

地質敏感區
基地地質調查及地質安全評估手冊

經濟部中央地質調查所

中華民國 103 年 12 月 30 日

目錄

1. 通則	1
1.1 基地地質調查及地質安全評估辦理時機	1
1.2 地質敏感區基地地質調查及地質安全範圍範圍界定	2
1.3 區域調查與細部調查進行方法	3
1.4 結果報告內容與格式	5
1.5 辦理人及簽證	6
1.6 結果報告應納入須送審之書圖文件	6
1.7 審查相關注意事項	7
1.8 結果報告自主檢核表	10
2. 地質遺跡地質敏感區基地地質調查及地質安全評估	16
2.1 地質遺跡地質敏感區調查及評估目的	16
2.2 地質遺跡地質敏感區基地地質調查	16
2.2.1 區域調查	16
2.2.2 細部調查	17
2.2.2.1 地質遺跡外觀形態及保存狀態	17
2.2.2.2 土地開發基地配置與地質遺跡位置	17
2.2.2.3 地質特性	17
2.2.3 相關圖表及說明	18
2.2.3.1 區域調查地質圖	18
2.2.3.2 細部調查地質圖	18
2.3 地質遺跡地質敏感區基地地質安全評估	19
3. 地下水補注地質敏感區基地地質調查及地質安全評估	20
3.1 地下水補注地質敏感區調查及評估目的	20
3.2 地下水補注地質敏感區基地地質調查	20
3.2.1 區域調查	20
3.2.1.1 區域調查內容	20
3.2.1.2 地形調查內容	21
3.2.1.3 水系內容	21
3.2.1.4 地層分布、地質構造內容	21
3.2.1.5 水文地質內容	21
3.2.2 細部調查:	22

3.2.2.1	開發前地形及土地使用狀況.....	22
3.2.2.2	土地開發之基地使用配置.....	22
3.2.2.3	挖填規劃及填方材料說明.....	22
3.2.3	相關圖表及說明	23
3.2.3.1	區域調查地質圖.....	23
3.2.3.2	細部調查地質圖.....	23
3.3	地下水補注地質敏感區基地地質安全評估.....	24
3.3.1	評估土地開發行為對地下水之補注水質及補注水量之影響 .	24
3.3.1.1	土地開發後之排放水及廢棄物.....	24
3.3.1.2	土地透水面積百分比.....	24
3.3.1.3	透水鋪面.....	25
3.3.2	因應措施及成效評估	27
3.4	參考資料.....	28
4.	活動斷層地質敏感區基地地質調查及地質安全評估.....	29
4.1	活動斷層地質敏感區調查及評估目的	29
4.2	活動斷層地質敏感區基地地質調查	32
4.2.1	區域調查	32
4.2.1.1	活動斷層地形特徵.....	32
4.2.1.2	地層分布.....	33
4.2.1.3	地質構造.....	34
4.2.2	細部調查:	34
4.2.2.1	地形判釋.....	34
4.2.2.2	露頭調查.....	35
4.2.2.3	地下地質調查.....	39
4.2.3	地質鑽探	40
4.2.3.1	鑽孔配置原則與鑽探數量.....	40
4.2.3.2	鑽探深度.....	41
4.2.3.3	鑽探取樣.....	41
4.2.3.4	地質鑽探岩心柱狀圖與岩心照片.....	42
4.2.4	探溝調查（視需要選擇辦理項目）	43
4.2.4.1	探溝調查目的.....	43
4.2.4.2	探溝調查重點.....	43

4.2.4.3 探溝結果之呈現.....	44
4.2.5 地球物理測勘（視需要選擇辦理項目）.....	45
4.2.5.1 地球物理測勘目的.....	45
4.2.5.2 探查方式.....	45
4.2.5.3 探查結果之呈現.....	46
4.2.6 相關圖表及說明.....	46
4.2.6.1 區域調查地質圖.....	46
4.2.6.2 細部調查地質圖與地質剖面圖.....	47
4.2.7 調查成果綜合研判.....	48
4.3 活動斷層地質敏感區基地地質安全評估.....	48
4.3.1 開發行為安全評估.....	48
4.3.2 處理對策.....	49
4.4 參考資料.....	49
5. 山崩與地滑地質敏感區基地地質調查及地質安全評估.....	51
5.1 山崩與地滑地質敏感區調查及評估目的.....	51
5.2 山崩與地滑地質敏感區基地地質調查.....	54
5.2.1 區域調查.....	54
5.2.1.1 環境狀況.....	54
5.2.1.2 地質特性.....	56
5.2.2 細部調查.....	60
5.2.2.1 工程地質特性.....	60
5.2.2.2 地下地質特性.....	65
5.2.3 地質鑽探.....	67
5.2.3.1 配置原則與鑽探數量.....	67
5.2.3.2 鑽探深度.....	69
5.2.3.3 地質鑽探岩心柱狀圖與岩心照片.....	69
5.2.3.4 地下水位或水壓量測.....	70
5.2.3.5 土壤與岩石試驗.....	71
5.2.3.6 潛在滑動面研判.....	73
5.2.4 地球物理測勘(視需要選擇辦理項目).....	75
5.2.5 相關圖表及說明.....	75
5.2.5.1 區域調查地質圖.....	75

5.2.5.2 細部調查地質圖與地質剖面圖.....	76
5.3 山崩與地滑地質敏感區基地地質安全評估	79
5.3.1 山崩或地滑發生潛勢及其對基地之影響	79
5.3.2 開發行為對坡地穩定性之影響	84
5.3.3 處理對策	88
5.4 參考資料.....	88

1. 通則

1.1 基地地質調查及地質安全評估辦理時機

本手冊適用於地質敏感區之基地地質調查及地質安全評估作業，地質敏感區以外地區土地之開發行為，應依相關法令規定辦理地質調查。

地質敏感區內之土地開發行為，應於申請土地開發前，進行基地地質調查及地質安全評估作業；但緊急救災者不在此限。

【說明】

1. 本節根據「地質法」第 8 條及第 11 條第 1 項編撰。
2. 地質敏感區包括地質遺跡地質敏感區、地下水補注地質敏感區、活動斷層地質敏感區及山崩與地滑地質敏感區等 4 類。地質敏感區是利用廣域性的地質資料進行劃定，比例尺及詳細程度有限。土地開發行為應針對其特定目的需求，進行較詳細之基地地質調查及地質安全評估，釐清開發行為與地質敏感區之相互關係，並研擬因應對策，使土地開發同時兼顧保育與防災目的。
3. 依 103 年 12 月 26 日經濟部經地字第 10304606540 號解釋令，地質法第 8 條所稱「土地開發行為」係指：
 - (1) 應實施環境影響評估者。
 - (2) 應辦理土地使用分區變更、水土保持計畫、有基礎構造施作之建造執照或雜項執照之資源開發、土地開發利用、工程建設、廢棄物處置、天然災害整治或法令規定有關土地開發之規劃、設計及施工，且其依相關法令規定須送審之書圖文件應由依法登記執業之應用地質技師、大地工程技師、土木工程技師、採礦工程技師、水利工程技師、水土保持技師或建築師辦理及簽證者。
4. 地質法第 11 條第 1 項所稱「相關法令」，指訂有土地開發行為相關審查規定之法令，包含區域計畫法、都市計畫法、建築法、環境影響評估法、水土保持法及各目的事業法令。
5. 土地開發行為範圍涵蓋地質敏感區者，應於「申請土地開發前」進行地質敏感區之基地地質調查及地質安全評估，所謂「申請土地開發前」係指土地開發之規劃、審議、開發及建築等各皆段之前，並將完成之調查與評估結果報告納入各階段送審之書圖文件中。
6. 若遇緊急救災者為爭取時效，不受地質法第 8 條第 1 項規定之限制。

1.2 地質敏感區基地地質調查及地質安全評估範圍界定

地質敏感區之基地地質調查分為區域調查及細部調查二部分，調查範圍分別如下：

- 1.區域調查：包含基地全部及可能影響基地之相鄰地區。
- 2.細部調查：基地與地質敏感區重疊部分。

土地開發行為之基地與地質敏感區重疊部分維持原地形地貌且不開發，並經區域調查後，評估其地質條件對基地開發無相互影響者，得免細部調查。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 2 條編撰。
2. 基地指申請開發行為之土地範圍。
3. 區域調查範圍除了基地全部以外，仍包含其它可能影響基地之相鄰地區；前開「相鄰」地區範圍應由地質法第 10 條規定之技師依基地地質、地形、開發行為性質及地質敏感區特性加以界定。
4. 細部調查範圍指土地開發行為之基地與地質敏感區重疊的區域，如圖 1-1 所示。
5. 如果土地開發行為之基地與地質敏感區重疊部分維持原地形地貌且不開發，而且區域調查及評估結果經證認定細部調查區域之地質條件與基地之間無相互影響者，得免進行細部調查。
6. 已公告之地質敏感區範圍可至本所全球資訊網 (<http://www.moeacgs.gov.tw>)/地質法專區/地質敏感區查詢系統進行查詢，或逕向地質敏感區所在地之地方政府查詢。

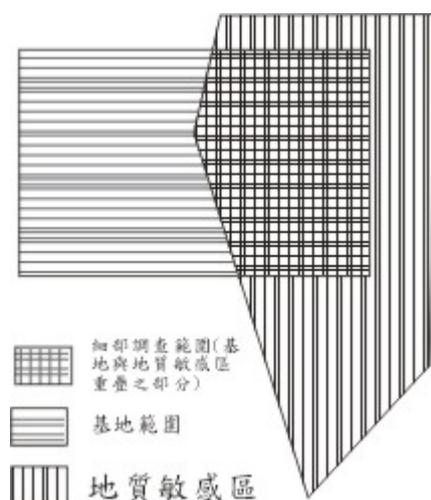


圖 1-1 細部調查範圍示意圖。

1.3 區域調查與細部調查進行方法

區域調查之進行，由現有資料檢核辦理，視土地開發行為需要，得以露頭調查、遙測影像判釋或其他方法補充資料。

細部調查之進行，除由現有資料檢核外，應辦理現地調查；現地調查之內容依作業準則及本手冊各類地質敏感區之個別規定辦理。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 3 條編撰。
2. 區域調查之方法以現有資料檢核為主，再視土地開發行為需要，配合以露頭調查、航照判釋、遙測影像分析或其他方法補充資料。各類地質敏感區區域調查項目或內容，詳如後續各章節。
3. 細部調查之方法以現地調查為主，現地調查內容依據各類地質敏感區性質，有不同的調查項目或內容，詳如本手冊後續各章節。

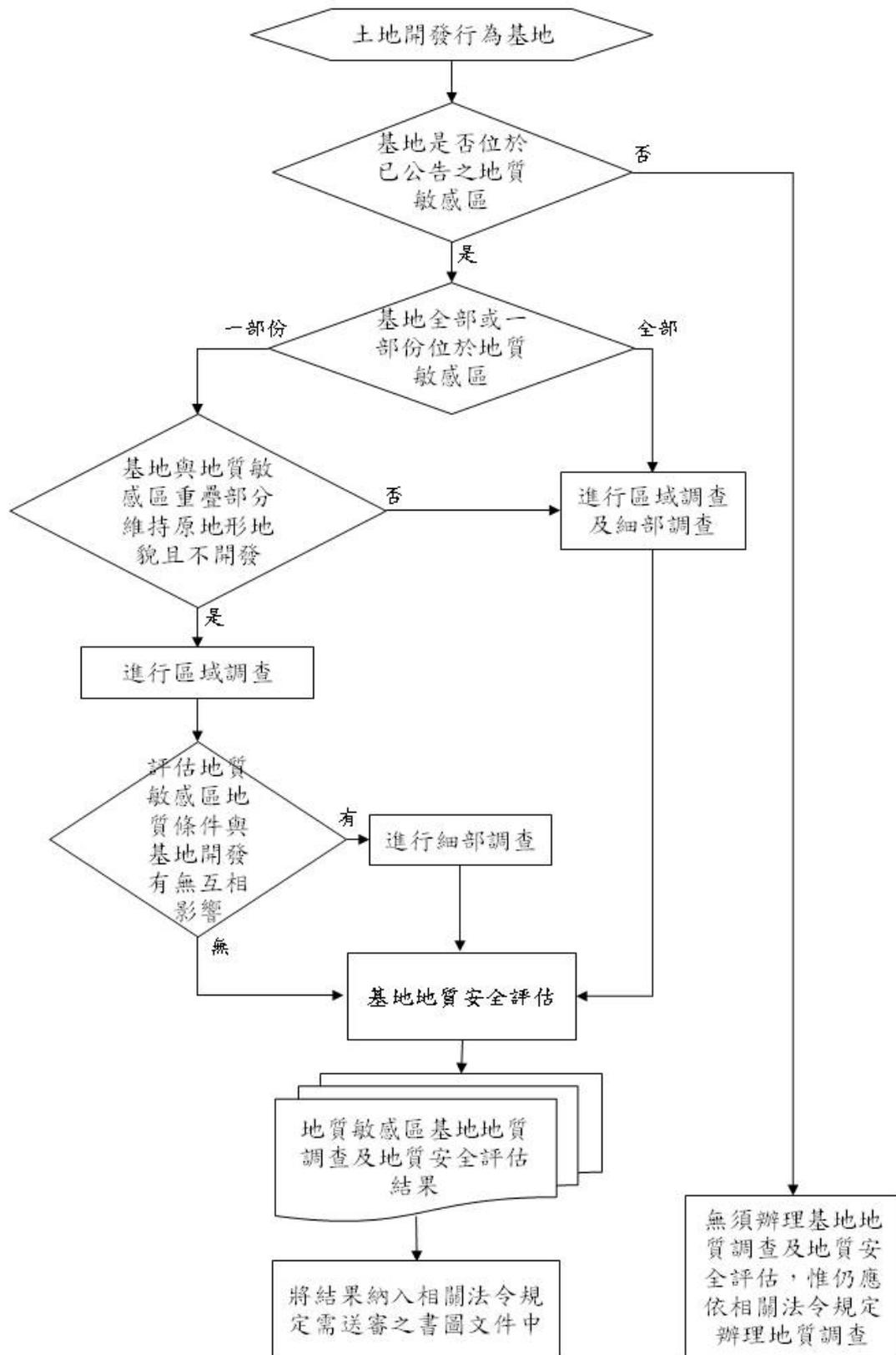


圖 1-2 區域調查與細部調查作業流程圖。

1.4 結果報告內容與格式

地質敏感區之基地地質調查及地質安全評估結果報告併入相關法令規定須送審之書圖文件中，請依相關法令規定之書圖(版面)格式製作報告；若相關法令無規定書圖(版面)格式，可參考本手冊規定之格式製作。

地質敏感區之基地地質調查及地質安全評估結果報告內容應包括基地地質調查結果與基地地質安全評估結果。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 4 條編撰。
2. 報告內容：

地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果依下列次序編排，並依據不同類別地質敏感區之規定撰寫內容。

- (一)基地及調查範圍：說明基地、區域地質調查區及細部地質調查區之範圍及空間關係。
- (二)基地地質調查結果。
 1. 區域調查結果。
 2. 細部調查結果。
 3. 相關圖表及說明。
- (三)基地地質安全評估結果。
- (四)參考資料來源。
- (五)附圖：超過 A3 尺寸之圖件，以摺疊方式置於圖袋或另製圖冊。
- (六)附錄：地質鑽探報告或其他地質調查方法紀錄、現地試驗資料、室內試驗及分析資料、辦理之技師或人員資料等。

3. 報告格式：

- (1)為使基地地質調查及地質安全評估結果便於併入相關法令規定須送審之書圖文件中，請依相關法令規定之書圖(版面)格式製作報告；若相關法令無規定書圖(版面)格式，則參考本手冊規定之格式製作。
- (2)報告版面格式製作，紙張為 A4 尺寸，採雙面印製；文字以橫式書寫，文字、圖、表、頁之字體須清晰且間距分明；地圖應標示坐標、比例尺、方位及圖例；圖、表超過 A4 規格時得摺頁處理（另冊附圖不在此限）。

1.5 辦理人及簽證

地質敏感區之基地地質調查及地質安全評估結果報告應由下列人員辦理，並檢附相關資料。

- 1.專業技師:由地質法第 10 條第 1 項所定技師辦理並簽證者，應檢附該辦理技師之技師證書及執業執照影本。
- 2.自行興辦者:依地質法第 10 條第 2 項，由目的事業主管機關、公營事業機構或公法人自行興辦者，應檢附該機關、機構或法人內依法取得相當類科技師證書者之技師證書影本。

【說明】

1. 地質法第 10 條第 1 項規定之技師，係指依法登記執業之應用地質技師、大地工程技師、土木工程技師、採礦工程技師、水利工程技師、水土保持技師或依技師法規定得執行地質業務之技師，調查評估結果應經前述之技師辦理並簽證，並檢附該辦理技師之技師證書及執業執照影本。
2. 依地質法第 10 條第 2 項規定自行興辦者，係指由目的事業主管機關、公營事業機構或公法人內依法取得相當類科技師自行興辦，應檢附該機關、機構或法人內依法取得相當類科技師證書者之技師證書影本。
3. 辦理人員應於結果報告中依據「相關法令」規定之格式進行簽證，並檢附上述之相關證件影本。

1.6 結果報告應納入須送審之書圖文件

地質敏感區之基地地質調查及地質安全評估結果報告，應納入土地開發行為相關法令規定須送審之書圖文件中。

【說明】

1. 依地質法第 8 條第 1 項規定「土地開發行為基地有全部或一部位於地質敏感區內者，應於申請土地開發前，進行基地地質調查及地質安全評估。」與第 11 條第 1 項規定「依第八條第一項規定應進行基地地質調查及地質安全評估者，應於相關法令規定須送審之書圖文件中，納入調查及評估結果。」故於相關法令規定須送審之書圖文件中應納入上述調查及評估結果者須具備下列二要件，即:(一)土地開發行為基地有全部或一部位於地質敏感區；(二)依相關法令規定有須送審之書圖文件者。
2. 土地開發行為基地如具備前項之二項要件，則應依地質法第 8 條第 1 項於**申請土地開發前**，進行基地地質調查及地質安全評估，以便於送審時，併入相關法

令規定須送審之書圖文件中。「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果」並非獨立送審之文件，係併入「相關法令」規定須送審之書圖文件之地質資料，由辦理土地開發行為相關審查作業之主管機關辦理審查。

3. 上述所稱之「相關法令」，指訂有土地開發行為相關審查規定之法令，包含區域計畫法、都市計畫法、建築法、環境影響評估法、水土保持法及各目的事業法令。

1.7 審查相關注意事項

審查機關應邀請地質專家學者或地質法第 10 條第 1 項規定之執業技師參與審查，或委託專業團體辦理審查。但具有自行審查能力者，不在此限。

【說明】

1. 地質法並未另設獨立審查機制，「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果」併入相關法令規定須送審之書圖文件後，審查機關循「相關法令」之原審查程序辦理或作業方式審查，毋須另立審查程序或作業方式單獨審查「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果」，以避免延長土地開發期程。但是，應依地質法第 11 條第 2 項規定「審查機關應邀請地質專家學者或前條第一項規定之執業技師參與審查，或委託專業團體辦理審查。但具有自行審查能力者，不在此限。」辦理審查。
2. 由於土地開發行為所涉及相關法令之審查目的皆不相同，地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果併入相關法令規定須送審之書圖文件，由相關法令之主管機關依其法令之規定與目的辦理審查，審查結果仍應配合相關法令之規定與目的辦理。以水土保持法為例，土地開發行為基地如位於地質敏感區，則應於水土保持法規定之送審書圖文件中納入地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果，由水土保持主管機關依水土保持法之目的審查該土地開發行為申請案。
3. 以建築法為例，主管建築機關依內政部營建署 103 年 3 月 5 日營署建管字第 1032903706 號函載討論事項議題一之決議 1 分工，並依建築法之規定與目的審查時之審查內容補充說明如次：
 - (1)申請建造執照或雜項執照前，其土地開發行為已依地質法進行基地地質調查及地質安全評估，並經權責機關審查通過者：查核申請案件是否檢附其他目的事業主管機關審查通過之證明文件及完整基地地質調查及地質安全評估結果報告，於核發執照後，列為必需抽查案件，抽查是否業將該報告納為設計參據，其設計結果並合於建築法規規定。

(2)申請建造執照或雜項執照前，無其他應依地質法進行基地地質調查及地質安全評估之土地開發行為者：審查基地地質調查及地質安全評估結果報告是否合於作業準則規定，於核發執照後，列為必需抽查案件，抽查是否業將該報告納為設計參據，其設計結果並合於建築法規規定。

4. 在土地開發行為提送書圖文件申辦審查，當未完成審查程序之過程中，若有土地開發行為基地局部或全部被公告為地質敏感區之狀況時，應補辦基地地質調查及地質安全評估，結果納入送審書圖文件中。
5. 由於基地地質調查及地質安全評估為專業性之工作，其結果應由具地質專業能力及經驗之專家學者審查，始能客觀、正確，故於地質法第 11 條第 2 項規定，審查機關如具此項審查能力者，得自行審查；如不具地質專業審查能力，審查機關應邀請地質專家學者或相關技師參與審查，或委託專業團體辦理審查；有關「地質專家學者」、「專業團體」及「具有自行審查能力者」說明如次。
 - (1)「地質專家學者」指具有地質相關學術專長或實務經驗者。
 - (2)「專業團體」指具有前開地質專家學者或地質法第 10 條第 1 項規定之執業技師之公會、學會、公司等團體。
 - (3)「具有自行審查能力者」指具有「地質專家學者」或依法取得地質法第 10 條第 1 項規定類科技師證書人員之審查機關。
6. 為便利審查機關確認報告項目、內容、數量及作業應遵循事項等是否符合規定，審查機關承辦人員得參考附表 1 進行查核。

附表 1、基地地質調查及地質安全評估結果報告查核表

由 申 請 者 填 列	開發案名稱				
	須併入何種法令規定需送審之書圖文件				
	基地位址	地號：			
	基地面積(公頃)				
	基地涉及之地質敏感區	地號：			
		地質敏感區類別	基地與地質敏感區重疊面積(公頃)	維持原地形地貌 是 否	
<input type="checkbox"/> 地質遺跡地質敏感區			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> 地下水補注地質敏感區			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> 活動斷層地質敏感區			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> 山崩與地滑地質敏感區		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
	查核項目	是 否	備註		
由 審 查 機 關 填 列	1. 由符合資格之技師簽證或由依法取得相當類科技師證書之自行興辦者，並附文件	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	2. 檢附地質敏感區範圍查詢結果	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	3. 各項需送審之書圖文件中，基地地質調查及地質安全評估報告項目與檢核表一致	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	4. 涉及應辦理地質鑽探者，已完成依規定數量及深度進行地質鑽探	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	應註明依規定須鑽探數量及實際鑽探數量，無規定須進行地質鑽探者，請勾「是」。		
	5. 基地地質安全評估內容符合作業準則規定	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	6. 檢附已通過審查之相關資料與結論	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	須註明已審查通過之資料為何		
	7. 是否同意受理	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			

承辦人	單位主管	機關首長

1.8 結果報告自主檢核表

辦理人員應填報「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估報告自主檢核表」，以確認報告項目、內容、數量及作業應遵循事項等是否符合作業準則。

【說明】

為協助地質敏感區之基地地質調查及地質安全評估辦理人員自行檢核所提交之報告是否符合作業準則規定，也便利審查機關確認報告項目、內容、數量及作業應遵循事項等是否符合規定，辦理人員應填報「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果報告自主檢核表」，附於報告之前。

辦理人員除填報「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估報告自主檢核表」(附表 2-1)外，並依基地所處的地質敏感區類型分別填報附表 2-2 至表 2-5 之表格；例如，若位於地下水補注地質敏感區與活動斷層地質敏感區，除了填「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果報告自主檢核表」(附表 2-1，第 1 頁)外，仍應填列「地下水補注地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果報告自主檢核表」(附表 2-3，第 3 頁)與「活動斷層地質敏感區基地地質調查及地質安全評估報告自主檢核表」(附表 2-4，第 4 頁)。

附表 2-1、地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果報告自主檢核表

(第 1 頁)

開發案名稱					
併入何種法令規定須送審之書圖文件		法令名稱:(例如:非都市土地開發審議作業規範、水土保持計畫審核監督辦法、開發行為環境影響評估作業準則…等)			
基地面積(公頃)					
檢核項目		檢核結果	檢核項目		檢核結果
一、 辦理人員	由技師辦理並簽證		自行興辦者		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	(1) 是否符合地質法第 10 條規定之技師?		是否檢附依法取得相當類科技師證書者之技師證書影本?		
	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
(2) 是否檢附辦理技師之技師證書影本?		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否					
(3) 是否檢附辦理技師之執業執照影本?		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否					
是否檢附地質敏感區範圍查詢結果		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
二、 地質敏感區類別	<input type="checkbox"/> 地質遺跡地質敏感區 (應繼續勾選第 2 頁)	<input type="checkbox"/> 地下水補注地質敏感區 (應繼續勾選第 3 頁)	<input type="checkbox"/> 活動斷層地質敏感區 (應繼續勾選第 4 頁)	<input type="checkbox"/> 山崩與地滑地質敏感區 (應繼續勾選第 5 頁)	
	基地與地質敏感區重疊面積(公頃)				

辦理技師/自行興辦人員簽名或蓋章：

附表 2-2、地質遺跡地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果報告自主檢核表

(第 2 頁)

基地與地質敏感區重疊面積(細部調查面積)		(公頃)		
檢核項目		檢核結果	補充說明	備註
基地地質調查內容	1. 區域調查 (1) 是否描述地形 (2) 是否描述地層分布 (3) 是否描述地質構造	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		作業準則第 6 條
	2. 是否得免細部調查。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		1. 依作業準則第 2 條第 2 項，基地與地質敏感區重疊部分維持原地形地貌且不開發，並經區域調查後，評估其地質條件對基地開發無相互影響者，得免細部調查。 2. 是否得免細部調查勾“是”者，可免填 3. 細部調查
	3. 細部調查			
	(1) 是否說明地質遺跡外觀形態及保存狀態	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(2) 是否說明土地開發之基地使用配置與地質遺跡位置	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(3) 是否說明地質特性	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	4. 應附圖說(符合作業準則第 7 條規定)			不須進行細部調查者，得免附細部調查地質圖。
(1) 是否檢附區域調查地質圖(比例尺不得小於 1/50,000)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
(2) 是否檢附細部調查地質圖(比例尺不得小於 1/1,200，面積逾五十公頃者，比例尺得酌予縮小)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
基地地質安全評估內容 是否檢附作業準則第 8 條規定之內容		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		

註：1. 「作業準則」為地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則之簡稱

2. 依據地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則第 6 條至第 8 條訂定。

辦理技師/自行興辦人員簽名或蓋章：

附表 2-3、地下水補注地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果報告自主檢

核表

(第 3 頁)

基地與地質敏感區重疊面積(細部調查面積)		(公頃)				
檢核項目		檢核結果	補充說明	備註		
基地地質調查內容	1. 區域調查 (1) 是否描述地形 (2) 是否描述水系 (3) 是否描述地層分布 (4) 是否描述地質構造 (5) 是否描述水文地質	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		作業準則第 9 條		
	2. 是否得免細部調查。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		1. 基地與地質敏感區重疊部分維持原地形地貌且不開發，並經區域調查後，評估其地質條件對基地開發無相互影響者，得免細部調查。 2. 是否得免細部調查勾“是”者，可免填 3. 細部調查。 3. 若無挖填規劃，可免填(5)。		
	3. 細部調查 (1) 是否應進行細部調查(作業準則第 2 條第 2 項) (2) 是否說明開發前地形及土地使用狀況。 (3) 是否說明土地開發之基地使用配置 (4) 是否說明挖填規劃 (5) 是否說明填方材料說明	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
	4. 應附圖說(符合作業準則第 10 條規定) (1) 是否檢附區域調查地質圖(比例尺不得小於 1/50,000) (2) 是否檢附細部調查地質圖(比例尺不得小於 1/1,200，面積逾五十公頃者，比例尺得酌予縮小)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			不須進行細部調查者，得免附細部調查地質圖	
	基地地質安全評估內容 是否符合地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則第 11 條規定		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			

註：1. 「作業準則」為地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則之簡稱

2. 依據地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則第 9 條至第 11 條訂定。

辦理技師/自行興辦人員簽名或蓋章：

附表 2-4、活動斷層地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果報告自主檢核表
(第 4 頁)

基地與地質敏感區重疊面積(細部調查面積)		(公頃)		
檢核項目		檢核結果	補充說明	備註
基地地質調查內容	1. 區域調查 (1)是否說明活動斷層地形特徵 (2)是否說明地層分布 (3)是否說明地質構造	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		作業準則第 12 條
	2. 是否得免細部調查。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		1. 基地與地質敏感區重疊部分維持原地形地貌且不開發，並經區域調查後，評估其地質條件對基地開發無相互影響者，得免細部調查。 2. 是否得免細部調查 勾“是”者，可免填 3. 細部調查 。
	3. 細部調查 (1)是否應進行細部調查(作業準則第 2 條第 2 項)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(2)是否進行地形判釋	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(3)是否進行露頭調查	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(4)是否進行地下地質調查	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(5)是否依規定數量及深度進行地質鑽探	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	4. 應附圖說(符合作業準則第 14 條規定)			1. 得免進行細部調查者，得免附細部調查地質圖及岩心柱狀圖。 2. 探溝調查為選擇性辦理項目，若無進行探溝調查者，得免附探溝立面圖。
	(1) 是否檢附區域調查地質圖(比例尺不得小於 1/50,000)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(2) 是否檢附細部調查地質圖(比例尺不得小於 1/1,200，面積逾五十公頃者，比例尺得酌予縮小)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
(3) 是否檢附地質剖面圖(水平比例尺不小於 1/1,200 或活動斷層不在細部調查區內可以其它比例尺)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
(4) 是否檢附岩心柱狀圖(比例尺不得小於 1/100)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
(5) 是否檢附探溝立面圖(比例尺不小於 1/100)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
基地地質安全評估內容 是否符合作業準則第 15 條規定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			

