

人造斜坡和擋土牆規範性措施



土力工程處

香港特別行政區政府土力工程處土木工程拓展署

GEO 出版品 # 1/2009

人造斜坡和擋土牆規範性措施

土力工程處
香港特別行政區政府
土力工程處
土木工程拓展署

©香港特別行政區政府於 2009 年 8 月首次發佈

報告製作人：

Geotechnical Engineering Office,
土木工程拓展署：101 Princess Margaret Road,
Homantin, Kowloon,
Hong Kong.

封面數字標題：

左上方：	何文田公主道削土坡
右上方：	北角天后廟道土石切坡
左下方：	西貢鄉湧附加表牆
右下方：	何文田和湧街削土坡

前言

本刊物對規範性措施的應用提供優良實務規範的相關建議，用於改善香港現有的人造斜坡及擋土牆工程，其適用範圍包括一系列的規範性措施項目，即預防養護工程、升級工程或地滑修復工程等。

我們已為削土坡/削石坡、填土斜坡和砌築混凝土擋土牆等制定各種規範性措施，從 1995 年至 2007 年，土力工程處已公佈一系列的技術報告和指南文件，內容載有規範措施架構的研究結果和建議，本出版物提供整合和合理化的相關建議，也提供現有人造斜坡和擋土牆其規範性措施採用的整合指南文件。

本文由 Raymond W.M. Cheung 博士、Becky L.S. Lui 女士及 Lawrence K.W. Shum 先生等人組成的團隊所編寫，最初由 W.K. Pun 先生監督，後來由 Ken K.S. Ho 先生接手監督。

本文草案副本已分發給當地的專業機構、諮詢工程師、學術界和政府部門，我們收到許多由個人和組織所提出的有用意見，這些意見在本文最終版本定案撰寫時均已列入考慮，感謝各界不吝指教。

我們鼓勵業者隨時向土力工程處提供本出版品內容相關的意見，以便改進未來的版本內容。



R.K.S. Chan

土力工程處處長 2009 年 8 月

目錄

	頁碼
人造斜坡和擋土牆規範性措施	1
前言	3
目錄	4
1. 介紹	9
1.1 目的和範圍	9
2. 應用	10
2.1 通則	10
2.2 規範性措施的制定	10
2.3 應用區域	12
2.4 規範性措施的優點和限制	12
2.5 規範性措施的種類	13
2.6 規範性措施的選擇	14
2.7 應用建議程序	16
2.8 人員資格要求	18
2.9 藉由規範性措施改善斜坡	21
3. 第 1 類規範性措施的種類	22
3.1 通則	22
3.2 第 1 類規範性措施的種類	22
3.2.1 表面保護	22
3.2.2 表面排水	25
3.2.3 局部穩定性	27
4. 第 2 類規範性措施的種類	29
4.1 通則	29
4.2 第 2 類規範性措施的種類	29
4.2.1 地表下方排水	29

5. 第 3 類規範性措施的種類.....	39
5.1 通則	39
5.2 削土坡規範性土釘	39
5.2.1 合格標準	39
5.2.2 土釘配置	41
5.2.3 土釘頭與牆面	44
5.2.4 防蝕	45
5.3 有坡趾矮牆削土坡規範性土釘	46
5.3.1 合格標準	46
5.3.2 土釘配置	50
5.3.3 土釘頭與牆面	52
5.3.4 防蝕	52
5.4 用於混凝土或砌築擋土牆規範性土釘	52
5.4.1 合格標準	52
5.4.2 土釘配置	55
5.4.3 土釘頭與牆面	58
5.4.4 防蝕	60
5.5 用於混凝土擋土牆之規範性附加表牆	60
5.5.1 合格標準	60
5.5.2 附加表牆設計	61
5.6 用於削石坡規範性混凝土扶壁	62
5.7 用於削石坡規範性混凝土岩釘	62
5.7.1 岩石不連續性數據的收集和評估	62
5.7.2 規範性岩釘	63
6. 其他考慮事項.....	65
6.1 通則	65
6.2 斜坡外觀和造景	65
6.3 樹木保護	65
6.4 可建造性	66
6.5 敏感結構體附近的工程	66
6.6 施工監督和控管	66
6.7 施工審視	66
6.8 養護	67
參考資料.....	68
符號詞彙表.....	72

表目錄

表編號	頁碼
表 2.1：不同種類規範性措施之應用	14
表 3.1：第 1 類規範性措施的項目	22
表 3.2：土坡植被覆蓋使用規範	23
表 4.1：第 2 類規範性措施的項目	29
表 5.1：第 3 類規範性措施的項目	39
表 5.2：削土坡規範性土釘應用合格標準	40
表 5.3：削土坡規範性土釘應用穩定性強化	42
表 5.4：削土坡規範性土釘配置標準	43
表 5.5：土釘頭規定尺寸	45
表 5.6：有坡趾矮牆削土坡升級工程規範性土釘採用其他的合格標準	46
表 5.7：砌築擋土牆條件分類	47
表 5.8：砌築擋土牆變形狀況評估指南	47
表 5.9：混凝土或混凝土擋土牆升級工程規範性土釘應用合格標準	52
表 5.10：混凝土或砌築擋土牆規範性土釘配置標準	57
表 5.11：砌築擋土牆所規定附加表牆採用升級工程的合格標準	60
表 5.12：削石坡升級工程規範性岩釘應用合格標準	64

圖目錄

圖編號	頁碼
圖 2.1:人造斜坡一般規範性措施示意圖	15
圖 2.2：人造斜坡規範性措施記錄表(工作表第 1 頁/共 2 頁)	19
圖 2.2：人造斜坡規範性措施記錄表(工作表第 2 頁/共 2 頁)	20
圖 3.1：用於減少岩體開挖之平面排水道替代設計細節	26
圖 3.2：局部區域的無細料混凝土回填	28
圖 4.1：斜坡上方的排水斜管	30
圖 4.2：斜坡下方的排水斜管	31
圖 4.3：坡趾排水溝	33
圖 4.4：斜坡上方的排水扶垛	34
圖 4.5：硬質表面保護層排水(含無細料混凝土坡趾)	35
圖 4.6：硬質表面保護層排水(有減壓排水溝)	36
圖 4.7：無細料混凝土保護層	38
圖 5.1：削土坡規範性土釘	44
圖 5.2：規範性土釘應用範圍所涵蓋的混凝土擋土牆種類	46
圖 5.3：坡趾有巨積混凝土或砌築擋土牆之削土坡簡化設計	48
圖 5.4：坡趾有鋼筋混凝土擋土牆之削土坡簡化設計	49
圖 5.5：有坡趾矮牆之削土坡土釘設計	51
圖 5.6：巨積混凝土或砌築擋土牆特徵簡化設計	53
圖 5.7：鋼筋混凝土擋土牆簡化設計	54
圖 5.8：無需第 3 類規範性措施的混凝土或砌築擋土牆最小厚度要求	56

圖 5.9：擋土牆土釘規範.....	58
圖 5.10：砌築擋土牆表牆規範.....	61
圖 5.11：削石坡規範性岩釘.....	64

1. 介紹

1.1 目的和範圍

本文旨在針對香港現有的人造斜坡，即人造斜坡、填土斜坡及擋土牆所採用規範性措施提供相關的指南，本文用於指導合格專業工程師遵循岩土工程的相關準則。

規範性措施包括先決經驗適用於人造斜坡的傳統工程模組，用於改善人造斜坡穩定性等相關的工程模組，本文中的準則包括對現有人造斜坡規範性措施應用，即削土坡、有坡趾矮牆的削土坡、岩坡、混凝土擋土牆、砌築擋土牆和填土斜坡等，本文件不包括用於天然地滑風險控制的土石流防護措施(如 Sun & Lam 2006)。

第 2 章概述規範性措施一般適用指南及使用這些措施的優點和限制性，本章還說明負責制定規範性措施的設計人員應具備資格。

第 3 章、第 4 章和第 5 章就不同類型的規範性措施應用提供具體的指南內容。關於適用的規範性設計架構其他相關考慮因素的指南內容，內容悉如第 6 章。

2. 應用

2.1 通則

本章就香港人造斜坡規範性措施應用提供一般的指南內容，本章也概述規範方法的優點和限制性及負責人員的相關資格要求，第3章、第4章和第5章說明適用不同種類規範性措施的具體指南內容。

2.2 規範性措施的制定

在香港有許多人造斜坡工程依傳統方法，根據詳細的地面調查和分析結果所設計。然而，人造斜坡的年度破壞比例，特別是未採用合適工程手段的斜坡（例如，無結構支撐的削土坡），其斜坡破壞率並不低(Ho 等人，2003)。根據岩土工程辦公室(GEO)所進行的系統性地滑調查，即顯示工程斜坡的破壞主要與地表逕流不受控制和不利地質特徵和/或不利地下水條件等問題有關，反映出傳統分析方法固有的不確定性和限制，包括地面調查期間的工程地質數據輸入不足、斜坡排水設施細節設計不當等狀況。

作為傳統分析方法替代方案的規範設計方法，是一種基於經驗的斜坡工程設計方法，規範性措施的項目是根據過去成功應用的經驗所制定，這些經驗已進行實地測試並隨著時間的演變而進行改善，其重點是根據從地滑研究中的經驗教訓再進行適當的詳細說明，應該瞭解到許多既定斜坡的改善規定、標準細節等內容實際上是具有規範性。

在香港，使用規定措施並不是新概念，因為長期以來某些種類的人造斜坡工程即採用這些規範性的方法，包括岩坡穩定工程(如 Brand 等人，1983; Dubin 等人，1986)及鬆散填土斜坡的表面再壓縮(例如 GCO，1984; Knill 等人 1999)，在 20 世紀 80 年代首次考慮制定香港人造斜坡改善工程所普遍採用的規範性措施(Malone，1985)，在地質指南 1：擋土牆設計指南(GEO，1993)第 2 版即正式認可採用規範性措施的擋土牆設計。

在某些國外的設計規範中，使用規範性措施也是岩土工程設計的方法之一，例如，歐洲規範 7 (BSI，2004) 允許在無法獲得或不需要計算方法的狀況下使用規範性措施。

在 1995 年，GEO 著手制定規範性設計架構和人造土坡適用的規範性措施，本研究旨在制定規範性的設計方法，藉此促成人造斜坡規範性措施的應用。根據當地的斜坡改善工程實務研究及政府的地滑防護措施(LPM)計劃的傳統分析設計個案研究，藉此制定不同的工程項目。特別根據 LPM 計劃分析設計的 107 個土釘切坡進行相關的審查，藉此倡導削土坡規範性設計方法。經過廣泛諮詢後，GEO 在 1996 年第 1 版 GEO 第 56 號報告的「削土坡規範性措施的應用」(Wong & Pang, 1996 發佈)該研究結果和建議。

藉由從業人員得知的經驗和規範性措施的成功應用，GEO 於 1998 年進行一系列的深入研究，藉此改善指南內容並擴大規範性措施的適用範圍。這些研究審查 LPM 計劃和私人開發分析設計的其他 197 個土釘裂縫，根據調查結果擴大規範性措施在削土坡升級工程的適用範圍並對設計指南的內容進行適當的修訂(Pun 等人, 2000)。

另一項研究於 1999 年啟動，旨在制定使用鋼筋混凝土附加表牆進行混凝土擋土牆升級工程的規範性方法，規範性的方法是根據過去附加表牆設計案例的審查結果所制定，用於現有砌築擋土牆的升級工程(Wong & Pun, 1999)。

在 1999 年，第 2 版 GEO 第 56 號報告：「斜坡和擋土牆規範性措施應用」(Wong 等人 1999)即驗證所有規範性措施的常用指南內容。為回應公眾對斜坡外觀不斷美化的期待，該報告也提供削土坡規定使用植被覆蓋改善其外觀的指南內容。

在 2003 年進行的一項研究即審查削石坡上使用規範性措施的狀況，並在 GEO 第 161 號報告：「削石坡規範性措施使用指南」的報告中記錄調查發現的結果(Yu 等人 2005)。在岩坡穩定工程採用規範性的方法已在當地實務中廣泛應用多年，2003 年制定的準則旨在讓設計實務合理化並提供在岩石坡面採用不同規範性措施的詳細技術指導內容，在制定指南的過程中，審查 LPM 計劃升級工程中的 100 多個岩石斜坡。

另一項研究於 2004 年進行，旨在將規範性土釘的應用範圍擴展到混凝土擋土牆、砌築擋土牆和有坡趾矮牆的削土坡，根據過去的案例進行回顧和分析，即制定出規範性土釘的設計指南，採用傳統分析方法設計出用於混凝土擋土牆、砌築擋土牆和有坡趾矮牆削土坡升級工程的土釘，該指南的內容悉如 GEO 第 165 號報告：「混凝土和砌築擋土牆規範性土釘設計」(Lui & Shiu 2005)。

在 2007 年，地面保護、地表排水和地下排水的規範性措施合理化即用於填土斜坡和擋土牆，並適當考慮 1997 年以來 GEO 系統性地滑研究結果。

2.3 應用區域

基本上制定出兩種斜坡改善工程的規定措施，即「地質指南 5：斜坡維護指南」(GEO 2003)和升級工程中所規定的預防養護工程，某些規範性措施也可用於地滑的修復工程。

規範性措施應用於升級工程通常應限於未經歷任何重大破壞（即脫離或位移的體積 $>50 \text{ m}^3$ 或曾發生死亡意外的地點）的斜坡，或經歷多次輕微破壞的地點（即脫離或位移的體積 $<50 \text{ m}^3$ ）。若斜坡或相鄰區域出現重大或多重的小破壞時，應先確定瞭解發生破壞的原因，因為考慮到升級工程的效用，只能在確定符合幾何外形、工程和地質等所有合格標準後，才能針對斜坡採用規範性措施(有關合格標準的詳細資訊，請參考第 5 章)。

進行升級工程的擋土牆有許多樹根固著時規範性措施可能不適用，在此情況下，牆樹的靜荷重及牆樹的風力荷載可能對擋土牆的穩定性產生不利的影響，工程設計人員在確定是否需要詳細分析評估牆樹的影響時，應考慮樹根的錨固程度進行適當的工程判斷。

若已經過設計檢查並符合要求的岩土工程標準的斜坡出現破壞時，即表示規範性的方法可能不適用，應調查斜坡確定剩下的升級工程。

2.4 規範性措施的優點和限制

規範性措施為斜坡改善工程的相關規定提供高效的工法，以下即為規範性措施優於傳統分析方法的優點：

- (a) 藉由結合簡單、標準化和適當保守的工程項目來處理難以量化的設計不確定性，並根據經驗知識來補強分析設計，即可藉由技術效益提高安全性並降低破壞風險。
- (b) 藉由避免詳細的地面調查和設計分析，即可節省時間和人力資源，可節省鉅額費用特別是安全檢查和改善工程計劃，需藉由有限的可用人力資源來整治大量的斜坡。

但假如單獨使用規範性措施時，則存在某些固有的限制，這些限制包括如下：

- (a) 規定項目至多僅限於過去所經驗的應用範圍。
- (b) 藉由詳細的地面調查和分析，此方法可能造成比原先的設計更多的破壞，特別是斜坡在設計階段會受到非預期不利地質和地下水條件的影響。

若工程設計人員瞭解到工程侷限於這些範圍內，即可採用規範性措施實施有效執行斜坡改善工程，本文旨在儘量降低上述限制其相關的地滑風險。

上述規範性措施的優點和限制非屬詳述內容，工程設計人員應比較規範性方法的設計方案和選項評估中的傳統分析法設計方案進行適當的工程判斷，藉此選擇可針對當前問題的最佳工程解決方案。

2.5 規範性措施的種類

根據設計目標、斜坡等規範性措施可大致分為以下 3 類：

- (a) 第 1 類：表面保護、局部修整和排水 - 此措施旨在改善地表保護功能、地表排水和局部穩定性。
- (b) 第 2 類：地下排水 - 此措施旨在改善地下排水並提供可應急的地下排水措施。
- (c) 第 3 類：結構支護 - 此措施旨在支護改善整體功能的穩定性。

已開發出許多的工程項目，包括：

- (1) 用於土坡的土釘
- (2) 有坡趾矮牆削土坡的土釘
- (3) 用於混凝土或砌築擋土牆的土釘
- (4) 用於混凝土擋土牆的附加表牆

(5)用於削石坡的混凝土扶壁，和

(6)用於削石坡的岩釘。

這3種規範性措施可組合用於不同類型的斜坡，如圖 2.1 所示，提供一些典型的規範性措施示意圖。

2.6 規範性措施的選擇

選擇適當種類的規範性措施項目時，工程設計人員應充份考慮斜坡材質的性質、地質條件、地下水條件、公共設施性質和位置、地表水路徑、斜坡服務性能紀錄、破壞後的後果、地點限制及所需的規範性措施類型和改善程度。工程設計人員在處理本文建議的措施時或在適當時機採取其他適當措施因應實際的現地條件時，也應進行工程判斷。

表 2.1 總結不同類型的規範性措施對各種斜坡種類的一般應用狀況。

表 2.1：不同種類規範性措施之應用

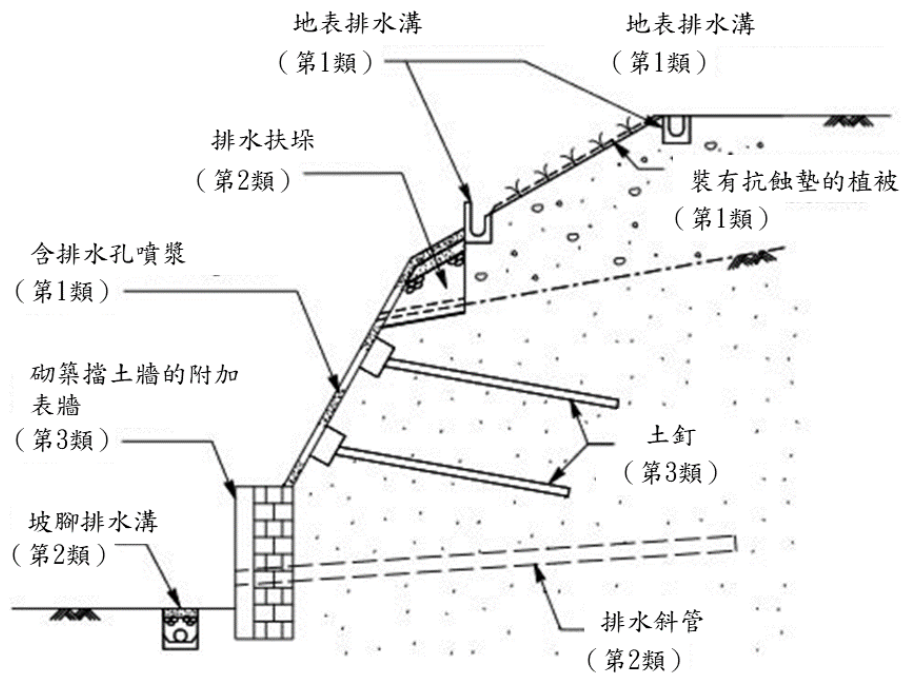
斜坡種類	改善工程的種類		
	預防養護工程	升級工程(1)	地滑修復工程
削土坡(2)	一般採用第 1 和/或 2 類，有時候採用第 3 類。	第 3 類，一般採用第 1 和/或 2 類補強。	一般採用第 1 和/或 2 類，有時候採用第 3 類。
削石坡		一般整合採用第 1、2、3 類。	
擋土牆		第 3 類，一般採用第 1 和/或 2 類補強。	一般採用第 1 和/或 2 類
填土斜坡	一般採用第 1 和/或 2 類	參見註(3)	

註：

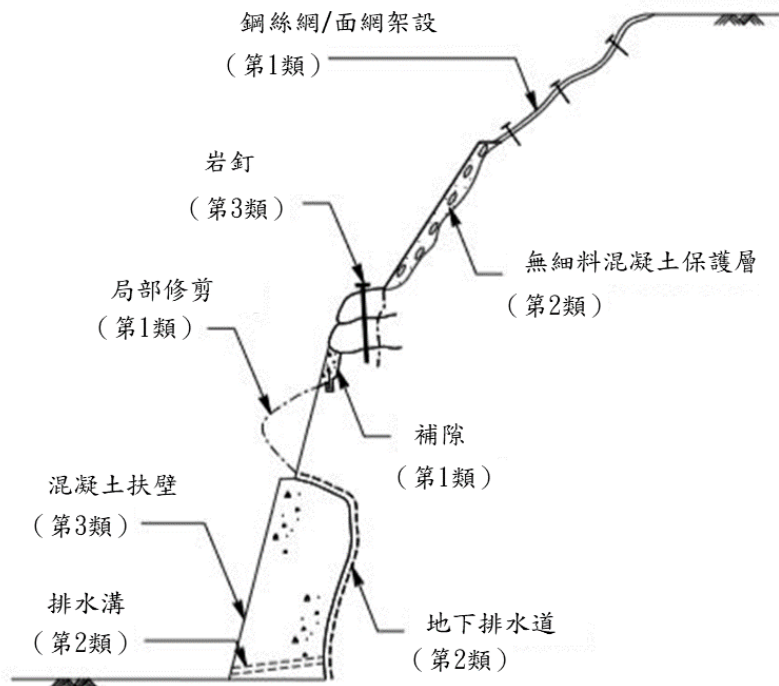
(1)斜坡應符合第 5 章第 3 類規範性措施的升級工程資格標準。

(2)土壤切割斜坡包括有坡趾矮牆的削土坡。

(3)根據「斜坡岩土工程手冊」(GCO 1984)、工務局第 13/99 號技術通告(工務局 1999)、GEO 技術指南第 7 號說明(GEO 2007a)、GEO 第 225 號報告(Fugro Scott Wilson 關係企業 2008)和 Pun & Urciuoli (2008)指南內容，可採用表面重新壓實和地下排水設施的規定方法對填土斜坡進行升級工程，第 1 和/或 2 類規範性措施也可與表面重新壓實工程結合使用。



(a) 削土坡或填土斜坡



(b) 削石坡

圖 2.1: 人造斜坡一般規範性措施示意圖

第 1 類和 2 類規範性措施可改善斜坡表面保護功能和排水條件，事實上，這些都是預防養護工程有助於降低坡度惡化速度，因此，無需制定符合條件的標準。因為許多老舊斜坡上的表面保護功能和排水設施有缺陷或不存在，工程設計人員應在可行的狀況下對任何類型的現有斜坡採用第 1 類和 2 類規範性措施執行預防養護工程。

