



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

文獻導讀

日本「治山技術基準解說 第4編 地滑防止計畫」

報告者：調查監測科 林宥伯

114年 3月 25 日



導讀架構

從治山防災 技術基準角度出發

主管單位

法令依據

分類定義

界定問題

災害管理中的 結構性減災措施



https://246.ardswc.gov.tw/Info/Disaster_admin

沒有完美的計畫 持續的修正

持續調查

效果評估

構造維護

其他文獻



◆ 第一部分： 理解地滑現象

地滑的定義與分類

地滑調查分析

機制分析

◆ 第二部分： 地滑防治工程計畫

計畫的基本理念與規模

環境的保全

地滑防治工的種類
與選擇

各種地滑防治工法

◆ 第三部分： 地滑防治工程的維護 管理與效果驗證

地滑防治效果驗證

地滑防治工的維護管理

◆ 第四部分：參考文獻 與用語解說



第1章 事業之定義及目的

第2章 地滑調查分析

第1節 概說

第2節 預備調查

2-1 概說

2-2 調查種類

2-3 彙整

第3節 現地踏勘

3-1 概說

3-2 踏勘

3-3 彙整

第4節 地形測量

4-1 概說

4-2 地面測量

4-3 空載光達測量

4-4 彙整

第5節 土質及地質調查

5-1 概說

5-2 物理探測

5-2-1 概說

5-2-2 震波探測

5-2-3 地電阻探測

5-3 地質鑽探調查

5-3-1 概說

5-3-2 地質鑽探之位置、深度等

5-4 土壤探測試驗

5-4-1 概說

5-4-2 標準貫入試驗

5-5 土質及岩石試驗

5-5-1 概說

5-5-2 資料採取

5-6 試掘觀察調查

5-7 彙整

第6節 地下水調查

6-1 概說

6-2 地下水位調查

6-3 孔隙水壓調查

6-4 地下水檢層

6-5 地下水追蹤調查

6-6 簡易抽水試驗

6-7 抽水試驗

6-8 水質調查

6-9 地下水流出量調查

6-10 彙整

第7節 地表滑動量調查

7-1 概說

7-2 標誌觀測

7-3 地表伸縮計

7-4 傾斜計

7-5 彙整

第8節 地中變動量調查

8-1 概說

8-2 管式應變計（應變測定管）

8-3 孔內傾斜計

8-4 地中伸縮計

8-5 多層位移計

8-6 彙整

第9節 氣象調查

9-1 概說

9-2 降水量調查

9-3 積雪量調查

9-4 彙整

第10節 機制分析

10-1 概說

10-2 測線之設定

10-2-1 概說

10-2-2 測線之設定

10-3 滑動面之判定

10-4 地滑滑動區塊之確定

10-5 地滑發生機制之探明

10-6 邊坡安定分析

10-6-1 概說

10-6-2 邊坡穩定分析方法及種類

10-6-3 土壤力學參數之設定

10-6-4 孔隙水壓之設定

10-7 彙整

第3章 地滑防治工程計畫

第1節 計畫之基本理念

第2節 計畫規模

第3節 地滑防治工程計畫之策定

3-1 地滑防治工程計畫之具體方針

3-2 環境保全

第4節 地滑防治工的種類

4-1 概說

4-2 工法之選定及組合

第4章 地滑防治工之設計

第1節 概說

第2節 測量

2-1 測量範圍

2-2 測量種類

2-2-1 平面測量

2-2-2 縱斷測量

2-2-3 橫斷測量

第3節 抑制工設計

3-1 概說

3-2 滲透防止工

3-2-1 目的

3-2-2 位置

3-2-3 工法種類與構造

3-3 地表排水工

3-3-1 目的

3-3-2 位置

