



農業部農村發展及水土保持署
Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation, MOA

香港「人造斜坡和擋土牆規範性措施」 文獻導讀

減災監測組 黃偉宸

113年11月5日



內容大綱

- 壹、背景說明
- 貳、規範性措施的概述
- 參、其他考慮事項
- 肆、結論



壹、背景說明

文章名稱：香港【人造斜坡和擋土牆規範性措施】

翻譯連結：<https://tech.ardswc.gov.tw/api/File/1179>

原文連結：

https://www.cedd.gov.hk/filemanager/eng/content_150/ep1_2009.pdf

GEO 出版品 # 1/2009

人造斜坡和擋土牆規範性措施



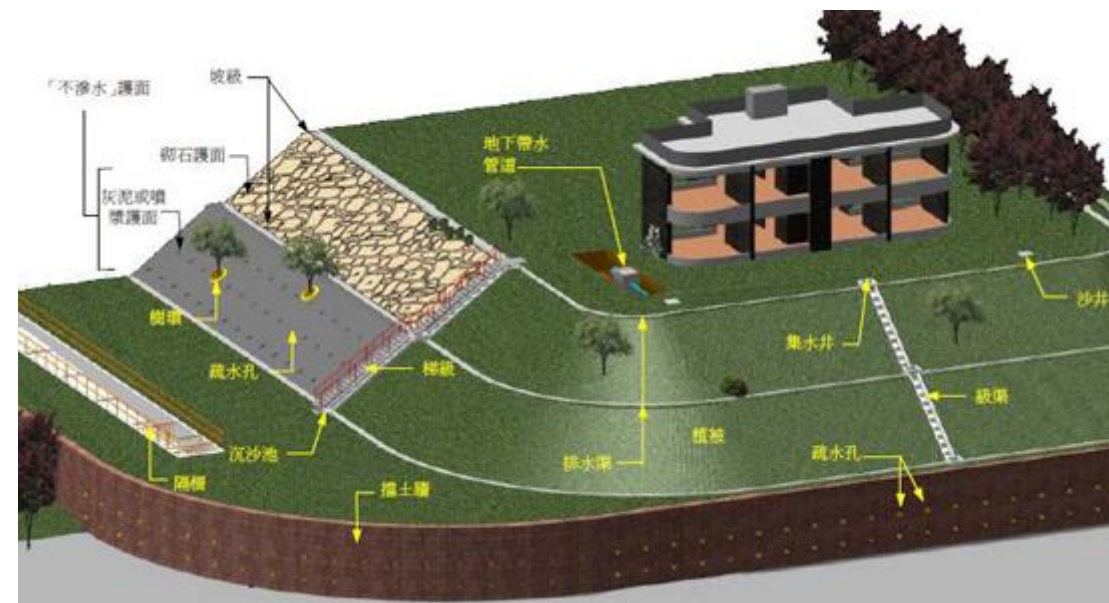
土力工程處

香港特別行政區政府土力工程處土木工程拓展署

壹、背景說明

簡述：

本指南主要提供一套統一的、標準化的設計指南，來改善香港現有人造斜坡和擋土牆的**穩定性**，並**有效地預防地滑風險**。涵蓋了削土坡、填土斜坡、岩坡、混凝土擋土牆和砌築擋土牆等常見的人造斜坡設施。這些人工設施的安全性和穩定性直接影響到坡面周邊地區的安全。本指南的發布旨在幫助工程人員**進行風險預防、養護工程和升級改造工作**，確保坡面設施在設計使用壽命內的穩定性和安全性。





壹、背景說明

眾多前人研究：

岩坡穩定工程(如 Brand 等人，1983; Dubin 等人，1986)

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)

