

坡面崩塌造成之勞動災害 防止對策

2010年3月

獨立行政法人 勞動安全衛生綜合研究所編纂

行政院農業委員會水土保持局保育治理組

黃世慶 導讀

坡面土砂崩塌 之勞動災害

側溝開挖時側
溝崩塌

擋土先行工法
(2003年)

坡面開挖工程
坡面崩塌

設立「坡面崩塌造成之勞動災害
防止對策調查研究會」
(2009年3月24日~2010年3月31日)

坡面崩塌造成之勞動災害現況 調查與分析

本調查係針對1989年到2002年14年之間的營建業界死亡災害案例與重大災害案例，選出其中道路工程、建築整地工程等邊坡開挖工程所發生的坡面崩塌，調查其造成之勞動災害。本報告針對這類180個案例中，129件掌握詳細狀況的死亡災害、20件重大災害（其中18件與死亡災害重複），計131件，進行調查、分析。

發包機構別災害發生狀況

- **地方公共團體**(都道府縣、市町村)發包工程造成之災害占8成
- **道路工程**所發生災害占7成

- **地方公共團體**發包工程金額占全體70~75%
- 中央政府：工程金額高且規模大
- 地方公共團體：工程金額小且規模小

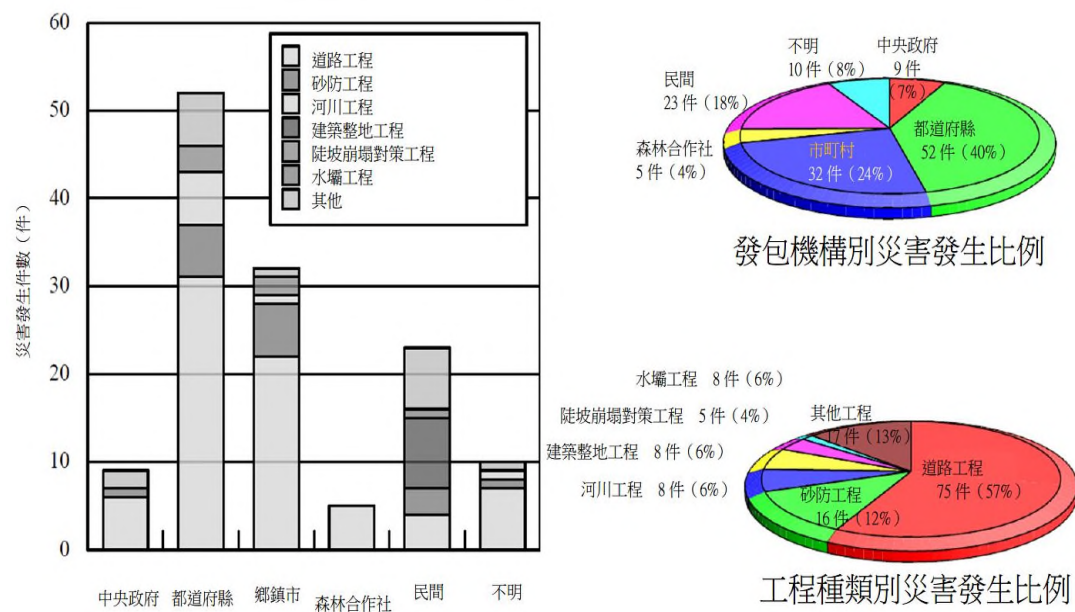


圖-2.1 發包機構別災害發生件數

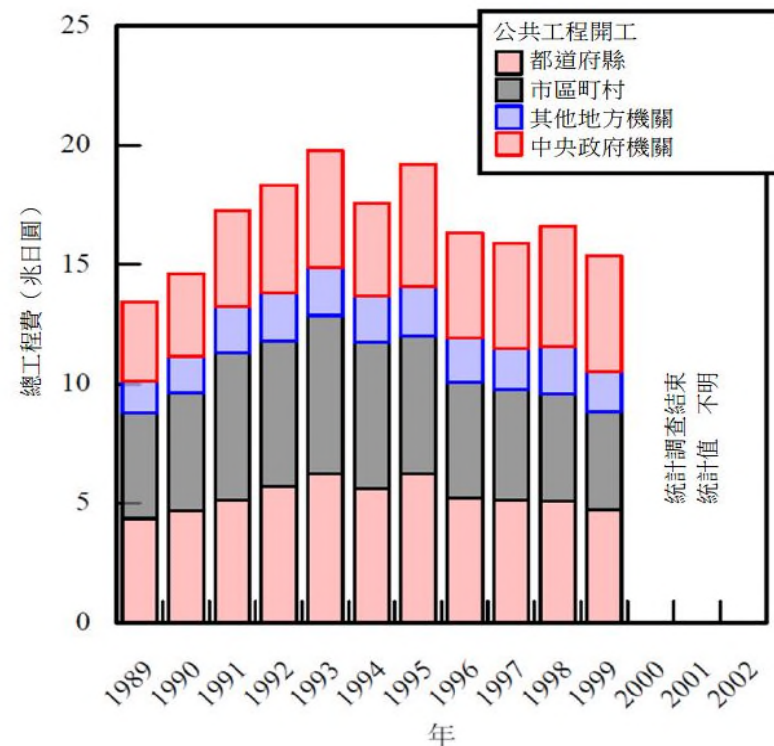


圖-2.2 公共工程開工統計

工程規模別災害發生狀況

➤ 承包金額：

- ✓ 未滿2000萬日圓之工程約占勞動災害案件3成
- ✓ 承包金額愈高，勞動災害愈少

➤ 分包次數：

- ✓ 原始承包廠商發生勞動災害比例約6成，其中承包金額未滿2000萬日圓者所導致工程災害最多

表-2.1 發生勞動災害工程的承包金額與轉包次數之關係

分包次數 承包金額（日圓）	原始承包	第一次分包	第二次分包	第三次分包	第四次分包	第五次分包	不明次數的分包	計
～2000 萬	24	8	5	1		1		39
2000 萬～4000 萬	15	4						19
4000 萬～6000 萬	10	1						11
6000 萬～8000 萬	3							3
8000 萬～1 億	5							5
1 億～2 億	6							6
2 億～	1	1		1				3
不明	10	14	9	2			10	45
計	74	28	14	4	0	1	10	131