3-3-3 工法種類與構造

3-4 溪流保全工

3-4-1 目的

3-4-2 位置

3-4-3 工法種類與構造

3-5 暗渠工

3-5-1 目的

3-5-2 位置

3-5-3 工法種類與構造

3-6 橫向鑽掘集排水暗渠工

3-6-1 目的

3-6-2 位置、集水管數目、方向、長度及斜率

3-6-3 構造

3-6-4 效果之計算

3-7 集水井工

3-7-1 目的

3-7-2 位置

3-7-3 配置

3-7-4 種類別

3-7-5 直徑及深度

3-7-6 構造

3-7-7 安定性檢討

3-7-8 橫向鑽掘集水管

3-7-9 橫向鑽掘排水管

3-7-10 效果之計算

3-8 排水廊道工

3-8-1 目的

3-8-2 位置

3-8-3 剖面

3-8-4 斜率

3-8-5 支承保護工、視砌工

3-8-6 構造

3-8-7 坑口部

3-8-8 鑽掘集水管工

3-8-9 效果之計算

3-9 挖方工

3-9-1 目的

3-9-2 位置

3-9-3 挖方區域及挖方深度

3-9-4 開挖坡面之形狀

3-9-5 開挖坡面之保護

3-9-6 挖方之處理

3-10 坡趾填方工

3-10-1 目的

3-10-2 位置

3-10-3 填方區域及填方厚度

3-10-4 填方基礎

3-10-5 填方坡面之形狀

3-10-6 填方坡面之保護

3-11 排氣管工

3-11-1 目的

3-11-2 位置

3-11-3 構造

3-12 治山防砂壩等

3-12-1 目的

3-12-2 位置

3-12-3 種類與構造

3-13 擋土工

3-13-1 目的

3-13-2 位置

3-13-3 種類與構造

第4節 抑止工之設計

4-1 概說

4-2 排椿工

4-2-1 目的

4-2-2 位置

4-2-3 排椿的形式

4-2-4 椿材種類別

4-2-5 排椿的構造、間距與配置

4-2-6 安定性檢討

4-2-7 椿內部及外周之處理

4-3 深基椿工

4-3-1 目的

4-3-2 位置

4-3-3 深基椿工的設計格式

4-3-4 深基椿工的規格

4-3-5 深基椿工的構造、配置及間距

4-3-6 安定性之檢討

4-3-7 深基椿工外周之處理

4-4 錨錠工

4-4-1 目的

4-4-2 位置及打設角度、配置

4-4-3 錨錠工之型式

4-4-4 安定性之檢討

4-4-5 耐久性之確保

第5章 地滑防治效果之驗證

第1節 概說

第2節 調查之種類

第3節 施工效果之驗證

3-1 目的

3-2 地滑防治效果之判定

3-3 地滑安定度評估

第4節 地滑防治工維護管理之檢討

用語解說



理解地滑現象

頒布機關：日本林野廳

地滑等防止法 + 森林法
機制與工程效果非百分之百，
因此需持續調整、檢討驗證

地滑之定義

治山技術基準之地滑，指依地滑等防止法（1958 年法律第 30 號，參考連結如右）所定之「地滑指土地局部因地下水等所產生的滑動現象或伴隨產生的地表面位移現象」。

地質分類

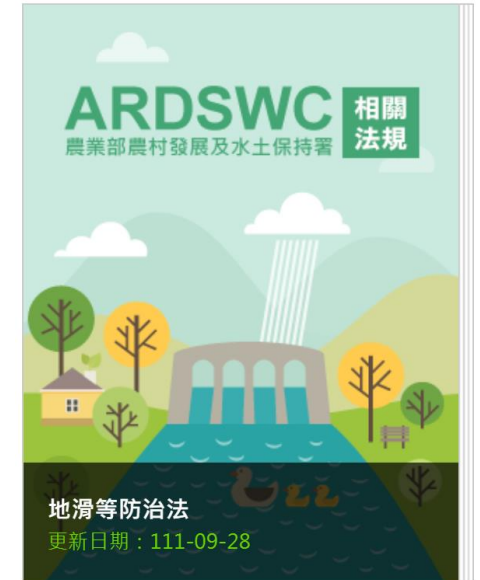
運動型態分類



[翻譯本
治山技術基準解説第4編
地滑防止事業.pdf](#)

[林野廳-原文](#)

[林野廳-技術基準一覽](#)



[地滑等防止法-ARDSWC參考
地滑等防止法-日本e-gov](#)

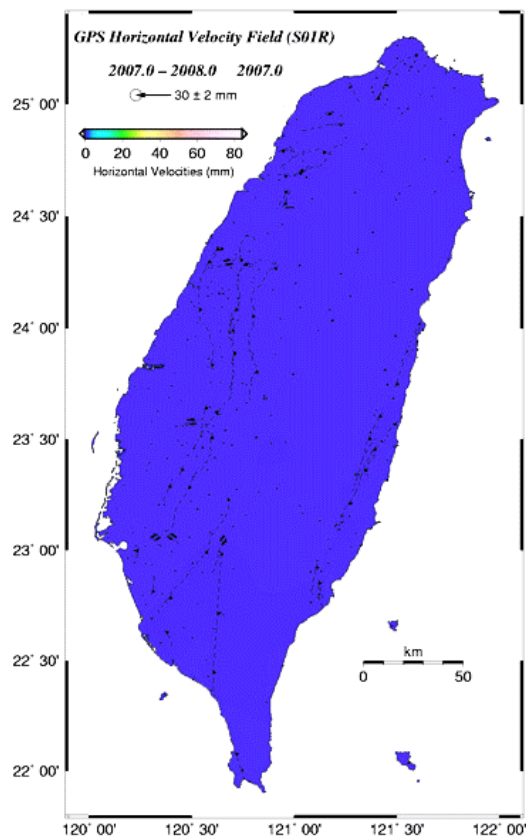
[森林法-ARDSWC參考
森林法-日本e-gov](#)



調查與分類

地表GPS移動速度場現象(速率)

