

第 02839 章 加勁擋土牆

1. 通則

1.1 本章概要

1.1.1 凡利用土壤中埋設之加強用金屬板條材料與土壤間所產生之摩擦力，以保持土體構造之穩定，並為防止土體外圍表面之崩落，以混凝土或金屬面板與埋設於土壤中之金屬板條連結成整齊牆面之擋土構造物，稱為「加勁擋土牆」。

1.2 工作範圍

1.2.1 本施工說明書適用於以鋼板條為加勁材料之加勁擋土牆。

1.3 相關章節

1.3.1 第 02323 章--棄土

1.3.2 第 03050 章--混凝土基本材料及施工一般要求

1.3.3 第 03210 章--鋼筋

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準 (CNS)

- (1) CNS 1244 G3027 熱浸法鍍鋅鋼片及鋼捲
- (2) CNS 3124 B2123 六角頭螺栓 (鋼結構用)
- (3) CNS 4622 G3109 熱軋軟鋼鋼板、鋼片及鋼帶
- (4) CNS 4236 B2170 鋼結構用六角螺帽
- (5) CNS 11228 A2183 工程用非織物

1.4.2 美國材料試驗協會 (ASTM)

- (1) ASTM A153 Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware
- (2) ASTM D1752 Standard Specification for Preformed Sponge Rubber Cork and Recycled PVC Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction

1.4.3 美國道路及運輸官員協會 (AASHTO)

- (1) AASHTO T-99

2. 產品

2.1 材料

2.1.1 填土料：填土料應為粒徑分布良好、具有透水性、能發揮與板條間之摩擦效果及易於壓實之無凝聚性土壤，且其物理、化學性質穩定，金屬板條不易銹蝕等為條件。

(1) 一般規定

A. 背填土級配

背填土級配表

| 篩孔徑 (篩號) | 通過百分比 (%) |
|-------------------|-----------|
| 125mm | 100 |
| 4.75 mm (No. 4) | 20~100 |
| 0.425mm (No. 40) | 0~ 60 |
| 0.075mm (No. 200) | 0~ 30 |

B. 最佳含水量時之內摩擦角： $\phi_{opt} > 34^\circ$ 。

C. 塑性指數： $PI < 6$ 。

D. 填土料中不得含有樹根、草皮、有機質，或腐蝕性廢棄物（如工業廢棄物、垃圾等），其腐蝕性應符合以下規定：

a. pH 值 = 5~12。

b. 電阻比： $\rho \geq 5,000 \Omega \text{cm}$ 。

c. 氯化物離子之含量小於 200ppm。

d. 硫酸鹽離子之含量小於 1,000ppm。

e. 硫化物離子之含量小於 300ppm。

f. 硫酸鎂健性試驗 4 循環之漏失量不得大於 30%。

(2) 填土料若採用岩碴時須符合下列規定：

A. 岩碴粒徑，須符合本章第 2.1.1 款(1)「一般規定」且易壓實者。因一般岩碴內之小粒徑含量較少，致板條上下面易生空隙，使作用於板條之摩擦力，由面而變為點，其鍍鋅易遭損壞而影響耐久性。故如有此現象時，應在板條上下面，各鋪一層砂，厚度 3~10cm，使板條所受摩擦力平均。

B. 凡膨脹性岩碴，如「膨脹性泥岩及凝灰岩」、「葉片狀及黏土狀蛇紋岩」、「黏土狀片岩」，以及其他如重機械滾壓時易碎裂而黏土化之岩碴，均不能使用。

2.1.2 鍍鋅鋼板條及螺栓、螺帽

- (1) 板條為構成加勁土結構之骨幹，該結構係由填土料承擔壓力，由板條承擔拉力，兩者組成一體而保持結構體之穩定性。因此板條須具有高拉力強度，與填料之間有較大摩擦抵抗力，易平貼於土壤表面而具可撓性。至於螺栓及螺帽使用於：
- A. 牆面與板條之連結處。
- B. 長尺度板條之連結。
- 施工時僅將螺帽旋緊即可，不必用銲接等複雜作業。螺栓因埋入土中，一旦旋緊即不可能鬆脫，故不必使用墊片。
- (2) 選用之鋼料品質須符合下列規定：
- A. 鋼板條須符合 CNS 1244 G3027、CNS 4622 G3109 之規定。
- B. 螺栓及螺帽須符合 CNS 3124 B2123、CNS 4236 B2170 之規定。
- (3) 板條尺度及螺孔許可差如下表所示：

