後作為非構造物用預拌混凝土粒料原料、非構造物用預拌混凝土原料、水泥製品用粒料原料或混凝土（地）磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋之原料。但不銹鋼製程產生之還原碓（石）用途為水泥生料、管溝回填用控制性低強度回填材料用粒料原料、管溝回填用控制性低強度回填材料原料、紐澤西護欄原料，或經高壓蒸氣處理後作為非構造物用預拌混凝土粒料原料、非構造物用預拌混凝土原料或混凝土（地）磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋之原料。」

另有關鋼鐵產業產生之氧化碓及還原碓，自 106 年起由經濟部工業局、台灣鋼鐵工業同業公會陸續編定相應之工程應用技術使用手冊(詳表 2.2.2-1)，說明如下：

- (一) 氧化碓：現有 3 本手冊(包含應用於瀝青混凝土鋪面、控制性低強度回填材料(CLSM)、道路級配粒料基底層試行等)，另有電弧爐煉鋼碓於海事工程應用手冊由台灣鋼鐵工業同業公會編訂中。
- (二) 還原碓：現有 1 本手冊(安定化技術手冊)，另有還原碓使用於控制性低強度回填材料(CLSM)使用手冊由台灣鋼鐵工業同業公會編訂中。

在運用於公共工程時，應符合行政院公共工程委員會訂定之公共工程施工綱要規範，如氧化碓應用於瀝青混凝土鋪面時，應符合「第 02742 章 瀝青混凝土鋪面」等，各使用用途對應之公共工程施工綱要規範詳表 2.2.2-2。

依據前述彙整之相關資料，初擬繪製國內氧化碓、還原碓之資源循環流向，如

圖 2.2.2-1 所示。

表 2.2.2-1 氧化碴及還原碴工程使用手冊

再生粒料種類	訂定機關(或單位)	使用手冊名稱	編訂日期
氧化碴	經濟部工業局	1.電弧爐煉鋼氧化碴瀝青混凝土鋪面使用手冊	107 年 05 月
		2.電弧爐煉鋼氧化碴(石)應用於控制性低強度回填材料(CLSM)使用手冊	108 年 02 月
		3.電弧爐煉鋼氧化碴(石)應用於道路級配粒料基底層試行使用手冊	108 年 08 月
	台灣鋼鐵工業同業公會	4.電弧爐煉鋼碴於海事工程應用手冊	編訂中
還原碴	經濟部工業局	1.電弧爐還原碴安定化技術手冊	106 年 01 月
	台灣鋼鐵工業同業公會	2.還原碴使用於 CLSM 使用手冊	編訂中

資料來源：經濟部工業局、台灣鋼鐵工業同業公會。

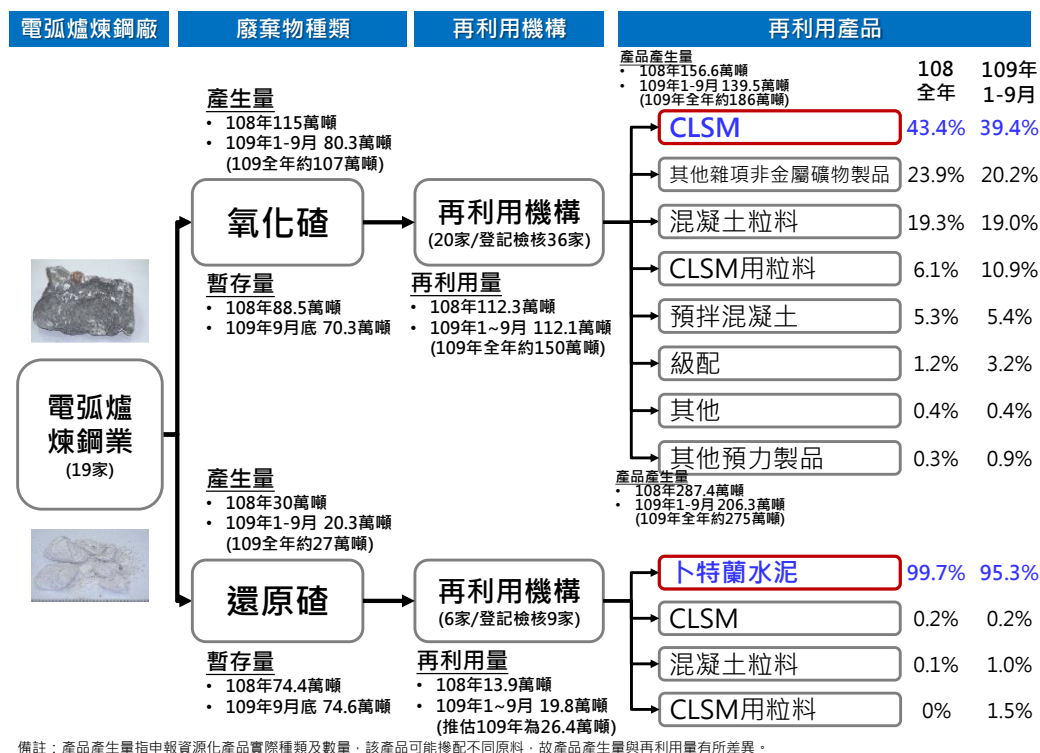
表 2.2.2-2 鋼鐵產業再生粒料使用用途對應之公共工程施工綱要規範

再生粒料種類	使用用途	公共工程施工綱要規範
氧化碴	1.瀝青混凝土粒料原料/瀝青混凝土原料	第 02742 章瀝青混凝土鋪面
	2.管溝回填用控制性低強度回填材料粒料原料/管溝回填用控制性低強度回填材料原料	第 02702 章 氧化碴瀝青混凝土鋪面
	3.鋪面工程(道路、人行道、貨櫃場或停車場)之基層或底層級配粒料原料	第 03377 章控制性低強度回填材料
	4.非構造物用預拌混凝土粒料原料/非構造物用預拌混凝土原料	第 02726 章級配粒料底層
	5.水泥製品用粒料原料或混凝土(地)磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋之原料。	第 02722 章級配粒料基層
	6.水泥生料	第 03050 章混凝土基本材料及施工一般要求
	7.紐澤西護欄原料	第 02795 章透水性混凝土磚
還原碴	1.瀝青混凝土粒料原料/瀝青混凝土原料	無施工綱要規範，目前水泥生料所產出之產品品質需符合國家標準 CNS 61 之規定。
	2.管溝回填用控制性低強度回填材料粒料原料/管溝回填用控制性低強度回填材料原料	無施工綱要規範，目前紐澤西護欄產品之品質應符合工程採購契約書規範或事業之間符合契約書標準
	3.鋪面工程(道路、人行道、貨櫃場或停車場)之基層或底層級配粒料原料	第 02742 章瀝青混凝土鋪面
	4.非構造物用預拌混凝土粒料原料/非構造物用預拌混凝土原料	第 03377 章控制性低強度回填材料
	5.水泥生料	第 02726 章級配粒料底層
	6.紐澤西護欄原料	第 02722 章級配粒料基層

資料來源：行政院公共工程委員會。

氧化碴硬度高適合做為道路鋪面、級配材料，受還原碴誤用影響或有鐵鏽常造成觀感不佳，影響產品去化問題，107 年底累積暫存量約 101 萬噸，109 年 9 月底累積貯存量約 70.3 萬公噸。

還原碴具膨脹性，需安定化再利用，惟部分再利用機構缺少安定化設施，用途受限，107 年底累積暫存量約 58 萬噸，109 年 9 月底累積貯存量約 74.6 萬公噸。



資料來源：本計畫研擬。

圖 2.2.2-1 初擬繪製國內氧化碴、還原碴之資源循環流向

2.2.3 氧化碴、還原碴處理推動措施建議

105 年起爐碴貯存量持續上升，原因包含 105 年初爐碴再利用產品用於文創園區建築物相關報導，引發社會關注，立法院社會福利及衛生環境委員會決議暫停電弧爐爐碴運作 3 個月，而經濟部工業局遂於 105 年 3 月 22 日公告暫停電弧爐煉鋼爐碴做為「非結構性混凝土粒料原料」及「非結構性混凝土原料」之再利用用途 3 個月；經濟部工業局復於 105 年 6 月 20 日公告修正後再利用管理辦法，大幅限縮爐碴再利用用途，加上再利用機構因法規趨嚴而停止收受或持觀望態度，致產源爐碴貯存量大幅上升。

規劃國內爐碴處理推動措施建議，促進資源循環邁向循環經濟。推動措施為：
一、適材、適所及分流－提高處理量能及高值循環利用

- (一) 氧化碴：含鐵量高、粗粒料易鏽斑、質地堅硬、比重大、性質安定與膨脹率低，適合作為瀝青混凝土或控制性低強度回填材料(CLSM)等。
- (二) 還原碴：含鐵量少、含 CaO 及 MgO 量多，部分游離石灰、游離氧化鎂，遇水膨脹易崩解，須經熟成處理使其安定化，適合作為水泥生料等。

二、能用、敢用及一定用－建立產品履歷及管理

- (一) 氧化碴目前推廣作為瀝青混凝土或控制性低強度回填材料(CLSM)等用途，可研訂或編修對應之施工綱要規範及使用手冊以提高使用意願。
- (二) 還原碴除推廣作為水泥生料等用途外，因還原碴有膨脹疑慮，藉由鋼鐵業者共同投資之臺○資源公司，爐碴採高壓蒸氣蒸壓釜安定化處理，可安定有膨脹疑慮的鋼爐碴，做為基底層、混凝土粒料，年處理量約 27 萬噸，目前已正式營運，營運初期 109 年 1-3 月平均處理量約每月 5,000 公噸。

三、多元化資源循環

轉爐石自 107 年依序辦理港區造地回填試驗計畫，氧化碴及還原碴亦可比照轉爐石模式，辦理港區造地回填試驗計畫、新增回填料源之環評差異分析等確認可行後，作為港區造地回填料源。

2.2.4 氧化碴、還原碴處理量能分析預測

一、氧化碴

氧化碴可以做為道路工程及管溝回填等用途，109 年產生量約 107 萬噸(以 109 年 1-9 月產生量約 80.3 萬噸推估)，109 年再利用量約 150 萬噸(以 109 年 1-9 月再利用量約 112.1 萬噸推估)，當年產生氧化碴均可去化，並有 43 萬噸多餘裕量處理過去暫存量。109 年累積暫存量約 65 萬噸(以 109 年 1-9 月累積暫存量約 70.3 萬噸推估)，預估至 111 年可完全去化暫存量。依前述規劃進行供需分析(詳見表 2.2.4-1 及圖 2.2.4-1)。

表 2.2.4-1 全國氧化碓籌申設設施量能及供需情形

單位：萬公噸

類別	108	109	110	111	112	113	114	115	116
A.既有分選設施總量能(再利用機構)	127	150	150	150	150	150	150	150	150
I.供給-氧化碓處理量(A+B)	127	150	150	150	150	150	150	150	150
1.預拌混凝土	7	8	8	8	8	8	8	8	8
2.級配	2	5	5	5	5	5	5	5	5
3.混凝土粒料	25	16	16	16	16	16	16	16	16
4.控制性低強度回填材料(CLSM)	55	59	59	59	59	59	59	59	59
5.其他(其他預力製品、其他雜項)	39	62	62	62	62	62	62	62	62
II.需求-氧化碓產生量	115	107	107	107	107	107	107	107	107
III.累積貯存-氧化碓貯存量	88.5	65.2	22.2	0	0	0	0	0	0

註：109 年全年量以 109 年 1-9 月量能進行推估，110 年起之需求量以 109 年全年推估量做估算。

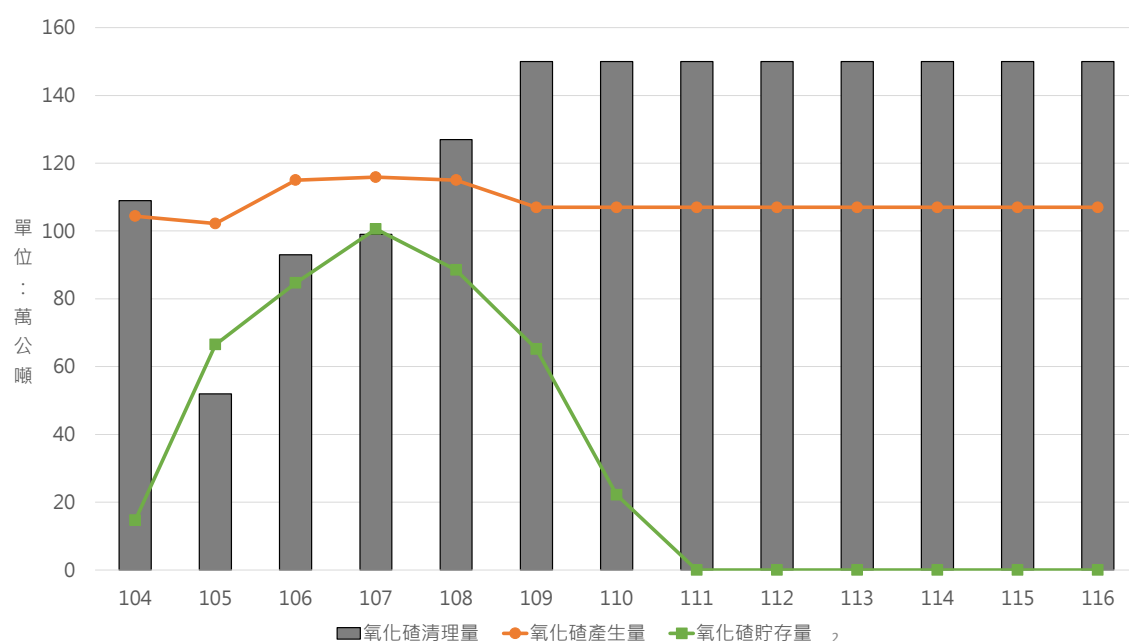


圖 2.2.4-1 氧化碓處理量能分析預測

二、還原碓

還原碓由鋼鐵業者共同投資之臺○公司，做為基底層、混凝土粒料，還原碓檢核量為 17 萬噸/年，另 10 萬噸為處理旋轉窯碓。目前已正式營運，營運初期 109 年 1-3 月平均處理量約每月 5,000 公噸，後續臺○公司每月處理量依照預估量達 1.4 萬噸。

有關臺○公司收受還原碓部分，經查詢，目前還原碓檢核量為 17 萬噸/年，另 10 萬噸為處理旋轉窯碓。預計 110 年還原碓再利用量可達 17 萬公噸作為道路工程使用。另亞○公司提出 9.6 萬噸作為水泥生料，預計至 113 年

可完全去化暫存量。再加上台○公司再增加 12.8 萬噸(預計 110 年提出環差)，可加速完成。依前述規劃進行供需分析(詳表 2.2.4-2 及圖 2.2.4-2)。

表 2.2.4-2 全國還原碲籌申設設施量能及供需情形

單位：萬公噸

類別	108	109	110	111	112	113	114	115	116
A. 既有熟化分選總量能(再利用機構)	14	21	26	26	26	26	26	26	26
B. 籌申設熟化分選設施總量能 (台○公司，109/06)	0	5	12	12	12	12	12	12	12
C. 亞泥	0	0	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6
I.供給-還原碲處理量(A+B)	14	26	48	48	48	48	48	48	48
1. 卜特蘭水泥	13.7	24.7	45.6	45.6	45.6	45.6	45.6	45.6	45.6
2. 預拌混凝土	0.1	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3. 控制性低強度回填材料(CLSM)	-	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4. 控制性低強度回填材料(CLSM)用粒料	-	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5. 級配	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
II.需求-還原碲產生量	30	27	27	27	27	27	27	27	27
III.累積貯存-還原碲貯存量(III-I-II)	74.3	74.6	54	33.4	12.8	0	0	0	0

註：109 年全年量以 109 年 1-9 月量能進行推估，110 年起之需求量以 109 年全年推估量做估算。

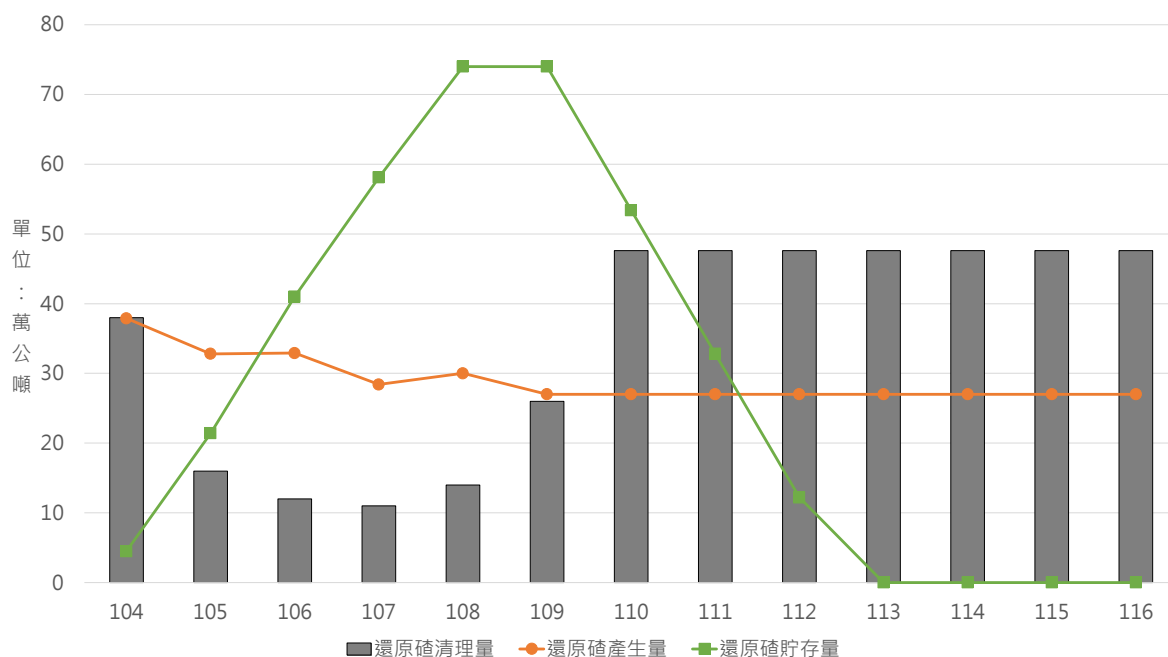


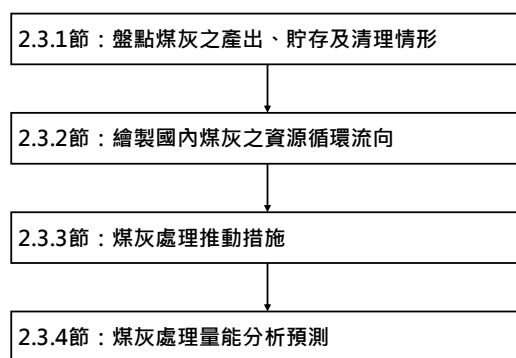
圖 2.2.4-2 還原碲處理量能分析預測

2.3 盤點國內煤灰及產製循環材料之環境用途及資源循環流向

本項工作內容依契約書為「盤點國內煤灰及其產製的循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向。」。

本計畫依據對本計畫的瞭解，初擬有關本項工作構想，詳圖 2.3-1 所示，分別如下，研析成果說明如后。

- 一、盤點煤灰之產出、貯存及清理情形：詳 2.3.1 節。
- 二、繪製國內煤灰之資源循環流向：詳 2.3.2 節。
- 三、煤灰處理推動措施建議：詳 2.3.3 節。
- 四、煤灰處理量能分析預測：詳 2.3.4 節。



資料來源：本計畫研擬。

圖 2.3-1 「盤點國內煤灰之產生量、再利用量等環境用途流向」之作業流程

2.3.1 盤點煤灰之產出、貯存及清理情形

煤灰主要是由燃煤發電廠或事業之燃煤鍋爐產生，煤炭內通常含有約 15~20 %之灰份，應用於燃料燃燒使用時，則產生多量之固態殘分統稱為煤灰。煤炭燃燒目前最常見為粉煤燃燒最多，其粒子微細且量多，約占總煤灰量之 70~85%，外觀與水泥極為相似，粒徑在 0.4~100 μ m 之間，另由於煤灰化學性質穩定，物理上亦見許多優越的性質，經由多年實驗及現場應用的結果，煤灰應用於工程材料的基本特性已被普遍接受，其用途廣泛深具開發評估之價值。

- 一、107 年~109 年 1-9 月產生量、再利用量等用途流向資料

經彙整煤灰 107 年產生量、銷售量及用途流向等資料，再利用流向部分，依煤灰之特性區分為燃煤飛灰(R-1106)及燃煤底灰(或含燃煤飛灰之底灰

)(R-1107)，產生量、再利用量等用途流向資料說明如下：

(一) 產生量

1. 燃煤飛灰(R-1106)：107 年產生量約 489 萬公噸，108 年產生量約 452 萬公噸，109 年 1~9 月產生量約 333 萬公噸，產生量情形如表 2.3.1-1 所示。
2. 燃煤底灰(R-1107)：107 年產生量約 110 萬公噸，108 年產生量約 99.2 萬公噸，109 年 1~9 月產生量約 75 萬公噸，產生量情形如表 2.3.1-2 所示。

(二) 再利用量

1. 燃煤飛灰(R-1106)：107 年再利用量為 482 萬公噸，108 年再利用量為 451 萬公噸，109 年 1~9 月再利用量約 332 萬公噸，現行主要資源化流向分別為預拌混凝土及卜特蘭水泥，再利用產品概況如表 2.3.1-3。
2. 燃煤底灰(R-1107)：107 年再利用量為 102 萬公噸，108 年再利用量為 98.4 萬公噸，109 年 1~9 月再利用量約 60.4 萬公噸，現行主要資源化流向分別為預拌混凝土及卜特蘭水泥，再利用產品概況如表 2.3.1-4。

(三) 貯存量

1. 燃煤飛灰(R-1106)：107 年貯存量為 1.2 萬公噸，108 年貯存量降為 0.9 萬公噸，109 年 1~9 月貯存量提升至 1.8 萬公噸，貯存情形如表 2.3.1-1 所示。
2. 燃煤底灰(R-1107)：107 年貯存量為 150 萬公噸，108 年貯存量為 151 萬公噸，109 年 1~9 月貯存量約 165 萬公噸，貯存情形如表 2.3.1-2 所示。

表 2.3.1-1 燃煤飛灰(R-1106)107 年~109 年 1~9 月產出貯存流向統計表

名稱	年度	產出 (公噸)	貯存 (公噸)	清理 (公噸)	流向	
					前五大機構名稱	清理量(註 1)
燃煤 飛灰 (R- 1106)	107 年	4,885,653	12,047	4,818,051	台○公司	228,626
					勇○公司	159,559
					鳳○公司	126,913
					榮○公司	108,830
					金○公司	94,660
	108 年	4,515,917	9,334	4,510,220	台○公司	184,261
					宏○公司	139,615
					金○公司	136,232
					勇○公司	133,074
					慶○公司	106,057
	109 年 1~9 月	3,329,814	17,971	3,321,177	台○公司	211,930
					文○公司	139,010
					宏○公司	114,131
					勇○公司	81,338
					金○公司	80,976

資料來源：事業廢棄物申報及管理資訊系統(統計時間 107 年~109 年 9 月)

註 1：流向僅列前五大之收受機構

註 2：產出量為本年度貯存量-前年度貯存量+本年度清理量計。

表 2.3.1-2 燃煤底灰(R-1107)107 年~109 年 1~9 月產出貯存流向統計表

名稱	年度	產出 (公噸)	貯存 (公噸)	清理 (公噸)	流向	
					前五大機構名稱	清理量(註 1)
燃煤底 灰(或含 燃煤飛 灰之底 灰)(R- 1107)	107 年	1,101,252	1,498,371	1,023,996	寓○公司	166,846
					台○公司	124,246
					宏○公司	77,746
					台○公司	72,609
					竝○公司	47,278
	108 年	992,952	1,506,786	984,537	寓○公司	222,406
					台○公司	146,981
					宏○公司	58,983
					竝○公司	50,447
					台○公司	44,077
	109 年 1~9 月	750,578	1,652,781	604,583	寓○公司	91,812
					台○公司	76,949
					台○公司	40,012
					益○公司	33,149
					竝○公司	27,286

資料來源：事業廢棄物申報及管理資訊系統(統計時間：107 年~109 年 1~9 月)

註 1：流向僅列前五大之收受機構

註 2：產出量為本年度貯存量-前年度貯存量+本年度清理量計。

表 2.3.1-3 燃煤飛灰(R-1106)107 年~109 年 1~9 月再利用產品概況

年度	項次	產品名稱	產品生產量(公噸)	比率(%)	產品庫存量(公噸)	產品銷售量(公噸)
107 年	1	預拌混凝土	68,790,113	90	137,417	76,432,300
	2	卜特蘭水泥	6,148,283	8		
	3	飛灰	606,961	1		
	4	其他	240,891	<1		
	5	控制性低強度回填材料(CLSM)	207,424	<1		
	6	爐石粉	112,595	<1		
	7	混凝土粒料	99,446	<1		
	8	其他(纖維強化水泥板、高爐水泥、級配等)	172,828	<1		
小計			76,378,541	100		
108 年	1	預拌混凝土	69,813,971	89	91,211	77,840,773
	2	卜特蘭水泥	6,299,802	8		
	3	控制性低強度回填材料(CLSM)	653,116	1		
	4	飛灰	545,135	1		
	5	爐石粉	299,665	<1		
	6	混凝土粒料	264,254	<1		
	7	其他(纖維強化水泥板、其他未列名水泥製品、其他石粉等)	345,050	<1		
小計			78,220,992	100		
109 年 1~9 月	1	預拌混凝土	50,966,330	90	63,349	56,408,540
	2	卜特蘭水泥	3,765,327	7		
	3	控制性低強度回填材料(CLSM)	718,661	1		
	4	飛灰	473,897	1		
	5	爐石粉	210,330	<1		
	6	混凝土粒料	156,858	<1		
	7	其他(纖維強化水泥板、其他石粉、紅磚、水泥板、級配等)	134,856	<1		
小計			56,426,257	100		

備註：1.資料來源：資源再利用管理資訊系統，再利用產品生產、銷售及庫存申報情形查詢(統計時間 107 年~109 年 1~9 月)。2.產品庫存量為產品產生量扣除產品銷售量計。

表 2.3.1-4 燃煤底灰(R-1107)107 年~109 年 1~9 月再利用產品概況

年度	項次	產品名稱	產品生產量(公噸)	比率(%)	產品庫存量(公噸)	產品銷售量(公噸)
107 年	1	預拌混凝土	3,532,576	54%	160,995	6,514,053
	2	卜特蘭水泥	2,406,388	37%		
	3	級配	249,988	4%		
	4	控制性低強度回填材料用粒料	176,218	3%		
	5	控制性低強度回填材料(CLSM)	103,090	2%		
	6	混凝土粒料	38,022	1%		
	7	紅磚	14,856	0%		
	8	其他(砂石混合物、飛灰等)	3,061	0%		
總計			6,524,198	100%		
108 年	1	卜特蘭水泥	5,363,249	58%	70,357	9,311,739
	2	預拌混凝土	2,900,254	31%		
	3	控制性低強度回填材料(CLSM)	476,320	5%		
	4	級配	186,992	2%		
	5	混凝土粒料	145,976	2%		
	6	控制性低強度回填材料用粒料	132,903	1%		
	7	爐石粉	10,457	0%		
	8	紅磚	7,852	0%		
	9	其他(飛灰、紐澤西護欄、砂石混合物、水泥磚瓦(混凝土磚)、碎石)	188	0%		
總計			9,224,190	100%		
109 年 1~9 月	1	卜特蘭水泥	3,817,091	58	70,197	6,592,527
	2	預拌混凝土	1,999,765	30		
	3	控制性低強度回填材料(CLSM)	509,889	8		
	4	混凝土粒料	150,111	2		
	5	控制性低強度回填材料用粒料	99,462	2		
	6	級配	13,470	<1		
	7	紅磚	5,663	<1		
小計			6,595,451	100		

備註：1.資料來源：資源再利用管理資訊系統，再利用產品生產、銷售及庫存申報情形查詢(統計時間 107 年~109 年 1~9 月)。2.產品庫存量為產品產生量扣除產品銷售量計。

2.3.2 繪製國內煤灰之資源循環流向

有關燃煤飛灰及燃煤底灰之現行再利用方式，為依據「經濟部事業廢棄物再利用管理辦法」附表編號一、煤灰之規定辦理，其再利用用途內容重點摘錄如下：

一、再利用用途：

- (一) 飛灰：高爐爐石粉原料、水泥原料、水泥製品（限混凝土（地）磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋、紐澤西護欄、預鑄混凝土建築構件）原料、混凝土攪和物、陶瓷磚瓦原料、顆粒保溫材原料、鋪面工程之基層或底層級配粒料原料、混凝土粒料原料、瀝青混凝土粒料原料、控制性低強度回填材料原料或非農業用地之工程填地材料。
- (二) 底灰：水泥生料、預拌混凝土原料、混凝土粒料原料、陶瓷磚瓦原料、顆粒保溫材原料、鋪面工程之基層或底層級配粒料原料、瀝青混凝土粒料原料、控制性低強度回填材料用粒料原料、控制性低強度回填材料原料或非農業用地之工程填地材料。
- (三) 底灰含飛灰適用底灰之再利用用途。

二、再利用機構應具備下列資格：

- (一) 飛灰：
 - 1. 工廠：依法辦理工廠登記或符合免辦理登記規定之工廠，其產品至少為下列之一項：高爐爐石粉、水泥、水泥製品（限混凝土（地）磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋、紐澤西護欄、預鑄混凝土建築構件）、預拌混凝土、陶瓷磚瓦製品、顆粒保溫材料、鋪面工程之基層或底層級配粒料、混凝土粒料、瀝青混凝土粒料或控制性低強度回填材料。但直接再利用於非農業用地之工程填地材料用途者，不受本文資格及產品之限制。
 - 2. 商業：依法辦理營業登記之批發零售業，其營業項目為回收物料批發業或其他批發零售業（登載本編號之再利用種類）。但事業混燒百分之五（重量比）以下廢棄物衍生燃料或生質燃料之燃煤發電鍋爐產生之飛灰，不適用之。
- (二) 底灰：依法辦理工廠登記或符合免辦理登記規定之工廠，其產品至少為

下列之一項：水泥、預拌混凝土、混凝土粒料、陶瓷磚瓦製品、顆粒保溫材料、鋪面工程之基層或底層級配粒料、瀝青混凝土粒料、控制性低強度回填材料用粒料或控制性低強度回填材料。但直接再利用於非農業用地之工程填地材料用途者，不受本文資格及產品之限制。

(三) 底灰含飛灰：同底灰再利用機構應具備之資格。

(四) 直接再利用於非農業用地之工程填地材料用途者，需符合下列資格：

1. 公共工程：由該工程之設計單位在該工程圖樣及說明書中載明使用再生材料之種類及數量，向工程招標單位申請工程核准使用煤灰文件，始得向煤灰產生者取用。
2. 非公共工程：由該工程之設計單位在該工程圖樣及說明書中載明使用再生材料之種類及數量，並依建築法規定取得建造或雜項執照後，始得向煤灰產生者取用。

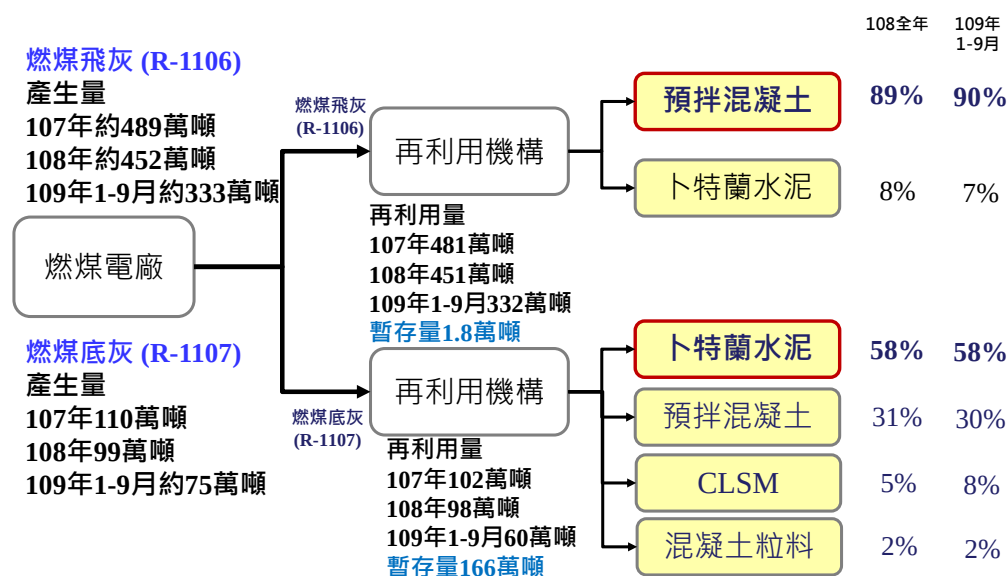
三、運作管理：

- (一) 再利用機構之資格為工廠者，其收受煤灰再利用作為水泥生料用途者，應具備水泥旋窯。
- (二) 底灰得採用露天貯存方式，但貯存場所應設有排水收集設施及有效抑制粒狀污染物逸散設施。
- (三) 混燒百分之五(重量比)以下廢棄物衍生燃料或生質燃料之燃煤發電鍋爐產生之飛灰，於出廠前，產源事業應至少每月依 CNS10896 卜特蘭水泥混凝土用飛灰或天然卜作嵐礦物攪料之取樣及檢驗法，針對第一點飛灰特性規定項目進行檢測。產源事業應於取樣前十日通知當地環保主管機關，並於每年三月前將上年度檢測報告提報環保主管機關及中央目的事業主管機關。
- (四) 再利用於鋪面工程之基層或底層級配粒料原料、瀝青混凝土粒料原料或非農業用地之工程填地材料用途者，再利用機構應依下列規定，於每月十日前，主動連線至工業廢棄物清理與資源化資訊網內之再利用機構運作申報區(以下簡稱指定申報區)，申報前月煤灰及其再利用產品銷售使用情形：
 1. 利用於鋪面工程之基層或底層級配粒料原料用途者，應申報前月再利用產品之銷售對象、出廠時間、用途工程名稱、該批產品所使

用本編號再利用種類之產源事業、數量、使用地點及範圍。

2. 再利用於瀝青混凝土粒料原料用途者，應針對前月再利用產品銷售對象所產製之瀝青混凝土產品，申報該批產品所使用本編號再利用種類之產源事業、再利用產品使用對象、使用量、庫存量及瀝青混凝土之產生量、銷售對象、出廠時間、銷售量、用途工程名稱、使用地點及範圍。
3. 接再利用於非農業用地之工程填地材料用途者，應申報前月煤灰使用日期、用途工程名稱、核准單位、核准日期、該批煤灰之產源事業、數量、使用地點及範圍，並附招標單位核准使用煤灰文件、工程圖樣及說明書。但非屬公共工程者，免附招標單位核准使用煤灰文件。…」

依據前述彙整之相關資料，初擬繪製國內煤灰之資源循環流向，如圖 2.3.2-1 所示，目前煤灰因辦理灰塘工程環境影響差異分析審查中，暫存量增加，截至 109 年 9 月底，燃煤飛灰累積貯存量約 1.8 萬噸；燃煤底灰累積貯存量約 166 萬公噸。燃煤飛灰主要資源化流向以卜特蘭水泥為主，燃煤底灰主要以級配粒料為主。



本計畫研擬。

圖 2.3.2-1 初擬繪製國內煤灰之資源循環流向

2.3.3 煤灰處理推動措施建議

目前國內煤灰去化主要作為預拌混凝土及卜特蘭水泥等方式再利用，相較為穩定。另據瞭解目前臺○公司配合臺中港外港區擴建計畫，刻正辦理環差作業，預計可於南填方區(IV)填築 53.2 公頃(約 688 萬立方公尺)，依據過去煤灰年平均填築量約 31 萬公噸，預估營運期間煤灰灰塘工程約可持續 15 至 20 年，實際使用年限仍依未來市場供需狀況而定。

2.3.4 煤灰處理量能分析預測

預測國內煤灰未來量能分析，假設環差通過後於 112 年開始收受後，可逐步消化貯存量。依前述規劃進行供需分析（詳表 2.3.4-1 及圖 2.3.4-1）。

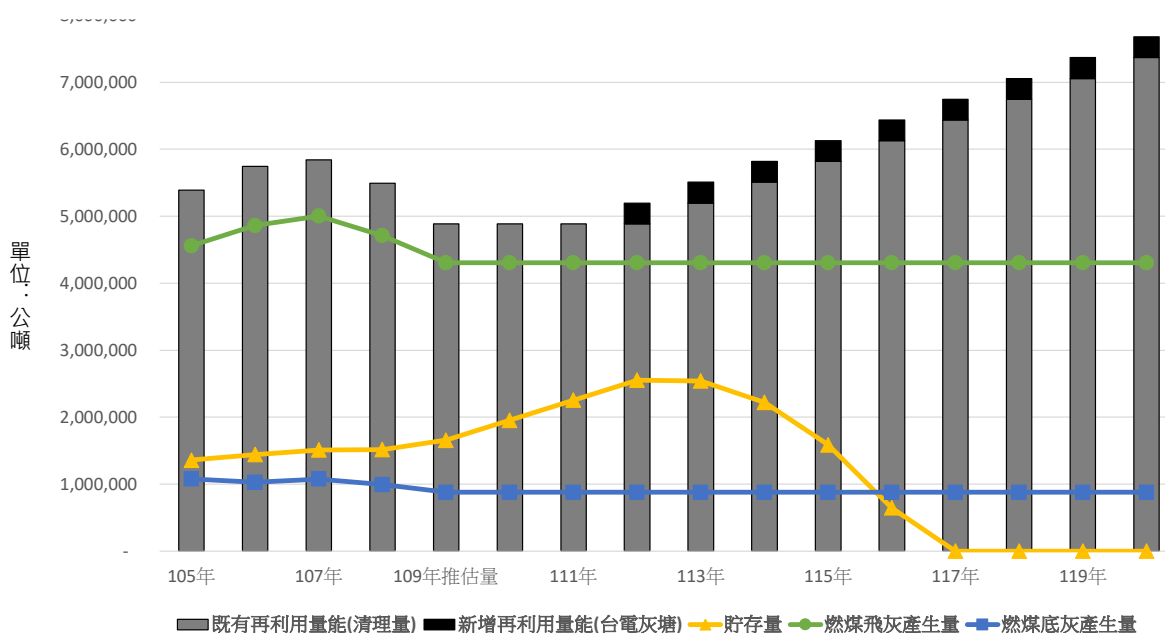


圖 2.3.4-1 煤灰處理量能分析預測

表 2.3.4-1 全國煤灰量能供需情形

單位：萬公噸

年分	105	106	107	108	109 (推估 量)	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
燃煤飛灰 產生量	455.9	486.1	500.2	470.9	430.6	430.6	430.6	430.6	430.6	430.6	430.6	430.6	430.6	430.6	430.6	430.6
燃煤底灰 產生量	107.8	102.9	107.7	99.2	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1
產出總量	563.7	589.1	607.9	570.2	518.6	518.6	518.6	518.6	518.6	518.6	518.6	518.6	518.6	518.6	518.6	518.6
貯存量	136.0	144.3	151.0	151.6	165.7	195.6	225.4	255.3	254.2	222.1	159.0	64.8	-	-	-	-
需求量 (產出總量+ 貯存量)	699.6	733.4	759.0	721.8	684.3	714.2	744.1	774.0	772.8	740.7	677.6	583.5	518.6	518.6	518.6	518.6
既有再利用 量能 (清理量)	539.1	574.7	584.2	549.5	488.8	488.8	488.8	488.8	519.8	550.8	581.8	612.8	643.8	674.8	705.8	736.8
新增再利用 量能 (臺電灰塘)	-	-	-	-	-	-	-	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
供給量 (既有+新增)	-	-	-	-	-	-	-	519.8	550.8	581.8	612.8	643.8	674.8	705.8	736.8	767.8

備註 1：以煤灰 1 公噸=1 立方米計

備註 2：臺○公司以每年收受國內煤灰年平均填築量 31 萬公噸計

備註 3：109 年以 109 年 1~6 月量進行整年度推估

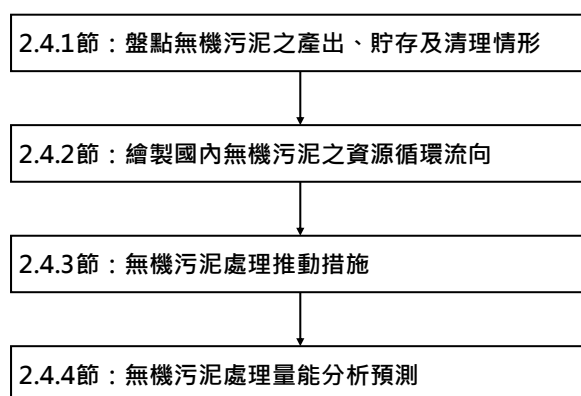
資料來源：行政院環保署事業廢棄物申報及管理資訊系統

2.4 盤點國內無機污泥及產製循環材料之環境用途及資源循環流向

本項工作內容依契約書為「盤點國內無機污泥及其產製的循環材料之產生量、再利用率等環境用途及資源循環流向。」。

本計畫依據對本計畫的瞭解，初擬有關本項工作構想，詳圖 2.4-1 所示，分別如下，研析成果說明如后。

- 一、盤點無機污泥之產出、貯存及清理情形：詳 2.4.1 節。
- 二、繪製國內無機污泥之資源循環流向：詳 2.4.2 節。
- 三、無機污泥處理推動措施建議：詳 2.4.3 節。
- 四、無機污泥處理量能分析預測：詳 2.4.4 節。



本計畫研擬。

圖 2.4-1 「盤點國內無機污泥之產生量、再利用率等環境用途流向」之作業流程

2.4.1 盤點無機污泥之產出、貯存及清理情形

- 一、107 年~109 年 1~9 月產生量、再利用率等環境用途資料。

(一) 產生量

彙整統計無機性污泥(D-0902)107 年產出約 278 萬公噸，108 年產出約 106 萬公噸，109 年 1~9 月產出約 79.3 萬公噸，如表 2.4.1-1。

(二) 清理量

無機性污泥之清理量，107 年約為 114.8 萬公噸，108 年約為 110.1 萬公噸，109 年 1~9 月約為 81 萬公噸，包含處理 28 萬公噸及再利用約 52 萬公噸，處理流向包含以熱處理(除焚化處理外)、焚化處理及物理處

理為主。處理情形詳表 2.4.1-2 所示。

(三) 貯存量

貯存量部分，無機性污泥 107 年底貯存量為 219.5 萬公噸，108 年底貯存量為 215.4 萬公噸，109 年 9 月底貯存量為 213.6 萬公噸。其中以台○公司(162 萬公噸)及中○公司(30 萬公噸)之占比最多，貯存量情形詳表 2.4.1-1 所示。

表 2.4.1-1 無機性污泥 107 年~109 年 1~9 月產出貯存及清理統計

名稱	年度	產出(公噸)	貯存(公噸)	清理(公噸)
無機性污泥 (D-0902)	107 年	2,785,296	2,195,236	1,148,300
	108 年	1,062,821	2,154,069	1,106,987
	109 年 1~9 月	792,791	2,135,992	810,868

1.資料來源：事業廢棄物申報及管理資訊系統。(統計區間:107 年~109 年 9 月)

2.產出量計算方式=(本年貯存量-前年貯存量)+清運量

表 2.4.1-2 無機性污泥處理流向

廢棄物種類	清理方式	107 年	108 年	109 年 1~9 月
		(公噸)	(公噸)	(公噸)
D-0902 無機性污泥	物理處理	156,617	131,400	66,696
	掩埋	8,883	24,951	16,417
	焚化處理	13,915	13,869	9,855
	熱處理（除焚化處理外）	144,423	114,898	101,410
	其他方式	79,999	161,777	55,512
	小計	403,837	446,894	287,435

資料來源：事業廢棄物申報及管理資訊系統。(統計區間:107 年~109 年 9 月)

2.4.2 繪製國內無機污泥之資源循環流向

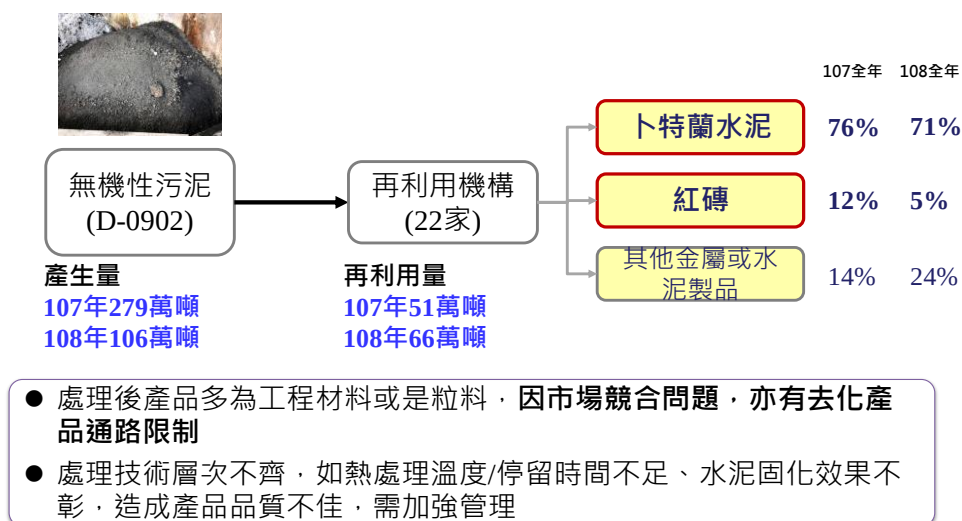
無機性污泥其產出貯存及清除處理方式需符合廢棄物清理法之規定辦理，且因非屬公告再利用之事業廢棄物，其再利用需向目的事業主管機關提出申請個案再利用。

目前國內無機性污泥之個案再利用用途包含再利用作為紅磚、水泥原料摻配、螢石助熔劑替代品、人工骨材、控制性低強度回填材料、混凝土骨材、高壓混凝土磚等約 20 項用途。

依據前述彙整之相關資料，繪製國內無機污泥之資源循環流向，如圖 2.4.2-1 所示，目前無機污泥處理後產品多為工程材料或是粒料，因市場競合問題，亦有去化產品通路限制；亦或處理技術層次不齊，如熱處理溫度/停留時間不足、水泥固

化效果不彰，造成產品品質不佳，需加強管理。

爰此目前無機再生粒料主要多因產品品質或通路限制，造成暫存量增加，或可藉由建立品質規範及管理機制，提升粒料品質及環境用途信心。



目前無機再生粒料主要多因產品品質或通路限制，造成暫存量增加或可藉由建立品質規範及管理機制，提升粒料品質及環境用途信心。

本計畫研擬。

圖 2.4.2-1 繪製國內無機性污泥之資源循環流向

2.4.3 無機污泥處理推動措施建議

規劃國內無機性污泥處理推動措施建議，促進資源循環邁向循環經濟。推動措施包含如下：

一、提升處理及再利用率能，降低貯存壓力

- (一) 提升工業區污泥處理及再利用率能，增加去化管道。據瞭解經濟部於彰○中心，預計於 113 年底完成，預計可增加工業區污泥 4.9 萬噸/年(熱處理)處理量能，足以處理工業區污泥(3.6 萬噸)，並可逐年去化貯存量 3.6 萬噸。
- (二) 協助提供申設中機構之法律及技術諮詢，並與經濟部工業局協商，加速輔導污泥處理機構完成設置，申設中污泥處理機構共 5 家，名單詳表 2.4.4-1。其中豐○公司已通過環評預計於 111 年完成，預計可增加 6.6 萬噸污泥處理量能(焚化處理)。

二、加強輔導產源依污泥性質擇定合適處理方式

無機性污泥，優先輔導以熱處理(燒結)方式處理，於高溫下使原料結合結晶，使表面緻密化，進而產製再利用產品。減少採水泥固化及穩定化處理而造成產品出現氯離子含量偏高及再生強度較低等狀況。

三、訂定廢棄物處理機構許可審查作業參考指引

針對重點廢棄物訂定處理機構行政面及技術面之審查作業參考指引，在污泥部分規劃分別訂定一般性污泥及有害性污泥技術面指引，其中一般性污泥已於 109 年 1 月函頒熱處理及生物處理審查技術說明，有害性污泥相關審查指引刻正撰寫中，預計 109 年底編定完成，以加強處理機構自主管理、產品品質等許可內容。

四、研訂污泥再生粒料產品環境用途標準

要求各類污泥製成之資源化產品及加工再製品，須符合相關規範及 CNS 標準(如 CNS15305、CNS15314、CNS15358 等)。針對機構收受污泥、資源化產品及加工再製品分別擬訂檢測項目，規劃優先辦理污泥採熱處理及水泥造粒產出產品之處理機構。

五、強化處理機構流向管理

環保署已於 109 年 1 月函頒一般性污泥熱處理及生物處理審查技術說明，並於審查指引中加強審查機關對於處理機構後端資源化產品流向、用途、銷售對象之審查內容及需注意事項。

六、落實處理及再利用機構申報符合特性之產品代碼

要求機構申報符合產品特性之產品代碼，避免以「其他」類別進行申報，提升資源化產品登載內容與實際用途之正確性。目前國內 D 類污泥資源化產品申報其他類項目約占總產品 15%，輔導事業依據技術審查指引中提出之建議產品代碼申報，代碼包含級配粒料、混凝土添加粒料、機構場內自製磚瓦水泥製品等相關產品及水泥生料等 4 類。

七、要求機構記錄資源化產品及加工再製品最終使用流向及數量

協請縣市環保局應依「公民營廢棄物清除處理機構許可管理辦法」第 24 條第 3 款規定，「...三、處理機構之資源化產品未直接售予最終使用者，主管機關得要求其將資源化產品經其他機構轉售至最終使用者之銷售流向及數量作成紀錄；處理機構應妥善保存相關紀錄及憑證三年。...」，要求處理機構記

錄資源化產品及加工再製品最終使用流向及數量，建立透明化產品流向管理制度。

八、強化處理及再利用機構功能評鑑

參考水污功能評鑑機制，研擬處理設施功能評鑑作業，針對同類型之處理方式及再利用用途分批辦理，以提升或改進機構設施運作效率。

2.4.4 無機污泥處理量能分析預測

無機性污泥據瞭解目前籌申設機構共 5 家，預計 111 年部分處理機構陸續完成試運轉開始收受後，可逐步消化貯存量，預計可增加 11 萬噸處理量。依前述規劃進行供需分析（詳表 2.4.4-1 及圖 2.4.4-1），無機污泥於 110 年處理量可大於產出量，貯存量將可持續下降。

表 2.4.4-1 全國無機污泥籌申設設施量能及供需情形

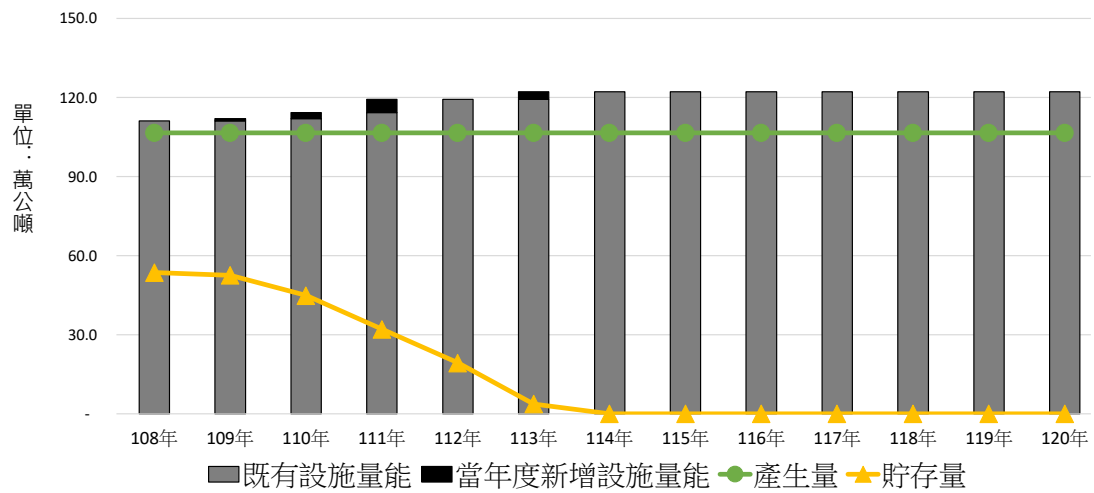
單位：萬公噸

年份	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
產生量	115.5	106.6	106.6	106.6	106.6	106.6	106.6	106.6	106.6	106.6	106.6	106.6	106.6	106.6
貯存量		53.6	52.6	44.9	32.1	19.3	3.8	-	-	-	-	-	-	-
需求量(產生量+貯存量)		160.2	159.2	151.5	138.7	125.9	110.4	106.6	106.6	106.6	106.6	106.6	106.6	106.6
當年度新增設施量能	-	-	0.9	2.3	5.1	-	2.8	-	-	-	-	-	-	-
總新增設施量能	-	-	0.9	3.2	8.3	8.3	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
既有設施量能	111.1	111.1	111.1	112.0	114.3	119.4	119.4	122.1	122.1	122.1	122.1	122.1	122.1	122.1
供給量	111.1	111.1	112.0	114.3	119.4	119.4	122.1	122.1	122.1	122.1	122.1	122.1	122.1	122.1

資料來源：行政院環保署事業廢棄物申報及管理資訊系統

註 1：台○公司於 107 年 2 月改以無機污泥申報貯存 162 萬噸，且已不再產出，該貯存量不列入統計

註 2：上述新增設施量能，除豐○公司及彰○中心以許可量*100%計算外，所有設施量能以許可量*50%計算



備註 1：台○公司於 107 年 2 月改以無機污泥申報貯存 162 萬噸，且已不再產出，該貯存量不列入統計

備註 2：上述新增設施量能，除豐○公司及彰○中心以許可量*100%計算外，所有設施量能以許可量*50%計算

資料來源：行政院環保署事業廢棄物申報及管理資訊系統

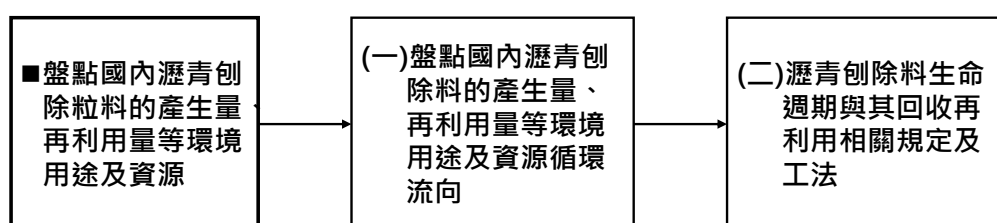
圖 2.4.4-1 無機性污泥處理量能分析預測

2.5 盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用量等環境用途及資源

本工項內容，依據契約書為「盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，並進行勾稽及追蹤管理。」。

本計畫依據對本計畫工項的瞭解，初擬有關本項工作構想，詳圖 2.5-1 所示，分別如下，研析成果說明如后。

- 一、盤點國內瀝青刨除料的產生量、再利用量等環境用途及流向，詳 2.5.1 節。
- 二、瀝青刨除料資源循環流向與其回收再利用相關規定及工法，詳 2.5.2 節。



資料來源：本計畫彙整。

圖 2.5-1 「盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用量等環境用途及資源」之作業流程

2.5.1 盤點國內瀝青刨除料的產生量、再利用量等環境用途及流向

瀝青刨除料以道路工程為主，本計畫針對國內道路瀝青刨除粒料狀況進行盤點，由各目的事業主管機關(如交通部公路總局、高速公路局、內政部營建署及各縣市政府等)主管道路工程可能產生之瀝青刨除料進行資料蒐集，進而推估國內瀝青刨除粒料之產生量及再利用情形，裨益探討後續其道路工程應用(如面層、底層、基層於不同工法之拌合比例與再利用建議等)，以達循環經濟適材適所適量的應用。

一、前言

內政部營建署前於 93 年奉行政院命令為瀝青混凝土挖(刨)除料再生利用業務之中央主管機關，依此內政部營建署於 98 年 05 月 27 日台內營字第 0980803882 號令公布修正「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」規定(詳表 2.5.1-1)，正式將事業產生之瀝青混凝土挖(刨)除料公告為再生資源項目。

表 2.5.1-1 內政部營建署營建事業再生利用之再生資源項目及規範修正規定

項目	再生利用規範
瀝青混凝土挖(刨)除料	一、再生資源來源：事業產生之瀝青混凝土挖(刨)除料。
	二、再生利用用途：瀝青混凝土原料或工程填方材料。
	三、再生利用業者應具備下列資格：
	(一)生產再生瀝青混凝土之業者應具有臺灣區瀝青工業同業公會會員資格。
	(二)屬製造業且領有工廠登記證、公司或商業登記證明文件、固定污染源操作許可證，及產品為熱拌瀝青混凝土或其他相關產品者。
	(三)再生利用業者應具再生資源前置作業機械設備、熱拌瀝青再生機組等相關設備。
	四、運作管理：
	(一)應符合營建事業再生資源再生利用管理辦法之規定。但在破解前得採露天貯存。
	(二)本項目屬「 <u>清運免網路連線申報之再生資源項目</u> 」，依網路傳輸方式向行政院環境保護署申報再生資源之產出、貯存、清運、再使用、再生利用、輸入或輸出情形之申報格式、項目、內容及頻率之公告事項三規定， <u>免依公告事項四(二)、五(二)及八(一)規定申報或遞送聯單</u> 。
	(三)再生利用業者應向行政院環境保護署申報項目、內容、頻率及方式，應於每年一月、四月、七月、十月月底前連線申報前季再生資源收受、貯存、回收再利用情形及再生產品名稱、數量、營運狀況等資料。
	(四)再生利用於工程填方材料用途，屬公共工程者，應經工程主辦機關核准；屬民間工程者，再生利用業者應依資源回收再利用法及本項目規範規定，進行再生利用。
	(五)本項目不得與廢棄物混合清運。
	(六)本項目作為熱拌再生瀝青混凝土之拌合比例，不得超過百分之四十。
	(七)再生利用用途之產品應符合國家標準、國際標準或工程施工規範相關使用規定。

資料來源：內政部營建署，營建事業再生利用之再生資源項目及規範修正規定，98.05.27 修正。

(一) 現況背景說明

1. 依據「資源回收再利用法」第 15 條規定，「再使用之再生資源項目，由中央主管機關公告之」，故瀝青混凝土挖(刨)除料屬內政部營建署公告之再生資源項目，非屬廢棄物。
2. 依據營建署「營建事業再生利用之再生資源項目及規範修正規定」之第四項，瀝青混凝土刨除料屬「清運免網路連線申報之再生資源項目」，雖有再生資源代碼(G-05 土木及建築廢棄物大類下之「G-0501 瀝青混凝土挖(刨)除料」，詳表 2.5.1-2)，惟 G 類代碼多為營造廠填報營運紀錄之瀝青刨除料產生量，且申報情形不似事業廢棄物 D 類或 R 類代碼填報完整性高，故如需掌握整體流向需回歸至源頭(道路目的事業主管機關)。
3. 為掌握國內瀝青刨除料的產生量、再利用量等環境用途及流向，本計畫以各道路主管機關可能產生之瀝青刨除料進行相關推估。

表 2.5.1-2 再生資源代碼—瀝青混凝土挖(刨)除料

分類名稱	再生資源代碼	再生資源名稱	備註
土木及建築廢棄物 G-05	G-0501	瀝青混凝土挖(刨)除料	公告再生資源項目：營建事業產生之瀝青混凝土挖(刨)除料 (內政部營建署)

本計畫彙整。

二、推估國內瀝青刨除料的產生量、再利用量等環境用途及流向

(一) 推估我國瀝青刨除料的產生量

我國瀝青刨除料產生主要以道路工程為主，道路工程包含 5 種道路類型：1.國道(交通部高速公路局)、2.快速道路(交通部公路總局)、3.省道(交通部公路總局)、4.市道及縣道公路(直轄市/縣市)、5.區道及鄉鎮市道公路(直轄市/縣市/鄉鎮市)等，本計畫依此 5 種類型蒐集推估各道路養護之瀝青刨除料產生量，進而推估我國總產生量。分別說明如後：

1. 蒐集推估國道之瀝青刨除料產生量

(1) 國道數量及相關統計：依據交通部高速公路局國道之道路統計數據情形顯示，國道共 9 條，包含國道一號(包含汐止五股高架橋及五股楊梅高架橋)、國道二號、國道三號、國道三甲、國道四號(部分通車)、國道五號、國道六號、國道八號、國道十號等，107 年總長度為 1,049.7 公里，相關數量及相關統計彙整詳表 2.5.1-3。

(2) 國道瀝青刨除料產生量推估：參照交通部高速公路總局提供資料統計，於 107 年養護之國道路段約為 537.889 公里，佔全長的 51.24%，相當於兩年全部重鋪一次，本計畫的推估量即以實際養護量做為刨除料推估計算之基礎。因此將每年的養護長度乘上平均道路寬度 21m 以及乘上估算的平均厚度 0.2m，並以平均比重 2.4 做計算，推估國道之瀝青刨除料產生量約 542 萬公噸。(詳表 2.5.1-4)

表 2.5.1-3 我國國道數量及相關統計彙整

道路類型		道路長度(km)	平均車道數 (含順/逆向)	單向道路 寬度(m)	道路總寬 度(m)	路面總面積 (m ²)	平均 厚度 (m)
		A ₁	B ₁	C ₁	D ₁ =B ₁ ×C ₁	E ₁ =A ₁ ×D ₁ ×1000	F ₁
國道	國道一號(含汐止五股高架橋及五股楊梅高架橋)	432.5	10	3.5	35	15,137,500	0.2
	國道二號	20.4	6	3.5	21	428,400	0.2
	國道三號	432.9	6	3.5	21	9,090,900	0.2
	國道三甲	5.6	4	3.5	14	78,400	0.2
	國道四號(部分通車)	17.2	4	3.5	14	240,800	0.2
	國道五號	54.2	4	3.5	14	758,800	0.2
	國道六號	37.6	4	3.5	14	526,400	0.2
	國道八號	15.5	4	3.5	14	217,000	0.2
	國道十號	33.8	4	3.5	14	473,200	0.2
	小計	1049.7	-	-	-	26,951,400	-
	平均	-	6	3.5	21	-	0.2

資料來源：交通部高速公路局(國道養護) <https://www.freeway.gov.tw/Publish.aspx?cnid=91&p=32>，最新資料為 107 年統計資料。

表 2.5.1-4 推估國道之瀝青刨除料產生量

道路類型	平均道路寬 度(m)	平均厚度(m)	每年養護長 度(m)	推估刨除料 產生量(m ³)	平均比重	推估刨除料 產生量(公噸)
	D ₁	F ₁	G ₁	H ₁	I ₁	J ₁ =H ₁ ×I ₁
國道	21	0.2	537,889	2,259,133	2.4	5,421,921

資料來源：交通部高速公路局 <https://www.freeway.gov.tw/Publish.aspx?cnid=91>，最新資料為 107 年統計資料。

2. 蒐集推估快速道路之瀝青刨除料產生量

- (1) 快速道路數量及相關統計：依據交通部公路總局之道路統計數據顯示，快速道路共 14 條，包含台 61 線、台 62 線、台 64 線、台 65 線、台 66 線、台 68 線、台 72 線、台 74 線、台 76 線、台 78 線、台 82 線、台 84 線、台 86 線、台 88 線等，107 年總長度為 671.95 公里，相關數量及相關統計彙整詳表 2.5.1-5。
- (2) 快速道路瀝青刨除料產生量推估：快速道路因道路段分散，故以交通部公路總局養護工程處(第一工程養護處)107 年統計數據找出台 61 線的瀝青刨除料產生量為計算標準，求得台 61 線的養護長度約為總長度之 4.34%，相當於 23 年全部重鋪一次，再以此數字推估其他道路的養護長度，以及計算刨除量，合計約為 61,299 立方公尺(詳表 2.5.1-6)，以平均比重 2.4 做計算，推估快速道路之瀝青刨除料產生量約為 14.7 萬公噸(詳表 2.5.1-7)。

表 2.5.1-5 我國快速道路數量及相關統計彙整

道路類型		道路長度 (km)	平均車道數 (含順/逆向)	單向道路寬 度(m)	道路總寬 度(m)	路面總面積 (m ²)	平均厚 度(m)
		A ₂	B ₂	C ₂	D ₂ =B ₂ ×C ₂	E ₂ =A ₂ ×D ₂ ×1 000	F ₂
快速道路	台 61 線	295.55	4	3.5	14	4,137,700	0.15
	台 62 線	24.38	4	3.5	14	341,348	0.15
	台 64 線	28.67	4	3.5	14	401,352	0.15
	台 65 線	12.32	6	3.5	21	258,720	0.15
	台 66 線	27.21	4	3.5	14	380,870	0.15
	台 68 線	22.54	4	3.5	14	315,574	0.15
	台 72 線	28.63	6	3.5	21	601,272	0.15
	台 74 線	39.24	6	3.5	21	823,935	0.15
	台 76 線	32.60	4	3.5	14	456,400	0.15
	台 78 線	43.52	4	3.5	14	609,280	0.15
	台 82 線	34.22	6	3.5	21	718,515	0.15
	台 84 線	41.78	4	3.5	14	584,920	0.15
	台 86 線	18.90	4	3.5	14	264,600	0.15
	台 88 線	22.39	4	3.5	14	313,474	0.15
	小計	671.95	-	-	-	9,407,146	-
	平均	-	4	3.5	14	-	0.15

資料來源：交通部公路總局(通車情形)

)https://www.thb.gov.tw/sites/ch/modules/expressway/expressway_speedlimit?node=5df5744a-9adf-4e8e-a633-43f6a9ff712d

表 2.5.1-6 快速道路瀝青刨除料產生量統計

道路類型	每年養護長度(m)	推估瀝青刨除料產生量(m ³)	管理機關
	G ₂ =A ₂ ×0.0434	H ₂ =G ₂ ×D ₂ ×F ₂	
台 61 線	12,855	26,995.5	交通部公路總局
台 62 線	1,058.18	2,222.18	
台 64 線	1,244.19	2,612.80	
台 65 線	534.69	1,684.27	
台 66 線	1,180.70	2,479.46	
台 68 線	978.28	2,054.39	
台 72 線	1,242.63	3,914.28	
台 74 線	1,702.8	5,363.82	
台 76 線	1,414.84	2,971.16	
台 78 線	1,888.77	3,966.41	
台 82 線	1,484.93	4,677.53	
台 84 線	1,813.25	3,807.83	
台 86 線	820.26	1,722.55	
台 88 線	971.77	2,040.72	
合計	29,190.28	61,299.59	

資料來源：交通部公路總局養護工程處，最新資料為 107 年統計資料。https://thbu1.thb.gov.tw/page?node=ed11b657-e0f1-47a1-aa78-c075db25c9d1#goPath

表 2.5.1-7 推估快速道路之瀝青刨除料產生量

道路類型	平均道路寬 度(m)	平均厚度(m)	每年養護長 度(m)	瀝青刨除料 產生量(m ³)	平均比重	推估刨除料 產生量(公噸)
	D ₂	F ₂	G ₂	H ₂	I ₂	J ₂ =H ₂ ×I ₂
快速道路	14	0.15	29,190.28	61,299.59	2.4	147,199

本計畫彙整。

3. 蒐集推估省道之瀝青刨除料產生量

- (1) 省道數量及相關統計：依照交通部公路總局 107 年年報統計資料，省道共 77 條，統計省道的公里數、路面面積，以及交通部公路總局統計查詢網統計 107 年瀝青刨除料產生量，107 年總長度為 5,283.2 公里，相關數量及相關統計彙整詳表 2.5.1-8。
- (2) 省道瀝青刨除料產生量推估：省道屬交通部公路總局管轄範圍，官方統計的數據直接以產生之刨除量做紀錄，因此以刨除料量回推養護長度，發現省道每年養護量約為總長之 2.5%，相當於 40 年全部重鋪一次，可能是主管機關管理範圍龐大，因此以主要路段進行養護為主，交通量較少的路段可能養護週期較長，兩者平均之下每年養護量應屬合理範圍內。再由此數據回推每年的養護長度約為 283,144 平方公尺。經計算統計，省道的瀝青刨除料產生量約為 283,144 立方公尺，以平均比重 2.4 做計算，推估省道之瀝青刨除料產生量約 67.9 萬公噸(詳表 2.5.1-9)。

表 2.5.1-8 我國省道數量及相關統計彙整

道路類型	道路長度 (km)	平均車道數 (含順向、逆向)	單向道路 寬度(m)	道路總寬 度(m)	路面總面積(m ²)	平均 厚度 (m)
	A ₃	B ₃	C ₃	D ₃ =B ₃ ×C ₃	E ₃ =A ₃ ×D ₃ ×1000	F ₃
省道	5,283.2	6	3.5	21	95,266,176	0.1

資料來源：交通部公路總局 統計查詢網(公路里程面積)，最新資料為 107 年統計資料。
<https://stat.thb.gov.tw/hb01/webMain.aspx?sys=100&funid=51100>

表 2.5.1-9 推估省道之瀝青刨除料產生量

道路類型	平均道路寬 度(m)	平均厚 度(m)	每年養護長度 (m)	瀝青刨除料 產生量(m ³)	平均比 重	推估刨除料 產生量(公噸)
	D ₃	F ₃	G ₃ =D ₃ /(A ₃ ×B ₃)	H ₃	I ₃	J ₃ =H ₃ ×I ₃
省道	21	0.1	134,830.48	283,144	2.4	679,546

本計畫彙整。

4. 蒐集推估市道及縣道公路之瀝青刨除料產生量

- (1) 市道及縣道數量及相關統計：參照交通部統計數據呈現市道及縣道約 143,284 條，道路長度及路面總面積，107 年總長度為 3,655.8 公里，相關數量及相關統計彙整詳表 2.5.1-10。

- (2) 市道及縣道瀝青刨除料產生量推估：縣市道路以及鄉區道路因道路瑣碎且眾多，數據並無詳細記載，因此以台北市作為六都代表，新竹市作為其餘 14 縣市代表做養護量統計，相當於 25 年全部重鋪一次。代表縣市屬於較為繁榮、行車較多之都市，因此養護頻率較為頻繁，在推估量上與全台各縣市真實養護量相比的話會略高一些。以平均厚度為 0.1 公尺做計算，107 年瀝青刨除料產生量約為 199,026.8 立方公尺，推估市道及縣道公路之瀝青刨除料產生量約 47.7 萬公噸(詳表 2.5.1-11)。

表 2.5.1-10 我國市道及縣道公路數量及相關統計彙整

道路類型	道路長度(km)	平均車道數(含順/逆向)	單向道路寬度(m)	道路總寬度(m)	路面總面積(m ²)	平均厚度(m)
	A ₄	B ₄	C ₄	D ₄ =B ₄ ×C ₄	E ₄ =A ₄ ×D ₄ ×1000	F ₄
市道及縣道公路	3,655.8	4	3.5	14	50,149,514	0.1

資料來源：交通部公路總局 統計查詢網(公路里程面積)，最新資料為 107 年統計資料。

<https://stat.thb.gov.tw/hb01/webMain.aspx?sys=100&funid=51100>

表 2.5.1-11 推估市道及縣道公路之瀝青刨除料產生量

道路類型	平均道路寬度(m)	平均厚度(m)	每年養護長度(m)	瀝青刨除料產生量(m ³)	平均比重	推估刨除料產生量(公噸)
	D ₄	F ₄	G ₄ =D ₄ /(A ₄ ×B ₄)	H ₄	I ₄	J ₄ =H ₄ ×I ₄
市道及縣道公路	14	0.1	142,162	199,026.80	2.4	477,664

本計畫彙整。

5. 蒐集推估區道及鄉鎮市道之瀝青刨除料產生量

- (1) 區道及鄉鎮市道數量及相關統計：參照交通部統計數據呈現區道及鄉鎮市道約 262,637 條，道路長度以及路面總面積，107 年總長度為 11,277.5 公里，相關數量及相關統計彙整詳表 2.5.1-12。
- (2) 區道及鄉鎮市道瀝青刨除料產生量推估：區鄉道路眾多且繁雜，管理機關也眾多並無詳細記載，因此推估方面參考快速道路 4.34%，以總長度的 4%作為養護長度的計算，相當於 25 年全部重鋪一次，鄉區道路的使用量相較於其他類型的道路來說較為不頻繁，但各地鄉區公所每年仍會編列部分預算進行例行歲修，因此以 4%作為養護長度推估屬合理範圍內。

107 年區鄉道瀝青刨除料產生量約為 157,885 立方公尺，以比重 2.4 做計算，推估區道及鄉鎮市道之瀝青刨除料產生量約為 37.8 萬公噸(詳表 2.5.1-13)。

表 2.5.1-12 我國區道及鄉鎮市道公路數量及相關統計彙整

道路類型	道路長度 (km)	平均車道數 (順逆向)	單向道路寬 度(3.5m/道)	道路寬度 (m)	路面總面積 (m ²)	平均厚 度(m)
	A ₅	B ₅	C ₅	D ₅ =B ₅ ×C ₅	E ₅ =A ₅ ×D ₅ ×1000	F ₅
區道及鄉鎮市道	11,277.5	2	3.5	7	91,923,053	0.05

資料來源：交通部公路總局 統計查詢網(公路里程面積)，最新資料為 107 年統計資料。

<https://stat.thb.gov.tw/hb01/webMain.aspx?sys=100&funid=51100>

表 2.5.1-13 推估區道及鄉鎮市道之瀝青刨除料產生量

道路類型	平均道路寬 度(m)	平均厚 度(m)	每年養護長 度(m)	瀝青刨除料 產生量(m ³)	平均比 重	推估刨除料 產生量(公噸)
	D ₅	F ₅	G ₅ = A ₅ ×0.04×1000	H ₅	I ₅	J ₅ =H ₅ ×I ₅
區道及鄉鎮市道	7	0.05	451,100	157,885	2.4	378,924

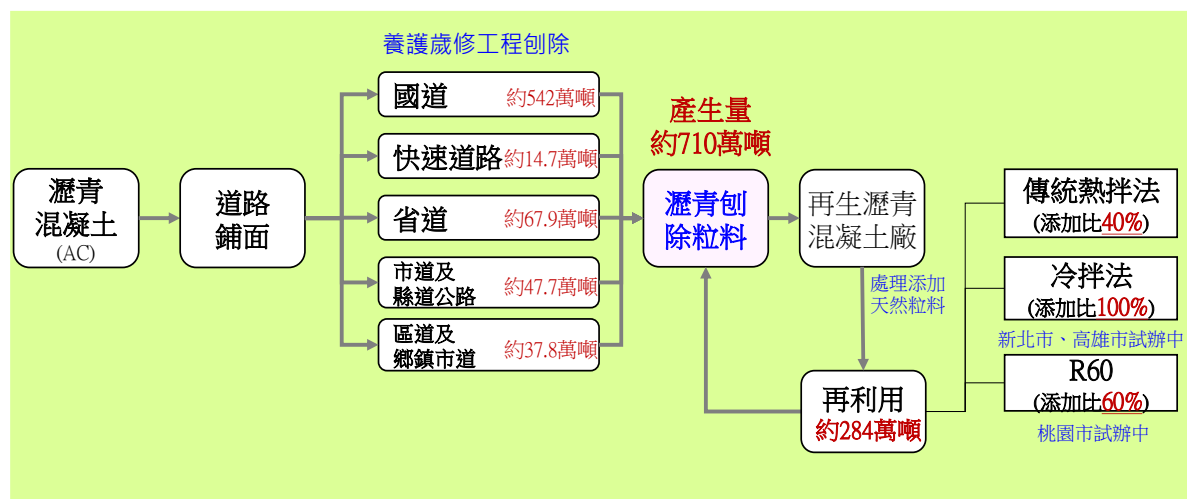
本計畫彙整。

6. 小結：綜整前述 5 種道路類型(國道、快速道路、省道、市道及縣道公路、區道及鄉鎮市道)等 5 種道路類型，推估我國瀝青刨除料總產生量約 710 萬公噸。
 - (1) 前述我國 5 種道路類型所推估之瀝青刨除料產生量，包含國道約 542 萬公噸、快速道路約 14.7 萬公噸、省道約 67.9 萬公噸、市道及縣道公路約 47.7 萬公噸、區道及鄉鎮市道約 37.8 萬公噸，推估我國之瀝青刨除料產生量約為 710 萬公噸
 - (2) 另依「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」規定，再利用率約 40%計算，推估再利用率約為 284 萬公噸。(詳表 2.5.1-14、圖 2.5.1-1)

表 2.5.1-14 推估我國各級道路之瀝青刨除料產生量彙整

道路類型	道路條數	道路長度(km)	平均車道數 (含順/逆向)	單向道路寬度(m)	平均道路總寬度(m)	路面總面積(m ²)	平均厚度(m)	每年養護長度(m)	推估瀝青刨除料產生量(m ³)	推估瀝青刨除料產生量(公噸)
		A	B	C	D=BxC	E	F	G	H	J=Hx2.4
1.國道 (高速公路)	共 9 條	1,049.7	6	3.5	21	26,951,400	0.2	537,889	2,259,133	5,421,921
2.快速道路	共 14 條	671.95	4	3.5	14	9,407,146	0.15	29,190	61,299	147,119
3.省道	共 77 條 (含支線)	5,283.2	6	3.5	21	95,266,176	0.1	134,830	283,144	679,546
4.市道及縣道	約 143,284 條	3,655.8	4	3.5	14	50,149,514	0.1	142,162	199,026	477,664
5.區道及鄉鎮市道	約 262,637 條	11,277.5	2	3.5	7	91,923,053	0.05	451,100	157,885	378,924
合計									2,960,489	7,105,174

本計畫彙整。



本計畫彙整。

圖 2.5.1-1 推估我國瀝青刨除料的產生量、再利用量等環境用途及流向

三、分析勾稽及追蹤管理國內瀝青刨除料的產生量、再利用量等環境用途及流向

為利進行勾稽分析比對本計畫前述推估之產生量等之資料是否與現況吻合，本計畫將分以下三個層面進行比對：(一)以工程會標案管理系統之各縣市提報瀝青刨除料產生量及再利用資料進行勾稽分析比對。(二)以瀝青公會全國會員處理量能資料進行勾稽分析比對。(三)以一縣市現況資料反推進行勾稽分析比對。茲分別依序說明如后。

(一) 以工程會標案管理系統之各縣市提報瀝青刨除料產生量及再利用資料進行勾稽分析比對

1. 前言：瀝青混凝土挖(刨)除料之主管機關為內政部營建署，惟現行其產生及再利用情形均以公共工程為主，為掌握公共工程所產生之瀝青刨除料概況，營建署於 108 年 06 月 11 日相關會議中協請公共工程委員會協助於「公共工程標案管理系統」中增列填報欄位(產生量、再利用量)。工程會亦於 108 年 7 月完成增設填報欄位，並於 109 年 4 月函請各機關落實填報。(如圖 2.5.1-2)

行政院公共工程委員會 函

地址：11010 臺北市信義區松仁路3號9樓
承辦人：林錦全
聯絡電話：02-87897770
傳真：02-87897674
E-mail: aq3100@mail.pcc.gov.tw

受文者：行政院環境保護署

發文日期：中華民國109年4月6日
發文字號：工程技字第1090200284號
類別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：為協助內政部就瀝青混凝土挖(刨)除料(以下簡稱AC刨除料)產出及再利用情形之申報制度落實事宜，請督導並轉知所屬於本會公共工程標案管理系統(以下簡稱標案管理系統)填報個案AC刨除料產出量與再利用量，請查照。

說明：

一、依內政部訂頒之「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」，事業產生之AC刨除料為再生資源，再生利用用途包括作為瀝青混凝土原料或工程填方材料(例如基地或路堤填築、道路級配粒料基底層)，該部考量AC刨除料之產出及再利用均以公共工程為大宗，宜由各工程主辦機關要求落實申報，爰於本會108年6月11日相關會議中建議於本會標案管理系統增列應填報AC刨除料之產出及再利用量，以利落實申報制度。

二、嗣後本會已依上開建議，於同年7月完成本會標案管理系統增列AC刨除料產出量及再利用量之填報欄位，並續於108年12月增加各直轄市政府、縣市政府、主管機關及督導機關查詢所屬機關個案工程AC刨除料產出及再利用量之功能。請貴機關督導所屬工程主辦機關，確實於標案管理系統填報AC刨除料總量、每月產出量及再利用量。

正本：行政院各部會行處署、各直轄市政府、各縣市政府、各鄉鎮市公所
副本：工程會秘書室

資料來源：公共工程委員會，109 年 4 月 6 日工程技字第 1090200284 號。

圖 2.5.1-2 工程會函請各道路主管機關落實填報瀝青刨除料之相關公文

2. 申報情形

依據工程會所提供之道路工程機關填報之瀝青刨除料產生及再利用情形(填報區間自 108 年 7 月~109 年 5 月，共 11 個月)估算，推估年均產生量約 307 萬公噸，據執行第一年填報率達約占 4 成來看，與前述以道路類型進行推估之瀝青刨除料產生量約 710 萬公噸比對(如以占 40%計算約 284 萬公噸)尚屬合理，惟仍須持續追蹤瞭解工程會標案管理系統 109 下半年填報情形，以利掌握年度狀況。(詳表 2.5.1-15)

表 2.5.1-15 工程會標案管理系統產出之瀝青刨除料填報情形

縣市	108.07~109.05 工程會標案管理系統填報資料		本計畫推估	
	產生量	再利用量	年均產生量	年均再利用量
	A	B	C=A/11x12	D=B/11x12
	單位:m ³	單位:m ³	單位:m ³	單位:m ³
交通部	333,722	1,366	364,061	1,490
內政部(營建署)	10,139	0	11,061	0
經濟部(工業局)	125,806	3,863	137,243	4,214
臺北市	20,819	15	22,712	16
臺中市	34,854	1,250	38,023	1,364
基隆市	4,108	0	4,481	0
臺南市	89,402	927	97,529	1,011
高雄市	97,599	425	106,472	464
新北市	63,985	4,655	69,801	5,078
宜蘭縣	38,568	659	42,074	719
桃園市	47,240	1,752	51,535	1,911
嘉義市	32	0	35	0
苗栗縣	37,874	1,852	41,317	2,020
彰化縣	81,769	2,265	89,203	2,471
新竹市	9,206	0	10,043	0
嘉義縣	18,897	0	20,615	0
屏東縣	36,311	260	39,612	284
新竹縣	29,829	2339	32,541	2,552
南投縣	30,222	5381	32,969	5,870
雲林縣	18,415	186	20,089	203
花蓮縣	28,410	180	30,993	196
臺東縣	13,769	2289	15,021	2,497
金門縣	1,236	0	1,348	0
澎湖縣	3,369	270	3,675	295
連江縣	0	0	0	0
合計(m ³)	1,175,581 m ³	29,934 m ³	1,282,453 m ³	32,655 m ³
以比重 2.4 換算 (公噸)	2,821,394 公噸	71,842 公噸	3,077,887 公噸	78,372 公噸

