行政院環境保護署

焚化再生粒料應用於港區填築使用手冊

中　華　民　國　112　年　7　月

目　錄

第一章　總則 1

1.1 緒論 1

1.2 內容架構說明 3

1.3 手冊使用者導引 5

第二章　焚化再生粒料性質與應用 6

2.1 來源 6

2.2 處理技術 7

2.3 基本性質 8

2.4 工程應用 12

2.5 產生量分析 14

2.6 參考文獻 15

第三章　焚化底渣再利用機構管理 17

3.1 再利用機構 17

3.2 生產 18

3.3 運送與再利用流向申報管理 22

3.4 參考文獻 22

第四章　焚化再生粒料應用於港區填築之工程性質與應用實例 23

4.1 適用範圍 23

4.2 工程性質 23

4.3 港區填築工程案例 26

4.4 參考文獻 31

第五章　焚化再生粒料應用於港區填築之產製與施工 32

5.1 使用規定 32

5.2 資料審查 32
5.3 材料儲備與運輸 32
5.4 施工說明 33
5.5 填築材料供應計畫書 34
5.6 計量與計價 35
5.7 參考文獻 35
第六章　焚化再生粒料應用於港區填築之品質管理與注意事項 36
6.1 自主品質管理 36
6.2 注意事項 38
第七章　焚化再生粒料應用於港區填築之環境監測 39
7.1 一般原則 39
7.2 環境監測項目及標準 39
7.3 參考文獻 42
附錄一、垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式 43
附錄二、公共工程施工綱要規範第 02703 章「轉爐石填海造地」（V1.0 版-2020 年 05 月 27 日） 60
附錄三、公共工程施工綱要規範第 02319 章「選擇性回填材料」（V5.0 版-2020 年 03 月 10 日） 63
附錄四、再生粒料應用於港區造地填築作業程序 67

表目錄

表 2-1　土壤含水量與密度關係試驗結果[2.3] [2.7] 10
表 2-2　不同夯實次數之修正 CBR 值[2.3] [2.7] 10
表 2-3　在 98%乾密度下之修正 CBR 值[2.3][2.7].....11
表 2-4　含砂當量試驗結果[2.3][2.6] 11
表 2-5　111 年度焚化底渣產生量.....14
表 3-1　底渣交付再利用之條件.....19
表 4-1　焚化再生粒料應用於港區填築之工程性質.....25
表 4-2　彙整歷次再生粒料應用於臺北港區施工便道及維護便道試驗概況[4.3].....26
表 4-3　焚化再生粒料於臺北港區現地填築試驗之粒料品質檢測結果[4.3].....27
表 4-4　焚化再生粒料於臺北港區現地填築試驗之工程材料試驗結果[4.3].....28
表 6-1　焚化再生粒料應用於港區填築之自主品質管理標準.....37
表 7-1　環境監測規範及檢測項目[7.1].....40
表 7-2　海域環境分類及海洋環境品質標準[7.1].....40
表 7-3　臺灣地區沿海海域範圍及海域分類[7.1].....41

圖目錄

圖 2-1　常見焚化底渣來源示意圖[2.1] 6

圖 2-2　焚化再生粒料處理程序示意圖 7

圖 4-1　焚化廠焚化再生粒料篩分析曲線圖[4.2] 24

圖 4-2　焚化廠焚化再生粒料篩分析曲線圖[4.7] 24

圖 4-3　焚化再生粒料於臺北港現地填築試驗區位示意[4.3] 26

圖 4-4　石卷港臨時災害廢棄物處理設施之配置示意[4.6] 29

圖 4-5　石卷港區焚化再生粒料填築位置[4.6] 30

圖 4-6　石卷港區造地填築完成之情形[4.6] 30

圖 5-1　港區填築施工方式示意 33

圖 7-1　臺灣地區沿海海域範圍及海域分類圖[7.4] 41

第一章　總則

1.1 緒論

1.緣起

為因應整體廢棄物清理及循環利用，我國於廢棄物管理上，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 策略。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。

近年推動無機再生粒料循環利用是我國推動廢棄物資源化策略重要的一環，把廢棄物轉換為再生資源，提高廢棄物資源回收與再利用，把合適無機資源物資源化產製成無機再生粒料，作為原料、工程材料或加工製產品等，並應用於各種不同環境用途，以減少天然資源開採並促進資源循環。

一般廢棄物經焚化後殘留於爐底之物質稱為焚化底渣，其在經過資源化處理後，可製成焚化再生粒料，以替代天然粒料，作為工程材料使用，且導入土木工程應用，具有需求量大且穩定的特性，蔚為各國推動焚化再生粒料循環利用的趨勢，已有很多研究與推廣成功案例。

環保署自 91 年起推動焚化底渣再利用，並公告「垃圾焚化廠焚化底渣再利用規定」，明訂底渣再利用條件及用途等內容，歷經多次修正後，於 101 年公告名稱修正為「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，另 106 年針對底渣再利用處理程序及焚化再生粒料品質等事項進行加嚴要求，持續推動底渣再利用政策，以減少天然資源開採及拓展去化管道。109 年為實務管理，

參考日本、荷蘭等資源化產品之管理作法及經驗，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 1 個月增加至 45 日，以確保焚化再生粒料品質及保護環境。111 年增訂焚化再生粒料用途與應符合的環境標準及品質規範，新增非都市土地使用分區內之使用地點限制、限縮部分焚化再生粒料用途之使用地點，以及新增申請工程管制編號應檢具證明文件、程序等規定，強化焚化再生粒料流向管理。

焚化底渣資源再利用除使廢棄資源能循環再利用外，亦可有效減少天然資源的開採及友善環境，環保署為使各界瞭解焚化再生粒料應用於港區填築之使用方法，編訂「焚化再生粒料應用於港區填築使用手冊」(以下簡稱本手冊)。

2.目的

以焚化再生粒料作為天然粒料之替代材料，能降低天然資源開採及節省工程成本外，同時亦可避免浪費資源。本手冊編撰目的即在於提供工程單位使用焚化再生粒料應用於港區填築之使用方法，以確保工程品質。

3.定義

(1)焚化底渣

本手冊所稱之「焚化底渣」為一般廢棄物經焚化後殘留於爐底之物質，為篩灰及爐床灰兩者之混合物，篩灰為焚化過程中由爐床火格子間隙中掉落之過篩物；爐床灰為一般廢棄物完全燃燒後（後燃燒段）所殘留的無機性物質，兩者經冷卻後進入底渣貯坑，混合後稱為「焚化底渣」，其適用於依「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」第一項及第十一項規定範圍(包含公有公營、公有民營、民有民營等焚化廠)。

(2)焚化再生粒料

本手冊所稱「焚化再生粒料」為前述焚化底渣經前處理後所製成之再生粒料。依環保署公告「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」第六項之用途規定，焚化再生粒料可作為港區填築之材料，僅限使用於商港、工業專用港或已核定造地之工業區，並應優先使用於公共工程。

4.適用範圍

本手冊所規範或建議事項僅適用於焚化再生粒料應用於港區填築。除本手冊列述事項外，尚請參照行政院公共工程委員會頒布公共工程施工綱要規範第 02319 章「選擇性回填材料」之規定（詳如附錄三）之規定。

1.2 內容架構說明

本手冊內容包含使用焚化再生粒料應用於港區填築時所需資訊，各章節內容架構簡述如下：

1.第二章 焚化再生粒料性質與應用

本章節主要說明國內外焚化再生粒料之推廣使用情形，包含產出來源、再利用處理技術、基本性質、國內外工程應用途徑及國內焚化再生粒料產生量分析等資訊。

2.第三章 焚化底渣再利用機構管理

本章節主要說明焚化底渣再利用機構在生產焚化再生粒料時，所需具備資格及遵循之規定要求。焚化底渣進廠後處理製程與貯存、焚化再生粒料之貯存、檢測與再利用流向申報管理等作業，應符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」之規定。另亦規範焚化底渣再利用機構在運送焚化再生粒料時，應隨車檢附供應品質證明文件，以確保供應品質符合環保與工程性質要求。

3.第四章 焚化再生粒料應用於港區填築之工程性質與應用實例

本章節主要說明焚化再生粒料應用於港區填築之適用範圍、工程性質及應用實例。在工程性質上焚化再生粒料與天然粒料差異不大，使用時應符合環保署「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」規定內容；另藉由國內使用含焚化再生粒料應用於港區填築之應用實例，提供焚化再生粒料使用實作之參考。

4.第五章 焚化再生粒料應用於港區填築之產製與施工

本章節主要說明港區填築工程之施工規範，針對適用範圍、運送要點、施工要點（含準備工作與施工方法）及檢驗要點等進行通盤檢討，據以擬定焚化再生粒料應用於港區填築之施工作業程序，以確保工程品質。

5.第六章 焚化再生粒料應用於港區填築之品質管理與注意事項

本章節主要說明焚化再生粒料於工程應用時，其品質與各階段作業息息相關，故規範相關品質管制措施及注意事項，以提升焚化再生粒料應用於港區填築之品質。

6.第七章 焚化再生粒料應用於港區填築之環境監測

本章節主要說明焚化再生粒料應用於港區填築時，須進行環境監測作業，說明環境監測目的、範圍、項目及監測內容所引用的規範來源，以供工程界參考引用。

1.3 手冊使用者導引

本技術手冊可供供料機關（構）(地方環保局或其委託之再利用機構)、使用單位（工程單位、加工再製機構或其他運用者）等使用焚化再生粒料應用於港區填築相關參考或指引，其中各單位依其職責可優先參考本手冊部分章節。

1.供料機關(構)(地方環保局或其委託之再利用機構)可參照第二章、第三章及第六章內容，訂定產品品質管理與流向追蹤及方法。

2.工程單位或代表工程單位的技術顧問機構(設計及監造單位)，於指定使用焚化再生粒料於港區填築工程前，宜審慎評估焚化再生粒料各相關事項，可參考第三章至第七章內容，選定符合規定之焚化再生粒料及全程管控施工品質。

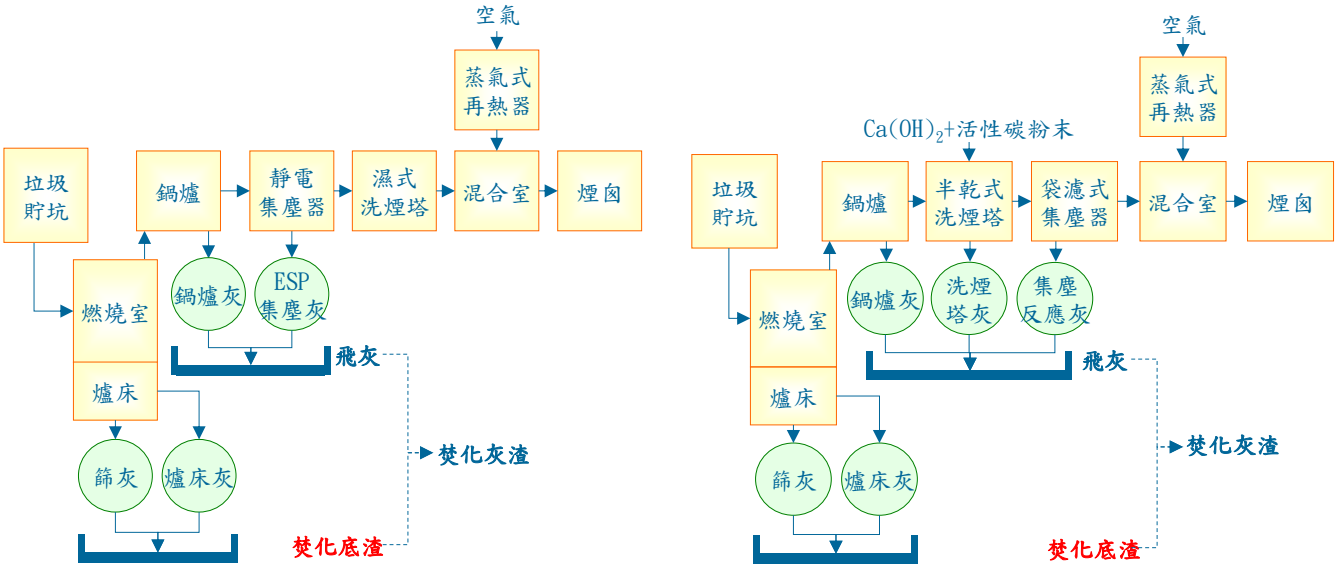
3.工程單位及加工再製機構應參照第三章、第五章至第七章內容，採用符合標準的焚化再生粒料、施工方法及品質控制方法。

第二章　焚化再生粒料性質與應用

2.1 來源

一般廢棄物為人類生活之副產物，過往多以「掩埋、堆置」作為處理方式，近年隨著經濟發展與環境意識提高，土地使用成本日益增加，國內外一般廢棄物處理改以「焚化」方式取代，以達到減量、無害之效果。

前述「焚化」係為一般廢棄物送至焚化爐燃燒之過程，處理程序如圖 2-1 所示。一般廢棄物於高溫燃燒過程中，可燃物質將氧化為安定氣體，不可燃物質則轉化為性質安定的無機物。燃燒完成後，爐床會排出篩灰、爐床灰等物質，經冷卻後即為「焚化底渣」，焚化底渣經前處理（如篩分、破碎及篩選等）完成，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，應採穩定化、熟化或水洗方式處理。其他用途者，得視需要辦理。



(a)靜電式集塵器(ESP)+濕式洗滌塔　　(b)半乾式洗煙塔+袋濾式集塵器

圖 2-1　常見焚化底渣來源示意圖[2.1]