板條尺度及螺孔許可差

| 項 目 | 許可差 (mm) |
|------|---------------|
| 厚 | ±0.3 |
| 寬 | ±1.6 最大值為±2.5 |
| 長 | -3~+10 |
| 螺孔徑 | -0.2~+0.5 |
| 螺孔間距 | ±0.5 |

- (4) 鋼料檢查：鋼料出廠證明書所記載品質須符合上述規定。除另有規定外，不必每一工程均做強度檢驗。螺栓、螺帽之品質及形狀等檢查亦同。
- (5) 板條之外觀、形狀及尺度檢查
- A. 外觀：板條之表面不得有刮痕、凹陷、或鍍鋅層剝離等缺陷。其端部螺孔之位置應適中、孔緣平整。許可差均應在規定範圍內。
- B. 板條之外觀、形狀及尺度之檢查，均每批以抽查一條為原則，每批數量為 100 條（相同尺度），不足 100 條部分以一批計。
- C. 標示：為避免施工時板條放錯位置，每根板條應標記層次及位置，並標明規格及製造廠商名稱。

2.1.3 預鑄鋼筋混凝土面板

- (1) 面板係為防止加勁土結構體外圍土壤之崩落，預鑄面板須符合設計圖說及第 03210 章「鋼筋」、第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」之規定。其外側表面須緻密光滑，不得有龜裂、撓曲等

缺陷，許可差應在設計圖規定範圍內。

- (2) 面板之外觀、形狀及尺度等檢查，以每批抽取一塊為原則，每批數量為 10 塊（相同尺度），不足 10 塊部分以一批計。品質及強度部分需由承包商提出混凝土材料強度之試驗報告。

2.1.4 其他附屬材料

- (1) 軟木片：面板採用混凝土預鑄板時，因板本身為剛體，為了發揮加勁擋土牆之柔軟結構特性，應使面板富於可撓性，故在面板水平接縫中，鋪以收縮性較大之軟木片，可使牆體達到某種程度的柔軟性。軟木片厚度為 2cm、寬度至少為面牆厚度之半，長度則與面板寬度齊，其規格如下表：

軟木規格 (ASTM D1752)

| 物 理 性 | 規 格 值 |
|-----------------------------------|----------------------|
| 密度，g/立方公分 | 0.23~0.35 (本項為製品參考值) |
| 壓縮載重 (50%壓縮時)，kgf/cm ² | 3.4~103.5 |
| 復原率 (50% 壓縮時)，% | 90 以上 |
| 擠出量 (50% 壓縮時)，mm | 6.4 以下 |

- (2) 土工織物 (透水防砂布)：土工織物一般係以聚丙烯 (Polypropylene) 或聚脂 (Polyester) 為原料，採用針軋法製成之長纖維非織物，配置於混凝土預鑄面板牆背後之垂直接縫，其寬度應覆蓋接縫兩側至少各 10cm (即：如接縫寬度為 2cm，則防砂布寬度至少應在 22cm 以上)。土工織物須符合 CNS 11228 A2183 第 1 類之規定。

3. 施工

3.1 準備工作

- 3.1.1 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。

- 3.1.2 機具選擇：加勁擋土牆之填方與壓實作業，要比一般擋土牆之背後填方嚴格，因其作業須在受限制之工作面上有效率地進行，且不可使牆面承受異常之水平力，故施工機具之選擇及配置必須恰當。選用滾壓機具應配合填土料性質、工程規模及作業條件等，通常以震動式壓路機最為有效。若細粒料含量較多之砂土，則採用膠輪壓路機較佳。靠近牆面 1.5m 範圍之填方滾壓，應採用小規模滾壓作業用之輕型滾壓機具。

