

水保技術

2026年 4月 第 7 期

Journal of Soil and Water Conservation Technology



地質敏感區分布圖

專輯 地質敏感區調查評估

地質敏感區查詢系統

使用說明

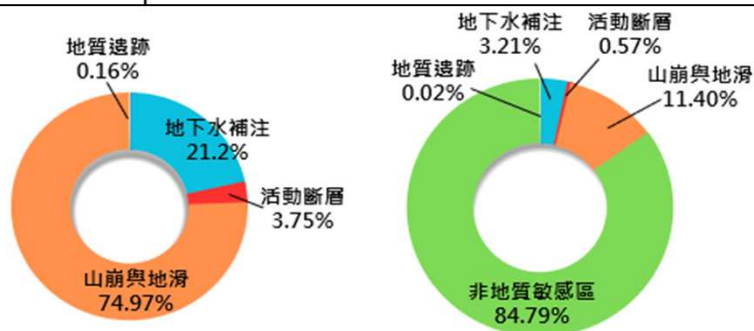
- 一、本系統為供地質敏感區之線上查詢服務，如欲查詢公告文件影像檔，請連結[本中心官網]>[地質法規]>[地質法專區]查詢，如有疑義發生時，仍以公告紙本文件及附件內容為準，或建議向土地所在地之地方政府洽詢，若地方政府對於查詢案仍有疑義者，可函轉本中心協助釐清。
- 二、系統操作方式，請由下欄下拉式選單，選取縣、市、行政區、地段及輸入地號，點擊「確認」即可查詢；多筆土地查詢，地號請使用逗號分隔，查詢結果顯示於「查詢結果」欄，可點選「查詢結果」欄內「下載」選項，列印查詢範圍圖資。
- 三、本系統提供之地籍資料係由國土測繪中心提供，為定期自縣市地籍資料庫複製，故新近辦理之土地分割合併或地段更名等資料，可能查不到之情形。
- 四、本系統地籍資料僅作為查詢土地位置參考，實際資料應以各縣市地政事務所核發之圖本為準。
- 五、高雄市田寮區~~狗窟~~區段及六龜區~~荖濃~~區段；苗栗縣~~湖港~~鄉~~湖港~~段三治坑小段；臺中市后里區~~后里~~段、中和段、后里段后里小段、七塊區段及~~圳寮~~段因地籍圖資問題，目前無法提供線上查詢。

地籍查詢

縣市 請選擇 ▾ 鄉鎮 請選擇 ▾ 地段 請選擇 ▾ 地號

(上班時段上限: 10筆宗地) ☒ 單筆下載 ☐ 打包

同一地段可多筆，並以半形逗號隔開，每項換行
範例1: 3,5,6
範例2: 2,3-2,5-7,6-4



- 地質遺跡:共8.69平方公里，約國土面積0.02%
- 地下水補注:共1162.70平方公里，約國土面積3.21%
- 活動斷層:共206.30平方公里，約國土面積0.57%
- 山崩與地滑:共4126.75平方公里，約國土面積11.40%

- 合計共5504.44平方公里
- 約國土面積15.21%

圖例

- 活動斷層地質敏感區
- 地質遺跡地質敏感區
- 地下水補注地質敏感區
- 山崩與地滑地質敏感區

0 50 100 km

115年1月30日製

中華民國水土保持技師公會全國聯合會

臺北市水土保持技師公會
臺中市水土保持技師公會

臺灣省水土保持技師公會
新北市水土保持技師公會
臺南市水土保持技師公會

桃園市水土保持技師公會
高雄市水土保持技師公會



水保技術

2026.

4.

7

專輯：

地質敏感區調查評估



中華民國水土保持技師公會全國聯合會



中華民國水土保持技師 公會全國聯合會

沿革：

中華民國水土保持技師公會於民國八十九年六月十七日，依人民團體法規定，假台北劍潭青年活動中心召開成立大會，並於民國八十九年七月二十一日由內政部獲准成立，正式進行本公會會務之推動。

宗旨：

本會以促進會員之團隊合作，研究水土保持技術，發展水土保持事業、增進會員共同利益，砥礪會員品德，致力國家建設為目的。

任務：

- (一)促進水土保持學術與技術之研究發展。
- (二)協助政府推行水土保持工作及其相關之法令並提供建議或諮詢。
- (三)參與國際間水土保持技師團體有關學術及技術之交流活動。
- (四)維護會員及其所屬會員之合法權益，促進會員之團結合作。
- (五)編印有關水土保持書刊。
- (六)協助會員維持所屬會員之風紀。
- (七)協助會員發展會務與業務。
- (八)加強推動會員審驗所屬會員業務制度。
- (九)接受委託或參與水土保持相關工作：
 - 1.參與政府機關辦理水土保持相關工作。
 - 2.審查水土保持規劃書、水土保持計畫及防災計畫。
 - 3.鑑定有關水土保持相關工作。
 - 4.有關水土保持及坡地安全之研究。
- (十)辦理其他法令規定達成本會宗旨應辦事項。

組織：

- 理事長：陳智誠
- 常務監事：郭玉麟
- 常務理事：林彥志、李國正、謝俊賢、梁宥崧
- 理事：郭岳樺、張博瑋、吳烘森、張呈光、洪祈存、黃瓊慧、劉煜炤、王士章、謝孟良、吳岳霖
- 監事：林崑龍、李準勝、黃志彰、房家祥

- 審查委員會主委：黃懿慈
- 鑑定委員會主委：林俊良
- 法規委員會主委：魏新洵
- 資訊委員會主委：劉衍志
- 學術委員會主委：陳本康
- 技術委員會：
 主委：梁宥崧（技術）
 副主委：蕭珮恩（訓練）
- 財務暨福利委員會：
 主委：黃瓊慧（財務）
 副主委：蕭國亮（福利）
- 技師執業爭議協助處理委員會：
 主委：魏迺雄
- 營造業事務委員會主委：呂學能
- 國際事務委員會主委：吳烘森

-
- 會址：新北市板橋區雙十路二段143 號 4 樓
 - 電話：02-8258-1918 傳真：02-8257-1900
 - E-mail：swcpea@seed.net.tw
 - 網址：http://www.swcpea.org.tw/



※本刊文字之著作權為作者所有，且文責由作者自負，本刊各篇文章均經作者授權同意刊載，未經本會同意之翻印與轉載均屬違法行為，必將依法追訴。

主編導讀

地質敏感區--看見臺灣的美麗與脆弱

本第7期水保技術期刊專輯主題為「地質敏感區調查評估」，人物專訪經濟部地質調查及礦業管理中心陳勉銘 副主任，表示非常看重水土保持技師公會在審查機關中扮演的「委託專業團體」角色。公會應持續精進會員對地質安全評估準則的理解，確保審查品質的一致性。

本專輯收錄11篇論文，涵蓋了政策推動、資料管理、調查技術、審查實務、涉及行政法理探討，以下為各篇論文之重點導讀：

- 1.《地質敏感區推動之核心價值與未來精進策略》從中央主管機關的視角，宏觀回顧了地質法的推動歷程與現行機制的運作成效
- 2.《我國地質資料蒐集與管理之簡介及進展》地質資料是國家關鍵發展用途的基礎要件。詳細闡述了地質資料（包含調查報告、鑽探報告及原始岩心）的明確範疇。
- 3.《基地地質調查及安全評估中關鍵資訊與判釋常見的輕忽》點出調查實務中的痛點，盤點了工程人員常輕忽的關鍵資訊。
- 4.《山崩與地滑地質敏感區基地地質調查及地質安全評估審查實務》針對山崩與地滑敏感區，從審查實務的角度出發，釐清了區域調查與細部調查的各自定位。
- 5.《山崩地滑地質敏感區地質安全評估案例分析》彙整了多起山坡地開發的實際案例，將其分類為順向坡無開發風險、順向坡有開發風險、岩屑崩滑、分區開發及大範圍開發等五大類型。
- 6.《地質鑽探調查實務與資訊應用建議》地質鑽探貫穿了工程的全生命週期。詳述了油壓式、穿揚式與鑽堡式鑽機的適用情境
- 7.《活動斷層地質敏感區調查方法及注意事項》針對中小型基地開發案，系統性地整理了活動斷層的調查方法。
- 8.《活動斷層地質敏感區基地地質調查及地質安全評估審查實務》從審查者的視角，點出實務中常見的缺失。
- 9.《地下水補注地質敏感區地質安全評估案例研究》地下水補注區攸關國家水資源與水質保護。
- 10.《活動斷層案例研究》透過兩個經典案例展現活動斷層安全評估的邏輯差異。
- 11.《淺談地方政府於車籠埔斷層帶以「15m + 100m」累加禁建行政管制之法律疑義》跨足行政法學領域，累加管制的行政作為提出法律質疑。建議應以《地質法》的程序型風險管控機制（專業的地質安全評估）作為禁建邊線判定的基礎，以兼顧公共安全與人民土地權益。

主編：李準勝 敬上

Content

- ◆ 人物專訪/陳勉銘 副主任-經濟部地質調查及礦業管理中心-----陳本康 A-1
Feature Interview: Chen Mian-ming Deputy Director, Geological Survey and Mining
Management Agency (GSMMA), Ministry of Economic Affairs-----Benkang Chen
- ◆ 地質敏感區推動之核心價值與未來精進策略-----林燕慧 1-1
Core Values and Future Improvement Strategies for Geologically Sensitive Area
-----I-Yen-Hui Lin
- ◆ 我國地質資料蒐集與管理之簡介及進展-----林昶成 2 -1
An Overview of the Collection and Management of Geological Data in Taiwan
and Recent Developments-----Chang-Cheng Lin
- ◆ 山崩與地滑地質敏感區基地地質調查及地質安全評估審查實務--曾何騰 3-1
Practical Review of Site Geological Investigation and Geological Safety
Assessment for Landslide and Landslip Geologically Sensitive Areas-----Ho-Teng Tseng
- ◆ 地質鑽探調查實務與資訊應用建議-----游威耀 4-1
Practical Guide to Geological Drilling Investigation and Information
Application-----Wei-Yao Yu
- ◆ 山崩與地滑地質敏感區地質安全評估案例分析-----黃敏郎 5-1
Case Study on Geological Safety Assessment in Zoning of Landslide-Landslip
Geologically Sensitive Area-----Min-Lang Huang
- ◆ 活動斷層地質敏感區調查方法及注意事項-----黃台豐 6-1
Investigation Methods and Considerations for Active Fault Geologically
Sensitive Areas-----Tai-Fong Huang
- ◆ 基地地質調查及安全評估中關鍵資訊與判釋常見的輕忽-----王豐仁 7-1
Common Oversights in Key Information and Interpretation during
Geological Survey and Safety Assessment-----Feng-Jen Wang
- ◆ 活動斷層地質敏感區基地地質調查及地質安全評估審查實務----黃柏鈞 8-1
Practical Review and Assessment of Site Geological Investigations and
Geological Safety Evaluations in Active Fault Geologically Sensitive Areas----Bo-Jiun Huang
- ◆ 地下水補注地質敏感區地質安全評估案例研究-----李準勝 9-1
Case Study on Geological Safety Assessment in Groundwater Recharge
Geologically Sensitive Areas-----Chun-Sheng Lee
- ◆ 活動斷層地質敏感區地質安全評估案例研究-----李準勝 10-1
Case Study on Geological Safety Assessment in Active Fault Geologically
Sensitive Areas-----Chun-Sheng Lee
- ◆ 淺談地方政府於車籠埔斷層帶以「15m + 100m」累加禁建
行政管制之法律疑義-----李準勝 11-1
A Brief Discussion on the Issues of Local Governments' Cumulative No-Build
Administrative Control ("15 m + 100 m") in the Chelungpu Fault Zone-----Chun-Sheng Lee

陳勉銘 副主任-經濟部地質調查及礦業管理中心

Feature Interview: Chen Mian-ming Deputy Director, Geological Survey and Mining Management Agency (GSMMA), Ministry of Economic Affairs

地質基石，水保韌性：公私協力守護永續國土



受訪嘉賓照片：陳勉銘 副主任

受訪嘉賓：經濟部地質調查及礦業管理中心
陳勉銘 副主任

訪問代表：中華民國水土保持技師公會
陳智誠 理事長
學術委員會 陳本康 主任委員

訪談時間：2026 年 4 月 1 日（週三）
下午 14:30 – 15:00

訪談地點：經濟部地質調查及礦業管理中心
（新北辦公室）新北市中和區
華新街 158 巷 2 號

記錄/報導：陳本康 技師

訪談目的：

1. 深度探討專題：配合本刊第 7 期「地質敏感區調查評估」專題發行，邀請主管

機關首長針對政策方向進行權威性解讀，提供會員技師實務參考。

2. 強化公私協力：透過對話展現水保技師公會積極參與國家建設、守護國土安全之宗旨，並建立與地礦中心長效之技術交流管道。

在國土保育的漫長征途中，水土保持與地質科學始終是相輔相成的孿生學門。本期《水保技術》適逢「地質敏感區調查評估」專題發行，我們極其榮幸能於 2026 年 4 月 1 日，由陳智誠理事長與學術委員會陳本康主委帶領，深入走訪經濟部地質調查及礦業



管理中心，與陳勉銘副主任展開一場深度的專業對話。

陳副主任在訪談中精闢地提出：「地質是一切國土開發的基礎」。他將地礦中心定位為「國土地質的建置者」與「地基診斷者」，強調地質資訊不應僅是冷冰冰的數據，而應轉化為防災減災的核心決策參據。

面對《地質法》施行後的實務挑戰，陳副主任不僅針對地質敏感區的法規優化給予權威性解讀，更對第一線水保技師提出「重視現場實證」與「跨領域識圖能力」的殷切期許。

這場專訪不只是政策的傳達，更是公私協力、技術互惠的具體實踐。透過陳副主任對「循證治理」的倡議，我們更能深刻理解：唯有紮根於精確的地質基礎，水保工程才能真正化作守護山河的堅實防線。

茲將訪談題綱及副主任答覆內容整理如下，誠邀讀者詳閱本篇專訪，共同思索如何將地質能量轉化為國土永續的安穩力量。

訪談題綱

一、職涯領航與專業傳承

請副主任分享您的學術背景、公務體系之關鍵歷練，以及在長期投入國土地質與礦務管理過程中的核心職志。

【回答內容】

各位水保界的夥伴大家好。我的學術背景紮根於地質科學與工程應用，在公務體系歷練多年，見證了《地質法》從制定到全面實施的關鍵歷程。在地質調查與礦務管理過程中，我的核心職志始終是「落實地質資訊的價值」，白話一點來說即是「強化地質應用」。

地質是一切國土開發的基礎。過去我們常看到因地質資訊不明造成的工程損失或災害，因此我的目標是建立一個健全的調查制度，讓地質資料不再只是實驗室、成果報告、文獻或出版品內的數據，而是能轉化為防災、減災及土地管理的重要參據。這份對「循證治理」的倡議，也是我想分享給各位水保技師夥伴的核心觀念：只有掌握精確的地質基礎，水保工程才能真正發揮守護國土的作用。

二、地礦中心之願景與核心任務

因應政府組織改組，請副主任指導地礦中心目前的組織願景、核心業務範疇，以及在國土規劃中扮演的關鍵角色。

【回答內容】

因應政府組織改組，地礦中心整合了原有的地質調查與礦務管理職能。我們的願景是成為「國土地質資料的建置者與智慧應用者」。

核心任務範疇涵蓋全國基本地質、資源地質與地質災害的全面性調查。在國土規劃中，我們扮演「地基診斷者」、「地質環境發言人」的角色。我們會持續將國土地質敏感特性的資料，提供給各目的事業主管機關，納入國土功能分區與土地利用計畫。未來的地礦中心不只是行政審查單位，更是一個「專業諮詢平台」，為包含水保技師在內的專業人士提供精準的基礎地質背景資料。

三、地質敏感區管理體系與執行成效

針對現行「地質敏感區」之調查、評估與公告制度，其執行至今在防災、減災及國土開發管理上獲得了哪些具體成效？



未來是否有相關法規優化或技術精進之方向？

【回答內容】

執行成效：自《地質法》施行以來，我們已公告 70 項地質敏感區，涵蓋全台約 15.2%的土地面積。具體成效體現在：

- 1.資訊揭露與風險預警：讓開發者在申請前就知悉基地風險，落實地質調查與安全評估。
- 2.行政效能整合：我們成功將「地質安全評估報告」併入環境影響評估、水土保持計畫等既有審查程序，避免了行政資源的浪費，並縮短開發期程。
- 3.專業簽證制度建立：規定涉及開發行為者需由應用地質、水土保持等 6 類技師簽證，強化了專業技術的門檻與責任。但也期待各類技師跨域合作，畢竟並非所有技師都熟悉或具備所有不同類型的地質敏感區之專業。

未來精進方向：

- 1.「地質資料蒐集管理辦法」研修及作業流程優化：為簡政便民，未來將朝向全面電子化與無紙化提交地質資料之方向研修，並刪除現行外界提交電子檔時重複簽證之規定(註 1)；同時研擬標準化之資料格式與管理流程，以強化國土地質資訊的一致性與建置效率。
- 2.地質資料範疇界定與跨機關合作稽核：為有效管理國土地質資料，未來將明確界定地質法所稱「地質資料」之範疇，以及列舉申請土地開發時送審之書圖文件中涉及地質資料之主要章節，以確保雙方於地質資料提交與蒐集過程達到一致且明確的基礎；並將與中央目的事業主管機關研議、合作建立資料清單

及書圖文件之流通機制，以利勾稽比對全國地質資料提交情形。

- 3.審查指引文件研議與公開：針對「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估」之辦理及審查作業，本中心近年已陸續蒐集各界針對地質法執行實務面反映之意見，未來將評估並綜整審查過程常見之錯誤態樣、應注意細節及建議事項等實務意見，進一步研擬審查指引手冊並周知，期望輔助審查單位對地質專業內容之品質把關，使各界執行地質法相關業務時更臻完善。

(註 1)：「地質資料蒐集管理辦法」第 5 條第 2 項有關工程地質探勘資料庫電子檔之提交流程，係依中央主管機關建立之認證制度所認證合格的人員，進行資料建置及上傳提交，其中該資料係指地質鑽探資料或鑽探報告書，而非地質法第十條規定應簽證之基地地質調查及地質安全評估；另認證合格之人員亦非均為具備簽證資格之技師，且提交資料與產製報告屬不同工作性質。綜上考量，資料建置後應無再行簽證之必要，爰刪除第 2 項簽證之規定。

四、實務心法與後輩勉勵

請分享您多年從事地質與行政工作的寶貴心得（如深刻案例或工作哲學），並對後進水保技師在跨領域協作與專業素養提升上，給予指導與勉勵。

【回答內容】

深刻心得：在實務工作中，我最深刻的心得是「地質資料的轉譯能力」。例如在「土石流」與「山崩與地滑」地質敏感區的認定上，地礦中心側重於基礎地質構造，而水保



單位則側重於防災避難。這提醒我們，地質工作不能只談岩層位態，更要與工程設計及防災應變對接。

對水土保持技師的勉勵：

1. 具備跨領域識圖能力：水土保持技師是土地開發的前線，必須能看懂地質剖面圖中的隱患，並將其轉化為防護對策。
2. 重視現場實證：雖然我們提供了大比例尺的地質調查及地質敏感區相關圖資，但這不能取代現地調查。不要只依賴資料庫，要親自腳踏實地確認地貌變遷，以能辨識邊坡變位的徵兆。
3. 追求科學的誠實：面對開發壓力，技師應秉持地質專業，如實反映鑽探取樣與安全評估結果，這是專業尊嚴，也是法律責任。

五、對水土保持技師公會之期許與合作展望
水土保持技師在第一線執行調查與保育工作，請副主任對本公會之專業發展提供建言，並探討公會如何發揮專業能量，協助推動政府政務與提升產業技術品質。

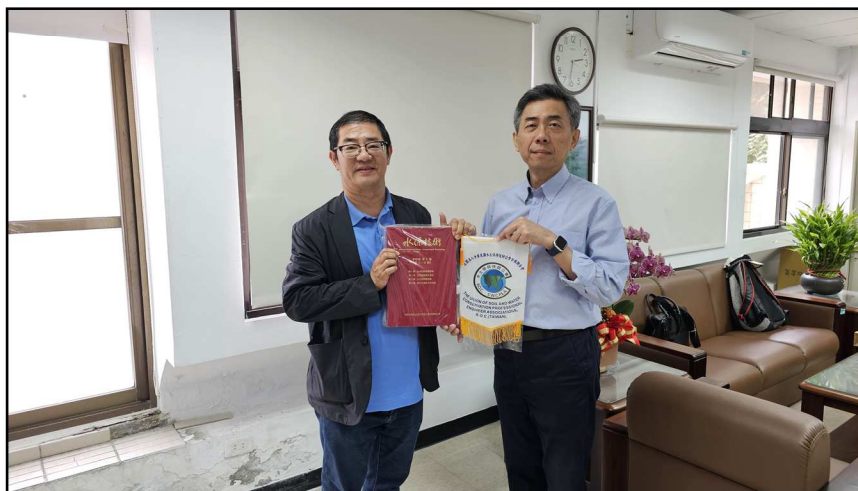
【回答內容】

公會角色與建言：我非常看重水土保持技師公會在審查機關中扮演的「委託專業團體」角色。公會應持續精進會員對地質安全評估準則的理解，確保審查品質的一致性。

合作展望與客製化服務：

1. 量身訂做資料庫：地礦中心未來將研議推動與相關公會合作，針對適宜性開發區塊或特定關注區塊，提供「轉譯後」的高解析地質資訊包，協助技師精準規劃水保設施或其他相關設施。
2. 建立諮詢專窗：我們可共同推動「地質敏感特性相關圖資專業諮詢窗口」，當技師在現地發現與公開圖資不符時，可透過公會反映給本中心，作為圖資變更或精進的參據。
3. 產業技術品質提升：我們期望公會協助推廣「地質資料定期彙報」制度。讓技師在施工階段獲得的第一手鑽探資料，能回饋到國家資料庫，形成正向循環，共同提升台灣產業的技術品質。

最後，讓我們攜手將地質專業轉化為國土永續的安全力量。



水土保持全聯會致贈 感謝旗及水保技術季刊（第一卷精裝本）

（右：陳勉銘 副主任 右：陳智誠 理事長）



地質敏感區推動之核心價值與未來精進策略

Core Values and Future Improvement Strategies for Geologically Sensitive Areas

林燕慧¹ 林樞衡² 林昶成³

Yen-Hui Lin¹ Shu-Heng Lin¹ Chang-Cheng Lin¹

1. 經濟部地質調查及礦業管理中心 科長
2. 經濟部地質調查及礦業管理中心 技士
3. 經濟部地質調查及礦業管理中心 技正

1. Geological Survey and Mining Management Agency, MOEA Section Chief
2. Geological Survey and Mining Management Agency, MOEA Technician
3. Geological Survey and Mining Management Agency, MOEA Technical Specialist

摘 要

臺灣地質活躍，過往如 921 地震及國道 3 號崩塌等重災，促使地質法落實「資訊公開、調查先行」之立法初衷。地質敏感區之劃定並非「禁限建」，而是透過資訊揭露賦予民眾知情權，並要求開發前進行專業的土地詳細調查。截至 115 年初，全國已公告地質遺跡、地下水補注、活動斷層、山崩與地滑四大類共 70 項敏感區，佔國土面積約 15.2%。實務推動上，藉由六大專業技師簽證之「基地地質調查及安全評估報告」，將地質風險納入水保、建築...等計畫審查，導向「趨吉避凶」之配置與補強對策。儘管目前面臨調查品質精進、動態圖資更新及社會認知落差等實務挑戰，但除特定大規模太陽能設施外，該制度核心在於引導安全開發而非限制成長。未來應整合 AI 判釋與大數據回饋機制，強化跨部會協作，將「風險預警」轉化為「韌性國土」之基石。透過科學調查與理性溝通，消弭民間對地質公告之疑慮，建立尊重自然的永續治理模式，為國人構築安全、安心的居住環境。

關鍵字：地質法、地質敏感區

Abstract

Taiwan's active geology and past disasters- such as the 1999 Chi-Chi Earthquake and the National Freeway No. 3 landslide- led to the implementation of the Geological Act, emphasizing information disclosure and investigation prior to development. The designation of Geologically Sensitive Areas is intended not to



prohibit development but to ensure the public's right to know and require professional geological investigations before land use. By early 2026, 70 areas across four categories—geological heritage sites, groundwater recharge zones, active faults, and landslide-prone areas—had been designated, covering about 15.2% of Taiwan's land area. Through certified site geological investigation and safety assessment reports, geological risks are incorporated into planning and development reviews to guide safer land use and mitigation measures. While challenges remain in improving investigation quality, updating dynamic data, and enhancing public understanding, the system primarily aims to guide safe development. Future efforts should integrate AI analysis, big-data feedback, and stronger inter-agency collaboration to transform risk awareness into a foundation for resilient land governance and a safer living environment.

Key Word : Geology Act, Geologically Sensitive Areas

一、核心精神：從資訊揭露到安全開發

臺灣是由歐亞板塊與菲律賓海板塊碰撞而生的島嶼，擁有舉世矚目的壯麗地貌，卻也因地質構造活躍而顯得「善變」。回顧過往，我們的土地曾受過許多沉重的傷痛：1997 年溫妮颱風引發林肯大郡順向坡滑動，奪走數十條人命；1999 年 921 集集大地震，車籠埔斷層錯動摧毀了無數家園；2010 年，國道 3 號在無風無雨中發生七堵順向坡崩塌，土石吞噬了車輛。這些真實發生的事件，是地質法歷經 14 年推動後，終能落實立法的重要事件。

(一)地質法立法緣由- 將地質科學納入國土管理

長期以來，我國缺乏將基地地質調查納入土地開發管理的有

力法源，導致地質資料往往淪為開發計畫中的背景描述，未能真正發揮預警與規劃的功能。地質法的立法，是為了健全地質調查制度，有效管理地質資訊，並建立國土環境變遷的基本資料。更重要的是，它讓防災思維從「災後重建」轉向「災前防範」，透過法令位階的提升，確保各種開發與工程建設能順應自然，保障人民的生命財產安全。

(二)地質敏感區的核心價值

地質法中最重要的一部分即是「地質敏感區」的公告，其核心價值並非限制開發，而是透過資訊揭露，善意提醒土地先天的特質本就存在，公告是為了賦予民眾「知的權利」。位於地質敏感區的土地，在開發前透過專業技師的「詳細診斷」，落實地質調查與安全評估，將「地質」納入工程設計的思維中，依地質特性量身打造



最合宜的開發配置與安全對策。

「看見臺灣」不只是看見它的美麗，更要看見它的脆弱。地質法與地質敏感區的價值，在於透過理性的科學調查與專業守護，促使我們在面臨不同的地質狀況時，能有妥適的處理對策，例如：碰到活動斷層時學會避離，遇到順向坡時懂得補強，見到地質遺跡時能將其融入景觀。這不僅是一套法律，更是一份對土地與生命的溫暖承諾，讓國土永續發展不再只是口號，而是每一位國人都能享有的安全與安心。

二、推動歷程與現行機制之運作成效

(一)全國地質敏感區推動歷程與分布現況

為了讓國人掌握家園的地質特性，落實防災與保育，地質敏感區共分 4 類，包含地質遺跡、地下水補注、活動斷層、山崩與地滑；地質遺跡、地下水補注屬於保育類地質敏感區，活動斷層、山崩與地滑屬於防災類地質敏感區。自 103 年起至今分為以下兩大推動歷程：

第一階段：103 年至 105 年（全國基礎劃定階段）

此時期受102年紀錄片《看見臺灣》引發的國土保育熱潮推動，經濟部規劃分五批完成全國地質敏感區劃定，至 105 年底，如期完成全國**4類共54項**地質敏感區的劃定公告。

第二階段：106 年至今（精進更新與全面覆蓋階段）

此時期著重於依據環境改變或新科學證據發現進行邊界調整，例如 107 年花蓮地震後的米崙斷層變更，以及臺北市、新北市、基隆市、嘉義縣市、臺南市、高雄市山崩與地滑範圍變更，並持續劃定公告證據完備的活動斷層，隨著調查精進，公告數量持續增長。

截至 115 年初，全國已累計公告 70項地質敏感區（含7項變更），涵蓋 20 個縣市、共254個鄉(鎮市區)，總面積達5,505平方公里，約佔國土面積的 1/7(15.21%)。盤點4類地質敏感區現況如下(表1、表2、圖1、圖2)：

1.地質遺跡（19項）：保護具科學、教學或觀賞價值之特殊地景（如大華壺穴、十分瀑布...等），面積約9平方公里，佔整體地質敏感區0.16%，佔國土面積約0.02%。

2.地下水補注（6項）：守護重要的區域性之地下水流源頭(如濁水溪沖積扇、屏東平原...等)，面積廣達約1,163平方公里，佔整體地質敏感區21.12%，佔國土面積約3.21%。

3.活動斷層（27項）：過去 10 萬年內有活動證據的斷層及其兩側易受活動斷層錯動或地表破裂影響範圍（如車籠埔斷層、池上斷層...等），面積約 206 平方公里，佔整體地質敏感區 3.75%，佔國土面積約 0.57%。

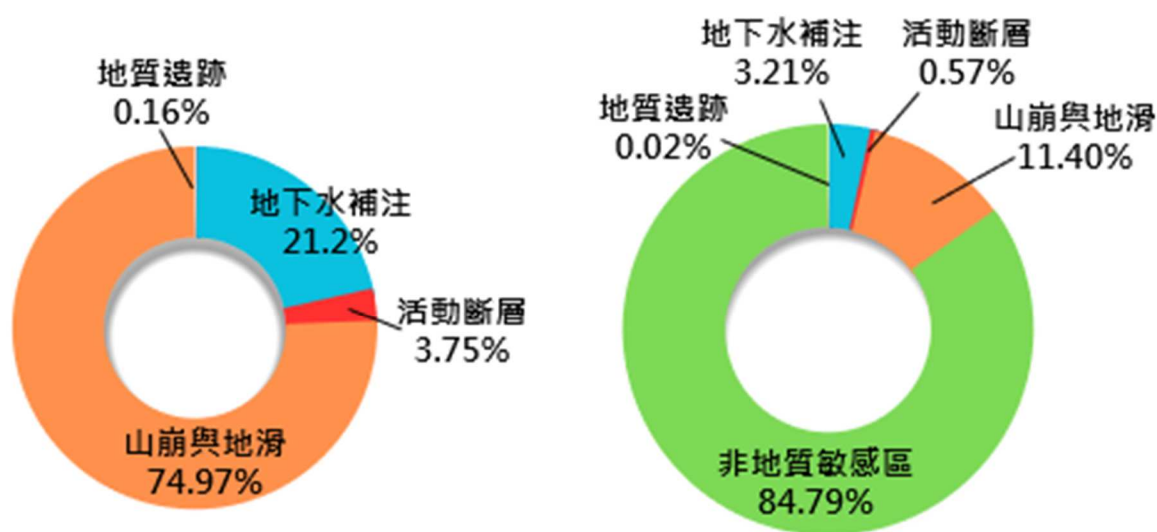


4.山崩與地滑（18項）：針對曾經發生土石崩塌或有山崩或地滑發生條件之地區，及其周圍受山崩或地滑影響範圍進行劃定，已公告 17 個縣市，

面積約 4,127 平方公里，佔整體地質敏感區 74.97%，佔國土面積約 11.40%。

表 1 地質敏感區數量及面積統計表。

地質敏感區類別	數量	面積(平方公里)	佔國土面積比例	佔地質敏感區總面積比例
地質遺跡	19	9	0.02%	0.16%
地下水補注	6	1,163	3.21%	21.12%
活動斷層	27	206	0.57%	3.75%
山崩與地滑	18	4,127	11.4%	74.97%
總計	70	5,505	15.2%	100.00%



- 地質遺跡:共8.69平方公里，約國土面積0.02%
- 地下水補注:共1162.70平方公里，約國土面積3.21%
- 活動斷層:共206.30平方公里，約國土面積0.57%
- 山崩與地滑:共4126.75平方公里，約國土面積11.40%

