

GO GREEN

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



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C.(Taiwan)

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

行政院環境保護署

中華民國 104年 7月

行政院環境保護署

**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**

編 訂 單 位：財團法人臺灣營建研究院

中 華 民 國 104 年 7 月

目 錄

第一章 總則.....	1
1.1 緒論.....	1
1.2 內容說明	3
第二章 焚化底渣再生粒料	5
2.1 來源.....	5
2.2 處理技術	6
2.3 基本性質	8
2.4 工程應用	11
2.5 產量分析	13
2.6 參考文獻	15
第三章 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 適用範圍與工程性質	17
3.1 適用範圍	17
3.2 工程性質	18
3.3 參考文獻	23
第四章 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 配比設計	25
4.1 使用要點	25
4.2 配比設計原則	25
4.3 注意事項	31
4.4 參考配比	32
4.5 參考文獻	35

第五章 焚化底渣再利用機構之生產與管理	37
5.1 焚化底渣再利用機構	37
5.2 生產	37
5.3 運送與再利用流向申報管理	40
5.4 參考文獻	42
第六章 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 產製與施工	43
6.1 使用要點	43
6.2 資料審查	43
6.3 材料	43
6.4 配比設計	44
6.5 產製	44
6.6 施工	45
6.7 品質檢驗	47
6.8 計量與計價	49
6.9 參考文獻	49
第七章 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 品質管理與注意事項	51
7.1 品質管理	51
7.2 注意事項	54
7.3 參考文獻	54
附錄 垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式	55

表目錄

表 2-1	焚化底渣之灼燒減量	6
表 2-2	焚化底渣再生粒料物理性質	9
表 2-3	焚化底渣再生粒料水洗前後氯離子含量差異	10
表 2-4	焚化底渣再生粒料重金屬溶出	10
表 2-5	焚化底渣再生粒料水洗前後異味差異	11
表 2-6	國內垃圾焚化廠營運概況	13
表 2-7	焚化底渣再利用機構處理概況	15
表 4-1	參考配比範例一	32
表 4-2	參考配比範例二	33
表 4-3	參考配比範例三	33
表 4-4	參考配比範例四	34
表 4-5	參考配比範例五	34
表 7-1	CLSM 檢驗方法	47
表 7-2	CLSM 檢驗標準	48

圖目錄

圖 2-1	常見焚化底渣來源示意圖	5
圖 2-2	焚化底渣資源化處理程序	7
圖 3-1	管流度與水固比、水灰比之關係	19
圖 3-2	粒料混合比例與坍流度之關係	19
圖 3-3	初凝時間、水灰比與取代比例之關係	20
圖 3-4	早期強度與摻配用量之關係	21
圖 3-5	長期強度發展趨勢	22
圖 4-1	CLSM 之配比設計流程	27
圖 4-2	配比疊加概念示意圖	31

第一章 總則

1.1 緒論

1. 緣起

隨著都市的發展及工商業的進步，國內人口大量增加，伴之而來的是大量的廢棄垃圾。在民國 73 年以前，垃圾多為任意棄置，處理設施亦較為簡陋，不符合衛生條件，故行政院於民國 73 年訂定「都市垃圾處理方案」以掩埋為主，協助地方政府興設衛生掩埋場，以妥善處理垃圾。爾後因應民眾對環境品質要求日益提昇，加上焚化技術愈見成熟，並於民國 80 年訂定「垃圾處理方案」，以「焚化為主、掩埋為輔」為垃圾處理之主軸，並訂定「臺灣地區垃圾資源回收(焚化)廠興建計畫」及「鼓勵公民營機構興建營運垃圾焚化廠推動方案」，興建垃圾焚化廠，以達成垃圾焚化處理目標。另為推動「垃圾零廢棄」，於民國 92 年擬訂「垃圾處理方案之檢討與展望」政策方針，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，逐步達成垃圾全回收、零廢棄之目標。

垃圾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，蔚為各國推動焚化底渣再生粒料的趨勢，已有很多研究與推廣成功案例。故環保署於民國 90 年即推動「公民營機構興建營運垃圾焚化灰渣再利用廠及最終處置場設置計畫」(90~98 年)，透過補助部分經費方式，鼓勵各縣(市)政府進行焚化底渣委託再利用。環保署復於前開計畫結束後，接續於民國 99 年推動「垃圾焚化灰渣再利用推動計畫」(99~101 年)、102 年「資源永續循

環利用推動計畫」(102~106 年)等計畫，以持續協助地方政府推動焚化底渣再生粒料作為營建替代級配材料使用。

鑑於上述推廣源由，環保署為使各界瞭解焚化底渣再生粒料之正確使用方法，委由財團法人台灣營建研究院編訂「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」(簡稱「本手冊」)。

2. 目的

以焚化底渣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。故為有效推廣資源再利用，將焚化底渣再生粒料導入土木工程使用有其必要性。因此本手冊編撰目的，即在於提供工程界使用焚化底渣再生粒料應用於控制性低強度回填材料之正確使用方法，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」(Incinerator Bottom Ash, IBA) 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；爐床灰為垃圾完全燃燒後(後燃燒段)所殘留的無機性物質，兩者經水淬冷卻後進入底渣貯坑，混合後通稱為「焚化底渣」。

(2) 焚化底渣再生粒料

本手冊所稱之「焚化底渣再生粒料」為前述焚化底渣須經過篩分、破碎或篩選等前處理，並視用途需要採穩定化、熟化或水洗等處理程序後所製成之再生粒料。按環保署公告「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」之規定，其第一類型及第二類型產品，可作為控制性低

強度回填材料之材料。

4. 適用範圍

本手冊所規範或建議事項適用於管溝回填或其他開挖回填工程。除本手冊列述事項外，尚請參照行政院公共工程委員會頒訂之第 03377 章「控制性低強度回填材料」規定。

1.2 內容說明

本手冊之內容包含焚化底渣再生粒料應用於 CLSM 時所需資訊，各章節內容架構簡述如下：

1. 第二章 焚化底渣再生粒料

本章節主要說明國內外焚化底渣再生粒料之推廣使用情形，詳如第二章所述，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底渣再生粒料產量分析等資訊。

2. 第三章 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 適用範圍與工程性質

本章節主要說明含焚化底渣再生粒料之 CLSM 適用範圍與工程性質，詳如第三章所述。含焚化底渣再生粒料之 CLSM 使用區域應符合環保署「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」規定。另若作業於鋼材管線，建議於鋼材上覆蓋保護層後，再進行回填。含焚化底渣再生粒料之 CLSM 之流動性、初凝時間與強度發展，亦於本章進行說明，供作使用參考。

3. 第四章 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 配比設計

本章節主要說明含焚化底渣再生粒料之 CLSM 配比設計，詳如第四章所述。焚化底渣再生粒料係取代天然粒料作

為 CLSM 拌合材料，其配比設計方法源引一般 CLSM 設計原則，並建議搭配配比疊加法，以增加作業效率。於配比設計時，宜依照本章說明進行，並確實試拌，確認其工程性質達到工程需求。

4. 第五章 焚化底渣再利用機構之生產與管理

本章節主要說明焚化底渣再利用機構在生產焚化底渣再生粒料時，所需具備資格及遵循之規定要求，詳如第五章所述。焚化底渣進廠後處理製程與儲放、及焚化底渣再生料之儲放、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底渣再生粒料時，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。

5. 第六章 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 產製與施工

含焚化底渣再生粒料之 CLSM 產製、施工、品質檢驗及計量計價等應注意事項，詳如第六章所述。除參照工程會施工綱要規範第 03377 章「控制性低強度回填材料」相關規定外，宜參照本章說明進行作業，以確保 CLSM 工程品質。

6. 第七章 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 品質管理與注意事項

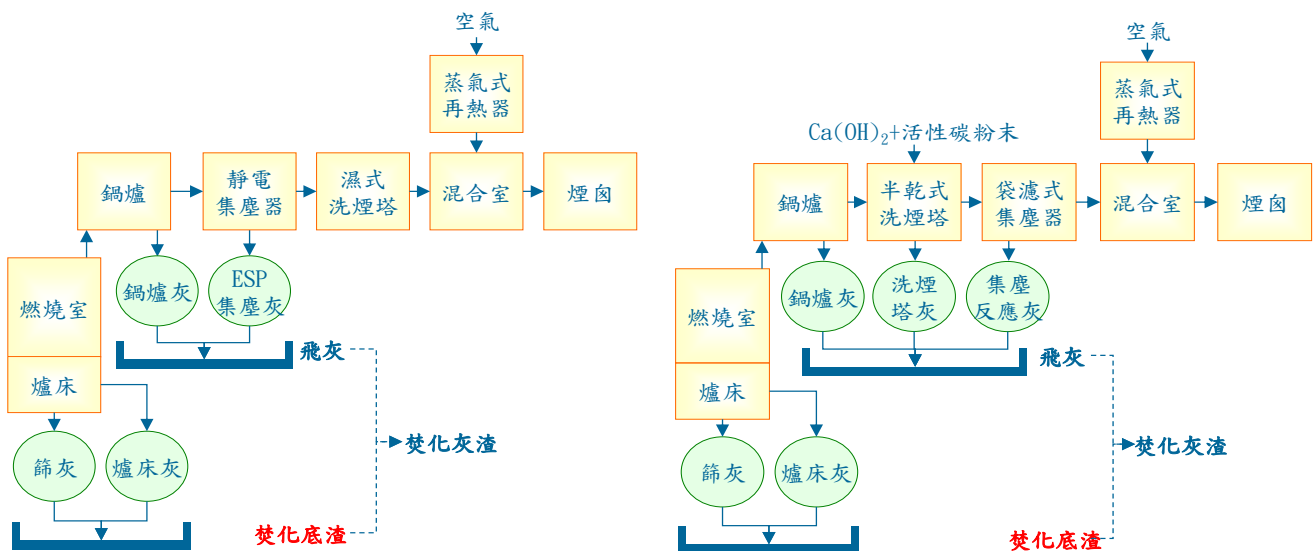
含焚化底渣再生粒料之 CLSM 品質管理與應注意事項，詳如第七章所述。焚化底渣再生粒料於工程應用時，其品質與各階段作業息息相關，歸納說明相關品質管制措施及應注意事項，以提升含焚化底渣再生粒料之 CLSM 工程品質。

第二章 焚化底渣再生粒料

2.1 來源

垃圾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，國內外垃圾處理改以「焚化」方式取代，以達到減量、無害之效果。

垃圾「焚化」係為垃圾送至焚化爐燃燒之過程，處理程序如圖 2-1 所示。垃圾於高溫燃燒過程中，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、鍋爐灰、飛灰(集塵灰)等四種物質，其中篩灰及爐床灰被歸類為「焚化底渣」，鍋爐灰與飛灰(集塵灰)歸類為「飛灰」，而焚化底渣及飛灰兩者統稱為「焚化灰渣」。焚化底渣經處理後可作為再生粒料，應用於工程或產品原料，而飛灰通常以個案方式應用於水泥原料中。