3.2 施工方法

3.2.1 挖基與整地

- (1) 挖基：敷設鋼板條之基礎底面，除容許排水所必需之斜坡外，應以水平為原則。加勁擋土牆之穩定性係依靠假想滑動境界線背後之鋼板條與土壤間所產生之摩擦力以達成之，故挖基務須依設計圖說辦理，使各層鋼板條皆能平整地敷設，不容有扭曲或尾端上撓之情形發生，尤其遇到岩盤等開挖較困難地段，更應特別注意。
 - A. 利用挖方作為加勁土之回填方：基礎開挖之前，應先將草木、樹根、表土等清除，開挖時應隨時注意挖出之土方是否適合作為回填料。大規模開挖路段之土質往往變化甚大，要取得大量合適的回填料並非易事。若回填料中粗料甚多應先過篩，或添加適當中、細料，若含細土較多之黏性土，應予廢棄而改用借土。廢土須符合第 02323 章「棄土」之規定辦理。
 - B. 遇有湧水或地下水之處理：水對於加勁土結構體之影響頗大，因此須慎擬土體內外之排水計畫。開挖時可以臨時排水溝或點井方式來降低水位，至於土體外永久性排水設施，應在進填方料前完成，而土體內之排水則可配台填方工作而施設。
 - C. 與其他構造物之啣接處開挖：加勁擋土牆與一般擋土牆或既有構造物相啣接時，因前者基礎均較一般構造物之基礎為淺，即一般構造物之基腳以上回填土可能成為加勁擋土牆之基礎，而回填土之壓實度多不甚佳，致使加勁擋土牆於日後產生沉陷，故凡經過擾動後之地基作為其基礎時，應以良質粗粒料回填。
- (2) 整地：開挖後之基礎底面，若為岩層或卵石時，極可能成為凹凸不平之地面，應補設良質砂或碎石並整平之。板條若敷設在凹凸面上，會使摩擦效果減低，並使空氣或水份滯留，減低鋼料之耐久性。

3.2.2 表牆基礎

- (1) 表牆基礎之準確度：不論原有地形如何，或採用何種型式基礎、或何種方法施工，任何加勁擋土牆基礎頂面須維持水平，具準確度為縱方向每 1.5m 長度之相對許可差應小於 1.0cm，橫方向為 40cm 寬度之傾斜度小於 2.5%。
- (2) 岩盤上之基礎：基礎地盤為岩盤時，基礎開挖後須以混凝土鋪平。
- (3) 階梯式基礎：不論何種地形，表牆基礎均應保持水平，因此斜坡上之加勁擋土牆基礎，為配合入土深度及維持水平，須做成階梯式基礎，階梯之間三角形開挖部分應以混凝土或粗粒料填滿。

3.2.3 面板組立

- (1) 施工準確度：面板在組立前，每隔適當距離（見下表）應設置基準點或放樣板架，組立時須有專人檢查，務使牆面確保應有垂直度。

設置放樣板架之標準間距

| 設置位置 | 標準間距 (m) |
|-----------------|----------|
| 直線 | 10 |
| 曲線 (半徑 300m 以上) | 10 |
| 曲線 (半徑小於 300m) | 5 |
| 複雜地形 | <5 |

A. 配合準確度之施工測量有下述方法：

- a. 設置基準點用經緯儀測量（牆面甚高或架設放樣板架困難時採用）。
- b. 依據設置之放樣板架，以水線計測（一般所採用方法）。
- c. 以垂球及水準器計測（適用於牆高 3m 以下之小規模工程）。

