



RTDT
技術研究發展小組
Research and Technology Development Team

「河川砂防技術基準調查編-地滑調查」導讀

報告者：水保局技研小組 詹婉妤
2019年11月5日



河川砂防技術基準調查編

国土交通省
河川砂防技術基準
調查編

平成 26 年 4 月

国土交通省
水管理・国土保全局

- 「河川砂防技術基準調查編」乃是以提供河川、砂防、地滑、陡坡、雪崩及海岸規畫、設計與維護管理等實施為目的，參酌現行技術水準而制定可作為基準的調查方法等
- 核心精神為「從防災、資源適宜利用及環境保全觀點，綜合性管理國土重要構成要素之水與土地」

表1-3-1 調査目的と各章の相互関係

調査目的 章立て	洪水防御	利水	河川環境	海岸	砂防	地すべり防止、急傾斜地崩壊対策、雪崩対策	ダム施設	事業評価	堤防	ダム施設	河川維持管理
	計 画							設 計		維持管理	
第1章 総論	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
第2章 水文・水理観測	○	○	△		△		○	△	○		○
第3章 水文解析	○	○	△		△		○	△	△		△
第4章 河道特性調査	○	△	△	△	△		△	△	△		○
第5章 河川における洪水流の水理解析	○	△	△				△	△	○		○
第6章 河床変動、河床材料変化及び土砂流送の解析	○	△	○	△	△		△		○		○
第7章 浸水解析	○							○	△		○
第8章 河川経済調査	○		○					○			○
第9章 水害リスク評価	△							○	△		△
第10章 災害調査	△		△		△	△		△	○		○
第11章 河川環境調査	△	△	○		△		○	△			○
第12章 水質・底質調査	△	○	○	△			○				○
第13章 湖沼・ダム貯水池の環境調査		○	○				○				○
第14章 汽水域・河口域の環境調査	△	△	○	△							○
第15章 土質地質調査	△				△	△			○	○	○
第16章 総合的な土砂管理のための調査	△	△	△	△	△		△				△
第17章 砂防調査	△		○	△	○		△	○			
第18章 地すべり調査						○		○			
第19章 急傾斜地調査						○					
第20章 雪崩調査						○					
第21章 海岸調査				○				○			
第22章 測量・計測	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○
第23章 調査結果の保存・活用	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○関連する項目 △少し関連する項目

- ✓第1章 総論、第2章 水文分析 (2018/06/26導讀)
- ✓第7章 淹水分析(2017/12/12導讀)
- ✓第10章 災害調査(2018/01/16導讀)
- ✓第18章 地滑調査(本次導讀)





outline

第1節 總說

第2節 地滑調查

第3節 緊急之調查

第4節 永久性對策實施之後地滑觀測・點檢

第5節 地滑經濟調查

地滑介紹

- ◆ 地滑經常發生在具有特定地質和地質結構的區域，並通過反復運動而表現出獨特的地形，稱為「地滑地形」

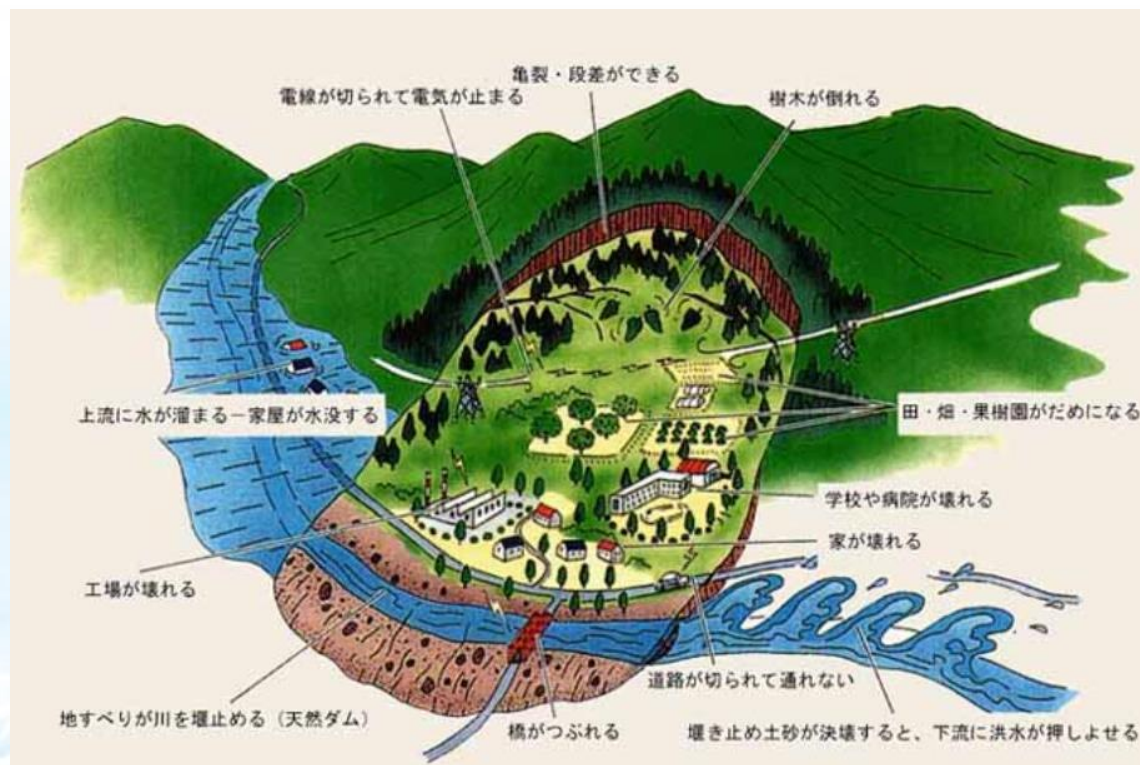
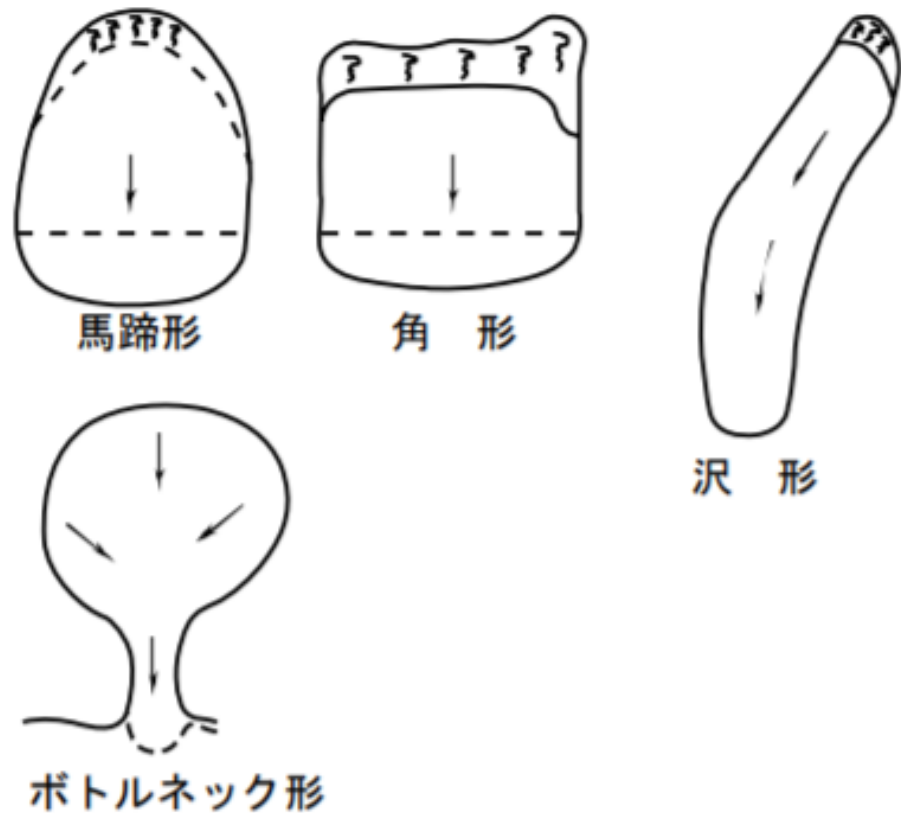


