

經濟部水利署施工規範

預拌土壤材料 (RMSM)

102 年 8 月 1 日經水工字第 10205167310 號函頒訂

1. 通則

1.1 本章概要

- 1.1.1 本章說明預拌土壤材料 (Ready-Mixed Soil Material, RMSM)(以下簡稱 RMSM) 之配比、拌和、供應、運送、澆置、搗實、表面修飾、保養，及所使用材料、設備、施工及檢驗等相關規定。
- 1.1.2 RMSM 是一種使用水泥系材料、土壤材料、水及其他添加摻料拌和而成，其使用之土壤材料為礫石土、砂性土壤或黏性土壤等。
- 1.1.3 RMSM 具有高流動性、無須輾壓夯實、低強度及開挖容易等特性，適用於構造物回填、道路路基底層回填、管溝回填等。

1.2 相關準則

1.2.1 中國國家標準 (CNS)

- | | |
|----------------|------------------------------|
| (1) CNS 61 | 卜特蘭水泥 |
| (2) CNS 1176 | 混凝土坍度試驗法 |
| (3) CNS 1231 | 工地混凝土試體製作及養護法 |
| (4) CNS 1237 | 混凝土用水品質試驗法 |
| (5) CNS 3036 | 卜特蘭水泥混凝土用飛灰及天然或煨燒卜作嵐摻合物 |
| (6) CNS 10896 | 卜特蘭水泥混凝土用飛灰或天然卜作嵐礦物摻料之取樣及檢驗法 |
| (7) CNS 11271 | 卜特蘭飛灰水泥用飛灰物檢驗法 |
| (8) CNS 11824 | 混凝土用高爐爐渣粗粒料 |
| (9) CNS 11890 | 混凝土用高爐爐渣細粒料 |
| (10) CNS 12549 | 混凝土及水泥壩料用水淬高爐爐渣粉 |
| (11) CNS 14220 | 初終凝時間測定法 |

1.2.2 美國材料及試驗協會 (ASTM)

- | | |
|-----------------|---|
| (1) ASTM D 1558 | Standard Test Method for Moisture Content Penetration Resistance Relationships of Fine-Grained Soils |
| (2) ASTM D2487 | Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) |

- | | |
|-----------------|--|
| (3) ASTM D 4429 | Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place |
| (4) ASTM D 4832 | Standard Test Method for Preparation and Testing of Controlled Low Strength Material (CLSM) Test Cylinders |
| (5) ASTM D 5971 | Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Controlled Low Strength Material |
| (6) ASTM D 6023 | Standard Test Method for Density(Unit Weight), Yield, Cement Content, and Air Content (Gravimetric) of Controlled Low Strength Material (CLSM) |
| (7) ASTM D 6024 | Standard Test Method for Ball Drop on Controlled Low Strength Material (CLSM) to Determine Suitability for Load Application. |
| (8) ASTM D 6103 | Standard Test Method for Flow Consistency of Controlled Low Strength Material (CLSM) |

1.2.3 美國混凝土協會 (ACI)

- | | |
|-----------------------|--|
| (1)ACI Committee 229 | Controlled Low Strength Materials (CLSM) |
| (2) ACI Committee 230 | Report on Soil Cement |

1.3 資料送審

1.3.1 RMSM 拌和計畫

廠商不得以執行機關核定為理由而免除法律及契約責任。

RMSM 拌和計畫包括下列，如 RMSM 拌和材料、配比設計等，最遲應於開始施作日之 15 天提出：

(1) 拌和材料

RMSM 拌和材料包括水泥系材料、土壤材料、水及其他添加摻料等。除契約另有規定外，產製 RMSM 所需之土壤材料應選用現地或其他工地開挖之土石材料，或土資場土石材料等作為拌和之材料。

(2) 配比設計

土石材料經篩分析後，依據統一土壤分類法描述土壤屬性，參考本章提供之 RMSM 參考配比作試拌，設計出符合契約規定

品質及施工要求之配比。該試拌配比應以書面提報執行機關認可。

(3) 拌和場設備

除工程契約另有規定外，拌和場設備包括拌和場地配置、拌和設備、運送車輛及環保設施等。拌和設備及相關設施應符合工程需求及相關法規之規定。

(4) 廠商應提出無使用本章 2.2 之不適用材料切結書。

1.4 系統設計要求

1.4.1 工地拌和 RMSM

(1) 除契約另有規定外，RMSM 應由廠商依照契約規定在工地或工地附近設置工地型拌和設備產製 RMSM 並運至工地卸料澆置。

(2) 廠商所提 RMSM 拌合計畫內容應包括拌合場設備，且應將工地型 RMSM 拌和設備設置於適當距離之地點，拌和設備設置地點規定如下：自開始拌和起算至運達工地澆灌處傾出 RMSM 處之時程應以在 45 分鐘內為原則，且自 RMSM 開始拌和起算至運達工地完成澆灌之時程應在 90 分鐘內；契約另有規定者從其規定。