B. 施工中若發現垂直度有異常變位，應即停止作業。面板變位原因有下列多種：

- a. 基礎表面平整度不良。
- b. 支柱、木楔、合板等組立工具未作適當使用。
- c. 基準點或放樣板架變位。
- d. 填土料鋪設、滾壓等機械未依照規定行駛。
- e. 表牆附近之人工填料及搗固等工作不良。
- f. 局部使用彎折板條或板條敷設不平整，未經矯正即鋪設次層填土料。
- g. 面板組立未配合填土料之鋪設而先行豎立二、三層以上。
- h. 面板與板條之連結螺栓未旋緊。
- i. 在接縫所放軟木片之材質欠佳。
- j. 填土料品質不良，與所定規格相差甚多。
- k. 排水不良，致浸透水增加。
- l. 基礎地盤異常下陷。

- (2) 面板組立工具：因面板組立所用工具皆甚簡易，故工作時常忽略各項工具之功能，以致使用不當而影響施工準確度。其實妥用該項工具，乃為牆面組立成功之鑰。工具種類計有吊具、木楔、支柱、撐木、定規、木合板等，其形狀尺度應與面板形狀相配合，材質除吊具及定規採用鋼質外，其他均應使用硬質木料以免損傷面板。

- (3) 面板組立

- A. 以墨斗在基礎面上標繪墨線，面板必須正確對準墨線組立，以儀器檢查各面板頂之高程必須在同一水平面上，外表面必須在規定垂面內。如高程不一，則以乾拌水泥砂漿調整之。相鄰兩塊面板放安裝後須即以木合板固定，隨即以支柱及撐木支撐面板，每塊二處。最下層面板安裝之良窳，關係全部牆面之施工準確度，故為最重要之作業，蓋因最下層面板尚可調整高程，其餘各層面板均無法調整。
- B. 最下層以外之各層面板，亦以定規安裝，務使垂直接縫間隔均一。於確定垂直度及面板相互間之平整後，再以木合板將兩塊面板固定，垂直度之調整及維持係以木楔為之，每塊面板於安裝時必須打入 2 支木楔。除最下層面板之垂直度係以支柱及撐木支撐外，其餘各層面板之垂直度係由木楔及合板維持。若於背填土鋪設後再打入木楔，已無法矯正面板之傾斜度。面板組立應與背填土作業交互進行，切不可因牆面作業容易而搶先施工，蓋因第二層以上之面板僅靠合板及木楔保持穩定，若搶先組立而超高時，除無法確保施工準確度外，亦可能因而向前面崩倒，一般情形不可超越填土作業 2 層以上。
- C. 施工時之牆面應預作傾斜度，傾斜度雖與填料性質及滾壓程度有關，大體上以木楔調整使其向後傾斜 1~2%，則完成後之牆面大致可保持垂直。容許垂直度許可差為 $0.03H$ (H 為牆高)，但不得大於 30cm。
- D. 接縫填塞材料之安裝：面板組立時，其水平接縫應敷設軟木片，垂直接縫則塞以泡綿，並在其背面後垂直方向貼以地工織物，以便透水防砂。如此可使加勁土牆面成為隨背後土體移動而變位之乾砌牆，因此接縫填塞材料必須具有可撓性。施工中若有粒料等異物介入接縫中，會使應力集中於該處，使面板受損傷並影響垂直度，因此施工中應加注意。

3.2.4 板條安裝

- (1) 板條應依照設計圖說所標示之形狀及尺度，正確地分層敷設，切不可因施工上之方便而將板條改與設計圖說所示下同之尺度。板條長度除須與設計圖長度相符，亦不可因基礎開挖困難，而將其前端彎折或扭曲。若於開挖時發現有設計圖說未標示之埋設物或既有構造物，致須變更板條長度時，應徵得工程司之同意。
- (2) 板條安裝應以與牆面垂直為原則，轉角處及與其他構造物銜接處，可能與牆面無法垂直，但均應依照設計圖說之規定完成。板條如因