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

根據大量的實地調查結果，結合以往地滑事件的經驗，制定了本指南的規範性措施。

貳、規範性措施的概述

表 2.1：不同種類規範性措施之應用

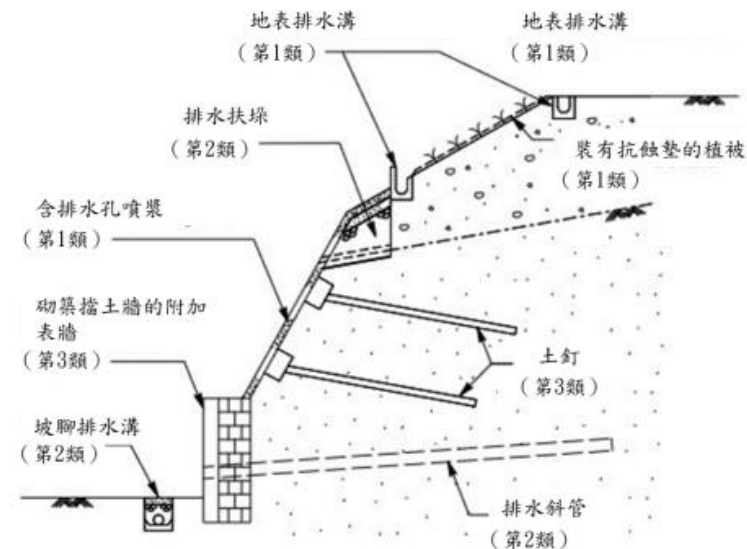
斜坡種類	改善工程的種類		
	預防養護工程	升級工程(1)	地滑修復工程
削土坡(2)	一般採用第 1 和/或 2 類，有時候採用第 3 類。	第 3 類，一般採用第 1 和/或 2 類補強。	一般採用第 1 和/或 2 類，有時候採用第 3 類。
削石坡		一般整合採用第 1、2、3 類。	
擋土牆		第 3 類，一般採用第 1 和/或 2 類補強。	一般採用第 1 和/或 2 類
填土斜坡	一般採用第 1 和/或 2 類	參見註(3)	

註：

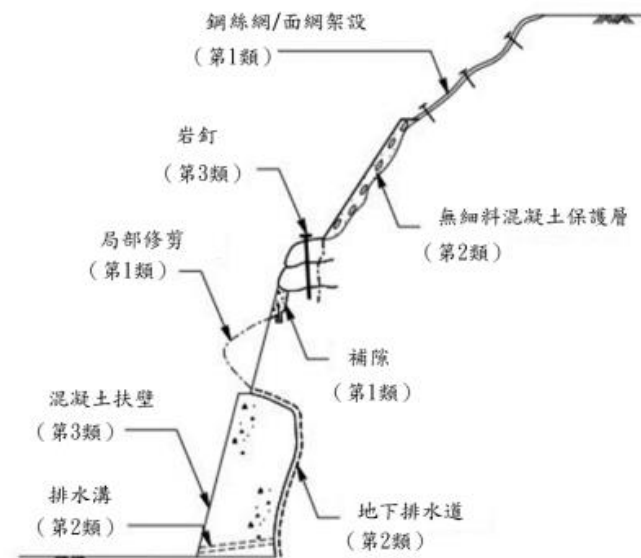
(1)斜坡應符合第5章第3類規範性措施的升級工程資格標準。

(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



貳、規範性措施的概述—第1類

第1類規範性措施：

- 地表防護功能
- 表面排水控制
- 局部穩定性加強

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



貳、規範性措施的概述—第1類

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。

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



貳、規範性措施的概述—第1類

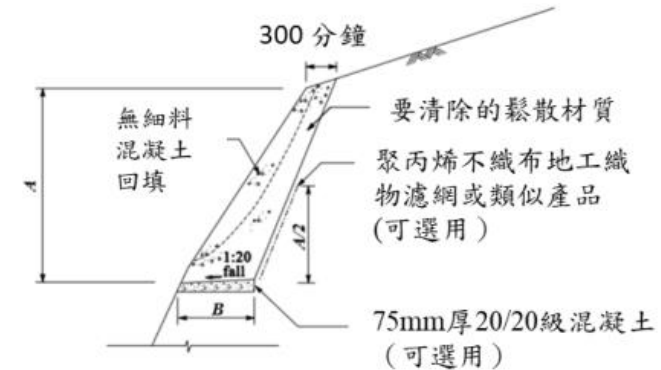
表面排水措施：

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，應提供新造地表排水溝設施，藉此改善排水系統的容水能力並儘量降低堵塞風險。