資料來源：公共工程委員會(公共工程標案管理系統)提供之相關數據。

(二) 以瀝青公會全國會員處理量能資料進行勾稽分析比對

依我國台灣區瀝青工業同業公會之處理量能資料進行比對，先統計每個瀝青廠的總設備能量，可得知每個瀝青廠可產生的設備能量，且設備能量代表該設備每分鐘可拌合的刨除量(例：設備能量為 3.6T 則表示其設備每分鐘可拌合 3.6T 之刨除量)，將此數據等比例放大。假設該設備一年運作 249 天(今年估算有 116 天勞工假)，每天拌合 4-8 小時(取平均 6 小時做計算)，則每年可產生的刨除量約 26,493,102 公噸刨除量(此數字為最大化產生量)。經訪視發現，大部分瀝青廠的運作效率約為工作日之一半(除二)，且平均拌合約每天 4 小時(乘以六分之四)，因此推估有效產生刨除量約為 8,831,034 噸(如表 2.5.1-16 所示)，與前述以道路類型推估瀝青刨除料產生量約 710 萬公噸比對尚屬合理。

表 2.5.1-16 瀝青公會全國會員處理量能資料彙整表

縣市	編號	會員名稱(廠名)	工廠設備	推估每分鐘產生的刨除量(公噸)	推估每年產生的刨除量(公噸)
新北市	1	忠○公司	AC 設備能量 3.6T	3.6	322,704
	2	大○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	3	成○公司	AC 設備能量 1.6T	1.6	143,424
	4	大○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	5	鴻○公司	乳化設備能量 5.0T	5	448,200
	6	詮○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	7	建○公司	AC 設備能量 1.6T	1.6	143,424
	8	合○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	9	大○公司	AC 設備能量 3.0T	3	268,920
	10	金○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	新北市(10 廠)每年合計約產生 1,864,512 噸刨除量，約佔全台 7.04%				
桃園市	11	建○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	12	弼○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	13	盛○公司	AC 設備能量 1.6T	1.6	143,424
	14	偉○公司	AC 設備能量 2.0T+2.0T	4	358,560
	15	路○公司	AC 設備能量 2.0T+3.0T+4.5T	9.5	851,580
	16	協○公司	乳化設備能量 6.0T	6	537,840
	17	鑫○公司	乳化設備能量 5.0T	5	448,200
	18	欣○公司	AC 設備能量 2.5T	2.5	224,100
	19	東○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	20	中○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	21	三○公司	AC 設備能量 2T	2	179,280
	22	建○公司	AC 設備能量 2T	2	179,280
	23	泰○公司	AC 設備能量 6T	6	537,840
	24	大○公司	AC 設備能量 3T	3	268,920
	25	協○公司	AC 設備能量 2T	2	179,280
	26	永○公司	AC 設備能量 3T	3	268,920
	桃園市(16 廠)每年合計約產生 4,804,704 噸刨除量，約佔全台 18.14%				
新竹市	27	建○公司	AC 設備能量 1.7T	1.7	152,388
	新竹市(1 廠)每年合計約產生 152,388 噸刨除量，約佔全台 0.58%				
新	28	惠○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280

縣市	編號	會員名稱(廠名)	工廠設備	推估每分鐘產生的 刨除量(公噸)	推估每年產生的 刨除量(公噸)
竹縣	29	營○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	30	營○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	新竹縣(3 廠)每年合計約產生 537,840 噸刨除量，約佔全台 2.03%				
苗栗縣	31	國○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	32	富○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	33	匯○公司	乳化設備能量 2.5T	2.5	224,100
	34	民○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	35	揚○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	36	禾○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	37	泉○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	38	聯○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
	苗栗縣(8 廠)每年合計約產生 1,254,960 噸刨除量，約佔全台 4.74%				
台中市	39	寶○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	40	通○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	41	通○公司	AC 設備能量 3.0T	3	268,920
	42	東○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	43	天○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	44	振○公司	AC 設備能量 3.0T	3	268,920
	45	萬○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	46	旭○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
	47	建○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
	48	麗○公司	AC 設備能量 5T+ 再生設備 3T	8	717,120
	49	陸○公司	AC 設備能量 2T	2	179,280
	50	大○公司	AC 設備能量 2T	2	179,280
	51	豪○公司	AC 設備能量 2T	2	179,280
	52	寶○公司	AC 設備能量 1.6T	1.6	143,424
	53	振○公司	AC 設備能量 3.0T	3	268,920
	54	揚○公司	AC 設備能量 3T	3	268,920
	55	桐○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	56	昇○公司	AC 設備能量 3.0T	3	268,920
	57	寶○公司	AC 設備能量 3.0T	3	268,920
	台中市(19 廠)每年合計約產生 4,087,584 噸刨除量，約佔全台 15.43%				
彰化縣	58	谷○公司	AC 設備能量 1.6T	1.6	143,424
	59	拓○公司	AC 設備能量 1.6T	1.6	143,424
	60	三○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	61	帝○公司	AC 設備能量 2T	2	179,280
	62	祺○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	63	富○公司	AC 設備能量 1.8T	1.8	161,352
	64	坤○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	65	佑○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	66	富○公司	無	0	-
	67	帝○公司	AC 設備能量 3.0T	3	268,920
	彰化縣(10 廠)每年合計約產生 1,344,600 噸刨除量，約佔全台 5.08%				
南投縣	68	明○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	69	新○公司	AC 設備能量 2T	2	179,280
	70	柏○公司	AC 設備能量 1.2T	1.2	107,568
	71	金○公司	AC 設備能量 1.3T	1.3	116,532
	72	瑞○公司	AC 設備能量 1T	1	89,640
	73	明○公司	AC 設備能量 2T	2	179,280
	南投縣(6 廠)每年合計約產生 761,940 噸刨除量，約佔全台 2.88%				
雲林縣	74	國○公司	AC 設備能量 1.8T	1.8	161,352
	75	維○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	76	群○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	77	楠○公司	AC 設備能量 3.0T	3	268,920
	78	歐○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	79	大○公司	AC 設備能量 1.5T+2.0T	3.5	313,740
	80	新○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
	81	大○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280

第二章 盤點國內無機廢棄物及其產製無機循環材料之量能及資源循環流向

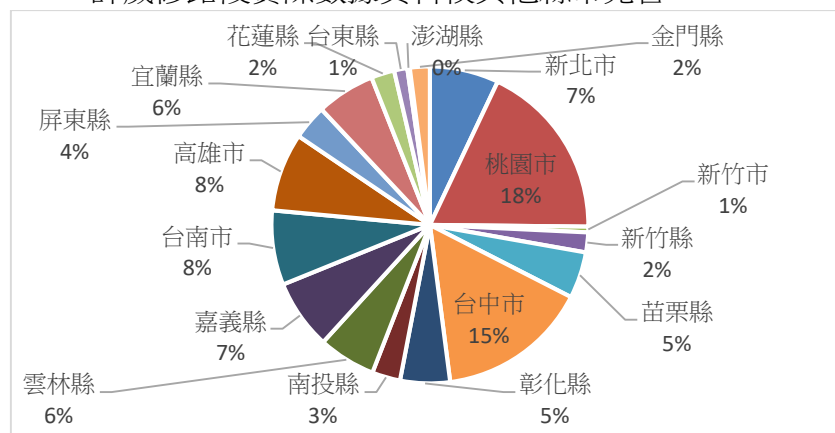
縣市	編號	會員名稱(廠名)	工廠設備	推估每分鐘產生的 刨除量(公噸)	推估每年產生的 刨除量(公噸)
	82	俊○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	83	環○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
	雲林縣(10 廠)每年合計約產生 1,550,772 噸刨除量，約佔全台 5.85%				
嘉義縣	84	勤○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	85	光○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	86	勇○公司	AC 設備能量 1.5T 、乳化工設備能量 5.0T	6.5	582,660
	87	石○公司	AC 設備能量 2T	2	179,280
	88	承○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	89	益○公司	AC 設備能量 1.5T+1T	2.5	224,100
	90	路○公司	乳化工設備能量 3.0T	3	268,920
	91	宏○公司	AC 設備能量 2T	2	179,280
	嘉義縣(8 廠)每年合計約產生 1,882,440 噸刨除量，約佔全台 7.11%				
台南市	92	台○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
	93	建○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
	94	東○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	95	士○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	96	智○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	97	景○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	98	廣○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
	99	坤○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	100	建○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	101	永○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	102	永○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	103	宏○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	104	永○公司	AC 設備能量 3.0T	3	268,920
	台南市(13 廠)每年合計約產生 2,016,900 噸刨除量，約佔全台 7.61%				
高雄市	105	郁○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	106	南○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	107	易○公司	乳化工設備能量 3.0T	3	268,920
	108	路○公司	乳化工設備能量 6.0T	6	537,840
	109	建○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	110	久○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	111	協○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	112	光○公司	AC 設備能量 1.6T	1.6	143,424
	113	勵○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	114	瑞○公司	AC 設備能量 3.0T	3	268,920
	115	建○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	高雄市(11 廠)每年合計約產生 2,115,504 噸刨除量，約佔全台 7.99%				
屏東縣	116	鴻○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	117	建○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	118	豐○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	119	和○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	120	富○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	121	邑○公司	AC 設備能量 2.5T	2.5	224,100
	屏東縣(6 廠)每年合計約產生 941,220 噸刨除量，約佔全台 3.55%				
宜蘭縣	122	福○公司	AC 設備能量 1.2T	1.2	107,568
	123	宜○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
	124	宜○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	125	松○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
	126	鑫○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	127	崎○公司	乳化工設備能量 3.0T	3	268,920
	128	開○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
	129	曙○公司	AC 設備能量 3.0T	3	268,920
	130	晟○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
	宜蘭縣(9 廠)每年合計約產生 1,586,628 噸刨除量，約佔全台 5.99%				
花蓮	131	陸○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	132	萬○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640

縣市	編號	會員名稱(廠名)	工廠設備	推估每分鐘產生的 刨除量(公噸)	推估每年產生的 刨除量(公噸)
縣 市	133	立○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	134	陸○公司	乳化設備能量 2.0T	2	179,280
	135	東○公司	AC 設備能量 2.0T	2	179,280
花蓮縣(5 廠)每年合計約產生 627,480 噸刨除量，約佔全台 2.37%					
台東縣	136	鴻○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
	137	陽○公司	AC 設備能量 1.0T	1	89,640
	138	瑞○公司	AC 設備能量 1.5T	1.5	134,460
台東縣(3 廠)每年合計約產生 358,560 噸刨除量，約佔全台 1.35%					
澎湖縣	139	泰○公司	AC 設備能量 0.75T	0.75	67,230
	140	權○公司	無	0	-
澎湖縣(2 廠)每年合計約產生 67,230 噸刨除量，約佔全台 0.25%					
金門縣	141	堡○公司	AC 設備能量 6.0T	6	537,840
	金門縣(1 廠)每年合計約產生 537,840 噸刨除量，約佔全台 2.03%				
全台合計					26,493,102
訪查後實際運作情形：(假設量/2)x(4/6)					8,831,034

資料來源：台灣區瀝青工業同業公會，會員名冊(<http://taia2.org.tw/>)。

(三) 以一縣市現況資料反推進行勾稽分析比對

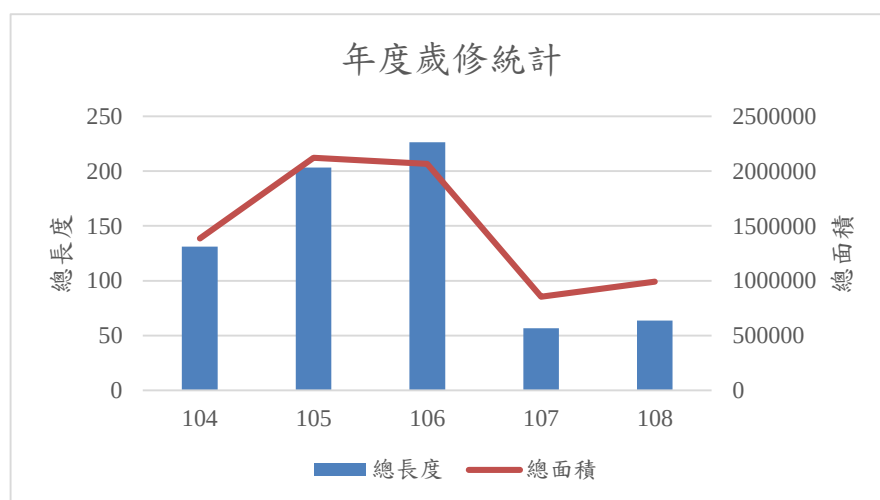
1. 依前表 2.5.1-16 瀝青公會全國會員處理量能資料統計數據並以縣市做區分統計，可以得知桃園市的瀝青廠(共 16 廠)每年刨除料量占全台最高，達 18%(如圖 2.5.1-3)，故本計畫以一縣市(桃園市)之現況資料進行反推，且桃園市工務局現行已建置相關管理平台，統計歲修路段實際數據資料較其他縣市完善。



資料來源：本計畫彙整。

圖 2.5.1-3 推估我國瀝青刨除料產生量各縣市占比

2. 依據桃園市政府工務局養護工程處之相關資料顯示，桃園市近年年度歲修總長度及總面積如圖 2.5.1-4。其實際資料庫內容如圖 2.5.1-5 所示，依據桃園市政府工務局養護工程處所提供之 104~109 年度路平專案所進行之全面性歲修創鋪工程中所得之實際路段與創鋪面積。



資料來源：桃園市政府工務局養護工程處。

圖 2.5.1-4 桃園市年度歲修總長度及總面積

項次	年度	行政區	路段	長度(KM)	面積(M2)	概估經費(元)	進度簡要說明
1	1	蘆竹區	蘆竹區中正北路路面改善工程(南工路至同安街路段)	3.4	80,000	44,020,000	已完工
2	2	蘆竹區	蘆竹區八股路、富華路(桃19)路面改善工程	1	8,000	11,615,000	已完工
3	3	蘆竹區	蘆竹區赤塗路(桃2)路面改善工程	1.7	22,000	19,745,000	已完工
4	4	蘆竹區	蘆竹區海湖北路(桃1:0K+000-1K+500)路面改善工程	1.5	17,000	29,740,000	已完工
5	5	大園區	大園區中正東路2、3段(縣道110甲:0K+000-4K+084)路面改善工程	4.4	75,000	51,340,000	已完工
6	6	大園區	大園區聖德北路(桃43-1)路面改善工程	3.8	34,000	24,337,000	已完工
7	7	大園區	大園區桃27路面改善工程	1.1	9,000	6,443,000	已完工
8	8	大園區	大園區大竹北路(中正東路~台31線)路面改善工程	2.2	35,000	31,690,000	已完工
9	9	大園區	大園區中山南路(縣道113:0k+000-5k+000及7k+000-8k+500)	6.5	99,000	80,000,000	已完工
10	10	大溪區	大溪區大鶯路(桃60)路面改善工程	7.1	61,000	54,926,000	已完工
11	11	龍潭區	龍潭區龍新路(桃20)	4.7	66,000	18,194,330	已完工
12	12	龍潭區	龍潭區龍新路富華街(桃65)	5	70,000	19,355,670	已完工
13	13	龍潭區	龍潭區楊銅路(桃67)5K+500-9K+300路面改善工程	3.8	40,000	15,965,200	已完工
14	14	龍潭區	龍潭區平鎮區復旦路(桃78)0K+000-3K+421路面改善工程	3.5	37,000	14,704,800	已完工
15	15	楊梅區	楊梅市楊湖路(桃13:0K+000-3K+950)路面改善工程	4	54,000	46,107,000	已完工
16	16	楊梅區	楊梅區梅高路(桃79:4K+040-5K+890)路面改善工程	2	21,000	23,053,000	已完工
17	17	楊梅區	楊梅區梅獅路二段(台1線-龍潭科學園區門前)路面改善工程	3.9	35,000	30,180,000	已完工
18	18	桃園區、八德區	桃園區、八德區(桃57)路面改善工程(桃鶯路至福德一路)	1.7	18,000	13,638,000	已完工
19	19	桃園區	桃園區大有路(成功路三段~健行路)路面改善工程	2.5	33,000	34,080,000	已完工
20	20	桃園區	桃園區中正路(復興路~慈文路)路面改善工程	2.2	28,000	27,960,000	已完工
21	21	桃園區	桃園區慈文路(桃16-春日路~永安路)路面改善工程	1.7	19,000	19,240,000	已完工

資料來源：桃園市政府工務局養護工程處。

圖 2.5.1-5 104~109 年度桃園歲修路段實際數據

3. 統計桃園市工務局以及路平專案所記錄的道路或經費資料，去統計桃園市的年養護面積，再由面積乘以平均厚度 0.1 公尺，可得到桃園市 107 年瀝青刨除料產生量約為 168,360 立方公尺，推估可得到約為 8,081,296 噸的刨除量(如表 2.5.1-17 所示)，與前述以道路類型所推估之瀝青刨除料產生量約 710 萬公噸比對尚屬合理。

表 2.5.1-17 一縣市現況資料反推統計表

桃園市	平均厚度=0.1m	
資料來源	工務局	路平專案
桃園市年平均養護面積估算(m ²)	803,578.33	
107 年養護長度(m)		80,477
107 年養護面積(m ²)		880,025
108 年養護長度(m)(僅包含已完工路段)		58,044
108 年養護面積(m ²)		545,966
107 年養護面積(m ²)	1,683,603	
108 年養護面積(m ²)	1,349,544	
107 年瀝青刨除料產生量(m ³)	168,360.33	
108 年瀝青刨除料產生量(m ³)	134,954.43	
推估台灣本島 20 縣市(含澎湖)可刨除量(m ³)	3,367,206	
推估台灣本島 20 縣市(含澎湖)可刨除量(噸)	8,081,2956	

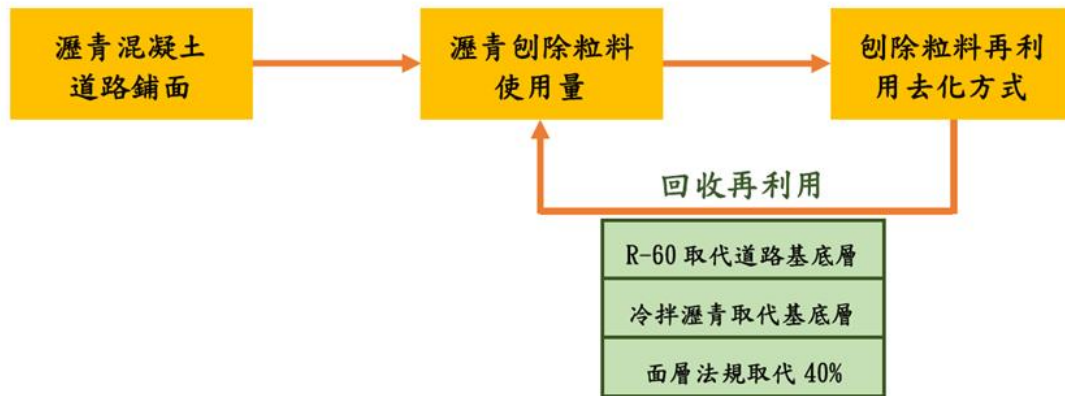
資料來源：桃園市政府工務局相關資料。

2.5.2 瀝青刨除料資源循環流向與其回收再利用相關規定及工法

一、瀝青刨除料資源循環流向

瀝青刨除粒料為道路瀝青鋪面維護所刨除下來的粒料。道路瀝青鋪面產製過程的高溫、冷卻處理，以及再生瀝青混凝土產製過程的高溫、冷卻處理，造成刨除粒料易產生殘餘應力，影響強度。道路鋪面於室外承受車輛碾壓，並遭風吹日曬雨淋四季溫度變化，年復一年日復一日，粒料易產生殘餘應力，影響強度。一般道路鋪面粒料最大粒徑為 19mm，刨除後經過打碎處理，粒徑尺寸易再變小。刨除粒料經打碎處理後，大部分表面仍被瀝青油包覆，且含泥量低，材料本身凝聚力低易成鬆散狀。

我國瀝青刨除粒料循環經濟再利用流程示意圖如圖 2.5.2-1 所示，瀝青刨除粒料再生利用流程示意如圖 2.5.2-2 所示，相關處理流程如圖 2.5.2-3 所示，相關檢驗方式如圖 2.5.2-4。



資料來源：本計畫彙整。

圖 2.5.2-1 瀝青刨除粒料循環再利用流程圖

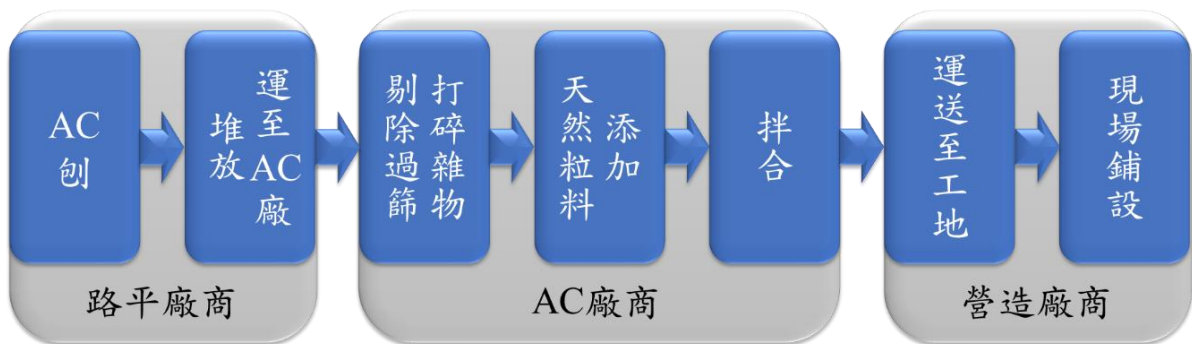
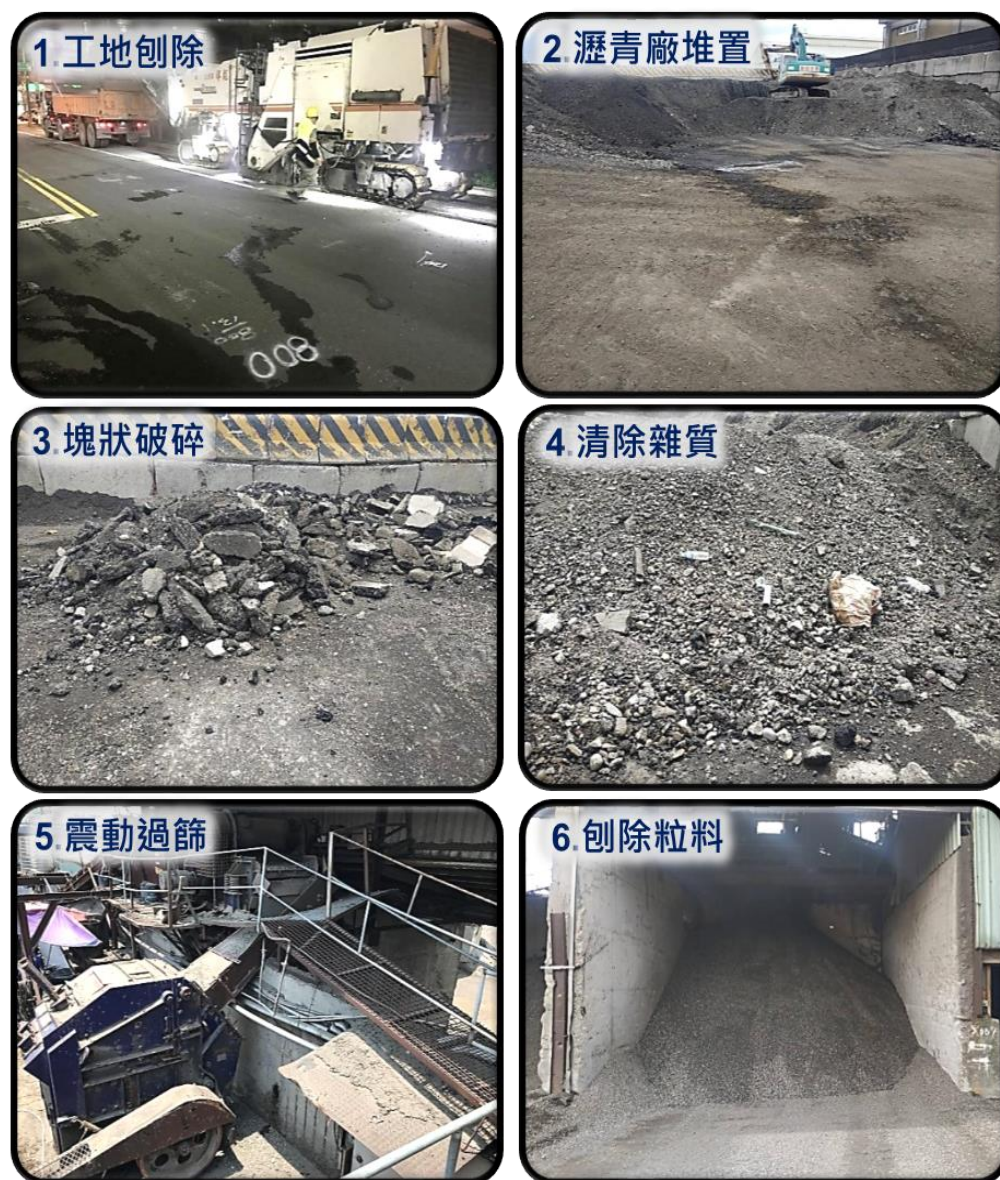


圖 2.5.2-2 瀝青刨除料循環經濟再利用流程示意圖



本計畫彙整。

圖 2.5.2-3 瀝青刨除粒料處理流程



本計畫彙整。

圖 2.5.2-4 瀝青刨除料再生處理流程及相關檢驗方式

二、瀝青刨除料回收再利用相關法規規定

(一) 中央瀝青刨除料回收再利用相關法規規定

目前內政部營建署「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」規定刨除料作為熱拌再生瀝青混凝土之拌和比例不得超過 40%。(瀝青混凝土鋪面面層)

(二) 地方瀝青刨除料回收再利用相關法規規定

由於各主管機關瀝青刨除料添加上限略有不同，為了解各主管機關實際用量，本計畫針對其各單位所使用之刨除粒料上限添加量進行彙整，如表 2.5.2-1 所示。

表 2.5.2-1 各單位瀝青混凝土挖(刨)除料添加量上限彙整表

各機關使用瀝青混凝土挖(刨)除料作為鋪面原料時添加上限彙整表					
機關	添加上限	機關	添加上限	機關	添加上限
臺北市	30%	嘉義縣	依工程會規定	交通部高速公路局	不得使用
新北市	依工程會規定	屏東縣	依工程會規定	交通部公路總局	依工程會規定(合約規定新料)
桃園市	依工程會規定	宜蘭縣	依工程會規定	經濟部	依工程會規定
臺中市	依工程會規定	花蓮縣	依工程會規定	行政院農業委員會	依工程會規定
臺南市	25%	臺東縣	依工程會規定	內政部土地重劃工程處(主辦工程)	40%
高雄市	40%	澎湖縣	依工程會規定	營建署北區工程處	依工程會規定
新竹縣	依工程會規定	基隆市	20%	營建署中區工程處	30%
苗栗縣	依工程會規定	新竹市	不得使用	營建署南區工程處	依工程會規定
彰化縣	依工程會規定	嘉義市	30%	營建署下水道工程處	依工程會規定
南投縣	依工程會規定	金門縣	不得使用	營建署道路工程組	30%
雲林縣	依工程會規定	連江縣	依工程會規定		

註：依工程會規定表添加量上限規定為 40%。

資料來源：本計畫彙整。

三、瀝青刨除料回收再利用現行常見工法介紹

目前縣市推廣瀝青刨除料回收再利用現行常見工法主要有兩種類型，包含(一)冷拌再生瀝青、(二)瀝青混凝土刨除再生粒料級配粒料底層(R60)。

(一) 冷拌再生瀝青 — 以新北市為例

內政部營建署透過研究計畫運用新工法與新技術推動冷拌再生瀝青混凝土試辦，解決刨除料堆置問題及使用方式，兼顧營建廢棄物再利用與永續發展。冷拌再生瀝青混凝土具有足夠材料強度及抗車轍能力，可作為道路基底層改良或道路管線挖掘之回填材料，經壓實後具有足夠承載能力，與控制性低強度混凝土相較下能大幅減少約兩個小時施工時間，提早開放通車時間。另就環保角度，冷拌再生瀝青混凝土使用 100% 道路刨除料，使道路刨除料達到永續再利用之精神。

目前新北市政府在 109 年 2 月 20 日於土城區金城路二段進行現場試辦(試辦位置如圖 2.5.2-5 所示)，其餘五都陸續於 109 年 6 月份前完成試辦，藉由試辦工程之成果資料回饋，以加強地方政府使用冷拌再生瀝青混凝土之信心及經驗，最終達成提升刨除料再生循環使用率及解決刨除料未能去化之堆置問題，以創造經濟與環保雙贏。



圖 2.5.2-5 新北市冷拌再生瀝青試辦位置

(二) 瀝青混凝土刨除再生粒料級配粒料底層(R60) — 以桃園市為例

本案例為辦理瀝青混凝土刨除再生粒料級配粒料底層(R60)施工作業。本工程範圍為桃園市觀音區草漯第一、三、六區整體開發單元市地重劃範圍，其中第一區約 47.60 公頃、第三區約 53.99 公頃、第六區約 46.29 公頃，工程內容包含各單元開發作業，及相關設施、設備、管線及植栽工程。

其工程位置於草漯都市計畫範圍北至觀音工業區聯外道路外緣 50 公尺及觀音工業區與萬安橋為界，西從下厝溪二號橋往南至大草厝既成道路為止，南由福安橋沿菜寮埤邊緣順桃 39 號道路，再沿桃園大圳八支線，東至保障橋為界，計畫面積共計 504.00 公頃。本案工程範圍為草漯都市計畫範圍第一、三、六區，施工面積約為 147.88 公頃，詳細位置及施作分區如圖 2.5.2-6 所示。



圖 2.5.2-6 桃園觀音(草漯地區)瀝青混凝土刨除再生粒料級配粒料底層(R60)位置

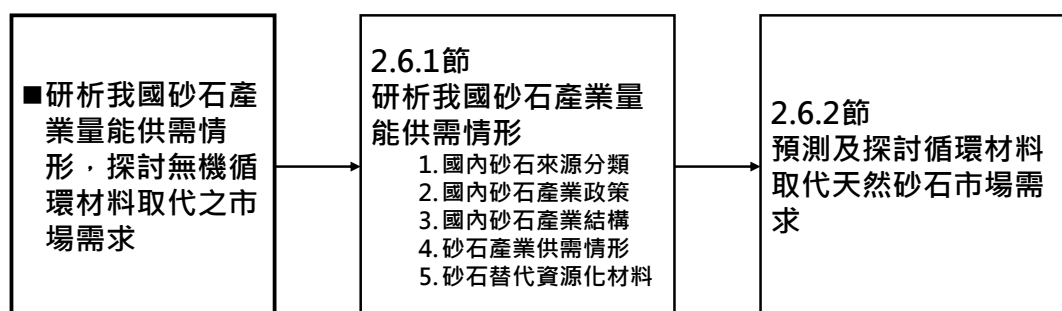
2.6 研析我國砂石產業量能供需情形，探討無機循環材料取代之市場需求

本工項內容，依據契約書為「彙整及研析我國砂石產業相關調查實施計畫或已建置網路資訊平台，建立砂石產業供應及需求情形調查資料庫，並藉由砂石產業量能供需分析，預測及探討無機循環材料取代天然砂石之市場需求」。

本計畫對計畫工項的瞭解，初擬有關本項工作構想，詳圖 2.6-1 所示，分別如下，研析成果說明如后。

- 一、研析我國砂石產業量能供需情形：詳 2.6.1 節。包含：(一)國內砂石來源分類。(二)國內砂石產業政策。(三)國內砂石產業結構。(四)砂石產業供需情形。(五)砂石替代資源化材料。
- 二、預測及探討循環材料取代天然砂石市場需求：詳 2.6.2 節。

2.6節



本計畫研擬。

圖 2.6-1 「研析我國砂石產業量能供需情形，探討無機循環材料取代之市場需求」之作業流程

2.6.1 研析我國砂石產業量能供需情形

一、國內砂石來源分類

我國砂石及其產業之主管機關為經濟部礦務局，主要參考經濟部礦務局出版之各年度「砂土石產銷調查報告」及相關報告。

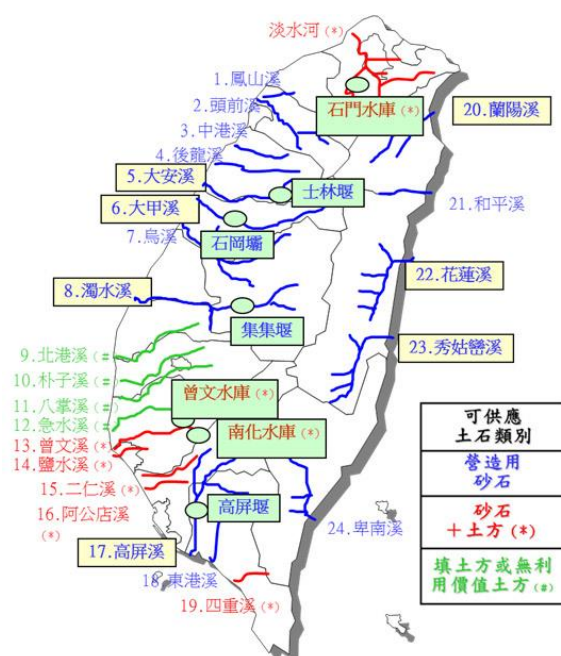
國內砂石原料來源分類，依據經濟部礦務局定義，主要為 5 大類：河川砂石(河川疏濬及水庫清淤)、營建剩餘土石方、土石採取(包含河川土石區、

陸上土石區及海域土石區)、礦區礦石及由國外進口之砂石等。

(一) 河川砂石(河川疏濬及水庫清淤)

由經濟部水利署及地方政府等水利主管單位所辦理之河川疏濬、水庫輸砂及放淤、野溪清疏等產出之砂石原料，目前尚無公告可供民眾申請河川土石採取。

現由經濟部水利署管理之河川共計 24 條，依河川砂石性質可分類使用用途為 1.適合營造及一般土方使用(如回填、鋪設等)、2.適合營造使用及 3.僅能作為填土方或無使用價值等 3 類用途(如圖 2.6.1-1)。目前除北港溪、朴子溪、八掌溪及急水溪等 4 條河川之砂石因其顆粒特性緣故，僅適合作為填土方外，其他河川之砂石皆屬第 1 或第 2 類用途。



資料來源：經濟部水利署河川便利通

圖 2.6.1-1 國內主要採石河川分布

(二) 營建剩餘土石方

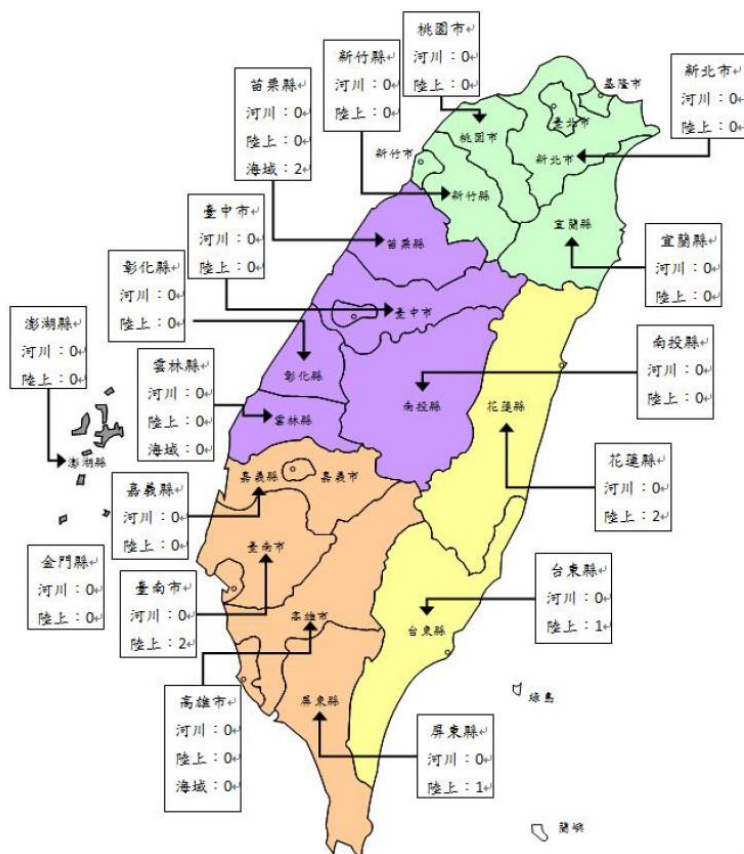
由建築工程、公共工程及其他民間工程所產生之剩餘泥、土、砂、石、磚、瓦、混凝土塊等，經暫屯、堆置可供回收、分類、加工、轉運、處理、再生利用之砂石原料。營建剩餘土石方雖可以穩定供為砂石料源，然而我國基礎建設逐漸健全，公共重大建設逐漸減少，營建剩餘土石方產出量亦逐年減少趨勢。

(三) 土石採取(包含河川土石區、陸上土石區及海域土石區)

由土石採取區產出之砂石原料，採取區包含河川土石區、陸上土石區及海域土石區。依礦務局統計資料，107 年 12 月底為止臺灣全區各縣市現存土石採取許可區有 8 區，包括海域土石區 2 區及陸上土石區 6 區，現我國已無河川土石區(如圖 2.6.1-2)。

(四) 礦區礦石

礦區內礦床共生之土石，可做砂石原料者。其主要來源為大理石加工之下腳料及開採圍岩，目前大理石加工之下腳料及開採的圍岩可以穩定供應做為砂石，然而礦業用地申請不易，致而可供應量難以增加。



資料來源：經濟部礦務局，「107 年度砂土石產銷調查報告」，108 年 7 月。

圖 2.6.1-2 臺灣全區各縣市土石採取許可區分布

(五) 進口砂石

國外進口砂石因受船期、港口碼頭吞吐量、聯外交通運輸、環保及出口國砂石政策等多項限制，主要為輔助性質。進口國家包含中國大陸及菲律賓，其中中國大陸因其地理位置與我國近，運輸成本低，且砂石

品質佳，國內對於中國大陸產出之砂石依賴性高。然近年隨著中國大陸經濟起飛，所需砂石量大增，中國大陸對於我國砂石出口的政策已朝向「合理數量、逐年遞減」原則，未來恐未能穩定出口天然砂至我國。

二、國內砂石產業政策

國內砂石主要主管機關為經濟部礦務局，依其供應來源不同其相關主辦機關如表 2.6.1-1 所示。

蒐集彙整經濟部礦務局統計資料，國內早期公共工程及營建工程建設量多，砂石需求龐大，為穩定供應砂石料源，行政院於民國 84 年 11 月 12 日核定「砂石開發供應方案」，期望能因應國內砂石需求及河川砂石可採量漸趨枯竭，加速推動由河川砂石轉向開發陸上砂石及尋求多元化砂石來源。後續陸續公布「杜絕河川盜(濫)採行為改進方案」(85 年)、「遏止砂石盜濫採行為改進方案」(92 年)、「砂石長期穩定供應策略」(95 年)、「土石供應多元化實施計畫」(95 年)、「加強河川野溪及水庫疏濬方案」(98 年)等砂石供需政策。

表 2.6.1-1 砂石供應來源及主(協)辦機關

砂石供應來源	種類	主(協)辦機關
1.河川砂石(河川疏濬及水庫清淤)	中央管河川疏濬工程	經濟部水利署各河川局
	地方管河川疏濬工程	各縣市政府
	野溪整治工程	各縣市政府
	水庫及攔沙壩清淤工程	經濟部水利署各水資源 台灣電力公司 臺灣自來水公司 農田水利會
2.營建剩餘土石方	營建剩餘土石方	內政部營建署 各縣市政府
3.土石採取(包含河川土石區、陸上土石區及海域土石區)	陸上砂石	經濟部礦務局 (行政院農委會) 各縣市政府
	海域砂石	經濟部礦務局 各縣市政府
	河川砂石	(我國已無河川土石採取)
4.礦區礦石	礦區礦石及批註土石	經濟部礦務局 各縣市政府
5.進口砂石	進口砂石	經濟部國貿局 (經濟部礦務局)

資料來源：砂石開發供應政策評估說明書，經濟部礦務局，107 年 3 月

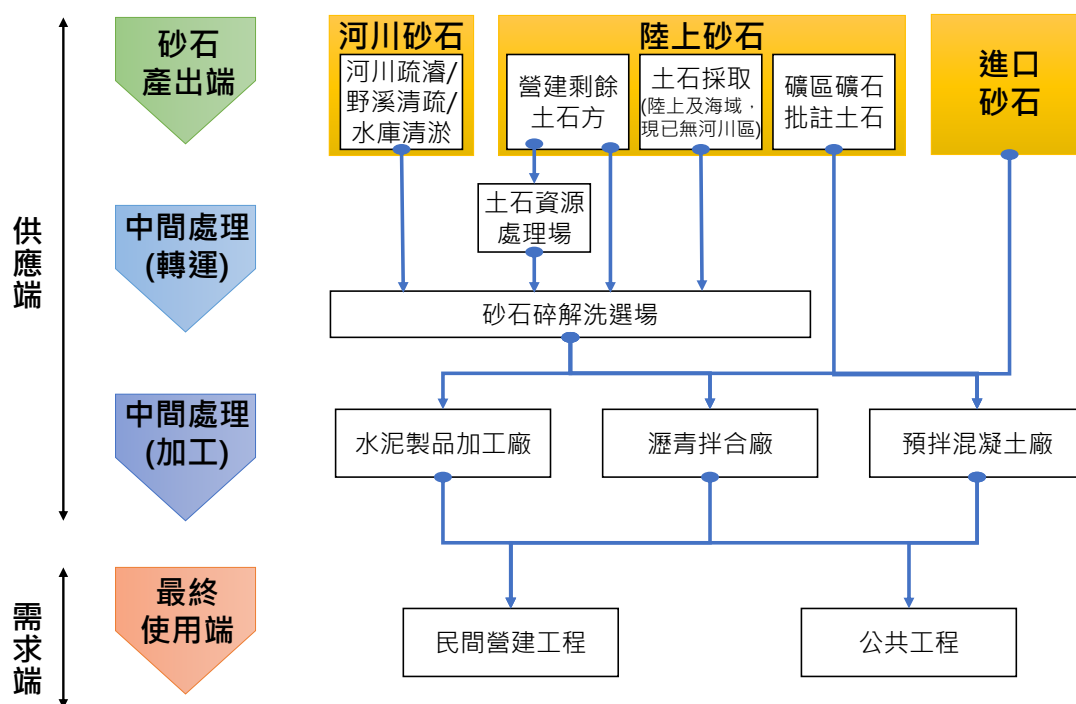
本計畫除參考礦務局之「砂石開發供應方案」及各年度「砂土石產銷調查報告」等統計報告外，亦參考礦務局建立之土石資源服務平台「土石資源及產銷管理資訊系統」，其功能包含民眾可查詢之「資訊公開網」及廠商及主

管機關填報之「填報管理系統」。「資訊公開網」公開資訊包含提供民眾查閱砂石相關知識、砂石資源品質地圖及砂石產銷履歷資訊。「填報管理系統」則包含廠商及主管機關須定期申報之砂石供需情形，以及確立各項砂石骨材成品產銷、供需、量價等砂石相關資訊，作為國內穩定砂石供應、平穩砂石物價之政策擬定參考。

三、國內砂石產業結構

依前述砂石供應來源，國內砂石產業結構可分為產出端、中間處理(包含運轉及加工)及最終使用端，架構圖如圖 2.6.1-3 所示。

其中由河川砂石(河川疏濬及水庫清淤)、營建剩餘土石方、土石採取等不同來源採取之砂石原料，交由土石資源處理場及砂石碎解洗選場加工處理；而土石資源處理場分以不同骨材，提供預拌混凝土廠、瀝青拌合場、水泥製品加工廠進行加工後，再販售予工程需求端使用。而礦區礦石、進口砂石均為成品，分別經由海、陸運輸至不同使用者。



資料來源：經濟部礦務局，「107 年度砂土石產銷調查報告」，108 年 7 月。

圖 2.6.1-3 台灣砂石產業架構

四、砂石產業供需情形

砂石需求取決於國內的公共工程建設之多寡，我國經濟發展成熟，屬已開發國家，重大公共建設多已完成，對於砂石的大量需求已逐年減少，近年需求量變化趨於平穩，以下就全國供需情形說明如下。

(一) 供給面—砂石供應

彙整 96~107 年砂石原料供應來源及供應量如表 2.6.1-2 及圖 2.6.1-4。原料供應量自 96 年 8,762 萬公噸，提升至 99 年 9,258 萬公噸，逐步降低至 107 年 5,858 萬公噸。其中除 98 年莫拉克風災因素使 99 年河川疏濬量大幅增加外，近年供應量已逐步趨緩。

(二) 需求面—砂石需求

國內 96~107 年砂石需求量部分如表 2.6.1-3 及圖 2.6.1-5。整體需求自 99 年開始逐年減少，至 107 年為止已降至 6,401 萬公噸，顯示國內相關基礎建設已無早期般大量。

表 2.6.1-2 國內砂石原料供應來源及供應量

單位：千公噸

年度	河川砂石 (河川疏濬及水庫清淤)	營建剩餘 土石方	進口砂石	土石採取 (陸上及海域)	礦區礦石	原料供應量 合計
96 年	33,995	29,157	19,242	532	4,698	87,624
97 年	32,425	30,387	18,686	250	2,484	84,232
98 年	34,773	19,833	24,216	1,399	3,043	83,264
99 年	60,197	12,877	14,756	740	4,013	92,583
100 年	55,773	11,757	13,633	518	2,735	84,416
101 年	53,715	11,802	12,452	1,168	2,087	81,224
102 年	48,501	11,238	13,793	403	1,635	75,570
103 年	48,076	12,884	14,292	405	2,542	78,199
104 年	44,457	12,320	13,944	362	2,201	73,284
105 年	42,177	10,162	12,565	346	2,570	67,820
106 年	41,640	11,430	10,973	3	2,237	66,283
107 年	34,284	12,678	9,125	-	2,500	58,587

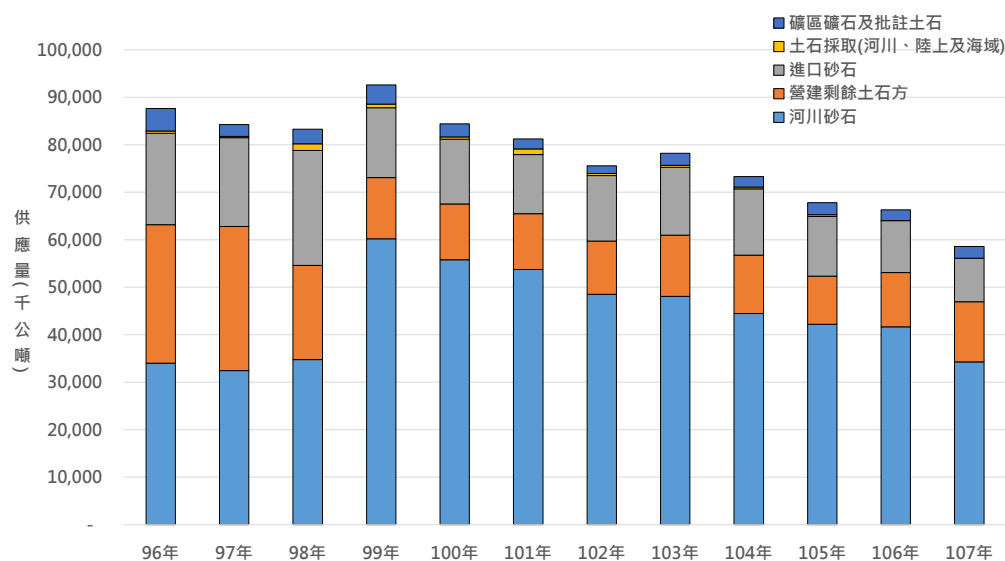
備註：1.資料來源：(1)96~105 年：砂石開發供應政策評估說明書，經濟部礦務局，107 年 3 月。

(2)106~107 年：106 年砂土石產銷調查報告，經濟部礦務局，107 年 7 月；107 年砂土石產銷調查報告，經濟部礦務局，108 年 7 月。

2.上列統計資料係指加工後骨材成品，其已扣除土及損耗。

3.河川砂石係指河川疏濬、野溪清疏及水庫清淤。

第二章 盤點國內無機廢棄物及其產製無機循環材料之量能及資源循環流向



備註：1.資料來源：(1)96~105 年：砂石開發供應政策評估說明書，經濟部礦務局，107 年 3 月。
 (2)106~107 年：106 年砂土石產銷調查報告，經濟部礦務局，107 年 7 月；107 年砂土石產銷調查報告，經濟部礦務局，108 年 7 月。
 2.上列統計資料係指加工後骨材成品，其已扣除土及損耗。
 3.河川砂石係指河川疏濬、野溪清疏及水庫清淤。

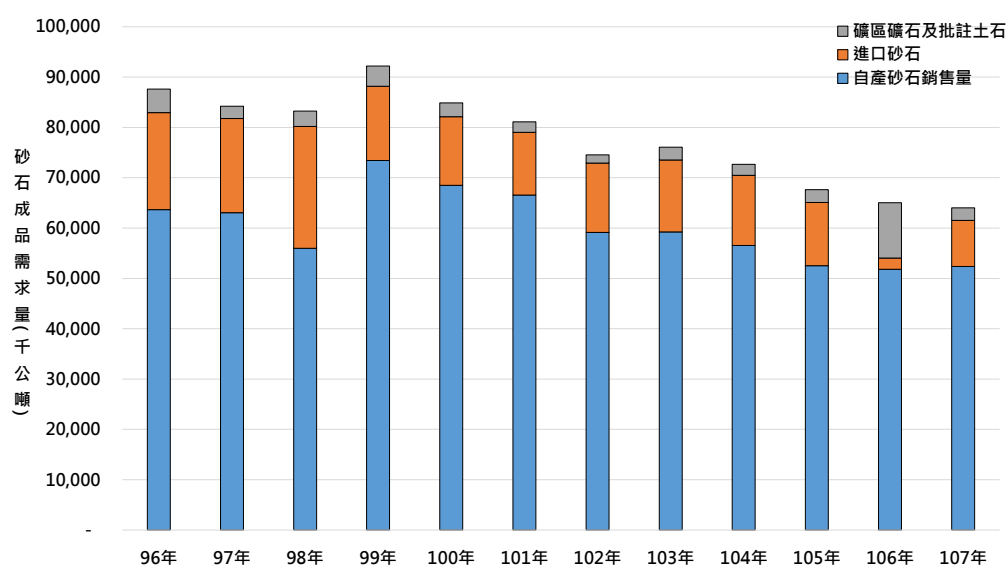
圖 2.6.1-4 國內砂石原料供應來源及供應量

表 2.6.1-3 國內砂石需求來源及需求量

單位：千公噸

	自產砂石銷售量	進口砂石	礦區礦石	總需求量
96 年	63,684	19,242	4,698	87,905
97 年	63,062	18,686	2,484	84,310
98 年	56,003	24,216	3,043	83,262
99 年	73,433	14,756	4,013	92,201
100 年	68,513	13,633	2,735	84,881
101 年	66,577	12,452	2,087	81,117
102 年	59,112	13,793	1,635	74,539
103 年	59,220	14,292	2,542	76,054
104 年	56,540	13,944	2,201	72,685
105 年	52,519	12,565	2,570	67,654
106 年	51,802	2,237	10,973	65,012
107 年	52,385	9,125	2,500	64,010

備註：1.資料來源：(1)96~105 年：砂石開發供應政策評估說明書，經濟部礦務局，107 年 3 月。
 (2)106~107 年：106 年砂土石產銷調查報告，經濟部礦務局，107 年 7 月；107 年砂土石產銷調查報告，經濟部礦務局，108 年 7 月。
 2.自產砂石銷售量包含河川砂石、營建剩餘土石方及土石採取。

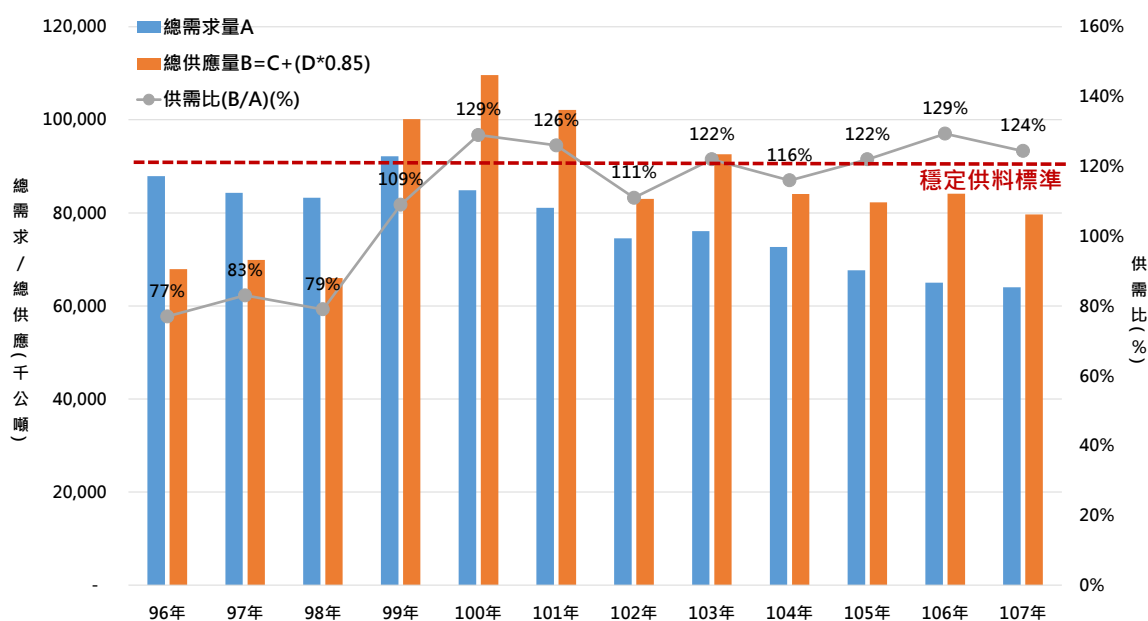


備註：1.資料來源：(1)96~105 年：砂石開發供應政策評估說明書，經濟部礦務局，107 年 3 月。
 (2)106~107 年：106 年砂土石產銷調查報告，經濟部礦務局，107 年 7 月；107 年砂土石產銷調查報告，經濟部礦務局，108 年 7 月。
 2.自產砂石銷售量包含河川砂石、營建剩餘土石方及土石採取。

圖 2.6.1-5 國內砂石需求來源及需求量

(三) 供需分析—砂石供需情形

1. 由前 107 年砂石供應量約 5,858 萬公噸，107 年砂石需求量約 6,401 萬公噸，即 107 年砂石供需有約 543 萬公噸之缺口。檢視 107 年前幾年砂石供需狀況較為舒緩，係 100 年以後因風災因素產生大量清淤量於每年去化，其供需比平均為 122%，僅達穩定供砂之目標，由於此風災大量清淤量已完成，若國內無新增既有供應來源或替代來源(如無機循環資材)，預期未來國內砂石供需缺口問題將持續產生。
2. 另彙整 96~107 年砂石供需情形如圖 2.6.1-6，以國內砂石來源狀況，其供需比應達 120%較為妥適，可穩定供料，多增加的 20%，設定做為因應國內公共工程建設增加，或進口砂石無法進口之突發事件作為緩衝供料。而國內自 100 年以前供需比平均僅 85%，砂石供應嚴重不足，故採取自國外進口砂石及各項調節措施以因應國內需求。



備註：1.資料來源：(1)96~105 年：砂石開發供應政策評估說明書，經濟部礦務局，107 年 3 月。
 (2)106~107 年：106 年砂土石產銷調查報告，經濟部礦務局，107 年 7 月；107 年砂土石產銷調查報告，經濟部礦務局，108 年 7 月。
 2. $B=C+D \times 0.85$ ，式中 0.85 係指土砂石中，可用砂石只占總量之 85%。

圖 2.6.1-6 國內 96~107 年國內自產砂石供需統計

五、可替代砂石之無機循環材料來源探討

依前述各類別砂石統計資料，目前國內砂石供應量確實逐年下降，為避免未來砂石供應產生缺口，國內推動以無機循環材料做為替代砂石之資源化材料，目前規劃可做為替代砂石之無機循環材料彙整說明如下：

(一) 轉爐石

於一貫作業煉鋼廠內高爐煉鐵製程中，在高爐內產生的鐵水送至轉爐時，需添加石灰石(作為助熔劑)去除鐵水中之雜質後，才能吹煉成鋼液，在這個過程中產生的爐石稱為轉爐石。

依據台灣鋼鐵工業同業公會資料我國每年轉爐約煉製 1,000 萬公噸粗鋼，平均可產出 100 萬公噸轉爐石。

(二) 電弧爐石(氧化渣及還原渣)

目前國內電弧爐煉鋼業多以回收廢鋼鐵為主要原料，為我國典型之資源再利用工業類型。鐵投入爐熔融。其中廢鋼鐵金屬成分除鐵外，亦含有鋅、鉛、鎘、鋁、銅、鉻及鎳等金屬，於熔煉後大部分非鐵金屬與添加之副原料會形成煉鋼副生之「煉鋼爐渣」，依其出渣時期不同並可

區分為電弧爐煉鋼爐氧化渣(以下簡稱氧化渣)及電弧爐煉鋼爐還原渣(以下簡稱還原渣)兩類如圖 2.6.1-7 所示。

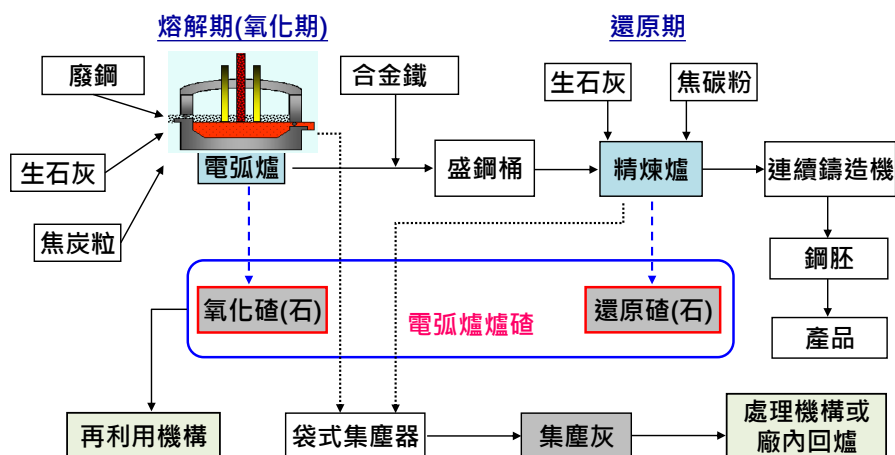


圖 2.6.1-7 電弧爐煉鋼製程

依據台灣鋼鐵工業同業公會資料我國每年電弧爐煉製 1,000 萬公噸粗鋼，可產出約 140 萬公噸氧化渣及 40 萬公噸還原渣。另查環保署「108 年工業廢棄物清理管理專案計畫」，民國 107 年實際申報量為氧化渣 115.9 萬公噸、還原渣 28.4 萬公噸。

目前轉爐石及還原渣多打碎後用於瀝青混凝土細骨材，做為道路鋪面使用，係因兩項廢棄物中均含有游離氧化鈣(f-CaO)，如未經安定化，遇水後亦產生體積膨脹之特性，目前暫無做為結構用砂石骨材用途。而依據中聯資源 105 年資料，轉爐石安定化至可做為瀝青混凝土細骨材，其處理成本約為 900 元/公噸，處理後之骨材賣價約 50 元/公噸。

另依據行政院公共工程委員會發布之「公共工程施工綱要規範第 02966 章」規定，瀝青混凝土骨材，若以轉爐石取代，需不超過於全部使用骨材之 40%，但國內安定化處理程序暫無明確之檢驗與管制標準，故國內有添加轉爐石細骨材之瀝青混凝土廠，其添加率多不超過 15%。

(三) 焚化再生粒料

我國大型垃圾焚化廠之家戶垃圾燃燒後，經再利用機構妥善處理產生之再利用產品，稱焚化再生粒料。目前我國焚化再生粒料多以道路工程(包含管溝回填 CLSM、基地填築及路堤填築、低密度再生混凝土等應用方式)，材質性質安定且較無膨脹性等問題，可作為替代砂石材料。

六、小結

依據前述國內砂石供需情形，分析如下：

(一) 國內需求量已歷經高峰期砂石需求將逐步趨於穩定

砂石屬經濟建設必要之耗竭性資源，其需求量隨經濟建設成長而增加，在經歷高峰期後，經濟成長趨緩，砂石資源需求量會遞減，而後保持穩定之使用狀態。

(二) 主要砂石供應來源之河川砂石，供應量將回復至風災前之供應量

因莫拉克風災產生之大量清淤砂石，目前僅中部地區及南部地區尚有庫存量，依銷售市場去化速度估算，應可於近年內去化。經濟部水利署於 104 年起恢復常態疏濬，河川砂石供應量將逐步回復至風災前之數量。營建剩餘土石方因建築景氣不佳或公共工程漸少因素，致可提供之砂石骨材日益減少，另礦區礦石及批註土石呈現少量穩定供應狀態。

(三) 進口砂石中單一國家占比過高

國內進口砂石中主要來源國家為中國大陸及菲律賓，其中因運輸成本、砂石品質等因素，近 9 成由中國大陸進口，如未來面臨中國大陸改變出口政策，導致砂石無法進口時，供應將產生缺口。

(四) 目前可做為替代砂石之無機循環材料種類有限

砂石是國家基礎建設的基本材料，然在國內自產砂石供應長期不足，且資源逐漸耗竭之情況下，尋找替代砂石之無機循環材料有其必要性，然目前可做為替代砂石之無機循環材料種類有限，且相關使用標準及技術仍在規劃試驗階段，未來應朝向資源循環再利用之方向，逐步盤點及研析可做為替代砂石之無機循環材料，舒緩國內供應不足之情況。

2.6.2 預測及探討循環材料取代天然砂石市場需求

「砂石開發供應政策」主要為確保國內砂石能長期穩定供應為目標，並開拓及尋找未來可能做為供應來源或可做為替代砂石之無機循環材料，開拓我國砂石多元化之開發供應，以下針對未來砂石需求、供給來源及各項料源調節供應情形說明如下：

一、需求面 — 未來砂石需求

國內砂石需求主要為每年國內各項工程使用狀況，假設國內未來 5 年無新重要大型建設開發，故每年砂石需求回歸一般常態性工程需求，故以「歷年砂石需求量」為基準，先以 107 年砂石總需求量 6,401 萬公噸為現況需求基準年(表 2.6.1-3)。

二、供給面 — 既有各項砂石料源供給來源及可由替代砂石之無機循環材料供給說明

(一) 既有各項砂石料源供給來源

各項砂石料源現況以 107 年為基準年，說明如下：

1. 由河川砂石供給：依表 2.6.2-1 所示，河川砂石自風災後的產生的河川疏濬作業已陸續完成，未來如無發生極端天氣，其供應量將趨近風災前之砂石供應量(平均為 3,650 萬公噸)，本計畫以 107 年供應量 3,428.4 萬公噸計。
2. 由營建剩餘土石方供給：營建剩餘土石方因公共工程減少之因素，供應量已逐年降低，本計畫以 107 年供應量 1,267.8 萬公噸計。
3. 由土石採取供給：國內土石採取近 5 年平均供應量為 54 萬公噸，所占比率低，且因區域特性因素，除東部以外其他區域長年自產土石採取量皆不足，導致以進口砂石補足區域不足需求，本計畫 107 年供應量 0 公噸計。
4. 由礦區礦石供給：礦區礦石長年呈現穩定供應的狀態，本計畫以 107 年供應量 250 萬公噸計。
5. 由進口砂石供給：國內進口砂石主要為舒緩地區自產砂石供應量不足的情況，但進口砂石多半會受到船期、港口吞吐量、出口國政策等限制，產生許多不確定性。國內近 5 年平均供應量為 1,340.9

萬公噸，其中 9 成來自中國大陸，如未來面臨中國大陸改變出口政策，導致砂石無法進口時，供應可能會產生缺口。本計畫暫以 107 年供應量 912.5 萬公噸計。

(二) 可由替代砂石之無機循環材料供給

我國地狹人稠，土地資源寶貴，環境保護法令及農地政策亦日趨嚴謹，除兼顧整體國土資源永續發展之前提下，適當的開發國內陸上砂石資源外，亦應持續推動研發替代砂石之無機循環材料及其他砂石回收利用方法。

使用無機循環材料做為替代砂石為全球近期推動的方向，除可減少河川砂石、礦區礦石及批註土石等天然砂石的使用量之外，於國內而言亦可降低進口砂石的依賴性，減少原料供應風險。

依前述替代砂石之無機循環材料之國內目前供應及使用狀況，本計畫以性質較為穩定的轉爐石、氧化矽及焚化再生粒料為替代材料，各項供應量說明如下：

1. 轉爐石：每年增加暫存量 88 萬公噸及以 10 年去化累積暫存量(399 萬/10 年=39.9 萬公噸)共 128 萬公噸計。
2. 氧化矽：每年增加暫存量 3 萬公噸及以 5 年去化累積暫存量(89 萬/5 年=17.8 萬公噸)共 20.8 萬公噸計。
3. 焚化再生粒料：每年增加暫存量 16 萬公噸及以 5 年去化累積暫存量(16 萬/5 年=3.2 萬公噸)共 19.2 萬公噸計。
4. 小計：綜上，可做為替代砂石之無機循環材料共計 168 萬公噸。

三、未來砂石供需分析 — 預測及探討循環材料取代天然砂石市場需求

以前述推估供應及推估需求量，試算替代砂石之無機循環材料納入供應量對於國內市場機制之影響，試算結果如表 2.6.2-1 所示。

(一) 預測方案一：以供需現況規模推估

在各項砂石來源未做調整的情況下，以 107 年為基準年，預測未來砂石供應量約為 5,859 萬公噸，未來砂石需求量約為 6,401 萬公噸，國內未來砂石供需仍有約 543 萬公噸之缺口。

(二) 預測方案二：新增納入替代砂石之 3 類無機循環材料

將前述可替代砂石之無機循環材料納入供應量，考量目前無機循環

材料使用用途尚未廣泛，假設可納入轉爐石 128 萬公噸、氧化碓約 20.8 萬公噸及焚化再生粒料約 19.2 萬公噸等 3 類無機循環材料作為替代砂石，推估可增加約 168 萬公噸供應量。在預測未來砂石總需求不變(6,401 萬公噸)之情形下，預測未來砂石總供應量可增加為 6,030 萬公噸，預測未來砂石供需缺口可減少為約 374 萬公噸。

而無機循環材料(轉爐石、氧化碓及焚化再生粒料等)作為取代天然砂石運用於公共工程時，需符合行政院公共工程委員會訂定之公共工程施工綱要規範，如轉爐石應用於基地及路堤填築時，應符合「第 02331 章 基地及路堤填築」施工綱要規範、氧化碓應用於瀝青混凝土鋪面時，應符合「第 02742 章 瀝青混凝土鋪面」等，各使用用途對應之公共工程施工綱要規範，請詳 2.1.2 節及 2.2.2 節。

表 2.6.2-1 未來砂石多元化之開發供應市場試算表

單位：萬公噸/年

項目		預測方案一	預測方案二
		以供需現況規模推估 (107 年為基準年)	新增納入替代砂石之 3 類無機循環材料
(一) 推估未來砂石供應量	1. 河川砂石	3,428.40	3,428.40
	2. 營建剩餘土石方	1,267.80	1,267.80
	3. 土石採取	0	0
	4. 礦區礦石及批註土石	250.00	250.00
	5. 進口砂石	912.50	912.50
	6. 可替代砂石之無機循環材料	0	167.9
	(1) 轉爐石	0	127.9
	(2) 氧化碓	0	20.8
	(3) 焚化再生粒料	0	19.2
	小計(一)	5,858.70	6,026.60
(二) 推估未來砂石需求量	(年平均需求量)小計(二)	6,401.00	6,401.00
(三) 未來砂石供需分析	合計 ((一)-(二))	-542.30	-374.40

資料來源：1.砂石開發供應政策評估說明書，經濟部礦務局，107 年 3 月。2.本計畫彙整。

2.7 實地訪查至少 10 場無機循環材料產製磚品機構，蒐集無機循環材料使用情形及再利用遭遇問題，輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章

本工項內容，依據契約書內容為「實地訪查至少 10 場無機循環材料或天然砂石來源、產製機構或其使用端，蒐集其基本資料、無機循環材料使用情形及再利用遭遇問題，瞭解使用前導入陸域及海域用途環境安全性規範或砂石產業量能供需狀況等之意見。」。

為提高無機循環材料多元去化及配合環保署推動輔導磚品(或預拌混凝土廠)廠商產品(磚品或水泥製品)摻配焚化再生粒料及申請環保標章重點業務推動需求，經環保署指示(本計畫提供現場訪查、他案辦理聯繫/輔導/追蹤)，本項工作現場訪查，提供實地訪查至少 10 場無機循環材料產製磚品機構，蒐集無機循環材料使用情形及再利用遭遇問題，輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章。研擬本項工作構想，詳圖 2.7-1 所示，包含：

- 一、篩選實地訪查對象名單，詳 2.7.1 節。
- 二、規劃實地訪查重點內容，詳 2.7.2 節。
- 三、實地訪查蒐集問題意見(含 1.蒐集訪查對象基本資料、2.瞭解磚品使用回收料源狀況、3.摻配焚化再生粒料可能問題、4.磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議、5.訪查紀錄照片)，詳 2.7.3 節。
- 四、輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章，詳 2.7.4 節。

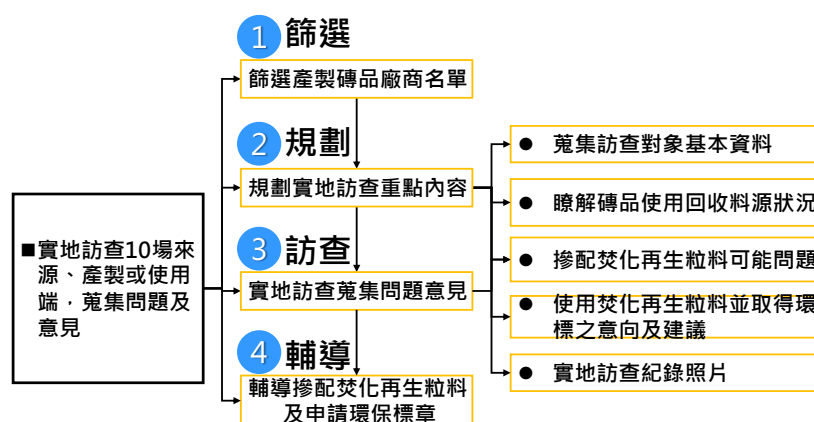


圖 2.7-1 「實地訪查至少 10 場無機循環材料產製機構或其使用端」之作業流程

本項工作執行迄今已完成實地盤查 12 場次「產製磚品廠商」(契約規定至少 10 場次)，詳表 2.7-1。其中有 9 家廠商有意願以焚化再生粒料為磚品摻配料源並申請環保標章，成果豐碩，相關辦理情形及進度狀況詳後說明。

表 2.7-1 實地訪查 12 場次產製磚品廠商彙整

場	訪查時間	位居縣市	廠商名稱	廠商類別	摻配焚化再生粒料及申請環保標章之意願	訪查紀錄
1	4/28	臺南市	晶○水泥加工廠(股)公司	磚品廠	○無意願，表示產品強度高，不適用以焚化再生粒料為替代料源，但願意協助推薦廠商	表 2.7.3-1
2	4/28	苗栗縣	羅○應用材料(股)公司	磚品廠	●有意願推動，使用焚化再生粒料進行相關磚品摻配試作，並進行標章之檢測	表 2.7.3-2
3	5/20	臺中市	三○製材所有有限公司	磚品廠	●有意願推動，使用焚化再生粒料進行相關磚品摻配試作，並進行標章之檢測	表 2.7.3-3
4	5/20	高雄市	聚○實業(股)公司	磚品廠	●有意願推動，使用焚化再生粒料進行相關磚品摻配試作，並進行標章之檢測	表 2.7.3-4
5	6/16	彰化縣	山○地磚工業有限公司	磚品廠	○無意願，表示焚化再生粒料雜質率高較不適用，且評估試作料源粒徑大於需求(粒徑 3-5mm)	表 2.7.3-5
6	6/16	臺中市	民○實業(股)公司	預拌混凝土廠(含磚品設備)	●有意願推動，使用焚化再生粒料進行相關磚品摻配試作，並進行標章之檢測	表 2.7.3-6
7	6/30	雲林縣	益○企業社	預拌混凝土廠(含磚品設備)	●有意願推動，使用焚化再生粒料進行相關磚品摻配試作，並進行標章之檢測	表 2.7.3-7
8	6/30	南投縣	亞○麥開發(股)公司	磚品廠	○無意願，表示焚化再生粒料雜質率高較不適用，且評估試作料源粒徑大於需求(粒徑<1mm)	表 2.7.3-8
9	7/09	雲林縣	美○(股)公司	磚品廠	●有意願推動，使用焚化再生粒料進行相關磚品摻配試作，並進行標章之檢測	表 2.7.3-9
10	7/09	屏東縣	欣○企業(股)公司	預拌混凝土廠(含磚品設備)	●有意願推動，使用焚化再生粒料進行相關磚品摻配試作，並進行標章之檢測	表 2.7.3-10
11	7/14	屏東縣	長○混凝土有限公司	預拌混凝土廠(含磚品設備)	●有意願推動，使用焚化再生粒料進行相關磚品摻配試作，並進行標章之檢測	表 2.7.3-11
12	7/14	雲林縣	瑞○料實業(股)公司	預拌混凝土廠(含磚品設備)	●有意願推動，使用焚化再生粒料進行相關磚品摻配試作，並進行標章之檢測	表 2.7.3-12

本計畫彙整。

2.7.1 篩選實地訪查對象名單

為提高無機循環材料多元去化，並配合環保署本年度重點業務推動需求，輔導產製磚品廠商摻配焚化再生粒料，並協助申請環保標章。篩選對象名單如表 2.7.1-1 所示，分為以下三面向進行篩選，分別說明如后。

- 一、對於已具磚品環保標章之廠商(曾有添加廢玻璃、廢陶瓷等回收料源之經驗)，尚未以焚化再生粒料為添加料源，優先輔導其使用焚化再生粒料。
- 二、對於已使用焚化再生粒料製成磚品，惟尚無取得磚品環保標章之廠商，優先輔導其取得磚品環保標章
- 三、其他有意願廠商，使用焚化再生粒料並取得磚品環保標章。

表 2.7.1-1 篩選實地訪查對象名單

篩選原因	家數	篩選名單
一、對於已具磚品環保標章之廠商(曾有添加廢玻璃、廢陶瓷等回收料源之經驗)，尚未以焚化再生粒料為添加料源，優先輔導其使用焚化再生粒料	8 家	晶○水泥加工廠(股)公司
		羅○應用材料(股)公司
		三○製材所有限公司
		聚○實業(股)公司
		山○地磚工業有限公司
		長○業混凝土有限公司
		民○實業(股)公司
		美○(股)公司
二、對於已使用焚化再生粒料製成磚品，惟尚無取得磚品環保標章之廠商，優先輔導其取得磚品環保標章	1 家	亞○開發(股)公司
三、其他有意願廠商，使用焚化再生粒料並取得磚品環保標章。	3 家	益○企業社
		欣○企業(股)公司
		瑞○料實業(股)公司
共計	12 家	

資料來源：本計畫彙整。

- 一、對於已具磚品環保標章之廠商，優先輔導其使用焚化再生粒料

(一) 現行 13 家「非窯燒類資源化建材」環保標章認證廠商

現行取得「非窯燒類資源化建材」環保標章認證廠商共有 13 家(詳表 2.7.1-2)，初步電訪後共有 8 家有意願配合訪查(包含晶○水泥加工廠(股)、羅○應用材料(股)、三○製材所有限公司、聚○實業(股)、山○地磚工業有限公司、長○混凝土有限公司、民○實業(股)公司、美○(股)公司)，其他 5 家無配合訪視意願。

(二) 篩選目的：上述廠商多以廢陶瓷、廢磚、廢玻璃等作為磚品添加之回收料源，惟尚未以焚化再生粒料為料源，進行磚品製作，故本次實地訪查希望能輔導使用焚化再生粒料作為產品料源，並瞭解其產品試作意願。

表 2.7.1-2 現行 13 家「非窯燒類資源化建材」環保標章認證廠商

	廠商名稱	現行已取得環保標章認證廠商輔導其使用焚化再生粒料作為產品料源		
		環保標章產品名稱	添加料源	環保標章產品照片(例)
1	晶○水泥加工廠(股)	高壓混凝土磚(產品照片如右)、高壓透水磚、磨石子隔熱磚	碎石、花崗碎石	
2	羅○應用材料(股)	環保高壓混凝土磚(產品照片如右)、建築用混凝土空心磚、透水性混凝土磚	廢陶瓷、廢磚	
3	三○製材所有有限公司	仿天然紋平板磚(產品照片如右)、圖騰組合磚	廢陶瓷、廢磚	
4	聚○實業(股)	高壓環保磚(產品照片如右) 高壓環保透水磚、環保植草磚	玻璃砂	
5	山○地磚工業有限公司	環保複合式隔熱磚(產品照片如右)	石材廢料	
6	新○混凝土事業(股)、長○混凝土有限公司(關係企業)	環保高壓混凝土磚(玻璃)(產品照片如右)、環保透水性混凝土磚(玻璃)、環保植草磚(玻璃)	玻璃砂	
7	民○實業(股)公司	噴砂型地磚	廢玻璃	—
8	美○(股)公司	高壓混凝土磚、植草磚、圍牆磚、空心磚	廢玻璃	—

	廠商名稱	現行已取得環保標章認證廠商輔導其使用焚化再生粒料作為產品料源		
		環保標章產品名稱	添加料源	環保標章產品照片(例)
9	旭○水泥工業(股)	磨石子地磚(廢玻璃)(產品照片如右)	廢玻璃	
10	台○水泥製品(股)	環保高壓混凝土磚(產品照片如右)、高壓崗石磚、環保空心磚、環保高壓混凝土磚、環保高壓透水磚、環保圍牆磚、環保植草磚	玻璃砂	
11	中○水泥製品(股)	高壓混凝土地磚(產品照片如右)、空心磚、透水性混凝土地磚植草磚、環保磚	廢磚、爐石粉	
12	國○混凝土工業(股)	高壓混凝土地磚(產品照片如右)、磨石子地磚	陶粒、玻璃砂	
13	尚○實業(股)	高壓崗石磚(產品照片如右)洗石子磚、高壓彩晶地磚、高壓隙縫排水磚、高壓歐式庭園磚、彩繪崗石色帶磚、彩繪崗石磚、透水磚、圍牆磚、楓葉植草磚、預鑄抵石子磚	廢陶瓷、廢玻璃、石材廢料	

資料來源：行政院環境保護署，綠色生活資訊網，環保標章規格標準，109 年 5 月。(本計畫彙整)

二、對於已使用焚化再生粒料製成磚品，惟尚無取得磚品環保標章之廠商，優先輔導其取得磚品環保標章

- (一) 現行 6 家已使用焚化再生粒料製成磚品，尚無取得磚品環保標章廠商焚化再生粒料近三年(106~108)應用於磚品之使用情形(詳表 2.7.1-3)，已使用焚化再生粒料產製磚品之廠商(包含預拌混凝土廠)共有 6 家，初步電訪後有 1 家(亞○開發(股)公司)有意願配合訪查，其他 5 家配合訪查意願較低。
- (二) 篩選目的：對於已使用焚化再生粒料製成磚品之廠商，具有使用過焚化再生粒料為摻配回收料源之經驗，較無使用之疑慮，僅需輔導取得環保標章。

表 2.7.1-3 焚化再生粒料近三年(106~108)應用於磚品之使用情形

業者名稱	年	工程使用縣市	底渣來源	再利用機構	使用量(公噸)	磚品工程名稱	工程單位
亞○開發(股)公司	107	苗栗縣	苗栗縣垃圾焚化廠	全○公司	10	苗栗縣環境保護局焚化再生粒料推廣示範專區設置工程	苗栗縣政府
元○砂礫(股)公司	108	雲林縣	北投垃圾焚化廠	榮○公司	74	元金砂礫(股)公司廠區擋土牆隔間工程	其他機構
尚○實業(股)公司	108	新竹縣	苗栗縣垃圾焚化廠	榮○公司	4	106 年度新竹縣竹北停車場興建工程	新竹縣政府
	108	新竹縣	苗栗縣垃圾焚化廠	榮○公司	20	107 年度新竹縣竹北市公 29 地磚鋪面修繕工程	新竹縣政府
	107	新竹縣	苗栗縣垃圾焚化廠	榮○公司	1	國際環境教育園區再生粒料混擬土磚示範計畫	新竹縣政府
	107	新竹縣	苗栗縣垃圾焚化廠	榮○公司	7	106 年度新竹縣竹北停車場興建工程	新竹縣政府
山○興業(股)公司	108	臺中市	彰化縣溪州廠	榮○公司	50	國益通運有限公司廠區擋土牆工程	其他機構
百○實業有限公司	107	雲林縣	嘉義市焚化廠	榮○公司	952	雲林縣褒忠鄉垃圾衛生掩埋場	雲林縣環保局
豐○工程有限公司工廠	107	臺南市	臺南市永康焚化廠	臺南市○廠	68	台南市底渣再利用處理廠興建統包工程/台南市環境保護局	臺南市政府
	106	臺南市	城西、永康焚化廠	臺南市	156	城西零期掩埋場	台南市環保局

資料來源：行政院環保署環境督察總隊，焚化再生粒料流向管理系統，全國焚化再生粒料使用情形，109 年 3 月查詢。

三、其他有意願廠商，使用焚化再生粒料並取得磚品環保標章

- (一) 縣市環保局推薦名單：經前述一~二篩選訪查後，經地方環保局轉介紹，推薦有意願使用焚化再生粒料並取得磚品環保標章之廠商，包含雲林縣環保局推薦之益○企業社、瑞○料實業(股)公司，高雄市環保局推薦之欣○企業(股)公司，共 3 家。
- (二) 篩選目的：3 家廠商(益○、瑞○料、欣○)皆為預拌混凝土廠(為 CLSM 加工再製單位)，因應「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」(109.05.18 公告，110.01.01 實施)後，CLSM 用途將受敏感區域限制，為因應去化，選擇其它受敏感區域限制條件較少之用途使用(如磚品、水泥製品等)，來增加產品多元化，並規劃增設製磚設備。