(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]

焚化底渣主要的形成來源為砂土、陶瓷、玻璃、金屬及微量未完全燃燒的有機物，屬於非均質性混合物。焚化底渣的組成比例除因來源垃圾成分而有不同外，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°C 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。由文獻結果顯示不同粒徑之焚化底渣，灼燒減量結果有所差異，如表 2-1 所示，隨粒徑越小，灼燒減量越大，代表未燃燒完全的有機物質愈多^[2.2]。

表 2-1 焚化底渣之灼燒減量^[2.2]

粒徑	灼燒減量(%)
# 4 ~ # 8(4.75mm ~ 2.36mm)	2.14
# 8 ~ # 16(2.36mm ~ 1.18mm)	3.53
# 16 ~ # 30(1.18mm ~ 0.60mm)	5.00
# 30 ~ # 50(0.60mm ~ 0.30mm)	7.10
# 50 ~ # 100(0.30mm ~ 0.15mm)	9.93
# 100 ~ # 200(0.15mm ~ 0.075mm)	13.96
小於 # 200(0.075mm)	19.44

2.2 處理技術

焚化底渣經處理後可製成再生粒料應用於工程或產品原料，其處理方式依環保署「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」規定，主要分前處理及穩定化、熟化或水洗之進階處理兩部分，如圖 2-2 所示。前處理係指焚化底渣須經過篩分、破碎或篩選的程序；進階處理則視用途需要透過熟化、穩定化的方式降低重金屬溶出，詳細說明如下：

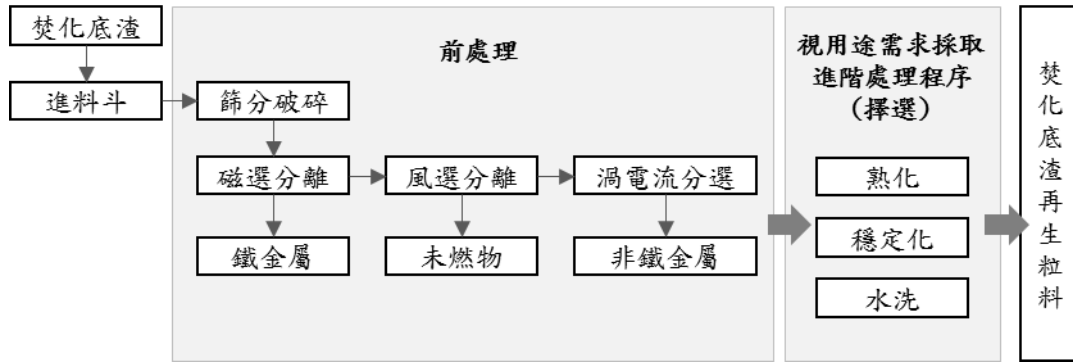


圖 2-2 焚化底渣資源化處理程序

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、渦電流分選等設備，去除焚化底渣中易腐鬆動不適合部分，及分離出鐵金屬、未燃物、非鐵金屬等物質，並使焚化底渣再生粒料之粒徑規格符合後端用途需求。

2. 熟化、穩定化或水洗處理

熟化、穩定化或水洗之進階處理，主要目的是為降低焚化底渣之重金屬溶出率，降低焚化底渣再生粒料對環境形成二次污染。

(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之目的，並具降低異味之功效^[2,3]。

(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之藥劑，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 [2.3]。

(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、硫酸鹽系與微細顆粒洗出，達到降低重金屬及氯離子溶出之目的，亦具降低異味之功效 [2.3]。

2.3 基本性質

焚化底渣經前述處理程序後即為「焚化底渣再生粒料」，其性質與天然粒料相似，然仍略有差異，以下針對焚化底渣再生粒料之物理性質、水溶性氯離子含量重金屬溶出與戴奧辛當量濃度、及異味進行說明。

1. 物理性質

焚化底渣再生粒料屬多孔隙輕質非均質物質，具有高比表面積的特性。在外觀上，濕潤時呈現深灰色，烘乾後則呈灰白色，細粒料部份烘乾後會呈現團聚之現象，經由手或震動篩即可將部分團塊分散。焚化底渣再生粒料之物理性質如表 2-2 所示，相較天然粒料而言，焚化底渣再生粒料的比重較輕及吸水率較高之外，在磨損率及健度方面也相對較高，但焚化底渣再生粒料仍具有符合規範要求的磨損率及健度，另亦有小於#200 試驗篩物質含量較高之情形。

表 2-2 焚化底渣再生粒料物理性質^{[2.3][2.4][2.5][2.6][2.7]}

試驗項目	試驗方法	試驗值	
		粗粒料	細粒料
細度模數	CNS 486 粗、細粒料篩析法	6.0~6.3	3.0~3.5
比重	CNS 487 細粒料比重與吸水率試驗法	1.8~2.4	1.5~2.3
吸水率(%)		CNS 488 粗粒料比重與吸水率試驗法	3.0~9.0
磨損率(%)	CNS 490 粗粒料(37.5mm以下)洛杉磯磨損試驗法	35~45	-
硫酸鈉健度(%)	CNS1167 使用硫酸鈉或硫酸鎂之粒料健度試驗法	2~8	4~12
小於試驗篩750 μ m物質含量(%)	CNS 491 粒料內小於試驗篩750 μ m CNS386材料含量試驗法(水洗法)	2.4~16.8	

2. 水溶性氯離子含量

焚化底渣再生粒料之氯離子含量較高，其來源主要為垃圾中廚餘所含的食鹽，而針對此項可透過水洗處理降低氯離子溶出，如表 2-3 所示。另隨國民素質提高，若未來執行垃圾分類成效提高，氯離子含量亦會下降，進而提升焚化底渣再生粒料再利用性^{[2.4][2.5]}。

表 2-3 焚化底渣再生粒料水洗前後氯離子含量差異^[2.4]

項目	氯離子(%)
未水洗處理	0.129
經水洗處理	0.039

3. 重金屬溶出及戴奧辛總毒性當量濃度

依環保署統計自民國 91 至 101 年歷年檢測數據，焚化底渣再生粒料之重金屬溶出及戴奧辛總毒性當量濃度如表 2-4 所示，歷年監測平均值均在規範值內，惟標準差值可能受來源的焚化廠所焚燒的垃圾有關，檢測值較不穩定。焚化底渣再生粒料之重金屬溶出值偏高時，可採穩定化、熟化或水洗等進階處理程序，以降低溶出率^[2.7]。

表 2-4 焚化底渣再生粒料重金屬溶出^[2.7]

項目		最高值/最低值	平均值	標準差	規範值
毒性 特性 溶 出 程 序	總鉛(mg/L)	6.13/ND	0.524	0.848	≤4.0
	總鎘(mg/L)	1.00/ND	0.084	0.096	≤0.8
	總鉻(mg/L)	3.19/ND	0.156	0.208	≤4.0
	總硒(mg/L)	0.461/ND	0.026	0.036	≤0.8
	總銅(mg/L)	14.9/ND	2.843	2.565	≤12.0
	六價鉻(mg/L)	11.5/ND	0.803	0.494	≤10.0
	總鋇(mg/L)	1.00/ND	0.068	0.063	≤0.20
	總砷(mg/L)	0.309/ND	0.012	0.025	≤0.40
	總汞(mg/L)	0.085/ND	0.001	0.003	≤0.016

項目	最高值/最低值	平均值	標準差	規範值
戴奧辛總毒性 當量濃度 (ng I-TEQ/g)	0.100/ND	0.019	0.016	≤0.1

※規範值為環保署「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」之規定。

※:ND:未檢出

4. 異味

焚化爐燃燒後未燃燒完全的有機物質是造成焚化底渣再生粒料具有異味的主要原因，若經熟化或水洗處理則可有效改善。異味尚無科學儀器檢測方法，多依照異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法(NIEA A201)，由合格嗅覺判定員進行試樣的判定，焚化底渣再生粒料於水洗後經該檢測結果，如表 2-5 所示，異味呈明顯降低結果^[2.9]。

表 2-5 焚化底渣再生粒料水洗前後異味差異^[2.9]

批次 點位	未水洗處理		經水洗處理	
	第一次	第二次	第一次	第二次
第一點	48	ND<10	ND<10	ND<10
第二點	40	21	ND<10	ND<10
第三點	15	ND<10	ND<10	ND<10

※ND:未檢出。

2.4 工程應用

焚化底渣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、人工魚礁建材等，本節整理美國、荷蘭、法國及德國用途與目前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，其中更將垃圾焚化底渣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，因此焚化底渣再生粒料於營建材料市場推廣順利，並多應用在道路、堤防及路基材料^{[2.4][2.6]}。

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焚化底渣再生粒料方可用於道路及堤防工程。法國針對焚化底渣再生粒料應用於道路工程之規範，規定將焚化底渣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^{[2.4][2.6]}。

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等含量均需符合規定。主要用途為道路基底層鋪設、土壤改良劑、隔音牆填充材及加工製成建材^{[2.4][2.6]}。

4. 美國

美國除依該國環保署規定焚化底渣運離垃圾資源回收廠前，必須先進行毒性特性溶出試驗 (TCLP) 以判定是否為有害廢棄物之外，其貯存及清除處理皆由各州政府自行訂定。美國對於焚化底渣之再利用方式，多應用為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^{[2.4][2.6]}。

5. 臺灣

國內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」，其規定焚化底渣再利用前須經過篩分、破碎或篩選等前處理，並視用途之需要，採穩定化、熟化或水洗方式處理之程序。焚化底渣再生粒料之公告可再利用用途為道路級配粒料底層及基層、基地填築及路堤填築、控制性低強度回填材料、水泥混凝土、瀝青混凝土、磚品及水泥生料等用途^[2.11]。

2.5 產量分析

國內自民國 80 年起開始興建垃圾焚化廠，用以焚化處理各縣市的垃圾，截至民國 103 年為止，國內現今尚在營運之垃圾焚化廠共有 24 座。各縣市垃圾焚化廠之營運方式除台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進行營運。統計 98~102 年各垃圾焚化廠之焚化處理總量約為 630~650 萬公噸，其中產出之焚化底渣約 100 萬公噸，各焚化廠營運概況如表 2-6 所示。

表 2-6 國內垃圾焚化廠營運概況

項次	廠名	廠址	營運方式	焚化底渣平均產量 (萬公噸/年)
1	臺北市政府環境保護局 北投垃圾焚化廠	臺北市北投區洲美街 271號	公有 公營	7.55
2	臺北市政府環境保護局 木柵垃圾焚化廠	臺北市木柵路五段53號	公有 公營	5.20
3	臺北市政府環境保護局 內湖垃圾焚化廠	臺北市內湖區安康路 290號	公有 公營	2.79
4	高雄市政府環境保護局 中區資源回收廠	高雄市三民區鼎金一巷 15號	公有 公營	2.15
5	高雄市政府環境保護局 南區資源回收廠	高雄市小港區北林路6 號	公有 公營	6.88
6	基隆市天外天垃圾資源 回收(焚化)廠	基隆市信義區東光里培 德路223號	公有 民營	2.55
7	新北市八里垃圾焚化廠	新北市八里區下罾村下 罾子65號	公有 民營	5.95