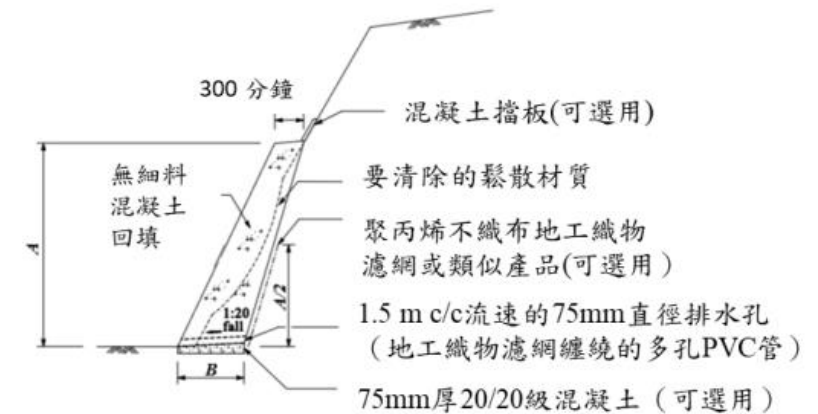
貳、規範性措施的概述—第1類

局部穩定措施：

針對**過度陡峭或凹陷區域**（如地滑）可進行修剪或填充無細料混凝土，藉此回復斜坡剖面避免造成局部性的斜坡不穩狀況。



(a)斜坡AT上方處



(b)斜坡AT上方處



貳、規範性措施的概述—第1類

小結：

第1類措施的應用可以作為防範地滑的第一道防線，特別是在一些年久失修的老舊坡面上。這些表面保護和排水措施不僅有助於**維持坡面的穩定性**，還具有**減少坡面滲水**、延長坡面使用壽命的效果。



貳、規範性措施的概述—第2類

第2類規範性措施：

- 改善地表下方排水功能
- 降低地下水位
- 減少水壓對坡體穩定性

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

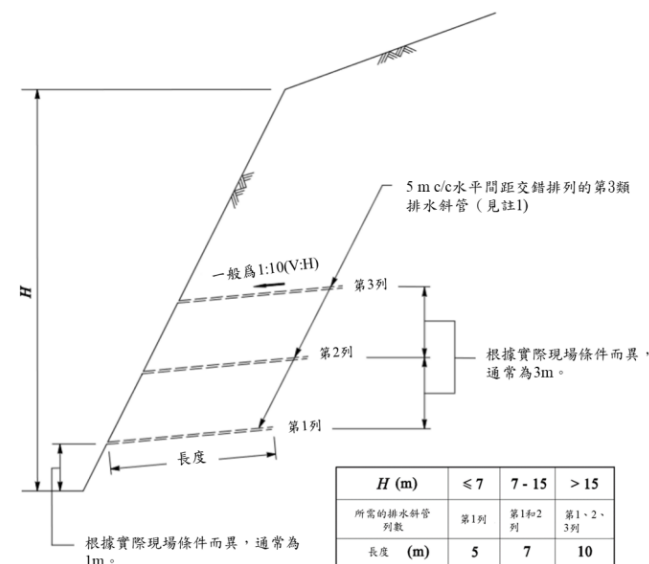
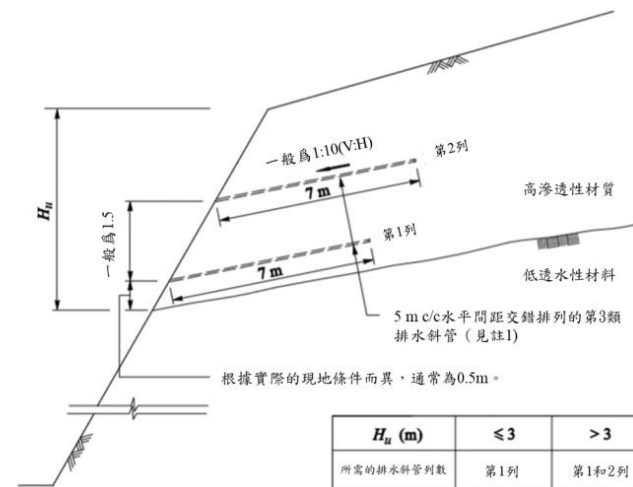