- 工期在半年內所發生的勞動災害占65% → 短工期工程發生較多勞動災害

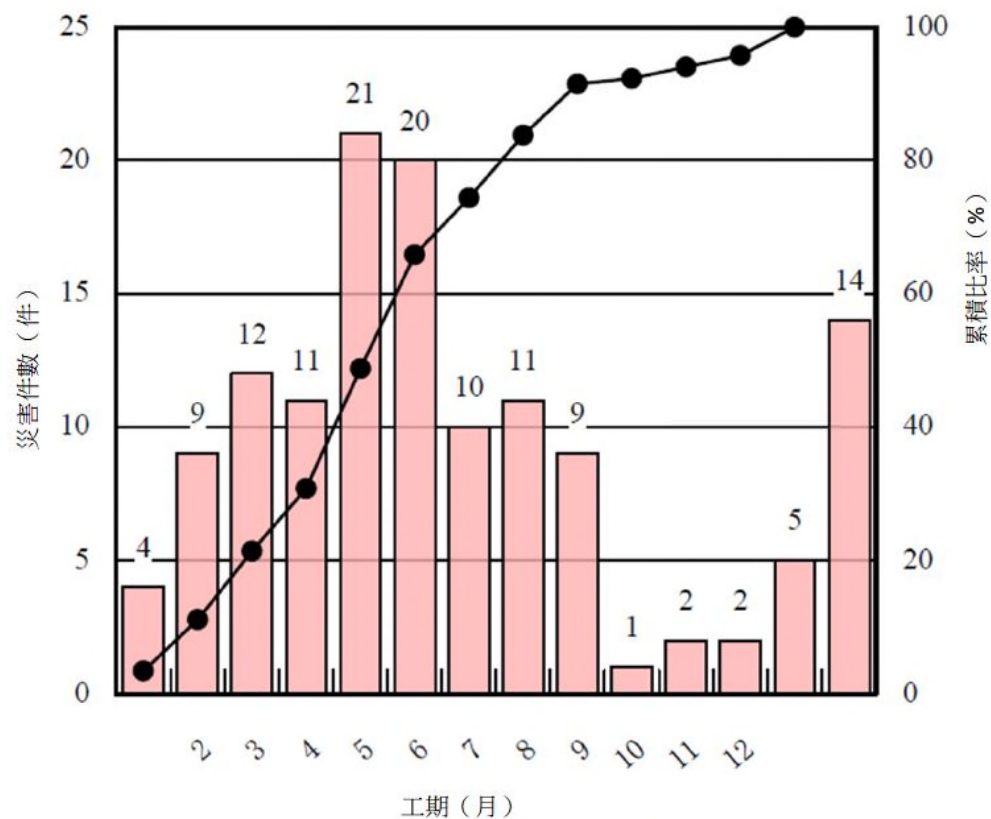


圖-2.3 工期別災害件數

- 作業人數1~4人，發生災害占36%
- 10人以下，發生災害占90%以上

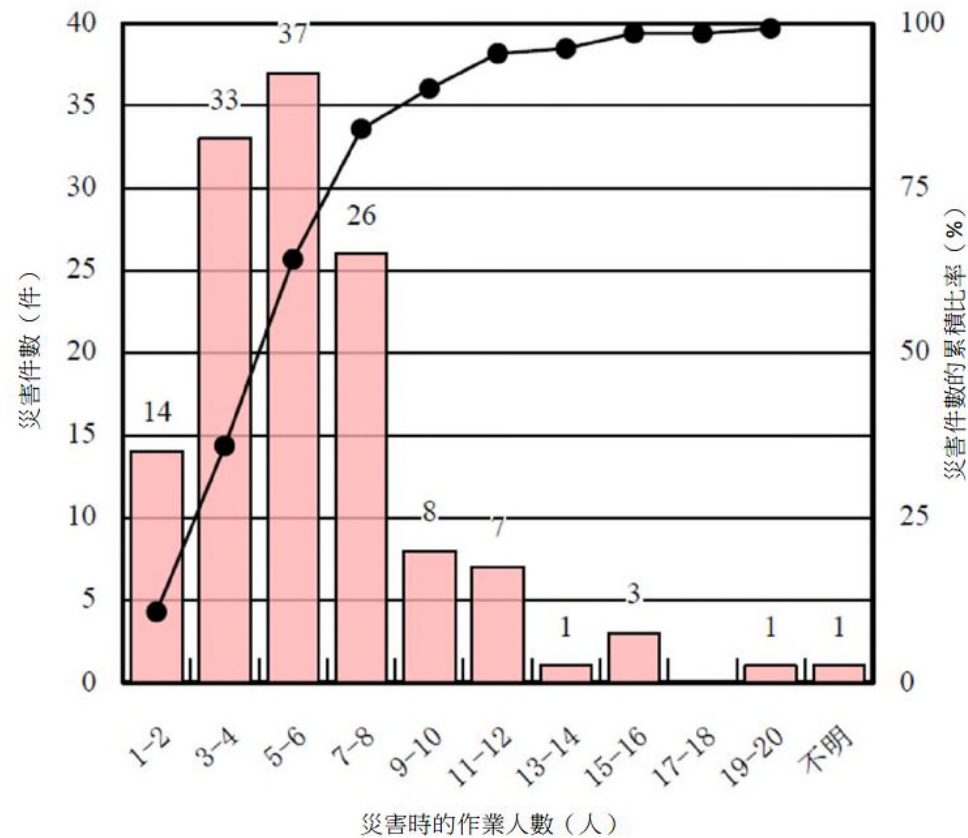


圖-2.4 災害發生時作業人數別的發生件數

- 由上可知，開挖工程所發生之勞動災害
 - ✓ 承包金額低
 - ✓ 工期短
 - ✓ 作業人數少的小規模工程
- 中小規模施工業者常有安全衛生管理知識與技能不足或相關專業人員不足的問題，這也是小規模工程常發生勞動災害主要原因之一

工程種類別災害發生狀況

- 一般邊坡安定化對策工法，主要有擋土牆工與坡面保護工
- 擋土牆工所發生災害約占7成，可見勞動災害多與擋土牆工相關工程有關

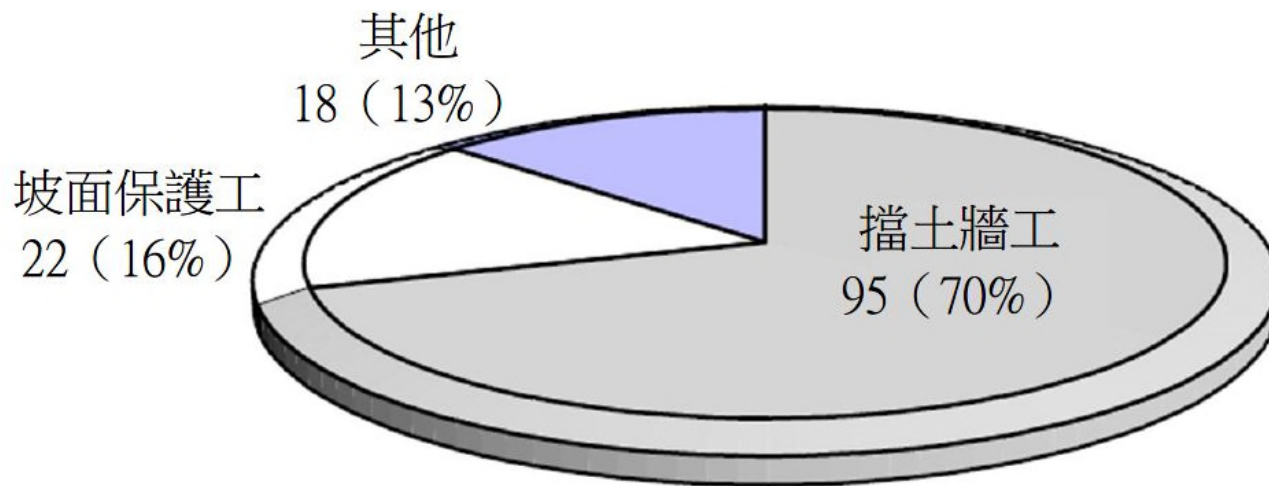
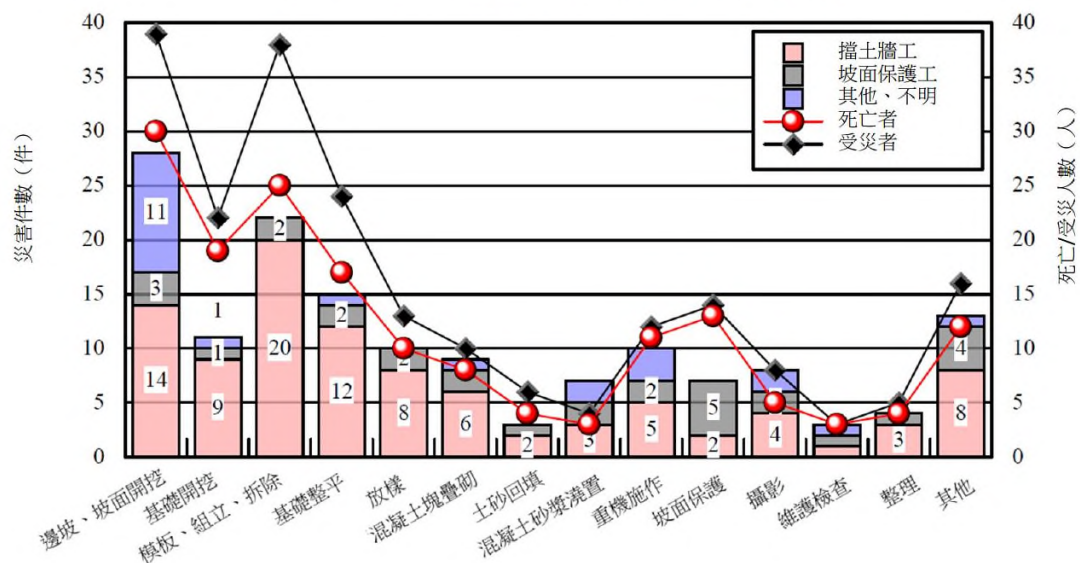


圖-2.5 災害的工程種類別比例

- 地盤、坡面開挖過程發生災害：邊坡與坡面開挖(28件)與基礎開挖(11件)
- 與地盤、坡面開挖無直接關聯之坡面崩塌災害
 - ✓ 模板組立與拆除22件
 - ✓ 基礎整平14件
 - ✓ 放樣8件混凝土塊疊砌9件
- 災害原因
 - ✓ 模板組立與拆除作業需在擋土牆與邊坡地盤之間的**狹窄空間**進行，坡面崩塌逃脫不及
 - ✓ **需在開挖陡峭坡面、不穩定坡面實施作業**
 - ✓ 製作施工管理資料人員需進入完成基礎整平現場(最危險狀態)邊坡下方，實施拍照與尺寸量測，占1成左右—此類施工監督作業時發生的**坡面崩塌**，亦為土砂崩塌造成之勞動災害**無法進一步降低重要因素**

圖-2.6 災害發生時受災者正在進行的作業



- 擋土牆設計實務上通常是考慮完工後的穩定性，並不會檢討危險度最大的基礎開挖、基礎整平时的穩定性
- 實際上，目前日本工程界多還未考慮這類坡面崩塌防止對策工，便實施人力作業



