

經濟部水利署施工規範

第 03377 章

控制性低強度回填材料(CLSM)

102 年 11 月 18 日經水工字第 10205273090 號函頒訂

109 年 05 月 15 日經水工字第 10905133370 號函修訂

110 年 12 月 23 日經水工字第 11005396550 號函修訂

1. 通則

1.1 本章概要

說明控制性低強度回填材料 (Controlled Low Strength Material, 以下簡稱 CLSM) 之材料、設備、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

本章工作範圍涵蓋 CLSM 之組成材料、性質要求、拌和、設備、品管、檢驗等相關規定。

1.3 相關章節

1.3.1 第 02320 章--不適用材料

1.3.2 第 03050 章--混凝土基本材料及施工一般要求

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準 (CNS)

(1) CNS 61 卜特蘭水泥

(2) CNS 1237 混凝土拌和用水試驗法

(3) CNS 1240 混凝土粒料

(4) CNS 3036 混凝土用飛灰及天然或煨燒卜作嵐攪和物

(5) CNS 3090 預拌混凝土

(6) CNS 3091 混凝土用輸氣附加劑

(7) CNS 12283 混凝土用化學摻料

(8) CNS 12549 混凝土及水泥壩料用水淬高爐爐渣粉

- (9) CNS 12833 流動化混凝土用化學摻料
 - (10) CNS 14842 高流動性混凝土坍流度試驗法
 - (11) CNS 12387 工程用土壤分類試驗法
 - (12) CNS 13465 新拌混凝土中水溶性氯離子含量試驗法
 - (13) CNS 15462 控制性低強度材料流動稠度試驗法
 - (14) CNS 15862 測定控制性低強度材料施加荷重時機之落球 試驗法
 - (15) CNS 15863 控制性低強度材料密度(單位重)、拌成物體積、水泥含量及含氣量(比重計法)試驗法
 - (16) CNS 15864 新拌控制性低強度材料取樣法
 - (17) CNS 15865 控制性低強度材料圓柱試體之製備及試驗法
- 1.4.2 美國材料試驗學會 (ASTM)
- (1) ASTM D2487 Standard Practice for Classification Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) 統一土壤分類法
 - (2) ASTM D4832 Standard Test Method for Preparation and Testing of Controlled Low Strength Material (CLSM) Test Cylinder CLSM 圓柱試體之製作與試驗法
 - (3) ASTM D5971 Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Controlled Low Strength Material 新拌 CLSM 之取樣法
 - (4) ASTM D6023 Standard Test Method for Unit Weight, Yield, Cement Content, and Air Content (Gravimetric) of Controlled Low Strength Material (CLSM) 新拌 CLSM 之單位重、拌合體積、水泥含量與含氣量(比重)試驗法
 - (5) ASTM D6024 Standard Test Method for Ball Drop on Controlled Low Strength Material (CLSM) to Determine Suitability for Load Application 以落沉球判定 CLSM 之可加載重時機試驗法
 - (6) ASTM D6103 Standard Test Method for Flow Consistency of Controlled Low Strength Material (CLSM) CLSM 之流動性試驗法
- 1.4.3 目的事業主管機關再利用規定
- (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) 環保署垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式

1.5 資料送審

1.5.1 廠商資料

拌和廠資格(含工廠登記、公司登記證明文件、操作許可等)、設備型式、位置、所採用之拌和設備、單位產量、材料供應資料等。

如使用焚化底渣應檢附環保署「焚化再生粒料流向管理系統」之登錄證明及工程所在地環保局同意使用文件。

1.5.2 相關試驗報告

(1) 驗證報告

供應單一工程 CLSM 總量 $\geq 5,000\text{m}^3$ 之拌和廠，應參考 CNS3090 辦理相關設備檢驗，提送實驗室驗廠報告(含設備檢驗合格資料、預拌混凝土操作程序證明、經濟部標檢局度量衡設備校驗等文件，程序無須 TAF 認證)，經監造單位審核通過後方得供料。

(2) 配比設計報告

數量 $< 2,000\text{m}^3$ 者得送相同拌和場 1 年內經監造單位(各行政機關均可)核可之配比設計；如數量 $\geq 2,000\text{m}^3$ 者，須提送新配比設計。

配比報告應包含水泥、礦物摻料、化學摻料、粒料物理性質試驗結果、粗(細)粒料之級配資料(應列成表格或線圖)、粒料、水庫淤泥、再生粒料及礦物摻料與水泥之比重、水與膠結料之重量比、坍流度、抗壓強度(f_c')等。