貳、規範性措施的概述—第2類

排水斜管：

坡頂排水斜管用**於控制低滲透性地層內具有高滲透性土層的地下水**，防止其對坡體結構造成不利影響。

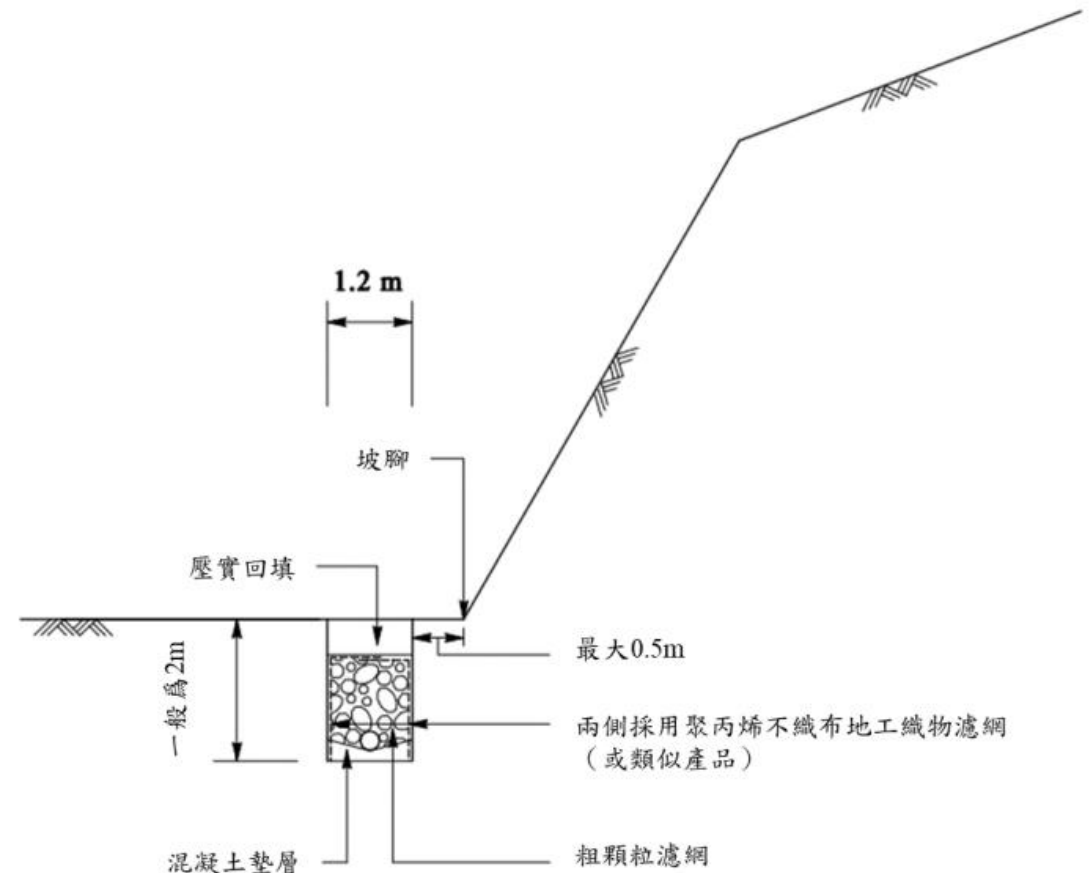
坡趾排水斜管則能**有效降低雨後地下水的短期快速上升現象**。



貳、規範性措施的概述—第2類

坡趾排水溝：

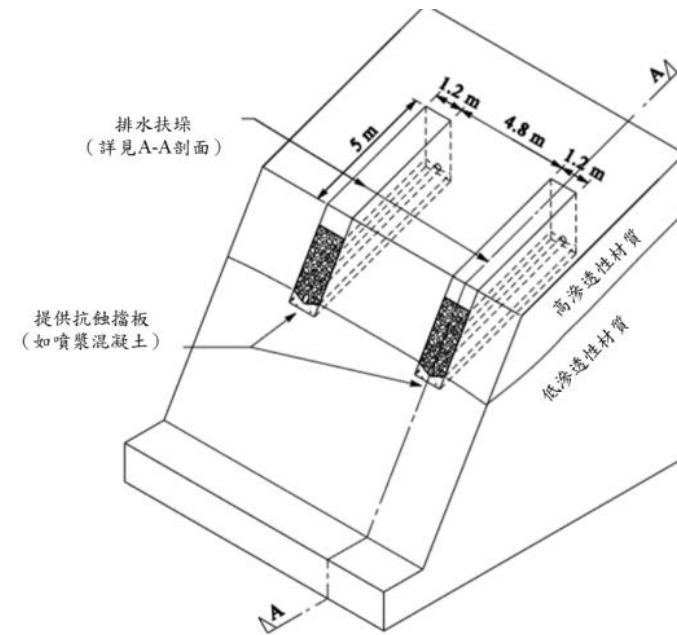
有效地**降低**坡面下方的**地下水位**，特別是當地質結構中包含高水位且地下水流動頻繁的區域時。