図 2-3 地すべりによって生じた馬蹄形地形

地滑平面形狀



図参-5 地すべりの平面形⁷⁾

■地滑區域的平坦形狀有**馬蹄形**，**方形**，**沢形**和**瓶頸形**

■當斜坡中心的土層厚度比兩側都厚時，可能形成馬蹄形，馬蹄形佔日本地滑40%以上

■當邊坡中心的土層厚度在兩側相同時，可以形成方形滑坡，一般說來此形狀佔地滑總量的10-15%



地滑的誘因

自然的誘因

- 降雨等（長時間降雨，大雨，融雪等）
- 地震（火山活動，地震引起的地下水系統變化等）6級以上

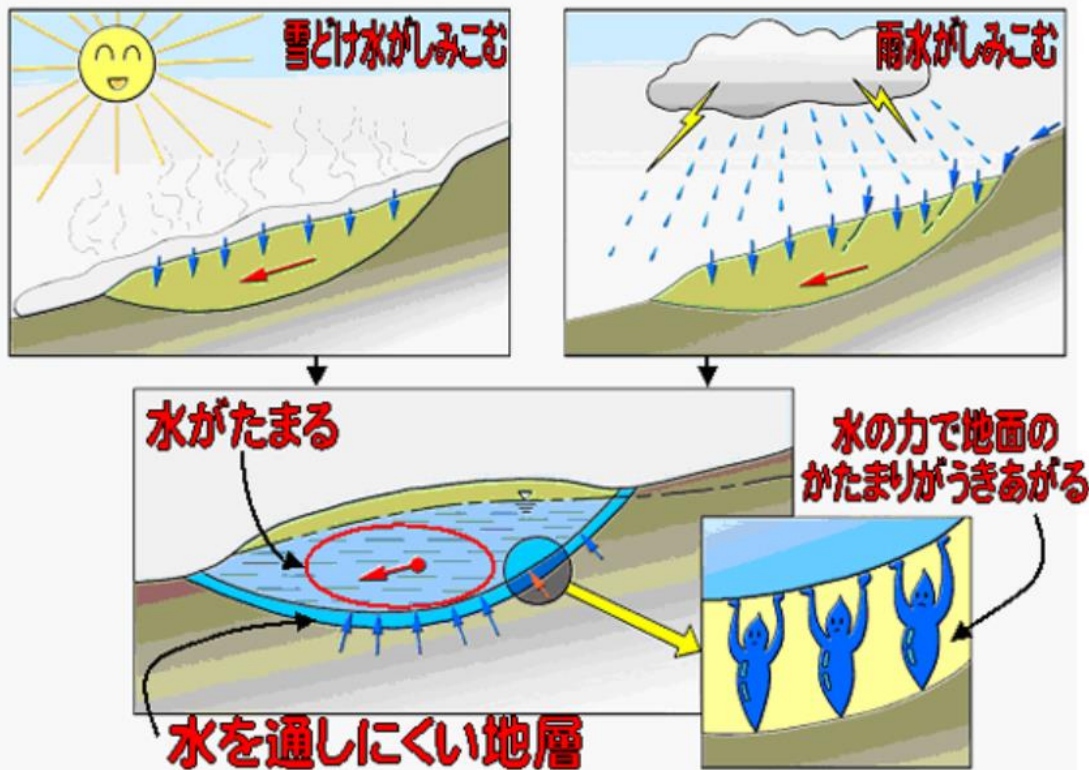


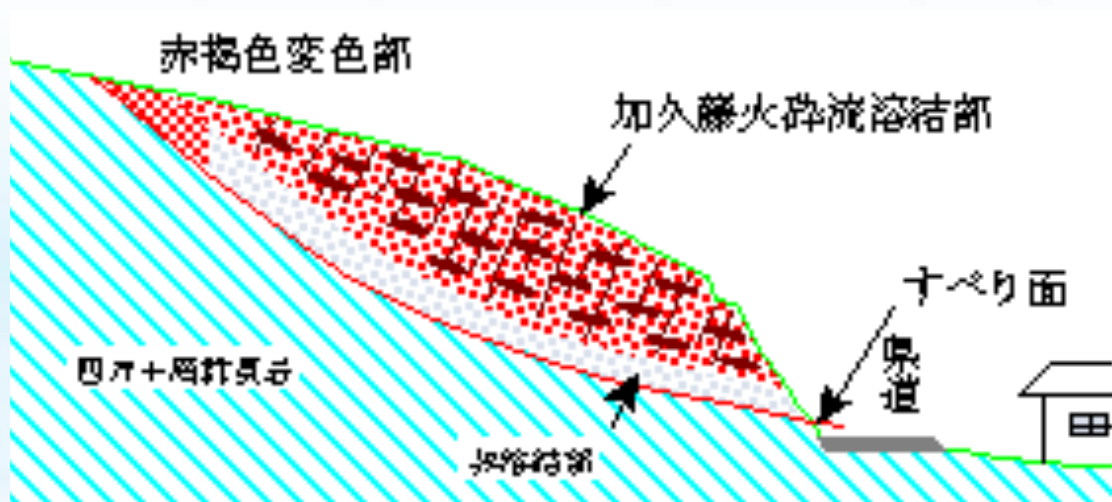
写真-24 源頭部 (⑩)