2.7.2 規劃實地訪查重點內容

本次進行磚品廠商之實地訪查，所訪查的重點(詳表 2.7.2-1)，包含以下：

- 一、蒐集訪查對象基本資料。
- 二、瞭解磚品使用回收料源狀況。
- 三、摻配焚化再生粒料可能問題。
- 四、磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議。

表 2.7.2-1 實地訪查產製磚品廠商之重點及內容說明

重點	實地盤查內容	說明
(一) 蒐集訪查對象基本資料	1.廠商名稱	●實地訪查廠商之基本訊息
	2.訪查時間	
	3.訪查地點	
	4.現有取得環保標章磚品名稱	
(二) 瞭解磚品使用回收料源狀況	1.磚品添加之回收料源	●瞭解廠商現行使用回收料源狀況及去化狀況
	2.有無使用過焚化再生粒料？	
	3.主要磚品用途	
(三) 摻配焚化再生粒料可能問題	摻配焚化再生粒料可能問題(包含去化管道、配比、色澤等)，涉及相關法令及檢測規格標準等相關問題。	●瞭解廠商目前針對摻配焚化再生粒料可能遇到之問題及疑義
(四) 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議	磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議(包含供料時程、環保標章申請規定等)	●瞭解廠商推動意願

本計畫彙整。

2.7.3 實地訪查蒐集問題意見

本計畫執行迄今，分別於 4~7 月間(0428、0520、0616、0630、0709、0714)完成 12 場次實地訪查，各場次訪查情形及相關紀錄重點，詳表 2.7.3-1~表 2.7.3-12 茲依序如后說明。

其中共 5 縣市 9 家廠商(羅○、聚○、三○、民○、益○、欣○、美○、瑞○料、長業)有意願推動，目前進行摻配試作中，將依結果持續輔導申請環保標章。

表 2.7.3-1 第 1 場次實地訪查—晶○水泥加工廠(股)公司 訪查紀錄重點摘要

1. 蒐集訪查對象基本資料		
廠商名稱	晶○水泥加工廠(股)	拜會對象：楊○賢總經理
訪查時間	109 年 4 月 28 日（星期二）上午 10 時 00 分	
現有取得環保標章磚品名稱	高壓混凝土磚、高壓透水磚、磨石子隔熱磚 (以碎石、花崗碎石為添加料源)	
2. 瞭解磚品使用回收料源狀況		
磚品添加之回收料源	主要係以轉爐石、玻璃及大理石等為取代天然砂石作為製作磚品之回收料源。	
有無使用過焚化再生粒料？	目前尚未使用焚化再生粒料為料源。	
主要磚品用途	人行道、廣場、國小校園為主，亦有製作路緣石等相關水泥製品	
3. 摻配焚化再生粒料可能問題(包含去化等)		
(1)目前去化部分無遭遇問題，惟針對添加焚化再生粒料製成之磚品，在磚品色澤上可能偏灰黑色，對於建築工程上之美觀部分有些微影響，可納入後續推動之考量。 (2)考量後續磚品之銷售問題，建議未來可邀請公共工程委員會，針對招標採購等相關規範進行研議討論，對於以焚化再生粒料製成磚品之整體去化會有較大幫助。		
4. 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議		
(1)高壓混凝土磚因壓制速度快，減少時間成本，故針對磚品試驗部分，建議以高壓混凝土磚進行。 (2)以目前現行地磚廠之製作技術而言，添加 20%~30%之焚化再生粒料作為磚品料源，就技術面而言可行。 (3)對於推廣磚品應用焚化再生粒料並取得環保標章，因晶○公司主要以高強度磚品(如大理石、花崗石等料源磚品)為銷售特點，故對焚化再生粒料可能製成強度略低之磚品之試驗意願較低。		
5. 實地訪查照片(拜會廠商進行意見交流及產製之相關磚品實照)		
		

本計畫彙整。

表 2.7.3-2 第 2 場次實地訪查—羅○應用材料(股)公司 訪查紀錄重點摘要

1. 蒐集訪查對象基本資料		
廠商名稱	羅○應用材料(股)	拜會對象：黃○峻專員
訪查時間	109 年 4 月 28 日（星期二）下午 2 時 30 分	
現有取得環保標章認證之磚品名稱	環保高壓混凝土、建築用混凝土空心磚、透水性混凝土磚（以廢陶瓷、廢磚為添加料源）	
2. 瞭解磚品使用回收料源狀況		
磚品添加之回收料源	主要係以玻璃、陶瓷、磚取代天然砂石作為製作磚品之回收料源	
有無使用過焚化再生粒料？	目前尚未使用焚化再生粒料為料源，對於推廣磚品應用焚化再生粒料並取得環保標章表示有意願。	
主要磚品應用用途	主要配合政府公共工程標案使用。	
3. 摻配焚化再生粒料可能問題		
目前尚無再利用去化管道問題，主要除磚品仍有其他水泥製品，且外銷至內地。		
4. 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議		
(1)現行非窯燒類資源化建材之環保標章，其規定所稱之回收料，未限制添加單一種類回收料為料源，可採多種料源之添加方式，其回收料摻配重量總合占產品(磚品)總重量百分比超過 50%即符合規定。 (2)羅○公司表示有意願以焚化再生粒料為料源，進行不同摻配比例之高壓磚樣品來進行試驗，以測試不同摻配比例對於磚品強度硬度之影響，並進行相關檢測，以瞭解可符合環保標章之檢測規範值及 CNS13295(高壓混凝土磚)之磚品。 (3)後續由環○公司先行接洽焚化再生粒料之再利用機構-旭○公司(底渣來源：臺中市政府環保局)，提供羅○公司焚化再生粒料料源(1.06 公噸容量大小約一個太空包)，以進行相關之磚品樣品試作。(於 5 月~6 月進行相關試作)		
5. 實地訪查照片(拜會廠商進行意見交流及產製之相關磚品實照)		
		

本計畫彙整。

表 2.7.3-3 第 3 場次實地訪查—三〇製材所有限公司 訪查紀錄重點摘要

1. 蒐集訪查對象基本資料		
廠商名稱	三〇製材所有限公司	拜會對象：郭〇秀總經理
訪查時間	109 年 5 月 20 日（星期三）上午 10 時 00 分	
現有取得環保標章認證之磚品名稱	仿天然紋平板磚、圖騰組合磚 (以廢陶瓷、廢磚為添加料源)	
2. 瞭解磚品使用回收料源狀況		
磚品添加之回收料源	目前料源多以陶瓷粉、廢磚為主，產品安定性較高，本公司力行推動創新設計，不同於傳統製磚廠商，致力產製獨特且美觀之磚品，已有 20 餘年，未來亦規劃至國際申請相關專利認證。	
有無使用過焚化再生粒料？	無，過去曾有使用過轉爐石製磚之經驗，惟因產品使用時曾發生有膨脹爆裂等問題，導致產品全面回收虧損近千萬，因此相較於天然料源，對再生粒料料源之使用意願降低。	
主要磚品應用用途	大部分以外銷為主，少部合政府公共工程標案使用	
3. 摻配焚化再生粒料可能問題		
在推動困難點上，主要係因我國採購法規尚未有保障創新廠商之產品權益，亦無專利之認證，故耗費大量成本開發之創新產品，可能在短時間出現同業仿造。		
4. 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議		
(1)針對使用焚化再生粒料進行相關磚品試驗，表示有意願，惟本公司目前無製作高壓磚之產品，故可能以現行取得環保標章認證之其他類磚品（如平板磚或組合磚等）來進行摻配試驗，並有意願以再利用機構（旭〇公司）所提供之料源進行測試。 (2)針對未來產品多元化發展部分，本公司傾向發展欄杆類型等產品線，惟焚化再生粒料目前僅開放應用於紐澤西護欄等加工製品用途上，且未能與鋼筋接觸，如法規有開放其他用途亦可規劃考量。		
5. 實地訪查照片(拜會廠商進行意見交流及產製之相關磚品實照)		
		

本計畫彙整。

表 2.7.3-4 第 4 場次實地訪查—聚○實業(股)公司 訪查紀錄重點摘要

1. 蒐集訪查對象基本資料		
廠商名稱	聚○實業(股)公司	拜會對象：劉○賢廠長
訪查時間	109 年 5 月 20 日（星期三）下午 2 時 30 分	
現有取得環保標章認證之磚品名稱	高壓環保磚、高壓環保透水磚、環保植草磚 (以玻璃砂為添加料源)	
2. 瞭解磚品使用回收料源狀況		
磚品添加之回收料源	主要係以玻璃砂取代天然砂石作為製作磚品之回收料源	
是否使用過焚化再生粒料？	是，本公司於 107 年曾與中○公司合作，協助改造爐石產品應用於鋪面磚進行試驗之經驗，並將其結果納入相關鋪面磚使用手冊亦曾有配合榮○公司協助製作添加以焚化再生粒料製成高壓混凝土磚之經驗，惟因料源問題可能參雜轉爐石，產品使用時曾發生有膨脹爆裂等問題，對再生粒料使用意願降低。	
主要磚品應用用途	大部分配合政府公共工程標案使用	
3. 摻配焚化再生粒料可能問題		
因公司機具設備採全自動化，所需人力部分約 10 人上下，針對磚品應用在工程面後端所需之流向申報、配合稽查等作業，需要大量人力協助，未能負荷；故希望未來推動上，建議以加工廠之角色，僅協助產品加工，去化及流向管控申報等作業建議能回歸地方環保局或再利用機構協助。		
4. 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議		
(1)針對使用焚化再生粒料進行相關高壓混凝土磚試驗，表示有意願，對就近料源地之力優勢公司過去產品印象略微不佳，希望料源部分以品質較好的再利用機構為主。		
(2)針對摻配比部分，目前傾向試作以添加焚化再生粒料 25%及 50%的兩種摻配比進行測試。因本公司的製磚設備機種較新，非一般磚廠機種，故能試作焚化再生粒料添加比例較高的鋪面磚，惟其產品是否能符合 CNS13295 及環保標章認證檢測等相關試驗仍需視試驗結果判定。		
5. 實地訪查照片(拜會廠商進行意見交流及產製之相關磚品實照)		
		

本計畫彙整。

表 2.7.3-5 第 5 場次實地訪查—山○地磚工業有限公司 訪查紀錄重點摘要

1. 蒐集訪查對象基本資料		
廠商名稱	山○地磚工業股份有限公司	拜會對象：石政修廠長
訪查時間	109 年 6 月 16 日（星期二）上午 10 時 00 分	
現有取得環保標章認證之磚品名稱	環保複合式隔熱磚	
2. 瞭解磚品使用回收料源狀況		
磚品添加之回收料源	石材廢料(廠內自行再利用)及廢玻璃砂(委外購買)	
是否使用過焚化再生粒料？	未有使用過焚化再生粒料之經驗	
主要磚品應用用途	磚品去化部分為公共工程、建築商，過去曾因使用廢玻璃為回收料，在再利用申報上遇到問題，故對再生粒料應用多有疑慮	
3. 摻配焚化再生粒料可能問題		
(1)目前主要擔心摻配焚化再生粒料之磚品會有色差問題，對鋪面色澤有所影響，可能需要加色劑下去調整。		
(2)磚品多有使用年限，試作後主要會針對產品置於室內、室外、水中浸泡之三種情形進行觀察瞭解(有否龜裂情形)。		
4. 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議		
(1)針對使用焚化再生粒料進行相關磚品試驗，表示有意願。 【後續進度：0616 拜會→0708 由榮○供料，因雜質率仍高且評估磚品試作料源粒經大於需求(粒徑 3-5mm)，故不繼續參與本案試作。】		
(2)現行已取得環保標認證之「環保複合式隔熱磚」(添加回收料源為石材廢料)，在推行去化上，因無法產生同一般隔熱磚之隔熱係數效果，故未能於市場普及應用，且環保標章產品缺乏廣告宣傳，民眾及建築廠商大多有使用疑慮且容易壞的既定印象觀感。		
5. 實地訪查照片(拜會廠商進行意見交流及產製之相關磚品實照)		
 		

本計畫彙整。

表 2.7.3-6 第 6 場次實地訪查—民○實業(股)公司 訪查紀錄重點摘要

1. 蒐集訪查對象基本資料		
廠商名稱	民○實業股份有限公司	拜會對象：林○峰經理
訪查時間	109 年 6 月 16 日（星期二）下午 1 時	
現有取得環保標章認證之磚品名稱	噴砂型地磚	
2. 瞭解磚品使用回收料源狀況		
磚品添加之回收料源	廢玻璃(再生玻璃料委外購買)及爐石粉(委外購買)	
是否使用過焚化再生粒料？	過去有使用過焚化再生粒料之經驗	
主要磚品應用用途	磚品去化部分主要為公共工程、營造廠	
3. 摻配焚化再生粒料可能問題		
(1)曾與○○市環保局合作以焚化再生粒料為添加料源，製成相關宣導磚品，以單一添加料源(焚化再生粒料 30%)進行測試結果可行，惟是否能添加其它料源以符合環保標章規定(水泥製品含回收料達 50%)，仍需要再作測試。 (2)焚化再生粒料最主要的問題為「異味」問題，因我國以物理方式(熟化等)進行處理，不似日本以化學方式(熔融燒結等)進階處理，較無異味問題，異味會影響產品的使用意願。		
4. 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議		
(1)針對使用焚化再生粒料進行相關磚品製作，表示有意願。 (2)因每家機台製作出來的高壓磚品質差異大，且不見得有一樣的強度效果，仍需進行摻配試作。		
5. 實地訪查照片(拜會廠商進行意見交流及產製之相關磚品實照)		
		

本計畫彙整。

表 2.7.3-7 第 7 場次實地訪查—益○企業社 訪查紀錄重點摘要

1. 蒐集訪查對象基本資料		
廠商名稱	益○企業社	拜會對象：歐○丞廠務主管
訪查時間	109 年 6 月 30 日（星期二）下午 1 時 30 分	
現有取得環保標章認證之磚品名稱	尚無取得環保標章認證之磚品	
2. 瞭解磚品使用回收料源狀況		
磚品添加之回收料源	尚未進行相關磚品製作	
是否使用過焚化再生粒料？	為無焚化廠縣市-○○縣請外縣市代燒垃圾回運底渣之異地暫存地點(其料源係由再利用機構-榮寶供應)，目前有使用過焚化再生粒料之經驗。	
主要磚品應用用途	尚無	
3. 摻配焚化再生粒料可能問題		
(1)過去亦有以轉爐石(爐石粉)為回收料進行 CLSM 試作拌合之經驗，為其成本高(1000 元/公噸)，且製程複雜，故未持續使用。		
(2)一般 CLSM 需經過 28 天之養護期，本次磚品試作亦循相同模式辦理。		
4. 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議		
(1)針對使用焚化再生粒料進行相關磚品製作，表示有意願。		
(2)本身係為預拌混凝土廠，通常以 CLSM 出料，過去尚未有製磚之經驗，惟因透過總隊瞭解本署相關環保標章推廣事宜，希望嘗試辦理磚品試作。		
(3)過去有以石材礦泥為回收料源之經驗製作紐澤西護欄，如焚化再生粒料在新法上路後，以添加焚化再生粒料製成紐澤西護欄推廣上較磚品來得用量大，如後續總隊補助計畫能協助幫助與○○縣內工程媒合相關工程去化，有意願配合相關補助計畫		
5. 實地訪查照片(拜會廠商進行意見交流及產製之相關磚品實照)		
		

本計畫彙整。

表 2.7.3-8 第 8 場次實地訪查—亞○開發(股)公司 訪查紀錄重點摘要

1. 蒐集訪查對象基本資料		
廠商名稱	亞○開發股份有限公司	拜會對象：邱○暄副總經理
訪查時間	109 年 6 月 30 日（星期二）上午 10 時 00 分	
曾取得環保標章認證之磚品名稱	過去曾取得環保標認證之「環保高壓混凝土方形磚」，因未有特別實際應用需求(環保標章不似綠建材標章對於工程應用上有所幫助)，故未辦理展延，相關認證已過期(原期限 108 年 7 月 14 日)	
2. 瞭解磚品使用回收料源狀況		
磚品添加之回收料源	廢玻璃、廢磚	
是否使用過焚化再生粒料？	過去未有使用過焚化再生粒料之經驗	
主要磚品應用用途	去化部分為公共工程、營造廠	
3. 摻配焚化再生粒料可能問題		
(1)過去曾有使用過中聯資源之轉爐石製高壓磚之經驗，惟產品重量較天然粒料磚品來得重，相對之運送成本增加，且其轉爐石需委外購買，故無再進一步應用之需求。		
(2)一般公共工程磚品之保固期約 3~5 年，本公司曾使用煤灰為回收料製成之磚品有膨脹裂化之情形，故針對試料期程部分，至少需要半年至 1 年多，以測試實際應用後不會有質變等問題。		
4. 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議		
(1)針對使用焚化再生粒料進行相關磚品製作，表示有意願。		
【後續進度：0630 拜會→0715 原預計由力○勢供料，惟因雜質率仍高且評估磚品試作料源粒徑大於需求(粒徑<1mm)，故不繼續參與本案試作。】		
(2)過去曾有使用過中聯資源之轉爐石製高壓磚之經驗，惟產品重量較天然粒料磚品來得重，相對之運送成本增加，且其轉爐石需委外購買，故無再進一步應用之需求。		
5. 實地訪查照片(拜會廠商進行意見交流及產製之相關磚品實照)		
		

本計畫彙整。

表 2.7.3-9 第 9 場次實地訪查—美○(股)公司 訪查紀錄重點摘要

1. 蒐集訪查對象基本資料		
廠商名稱	美○股份有限公司	拜會對象：陳○庭經理
訪查時間	109 年 7 月 9 日（星期四）上午 10 時 00 分	
現有取得環保標章認證之磚品名稱	高壓混凝土地磚、植草磚、圍牆磚、空心磚	
2. 瞭解磚品使用回收料源狀況		
磚品添加之回收料源	曾有添加轉爐石(爐石粉)及還原渣等回收料之經驗，但因回收料源穩定度較天然粒料難以掌握，故未持續使用	
是否使用過焚化再生粒料？	過去未有使用過焚化再生粒料之經驗	
主要磚品應用用途	在公共工程合作上，過去有與○○縣政府資源回收站隔間整修磚品應用工程、○○縣南○國中校園路面磚品應用工程，惟民間工程通常利潤優於公共工程，故本公司去化部分以民間工程為大宗	
3. 摻配焚化再生粒料可能問題		
因垃圾成分複雜，處理後之雜質率可能仍略高，其料源自再利用機構提供後若仍需再次自行篩分，增加大量人力及時間成本，造成使用意願降低。且磚品重量重，故載運成本亦會影響去化。		
4. 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議		
(1)針對使用焚化再生粒料進行相關磚品製作，表示有意願。 (2)主要生產產品以圍牆磚、空心磚為主，高壓地磚部分占少量，因本公司專利技術之空心磚可一體成型不需二次加工，過去有取得環保標章認證(高壓地磚)及綠建材標章(空心磚)之經驗，故對於標章申請流程並無太大問題。		
5. 實地訪查照片(拜會廠商進行意見交流及產製之相關磚品實照)		
		

本計畫彙整。

表 2.7.3-10 第 10 場次實地訪查—欣○企業(股)公司 訪查紀錄重點摘要

1. 蒐集訪查對象基本資料		
廠商名稱	欣○企業股份有限公司	拜會對象：楊○先董事長
訪查時間	109 年 7 月 9 日（星期四）下午 13 時 30 分	
現有取得環保標章認證之磚品名稱	尚無	
2. 瞭解磚品使用回收料源狀況		
磚品添加之回收料源	過去曾有使用水粹爐石粉及飛灰等回收料添加入預拌混凝土之經驗，使用上並無遇到太大問題	
是否使用過焚化再生粒料？	過去未有使用過焚化再生粒料之經驗	
主要磚品應用用途	新增設之磚品製程製作出之磚以廠內應用為主，無對外銷售	
3. 摻配焚化再生粒料可能問題		
(1)主要生產產品以平板磚或導水磚為主，為符合 CNS13295 之產品規定。 (2)目前針對摻配部分尚無太大問題。		
4. 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議		
(1)針對使用焚化再生粒料進行相關磚品製作，表示有意願。 (2)欣○公司為位於○○縣之預拌混凝土廠，拜會地點○○市為辦公處，本年度與力○勢合作推廣磚品計畫(底渣來源為○○縣)，已於廠內增設磚品製程設備，故對本案試作有意願申請。		
5. 實地訪查照片(拜會廠商進行意見交流及產製之相關磚品實照)		
		

本計畫彙整。

表 2.7.3-11 第 11 場次實地訪查—長○混凝土有限公司 訪查紀錄重點摘要

1. 蒐集訪查對象基本資料		
廠商名稱	長○混凝土有限公司	拜會對象：邱○喜董事長
訪查時間	109 年 7 月 14 日（星期二）下午 14 時 15 分	
現有取得環保標章認證之磚品名稱	長○公司為新○混凝土事業股份有限公司分支之關係企業(廠址為相鄰隔壁兩間)，新○過去有取得環保標章（以碳酸鈣結晶為回收料源產製之高壓磚、植草磚、透水磚等）、綠建材標章之產品經驗，故已有相關經驗。	
2. 瞭解磚品使用回收料源狀況		
磚品添加之回收料源	焚化再生粒料	
是否使用過焚化再生粒料？	長○公司為位於○○縣之預拌混凝土廠，已有進行摻配焚化再生粒料之高壓磚試作(取代底層天然粒料約 80%、面層維持天然粒料)，並主要用於場內鋪設，過去測試結果可符合 C 級磚抗壓強度	
主要磚品應用用途	過去有與力○勢合作以焚化再生粒料為料源進行製磚並鋪設於掩埋場等相關用地之經驗	
3. 摻配焚化再生粒料可能問題		
為朝優化水泥製品品質邁進，本公司將添購篩分設備進行二次篩分，將粗粒料作 CLSM、細粒料製磚，經評估目前未來磚品用途約可消化每日約 150 噸之焚化再生粒料。		
4. 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議		
(1)針對使用焚化再生粒料進行相關磚品製作，表示有意願。		
(2)長○公司收受之焚化再生粒料來源係為○○縣○○廠(部分包含代燒○○縣、○○縣垃圾)之底渣，交由力○處理產製後之焚化再生粒料。		
5. 實地訪查照片(拜會廠商進行意見交流及產製之相關磚品實照)		
(依廠商要求現場不提供攝影)		

本計畫彙整。

表 2.7.3-12 第 12 場次實地訪查—瑞○崙實業(股)公司 訪查紀錄重點摘要

1. 蒐集訪查對象基本資料		
廠商名稱	瑞○崙實業股份有限公司	拜會對象：江○霖 總經理
訪查時間	109 年 7 月 14 日（星期二）上午 10 時 20 分	
過去曾有取得環保標章認證之磚品名稱	普通磚	
2. 瞭解磚品使用回收料源狀況		
磚品添加之回收料源	過去曾有協助轉爐石進行磚品摻配試作，惟抗壓強度測試至約 20 幾天時，產生爆裂等問題，就未繼續使用	
是否使用過焚化再生粒料？	有	
主要磚品應用用途	尚無	
3. 摻配焚化再生粒料可能問題及建議		
因應明年 CLSM 不得用於水質水量保護區等敏感區域限制，將拓展磚品用途，廠內雖已有小型高壓磚設備，惟設備老舊，故為提升磚品產能，規劃於近期增加大型高壓磚生產設備、二次篩分設備(因磚品受雜質率影響較大，需進行二次篩分)。多元化用途除磚品外，亦有製作路緣石、紐澤西護欄部分。		
4. 磚品摻配焚化再生粒料並取得環保標章認證意向及建議		
(1)針對使用焚化再生粒料進行相關磚品製作，表示有意願。		
(2)本公司於 2006 年曾取得環保標章認證(普通磚)之經驗，故對於標章申請流程並無太大問題。		
(3)瑞○崙實業股份有限公司為位於○○縣之預拌混凝土廠，因○○縣轄內無垃圾焚化廠，故由○○市環保局協助代燒垃圾，再經○○廠(縣市自設底渣篩分設備)處理產製之焚化再生粒料，回運後之異地暫存地點，提供暫置地點。		
5. 實地訪查照片(拜會廠商進行意見交流及產製之相關磚品實照)		
 		

本計畫彙整。

2.7.4 輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章

計畫辦理迄今，廢管處(本計畫提供現場訪查、他案辦理聯繫/輔導/追蹤)偕同本署環保標章主管單位(管考處)及督察總隊拜會實地訪視輔導 12 家產製磚品廠商，共有 9 家有意願以焚化再生粒料進行磚品摻配試作，並申請環保標章，可供縣市接洽合作。辦理情形及相關輔導規劃說明如下：

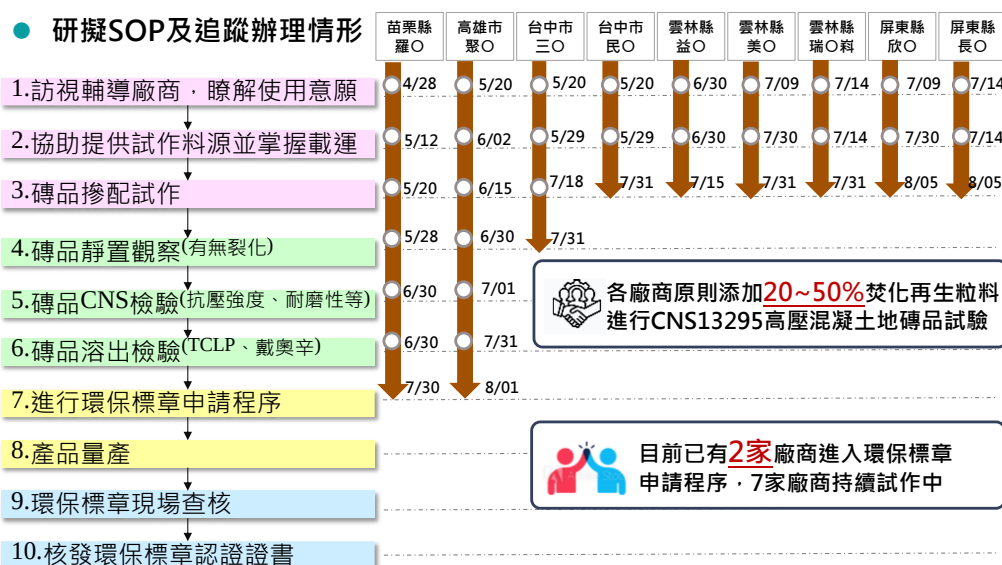
一、輔導規劃：由 3 單位共同推動，階段事項如表 2.7.4-1。

表 2.7.4-1 輔導磚品廠商使用焚化再生粒料並取得環保標章 規劃方向

階段	時程	主政單位	各階段辦理事項說明
第一階段 縣市供料及磚品摻配試作	約 3 個月	廢管處 (本計畫提供現場訪查、他案辦理聯繫/輔導/追蹤)	1.提供試作料源 2.磚品摻配試作。 3.產品靜置觀察 4.抗壓強度測試、耐磨性測試 5.CNS 產品檢驗
第二階段 產製環保標章產品	約 3 個月	管考處	1.環保標章非窯燒資源化建材檢驗 (建材溶出程序檢測、回收料戴奧辛檢測、染料檢測) 2.提送申請文件 3.產品量產 4.現場查核 5.核發環保標章認證證書
第三階段 推動試辦工程	約 4 個月	督察總隊	提供補助經費予縣市環保局進行磚品應用至道路工程示範計畫

資料來源：本計畫彙整。

二、辦理進度：9 家有意願廠商後續辦理情形由另案計畫持續追蹤，如圖 2.7.4-1。



資料來源：環保署，無機廢棄物資源化管理及環境用途規劃專案計畫，109 年。

圖 2.7.4-1 輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章辦理進度

2.8 章節摘要

有關本章「盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製無機循環材料之產生量、再利用率等環境用途及資源循環流向，彙整研析我國砂石產業量能供需狀況」主要工項包含(一)盤點國內轉爐石及產製循環材料之環境用途及資源循環流向、(二)盤點國內氧化碓、還原碓及產製循環材料之環境用途及資源循環流向、(三)盤點國內煤灰及產製循環材料之環境用途及資源循環流向、(四)盤點國內無機污泥及產製循環材料之環境用途及資源循環流向、(五)盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用率等環境用途及資源、(六)研析我國砂石產業量能供需情形，探討無機循環材料取代之市場需求、(七)實地訪查至少 10 場無機循環材料產製磚品機構，蒐集無機循環材料使用情形及再利用遭遇問題，輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章，各章節摘要如下。

(一) 盤點國內轉爐石及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.1 節)

1. 轉爐石 108 年產生量約 167 萬公噸，再利用率約 79 萬公噸，主要應用於施工便道、整地工程材料、土壤改良等用途，108 年底累積貯存量約 398.5 萬公噸。目前轉爐石產品多因再生產品通路受阻，致貯存量呈現上升趨勢。
2. 持續推動轉爐石應用於道路工程及港區造地填築料源，且臺北港於 109 年 7 月通過環差，轉爐石作為防風林區造地回填料，每年增加去化量約 130 萬噸，亦將持續規劃其他港區之可填築海事工程。

(二) 盤點國內氧化碓、還原碓及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.2 節)

1. 氧化碓：108 年產生量約 115 萬公噸，再利用率為 112.3 萬公噸，主要資源化流向為控制性低強度回填料(CLSM)(44%)、其他雜項非金屬礦物製品(26%)、混凝土粒料(19%)等，108 年貯存量約 88.5 萬公噸，相較於 107 年貯存量 100 萬公噸，貯存量有下降趨勢。
2. 還原碓：108 年產出量為 30 萬公噸，再利用率為 13.8 萬公噸，108 年底累積貯存量約 74.4 萬公噸，相較於 107 年貯存量 58.2 萬公噸

，貯存量有增加趨勢。現行主要資源化流向分別為卜特蘭水泥、預拌混凝土。

3. 擬定爐碴處理推動措施，以促進資源循環邁向循環經濟。氧化碴可做為道路工程及管溝回填等用途，目前再利用量已大於產生量，當年產生氧化碴均可去化，並有餘裕量處理過去暫存量；還原碴經安定化處理後可做為水泥生料及道路工程等用途，後續將持續推動還原碴作為道路工程及水泥生料之再利用用途。

(三) 盤點國內煤灰及產製循環材料之環境用途及資源循環流向 (2.3 節)

1. 燃煤飛灰：108 年產生量約 452 萬公噸，再利用量為 451 萬公噸，108 年貯存量為 0.9 萬公噸，較 107 年 1.2 萬公噸減少。主要資源化流向分別為預拌混凝土及卜特蘭水泥。
2. 燃煤底灰：108 年產生量約 99.2 萬公噸，再利用量為 98.4 萬公噸，貯存量為 151 萬公噸，與 107 年 150 萬公噸貯存量趨勢一致。主要資源化流向分別為預拌混凝土及卜特蘭水泥。
3. 持續修正更新煤灰處理推動措施，並持續追蹤臺中發電廠第 2 階段灰塘之環差作業進度。

(四) 盤點國內無機污泥及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.4 節)

1. 108 年無機性污泥產出約 106 萬公噸，處理量為 44.7 萬公噸，貯存量為 215.4 萬公噸，與 107 年貯存量趨勢一致。
2. 提升污泥處理及再利用率，以降低貯存壓力；規劃研訂污泥再生粒料產品環境用途標準，提升再利用產品品質等，以提升後端使用意願，拓展去化管道。

(五) 盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用率等環境用途及資源 (2.5 節)

1. 盤點各道路主管機關(交通部公路總局、高速公路局、各縣市政府等)之 5 種道路類型(含國道、快速道路、省道、市道及縣道公路、區道及鄉鎮市道)養護面積，並依據各道路主管機關最新統計資料(107 年)進而推估我國瀝青刨除料 107 年產生量約 710 萬公噸，再利用率約 284 萬公噸。
2. 輔以三層面進行分析比對，包含工程會標案管理系統之各縣市提報資料、瀝青公會全國會員處理量能資料、一縣市(桃園市)現況資

料反推，與前述推估結果進行比對尚屬合理。

3. 持續掌握工程會標案管理系統 109 下半年填報情形，以利掌握 109 年瀝青刨除料申報狀況；並依照今年度研析的推估模式滾動檢討推估結果並與實際情形進行勾稽比對分析，以確立每年度實際刨除粒料產生量、堆置量、去化量等。

(六) 研析我國砂石產業量能供需情形，探討無機循環材料取代之市場需求
(2.6 節)

1. 以 107 年為基準年，砂石供應量約為 5,858.7 萬公噸，砂石需求量約為 6,401 萬公噸，國內砂石需求約有近 542 萬公噸之缺口。規劃納入替代砂石之無機循環材料 3 類，自主供應補足缺口。
2. 以性質較為穩定的轉爐石、氧化碓及焚化再生粒料作為替代材料進行探討。

(七) 實地訪查至少 10 場無機循環材料產製磚品機構，蒐集無機循環材料使用情形及再利用遭遇問題，輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章 (2.7 節)

1. 配合環保署業務推動需求，訪查對象優先以「產製磚品廠商」為對象，輔導其納入應用焚化再生粒料為磚品產製料源。
2. 計畫執行迄今已分別於計畫執行期間(0428、0520、0616、0630、0709、0714)完成 12 家廠商共 12 場次實地訪查。
3. 訪查 12 家中，共有 9 家產製磚品廠商有意願推動，3 家廠商已進行環保標章申請階段，後續輔導由管考處另案計畫辦理。

第三章 各類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，瞭解再生粒料及加工再製產品重金屬及鹽類溶出狀況

第三章 各類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，瞭解再生粒料及加工再製產品重金屬及鹽類溶出狀況

國內各類廢棄物判定有害，或其再利用產品環境使用規範，目的雖不同，但目前均援引重金屬 TCLP 毒性特性溶出程序，以酸性萃取方式，溶出標準採用有害事業廢棄物認定標準具有討論處。

環保署在 109 年 5 月 18 日最新公告「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，參考日本渣類資源化產品之管制精神，訂定「焚化再生粒料環境標準」。修改焚化再生粒料溶出檢測方式，將原採用重金屬 TCLP「事業廢棄物毒性特性溶出程序(NIEA R201)」，修改為環保署 108 年 10 月 02 日公告之「再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222)」，且以地下水污染管制標準之重金屬為溶出管制項目，包含鎘、鉛、砷、汞、鉻、銅、鎳及鋅 8 項重金屬。

環保署為研訂「焚化再生粒料環境標準」之金屬溶出標準，自 107 年起將全國焚化再生粒料陸續以再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222)進行溶出檢測，並與我國地下水污染管制標準進行比較，以建立基線資料。對於其他無機循環材料亦可以比照此方式，開始建立基線資料，以作為後續研訂其他無機循環材料環境標準之參考。

依此，本工項內容依據契約書為「將各種類無機循環材料依據再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，以「再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222)」進行溶出檢測，以瞭解其再生粒料及加工再製產品不同環境用途型態時之重金屬及鹽類溶出狀況，作為研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之參考」(以下稱無機循環材料檢測試驗)。

本計畫已辦理事項之工作流程如圖 3-1。建立選擇合適之產製機構採樣原則，採集其再生粒料及加工再製產品，並進行再生粒料環境用途溶出程序，檢測其重金屬溶出、鹽類溶出及氫離子濃度指數。針對轉爐石(12 件次)、氧化碯、還原碯(氧化碯和還原碯合計 30 件次)、煤灰(8 件次)、無機污泥(9 件次)及瀝青刨除料(9 件次)之無機循環材料，共 68 件次，挑選廠家進行樣品採集及試驗分析，進行再生粒料環境用途溶出程序之重金屬溶出、鹽類溶出及氫離子濃度指數檢測。前述採集及試

驗分析數量分配，或將依計畫需求，經環保署同意後調整。

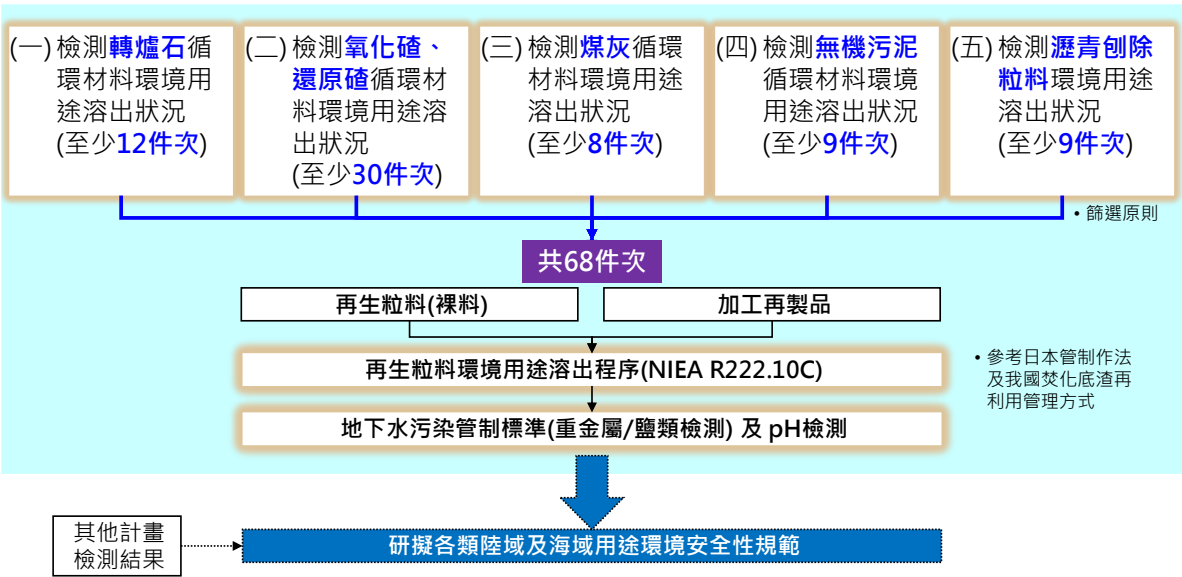


圖 3-1 「各類循環材料進行環境用途溶出試驗」之作業流程

第四章 評估規劃無機循環材料陸域及海域 用途環境安全性檢測規範及提升環 境用途品質技術，推動無機循環材 料管理整合

第四章 評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性 檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理 整合

有關「評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合」此項工作，本計畫已初擬辦理事項之作業流程，詳圖 4-1，依序說明如后。

- 一、研訂各類循環材料用於陸海域用途環境安全性規範建議，詳 4.1 節。
- 二、以健康風險角度評估循環材料用途環境安全規範適宜性，詳 4.2 節。
- 三、研析循環材料最終利用或妥善處置現況，評估可能方式，詳 4.3 節。
- 四、整合納入循環材料認證與媒合平台運作之法規限制與突破點分析，詳 4.4 節。

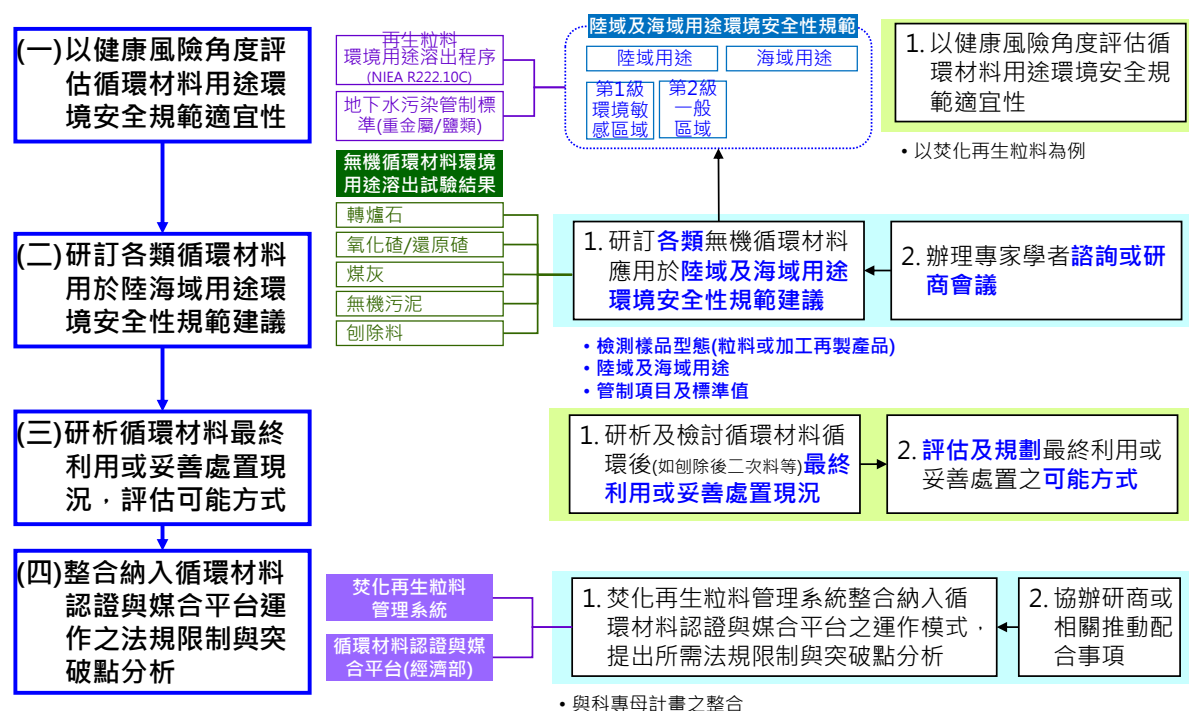


圖 4-1 「評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合」之作業流程

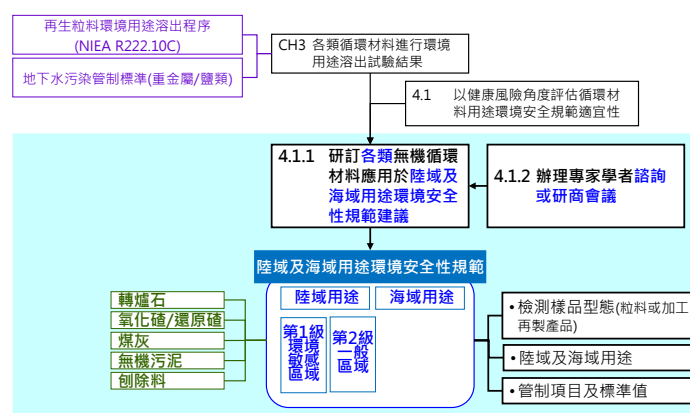
4.1 依據前述試驗結果及健康風險評估探討，研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範

本項工作內容，依據契約書為「依據前述試驗結果及健康風險評估探討，研訂各類無機循環材料（包含轉爐石、氧化矽、還原矽、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等）應用於陸域及海域用途環境安全性規範，包含檢測樣品型態（粒料型態或加工再製產品型態）、管制項目及標準值建議，並辦理專家學者諮詢或研商會議。」。

一、工作構想

本計畫對計畫工項的瞭解，初擬有關本項工作構想(詳圖 4.1-1 所示)如下：

- (一) 研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範建議：詳 4.1.1 節。
- (二) 辦理專家學者諮詢或研商會議：詳 4.1.2 節。



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.1-1 「研訂各類循環材料用於陸海域用途環境安全性規範建議」之作業流程

4.1.1 研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範

建議

國內已有眾多無機資源物，經處理製成再生粒料，替代天然粒料，作為原料、材料、級配料或加工製品等應用。在邁向資源循環及循環經濟，為持續推動無機粒料循環利用，環保署已辦理焚化底渣相關計畫，由研析國外溶出方法及管制精神，進行環境品質檢測分析，並已先由建立焚化再生粒料品質及環境用途標準著手，以期研擬各類無機循環材料共通性之品質及環境用途規範及管理機制，提升無機循環材料品質及環境用途信心。

我國經蒐集研究國內外渣類再利用環境安全性規範做法後，參採日本爐渣類資源化產品管理之溶出管制精神(日本渣類資源化產品溶出量試驗方法 JIS K0058-1 之 5)，於 108 年 10 月 02 日(環署授檢字第 1080006238 號函)公告「再生粒料環境用途溶出程序 (NIEA R222.10C)」，作為我國再生粒料環境用途溶出程序檢測方法。優先檢討焚化底渣再利用管理方式之焚化再生粒料品質標準，加入我國保護我國地下水環境特性，經檢測試驗後，導入地下水污染管制標準相關重金屬項目，正面表列焚化再生粒料之使用地點、用途、檢測項目及標準，分級規範建置我國焚化再生粒料品質及環境用途標準，於 109 年 5 月 18 日公告「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，自 110 年 1 月 1 日生效。

依此參考焚化再生粒料管理模式，將依據前述試驗結果(第三章)及健康風險評估探討(4.1 節)，擴大研訂各類無機循環材料（包含轉爐石、氧化碓、還原碓、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等）應用於陸域及海域用途環境安全性規範，包含檢測樣品型態（粒料型態或加工再製產品型態）、管制項目及標準值建議。

一、各類無機循環材料、再利用管理法規及其目的事業主管機關

首先彙整各類無機循環材料、再利用管理法規及其目的事業主管機關，詳表 4.1.1-1，本計畫於提出研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範建議後，將提供各類無機循環材料之目的事業主管機關作為修法參考依據，共同建立我國無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範。

表 4.1.1-1 各類無機循環材料、再利用管理法規及其目的事業主管機關彙整

無機循環材料		再利用管理法規	目的事業主管機關
1	轉爐石	經濟部事業廢棄物再利用管理辦法(109.07.15)	經濟部(工業局)
2	氧化碓及還原碓	經濟部事業廢棄物再利用管理辦法(109.07.15) 第三條附表 編號九、電弧爐煉鋼爐碓(石)	經濟部(工業局)
3	煤灰	經濟部事業廢棄物再利用管理辦法(109.07.15) 第三條附表 編號一、煤灰	經濟部(工業局)
4	無機污泥	經濟部事業廢棄物再利用管理辦法(109.07.15) 第三條附表 編號三十二、淨水污泥 編號三十三、高爐礦泥、轉爐礦泥及熱軋礦泥 編號四十、氟化鈣污泥 編號五十一、石英磚研磨污泥	經濟部(工業局)
5	瀝青刨除粒料 (註)	內政部營建事業再生利用之再生資源項目及規範(98.05.27)，公告再生資源項目：事業產生之瀝青混凝土挖（刨）除料。	內政部(營建署)

註：依據「資源回收再利用法」第 15 條規定，「再使用之再生資源項目，由中央主管機關公告之」，故瀝青混凝土挖（刨）除料屬內政部營建署公告之再生資源項目，非屬廢棄物。

資料來源：本計畫彙整

二、檢測時機建議

有關各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之檢測時機，建議應於出再利用機構前或使用前。目前我國底渣再利用管理方式修正草案明定「焚化再生粒料出再利用機構前每 500 公噸檢測一次」，可供其他無機循環材料參考。

三、檢測樣品型態建議（粒料型態或加工再製產品型態）

有關各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之檢測樣品型態建議，日本 JIS K0058-1 溶出程序之各用途檢測樣品，依其裸料、摻料或成品不同用途，分採粒料、圓柱試體或成品型態及其添加比例進行樣品檢測(詳表 4.1.1-2)。目前我國底渣再利用管理方式修正草案為確保粒料出廠品質，所有用途均統一以加嚴「粒料型態」進行，達標才可使用，相對更為嚴格。

表 4.1.1-2 日本渣類資源化產品之檢測樣品型態及我國底渣再利用管理方式修正草案之檢測樣品型態

(一) 日本渣類資源化產品之檢測樣品型態		
渣類資源化產品用途類型	日本檢測樣品型態	
1. 裸料用途(如道路級配粒料底層及基層、基地填築或路堤填築等)	粒料型態	(100%)
2. 摻料用途(如 CLSM、低密度再生透水混凝土等)	圓柱試體	依其使用添加比例
3. 產品用途(如磚品、水泥製品(紐澤西護欄及緣石)等)	成品型態	依其成品添加比例
(二) 我國焚化再生粒料之檢測樣品型態		
焚化再生粒料用途類型	我國焚化再生粒料檢測樣品型態	
1. 道路級配粒料底層及基層(裸料用途)	粒料型態	
2. 基地填築(裸料用途)		
3. 路堤填築(裸料用途)		
4. CLSM		
5. 低密度再生透水混凝土		
6. 磚品		
7. 紐澤西護欄及緣石的水泥製品		

資料來源：本計畫彙整

四、管制項目及標準值

有關各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之管制項目及標準值，主要為依據我國地下水污染管制標準(重金屬及鹽類管制項目)，詳表 4.1.1-3。雖然地下水污染管制標準污染物之管制項目包含單環芳香族碳氫化合物(4 項)、多環芳香族碳氫化合物(1 項)、氯化碳氫化合物(21 項)、農藥(8 項)重金屬(10 項)、一般項目(鹽類 3 項)、其他污染物(3 項甲基第三丁基醚、總石油碳氫化合物及氰化物)等類別，由於無機循環材料特性(不具或極低有機成分)，基本上可能僅與重金屬及鹽類管制項目較為有關(另依據 108 年計畫檢測無機再生粒料之有機物成分亦得到相同結果)。

其中我國地下水污染管制標準分為二類標準，係因為地下水分為下列二類：飲用水水源水質保護區內之地下水(第一類)及第一類以外之地下水(第二類)，也可作為使用於飲用水水源水質保護區等敏感區位之管制標準。

另外重金屬項目中之銻及鉬，與特定製程之事業有關，視各類無機循環

材料之特性考量是否納入。鹽類中硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮及氟鹽，也視各類無機循環材料之特性考量是否納入。

表 4.1.1-3 我國地下水污染管制標準 (重金屬及鹽類管制項目)

管制項目		管制標準值	
		第一類	第二類
限制使用地點		飲用水水源水質保護區內之地下水	第一類以外之地下水
重金屬	鎘	0.0050	0.050
	鉛	0.010	0.10
	砷	0.050	0.50
	汞	0.0020	0.020
	鉻	0.050	0.50
	銅	1.0	10
	鎳	0.10	1.0
	鋅	5.0	50
	銻*	0.07	0.7
	鉬*	0.07	0.7
鹽類	硝酸鹽氮(以氮計)(Nitrate as N)	10	100
	亞硝酸鹽氮(以氮計)(Nitrite as N)	1.0	10
	氟鹽(以 F ⁻ 計)(Fluoride as F ⁻)	0.8	8.0

註：1.* 針對製程使用含銻、鉬原料之行業辦理污染潛勢調查時需檢測項目。2. 地下水分為下列二類：一、第一類：飲用水水源水質保護區內之地下水。二、第二類：第一類以外之地下水。

五、研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範建議

依上述研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之基本參考建議(初稿)，詳表 4.1.1-4。原則歸納如下：

- (一) 陸域用途溶出標準，依據我國地下水污染管制標準(二類)，建議亦分為第一級陸域用途溶出標準及第二級陸域用途溶出標準，分別用於敏感區域及一般區域。
- (二) 港灣(海域)用途溶出標準，建議比照我國地下水污染管制標準之第二級陸域用途溶出標準。此部分會透過本計畫中健康風險評估進行檢視。
- (三) 管制項目分為重金屬及鹽類，由各類無機循環材料之特性考量是否納入。例如焚化再生粒料之鹽類及重金屬銻及鉬的影響極低，均未納入管制。

表 4.1.1-4 各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範建議

品質項目		管制規範	陸域用途		港灣(海域)用途
			陸域用途溶出標準 第一級	陸域用途溶出標準 第二級	港灣(海域)用途 溶出標準
限制使用地點 (視特性考量)			敏感區域 (視特性考量)	一般區域	港灣工程
重金屬	鎘		0.0050	0.050	0.050
	鉛		0.010	0.10	0.10
	砷		0.050	0.50	0.50
	汞		0.0020	0.020	0.020
	鉻		0.050	0.50	0.50
	銅		1.0	10	10
	鎳		0.10	1.0	1.0
	鋅		5.0	50	50
	銻 (視特性考量是否納入)		0.07	0.7	0.7
	鉬 (視特性考量是否納入)		0.07	0.7	0.7
鹽類	硝酸鹽氮(以氮計)(Nitrate as N) (視特性考量是否納入)		10	100	100
	亞硝酸鹽氮(以氮計)Nitrite as N) (視特性考量是否納入)		1.0	10	10
	氟鹽(以 F ⁻ 計)(Fluoride as F ⁻) (視特性考量是否納入)		0.8	8.0	8.0

註：單位為 mg/L；第一級標準適用「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」公告事項七之限制規定使用地點，第二級標準適用非屬於公告事項七之限制規定使用地點

由上，本計畫將依據前述各類無機循環材料（包含轉爐石、氧化碯、還原碯、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等）試驗結果(第三章)及健康風險評估探討(4.2 節)，擴大研訂各類無機循環材料（包含轉爐石、氧化碯、還原碯、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等）應用於陸域及海域用途環境安全性規範，分項說明如下：

(一) 轉爐石環境用途標準建議

由檢測結果提出轉爐石環境用途標準建議項目，詳表 4.1.1-5。因萃出液之各項濃度值皆低於第一類及第二類地下水污染管制標準。故建議轉爐石環境用途標準比照焚化再生粒料環境標準管制項目。

表 4.1.1-5 轉爐石環境用途標準建議項目

品質項目		管制規範	轉爐石環境用途標準 (建議)	
			第一級標準	第二級標準
限制使用地點			敏感區域 (視特性考量)	一般區域
重金屬	鎘		0.0050	0.050
	鉛		0.010	0.10
	砷		0.050	0.50
	汞		0.0020	0.020
	鉻		0.050	0.50
	銅		1.0	10
	鎳		0.10	1.0
	鋅		5.0	50
鹽類	氟鹽(以 F-計)		0.8	8.0

資料來源：本計畫彙整

另外煉鋼轉爐會加入助熔劑(例如氟化鈣)，轉爐石可能存在氟鹽溶出，針對共通項目之鎘(Cd)、鉛(Pb)、砷(As)、汞(Hg)、鉻(Cr)、銅(Cu)、鎳(Ni)、鋅(Zn)8 項重金屬進行管制外，亦建議針對選擇項目之氟鹽進行加強管制。

(二) 氧化矽環境用途標準建議

由檢測結果提出氧化矽環境用途標準建議項目，詳表 4.1.1-6。因部分氧化矽萃出液濃度之鉻及氟鹽高於第一類地下水污染管制標準。故建議氧化矽環境用途標準除比照焚化再生粒料環境標準管制項目，針對共通項目之鎘(Cd)、鉛(Pb)、砷(As)、汞(Hg)、鉻(Cr)、銅(Cu)、鎳(Ni)、鋅(Zn)8 項重金屬進行管制，亦建議針對選擇項目之氟鹽進行加強管制。

表 4.1.1-6 氧化碇環境用途標準建議項目

品質項目		管制規範	氧化碇環境用途標準 (建議)	
			第一級標準	第二級標準
限制使用地點			敏感區域 (視特性考量)	一般區域
重金屬	鎘		0.0050	0.050
	鉛		0.010	0.10
	砷		0.050	0.50
	汞		0.0020	0.020
	鉻		0.050	0.50
	銅		1.0	10
	鎳		0.10	1.0
	鋅		5.0	50
鹽類	氟鹽(以 F-計)		0.8	8.0

資料來源：本計畫彙整

(三) 還原碇環境用途標準建議

由檢測結果提出還原碇環境用途標準建議項目，詳表 4.1.1-7。因部分還原碇萃出液濃度之鉻、鉛、鉬及氟鹽高於第一類地下水污染管制標準。故建議還原碇環境用途標準除比照焚化再生粒料環境標準管制項目，針對共通項目之鎘(Cd)、鉛(Pb)、砷(As)、汞(Hg)、鉻(Cr)、銅(Cu)、鎳(Ni)、鋅(Zn)8 項重金屬進行管制，亦建議針對選擇項目之鉬及氟鹽進行加強管制。

表 4.1.1-7 還原值環境用途標準建議項目

品質項目		管制規範	還原值環境用途標準 (建議)	
			第一級標準	第二級標準
限制使用地點			敏感區域 (視特性考量)	一般區域
重金屬	鎘		0.0050	0.050
	鉛		0.010	0.10
	砷		0.050	0.50
	汞		0.0020	0.020
	鉻		0.050	0.50
	銅		1.0	10
	鎳		0.10	1.0
	鋅		5.0	50
	鉬		0.07	0.7
鹽類	氟鹽(以 F-計)		0.8	8.0

資料來源：本計畫彙整

(四) 煤灰環境用途標準建議

1. 燃煤飛灰

由檢測結果提出燃煤飛灰環境用途標準建議項目，詳表 4.1.1-8。因部分燃煤飛灰萃出液濃度之鉻、鉬及氟鹽高於第一類地下水污染管制標準。故建議燃煤飛灰環境用途標準除比照焚化再生粒料環境標準管制項目，針對共通項目之鎘(Cd)、鉛(Pb)、砷(As)、汞(Hg)、鉻(Cr)、銅(Cu)、鎳(Ni)、鋅(Zn)8 項重金屬進行管制，亦建議針對選擇項目之鉬(Mo)及氟鹽進行加強管制。

2. 燃煤底灰

由檢測結果提出燃煤底灰環境用途標準建議項目，詳表 4.1.1-9。因萃出液之各項濃度值皆低於第一類及第二類地下水污染管制標準。故建議燃煤底灰環境用途標準比照焚化再生粒料環境標準管制項目，針對共通項目之鎘(Cd)、鉛(Pb)、砷(As)、汞(Hg)、鉻(Cr)、銅(Cu)、鎳(Ni)、鋅(Zn)8 項重金屬進行管制。

表 4.1.1-8 燃煤飛灰環境用途標準建議項目

品質項目		管制規範	燃煤飛灰環境用途標準 (建議)	
			第一級標準	第二級標準
限制使用地點			敏感區域 (視特性考量)	一般區域
重金屬	鎘		0.0050	0.050
	鉛		0.010	0.10
	砷		0.050	0.50
	汞		0.0020	0.020
	鉻		0.050	0.50
	銅		1.0	10
	鎳		0.10	1.0
	鋅		5.0	50
	鉬		0.07	0.7
鹽類	氟鹽(以 F-計)		0.8	8.0

資料來源：本計畫彙整

表 4.1.1-9 燃煤底灰環境用途標準建議項目

品質項目		管制規範	燃煤底灰環境用途標準 (建議)	
			第一級標準	第二級標準
限制使用地點			敏感區域 (視特性考量)	一般區域
重金屬	鎘		0.0050	0.050
	鉛		0.010	0.10
	砷		0.050	0.50
	汞		0.0020	0.020
	鉻		0.050	0.50
	銅		1.0	10
	鎳		0.10	1.0
	鋅		5.0	50

資料來源：本計畫彙整

(五) 無機污泥環境用途標準建議

由檢測結果提出無機污泥環境用途標準建議項目，詳表 4.1.1-10。
因部分無機污泥萃出液濃度之鎘、鉻、銅、鎳、鋅、鉬、氟鹽及硝酸鹽
氮高於第一類地下水污染管制標準。故建議無機污泥環境用途標準除比
照焚化再生粒料環境標準管制項目，針對共通項目之鎘(Cd)、鉛(Pb)、

砷(As)、汞(Hg)、鉻(Cr)、銅(Cu)、鎳(Ni)、鋅(Zn)8 項重金屬進行管制，亦建議針對選擇項目之鉬(Mo)、氟鹽及硝酸鹽氮進行加強管制。

表 4.1.1-10 無機污泥環境用途標準建議項目

品質項目		管制規範	無機污泥環境用途標準 (建議)	
			第一級標準	第二級標準
限制使用地點			敏感區域 (視特性考量)	一般區域
重金屬	鎘		0.0050	0.050
	鉛		0.010	0.10
	砷		0.050	0.50
	汞		0.0020	0.020
	鉻		0.050	0.50
	銅		1.0	10
	鎳		0.10	1.0
	鋅		5.0	50
	鉬		0.07	0.7
鹽類	硝酸鹽氮(以氮計)		10	100
	氟鹽(以 F-計)		0.8	8.0

資料來源：本計畫彙整

(六) 瀝青刨除粒料環境用途標準建議

由檢測結果提出瀝青刨除粒料環境用途標準建議項目，詳表 4.1.1-11。因部分瀝青刨除粒料萃出液濃度之皆符合第一類及第二類地下水污染管制標準。故建議還原礫環境用途標準比照焚化再生粒料環境標準管制項目，針對共通項目之鎘(Cd)、鉛(Pb)、砷(As)、汞(Hg)、鉻(Cr)、銅(Cu)、鎳(Ni)、鋅(Zn)8 項重金屬進行管制。

表 4.1.1-11 瀝青刨除粒料環境用途標準建議項目

品質項目		管制規範	瀝青刨除粒料環境用途標準 (建議)	
			第一級標準	第二級標準
限制使用地點			敏感區域 (視特性考量)	一般區域
重金屬	鎘		0.0050	0.050
	鉛		0.010	0.10
	砷		0.050	0.50
	汞		0.0020	0.020
	鉻		0.050	0.50
	銅		1.0	10
	鎳		0.10	1.0
	鋅		5.0	50

資料來源：本計畫彙整

六、小結

綜上各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範建議彙整表如表 4.1.1-12，建議後續持續針對各類無機循環材料辦理檢測作業以增加基線資料。

表 4.1.1-12 各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範建議彙整
表(初稿)

管制規範 品質項目			陸域用途		港灣(海 域)用途	轉爐 石	氧化 碲	還原 碲	燃煤 飛灰	燃煤 底灰	無機 污泥	瀝青 刨除 料
			陸域用途 溶出標準 第一級	陸域用途 溶出標準 第二級	港灣(海 域)用途 溶出標準							
	限制使用地點 (視特性考量)		敏感區域 (視特性考 量)	一般區 域	港灣工 程							
共通 項目(與焚 化再 生粒 料環 境標 準同)	重金 屬	鎘	0.0050	0.050	0.050	V	V	V	V	V	V	V
		鉛	0.010	0.10	0.10	V	V	V	V	V	V	V
		砷	0.050	0.50	0.50	V	V	V	V	V	V	V
		汞	0.0020	0.020	0.020	V	V	V	V	V	V	V
		鉻	0.050	0.50	0.50	V	V	V	V	V	V	V
		銅	1.0	10	10	V	V	V	V	V	V	V
		鎳	0.10	1.0	1.0	V	V	V	V	V	V	V
		鋅	5.0	50	50	V	V	V	V	V	V	V
選擇 項目(視各 種類 特性 考量 是否 納入)		銻	0.07	0.7	0.7							
		鉬	0.07	0.7	0.7				V		V	
	鹽類	硝酸鹽 氮(以氮 計)(Nitrate as N)	10	100	100						V	
		亞硝酸 鹽氮(以 氮計 (Nitrite as N)	1.0	10	10							
		氟鹽(以 F ⁻ 計 (Fluoride as F ⁻)	0.8	8.0	8.0	V	V	V	V		V	

註：V 表示建議納入法規管制項目(重金屬或鹽類)

資料來源：本計畫彙整

4.1.2 辦理專家學者諮詢或研商會議

研訂各類無機循環材料（包含轉爐石、氧化碓、還原碓、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等）應用於陸域及海域用途環境安全性規範期間或提出建議值後，均會規劃辦理專家學者諮詢會議或相關目的事業主管機關的研商會議(如經濟部、內政部及交通部等)方式，聽取各界意見。

本計畫於 109 年 9 月 17 日辦理「規劃無機循環材料應用於陸海域用途環境安全性檢測規範(管制項目及標準值)」專家諮詢會議，會上委員提出重點摘錄如下：

(一) 討論重點：

再生粒料為廢棄物再利用產品，以「毒性特性溶出程序(TCLP)」作為檢測方法及標準，與實際用於環境之溶出情境及管制標準不同，有檢討修正之意見。為建立再生粒料環境標準及管理機制，提升再生粒料品質及環境用途信心，爰針對無機循環材料應用於陸海域用途環境安全性檢測規範(管制項目及標準值)進行討論。

(二) 時間：109 年 09 月 17 日（星期四）下午 2 時。

(三) 地點：環興科技股份有限公司 15 樓簡報室。

(四) 與會對象：江康鈺教授、楊仲家教授、林逸彬教授、周錦東教授、何鴻哲教授、杜嘉崇教授、環保署廢棄物管理處、工研院及環興公司。

(五) 會議照片：詳圖 4.1.2-1 所示。

(六) 會議意見：會議重點整理如表 4.1.2-1，相關意見參採納入第 4.1 節辦理。

表 4.1.2-1 「規劃無機循環材料應用於陸海域用途環境安全性檢測規範(管制項目及標準值)」專家諮詢會議重點

委員	會議意見
江康鈺委員	1. 根據現階段檢驗結果顯示，部分再生粒料或碴類資材恐有超出品質規範標準之虞，未來執行面是否有瓶頸或質疑之處？因應對策為何？宜先予以研擬。 2. 各項再生粒料（無機資材）之再利用途徑除建議之分流應用外，建議亦宜制定其合理之推動期程，例如碴類（還原碴）是否可列入推動？抑或是應研擬更為嚴謹之作法？ 3. 品質檢測之作業機構，因應新公告標準方法後，其檢測能量是否足以因應？公信力是否可被檢驗或認證？宜同時進行規劃。 4. 燃煤飛灰或底灰是否列為再生粒料？宜先予以釐清。 5. 環境安全之定義為何？溶出試驗結果可否作為環境安全之說明？宜先予以釐清與說明。港灣用途之標準範圍，並非以幾倍作為討論為佳。
楊仲家委員	1. P.8，請確認再生粒料環境溶出方法之試驗對象。 2. P.10，建議分別列出各類無機循環材料之優劣點。 3. 請確認焚化再生粒料能否達到環境用途標準選擇項目之管制值。 4. 燃煤飛灰長久以來幾乎全部使用於混凝土，請考量額外增加環境用途標準選擇項目之必要性。 5. 簡報 P.24，請更正燃煤底灰環境用途第二級標準之值。
林逸彬委員	1. 先進國家是否有各種不同再生粒料之環境標準，宜收集相關資料並加以評估。 2. 銻、鉬列入地下水管制標準的原因為高科技面板業的廢水排放，縱觀再生粒料的種類及來源，應無此疑慮，溶出實驗中還原碴、氧化碴、燃煤飛灰可測得鉬，或可稍微釐清來源。 3. 銻、鉬、氟並無列入焚化再生粒料環境標準，若這些項目列入其他再生粒料標準，是否會引起疑慮應重新考慮焚化再生粒料環境標準，應加以考慮。 4. 若規劃之無機循環材料規範將適用海域，應考慮補充海水溶出實驗。
周錦東委員	1. 再生粒料非僅焚化再生粒料乙項，惟其使用常被以焚化再生粒料視之，因此應先予以敘明。 2. 日本針對再生粒料環境標準訂有規範，港灣用途為一般用途之 3 倍。因此我國引用其溶出程序做為參考，制定標準時亦應說明與日本之差異。例如我國港灣區域標準（草案）原則將與一般區域相同。 3. 再生粒料環境用途溶出程序（NIEA R222）及毒性特性溶出程序 TCLP（NIEA R201）兩者目的及檢測方式（如萃取液）不

委員	會議意見
	同，但實質上均為溶出程序，且已嘗試以 NIEA R222 所得結果比對現行管制標準，因此檢測結果值無法直接比較，但仍應有其參考價值。 4. 擬規劃研提各類無機循環材料（轉爐石、氧化碓、還原碓、燃煤底灰及燃煤飛灰等）環境標準，依其特性適材適所分流應用。惟將來推動可能遭遇之困難恐面臨以最嚴格之環境標準，一體適用於所有海域用途。 5. 擬增加之管制項目確實為再生粒料來源之特性所致，惟應留意本項並非再生粒料之通性，若以地下水污染管制標準為探討出發點，則該項標準尚有其他管制項目，未來宣導將引起疑慮。 6. 氧化碓、還原碓相關檢測結果顯示多數無法符合第一類管制標準值，但第二類管制標準值則幾可全數通過。若未通過測值僅為個案，則應有助於未來推動。 7. 燃煤飛灰粒料全數無法符合第一類管制標準值，但第二類管制標準值全數通過，燃煤飛灰再製品則通過第一、二類管制標準值。是否建議朝向燃煤飛灰再製品之使用方向？ 8. 燃煤底灰、飛灰環境用途標準之建議中，若確實建議後續納入項目，則應採一致性要求，避免引發疑慮。
何鴻哲委員	1. 建立再生粒料環境標準對於再生粒料之再利用推動應具正面意義，值得肯定。 2. 對於部分粒料之溶出結果有超過第一級、甚或第二級標準，恐將引起疑慮，未來如何因應？ 3. 108 年之分析結果，其分析之 MDL 較 109 年低很多，建議附註其分析儀器之類型。 4. 燃煤底灰之檢測結果均符合第一級標準，簡報 P.24 建議後續可視情況增列銻、鉬、氟鹽，其必要性如何？另，該頁之第一、第二級標準錯列。 5. 以粒料或再製品之溶出為依據，未來或可再深思。
杜嘉崇委員	1. 名詞宜統一「渣」與「碓」。 2. 簡報第 8 頁之敏感區域（第一級標準）與一般區域之定義宜明確。 3. 名詞轉爐石、氧化碓、還原碓屬於鋼質粒料。 4. (1)是細粒料不是粗粒料，麻煩再確認。 5. (2)其性質不是太穩定，論述文字請再酌調整。 6. 目前統一名稱煤灰就是飛灰與底灰，建請調整。 7. 係以再生粒料(裸料)或加工再製品進行管控，建議要定義清楚。

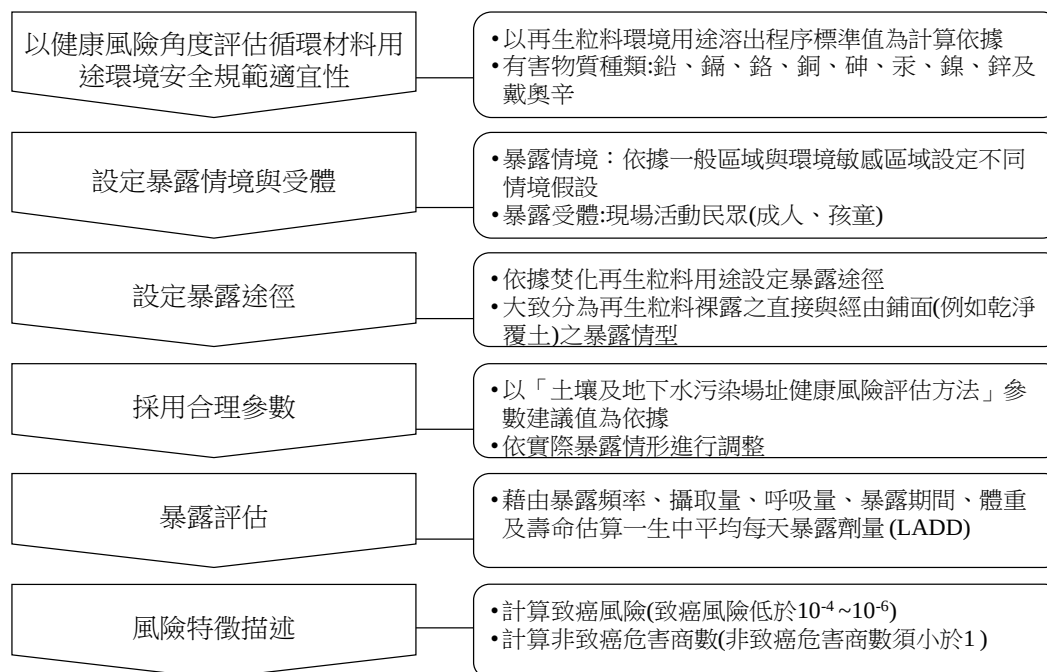
圖 4.1.2-1 「規劃無機循環材料應用於陸海域用途環境安全性檢測規範(管制項目及標準值)」專家諮詢會議重點



4.2 以健康風險評估角度，評估無機循環材料陸域及海域用途環境安全 性規範依再生粒料環境用途溶出程序及地下水污染管制標準 之適宜性

本項工作內容，依據契約書為「將無機循環材料應用環境用途，以健康風險評估角度，評估依再生粒料環境用途溶出程序，參考國外管制精神及保護我國環境特性，採用地下水污染管制標準項目及標準值，作為無機循環材料陸域及海域用途環境安全性規範之適宜性」。

本計畫有關本項工作架構詳圖 4.2-1 所示，包含如：(一)設定暴露情境與受體。(二)設定暴露途徑。(三)採用合理參數。(四)暴露評估。(五)風險特徵描述。研析成果如后說明。本計畫就健康風險角度評估焚化再生粒料環境安全性，將說明陸域及海域之風險評估結果。陸域部分模擬再生粒料進入地下水稀釋之情形；海域部分則參考中國鋼鐵公司「臺北商港務流倉儲區填海造地計畫」中轉爐石擴散模式，進行後續風險評估，確認是否對人體造成危害。



本計畫彙整

圖 4.2-1 環境安全規範適宜性評估工作流程

一、規劃重點說明

(一) 背景說明

1. 工作目標

最新 109 年 5 月 18 日公告「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，新訂焚化再生粒料環境標準，係參考日本渣類資源化產品之管制規範；並慮及我國環境特性，採用「再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222)」及參考我國地下水污染管制標準規定，規範第一級管制標準(用於敏感區域)及第二級管制標準(用於一般區域)，包含重金屬溶出(以下簡稱溶出標準值)、戴奧辛、粒徑及雜質，如表 4.2-1 及表 4.2-2 所示。

本計畫依據所訂定之標準值，設定相關暴露情境計算其健康風險結果，以評估標準值之適宜性，確認是否可保護周遭受體。

2. 工作重點

依據工作目標，本項工作重點為透過健康風險評估作業，確認目前所訂定之第一級環境敏感區域與第二級一般區域之標準值，是否合理、適切，因此本工項之重點包含：(1)確認評估暴露情境與受體、(2)依據焚化再生粒料用途設定暴露途徑、(3)採用具合理性之參數、(4)執行風險評估作業與不確定性分析。

上述相關重點項目，為實際執行風險評估作業時不可或缺項目，藉由取得合理之設定，可降低風險評估之不確定性，使實際執行時之困難降至最低。

表 4.2-1 焚化再生粒料環境標準之第一級及第二級管制標準(重金屬溶出)

檢測項目		標準值	
		第一級	第二級
再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222)	鉛(毫克/公升)	≤0.01	≤0.1
	鎘(毫克/公升)	≤0.005	≤0.05
	鉻(毫克/公升)	≤0.05	≤0.5
	銅(毫克/公升)	≤1.0	≤10
	砷(毫克/公升)	≤0.05	≤0.5
	汞(毫克/公升)	≤0.002	≤0.02
	鎳(毫克/公升)	≤0.1	≤1
	鋅(毫克/公升)	≤5.0	≤50

資料來源：垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式，民國 109 年 5 月 18 日修正公告。

表 4.2-2 焚化再生粒料環境標準之第一級及第二級管制標準(戴奧辛、粒徑及雜質)

檢測項目	標準值	
	第一級	第二級
戴奧辛總毒性當量濃度(ng I-TEQ/g) 備註：指含 2,3,7,8-氯化戴奧辛及呋喃同源物等 17 種化合物之總毒性當量濃度	≤ 0.1	
粒徑大小(mm)	≤ 19	
雜質	不得含有大小任二尺度(長度、寬度、深度)超過 20mm 之可燃物、鐵金屬、非鐵金屬，以及電池與可辨識之市售產品。	

資料來源：垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式，民國 109 年 5 月 18 日修正公告。

(二) 工作主要內容

1. 確認暴露情境與受體

受體與暴露情境之設定，應依據評估標的實際使用之狀況設定之，由於「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」中公告事項七，已明定再生粒料用途之限制規定使用地點，包括：

- (1) 不得位於公告之飲用水水源水質保護區、飲用水取水口一定距離、水庫集水區及自來水水質水量保護區範圍內。
- (2) 不得位於目的事業主管機關公告之自然保留區、自然保護區、野生動物保護區及野生動物重要棲息環境範圍內。
- (3) 不得位於依都市計畫法劃定為農業區、保護區；不得位於依非都市土地使用管制規則劃定為特定農業區、一般農業區及其他使用分區內之農牧用地、林業用地、養殖用地、國土保安用地、水利用地，及上述分區內暫未依法編定用地別之土地範圍內。
- (4) 不得位於依國家公園法劃定為國家公園區內，經國家公園管理機關會同有關機關認定作為前款限制使用之土地分區或編定使用之土地範圍內。
- (5) 使用於陸地時，應高於使用時現場地下水位一公尺以上。

第一級標準使用地點為前述屬事項七之限制規定使用地點；第二級標準則為非屬公告事項七之限制規定使用地點，由於並未明確規範相關地點之土地利用方式，故本計畫將同步參考焚化再生粒料用途，包括基地填築、路堤填築、道路級配粒料底層及基層

、磚品、衛生掩埋場非構造物用工程材料及衛生掩埋場覆土(但不得作為最終覆土)等用途，確認可能之暴露情形，以設定合理之暴露情境。

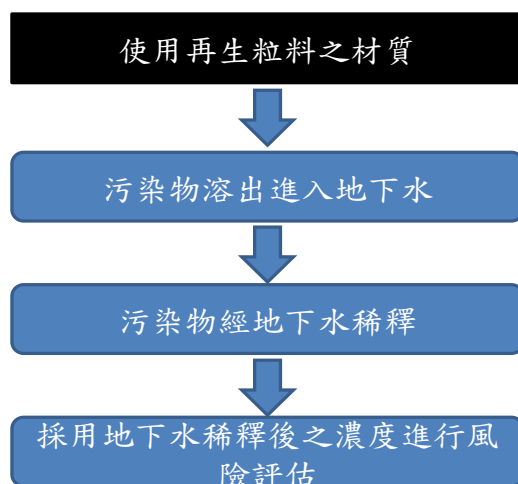
2. 採用代表性之濃度數值

本項工作目的為確認現行焚化再生粒料環境標準溶出標準值是否具有足夠之保護效益，並非以實際濃度進行風險評估。

(1) 陸域

陸域部分假設再生粒料溶出後進入地下水，接觸地下水後會有被地下水稀釋之情形，如圖 4.2-2 所示。

本工作項目以保守性評估使用焚化再生粒料環境標準中濃度較高之第二級管制標準數值作為焚化再生粒料滲出濃度，若以此濃度進行評估之結果為風險可接受，則可判斷使用濃度較低之第一級管制標準，其風險值亦可接受。再利用我國「土壤及地下水污染場址健康風險評估方法」中地下水介質暴露途徑之暴露劑量公式計算經地下水稀釋後之濃度進行風險評估。



本計畫彙整

圖 4.2-2 風險評估採用濃度示意圖

(2) 海域

海域部分參考日本再生粒料法規，將海域管制濃度設定為陸域濃度之三倍，再以中鋼公司「臺北商港務流倉儲區填

海造地計畫」中轉爐石擴散模式，以焚化再生粒料環境標準中濃度較高之第二級管制標準數值乘以三倍再帶入報告中各物質之擴散模式進行模擬估算，並以 500 公尺之擴散距離進行評估，報告中之各物質擴散數據如表 4.2-3，其中未進行估算之物質則以鎘之擴散模式帶入。

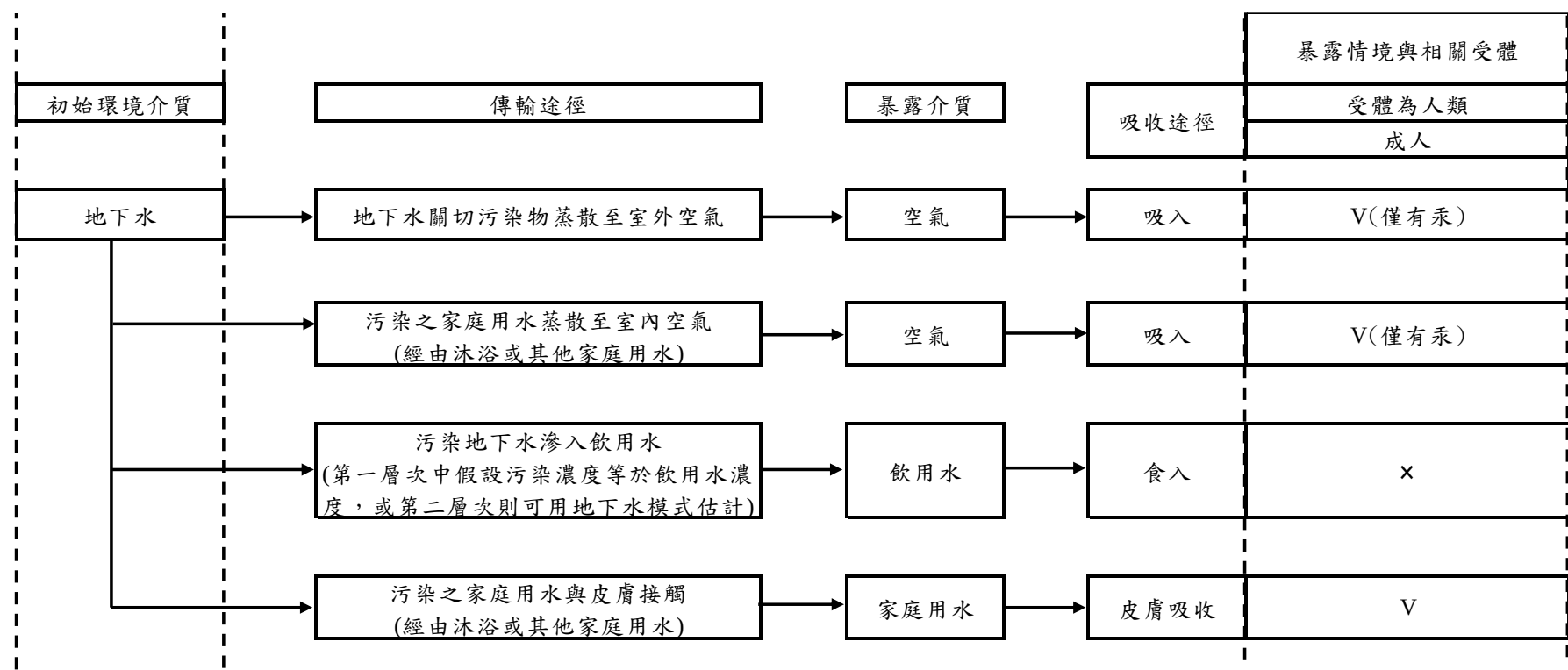
表 4.2-3 中鋼「臺北商港務流倉儲區填海造地計畫」各物質向海測距離 500 公尺之濃度(mg/L)