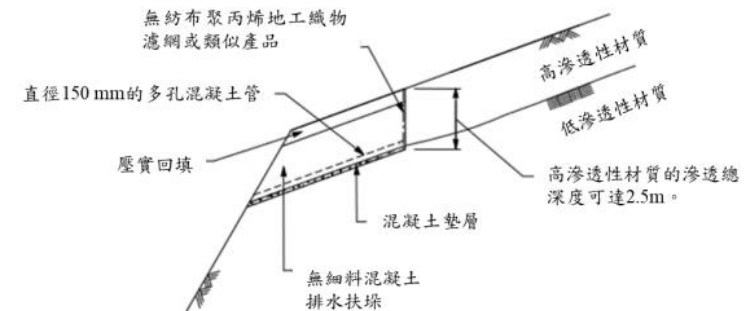
貳、規範性措施的概述—第2類

排水扶垛：

主要用於處理**迅速積聚水壓**的坡面，例如含有薄層鬆散土壤的風化岩層。



等軸視圖

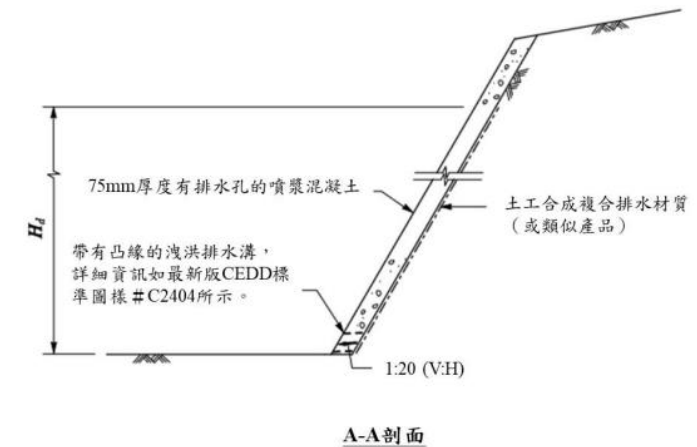
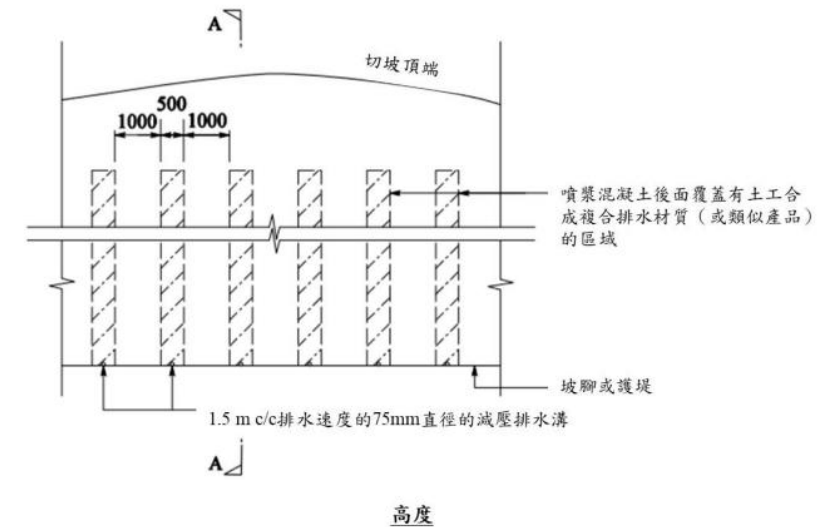


A-A剖面

貳、規範性措施的概述—第2類

減壓排水溝：

釋放硬質表面後的水壓，
減少滲水引起的內部水壓風險，這對於已經出現水壓問題的坡面來說是一個重要的補充措施。





貳、規範性措施的概述—第2類

小結：

第2類規範性措施的重點在於有效地**控制地下水壓力**，這對於穩定斜坡、減少地滑風險至關重要。



貳、規範性措施的概述—第3類

第3類規範性措施：

物理上的結構支撐，強化整體結構的穩定性。常用的技術包括土釘、岩釘、混凝土擋土牆的附加表牆等。

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



貳、規範性措施的概述—第3類

土釘：

這是一項在削土坡的坡體內插入鋼釘或混凝土釘的技術，用以**提供額外的內部支撐**，可以有效提高坡體的**抗滑動力**，是常見的加固措施之一。土釘的設計需根據坡體的特定特性，包括坡體的高度、坡度以及土壤的抗剪強度等。