註：1. 「作業準則」為地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則之簡稱

2. 依據地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則第 12 條至第 15 條訂定。

辦理技師/自行興辦人員簽名或蓋章：

附表 2-5、山崩與地滑地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果報告自主
 檢核表 (第 5 頁)

基地與地質敏感區重疊面積(細部調查面積)		(公頃)		
檢核項目		檢核結果	補充說明	備註
基地地質調查內容	1. 區域調查 (1)是否說明環境狀況 (2)是否說明地質特性	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		作業準則第 16 條
	2. 是否得免細部調查。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		1. 基地與地質敏感區重疊部分維持原地形地貌且不開發，並經區域調查後，評估其地質條件對基地開發無相互影響者，得免細部調查。 2. 是否得免細部調查 勾“是”者，可免填 3. 細部調查 。
	3. 細部調查			
	(1) 是否應進行細部調查(作業準則第 2 條第 2 項)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(2) 是否進行工程地質特性分析	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(3) 是否進行地下地質特性分析	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(4) 是否依規定數量及深度進行地質鑽探	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	4. 應附圖說(符合作業準則第 18 條規定)			不須進行細部調查者，得免附細部調查地質圖。
	(1) 是否檢附區域調查地質圖(比例尺不得小於 1/50,000)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	(2) 是否得免細部調查地質圖(比例尺不得小於 1/1,200，面積逾五十公頃者，比例尺得酌予縮小)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
(3) 是否檢附地質剖面圖(水平比例尺不小於 1/1,200)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
(4) 是否檢附岩心柱狀圖(比例尺不得小於 1/100)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
基地地質安全評估內容 是否符合作業準則第 19 條規定		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		

註：1. 「作業準則」為地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則之簡稱

2. 依據地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則第 16 條至第 19 條訂定。

辦理技師/自行興辦人員簽名或蓋章：

2. 地質遺跡地質敏感區基地地質調查及地質安全評估

2.1 地質遺跡地質敏感區調查及評估目的

- (1) 區域調查之目的為瞭解基地與地質敏感區之相對關係、整體環境狀況與地質特性。
- (2) 細部調查之目的為瞭解基地與地質敏感區重疊部分的詳細地質特性及地質遺跡現況。
- (3) 地質安全評估之目的在評估開發行為對地質遺跡是否造成影響。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 2 條、第 6 條以及第 8 條編撰。
2. 地質遺跡地質敏感區地質調查主要目的為瞭解地質遺跡之現狀，包括遺跡之外觀形態、保存及分布狀況，以及其與開發基地之空間關係，提供地質遺跡地質敏感區地質安全評估所需之資料。
3. 地質遺跡之界定可參考各地質遺跡地質敏感區劃定計畫書內說明。

2.2 地質遺跡地質敏感區基地地質調查

2.2.1 區域調查

區域調查內容需包括地形、地層分布及地質構造等。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 6 條第 1 款編撰。
2. 區域調查範圍包含開發基地及其周邊地區，至少應包含開發基地及其相鄰之地質遺跡地質敏感區範圍，主要須描述開發基地及鄰近之地形、地層及地質構造，以提供審查單位評判基地開發是否會影響地質遺跡完整性之地質資料。
3. 地形資料須收集可供判釋地形資訊的圖資，例如地形圖或是遙測影像資料等，以瞭解區域調查範圍之地形特徵。
4. 地層分布描述包括地質遺跡所在地層名稱、地層岩性、與上下地層接觸關係等，以瞭解調查地區之出露地層及其分布狀態。
5. 地質構造描述包括斷層、褶皺等，以瞭解調查地區地質構造種類及分布情形。
6. 地形資料可透過經建版地形圖、航空照片、衛星影像、雷達影像、數值地形圖或民間正式出版發行之地圖等資料進行分析與解讀。地層及地質構造資料，可參考經濟部中央地質調查所已出版五萬分之一地質圖及其說明書之地層說明與地質構造說明，或是基地附近相關地質調查報告，並可視需求增加現地調查資料。

2.2.2 細部調查

- (1) 細部調查範圍係指開發基地與地質敏感區重疊部分。
- (2) 細部調查內容包括地質遺跡外觀形態及保存狀態、土地開發基地配置與地質遺跡位置、及地質特性，分別於 2.2.2.1 至 2.2.2.3 節說明。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 6 條第 2 款編撰。
2. 依據作業準則第 2 條第 2 項規定，基地與地質敏感區重疊範圍維持原地形地貌且不開發，並經區域調查後，評估其地質條件對基地開發無相互影響者，得免細部調查。

2.2.2.1 地質遺跡外觀形態及保存狀態

調查開發基地與地質遺跡地質敏感區重疊區域內之地質遺跡外觀形態及保存狀態。

【說明】

1. 細部調查須調查開發基地與地質遺跡地質敏感區重疊區域內之地質遺跡現況，並詳述其外觀形態與保存狀態。
2. 如地質遺跡有向地下延伸者，則調查地質遺跡現況時調查方式須以不破壞地質遺跡為原則。

2.2.2.2 土地開發基地配置與地質遺跡位置

描述開發基地內相關設施配置情形與地質遺跡在基地內之分布位置。

【說明】

須說明整體開發基地內各設施之配置情形，並說明地質遺跡在基地內所在位置與各設施之相對位置關係，呈現出基地與地質敏感區重疊區域之開發密度與強度，以利後續安全評估工作。

2.2.2.3 地質特性

- (1) 調查開發基地與地質遺跡重疊區域內之地質特性，包括岩層位態、岩石性質及地質構造等。
- (2) 調查方式須以不破壞地質遺跡為原則。

【說明】

1. 岩層位態調查應記錄其不連續面(包含層面、節理面、裂隙、劈理面、片理面、斷層面、不整合面及其他破裂面)之位態，並予拍照記錄。
2. 岩石性質調查應記錄露頭之岩性、顏色、沉積構造、岩層固結程度等資料，並予以拍照記錄。
3. 地質構造調查應調查通過基地之褶皺構造以及斷層構造，並記錄其型式、規模、延伸方向及空間分布情形。

2.2.3 相關圖表及說明

2.2.3.1 區域調查地質圖

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">(1) 區域調查地質圖應於圖面上標示地形資料、地層分布、地質構造、開發基地及地質遺跡地質敏感區分布位置。(2) 區域調查地質圖之比例尺應不小於五萬分之一。 |
|--|

【說明】

1. 本節根據作業準則第 7 條第 1 款編撰。
2. 地形及地質圖資宜採用較新版之資料，以儘量接近現況，引用資料應註明引用來源。
3. 區域調查地質圖之地層與地質構造，建議可參考經濟部中央地質調查所五萬分之一地質圖資料，並搭配現地查核結果繪製之。
4. 區域調查地質圖之比例尺以不小於五萬分之一為原則，並得視基地大小適度放大比例尺，惟仍應呈現基地位置周邊區域之地質分布與地質構造分布情形。
5. 圖面應標示指北標誌、比例尺與圖例等，文字及配色以清晰整齊、大小適中易於閱讀為原則，避免過於濃重或是黯淡不明的配色而致不易閱讀。圖紙大小以同時兼顧易於閱讀與收納方便為原則。

2.2.3.2 細部調查地質圖

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">(1) 細部調查地質圖應於圖面上標示岩層位態、岩石性質、地質構造、開發基地及地質遺跡分布位置。(2) 細部調查地質圖之比例尺應不小於一千二百分之一，面積逾五十公頃者，比例尺得酌予縮小。 |
|---|

【說明】

1. 本節根據作業準則第 7 條第 2 款編撰。

2. 細部調查地質圖中，地層分層建議以岩性作為分層的單位，可較清楚呈現出細部調查範圍之岩層訊息，並標示岩層位態及岩石性質，如有地質構造通過者應標示地質構造位置及延伸情形。地層與構造之繪製，應以現地調查成果為主。
3. 細部調查地質圖之比例尺以不小於一千二百分之一為原則，基地面積逾五十公頃者，為免圖面過大不易繪製及閱讀，比例尺得酌予縮小，惟仍以能呈現基地內之地質情形與相關配置情形為原則。
4. 圖面應標示指北標誌、比例尺與圖例等，文字及配色以清晰整齊、大小適中易於閱讀為原則，避免過於濃重或是黯淡不明的配色而致不易閱讀。圖紙大小以同時兼顧易於閱讀與收納方便為原則。

2.3 地質遺跡地質敏感區基地地質安全評估

地質遺跡地質敏感區基地地質安全評估內容應包括開發行為對地質遺跡完整性之影響。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 8 條編撰。
2. 地質遺跡地質敏感區基地地質安全評估應說明基地開發範圍與地質遺跡之空間關係，並評估基地開發行為是否會破壞地質遺跡完整性，由於地質遺跡具有不可再生的特性，一旦受到破壞即無法恢復原貌，須避免土地開發行為對地質遺跡造成不可回復的破壞。
3. 地質遺跡之界定及完整性定義應參考各地質遺跡地質敏感區劃定計畫書內之說明。
4. 基地開發行為包括施工中及完工後，皆須評估是否對地質遺跡造成影響。如於施工中會造成暫時性影響，應說明保護措施及完工後復舊計畫。

3. 地下水補注地質敏感區基地地質調查及地質安全評估

3.1 地下水補注地質敏感區調查及評估目的

- (1) 區域調查的目的為瞭解基地的地質環境。
- (2) 細部調查的目的為瞭解基地與地質敏感區重疊部分的基地現況及土地開發之情形。
- (3) 基地地質安全評估之目的在評估土地開發行為對於基地之影響。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 9 條 11 條編撰。
2. 地下水補注地質敏感區之劃定，主要目的為保育地下水資源，避免對地下水補注水質與補注水量造成不良影響，要求位於地質敏感區範圍內的土地開發行為如住宅建築、工廠設立等需加強調查評估，且應依相關法令規定辦理排放水與廢棄物處理，避免汙染地下水質，此外必須保有一定比例之透水面積，減少對地下水補注量影響。
3. 區域調查需瞭解之地質環境包括：地形、水系、地層分布、地質構造及水文地質等。
4. 細部調查需瞭解之基地現況包括：開發前地形及土地使用現況。
5. 細部調查需瞭解土地開發之情形包括：土地開發之基地使用配置、挖填規劃及填充材料說明。
6. 基地地質安全評估：為評估土地開發行為對地下水之補注水質及補注水量之影響。

3.2 地下水補注地質敏感區基地地質調查

3.2.1 區域調查

3.2.1.1 區域調查內容

區域調查內容需包括：地形、水系、地層分布、地質構造及水文地質等，其範圍以能描述基地周界外至少 2 公里範圍之區域水文地質特性為原則，另需說明上述因素與基地之空間關係，以及基地開發對地下水補注地質敏感區可能的相互影響。

【說明】

1. 依據作業準則第 9 條編撰。區域調查內容重點在於基地開發與地質敏感區空間關係及可能的相互影響，故其調查或撰寫方法如下各節所述。
2. 區域調查範圍包含基地全部及可能影響基地之相鄰地區，區域調查內容主要以引用地質調查所出版之 5 萬分之一地質圖幅為主，水文地質資料則以台灣地區

地下水觀測網資料為主，並至少應包含開發基地周界 2 公里(含)以上範圍之相鄰地下水補注地質敏感區範圍。主要須描述開發基地及鄰近之地形、水系、地層分布、地質構造及水文地質等，以提供審查單位評判基地開發是否會影響地下水補注性能之地質資料。

3.2.1.2 地形調查內容

檢附基地所在地理位置圖（可用經建版等高線地形圖、航照圖、航空照片、衛星影像、雷達影像、DEM、Google Earth、一般正式出版發行之地圖，並指出其與中央地質調查所劃設地下水補注地質敏感區位置關係，藉以說明基地所在的區域地形。

【說明】

1. 地理位置圖之比例尺需足以說明基地與地下水補注地質敏感區位置關係，並說明區域地形狀況。

3.2.1.3 水系內容

依中央地質調查所劃設地下水補注地質敏感區資料或水利署資料，說明基地位於何水系內，藉以說明其可能影響的水系。

【說明】

1. 水系內容說明所處之敏感區主要沖積來源河流，基地所處之支流河系、水道、塘沼、水圳渠道等相關位置關係。
2. 地下水補注地質敏感區相關地質資料，可查詢經濟部中央地質調查所全球資訊網。另可參考經濟部水利署全球資訊網河川水系資料或水利會圳道相關期刊或研究成果資料。

3.2.1.4 地層分布、地質構造內容

區域地層、地質構造分布可引用中央地質調查所五萬分之一各區域地質圖幅資料、地下水補注地質敏感區劃定計畫書資料，或其他已發表文獻，需予說明基地位置與各區域地質構造位置距離及其可能影響。

【說明】

1. 基地所在敏感區之地下地層分布狀態，主要以說明構成地下水補注地質敏感區之第四紀沖積地層分布、沖積層可能厚度及基盤分布深度。鄰近山麓丘陵之地區，說明鄰近地區出露之基盤岩層狀態。
2. 地質構造描述包括斷層、褶皺等，以瞭解區域地質構造種類及分布。
3. 上述資料可查詢經濟部中央地質調查所全球資訊網，五萬分之一圖幅與地下水補注地質敏感區劃定計畫書。

3.2.1.5 水文地質內容

區域水文地質可參照中央地質調查所地下水補注地質敏感區劃定計畫書資料、水利

署地下水觀測網網頁資料，以及其他已發表文獻，簡要說明基地之區域水文地質狀況，並檢附基地所在位置的區域水文地質剖面圖。

【說明】

1. 區域水文地質內容包括地下水層與阻水層分布狀態、透水係數、地下水位、地下水流方向等。
2. 區域地下水文與地下水層資料，可查詢經濟部中央地質調查所全球資訊網；地下水位、水質分析資料，可查詢經濟部水利署全球資訊網；或已公開發表之文獻資料。

3.2.2 細部調查：

3.2.2.1 開發前地形及土地使用狀況

依基地開發製作之大比例尺地形測量圖，或足以判釋之基地地形圖，說明基地地形狀況。

基地土地使用狀況，需說明基地用地類別（例如森林區、山坡地保育區、農牧用地、交通用地、水利用地、工業區、鄉村區等）及目前地上物現況。

【說明】

1. 依據作業準則第9條第2款第1目編撰。
2. 基地地形狀況，需說明基地全區及與地質敏感區重疊面積部份之地形，可依地勢變化、坡向或坡度分析結果予以說明，或可增加現地調查或測量。
3. 基地土地使用狀況，可由土地登記謄本或由內政部地政司全球資訊網查詢。

3.2.2.2 土地開發之基地使用配置

需提出基地使用配置說明及基地使用配置圖。

開發配置需考量全區地質狀況，故需對地質狀況及與地質敏感區重疊面積處土地之地質、地下水位等狀況進行說明，再綜合開發需求，方可進行適當的使用配置。

【說明】

1. 依據作業準則第9條第2款第1目編撰。
2. 基地地質調查及地質安全評估作業，係併入主要開發送審書圖文件或報告內，而依非都市土地開發審議作業規範、水土保持技術規範、加強山坡地雜項執照審查及施工查驗執行要點、建築技術規則建築構造編皆有要求提送地質鑽探報告書資料，可引用地質鑽探報告書資料，進行後續評估使用或建議引用鄰近區域之地質鑽探或水井資料，以增加評估依據。

3.2.2.3 挖填規劃及填方材料說明

需說明挖填規劃及填方材料等，填方材料需說明材料性質及淘選度或粒徑分布曲線。

【說明】

1. 依據作業準則第 9 條第 2 款第 1 目編撰。
2. 由 3.2.2.2.1 節，基地開發之填方材料需說明挖填規劃位置、填方材料性質及粒徑分布曲線，填方材料性質透水性需利於地表水向下滲流，填方材料不能造成地下水質汙染。

3.2.3 相關圖表及說明

3.2.3.1 區域調查地質圖

區域調查地質圖：製圖內容需附適當圖例及輔以文字說明。
製圖基本要求，區域地質圖需含地形、地層分布、地質構造、水系、區域地下水層及地下水位，並標註附近的地下水觀測站位置，比例尺不得小於五萬分之一，且輔以適當圖例及必要文字說明，如指北、比例尺、座標系統、圖例等，圖面需標明開發範圍地界線。

【說明】

1. 依據作業準則第 10 條第 1 款編撰。
2. 區域地質圖需含地下水位資料，可查詢經濟部水利署全球資訊網，或參考開發基地附近水井資料(民井)，或送審書圖文件或報告內，所提送之地質鑽探之水位資料。
3. 為對區域地下水層有所掌握，需檢附區域水文地質剖面圖，可參考經濟部中央地質調查所全球資訊網，或已公開發表之文獻資料。
4. 區域調查地質圖得視基地大小適度放大比例尺，惟仍應呈現基地位置周邊區域水文地質特性。圖面文字及配色以清晰整齊、易於閱讀為原則，尺寸以兼顧易於閱讀與收納方便為原則。

3.2.3.2 細部調查地質圖

細部調查地質圖：可為整地後基地地質圖之一部份，圖上需標明開發位置地界線、使用配置情形、挖填方區位、露頭量測位置、位態、岩性界線、湧水位置、鑽孔位置、其他調查結果等，製圖比例尺不得小於一千二百分之一。
而面積逾五十公頃者，比例尺得酌予以縮小，但皆以能清楚辨識細部調查內容為原則，圖內需輔以適當圖例及必要文字說明，如指北、比例尺、座標系統、圖例等。

【說明】

1. 依據作業準則第 10 條第 2 款編撰。
2. 作業準則規定面積逾五十公頃者，比例尺得酌予縮小，以便於清楚辨識為原則。
3. 細部調查地質圖內文引用以主要開發送審書圖文件或報告內所提送之地質鑽探報告書資料作參考。
4. 細部調查地質圖得視基地大小適度放大比例尺，惟仍應呈現基地水文地質特性。圖面文字及配色以清晰整齊、易於閱讀為原則，尺寸以兼顧易於閱讀與收納方便為原則。

3.3 地下水補注地質敏感區基地地質安全評估

3.3.1 評估土地開發行為對地下水之補注水質及補注水量之影響

開發行為之排放水水質（包括地表水、生活排放水），或開發前後(含挖填方區)之地下水入滲補注水量，需依其土地開發行為，說明其影響。

【說明】

1. 依據作業準則第 11 條第 1 款編撰。
2. 土地開發行為，可以區域調查與細部調查成果（如地形、地層分布、地質構造、水文地質剖面、地下水位等）評估土地開發行為是否影響地下水之補注水質及水量。
3. 有填方行為者，需評估填方材料之透水性質，填方材料需利於地表水向下滲流，且不能造成地下水質污染。

3.3.1.1 土地開發後之排放水及廢棄物

土地開發行為排放水及廢棄物置放位置，及排放水水質（包括地表水、生活排放水）與廢棄物處理方式是否合乎相關法令規定，需予說明。
並需說明對地下水補注水質之影響及處理方式，若有必要進行水質檢測，應依環保署水污染防治法、各地方政府自治條例及其他相關法規放流水標準進行。

【說明】

1. 依據作業準則第 11 條第 2 款、第 3 款第 1 目編撰。
2. 土地開發行為開發後之排放水水質（包括地表水、生活排放水）需符合環保署水污染防治法、各地方政府自治條例及其他相關法規放流水標準，並予說明處理措施。
3. 土地開發行為開發後廢棄物處理應依照環保署廢棄物清理法標準，並予說明處理措施。

3.3.1.2 土地透水面積百分比

- (1) 細部調查範圍屬非都市土地，申請土地使用分區變更及使用地變更編定之開發行為，其土地透水面積百分比需檢討，屬山坡地者不得小於百分之七十，屬平地者不得小於百分之六十。
- (2) 細部調查範圍屬都市土地，土地透水面積百分比檢討，不可小於法定空地面積之百分之六十。
- (3) 細部調查範圍面積在 300 平方公尺以下者，可免進行土地透水面積百分比的檢討。

【說明】

1. 依據作業準則第 11 條第 2 款、第 3 款第 2 目編撰。
2. 土地透水面積檢討，皆以基地與地質敏感區重疊部分為檢討範圍（細部調查範圍）。細部調查範圍面積在 300 平方公尺以下者，可免進行土地透水面積百分比檢討。
3. 非都市土地(一)申請土地使用分區變更及使用地變更編定之開發行為，位在山坡地者，其開發後土地透水面積百分比不得小於百分之七十；位在平地者，其開發後土地透水面積百分比不得小於百分之六十。但若檢討範圍部份位在山坡地、部份位在平地，則需分別檢討。(二)土地開發行為未涉及土地使用分區變更及使用地變更編定，免上述(一)之土地透水面積百分比檢討。
4. 都市土地之開發行為，土地透水面積百分比檢討，不可小於法定空地面積之百分之六十。目前法定空地面積計算方式為「基地面積 \times (1-建蔽率)」。
5. 本節所稱土地透水面積，係指開發基地內，無地下構造物之土地且符合下列型態：
 - (1)未改變原地形地貌之自然狀態土地。
 - (2)改變原地形地貌，但完工後未進行人工鋪面或遮蓋之土地。
 - (3)完工後有進行人工鋪面，但其鋪面為使用透水性鋪面。

3.3.1.3 透水鋪面

- (1) 透水性鋪面係將透水性良好、孔隙率高之材料運用於鋪面表面層與底層，使雨水通過人工鋪築之多孔性鋪面，直接滲入地基土壤，而具有讓水入滲於地下之性能。
- (2) 透水鋪面之基本構造由上而下依序為面層、過濾層、底層所構成。面層以透水性材料為主；底層需承受面層之承载力及具保水之功能；過濾層主要在降雨時，防止地表灰塵土壤侵入底層。

【說明】

1. 透水性鋪面包括砂土、砂石級配及透水性面層材料等，除可保水及涵養水份外，因土壤保水面積增加，可使地表鋪面溫度下降，減低蒸散作用，如圖 3-1 所示。

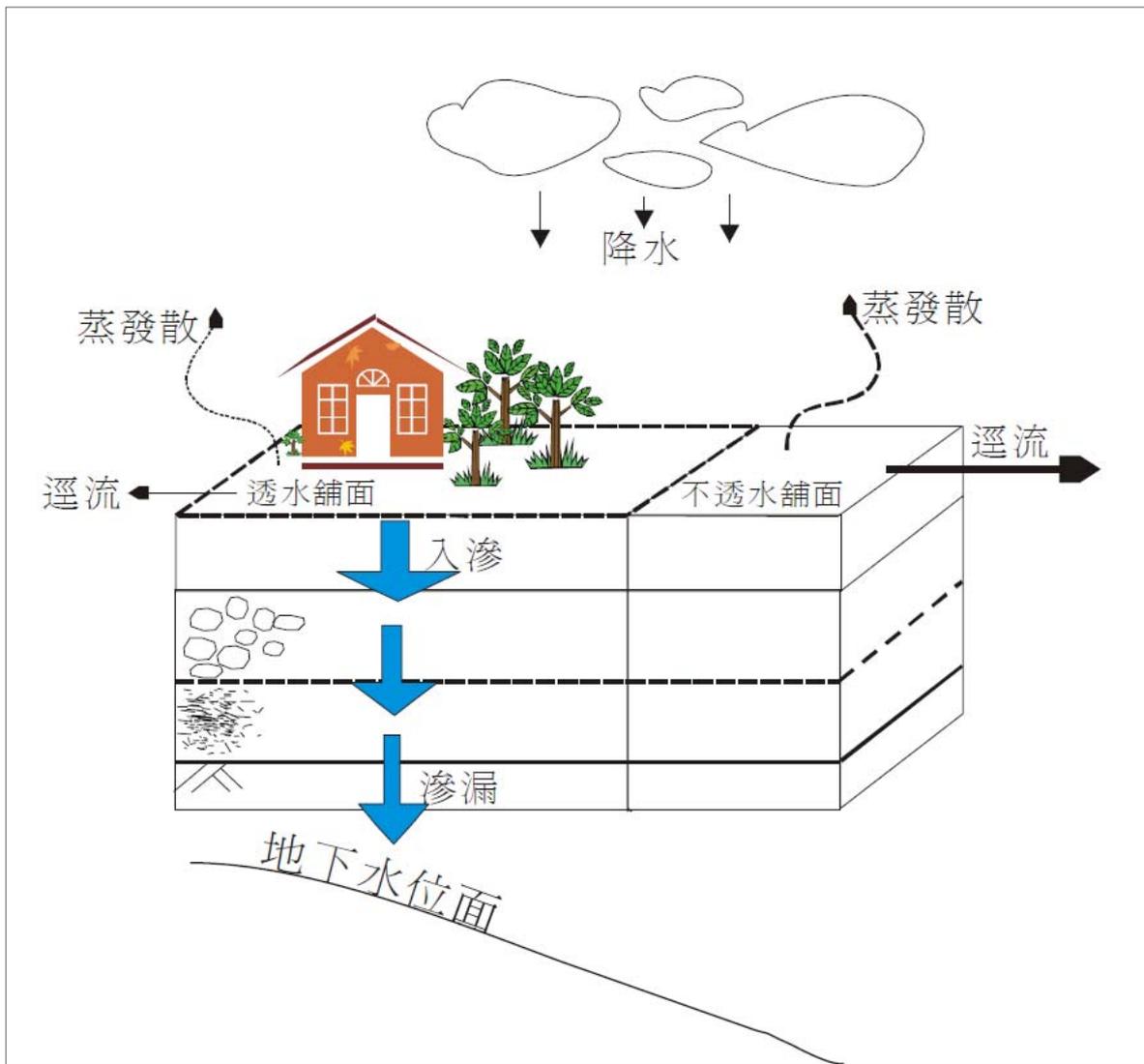


圖 3-1 透水鋪面功能示意圖。

2. 國內常見之透水鋪面，有多孔隙瀝青混凝土鋪面工法、透水混凝土鋪面工法、塊狀或鏤空鋪面等，常見類型如圖 3-2 所示。



透水性瀝青混凝土



透水性混凝土



非連續拼接鋪面



鏤空鋪面



環保透水透氣混凝土鋪面



高壓預鑄透水磚

圖 3-2 國內常見透水鋪面種類圖。

3. 以上資料引用營建署透水性鋪面養護工法參考手冊(2009)。

3.3.2 因應措施及成效評估

- (1) 土地開發行為，開發後之排放水及廢棄物，若經適當處理方式，可達環保署水污染防治法放流水標準或各地方政府依自治條例之放流水標準及其他相關法規排放水標準，應予說明其處理措施。
- (2) 土地透水面積估算與評估依土地透水面積規定，若有不足者，則需減少開發強度，或多採綠地、被覆地、草溝、透水鋪面、貯集滲透空地或景觀貯集滲透水池等設計方式，增加土地透水面積。
- (3) 土地透水面積計算評估基準，其他法規另有規定者，從其規定。

【說明】

1. 依據作業準則第 11 條編撰。

2. 放流水標準與廢棄物處置相關處理，請參考行政院環保署網站。
3. 土地透水鋪面種類，請參考內政部營建署全球資訊網，建築基地保水設計技術規範。

3.4 參考資料

營建署(2009)，透水性鋪面養護工法參考手冊，共 19 頁。

4.活動斷層地質敏感區基地地質調查及地質安全評估

4.1 活動斷層地質敏感區調查及評估目的

- (1) 區域調查的目的為了解可能影響基地與鄰近地區的地質構造之位置與性質，並作為細部調查之基礎。
- (2) 細部調查的目的為確認基地與地質敏感區重疊部分之岩層分布狀況及斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂分布與特性。
- (3) 基地地質安全評估之目的為了解斷層活動時地表破裂或變形對開發行為安全之影響，並研擬處理對策。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 12 條以及第 15 條編纂。
2. 依據地質敏感區劃定變更及廢止辦法第 5 條「活動斷層指過去十萬年內有活動證據之斷層。活動斷層及其兩側易受活動斷層錯動或地表破裂影響範圍，並經中央主管機關劃定者為活動斷層地質敏感區。」因此，活動斷層地質敏感區劃定的目標區域，包含活動斷層地表位置本身在學理上可接受的變動範圍，再外加斷層錯動可能產生嚴重影響的區域，亦即公告的活動斷層地質敏感區內必定有活動斷層存在，且因活動斷層具有重覆再活動的特性，未來發生災害的潛勢較高，土地開發行為所需要承擔的風險也較高。
3. 斷層通常都不僅具有一個單純的滑動面，而是一系列斷面的集合，其間之岩體受應力作用產生岩體位移、旋轉、漲縮與扭曲等變形現象，因而形成剪裂帶或破碎帶，剪切密度較高之處為斷層主要發生滑動錯移的位置，若這些沿著斷層面之錯動延伸至地表並造成破裂則稱為地表破裂。
4. 活動斷層之錯動模式可依滑移發生時間與地震之相關性分為同震位移與震間位移二大類；所謂同震位移指在地震時斷層二側岩盤在短時間內沿斷層面產生快速而大量的位移，甚至在數秒至數分鐘間可產生數公尺的滑移量，若地震震源深度較淺且斷層錯移量較大，則斷層深部的錯移會沿著斷層面延伸至地表產生破裂，又稱為地震地表破裂，例如 1906 年梅山地震、1935 年的新竹台中地震、1946 年新化地震、1951 年花東縱谷地震系列以及 1999 年集集地震都在地震發生時造成明顯的地表破裂，造成沿線建築結構物的嚴重破壞，並導致重大傷亡與財產損失。另外一種震間位移的斷層滑動模式稱為潛移，斷層滑移的速率較為緩慢且通常不會伴隨地震，但會維持長時間持續性的位移，潛移速率較快者每年仍可達公分級之位移量，因此長期累積的位移也會產生地表破裂現象，亦會對沿線的建築結構物造成破壞，但破壞規模不若同震位移嚴重，例如位於台東縱谷的池上斷層沿線即可觀察到多處此類型的地表破裂現象。

