

第 18 章 地滑調查

目 次

第 1 節	總說.....	1
第 2 節	地滑調查.....	1
2.1	預備調查.....	1
2.1.1	文獻調查.....	1
2.1.2	地形判釋.....	2
2.2	概查.....	2
2.3	精查.....	2
2.3.1	精查計畫立案.....	3
2.3.2	地形測量.....	3
2.3.3	地質調查.....	3
2.3.4	滑動面調查.....	4
2.3.5	地表變動調查.....	4
2.3.6	地下水調查.....	4
2.3.7	土力試驗.....	5
2.4	防治計畫.....	5
第 3 節	緊急調查.....	6
3.1	現地調查.....	6
3.2	二次災害防範措施.....	7
第 4 節	永久性對策工程完工後之地滑監測・檢查.....	7
4.1	監測.....	8
4.2	檢查.....	8
4.3	監測・檢查結果之應對.....	8
第 5 節	地滑經濟調查.....	9

第 18 章 地滑調查

第 1 節 總說

<要 點>

本章，是為了瞭解地滑機制，及研擬地滑防治計畫，而編訂之調查技術事項。

<相關公告等>

- 1) 地すべり等防止法，昭和 33 年 3 月 31 日，法律第 30 号，最終改正：平成 25 年 11 月 22 日法律第 76 号。

第 2 節 地滑調查

<要 點>

地滑調查，乃是為了瞭解地滑機制、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。調查作業，分為預備調查、概查及精查等三階段進行。地滑調查的首要目的是防災，但也須顧及社會環境與自然環境，必要時實施環境調查，（參考第 19 章 **陡坡地調查** 第 5 節）。此外，有關警戒避難體制的調查，參照第 17 章 砂防調查 第 7 節 土砂災害的軟體對策調查。

<相關通知等>

- 1) 「地すべり防止技術指針」の適用について，平成 20 年 1 月 31 日，国河砂第 65 号・国河保第 65 号，国土交通省砂防計画課長・保全課長通達。

<參考資料>

- 1) 地すべり防止技術指針及び同解説，平成 20 年 4 月，国土交通省砂防部，(独)土木研究所. 2.1 預備調査

<要 點>

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。

<標 準>

預備調查，包括文獻調查與地形判釋。

2.1.1 文獻調查

<標 準>

文獻調查，目的在於掌握對象區域的地滑特性，標準做法是蒐集地形、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。

文獻調查，首先應取得下列資料，然後釐清當地地形・地質、附近發生地滑的紀錄，以及發生時的氣象狀況等。

- 1) 地形與地質等相關資料

- a) 地形圖
國土基本圖與森林基本圖等大比例尺地形圖
- b) 航空照片
- c) 地質圖
- d) 地形分類圖、土地條件圖
- e) 其他（既有的土質、地質調查報告書等）
- 2) 過去的災害履歷、附近地滑的相關資料
 - a) 既有的工程日誌、災害調查報告書、土質（地質）調查報告書
 - b) 學會等的研究論文、報告書
 - c) 聚落分布、土地利用狀況相關資料
 - d) 地誌、新聞
 - e) 其他（當地居民訪談資料）
- 3) 氣象等相關資料
 - a) 氣象月報
 - b) 各種觀測站的觀測資料

2.1.2 地形判釋

<標準>

地形判釋，是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。

2.2 概查

<要點>

概查，乃是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。

<標準>

概查內容，包括現地踏勘與推測地滑發生・運動機制，並根據其成果，必要時，擬定精查計畫與應急對策計畫。

現地踏勘，應概略地掌握地滑的發生・運動機制及其影響。

現地踏勘結果，若認為地滑很活躍或可能崩滑時，必須檢討地滑的監測體制、避難體制、應急對策等。必要時，還應研擬地滑即時監測的緊急調查計畫。

現地踏勘的內容，包括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・運動機制時，係根據現地踏勘結果，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

<要點>

精查，乃是為了確認預備調查與概查所推測的地滑發生・運動機制，而實施更詳細的地滑機制分析。

< 標準 >

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土力試驗等。

2.3.1 擬定精查計畫

< 標準 >

精查計畫，係指依據概查結果，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。

1) 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。

2) 調查測線

調查測線，乃是決定地質調查、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。

2.3.2 地形測量

< 標準 >

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，也應製妥對象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

< 標準 >

地質調查，係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:

- 1) 可能與地滑變動有關之脆弱地層、滑動面的分布
- 2) 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

1) 地質鑽探

地質鑽探，為瞭解地滑的滑動面與地質、地質構造，乃朝地表下依序直接採樣。原則上，地質鑽探應全孔取樣。

整理鑽探調查結果時，就地滑地的地質、土質與滑動面等，相關事項的觀察結果，彙整在鑽探地質柱狀圖。

2) 震波探測

震波探測，乃是測定地震波在岩層的傳播速度，據以推測地下地質構造。地滑調查時，可利用震波探測來掌握地層的分布特性。震波探測，適用於由地表往下逐漸變為硬地層的情況，特別在推測大範圍地滑區的地層分布狀況時，是相當有效的調查方法之一。

<參考資料>

- 1) 小山内信智，石井靖雄，綱木亮介：地すべり調査用ボーリング柱状図作成要領（案），土木研究所資料，第 3868 号，2002.

2.3.4 滑動面調查

<標準>

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。

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

<參考資料>

有關孔內傾斜管的設置、量測及資料整理等，可參考以下資料。

- 1) (独)土木研究所，応用地質(株)，坂田電機(株)，日本工営(株)：地すべり地における挿入式孔内傾斜計計測マニュアル，理工図書，2010.