第 1 類和/或 2 類規範性措施也可用於地滑修復工程，特別是在地滑發生不久後，應優先考慮消除直接性的危險，藉此保護生命和財產的安全。雖然通常不需要第 3 類的規範性措施來執行地滑的緊急修復工程，但在某些情況下不能排除這些規範性措施的使用可能性。應考慮到破壞規模和機制，地滑進一步的後果及緊急回復規範性措施的效用，每個事件都應根據其自身情況謹慎加以處理。

有些規範性措施需安裝在地面上，工程設計人員需檢查地質狀況，若擬議的規範性措施需延伸應用到相鄰的土地時，工程設計人員應在施工前先徵求地主的同意。

2.7 應用建議程序

下段內容說明人造斜坡採用規範性措施的建議程序：

- (a) 根據地質指南 2：現場調查指南（GCO 1987）進行徹底的資料蒐集和現地調查，確定是否有足夠的地面和地下水條件等資訊內容，便於檢查規範性措施的採用資格標準。關於岩石斜坡，應收集評估岩石節理數據，建議預防養護工程和升級工程應按照地質指南 5：斜坡維護指南（GEO 2003）進行工程師檢查作業（EI），藉此確定需要注意的區域，然後再指定所需的類型和項目。
- (b) 應收集相關資訊建構現地的初步地質模型作為研究的內容，也應對先前的地滑事件、公共設施、地表水路徑、斜坡維護紀錄、穩定性評估紀錄和現有相關的地面調查數據進行審查。現地檢查應檢查確定斜坡附近區域是否出現任何外露或埋藏的載水公共設施（ETWB 2006a），若存在此類的公共設施，應有業主陪同檢查評估公共設施是否有任何滲漏並對這些公共設施的定期檢查提出相關建議。

- (c) 判定斜坡幾何外形，關於擋土牆相關的斜坡，壁厚應藉由現場測量來判定，例如，地形測量和排水孔探測。即使已提供牆體竣工圖的相關尺寸，仍應進行牆體幾何外形的現地測量，藉此驗證牆體實際的幾何外形，當發現到壁厚與壁高呈現近似的線性變化時，牆體其中間高度處的壁厚即可視為平均壁厚。當發現到牆體有階梯背面的特徵時，其所有階梯的平均壁厚應列入階梯高度的考慮中。
- (d) 若可用資訊不足以確實檢查合格標準時，應進行次要的地面調查作業，簡單的調查技術通常即足夠，例如，現有硬質表面保護層剝離造成的斜坡材質外露，牆腳處進行測試坑的測試讓地基外露並檢查永久性高地下水位的可能性、進行測試坑和 GCO 牆後探測，藉此評估牆體厚度、填土範圍和地面性質的保留狀況，根據資料蒐集、現地檢查和地面調查的結果，需對降雨期地下水位可能出現的短暫上升進行相關的工程判斷。
- (e) 檢查斜坡是否符合升級工程的規範性措施資格標準（第 5 章），若將規範性措施用於預防養護工程時，則無需審查合格標準。
- (f) 根據資料蒐集、現地調查和地面調查，判定可能影響斜坡穩定性的潛在問題，關於過去曾發生破壞的斜坡，工程設計人員應在制定規範性措施前先設法判定發生破壞的可能原因。
- (g) 可參考第 3、4、5 章確定設計目標和規範性措施的必要項目，可參閱規範性措施相關項目的一般細節並遵循工程模組項目的必要程序，然後再指定各項的重要尺寸及斜坡要素的應用範圍，藉此因應實際的現地條件。

- (h) 在採用規範性措施的所有情況下，完成「人造斜坡規範性措施記錄表」（圖 1 中的表 1）部份 A 的填寫作業。
- (i) 在各個施工階段進行施工評審（人員資格要求可參閱第 2.8 節，施工評審範圍，可參閱第 6.7 節。）。
- (j) 確認符合規範性措施的合格標準，根據判定結果審查所指定規範性措施的適用性和充份性，酌情適當修改。
- (k) 填寫「人造斜坡規範性措施記錄表」的部份 B 內容（圖 2 中的表 2），提供足夠的證據，藉此證明斜坡已遵循合格標準。若要規範性措施用於預防養護工程時，請將「推薦工程」註明在「維護工程師檢查記錄表」的內容中（參見地質指南 5（GEO 2003）附錄 F）。

2.8 人員資格要求

斜坡規範性措施應由香港專業資格和有經驗的岩土工程師（如已註冊的專業工程師（岩土工程））來進行設計，建築評審人員也應如此。設計內容需由香港專業資格及有經驗的岩土工程師進行獨立審查，至關重要的是應由合格且經驗豐富的岩土工程專業人員設計審查規範性措施的投入狀況，因為驗證合格標準（例如，不利地質的特徵等。）、選擇適當的工程項目和設計審查期間都需要實質性的專業判斷，上述各項目都需要岩土工程相關的專業知識和經驗，應由岩土工程專業人員負責執行，再根據需要尋求經驗豐富工程地質師的協助。

制定設計岩質斜坡的規範性措施時，可僱用具有專業資格的工程地質師（如具有特許資格地質師）來替代專業合格的岩土工程師，這些人員在香港岩坡穩定工程方面應具有足夠的相關經驗。

A- 人造斜坡規範性措施				
邊坡特徵參考編號			位置 (地址)	
斜坡幾何外形			合格標準	
斜坡高度: (m) 上坡坡度: (度) 斜坡部份 - 斜坡高度: (m) 斜坡坡度: (度) 牆體部份 - 牆 (m)			1. 結果和幾何限制 <input type="checkbox"/> 正確 2. 斜坡形成材質經現地確認為可接受 <input type="checkbox"/> 正確 3. 沒有不利的地質條件 <input type="checkbox"/> 正確 4. 沒有不利的地下水條件 <input type="checkbox"/> 正確	
結果類別			工程師檢查紀錄	
受影響的群組: 1 / 2 / 3 / 4 / 5 * 人命後果類別: 1 / 2 / 3 * 經濟影響後果類別 A / B / C *			可提供工程師檢查紀錄: 是/否* 如果是, 請註明檢查日期: HKGS 地質圖表編號:	
地滑(landslide)紀錄				
地滑日期	災痕高度 (m)	破壞量(m ³)	破壞主因	事件編號
1.				
2.				
3.				
改善工程的種類				
<input type="checkbox"/> 預防養護工程		<input type="checkbox"/> 升級工程		<input type="checkbox"/> 地滑修復工程
措施種類	設計目標	建議的規範性措施		
<input type="checkbox"/> 第 1 類	<input type="checkbox"/> 改善表面保護功能 <input type="checkbox"/> 改善表面排水功能 <input type="checkbox"/> 提高局部穩定性	<input type="checkbox"/> 1.1 土壤斜坡的表面保護層 <input type="checkbox"/> 1.2 岩坡的鋼絲網/面網架設 <input type="checkbox"/> 1.3 擋土牆表面保護 <input type="checkbox"/> 1.4 表面排水溝 <input type="checkbox"/> 1.5 局部修剪/填土 <input type="checkbox"/> 1.6 補隙		
<input type="checkbox"/> 第 2 類	<input type="checkbox"/> 改善地表下方排水功能 <input type="checkbox"/> 應急的地表下方排水設施功能	<input type="checkbox"/> 2.1 排水斜管 <input type="checkbox"/> 2.2 坡趾排水溝 <input type="checkbox"/> 2.3 排水扶垛 <input type="checkbox"/> 2.4 減壓排水溝 <input type="checkbox"/> 2.5 硬質表面保護層排水 <input type="checkbox"/> 2.6 無細料混凝土保護層		
<input type="checkbox"/> 第 3 類	<input type="checkbox"/> 提供結構支護	<input type="checkbox"/> 3.1 土坡用土釘 (FOS 範圍: I+ / I / II / III*) <input type="checkbox"/> 3.2 有坡趾矮牆削土坡用土釘 (FOS 範圍: I+ / I / II / III*) <input type="checkbox"/> 3.3 混凝土或砌築擋土牆用土釘 (現有/新裝設*牆體標準) <input type="checkbox"/> 3.4 砌築擋土牆用附加表牆 <input type="checkbox"/> 3.5 削石坡用混凝土扶壁 <input type="checkbox"/> 3.6 岩坡用岩釘		
<input type="checkbox"/> 其他(請註明)		<input type="checkbox"/> 其他措施(請註明)		
附件: <input type="checkbox"/> 工地位置計劃 <input type="checkbox"/> 相片 <input type="checkbox"/> 工程師檢查紀錄 <input type="checkbox"/> 計劃、草圖/圖樣顯示擬議的規範性措施位置/配置/關鍵維度				
設計人:	簽名:	審查人:	簽名:	
公佈:	日期:	公佈:	日期:	
**酌情刪除				

圖 2.2: 人造斜坡規範性措施記錄表(工作表第 1 頁/共 2 頁)

B - 設計附件和工地檢查紀錄					
設計附件(1)	附件使用原因	收件人 (姓名和 公佈)	簽名 (+日 期)	審查人 (姓名和 公佈)	簽名 (+日 期)
<p>建議執行施工後審查：<input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</p> <p>如果是的話，應採取的措施（例如，暴雨後現地檢查地表或地下排水的適當性等措施。）</p>					
<p>註：(1)附上設計修改草圖/圖樣。</p> <p>(2)應記錄在規範性措施和施工前工地檢查期間所觀察的草圖、註釋和照片內容，並出示文件證明</p> <p>斜坡已滿足合格標準，這些內容應清楚地標記為「現場檢查紀錄」。</p>					
工程開始日期	工程完成日期	工程驗證人(姓名和 公佈)	簽名和日期		

圖 2.2：人造斜坡規範性措施記錄表(工作表第 2 頁/共 2 頁)

關於僅涉及表面保護和表面排水功能規範性措施的斜坡預防養護工程，規劃性設計和施工審查也可由專業資格的土木工程師在場查看整地和排水工程。最好由具有相同資格的專業工程師進行斜坡工程師檢查作業，藉此制定預防養護工程的規範性措施，這通常更具成本效益。

應在施工期間定期審查，施工審查的專業工程師應熟悉資料蒐集和現地檢查所收集的所有資訊內容和整治措施，最好由制定規範性措施制相同的專業工程師進行施工評審（另見第 6.7 節）。

2.9 藉由規範性措施改善斜坡

若根據本文的建議進行升級工程，斜坡即採用第 3 類的規範性措施，即可將斜坡升級到所需的安全標準。

若斜坡採用規範性措施作為預防養護工程或地基修復工程時，根據本文的建議，無需將主要的斜坡升級到所要求的安全標準。

3. 第 1 類規範性措施的種類

3.1 通則

本章為第 1 類規範性措施在斜坡中的應用提供具體的指南內容，第 1 類規範性措施旨在改善表面保護、表面排水和斜坡局部穩定性等功能，第 1 類規範性措施有助於降低斜坡惡化速度並提高其穩定性，特別是針對局部和淺層破壞的安全界限，在所有人造斜坡中，都應考慮這些規範性措施的必要性。

表 3.1 概述第 1 類規範性措施的項目及其相關的設計目標，工程設計人員應指定應用項目，最好能搭配斜坡類型和實際的現地條件。

表 3.1：第 1 類規範性措施的項目

措施種類	設計目標	項目編號	項目
第 1 類	改善表面保護功能	1.1	土壤斜坡的表面保護層
		1.2	岩坡的鋼絲網/面網架設
		1.3	擋土牆表面保護
	改善表面排水功能	1.4	表面排水溝
	提高局部穩定性	1.5	局部修剪/填土
		1.6	補隙

3.2 第 1 類規範性措施的種類

3.2.1 表面保護

(1) 土坡的表面保護層：需覆蓋坡面防止表面過度滲透並保護土坡避免受到地表逕流的侵蝕，現有坡面保護層不足時，應根據坡面對地表滲透和侵蝕的敏感性提供新的坡面。

植被覆蓋物可用於保護土坡表面，若植被不完善，斜坡容易受到地表侵蝕，至關重要的是應提供適當的侵蝕控制措施和植被保護性能。表 3.2 列舉不同坡度植被覆蓋所採用的建議措施，這些措施適用於削土坡和填土斜坡，這些斜坡的植被覆蓋不足或灰泥抹面保護層有缺陷，以致無法有效提供不透水的保護層。

表 3.2：土坡植被覆蓋使用規範

斜坡坡度	侵蝕控管措施	適用植被的種類
坡度 < 35 度	臨時性可分解的抗蝕墊(3)	蔓生植物、草本植物、草皮、灌木和/或樹木
35 度 < 坡度 < 45 度	長期性可分解的抗蝕墊(3)	蔓生植物、草本植物、草皮、灌木和/或樹木
45 度 < 坡度 < 55 度 (2)	長期性不可分解的抗蝕墊(3) 和鋼絲網	蔓生植物、草本植物、草皮 和/或灌木

註：

(1) 本表所列的措施即根據香港已知的成功經驗，適當情況下，可採用 GEO 出版品第 1/2000 號（GEO 2000a）中的其他措施。

(2) 關於坡度 55 度以下的土坡，工程設計人員可採用類似坡度在 45 度和 55 度間的侵蝕控制措施，但建議應密切監測植被生長及養護期間的侵蝕控制性能。

(3) 抗蝕墊修復細節應遵循製造商的說明事項。

土坡面的植被覆蓋規範應用即應結合文件建議的其他適當的規範性措施，關於表面水流匯聚的下坡排水道下方和附近區域，應考慮提供不滲透抗蝕的表面保護罩，例如，在排水道兩側架設寬度為 0.5 至 1m 的擋板圍板，可進一步加強植被土坡的表面保護功能。

噴漿混凝土或任何其他類型的硬質坡面，可為土坡提供堅硬的表面保護層，藉此防止表面滲透並保護斜坡表面免受侵蝕。工程設計人員應注意到需在斜坡安全和斜坡外觀間取得適當的平衡，政府對斜坡外觀的政策是應儘量保持斜坡上的任何現有植被（工務局 1993 及 2000）。

採用適當的噴漿混凝土牆面前，應先清除坡面上的任何地滑碎片或鬆散材質確保噴漿混凝土與斜坡間的適當接觸。需避免將噴漿混凝土直接噴塗到有滲流的斜坡表面，若是風化岩坡，其風化程度較低的部份（PW50/90 或更好的區域，內容悉如地質指南 3：岩石和土壤描述指南（GCO 1988）所定義。），通常無需堅硬的表面保護層。

在工程設計人員認為合適的情況下，可使用植被覆蓋物替代現有的硬質表面保護層（如噴漿混凝土）在削土坡上，此處削土坡為「斜坡岩土工程手冊」（GCO 1984）中所定義的人命後果類別第 3 類削土坡，或工務局第 13/99 號技術通告：斜坡岩土工程手冊 - 解釋及更新指南（工務局 1999 年），及土力工程處技術指南說明第 15 號：斜坡人命後果類別指南（GEO 2007b）等內容。但關於人命後果類別第 1 和 2 類的削土坡，只有在同時進行土釘工程和坡面升級的情況下，才藉由植被覆蓋層來更換硬質坡面的保護層。關於這種情況，應採用傳統的分析法或規範方法來設計土釘，藉此進行斜坡升級工程滿足新造斜坡的所需標準。

評估現有的硬質表面保護層是否可用植被覆蓋時，應考慮平均和局部坡度、上坡集水區的大小和收集表水流的可能性、坡面滲漏跡象、斜坡過去的破壞狀況及相鄰區域的破壞記錄、破壞發生時的可能性等，若發生破壞，應考慮潛在的社會經濟影響。

(2) 岩坡用鋼絲網/面網架設除了可能需採用噴漿混凝土確保局部緊密性破碎岩體區域外，岩坡通常不需要堅硬的表面保護層。鋼絲網（有時稱為面網架設）可固定在岩石表面，藉此防止小落石或鬆散掛在斜坡上，可將落石引導至坡腳處，鋼絲網下端不得超過坡腳約 0.6m 的長度，藉此防止岩塊掉落反彈到斜坡處的設施（如道路）上。這些措施通常可有效防範破碎的岩塊掉落，其尺寸約 0.6 至 1m 大小，但可能不適用於幾乎完全風化的材質。

可阻絕的岩體體積/範圍和最小的岩體尺寸取決於所選定的鋼絲網，鍍鋅和 PVC 塗覆的雙捻六角形鋼絲網（如直徑為 2.2 mm，開口為 80 mm × 60 mm 的鋼絲網）適用於陡峭坡面，可控制的落石尺寸約 0.6m 大小。關於較大的岩塊，可考慮採用更堅固的面網，例如，電纜網或環網（Muhunthan 等人 2005），最好由工程設計人員自行判定。

鋼絲網上緣應靠近潛在的落石源位置，當落石撞擊鋼絲網其動能很小，鋼絲網應按照 CEDD 標準圖樣編號 C2205 的最新版本進行錨固：將鋼絲網固定在岩面上，鋼絲網應使用 U 形鉤或類似物以約 3m 的間距錨定在中間點，此間距通常可讓掉落的岩塊落至坡趾，不會堆積在鋼絲網後面。在坡底附近，應在最下排設置帶有延伸接頭的 U 形鉤，可讓其鬆開並從錨固端移除，可藉此擡高鋼絲網並移除掉落的岩塊。

關於無保護措施的陡岩路邊斜坡，即人命後果類別為第 1 類者，強烈建議裝設鋼絲網以防止輕微的落石狀況。不管如何，應審慎判斷鋼絲網不適用的情形，例如，在沒有任何輕微落石處，出現巨大且節理非常緊密的岩體時；或在削岩後的車道退縮處，輕微落石掉落並不會觸及道路；或是岩土交雜的斜坡上，鋼絲網只在硬岩區(hard-rock)有作用時...等情形。

(3) 擋土牆的表面保護：擋土牆的表面保護包括密封混凝土牆表面上的裂縫、砂漿接縫處或砌築擋土牆的錯位處及混凝修復土牆上有缺口的接縫處，應採用水泥砂漿修復鬆散或錯位的砌築牆，若擔心擋土牆頂部出現表面滲透時，應鋪設該頂部區域。

3.2.2 表面排水

地表排水設施設計不良如排水溝數量不足、渠道佈局和設施設計細節不良，都是造成地滑的主因，包括沖刷，尤其是局部破壞。若供應品出現瑕疵，應提供新造或其他的地表排水溝設施，並應有足夠的配置和適當的搭配細節，藉此改善排水系統的容水能力並儘量降低堵塞風險。

設計規範性地表排水措施前，應檢查可能影響斜坡的所有潛在地表水流路徑。潛在的匯聚地表水流應儘量偏離斜坡，或應藉由具有足夠容量的排水管倒流下坡，最好不要改變其流動方向。

應考慮為斜坡頂部的排水道裝設立板，儘量減少地表水不受控制的可能溢出現象並增加排水道坡度和尺寸。升級工程詳細資訊悉如最新版 CEDD 標準圖 #C2509：坡頂垂直排水道區域的噴漿混凝土。但應考慮坡頂排水道後面直向局部積水的可能性，採用直向配置時，沿排水道對齊的坡度應超過 1/10 的比值。除了可降低垂直高度外，護堤排水道可採用類似的設計細節。

應特別注意地面排水系統的配置細節，確保排水道有足夠的排水量和流量控制能力及下游具有足夠的排水能力。例如，應避免流動方向的突然改變，可能造成排水道外溢，環境因素如潛在地表水集中流動源，可能對斜坡的穩定性產生不利影響應妥善處理，Au & Suen (1991 a&b) 就環境因素對斜坡不穩定性的影響作用提出進一步的討論。

地表排水道接點應適當詳細設計，避免出現過度的湍流和飛濺，在可行的狀況下，應在護堤排水道和下排水道交界處提供平穩對齊的過渡設計，藉此降低地表水流的衝力。必要時，應在排水道連接處設置擋板牆或擋水板，儘量減少溢出的狀況，最好採用擋板牆，因為擋板可能容易造成堵塞（如侵蝕碎片或已死植被物質組成的堵塞）。

除非提供魚骨式排水溝，否則下坡排水溝的間距最好不超過 15m 的水平距離，隨著人字形排水管的設置，可行的話，應採用約 30m 的上限長度並與現有的人孔和集水坑等位置相結合。

在岩坡上，用於建造排水道的岩石挖掘將是繁瑣的作業，頂部排水道的替代方案一般細節如圖 3.1 所示，關於陡峭岩面，集水區通常很小，可在護堤上設計半圓形排水道，儘量減少岩石的挖掘，若岩面上的地表逕流不大，無需在岩石中挖掘護堤排水道，但護堤仍應鋪設混凝土，藉此防止水流進入任何岩石的接縫開口中，陡峭岩坡的階梯式排水道可能導致水流溢出，為特定地點所設計的排水管即為階梯式排水道的替代品。

GCO (1984)、Ho 等人 (2003) 的報告、GEO (2006) 和 Hui 等人 (2007) 的報告，即提供關於改善設計地表排水設施更多的相關指南內容。