- 合計共5504.44平方公里
- 約國土面積15.21%

圖 1 地質敏感區數量及面積統計圓餅圖



表 1 各類地質敏感區公告年度與名稱。

批次	年度	活動斷層	山崩與地滑	地下水補注	地質遺跡
一	103	車籠埔斷層 ₅	南投縣-01 ₆	濁水溪沖積扇 ₄	基隆河壺穴（大華壺穴 ₁ 、暖暖壺穴 ₂ ）、瀑布（十分瀑布 ₃ ）
二	103	旗山斷層 ₁₄ 、池上斷層 ₁₃	臺中市 ₁₂ 、南投縣-02 ₁₈ 、嘉義縣市 ₁₅ 臺南市 ₁₉ 、高雄市 ₁₆	屏東平原 ₁₁ 、 宜蘭平原 ₁₇	新北市（鼻頭角海蝕地形 ₇ 、萊萊火成岩脈 ₈ ）、澎湖縣（桶盤嶼玄武岩 ₉ 、七美嶼凝灰角礫岩 ₁₀ ）
三	104	新城斷層 ₂₅ 、大尖山斷層 ₃₄ 、新化斷層 ₃₃ 、 鹿野斷層 ₃₆	臺北市 ₂₂ 、新北市 ₂₃ 、 屏東縣 ₃₀ 、臺東縣 ₃₁	臺北盆地 ₃₂	宜蘭縣（龜山島火山碎屑堆積層 ₂₁ ）、苗栗縣（過港貝化石層 ₂₀ ）
四	104	新竹斷層 ₂₆ 、三義斷層 ₃₇	基隆市 ₂₄ 、桃園市 ₃₈ 、 新竹縣市 ₃₉ 、苗栗縣 ₄₀	臺中盆地 ₃₅	嘉義縣（瑞里蝙蝠洞及燕子崖 ₂₇ ）、高雄市（高中枕狀熔岩 ₂₈ ）、屏東縣（琉球嶼西南沿海海蝕地形及崩崖 ₂₉ ）
五	105	米崙斷層 ₄₉ 、大甲斷層 ₅₀ 、九芎坑斷層 ₅₁ 、 瑞穗斷層 ₅₂ 、奇美斷層 ₅₃	彰化縣 ₄₁ 、雲林縣 ₄₂ 、宜蘭縣 ₄₃ 、花 蓮縣 ₄₄	嘉南平原 ₅₄	南投縣（武界褶皺構造與曲流峽谷 ₄₅ ）、花蓮縣（秀姑巒溪八里灣層沉積岩及曲流 ₄₆ ）、臺東縣（小野柳濁流岩 ₄₇ 、利吉混同層及其蛇綠岩系外來岩塊 ₄₈ ）
六	106	六甲斷層 ₅₆			花蓮縣（石梯坪海階及凝灰岩） ₅₅
七	107	獅潭斷層 ₅₇ 、屯子腳斷層 ₅₈			高雄市（雞冠山石灰岩） ₅₉ 、屏東縣（車城尖山外來岩塊） ₆₀
八	108	嶺頂斷層 ₆₁			
九	109	米崙斷層(變更) ₁ 、梅山斷層 ₆₂			
十	110	小崗山斷層 ₆₃	臺南市(變更) ₂		
十一	111		嘉義縣市(變更) ₃ 、高雄市(變更) ₄		
十二	112	車瓜林斷層 ₆₄ 、玉里斷層 ₆₅			
十三	113	口宵里斷層 ₆₆ 、利吉斷層 ₆₇ 、初鄉斷層 ₆₈			
十四	114		臺北市 ₅ 、新北市 ₆ 、基隆市 ₇		
十五	115	木屐寮斷層 ₆₉ 、大茅埔-雙冬斷層 ₇₀			

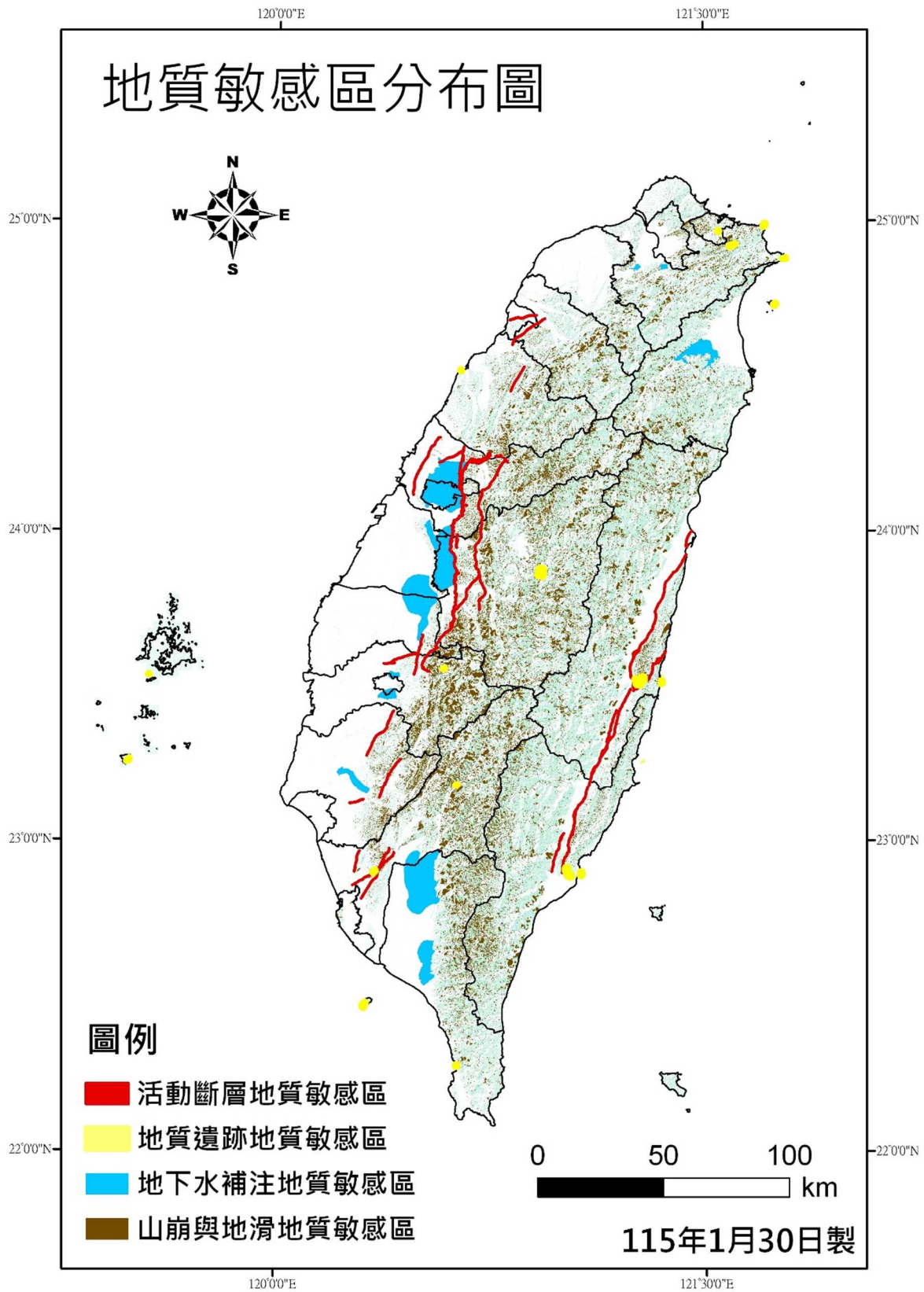


圖 1 各類地質敏感區分布圖。



(二)基地地質調查及地質安全評估報告之實務應用：開發前的「詳細診斷」

現行機制要求，當土地開發行為基地位於地質敏感區時，開發者應於申請開發前，委託專業技師（如應用地質、土木、大地、水保等六大技師）進行「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估」（以下簡稱地敏報告）。

在規劃階段納入風險考量的實務效益包含：

- 1.量身打造因應對策：若地敏報告調查出活動斷層破裂帶或潛在滑動面，開發者可採取「調整」或「迴避」配置，或利用加強工程結構補強。
- 2.專業簽證保障品質：透過法定技師簽證制度，確保地質調查不再流於背景描述，而是真實反映基地的調查品質與安全評估。
- 3.預防重於重建：地敏報告如同土地的「詳細診斷」，讓工程設計順應地質條件，避免因不當切割坡腳或因活動斷層活動而引發災難。

(三)跨領域協力合作：輔助決策的重要基礎

在臺灣這片地質構造活躍的土地上，國土開發必須在「安全」與「發展」之間取得平衡。地質法的施行，並非為了限制土地使用，而是建立一個跨領域協力合作的機制，透過資訊揭露與專業評估，讓政府機關與民間技師在規劃階段即能「趨吉避凶」，共同構築安全的居住環境。

1.便捷透明的資訊查詢機制

國土安全的第一步是「資訊揭露」，為落實民眾知的權利，經濟部已公告全國 4 類地質敏感區，並建置「地質敏感區查詢系統」（圖 2）；技師與民眾只需輸入地號，即可快速掌握基地是否位於敏感區內。此外，政府亦提供多元的查詢管道，包括內政部環境敏感地區單一窗口查詢平台、各縣市政府的自建的業務資訊平台，每年平均超過百萬人次以上的查詢，成為國土規劃與不動產交易的重要參考指標。



圖 2 經濟部地礦中心所建置的地質敏感區查詢系統。
(https://gsa.gsmma.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys_2014b_pg/index.cfm)

2.明確的「土地開發行為」定義

並非所有位在地質敏感區的土地開發都需進行複雜的地質調查，根據經濟部 105 年發布的解釋令，符合地質法所規範的「土地開發行為」才需進行地質敏感區基地地質調查及地質安全評估，以避免擾民。土地開發行為分為下列 4 種，包含：

- (1) 依環評法第五條應實施環境影響評估者。
- (2) 應適用或準用土地使用分區變更規定，且送審之書圖須由六大專業技師辦理簽證者。
- (3) 應擬具水土保持計畫，且須由六大

專業技師簽證者。

- (4) 依建築法規定，應進行基地地下探勘之建築行為（排除小規模如四層樓以下、非供公眾使用且基礎開挖深度及建築面積較小之建築）。

3.專業導向的調查與安全評估作業

當開發基地位於地質敏感區時，開發者應於申請開發前，委託專業技師（如應用地質、土木、大地、水保、採礦、水利等六大技師）進行「基地地質調查及地質安全評估」。其作業方法分為兩類：

現地調查：分為區域調查與細部調查，透過露頭調查、地質鑽探及地球物理



測勘等科學手段，掌握地下構造。

現有資料檢核：若基地與敏感區重疊部分維持原地形地貌且不開發，在確認安全無虞下，得以檢核既存資料輔以現場查核辦理，簡化作業程序。

這份報告如同土地的「詳細診斷」，目的在於偵測斷層、山崩等潛在風險，並研提合適的開發與工程對策。

4.整合性的審查機制與權責

為提升行政效率，地敏報告採取「併同審查」模式，不另設獨立的審查程序。

- (1) 審查作業機關：由辦理土地開發行為審查的「目的事業主管機關」主政（例如：環境部負責環評審查、地方政府建管單位負責建築許可、農業部負責水保審查...等）。
- (2) 審查方式：地敏報告應納入相關法令規定的送審書圖文件中，審查機關應邀請地質專家學者或專業技師參與審核，或委託專業團體辦理。中央主管機關（經濟部）則負責蒐集全國地質資料並提供諮詢，對於個別開發案並無准駁權責。

地質敏感區的運作發揮了跨領域的深度合作，由主管機關（經濟部）提供地質敏感區科學資訊，開發單位落實調查義務，審查機關則將地質風險納入決策考量。這種機制不僅保障了國人的生命財產，更讓珍貴的地質遺跡與地下水資源獲得保育。透過這種理性的科學治理與各界技師的專業簽證，我們得以在尊重自然的基礎上，讓每

一份土地開發計畫都走得更加穩健、安全。

三、實務推動中之專業挑戰與未來展望

自地質法施行以來，地質敏感區的劃定已跨出國土安全的第一步，但如何在實務中精進調查與審查品質、建立動態圖資蒐集更新機制，並深化社會溝通，是當前專業技師與社會大眾共同面臨的關鍵挑戰。

(一)地質調查品質之精進：從行政程序轉向實質解疑

目前的地敏報告不僅是納入各土地開發審查中，更是後續工程分析（如開挖、擋土、承載）的基礎根本。要提升報告深度，應落實「因地制宜」的科學精神：

- 精準判釋地質弱點：技師在鑽探過程中，必須仔細刮除岩心上的保護泥漿，以辨識細小剪裂面或軟弱夾層；若忽略這些細節，可能導致地質模型誤判，錯失潛在滑動面的研判，重演林肯大郡等坡地災難。

- 落實審查與追蹤機制：審查機關應除了邀請地質專家參與審查，針對報告中提出的防治對策（如地錨深度、排水設施）可建立追蹤執行情形，確保開發過程中的變更不與地質評估結果衝突。

(二)動態圖資的蒐集與更新機制：建立靈敏的國土反饋系統

地質環境雖變化緩慢，但在極端氣候與重大震災後，地形與構造可能



發生劇烈變化。

- 震災後的快速應變：以 107 年花蓮地震為例，震後調查發現地表破裂超出原公告範圍，經濟部即以最新的地表破裂證據辦理米崙斷層地質敏感區之範圍變更。

- 資訊深化的技術應用：未來應建立更靈敏的查詢檢核機制，將土地開發過程中累積的大量調查報告與精細鑽探資料回饋至國家級的工程地質探勘資料庫。同步發展 AI 協助判釋岩芯技術，能與區域地質圖幅及地敏報告精確對應，提升圖資的正確性與即時性。

(三)社會溝通與專業認知：消弭誤解並正視安全成本

推動地質法初期最大的挑戰在於消弭民間將地質敏感區等同於「禁限建」的恐懼，目前多數民眾已理解地質敏感區並無禁限建。唯 115 年 2 月 1 日起，地質法第 5 條第 5 及第 6 項新增規定，地質遺跡地質敏感區及山崩與地滑地質敏感區不得設置地面型或

水面型太陽光電系統(不含屋頂型或設置面積一百平方公尺以下且供自用之太陽光電發電系統)；但經環境影響評估審查通過，且設置或累積設置面積一公頃以下者，不在此限。其餘條文維持無禁止或限制開發等規定。

四、結語

地質法的實踐，是讓冰冷條文轉化為溫暖而專業的守護力量。回顧地質敏感區制度的推動歷程，臺灣已逐步從被動承受災害，走向以科學預判風險、以專業簽證把關安全的治理新階段。透過透明的圖資平台、嚴謹的基地地質調查與安全評估，以及跨領域的協力審查機制，地質不再只是開發的背景條件，而是國土決策不可或缺的核心依據。未來，唯有持續精進專業品質、深化社會溝通，並將每一次調查成果轉化為全民共享的公共知識，才能在尊重自然規律的前提下，為每一位國人築起更堅實的安全防線，使發展更穩健、居住更安心，真正實現與土地長久共生的永續願景。



我國地質資料蒐集與管理之簡介及進展

An Overview of the Collection and Management of Geological Data in Taiwan and Recent Developments

林昶成¹ 林燕慧² 林樞衡³

Chang-Cheng Lin¹ Yen-Hui Lin² Shu-Heng Lin³

1. 經濟部地質調查及礦業管理中心 技正
2. 經濟部地質調查及礦業管理中心 科長
3. 經濟部地質調查及礦業管理中心 技士

1. Geological Survey and Mining Management Agency, MOEA Technical Specialist

2. Geological Survey and Mining Management Agency, MOEA Section Chief

3. Geological Survey and Mining Management Agency, MOEA Technician

摘 要

我國自「地質法」施行以來，經濟部地質調查及礦業管理中心（以下稱本中心）長期依循健全地質調查制度與有效管理國土地質資料之宗旨執行各項措施推動與精進。其中，地質資料範疇明確界定為地質調查報告、地質鑽探報告及原始地質資料（如岩心、標本）等三大類，廣泛應用於國土規劃、防災應變及資源開發等國家關鍵發展用途。近年來，本中心針對地質資料蒐集與管理的精進，包含透過建立透明一致的裁罰基準與標準化行政程序，有效落實了地質法的公權力，確保資料繳交義務的履行；同時，確立地質資料的清晰範疇，並嘗試推動資料提交的線上化、無紙化作業流程，期望提升行政效率與便利性。此外，就地質資料應用品質的提升，更藉由建立常態化的各界實務意見回饋機制，持續修訂地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊，使地質安全評估制度能更精準地貼近現地調查需求與專業技術發展。

關鍵字：地質法、地質資料、裁罰基準、地質敏感區

Abstract

Since the enforcement of the Geological Act, the Geological Survey and Mining Management Agency of the Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as “the Agency”) has implemented and refined measures aimed at strengthening the geological survey system and enhancing the management of national geological data. Geological data are clearly defined in three categories: geological survey reports, geological drilling reports, and original geological materials (e.g., drill cores and specimens). These data are widely applied to national land-use planning, disaster prevention and response, and resource development—areas essential to national development. In recent years, the Agency has improved data collection and management by



establishing transparent and consistent sanction standards and standardized administrative procedures, thereby reinforcing enforcement under the Geological Act and ensuring compliance with data submission requirements. It has also clarified the scope of geological data and promoted digital, paperless submission processes to enhance administrative efficiency and convenience. To further improve data quality and practical application, the Agency has introduced a regular stakeholder feedback mechanism and continuously updated the Manual for Geological Surveys and Geological Safety Assessments in Geologically Sensitive Areas, ensuring that the geological safety assessment system remains aligned with field investigation needs and evolving professional standards.

Key Word : Geology Act, geological data, Fine Determination Criteria, Geologically Sensitive Areas

一、前言

「地質法」於 99 年 12 月 8 日制定公布並於 100 年 12 月 1 日起施行，目的為健全地質調查制度及有效管理國土地質資料，而精確且全面的地質資料並不僅是學術上的奢侈品，更是維繫國家安全、驅動經濟發展與實踐土地永續管理的基礎要件。從國土規劃、防災應變到資源開發，每一項重大決策的背後，皆需以堅實的地質資訊作為科學後盾，以確保決策的正確性與安全性。為此，地質法第 17 條規定了應提交的地質資料（案件），包含「使用涉及政府經費進行地質調查所產製之地質資料」、

「目的事業主管機關審查土地開發計畫及建造執照申請案而歸檔管理之土地開發行為相關地質資料」。

本中心作為地質法中央主管機關之執行單位，肩負著全國地質資料蒐集、管理與推廣應用的核心使命，故致力於建構一個透明、高效且具備前瞻性的國土地質資料治理體系，本文闡述近年透過地質資料範疇界定與指引、研修法規內容與作業流程優化、地質法裁罰基準與配套流程標準化、實務意見回饋機制與精進規劃等努力，

期望確保國土地質資訊的完整性與可靠性，並為我國地質資訊的未來發展逐步奠定穩固基礎。

二、地質資料範疇界定與指引

為有效管理國土地質資料，明確界定「地質資料」的範疇，是確保資料蒐集過程達一致性、明確性的基礎，對於後續全國性資料庫的建置品質與應用潛力具有決定性影響，定義上的清晰可避免執行面的混亂而影響國家地質資料庫的完整性與可靠性。

有關地質法第 17 條所稱「地質資料」範疇，首先，依據地質法及其相關法規之規範，「地質資料」係指基於地質調查或土地開發行為之目的，透過野外地質調查、現地試驗、地質鑽探及實驗室分析等相關行為，所產製之各種型式紀錄、文字、圖件、照片、鑽探岩心及標本資料。其中，為進一步協助使用涉及政府經費進行地質調查之機構、團體、學校或個人，以及各目的事業主管機關在審查土地開發行為時，能準確辨識並依法彙報地質資料。前開應繳交的地質資料可明確化為三大類型：



- (一)地質調查報告或相關之書圖文件：涵蓋地質調查、地質安全評估的主體資訊，屬於綜合性成果。
- (二)地質鑽探報告：前一類資料中，針對涉及鑽探作業的案件，所產製的地質鑽探資料或鑽探報告書，為詳盡的鑽探數據與分析報告。
- (三)原始地質資料：前二類資料中，針對自然事實而進行記錄、實驗的第一手資訊，例如影像、照片、鑽探岩心、標本、物理化學性質參數等資料。惟本類資料並非主動提供，而是經濟部（或本中心）有需求時，於6個月內通知提供。

其次，為輔助法規面之定義，由實際執行面的觀點來看，地質資料通常用於土地利用計畫、土地開發審查、災害防治、環境保育及資源開發等領域，故除了上開地質法歸納之定義外，為協助目的事業主管機關依地質法第17條第2項規定彙報土地開發行為相關地質資料時，更加了解地質法就國土地質資料之蒐集重點，已針對現行區域計畫法、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，訂有土地開發申請時應送審之書圖文件或報告中，對比後列出涉及「地質資料」範疇之章節（請參閱附表），作為各界依法提供地質資料或公務介接資料項目之參考指引，以落實地質法相關業務之推行，並確保全國資料蒐集標準的統一。

在確立了資料蒐集的範疇後，下一章將進一步闡述本中心如何優化其繳交與管理的作業流程。

三、「地質資料蒐集管理辦法」研修內容與作業流程優化

法規配套及作業流程的與時俱進，是現代政府治理效能的核心體現。為有效提升地質資料提報的便利性與後端管理效能，本中心近年持續檢討「地質資料蒐集管理辦法」，並針對實務瓶頸進行了修正規劃，未來將納入法規修正作業參考，前開規劃內容簡述如下：

(一)資料提交方式電子化

為配合無紙化政策、資料數位化趨勢及增進資料提交效率，同時提升資料綜整效率與準確性，以更有效管理國土地質資料，規劃刪除以「紙本」提交書圖文件的規定，並保留既有以電子檔提交之規定，以符合實務執行需求。而電子檔提交方式則維持運行多年的「地質資料蒐集填報系統」及「工程地質探勘資料庫」之線上填報，使其成為唯一且高效的提交管道。提報人完成線上資料填寫與檔案上傳後，系統將發出自動化的電子郵件確認，本中心人員隨即進行檔案完整度查核，並於確認無誤後，系統將再次發出最終確認郵件，並提供可供列印的提交證明單，為每筆提交案件建立透明且可稽核的紀錄。

(二)資料提交流程簡化

針對工程地質探勘資料庫電子檔之提交流程，係依中央主管機關建立之認證制度所認證合格的人員，進行資料建置及上傳提交，其中該資料係指地質鑽探資料或鑽探報告書，而非地質法第10條規定應簽證之基地地質調查及地質安全評估；另認證合格可提交資料之人員亦非均為具備簽證資格之技師身份，且



提交資料與產製報告屬不同工作性質。綜上簡政便民之考量，資料建置後應無再行簽證之必要，故規劃刪除重複簽證之規定。

(三)管理機制彈性化

為尊重資料所有人之權益並鼓勵其提供珍貴的原始地質資料，有關原始地質資料之鑽探岩心或標本經通知及繳交後，除原本貯存於適當場所之外，考量資料所有人如有取回岩心或標本之需求，則檢還資料所有人。另為落實地質法「建立國土基本地質資訊」之目的，經蒐集之鑽探岩心或標本將配合資料所有人同意使用之範圍，透過科學方式取得地質資訊，有效增補全國地質資料庫資訊，以利人民申請並取得更完整之國土資訊。

(四)整體資料蒐集管理制度明確化

針對符合地質法第 17 條第 1 項及第 2 項規定之地質資料，依法規規定主要分為主動提供（或彙報）之地質資料，與被動受通知提供之原始地質資料兩大類型。考量不同類型之資料形式、蒐集取得管道與管理方式皆有所差異，並將原始地質資料之蒐集與管理架構明確化，故規劃研擬「經濟部地質調查及礦業管理中心地質資料蒐集管理作業流程」草案，提供未來本中心執行蒐集與管理地質資料作業之依循。

此外，為確保地質調查資料於提供及蒐集時電腦檔案之一致性、有效掌握地質調查資訊、提高資料彙整及分類效率，亦規劃研擬「地質調查資料提供及蒐集格式作業規範」草案，內容包含部分法規用詞定義、電子檔格式規範、不同形式書件於提交前之處理方式等，以

利未來提供各界參照。

四、地質法裁罰基準與配套流程標準化

地質法第 20、21 條訂有拒絕、規避或妨礙地質調查或地質災害鑑定及逾期未提交地質資料之罰則，惟實際執行裁罰時仍須考量配套細節。為落實地質法針對地質資料進行蒐集之規範，建立明確、一致的裁罰基準與標準化作業流程，是不可或缺的一環。完備的執法配套不僅是依法行政與程序正義的具體展現，更是督促義務人履行其法律責任、保障國家資料庫完整性的堅實後盾。

為此，本中心研析討論並經法律專業諮詢後，已於 114 年 10 月 3 日訂定「經濟部辦理違反地質法第二十條及第二十一條規定事件裁罰基準」，針對已受通知限期提供地質資料且未提供者，祭出裁罰時確定罰鍰金額之憑判依據；同時，為配合實際執行裁罰時所依循之配套，已同步於本中心全球資訊網站（地質法專區）登載「經濟部地質調查及礦業管理中心通知限期提供地質資料及裁罰作業流程」，以建構完善的行政執法細節。

本中心在執行裁罰時，將依循前開嚴謹的內部作業流程，以保障程序正義。其中，於違反規定而啟動正式裁罰程序前，必定會先執行「通知限期提供地質資料」的提醒程序，給予義務人改善與補正的機會。若逾期仍未履行義務，本中心將依據前述裁罰基準及作業流程執行裁罰，確保每個執法環節皆於法有據。然而，除了法規的強制力，本中心更重視與實務界的溝通，下一章將闡述本中心如何回應外界意見以持續精進。



五、實務意見回饋機制與精進規劃

為順利推行地質法業務與政策，本中心每年透過舉辦地質法實務研習班、地質敏感區與土地開發實務講習會，與涉及地質法相關業務人員進行定期交流意見與法規宣導，參與對象包含全國執行地質法業務之六大技師公會、技師從業人員，以及中央、地方各目的事業主管機關辦理地質法、土地開發審查、環境保育、災害防治等業務人員，加強地質敏感區與土地開發

審查相關法規及調查實務之經驗交流，透過交流學習提升各自執行地質法相關業務之成效，多數問卷意見調查結果多獲肯定及支持定期舉辦。此外，為瞭解地方政府辦理地質法相關業務之情形與問題，本中心近年皆持續拜訪地方政府與宣導地質法相關規定。

有關近年前開各界針對地質法執行實務面反映之意見，以及本中心精進內容，重點彙列如下：

項次	實務意見	精進作為或規劃
1	建議將地質法第 9 條規定的「現有資料檢核」方式明確納入子法修正，並強調檢核的重點在於地質資料的檢視與查核，評估既有資料是否足以評估地質安全；而檢核結果的實務內容應明確定義，以避免審查爭議。	相關意見經檢討後已納入「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」之修正內容，並於 113 年修正公告。其中針對子法第 2、4 條皆有針對現有資料檢核方式、內容、條件加以規範。
2	建議作業準則第 14、18 條的圖說應附彩色岩心照片。	作業準則第 14 條已修訂強調地質鑽探岩心照片及探溝開挖面照片應為彩色，以利專家審查判讀的正確性。
3	建議評估法規用詞如與其他機關訂定法規具有相同意義，例如「邊坡穩定」皆指坡面的穩定性，宜修訂為與其他法規一致的用詞，以免衍生民眾混淆及誤解。	考量環境部訂定之「開發行為環境影響評估作業準則」與農業部公告之「水土保持技術規範」，對於坡面的穩定性均採「邊坡穩定」，為統一用語，爰將子法第 17、19 條「坡地穩定」修正為「邊坡穩定」。
4	為配合作業準則修正過程新增「現有資料檢核」內容，建議考量針對規模量體較小、面積較小、較為單純之案件，研擬資料檢核之配套文件，以強化執行調查評估相關規定之關聯性與完整性，同時達簡政便民效益；此外，現有資料檢核申報書之設計，建議參考其他法規具有簡易申報型式文件，以重點呈現地質條件，減少現調作業項目負擔，同時維持承辦技師需現場勘查，以確認地形地貌有無符合所蒐集之地質文獻情況，避免引用資料過時或引用資料不符合實際地形地貌狀況。	經檢討並參考近年蒐集之各方執行意見，修訂既有「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊」，新增「現地調查」與「現有資料檢核」二方法之相關章節，以及資料檢核申報書、自主檢核表、應備檢核項目地質資料表等配套文件，並於 113 年 11 月完成官網登載及周知事宜，提供以現有資料檢核方式辦理基地地質調查並評估地質安全者，得參考手冊相關文件辦理。
5	經蒐集技師分享撰寫與審查報告之經驗，因地下水補注地質敏感區之補償措施技術規範無明確規範，故建議增加對應於「建築基地	已參考技師意見，於「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊」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章節中，



項次	實務意見	精進作為或規劃
	保水設計技術規範」中有關「透水鋪面」設計、「滲透排水管」等補償措施之技術規範。	增補適當補償措施(如:綠地、被覆地、草溝、透水鋪面、貯集滲透空地、景觀貯集滲透水池、滲透排水管或砂樁等設計方式)，以利雨水補注與減緩基地開發對地下水的影響；並於 113 年 1 月完成官網登載及周知事宜。
6	建議未來講習或座談相關會議之辦理對象，除了中央與地方政府涉及地質法業務人員外，可邀集在地技師公會，以提升法規宣導效果及專業技能交流。	考量與涉及地質法業務人員之定期交流意見與法規宣導，除了疫情期間外，本中心歷年多有對外舉辦地質法實務研習班及講習會，其中講習會之邀請對象亦擴大至全國執行地質法業務之六大技師公會，意見調查結果多獲肯定及支持定期續辦。
7	考量地方政府依法配合執行地質敏感區範圍查詢業務，建議於前開會議中多加分享臺北市、新北市既有系統可查詢地質敏感區之簡政便民作為，供其他地方政府借鏡，提升地方主管機關判釋能力，可減少公部門函轉查詢公文之情形，亦增加民眾便利性。	為提升地方政府處理地質敏感區範圍查詢業務，本中心近年陸續安排拜訪地方政府，除了臺北市、新北市之標竿案例外，臺中市、桃園市亦就既有系統加入地質敏感區查詢功能及查詢結果，提升查詢案件處理效率。
8	有關「基地地質調查及地質安全評估」審查過程較常見之不符態樣，例如區域地質調查及細部調查地質圖比例不符、活動斷層地質敏感區調查辦理之鑽探未全程取樣等，建議於辦理或審查時多留意；區域調查階段，在極端氣候與異常降雨下，蝕溝、野溪、河溝、凹谷常變成坡地災害的敏感弱區，建議應予現場勘查及明確標示；岩性判釋及岩心柱狀圖是最基礎之調查資料，而常見問題為岩性判釋或分層過於籠統。如砂岩中的砂頁岩薄互層、泥岩夾層、層間剪磨現象等，可能為潛在滑動面，故建議明確指出，避免後續設計錯失重要訊息。	針對地質敏感區基地地質調查及地質安全評估之辦理及審查作業，未來將評估應注意細節、錯誤態樣及建議事項等實務意見，研擬指引手冊並周知，以協助相關人員執行業務時更臻完善。完整蒐集。
9	建議目的事業主管機關、審查單位、計畫或執照審定機關，可留意報告中的承諾與建議事項，未來是否可能列為追蹤執行情形。例如開挖臨時擋土支撐有無設計並施工、基樁地錨長度有無達建議深度、地下水補注地質敏感區中的回饋補注對策有無執行等。	相關意見本中心將納入每年例行與政府單位訪談及研習等相關會議之提綱內容，同時評估精進之可行性。
10	手冊表 1-6「資料檢核申報書自主檢核表」，要求土地登記謄本、地籍圖謄本、地質敏感區查詢結果需為 3 個月內有效，但地質調查與後續冗長的審查流程經常超過此期限，可能造成業者需反覆申請文件之困擾。	有關現行手冊之現有資料檢核章節中，對於檢附一定期限內之基本資料的建議，係期望後續審查的資料為最新版本，以減少因舊資料而衍生誤判之案件。本中心將透過蒐整其他機關主管開發行為之申請文件，檢視有關申辦資料期限之規定或建議，以研議現行手冊之建議是否應修正。
11	於狹長線型範圍、長度甚遠的路廊開發案件中，難以依手冊要求（如第 1.4 節「現有資料	針對實務上難以取得現地照片的特殊基地範圍案件，將於手冊之現有資料檢核章節的建議辦



項次	實務意見	精進作為或規劃
	檢核進行方法」、表 1-6「資料檢核申報書自主檢核表」) 拍攝到能綜觀基地全區的照片，且常位於偏遠林地，亦難以拍攝到精確的地質敏感區邊緣現地照片。	理方式中，研議得以其他彈性方式取代，例如採用無人機影像、高精度測繪圖資標示等替代方案。
12	部分地方政府反映，因承辦人力及量能較少之緣故，可能在開發計畫審查通過或建造執照核發後，無法完全落實地質法第 17 條規定，將與土地開發行為有關之地質資料，提供或彙報至地質資料蒐集填報系統或工程地質探勘資料庫。對此，是否能提供相關協助或建議？	為瞭解地方政府辦理地質法相關業務之情形與問題，本中心近年皆持續拜訪地方政府與宣導地質法相關規定。其中，經訪查交流後，高雄市政府已配合地質法第 17 條第 2 項彙報地質資料之規定，要求建築物開工前，起造人應於建照核准後 1 個月內，將地質相關書圖文件提交至本中心規定之系統，以減少該府承辦人員工作量。此後，本中心執行訪查時亦分享前開案例供其他地方政府參考效仿，確保應提交地質資料之案件均能依法彙報。

六、總結與未來展望

地質資訊治理是一項永續工程，展望未來，本中心的願景是持續深化全國地質資料的整合與多樣化加值應用，致力於將地質資料庫從傳統的靜態檔案典藏，轉型升級為能夠主動支援國土規劃、防災應變、

資源開發及學術創新的動態智慧核心。同時，將持續與產、官、學、研各界夥伴深化合作，透過數據驅動的決策支援系統，為臺灣土地的永續發展與國家韌性貢獻最堅實的地質專業力量。

附表-地質法所稱相關法令須送審文件符合地質資料規定章節綜整表

地質法第 11 條第 1 項所稱「相關法令」	須送審之書圖文件	符合地質法第 17 條所稱「地質資料」規定相關章節			
一、環境影響評估法	(一) 環境影響說明書	開發行為之名稱及開發場所	開發場所		
			環境敏感地區調查		
			環境敏感地區之法規限制及對策		
		開發行為可能影響範圍之各種相關計畫及環境現況	物化環境現況	地形地質	
				水文水質	
				土壤	
		預測開發行為可能引起之環境影響	物化環境	地形地質	
				水文水質	
				土壤	
		環境保護對策及替代方案	環境保護對策	施工前	
施工期間					
營運期間					
	環境管理計畫	施工前環境監測			