(3) 拌和設備應配合工程規模及使用數量由各設計單位選擇採用全自動拌和設備或簡易型拌和設備。

A 除契約另有規定外，RMSM 全自動拌和設備包括自動稱量計、拌和鼓、輸送帶、固化材料散裝儲料槽、拌和材料電腦自動記錄器等；拌合材料電腦自動記錄資料應建檔並能提供監造單位查核。

B 若工程規模較小或使用量少於 3000m^3 時，得使用拌合鼓式簡易型拌和設備，惟所使用之設備必須經試拌確認其機械性能，並經監造單位核可後方得使用。

(4) RMSM 拌和材料應以拌和輸送車裝載運送。

(5) RMSM 拌和設備使用前應經監造單位檢驗合格後方可使用；稱量計應經檢驗機構校正合格，使用期間應隨時校正稱量計。

(6) 工地型 RMSM 拌和設備之設置及操作，不得影響或造成環境

污染。

- (7) 除契約另有規定外，工地型 RMSM 拌和設備應於工程完工後 1 個月內拆除完畢，並列入驗收項目。
- (8) 施工期間如廠商欲與其他不同標案工程共用 RMSM 拌和設備時，應向監造單位提出申請並經執行機關審查核可。共用之拌和設備相關費用不得重複計價。

1.4.2 商購 RMSM

- (1) 廠商使用商購 RMSM 施工前應檢附下列文件，報執行機關核定後始可進料使用。
 - A 廠商與 RMSM 拌和廠所訂之合約副本。
 - B 品質保證書。
 - C RMSM 拌和廠之生產能量、運送設備能力等有關文件資料。
 - D 提出切結書保證 RMSM 拌和廠需能配合執行機關作必要之取樣檢驗。
 - E 依據契約規定之強度、拌和材料及其他相關規定等提出 RMSM 之配比設計及使用之拌和材料等之相關書面資料；施工期間如變更配比，亦應依上述規定以書面提出申請。
- (2) 各項書面文件執行機關依程序核定，廠商不得以執行機關核定為理由而免除法律及契約責任。
- (3) RMSM 拌和材料電腦自動記錄資料應建檔並能提供監造單位查核。
- (4) 商購 RMSM 自開始拌和起算至運達工地澆灌處傾出 RMSM 處之時程應以在 45 分鐘內為原則，且自 RMSM 開始拌和起算至運達工地完成澆灌之時程應在 90 分鐘內；契約另有規定者從其規定。

2. 產品

2.1 材料

- 2.1.1 RMSM 所使用之拌和材料包括現場開挖之土石方、膠結料（水泥、飛灰、爐石粉等）、水等，可視土石方配比及工程特性添加粗粒料（再生粒料或天然粒料）、早強劑或藥劑。

2.1.2 拌和 RMSM 所使用之水泥、飛灰、爐石粉、早強劑或藥劑等摻料必須符合 CNS 或 ASTM 相關規範之要求，進料前應檢送出廠證明經監造單位審查核可，必要時監造單位得要求提供相關檢驗報告。

2.1.3 土壤材料應軋碎後始得作為 RMSM 拌和材料；工地現場開挖之土石方，大於 5 cm 之材料應篩除或軋碎。

2.2 不適用材料

2.2.1 依施工綱要規範「第 02320 章 不適用材料」含有木本、草本、樹根及蔓藤類植物，或屬於污泥、腐植土、垃圾、受污染、重金屬超出土壤容許量或有毒物質、塑膠類、木屑、竹片、紙屑、瀝青等之廢棄物。

2.2.2 依 ASTM D2487 工程用途之土壤分類法進行分類，其結果屬於泥炭土 (PT)、高塑性有機質土 (OH) 及低塑性有機質土 (OL) 材料者，皆為不適用之材料。

2.2.3 材料粒徑不得超過 5 cm。

2.3 設計與製造

2.3.1 依 ASTM D4832-02 之規定養護、運送及測試試體，坍流度值及抗壓強度規定如下：

試驗項目	坍流度值 (cm)	1 天抗壓強度 (kgf/cm ²)	28 天抗壓強度 (kgf/cm ²)
試驗方法	ASTM D6103-04	ASTM D4832-02	
設計需求	40—60	3.5	20—50