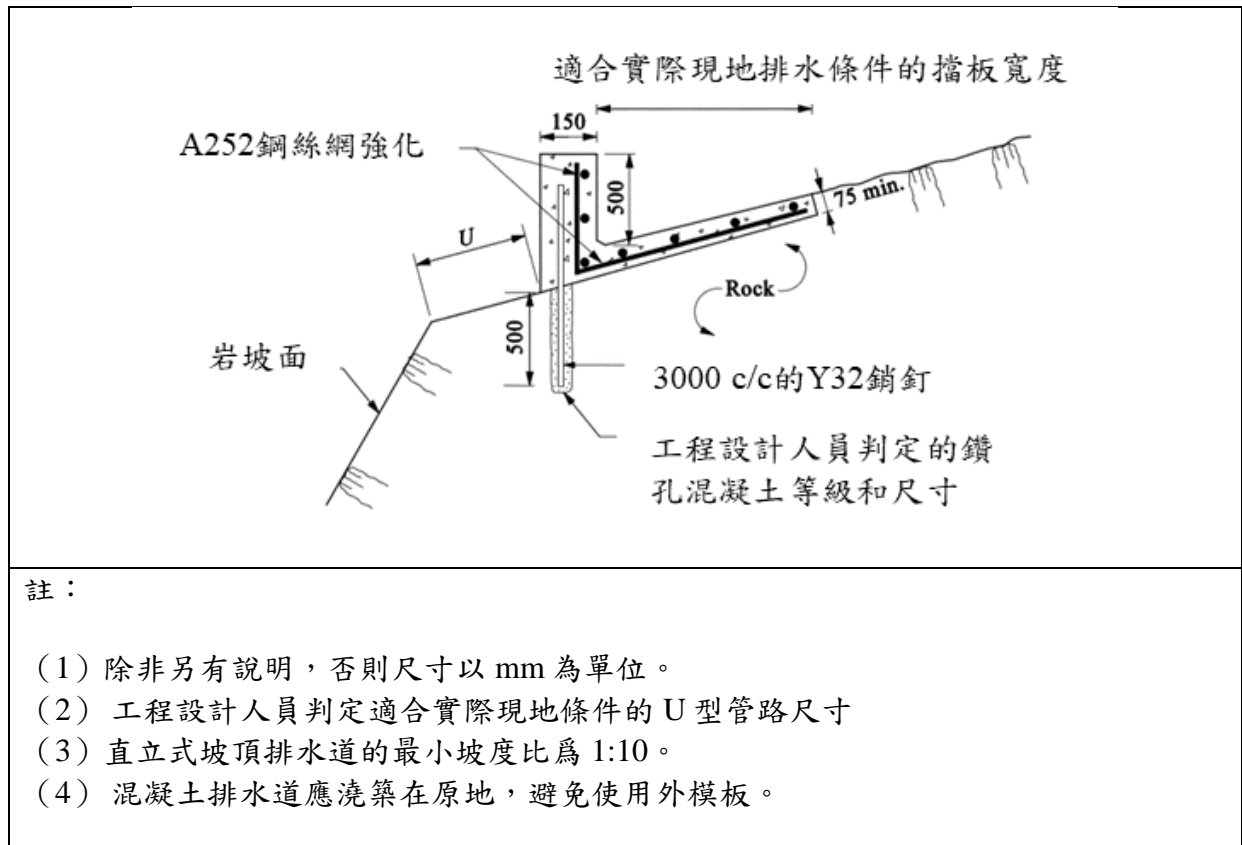


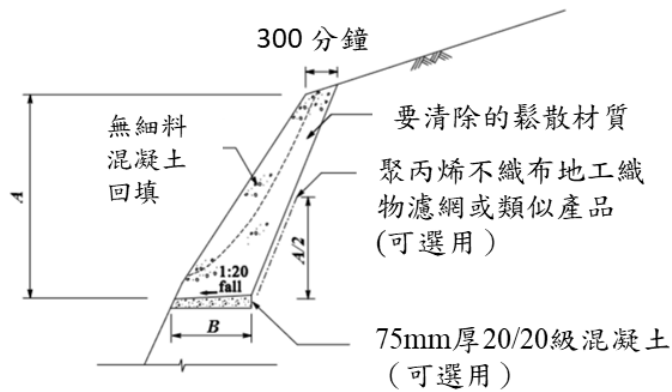
圖 3.1：用於減少岩體開挖之平面排水道替代設計細節

3.2.3 局部穩定性

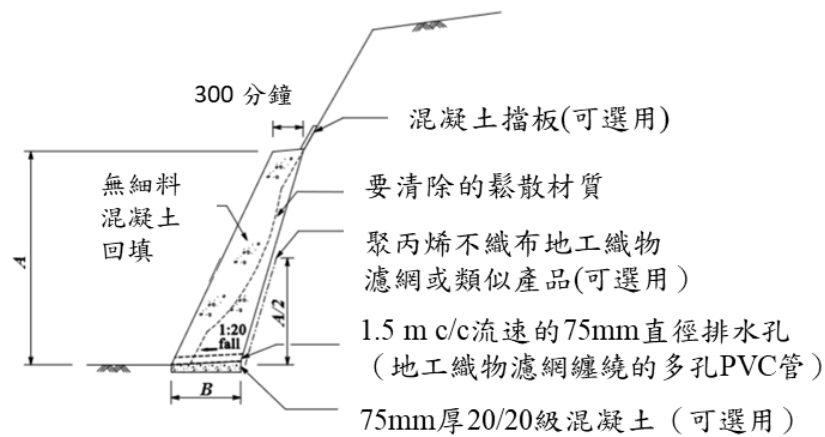
(1) 局部修剪/填土局部性過度陡峭的區域或凹陷區域（如地滑災痕）可修剪或填充無細料混凝土（圖 3.2），藉此回復斜坡剖面避免造成局部性的斜坡不穩狀況，特別是岩坡的局部性破壞可能造成坡面岩體懸垂，這會造成危險。

可使用手持式縮放桿清除鬆散的岩石，但只在確定是穩定的新坡面無破壞岩體邊坡風險的情況下，才可清除岩塊。工程設計人員應在局部修剪清除某些鬆散的岩石後，即重新檢查評估岩面的穩定性，岩體嚴重破碎可能無法有效清除斜坡上的鬆散岩石，在這種情況下可考慮採用其他的措施，如架設鋼絲網。

(2) 補隙：在岩坡上，補隙可用於回岩體修整所造成的凹坑，或用於支撐坡面上的懸垂岩體。一般補隙作業的細節，其內容可參考最新版的 CEDD 標準圖 #C2204：典型的岩面補隙。為確保懸垂岩體和混凝土補隙間的良好接觸，可使用灌漿管進行灌漿。



(a) 斜坡AT上方處



(b) 斜坡AT上方處

註：

- (1) 除非另有說明，否則尺寸以 mm 為單位。
- (2) $A < 1.5$ m 時，最小值為 $B = 0.3$ m。 $A > 1.5$ m 時，最小值為 $B = 0.5$ m。
- (3) 無細料混凝土砌塊後面的地工織物濾網可再延伸到上坡處，藉此覆蓋工程設計人員所規定的滲流/潛在滲流區域。
- (4) 需提高無細料混凝土砌塊穩定性的狀況下，可採用熱浸鍍鋅高屈服變形鋼筋，通常為 2m 長，直徑為 25mm，在 50mm 直徑的孔中灌漿，其間距不超過 2m，即可在垂直和水平方向將無細料混凝土塊接合到斜坡上。

圖 3.2：局部區域的無細料混凝土回填

4. 第 2 類規範性措施的種類

4.1 通則

本章提供斜坡第 2 類規範性措施的指南內容，第 2 類規範性措施旨在改善地下排水，第 2 類規範性措施有助於防止斜坡硬質表面保護層或擋土牆結構面板後面的水壓積聚，可降低斜坡後面的地下水位。在所有的人造斜坡中，都應考慮這些規範性措施的必要性。

表 4.1 概述第 2 類的規範性措施項目和相關的設計目標，工程設計人員應指定應用項目，最好能配合斜坡的類型和實際的現地條件。

表 4.1：第 2 類規範性措施的項目

措施種類	設計目標	項目編號	項目
第 2 類	改善地表下方排水功能	2.1	排水斜管
		2.2	坡趾排水溝
		2.3	排水扶垛
		2.4	減壓排水溝
		2.5	硬質表面保護層排水
		2.6	無細料混凝土保護層

4.2 第 2 類規範性措施的種類

4.2.1 地表下方排水

若地下水壓增加很快無法讓坡面及時排水時，應提供地下排水設施。

(1) 排水斜管可有效讓排水溝洩洪並降低深層的地下水壓力，可使用 3 項的規範性措施：

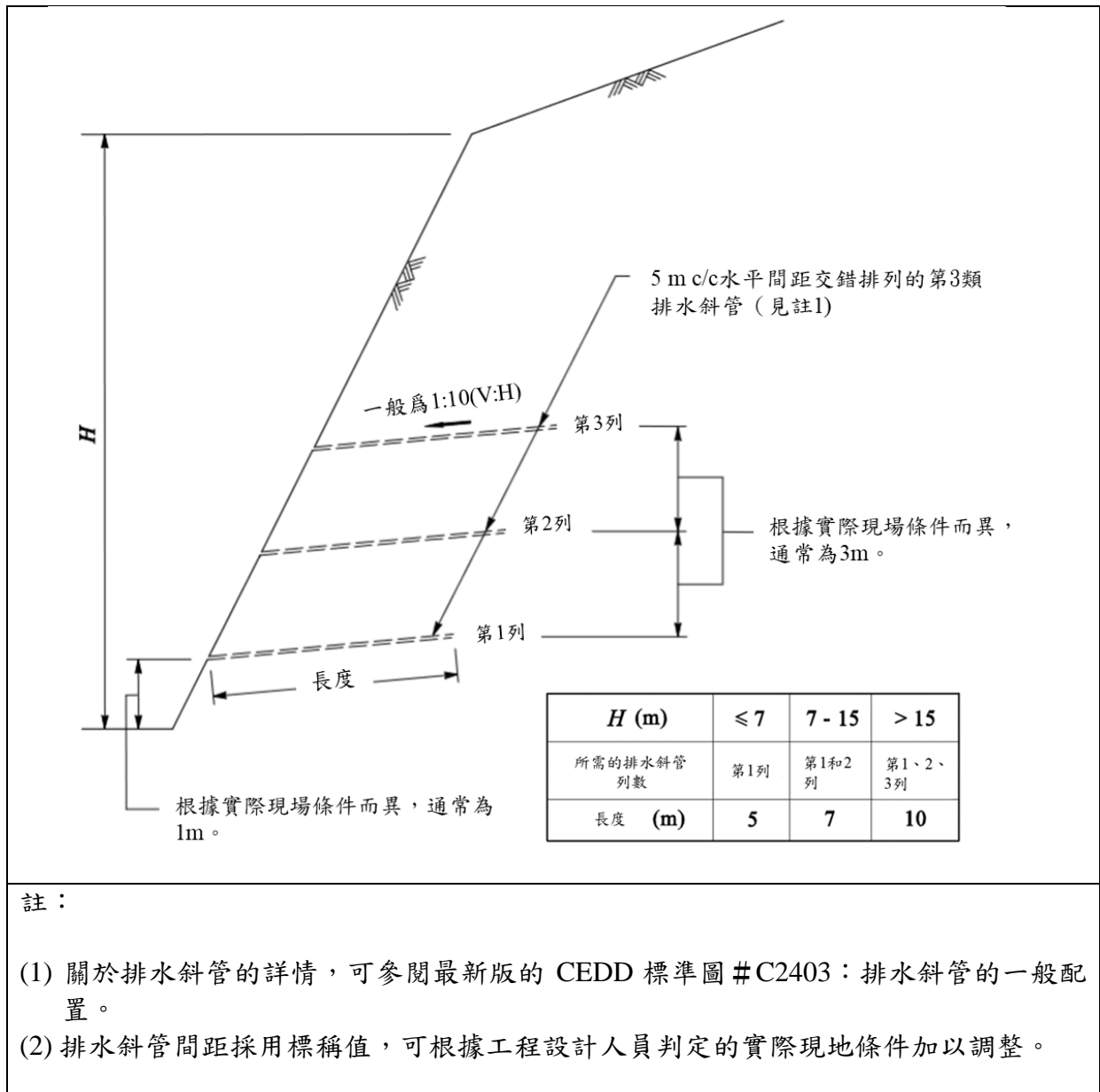


圖 4.2：斜坡下方的排水斜管

若傾斜排水溝與斜坡土釘一起使用，排水溝應定向和/或加長，在工程設計人員認為合適的情況下，攔截土釘區後面出現的任何地下水。灌漿後，在排水斜管的上方處應使用土釘安裝排水斜管。

關於排水斜管的建造、養護、性能進一步的技術指南，可參考 GCO（1984）、Lam 等人（1989）和 Martin 等人（1995）的報告。

(2) 坡趾排水溝：關於受高地下水位所影響的坡面特徵主體，坡趾排水溝的施工（圖 4.3）是有效降低坡面附近下方處地下水位的方法，這些方法可與其他第 2 類的規範性措施並用，幫助地下排水或作為應急措施。

(3) 排水扶垛：對於容易迅速積聚地下水壓的斜坡，例如，風化岩石上方厚度相對較薄的鬆散崩積層內形成的棲息水（如 Pun & Li 1993；Wong & Ho 1995），只使用排水斜管可能無法提供足夠的排水能力，以迅速洩除瞬間上升的地下水壓。在此狀況下，可使用排水扶垛（圖 4.4），可單獨使用也可與排水斜管並用。

為能夠提高效用，排水扶垛應埋入下方不易滲透的地層，若無法做到此點，應提供排水斜管以攔截排水扶垛下方的地下水流。在施工時，應特別注意並確保在排水管底部的不透水膜的防水性。

關於施工安全上的考慮，不建議使用深度超過 2.5m 的排水扶垛，建議在工程開始前，先在坡頂挖出測試坑，確定地下條件和使用這些規範性措施的適用性。

(4) 減壓排水溝：若在硬質表面保護層後面出現潛在滲漏源的跡象（如出現滲漏跡象的岩石接縫處），應按照最新版 CEDD 標準圖樣 #C2404：減壓排水細節的內容，藉此提供減壓排水溝。重要的是使用釘子或石膏提供適當的錨固，藉此避免岩石與土工合成材質界面處的地滑不穩定性，排水材質應覆蓋一層不透水織物並有開孔可插入 PVC 凸緣和排水管。

(5) 硬質表面保護層的排水：硬質表面保護層（如噴漿混凝土）後面的排水不足可能導致地下滲流，這些造成斜坡破壞的原因。土工合成複合排水材料可安裝在硬質表面保護層的後面，同時提供無細粒混凝土坡趾（圖 4.5）或減壓排水管（圖 4.6），儘量減少水壓的積聚。這對硬質表面保護層背後地面中的優先流動路徑（如土壤排水道、侵蝕排水道或腐爛樹根或穴居動物留下的孔洞）等位置尤其重要。

重要的是提供適當的錨固並確保界面處無侵蝕間隙，避免土壤和土工合成複合排水材料界面處的地滑破壞。如圖 4.5 和 4.6 所示，土工合成複合排水材質的間距可在現地調整，藉此因應滲水和優先流徑的位置，排水材質覆蓋面的總面積約在 1/3 以內。

應注意到土工合成複合排水材質的排水能力有限，但適用於降低硬質表面保護層土壤中的地下水壓。若需要更大的排水能力，應考慮使用無細料混凝土保護層（見下文第（6）項）。若屬不規則坡面，可能難以安裝土工合成複合排水材質，在這種情況下，使用無細料混凝土可能更方便。

在現有供應設施不足的情況下，應在堅硬表面保護層和擋土牆的斜坡上裝設新造或額外的排水孔。在現有的擋土牆建造附加表牆的位置處，現有的排水孔應延伸穿過任何新造的附加表牆。