horizontal_velocity_s01r_2007-2008



依地質分類
補充：第三紀層地滑

第三紀 (IUGS國際

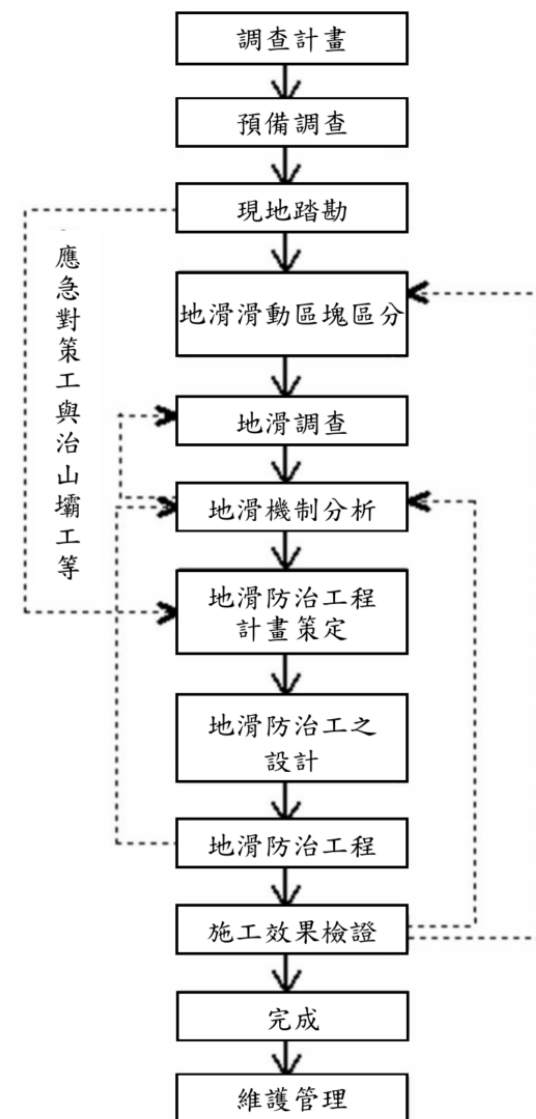
地層委員會已停用)
距今六千五百萬年至一百九十萬年之間的地質年代。

一般改用為
Paleogene: 古近紀 (古第三紀，非正式名稱)

Neogene: 新近紀 (新第三紀，非正式名稱)

Eonothem / Eon	Era	System / Period	Series / Epoch	Subseries / Subepoch	Stage / Age	GSSP	Numerical age (Ma)
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	U/L	Unnamed	present	0.0042
				M	Unnamed		0.0082
				L/E	Unnamed		0.0117
			Pleistocene	U/L	Unnamed		0.126
				M	Unnamed		0.773
				L/E	Calabrian		1.80
		Neogene	Pliocene	U/L	Piacenzian		2.58
				L/E	Zanclean		3.60
							5.33
			Miocene	U/L	Messinian		7.25
					Tortonian		11.63
					Serravallian		13.82
				M	Langhian		15.97
					Burdigalian		20.44
				L/E	Aquitanian		23.03
		Paleogene	Oligocene	U/L	Chattian		28.1
				L/E	Rupelian		33.9
			Eocene	U/L	Priabonian		37.8
					Bartonian		41.2
				M	Lutetian		47.8
					Ypresian		56.0
				L/E	Thanetian		59.2
			Paleocene	U/L	Selandian		61.6
				M			66.0
				L/E	Danian		

[The Cenozoic part of the International Chronostratigraphic Chart \(modified from Cohen et al., 2013, v. 2016/04\)](#)



來源：中央大學林殿順 教授(主任) 臺灣地質介紹(archive)

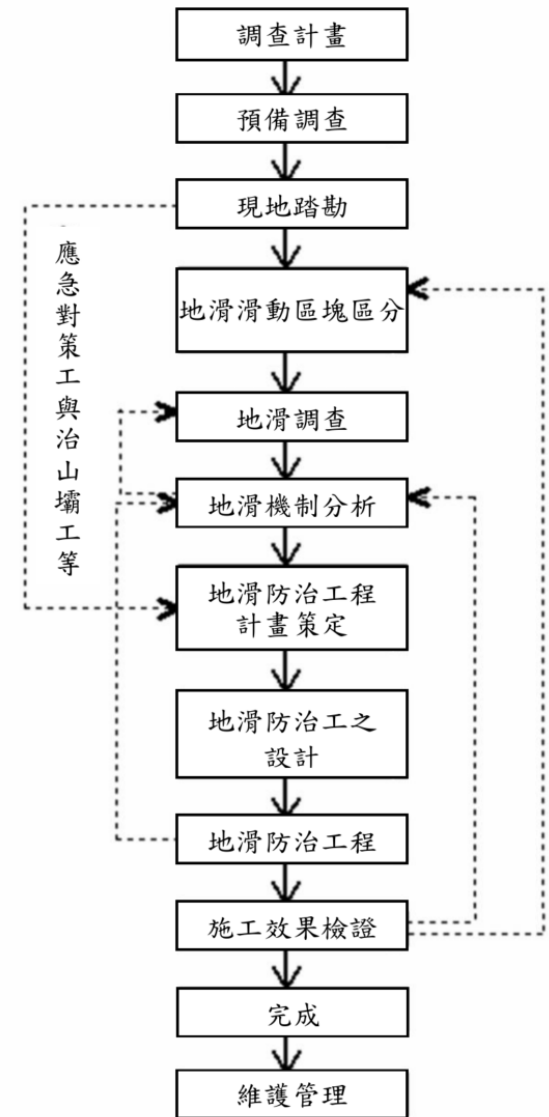
來源：中研院地球所 郭隆農 博士GPS LAB 網站(archive)



運動型態

表 1-1 依運動形態的分類

地滑對策所須進行的具體調查項目	地滑的類型
①位移速度或有無滑動層	崩塌性、地滑性
②位移土體的攪亂程度	崩積型、地塊型
③位移的規則性	持性性、間歇性
④位移是否明顯	活動性、休眠性、潛在性
⑤位移速度及剪切模式	塑性狀態、液性狀態
⑥滑動面的形狀	平面型（層型）地滑、 弧型地滑、複合地滑
⑦相關力的平衡條件	主動的、被動的、後退性、前進性
⑧與基岩走向傾斜之對比	走向型、斜向型、順向坡型、逆向坡型
⑨發生的主次關係	主地滑、次（子）地滑
⑩發達的形式	幼年形、青年形、壯年形、老年形
⑪水文地質條件	自由地下水型、受壓地下水型
⑫發生形態	初生型、再活動型