2.3.2 使用剩餘土石方產製 RMSM 時，本規範僅提供下列之參考配比，廠商應依現場實際土壤狀況經試拌後調整該工程之配比。

	配比(kg/m ³)						
	水泥	爐石粉	水	早強劑	粗粒料*	砂土**	粉黏土***
1	150	0	470	0	0	725	540
2	150	0	468	2	0	725	540
3	120	60	465	0	0	725	520
4	120	60	463	2	0	725	525
5	110	50	430	0	760	610	160
6	120	50	455	0	455	725	210

*粗粒料粒徑大於#4，可為再生粒料或天然粒料。

**砂土粒徑介於#4～#200之間。

***粉黏土粒徑小於#200，包含粉土 (Silt) 及黏土 (Clay)。

- 2.3.3 本工程使用之 RMSM，廠商於施工前可參考本章 2.3.2 之配比來設計適合之配比，試拌結果須符合本章 2.3.1 之規定，廠商應提出試拌報告並經執行機關核可後始得進行拌和及回填作業。
- 2.3.4 本工程使用之 RMSM，廠商亦可提出符合原設計功能、效益、標準或特性之同等品材料供執行機關審查，如符合 ACI 229 規定之控制性低強度材料，或符合 ACI 230 規定之土壤水泥材料。
- 2.3.5 專利工法 1225530「預拌土壤工法及其裝置」業由專利所有人無償授權經濟部水利署暨其所屬機關工程使用及生產製作，授權期間自民國 98 年 8 月 1 日～民國 112 年 7 月 13 日。工程使用本專利工法，請將使用工程名稱、時間、數量及使用部位函報經濟部水利署及專利所有人。

3. 施工

3.1 準備工作

3.1.1 澆置前之準備

- (1) 採用工地拌合時，細粒料混合料拌和之前廠商應以快速測含水量法（紅外線、微波爐或快炒法）求含水量，用以調整拌和水量。
- (2) 開挖面之清理
 - A. 依據施工圖說開挖，開挖底面應整平、夯實。
 - B. 清理開挖壁面之雜物及疏鬆土石。
 - C. RMSM 澆置前之開挖面不得有積水。
- (3) 埋設物
 - A. 各項埋設物需依照圖說規定位置埋設。
 - B. 埋設物需固定妥善，避免浮起或擠壓位移。
- (4) 實施自主檢查
 - A. RMSM 澆置前之各項工作項目如開挖面清理、模板、埋設物(件)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。

B. 自主檢查表應提送監造單位。

(5) 澆置前之通知

A. 澆置 RMSM 應於 24 小時[]前通知監造工程司。未經監造工程司同意，不得於構造物之任何部位澆置 RMSM。

B. 若未通過檢查，廠商應即時進行改善，經申請檢查獲得監造工程司同意，方得澆置 RMSM。

3.2 施工方法

3.2.1 澆置

管溝或結構體回填時，RMSM 應以均勻 (uniform) 回填，以避免管件或結構體產生偏移或浮升現象。

3.2.2 搗實

有埋設件之部位，RMSM 澆置過程中應進行必要之搗實。

3.2.3 開口、預埋件及其他需求

(1) 應依契約設計圖說之規定，提供開口、安裝埋件之相關資料。

(2) 應有充裕時間作備料及安裝。

(3) 於 RMSM 澆置前，應實施自主檢查，並向監造單位提送開口及埋件定位之確認紀錄。

3.2.4 養護

RMSM 澆置完成後，須即加以適當的養護，以防水份蒸發。養護方法照設計圖說規定辦理或使用麻袋塑膠布及其他適當物品覆蓋，直至繼續施工為止。

3.3 檢驗

3.3.1 除契約另有規定外，RMSM 材料及施工品質之各項檢驗需送財團法人全國認證基金會 (TAF) 認可之實驗室辦理，並出具檢驗報告。本項規定試驗之實驗室，得由執行機關指定。

契約規定之各項檢驗應建立檢驗統計表，檢驗統計表欄位包括試驗項目名稱、取樣日期、試驗日期、試驗值等。試驗結果應紀錄並建檔備查。

3.3.2 RMSM 試體製作及抗壓強度試驗

(1) RMSM 試體製作頻率規定如下：

A RMSM 量少於 500 m^3 者：於 200 m^3 以內作試體一組， 200 m^3 至 350 m^3 作試體一組， 350 m^3 以後作試體一組。

B RMSM 量 500 m^3 以上者： 500 m^3 以內部分按前項規定製作試體；超過 500 m^3 部分，每 500 m^3 作一組試體，餘數未滿 500 m^3 者作一組試體。

(2) RMSM 試體製作、養護及試驗之相關規定

A RMSM 使用之試體模可為 $7.5 \text{ cm } (\phi) \times 15 \text{ cm } (H)$ 、 $10 \text{ cm } (\phi) \times 20 \text{ cm } (H)$ 及 $15 \text{ cm } (\phi) \times 30 \text{ cm } (H)$ 等三種。