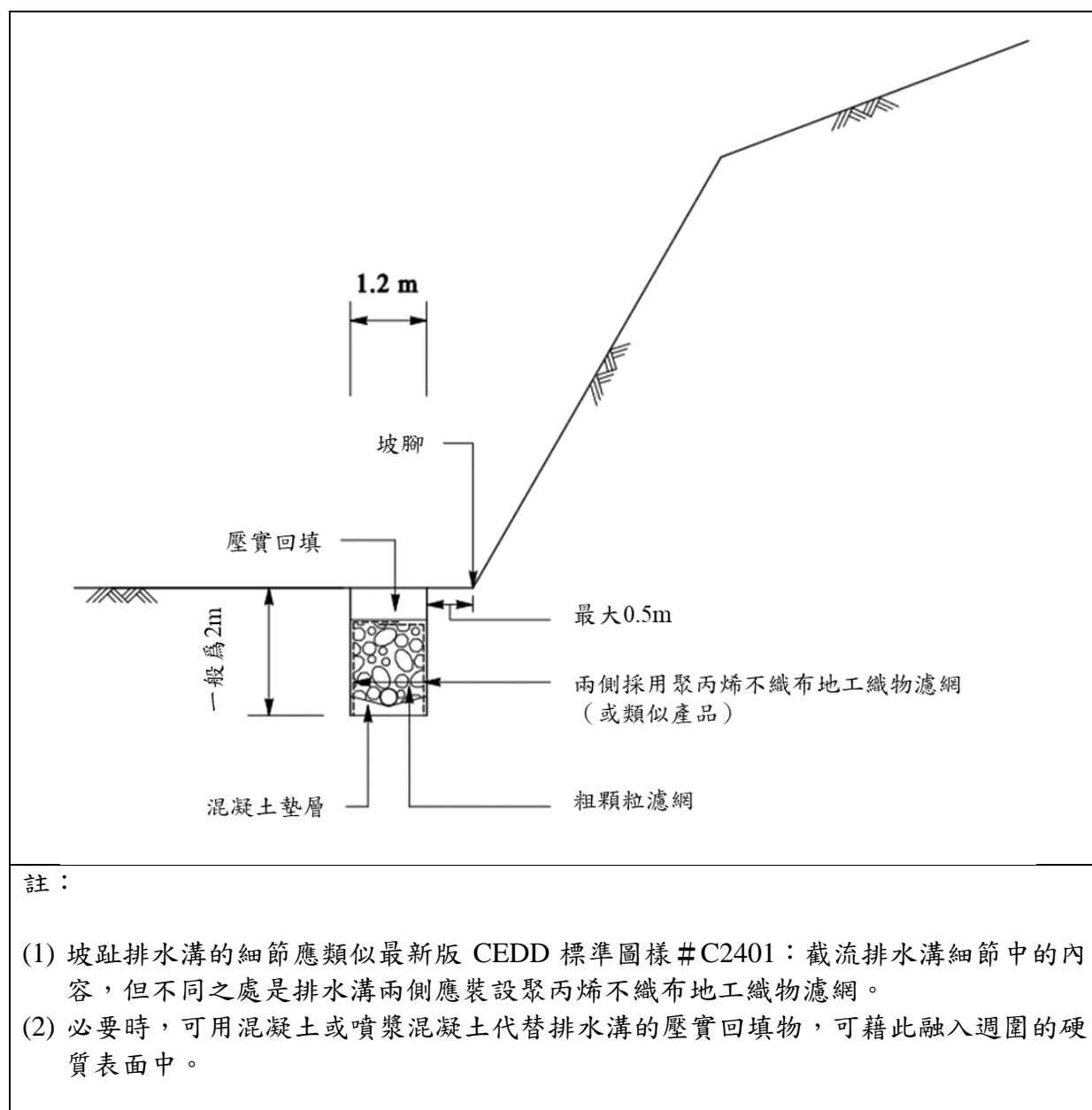


圖 4.3：坡趾排水溝

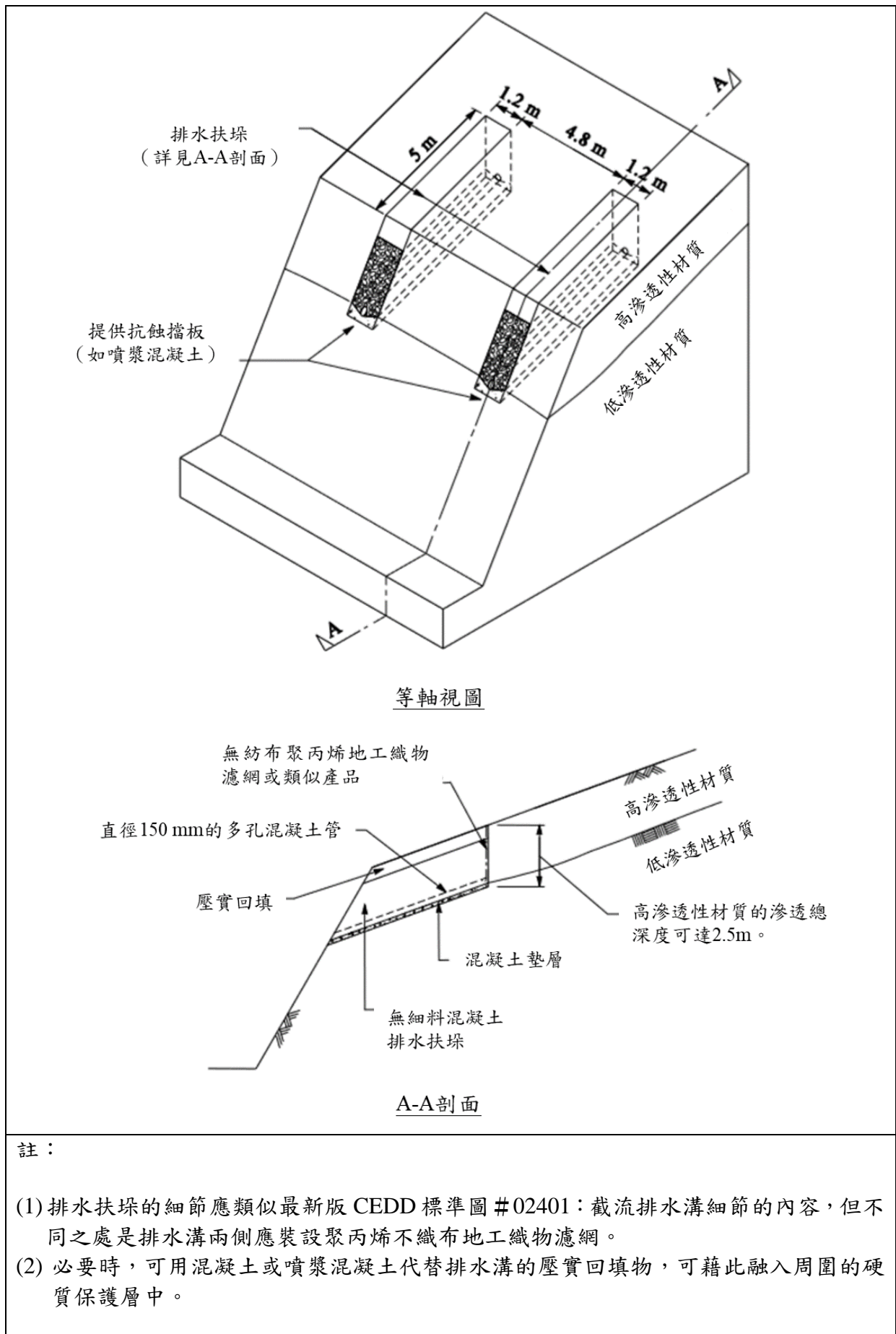


圖 4.4：斜坡上方的排水扶垛

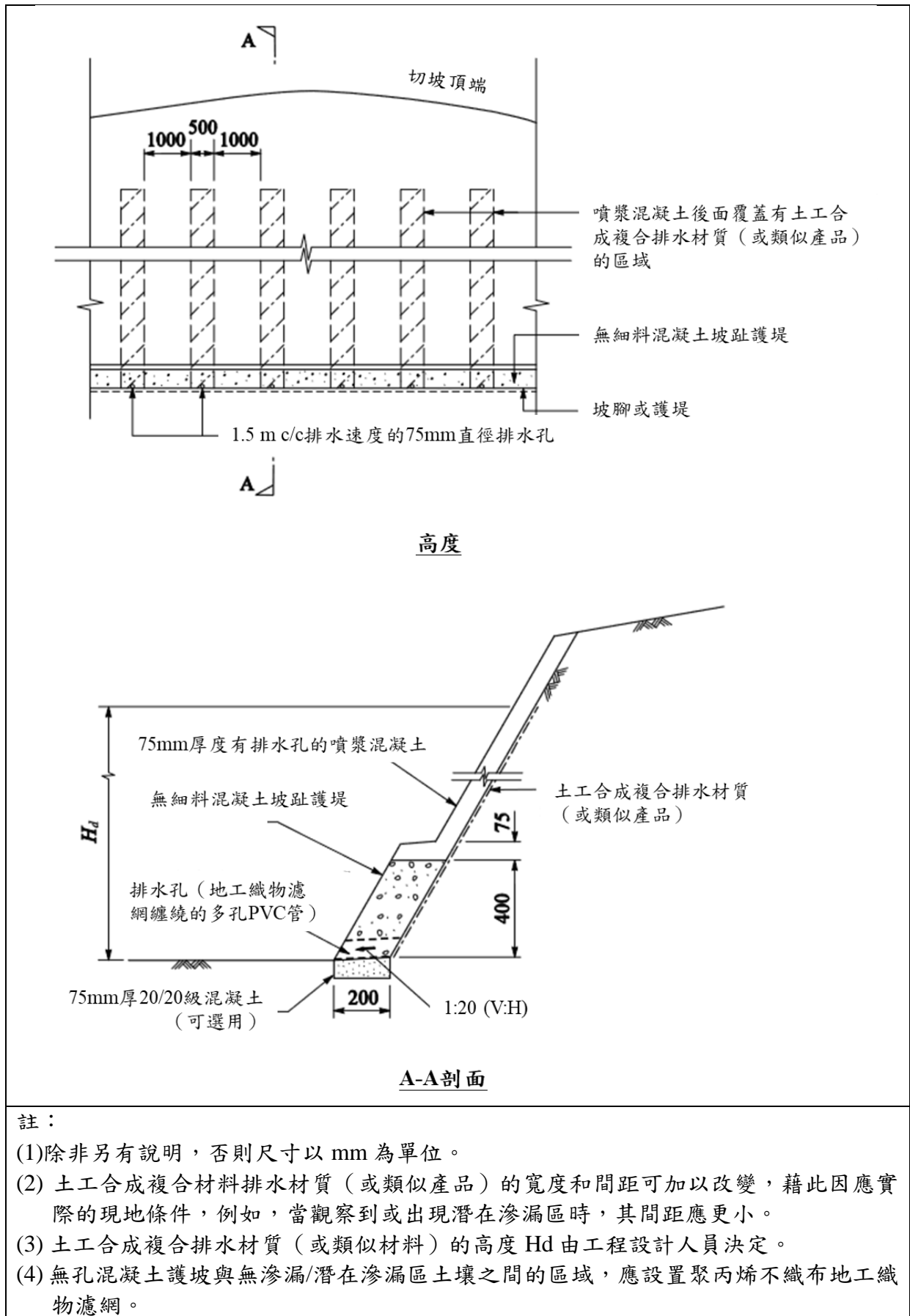
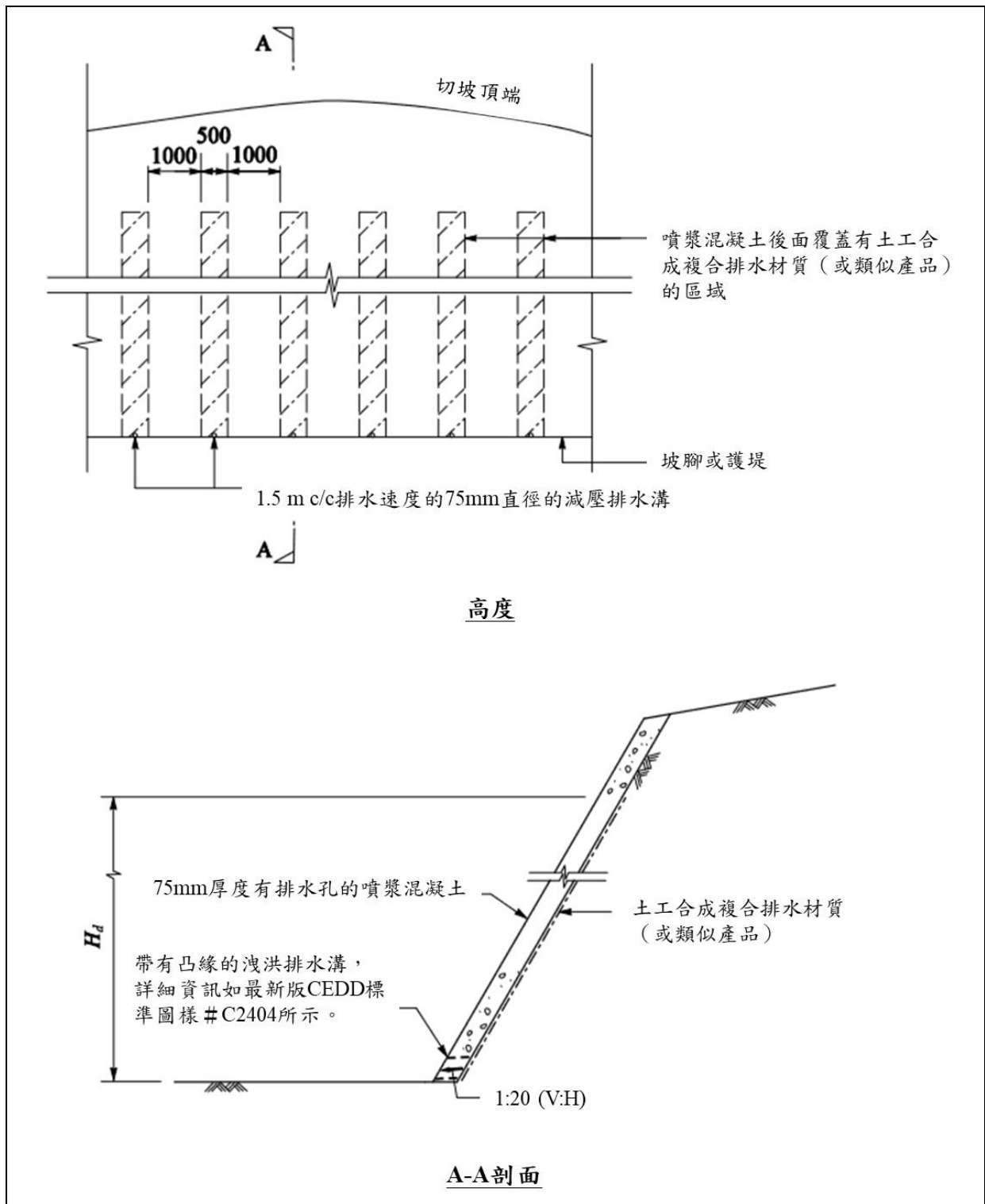


圖 4.5：硬質表面保護層排水(含無細料混凝土坡趾)



註：

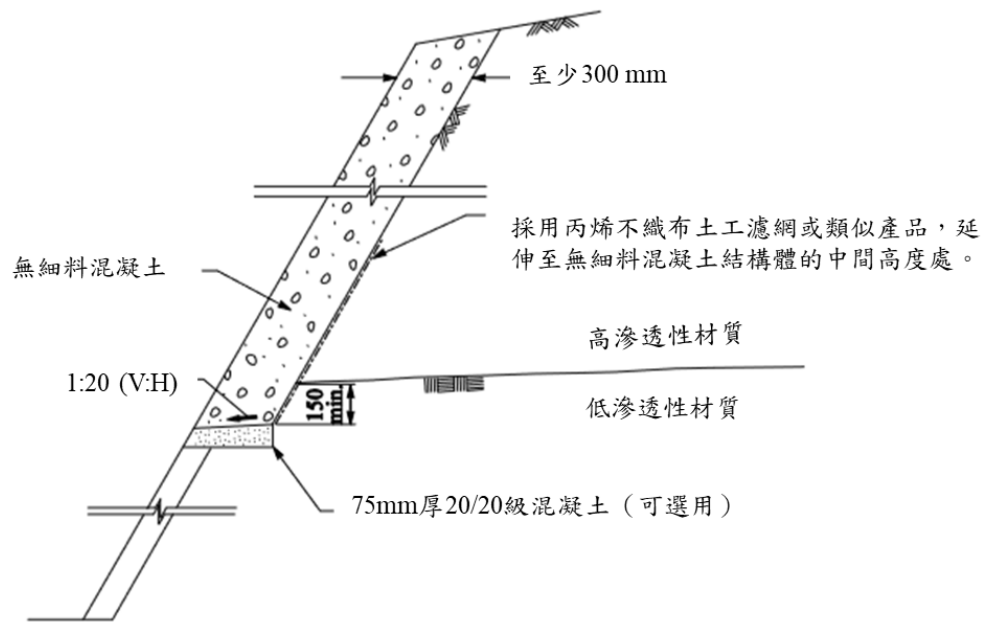
- (1) 除非另有說明，否則尺寸以 mm 為單位。
- (2) 土工合成複合材料排水材質（或類似產品）的寬度和間距可加以改變，藉此因應實際的現地條件，例如，當觀察到或出現潛在滲漏區時，其間距應更小。
- (3) 土工合成複合排水材質（或類似材料）的高度 H_d 由工程設計人員決定。
- (4) 若 $H_d > 5\text{ m}$ ，還應在土工合成複合排水材質（或類似產品）的中間高度處設置減壓排水溝。

圖 4.6：硬質表面保護層排水(有減壓排水溝)

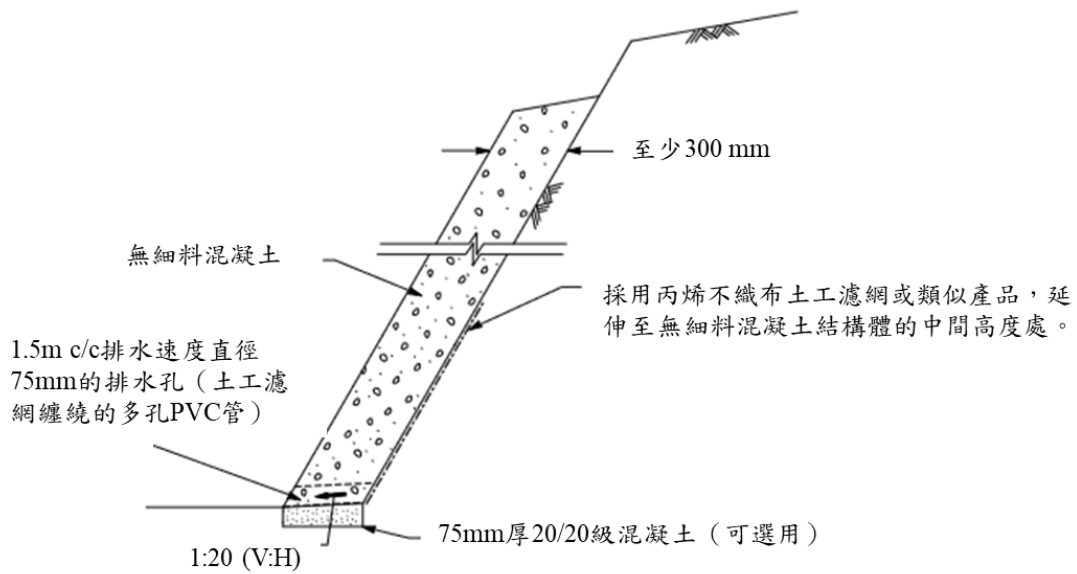
(6) 無細料混凝土保護層：無細料混凝土具有良好的排水能力，其靜荷重可提供一定的穩定效果，可在不規則的地面輪廓上方便施工，提供均勻的表面，若與地工織物濾網或土工合成複合排水材質一起使用時，可有效控制坡面不穩和侵蝕（圖 4.7）。

放置無細料混凝土之前應先清除坡面上的鬆散材質，放置無細料混凝土時應小心避免損壞和阻擋地工織物濾網或土工合成複合排水材質的排水，這是防止內部土壤侵蝕所需的條件。必要時，可在地工織物濾網或土工合成複合材質的排水材質上放置額外的地工織物濾網或沙袋保護層，藉此保護無細料混凝土不在澆鑄過程中受損。

無細料混凝土保護層應建造在堅固地面上確保其穩定性，應考慮將混凝土澆到斜坡上，藉此提高穩定性，特別是澆在陡坡上。鍍鋅鋼銷釘也可將無細料混凝土塊和地工織物濾網（或土工合成複合排水材質）接合到斜坡上。



(a) 斜坡上方處



(b) 斜坡或護堤下方處

註：

- (1) 除非另有說明，否則尺寸以 mm 為單位。
- (2) 在認為有必要提高無細料混凝土砌塊穩定性的情況下，可使用熱浸鍍鋅高屈服變形鋼筋，通常為 2m 長，直徑 25mm，在垂直和水平方向將其灌漿在 50mm 直徑的孔洞中，其間距不超過 2m，讓無細料混凝土保護層接合到斜坡上。

圖 4.7：無細料混凝土保護層

5. 第 3 類規範性措施的種類

5.1 通則

本章為第 3 類規範性措施在斜坡中的應用，提供具體的指南內容，第 3 類規範性措施旨在適當情況下，以土釘、附加表牆、混凝土扶壁或岩釘來改善斜坡的穩定性，指南內容不適用於新造的斜坡。

表 5.1 概述第 3 類規範性措施項目和相關的應用領域，這些項目的類型、範圍和應用細節由設計者自訂，藉此因應實際的現地條件。

表 5.1：第 3 類規範性措施的項目

措施種類	應用區域	項目編號	項目
第 3 類	削土坡	3.1	土釘
	有坡趾矮牆的削土坡	3.2	土釘
	混凝土或砌築擋土牆	3.3	土釘
	砌築擋土牆	3.4	附加表牆
	削石坡	3.5	混凝土扶壁
	削石坡	3.6	岩釘

5.2 削土坡規範性土釘

5.2.1 合格標準

土釘已用於改善香港大量不合標準的削土坡，在坡度方面有良好紀錄（Pun & Urciuoli 2008），根據過去的設計回顧內容，已將規範性的土釘配置標準化，削土坡已符合規定的安全標準，用於土釘的規範性升級工程中，其合格標準如表 5.2 所示。若不符合合格標準，可採用規範性措施的預防養護工程。

表 5.2：削土坡規範性土釘應用合格標準

改善工程的斜坡種類	應用合格標準		
	設施受影響的群組(1)	幾何外形	工程和地質
預防養護工程	(不適用的合格標準)		
升級工程	群組(1)	斜坡高度， $H \leq 10\text{m}$	1. 僅適用於經判定所需改善工程的現有削土坡。 2. 適用於現地確認後的斜坡，包括不含鬆散或軟質的花崗岩或火山岩崩積土、殘餘土或腐泥土，也適用於含類似剪切強度其他材質的斜坡，但沖積層、海洋沉積物及含有泥質層的沉積岩除外。 3. 僅在未觀察得知或已記錄有不利地質材質（如高嶺土、花崗岩和火山岩、風化堤壩和火山地層內的沉積層）和不利間斷底層（如不利取向、持久性、黏土填土層或粉土填土層的不連續性、現有的地質剪切面或區域及光滑或含大量深色礦物或高嶺石的不連續性地層）。 4. 僅用於未觀察得知或經記錄的不利地下水條件，即斜坡重要區域無永久性的（4）高地下水位跡象。根據一般指南，平均孔隙水壓比 r_u 不得超過 0.1。
	群組(2)		
	群組(3)	斜坡高度， $H \leq 13\text{m}$	
	群組(4)	斜坡高度： $H \leq 18\text{m}$	
	群組(5)		
地滑修復工程(2)	群組(1)	地滑災痕高度 $\leq 10\text{m}$ 和地滑量 $\leq 100\text{ m}^3$	
	群組(2)		
	群組(3)	地滑災痕高度 $\leq 15\text{m}$ 和地滑量 $\leq 200\text{ m}^3$	
	群組(4)	地滑災痕高度 $\leq 20\text{m}$ 和地滑量 $\leq 400\text{ m}^3$	
	群組(5)		
註：			
(1) 各種設施群組說明悉如 GEO 技術指南 #15（GEO 2007b）。			
(2) 當規定有土釘的地滑緊急修復工程時，應考慮斜坡受到破壞的規模、機制和地滑潛在後果及規範性措施回復的相關效用。			
(3) 削土坡包括地質指南 3（GCO 1988）中所定義的剩餘土壤、PW0/30 和/或 PW30/50 區域的風化岩屑、有或無任何疊加的崩積層，若出現不合標準的填土（或鬆散或軟質崩積土壤），當填土（或崩積體質量）的尺寸符合 GEO 坡度登錄標準，則應使用常規的分析方法來處理填充體（或崩積物質量）。			
(4) 「永久性」意指「斜坡岩土工程手冊」（GCO，1984）中的「一般濕季水位」。			
(5) 這些資格標準也適用於 5.3 節所述帶有坡趾矮牆削土坡的規範性土釘應用場合。			

5.2.2 土釘配置

規範性土釘設計應按照以下步驟進行：

(a) 確定斜坡所需安全係數（ FOS ）的增加幅度，即：

(1) 大型 FOS 範圍 I ($0.3 < \text{FOS} \leq 0.5$)

(2) 中型 FOS 範圍 II ($0.1 < \text{FOS} \leq 0.3$)，和

(3) 小型 FOS 範圍 III ($0 < \text{FOS} \leq 0.1$)。

所需的 FOS 範圍由工程設計人員根據專業和表 5.3 中的指南內容來自行判斷，若所要求的 FOS 超過 0.5，則斜坡即超出以往的經驗範圍，因此即超出規範性土釘的應用範圍。

(b) 根據 FOS 的要求範圍和坡度特徵主體最大有效高度 H_e ，使用以下的等式判定表 5.4 中的標準土釘配置：

$$H_e = H (1 + 0.35 \tan \beta + q / 20) \dots\dots\dots (5.1)$$

其中：H = 斜坡的高度，從坡腳到坡頂的最大高度（m）。

β = 斜坡上方的地形坡度（度）

q = 斜坡上等效均勻壓力的疊加荷載值（kPa）

圖 5.1：削土坡規範性土釘根斜坡最大有效高度的考慮，即可從規範性設計得出適用於整個斜坡的土釘配置。另外，斜坡可以分成不同的部份，沿着斜坡的高度變化很大，每部份的土釘配置即根據各部位的最大有效高度來設計，這將提高規範性設計的成本效益，特別是大型削土坡。

表 5.3：削土坡規範性土釘應用穩定性強化

新斜坡標準(1)									
破壞後果第 2 類	人命後果類別								
	第 1 類			第 2 類			第 3 類		
	經濟影響後果								
	第 A 類			第 B 類			第 C 類		
觀察或記錄過去的不穩定性 (3)	Ma	Mi	No	Ma	Mi	No	Ma	Mi	No
所需的 FOS 範圍 (4)	I+	I	I	I	II	II	II	II	III
現有斜坡標準(1)									
破壞後果類別	人命後果類別								
	第 1 類			第 2 類			第 3 類		
觀察或記錄過去的不穩定性 (3)	Ma	Mi	No	Ma	Mi	No	Ma	Mi	No
所需的 FOS 範圍 (4)	I	II	II	II	II	III	II	III	III

註：

- (1) 斜坡岩土工程手冊 (GCO 1984) 及工務局技術通告 #13/99 (工務局 1999) 即規定斜坡指定為「新造」斜坡或「現有」斜坡的相關條件。
- (2) 應參考 GCO (1984)、工程局 (1999) 和 GEO 技術指南 #15 (GEO, 2007b)，對坡度特徵主體的人命和經濟影響後果類別進行分類，若坡度不符現有坡度的條件，則應根據人命和經濟影響後果類別選擇安全係數 (FOS) 所需的增加範圍。
- (3) 過去的不穩定性包括所記錄和可見的破壞，Ma、Mi 和 No 分別意指重大破壞 (即破壞體積 $> 50 \text{ m}^3$ 或發生死亡事故的地點)、輕微破壞 (即破壞體積 $< 50 \text{ m}^3$ 米) 和過去並無不穩的狀況。
- (4) I、II、III 意指下列的 FOS 範圍：分別為 $0.3 < \text{FOS} \leq 0.5$ 、 $0.1 < \text{FOS} \leq 0.3$ 和 $0 < \text{FOS} \leq 0.1$ ，I+ 類似 I，但需採用第 2 類規範性措施 (如排水斜管) 作為應急措施。
- (5) 要求 FOS 超過 0.5 的斜坡即超出規範性措施的適用範圍。

表 5.4：削土坡規範性土釘配置標準

標準的 土釘配 置	H_e (m)	Φ (mm)	Φ_r (mm)	I			II			III		
				N	L (m)	S_h (m)	N	L (m)	S_h (m)	N	L (m)	S_h (m)
(a)	3	25	100	2	4	1.5	2	4	1.5	2	4	1.5
(b)	4	25	100	2	5	1.5	2	5	1.5	2	5	1.5
(c)	5	25	100	3	6	1.5	3	6	1.5	3	6	2.0
(d)	6	25	100	4	8	1.5	3	8	1.5	3	7	1.5
(e)	7	25	100	4	9	1.5	4	8	1.5	3	7	1.5
(f)	8	25	100	5	9	1.5	4	8	1.5	3	8	1.5
(g)	9	25	100	5	10	1.5	4	9	1.5	4	8	1.5
(h)	10	25	100	6	10	1.5	4	10	1.5	4	9	1.5
(i)	12	32	100	6	11	1.5	5	10	1.5	5	10	2.0
(j)	14	32	100	6	12	1.5	5	11	1.5	6	10	2.0
(k)	16	32	100	7	12	1.5	7	12	2.0	6	11	2.0
(l)	18	32	100	8	13	1.5	8	12	2.0	7	12	2.0
(m)	20	32	100	10	14	2.0	9	12	2.0	8	12	2.0
(n)	22	32	100	11	14	2.0	10	12	2.0	8	12	2.0
(o)	24	32	100	12	14	2.0	10	12	2.0	8	12	2.0
(p)	25	32	100	12	15	2.0	10	12	2.0	8	12	2.0