焚化底渣為焚化廠焚化後產生之底渣，含無機物質、微量重金屬及微量未完全燃燒有機物質。焚化底渣的組成比例除因來源一般廢棄物成分而有不同外，亦受焚化爐燃燒效率所影響，一般可由灼燒減量檢測予以檢驗。灼燒減量檢測係利用 600±25 ℃高熱灼燒 3 小時，使殘留於焚化底渣中不穩定物質再予灼燒分解，以測定其可燃成分比例。

2.2 處理技術

焚化底渣經處理後可製成焚化再生粒料應用於工程或產品原料，其處理方式依「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」規定，再利用處理程序示意如圖 2-2 所示。

再利用前須先經篩分、破碎及分選等前處理，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。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。

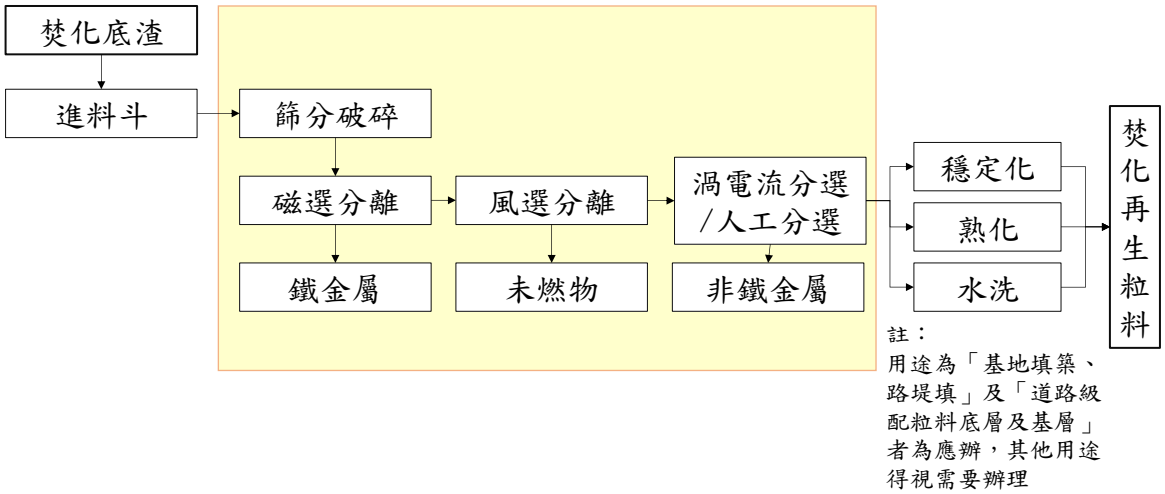


圖 2-2　焚化再生粒料處理程序示意圖

1.前處理

前處理是一種機械物理的處理方式，主要是利用篩分、破碎、磁選分離、風選分離、渦電流分選/人工分選等設備或方式，去除焚化底渣中不適合的部分，及分離出鐵金屬、未燃物、非

鐵金屬等物質，並使焚化再生粒料粒徑規格符合後端用途需求。

2.穩定化、熟化或水洗處理

穩定化、熟化或水洗之處理，主要目的是為降低焚化底渣重金屬溶出率，避免焚化再生粒料對環境形成二次污染，並可解決如焚化後部分殘留微量有機物味道之效果。

(1)熟化

熟化是藉由焚化底渣與空氣中的二氧化碳反應，使焚化底渣之重金屬組成發生碳酸化及礦化等作用，而形成低溶解性二次礦物，達到降低重金屬溶出目的 [2.2]。

(2)穩定化

穩定化係指透過噴灑磷酸鹽系、矽酸鹽系、硫化物系或螯合物系等類藥劑，其與焚化底渣中重金屬生成低溶解度及穩定性高的化合物，達到降低重金屬溶出之目的[2.2]。

(3)水洗

水洗是藉由水或摻有化學藥劑之液體，將焚化底渣中重金屬及水溶性物質如氯鹽、硫酸鹽與微細顆粒洗出，達到降低重金屬及氯離子溶出之目的 [2.2]。

2.3 基本性質

焚化再生粒料作為天然粒料之替代材料，除可降低天然資源開採，亦可促進資源循環利用。以下針對焚化再生粒料之磨損率、健度值、含水量與密度、加州承載比(CBR)、土壤阻力 R 值、含砂當量、剪力強度等性質進行說明。

1.磨損率

洛杉磯磨損試驗主要目的為測定粗粒料抗磨損能力。文獻[2.3] [2.4] [2.5] [2.13]整理北部某 3 處及南部某 4 處焚化廠焚化再生粒料的洛杉磯磨損率約 35%~49%。國外文獻[2.6]統計焚化再生粒料的磨損率平均值為 45 %，焚化再生粒料磨損率高於石灰石和花崗岩等天然粒料，主要是因焚化再生粒料中存在易碎陶瓷和玻璃，並隨著顆粒尺寸減小，耐磨性也降低。綜合以上敘述，焚化再生粒料的磨損率，大部分可符合 CNS 1240「混凝土粒料」粗粒料要求最大許可值 50 %限值。

2.健度值

健度試驗主要目的為測定粒料受到各種風化作用如凍融循環、乾濕循環、溫度變化及具侵蝕性的水侵襲時抵抗顆粒分解之能力。

文獻[2.3]係依據 CNS 1167「使用硫酸鈉或硫酸鎂之粒料健度試驗法」進行試驗，採集北部某 3 處焚化廠之焚化再生粒料，經過硫酸鈉健度試驗後，粗粒料重量損失為 2~8%，細粒料重量損失為 4~12% [2.1][2.3]，符合施工綱要規範第 02726 章「級配粒料底層」規範硫酸鈉健度試驗結果重量損失不得大於 12%之規定。

3.最佳含水量與密度

土壤含水量與密度關係試驗主要目的為測定在改良夯壓能量下之最大乾密度及最佳含水量，以評估級配粒料之夯實特性。

文獻[2.3][2.7]係依據美國公路及運輸官員協會(AASHTO)所制定 AASHTO T180 方法進行試驗，採用經鶯歌某資源處理廠前處理後之焚化再生粒料，並以不同比例之焚化再生粒料混合符合基層第三類型 B 級配之天然級配料，試驗結果如表 2-1 所示，最大乾密度會隨焚化再生粒料之使用量增加而降低，而最佳含水量則會隨焚化再生粒料之使用量增加而變高。

表 2-1　土壤含水量與密度關係試驗結果[2.3] [2.7]

焚化再生粒料混合比例(%)	100	80	60	0
最大乾密度(kg/m^3)	1890	1940	1970	2030
最佳含水量(%)	13.0	12.5	11.0	9.5

4.加州承載比(CBR)

加州承載比試驗主要目的為測定道路工程級配粒料之承載力，其為路基土壤或路面粒料與標準優良級配碎石承載力之百分比，CBR 值愈高者代表承載力愈佳。

文獻[2.3][2.7]係依據美國公路及運輸官員協會(AASHTO)所制定 AASHTO T193 方法進行試驗，採用經鶯歌某資源處理廠前處理後之焚化再生粒料，並以不同比例之焚化再生粒料混合符合基層第三類型 B 級配之天然級配料，不同夯實次驗之試驗結果如表 2-2 所示，添加焚化再生粒料之組別，除了混合比例為 100%夯實次數為 65 次組別之 CBR 值較低外，其餘組別之 CBR 值相較天然級配料組別並沒有很明顯之折減。另外由表 2-3 來看，當達到 98%最大乾密度時，CBR 值會隨著焚化再生粒料之使用量增加而降低，相對承載強度亦會隨之降低。

表 2-2　不同夯實次數之修正 CBR 值[2.3] [2.7]

焚化再生粒料混合比例(%)	夯實次數		
	10 次	30 次	65 次
100	21.5	46.7	56.1
80	18.5	55.8	82.7
60	29.5	66.5	80.8
0	25.0	42.4	87.7

表 2-3　在 98%乾密度下之修正 CBR 值[2.3][2.7]

焚化再生粒料混合比例(%)	100	80	60	0
98%最大乾密度(kg/cm^3)	1852	1901	1931	1999
CBR 值	52.5	70.1	72.2	85.0

5.土壤阻力 R 值

土壤阻力 R 值試驗主要目的是為測定路基土壤強度，本手冊收集之文獻係依據美國公路及運輸官員協會(AASHTO)所制定 AASHTO T190 方法進行試驗，焚化再生粒料之土壤阻力 R 值介於 71~76[2.8]，可符合施工綱要規範第 02722 章「級配粒料基層」第二類型規範要求 R 值最少 55 之規定。

6.含砂當量

土壤及細粒料之含砂當量試驗主要目的是測定級配粒料或細粒料之細粉末與類似黏土相對含量，以作為判斷品質之依據。

文獻[2.3][2.7]係依據美國公路及運輸官員協會(AASHTO)所制定 AASHTO T176 方法進行試驗，針對北部某 3 處焚化廠之焚化再生粒料進行五批次的試驗，試驗結果如表 2-4 所示，由表可知焚化再生粒料之含砂當量約在 31~44%之間，可符合施工綱要規範第 02722 章「級配粒料基層」第二類型規範要求含砂當量 25%以上之規定及第三類型規範要求含砂當量 30%以上之規定。

表 2-4　含砂當量試驗結果[2.3][2.6]

批號	○○廠	○○廠	○○廠
第一批	36.2	31.3	42.3
第二批	39.8	35.6	41.3

批號	○○廠	○○廠	○○廠
第三批	37.8	37.2	43.6
第四批	37.2	34.3	37.5
第五批	40.1	32.6	38.1

7.剪力強度

參照 Pandeline et al.(1997)及 Rivard-lentz et al.(1997)研究結果，焚化再生粒料之摩擦角介於 42~52 度之間[2.9] [2.10]。其粒料因外型之多角性及顆粒表面具相當大的粗糙度，於最大乾密度 80％時，摩擦角達 42.1~49.8 度，凝聚力達 82.5 kPa；而疏鬆試樣因顆粒間之互鎖效應及孔隙水表面張力作用，其摩擦角約為 32.4~40.2 度；凝聚力約為 16.4~30.6 kPa[2.9] [2.11]。綜合上述研究結果，焚化再生粒料具有相當程度之剪力強度。

2.4 工程應用

焚化再生粒料再利用處理技術近年來已相當成熟，國外在使用上亦相當普遍，其廣泛運用於道路粒料、行道磚、混凝土粒料、隔音牆、防風牆、堤防、人工魚礁等材料，本節整理美國、荷蘭、法國及德國用途與國內可能使用途徑說明如下：

1.荷蘭

荷蘭目前積極推動再利用政策、研訂相關配套法規與標準規範，其中將焚化再生粒料訂定為市場可接受建築材料之一。由於其法令及規範明確且齊全，因此焚化再生粒料於營建材料市場推廣順利，並應用在道路、堤防及路基材料[2.3] [2.12]。

2.法國

法國針對焚化底渣再利用要求需符合特定標準且需由具有

品質保證的設備所產生之焚化再生粒料方可用於道路及堤防工程。法國針對焚化再生粒料應用於道路工程之規範，規定將焚化再生粒料須符合所規定之低污染材料的標準，若達此標準則可作為級配粒料之替代物使用[2.3] [2.12]。

3.德國

德國對於底渣再利用之規範要求焚化底渣須熟化三個月以上，以減少水分含量並使其充分熟化，使用前須經過篩分及磁選並達到相關物性要求，且溶出測試項目包含 pH 值、氯離子、硫酸根離子及重金屬等含量均需符合規定。主要用途為道路基底層、土壤改良劑、隔音牆填充材及加工製成建材[2.3] [2.12]。

4.美國

美國除依環保署規定焚化底渣運離垃圾資源回收廠前，須先進行毒性特性溶出試驗(TCLP)，以判定是否為有害廢棄物，其貯存及清除處理皆由各州政府自行訂定。美國對於焚化底渣再利用方式，主要應用於道路與停車場底層鋪設、瀝青鋪面粒料、混凝土粒料、掩埋場覆土及人工魚礁等用途[2.3] [2.12]。

5.中華民國

我國對於焚化底渣資源化再利用，主要是依據「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，其規定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，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。

前開管理方式規定之焚化再生粒料再利用用途為基地填築、路堤填築、港區填築、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、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等用途[2.13]。

2.5 產生量分析

自民國 80 年起開始興建垃圾焚化廠，用以焚化處理各縣市的一般廢棄物，現今尚在營運之垃圾焚化廠共有 25 座。各縣市垃圾焚化廠之營運方式除臺北市與高雄市為公有公營外，其他縣市多以公有民營或民有民營的方式營運。經統計 111 年焚化底渣產生量約 82.77 萬公噸（截至 111 年 12 月），詳如表 2-5 所示。

表 2-5　111 年度焚化底渣產生量

項次	廠名	營運方式	焚化底渣產生量（萬公噸/年）
1	基隆市天外天垃圾資源回收（焚化）廠	公有民營	2.35
2	臺北市政府環境保護局北投垃圾焚化廠	公有公營	5.08
3	臺北市政府環境保護局木柵垃圾焚化廠	公有公營	3.67
4	臺北市政府環境保護局內湖垃圾焚化廠	公有公營	1.64
5	新北市八里垃圾焚化廠	公有民營	5.48
6	新北市樹林垃圾焚化廠	公有民營	3.84
7	新北市新店垃圾焚化廠	公有民營	2.76
8	桃園市垃圾焚化廠	民有民營	5.47
9	新竹市垃圾資源回收廠	公有民營	3.23
10	苗栗縣垃圾焚化廠	民有民營	1.87
11	臺中市后里資源回收廠	公有民營	3.52
12	臺中市烏日資源回收廠	民有民營	3.41
13	臺中市文山垃圾焚化廠	公有民營	2.25
14	彰化縣溪州垃圾焚化廠	公有民營	3.55
15	嘉義縣鹿草垃圾焚化廠	公有民營	4.15
16	嘉義市垃圾焚化廠	公有民營	0.90
17	臺南市永康垃圾資源回收（焚化）廠	公有民營	3.39
18	臺南市城西垃圾焚化廠	公有民營	2.72
19	高雄市仁武垃圾資源回收（焚化）廠	公有民營	5.60
20	高雄市政府環境保護局南區資源回收廠	公有公營	5.07
21	高雄市岡山垃圾資源回收（焚化）廠	公有民營	4.72
22	高雄市政府環境保護局中區資源回收廠	公有公營	2.01
23	屏東縣崁頂垃圾資源回收（焚化）廠	公有民營	2.74
24	宜蘭縣利澤垃圾資源回收（焚化）廠	公有民營	3.32

項次	廠名	營運方式	焚化底渣產生量（萬公噸/年）
25	臺東縣垃圾焚化廠	公有民營	（112 年 2 月啟用）
合計			82.77

資料來源：行政院環境保護署垃圾焚化廠管理系統，111 年灰渣產量與流向，112 年 4 月查詢。

2.6 參考文獻

[2.1]行政院環境保護署，「推動焚化灰渣再利用專案計畫」，專案研究報告(EPA-H103-02-251)，2015。

[2.2]杜建蒼，「焚化底碴處理技術與處理廠營運管理之研究」，國立中央大學，碩士論文，2014。

[2.3]雷揚中，「焚化爐底渣應用於道路工程之研究」，國立中央大學，碩士論文，2004。

[2.4]陳建勳，「焚化底渣取代混凝土粒料之可行性研究」，國立臺北科技大學，碩士論文，2014。

[2.5]劉人慈，「焚化爐底碴再利用於透水混凝土之研究」，國立中央大學，2013。

[2.6]Ciara´n J. Lynn, Gurmel S. Ghataora, Ravindra K. Dhir OBE, “Municipal incinerated bottom ash (MIBA) characteristics and potential for use in road pavements”, *International Journal of Pavement Research and Technology*, 10(2), 185-201, 2016.