5. 考量台灣地狹人稠的土地利用情況，全面禁止開發具有活動斷層災害風險的土地可行性不高。劃定公告活動斷層地質敏感區之目的即是針對未來活動斷層錯動災害潛勢較高區域內之土地開發行為，要求在開發前必須清楚瞭解基地所在的地質狀況，釐清是否存在活動斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂等不利因素，並評估活動斷層對於開發行為的影響，以提升土地利用的合理性與安全性，有效控制災害的衝擊。
6. 依地質法第 8 條「土地開發行為基地有全部或一部位於地質敏感區內者，應於申請土地開發前，進行基地地質調查及地質安全評估。但緊急救災者不在此限。」活動斷層地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業流程如圖 4-1。首先需進行區域調查以了解可能影響基地的地質構造之位置與性質，並作為細部調查之基礎。細部調查需確認基地與地質敏感區重疊部分之岩層分布狀況及斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂分布，並進行斷層活動性分析。為了解斷層活動時地表破裂或變形對開發行為安全之影響，需依據調查結果進行區域性與基地內之基地地質安全評估，並以調查及評估結果為參據，依基地開發行為種類與規模與現有法令規範研擬處理對策。

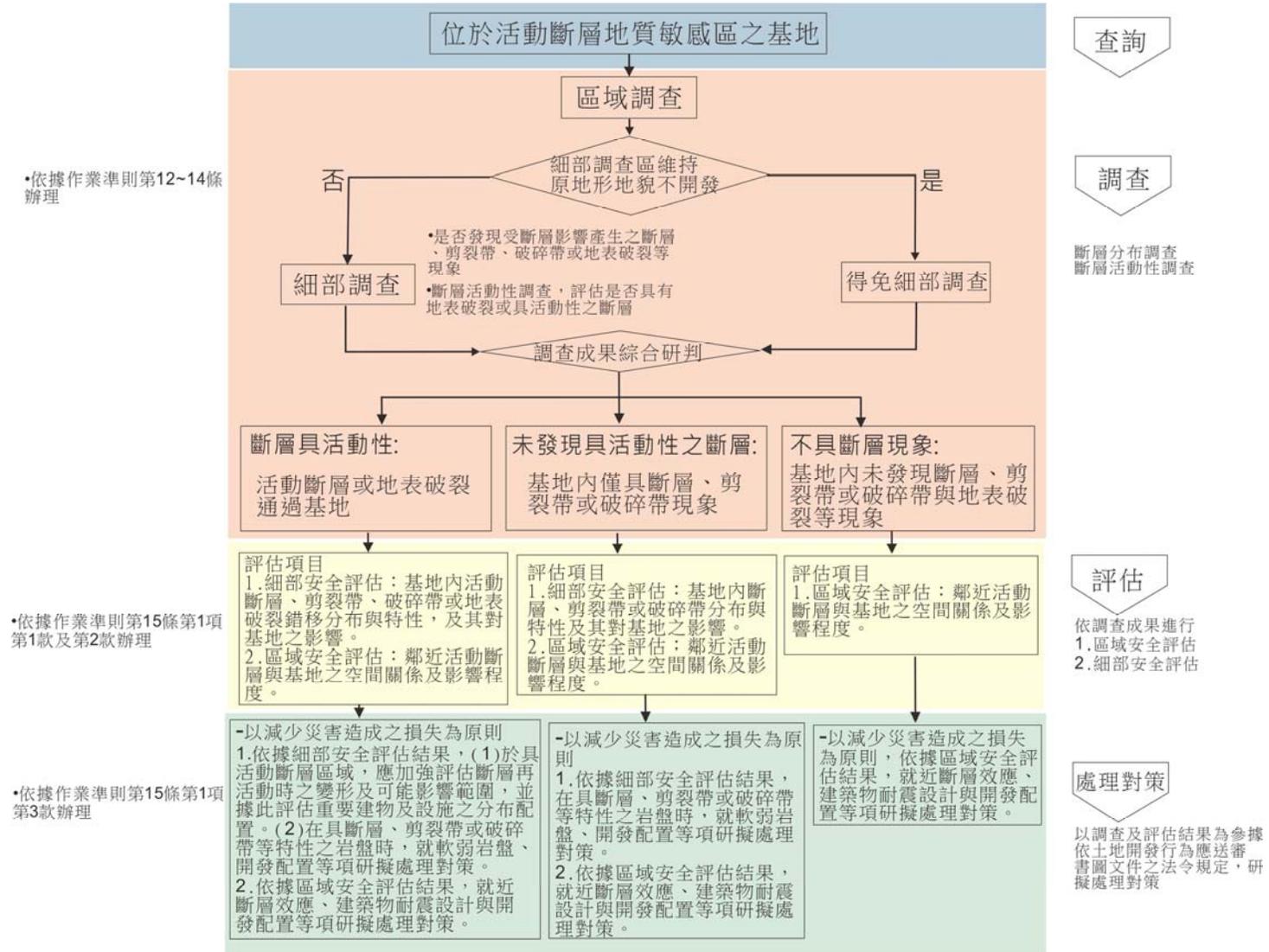


圖 4-1 活動斷層地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業流程圖

4.2 活動斷層地質敏感區基地地質調查

4.2.1 區域調查

- (1) 區域調查範圍係包含基地全部及可能影響基地之相鄰地區。
- (2) 區域調查內容包括活動斷層地形特徵、地層分布及地質構造等。
- (3) 區域調查之進行，由現有資料檢核辦理，視土地開發行為需要，得以露頭調查、遙測影像判釋或其他方法補充資料。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 2 條、第 3 條及第 12 條第 1 款編纂。
2. 為確認活動斷層與基地間之相關性，應考量基地所在位置與地質敏感區兩者之間的空間關係，擬訂合理的區域調查範圍。
3. 地形特徵、地層分布及地質構造分別於 4.2.1.1、4.2.1.2 與 4.2.1.3 節說明；調查目的為了解可能影響基地的地質構造之位置與性質，並作為細部調查之基礎。

4.2.1.1 活動斷層地形特徵

- (1) 收集區域地質調查範圍之地形判釋圖資並描述地形特徵。
- (2) 由判釋的地表形態特徵，推斷活動構造的位置、性質和活動度。

【說明】

1. 收集可供判釋地形資訊的圖資，例如：經建版等高線地形圖、航空照片、衛星影像、雷達影像、數值地形資料或民間正式出版發行之地圖等資料，以了解區域調查範圍之地形特徵。
2. 描述區域調查範圍之高程與地形起伏狀況，並研判是否具有異常的地表形態特徵 (anomalous landforms) 或稱變位地形 (displaced landforms)。由於活動構造 (以活動斷層為主) 會造成地面斷裂、錯移 (offset) 或撓曲，容易在第四紀地形面上留下線形、崖、窪地、隆起與錯移等變位地形，實際上觀察到之變位地形可能為數種複合所組成，或受到侵蝕作用之影響而較為複雜。
3. 可利用航空照片、遙測影像、數值地形模型或大比例尺的地形圖等，找出直線谷、線狀崖或其他介於不同地形單元之地形界線等「線形」，再根據區域地形特徵和變位地形標準，判定其是否為活動構造地形，並推斷活動構造的位置、性質和活動度。利用立體鏡在航空照片立體像對上判釋變位地形成果範例參考圖 4-2。
4. 判釋得到的活動構造有不同的呈現方式，可依比例尺的大小，套疊適合的等高線圖，判釋成果範例參考圖 4-3。
5. 根據判讀結果，得視情況選擇重點地區查核。
6. 在估算變位量時，可採用各式圖資進行地形計測。由變位地形指準面的時代及變位量，可推估平均變位速率。

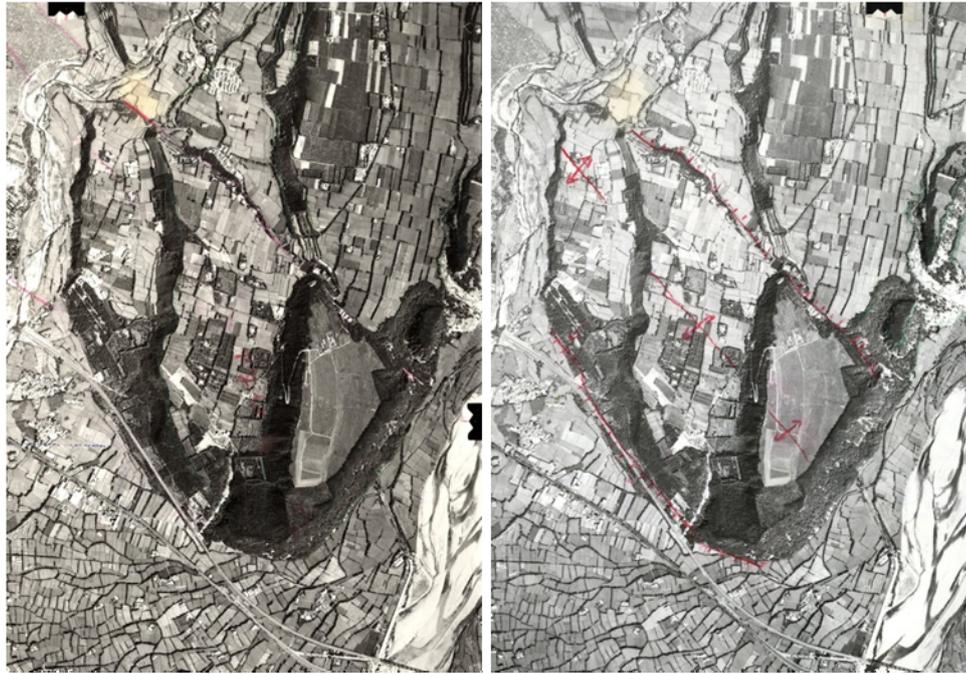


圖 4-2 大甲斷層和鐵砧山斷層之航照立體像對判釋成果(引自沈淑敏等人, 2005)。此圖中於階地兩側有明顯的線形崖，分屬鐵砧山斷層及大甲斷層，兩斷層崖線線形間亦具明顯的背斜特徵。

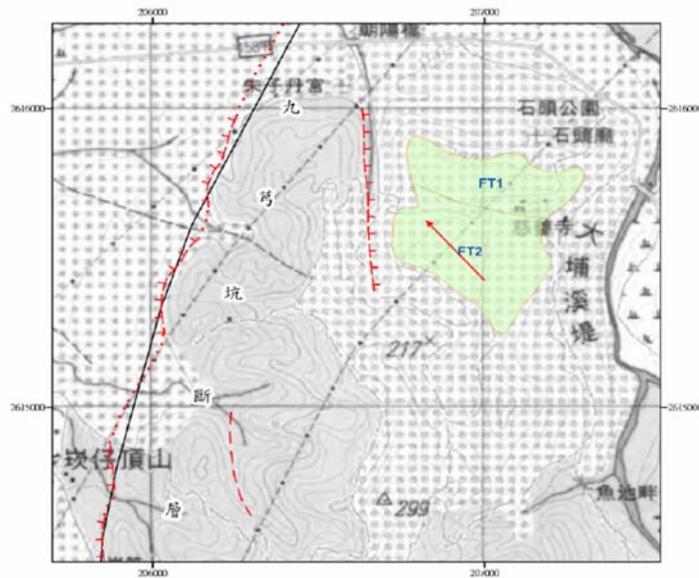


圖 4-3 九芎坑斷層二萬五千分之一地形圖判釋成果(引自沈淑敏等人, 2006)。

4.2.1.2 地層分布

地層資訊應包括地層名稱、岩性、分布範圍、年代與上下地層接觸關係等。

【說明】

1. 收集可供判釋地層資訊的圖資，例如：經濟部中央地質調查所出版之不同比例尺地質圖、主題地質圖(如活動斷層條帶地質圖)以及既有之調查報告、學術論文等

相關文獻，以了解本地區之出露地層及其分布範圍，並得視情況選擇重點地區查核。

4.2.1.3 地質構造

- (1) 應了解本地區之地質構造，包括斷層、褶皺以及於地形上之線形構造等。
- (2) 對於可能影響基地之活動斷層，應說明所屬之活動斷層分類以及該斷層相關資訊。

【說明】

1. 收集可供判釋地質構造資訊的圖資，例如：中央地質調查所出版之地質圖、主題地質圖(如活動斷層條帶地質圖)、以及既有之相關研究文獻，說明可能影響基地之活動斷層之分類以及相關資訊，並得視情況選擇重點地區查核。
2. 活動斷層地質敏感區基地地質調查及地質安全評估之目的，主要在了解未來斷層活動時對開發基地之可能影響。因此，應蒐集斷層的位置、長度及變位等斷層性質，以及斷層最近一次活動時間、再現周期、長期滑移速率及單次變動量，得應用於評估斷層再次活動時對基地的影響。

4.2.2 細部調查:

- (1) 細部調查範圍係指基地與地質敏感區重疊部分。
- (2) 細部調查項目包括地形判釋、露頭調查及地下地質調查等。
- (3) 細部調查之進行，除由現有資料檢核外，應辦理現地調查。
- (4) 細部調查區內若維持原地形地貌且不開發，並經區域調查後，評估其地質條件對基地開發無相互影響者，經審查會通過後，得免細部調查。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 2 條、第 3 條及第 12 條第 2 款編纂。
2. 活動斷層的評估，主要在了解未來斷層活動時對開發基地之可能影響。因此，藉由地形判釋、露頭調查與地下地質調查等工作來了解岩層之分布狀況，斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂分布狀況及活動性等斷層性質。
3. 地形判釋、露頭調查及地下地質調查等分別於 4.2.2.1、4.2.2.2 與 4.2.2.3 節說明。

4.2.2.1 地形判釋

- (1) 地形判釋包括：由遙測影像或其他地形圖資判讀活動斷層地形特徵，並現地查核判讀結果。
- (2) 現地查核判讀結果，乃根據區域地形判釋結果，選擇重點地區進行檢核工作，利用指準層 (key beds) 對比證據查核地形是否異常(或變位)，亦可根據地形指準面 (key surfaces) 來判定活動構造的存在與否。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 12 條第 2 款第 1 目編纂。
2. 地形判釋方法，可參考 4.2.1.1 活動斷層地形特徵。

3. 現地查核之重點在於確認是否有露頭可以直接證明構造地形之存在，並確認開發基地內是否具明顯的構造地形特徵，以及所判釋的地形特徵為自然或人為所形成。
4. 應推估地形指準面之形成年代，並判斷其是否受到相同的構造作用。
5. 估算所辨識出來的變位地形之變位量，可以由現場實測或可採用各式圖資進行地形計測。

4.2.2.2 露頭調查

- (1) 露頭調查包括：進行岩層、活動斷層與相關地表破裂之位態及性質調查。
- (2) 岩層調查工作包含紀錄岩層之岩性、位態、固結程度等資料。
- (3) 活動斷層性質調查包含岩體露頭所出現之斷層面位態、斷層面兩側岩層之性質及接觸關係、上下盤岩層性質、剪裂帶及破碎帶的分布、寬度及特性等資料。
- (4) 相關地表破裂之位態及性質調查，主要依據歷史地震紀錄所紀載之地表破裂位置，以及現今因斷層潛移造成之地表破裂的位置為主。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 12 條第 2 款第 2 目編纂。
2. 細部調查建議以岩性作為分層的單位，調查成果圖以岩性組合圖與地層單位結合的方式呈現，除可清楚呈現出細部調查區域之岩層資訊，亦可由地層單位之對比了解斷層的錯距。岩層資訊如岩層之岩性、位態、顏色、沉積構造、固結程度、風化程度等資料，應視需要予以拍照並記錄。
3. 於細部調查範圍之第四紀沉積層，則應記錄：碎屑沉積物的粒徑、組成、圓度、淘選度、壓密程度、沉積構造等。第四紀沉積層建議得視需要進行碳質標本採樣及定年工作，經由碳十四定年方法測定年代，提供絕對年代資料。定年資料應包括標本編號、標本種類、採集地點描述、測定年代、校正年代、測定方法及碳十四測定實驗室等資料。
4. 當岩層受應力作用後通常先在岩體內產生許多平行排列的小破裂(microfracture)，當更增加應力作用後，這些小破裂連結、且平行剪力裂縫而形成狹窄的剪裂面，而使剪力破裂延伸，最後沿著剪力破裂產生破壞 (shear failure)，而形成不連續面(帶)。岩石受力而沿著一不連續面(帶)滑動時，此一不連續面(帶)稱為斷層面。斷層通常都不僅只具有一個單純的滑動面，而是一系列斷面的集合，各細微間之岩體受斷層作用而破碎，因此這個破碎的地帶稱為斷層帶(Fault Zone)、斷層變形帶或斷層擾動帶。此外，大規模的斷層帶中，常有數個主要破裂與位移位置。
5. 斷層於露頭的呈現，主要可以觀察到斷層位移所造成的斷層面兩側岩層的落差，參考圖 4-4, 4-5, 4-6。細部調查區內若有斷層露頭，需詳實紀錄斷層面之接觸關係、上下盤岩層性質、剪裂帶或破碎帶的寬度及特性等資料，以評估斷層活動時所造成的影響範圍與特性。斷層帶中剪裂現象富集之地帶可稱為剪裂帶(Shear Zone，另被稱為剪切帶)；而破裂現象富集之地帶可稱為破碎帶(Fracture Zone，另被稱為破裂帶)。剪裂帶與破碎帶之形成與岩體之組成、作用之深度、圍壓、溫度及環境中含水程度有關，當溫壓條件越高、岩體顆粒較細(如泥岩、粉砂岩或極細粒砂岩)

與含水量較高之岩體較容易發育剪裂帶。相較於剪切作用，破裂現象較屬於剛性、脆性之行為，常發生於溫壓條件較低，岩體顆粒較粗(如砂岩)與含水量較低之岩體中。此外，因為斷層的作用過程常複合不同的地質條件與材料，因此破裂帶與剪裂帶均常出現於受斷層作用影響之地區，且常同時出現於同一斷層作用的區域範圍中。剪裂帶與破裂帶於露頭之照片參考圖 4-7, 4-8, 4-9。

6. 斷層之活動性分析主要需調查近代人造結構物、沖積層、階地堆積層、台地堆積層等是否發現受斷層影響，具有錯移之不連續面，或變位地形特徵，並評估其十萬年來之活動性。
7. 歷史地震紀錄所紀載之地表破裂位置，可參考來源為公開且具有可信度的資料，例如：政府單位出版品、學術報告或調查資料等，且應將資料之引用來源加以註明。
8. 因斷層潛移造成之地表破裂的位置，可參考地殼變形監測成果，配合現地調查確認地表破裂位置。



圖 4-4 九芎坑斷層於石牛溪露頭，紅色線為九芎坑斷層位置。



圖 4-5 位於大甲溪南岸之三義斷層露頭，桂竹林層逆衝至紅土礫石層之上，下方礫石受斷層作用剪碎、旋轉與順排。



圖 4-6 位於三義上湖地區之三義斷層分支斷層露頭，上盤的上福基砂岩逆衝至紅土台地之上。



圖 4-7 大尖山斷層桶頭橋剖面剪裂帶(引自衣德成與林慶偉，2004)。



圖 4-8 破裂帶之露頭尺度產狀。



圖 4-9 破裂帶(照片最左側)與剪裂帶(照片右側泥質岩體區域)同時位於同一露頭中。

4.2.2.3 地下地質調查

- (1) 地下地質調查乃透過地質鑽探方法，由岩心之觀察與記錄得知地下地質資訊；並得利用地球物理及探溝調查等方法，輔助補充地下地質資訊。
- (2) 地下地質調查內容應包括：岩層之分布及厚度、斷層及剪裂帶或破碎帶之特性。
- (3) 岩層之分布與厚度的記錄，主要記錄岩層的特性、岩性變化所出現之深度範圍、厚度、顏色等。
- (4) 斷層及剪裂帶或破碎帶之特性，主要紀錄斷層及剪裂帶或破碎帶之分布位置(深度)、傾角、斷層面及剪裂或破碎現象富集情況及寬度。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 12 條第 2 款第 3 目編纂。
2. 岩心的觀察與紀錄內容可參考 4.2.2.2 節說明。
3. 岩心的觀察主要提供垂直活動斷層方向的剖面作為分析的基礎，配合多孔岩心的資料繪製地下剖面圖，則可以建立調查區地下地質之三維概況。
4. 斷層的位置主要定義於因斷層作用造成的岩層錯移界面上，參考圖 4-10，斷層作用所造成的岩體破裂於局部常不具明顯或位移量較小的剪裂帶或破碎帶，參考圖 4-10, 4-11, 4-12。需透過完整的剪裂帶及破碎帶分析，方能詳細得知斷層的分布情形，並配合地形判釋及露頭調查結果，分析斷層之活動特性。
5. 地質鑽探、探溝調查及地球物理測勘作業應遵循事項分別於 4.2.3、4.2.4 與 4.2.5 節說明。



圖 4-10 車籠埔斷層地質鑽探(車籠埔 1C 井)岩心，43.05 公尺以上為錦水頁岩構成之上盤剪裂帶，以下為黃棕色之階地礫石，43.05 公尺為斷層位置。



圖 4-11 岩心中所見之剪裂帶：泥質薄層受剪裂發育鱗片狀葉理，砂岩部分形成斷層角礫狀碎塊。

4.2.3 地質鑽探

4.2.3.1 鑽孔配置原則與鑽探數量

- (1) 配置原則：鑽孔排列之鑽探剖面以垂直調查標的斷層（活動斷層）走向為原則，並依據區域調查、地形判釋、露頭調查之成果及開發行為之需要，規劃地質剖面配置及地質鑽探位置。
- (2) 鑽探數量：細部調查區面積在零點一公頃以下者，至少鑽探二鑽孔；面積逾零點一公頃，且在十公頃以下者，每增加一公頃增加一鑽孔，增加未滿一公頃者，以一公頃計；面積逾十公頃，且在五十公頃以下者，每增加二公頃增加一鑽孔，增加未滿二公頃者，以二公頃計；面積逾五十公頃者，得視基地之地形、地質構造複雜性及開發行為之需要決定鑽探數量。相鄰鑽孔岩性有明顯變化或構造複雜者，應增加鑽探數量以調查是否有斷層或剪裂帶通過，並研判可能的分布位置。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 13 條第 1 款第 1 目與第 2 目編纂。
2. 活動斷層位置之調查主要利用地質鑽探岩心的對比工作來判釋斷層的位置與走向，故應以建立垂直斷層於地表斷層跡之走向的地下地質剖面為考量，規劃鑽孔之井

位；一般而言，鑽孔規劃需儘量跨越斷層二側，再藉由岩心中岩層的對比工作了解岩層是否因為斷層而有錯移現象，若鑽遇斷層剪裂帶則可藉由岩心的分析了解該斷層之特性。

3. 地質鑽探除建立地下地質剖面外，也可輔助佐證地形判釋與露頭觀察的結果，藉由各項調查資料之交叉對比工作，可以歸納出活動斷層的分布與特性。地質鑽探規劃期間，應先初步評估預定鑽探點位與斷層之間的關係，若細部調查區範圍位於現今河流沖積平原上而無良好地形特徵及地質證據之控制點時，建議先進行地球物理測勘工作，以判釋斷層於地下之分布位置與型態。
4. 由於地表地形常因侵蝕作用致使原斷層變位地形遭改變，進而影響斷層於地表斷層跡位置與鑽孔位置的評估，為確定斷層的分布位置，於鑽探規劃時可以參考逼近法，於第一孔鑽孔完成後評估其岩心屬斷層上盤或下盤之岩層，再向另一側進行鑽孔位置之修正。
5. 若相鄰鑽孔岩性有明顯變化或構造複雜者，建議依上點所述之方法增加鑽探數量，以調查是否有斷層或剪裂帶通過，並研判可能的分布位置。鑽探數量依細部調查區面積規劃，其規定之鑽探數量為最低要求，實際鑽探數量需按細部調查區之地形特徵、地質特性等條件，並視開發行為的需求酌予調整鑽探數量。
6. 原則上地質鑽探需優先配置於細部調查區範圍內，但細部調查區內無適當鑽探地點或無法獲取足以評估基地地質安全之地下地質資訊時，在不違反「地質敏感區基地地質調查與地質安全評估作業準則」第 13 條第 1 項相關規定，並可獲取較完整的基地地質資訊之情況下，得由辦理技師敘明理由後，將配置於鄰近細部調查區之地質鑽探納入鑽探數量計算，然土地使用需配合相關法令進行。

4.2.3.2 鑽探深度

- (1) 每孔深度不小於 30 公尺，並配合鑽探數量及配置，以符合開發行為所需要的深度。

【說明】

1. 依據作業準則第 15 條第 1 款第 3 目規定，每孔深度不小於 30 公尺，並配合鑽探數量、鑽孔位置與斷層上下盤相對關係以及岩盤可能深度等因素，以獲得足以研判完整地質剖面資料為原則。
2. 若開發行為之規劃開挖深度超過 30 公尺，則鑽探深度需配合加深以符合開發行為所需。

4.2.3.3 鑽探取樣

- (1) 岩心應全程取樣，並按深度依序放置於岩心箱中。
- (2) 砂土層與岩層之提取率均應達 85%以上，礫石層之提取率均應達 50%以上。

【說明】

1. 依據作業準則第 13 條第 1 款規定，地質鑽探應全程取樣。
2. 岩心之全程取樣在於建立連續可觀察之地下地質資訊，其地質資訊包含岩心地質

材料組成及地質構造特徵；為保障岩心品質及提高岩心取樣率，建議儘量採用較大口徑之鑽探取樣方式。由於現地試驗及其他試驗工作如造成岩心地質材料組成及地質構造特徵缺失，造成資料不連續及不完整性，將影響地質判釋。故為完善資料的建立與觀察，岩心提取率應以連續可觀察地下地質資訊的全岩心來計算，若因試驗工作造成岩心觀察或岩心紀錄之不完整，缺失之部分不得計入岩心之提取率。全程取樣之岩心在完成岩心觀察、記錄及拍照後，始得進行取樣試驗。

3. 地質鑽探取樣之岩心應按深度依序存放於岩心箱內，岩心之擺放與岩心箱之書寫如下所述：
 - a. 岩心擺置以每公尺為單位，一律由左上角排列至右下角，岩心下方均需墊以半圓型塑膠片，岩心缺失部分需以保麗龍填缺空位並書寫缺失深度。
 - b. 岩心箱內外及保麗龍標示一律採油性漆筆書寫。
 - c. 岩心箱蓋表面，應標示「工程名稱」、「孔號」、「箱號」及「岩心起迄深度」。
 - d. 岩心箱側面及岩心箱內邊條應標示「孔號」、「箱號」及「岩心起迄深度」。
 - e. 岩心間隔板板面由左至右，每間隔 10 公分處均需標示刻劃清楚。
4. 鑽探領班應每日填寫鑽探日報表，其內容應包括：鑽探工作名稱、鑽孔編號與傾角、鑽探機具、鑽探方法、套管內外徑、鑽探起迄日期、每日施鑽起迄時間、每日進度、每日天氣狀況、每日施鑽起迄時間、每日進尺數、岩心提取率、每日開鑽前記錄地下水位、用水量、迴水率、湧水位置等。

4.2.3.4 地質鑽探岩心柱狀圖與岩心照片

- (1) 地質鑽探岩心柱狀圖：比例尺不得小於一百分之一，描繪並記錄岩性及構造特徵。
- (2) 地質鑽探成果需附岩心照片，岩心照片應能清楚呈現真實顏色及細微構造。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 14 條第 4 款編纂。
2. 岩心記錄應由技師為之；其內容應包括岩層之特性及構造特徵，可參考 4.2.2.2 節說明記錄，並製做地質鑽探岩心柱狀圖。
3. 岩心之清理與岩心照片拍攝注意事項如下所述。
 - a. 岩心清理：由於岩心常於取樣時於表層沾附有超泥漿薄膜，為清楚與正確觀察岩心之岩層特性，必須清除表面薄膜，清除時以可清楚且正確觀察到岩心之岩層特性為標準。
 - b. 拍照前使岩心濕潤：岩心濕潤可避免乾裂，延長岩心保存，同時能呈現岩心真實顏色，使細微構造清楚呈現。
 - c. 相機鏡頭盡量在岩心箱的正上方拍攝：使岩心照片完整、清楚，並儘量避免變形。
 - d. 留意光源方向，避免人影、樹影、建物影出現在岩心照片上。
 - e. 最適宜拍照的天氣為晴朗有雲至微陰：大太陽下岩心會反光，色澤偏白；雨天、過陰或接近傍晚則會使得影像偏暗。
 - f. 岩心照片為求格式方正整齊，可使用繪圖軟體剪裁與梯型調整，並適度調整亮度與對比提高清晰度，但不可對照片內容有變造、塗改之情事。
5. 岩心照片呈現方式，依深度依序排列，岩心照片應方正、清楚，並建議註明工程