比較

表 1-2 「地滑」與「崩塌」之比較

項 目	地滑	崩塌
地 質	多發生於特定地質或地質構造的地方。	與地質關聯性較少。
土 質	主要是黏性土的滑動面滑動。	砂質土（砂質壤土、火山灰土壤、白砂等）地帶特別常發生。
地 形	多發生在 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 緩坡，特別是上部有台地狀地形時。 地滑地形顯著	多發生於 20° 以上陡坡之 0 級河川（序）、源頭附近地區。
滑動狀況	持續性、再發性、隨時間變化	突發性，不太隨時間變化。
移動速度	0.01mm/日 $\sim$ 10mm/日為多，速度緩慢。	10mm/日以上，速度極快。
土 體	土體較少攪亂，多保持原形地移動。	土體整個攪亂。
誘 因	經常受地下水影響，常因受壓地下水等而發生。	常受降雨特別是強降雨影響；常因自由地下水而發生。
規 模	1 $\sim$ 100 公頃，規模大。	就面積規模而言，通常不大。
徵 兆	發生前會出現地表面龜裂、沉陷、隆起與地下水變動等狀況。	發生前徵兆較少，多突發性崩落。

（渡等 1971 年發表之論文經駒村等修改，1992）（部分修正）



調查種類

預備調查為現地踏勘之前先依據既有的資料，掌握該當地滑地及周邊地區的**概況**為目的。

主要是進行**文獻**等的調查，多於地滑調查計畫初期階段進行。預備調查成果會影響後續調查，因此蒐集資料與文獻等時，應儘量**選擇精度較高者**。

預備調查種類：

- ◆**地形地質調查**：準用第 2 編第 2 章第 2 節地形調查 2-2「預備調查」、第 3 節土質及地質調查 3-2「預備調查」之規定。
- ◆**環境調查**：準用第 2 編第 2 章第 6 節「氣象調查」、第 10 節「環境調查」之規定。
- ◆**社會調查**：準用第 2 編第 2 章第 11 節「社會調查」之規定。

2.調查方法 目的:策定地滑防止計畫。

地滑調查可分為三個階段

1 預備調查

通過文獻調查和地形判釋，掌握大範圍地質及地形特徵。

2 概略調查

確認地滑範圍、規模及影響範圍，包括現場踏勘和微地形判定，初步評估滑動誘因。

3 精密調查

進一步分析地質結構、滑動面及地下水分布，運用地質鑽探和物理探查等技術收集數據。

2.5 解析

地滑運動塊體圖
地滑斷面圖

[日本「地滑防止技術指引及解說」](#)

[導讀簡報參考](#)