[2.7]交通部，「廢棄資源物再利用於公路工程規範草案之研究」，專案研究報告(MOTC-STAO-97-04)，2009。

[2.8]行政院環境保護署，「廢棄物焚化灰渣材料化技術研究」，專案研究報告(EPA-92-U1H1-02-101)，2003。

[2.9]Pandeline, D. A., Cosention, P. J., Kalajian, E. H., and Chavez, M. F., ”Shear and deformation characteristics of municipal waste combustor bottom ash for highway applications”, *Transportation Research Record*, 1577(1), 101-108, 1997.

[2.10]Rivard-Lentz, D. J., Sweeney, L. R., Demars, K. R., “Incinerator Bottom Ash as a Soil Substitute: Physical and Chemical Behavior”, Testing Soil Mixed with Waste or Recycled Materials, ASTM STP

1275, Mark A. Wasemiller and Keith B. Hoddinott, Eds., ASTM, 1997.

[2.11]李建中、李釗、鄭清江、何啟華，「垃圾焚化灰燼之大地工程特性」，中國土木水利工程學刊，第八卷第三期，1996。

[2.12]陳世鐘，「高高屏垃圾焚化爐底渣於工程應用之可行性探討」，國立屏東科技大學，碩士論文，2007。

[2.13]行政院環境保護署，「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，2022。

第三章　焚化底渣再利用機構管理

3.1 再利用機構

焚化底渣再利用機構應符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」[3.1]第五項及第八項規定，須具備下列條件：焚化底渣再利用機構應為取得底渣處理許可之廢棄物處理機構、依促進民間參與公共建設法與主辦機關簽訂投資契約之民間機構設置之廢棄物處理設施、直轄市政府環境保護局或縣(市)政府環境保護局(以下簡稱地方環保局)。

1.再利用機構之設施（備）應符合下列規定：

(1)焚化底渣之貯存，不得有廢棄物飛揚、逸散、滲出、污染地面或散發惡臭情事，貯存場所應設有排水收集處理設施。貯存場所之地點受「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」公告事項七第一項第一款至第四款規定限制。

(2)焚化再生粒料之貯存場所應設有排水收集處理設施。貯存場所之地點受公告事項七第一項第一款至第四款規定限制。

(3)底渣及焚化再生粒料應依據來源焚化廠之不同，採分廠分區貯存及標示，且其貯存區內物品堆置高度不得超過圍牆高度。

(4)再利用機構入口處應設置地磅系統，並定期依相關法規校正及留存紀錄，所有物品及車輛進出再利用機構均應過磅，依序記錄進出時間、車程、重量、物品內容。

2.再利用機構內應設置閉路電視錄影監視系統(CCTV)

(1)設置地點：

A.再利用機構所有進出口、地磅系統處，攝錄並應及於再利用機構內車行所有路徑。

B.處理設備投入口、處理流程作業區及衍生廢棄物、焚化

再生粒料出料口。

C.進再利用機構底渣、衍生廢棄物及焚化再生粒料貯存區。

D.其他經主管機關指定地點。

(2)攝錄監視畫面：

攝錄監視畫面應為彩色清晰影像，並顯示日期及時間。夜間攝影應提供足夠光源以供辨識。

(3)攝錄紀錄保存及故障排除：

A.應保存連續六個月影像紀錄。

B.如攝錄系統異常或故障，應即向主管機關報備，並於一週內修復，且於事後提報該期間營運紀錄及修復情形說明，送主管機關備查。

3.2 生產

為提升焚化底渣再利用機構生產之焚化再生粒料品質，對於焚化底渣再利用處理程序應符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」規定，焚化底渣交付再利用機構前，垃圾焚化廠應檢測項目、檢測方法、頻率、標準、提供檢測結果期限及改善期限，應依「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」之附表一「底渣交付再利用之條件」辦理。

表 3-1 為底渣交付再利用之條件。另各階段作業時應注意事項，分述如下[3.1]。

表 3-1　底渣交付再利用之條件

檢測項目	檢測方法	頻率	標準		提供檢測結果期限	備註
可燃物	一般廢棄物焚化底渣可燃物含量檢測方法(NIEA R221)	每月	≦2 %		次月七日前（遇假日順延）	七日內改善完成。但經所屬主管機關同意者，不在此限。
戴奧辛總毒性當量濃度（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）	戴奧辛及呋喃檢測方法－同位素標幟稀釋氣相層析／高解析質譜法 (NIEA M801)	每季	≦1 ng I-TEQ/g		次月十五日前（遇假日順延）	檢測結果達有害事業廢棄物認定標準，其底渣不得送再利用機構進行前處理，並應經固化法、穩定化法或熱處理法處理至檢測值低於有害事業廢棄物認定標準後，採衛生掩埋方式處理。
重金屬毒性特性溶出程序	事業廢棄物毒性特性溶出程序(NIEA R201)	每季	總鉛（毫克/公升）	≦5.0	次月十五日前（遇假日順延）	
			總鎘（毫克/公升）	≦1.0		
			總鉻（毫克/公升）	≦5.0		
			總硒（毫克/公升）	≦1.0		
			總銅（毫克/公升）	≦15.0		
			總鋇（毫克/公升）	≦100.0		
			六價鉻（毫克/公升）	≦2.5		
			總砷（毫克/公升）	≦5.0		
			總汞（毫克/公升）	≦0.2		

資料來源：環保署「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」。

1.焚化底渣再利用處理程序

焚化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 45 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。為提升焚化再生粒料之品質，生產過程中各階段作業應注意以下事項。

(1)前處理

A.焚化底渣內若含有大型未燃物或其他物質時，應先利用大型格柵網進行篩選。

B.破碎篩分執行前，為確保篩選之物料粒徑符合預設規格及品質，再利用機構方應確認篩分柵網無變形或破損，能完善執行篩分作業。

C.為分離出未燃物、鐵金屬及非鐵金屬等物品，再利用機構內可搭配設置風選、磁選及渦電流分離設備。

D.分離之未燃物、鐵金屬及非鐵金屬等物品，宜分別存放，並設有適當的隔離設施，以避免發生混料情形。

E.分離後剩餘之廢棄物出再利用機構時，應留存紀錄，包含數量、出廠車輛車號、時間、車程、磅重、載重、駕駛簽名文件。

F.再利用機構內若有配合人工進行拾撿各類物品，在進入工作場所前應設置安全警告標誌，提醒工作人員應穿戴衛生安全設備，如安全帽、手套、口罩等防護措施。

(2)穩定化處理

A.採用穩定化方式處理時，建議使用磷酸鹽系、矽酸鹽系、硫化物系及螯合物系之化學藥劑。藥劑庫存品應明

確標示廠牌及型別。

B.在噴灑藥劑時，藥劑用量應依據運送帶上承載量進行調整，並建議於後端適當位置設置混拌設施，以使焚化底渣能均勻裹覆藥劑。

(3)熟化處理

A.採熟化方式處理時，其熟化期至少為 45 日且不受貯存期限限制，並應按來源焚化廠之不同，以採分廠分區貯存，並明確標示熟化起迄日期。

B.焚化再生粒料堆置期間，應適時進行翻攪，均勻熟化效果。

(4)水洗處理

A.採用水洗方式處理時，再利用機構內應搭配設置廢水處理設施。

B.為使處理廢水能符合環保放流水標準，再利用機構內宜設置廢水處理設施，其處理單元建議包含沉澱、調勻池、混膠凝、過濾及活性碳。

2.焚化再生粒料環境標準

(1)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；檢測結果符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」之附表二「焚化再生粒料環境標準」規定（詳如附錄一），始得再利用。

(2)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。

3.3 運送與再利用流向申報管理

焚化底渣於再利用機構完成再利用處理後，運送至各使用機構或使用目的地前，應依「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」相關規定，重點如下所述。

1. 焚化再生粒料使用前，應以書面或網路傳輸方式取得工程管制編號、清運者管制編號及使用者管制編號，供料機關（構）始得供料；另如有變更時，應即上網申報變更內容；各項管制編號申請須知依「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」辦理。

2. 焚化再生粒料之清運機具應裝置即時追蹤系統，且清運機具裝置之系統規格應符合應裝置即時追蹤系統之清運機具及其規定公告之規定。

3. 加工再製機構於焚化再生粒料供應且完成使用後 15 日內，應以網路傳輸方式申報妥善使用證明，並檢送書面資料，包括過磅單及使用地點於施工前、中、後照片或錄影資料，向原核准工程管制編號之地方環保局申請解除列管，副知使用地（或產生地）之地方環保局備查。

3.4 參考文獻

[3.1]行政院環境保護署，「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，2022 年 5 月 19 日。

第四章　焚化再生粒料應用於港區填築之工程性質與應用實例

4.1 適用範圍

1.工程用途

使用焚化再生粒料作為港區填築應向產生地之地方環保局申請工程管制編號，再由產生地之地方環保局核發工程管制編號，並副知使用地之地方環保局。焚化再生粒料品質除符合工程主辦機關之規範要求外，也須符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」[4.1]（詳如附錄一）公告之環境面品質要求。

2.使用區域

再生粒料應用於港區造地填築料源時，填築區位選擇應整合性評估規劃，包含個別再生粒料特性影響（如膨脹性等）、港區造地填築案件場址特性，並確保港區完成面個別用途規劃、工程品質或相關改良穩定強化措施等。

依據「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」[4.1]規定（詳如附錄一），使用焚化再生粒料應用於港區填築僅限使用於商港、工業專用港或已核定造地之工業區，且焚化再生粒料使用於「港區填築」用途，應符合焚化再生粒料環境標準之第二級標準。

4.2 工程性質

參考公共工程施工綱要規範第 02319 章「選擇性回填材料」之規定（詳如附錄三），藉由篩分析、比重及吸水率等之試驗結果，說明焚化再生粒料應用於港區填築之適用性。

1.篩分析

文獻[4.2]採用北部某 1 處焚化廠的焚化再生粒料，連續 10 個

月取樣並進行篩分析試驗，試驗結果如圖 4-1 所示，焚化再生粒料可全部通過 3/4” (19 mm) 的試驗篩，而停留在 4 號篩以上的粗粒料約占 30%，細度模數在 6.0~6.3 之間，約有 50%停留於 4 號篩至 50 號篩之間，其餘的 20%為 50 號篩以下的細粉料，其中 4 號篩以下的細粒料，細度模數在 3.0~3.5 之間，其級配偏粗屬於粗砂性質。

文獻[4.7]則是採用北部某 1 處焚化廠焚化再生粒料進行篩分析試驗，試驗結果如圖 4-2 所示，藍線為原試樣烘乾後篩分析結果，紅線為試樣浸泡水中 4 天後烘乾之篩分析結果，焚化再生粒料浸泡水後，大尺寸顆粒溶於水中分解，造成細顆粒量增加，細度模數從 3.9 降為 3.5，另從圖中亦可看出，大部分的焚化再生粒料可通過 3/8”(9.5 mm)試驗篩，而 4 號篩以下的比例為 70~80%。

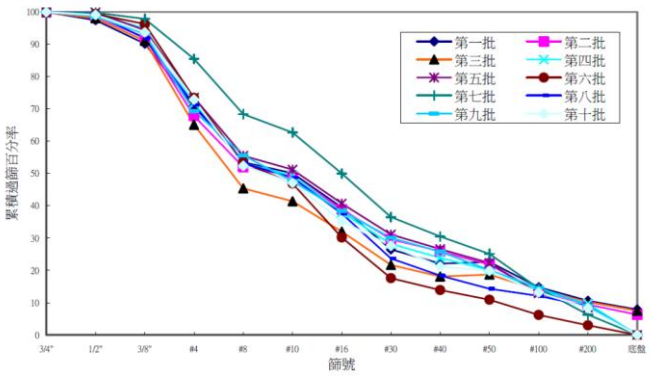


圖 4-1　〇〇焚化廠焚化再生粒料篩分析曲線圖[4.2]