註：

- (1) H_e 是斜坡的最大有效高度， ϕ_r 是土釘直徑， ϕ_h 是鑽孔直徑， S_h 是土釘的水平間距， L 是土釘長度。
- (2) 關於上表中兩個連續值中的任一 H_e 值，應採用較高 H_e 值的土釘配置。
- (3) N 是臨界區域所需垂直柱的土釘數，即為最大有效高度 H_e 的區域。在斜坡的其他部位，土釘應根據特定的垂直和水平間距來設置，即類似臨界區的配置狀況。另外，可根據斜坡採用的 H_e 值，進行不同的土釘配置。
- (4) 如圖 5.1 所示，土釘的垂直間距 (S_v) 不得小於 1.5m，必要時，工程設計人員可調整 N 和 S_h 值，藉此達到所需的 S_v 最小值。進行此調整時，調整後的配置應如同本表中的土釘密度，即 $S_h > 1.0$ m。若工程設計人員選擇特定的 S_v 值（例如 2m）因應場地限制或其他考慮因素時，可藉由如同本表中的土釘配置密度來調整土釘的配置狀況，其中， $S_h > 1.0$ m。
- (5) 土釘應在坡面上均勻分佈。
- (6) 土釘強化應採用第 2 類高屈服變形鋼筋。
- (7) I、II 和 III 意指以下的 FOS 範圍：分別為 $0.3 < \Delta FOS \leq 0.5$ ， $0.1 < \Delta FOS \leq 0.3$ 和 $0 < \Delta FOS \leq 0.1$ 。
- (8) 若在鑽孔過程中遇到岩石，讓部份的土釘安裝在岩石中（如穿越 PW50/90 區或更佳區域的安裝，可參見地質指南 3（GCO 1988）），工程設計人員可自行專業判斷減少土釘的長度。
- (9) 工程設計人員應檢查地質狀況，確定土釘是否會侵入相鄰的土地，如果是的話，應先徵求地主的同意。
- (10) 高度低於 2m 的坡度通常不需使用土釘加固。

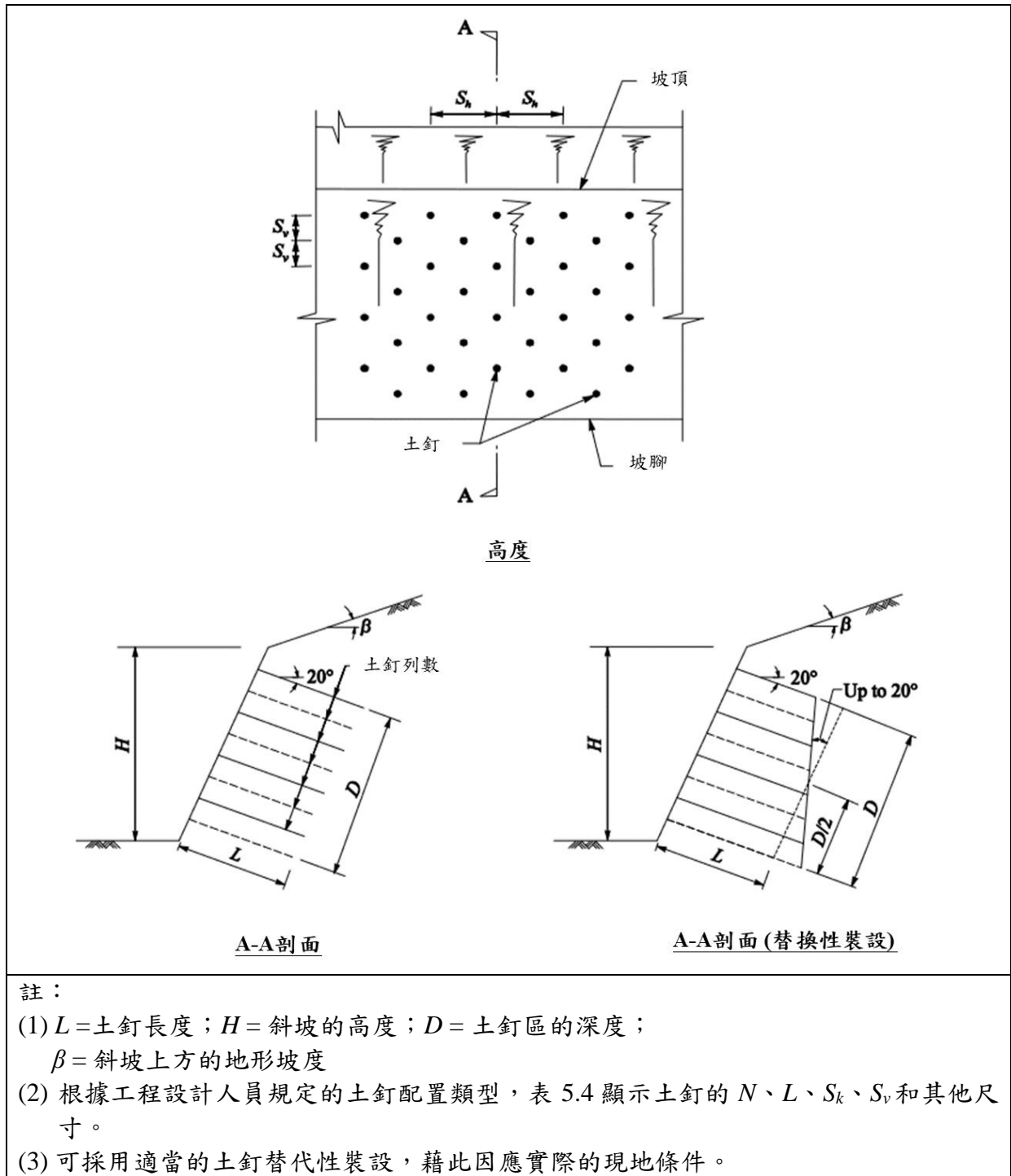


圖 5.1：削土坡規範性土釘

5.2.3 土釘頭與牆面

土釘頭需隨同規範性土釘一併提供，表 5.5 說明土釘頭的規定尺寸，有關植被覆蓋斜坡所使用的土釘頭一般細節，說明悉如最新版 CEDD 標準圖 #C2106/2：土釘頭詳細資訊及 #C2106/4 和 C2106/5：凹陷土釘頭的詳細資訊。可酌情採用地質指南 7：土釘設計和施工指南（GEO，2008）圖 5.6 中微斜坡度的土釘頭的一般細節內容。

關於陡度超過 45 度的植被斜坡，應提供與土釘頭結構相連的鋼絲網，鋼絲網與土釘頭的結構連接悉如最新版 CEDD 標準圖樣 #C2511/1 和 C2511/2：抗蝕墊和帶有土釘鋼絲網的修復細節等內容，鋼絲網應連續並跨越土釘頭。

在硬質表面保護層斜坡上所使用的土釘頭，其一般細節內容悉如最新版 CEDD 標準圖 #C2106/3：噴塗混凝土斜坡的土釘頭細節。

關於坡度大於 65 度的斜坡，應採用可嵌入斜坡的鋼筋混凝土繫樑而非間隔配置的釘頭。規範性土釘斜坡所採用繫樑的一般細節，其內容悉如最新版 CEDD 標準圖 #C2525：陡坡用嵌入式繫樑的細節。

表 5.5：土釘頭規定尺寸

地質	方形土釘頭尺寸 (mm x mm)	
	坡度 < 55 度	55 度 < 坡度 < 65 度
高度分解的花崗岩或火山岩	600 x 600	600 x 600
其他的土壤包括花崗岩、火山岩崩積層、殘餘或完全分解的物質及風化的沉積岩。	800 x 800	600 x 600

註：

- (1) 土釘頭的最小厚度應為 250mm，
- (2) 關於大於 65 度的坡度，應採用嵌入式繫樑而非孤立的土釘頭（Shiu & Chang 2005）。

5.2.4 防蝕

需提供防蝕措施於規範性土釘中的鋼筋，由於通常沒有進行地面調查，因此沒有對使用土釘的位置處進行土壤侵蝕性測試，現場土壤的侵蝕性應根據場地設置，開發歷史、影響現地的設施等評估，以及根據地質指南 7（GEO，2008）第 4.3.2 節的說明。防蝕措施的設計應遵循地質指南 7 第 5.5 節中的說明。使用鋼筋以外其他材質的防蝕設計，可參考地質指南 7 中的第 5.12.4 節說明，採用生命週期成本概念來評估。

5.3 有坡趾矮牆削土坡規範性土釘

5.3.1 合格標準

根據過去設計回顧內容，已將有坡趾矮牆削土坡的土釘配置標準化，若坡度符合表 5.2 的合格標準和表 5.6 的附加合格標準，所採用的有坡趾矮牆削土坡即視為符合所需的安全標準並將規範性土釘用於升級工程中。若不符合合格標準，可採用規範性措施的預防養護工程。

表 5.6：有坡趾矮牆削土坡升級工程規範性土釘採用其他的合格標準

主旨	應用合格標準
斜坡和牆體種類	1. 斜坡為削土坡，坡腳有混凝土或砌築擋土牆。 2. 混凝土坡趾矮牆應為一體成型的混凝土牆或 L 形、倒 L 形或倒 T 形的鋼筋混凝土牆，如圖 5.2 所示。 3. 砌築坡趾矮牆應具有不比壁面條件 B 級差的條件，也不得低於所可見的牆體 # (2) 狀態，其內容分別如表 5.7 和 5.8 所定義。
地形輪廓	斜坡前面的地形坡度（平均水平距離為牆壁厚度的 4 倍） α 不得大於 10 度。
填土材質使用程度	從牆頂測量的最大垂直填土高度 f_i 值不得大於 5m。 從牆背頂部水平測量的填土最大厚度 f_w 值不得超過 3m。

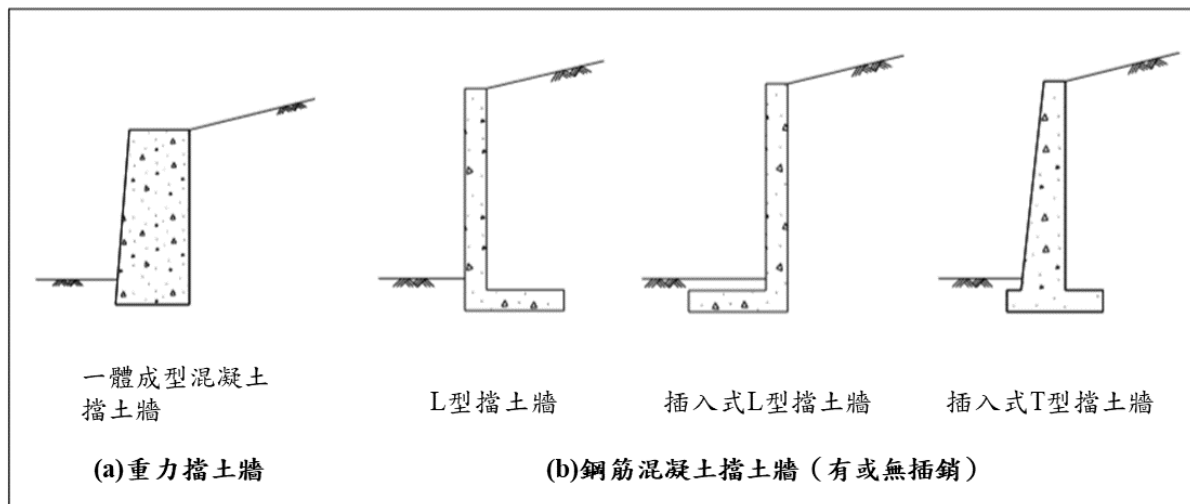


圖 5.2：規範性土釘應用範圍所涵蓋的混凝土擋土牆種類

表 5.7：砌築擋土牆條件分類

砌築擋土牆條件類別	檢查得知的遇險狀況和牆體變形(1)
A	最小的遇險狀況和變形
B	中度的遇險狀況和變形
C	嚴重遇險狀況和變形的開始
D	嚴重遇險狀況和/或變形的進階狀況

註：

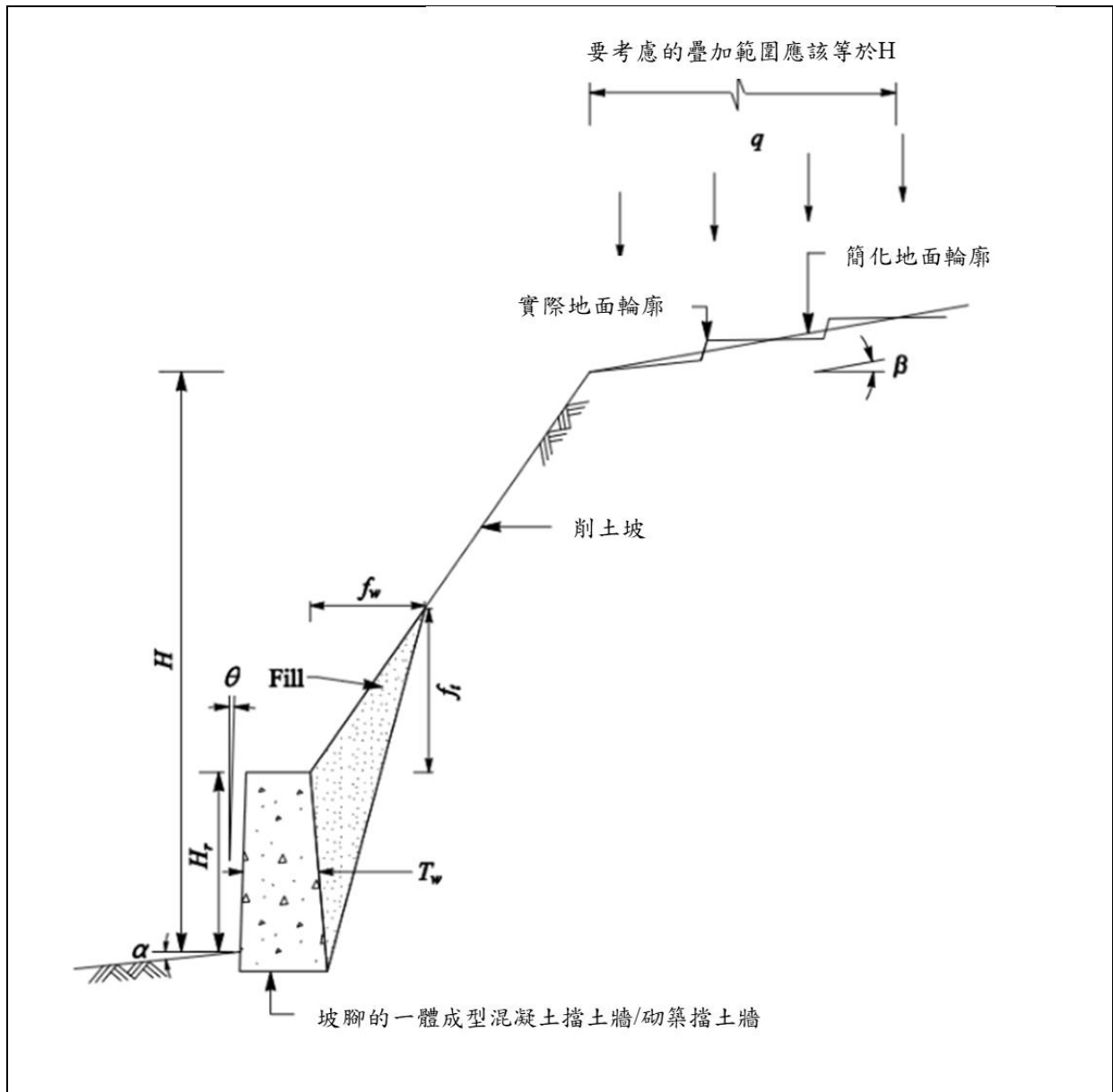
- (1) 一般情況下，可藉由經驗和工程判斷可靠評估舊有砌築擋土牆的遇險和變形狀態，也可參考表 5.8 和 GEO 第 33 號通告 (GEO 2004) 作為指南內容。
- (2) 關於無繫帶構件的牆體，應進行保守的評估並在適當情況下將整體牆面條件降低一級。
- (3) 若已知牆體狀況正惡化時，應選擇適用於預期最差可能牆面條件的下個等級牆體條件。
- (4) 不論牆體狀況和變形情況如何，高達 5m 的乾覆式碎石牆應分配為 C 級牆面條件。
- (5) 不論牆體和變形情況如何，高度超過 5m 的乾覆式碎石牆應分配有 D 級牆面條件。

表 5.8：砌築擋土牆變形狀況評估指南

擋土牆變形的觀察狀況	前移	鼓脹
(1) 最小變形	牆體前移如下所示： (a) 連續運動裂縫與牆壁平行，任何截面的總寬度 $<0.1\%$ 牆壁高度 h 的 0.1% ，或 (b) 在各個水平高度 $<0.1\%$ h 牆體總寬度的略微垂直的裂縫，其中 h 是從坡腳地面水平高度所測得的距離。	牆壁量可忽略不計
(2) 中度變形	前移量如(1)所示，裂縫除外總寬度為 $0.1\%h$ 和 $0.2\%h$ 之間。	肉眼可見的牆面輕微凸起
(3) 開始嚴重變形	前移量如(1)所示，裂縫除外總寬度為 $0.2\%h$ 和 $0.6\%h$ 之間。	牆面的凸出輪廓足以觸及穿越坡趾矮牆的垂直線，或最凸出的牆體部位接近或等於 75mm。
(4) 嚴重變形的進階狀態	前移量如(1)所示，裂縫除外總寬度 $>0.6\%h$ 。	鼓脹狀況如第(3)項，但突出並穿越坡趾矮牆的垂直線，或最大凸出牆體部位 $>75\text{mm}$ 。

註：

使用本表時，良好的工程判斷應用至關重要，因為不同的牆體可能在評估牆體變形時出現不同的判斷難度，所建議的變形限值不得視為需絕對遵循的數值。



紀錄：

α ：斜坡前方的地形坡度

β ：斜坡上方的地形坡度

q ：設計載重

θ ：牆面角度

f_i ：擋土牆頂部上方填土層的垂直厚度

f_w ：從牆背頂部水平測量的填土最大厚度

H ：斜坡高度

H_e ：斜坡最大有效高度，其中 $H_e = H (1 + 0.35 \tan P) + q / 20$ 。

H_r ：擋土牆離地高度

T_w ：擋土牆平均厚度

圖 5.3：坡趾有巨積混凝土或砌築擋土牆之削土坡簡化設計

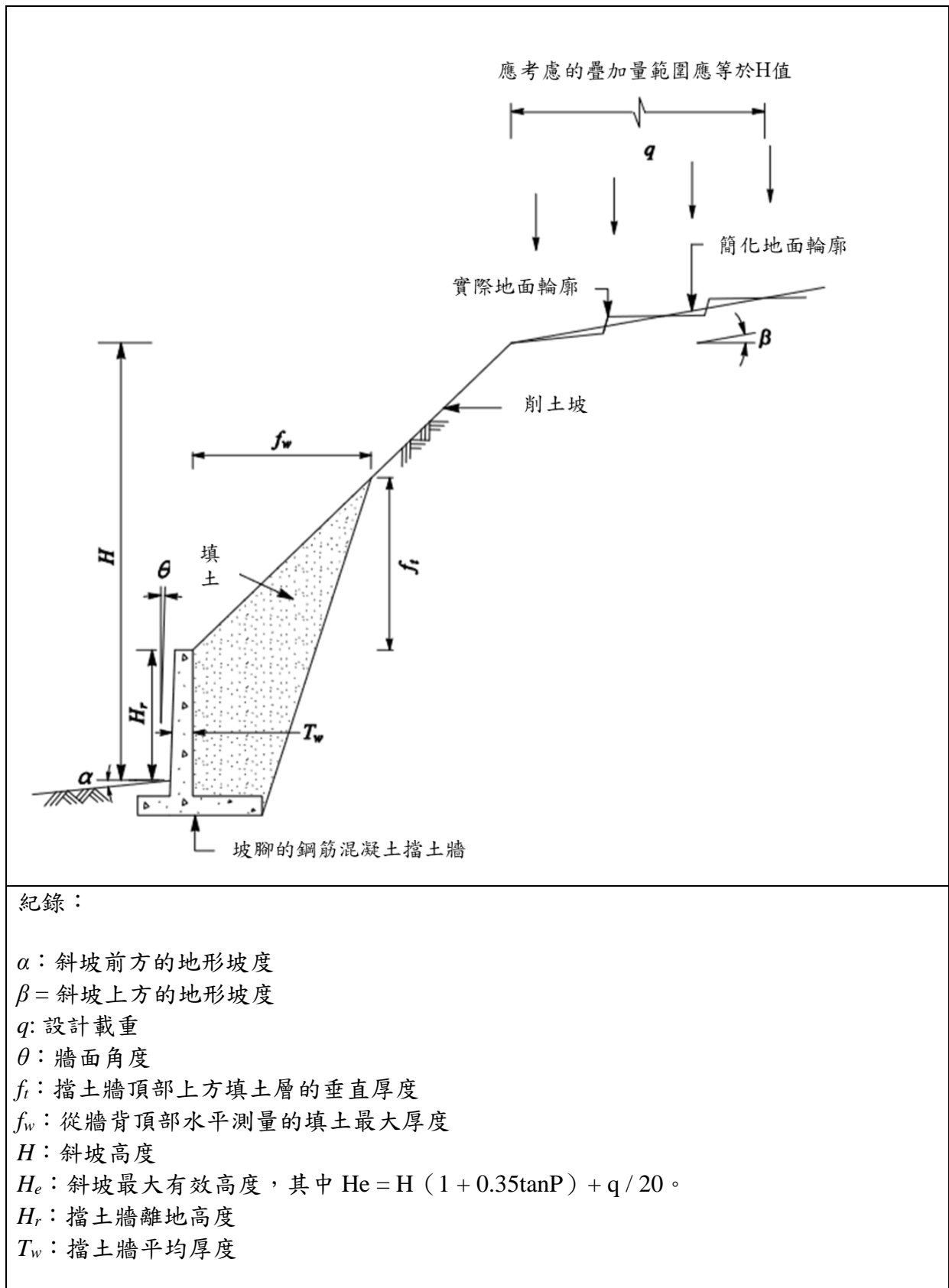


圖 5.4：坡趾有鋼筋混凝土擋土牆之削土坡簡化設計

5.3.2 土釘配置

規範性土釘設計應按照以下步驟進行：

- (a) 判定斜坡最大有效高度，
 H_e （見 5.2.2 節中的公式 (5.1)）
- (b) 判定 ΔFOS 的所需範圍，即：
 - (1) 大型 ΔFOS 範圍 I ($0.3 < \Delta FOS \leq 0.5$)，
 - (2) 中型 ΔFOS 範圍 II ($0.1 < \Delta FOS \leq 0.3$)，和
 - (3) 小型 ΔFOS 範圍 III ($0 < \Delta FOS \leq 0.1$)。