貳、規範性措施的概述—第3類

確定斜坡所需安全係數 (FOS) 的增加幅度：

- (1) 大型 FOS 範圍 I ($0.3 < FOS \leq 0.5$)
- (2) 中型 FOS 範圍 II ($0.1 < FOS \leq 0.3$)
- (3) 小型 FOS 範圍 III ($0 < FOS \leq 0.1$)

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

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

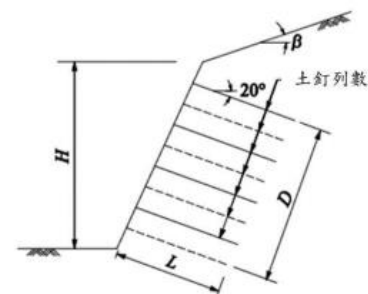
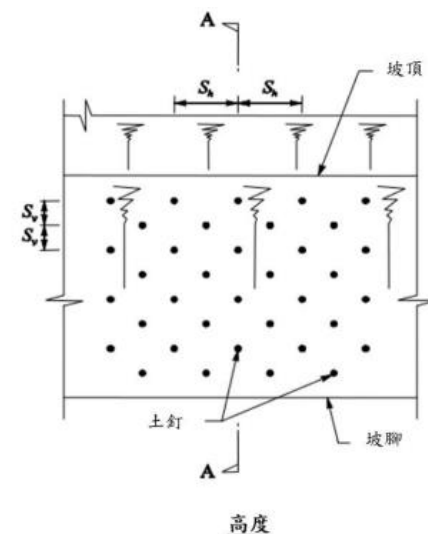
H = 斜坡的高度，從坡腳到坡頂的最大高度 (m)。 β = 斜坡上方的地形坡度 (度) q = 斜坡上等效均勻壓力的疊加荷載值 (kPa)



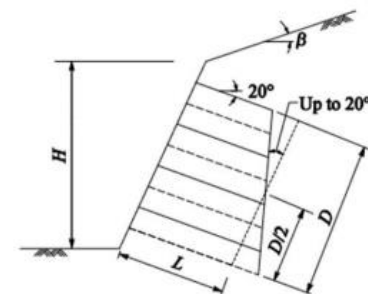
貳、規範性措施的概述—第3類

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



A-A剖面

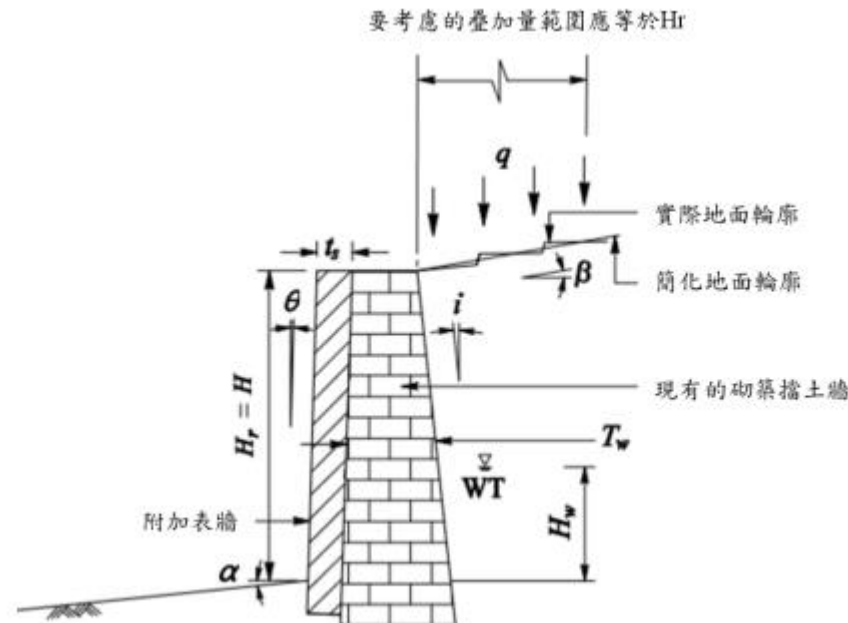


A-A剖面(替換性裝設)