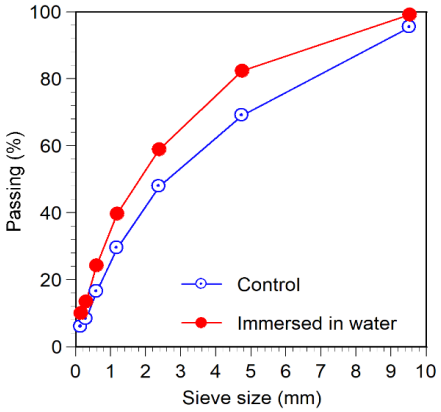


圖 4-2　〇〇焚化廠焚化再生粒料篩分析曲線圖[4.7]

2.比重

文獻[4.2]採用北部某 3 處焚化廠的焚化再生粒料進行 10 批次的比重試驗，結果顯示 4 號篩以上的粗粒料，比重在 2.3~2.4 之間，而 4 號篩以下的細粒料則在 1.8~2.3 之間；文獻[4.4]採用南部某再利用機構處理後的焚化再生粒料進行比重試驗，結果顯示 4 號篩以上的粗粒料，比重在 2.2~2.3 之間，而 4 號篩以下的細粒料則為 1.8。

3.吸水率

文獻[4.2]採用北部某 3 處焚化廠的焚化再生粒料進行約 10 批次的吸水率試驗，結果顯示 4 號篩以上的粗粒料，吸水率在 3~9%之間，而 4 號篩以下的細粒料則在 4~12%之間；文獻[4.4]採用南部某再利用機構處理後的焚化再生粒料進行吸水率試驗，結果顯示 4 號篩以上的粗粒料，吸水率在 4~5%之間，而 4 號篩以下的細粒料則為 15%，由於焚化再生粒料含有較多的孔隙，故吸水率會較高。

焚化再生粒料應用於港區填築相關之工程性質彙整如表 4-1 所示，相較天然粒料而言，焚化再生粒料有比重較輕及吸水率較高之特性。

表 4-1　焚化再生粒料應用於港區填築之工程性質

試驗項目	試驗方法	試驗值		規定值
		粗粒料	細粒料	
粒徑大小(mm)	CNS 486粗細粒料篩析法	19~4.75	< 4.75	< 19 *1
比重	CNS 487 細粒料比重與吸水率試驗法	2.3~2.4	1.8~2.3	≧1.5 *2
吸水率(%)	CNS 488 粗粒料比重與吸水率試驗法	3~9	4~12	≦20 *2

規定值：*1 垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式、*2 施工綱要規範第 02319 章「選擇性回填材料」。

4.3 港區填築工程案例

實例一：臺北港區施工便道、維護便道使用再生粒料相關試驗

環保署於 104 年~109 年期間於臺北港區使用再生粒料（包含焚化再生粒料、轉爐石）應用於施工便道、維護便道之鋪設，彙整如表 4-2，目前臺北港區施工便道使用情形良好。

表 4-2　彙整歷次再生粒料應用於臺北港區施工便道及維護便道試驗概況[4.3]

項次	計畫名稱	工程類型	試驗範圍	再生粒料使用量		辦理期程
				焚化再生粒料	轉爐石	
1	第一期物流倉儲區造地工程施工便道鋪設再生粒料試驗	施工便道	500m×14m×0.6m	0.5 萬 m^3（9,957 公噸）	0.1 萬 m^3（2,940 公噸）	104.12~105.06
2	第一期物流倉儲區防風林工程維護便道鋪設再生粒料試驗	防風牆及防風林周邊維護便道	897m×11.7m×0.9m 1001m×9.6m×0.9m	1.4 萬 m^3（27,269 公噸）	0.79 萬 m^3（23,204 公噸）	105.10~106.03
3	第二期物流倉儲區施工便道鋪設再生粒料試驗（第一條）	施工便道	750m×12m×1m	0.6 萬 m^3（12,275 公噸）	0.3 萬 m^3（8,263 公噸）	106.12~107.03
4	第二期物流倉儲區施工便道鋪設再生粒料試驗（第二條）	施工便道	500m×12m×1m	0.4 萬 m^3（8,081 公噸）	0.19 萬 m^3（5,595 公噸）	108.12~109.06

實例二：焚化再生粒料於臺北港區現地填築試驗

環保署於臺北港區辦理焚化再生粒料現地填築試驗，試驗地點於臺北港第一期物流倉儲區之防風林區範圍（如圖 4-3）。

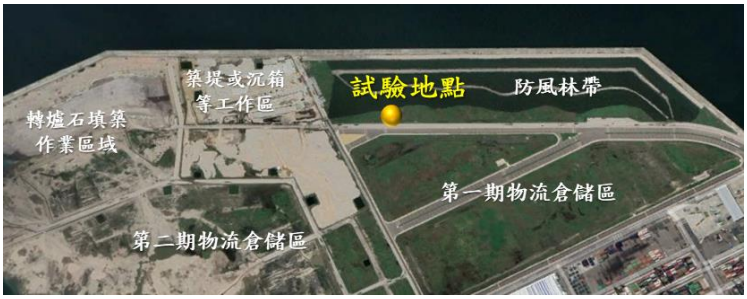


圖 4-3　焚化再生粒料於臺北港現地填築試驗區位示意[4.3]

一、焚化再生粒料港區現地填築試驗工程

港區現地填築試驗以現地斜坡明挖法至可浸泡海水之高程為原則，開挖後填築焚化再生粒料，再回填原開挖土方，覆土完成後，其頂部以防塵網覆蓋。

二、焚化再生粒料環境品質及工程材料檢測

111 年 5 月試驗填築約 50 立方公尺焚化再生粒料。填築前進行焚化再生粒料品質及工程材料檢測，以瞭解焚化再生粒料於現地填築時之材料特性。

焚化再生粒料之品質檢測結果如表 4-3，填築焚化再生粒料品質符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」焚化再生粒料環境標準之第二級標準，經檢測後重金屬溶出、戴奧辛及粒徑大小均符合標準。

工程材料試驗結果如表 4-4，焚化再生粒料之粒徑分布包含粗粒料與細粒料，比重及吸水率均符合公共工程施工綱要規範第 02319 章「選擇性回填材料」[4.5]之規定（比重不得小於 1.5、吸水率不得大於 20%）。

表 4-3　焚化再生粒料於臺北港區現地填築試驗之粒料品質檢測結果[4.3]

底渣來源	再利用機構	樣品	焚化再生粒料環境標準(mg/L)								戴奧辛 (ng I-TEQ/g)	粒徑大小 (mm)
			砷	鎘	鉻	銅	汞	鎳	鉛	鋅		
焚化再生粒料環境標準第二級標準			0.5	0.05	0.5	10	0.02	1	0.1	50	0.1	≦19
○○焚化廠	○○篩分廠	料堆 1	ND	ND	0.027	0.030	ND	ND	ND	ND	0.012	符合 (≦19)
		料堆 2	ND	ND	0.032	0.024	ND	ND	ND	ND	0.033	符合 (≦19)
方法偵測極限			0.005	0.001	0.005	0.005	0.0001	0.005	0.002	0.011	0.0002	-

資料來源：行政院環境保護署，無機再生粒料於港區工程應用與推廣專案工作計畫，111 年。

表 4-4　焚化再生粒料於臺北港區現地填築試驗之工程材料試驗結果[4.3]

試驗項目		試驗值
粗細粒料篩分析（過篩重量百分率%）	19.0mm (3/4”)	100
	12.5mm (1/2”)	100
	9.5mm (3/8”)	96
	4.75mm (#4)	71
	2.36mm (#8)	53
	1.18mm (#16)	38
	600μm (#30)	25
	300μm (#50)	16
	150μm (#100)	9
	75μm (#200)	8.4
粗粒料（4.75mm 以上）	相對密度 （烘乾虛比重）	2.08
	吸水率 (%)	8.2
細粒料（4.75mm 以下）	相對密度 （烘乾虛比重）	1.93
	吸水率 (%)	14.2

資料來源：行政院環境保護署，無機再生粒料於港區工程應用與推廣專案工作計畫，111 年。

三、環境監測

為瞭解焚化再生粒料於現地填築後對鄰近區域海水水質之影響，辦理填築前及填築後之環境監測，檢測填築基地周邊之潮間帶及亞潮帶的海水水質。

填築前及填築後每季檢測海水中鎘、鉛、六價鉻、砷、汞、硒、銅、鋅、錳、銀、鎳之重金屬濃度，重金屬檢測結果均符合「海域環境分類及海洋環境品質標準」，且試驗填築前與填築後海水水質沒有明顯變化。

實例三：日本宮城縣石卷港區造地填築案例[4.6]

2011 年發生東日本大地震，其中日本宮城縣石卷市街區產生約 800 萬公噸生活災害廢棄物待處理。生活災害廢棄物包含混合廢棄物（可燃/不可燃）、木屑、混凝土廢料、瀝青廢棄物、金屬廢料、其他及海嘯沉積物等。除石卷市既有處理設備外，為因應大量生活災害廢棄物，由鹿島公司等 9 家企業合資於石卷港區空地設置（約 74 公頃）臨時災害廢棄物處理設施協助處理，自 2011 年 9 月 17 日至 2014 年 9 月 30 日約 3 年。

一、日本宮城縣石卷港臨時災害廢棄物處理設施概要

此臨時災害廢棄物處理設施以資源循環目標為優先，除透過前端處理設備（粉碎和分選）分選出可資源回收物質，亦設置臨時焚化設施處理可燃性垃圾，包含爐排式焚化設施 3 爐（329.4 公噸/日×3 爐）及旋轉窯焚化設施 2 爐（300 公噸/日×2 爐），其配置如圖 4-4 所示。產生之焚化底渣經處理後成為再利用產品，類似我國焚化再生粒料，可做為石卷港區填築料源。

此處收受處理生活災害廢棄物總計 298.2 萬公噸，以混合廢棄物（可燃/不可燃）116.2 萬公噸為主（約占 40%），另包含木屑（11.4 萬公噸）、混凝土廢料（76.7 萬公噸）、瀝青廢棄物（5.8 萬公噸）、金屬廢料（3.5 萬公噸）、其他（15.0 萬公噸）及海嘯沉積物（69.7 萬公噸）。

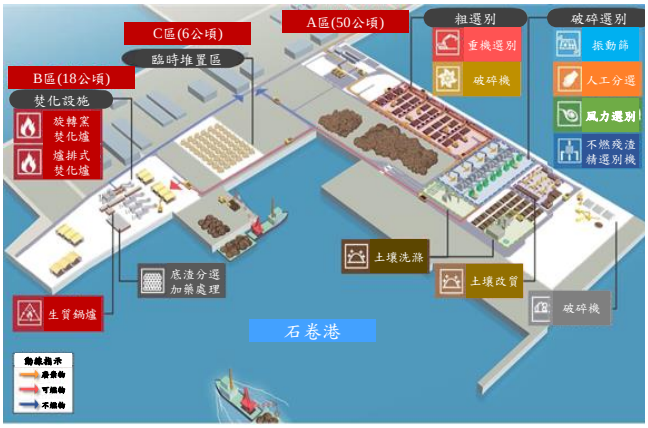


圖 4-4　石卷港臨時災害廢棄物處理設施之配置示意[4.6]

二、焚化底渣前處理及穩定化處理

日本石卷港臨時災害廢棄物處理設施將 116.2 萬公噸混合廢棄物經粗分類、破碎及分類後，可燃物進行焚化減積，焚化後產生之焚化底渣經前處理（篩分、破碎及篩選等），將金屬廢料回收再利用，經前處理之焚化底渣接續採用穩定化處理，以降低重金屬溶出，利用添加螯合劑（一般如鎂基不溶物、硫酸鐵基不溶物）或水泥，產製成為再利用產品，約 18 萬公噸，符合溶出檢測後，併同其他不燃物、洗淨礫、海嘯沉積物（經改質）等，作為石卷港區造地填築料源，完成土地填築作業後成為港區碼頭用地，填築面積約 9 公頃，填築量為 89.4 萬 m^3（約 123.1 萬公噸），填築前後情形如圖 4-5 及圖 4-6 所示。

圖 4-5　石卷港區焚化再生粒料填築位置[4.6]

圖 4-6　石卷港區造地填築完成之情形[4.6]

4.4 參考文獻

[4.1]行政院環境保護署，「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，2022。

[4.2]雷揚中，「焚化爐底渣應用於道路工程之研究」，國立中央大學，碩士論文，2004。

[4.3]行政院環境保護署，「無機再生粒料於港區工程應用與推廣專案工作計畫」，2022。

[4.4]黃煒傑，「焚化底渣用於透水鋪面之力學性質研究」，國立成功大學，碩士論文，2014。

[4.5]行政院公共工程委員會，施工綱要規範第 02319 章「選擇性回填材料」，第 5 版次，2020。

[4.6]宮城縣環境生活部震災廃棄物対策課，「災害廃棄物処理業務の記録（宮城縣）」，2014。

[4.7]行政院環境保護署，「無機再生粒料於陸域工程應用與推廣專案工作計畫」，2022。

第五章　焚化再生粒料應用於港區填築之產製與施工

5.1 使用規定

焚化再生粒料港區填築的產製與施工，各階段作業相關規定及注意事項，除本章所述使用規定外，如未來工程會頒布相關公共工程施工綱要規範，亦需參照相關規定辦理。

5.2 資料審查

1.供應焚化再生粒料之再利用機構，應取得許可處理焚化底渣之資格證明文件。

2.焚化再生粒料於供料前，應查驗相關供應證明文件，內容包括來源、處理製程及品質管制措施等，或有通過環保署認可之驗證單位驗證合格之證明文件。

3.焚化再生粒料應用於港區填築時，施工前應查驗含焚化再生粒料之品管作業文件，內容包含建議供料稽核方式、相關試驗方法以及其相關工程性質等，或有通過環保署認可之驗證單位驗證合格之證明文件。