圖-2.7 挖方邊坡正下方擋土牆的施工狀況案例

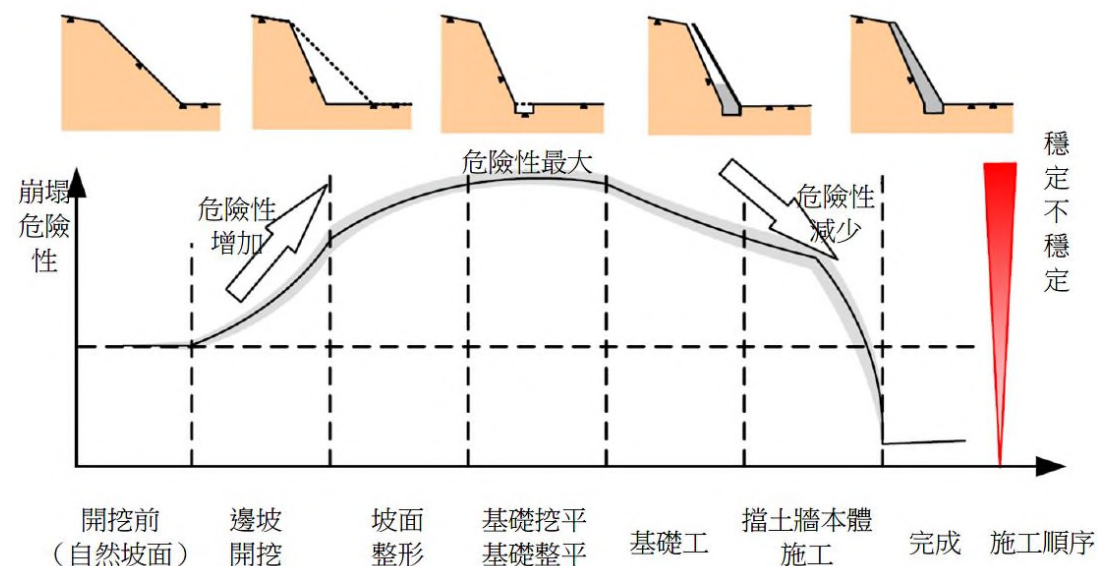


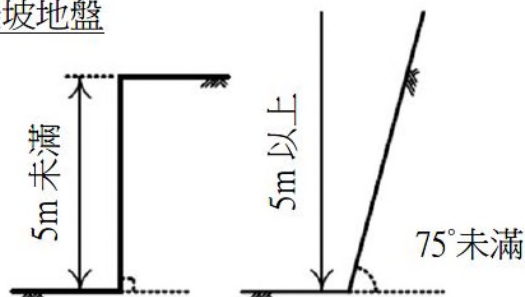
圖-2.8 擋土牆工施作時的坡面崩塌危險性時間序列模式圖

崩塌邊坡地盤相關分析

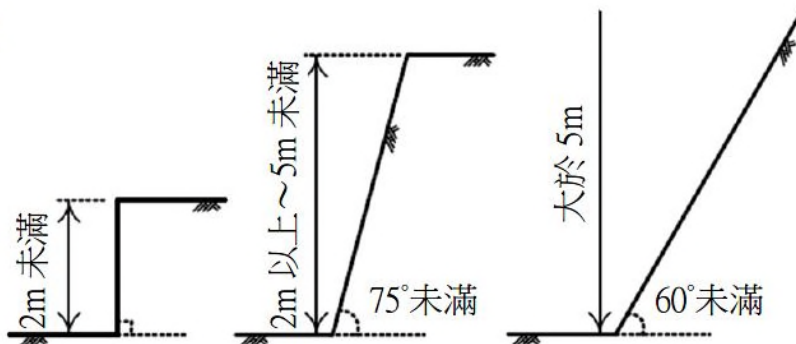
- 地形上容易誘發坡面崩塌的主要因素：**邊坡坡度**、**邊坡地盤高度**

勞動安全衛生規則第 356 條

- 岩盤或堅硬黏土所構成的邊坡地盤

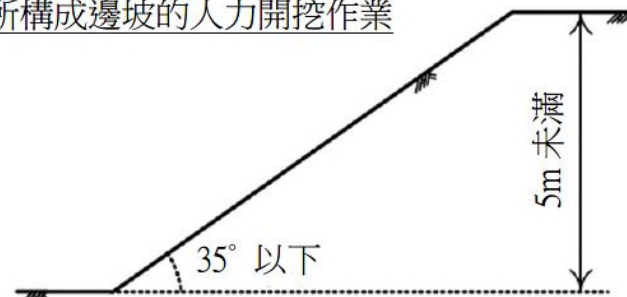


- 其他邊坡



勞動安全衛生規則第 357 條

- 砂石所構成邊坡的人力開挖作業



- 爆破容易造成崩塌的邊坡地盤

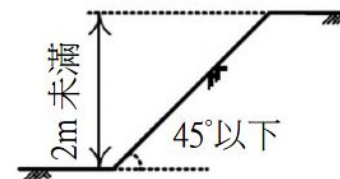


圖-2.9 勞動安全衛生規則第 356、357 條所規範之邊坡地盤高度與坡度關係

➤ 違反規範

- ✓ 灰色部分：其邊坡高度與坡度之關係違反安衛則第356條
- ✓ 虛線部分：岩盤或堅硬黏土所構成邊坡地盤違規
- ✓ 雙重線：其他邊坡地盤違規
- ✓ 安衛則第356、357條**僅適用於人力開挖，不適用動力或牽引式挖土機**
- ✓ 右表違反規範的53件案例之中，僅有少數為人力開挖，大多數係機械開挖或開挖作業以外作業造成
- ✓ 因此，不論採用何種開挖方法，都應擬定適當對策

表-2.2 崩塌邊坡的高度與坡度別分類

	60° 未滿	60° 以上 75° 未滿	75° 以上 90° 未滿	90°	不明	合計
2m 未滿		1	1	2		4
2m 以上 5m 未滿	1	15	8	1		25
5m 以上 10m 未滿	8	12	3	3	1	27
10m 以上 30m 未滿	10	16	5	1	1	33
30m 以上 50m 未滿	2	1			1	4
50m 以上	1	3				4
不明	8	12	4	1	9	34
合計	30	60	21	8	12	131

- 崩塌規模：崩塌土方量未滿 50m^3 之**小規模災害**有60件，**占6成**
- 小規模坡面崩塌災害，通常是**瞬間發生土體滑動**，邊坡附近作業者即使察覺，亦避難不及而受災
- 地盤調查：
 - ✓ 安衛則第355條規定，邊坡開挖作業**有導致勞動者身陷危險之虞**時，必須調查作業地點及其周邊邊坡地盤
 - ✓ 身陷危險之虞→進行**2m以上**的開挖面開挖時(含變更)

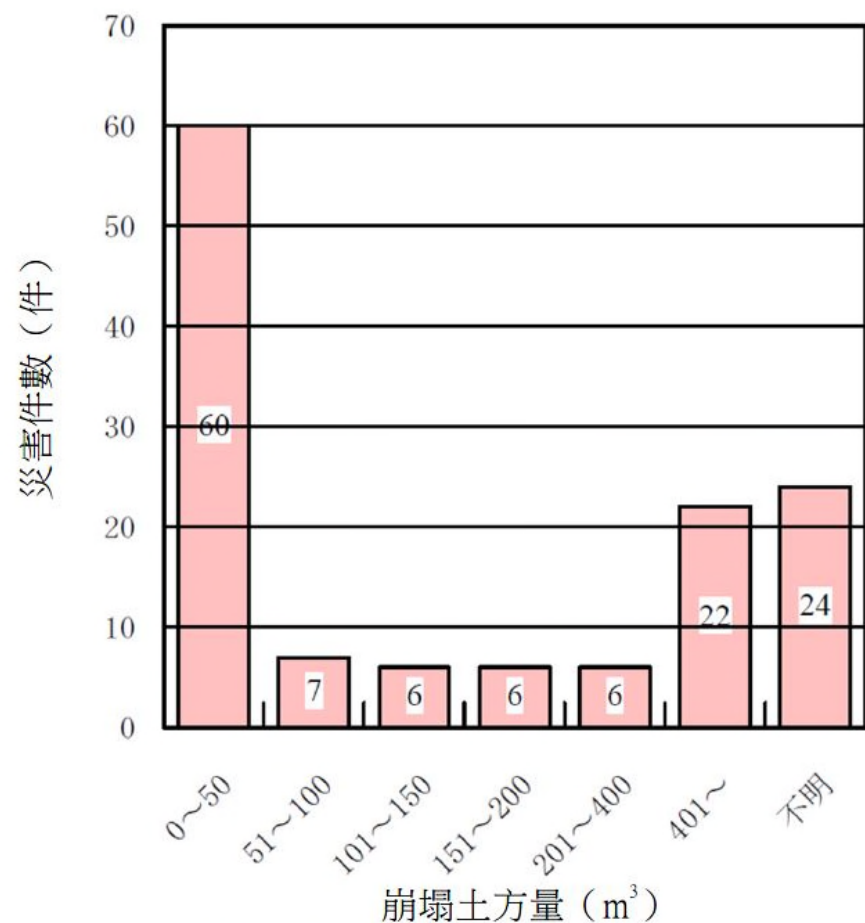


圖-2.10 崩塌土方量別分類

➤ 災因分析結果綜合整理：

- ✓ 針對坡面崩塌的**前兆**現象，無適當的對應
- ✓ 提供充分科學說明的**調查實施不足**
- ✓ 未充分活用專業的技術知識與能力
- ✓ **小規模工程**發生較多的土砂災害
- ✓ 施工時**缺乏安全的人力配置觀念**

➤ 由上述調查可知

- ✓ 應首先篩選施工前與施工期間具體問題進行考察
- ✓ 結合大地工程專家評估崩塌型態與崩塌原因分類
- ✓ 嘗試建議資料庫，以掌握其趨勢

坡面崩塌造成之勞動災害崩塌 型態與崩塌原因之分類方法

邊坡開挖工程可藉由實施崩塌型態的規模別與地質別分類，以及釐清施工或自然原因所引致崩塌，而在事前調查階段就排除崩塌之因子

■ 分類方法

1. 崩塌型態

✓ 規模別分類

- 落石、侵蝕、表面剝落
- 表層崩塌
- 大規模崩塌、地滑性崩塌
- 不明
- 其他

✓ 地質別分類

- 黏土
- 砂質土
- 崩塌土、風化表層土
- 少龜裂、固結度小的岩石
- 固結度高、龜裂多的岩石
- 不明
- 其他

2. 崩塌原因

✓ 施工造成

- 陡坡開挖
- 基礎開挖
- 載重過大
- 其他
- 不明
- 無

✓ 自然原因

- 降雨、降雪
- 地震
- 地下水、湧水
- 其他
- 不明
- 無

3. 崩塌之發生能否預測

✓ 專家是否預期崩塌可能發生

- 有(施工期間曾有崩塌紀錄)
- 有(數日前曾有降雨)
- 有(曾有碎石零散滾落)
- 有(坡面上方發生龜裂)
- 有(湧水以泥水型態呈現)
- 有(其他)
- 無
- 不明