貳、規範性措施的概述—第3類

附加表牆：

加建在擋土牆外部的鋼筋混凝土牆，能夠有效分散坡體壓力並提升擋土牆的穩定性。



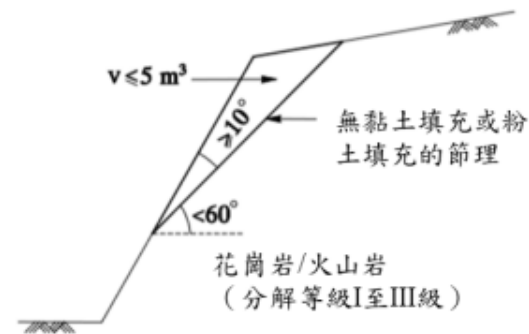
貳、規範性措施的概述—第3類

混凝土扶壁：

針對在岩石坡面的一種穩定技術，特別是在**破碎岩石區域**應用廣泛。扶壁的設置能夠穩定破碎的岩石，避免其滑動或坍塌。

岩釘：

主要用於**岩石坡面**，其目的在於固定鬆散的岩塊，防止岩石滑落。



潛在落石量 不穩定岩塊體積 v (m ³)	岩塊數量所需岩釘
$v \leq 1$	1
$1 < v \leq 2$	2
$2 < v \leq 3$	3
$3 < v \leq 4$	4
$4 < v \leq 5$	5



貳、規範性措施的概述—第3類

小結：

第3類規範性措施旨在通過**結構性的支撐**來提升坡面和擋土牆的穩定性。無論是土釘、坡趾矮牆結合的支撐，還是混凝土扶壁和岩釘技術，這些措施都是針對坡面不同風險狀況設計的，能夠**有效降低滑動風險**並延長結構使用壽命。

參、其他考慮事項

斜坡外觀與造景：隨著城市發展和公共環境美化需求的提升，斜坡工程不僅要確保結構穩定性，還應考慮其**美觀效果**。特別是在城市區域內的坡面，設計時應儘量與周邊環境融為一體，減少視覺上的突兀感。

樹木保護：在施工過程中應儘量**保護**原有的樹木和植被，尤其是在施工影響區內。因為樹木的根系可以有效地鞏固土壤，為坡面提供天然的穩定性。



參、其他考慮事項

斜坡和擋土牆施工在某些區域會受到地形、土質和水文條件的限制。例如在鄰近居民區或關鍵公共設施的地方，**施工可能會對周邊結構造成潛在影響**。建議在施工前進行充分的地質勘測和風險評估，並採取相應的預防措施。對於敏感區域內的結構，應採取如振動控制、噪音抑制等施工方法，並在必要時設置支撐結構以避免不必要的影響。文件還建議在施工過程中安裝監測設備，實時監控坡面和周圍結構的狀態，保證施工過程的安全。

參、其他考慮事項

最後，養護和維護對於斜坡和擋土牆的長期穩定性至關重要。完工後應**定期**進行斜坡和擋土牆的**檢查和維護**，特別是排水設施，確保其正常運行。排水系統是斜坡工程中重要的一環，若排水不暢，會對結構穩定性產生不利影響。定期的養護可以及時發現並解決排水堵塞或其他小問題，避免這些小問題發展成為影響結構穩定的大隱患。文件建議施工單位和管理單位應密切配合，制定詳細的維護計劃，包括定期檢查、植被修整和必要的結構修補。



肆、結論

- 第1類措施**集中於表面保護和排水**，如植被覆蓋、坡頂排水道和局部穩定修整等，主要針對表層水土流失和滲水風險。
- 第2類措施則**專注於地下排水**，通過坡頂和坡趾排水斜管、排水扶垛和減壓排水溝等設施，控制深層地下水壓力，確保坡體在受水壓時依然穩定。
- 第3類措施則**著重於結構支護**，包含土釘、混凝土擋土牆附加表牆、混凝土扶壁和岩釘技術，這些支撐技術為坡面提供物理支撐力，能有效防止結構滑動和坍塌。
- 在其他考慮事項中提出了**環境和視覺影響的考量**，建議在坡面美化和樹木保護方面進行多層面的規劃，以確保人工坡面與自然環境和諧共存。

報告完畢 敬請指教



農業部農村發展及水土保持署
與您一起打拼