2.3.5 地表變動調查

<標準>

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
- 3) 構造物裂隙量測
- 4) 地盤傾斜計調查

2.3.6 地下水調查

<標準>

地下水調查，係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。

地下水調查，應依不同目的，實施地下水位觀測、孔隙水壓觀測、鑽探過程之水位變動量測、地下水檢層等。

2.3.7 土力試驗

<標準>

土力試驗，目的是要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

<要點>

要將地滑調查結果反應到對策計畫上時，應先分析地滑機制。

<標準>

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。分析項目與調查方法，如表 18-2-1 所示。此外，防治計畫除了說明對策計畫的想法之外，還要附上各項調查結果。

表 18-2-1 地滑機制分析項目與調查方法

		可利用之調查						
		預備調查	現地踏勘	製作地形圖	地質調查	滑動面調查	地表變動調查	地下水調查
分析項目	地滑滑動塊體圖繪製							
	滑動塊體劃分	○	○	○			○	
	土地利用・構造物等	○	○					
	地滑地形的特徵		○	○				
	各種調查觀測位置與結果				○	○	○	○
	滑動面等高線圖		○	○	○	○	○	
	地滑斷面圖繪製							
	地質斷面圖	○	○		○			
	地下水位分布		○					○
	土地利用・構造物等	○	○					
	地滑斷面形狀的特徵		○	○	○	○		
	各種調查觀測位置與結果				○	○	○	○
	地滑機制分析	○	○	○	○	○	○	○

(取材自：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)

1) 地滑滑動塊體圖

地滑滑動塊體圖，是在地形圖上記載滑動塊體，作為分析地滑機制的基本資料。

2) 地滑斷面圖

地滑斷面圖，是在地質斷面圖上記載調查結果。

製作方法，原則上，應沿著平行地滑運動方向的主測線，繪製地滑地質斷面圖，然後再加入推定之滑動面與地下水位、龜裂位置等。地質斷面圖，應充分檢討鑽探與其他調查結果之後才進行繪製。必要時，也應針對副測線及地滑橫斷測線製作斷面圖。

第 3 節 緊急調查

<要 點>

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。

<標 準>

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

以上也是出現地滑活動時，有助危機管理的技術方法。危機管理，是依據災害對策基準法、土砂災害警戒區域等土砂災害防止對策相關法律，進行警戒、疏散等。

上述 1) ~ 7) 項，大致上依時間先後依序進行，但緊急時應同步實施。特別是 6) 、7) 兩項攸關人命，須迅速作出判斷。現地調查時，亦需確保調查人員安全。

累積上述調查與檢討結果，希望能提升釐清地滑發生機制的技術。

<參考資料>

- 1) 綱木亮介，白石一夫，小嶋伸一：地すべり管理基準値の実態調査報告書，土木研究所資料，第 3184 号，1993.

3.1 現地調查

<標 準>

現地調查的內容，包括「確認變動範圍與地滑移動方向」、「量測移動量與變位量等」。

在確認活動範圍時，現地調查的範圍，應該要比推測變動的範圍大。

移動量與變位量等的量測，主要是以地盤伸縮計等，依地滑運動狀況，在適當的間隔進行量測；若變位量變大或危險度高而致工作人員無法接近時，則應考慮其他量測方法。

1) 確認地滑活動範圍與地滑移動方向

確認邊坡活動時，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。又，現地調查時，須優先考慮調查人員安全。

2) 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。

3.2 二次災害防範措施

<標準>

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。

1) 判斷地滑發生機制（潛因・誘因）

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。

2) 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) 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。

4) 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的探討結果，推定地滑的影響範圍。

5) 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。

<參考資料>

- 1) 綱木亮介，白石一夫，小嶋伸一：地すべり管理基準値の実態調査報告書，土木研究所資料，第 3184 号，1993.

第 4 節 永久性對策工程完工後之地滑監測與檢查

<要點>

地滑發生與運動機制相當複雜，即便施作了防治工程的地滑，也可能再出現明顯地滑活動。因此，對於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

<標準>

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。

<參考資料>

- 1) 藤澤和範，石田孝司，窪塚大輔：既設アンカー緊張力モニタリングシステム運用マニュアル，土木研究所資料，第 4171 号，2009.

4.2 檢查

<標準>

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。

1) 定期檢查

定期檢查，乃是一年一次左右，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。

2) 特殊狀況檢查

特殊狀況檢查，係指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。

<參考資料>

- 1) 野呂智之，丸山清輝，中村明，ハスバートル：地すべり防止施設の維持管理に関する実態と施設点検方法の検討，土木研究所資料，第 4201 号，2011.

4.3 監測與檢查結果之應對

<標準>

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。

此外，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。

第 5 節 地滑經濟調查

<要 點>

地滑經濟調查，亦即分析地滑對策工程經費的益本比。

<相關通知等>

- 1) 国土交通省所管公共事業の新規事業採択時評価実施要領，国土交通省所管公共事業の再評価実施要領，平成 23 年 4 月 1 日，国土交通省.
- 2) 砂防事業等の新規事業採択時評価実施要領細目，砂防事業等の再評価実施要領細目，平成 22 年 4 月 1 日，国土交通省砂防部.
- 3) 公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編），平成 21 年 6 月，国土交通省.
- 4) 治水經濟調查マニュアル(案)，平成 17 年 4 月，国土交通省河川局. 5) 地すべり対策事業の費用便益分析マニュアル(案)，平成 24 年 3 月，国土交通省水管理・国土保全局砂防部.

編譯：水土保持局技術研究發展小組

Research and Technology Development Team, SWCB, COA

December 2017

本文件之翻譯及轉載，均符合日本著作權法相關規定。