地質法第11條第1項所稱「相關法令」	須送審之書圖文件	符合地質法第17條所稱「地質資料」規定相關章節				
				施工期間環境監測		
				營運期間環境監測		
				替代方案		
				防災計畫	施工階段 營運階段	
	(二) 環境影響報告書	預防及減輕開發行為對環境不良影響對策摘要表				
		開發行為之名稱及開發場所				
		環境現況、開發行為可能影響之主要及次要範圍及各種相關計畫	物化環境	水文及水質		
				地形、地質及地震		
				土壤化性		
		環境影響預測、分析及評定	物化環境	水文及水質		
				地形、地質及地震		
				土壤化性		
		減輕或避免不利環境影響之對策	施工階段			
			營運階段			
		替代方案	環保措施替代方案			
		總合環境管理計畫	環境監測計畫			
			環境管理計畫	施工期間		
營運期間						
預防及減輕開發行為對環境不良影響對策摘要表						
附 錄		地質鑽探及試驗分析成果報告				
		排水分析與分級試水試驗評估				
二、區域計畫法、都市計畫法 (國土功能分區圖公告前適用)	涉及使用變更計畫之開發計畫書圖文件	開發內容分析		計畫位置及範圍		
		基地環境資料分析	地形			
			水文			
			地質			
			氣候變遷衝擊評估			
			土地適宜性分析			
		實質發展計畫	防災計畫			
		平地之整地排水計畫	排水系統計畫			
平地之整地計畫						
三、水土保持法	水土保持計畫	計畫範圍				
		基本資料	水文	降雨頻率與降雨強度分析		
				開發前、中、後逕流係數之估測		
				利用地下水或湧水地區		
				環境水係及集水分區		
			地形	現況地形		
				坡度及坡向		
				地質	環境地質	
					基地地質	
			工程地質評估			
			簡化土層力學參數			
			地下水位概況			
			土壤			
			土壤流失量估算(含開發前、中、後之土砂生產量)			
			土地利用現況調查			
		水土保持設施	排水設施	排水設施配置		
				排水系統水理分析		



地質法第11條第1項所稱「相關法令」	須送審之書圖文件	符合地質法第17條所稱「地質資料」規定相關章節	
四、 建築法		開發期間之防災措施	邊坡穩定設施
			施工前之臨時排水及攔砂設施
			防災設施構造物 相關防災措施
	(一) 地基調查報告 (參考建築物基礎構造設計規範)	紀實	調查點之位置、高程及地層柱狀圖
			區域地質及基地地層工程特性分析
			地下水位與水壓
			現地試驗及探測結果
			取得樣品及室內試驗結果
		分析	地層剖面圖、地層分類及描述
			區域性潛在地質不利因素概述
			簡化之地質剖面及承載層
			建議之地層大地工程參數
			擋土開挖穩定性分析
	(二) 申請山坡地雜項執照書圖文件	工程地質書圖	地震時基地地層液化潛能評估及其影響
			邊坡之穩定性及穩定工法建議
			地質說明書
			區域地質圖
			基地岩性地質圖
			基地工程地質圖與剖面圖
			環境敏感地質圖
五、 國土計畫法、都市計畫法 (區域計畫法停止適用後)	涉及使用之計畫書圖文件	使用內容分析	計畫位置及範圍
		使用計畫範圍環境資料分析	地形
			水文
			地質
			氣候變遷衝擊評估
			土地適宜性分析
		實質發展計畫	防、救災計畫
		整地排水工程	排水系統計畫 整地計畫

備註:

- 1.本表案件如依規定應辦理「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估」及「地質鑽探相關報告」等文件，則該文件亦屬地質資料範疇。
- 2.本表書圖文件包含既有與地質資料相對應之位置或範圍等相關基本資料，以配合地質資料管理之基本需求。



山崩與地滑地質敏感區基地地質調查及地質安全評估審查實務

Practical Review of Site Geological Investigation and Geological Safety Assessment for Landslide and Landslip Geologically Sensitive Areas

曾何騰

Ho-Teng Tseng

高雄市應用地質技師公會，理事長

Kaohsiung Association of Applied Geologists, President

摘 要

隨著山崩與地滑地質敏感區陸續完成公告，基地地質調查及地質安全評估已成為坡地開發與水土保持計畫中不可或缺之審查項目。地質安全評估之成果，除作為開發適宜性判斷依據外，亦直接影響後續水土保持措施及工程配置之合理性，因此其調查內容與評估結論的完整性，對審查實務具有關鍵意義。

本文依據現行《地質法》及相關作業準則與技術手冊規範，結合近年山崩與地滑地質敏感區案件之實務經驗，整理基地地質調查與地質安全評估在審查作業中應關注之重點事項。內容涵蓋區域調查與細部調查之功能定位、地質模型建構原則、山崩與地滑潛勢判斷方式，以及開發行為對邊坡穩定性影響之評估重點，並說明審查時常見之技術關鍵與判斷原則。

透過審查實務角度的整理，本文期能協助審查人員、規劃設計單位及地質專業人員對地質安全評估內容建立共同理解，使基地地質調查與地質安全評估成果得以有效支撐水土保持與坡地工程之規劃與審查。

關鍵字：山崩與地滑地質敏感區、基地地質調查、地質安全評估、審查實務、水土保持



Abstract

As landslide and landslip geologically sensitive areas have been progressively designated, site geological investigation and geological safety assessment have become essential components in the review of hillside development and soil and water conservation projects. The outcomes of geological safety assessments not only serve as a basis for evaluating development suitability but also directly influence the rational planning of subsequent soil and water conservation measures and engineering layouts. Therefore, the completeness and technical soundness of investigation data and assessment conclusions are of critical importance in review practice.

Based on the current Geological Act and relevant operational guidelines and technical manuals, this study synthesizes recent practical experience in the review of projects located within landslide and landslip geologically sensitive areas. The key focus is placed on practical considerations in site geological investigation and geological safety assessment, including the functional roles of regional and detailed investigations, principles for establishing geological models, approaches to assessing landslide susceptibility, and evaluation of the impacts of development activities on slope stability. Key technical aspects and judgment criteria commonly emphasized during review processes are also discussed.

By organizing these review-oriented practical considerations, this paper aims to facilitate a shared understanding among review authorities, planning and design teams, and geological professionals, thereby enabling site geological investigation and geological safety assessment results to effectively support soil and water conservation planning and hillside engineering decision-making.

Key Word : Landslide and landslip Geologically Sensitive Areas; Site Geological Investigation; Geological Safety Assessment; Review Practice; Soil and Water Conservation



一、前言

台灣地形以山地與丘陵為主，坡地災害長期為國土利用與工程安全的重要風險來源。為健全地質調查制度與落實地質災害管理，《地質法》^[1]於 99 年 12 月 8 日制定公布並訂 100 年 12 月 1 日起施行，並明定具有發生地質災害之虞之地區，得公告為地質敏感區。其中，「山崩與地滑地質敏感區」為實務上與開發行為關聯最為密切之類型。

依《地質法》第八條規定，開發基地位於地質敏感區者，應於申請土地開發前完成基地地質調查及地質安全評估（以下簡稱地質調查及安全評估），其成果並依第十一條規定，併由其他相關法令之審查機制一併審查。此一制度設計，強調地質資訊須及早納入決策，避免單純於設計或施工階段被動因應。

然而，制度實施多年後，實務上仍存在不同審查階段重複要求、審查標準不一致、對「納參」內涵理解不同等問題，特別是在水土保持計畫與建築、土地開發審查交會之案件中尤為明顯。因此，有必要重新回到制度原意，並從實務操作角度檢視基地地質調查與地質安全評估之核心精神。

二、制度與法規基礎

1. 山崩與地滑地質敏感區劃設依據

山崩與地滑地質敏感區之劃設乃依據「地質敏感區劃定變更及廢止辦法」^[2]第六條：「曾經發生土石崩塌或有山崩或地滑發生條件之地區，及其周圍受山崩或地滑影響範圍，並經中央主管機關劃定者為山崩與地滑地質敏感區」。故其地質敏感區劃設之範圍應

為「曾經發生土石崩塌之地區」、「山崩與地滑發生條件之地區」及「周圍受山崩與地滑影響範圍」。其中「曾經發生土石崩塌之地區」、及「周圍受山崩與地滑影響範圍」兩類乃根據山崩目錄（採用航遙測影像或數值地形判釋圈繪）及順向坡目錄（採用數值地形參考岩層位態進行分析圈繪）劃設。而「山崩與地滑發生條件之地區」之類型應為順向坡目錄、山崩高潛勢範圍（專家法）及山崩高潛感值（統計法）為劃設方法。然劃設過程中，經地質敏感區審議會第 9 次會議決議內文（103 年 3 月 27 日經地字第 10302604810 號）：

『...為避免公告後之爭議，經委員討論同意，劃設範圍修正為「曾發生山崩位置」、「順向坡」及其影響範圍等...』，現階段（第一階段）劃設以「曾發生山崩位置」、「順向坡」及其影響範圍為範圍（劃設原則及流程如圖 1 所示），即劃設審議委員決議於第一階段之劃設採「曾發生山崩位置」、「順向坡」及其影響範圍為劃設原則。統計至 115 年 1 月 30 日止，地礦中心已完成公告本島 19 直轄市、縣、市之山崩與地滑地質敏感區，並持續更新。

2. 審查作業法規基礎

山崩與地滑地質敏感區之地質調查及安全評估乃依據「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」（以下簡稱作業準則）^[3]中第一條~第五條及第十六條~第十九條條文與「地質敏感區之基地地質調查及地質安全評估手冊 山崩與地滑部分」（以下簡稱評估手冊-山崩與地滑部分）^[4]之內容辦理。

基地地質調查原則應以現地調查方法為之。但如開發基地與山崩與地滑地質敏感區重疊部分，維持原地形地貌且不開發者，



經確認既存地質資料及現場實地查核足以評估地質安全者，得以現有資料檢核方法為之。

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。基地地質安全評估則包含兩部分，第一部分為評估與基地及相鄰地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與基地重疊之地質敏感區穩定性之影響，亦即細部調查範圍之安全評估。

調查及評估的目的，在於瞭解坡地災

害發生之可能性及影響範圍並研擬對策以降低坡地災害造成之風險。坡地災害主要類型為落石、岩屑崩滑與岩體滑動(如表1整理)。故於區域調查需瞭解環境狀況(土地使用、植生、降雨、水系與蝕溝及坡地災害歷史)及地質特性(地形、地層、地質構造、順向坡特性、山崩與地滑徵兆及不穩定土體及岩體之分布與特性)等，並提供細部調查計畫研擬之參考基準。而於細部調查需瞭解工程地質特性(坡向坡度、不連續面、地質弱面特性、土壤岩石工程特性、地下水位、地表滲水積水窪地分布、地表物變形即位移現象)及地下地質特性(未固結地質材料分布及厚度、岩層特性及延展、鑽探岩心不連續面之特性)等內容，整體工作流程如圖2所示。

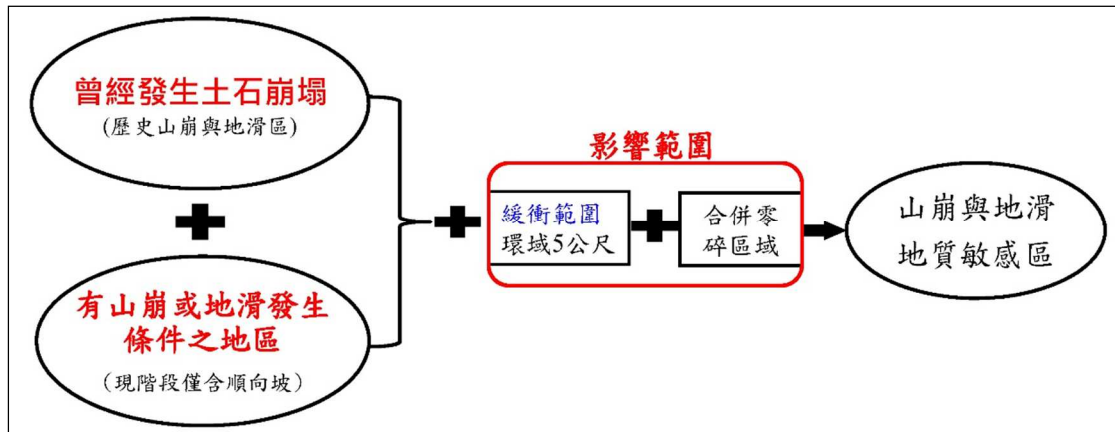


圖1 山崩與地滑地質敏感區劃定原則及流程圖[5]



表 1 山崩之類別[4]

	落石	岩體滑動	岩屑崩滑
定義	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(圖 5-8)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，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。

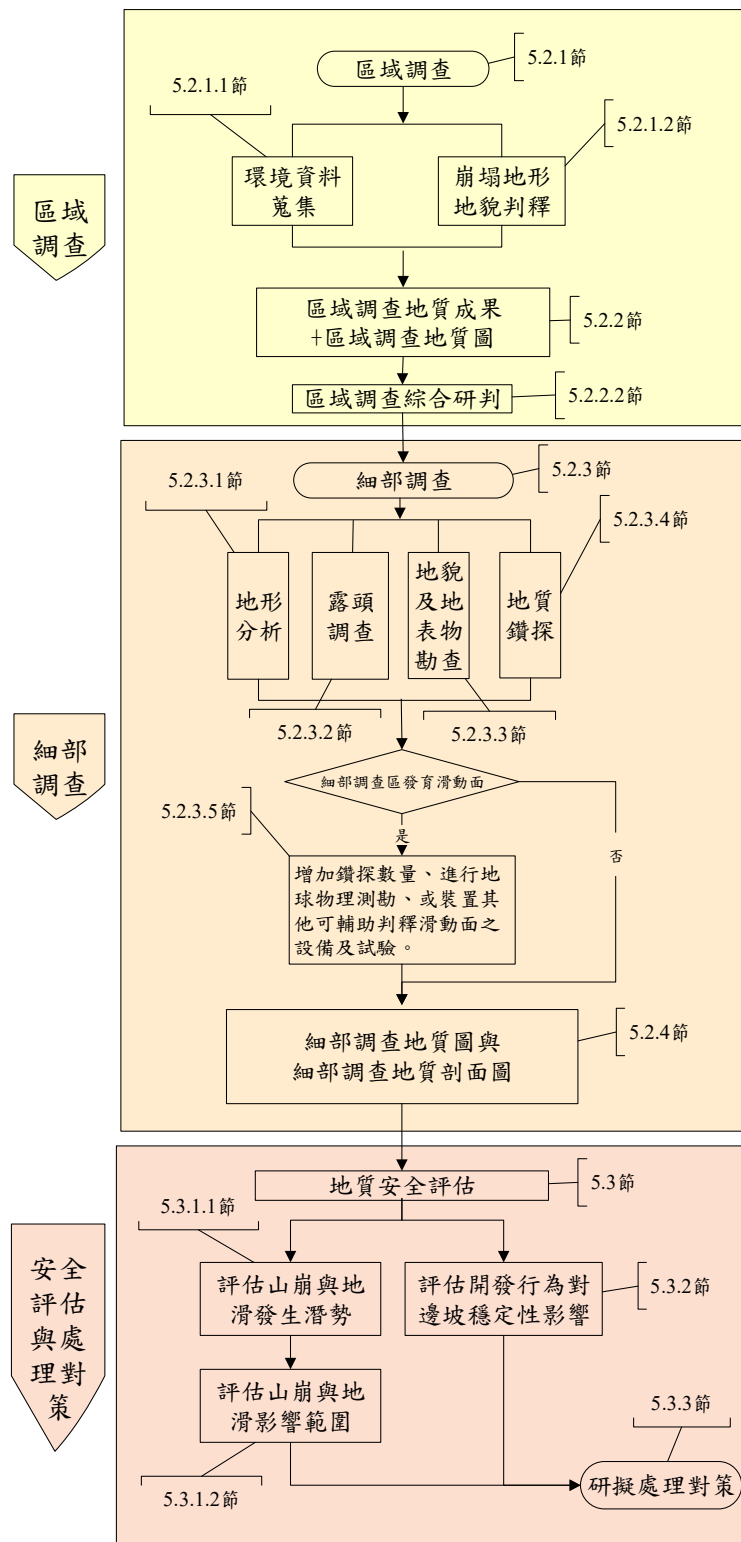


圖 2 現地調查及地質安全評估作業流程圖[4]



三、 基地地質調查之實務重點

1. 區域調查：掌握整體坡地環境

區域調查目的在於瞭解基地及其相鄰山崩與地滑地質敏感區之整體環境與地質特性，其重點包括：

- (1). 環境資料蒐集項目包括：坡地災害歷史、地形、順向坡、地層分布、地質構造、植生狀況、水系與蝕溝分布及降雨紀錄分析地質構造對地下水流動與賦存的影響。
- (2). 崩塌地形地貌判釋項目包括：崩塌特徵地形、植生狀況、山崩與地滑徵兆及不穩定土體或岩體順向坡、蝕溝與水系分布。

區域調查成果須以地質圖方式呈現，標示地形、水系或蝕溝、順向坡、歷史山崩、遙測影像判釋成果(山崩與地滑徵兆、不穩定土體或岩體)、現地調查照片位置、地層、地質構造、坡地環境地質、基地與其所在地質敏感區範圍、細部調查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。比例尺不得小於 1/50,000，說明崩塌類型及影響坡地穩定之因子綜合研判結果，以提供細部調查規劃之重點內容。

2. 細部調查：建立工程地質模型

當基地與地質敏感區發生重疊，或經區域調查判斷有潛在不穩定疑慮時，即須進行細部調查。其重點項目在於：地形分析、露頭調查、地貌及構造物勘查及地質鑽探，如有滑動面發育，視需要輔以地球物理測勘方式，以調查滑動面之形貌。

其中地質鑽探部分，係為調查重點項目。配置原則與鑽探數量：

- (1). 地質鑽探：依地質剖面需求，合理配

置鑽孔位置及數量，經專業技師研判之可能滑動面再加深至少五公尺，觀察並記錄提取之岩心，岩心柱狀圖比例尺不得小於 1/100，供岩層對比及地質構造解釋。

- (2). 配置原則：能研判地下地質，並可符合相關法規。地質剖面圖之規劃應包含基地及可能影響基地之相鄰地區，並以通過細部調查區為原則。
- (3). 鑽探數量：面積 0.1 公頃以下者，至少鑽探 2 鑽孔。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。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。

細部調查成果須建立地質剖面與工程地質模型，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。需標示等高線、水系與蝕溝、岩性組合、地質構造、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(深度)、剖面線位置、地球物理測勘配置及註明坐標系統。

地質剖面圖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，並於圖中標註剖面線方位、岩層位態及視傾角。

綜整細部調查成果，包括細部調查地質圖與地質剖面圖、既有擋土或排水設施狀況、土壤與岩石之工程特性、地下水水位或水壓或地球物理探勘成果等，提出山崩與地



滑地質敏感區及基地之地質模型說明。若研判已有或有潛在滑動面發育，則應說明所評估之可能的滑動面深度、範圍及概估之滑動塊體體積，並進一步提出山崩潛勢評估工作規劃，例如建議於完鑽後埋設適當之監測儀器如測傾管等。審查者應檢視是否依據各項證據或學理依據提出完整之山崩與地滑地質模型。

四、地質安全評估之核心內容

1. 山崩與地滑發生潛勢評估

根據現地調查成果釐清山崩與地滑地質敏感區之類型與機制，以利評估山崩潛勢及其對基地之影響。

山崩與地滑地質敏感區已發生過坡地災害者，應基於現地調查成果，說明目前坡面上崩積物狀態、植生復育情形、裸露坡面受風化侵蝕狀況及坡面整治狀況，以評估再崩之可能性。若已發生 1 次以上崩塌，應說明歷次崩塌範圍變化情形，以瞭解是否有擴大發展的趨勢。

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。

2. 開發行為對邊坡穩定性之影響

評估細部調查範圍開發行為對基地及相鄰山崩與地滑地質敏感區邊坡之穩定性影響。

開發行為之說明不需詳細到設計參數或設計工法的程度，可為定性之開發行為描述，主要為開發整地與加載荷重。說明開發行為與現況(或開發前)之差異程度與範圍，例如地形坡度改變、不穩定土層與岩體間之關係變化等

3. 研擬處理對策

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。處理對策可依現地調查成果加強說明細部調查區之不穩定地質條件及所在位置，以提供後續地工處理或設計之方向。

五、結論

山崩與地滑地質敏感區基地地質調查及地質安全評估，已成為坡地開發中不可或缺的专业基礎工作。其審查重點不只有在於形式是否齊備，更在於調查成果是否足以說明基地及其周邊坡地之地質條件、災害潛勢與可能影響，並提供後續水土保持與工程規劃可依循之風險資訊。

1. 基地地質調查之重點在於建立合理地質模型

無論為區域調查或細部調查，其核心目的皆在於整合地形、地質構造、地下水與歷史災害資料，形成一致的工程地質解釋。審查時，應著重於調查內容是否能支持所提出的地質模型，而非僅檢核調查項目是否逐項列示。

2. 區域調查與細部調查各有發揮重點

區域調查重在掌握坡地環境與災害背景，細部調查則著重於基地與地質敏感區重疊範圍之工程地質特性。審查時，應檢視兩者是否相互銜接，並共同支撐後續潛勢判斷與影響分析。

3. 山崩與地滑潛勢評估，應以現地證據與合理推論為基礎

潛勢判斷應綜合現地調查成果、地形地貌特徵、地下水條件及歷史災害紀錄，合



理推估可能的災害類型與影響範圍。審查實務上，應重視推論邏輯是否完整清楚，而非單純比較結果是否偏保守。

4. 開發行為影響分析，應聚焦於開發前後條件差異

對於整地、加載等開發行為，其評估重點在於是否改變既有坡地穩定條件，影響不穩定土層或岩體之力學關係。審查時，應檢視開發行為描述是否足以支持其影響判斷，而不宜要求進入詳細設計層級。

5. 地質安全評估成果，應能直接支撐水土保持與工程配置決策

良好的地質安全評估，應清楚指出需避讓區位、不利開發條件及後續設計需注意事項，使其成果可被有效納入水土保持計畫與工程規劃，而非僅作為形式性文件。

參考資料：

1. 「地質法」，中華民國 99 年 12 月 8 日總統華總一義字第 09900331501 號令制定公布全文 22 條；本法施行日期中華民國 100 年 11 月 17 日行政院院臺經字第 1000056389 號令發布自 100 年 12 月 1 日施行。
2. 「地質敏感區劃定變更及廢止辦法」，中華民國 105 年 4 月 27 日經濟部經地字第 10504601890 號令訂定發佈。
3. 「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」，中華民國 113 年 1 月 9 日經濟部經地字第 11259050200 號令修正發布。
4. 「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊」山崩與地滑部分地質調查所，2024。
5. 地質敏感區與土地開發實務講習會-山崩與地滑地質敏感區基地地質調查及地質安全評估審查實務，曾何騰（2025）。



地質鑽探調查實務與資訊應用建議

Practical Guide to Geological Drilling Investigation and Information Application

游威耀
Wei-Yao Yu

新北市應用地質技師公會，理事長
New Taipei City Association of Applied Geologists, President

摘 要

本文探討地質鑽探在工程全生命週期（規劃、設計、施工至營運）中的關鍵角色，核心內容包含實務技術、施工品管與數位轉型三大面向。在實務技術方面，報告區分了油壓式、穿揚式與鑽堡式鑽機的適用情境。在施工與品管部分，詳述了從定點放樣、鑽掘取樣到監測的標準化流程，並強調高取心率與岩石品質指標（RQD）在品質控管中的核心地位，以確保地質資料的真實性與可靠性。在數位轉型與 AI 應用方面，介紹了地質調查與 IOT 監測、3D 地質建模（如 Leapfrog 軟體）的整合應用，並特別展示了利用 AI 工具（如 ChatGPT 或 Gemini）進行岩芯影像判釋的具體實例，透過 AI 辨識岩石特徵（如頁岩、板岩），證明了 AI 能顯著提升地質調查的效率與準確性，為未來地質工程的數位化發展提供了明確建議。

關鍵字：鑽探、基地地質調查



Abstract

The report provides an exploration of the critical role of geological drilling throughout the entire engineering lifecycle, encompassing planning, design, construction, and operation. Key highlights include practical techniques, where the report evaluates different drilling rigs. Regarding construction and quality control (QA/QC), it outlines standardized procedures from site layout and sampling to monitoring, highlighting crucial quality indicators such as Core Recovery and Rock Quality Designation (RQD) as essential for data reliability. Furthermore, the report explores digital transformation and AI integration, detailing the synergy between geological surveys, IoT monitoring, and 3D geological modeling (Leapfrog). A significant focus is placed on the application of AI tools (such as ChatGPT or Gemini) for rock core image interpretation, demonstrating how AI can identify lithological features (e.g., Shale vs. Slate), thereby significantly enhancing both the efficiency and accuracy of modern geological investigations and providing clear recommendations for the industry's digital evolution.

Key Word : Geological Drilling; Site Geological Investigation;



一、前言

地質鑽探並非僅是施工前的單一動作，而是貫穿整個工程生命週期(圖 1)的核心工作。從工程的「概念形成」、「可行性研究與規劃設計」、「施工建設」，到最後的「營運維修」甚至「除役拆除」，鑽探與後續的監測數據始終扮演著指引安全的角色。

在規劃設計階段，鑽探的主要目的是了解基地地層、岩性、構造及地下水位；進入施工與營運期後，重點則轉向補充地質調查，並透過鑽孔埋設觀測儀器，持續監測基地或是邊坡傾斜位移與水位變化，以預防地質災害。

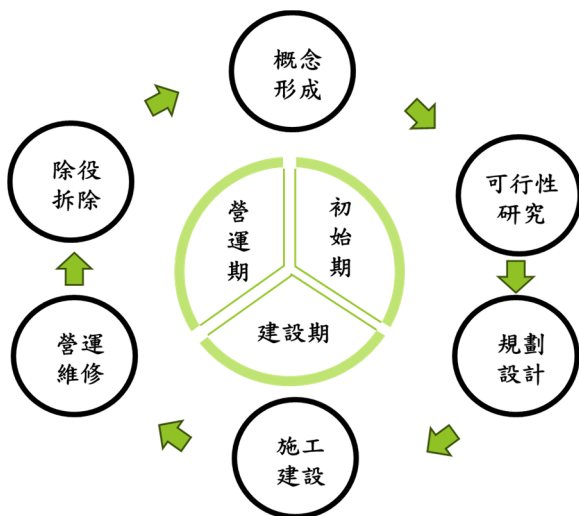


圖 1 工程週期流程圖

二、地質鑽探調查實務

1. 應用範疇與調查目的

地質鑽探廣泛應用於大樓基礎、邊坡工程、隧道探勘及水上鑽探等工程項目。其核心目的有二：一是透過鑽機與採樣器取得土樣或岩芯，研究地下地質特徵並進行力學試

驗；二是利用鑽孔埋設儀器進行各項觀測或試驗以及進行其他地質改良工程如岩栓、地錨、灌漿、基樁埋設及排水等工作。

2. 鑽機種類與環境適應性

選擇鑽機需考慮地形條件與取樣需求：

- 油壓式鑽機：取芯品質最穩定，且能進行全取樣，適合平地或道路可通達的山坡。
- 穿揚式鑽機：優點在於機動性強，因其機組輕便，方便人力搬運，適合道路不通的山坡地，但取芯品質與效率次之。
- 鑽堡式鑽機：雖然效率最快，但無法進行全取樣，通常用於單一地層。僅限大型車輛可到達之處方可使用。

另外，因鑽機需要水做鑽探時潤滑之用，故現場是否能提供足夠水源甚為重要。

3. 佈孔原則和規劃鑽探深度

三點一線的佈孔方式是最基本，這樣後續才能依據鑽探結果繪製地層剖面圖。平面基地上，技師佈孔需考慮建物預計位置，這樣較能取得建物基礎地下地層資訊。若在山坡上，佈孔方向盡量以平行坡向為佳。

鑽孔深度則考慮：平地一般需達到建築物基礎壓力顯著影響深度以下（例如基礎深度的 1.5 至 2 倍）；山坡地盡量進入穩定岩盤，通常需鑽穿表土層、崩積層或風化嚴重的岩層，進入「新鮮岩盤」一定深度（如 3 至 5 公尺以上），以確保基礎承载力或確認滑動



面底部。若是進行邊坡調查，因現行山崩與地滑地質敏感區調查對鑽探深度無規定，由技師自行決定，故建議考慮採用大規模崩塌的定義之一，深度在10公尺以上，在規劃邊坡調查鑽探案時，鑽探深度至少10公尺以上。

三、標準化施工流程與品管要求

1. 施工流程 (SOP)

一個標準的鑽探流程(圖 2)包含：

- 定點放樣（須注意 GPS 與海拔高程之精確度）
- 場地整理（須落實工安要求）
- 機具架設(須注意原有地下構造物是否會受影響，例如水管，電線管路等)
- 鑽掘操作（須注意工班是否有落實施作）
- 取樣與現地試驗(須注意契約是否有規範實驗室需具 TAF 認證)
- 埋設監測儀器（須落實埋設及監測行為）
- 最後進行場地復原



圖 2 鑽探施工流程圖

2. 現地試驗與試驗室項目

鑽探現場常見進行下列四項現地試驗：

- 標準貫入試驗 (SPT)：藉由擊打次數 (N 值) 評估土層強度及液化潛能。
- 薄管取樣：用於取得「原狀土樣」，以進

行精確的室內物理及力學性質試驗。

- 現地十字片剪試驗：可推求黏土之不排水剪力強度及靈敏度，並間接推求黏土之不排水彈性模數。
- 孔內側向載重試驗(LLT)：可獲得多樣之土壤參數。但在捷運工程中，多使用在高架段，以測定土壤之水平方向之地盤反力係數為主，作樁基分析受橫向力產生之變位之用。
- 岩芯取樣：在岩層中鑽進，需紀錄「取心率 (Recovery)」與「岩石品質指標 (RQD)」。RQD 是衡量岩石破碎程度的關鍵，優質岩石的 RQD 值通常較高。配置原則：能研判地下地質，並可符合相關法規。

在試驗室實驗項目分為土層和岩層兩大類，其中土層常見試驗項目如下：

- 土壤一般物理性質試驗
- 土壤無圍壓縮試驗
- 土壤直接剪力試驗(砂土、粘土)
- 單向度壓密試驗
- 三軸飽和壓密不排水試驗(CIU)
- 三軸飽和壓密排水試驗(CID)
- 三軸飽和不壓密不排水試驗(SUU)
- 三軸不飽和不壓密不排水試驗(UUU)
- 三軸透水試驗
- 膨脹試驗

岩層常見試驗項目如下：

- 岩石一般物理性質試驗
- 岩石無圍壓縮試驗(單軸壓縮)
- 岩石直接剪力試驗(基本角)
- 岩石直接剪力試驗(弱面)
- 點荷重試驗
- 膨脹試驗
- 消散耐久性試驗



- 靜彈性試驗
- 抗張強度試驗
- 三軸壓縮試驗(單壓、抗張、三軸)
- 潛變試驗

3. 取樣品質管控要點

因為取樣品質直接影響岩性判釋的正確性和試驗數據的可靠性(力學、物理、滲透性)，以及工程設計參數(RQD、強度、變形模數)的準確度，所以各階段的取樣品質管控至為重要。

就鑽探階段而言，取樣率至少 80~90%以上，低取樣率表示土層乾燥偏砂質，岩體破碎或者工班技術不佳，必要時改以三套管方式進行取樣，或者調整鑽探速率或是泥質濃稠度。另外需注意工班是否將岩芯上下顛倒放置。

就岩芯取樣階段，岩芯用保鮮膜完整包覆，並清楚標明編號、取樣深度和預計施作項目。類似試驗項目至少取樣 2-3 組，以符合統計學之需求。放置在空岩芯箱中，固定和防撞效果較佳，運送也方便。

保存和運輸交接階段，使用專用岩芯箱完整保存，儲存在陰涼乾燥環境中。建立樣本交接表，防止樣本遺失或混淆。

四、 資料記錄與品質控管

1. 鑽探記錄格式與標準化

經濟部地質調查及礦業管理中心(以下簡稱地礦中心)推出 GEO2010 和進階版 GEO2020，此為免費下載之軟體，建議技師在進行鑽探案時，使用此軟體紀錄岩芯和室內試驗結果等資料，可直接列印使用，後續因應「地質資料蒐集管理辦法」之規定，將完整檔案上傳即可，不需要另行輸入，相當

方便。

2. 鑽探資料查詢

地礦中心的「工程地質探勘資料庫」目前已收納全台 78,451 孔的鑽探資料，若有需要查詢某區域地下地層狀況，可進入「工程地質探勘資料庫」進行查詢，有孔位座標、岩芯柱狀圖和室內試驗結果等資料可供參考。

五、 資訊運用與整合

1. 和其他技術的資訊整合

鑽探常見使用的技術有；

- 地理資訊系統(GIS)與地形資料(DEM/DTM)遙測與航測(衛星影像、航空/無人機航拍、LiDAR、光學影像)
- 地球物理(地震勘測、電阻、地電、GPR、磁力)
- 3D 地質建模軟體(Leapfrog、GeoStudio、GOCAD 等)
- 原位監測感測器(沉降、傾斜、孔壓、地震儀)與 IOT 資料串流

2. AI 應用之前景

CHATGPT 或 GEMINI 等 AI 軟體已經可以協助判釋岩芯。筆者曾經將在基隆瑞芳鑽探取得的岩芯樣本照片輸入上述兩個 AI 軟體，僅告知鑽探地點，AI 即能準確辨識岩芯為頁岩。假以時日應該助技師在報告撰寫和審查上，快速正確地提供協助。

六、 結論

本文探討地質鑽探在工程全生命週期(規劃、設計、施工至營運)中的關鍵角色和鑽探流程中須注意事項和品質管控要點，希望能對技師在執行鑽探案有所幫助。



山崩與地滑地質敏感區地質安全評估案例分析

Case Study on Geological Safety Assessment in Zoning of Landslide-Landslip Geologically Sensitive Area

黃敏郎¹

Min-Lang Huang¹

1. 聚禾工程顧問有限公司，負責人

1. GeoHarvester Consultants Co., Ltd., manager

摘 要

隨著《地質法》的全面實施，位於地質敏感區內的土地開發行為，均須依法於申請開發前進行基地地質調查及地質安全評估，以降低環境地質災害風險並確保工程結構與人民生命財產之安全。本研究依據經濟部發布之「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」與相關評估手冊，彙整近年多起位於山坡地及丘陵地之實務開發案例進行綜合探討。本文依據不同地質條件、破壞機制與開發規模，將案例分類為「順向坡無開發風險案例」、「順向坡有開發風險案例」、「岩屑崩滑案例」、「分區開發案例」及「大範圍開發案例」等五大類型進行深入分析。

研究結果顯示，針對順向坡地形，大圓投影分析（Stereographic Projection）能有效研判地層極點是否落入坡趾見光包絡線（Daylight envelope）之不穩定範圍，進而精準評估岩體滑動潛勢；而面對大範圍或岩屑崩滑區域，除常規鑽探與力學試驗外，須配合歷史衛星影像判釋及水土保持技術規範進行整體邊坡穩定分析。本文透過實務案例之經驗回饋，探討不同地質弱面、地下水條件與人為開發行為（如坡趾開挖或填方加載）對邊坡穩定性之影響，並提出相對應之水土保持與工程處理對策。研究建議，面對高潛勢區應優先採取「分區迴避」策略；針對無法迴避之開發，則必須嚴格檢核臨時防災與設置終身監測系統。期能提供水土保持與大地工程從業人員在辦理山崩與地滑地質敏感區評估時之參考，提升坡地防災與減災之成效。

關鍵字：山崩與地滑地質敏感區、地質安全評估、順向坡、大圓分析、水土保持、邊坡穩定



Abstract

Following the comprehensive implementation of the Geological Act, land development within geologically sensitive areas is legally required to undergo base geological investigations and geological safety assessments prior to application. This mandate aims to mitigate environmental geological disaster risks and ensure the safety of engineering structures and human lives. Based on the "Guidelines for Base Geological Investigation and Geological Safety Assessment in Geologically Sensitive Areas" issued by the Ministry of Economic Affairs, this study compiles and analyzes several recent practical development cases located in hillside and hilly areas. Depending on different geological conditions, failure mechanisms, and development scales, the cases are categorized into five major types for in-depth analysis: "Dip Slope with No Development Risk," "Dip Slope with Development Risk," "Debris Slide Cases," "Zoned Development Cases," and "Large-Scale Development Cases."