源頭部ではさらに崩壊の可能性あり

地滑的誘因

▶ 人為的誘因

- 土方工程（路堤開挖，隧道開挖、水路漏水等）
- 斜坡的浸沒（水壩建設、灌溉池塘等）





地滑調查

2.1 預備調查

2.2 概查

2.3 精查

2.4 防治計畫

第2節 地滑調查

為了瞭解地滑機制、研提地滑防治計畫，而進行地形、地質、降雨、地表水與地下水、及土地滑動狀況等相關調查

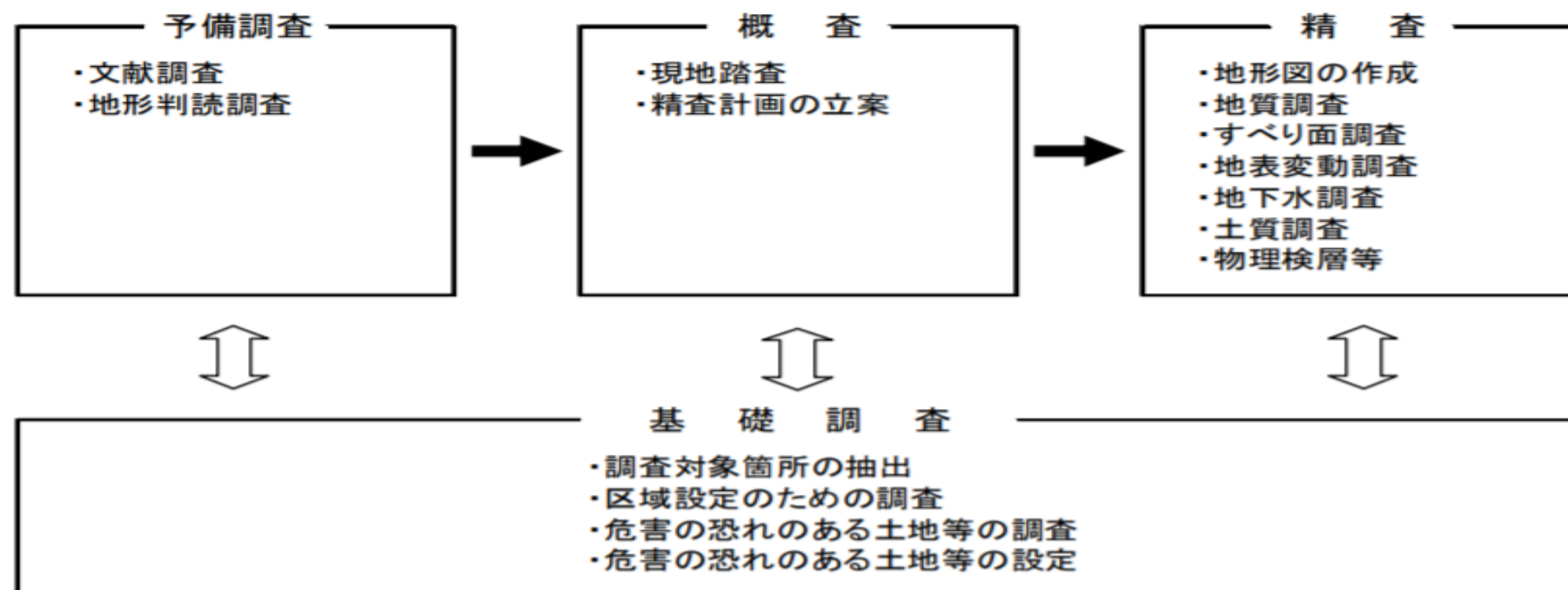


図2-1 地すべり調査の概要¹⁾に加筆

2.1 預備調查

- 目的在於瞭解大範圍區域內的地滑地分布、地形、地質、地下水等概況
- 當某地區出現地滑變動徵兆而需檢討對策時，或是推測施設構造物、改良工程而可能誘發地滑時，即先進行預備調查

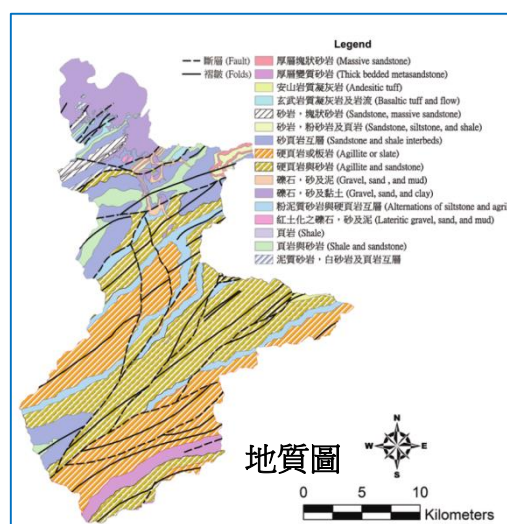
■ 文獻調查

掌握對象區域的地滑特性，蒐集地形、地質、氣象、過去的地滑履歷及附近的地滑相關資料，並加以整理分析

■ 地形判釋

判釋地滑地形與地質構造之特性

2.1.1 文獻調查



- (1) 地形・地質等の地盤条件に関する資料
 - 1) 地形図
 - 2) 空中写真
 - 3) 地質図
 - 4) 地形分類図、土地条件図
 - 5) その他 (既存の土質、地質調査報告書など)

- (2) 過去の災害履歴、近傍の地すべり発生に関する資料

- 1) 既存の工事誌、災害調査報告書、土質 (地質) 調査報告書
- 2) 学会等の研究論文、報告書
- 3) 集落分布、土地利用状況に関する資料
- 4) 地誌、新聞
- 5) その他 (地元住民からの聞き取り)

- (3) 気象に関する資料

- 1) 気象月報
- 2) 各種観測所の観測資料

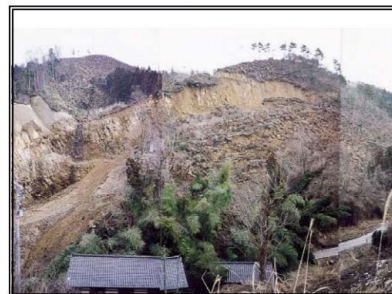
ブラジル集中豪雨、新たな地すべりで200人生き埋め

2010年4月9日 11:57 発信地: ニテロイ/ブラジル [中南米, ブラジル]



新聞報導

地すべり



久田

過去災害履歴

「地すべり」とは、雨や雪どけ水が地下にしみ込んだ地下水によって、ゆっくりと斜面がすべる現象です。ゆるい斜面でも危険です。

過去の大きな被災履歴

平成17年 4月 1日 福水 (羽州市)

平成 5年 2月 7日 久田 (能登町(旧柳田村))