(3) 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。

2. 產品

2.1 材料

2.1.1 材料一般規格

CLSM 係由水泥、卜作嵐摻料、粒料及水按設定比例拌和而成，必要時得使用化學摻料。除契約另有規定，其坍流度、氯離子含量、抗壓強度、落球試驗之凹痕直徑等基本性質應符合 3.5.1 款表一相關規定。

2.1.2 水泥

(1) 所使用之水泥應符合 CNS 61「卜特蘭水泥」之相關規定。

(2) 水泥之運送及儲存，除另有規定外，均須符合第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」內相關條款之要求。

2.1.3 卜作嵐摻料

- (1) 所使用之卜作嵐摻料應符合 CNS 3036「混凝土用飛灰及天然或煨燒卜作嵐攪和物」、CNS 12549「混凝土及水泥壩料用水淬高爐爐渣粉」之相關規定。
- (2) 卜作嵐摻料之運送及儲存，除另有規定外，均須符合第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」內相關條款之要求。

2.1.4 粒料

CLSM 使用之粒料，除契約另有規定外可為產製混凝土用粒料或再生粒料。粒料之標稱最大粒徑不得超過 19mm，其中大於 No. 4 試驗篩 4.75 mm 之粗粒料用量不得超過 400 kg/m³。使用粒料之規定如下：

- (1) 混凝土用粒料應符合 CNS 1240 國家標準之規定。
- (2) 現場開挖土石方應依 CNS12387 加以分類，其中泥炭土、高塑性有機質土及低塑性有機質土含量不得大於 10%。

2.1.5 水庫淤泥

CLSM 除契約另有規定外可添加水庫淤泥取代粒料，使用之規定如下：

- (1) 廠商應取得水庫管理單位出具之來源證明，並送交機關備查。
- (2) 水庫淤泥取代粒料比例不得大於 60[]%。
- (3) 檢附水庫淤泥 CLSM 配比表供參，詳附錄。

2.1.6 「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、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。
- (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。

2.1.7 拌和水

應依 CNS 1237 之相關規定進行，並應符合第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」之要求。

2.1.8 化學摻料

- (1)化學摻料應依符合 CNS 3091、CNS 12283、CNS 12833 之相關規定。
- (2)化學摻料之使用量及使用方法應依照製造廠商之配方說明書並提請監造工程司認可。

2.1.9 其他摻料

考慮再開挖時得加入泡沫、輸氣劑或輕質骨材等，以產製低密度之 CLSM。

2.2 設備

2.2.1 拌和設備規定

- (1)拌和廠之料倉、計量器、校正用標準砝碼、給水之計量設備等須參考 CNS 3090[]之規定辦理。
- (2)使用簡易工地型拌和設備產製 CLSM 時，需提計畫經監造單位審核及送機關同意後方得使用；惟該設備尚無受限「公共工程工地型預拌混凝土設備設置及拆除管理要點」之規定。
- (3)所有配料及拌和設備，均應隨時保持良好之操作狀態，並應提供足夠充份之預備機件，以備機械發生故障時使用。

2.3 品質管制

2.3.1 CLSM 之單位重、拌和體積與含氣量試驗應依 CNS 15863(或 ASTM D6023)之相關規定進行。

2.3.2 CLSM 回填材料配比設計如經核可，其材料之來源、數量、材料級配、比例等，非經依規定程序報請監造工程司核准，不得擅自變更。

2.3.3 工程配比設計應使用經核准之材料，按重量或體積配料並在準備供料之場地試拌。

2.3.4 一般規定

- (1)CLSM 製作供應請參考 CNS3090「預拌混凝土」製程；使用工地拌和 CLSM 需經機關許可。
- (2)廠商購買 CLSM 時應考慮其品質、產能及運送應能符合工程施工所需及不影響工程施工進行，廠商對所選定之拌和廠及 CLSM 品質應負完全責任。
- (3)CLSM 之品質不符合規定之情形，經通知未依期限改善時，監造工程司得要求廠商改自其他拌和廠購買，廠商不得拒絕，其造成之一切損失概由廠商負責。