The research results indicate that for dip slope terrains, stereographic projection analysis effectively determines whether the pole of the strata falls within the unstable zone of the daylight envelope, thereby accurately assessing the potential for rock mass sliding. For large-scale developments or debris slide areas, in addition to conventional drilling and mechanical testing, historical satellite image interpretation and comprehensive slope stability analyses based on soil and water conservation technical regulations are essential. Through the feedback of practical cases, this paper explores the impacts of various geological weak planes, groundwater conditions, and anthropogenic development activities (such as toe excavation or fill loading) on slope stability. Furthermore, corresponding soil and water conservation and engineering treatment countermeasures are proposed. The study recommends that "zoning and avoidance" should be prioritized for high-potential areas. For unavoidable developments, rigorous verification of temporary disaster prevention measures and the installation of lifelong monitoring systems are mandatory. The findings aim to provide a practical reference for professionals conducting geological safety assessments, ultimately enhancing the effectiveness of slope disaster prevention and mitigation.

Keywords : Landslide and Landslip Geologically Sensitive Area, Geological Safety Assessment, Dip Slope, Stereographic Projection Analysis, Soil and Water Conservation, Slope Stability

一、前言

1.地質相關法規依據

臺灣地形陡峭且地質構造複雜，加上地震頻繁與極端氣候帶來的強降雨，山坡地災害頻傳。為加強國土環境之保育與防災，經濟部依據《地質法》陸續公告各縣市之「山崩與地滑地質敏感區」。依據《地質法》第八條規

定：「基地位於地質敏感區內者，應於申請開發前，進行基地地質調查及地質安全評估」。同時，同法第十一條明訂：「調查及安全評估結果應納入相關法令規定須送審之書圖文件中」。

為使實務操作有客觀標準，經濟部地質調查及礦業管理中心（原中央地質調查所）發布了「地質敏感區基地地質調查及地質安全評

估作業準則」與「地質敏感區調查與評估手冊」。評估作業主要分為「區域調查」與「細部調查」兩個階段，要求技師透過地貌判釋、地表露頭調查、地質鑽探及岩層力學試驗，釐清基地是否存在潛在滑動面、不穩定岩體及受開發行為影響之邊坡穩定問題。

2. 案例分類原則

在實務執行上，不同地形地貌與開發規模面臨的地質風險差異極大。本研究依據破壞機制（岩體滑動、岩屑崩滑）與對策手段（擋土防治、分區迴避、填方壓重），將實務案例歸納為以下五大類進行分析：

1. 順向坡無開發風險案例：具備順向坡地形，但無自由端出露，無滑動條件。
2. 順向坡有開發風險案例：具備順向坡地形，坡趾遭開挖或有自由端，具高潛勢。
3. 岩屑崩滑案例：淺層土體或風化岩體有崩滑歷史或位於土砂災害警戒區。
4. 分區開發案例：基地跨越不同潛勢區，利用空間配置迴避高風險區。
5. 大範圍開發案例：大面積土石方堆置等改變地形行為，需整體的三維或多剖面檢核。

二、評估案例分析

本節針對上述五大分類，逐一探討其實際調查結果、評估方法（包含大圓投影分析及邊坡穩定分析）及最終核定之水土保持與防災對策建議。

1. 順向坡無開發風險案例

- (1) 【案例背景】：新竹縣峨眉鄉石井段集合住宅新建案(圖1)。本計畫面積約 0.0737 公頃，全區位於山崩與地滑地質敏感區範圍內。基地經人工整地，呈緩坡地形，擬進行地上 2 層無地下室之住宅開發。

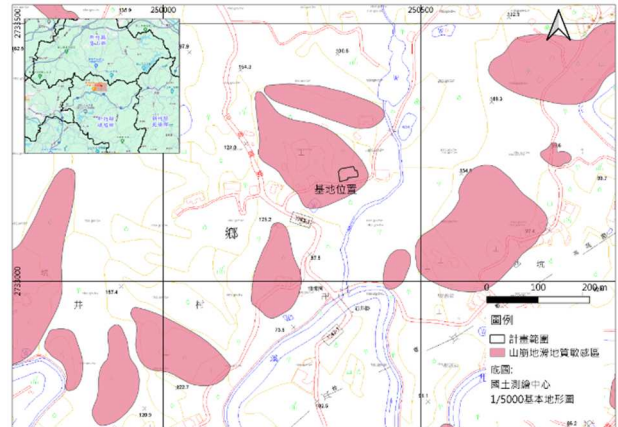


圖1 順向坡無開發風險案例位置圖

- (2) 【調查與評估結果】：

- A. 地形與地表地質：本計畫南側與道路相鄰之下邊坡，為舊式砌石擋土牆及新設景觀式擋土牆(Keystone)，經現地勘查舊式漿砌石擋土牆，有橫向裂隙發育現象(圖2)，道路旁既有漿砌石擋土牆及道路路面有張裂現象，而新設景觀式擋土牆並無破壞現象。其中舊式漿砌石擋土牆橫向裂隙發育長度約為40m左右，裂隙開口寬度約為3公分左右。
- B. 地下地質與弱面：依據現地地表調查及鑽探結果，顯示本邊坡之地層為棕黃色砂岩層，由岩心觀察發現，岩體層面傾斜約20度左右，經現岩心檢視發現有包括層理、裂隙、化石層、剪裂面等地質弱面發育(圖3)。由鄰近之排水及擋土牆設施等調查發現，漿砌石擋土牆有橫向

裂隙發育。綜合岩心及現地調查初步，研判本工區存在潛在滑動面主要發育於地表下8.65m左右。同時，鑽孔中深部及淺部潛在滑動面推測可與基地上邊坡之崩崖進行對比與連結，其中淺部潛在滑動面側向延伸不佳僅止於BH-1與BH-2之間，而深部則為可延伸至BH-2及下方邊坡，如圖4。



圖2 順向坡無開發風險案例-既有漿砌石擋土牆照片

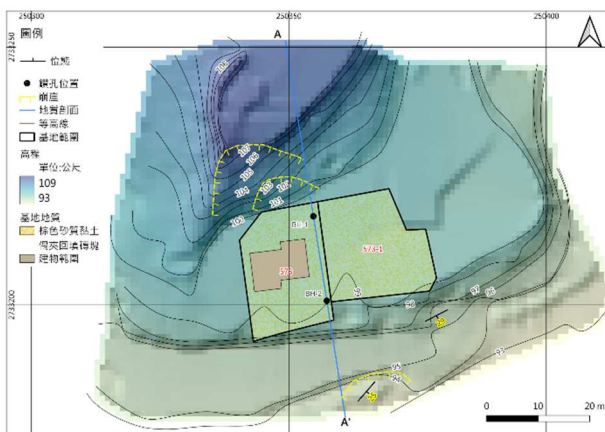


圖3 順向坡無開發風險案例-地質鑽探、地質剖面線配置與細部調查地質圖

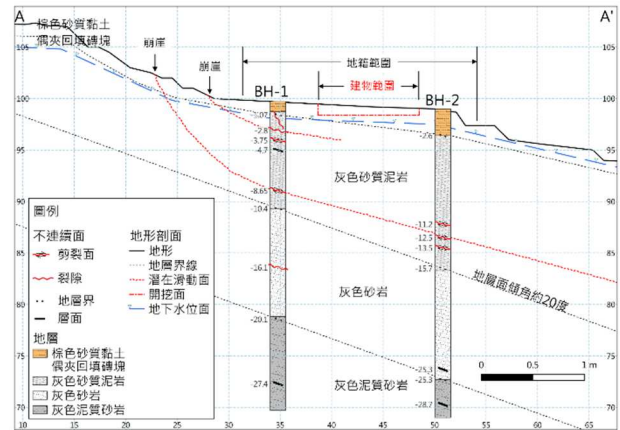
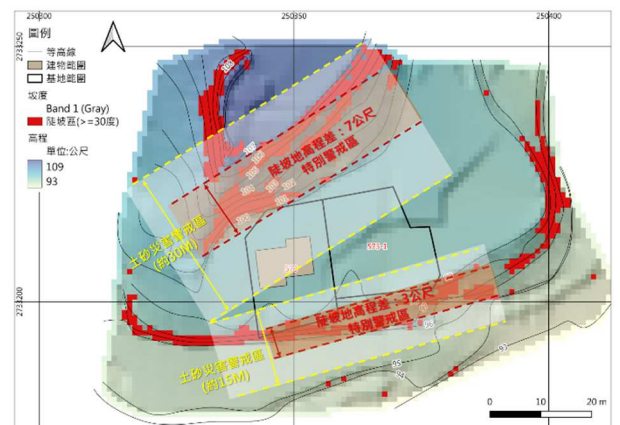


圖4 順向坡無開發風險案例-地質剖面圖A

C. 影響範圍評估：本基地雖順向坡地形特徵，但岩體滑動屬於中潛勢區，綜合評估本基地以岩屑崩滑災害為主，在山崩影響範圍評估方法上，使用日本國土交通省防砂部(2001)經驗公式法推估山崩影響範圍。分析結果顯示(如圖5)，本基地鄰近之陡坡區位(特別警戒區)於基地上、下方(警戒區域)，基地上陡坡警戒區範圍約為30公尺，基地下陡坡警戒區範圍約為15公尺，基地及建物開發區部分位於土砂災害警戒區範圍內。



D. 圖5 順向坡無開發風險案例-基地鄰近土砂災害影響範圍評估圖

- (3) **【綜合對策】**：因不透水岩層上方為土層，無垂直向節理易因降雨入滲產生水平向推力之情形，研判無岩體滑動風險。故建議按常規水保規範進行建築與排水設計，並定期巡檢即可。

2. 順向坡有開發風險案例

- (1) **【案例背景】**：新竹縣峨眉鄉湖光段開發案(圖6)。基地範圍涵蓋既有建物及擋土牆，屬山崩與地滑地質敏感區。

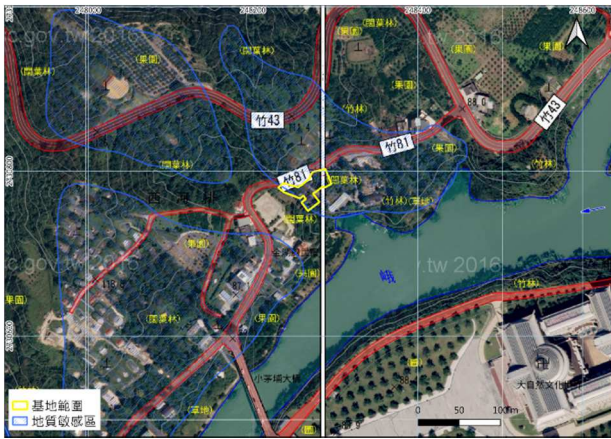


圖6 順向坡有開發風險案例位置圖

- (2) **【調查與評估結果】**：

- 危險徵兆出露**：現場調查發現，雖既有擋土牆狀況良好，但在整地後，邊坡坡趾位置有「黃棕色砂岩之自由端」出露。
- 弱面特徵**：岩心與露頭調查揭露，岩盤節理面已有因為局部微小滑動而產生的灰色「剪裂泥 (Gouge)」充填發育，顯示弱面剪力強度極低。
- 大圓投影分析**：將坡面走向、地層層面 (N85°E/27°S) 與兩組節理面 (N15°W/45°W、N30°W/65°E) 繪製於立體投影圖中。分析結果明確指出，地層

極點落入了坡趾見光包絡線的不穩定紅色區域內。

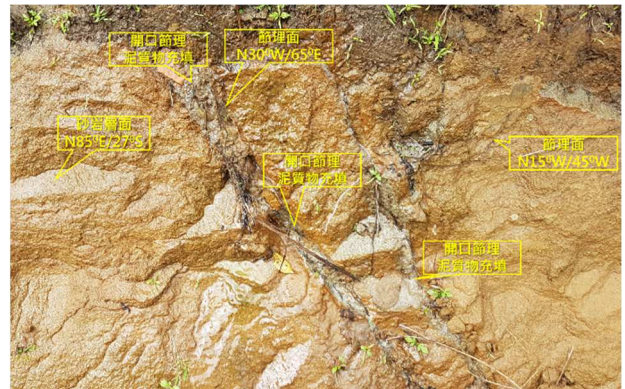


圖7 順向坡有開發風險案例-地層露頭概況

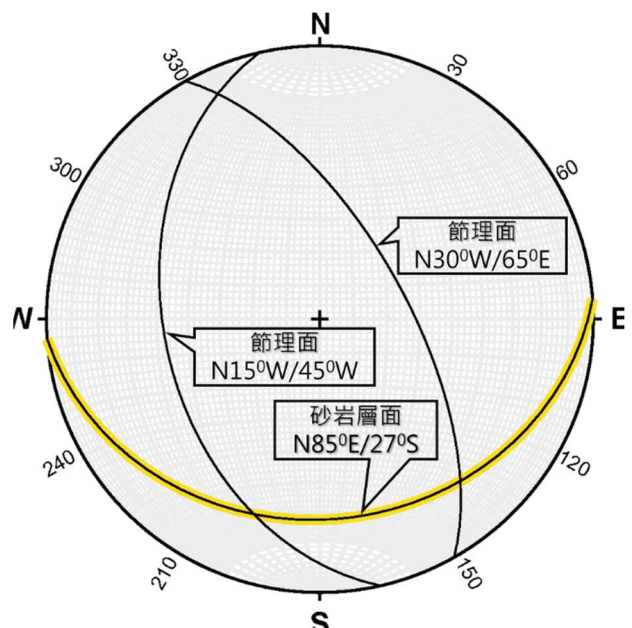


圖8 順向坡有開發風險案例-地質弱面大圓分析圖

- (3) **【綜合對策】**：此為典型之高潛勢岩體滑動案例。評估認為若岩體產生滑動，影響範圍將含括整個基地。因此，建議須導入適當之邊坡保護工程（如預力地錨、排樁等）及深層排水工程，且必須證明工程導入後之安全係數符合法規要求，方可進行後續開發。

3. 岩屑崩滑案例

- (1) **【案例背景】**：新竹縣寶山鄉寶東段水土保持計畫案(圖9)。面積 0.327 公頃，部分與敏感區重疊。



圖9 岩屑崩滑案例位置圖

- (2) **【調查與評估結果】**：

- A. 歷史影像判釋：透過分析多期 Google Earth 衛星影像，發現基地東南側陡坡區具有「舊岩屑崩滑」之地形特徵與堆積。
- B. 影響範圍推估：本案引入了「日本國土交通省防砂部（2001）」之土砂災害警戒區域劃設經驗公式進行影響範圍推估。計算結果顯示，本基地東側的部分既有建物，已落入「土砂災害警戒區域（黃色警戒區）」範圍內(圖10)。
- C. **極限平衡分析**：選定代表剖面(A剖面)，分別針對常時、暴雨（地下水位抬升至地表）及地震條件進行穩定分析。雖目前計算之安全係數尚符規定，但淺層土壤滑動風險仍然存在(圖 11)。

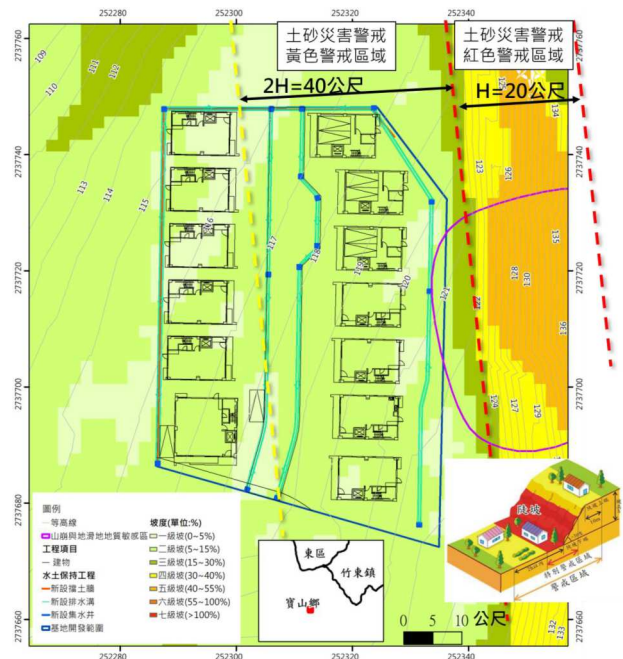


圖10 岩屑崩滑案例-山崩影響範圍評估結果

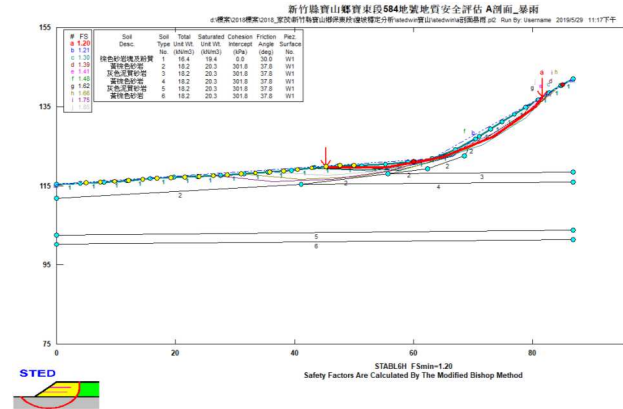


圖11 岩屑崩滑案例-極限平衡分析結果

- (3) **【綜合對策】**：後續之處理對策仍須加強水土保持設施、結構物、工程構造物等設施之定期巡勘及自主檢查監測作業，若有異常情形，則需進一步進行評估，必要時須進行適當工程對策。本基地與山崩地滑地質敏感區重疊部分，除進行水土保持或邊坡穩定相關防災工程外，應避免土地開發行為。

4. 分區開發案例

- (1) 【案例背景】：新竹縣竹北市華城段集合住宅新建工程(圖12)。面積約 0.24 公頃，敏感區重疊面積 326.76 平方公尺。



圖12 分區開發案例位置圖

- (2) 【調查與評估結果】：

- 複合型潛勢：本基地具有複雜的地質特性，北側部分區域被評定為「岩體滑動高潛勢區」以及「岩屑崩滑低潛勢區」。
- 地質條件：基地主要由回填層、棕灰色礫石、棕灰色泥岩、灰色粗砂岩、灰色細砂岩組成，經現岩心檢視發現有包括層理、裂隙、化石層等地質弱面發育。細部調查地質圖如圖 13，地質剖面圖如圖 14。
- 影響範圍推估：本計畫採用 Scoops3D 邊坡穩定分析軟體進行山崩或地滑發生潛勢評估，地形資料採用現況地形圖，分析結果如圖 15，顯示基地之安全數皆大於 1.5，符合水土保持技術規範之要求。
- 而後續基礎開挖行為所導致之坡頂加載荷重，建議由後續開發單位依據內政部國土管理署「建築物基礎構造設計規範」、(農業部)農村發展及水土保持署「水

土保持手冊」、農業部「水土保持技術規範」進行分析評估。

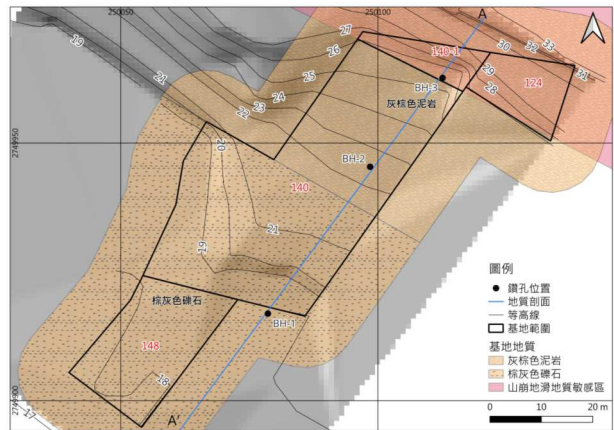


圖13 分區開發案例-細部調查地質圖

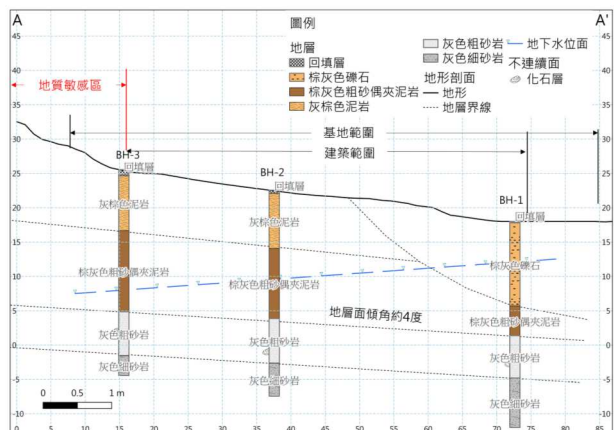


圖14 分區開發案例-地質剖面圖A

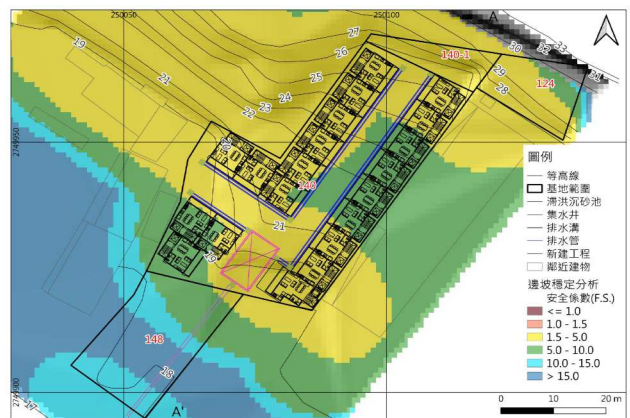


圖15 分區開發案例-Scoops3D分析圖

- (3) **【綜合對策】**：針對此類基地，採取「分區開發與迴避」是最佳實務策略。開發單位將位於岩體滑動高潛勢區的範圍，直接規劃為保護區（綠地或退縮區），不進行住宅建築開發。而未重疊之地帶，則配合水土保持技術規範，施作微型樁或擋土牆後進行加載邊坡穩定分析，確保其符合最小安全係數要求。此舉兼顧了土地開發效益與法規地質安全要求。

5. 大範圍開發案例

- (1) **【案例背景】**：新竹縣寶山鄉雞油凸段土石方資源堆置處理場(圖16、圖17)。此案面積 15.479 公頃，與地質敏感區重疊面積 1.84 公頃。

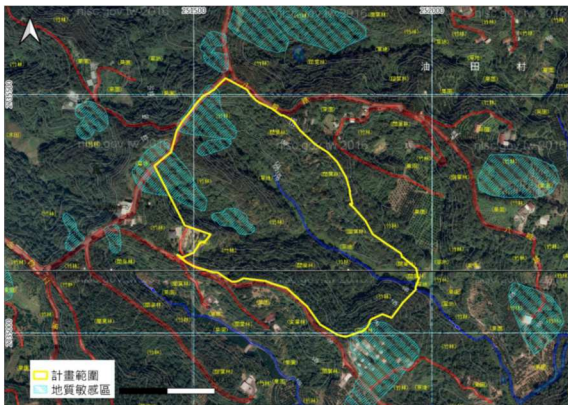


圖16 大範圍開發案例位置圖



圖17 大範圍開發案例-水土保持設施配置圖

- (2) **【調查與評估結果】**：

- A. 高密度鑽探與模型建構：因範圍廣大，整合了前期與本期共計 12 孔、總深達 300 公尺之鑽探資料。主要由表土層、棕黃色砂岩及灰色砂岩夾薄層泥岩組成。地質剖面位置選擇接近基地中央，足以研判完整地質剖面資料為主。綜合鑽探與現地地質調查資料完成之細部調查地質圖如圖 18，地質剖面圖如圖 19。

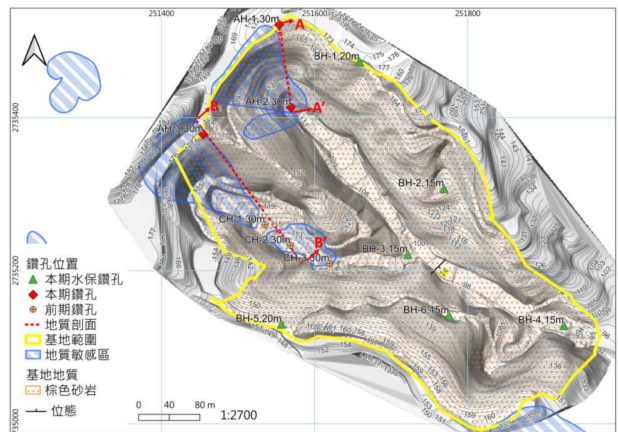


圖18 大範圍開發案例-水土保持設施配置圖

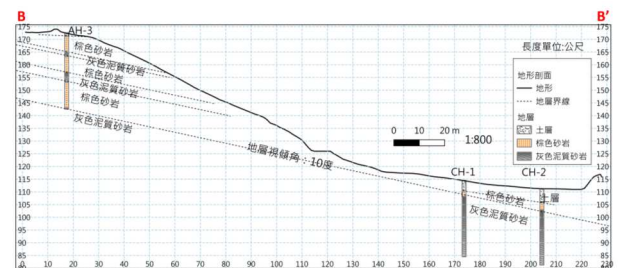


圖19 大範圍開發案例-B-B' 地質剖面圖

- B. 水文地質特徵：部分鑽孔（如 BH-3）出現湧水及滿管現象，證實谷地區具有受壓含水層，地下水位極高。
- C. 破壞機制轉換（填方壓重效應）：本基地屬東南坡向，具順向坡特徵。但開發



4. **施工動線與填挖順序的力學效應：** 在坡地開發中，開挖與填築的位置對穩定性影響甚鉅。坡頂開挖可減重，坡趾填方（如雞油凸段土石方堆置場）可產生壓重效應，兩者皆有利於順向坡穩定；反之，若錯誤地切除坡腳，將極易誘發大規模滑動。

5. **強化水土保持排水與全生命週期監測：** 地下水位抬升與地表水入滲是誘發地質弱面破壞的最大觸發因子。建議所有位於敏感區內之開發案，均應依據水土保持技術規範，採取高標準之截排水系統（包含橫向截水溝、擋土牆深層排水管等）。針對大型填方或擋土結構，應設立地表傾斜計及地下水觀測井，落實「施工中及完工後」的全生命週期監測，達成坡地永續安全之目標。

參考資料：

1. 黃敏郎 (2025)，「山崩與地滑地質敏感區案例分享與建議」，經濟部地質調查及礦業管理中心，2025地質敏感區與土地開發實務講習會。
2. 經濟部 (2010)，《地質法》。
3. 經濟部地質調查及礦業管理中心 (2024)，《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則》。
4. 經濟部地質調查及礦業管理中心 (2024)，《地質敏感區調查與評估手冊》。
5. 農業部農村發展及水土保持署 (2005)，《水土保持手冊》。
6. 中興工程顧問社 (1999)，《土層地工參數

訂定方法彙整與檢討》。

7. 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》。
8. 內政部 (2011)，《建築物耐震設計規範及解說》。
9. 聚禾工程顧問有限公司 (2019)，《新北市汐止區長青段824地號地質安全評估報告》。
10. 聚禾工程顧問有限公司 (2019)，《新竹縣寶山鄉寶東段584地號地質安全評估報告》。
11. 聚禾工程顧問有限公司 (2024)，《新竹縣峨眉鄉石井段573、573-1地號地質安全評估報告》。
12. 聚禾工程顧問有限公司 (2024)，《新竹縣寶山鄉雞油凸段雞油凸小段油田土石方資源堆置處理場地質安全評估報告》。
13. 聚禾工程顧問有限公司 (2025)，《新竹縣竹北市華城段地質安全評估報告》。
14. Franklin, J.A. (1975) Size-strength system for rock characterization: Franklin Geotechnical Ltd. Orangeville, Ontario, Canada.
15. 王兆文、陳榮俊、張國欽、陳俞瑾 (2022)，「運用 Scoops3D 方法評估潛在大規模崩塌區之安定性」，《中華水土保持學報》，53 卷 4 期，頁 252-263。



活動斷層地質敏感區調查方法及注意事項

Investigation Methods and Considerations for Active Fault Geologically Sensitive Areas

黃台豐

Tai-Fong Huang

廣騰工程顧問有限公司 應用地質技師

Kuangten Engineering Consultant Ltd. Applied Geologist

摘 要

臺灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊碰撞帶，地質構造活動頻繁，活動斷層廣泛分布。活動斷層在活動時可能造成地表破裂與強烈變形，對建築物與基礎設施產生重大影響。因此政府依地質法公告活動斷層地質敏感區，並要求於土地開發前進行基地地質調查與地質安全評估。本文考量中小型基地開發案合理且可負擔之經費範圍內，整理活動斷層地質敏感區調查之主要方法及應注意事項，包括既有資料蒐集、遙測與地形判釋、野外地質調查、地球物理探測、鑽探調查以及古地震槽溝調查等技術，並以案例進行調查結果之地質安全評估。

關鍵字：地質法、地質敏感區、活動斷層

Abstract

Taiwan is located at the collision boundary between the Eurasian Plate and the Philippine Sea Plate, where active faults are widely distributed. Fault activity may cause surface rupture and significant ground deformation, posing risks to infrastructure. To mitigate these hazards, the government designates Active Fault Geologically Sensitive Areas and requires site investigations prior to development. This study presents practical investigation methods for small- to medium-scale projects, including data collection, geomorphic interpretation, field investigation, geophysical exploration, drilling, and trenching. Case studies are also presented to demonstrate their application in geological safety assessment.