物質	排放點濃度	距離排放點 500 公尺濃度
鉛	2.63E-07	1.32E-08
鎘	6.99E-09	3.50E-10
鉻	9.32E-09	4.67E-10
銅* ²	2.63E-07	3.50E-10
砷	1.17E-06	5.87E-08
汞	1.78E-06	8.92E-08
鎳* ²	2.63E-07	3.50E-10
鋅* ²	2.63E-07	3.50E-10

備註：1.參考中鋼公司「臺北商港務流倉儲區填海造地計畫」。2.*表示報告中未計算該物質濃度，本計畫以鎘濃度帶入模擬。

3. 依據焚化再生粒料用途設定暴露途徑

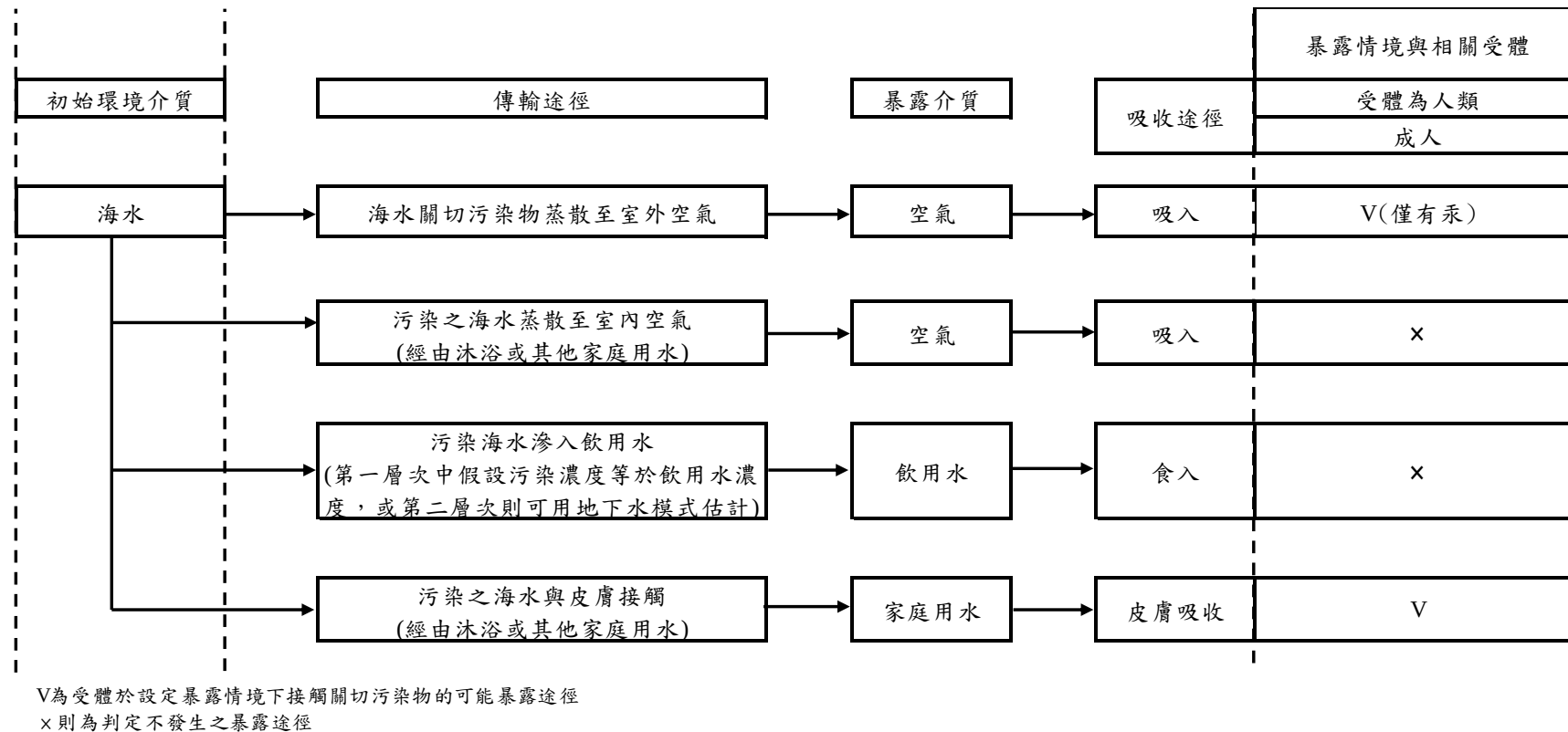
由於現有焚化再生粒料環境標準管制溶出標準，本工作項目考慮陸域及海域之風險評估影響，將依據焚化再生粒料溶出後影響地下水及海水之可能用途進行評估，暴露情境包括吸入及皮膚吸收受污染地下水，暴露途徑說明如圖 4.2-3、圖 4.2-4 所示。



V為受體於設定暴露情境下接觸關切污染物的可能暴露途徑
x則為判定不發生之暴露途徑

本計畫彙整

圖 4.2-3 暴露途徑判定表(地下水)



本計畫彙整

圖 4.2-4 暴露途徑判定表(海水)

4. 採用具合理性之參數

各項參數原則上採用「土壤及地下水污染場址健康風險評估方法」(以下簡稱健康風險評估方法)所提供之預設參數值，評估方法於最初訂定時，參考美國 ASTM 規範及美國環保署相關規範，並進行部分參數項目之國內調查，訂定我國風險評估方法之預設參數值。當時已透過專家審查方式確立最終預設參數值，如後續有更新之需求，須執行「參數資料品質評估方法」評估，並提送「土壤及地下水污染場址環境影響與健康風險評估小組」進行審查。

採用預設參數之原因為參數相對較保守，因此評估結果理論上會趨向高估場址風險，而透過此高估之風險值來擬定改善方式更能保護到大多數人，甚至是較為敏感的族群，人體保護效果更佳。惟部分水文地質參數為使評估結果更趨近於實際情形，考量焚化再生粒料之使用情境將進行調整，說明如后。

5. 執行風險評估作業與不確定性分析

(1) 風險值推估

根據前述劑量/反應評估及暴露評估分別獲得之毒性因子及受體暴露劑量，即可推估健康風險，所推估之風險值應分別包含下列二類風險：

- A. 致癌風險：將具有致癌特性之關切污染物依據食入、吸入及皮膚接觸途徑分別推估該途徑之風險值，推估方式為該途徑之總暴露劑量乘上致癌斜率，先取得每一關切污染物之風險值後再加總所有關切污染物為該途徑之總致癌風險值。
- B. 非致癌危害指標(Hazard Index, HI)：非致癌風險又稱為危害商數(Hazard Quotient, HQ)，將某一關切污染物其屬於食入、吸入及皮膚吸收各不同吸收途徑之暴露劑量個別相加，得到個別吸收途徑之暴露劑量總合再與該個別吸收途徑之參考劑量相除，則可獲得所有非致癌關切污染物於不同暴露途徑之非致癌風險。

(2) 不確定性分析

風險評估過程涉及各種不確定性誤差來源，因此於完成

風險試算後，必須針對其推估程序、數據來源、參數引用等輸入及計算，進行不確定性分析。本計畫根據健康風險評估方法，規劃針對下列各項目之不確定性，評估其對風險結果之可能影響：

- A. 探討所收集之場址調查資料之不確定性。
- B. 評估不同毒理資料庫所公告毒性因子之差異。
- C. 探討評估過程所採用參數與實際數值之可能偏差。
- D. 探討所使用污染傳輸模式與現地狀況之可能差異。

二、暴露情境與途徑

本場址依土地利用情形較符合工商業區設定，故將暴露情境設定為工商業區進行評估。並以地下水為主要暴露主體。

暴露途徑方面，依據可能之潛在地下水暴露途徑及現場情況判斷，考量再生粒料回填之區域，以地下水作為淋浴或室外用途(例:洗車)之可能性極低，相關暴露途徑應予以排除，故以日常清洗為主要評估用途。本次評估納入之暴露途徑及其公式計算皆參考我國健康風險評估方法，各暴露途徑說明如下：

(一) 使用受污染地下水作為日常清洗，經揮發後吸入

$$ADD_{inh-water(wash)} = C_{air} \times \left(\frac{IR_{inh-adult} \times ED_{adult}}{BW_{adult}} + \frac{IR_{inh-child} \times ED_{child}}{BW_{child}} \right) \frac{EF}{AT}$$

$ADD_{inh-water(wash)}$ ：平均每日吸入暴露劑量(mg/kgday)

C_{air} ：空氣中關切污染物濃度(mg/m³)

$IR_{inh-adult}$ ：成人呼吸速率(m³/day)

$IR_{inh-child}$ ：孩童呼吸速率(m³/day)

EF ：暴露頻率，一年暴露的天數(day/year)

ED_{adult} ：成人暴露期間，暴露的總年數(year)

ED_{child} ：孩童暴露期間，暴露的總年數(year)

BW_{adult} ：成人體重(kg)

BW_{child} ：孩童體重(kg)

AT ：暴露發生之平均時間(day)

其中 C_{air} 可以下列公式計算：

$$C_{air} = \frac{WHF \times C_{water} \times f}{HV \times ER \times MC} \times CF$$

C_{air} ：空氣中關切污染物濃度(mg/m^3)

WHF：每天用水流量(L/day)

C_{water} ：地下水中關切污染物的濃度(mg/L)

f：蒸散分率(unitless)

HV：室內容積(L)

ER：室內換氣率(air changes/day)

MC：空氣混合係數(uniteless)

CF：單位轉換因子(L/m^3)，數值為 10^3

(二) 使用受污染地下水日常清洗，經皮膚吸收

$$DA_{event} = 2 \times FA \times K_p \times C_{water} \times \sqrt{6 \times \frac{\tau_{event} \times t_1}{\pi}} \times CF$$

FA：吸收分率(unitless)

K_p ：滲透係數(cm/hour)

C_{water} ：地下水中關切污染物濃度(mg/L)

τ_{event} ：各關切污染物每次對皮膚吸收的延遲時間
(hour)

t_1 ：一次經皮膚接觸的時間(hour)

CF：單位轉換因子(L/cm^3)，數值為 10^{-3}

求得 DA_{event} 之後，再代入下列公式計算經受體皮膚吸收的關切
污染物劑量(USEPA, 200459)：

$$\begin{aligned} ADD_{dermal-water} &= DA_{event} \times EV \\ &\times \left(\frac{ED_{adult} \times SA_{adult}}{BW_{adult}} + \frac{ED_{child} \times SA_{child}}{BW_{child}} \right) \times \frac{EF}{AT} \end{aligned}$$

$ADD_{dermal-water}$ ：平均每日皮膚吸收暴露劑量($\text{mg}/\text{kg-day}$)

DA_{event} ：每次事件發生之暴露劑量(mg/cm^2)

EV：日常清洗事件發生頻率(1/day)

EF：暴露頻率，一年暴露的天數(day/year)

SA_{adult}：成人暴露的皮膚表面積(cm²)

SA_{child}：孩童暴露的皮膚表面積(cm²)

ED_{adult}：成人暴露期間，暴露的總年數(year)

ED_{child}：孩童暴露期間，暴露的總年數(year)

BW_{adult}：成人體重(kg)

BW_{child}：孩童體重(kg)

AT：暴露發生之平均時間(day)

(三) 受污染地下水揮發至室外空氣後吸入

$$ADD_{inh-water} = C_{air} \times \left(\frac{IR_{inh-adult} \times ED_{adult}}{BW_{adult}} + \frac{IR_{inh-child} \times ED_{child}}{BW_{child}} \right) \times \frac{EF}{AT}$$

ADD_{inh-water}：平均每日吸入暴露劑量(mg/kg-day)

C_{air}：空氣中關切污染物濃度(mg/m³)

IR_{inh-adult}：成人呼吸速率(m³/day)

IR_{inh-child}：孩童呼吸速率(m³/day)

EF：暴露頻率，一年暴露的天數(day/year)

ED_{adult}：成人暴露期間，暴露的總年數(year)

ED_{child}：孩童暴露期間，暴露的總年數(year)

BW_{adult}：成人體重(kg)

BW_{child}：孩童體重(kg)

AT：暴露發生之平均時間(day)

其中，關切污染物於空氣中濃度 C_{air} 可由下列公式計算

$$C_{air} = C_{water} \times \frac{H}{1 + \frac{U_{air} \times \delta_{air} \times L_w \times \left(\frac{h_{cap}}{\frac{D_{air} \times \theta_{acap}^{3.33}}{\theta_T^2} + \frac{D_{wat} \times \theta_{wcap}^{3.33}}{H \times \theta_T^2}} + \frac{h_v}{\frac{D_{air} \times \theta_{as}^{3.33}}{\theta_T^2} + \frac{D_{wat} \times \theta_{ws}^{3.33}}{H \times \theta_T^2}} \right)}{(h_{cap} + h_v) \times W}} \times CF$$

C_{water} ：地下水中關切污染物濃度(mg/L)

C_{air} ：空氣中關切污染物濃度(mg/m³)

D_{air} ：關切污染物於空氣中逸散係數(cm²/sec)

D_{wat} ：關切污染物於水中逸散係數(cm²/sec)

h_{cap} ：毛細管邊緣高度(cm)

h_v ：通氣層厚度(vadose zone height)(cm)

L_w ：地下水污染源深度(cm)

θ_T ：孔隙度(cm³/cm³-soil)

θ_{acap} ：毛細管邊緣空氣含量(cm³-air/cm³-soil)

θ_{wcap} ：毛細管邊緣水分含量(cm³-water/cm³-soil)

θ_{ws} ：土壤中水分含量(cm³-water/cm³-soil)

θ_{as} ：土壤中空氣含量(cm³-air/cm³-soil)

H ：亨利係數(cm³-water/cm³-air)

W ：污染源與風向平行之最大寬度(cm)

U_{air} ：污染源上方風速(cm/sec)

δ_{air} ：污染源上方空氣混合區高度(cm)

CF ：單位轉換因子(L/m³)，數值為 10³

三、參數使用

本計畫蒐集執行風險評估所需參數，考量焚化再生粒料再利用之情境與土壤利用情形較為相符，主要依據現行健康風險評估方法之規範，進行相關參數之採用，彙整資訊如下：

(一) 毒理參數

藉由查詢毒理資料庫，可彙整關切污染物之相關致癌及非致癌毒性因子，進而篩選適當致癌及非致癌毒性參數值，分別作為關切污染物之致癌及非致癌風險評估依據。根據我國健康風險評估方法規範，應依下列優先順序分別查詢 6 大毒理資料庫，彙整結果如表 4.2-4 及表 4.2-5。

1. 美國環保署綜合風險資訊系統(Integrated Risk Information System, IRIS)。
2. 世界衛生組織簡明國際化學評估文件與環境衛生準則(WHO Concise International Chemical Assessment Documents, WHO CICAD; WHO Environmental Health Criteria, WHO EHC)。
3. 美國環保署暫行毒性因子(Provisional Peer Reviewed Toxicity Values, PPRTVs)。
4. 毒性物質與疾病登錄署(Agency for Toxic Substance and Disease Registry, ATSDR)最小風險濃度(Minimal Risk Level, MRL)。
5. 美國環保署健康效應預警摘要表格(Health Effect Assessment Summary Table, HEAST)。
6. 美國加州環保署所建立之毒性因子。

表 4.2-4 致癌毒性因子判定與援引

可能關切污染物		致癌物判定			致癌斜率(mg/kg/day) ⁻¹					
名稱	CAS 編號	IARC 致癌分類	IRIS 致癌分類	是否為致癌物	食入		吸入		皮膚吸收	
					數值	援引之資料庫*	數值	援引之資料庫*	數值	援引之資料庫*
砷	7440-38-2	Group 1	A	是	1.5	IRIS	15	IRIS	1.58	食入外推
汞	7439-97-6	Group 3	D	否	—	—	—	—	—	—
鎘	7440-43-9	Group 1	B1	是	—	—	6.3	IRIS	—	—
鉻	18540-29-9	Group 1	A(六價鉻，吸入吸收)	是	—	—	42	IRIS	—	—
銅	7440-50-8	Group 3	D	否	—	—	—	—	—	—
鎳	7440-02-0	Group 1 及 Group 2	A	是	—	—	0.84	IRIS	—	—
鉛	7439-92-1	Group 2B	B2	是	8.5×10^{-3}	CALEPA	4.2×10^{-2}	CALEPA	2.86×10^{-5}	NAAQS
鋅	7440-66-6	—	D	否	—	—	—	—	—	—
戴奧辛	—	Group 1 (2,3,7,8-TCDD)	—	是	130000	CALEPA	130000	CALEPA	130000	食入外推

註：1. IRIS= Integrated Risk Information System，美國環保署綜合風險資訊系統；

A(對人類為致癌物質)；

B1(根據有限的人體毒性資料與充分的動物實驗資料，極可能為人類致癌物質)；

B2(根據充分的動物實驗資料，極可能為人類致癌物質)；

C(可能為人體致癌物)；D(尚無法分類)；E(已證實為非人類致癌物質)。

2. IARC= International Agency for Research on Cancer，國際癌症研究署；

第一類(Group 1)：人類致癌性的證據充足；

第二類(Group 2)：人類致癌性的證據尚有限。(含 Group 2A—人類可能致癌物：流行病學資料有限，但是動物實驗資料充份；及 Group 2B—也許是人類致癌物：流行病學資料不足，但動物資料充份；或流行病學資料有限，動物資料不足)；

第三類(Group 3)：致癌性的證據不足；

第四類(Group 4)：證據顯示沒有致癌性。

表 4.2-5 非致癌毒性因子判定與援引

可能關切污染物		非致癌參考劑量(mg/kg/day)					
名稱	CAS 編號	食入	援引之資料庫*	吸入	援引之資料庫*	皮膚吸收	援引之資料庫*
砷	7440-38-2	3×10^{-4}	IRIS	4.29×10^{-6}	CALEPA	2.85×10^{-4}	食入外推
汞	7439-97-6	2×10^{-3}	WHO TDI for drinking water	8.6×10^{-5}	WHO TDI for drinking water	1.48×10^{-3}	食入外推
鎘	7440-43-9	1×10^{-3}	IRIS	2.9×10^{-6}	ATSDR	2.5×10^{-5}	食入外推
鉻	18540-29-9	3×10^{-3}	IRIS	2.9×10^{-5}	IRIS	—	—
銅	7440-50-8	1×10^{-3}	ATSDR 亞慢性 1/10	1×10^{-3}	食入外推	5.7×10^{-4}	食入外推
鎳	7440-02-0	2×10^{-2}	IRIS	2.57×10^{-5}	ATSDR	8×10^{-4}	食入外推
鉛	7439-92-1	—	—	—	—	8.5×10^{-2}	CALEPA
鋅	7440-66-6	3×10^{-1}	IRIS	—	—	3×10^{-1}	食入外推
戴奧辛	—	7×10^{-1}	IRIS	7×10^{-1}	食入外推	7×10^{-1}	食入外推

註：

1. IRIS= Integrated Risk Information System，美國環保署綜合風險資訊系統。
2. WHO= WHO Concise International Chemical Assessment Documents，世界衛生組織簡明國際化學評估文件 CICAD。
3. ATSDR= Agency for Toxic Substance and Disease Registry，毒性物質與疾病登錄署之最小風險濃度(Minimal Risk Level, MRL)。
4. CALEPA= California Environmental Protection Agency，美國加州環保署所建立之毒性因子。
5. NAAQS = National Ambient Air Quality Standards，美國國家環境保護局環境空氣品質標準

(二) 受體暴露參數

1. 暴露期間，暴露的總年數(ED)(year)

評估方法中建議成人住宅區、成人工作區及孩童住宅區之暴露期間總年數分別為 24 年、25 年及 6 年，其中，成人工作區之設定為 ASTM 於 1995 年於 RBCA 應用於「石油洩漏場址之準則」中所引用工商業區之數值，其採用之數據等於暴露期間之年數換算為秒數，考量評估方法之設定相對保守，而工商業區較符合場址情境，故採用評估方法建議值 25 年。

2. 暴露頻率，一年暴露的天數(EF)(day/year)

未來再生粒料活化再利用對於一般民眾之用途主要為遊憩活動，因此暴露頻率將參考我國 2018 年國人旅遊次數，設定一年之暴露頻率為每年 12 天。

3. 成人體重(BW_{adult})(kg)

評估方法所採用之數值係依據環保署 94 年執行之「土壤與地下水污染整治法及相關法令研修與健康風險評估評析原則計畫」中，暴露參數因子調查結果所得成人體重之平均值為 61.67 kg(標準差= 11.78 kg)，屬於本土化之數值。

4. 暴露發生之平均時間－致癌(AT_{cancer})(day)

參考環保署 89 年執行之「土壤污染評估技術規範之研究計畫」(EPA-89-UIE1-03-101)報告中，有關「人體健康風險評估」(3.2.3 節)之內容。由於致癌之機制為一旦吸收致癌物質，終生都有致癌的可能性(暴露量大則可能性大)，因此於計算時以終生平均暴露劑量為準。致癌平均時間即為預估之壽命。該報告中數值的取得是參考我國風險評估方法建議參數(75 年)乘以一年的時間所得。因此，致癌物質的終身暴露時間為 75 年乘以 365 天等於 27,375 天。

5. 暴露發生之平均時間－非致癌($AT_{nonCancer}$)(day)

非致癌之暴露時間係以 $ED \times EF$ 計算而得，係依據 ASTM 於 2000 年之 RBCA 應用於「石油洩漏場址之準則」中所引用之數值。該準則為舉例於 Tier 1 RBSLs 而列出選用之參數。而受體總暴露期間為 30 年，暴露頻率為一年 365 天，因此，非致癌的總暴露

時間為 30 年乘以 365 天等於 10,950 天。

6. 成人呼吸速率($IR_{inh-adult}$)(m^3/day)

本評估計畫建議成人呼吸速率可由預設之 $17.14 m^3/day$ 調整為 $15.32 m^3/day$ 。評估方法預設值的取得方式是參考美國環保署之暴露參數，再依據國內受體體重之差異進行調整後所得，所採用之成人體重為 60 公斤。而本評估計畫經文獻搜尋，參考國立台灣大學公共衛生學院健康風險及政策評估中心於 97 年所執行之「台灣民眾暴露參數彙編」(計畫編號：DOH96-HP-1801)，指出台灣男性及女性呼吸率分別為 $18 m^3/day$ 及 $12.2 m^3/day$ ，成人平均之呼吸率為 $15.32 m^3/day$ ，該數值係參考美國暴露參數手冊所提供之計算方法與公式，並依據國人活動狀況之調查數據調整計算所需之參數數據，如體重、每日消耗熱量等估計國人之呼吸通氣量，故建議採用較新之成人呼吸率 $15.32 m^3/day$ 。

7. 成人身體表面積(SA_{adult})(cm^2)

本次評估採用之數據為台大公衛所 94 年所提出之「土壤地下水風險評估暴露參數調查報告」，針對約 2,000 個成人及兒童樣本進行日常生活行為與用水習慣調查，並由受訪者之身高與體重估算其體表面積(SA)，成人的體表面積與 USEPA 之估計值 $18,000 cm^2$ 相近(USEPA, 2004)。評估方法建議值為本土化資料，因此採用評估方法建議值 $17,300 cm^2$ 作為設定值。

8. 事件發生頻率(EV)($1/day$)

本次評估採用之數值是依據環保署 94 年執行之「土壤與地下水污染整治法相關法令研修與健康風險評估評析原則計畫」中，進行之暴露參數因子調查，「兒童一星期接觸泥土或草皮次數」所得結果之 95%值為 7 次，故採預設數值為 1 次/天。

9. 每天用水流量(WHF)($Liter/day$)

本次評估根據黃金山等人於民國 92 年發表於永續產業發展雙月刊之研究之民生用水節水管理專文，其調查結果住宅區用水每人每日為 251 公升，以每戶四人計，則每日水流量約為 1,000 公升。

10. 一次經皮膚接觸的時間(t_1)(min)

本次評估採用之數值是依據於民國 94 年行政院環境保護署 (2005) 執行之「土壤與地下水污染整治法及相關法令研修與健康風險評估評析原則計畫」中，進行之暴露參數因子調查，有關「每次洗澡所花費的時間」問題之回覆，其調查結果顯示洗澡時間之平均值為 30 分鐘，此數值應為淋浴時間 (t_1) 與淋浴後仍待在浴室中的時間 (t_2) 之和。採用 30 分鐘做為淋浴時間之預設值，則符合保守原則之本土預設數值。

(三) 環境相關參數

1. 污染源上方空氣混合區高度(δ_{air})(cm)

參考 Connor et al. (1995)文獻定義污染源上方空氣混合層高度即為人體呼吸高度。評估方法所採用之數值是依據 ASTM 於 1995 年之 RBCA 應用於「石油洩漏場址之準則」中所引用之數值。該準則為舉例於 Tier 1 RBSLs 而列出選用之參數，且依土地使用類別分為住宅區及商業/工業區兩大類，而該參數於這兩區的數值皆為 200 公分。該文獻並於 2002 年再次被檢驗核准應用。因此，選用評估方法建議值 200 公分。

2. 土壤中空氣含量(θ_{as})($\text{cm}^3\text{-water}/\text{cm}^3\text{-soil}$)

評估方法預設之數值係以 $\theta_T - \theta_{ws}$ 進行計算而得，其是依據 ASTM 於民國 89 年之 RBCA 應用於「石油洩漏場址之準則」中所引用之數值。該準則為舉例於 Tier 1 RBSLs 而列出選用之參數。因此， $\theta_{as} = \theta_T - \theta_{ws} = 0.43 - 0.12 = 0.31$ ，土壤中空氣含量為 0.31。

3. 孔隙度 (θ_T)($\text{cm}^3/\text{cm}^3\text{-soil}$)

評估方法所採用之數值是依據 2000 年 ASTM D2488-00 土壤之鑑定標準程序的土壤分類(依據顆粒分析結果所進行之土壤分類)，再簡化其分類，歸納出三大類，分別為 A.砂石質土壤與石礫、B.粉質黏土或砂質黏土及 C.粉質土或黏土。各類的數值預設值則是參照美國俄亥俄州 Bureau of Underground Storage Tank Regulation(BUSTR)中層次性風險評估技術指引對於土壤分類的參數設定而定，故 A、B 及 C 三類之孔隙度皆為 0.43。

4. 土壤中水分含量(θ_{ws})($\text{cm}^3\text{-water}/\text{cm}^3\text{-soil}$)

評估方法所採用之數值是依據 2000 年 ASTM D2488-00 土壤之鑑定標準程序的土壤分類(依據顆粒分析結果所進行之土壤分類)，評估方法再簡化其分類，歸納出三大類，分別為 A.砂石質土壤與石礫、B.粉質黏土或砂質黏土及 C.粉質土或黏土。各類的數值預設值則是參照美國俄亥俄州 Bureau of Underground Storage Tank Regulation(BUSTR)中層次性風險評估技術指引對於土壤分類的參數設定而定，故 A、B 及 C 類土壤之水分含量分別為 0.12、0.15 及 0.25。本區域因地質差異較大，故為全面評估土壤性質，使用中間值 B.粉質黏土或砂質黏土作為本次評估土壤類別，土壤中水分含量帶入 $0.15 \text{ cm}^3\text{-water}/\text{cm}^3\text{-soil}$ 。

5. 污染源上方風速(U_{air}) (m/sec)

評估方法所採用數值依據於 89 年申雍發表「臺灣地區氣候與氣象環境之變遷與因應對策」對台灣北、中、南、東部風速作概略性描述，取其最小值 200 cm/sec。以此數值比對中央氣象局風速測站之資料，發現本風速估計亦較 93 年全年全省各區域每月的風速平均值為低(93 年 6 月至 94 年 5 月中央氣象局所公佈 25 個測站的最高風速，由一月日月潭所測得 420 cm/sec 到六月蘭嶼測得之 3,620 cm/sec 不等，是預設值的兩倍到十八倍)。由於低風速會導致較為保守的風險計算，因此引用 200 cm/sec 之風速作為預設值。因此，以評估方法建議值 200 cm/sec 作為污染源上方風速。

6. 污染源與風向平行之最大寬度(W)(cm)

評估方法建議數值為 1,500 cm，其是依據 ASTM 於 1995 年之 RBCA 應用於「石油洩漏場址之準則」中所引用之數值。該準則為舉例於 Tier 1 RBSLs 而列出選用之參數，且依土地使用類別分為住宅區及商業 / 工業區兩大類，而參數於這兩區的數值皆為 1,500 cm。由於每個污染場址的污染團分布不一，故最佳做法應視場址情況而訂定之。該文獻並於 2002 年再次被檢驗核准應用。因此，使用 1,500 cm 作為參數值。

7. 地下水混合層高度 (δ_{gw}) (cm)

目前預設之數值為 200 cm，其是依據 ASTM 於民國 89 年之 RBCA 應用於「石油洩漏場址之準則」中所引用之數值。該準則為舉例於 Tier 1 RBSLs 而列出選用之參數。然該準則提到其所使用之參數僅為舉例所用，並非為標準值，且文中並未針對此參數之來源做進一步說明，僅交代參數數值的合理性主要應依據最新訊息及專業判斷得知。

8. 入滲率 (I)(cm/year)

目前採用數值依據 89 年 ASTM D2488-00 土壤鑑定標準程序土壤分類(依據顆粒分析結果進行土壤分類，本評析原則再簡化其分類，歸納出三大類，分別 A.砂石質土壤與石礫、B.粉質黏土或砂質黏土及 C.粉質土或黏土。各類的數值預設值則是參照美國俄亥俄州 Bureau of Underground Storage Tank Regulation, BUSTR 中層次性風險評估技術指引對於土壤分類的參數設定而定，A、B 及 C 類土壤之入滲率分別為 31.75、20.32 及 6.35 cm/year。本區域因地質差異較大，故為全面評估土壤性質，使用中間值 B.粉質黏土或砂質黏土作為本次評估土壤類別，入滲率帶入 20.32 cm/year。

9. 地下水流速 (U_{gw})(cm/year)

目前採用之數值是依據 ASTM 於民國 84 年之 RBCA 應用於「石油洩漏場址之準則」中所引用之數值。然該準則提到其所使用之參數僅為舉例所用，並非為標準值，且文中並未針對此參數之來源做進一步說明，僅交代參數數值的合理性主要應依據最新訊息及專業判斷得知。由於每個污染場址的地下水文狀況不一，故最佳做法應視場址情況而訂定之。本工作項目依實際情形為港口填海造陸用途屬於工商業區活動，搜尋相關文獻資料設定地下水流數參數數值為 7300 cm/year。

10. 蒸散分率(f) (unitless)

本次評估採用之數值是依據 Andelman 於 1990 年發表「VOC 於自來水中之總暴露」文獻所做的淋浴實驗，利用氯仿代表 VOC，在淋浴時從煙管中擴散，並連續監測氯仿於空氣中之濃度，經計算後得到的蒸散分率。實驗結果所獲得之蒸散分率介於

0.5~0.9，其與化學物質的性質、水溫及其他因子有關，而該研究取 0.75 作為蒸散分率之代表性數值。

11. 屋內容積(HV)(Liter)

本次評估採用之數據是根據內政部營建署台閩地區住宅概況網頁，(www.cpami.gov.tw/pws/pws1_qq8.php)由民國八十年至九十年間對住宅使用執照登記情形的統計表可以得知，十年平均每戶住宅樓地板面積為 146.63 平方公尺，假設公共設施佔總樓地板面積的 30%，則住宅實際使用私人空間為 102.64 平方公尺。若以每層樓高為 3 米計算，則屋內容積為 307.94 立方公尺(合 307,937 公升)。

12. 屋內換氣率 (ER)(Air changes/day)

本次評估採用之數值是依據 1985 年之美國加熱、冷凍及空調工程師協會(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)之基礎手冊中第 22 章自然通風與入滲之數值，參數來源係以模式推估方式取得。

13. 空氣混合係數(MC) (unitless)

本次評估採用之數值 0.15 是依據美國環保署於民國 76 年提出「Exposure to Volatilization Drinking Water Contaminants via Inhalation – Importance Relative to Ingestion」中之數據。

14. 毛細管邊緣高度(hcap)(cm)

採用之數值是依據 ASTM 於民國 84 年之 RBCA 應用於「石油洩漏場址之準則」中所引用之數值。然該準則提到其所使用之參數僅為舉例所用，並非為標準值，且文中並未針對此參數之來源做進一步說明，僅交代參數數值的合理性主要應依據最新訊息及專業判斷得知。

15. 通氣層厚度(hv)(cm)

本次評估預設之數值係以 Ls-Lcap 進行計算而得，其是依據 ASTM 於民國 89 年之 RBCA 應用於「石油洩漏場址之準則」中所引用之數值。該準則為舉例於 Tier 1 RBSLs 而列出選用之參數。然該準則提到其所使用之參數僅為舉例所用，並非為標

準值，且文中並未針對此參數之來源做進一步說明，僅交代參數數值的合理性主要應依據最新訊息及專業判斷得知。

16. 地下水污染源深度(Lw)(cm)

本次評估採用之數值是依據 ASTM 於民國 84 年之 RBCA 應用於「石油洩漏場址之準則」中所引用工商業區之數值。然該準則提到其所使用之參數僅為舉例所用，並非為標準值，其採用之數據為 300 cm，僅交代參數數值的合理性主要應依據最新訊息及專業判斷得知。

17. 毛細管邊緣空氣含量(θ_{acp})(cm³-water/cm³-soil)

本次評估預設之數值係以 θ_t-θ_{wca} 進行計算而得，其是依據 ASTM 於民國 84 年之 RBCA 應用於「石油洩漏場址之準則」中所引用之數值。該準則為舉例於 Tier 1 RBSLs 而列出選用之參數。然該準則提到其所使用之參數僅為舉例所用，並非為標準值，且文中並未針對此參數之來源做進一步說明，僅交代參數數值的合理性主要應依據最新訊息及專業判斷得知。

四、評估結果

(一) 陸域結果

本次評估為依據我國「土壤及地下水污染場址健康風險評估方法」進行風險評估。陸域風險評估使用濃度為利用焚化再生粒料中重金屬溶出之第二級管制標準值(表 4.2-1)再以風險評估方法中「地下水介質暴露途徑之暴露劑量計算」相關公式得到焚化再生粒料溶出並經地下水稀釋後之物質濃度。評估方法中「地下水介質暴露途徑之暴露劑量計算」公式如下：

$$C_{water} = C_{soil} \times \frac{1}{K_d} \times \frac{1}{\left(1 + \frac{U_{gw} \times \delta_{gw}}{I \times W}\right)}$$

C_{water}：地下水中關切污染物濃度 (mg/L)

C_{soil}：土壤中關切污染物濃度 (mg/kg)

K_d：土壤地下水分配係數 (cm³-water/g-soil)

I：入滲率 (infiltration rate) (cm/year)

W：污染源與地下水平行之最大寬度 (cm)

U_{gw} ：地下水流速 (cm/year)

δ_{gw} ：地下水混合層高度 (cm)

公式中 $C_{soil} \times \frac{1}{k_d}$ 帶入焚化再生粒料中各項重金屬溶出之第二級

管制標準值，其餘參數依據前述所提之情境，因再生粒料質地差異性較大，故使用「B. 粉質黏土或砂質黏土」之分類作為評估設定，入滲率(I)帶入參數數值 20.32 m/year；污染源與地下水平行之最大寬度(W)帶入工商業區之參數數值 1500 cm；地下水流速(U_{gw})同樣帶入工商業區活動參數數值 7300 cm/year；地下水混合層高度(δ_{gw})則帶入預設參數數值 200 cm。將相關參數數值及本次先以焚化再生粒料第二級管制標準數值(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅)帶入公式後即可得到焚化再生粒料溶出並經由地下水稀釋後之各項重金屬濃度如表 4.2-6。

表 4.2-6 陸域風險評估使用濃度

物質	濃度(mg/L)
鉛	0.0020
鎘	0.0010
鉻	0.0102
銅	0.2045
砷	0.0102
鎳	0.0204
鋅	1.0225
汞	0.0004

本計畫彙整

依據「土壤及地下水污染整治場址環境影響與健康風險評估辦法」規定，可接受之致癌風險為 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 之間，若總致癌風險高於 10^{-6} 時，應規劃相關風險管理策略；非致癌則以危害商數作為依據，若數值小於 1 則預期不會造成非致癌性危害。評估結果顯示(表 4.2-7)，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受，說明在符合焚化再生粒料第二級管制標準之情形下，對於周遭受體不至於產生致癌及非致癌風險。

表 4.2-7 陸域評估各物質致癌及非致癌風險值

物質	本計畫評估暴露途徑之致癌及非致癌風險值						風險值可接受範圍*3、4
	傳輸途徑		(一) 使用受污染地下水淋浴或日常清洗，經皮膚吸收	(二) 使用受污染地下水作為日常清洗，經揮發後吸入	(三) 受污染地下水揮發至室外空氣後吸入	總計	
			皮膚吸收	空氣吸入	空氣吸入		
	是否為 致癌物*1	風險值					
汞	否	致癌	非致癌物質，直接計算非致癌風險	非致癌物質，直接計算非致癌風險	非致癌物質，直接計算非致癌風險	—	<1.00E-06
		非致癌	2.596E-05	6.656E-01	7.561E-06	6.656E-01	<1
砷	是	致癌	5.16E-07	不具揮發性，無空氣吸入途徑	不具揮發性，無空氣吸入途徑	5.16E-07	<1.00E-06
		非致癌	3.44E-03			3.44E-03	<1
鎘	是	致癌	4.87E-07			4.87E-07	<1.00E-06
		非致癌	3.84E-03			3.84E-03	<1
鉻*2	是	致癌	—			—	<1.00E-06
		非致癌	—			—	<1
銅	否	致癌	非致癌物質，直接計算非致癌風險			—	<1.00E-06
		非致癌	6.55E-02			6.55E-02	<1
鎳	是	致癌	無皮膚接觸途徑之毒性因子			—	<1.00E-06
		非致癌	4.90E-04			4.90E-04	<1
鉛	是	致癌	5.44E-10			5.44E-10	<1.00E-06
		非致癌	6.72E-04			6.72E-04	<1
鋅	否	致癌	非致癌物質，直接計算非致癌風險			—	<1.00E-06
		非致癌	1.97E-04			1.97E-04	<1

備註：

1. 依表 4.2-3「致癌毒性因子判定與援引」，其物質毒性如判定為致癌物質，計算致癌風險及非致癌風險；如判定為非致癌物質，僅計算非致癌風險。
2. 重金屬鉻透過吸入的影響是造成金屬煙熱，屬急性毒性效應，目前並無文獻顯示具有亞慢性或慢性效應，且其毒性效應終點與食入途徑參考劑量推估之終點亦不相同，因此，未進行重金屬鉻的吸入與皮膚接觸途徑毒性因子的外推，故無法計算該途徑之風險值。
3. 可接受致癌風險範圍：依據環保署「健康風險評估辦法」規定，可接受之致癌風險為 $1.00E-04(10^{-4})$ ~ $1.00E-06(10^{-6})$ 之間，若總致癌風險高於 $1.00E-06(10^{-6})$ 時，應規劃相關風險管理策略。
4. 可接受非致癌風險範圍：依據環保署「健康風險評估技術規範」風險度數值估算中之「慢性非致癌風險度」危害商數作為依據，若數值小於 1，則預期不會造成非致癌性危害。

其中重金屬鉻透過吸入的影響是造成金屬燻煙熱（metal fume fever），屬於急毒性之效應，目前並沒有文獻顯示出具有亞慢性或慢性的效應，且其毒性效應終點與食入途徑參考劑量推估之終點亦不相同，因此，未進行重金屬鉻的吸入與皮膚接觸途徑毒性因子的外推，故無法計算該途徑之風險值。

暴露途徑部分，除汞外之重金屬因無揮發情形且實際情形下直接食入受污染地下水之可能性極低，故以「使用受污染地下水淋浴或日常清洗，經皮膚吸收」為主要暴露途徑。汞部分則以「使用受污染地下水作為日常清洗，經揮發後吸入」為主要暴露途徑。

（二）海域評估

海域部分之風險評估依據我國「土壤及地下水污染場址健康風險評估方法」進行風險評估。海域風險評估使用濃度為利用焚化再生粒料中重金屬溶出之第二級管制標準值再以中鋼公司「臺北商港務流倉儲區填海造地計畫」中轉爐石擴散模式(表 4.2-3)得到焚化再生粒料溶出並經海水稀釋後之物質濃度。

本評估使用濃度數值依據「臺北商港務流倉儲區填海造地計畫」中轉爐石擴散模式帶入焚化再生粒料第二級管制標準值所得濃度以及轉爐石擴散模式帶入焚化再生粒料第二級管制標準值之三倍濃度二種情境分別進行評估，其餘參數依據前述所提之情境，使用「B. 粉質黏土或砂質黏土」之分類作為評估設定；污染源與地下水平行之最大寬度(W)帶入工商業區之參數數值 1500 cm；地下水流速(U_{gw})帶入工商業區活動參數數值 7300 cm/year；地下水混合層高度(δ_{gw})則帶入預設參數數值 200 cm，二項情評估結果如下：

1. 情境一：依據「臺北商港務流倉儲區填海造地計畫」中轉爐石擴散模式帶入焚化再生粒料第二級管制標準值所得濃度

本情境海域評估使用之稀釋濃度數值如表 4.2-8，其風險評估結果顯示表 4.2-9，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受，說明在符合焚化再生粒料第二級管制標準之情形下，對於周遭受體不至於產生致癌及非致癌風險。其中重金屬鉻因屬於急毒性之效應目前尚無文獻可參考，故未進

行重金屬鉻的吸入與皮膚接觸途徑毒性因子的外推，故無法計算該途徑之風險值。

暴露途徑分為兩途徑，包括模擬民眾可能因遊憩行為使皮膚接觸海水，及其中汞金屬則可能揮發至室外空氣後吸入。各項物質皆以「使用受污染地下水淋浴或日常清洗，經皮膚吸收」為主要暴露途徑。

2. 情境二：依據「臺北商港務流倉儲區填海造地計畫」中轉爐石擴散模式帶入焚化再生粒料第二級管制標準值所得之三倍濃度

本情境海域評估使用之稀釋濃度數值如表 4.2-10，其風險評估結果顯示表 4.2-11，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受，說明在符合焚化再生粒料第二級管制標準之情形下，對於周遭受體不至於產生致癌及非致癌風險。其中重金屬鉻因屬於急毒性之效應目前尚無文獻可參考，故未進行重金屬鉻的吸入與皮膚接觸途徑毒性因子的外推，故無法計算該途徑之風險值。

暴露途徑分為兩途徑，包括模擬民眾可能因遊憩行為使皮膚接觸海水，及其中汞金屬則可能揮發至室外空氣後吸入。各項物質皆以「使用受污染地下水淋浴或日常清洗，經皮膚吸收」為主要暴露途徑。

表 4.2-8 海域風險評估使用濃度 (原始濃度)

物質	濃度(mg/L)
鉛	0.0050
鎘	0.0025
鉻	0.0251
銅	0.5007
砷	0.0251
鎳	0.0501
鋅	2.5036
汞	0.0010

表 4.2-9 海域評估各物質致癌及非致癌風險值 (原始濃度)

物質	本計畫評估暴露途徑之致癌及非致癌風險值					風險值可接受範圍*3、4
	傳輸途徑		(一) 使用受污染地下水 淋浴或日常清洗， 經皮膚吸收	(二) 受污染地下水揮發 至室外空氣後吸入	總計	
			皮膚吸收	空氣吸入		
	是否為 致癌物*1	風險值				
汞	否	致癌	非致癌物質，直接 計算非致癌風險	非致癌物質，直接 計算非致癌風險	—	<1.00E-06
		非致癌	9.477E-05	2.760E-05	1.224E-04	<1
砷	是	致癌	6.096E-08	不具揮發性，無空氣吸入途徑	6.096E-08	<1.00E-06
		非致癌	1.235E-02		1.235E-02	<1
鎘	是	致癌	5.841E-08		5.841E-08	<1.00E-06
		非致癌	1.403E-02		1.403E-02	<1
鉻*2	是	致癌	—		—	<1.00E-06
		非致癌	—		—	<1
銅	否	致癌	非致癌物質，直接 計算非致癌風險		—	<1.00E-06
		非致癌	2.341E-01		2.341E-01	<1
鎳	是	致癌	無皮膚接觸途徑之 毒性因子		—	<1.00E-06
		非致癌	1.757E-03		1.757E-03	<1
鉛	是	致癌	6.53E-11		6.53E-11	<1.00E-06
		非致癌	2.45E-03		2.45E-03	<1
鋅	否	致癌	非致癌物質，直接 計算非致癌風險		—	<1.00E-06
		非致癌	7.023E-04		7.023E-04	<1

備註：

1. 依表 4.2-3「致癌毒性因子判定與援引」，其物質毒性如判定為致癌物質，計算致癌風險及非致癌風險；如判定為非致癌物質，僅計算非致癌風險。
2. 重金屬鉻透過吸入的影響是造成金屬煙熱，屬急性毒性效應，目前並無文獻顯示具有亞慢性或慢性效應，且其毒性效應終點與吸入途徑參考劑量推估之終點亦不相同，因此，未進行重金屬鉻的吸入與皮膚接觸途徑毒性因子的外推，故無法計算該途徑之風險值。
3. 可接受致癌風險範圍：依據環保署「健康風險評估辦法」規定，可接受之致癌風險為 1.00E-04(10⁻⁴)~1.00E-06(10⁻⁶) 之間，若總致癌風險高於 1.00E-06(10⁻⁶)時，應規劃相關風險管理策略。
4. 可接受非致癌風險範圍：依據環保署「健康風險評估技術規範」風險度數值估算中之「慢性非致癌風險度」危害商數作為依據，若數值小於 1，則預期不會造成非致癌性危害。

表 4.2-10 海域風險評估使用濃度 (三倍濃度)

物質	濃度(mg/L)
鉛	0.0151
鎘	0.0075
鉻	0.0752
銅	1.5021
砷	0.0753
鎳	0.1502
鋅	7.5107
汞	0.0030

表 4.2-11 海域評估各物質致癌及非致癌風險值 (三倍濃度)

物質	本計畫評估暴露途徑之致癌及非致癌風險值					風險值可接受範圍*3、4
	傳輸途徑		(一) 使用受污染地下水淋浴或日常清洗，經皮膚吸收	(二) 受污染地下水揮發至室外空氣後吸入	總計	
			皮膚吸收	空氣吸入		
	是否為致癌物*1	風險值				
汞	否	致癌	非致癌物質，直接計算非致癌風險	非致癌物質，直接計算非致癌風險	—	<1.00E-06
		非致癌	2.84E-04	8.28E-05	3.67E-04	<1
砷	是	致癌	1.83E-07	不具揮發性，無空氣吸入途徑	1.83E-07	<1.00E-06
		非致癌	3.71E-02		3.71E-02	<1
鎘	是	致癌	1.75E-07		1.75E-07	<1.00E-06
		非致癌	4.21E-02		4.21E-02	<1
鉻*2	是	致癌	—		—	<1.00E-06
		非致癌	—		—	<1
銅	否	致癌	非致癌物質，直接計算非致癌風險		—	<1.00E-06
		非致癌	7.02E-01		7.02E-01	<1
鎳	是	致癌	無皮膚接觸途徑之毒性因子		—	<1.00E-06
		非致癌	5.27E-03		5.27E-03	<1
鉛	是	致癌	2.321E-09		2.321E-09	<1.00E-06
		非致癌	2.118E-07		2.118E-07	<1
鋅	否	致癌	非致癌物質，直接計算非致癌風險		—	<1.00E-06
		非致癌	2.11E-03		2.11E-03	<1

備註：

1. 依表 4.2-3「致癌毒性因子判定與援引」，其物質毒性如判定為致癌物質，計算致癌風險及非致癌風險；如判定為非致癌物質，僅計算非致癌風險。
2. 重金屬鉻透過吸入的影響是造成金屬煙熱，屬急性毒性效應，目前並無文獻顯示具有亞慢性或慢性效應，且其毒性效應終點與食入途徑參考劑量推估之終點亦不相同，因此，未進行重金屬鉻的吸入與皮膚接觸途徑毒性因子的外推，故無法計算該途徑之風險值。
3. 可接受致癌風險範圍：依據環保署「健康風險評估辦法」規定，可接受之致癌風險為 $1.00E-04(10^{-4})$ ~ $1.00E-06(10^{-6})$ 之間，若總致癌風險高於 $1.00E-06(10^{-6})$ 時，應規劃相關風險管理策略。
4. 可接受非致癌風險範圍：依據環保署「健康風險評估技術規範」風險度數值估算中之「慢性非致癌風險度」危害商數作為依據，若數值小於 1，則預期不會造成非致癌性危害。

本評估以焚化再生粒料溶出並經由地下水及海水稀釋後之濃度，以地下水及海水為主要暴露主體，焚化再生粒料使用用途相關暴露途徑包括皮膚接觸及吸入水蒸氣等途徑。本工作項目為考量可能之暴露途徑作保守性評估，但實際情形上於填海造陸之地區使用地下水及海水之可能性極低。本次評估結果若使用焚化再生粒料作為後續再利用用途，其海域及陸域之致癌及非致癌風險皆為可接受風險。

此外，考量多項污染物同時存在，風險值可能具有協同效應，國際上一般是將各項污染物個風險值加總、作為該暴露情境之受體總風險。故本計畫亦將各項污染物風險加總，陸域致癌風險與非致癌總風險值分別為 1×10^{-6} 、 7.4×10^{-1} ；以焚化再生粒料環境標準之海域致癌風險與非致癌總風險值分別為 1.19×10^{-7} 、 2.66×10^{-1} (如以標準值 3 倍進行評估之致癌風險與非致癌總風險值分別為 3.6×10^{-7} 、 7.89×10^{-1})，故仍不致對人體造成危害。

五、不確定性分析

不確定性分析重點在於針對評估過程中不同之評估假設及相關參數之風險貢獻與敏感度分析。健康風險評估過程中使用的暴露情境、參數中部分有進行適當的假設，這些假設可能會造成評估結果的偏差，本次評估作業可能具有的不確定性分析主要包括下列項目：

(一) 毒性因子引用

本場址關切污染物包括鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅及汞，本次使用及外推所得之毒性因子數皆為參考美國環保署 IRIS 資料庫提供之參考劑量。部分數值外推過程雖參考我國健康風險評估方法，但仍為估算數值，使用時應對其計算之不確定性有所認知。

1. 鉛：依據加州 EPA 提供之皮膚接觸途徑致癌斜率並參考美國環保署國家空氣品質標準「(National Ambient Air Quality Standards, NAAQS) 皮膚接觸途徑之非致癌參考劑量，進行本次風險評估之使用，符合我國評估方法所規範的做法。
2. 鎘：本次評估使用的參考劑量是美國環保署 IRIS 資料庫提供食入參考劑量作為吸入參考劑量。致癌斜率則是以美國環保署 IRIS 資料庫提供吸入途徑參數。皮膚接觸途徑之參考劑量則是以食入途徑外推，並以鎘的消化道吸收分率 (ABSGI) 修正，符合我國評估

方法所規範的做法。

3. 鉻：本次評估採用美國環保署 IRIS 資料庫中提供之食入及吸入途徑非致癌參考劑量與吸入途徑非致癌斜率。在致癌性方面，目前僅有確認六價鉻為經由吸入途徑產生影響，目前沒有科學根據顯示六價鉻經由皮膚接觸產生致癌性。且目前並沒有文獻顯示出具有亞慢性或慢性的效應，且其毒性效應終點與食入途徑參考劑量推估之終點亦不相同故無法進行外推。
4. 銅：本次評估採用美國毒性物質與疾病登錄署（ATSDR）的亞慢性最小風險濃度（Minimal Risk Level）除以 10 作為食入途徑參考劑量，並以外推方式估算皮膚接觸之參考劑量。由於 ATSDR 資料是屬於亞慢毒性資料，可能與慢性的毒性效應有所不同。
5. 砷：本次評估之參考劑量是使用美國環保署 IRIS 資料庫提供無機砷食入參考劑量及加州 EPA 提供的吸入參考劑量，致癌斜率則是採用美國環保署 IRIS 資料庫提供無機砷食入及吸入致癌斜率。皮膚接觸之參考劑量與致癌斜率採用食入途徑進行外推，由於砷造成的非致癌影響主要是心血管及皮膚，致癌方面主要是體內多種器官與皮膚，並以砷的消化道吸收分率(ABS GI)修正，其毒理資料外推符合我國評估方法所規範的做法。
6. 鎳：本次評估採用美國環保署 IRIS 資料庫提供的鎳溶解性鹽類（Nickel, soluble salts）食入參考劑量，以及美國毒性物質與疾病登錄署（ATSDR）的吸入途徑慢性最小風險濃度。致癌斜率則使用美國環保署 IRIS 資料庫提供之鎳集塵灰（Nickel refinery dust）吸入致癌斜率。
7. 鋅：本次評估採用美國環保署 IRIS 資料庫提供的食入參考劑量，皮膚接觸之參考劑量採用食入途徑進行外推，其毒理資料外推符合我國評估方法所規範的做法。
8. 汞：本次評估使用的參考劑量是美國環保署 IRIS 資料庫提供吸入參考劑量，以及以 WHO International Programme on Chemical Safety 提供之 Concise International Chemical Assessment Documents 的飲用水每日耐受量 (Tolerable Daily Intake, TDI)作為食入參考劑

量，皮膚接觸途徑則是以食入途徑參考劑量外推，並以金屬汞的消化道吸收分率 (ABS GI)修正符合我國評估方法所規範的做法。

(二) 使用參數說明

本場址風險評估使用的參數以我國土壤及地下水污染場址健康風險評估方法提供的參數預設值為主，該參數預設值是以提供保守性風險評估使用；另外也依據本場址現況調整部分參數以符合實際情形，相關成果將較能符合場址現況，而降低評估之不確定性。

(三) 物質風險結果

進行風險評估需同時具有風險暴露途徑及風險毒性因子參數兩條件，故本工作項目中風險評估結果有部分物質，因並無存在致癌風險故無法進行致癌風險計算。本工作項目為依據不同物質之特性進行風險評估，部分物質之特定途徑風險無法計算，後續說明時應對此狀況有所認知。

4.3 研析及檢討無機循環材料經資源循環後（如刨除後二次料等）最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式

本工項內容，依據契約書為「研析及檢討無機循環材料經資源循環後（如刨除後二次料等）最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式」。

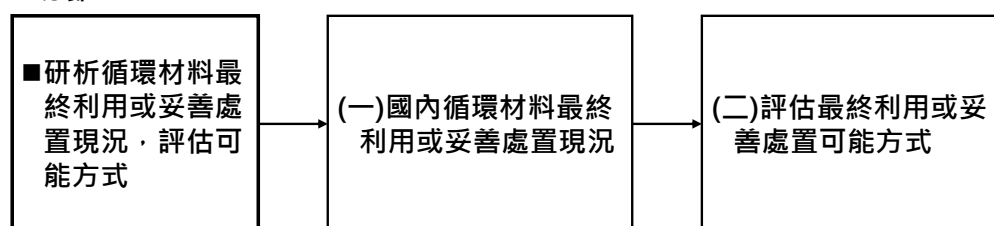
一、工作構想

本計畫依據對計畫工項的瞭解，初擬有關本項工作構想，詳圖 4.3-1 所示，分別如下，研析成果說明如后。

（一）國內循環材料最終利用或妥善處置現況，詳如第 4.3.1 節。

（二）評估最終利用或妥善處置可能方式，詳如第 4.3.2 節。

4.3節



資料來源：本計畫研擬。

圖 4.3-1 「研析及檢討無機循環材料經資源循環後（如刨除後二次料等）最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式」之作業流程

4.3.1 國內循環材料最終利用或妥善處置現況

無機循環材料種類眾多，包含轉爐石、氧化碯、瀝青刨除粒料、焚化再生粒料等，大部分之再利用用途去化以道路工程為大宗，不論是拌合瀝青混凝土、道路級配粒料基底層、控制性低強度回填材料(CLSM)等，取代天然粒料，達到資源永續循環。因此，為瞭解循環材料最終利用或妥善處置現況，本計畫以道路刨除後二次料為例，進行相關現況問題探討，進而評估最終利用或妥善處置可能方式，茲說明如下。

一、循環材料最終利用或妥善處置現況(以刨除料為例)現況問題

工程會於 109 年 07 月 21 日邀集各縣市工務局、臺灣區綜合營造業同業公會、台灣區瀝青工業同業公會等，召開「審查環保署提案編修公共工程共

通性工項施工綱要規範『第 02742 章瀝青混凝土鋪面』會議」，會中提及刨除粒料之料源分類堆置、應用技術提升、流向管控等為關注重點（會議紀錄詳如表 4.3.1-1），茲綜整為以下 2 項重點現況問題及意見。

（一）刨除後二次料—料源分類堆置問題

因刨除後二次料之料源種類多(如一般天然粒料、轉爐石粒料、氧化碯粒料、焚化再生粒料)，如未管制料源與加強分區堆置，容易造成誤用。

（二）刨除後二次料—應用技術提升問題

1. 現行瀝青刨除料多依「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」辦理，以熱拌再生瀝青混凝土粒料方式，進行再利用，惟其規定之拌合比例不得超過 40%，造成刨除後二次料(亦即再生瀝青)去化量有限。
2. 為提升刨除後二次料之再利用拌合比例，內政部營建署於 109 年起推動六都進行兩項新技術，包含：
 - (1) 「冷拌再生瀝青混凝土試辦工程」(拌合比例可提升至 100%)-以新北市、臺北市(如圖 4.3.1-1)為優先推動縣市。
 - (2) 「瀝青混凝土刨除再生粒料應用於級配粒料底層(R60)」(拌合比例可提升至 60%)，並以桃園市為優先推動縣市。(推動方式詳如 2.5.2 小節)



資料來源：臺北市政府工務局新建工程處，冷拌再生瀝青混凝土 臺北市試辦管挖回填綠色材料。

圖 4.3.1-1 臺北市試辦「冷拌再生瀝青混凝土」進行 CLSM 管溝回填

(三) 刨除後二次料一流向管控問題

目前一次料進行再利用多有流向管控之相關系統(如轉爐石、氧化碓、焚化再生粒料等)，惟應用至道路工程後，再進行刨除後二次料時之相關追蹤，目前營建署邀集工程會刻正研議相關法令面、管理面之相關規劃事宜，茲說明如后。

表 4.3.1-1 審查環保署提案編修公共工程共通性工項施工綱要規範「第 02742 章瀝青混凝土鋪面」有關刨除料相關事宜之會議紀錄

單位	會議意見重點
桃園市政府工務局	桃園市政府主要是考量焚化再生粒料瀝青混凝土經過兩次以上之再生利用之後，將衍生刨除料如何分堆堆置以免誤用及再利用如何管制的議題，建議環保署能研提相關管制作法。
臺南市政府工務局	有關焚化再生粒料瀝青混凝土刨除料再利用如何管制的議題，建議可比照轉爐石建立資訊管理系統，俾使道路養護機關透過資訊管理系統即可掌握再生粒料鋪設於各路段的情形。
臺灣區綜合營造業同業公會	工程會前已召開會議要求主辦機關不應再強制工程承攬廠商以折價方式買回瀝青刨除料，但部分機關契約仍有此規定，致使廠商仍有因瀝青刨除料堆置不慎而遭環保機關依廢棄物清理法裁罰之情形，請予以重視。
台灣區瀝青工業同業公會	焚化再生粒料瀝青混凝土之刨除料需分堆堆置，目前已有一般天然粒料、轉爐石粒料、氧化碓粒料需另外分堆堆置，堆置場地不足問題請主管機關協助解決。
社團法人中華鋪面工程學會	不管是在環境面或工程面的部分，為因應環境面用途的規定更加嚴格，在地下水、刨除料的部分是比較沒有疑問的，但是在刨除料的部分就要回歸到類似轉爐石、氧化碓這樣的處境，此部分環保署有提到是否可以針對這樣的料源去做一些相關的研擬或後續的一些討論。

資料來源：公共工程委員會，審查環保署提案編修公共工程共通性工項施工綱要規範「第 02742 章瀝青混凝土鋪面」研商會議，109 年 07 月 21 日

4.3.2 評估最終利用或妥善處置可能方式

透過法令面、管理面提出評估最終利用或妥善處置可能方式，將再生資源有效的控制與管理，使再生粒料於工程面推行的實用性更高。為宣導推廣再生資源的利用，在法令面希望各主管機關與事業部門能依照法規安心的使用，也較不會發生工程上的爭議；另在管理面則嚴格管控再生粒料的流向，將流向透明化，使政府單位以及民眾能直接看到這些再生粒料之應用。

一、法令面-營建署「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」修正草案

瀝青混凝土挖(刨)除料為營建署依資源回收再利用法所訂之再生資源，其法源係依 98 年 05 月 27 日修正之「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」辦理，用途包括瀝青混凝土原料及工程填方材料，其中作為熱拌再生瀝青混凝土之拌合比例不得超過 40%。

為檢討「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」內容，增加瀝青刨除料之再利用用途限制、使用下限建議等，營建署邀集各工程主辦機關、相關公(學)會，就道路鋪面、道路基底層或工程填方等用途，分別於 109 年 02 月 13 日、07 月 22 日前後分別召開兩場次「研商瀝青混凝土挖(刨)除料再利用用途及相關管理規範事宜」會議，並提出相關修正草案(營建署內部研議版本如表 4.3.2-1)，會議重點說明如下。

(一) 109.02.13 研商瀝青混凝土刨除料再利用用途及相關管理規範事宜第 1 次會議

其主要目的在於歷年所面臨之刨除粒料堆置問題的研商與去化管道確立後辦理相關法源之規範修訂會議，重點包含以下 4 點：

1. 增列瀝青混凝土挖(刨)除料再利用用途

現行規定僅包含「瀝青混凝土原料或工程填方材」，為增加多元去化管道，本次會議建議修正將再利用用途擴增至 5 項，包含：

- (1) 瀝青混凝土鋪面原料
- (2) 級配粒料基層材料
- (3) 級配粒料底層材料
- (4) 控制性低強度回填材料(CLSM)
- (5) 非農地工程填方材料(基地及路堤填築、構造物開挖後回填材料)。

2. 明定瀝青混凝土挖(刨)除料再利用應遵循之綱要規範及國家標準

公共工程施工綱要規範及中華民國國家標準法就各類再生利用用途均已有相關規範，爰依本次明定瀝青混凝土挖(刨)除料之再利用用途應遵循之規範。

3. 訂定瀝青混凝土挖(刨)除料再生利用上下限

依近期會議討論無訂定使用上限之必要，是否強制使用由各機關及地方政府本權責通盤檢討轄區內瀝青混凝土刨用平衡情形。

4. 瀝青混凝土挖(刨)除料使用去化管理。

會中提及需請經濟部協助要求業者納入轉爐石及氧化矽使用之管理網站，以利管控，並新增循環經濟管理平台進行料源工程履歷資料追蹤管理。

(二) 109.07.22 研商瀝青混凝土刨除料再利用用途及相關管理規範事宜第 2 次會議

延續 109.02.13 召開第一次研商會議，依各單位建議修正草案後，再次針對草案進行討論，其主要新增討論內容如下(詳表 4.3.2-2)：

1. 摻用焚化底渣之瀝青混凝土挖(刨)除料再利用時，是否仍需遵守「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」第七點規定。
2. 請經濟部協助要求業者納入轉爐石及氧化碓使用之管理網站，以利管控，並新增循環經濟管理平台進行料源工程履歷資料追蹤管理。
3. 刨除料再利用作為鋪面原料時，無新增危害環境之疑慮，因此建議可作為瀝青混凝土鋪面原料。(此建議主要目的為提升整體刨除料去化比例)

表 4.3.2-1 營建署「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」修正草案說明

現行規定	會議建議修正規定	說明
項目名稱：瀝青混凝土挖(刨)除料	項目名稱：瀝青混凝土挖(刨)除料	項目名稱未修正。
一、再生資源來源：事業產生之瀝青混凝土挖(刨)除料。	一、再生資源來源：事業產生之瀝青混凝土挖(刨)除料。	本點未修正。
二、再生利用用途：瀝青混凝土原料或工程填方材料。	二、再生利用用途：瀝青混凝土鋪面原料、級配粒料基層材料、級配粒料底層材料、控制性低強度回填材料(CLSM)或非農地工程填方材料(基地及路堤填築、構造物開挖後回填材料)。	一、依經濟部、本部營建署道路工程組建議及工程實務經驗，新增級配粒料基層材料、級配粒料底層材料、控制性低強度回填材料(CLSM)等再生利用用途，並依最建議使用之次序排列。 二、將現行再生利用用途工程填方材料補充說明包括基地及路堤填築及構造物開挖後回填材料，以利與相關施工規範銜接。 三、將瀝青混凝土原料修正為瀝青混凝土

現行規定	會議建議修正規定	說明
		鋪面原料，以資明確。
三、再生利用業者應具備下列資格： (一)<u>生產再生瀝青混凝土之業者應具有臺灣區瀝青工業同業公會會員資格。</u> (二)屬製造業且領有工廠登記證、公司或商業登記證明文件、固定污染源操作許可證，<u>及產品為熱拌瀝青混凝土或其他相關產品者。</u> (三)再生利用業者應具有再生資源前置作業機械設備、熱拌瀝青再生機組等相關設備。	三、再生利用業者應具備下列資格： (一)<u>再生利用用途為瀝青混凝土鋪面原料者：</u> 1、應具有臺灣區瀝青工業同業公會會員資格。 2、屬製造業且領有工廠登記證、公司或商業登記證明文件、固定污染源操作許可證，產品為熱拌瀝青混凝土。 3、應具有再生資源前置作業機械設備(如破碎設備、篩分設備等)、熱拌瀝青再生機組等相關設備。 (二)<u>再生利用用途為瀝青混凝土鋪面原料以外者：</u> 1、領有工廠登記證、公司或商業登記證明文件、固定污染源操作許可證，產品為級配粒料基層材料、級配粒料底層材料、控制性低強度回填材料(CLSM)或非農地工程填方材料(基地及路堤填築、構造物開挖後回填材料)之一項以上。 2、應具有再生資源前置作業機械設備(如破碎設備、篩分設備等)。	將再生利用業者資格依再生利用用途為不同之規定，以符實務，並依最建議使用之次序排列。
四、運作管理： (一)應符合營建事業再生資源再生利用管理辦法之規定。但在破解之前得採露天貯存。 (二)本項目屬「清運免網路連線申報之再生資源項目」，依網路傳輸方式向行政院環境保護署申報再生資源之產出、貯存、清運、再使用、再生利用、輸入或輸出情形之申報格式、項目、內容及頻率之公告事項三規定，免依公告事項四(二)、五(二)及八(一)規定申報或遞送聯單。 (三)再生利用業者應向行政院環境保護署申報項目、內容、頻率及方式，應於每年一月、四月	四、運作管理： (一)應符合營建事業再生資源再生利用管理辦法之規定。但在破解之前得採露天貯存。 (二)本項目屬「清運免網路連線申報之再生資源項目」，依網路傳輸方式向行政院環境保護署申報再生資源之產出、貯存、清運、再使用、再生利用、輸入或輸出情形之申報格式、項目、內容及頻率之公告事項三規定，免依公告事項四(二)、五(二)及八(一)規定申報或遞送聯單。 (三)再生利用業者應向行政院環境保護署申報項目、內容、頻率及方式，應於每年一月、四月、七月、十月月底前連線申報前季再生資源收受、貯存、回收再利用情形及再生產品名稱、數量、營運狀況等資料。 (四)再生利用屬公共工程者，應經工程主辦機關核准；屬民間工程者，再生利用業者應依資源回收再利用法及本項目規範規定，進行再生利用。	一、再生利用用途排列順序依最建議使用之次序排列。 二、因瀝青混凝土挖(刨)除料性質較不穩定，再生利用用途為瀝青混凝土鋪面原料者，應落實配合設計，以維護工程品質。 三、再生利用於公共工程者，應經工程主辦機關核准，再生利用於民間工程者，應依資源回收再利用法及本項目規範規定辦理，不僅限於再生利用於工程填方材料用途，爰修正第四款規定。 四、查公共工程施工綱

現行規定	會議建議修正規定	說明
、七月、十月月底前連線申報前季再生資源收受、貯存、回收再利用情形及再生產品名稱、數量、營運狀況等資料。 (四)再生利用於工程填方材料用途，屬公共工程者，應經工程主辦機關核准；屬民間工程者，再生利用業者應依資源回收再利用法及本項目規範規定，進行再生利用。 (五)本項目不得與廢棄物混合清運。 (六)本項目作為熱拌再生瀝青混凝土之拌合比例，不得超過百分之四十。 (七)再生利用用途之產品應符合國家標準、國際標準或工程施工規範之相關使用規定。	(五)本項目不得與廢棄物混合清運。 (六)再生利用用途為瀝青混凝土鋪面原料者，應符合下列規定： <u>1、品質應符合公共工程委員會施工綱要規範第○二九六六章再生瀝青混凝土鋪面、中華民國國家標準、國際標準或相關工程施工規範之使用規定。</u> <u>2、作為熱拌再生瀝青混凝土之拌合比例，不得超過百分之四十。</u> <u>3、瀝青混凝土拌合廠應提出配合設計報告書，經工程司核可後方得使用。</u> (七)再生利用為配粒料基層材料、級配粒料底層材料用途者，品質應符合公共工程委員會施工綱要規範第○二七二二章級配粒料基層、第○二七二六章級配粒料底層、第○二三一九章選擇性回填材料、第○二三二○章不適用材料，以及中華民國國家標準一五三○五級配粒料基層、底層及面層用材料、一五三五八公路或機場底層、基層用碎石級配粒料等，相關中華民國國家標準、國際標準或工程施工規範之使用規定。 (八)再生利用為控制性低強度回填材料(CLSM)用途者，品質應符合公共工程委員會施工綱要規範第○三三七七章控制性低強度回填材料、第○二三二○章不適用材料等，相關中華民國國家標準、國際標準或工程施工規範之使用規定。 (九)直接再生利用為非農地之工程填方材料(基地及路堤填築、構造物開挖後回填材料)用途者，品質應符合公共工程委員會施工綱要規範第○二三○○章土方工作、第○二三一五章開挖及回填、第○二三一九章選擇性回填材料、第○二三二○章不適用材料、第○二三三一章路基及路堤填築、中華民國國家標準一五三○五級配粒料基層、底層及面層用材料等，相關中華民國國家標準、國際標準或工程施工規範之使用規定。 (十)各部會工程主辦機關及直轄市、縣(市)政府應本權責通盤檢討所屬工程內瀝青混凝土刨用平衡情形。	要規範及中華民國國家標法就各類再生利用用途均已具有相關規範，爰依用途分別列出主要應遵守之規範以利遵循辦理。 五、再生利用用途為配粒料基層材料、級配粒料底層材料、控制性低強度回填材料(CLSM)及非農地之工程填方材料(基地及路堤填築、構造物開挖後回填材料)者，依前次會議討論無訂定使用上限之必要，是否強制使用由各機關及地方政府本權責通盤檢討轄區內瀝青混凝土刨用平衡情形。

資料來源：109.07.22 研商瀝青混凝土刨除料再利用用途及相關管理規範事宜第 2 次會議。

表 4.3.2-2 研商瀝青混凝土刨除料再利用用途及相關管理規範事宜第 2 次會議紀錄

含轉爐石、氧化碓等之瀝青混凝土挖(刨)除料再生利用用途及應遵循之規範
1. 依「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」第七點規定，焚化再生粒料使用地點有其限制，則摻用焚化底渣之瀝青混凝土挖(刨)除料再利用時，是否仍需遵守該限制？
2. 依經濟部事業廢棄物再利用管理辦法第 3 條附表再利用種類編號九電弧爐煉鋼爐碓(石)再利用議程管理方式第 7 點規定，再利用用途屬鋪面工程之基層或底層級配料者，亦有使用地點限制，則摻用電弧爐煉鋼爐碓(石)之瀝青混凝土挖(刨)除料再利用於鋪面工程之基層或底層級配料時，是否仍需遵守該限制？請行政院環境保護署及經濟部補充說明。
3. 查含轉爐石、氧化碓等之瀝青混凝土挖(刨)除料，再生利用為瀝青混凝土鋪面原料時，雖需重新配合設計，但基本之使用原理與初次作為鋪面工程時並無二致，化學性質亦未改變，並無新增危害環境之疑慮，爰建議得再生利用為瀝青混凝土鋪面原料。
4. 茲因社會大對於瀝青混凝土添加轉爐石、氧化碓有較多疑慮，為利轉爐石、氧化碓之推廣應用，建議經濟部輔導業者訂定含轉爐石、氧化碓瀝青混凝土挖(刨)除料之再利用使用手冊，並經第三方驗證，以消除各界使用疑慮。
5. 為落實企業責任，含轉爐石、氧化碓瀝青混凝土挖(刨)除料再生利用為瀝青混凝土鋪面之地點，仍請經濟部協助要求業者納入轉爐石及氧化碓使用之管理網站，以利管控。

資料來源：109.07.22 研商瀝青混凝土刨除料再利用用途及相關管理規範事宜第 2 次會議。

二、管理面-以縣市建置「桃園市循環經濟管理平台」為例

(一) 建置目的及重點方向

桃園市政府工務局自 108 年年初起建置「桃園市循環經濟管理平台」(網址：<https://www.kingsu.com.tw/circular/Default.aspx>)(首頁如圖 4.3.2-1)，以生產履歷管理概念推動循環經濟導入工程運用，並以三大推動方向為設置目的，包含：

1. 粒料分流管理—優先選擇 3 種粒料(鋼質粒料、焚化再生粒料、再生瀝青混凝土粒料)進行試辦推動

再生粒料種類多元，可應用工程項目亦有重疊，以整體再生粒料管理層面而言，應將各種再生粒料適材、適所、分流運用，為避免多種再生粒料集中於同一用途之情形。桃園市優先以 3 種粒料(包含鋼質粒料、焚化再生粒料、再生瀝青混凝土粒料)進行分流管制，並追蹤流向及預估使用量。

2. 促進工務單位及環保單位間之橫向溝通

縣市政府為推動再生粒料應用工程，常面臨工程主管機關與環保主管機關間缺乏橫向溝通，以致設計單位、施工單位、監造單位、供料機構間對於再生粒料使用上資訊不足，導致推動成效有限，故該平台亦能增加工務單位及環保單位間之溝通及資訊互通。



資料來源：桃園市政府工務局，「桃園市循環經濟管理平台」<https://www.kingsu.com.tw/circular/Default.aspx>。

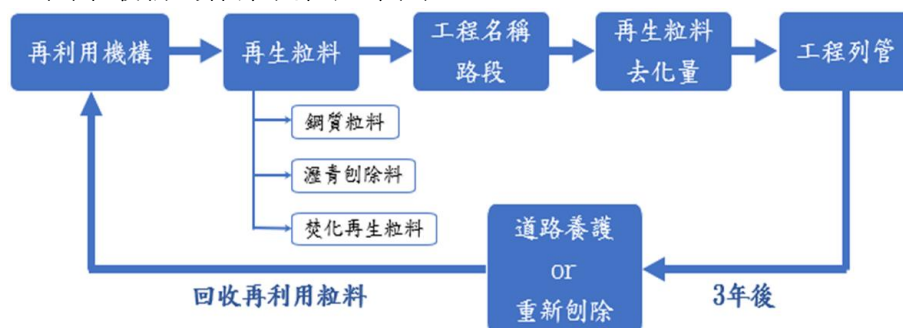
圖 4.3.2-1 「桃園市循環經濟管理平台」網站首頁圖例

3. 進行流向追蹤列管，避免粒料誤用

目前的平台主要是著重在再生粒料的應用及管理，將各工程的相關資訊皆納入本平台內。未來將預計將使用過再生粒料的道路或工程，繼續進行列管並追蹤粒料去處，將整個循環經濟的理念發揮得更完整。(流向管理流程示意如圖 4.3.2-2)。並依據各個單位做粒料彙整跟路段的使用作統計，並自設計、監造、施工、營運維護及成效追蹤等各階段進行管控，操作介面規劃如圖 4.3.2-3、圖 4.3.2-4。

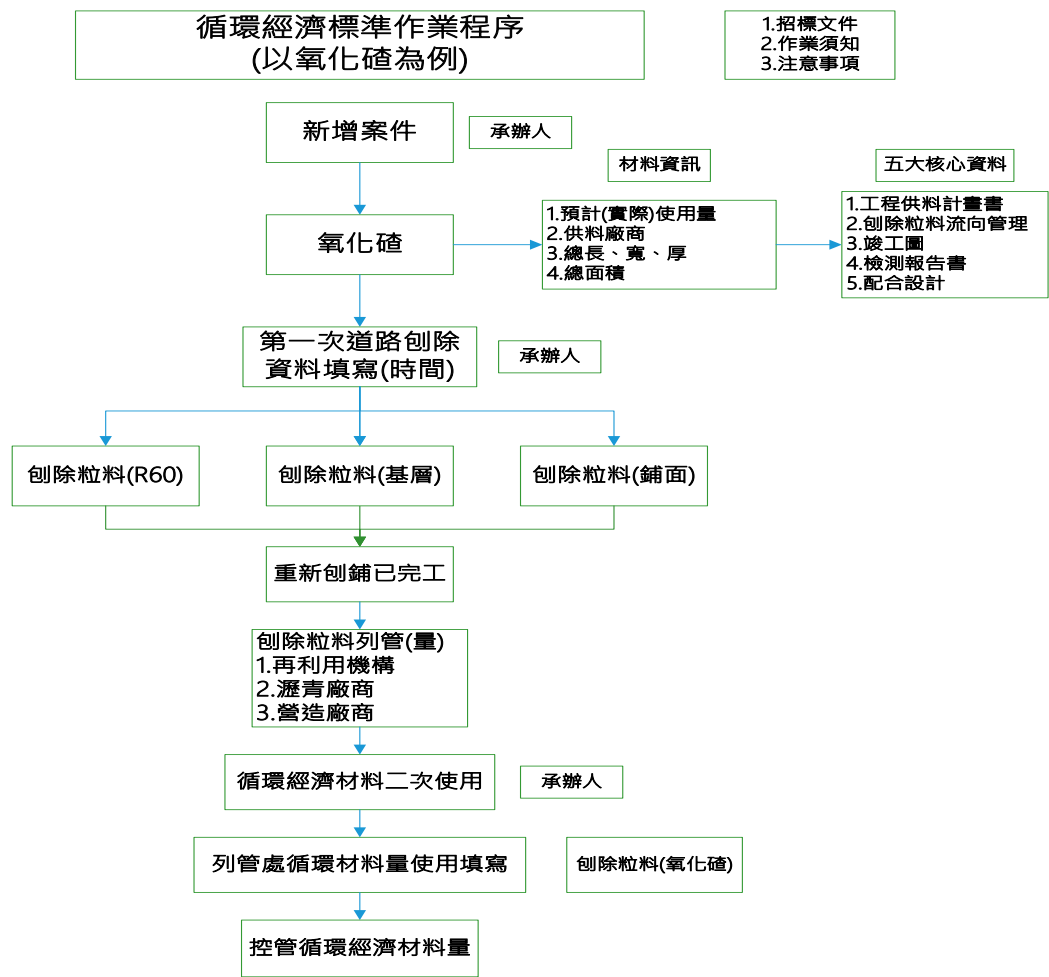
(二) 辦理情形

目前平台尚於試營運階段，尚未對外完整公開，本計畫目前追蹤桃園市最新的作業流程如下圖。



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.3.2-2 「桃園市循環經濟管理平台」流向管理示意圖



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.3.2-3 「桃園市循環經濟管理平台」作業流程圖



資料來源：桃園市政府工務局。

圖 4.3.2-4 「桃園市循環經濟管理平台」流向申報操作介面 1



資料來源：桃園市政府工務局。

圖 4.3.2-5 「桃園市循環經濟管理平台」流向申報操作介面 2

本計畫亦針對其平台進行循環經濟材料再再生循環的部分進行流向管理的討論，其內容如下圖 4.3.2-6 所示，並針對其管理頁面之功能性彙整資料進行呈現，如圖 4.3.2-7:

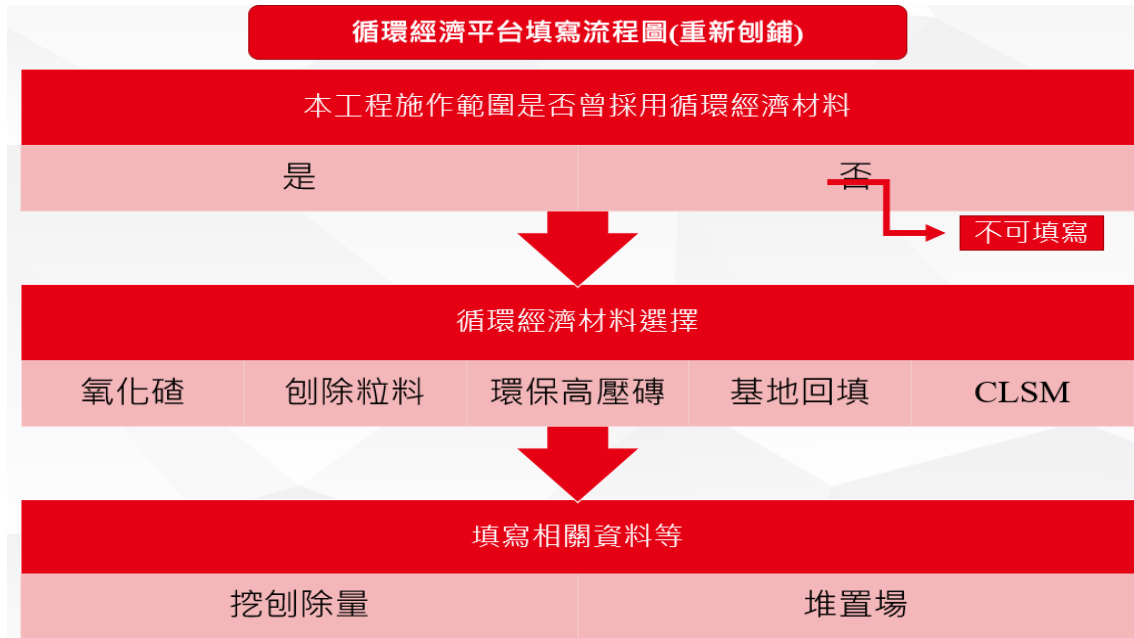


圖 4.3.2-6 「桃園市循環經濟管理平台」流向申報操作介面 3



圖 4.3.2-7 「桃園市循環經濟管理平台」流向申報操作介面 4

4.4 針對焚化再生粒料管理系統整合納入我國循環材料認證與媒合平台之運作模式，提出所需法規限制與突破點分析，協助辦理研商或相關推動配合事項

本項工作內容，依據契約書為「針對焚化再生粒料管理系統整合納入我國循環材料認證與媒合平台之運作模式，提出所需法規限制與突破點分析，協助辦理研商或相關推動配合事項。」。