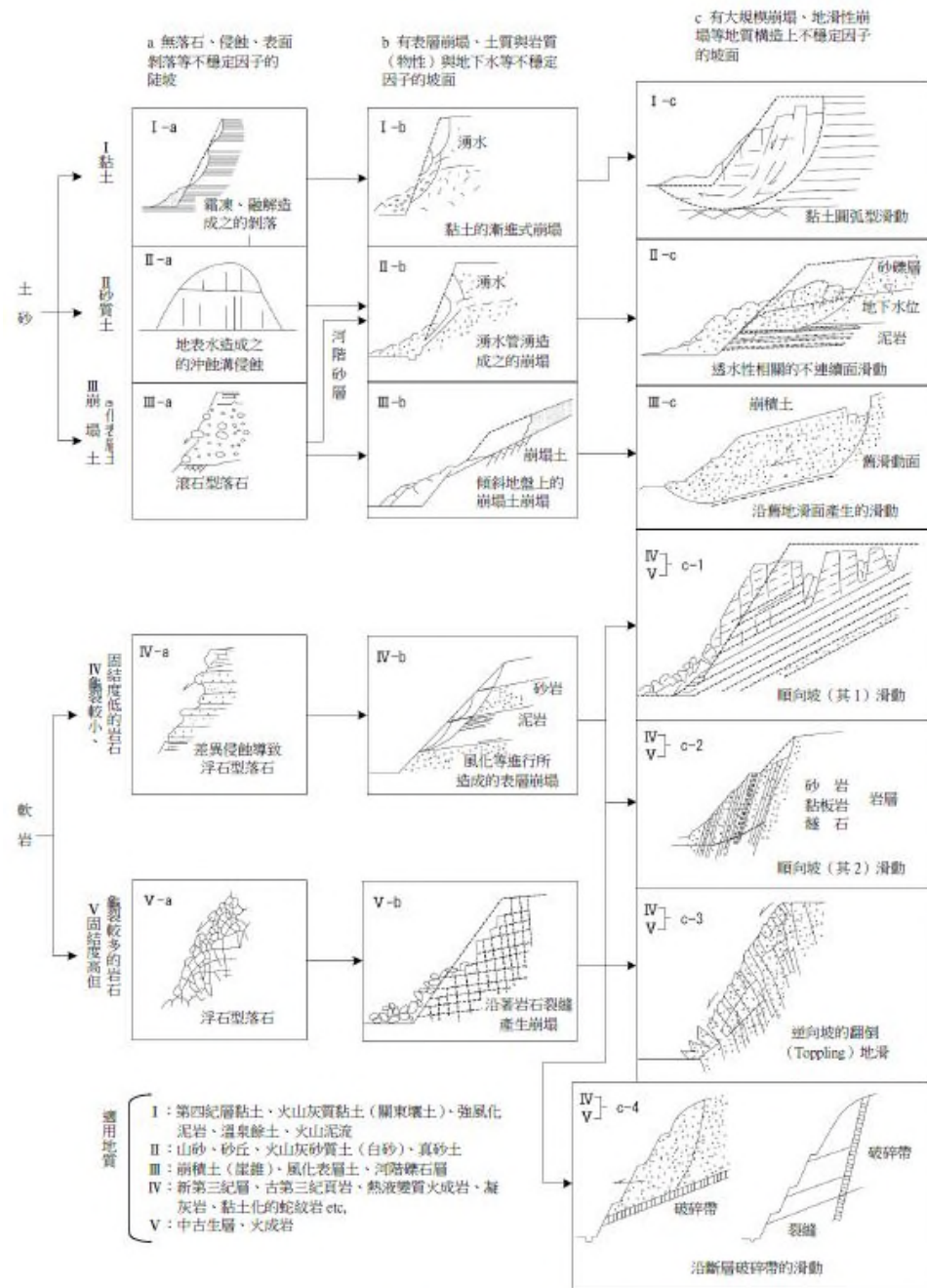


圖-2.11 崩塌型態分類圖(奧國原圖)