5.3 材料儲備與運輸

1.儲備：

(1)依據填築材料供應計畫書，參照每日最大需要量及合理儲備量設置儲存場，平日應儲備相當數量，以備雨季時，可維持回填資材之材料供應，避免造成工程停工，有關材料之抽驗頻率與規定詳第六章。

(2)工地儲存場採取材料分區儲放為原則，並應注意地表逕流水處理及防塵需求。

2.運送：

(1)視車輛、船隻、機具等之裝載能力及路面承載力，限制承載量及其行駛速度。

(2) 載運車輛皆設置有防塵措施與全球定位系統(GPS)設施管控流向。

(3)供料機關（構）及工地應過磅，且二者之重量須相符，並以此作為料源及進料品質、數量控制使用。

5.4 施工說明

本手冊港區填築之施工方式，係於港區圍堤先構成封閉海域，圍堤內側以營建剩餘土石方投料填築，形成低透水阻層後，再於堤內填築焚化再生粒料，避免直接接觸海水，示意如圖 5-1。

未來如因應工程需求或設備精進有其它施工方法，不排除焚化再生粒料可拌合其他材料（如：其他再生粒料、浚港淤泥、營建土石方或抽砂材料），再進行回填施工[5.1]。

1.圍堤形成封閉海域　**2.堤內先填築營建剩餘土石方，再填築焚化再生粒料**　**3.填築完成**

圖 5-1　港區填築施工方式示意

1.施工計畫：

承包商應在施工前向業主提報施工計畫書，經工程司核定後施工。施工計畫內容至少包含以下各點：

(1) 每月填築數量與填築方法。

(2)施工機具之名稱、型式、每小時工作能量、配備數量及工作進度表。

(3)施工所需臨時設施之計畫圖與結構圖。

2.施工方法：

(1)以易辨認且牢固之標誌標示回填資材填築區域邊界，如於陸地及淺水部分可用標竿標示，於水中部分可利用混凝土塊及浮球配合測量定位標示。

(2)按設計圖說層次以傾卸貨車載運並直接卸入回填資材填築區（端進法）進行填築。

(3)以端進法施工時，作為運送之通路應適合重車通行，其高度以不受潮位影響，寬度至少為 6~8 m，並於適當地點設置迴車道。

(4)陸上填區已達設計高程時，應即整平整坡及按設計圖說規定覆蓋。

5.5 填築材料供應計畫書

供料機關（構）於進場填築前應提送填築材料供應計畫書，經核定後始得開工，計畫內容應包括下列各點：

1.焚化再生粒料來源符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」之證明文件。

2.填築材料需求量、運輸量、儲備量及使用量。

3.供料機關（構）平面佈置圖。

4.退貨機制：如材料收受後，經環保署認可之檢測單位進行檢測後，經該港區權責機關確認不符合品質規範，則進行退貨。

5.6 計量與計價

本手冊港區填築之計量與計價係參考公共工程施工綱要規範第02703章「轉爐石填海造地」[5.2]（詳如附錄二）及、公共工程施工綱要規範第02319章「選擇性回填材料」[5.3]（詳如附錄三）說明如下：

1.計量

焚化再生粒料港區填築應按設計圖說規定填築之區域，以[立方公尺][　]為單位計量，並以施工前及完工後之高程測量結果計算所得之體積計量或以運輸車輛每車次之體積計量。

2.計價

焚化再生粒料港區填築應按設計圖說規定填築之區域，以[立方公尺][　]為單位計價，單價已包括所需之一切人工、材料、機具、設備、動力運輸及其他為完成本工作所必需之費用在內。

5.7 參考文獻

[5.1]轉爐石海事工程使用手冊（經濟部工業局106年12月22日工永字第10601235420號函）。

[5.2]行政院公共工程委員會，公共工程施工綱要規範第02703章「轉爐石填海造地」，第1.0版次，2020年。

[5.3]行政院公共工程委員會，公共工程施工綱要規範第02319章「選擇性回填材料」，第5.0版次，2020年。

第六章　焚化再生粒料應用於港區填築之品質管理與注意事項

為確保焚化再生粒料品質能符合工程之需求，使用焚化再生粒料之公共工程，建議執行全面品質管理，以減少影響工程品質之變異情形，宜將本章節相關管制措施及注意事項納入自主管理內，以確保焚化再生粒料應用於港區填築之工程品質。

6.1 自主品質管理

焚化再生粒料應用於港區填築之品質管理，除應符合各港區所訂定之進場管理規範，亦應進行自主管理，各作業階段應留意之品質管理分述如下，以確保其工程品質。

1.焚化再生粒料出再利用機構管制

(1)焚化底渣進料時，應依「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」之底渣交付再利用條件辦理，並可搭配查驗及抽樣檢驗，加強管控料源用以穩定生產品質。

(2)焚化底渣及焚化再生粒料應按來源廠別及批號，分區貯存。

(3)依「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」規定，焚化再生粒料每 500 公噸應至少抽樣檢驗一次，並須符合法規品質要求，方可作工程使用，且於出再利用機構時應提供品質檢驗報告。

(4)焚化再生粒料應需符合設計規格及工程要求等，方可作為港區填築之材料。

2.產製階段管制

(1)承包商應先評估焚化再生粒料供應商之資格，確認焚化再生粒料之產源。

(2)承包商應查驗焚化再生粒料出廠檢驗報告，品質符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」規定，及港區填築使用要求，方可進料。

(3)承包商應確認港區填築使用焚化再生粒料之摻配比例，並提供相關佐證資料供工程單位或業主抽測檢驗。

3.施工階段管制

(1)承包商應每 1 個月或累積 4 萬方時，辦理含焚化再生粒料之品質檢驗，品質標準如表 6-1 所示。

表 6-1　焚化再生粒料應用於港區填築之自主品質管理標準

檢測項目	規定值	檢測方法
粒徑範圍(mm)	≦19*1 或 依設計需求	CNS 486 粗細粒料篩析法
比重	≧1.5*2	CNS 487 細粒料比重與吸水率試驗法 CNS 488 粗粒料比重與吸水率試驗法
吸水率(%)	≦20*2	

規定值：*1 垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式、*2 施工綱要規範第 02319 章「選擇性回填材料」。

(2)除契約另有規定外，於最高高潮位以上、表層下 15 cm 厚之覆土回填滾壓壓實度不得小於 AASHTO T180 標準壓實試驗所得最大乾密度之 90%以上，檢測頻率每 5,000 m^2 至少 1 點次。

(3)完工後地表高程，每 10,000 平方公尺至少須檢測 3 點，各點與設計高程之許可差在±30 cm。

4.驗收階段管制

(1)查驗施工中壓實度試驗報告及工程施工紀錄。

(2)現場平整度及地表高程檢驗，應符合施工要求之規定。

6.2 注意事項

1.使用前應確認施作區域，需符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」焚化再生粒料使用地點限制規定。

2.供料機關(構)於填築前應查驗相關供應證明文件與品管作業文件，如供料計畫書，以確認使用焚化再生粒料之品質，符合環保法規之無害標準，且滿足工程需求，若焚化再生粒料來自不同再利用機構，每一機構均需檢附相關證明文件。

3.承包商於施工準備期間，應視實際需要於港區填築上均勻灑以適量之水，使港區填築於鋪築壓實時能達到所需之壓實度。但由於焚化再生粒料有高吸水率的特性，灑水次數不能過於頻繁，以免影響鋪築之品質。

4.使用焚化再生粒料於港區填築時，施作填築焚化再生粒料後，上方須再鋪築覆土材料，並視填築後之土地使用需求進行地盤改良作業。

第七章　焚化再生粒料應用於港區填築之環境監測

7.1 一般原則

焚化再生粒料應用於港區填築之環境監測，其目的在於確切掌握施工階段之環境影響程度並作為改善依據。本章所述環境監測內容係引用環保署公告之相關規範及法規，包含「海域環境分類及海洋環境品質標準」、「開發行為環境影響評估作業準則」及「再生粒料應用於港區造地填築作業程序」（詳如附錄四）。

7.2 環境監測項目及標準

依據「再生粒料應用於港區造地填築作業程序」之規定，再生粒料應用於港區造地填築料源時，填築前後應進行相關環境監測，監測作業得與該粒料於港區新增填築料源之環境影響評估作業（含差異分析）或同場址之其他監測計畫整合考量規劃進行。監測項目及標準說明如下：

1.監測範圍及項目：依據「海域環境分類及海洋環境品質標準」[7.1]之規定，檢測項目包含水質之重金屬濃度及 pH 值，其規範及項目可參考表 7-1、表 7-2。海域環境主要分為甲、乙、丙三類（範圍及分類如表 7-3、圖 7-1），臺灣地區沿海海域屬甲或乙類，因此檢測值應符合海域環境分類及海洋環境品質標準之甲或乙類。

2.監測點位數量：依據「開發行為環境影響評估作業準則」[7.2]之規定，有關水質水文調查地點，在開發行為影響範圍內至少三點，但屬填海造地者至少六點，且測點應作合理之配置。

3.監測頻率：若環境監測無相關環評承諾事項規範，依據「再生粒料應用於港區造地填築作業程序」[7.3]之規定，監測頻率每季至少一次。

4.監測報表：前述各監測成果應作成報表紀錄，以供參考。

表 7-1　環境監測規範及檢測項目[7.1]

用途	種類	適用規範	檢測項目	
港區填築	焚化再生粒料	海域環境分類及海洋環境品質標準	pH	11 項重金屬（鎘、鉛、六價鉻、砷、汞、硒、銅、鋅、錳、銀、鎳）
	焚化再生粒料拌合其他材料			

表 7-2　海域環境分類及海洋環境品質標準[7.1]

項目	單位	甲類	乙類	丙類
鎘	μg/L	≦5		
鉛	μg/L	≦10		
六價鉻	μg/L	≦50		
砷	μg/L	≦50		
汞	μg/L	≦1		
硒	μg/L	≦10		
銅	μg/L	≦30		
鋅	μg/L	≦500		
錳	μg/L	≦50		
銀	μg/L	≦50		
鎳	μg/L	≦100		
pH 值	--	7.5-8.5	7.5-8.5	7.0-8.5
備註	1.甲類：適用於一級、二級水產用水、工業用水、游泳及環境保育 2.乙類：適用於二級水產用水、工業用水、游泳及環境保育 3.丙類：適用於環境保育			

表 7-3　臺灣地區沿海海域範圍及海域分類[7.1]

海域範圍	水體分類
鼻頭角向彭佳嶼延伸至高屏溪口向琉球嶼延伸線間海域	甲
高屏溪口向琉球嶼延伸至曾文溪口向西延伸線間海域	乙
曾文溪口向西延伸線至王功漁港向西延伸線間海域	甲
王功漁港向西延伸線至鼻頭角向彭佳嶼延伸線間海域	乙
澎湖群島海域	甲
備註：在右列之一海域水體內之河川、區域排水出海口或廢水管線排放口出口半徑二公里之範圍內之水體得列為次一級之水體。	

圖 7-1　臺灣地區沿海海域範圍及海域分類圖[7.4]

7.3 參考文獻

[7.1]海洋委員會,「海域環境分類及海洋環境品質標準」,民國 107 年 2 月 13 日。

[7.2]行政院環境保護署,「開發行為環境影響評估作業準則」,民國 110 年 2 月 2 日。

[7.3]行政院環境保護署,「再生粒料應用於港區造地填築作業程序」,民國 110 年 6 月 11 日。

[7.4]海洋委員會海洋保育署,民國 110 年海域水質監測年報,民國 110 年 12 月。

附錄一、垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式

111 年 05 月 19 日

依　據：廢棄物清理法第十四條第二項。

公告事項：

一、適用範圍：執行機關所屬之公有公營、公有民營垃圾焚化廠之焚化底渣（以下簡稱底渣）。

二、本公告用詞，定義如下：

（一）再利用機構：指取得底渣處理許可之廢棄物處理業、依促進民間參與公共建設法與主辦機關簽訂投資契約之民間機構設置之廢棄物處理設施、直轄市政府環境保護局或縣（市）政府環境保護局（以下簡稱地方環保局）。

（二）焚化再生粒料：指底渣經再利用處理程序後所產生者。

（三）公共工程：指符合下列情形之一者：

1.依政府採購法、促進民間參與公共建設法辦理之工程。

2.與政府聯合開發之工程。

3.公用事業辦理公共基礎設施服務相關之工程。

（四）供料機關（構）：指提供焚化再生粒料者，包括地方環保局或其委託之再利用機構。

（五）使用單位：指工程單位、加工再製機構或其他運用者。

（六）民間工程：指公共工程以外之工程。

三、地方環保局應負責推廣使用焚化再生粒料，或報經上級主管機關核准，委託民間業者協助之。

四、底渣交付再利用之條件：

（一）底渣交付再利用機構前，垃圾焚化廠應檢測項目、檢測方法、頻率、標準、提供檢測結果期限及改善期限，如附表一。

（二）地方環保局應依限提供檢測結果供底渣再利用機構作為設備製程操作及調整參考。

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、焚化再生粒料用途如下，其中第一款至第九款應優先使用於公共工程：