一、工作構想

本計畫對計畫工項的瞭解，初擬有關本項工作構想(詳圖 4.4-1 所示)如下：

- (一) 焚化再生粒料管理系統整合納入循環材料認證與媒合平台之運作模式，提出所需法規限制與突破點分析。
- (二) 協辦研商或相關推動配合事項。

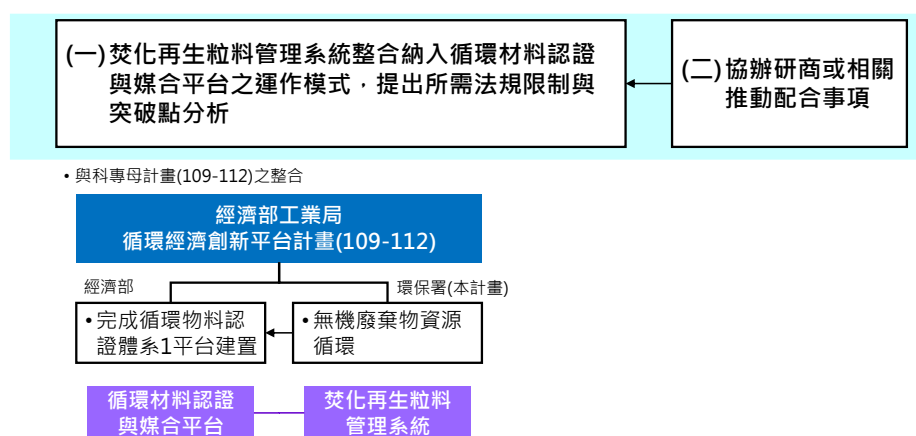


圖 4.4-1 「整合納入循環材料認證與媒合平台運作之法規限制與突破點分析」之作業流程

二、經濟部「循環材料驗證與媒合平台計畫」政府科技發展計畫與本計畫之關聯

經濟部提出 109 年至 112 年之「循環材料驗證與媒合平台計畫」4 年政府科技發展計畫，由經濟部主辦，環保署協助辦理。而本計畫為環保署協助辦理計畫之一環，茲說明如后。

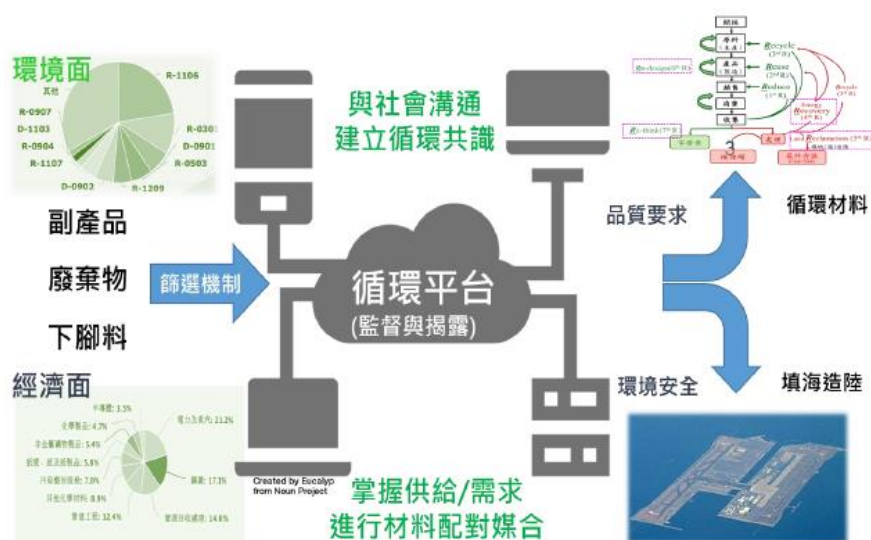
經濟部提出「循環材料驗證與媒合平台計畫」，主要考量目前國內環境

面臨諸多物料去化循環不易的窘境，主要原因在於社會溝通不夠，民眾與產業界對於大宗物料處理與循環再利用是否造成生活品質與環境品質的負面影響充滿疑慮。因此，若能建立一個真正具公信力的平台機制「建立循環材料認證與媒合平台」，透過創新資通訊技術的導入，結合環境科技領域專業，將可避免人為操作弊端，取得社會信任，並掌握國內循環材料之供給與需求，進行材料配對媒合。以下說明經濟部及環保署之分工。

(一) 經濟部循環材料驗證與媒合平台計畫重點概述

循環材料驗證與媒合平台計畫構想，詳圖 4.4-2。經濟部擬於 109 年至 112 年建置循環材料驗證與媒合平台，並研擬三大策略將廢棄物或去化困難之產品/副產品，除轉化為循環材料以外，更可能創造更宏觀進階的嶄新運用。

1. 循環材料驗證與媒合平台計畫目標設定



資料來源：「循環材料驗證與媒合平台計畫-應用資通訊科技強化再利用資源管理論壇－以無機粒料為例」，循環材料驗證與媒合平台，工研院。

圖 4.4-2 經濟部循環材料驗證與媒合平台之構想

- (1) 建立循環材料驗證與媒合平台及監督管理機制，預計我國循環利用率可提高 0.4%。
- (2) 完成循環物料盤點篩選與媒合機制，緩解大宗循環材料去化困難。
- (3) 建立良好社會溝通機制，提升民眾對平台信任度，建立循環

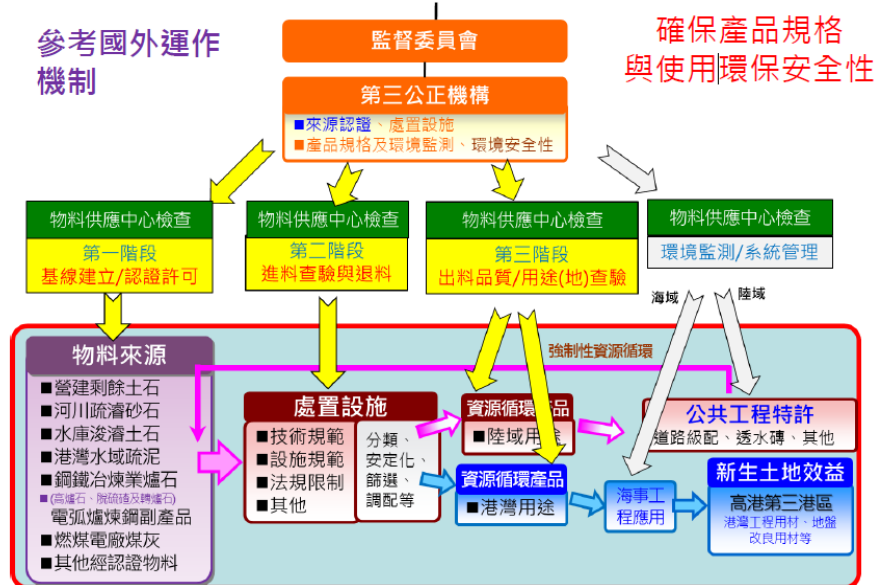
共識。

- (4) 完成循環建材之示範項目規劃，以百年宏觀思維利用無機循環物料開發新生國土，因應未來各種產業發展與公共設施之土地之需求。
- (5) 透過循環再生技術，纖維材料及鋰電池進入循環材料體系，再創製程廢棄物價值。
- (6) 透過高值化技術及創新商業模式之整合，將大宗物料轉化為材料銀行新產業。
- (7) 協助循環材料管理之智慧化 IoT 物聯網應用技術產業化，逐步推廣至其他領域。

2. 循環材料驗證與媒合平台計畫三大策略推動重點

(1) 規劃認證制度

平台擬參考國外運作機制，設立監督委員會及第三方公正驗證機構針對物料供應中心檢查物料辦理來源、產品規格及環境監測、環境安全性等認證及環境監測管理，以確保產品規格及使用環境安全性，概念示意詳圖 4.4-3。



資料來源：「循環材料驗證與媒合平台計畫-應用資通訊科技強化再利用資源管理論壇－以無機粒料為例」，循環材料驗證與媒合平台，工研院。

圖 4.4-3 平台建立環境安全性檢查與查驗機制體系構想

期扣合企業社會責任(CSR)，協助企業進行物料自主管理，將物料自源頭到最終處理全程追蹤管控，以強化追蹤再利用物料供應鏈。分為 3 階段認證：

- (1) 第一階段驗證：建立物料基線資料及辦理認證許可。針對各類物料種類(營建剩餘土石、河川疏刷砂石、鋼鐵冶煉業爐石及其他經認證物料等)及來源建立基線資料並經查驗後提出認證許可。
- (2) 第二階段驗證：辦理物料進料查驗及退料。針對收受物料之機構提出之物料技術規範、機構設施規範等設立之允收標準(如物理特性及化學特性等)。
- (3) 第三階段驗證：出料品質及最終使用場所查驗。針對處理後之資源循環產品之產品品質標準及最終使用場所辦理查驗。其資源循環產品包含陸域用途(使用於公共工程中，如道路級配、透水磚等)及港灣用途(應用於港灣海事工程，如港灣工程用材、地盤改良用材等)。

2. 規劃監督機制與 IoT 物聯網搭配

平台擬針對循環材料的不同角度、不同解析度、不同焦距影像多點採樣與即時上傳，除能做為紀錄存證輔助外，亦可於防止運輸弊端。由使用端提出需求單後，產源接單後物料裝載準備運輸時，經過地磅時物流單產生，同步於行政中心系統登載上線，運輸途中由 AI 全程辨識監控及影像記錄運輸過程，辨識系統針對運輸途中如出現異常(防塵蓋未蓋上，或運輸路徑過遠等)，系統將顯示異常通知。

目前經濟部已初步辦理實機及系統試驗，且持續提升 AI 異常辨識率，流程及試驗結果詳圖 4.4-4~圖 4.4-5。

3. 規劃區塊鏈資訊揭露

透過最新之加密技術進行保護與傳輸，確保資料之安全。而對外揭露之資訊均進行去識別化處理，以確保資訊之保密性。



資料來源：「循環材料驗證與媒合平台計畫-應用資通訊科技強化再利用資源管理論壇－以無機粒料為例」，循環材料驗證與媒合平台，工研院。

圖 4.4-4 平台單一物流資訊監督流程



資料來源：「循環材料驗證與媒合平台計畫-應用資通訊科技強化再利用資源管理論壇－以無機粒料為例」，循環材料驗證與媒合平台，工研院。

圖 4.4-5 平台單一物流資訊監督流程現場試驗結果

(二) 環保署協辦循環材料驗證與媒合平台計畫之無機廢棄物資源循環重點

環保署協辦循環材料驗證與媒合平台計畫(109 年至 112 年)之內容包含如下，其中本計畫(109 年)為環保署協辦之第 1 年計畫。

1. 完成焚化再生粒料導入平台之法規限制與突破點分析，做為平台運作之法源基礎，以利平台運作順暢。
2. 完成焚化再生粒料環保標準研擬，確保再生粒料品質，作為替代天然材料，提升國家之資源循環。

三、本計畫工作成果

本計畫(109 年)為環保署協辦之第 1 年計畫，針對焚化再生粒料管理系統整合納入循環材料認證與媒合平台之運作模式，提出所需法規限制與突破點分析，並協助辦理研商或相關推動配合事項。

(一) 提出焚化再生粒料導入平台之法規限制與突破點分析

1. 確保材料出廠品質，參考日本渣類資源化產品之溶出管制精神，公告再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222.10C)，並由我國地下水污染管制標準及焚化再生粒料溶出特性，修正公告焚化再生粒料環境標準，並計畫擴大推動至其他再生粒料環境安全規範及標準建議

環保署於 91 年 10 月 11 日首次公告實施「垃圾焚化廠焚化底灰再利用規定」，係以「毒性特性溶出程序(TCLP)」作為「焚化再生粒料」標準的檢測方法，並以有害事業廢棄物認定標準溶出毒性金屬元素項目的 80%值作為可再利用的基準，然焚化再生粒料實際使用之環境與「毒性特性溶出程序」模擬環境仍有差異，較難實際反應焚化再生粒料應用在環境中重金屬溶出潛勢及風險，此規範也一直為各界所疑議。

參考歐盟、荷蘭、日本等底渣再利用國家的精神與作法，規劃我國焚化再生粒料於應用於環境的品質規範，期能確保使用期間降低對環境造成污染風險。歐盟(荷蘭)、日本等國家對於推動再生粒料應用，是以創造社會經濟價值及兼顧環境永續發展為原則，並不是以廢棄物的角度來看待再生粒料，必須要符合工程材料規範及環境安全品質。

為多元化用途使用及強化管理，研議以既有的再利用機構出貨規範「焚化再生粒料標準」為基礎，擬再依使用情境導入「用途管理規範」，限定再生粒料及其產製品的使用用途，提出焚化再生粒料及其加工再製品的環境溶出方法及品質規範，再以焚化再生粒料為基礎，應用延伸至其他無機再生物料。

2. 檢討公告修正垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式，利用焚化再生粒料流向管理系統全程掌握焚化再生粒料流向，整合納入該平台之運作，並期擴大至其他再生粒料流向管理

為持續推動底渣再利用政策以減少天然資源開採，拓展底渣再利用用途，環保署於 109 年 5 月 18 日公告修正「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，除以「確保焚化再生粒料品質」、「用途別明確管理」及「精進流向管理」為目標外，為實務管理，並參考日本、荷蘭等資源化產品之作法及經驗，以焚化再生粒料實際用於環境之溶出情境及管制目的，檢討溶出方法及環境標準，採用「再生粒料環境用途溶出程序（NIEA R222）」作為焚化再生粒料檢測方法，並參考我國地下水污染管制標準分級規範，以明確限制使用地點及用途；另針對採熟化程序者，熟化期由一個月提高至四十五日，以確保焚化再生粒料品質及保護環境。

焚化再生粒料使用及流向必須進行申報，申報系統為「焚化再生粒料流向管理系統」，焚化再生粒料為全程管理(重點如下)，採取網路申報勾稽方式，現有系統要求須建置流向申報系統且要求清運機具均需裝置即時追蹤系統，以確保流向。將針對現有環保署焚化再生粒料管理進行評估，考量整合納入「循環材料認證與媒合平台」。

- (1) 底渣再利用送至再利用機構，全程申報流向追蹤。
- (2) 焚化再生粒料出再利用機構前，逐案向環保局申請管制編號，始得出料。
- (3) 全程即時追蹤系統(GPS)連線追蹤至加工再製品端及最終使用地點。
- (4) 再利用機構供應且完成使用後，申報妥善使用證明，並檢送

佐證資料，向環保局逐案申請解除列管。

3. 建議後續逐步盤點分析各循環材料相關再利用管理法規，配合平台運作，研擬可一致性或通案式做法，以利平台廣納及突破各循環材料管理時所面臨之限制

(二) 協助辦理研商或相關推動配合事項

為完成前述提出焚化再生粒料導入平台之法規限制與突破點分析，本計畫本年度也協助辦理研商或相關推動配合事項，分別為：

1. 盤點國內無機廢棄物或資源物(轉爐石、氧化碓、還原碓、煤灰等)及其產製無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，瞭解國內近年相關循環材料資源循環流向。
2. 辦理各類無機循環材料(轉爐石、氧化碓、還原碓、煤灰等)依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，並初步研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範建議。
3. 109 年 7 月 21 日邀集經濟部、鋼鐵公會及相關業者，召開「研商爐碓運用於港區造地回填資材」會議，提出持續推動爐碓各項陸域用途，適材適所分流利用。建議先提升再生粒料品質及環境用途信心，可參考焚化再生粒料做法，建立再生粒料環境標準及管理機制。
4. 參與 109 年 10 月 29 日出席經濟部主辦之「應用資通訊科技強化再利用資源管理論壇」，掌握經濟部主計畫相關推動狀況。

4.5 章節摘要

有關本章「評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合」主要工項包含(一)以健康風險評估角度，評估無機循環材料陸域及海域用途環境安全性規範依再生粒料環境用途溶出程序及地下水污染管制標準之適宜性、(二)依據前述試驗結果及健康風險評估探討，研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範、(三)研析及檢討無機循環材料經資源循環後(如刨除後二次料等)最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式、(四)針對焚化再生粒料管理系統整合納入我國循環材料認證與媒合平台之運作模式，提出所需法規限制與突破點分析，協助辦理研商或相關推動配合事項，各章節摘要如下。

(一) 以健康風險評估角度，評估無機循環材料陸域及海域用途環境安全性規範依再生粒料環境用途溶出程序及地下水污染管制標準之適宜性 (4.2 節)

1. 完成焚化再生粒料於陸域及海域之風險評估，評估結果顯示，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受(可接受之致癌風險為 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 之間，若總致癌風險高於 10^{-6} 時，應規劃相關風險管理策略；非致癌則以危害商數作為依據，若數值小於 1 則預期不會造成非致癌性危害)。各項評估結果其評估結果說明如下：

(1) 陸域風險評估

暴露途徑分為三途徑，包括模擬民眾「使用受污染地下水淋浴或日常清洗，經皮膚吸收」、「使用受污染地下水作為日常清洗，經揮發後吸入」、「受污染地下水揮發至室外空氣後吸入」。

評估結果顯示，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受，說明在符合焚化再生粒料第二級管制標準之情形下，對於周遭受體不至於產生致癌及非致癌風險。

(2) 海域風險評估

暴露途徑分為兩途徑，包括模擬民眾可能因遊憩行為使皮膚接觸海水，及其中汞金屬則可能揮發至室外空氣後吸入。各項物質皆以「使用受污染地下水淋浴或日常清洗，經皮膚吸收」為主要暴露途徑。

評估結果顯示，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受，說明在符合焚化再生粒料第二級管制標準之情形下，對於周遭受體不至於產生致癌及非致癌風險。

2. 本評估以焚化再生粒料溶出並經由地下水及海水稀釋後之濃度，以地下水及海水為主要暴露主體，焚化再生粒料使用用途相關暴露途徑包括皮膚接觸及吸入水蒸氣等途徑。本工作項目為考量可能之暴露途徑作保守性評估，但實際情形上於填海造陸之地區使用地下水及海水之可能性極低。本次評估結果若使用焚化再生粒料作為後續再利用用途，其海域及陸域之致癌及非致癌風險皆為可接受風險。

(二) 依據前述試驗結果及健康風險評估探討，研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範 (4.1 節)

1. 完成研訂各類無機循環材料（包含轉爐石、氧化碯、還原碯、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等）應用於陸域及海域用途環境安全性規範之基本參考建議(初稿)。
2. 已於 109 年 9 月 17 日辦理「規劃研訂無機循環材料應用於陸海域用途環境安全性檢測規範(管制項目及標準值)」專家諮詢會議。

(三) 研析及檢討無機循環材料經資源循環後（如刨除後二次料等）最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式 (4.3 節)

1. 研提刨除後二次料之現況問題，包含料源分類堆置、流向管控等問題，並掌握瞭解法令面(109.02.13 及 07.22 營建署「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」修法進度)、管理面(以縣市為例之「桃園市循環經濟工程管理平台」辦理情形)。
2. 持續掌握法令面修法進度，目前營建署已針對刨除粒料去化等相關法規研析進入最終階段審議及針對無機循環材料經資源循環後

(如刨除後二次料等)管理面問題,包含料源分類堆置、流向管控等問題持續進行探討。

3. 針對各縣市政府循環經濟材料去化之工程面向進行追蹤,並了解實際應用量如何透過管理平台進行源頭管理、流向管理、堆置管理、去化管理等多面向的應用。(桃園市、台南市)

(四) 針對焚化再生粒料管理系統整合納入我國循環材料認證與媒合平台之運作模式,提出所需法規限制與突破點分析,協助辦理研商或相關推動配合事項 (4.4 節)

1. 本計畫(109 年)為環保署協辦之第 1 年計畫,針對焚化再生粒料管理系統整合納入循環材料認證與媒合平台之運作模式,完成提出所需法規限制與突破點分析,並協助辦理研商或相關推動配合事項。
 - (1) 確保材料出廠品質,參考日本渣類資源化產品之溶出管制精神,公告再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222.10C),並由我國地下水污染管制標準及焚化再生粒料溶出特性,修正公告焚化再生粒料環境標準,並計畫擴大推動至其他再生粒料環境安全規範及標準建議。
 - (2) 檢討公告修正垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式,利用焚化再生粒料流向管理系統全程掌握焚化再生粒料流向,整合納入該平台之運作,並期擴大至其他再生粒料流向管理。
 - (3) 建議後續逐步盤點分析各循環材料相關再利用管理法規,配合平台運作,研擬可一致性或通案式做法,以利平台廣納及突破各循環材料管理時所面臨之限制。

第五章 我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出三大港區等使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途之短中長程規劃方案建議

第五章 我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出三大港區等使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途之短中長程規劃方案建議

有關「我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出三大港區等使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途之短中長程規劃方案建議」此項工作，本計畫已初擬辦理事項之作業流程，詳圖 5-1，依序說明如后。

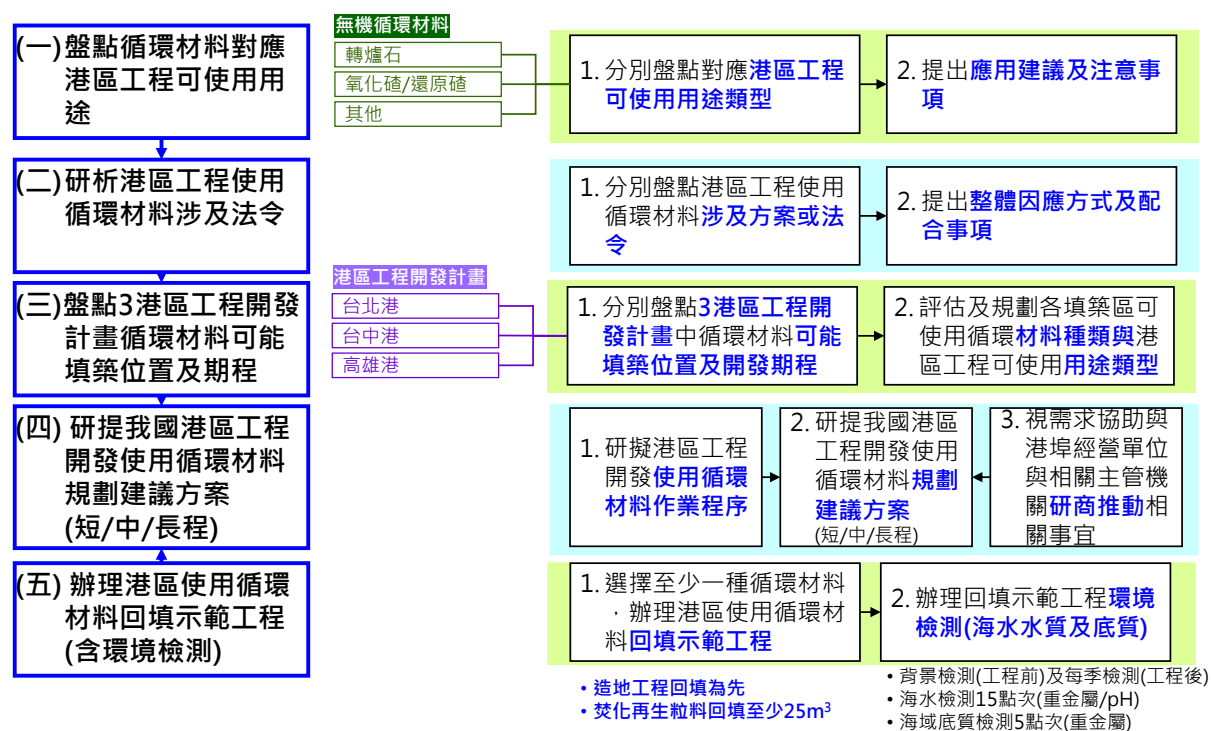
- 一、依據無機循環材料特性盤點及對應港區工程海平面上下可使用用途類型，並提出應用建議及相關注意事項，詳 5.1 節。
- 二、研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令，分就無機循環材料對應港區可使用用途類型，提出整體因應方式及配合事項，詳 5.2 節。
- 三、盤點、評估及規劃我國台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，可使用之無機循環材料種類與可使用用途類型，詳 5.3 節。
- 四、研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，並視需求研商推動相關事宜，詳 5.4 節。
- 五、辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫。於港區造地工程內，以海平面以下回填為先，使用無機循環材料回填至少 25 立方公尺，同時進行鄰近海域海水檢測及海域底質檢測，詳 5.5 節。

臺灣位於亞洲與國際海洋航線之交通樞紐位置，海運運輸於國家發展佔有重要位置，對於港口碼頭等設施具有需求，由於近年國際貿易競爭及國際航運船舶開始具有大型化趨勢，為維持我國國際海洋貿易優勢，提升我國各港口港運及裝卸能量為必要方向。因此，大型貨櫃碼頭擴建、港口建設開發、相關配套工程等，皆為維持國家競爭力之重要工作。

由於港區工程多屬於大型規模工程，為使大型船隻能得於港內順利停靠及裝卸，相關之建造工程及回填工程，均需有巨量工程粒料(如：砂石、無機循環材料

等)的使用，這些工程粒料供應與否，即為工程成敗關鍵所在。然而隨天然資源逐漸消耗，為確保港區工程回填資材供應，並減少砂石資材耗損及開採過程生態破壞，比照我國國家政策「五加二」之產業創新計畫政策，導入「循環經濟」開發模式，將適用之產業副產品及無機廢棄物轉作可供建設運用之填築料源做法，已成為國際間重要趨勢，此作為可降低整體開發過程衝擊影響，並可結合不同物料之供需鏈結，達到同時減緩開發物料壓力及產業端事業物料去化壓力之雙贏效益。

本工作項目為接續環保署歷年相關執行計畫之國內外文獻蒐集成果，依據國內外已有作法及案例經驗，進一步針對無機循環材料做為港區工程回填資材運用，研擬我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估規劃及方案建議。



資料來源：本計畫彙整

圖 5-1 「我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出三大港區等使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途之短中長程規劃方案建議」之作業流程

5.1 依據無機循環材料特性盤點及對應港區工程海平面上下可使用用途類型，並提出應用建議及相關注意事項

本項工作內容，依據契約書為「依據無機循環材料之特性，分別盤點及對應港區工程海平面以下及海平面上之可使用用途類型，並提出應用建議及相關注意事項。」。

本計畫對計畫工項的瞭解分述如下，研析成果如后說明：

- 一、盤點對應港區工程可使用用途類型，詳 5.1.1 節。
- 二、蒐集國外港區工程開發使用無機循環材料案例，詳 5.1.2 節。
- 三、依據無機循環材料特性及對應港區工程可使用用途提出應用建議及注意事項，詳 5.1.3 節。

港區海事開發之建設，因工程規模、工程複雜程度及是否牽涉海域內土地新生之造地填築作業等重要因素，各國運用無機循環材料之作法，主要有兩種方式，分別為：一、使用無機循環材料進行土地新生填海造地作業(於海平面下填築造地)及二、於已填築造地完成之區域，使用無機循環材料繼續於海平面上施工。然而，上述兩種無機循環材料之運用方式又可再分為不同用途，進行土地新生填海造地作業可分為：1.斜坡堤、2.堤後背填、3.回填工程、4.地盤改良、5.鋪面/便道等 5 項用途；造地完成之區域則主要用途為道路工程等回歸陸域用途。有關各國無機廢棄物質及其循環材料作為港區回填資材運用之案例，國外成功工程實績主要有日本、新加坡、澳洲等，茲將相關代表案例概況簡述如后。

5.1.1 盤點對應港區工程可使用用途類型

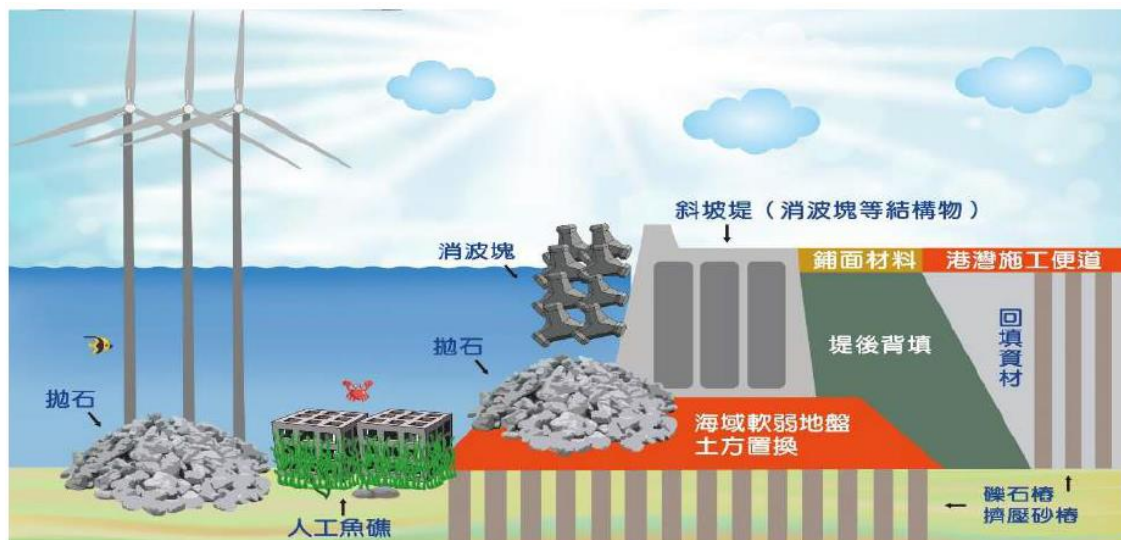
本計畫針對循環材料對應至我國港區工程可使用之用途類型(海平面上/下為區分)進行盤整，並提出應用建議及注意事項，說明如下：

一、海平面以下使用用途—填海造地工程

填海造地工程代表於海平面下方填築料源，使用料源填築至高於海平面高度後，再於新增土地上進行陸域工程開發。使用於填海造地海平面下方之料源必須經嚴格試驗，以降低對海域生態環境之衝擊，填海造地工程用途類型，如圖 5.1.1-1 所示，參考經濟部工業局 106 年 12 月 22 日轉爐石海事工程

使用手冊，可略分為：1.斜坡堤(含拋石與消波塊)、2.堤後背填、3.回填工程、4.地盤改良、5.鋪面/便道及其他(如人工魚礁等)等 6 項用途。

各種用途應用上可視各再生粒料種類、工程與環境特性及技術實績成熟度等考量後，以粒料或加工再製產品等方式適材、適所及分流推動。其中，港區造地工程回填資材及施工便道等用途，因技術門檻及限制較低，國內外經驗顯示可優先推動利用。



圖片來源：轉爐石海事工程使用手冊

圖 5.1.1-1 填海造地工程用途類型

表 5.1.1-1 無機循環材料於港區開發建設海平面以下使用用途(填海造地工程)

用途分類	定義及說明
(一)斜坡堤(含拋石跟消波塊)	拋石：拋石含卵石、塊石及堤心石，以塊石或消波塊堆成，堤身兩側成斜面，使波浪衝上斜坡受斜坡表面凹凸不平阻礙及堤身孔隙使波能減衰，並阻其侵堤內水域，維護水面穩靜，可當防波堤、護岸基礎及離岸風電水下基礎用。
	消波塊堤：以塊石或消波塊堆成，堤身兩側成斜面，使波浪衝上斜坡受斜坡表面凹凸不平阻礙及堤身孔隙使波能減衰，並阻其侵堤內水域，維護水面穩靜。其中消波塊，又稱防護塊，是在海岸或河堤邊放置的大型水泥塊，削減海浪衝擊以保護海岸或河堤。
(二)堤後背填	海堤、防波堤、分隔堤興建時之土方材料填築法。

用途分類	定義及說明
(三)回填資材	回填資材係指利用回填資材之施工方式，將原有海域填築形成新生地。
(四)地盤改良	(1)地盤改良(礫石樁-SC 與擠壓砂樁-SCP)：利用振動棒水平振動及噴水，擠壓土壤強化地盤，當振動棒到達預定深度時，由地表貫入碎石或砂礫，固結地盤。 (2)地盤改良(海域軟弱地盤土方置換)：利用骨材之自重來置換軟弱地盤土壤之工法。
(五)鋪面/便道	(1) 鋪面材料(整地應用)：用於置放機具或物料堆置等具管理之場所。 (2) 港灣施工便道：作為海事工程或土建工程之臨時施工便道。
(六)其他(如人工魚礁等)	人工魚礁：「人工魚礁」是將天然或人造結構體投置於適合海域，以改善或營造海洋生物之棲息環境，而達到培育生物資源，增進漁業經營的目的。礁體種類包括：水泥礁、船礁、鋼鐵礁、輪胎礁，或其他經評估無污染海洋生態之虞、經改裝或加工之物質或結構物。

資料來源：轉爐石海事工程使用手冊及本計畫彙整

二、海平面以上使用用途(完成面建設)—— 回歸陸域再利用用途

國內使用無機循環材料於公共工程已有多項實績，待海平面下填築工程竣工後，即可於進行海平面上(陸域)開發建設。海平面以上使用用途(完成面建設)，回歸陸域再利用用途，以港區工程開發，以下彙整一般陸域再利用相關用途類型，各種用途應用上可視各再生粒料種類、工程與環境特性及技術實績成熟度等考量後，以粒料或加工再製產品等方式適材、適所及分流推動，依照環保署、經濟部及內政部之各種廢棄物再利用相關規定、各類再生粒料工程使用手冊及施工綱要規範等用途，彙整如圖 5.1.1-2 所示，其相關使用規定將於後續章節介紹。

表 5.1.1-2 無機循環材料於港區開發建設海平面以上使用用途(完成面建設)

用途分類	參考用途
(一)道路鋪築應用	1.道路級配粒料底層及基層、鋪面工程(道路、人行道、貨櫃場或停車場)之基層或底層級配粒料原料
	2.瀝青混凝土原料、瀝青混凝土粒料原料、瀝青混凝土
	3.低密度再生透水混凝土
(二)填地材料	1.基地填築、非農業用地之工程填地材料
	2.路堤填築
	3.土壤改良
	4.大地工程(填海造陸)
(三)CLSM 回填	1.控制性低強度回填材料、控制性低強度回填材料原料
	2.管溝回填用 CLSM 粒料原料、管溝回填用 CLSM 原料
(四)磚品或水泥製品	1.磚品
	2.陶瓷磚瓦原料
	3.用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品
	4.水泥製品用粒料原料或混凝土(地)磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋之原料
(五)預拌混凝土	1.非構造物用預拌混凝土原料、預拌混凝土原料、混凝土粒料原料
	2.或經高壓蒸氣處理後作為非構造物用預拌混凝土粒料原料
(六)水泥生料	依比例摻拌於水泥製程中作為水泥生料

資料來源：本計畫彙整

5.1.2 蒐集國外港區工程開發使用無機循環材料案例

一、無機循環材料應用概況

依本計畫蒐集國外港區工程開發使用各類無機循環材料之概況，依料源種類大致分類說明如下：

(一) 底渣飛灰類

以焚化廠焚化底渣及燃煤底飛灰為例，此兩項物料於國際皆已累積大量工程使用經驗，然由於成本及工法簡易等因素，加上歐美地區大多國家土地資源尚有剩餘，因此可採用海平面上陸上工程或填埋之方式使用物料，因此國外使用底渣飛灰物料於海事工程案例明顯偏少。

因此目前除一般陸上工程，焚化底渣再生粒料於港區及海事工程之應用，主要以日本及新加坡案例，以海上最終處置掩埋設施做為焚化底渣收容手法之手段較多，然依國內過去經驗，設置海上最終處置掩埋設施之阻力甚大，現行港區開發工程計畫，尚無相關明確規劃方案。

至於燃煤底飛灰應用之部分，除位於陸上之灰塘等最終處置設施外，各國煤灰大多主要運用於陸上工程或混凝土原料¹，或於與其他土砂材料混拌後之海事填築運用。

(二) 爐渣類

各類煉鐵及煉鋼爐石，如高爐石、轉爐石，由於其高強度等特性，因此於歐洲、日本、澳洲皆有運用於海事工程填築之案例，屬於較為成熟之港區工程填築使用資材。

(三) 污泥類

目前各國填海案例中，污泥類之部分由於其性質緣故，較少用於海事相關工程中，除日本之海上掩埋設施具有收受下水污泥熔融材料及無機污泥事業廢棄物等案例。

(四) 玻璃、陶瓷磚瓦類

玻璃、陶瓷磚瓦類由於屬於性質安定之無機物質，因此於早年常與土木及建築廢料類一同用做市區填海之原料(如波士頓、香港)，近年隨

¹ 台灣電力股份有限公司(民 105) 整合煤灰去化和控制性低強度材料應用於填地工程之可行性評估期末報告書。

回收技術發展，此類物料已漸以回收為主。

(五) 土木及建築廢料類

土木及建築廢料類，如廢石膏、廢耐火材、廢石材等，其與玻璃、陶瓷磚瓦類相似，因再利用之技術提升，已漸以回收為主。

表 5.1.2-1 國內外案例各類物料類型港區工程運用簡表

類別	陸上填築	海平面下土地造地
		直接海上造地填築
底渣飛灰類	●處理後皆有可用做一般工程物料使用之可能	●煤灰相關使用案例較多，於處理後使用 ●焚化底渣製成再生粒料，可用於填築面上之管溝工程 CLSM 或道路級配或瀝青混凝土鋪面
爐渣類		●可處理後使用
污泥類		▲無或極少 (除海拋棄置無相關案例)
玻璃、陶瓷磚瓦類		●可處理後使用
土木及建築廢料類		●可處理後使用

資料來源：108 年無機廢棄物資源化產品之用途評估及去化規劃專案工作計畫，行政院環境保護署

二、國外無機循環材料應用概況

由於目前主要應用技術資料蒐集中，有關循環材料使用於海事工程之工程案例於各國中以日本之相關案例最多，且較具代表性，由於日本與我國同屬海洋島嶼國家，工商業高度發展、土地高度都會化且山地地形多，於發展過程中同樣遭遇廢棄物最終去化問題，因此積極利用廢棄物資源化粒料持續推動再生，大量應用於港口和機場等海事工程建設工作之中，下面就日本海事工程再生粒料工程應用技術與案例進行說明。

(一) 日本海事工程再生粒料工程應用技術

日本目前再生粒料工程應用技術，主要以營建廢棄土或疏濬砂土類、煉鋼(或非鐵金屬)爐石及混合製品、煤灰及環保熔渣等四大類為主，應用技術與層面甚廣，依日本國土交通省告布「港口和機場發展的回收準則」(港湾・空港等整備におけるリサイクルガイドライン)，彙整有關日本已開發可用回收材料利用的技術知識，將工業副產品用作港口/機場建設的建築材料時的技術處理方法，目的是在港口/機場建設中促進回收材料的利用，並在法律法規方面進行處理，相關回收材料的利用用途內容彙整如表 5.1.2-2 所示。

表 5.1.2-2 日本再生粒料評價適於港灣/機場工程使用項目

類別	材料	建議適合用途(標號為上文中之標號)
建築 副產物	營建廢土	(2)地基改良材、(3)填充材、(4)背填內埋材、(5)一般覆土、(5)掩埋覆土、(6)路基填充材
	疏濬砂土(砂質)	(3)填充材、(4)背填內埋材、(5)掩埋覆土、(7)灘地
	疏濬砂土(黏土質)	(4)背填內埋材、(5)掩埋覆土、(6)路基填充材、(7)灘地
	瀝青混凝土塊	(6)鋪路材、(6)瀝青鋪築/填料材
	混凝土塊	(1)混凝土細骨材、(1)混凝土粗骨材、(6)鋪路材
	營建污泥	(6)路基填充材
高爐石	高爐石粉	(1)混凝土混合骨材
	土木用水淬高爐石	(2)地基改良材、(4)背填內埋材、(5)一般覆土、(6)路基填充材
煉鋼爐石	電爐爐氧化渣骨材	(1)混凝土細骨材、(1)混凝土粗骨材
	土木用煉鋼爐石	(2)地基改良材
鋼鐵爐石混 合製品	道路用鋼鐵爐石	(6)鋪路材、(6)瀝青鋪築材填料材
	水硬性爐石填充材料	(2)地基改良材
鋼鐵爐石再 製品	鋼鐵爐石水合固化物	(8)鋪面及消波塊
煤灰	燃煤飛灰(符合 JIS 者)	(1)混凝土細骨材、(1)混凝土混合骨材、(6)瀝青鋪築/填料材
	燃煤飛灰(非符 JIS 者)	(1)混凝土細骨材、(4)背填材、(5)一般覆土
	燃煤飛灰固化物	(4)背填內埋材、(6)路基填充材、(6)鋪路材
	燃煤底灰	(5)一般覆土
	燃煤飛灰造粒物	(5)一般覆土
非鐵渣	銅渣	(1)混凝土細骨材、(3)填充材
	鎳鐵合金熔渣	(1)混凝土粗細骨材
	鋅渣	(3)填充材
其他	環保熔渣 (焚化底渣熔渣物，或污泥/一般垃圾直接熔融物)	(1)混凝土細骨材、(6)瀝青鋪築材

註 1：日本國土交通省於準則中將再生粒料分為 6 級，本表僅列舉已具有品質基準，且運用可行性最高者(◎級)，未列於此表之用途成熟度較差，但仍有可運用之可能。

註 2：日本「煉鋼爐石」之定義，包含轉爐石、電弧爐氧化渣、電弧爐還原渣及其混合物。

註 3：日本「鋼鐵爐石」之定義，包含高爐石、上述煉鋼爐石及其混合物。

(二)日本海平面以下使用用途—填海造地工程

日本循環材料應用於海事工程相關案例，以港口/堤岸及機場等工程設施建設為主，使用已處理之資源化產品做為工程材料，其中使用於填海造地之工程材料，考量需長期與海水接觸，大多以穩定性相對較高之營建廢土、疏濬砂土、高爐石、煉鋼爐石或鋼鐵爐石混合製品為主，相關回收再利用技術實際應用案例說明如下：

1.港區工程應用用途與實績：

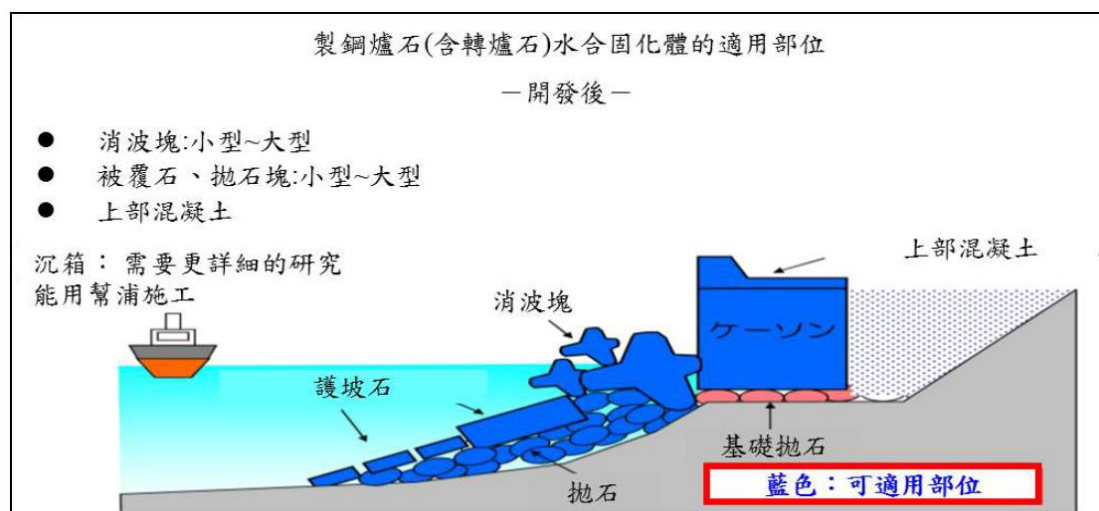
(1)斜坡堤

日本過去將製鋼爐石(含轉爐石)取代天然砂石所開發的斜坡堤製品，預拌廠將膠結材、製鋼爐石(含轉爐石)及水拌合後灌入各工程所需之模具中，經適當養護後可利用機具加工產製符合工程需求的石材尺寸，適合用於海事工程作為斜坡堤(含消波塊與拋石等)，詳表 5.1.2-3 與圖 5.1.2-1，過去相關實績詳表 5.1.2-4。

表 5.1.2-3 日本轉爐石水合固化體(斜坡堤製品)適用範圍

人造石材種類	前置石	前置石		
粒徑範圍	約 300mm 以下(砂礫狀)	約 100~1000mm(碎石狀)		
用途	非液化填築材料 (包括中間分隔堤)	背填石及傾斜護岸材	藻場材	護坡塊
適用條件	替代砂岩碎石	替代相當於 準硬石的碎石	-	主要是替代使用於內灣波浪較小處的碎石

資料來源：轉爐石海事工程使用手冊



資料來源：轉爐石海事工程使用手冊

圖 5.1.2-1 日本轉爐石水合固化體(斜坡堤製品)適用區位

表 5.1.2-4 日本轉爐石水合固化體消波塊使用實績

(1)製鋼爐石(含轉爐石)斜坡堤製品的使用實績 (用來作為消波塊)			
			(總計約 29,488 噸)
年度	訂貨者/施工場所	工程名稱	用途與使用數量
2003	國土交通省四國地方整備局 高知港灣暨機場整備事務所 /高知港	高知港三里地區防波堤 (東第一)工程	消波塊(tetrapod) 90 噸型 111 個(9,990 噸)
2001	松江市/魚瀬漁港	魚瀬漁港修改工程 (試驗施工)	消波塊(海岩石 B 型) 60 噸型 2 個(120 噸)
2002	中部國際機場(株)	魚瀬漁港修改工程 (試驗施工)	消波塊(tetrapod) 5 噸型 16 個(80 噸)
2005	新日本製鐵(株)/廣畑製鐵所	港灣工程用消波塊	消波塊(tetrapod) 16 噸型 400 個(6,400 噸)
2005	鋼鐵渣水固化體研究會	港灣工程用消波塊	消波塊(tetrapod) 8 噸型 200 個(1,600 噸)
2005	JFE 鋼鐵(株)/西日本製鐵所倉	港灣工程用消波塊	消波塊(tetrapod) 80 噸型 24 個(1,920 噸)
2001	川崎製鐵(株)/千葉製鐵所	水島製鐵所 CD 南側護案 (S1-2、S2-1) 補強工程	護坡塊(3600x2400x500) 10 噸型 776 個(7,760 噸)
2003	核准:內閣府沖繩綜合事務局 平良港灣事務所/平良港	採用護坡塊的珊瑚附生 試驗	護坡塊(X 型塊) 6 噸型 4 個(24 噸)
2004	核准:國土交通省九州地方整 備局下關港灣事務所/下關港	生物附著試驗	消波塊 5 噸型 2 個(10 噸)
2007	核准:國土交通省關東地方整 備局千葉港灣事務所/館山市 相濱	生物附著試驗	魚礁塊 8 噸型 198 個(1,584 噸)

資料來源：轉爐石海事工程使用手冊

(2)堤後背填

日本過去將製鋼爐石(含轉爐石)(土木用及地盤改良用製鋼爐石(含轉爐石)), 取代天然砂石節省成本, 過去相關實績詳表 5.1.2-5 及圖 5.1.2-2。

表 5.1.2-5 日本循環材料應用於海事工程堤後背填案例 s

工程案例舉例	開發年分	對應之使用用途	使用循環材料種類
福山港本港路地區航線整備工程	2006~2007	堤後背填工程	製鋼爐石(含轉爐石)(土木用及地盤改良用製鋼爐石(含轉爐石))25 萬 m ³
沖繩洲德島小松島港(外)地區岸壁(-8.5m)耐震建築工程(第 2 階段)	2013	堤後背填工程	鋼渣副產品(鋼渣水合固化體)3,682 m ³

資料來源：日本國土交通省，「http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr5_000054.html」，網頁資訊（2015）。

材料	製鋼爐石(含轉爐石) (土木用及地盤改良用製鋼爐石(含轉爐石))
用途	背填材、填築材
案名	福山港本港路地區航路整修事業
施工時間	2006 年 ~ 2007 年
施工數量	250,000m ³

於本工程中，使用製鋼爐石(含轉爐石)作為填築材料與背填材料用，節省工程費用。

製鋼爐石(含轉爐石)使用地點

斷面圖

資料來源：轉爐石海事工程使用手冊。

圖 5.1.2-2 日本循環材料應用於堤後背案例(廣島縣福山港)

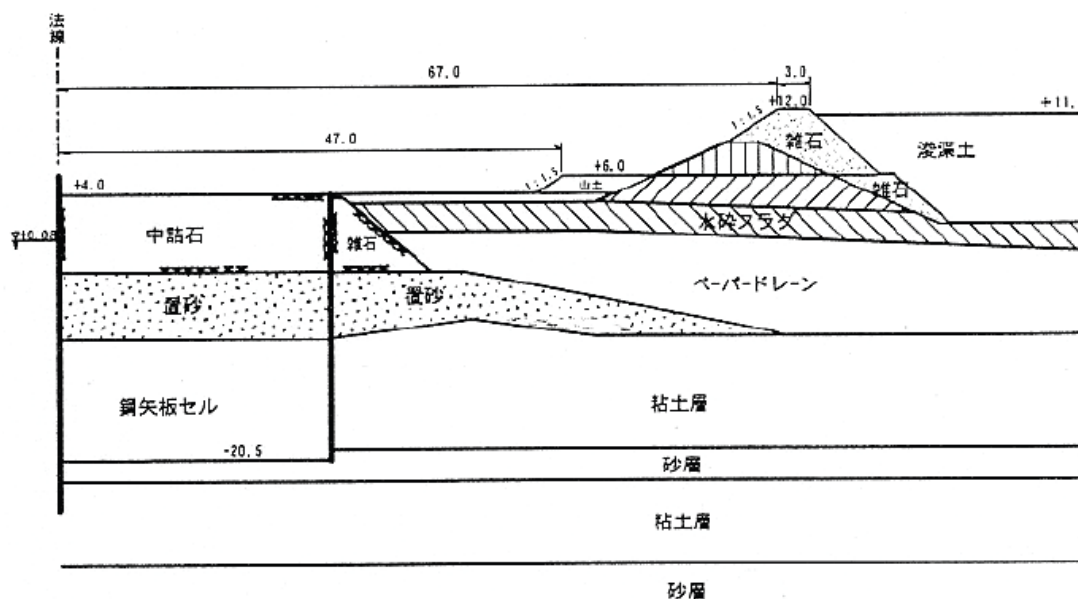
(3) 回填材料

無機循環材料可取代堅固的土壤破碎材料被用作港口綠化區域的填充材料，包括使用土方工程的水淬化爐渣及燃煤飛灰，取代天然砂石節省成本，施工期間或之後並無不良問題，過去實績詳表 5.1.2-6 及圖 5.1.2-3。

表 5.1.2-6 日本循環材料應用於海事工程回填材料案例

工程案例舉例	開發年分	對應之使用用途	使用循環材料種類
福岡縣苅田港填海造地工程	1985~1986	填海造地回填材料	高爐渣用於土方工程的水淬化爐渣) 36 萬 m ³
日本北海道苫小牧港區東港碼頭工程	2013~2014	碼頭用地回填材料	燃煤底灰 4 萬 m ³
沖繩縣本部港綠化工程	2011~2012	港區工程回填材料	燃煤底灰 310 公噸

資料來源：日本國土交通省，「http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr5_000054.html」，網頁資訊（2015）。



資料來源：轉爐石海事工程使用手冊。

圖 5.1.2-3 日本無機循環材料應用於回填材料案例(福岡縣苅田港)

(4)地盤改良

無機循環材料應用於海事工程地盤改良為最常見之應用用途，此類無機循環材料以煉鋼爐渣石加工材料為主，因為具可加工性方面。轉爐石與天然礫石相比，具有高比重、稜角面高、較為堅硬等特性，更適合做為礫石樁或擠壓砂樁材料，在日本沿岸技術研究中心表示製鋼爐石(含轉爐石)可用於砂質地盤或黏土質地盤改良，由於改良效果佳、抗剪角大及單位體積較重等優點，可減少地盤改良施作量。

無機循環材料被用於壓實樁法以改善粘性土壤，該方法以堆置於港區保護岸海底地盤取代常規材料(如天然砂石)，以穩固堤防或地盤基礎，其效果比天然砂石相同或更好，也

幾乎對環境沒有影響。有關地盤改良之施工方法很多種，相關實績案例如表 5.1.2-7 及圖 5.1.2-4 所示。

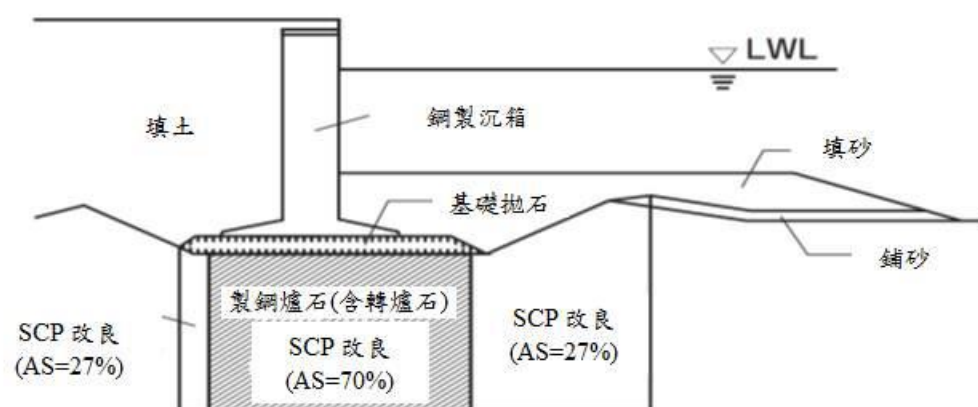
表 5.1.2-7 日本循環材料應用於海底地盤改良相關案例列舉

類型	工程案例舉例	開發年分	對應之使用用途	使用循環材料種類
試驗計畫	廣島港出島地區-製鋼爐石(含轉爐石)作為港口建設材料的應用技術研究	1997~1998	地盤改良之擠壓砂樁-SCP 材料	製鋼爐石(含轉爐石) (土木用及地盤改良用製鋼爐石(含轉爐石))69.2 萬 m ³
	名古屋港鍋田埠頭西 5 區工程	1997~1998	地盤改良(SCP)	地盤改良煉鋼爐石再製產品 12.5 萬 m ³
	尾道系崎港貝野地區岸壁工程	1998~2000	地盤改良(SCP)	地盤改良煉鋼爐石再製產品 15.8 萬 m ³
	大竹港修築岸壁工程	1999~2000	地盤改良(SCP)	地盤改良煉鋼爐石再製產品 11 萬 m ³
		1998~2000	地盤改良(SCP)	地盤改良煉鋼爐石再製產品 14.6 萬 m ³
	吳市阿賀 Marinopolis(吳市阿賀マリノポリス工事)	1998~2000	地盤改良(SCP)	地盤改良煉鋼爐石再製產品 26.8 萬 m ³
	大竹港東栄地区岸壁築造工程	2001	地盤改良(SCP)	地盤改良煉鋼爐石再製產品 24.2 萬 m ³
	新居浜港廃棄物護岸築造工程	2002	地盤改良(SCP)	地盤改良煉鋼爐石再製產品 21 萬 m ³
		2002	地盤改良(SCP)	地盤改良煉鋼爐石再製產品 16.8 萬 m ³
	東京港 10 号地工程	2007	地盤改良(SCP)	地盤改良煉鋼爐石再製產品 23.1 萬 m ³
	橫濱港大黒碼頭貨櫃場(橫濱港大黒ふ頭コンテナヤード)	1990	載重填土、鋪築	地盤改良煉鋼爐石再製產品 20.5 萬 m ³
	橫濱市大黒碼頭二期地區工程(橫濱市大黒ふ頭二期地区工事)	1991~1992	載重填土、鋪築	地盤改良煉鋼爐石再製產品 14.4 萬 m ³
	神戸市港灣人工島(神戸市ポートアイランド)	2004~2005	填海材料	地盤改良煉鋼爐石再製產品 25.7 萬 m ³
	福山内口岸泥沙改良示範試驗工程	2011	地盤改良(SCP)	製鋼爐石(含轉爐石) (土木用及地盤改良用製鋼爐石(含轉爐石))2800 m ³
	新日鐵住金名古屋製鐵所填海工程	2012~2014	填海材料	(浚渫土混合改良工法)使用 38.6 萬噸以上轉爐石產製 CaO 改質土

資料來源：1. 鐵鋼スラグ協会(2016)。環境資材鉄鋼スラグ。

2. Matsumoto, Tanaka, Nakagawa, Hiroki, Yamagoshi. (2014). Land Reclamation Using Calcium Oxide (CaO) Improved Soil in Japan. Terra et Aqua, 134.

廣島港海上SCP施工區域斷面



資料來源：日本國土交通省，「http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr5_000054.html」，網頁資訊（2015）。

圖 5.1.2-4 日本無機循環材料應用於地盤改良案例(廣島港出島地區)

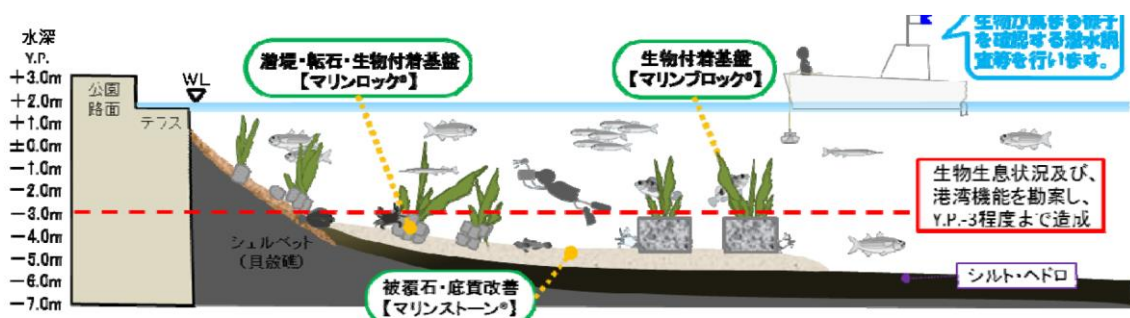
(5)人工魚礁

無機循環材料應用於海事工程人工魚礁，一般位置在於海堤防外淺水海域，作為海底生物及魚類聚集處所，改善海底生態。有關使用於人工魚礁之無機循環材料，最重要必須能長期浸泡海水不易釋出有害環境物質，故多以煉鋼爐渣水合固化體為主，施工方式則以吊掛海拋投入，相關實績案例如表 5.1.2-8 及圖 5.1.2-5 所示。

表 5.1.2-8 日本循環材料應用於海事工程人工魚礁案例

工程案例舉例	開發年分	對應之使用用途	使用循環材料種類
東京灣・若洲海濱公園淺場整備	2011	淺場、藻礁	鋼渣副產品（鋼渣水合固化體）1.1 萬 m ³
橫濱市共同研究“改善山下公園前水域生物淨化水生能力的方法”	2013.10	藻礁	鋼渣的副產品（鋼渣碳酸鹽凝固體，鋼渣水合凝固體）10 公噸

資料來源：日本國土交通省，「http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr5_000054.html」，網頁資訊（2015）



マリンロック®に付着するヒトデと海藻
(2014年2月・シェルベット部)



マリンブロック®に付着するホヤと海藻
(2014年5月・シルト・ヘドロ部)



マリンロック®に付着する貝やイソギンチャク
(2014年8月・シェルベット部)



マリンロック®近辺で自生するアマモなど
(2014年8月・シェルベット部)

資料來源：日本国土交通省，「http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr5_000054.html」，網頁資訊（2015）。

圖 5.1.2-5 日本無機循環材料應用於人工魚礁案例(橫濱市山下公園)

2. 機場工程應用用途與實績：

日本機場工程應用無機循環材料自 1985 年以來，即廣泛應用水淬高爐石及煉鋼爐石等之再製產品作為填築材料，應用於各海上國際機場之興建。由於機場設施興建須考量各類飛機運作與負重安全等問題，工程結構較港區工程複雜，目前已完成之機場工程實績案例如表 5.1.2-9 所示，以下以東京羽田機場為例說明如下。

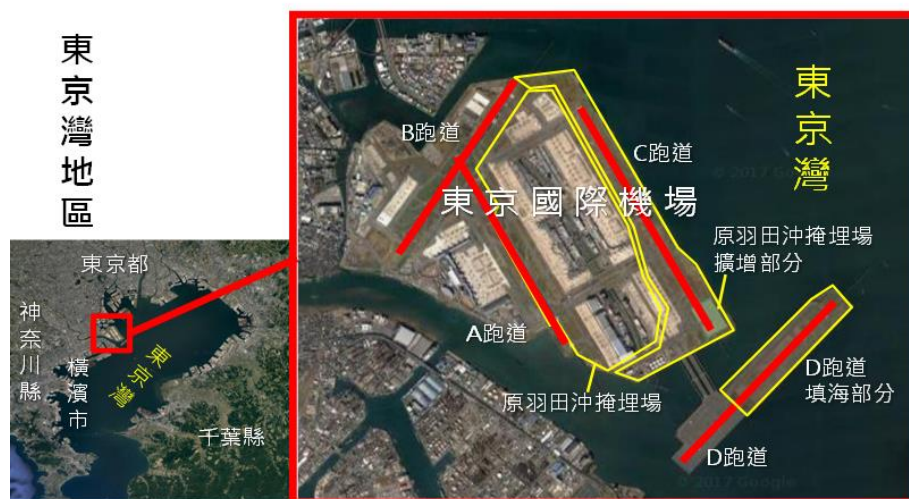
表 5.1.2-9 日本循環材料應用於海面機場工程案例

類型	工程案例舉例	開發年分	對應之使用用途	使用循環材料種類
機場建設	中部國際機場	2001~2004	跑道路基材料等	水淬高爐石及煉鋼爐石再製產品 190 萬噸
	神戶機場	2003~2004	跑道路基材料等	煉鋼爐石再製產品及水淬高爐石 170 萬噸
	關西國際機場 2 期	2004~2007	跑道路基材料等	鋼鐵爐石再製產品及水淬高爐石 110 萬噸
	東京國際機場(羽田機場)海上擴建工程	1985~1993	載重填土、鋪築	地盤改良煉鋼爐石再製產品 136.6 萬 m3
	東京國際機場(羽田機場)D跑道	2007~2010	中隔堤、臨時道路	鋼鐵爐石水合固化體、水淬高爐石、煉鋼爐石共計 185 萬噸

資料來源：1. 鐵鋼スラグ協会(2016)。環境資材鉄鋼スラグ。

2. Matsumoto, Tanaka, Nakagawa, Hiroki, Yamagoshi. (2014). Land Reclamation Using Calcium Oxide (CaO) Improved Soil in Japan. Terra et Aqua, 134.

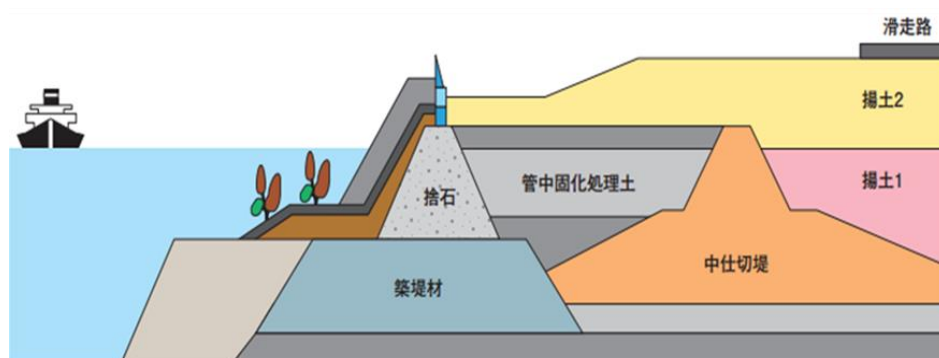
東京國際機場(通稱羽田機場)位於東京都大田區，鄰近東京市區並臨東京灣域，為東京地區之主要機場之一，於 1984 年起羽田機場共計進行數次之擴建工程，D 跑道之建設工程於 2008 年展開，於東京灣內以填海方式新建一專供飛機起降之人工島，相關工程於 2010 年完工。有關東京國際機場之位置及 D 跑道之位置概要，於海平面下對應之循環材料工程用途為回填資材(回填工程)、中隔堤(回填工程)、施工便道(鋪面便道)、防液化工程(地盤改良)，如圖 5.1.2-6 所示。



資料來源：鐵鋼スラグ協会，「<http://www.slg.jp/pdf/slagnews2205.pdf>」，網頁資訊（2010）。

圖 5.1.2-6 日本東京羽田國際機場位置及相關填築工程位置

由於東京羽田國際機場 D 跑道之工程位置位於多摩川之河口，為使河川水流流通，故工程採用棧橋及填海併用之工程設計，另為達成工程需求，採用大量之高爐石及煉鋼爐石產品做為填海之工程材料。本工程之爐石相關粒料產品，使用經處理後之鋼鐵爐石水合固化體、高爐水淬爐石、煉鋼爐石、高爐水泥等項目，其中又以煉鋼爐石水合固化體之使用量為最多，計使用 100 萬噸以上，有關 D 跑道擴建工程使用之爐石相關粒料產品資訊，主要如圖 5.1.2-7 及表 5.1.2-10 所示。



資料來源：鐵鋼スラグ協会，「<http://www.slg.jp/pdf/slagnews2205.pdf>」，網頁資訊（2010）。

圖 5.1.2-7 日本東京國際機場填築剖面圖

表 5.1.2-10 日本東京國際機場 D 跑道爐石相關產品使用情形

用途	煉鋼爐石水合固化體	高爐水淬爐石	煉鋼爐石
中隔堤	23 萬噸	74 萬噸	-
填土區 1(防止土壤液化)	19 萬噸	-	-
填土區 2(臨時道路材)	60 萬噸	-	9 萬噸
合計	102 萬噸	74 萬噸	9 萬噸

資料來源：鐵鋼スラグ協会，「<http://www.slg.jp/pdf/slagnews2205.pdf>」，網頁資訊（2010）。

3. 焚化底渣、焚化再生粒料、無機事業廢棄物填築運用模式

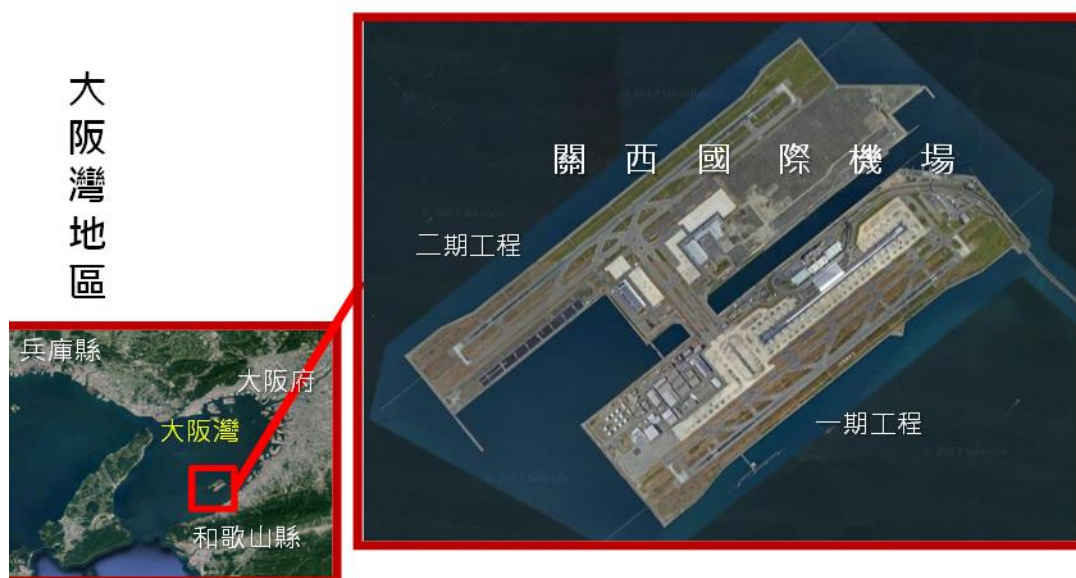
至於日本環保熔渣(即焚化底渣熔渣物，或污泥/一般垃圾直接熔融物)類廢棄物，亦有採用焚化底渣或焚化再生粒料之港區填築開發類型，然此類開發模式大多與海上最終掩埋處置設施(日文：海面処分場)結合，以焚化底渣、焚化再生粒料(如底渣熔融材)、飛灰處理物、不可燃廢棄物...等做為優先規劃填埋去化物質，解決底渣處置問題之同時滿足港區開發(如碼頭用地、倉儲用地、低密度商業設施用地、低密度產業園區開發)。

日本國土地形狹小起伏且開發需求大，致使海上掩埋成為常見底渣處置型式，由於日本最終處置場所位置不易尋找，且陸上用地飽和，導致選址常須朝向海上填築開發方式進行。另因目前日本一般廢棄物焚化底渣去化除進行資源化再利用外，仍有 7 成以上焚化底渣採最終掩埋處置²，這也是日本對於海上焚化底渣填築空間需求較大原因。

(三)日本海平面以上使用用途—完成面建設工程

1. 關西國際機場二期

關西國際機場位於日本大阪灣內，為一完全由填海造島所填築之機場，為日本關西地區之主要空中交通樞紐之一，第一期工程已於 1994 年完工啟用，且為應對日益增加之交通流量需求，於 1996 年開始進行第二期之機場建設工程，並於 2012 年完工營運。其位置如圖 5.1.2-8 所示。



資料來源：鐵鋼スラグ協会，「<http://www.slg.jp/pdf/slagnews1903.pdf>」，網頁資訊（2007）。

圖 5.1.2-8 日本關西國際機場位置

(1) 工程規劃及對應用途

於關西國際機場二期之建設工程中，主要仍以一般土砂為填築材料，然於施工過程之中為達工程所需，共約使用 110

2 日本環境省(2017)平成 29 年版 環境統計集。

餘萬噸之各類爐石產品，包含煉鋼爐石及水淬高爐石 2 類，用於跑道、滑行道、地下連通道、護岸工程等處，主要仍以鋪面相關之應用為主，少部分水淬高爐石則用於護岸填築作業。

(2) 使用循環材料之種類

關西機場所使用之路床填築材及部分下層基底層類材料，為日本工業規格(JIS)標準中由水淬高爐石、氣冷高爐石、其他煉鋼爐渣所再處理而製成，屬於適宜用於各類道路基底層之材質，另其爐石相關產品使用情形、施工之鋪築剖面圖及相關產品使用位置如表 5.1.2-11 及圖 5.1.2-9 所示。

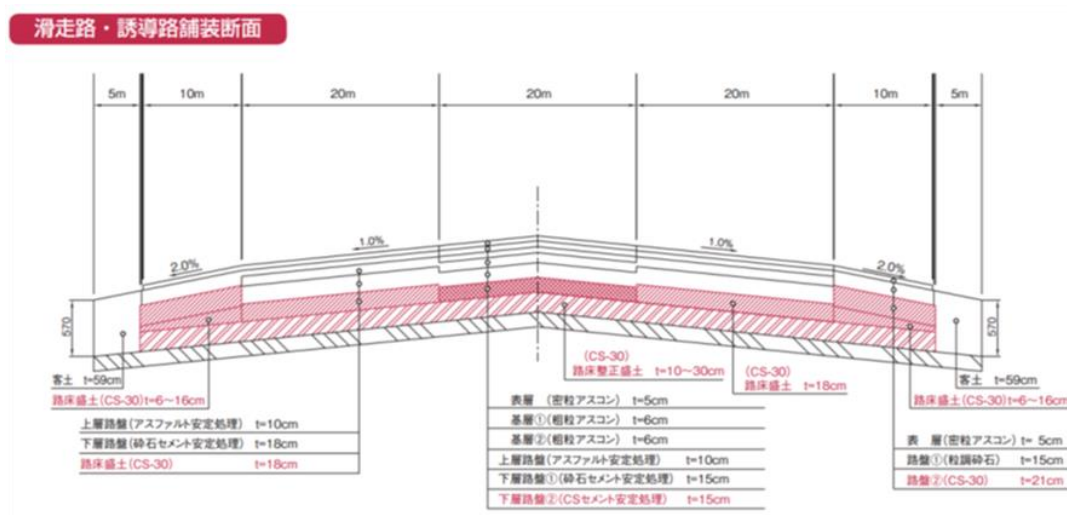
至於日本環保熔渣(焚化底渣熔渣物，或污泥/一般垃圾直接熔融物)使用情形，由於品質參差不齊，絕大多數使用為再生粒料，應用於陸域管溝工程混凝土細骨材或道路工程之瀝青鋪築材。

表 5.1.2-11 日本關西國際機場二期工程爐石相關產品使用情形

用途	鋼鐵爐渣路基材料		水淬高爐石材料
	HMS-25	CS-30	
跑道、跑道平行滑行道	-	86.6 萬噸	-
1 期地下連通道	-	7.5 萬噸	-
場內及護岸道路	6 萬噸	-	-
護岸填築	-	-	10.4 萬噸
合計	6 萬噸	94.1 萬噸	10.4 萬噸

註：HMS-25 及 CS-30 產品為日本工業規格(JIS)A5015「道路用鐵鋼爐渣(道路用鉄鋼スラグ)」中之產品規格項目，其中 HMS-25 之項目為「水硬性粒度調整鋼鐵爐渣(水硬性粒度調整鉄鋼スラグ)」，CS-30 之項目為「破碎鋼鐵爐渣(破碎鉄鋼スラグ)」。

資料來源：鐵鋼スラグ協会，「<http://www.slg.jp/pdf/slagnews1903.pdf>」，網頁資訊（2007）。



資料來源：鐵鋼スラグ協会，「<http://www.slg.jp/pdf/slagnews1903.pdf>」，網頁資訊（2007）。

圖 5.1.2-9 關西國際機場跑道及滑行道路基剖面

2. 中部國際機場

日本中部國際機場位於日本本州島伊勢灣內東側，亦為一完全由填海造島所填築之機場，為日本第 3 座填海造島而成之機場，其於 2000 年時開始建設工程並於 2005 年完工啟用，為日本中部大城市名古屋市交通樞紐，位置如圖 5.1.2-10 所示。



資料來源：鐵鋼スラグ協会，「<http://www.slg.jp/pdf/fs-148.pdf>」，網頁資訊（2016）。

圖 5.1.2-10 日本中部國際機場位置

(1) 工程規劃及對應用途

日本中部國際機場之工程，其各類爐石類資源化產物除

大量使用高爐水泥及水淬高爐石粒料用於護岸、道路、機場建築、跑道滑行道等處。

(3) 使用循環材料之種類

除大量使用高爐水泥及水淬高爐石粒料外，亦使用煉鋼爐石等，詳細使用情形如表 5.1.2-12 所示。至於環保熔渣使用情形，與關西機場大致相同。

表 5.1.2-12 日本中部國際機場工程爐石相關產品使用情形

用途	水淬高爐石	氣冷高爐石	製鋼爐石
護岸護塊(高爐水泥材料、水泥用細骨材)	3 萬噸		
覆土(緩衝綠地填土、石油槽載重填土)			32 萬噸
浚堦土固化材(高爐水泥材料)	17 萬噸		
停機坪(路基材、工程粒料、高爐水泥材料)	11 萬噸	15 萬噸	
跑道、滑行道(HMS-25、CS-40 路基金底、路基材)		71 萬噸	
航站大樓(水泥用細骨材、高爐水泥材料)	11 萬噸		
周邊道路、停車場(臨時設施、路基金底)		26 萬噸	
合計	42 萬噸	112 萬噸	32 萬噸

資料來源：鐵鋼スラグ協会，「<http://www.slg.jp/pdf/slagnews1903.pdf>」，網頁資訊（2007）。

(四) 澳洲港區工程實績

臥龍崗市(Wollongong)位於澳洲新南威爾斯州東海岸，距離雪梨約 80 公里，為澳洲著名之礦業及工業城市，其中位於臥龍崗郊區之肯布拉港(PortKembla)為新南威爾斯礦產及工業產品之重要進出口據點。

自 1890 年代肯布拉港開始啟用，期間已經過多次轉型及擴建，進出口物品由礦石及冶煉產品逐漸轉為各類貨品。因此肯布拉港亦持續改建及擴建，以符合實際港口使用需求，近期之擴建工作包含 1998 年~2000 年之肯布拉內港(innerharbour)臨時預鑄組件區回填，及目前進行中之肯布拉外港(outerharbour)興建工程。

1. 工程規劃及對應用途

肯布拉外港之填築工程使用拋石填築作為築堤之工程方式。而本工程之拋築工作主要於臨時水下遏制堤先行填築完成後，開始由陸上進行拋填，同時填築區周圍亦同時進行護岸建設以保護已完成之填築區。另拋築過程中亦會於填築區周圍布設簾幕阻攔泥沙逸散，並有定期之周遭海域 pH 及濁度檢測，減少造成污染之可能。其填築過程及填築完成情形則如圖 5.1.2-11 所示。對應之循

環材料工程用途屬斜坡堤(拋石)。

2. 使用循環材料之種類

肯布拉外港之填築工程使用之循環材料種類為煉鋼爐石(歐美煉鋼爐石之定義含括轉爐石及電弧爐石)。



資料來源：環保署，無機廢棄物資源化產品之用途評估及去化規劃專案工作計畫，108年

圖 5.1.2-11 澳洲肯布拉港外港 1A 期填築中及填築完成情形

(五) 荷蘭港區工程實績

荷蘭鹿特丹港馬斯萊可迪港區(Maasvlakte)第 1 期揚子港於 1989 年施工完成，主要填海造地料源除廢棄土石外，亦使用煉鋼爐石作為填築材料。填築煉鋼爐石雖施工較為簡易，然由於此工法對於拋築材料要求較高，拋料大小、重量、摩擦力、強度均有要求，故目前此類工法主要以爐石類材料為主要採用運用對象，採用直接拋築方式直接進行填築進行。

三、國內常見無機循環材料使用情形

(一) 焚化再生粒料

國內焚化再生粒料目前主要用途在使用於海平面上道路工程或管溝回填工程使用實績；至於海平面下填海造地工程部分，104~108 年期間，環保署曾協商港區開發單位，以轉爐石及焚化再生粒料為料源，臺北港區進行施工便道鋪設之試驗計畫，使用焚化再生粒料約 3 萬立方公尺(約 5.8 萬噸)及轉爐石約 0.7 萬立方公尺(約 1.9 萬噸) 回填作為施工便道 4 處，並於 108.11 採樣土壤 55 件及滲出水 65 件，檢測皆無超標。鋪設地點及方式如圖 5.1.2-12 所示，試驗計畫使用量如表 5.1.2-13 所示。

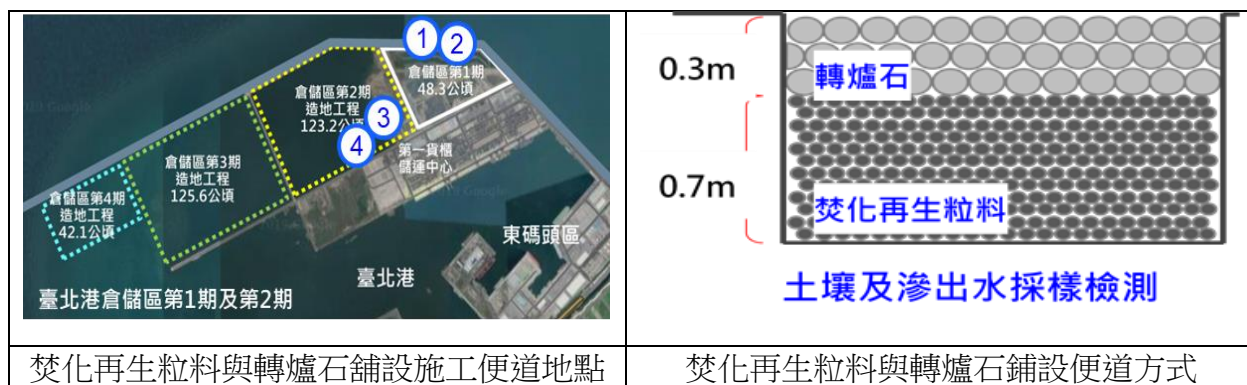


圖 5.1.2-12 焚化再生粒料轉爐石於台北港鋪設施工便道地點及方式

目前實績部分，除於 104 年~108 年期間於臺北港區回試驗計畫使用於鋪面/便道鋪設，試驗結果顯示為可行作法，本年度亦則規劃進行回填工程試驗，未來通過後可望增加回填工程粒料之用途。如表 5.1.2-14 所示。

表 5.1.2-13 焚化再生粒料轉爐石過去於台北港鋪設施工便道數量統計

	計畫名稱	內容	再生粒料使用量	
1	第一期造地工程施工便道鋪設再生粒料試驗(104)	• 回填 500M*14M*0.6M	• 焚化再生粒料 0.5 萬 M ³ (9,957 公噸)	• 轉爐石 0.1 萬 M ³ (2,940 公噸)
2	第一期防風林工程維護便道鋪設再生粒料試驗(105)	• 回填 897M*11.7M*0.9M • 回填 1,001M*9.6M*0.9M	• 焚化再生粒料 1.4 萬 M ³ (27,269 公噸)	• 轉爐石萬 0.09M ³ (2,320 公噸)
3	第二期施工便道鋪設再生粒料試驗(106)	• 回填 750M*12M*1M	• 焚化再生粒料 0.6 萬 M ³ (12,275 公噸)	• 轉爐石 0.3 萬 M ³ (8,263 公噸)
4	第二期施工便道鋪設再生粒料試驗(108)	• 回填 500M*12M*1M	• 焚化再生粒料 0.4 萬 M ³ (8,000 公噸)	• 轉爐石 0.2 萬 M ³ (5,500 公噸)

資料來源：本計畫彙整

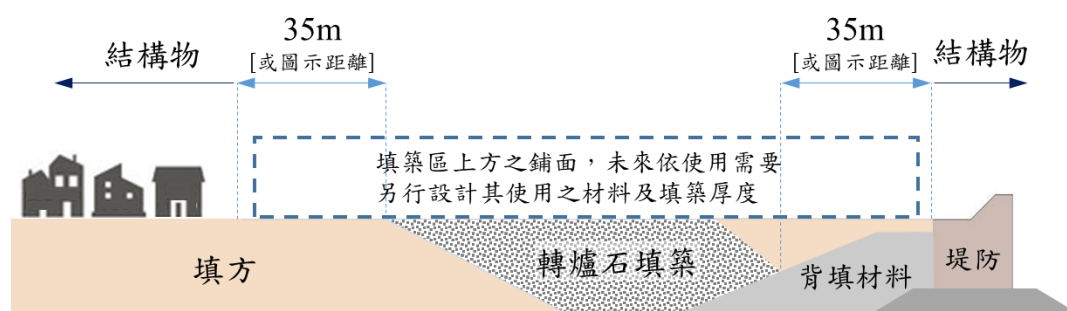
表 5.1.2-14 國內焚化再生粒料使用於港區開發工程適用規範、手冊及實績

港區開發工程類型	使用或再利用用途	工程使用手冊	工業工程委員會施工綱要規範	試驗計畫或實績
海平面下	回填工程	無	選擇性回填材料(02319)	臺北港區回填試驗 109 年 10 月
	鋪面/便道	無	選擇性回填材料(02319)	臺北港區試驗計畫 104~108 年
海平面上	控制性低強度回填材料	焚化底渣再生粒料應用於控制性低強度回填材料(CLSM)使用手冊 (104.07)	控制性低強度回填材料(CLSM) (03377)	國內過去已有豐富實績
	道路級配粒料基層	無	級配粒料基層(02722)	國內過去已有豐富實績
	道路級配粒料底層	焚化底渣再生粒料應用於道路級配粒料底層使用手冊(104.7)	級配粒料底層(02726)	國內過去已有豐富實績
	基地填築/路堤填築	焚化再生粒料應用於基地填築及路堤填築使用手冊(107.12)	基地及路堤填築(02331)	國內過去已有豐富實績
	低密度再生 透水混凝土	無	低密度再生透水混凝土(03341)	國內過去曾有實績
	瀝青混凝土	無	瀝青混凝土鋪面(02742)	國內過去曾有實績
其它	水泥生料	無	無	國內過去已試驗計畫