2.1.2 地形判釋

利用航空照片與地形圖等，瞭解大範圍地區的地形與地質特徵，標準方法為判釋地滑地形與地質構造之特性



写真-5.2.33 斜め空中写真（水野撮影）に地表踏査で確認した亀裂等変状範囲を加筆
全体ブロック 長さ約 250m、幅約 170m

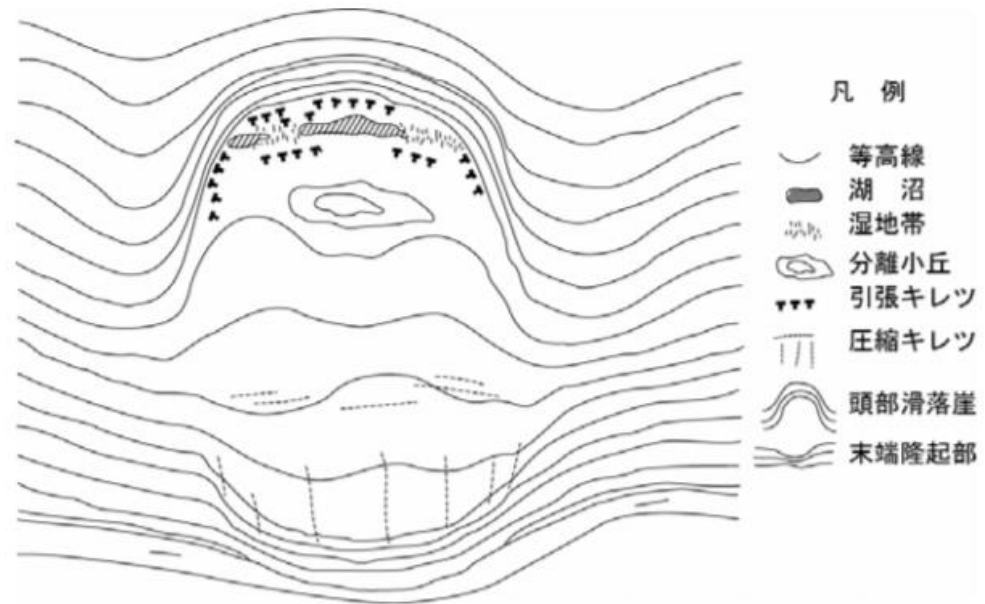


図2-2 地すべり地形模式図²⁾



2.2 概查

➤ 為了判斷地滑災害之緊急性、提高精查效率，而在精查前先進行的調查

◆ 現地踏勘的內容：

- ① 推測地滑範圍及規模等
- ② 依據微地形與大地形推測地質構造
- ③ 推測地質性狀與地質構造、地下水分布等。

◆ 推測地滑發生運動機制，根據現地踏勘結果推測：

- ① 運動形態
- ② 誘因
- ③ 今後的地滑運動
- ④ 災情。

2.3 精查

➤ 為了確認預備調查與概查所推測的地滑運動機制，而實施更詳細的地滑機制分析

■ 精查的標準工作項目包括：

- ① 擬定精查計畫
- ② 地形測量
- ③ 地質調查
- ④ 滑動面調查
- ⑤ 地表變動調查
- ⑥ 地下水調查
- ⑦ 土力試驗



写真-5. 2. 31 市道を横断する亀裂および段差



写真-5. 2. 32 県道に新たな亀裂や段差などの地すべり変状ない

2.3.1 擬定精查計畫

➤ 依據概查結果，劃分滑動塊體與配置調查測線，並檢討其他必要調查項目・位置・種別等內容

◆ 滑動塊體

為了研擬精查計畫，必須先將對象地滑區再劃分出數塊個別整體滑動的滑動塊體

◆ 調查測線

決定地質調查、地下水調查等位置的基本測線，各個滑動塊體分別布設測線，地滑範圍廣闊時，應布設數條調查測線

調查測線設置

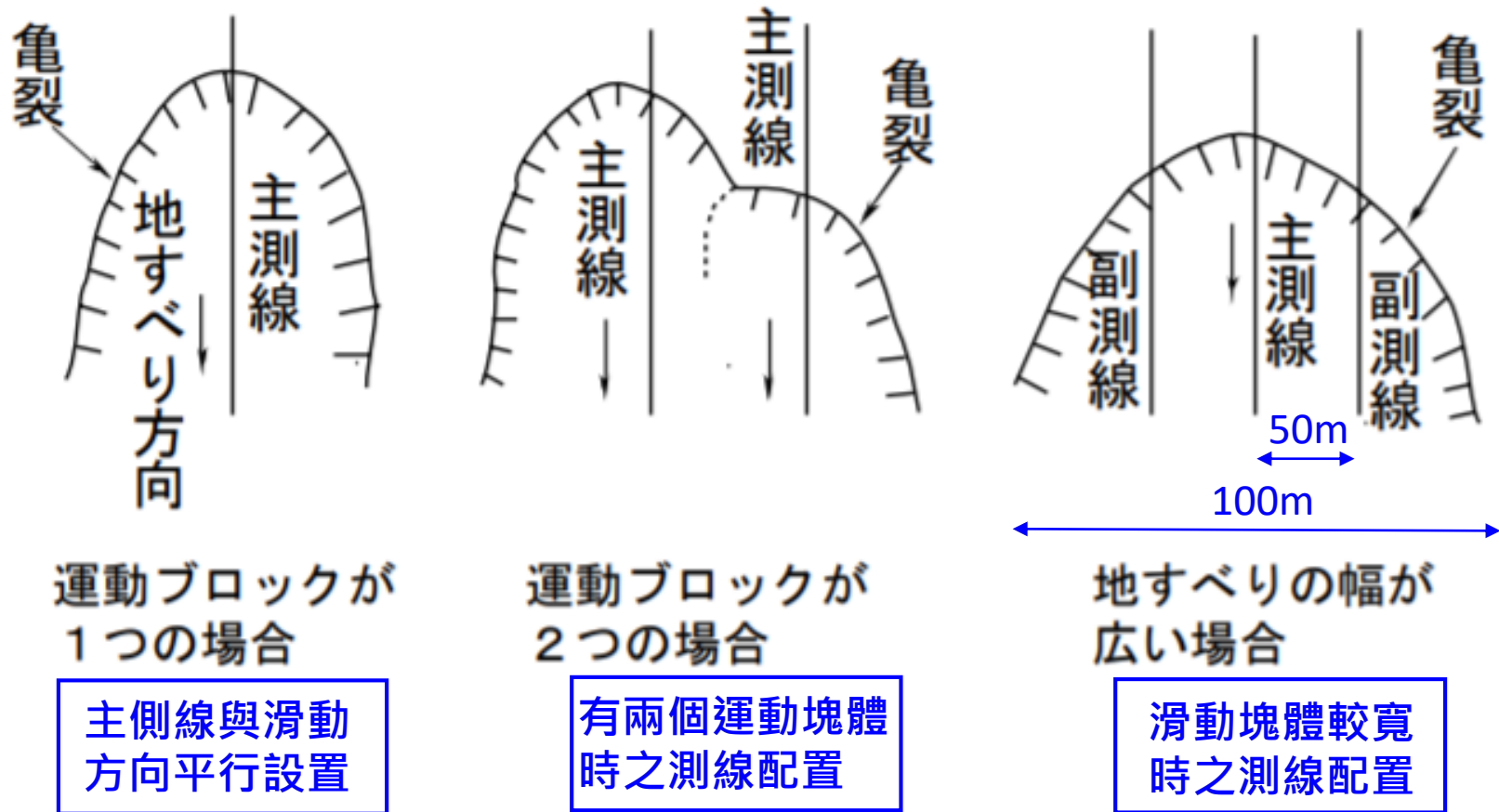


図2-4 調査測線の設定¹⁾

2.3.2 地形測量

- ▶ 應測繪出可作為地滑對策基礎資料的地形圖
- 地形圖的測繪範圍，應依據概查結果，涵蓋地滑區及其周邊必要區域範圍
- 地形圖的精度，必須要達到能圈繪出滑動塊體的精度與範圍
- 必要時也應製妥地滑周邊地形及包含舊地滑地在內的大範圍地形圖

2.3.3 地質調查

- ▶ 為了確認概查階段所推定之地滑發生・運動機制，而進行地質、土質、滑動面等的調查
- ▶ 地質調查的基本工作項目為地質鑽探，必要時施作震波探測等
- ▶ 地質調查應釐清下列事項：
 - 可能與地滑變動有關之脆弱地層、滑動面的分布
 - 抗滑的主要部位或抑制滑動範圍之部位、承載力較大的地層