（一）基地填築。
（二）路堤填築。
（三）港區填築，僅限使用於商港、工業專用港或已核定造地之工業區。
（四）道路級配粒料底層及基層。
（五）控制性低強度回填材料。
（六）低密度再生透水混凝土，僅限使用於道路工程。
（七）瀝青混凝土，僅限使用於道路工程。
（八）磚品。
（九）用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品。
（十）水泥生料，僅限作為水泥廠之水泥原料。
（十一）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。

焚化再生粒料作為前項第三款用途時，應於港區填築前，辦理實驗室試驗、現地填築試驗及依環境影響評估法相關規定辦理相關事宜，填築前後辦理相關環境監測。

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、重要濕地、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、鹽業用地、古蹟保存用地、生態保護用地，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。

用途為港區填築、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。其使用於管溝工程者，不受第一項第二款至第五款規定限制。

八、底渣再利用機構之設施（備）應符合下列規定：
（一）底渣之貯存，不得有廢棄物飛揚、逸散、滲出、污染地面或散發惡臭情事，貯存場所應設有排水收集處理設施。貯存場所之地點受公告事項七第一項第一款至第四款規定限制。
（二）焚化再生粒料之貯存場所應設有排水收集處理設施。貯存場所之地點受公告事項七第一項第一款至第四款規定限制。
（三）底渣及焚化再生粒料應依據來源焚化廠之不同，採分廠分區貯存及標示，且其貯存區內物品堆置高度不得超過圍牆高度。

（四）再利用機構入口處應設置地磅系統，並定期依相關法規校正及留存紀錄，所有物品及車輛進出再利用機構均應過磅，依序記錄進出時間、車程、重量、物品內容。

（五）再利用機構內應設置閉路電視錄影監視系統，其配置如下：

1.設置地點：

(1)再利用機構所有進出口、地磅系統處，攝錄並應及於再利用機構內車行所有路徑。

(2)處理設備投入口、處理流程作業區及衍生廢棄物、焚化再生粒料出料口。

(3)進再利用機構底渣、衍生廢棄物及焚化再生粒料貯存區。

(4)其他經主管機關指定地點。

2.攝錄監視畫面及系統規格：

(1)攝錄監視畫面應為彩色清晰影像，並顯示日期及時間。夜間攝影應提供足夠光源以供辨識。

(2)攝錄監視系統應能連續二十四小時作業，錄影間隔時間至少一秒一畫面為原則。

3.攝錄紀錄保存及故障排除：

(1)應保存連續六個月影像紀錄。

(2)如攝錄系統異常或故障，應即向主管機關報備，並於一週內修復，且於事後提報該期間營運紀錄及修復情形說明，送主管機關備查。

（六）焚化再生粒料如有於再利用機構外貯存需求，應事先提報貯存計畫，送貯存地點主管機關核准。

九、使用及流向申報：

（一）底渣產生地之地方環保局、再利用機構及供料機關（構）應於每月十日前以網路傳輸方式申報前一個月底渣再利用情形；其申報項目，如附表三。如有變更時，應即上網申報變更內容。

（二）焚化再生粒料之申報規定及遞送聯單遞送方式，如附表四及附表五。

（三）焚化再生粒料使用前，應以書面或網路傳輸方式取得工程管制編號、清運者管制編號及使用者管制編號，供料機關（構）始得供料；另如有變更時，應即上網申報變更內容；各項管制編號申請須知如附件一。

（四）焚化再生粒料之清運機具應裝置即時追蹤系統，且清運機具裝置之系統規格應符合應裝置即時追蹤系統之清運機具及其規定公告之規定。

（五）供料機關（構）或加工再製機構於焚化再生粒料供應且完成使用後十五日內，應以網路傳輸方式申報妥善使用證明，並檢送書面資料，包括過磅單及使用地點於施工前、中、後照片或錄影資料，向原核准工程管制編號之地方環保局申請解除列管，副知使用地（或產生地）之地方環保局備查。

（六）前開機關應依供料機關（構）或加工再製機構提送佐證資料進行查核作業，並依實際查核結果辦理解除列管，並將判定結果登載於網路申報系統，以通知工程單位及供料機關（構）。

十、焚化再生粒料之再利用，應符合附表六之品質規範。附表六未規定者，應符合各用途相關之公共工程施工綱要規範、國家標準、國際標準或使用規定。

使用焚化再生粒料之民間工程，其供料機關（構）或加工再製機構應檢附符合前項規範、標準或使用規定之相關檢測報告，向原核准工程管制編號之地方環保局申請解除列管。

十一、依鼓勵公民營機構興建營運垃圾焚化廠推動方案興建營運之垃圾焚化廠底渣，準用本管理方式相關規定。

十二、為執行焚化再生粒料應用於道路計畫之驗證，或執行緊急環境復原清理工作，其計畫或工作內容經目的事業主管機關核准者，得不受公告事項六、七規定之限制。

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。

附表一 底渣交付再利用之條件

<table>
<tr><th>檢測項目</th><th>檢測方法</th><th>頻率</th><th colspan="2">標準</th><th>提供檢測結果期限</th><th>備註</th></tr>
<tr><td>可燃物</td><td>一般廢棄物焚化底渣可燃物含量檢測方法 (NIEA R221)</td><td>每月</td><td colspan="2">≦2 %</td><td>次月七日前（遇假日順延）</td><td>七日內改善完成。但經所屬主管機關同意者，不在此限。</td></tr>
<tr><td>戴奧辛總毒性當量濃度（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）</td><td>戴奧辛及呋喃檢測方法－同位素標幟稀釋氣相層析／高解析質譜法 (NIEA M801)</td><td>每季</td><td colspan="2">≦1 ng I-TEQ/g</td><td>次月十五日前（遇假日順延）</td><td rowspan="10">檢測結果達有害事業廢棄物認定標準，其底渣不得送再利用機構進行前處理，並應經固化法、穩定化法或熱處理法處理至檢測值低於有害事業廢棄物認定標準後，採衛生掩埋方式處理。</td></tr>
<tr><td rowspan="9">重金屬毒性特性溶出程序</td><td rowspan="9">事業廢棄物毒性特性溶出程序 (NIEA R201)</td><td rowspan="9">每季</td><td>總鉛（毫克/公升）</td><td>≦5.0</td><td rowspan="9">次月十五日前（遇假日順延）</td></tr>
<tr><td>總鎘（毫克/公升）</td><td>≦1.0</td></tr>
<tr><td>總鉻（毫克/公升）</td><td>≦5.0</td></tr>
<tr><td>總硒（毫克/公升）</td><td>≦1.0</td></tr>
<tr><td>總銅（毫克/公升）</td><td>≦15.0</td></tr>
<tr><td>總鋇（毫克/公升）</td><td>≦ 100.0</td></tr>
<tr><td>六價鉻（毫克/公升）</td><td>≦2.5</td></tr>
<tr><td>總砷（毫克/公升）</td><td>≦5.0</td></tr>
<tr><td>總汞（毫克/公升）</td><td>≦0.2</td></tr>
</table>

附表二 焚化再生粒料環境標準

使用地點	用途	環境標準
屬公告事項七之限制使用地點	1.控制性低強度回填材料（且用於管溝工程）。（本項不得用於公告事項七第一項第一款規定之相關水質水量保護區）	第一級標準
	2.磚品。	
	3.用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品。	
非屬公告事項七之限制使用地點	1.基地填築。	第二級標準
	2.路堤填築。	
	3.港區填築。	
	4.道路級配粒料底層及基層。	
	5.控制性低強度回填材料。	
	6.低密度再生透水混凝土。	
	7.瀝青混凝土。	
	8.磚品。	
	9.用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品。	
未限制使用地點	1.水泥生料。	特定用途標準
	2.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。	

備註 1：

第一級標準

符合本級標準者，除用於本級標準規定之用途外，亦得用於第二級標準及特定用途標準規定之用途。

檢測項目	標準值
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。

檢測方法	檢測項目	標準值
再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222)	鉛（毫克/公升）	≦0.01
	鎘（毫克/公升）	≦0.005
	鉻（毫克/公升）	≦0.05
	銅（毫克/公升）	≦1.0
	砷（毫克/公升）	≦0.05
	汞（毫克/公升）	≦0.002
	鎳（毫克/公升）	≦0.1
	鋅（毫克/公升）	≦5.0

備註 2：
第二級標準
符合本級標準者，除用於本級標準規定之用途外，亦得用於特定用途標準規定之用途。

檢測項目	標準值
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。

檢測方法	檢測項目	標準值
再生粒料環境用途溶出程序(NIEA R222)	鉛（毫克/公升）	≦0.1
	鎘（毫克/公升）	≦0.05
	鉻（毫克/公升）	≦0.5
	銅（毫克/公升）	≦10
	砷（毫克/公升）	≦0.5
	汞（毫克/公升）	≦0.02
	鎳（毫克/公升）	≦1
	鋅（毫克/公升）	≦50

備註 3：
特定用途標準
符合本級標準者，僅得用於本級標準規定之用途。

檢測項目	標準值
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。

檢測方法	檢測項目	標準值
毒性特性溶出	總鉛（毫克/公升）	≦4.0

程序(NIEA R201)	總鎘（毫克/公升）	≦0.8
	總鉻（毫克/公升）	≦4.0
	總銅（毫克/公升）	≦12.0
	總砷（毫克/公升）	≦0.40
	總汞（毫克/公升）	≦0.016
	總硒（毫克/公升）	≦0.8
	總鉛（毫克/公升）	≦10.0
	六價鉻（毫克/公升）	≦0.20

附表三、底渣再利用之申報項目

申報者	地方環保局	再利用機構（產出）	供料機關（構）（貯存、供料、使用追蹤）
申報項目	一、底渣再利用情形： 1.底渣產生量。 2.從既有掩埋或暫置場址清運交付再利用機構處理量。 3.送往掩埋數量及掩埋場址。 4.送往暫置數量及暫置場址。 5.受託代燒縣市回運底渣數量。 6.送再利用機構處理量，包括經過再利用機構之地磅收受底渣數量及磅差。 二、勾稽作業結果及輔導改善情形，並建立相關紀錄。	1.前一個月之廠內貯存未處理量。 2.收受委託底渣處理量。 3.底渣處理量、產生產品及衍生廢棄物，包括：焚化再生粒料、鐵金屬、非鐵金屬、衍生廢棄物及其他（如水分、磅差及耗損）。 4.廠內累積貯存未處理量。 5.每批焚化再生粒料之檢測結果。 6.每批底渣經處理後之衍生廢棄物比率。 7.送往供料機構之焚化再生粒料數量（須符合焚化再生粒料環境標準始得遞送）。	一、焚化再生粒料之貯存與供應情形： 1.前一個月之廠內貯存數量。 2.收受數量。 3.供應出廠數量。 4.受託代燒縣市回運數量。 5.廠內累積貯存未供應數量。 6.其他（如水分、磅差及耗損）。 二、焚化再生粒料供應後之使用情形： 1.前一個月已供應之未完成再利用數量。 2.供應出廠數量。 3.仍未完成再利用數量（含本月及前月已供應出廠）。 4.各項用途之完成再利用數量。

附表四、焚化再生粒料之申報規定及遞送聯單遞送方式（用途為「基地填築」、「路堤填築」、「港區填築」、「道路級配粒料底層及基層」、「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）。

申報時機	執行者	申報規定	遞送聯單遞送方式
焚化再生粒料出廠前	供料機關（構）	於焚化再生粒料出廠前，應連線申報清運之日期時間、機具車號、用途、數量及清運、使用單位等資料。	應於完成申報作業後，列印遞送聯單一份及轉化為條碼形式之產品資訊交予清運者。
焚化再生粒料清運	清運者	1. 應於清運出廠時，於遞送三聯單上載明「實際清運日期時間」、「實際清運機具車號」、「實際清運重量」等資料，經與供料機關（構）書面確認，作為其後續連線申報實際清運情形確認依據。 2. 準用「應裝置即時追蹤系統之清運機具及其規定」，於供料機關（構）現場刷取遞送聯單上之「供料機關（構）」條碼及重量資訊條碼以作為連線申報確認接收焚化再生粒料情形。 3. 應於焚化再生粒料清運出供料機關（構）後一日內載運至使用單位。	遞送聯單經清運者收受後，隨同焚化再生粒料運送。
焚化再生粒料收受	清運者	1. 焚化再生粒料送抵使用單位，應於遞送聯單上載明使用單位之「實際送抵日期時間」、「實際收受重量」等資料，經與使用單位書面確認，作為送抵後連線申報焚化再生粒料實際收受情形及確認是否接受等資料之依據。 2. 準用「應裝置即時追蹤系統之清運機具及其規定」，於使用單位現場刷取遞送聯單上之「使用單位」條碼及重量資訊條碼以作為連線申報確認收受焚化再生粒料情形。	1. 確認完成收受焚化再生粒料後，遞送聯單由清運者於二日內送交予供料機關（構）留存。如適逢假日得順延至次一工作日簽收。 2. 遞送聯單申報程序結束。

申報時機	執行者	申報規定	遞送聯單遞送方式
		3. 未依前開申報機制辦理者，需於二十四小時內自行連線上網進行遞送聯單確認申報作業，如適逢假日得順延至次一工作日辦理。 4. 使用單位得連線查詢焚化再生粒料收受情形。	
最終確認	供料機關（構）	1. 應依前開清運者於遞送聯單上載明資料，於焚化再生粒料完成供應後四十八小時內，進行「連線申報實際供應、清運、收受情形」之最終修正確認作業，且應自行保存三年以供查核。 2. 使用單位得連線查詢最終確認作業。	
解除列管	供料機關（構）	焚化再生粒料供應且完成使用後十五日內，供料機關（構）應以網路傳輸方式申報妥善使用證明。另並檢送書面資料，包括過磅單及使用地點於施工前中後照片或錄影資料等，報原核准工程管制編號之地方環保局審核以申請解除列管作業，並報使用地（或產生地）之地方環保局備查。	
備註：焚化再生粒料於「異地暫存」及運送至供料機關（構），依本表申報之，欲再利用時，應依用途別分別依本表及附表五執行申報作業。			