名稱、鑽孔編號、鑽孔總深度、岩心箱數、岩心深度以及施鑽日期。

4.2.4 探溝調查（視需要選擇辦理項目）

4.2.4.1 探溝調查目的

- (1) 探溝調查為確認細部調查區內活動斷層位置，及研判斷層現有影響範圍及活動特性，以供基地內開發行為之適當性評估。
- (2) 若重大公共建設規劃之基地位於活動斷層敏感區內，經區域地質調查或細部調查後評估斷層穿越過該基地時，建議進行探溝調查工作，以增加斷層位置準確度及斷層活動時之災害影響評估資訊。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 13 條第 2 款編纂。
2. 探溝調查工作主要在經推估或確認活動斷層通過的地點進行探溝挖掘，仔細觀察斷層或其週邊的地層剖面，俾能協助解釋過去斷層運動的方式。其特點乃由於在地表露頭可能未具備辨識活動斷層最近詳細活動歷史的良好條件，因而藉由開挖剖面建立人工露頭來評估斷層活動性。
3. 本項工作得視需要選擇辦理。

4.2.4.2 探溝調查重點

- (1) 觀察斷層與地下淺部沉積物間的相互關係，推估或確認活動斷層通過的地點，仔細觀察斷層或其週邊的地層剖面，俾解釋清楚過去斷層的運動方式。
- (2) 由剖面中沉積層彼此間的分布關係來研判斷層的走向、傾角、位移方向、斷層活動事件數。
- (3) 藉由年代資料的佐證來推估該斷層的活動性，並評估發生斷層活動的再現周期及長期滑移速率。

【說明】

1. 活動斷層的調查工作首重於斷層活動時所影響的位置(如斷層位置或變形帶)，因此斷層接近地表的位置與型態為記錄的基本資訊。探溝調查工作主要是要確定斷層於接近地表的構造特徵，以彌補地質鑽探剖面的不連續性，因此觀察斷層於槽溝剖面中與沉積層間的交互關係，為探溝剖面的觀察重點，其調查內容可參考 4.2.2.2 露頭調查。
2. 斷層調查之探溝挖掘方法主要工作是開挖地下剖面，利用分析剖面中受到擾動的沈積層來判斷地震斷層特性，並以碳十四或其他方法測定地層年代，再藉由斷層與地層交集關係判斷斷層活動的年代。
3. 由於斷層活動伴隨大地震的發生，為防範與評估斷層與地震再發生時的影響，應進行斷層活動的再現周期、長期滑移速率、最後一次活動時間等參數之評估工作。

4.2.4.3 探溝結果之呈現

- (1) 探溝的探查結果須包含：探溝的編號、探溝端點坐標、探溝位置圖、探溝立面圖以及成果說明報告。
- (2) 探溝立面圖應描繪並記錄探溝兩壁開挖面岩層分布及構造特徵，附完整開挖照片，其比例尺不小於一百分之一。
- (3) 探溝探查成果說明包含：該斷層近地表之位置、走向、傾角、位移方向、斷層活動事件數、斷層最後一次的活動時間、斷層的再現周期、斷層每次活動之規模及斷層的長期滑移速率等。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 13 條第 2 款及第 14 條第 5 款編纂。
2. 建議探溝剖面基本資料以列表方式呈現，主要以探溝的編號、探溝四個端點坐標及其他相關資訊呈現，並註明所使用之座標系統。
3. 探溝立面圖需註明剖面方位、深度、比例尺、並記錄沉積層分層界線與構造分布之關係，以及相關採樣位置點(如定年樣本採樣位置)，以利後續安全評估工作。探溝立面圖之範例如圖 4-15 所示。
4. 為清楚呈現探溝中沉積層與構造之特性，照片應以能清楚呈現開挖面現況為原則(範例如圖 4-12 所示)。
5. 探溝成果說明需記載斷層或相關構造的位置及其與岩層(或沉積層)間的關係；除非探溝剖面所呈現之資料不足，應進行斷層最後一次的活動時間、斷層的再現周期、斷層每次活動之規模及斷層的長期滑移速率等參數之評估。

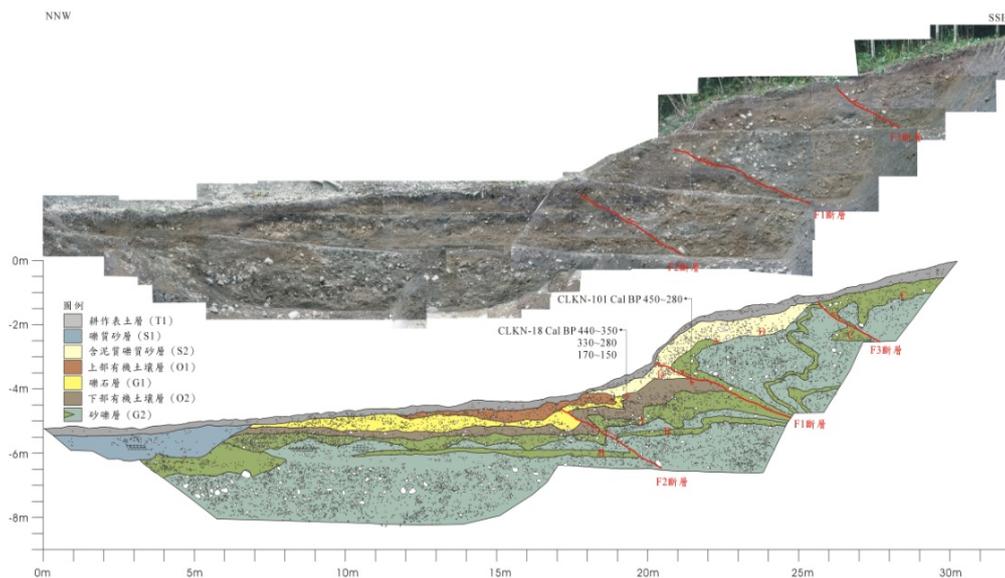


圖 4-12 花蓮縣瑞穗鄉大富槽溝剖面圖(參考自顏一勤等，2005)。

4.2.5 地球物理測勘（視需要選擇辦理項目）

4.2.5.1 地球物理測勘目的

- (1) 於基地調查過程中，因區域地質資料對斷層位置的判定不清楚時，或於細部調查區內未具明顯斷層跡地表特徵時，為增進地質鑽探位置的準確度或釐清斷層斷層與基地之相互位置關係時，則可使用地球物理探查方式輔助判釋斷層位置。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 13 條第 3 款編纂。
2. 地球物理探查乃為配合鑽孔、地表調查之補充性間接探查法，優點為節省時間與費用，並可以快速提供地下地層變化的狀況，減少直接探查之數量，但無法取代直接探查法(如地質鑽探或槽溝開挖)，因此地球物理探查結果需配合相關直接探查結果，加以比對與判讀，才能得到可靠的判釋結果。
3. 由於地質鑽探方法僅能得到調查範圍內局部點位的資訊，在地質鑽探孔位有限的情況下，可利用地球物理探查之地表施測法輔助得到地下岩層構造與斷層於地下可能之分布狀況。
4. 本項工作得視需要選擇辦理。

4.2.5.2 探查方式

- (1) 適用於活動斷層敏感區基地地質調查的地球物理探查方式包括：地電阻探勘、淺層震測或其他探勘方法。
- (2) 測線長度的規劃應盡可能配合地質鑽孔的所在位置，以提高比對與解釋上的正確率；測線應儘量垂直標的斷層(活動斷層)走向，以利於建構跨斷層之地下地質二維構造模型。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 13 條第 3 款編纂。
2. 常見使用於活動斷層調查用的地電阻測勘為地電阻影像剖面法(簡稱：RIP 法)，是兼具垂直與側向解析能力的一種探測方式，可應用於評估活動斷層調查區的：
(1) 斷層面位置；(2) 斷層上、下盤岩層特性。其他探勘方法則可依基地之條件，以達成調查目的為主進行施測。
3. 地電阻探查測線建議應經過地質鑽孔位置附近，以提高結果判讀正確率。測線應儘量垂直標的斷層(活動斷層)走向，並盡量避開人造建物區，總長建議應與基地等長或跨越評估斷層跡位置兩側各 200 公尺，用以評估跨斷層之地下二維地質構造，及推估地下岩層與活動斷層於地下的分布概況。
4. 其他探測方法之規畫，以可解決現地問題為前提提出實施方法，如淺層震測、透地雷達探測法及大地電磁法等。透地雷達在淺層部分與岩性差異性大之區域，如針對岩盤逆衝到沖積層上之斷層、地下管線、地下空洞探測等領域具有相當好的效果。

5. 地球物理探查原則上以細部調查區域為主，但若因應地下地質研判或活動斷層於地表之特徵不明顯時，得超出此範圍。

4.2.5.3 探查結果之呈現

- (1) 探查結果須包含：探查測線的編號、起點坐標、終點坐標、測線長度、測點間距、測線位置圖、成果圖以及成果說明報告。
- (2) 地球物理探測成果圖中應盡可能標示所研判或詮釋的沖積層和岩盤之間的界面、斷層或剪裂帶、破碎帶及其他不連續帶等資訊。

【說明】

1. 地球物理探測測線基本資料建議以列表方式呈現，主要以測線的編號、起點坐標、終點坐標、測線長度、測點間距等資訊及其他相關資訊呈現，並註明所使用之座標系統，施測資訊列表依各方法要點表列。
2. 呈現地下地質的探查成果出圖時，需註明方位、深度、比例尺。若探查成果需以不同顏色的色塊呈現，則色塊須選擇對比清楚、呈現結果良好的顏色，範例如圖 4-13 所示。

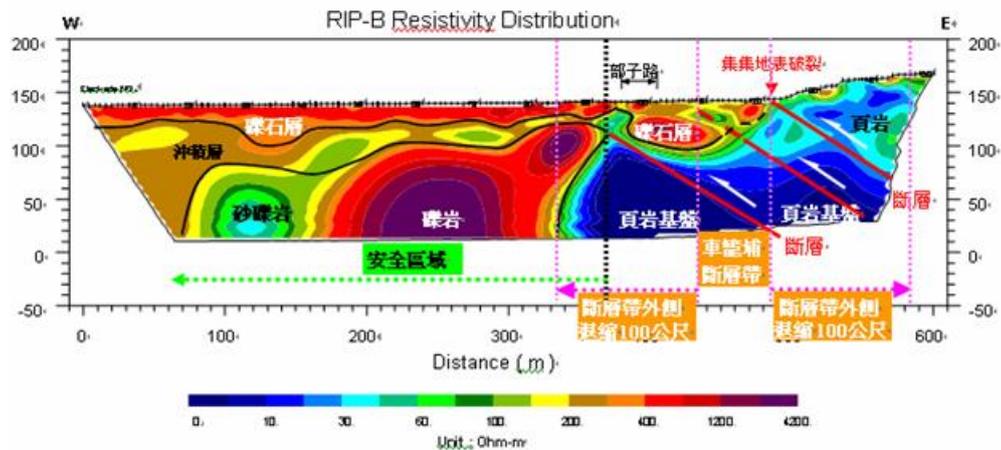


圖 4-13 地電阻影像剖面法成果示意圖(引自董倫道等人，2005)。

4.2.6 相關圖表及說明

4.2.6.1 區域調查地質圖

- (1) 區域調查地質圖：應說明及標示地形特徵、地層分布、地質構造。
- (2) 區域調查地質圖之比例尺不得小於五萬分之一。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 14 條第 1 款編纂。
2. 區域調查地質圖之地形特徵、地層分布、地質構造與基本資訊(如指北標誌、比例尺、XY 坐標線與坐標值、圖例以及文字)，建議參考經濟部中央地質調查所五萬分之一地質圖資料，並搭配現地查核結果繪製之。
3. 區域調查地質圖中，地形以等高線的形式呈現，視圖紙大小與圖面比例採用合宜之等高線間距，等高線應註明高程值；地形特徵之描述與繪製，依地形判釋之成果陳列。
4. 基地與地質敏感區範圍應以實線圈繪於區域地質調查地質圖中。
5. 圖紙大小以同時兼顧易於閱讀與收納方便為原則，一般而言 A1~A4 皆屬合宜尺寸。圖面上所有文字與符號應清晰且大小適中，以易於閱讀為原則。

4.2.6.2 細部調查地質圖與地質剖面圖

- (1) 細部調查地質圖：應說明及標示地形特徵、岩層分布、地質構造、土地開發之基地使用配置、鑽探孔位及地質剖面位置等資訊。
- (2) 細部調查地質圖比例尺不得小於一千二百分之一，其面積逾五十公頃者，比例尺得酌予縮小，但不得小於二千四百分之一。
- (3) 地質剖面圖：以垂直活動斷層走向為原則，清楚呈現細部調查區之岩層分布與地質構造及其與活動斷層之關係。
- (4) 經細部地質調查後，若細部調查範圍內有活動斷層通過，剖面圖應標示岩層分布、斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂分布位置，其水平比例尺不小於細部調查地質圖比例尺，垂直比例尺得適度放大。
- (5) 經細部地質調查後，如活動斷層不在細部調查區範圍內，應依現有資料將活動斷層標示於剖面延伸線上，其比例尺得酌予縮小。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 14 條第 2 款、第 3 款編纂。
2. 細部調查地質圖中，地形特徵之描述與繪製，依地形判釋之現地查核成果陳列。
3. 細部調查地質圖中，岩層分層建議以岩性組合作為分層的單位，可較清楚呈現出細部調查範圍之岩層訊息，細部調查範圍的岩性組合劃分，應以現地露頭調查結果以及岩心鑽探結果來決定。
4. 細部調查地質圖中，地質構造之繪製，應以活動斷層斷層跡位置現地調查成果為主，現今地表破裂位置與歷史地震紀錄之地表破裂位置，亦應詳盡繪製於細部調查地質圖中，以提供評估斷層再次活動時之可能破壞與影響區域。
5. 細部調查地質圖中，應繪製土地開發之基地使用配置，並含有活動斷層與基地間之關係，以利後續安全評估工作。
6. 經細部調查後於調查範圍內有活動斷層通過時，應明確記載斷層的位置、斷層與岩層(或沉積層)間的關係；如具斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂之證據應明確記載其分布位置，以利後續評估工作之進行。
7. 由於斷層活動性之確定為評估工作之重點，因此地質剖面圖應以詳細記載為目標，是故定年採樣標本資料亦建議於剖面圖中標示；比例尺不得小於細部調查地質圖

比例尺，如因剖面水平距離過長造成資訊無法清楚表達時，建議垂直比例尺適度放大。

8. 若經細部調查後，如活動斷層不在細部調查區範圍內，為了解與明示斷層與開發基地間之關係，其比例尺得酌予縮小至能清楚呈現斷層與開發基地間之關係。細部調查地質圖應說明及標示應注意事項、圖紙大小、印刷材質等規範，請參閱 4.2.6.1 節之說明。

4.2.7 調查成果綜合研判

綜合地表地質與地下地質調查之地形特徵、岩層分布與地質構造分析結果，述明基地內是否發現與斷層活動相關的現象，並研判活動斷層是否通過基地。

【說明】

應配合區域調查資料，綜整地形判釋、露頭調查、地下地質調查等細部調查成果，說明基地內及周遭之地形特徵與岩層分布狀況，以及基地內是否具有斷層、破碎帶、剪裂帶、地表破裂等現象，是否發現斷層錯移近代沖積層、結構物、階地堆積層、台地堆積層等近期活動證據，藉以研判活動斷層或地表破裂是否通過基地，並作為後續進行地質安全評估之依據。

4.3 活動斷層地質敏感區基地地質安全評估

4.3.1 開發行為安全評估

- (1) 活動斷層地質敏感區基地地質安全評估，應說明基地地質調查確認之斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂之分布狀況，評估其與已知活動斷層之關係。
- (2) 應說明斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂等構造與土地開發行為基地間之空間分布關係。
- (3) 應評估斷層活動時地表破裂或變形對開發行為安全之影響。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 15 條第 1 款及第 2 款編纂。
2. 為確定基地地質調查確認之斷層的影響範圍與型態，應明確記錄由地形判釋、地質調查、地表破裂調查及歷史紀錄等所確認之斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂的空間位置，以及各構造現象所影響之範圍與型態。
3. 基地地質安全評估包括區域安全評估與細部安全評估。
4. 如經區域調查後得免細部調查，或經調查基地內未發現斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂等現象，應進行區域安全評估：評估鄰近活動斷層與基地之空間關係及影響程度。
5. 如經調查基地內未發現具活動性之斷層，僅具斷層、剪裂帶、破碎帶等現象，應進行(1)細部安全評估：評估基地中斷層、剪裂帶或破碎帶分布與特性，及其對基地之影響。(2) 區域安全評估：鄰近活動斷層與基地之空間關係及影響程

度。

6. 如經調查基地內發現斷層具活動性，且有活動斷層或地表破裂通過等現象，應進行(1)細部安全評估：評估基地中活動斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂錯移之分布與特性，及其對基地之影響。(2) 區域安全評估：鄰近活動斷層與基地之空間關係及影響程度。

4.3.2 處理對策

(1) 以調查及評估結果為參據，依土地開發行為應送審書圖文件之法令規定，研擬處理對策。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 15 條第 3 款編纂。
2. 應以調查及評估結果為參據，依土地開發行為研擬減少災害之設計建議，如：建物適當配置、加強耐震設計、降低基地開發密度、改變工法及設計…等，並以減少災害造成之損失為原則。
3. 如經區域調查後得免細部調查，或經調查基地內未發現斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂等現象，應以減少災害造成的損失為原則，依據區域安全評估結果，考量鄰近活動斷層與基地之空間關係及影響程度，就近斷層效應、建築物耐震設計與開發配置等項研擬處理對策。
4. 如經調查基地內發現斷層未發現具活動性之斷層，僅具斷層、剪裂帶、破碎帶等現象，應以減少災害造成的損失為原則，進行下列處置：
 - (1) 依據細部安全評估結果，在具斷層、剪裂帶或破碎帶等特性之岩盤時，就軟弱岩盤、開發配置等項研擬處理對策。
 - (2) 依據區域安全評估結果，考量鄰近活動斷層與基地之空間關係及影響程度，就近斷層效應、建築物耐震設計與開發配置等項研擬處理對策。
5. 如經調查基地內斷層具活動性，且有活動斷層或地表破裂通過等現象，應以減少災害造成的損失為原則，進行下列處置：
 - (1) 依據細部安全評估結果，於具活動斷層區域，應加強評估斷層再活動時之變形及可能影響範圍，並據此評估重要建物及設施之分布配置。
 - (2) 依據細部安全評估結果，在具斷層、剪裂帶或破碎帶等特性之岩盤時，就軟弱岩盤、開發配置等項研擬處理對策。
 - (3) 依據區域安全評估結果，考量鄰近活動斷層與基地之空間關係及影響程度，就近斷層效應、建築物耐震設計與開發配置等項研擬處理對策。

4.4 參考資料

- 沈淑敏、張瑞津、楊貴三 (2005) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置—活動構造地形及資料庫建置分析(1/2)。經濟部中央地質調查所研究報告 94-6 號，共 80 頁。
- 沈淑敏、張瑞津、楊貴三 (2006) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置—活動構造地形及資料庫建置分析 (2/2)。經濟部中央地質調查所研究報告 95-6 號，共 173

頁。

衣德成、林慶偉（2004）斷層帶組構特性之研究-以大尖山斷層的桶頭及加走寮溪剖面為例，經濟部中央地質調查所特刊，第十五號，第 53-67 頁。

董倫道、陳文山、李奕亨（2005）地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫:地球物理探勘計畫（4/5）。經濟部中央地質調查所研究報告 94-9 號，共 176 頁。

顏一勤、陳文山、蔡坤志、黃能偉、楊志成、陳勇全、朱耀國、宋時驊、劉彥求、林啟文、林偉雄、侯進雄、林燕慧（2005）縱谷斷層中段之古地震研究。經濟部中央地質調查所特刊，16 期，17-29 頁。

5. 山崩與地滑地質敏感區基地地質調查及地質安全評估

5.1 山崩與地滑地質敏感區調查及評估目的

- (1) 基地地質調查分為區域調查及細部調查，區域調查的目的為瞭解基地所在及其相鄰邊坡之環境狀況與地質特性，細部調查的目的為瞭解基地與地質敏感區重疊部分的詳細工程地質特性及地下地質特性。區域調查範圍應涵蓋細部調查範圍，且區域調查之結果應做為細部調查之參考基礎。
- (2) 基地地質安全評估包含兩部分，第一部分為評估與基地重疊之地質敏感區發生山崩與地滑之潛勢及其可能對基地之影響，亦即區域調查範圍之安全評估，第二部分為評估開發行為對基地及相鄰地區地質敏感區穩定性之影響，亦即細部調查範圍之安全評估。
- (3) 調查及評估之目的，為瞭解坡地災害發生之可能性及影響範圍，研擬對策以降低坡地災害造成之風險。

【說明】

1. 本節根據作業準則第 2 條、第 16 條以及第 19 條編纂。
2. 山崩與地滑地質敏感區屬於防災類地質敏感區，坡地災害主要包括落石、岩屑崩滑與岩體滑動(表 5-1)。落石指岩塊或岩體自陡峻岩壁上分離後，以自由落體、滾動或彈跳等方式快速向下移動，例如民國 102 年基隆北寧路落石事件。岩屑崩滑是臺灣山區最常見的山崩型態，在豪雨或地震後，鬆軟破碎之地質材料經常發生之崩落或滑動，例如民國 99 年梅姬颱風蘇花公路沿線多起的岩屑崩滑事件。岩體滑動屬於規模較大、滑動深度較深的山崩，滑動深度常深入岩層內，初期通常為移動速緩慢的潛變，較不易直接察覺；若深入調查，可觀測到邊坡位移之量測證據及邊坡開裂之地形特徵，例如南投縣廬山地區之塔羅灣溪右岸。若岩體沿著滑動面崩塌，可造成大規模岩體快速滑動並釀成災害，例如民國 86 年林肯大郡順向坡滑動事件、民國 99 年國道 3 號 3.1K 順向坡滑動事件。
3. 區域調查需瞭解之環境狀況包括：土地使用狀況、植生狀況、降雨紀錄、水系與蝕溝分布及坡地災害歷史等。
4. 區域調查需瞭解之地質特性包括：地形、地層分布、地質構造、順向坡特性、山崩與地滑徵兆及不穩定土體或岩體之分布與特性等。
5. 區域調查結果可做為細部調查計畫研擬與參考的基準，包含規劃地質剖面測製位置、地質鑽探之配置點位，或地球物理測勘之測線位置等。
6. 細部調查需瞭解之工程地質特性包括：坡度與坡向、不連續面或地質弱面之特性、土壤與岩石之工程特性、地下水水位或水壓及既有擋土或排水設施狀況等。

表 5-1 山崩之類別(費立沅，2009)

	落石	岩體滑動	岩屑崩滑
定義	落石指岩塊或岩體自陡峭岩壁上分離後，以自由落體、滾動或彈跳等方式快速向下移動之現象。	屬於規模較大、滑動面深度較深的山崩，滑動面常深入岩層內。在地表多可觀察到各種明顯的山崩現象。	為土壤、崩積層、煤渣堆積、棄填土以及其他鬆軟破碎之地質材料等發生之崩落或滑動現象。
說明	落石發生之條件除了陡峭之地形外，尚包括岩體之性質，如富含節理之堅硬岩層所形成之陡峭崖坡，有利於落石之發生。堅硬岩層係指岩體強度分級歸屬在 I、II、III、IV 類的岩體。落石災害常見於基隆及臺北地區之坡地。	滑動面深、滑動體具有較大的厚度與規模之山崩。範圍較大者，可達數十公頃以上；滑動體仍多能保持岩體之完整性。岩體滑動依移動方式，可分為平面型、圓弧型或複合型。在臺灣，大規模的岩體滑動多係由順向坡產生的平面型滑動，如草嶺及九份二山之山崩。	其移動方式在陡坡地為崩落；在緩坡地則為滑動。在坡度較陡的山坡發生者，多因豪雨或地震作用而誘發。豪雨會造成土體之飽和含水，有時甚至會因過多的含水而轉化為土石流災害。岩屑崩滑後之裸露坡面常呈細長條狀，而崩滑下來之土石則多堆積於崩崖趾部或坡腳處。
判釋條件	分析落石之地形坡度以 55° 以上之坡地為門檻，且係考慮塊狀或厚層狀堅硬岩層構成之陡峭崩崖，且具以下特徵一項以上者： (a) 崩崖面裸露或植被稀疏。 (b) 坡腳有崖錐堆積。 (c) 岩體之不連續面密集。 (d) 有不利位態之節理或在坡面存在突石或危石。 (e) 有落石發生歷史紀錄者。	在航照判釋時，可觀察到部分標準山崩地貌的特徵，滑動面積常在 1 公頃以上；如趾部緊鄰河道時，常呈異常彎曲的現象。 野外調查時，在崩崖下方存在下陷之窪地或濕地；坡趾可能有大量土石堆積或隆起；若在順向坡分布區，地表有平面滑動痕跡，坡頂具殘留之岩塊。	航照判釋呈現長條形或其它不規則形狀之裸露區域；植生之色調較淡或與周圍植生不協調者；坡面有時呈現凹槽狀。 地形坡度平均在 55° 以下的地區，且在野外調查時，具有下列條件之一者： (a) 具新鮮崩崖面或標準崩塌之部分地貌特徵。 (b) 移動物質屬於風化岩屑、土壤或崩積層。 (c) 坡面具山崩的凹槽狀，植生種類有異於未發生山崩的區域。

7. 細部調查需瞭解之地下地質特性包括：未固結地質材料之分布及厚度、岩層之特性及延展、鑽井岩心不連續面之特性等。
8. 辦理本項工作流程如圖 5-1 所示。

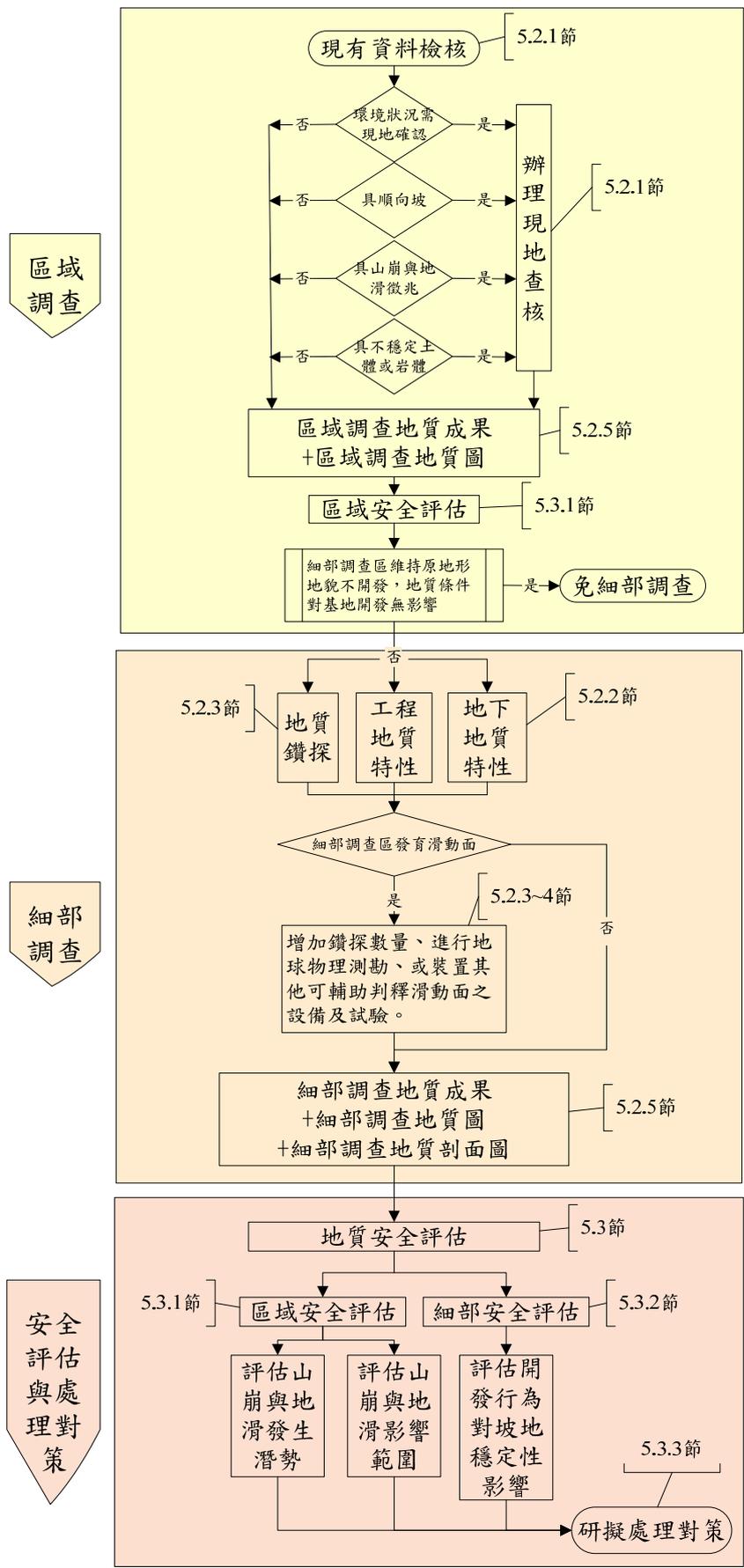


圖 5-1 基地地質調查及地質安全評估作業流程圖

5.2 山崩與地滑地質敏感區基地地質調查

5.2.1 區域調查

- (1) 區域調查包括環境狀況與地質特性二部分。
- (2) 區域調查範圍，為基地所在相鄰地區之邊坡坡面範圍。
- (3) 區域調查方式以現有資料檢核辦理，視資料檢核比對或土地開發行為之需要，得以露頭調查、遙測影像判釋或其他方法補充。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 16 條第 1 款編纂，區域調查之主要目的為瞭解基地所在及其相鄰邊坡之環境狀況與地質特性，以評估坡地穩定情形，並作為細部調查計畫研擬與參考的基準。