鑽孔測量線位置、長度

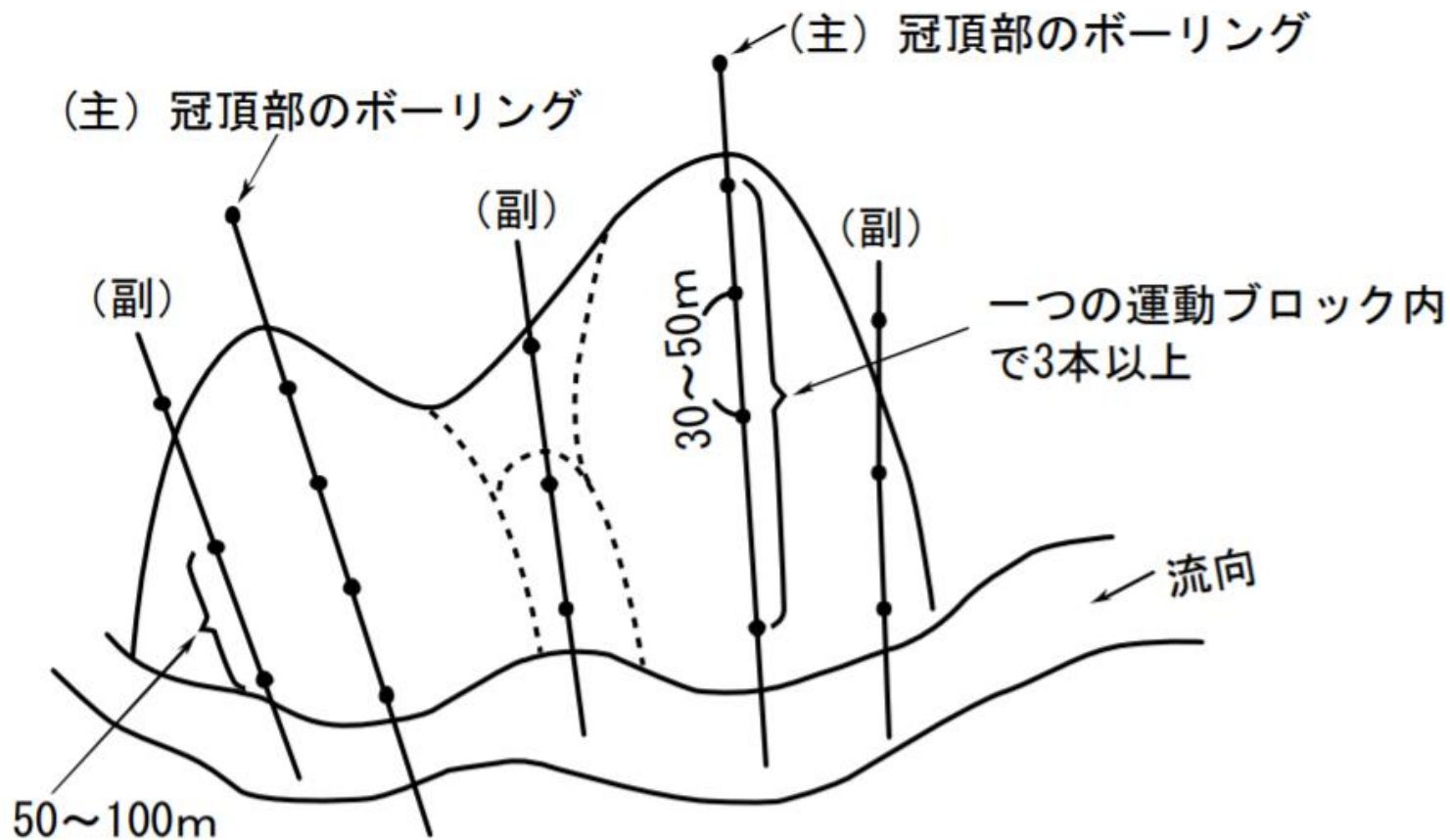
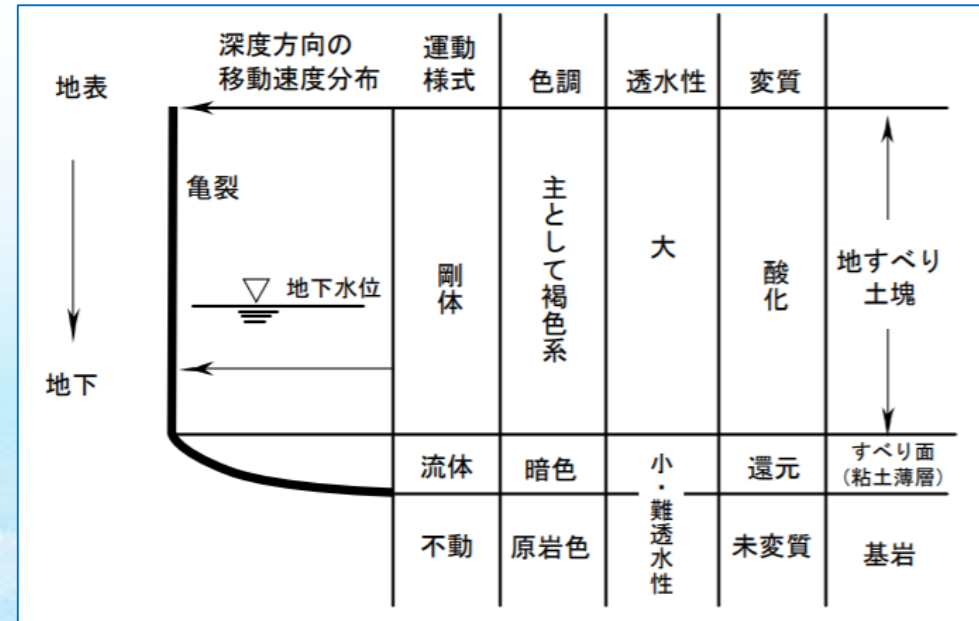
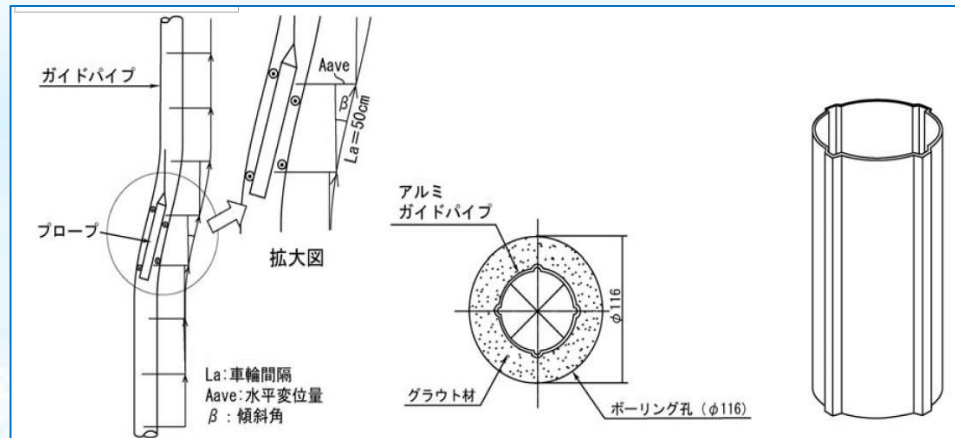