- (4)監造工程司對運送至工地之 CLSM 品質有質疑時，得要求至 CLSM 拌和廠進行必要的取樣檢驗及設備檢查，廠商應要求拌和廠配合辦理，如拌和廠拒絕配合辦理，監造工程司得要求廠商改自其他拌和廠購買，廠商不得拒絕，其造成之一切損失概由廠商負責。該項取樣之檢驗費用，如檢驗合格，費用由機關負擔，如不合格則由廠商負擔。
- (5)廠商於訂約後，若適當運距內之合法拌和廠，均無法供應滿足工程質與量需要之混凝土，經機關同意改設置工地型 CLSM 拌和設備；其審查程序及改置設備準備過程，不得為停止工地 CLSM 項目施工原因；其所延誤之工期，應以設置工地型 CLSM 拌和設備期間拌和廠實際供應短少量所影響工期，經機關核定後納入展延工期辦理。因改採用工地型 CLSM 拌和設備所增加設置所需組拆、租金及規費等契約項目及費用，依契約第三章契約變更相關條文之不另增加契約價金原則辦理。

3. 施工

3.1 準備工作

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，並應確認所有埋設物已按規定裝設及固定完竣，以避免因浮力造成上浮現象。

3.2 運送

廠商應於 CLSM 供料使用前擬具 CLSM 之產製輸運廠商資料，經監造工程司審核後為之。

3.3 澆置

3.3.1 澆置前之準備與檢查

(1)澆置面之之處理：

CLSM 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。

CLSM 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。

(2)模板及鋼筋：應於澆置 CLSM 前清理乾淨，模板不得有積水，鋼筋不得有浮鏽。

- (3)埋設物：CLSM內之預埋物，應依照設計圖說位置準確定位並妥為固定，避免因碰撞或CLSM搗實而發生位移。
- (4)實施自主檢查：CLSM澆置前之各項工作項目如鋼筋、模板、埋設物及其他相關作業等工作應實施自主檢查，以確保各項工作確實完成。
- (5)澆置前之通知
- A.澆置CLSM前應通知監造工程司。未經監造工程司同意，不得於構造物之任何部位澆置CLSM。
- B.經監造工程司查驗未合格者，廠商應即時進行改善，並延後澆置時間，經再次查驗通過後，方得澆置CLSM。
- (6)警示帶：除設計圖說另有規定外，屬考慮再挖者之管線鋪設，應鋪設警示帶，並採用平面式警示帶(材質為聚氯乙稀 PVC)或折疊式塑膠警示帶(材質為聚乙烯 PE 或聚丙烯 PP)。應埋設於管線上方約 40 公分處，依設計圖說規定之管徑大小配置適當數量之條數平直鋪設，警示帶接續處施工，應重疊鋪設 1 公尺以上，以足夠保護管線不致被挖及。
- (7)坍流度：澆置前應辦理坍流度檢驗。
- (8)氯離子：澆置前應辦理氯離子含量檢驗。

3.3.2 澆置作業

- (1)CLSM澆置時應均勻鋪築，以避免對管件或結構體產生偏移或浮升現象。如為埋設管線，應依管徑大小控制分層澆置之厚度及速度以防止管體上浮。
- (2)CLSM澆置過程原則無須搗實；惟有埋設件之部份仍應進行必要之震動搗實、及道路有縱坡度時，依現地坡度需要可調配較低坍度、低水膠比之 CLSM 並依坡度的情況加設隔板，而以搗實方式施工。
- (3)CLSM澆置應以均勻(uniform)且左右平均的方式置入回填區，以避免對結構體產生偏壓現象。
- (4)CLSM澆置完成面不得高低起伏應平整。