所需的 ΔFOS 範圍由工程設計人員根據專業和表 5.3 中的指南內容來自行判斷，若要求的 ΔFOS 超過 0.5，則斜坡即超出以往經驗的範圍，因此也超出規範性土釘的應用範圍。

- (c) 判定土釘總長度 L_{total} 如下（見圖 5.5）：

$$L_{total} = L + L_{free}$$

其中： L = 牆體回填後材質中土釘部份的長度（m）

L_{free} = 擋土牆和牆體回填土壤（m）內土釘部份的長度。

從表 5.4 判定土釘列數、間距和長度 L ， L_{free} 可取用 2m 長度或由工程設計人員根據壁厚和回填程度的詳細資訊來判定。關於安裝在坡趾矮牆和填土材質上方的切坡土釘，應將 L_{free} 值設為 0。

圖 5.5 顯示有坡趾矮牆削土坡規範性土釘的一般模式，根據斜坡最大有效高度得出的土釘配置狀況，即適用於整個斜坡。另外，根據各部位所設計的土釘配置狀況，斜坡可以分成不同的部份，這將提高規範性設計的成本效益。

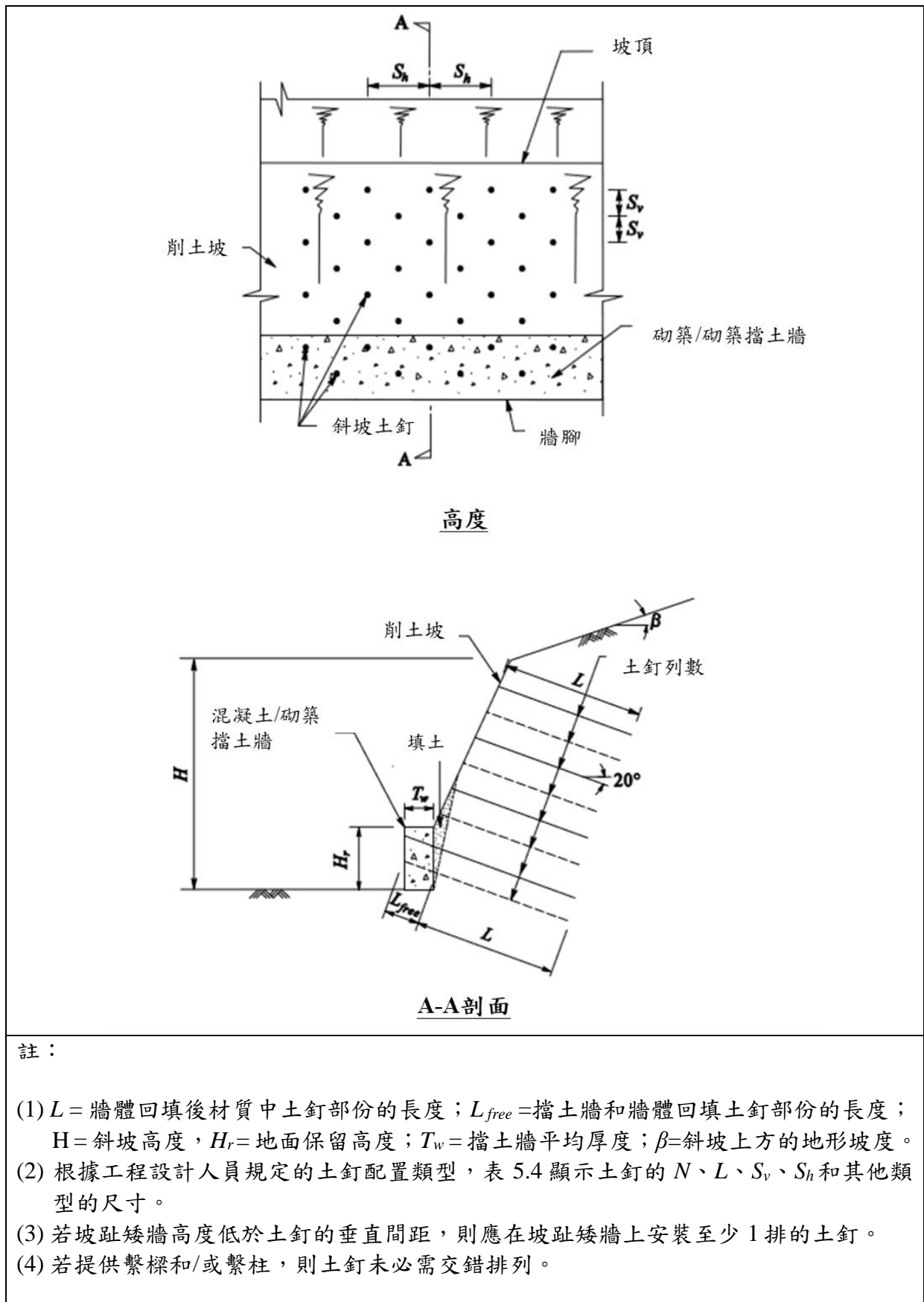


圖 5.5：有坡趾矮牆之削土坡土釘設計

5.3.3 土釘頭與牆面

有關土釘頭和/或牆面設計的相關指南，可分別參考 5.2.3 和 5.4.3 節內容。

5.3.4 防蝕

第 5.2.4 節說明規範性土釘鋼筋強化防蝕措施的相關指南內容。

5.4 用於混凝土或砌築擋土牆規範性土釘

5.4.1 合格標準

根據過去的設計回顧內容，已將擋土牆的土釘配置標準化，若擋土牆符合 5.9 中的合格標準，即可視為擋土牆已符合規範性土釘的所需安全標準。若不符合合格標準，可採用規範性措施的預防養護工程。

表 5.9：混凝土或混凝土擋土牆升級工程規範性土釘應用合格標準

主旨	應用合格標準
幾何外形	斜坡高度， $H \leq 18\text{m}$ 。
工程和地質	1. 僅適用於需採用改善工程的混凝土或砌築擋土牆 2. 適用於含花崗岩或火山岩的崩積土、殘餘土或腐泥土，也適用於含類似剪切強度其他材質的地點，但沖積層、海洋沉積物及含有泥質層的沉積岩除外。 3. 表 5.2 中「工程和地質」欄位的標準 3 和 4 也適用。
牆體種類	1. 混凝土擋土牆應採用一體成型的混凝土牆、L 形、倒 L 形或倒 T 形的鋼筋混凝土牆，如圖 5.2 所示。 2. 關於砌築擋土牆，其條件不比表格 5.7 和 5.8 中的牆壁變形 # (2) 的 B 級牆體條件差。
地形輪廓	1. 斜坡前面的地形坡度 α （平均水平距離為牆壁厚度的 4 倍）不得大於 10 度。 2. 斜坡上方的地形坡度 β 不得大於 15 度。
填土材質使用程度	從牆背頂部水平測量的最大填土厚度 f_w 值不得大於地面的保留高度 H_r 值。

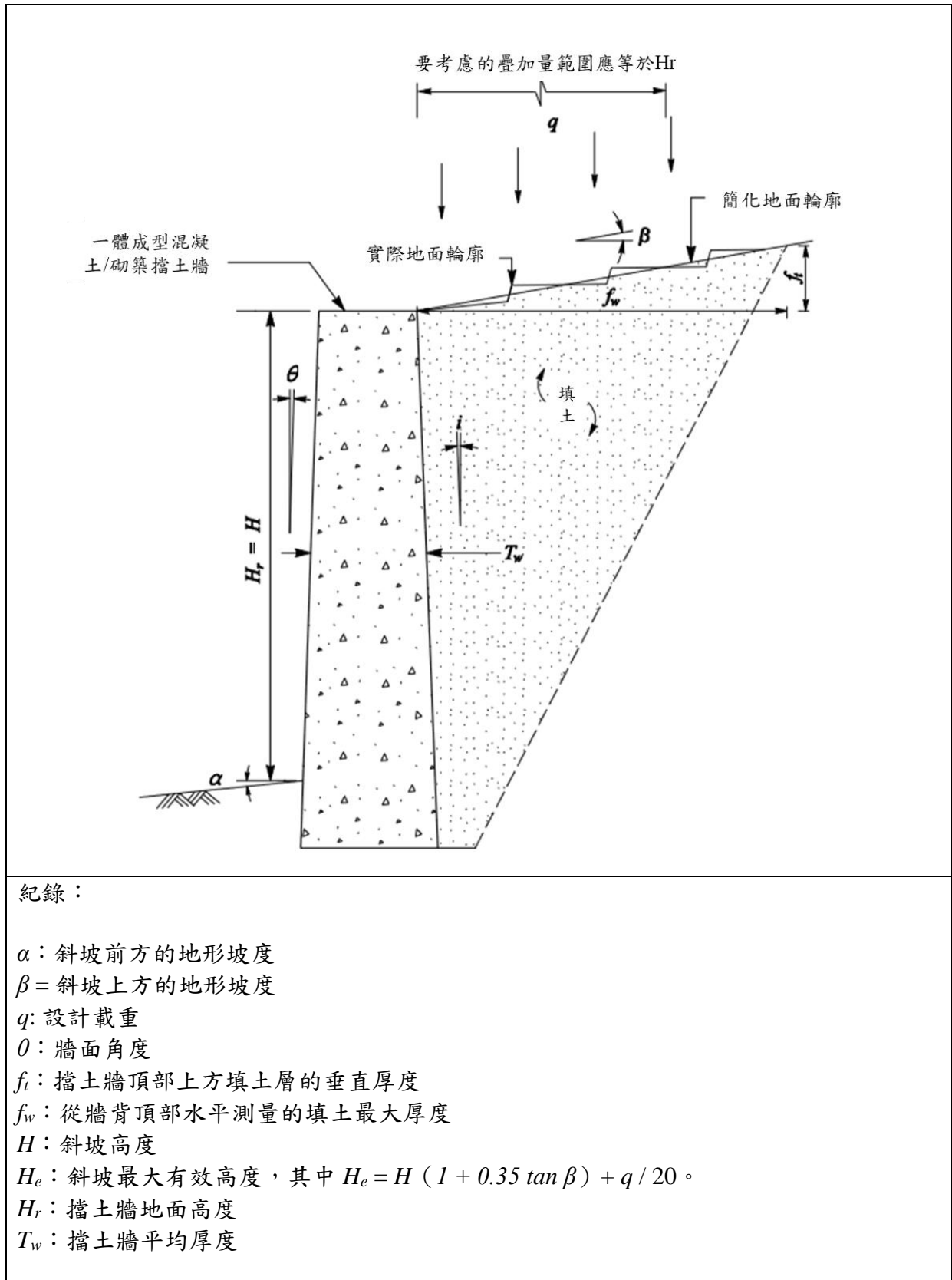
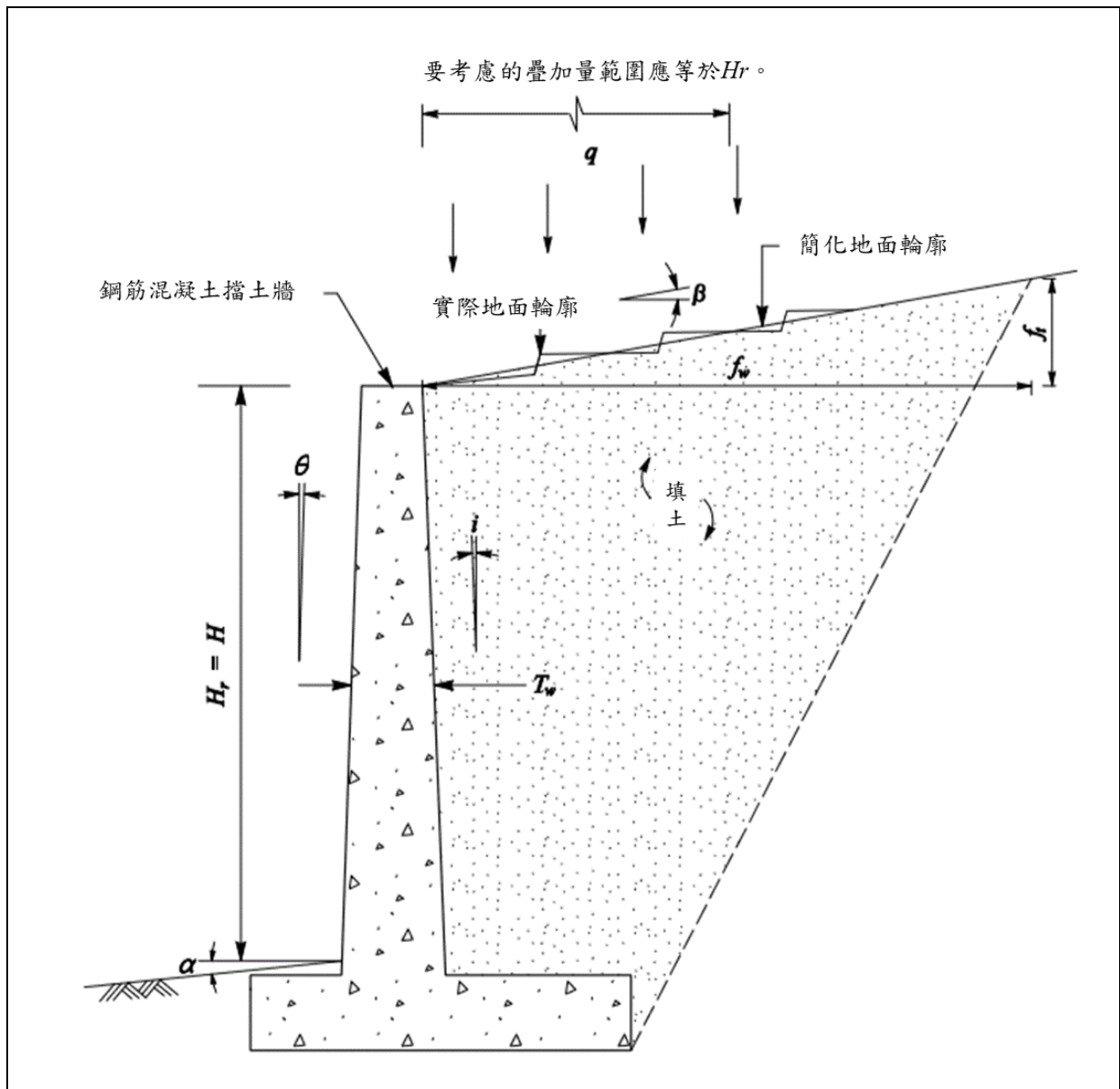


圖 5.6：巨積混凝土或砌築擋土牆特徵簡化設計



紀錄：

α ：斜坡前方的地形坡度

β ：斜坡上方的地形坡度

q ：設計載重

θ ：牆面角度

f_i ：擋土牆頂部上方填土層的垂直厚度

f_w ：從牆背頂部水平測量的填土最大厚度

H ：斜坡高度

H_e ：斜坡最大有效高度，其中 $H_e = H (1 + 0.35 \tan \beta) + q / 20$ 。

H_r ：擋土牆地面高度

T_w ：擋土牆平均厚度

圖 5.7：鋼筋混凝土擋土牆簡化設計

5.4.2 土釘配置

規範性土釘設計應按照以下步驟進行：

- (a) 判定斜坡的最大有效高度 H_e （見 5.2.2 節中的公式（5.1））。
- (b) 根據「斜坡岩土工程手冊」（GCO 1984）及工務局技術通告 #13/99：土力工程手冊的指南內容，確定該特徵主體是否應按照「新造牆體標準」或「現有牆體標準」的設計？
- (c) 確定該特徵主體是否符合標準，有一種方法就是根據要牆體相關的符合標準，將測量得出的壁厚與圖 5.8 土工標準目前所需的最小壁厚進行比較。

若測得的擋土牆厚度等於或大於所需的最小厚度，即可視為該牆體符合相關的岩土工程標準無需進行升級工程，圖 5.8 中的圖表適用於混凝土擋土牆和砌築擋土牆。

關於鋼筋混凝土擋土牆，在無詳細地面調查的情況下難以判定牆體是否合格，在這種情況下，工程設計人員應判定是否更具有成本效益，即假設隔牆體不合標準並繼續進行升級工程的規範性設計或是否更適合進行詳細地面調查的穩定性評估作業。

- (d) 土釘總長度 L_{total} 判定如下（見圖 5.5）：

$$L_{total} = L + L_{free}$$

其中： L = 牆體回填後材質中土釘部份的長度（m）

L_{free} = 擋土牆和牆體回填土壤（m）內土釘部份的長度。

根據表 5.10 確定的土釘列數、間距和長度， L_{free} 可視為地面的保留高度 H_r ，或者工程設計人員可根據牆壁厚範圍的詳細資訊來判定。

圖 5.9 顯示一般的規範性土釘在擋土牆上的裝設示意圖，根據斜坡最大有效高度得出的土釘配置狀況，即適用於整個斜坡。另外，可以將特徵主體分成不同的部份，各部份的土釘配置可根據其最大有效高度來設計。

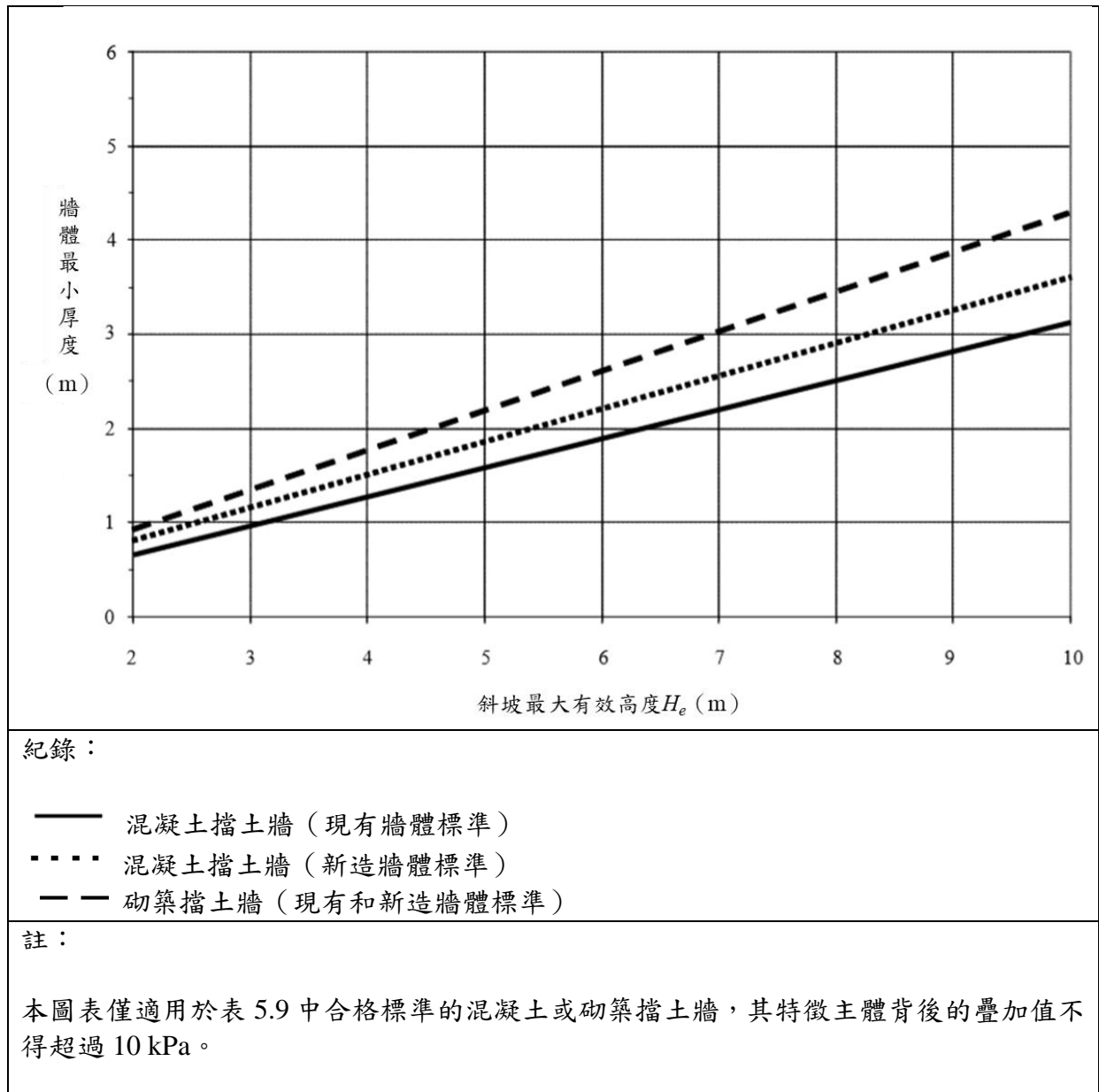


圖 5.8：無需第 3 類規範性措施的混凝土或砌築擋土牆最小厚度要求

表 5.10：混凝土或砌築擋土牆規範性土釘配置標準

標準的土釘配置	H_e (m)	Φ_r (mm)	ϕ_h (mm)	新造牆體標準(1)			現有牆體標準(1)		
				N	L (m)	S_h (m)	N	L (m)	S_h (m)
(a)	3	25	100	2	4	1.5	2	4	1.5
(b)	4	25	100	2	5	1.5	2	5	1.5
(c)	5	25	100	3	6	1.5	3	6	1.5
(d)	6	25	100	4	8	1.5	3	8	1.5
(e)	7	25	100	4	9	1.5	4	8	1.5
(f)	8	25	100	5	9	1.5	4	8	1.5
(g)	9	25	100	5	10	1.5	4	9	1.5
(h)	10	25	100	6	10	1.5	4	10	1.5