図 2-5 ブロック毎の測線沿いのボーリングの配置⁴⁾ を一部修正

2.3.4 滑動面調查

➤ 滑動面調查，標準上是運用地質鑽探與量測器材（管式應變計、孔內傾斜計等）等的調查結果，綜合判釋滑動面

- 鑽探岩心觀察判釋
- 管式應變計量測結果判釋
- 孔內傾斜計量測結果判釋



▲ 地滑の垂直結構顯示圖

図2-10 挿入型孔内傾斜計の概要図¹⁰⁾に加筆

2.3.5 地表變動調查

➤ 精查階段的地表變動調查，是為了瞭解地滑發生與運動機制，而量測地表與構造物的裂隙、下陷與隆起等之變動情形

■ 一般的地表變動調查方法如下：

(1) 地表伸縮計調查

(2) 測量調查

a. 地表測量 b. GPS 測量 c. 構造物裂隙量測 d. 地盤傾斜計調查

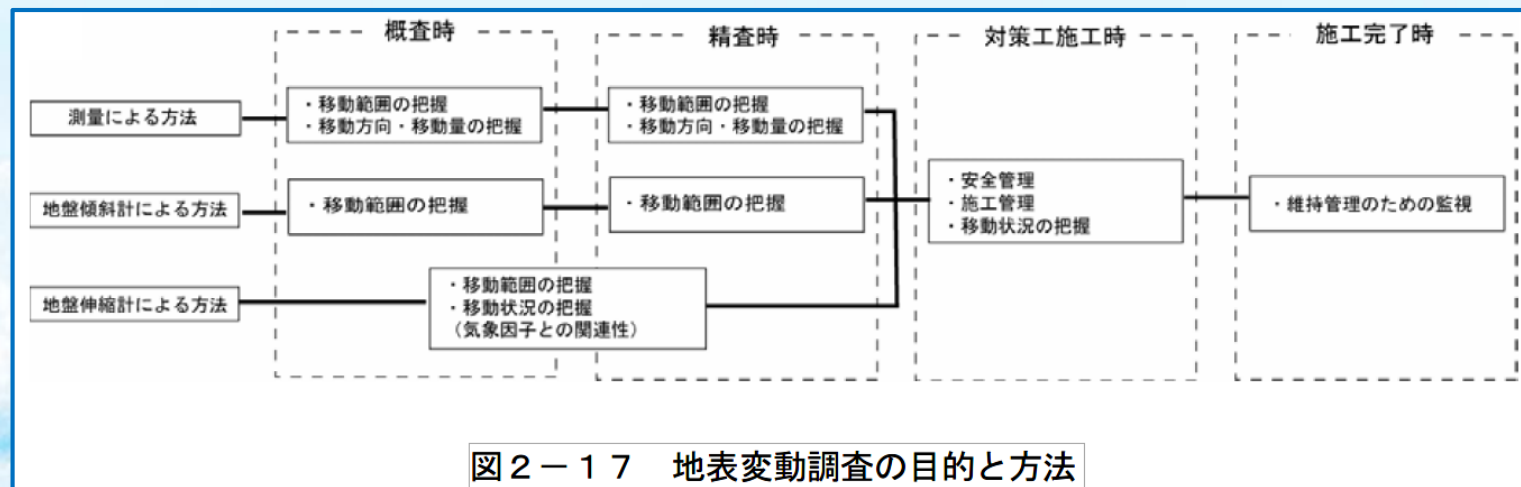


図 2-17 地表變動調查の目的と方法

2.3.6 地下水調査

- 為了取得邊坡穩定分析與檢討對策工程的基本資料，而調查地滑區地下水來源路線、地下水在地滑區內的分布與流動情形、作用於滑動面的孔隙水壓等

表 2-7 地下水調査の目的と種類¹⁾ を一部修正

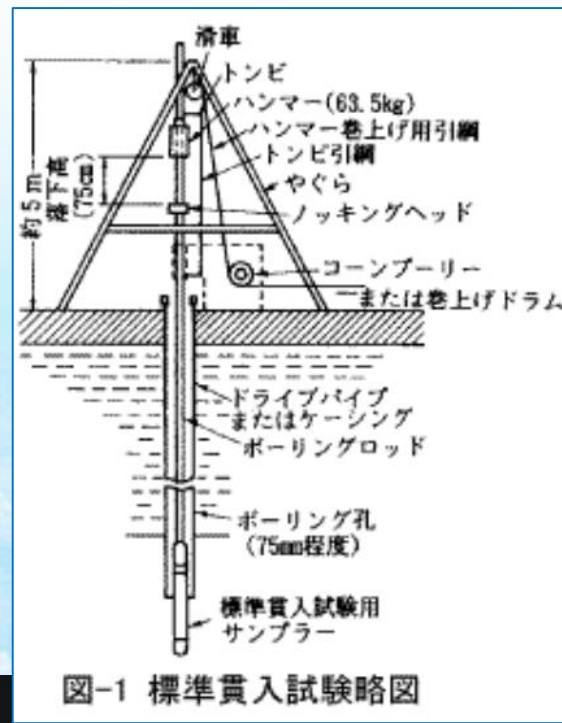
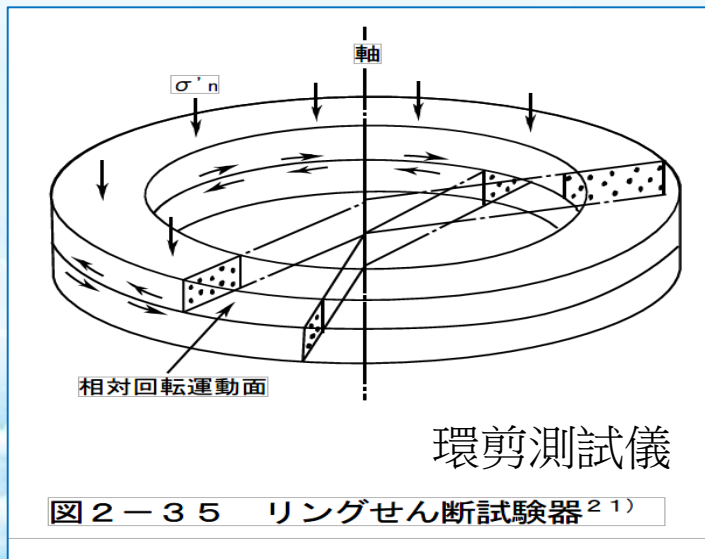
目的	調査項目
すべり面に作用する間隙水圧の把握	間隙水圧測定, 地下水位測定
地山の地下水位変動と降雨との相関等の検討	間隙水圧測定, 地下水位測定
地山の地下水流動層の把握	地下水検層、簡易揚水試験
地山の地下水流動経路の把握	地下水追跡, 水質分析
地山の地下水分布の把握	電気探査, 地温探査, 水温調査, 水質分析
地山の透水性の把握	透水試験, 簡易揚水試験

2.3.7 土力試驗

➤ 掌握滑動面強度參數，或設計對策工程所需地盤強度參數

■ 滑動面強度參數: 可依目的進行直接剪力試驗、三軸壓縮試驗、環形剪切試驗等方法取得

■ 設計對策工程所需之地盤強度參數: 可進行孔內水平載重試驗、標準貫入試驗等方法取得



2.4防治計畫

- ▶ 地滑機制分析，是檢討地滑的潛因與誘因、滑動塊體之範圍與規模、滑動面形狀與位置、地下水狀況等的地滑發生與運動機制，並製作滑動塊體圖與地滑斷面圖

地滑分析項目與調查方法

		利用する調査							
		予備調査	現地踏査	地形図の作成	地質調査	すべり面調査	地表変動調査	地下水調査	土質試験
解析項目	地すべり運動ブロック図の作成								
	地すべり運動ブロック図	○	○	○			○		
	土地利用・構造物等	○	○						
	地すべり地形の特徴		○	○					
	各種調査観測位置と結果				○	○	○	○	
	すべり面等高線図		○	○	○	○	○		
	地すべり断面図の作成								
	地質断面図	○	○		○				
	地下水位分布		○					○	
	土地利用・構造物等	○	○						
	地すべり断面形状の特徴		○	○	○	○			
	各種調査観測位置と結果				○	○	○	○	
	地すべりの機構解析	○	○	○	○	○	○	○	○