崩塌型態的傾向

➤ 規模別分類

- ✓ 表層崩塌災害占60%
- ✓ 表層崩塌+落石、侵蝕、表層剝落災害占87%
- ✓ 與前述小規模崩塌(崩塌土方量 50m^3 未滿者，約占6成)相符

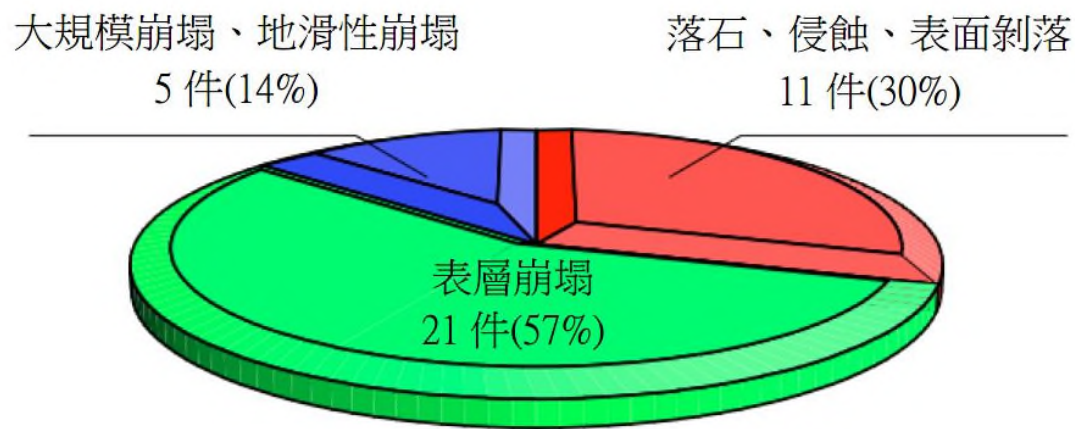


圖-2.12 崩塌型態與規模別的分類

➤ 地質別分類

- ✓ 崩塌土與風化表層土占35%，其次為砂質土與固結度高但龜裂多的岩塊占11%
- ✓ 若能事先進行簡易的地盤調查，很可能可以防範於未然

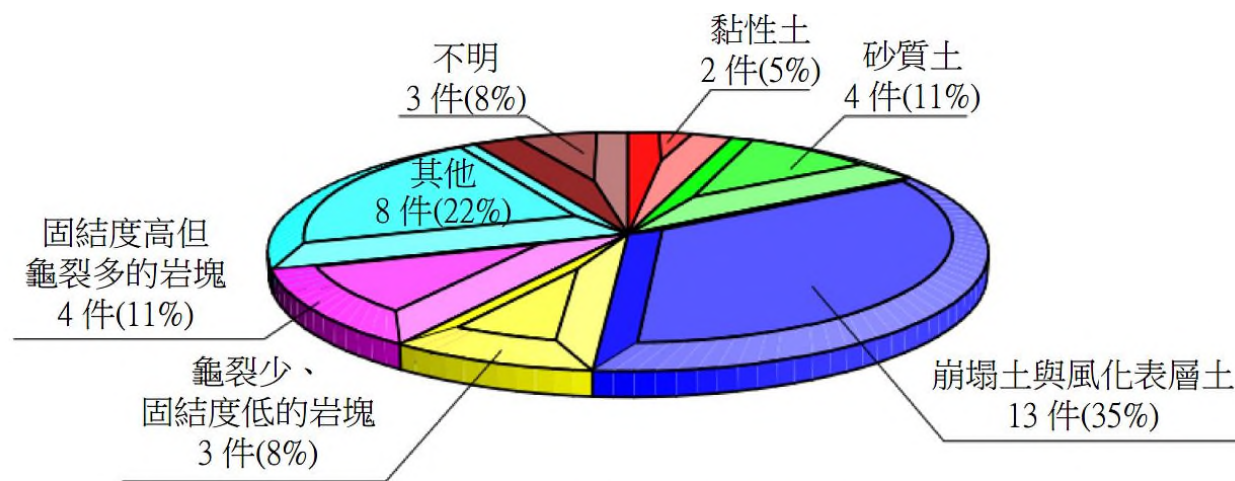


圖-2.13 崩塌型態與地質別的分類

崩塌原因的傾向

➤ 施工造成之崩塌原因

- ✓ 陡坡開挖占46%
- ✓ 基地開挖占35%

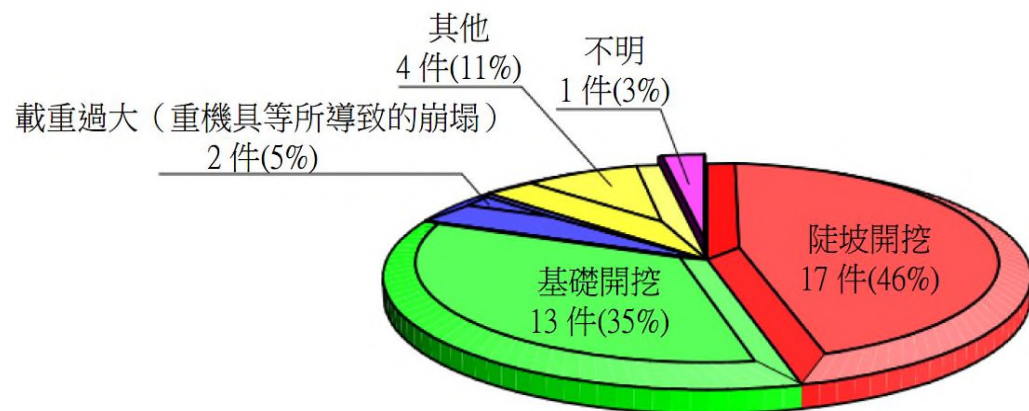


圖-2.14 施工造成之崩塌

➤ 崩塌有無預測可能性

- ✓ 大多數崩塌無預兆或預兆不明，但相同地點曾有施工期間崩塌紀錄與崩塌前碎石零散掉落前兆現象的案例占22%
- ✓ 事前適當處置能相當程度預防崩塌發生

➤ 自然現象造成之崩塌原因

- ✓ 降雨、降雪、地下水、湧水等與水有關的崩塌案例，占6成
- ✓ 可見水與崩塌有很大的關連性

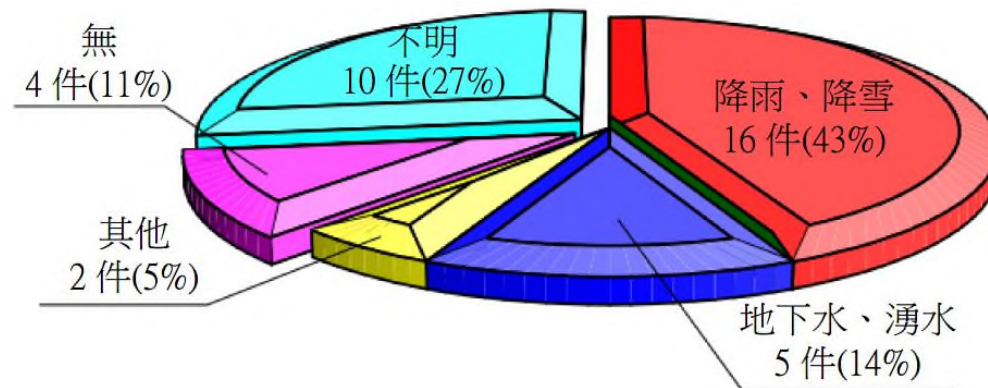


圖-2.15 自然現象造成之崩塌

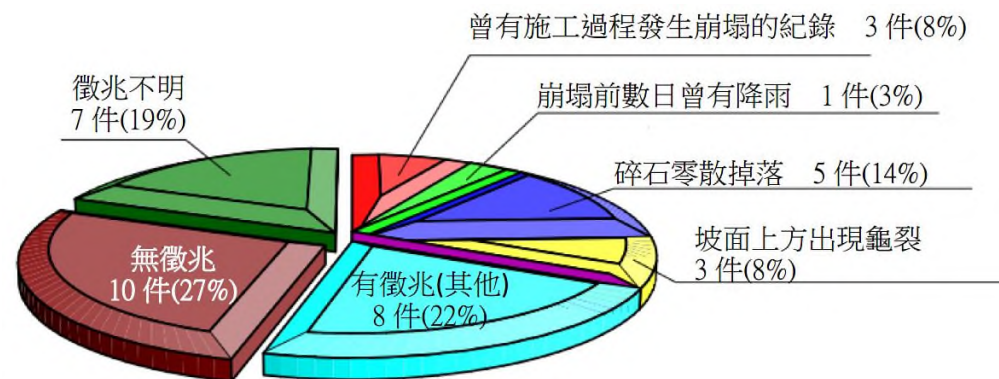


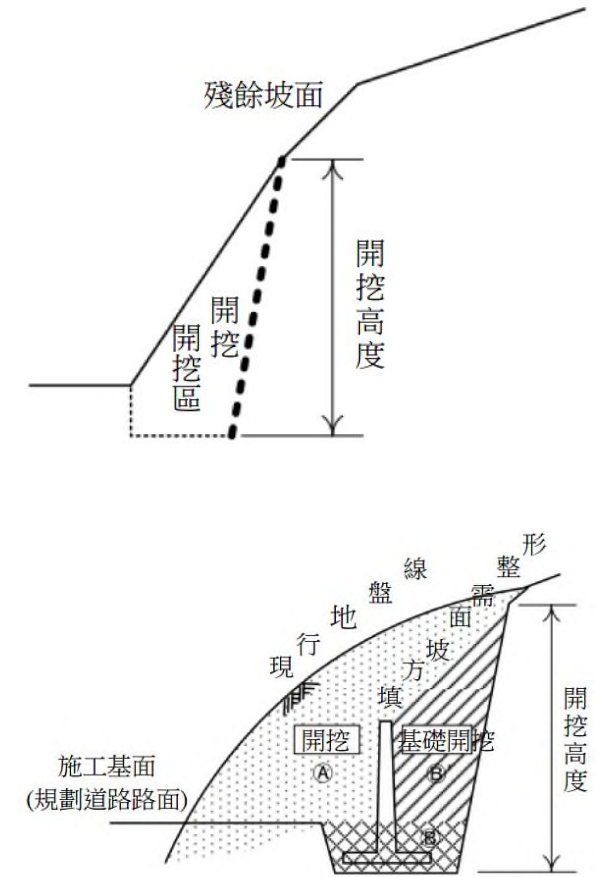
圖-2.16 崩塌有無預測可能性

本調查研究會的檢討事項

本調查研究會針對坡面崩塌造成之勞動災害現況，總計舉行了4次調查研究會與4次工作小組會議

➤ 主要共識

1. 邊坡開挖崩塌造成之勞動災害，須有新的防止對策
 - ✓ 側溝開挖及邊坡開挖所造成之勞動災害防止對策，性質頗有差異
 - ✓ 防止側溝崩塌之「擋土先行工法」，未必能直接適用於邊坡開挖
 2. 需檢討中小規模工程相關安全管理機能對策，提出具體方案
 - ✓ 大規模工程幾乎不會發生中小規模常見的死亡災害，原因是大規模工程多半有經驗豐富的機構實施地質調查、設計與施工等，避免死亡災害的安全管理
 - ✓ 中小規模工程對於坡面崩塌危險性，未必有充分認識，安全管理未充分發揮機能，因而現實上一再發生災害
 3. 為維護人命安全，有關單位在重視成本效益分析的同時，也應投入必要經費，改善邊坡工程的安全性
 4. 相關人員教育訓練也很重要，應讓參與邊坡工程全體人員充分掌握邊坡開挖工程勞動防止對策之知識與概念
- 目的：搭配勞動安全衛生相關法令，針對實施擋土牆等工程的中小規模開挖作業或邊坡下方之作業，實施適當的對應，以防止邊坡地盤崩塌、土石掉落，並防止擋土牆工等工程發生勞動災害
- 適用對象：設置擋土牆而需伴隨實施中小規模邊坡開挖作業之工程（指挖方區開挖高度約在10公尺以下的邊坡開挖作業）



B' 區的實際「開挖」作業，歸類為「基礎開挖」

圖-3.1 用語的定義

邊坡下方的安全施工方法

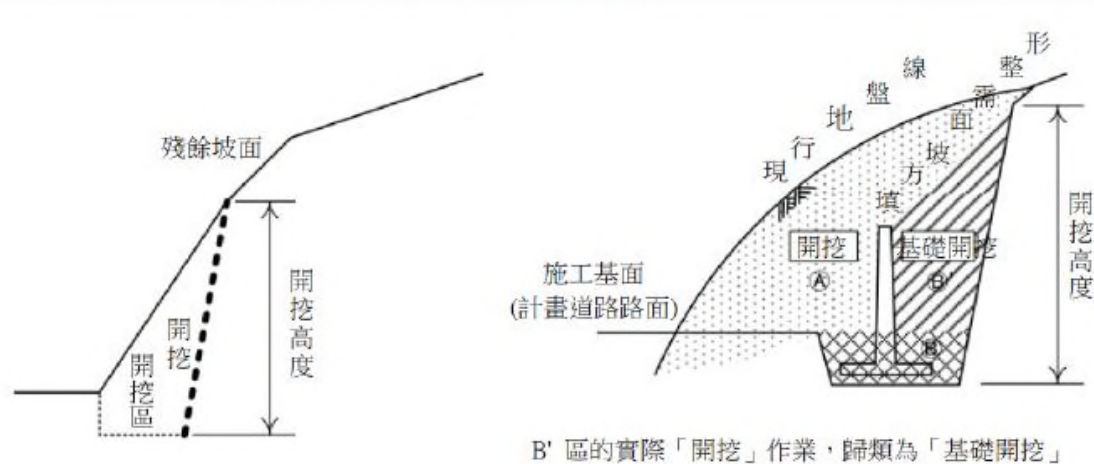
發包者、設計者與施工者三方的坡面崩塌 危險訊號分享

- 邊坡工程有多樣的施工方法與模式，若僅考量硬體措施對策，可能在成本效益考量下而有很多困難，因此**需在設計、規劃與施工各階段**，實施適當有效的**風險評估**
- 邊坡開挖工程實施風險評估困難點在於，**很難完全掌握地盤內部狀況**，且常得挖開才能清楚了解地盤的性質與狀況
- 施工階段發現設計階段**未察覺的新地盤風險**時，**應立刻實施新的風險評估**
- 本調查委員會提案下列3個**維護檢查表**，讓發包、設計者與施工者三方可以分享調查、規劃、設計到施工完成的所有工程之中的開挖邊坡資訊，做為施工過中發現新地盤風險的對應方法
 - **設計與施工階段別維護檢查表**(設計、施工規劃、放樣設置、坡面開挖工程、基礎開挖完成時的各階段，都應針對需特別注意的開挖面調查項目，實施維護檢查)
 - **日常維護檢查表**(施工業者應在開挖工程、擋土牆等工程實施期間，於作業開始與結束時，進行開挖面的邊坡地盤狀況維護檢查)
 - **異常時對應表格**(日常維護檢查表出現異狀時填寫)

表-4.1 設計與施工階段別維護檢查表

本維護檢查表係針對可確認開挖邊坡地盤露頭（①設計、②施工規劃）、表面（③放樣）、內部（④開挖工程實施中 ⑤開挖工程完了）之各階段需特別注意開挖部位調查項目，所設計的核對表格。出現任何表格所列現象。即使符合 1 個項目，即應實施安全性檢討，以安全開挖坡度等確定施工安全的之後，才進行下個施工步驟。

工程地點名稱		在“有無未”上打 0：有=有此現象 / 無=無此現象 / 未=未確認（無法確認）是否有此現象									
位置	因子	項目	現象（確認內容）	①設計	②施工規劃	③放樣	開挖		道路土工 土質調查指南		坡面保護工、邊 坡穩定工指南
							④工程中	⑤完成時	需特別注意的開挖面之調查等		
殘餘坡面	地形	地滑地	有龜裂、落差、等高線凌亂等狀況	有 無 未	有 無 未	有 無 未	有 無	有 無	3-3-2-(3)	4-4-(7)	
		浮石、滾石	有不穩定的狀況	有 無 未	有 無 未	有 無 未	有 無	有 無		4-4-(10)	2-3-6
		倒懸	有新鮮的崩落	有 無 未	有 無 未	有 無 未	有 無	有 無			
開 挖 坡 面	地質 （土、岩質）	崩積土、強風化坡面	不均質且軟弱的土壤	有 無 未	有 無 未	有 無 未	有 無	有 無	2-3-1-(2) i	4-4-(2)	2-3-2-(3) i
		砂質土等	不耐侵蝕的土壤	有 無 未	有 無 未	有 無 未	有 無	有 無	2-4-1-(2) ii		2-3-2-(3) ii
		容易風化的岩石	表層產生土砂化的岩石	有 無 未	有 無 未	有 無 未	有 無	有 無	2-4-1-(2) iii		2-3-2-(3) iii
		多裂縫的岩石	龜裂多、易碎的岩石	有 無 未	有 無 未	有 無 未	有 無	有 無	2-4-1-(2) iv		2-3-2-(3) iv
	構造	順向坡	順向坡龜裂因而容易剝離	有 無 未	有 無 未	有 無 未	有 無	有 無	2-3-2-(6) ii		2-3-2-(3) v
		破碎帶等	有可能滑動的弱層	有 無 未	有 無 未	有 無 未	有 無	有 無	2-3-2-(2)		2-3-2-(3) iv
	湧水	地下水	量多且濁	有 無 未	有 無 未	有 無 未	有 無	有 無	2-4-1-(2) v	4-4-(4)	2-3-2-(3) vi
	凍結	凍結、融化(溶解)	出現明顯的凍結與融化(溶解)	有 無 未	有 無 未	有 無 未	有 無	有 無		4-4-(3)	
	災害記錄	坡面崩塌	附近工程地點曾有崩塌記錄	有 無 未	有 無 未	有 無 未	有 無	有 無	3-2-6-(1) (2)		
	開挖坡度	自立性	開挖作業無法確認、設計規格之坡度	—	—	—	有 無	—			
月／日 維護檢查者簽名				/		/	/	/	/		
可確保施工安全性 月/日 確認者簽名				/		/	/	/	/		