註：

- (1) 斜坡岩土工程手冊 (GCO 1984) 及工務局技術通告第 13/99 號 (工務局) 明訂擋土牆的「新造」牆或「現有」擋土牆的條件, 1999)。
- (2) H_e 是斜坡的最大有效高度, ϕ_r 是土釘直徑, ϕ_h 是鑽孔直徑, S_h 是土釘的水平間距, L 是牆背回填材質中土釘部份的長度。
- (3) 土釘的總長度 L_{total} 應包括擋土牆和牆體回填即 L 和 L_{free} 數值的總和。
- (4) 關於上表中兩個連續值中的任一 H_e 值, 應採用較高 H_e 值的土釘配置。
- (5) N 是臨界區域所需垂直柱的土釘數, 即為最大有效高度 H_e 的區域。在斜坡的其他部位, 土釘應根據特定的垂直和水平間距來設置, 即類似臨界區的配置狀況。另外, 可根據斜坡採用的 H_e 值, 進行不同的土釘配置。
- (6) 如圖 5.1 所示, 土釘的垂直間距 (S_v) 不得小於 1.5m, 必要時, 工程設計人員可調整 N 和 S_h 值, 藉此達到所需的 S_v 最小值。進行此調整時, 調整後的配置應如同本表中的土釘密度, 即 $S_h > 1.0$ m。若工程設計人員選擇特定的 S_v 值 (例如 2m) 因應場地限制或其他考慮因素時, 可藉由如同本表中的土釘配置密度來調整土釘的配置狀況, 其中, $S_h > 1.0$ m。
- (7) 土釘應在擋土牆面上均勻分佈。
- (8) 土釘應採用第 2 類高降服變形鋼筋。
- (9) 若在鑽孔過程中遇到岩石, 讓部份的土釘安裝在岩石中 (如穿越 PW50/90 區或更佳區域的安裝, 可參見地質指南 3 (GCO 1988)), 工程設計人員可自行專業判斷減少土釘的長度。
- (10) 工程設計人員應檢查地質狀況, 確定土釘是否會侵入相鄰的土地, 如果是的話, 應先徵求地主的同意。
- (11) 擋土牆的高度低於 2m 的部位通常無需土釘加固。

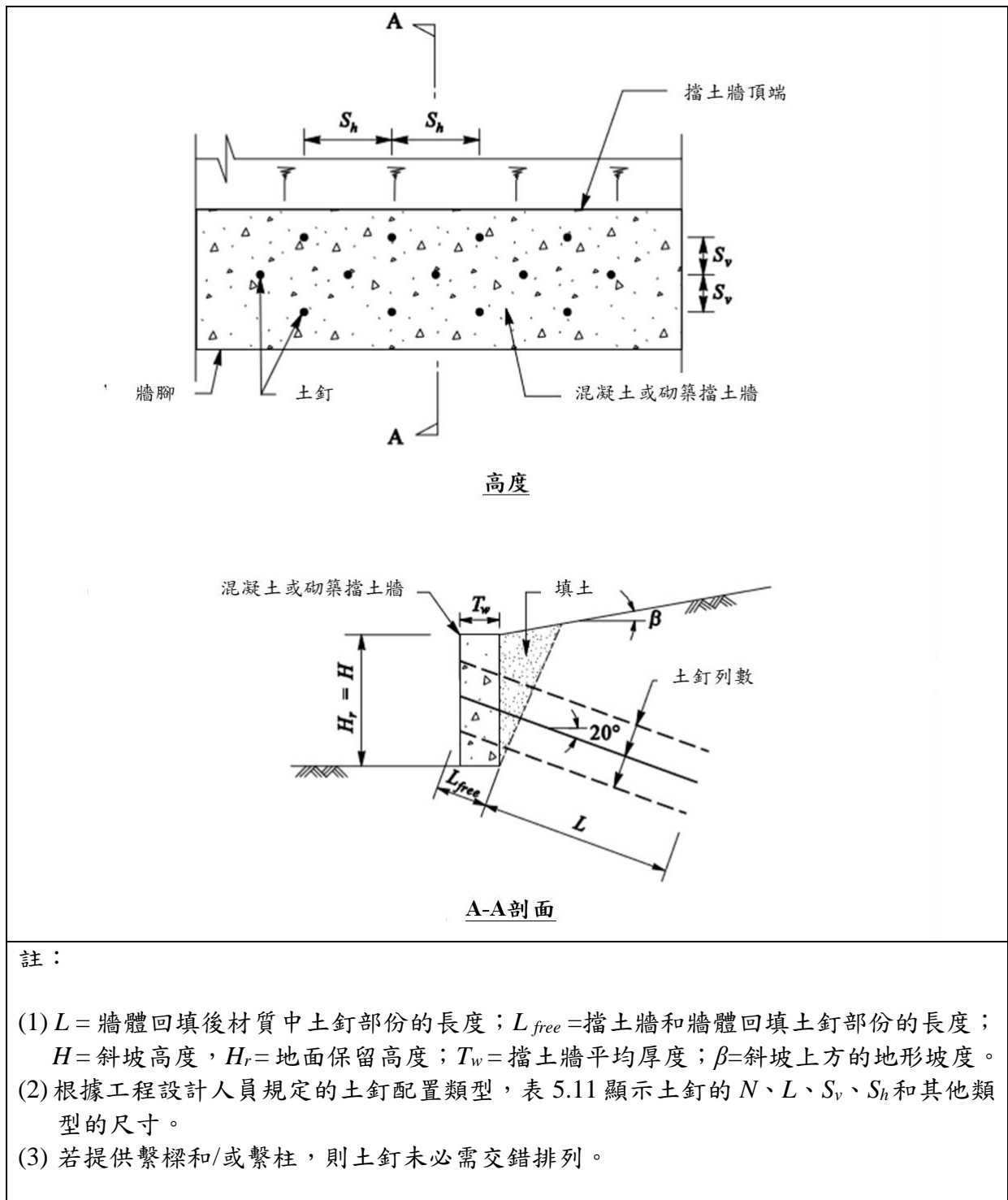


圖 5.9：擋土牆土釘規範

5.4.3 土釘頭與牆面

應提供附加表牆、繫樑或繫柱來連接土釘，特別是安裝在牆體條件較差的砌築擋土牆土釘，如乾燥的牆體或曾經遇險的牆體。隔離的混凝土土釘頭可用於混凝土或結構良好的混凝土擋土牆上，因為這些牆體通常有更好的結構完整性。關於結構良好的砌築擋土牆，最好採用凹陷的土釘頭，藉此保護牆面結構體和外觀。臨時拆除砌塊時應小心謹慎，便於建造可凹陷的土釘頭。

用於將混凝土或混凝土擋土牆土釘連接在一起的規範性鋼筋混凝土附加表牆，其一般細節的內容悉如最新版 CEDD 標準圖樣 #C2520：有土釘附加表牆的一般細節。

最新版本 CEDD 標準圖樣 #C2524：擋土牆外露繫樑細節和 #C2523：砌築擋土牆嵌入式繫柱細節即為混凝土或砌築擋土牆土釘接合外露鋼筋混凝土繫樑和繫柱的一般規範性細節內容。

外露的土釘頭一般細節內容悉如最新版 CEDD 標準圖 #C2522：岩石或混凝土牆面土釘頭的一般細節等內容。

選擇土釘頭的類型和牆面時，應考慮以下因素：

- (a) 牆體的細長比定義為 H/TW （見圖 5.6 和 5.7） - 應提供附加表牆增加現有擋土牆的細長比，根據一般的指南內容，在整個擋土牆面構造的附加表牆細長比應等於或大於 5。
- (b) 牆體條件 - 應考慮使用附加表牆強化現有狀況不佳的砌築擋土牆，根據一般的指南內容，應在乾砌的砌築擋土牆或 B 級條件或觀察得知屬牆體變形狀態 #（2）的砌築擋土牆，其施工如表 5.7 和表 5.8 所定義。
- (c) 牆前空間的可用性 - 若要俯瞰人行道擋土牆上外露的繫樑或土釘頭，最下面一系列的繫樑或土釘頭應放在足夠的高度位置，避免行人受到影響。
- (d) 斜坡外觀 - GEO 出版品 # 1/2000：人造斜坡和擋土牆景觀整治和生物工程技術指南（GEO 2000a）說明人造地貌的景觀整治指南內容。若現有牆面沒有附加表牆時，應注意避免土釘灌漿所造成的牆面髒污。

5.4.4 防蝕

第 5.2.4 節說明規範性土釘鋼筋強化防蝕措施的相關指南內容。

5.5 用於混凝土擋土牆之規範性附加表牆

5.5.1 合格標準

常用於砌築擋土牆升級工程的混凝土附加表牆：若符合表 5.11 中的合格標準，則規範性的附加表牆可視為砌築擋土牆的升級工程。在不符所有合格標準的情況下，附加表牆可用作為預防養護工程。

表 5.11：砌築擋土牆所規定附加表牆採用升級工程的合格標準

主旨	應用合格標準
幾何外形	斜坡最大有效高度 $H_e \leq 8 \text{ m}$
工程和地質	1. 不應出現任何可見或記錄得知的軟弱材質，如廣泛存在的高嶺土承載層和大量鬆散填土材質的地面等。 2. 不應出現任何可見或記錄得知的水痕，即表示地下水位高於地面保留高度的 $1/3$ ，即 H_r 值。
牆體種類	1. 牆體應符合「斜坡岩土工程手冊」（GCO 1984）及工務局技術通告 #13/99（工務局 1999）所規定的「現有」牆體條件。 2. 牆體不得低於 B 級壁面條件，也不得低於可見的牆體變形 #（2）狀態，內容分別悉如表 5.7 和表 5.8 所定義。
牆體長細比	$H_e / T_w < 5$
牆面角度	$0^\circ \leq \theta \leq 10^\circ$
地形輪廓	斜坡前面的地形坡度（平均水平距離為牆壁厚度的 4 倍）不得大於 10° 。 斜坡上方的地形坡度不得大於 10° 。
疊加荷載	垂直均勻疊加量 q 不得大於 10 kPa 。 水平總荷載 P 不得大於 $0.2 H_r^2$ ，其中 P 值的單位為 kN/m ， H_r 的單位為 m 。

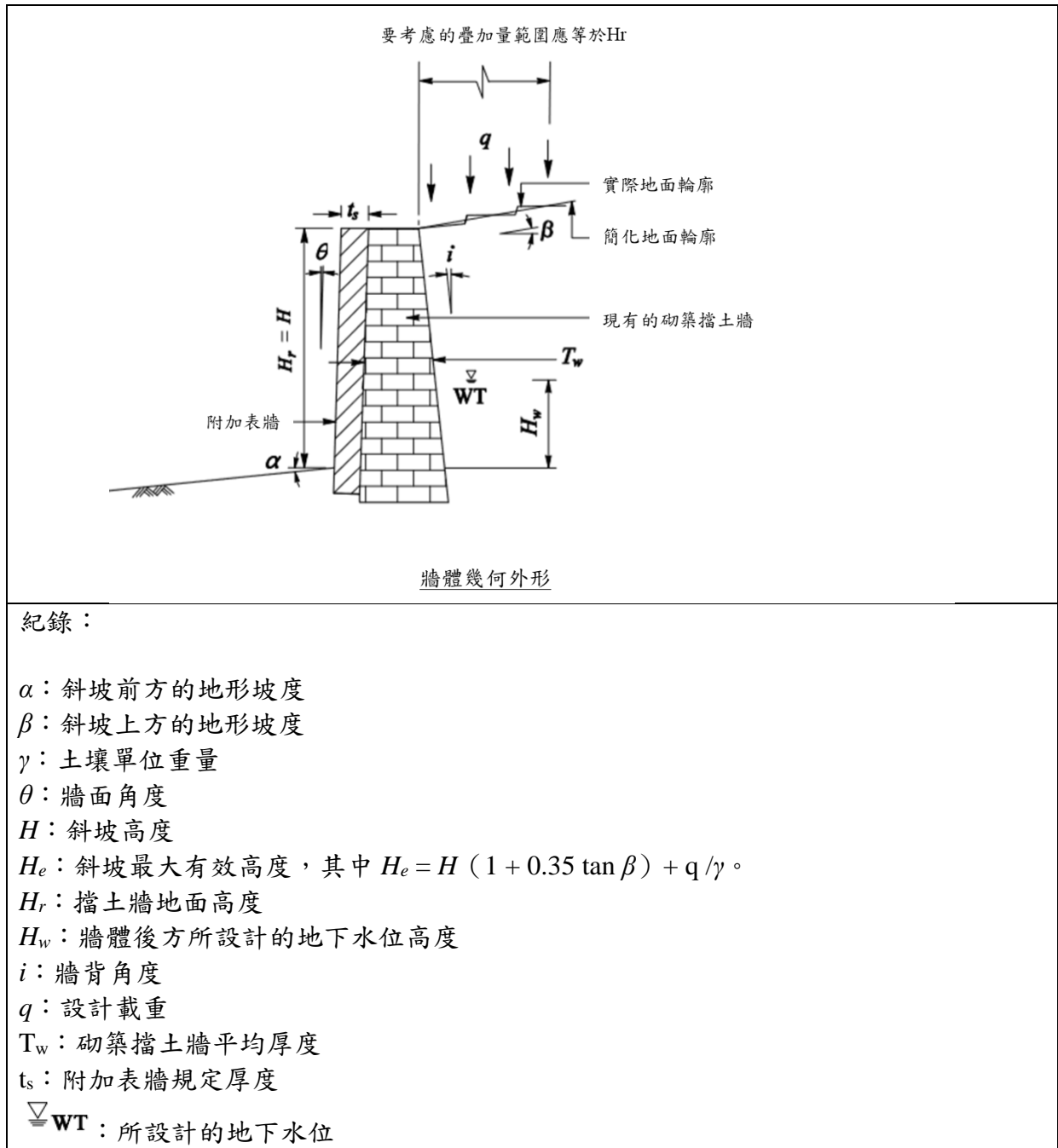


圖 5.10：砌築擋土牆表牆規範

5.5.2 附加表牆設計

規範性附加表牆設計應按照以下步驟進行：

- (a) 使用圖 5.8 將測量得出的擋土牆厚度與不需要施工的最小砌體擋土牆厚度進行比較，若測得的擋土牆厚度等於或大於所需的最小厚度，現有牆體條件符合規定無需升級工程時，則該牆體可被視為符合「斜坡岩土工程手冊」（GCO 1984）和工程局技術通告編號 13/99：斜坡土工手冊-解說和升級指南（工程局 1999）所建議的現有牆體安全標準。

(b) 否則可使用以下的等式確定所需的規範性附加表牆厚度：

$$t_s = 0.056 H_e + 0.22 \dots \dots \dots (5.2)$$

其中， H_e = 斜坡的最大有效高度 (m)。

一般的附加表牆細節如最新版 CEDD 標準圖樣 #C2521：無土釘附加表牆的一般細節等內容。

5.6 用於削石坡規範性混凝土扶壁

在發生落石導致坡面凹陷坑洞的情況下，可能需在坑洞中灌注混凝土，藉此支護防止進一步的落石。扶壁有兩個功能，即：保留和保護軟弱岩區並用於支護懸垂岩體，也可用於防止岩面的局部性傾倒破壞，岩釘通常與混凝土扶壁結合用於穩固岩石，混凝土扶壁的一般細節悉如最新版 CEDD 標準圖樣 #C2203：混凝土扶壁 A 類的一般細節中。

混凝土扶壁的尺寸通常由幾何因素所控制，讓其尺寸足以提供岩塊或懸垂物足夠的物理支護，應考慮其地基的穩定性，應建構在水平乾淨穩固的岩石表面，若表面與作用在扶壁上的合力方向不成直角時，應使用銷釘將扶壁固定在堅固的地基，藉此防止地滑破壞。此外，扶壁頂部應設置在比懸垂物頂部更高處，確保其良好的接觸。

5.7 用於削石坡規範性混凝土岩釘

5.7.1 岩石不連續性數據的收集和評估

岩石穩定性主要受岩體中的不連續性所控制，岩石不連續性數據的收集主要用於幫助識別可能出現的破壞模式，岩石露頭測繪是取得岩石不連續性數據的最佳現地作業方法。地質指南 2：現場調查指南 (GCO 1987) 和地質指南 3：岩土描述指南 (GCO 1988) 即說明香港岩石不連續性測繪的相關要求。

岩石節理節理不連續性數據的紀錄格式即類似地質指南 3 (GCO 1988) 圖 1 中的格式。

岩石外露程度通常是確定所收集數據其準確性的控制因素，若岩石坡面完全外露，應有足夠的高品質數據可用於進行岩體不連續性評估。若斜坡外露部位很少或沒有的話，對當地其地質特性的瞭解可從斜坡外的區域來推測，重點在於識別岩石不連續性的模式，在需要推測的情況下，工程設計人員應根據當地的地質條件來判定數據收集區的岩體和不連續性模式是否與岩坡類似。

若對此有疑問，應直接從覆岩邊坡收集岩石不連續性數據。用於調查部份覆蓋和完全覆蓋的岩面技術包括表面保護層剝離、挖掘、鑽心和鑽孔檢查等作業，使用剝離作業時，先設定一調查範圍，而非剝離整個斜坡。若未仔細檢查所有待處理岩塊即指定相關的規範性措施時，在施工階段可更準確地現地檢查砌塊條件和尺寸，也應檢查實際的岩塊尺寸和所需措施，特別是移除坡面保護層和/或提供安全通道準備進行詳細檢查的狀況。

需要進行定性評估，藉此判定潛在不穩定性的問題和可能的破壞規模，若觀察到局部不穩定的區域時，可採用本文中規範性措施，但假如潛在的全面性不穩定或可能不穩定的岩塊體積大於 5 m^3 ，單獨採用這些規範性措施仍屬不足，應根據分析設計實施適當的岩體穩固措施。

在評估期間，可使用力學分析幫助判定斜坡的穩定性，使用立體繪圖技術時，應瞭解其限制（Hoek & Bray 1981; Hencher 1985）。重要的是，工程設計人員在說明立體視覺圖像時應小心謹慎並作出正確的判斷，還應注意到岩石不連續性數據的評估僅提供工程設計人員參考，應隨時根據現場檢查結果，藉此評估現有岩坡的穩定性，特別是評估單個岩塊的局部穩定性。實際上，若要整治完全外露的岩面時，可省略岩石不連續性數據的收集步驟，即可進行岩面的詳細檢查，藉此識別所有潛在的不穩定性問題。

藉由規範性規定措施專注於穩固小型的不穩岩塊前，工程設計人員應檢查岩坡的整體穩定性。在現場進行詳細的目視檢查，應根據需要進行資料蒐集，收集相關的岩石數據並評估現有岩坡的穩定性。

5.7.2 規範性岩釘

藉由安裝被動式岩釘可防止斜坡上小岩塊的鬆動和脫落，此被動式岩釘由下面穩定岩石地層鑽孔中的鋼筋所組成。

規範性岩釘可用於岩石坡面的升級工程，符合表 5.12 中的合格標準，在不符合所有合格標準的情況下，岩釘可用於預防養護工程中。

目前已設計出標準岩釘，如圖 5.11 所示的規範性應用，採用設計表確定所需的銷釘數量前，應估算岩塊的滑動角度和體積，從設計表讀取適當體積的潛在不穩岩塊，即可估算所需銷釘數量，岩釘的一般細節內容悉如最新版 CEDD 標準圖樣 #C2202：岩釘一般配置的內容。

表 5.12：削石坡升級工程規範性岩釘應用合格標準

主旨	應用合格標準
幾何外形	1. 岩塊體積不得大於 5 m^3 ，岩塊不得用於支撐任何的基礎結構或疊加物。 2. 岩面坡度與潛在滑動面間的夾角不得小於 10 度。 3. 岩塊地基滑動面的角度應小於 60 度。
工程和地質	1. 岩石種類為花崗岩或火山岩，分解為 I 至 III 級。 2. 無出露的黏土填充或粉土填充的節理

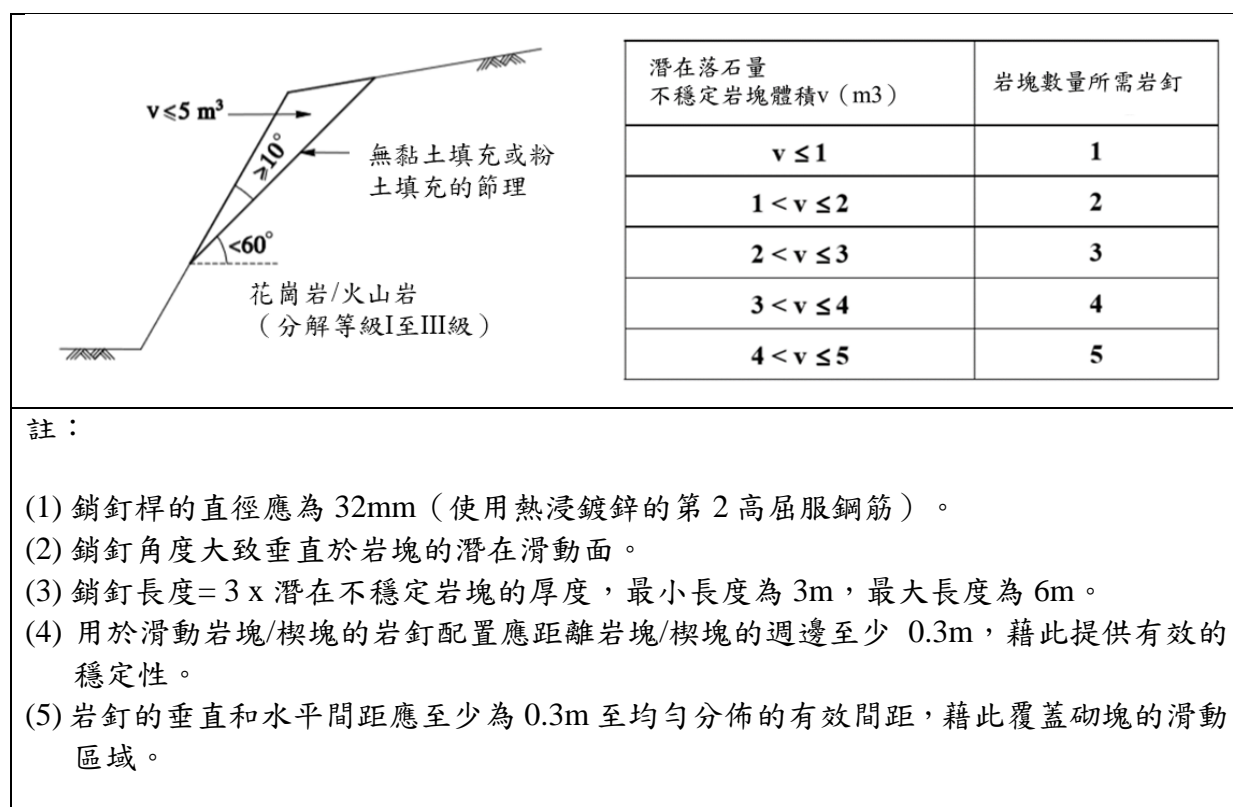


圖 5.11：削石坡規範性岩釘

6. 其他考慮事項

6.1 通則

本章就規範性設計架構應用其相關的考慮事項提供指導說明。

6.2 斜坡外觀和造景

應充份考慮使斜坡的外觀，儘量採用自然的規範性措施並減少對現有環境的潛在視覺不利影響。可能的話，應儘量採用植被作為斜坡主要的表面保護層，GEO 出版品 # 1/2000：人造斜坡和擋土牆景觀整治和生物工程技术指南（GEO 2000a）說明斜坡綠化和景觀整治的一般指南內容。