滑動塊體區分

測線設定



<https://data.ardswc.gov.tw/FieldSurvey/Landslide>

滑動面形狀

圓弧、非圓弧

地下水壓分布

現地調査、文獻假設



作為結構性減災措施(硬體)的規劃依據

土壤剪力參數

滑動機制

潛因：體質

誘因：觸發

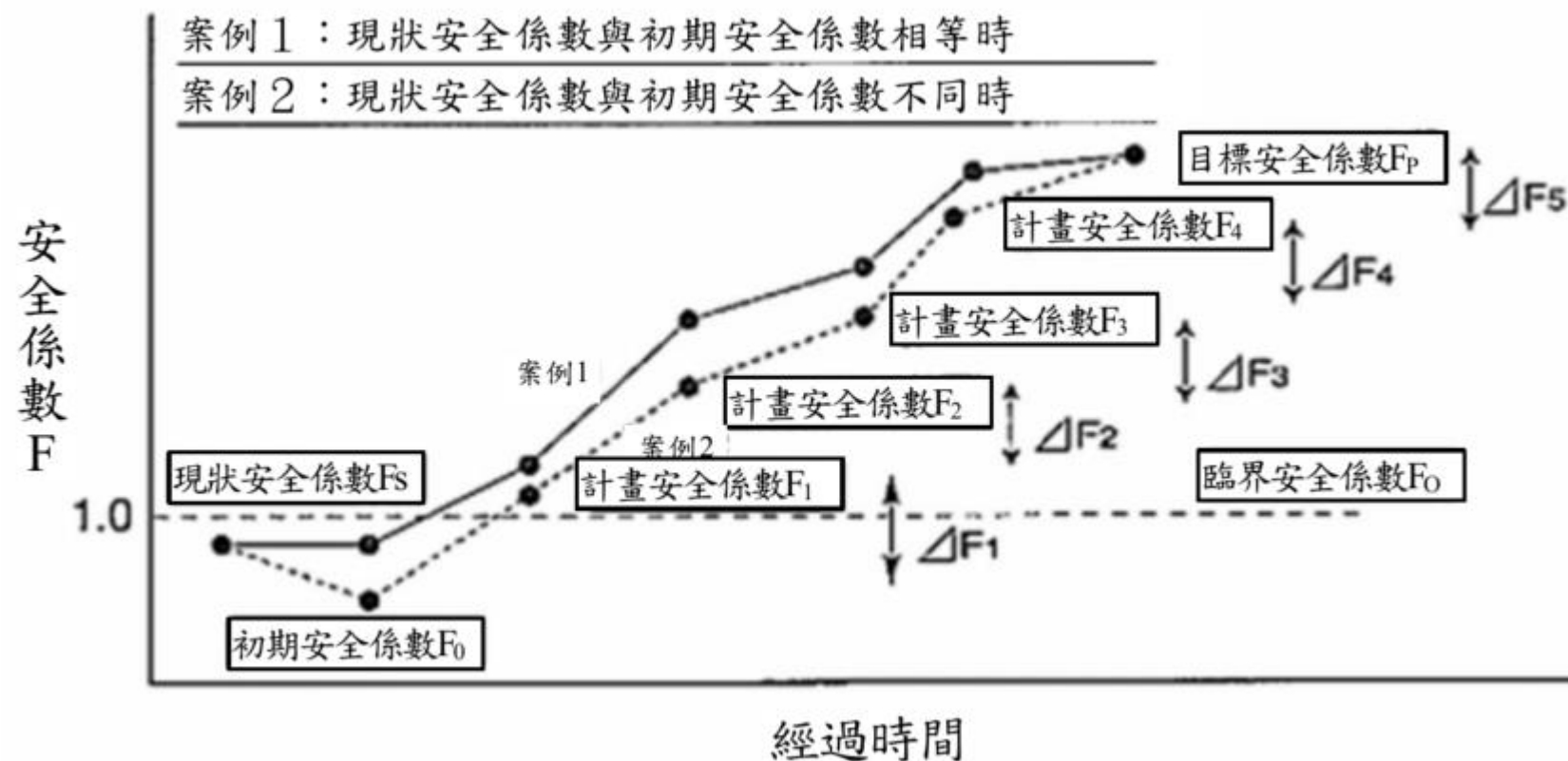
- 自然現象
- 人為因素

數值模擬



地滑防治工程計畫

工程執行過程 之安全係數



環境保全行為

「減災(mitigation)」

對環境因開發受損的影響抑制到最低之保全行為。

迴避、縮小、修正、減輕、補償



後續驗證與管理維護

表 5－1 評估判定的調查方法

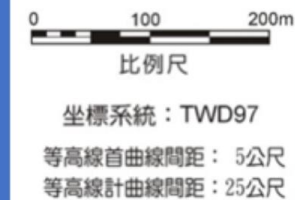
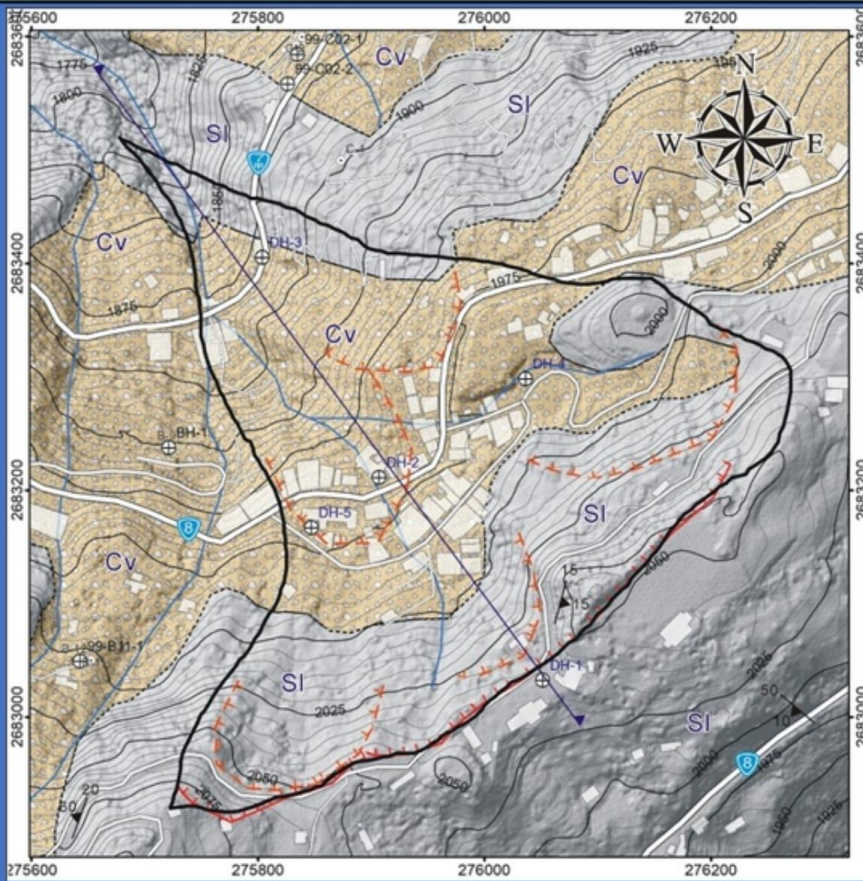
分 類	主要常用的調查方法
排水工、暗渠工、鑽掘暗渠工、集水井工、排水廊道工	現地點檢、地表移動量調查、地中變動量調查、地下水位調查、地下水排出量調查、構造物行為調查
挖方工、坡趾填方工、治山防砂壩工、擋土工等	現地點檢、地表移動量調查、地中變動量調查、構造物行為調查
排樁工、深基樁工、錨錠工	現地點檢、地表移動量調查、地中變動量調查、構造物行為調查