項次	廠名	廠址	營運方式	焚化底渣平均產量 (萬公噸/年)
8	新北市新店垃圾焚化廠	新北市新店區蕙仁坑路 自強巷1號	公有 民營	2.41
9	新北市樹林垃圾焚化廠	新北市樹林區中山路三 段212號	公有 民營	3.54
10	宜蘭縣利澤垃圾 資源回收(焚化)廠	宜蘭縣五結鄉利澤工業 區利工二路100號	公有 民營	3.09
11	新竹市垃圾資源回收廠	新竹市海濱路240號	公有 民營	3.08
12	臺中市后里資源回收廠	臺中市后里區堤防路 556號	公有 民營	4.39
13	臺中市文山垃圾焚化廠	臺中市南屯區文山里文 山南巷500號	公有 民營	3.12
14	彰化縣溪州垃圾焚化廠	彰化縣溪州鄉水尾村彰 水路一段臨1號	公有 民營	4.22
15	嘉義市垃圾焚化廠	嘉義市湖內里湖子內路 741號	公有 民營	0.99
16	嘉義縣鹿草垃圾焚化廠	嘉義縣鹿草鄉豐稠村馬 稠後農場60號	公有 民營	4.57
17	臺南市永康垃圾 資源回收(焚化)廠	臺南市永康區王行東路 168號	公有 民營	4.38
18	臺南市城西垃圾焚化廠	臺南市安南區城西街三 段1105巷121弄150號	公有 民營	3.63
19	高雄市仁武垃圾 資源回收(焚化)廠	高雄市仁武區烏林里仁 安二巷100號	公有 民營	7.12
20	高雄市岡山垃圾 資源回收(焚化)廠	高雄市岡山區本洲里本 工五路9號	公有 民營	6.51
21	屏東縣崁頂垃圾 資源回收(焚化)廠	屏東縣崁頂鄉中正路八 八一號	公有 民營	4.03
22	臺中市烏日資源回收廠	臺中市烏日區東園里11 鄰慶光路800號	民有 民營	4.28
23	桃園縣BOO垃圾焚化廠	桃園縣中壢市中壢工業 區松江北路16號	民有 民營	6.81
24	苗栗縣垃圾焚化廠	苗栗縣竹南鎮海口里16 鄰保安林25之60號	民有 民營	2.44

※資料來源：環境品質資料倉儲系統

各焚化廠所產出之焚化底渣可透過各縣市地方環保局委託再利

用機構處理成焚化底渣再生粒料，每年再利用量約為 60 萬公噸。目前工廠位置座落於北部的焚化底渣再利用機構有潤隆建設股份有限公司、博瑞環保股份有限公司、永盛開發實業股份有限公司，中部有旭遠科技企業股份有限公司、全精英事業有限公司、榮寶企業股份有限公司，南部有映誠股份有限公司等六家，各再利用機構焚化底渣資源化處理方式及每月處理量如表 2-7 所示。

表 2-7 焚化底渣再利用機構處理概況^{[2.6][2.7]}

項次	機構	廠址	處理方式	處理區域	處理量 (公噸/月)
1	潤隆建設股份有限公司	新北市鶯歌區德昌街220號	前處理+穩定化	台北市、新北市	28,300
2	永盛開發實業股份有限公司	基隆市七堵區大華二路2之2號	前處理+熟化	基隆市、台北市	8,300
3	旭遠科技企業股份有限公司	台中市烏日區溪尾村慶光路69-8號		台中市	4,800
4	全精英事業有限公司	臺中縣神岡鄉新庄村和睦路932號		台北市、苗栗縣	4,990
5	榮寶企業股份有限公司	彰化縣線西鄉彰濱工業區慶安南三路18號		台北市、台中市	13,000
6	映誠股份有限公司	屏東縣里港鄉中校路11號	前處理+水洗	嘉義市、屏東縣、台中縣市、彰化縣	37,500

2.6 參考文獻

[2.1] 廖明村、朱祐弘、周劍平、馮金源、羅佩瑜、鄭敬融，「推動焚

- 化灰渣再利用專案計畫」，行政院環境保護署，專案研究報告 (EPA-H103-02-251)，2015。
- [2.2] 江康鈺、施承享，「利用水洗處理程序提昇焚化底渣熟化反應效果之評估研究」，逢甲大學，碩士論文，2008。
- [2.3] 林志棟、杜建蒼，「焚化底渣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。
- [2.4] 林志棟、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。
- [2.5] 陳昭旭、柯明賢、王聖堯，「焚化底渣濕篩污泥再利用作為控制性低強度材料之研究」，國立成功大學，碩士論文，2010。
- [2.6] 劉英偉、盧俊愷、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。
- [2.7] 李公哲、吳淵洵、邱垂德、黃錦明、陳明義、黃政昭、蘇育立，「廢棄物焚化灰渣材料化技術研究(第二年)」，行政院環境保護署，專案研究報告(EPA-93-U1H1-02-101)，2004。
- [2.8] 廖明村、朱祐弘、周劍平、馮金源、羅佩瑜，「102年推動焚化底渣再利用計畫」，行政院環境保護署，專案研究報告 (EPA-102-H101-02-151)，2014。
- [2.9] 葉桂君、許峻誠，「焚化底渣水洗廢水特性及處理功能之探討」，國立屏東科技大學，碩士論文，2011。
- [2.10] 行政院環境保護署，「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，環保法規，2012年10月17日。

第三章 含焚化底渣再生粒料之 CLSM

適用範圍與工程性質

3.1 適用範圍

焚化底渣再生粒料作為粗、細粒料應用於 CLSM 時，除符合工程主辦機關之 CLSM 規範要求外，並符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」公告之規定。

1. 工程用途

含焚化底渣再生粒料之 CLSM 可運用於狹小或機具無法進入的場所之回填工程，如大型管線開挖後回填工程、狹窄的壕溝內回填工程、路面或建築物下面孔洞回填工程等項目，除上述用途外，含焚化底渣再生粒料之 CLSM 經主辦機關許可，亦可應用於其他回填工程。

2. 使用區域

依據「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」公告，含焚化底渣再生粒料之級配粒料底層，在使用時應確認施工地點非屬下列區域範圍內(詳附錄一及附錄二)：

- (1) 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) 使用於陸地時，應高於使用時現場地下水位一公尺以上。
- (3) 依都市計畫法劃定之農業區、保護區、依區域計畫法劃定為特定農業區、一般農業區及其他各種使用分區內編定為農牧用地、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) 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目限制使用之土地分區或編定使用之土地範圍內。
- (5) 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。

3.2 工程性質

含焚化底渣再生粒料之 CLSM 係使用焚化底渣再生粒料取代天然粒料所拌合之 CLSM，本節將藉由流動性、凝結時間、抗壓強度、氯離子含量等試驗結果，說明焚化底渣再生粒料應用於 CLSM 之適用性。

1. 流動性

流動性為判斷 CLSM 工作性之依據，其可由混凝土坍流度試驗(CNS 14842)或 CLSM 管流度試驗(ASTM D6103)進行測定。含焚化底渣再生粒料之 CLSM 之流動性，會隨著水固比增加而提高，水灰比的影響則較不明顯，如圖 3-1 所示^[3.1]。另因焚化底渣再生粒料吸水量與含泥量較高，所拌合之 CLSM 較為黏稠，需要較多水量才能達到所需流動性，若搭配天然粒料使用，則可提高流動性，如圖 3-2 所示^[3.2]。

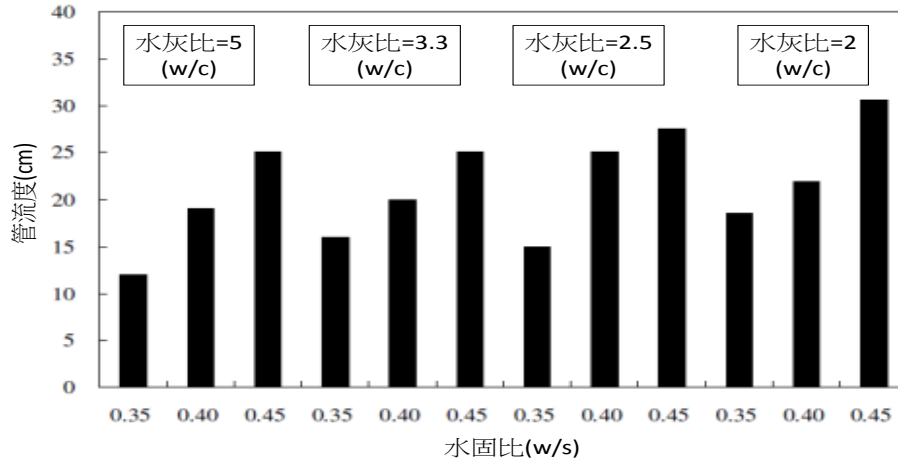
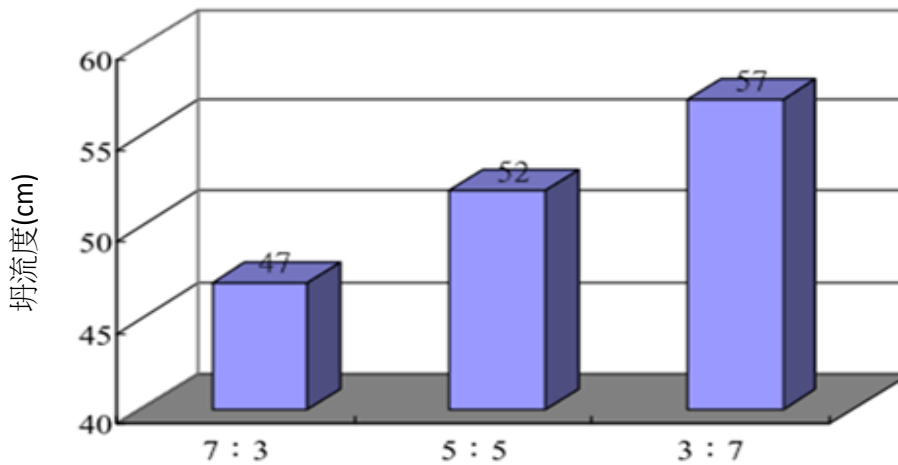


圖 3-1 管流度與水固比、水灰比之關係^[3.1]



焚化底渣再生粒料(細粒料)：天然粒料(粗砂)

圖 3-2 粒料混合比例與坍流度之關係^[3.2]