#4 以下土壤拌和之 RMSM 可使用 $7.5 \text{ cm } (\phi) \times 15 \text{ cm } (H)$ 或 $10 \text{ cm } (\phi) \times 20 \text{ cm } (H)$ 試體模；使用最大粒徑大於 #4 土壤拌和之 RMSM 可使用 $10 \text{ cm } (\phi) \times 20 \text{ cm } (H)$ 或 $15 \text{ cm } (\phi) \times 30 \text{ cm } (H)$ 試體模。廠商使用試體模或變更使用時應報執行機關同意後使用。

B RMSM 試體每組製作 5 個，其中 2 個作 1 天抗壓強度試驗，另 3 個作 28 天抗壓強度試壓；1 天抗壓強度供作為品質控制之用，28 天抗壓強度供作為品質評估之用。

C RMSM 試體拆模後監造工程司應以不褪色筆簽名，拆模後應依據 CNS 1231 之規定養護，俟至 28 天齡期再進行抗壓強度試驗。進行抗壓試驗時監造工程司及廠商應會同，並於試驗紀錄上簽名，未會同辦理之任何試驗監造工程司一概不予承認。

D RMSM 試體取樣製作時，應記錄該車 RMSM 澆置位置。

3.3.3 落沉試驗

RMSM 澆置完成後在下一層 RMSM 材料澆置前應作落沉試驗，作為判定可繼續施工性依據，落沉試驗應記載澆置時間、試驗時間、試驗值、位置(樁號、高程)及照相。

(1) 依 ASTM D6024-02 規定辦理。

(2) 試驗頻率

RMSM 澆置之完成面每 500 m^2 [] 試驗 1 次，司得依工程需求增加試驗次數。監造工程

(3) 試驗結果其凹洞之直徑 $\leq 76 \text{ mm}$ 時，可繼續進行下一階段之表面回填及輾壓施工；若凹洞之直徑 $> 76 \text{ mm}$ 時，則須待強度發展後再以落沉試驗確認凹洞之直徑 $\leq 76 \text{ mm}$ 時才可繼續施工。

3.3.4 坍流度試驗

坍流度試驗應記載試驗值、取樣位置(樁號、高程)、車號及照相。

- (1) 坍流度試驗依 ASTM D6103-04 規定辦理。
- (2) 試驗頻率
坍流度試驗應在工地 RMSM 傾卸處進行，每天早上及下午第一次澆置時、圓柱試體製作時及監造工程司指示時進行坍流度試驗。
- (3) 坍流度不符合時，該車之 RMSM 不得使用及應運離工地，並應依合約要求之配比設計進行配比調整，直至坍流度符合要求為止。

3.4 不合格品之判定及處理

3.4.1 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 RMSM 數量視為不合格。

3.4.2 RMSM 圓柱試體未依期會同送驗者，依下列規定辦理：

- (1) 廠商應於圓柱試體材齡分別達 1 天及 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，其最遲試驗期限分別不得超過 5 天及 35 天。
- (2) 超過規定期限試驗者處該組試體所代表之 RMSM 工料款之 10% 為罰款。

3.4.3 圓柱試體抗壓強度試驗結果及評估

- (1) 圓柱試體 1 天材齡之抗壓強度如未達 3.5kgf/cm^2 ，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 RMSM 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。
- (2) 1 組 3 個之 28 天圓柱試體抗壓強度其平均值超出本章 2.3.1 規定強度上下限 10% 者，該組試體所代表之 RMSM 數量視為不合格。

3.4.4 除契約另有規定外，經判定品質不合格之 RMSM 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，該部分之 RMSM 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

- 4.1.1 RMSM 按設計圖說體積以立方公尺計量。
- 4.1.2 檢驗判定不合格之 RMSM，若經執行機關同意不拆除時，該部分之 RMSM 所代表之數量均不予計量。
- 4.1.3 各項檢驗費按組數計量。
- 4.1.4 本章工作之附屬工作項目將不予計量。
- 4.1.5 落沉試驗及坍流度試驗不予計量。
- 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、運輸及專利費等費用在內。
- 4.2.2 各項檢驗費計價包括一切人工、材料、機具、設備、動力、取樣、運輸及試驗等費用在內。
- 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 RMSM 項目計價之項目內。
- 4.2.4 落沉試驗及坍流度試驗不予計價。
- 4.2.5 得標廠商提送經執行機關審查同意使用之同等品，其價格如較契約所載原要求或提及者為低，應自契約價金中扣減；其價格如較契約所載為高，應以原契約價金為準，不得加價。至於與同等品有關之稅捐、利潤或管理費等相關項目，如係另列一式計價者，依同等品金額與原契約金額之比率扣減之。

〈本章結束〉