5.2.1.1 環境狀況

- (1) 環境狀況包括：土地使用狀(現)況、植生狀況、降雨紀錄、水系與蝕溝分布及坡地災害歷史。
- (2) 土地使用狀(現)況：利用地形圖、航空照片、衛星影像、Google Earth 影像等或現場調查，描述土地使用現況，例如瞭解森林、農地、聚落、道路等。
- (3) 植生狀況：描述植生覆蓋狀況，並說明植生差異。
- (4) 降雨紀錄：蒐集位於區域調查範圍內或是鄰近之交通部中央氣象局與經濟部水利署氣象站或其他氣象觀測站等之歷年降雨資料，以瞭解區域調查範圍的全年平均降雨量、月平均降雨量以及乾濕季分布等資訊。
- (5) 水系與蝕溝分布：蒐集可判釋水系與蝕溝資訊的圖資，並辦理水系與蝕溝之現地調查。比對圖資與現地支流與蝕溝發育現況、是否有常流水以及侵蝕情況，說明基地與水系或蝕溝的空間關係及可能影響，例如基地是否位於溪流的攻擊岸、蝕溝與基地之間的距離等。
- (6) 坡地災害歷史：蒐集涉及區域調查範圍之相關災害文獻、新聞報導、訪談在地居民等，以瞭解區域調查範圍曾發生過的災害。
- (7) 利用不同時期之航空照片、衛星影像、地形或地質圖資，判讀邊坡災害、地形改變、環境狀況者，應依現地狀況查核判讀結果，以現地查核照片呈現，並配合圖資判讀結果輔以文字說明。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 16 條第 1 款第 1 目以及第 17 條第 1 款編纂，係利用航遙測影像、植生覆蓋狀況及坡地災害歷史之研判與現地調查，瞭解基地及相鄰地區是否有過坡地災害歷史，並蒐集發生災害當時之水文條件及降雨狀況；比對區域調查範圍內之地面水文條件，包含水系與蝕溝之發育情形，並可做為細部調查評估坡地穩定，以及是否會危害到相關保全對象之依據。
2. 除現地調查土地使用現況，得利用近期遙測影像進行判釋。
3. 植生覆蓋狀況可利用遙測影像或經現地調查進行研判，描述坡面上植物類別及分

布之概況，並藉以研判是否存在舊崩塌地，以及舊崩塌地的面積、形狀、特徵等。植生差異可做為研判舊崩塌地的線索之一。例如，在大片喬木林之坡面上，其中一區為芒草或灌叢，則該坡面可能曾發生過擾動事件，以致植生產生差異，如能再配合地形、地表線型等資料，可研判該區是否為舊崩塌地或是其他成因所致。

- 中央氣象局雨量測站降雨資料需付費購買；經濟部水利署雨量測站降雨資料則可於歷年水文年報免費下載，水文年報網址為：<http://gweb.wra.gov.tw/wrhygis/>（網址若更動，以最新網址為主）。原則上選擇一處具代表性的雨量測站，若區域調查範圍內已有雨量測站則採該站資料；若無，則選取鄰近雨量測站。其降雨資料以 10 年以上為佳。若未達 10 年者，以設站起迄時間統計，再輔以鄰近其他 10 年以上測站資料做為參考。選取鄰近測站的原則，除了距離儘可能接近之外，降雨特性也應儘量類似。由災害事件的降雨紀錄，可以瞭解降雨量與坡地致災之間的關係，有助於後續進行安全評估之用。雨量資料整理格式範例，可參考表 5-2。

表 5-2 經濟部水利署富貴角雨量測站歷年雨量資料統計表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均月雨量	153.6	177.5	213.9	180.4	239.2	248.8	116.0	152.4	192.7	124.4	144.8	151.3
最大月雨量	701.8 (1956)	672.4 (1983)	568.6 (1917)	588.3 (1931)	842.1 (1955)	898.1 (1966)	596.7 (1955)	775.3 (1960)	948.0 (2001)	652.6 (1974)	766.6 (1954)	1054.2 (1956)
最小月雨量	0.0 (1994)	0.0 (1994)	26.7 (1967)	21.9 (1968)	21.4 (1923)	0.0 (1980)	0.0 (1978)	0.0 (2008)	12.4 (1965)	7.5 (1963)	5.0 (2001)	12.0 (1996)
統計期間(年)	統計年數		平均年雨量			最大年雨量		最小年雨量		雨量單位		
1900~2012	113		2049.0			1956		2003		mm		

- 蝕溝的形成與地表逕流下切作用有關，在旱季少雨時期，蝕溝常呈小流量或乾涸狀態，侵蝕作用趨緩；然而在颱風或豪雨等降雨期間，地表逕流大量增加，蝕溝快速產生向下侵蝕、側向侵蝕與向源侵蝕作用，使得蝕溝擴大並向上發育。蝕溝的發育會誘發更大面積的坡地崩塌與土砂運移，造成該地區地質更為敏感不穩定。
- 由坡地災害歷史可得知區域調查範圍主要的地質災害型態、災害規模、災害影響程度等資訊。以嘉義縣番路鄉坡地為例，如圖 5-2，蒐集 2003 年、2007 年以及 2010 年正射影像進行比對，可發現 2003 年的農墾區位於一處小支流上游，2007 年農墾區擴大，2010 年形成自稜線到河谷的大面積崩塌區，高約 700 公尺，寬約 220 公尺，原有農墾區已成為山崩區塊的一部分。此外，在較下游之支流也形成一高約 400 公尺的三角區塊崩塌地，經現地查訪確認本例，2010 年的 2 處崩塌地皆由 2009 年 8 月莫拉克風災所致。
- 蒐集可供判釋地形、山崩與地滑徵兆資訊的圖資，例如：經建版等高線地形圖、航空照片、衛星影像、雷達影像、DEM、Google Earth 等進行判釋，並於合適比例尺的影像或底圖上標示與圈繪。

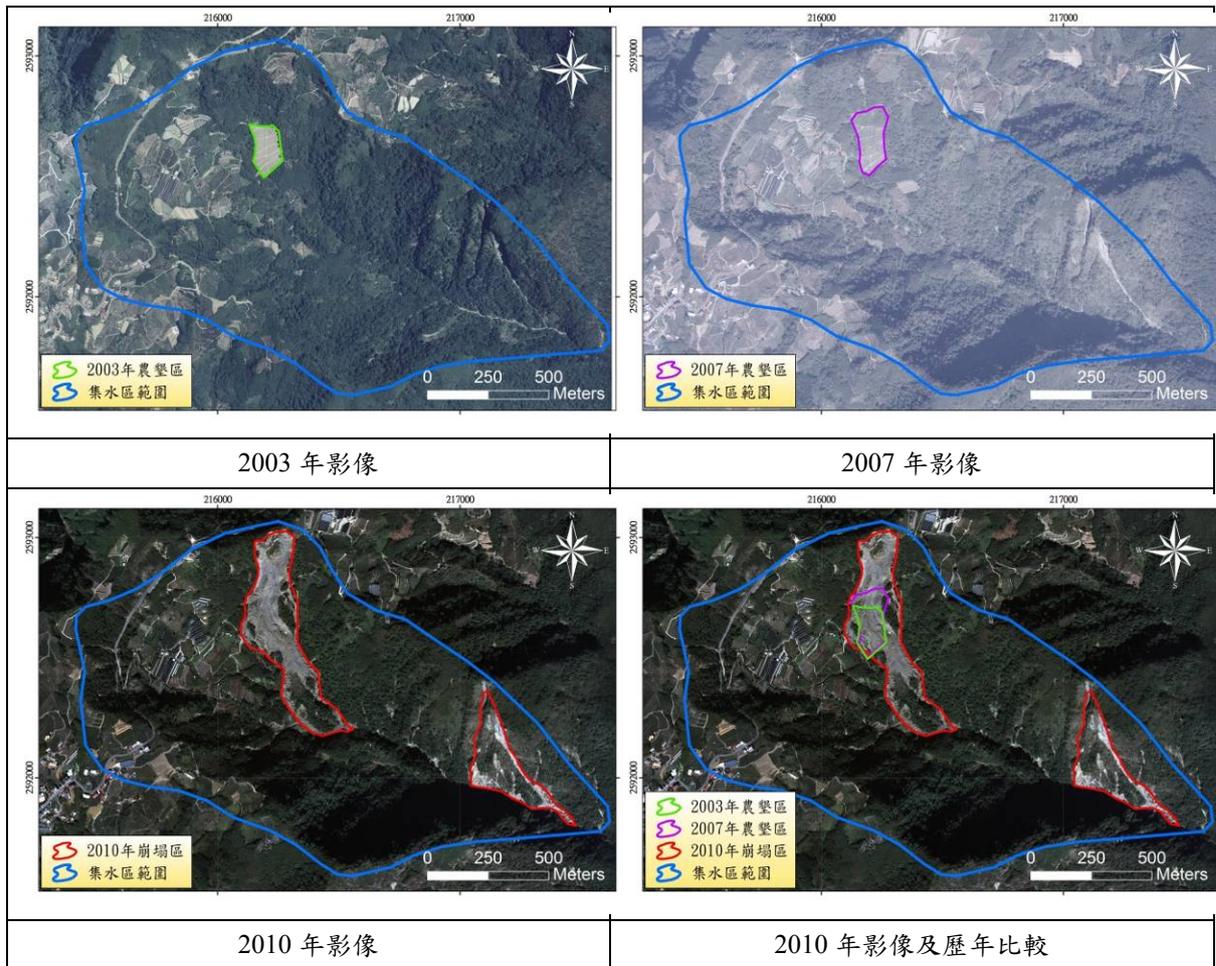


圖 5-2 坡地災害歷史判釋結果 (以嘉義縣番路鄉坡地為例)

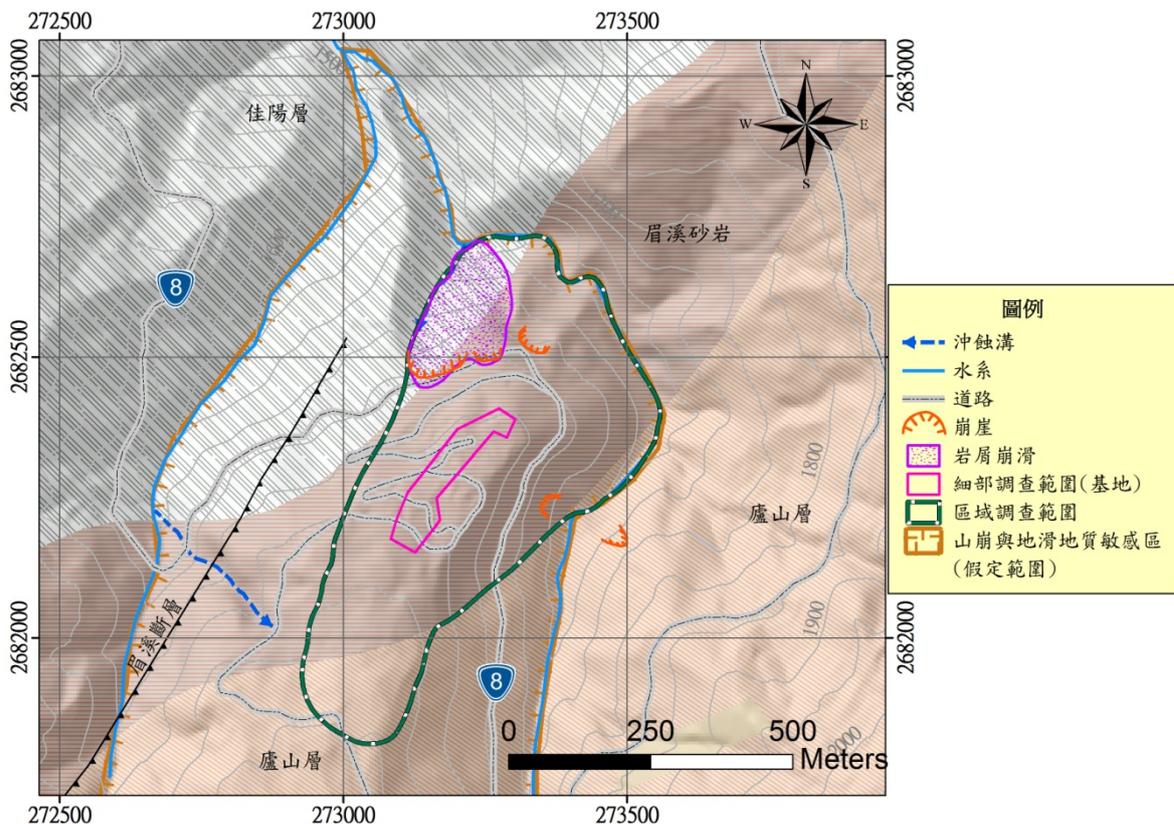
5.2.1.2 地質特性

- (1) 地質特性包括：地形、地層分布、地質構造、順向坡、山崩與地滑徵兆及不穩定土體或岩體之分布等。
- (2) 地形：蒐集可供判釋地形資訊的圖資，以瞭解區域調查範圍之地形特徵。
- (3) 地層分布：彙整相關資料，瞭解區域調查範圍出露之地層及其分布範圍。地層資訊應包括地層名稱、地層岩性、地層年代、地層厚度、與上下地層接觸關係等。
- (4) 地質構造：查詢相關資料，瞭解區域調查範圍之地質構造，包括斷層、褶皺以及所有地形上之線型構造等。
- (5) 順向坡：彙整相關資料，瞭解區域調查範圍內順向坡之分布狀況。於合適的影像或底圖上標示並圈繪順向坡塊體的位置與範圍，並於現地勘查時實地確認順向坡之傾向與傾角、位置、範圍等，及其自由端是否出露、地層間是否有弱面、是否有人為或自然作用破壞坡腳、坡面植生或擋土構造物是否有變形或破壞等情形。
- (6) 山崩與地滑徵兆：彙整相關資料，瞭解區域調查範圍內是否存在落石、岩屑崩滑、岩體滑動等山崩與地滑潛勢或徵兆。後續並安排實地確認，勘查區域調查範圍是否具崩崖、張力裂縫、擋土及構造物是否有變形或破壞等情形。
- (7) 不穩定土體之分布：彙整相關資料，瞭解區域調查範圍內是否存在不穩定土體及

其分布狀況。不穩定土體包括：落石、土壤、崩積層、煤渣堆積、棄填土以及其他鬆軟破碎之地質材料等。於合適的影像或底圖上標示並圈繪可能為不穩定土體之範圍，如落石區、崩積區、棄填土區等，後續並安排實地勘查確認之。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 16 條第 1 款第 2 目編纂，其目的係瞭解區域調查範圍的各項地質特性，以評估基地相鄰區域之坡地穩定條件。
2. 地形描述包含高程、坡向、坡高、坡度等，以及基地鄰近地形之定性描述，例如丘陵區、高山區、鄰近陡崖等。與山崩與地滑有關之特殊地形特徵，包含地形線型(含河流、水系)、坡趾隆起、新月型冠部、多重山脊或豬背脊、單斜脊、獨立平行坡面等特徵。
3. 地層資訊之建立可瞭解地層分布，配合細部調查時，可進一步探討地層層位之整合或接觸情形、區域地層位態是否受擾動及可能受山崩影響之範圍，以綜合研判是否有不利邊坡穩定之地質條件。本項工作以檢核現有資料為主，可參考經濟部中央地質調查所已出版之地質圖幅。
4. 地質構造複雜區域可能會造成岩層較為破碎，較容易發生岩屑崩滑。本項工作以檢核現有資料為主，可參考經濟部中央地質調查所已出版之地質圖幅，另地調所「地質資料整合查詢」網頁及「臺灣活動斷層」網頁也可供查詢。圖 5-3 為查詢現有地層及地質構造資料，輔以航照判釋山崩與水系之案例，圖中山崩與地滑地質敏感區為示範用之假定範圍。



5. 順向坡之定義主要係參考水土保持技術規範第 31 條之內容，指「凡坡面與層面(適用於沉積岩區與變質岩區)、劈理面或片理面(此兩者適用於變質岩區)之走向大致平行(或兩面走向之交角在 20 度以內)，且坡面傾向與層面、劈理面或片理面傾向一致者」。順向坡可能因天然之潛移或人為砍斷坡腳，而具潛在危險。比對既有資料以及進行圈繪工作時，應注意參考資料以及工作底圖的比例尺，並考量受局部崩塌擾動而產生之量測誤差。
6. 順向坡應以現地量測資料判別為主，另可輔以政府單位公布之順向坡資料：
 - 甲、經濟部中央地質調查所「坡地環境地質資料庫查詢系統」
 - 乙、新北市政府「環境地質資料查詢系統」
 - 丙、北市政府大地工程處「山坡地環境地質資訊系統」
7. 現生崩塌地於影像上較易於判釋，通常光禿無植被且崩塌地輪廓清晰，形成機制一般常見由水力侵蝕作用形成的蝕溝型崩塌，以及坡面表層地質材料受重力與孔隙水壓作用造成的坡面型崩塌。
8. 發展中而有地表變形現象之潛在崩塌地，常見如張力裂隙、樹木傾倒、崩崖、道路張裂沉陷、擋土牆或人工結構物破壞或外推變形等現象，如圖 5-4。在區域調查踏勘時應多加注意與記錄，評估地表變形可能涵蓋的範圍。



圖 5-4 常見的地表變形現象，係潛在山崩與地滑之徵兆。左上：小崩崖與樹木傾倒；右上：崩崖；左下：張力裂隙發育漸造成道路沉陷；右下：擋土牆破壞外推。

9. 順向坡之判釋以國道3號七堵地區山崩為例,如圖 5-5,圓點為崩塌位置,由 Google Earth 影像可判釋出地表存在許多三角面之線型,這些三角面彼此平行,外型一致。這樣的地形是由於沉積岩經過長時間差異侵蝕後所演育出來的結果,通常在臺灣北部砂岩頁岩互層的地區(如南港層、大寮層等),這樣的順向坡地形較為顯著,如圖 5-10 的順向坡線形地型特徵,故在判釋順向坡地形時,建議以現地調查資料為主。

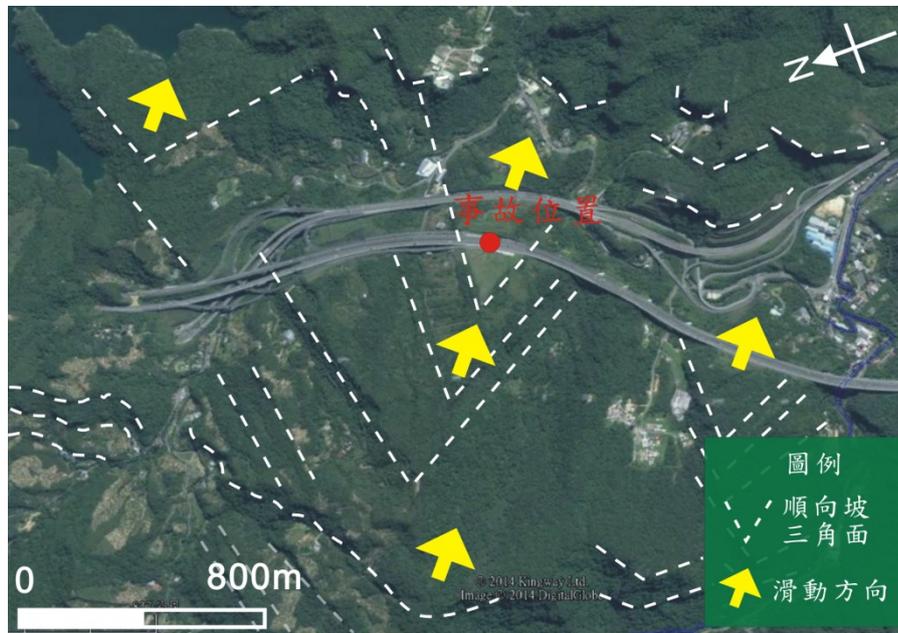


圖 5-5 順向坡判釋範例(以國道三號七堵地區為例,影像來源: Google Earth)

10. 以航照研判落石為例,如圖 5-6 所示,落石區的崖面因坡度陡峭,故陰影特徵明顯,陡崖下方常可判釋出坡度變緩且呈錐形之堆積地形面。



圖 5-6 落石判釋範例(以高雄柴山地區為例,影像來源: Google Earth)

5.2.2 細部調查

- (1) 細部調查係指基地與地質敏感區重疊部分。
- (2) 細部調查之調查內容包括工程地質特性與地下地質特性。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 16 條第 2 款編纂，其目的係利用各項細部調查之結果，進行基地地質安全評估，並可用以設計與規劃開發行為，降低發生地質災害之風險。
2. 作業準則第 2 條第 2 項所規定之得免細部調查者，應同時符合下列二條件：(1)基地與地質敏感區重疊部分維持原地形地貌且不開發；(2)辦理區域調查，且其地質安全評估結果已具體完整證明地質條件與基地開發無相互影響。
3. 區域調查階段之影像判釋結果，應依現地狀況於細部調查階段進行覆核作業，以確認崩塌地現況、山崩地滑徵兆或復育整治情形。
4. 各項細部調查所得之結果及參數，用於坡地穩定性分析，例如以地形高程和坡度坡向建立坡地幾何模型；不連續面特性可建立岩體破裂特性；土壤或岩石試驗結果可作為土壤與岩石力學基礎參數；而地下水位或水壓和地面水情形可建立水文地質模型等。

5.2.2.1 工程地質特性

- (1) 工程地質特性包括：坡度與坡向、不連續面或地質弱面之特性、土壤與岩石之工程特性、地下水位或水壓及既有擋土或排水設施狀況，以研判細部調查範圍內，各項可能影響坡地穩定之因子。
- (2) 坡度與坡向：坡度與坡向之調查，主要為評估邊坡穩定之參數及邊坡可能之滑動方向。
- (3) 不連續面或地質弱面(以下簡稱不連續面)之特性：使用傾斜儀、羅盤或其他量測工具，量測岩體露頭所出現不連續面之走向與傾角、分布密度、開口密合程度、有無填充物等，並記錄量測值。並利用露頭岩體的變形或擦痕等，研判不連續面可能的滑動方向。
- (4) 土壤與岩石之工程特性：土壤之工程特性包括：土壤粒徑、土壤級配、土壤分類、土壤剪力強度等；岩石之工程特性包括：岩性組合、岩石強度與岩體強度等。
- (5) 地下水位或水壓：配合地質鑽孔建置水位觀測井或觀測管，用以量測地下水位或水壓，記錄常時、乾濕季節、暴雨前後之水位。
- (6) 既有擋土或排水設施狀況：於細部調查範圍調查擋土與排水設施之位置、大小、高度、新舊程度、損壞狀況、岩釘岩錨現況、植生等，若設施上有完工日期也應一併記錄。若有排水孔，應記錄排水孔是否阻塞、排水狀況等。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 16 條第 2 款編纂，其目的係利用工程地質特性調查結果，評估邊坡之穩定情形。
2. 坡度計算方式可參考水土保持技術規範第 25 條辦理，坡向計算方式可參考水土保持技術規範第 26 條辦理。另可利用其他地理資訊系統進行分析。

3. 一處露頭中，可能同時存在數種不同的不連續面，例如在板岩中，通常會同時存在劈理面與節理面；而若在沉積岩中則可能會同時存在層理面與節理面。調查者應將露頭每一種弱面分別清楚記錄之。以圖 5-7 為例，該露頭中同時存在節理面(應力造成岩石破裂之裂面)與劈理面(岩石變質過程中所發育之弱面)。

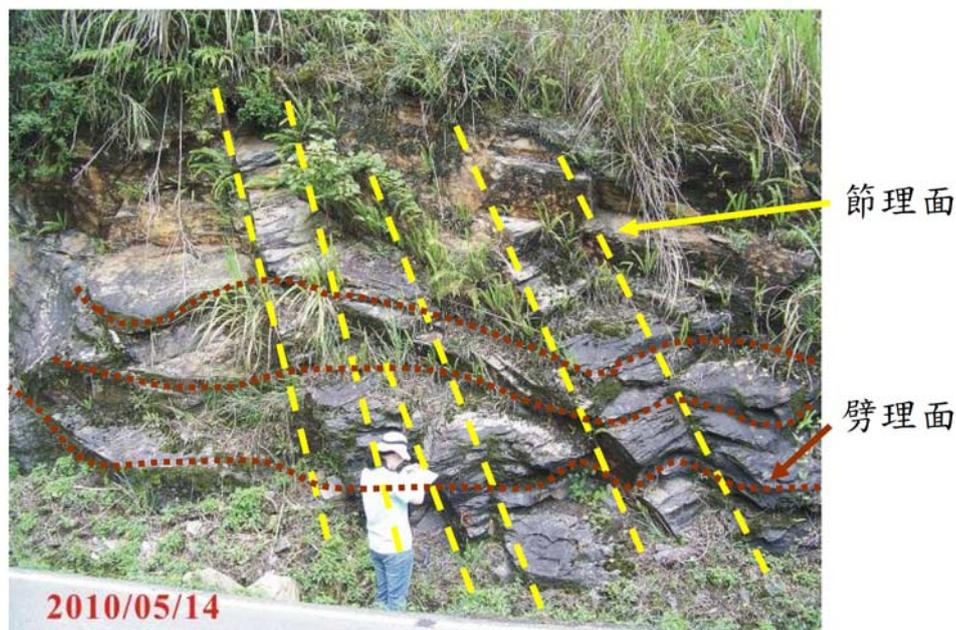


圖 5-7 節理面與劈理面判釋範例，以廬山層露頭為例

4. 現地研判邊坡不連續面可能的滑動方向，包括：

- 甲、岩體露頭變形的方向；
- 乙、不連續面是否存在擦痕，以及擦痕的方向；
- 丙、配合比對地面、擋土牆或建築結構物等既有張力裂縫以及開裂方向等。

以圖 5-8 為例，中橫大禹嶺地區的崩塌坡面可見岩層呈現挫屈情形(上小圖)上層岩層在坡面較高處產生挫屈，而下層岩層在坡面較低處產生挫屈，這種局部性挫屈是岩體向下滑動過程中因擠壓而產生的。張力裂縫之張裂方向朝向下邊坡(下小圖)，綜合研判結果可知滑動方向朝向下邊坡。

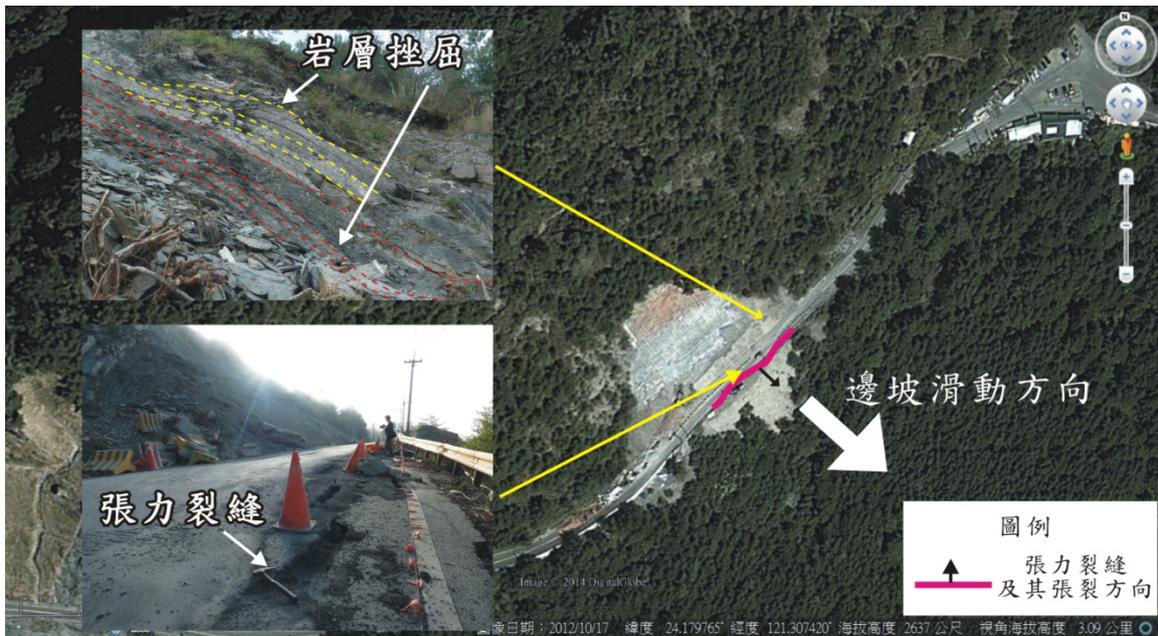


圖 5-8 現地勘查研判邊坡滑動方向範例(以中橫大禹嶺為例，影像來源：Google Earth)