資料來源：本計畫彙整

(二)轉爐石

近年來中鋼公司積極推動轉爐石再利用去化管道之研發，國內轉爐石目前為國內港區開發工程使用較普遍之無機循環材料。在海平面下面建設工程部分，施工綱要規範於 109 年 5 月 27 日公布第 02703 章「轉爐石填海造地」，規範轉爐石已公告可應用於海事工程，作為綠地、堆置場、停車區等無房屋及結構物區域之下方填築區，其填築區位置主要位於堤後背填後方，填築區鋪面下方(如圖 5.1.2-13)，未來鋪面完成後，該填築區以前開用途使用為限，轉爐石具膨脹特性，依本用途填築後，實際填築底層位置可能低於海平面，但與海水接觸造成影響將受安全範圍內限制。其他如消波塊、人工魚礁等用途過去也曾進行過試驗計畫。



圖片來源：公共工程委員會，「施工綱要規範與工項編碼公告」第 02703 章

圖 5.1.2-13 轉爐石填築完成後與鄰近結構物邊界之安全緩衝距離示意

在海平面上完成面建設工程部分，轉爐石可應於各種道路工程、管溝回填工程及瀝青混凝土鋪面工程，同時也應用於水泥生料等用途，依過去試驗計畫結果，轉爐石研磨為水泥製造的最後作業，取代部分生料並燒成熟料後，添加石膏熟料後做為緩凝劑共同研磨，有初具成效。

有關國內轉爐石使用於港區開發工程適用規範、手冊及實績，詳表 5.1.2-15 所示。

表 5.1.2-15 國內轉爐石使用於港區開發工程適用規範、手冊及實績

港區開發工程類型	使用或再利用用途	工程使用手冊	工業工程委員會施工綱要規範	試驗計畫或實績
海平面下	回填工程	轉爐石海事工程使用手冊 (106.11.27)	轉爐石填海造地 (02703)	臺北港區回填試驗計畫 (107.10~108.06) 高雄南星計畫
	鋪面/便道		選擇性回填材料 (02319)	臺北港區試驗計畫 (107~108 年)
	斜坡堤		防波堤 (02391)	台灣中鋼 Y93 碼頭與中聯廠區內之消波塊應用案例 (104~105 年)
	人工魚礁		防波堤 (02391)	台灣國家型計畫之海洋牧場研究案 (105 年)
海平面上	控制性低強度回填材料	滾筒轉爐 CLSM 使用手冊 (107.09.25)	控制性低強度回填材料 (CLSM) (03377)	國內過去已有豐富實績
	道路級配粒料基底層	轉爐石道路基底層使用手冊 (109.3.25)	級配粒料基層 (02722) 級配粒料底層 (02726)	國內過去已有豐富實績
	瀝青混凝土	轉爐石應用於瀝青混凝土鋪面使用手冊 (106.06.07)	轉爐石瀝青混凝土鋪面 (02701)	國內過去已有豐富實績
	低密度再生 透水混凝土	無	低密度再生透水混凝土 (03341)	國內已有實績
其它可能使用範圍	水泥生料	轉爐石應用於水泥生料使用手冊 (109.01.13)	無	國內曾作試驗計畫

資料來源：本計畫彙整

(三)氧化碓

氧化碓過去在海平面上完成面建設工程部分，可應於各種道路工程、管溝回填工程及瀝青混凝土鋪面工程，但目前在海平面下填海造地工程部分僅限於高雄南星計畫，尚無明確實績。有關國內氧化碓使用於港區開發工程適用規範、手冊及實績，詳表 5.1.2-16 所示。

表 5.1.2-16 國內氧化碓使用於港區開發工程適用規範、手冊及實績

港區開發工程類型	使用或再利用用途	工程使用手冊	工業工程委員會施工綱要規範	試驗計畫或實績
海平面下	回填工程	無	選擇性回填材料(02319)	高雄南星計畫
	鋪面/便道	無	選擇性回填材料(02319)	高雄南星計畫
海平面上	控制性低強度回填材料	電弧爐煉鋼氧化碓(石)應用於控制性低強度回填材料(CLSM)使用手冊 (108.02)	控制性低強度回填材料(CLSM)(03377)	國內過去已有豐富實績
	道路級配粒料基層	電弧爐煉鋼氧化碓(石)應用於道路級配粒料基底層試行使用手冊(108.08)	級配粒料基層(02722)	國內過去已有豐富實績
	道路級配粒料底層	電弧爐煉鋼氧化碓(石)應用於道路級配粒料基底層試行使用手冊(108.08)	級配粒料底層(02726)	國內過去已有豐富實績
	瀝青混凝土	電弧爐煉鋼氧化碓瀝青混凝土鋪面使用手冊(107.05)	氧化碓瀝青混凝土鋪面(02702)	國內過去已有豐富實績
其它	水泥生料	無	無	無

資料來源：本計畫彙整

(四)還原碓

還原碓過去在海平面上完成面建設工程部分，雖可應於各種道路工程、管溝回填工程及瀝青混凝土鋪面工程，但因材質特性較氧化碓不穩定，故目前主要作為當 CLSM 及水泥摻配料使用；在海平面下填海造地工程部分僅限於高雄南星計畫，尚無明確實績。有關國內還原碓使用於港區開發工程適用規範、手冊及實績，詳表 5.1.2-17 所示。

表 5.1.2-17 國內氧化碓使用於港區開發工程適用規範、手冊及實績

港區開發工程類型	使用或再利用用途	工程使用手冊	工業工程委員會施工綱要規範	試驗計畫或實績
海平面下	回填工程	無	選擇性回填材料(02319)	高雄南星計畫
	鋪面/便道	無	選擇性回填材料(02319)	高雄南星計畫
海平面上	控制性低強度回填材料	電弧爐煉鋼還原碓資源化應用技術手冊	控制性低強度回填材料 (CLSM) (03377)	國內已有實績
	道路級配粒料基層		級配粒料基層(02722)	國內已有實績
	道路級配粒料底層		級配粒料底層 (02726)	國內已有實績
	瀝青混凝土		瀝青混凝土鋪面 (02702)	國內已有實績
其它	水泥原料	無	無	國內已有實績

資料來源：本計畫彙整

5.1.3 依據無機循環材料特性及對應港區工程可使用用途提出應用建議及注意事項

依前開盤點港區工程可使用之各類用途，對照國外相關使用案例，就國內無機循環材料可能在港區工程使用用途，提出以下應用建議及注意事項。

一、日本國土交通省無機循環材料特性及對應港區工程可使用用途參考

依據日本國土交通省、港灣局、航空局等單位針對相關資源化產品之工程應用所編訂之港灣及機場等設施應用資源回收物料準則（港灣・空港等整備におけるリサイクルガイドライン(改訂)，2015 年 12 月修訂），彙整日本國內與港灣及機場等類工程之各類資訊及規範，包含應用資源回收物料之物料資訊、應遵循之相關主管機關法規、各物料可應用之工程類型等各項可參考項目，該準則之內容則大致摘錄如下：

(一)無機性材料資源化種類

針對港灣機場等建設使用資源回收物料(即本報告所提之資源化產品)之工程類型、可用物料類別定義進行說明(共含括建設廢土、疏濬砂土、瀝青混凝土塊、混凝土塊、建設廢材、鋼鐵爐渣、焦炭灰(即煤灰)、非鐵爐渣、貝殼、熔融爐渣、破碎瓦片等 11 類)。並將各類物料適用之工程項目、相關法規、用語定義、基本設計考量、施工注意事項等進行簡要說明。

(二)資源化產品適用性評估基準

於再生資源化產品工程應用上，本基準主要依據材料之「品質性能」及「利用實績」兩項項目進行材料使用可行性之基準，並敘明使用時必須符合技術基準、規格書，並參考既有之使用案例、材料特性、供給量、經濟效益後評估適用性。其中本準則之評估基準(品質性能、利用實績)主要摘述如表 5.1.3-1 至表 5.1.3-2 所示，包含物料品質性能及實績之分級方式，依級別評核方式，及各類資源化材料之性質等，以充分利用資源化產品之使用價值。

依據材料之「品質性能」及「利用實績」兩項項目進行材料使用可行性之基準，日本國內各類可使用於港灣及機場等設施開發建設使用之無機循環材料，彙整評核準則結果如表 5.1.3-3 所示。

表 5.1.3-1 日本「港灣及機場等設施應用資源回收物料準則」之評估基準

品質性能			利用實績		
等級	評估基準	判斷定義	等級	評估基準	判斷定義
A	該用途已有品質基準者	已具備國家級標準(與日本工業標準 JIS 符合或與 JIS 同等之標準)	a	實績多或通用性強	已有多項公共工程(限國營事業)案例或已被廣泛利用者
B	已有使用手冊者	具有符合(1)中立性機關制定(企業標準或技術資料除外)(2)經專家等組成之技術委員會總節節論(3)紀載材料性質調查、試驗方式、施工管控制測方法等項目之使用手冊、準則、指南者。	b	有限制之使用實績或經試驗施工等	屬下列任一情形者： (1)公共工程外機關或企業工程之實績 (2)公共工程有試驗施工或驗證實績者 (3)僅於公共工程特定條件之使用實績者(如僅於港灣內某處使用或受到特定條件限制)
C	與標準材料性能相等者	經技術資料(手冊或經同儕評鑑之學術論文)、研究報告、企業標準確認具標準材料性能相等者之物質	c	有限制之使用實績或經試驗施工，但有問題者	有實際施工、試驗施工、實證實驗之實績案例，但施工後有品質問題者
D	可使用但具有疑慮者	屬下列任一情形者： (1)操作手冊或技術資料敘明可使用但有問題者。 (2)未經同儕評鑑之學術論文或是演講資料。 (3)無法確認該材料之利用用途是否已經過評析，但有公共工程使用實際案例實績等。	-	無利用實績	沒有實際施工、試驗施工、實證實驗之實績案例
E	現階段難以利用者	操作手冊或技術資料已有進行評估，但評估結果為品質難以應用者	-	-	-
-	不在利用範圍者	操作手冊或技術資料未能確認該用途是否已經過評析且利用實績有限。	-	-	-

資料來源：1.日本國土交通省、港灣局、航空局(2015)。港灣・空港等整備におけるリサイクルガイドライン(改訂)

2.參考「無機廢棄物資源化產品之用途評估及去化規劃專案工作計畫」，行政院環境保護署，2019 年。

表 5.1.3-2 日本港灣及機場等設施應用資源回收物料準則材料評核方式

利用實績等級 評估基準等級	a	b	c	-	評核等級	定義
A	◎	◎	△	△	◎	該用途已有既有品質基準，可利用。
B	◎	○+	△	△	○+	該用途已有許多利用實績(或符合○並具備使用手冊者)
C	○+	○	△	△	○	與標準材料同等性質或性質經實績與驗證確認者，利用可能性高。
D	△	△	△	△	△	有利用可能性，但仍需進一步考慮。
E	X	X	X	X	X	現階段難以利用
-	-	-	-	-	-	不在利用範圍內

資料來源：1.日本國土交通省、港灣局、航空局(2015)。港灣・空港等整備におけるリサイクルガイドライン(改訂)

2.參考「無機廢棄物資源化產品之用途評估及去化規劃專案工作計畫」，行政院環境保護署，2019 年。

表 5.1.3-3 日本港灣及機場設施應用資源回收物料準則評核結果(部分)

物料類型	物料產品種類	混凝土工程			基礎工程	本體工程	面石	背填土	填充土、覆土等	鋪設工程			淺灘、填沙等
		細骨材	粗骨材	混合材	塊石	填充材	消波塊等			路基	鋪路材	瀝青填料	
營建副產品	營建廢土	-	-	-	△	◎	-	◎	◎	◎	-	-	○
	瀝青混凝土塊	X	X	-	-	-	-	-	△	△	◎	◎	-
	混凝土塊	◎	◎		△	△	△	△	△	○	◎	X	-
高爐石	混凝土用高爐石骨材	◎ (水淬)	◎ (氣冷)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	高爐石粉	-	-	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	土木用水淬爐石	-	-	-	-	△	-	◎	◎	◎	-	-	○+
煉鋼爐石	混凝土用電弧爐氧化碯骨材	◎	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	土木、地盤改良用煉鋼爐石	-	-	-	-	△(穩定化)	-	△	○+	-	◎ (臨時)	-	○+
鋼鐵冶煉爐碯混合產品	道路用鋼鐵爐石	-	-	-	-	-	-	-	-	-	◎	◎	-
煉鋼爐石再製產品	鋼鐵爐石水合固化物	-	-	-	○	-	◎	○+	△	-	-	-	◎
	鋼鐵爐石碳酸固化物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○+(養殖業)
環保熔渣(一般廢棄物或下水污泥熔渣)		◎	△	-	△	△	△	△	△	△	◎	◎	-
碎瓦		○	-	-	-	-	-	○	○	○	○	△	-

資料來源：1.日本國土交通省、港灣局、航空局(2015)。港灣・空港等整備におけるリサイクルガイドライン(改訂)

2.參考「無機廢棄物資源化產品之用途評估及去化規劃專案工作計畫」，行政院環境保護署，2019 年。

註1：本表為依據日本2015年12月之工程實例及技術發展之情形彙整，並摘錄其中部分。

註2：表中「背填土」為重力式船岸或護岸背體後方填築之材料；「填充土」為於陸上堆高結構體之材料；「覆土」為覆蓋源地基之材料。

二、依國內環境推動港區工程使用無機循環材料用途原則建議

日本各類無機循環材料對應港區工程可使用用途，除使用技術進步且實績廣泛外，對於用途之選擇及效益之提升，則有更多使用材料評核方式可供參考，可提供國內未來訂定使用料源應用等級之參考。

(一) 研擬可行之分級使用制度

參考上述日本國土交通省、港灣局、航空局等單位編訂之港灣及機場等設施應用資源回收物料準則，針對我國無機循環材料之使用，規劃循兩大評定原則(如表 5.1.3-4)將無機循環材料應用於工程中之評定方式擬出一綜合評定表(如表 5.1.3-5)。其評定方式為：先進行品質評定(規劃分為 4 等級)再進行實績評定(規劃分為 4 等級)，將兩者結合後可得一綜合評定結果。日本依據材料特性注意高低階使用，低階用途(如回填材料)雖位列優先使用條件，但如可製成加工再製品提高強度，通過強度試驗或環境溶出檢測標準後亦可使用。

表 5.1.3-4 無機循環材料應用於工程中之評定原則

品質評定原則		實績評定原則	
A	已有該用途的施工綱要規範及工程使用手冊	a	應用實績多(近三年累計工程數 30 筆以上)
B	已有該用途的施工綱要規範或工程使用手冊	b	有應用實績(含試驗計畫)，近三年工程數 10 筆(含)以上但未滿 30 筆
C	為公告再利用用途，但無相關使用手冊或施工規範	c	有應用實績(含試驗計畫)，近三年工程數 10 筆以下
D	無相關使用手冊或施工規範且非公告再利用用途	d	尚無應用實績

資料來源：「無機廢棄物資源化產品之用途評估及去化規劃專案工作計畫」，行政院環境保護署，108 年。

表 5.1.3-5 無機循環材料應用於工程中之綜合評定表

綜合評定				
	a	b	c	d
A	◎	◎	△	△
B	◎	○	△	△
C	○	●	△	△
D	△	△	△	X

綜合評定之定義：

◎：已有完整規範及工程實績可參考，使用上無虞

○：已有許多實績案例，或於●的條件加上齊全的使用手冊或施工綱要規範

●：與天然粒料具同性質，或經實績與驗證實驗等確認其品質，應用可能性高

△：有應用可能性，但以現存資料無法判定，還須進一步考慮

X：經考慮現階段難以應用

資料來源：「無機廢棄物資源化產品之用途評估及去化規劃專案工作計畫」，行政院環境保護署，108 年。

參照前開日本港區/機場開發工程應用資源回收物料準則評估準則，就國內常見無機循環材料，以現行國內技術、相關法令與使用現況，分別於海平面以下之填海造地工程及海平面以上之完成面建設之適用用途分別提出說明。

(二)海平面以下使用用途-填海造地工程用途建議

1.對應分級使用建議

海平面下填海造地工程使用物料或填料，材質選用大多以營建廢棄土石、浚堦土等天然資材為主，如使用無機循環材料，需考量評估其各種物化性質、溶出特性、摻配比例及施工法，確保於長期接觸海水之條件下維持穩定之工程使用及海域環境品質。國內目前無機循環材料特性除轉爐石可使用作為海平面下之海事工程部分料源外，其他無機循環材料於港區填海造地工程之應用則多處於試驗計畫階段，實績有待補強。依本計畫彙整國內各類無機循環材料特性，參考國內外填海造地工程用途案例，彙整如表 5.1.3-6 所示。

表 5.1.3-6 海平面以下使用用途(填海造地工程)對應合適使用之無機循環材料

用途		無機循環材料			
用途分類	參考用途	焚化再生粒料	轉爐石	氧化碯	還原碯
(一)斜坡堤(含拋石跟消波塊)	1.拋石：防波堤、護岸基礎及離岸風電水下基礎用。	X	△	X	X
	2.消波塊堤：放置的大型水泥塊，削減海浪衝擊以保護海岸或河堤。	X	△	X	X
(二)堤後背填	海堤、防波堤、分隔堤興建時之土方材料填築法。	X	●	△	X
(三)回填資材	回填資材係指利用回填資材之施工方式，將原有海域填築形成新生地。	△	●	△	X
(四)地盤改良	1.地盤改良(礫石樁-SC 與擠壓砂樁-SCP)：利用振動棒水平振動及噴水，擠壓土壤強化地盤，當振動棒到達預定深度時，由地表貫入碎石或砂礫，固結地盤。	X	△	X	X
	2.地盤改良(海域軟弱地盤土方置換)：利用骨材之自重來置換軟弱地盤土壤之工法。	X	△	X	X
(五)鋪面/便道	1.鋪面材料(整地應用)：用於置放機具或物料堆置等具管理之場所。	○	○	△	△
	2.港灣施工便道：作為海事工程或土建工程之臨時施工便道。	○	○	△	△
(六)其他(如人工魚礁等)	人工魚礁：「改善或營造海洋生物之棲息環境，而達到培育生物資源，增進漁業經營的目的。」	X	△	X	X

說明：1.除轉爐石外均須依據其再利用管理方式或再利用管理辦法等規定及限制辦理。

2.資料來源：本計畫彙整

2. 優先推動回填資材及施工便道

依第 5.1.1 節盤點無機循環材料於港區工程各類用途結果，作為填海造地之回填資材雖為使用量最大之用途，但因相關法令限制嚴格，且僅轉爐石具有使用條件，其最主要考量為回填材料與海水直接接觸產生之影響，故如無機循環材料大量使用於陸域工程之回填施作，則可減少相關疑慮。

依過去港區工程使用各類無機循環粒料之經驗，未來回填資材可優先考慮使用，除前開盤點既有用途外，造地工程施工鋪面或便道之使用之鋪設，亦可應用於施工期間之臨時性鋪面或便道，待階段性工程完成後即撤除或移置，如本章第 5.1.1 節曾舉台北商港過去以轉爐石及焚化再生粒料使用於施工便道之案例。

無機循環材料使用於臨時性鋪面或便道，可發揮無機循環材料之特性，除可提供施工期間大型工程及運輸機具行駛道路，達到晴天不揚塵，雨天不泥濘之優點，亦可節省工程成本外。另完工後，無機循環材料可作為填海造地完成面之回填鋪設基層、道路工程底層級配料及面層瀝青混凝土之施作，未來建議可循台北商港此施工模式，加強推廣其他港區對無機循環材料之使用。

3. 其他填海造地工程用途評估

過去日本、韓國已有許多港區或機場開發工程使用無機循環粒料，除作為填海造地工程海面下填築材料之實績，其他如堤後背填、地盤改良(礫石樁、擠壓砂樁及海域軟弱地盤土方置換)、斜坡堤(拋石與消波塊)及人工魚礁等用途，國內過去如南星計畫，或轉爐石於台北商港試驗計畫等，顯示無機循環粒料在國內填海造地工程材料應用之發展仍有很大空間。除回填資材及施工便道外，建議未來可持續檢討各工程用途之需求，新增(修訂)分級品質管制表之內容，與產學單位合作研究，提升無機循環粒料品質，應用先進技術開發更具市場價值之用途，待技術成熟並評估效益可行後，再推動相關法令規範之研擬，如施工綱要規範、工程使用手冊及料源管理計畫方案等工作。

(三)海平面以上使用用途-完成面建設工程用途建議

1.無機循環材料完成面建設工程使用用途廣

依 5.1.2 節彙整資料顯示，目前國內各種無機循環材料，於陸域各類工程施作多有完整規範及工程實績可參考，如控制性低強度回填材料、道路級配粒料基底層、瀝青混凝土路基回填材料，甚至低密度水泥製品或水泥生料等，使用上較無疑慮，而填海造地完成面上，與一般陸域環境相同，可依照各類陸域使用標準，使用選擇各種無機循環材料作為鋪設相關道路或管線工程等用途。有關海平面以上使用用途-完成面建設工程對應合適使用之無機循環材料彙整建議如表 5.1.3-7 所示。

表 5.1.3-7 海平面以上使用用途-完成面建設工程對應合適使用之無機循環材料

用途		無機循環材料			
用途分類	參考用途	焚化再生粒料	轉爐石	氧化碯	還原碯
(一)道路鋪築應用	1. 道路級配粒料底層及基層、鋪面工程(道路、人行道、貨櫃場或停車場)之基層或底層級配粒料原料	◎	◎	◎	○
	2. 瀝青混凝土原料、瀝青混凝土粒料原料、瀝青混凝土	◎	◎	◎	△
	3. 低密度再生透水混凝土	◎	◎	◎	○
(二)填地材料	1. 基地填築、非農業用地之工程填地材料	◎	◎	◎	◎
	2. 路堤填築	◎	◎	◎	△
	3. 土壤改良	X	△	X	X
(三)CLSM 回填	1. 控制性低強度回填材料、控制性低強度回填材料原料	◎	◎		
	2. 管溝回填用 CLSM 粒料原料、管溝回填用 CLSM 原料	◎	◎	◎	◎
(四)磚品或水泥製品	1. 磚品	△	△	△	△
	2. 陶瓷磚瓦原料	△	○	○	○
	3. 用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品	◎	○	◎	◎
	4. 水泥製品用粒料原料或混凝土(地)磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋之原料	△	○	◎	◎
(五)預拌混凝土	1. 非構造物用預拌混凝土原料、預拌混凝土原料、混凝土粒料原料、混凝土攪和物	△	○	◎	◎
	2. 或經高壓蒸氣處理後作為非構造物用預拌混凝土粒料原料	△	○	◎	◎
(六)水泥生料	水泥生料	△	◎	◎	◎

說明：1.除轉爐石外均須依據其再利用管理方式或再利用管理辦法等規定及限制辦理。

2.資料來源：本計畫彙整

2. 焚化再生粒料使用用途建議

焚化再生粒料之使用與去化管道，仍以道路工程之路基填築、底層及基層級配粒料及控制性低強度回填材料(CLSM)為主，至於其他的使用用途能否優化，仍端視再生粒料之品質、再利用技術與產品價值之是否能有效提升而定。環保署曾於 108 年度以焚化再生粒料為例，依目前國內相關法規使用焚化再生粒料為再利用用途，初擬之綜合評定表進行分級，如表 5.1.3-8 所示。

表 5.1.3-8 無機循環材料分級品質管制表(以焚化再生粒料為例)

用途	再生粒料種類	焚化再生粒料
基地及路堤填築		◎(A,a)
道路級配粒料底層及基層		◎(A,a)
控制性低強度回填材料		◎(A,a)
低密度再生透水混凝土		◎(B,a)
瀝青混凝土		△(C,c)
磚品		(C,b)
紐澤西護欄及緣石之水泥製品		△(B,c)
水泥生料		(C,b)
掩埋場覆土		(C,a)

資料來源：.無機廢棄物資源化產品之用途評估及去化規劃專案工作計畫，行政院環境保護署，2019 年。

依分級結果悉知，焚化再生粒料已有完整規範及工程實績可參考，使用上無虞之用途包含有基地及路堤填築、道路級配粒料底層及基層、控制性低強度回填材料、低密度再生透水混凝土等；其次為紐澤西護欄及緣石之水泥製品，已有該用途的施工綱要規範但實績(含試驗計畫)較少；至於磚品及水泥生料屬合法再利用，惟尚無相關使用手冊或施工規範；而瀝青混凝土與掩埋場覆土亦無相關手冊或施工規範，案例較少。

故焚化再生粒料之使用與去化管道，目前使用用途非僅限於港區工程，未來仍將以道路工程之路基填築、底層及基層級配粒料及控制性低強度回填材料(CLSM)為主，至於其他的使用用途能否優化，仍端視再生粒料之品質、再利用技術與產品價值之是否能有效提升而定。

5.2 研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令， 分就無機循環材料對應港區可使用用途類型，提出整體因應方式 及配合事項

本項工作內容，依據契約書為「研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令，分就無機循環材料對應港區造地工程及完成面建設可使用用途類型，提出整體因應方式及配合事項。」。

本計畫對計畫工項的瞭解分述如下，研析成果如后說明：

- 一、研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令，詳 5.2.1 節。
- 二、提出整體因應方式及配合事項，詳 5.2.2 節。

5.2.1 研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令

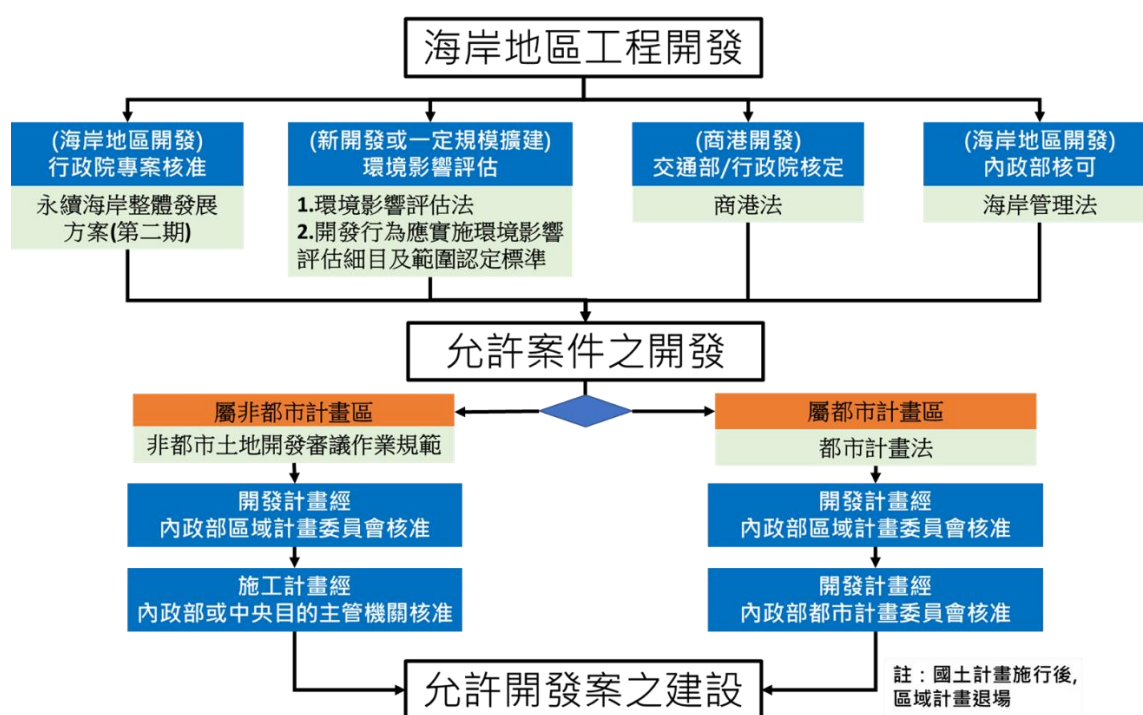
一、港區工程開發涉及權責單位與申請審核程序

有關於港區工程開發涉及區位開發、港口興建、交通發展、海岸生態、漁業規劃等項目，且開發規模龐大，故以我國法規及分工，牽涉之主管機關及行政程序繁多且審查作業期長。如採既有已通過相關許可之工程，以變更或擴建之方式，進行開發方式變更以納入再生回填資材之港區回填推動時，則原有已通過之環評書件、填海計畫、區位計畫...等許可內容需經過一定行政程序變更之。

無論是以新建開發或變更已許可之開發(擴建)等形式推動，皆有其應對應之法律規範，故為建立港區工程開發之標準作業程序使未來推動得以順利進行，勢必得先將我國港區工程開發使用循環材料涉及之相關法令進行盤點彙整，其內容如下說明。有關無機循環材料使用於港區開發涉及方案與法令，涉及海岸開發相關開發申請審查程序流程，如圖 5.2.1-1，各部會權責分工說明如下：

- (一) 行政院：海岸管理開發計畫方案准駁。
- (二) 內政部：永續海岸整體發展方案(第二期)、海岸管理法、區域計畫法、都市計畫法、非都市土地使用管理規則、國土計畫法、營建事業廢棄物再利用種類及管理方式等。

- (三) 交通部：商港法及港區開發相關法令、臺灣國際商港未來發展及建設計畫等。
- (四) 環保署：環境影響評估法、廢棄物清理法、應進行流向追蹤之事業廢棄物再利用產品、資源再利用法、土壤及地下水污染防治法、海洋污染防治法等。
- (五) 經濟部：經濟部事業廢棄物再利用管理辦法、中華民國國家標準、經濟部事業廢棄物再利用產品環境監測管理辦法。
- (六) 公共工程委員會：公共工程施工綱要規範、使用手冊。



資料來源：本計畫彙整

圖 5.2.1-1 我國海岸開發工程法規審查程序流程示意

二、盤點港區開發涉及相關方案或法令

以下針對無機循環材料欲配合港區開發計畫進行使用，於國內所涉之相關行政管理單位與法令列表說明(詳表 5.2.1-1)，可略分為(一)海岸商港類。(二)區域都計類。(三)環評類。

表 5.2.1-1 港區工程開發所涉及之相關法令彙整

(一) 海岸商港類

法源依據	條目/項次	內容
永續海岸整體發展方案 (第二期) (內政部)	-	參、永續海岸願景與發展策略 (一)海岸地區以保育為原則， 除行政院專案核准重大計畫外，不再受理設施型海埔地及海域之開發申請計畫 。海岸地區應以維護海岸自然環境、保障公共通行與公共水域使用權、提升親近海洋權益、增進公共福祉或配合行政院核定興建國家重大設施優先。
商港法 (交通部)	第 2 條	本法之主管機關為交通及建設部。商港之經營及管理組織如下： A.國際商港：由 主管機關設國營事業機構 經營及管理；管理事項涉及公權力部分，由 交通及建設部航港局(以下簡稱航港局) 辦理。 B.國內商港：由 航港局或行政院指定之機關(以下簡稱指定機關) 經營及管理。
	第 6 條	商港區域之 整體規劃及發展計畫 ，由商港經營事業機構、航港局或指定機關徵詢商港所在地直轄市、縣(市)政府意見擬訂，並 報請主管機關或層轉行政院核定 。商港區域內，除商港設施外，得按當地實際情形，劃分各種專業區，並得設置加工出口區、自由貿易港區。
	第 7 條	國際商港需用之土地，其為公有者，得由商港經營事業機構依法申請讓售取得，或由航港局依法辦理撥用；其為私有者，得由航港局依法徵收，或由商港經營事業機構與所有權人協議價購或以其他方式取得使用權利，協議價購或以其他方式取得使用權利已達計畫新增用地面積百分之五十，而其他新增用地無法價購或取得使用權利時，得依法申請徵收。 商港建設計畫有填築新生地者，應訂明其所有權屬，於填築完成後依照計畫辦理登記。 前項填築之新生地登記為航港局管理者，得作價投資商港經營事業機構所有或由商港經營事業機構申請讓售取得。 航港局經管之公有財產，得以出租、設定地上權或作價投資之方式，提供商港經營事業機構開發、興建、營運使用，不受土地法第二十五條、國有財產法第二十八條及地方政府公產管理法令之限制。 前項之公有財產，供國際商港公共設施或配合政府政策使用者，得無償提供商港經營事業機構使用。
海岸管理法 (內政部)	第 3 條	本法所稱主管機關：在中央為內政部；在直轄市為直轄市政府；在縣(市)為縣(市)政府。
	第 9 條	整體海岸管理計畫之擬訂，應邀集學者、專家、相關部會、中央民意機關、民間團體等舉辦座談會或其他適當方法廣詢意見，作成紀錄，並遴聘(派)學者、專家、機關及民間團體代表以合議方式審議，其學者、專家及民間團體之代表人數不得少於二分之一，整體海岸管理計畫報請行政院核定後公告實施；其變更時，亦同。
	第 25 條	在一級海岸保護區以外之海岸地區特定區位內，從事 一定規模以上之開發利用、工程建設、建築或使用性質特殊者，申請人應檢具海岸利用管理說明書，申請中央主管機關許可 。 前項申請，未經中央主管機關許可前，各目的事業主管機關不得為開發、工程行為之許可。 第一項特定區位、一定規模以上或性質特殊適用範圍與海岸利用管理說明書之書圖格式內容、申請程序、期限、廢止及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。
	第 26 條	依前條第一項規定申請許可案件， 經中央主管機關審查符合下列條件者，始得許可 ： 一、符合整體海岸管理計畫利用原則。 二、符合海岸保護計畫、海岸防護計畫管制事項。 三、保障公共通行或具替代措施。 四、對海岸生態環境衝擊採取避免或減輕之有效措施。 五、因開發需使用自然海岸或填海造地時，應以最小需用為原則，並於開發區內或鄰近海岸之適當區位，採取彌補或復育所造成生態環境損失之有效措施。 前項許可條件及其他相關事項之規則，由中央主管機關定之。
	第 27 條	區域計畫、都市計畫主要計畫或國家公園計畫在海岸地區範圍者，區域計畫、都市計畫主要計畫或國家公園計畫審議機關於計畫審議通過前，應先徵詢主管機關之意見。

資料來源：本計畫彙整

表 5.2.1-1 港區工程開發所涉及之相關法令彙整 (續)

(二) 區域都計類

法源依據	條目/項次	內容
區域計畫法 (內政部)	第 4 條	區域計畫之主管機關：中央為內政部；直轄市為直轄市政府；縣(市)為縣(市)政府。各級主管機關為審議區域計畫，應設立區域計畫委員會；其組織由行政院定之。
	第 9 條	區域計畫依左列規定程序核定之： 一、中央主管機關擬定之區域計畫，應經中央區域計畫委員會審議通過，報請行政院備案。 二、直轄市主管機關擬定之區域計畫，應經直轄市區域計畫委員會審議通過，報請中央主管機關核定。 三、縣(市)主管機關擬定之區域計畫，應經縣(市)區域計畫委員會審議通過，報請中央主管機關核定。 四、依第六條第二項規定由上級主管機關擬定之區域計畫，比照本條第一款程序辦理。
	第 11 條	區域計畫公告實施後， <u>凡依區域計畫應擬定市鎮計畫、鄉街計畫、特定區計畫或已有計畫而須變更者，當地都市計畫主管機關應按規定期限辦理擬定或變更手續。</u> 未依限期辦理者，其上級主管機關得代為擬定或變更之。
	第 12 條	區域計畫公告實施後，區域內有關之開發或建設事業計畫，均應與區域計畫密切配合；必要時應修正其事業計畫， <u>或建議主管機關變更區域計畫。</u>
	第 13 條	區域計畫公告實施後，擬定計畫之機關應視實際發展情況，每五年通盤檢討一次，並作必要之變更。但有左列情事之一者，得隨時檢討變更之： 一、發生或避免重大災害。 二、 <u>興辦重大開發或建設事業。</u> 三、 <u>區域建設推行委員會之建議。</u> 區域計畫之變更，依第九條及第十條程序辦理；必要時上級主管機關得比照第六條第二項規定變更之。
	第 15 條	區域計畫公告實施後，不屬第十一條之 <u>非都市土地</u> ，應由有關直轄市或縣(市)政府， <u>按照非都市土地分區使用計畫</u> ，製定非都市土地使用分區圖，並編定各種使用地，報經上級主管機關核備後，實施管制。 <u>變更之程序亦同。其管制規則，由中央主管機關定之。</u> 前項非都市土地分區圖，應按鄉、鎮(市)分別繪製，並利用重要建築或地形上顯著標誌及地籍所載區段以標明土地位置。
非都市土地 開發審議 作業規範 (內政部)	第 15-2 條	依前條第一項第二款規定申請開發之案件，經審議符合左列各款條件，得許可開發： 一、於國土利用係屬適當而合理者。 二、不違反中央、直轄市或縣(市)政府基於中央法規或地方自治法規所為之土地利用或環境保護計畫者。 三、對環境保護、自然保育及災害防止為妥適規劃者。 四、與水源供應、鄰近之交通設施、排水系統、電力、電信及垃圾處理等公共設施及公用設備服務能相互配合者。 五、取得開發地區土地及建築物權利證明文件者。 前項審議之作業規範，由中央主管機關會商有關機關定之。
	總編 三之一	申請開發計畫應說明基地無法於下列地區開發之理由，經徵得所在直轄市、縣(市)政府及區域計畫委員會審議同意後始得開發： (一)都市計畫地區之推動都市更新地區及整體開發地區。 (二)都市計畫通盤檢討得變更使用之都市計畫農業區。 (三)新訂或擴大都市計畫地區。 (四)第三點第二項劃設區位。 申請開發基地規劃內容屬興辦國防、行政院核定之重大建設或緊急救災安置需要者，不受前項規定限制。
	第十一編 填海造地 第一項	<u>填海造地開發係指在海岸地區築堤排水填土造成陸地之行為，其申請以行政院專案核准之計畫或經中央目的事業主管機關核准興辦之公共設施或公用事業為限。</u>
	第十一編 填海造地 第四項	<u>填海造地之開發，應優先保育自然資源，保護歷史古蹟與重要文化資產，維護國防與公共安全、公共通行及鄰近海岸地區之保護。其開發計畫並應配合區域計畫、都市計畫、行水計畫、港灣與航運計畫，以及其他各目的事業主管機關依法公告之計畫。申請填海</u>

法源依據	條目/項次	內容
		造地開發，其地點不得位於下列地區內。但經各該目的事業主管機關同意或認定不影響其目的事業計畫之實施及保護標的者，不在此限。 (一) 國家公園區域及其外五公里之範圍。 (二) 依法劃(指)定公告之保育區、保護區或保留區及其外五公里之範圍。 (三) 臺灣沿海地區自然環境保護計畫核定公告之自然保護區及其外五公里之範圍或一般保護區內。 (四) 要塞地帶區範圍及依國家安全法公告之海岸管制區、重要軍事設施管制區與依其他法令禁建、限建範圍。 (五) 依法設立之海水浴場及其外三公里之範圍。 (六) 縣(市)級以上風景特定區之範圍。 (七) 古蹟及重要考古遺址及其外三公里之範圍。 (八) 重要濕地及其外三公里之範圍。 (九) 海洋放流管三公里之範圍或海底通信纜、海底電力纜、海底輸油管、海底隧道及輸水管一公里之範圍。 (十) 人工魚礁區及其外三公里之範圍。 (十一) 中央管及縣(市)管河川河口區範圍。 (十二) 活動斷層五百公尺之範圍。 (十三) 已依法令設定之礦區或土石區。 (十四) 經劃編公告為保安林者。
	第十一編 填海造地 第七項	填海造地有關<u>堤防之興建</u>，應先徵得水利主管機關同意，施工前並須向海堤管理機關申請核准。其佈置應以安全及經濟並重，並應依下列原則辦理： (一) 臨海堤線之走向宜與海底等深線走向儘量一致，以配合當地自然條件，避免過度影響海岸地形。 (二) 堤線應力求平直圓順，不宜曲折佈置，以避免波浪集中。 (三) 堤址位置應選擇海底地形變化小、坡度平坦與灘面穩定處，以確保安全。 (四) 堤址位置應選擇地質良好之處，情況特殊須於地質不佳處興築海堤者，應以挖除或其他方式進行地盤改良。 (五) 堤址水深之選擇，應能避免盛行風浪在堤址前破碎。
	第十一編 填海造地 第十三項	<u>填海造地填築新生地，應做造地土源分配規劃。填海造地開發計畫並應配合環境條件及施工時序，採取分期分區方式開發為原則。</u>
都市計畫法 (內政部)	第 4 條	本法之主管機關：在中央為內政部；在直轄市為直轄市政府；在縣(市)(局)為縣(市)(局)政府。
	第 27 條	都市計畫經發布實施後，遇有左列情事之一時，當地直轄市、縣(市)(局)政府或鄉、鎮、縣轄市公所，應視實際情況迅行變更： 一、因戰爭、地震、水災、風災、火災或其他重大事變遭受損壞時。 二、為避免重大災害之發生時。 三、為適應國防或經濟發展之需要時。 四、<u>為配合中央、直轄市或縣(市)興建之重大設施時。</u> 前項都市計畫之變更，內政部或縣(市)(局)政府得指定各該原擬定之機關限期為之，必要時，並得逕為變更。
	第 27-2 條	重大投資開發案件，<u>涉及都市計畫之擬定、變更，依法應辦理環境影響評估、實施水土保持之處理與維護者，得採平行作業方式辦理。必要時，並得聯合作業，由都市計畫主管機關召集聯席會議審決之。</u> 前項重大投資開發案件之認定、聯席審議會議之組成及作業程序之辦法，<u>由內政部會商中央環境保護及水土保持主管機關定之。</u>

資料來源：本計畫彙整

表 5.2.1-1 港區工程開發所涉及之相關法令彙整 (續)

(三) 環評類

法源依據	條目/項次	內容
環境影響評估法 (環保署)	第 2 條	本法所稱主管機關：在中央為行政院環境保護署；在直轄市為直轄市政府；在縣(市)為縣(市)政府。
	第 4 條	本法專用名詞定義如下： 一、開發行為：指依第五條規定之行為。其範圍包括該行為之規劃、進行及完成後之使用。 二、環境影響評估：指開發行為或政府政策對環境包括生活環境、自然環境、社會環境及經濟、文化、生態等可能影響之程度及範圍，事前以科學、客觀、綜合之調查、預測、分析及評定，提出環境管理計畫，並公開說明及審查。環境影響評估工作包括第一階段、第二階段環境影響評估及審查、追蹤考核等程序。
	第 5 條	下列開發行為對環境有不良影響之虞者，應實施環境影響評估： 一、工廠之設立及工業區之開發。 二、道路、鐵路、大眾捷運系統、 港灣及機場之開發 。 三、土石採取及採礦、採礦。 四、蓄水、供水、防洪排水工程之開發。 五、農、林、漁、牧地之開發利用。 六、遊樂、風景區、高爾夫球場及運動場地之開發。 七、文教、醫療建設之開發。 八、新市區建設及高樓建築或舊市區更新。 九、環境保護工程之興建。 十、核能及其他能源之開發及放射性核廢料儲存或處理場所之興建。 十一、其他經中央主管機關公告者。 前項開發行為應實施環境影響評估者，其認定標準、細目及環境影響評估作業準則，由中央主管機關會同有關機關於本法公布施行後一年內定之，送立法院備查。
	第 7 條	開發單位申請許可開發行為時，應檢具環境影響說明書，向目的事業主管機關提出，並由目的事業主管機關轉送主管機關審查。 主管機關應於收到前項環境影響說明書後五十日內，作成審查結論公告之，並通知目的事業主管機關及開發單位。但情形特殊者，其審查期限之延長以五十日為限。 前項審查結論主管機關認不須進行第二階段環境影響評估並經許可者，開發單位應舉行公開之說明會。
	第 18 條	開發行為進行中及完成後使用時，應由目的事業主管機關追蹤，並由主管機關監督環境影響說明書、評估書及審查結論之執行情形；必要時，得命開發單位定期提出環境影響調查報告書。 開發單位作成前項調查報告書時，應就開發行為進行前及完成後使用時之環境差異調查、分析，並與環境影響說明書、評估書之預測結果相互比對檢討。 主管機關發現對環境造成不良影響時，應命開發單位限期提出因應對策，於經主管機關核准後，切實執行。
開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準 (環保署)	第 2 條	本標準用詞，定義如下： 一、 興建 ：指開發單位向目的事業主管機關申請開發行為許可。 二、 擴建(含擴大) ：指原已取得目的事業主管機關許可之開發行為，開發單位申請擴增其開發基地面積。 三、 重要濕地 ：指依濕地保育法評定公告之重要濕地及再評定前之地方級暫定重要濕地。 四、 水庫集水區 ：水庫指經經濟部公告者，其集水區分為第一級水庫集水區、第二級水庫集水區及攔河堰集水區。 五、 山坡地 ：指山坡地保育利用條例及水土保持法定義者。 六、 農業用地 ：指依區域計畫法劃定為各種使用分區內所編定之農牧用地、林業用地、養殖用地、水利用地、生態保護用地。 七、 都市土地 ：指實施都市計畫之地區。 八、 園區 ：指工業區、加工出口區、科學工業園區、環保科技園區、生物科技園區或其他供業者進駐從事生產、製造、技術服務等相關業務之園區。 九、 道路 ：指公路法規定之公路及其他供動力車輛行駛之路。
	第 8 條	港灣之開發，有下列情形之一者，應實施環境影響評估： 一、商港、軍港、漁港或工業專用港 興建工程 。 二、遊艇港興建、擴建工程或擴增碼頭席位，符合下列規定之一者： （一）位於國家公園。但申請擴建或累積擴建面積一千平方公尺以下，經國家公園主管機關及目的事業主管機關同意者，不在此限。 （二）位於野生動物保護區或野生動物重要棲息環境。但位於野生動物重要棲息環境，申請擴建或累積擴建面積一千平方公尺以下，經野生動物重要棲息環境主管機關及目的事業主管機關同意者，不在此限。 （三）位於重要濕地。 （四）位於臺灣沿海地區自然環境保護計畫核定公告之自然保護區。

法源依據	條目/項次	內容
		(五) 位於水庫集水區。但申請擴建或累積擴建面積一千平方公尺以下，經水庫主管機關及目的事業主管機關同意者，不在此限。 (六) 位於自來水水質水量保護區。但申請擴建或累積擴建面積一千平方公尺以下，經自來水水質水量保護區主管機關及目的事業主管機關同意者，不在此限。 (七) 位於原住民保留地。但申請擴建或累積擴建面積一千平方公尺以下，經原住民保留地主管機關及目的事業主管機關同意者，不在此限。 (八) 位於山坡地或臺灣沿海地區自然環境保護計畫核定公告之一般保護區，申請開發或累積開發面積一公頃以上。 (九) 位於特定農業區之農業用地，申請開發或累積開發面積一公頃以上。 (十) 碼頭席位一百艘以上或同一遊艇港各案開發總席位達二百艘以上。 三、商港、軍港、漁港、工業專用港之擴建工程或其碼頭、防波堤之新設或延伸工程（不含既有港區防波堤範圍內之工程），或商港區域外之特種貨物裝卸及其他特殊設施之興建、擴建或其碼頭、防波堤之新設或延伸工程，符合下列規定之一者： (一) 前款第一目至第四目規定之一。 (二) 碼頭或防波堤，申請開發或累積開發長度五百公尺以上。

資料來源：本計畫彙整

三、使用無機循環材料涉及相關方案或法令

(一) 環保署-垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式

環保署於 109 年 05 月 18 日公告修正「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，並自 110 年 1 月 1 日正式實施，本次修正重點主要為提升焚化再生粒料品質及其相關之溶出管制，及為明確焚化再生粒料限制使用地點及用途。焚化再生粒料參考日本、荷蘭等渣類資源化產品之作法及經驗後，以日本渣類資源化產品管制精神，實際用於環境之溶出情境及管制目的，檢討溶出方法及環境標準，採用「再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222)」作為焚化再生粒料檢測方法，並參考我國地下水污染管制標準分級規範，以明確限制使用地點及用途。

109 年 05 月 18 日公告版本與原條文修正對照表，詳表 5.2.1-2，本次公告重點為包含：

1. 增修使用用途，分列基地填築及路堤填築用途，新增用於紐澤西護欄及緣石的水泥製品非與鋼材接觸用工程材料。
2. 檢討使用地點限制規定，修正控制性低強度回填材料用於其他用途者，不得用於各敏感區域；控制性低強度回填材料用於管溝回填者，不得用於敏感區域之水質水量保護區。
3. 訂定焚化再生粒料環境標準，位於敏感區域者，限用 5 項加工再製品用途，須符合第一級標準；位於一般區域者，可用 8 項裸料及加工再製品用途，須符合第二級標準；2 項不分區域特定用途，須符合特定用途標準。
4. 如採用熟化程序者，熟化期由至少 1 個月提高為 45 日。

表 5.2.1-2 「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」重點條文摘要

公 告 條 文	
五、底渣再利用處理程序及焚化再生粒料環境標準：	
(一)	底渣之再利用處理程序，指再利用前須先經篩分、破碎及篩選等前處理，其用途為基地填築、路堤填築及道路級配粒料底層及基層者，前處理完成後並應採穩定化、熟化或水洗方式處理，如採熟化方式處理者，其熟化期自底渣進再利用機構至焚化再生粒料出再利用機構止，至少為四十五日且不受貯存期限限制；其作為其他用途者，得視需要於前處理後採穩定化、熟化或水洗方式處理。
(二)	焚化再生粒料於出再利用機構前，應每五百公噸至少檢測一次；其焚化再生粒料環境標準如附表二。
(三)	檢測結果超過前款標準者，該批焚化再生粒料不得再利用，於進行改善措施後，依前款頻率進行檢測，檢測結果符合標準者，始得再利用。
六、焚化再生粒料用途：	
(一)	基地填築。
(二)	路堤填築。
(三)	道路級配粒料底層及基層。
(四)	控制性低強度回填材料。
(五)	低密度再生透水混凝土。
(六)	瀝青混凝土。
(七)	磚品。
(八)	用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品。
(九)	水泥生料。
(十)	衛生掩埋場非與鋼材接觸用工程材料及衛生掩埋場覆土。但不得作為最終覆土。
七、焚化再生粒料之使用地點限制規定：	
(一)	不得位於公告之飲用水水源水質保護區、飲用水取水口一定距離、水庫集水區及自來水水質水量保護區範圍內。
(二)	不得位於目的事業主管機關公告之自然保留區、自然保護區、野生動物保護區及野生動物重要棲息環境範圍內。
(三)	不得位於依都市計畫法劃定為農業區、保護區；不得位於依非都市土地使用管制規則劃定為特定農業區、一般農業區及其他使用分區內之農牧用地、林業用地、養殖用地、國土保安用地、水利用地，及上述分區內暫未依法編定用地別之土地範圍內。
(四)	不得位於依國家公園法劃定為國家公園區內，經國家公園管理機關會同有關機關認定作為前款限制使用之土地分區或編定使用之土地範圍內。
(五)	使用於陸地時，應高於使用時現場地下水位一公尺以上。
用途為低密度再生透水混凝土、瀝青混凝土、磚品、用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品、水泥生料、衛生掩埋場非與鋼材接觸用工程材料及衛生掩埋場覆土者，不受前項規定限制。	
用途為控制性低強度回填材料者，不受第一項第五款規定限制。其使用於管溝工程之回填者，不受第一項第二款至第五款規定限制。	
十三、底渣產生地執行機關以本公告之再利用條件或用途以外之方式進行底渣再利用時，應依廢棄物清理法第十四條第二項規定，檢具再利用試驗計畫申請文件（如附件二）報經中央主管機關核准後辦理，並應於試驗計畫期間屆滿之次日起三十日內，檢具試驗結果報請中央主管機關備查。	

資料來源：本計畫彙整。

(二) 經濟部-經濟部事業廢棄物再利用管理辦法

本計畫所探討之無機循環材料中，除轉爐石屬於一貫作業煉鋼過程所產出副產物並已認列為產品，以及瀝青刨除粒料屬於由交通部管理外，其他無機循環材料大多屬於經濟部事業廢棄物再利用管理辦法附表所列出可再利用之事業廢棄物，故均依該附表規定之再利用管理方式及用途進行使用，為其使用為無機循環材料最主要法源。

由於本管理辦法第三條附表所列之事業廢棄物再利用種類繁多(共 53 項)，以下僅針對本計畫探討之無機循環材料種類進行來源及用途之表列說明，詳如表 5.2.1-3。特別說明「編號九、電弧爐煉鋼爐渣(石)」依 109 年 7 月 19 日修正新增運作管理規定，略以：再利用用途之產品

屬鋪面工程之基層或底層級配粒料者，使用於陸地時，應高於使用時現場地下水位一公尺以上。以上規定主要目的在於避免電弧爐煉鋼爐碴(石)製作之再生粒料區位，應與地下水位維持一定高度，避免發生污染地下水之可能性。故如於港區工程使用時，亦應維持相同標準。

表 5.2.1-3 事業廢棄物再利用管理辦法-附表三

再利用種類	再利用管理方式
編號一、煤灰	一、事業廢棄物來源：事業以煤為單一燃料之鍋爐或混燒百分之五(重量比)以下廢棄物衍生燃料或生質燃料之燃煤發電鍋爐產生之飛灰或底灰，其特性需符合下列規定： (一)飛灰再利用於高爐爐石粉原料、水泥製品(限混凝土(地)磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋、紐澤西護欄、建築預鑄構件)原料、混凝土攪和物用途者，其化學成分應符合 CNS3036 混凝土用飛灰及天然或煅燒卜作嵐攪和物之要求。 (二)依相關法規認定為有害事業廢棄物者，不適用之。 二、再利用用途： (一)飛灰：高爐爐石粉原料、水泥原料、水泥製品(限混凝土(地)磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋、紐澤西護欄、建築預鑄構件)原料、混凝土攪和物、陶瓷磚瓦原料、顆粒保溫材料原料、鋪面工程之基層或底層級配粒料原料、混凝土粒料原料、瀝青混凝土粒料原料、控制性低強度回填材料原料或非農業用地之工程填地材料。 (二)底灰：水泥生料、預拌混凝土原料、混凝土粒料原料、陶瓷磚瓦原料、顆粒保溫材料原料、鋪面工程之基層或底層級配粒料原料、瀝青混凝土粒料原料、控制性低強度回填材料用粒料原料、控制性低強度回填材料原料或非農業用地之工程填地材料。 (三)底灰含飛灰適用底灰之再利用用途。
編號九、電弧爐煉鋼爐碴(石)	一、事業廢棄物來源：基本金屬製造業在電弧爐煉鋼製程所產生之氧化碴(石)或還原碴(石)。但氧化碴(石)與還原碴(石)無法分離或依相關法規認定為有害事業廢棄物者，不適用之。 二、再利用用途： 水泥生料、瀝青混凝土粒料原料、瀝青混凝土原料、管溝回填用控制性低強度回填材料用粒料原料、管溝回填用控制性低強度回填材料原料、鋪面工程(道路、人行道、貨櫃場或停車場)之基層或底層級配粒料原料、紐澤西護欄原料，或經高壓蒸氣處理後作為非構造物用預拌混凝土粒料原料、非構造物用預拌混凝土原料、水泥製品用粒料原料或混凝土(地)磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋之原料。但不銹鋼製程產生之還原碴(石)用途為水泥生料、管溝回填用控制性低強度回填材料用粒料原料、管溝回填用控制性低強度回填材料原料、紐澤西護欄原料，或經高壓蒸氣處理後作為非構造物用預拌混凝土粒料原料、非構造物用預拌混凝土原料或混凝土(地)磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋之原料。 三、運作管理： 7、再利用用途之產品屬鋪面工程之基層或底層級配粒料者，其使用應符合下列規定： (5)使用於陸地時，應高於使用時現場地下水位一公尺以上。
編號十、感應電爐爐碴(石)	一、事業廢棄物來源：基本金屬製造業及金屬製品製造業在感應電爐熔煉鋼鐵製程所產生之爐碴(石)。但依相關法規認定為有害事業廢棄物者，不適用之。 二、再利用用途：水泥生料、水泥製品(限混凝土(地)磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋、紐澤西護欄)原料、瀝青混凝土粒料原料、混凝土粒料原料、預拌混凝土原料、道路工程粒料原料、控制性低強度回填材料用粒料原料或控制性低強度回填材料原料。
編號十八、漿紙污泥	一、事業廢棄物來源：紙漿、紙及紙製品製造業在廢水處理設備產生之污泥。但依相關法規認定為有害事業廢棄物者，不適用之。 二、再利用用途：鋼液保溫材料原料、纖維水泥板原料、經熱處理後作為水泥製品(限混凝土(地)磚、空心磚、緣石)原料、鍋爐輔助燃料、水泥窯輔助燃料或煉鋼集塵灰再利用之旋轉窯、電爐或平爐輔助燃料。
編號十九、紡織污泥	一、事業廢棄物來源：紡織業與塑膠原料製造業及人造纖維製造業於人造纖維製程所產生廢水在廢水處理設備產生之污泥或生產製程產生之污泥。但依相關法規認定為有害事業廢棄物者，不適用之。 二、再利用用途：經熱處理後作為水泥製品(限混凝土(地)磚、空心磚、緣石)原料(限紡織業污泥)、磚瓦窯輔助燃料、水泥窯輔助燃料、鍋爐輔助燃料或煉鋼集塵灰再利用之旋轉窯、電爐或平爐輔助燃料。

再利用種類	再利用管理方式
編號三十二、 淨水污泥	一、事業廢棄物來源：工業用水專用設施及自來水淨水場之淨水處理所產生之脫水污泥，其特性需符合下列規定： (一)再利用於紅磚原料用途者： 1、氯離子濃度小於百分之〇·一。 2、硫酸根離子濃度小於一百五十 ppm。 3、揮發性固體含量小於百分之三十。 (二)依相關法規認定為有害事業廢棄物者，不適用之。 二、再利用用途：水泥生料或紅磚原料。
編號三十七、 旋轉窯爐渣(石)	一、事業廢棄物來源：其他非金屬礦物製品製造業採熱處理方式再利用煉鋼集塵灰時於旋轉窯製程所產生之爐渣(石)。但依相關法規認定為有害事業廢棄物者，不適用之。 二、再利用用途： 水泥生料、水泥製品(限混凝土(地)磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋、紐澤西護欄)原料、預拌混凝土原料、瀝青混凝土原料、瀝青混凝土粒料原料、非結構性混凝土粒料原料或鋪面工程之基層、底層級配粒料原料。

資料來源：經濟部-事業廢棄物再利用管理辦法，本計畫彙整

(三) 內政部-營建事業廢棄物再利用種類及管理方式

目前「營建事業廢棄物再利用種類及管理方式」中僅編號七之營建混合物可用於港區工程開發，故下列僅針對營建混合物之來源及再利用用途進行說明

1. 來源：

工程施工建造、建築拆除、裝修工程及整地刨除所產生之事業廢棄物。

2. 再利用用途：

營建工程材料、工程填地及道路工程級配料、工程填地材料、骨材及建材原料、混凝土添加材料、磚瓦原料等，以及因分類作業所附帶產生之金屬屑、玻璃碎片、塑膠類、木屑等，依本公告之管理方式辦理。

(四) 臺灣港務股份有限公司-收容剩餘土石方相關規定

1. 臺灣港務股份有限公司收容剩餘土石方標準查核管制作業程序

臺灣港務股份有限公司為交通部國營事業，為辦理收容公共工程營建剩餘土石方之作業有所依循，落實土石方之進場管制，特訂定本程序。本程序於 103 年 4 月 2 日函頒實施，規定內容適用於國內各國際商港，針對各類政府機關辦理公共工程所產生之剩餘土石方，除依內政部頒訂之「營建剩餘土石方處理方案」完成撮合交換外，並須符合「土壤污染管制標準」之安定土壤始得進場。

目前主要管制方式以承攬收容土石方作業之承包廠商應於

契約規定期限內提送「剩餘土石方收容管制計畫」予主辦單位指派之監造單位(以下稱監造單位)審查，並依該計畫核准內容辦理土石方進場事宜。若屬經環境影響評估所核定之工程計畫，仍依該計畫之環境影響報告書所規範之內容辦理。

2. 臺北港收容公共工程營建剩餘土石方作業規定

除前開規定外，臺灣港務股份有限公司基隆分公司針對臺北港訂定「臺北港收容公共工程營建剩餘土石方作業規定」，作為營建剩餘土石方進場管制規定。而目前轉爐石進場填築已經過環評報告書差異分析已審查通過，未來針對轉爐石進場管制機制可能將會另訂作業規定。

四、盤點港區工程開發使用無機循環材料對應施工綱要規範及應用手冊

(一) 工程使用手冊

針對無機循環材料相關之工程使用手冊進行盤點彙整，包含焚化再生粒料、轉爐石、氧化碓及還原碓等 4 種，共計有 13 冊，詳如表 5.2.1-4。

表 5.2.1-4 使用無機循環材料涉及相關工程使用手冊彙整表

無機循環材料種類	使用手冊名稱
焚化再生粒料	焚化再生粒料應用於基地填築及路堤填築使用手冊
	焚化再生粒料應用於道路級配粒料底層使用手冊
	焚化再生粒料應用於控制性低強度回填材料使用手冊
	焚化再生粒料應用於混凝土地磚使用手冊 (初稿)
	焚化再生粒料應用於低密度再生透水混凝土使用手冊 (初稿)
轉爐石	一貫作業煉鋼爐轉爐石海事工程使用手冊
	滾筒轉爐石及改質轉爐石鋪面磚使用手冊
	滾筒轉爐石 CLSM 使用手冊
	轉爐石道路基底層使用手冊
	一貫作業煉鋼爐轉爐石瀝青混凝土使用手冊
氧化碓	電弧爐煉鋼氧化碓(石)應用於控制性低強度回填材料(CLSM)使用手冊
	電弧爐煉鋼氧化碓瀝青混凝土鋪面使用手冊
還原碓	電弧爐煉鋼還原碓資源化應用技術手冊

資料來源：本計畫彙整。

(二) 施工綱要規範

與港區工程相關之公共工程施工綱要規範，如：第 02391 章防波堤、02392 章碼頭、02395 章港灣用沉箱、03439 章港灣用預鑄混凝土塊、

...等，皆為海事工程常用之標準；另有關海平面上完成面之建設，則有第 02331 章基地及路堤填築、第 02722 章級配粒料基層、第 02726 章級配粒料底層等道路工程填築相關之章節。整體之相關規範要求內容，概如表 5.2.1-5 所列舉。

表 5.2.1-5 公共工程施工綱要規範填築相關規定

章節	名稱	相關要求
第 02319 章	選擇性回填材料	● 回填材料得依工程性質，採用符合本章規定之砂、礫石、碎石、卵石或本章所規定之回填再生粒料。 ● 再生粒料供應商於工程進行前，應提送相關供料計畫書，內容陳述該供應再生粒料之品管作業、建議供料稽核方式、相關試驗方法等，經使用單位審查核可後方可供料。 ● 再生粒料係指將營建剩餘土石、廢棄混凝土、焚化再生粒料、高爐爐碴或鋼爐爐碴軋製而成之粒料。再生粒料之品質應符合下列規定： 1. 再生粒料之毒性溶出試驗(TCLP)應符合環保署毒性事業廢棄物溶出試驗標準之要求。 2. 再生粒料使用高爐爐碴時，其品質應符合 CNS 11827 之要求，其檢驗依 CNS 11828 之規定辦理。 3. 再生粒料使用爐碴時，其品質應符合 CNS 15305 之要求。 4. 再生粒料使用焚化再生粒料時，應依 CNS 487、CNS 488 之規定辦理，其比重不得小於[1.5，吸水率不得大於[20%]。 5. 再生粒料須按相關準則 1.4.4 款之規定。 6. 除特別註明外，本章再生粒料之規定適用於純用再生粒料或混有天然粒料之再生粒料。
第 02331 章	基地及路堤填築	● 填築材料不得含有淤泥、樹根、草皮、腐植土、其他有害物質及不適用材料 ● 除設計另有要求，填方及路堤應分層填築。於路堤完成並整修路基及鋪築基層或底層前，除設計圖另有註明，路堤應令擱置一段時期，以迄 60 日路基沉陷量少於 1cm 或擱置經過 200 日為合格 ● 土方填築：土方填築係指非以砂或石塊為主要材料所填築而成之填方區，此等材料應為採自認可之料源地點取得之合格材料。 ● 如採石方填築(以石塊為主要材料填方)，填築材料應為粒徑 8cm 以上石料與土壤之混合物，土壤分類標準分析停留在 15cm 方孔篩上之石料重量比應達 25% 以上，每層填築厚度不得大於 75cm。
第 02391 章	防波堤	● 消波塊： 1. 承包商依設計圖說，選用 Kd 值相等或以上，且消波塊標稱重量與設計圖說規定重量相當之消波塊，並於契約通知之開工日起[2 個月][]內提施工計畫書，其內容包括消波塊施工製造圖、排列方法圖、數量計算及單價修訂稿供工程司核可。 2. 標稱重量：指廠商型錄上所稱之消波塊重量。但實際重量不得少於標稱重量之[90]%。如型錄上稱 10t 之消波塊，其實際重量不得少於 9t。 ● 水中混凝土 1. 配合比 A. 細粒料配比須占全部粒料之 35~40%，其通過 50 號篩者，不得少於 10%；通過 100 號者，不得少於 2%。 B. 粗粒料之最大尺度以 3.8 (1/2in) 或 5 (2in) cm 為度，坍度在 12~20cm 之間。 C. 水灰比：0.5 以下。 D. 每立方公尺混凝土之水泥量不少於 370kg。 E. 依澆置之方式不同其坍度值如下： a. 使用漏斗管、壓送泵 13~18cm。 b. 底開箱及袋 10~15cm。

章節	名稱	相關要求
		c.袋裝混凝土 7~12cm。 ●環境監測 1.施工前及施工期間環境監測 A.監測目的：為確切掌握施工階段之環境影響程度並作為改善之依據。 B.監測系統範圍及項目，應依環境影響評估報告書中之項目辦理。
第 02722 章	級配粒料 基層	●粒料須清潔不含雜質，於加水滾壓後，容易壓成一堅固而穩定之底層，粗粒料洛杉磯磨損試驗結果磨損率不得大於 50%，粒徑組成需符合規定 ●使用無機循環材料時廠商應提送相關供料計畫書，經工程司審查核可或由主辦機關指定第三者專業機構或專家查證方可供料，使用時須滿足道路工程需求，並有文件證明。並照設計規定進行抽驗工作，必要時，得配合工程司指示進行抽驗。 ●再生級配粒料來源應為 1.符合 CNS11827 高爐爐渣或 CNS15305 內之爐渣粒料軋製 2.石材礦泥、石材廢料(板、磚或塊)、營建剩餘土石、廢棄混凝土、廢磚瓦、廢陶瓷類、鋼質粒料(氧化渣)等軋製而成之級配粒料 3.瀝青混凝土挖(刨)除料及鈦鐵礦氧化爐渣軋製而成之級配料 4.符合環保署垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式要求者 ●鋼質粒料(電弧爐氧化渣)比重不得小於 1.5、吸水率不得大於 25%、浸水膨脹比不得大於 0.5% ●焚化再生粒料比重不得小於 1.5、吸水率不得大於 20%
第 02726 章	級配粒料 底層	●粒料須清潔不含雜質，於加水滾壓後，容易壓成一堅固而穩定之底層，粗粒料洛杉磯磨損試驗結果磨損率不得大於 50%，健度試驗、破碎面、粒徑組成需符合規定 ●使用無機循環材料時廠商應提送相關供料計畫書，經工程司審查核可或由主辦機關指定第三者專業機構或專家查證方可供料，使用時須滿足道路工程需求，並有文件證明。並照設計規定進行抽驗工作，必要時，得配合工程司指示進行抽驗。 ●再生級配粒料來源應為 1.符合 CNS11827 高爐爐渣或 CNS15305 內之爐渣粒料 2.石材礦泥、石材廢料(板、磚或塊)、營建剩餘土石、廢棄混凝土、廢磚瓦、廢陶瓷類、鋼質粒料(氧化渣)等軋製而成之級配粒料 3.瀝青混凝土挖(刨)除料及鈦鐵礦氧化爐渣軋製而成之級配料 4.符合環保署垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式要求者 ●鋼質粒料(電弧爐氧化渣)比重不得小於 1.5、吸水率不得大於 25%、浸水膨脹比不得大於 0.5% ●焚化再生粒料比重不得小於 1.5、吸水率不得大於 20%
第 02701 章	轉爐石瀝 青混凝土 鋪面	●資料送審： 1.品質管理計畫書 2.施工計畫 3.轉爐石瀝青混凝土配合設計報告書 4.供料計畫書：廠商應提送轉爐石供料計畫書，其內容應包含材料供應商提供之轉爐石來源合格證明文件(至少須包括 CNS 15310 5.1 粗粒料、5.2 細粒料規定之檢驗報告，及 5.3.2 環境相容性乙節規定之有害物質溶出試驗、放射性含量限制等之無危害健康證明)、轉爐石單位重及變異程度、相關試驗方法及其相關之工程性質等，經工程司審查核可或由主辦機關指定第三者專業機構或專家查證後方可供料。 ●本章所規定之材料，得採用轉爐石級配粒料、或其與天然級配粒料之混合料。 1.粗粒料 A.粗粒料[停留於 2.36mm (8 號) 篩上者]，應為優良之石材如花崗岩、石英岩、片麻岩、河床礫石等軋製之碎石或再生粒料，須潔淨、質地堅硬、緻密、耐磨及級配良好者，且不得含有易於風化之顆粒及泥土、黏土、有機物、其他有礙本工程之品質及功能之有害物，並應具有與瀝青材料混合後，雖遇水而瀝青不致剝落之性能。

章節	名稱	相關要求
		B.以重量計，粒料中至少應有[75%]為碎石顆粒，且扁平狹長之顆粒，寬度與厚度之比或長度與寬度之比大於3者不得超過[10%]。 C.粗粒料依[CNS 490]，經洛杉磯磨損試驗500轉後之磨損率，用於底層、聯結層及整平層者不得大於[50%]，用於磨耗層者不得大於[35%]及面層者不得大於[40%]。 D.粗粒料依[CNS 1167][AASHTO T104]試驗法，經5次循環之硫酸鈉或硫酸鎂健度試驗結果，硫酸鈉溶液之方法其重量損失不得大於12%；硫酸鎂溶液之方法其重量損失不得大於18%。 E.粗粒料其餘物理性質，應符合[CNS 15308][ASTM D692]之規定。 F.粗粒料應依尺度大小分別堆放，並應避免互相混雜，俾能正確按規定比例混合，其混合程序應在冷料供應系統上完成，不得在石料堆放場所混合。 G.轉爐石粗粒料除應符合CNS 15310及前述A~F之規定外，配合設計之轉爐石混合級配粒料，另需依CNS 15311進行膨脹試驗，其連續7天膨脹量須小於[2] %。 2. 細粒料 A.細粒料通過2.36mm（8號）篩者，包括石屑、天然砂或兩者之混合物或再生粒料，須潔淨、質地堅硬、緻密、顆粒富有稜角、表面粗糙及不含有有機土、黏土、黏土質沉泥、有機物、其他有礙本工程之品質及功能之有害物，且導入拌和機時不得有結塊之情形。 B.細粒料依[CNS 1167][AASHTO T104]試驗法，經5次循環之硫酸鈉健度試驗結果，其重量損失不得大於15%。 C.如需用二種以上不同來源之細粒料時，應分別堆放，其混合程序應在冷料供應系統上完成，不得在粒料堆放場所混合。 D.轉爐石細粒料除應符合CNS 15310及前述A~C之規定外，配合設計之轉爐石混合級配粒料，另需依CNS 15311進行膨脹試驗，其連續7天膨脹量須小於[2] %。
第 02702 章	氧化碓瀝青混凝土鋪面	●資料送審： - 品質管理計畫書 - 施工計畫 - 氧化碓瀝青混凝土配合設計報告書 - 供料計畫書：廠商應提送氧化碓供料計畫書，其內容應包含材料供應商提供之氧化碓來源合格證明文件(至少須包括CNS 15310 5.1 粗粒料、5.2 細粒料規定之檢驗報告，及5.3.2 環境相容性乙節規定之有害物質溶出試驗、放射性含量限制等之無危害健康證明)、氧化碓單位重及變異程度、相關試驗方法及其相關之工程性質等，經工程司審查核可或由主辦機關指定第三者專業機構或專家查證後方可供料。 ●本章所規定之材料，得採用轉爐石級配粒料、或其與天然級配粒料之混合料。 1. 粗粒料 A.粗粒料[停留於2.36mm（8號）篩上者]，應為優良之石材如花崗岩、石英岩、片麻岩、河床礫石等軋製之碎石或再生粒料，須潔淨、質地堅硬、緻密、耐磨及級配良好者，且不得含有易於風化之顆粒及泥土、黏土、有機物、其他有礙本工程之品質及功能之有害物，並應具有與瀝青材料混合後，雖遇水而瀝青不致剝落之性能。 B.以重量計，粒料中至少應有[75%]為碎石顆粒，且扁平狹長之顆粒，寬度與厚度之比或長度與寬度之比大於3者不得超過[10%]。 C.粗粒料依[CNS 490]，經洛杉磯磨損試驗500轉後之磨損率，用於底層、聯結層及整平層者不得大於[50%]，用於磨耗層者不得大於[35%]及面層者不得大於[40%]。 D.粗粒料依[CNS 1167][AASHTO T104]試驗法，經5次循環之硫酸鈉或硫酸鎂健度試驗結果，硫酸鈉溶液之方法其重量損失不得大於12%；硫酸鎂溶液之方法其重量損失不得大於18%。 E.粗粒料其餘物理性質，應符合[CNS 15308][ASTM D692]之規定。 F.粗粒料應依尺度大小分別堆放，並應避免互相混雜，俾能正確按規定比例混合，其混合程序應在冷料供應系統上完成，不得在石料堆放場所混合。

章節	名稱	相關要求
		G.轉爐石粗粒料除應符合 CNS 15310 及前述 A~F 之規定外，配合設計之轉爐石混合級配粒料，另需依 CNS 15311 進行膨脹試驗，其連續 7 天膨脹量須小於[2]％。 2. 細粒料 A.細粒料通過 2.36mm（8 號）篩者，包括石屑、天然砂或兩者之混合物或再生粒料，須潔淨、質地堅硬、緻密、顆粒富有稜角、表面粗糙及不含有有機土、黏土、黏土質沉泥、有機物、其他有礙本工程之品質及功能之有害物，且導入拌和機時不得有結塊之情形。 B.細粒料依[CNS 1167][AASHTO T104]試驗法，經 5 次循環之硫酸鈉健度試驗結果，其重量損失不得大於 15％。 C.如需用二種以上不同來源之細粒料時，應分別堆放，其混合程序應在冷料供應系統上完成，不得在粒料堆放場所混合。 D.轉爐石細粒料除應符合 CNS 15310 及前述 A~C 之規定外，配合設計之轉爐石混合級配粒料，另需依 CNS 15311 進行膨脹試驗，其連續 7 天膨脹量須小於[2]％。
第 02703 章	轉爐石填海造地	●供料計畫書：廠商應提送轉爐石供料計畫書，其內容應包含轉爐石來源之合格證明文件(至少須包括 CNS153105.3.2 環境相容性乙節規定之有害物質溶出試驗或環保署公告之環境用途溶出試驗、輻射)，經工程司審查核可或由主辦機關指定第三者專業機構查證後方可供料。 ●於填海造地，其供作綠地、堆置場、停車區等使用，且無房屋及結構物區域之下方填築區。 ●轉爐石填築完成後應與鄰近結構物邊界保持水平[35m][或設計圖說標示]之安全緩衝距離(如圖 1 所示)，而鄰近結構物與轉爐石填築所夾空間則以[設計圖說規定之合格土方]填築，預留膨脹應力之安全緩衝距離。另於施工時，亦應隨時注意海堤狀況，必要時得再縮限填築範圍。
第 02742 章	瀝青混凝土鋪面	●本章再生粒料係指符合 1.4.5 款規定之營建剩餘土石、廢混凝土塊、廢鑄砂、廢陶瓷及廢磚瓦材料經碎裂解分選，或高爐爐渣、鋼爐渣等軋製而成之粒料，除應符合目的事業主管機關規定之品質要求，再生粒料供應商於工程進行中，應依工程司指示[每月]會同使用單位進行所供應再生粒料的抽驗，並進行如下試驗工作： - A.再生粒料之輻射劑量應符合行政院原子能委員會「建築材料用事業廢棄物之放射性含量限制要點」之規定。 - B.再生粒料使用高爐爐渣時，其應符合 CNS 11827 之品質要求，其檢驗依 CNS 11828 之規定辦理。 - C.再生粒料使用電弧爐煉鋼爐渣時，應符合 CNS 15310 之品質要求。 - D.再生粒料使用轉爐石時，應符合第 02701 章「轉爐石瀝青混凝土鋪面」之品質要求。 ●再生粒料供應商於工程進行前，應提送相關供料計畫書，內容陳述該供應再生粒料之品管作業、建議供料稽核方式及相關試驗方法等，經使用單位審查核可後方可供料。
第 03377 章	控制性低強度回填材料 (CLSM)	●再生粒料試驗報告：設計使用再生粒料者，除於配比設計報告中檢附相關試驗報告並敘明其物理、化學性質外，另應檢附符合 2.1.5 款規定之相關試驗報告與證明文件，及一年內符合規定之八大重金屬與戴奧辛含量試驗報告。 ●「再生粒料」使用規定： 1.應符合 1.4.3 款，中央目的事業主管機關之相關再利用規定。 2.再生粒料之來源包括：石材廢料、營建混合物、水庫淤泥、脫硫爐石粒料、電弧爐氧化渣、燃煤底灰、焚化底渣，其品質應符合「內政部營建事業廢棄物再利用種類及管理方式」、「經濟部事業廢棄物再利用管理辦法」及環保署「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」之要求，且其再利用用途為「控制性低強度回填材料原料」。 3.應有明確之產品履歷，包括來源、處理製程及品質管制措施等；材料相關性質應經驗證符合環保法規之無害標準，且滿足道路工程需求，並有文件證明者。供應商應檢附預拌廠之操作許可文件，其中再生粒料種類僅可以前述(2)所示項目，不得有其他種類者，否則視為不可供料廠。

章節	名稱	相關要求
		4.如使用焚化底渣，應符合環保署「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」及其附表之規定，且須經工程所在地環保局同意使用。另，屬原水管路等構造物回填，或位處水庫集水區、自來水水質水量保護區等範圍內之構造物回填，因涉及民眾用水安全疑慮，尚不適宜採用。 5.再生粒料取代天然粒料之使用量，不得超過粒料總重量之 50%[]為限；其種類須經機關同意後辦理。
第 03341 章	低密度再生透水混凝土	●再生粒料： 1.本章所述之再生粒料包含垃圾焚化廠焚化底渣再利用產品、水泥混凝土回收料、回收瀝青混凝土(RAP)、開挖土石方等。 2.使用之垃圾焚化廠焚化底渣再利用產品重金屬含量應低於「一般廢棄物-垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」底渣再利用產品分類之檢驗規定，現場不得有異味釋出。 3.承包商應取得「焚化爐底渣合格再生處理廠」、「水泥混凝土回收料處理廠」、「回收瀝青混凝土再生處理廠」出具之來源證明，並送交業主備查。 4.道路開挖土石料及水泥混凝土回收料，限使用停留於 0.60 mm (No.30) 試驗篩以上粒料。 5.回收瀝青混凝土粒料限使用瀝青老化黏度 50,000poises 以上或針入度 15 以下粒料，且使用量不得超過粒料總量之 30%。 6.用於底層或基層之粒料最大粒徑不得超過 37.5 mm。

資料來源：行政院公共工程委員會-公共工程技術資料庫全球資訊網
https://pcces.pcc.gov.tw/csinev/Default.aspx?FunID=Fun_9&SearchType=B

5.2.2 提出港區工程開發使用無機循環材料整體因應方式及配合事項

依前開海岸開發計畫審核流程圖 5.2.1-1 可知，依各部會權責分工，交通部航港局為主導港區開發計畫之行政機關，提出提供港區開發填海造地之需求與規劃用途，其次依環境影響評估法相關規定，港區開發行為應實施環境影響評估，故由開發單位提出環境影響評估說明書等相關文件送審，如屬國際商港開發行為，其環境影響評估通常由中央主管機關環保署審查，通過後環評審查結論據以執行開發計畫，如有變更事項時亦同；除此之外，研提無機循環材料應用於各類港區開發海事工程之使用手冊及施工綱要，規劃及施工單位有所依據得以安心使用。

因此對於加強無機循環材料之應用與推廣策略，建議未來針對各類應實施環評之開發行為，可於依照前開程序審查過程，研訂使用一定比例之開發條件，以達到資源循環利用之政策目標，以下說明整體因應方式及配合事項之建議。

一、提高工程開發使用無機循環材料，配合納入環評案件審查意見，提供環評案件類型對應使用無機循環材料審查意見參考範本規劃

(一) 有關環評案件使用無機循環材料及數量之審查意見辦理程序

於環境影響評估依環保署權責規範使用一定比例無機循環材料及數量，並列為達成實施資源循環政策之實施項目，建議可依下列程序研

判並據以提出審查意見，未來可提案報請行政院核准實施，或修環評法列入必要規定。

1. 程序一：研判環評案件是否為合適提供意見類型。
 - (1) 收到環評案件後，本處先研判是否屬合適提供意見之環評案件類型。如屬 14 項合適類型，則進入程序二。
 - (2) 16 項合適提供使用無機循環材料審查意見之環評案件類型，如表 5.2.2-1。由 40 項應實施環評開發行為中，選出交通、工廠、都計、環保、礦採及造地等類別。
2. 程序二：專業團隊檢視環評案件，提供用途及無機循環材料使用建議。
 - (1) 由環保署廢管處委由專業顧問團隊(工程及無機循環材料等領域)檢視合適類型環評案件之開發行為報告內容。
 - (2) 盤點開發行為內容中是否有合適使用無機循環材料之用途。合適使用無機循環材料之用途，如表 5.1.1-2。可略分為 6 類：道路鋪築應用類、填地材料類、CLSM 回填類、磚品或水泥製品類、預拌混凝土類、水泥生料類。
 - (3) 續由用途對應合適使用之無機循環材料。用途對應合適使用之無機循環材料，如表 5.1.3-6~5.1.3-7。除轉爐石外均須依據其再利用管理方式或再利用管理辦法等規定及限制辦理。