↑
開挖工程實施期
間確認的現象，
部予以填寫

參考資料
道路土工 (1) 土質調查指南、(2) 坡面保護工、邊坡穩定工指南
道路防災維護檢查要領 (道路土工坡面保護工、邊坡穩定工指南附錄 3)
道路土工擋土牆指南參考資料 1)

表-4.2 日常維護檢查表

日常維護檢查表

本維護檢查表內容係實施④開挖工程與⑥在開挖邊坡下方施作擋土牆等作業開始、結束時（註一）邊坡異狀等的確認。
確認有異狀時，應終止作業、實施緊急對應，並報告監工、製作異常對應表格（附件），確認安全後再重新展開作業。

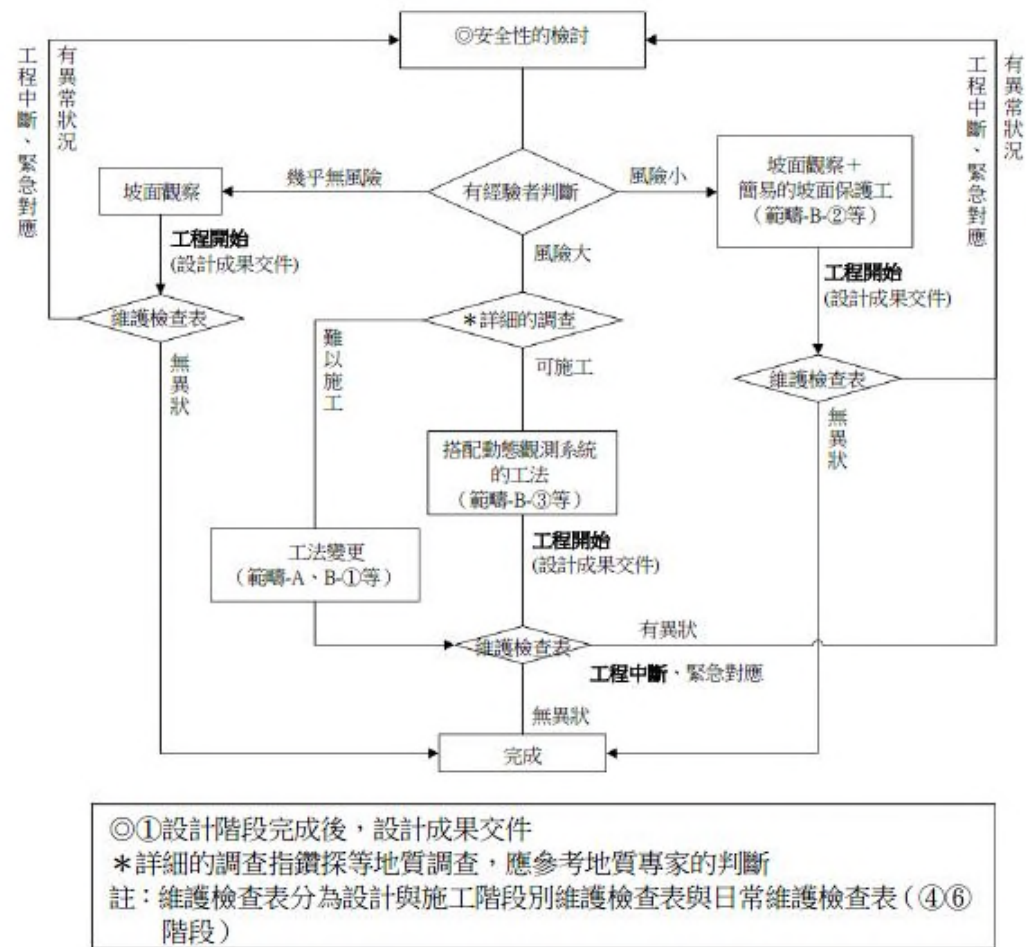
工程名稱		承包企業名稱	
地點名稱			

有無之處圈選：有=有列舉之現象（但剔除風與震動所導致的極微小異狀） 無=無列舉的現象

位置	項目	現象 *註1（查核時期）	月/日	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)
挖方開挖區	挖方坡度	與放樣不合		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	龜裂	有擴大之處		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	隆起	有擴大之處		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	落石	連續出現碎石掉落		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	崩塌	連續出現岩片掉落		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	湧水	量開始變化		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
		出現混濁狀況		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	浮石、滾石	出現變動		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
殘餘坡面與其周邊	其他	出現異狀		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	龜裂	有擴大之處		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	隆起	有擴大之處		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	崩塌、落石	有擴大掉落之處		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	浮石、滾石	出現異狀		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	樹木	出現根部彎曲等根部的異狀		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	構造物	出現異狀		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
其他	其他	出現異狀		有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	降雨時排水與坡面保護對策出現異常狀況			有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	危險地點禁止進入措施出現異常狀況			有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無	有 無
	維護檢查者簽名															

*（註1）查核的時期
(1)開始作業前
(2)作業結束時
(3)降雨後，特別是大雨或連日乾旱之後降雨時
(4)地震後特別是震度 4 以上的地震之後
(5)其他必要之狀況

- 維護檢查表實施過程中
 - ✓ 只要確認有異狀，就應檢討其安全性，提早排除坡面崩塌危險因子，達成安全性施工
 - ✓ 出現異狀，應製作「異常時對應表格」
- 「安全性的檢討」中，實施鑽探等詳細調查、推估崩塌型態、實施開挖邊坡的安定計算，是否符合維護檢查項目基準則由負責人依經驗判斷
 - ✓ 符合項目者：應請教複數專家意見，判斷是要實施詳細僅查、假設的硬體對策，還是需要注意施工等方法
 - ✓ 無法確保安全性：應進行工法變更等地檢討
- 上述的檢討費用，發包後應由與發包者協調決定之(基本上以追加現場管理費中的安全費等，進行設計變更來對應)



硬體對策的範疇(詳細內容參照第5章與表-5.1)						
範疇	A				B	
目的	作業時作業人員不進入開挖下方或短時間進入即可的方法				邊坡(殘餘坡面與開挖區)的補強方法(含即使出現異狀也能確保避難時間、盡可能避免崩塌土砂擴散的方法)	
對策方法	A-①		A-②		B-①	B-②
	以套裝構件施築構造物的方法		以無人化施工施築構造物的方法		邊坡補強的方法	容許變形的較簡易方法
	吊掛式箱型石籠	殘留模板	大型混凝土	以壓入機打樁等	吊掛式箱型石籠	大型混凝土塊
					邊坡地盤補強土工法	簡易坡面保護工
						搭配使用變形與應變感測器類的方法
						搭配動態觀測系統的施工方法

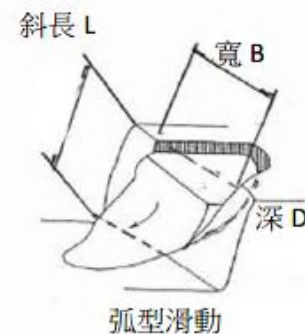
圖-4.2 工程相關穩定性檢討流程圖

異常時對應表格

可放在現場辦公室顯眼處
可只填寫瞭解的部分

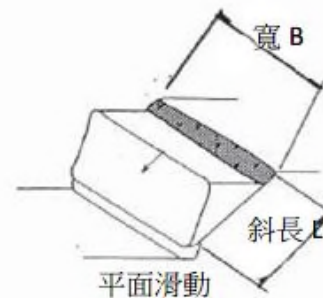
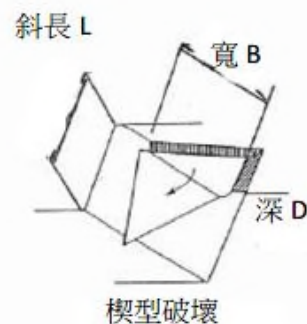
素描例子

1	發生日期時間	2009 年 10 月 2 日 (星期五)				
2	記錄人	姓名：藤井		所屬單位：〇〇		
3	發生時的作業	班長：伊藤	作業員：3 人	作業內容：開挖工程		
4	第一次聯絡	報告	接收訊息者（現場負責人）：藤井		報告人（發現人等）：伊藤 10月 2日 10時	
		作業員的安全	作業員的安全		內容 山田停止操作挖土機。 現場其他二人調往他處。	
			☒ 確保	☐ 受害		
		異狀狀況	☐ 龜裂（坡頂上方、坡面） ☒ 崩塌（全部、局部） ☐ 落石 ☐ 構造物變形		內容 開挖面崩塌寬 3m，斜長 5m，深 1m	
			作業中止的判斷			☒ 中止 ☐ 續行 ☐ 其他
緊急對應	緊急對應 現場維持不動、目視，崩塌未擴大					
5	第二次聯絡	報告	接收訊息者（發包人）：遠藤		報告人（現場負責人）：藤井 10月 2日 10時	
		異狀狀況	異狀的規模（寬、斜長、深度）、變形量（土塊移動量、龜裂寬度、落差等） 以素描或照片填寫（另件）			
		異狀因子誘因等	異狀因子 ☐ 滑動面黏土 ☒ 順向坡滑動 ☒ 土質鬆軟 ☐ 湧水	異狀誘因 ☒ 豪雨 ☐ 融雪 ☐ 土工平衡 ☐ 地震	內容 25mm/hr 的降雨 風化部位較軟，泥岩與 風化泥岩的界面易滑動	
6	對應指示結果報告	今後對應相關的指示事項	・暫時觀察（注意背面是否有往背面或周邊擴大崩塌） ・請顧問現場察看，檢查對應方法 ・到 NO.253~+10 為止，禁止人員進入			
		對應結果報告	接收訊息者（發包人）：遠藤		報告人（現場負責人）：藤井 10月 2日 16時	
		對應內容	・目前並未往背後或周邊擴大崩塌 ・永田顧問現場查看，判斷崩塌不太會擴大 ・10/3 針對今後之對應，與永田等商議 ・到 NO.253~+10 為止，禁止人員進入。也需通知作業員			
7	緊急連絡人（事先填寫）	・發包人	松江市土木工程處 遠藤主任	tel	〇 - 〇 - 〇	
		・承攬人（總公司）	〇〇建設 小林技師	tel	〇 - 〇 - 〇	
		・承攬人（現場）	〇〇建設 藤井	tel	〇 - 〇 - 〇	
		・下包廠商	〇〇組 伊藤	tel	〇 - 〇 - 〇	
		・顧問		tel		