3.4 養護與後續作業

3.4.1 養護

CLSM澆置完成後，需進行灑水養護或使用麻袋、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。

3.4.2 落球試驗

除設計圖說另有規定外，CLSM應分層澆置，最上層澆置完成後如有後續作業(如面層 AC 鋪設等)，應先辦理落球試驗，符合表一規定後，方可進行後續作業。

3.5 檢驗

3.5.1 除契約另有規定外，CLSM 之材料、設備及施工品質等檢(試)驗項目與標準如下表：

表一、CLSM 品質管理標準表

檢驗項目	檢驗規定 (方法)	檢驗標準	檢驗頻率	檢驗時機
廠商資料： 拌和廠工廠 登記、公司 登記證明文 件、操作許 可、材料供 應..等	書件審查	1. 依據本章 1.5.1 款規定應檢附之資 料 2. 如設計使用焚化 底渣，應有環保署 「焚化再生粒料流 向管理系統」之登錄 證明及工程所在地 環保局同意使用文 件。	1 次	施工前，資 料送審階段
八大重金屬 與戴奧辛含 量報告	TCLP 毒性特性溶 出程序、 NIEA 801.13B 戴奧辛檢測法	符合經濟部事業廢 棄物再利用管理辦 法與相關環保法規 等	1. 材料送審階段 1 次。 2. 依契約規定頻 率，或視需要依監 造工程司指示。	1. 資料送審 階段。 2. 施工中， 累積 1000m ³ 取樣試驗。
坍流度	CNS 14842	40 以上 (cm)	1. 每天早上及下午 第一車各 1 次、圓 柱試體製作時 1 次、監造工程司指 示時(抽驗)。 2. 本項屬廠商自主 檢驗，資料建檔備 查。	施工中，澆 置前工地現 場取樣檢驗
氯離子含量	CNS 13465	≤0.15 (kg/m ³)	屬 3.5.4 款規定 時，檢驗頻率同坍 流度。	施工中，澆 置前工地現 場取樣檢驗
抗壓強度	CNS 15864、 CNS 15865 或 ASTM D4832	不再挖除者： 50~90(kgf/cm ²) 考慮再開挖者： 20~50(kgf/cm ²)	每累積 100M ³ 製作 圓柱試體 1 組	施工中，工 地現場取樣 送實驗室試 驗
警示帶	尺規、目視	1. 依設計圖說，材	1 次，如分段施工	施工中，管

		質為聚氯乙烯 PVC 或聚乙烯 PE 或聚丙烯 PP。 2. 接續處應重 疊鋪設 1 m 以上	則為多次	線上層 CLSM 澆置前，工 地現場檢驗 或取樣試驗
落球試驗之 凹痕直徑	CNS 15862 或 ASTM D6024	一般型：24 小時 ≤76 (mm) 早強型：4 小時 ≤76 (mm)	依鋪設長度，每 100m 檢驗 1 處	施工後，進 行後續作業 前，工地現 場檢驗

3.5.2 使用再生粒料者，應於資料送審階段檢附一年內符合相關規定之八大重金屬與戴奧辛含量檢測報告。

施工中則依契約規定次數辦理試驗，除契約圖說另有規定外，每澆置數量累積達 1,000m³ 於工地現場取樣試驗 1 次；或依監造工程司指示時辦理。

3.5.3 辦理坍流度檢驗時應詳實記載試驗值、取樣位置(樁號、高程)、車號及照相。如未符合 3.5.1 款表一規定時，該車之 CLSM 不得使用並應運離工地，並依合約要求之配比設計進行配比調整，直至符合要求為止。

3.5.4 回填處如無配置鋼筋、鋼管等金屬材，無金屬腐蝕疑慮者得報請監造工程司同意後，免辦理氯離子含量檢驗；惟設計使用再生粒料者，仍應辦理。

水溶性氯離子含量應符合 CNS 3090 表 7 之規定(即 3.5.1 款表一)，未符合規定時，該車之 CLSM 不得使用並應運離工地。

3.5.5 CLSM 設計強度須明確為單一值，俾利單價分析與配比設計採用，且應符合 3.5.1 款表一標準範圍內。

屬不再挖除者如基礎、橋墩、側溝或擋土牆邊坡等開挖設置後之回填。

考慮再挖者係指鋪面、管線鋪設，如原水管、自來水延管、簡易自來水管線等之回填者，日後維修或更換時須再開挖。

3.5.6 CLSM 圓柱試體抗壓強度試驗

CLSM 圓柱試體應依照 CNS15864、CNS15865(或 ASTM D 5971、ASTM D 4832)等規定之程序取樣及製作，並進行檢、試驗。

(1)CLSM 圓柱試體製作及頻率規定如下：

A.各種不同強度之 CLSM 每累積澆置 100 m³ 應取樣製作圓柱試體 1 組，餘數達 40 m³ 以上者增做 1 組。

B. 圓柱試體取樣、製作及養護等相關規定：

- a. 圓柱試體取樣除契約另有規定外，以在 CLSM 輸送至澆置位置（一般為輸送管之管尾）取樣為原則。
- b. 除設計時另有規定外，CLSM 使用之試體模可為 10 cm (φ) × 20 cm (H) 及 15 cm (φ) × 30 cm (H) 等二種。規定抗壓強度為 28 天齡期之試驗強度，試體每組製作 3 個，辦理 28 天抗壓強度試壓，以供作品質評估之用。
- c. 圓柱試體應在澆置現場由廠商所指派專業人員製作。監造工程司以不褪色之油性筆書寫工程名稱、澆置日期、澆置位置、設計強度及簽名等資料於紙上，於圓柱試體製作完成後將該紙張浮貼於圓柱試體上。監造工程司得視需要指定取樣製作圓柱試體。
- d. 圓柱試體製作完成後應集中放置於監造工程司指定之地點，靜置及保護至少 24 小時後再運往實驗室。
- e. 圓柱試體脫模時，廠商應會同監造工程司確認該試體及貼紙後，並以不褪色之油性筆於試體側面書寫工程名稱、澆置日期、澆置位置、設計強度及簽名，並依 CNS 15865(或 ASTM D4832)之規定養護。