2. 凝結時間

凝結時間測定法(CNS 14220 或 ASTM C403)，通常用來判斷 CLSM 澆置後繼續進行施工依據之一。依凝結時間測定法，一般定義貫入強度達 400psi 時為初凝狀態，即達到可繼續施工狀態。含焚化底渣再生粒料之 CLSM 之初凝時間，隨

焚化底渣再生粒料取代量提高而呈增加趨勢，其原因為焚化底渣再生粒料含部分有機物會造成緩凝情形。另隨著水灰比的降低，初凝時間則呈現縮短現象，但水灰比對初凝時間的影響沒有取代量來的大，如圖 3-3 所示。由於含焚化底渣再生粒料之 *CLSM* 之初凝時間可能較長，為達到工程需求可透過添加化學摻料(如早強劑)予以改善 [3.2] [3.3]。

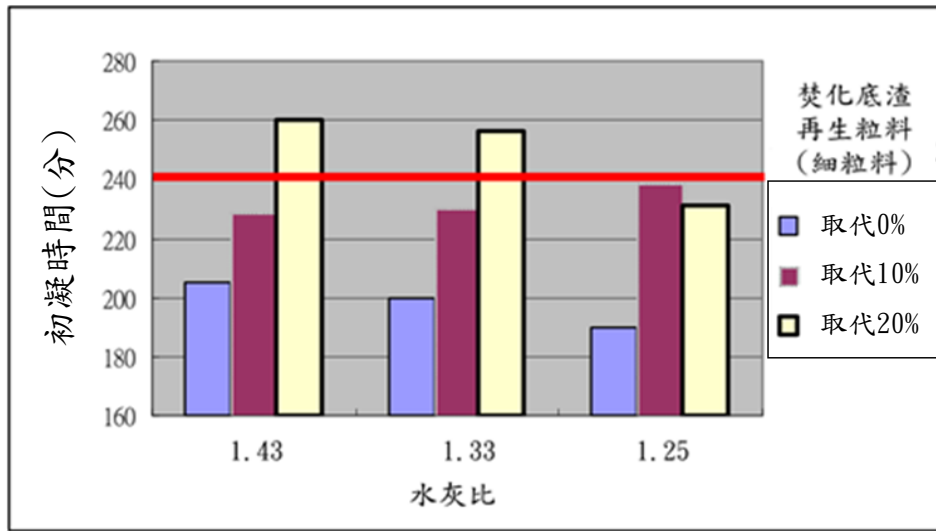


圖 3-3 初凝時間、水灰比與取代比例之關係^[3.3]

3. 落沉試驗

落沉試驗(ASTM D6042)，是決定施加荷重適當性的實驗方法，亦是為測定 *CLSM* 澆置後，判斷是否可繼續進行施工的依據之一。依規範建議當落沉強度試驗之壓紋直徑小於 76mm，可做為進行後續工作之判定。因應焚化底渣再生粒料中含有有機物質成份，會造成 *CLSM* 緩凝，亦會間接影響到表面施工。

4. 強度發展

CLSM 的抗壓強度可依據 CLSM 試體的製作與試驗規定 (ASTM D4832) 進行測定。含焚化底渣再生粒料之 CLSM 之強度發展趨勢與初凝時間具關連性，早期強度發展快，初凝時間則會縮短，而早期強度亦相對較高，故隨焚化底渣再生粒料取代量增加，早期強度將有降低的趨勢，如圖 3-4 所示^[3.3]，可依其工程需求添加化學摻料(如早強劑)以提升早期強度。

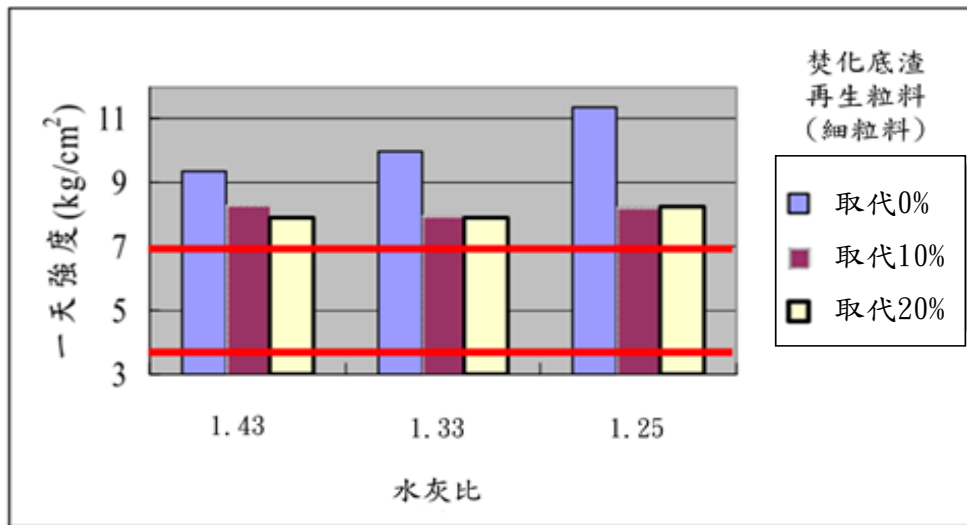


圖 3-4 早期強度與摻配用量之關係^[3.3]

含焚化底渣再生粒料之 CLSM 之長期強度發展如圖 3-5 所示，其強度發展於 28 天前發展迅速，然未超過 90kgf/cm²，符合規範要求，超過 28 天後，強度發展則呈趨緩趨勢，194 天與 400 天的強度趨於相同。

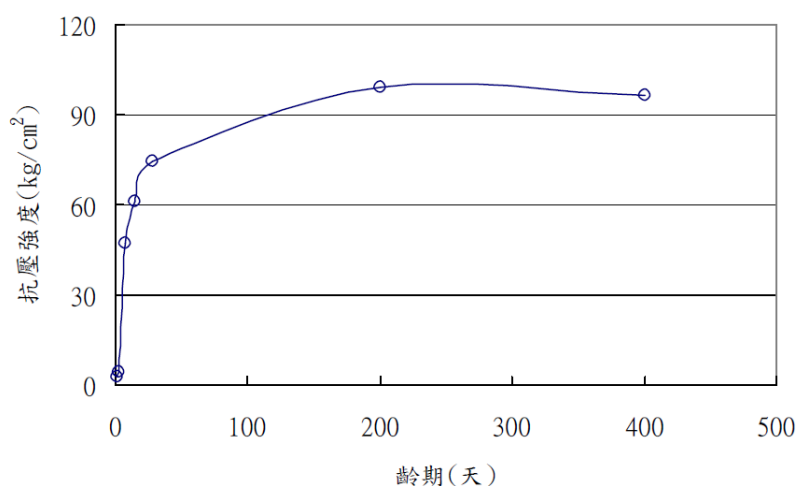


圖 3-5 長期強度發展趨勢^[3.2]

5. 新拌 CLSM 之水溶性氯離子含量

由文獻結果顯示，因焚化底渣再生粒料有機物含量較高，使新拌含焚化底渣再生粒料之 CLSM 的氯離子含量亦提高，可能會超過 CNS 3090[預拌混凝土]對於新拌鋼筋混凝土水溶性氯離子含量之規範值 0.15 kg/m^3 。故若有用途上之需求，建議使用焚化底渣再生粒料時，可先進行水洗去除氯鹽、硫酸鹽等可溶性鹽類物質，或延長貯存時間增加風化效應，以降低粒料之氯離子含量^[3.1]。

3.3 參考文獻

- [3.1] 吳淵洵、陳怡伶，「都市垃圾焚化底渣於管溝回填應用之探討」，國立中華大學，碩士論文，2006。
- [3.2] 詹穎雯、胡志誠，「焚化廠底灰應用於工程回填材料之環境安全性研究」，國立臺灣大學，碩士論文，2004。
- [3.3] 林志棟、王世賢，「焚化爐底渣及廢混凝土塊應用於控制性低強度材料工程及環境效益評估之研究」，國立中央大學，碩士論文，2005。
- [3.4] 劉英偉、盧俊愷、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。
- [3.5] 行政院環境保護署，「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，環保法規，2012 年 10 月 17 日。
- [3.6] 行政院公共工程委員會，施工綱要規範第 03377 章「控制性低強度回填材料」，2013。

第四章 含焚化底渣再生粒料之 CLSM

配比設計

4.1 使用要點

含焚化底渣再生粒料之 CLSM 配比設計與一般 CLSM 配比設計方法相同，除可使用該設計方法外，建議搭配本章說明之配比疊加法，以提升設計效率。

4.2 配比設計原則

1. 配比設計流程

含焚化底渣再生粒料之 CLSM 係為使用焚化底渣再生粒料取代一定比例天然粒料，經配比設計結果確認能滿足工程使用需求後，所拌合而成的 CLSM。含焚化底渣再生粒料之 CLSM 配比設計無論焚化底渣再生粒料使用比例多寡，皆可依照一般 CLSM 配比設計方式進行，即以水固比(W/S)控制工作性，由水灰比(W/C)控制強度，輔以化學摻料縮短初凝時間，各步驟說明如下，配比設計流程如圖 4-1 所示。

(1) 決定水固比

水固比係指水對固體粒料之重量比(W/S)，調整水固比可決定 CLSM 工作性。為確保 CLSM 達到工程需要之流動性，通常調整水固比較具明顯效果，增加水固比，流動性會隨之提高。一般而言，因焚化底渣再生粒料之小於 75 μm 物質含量較高在拌合時會有增稠的效果，使漿體之黏滯性增加，故所拌合的 CLSM 可以在管流度大於 40cm 以上或甚至達 60cm 的情況下，仍不易發生泌水

或粒料析離^[4.1]。彙整文獻結果，若完全使用焚化底渣再生粒料拌合 CLSM，水固比可由 0.3~0.4 作為配比設計起始值，再經試拌作後續調整。

(2) 決定水灰比

水灰比係指水對水泥之重量比(W/C)，調整水灰比可確保 CLSM 達到強度及初凝時間之要求，通常水泥量愈高，初凝時間愈短，而早期的抗壓強度亦較高。由於使用焚化底渣再生粒料所拌合成的 CLSM 初凝時間較長，若欲配合施工時間需求，除可調整水灰比外，亦可再搭配化學摻料(如早強劑)以達到更佳的效果^[4.1]。彙整文獻結果，若完全使用焚化底渣再生粒料拌合 CLSM，水灰比可由 2.7~5 作為配比設計起始值，再經試拌作後續調整。

(3) 選用化學摻料

若配合工程需求欲縮短 CLSM 初凝時間或提升其他工作性，可選用化學摻料如早強劑、發泡劑、速凝劑，以達到所需功效。其中以添加早強劑之效果最為顯著^[4.1]^[4.2]，使用減水早強劑，可大幅提高其流動性，並達到減水之效果，惟當早強劑用量達水泥量 6% 的重量比時，可能會出現泌水與粒料析離現象。