交會而重疊，重疊處須鋪 3~6cm 厚之砂層，以免板條直接接觸。

- (3) 板條應水平敷設，不可凹凸不平。較長板條（8m 以上）由數根連結而成者，應注意旋緊螺栓，連結完成之板條應為一直線。
- (4) 面板與板條相結合之連結螺栓，必須注意旋緊，鬆弛之螺栓為導致牆面變形之原因，應指派專人於每層板條安裝後再行檢查。作業中未使用之螺栓，常於背填土時被埋沒而遺失，應指派專人管理，紀錄「使用與回收」數量。

3.2.5 背填土鋪設

- (1) 滾壓厚度：採用混凝土面板之加勁擋土牆，其板條上、下間距，一般為 75cm，為確保滾壓後之土層厚度可配合板條之安裝，通常分成三層滾壓，每層滾壓後之厚度為 25cm，因此應配合此厚度出料，務使滾壓完成後之總厚度為 75cm。若板條間距有異，則應於施工前提出滾壓厚度計畫（每層完成厚度不得大於 30cm）。
- (2) 施工機械應注意事項
 - A. 應與牆面平行行駛。
 - B. 重型機械應離開牆面 1.5m 外行駛。
 - C. 出料與整平均須由牆面向內側循序進行。
 - D. 在板條敷設區內不可急轉彎。
 - E. 無填料覆蓋之板條上不可行駛。
- (3) 牆面內 1.5m 範圍內之填土鋪設：為防止面板外傾，牆面內側 1.5m 範圍內，禁止重型施工機械行駛。此範圍內由人工填土，用小型搗固機壓實，並應同時檢查牆面垂直度，如有不妥應隨時矯正。面板與板條之連結處下面，最易造成填料空隙，應特別注意。
- (4) 角隅部之填料鋪設：角隅之角度越尖銳，施工機械之轉彎行駛越為困難，施工前應事先研究行駛方法。尤具凸形角隅，宜由監工人員引導作業手（司機）作業。凹形角隅亦應注意角隅部之方向轉變，務必緩慢行駛，以免牆面變位。又角隅處通常為安全起見，配置較多板條，互相重疊，重疊部分應鋪薄砂層以免直接接觸。
- (5) 兩邊加勁擋土牆之填土料鋪設：路幅甚廣，板條不致重疊者可照一般方法鋪設。若路幅較狹，兩邊板條前端互相重疊時，應於施工前研究兩邊牆及板條之高程，而任選下述兩種方法之一施工：
 - A. 雙方板條高程相差為一層滾壓厚度（一般為 25cm），如此可配合滾壓厚度，不致重疊。
 - B. 雙方板條高程相同，但兩邊面板前後錯開施工。
- (6) 滾壓：土壤構造體之滾壓，為關係到該構造體之穩定性、耐久性之

重要作業。加勁土為土壤構造物，且期待成為土壤與加強材間之摩擦抵抗力之結構。為滿足設計上之剪力抵抗角 ϕ 及單位體積重量，填土料須預做滾壓試驗，並以試驗結果資料作為滾壓時之依據。加勁土填料因屬砂質土，故施工時含水量可較實驗含水量減少約1~2%。壓實管制以採用標準式夯壓試驗法（AASHTO T-99）求得最大乾密度，各層滾壓完成後應做工地密度試驗，工地密度試驗每1,500 m²或回填五層須作一點（取其面積小者），不足五層或1,500 m²之部分仍應作1點。承包商於每層回填滾壓完成時皆應通知工程司，由工程司決定是否於該層進行檢驗或決定檢驗點之位置。各點壓實度應達最大乾密度之95%以上，不合格時應改善至合格為止。施工中若天氣惡化可能下雨時，必須將車轍之處以壓路機滾壓修平，並做好排水，務使浸入土中之雨水減至最小量。下雨時若有未攤開堆料應用膠布覆蓋。

4. 計量與計價

4.1 計量

混凝土面板以平方公尺為計量單位，金屬板條以公尺為計量單位，回填材料以立方公尺為計量單位。

4.2 計價

加勁擋土牆各項目之計價，應按契約詳細價目表內各項目之單價給付。

〈本章結束〉