附表五、焚化再生粒料之申報規定及遞送聯單遞送方式（用途為「控制性低強度回填材料」、「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」者）。

申報時機	執行者	申報規定	遞送聯單遞送方式
焚化再生粒料出廠前	供料機關（構）	於焚化再生粒料出廠前，應連線申報清運之日期時間、機具車號、用途、數量及清運、使用單位等資料。	應於完成申報作業後，列印遞送聯單一份及轉化為條碼形式之產品資訊交予清運者。
焚化再生粒料清運	清運者	1. 應於清運出廠時，於遞送三聯單上載明「實際清運日期時間」、「實際清運機具車號」、「實際清運重量」等資料，經與供料機關（構）書面確認，作為其後續連線申報實際清運情形確認依據。 2. 準用「應裝置即時追蹤系統之清運機具及其規定」，於供料機關（構）現場刷取遞送聯單上之「供料機關（構）」條碼及重量資訊條碼以作為連線申報確認接收焚化再生粒料情形。 3. 應於焚化再生粒料清運出供料機關（構）後一日內載運至使用單位。	遞送聯單經清運者收受後，隨同焚化再生粒料運送。
焚化再生粒料收受	清運者/加工再製機構	1. 焚化再生粒料送抵使用單位，應於遞送聯單上載明使用單位之「實際送抵日期時間」、「實際收受重量」等資料，經與使用單位書面確認，作為送抵後連線申報焚化再生粒料實際收受情形及確認是否接受等資料之依據。 2. 準用「應裝置即時追蹤系統之清運機具及其規定」，於使用單位現場刷取遞送聯單上之「使用單位」條碼及重量資訊條碼以作為連線申報確認收受焚化再生粒料情形。	1. 確認完成收受焚化再生粒料後，遞送聯單由清運者於二日內送交予供料機關（構）留存。如適逢假日得順延至次一工作日簽收。 2. 遞送聯單申報程序結束。

申報時機	執行者	申報規定	遞送聯單遞送方式
		3. 未依前開申報機制辦理者，需於二十四小時內自行連線上網進行遞送聯單確認申報作業，如適逢假日得順延至次一工作日辦理。 4. 使用單位得連線查詢焚化再生粒料收受情形。 5. 用途為「磚品」、「用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品」者，申報執行者為「加工再製機構」。	
最終確認	供料機關（構）	1. 應依前開清運者於遞送聯單上載明資料，於焚化再生粒料完成供應後四十八小時內，進行「連線申報實際供應、清運、收受情形」之最終修正確認作業，且應自行保存三年以供查核。 2. 使用單位得連線查詢最終確認作業。	
加工再製產品供應	供料機關（構）/加工再製機構	1. 加工再製產品出廠後四日內，應連線申報加工再製產品供應之日期時間、清運機具車號、用途、數量及清運、最終使用單位等資料，且於解除列管作業時，應檢附加工再製產品出貨單以供佐證。 2. 為急迫性使用，無法於事先申請工程管制編號及依前開方式辦理者，經所屬主管機關同意者，須於二十四小時內完成補正申報作業，如適逢假日得順延至次一工作日辦理。 3. 使用單位得連線查詢加工再製產品供應情形。 4. 用途為「磚品」、「用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品」者，申報執行者為「加工再製機構」。	
解除列管	供料機關（構）/加	1. 焚化再生粒料經加工再製後之產品供應且完成使用	

申報時機	執行者	申報規定	遞送聯單遞送方式
	工再製機構	後十五日內，應以網路傳輸方式申報妥善使用證明。另並檢送書面資料，包括過磅單及使用地點於施工前中後照片或錄影資料等，報原核准工程管制編號之地方環保局審核以申請解除列管作業，並報使用地之地方環保局備查。 2. 用途為「磚品」、「用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品」者，申報執行者為「加工再製機構」。	

附表六 焚化再生粒料工程品質規範

焚化再生粒料用途	品質規範
基地填築、路堤填築	符合公共工程共通性工項施工綱要規範第 02331 章基地及路堤填築、公共工程共通性工項施工綱要規範第 02319 章選擇性回填材料、公共工程共通性工項施工綱要規範第 02317 章構造物回填之品質規範
道路級配粒料底層及基層	符合公共工程共通性工項施工綱要規範第 02726 章級配粒料底層、公共工程共通性工項施工綱要規範第 02722 章級配粒料基層之品質規範
控制性低強度回填材料	符合公共工程施工綱要規範第 03377 章控制性低強度回填材料之品質規範
低密度再生透水混凝土	符合公共工程施工綱要規範第 03341 章低密度再生透水混凝土之品質規範
瀝青混凝土	符合公共工程共通性工項施工綱要規範第 02741 章瀝青混凝土之一般要求、公共工程共通性工項施工綱要規範第 02742 章瀝青混凝土鋪面之品質規範
磚品	符合公共工程共通性工項施工綱要規範第 02786 章高壓混凝土地磚、公共工程施工綱要規範第 02795 章透水性混凝土地磚、公共工程共通性工項施工綱要規範第 04220 章混凝土磚之品質規範
用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品	符合公共工程共通性工項施工綱要規範第 03410 章工廠預鑄混凝土構件之品質規範

附件一

各項管制編號申請須知

一、工程管制編號

工程管制編號之申請，除應檢具申報用途、數量、時間及使用數量合理性、申請使用地點之使用分區及用地編定（其中「磚品」、「用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品」及「港區填築」者免檢附）等證明文件外，用途為「基地填築」、「路堤填築」、「道路級配粒料底層及基層」、「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，亦應檢附工程設計書圖(或施工計畫書)，另用於民間工程者須併同檢附土地所有人或管理機關使用同意書，以書面或網路傳輸方式向下列機關申請：

（一）用途為「基地填築」、「路堤填築」、「道路級配粒料底層及基層」、「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，向使用地之直轄市政府環境保護局、縣（市）政府環境保護局申請工程管制編號，再由該等機關核發，並副知產生地之地方環保局。

（二）用途為「控制性低強度回填材料」、「低密度再生透水混凝土」、「瀝青混凝土」、「港區填築」及「水泥生料」者，向產生地之地方環保局申請工程管制編號，再由該等機關核發，並副知使用地之地方環保局。

（三）用途為「磚品」及「用於紐澤西護欄及緣石之水泥製品」者：

1.向產生地之地方環保局申請「加工再製品」工程管制編號，供料機關（構）始得將焚化再生粒料送至加工再製機構。當加工再製品完成後，供料機關（構）得依需求提出階段性確認。待實際運用於工程時，向產生地之地方環保局申請「使用地點」工程管制編號，再由該等機關核發，並副知使用地之地方環保局。

2.加工再製機構貯存量超出前三個月之累積供料機關（構）出貨量，供料機關（構）應停止供應焚化再生粒料，如有實際工程應用大量需求，得敘明理由向產生地之地方環保局申請免停止供應焚化再生粒料。

二、清運者管制編號

焚化再生粒料之清運者應以書面或網路傳輸方式，檢附文件向產生地之地方環保局申請清運者管制編號。檢附文件如下：

（一）公民營廢棄物清除機構：應檢具中央主管機關指定之相關證明文件資料，包括清除許可證、公司登記（或商業登記）證明文件。

（二）事業廢棄物共同清除機構：公司登記證明文件、共同清除許可證。

（三）運輸業：公司登記證明文件或商業登記證明文件、運輸業執照及與委託人訂定之契約書。

（四）依廢棄物清理法第二十八條第一項第三款第三目至第五目設置廢棄清除設施之機構：中央目的事業主管機關、主管機關核發之相關證明文件資料。

（五）執行機關：地方環保機關開具之證明文件。

三、使用者管制編號

焚化再生粒料之使用單位為水泥廠、異地暫存場址、預拌混凝土廠及其他使用單位等或其他運用者，應檢附文件，以書面或網路傳輸方式向產生地之地方環保局申請使用單位管制編號。檢附文件如下：

（一）異地暫存場址：場址基本資料之相關證明文件（地點之使用分區及用地編定等）及地方環保機關核准之證明文件。

（二）水泥廠、預拌混凝土廠或製磚廠：公司登記證明文件（或商業登記證明文件）及與委託人訂定之契約書。

（三）其他運用者：可佐證符合使用者之相關文件。

四、另除工程管制編號外，其餘之管制編號，包括供料機構管制編號、清運者管制編號、使用單位管制編號，僅需於使用系統第一次申請即可，無須每一新設工程均須重新申請。

附件二

底渣再利用試驗計畫申請文件

一、垃圾焚化廠及再利用機構基本資料。

二、垃圾焚化廠及再利用機構共同申請意願書。

三、再利用試驗計畫：

（一）垃圾焚化廠焚化底渣基本資料、各項成分分析等。

（二）清除計畫。

（三）再利用計畫，包含試驗目的、試驗原理、試驗製程、試驗數量、試驗期間、檢測及監測方式。

（四）污染防治計畫，包含污染排放檢測及監測方式。

（五）焚化再生粒料品質規格、品質管理及銷售計畫。

（六）異常運作處理計畫。

（七）緊急應變計畫。

四、另檢具試驗結果之內容，應包含核准之試驗計畫申請文件內所規定之運作、檢測及監測紀錄。

附錄二、公共工程施工綱要規範第 02703 章「轉爐石填海造地」（V1.0 版-2020 年 05 月 27 日）

1. 通則

1.1 本章概要

本章說明轉爐石使用於填海造地時之材料、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

1.2.1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。

1.3 相關章節

1.3.1第 01330 章--資料送審

1.3.2第 01450 章--品質管理

1.3.3第 01725 章--施工測量

1.3.4第 01726 章--水深測量

1.4 相關準則

1.4.1中華民國國家標準(CNS)

(1) CNS 486 粗細粒料篩析法

(2) CNS 490 粗粒料（37.5mm 以下）洛杉磯磨損試驗法

(3) CNS 3408 粗粒料（粒徑 19mm 以上）磨損試驗法

1.4.2目的事業主管機關依據法源

(1)轉爐石海事工程使用手冊（經濟部工業局 106 年 12 月 22 日工永字第 10601235420 號函）

1.4.3美國道路及運輸官員協會(AASHTO)

(1) AASHTO T180 以 10 磅（4.536 公斤）夯錘，落距 18 吋（45.72 公分），決定土壤含水量與密度關係試驗法

1.5 資料送審

須符合第 01330 章「資料送審」之規定。

1.5.1品質管理計畫書

須符合第 01450 章「品質管理」之規定。

1.5.2施工計畫書：承包商應在施工前提送施工計畫書，經工程司核准後，據以施行。

1.5.3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 CNS 15310 5.3.2 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。

1.6 定義

1.6.1轉爐石：為一貫作業煉鋼廠於煉製鋼液時，將鐵水、副原料及廢鋼加入轉爐後，以純氧吹煉而產出之熱熔碴，經冷卻、破碎、磁選及篩分等處理後可作為級配料使用。

2. 產品

2.1 功能

2.1.1係用於填海造地。

2.2 材料

2.2.1工作範圍內之轉爐石品質應符合下列規定：

類別	檢驗項目	檢驗方法	規範值
A	粒徑範圍(cm)	CNS 486粗細粒料篩析法	≦[5.0]
	洛杉磯磨損率(%)	CNS 490粗粒料（37.5mm以下）洛杉磯磨損試驗法 CNS 3408粗粒料（粒徑19mm以上）磨損試驗法	≦[40.0]
	pH	NIEA R208 廢棄物之氫離子濃度指數（pH 值）測定方法－電極法	＜12.5
	總砷(mg/L)	NIEA R201 毒性特性溶出程序	＜5.0
	總汞(mg/L)	NIEA R201 毒性特性溶出程序	＜0.2
	總鋇(mg/L)	NIEA R201 毒性特性溶出程序	＜100.0
	總鎘(mg/L)	NIEA R201 毒性特性溶出程序	＜1.0
	總鉻(mg/L)	NIEA R201 毒性特性溶出程序	＜5.0
	總銅(mg/L)	NIEA R201 毒性特性溶出程序	＜15.0
	總鉛(mg/L)	NIEA R201 毒性特性溶出程序	＜5.0
	總硒(mg/L)	NIEA R201 毒性特性溶出程序	＜1.0
	六價鉻(mg/L)	NIEA R201 毒性特性溶出程序	＜2.5
B	戴奧辛 (ng I-TEQ/g)	NIEA M801 戴奧辛及呋喃檢測方法	＜1.0
	輻射(nSv/h)	輻射偵測以X-ray或加馬輻射線偵測儀	＜200

3. 施工

3.1 準備工作

3.1.1設備

廠商配合設計圖說要求所需之施工設備、機具等，至少包含如下：

(1)運輸貨車或船機

(2)推土機

(3)灑水車

(4)開挖機[ ]

3.1.2依第 01725 章「施工測量」及第 01726 章「水深測量」進行測量工區之位置與

估算填築數量。

3.2 施工方法

3.2.1以易辨認且牢固之標誌標示填築區域邊界，如於陸地及淺水部分可用標竿標示，於水中部分可利用混凝土塊及浮球配合測量定位標示。

3.2.2按設計圖說填築區位，以傾卸貨車載運並直接卸入填築區(端進法)進行填築。

3.2.3由岸邊依序向水域拋填施工時，作為運送之通路應適合重車通行，必要時得鋪設鋼板或其他經工程師認可之級配材料，路面之高度以不受潮位影響，並於適當地點設置迴車道，以利重車通行。