以梨山地滑為例



工法補充

臺中市-和平區-D052 (梨山3)

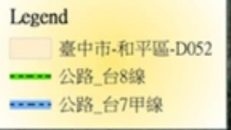


儀器配置

- W 地下水位計
- B 雙軸傾斜儀
- T 自動化TDR
- C CCD攝影機
- G GNSS
- E 孔內伸縮計

人工觀測

- In 管內傾斜儀



<https://data.ardswc.gov.tw/FieldSurvey/Landslide>



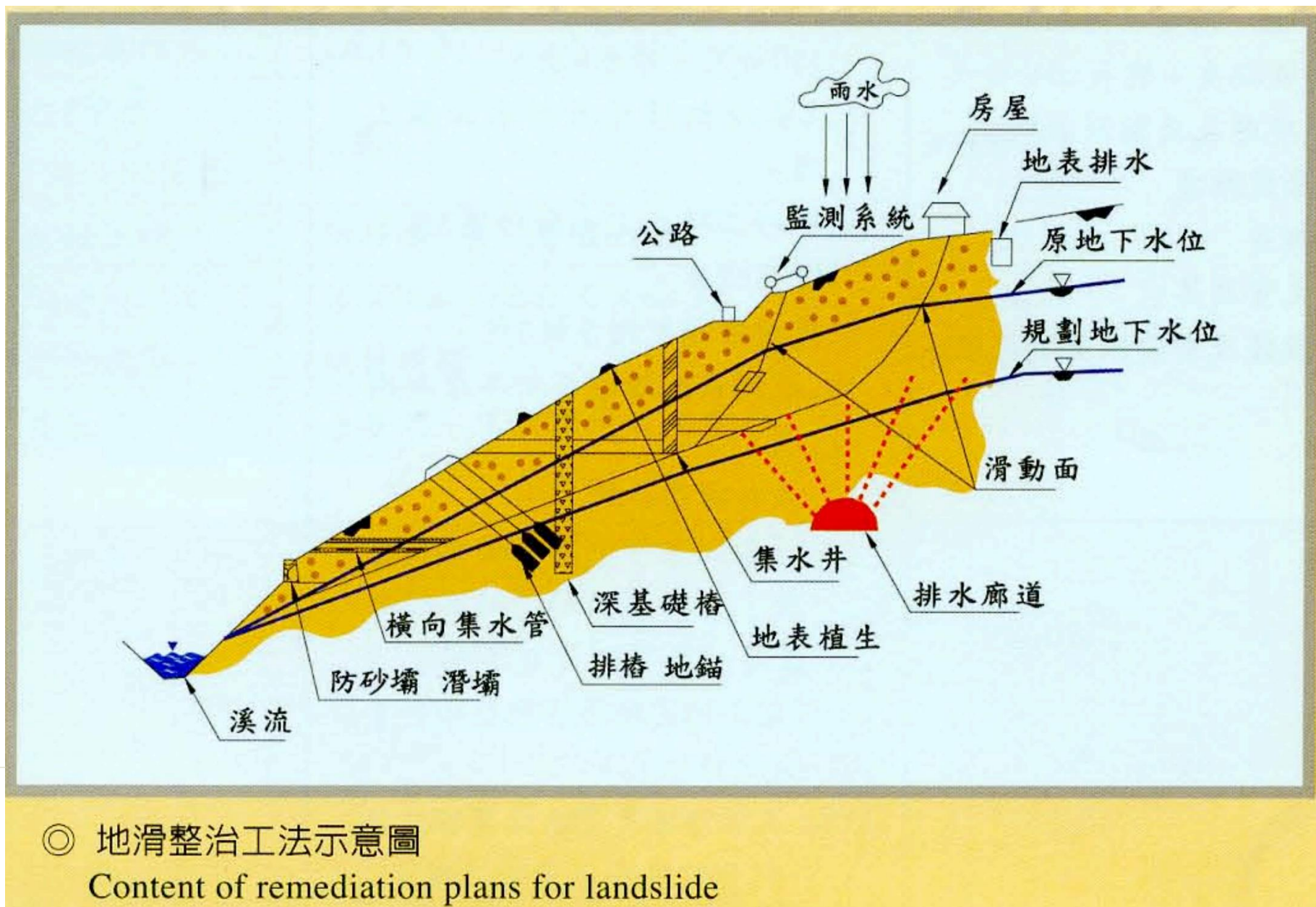
工法補充



梨山地區地層滑動 整治計畫圖表與解 說彙編

Li-Shan : a pictorial guide of
remediation plans for Li-
Shan landslides

南投縣：行政院農業委員會水
土保持局，2003[民國92年]