表 5.2.2-1 合適提供使用無機循環材料意見之環評案件類型

開發行為環評案件		類型
1	道路之開發(第 5 條)	交通類
2	鐵路之開發(第 6 條)	
3	大眾捷運系統之開發(第 7 條)	
4	港灣之開發(第 8 條)	
5	機場之開發(第 9 條)	
6	工廠設立(第 3 條)	工廠類
7	園區興建或擴建(第 4 條)	
8	新市區建設(第 25 條)	都計類
9	拆除重建之舊市區更新(第 27 條)	
10	環境保護工程之興建(第 28 條)	環保類
11	土石採取(第 10 條)	礦採類
12	探礦、採礦(第 11 條)	
13	其他開發行為(第 42 條)—人工島嶼	造地類
14	其他開發行為(第 42 條)—海域築堤排水填土造成陸地	
15	非單一項，為混合 1~14 項之綜合環評案件類型	綜合類
16	除上述 1~15 項外，經評估後可使用無機循環材料之特例案件	其他類

資料來源：開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準第3條至第42條

- (4) 適材適所分流—提出合適用途對應合適使用之無機循環材料。基本原則為：
- 控制性低強度回填材料(CLSM)：焚化再生粒料。
 - 瀝青混凝土原料：氧化碴。
 - 水泥生料：還原碴。
 - 填海造陸：轉爐石。
 - 鋪面工程基層：刨除料。
- (5) 提供用途及無機循環材料使用之審查意見建議
- 依用途及專業判斷，研提使用無機循環材料及數量(或一定比例)之審查意見建議，進入程序三。
 - 參考各無機循環材料及公告用途對應之施工綱要規範、工程使用手冊及地方自治條例或作業要點，檢視是否有相關添加量或添加比例規定供參。以焚化再生粒料為例，詳表 5.2.2-2 所示。
 - 對於後續港區開發工程增加使用無機循環材料，涉及環評差異變更時，審查意見必需提出，開發單位須調整預定開發工程時程，預留配合提出再生物料使用計畫及審查所需時程以為因應。

表 5.2.2-2 無機循環材料用途添加量或添加比例(以焚化再生粒料為例)

用途	施工綱要規範	使用手冊	地方自治條例/作業要點
道路級配粒料底層及基層	第 02726 章級配粒料底層 可用料源：焚化再生粒料 添加比例：無	焚化再生粒料應用於道路級配粒料底層使用手冊 添加比例：30% 以下	臺南市政府所屬各機關垃圾焚化廠焚化再生粒料使用作業要點 添加比例：至少 10%
	第 02722 章級配粒料基層 可用料源：焚化再生粒料 添加比例：無		南投縣政府推動焚化再生粒料使用作業要點規定 添加比例：至少 30%
控制性低強度回填材料	第 03377 章控制性低強度回填材料 可用料源：再生粒料 添加比例：無	焚化底渣再生粒料應用於控制性低強度回填材料(CLSM)使用手冊 添加比例：無	桃園市公共工程使用再生粒料及再生綠建材標章作業原則 添加比例：1m ³ CLSM 添加 500kg 焚化再生粒料
			臺中市垃圾焚化廠焚化底渣資源化產品使用管理自治條例 添加比例：至少 50%
			臺南市政府所屬各機關垃圾焚化廠焚化再生粒料使用作業要點 添加比例：至少 30%
			高雄市政府所屬各機關使用垃圾焚化廠焚化再生粒料作業要點

用途	施工綱要規範	使用手冊	地方自治條例/作業要點
			添加比例：每 1m³ 使用 800kg 宜蘭縣政府推動焚化再生粒料使用作業要點 添加比例：至少 30% 新竹縣推動焚化再生粒料使用作業要點 添加比例：30%以上 彰化縣政府推動焚化再生粒料使用作業要點 添加比例：30%以上 南投縣政府推動焚化再生粒料使用作業要點規定 添加比例：至少 30% 雲林縣政府所屬各機關使用焚化再生粒料作業要點 添加比例：每 1m³ 至少摻配 700kg 屏東縣政府所屬各機關使用垃圾焚化廠焚化再生粒料作業要點 添加比例：每 1m³ 至少摻配使用 30%以上
磚品	第 02786 章高壓混凝土地磚 添加比例：無 第 02795 章透水性混凝土地磚 添加比例：無 第 04220 章混凝土磚再生粒料 可用料源：再生粒料 添加比例：使用粒料量之 20%~50%為限	焚化再生粒料應用於混凝土地磚使用手冊（草案） 添加比例：透水性混凝土地磚 10%~20% 高壓混凝土地磚 10%~50%	-

資料來源：本計畫彙整

3. 程序三：研提使用無機循環材料及數量之審查意見

- (1) 本處依據程序二專業團隊提供用途及無機循環材料使用建議後，再經審視確認後，由本處提出審查意見要求開發單位能承諾使用無機循環材料及數量(或一定比例)之意見。
- (2) 審查意見參考範例—新市區建設(第 25 條)為例
 「為促進資源循環及循環經濟，開發單位應承諾於本開發行為之管溝回填用途採用 CLSM，使用焚化再生粒料(數量或比例)每立方公尺 CLSM 添加 500kg 以上。」

二、港區工程開發使用無機循環材料用途，視技術成熟度及實績，依循個案再利用、通案再利用或納入公告附表再利用等程序辦理

(一) 辦理申請個案再利用(含試驗計畫)：

各目的事業主管機關對於無機循環材料於開發行為之應用，應優先

建立相關使用手冊及施工規範，俾使規劃及施工單位於設計施工之依據。然依 5.2.1 節彙整現行法令規範結果顯示，目前並非所有無機循環材料皆已完成提供施工綱要規範及使用手冊，甚至國內過去尚未有過實際技術或實績可行者。

各目的事業主管機關可先輔導促請事業廢棄物產源及再利用機構(指將無機廢棄物加工成為無機循環材料產品之生產機構)，依事業廢棄物再利用相關法規提出申請再利用試驗計畫(國內外無相關實績者)，待再利用試驗計畫結果審核通過後，得先以個案再利用方式進行事業廢棄物再利用。以經濟部事業廢棄物再利用管理辦法規定為例，提報經濟部事業廢棄物個案再利用(含試驗計畫)申請審查程序如圖 5.2.2-1 所示。

(二) 依個案再利用結果之實績申請通案再利用

前開事業廢棄物個案再利用如已經營運十二個月以上，依規定可提報申請通案再利用許可；通案再利用申請條件訂有限制條件，要求過去一年營運期間須確實遵守環保法令之表現，且著重於於營運期間個案許可再利用之技術是否確實可行，產品使用上是否無疑慮以及再利用營運規模是否得以擴充等審查重點，其審查程序與圖 5.2.2-1 相同。

(三) 依通案再利用實績申請改列附表再利用項目

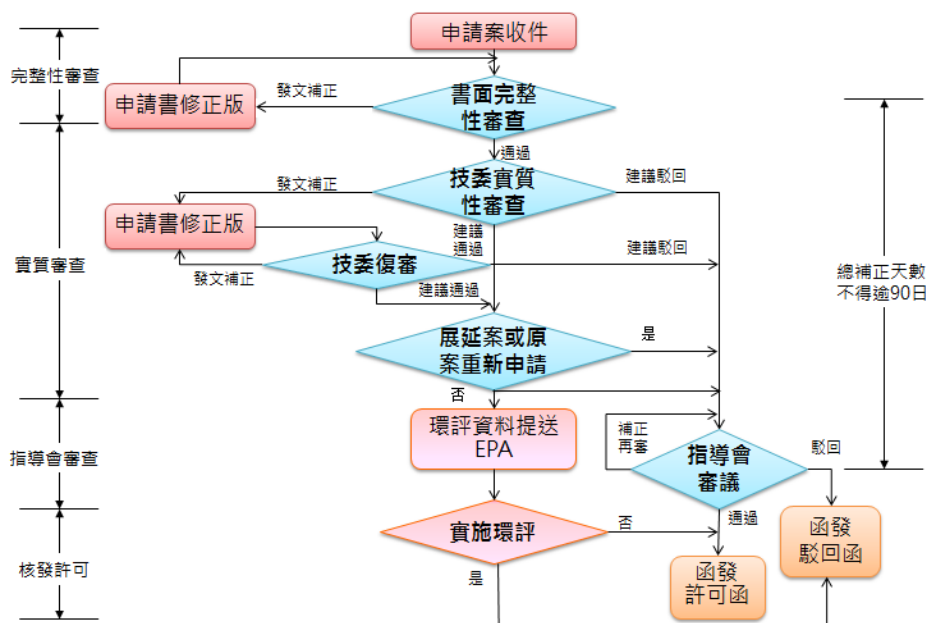
附表再利用項目，一般指該廢棄物之再利用技術成熟、普遍且再利用產品於市面流通普及，無去化困難之疑慮，故以附表列出其再利用種類、項目以及再利用方式，該類廢棄物產源及再利用機構，得逕依附表指定方式進行再利用，無須申請再利用許可。

以經濟部事業廢棄物再利用管理辦法規定為例，附表所列之種類，得由事業或再利用機構所屬產業公會，檢具下列文件，送本部審查核准後列入附表：一、事業廢棄物基本資料，包括名稱、來源、主要成分及有害特性說明。二、國內產生及運作現況，包括過去三年相關事業產生量及用途。三、再利用技術說明，包括再利用原理及替代用料說明、再利用製程及質量平衡圖、再利用設施、污染防治、再利用產品品質及用途。四、經濟可行性評估，包括再利用成本、再利用產品市場價格及供需情形。

一般而言，將事業廢棄物再利用方式增列於附表，大致以具有個通

案再利用許可，且過去三年有可靠技術與穩定營運實績，同時再利用產品亦具有市場價值等特性。目前無機循環材料可使用之再利用用途，均已依相關再利用管理辦法於附表表列，具有技術可行實績及產品使用無虞之特性，未來如有其他可行之再利用用途，也可透過上述程序，增列於管理辦法附表之中。

許可審查流程



資料來源：工業廢棄物清理與資源化資訊網，經濟部工業局

圖 5.2.2-1 提報經濟部事業廢棄物個案再利用(含試驗計畫)申請審查程序

三、提高工程單位使用無機循環材料使用意願，配合研訂施工綱要規範及使用手冊

(一) 編撰工程使用手冊

無機循環材料除成為再利用管理辦法成為附表表列再利用方式及產品外，如欲實際應用於(海事)工程施作，必須撰寫詳細之工程使用手冊，提供無機循環材料之材料特性、工程性質、應用實例、使用規範及注意事項等說明，並建立自主產品標準與品質管理、驗證機制等管理方式及環境監測方式之建議等，以確保無機循環材料之工程施作品質穩定，安全無虞。

編撰工程使用手冊過程，如須配合於既有港區進行試驗計畫，其行

政作業程序之建議流程如下，未來再依試驗計畫成果，確實撰寫應用實例及使用規範：

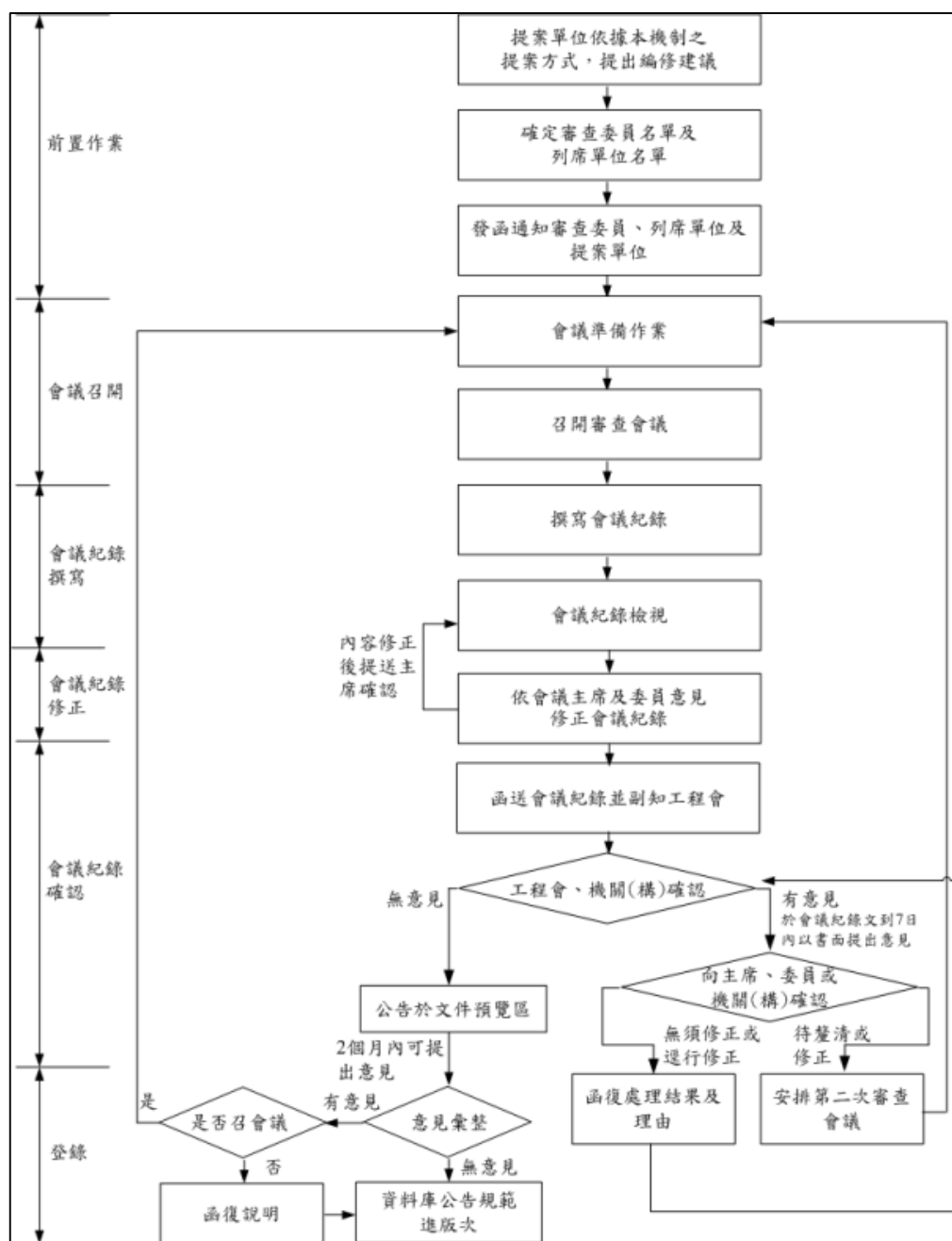
1. 工程主辦單位協商。
2. 試驗工程方案確定。
3. 環評變更程序。
4. 廢棄物相關法規審查(如再利用試驗計畫)。
5. 試驗計畫執行。

(二) 研訂施工綱要規範

施工綱要規範係指由公共工程委員會編撰各類施工工法技術彙整於公共工程技術資料庫，提供各類公共工程施作之參考。施工綱要規範各章可因應科技發展實需，遇有必要配合新增之新材料、新工法編撰新的施工規範時，可依技術資料庫既定劃一之模式編撰，藉由技術資料庫網頁論壇提出申請審議，於獲共識後依各章之版次運作機制增修之，俾正式納入施工綱要規範相關篇章中。

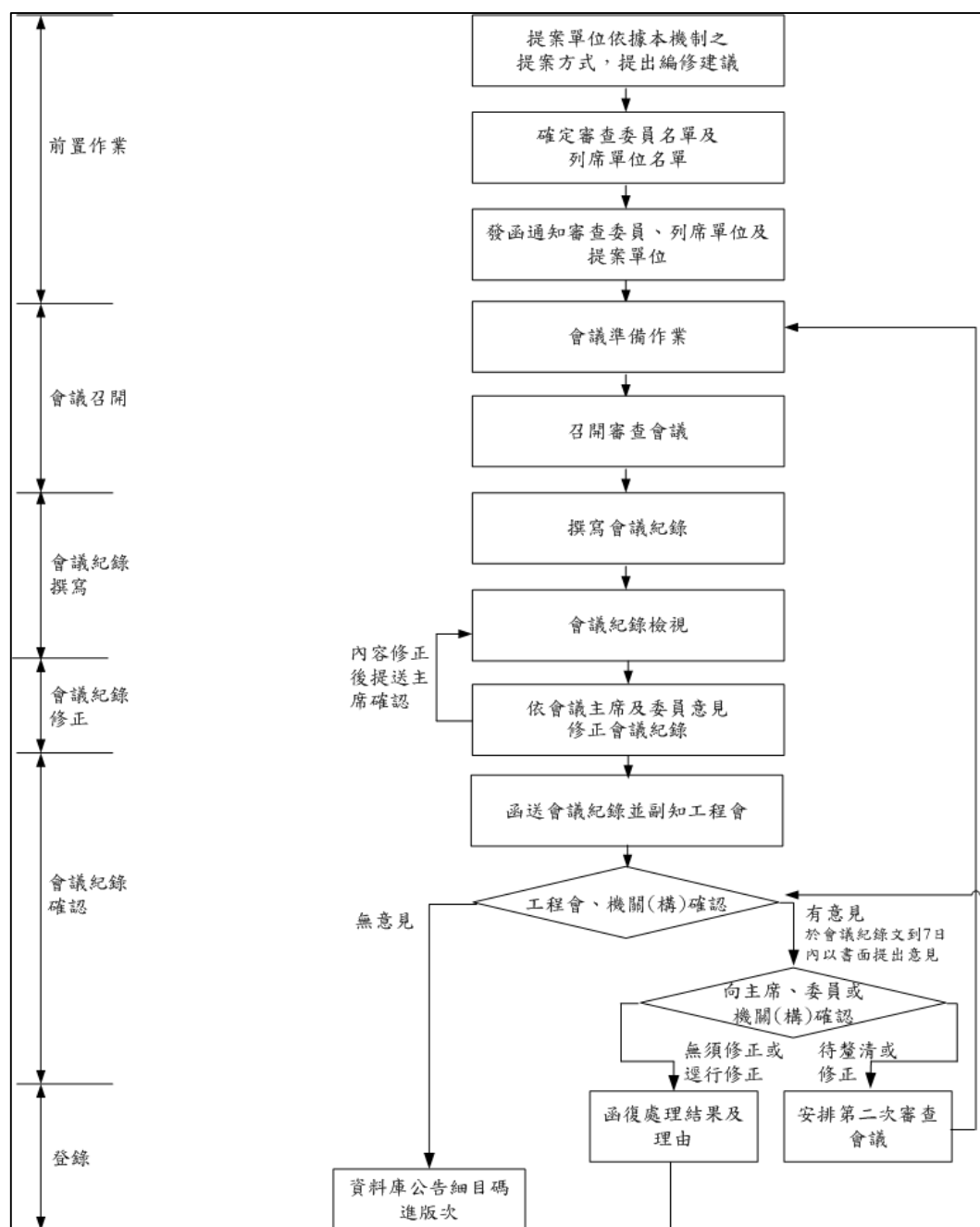
研訂施工綱要規範，首先必須是國內外具可行實績之成熟技術，並依技術資料庫既定劃一之模式編撰，同時依公共工程委員會「公共工程技術資料庫提案方式、審查程序」相關規範提案，並經過委員會程序審查通過後，始得新增或編修施工綱要規範，有關施工綱要規範審查程序，屬既有規範之編修審查程序如圖 5.2.2-2 所示，如為細目碼編訂規則表審查程序則如圖 5.2.2-3 所示。

研訂施工綱要規範為無機循環材料使用於(海事)工程成最重要之成果，列入施工綱要規範之工程施作方法，可為相關工程施作之標準參考，亦代表無機循環材料正式成為循環再生材料之認可標準，可被施工單位正式採用之工程材料。



資料來源：公共工程技術資料庫，公共工程管理委員會

圖 5.2.2-2 既有施工網要規範編修審查會議執行流程



資料來源：公共工程技術資料庫，公共工程管理委員會

圖 5.2.2-3 施工綱要規範新增審查會議執行流程（細目碼編訂規則表）

5.3 盤點、評估及規劃我國台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，可使用之無機循環材料種類與可使用用途類型

本項工作內容，依據契約書為「盤點我國台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，評估及規劃各填築區位可使用之無機循環材料種類與港區造地工程及完成面建設可使用用途類型。」。

本計畫對計畫工項的瞭解分述如下，研析成果如后說明：

- 一、盤點、評估及規劃台北港港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，詳 5.3.1 節。
- 二、盤點、評估及規劃台中港港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，詳 5.3.2 節。
- 三、盤點、評估及規劃高雄港港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，詳 5.3.3 節。
- 四、盤點、評估及規劃其他填海造地循環材料可能填築區位位置及其開發期程，詳 5.3.4 節。

本計畫於計畫期間會依據各港區開發計畫工程項目進行盤點(參考臺灣國際商港未來發展及建設計畫(106~110 年))，以及各工程開發計畫環境影響評估相關資料進行研析。以下茲就國內北中南三大國際商港、基隆港協和電廠專用港、彰濱工業區及觀塘工業港等國內主要填海造地等大型公共工程進行研析，就各工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，評估及規劃各填築區位可使用之無機循環材料種類與港區造地工程及完成面建設可使用用途類型。

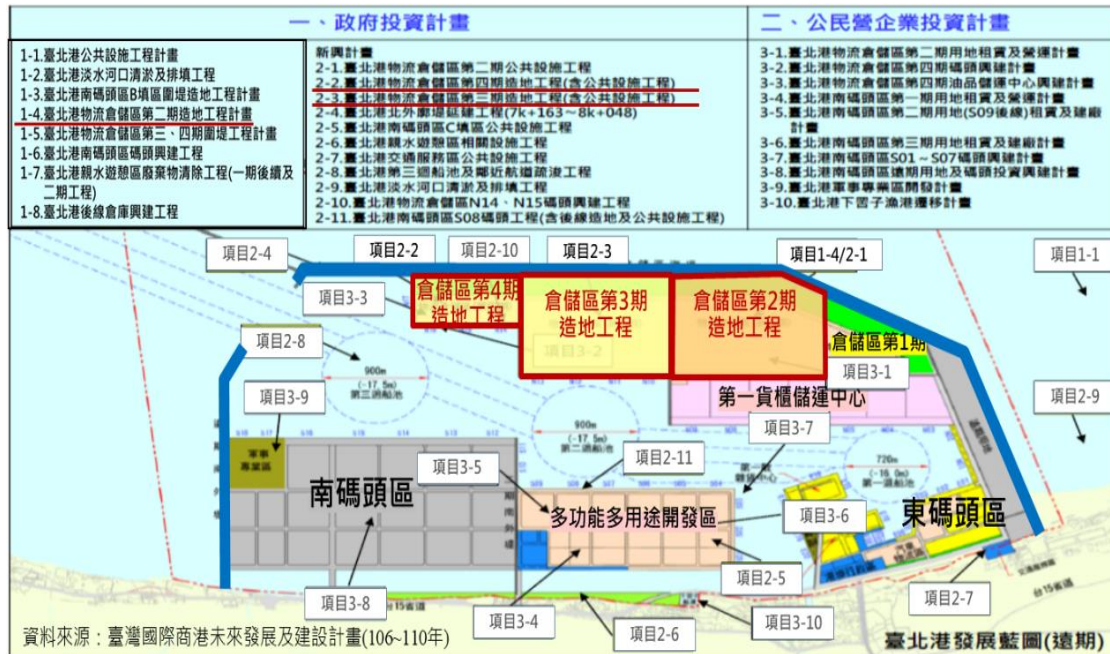
5.3.1 盤點、評估及規劃台北港港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程

- 一、盤點可能造地填築位置、數量及開發期程

(一)填築位置

臺北商港物流倉儲區開發計畫屬填海造地工程共計四期，第一期目前已

填築完畢，第二期工程正進行中，第三、第四期工程已規劃完成但尚未開發，故第二、三及四期填海造地工程皆屬可填築位置；另位於港區南碼頭區外側之南碼頭遠期用地目前暫未納入開發計畫，相關可能填築位置如圖 5.3.1-1 所示。



資料來源：交通部，「台灣國際商港未來發展及建設計畫(106-110年)」，105年。

圖 5.3.1-1 臺北港港區填海造地工程規劃填築範圍

(二)填築面積與料源填埋數量

依據開發單位台灣港務(股)公司基隆港務分公司於 109 年 10 月提出通過審查之「臺北商港物流倉儲區填海造地計畫第四次環境影響差異分析報告(年收土量體變更)」(定稿本)，未來臺北港填海造地填築使用收容料源仍以北部的公共工程營建剩餘土、水庫河道清淤的土方為主，原規劃每年填海造地年收土方量體(不含新增無機循環材料轉爐石)最多收受 300 萬立方公尺，依第四次環境影響差異分析報告變更未來擬提高到 420 萬立方公尺(含新增無機循環材料轉爐石)，而土方造地完成期限則自 134 年 2 月提早至 126 年 12 月，轉爐石填築完成期限則至 121 年 11 月，總填築面積為 339 公頃，可收容料源總填埋量為 7,325 萬立方公尺(含新增無機循環材料轉爐石)。

(三)預計填埋期程

目前填海造地工程第一期已於 105 年完成，已填方約 1,083 萬立方公尺，第二期工程正進行中，於 117 年完成，預計填方 2,485 萬立方公尺，目前估計已經填方約 700 萬立方公尺；第三期規劃於 109 年 1 月開工，預計填方 2,751 萬立方公尺；第四期則於 113 年 1 月開工，預計填方 1,229 萬立方公尺。有關臺北商港物流倉儲區圍堤造地工程變更後各期規劃時程及計畫內容如表 5.3.1-1。

表 5.3.1-1 臺北港物流倉儲區各期開發工程時程及填方容量統計

計畫分期		第一期	第二期	第三期	第四期
填築範圍		A 區	B 區	C 區	D 區
預定時程	圍堤施工期程	3 年 10 個月 96.03~100.01	3 年 10 個月 102.01~105.11	4 年 109.01~112.12	
	填土造地日期	100.10~105.09 4 年 11 個月	106.01~117.12	116.08~126.12	113.01~116.12 (115 年底完成四期 倉儲區域用地)
	轉爐石填築期程	-	4 年 6 個月 109.07~113.12	4 年 8 個月 117.04~121.11	3 年 3 個月 114.01~117.03
計畫容量	圍堤長度(m)	2,198	2,284	4,014	
	填地面積(公頃)	48.3	123.2	125.6	42.1
	可收土方容量 (萬立方公尺)	860 (實收 1,083 萬立 方公尺(鬆方))	2,329.2	2,526.8	1,074
	可收容轉爐石量 (萬立方公尺)	-	155.8	224.2	155.0
	可收容料源合計 (萬立方公尺)	860 (實收 1,083 萬立 方公尺(鬆方))	2,485	2,751	1,229
	計畫年收容量 (萬立方公尺/年)	≤300		≤420(剩餘土石方)/≤48.2(轉爐石)	

註:1.各期均不超過 420 萬立方公尺/年,填土時程重疊其收受填土規模不超過 420 萬立方公尺/年,海岸清淤、鄰近商、漁港水域維護浚挖係採水運回填或駁船載運方式,非經陸上運輸或由海運方式運送至臺北港經碼頭卸料後僅使用港區範圍內道路運輸之填土材料將不納入計算。

2.可收土方容量及計畫年收容量皆為實方,可收土方容量依填地面積及水深資料估算而得。

3.轉爐石經海運方式運送不納入年收容量計算,惟各期轉爐石年收容量不超過約 48.2 萬立方公尺(130 萬公噸/年)。

4.預定時程依實際土方及轉爐石收容調整。

5.漸進式土方收受規劃,係於 109-110 年土方收容不超過 380 萬立方公尺/年,111 年土方收容不超過 400 萬立方公尺/年,並配合台 64 線、台 61 甲線匝道工程通車後,收容土方收容至 420 萬立方公尺/年。

6.資料來源:環保署環評書件查詢系統案號 1090433A:「臺北商港物流倉儲區填海造地計畫第四次環境影響差異分析報告(年收土量體變更)」定稿本,2020.10。

二、預計造地回填資材用途中可能使用無機循環材料種類、數量與開發期程

(一) 新增轉爐石作為填築材料之數量與開發期程

除以營建剩餘土、水庫河道清淤的土方為填海造地料源外,依 109 年 10 月提出通過審查之「臺北商港物流倉儲區填海造地計畫第四次環

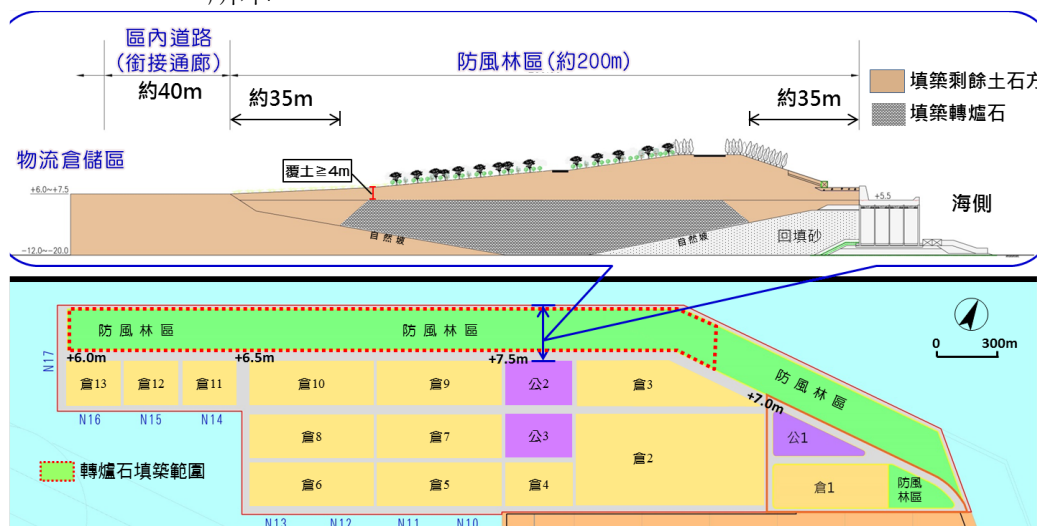
境影響差異分析報告（年收土量體變更）」（定稿本），臺北港規劃自第二期工程起新增 155.8 萬立方公尺轉爐石作為填地料源，而第三、四期也預計將分別使用 224.2 萬立方公尺及 155 萬立方公尺，預計共使用 535 萬立方公尺，填築期限為 121 年 11 月止。

（二）轉爐石於港區填海造地工程使用方法與數量比例

1. 填築工法

依公共工程委員會施工綱要規範與工項編碼公告第 02703 章「轉爐石填海造地」規定，轉爐石填海造地之工作範圍為「於填海造地區，其供作綠地、堆置場、停車區等使用，且無房屋及結構物區域之下方填築區」，故臺北港使用轉爐石作為物流倉儲區防風林帶回填料源取代部分原規劃填築於此處之第三類土壤（以粉土質土壤、黏土質土壤、淤泥或含水量大於 30% 之劣質土壤為主），經試驗已具有工程相容性。

目前規劃填築於第二～四期防風林帶用地，區內道路（銜接通廊）先進行填築，轉爐石再進場進行回填。轉爐石填築後坡腳與施工通廊或防坡堤留設 35 公尺安全距離為緩衝，轉爐石填築高程自現有海床填築至防波堤沉箱高程（約 CD.+5.5m），並維持防風林帶有 4 公尺以上覆土層，有關轉爐石之填築工法及範圍詳如圖 5.3.1-2 所示。



資料來源：環保署環評書件查詢系統案號1090133A：「臺北商港物流倉儲區填海造地計畫第三次環境影響差異分析報告（新增造地料源）」，2020.4。

圖 5.3.1-2 臺北港使用轉爐石作為回填料源之施工方法及使用範圍

2.填築數量比例

目前臺北港使用轉爐石模式，僅使用於防風林綠地，相較於總填可收容料源 7,325 萬立方公尺，轉爐石約佔總填可收容料源 **7.3%之比例**，以轉爐石容積密度約 2.6 公噸/立方公尺，估計約 1,391 萬公噸左右；如以綠地(防風林)面積約 61 公頃計，推算使用轉爐石填築量，即每公頃綠地約使用 22.8 萬公噸轉爐石。未來將嘗試以該模式類推適用於其他港區開發工程，建立盤點基礎，如有其他可應用無機循環材料之用途與方法，再進一步盤點可能增加之使用數量。

(三)考量以轉爐石加上焚化再生粒料於港區使用施工步道數量預估

過去國內焚化再生粒料目前主要用途在使用於海平面上道路工程或管溝回填工程使用實績；至於海平面下填海造地工程部分，104~108 年期間以轉爐石及焚化再生粒料為料源，臺北港區進行施工便道鋪設之試驗計畫，使用焚化再生粒料約 3 萬立方公尺(約 5.8 萬噸)及轉爐石約 0.7 萬立方公尺(約 1.9 萬噸) 回填作為施工便道 4 處，未來第三期及第四期如能按比例使用轉爐石加上焚化再生粒料鋪設施工便道，預估可使用再生粒料之數量約可達 10 萬公噸左右。

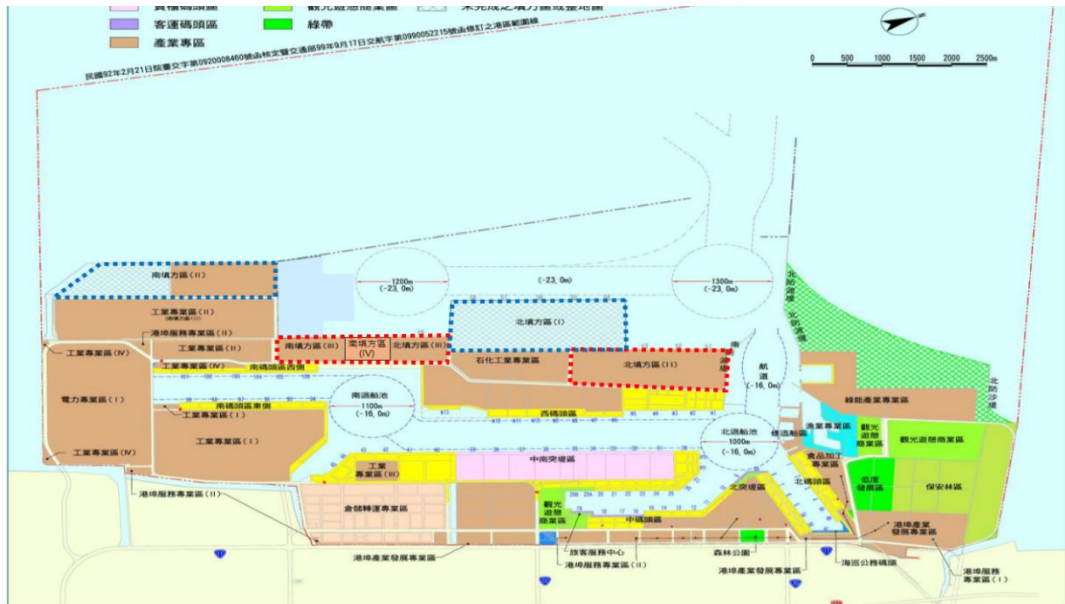
5.3.2 盤點、評估及規劃台中港港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程

一、盤點可能造地填築位置、數量及開發期程

依「台灣國際商港未來發展及建設計畫(106-110 年)」及規劃「臺中港外港擴建工程計畫」與，臺中港填方區有北填方區(I)199.81 公頃、北填方區(II)132.03 公頃、北填方區(III)31.42 公頃、南填方區(II)156.06 公頃(已變更取消開發)、南填方區(III)36.07 公頃及南填方區(IV)17.37 公頃。其中北填方區(I)~(III)及南填方區(II)~(III)分別劃入石化工業專業區及工業專業區(II)內，合計前開填方區不含南填方區(II)面積約為 412.28 公頃，各填方區位置如圖 5.3.2-1 所示，目前規劃填海造地範圍與開發計畫之關聯性如圖 5.3.2-2 所示，預計可能使用填築料源數量與開發期程分別說明如下：

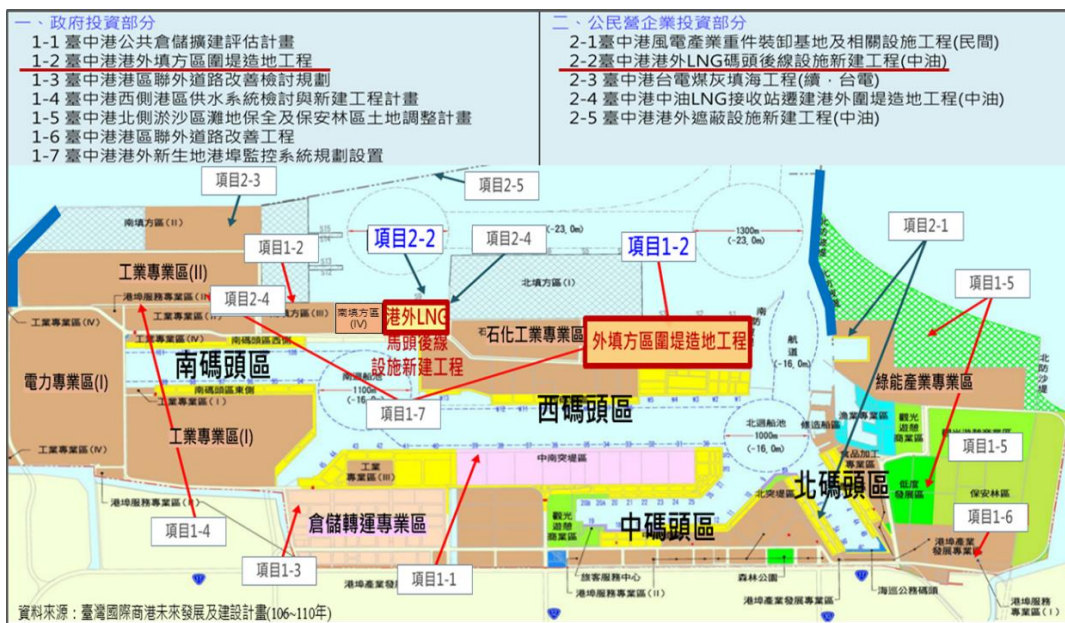
(一) 北填方區(I)：

北填方區(I)雖已劃入石化工業專業區範圍，惟 125 年前開發計畫均未規劃其填海造地工程之期程，未來將於 125 年後視需求再進行規劃開發。



資料來源：交通部，「台灣國際商港未來發展及建設計畫(106-110年)」，105年。

圖 5.3.2-1 臺中港區填海造地工程規劃填築範圍



資料來源：交通部，「台灣國際商港未來發展及建設計畫(106-110年)」，105年。

圖 5.3.2-2 臺中港區填海造地工程與開發計畫關聯圖

(二) 北填方區(II)：

北填方區(II)已劃入石化工業專業區範圍，為中程至遠程之土方收容區，圍堤工程於 109~112 年進行施工，新建西海堤鄰接現有石化工業專業區之北海堤以及南防波堤，圍堤長度約 2,020m，堤址水深約 EL.-5m~-7m，圍堤完成後本填方區面積約 125 公頃(依(1080819A)臺中港外港區擴建計畫（第一期）第二階段環境影響評估範疇界定，扣除廓堤面積後實際填築面積)。填方料源主要為臺中港區範圍內航道、迴船池、泊渠、船席等水域設施浚挖或港區工程剩餘土方，填區以平均高程 EL.+7.5~8.5m 設計，估計填方需求約 1,408 萬立方公尺(實方)。

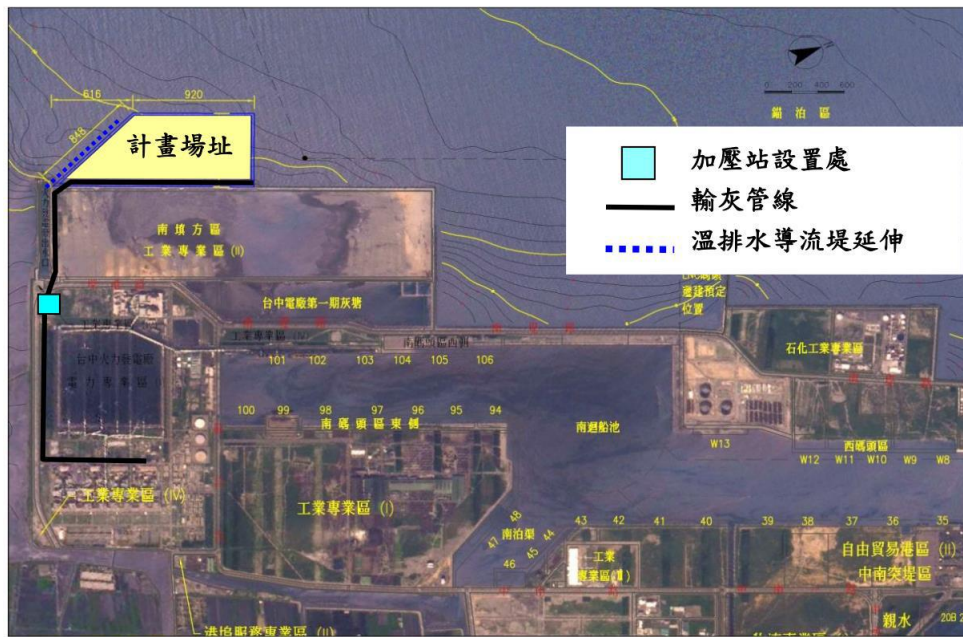
(三) 北填方區(III)：

北填方區(III)已劃入石化工業專業區範圍，為中程(111 年~120 年)之土方收容區，由新建之西海堤、南填方區(IV)之南側堤，及現有石化工業專業區防沙突堤與南堤路海堤包圍而成，新建圍堤長度分別約 620m 及 570m，堤址水深約 EL.+0m~-10m，圍堤完成後本填方區面積約 35 公頃。填方料源主要為臺中港區範圍內航道、迴船池、泊渠、船席等水域設施浚挖或港區工程剩餘土方，填區以平均高程 EL.+7.5~8.5m 設計，估計填方需求約 390 萬立方公尺(實方)。

(四) 南填方區(II)：

南填方區(II)已劃入工業專業區(II)範圍，屬於台電公司專用港區專用地，目前由台電公司執行「臺中發電廠第二階段煤灰填海工程計畫」，使用臺中發電廠產出之煤灰進行填海造地作業，原預計於南填方區(II)外海增加填海工程面積約為 73.2 公頃(計畫場址如圖 5.3.2-3 所示)，構築圍堤總長度約 2,368 公尺，灰塘容量約 1,062.7 萬立方公尺。

依「台中發電廠第 2 階段煤灰填海工程環境現況差異分析」(107 年 9 月)及「台中發電廠第 2 階段煤灰填海工程環境現況差異分析及對策檢討報告」(109 年 2 月，目前仍審查中)，因原計畫場址海床地質與可行性研究差異甚大，加上該區為白海豚活動熱區，故將煤灰填海工程變更調整，南填方區(II)後續將不開發，產出之煤灰進行填海造地作業已變更移至南填方區(III及 IV)。



資料來源：台電公司，台中發電廠第2階段煤灰填海工程環境現況差異分析及對策檢討報告，109年2月

圖 5.3.2-3 台中發電廠第 2 階段煤灰填海工程原預定場址

(五) 南填方區(III及 IV)：

臺中發電廠原使用彰濱線西西三區作為主要填灰區，因該區海域即將填滿，為規劃未來煤灰處置對策，台電公司推動「台中發電廠第 2 階段煤灰填海工程計畫」，將南填方區(II)變更移至南填方區(III及 IV)。

，計畫周圍環境現況如圖 5.3.2-4 所示，變更後煤灰填海工程面積由原 73.2 公頃縮減為 53.2 公頃，可提供煤灰容量亦由原 1062.7 萬立方公尺縮減為 668 萬立方公尺，構築圍堤總長度也由 2,368 公尺減為 1,990 公尺，依「台中發電廠第 2 階段煤灰填海工程環境現況差異分析及對策檢討報告」(109 年 2 月，目前仍審查中)，預計完成計畫目標年為 114 年。

二、預計造地回填資材用途中可能使用無機循環材料種類、數量與開發期程

(一) 北填方區(II)及(III)

北填方區(II)或(III)之填方料源主要為臺中港區範圍內航道、迴船池、泊渠、船席等水域設施浚挖或港區工程剩餘土方，此外北海堤以北淤積漂沙甚為嚴重，故過去臺中港填海造地料源，均以解決臺中港每年 300 萬立方公尺的淤積土砂去處為主要考量，該工程主要以浚牒土砂為主要填方來源，評估並無使用無機循環材料之餘裕量。



資料來源：台電公司，台中發電廠第2階段煤灰填海工程環境現況差異分析及對策檢討報告，109年2月

圖 5.3.2-4 臺中發電廠第二階段煤灰填海工程擬變更工程場址

(二) 南方填方區(III 及 IV)

目前臺中港填海造地之新生用地，均屬中油公司或台電公司港區專用地，中油公司以設置液化天然氣(LNG)接收站及倉儲區為主要目的，而台電公司原北填方區(II)為中程至遠程之煤灰收容區，待填海造地完成後，將以規劃設置燃氣機組等相關設施取代既有燃煤機組為主。

基於台電公司本身有煤灰去化壓力，加上原規劃南方填方區(II)之 1,062.7 萬立方公尺，變更至南方填方區(III 及 IV)後提供煤灰填埋容量縮減為 668 萬立方公尺，且考量中華白海豚活動範圍之環境因應對策，如以其他無機循環材料取代煤灰進行填海須進行環評變更程序，因此推論台電公司使用其他無機循環材料可行性不高。

(三) 評估以公共工程綠地面積比例換算無機循環材料作為填築料源

臺中港目前使用填海造地區域南方填方區(III)、(IV)之面積共約 160 公頃，本計畫擬以公共工程綠地面積比例約佔 10%比例約 16 公頃面積，以台北港模式進行填海造地後綠地或防風林之下方之填築料源，預計可使用 185 萬立方公尺之無機循環材料填築數量(如表 5.3.2-1 所示)，至於其他無機循環材料可能預估用量，將視後續詳細規劃內容而定。

表 5.3.2-1 臺中港使用無機循環材料作為綠地或防風林之下方之填築料源

工程計畫名稱	期程	計畫總面積	合適地點	用地面積	佔比	估計回填數量
1-2 臺中港港外填方區圍堤造地工程	115-125	125 萬 M ²	綠地	12.5 萬 M ²	10%	145 萬 M ³
2-2 臺中港中油 LNG 接收站遷建港外圍堤造地工程	111-120	35 萬 M ²	綠地	3.5 萬 M ²	10%	40 萬 M ³

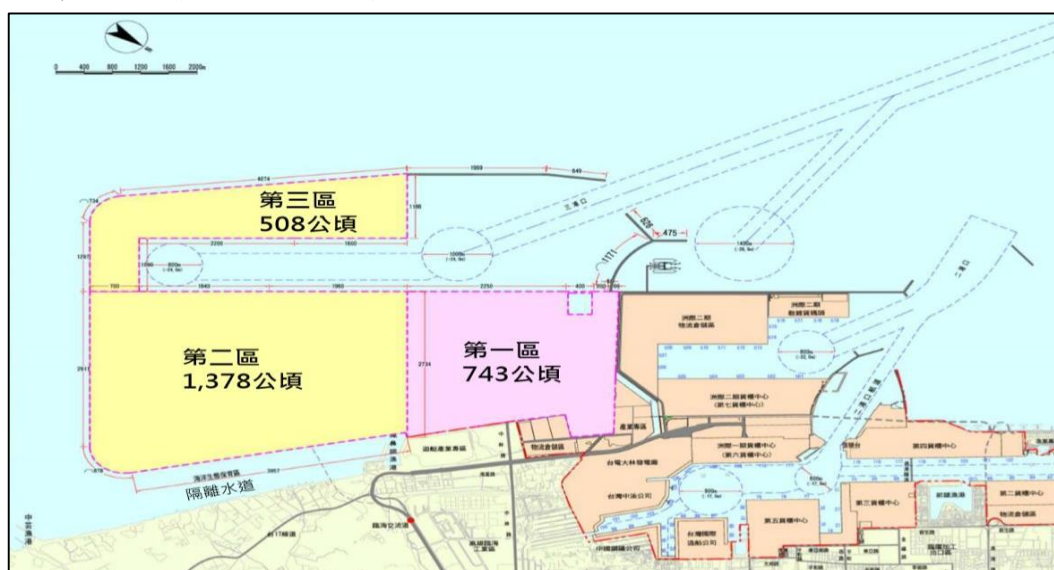
資料來源：本計畫彙整

5.3.3 盤點、評估及規劃高雄港港區工程開發計畫中循環材料可能填築

區位位置及其開發期程

一、盤點可能造地填築位置、數量及開發期程

依港務公司「高雄港 2040 主計畫」之填築新生地發展願景，高雄港未來將規劃於西南外海發展第三港區，共分為三個填方區，分二期進行開發，第一期將完成第一區用地開發計畫，第二期則完成第二區及第三區用地開發計畫(如圖 5.3.3-1 所示)，工程項目包含圍堤工程、基礎建設工程、公共設施工程、造地工程、碼頭工程等，該開發計畫規劃於 112 年開始，由政府單位投資發展基礎及公共設施，目前規劃第一期工程填海造地面積約 743 公頃，第二期工程填海造地面積約 1,886 公頃。

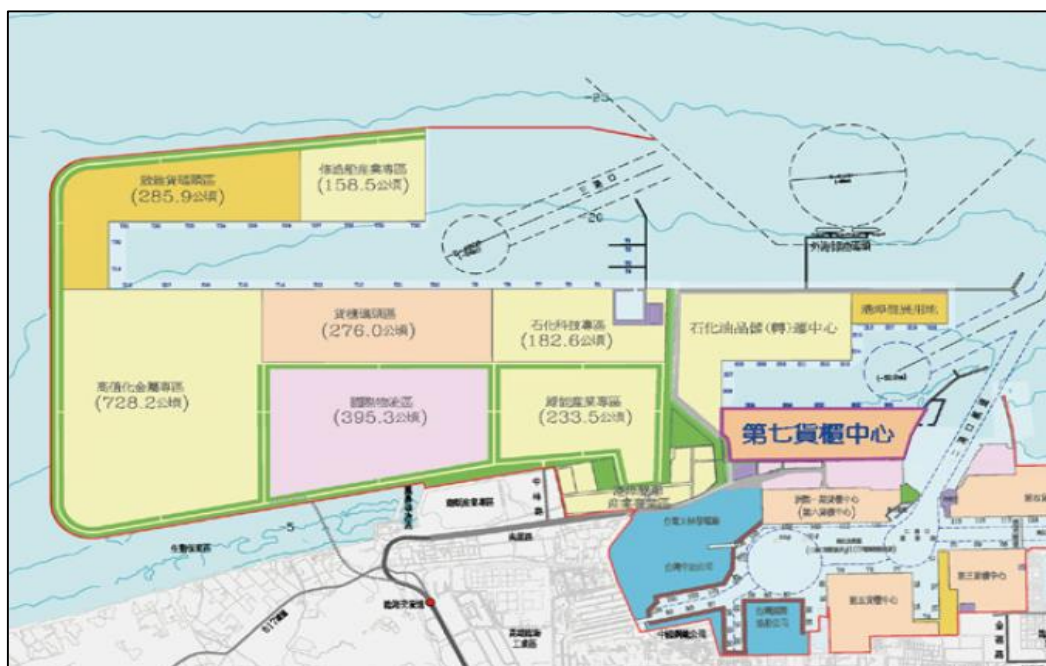


資料來源：交通部，「台灣國際商港未來發展及建設計畫(106-110年)」，105年。

圖 5.3.3-1 高雄港 2040 主計畫規劃未來高雄港區分期開發填海造地範圍

(一) 高雄港第三港區開發計畫(第一期)

港務公司「高雄港 2040 主計畫」規劃未來配合港務公司開發計畫於開發第三港區第一期(即第一區)工程，主要設置石化科技專區、綠能產業專區、國際物流區及貨櫃碼頭區等區域；民間投資項目主要以營運設施為主，包括：造地工程、碼頭工程、各產業區開發工程。為促進民間參與投資，將依促進民間參與公共建設法採 BOT 方式及依商港法採約定興建方式來執行，港務公司規劃高雄港第三港第一期開發計畫填海造地區域及用途配置如圖 5.3.3-2。



資料來源：臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司，高雄港2040主計畫，104年。

圖 5.3.3-2 高雄港第三港區開發計畫初步規劃分區開發用途

高雄港第三港區開發計畫(第一期)屬於區高雄港中長程發展計畫，執行期間預定為 112 年至 125 年，含民間投資 117 年至 130 年。除港務公司依高雄港 2040 主計畫進行港區行開發計畫外，高雄市政府同時於 108 年研擬「新南星填海造陸可行性規劃」專案計畫，以解決廢棄物去化及土地活化的問題，由於目前臺灣港務股份有限公司表示目前第三港區並無明確開發需求，本計畫擬先參考高雄市政府研擬「新南星填海造陸可行性規劃」計畫書(目前為結案報告(初稿))(以下簡稱該計畫)，為未來規劃方向，據以評估未來可使用之無機循環材料數量。

第一期工程填海造地規劃面積 743 公頃，預計填築土方約 1.47 億立方公尺，依新南星填海造陸可行性規劃專案計畫計畫結案報告(初稿)，初步規劃填築面積及高層如圖 5.3.3-3 所示，開發完成示意圖如圖 5.3.3-4 所示。



資料來源：高雄市政府，新南星填海造陸可行性規劃計畫結案報告(初稿)，109年。

圖 5.3.3-3 高雄港第三港區(第一期)開發計畫初步規劃填築面積及高層



資料來源：高雄市政府，新南星填海造陸可行性規劃計畫結案報告(初稿)，109年。

圖 5.3.3-4 高雄港第三港區(第一期)開發計畫開發完成示意圖

(二) 高雄港第三港區開發計畫(第二期)

依高雄港 2040 主計畫，高雄港第三港區第二期開發計畫將於 120 年後執行，主要規劃出國際物流區、貨櫃碼頭區、高值化金屬專區，散雜貨碼頭區及修造船產業專區，惟目前開發計畫經多方討論，後續開發方向與用途尚未明確定案。然高雄港第三港區第二期開發計畫填海造地面積高達 1,886 公頃，未來無機循環材料使用於海事工程之研究將更明確，應用層面更廣泛，只要主計畫仍持續推動，仍可預期提供大量無機循環材料作為可行料源之去處。

二、預計造地回填資材用途中可能使用無機循環材料種類、數量與開發期程

(一) 高雄港第三港區開發計畫(第一期)

高雄港第三港區開發計畫(第一期)屬於區高雄港中長程發展計畫，執行期間預定為 112 年至 125 年，含民間投資 117 年至 130 年。由於目前臺灣港務股份有限公司表示目前第三港區並無明確開發需求，故本計畫擬先參考高雄市政府研擬「新南星填海造陸可行性規劃」計畫書(目前為結案報告(初稿)(以下簡稱該計畫)，目前規劃第一期工程填海造地面積約 743 公頃，預計填築土方空間約 1 億 1750 萬立方公尺，其中海陸砂約 3,700 萬立方公尺，無機循環材料約 8050 萬立方公尺，共可填築 18.5 年。

為提高資源使用效率，評估未來收受填海造地之料源包括高雄市無機廢棄物(電弧爐煉鋼爐渣(石)、煤灰、焚化灰渣等無機廢棄物)、營建廢棄土石方、轉爐石以及海砂或高屏溪疏浚土石等填築材料為填海造地料源，據以評估未來可使用之無機循環材料數量如表 5.3.3-1 所示，預估各類無機循環材料填築量(不含營建土石方每年填築量 326 萬立方公尺)約為 109 萬立方公尺/年，如以執行期程約 18.5 年計，總計可填築各類無機循環材料填築量為 2,016.5 萬立方公尺。

表 5.3.3-1 新南星填海造陸可行性規劃計畫評估填海造地料源統計

項目	近 3 年平均產生量 (萬公噸/年)		填築率 (%)	比重	填築土方量 (萬立方公尺/年)	
	中部及高雄	高雄			中部及高雄	高雄
轉爐石	160	160	80	3.3	39	39
公共工程營建剩餘土石方 (B1~B6 類土方)	326	95	100	—	326	95
燃煤底灰	80.6	11.4	50	2.3	18	2
垃圾焚化底渣	底渣	52.9	22.6	60	16	7
	飛灰水洗或穩定化物	20.2	8.5	100	13	6
電弧爐煉鋼爐 碴(石)	氧化碴	91.5	25.9	50	15	4
	還原碴	27.6	8.1	80	8	2
合計	—	—	—	—	435	155

資料來源：高雄市政府，新南星填海造陸可行性規劃計畫結案報告(初稿)，109年。

備註：1.中部及南部汐止苗栗以南屏東以北

2.填築率(%)=(100%-年平均再粒用率%)+(年平均再利用率%/2)

(二) 高雄港第三港區開發計畫(第二期)

高雄港第三港區開發計畫(第二期)預計施工期間為 120 年至 135 年(含民間投資 125 年至 140 年)，填海造地面積約 1,886 公頃，預計填築土方約 3.73 億立方公尺，如以使用轉爐石比例約 7.3%推估，約使用轉爐石 2,722 萬立方公尺，即約 7,079 萬公噸，以施工期間 120 年至 135 年約 16 年計，平均轉爐石使用量約 442 萬公噸/年，已超過轉爐石 96 萬公噸/年供應量。

5.3.4 盤點、評估及規劃其他填海造地循環材料可能填築區位位置及其開發期程

一、基隆港協和電廠專用港

(一) 計畫緣起

台電公司為配合政府綠能政策，並改善協和發電廠過去燃油發電機組污染問題，於 107 年通過「協和發電廠更新改建計畫」環境影響說明書，未來將全面改建為燃氣發電機組，故規劃於電廠原專用港區外填海造地作為 LNG 貯槽及發電機組之用地，預計開發期程為 114 年至 121 年。

(二) 計畫內容

開發內容含防波堤興建、圍堤工程及造地工程。其中填海造地相關工程部分為防波堤工程，依 107 年通過「協和發電廠更新改建計畫」環境影響說明書填海造地面積為 29.25 公頃，惟依 108 年 8 月提報「協和發電廠更新改建計畫」第二階段環境影響評估範疇界定指引表，為減少對環境及漁港作業造成影響與衝擊，變更減少填海造地面積，取消北海堤(500m)及西海堤改為 630m、東海堤維持 815m，共 1,445m；而造地工程位於海堤堤體法線內，新生地面積約 18.6 公頃(如圖 5.3.4-1 所示)。

(三) 以無機循環材料替代填築料源可能性分析

填方主要以各電廠更新改建土方資源、計畫區及鄰近海域浚渫土方、國內各港口疏浚土方、基隆市公共工程剩餘土方、煤灰混凝土(CLSM)填料及購買土石方等，因面積僅約 18.6 公頃，其中煤灰混凝土(CLSM)仍屬無機循環材料應用，需符合「高煤灰量控制性低強度回填材料作業要點」規定。而由於本計畫港區填築面積不大，除浚渫或營建土方外，台電公司本身煤灰貯存量甚多，因此研判本計畫使用其他無機循環材料，如轉爐石、電弧爐氧化碴、還原碴或焚化無機循環材料進行填海造地之可能性甚低。



協和發電廠更新改建計畫原填海造地工程範圍



協和發電廠更新改建計畫變更後填海造地工程範圍

資料來源：台電公司，「協和發電廠更新改建計畫」環境影響說明書，107年。

圖 5.3.4-1 協和發電廠更新改建計畫開發區位變更示意圖

二、彰化濱海工業區

(一) 計畫緣起

自民國 61 年國內經濟蓬勃發展，工業成為經濟之主幹，各地所需工業用地激增，依行政院民國 65 年核定之「台灣經濟建設六年計畫(民國 65~70 年)」平均每年約需工業用地 1,000 公頃；民國 67 年經建會訂頒之「台灣地區綜合開發計畫」第 1 期(民國 66~75 年)應增闢工業用地 6,100 公頃，其中中部區域占 1,400 公頃；第二期(民國 76~85 年)應增闢工業用地 8,400 公頃，其中中部區域占 2,200 公頃。彰濱工業區即屬國內設置之大型濱海工業區，目前規劃設置有線西區、崙尾區及鹿港區等三大區域。

(二) 計畫內容

民國 81 年通過「彰化濱海工業區開發計畫環境影響評估報告書」審查，其中填海造陸之土源有二：其一為浚填土(航道浚寬、浚深而得)；另一則為外海抽砂浚淤而得；民國 89 年通過「彰濱工業區開發計畫開發內容暨審查結論變更環境影響差異分析報告」，修正後審查結論第七點：本計畫造地所需之覆蓋土石料達六百多萬立方公尺，如有砂石開採計畫，應另提出環境影響評估送本署審查通過後，方行辦理。至於採購之砂石應向領有砂石開採權執照及主管機關核准之砂石供應商採購，或由公共工程及民間建築工程剩餘土石方提供。

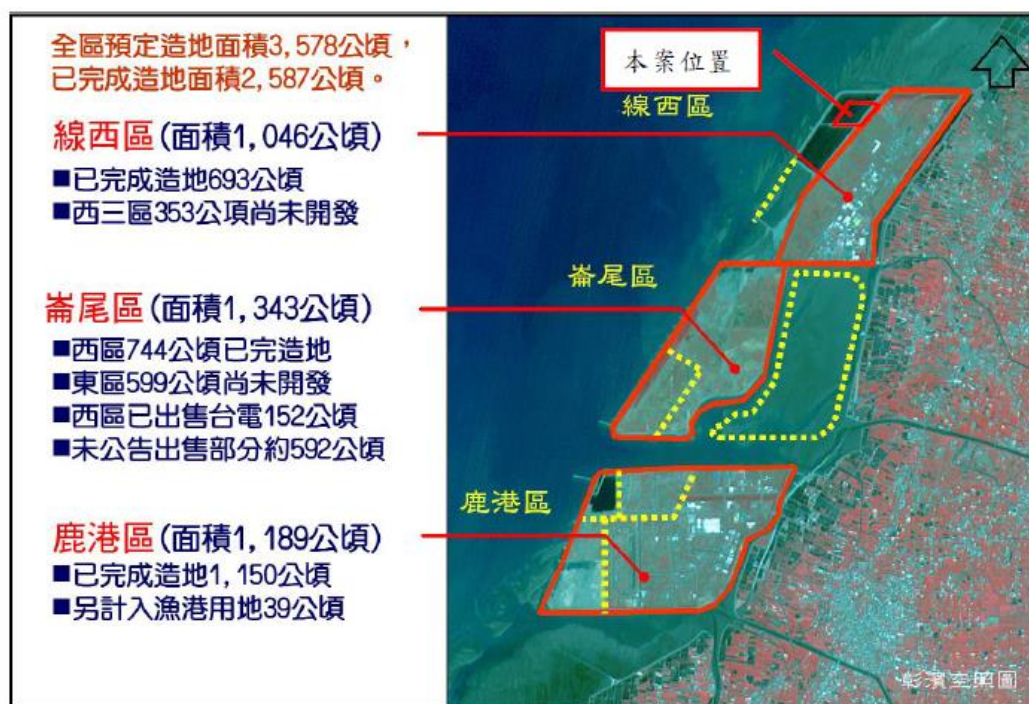
彰化濱海工業區主要土地均以海域浚淤土方、剩餘土方或其他循環無機循環材料為填海造地之填築材料，因造地面積大除土壤外，造地砂源包含工業區之隔離水道抽砂及外海抽砂，全區域預定造地面積為 3,578 公頃，自 89 年後至今完成造地面積 2,587 公頃(圖 5.3.4-2)。以下針對彰濱工業區各分區造地現況說明如下：

1. 線西區

線西西 3 區預計填築面積為 1,046 公頃，除既有土方來源外，於民國 99 年 11 月 11 日經審查通過新增台電公司煤灰作為填地料源之一。線西區目前已完成造地及公共設施約 877 公頃，採分期分區開發，其中已公告租售部份包括東 1 區、東 2 區、東 3 區、西 1 區及西 2 區土地；另西 3 區完成北側部份隔離海堤，已完

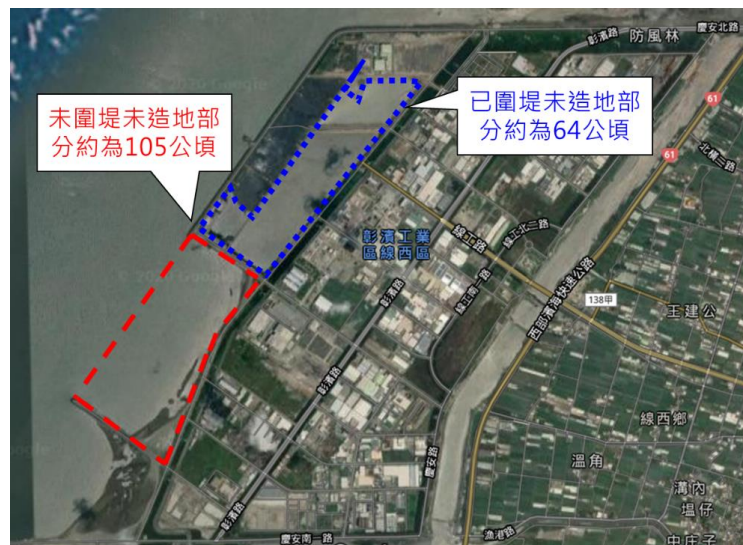
成環保用地填地(15 公頃)，並於 96 年完成辦理招商，目前開發工程現正進行中。

線西區目前尚未開發西三區土地可分為兩大部分，一為已圍堤未造地(素海地)面積為 64 公頃，另一部份為素海地南側未圍堤未造地部分，約為 105 公頃(位置如圖 5.3.4-3 所示)，工業局未來配合市場及廠商需求情形將再行招商開發；其中中龍鋼鐵公司於民國 99 年提出「彰濱工業區線西西 3 區新增轉爐石為填地料源環境影響差異分析報告」，規劃於北側已圍堤未造地之區域，將轉爐石取代部分抽砂作為填地料源，開發單位為預計填築範圍為 19.7 公頃，填築完成後其土地計畫不變仍做為運輸倉儲用地，預估可容納轉爐石約 161.6 萬立方米。惟該案於環評會議結論要求補件後，目前維持補件狀態並更新進度(位置如圖 5.3.4-4 所示)。經與經濟部工業局-開發更新科洽詢後得知，線西西 3 區目前已完成造地之區域尚未全數租售，故短期內無繼續造地之需求。



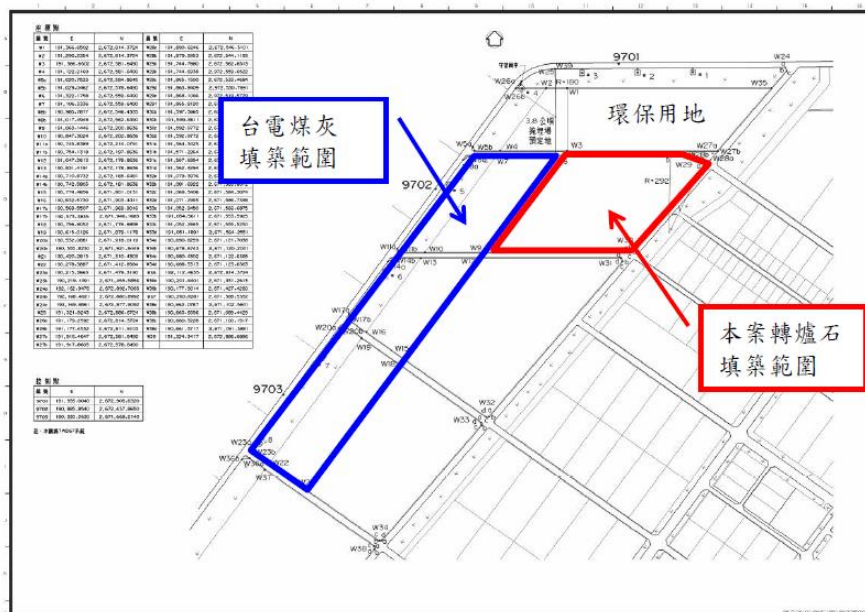
資料來源：中龍鋼鐵公司，「彰濱工業區線西西3區新增轉爐石為填地料源環境影響差異分析報告」，2011年

圖 5.3.4-2 彰濱工業區填海造地開發情形



資料來源：中龍鋼鐵公司，「彰濱工業區線西三區新增轉爐石為填地料源環境影響差異分析報告」，2011年

圖 5.3.4-3 彰濱工業區線西三區未造地區域



資料來源：中龍鋼鐵公司，「彰濱工業區線西三區新增轉爐石為填地料源環境影響差異分析報告」，2011年

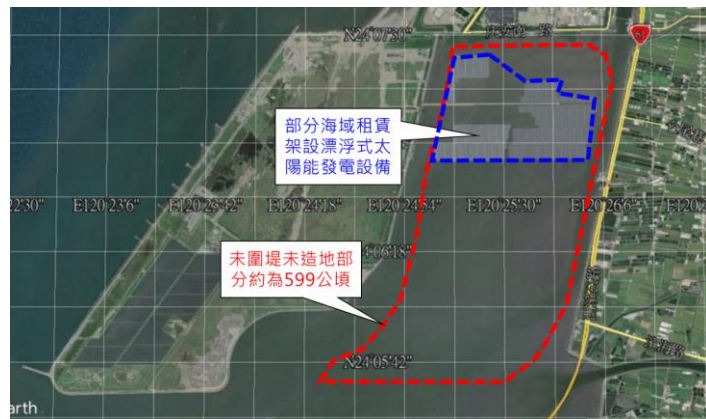
圖 5.3.4-4 彰濱工業區線西三區煤灰及轉爐石已築堤未填築範圍

2. 崙尾區

本區採分期分區方式進行開發(如圖 5.3.4-5 所示)，先進行填海造地工程，造地完成後再進行公共設施工程建設，土地使用及分

期計畫。106 年 3 月崙尾西區已完成造地工程，公共設施部份則尚未施作，面積約 744 公頃；崙尾東區尚未完成造地，規劃面積約 599 公頃。

經與經濟部工業局開發更新科洽詢後得知，崙尾東區雖未造地，但已於 108 年度租給太陽能光電業者使用漂浮式太陽能發電，且租期為 20 年，故目前尚無填海造地計畫，未來於租期內是否可能進行造地，將再視實際需求與可行性而定。



資料來源：本計畫彙整

圖 5.3.4-5 彰濱工業區崙尾東區未圍堤造地之區域

3. 鹿港區

本區面積共 1,189 公頃，已完成填海造地區域 1,150 公頃，漁港用地 39 公頃，已完成全區開發，無待填築之未開發區域(如圖 5.3.4-6)。



資料來源：本計畫彙整

圖 5.3.4-6 彰濱工業區鹿港區已完成造地使用區域

(三) 納入混凝土塊、磚塊及無機循環材料當作回填料源可行性規劃

由於彰濱工業區開發計畫之環境說明書已載明本計畫屬抽砂填土之新國土造地計畫；另於 89 年 8 月公告之「彰化濱海工業區開發計畫開發內容暨審查結論變更環境影響差異分析報告」中將第七點結論變更為覆蓋土石料之砂石，供應除可向領有砂石開採權執照及主管機關核准之砂石供應商採購，或由公共工程及民間建築工程剩餘土石方提供。故若需將回填料源納入混凝土塊、磚塊及無機循環材料等，則需透過環境差異分析及環評變更等程序以將其納入回填料源之選項。

目前彰濱工業區尚未填海造地區域包括線西區約 169 公頃及崙尾東區 599 公頃，共計 768 公頃，然除線西區西三區已提出新增轉爐石為填地料源計 19 公頃，且環境影響差異分析報告尚未通過無法使用外，其餘用地除煤灰已指定填築範圍外，尚不得使用其他無機循環材料於填海造地。

因工業區管理單位表示目前尚無填海造地用地需求，故除原規劃使用回填材料(僅浚填土、外海抽砂、營建土石方及煤灰等)外，如未來擬規劃使用納入混凝土塊、磚塊及無機循環材料當作回填料源，須提出環境影響差異分析送審，通過後可參考臺北港訂定「臺北商港物流倉儲區填海造地工程收容公共工程營建剩餘土石方作業規定」等相關規定，以建立相關料源進場之規範。

三、觀塘工業(區)港

(一) 計畫緣起

觀塘工業區(港)開發計畫主要為中油公司配合政府綠能政策，於觀塘工業區填海造地興建 LNG 貯槽及發電機組之用地。

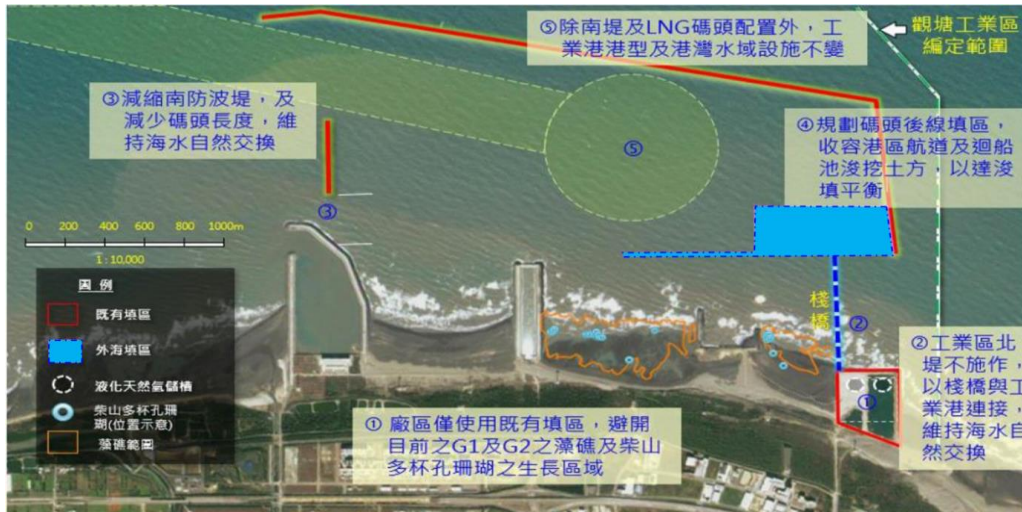
(二) 計畫內容

本計畫依 88 年通過「桃園縣觀塘工業區開發計畫環境影響評估報告書」，原開發面積 230 公頃，後因觀音沿海藻礁特殊地形之故，中油公司辦理環境影響評估差異分析報告變更開發行為，目前依 107 年通過「桃園市觀塘工業區開發計畫環境影響評估報告書-藻礁生態系因應對策暨環境影響差異分析報告」，變更規劃於觀塘工業區開發 LNG 接收站 13 公頃、南北聯外道路 2 公頃、既有溫排水渠道用地 8 公頃，新增海上

聯絡棧橋約 742m，實際填築面積變更為 23 公頃(如圖 5.3.4-7)。

(三) 以無機循環材料替代填築料源可能性分析

本案預計填築面積已變更為僅 23 公頃，且環評承諾填築使用之土方為區內土方浚填平衡，故無進出料問題，故無進場管制(標準)規定，加上鄰近藻礁沿岸區，為環團關注焦點，使用外部無機循環材料進場填築之可能性偏低。



資料來源：中油公司，桃園市觀塘工業區開發計畫環境影響評估報告書-藻礁生態系因應對策暨環境影響差異分析報告，107年

圖 5.3.4-7 觀塘工業港預計開發填海區域

5.4 研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，並視需求研商推動相關事宜

本項工作內容，依據契約書為「研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，依據評估及規劃各港區可能填築區位中可使用之無機循環材料種類與港區造地工程及完成面建設可使用用途類型，研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，並視需求協助與港埠經營單位與相關主管機關研商推動相關事宜。」。

本計畫對計畫工項的瞭解分述如下，研析成果如后說明：

- 一、研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，詳 5.4.1 節。
- 二、研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，詳 5.4.2 節。
- 三、研提無機再生粒料應用於填海造陸回填料源政策說帖，詳 5.4.3 節。

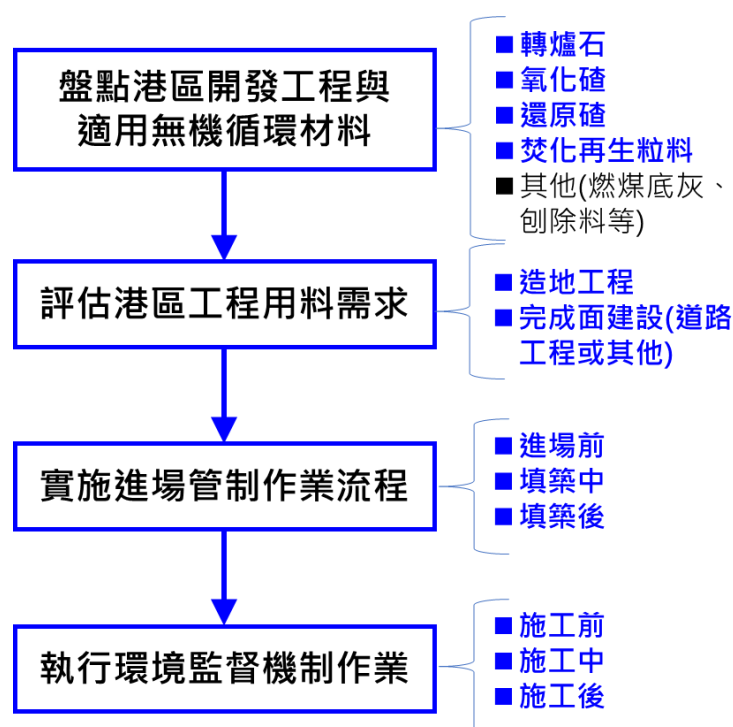
綜觀前三節內容，本計畫針對港區工程開發使用循環材料研提標準作業程序，並針對我國港區工程開發進行短、中、長程之推動方案建議，詳細內容如下：

5.4.1 研擬港區工程開發使用循環材料作業程序

本計畫依相關研析成果，研擬彙整港區工程開發使用循環材料作業程序，分別為：一、盤點港區開發工程與適用無機循環材料，二、評估港區工程用料需求，三、實施進場管制作業流程及四、執行環境監督機制作業等四大項目。規劃建議主要作業程序內容如圖 5.4.1-1 所示，說明如下。

一、盤點港區開發工程與適用無機循環材料

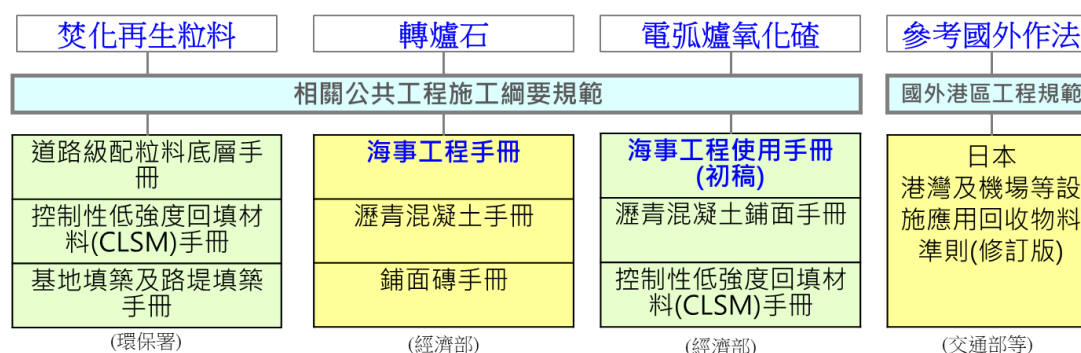
首先盤點港區開發計畫各類工程，將各類工程所需材料與現行無機循環材料施工綱要所提供之用途進行比對，評估適合使用無機循環材料之工程種類，或非施工綱要規範，但依使用手冊建議可行之施工方法，評估執行試驗計畫之可行性進行盤點(如圖 5.4.1-2 所示)。



資料來源：本計畫彙整

圖 5.4.1-1 港區工程開發使用循環材料作業程序

	類型	相關規範	權責單位
港區工程	法規	• 環境影響評估要求事項(視需要)	經濟部、環保署、交通部及工程會等各權責單位
		• 各種類研訂無機循環材料環境用途標準(陸域及海域)	
	規範及手冊	• 相關公共工程施工綱要規範	
		• 相關無機循環材料物料使用手冊(海事工程手冊)	
		• 港灣構造物設計基準修訂	



資料來源：本計畫彙整

圖 5.4.1-2 盤點港區開發工程適用無機循環材料之相關技術與法令規範

二、評估港區工程用料需求

經盤點港區開發計畫各類工程適用無機循環材料後，依開發工程細部設計計畫對工程用料之實際需求，估算各類無機循環材料使用用途、區位、比例、數量及預計施工期間等，並評估供應料源之可行方案(如圖 5.4.1-3)；如涉及環境影響評估變更時，則視實際變更內容，依評估方案提出變更申請。



資料來源：本計畫彙整

圖 5.4.1-3 評估港區工程供應料源之可行方案

三、實施進場管制作業流程

建立作業程序使工程單位有所依循，可提高工程單位使用無機循環材料之意願，提升粒料品質管制，避免不當應用等情形發生。本計畫對於港區工程使用無機循環材料，初步分為進場前、填築中及填築後三階段進行討論，並初擬各階段執行作法(詳圖 5.4.1-4)，說明如下：

(一) 進場前

依據過去推動經驗，施工單位在材料選用上，有時受限於合約僅可選用天然粒料等因素，導致於工程中無法推動使用，若需變更契約又有時程等壓力存在，故建議於工程合約擬定時即將無機循環材料納入，以利後續施工廠商選用。