可先附上照片

10月2日素描



安全性檢討時的硬體對策概念

- ◆ 側溝開挖工程的挖溝型態與作業方法幾乎相同---擋土先行工法
- ◆ 邊坡工程有各種開挖方法，不易有百分之百防止崩塌的硬體對策

表-5.1 硬體對策比較一覽表

範疇	A					B			
目的	作業時作業員可不必進入挖方下方或只需短時間進入的方法					邊坡（殘餘坡面與挖方部分）的補強方法（含出現異狀時也能確保避難時間、儘量不讓崩塌土砂擴散的方法）			
對策方法	A-① 套裝構件施築構造物的方法 現有工法與製品		A-② 以無人化施工施築構造物的方法 人員難以進入			B-① 坡面的補強方法 最佳對策	B-② 容許變形的較簡易方法	B-③ 搭配使用可感測變形與應力變化的感測儀器之方法	
	吊掛式箱型石籠	殘留模板	大型混凝土塊	壓入機打樁工法	吊掛式箱型石籠	大型混凝土塊	邊坡地盤補強挖填土工法 (含排水補強工)	簡易坡面保護工	搭配動態觀測系統的施工方法 (邊實施監測邊施工)
永久 臨時	(預鑄型擋土牆) 永久					永久	臨時	永久、臨時	
適用條件	需有排水機能的地點				需有排水機能的地點				
	有重機作業空間		有重機作業空間			有重機作業空間			
	背後邊坡地盤短期內能穩定			背後邊坡地盤短期內能穩定		以逆打工法穩定邊坡			
傳統方法	四角形箱籠	木製、鋼製模板	現場施作擋土牆		無	無	無	噴漿法	

➤ 本報告書所說明工法，無法完全網羅減輕坡面崩塌所造成之勞動災害觀點與概念之所有工法

吊掛式箱型蛇籠

圖 2.1 箱型蛇籠工的分類



圖 2.2 四角型蛇籠



圖 2.3 蛇籠



圖 2.4 加勁鋼絲網蛇籠



圖 2.5 銲接鋼線網蛇籠



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)



(7)



(8)

圖 2.6 吊掛式箱型蛇籠的組立



圖 2.7 箱型蛇籠的充填



圖 2.8 搬運



圖 2.9 於預定的位置完成設置

殘留模板

(1) 混凝土製

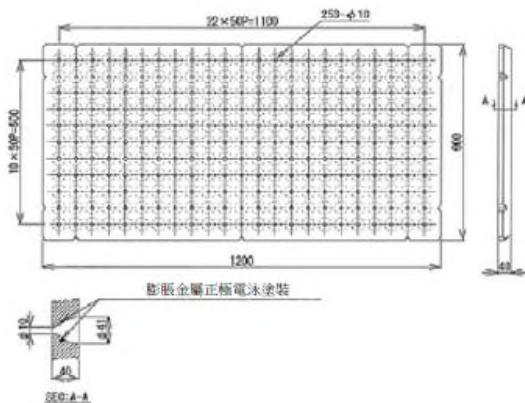
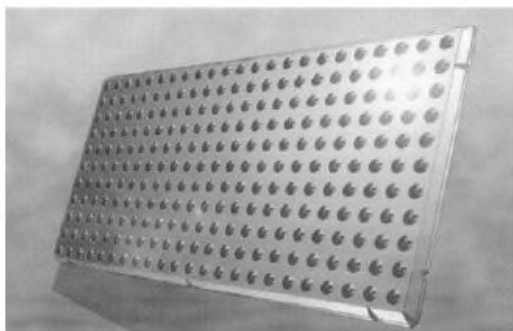


圖 2.10 混凝土製殘留模板的案例(重量 50kg/塊、迷你版 400×800 22kg/塊)



圖 2.11 施工案例(不適用於曲率半徑小於 10m 處)

直接工程費用：6,900 日圓/m²~7,200 日圓/m²

	傳統技術	本工法
成本	854,000 日圓/100m ²	718,000 日圓/100m ² (降低 16%)
每日施工量	32 m ² /日	50 m ² /日(提升 35%)

(2) 鋼製殘留模板

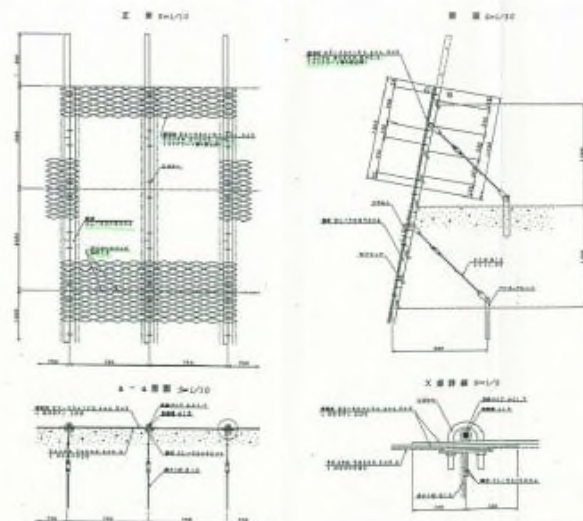


圖 2.12 鋼製殘留模板的概要



圖 2.13 施工狀況



圖 2.14 混凝土澆置後的狀況

	傳統工法	殘留模板工法(電鍍)
成本比較	模板工 8,500 日圓/100m ²	材料費 6,500 日圓/100m ²
	鷹架工 3,000 日圓/100m ²	組立費 1,000 日圓/100m ²
	合計 11,500 日圓/100m ²	合計 7,500 日圓/100m ² (降低 35%)

(3) 木製殘留模板

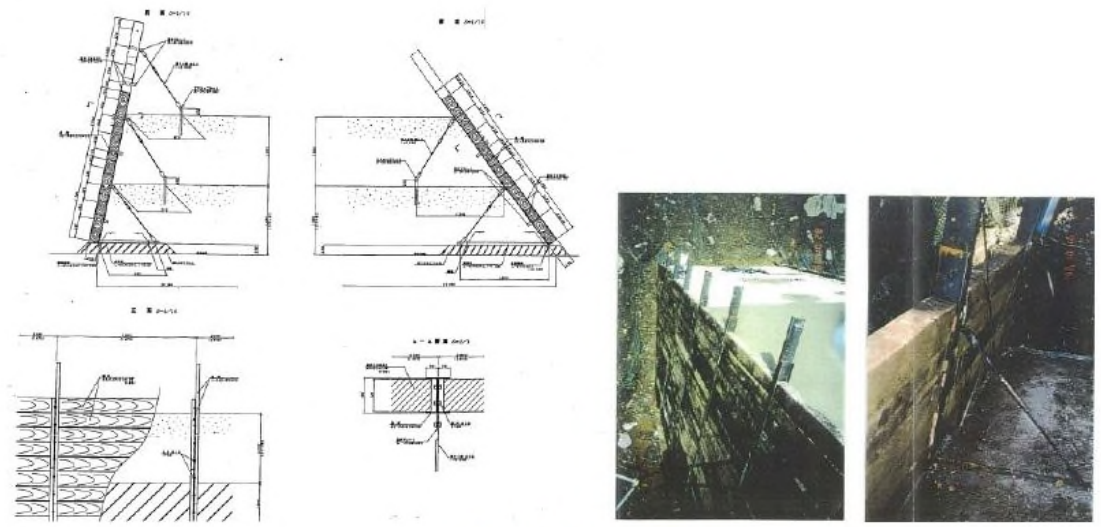


圖 2.15 木製殘留模板的概要

	傳統工法		木製殘留模板
成本比較	模板工	8,500 日圓/100m ²	材料費： 8,000 日圓/100m ²
	鷹架工	3,000 日圓/100m ²	組立費： 1,200 日圓/100m ²
	合計	11,500 日圓/100m ²	合計： 9,200 日圓/100m ² (降低 20%)

(4) 廢輪胎殘留模板

廢輪胎(日本每年總產量約 80 萬噸：1990~1992 年資料)，可當作廢材有效利用。

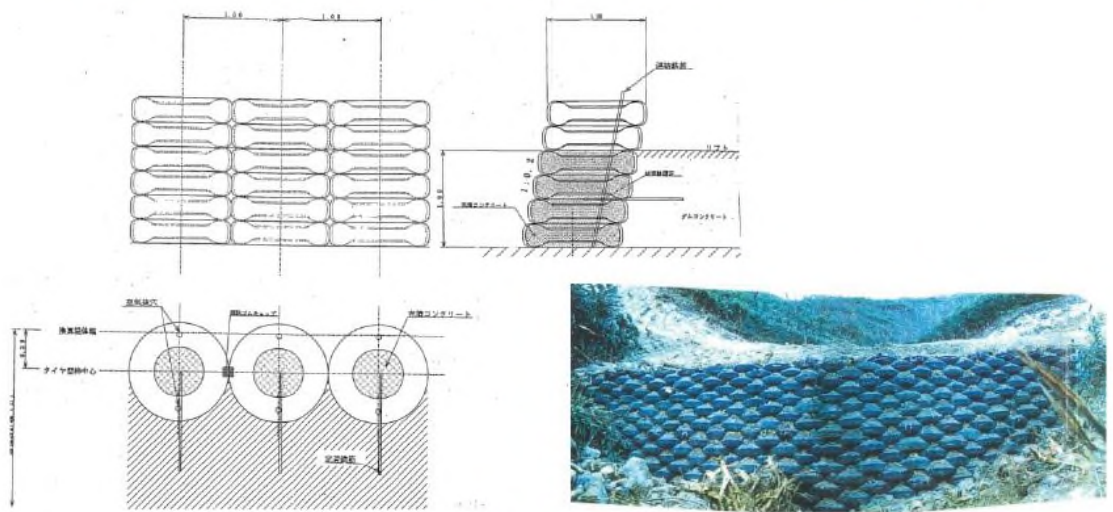


圖 2.16 廢輪胎殘留模板概要

	傳統工法		廢輪胎殘留模板
成本比較	模板工	8,500 日圓/100m ²	直接材料工程費
	鷹架工	3,000 日圓/100m ²	卡車輪胎(Ø1m) 5,300 日圓/1m ²
	合計	11,500 日圓/100m ²	鋼筋(D19、l=1m) 400 日圓/m ²
			合計： 5,700 日圓/m ² (降低 50%)