3.2.4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。

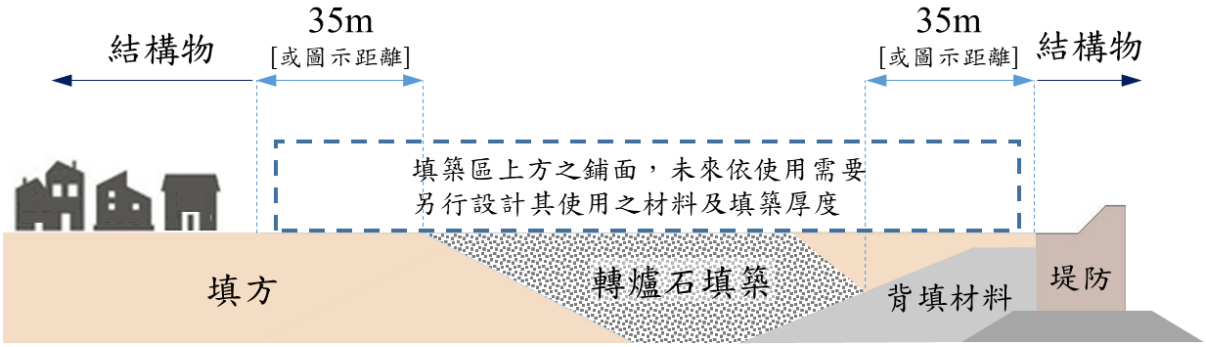


圖 1　轉爐石填築完成後與鄰近結構物邊界之安全緩衝距離示意圖

3.2.5陸上填區已達設計高程時，應即整平整坡[及按設計圖說規定覆蓋][　]。

3.3 檢驗

3.3.1依 2.2.1 之表格所列檢驗項目、標準及規範要求，A 類每[1][　]個月或累計[4][　]萬方、B 類每[6][　]個月之頻率辦理。

3.3.2除契約另有規定外，於最高高潮位以上、表層下 15cm 厚之覆土回填滾壓壓實度不得小於 AASHTO T180 標準壓實試驗所得最大乾密度之 90%以上，檢測頻率每[5,000m^2][　]至少 1 點次。

3.4 許可差

完工後地表高程，每[10,000][　]平方公尺至少須檢測[3][　]點，各點與設計高程之許可差在[±30cm][　　]。

4. 計量與計價

4.1 計量

4.1.1「轉爐石填築」應按設計圖說規定填築之區域，以[立方公尺][　]為單位計量。

4.1.2計量方式，以施工前及完工後之高程測量結果計算所得之體積計量。

4.2 計價

4.2.1「轉爐石填築」應按設計圖說規定填築之區域，以[立方公尺][　]為單位計價。

4.2.2單價已包括所需之一切人工、材料、機具、設備、動力運輸及其他為完成本工作所必需之費用在內。〈本章結束〉

附錄三、公共工程施工綱要規範第 02319 章「選擇性回填材料」（V5.0 版-2020 年 03 月 10 日）

1. 通則

1.1 本章概要

說明本章 1.2 項所列選擇性回填材料之材料、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

1.2.1透水材料回填

1.2.2砂回填

1.2.3級配粒料回填

1.2.4再生粒料回填

1.3 相關章節

1.3.1第 01330 章--資料送審

1.3.2第 01450 章--品質管理

1.3.3第 02316 章--構造物開挖

1.3.4第 02317 章--構造物回填

1.3.5第 02320 章--不適用材料

1.3.6第 02321 章--基地及路幅開挖

1.3.7第 02331 章--基地及路堤填築

1.3.8第 02333 章--透水砂層填築

1.3.9第 02722 章--級配粒料基層

1.3.10第 02726 章--級配粒料底層

1.4 相關準則

1.4.1中華民國國家標準(CNS)

(1) CNS 486 粗細粒料篩析法

(2) CNS 487 細粒料密度、相對密度（比重）及吸水率試驗法

(3) CNS 488 粗粒料密度、相對密度（比重）及吸水率試驗法

(4) CNS 490 粗粒料（37.5mm 以下）洛杉磯磨損試驗法

(5) CNS 11777土壤含水量與密度關係試驗法（標準式夯實試驗法）

(6) CNS 11777-1 土壤含水量與密度關係試驗法（改良式夯實試驗法）

(7) CNS 11827道路用高爐爐碴

(8) CNS 11828道路用高爐爐碴檢驗法

(9) CNS 12387工程用土壤分類試驗法

(10) CNS 14732 依粗料含量調整土壤夯實密度試驗法

(11) CNS 14733 以砂錐法測定土壤工地密度試驗法

(12) CNS 15305 級配粒料基層、底層及面層用材料

(13) CNS 15311 粒料受水合作用之潛在膨脹試驗法

(14) CNS 15346 土壤及細粒料之含砂當量試驗法

(15) CNS 15358 公路或機場底層、基層用碎石級配粒料

1.4.2美國材料試驗協會(ASTM)

(1) ASTM D4253 Standard Test Methods for Maximum Index Density and Unit

Weight of Soils Using a Vibratory Table

1.4.3目的事業主管機關

(1)經濟部事業廢棄物再利用管理辦法

(2)經濟部再生利用之再生資源項目及規範

(3)內政部營建事業廢棄物再利用種類及管理方式

(4)內政部營建剩餘土石方處理方案

(5)行政院環境保護署垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式

1.5 資料送審

須符合第 01330 章「資料送審」之規定。

1.5.1品質管理計畫書

須符合第 01450 章「品質管理」之規定。

1.5.2施工計畫書

1.5.3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。

2. 產品

2.1 功能

2.1.1透水材料係用於水溝、暗溝、擋土牆、橋台背面及其他透水層之回填，俾利構造物之排水及地下水之排除。

2.1.2砂與級配粒料之回填材料係用於排水管四周或基礎墊層或設計圖說指定之處，俾構造物四周之壓實效果較佳且殘餘沉陷量較少。

2.2 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。

2.2.1透水材料

(1)透水材料應為潔淨、堅硬耐磨之砂、礫石、碎石、卵石或再生粒料，不得含有機物、黏土塊等之有害物質。

(2)於設計圖說或特訂條款應指定透水材料之類型，否則即按下列第 1 類型供應。透水材料之組成重量百分率，按 CNS 486 試驗方法檢驗，應符合下列級配規定：

通 過 百 分 率 (%)			
篩號	類型 1	類型 2	類型 3
2"	100	–	–
1 1/2"	95～100	100	–
3/4"	50～100	90～100	100
1/2"	–	40～100	95～100
3/8"	15～55	25～ 40	70～100
No. 4	0～25	18～ 33	0～ 55
No. 8	0～ 5	5～ 15	0～ 10
No.200	0～ 3	0～ 3	0～ 3

(3)所有供應之粒料，須按 CNS 490 方法試驗，經過 500 迴轉後，其磨損百分率不得大於[40%][　　]。

(4)透水材料依 CNS 15346 試驗，含砂當量不得小於[55][　　]。

(5)若使用再生粒料，應符合 2.2.4 款之規定。

2.2.2砂

(1)本工作所採用之砂，應為潔淨河砂、陸地砂或再生粒料，並符合下列之規定：

篩　　號	通過百分率(%)
No.　4	50～100
No.200	0～15
含砂當量不得小[30][　　]	

(2)若使用再生粒料，應符合 2.2.4 款之規定。

2.2.3級配粒料

級配粒料需符合第 02722 章「級配粒料基層」及第 02726 章「級配粒料底層」之規定。

2.2.4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 1.4.3 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。

2.2.5[　　]

3.　施工

3.1　施工方法

3.1.1透水材料、砂、級配粒料應按設計圖說及工程司指定之地區內鋪設之，選擇材料之鋪設及壓實，每層厚度不得大於[20cm][　　]，每[100m2][　　]作 1 次壓密試驗，壓實度應達[CNS 11777][CNS 11777-1][　　]方法試驗，再以[CNS 14732][　　]方法校正所得最大乾密度之[95%][　　]以上。

3.1.2若鋪設之材料無法以[CNS 11777][CNS 11777-1][　　]方法試驗求得最大乾密度時，則經工程司同意，可依 ASTM　D4253 方法求得其相對密度，相對密度應達[85%][　　]以上。

3.1.3[　　]

4.　計量與計價

4.1 計量

4.1.1「透水材料回填」、「砂回填」、「級配粒料回填」、「再生粒料回填」應按設計圖說或工程司指示鋪設之地區，在現場壓實計量，並以[立方公尺][　　]為單位計量，因超挖或承包商為便利或由其疏忽而施作之回填，均不予計量。

4.2 計價

4.2.1「透水材料回填」、「砂回填」、「級配粒料回填」、「再生粒料回填」應按設計圖說或工程司指示鋪設之地區，在現場壓實後計量，並以[立方公尺][　　]為單位計價，因超挖或承包商為便利或由其疏忽而施作之回填，均不予計價。

4.2.2單價已包括所需之一切人工、材料、機具、設備、動力、運輸及其他為完成本工作所必需之費用在內。

〈本章結束〉

附錄四、再生粒料應用於港區造地填築作業程序

110 年 06 月 11 日

一、目的：為利推動再生粒料應用於港區造地填築料源，特訂定本作業程序。

二、各部會規劃新設之港區造地填築案件，於環境影響評估作業，應規劃優先使用再生粒料。

三、定義：

（一）再生粒料：指事業之資源物或廢棄物，其再利用做為基地填築、工程填料、新生地、填土（地）等用途之再利用產品。營建剩餘土石方依營建剩餘土石方處理方案辦理，不包括在內。

（二）港區造地填築案件：指經各部會規劃之港區未來發展及建設計畫、已申請核定或新設之港區造地填築案件。

四、本作業程序各再生粒料及港區造地填築案件，應符合其再利用產品品質標準，並依據其相關法令、再利用管理辦法或審議許可程序等規定辦理。

五、本作業程序適用於各再生粒料與港區造地填築案件相關之國營事業、機關、法人或團體、其目的事業主管機關及主管機關。

六、為確保再生粒料應用於港區造地填築之環境安全，對於港區進場填築之再生粒料，應至少符合行政院環境保護署公告之再生粒料港灣用途標準。

七、為確保再生粒料應用於港區造地填築工程品質，再生粒料相關之目的事業主管機關應配合研訂（修）港區造地填築相關施工綱要規範及工程應用手冊。

八、再生粒料應用於港區造地填築料源前應進行評估，並以辦理下列三階段評估為原則：

（一）實驗室模擬試驗：因應再生粒料應用於港區造地填築料源，視需要規劃及進行相關實驗室模擬試驗（如浸泡海水溶出試驗等），作為下階段再生粒料現地填築試驗之模擬試驗。

（二）再生粒料現地填築試驗：港區管理單位提供合適區位（避免有其他料源干擾或影響之區位為優先），進行再生粒料現地填築試驗工程，並於填築前後辦理環境監測（如海象調查、海域水質、海域底泥或生態調查等），以瞭解再生粒料於港區現地填築前後對工程及環境影響。環境監測可參考開發行為環境影響評估作業準則之規定或自主評估辦理。

（三）作為港區造地填築料源之環境影響評估作業（含差異分析）：依據環境影響評估法及相關認定與規定辦理，預防及減輕再生粒料應用於港區造地填築可能引起之環境影響，並提出環境保護對策。如未涉及應實施環境影響評估認定標準之填海造地案件可免實施。本款得與前款再生粒料現地填築試驗或同場址之其他監測計畫整合考量規劃進行。

前述同種類再生粒料之實驗室模擬試驗及再生粒料現地填築試驗，以辦理一次為原則；考量各港口環境背景及條件之差異性，依填築地點不同，得增加現地填築試驗次數。為提高再生粒料應用廣度，得考量再生粒料之特性，先進行改質、混合、安定化處理或加工再製等措施，符合相關規範要求後，再進行前述試驗及環境影響評估作業。

九、再生粒料應用於港區造地填築料源時，填築區位選擇應整合性評估規劃，包含個別再生粒料特性影響（如膨脹性等）、港區造地填築案件場址特性，並確保港區完成面個別用途規劃、工程品質或相關改良穩定強化措施等。填築區位選擇時，屬於防風林區、保安林區及其他未有陸面建物結構安全疑慮之區域，應使用一定比例之再生粒料填築；綠帶及綠地用地（含公園用地）、停車場及廣場用地、環保設施用地或其他由港區目的事業主管機關經地盤或工程改良、穩定或強化評估核可之用地，應優先使用再生粒料填築。

十、再生粒料應用於港區造地填築料源時，應符合個別港區造地填築案件工程項目之施工計畫及品質管制計畫書，並須提出緊急應變計畫。為確保完成面個別用途之工程品質及安全，應視需要進行相關地盤或工程改良、穩定或強化措施。

十一、再生粒料應用於港區造地填築料源時，填築前後應進行相關環境監測，周邊環境應符合相關標準（如海域環境分類及海洋環境品質標準第四條所列重金屬項目等）。本點得與第八點第一項第三款所定作為港區造地填築料源之環境影響評估作業（含差異分析）或同場址之其他監測計畫整合考量規劃進行。如為未實施環境影響評估之案件，環境監測頻率應每季至少一次。

十二、再生粒料應用於港區造地填築料源時，目的事業主管機關應依規定進行全程流向管理，包含追蹤管理其產源、委託清除、再利用情形、產品使用地點流向等，必要時辦理環境監測。

十三、再生粒料應用於港區造地填築料源時，目的事業主管機關及主管機關應加強監督查核。目的事業主管機關加強再生粒料應用查核、要求停收及再生粒料使用地點流向追蹤之管理。環保主管機關加強再生粒料之稽查、採樣檢查、裁處及取消資格等管理。

圖 1 再生粒料應用於港區造地填築作業程序架構