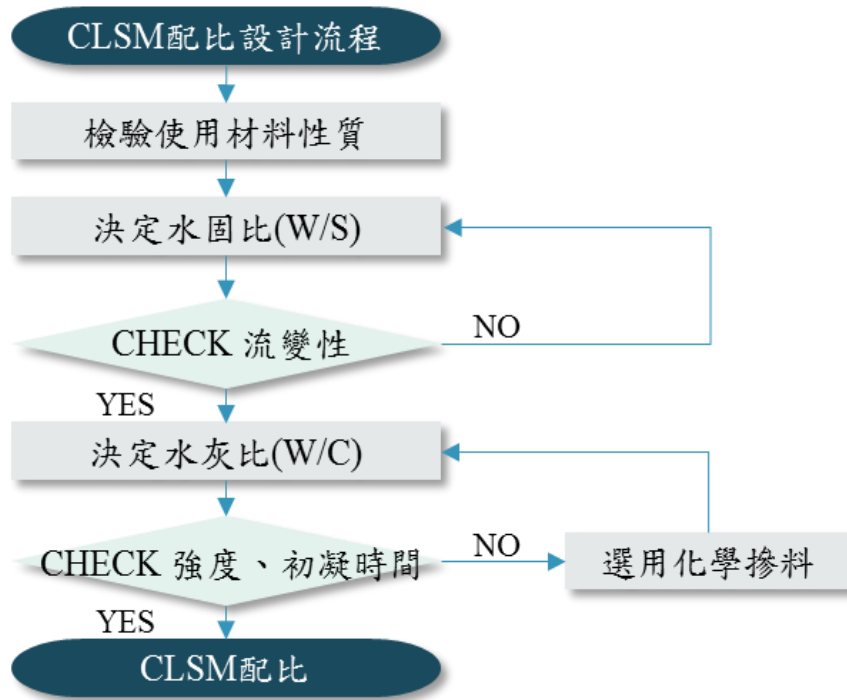


圖 4-1 CLSM 之配比設計流程

(4) 配比設計計算說明

在進行配比設計前，應先確認 CLSM 之工程需求條件與物料基本資料後，再利用計算公式進行計算水固比、水灰比與選用化學摻料等用量，並進行試拌，當確認試拌結果符合需求條件時則完成配比設計，計算步驟如下：

A. 工程需求條件：

- a. CLSM 要求之流動性，如目標坍流度。
- b. CLSM 之目標強度。
- c. CLSM 需求之可繼續施工時間。
- d. 其他要求限制。

B. 物料基本資料：

- a. 粗細粒料之篩分析。
- b. 粗粒料之單位重量。
- c. 粗細粒料之面乾內飽和(SSD)比重及吸水率。
- d. 其他材料性質。

C. 建議配比設計步驟公式

- a. 依目標坍流度，估計水固比(W/S)。
- b. 由需澆置試體量估計固體重(F)，固體重為水泥重與粒料重之和。
- c. 由水固比與固體重，計算得水重(W)，如公式 4-1。
- d. 由 CLSM 目標強度與經驗資料，估計水灰比(W/C)。
- e. 由水灰比與水重，計算得水泥重(C)，如公式 4-2。
- f. 以前面估計固體重與水泥重，計算得粒料重(F)，如公式 4-3。
- g. 決定水固比，試拌調整水固比以達目標坍流度。
- h. 決定水灰比，由試拌調整水灰比以達到目標強度與初凝時間需求，並可考慮是否添加化學摻料。
- i. 決定化學摻料添加量，由試拌調整添加比例，以達到需求目標性質，如公式 4-4。
- j. 由所決定之水固比、水灰比與化學摻料添加量，經前述計算方式可求得各材料用量。
- k. 利用重量比方式，將上述各材料使用量換算成生產 1 立方時各材料之使用量，即可求得配比設計值。

D. 計算公式

$$a. \text{水固比}(W/S) = \text{水重}(W) / \text{固體重}(S) \quad (4-1)$$

$$b. \text{水灰比}(W/C) = \text{水重}(W) / \text{水泥重}(C) \quad (4-2)$$

$$c. \text{固體重}(S) = \text{水泥重}(C) + \text{粒料重}(F) \quad (4-3)$$

$$d. \text{化學摻料添加量}(A) = \text{水泥重}(C) \text{之 } X\% \quad (4-4)$$

(5) 配比計算範例

A. 假設已知：

水固比 $W/S = 0.35$ 、水灰比 $W/C = 3$ 、
固體重 $S = 1200 \text{ kg/m}^3$ 、化學藥劑 $A = 1.2\%$ 。

B. 水重，由公式 4-1， $W/S = 0.35 = W/1200$ ， $W = 420 \text{ kg/m}^3$ 。

C. 水泥重，由公式 4-2， $W/C = 3 = 420/C$ ， $C = 140 \text{ kg/m}^3$ 。

D. 粒料重 F ，由公式 4-3， $W = C + F$ ， $1200 = 140 + F$ ， $F = 1060 \text{ kg/m}^3$ 。

E. 化學摻料重 A ，由公式 4-4， $A = C * 1.2\%$ ， $A = 1.68 \text{ kg/m}^3$

F. 換算， $(420/1) + (140/3.15) + (1060/2.1) + (1.68/1.05) = 971 \text{ kg/m}^3$ 。

$$\text{水重} = 420 / 0.971 = 433 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{水泥重} = 140 / 0.971 = 144 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{粒料重} = 1060 / 0.971 = 1092 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{化學摻料重} = 1.68 / 0.971 = 1.65 \text{ kg/m}^3$$

註：算式中係假設水比重為 1、水泥比重為 3.15、焚化底渣再生粒料比重為 2.1、
化學摻料比重為 1.05，設計時應依據材料廠商提供之比重進行換算。

G. 試拌並量測 CLSM 性質是否符合工程要求，若否，則調整配比或添加之化學摻料再做試拌與調整。

2. 配比疊加法

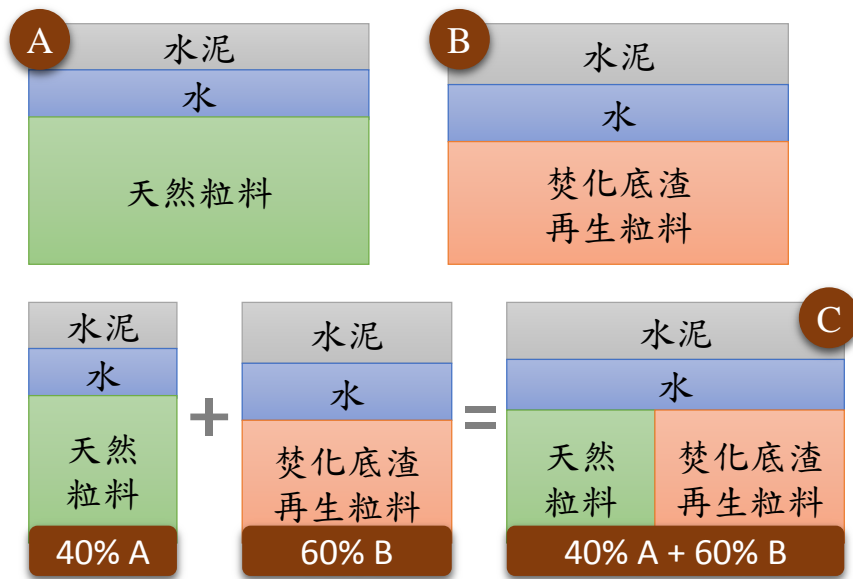
含焚化底渣再生粒料之 CLSM 除可依前述方法進行外，亦可另外搭配本手冊建議之配比疊加法，以提升設計效率。所謂配比疊加法即為建立使用不同單項粒料之 CLSM 的基礎配比，再由各基礎配比進行比例疊加，待經試拌確認符合工程需求後，即完成配比設計，所疊加後配比的性質結果將介於各基礎配比性質之間。配比疊加法的特點為若平時已建立相關使用粒料之基礎配比比資料，後續欲調配不同使用比例焚化底渣再生粒料之 CLSM 時，可迅速由疊加設計完成，進而減少配比試誤測試時間。針對含焚化底渣再生粒料之 CLSM 使用配比疊加法之步驟說明如下：

(1) 建立使用粒料之基礎配比

依據本節前述之配比設計流程，對所使用粒料，包含天然粒料與焚化底渣再生粒料，進行單項材料的配比設計與試拌，選擇工程性質較佳者為基礎配比，並記錄配比資料與相關工程性質結果。

(2) 焚化底渣再生粒料部份取代天然粒料

根據所建立之基礎配比資料，如圖 4-2 所示之天然粒料基礎配比(A)，焚化底渣再生粒料基礎配比(B)，將兩組配比按比例作疊加，則所得結果即為初步參考配比(C)，該配比之工程性質結果通常藉於兩者之間。惟應注意，此為參考用之配比，實際使用時應進行試拌與調整，確認可達到要求之工作性質後，方可使用。歸納文獻結果，天然粒料與焚化底渣再生粒料的比例約為 1：2。

圖 4-2 配比疊加概念示意圖^[4.3]

4.3 注意事項

CLSM 拌合廠於配比設計時宜確認使用材料相關性質，配比設計結果應作試拌，並記錄相關工程性質試驗結果，以利後續產製作業。

1. CLSM 拌合廠於配比設計前應先確認焚化底渣再生粒料及其他原物料之性質成分及品質。焚化底渣來源若含有鋁或鋅等成分，可能使 CLSM 膨脹，故使用前需注意粒料品質。
2. CLSM 之拌合材料可使用卜作嵐摻料(如水淬高爐爐渣粉、燃煤飛灰等) 或水泥系處理劑取代部分水泥作為膠結材料使用，其配比設計應透過試拌確認其性質符合工程需求。
3. CLSM 拌合廠若使用配比疊加法進行配比設計，宜建立使用材料基礎配比資料庫，包含天然粒料與焚化底渣再生粒料等。
4. 使用不同材料基礎配比所疊加而成的配比應透過試拌與調整以確認符合工程需求，並將其紀錄於疊加配比資料表。

5. CLSM 配比設計完成後，應記錄其試拌試驗結果，包含使用材料、配比方式、配比結果及工程性質試驗結果，以利後續產製作業。

4.4 參考配比

蒐集過去國內相關文獻結果，彙整說明如下，可作為前述配比設計初始設定之參考，惟使用時仍應依據前述步驟完成設計，並確實試辦以確認結果符合需求。

1. 範例一

陳怡伶^[4.2]使用台北新店焚化廠並經前處理後之焚化底渣再生粒料，其實驗結果顯示當水固比為 0.35~0.40，水灰比為 3.33~5 間流動性可達規範要求，另經添加早強劑 1%，發現可在 6 小時強度達 100 kPa 以上，參考表 4-1 所示。

表 4-1 參考配比範例一^[4.2]