Keywords : Geology Act, Geologically Sensitive Areas, Active Fault



一、前言

臺灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊碰撞帶，構造活動頻繁，活動斷層廣泛分布。歷史地震顯示，活動斷層在地震發生時可能產生地表破裂並造成重大災害。因此在土地開發與工程建設前，必須進行活動斷層相關調查，以掌握斷層位置、活動特性及其對工程之影響。

依據地質法規定，政府應公告活動斷層地質敏感區，在敏感區內進行開發行為時，開發單位需提出基地地質調查與地質安全評估報告。調查內容需確認是否存在活動斷層相關證據（斷層、剪裂帶或破碎帶）、斷層位置與活動性，並提出工程建議。

本文主要以目前台灣市場上普遍會遇到的中小型開發基地特性，進行調查時所採用之方法，對於大區域範圍或屬重大工程之基地，尚需搭配其他調查方法，則不在本文討論之範圍。

二、活動斷層地質敏感區調查方式及依據

根據地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則第二條第1項：地質敏感區基地地質調查應以現地調查方法為之。第二條第2項：現地調查分為區域調查及細部調查。其中區域調查區域為包含基地全部及可能影響基地之相鄰地區；細部調查範圍為基地與地質敏感區重疊部份。第三條第1項規定區域調查之進行，應蒐集與分析既存地質資料，並視土地開發行為需要，透過露頭調查、遙測影像判釋或其他方法補充資料；細部調查之進行，應基於區域地質資料辦理細部調查規劃。

依照以上規定及經濟部地質調查及礦業管理中心出版之「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊，113年」中所敘之方法，活動斷層主要調查方式包括既有資料蒐集、遙測與地形判釋、野外地質調查、地球物理探測、鑽探調查以及古地震槽溝調查等，並整合調查及判釋結果，進行地質安全評估。

三、活動斷層地質敏感區調查方法概述

（一）既有資料蒐集

活動斷層調查首先需蒐集既有地質及地形資料，例如目標斷層之前人研究成果、區域地質圖、活動斷層條帶圖、航空照片、衛星影像與現地測量成果。透過資料整合可預先了解目標斷層之幾何型式（包括斷層面可能走向及傾角）、斷層上、下盤各出露何種地層，以之建立初步地質模型，並預判後續地球物理調查、鑽探調查等位置及深度等，並研判在地下地質調查時鑽遇之岩層屬斷層之上盤或下盤。

（二）遙測與地形判釋

地形判釋工作在區域調查及細部調查均需進行，所不同者為區域調查可採用大範圍之遙測影像（如 Google Earth 影像、Lidar 影像或內政部公開資料平台釋出之 DEM、像片基本圖及航空照片等）進行地形判釋，細部調查則可使用實際地形測量成果進行判釋。地形判釋主要為判釋區域及細部調查範圍內是否具斷層地形或線形構造（圖一），若有線形構造，則需研判及討論此線形是否為斷層崖或斷層線崖，或屬其它沉積及侵蝕形成之線形崖，如河階崖、侵蝕崖等，或為人工整

修形成之人工崖等，另外可由人工建築物之破裂或變形來了解是否具斷層現象。地形判釋結果應繪製於區域及細部調查圖上，以了解斷層在區域內可能之位置。



圖一、在台灣南部以Google Earth衛星影像判釋之線形

(三) 野外地質調查

野外地質調查主要為確認地形判釋結果並尋找斷層證據如斷層露頭之調查，並了解基地週遭岩層或地層出露位置及範圍。如有斷層露頭可供觀察，則為最好的情況，若無，則可由線形確認結果及上、下盤地層之分佈來了解斷層之可能位置。

除線形及地層之調查外，對於人工建築物因斷層活動所造成之破裂或變形現象也是調查重點之一，如建築物外牆或人工構造物（如圍牆、擋土牆等）之破裂面或變形等，可能與斷層活動或潛移變形有關，可作為斷層位置或活動性之輔助判斷資料，最出名者為中央研究院在池上斷層通過之錦園橋附近堤防上進行監測之工作。

如調查區內曾因地震造成斷層破裂時，其在地表產生的斷層跡亦為十分重要之資料。筆者於2018年2月6日花蓮發生芮氏規模6.2

烈震後曾至現場進行勘查，此地震由米崙斷層活動所引起，經現地調查，發現其破裂位置與1951年縱谷地震系列造成之地表破裂面甚為吻合，尤其在七星潭附近，其中一戶住戶表示1951年及此次（2018年）破裂的位置一模一樣，均位於其住家後院。調查斷層活動所造成的地表破裂，除可了解斷層在地表的位置外，亦可了解斷層之幾何型態，如斷層橫移量及抬升量，屬何種類型斷層等。圖二為當時七星潭大橋破裂之情形，由道路標線可發現此破裂面為左移形式並帶有垂直抬升分量，與米崙斷層一致，圖三為其垂直抬升量，圖四為同地點不同位置標線量得之左移位移量。



圖二、七星潭大橋橋面破裂狀況



圖三、上圖之垂直抬升量



圖四、圖一左側之標線量測之左移橫移量

(四) 地球物理探測

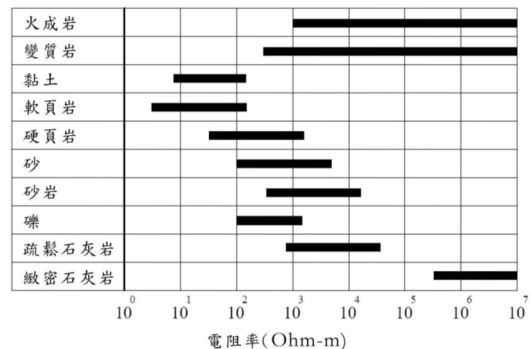
地球物理方法常用於探測地下構造，例如地電阻探測、反射震測與透地雷達等。這些方法可提供地下構造剖面資訊並協助判斷斷層位置與深度。以上方法以通電、製造人工震源及發射電磁波脈衝方式進行探測，其中地電阻及透地雷達接收之資料均需經過處理後，才能進一步判釋。

1. 地電阻調查：

地層的電阻率與地層顆粒度大小、組織以及地層之含水量與鹽度有關，其中與地層的顆粒度大小、含水量及水的鹽度關係較重要。因此可用地層的電阻率來研判地層的岩性、含水量及含鹽度，或探測地層內的異常構造如地下結構物等，一般電阻率與不同地層材料間的對應關係詳見圖五。

基於地電阻探查限制，其探查剖面為倒梯形形貌，實際探查深度往往小於測線長度三分之一，並需配合地質敏感區範圍、現地現況限制、預定鑽探深度及釐清淺層地下構造型態並作為地質鑽孔配置參考等因素，以

之規劃電阻探測深度跟地表面測線長度。



圖五、電阻率與對應岩性關係圖

2. 淺層反射震測調查：

反射震測法是一種直接探勘法，它利用反射震波攝取地下構造之影像，從而描繪地下構造形貌。若反射影像清晰，構造立現，判讀容易，毋需太多人為解釋，被視為直接探勘法（張竝瑜，2018）。相較於其他方法，反射震測法使用之震波波長短，辨識能力強，屬於地球物理探勘法中解析力較高的一種。但是，反射震測法儀器複雜，施測困難，價格昂貴，資料處理需較高技術等因素，過去只在高成本高利潤之採油工業始得採用（張竝瑜，2018）。

目前淺層反射震測法已經可以解析到20公尺或更淺的地層，最深也可達到地表下1000公尺以上，因探測目標較淺，頻率較高，此法被稱為「高解析度淺層反射震測法」，其精度依不同深度可達2.5公尺（淺部，深度100公尺以上）至4公尺（深部，深度300公尺以下）（張竝瑜，2018）。

3. 透地雷達調查：



透地雷達探測方法係透過一組雷達天線向地底目標物發射電磁波脈衝其頻率在10 MHz至1GHz之間。藉由電磁波在地下岩石或土壤內傳遞之反射與折射後所接收之電磁波波速與振幅，以解析地下地質構造及其物理與水文性質。透地雷達的頻率通常介於10 MHz~1500 MHz，其發射天線與接收天線均朝地下做施測，其適用之探測深度與天線中間頻率有關，如表1所示。

表一、建議之適用天線頻率與探測深度參考表（摘自張竝瑜，2018）

探測深度(m)	天線中間頻率(MHz)
0.5	1000
1.0	500
2.0	200
7.0	100
10.0	50
30.0	25
50.0	10

以上地球探測方法均可做為斷層之輔助判釋資料，但其探測成果與使用儀器精度、探測人員及資料處理之經驗有關，建議可作為地質鑽探孔位佈設及鑽探深度之參考依據，未來完成地質鑽探及岩心判釋後，岩心記錄資料亦可回饋至地球物理探測進行修正及比對。

(五) 鑽探與岩心判釋

鑽探調查為確認地下構造最直接且最可靠之方法之一。透過全程取樣鑽探取得之岩心樣品可進行相關岩性、斷層構造（如斷層泥、斷層剪裂帶及破裂帶及斷層角礫岩等）、沉積構造（包含層面、斷層面、節理面等不

連續面及其它構造）、化石種類及其密集帶等判釋及記錄，以了解斷層相關構造之位置，必要時則進行岩層及沖積層對比，以了解各孔之岩層或沖積層是否被斷層構造截切、擾動或變形。

鑽孔的設置應採排鑽方式，各孔連線剖面應盡量垂直斷層線，鑽探時以跳孔式進行，例如第一孔之岩心判釋結果顯示具斷層構造，屬斷層上盤，則第二孔應往斷層線方向位置設置，若第二孔岩心判釋為斷層下盤，則斷層應位於第一與第二孔之間，第三孔應往第一孔位置方向回去，設置於第一與第二孔中間，再研判岩心屬斷層之上下盤，如此反復為止，則可將斷層位置侷限於某個寬度，若能鑽穿斷層面，則更能指出斷層實際在地表面上之位置。

在岩心記錄之前，必需先進行岩心處理。岩心取樣上來時，其外層可能被鑽探時之穩定液包覆，以致無法顯現其原來之地層紋理，故需將岩心外層之穩定液刮除，以清楚顯示各項紋理，才能進行判釋岩性、顆粒度、地質構造、沉積構造、化石種類及各項不連續面如層面、節理面、剪裂面、斷層面、斷層系列岩等。需要處理之岩心主要是屬於軟岩（更新世地層）及沖積層的岩心，因此二類地層取樣上來時，鑽探師傅沒辦法以強力水柱沖洗，以清除岩心表面之穩定液，硬岩則可以使用水柱沖洗，清洗完後仍能保持原岩心狀態，故無需再進行處理。圖六為岩心處理前、後之對照照片，圖七為崎頂層岩心處

理後，明顯可觀察到類似開花構造之斷層剪切面構造，圖八為具絲狀及網絡狀斷層剪切帶之岩心，圖九為斷層剪切帶及斷層破碎帶之岩心。



圖六、岩心處理結果，上為處理前，下為處理後



圖七、崎頂層岩心之剪切面



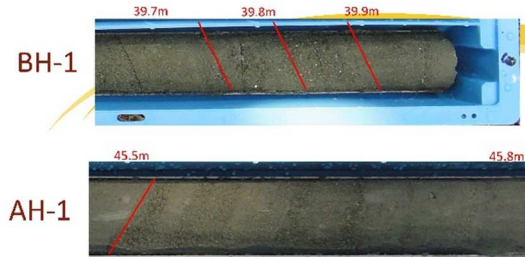
圖八、具絲狀及網絡狀斷層剪切帶



圖九、斷層破碎帶

若岩心內無判釋出明顯之斷層系列構造，則岩層的層面傾角變化為判斷斷層位置其中一項重要因素。因為位於斷層上盤之岩層可能因斷層抬升而造成層面傾角變化，比之斷層下盤之岩層傾角可能維持在未受變動時之角度，斷層上盤地層可能因構造抬升而產生傾角增加之現象，這樣的傾角變化也可

指示可能的斷層位置。沖積層若因斷層活動，則可能出現剪切面、層面傾斜或被切斷之情況，如圖十所示，沖積層已因斷層活動造成層面傾斜。



圖十、沖積層層面傾斜狀況

(六) 槽溝調查開挖調查

斷層調查之槽溝挖掘方法主要工作是藉由在可能斷層出露之位置進行地下地質剖面開挖，利用分析剖面中受到擾動的沉積層來判斷斷層特性，並以碳十四或其他方法(螢光定年法或花粉分析)測定地層年代，再由斷層與地層交集關係判斷斷層活動的年代。

台灣地區具有沉積速率快、沉積物粗與高溫多雨的氣候等特殊的地質條件(陳文山, 2005)，造成碳質碎屑不利保存，及沉積層過於年輕等問題。因此，在種種條件之下，碳14的定年對於槽溝開挖調查及鑽探岩心而言，是最主要的定年方法，但有時會無法採得樣本，只能藉由其他方式推求沉積層年代(如熱螢光與光螢光的定年法或其他地層對比之相對定年工作)。

而藉由槽溝挖掘可以直接觀察到斷層與地表下淺層沉積物間的相互關係，並由此交集關係來研判斷層的走向、傾角、位移方向、斷層活動事件數，並藉由年代資料的佐

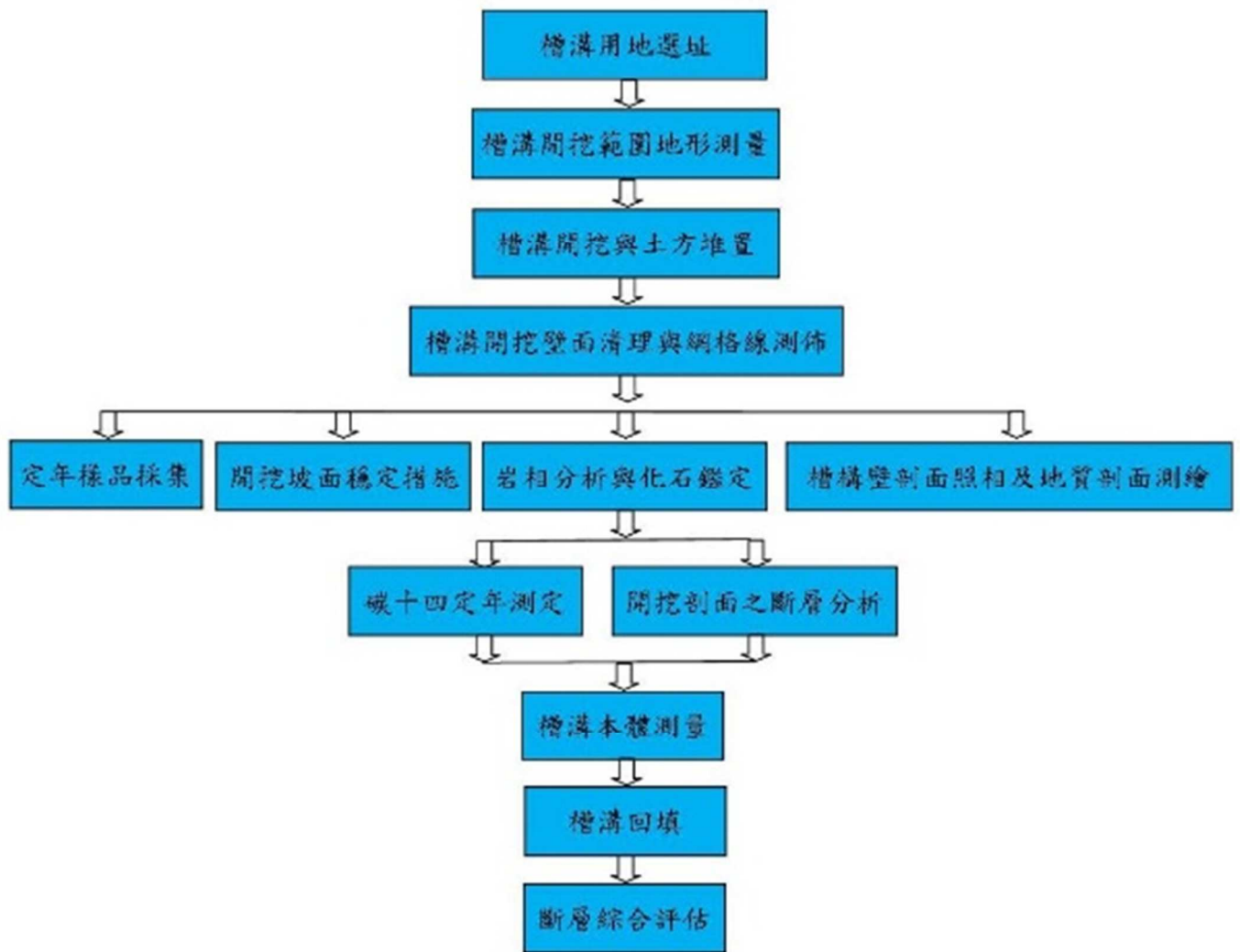


證來推估該斷層發生大地震再現周期及長期滑移速率。

台灣在921地震之前即開始發展國內之槽溝開挖技術，921地震之後開始進入高峰期，到目前為止，已是成熟的斷層調查方法之一，但主要是由學術單位進行研究時採用，包括經濟部地質調查與礦業管理中心委託國立臺灣大學地質科學系陳文山教授及國立中央大學應用地質研究所李錫堤教授每年進行的研究計畫等，筆者在研究所就學期間即受指導教授李錫堤教授指示進行新化斷層之槽溝開挖調查，畢業後則長期與臺大地質科學系陳文山教授配合，進行全台灣活動斷層之槽溝開挖調查，累積不少調查經驗。但因此方法之經費較高，且所需用地範圍較大，1個槽溝費用動輒在新台幣60~100萬元以上，對於中小基地開發業者而言，是一筆不小的負擔，故此法在地質敏感區基地地質調查與地質安全評估工作中，屬於具必要性才會進行之工作

項目。

筆者從1998年開始參與國內第1條槽溝開挖調查開始，至2015年期間參與了國內主要活動斷層槽溝調查之研究工作，最後整合整個槽溝調查之工作內容與流程，首度於2007年國立臺灣大學研究案「斷層活動特性分析與評估」一案中之工作計畫書中提出，並於2011年重新修改。由於槽溝調查工作項目繁多，無法於此詳細介紹，故於此列出詳細工作項目如下：1. 槽溝用地選址、2. 槽溝開挖範圍地形測量、3. 槽溝開挖與土方堆置、4. 槽溝開挖壁面清理與網格線測佈、5. 定年樣本採集、6. 槽溝壁剖面照相及地質剖面測繪、7. 開挖坡面穩定措施、8. 岩相分析與化石鑑定、9. 開挖剖面之斷層分析判釋、10. 槽溝本體測量、11. 槽溝回填、12. 碳十四定年測定及13. 槽溝開挖之斷層綜合評估，其流程圖如圖十一所示，筆者參與之部份槽溝開挖及完成之照片如圖十二~十四。



圖十一、槽溝開挖工作項目及流程圖



圖十二、花蓮縣瑞穗鄉大富二號槽溝開挖全景（2004）



圖十三、玉里斷層槽溝開挖（2023）



圖十四、竹山車籠埔斷層保存館槽溝重新開挖（2012）

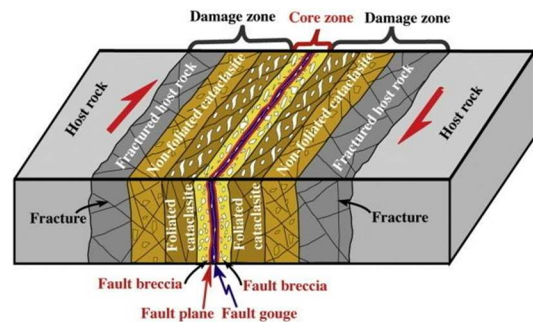
四、活動斷層之調查結果及地質安全評估

（一）調查結果及風險分帶

一般而言斷層帶內部的斷層岩類有分帶的現象（Sibson, 1977；Mitra and Ismat, 2001；陳柏村, 2005；Lin and Yamashita, 2013），斷層帶（Fault zone）中心為一條滑移量集中且狹窄的滑動帶，通常被稱為斷層核心，最中心為斷層面及斷層泥，兩側由具有葉理狀剪切面的剪裂帶、斷層角礫岩、或超碎裂岩組成；再往外側，則由各種受剪裂的岩體組成，如破裂岩石及規模較小的斷層組成的破壞帶（Damage zone）；然後最外圍的是未受到變形的岩體（Wall rock），其示意圖如圖十五。故為了解斷層活動時對基地之影響及其對工程之風險，本文將斷層影響範圍區分為：**1. 斷層活動時，可能截穿地表及變形範圍帶（DZ, Damage Zone）；2. 偶含剪切面之範圍帶（SP）及3. 無斷層現象之圍岩帶（WR）**等3個範圍帶。

第1個範圍帶約略相當於前述斷層帶及破壞帶之範圍，為斷層活動之主要位置，在此帶可發現斷層活動造成之斷層泥、剪裂帶、斷層角礫岩及斷層破碎帶等，在地形上則會

造成斷層崖；第2個範圍帶則位於破壞帶外側，此帶之岩層受斷層活動影響產生剪切面，但岩層完整，無角礫岩及破碎帶等；第3個範圍帶位於第2個範圍帶以外，屬外圍岩層，斷層抬升對此帶之影響甚小。



圖十五、近斷層帶不同變形程度成帶的現象（Lin and Yamashita, 2013）

藉由斷層調查結果，將基地分為這三個分帶，主要考量為工程建築所承受的風險，DZ帶為斷層活動主要位置，代表斷層活動時可能因斷層抬升造成地表隆起及傾斜變形，並對建築物產生結構性破壞之範圍，此處不宜配置主要建築物，但可配置停車位、山水景觀等不會造成人命損失之附屬建築。

SP帶主要以偶具剪切面地層為主，部份可能有較密集之剪切面，但岩層岩心一般尚稱完整，未來若斷層活動時，此帶斷層上盤部份可能伴隨有小於1/150斜率以平均抬升為主之地表變形，斷層下盤部份則無傾斜變形。此帶可配置主要建築物，但應進行近斷層效應之建築結構物耐震設計，若屬重大工程，則應另外進行地震危害度分析。

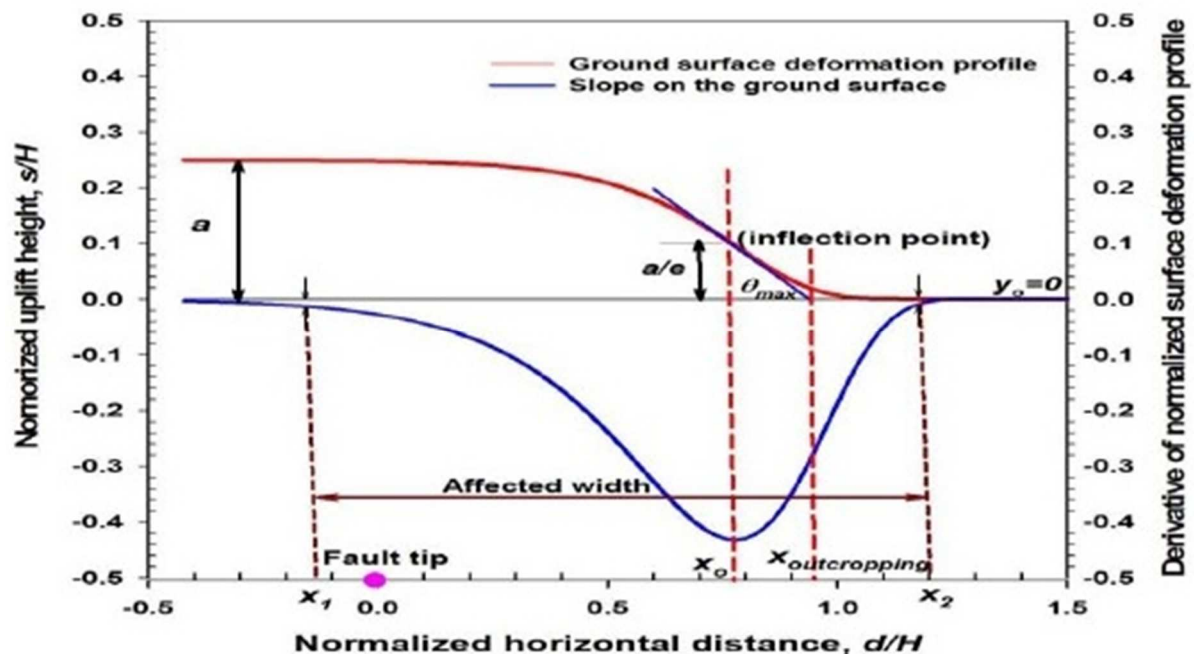
WR帶之岩層完整且連續，屬於斷層帶外圍岩層，無受到斷層抬升及變形影響，但仍應進行近斷層效應之建築結構物耐震設計。

基地DZ帶範圍之決定可分為2種情況，

第1種情況為基地地表下主要即以岩層組成，或僅具薄層之沖積層，此時之分帶即可依岩心判釋之DZ帶（SP帶及WR帶亦同）位置投影至地表即可。

若是基地地表下具有厚層沖積層，則可參考「活動斷層近地表變形特性研究（4/4）報告」（2014，林銘郎等，經濟部中央地質調查所103年度委辦計畫）中定義之地表變形範圍作為斷層帶範圍（即本文第1個範圍帶：可能截穿地表及變形帶範圍），此報告採用角變量與建築物損壞程度之關係（Bjerrum, 1963）定義，即當建築物角變量達 $1/150$ 時建築物開始產生結構性破壞為地表變形範圍帶。林銘

郎等（2014）以砂箱試驗模擬斷層活動時地表之變形結果，並以Gompertz函數來表示地表變形剖面及地表變形剖面之斜率（圖十六），紅色曲線表示地表變形剖面，藍色曲線則表示其斜率，圖中 θ_{max} 可用來代表該斷層崖之最陡坡。若將 f 值（地表變形剖面的斜率函數）設定於一固定值（ $1/150$ ），則可求得左右兩個邊界值 x_1 及 x_2 ，其中 x_1 代表逆斷層在上盤之影響範圍，而 x_2 代表在下盤之影響範圍，而介於 x_1 與 x_2 之間的距離，則可表示為地表受該斷層錯動之影響範圍，即地表傾斜斜率大於 $1/150$ （可對比於建築物角變量達 $1/150$ ）之範圍。



圖十六、以Gompertz方程式表示地表變形及地表斜率示意圖（林銘郎，2014）

x_1 及 x_2 （ x_1 代表逆斷層在上盤之影響範圍，而 x_2 代表在下盤之影響範圍）計算如下：
當斷層傾角小於等於 37.5° 時， $r > 0$
上盤影響範圍為： $x_{1m} = -1.133 + 0.026r$
下盤影響範圍為： $x_2 = 1.282 + 0.037r$

出露點位置為： $x_{outcropping} = 1.102 + 0.031r$
當斷層傾角大於 37.5° 時， $r > 0$
上盤影響範圍為： $x_1 = -0.612 - 0.022r$
下盤影響範圍為： $x_2 = 1.282 + 0.037r$
出露點位置為： $x_{outcropping} = 1.102 + 0.031r$

r：基盤垂直錯動(s)對土層厚度(H)之正規化比值。

d：斷層影響範圍， $d=x*H$ ， $x=x1$ 、 $x1m$ 或 $x2$ 。

上面公式必需有目標斷層之基盤垂直錯動量（s），土層厚度則由鑽探結果得知。

(二) 地質安全評估及案例探討

1. 地質安全評估：

地質安全評估主要為評估斷層、剪帶或破碎帶之分佈及其與基地之空間分佈關係及對開發行為之影響（地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊，經濟部地質調查及礦業管理中心，2024），在完成前述之調查後，即可進行此安全評估，本文以橋頭科學園區某工廠開發之調查結果進行探討。

2. 案例探討：

案例基地位於高雄市橋頭科學園區內，基地北側與車瓜林斷層地質敏感區部份重疊，重疊面積超過4600餘平方公尺，依作業準則第12條第2款第3目，應進行3孔之全取樣鑽探調查地下地質，其中主要剖面採用BH-1及BH-2此2孔之調查結果。本基地重疊範圍為長條形，短軸約垂直斷層線，位於車瓜林斷層地質敏感區南側邊界以北，因重疊範圍北側及西側即為道路，因此雖然本案有進行地電阻剖面法探測，但因跨過道路時，其訊號受到大量干擾而無法有效處理，故其測線僅佈置於基地內，也因此本次調查欲了解之位置受限於地電阻剖面為倒梯形分佈之限制而無有效資料，故未將地電阻資料放上來。

由鑽探成果顯示，BH-1孔在深度46.08公尺鑽遇岩盤，其上則為沖積層，其中46.08~48.20、48.9 ~49.2 公尺處為斷層剪裂帶（圖十七），49.20~60.00公尺則為偶具剪切面之砂質泥岩，BH-2號孔鑽探深度為30.0公尺，均為沖積層組成。

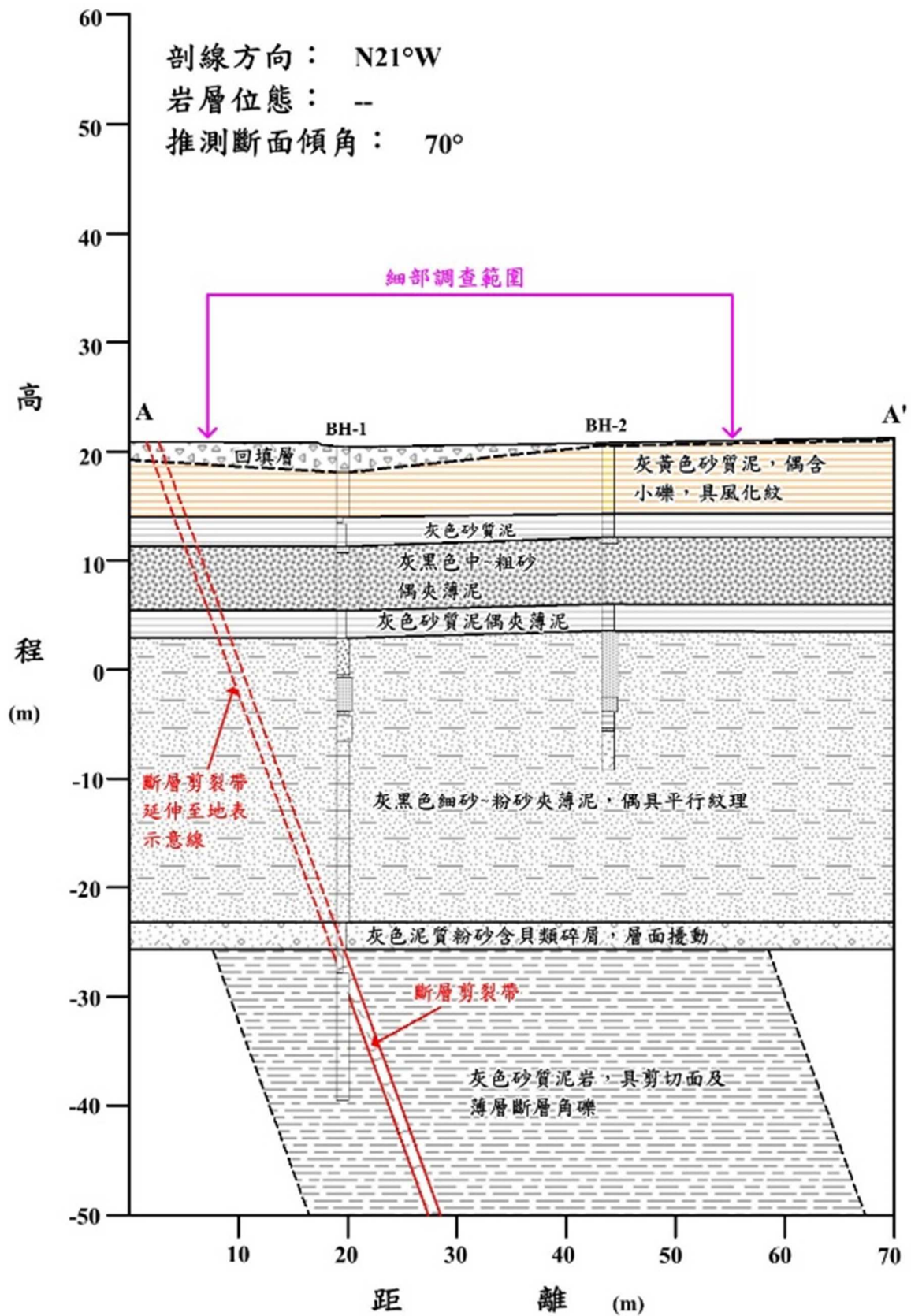


圖十七、密集條紋網絡狀剪切面

由岩心判釋結果，2孔之沖積層各層均可完美對比，尤其在深度9~15公尺之間為一層灰黑色中~粗砂組成，為主要指準層，沖積層層面大致均為水平，顯示本基地之沖積層尚未受車瓜林斷層活動時抬升或變形。基地地質圖如圖十八，剖面圖如圖十九所示。



圖十八、基地地質圖



圖十九、地質剖面圖

由岩心判釋結果顯示，斷層剪裂帶以具互相截切之密集條紋網絡狀剪切面等組成，屬於斷層核心，由於剪裂帶範圍厚度僅約0.8公尺，研判此剪裂帶非屬主斷層帶之一部份。參考地礦中心發表之車瓜林斷層條帶地質圖所繪之車瓜林斷層，本基地位於車瓜林末端南側基地北側約191.5公尺處（圖二十），研判目前判釋出之斷層剪裂帶屬車瓜林斷層之分支斷層，其在地表位置請參考圖十八。



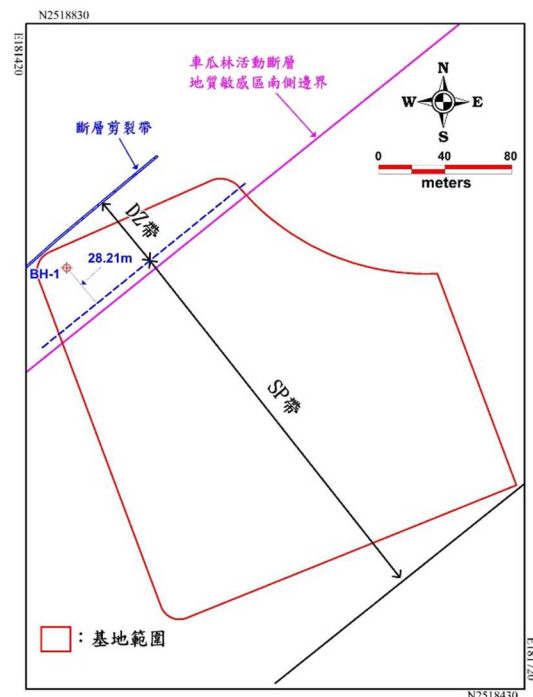
圖二十、基地車瓜林斷層距離圖

本基地調查所得之斷層剪裂帶雖非主斷層，但仍為支斷層之核心，故此支斷層剪裂帶以南某個距離之地區亦應列為DZ區，由於本基地僅BH-1號孔鑽遇斷層剪裂帶，且本基地地表下有厚達46.08公尺之沖積層，故依林銘郎（2014）報告x1及x2的計算結果做為分帶之參考，其計算如下：

根據南部科學園區管理局在橋科園區進行之車瓜林斷層地質敏感區評估結果（2026），在設計地震下（回歸期475年），其垂直位移量約0.6公尺，假設fault tip即為BH-1孔中斷層剪裂帶之上限深度位置，土層厚度H則採BH-1號孔之沖積層厚度，即H=46.08 m，則 $r=0.6/46.08=0.013$ 。車瓜林斷

層之斷層面傾角角度約為70~80度，大於37.5°，經計算上盤影響範圍 $x1=-0.612-0.022*0.013=-0.612286$ ，即 $d=-0.612286*46.08=-28.21\text{m}$ （BH-1孔往上盤方向，即南側），下盤影響範圍 $x2=1.282+0.037*0.013=1.282481$ ，即 $d=1.282481*46.08=59.10\text{m}$ （BH-1孔往下盤方向，即北側）。

依計算結果，將本基地分為2個範圍帶，斷層剪裂帶以南至BH-1號孔往南28.21公尺處範圍內屬第1帶之斷層活動時，可能截穿地表及變形範圍帶（DZ，Damage Zone）範圍，其餘基地位置則屬第2帶之偶含剪切面之範圍帶（SP），基地分帶如圖二十一。



圖二十一、基地分帶圖

3. 處理對策：

- (1) 基地位於DZ帶範圍：未來主建築物配置時，應避免位於此範圍內。
- (2) 基地位於SP帶範圍：此帶可配置主



建築物，但應依近斷層效應加強建築物結構體及基礎等之耐震設計。

(三) 討論與建議

1. 活動斷層之調查為一甚為專業之地質調查，若只有全取樣的鑽探調查方式時，對於岩心之判釋應審慎為之，才不致產生誤判。
2. 全取樣岩心應進行處理，尤其是軟岩及沖積層岩心，若未處理將無法判釋出相關斷層構造、沉積構造、不連續面角度、岩性及顆粒度，這些資料對於判斷斷層位置是極其重要的。
3. 鑽探深度應至少達到岩層下10~20公尺以確認斷層之確實分佈情形。如本文案例，若2孔鑽孔深度均僅鑽至30公尺深度時，會因沖積層無斷層跡象，且層面水平，可完美對比，將會研判本基地細部調查範圍內無斷層構造，進而未將基地列為具斷層構造區域，無法反映真實結果。
4. 地礦中心之評估手冊中，需調查斷層之活動性，然則會劃為活動斷層地質敏感區之斷層皆為已確認之活動斷層，是否仍需要進行活動性調查？此議題仍待進一步研議與釐清。



基地地質調查及安全評估中關鍵資訊與判釋常見的輕忽

Common Oversights in Key Information and Interpretation during Geological Survey and Safety Assessment

王豐仁¹
Feng-Jen Wang¹

1. 中華民國應用地質技師公會全國聯合會，理事長
1. National Association of Professional Applied Geologist, President

摘 要

在土地開發過程中，地下地質條件對於工程設計與施工安全具有關鍵影響，基地地質調查與地質安全評估的主要目的，在於掌握地下地層分布、岩性特徵、地質構造、地下水環境以及地形條件，並透過資料整合建立地質模型，以作為工程設計與施工規劃的重要依據。若地質調查資料不足或判釋過於簡化，將導致地質模型與實際地下環境產生差異，進而影響邊坡穩定分析、基礎設計與施工安全。

在土地開發審查與工程實務中，基地地質調查通常包括區域地質環境判讀、地形水系分析、鑽探調查、岩性判釋、露頭與位態觀測、地質剖面建構等工作。然而部分調查案例顯示，調查成果仍可能存在岩性描述不足、軟弱夾層未被辨識、地質剖面推論不合理、露頭調查不足、以及對蝕溝與野溪環境缺乏現地確認等問題，這些缺失將降低地質模型的正確性與可靠度，並可能造成潛在滑動面或地質構造未被辨識，進而影響工程設計判斷。

本文依據土地開發工程實務經驗，整理基地地質調查與地質安全評估中常見的過於簡化的判釋與被輕忽的關鍵地質資料，並對調查過程中可能出現的問題進行說明。在執行基地地質調查與地質安全評估中，若過於簡化岩性判釋與輕忽關鍵地質資料，包括：地形與環境中蝕溝調查、鑽探岩性判釋、岩層露頭與位態調查、地質剖面分析與地質模型建立、以及工程設計階段的地質評估等，避免因輕忽上述情形將導致地質模型與實際地下環境產生差異，工程設計可能無法正確反映地下環境條件，進而影響邊規劃設計的合理性與施工安全。透過強化合理的岩性判釋與地質模型建構，可提升工程設計與開發規劃之安全性與合理性，可使工程設計更能反映地下環境特性，並降低土地開發過程中的地質風險。

****關鍵字：****基地地質調查、岩性判釋、地質安全評估、地質模型



Abstract

In the process of land development, underground geological conditions have a critical impact on engineering design and construction safety. If the geological survey data is insufficient or the interpretation is too simplified, it will lead to differences between the geological model and the actual underground environment, which will affect the slope stability analysis, foundation design, and construction safety.