無人化施工—吊掛式箱型蛇籠



圖 2.17 工程概要

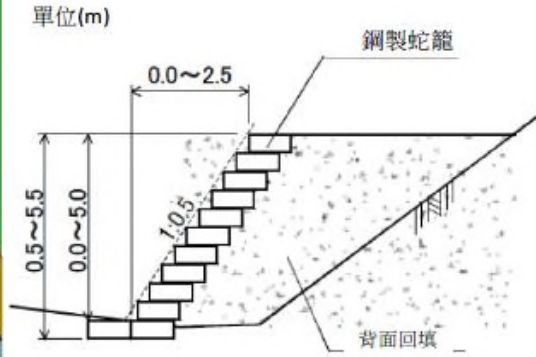


圖 2.18 護岸工斷面

無人化施工所使用的遙控式營建機械，如表 2.1 所示。

表 2.1 遙控機械一覽表

機械、裝置	規格		作業內容	備註
怪手挖土機	1.4m ³ 級	標準鏟斗	除石、開挖、基礎開挖、裝車、回填	配備車載相機
		破碎機	滾石破碎	
		吊鉤裝置	蛇籠設置	
怪手挖土機	0.8m ³ 級	標準鏟斗	除石、開挖、基礎開挖、裝車、回填	
		破碎機	滾石破碎	
推土機	20 噸級		開挖推土、基地整平、河床整平	
履帶式傾卸卡車	11 噸級		土砂與蛇籠搬運	
攝影機	車載式(無線) 固定式(有線)		蛇籠設置	



圖 2.21 吸出防止材的裝設



圖 2.20 全迴轉式吊鉤裝置



圖 2.22 箱籠搬運狀況



圖 2.27 蛇籠設置狀況

- 產品與品質：
 - 無人化施工精度可能略低
 - 作業人員無法進入現場，因此未實施填方夯實試驗與現場密度測定
- 作業效率：無人化施工整體作業效率低，主因是施工現場未放樣，作業常得重來，且遙控難以掌握遠近感

無人化施工—大型混凝土塊

(1) 混凝土塊形狀



圖 2.28 無人化施工對應自立式模板混凝土塊

表 2.3 無人化施工對應自立式模板混凝土塊相關數量表

設置尺寸(mm)			體積 (m ³)	質量 (t)
高度	寬度	厚度		
1,170	2,000	920	0.851	1.957

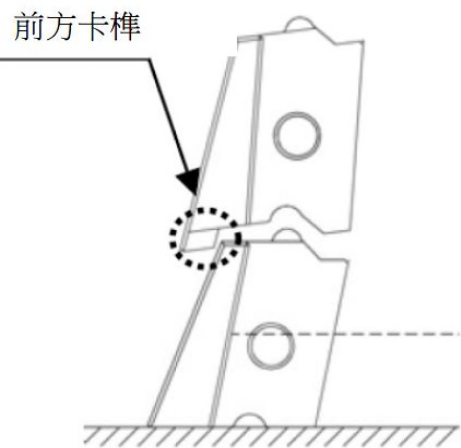


圖 2.29 設置說明圖

(2) 施工

- ①基地整平：挖填方工(依計畫實施基礎開挖或開挖)結束後基地整平
 - ②混凝土塊設置：以吊車進行混凝土塊設置
 - ③混凝土砂漿澆置：混凝土塊背面實施混凝土砂漿澆置
 - ④混凝土砂漿夯實：混凝土塊背面的砂漿的夯實
 - ⑤混凝土砂漿夯實：實施混凝土塊背面的混凝土砂漿養護
- 反覆進行②~⑤的作業



圖 2.30 無人化施工完成自立式模板混凝土塊施工案例

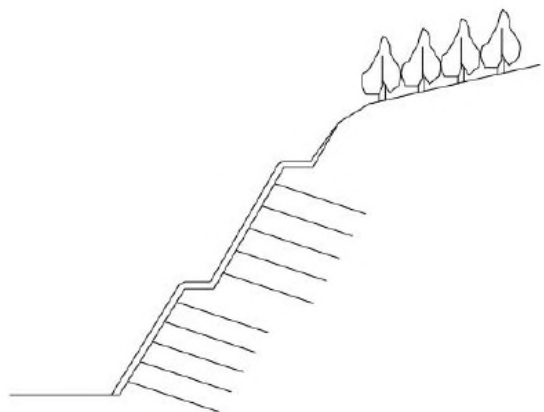
表-5.4 邊坡（殘餘坡面與挖方部分）的補強方法（含即使變形也能確保避難時間且盡量避免崩塌土砂擴散的方法）概略一覽表

對策方法 ^{*1}	B-①		B-②	
	I	II	I	II
預期的效果	防止坡面崩塌	防止表層滑動	防止土砂擴散	防止土砂擴散（變形預兆的監測）
概略圖				
主要材料	• 邊坡地盤補強材 • 鋼絲網 • 受壓板、面板連結材、噴凝土	• 邊坡補強材 • 鋼絲網 • 受壓板、面板連結材、噴凝土	• 固定釘 • 鋼絲網	• 固定釘 • 水泥砂漿（含鋼線網）
對策標的的崩塌深度	最深約 3m	最深約 2m	很表層的位置	很表層的位置
使用期間	永久構造物 ^{*2}	永久構造物 ^{*2}	臨時構造物	臨時構造物
優點	• 也可用來進行較深地滑的對應 • 即使坡面崩塌，也可爭取到邊坡變形到開始崩塌的時間	• 鑽孔長度比 a 方案短，可降低對整體工期的影響 • 即使萬一坡面崩塌，也可爭取爭取邊坡變形到開始崩塌的時間	• 不需特殊機材，對整體工程進度影響小，具經濟效應 • 崩塌地點之外固定釘的阻抗具有防止土砂擴散的效果，能邊坡發行變形到崩壞，爭取更多的避難時間	• 對於容易風化岩盤具有效果 • 固定釘的阻抗具有防止土砂擴散的效果，能邊坡發行變形到崩壞，爭取更多的避難時間 • 可察知坡面裂縫造成之的坡面變形
注意要點	• 若推估可能產生的滑動相當深，就須使用較長的補強材，如此就會對整體工期造成較大的影響 • 補強材打設時須使用鑽孔機及混凝土拌合機等機材	• 適用於表層 2m 左右以內坡面劣化狀態判斷未來可能產生坡面崩塌的情況 • 補強材打設時需使用鑽孔機與混凝土拌合機等機材	• 對於邊坡滑動本身無抑止效果，因此除了需注意坡面變形，一旦發現坡面變形，應中止坡面下方的作業，進行避難	• 對於邊坡滑動本身無抑止效果，因此除了須注意坡面變形，一旦發現坡面變形，應中止坡面下方的作業，進行避難 • 砂漿噴覆工需使用特殊機材，且砂漿噴覆完成需實施養護時間

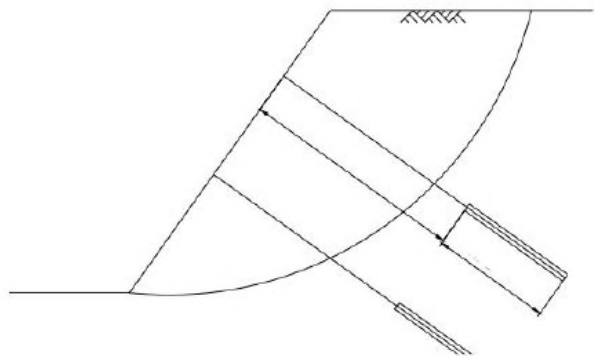
*1 所有對策方案都需以標準坡度進行逆打工法施工。

*2 永久坡面或邊坡地盤性質與形狀導致需進行開挖坡面補強且只靠擋土牆無法發揮永久構造物機能的狀況。但在不同使用目的下，也可當作臨時構造物使用。

邊坡地盤補強工法



(1) 邊坡地盤補強土工法



(2) 地錨工



(3) 坡面格框工



(4) 排水補強工

圖 3.1 代表性邊坡補強工法



圖 3.9 噴凝土噴覆工



圖 3.10 掛網加上面板連結材
【上述為計畫構造物的案例】



圖 3.11 受壓板

今後的課題

責任分攤、資格、成本負擔、教育

參加講習會

應參加可提升安全知識的講習會

公司內讀書會的實施

針對設計與施工階段別維護檢查表各種項目的認識

針對日常維護檢查表各項目的認識

針對崩塌前兆現象的認識

針對異狀時的對應方法

發包者應注意事項

遵循國土交通省所制定「公共工程品質確保促進相關法律」

可設置由發包者、施工者與設計者三方參加平台，**分享設計概念、協議並調整適當之設計與施工方法**

今後的課題

「責任之所在」與「資格」問題，仍未有明確結論

崩塌也可能影響基地邊界外的問題，也是在實際運用時需解決之課題



報告完畢



行政院農業委員會水土保持局
與您一起打拼