5. 土壤工程特性主要由土壤粒徑、土壤分類、土壤種類及型態、土壤剪力強度等決定，調查土壤工程性質的目的在進行調查及施工規劃時，能針對坡地穩定特性及相關參數進一步計算及考慮。如下說明。
 - 甲、土壤依型態可分為球狀土壤(泥、砂、礫等)與片狀土壤(黏土)，因性質不同，使得工程特性有所差異。
 - 乙、土壤剪力強度：由凝聚力(c)與內摩擦角(ϕ)決定土壤剪力強度之大小，土壤的凝聚力與內摩擦角數值皆可由室內土壤力學實驗求得。土壤剪力強度越高，越不易發生邊坡破壞。
6. 岩性組合意指依野外測繪與觀察，將不同岩性之岩體依主要岩性與次要岩性之比例，將岩體分成不同岩性組合，如砂岩偶夾頁岩、砂岩與頁岩互層等，以顯示岩體之層面接觸特性。
7. 岩石強度可依 Franklin(1976)之建議，將岩石單軸抗壓強度分為 8 級，分類如表 5-3。岩石強度分級結果可應用於坡地穩定性分析，瞭解坡地穩定狀況。

表 5-3 岩石強度分級表(Franklin, 1976)

岩石強度等級		單壓強度(kg/cm ²)	代號
EW(極弱岩)		<10	H
VW(甚弱岩)	VW2	10~25	G
	VW1	25~50	F
W(弱岩)	W2	50~100	E
	W1	100~250	D
MS(中強岩)		250~500	C
S(強岩)		500~1000	B
VS(甚強岩)		1000~2500	A

8. 岩體強度可依據岩石單壓強度與岩體結構類型予以分級，岩石強度說明如上述第 7 點，而岩體結構則為岩體的不連續面情形，Franklin(1975)將岩體強度劃分為 7 級，分級如圖 5-9，岩體強度分類結果可應用於坡地穩定性分析，瞭解坡地穩定狀況。

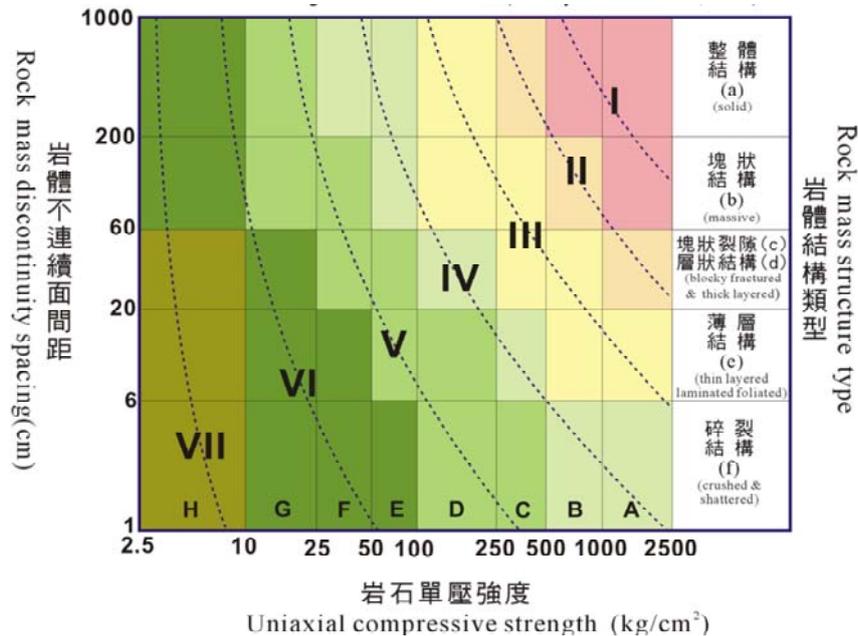


圖 5-9 岩體強度分級圖(修改自 Franklin, 1975)

9. 地下水位或水壓數據為坡地穩定性分析時的重要參數，可用以瞭解地下水與山崩潛勢之關聯，評估基地地質安全。地下水觀測應依據地層性質與其透水性、量測目的、量測時間與時間間隔、預期的地下水變動狀況等，規劃地下水量測使用的設備(詳參「公路邊坡工程設計與施工規範(草案)」第 3.2.4 節)。
10. 擋土設施包括擋土牆、水泥或砌石護坡、噴漿、生態護坡、蛇籠等；排水設施包括排水渠道、排水溝、截水溝、涵洞、涵管以及排水管等。以圖 5-10 為例，將現場調查之擋土牆與道路張力裂縫標示於圖面上後，比對張裂縫位置、方向及地形，可推估滑動塊體位置以及可能範圍等。擋土與排水設施之現況需拍照記錄其保持情形，並註記拍照日期、拍照地點、坐標以及拍攝者。若有裂縫，應記錄裂縫形式、寬度、張裂方向，可協助研判滑動塊體的移動方向及活躍情形。

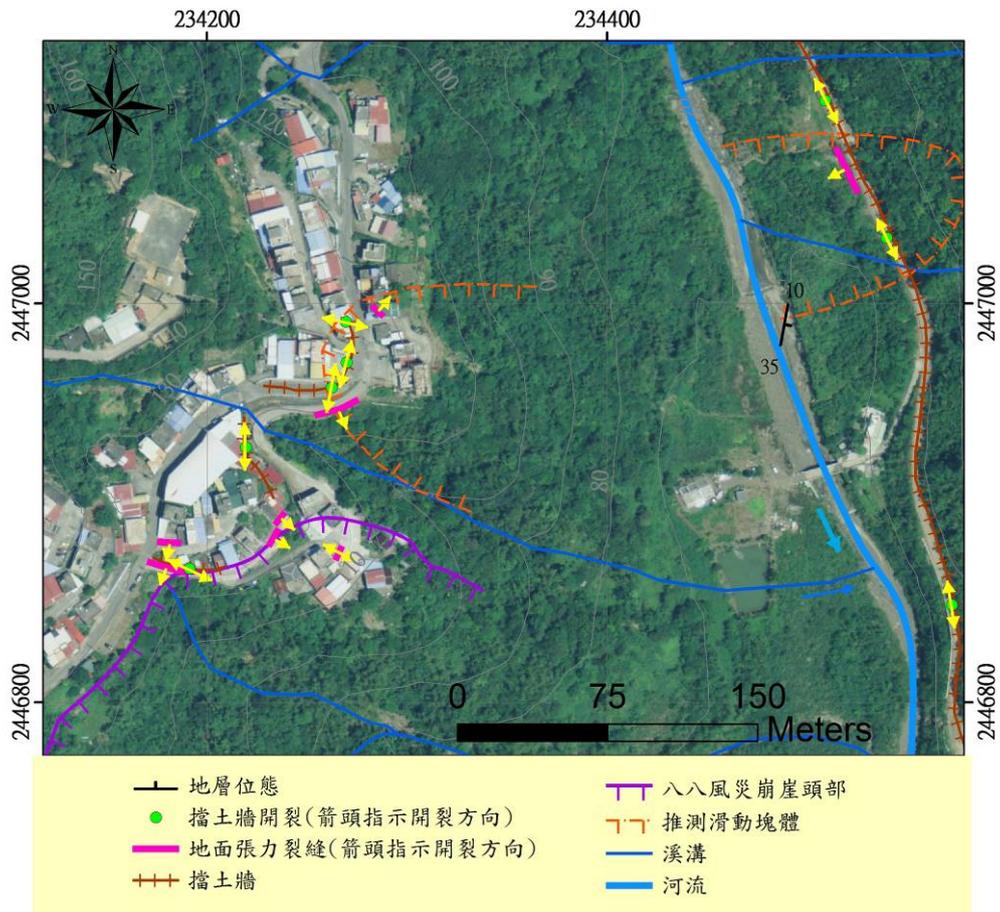


圖 5-10 張力裂縫調查與判釋範例(以屏東縣牡丹鄉為例)

5.2.2.2 地下地質特性

- (1) 地下地質特性乃透過地質鑽探方法，取得岩心後，透過岩心之觀察與記錄得知。包括：未固結地質材料之分布及厚度、岩層特性、不連續面特性等。調查地下地質特性之目的在於了解細部調查範圍所在坡地之穩定性。
- (2) 未固結地質材料之分布及厚度：未固結地質材料包括土壤、崩積層、煤渣堆積、棄填土以及其他鬆軟破碎之地質材料等，應說明其種類以及研判可能的來源。記錄其所出現之深度範圍、厚度、顏色、組構狀態、所夾礫石之粒徑大小與岩性，並加以研判其來源。
- (3) 岩層之特性：岩層包括風化及新鮮之岩盤。記錄岩層之岩性、顏色、礦物組成、材料組構(如沉積構造)、岩層固結程度、風化程度、RQD(岩石品質指標)以及岩心鏽染狀況等資料。
- (4) 不連續面之特性：不連續面包括層理面、劈理面、片理面、節理面、裂縫、剪裂破碎帶、斷層破碎帶及岩脈等。不連續面中若有剪裂泥者，應記錄寬度、顏色、顆粒觸感、是否具剪裂亮面或斷層擦痕等。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 16 條第 2 款第 2 目編纂，地質鑽探取得的岩心可代表地底下真實地層狀況，判釋與分析各地質材料與岩層的結果，可做為坡地穩定性分析之參數，用於評估基地地質安全。
2. 上述第(2)點未固結地質材料可參考 GEO2010 系統中之分類方式，可依實際判釋結果填寫。
3. 岩心風化程度判釋方式可參考表 5-4。RQD(岩石品質指標)為每 1 公尺岩心中，完整岩心超過 10 公分者之合計總長，或是某取樣管長度中，超過 10 公分完整岩心之合計總長比率。RQD 值 90~100 為極佳，75~90 為佳，50~75 為一般，25~50 為差，0~25 為極差。由於 RQD 分類沒有考慮岩體中結構面發育特徵的影響，也沒有考慮岩塊性質的影響以及這些因素的綜合效應，因此建議仍要配合其他特徵做整體性的綜合研判。當岩心風化程度越高或 RQD 值越低時，邊坡基盤岩穩定度可能下降，使得坡地較不穩定。
4. 不連續面分類如表 5-5 所示。若不連續面中夾有剪裂泥，表示曾發生過岩體相對位移作用，導致接觸面受剪力摩擦而形成剪裂泥。隨著剪動狀況的不同，剪裂泥從礫泥混雜到細緻泥狀皆有。不連續面的多寡及性質會影響坡面岩體是否容易崩塌或滑動，若存在剪裂泥，則可能會形成岩體滑動的主要滑動面。
5. 不連續面之調查，建議可參考 ISRM 建議的 10 項半定量方法 (Ulusay and Hudson, 2007)，包括層理、劈理、片理與節理等不同形成機制、各組不連續面的位態、間距、延續性 (露頭調查判斷所得分級描述) 或延續度 (測線法調查所得轉換為量化描述)、粗糙度、岩壁單軸壓縮強度、隙寬(fracture width，或稱張開度)、充填情況、滲流情形、組數以及岩塊大小。

表 5-4 岩心風化程度判釋表 (資料來源：ISRM, 1981)

風化等級	風化程度	描述
W0	新鮮	岩質新鮮，無風化跡象，但主要不連續面(如節理面)可能會有輕微氧化鐵銹染變色現象。地質錘敲擊聲十分清脆。
W1	輕微風化	整個岩體的不連續面幾乎都有輕微明顯的氧化鐵銹染變色現象，部分長石礦物已受風化分解。地質錘敲擊聲大致上清脆。
W2	中度風化	岩石材料風化分解成土壤者約一半。新鮮或微變色岩石仍脈絡相連或以團塊狀存在。地質錘敲擊聲有悶音。
W3	高度風化	岩石材料風化分解成土壤者超過一半。新鮮或微變色岩石以不連續脈絡或團塊狀存在。岩心可用手指捏碎。地質錘敲擊聲極悶或是一敲岩心即散開。
W4	完全風化	岩石材料已完全分解，但原本之岩石組構仍可以肉眼分辨。手指可捏碎，泡水會散開。所有長石礦物已轉變成黏土礦物。
W5	殘餘土壤	所有的岩石材料已完全分解成土壤，原本之岩石組構已消失無法分辨。

表 5-5 不連續面分類表 (Geological Society Engineering Group Working Party, 1977)

名稱	說明
層理面	沉積岩在沉積過程中所造成之平行易分離之平面
劈理面	變質岩中岩體沿一特定方向易於裂開之平面
片理面	變質岩中片狀礦物平行排列造成的弱面，表面常有曲度
節理面	岩體受外力影響造成之特定方向破裂面，裂面兩側岩體未發生相對位移，含解壓節理
裂縫	岩體因各種應力所造成之不規則破裂面
剪裂破碎帶	岩體受剪裂作用造成的破碎帶，破碎帶可能呈破碎、角礫狀或是泥狀
斷層破碎帶	受斷層作用造成的破碎帶，與剪裂破碎帶不同之處是其較易發現斷層泥(gouge)或是斷層擦痕(slickenlines)
岩脈	岩體破裂面中被入侵或是充填的火成岩或是礦體，較常見者為火成岩脈與石英脈

5.2.3 地質鑽探

5.2.3.1 配置原則與鑽探數量

- (1) 配置原則：依據地表調查成果及開發行為需要，規劃地質剖面圖測製及地質鑽探配置，以能研判地下地質，並可符合坡地穩定性分析用途為原則。地質鑽孔配置於細部調查範圍內，視需要得增設鑽孔於細部調查範圍外之相鄰地區邊坡。
- (2) 鑽探數量：細部調查區面積在 0.1 公頃以下者，至少鑽探 2 鑽孔，原則上以分別位於中上邊坡與中下邊坡區域為主。細部調查區域面積逾 0.1 公頃，且在 10 公頃以下者，每增加 1 公頃增加 1 鑽孔，增加未滿 1 公頃者，以 1 公頃計。細部調查區域面積逾 10 公頃，且在 50 公頃以下者，每增加 2 公頃增加 1 鑽孔，增加未滿 2 公頃者，以 2 公頃計。細部調查區域面積逾 50 公頃的部分，得視基地之地質、地形及開發行為之需要決定鑽探數量。
- (3) 依據地表調查及鑽探結果，細部調查區如推估有滑動面發育，應適度增加鑽探數量或輔以地球物理測勘方式，以建立完整地質剖面、了解滑動面分布與滑動面特性。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 17 條第 2 款第 1 目編纂，作業準則內規定為最保守的鑽探數量，其目的係藉由辦理地質鑽探，瞭解潛在滑動面位置、不連續面特性、地下水位深度、岩層破裂或完整情形、及相關地下地質特性等，整合地質鑽探結果可建立地層剖面資訊，用於坡地穩定性分析。
2. 若細部調查範圍位於坡腳，經研判上邊坡可能存在滑動面時，調查者應以能得到滑動面具體資訊為原則，適度增加地質鑽孔，進行合理的鑽孔配置。表 5-6 為細部調查區面積與應鑽探數量對照表。
3. 以圖 5-11 為例，地質敏感區與基地重疊部分位於坡腳區域，重疊面積為 0.04 公頃，應鑽探 2 孔，為得到完整地質剖面，於上邊坡自行增加 1 孔，總鑽探孔數為 3 孔。並擬定剖面線配置，盡量以涵蓋完整邊坡並穿過基地為原則。
4. 有關鑽探取樣之工作說明(除提取率外)，請參考 4.2.3.3 節，本類地質敏感區之提取率規定詳如 5.2.3.2 節。

表 5-6 面積與鑽探數量對照表

面積(公頃)	鑽孔數量	面積(公頃)	鑽孔數量	面積(公頃)	鑽孔數量
面積<0.1	2	10≤面積<12	13	32≤面積<34	24
0.1≤面積<1.1	3	12≤面積<14	14	34≤面積<36	25
1.1≤面積<2.1	4	14≤面積<16	15	36≤面積<38	26
2.1≤面積<3.1	5	16≤面積<18	16	38≤面積<40	27
3.1≤面積<4.1	6	18≤面積<20	17	40≤面積<42	28
4.1≤面積<5.1	7	20≤面積<22	18	42≤面積<44	29
5.1≤面積<6.1	8	22≤面積<24	19	44≤面積<46	30
6.1≤面積<7.1	9	24≤面積<26	20	46≤面積<48	31
7.1≤面積<8.1	10	26≤面積<28	21	48≤面積<50	32
8.1≤面積<9.1	11	28≤面積<30	22	50≤面積：視基地之地質、地形及開發行為之需要決定鑽探數量	
9.1≤面積<10	12	30≤面積<32	23		

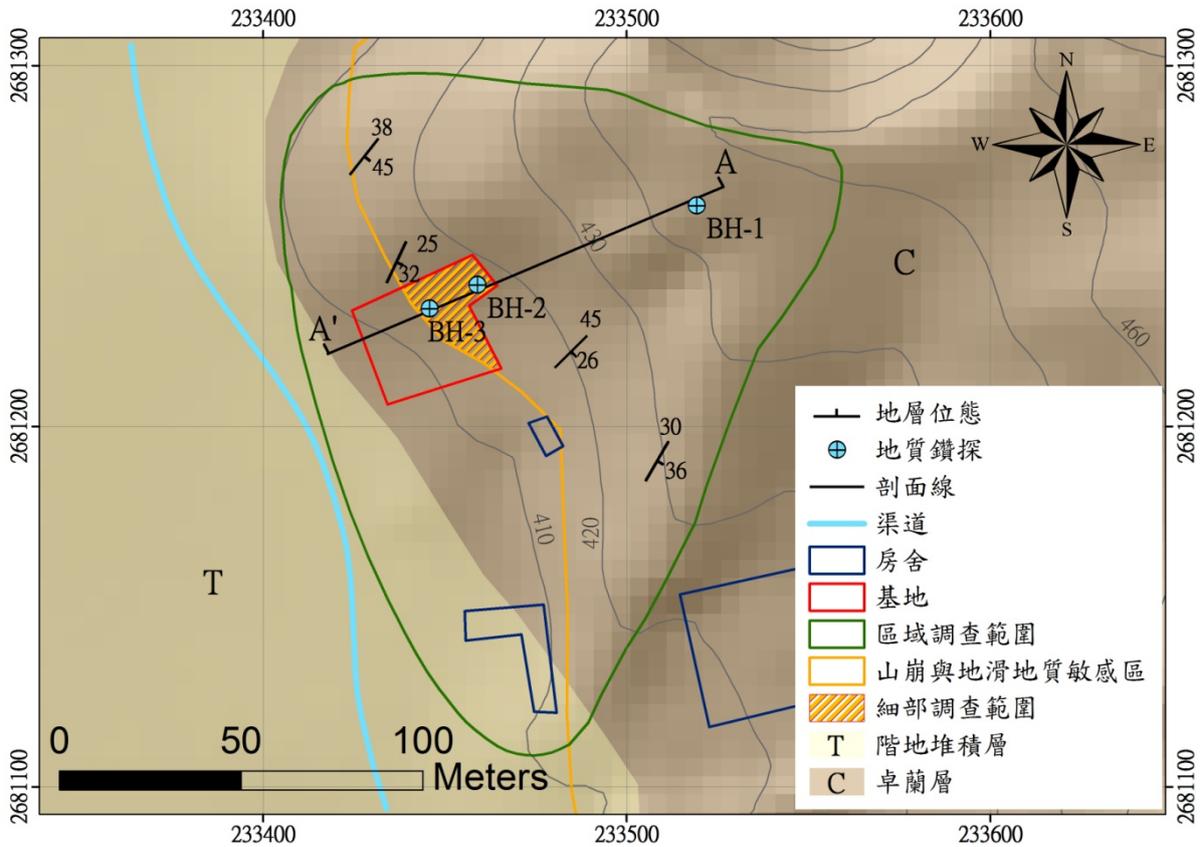


圖 5-11 地質鑽探配置範例(坐標系統：TWD 97)

5.2.3.2 鑽探深度

(1) 每孔深度不小於 30 公尺，並配合鑽探數量及配置，以獲得足以研判完整地質剖面資料為原則。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 17 條第 2 款第 3 目規定，其目的係在同一孔地質鑽探岩心中，得到未固結地質材料以及岩盤之地質特性，將其用於坡地穩定性分析。
2. 為保障岩心品質及提高岩心取樣率，建議儘量採用較大口徑或鋼索取樣之鑽探取樣方式。原則上，建議土壤與岩層之取樣率均應達 85% 以上(包含取出做試驗的部分)，礫石層之取樣率應達 50% 以上。遇剪裂帶與破碎帶等導致岩心取樣率不足時，若因此而對滑動面分布與特性判斷有影響時則應補鑽，若無影響則不必補鑽。舉例來說，若取樣漏失段位於剪裂泥或破碎帶之間，則不影響，如圖 5-12 所示。鑽探深度建議深入推估之潛在滑動面以下至少 5 公尺。

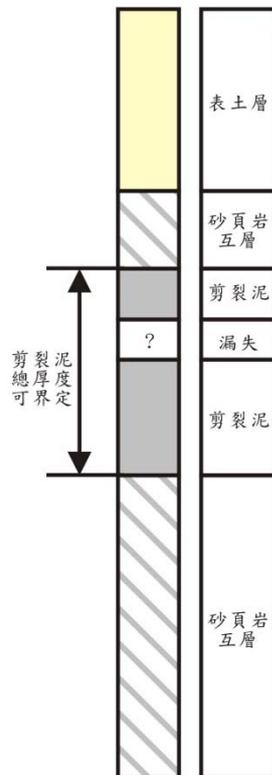


圖 5-12 岩心漏失示意圖

5.2.3.3 地質鑽探岩心柱狀圖與岩心照片

- (1) 比例尺不得小於 1/100，描繪並記錄岩性及不連續面特性。
- (2) 地質鑽探成果需附岩心照片。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 18 條第 3 款編纂，其目的係完整呈現記錄每孔地質鑽探岩心的分段及其特徵，包括未固結地質材料種類、岩盤岩性、不連續面特性、岩層傾角、

風化情形、破裂情形以及 RQD 值等。

2. 地質鑽探岩心柱狀圖之製作，建議採用經濟部中央地質調查所建構「工程地質探勘資料庫」使用之 GEO2010 軟體。
3. 岩心照片呈現方式，依深度依序排列，岩心照片應方正、清楚，並建議註明工程名稱、鑽探地點、鑽探孔號以及總深度，細節說明可參考 4.2.3.4 節。取樣或鑽井漏失部分以保麗龍填補，並註明清楚。
4. 由鑽探結果，進行岩心描述、岩性地層分層與對比，作為繪製地質剖面圖之依據。

5.2.3.4 地下水位或水壓量測

- (1) 地下水位或水壓量測可分為施鑽中量測與完鑽後量測。
- (2) 施鑽中量測為開鑽前或完鑽後 24 小時直接於裸孔中量測水位。施鑽期間若有水位異常變化如突昇、突降或湧水時，應特別註記並評估可能的原因及影響。
- (3) 完鑽後量測係將鑽孔設置成水位觀測井或觀測管，用以量測水位或水壓，量測歷程長短與頻率應視開發行為之目的與需求訂定，量測結果資料可應用於坡地穩定性分析、地表水與地下水互制關係探討、建構水文地質架構等。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 17 條第 2 款第 4 目規定編纂，其目的係瞭解地下水在各地質鑽探孔中的狀況，整合各孔位的地下水深度(或高程)變化，可瞭解地下水位面的分布情形，若長時間持續觀測，可以得到地下水位升降資訊，作為坡地穩定分析的重要資訊。
2. 除地下水位或水壓量測外，建議亦可視需求於鑽孔完成後加裝坡地安全監測之相關儀器，例如測傾管或是測傾管兼水位觀測井等。
3. 地下水位觀測紀錄應包括：日期、當日天氣、記錄者、水位深度等資訊。
4. 完鑽後若需進行地下水位之觀(量)測，應依據地層性質與其透水性、量測目的、量測時間與時間間隔、預期的地下水變動狀況等，規劃地下水量測使用的設備，常見的設備包括水位觀測井或觀測管，或以人工方式使用水尺量測(詳參「公路邊坡工程設計與施工規範(草案)」第 3.2.4 節)。
5. 地下水位觀測井或觀測管尺寸，前者一般介於 2~6 吋，後者則介於 1~2 吋，原則上以原地質鑽探孔加上相關材料建置，毋須另行擴孔建置成較大孔徑之水位觀測井。
6. 可藉由鑽探作業過程中觀察漏水或湧水情形，分層或分深度設置水位觀測井或觀測管，以得到良好的水位觀測結果。

5.2.3.5 土壤與岩石試驗

- (1) 配合地質鑽孔可進行的土壤與岩石試驗，包括現地試驗與室內試驗，應以完成地質調查及邊坡穩定性分析所需參數的試驗項目為主要選擇。
- (2) 現地試驗應依計畫需求加以規劃，並考量施工方式及現地狀態進行試驗。
- (3) 室內試驗可分為土壤及岩石試驗兩部分，並分別進行基本性質及工程性質試驗。試驗規劃應考量實際地層特性、現地應力、水文狀態及受工程影響之變動。
- (4) 求取耐震設計所需之參數時，可採用動態室內試驗，包括動態三軸、動態直剪、共振柱及波速量測等。
- (5) 土壤與岩石試驗樣本數量，應由顧問公司或專業技師根據基地之開發標的、地質特性、水文特性、鑽孔數量等條件，訂定合適的取樣數量規劃。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 17 條第 2 款第 4 目規定，土壤與岩石的物理性質與力學性質是坡地穩定性分析之重要參數，藉由取得足夠的數據，納入坡地穩定性分析。
2. 坡地穩定性分析常用之現地與室內試驗可參考「公路邊坡工程設計與施工規範(草案)」，該規範 2.4.6 節說明地工材料實驗室試驗概況及相關要求，2.4.7 節說明各種現地試驗概況及相關要求，以及 3.4 節說明岩石與土壤試驗之相關要求。
3. 相關試驗包含室內試驗與現地試驗，室內試驗項目及其分析應用與現地試驗種類及其分析應用，如表 5-7 所示。
4. 室內試驗項目及組數應視地層分層狀況及坡地穩定性分析參數需求決定之。取樣時實際預備數量應大於試驗計畫數量，且有關坡地穩定分析所涉及之每個岩段都需取樣，若遇岩段較厚，建議宜於不同深度取樣。每組試驗建議之試體數，如表 5-7 所示(詳參「工址地盤調查準則」第 6 章)。
5. 由於坡地穩定性分析是必須辦理之項目，為了得到相關參數，應辦理土壤與岩石試驗，然而因各坡地之特性與條件皆不同，表 5-7 及 5-8 所列為視需要選擇應進行之試驗項目，依據該坡地特性之需求，規劃合理的試驗種類及組數，以得到該坡地穩定分析所需的足夠參數為原則。

表 5-7 室內試驗項目及其分析應用
(修改自公路邊坡工程設計與施工規範(草案), 2014; 工址地盤調查準則, 1993)

材料	試驗項目(註 1)	試驗參數	分析應用	每組試驗建議 試體數(註 2)
土壤	物理性質試驗	單位重、含水量、比重、阿太堡限度、土壤分類	材料基本性質	2(3)
	三軸壓縮試驗	剪力強度參數	穩定性分析	3(5)
	重模土之三軸試驗	回填土之強度參數	穩定性分析	3(5)
	直接剪力試驗	砂性土壤強度參數	穩定性分析	3(5)
	透水試驗	透水係數	滲流分析	1(2)
	環剪試驗	土壤殘餘強度	穩定性及變形分析	3(5)
岩石	物理性質試驗	單位重、含水量、比重	材料基本性質	1(2)
	單軸壓縮強度試驗	無圍壓狀況之破壞強度	穩定性分析	1(2)
	三軸壓縮強度試驗	岩石之強度參數	穩定性分析	3(5)
	弱面直接剪力試驗	不連續面之強度參數	穩定性分析	3(5)
	透水試驗	透水係數	滲流分析	1(2)
	彈性試驗	變形模數及柏松比	變形分析	1(2)

註 1：所需之室內試驗項目及組數應視岩性分段狀況及坡地穩定分析參數需求決定之。

註 2：第 1 個數字為標準試體個數，括弧內數字為預備數量。

表 5-8 現地試驗種類及其分析應用
(修改自公路邊坡工程設計與施工規範(草案), 2014)