The geological survey of the base usually includes regional geological environment interpretation, topographic water system analysis, drilling investigation, lithology analysis, outcrop and topology observation, geological profile construction, etc. However, some survey cases have shown that the survey results may still have problems such as insufficient lithological description, unidentified soft interlayers, unreasonable geological profile inference, insufficient outcrop survey, and lack of on-site confirmation of the erosion ditch and wild stream environment.

Based on the practical experience of land development engineering, this paper sorts out the oversimplified interpretation and neglected key geological data that are common in the geological survey and geological safety assessment of the base, and if the core interpretation is oversimplified and the key geological data is neglected in the implementation of the geological survey and geological safety assessment of the base, including: trench survey in the terrain and environment, drilling core interpretation, rock outcrop and topology survey, geological profile analysis and geological model establishment, and geological evaluation in the engineering design stage, etc. Avoid neglecting the above situations, which will lead to differences between the geological model and the actual underground environment, and the engineering design may not accurately reflect the underground environmental conditions, thereby affecting the rationality of the planning and design and construction safety.

**** Keywords :** geological survey, core interpretation, geological safety assessment, geological model

一、前言

在土地開發與都市建設過程中，工程活動通常涉及地形整地、地下開挖與基礎施工等作業，這些工程規劃設計皆有賴於合理正確的地質模型，因此地下地層特性與地質構造對工程安全具有重要影響。基地地質調查

與地質安全評估的主要目的，在於掌握地下地層分布、岩性特徵、地質構造、地下水環境以及地形條件，並透過資料整合建立地質模型，以作為工程設計與施工規劃的重要依據，包括作為邊坡穩定分析、基礎設計與地下工程施工評估的重要依據。若地質調查資



料不足或判釋不完整，將導致地質調查結果與實際地下環境產生差異。筆者以工程經驗盤點，目前一般常見之輕忽議題包括：對於岩芯判釋過於粗糙、露頭位態與岩芯層理傾角的檢核對應不確實、岩芯判釋剪裂特徵過於簡化、忽略蝕溝地形環境、過於簡化岩層結構或軟弱夾層等因素，上述情形將導致地質模型與實際地下環境產生差異，工程設計可能無法正確反映地下環境條件，進而影響邊坡穩定分析、基礎設計與施工安全。

二、基地地質調查於土地開發規劃中的角色

（一）地質模型的建立

地質模型是整合各類地質資訊的重要成果。透過區域地質資料、鑽探調查與地表觀測，可以建立地下地層分布與構造特徵的概念模型。此模型可提供工程設計人員了解基地地下環境，並評估不同開發方案的可行性。

在實務操作中，地質模型通常以地層柱狀圖、地質平面圖、地質剖面圖等方式呈現。若地質模型建立過程缺乏充分資料支持，或對地層延續性推論不足，可能導致模型與實際地下環境存在差異。因此，調查人員在建構地質模型時，應充分整合鑽探資料、露頭觀測、區域地質、現地調查等資訊。

（二）地質資料對工程設計的影響

工程設計需要依據地質條件進行判斷。例如邊坡工程需考慮岩層傾向與坡面方向之關係，基礎工程需評估地層強度與承載能力，

地下工程亦需考量地下水與岩體完整性。若地質資料不足或判釋錯誤，工程設計可能建立於不完整的基礎上。因此，在土地開發規劃階段，基地地質調查應盡可能完整，以確保工程設計具有充分地質依據。

三、基本關鍵資訊與判釋常見的輕忽

（一）、地形環境與水系調查

1、蝕溝與野溪的辨識

在目前的極端氣候環境中，蝕溝與野溪在強降雨情況下產生沖刷與河岸侵蝕的機率大增。在山坡地或丘陵地區，地形與水系環境往往與地質災害具有密切關聯，蝕溝與野溪通常為地表逕流集中區域，也可能代表侵蝕作用較為明顯的位置，在極端降雨事件下，這些區域極可能成為崩塌或土石流的潛在發生位置。

在部分基地地質調查中，水系資料主要引用文獻圖資疊圖，而未進行現地確認，此情況可能使部分小型蝕溝或凹谷地形未被辨識；若調查過程未對這些地形進行確認，地質評估結果可能低估相關地質風險。

2、現地踏勘的重要性

地形判讀與現地踏勘是基地地質調查的重要環節。透過現地觀察，可確認蝕溝位置、坡面侵蝕情形以及地形變化特徵。這些資訊可提供工程設計人員了解基地地形環境，並作為後續地質評估的重要參考。



圖 1 在極端氣候環境中，蝕溝與野溪在強降雨情況下產生冲刷與河岸侵蝕的機率大增

(二)、鑽探調查與岩芯判釋

1、岩芯判釋的分層關鍵

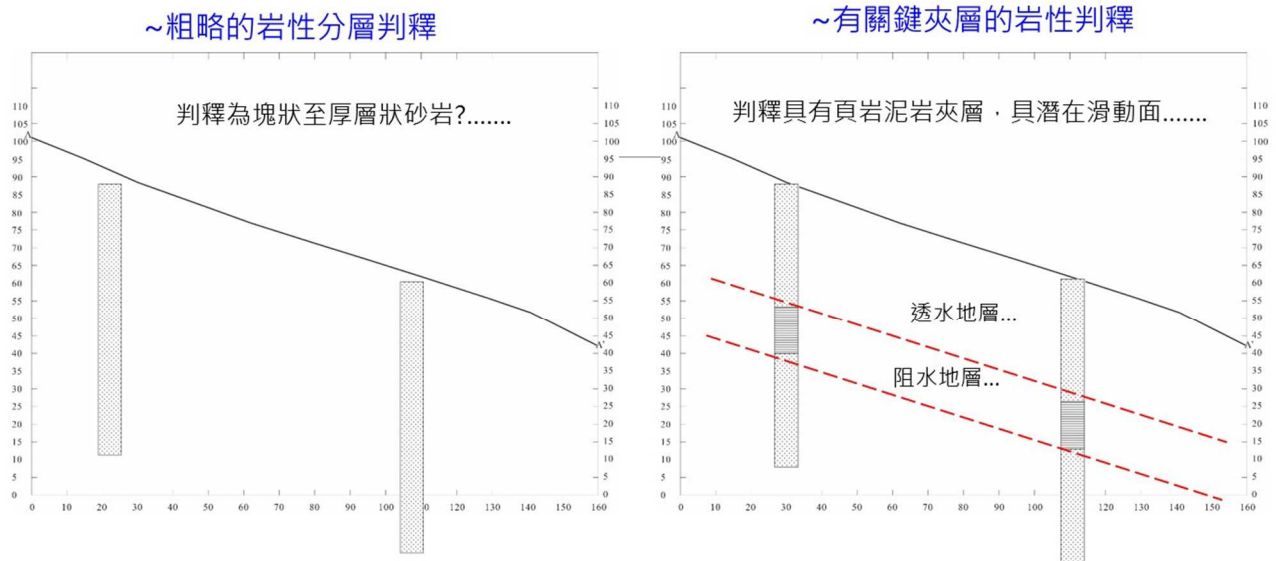
鑽探調查為了解地下地層分布的重要方法。透過鑽探取得的岩芯資料，可判斷地下岩層種類、風化程度與岩體完整性。然而在部分調查成果中，岩性描述過於簡化，例如僅以「砂岩」或「頁岩」描述整體地層，而未說明岩層內部的細部變化；此情況對於岩芯判釋過於粗糙、或對於岩芯判釋剪裂特徵忽略無注意，都會錯失重要關鍵資訊。

對於工程地質分析而言，岩層內部的薄互層或軟弱夾層往往具有重要意義，也常常是潛在滑動面的位置，亦常是地下水透水性質亦或阻水性質分層的位置；另在有關地質

構造與斷層的調查過程，若對於岩芯判釋剪裂特徵忽略無注意，則也是會造成這些關鍵的剪裂帶、地質弱帶、潛在滑動面未被納入地質模型，將可能造成規劃設計過程錯失重要關鍵安全分析。

2、岩芯觀察與判讀

在鑽探岩芯判讀過程中，岩芯表面可能附著鑽探泥漿。若未清除泥漿即進行判釋，將可能影響對岩性與材料粒徑之判斷。因此，岩芯觀察應仔細進行，以確保岩性描述與地層判釋的準確性。此情況在年輕地層與都會區地層特別明顯。



➡ 局部頁岩泥岩夾層、軟弱夾層等有無判釋標示，剖面圖成果將是完全不同的地質模型

圖 2 局部頁岩泥岩夾層、軟弱夾層等有無判釋標示，剖面圖成果將是完全不同的地質模型

~粗略的岩性材料判釋，尤其在

- ➡ 都會區鑽探
- ➡ 年輕地層鑽探
- ➡ 疏鬆地層鑽探



➡ 有無仔細刮除保護泥漿，對材料粒徑的判斷是完全不同，將導致岩性的誤判

圖 3 岩芯判釋有無仔細刮除保護泥漿，對材料粒徑的判斷是完全不同，將導致岩性的誤判

~鑽探岩芯當中是否具有細小剪裂面？



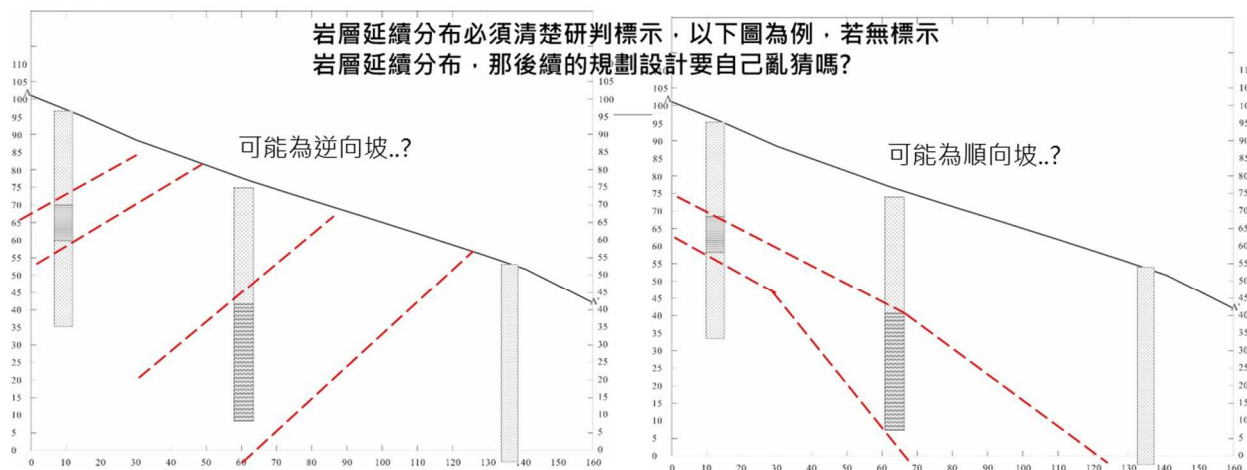
圖 4 岩芯判釋需仔細刮除保護泥漿，才能判釋斷層擾動帶的細小剪裂面

(三)、地質剖面圖建構與地層延伸分析

地質剖面圖為整合鑽探資料與地表觀測成果的重要工具。透過地質剖面圖，可呈現地下地層延續情形與岩層傾斜方向。在部分調查成果中，若地質剖面圖未清楚標示岩層位態或視傾角，將使讀者難以理解地層延續

方向。此外，有些剖面圖將岩性界線與層理混為一談，也可能造成判讀困難。

另一項常見問題為風化程度區分不明確。例如新鮮岩盤線未清楚標示，將影響岩體強度參數的判斷。由於岩體風化程度對工程設計具有重要影響，因此在剖面圖中應清楚呈現相關資訊。



地質剖面圖中，若缺漏岩層延續分布判釋、缺漏露頭調查實際位態、缺漏計算視傾角，則地質模型無法確認。

圖 5 地質剖面圖中，以左圖與右圖相同柱狀圖為例，若缺漏岩層延續分布判釋、缺漏露頭調查實際位態、缺漏計算視傾角，則地質模型無法確認

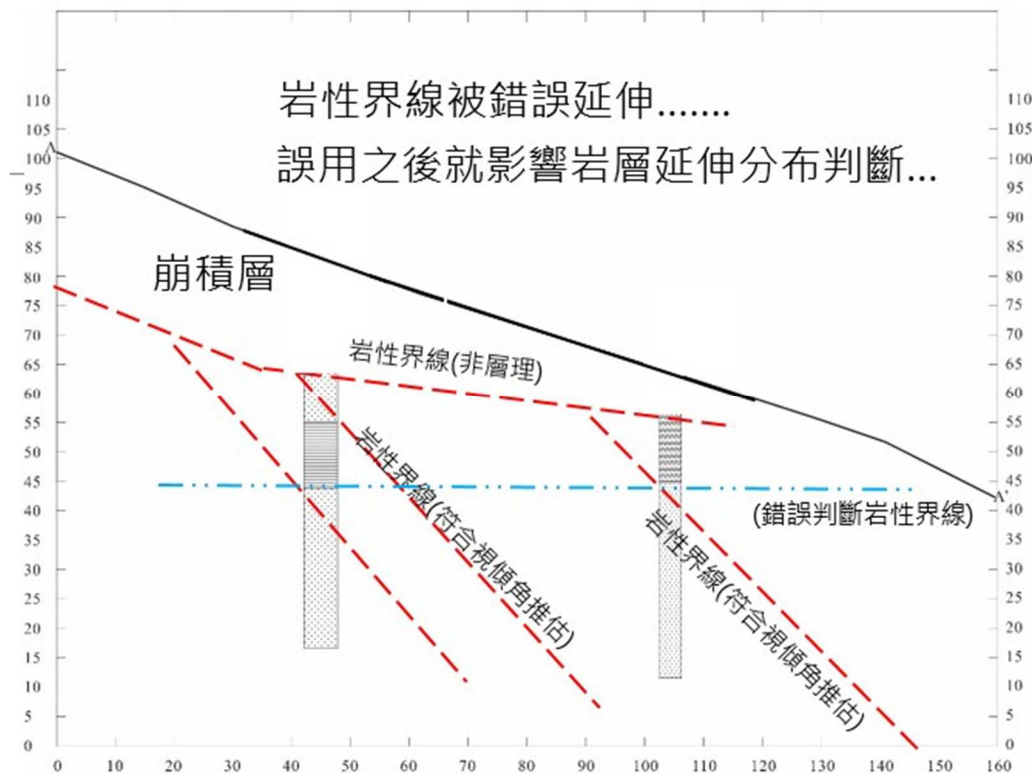


圖 6 地質剖面圖需檢核地表露頭(或區域)岩層位態，並計算視傾角，才能獲得岩層延伸分布方向

(四)、露頭調查與岩層位態測量

地表露頭調查是確認岩層位態的重要方法。在山坡地區，陡坡、人為開挖、蝕溝等位置常可觀察到岩層露頭，並可直接量測岩層走向與傾角；例如在邊坡工程中，岩層位態與坡面幾何關係具有重要意義，若岩層傾向與坡面方向一致，且岩層傾角接近坡角，將可能形成順向坡破壞機制。因此，露頭調查與位態量測在建立地質模型具有重要角色。

在某些案例中，露頭調查不足，岩層位態資料僅引用區域文獻資料。若基地附近存在局部構造或岩層變化，僅依文獻資料判斷可能導致地質模型與實際情形不符。

(五)、地質安全評估與工程對策

在土地開發工程中，地質安全評估的核心在於辨識潛在破壞機制，例如岩體滑動(順向坡)、岩屑崩滑、落石等；透過地質調查取得正確與詳細的地質資料，依其分析建立正確合理的地質模型，方可推論可能的破壞模式與潛在滑動面位置，以供規劃設計之用。

在某些案例中，調查報告直接提出工程設計對策，但卻未清楚說明潛在破壞機制，此情況缺乏完整地質分析，工程設計可能缺乏充分依據，形同先射箭再畫靶的情形。同時，工程開發期間因整地與地下開挖，很可能將未開發前的穩定情況改變，例如因地下開挖造成岩層自由端出露，形成順向坡問題，此時有賴建立正確的地質模型並提早判斷問題，提出是當的臨時擋土設計。因此，在工程設計階段應先建立合理的地質模型，再依據模型進行穩定分析與工程設計。

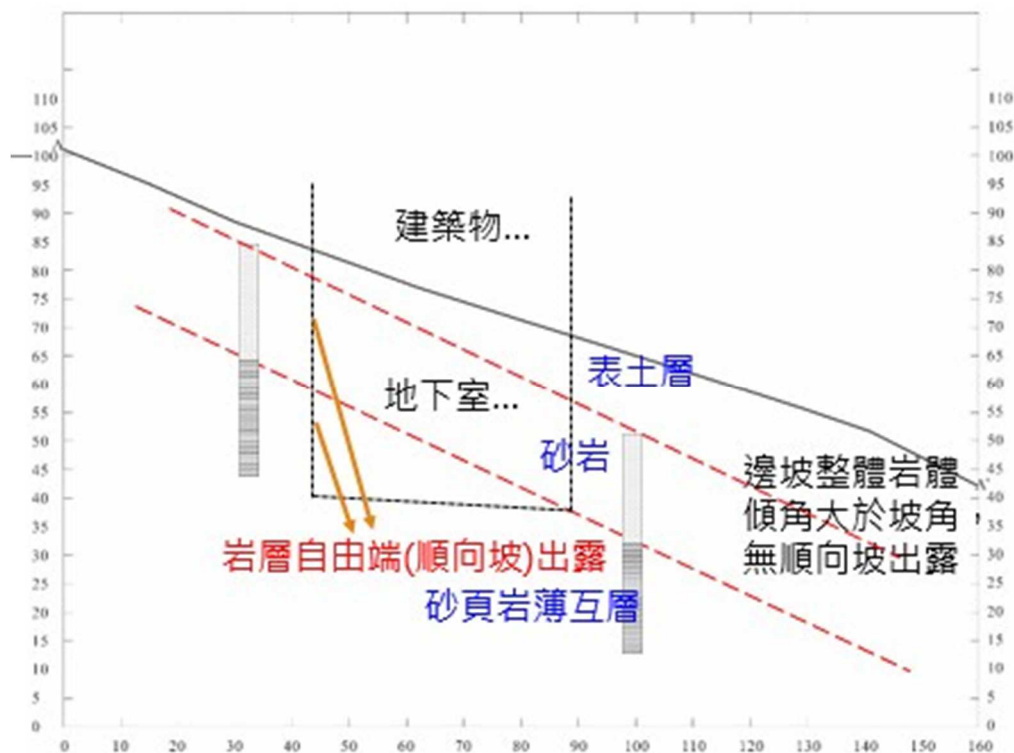


圖 7 工程開發期間因整地與地下開挖，很可能將未開發前的穩定情況改變，例如因地下開挖造成岩層自由端出露，形成順向坡問題

四、結語

基地地質調查與地質安全評估為土地開發工程的重要基礎工作，其成果品質將直接影響工程設計與施工安全。在執行基地地質調查與地質安全評估中，若過於簡化岩芯判釋與輕忽關鍵地質資料，包括：地形與環境中蝕溝調查、鑽探岩芯判釋、岩層露頭與位態調查、地質剖面分析與地質模型建立、以

及工程設計階段的地質評估等，避免因輕忽上述情形將導致地質模型與實際地下環境產生差異，工程設計可能無法正確反映地下環境條件，進而影響邊規劃設計的合理性與施工安全。透過強化合理的岩芯判釋與地質模型建構，可提升工程設計與開發規劃之安全性與合理性，可使工程設計更能反映地下環境特性，並降低土地開發過程中的地質風險。



活動斷層地質敏感區基地地質調查及地質安全評估審查實務 Practical Review and Assessment of Site Geological Investigations and Geological Safety Evaluations in Active Fault Geologically Sensitive Areas

黃柏鈞

Bo-Jiun Huang

黃柏鈞應用地質技師事務所 應用地質技師

Huang Bo-Jiun Applied Geologist Consultant Office. Applied Geologist

摘 要

臺灣位於全球最活躍的造山帶之一，活動斷層密度高，地震風險極為顯著。為降低土地開發面臨的地質災害風險，《地質法》及其子法建立了「活動斷層地質敏感區」制度，要求位於敏感區內之開發行為必須進行基地地質調查與地質安全評估。然而，制度在實務執行上仍面臨調查方法選擇、資料品質、審查標準不一致等挑戰。本研究整合現行法規、技術手冊與審查經驗，提出一套完整且可操作之調查流程，並以高雄橋頭科學園區案例展示調查方法的實際應用。

研究結果顯示：活動斷層調查需結合地形判釋、露頭查核、地球物理探測、鑽探調查與槽溝開挖等多元方法，並透過資料交叉比對提升判釋可靠度。鑽探與岩心判釋為確認地下構造最關鍵之步驟，而在厚層沖積層區，需使用 Gompertz 函數推估地表變形範圍，以避免低估斷層活動影響。案例分析顯示，基地內雖未通過主斷層，但仍存在分支剪裂帶，需依規範進行斷層分帶（DZ、SP、WR），並據以調整建築配置與耐震設計。

本研究亦指出審查實務中常見缺失，包括鑽探深度不足、岩心未清理、地球物理資料未比對、分帶不符規範等，並提出制度改進方向，如建立統一審查標準、建置全國鑽探資料庫、推動 Lidar DEM 全國化及強化技師教育訓練。研究成果可作為技師、審查者及主管機關之參考，提升活動斷層地質敏感區調查與審查之品質與效率

關鍵字： 活動斷層、地質敏感區、基地地質調查、地質安全評估、鑽探調查、槽溝開挖、斷層分帶、審查實務



Abstract

Taiwan is located within one of the most active orogenic belts in the world, where active faults are densely distributed and seismic hazards are significant. To reduce geological risks associated with land development, the Geology Act and its subsidiary regulations established the “Active Fault Geologically Sensitive Area” system, requiring site-specific geological investigation and safety assessment for developments located within designated sensitive zones. However, challenges remain in practical implementation, including the selection of investigation methods, data quality control, and inconsistencies in review standards. This study integrates current regulations, technical manuals, and review experience to propose a comprehensive and practical investigation framework, demonstrated through a case study in the Qiaotou Science Park, Kaohsiung.

Results indicate that active fault investigations must integrate multiple methods—geomorphic interpretation, field reconnaissance, geophysical surveys, drilling, and trenching—to ensure reliable interpretation through cross-validation. Drilling and core analysis are the most critical steps for identifying subsurface fault structures. In areas with thick alluvial deposits, the Gompertz function is essential for estimating near-surface deformation to avoid underestimating fault-related hazards. The case study reveals that although the main fault trace does not cross the site, a subsidiary shear zone is present, requiring fault-zone zoning (DZ, SP, WR) and corresponding adjustments to building layout and seismic design.

This study also identifies common deficiencies in review practice, including insufficient drilling depth, uncleansed core samples, lack of geophysical–drilling correlation, and improper fault-zone zoning. Recommendations for improving the system include establishing unified review standards, developing a national drilling database, promoting nationwide Lidar DEM coverage, and strengthening professional training for engineering geologists. The findings provide valuable references for practitioners, reviewers, and regulatory agencies, enhancing the quality and efficiency of active fault investigations and reviews.

Keywords : Active fault, geologically sensitive area, site investigation, geological safety assessment, drilling investigation, trenching, fault-zone zoning, review practice



一、前言

臺灣位於全球最活躍的造山帶之一，地殼變動頻繁，活動斷層密度高，地震災害風險極高。根據《地質法》第五條之定義，活動斷層係指「過去十萬年內具有活動證據之斷層」，其再活動時可能造成地表破裂、地層錯移、地表傾斜變形，對建築物、公共設施與生命財產安全造成重大威脅。歷史地震紀錄顯示，1906 梅山地震、1935 新竹-台中地震、1951 縱谷地震系列、1999 集集地震、2018 花蓮米崙斷層地震等事件，均造成明顯地表破裂與嚴重災害（中央地質調查所，2018）。

為降低土地開發風險，政府依據《地質法》第八條公告活動斷層地質敏感區，要求開發行為必須進行基地地質調查與地質安全評估。此制度的核心目的，在於「在開發前掌握地質風險」，而非在災害發生後補救。換言之，活動斷層地質敏感區制度是一種前瞻性的風險管理工具，透過科學調查與工程評估，確保開發行為不落入高風險區域，或至少能採取適當的工程對策降低風險。

然而，制度上路後，實務界面臨的挑戰並不小。許多開發單位、建築師、技師與審查機關在初期對制度內容、調查方法與審查標準理解不一，導致報告品質參差不齊，審查時間拉長，甚至需補件或重作。尤其在活動斷層調查中，涉及地形判釋、露頭調查、地球物理探測、鑽探、岩心判釋、槽溝開挖、年代測定、斷層分帶與安全評估等多項專業技術，任何一項疏漏都可能造成判釋錯誤，進而影響開發配置與工程安全。

例如，實務上常見以下問題：

- 地形判釋誤將人工崖當作斷層崖，導致鑽孔配置方向錯誤。
- 鑽探深度不足，未穿越基盤或未鑽遇斷層核心，造成錯誤結論。
- 岩心未清理，無法辨識剪裂面、斷層泥或破碎帶。
- 地球物理資料未與岩心比對，造成誤判地下構造。
- 未依手冊規範進行斷層分帶（DZ、SP、WR），導致安全評估不完整。
- 未依土層厚度與錯動量計算地表變形範圍，忽略地表傾斜風險。
- 未釐清主斷層與分支斷層，造成基地風險評估偏差。

這些問題在審查實務中屢見不鮮，顯示活動斷層調查不僅需要技術能力，更需要系統性的調查流程與審查標準。

因此，本文的目的在於：

1. 整合現行法規、技術手冊與審查經驗，建立完整的活動斷層地質敏感區調查流程。
2. 以技師實務角度說明調查方法、資料要求與常見錯誤。
3. 提供審查者觀點，協助技師提升報告品質、縮短審查時間。
4. 透過案例分析，展示調查方法在實務中的應用與判釋邏輯。

提出工程對策建議，協助開發單位進行合理配置與耐震設計

二、活動斷層地質敏感區調查方法概述

本章參考「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估」及「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊-現地調查活動斷層部分」，並依照實務調查流程，說明活動斷層地質敏感區調查之主要方法，包括區域調查、遙測與地形判釋、野外地質調查、地球物理探測、鑽探調查與槽溝開挖調查等。各方法之目的、適用性與限制亦一併說明。

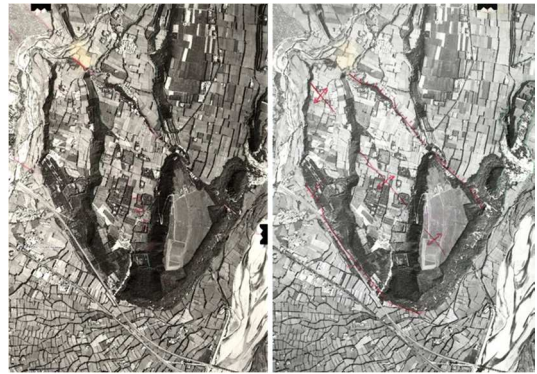
(一) 區域調查

活動斷層調查首先需蒐集既有地質及地形資料，主要針對區域調查範圍內進行地形特徵、地層分布及地質構造。故先需律定區域調查及細部調查範圍。

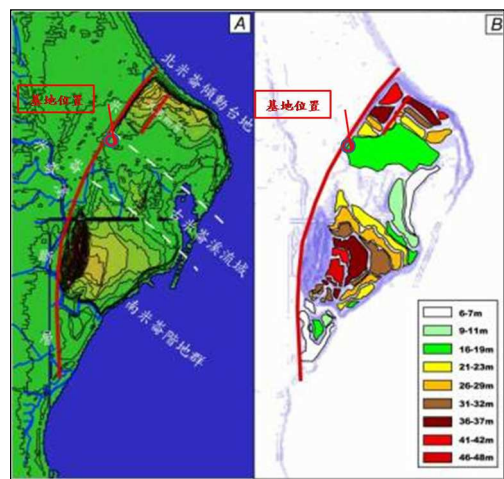
(二) 遙測與地形判釋

收集區域地質調查範圍之地形判釋圖資並描述地形特徵。如利用航空照片、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可參考圖一（圖一）。若有線形構造，則需研判及討論此線形是否為斷層崖或斷層線崖，或屬其它沉積及侵蝕形成之線形崖，如河階崖、侵蝕崖等，或為人工整修形成之人工崖等，另外可由人工建築物之破裂或變形來了解是否具斷層現象，如圖二案例所示（圖二）。地形判釋結果應繪製於