水固比 (W/S)	水灰比 (W/C)	拌合水量 (kg/m ³)	水泥量 (kg/m ³)	焚化底渣 再生粒料(kg/m ³)	化學摻料 (kg/m ³)
0.35~0.40	3.33~5	420~600	90~180	1100~1400	0.9~1.8 (早強劑)

2. 範例二

陳世鐘^[4.5]使用高雄縣市四所焚化廠經前處理後之焚化底渣再生粒料，由單獨拌合與混合拌合方式之實驗結果顯示，若以水固比介於 0.3 ~ 0.4，水灰比介於 2.72~3.13 作拌合，可得到較高流動性之 CLSM，參考表 4-2 所示。

表 4-2 參考配比範例二^[4.5]

水固比 (W/S)	水灰比 (W/C)	拌合水量 (kg/m ³)	水泥量 (kg/m ³)	焚化底渣再生 粒料(kg/m ³)	化學摻料 (kg/m ³)
0.3~0.4	2.72~3.13	396~522	160~180	1200~1300	18 (一般減水劑)

3. 範例三

胡志誠^[4.1]使用北部某處理廠處理後焚化底渣再生粒料，經實驗結果建議粒料比例可以「焚化底渣再生粒料：天然粒料=2：1」或「焚化底渣再生粒料(粗粒料)：焚化底渣再生粒料(細粒料)：天然粒料(粗砂)=3：3.5：3.5」作設計，而水固比為 0.25 及水灰比為 2 時可符合規範要求，參考表 4-3 所示，另建議早強劑以不超過 6% 為限，避免析離情形發生。

表 4-3 參考配比範例三^[4.1]

項次	水固比 (W/S)	水灰比 (W/C)	拌合水量 (kg/m ³)	水泥量 (kg/m ³)	焚化底渣 再生粒料 (kg/m ³)	天然粒料 (kg/m ³)	化學摻料 (kg/m ³)
1	0.25	2	300	150	800	400	0~12 (早強劑)
2	0.25	2	300	150	780	420	0~12 (早強劑)

※註 1：項次 1 為「焚化底渣再生粒料：天然粒料=2：1」之結果。

※註 2：項次 2 為「焚化底渣再生粒料(粗粒料)：焚化底渣再生粒料(細粒料)：天然粒料(粗砂)=3：3.5：3.5」之結果。

4. 範例四

參考環保署 102 年推動焚化底渣再利用計畫期末報告，建議 CLSM 所用水、水泥、天然細粒料、底渣再生粒料(粗、細粒料)及化學摻料之比例範圍如表 4-4 所示^[4.6]。

表 4-4 參考配比範例四^[4.6]

拌合水量 (kg/m ³)	水泥量 (kg/m ³)	焚化底渣再生粒料		天然細粒料 (kg/m ³)	化學摻料 (kg/m ³)
		細粒料 (kg/m ³)	粗粒料 (kg/m ³)		
300~384	81~250	358~397	239~793	0~665	0~109

5. 範例五

王世賢^[4.3]使用北部某處理廠處理後焚化底渣再生粒料取代部分天然細粒料，由結果顯示當取代比例達 20%，並搭配速凝劑，CLSM 初凝時間可控制在 4 小時以內，參考表 4-5 所示。

表 4-5 參考配比範例五^[4.3]

水灰比 (W/C)	焚化底渣 再生粒料 取代比例 (%)	拌合水量 (kg/m ³)	水泥量 (kg/m ³)	天然 粗粒料 (kg/m ³)	天然 細粒料 (kg/m ³)	焚化底渣 再生粒料 (kg/m ³)	化學摻料 (kg/m ³) (速凝劑)
1.43	10%	190	133	400	1076	164	10
	20%	200	140	400	912	328	10
1.33	10%	190	142	400	1076	164	10
	20%	200	150	400	912	328	10
1.25	10%	190	152	400	1076	164	10
	20%	200	160	400	912	328	10

4.5 參考文獻

- [4.1] 詹穎雯、胡志誠，「焚化廠底灰應用於工程回填材料之環境安全性研究」，國立臺灣大學，碩士論文，2004。
- [4.2] 吳淵洵、陳怡伶，「都市垃圾焚化底渣於管溝回填應用之探討」，國立中華大學，碩士論文，2006。
- [4.3] 財團法人臺灣營建研究院，「高雄捷運透水材料與 CLSM 應用研究」(TRR-92005)，2005。
- [4.4] 林志棟、王世賢，「焚化爐底渣及廢混凝土塊應用於控制性低強度材料工程及環境效益評估之研究」，國立中央大學，碩士論文，2005。
- [4.5] 劉英偉、盧俊愷、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。
- [4.6] 廖明村、朱祐弘、周劍平、馮金源、羅佩瑜，「102 年推動焚化底渣再利用計畫」，行政院環境保護署，專案研究報告(EPA-102-H101-02-151)，2014。

第五章 焚化底渣再利用機構之生產與管理

5.1 焚化底渣再利用機構

焚化底渣再利用機構，係為處理焚化底渣使焚化底渣再生粒料符合公告再利用用途之機構，除應符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」之各項規定外，並須具備下列條件：

1. 焚化底渣再利用機構應為取得焚化底渣處理許可之廢棄物處理業、直轄市政府環境保護局或縣(市)政府環境保護局。
2. 焚化底渣再利用機構應實施「焚化底渣三級品管規範」或「資源化產品驗證」^註。

註：資源化產品驗證係指經環保署核可認證之驗證單位所執行之驗證。

5.2 生產

為提升焚化底渣再利用機構生產之焚化底渣再生粒料品質，於各階段作業時應注意事項，分述如下。

1. 焚化底渣進料與貯存

- (1) 焚化底渣進廠時，應查驗焚化廠檢附之灼熱減量試驗報告，檢測值須符合下列環保規定。
 - A. 採用全連續式焚化處理設施，每日燃燒量二百公噸以上在百分之五以下者、每日燃燒量未達二百公噸者在百分之七以下。
 - B. 採用準連續式焚化處理設施，每日燃燒量四十公噸至一百八十公噸者在百分之七以下。

C. 採用分批填料式焚化處理設施在百分之十以下。

- (2) 焚化底渣卸料時，可目測檢驗該批物料之組成成份，若未燃物含量過高時，並逐層報告處理及取樣留存。
- (3) 焚化底渣應貯存於室內或有遮雨設施之場所，且貯存區地面應為有效阻隔污水滲透之混凝土或不透水鋪面。
- (4) 焚化底渣在貯存時，應按焚化廠來源之不同，以每 500 公噸為一批號，採分廠分區貯存。
- (5) 各貯存區之間可考量加設隔版限高線，以避免混料。
- (6) 貯存區應明確標示來源焚化廠名稱，且物料之堆置高度不得超過隔版限高線。

2. 焚化底渣資源化處理

焚化底渣須經過篩分、破碎或篩選的前處理，及視用途需要採穩定化、熟化或水洗之進階處理程序，製成焚化底渣再生粒料。為提升焚化底渣再生粒料之品質，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，廠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，廠內可搭配設置風選、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，並設有適當隔離設施，以避免發生混料情形。

- E. 分離後剩餘之廢棄物出廠時，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. 廠內若有配合人工進行拾檢各類物品，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. 採用穩定化方式進階處理時，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. 採用熟化方式進階處理時，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. 焚化底渣再生粒料在堆置期間，宜定時翻攪，以均勻熟化效果。

(4) 水洗處理

- A. 採用水洗方式進階處理時，廠內應搭配設置震動式篩選機、洗砂機、泥砂分離機及污泥脫水等設備。
- B. 為使處理廢水能符合環保放流水標準，廠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。

3. 焚化底渣再生粒料貯存與出廠檢測

- (1) 焚化底渣再生粒料應貯存於室內或有防雨設施之場所，且貯存區地面應為有效阻隔污水滲透之混凝土或不透水鋪面。
- (2) 焚化底渣再生粒料在貯存時，應按焚化廠來源之不同，以每 500 公噸為一批號，採分廠分區貯存外，並可考量分檢測前後兩階段進行存放，並明確標示來源焚化廠及檢測日期。
- (3) 貯存區內焚化底渣再生粒料堆置高度不得超過圍牆高度。
- (4) 焚化底渣再生粒料依法規定，應每 500 公噸進行自主檢測，項目包含毒性溶出程序(TCLP)、戴奧辛總毒性當量濃度及水溶性氯離子含量，以確保焚化底渣再生粒料在使用時不會對環境造成二次污染。
- (5) 另為確認焚化底渣再生粒料之工程性質，符合工程規範要求，粒徑大小不宜超過 19mm，若大於 19mm 者應篩除或軋碎處理。

5.3 運送與再利用流向申報管理

1. 運送

- (1) 再利用機構應主動出示品質相關證明文件，以說明供應之焚化底渣再生粒料品質檢驗符合規定。
- (2) 送貨單上，應標示再利用之用途、數量、出廠車輛車號、時間、車程、磅重、載重、駕駛簽名文件、採樣檢測日

期，及焚化底渣再生粒料之最大粒徑大小。

- (3) 在運送時，運送車車斗應加裝帆布或其他遮蓋裝置，以防止雨水滲入及粉塵逸散。

7. 再利用流向申報

- (1) 再利用機構應以網路傳輸方式預先申報地點、用途、數量、時間、非位於本手冊第 3.1 節第 2 點使用範圍內(或「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」第七點第二款第三目至第五目)之證明資料。
- (2) 完成使用後十五日內，應以網路傳輸方式申報底渣妥善再利用證明文件，包括載運車輛之車程、磅重、載重、工程範圍、使用地點施工前、中、後照片或錄影資料。

5.4 參考文獻

- [5.1] 行政院環境保護署，「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，環保法規，2012 年 10 月 17 日。
- [5.2] 行政院環境保護署，「一般廢棄物回收清除處理辦法」，環保法規，2007 年 5 月 28 日。

第六章 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 產製與施工

6.1 使用要點

含焚化底渣再生粒料之 CLSM 的產製與施工，各階段作業之相關要求及注意事項，除本章所述之外，宜參照工程會施工綱要規範第 03377 章「控制性低強度回填材料」規定。

6.2 資料審查

1. 供應焚化底渣再生粒料之再利用機構，應取得環保署許可處理焚化底渣之資格證明文件。
2. 焚化底渣再生粒料於供料前，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. 拌合廠應檢附經濟部公司執照及工廠登記證或經權責單位核可設立之證明文件。
4. 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 於施工前，應查驗含焚化底渣再生粒料之 CLSM 品管作業文件，內容包含焚化底渣再生粒料規格品質證明文件、配比設計方式、相關試驗方法以及其相關之工程性質等。

6.3 材料

1. 焚化底渣再生粒料品質規格應符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，及工程會施工綱要規範第 03377 章「控制性低強度回填材料」之規定。