出典：国土交通省砂防部，独立行政法人土木研究所(2008)：地すべり防止技術指針及び同解説，p46，(社)全国治水砂防協会

地滑滑動圖示例

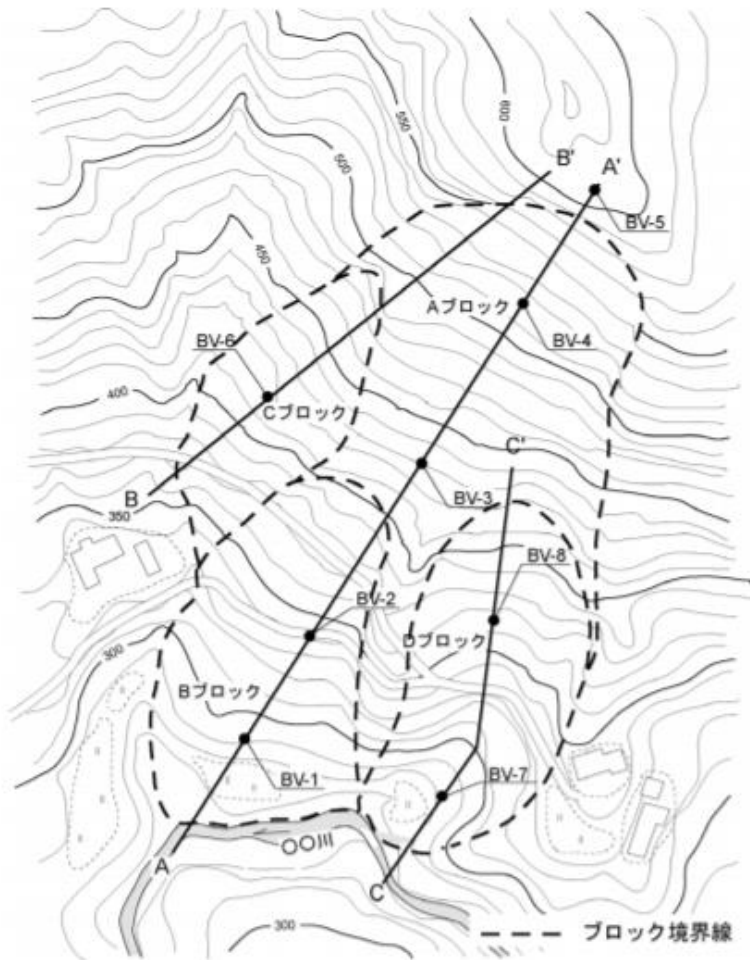


図2-36 地すべり運動ブロック図の例



写真-4 地すべりブロック区分

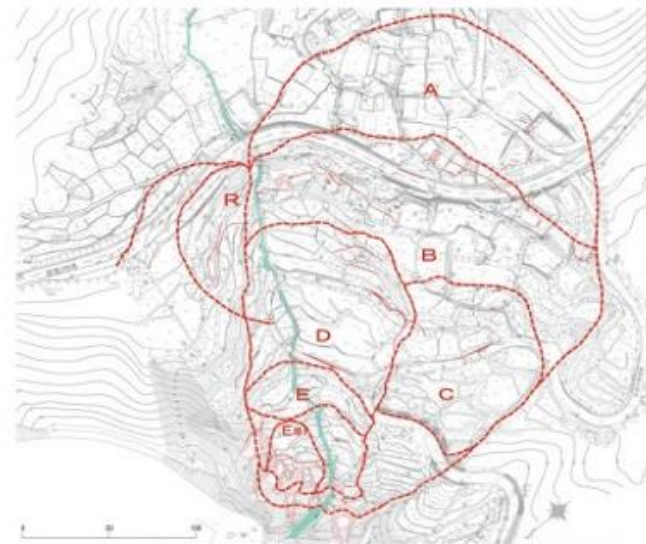


図-3 地すべりブロック区分

地滑斷面圖

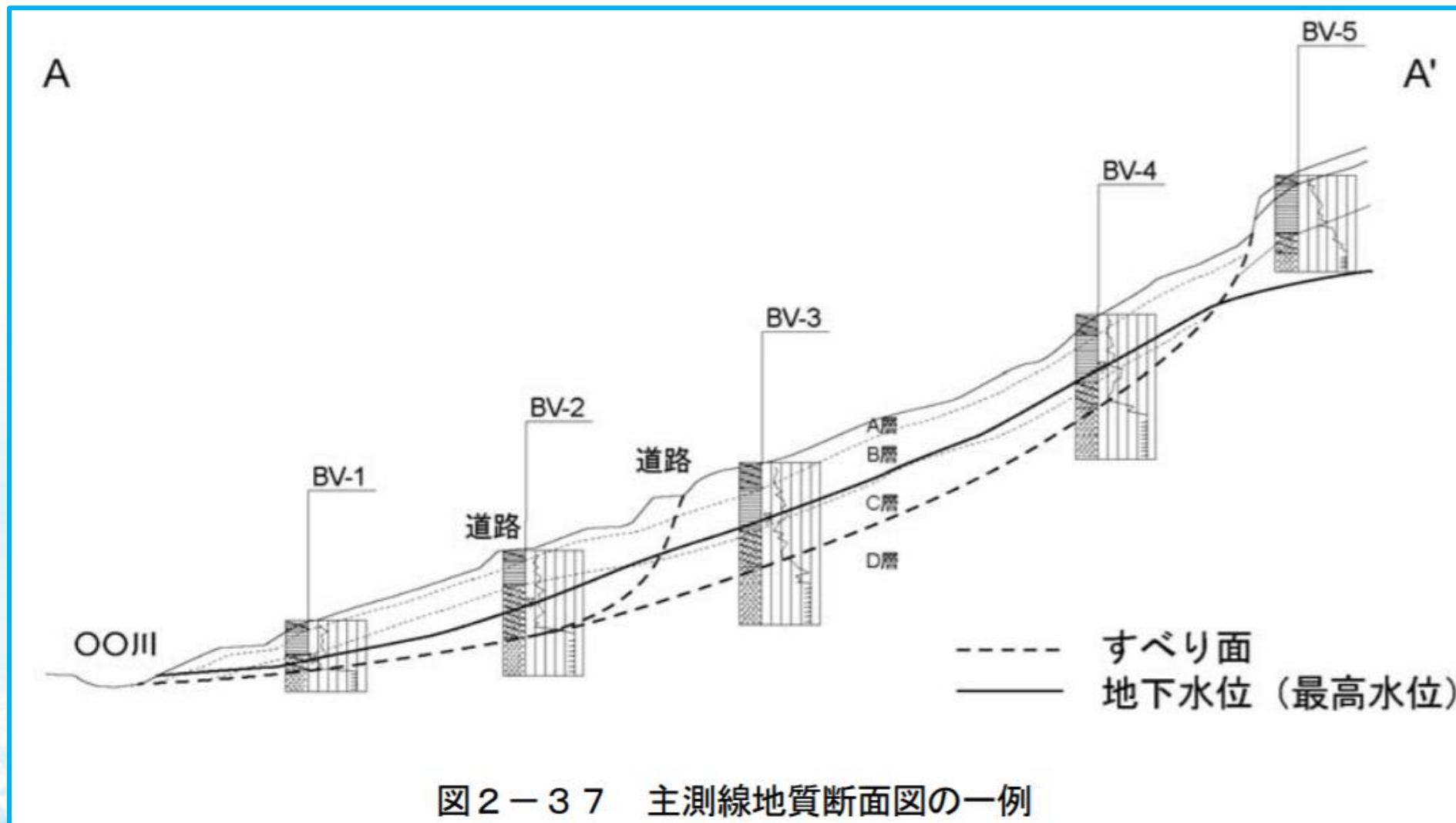


図 2-37 主測線地質断面図の一例



緊急調查

3.1 現地調查

3.2 二次災害防範措施

第 3 節 緊急調查

- ▶ 當坡面已確認出現地滑徵兆時，為了檢討是否**啟動**地滑監視體制、避難體制與應急對策等，而須進行緊急調查
- ▶ 當坡面已確認出地滑活動徵兆時，則應調查與檢討下列事項：
 - (1) 確認地滑活動範圍與地滑滑動方向
 - (2) 量測滑動量與變位量等
 - (3) 判斷發生機制（地滑發生潛因・誘因）
 - (4) 預測滑動塊體崩滑
 - (5) 檢討地滑擴大之可能性
 - (6) 推定影響範圍
 - (7) 設定危機管理基準值

3.1 現地調查

➤ 確認地滑活動範圍與地滑移動方向

- 首先應確認變動範圍與地滑移動方向，調查時除了掌握活動範圍外，也要注意包含活動範圍在內的大規模地滑區，因此**周邊坡面也應仔細調查確認**

➤ 量測移動量與變位量等

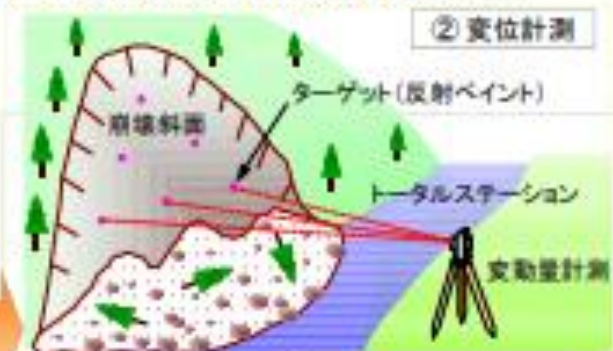
- 移動量與變位量等的量測，係以地盤伸縮計等，依地滑運動與周邊作業狀況，在有效且安全的場所適當地作業
- 特別是在滑動體趾部附近執行緊急作業時，更應優先確認趾部的變動狀況**趾部具有崩坍的危險性，因此觀測移動量時，應考慮使用遠距量測方法**



危険坡面調査方法 (Remote Monitoring Technology 2)

RE・MO・TE2の概要・特長

◆ 再崩壊や被害の拡大が予想される斜面に遠隔からターゲットを設置し、ノンプリズム型トータルステーションでターゲットを視準することで地盤変位を精度良く計測する技術です。



宅配便・航空便で輸送可能

- クロスボー
資格・免許や特殊な技能不要
(18歳以上なら誰でも可)
- ターゲット
反射強度の高いガラスビーズ
(φ50μm) 入りのペイント
- ターゲット設置可能範囲
仰角-10度~+40度
最大水平距離360m
最大高さ130m
- ターゲット設置精度:
±30cm/300m
- 計測精度: ±3mm



ノンプリズム型トータルステーションにより計測



独立行政法人 土木研究所 土砂管理研究グループ 地すべりチーム

〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 Tel. 029-879-6787 Fax. 029-879-6729

<http://www.pwri.go.jp/team/landslide/index.htm>



3.2 二次災害防範措施