<https://twgeoref.gsmma.gov.tw/GipOpenWeb/imgAction?f=/2003/20030556/0029.pdf>



金質獎維護類肯定

二、G1排水廊道維護工作歷程



G1排水廊道施工



排水廊道監測管理中心



洞口地錨邊坡檢修



排水廊道監測設備



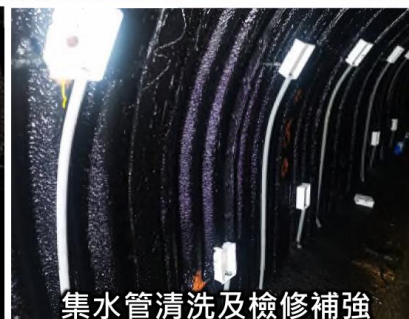
排水廊道導覽設施



排水廊道斷面測量



W6集水井貫通G1立體化排水



集水管清洗及檢修補強



周邊生態環境調查



<https://www.youtube.com/watch?v=85iaX5UShek>

維護管理

二、G1排水廊道歷年維護改善工作（91年~110年）

- 1、G1排水廊道91年竣工後，規劃逐年成效評估與後續應辦理之工作項目與實施方法
- 2、提出「地下排水設施檢查與清洗作業規範」建議檢查與清洗流程。
- 3、後續維護工作可依現況需求分年分項、循環施作。

排水廊道整體外觀	集水室整體外觀	集排水功能	廊道洞口保護工	其他
✓ G1排水廊道斷面檢查 ✓ G1排水廊道光學式變位監測	✓ 鋼襯蝕改善與補強 ✓ 應變計監控	✓ 排水流量監測 ✓ G1排水廊道集水管清洗	✓ 地錨邊坡檢修工程 ✓ 地錨邊坡自動化安全監測	✓ G1排水廊道安全管理

G1排水廊道維護目標

大梨山地滑
地區監測管
理計畫

計畫結論與建議
工作會議(不定期舉辦)

依據



排水－
排水深層地下水



安全－
維持大梨山區域安全



延壽減碳－
延長廊道使用年限

影片 <https://www.youtube.com/watch?v=85iaX5UShek>
簡報 <https://tech.ardswc.gov.tw/api/File/1931>



生態考量補充

2006
建設組

生態工程設計圖說手冊暨案...



<https://tech.ardswc.gov.tw/api/File/1171>

2022
保育治理組

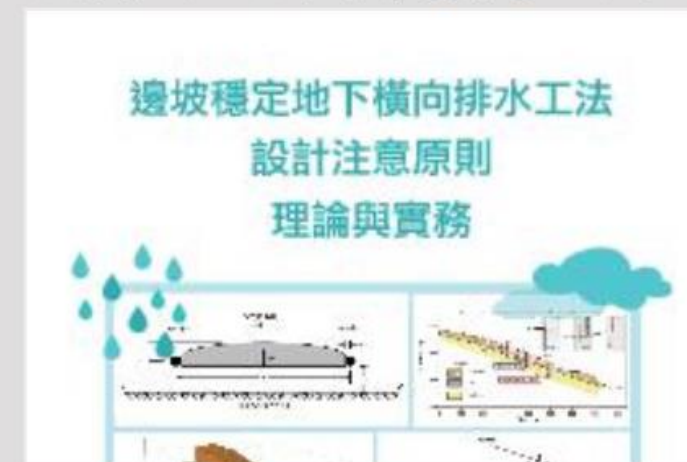
保育治理工程生態友善措施...



<https://tech.ardswc.gov.tw/api/File/1776>

2017
南投分署

邊坡穩定地下橫向排水工法...



<https://tech.ardswc.gov.tw/api/File/1214>



其他文獻

2012 保育治理組

水土保持工程設計參考圖冊

圖冊使用說明

- 一、本參考圖冊提供整體規劃設計之參考，對於實際設計與施工得需因地制宜做最合適之設計，請勿直接複製利用。
- 二、本參考圖冊分為五大類，如防砂壩(非透過性壩)、緩手壩(透過性壩)、面岸工、護岸及整疏工程。針對五大類擬出6種工法圖冊，共計30種圖冊；另外各類型之設計圖為代表所示，並非指限定單一構造。
- 三、表達方式以每種圖冊中分述：定義、適用範圍、設計原則、施工規範及工程圖說。
- 四、工程圖說中對圖面之繪畫力求妥善排列，注意佈局之勻稱簡明，避免圖面過於擁擠，其內容應包含三視圖(正面圖、平面圖、側面圖或剖面圖)與圖例等，其中剖面圖視情況予以增加，特殊構造材料另增加剖面、組合等內容。
- 五、水土保持工程除參考圖冊外，仍需依現場地形、地質、河道坡度、集水區面積、河寬、河床質、流速、流量、應力分析、安定檢算及其他因子因地制宜辦理。
- 六、設計之河寬需依水理計算及現場地形與用地取得加以考量，原則不宜束縮，對底、河岸平面曲線及護岸坡度依地形設計，為增加構造物之穩定性，設計者可衡量現地狀況，增設工程內容。
- 七、整河工程應依現場條件、及治理目的設計，可選擇單一或二種以上工法配合設計應用，爭取水土保持局之較優良工程，提出六種代表圖型供參考之。
- 八、設計應考量施工過程對原有河道之生態環境應注意加以保護。
- 九、文中「水技」代表「水土保持技術規範」。
- 十、圖冊內照片僅供參考及示意，並不完全代表圖說設計。



<https://tech.ardswc.gov.tw/api/File/845>

2023 保育治理組

水土保持工程減碳參考指引



<https://tech.ardswc.gov.tw/api/File/2004>

[電子檔下載](#)