2. 拌合廠進貨焚化底渣再生粒料時，應確認焚化底渣再生粒料再利用機構所提供之品質規格證明文件，並留存資料，以供後續備查。

6.4 配比設計

1. 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 應作配比設計，可參照第 4 章說明進行，建議由配比疊加法進行配比設計，以利於提升配比設計效率。
2. 配比設計宜以工程預定用料作試拌，並有流動性、初凝時間與強度發展等工程性質試驗紀錄資料，以確認性質符合工程需求及提供施工規劃參考。
3. 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 若用於有時間要求之回填工程，宜在配比設計時調整與確認其初凝時間特性，並依該特性作後續施工規劃，以提升施工效率。

6.5 產製

1. 拌合

- (1) 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 應在拌合廠進行拌合作業以穩定產製 CLSM 之品質。
- (2) 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 應依照配比設計結果進行拌合作業，產製期間不宜自行更動配比，若有疑慮須經工程單位同意後執行。
- (3) 拌合廠內不同料源及尺寸之粒料應分開儲放，並避免混料情形發生。

- (4) 拌合廠內之儲存槽、計量器、校正用標準砝碼、拌合水之計量設備等須符 CNS3090 之規定。
- (5) 所有拌合設備，均應隨時保持良好之操作狀態，並提供足夠充份之預備機件，以備機械發生故障時使用。

2. 運送

- (1) 運送時應保持新拌之 CLSM 品質均勻，避免造成材料析離及泌水。
- (2) 於運送過程中，不可另外添加水量或其他外加摻料，以保持 CLSM 既有品質。

6.6 施工

1. 事前準備

- (1) 施工前應先依設計圖說之規定完成填築範圍內雜物之清除與基地整平作業。若澆置於已施築之混凝土表面或岩石面時，澆置前表面應保持清潔、粗糙、潤濕，並清除多餘之積水；若澆置於土壤表面時，應先將表面之雜物及有機物質清除，並整平，以確保所澆置 CLSM 品質不受影響。
- (2) 施工前應確認所有埋設物已按規定裝設及固定完竣，以避免澆置時因碰撞或震動搗實時發生位移。

2. 澆置

- (1) 澆置前，為確保拌合材料呈均勻分布狀態，應以機械方式充分拌合 CLSM。
- (2) 澆置時，可於預拌車澆置口覆蓋防護套，以避免 CLSM

發生噴濺情形，影響施工環境品質。

- (3) CLSM 在灌入回填區時，應在管路等埋設物以均勻且左右平均的方式澆置，以避免對結構體產生偏壓現象，並可使用整平工具將 CLSM 鋪平，利於後續其他鋪設作業。
- (4) CLSM 澆置過程中可視需要進行震動搗實，避免形成內部空洞或各部份強度不均勻的情況，以確保 CLSM 之密實性。
- (5) 若回填區具坡度時，可依現地坡度需要，調配較低坍流度之 CLSM，並視坡度情況加設隔板或分段施工。

3. 養護

- (1) CLSM 澆置完成後，需進行灑水養護，並使用麻袋、塑膠布及其他適當物品覆蓋或依設計圖說規定辦理，養護時間依設計圖說規定。
- (2) 於初凝前，可於管溝兩側作安全維護措施，以避免發生人車誤陷管溝而造成危險。另若於道路施工，在瀝青混凝土路面層鋪設前，必要時於管道上方覆設防滑蓋板以供人車通行。
- (3) 於初凝後，CLSM 頂部表面若有泌水，需先清除或鋪設細砂吸乾表面泌水後再掃除，待確認頂部表面為乾燥狀態後，再鋪設瀝青混凝土路面層，以避免管湧現象發生。

6.7 品質檢驗

含焚化底渣再生粒料之 CLSM 檢驗方式參照工程會施工綱要規範第 03377 章控制性低強度回填材料內容，建議相關檢驗方式與規範值如下所述，使用時可依現行規範內容作調整，檢驗方式如表 7-1，相關說明如下。

表 7-1 CLSM 檢驗方法

項次	CLSM檢驗方法
1	ASTM D4832 CLSM圓柱試體之製作與試驗法
2	ASTM D5971 新拌CLSM之取樣法
3	ASTM D6023 新拌CLSM之單位重、拌合體積、水泥含量與含氣量(比重)試驗法
4	ASTM D6024 以落沉球判定CLSM之可加載重時機試驗法
5	ASTM D6103 CLSM之流動性試驗法
6	CNS 13465 新拌混凝土中水溶性氯離子含量試驗法
7	CNS 14842 高流動性混凝土坍流度試驗法

- (1) CLSM 除依工程需求訂定特殊檢驗項目外，宜按本節規定方式進行檢驗，並符合如表 7-2 之基本性質要求。另對於氯離子含量檢測部分，如無鋼材腐蝕疑慮時，報請工程司同意後，得免辦理本項試驗。

表 7-2 CLSM 檢驗標準

項目	試驗方法	要求
註 ¹ 管流度 (cm)	ASTM D6103	15-20
註 ¹ 坍流度 (cm)	CNS 14842	40以上
落沉強度試驗	ASTM D6024	一般型：24小時 早強型：4小時
28天抗壓強度 (kgf/cm ²)	ASTM D4832	90 ^{註2} 以下
氯離子含量	CNS 13465	0.15kg/m ³

註 1：管流度及坍流度可擇一試驗辦理。

註 2：因應國內使用狀況，如使用工程為永久的結構回填，建議強度以不超過 90 kgf/cm² 為佳，如應用為鋪面管溝工程之回填，則建議不超過 50 kgf/cm² 為上限。

- (2) CLSM 於澆置時，應依照 ASTM D 5971 所規定之程序取樣，進行檢、試驗。
- (3) 應進行管流度或坍流度及氯離子含量試驗(如無鋼材腐蝕疑慮時，得免辦理本項試驗)。試驗應依 ASTM D6103 或 CNS 14842 及 CNS 13465 之相關規定進行，試驗頻率與抗壓強度試驗相同，可視現場狀況隨時增加試驗頻率。
- (4) 為確保後續工作的執行，應進行 ASTM D 6024 落沉強度試驗，當落沉強度試驗之壓紋直徑小於 76mm，可做為進行後續工作之判定。

- (5) 抗壓強度試驗，每種 CLSM 每澆置 50 m^3 ，應取樣一次製作一組至少二只圓柱試體，不足 50 m^3 者，以 50 m^3 計，但分批取樣餘數未達 25 m^3 者，得併入前一組取樣，每次澆置量未達 20 m^3 者，得免做抗壓強度試驗。
- (6) 圓柱試體應依照 ASTM D 4832 之規定製作及試驗。
- (7) 除設計時另有規定外，CLSM 規定抗壓強度為 28 天齡期之試驗強度。

6.8 計量與計價

在編製含焚化底渣再生粒料之 CLSM 工程預算或估價時，可參考下列計量與計價方式，進行相關作業。

1. CLSM 以「立方公尺」或「平方公尺」並註明厚度方式計量，除另有規定外，其數量依設計圖說所示之尺度計算之。
2. CLSM 之付款依契約詳細價目表之單價給付，其單價包括一切人工、材料(含焚化底渣再生粒料)、鋪築、養護、工具、裝備及雜項費用。

6.9 參考文獻

- [6.1] 行政院公共工程委員會，施工綱要規範第 03377 章「控制性低強度回填材料」，第六版次，2013 年 3 月 10 日。

第七章 含焚化底渣再生粒料之 CLSM

品質管理與注意事項

為確保焚化底渣再生粒料品質能符合工程之需求，使用焚化底渣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發生，品質易受各作業階段影響，宜將本章節相關管制措施及注意事項納入自主管理系統內，以確保含焚化底渣再生粒料之 CLSM 工程品質。

7.1 品質管理

含焚化底渣再生粒料之 CLSM 工程品質管制流程如圖 7-1 所示，各作業階段應特別強調之相關管制措施分述如下，以確保其品質。

1. 焚化底渣再生粒料出廠管制

- (1) 焚化底渣進料時，可目視查驗及抽樣檢驗，加強管控料源之未燃物及雜質含量，以穩定生產品質。
- (2) 焚化底渣及焚化底渣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，焚化底渣再生粒料每 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，且於出廠時應提供品質檢驗報告。

2. 材料及配比設計管制

- (1) 承包商應評估拌合廠所提供之焚化底渣再生粒料供應商資格，與確認焚化底渣再生粒料產源。

- (2) 拌合廠應確認焚化底渣再生粒料出廠檢驗報告之品質規格符合「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，及工程會施工綱要規範第 03377 章「控制性低強度回填材料」之規定，方可進料。
- (3) 拌合廠應依照承包商要求之粒料規格與工程性質，使用工程預定用料進行配比設計與試拌，待確認配比設計結果符合需求後，經工程單位審查核可則可進行產製。

3. 產製及施工管制

- (1) 拌合廠應依照審查核可之配比進行產製，若有變更需求時，應先通知承包廠及取得工程機關之認可後，方可執行，並留存相關紀錄。
- (2) 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 應於拌合廠進行產製作業，以確保所產製 CLSM 之品質。
- (3) 承包商應依規範要求頻率，辦理含焚化底渣再生粒之 CLSM 品質檢驗。
- (4) 澆置時，應均勻澆置，並確保 CLSM 之密實性，以避免對埋設物產生偏壓，及造成 CLSM 內部空洞或強度分布不均的情形。
- (5) 完工後，需進行灑水等養護作業，待確認達到初凝狀態後才可進行後續瀝青混凝土面層等鋪設工程。