區域及細部調查圖上，以了解斷層在區域內可能之位置。



圖一、大甲斷層和鐵砧山斷層之航照立體像對判釋成果



圖二、米崙臺地數值地形模型及階地分布圖

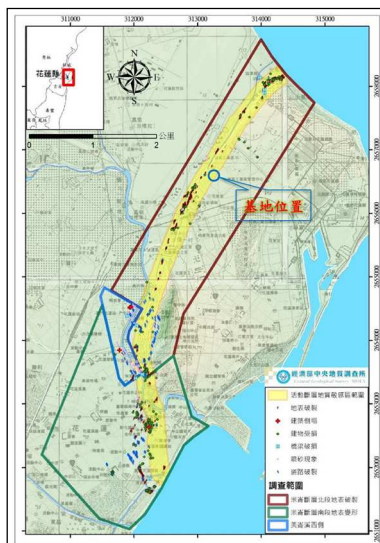
(三) 地層分布

地層分布可收集可供判釋地層資訊的圖資，例如：經濟部地質調查及礦業管理中心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調查。

除線形及地層之調查外，對於人工建築

物因斷層活動所造成之破裂或變形現象也是調查重點之一，如建築物外牆或人工構造物（如圍牆、擋土牆等）之破裂面或變形等，可能與斷層活動或潛移變形有關，可作為斷層位置或活動性之輔助判斷資料，最出名者為中央研究院在池上斷層通過之錦園橋附近堤防上進行監測之工作。

如調查區內曾因地震造成斷層破裂時，其在地表產生的斷層跡亦為十分重要之資料。如於 2018 年 2 月 6 日花蓮發生芮氏規模 6.2 烈震，此地震由米崙斷層活動所引起，經現地調查，發現其破裂位置與 1951 年縱谷地震系列造成之地表破裂面甚為吻合。調查斷層活動所造成的地表破裂，除可了解斷層在地表的位置外，亦可了解斷層之幾何型態，如斷層橫移量及抬升量，屬何種類型斷層等。圖三為 107 年（2018）地震米崙斷層地表破裂圖。



圖三、107 年（2018）地震米崙斷層地表破裂圖

(四) 基地地形判釋

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，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。如圖四為利用數值影像及航照影像判釋細部調查範圍及鄰近區域之線性構造圖。



圖四、數值影像及航照影像判釋基地線性構造圖

(五) 基地露頭調查

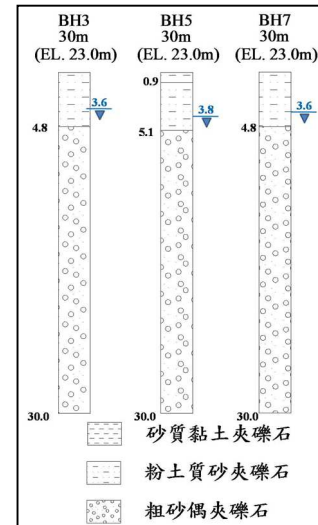
進行岩層、活動斷層與相關地表破裂之位態及性質調查。岩層調查工作包含紀錄岩層之岩性、位態、固結程度等資料。活動斷層性質調查包含岩體露頭所出現之斷層面位態、斷層面兩側岩層之性質及接觸關係、剪裂帶及破碎帶的分布、寬度及特性等資料。相關地表破裂之位態及性質調查，主要依據歷史地震紀錄所記載之地表破裂位置，以及現今因斷層潛移造成之地表破裂的位置為主。若現場已無露頭，則盡量補充現場調查照片及收集文獻資料照片並與之比較。

(六) 地下地質調查

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。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。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。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。

地質鑽孔配置、數量、深度及岩心取樣方法皆應依循作業準則及參考手冊進行。並於鑽探作業完成後，繪製地質鑽探岩心柱狀圖(圖五)與彩色岩心照片。

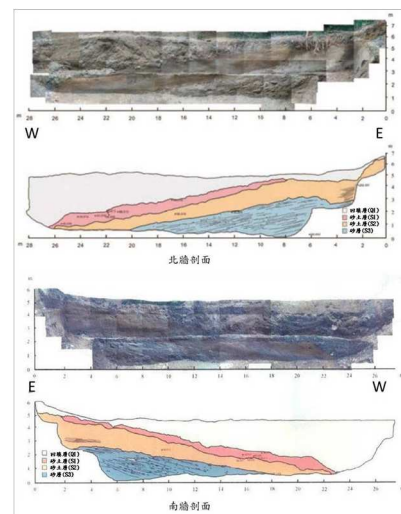
由遙測影像或其他地形圖資判讀活動斷層地形特徵，並現地查核判讀結果，現地查核判讀結果，乃根據區域地形判釋結果，選擇重點地區進行檢核工作，利用指準層(key beds)對比證據查核地形是否異常(或變位)，亦可根據地形指準面(key surfaces)來判定活動構造的存在與否。如圖四為利用數值影像及航照影像判釋細部調查範圍及鄰近區域之線性構造圖。



圖五、岩心柱狀圖(範例)

(七) 探溝調查（視需要選擇辦理項目）

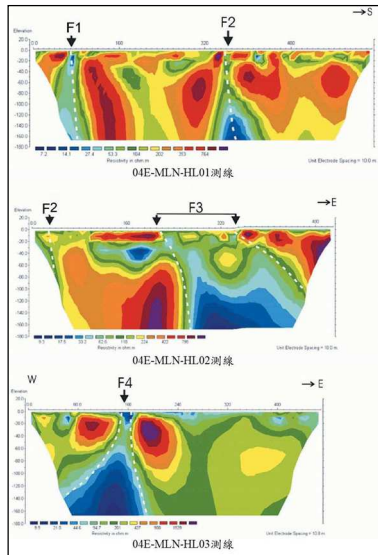
探溝調查為確認細部調查區內活動斷層位置，及研判斷層現有影響範圍及活動特性，以供基地內開發行為之適當性評估。若重大公共建設規劃之基地位於活動斷層地質敏感區內，經區域地質調查或細部調查後評估斷層穿越過該基地時，建議進行探溝調查工作，以增加斷層位置準確度及斷層活動時之災害影響評估資訊。相關探溝成果範例如圖六。



圖六、米倫斷層於花蓮機場內東側崖邊槽溝剖面圖

(七) 地球物理測勘（視需要選擇辦理項目）

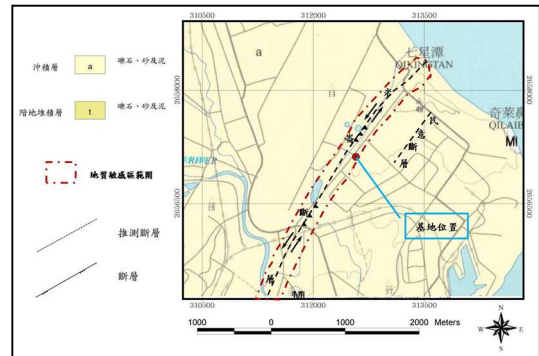
於基地調查過程中，因區域地質資料對斷層位置的判定不清楚時，或於細部調查區內未具明顯斷層跡地表特徵時，為增進地質鑽探位置的準確度或釐清斷層與基地之相互位置關係時，則可使用地球物理探查方式輔助判釋斷層位置。地球物理測勘成果範例如圖七。



圖七、米崙斷層地球物理探測成果圖

(八) 區域調查地質圖

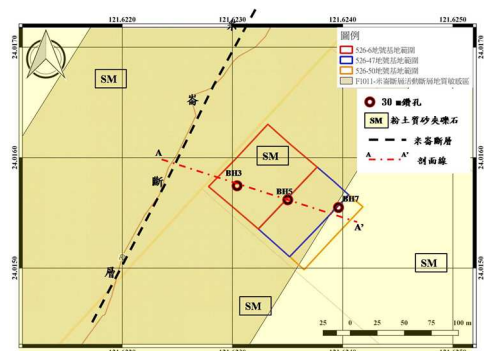
區域調查地質圖應說明及標示地形特徵、地層分布、地質構造。比例尺不得小於五萬分之一。地形特徵、地層分布、地質構造與基本資訊(如指北標誌、比例尺、XY坐標線與坐標值、圖例以及文字)，建議參考經濟部地質調查及礦業管理中心五萬分之一地質圖資料，並搭配現地查核結果繪製之。區域調查地質圖範例如圖八。



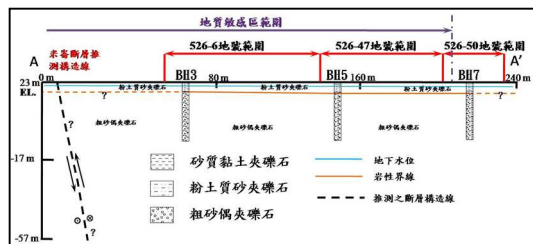
圖八、區域調查地質圖範例

(九) 細部調查地質圖與地質剖面圖

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。細部調查地質圖(範例如圖九)比例尺不得小於一千二百分之一。地質剖面圖(範例如圖十)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。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、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。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。



圖九、基地細部調查地質圖範例



圖十、基地地質剖面圖範例

三、審查實務與常見缺失

活動斷層地質敏感區制度在實務運作中，審查者需確認調查方法是否完整、資料是否足以支持結論、斷層判釋是否合理、分帶是否符合規範，以及安全評估是否具體可行。本章將以審查者視角，說明常見缺失與改善方式。

(一)審查流程概述

審查流程通常包含：

1. 區域地質資料檢核
2. 地形判釋檢核
3. 露頭調查檢核
4. 地球物理探測資料檢核
5. 鑽探與岩心判釋檢核
6. 斷層分帶檢核
7. 地質安全評估檢核。

(二)地形判釋常見缺失

1. 誤判人工崖為斷層崖

常見於：

- 道路邊坡
- 排水溝邊坡
- 建築基地整地邊坡

2. 未辨識河階崖

河階崖常呈多級、平行河流分布，若未辨識，

容易誤判為斷層崖。

(三) 露頭調查常見缺失

露頭資料不足，都市區露頭稀少，但仍需查核：

- 河岸
- 道路切坡
- 工地開挖面

(四) 地球物理探測常見缺失

僅以地電阻低阻區判定斷層，這是審查中最常見的錯誤之一。

(五) 鑽探調查常見缺失

1. 鑽探深度不足

例如：

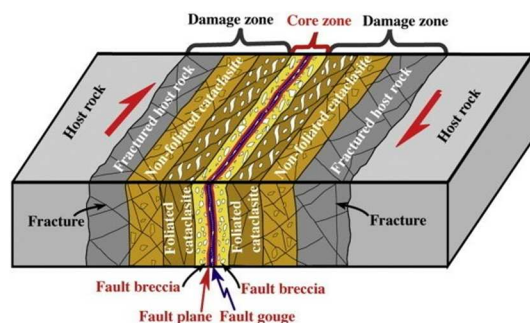
- 僅鑽至 30 m，但基盤深度遠大於此
- 未穿越斷層核心

2. 岩心未清理

泥漿覆蓋會使剪裂面無法辨識。

(六) 斷層分帶常見缺失

1. 未依規範分為 DZ、SP、WR



圖十一 斷層分帶示意圖

(七) 安全評估常見缺失



1. 未使用 Gompertz 函數推估變形範圍。
2. 未能將斷層構造線正確標示。
3. 未能判定正確之斷層形式。
4. 未能判斷破裂帶及其影響範圍。

四、討論

活動斷層地質敏感區制度的目的在於降低土地開發面臨的地質風險，避免建築物直接坐落於活動斷層或其變形帶上。然而，制度在實務運作中仍面臨多項挑戰，包括技術限制、資料取得困難、審查標準不一致等。本章從技師與審查者的角度，探討制度落實的困難與改進方向。

（一）制度落實的挑戰

1. 開發單位對制度理解不足

許多開發單位誤以為：

- 只要不在主斷層上就不需調查
- 敏感區只是參考，不具強制性
- 鑽探 30 m 即可滿足所有需求
- 地球物理探測可取代鑽探

這些誤解導致調查預算不足、調查方法不完整，進而造成審查延宕。

2. 調查成本高、時間長

活動斷層調查涉及：

- 地形判釋
- 地球物理探測
- 鑽探（全取樣）
- 岩心清理
- 槽溝開挖

- 定年分析

其中鑽探與槽溝成本高昂，對中小型開發案造成負擔。

3. 都市區調查條件受限

都市區常見：

- 無自然露頭
- 地表多為人工鋪面
- 地球物理探測受金屬干擾
- 鑽探位置受建物與道路限制
- 槽溝開挖空間不足

（二）技術方法的限制

1. 地形判釋限制

在平原地區，地形判釋常因：

- 沖積作用掩蓋斷層地形
- 人工整地破壞自然地形
- 斷層末端跡象不明顯

而難以辨識斷層。

2. 地球物理探測限制

地球物理探測常被誤解為「能看到地下構造」，但實務上：

- 地電阻受金屬干擾
- 透地雷達遇黏土層訊號衰減
- 反射震測成本高、噪音大
- 反演結果易受主觀影響

3. 鑽探調查限制

鑽探雖為最可靠方法，但仍有：

- 鑽孔為點狀資料
- 若未穿越斷層核心可能誤判
- 岩心未清理會造成判釋錯誤



- 深度不足會造成錯誤結論

4. 槽溝開挖限制

槽溝可直接觀察斷層，但：

- 成本高
- 需大面積用地
- 都市區難以施作
- 若斷層深埋則挖不到

（三）審查制度的挑戰

1. 審查標準不一致

不同縣市、不同審查委員會對：

- 鑽探深度
- 地球物理必要性
- 槽溝是否必須
- 分帶方法
- 安全評估內容

要求不一致，如：

公會 A：需地球物理探勘

公會 B：不需槽溝

縣市 C：需 50 m 鑽探

縣市 D：30 m 即可

2. 補件頻繁、審查時間長

常見補件原因：

- 地形判釋不足
- 鑽探深度不足
- 岩心照片不清楚
- 地球物理資料未比對
- 分帶不符規範
- 安全評估不足

（四）技師實務經驗反思

1. 調查方法需互相驗證

單一方法不足以判定斷層位置，需：

- 地形判釋 → 指引方向
- 地球物理 → 推估構造
- 鑽探 → 確認構造
- 槽溝 → 確認活動性

2. 岩心處理是關鍵

許多錯誤判釋來自：

- 岩心未清理
- 照片模糊
- 未記錄剪裂面角度
- 未記錄破碎帶寬度

3. 分帶需科學化

分帶需依據：

- 剪裂帶位置
- 破碎帶寬度
- 土層厚度
- 錯動量
- Gompertz 函數

4. 安全評估需具體

例如：

- DZ：不得配置主要建築物
- SP：需近斷層耐震設計
- WR：正常設計即可

（五）未來改進方向

1. 建立統一審查標準

包括：

- 鑽探深度
- 地球物理適用性
- 分帶方法
- 安全評估內容



2. 建立全國鑽探資料庫

整合：

- 工程鑽探
- 地調所資料
- 學術研究

可減少重複鑽探。

3. 推動 Lidar DEM 全國化

提升地形判釋品質。

4. 推動技師教育訓練

包括：

- 岩心判釋
- 地球物理判讀
- 分帶方法
- 安全評估

七、結論

臺灣位於全球最活躍的造山帶之一，活動斷層密度高、地震風險大，土地開發必須面對地質環境的不確定性。活動斷層地質敏感區制度的核心目的，在於透過科學調查與工程評估，降低開發行為面臨的地質風險，避免建築物直接坐落於活動斷層或其變形帶上，並確保人民生命財產安全。

本研究整合《地質法》、作業準則、技術手冊與審查實務經驗，提出一套完整且可操作的活動斷層地質敏感區基地地質調查流程，並透過案例分析展示調查方法的實際應用。研究結果顯示：

（一）調查方法需多元且互相驗證

單一方法不足以判定斷層位置，需結合：

- 地形判釋
- 露頭調查
- 地球物理探測
- 鑽探調查
- 槽溝開挖

（二）鑽探與岩心判釋是確認地下構造的關鍵

全取樣鑽探、岩心清理與詳細記錄是判釋斷層構造不可或缺的基礎。岩心資料的品質直接影響：

- 斷層位置
- 分支斷層判釋
- 分帶結果
- 安全評估內容

（三）地球物理探測具有輔助性，但不可單獨使用

地球物理探測需與鑽探資料比對，否則容易因干擾或反演誤差造成錯誤判釋。

（四）厚層沖積層區需使用科學方法推估地表變形範圍

Gompertz 函數提供一套可量化的地表變形推估方法，有助於避免低估斷層活動對地表的影響。

（五）斷層分帶（DZ、SP、WR）是安全評估的核心

分帶結果直接影響：

- 建築物配置
- 耐震設計需求
- 土地使用規劃



分帶需依據：

- 剪裂帶位置
- 破碎帶寬度
- 土層厚度
- 錯動量
- Gompertz 函數推估結果

(六) 審查實務中常見缺失可透過標準化流程改善

包括：

- 鑽探深度不足
- 岩心未清理
- 地形判釋不完整
- 地球物理資料未比對
- 分帶不符規範
- 安全評估內容不足

(七) 制度仍有改進空間

包括：

- 審查標準一致性
- 資料庫建置
- 技師訓練
- Lidar DEM 推廣

(八) 本研究的貢獻

1. 整合制度、技術與審查實務，建立完整調查流程。
2. 提出技師實務觀點，補足手冊未明確規範之部分。
3. 以案例展示調查方法的實際應用與判釋邏輯。
4. 提出制度改進方向，供主管機關參

考。

參考文獻 (References)

(以下依照技術期刊常用格式編排)

- 陳文山 (2005)。《台灣活動斷層槽溝調查技術》。國立臺灣大學地質科學系。
- 地質調查及礦業管理中心(2024)。《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊》。經濟部。
- 林銘郎、等 (2014)。《活動斷層近地表變形特性研究 (4/4)》。經濟部中央地質調查所委辦計畫。
- 張竝瑜 (2018)。《淺層反射震測技術與應用》。地質調查所專題報告。
- 黃柏鈞 (2025)。《活動斷層地質敏感區基地地質調查及地質安全評估審查實務》。應用地質技師公會。
- Sibson, R. H. (1977). Fault zone models, heat flow, and the depth distribution of earthquakes in the continental crust. *Geophysical Journal International*.
- Mitra, S., & Ismat, Z. (2001). Geometry and kinematics of fault-related folds. *Geological Society of America Bulletin*.
- Lin, A., & Yamashita, K. (2013). Structural characteristics of fault zones. *Journal of Structural Geology*.



地下水補注地質敏感區地質安全評估案例研究

Case Study on Geological Safety Assessment in Groundwater Recharge Geologically Sensitive Areas

李準勝

Chun-Sheng Lee

永勝工程顧問有限公司，應用地質/水土保持/大地工程 技師

臺中市 應用地質/水土保持 技師公會，常務監事

摘 要

地下水資源在臺灣整體水資源供應體系中具有關鍵地位，不僅供應民生、農業及產業發展所需，亦具有調節枯豐水期供需及提升區域供水韌性之功能。依地礦中心報告顯示，臺灣地區年平均用水總量約為179.5億立方公尺，其中地下水抽用量約55.9億立方公尺，占總用水量約31%，顯示地下水已為我國重要且不可替代之水資源。然近年來都市化、交通建設與高強度土地利用持續發展，地表不透水面積顯著增加，致使天然入滲條件改變；再加上農業施肥、生活污水及開發行為可能伴生之污染輸入，使地下水補注量及水質面臨雙重風險。

本文首先說明地下水補注地質敏感區之劃定標準、程序及目前已公告之六大區域，並整理都市土地與非都市土地在透水面積檢討上之規範差異。其次，透過五件不同土地屬性與開發型態之案例，包括都市土地無地下構造物、都市土地有地下構造物、非都市土地涉及使用分區變更及非都市土地未涉及使用分區變更等，分析其透水面積計算方式、法規適用依據及因應補償措施。研究結果顯示，地下水補注地質敏感區之地質安全評估，已由單純法規符合性檢討，逐步發展為兼顧地質條件、水文地質機制、基地配置、污染防制及透水補償措施之整合性評估架構。尤其在都市高強度開發基地中，透過綠地留設、透水鋪面、覆土補償及屋頂雨水收集回滲等方式，得於一定程度內降低開發對補注功能之不利影響。

惟本文亦發現，現行制度在不同土地法制體系下之審查標準仍有差異，地下構造物上方綠地、補償性透水措施及雨水回收折減計算等實務操作方式，亦仍有進一步明確化之必要。基此，本文認為地下水補注地質敏感區制度之核心，並非單純限制開發，而在於建立一套兼顧土地利用、地下水補注、水質保護及工程可行性之風險治理機制。未來應持續精進審查準則、補償措施認定基準及開發後追蹤管理制度，以提升制度執行之一致性與實效性。

關鍵字：地質法、地下水補注地質敏感區、地質安全評估



Abstract

Groundwater plays a critical role in Taiwan's overall water supply system, supporting domestic use, agricultural irrigation, and industrial development, while also enhancing regional water resilience during dry seasons. According to the data discussed in this study, Taiwan's annual average water consumption is approximately 17.95 billion cubic meters, of which groundwater extraction accounts for about 5.59 billion cubic meters, or roughly 31% of the total. This demonstrates that groundwater is an essential and irreplaceable water resource in Taiwan. However, rapid urbanization, transportation infrastructure expansion, and intensive land development have significantly increased impervious surface coverage, thereby altering natural infiltration conditions. In addition, agricultural fertilizers, domestic wastewater, and pollutants associated with land development may further threaten both groundwater recharge capacity and groundwater quality.

This study first reviews the delineation criteria, procedures, and the six officially announced groundwater recharge geologically sensitive areas in Taiwan. It then compares the different regulatory requirements regarding permeable area review for urban and non-urban land. Furthermore, through five practical cases involving different land-use types and development patterns—including urban land without underground structures, urban land with underground structures, non-urban land involving zoning changes, and non-urban land without zoning changes—this paper analyzes methods of permeable area calculation, applicable legal standards, and compensatory mitigation measures. The findings show that geological safety assessment in groundwater recharge geologically sensitive areas has gradually evolved from a simple compliance review into an integrated assessment framework that takes into account geological conditions, hydrogeological mechanisms, site layout, pollution prevention, and compensatory infiltration measures. In highly developed urban sites in particular, the adverse impacts of development on recharge functions may be mitigated, to a certain extent, through the provision of green areas, permeable pavements, soil-cover compensation, and rooftop rainwater collection and infiltration systems.

Nevertheless, this study also finds that the current system still shows differences in review standards across distinct land-use regulatory systems. In addition, practical issues such as the treatment of green spaces above underground structures, the recognition of compensatory permeable measures, and the discount calculation of rainwater recycling systems still require further clarification. Therefore, this paper argues that the core objective of the groundwater recharge geologically sensitive area system is not merely to restrict development, but rather to establish a risk governance mechanism that balances land use, groundwater recharge, water quality protection, and engineering feasibility. Future efforts should continue to refine review criteria, standards for recognizing compensatory measures, and post-development monitoring and management mechanisms so as to improve the consistency and effectiveness of implementation.

Keywords: Geological Act, groundwater recharge geologically sensitive area, geological safety assessment



一、緒論

地下水資源在臺灣整體水資源供應中扮演著不可或缺之角色。依本文既有資料可知，臺灣地區年平均用水總量約為179.5億立方公尺，其中地下水抽用量約55.9億立方公尺，約占總用水量31%，其供應量甚至為水庫供水量（43.3億立方公尺）的1.3倍，足見地下水資源對民生、農業灌溉及產業發展均具有高度重要性。惟隨著都市發展、交通建設擴張及高強度土地利用，平原與都會區地表不透水面積大幅增加，不僅降低天然降雨入滲地下之機會，亦可能因農業施肥、生活污水與土地開發行為所生之污染物，經由補注區滲入地下含水層，進而造成地下水質惡化。是故，地下水問題已不僅為單純水量供需問題，而涉及國土規劃、地質安全、土地開發及環境保護等多重面向。

有鑑於地下水資源之脆弱性及其對國家永續發展之重要性，我國於民國99年制定公布《地質法》，建立地質敏感區公告及土地開發行為應辦理基地地質調查與地質安全評估之法制架構。依《地質法》第5條及第8條規定，凡土地開發基地有全部或一部位於地質敏感區者，應於申請開發前辦理基地地質調查及地質安全評估。此一制度之建立，顯示我國已逐步將地質條件與環境風險納入土地開發審查體系，並藉由事前調查及評估機制，降低不當開發對敏感地質環境所可能造成之損害。於各類地質敏感區之中，地下水補注地質敏感區具有兼顧地下水補注量維持、水質保護及區域供水安全之重要制度意義。

依《地質敏感區劃定變更及廢止辦法》第4條規定，地下水補注區係指地表水入滲地下地層，且為區域性地下水流源頭地區，其須符合多層地下水層之共同補注區，或其補注地下水體可作為區域性供水重要水源等條件。本文所整理之資料顯示，目前經濟部已陸續公告濁水溪沖積扇、屏東平原、宜蘭平原、臺北盆地、臺中盆地及嘉南平原等六個地下水補注地質敏感區，顯見此制度已逐步成為我國地下水保育之核心法制工具。

然而，地下水補注地質敏感區之實務操作，並非僅止於法條文義之套用，而涉及基地條件確認、都市土地與非都市土地法制區分、透水面積計算、地下構造物對補注功能之影響、污染防治及補償性措施設計等複合性議題。尤其在高強度都市開發案件中，常因地下室開挖、建築配置與公共開放空間設置，使基地「無地下構造物」之透水面積明顯不足，進而需採取覆土補償、植草磚、透水鋪面或屋頂雨水收集回滲等替代設計，方能符合規範要求。此種制度運作模式，顯示地下水補注地質敏感區安全評估本質上已從單純之開發限制，轉化為地質條件、水文機制與工程設計整合下之風險治理。

基於上述背景，本文之研究目的主要有三：第一，整理地下水補注地質敏感區之法制基礎、劃定原理及作業程序，以釐清其制度內涵；第二，分析基地地質調查與地質安全評估之操作重點，特別是透水面積、水質管理與補償性措施之審查邏輯；第三，透過五件實務案例，探討不同土地屬性與開發型態下之規範適用差異，並歸納目前制度執行

上之主要問題及可能改進方向。

本文首先透過《地質法》、《地質敏感區劃定變更及廢止辦法》、作業準則、作業手冊及各地下水補注地質敏感區劃定計畫書，說明制度形成背景與法規架構；其次，整理基地地質調查與地質安全評估之實務作業內容；最後，藉由五件實務案例比較都市土地與非都市土地、涉及與未涉及使用分區變更，以及有無地下構造物等不同情形下之透水面積檢討與因應措施，以作為本文分析與結論之基礎。

二、地下水補注地質敏感區劃定

依據《地質敏感區劃定變更及廢止辦法》第4條規定，「地下水補注區」係指地表水入滲地下地層，且為區域性之地下水流源頭地區，其需具備下列情形之一：第一，為多層地下水層之共同補注區；第二，補注之地下水體可做為區域性供水之重要水源。

地下水補注地質敏感區的劃定流程主要分為三個階段：

1. **資料蒐集彙整**：蒐集地下水區之水文地質調查資料，釐定水文地質架構及地下水流網。
2. **劃定地質邊界**：依據地下水流網源頭區及水質特徵，並綜整地球物理探測（如地電阻探測）及地質鑽探結果，初步劃定地質邊界。
3. **劃定敏感區範圍**：考量國土管理與實務操作需求，以地籍資料編修補注區地質邊界。其編修原則包含：邊界範

圍內完整涵蓋之地段全部劃入；位於邊界線上部分涵蓋之宗地（地號）則全部移除；遇狹長形或特殊形狀之道路、溝渠等則採用既有界址點作為截切控制，以完成最終公告範圍。

目前經濟部已陸續公告實施六個地下水補注地質敏感區，包括：



圖一 地下水補注地質敏感區分布圖



1. **濁水溪沖積扇 (G0001)**：為臺灣面積及儲水量最大之地下水區，敏感區位於扇頂區，面積約 194.8 平方公里，佔全區 9.4%，其扇頂為礫石及粗砂組成，為各地下水層之共同補注區。
2. **屏東平原 (G0002)**：敏感區面積 1,231 平方公里（佔全區 28.2%），其平均年補注量達 12 億噸，佔全區補注量的 69.4%，符合圈繪較小範圍卻能保育多數補注量之劃定原則。
3. **宜蘭平原 (G0003)**：敏感區面積約占宜蘭平原全地下水面積達 22.1%，約占宜蘭平原全地下水補注量達 62.1%。
4. **臺北盆地(G0004)**：包括新店溪和大漢溪等上游之補注區範圍，估算出此評估範圍內地下水年平均補注量約為 0.14 億立方公尺，包括新店溪補注區的 0.08 億立方公尺與大漢溪補注區的 0.06 億立方公尺，約佔臺北盆地地下水區年平均補注量 0.6 億立方公尺的 23.2%。
5. **臺中盆地 (G0005)**：臺中盆地區分為地下水主要補注區及非補注區，估算出此評估範圍內地下水平均年補注量約為 5.86 億立方公尺(北盆地:4.80；南盆地:1.06)，各佔整體 72.4%與 16.1%，佔臺中盆地地下水平均年補注量 6.63 億立方公尺的 88.4%。
6. **嘉南平原 (G0006)**：嘉南平原地下水補注地質敏感區，係以平原上主要河流流出山口區，由河流沉積物所堆積之

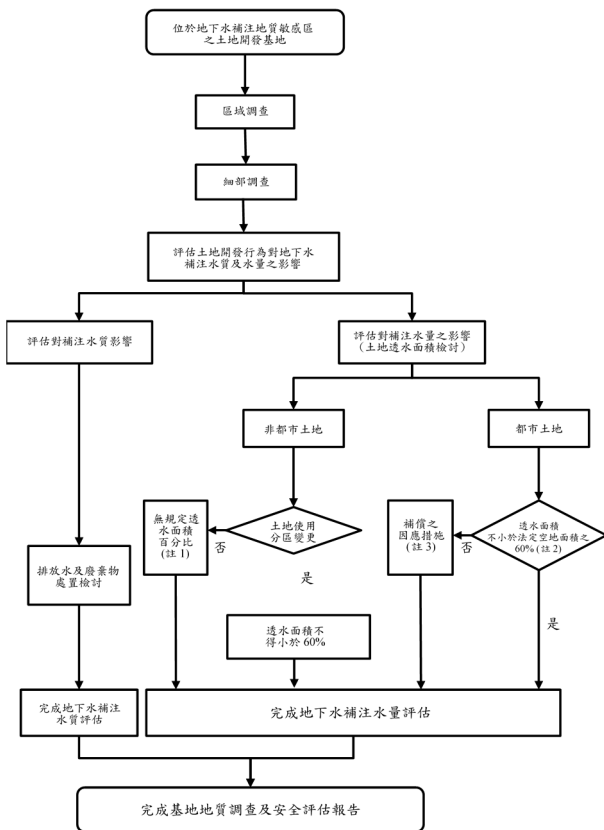
地表砂礫石層，所構成之非受壓地下水層為主，各河流出口之地下水補注地質敏感區，分別為各河流域範圍內之分層地下水層，形成主要補注源頭區，且提供各河流之流域區域供水源，惟各河流間之補注系統，並不互相連通，僅有流域區域性之補注與供水能力。經地籍邊界修訂後之面積為 82.27 平方公里，佔嘉南平原總面積 3%，區內地下水補注量，約佔嘉南平原全地下水區補注量之 18.26%~27.63%。

三、調查作業與安全評估

針對基地位於地下水補注地質敏感區之土地開發案件，依《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則》（以下簡稱作業準則），需辦理下列調查與評估：

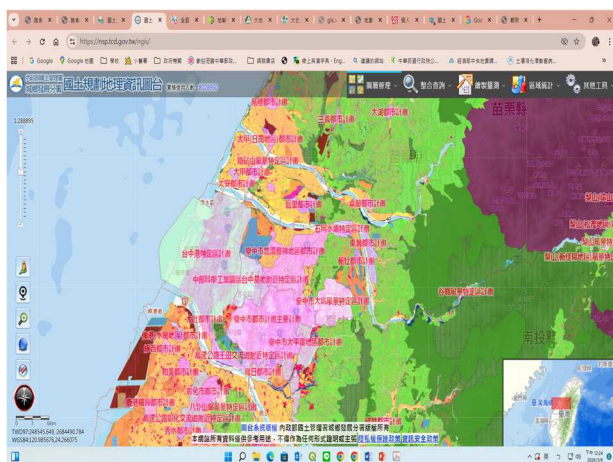
（一）都市土地與非都市土地資料查詢方法

每一個位於地下水補注地質敏感區的土地開發案件，依其隸屬「都市土地」或「非都市土地」，其透水面積之計算基準與規劃要求有極大差異。因此，實務操作上首要工作為確認基地屬性。開發單位可透過內政部營建署城鄉發展分署建置之「全國土地使用分區資料查詢系統」獲取資料。若屬非都市土地，需進一步確認其使用分區（如特定農業區、工業區、山坡地保育區等）及使用地類別編定（如甲/乙/丙/丁種建築用地、農牧用地等），以釐清是否涉及使用分區或使用地變更。



※註 1：透水面積於其他法令規定另有規定者，從其規定辦理。
 ※註 2：依其他法規規定提供公共使用之土地(如道路、橋樑、法定騎樓、無遮簷人行道等...)，得不計入需進行透水面積百分比檢討之土地面積。
 ※註 3：不足之土地透水面積應採取有效因應措施以補償之，因應措施得採用能使雨水暫時留置基地上，再滲透補注於地下水體之措施，如雨水蓄留、滲透設施或其他合於學理之方式。

圖二 地下水補注地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業流程圖



圖三 內政部國土署城鄉發展分署國土規劃地理資訊台(<https://nsp.tcd.gov.tw/ngis/>)