- 二次災害防範措施，包括判斷地滑發生機制（潛因・誘因）、預測滑動塊體崩滑時間、探討變動範圍擴大的可能性、推測影響範圍、設定危機管理基準值等，**以利於建立警戒避難體制，及緊急對策安全管理**

◆ 判斷地滑發生機制（潛因・誘因）

對於預測後續的地滑運動是非常重要的，應先瞭解邊坡的地形、地質、地質構造等潛因

◆ 預測滑動塊體崩滑

依據地滑的變動與地形狀況等，預測滑動塊體崩滑可能性

3.2 二次災害防範措施

◆ 探討變動範圍擴大可能性

地滑活動範圍擴大的話，可能會導致嚴重災情，因此應依據所推定之發生機制，以及滑動塊體崩滑預測結果，**深入探討地滑活動範圍擴大的可能性**

◆ 推定影響範圍

依據活動範圍、地滑發生機制、滑動塊體崩滑預測、地滑活動範圍擴大可能性等，**探討結果推定地滑的影響範圍**

◆ 設定危機管理基準值

評估量測移動量與變位量、探討發生機制、預測變動情形等結果，**設定危機管理基準值**，以因應地滑運動狀況，**提供啟動警戒避難體制的參考**



永久性對策工程完工後之地滑監測·檢查

4.1 監測

4.2 檢查

4.3 監測·檢查結果之應對

第 4 節 永久性對策工程完工後之地滑監測·檢查

- ▶ 已施作了**永久性對策工程的地滑**，**仍需監測與檢查**，以隨時掌握地滑的滑動要因，及維持防治設施的機能

4.1 監測

- 對於具有許多保全對象的地滑等，在施作了永久性對策設施之後，除了必須在規定的期間進行目視檢查之外，還應在**地滑地內外設置監測儀器**，以**監控地滑穩定狀況**
- 又為了監控地滑防治設施機能是否降低，則**應在地滑防治設施上設置監測儀器**

觀察地滑儀器

表 6 - 1 地すべり斜面の計器観測の対象と手法

観測対象		計測機器及び手法	計測値
地すべり斜面	地表	地盤伸縮計	地表移動量 クラック開口量
		移動杭測量	地表移動量
		G P S 測量	地表移動量
		地盤傾斜計	地盤傾斜量
	地中	パイプひずみ計	地中ひずみ量
		孔内傾斜計	地中移動量
		縦型伸縮計	移動量
		間隙水圧計	間隙水圧
		地下水位計	地下水位
		アンカー荷重計	緊張力

4.2 檢查

- 對於施做完永久性對策設施的地滑，應進行定期檢查與特殊狀況檢查。
- 為了能順利地執行定期檢查與特殊狀況檢查，應先整理好通往各檢查地點的通道

◆ 定期檢查(一年一次)

針對地滑坡面上的地滑變動狀況與湧水變化狀況，以及地滑防治設施的地表排水溝、地下水排除施設、挖填方邊坡、河川構造物、地錨等，以現地踏查方式，在目視可能的範圍內，進行檢查

◆ 特殊狀況檢查

在大規模地震或豪雨等特殊狀況之後，赴現地踏勘目視檢查

4.3 監測與檢查結果之應對

- 檢查結果認為有地滑變動跡象時，應立即觀測地表移動量與傾斜量，掌握地滑移動狀況與型態
- 該等結果若發現到可能導致地滑災害的話，則應修改地滑防治計畫，檢討防範地滑災害之對策
- 依據地滑防治設施檢查與監測結果，必要時應修繕地滑防治設施，或探討追加新的地滑防治設施



RTDT

技術研究發展小組

Research and Technology Development Team

Thank you for your attention