4. 驗收階段管制

- (1) 應查驗施工時 CLSM 之管流度或坍流度、落沉強度試驗報告，及工程施工紀錄。
- (2) CLSM 之 28 天抗壓強度試驗結果，應符合規範規定。

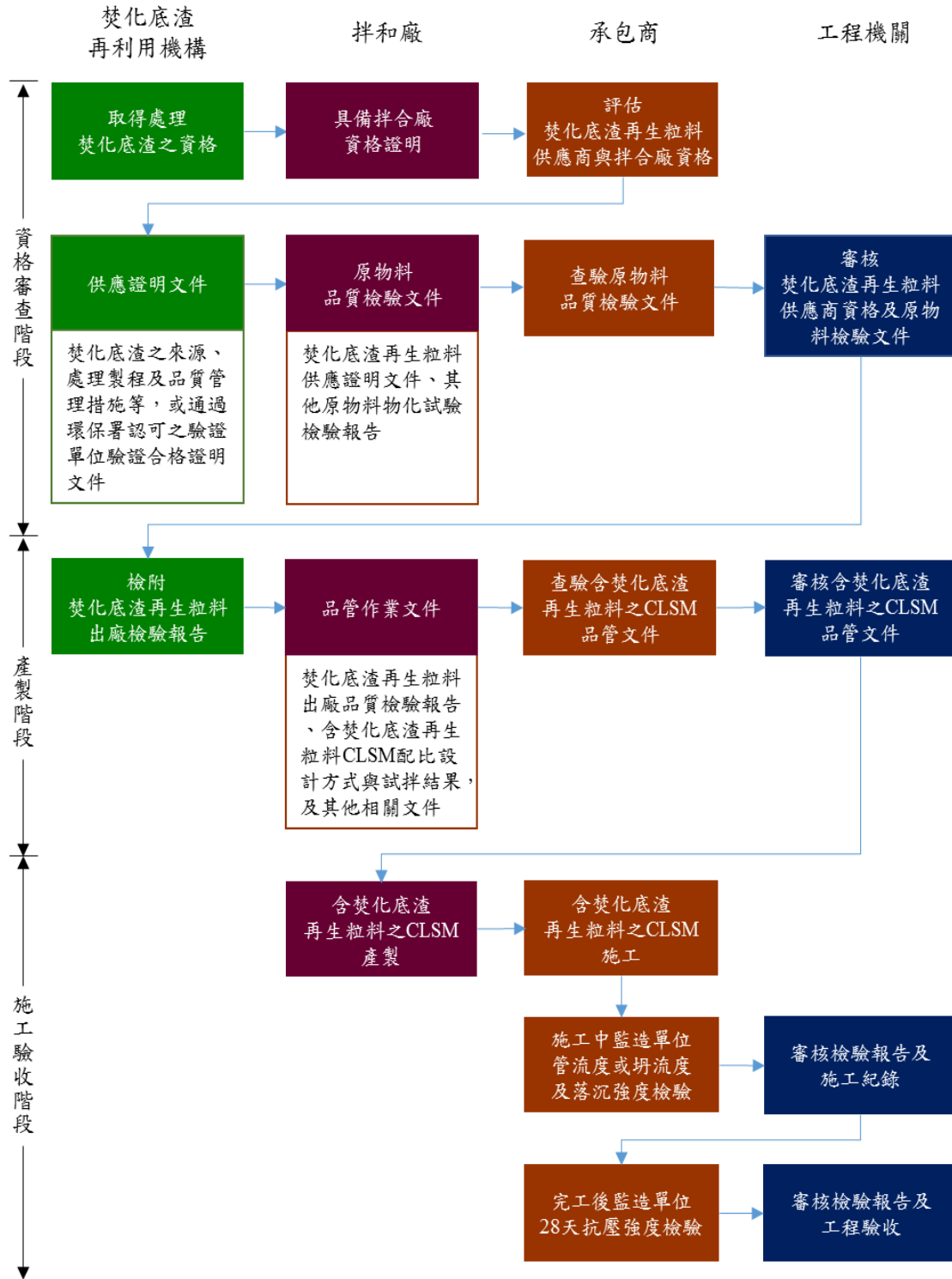


圖 7-1 含焚化底渣再生粒料之 CLSM 品管作業流程

7.2 注意事項

1. 使用單位應確認鋪設工址非屬水源保護區、地下水臨近區、農業保護區、國家公園區及自然保留區等區域，以符合環保署「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」之再利用規定。
2. 工程機關應查驗相關供應證明文件與品管作業文件，以確認使用之含焚化底渣再生粒料之 CLSM 品質，符合環保法規之無害標準，且滿足工程需求。
3. 因焚化底渣再生粒料氯離子含量偏高，易影響鋼材之耐久性，故含焚化底渣再生粒料之 CLSM 與鋼材直接接觸時，建議於鋼材上覆蓋保護層。
4. 焚化底渣再生粒料因有散發異味之疑慮，為維護施工現場周遭環境品質，可考量規範拌合廠商應於廠內進行 CLSM 之拌合作業，待焚化底渣再生粒料經水泥固化後，可消除現場散發異味之疑慮。

7.3 參考文獻

- [7.1] 中國土木水利工程會，「混凝土施工規範與解說」，土木 402-94a。
- [7.2] 行政院公共工程委員會，施工綱要規範第 03377 章「控制性低強度回填材料」，第六版次，2013 年 3 月 10 日。

附錄 垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式

檔 號：
保存年限：

行政院環境保護署 公告

受文者：

發文日期：中華民國101年10月17日
發文字號：環署廢字第1010094463A號

主旨：修正「一般廢棄物-垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，名稱並修正為「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」，自即日生效。

依據：一般廢棄物回收清除處理辦法第三十四條第一項。

公告事項：

- 一、「垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」如附件。
- 二、本署九十九年七月五日環署廢字第〇九九〇〇六〇五四八號公告自本公告實施日起停止適用。

署長 沈〇〇

署長 沈世宏

再利用類別	再利用管理方式
<p>垃圾焚化廠 焚化底渣</p>	<p>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)。</p> <p>二、資源化再利用條件：</p> <p>(一) 底渣產生地主管機關應每季進行戴奧辛總毒性當量濃度及重金屬毒性特性溶出程序檢測一次，並將檢測值提供底渣處理廠作為設備製程操作及調整參考。</p> <p>(二) 前款檢測值，如達有害事業廢棄物認定標準，其底渣不得送底渣處理廠進行前處理，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，採衛生掩埋方式辦理。</p> <p>(三) 底渣之資源化，指再利用前先經篩分、破碎或篩選等前處理，並視資源化產品分類用途需要，採穩定化、熟化或水洗方式處理之程序。</p> <p>三、再利用機構：取得底渣處理許可之廢棄物處理業、直轄市政府環境保護局或縣(市)政府環境保護局。</p> <p>四、資源化產品分類及檢測：</p> <p>(一) 資源化產品分為第一類型、第二類型、第三類型，其品質標準如附表一。</p> <p>(二) 資源化產品於再利用前，應依各類型品質標準規定項目，至少每五百公噸檢測一次。</p> <p>(三) 檢測值超過第一款各類型品質標準者，該批產品不得再利用，於進行改善措施後，依前款頻率進行檢測，檢測值符合品質標準者，始得再利用。</p> <p>五、資源化產品用途：</p> <p>(一) 第一類型及第二類型產品：作為道路級配粒料底層及基層、基地填築及路堤填築、控制性低強度回填材料、混凝土添加料、瀝青混凝土添加料、磚品添加料及水泥生料添加料，並不得用於臨時性用途。</p> <p>(二) 第二類型產品用於混凝土添加料，僅限無筋混凝土添加料用途。</p> <p>(三) 第三類型產品：限大量(一萬公噸或五千立方公尺以上)集中使用於基地填築、路堤填築及填海造島(陸)，使用前底渣產生地主管機關應提報再利用計畫，經中央主管機關核准。</p> <p>六、資源化產品得優先使用於依公共工程施工綱要規範等相關規定之用途。</p>

七、資源化產品使用之限制：

(一) 施工期間應符合之規定：

1. 於施工區域應經常灑水，減少揚塵。
2. 施工人員應著口罩，避免吸入粉塵。
3. 禁止非施工人員任意進出施工區域。

(二) 使用地點之限制：

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. 使用於陸地時，應高於使用時現場地下水位一公尺以上。
3. 不得位於依都市計畫法劃定之農業區及保護區、依區域計畫法劃定之一般農業區、特定農業區，及依非都市土地使用管制規則劃定之農牧用地、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目限制使用之土地分區或編定使用之土地範圍內。
5. 不得位於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) 作為水泥生料添加料時，不受前款規定限制。

八、底渣處理廠設施(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。
- (二) 資源化產品之貯存場所應設有排水收集處理設施。
- (三) 底渣及資源化產品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) 廠區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廠均應過磅，依序記錄進出時間、車程、重量、物品內容。
- (五) 廠區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) 廠區所有進出口、地磅系統處，攝錄並應及於廠內車行所有路徑。
 - (2) 處理設備投入口、處理流程作業區及衍生廢棄物、資源化產品出料口

	<p>(3) 進廠底渣、衍生廢棄物及資源化產品貯存區。</p> <p>(4) 其他經主管機關指定地點。</p> <p>2.攝錄監視畫面及系統規格：</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>3.攝錄紀錄保存及故障排除：</p> <p>(1) 應保存連續六個月影像紀錄。</p> <p>(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。</p> <p>(六) 資源化產品如有廠外貯存需求，應事先提報貯存計畫，送貯存地點主管機關核准。</p> <p>九、運作及申報規定：</p> <p>(一) 按季將營運紀錄之統計，報底渣產生地及使用地主管機關備查，並自行保存紀錄文件三年供查核。</p> <p>(二) 前款營運紀錄應包括下列文件：</p> <ol style="list-style-type: none">1.底渣來源、數量、進廠車輛車號、時間、車程、磅重、載重、駕駛簽名文件。2.再利用案之用途、數量、出廠車輛車號、時間、車程、磅重、載重、駕駛簽名文件、採樣檢測。3.剩餘廢棄物處置之數量、出廠車輛車號、時間、車程、磅重、載重、駕駛簽名文件。 <p>(三) 第二類型及第三類型資源化產品之申報如下：</p> <ol style="list-style-type: none">1.資源化產品使用前，應以網路傳輸方式預先申報地點、用途、數量、時間、非位於第七點第二款第三目至第五目範圍內之證明資料，如有變更時，應即上網申報變更內容。2.資源化產品作為基地填築及路堤填築用途者，預先申報之證明資料須含相關工程設計書圖及證明文件檔案。3.資源化產品完成使用後十五日內，應以網路傳輸方式申報底渣妥善再利用證明文件(附表二)，包括載運車輛之車程、磅重、載重、工程範圍、使用地點施工前、中、後照片或錄影資料。並以書面分別報底渣產生地及使用
--	--

<p>地主管機關備查。</p> <p>十、資源化產品應符合國家標準、國際標準或該產品之相關使用規定。</p> <p>十一、再利用機構應實施品質管制系統，主管機關應實施品質保證系統、品質查核系統，實施方式應符合附錄規定，並將實施成果之相關文件紀錄，以網路傳輸方式申報。</p> <p>十二、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。</p> <p>十三、第八點第四款及第五款規定，自修正公告日起三個月後實施。</p> <p>十四、為執行資源化產品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，得不受第五點第一款及第七點第二款規定之限制。</p>

附表一 資源化產品品質標準

品質標準		類 型	第一類型	第二類型	第三類型
毒性 特性 溶出 程序	總鉛 (毫克/公升)		≤4.0		應低於有害事業廢棄物認定標準規定
	總鎘 (毫克/公升)		≤0.8		
	總鉻 (毫克/公升)		≤4.0		
	總硒 (毫克/公升)		≤0.8		
	總銅 (毫克/公升)		≤12.0		
	總銀 (毫克/公升)		≤10.0		
	六價鉻 (毫克/公升)		≤0.20		
	總砷 (毫克/公升)		≤0.40		
	總汞 (毫克/公升)		≤0.016		
水溶性氯離子含量(%) 備註：以 CNS 13407 細粒料中水溶性氯離子含量試驗法檢測			≤0.024		
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		

註：本手冊僅摘錄規定條款及附表一內容，詳細請至行政院環境保護署網站下載，查詢網址：<http://w3.epa.gov.tw/epalaw/>。