材料種類及試驗性質		試驗項目	試驗參數	分析應用
土壤	變形性質	孔內載重試驗 平鈹載重試驗 現場載重試驗 土壤孔內載重試驗	變形模數 垂直地盤反力係數 水平地盤反力係數	變形分析
	強度性質	現場直接剪力試驗	凝聚力(c)、摩擦角(ϕ)	穩定性分析
		十字片剪試驗 圓錐貫入試驗 標準貫入試驗	黏土不排水剪力強度 尖端阻抗、摩擦阻抗 N 值、凝聚力(c)、 摩擦角(ϕ)	穩定性分析
透水性	孔內透水試驗 變(定)水頭透水試驗 現地抽水試驗 雙環入滲試驗	透水係數	入滲及滲流分析	
岩石	變形性質	孔內變形試驗	地盤反力係數 楊氏模數 柏松比	變形分析
	強度性質	現地弱面直剪試驗 現地直剪試驗	弱面抗剪及殘餘強度 凝聚力(c)、摩擦角(ϕ)	穩定性分析
	透水性	岩層滲漏試驗 孔內封塞試驗	透水係數	滲流分析
土壤及岩石	其他	水位觀測井 水壓計	地下水位或水壓	滲流分析
		孔內流速探測	地下水流速	滲流分析
		砂錐法 核子密度儀	現地密度或夯實度	材料基本性質
		孔內影像探測	裂隙位態	穩定性及滲流分析

5.2.3.6 潛在滑動面研判

(1) 依據地表調查及鑽探結果，研判是否有潛在滑動面發育；若確認有滑動面發育則應進一步評估可能的滑動深度與範圍，並概估滑動塊體的體積。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 17 條第 3 款編纂，藉由地表調查及地質鑽探結果，研判是否具

有滑動面。

2. 地表調查判釋滑動面：由經建版等高線地形圖、航空照片、衛星影像、雷達影像、或 Google Earth 等地形遙測影像判釋結果，若具有崩崖或相關特徵，可協助推估可能的滑動冠部位置；由現地查核作業結果，若建築結構物(如房舍、擋土牆等)或地面發育張力裂縫，可協助推估可能的滑動面分布位置。
3. 地質鑽探判釋滑動面：由鑽探岩心中的裂縫、剪裂破碎帶、剪裂泥、岩心鏽染等特徵，有助於研判可能的滑動面深度；若於鑽探孔位中設置地中變形的監測儀器(如測傾管)，可藉由比對監測儀器的偏移位置，找出可能的滑動面位置，範例如圖 5-13 所示。

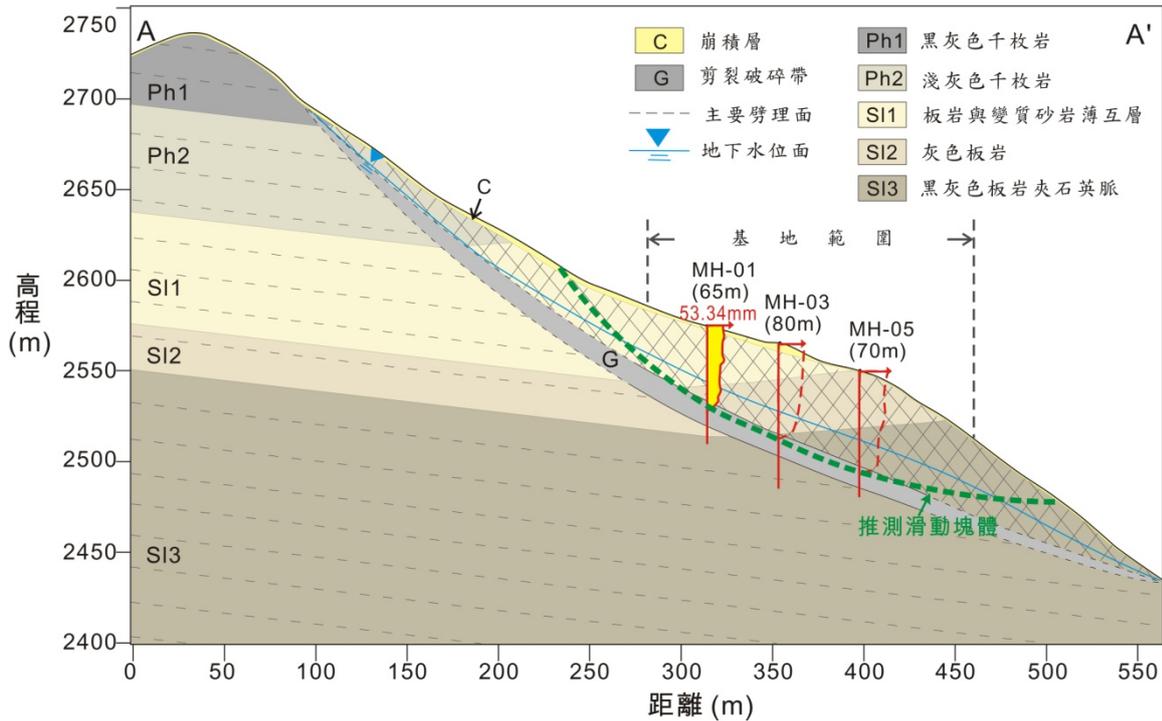


圖 5-13 由測傾管監測結果推估滑動面範例

5.2.4 地球物理測勘(視需要選擇辦理項目)

- (1)依據地表調查及鑽探結果，細部調查區如推估有滑動面發育，應適度增加鑽探數量或輔以地球物理測勘方式，以建立完整地質剖面、了解滑動面分布與滑動面特性。
- (2)地球物理測勘為選擇性輔助調查方式。測勘範圍原則上以細部調查區域為主，但為因應地下地質研判或坡地穩定性分析之需求，得超出此範圍。

【說明】

1. 本節依據作業準則第17條第3款編纂，地球物理探勘目的為建立完整地質剖面資料、瞭解滑動面分布與滑動面特性等，為坡地穩定性分析的重要參數。
2. 地球物理測勘為視滑動面調查之需求辦理之調查項目。相關說明如下：
 - i. 測線長度的規劃應儘可能配合地質鑽孔的所在位置，以提高比對與解釋上的正確率；測線彼此之間應儘量呈十字狀交叉，以利於建構地質或地下水之二維或三維構造模型。
 - ii. 地球物理測勘結果包含：測線編號、起點坐標、終點坐標(註明坐標系統)、測線長度、測點間距、測線位置圖、成果圖及成果說明報告。
 - iii. 地球物理測勘成果宜以能清楚呈現地下地質狀況為原則，圖面註明方位、深度、比例尺。若測勘成果以不同顏色的色塊呈現時，色彩宜對比明顯、清楚。
 - iv. 地球物理測勘方法，請參考4.2.5節之說明。

5.2.5 相關圖表及說明

5.2.5.1 區域調查地質圖

- (1) 區域調查地質圖應於圖面上標示地形、水系、地層、地質構造、坡地環境地質現況、基地與其所在地質敏感區範圍、鑽探孔位及剖面位置等，並附上相關圖說及採用之坐標系統。
- (2) 區域調查地質圖之比例尺不得小於五萬分之一。

【說明】

1. 本節依據作業準則第18條第1款編纂，由區域調查地質圖呈現基本地質狀況(例如地層分布、地質構造)以及地表的地形、水系、順向坡塊體、山崩或地滑徵兆之塊體，以及不穩定土體或岩體之範圍，呈現區域範圍的整體地質情形；並標示地質鑽探配置點與地質剖面線位置或輔以地球物理測勘配置等，以瞭解細部調查之規劃。
2. 地形以等高線形式呈現，視圖紙大小與圖面比例採用合宜之等高線間距，等高線應註明高程值。
3. 區域調查地質圖比例尺不得小於五萬分之一，係考量經濟部中央地質調查所出版相關圖資之最小精度，區域調查地質圖之地層與地質構造，建議以地調所之地質圖幅資料內容為基礎進行比對或修正。區域調查地質圖面應以完整包含區域調查範圍，或所涉及之完整地質敏感區範圍的圖面比例為原則。圖紙大小、文字尺寸、指北標誌、比例尺、XY坐標線與坐標值、圖例，以同時兼顧易於閱讀與收納方便為原則，A1~A4皆屬合宜尺寸，區域調查地質圖繪製範例如圖5-14所示。

4. 坡地環境地質現況應圈繪順向坡塊體、具山崩或地滑徵兆之塊體，以及不穩定土體或岩體之範圍。
5. 鑽探孔位應清楚標示所在點位，並在孔位旁加上孔號。
6. 剖面位置的選擇應以能呈現鑽孔、地形與地層資訊或可能滑動面為原則，繪製剖面線時以實線表示，並賦予編號如 A-A'剖面。

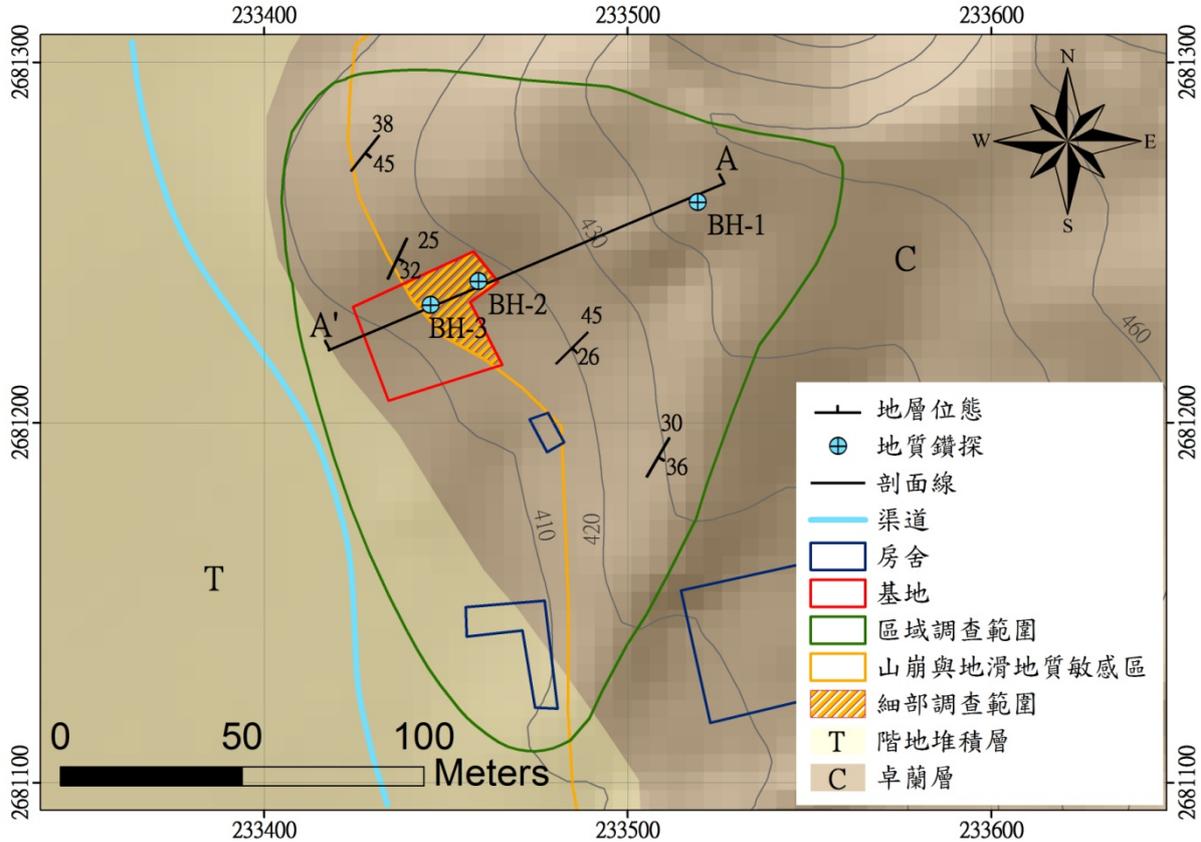


圖 5-14 區域調查地質圖繪製範例(坐標系統：TWD 97)

5.2.5.2 細部調查地質圖與地質剖面圖

- (1) 細部調查地質圖應於圖面上標示等高線、水系與蝕溝、岩性組合、地質構造、坡度與坡向、既有擋土或排水設施之位置、基地與其所在地質敏感區範圍、鑽探孔位、剖面線位置、地球物理測勘配置及註明坐標系統等。
- (2) 細部調查地質圖比例尺不得小於 1/1,200；其面積逾 50 公頃者，比例尺得酌予縮小，但不得小於 1/2,400。
- (3) 地質剖面圖之比例尺應不小於細部調查地質圖之比例尺，剖面圖中應呈現鑽探孔位的未固結地質材料及岩層之特性與延展狀況、地下水位、推估之潛在滑動面等工程地質特性。
- (4) 細部調查地質圖與地質剖面圖應附上圖說，以文字說明細部調查範圍之詳細地質情形。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 18 條第 2 款編纂，細部調查地質圖呈現地質敏感區與基地重疊

部分之詳細岩性組合、地質構造分布、坡度與坡向、既有擋土或排水設施之空間位置，其中剖面線位置與細部調查地質剖面圖對應，兩者相互輔助，以說明細部調查範圍地質剖面狀況、地下水位深度與滑動面深度等資訊。

2. 細部調查地質圖比例尺得酌予縮小但不得小於 1/2,400，乃參考「非都市土地開發審議作業規範」附件三中關於區域水文圖與基地水文圖比例尺之規範訂定。
3. 在地質剖面圖比例尺不小於細部調查地質圖的前提下，建議剖面圖的水平與垂直比例尺宜相同。地質剖面位置建議盡量選擇接近坡面中央，且平行主要推估之滑動方向，長度建議至少能包含基地上邊坡至基地下邊坡，以足以研判完整地質剖面資料為原則。
4. 地形與水系繪製，建議可補充地表未固結材料厚度、河流攻擊坡、地下水出水點、蝕溝、向源侵蝕等資訊，呈現於圖面上。
5. 細部調查地質圖中，地質分層建議以不同岩性做為分段的單位，可較清楚呈現出細部調查範圍之岩層訊息；岩性組合的分類方式建議參考經濟部中央地質調查所「坡地環境地質資料庫查詢系統」。舉例來說，若細部調查範圍出露地層為桂竹林層，則岩性組合可能包含：砂岩、砂岩與頁岩互層、砂岩偶夾頁岩以及頁岩偶夾砂岩等。細部調查範圍的岩性組合劃分，以現地露頭調查結果以及岩心鑽探結果來決定。
6. 細部調查地質圖中，地質構造之繪製，應以現地調查成果為主，呈現出細部調查範圍的構造分布情形，可參考經濟部中央地質調查所五萬分之一地質圖，以檢視構造線繪製的合理性。
7. 於細部調查地質圖中，宜繪製基地開發相關規劃配置圖，呈現出基地與地質敏感區重疊區域之開發密度與強度，以利後續安全評估工作。
8. 細部調查地質圖中，坡地環境地質現況應圈繪順向坡塊體，具山崩或地滑徵兆之塊體，以及不穩定土體或岩體之範圍，其圈繪範圍應以現地調查成果做為基礎，圈繪細節應較區域調查地質圖更為清晰。
9. 細部調查範圍坡度圖與坡向圖範例如圖 5-15、5-16，細部調查地質圖如圖 5-17，本圖以 A4 大小輸出時，比例尺約為 1/500，符合不小於 1/1,200 之規定，因本圖著重呈現基地與細部調查範圍岩性組合，故位於基地外的 BH-1 與端點 A 之相對位置詳如圖 5-14。地質剖面圖範例如圖 5-18 所示，本圖範圍為包含基地上下邊坡之完整剖面，後續地質安全評估亦可依此完整剖面進行分析工作。

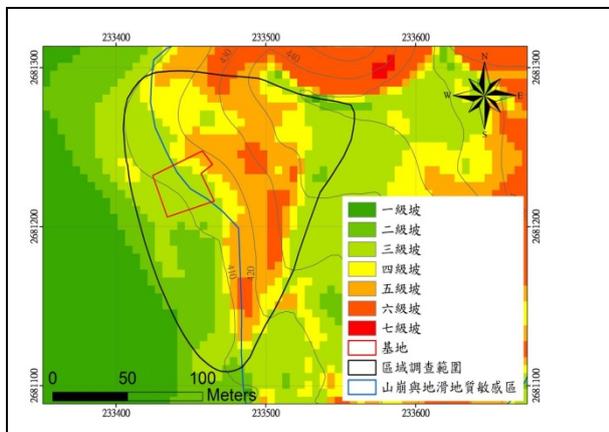


圖 5-15 細部調查範圍坡度圖範例
(坐標系統：TWD 97)

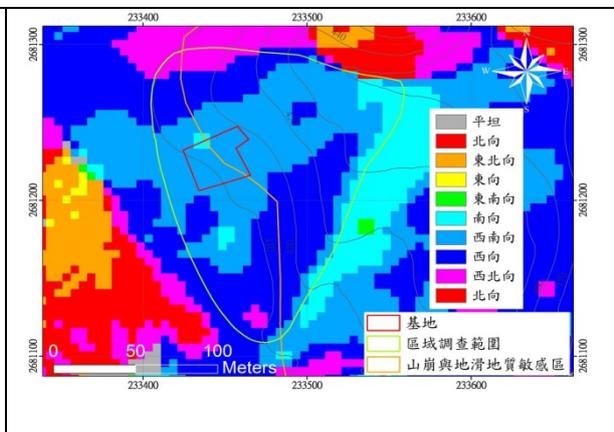


圖 5-16 細部調查範圍坡向圖範例
(坐標系統：TWD 97)

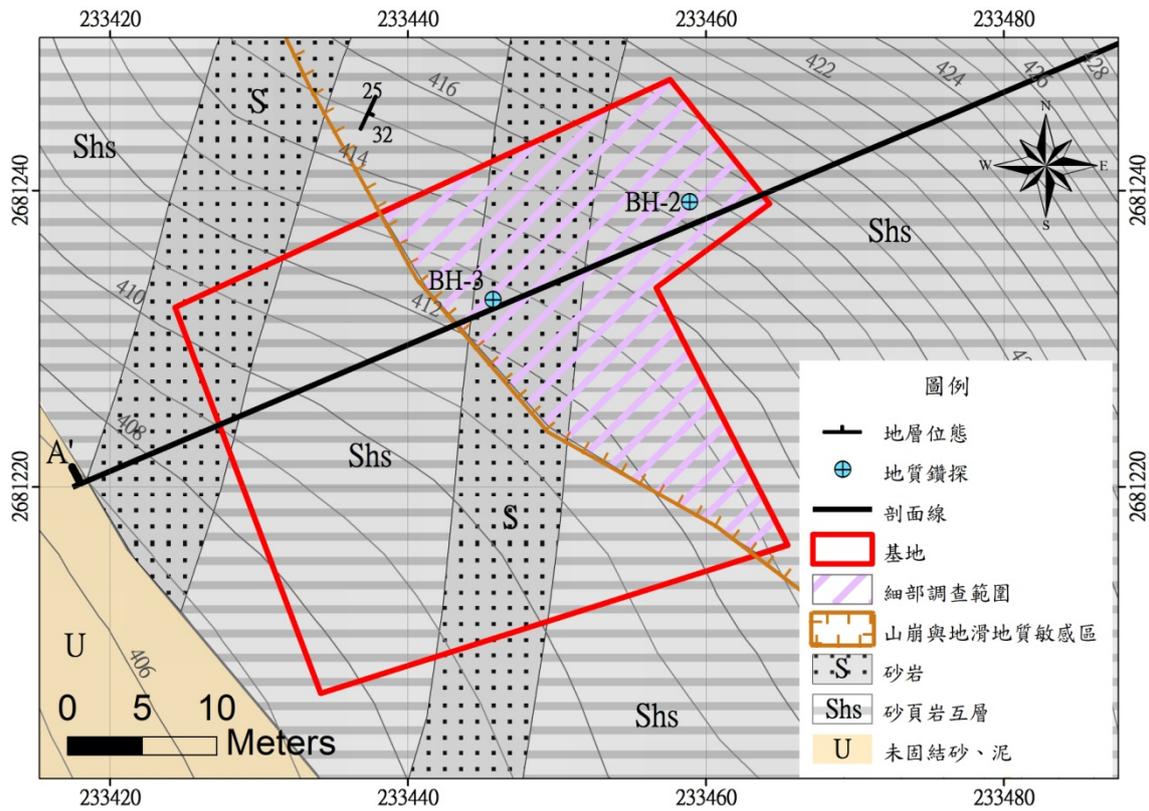


圖 5-17 細部調查地質圖繪製範例

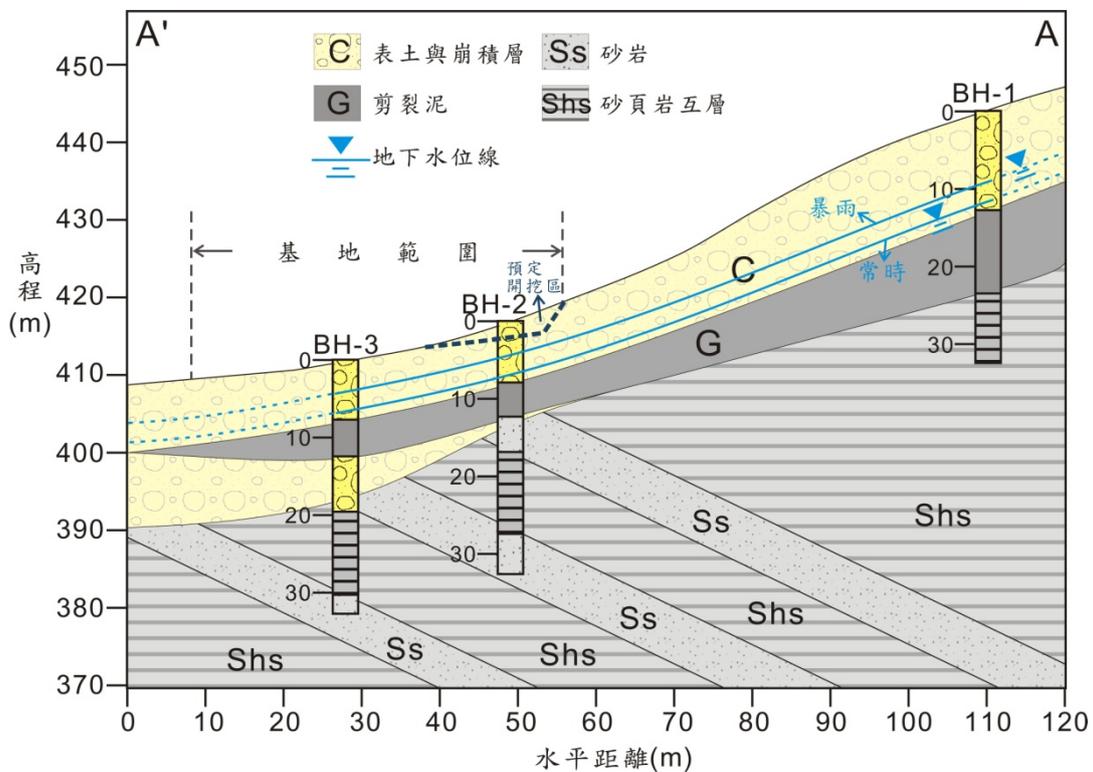


圖 5-18 細部調查地質剖面圖繪製範例

5.3 山崩與地滑地質敏感區基地地質安全評估

- (1) 本項目包含區域調查範圍安全評估以及細部調查範圍安全評估。
- (2) 區域調查範圍安全評估係根據區域調查結果，評估山崩或地滑發生潛勢及其對基地之影響。
- (3) 細部調查範圍安全評估係根據細部調查結果，評估開發行為對基地及相鄰地區之坡地穩定性之影響。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 19 條編纂，其目的係說明區域調查範圍及細部調查範圍之安全評估作業方式。

5.3.1 山崩或地滑發生潛勢及其對基地之影響

- (1) 本節內容係屬區域調查範圍之安全評估。
- (2) 若相關法規已有規定應避離可能影響邊穩定之範圍者，應優先依循既有法規之認定；若無，可參考本手冊所整理之國內外評估方法進行影響範圍評估。
- (3) 進行地質安全評估時，首先需釐清山崩與地滑的類型與機制，再進行發生潛勢及其對基地之影響評估工作。
- (4) 評估範疇涵蓋基地及相鄰地區之落石發生潛勢及影響範圍評估、岩屑崩滑發生潛勢及影響範圍評估，以及岩體滑動發生潛勢及影響範圍評估。
- (5) 透過基地地質調查資料，配合相關公開資料查詢，套疊其落石潛勢、岩屑崩滑潛勢以及岩體滑動潛勢圖層，可瞭解大範圍的各項潛勢與範圍。
- (6) 基地與相鄰地區的落石、岩屑崩滑與岩體滑動影響範圍，可透過經驗推估、經驗公式或數值模擬等方式評估，再比對基地是否位於影響範圍內。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 19 條第 1 款編纂，其目的係瞭解山崩或地滑發生潛勢及其對基地之影響，並利用區域調查結果，進行區域調查範圍之地質安全評估。
2. 相關法規例如建築技術規則建築設計施工編第 13 章山坡地建築部分條文，已規範山坡地不得開發建築之各項認定基準，若土地開發行為涉及山崩與地滑地質敏感區，其範圍內的建築用地應就基地地質調查與地質安全評估結果依前開法令規定辦理；為降低坡地災害之風險，有關坡地安全之考量認定基準簡述如下：
 - (1) 參照 5.2.2.1 節調查開發基地原始地形的坡度，並依前開法令規定考量適當的避離作為。
 - (2) 參照 5.2.1.1 與 5.2.1.2 節調查曾經發生土石崩塌與具有山崩或地滑徵兆的地區，並參照 5.2.2 與 5.2.3 節將此等地區內岩心品質指標(RQD)小於百分之二十五的範圍，視為地質結構不良、地層破碎者；調查該範圍相鄰地區地形坡度超過百分之五十五，坡長三十公尺者，若有土地開發行為，其建築用地距坡緣距離依前開法令規定考量適當的避離範圍。
 - (3) 參照 5.2.1.2 與 5.2.2.1 節研判順向坡之自由端是否出露或存在不利於邊地穩定之不連續面，並依前開法令規定評估可能波及距離，研判是否對開發基地造成影

響。

(4) 緊鄰河岸或向源侵蝕者依前開法令規定考量適當的避離範圍。

(5) 緊鄰斷崖者依前開法令規定考量適當的避離範圍。

3. 根據經濟部中央地質調查所(2006)「都會區及周緣坡地整合性環境地質資料庫建置計畫」，可依據移動方式與移動物質之型態差異，將山崩與地滑項下之災害區分為「落石(rock fall)」、「岩屑崩滑(debris slide)」、「岩體滑動(rock slide)」等3類。
4. 經濟部中央地質調查所網站之「坡地環境地質資料庫查詢系統」中，各災害潛勢圖層的比例尺為二萬五千分之一，此精度未必滿足每個基地需求，且隨時間演替，現地實際狀況可能會與查詢系統的資料有所出入。因此，需以基地地質調查的現地資料為基礎，配合災害潛勢圖層比對，方能對調查區域做出合理研判。該系統網址為<http://envgeo.moeacgs.gov.tw/geoenv/Default.asp> (以上網址若更動，以最新網址為主)。落石/岩體滑動/岩屑崩滑判定方式可查詢上述網頁內容之「圖資說明」→「環境地質基本圖」→「落石/岩體滑動/岩屑崩滑」，以及「圖資說明」→「地質災害潛勢圖」，進行研判。
5. 經濟部中央地質調查所(2013)「集水區地形及地質資料庫流域調查成果入口網」，系統網址為<http://gwh.moeacgs.gov.tw/mp/Portal/index.cfm> (以上網址若更動，以最新網址為主)。系統提供臺灣各流域山崩與土石流地質潛勢評估資訊，使用方式可由「流域主題網」或「集水區地形及地質調查成果查詢系統」點入後進行查詢。
6. 國際針對各類山崩影響範圍之評估方法及其說明，如表 5-9 所示，可依所屬山崩型態進行評估，比對基地是否位於影響範圍內。