在 GEO（2000a）中可找到選擇植被類型（草皮、灌木、樹木、蔓生植物和/或其他草本植物）等物種和種植技術（例如噴草混合物）的指南內容。應與景觀工程設計人員協商選擇特定地區的植被類型和物種，也可就視覺和生態方面徵詢建議，還應酌情諮詢負責養護斜坡的園藝服務商，關於適合斜坡綠化植物種類進一步的資訊，可參閱政府新聞處（香港政府 1991）出版的「香港植樹養護」小冊及 GEO 技術指導說明 # 20：GEO 出版品的更新本 1/2000 - 人造斜坡和擋土牆的景觀整治和生物工程技术指南（GEO 2007c）等內容。

6.3 樹木保護

政府的樹木保護政策就是不得進行不必要的樹木砍伐或修剪（ETWB 2006b），規範性措施的規劃和設計應考慮坡面特徵主體的樹木保護必要性，工程設計人員應選擇適當的規範性措施並調整工程配置，儘量確保現有的樹木。例如，應提供樹環給用於硬質表面保護層的現存樹木，應調整規範性的土釘配置，讓土釘遠離樹幹和樹根，對使用規範性附加表牆圍護的現有樹木也應劃設禁區。

施工期間應妥善保護樹木，挖掘地下排水道和土釘時需特別小心避免對主要的樹根造成傷害，施工中可採用防護圍欄隔離現有的植被區域，施工中也可使用木質棧板和/或粗麻布包覆保護樹幹。

6.4 可建造性

使用規範性措施進行斜坡的改善工程時，應適當考慮評估工地條件的可建造性，特別是工程設計人員應充份考慮土釘的可建造性，藉此確保設計的實用性和可建造性（GEO 2008）。

6.5 敏感結構體附近的工程

在敏感建物附近的斜坡進行改善工程時，例如，淺層地基的舊建物以前受到干擾的建物及易受地面移動影響的重要地下公共設施等，工程設計人員應確保擬議的規範性措施不對敏感結構體造成不當的干擾或發生過度的地面運動。在認為必要時，應實施適當的預防或減災措施，儘量降低規範性措施可能造成的潛在干擾，還應考慮對敏感結構體進行狀況或缺陷調查及建立適當監測系統的必要性。

6.6 施工監督和控管

規範性措施的必要施工控管與分析設計的任何其他形式都與斜坡工程彼此相似，施工中，應提供適當的現場監督和控管措施，關於施工控管方面的一般指南，內容悉如「岩土工程手冊」（GCO 1984）第9章，地質指南7第6.2節：土釘設計和施工指南（GEO 2008）也提供土釘工程施工監督和控管的相關指南內容。

6.7 施工審視

規範性措施的應用無關設計階段的詳細地面調查和設計分析等作業，因此，最重要的是在各個施工階段進行施工審查，檢查斜坡的實際情況並驗證設計效用。

施工審查應包括現地檢查和地質評估、斜坡形成的材質和地下水的條件，並查核是否符合規範性措施的合格標準。審查還應包括對規範種類和規範性措施其適用性和充份性的評估，也應考慮到滿足現地和地面條件進行必要的設計修改其相關的建議。

檢查任何外露的斜坡形成材質是否存在不利的地質或地下水條件時，應儘量確定實際條件與設計階段間的任何重大差異。當主要的坡面保護層移除時，在地下排水工程的挖掘、排水斜管或土釘的鑽孔期間都可發揮最大效用。必要時，可徵詢有經驗工程地質學家任何不利地質條件的相關建議，GEO 出版品 #1/2007：香港工程地質實務（GEO 2007d）即強調施工期間工程地質資料輸入的重要性。

施工審查的結果和建議，包括記錄現場觀測和設計修訂的草圖、圖樣、註釋和照片，應妥善記錄在「人造斜坡規範性措施記錄表」的「現場檢查紀錄」中（圖 2.2），記錄表及地質指南 5：斜坡養護指南（GEO 2003）所規定的其他資訊內容應列入養護手冊的內容中。

6.8 養護

應採用規範性措施對斜坡進行定期適當的養護作業，地質指南 5（GEO 2003）說明斜坡養護工程所建議優良實務的一般指南內容，也包括安全通道的提供。

規範性措施的傾斜式排水管不應視為地質指南 5 所定義的「特殊措施」，地質指南 5 第 5 節所規定的監測要求不適用於這些排水管，但應對傾斜式排水管進行定期檢查和日常養護作業。

如有供水的公共設施時，判定漏水是否對斜坡造成岩體不穩的影響，應遵循地質指南 5 中的指導說明。

參考資料

- Au, S.W.C. & Suen, R.Y.C. (1991a). The Role of Environmental Factors in Triggering Failures (Special Project Report No. SPR 3/91). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 103 p.
- Au, S.W.C. & Suen, R.Y.C. (1991b). The effect of road drainage and geometry in causing roadside slope failures. Proceedings of the Ninth Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Bangkok, vol. 1, pp. 373-376.
- Brand, E.W., Hencher, S.R. & Youdan, D.G. (1983). Rock slope engineering in Hong Kong. Proceedings of the Fifth International Rock Mechanics Congress, Melbourne, vol. 1, pp. C17-C24. (Discussion, vol. 3, G126).
- BSI (2004). Eurocode 7. Geotechnical Design. General Rules (BS EN 1997-1 : 2004). British Standard Institution, London, 172 p.
- CEDD (2006). General Specification for Civil Engineering Works. Civil Engineering and Development Department, Hong Kong.
- Dubin, B.I., Watkins, A.T. & Chang, D.C.H. (1986). Stabilisation of existing rock faces in urban areas of Hong Kong. Proceedings of the Conference on Rock Engineering and Excavation in an Urban Environment, Hong Kong, pp. 155-171.
- ETWB (2006a). Code of Practice on Monitoring and Maintenance of Water-carrying Services Affecting Slopes. Environment, Transport and Works Bureau, Government Secretariat, Hong Kong, 93 p.
- ETWB (2006b). Tree Preservation (Environment, Transport and Works Bureau Technical Circular (Works) No. 3/2006). Environment, Transport and Works Bureau, Government Secretariat, Hong Kong, 14 p.
- Furgo Scott Wilson Joint Venture (2008). Review of Sub-surface Drainage Provisions for Recompacted Fill Slopes (GEO Report No. 225). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 69 p.
- GCO (1984). Geotechnical Manual for Slopes. (2nd Edition). Geotechnical Control Office, Civil Engineering Services Department, Hong Kong, 295 p.
- GCO (1987). Guide to Site Investigation (Geoguide 2). Geotechnical Control Office, Civil Engineering Services Department, Hong Kong, 359 p.
- GCO (1988). Guide to Rock and Soil Descriptions (Geoguide 3). Geotechnical Control Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 189 p.
- GEO (1993). Guide to Retaining Wall Design (Geoguide 1). (2nd Edition). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 258 p.

- GEO (2000a). Technical Guidelines on Landscape Treatment and Bio-engineering for Man-made Slopes and Retaining Walls (GEO Publication No. 1/2000). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 146 p.
- GEO (2000b). Highway Slope Manual. Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 114 p.
- GEO (2003). Guide to Slope Maintenance (Geoguide 5). (3rd Edition). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 132 p.
- GEO (2004). Guidelines for Assessment of Old Masonry Retaining Walls in Geotechnical Studies and for Action to be Taken on Private Walls (GEO Circular No. 33). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 16 p.
- GEO (2006). Hydraulic Design of Stepped Channels on Slopes (GEO Technical Guidance Note No. 27). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 16 p.
- GEO (2007a). Fill Slope Recompectation – Investigation, Design and Construction Considerations (GEO Technical Guidance Note No. 7). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 6 p.
- GEO (2007b). Guidelines for Classification of Consequence-to-Life Category for Slope Features (GEO Technical Guidance Note No. 15). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 14 p.
- GEO (2007c). Update of GEO Publication No. 1/2000 - Technical Guidelines on Landscape Treatment and Bio-engineering for Man-made Slopes and Retaining Walls (GEO Technical Guidance Note No. 20). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 8 p.
- GEO (2007d). Engineering Geological Practice in Hong Kong (GEO Publication No. 1/2007). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 278 p.
- GEO (2008). Guide to Soil Nail Design and Construction (Geoguide 7). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 97 p.
- Hencher, S.R. (1985). Limitations of stereo-graphic projections for rock slope stability analysis. Hong Kong Engineer, vol. 13, No. 7, pp. 37-41.
- Ho, K.K.S., Sun, H.W. & Hui, T.H.H. (2003). Enhancing the Reliability and Robustness of Engineered Slopes (GEO Report No. 139). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 63 p.
- Hoek, E. & Bray, J. (1981). Rock Slope Engineering (Revised 3rd Edition). Institution of Mining and Metallurgy, London, 358 p.

- Hong Kong Government (1991). Tree Planting and Maintenance in Hong Kong. Hong Kong Government, 53 p.
- Hui, T.H.H., Sun, H.W. & Ho, K.K.S. (2007). Review of Slope Surface Drainage with Reference to Landslide Studies and Current Practice (GEO Report No. 210). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 61 p.
- Knill, J.L., Lumb, P., Mackey, S., de Mello, V.F.B., Morgenstern, N.R. & Richards, B.G. (1999). Report of the Independent Review Panel on Fill Slopes (report reprinted as GEO Report No. 86). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 36 p.
- Lam, T.S.K., Sivaloganathan, K. & So, C.W. (1989). Monitoring and Maintenance of Horizontal Drains (Technical Note No. TN 2/89). Geotechnical Control Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 24 p.
- Lui, B.L.S. & Shiu, Y.K. (2005). Prescriptive Soil Nail Design for Concrete and Masonry Retaining Walls (GEO Report No. 165). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 76 p.
- Malone, A.W. (1985). Reliability of the Design of Cuttings in Hong Kong (Discussion Note No. DN 3/85). Geotechnical Control Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 20 p.
- Martin, R.P., Siu, K.L. & Premchitt, J. (1995). Performance of Horizontal Drains in Hong Kong (GEO Report No. 42). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 109 p.
- Muhunthan, B., Shu, S., Sasiharan, N., Hattamleh, O.A., Badger, T.C., Lowell, S.M. & Duffy, J.D. (2005). Design Guidelines for Wire Mesh/Cable Net Slope Protection. Washington State Transportation Centre, Washington, 60 p.
- Pun, W.K. & Li, A.C.O. (1993). Report on the Investigation of the 16 June 1993 Landslip at Cheung Shan Estate, Kwai Chung (Advisory Report No. ADR 10/93). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 14 p.
- Pun, W.K., Pang, P.L.R. & Li, K.S. (2000). Recent developments in prescriptive measures for slope improvement works. Proceedings of the Symposium on Slope Hazards and their Prevention, Jockey Club Research and Information Centre for Landslip Prevention and Land Development, Hong Kong, pp. 303-308.
- Pun, W.K. & Urciuoli, G. (2008). Soil nailing and subsurface drainage for slope stabilisation. Proceedings of the Tenth International Symposium on Landslides and Engineered Slopes, Xian, vol. 1, pp. 85-126.
- Shiu, Y.K. & Chang, G.W.K. (2005). Soil Nail Head Review (GEO Report No. 175). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 106 p.

- Sun, H.W. & Lam, T.T.M. (2006). Use of Standardised Debris-resisting Barriers for Mitigation of Natural Terrain Landslide Hazards (GEO Report No. 182). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 92 p.
- Wong, A.C.W. & Pun, W.K. (1999). Prescriptive Design of Skin Walls for Upgrading Old Masonry Retaining Walls (Special Project Report No. SPR 3/99). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 36 p.
- Wong, H.N. & Ho, K.K.S. (1995). General Report on Landslips on 5 November 1993 at Man-made Features in Lantau (GEO Report No. 44). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 78 p. plus 1 drawing.
- Wong, H.N. & Pang, L.S. (1996). Application of Prescriptive Measures to Soil Cut Slopes (GEO Report No. 56). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 52 p.
- Wong, H.N., Pang, L.S., Wong, A.C.W., Pun, W.K. & Yu, Y.F. (1999). Application of Prescriptive Measures to Slopes and Retaining Walls (GEO Report No. 56). (2nd Edition). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong, 73 p.
- Works Bureau (1993). Control of Visual Impact of Slopes (Works Bureau Technical Circular No. 25/1993). Works Bureau, Government Secretariat, Hong Kong, 4 p.
- Works Bureau (1999). Geotechnical Manual for Slopes - Guidance on Interpretation and Updating (Works Bureau Technical Circular No. 13/99). Works Bureau, Government Secretariat, Hong Kong, 12 p.
- Works Bureau (2000). Improvement to the Appearance of Slopes (Works Bureau Technical Circular No. 17/2000). Works Bureau, Government Secretariat, Hong Kong, 3 p.
- Yu, Y.F., Siu, C.K. & Pun, W.K. (2005). Guidelines on the Use of Prescriptive Measures for Rock Cut Slopes (GEO Report No. 161). Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Hong Kong, 31 p.

符號詞彙表

符號詞彙表

A	無細料混凝土回填
B	無細料混凝土回填地基高度
D	土釘區域深度
f_t	擋土牆頂部上方填土層的垂直厚度
f_w	從牆背頂部測量的填土層深度
H	斜坡的高度，例如，從坡腳到坡頂的斜坡最大高度
H_d	土工合成複合排水材質（或類似產品）
H_e	斜坡最大有效高度
H_r	擋土牆地面高度
H_u	斜坡上方部位的高度
H_w	牆體後方所設計的地下水位高度
h	擋土牆高度
i	牆背角度
L	牆體回填後材質中土釘部份的長度（m）
L_{free}	擋土牆和牆體回填土壤內土釘部份的長度
L_{total}	土釘總長度
N	臨界區所需的每支立板的土釘數量
P	擋土牆水平總荷載
q	等效均勻壓力的疊加荷載值
r_u	孔隙平均水壓比
S_h	土釘水平間距
S_v	土釘垂直間距
T_w	擋土牆平均厚度
t_s	附加表牆規定厚度
U	平坦排水道與坡頂間的垂直距離

v	潛在不穩定岩塊的體積
α	斜坡前方的地形坡度
β	斜坡上方的地形坡度
φ_h	土釘鑽孔直徑
φ_r	土釘直徑
γ	土壤單位重量
θ	牆面角度

GEO PUBLICATIONS AND ORDERING INFORMATION

土力工程處刊物及訂購資料

<p>A selectea list oi major GEO publications is given in the next page. An up-to-date iull list of GEO publications can be found at the CEDD Website http://www.cedd.gov.hk on the Internet under "Publications". Abstracts for the documents can also be found at the same website. Technical Guidance Notes are published on the CEDD Website from time to time to provide updates to GEO publications prior to their next revision.</p>	<p>部份土力工程處的主要刊物目錄刊載於下頁，而詳盡及最新的 土力工程處刊物目錄,則登載於土木工程拓展署的互聯網網頁 http://www.cedd.gov.hk 的“刊物”版面之內。刊物的摘要及更新 刊物內容的工程技術指引,亦可在這個網址找到。</p>
<p>Copies of GEO publications (except maps and other publications which are free of charge) can be purchased either by:</p>	<p>讀者可採用以下方法購買土力工程處刊物，地質圖及免費刊物除外)：</p>
<p><u>writing to</u> Publications Sales Section, Information Services Department, Room 402, 4th Floor, Murray Building, Garden Road, Central, Hong Kong. Fax: (852) 2598 7482</p>	<p><u>書面訂購</u> 香港中環花園道 美利大廈 4 樓 402 室 政府新聞處 刊物銷售組 傳真:(852) 2598 7482</p>
<p><u>or</u> -Calling the Publications Sales Section of Information Services Department (ISD) at (852) 2537 1910 -Visiting the online Government Bookstore at http://www.bookstore.gov.hk -Downloading the order form from the ISD website at http://www.isd.gov.hk and submit the order online or by fax to (852) 2523 7195 -Placing order with ISD by e-mail at puborder@isd.gov.hk</p>	<p><u>或</u> -致電政府新聞處刊物銷售小組訂購(電話：(852) 2537 1910)-進入網上「政府書店」選購,網址為 http://www.bookstore.gov.hk -透過政府新聞處的網站(http://www.isd.gov.hk)於網上遞交 訂購表格,或將表格傳真至刊物銷售小組(傳真：(852) 2523 7195) -以電郵方式訂購(電郵地址：puborder@isd.gov.hk)</p>
<p>1:100 000, 1:20 000 and 1:5 000 maps can be purchased from:</p>	<p>讀者可於下列地點購買 1:100 000,1:20 000 及 1:5 000 地質圖：</p>
<p>Map Publications Centre/HK, Survey & Mapping Office, Lands Department, 23th Floor, North Point Government Offices, 333Java Road, North Point, Hong Kong. Tel: 2231 3187 Fax: (852) 2116 0774</p>	<p>香港北角渣華道 333 號 北角政府合署 23 樓 地政總署測繪處 電話:2231 3187 傳真:(852) 2116 0774</p>
<p>Requests for copies of Geological Survey Sheet Reports, publications and maps which are free of charge should be sent to:</p>	<p>如欲索取地質調查報告、其他免費刊物及地質圖,請致函：</p>
<p><u>For Geological Survey Sheet Reports and maps which are free of charge:</u> Chief Geotechnical Engineer/Planning, (Attn: Hong Kong Geological Survey Section) Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Civil Engineering and Development Building, 101Princess Margaret Road, Homantin, Kowloon, Hong Kong. Tel: (852) 2762 5380 Fax: (852) 2714 0247 E-mail: jsewell@cedd.gov.hk</p>	<p><u>地質調查報告及地質圖：</u> 香港九龍何文田公主道 101 號 土木工程拓展署大樓 土木工程拓展署 土力工程處 規劃部總土力工程師 (請交:香港地質調查組) 電話:(852) 2762 5380 傳真:(852) 2714 0247 電子郵件:jsewell@cedd.gov.hk</p>
<p>For other publications which are free of charge: Chief Geotechnical Engineer/Standards and Testing, Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, Civil Engineering and Development Building, 101Princess Margaret Road, Homantin, Kowloon, Hong Kong. Tel: (852) 2762 5346 Fax: (852) 2714 0275 E-mail: wmcheung@cedd.gov.hk</p>	<p>其他免費刊物： 香港九龍何文田公主道 101 號 土木工程拓展署大樓 土木工程拓展署 土力工程處 標準及測試部總土力工程師 電話:(852) 2762 5346 傳真:(852) 2714 0275 電子郵件:wmcheung@cedd.gov.hk</p>

MAJOR GEOTECHNICAL ENGINEERING OFFICE PUBLICATIONS

土力工程處之主要刊物

GEOTECHNICAL MANUALS

Geotechnical Manual for Slopes, 2nd Edition (1984), 300 p. (English Version), (Reprinted, 2000).

斜坡岩土工程手冊(1998),308 頁(1984 年英文版的中文譯本)。

Highway Slope Manual (2000), 114 p.

GEOGUIDES

Geoguide 1 Guide to Retaining Wall Design, 2nd Edition (1993), 258 p. (Reprinted, 2007).

Geoguide 2 Guide to Site Investigation (1987), 359 p. (Reprinted, 2000).

Geoguide 3 Guide to Rock and Soil Descriptions (1988), 186 p. (Reprinted, 2000).

Geoguide 4 Guide to Cavern Engineering (1992), 148 p. (Reprinted, 1998).

Geoguide 5 Guide to Slope Maintenance, 3rd Edition (2003), 132 p. (English Version).

岩土指南第五冊 斜坡維修指南,第三版(2003),120 頁(中文版)。

Geoguide 6 Guide to Reinforced Fill Structure and Slope Design (2002), 236 p.

Geoguide 7 Guide to Soil Nail Design and Construction (2008), 97 p.

GEOSPECS

Geospec 1 Model Specification for Prestressed Ground Anchors, 2nd Edition (1989), 164 p. (Reprinted, 1997).

Geospec 3 Model Specification for Soil Testing (2001), 340 p.

GEO PUBLICATIONS

GCO Publication #Review of Design Methods for Excavations (1990), 187 p. (Reprinted, 2002). 1/90

GEO Publication # 1/93

GEO Publication # 1/2000

GEO Publication # 1/2006

GEO Publication # 1/2007

GEO Publication # 1/2009

Review of Granular and Geotextile Filters (1993), 141 p.

Technical Guidelines on Landscape Treatment and Bio-engineering for Man-made Slopes and Retaining Walls (2000), 146 p.

Foundation Design and Construction (2006), 376 p.

Engineering Geological Practice in Hong Kong (2007), 278 p.

Prescriptive Measures for Man-Made Slopes and Retaining Walls (2009), 76 p.

GEOLOGICAL PUBLICATIONS

The Quaternary Geology of Hong Kong, by J.A. Fyfe, R. Shaw, S.D.G. Campbell, K.W. Lai & P.A. Kirk (2000), 210 p. plus 6 maps.

The Pre-Quaternary Geology of Hong Kong, by R.J. Sewell, S.D.G. Campbell, C.J.N. Fletcher, K.W. Lai & P.A. Kirk (2000), 181 p. plus 4 maps.

TECHNICAL GUIDANCE NOTES

TGN 1 Technical Guidance Documents

編譯：水土保持局技術研究發展小組

Research and Technology Development Team, SWCB, COA

December 2018

本文件之翻譯及轉載，均符合香港著作權法相關規定。