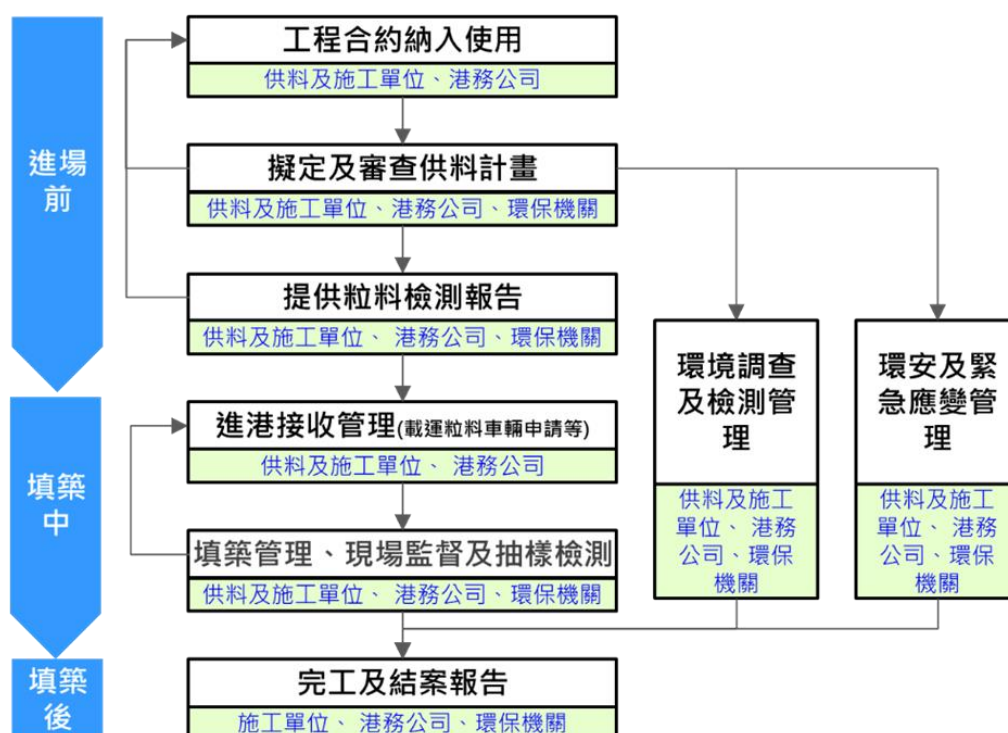
供料單位於進場前擬定供料計畫，說明供料來源、品管作業、進場車輛清冊及檢測報告等，交付工程單位審查並副知環保機關，以確定供料來源品質無虞，且以此供料計畫書為後續執行之依據。

(二) 填築中

工程單位核對供料單位事先提供之進場車輛清冊，落實進場管制作業。供料單位需派員至現場監督，環保機關針對進場料源進行隨機抽樣檢測，若發現有不符標準之料源立即退運。

(三) 填築後

填築後由供料單位紀錄實際使用數量、區域等，向工程單位提送完工及結案報告並副知環保機關。

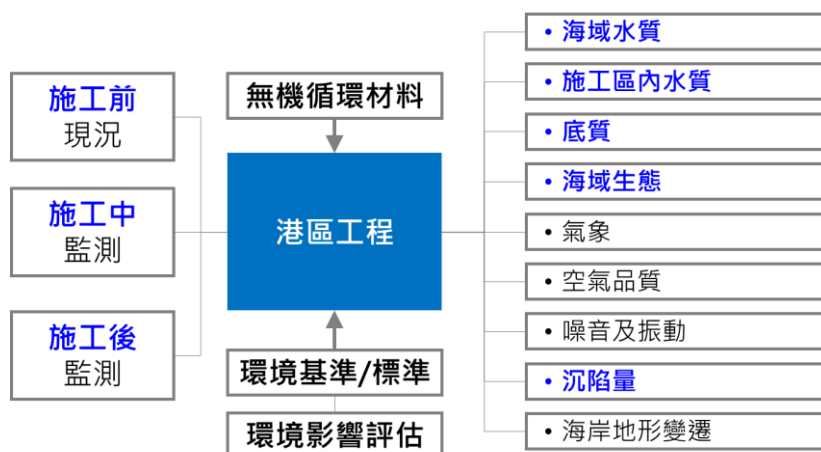


本計畫彙整。

圖 5.4.1-4 港區工程實施無機循環材料進場管制作業流程

四、環境監督機制作業

為避免無機循環材料使用對環境品質造成影響，除依原開發工程環境影響評估承諾進行之環境監測項目外，宜針對無機循環材料使用鄰近區域環境，規劃並執行環境品質監測，除可了解使用後對環境造成實際之影響，進而調整用料配比或施工方法外，也可提供關心環境保護之環保團體或民眾，確保無機循環材料使用之安全性，減少大眾對其使用會造成環境污染之疑慮。規劃於港區開發工程使用，配合環評及需求，進行港區應用前中後之環境監測，主要作業流程及監測項目如圖 5.4.1-5 所示。



本計畫彙整。

圖 5.4.1-5 港區工程實施無機循環材料環境監測作業流程

5.4.2 研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議

一、港區工程使用無機循環材料之供需原則

(一) 無機循環材料供給原則

1. 粒料種類：首先針對轉爐石、氧化碓、焚化再生粒料等三種目前使用技術成熟之無機循環材料優先規劃；其他粒料種類(如：還原碓、燃煤底灰及瀝青混凝土刨除料等)再逐年依序規劃。
2. 供料地區：依三處商港區位置，料源規劃分為北、中、南三區各別供料，就近利用以降低運輸成本。
3. 是否已有去化管道：針對已有使用管道者，維持原去化管道，不納入規劃。優先去化每年暫存增加量(每年產生量扣除固定去化量)，使暫存量獲得喘息空間；若仍有使用空間之餘裕量，則逐步去化多年累積之暫存量，或進一步考量由其他區域供料，使國內無機循環材料之調度更加靈活。

(二) 港區工程需求原則

1. 依特性規劃

由於無機循環材料具不同之物化特性，故依粒料之特性規劃其工程用途之使用優先順序，如：海床填築優先以轉爐石(氧化碓

)為主、海平面以上填築以焚化無機循環材料為主。

2. 依開發期程規劃

配合國內港區工程開發之預估期程，規劃工程項目之供料期程，優先檢討防風林及綠地用地等無陸上建設用地，其次為施工便道或鋪面，最後為完成面之道路工程，至於其他潛在用途，在相關技術及法令規範尚未成形前先予保留。並持續追蹤我國港區最新之開發計畫，先以 109 年至 125 年之規劃進行探討，後續則採滾動式檢討。

二、研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議

為拓展無機循環材料應用管道，研提港區工程使用無機循環材料短、中、長期規劃方案，本計畫研析內容構想為無機循環材料在工程可行、環境安心及管理嚴謹逐步推動建構下，適材適所應用(詳表 5.4.2-1)：

(一) 短期

1. 短期期程：預定期程為 110 年~115 年。

2. 規劃方案重點：

(1) 優先去化產量大再利用技術成熟之無機循環材料

選擇轉爐石、氧化矽及焚化再生粒料等產量大且再利用技術成熟之無機循環材料為主，推動非建築結構用地造地工程(大量去化)及道路工程選用(技術成熟)。

(2) 規劃編撰使用手冊及施工綱要規範

此階段為拓展後續使用項目及去化管道，亦須由管理面制定相關規範如訂定無機循環材料之環境安全性規範、修訂施工綱要規範及使用手冊等，促進施工單位選用之信心。

3. 具體執行作法：

(1) 優先去化產量大再利用技術成熟之無機循環材料

除港區開發工程外，盤點應實施環境影響評估之開發行為，檢視無機循環材料適用工程範圍，協調提高開發單位與目的事業主管機關使用無機循環材料之意願，促進無機循環材料之去化。

(2) 規劃編撰使用手冊及施工綱要規範

透過技術提升與試驗計畫，提現行高無機循環材料應用層面與價值，以產出量大之無機循環材料優先，如轉爐石、氧化矽使用於填築回填材料以外之其他海事工程材料，以國外已有實績優先，其次為依焚化再生粒料海事工程施作試驗結果逐步增加再利用用途，補強各類無機循環材料之施工使用手冊及編修施工綱要規範內容。

表 5.4.2-1 港區工程使用無機循環材料短中長期規劃方案

目標	無機循環材料在工程可行、環境安心及管理嚴謹逐推動建構，適材適所應用		
工程推動方向	短期	中期	長期
	- 推動轉爐石、氧化矽及焚化無機循環材料為主 - 工程項目： ◇ 造地工程：綠地 ◇ 其他工程：道路	- 納入煤灰、無機污泥、瀝青刨除料等項目使用 - 工程項目： ◇ 造地工程：停車場、廣場等非結構性建築用地	- 提升各類無機循環材料應用項目及使用範圍 - 工程項目： ◇ 造地工程：倉儲區 ◇ 其他工程：堤外海事工程構造物等
環境面	訂定無機循環材料環境安全性規範	- 進行滾動式檢討 - 研訂無機再生粒料環境用途標準 - 研訂環境監測模式規劃	- 擴大使用範圍與區域之環境影響評估 - 滾動式檢討研訂更新環境監測模式規劃
管理面	研擬無機循環材料作業程序	- 進行滾動式檢討 - 研訂監督管理機制等	逐步建立環評審查納入工程使用無機循環材料比例規範
工程面	- 依公告用途編修相應之施工綱要規範 - 依國內外技術及應用實例，探討其他應用方式	- 視需求辦理試驗計畫 - 研訂循環材料使用比例 - 依評析結果配合修訂施工綱要規範	- 進行滾動式檢討 - 視需求辦理試驗計畫 - 擴大工程面應用

本計畫彙整

(二) 中期

1. 中期期程：預定期程為 116 年~120 年。
2. 規劃方案重點：
 - (1) 研訂相關配套措施，包括環境用途標準、監督管理機制及環境監測模式規劃等。
 - (2) 整合無機循環材料品質驗證、供需媒合及流向管控及環境監督管理平台，資訊透明全程掌控媒合及管理作業。
3. 具體執行作法：
 - (1) 參考國外現行規範與做法，研訂國內相關配套措施，如訂定各類無機循環材料於環境用途標準、材料前處理作業標準，進場材料品質標準及監督管控機制，以及施作環境監測模式等，結合為應用無機循環材料之配套管理機制，以利港區開

發工程作業程序有所依循。

- (2) 整合無機循環材料品質驗證、供需媒合及流向管控及環境監督管理平台

擴大推動循環材料驗證媒合平台功能，整合無機循環材料品質驗證、供需媒合及流向管控及環境監督管理作業，對外界提供資訊透明，且能全程掌控之媒合管理平台，建立標準作業程序，減少行政協調延宕，加速規劃與作業時程，提升施工單位使用意願。

(三) 長期

1. 長期期程：配合港區開發工程計畫，預定期程為 121 年~125 年。
2. 規劃方案重點：

- (1) 擴大使用無機循環材料使用工程項目及區域。

提升無機循環材料應用技術，推動堤外海事工程及港區結構性建築用地造地工程之應用。

- (2) 無機循環材料使用比例機制逐步建立環評審查納入規範。

研議將可行技術強制入法，提高港區工程無機循環材料使用比例。

3. 具體執行作法

- (1) 擴大使用無機循環材料使用工程項目及區域

以引進國外技術及配合長期試驗計畫，發展堤外海事工程及港區結構性建築用地造地工程技術，建立材料品質管制標準及相關施工規範。

- (2) 循環材料使用比例機制逐步建立環評審查納入規範

研訂各類開發工程使用無機資源循環材料比例機制，透過研提無機循環材料之循環經濟政策，或修訂相關環保法令，研議強制將資源循環材料使用比例規定，納入港區開發環評作業審查規範，透過環評審查機制加強無機資源循環材料之應用。

5.4.3 研提無機再生粒料應用於填海造陸回填料源政策說帖

為順利推動無機再生粒料應用於填海造陸回填料源政策，讓各界瞭解其目的、構想及作法，先行研提無機再生粒料應用於填海造陸回填料源政策說帖(稿)供參，包含一、緣起。二、無機再生粒料特性。三、港區造地工程用途及國內外應用案例說明。四、規劃推動方式。茲說明如后。

一、緣起

營建工程是國家發展基礎，台灣天然資源有限，各類營建工程常面臨砂石及土方等材料短缺之問題，除須開採本地天然資源外，或須仰賴國外資源進口。須翻轉思維，降低更多天然資源開採，締造新經濟發展契機。

港區發展也是國家競爭力重要的一環，日本等先進國家對於港灣及機場造地工程，除使用營建剩餘土石方外，也使用無機再生粒料來回填，國土創造並減少外海抽砂及天然砂石資源開採，大幅降低對海洋環境及生態衝擊。

循環經濟有別於傳統線性經濟思維，以資源妥善循環利用角度重新思索資源永續應用價值，讓天然資源投入最少、廢棄物排放最少，創造經濟與環保雙贏。

無機資源物及營建剩餘物，性質與天然砂石相近，透過直接或經資源化處理製成無機再生粒料，作為原料、材料、級配料或加工製品等，適材適所應用於陸域及海域工程，替代天然資源，促進資源循環也邁向循環經濟。

二、無機再生粒料特性

(一) 轉爐石

具低磨損率、低健性、高乘載比、高硬度、高內摩擦角、高度結構穩定性亦含大量鈣質成分及親油性，適合作為瀝青混凝土、AC 骨材、回填材料或水泥生料等營建材料。由於具膨脹性，須留意其應用用途之限制，或進行相關前處理後再利用。

(二) 氧化碴

含鐵量高、粗粒料易鏽斑、質地堅硬、比重大、性質安定與膨脹率低，適合作為瀝青混凝土、或 CLSM 或回填材料等營建材料。

(三) 還原碴

含鐵量少、含 CaO 及 MgO 量多，部分游離石灰、游離氧化鎂，遇

水膨脹易崩解，適合作為水泥生料或回填材料等營建材料。由於具膨脹性，須留意其應用用途之限制，或進行相關熟成處理使其安定化後再利用。

(四) 焚化再生粒料

多孔隙輕質非均質物質、具高比表面積特性、比重較輕及吸水率較高，適合為 CLSM、道路基底層、瀝青混凝土或回填材料等營建材料。

三、港區造地工程用途及國內外應用案例說明

(一) 港區造地工程用途

港區造地工程用途一般包含斜坡堤、拋石與消波塊、堤後背填、地盤改良(含防液化工程)、造地回填料源及施工便道等。各種用途應用上可視各再生粒料種類、工程與環境特性及技術實績成熟度等考量後，以粒料或加工再製產品等方式適材、適所及分流推動。

其中，港區造地工程回填資材及施工便道等用途，因技術門檻及限制較低，國內外經驗顯示可優先推動利用(詳圖 5.4.3-1)。

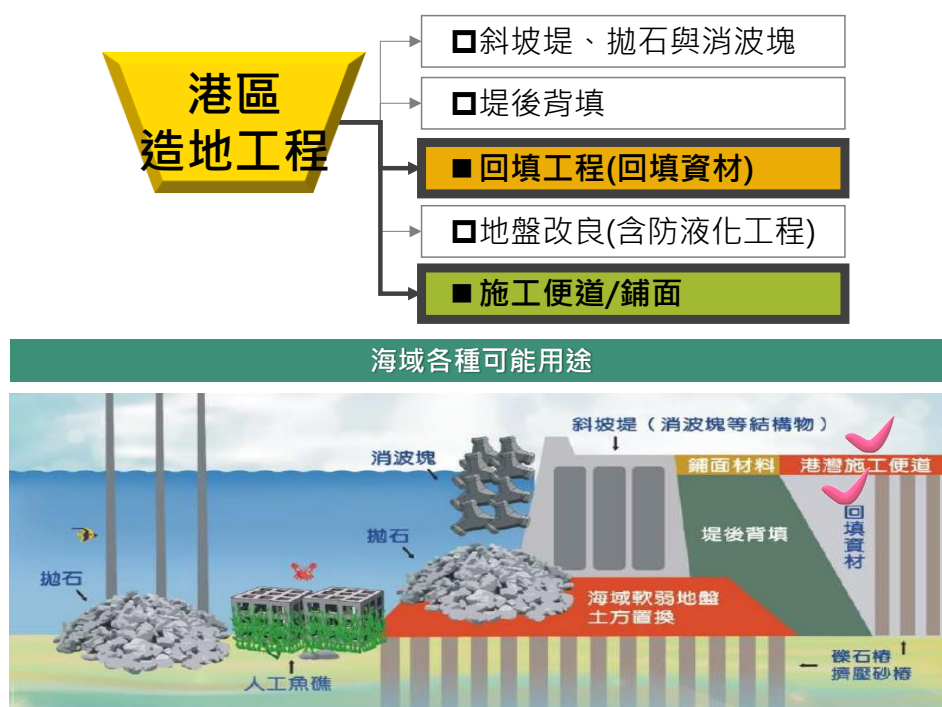


圖 5.4.3-1 港區造地工程用途

(二) 國外應用案例說明

1. 日本東京羽田機場 D 跑道造地工程：

主要工程利用類型包含機場跑道造地之中隔堤回填、地盤改良回填(防液化工程)、鋪面便道回填(施工便道)，詳圖 5.4.3-2。依用途需求總計使用再生粒料種類為轉爐石、氧化碓、還原碓及高爐石之粒料或加工製品(添加水泥等增加強度)，共約 40 萬 m^3 (111 萬噸)。

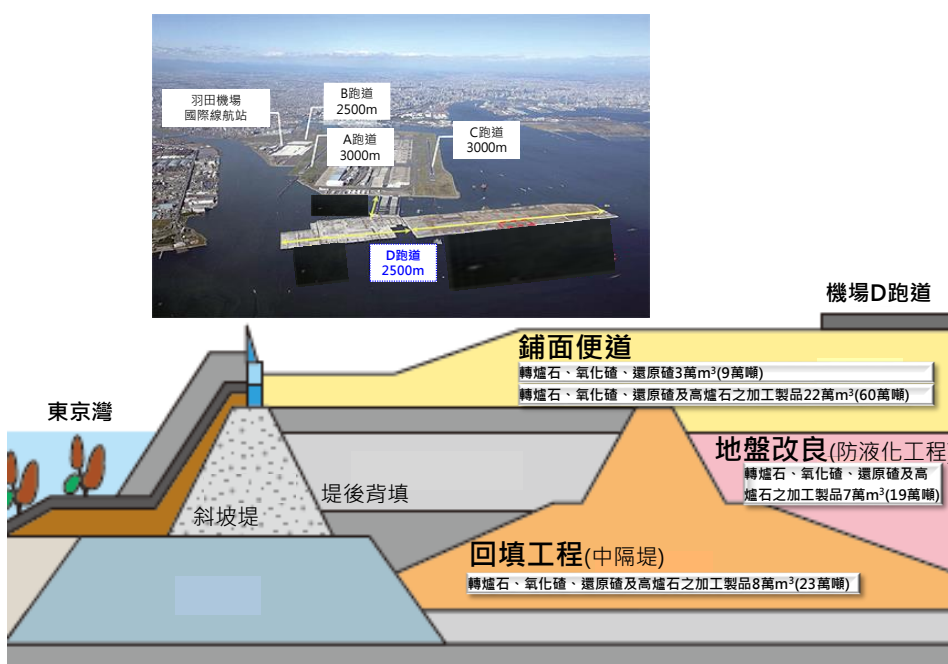


圖 5.4.3-2 日本東京羽田機場 D 跑道造地工程案例

2. 日本苫小牧港東港區碼頭造地工程：

主要工程利用類型為港區碼頭造地之回填工程(回填資材)，詳圖 5.4.3-3。總計使用再生粒料種類為燃煤飛灰約 4 萬 m^3 (8 萬噸)。

3. 新加坡實馬高綠能發電中心造地工程：

主要工程利用類型為造地之回填工程(回填資材)，詳圖 5.4.3-4。總計使用再生粒料種類為焚化底渣經分選處理後之焚化再生粒料，目前工程持續進行中。

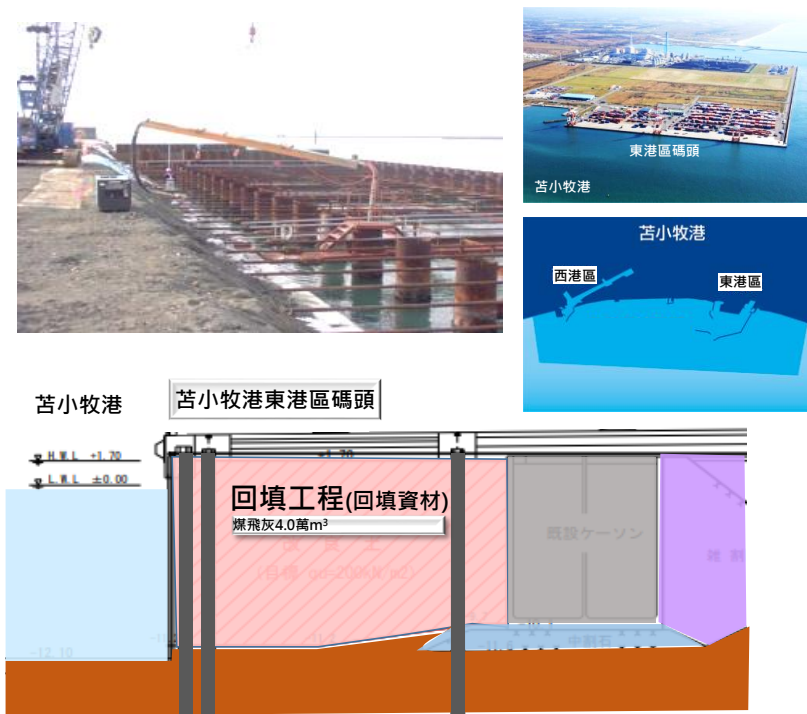


圖 5.4.3-3 日本苫小牧港東港區碼頭造地工程案例

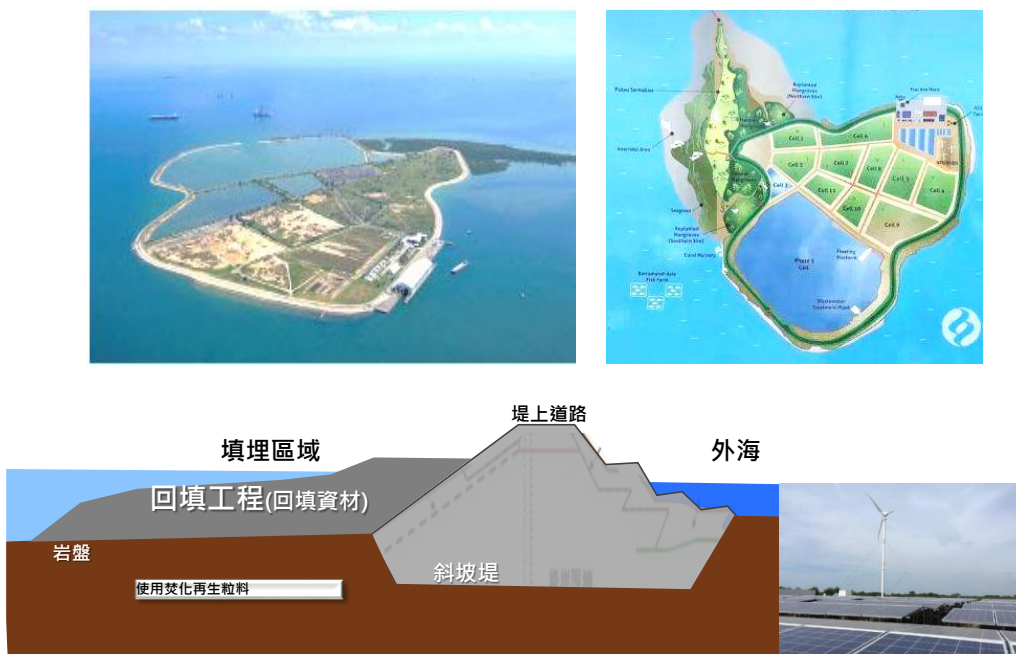


圖 5.4.3-4 新加坡實馬高綠能發電中心造地工程案例

(三) 國內應用案例說明

1. 臺北港區施工便道回填案例：主要工程利用類型為臺北港區施工便道回填 4 處及管溝回填 CLSM1 處，詳圖 5.4.3-5。總計使用再生粒料種類為焚化再生粒料約 3.2 萬 m^3 (6.3 萬噸)及轉爐石約 0.8 萬 m^3 (1.9 萬噸)。

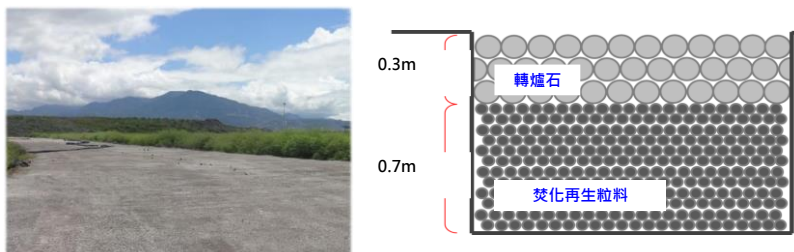


圖 5.4.3-5 臺北港區施工便道回填案例

2. 臺北港轉爐石填築試驗計畫：主要工程利用類型為港區回填工程(回填資材)試驗(50m*30m 及 50m*50m)，詳圖 5.4.3-6。總計使用再生粒料種類為使用轉爐石約 2 萬 m^3 (6.2 萬公噸)。已分別於 107 年辦理回填試驗計畫，於 109 年 07 月 01 日通過環評差異分析，將可提供港區回填料源。

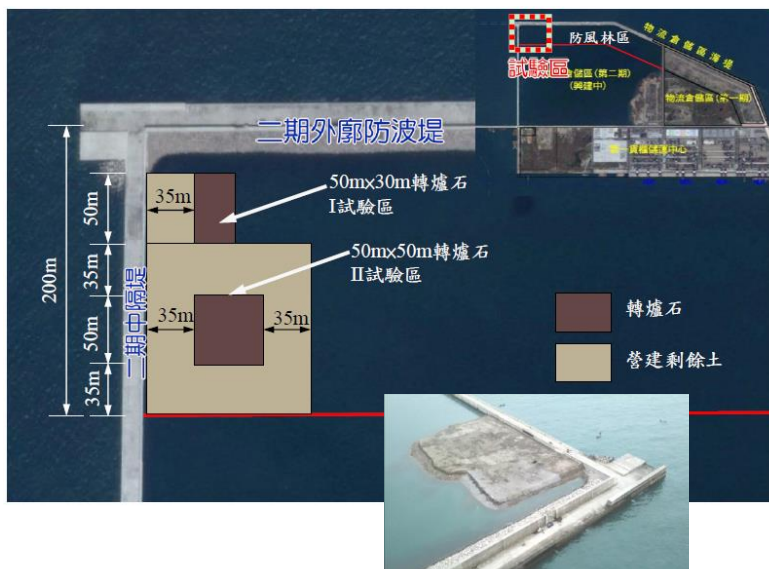


圖 5.4.3-6 臺北港區施工便道回填案例

四、規劃推動方式

為促進資源循環及邁向循環經濟，參採先進國家經驗，逐步推動無機再生粒料來進行港區造地工程，以減少天然資源開採、降低建設成本及環境衝擊。由工程面、環境面及管理面來研擬港區再生粒料使用推動策略及配套，由相關權責單位共同合作協力推動，讓無機再生粒料在環境安心、工程可行及管理嚴謹下，適材適所分流逐步應用於港區造地工程。

(一) 適材適所分流 — 盤點再生粒料特性與港區用途、工程及地點

1. 適材：掌握各再生粒料特性及限制等考量分別推動。
2. 適所：盤點港區造地工程用途。優先推動於回填資材。造地工程其他用途可視粒料種類、工程與環境特性及技術實績成熟度等考量後，以粒料或加工再製產品等方式適材、適所及分流推動。
3. 分流：盤點港區工程及地點，優先盤點臺北、臺中及高雄等各港區發展計畫或其他之造地工程。如做為回填用途，其區域建議先選擇綠地(防風林區)等非建築結構用地。

(二) 環境安心 — 研訂再生粒料環境標準，辦理試驗計畫及環境影響評估

1. 確保再利用產品應用於環境之安全性，參考日本渣類資源化產品溶出管制精神，再生粒料出再利用機構前符合再生粒料環境標準。以我國公告再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222)為試驗程序，標準採用我國地下水污染管制標準(我國分為 2 類)研訂。另港灣用途之環境標準，建議與陸域一般區域管制標準相同，以保護我國土壤、地下水及海洋環境。
2. 辦理試驗計畫及環境影響評估，確保造地工程之用途環境及工程可行性。對於無機再生粒料應用於造地工程之用途，除參考國內外技術、案例及經驗外，亦可透過辦理試驗計畫及環境影響評估，驗證環境及工程可行性。如中鋼轉爐石 107 年依序辦理回填試驗計畫、新增回填料源環評差異分析(109 年 7 月 1 日通過)，將提供港區造地回填料源。

(三) 工程可行 — 研訂各類海事工程施工綱要規範及手冊，提供工程應用依循

1. 配合相關試驗計畫及實績，持續檢討研訂各類粒料填海造地施工

綱要規範及海事工程手冊，提供各類海事工程用途之應用參考。

2. 如轉爐石分別已於 106 年 12 月 22 日公布「一貫作業煉鋼爐轉爐石海事工程使用手冊」及 109 年 5 月 27 日公布「公共工程施工綱要規範-第 02703 章轉爐石填海造地」。

(四) 管理嚴謹 — 加強再生粒料港區應用流程、監督管理及環境監測，應用監督管理把關

1. 針對再生粒料於港區應用流程(施工前中後)，研擬相關監督管理機制，嚴格把關。
2. 針對再生粒料於港區應用流程(施工前中後)，確保周遭環境影響無虞。配合環評及需求，進行港區應用前中後之環境監測。
3. 結合經濟部推動循環材料驗證媒合平台全程掌控再生粒料於港區造地工程使用品質及掌控流向；資訊透明讓社會安心及使用者放心。

5.5 辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫。於港區造地工程內，以海平面以下回填為先，使用無機循環材料回填至少 25 立方公尺，同時進行鄰近海域海水檢測及海域底質檢測

本項工作內容，依據契約書及 109 年 11 月 2 日環署廢字第 1091186424 號來函，在原計畫工作項目：「焚化再生粒料進行現地回填試驗計畫」，進行契約變更(擴約)內容為「於現地設置阻隔設施，進行浸泡海水之溶出試驗（含阻隔設施及現地施工、進料及引入海水作業、槽體水質檢測、焚化再生粒料工程材料試驗）」，本擴約內容之履約期限由原 109 年 11 月 30 日，變更為 109 年 12 月 31 日。

爰此，本節工作內容，依環保署來函修正為：「選擇至少一種無機循環材料，辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫。回填示範區地點於港區造地工程內，以海平面以下回填為先（由港埠經營單位提供而定），或另由環保署指定，使用無機循環材料回填至少 25 立方公尺，於現地設置阻隔設施，進行浸泡海水之溶出試驗（含阻隔設施及現地施工、進料及引入海水作業、槽體水質檢測、焚化再生粒料工程材料試驗），同時進行鄰近海域海水檢測至少 15 點次（檢測項目為重金屬及 pH 值）及海域底質檢測至少 5 點次（檢測項目為重金屬），計畫執行內容應經環保署同意後始辦理之。（本工項可依港區實際狀況或環保署推動再生粒料再利用之相關試驗工程需求，經環保署同意後調整之。）」。除既有契約書內容外，主要依據臺灣港務股份有限公司要求，於辦理現地回填試驗工程施工前新增現地設置阻隔設施並進行浸泡海水之溶出試驗。

本計畫對計畫工項的瞭解分述如下，研析成果如后說明：

- 一、現地試驗先期規劃及初步作業，詳 5.5.1 節。
- 二、實驗室試驗及結果，詳 5.5.2 節。
- 三、現地回填試驗工程基本設計及現地回填試驗工程施工，詳 5.5.3 節。
- 四、海域品質檢測，詳 5.5.4 節。
- 五、新增現地設置阻隔設施並進行浸泡海水之溶出試驗(規劃設計阻隔設施、進料及引入海水作業、槽體水質檢測(含採樣)、焚化再生粒料工程材料試驗)，詳 5.5.5 節。

港區發展為國家的重要競爭力，如日本等先進國家已廣泛使用營建剩餘物(或

營建土石方)及無機再生粒料，替代天然砂石進行港區開發造地工程之回填資材，兼具資源循環及循環經濟。為配合我國國家循環經濟政策目標，推動轉爐石於海事工程使用，中鋼公司於 107 年底啟動「臺北港物流倉儲區轉爐石試驗計畫」(以下或稱 中鋼轉爐石試驗計畫)。依該計畫之進程發展，中鋼轉爐石需經辦理 3 階段(詳圖 5.5-1)確認可行才作為臺北港防風林區造地回填料源：(一)107 年起辦理實驗室試驗，粒料品質符合相關標準。(二)107 年 12 月底完成現地回填試驗 2.2 萬 m³(約 6 萬噸)，監測結果對環境無影響。(三)接續辦理環評差異分析，並於 109 年 7 月 1 日通過，並採海運運輸以降低對陸地交通影響。(四)預定 109 年 11 月開始於防風林區填築。

為加速臺北港開發期程及促進焚化再生粒料應用用途，依行政院秘書長於 109 年 1 月指示，焚化再生粒料亦循中鋼轉爐石試驗計畫辦理模式，採 3 階段控管，其中包含實驗室控管確保粒料品質、現地回填試驗控管確保現地影響及實地填築控管確保工程品質與影響。

本計畫原規劃辦理：(一)於 109 年進行實驗室及現地試驗(焚化再生粒料運用於臺北港區回填資材試驗計畫)，(二)如驗證可行後預計於 110 年進行環評差異分析(臺北商港物流倉儲區填海造地計畫新增焚化再生粒料為造地料源)及審查，(三)預計 111 年開始提供港區(防風林區)造地工程之回填料源。然於 109 年 7 月 28 日研商會議中，臺灣港務股份有限公司對於直接接續現地試驗仍有疑慮，建議可考量分兩階段進行現地試驗填築，第一階段先阻隔進行回填浸泡海水試驗，例如先以不透水布等方式阻隔，進行相關溶出監測，確認溶出對於環境無影響後，再續進行環保署提出之現地開挖回填浸泡海水試驗，並進行相關海洋環境檢測，以瞭解現地試驗對鄰近海洋環境之影響。經研議後，尊重並參採港務公司建議，擬於進行現地開挖回填試驗前，新增於「現地設置阻隔設施並進行浸泡海水之溶出試驗」，確認溶出對於環境無影響後，再續進行「現地開挖回填試驗」之現地實際回填試驗。

故原規劃則依建議變更辦理：(一)實驗室及現地阻隔浸泡海水試驗，(二)現地回填試驗(焚化再生粒料運用於臺北港區回填資材試驗計畫)，(三)辦理環評差異分析及審查，(四)提供港區(防風林區)造地工程之回填料源，詳圖 5.5-2，其中本年度(109)先辦理「實驗室及現地阻隔浸泡海水試驗」及「現地回填試驗」。

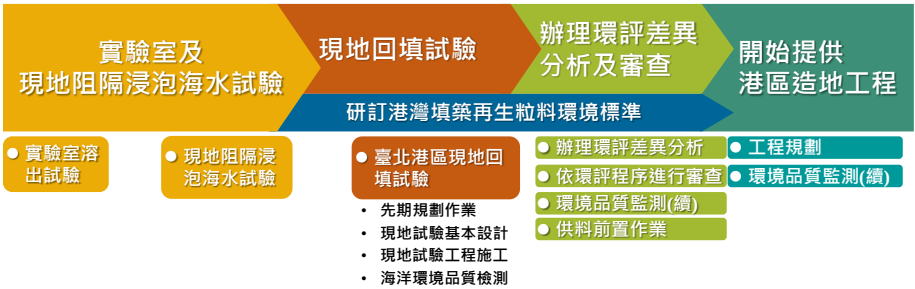
期間港務公司函文環保署現地回填試驗計畫應先辦理環評，然由於(一)試驗計畫與業態環評開發內容不符、(二)試驗區位未在業態環評計畫範圍、(三)增加業態

環評審查通過之不確定性等因素，港務公司歉難同意將現地試驗納入現階段審查中之臺北港業態環評 1 案，故本年度現地回填試驗施工部分未能進行，僅就基本設計進行規劃。另於海洋環境品質檢測部分，亦因現地試驗受限前項環評因素未能執行，故第 3 季檢測無法執行。



本計畫彙整

圖 5.5-1 無機再生粒料應用於港區造地回填材料之三階段構想



本計畫彙整。

圖 5.5-2 焚化再生粒料運用於臺北港區造地預定工作計畫整體規劃構想圖

5.6 章節摘要

有關本章「我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出三大港區等使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途之短中長程規劃方案建議」主要工項包含(一)依據無機循環材料特性盤點及對應港區工程海平面上下可使用用途類型，並提出應用建議及相關注意事項、(二)研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令，分就無機循環材料對應港區可使用用途類型，提出整體因應方式及配合事項、(三)盤點、評估及規劃我國台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，可使用之無機循環材料種類與可使用用途類型、(四)研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，並視需求研商推動相關事宜、(五)辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫。於港區造地工程內，以海平面以下回填為先，使用無機循環材料回填至少 25 立方公尺，同時進行鄰近海域海水檢測及海域底質檢測，各章節摘要如下。

(一) 依據無機循環材料特性盤點及對應港區工程海平面上下可使用用途類型，並提出應用建議及相關注意事項 (5.1 節)

1. 本計畫已依據各類無機循環材料特性，盤點海平面上下使用用途類型，海平面上使用用途包括，1.斜坡堤(含拋石與消波塊)、2.堤後背填、3.回填工程、4.地盤改良、5.鋪面/便道等 5 種，其中 3.回填工程及 5 鋪面/便道為目前國內具法令規範及實績；海平面上使用填築用途，則以各類道路工程瀝青面層及基底層等可使用用途類型，為目前國內具法令規範及實績。
2. 完成彙整國外港區工程開發使用無機循環材料之案例，海平面上使用用途包括日本東京、關西及中部各機場跑道路基材料、載重填土、鋪築中隔提、臨時道路等工程用途，以及澳洲肯布拉外港填海造地等工程。
3. 依據無機循環材料特性及對應港區工程可使用用途，提出應用建議及注意事項。

(二) 研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令，分就無機循環材料對應港區可使用用途類型，提出整體因應方式及配合事項

(5.2 節)

1. 完成港區工程開發、使用無機循環材料所涉及之相關方案或法令(如：商港法、海岸管理法、非都市土地開發審議作業規範、施工綱要規範、工程使用手冊及相關事業廢棄物再利用管理方式等)之相關條文盤點彙整於報告中。
2. 彙整提出整體因應方式及配合事項，例如 1.環評案件類型對應使用無機循環材料審查意見參考範本規劃、2.依循再利用許可或試驗計畫申請程序辦理及 3.研訂施工綱要規範及使用手冊等進程序。

(三) 盤點、評估及規劃我國台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，可使用之無機循環材料種類與可使用用途類型 (5.3 節)

1. 依「臺灣國際商港未來發展及建設計畫(106~110 年)」盤點台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫，循環材料可能填築區位之位置及開發期程。
2. 配合交辦新增基隆港協和電廠專用港、彰濱工業區及觀塘工業(區)港區之開發計畫，評估其填築無機循環材料之可能性。

(四) 研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，並視需求研商推動相關事宜 (5.4 節)

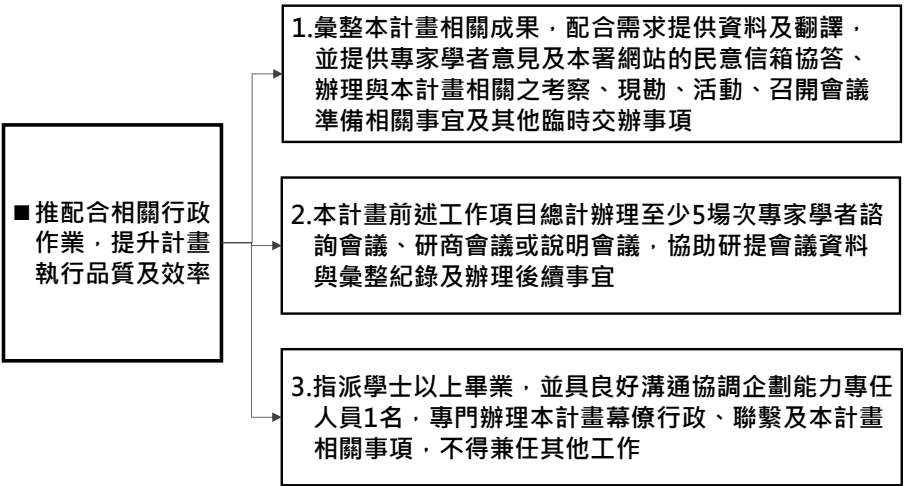
1. 完成研擬港區工程開發使用循環材料作業程序
2. 完成提出港區工程使用無機循環材料管理流程及短、中、長程規劃方案建議。

第六章 配合相關行政作業，提升計畫執行品質及效率

第六章 配合相關行政作業，提升計畫執行品質及效率

有關「配合相關行政作業，提升計畫執行品質及效率」此項工作，本計畫除在本計畫提供專業技術服務外，亦配合相關行政作業提出完善配套作法，進而有效提升本計畫執行品質及效率，共分為 3 項工作（詳圖 6-1），依序說明如后。

- 一、彙整本計畫相關成果，配合需求提供資料及翻譯，並提供專家學者意見及本署網站民意信箱協答、辦理與計畫相關事宜及其他臨時交辦事項。
- 二、配合計畫工項，辦理至少 5 場次專家學者諮詢會議、研商會議或說明會議，協助研提會議資料與彙整紀錄及辦理後續事宜。
- 三、指派具良好溝通協調企劃能力專任人員，專門辦理本計畫幕僚行政、聯繫及本計畫相關事項。



資料來源：本計畫研擬。

圖 6-1 「配合相關行政作業，提升計畫執行品質及效率」之作業流程

- 一、彙整本計畫相關成果，配合需求提供資料及翻譯，並提供專家學者意見及本署網站民意信箱協答、辦理與計畫相關事宜及其他臨時交辦事項

為維護本計畫工作品質，於計畫執行期間與本計畫工作項目之會議與相關交辦，將協助彙整其成果，並配合計畫需求協助提供資料及翻譯，並提供專家學者意見及環保署網站的民意信箱協答、辦理與本計畫相關之考察、現勘、活動、召開會議準備相關事宜及其他臨時交辦事項。

本計畫辦理迄今，已協助辦理計畫相關事項共 33 件(如協助研擬「臺北港區海平面以下回填資材示範計畫工程規劃說明(含環境檢測)、有關「轉爐石、氧化碇、還原碇」等鋼質再生粒料相關擬答等)。

二、配合計畫工項，辦理至少 5 場次專家學者諮詢會議、研商會議或說明會議，協助研提會議資料與彙整紀錄及辦理後續事宜。

依據契約書規定：「本計畫前述工作項目總計辦理至少 5 場次專家學者諮詢會議、研商會議或說明會議（每場次半日，約 15 人，供膳、供茶水及供場地，每場次專家學者至少 5 位，並支給專家學者出席費及交通費），協助研提會議資料與彙整紀錄及辦理後續事宜。」

本計畫辦理迄今，已協助辦理 5 場次相關之專家會議、研商會議或說明會議，茲摘述下表 6-1 所示。

三、指派具良好溝通協調企劃能力專任人員，專門辦理本計畫幕僚行政、聯繫及本計畫相關事項

本計畫已依契約書規定，指派 1 名專案人員，具相關工作經歷及良好溝通協調能力，派駐環保署內專任協助本計畫相關工作，包括計畫合約工作範疇內的相關工作項目、計畫行政作業、相關資料搜尋及計畫聯絡事項等。

表 6-1 配合本計畫工作項目各項專家會議、研商或說明會議之工作辦理進度

場次	會議日期	會議議題	專家學者
1	●已辦理 03/13	「焚化再生粒料運用於臺北港區造地回填資材試驗計畫規劃說明」專家諮詢會議	楊仲家委員(書面)、楊金鐘委員、戴華山委員、張益國委員、黃榮堯委員、廖肇昌委員，共 6 位。
2	●已辦理 05/25	「焚化再生粒料運用於臺北港區造地回填資材試驗計畫(現地試驗)規劃說明」專家諮詢會議	楊仲家委員、林逸彬委員、楊金鐘委員、戴華山委員、楊宗叡委員，共 5 位。
3	●已辦理 05/27	「研擬焚化再生粒料用於港灣用途之環境標準」專家諮詢會議	楊仲家委員、林逸彬委員、楊金鐘委員、鄭顯榮委員、楊宗叡委員，共 5 位。
4	●已辦理 09/15	再生粒料運用於港灣工程研商會議	江康鈺委員、周錦東委員、劉沛宏委員、林健榮委員、粘麗玉委員、謝和霖委員，共 6 位。
5	●已辦理 09/17	「規劃研訂無機循環材料應用於陸海域用途環境安全性檢測規範(管制項目及標準值)」專家諮詢會議	江康裕委員、楊仲家委員、林逸彬委員、華梅英委員、杜嘉崇委員、周錦東委員、何鴻哲委員，共 7 位。

資料來源：本計畫彙整。

第七章 結論與建議

第七章 結論與建議

本年度計畫工作包括：盤點國內無機廢棄物及循環材料之循環流向，研析我國砂石量能供需；各類循環材料進行環境用途溶出試驗，研訂陸海域用途環境安全性參考規範；規劃循環材料陸海域用途環境安全性檢測規範、提升品質技術及管理整合，並依前述工作需求協助辦理專家會議、研商會議或說明會議等相關工作。

7.1 結論

一、盤點國內無機廢棄物或資源物及其產製無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，彙整研析我國砂石產業量能供需狀況(第二章)

(一) 盤點國內轉爐石及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.1 節)

1. 轉爐石 108 年產生量約 167 萬公噸，再利用量約 79 萬公噸，主要應用於施工便道、整地工程材料、土壤改良等用途，108 年底累積貯存量約 398.5 萬公噸。目前轉爐石產品多因誤用及不當事件，造成再生產品通路受阻，致貯存量呈現上升趨勢。
2. 持續推動轉爐石應用於道路工程及港區造地填築料源，且臺北港於 109 年 7 月通過環差，轉爐石作為防風林區造地回填料，每年增加去化量約 130 萬噸，亦將持續規劃其他港區之可填築海事工程。

(二) 盤點國內氧化碇、還原碇及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.2 節)

1. 氧化碇：108 年產生量約 115 萬公噸，再利用量為 112.3 萬公噸，主要資源化流向為控制性低強度回填材料(CLSM)(44%)、其他雜項非金屬礦物製品(26%)、混凝土粒料(19%)等，108 年貯存量約 88.5 萬公噸，相較於 107 年貯存量 100 萬公噸，貯存量有下降趨勢。
2. 還原碇：108 年產出量為 30 萬公噸，再利用量為 13.8 萬公噸，108 年底累積貯存量約 74.4 萬公噸，相較於 107 年貯存量 58.2 萬公噸

，貯存量有增加趨勢。現行主要資源化流向分別為卜特蘭水泥、預拌混凝土

3. 擬定爐碴處理推動措施，以促進資源循環邁向循環經濟。氧化碴可做為道路工程及管溝回填等用途，目前再利用量已大於產生量，當年產生氧化碴均可去化，並有餘裕量處理過去暫存量；還原碴經安定化處理後可做為水泥生料及道路工程等用途，後續將持續推動還原碴作為道路工程及水泥生料之再利用用途。

(三) 盤點國內煤灰及產製循環材料之環境用途及資源循環流向 (2.3 節)

1. 燃煤飛灰：108 年產生量約 452 萬公噸，再利用量為 451 萬公噸，108 年貯存量為 0.9 萬公噸，較 107 年 1.2 萬公噸減少。主要資源化流向分別為預拌混凝土及卜特蘭水泥。
2. 燃煤底灰：108 年產生量約 99.2 萬公噸，再利用量為 98.4 萬公噸，貯存量為 151 萬公噸，與 107 年 150 萬公噸貯存量趨勢一致。主要資源化流向分別為預拌混凝土及卜特蘭水泥。
3. 持續修正更新煤灰處理推動措施，並持續追蹤臺中發電廠第 2 階段灰塘之環差作業進度。

(四) 盤點國內無機污泥及產製循環材料之環境用途及資源循環流向(2.4 節)

1. 108 年無機性污泥產出約 106 萬公噸，處理量為 44.7 萬公噸，貯存量為 215.4 萬公噸，與 107 年貯存量趨勢一致。
2. 提升污泥處理及再利用率，以降低貯存壓力；規劃研訂污泥再生粒料產品環境用途標準，提升再利用產品品質等，以提升後端使用意願，拓展去化管道。

(五) 盤點國內瀝青刨除粒料的產生量、再利用率等環境用途及資源 (2.5 節)

1. 盤點各道路主管機關(交通部公路總局、高速公路局、各縣市政府等)之 5 種道路類型(含國道、快速道路、省道、市道及縣道公路、區道及鄉鎮市道)養護面積，並依據各道路主管機關最新統計資料(107 年)進而推估我國瀝青刨除料 107 年產生量約 710 萬公噸，再利用率約 284 萬公噸。
2. 輔以三層面進行分析比對，包含工程會標案管理系統之各縣市提報資料、瀝青公會全國會員處理量能資料、一縣市(桃園市)現況資

料反推，與前述推估結果進行比對尚屬合理。

3. 持續掌握工程會標案管理系統 109 下半年填報情形，以利掌握 109 年瀝青刨除料申報狀況；並依照今年度研析的推估模式滾動檢討推估結果並與實際情形進行勾稽比對分析，以確立每年度實際刨除粒料產生量、堆置量、去化量等。

(六) 研析我國砂石產業量能供需情形，探討無機循環材料取代之市場需求
(2.6 節)

1. 以 107 年為基準年，砂石供應量約為 5,858.7 萬公噸，砂石需求量約為 6,401 萬公噸，國內砂石需求約有近 542 萬公噸之缺口。規劃納入替代砂石之無機循環材料 3 類，自主供應補足缺口。
2. 以性質較為穩定的轉爐石、氧化矽及焚化再生粒料作為替代材料進行探討。

(七) 實地訪查至少 10 場無機循環材料產製磚品機構，蒐集無機循環材料使用情形及再利用遭遇問題，輔導摻配焚化再生粒料及申請環保標章 (2.7 節)

1. 配合環保署業務推動需求，訪查對象優先以「產製磚品廠商」為對象，輔導其納入應用焚化再生粒料為磚品產製料源。
2. 計畫執行迄今已分別於計畫執行期間(0428、0520、0616、0630、0709、0714)完成 12 家廠商共 12 場次實地訪查。
3. 訪查 12 家中，共有 9 家產製磚品廠商有意願推動，3 家廠商已進行環保標章申請階段，後續輔導由管考處另案計畫辦理。

二、各類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，瞭解再生粒料及加工再製產品重金屬及鹽類溶出狀況(第三章)

完成各類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，瞭解再生粒料及加工再製產品重金屬及鹽類溶出狀況。

三、評估規劃無機循環材料陸域及海域用途環境安全性檢測規範及提升環境用途品質技術，推動無機循環材料管理整合(第四章)

(一) 以健康風險評估角度，評估無機循環材料陸域及海域用途環境安全性規範依再生粒料環境用途溶出程序及地下水污染管制標準之適宜性 (4.2 節)

1. 已完成焚化再生粒料於陸域及海域之風險評估，評估結果顯示，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受(可接受之致癌風險為 10^{-4} ~ 10^{-6} 之間，若總致癌風險高於 10^{-6} 時，應規劃相關風險管理策略；非致癌則以危害商數作為依據，若數值小於 1 則預期不會造成非致癌性危害)。各項評估結果其評估結果說明如下：

- (1) 陸域風險評估

暴露途徑分為三途徑，包括模擬民眾「使用受污染地下水淋浴或日常清洗，經皮膚吸收」、「使用受污染地下水作為日常清洗，經揮發後吸入」、「受污染地下水揮發至室外空氣後吸入」。

評估結果顯示，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受，說明在符合焚化再生粒料第二級管制標準之情形下，對於周遭受體不至於產生致癌及非致癌風險。

- (2) 海域風險評估

暴露途徑分為兩途徑，包括模擬民眾可能因遊憩行為使皮膚接觸海水，及其中汞金屬則可能揮發至室外空氣後吸入。各項物質皆以「使用受污染地下水淋浴或日常清洗，經皮膚吸收」為主要暴露途徑。

評估結果顯示，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受，說明在符合焚化再生粒料第二級管制標準之情形下，對於周遭受體不至於產生致癌及非致癌風險。

2. 本評估以焚化再生粒料溶出並經由地下水及海水稀釋後之濃度，以地下水及海水為主要暴露主體，焚化再生粒料使用用途相關暴露途徑包括皮膚接觸及吸入水蒸氣等途徑。本工作項目為考量可能之暴露途徑作保守性評估，但實際情形上於填海造陸之地區使用地下水及海水之可能性極低。本次評估結果若使用焚化再生粒料作為後續再利用用途，其海域及陸域之致癌及非致癌風險皆為

可接受風險。

(二) 依據前述試驗結果及健康風險評估探討，研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範 (4.1 節)

1. 已完成研訂各類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之基本參考建議(初稿)。
2. 已於 109 年 9 月 17 日辦理「規劃研訂無機循環材料應用於陸海域用途環境安全性檢測規範(管制項目及標準值)」專家諮詢會議。

(三) 研析及檢討無機循環材料經資源循環後（如刨除後二次料等）最終利用或妥善處置之現況，評估及規劃可能方式 (4.3 節)

1. 研提刨除後二次料之現況問題，包含料源分類堆置、流向管控等問題，並掌握瞭解法令面(109.02.13 及 07.22 營建署「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」修法進度)、管理面(以縣市為例之「桃園市循環經濟工程管理平台」辦理情形)。
2. 持續掌握法令面修法進度，目前營建署已針對刨除粒料去化等相關法規研析進入最終階段審議及針對無機循環材料經資源循環後（如刨除後二次料等）管理面問題，包含料源分類堆置、流向管控等問題持續進行探討。
3. 針對各縣市政府循環經濟材料去化之工程面向進行追蹤，並了解實際應用量如何透過管理平台進行源頭管理、流向管理、堆置管理、去化管理等多面向的應用。(桃園市、台南市)

(四) 針對焚化再生粒料管理系統整合納入我國循環材料認證與媒合平台之運作模式，提出所需法規限制與突破點分析，協助辦理研商或相關推動配合事項 (4.4 節)

1. 本計畫(109 年)為環保署協辦之第 1 年計畫，針對焚化再生粒料管理系統整合納入循環材料認證與媒合平台之運作模式，完成提出所需法規限制與突破點分析，並協助辦理研商或相關推動配合事項。
 - (1) 確保材料出廠品質，參考日本渣類資源化產品之溶出管制精神，公告再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222.10C)，並由我國地下水污染管制標準及焚化再生粒料溶出特性，修正公

告焚化再生粒料環境標準，並計畫擴大推動至其他再生粒料環境安全規範及標準建議。

- (2) 檢討公告修正垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式，利用焚化再生粒料流向管理系統全程掌握焚化再生粒料流向，整合納入該平台之運作，並期擴大至其他再生粒料流向管理。
- (3) 建議後續逐步盤點分析各循環材料相關再利用管理法規，配合平台運作，研擬可一致性或通案式做法，以利平台廣納及突破各循環材料管理時所面臨之限制。

四、我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出三大港區等使用無機循環材料、可填築區位及可使用用途之短中長程規劃方案建議

(一) 依據無機循環材料特性盤點及對應港區工程海平面上下可使用用途類型，並提出應用建議及相關注意事項 (5.1 節)

1. 本計畫已依據各類無機循環材料特性，盤點海平面上下使用用途類型，海平面上使用用途包括，1.斜坡堤(含拋石與消波塊)、2.堤後背填、3.回填工程、4.地盤改良、5.鋪面/便道等 5 種，其中 3.回填工程及 5 鋪面/便道為目前國內具法令規範及實績；海平面上使用填築用途，則以各類道路工程瀝青面層及基底層等可使用用途類型，為目前國內具法令規範及實績。
2. 依評選委員要求，完成彙整國外港區工程開發使用無機循環材料之案例，海平面上使用用途包括日本東京、關西及中部各機場跑道路基材料、載重填土、鋪築中隔提、臨時道路等工程用途，以及澳洲肯布拉外港填海造地等工程。
3. 依據無機循環材料特性及對應港區工程可使用用途，提出應用建議及注意事項。

(二) 研析我國港區工程開發使用無機循環材料涉及相關方案或法令，分就無機循環材料對應港區可使用用途類型，提出整體因應方式及配合事項 (5.2 節)

1. 已將港區工程開發、使用無機循環材料所涉及之相關方案或法令(如：商港法、海岸管理法、非都市土地開發審議作業規範、施工綱要規範、工程使用手冊及相關事業廢棄物再利用管理方式等)之相

關條文盤點彙整於報告中。

2. 彙整提出整體因應方式及配合事項，例如 1.環評案件類型對應使用無機循環材料審查意見參考範本規劃、2.依循再利用許可或試驗計畫申請程序辦理及 3.研訂施工綱要規範及使用手冊等進程序。

(三) 盤點、評估及規劃我國台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫中循環材料可能填築區位位置及其開發期程，可使用之無機循環材料種類與可使用用途類型 (5.3 節)

1. 依「臺灣國際商港未來發展及建設計畫(106~110 年)」盤點台北港、台中港及高雄港等港區工程開發計畫，循環材料可能填築區位之位置及開發期程。
2. 配合交辦新增基隆港協和電廠專用港、彰濱工業區及觀塘工業(區)港區之開發計畫，評估其填築無機循環材料之可能性。

(四) 研擬港區工程開發使用無機循環材料作業程序，研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議，並視需求研商推動相關事宜 (5.4 節)

1. 已研擬港區工程開發使用循環材料作業程序
2. 已提出港區工程使用無機循環材料管理流程及短、中、長程規劃方案建議。

(五) 辦理港區使用無機循環材料回填資材示範計畫。於港區造地工程內，以海平面以下回填為先，使用無機循環材料回填至少 25 立方公尺，同時進行鄰近海域海水檢測及海域底質檢測 (5.5 節)

完成現地試驗先期規劃及初步作業、實驗室試驗及結果、現地回填試驗工程基本設計及現地回填試驗工程施工、海域品質檢測及新增現地設置阻隔設施並進行浸泡海水之溶出試驗(規劃設計阻隔設施、進料及引入海水作業、槽體水質檢測(含採樣)、焚化再生粒料工程材料試驗)。

五、配合相關行政作業，提升計畫執行品質及效率 (第六章)

- (一) 彙整本計畫相關成果，配合需求提供資料及翻譯，並提供專家學者意見及環保署網站的民意信箱協答、辦理與本計畫相關之考察、現勘、活動、召開會議準備相關事宜及其他臨時交辦事項

1. 本計畫辦理迄今，共計完成 33 件交辦事項，如協助研擬「臺北港區海平面以下回填資材示範計畫工程規劃說明(含環境檢測)」之簡報(稿)、配合參與「高雄市新南星填海造陸可行性規劃」研商會議並研擬書面建議(稿)、協助提供「臺南海水淡化廠興建計畫環境影響說明書(預審版)」之建議意見等。

(二) 本計畫前述工作項目總計辦理至少 5 場次專家學者諮詢會議、研商會議或說明會議，協助研提會議資料與彙整紀錄及辦理後續事宜。

1. 本計畫辦理迄今，配合本計畫工作項目(第 2.1 小節~第 5.5 小節範圍)，茲已完成辦理 5 場次相關之專家諮詢會議，茲說明如下。
 - (1) 109.03.13 「「焚化再生粒料運用於臺北港區造地回填資材試驗計畫規劃說明」專家諮詢會議」。(配合 5.5 節)
 - (2) 109.05.25 「焚化再生粒料運用於臺北港區造地回填資材試驗計畫(現地試驗)規劃說明」專家諮詢會議。(配合 5.5 節)
 - (3) 109.05.27 「研擬焚化再生粒料用於港灣用途之環境標準」專家諮詢會議。(配合 5.5 節)
 - (4) 109.09.15「再生粒料運用於港灣工程研商會議」。(配合 5.5 節)
 - (5) 109.09.17「規劃研訂無機循環材料應用於陸海域用途環境安全性檢測規範(管制項目及標準值)」專家諮詢會議」(配合 4.1 節)

7.2 建議

- 一、建議持續針對無機循環材料(轉爐石、氧化碓、還原碓、煤灰、無機性污泥及瀝青刨除料等)項目持續進行盤點產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，及相關檢測作業(包含氫離子濃度指數、重金屬溶出及鹽類溶出等)，建立基線資料，以作為提出廢棄物產製為無機循環材料之材料化條件、材料認證準則及環境標準建議，藉由製程規範、材料認證及環境標準把關，精進無機循環材料的材料規範與環境品質。
- 二、為提升國內焚化再生粒料之環境品質，建議以 1 座焚化爐底渣產製再生粒料之環境品質進行驗證，以研擬焚化再生粒料之環境品質整體查驗作業流程，據以提出焚化再生粒料之品質與環境安全性整體查驗作業流程。
- 三、建議持續針對 1 批次焚化再生粒料槽體試驗計畫之海水溶出進行檢測，以建立長期基線資料，並進行海域水質擴散模擬試驗，以瞭解造地回填時對鄰近海域水質之可能影響。

第八章 參考文獻

第八章 參考文獻

1. 行政院環境保護署，事業廢棄物申報及管理資訊系統。
2. 行政院環境保護署，環保法規查詢系統。
3. 行政院環境保護署，環評書件查詢系統。
4. 經濟部礦務局，「107 年度砂土石產銷調查報告」，108 年 7 月。
5. 經濟部礦務局，砂石開發供應政策評估說明書，107 年 3 月。
6. 行政院環境保護署，綠色生活資訊網，環保標章規格標準，查詢時間：109 年 3 月。
7. 大阪灣港域臨海環境整備中心網站 (無日期)。民 106 年 3 月，取自：<http://www.osakawan-center.or.jp/index.php>。
8. 東京都環境局網站-都の廃棄物埋立処分場 (無日期)。民 106 年 3 月，取自：<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/resource/landfill/chubou/index.html>。
9. 一般財團法人廣島縣環境保全公社網站 (無日期)。民 106 年 3 月，取自：<http://www.khk-hiroshima.or.jp/>。
10. 公益財団法人愛知臨海環境整備センター網站 (無日期)。民 106 年 3 月，取自：<http://www.asec.or.jp/profile/index.html>。
11. 公益財団法人横濱市資源循環公社網站 (無日期)。民 106 年 3 月，取自：<http://www.shigenkousha.or.jp/index.html>。
12. 鐵鋼スラグ協会 (2016)。環境資材 鐵鋼スラグ。
13. Matsumoto, Tanaka, Nakagawa, Hiroki, Yamagoshi. (2014). Land Reclamation Using Calcium Oxide (CaO) Improved Soil in Japan. Terra et Aqua, 134.
14. 大阪灣廣域臨海環境整備中心網站-最終処分場の概要。2020 年 4 月，取自：<http://www.osakawan-center.or.jp/index.php/business-summary/final-disposal-site>。
15. 大阪灣廣域臨海環境整備中心網站-最終処分場の概要。2020 年 4 月，取自：<http://www.osakawan-center.or.jp/index.php/business-summary/final-disposal-site>。
16. 周宗仁，海洋工作站，<http://1.34.137.146/index-PC.html>。

17. 周宗仁，軟弱地盤改良工換置法 http://1.34.137.146/HarborFacilityDesign_html/5_HarborReferenceData/pdf/3.5.1.pdf。
18. 交通部，臺灣國際商港未來發展及建設計畫(106~110 年)。
19. 交通部，臺北商港物流倉儲區填海造地計畫(新增轉爐石為回填料源)可行性評估報告，108 年 10 月。
20. 交通部，港灣構造物設計基準—碼頭設計基準及說明，102 年 10 月。
21. 公共工程委員會，公共工程技術資料庫。
22. 經濟部，轉爐石道路基底層使用手冊，109 年 3 月。
23. 經濟部，轉爐石海事工程使用手冊，106 年 11 月。
24. 美國環保署綜合風險資訊系統(Integrated Risk Information System)。
25. 世界衛生組織簡明國際化學評估文件 CICAD(WHO Concise International Chemical Assessment Documents)。
26. 毒性物質與疾病登錄署(Agency for Toxic Substance and Disease Registry)。
27. 美國加州環保署所建立之毒性因子(California Environmental Protection Agency)。
28. 美國國家環境保護局環境空氣品質標準(National Ambient Air Quality Standards)。
29. 行政院環境保護署，土壤及地下水污染場址健康風險評估方法。
30. 台灣電力股份有限公司(民 105)，整合煤灰去化和控制性低強度材料應用於填地工程之可行性評估期末報告書。
31. 日本環境省(2017)平成 29 年版環境統計集。
32. 公益社団法人 全国都市清掃会議(2017) 最終処分場の検索(108 年 1 月查詢，查詢區間：2016 年)。
33. 大阪灣港域臨海環境整備中心(日文：大阪湾広域臨海環境整備センター)網站(2017) 最終処分場の概要，108 年 1 月取自於 <http://www.osakawan-center.or.jp/index.php/business-summary/final-disposal-site>。
34. 大阪灣港域臨海環境整備中心(日文：大阪湾広域臨海環境整備センター)網站(2018) 土地利用，108 年 1 月取自 <http://www.osakawan-center.or.jp/index.php/about-phoenix-plan/land-use>。
35. 東京都環境局(2018) 空から見た中央防波堤埋立処分場（航空写真），108 年

- 1 月取自 http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/resource/landfill/photo/chubou_air.html。
36. 東京都港灣局(2017) 廢棄物最終處置計畫 (日文：廃棄物等の埋立処分計画)，108 年 3 月取自 <http://www.kouwan.metro.tokyo.jp/jigyo/H29.2umetatesyobunkeikaku.pdf>。
 37. 東京都奧林匹克準備局(2019) 競技会場，108 年 3 月取自 <https://www.2020games.metro.tokyo.jp/taikaijyunbi/taikai/kaijyou/index.html>。
 38. 日本國土交通省、港灣局、航空局(2015)。港灣・空港等整備におけるリサイクルガイドライン(改訂)。
 39. 內政部，營建事業廢棄物再利用種類及管理方式。
 40. 經濟部，經濟部事業廢棄物再利用管理辦法。
 41. 環保署，垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式。
 42. 行政院公共工程委員會，公共工程技術資料庫全球資訊網。
 43. 環保署環評書件查詢系統案號 1090433A：「臺北商港物流倉儲區填海造地計畫第四次環境影響差異分析報告（年收土量體變更）」，2020.5。
 44. 環保署環評書件查詢系統案號 1090133A：「臺北商港物流倉儲區填海造地計畫第三次環境影響差異分析報告（新增造地料源）」，2020.4。
 45. 台電公司，台中發電廠第 2 階段煤灰填海工程環境現況差異分析及對策檢討報告，109 年 2 月。
 46. 臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司，高雄港 2040 主計畫，104 年。
 47. 台電公司，「協和發電廠更新改建計畫」環境影響說明書，107 年。
 48. 中龍鋼鐵公司，「彰濱工業區線西西 3 區新增轉爐石為填地料源環境影響差異分析報告」，2011 年。
 49. 中油公司，桃園市觀塘工業區開發計畫環境影響評估報告書-藻礁生態系因應對策暨環境影響差異分析報告，107 年。
 50. 臺北市政府工務局新建工程處，冷拌再生瀝青混凝土 臺北市試辦管挖回填綠色材料。
 51. 公共工程委員會，審查環保署提案編修公共工程共通性工項施工綱要規範「第 02742 章瀝青混凝土鋪面研商會議」，109 年 07 月 21 日。
 52. 桃園市政府工務局，「桃園市循環經濟管理平台」<https://www.kingsu.com.tw/c>

[ircular/Default.aspx](#)。

附件

附件
科技部成果報告摘要表

109 年度科技計畫成果效益報告

環興科技股份有限公司編印

中華民國 109 年 12 月 22 日

109 年度科技計畫成果效益報告

環興科技股份有限公司編印

中華民國 109 年 12 月 22 日

109 年度科技計畫成果效益事實報告表
(請由計畫主持人、執行人填寫)

領域別：環境科技

計畫名稱『無機循環材料環境應用與整合專案計畫』

審議編號

全程經費 億 15,325 千元 109 年度經費 億 15,325 千元

執行機構 環興科技股份有限公司

貳、計畫目的與預期成效

為因應整體廢棄物之清理管制及循環利用，行政院環境保護署（簡稱環保署）於廢棄物管理上，從早期廢棄物減量回收起，長期致力於推動「資源循環零廢棄」，以減量(Reduction)、再使用(Reuse)、再利用(Recycling)、能源回收(Energy Recovery)、土地新生(Land Reclamation)及改變設計(Redesign)的 6R 政策。在現有的廢棄物管理基礎上，以源頭減量、資源回收為主，提倡以綠色生產、綠色消費、源頭減量、資源回收、再使用及再生利用等方式，將資源廢棄物有效循環利用，逐步達成全回收、零廢棄之目標，邁向循環經濟及永續發展。

其中推動無機循環材料(二次料)循環也是我國推動「推動循環經濟－廢棄物資源化」策略重要一環，需確保二次料或再利用產品品質與建立監督機制、加強技術研發與創新及提供經濟誘因。把營建工程建設、事業生產或垃圾處理後產生之合適資源剩餘物或廢棄物轉換為循環材料(或稱二次料)，取代天然材料，可促進資源循環利用及減少天然資源之耗竭，於國外先進國家(如歐盟或日本等)均已實施多年且應用上成熟普遍。

在邁向資源循環及循環經濟，為持續推動無機循環材料(二次料)利用及管理，環保署前已持續辦理焚化底渣或再生粒料相關計畫，先由焚化再生粒料(焚化底渣)著手，在工程面、環境面及管理面等面向，陸續推動焚化再生粒料應用及管理相關工作，以期強化管理及提高使用意願，並逐步與相關權責機關合作擴大至其他無機循環材料(二次料)。

為擴大推動至其他無機循環材料(如轉爐石、氧化矽、還原矽、煤灰、無機污泥及瀝青刨除粒料等)資源化管理及提高環境用途使用意願，讓無機循環材料在工程可行、環境安心及管理嚴謹逐步推動建構下，適材適所應用於陸域及海域用途(含港區造地工程)。109 年度擬先以(一)盤點國內無機廢棄物及循環材料之循環流向，研析我國砂石量能供需。(二)進行各類循環材料進行環境用途溶出試驗，研訂陸海域用途環境安全性參考規範。(三)規劃循環材料陸海域用途環境安全性檢測規範、提升品質技術及管理整合。(四)我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出台北、台中及高雄港等港區使用循環材料、可填築區位及用途之短中長程規劃方案建議。

參、計畫目的主要內容

109 年度擬先以(一)盤點國內無機廢棄物及循環材料之循環流向，研析我國砂石量能供需。(二)進行各類循環材料進行環境用途溶出試驗，研訂陸海域用途環境安全性參考規範。(三) 規劃循環材料陸海域用途環境安全性檢測規範、提升品質技術及管理整合。(四)我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出台北、台中及高雄港等港區使用循環材料、可填築區位及用途之短中長程規劃方案建議。

肆、計畫經費與人力

計畫名稱	執行情形	總人力 (人年)	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
無機循環材料環境應用與整合專案計畫	原訂	10.3	3	7.5	0	0
	實際	10.3	3	7.5	0	0
	差異	0	0	0	0	0

伍、計畫已獲得之主要成就與成果 (out put)

1. 請就本計畫涉及之(1)學術成就(2)技術創新(3)經濟效益(4)社會影響(5)非研究類成就(6)其他效益方面說明重要之成果及重大之突破，以文字方式分列說明。

(1)學術成就：

- A. 完成檢測轉爐石、氧化矽、還原矽、燃煤飛灰、燃煤底灰、無機性污泥及瀝青刨除料等 7 種類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，瞭解再生粒料及加工再製產品重金屬及鹽類溶出狀況。
- B. 完成以健康風險評估角度，評估焚化再生粒料陸域及海域用途環境安全性規範依再生粒料環境用途溶出程序及地下水污染管制標準之適宜性。
- C. 完成研訂轉爐石、氧化矽、還原矽、燃煤飛灰、燃煤底灰、無機性污泥及瀝青刨除料等 7 種類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之基本參考建議(初稿)。

(2)技術創新：無涉及。

(3)經濟效益：無涉及。

(4)社會影響：無涉及。

(5)非研究類成就：輔導無機循環材料產製磚品機構納入應用焚化再生粒料為磚品產製料源。

(6)其他效益：

- A. 完成盤點國內轉爐石、氧化矽、還原矽、燃煤飛灰、燃煤底灰、無機性污泥及瀝青刨除料等 7 種類無機循環材料(無機再生粒料)其產製無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，並彙整研析我國砂石產業量能供需狀況，評估無機循環材料(無機再生粒料)替代天然砂石之可行性及量能。
- B. 完成研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議。

2. 請依本計畫(涉及)設定之成果項目以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主

要之量化成果(如學術成就代表性重要論文、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、重大專利及項數、著作權項數等項目，含量化與質化部分)。

(1)學術成就：

- A. 完成檢測轉爐石 12 件次、氧化矽 16 件次、還原矽 14 件次、燃煤飛灰 3 件次、燃煤底灰 5 件次、無機性污泥 9 件次及瀝青刨除 9 件次等 7 種類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，瞭解再生粒料及加工再製產品重金屬及鹽類溶出狀況。
- B. 完成以健康風險評估角度，評估焚化再生粒料陸域及海域用途環境安全性規範依再生粒料環境用途溶出程序及地下水污染管制標準之適宜性。評估結果顯示，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受(可接受之致癌風險為 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 之間，若總致癌風險高於 10^{-6} 時，應規劃相關風險管理策略；非致癌則以危害商數作為依據，若數值小於 1 則預期不會造成非致癌性危害)。
- C. 完成研訂轉爐石、氧化矽、還原矽、燃煤飛灰、燃煤底灰、無機性污泥及瀝青刨除料等 7 種類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之基本參考建議(初稿)，並召開專家諮詢會議溝通研商。

(2)技術創新：無涉及。

(3)經濟效益：無涉及。

(4)社會影響：無涉及。

(5)非研究類成就：完成輔導 12 家無機循環材料產製磚品機構納入應用焚化再生粒料為磚品產製料源。共有 9 家產製磚品廠商有意願推動，3 家廠商已進行環保標章申請階段。

(6)其他效益：

- A. 完成盤點國內轉爐石、氧化矽、還原矽、燃煤飛灰、燃煤底灰、無機性污泥及瀝青刨除料等無機循環材料(無機再生粒料)其產製無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，並彙整研析我國砂石產業量能供需狀況，評估無機循環材料(無機再生粒料)替代天然砂石之可行性及量能。
- B. 完成研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議。

陸、評估計畫主要成就及成果之價值與貢獻 (out come)

請依前述重要成果及重大突破說明其價值與貢獻度如：

1. 學術成就(科技基礎研究)(權重_50_%)

- A. 完成檢測轉爐石 12 件次、氧化矽 16 件次、還原矽 14 件次、燃煤飛灰 3 件次、燃煤底灰 5 件次、無機性污泥 9 件次及瀝青刨除 9 件次等 7 種類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，瞭解再生粒料及加工再製產品重金屬及鹽類溶出狀況。
- B. 完成以健康風險評估角度，評估焚化再生粒料陸域及海域用途環境安全性規範依再生粒料環境用途溶出程序及地下水污染管制標準之適宜性。評估結果顯示，各項重金屬(鉛、鎘、鉻、銅、砷、鎳、鋅、汞)之致癌與非致癌風險均可接受(可接受之致癌風險為 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 之間，若總致癌風險高於 10^{-6} 時，應規劃相關風險管理策略；非致癌則以危害商數作為依據，若數值小於 1 則預期不會造成非致癌性危害)。
- C. 完成研訂轉爐石、氧化矽、還原矽、燃煤飛灰、燃煤底灰、無機性污泥及

瀝青刨除料等 7 種類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之基本參考建議(初稿)，並召開專家諮詢會議溝通研商。

2. 技術創新(科技整合創新) (權重_0_%)
3. 經濟效益(產業經濟發展) (權重_0_%)
4. 社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重_0_%)
5. 非研究類成就(人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導) (權重_10_%)

完成輔導 12 家無機循環材料產製磚品機構納入應用焚化再生粒料為磚品產製料源。共有 9 家產製磚品廠商有意願推動，3 家廠商已進行環保標章申請階段。

6. 其它效益(科技政策管理及其它) (權重_40_%)
 - A. 完成盤點國內轉爐石、氧化矽、還原矽、燃煤飛灰、燃煤底灰、無機性污泥及瀝青刨除料等無機循環材料(無機再生粒料)其產製無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，並彙整研析我國砂石產業量能供需狀況，評估無機循環材料(無機再生粒料)替代天然砂石之可行性及量能。
 - B. 完成研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議。

柒、與相關計畫之配合

本計畫配合經濟部工業局之「循環材料認證與媒合平台」，規劃將環保署「焚化再生粒料管理系統」整合納入，針對運作情形提出所需法規限制與突破點分析，目前已完成彙整經濟部循環材料認證與媒合平台之運作模式，並提出所需法規限制與突破點分析，後續將持續協商及配合經濟部辦理研商或相關推動事項。

捌、後續工作構想及重點

- 一、建議持續針對無機循環材料(轉爐石、氧化矽、還原矽、煤灰、無機性污泥及瀝青刨除料等)項目持續進行盤點產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，及相關檢測作業(包含氫離子濃度指數、重金屬溶出及鹽類溶出等)，建立基線資料，以作為提出廢棄物產製為無機循環材料之材料化條件、材料認證準則及環境標準建議，藉由製程規範、材料認證及環境標準把關，精進無機循環材料的材料規範與環境品質。
- 二、為提升國內焚化再生粒料之環境品質，建議以 1 座焚化爐底渣產製再生粒料之環境品質進行驗證，以研擬焚化再生粒料之環境品質整體查驗作業流程，據以提出焚化再生粒料之品質與環境安全性整體查驗作業流程。
- 三、建議持續針對 1 批次焚化再生粒料槽體試驗計畫之海水溶出進行檢測，以建立長期基線資料，並進行海域水質擴散模擬試驗，以瞭解造地回填時對鄰近海域水質之可能影響。

玖、檢討會與建議

無

填表人： 彭敏 聯絡電話： 02-2769-1366#10339 傳真： 02-8761-1586

表 1-2

109 年度科技計畫成果效益自評表
(請由計畫主持人、執行人填寫，再由主管部會署初核)

壹、計畫基本資料

領域別：_____

計畫主持人 <u>葉柏宏</u>
計畫名稱『 <u>無機循環材料環境應用與整合專案計畫</u> 』
審議編號_____
計畫期程 <u>109 年 3 月</u> 至 <u>109 年 12 月</u>
全程經費 _____ 億 <u>15,325</u> 千元 <u>109</u> 年度經費 _____ 億 <u>15,325</u> 千元
執行機構 <u>環興科技股份有限公司</u>

貳、計畫目標與執行內容是否符合（如有差異，請說明）

無差異

參、計畫已獲得之主要成就與成果

本計畫已完成(1)檢測轉爐石、氧化矽、還原矽、燃煤飛灰、燃煤底灰、無機性污泥及瀝青刨除料等 7 種類無機循環材料依再生粒料環境用途溶出程序進行試驗，瞭解再生粒料及加工再製產品重金屬及鹽類溶出狀況。(2)完成以健康風險評估角度，評估焚化再生粒料陸域及海域用途環境安全性規範依再生粒料環境用途溶出程序及地下水污染管制標準之適宜性。(3)完成研訂轉爐石、氧化矽、還原矽、燃煤飛灰、燃煤底灰、無機性污泥及瀝青刨除料等 7 種類無機循環材料應用於陸域及海域用途環境安全性規範之基本參考建議(初稿)。(4)輔導無機循環材料產製磚品機構納入應用焚化再生粒料為磚品產製料源。(5)完成盤點國內轉爐石、氧化矽、還原矽、燃煤飛灰、燃煤底灰、無機性污泥及瀝青刨除料等 7 種類無機循環材料(無機再生粒料)其產製無機循環材料之產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，並彙整研析我國砂石產業量能供需狀況，評估無機循環材料(無機再生粒料)替代天然砂石之可行性及量能。(6)完成研提我國港區工程開發計畫使用無機循環材料之短、中、長程規劃方案建議。

肆、計畫主要成就與成果之價值與貢獻度 (out put) (如論文篇數、技術移轉經費/項數、技術項數、技術創新項數、技術服務項數、專利權項數、著作權項數等)

無

伍、評估計畫主要成就及成果之價值與貢獻 (out come)

為推動無機循環材料(二次料)利用及管理，本計畫盤點轉爐石、氧化矽、還原

渣、煤灰、無機污泥、瀝青刨除粒料等循環材料之環境用途及流向，並研析我國砂石產業量能供需，以預測及探討循環材料取代天然砂石市場需求。另為提高多元化管道，除進行實地訪查，亦進行各類循環材料之環境用途溶出試驗，以研訂陸海域用途環境安全性參考規範，期能提升品質技術及管理整合。

同時為推廣無機再生粒料於港區內工程建設之應用，本計畫盤點我國港區工程開發使用無機循環材料之整合評估及規劃，提出臺北、臺中及高雄港等港區使用循環材料、可填築區位及用途之短中長程規劃方案建議。

為加速臺北港開發期程及促進焚化再生粒料應用用途，本計畫已完成焚化再生粒料產品安全溶出試驗及第1階段辦理現地設置阻隔設施並進行浸泡海水之溶出試驗，以確認溶出結果對環境之影響，並做為下一階段試驗之參考依據。

陸、與相關計畫之配合程度

本計畫(109年)為環保署協辦之第1年計畫，針對焚化再生粒料管理系統整合納入循環材料認證與媒合平台之運作模式，完成提出所需法規限制與突破點分析，並協助辦理研商或相關推動配合事項。(1) 確保材料出廠品質，參考日本渣類資源化產品之溶出管制精神，公告再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222.10C)，並由我國地下水污染管制標準及焚化再生粒料溶出特性，修正公告焚化再生粒料環境標準，並計畫擴大推動至其他再生粒料環境安全規範及標準建議。(2) 檢討公告修正垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式，利用焚化再生粒料流向管理系統全程掌握焚化再生粒料流向，整合納入該平台之運作，並期擴大至其他再生粒料流向管理。(3) 建議後續逐步盤點分析各循環材料相關再利用管理法規，配合平台運作，研擬可一致性或通案式做法，以利平台廣納及突破各循環材料管理時所面臨之限制。

柒、計畫經費的適足性與人力運用的適善性

本計畫經費的適足性與人力運用妥適，且預算經費之執行率及達成率均佳。

捌、後續工作構想及重點之妥適性

- 一、建議持續針對無機循環材料(轉爐石、氧化渣、還原渣、煤灰、無機性污泥及瀝青刨除料等)項目持續進行盤點產生量、再利用量等環境用途及資源循環流向，及相關檢測作業(包含氫離子濃度指數、重金屬溶出及鹽類溶出等)，建立基線資料，以作為提出廢棄物產製為無機循環材料之材料化條件、材料認證準則及環境標準建議，藉由製程規範、材料認證及環境標準把關，精進無機循環材料的材料規範與環境品質。
- 二、為提升國內焚化再生粒料之環境品質，建議以1座焚化爐底渣產製再生粒料之環境品質進行驗證，以研擬焚化再生粒料之環境品質整體查驗作業流程，據以提出焚化再生粒料之品質與環境安全性整體查驗作業流程。
- 三、建議持續針對1批次焚化再生粒料槽體試驗計畫之海水溶出進行檢測，以建立長期基線資料，並進行海域水質擴散模擬試驗，以瞭解造地回填時對鄰近海域水質之可能影響。

玖、檢討會與建議

無

計畫主持人簽名：_____

填表人： 彭敏 聯絡電話： 02-2769-1366#10339