表 5-9 落石、岩屑崩滑與岩體滑動影響範圍評估方法彙整表

類別		落石	岩屑崩滑		岩體滑動
經驗推估法	應將落石發生區、運動區乃至於崖錐堆積區均劃入影響範圍		日本國土交通省防砂部 (2001)	香港土力工程處 (2010)	日本國土交通省防砂部 (2001)
			建議細分影響範圍為土砂災害警戒區域(黃色警戒區)及土砂災害特別警戒區域(紅色警戒區)： (1)土砂災害警戒區域(黃色警戒區)：坡度 30 度以上及高度 5 公尺以上的區域；陡坡地上端水平距離 10 公尺以內的區域；陡坡地下端，陡坡地高度 2 倍為水平距離(以 50 公尺為限)以內區域。 (2)土砂災害特別警戒區域(紅色警戒區)：陡坡地崩塌，伴隨土石移動等，對建築物及居民生命身體具顯著危害的區域。 如圖 5-19 所示。	依香港地區山坡山泥傾瀉災害的歷史災點分析結果，對於坡地災害的影響範圍推估，分為： (1)已發生的崩塌地：與日本相同分別對於坡頂與坡趾的影響範圍做為規範。 (2)坡地新建開發案：提出原則性反對與警覺性等兩個準則，以供山坡地新建案開發的依據。 如圖 5-20 所示。	建議細分影響範圍為土砂災害警戒區域(黃色警戒區)及土砂災害特別警戒區域(紅色警戒區)： (1)土砂災害警戒區域(黃色警戒區)：原本已指定為岩體滑動的區域(地表滑落的區域及有地表滑落之虞的區域)；岩體滑動區域下端，相當於岩體滑動區域長度距離(以 250 公尺為限)範圍內的區域。 (2)土砂災害特別警戒區域(紅色警戒區)：岩體滑動伴隨土石移動等對建築物及居民生命身體具顯著危害的區域。岩體滑動發生 30 分鐘後，岩體滑動區域下端建築物受影響的區域(以 60 公尺為限)為範圍。圖 5-21 所示。
經驗公式法	無		由視摩擦係數(the apparent coefficient of friction)及崩塌體積關係，做為推估崩塌土體之移動距離。 視摩擦係數定義： H/L ， H ：崩塌移動的高度(m)， L ：崩塌移動的距離(m) (Schneider, 2011)，如圖 5-22 所示。 視摩擦係數和體積的對數關係經驗公式(Corominas, 1996)： $\text{Log}(H/L) = -0.085 \log V - 0.047$ ， H ：邊坡坡高(m)， L ：崩塌總影響區長度(m)， V ：崩塌體積(m ³) 評估其影響範圍時，可視崩塌量體規模及地質條件選擇合適的經驗公式推估，惟須於評估報告中應加以註明援引公式出處。		
數值模擬法	說明	應視運動機制與調查參數挑選合適的分析程式	優點：可針對各種不同情境進行境況模擬。 缺點：因不同坡面的地文條件不同，須仰賴完整參數資料庫做為了解不同條件坡面之崩塌潛勢及影響範圍分析。 注意事項：應視運動機制與所掌握的調查參數挑選合適的分析程式。		
	常用軟體	DDA、RocFall、STONE、Rockyfor ^{3D} 、CRSP ^{3D} 、3DEC、PFC ^{3D} 、RAMMS	PFC ^{3D} 、RAMMS、Stabl 等。可利用 Stabl 之切片法原理分析滑動面位置，再配合離散元素法程式如 UDEC、PFC ^{3D} ，或其他質點法如 RAMMS、CRSP ^{3D} 等數值分析程式，對岩屑崩滑或岩體滑動後影響範圍進行估算與圈繪。		GeoStudio、SoilVision、FLAC、FLAC ^{3D} 、Stabl 等。其中關於 Stabl 之說明如左欄所示。

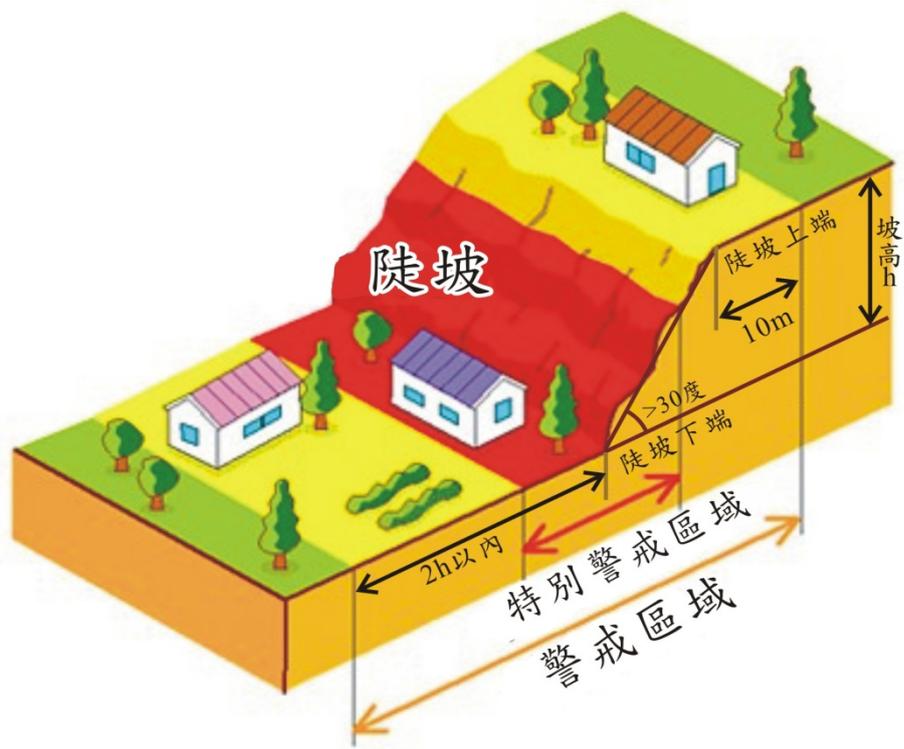
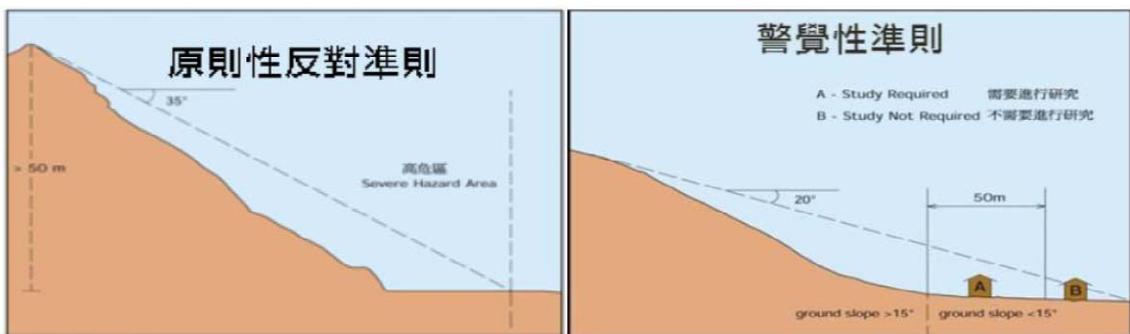


圖 5-19 日本土砂災害警戒區域示意圖-岩屑崩滑(改繪自日本國土交通省防砂部, 2001)



現有崩塌地影響範圍	坡頂：滑坡斷崖頂為位於重要設施山上方向100公尺以內。	坡趾：滑坡坡腳位於重要設施山上方向，而該設施距離坡腳短於滑坡軌跡長度的40公尺或40%。
新建案限制開發準則	原則性反對準則：對於坡高大於50公尺，坡頂與水平線夾角35度以內所涵蓋的範圍皆為高危險區。	警覺性準則：坡高小於50公尺，這坡坡度大於15度的地區，以坡頂與水平線夾角20度以內所涵蓋的範圍，或邊坡坡度小於15度的50公尺內為需要再進行評估的區域。

圖 5-20 香港山泥傾瀉災害現有崩塌地影響範圍及新建案限制開發示意圖 (改繪自香港土力工程處, 2010)

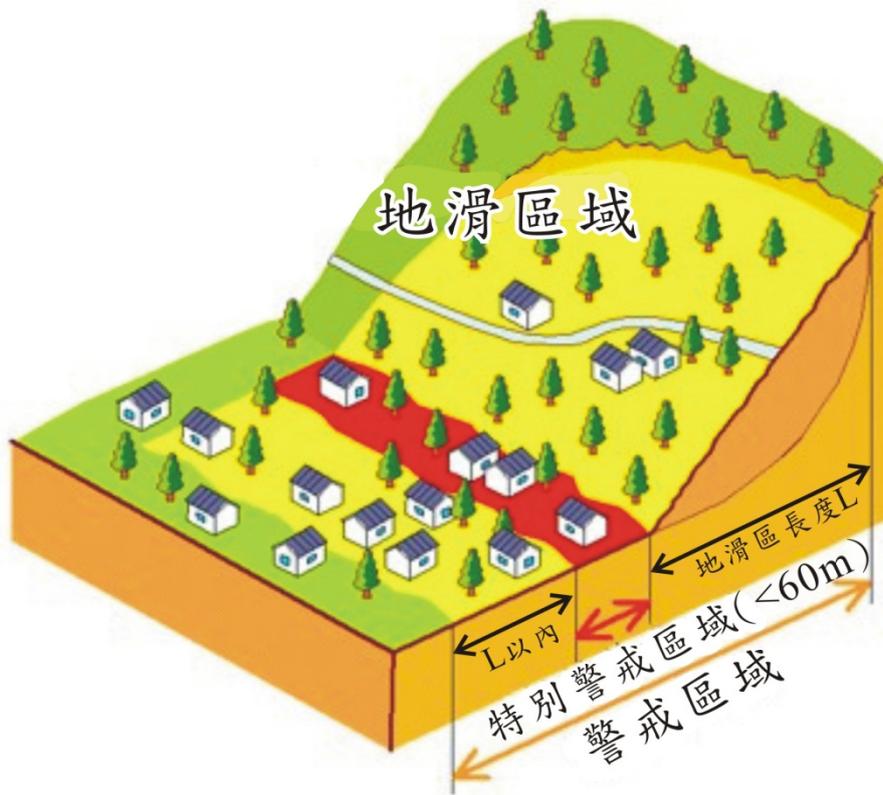


圖 5-21 日本土砂災害警戒區域示意圖-岩體滑動(改繪自日本國土交通省防砂部, 2001)

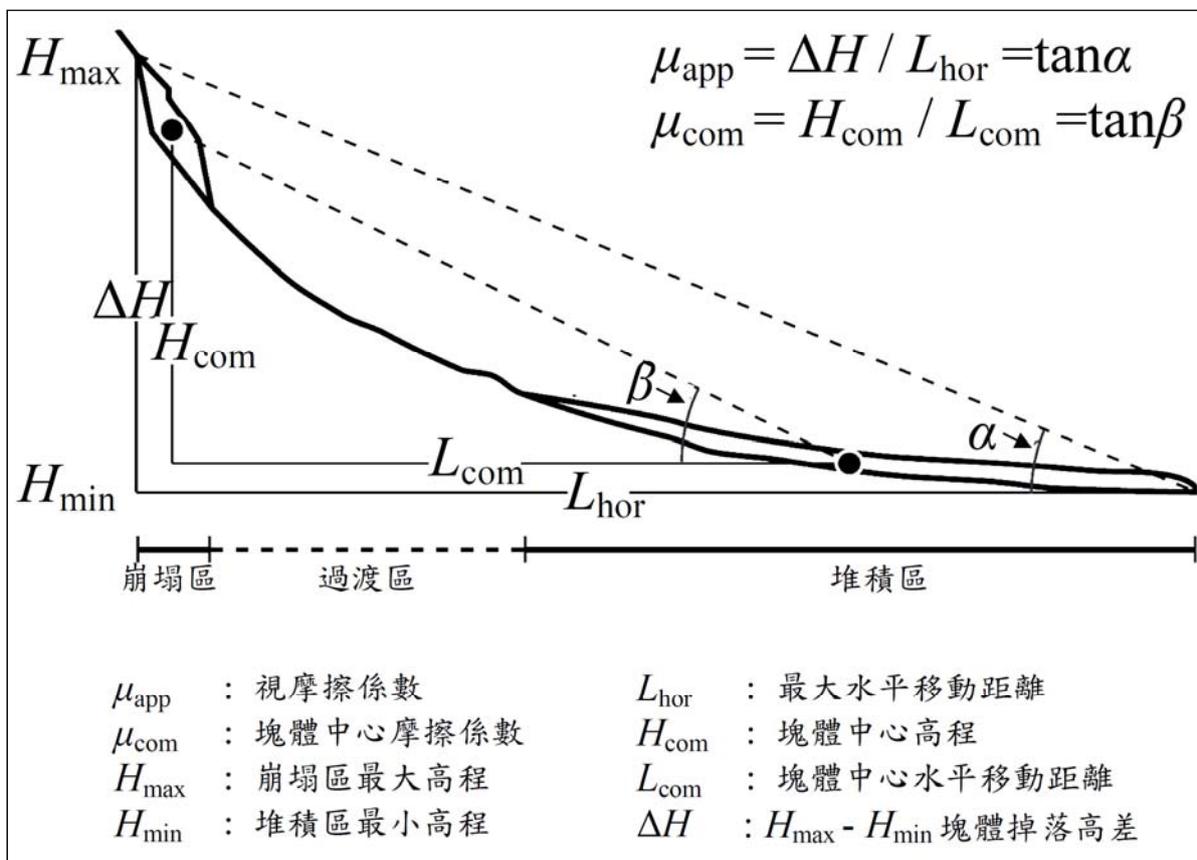


圖 5-22 利用視摩擦係數評估大型岩體滑動之示意圖(改繪自 Schneider, 2011)

5.3.2 開發行為對坡地穩定性之影響

- (1) 本節內容係屬細部調查範圍之安全評估。
- (2) 評估開發行為對基地及相鄰地區坡地穩定性之影響，應包括評估開發前及開發後的坡地穩定性分析結果，以及開發行為所適用之安全係數規範一併呈現於結果中，以妥善評估開發行為對坡地穩定性之影響。
- (3) 評估坡地穩定性之相關內容，可優先參考國內既有相關規範及手冊。
- (4) 坡地穩定性分析目標：1. 評估潛在滑動面；2. 評估安全係數。
- (5) 坡地穩定性分析方法：1. 利用影像判釋、鑽探與監測結果，推估潛在滑動面位置；2. 利用地質調查、現地試驗、室內試驗、監測與資料蒐集，取得相關參數，以合適軟體進行運算分析。
- (6) 坡地穩定性結果研判：整體坡地穩定性之研判可由安全係數評估、坡體變形量評估或分項係數加以確認坡地穩定狀態。以安全係數評估時，安全係數要求應參照其開發行為之目的事業主管機關之規定，一般需考量常時、暴雨(高水位)、及地震等設計條件。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 19 條第 2 款編纂，為評估開發行為對基地及相鄰地區坡地穩定性所造成之影響，需進行坡地穩定分析，並利用細部調查結果，進行細部調查範圍地質安全評估。依據條文意涵，開發前(原地形)與開發後(設計地形)的坡地穩定性分析皆需進行，從而比較兩者差異，並評估開發行為對坡地環境所造成的影響。
2. 國內既有與坡地穩定性分析相關規範或手冊包含：內政部營建署建築物基礎構造設計規範、臺北市邊坡安全技術手冊、水土保持手冊、水土保持技術規範、國工局大地工程設計注意事項以及國工局公路邊坡工程設計與施工規範(草案)。
3. 目前國內對於坡地穩定性分析方法介紹最完整者為國工局公路邊坡工程設計與施工規範(草案)，本手冊相關分析方法係依據此編纂，但若後續有修正或新增之規範與手冊內容，宜廣納參考之。
4. 坡地穩定性分析、參數敏感度分析，以及評估參數的推定可參考「公路邊坡工程設計與施工規範(草案)」第 2 章及第 3 章；坡地穩定性分析則可參考「公路邊坡工程設計與施工規範(草案)」第 4 章。進行坡地穩定性分析時，應視落石、岩屑崩滑與岩體滑動不同的災害類型以及實際分析需求，選擇合適的方法進行。
5. 評估滑動面位置之目的在於瞭解可能的滑動位置、滑動深度，以及估算滑動塊體的體積。評估安全係數的目的在於協助推估各條件下的整體坡地穩定性。
6. 坡地穩定性分析方法：
 - (1) 評估潛在滑動面：相關作法可參考 5.2.3.6 節
 - (2) 評估安全係數：相關注意事項如下
 - A. 所需之參數，皆應於基地地質調查階段取得，取得方式包括地質調查、現地試驗、室內試驗、監測(如地下水或測傾管監測)與資料蒐集。經由選擇適當的調查、試驗與監測方法，並藉由量測值直接或間接換算得到相關參數的合理推估值，再從推估值中決定出參數特徵值，以利後續坡地穩定性分析。坡地穩定性

分析可能使用的參數眾多，各項參數的取得方式及用途亦不盡相同，本手冊已分別列出室內與現地試驗可獲得的參數及其分析應用，分析參數的選用應視實際個案及選用分析模式之需求予以決定。

- B. 當坡地有分層時(例如土壤、崩積層、岩盤等)，坡地穩定性分析所使用的各項參數皆應從各分層材料中取得，例如表土層的入滲係數可從土壤雙環入滲試驗中求取，而岩盤的透水係數可從孔內水力試驗中取得；表土層與各岩層的凝聚力、剪力強度等，也應各別從分項試驗中，取得參數值。不同分層材料所得到的參數，在穩定分析過程中不得混用。分層參數對應示意圖，如圖 5-23 所示。

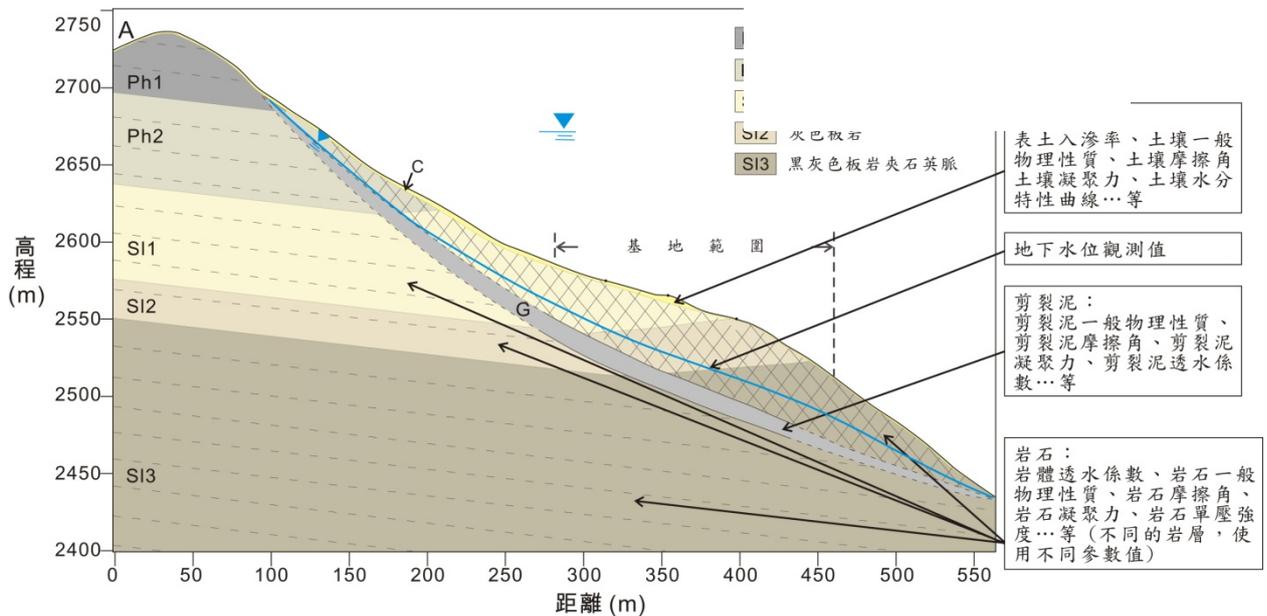


圖 5-23 坡地分層參數使用對應範例示意圖

- C. 常用於落石的坡地穩定性分析軟體，包括 DDA、RocFall、STONE、Rockyfor3D、CRSP3D、3DEC、PFC3D、RAMMS 等。常用於岩屑崩滑的坡地穩定性分析軟體，包括 PFC3D、RAMMS、Stabl 等。常用於岩體滑動的坡地穩定性分析軟體，包括 GeoStudio、SoilVision、FLAC、FLAC3D、Stabl 等。上述各種分析軟體均有其優缺點及適用性，應視個案需求選擇適用之軟體，此外，也可視需要使用大圓投影分析法。
- D. 一般而言，二維分析軟體多用於運算坡地安全係數、推估可能滑動面位置等(如圖 5-24)，三維分析軟體則多用於推估滑動崩塌量體、模擬塊體崩滑情境等。

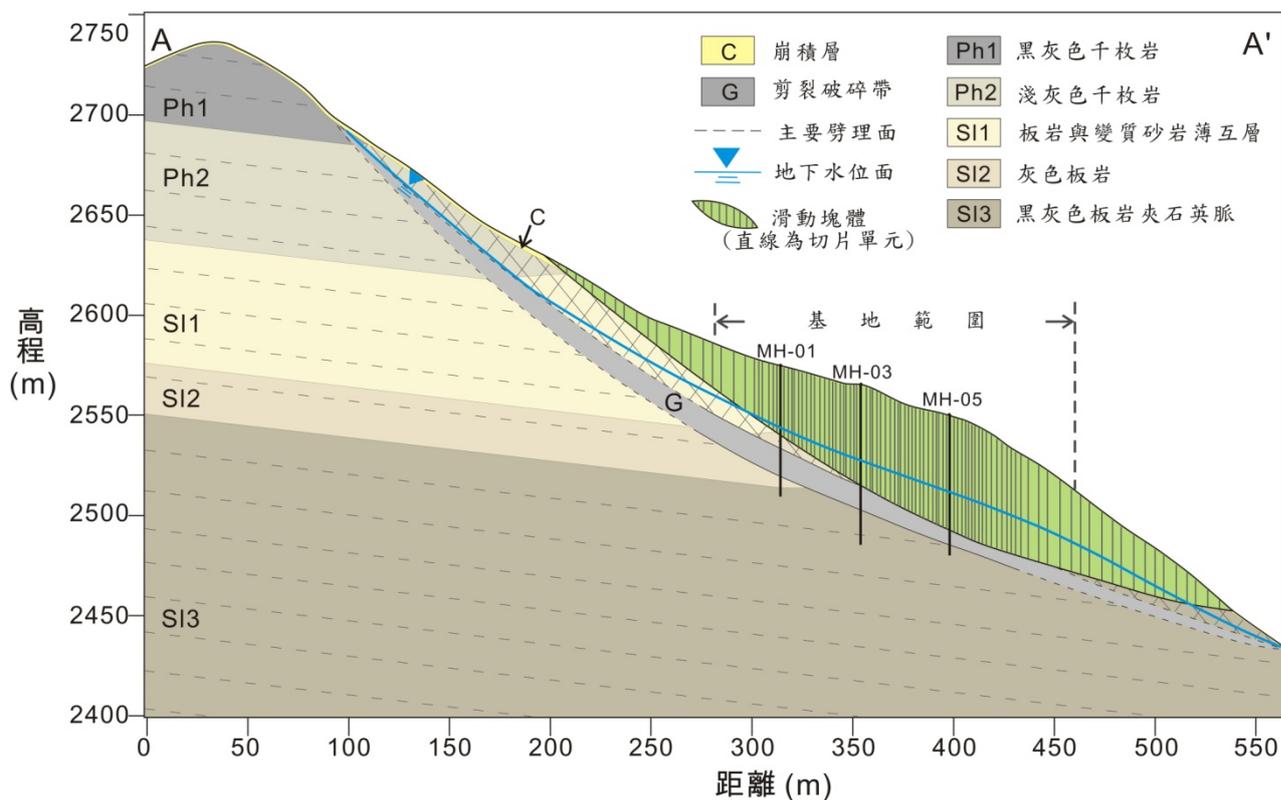


圖 5-24 二維坡地滑動塊體模擬示意圖

- E. 如採用分項安全係數，此法應用於坡地穩定性分析之主要目的，乃為使得坡地在不同的載重外力與環境條件狀況下，就其主要影響因素所含變異性及不確定性程度的差別，經評估後能獲致均一的安全影響程度。詳參「公路邊坡工程設計與施工規範(草案)」。
- F. 對於重要性極高或地層變異性極大之坡地，宜針對各項參數條件差異，進行可靠度分析或參數敏感度分析。詳參「公路邊坡工程設計與施工規範(草案)」。
7. 在不同規範與不同條件下，對安全係數的要求均不盡相同。本手冊列舉現行各規範/手冊之安全係數，如表 5-10 所示。實際作業時，應視開發行為的種類與目的事業主管機關規範，配合相關規定之安全係數要求。考量坡地常因強降雨或地震導致崩滑，故在強降雨情境下要估計降雨影響地下水位及穩定性程度，地震情境則要估計該區域設計地震作用下對穩定性影響程度。分述如下：
- (1) 一般估計降雨影響地下水位的方法有賴於可靠之現場的地下水位或孔隙水壓觀測資料，建議收集較長時間的資料，盡量涵蓋一乾季與一雨季等。
 - (2) 設計地震作用下分析可視需要選擇採用地盤反應分析或擬靜態分析等方法。

表 5-10 各規範/手冊之坡地安全係數彙整表

規範/手冊名稱	頒布/修正時間	安全係數要求		
		常時	暴雨(高水位)	地震
內政部營建署 建築物基礎構造 設計規範	民國90年10月	FS ≥ 1.5	FS ≥ 1.1	FS ≥ 1.2
臺北市邊坡安全 技術手冊	民國92年04月	FS ≥ 1.5	FS ≥ 1.2(註1)	FS ≥ 1.2
			FS ≥ 1.1(註2)	
水土保持手冊	民國94年11月	FS ≥ 1.5	FS ≥ 1.1	FS ≥ 1.2
水土保持技術規範	民國103年09月	FS ≥ 1.5	FS ≥ 1.1	FS ≥ 1.2
國工局大地工程 設計注意事項	民國100年05月	FS ≥ 1.5 (永久邊坡)	FS ≥ 1.2 (永久邊坡)	FS ≥ 1.1 (永久邊坡)
		FS ≥ 1.2 (2年內臨時邊坡)	FS ≥ 1.1 (2年內臨時邊坡)	FS ≥ 1.0 (2年內臨時邊坡)
國工局公路邊坡工 程設計與施工規範 (草案)	民國103年03月	FS ≥ 1.5	FS ≥ 1.2	FS ≥ 1.1

註 1：建築物周邊影響範圍內之邊坡或擋土結構整體穩定

註 2：非建築物周邊影響範圍內之邊坡或擋土結構整體穩定

8. 開發前之安全係數運算，所用之參數均來自基地現況之調查結果，但開發後安全係數運算，部分重要參數乃由設計圖模擬而來，非真實量測結果，因此建議在運算上應儘量謹慎保守，同時也應配合目的事業主管機關相關法規進行之。呈現結果表格應包含開發前、開發後之安全係數，如表 5-11 所示。

表 5-11 開發前後之安全係數填寫範例表

分析階段 分析狀態	開發前 (原地形)	開發後 (設計地形)
	常時	(填寫)
地震	(填寫)	(填寫)
暴雨(高水位)	(填寫)	(填寫)

5.3.3 處理對策

- (1) 以調查及評估結果為依據，依土地開發行為應送審書圖文件之法令規定，研擬處理對策。
- (2) 根據本手冊所完成之調查與評估成果，應配合各土地開發行為開發相關法令，送交該項目的事業主管機關進行審查，開發單位應依照目的事業主管機關之審查結果，進行後續作為。

【說明】

1. 本節依據作業準則第 19 條第 3 款編纂，基地地質調查及地質安全評估，應依土地開發行為應送審書圖文件之法令規定，研擬處理對策。
2. 對於調查成果中若開發行為基地，於開發前或開發後，具山崩潛勢或會受周圍山崩事件所影響，則應依安全評估之結果提出減少災害之設計建議，如適當配置建物、施作擋土牆、增加排水設施、降低開發承載或直接避離可能受影響之範圍，以減少因坡地災害造成之損失為原則。
3. 當土地開發行為基地有全部或一部分位於地質敏感區內，且開發行為涉及相關法規時，例如區域計畫法、環境影響評估法、水土保持法或其他相關法規，基地地質調查及地質安全評估成果報告應配合之相關規定納入報告或另冊檢附辦理。

5.4 參考資料

- Corominas, J. (1996) The angle of reach as a mobility index for small and large landslides. *Canadian Geotechnical Journal*, 33, 269-271.
- Schneider, D. (2011) On characteristics and flow dynamics of large rapid mass movements in glacial environments. *Geographisches Institut der Universität Zürich*, 247p.
- Franklin, J.A. (1975) Size-strength system for rock characterization: Franklin Geotechnical Ltd. Orangeville, Ontario and Research Professor Department of Earth Sciences University of Waterloo, Ontario, Canada.
- Franklin, J.A. (1976). An observation approach to the selection and control of rock tunnel linings. *Proceedings of the Conference on Shotcrete for Ground Support*, Easton, Maryland, ASCE, 556-596.
- Geological Society Engineering Group Working Party (1977) The description of rock masses for engineering purposes. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 10, 355-388.
- ISRM (1981) Rock characterization, testing & monitoring: ISRM suggested methods. ISRM, 211p.
- Ulusay R, Hudson JA, ISRM (2007) The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1974–2006. In: Ulusay R, Hudson JA (eds) *Commission on testing methods. International Society of Rock Mechanics. Compilation arranged by the ISRM Turkish National Group, Ankara, Turkey*, 628 p

- 中國土木工程學會 (1993) 工址地盤調查準則。內政部建築研究所籌備處，共 39 頁。
- 內政部營建署 (2014) 建築技術規則建築設計施工編。
- 交通部臺灣區國道新建工程局 (2011) 大地工程設計注意事項。
- 日本國土交通省防砂部 (2001) 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律施行令。
- 行政院農業委員會水土保持局 (2005) 水土保持手冊。
- 社團法人中華民國大地工程學會 (2014) 公路邊坡工程設計與施工規範(草案)。交通部臺灣區國道新建工程局，共 205 頁。
- 香港土木工程拓展署土力工程處 (2010) 天然山坡山泥傾瀉風險管理。
- 經濟部中央地質調查所 (2006) 都會區及周緣坡地整合性環境地質資料庫建置計畫。經濟部中央地質調查所。
- 費立沅 (2009) 臺灣坡地災害與地質敏感區的關係。地質，第二十八卷，第一期，第 16-22 頁。