(2) 不合格品之判定及處理

- A. 廠商未依照規定製作圓柱試體、或未適當保護致該組試體部分或全部損壞（或遺失）者，該組試體所代表之 CLSM 數量視為不合格。
- B. CLSM 圓柱試體未依期會同送驗者，依下列規定辦理：
 - a. 廠商應於圓柱試體材齡達 28 天時向監造工程司提出申請會同辦理圓柱試體抗壓強度試驗，其最遲試驗期限不得超過 35 天。
 - b. 超過規定期限試驗者處該組試體所代表之 CLSM 工料款之 10% 為罰款；惟若該部份之數量不計價者則不罰。

(3) 圓柱試體抗壓強度試驗結果及評估

- A. 1 組 3 個之 28 天圓柱試體抗壓強度其平均值超出表一規定強度範圍上下限 10% 者，不再開挖者： $fc' < 45$ (kgf/cm²) 或 $fc' > 99$ (kgf/cm²)、考慮再開挖者： $fc' < 18$ (kgf/cm²) 或 $fc' > 55$ (kgf/cm²)，該組試體所代表之 CLSM 數量視為不合格。
- B. 評估為不合格者，廠商應依不合格品之管制程序檢討分析發生原因，並提出矯正與預防措施，以確保 CLSM 品質之穩定性並符合規範要求；該檢討分析及矯正與預防措施等資料應報監造單位備查。
- C. 除契約另有規定外，經判定品質不合格之 CLSM 應拆除重做，重做部份並依規定做圓柱試體及相關規定之試驗，一切費用由廠商負擔；惟經執行機關評估同意不拆除時，該部份之 CLSM 數量不給價，執行機關進行評估所需進行之一切試驗費用均由廠商負擔。

4. 計量與計價

4.1 計量

CLSM 按立方公尺計量，除另有規定或監造單位另有指示外，其數量依竣工圖說所示之尺度或現場量測之尺度計算之。

4.2 計價

- 4.2.1 本章之工作依契約單價計價，該項單價已包括所需之一切人工、材料、機具、設備、動力及運輸費等費用在內。
- 4.2.2 各項試驗費計價包括一切人工、材料、機具、設備、動力、取樣、運輸等費用在內。
- 4.2.3 本章工作之附屬工作項目將不予計價，其費用應視為已包含於有關 CLSM 項目計價之項目內。
- 4.2.4 本章 1.5.2 款配比設計尚無要求送實驗室設計；惟機關視需求請廠商委託實驗室辦理時，應覈實編列相關設計費用。

〈本章結束〉

附錄：水庫淤泥控制性低強度回填材料(CLSM)之建議配比設計

1 石門水庫淤泥 CLSM 之建議配比設計

編號	設計強度 (kgf/cm ²)	水泥	水	粗粒料 (三分石)	細粒料 (天然粗砂)	水庫淤泥 (含水 25%)	淤泥取代率 (%)
石 A	50~90	160	245	410	985	415	30
石 B	20~50	135	245	420	995	420	30

(單位：kg/m³)

2 日月潭水庫淤泥 CLSM 之建議配比設計

編號	設計強度 (kgf/cm ²)	水泥	水	粗粒料 (三分石)	細粒料 (天然粗砂)	水庫淤泥 (含水 25%)	淤泥取代率 (%)
日 A	50~90	160	245	410	980	415	30
日 B	20~50	135	245	420	990	420	30

(單位：kg/m³)

3 曾文水庫淤泥 CLSM 之建議配比設計

編號	設計強度 (kgf/cm ²)	水泥	水	粗粒料 (三分石)	細粒料 (天然粗砂)	水庫淤泥 (含水 25%)	淤泥取代率 (%)
曾 A	50~90	165	250	410	980	415	30
曾 B	20~50	135	245	420	1000	420	30

(單位：kg/m³)