其他文獻

環境地質基礎理論與現場調查實務參考手冊

計畫 名稱：集水區整體治理方法與環境地質實務應用

計畫 案號：9901211041

執行 單位：中華民國工程環境學會

執行 期間：99 年 4 月 23 日至 99 年 12 月 15 日

計畫主持人：張石角

研究 人員：吳素慧

行政院農業委員會水土保持局委託

(本報告不必然代表行政院農業委員會水土保持局意見)

中華民國 99 年 12 月

<https://tech.ardswc.gov.tw/api/File/1127>

1. 構造性地滑

受岩層面控制之深層崩塌，通常為砂頁岩互層之順向坡地滑。滑動體之風化等級在二、三級者，滑動體呈岩塊崩裂；滑動體之風化等級在四、五級者，滑動體呈土狀，末端常有泥流情況。

(1) 順向坡風化二、三級岩層內層面地滑

以中新世岩質膠結較佳之砂岩與頁岩互層為主要發生區，且以人工滑動自由面為多。



照片 2.315 基隆市大竿林中新世砂岩低傾角順向坡，人工自由面地滑，滑動體仍呈整體狀。(基隆市中山區德安里)

2-180

2. 非構造性地滑

(1) 風化五、六級泥質岩層弧型地滑

弧型地滑是深層崩塌，滑動體階段式後仰，故從建築物、電線杆、樹幹之傾斜情況，可得而知之。弧型地滑之滑動體於滑動後，大致多維持整體性。弧型地滑之破壞大多在滑動區和滑動體，對趾部外側地區之影響較小。

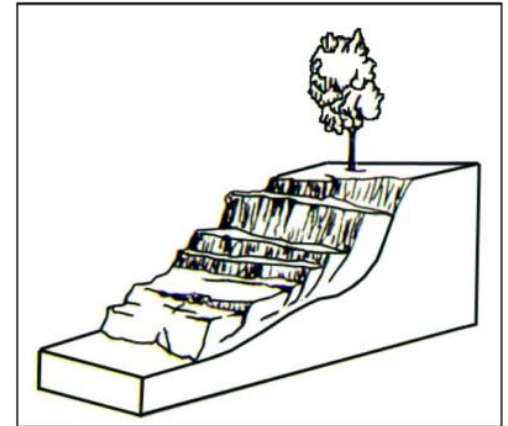
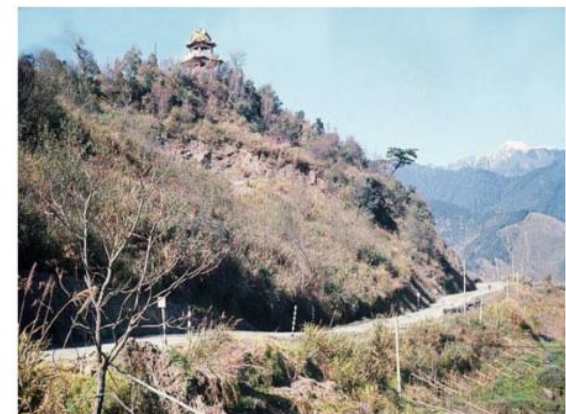


圖 2.4 弧型地滑－滑動體階段式後仰



照片 2.346 梨山典型
弧型地滑：風化
五級板岩。
(台中縣和平鄉梨
山村加油站上方)

2-196



名詞文獻



<https://tech.ardswc.gov.tw/api/File/1141>

技術情報



五語詞彙beta版

關鍵字

中英或日泰越文

查詢

項次	中文 ¹ / ₂	英文 ¹ / ₂	日文, Japanese	資料來源
1	鬱閉度	canopy density, crown density	うっ閉度	2009年砂防關係用語辞典... ↗
2	鑽桿	drill rod	ボーリングロッド	水土保持手冊專有名詞... ↗
3	鑽探	Drill	ボーリング	水土保持手冊專有名詞... ↗
4	鑽孔灌漿釘	Drilling grouting nails	穴あけグラウト釘	水土保持手冊專有名詞... ↗
5	鑽孔點狀全面播種	Drill punctate fully sowing	穴あけ点状全面散播	水土保持手冊專有名詞... ↗
6	鑽孔排水工	draining boring works	排水ボーリング工	2009年砂防關係用語辞典... ↗
7	鑽孔客土撒播	Drill carring soil sowing	穴あけ客土散播	水土保持手冊專有名詞... ↗
8	鑽井場	Drilling field	削井場	水土保持手冊專有名詞... ↗
9	觀測站	monitoring station		2007年水土保持局雙語詞彙... ↗
10	觀測井	observation well	觀測井	2009年砂防關係用語辞典... ↗

<https://tech.ardswc.gov.tw/Education/EducationVocabulary>



日本崩塌、地滑、土石流的影響範圍補充

- ◆ 一、日本土砂災害防止法相關基礎調查手冊導讀(通則篇)
<https://tech.ardswc.gov.tw/Seminar/FancyBox?id=636>
- ◆ 二、日本土砂災害防止相關基礎調查手冊導讀(土石流編)
<https://tech.ardswc.gov.tw/Seminar/FancyBox?id=621>
- ◆ 三、土砂災害防止相關基礎調查手冊導讀(急傾斜地編)
<https://tech.ardswc.gov.tw/Seminar/FancyBox?id=818>
- ◆ 四、日本土砂災害防止法相關基礎調查手冊導讀(地滑篇)
<https://tech.ardswc.gov.tw/Seminar/FancyBox?id=872>

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