(二) 調查作業方法

現地調查依作業準則第9條規定，分為區域調查與細部調查兩部分：

1. **區域調查**：目的在於瞭解基地所處之地質環境。調查範圍包含基地全部及可能影響基地之相鄰地區，至少應包含基地周界外 2 公里以上範圍。內容須涵蓋地形、水系、地層分布、地質構造及水文地質等。並須檢附比例尺不得小於五萬分之一之「區域調查地質圖」及水文地質剖面圖，標示地下水層及地下水位。
2. **細部調查**：目的為瞭解基地現況及土地開發情形。調查內容包括開發前地形與土地使用狀況、基地使用配置、挖填規劃及填方材料說明。填方材料需說明其性質與粒徑分布曲線，確保其透水性利於地表水向下滲流且不致造成地下水污染。並須檢附比例尺不得小於一千二百分之一之「細部調查地質圖」。

(三) 透水面積檢討

依據作業準則第11條，開發後細部調查範圍內之土地透水面積百分比需符合嚴格標準。此處所稱之「土地透水面積」，係指開發基地內「無地下構造物」且符合以下型態之土地：**(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；**(3)** 完工後有進行人工鋪面，但使用透水性鋪面。

1. **非都市土地**：若申請土地使用分區變更及使用地變更編定之開發行為，其開發



後土地透水面積不得小於 60%。若未涉及土地使用分區變更者，則其透水面積於其他法令另有規定者，從其規定辦理。

2. **都市土地**：土地透水面積以不小於「法定空地面積之百分之六十」為原則。若依其他法規規定應提供部分土地供公共使用（如道路退縮、法定騎樓等），得於法定空地中扣除該公共使用面積後，再計算其百分之六十。

(四) 安全評估內容

地質安全評估之核心在於評估開發行為對地下水之「補注水質」及「補注水量」之影響，並檢視因應措施之成效。

1. **水質與廢棄物管理**：土地開發中及開發後之排放水（含地表水、生活排放水）及廢棄物，若經適當處理，應達環保署水污染防治法或各地方政府自治條例之放流水標準及廢棄物清理法標準，並應詳細說明處理措施，確保無污染地下水質之虞。
2. **水量與透水鋪面應用**：若土地透水面積估算不足，需減少開發強度，或透過設計增加透水面積。因應措施包含多採綠地、被覆地、草溝、景觀貯集滲水池等。透水鋪面係指利用多孔隙瀝青混凝土、透水磚等孔隙率高之材料，使雨水通過面層與過濾層直接滲入地基土壤。

四、實務案例

依據永勝公司提供五個案例報告，針對

地下水補注地質敏感區之實務操作研究，以下列舉不同土地屬性之實務案例進行分析：

(一) **都市土地(無地下構造物)**

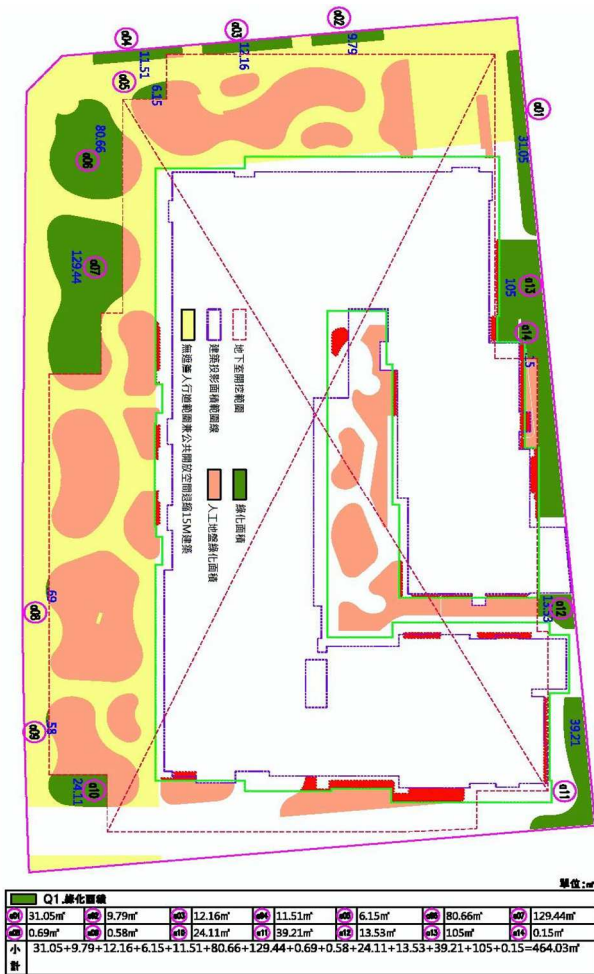
案例工程名稱：臺中市北屯區溝背段某案店舖、辦公室、集合住宅新建工程。

案例背景：基地面積約 6,024 m²，位於特定商業區，規劃興建地上 24 層、地下 4 層及地上 15 層、地下 4 層之建物。基地地層主要由粉土質黏土及卵礫石層組成。

透水面積檢討：

- A. 基地總面積：6,024.23 m²
- B. 法定建蔽率：55%
- C. 法定空地面積：
 $6,024.23 \times (1-55\%) = 2,710.9 \text{ m}^2$
- D. 公共使用之土地面積：2113.8 m²(無遮簷人行道兼公共開放空間退縮 15m)
- E. 透水面積檢討：{法定空地面積-公共使用之土地面積} * 0.6
- F. $\{ 2,710.9 - 2,113.8 \} * 0.6 = 358.26 \text{ m}^2$
- G. 基地透水面積檢討：土地透水面積(綠地面積-無地下結構物) 464.03 m²(77.7%) > 358.26 m²(60%) **符合**

因應對策與結論：因實際透水面積大於法規要求，且生活污水將排入公共下水道系統，評估對地下水補注量與水質影響微小，符合法規要求。



圖四 案例一透水面積檢討成果圖

(二) 都市土地(有地下構造物-案例1)

案例工程名稱：臺中市北屯區碧柳段某地號店鋪、集合住宅新建工程。

案例背景：基地面積約 8,290 m²，屬第二種商業區。規劃興建地上 24 層、地下 5 層之建築。

透水面積檢討：

A. 基地總面積：8,290.35 m²

B. 法定建蔽率：55%

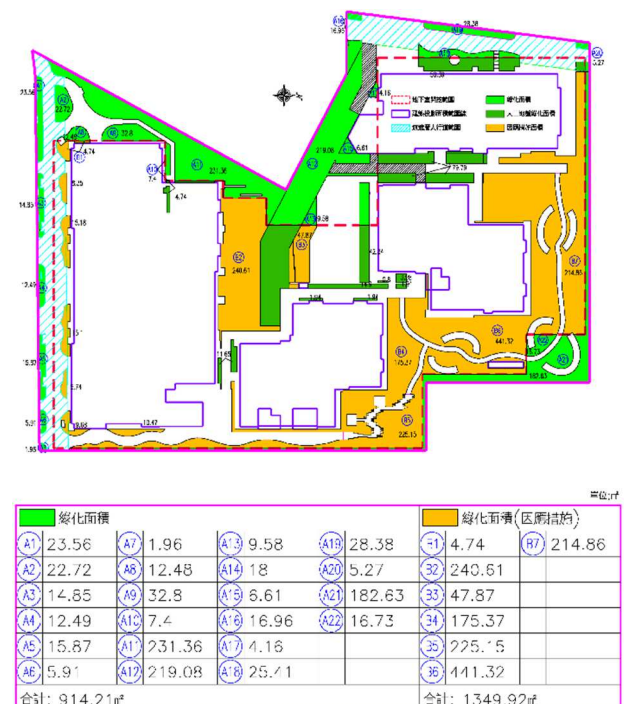
C. 法定空地面積： $8,290.35 \times (1 - 55\%) = 3,730.66 \text{ m}^2$

D. 公共使用之土地面積：587.34 m²
(無遮簷人行道)

E. 透水面積檢討： $\{3,730.66 - 587.34\} \times 0.6 = 1,885.99 \text{ m}^2$

F. 基地透水面積檢討：基地地下無結構物透水面積(有效透水面積)：914.21 m² < 1,885.99 m² **不符合**

因應對策與結論：採取因應補償措施，將「地下有結構物之上方覆土厚度達 1.2 公尺」之綠地面積 (1,349.92 m²) 納入計算，藉由側向滲流可完整滲透至地下之補助目的。總計透水面積達 2,264.13 m² (約 72%)，符合大於 60%之要求。



圖五 案例二透水面積檢討成果圖



(三) 都市土地(有地下構造物-案例 2)

案例工程名稱：臺中市北屯區碧柳段某地號店鋪、集合住宅新建工程。

案例背景：基地面積約 10,293 m²，規劃多棟高層建築（最高 30 層、地下 5 層）。

透水面積檢討：

A. 基地總面積：10,293.92 m²

B. 法定建蔽率：55%

C. 法定空地面積：

$$10,293.92 \times (1-55\%) = 4,632.26 \text{ m}^2$$

D. 公共使用之土地面積：

$$1,143.89 \text{ m}^2 (\text{無遮簷人行道})$$

E. 透水面積檢討：

{法定空地面積 - 公共使用之土地面積}

$$* 0.6 = \{4,632.26 - 1,143.89\} * 0.6 = 2,093.02 \text{ m}^2$$

F. 基地透水面積檢討：本基地規劃提供土地透水面積(地下無結構物)：

$$\text{綠地面積} = 568.89 \text{ m}^2$$

$$\text{植草磚面積} = 261.05 \text{ m}^2$$

$$\text{總計} = 829.94 \text{ m}^2 (23.8\%) < 2,093.02 \text{ m}^2 (60\%)$$

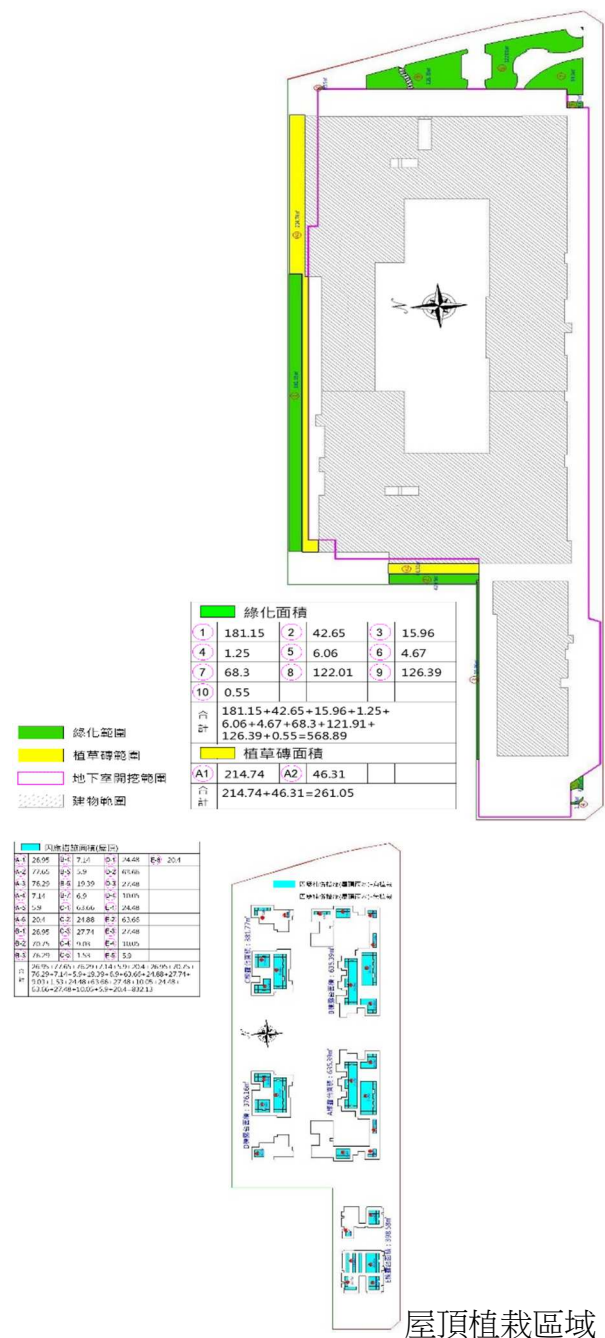
不符合

因應對策與結論：因應對策採取屋頂雨水收集（含雨水回收）：屋頂有植栽區域提供 832.13 m²，折減 20%後屋頂雨水有植栽區域集水透水面積：665.704 m²；屋頂無植栽區域 1,595.16 m²，折減 5%後屋頂雨水無植栽區域集水透水面積：1,515.402 m²，總計共

$$2,181.106 \text{ m}^2。$$

$$\text{可提供透水面積檢討} = 829.94 + 2,181.106 = 3,011.046 \text{ m}^2 (86.3\%) > 2,093.02 \text{ m}^2 (60\%)$$

符合準則第 11 條規定



圖六 案例三透水面積檢討成果圖

綠化面積(A1~A10)：817.67 m²

植草磚面積(B1~B10)：851.14 m²

透水瀝青面積(C1~C2)：59.21 m²

水溝面積(透水混凝土)：593.06 m²

$817.67 + 851.14 + 59.21 + 593.06 = 2321.08$
 $\text{m}^2 > 2,112.94 \text{ m}^2$ 符合「南投旺來產業園區
 開發計畫暨細部計畫」



圖八 案例五透水面積檢討成果圖

五、結論

地下水補注地質敏感區制度，乃我國因應地下水資源保育與土地開發風險管理所建構之重要法制機制。依本文整理可知，地下水補注地質敏感區之劃定，並非單憑行政界線或土地使用現況進行形式認定，而係綜合地下水流網、水文地質架構、地球物理探測、

地質鑽探及地籍編修等程序後，所形成之具科學基礎與管理目的之公告範圍。目前已公告之六大地下水補注地質敏感區，顯示我國對區域性地下水補注源頭之保育，已逐步建立制度化管理架構。

其次，基地地質調查及地質安全評估之制度設計，已將區域地質、水文地質、土地利用、透水面積、水質保護及開發因應措施整合於單一審查體系中。依作業準則，凡位於地下水補注地質敏感區之土地開發案件，均須針對基地及其周邊地質環境進行區域與細部調查，並評估開發行為對地下水補注水量與補注水質之影響。此一制度之本質，並非全面禁止開發，而係要求開發行為人於開發規劃階段即納入地下水保育與風險預防思維，以避免因土地利用變更而造成補注功能減損或污染風險增加。

再者，由五件實務案例之比較可知，現行制度雖已建立基本審查標準，但實務上仍因土地屬性、開發型態與基地條件不同，而呈現差異化操作。就都市土地而言，若基地無地下構造物，透水面積檢討相對單純；然若設置地下室或大面積地下構造物，則常導致有效透水面積不足，需透過地下構造物上方覆土厚度達一定標準之綠地配置、植草磚設置，或屋頂雨水收集與折減回算等補償性措施，始得符合規範要求。就非都市土地而言，若涉及使用分區或使用地變更，原則上應符合開發後土地透水面積不得低於60%之要求；若未涉及變更，則須依其他特定開發計畫或個別法令規定另為檢討。此顯示都市土地與非都市土地之審查體系雖有共同保育



目的，但其法制依據與實務操作方式仍未完全一致。

此外，本文認為目前制度運作至少有下列幾項值得後續精進之處。

1. 透水面積認定標準宜更明確，尤其對地下構造物上方綠地、覆土厚度足以形成有效入滲條件者，及屋頂雨水收集回滲系統得否折減計入透水面積等事項，應建立更一致之審查基準。
2. 補償性措施之適法性與有效性，不宜僅停留於設計階段之書面推估，宜建立完工後查核與必要監測機制，以確認實際仍具補注功能。
3. 對於生活污水、排放水與廢棄物之管理，雖現行規範已要求應符合相關環保法令標準，但實務上仍應更強化開發後之維護責任與長期追蹤。
4. 都市土地與非都市土地間之適用標準與法源依據，可再進一步整合，以減少個案審查差異過大之問題。

綜合而言，地下水補注地質敏感區之制度目的，不在於排除一切土地開發，而在於透過科學調查、工程設計及法規審查之整合，促使開發行為在可控制之風險範圍內進行，

7.

並儘可能維持地下水補注與水質保護功能。未來制度發展方向，宜朝向審查標準明確化、補償措施可驗證化、開發後管理持續化及不同土地法制間銜接一致化等方向精進，以進一步落實地下水資源永續利用與國土環境保育之制度目標。

六、參考文獻

1. 經濟部中央地質調查所 (2024)，《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則》。
2. 經濟部中央地質調查所 (2024)，《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊-地下水補注部分》。
3. 經濟部中央地質調查所 (2014-2016)，各地下水補注地質敏感區劃定計畫書（G0001 濁水溪沖積扇、G0002 屏東平原、G0003 宜蘭平原、G0004 臺北盆地、G0005 臺中盆地、G0006 嘉南平原）。
4. 經濟部 (2010)，《地質法》及《地質敏感區劃定變更及廢止辦法》。
5. 李準勝 (2017)，〈地下水補注地質敏感區實務操作與問題探討〉，《地工技術》，第 154 期。
6. 內政部營建署城鄉發展分署，「全國土地使用分區資料查詢系統」。



活動斷層地質敏感區地質安全評估案例研究

Case Study on Geological Safety Assessment in Active Fault Geologically Sensitive Areas

李 準 勝

Chun-Sheng Lee

永勝工程顧問有限公司，應用地質/水土保持/大地工程 技師

臺中市 應用地質/水土保持 技師公會，常務監事

摘 要

臺灣位處環太平洋地震帶，板塊擠壓活動劇烈，導致島內斷層密布，活動斷層引發的地殼錯動與近斷層強地動為主要的地質災害來源。西元 1999 年九二一集集大地震不僅造成嚴重的人員傷亡，更因車籠埔斷層的地表破裂，導致沿線無數建築物、橋梁與公共設施遭到物理性撕裂與毀損。為有效控管土地開發風險，政府依據《地質法》授權，將過去十萬年內有活動證據之斷層及其兩側易受錯動影響之範圍，劃定為「活動斷層地質敏感區」，並嚴格規範區內的土地開發行為必須於事前進行基地地質調查與地質安全評估。

本文旨在探討活動斷層調查的標準作業方法與安全評估之核心內容，並詳細剖析兩個具代表性的實務案例：其一為受第一類活動斷層「車籠埔斷層」擾動影響的臺中市立太平國中後操場跑道改建案；其二為鄰近第一類活動斷層「大甲斷層」的臺中市龍泉國小半戶外球場新建案。透過此兩案之區域調查、地形判釋、露頭調查、地球物理測勘（地電阻剖面法）及密集地質鑽探（全程取樣）的完整數據分析，本文具體展現了不同地質條件下的安全評估邏輯。太平國中案因確認基地全區皆受斷層強烈剪裂擾動，得出「不宜進行任何建築開發」並須加強邊坡監測的避災結論；龍泉國小案則透過精準定位斷層跡與地下傾角，確認斷層距新建物尚有安全距離，進而將近斷層效應之譜加速度參數（SS、S1）與斷層調整因子（NA、NV）回饋至結構耐震設計中。此二案例充分突顯了地質安全評估「釐清風險、順天應人、調整開發強度」的防災新思維，期能為後續國土規劃與工程實務提供深度的學理與應用參考。

關鍵字：地質法、活動斷層地質敏感區、地質安全評估、車籠埔斷層、大甲斷層

Abstract

. Taiwan is located in the circum-Pacific seismic belt, where intense plate compression has resulted in a dense distribution of faults across the island. Crustal displacement and near-fault strong ground motions caused by active faults are the primary sources of geological hazards. The 1999 Chi-Chi earthquake not only caused severe casualties but also, due to the surface rupture of the Chelungpu Fault, resulted in the physical tearing and destruction of countless buildings, bridges,



and public facilities along the fault line. To effectively control land development risks, the government, authorized by the "Geology Act," designated faults with evidence of activity within the past 100,000 years and their adjacent areas susceptible to fault dislocation or surface rupture as "Active Fault Geologically Sensitive Areas." Furthermore, it strictly requires that any land development activities within these areas must undergo prior site geological investigations and geological safety assessments.

This paper aims to explore the standard operational methods for active fault investigations and the core content of safety assessments. It provides a detailed analysis of two representative practical cases: the first is the rear playground track reconstruction project at Taichung Municipal Taiping Junior High School, which is affected by the disturbance of a Category I active fault, the "Chelungpu Fault"; the second is the new semi-outdoor court project at Taichung Municipal Longquan Elementary School, located near a Category I active fault, the "Dajia Fault." Through comprehensive data analysis of regional investigations, topographic interpretation, outcrop investigations, geophysical explorations (Resistivity Image Profiling method), and intensive geological drilling (continuous coring) from these two cases, this paper concretely demonstrates the logic of safety assessments under different geological conditions. For the Taiping Junior High School case, since the entire site was confirmed to be heavily disturbed by fault shearing, a disaster-avoidance conclusion of "unsuitable for any building development" was reached, along with a recommendation for enhanced slope monitoring. In contrast, for the Longquan Elementary School case, through precise localization of the fault trace and its underground dip angle, it was confirmed that a safe distance remained between the fault and the new building. Consequently, the spectral acceleration parameters (SS, S1) and near-fault adjustment factors (NA, NV) reflecting the near-fault effects were incorporated into the structural seismic design. These two cases fully highlight the new disaster-prevention paradigm of geological safety assessments—"clarifying risks, adapting to nature, and adjusting development intensity"—with the hope of providing in-depth theoretical and practical references for future national land planning and engineering practices.

Keywords: Geology Act, Active Fault Geologically Sensitive Area, Geological Safety Assessment, Chelungpu Fault, Dajia Fault

一、緒論

(一) 臺灣地區的活動斷層地質構造背景

臺灣島的形成與演化，主要受到菲律賓海板塊與歐亞板塊的持續碰撞與擠壓作用影響，使臺灣成為全球地質活動最為活躍的造山地帶之一。在此活躍的板塊構造環境下，

臺灣本島發育了許多逆衝斷層與平移斷層系統，特別是位於西部麓山帶的地質構造，乃是一典型覆瓦狀排列的褶皺-逆衝斷層帶。自西元 1900 年以來，臺灣地區共發生過近百次災害性地震，總計造成近八千人死亡，而臺灣陸地上斷層的再度活動，正是引發這些淺層破壞性地震的主因。



斷層錯動時，在接近斷層破裂的區域（統稱為近斷層區域）常能觀測到特殊的強地動特性。近斷層地震動往往具有方向性效應與永久位移效應，並伴隨著有單一頻率且單一方向的長週期、大振幅「速度脈衝」。這些強大的速度脈衝會造成低頻譜加速度反應譜的顯著放大，導致鄰近斷層區域的結構物承受極大的非線性變形需求。九二一集集地震即為最顯著的案例，該次地震由車籠埔斷層錯動引發，造成長達約 100 公里的地表破裂，斷層線直接切過之處，如東豐大橋、埤豐橋、名竹大橋及無數民宅，皆因無法抵抗地盤的直接錯動與抬升而產生嚴重的落橋、崩塌與倒塌。

（二）《地質法》與活動斷層地質敏感區的劃定理念

考量臺灣地狹人稠的土地利用現況，全面禁止開發具有活動斷層災害風險的土地，在實務操作與社會經濟發展上可行性並不高。過去，對於斷層沿線的一般土地開發與建築物興建是否應受到限制，往往缺乏統一且具強制力的法源依據。

為有效控制地震災害衝擊，並將地質風險評估落實於前端的國土規劃中，中華民國政府於民國 99 年公布《地質法》。依據《地質法》第五條規定，中央主管機關應將具有特殊地質景觀、地質環境或有發生地質災害之虞之地區，公告為「地質敏感區」。針對斷層災害，《地質敏感區劃定變更及廢止辦法》第五條明確定義：「活動斷層指過去十萬年內有活動證據之斷層」；而活動斷層及其兩側易受活動斷層錯動或地表破裂影響之範圍，經劃定後即為「活動斷層地質敏感區」。

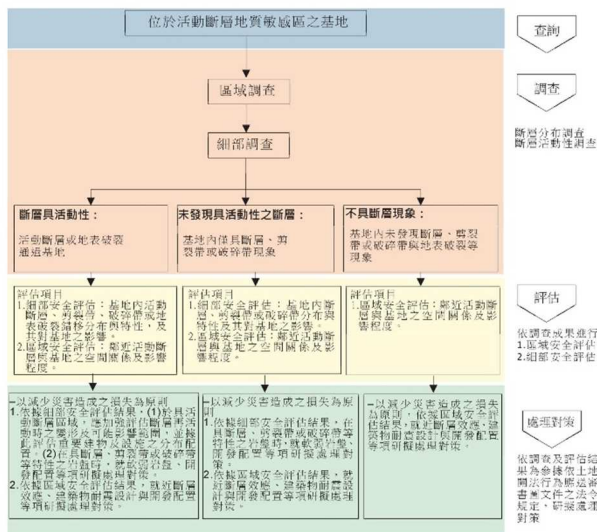
目前經濟部地質調查及礦業管理中心（原中央地質調查所）將臺灣的活動斷層區分為兩類：

1. **第一類活動斷層**：全新世（距今 10,000 年內）以來曾經發生錯移、或與地震相伴發生（地震斷層）、或錯移現代沖積層之斷層。如車籠埔斷層、大甲斷層、新城斷層等。
2. **第二類活動斷層**：更新世晚期（距今約 100,000 年內）以來曾經發生錯移，或錯移階地堆積物之斷層。

依據《地質法》第八條規定，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」，並依同法第十一條，將調查及評估結果納入相關法令規定須送審之書圖文件中。此一制度的建立，象徵著臺灣對於斷層災害的防治策略，已從事後的救災復原，大幅推進至「開發前預先釐清環境限制條件、避開高風險區或提高工程耐震設計」的事前減災新思維。

二、活動斷層調查作業與安全評估

針對活動斷層地質敏感區的基地，開發單位必須依據《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則》（以下簡稱作業準則）辦理嚴謹的現地調查與評估，作業流程如圖一所示。其核心流程可分為「活動斷層調查作業」與「安全評估內容」兩大主軸。



圖一 活動斷層地質敏感區基地地質調查(現地調查)及地質安全評估作業流程圖

(一) 活動斷層調查作業方法

基地地質調查分為「區域調查」與「細部調查」兩個層次，藉由由大至小、由表及裡的邏輯，逐步鎖定斷層的真實位置與影響範圍。

1. 區域調查

區域調查的範圍涵蓋基地全部及可能影響基地之相鄰地區。其主要目的在於蒐集與分析既存之地質資料，並視需要透過遙測影像判釋或露頭查核來補充資訊。

- (1) **調查內容**：必須詳細說明並標示活動斷層的地形特徵（如斷層崖、撓曲崖、線狀構造）、地層分布（地層名稱、岩性、分布範圍、年代）以及地質構造（斷層、褶皺等）。

- (2) **圖說規範**：應繪製比例尺不得小於「五萬分之一」的區域調查地質圖。

2. 細部調查

細部調查的範圍係指「基地與地質敏感區重疊部分」。其調查項目必須包含地形判釋、露頭調查以及地下地質調查，並嚴格要求實施地質鑽探。

- (1) **地形判釋**：利用空照圖、高解析度數值地形圖（DEM）或光達（LiDAR）資料，判讀斷層經過時造成的地表地形變形特徵。常見的地形特徵包括筆直的線狀崖、河階的錯斷、沖積扇的變形等。判釋結果必須赴現地進行查核。
- (2) **露頭調查**：在基地或其周邊尋找天然或人工開挖的岩層裸露處，進行岩層、活動斷層與相關地表破裂之位態（走向、傾角）及性質調查。重點在於觀察斷層帶的特徵，斷層帶通常包含滑移量集中的「斷層核心」（由斷層泥及斷層角礫岩組成）以及外圍受剪裂岩體組成的「破壞帶」。
- (3) **地下地質調查**：由於臺灣西部多被厚層沖積物覆蓋，地表往往無明顯斷層露頭，因此必須仰賴地下調查方法：
- (4) **地質鑽探**：這是最直接且必須執行的法定項目。鑽探要求「全程取樣」。



- A. **配置原則**：鑽孔排列之鑽探剖面應以「垂直活動斷層走向」為原則，以利於比對兩側地層的落差。
- B. **鑽探數量**：依基地面積嚴格規定。例如面積在 0.1 公頃以下者，至少鑽探 2 孔；0.1 至 10 公頃者，每增加 1 公頃增加 1 鑽孔；10 至 50 公頃者，每增加 2 公頃增加 1 鑽孔。若相鄰鑽孔岩性有明顯變化或構造複雜，還必須額外增加孔數。
- C. **鑽探深度**：每孔深度以不小於 30 公尺為原則。
- D. **岩心記錄**：必須詳細記錄岩性變化、RQD（岩石品質指標）、斷層泥或剪裂帶的深度與厚度，並拍攝方正清晰的彩色岩心照片。
- (5) **探溝調查**（視需要辦理）：選擇適合場址向下開挖大型探溝，建立人工露頭。直接在探溝壁面上觀察斷層與年輕沉積地層（如全新世沖積層）的截切關係，並採集碳十四等定年樣本，藉此研判斷層的精確位置、位移方向、長期滑移速率與古地震事件次數。
- (6) **地球物理測勘**（輔助方法）：於地表未具明顯特徵時，可採用地球物理方法輔助探測地下構造，優點為可提供大面積的連續地下二維影像。常用方法包括：
- A. **地電阻影像剖面法 (RIP)**：利用不同岩層與斷層破碎帶（通常含水量高、富含黏土斷層泥）之間的電阻率差異來描繪斷層位置。
- B. **淺層反射震測 (Shallow Seismic Reflection)**：利用震波在不同地層介面的反射時間差，繪製地下地層的幾何形狀與錯斷情形。
- (7) **圖說規範**：細部調查需檢附比例尺不得小於「一千二百分之一」的細部調查地質圖與地質剖面圖（須標示鑽孔位置、斷層帶與建物配置的空間關係），以及比例尺不得小於百分之一的鑽探岩心柱狀圖。
- (二) 安全評估內容
- 取得上述詳盡的調查數據後，必須由專業地質技師或相關工程技師進行「地質安全評估」，以決定開發計畫的適當性。評估的核心步驟與內容包含,,：
1. **斷層特性與分布評估**：綜合地表地形、露頭與地下鑽探剖面，詳細說明基地內確認之斷層、剪裂帶、破碎帶或地表破裂的分佈深度、厚度、走向與傾角，並研判其與已知活動斷層的主附屬關係。
 2. **空間分布與安全影響評估**：將確認的斷層滑移面與構造帶套繪至基地開發配置圖上，釐清斷層與預定建築物之間的距離。必須嚴格評估當斷層再次活動時，其伴隨的地表破裂、不均勻抬升或撓曲變形，對



於開發行為（建築物結構、基礎、擋土設施等）安全可能造成的實質物理破壞。

3. **研擬處理對策：**依據安全評估結果，以「減少災害造成之損失為原則」，提出具體的工程與規劃對策：

- (1) **發現斷層跡或破裂帶通過基地：**必須加強評估變形影響範圍。實務上最強烈的建議為「退縮避讓」，即將重要建築物配置於斷層影響範圍（退縮帶）之外，並降低基地開發密度。
- (2) **未發現斷層直接通過，但受近斷層影響：**若建築物位於安全距離外，雖無地表破裂風險，但仍面臨近斷層強地動（速度脈衝、高加速度）的威脅。對策應將地質參數回饋至結構工程，依據《建築物耐震設計規範》提高短週期與長週期之「基地放大係數 (F_a, F_v)」與「近斷層調整因子 (N_A, N_V)」，加強結構的耐震設計。
- (3) **針對軟弱岩盤與邊坡：**若基地地層屬斷層破壞帶，岩體破碎軟弱，應針對基礎承載力提出工法改變建議；若位於坡地，則需增設擋土牆地質安全監測系統。

三、案例一(車籠埔斷層-太平國中案)

本案例為既有學校設施的改建工程，透過精密的地球物理與鑽探調查，發現基地全區受到斷層極度強烈的剪裂擾動，最終作出

了極具防災指標意義的「不宜建築」評估。

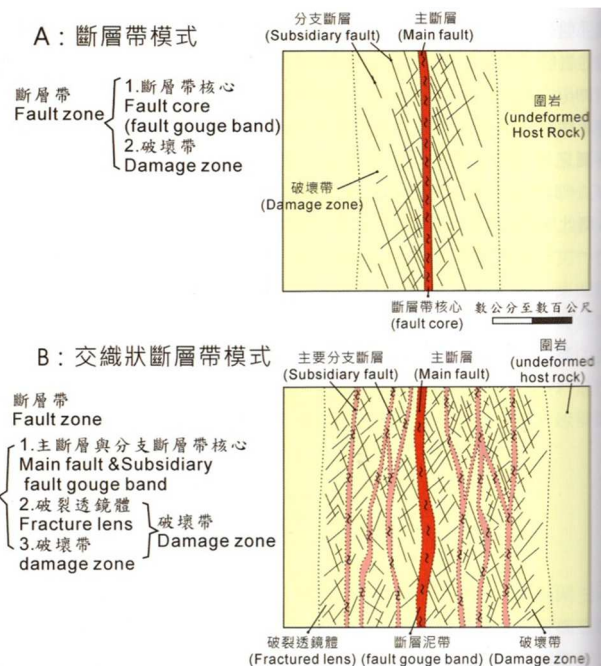
(一) 基本地質概況

1. **基地位置與開發目的：**本案基地位於臺中市太平區大興段，為臺中市立太平國民中學。計畫目的為「後操場跑道改建水土保持計畫」，基地面積約為 0.7644 公頃。預定開發內容僅為操場跑道更新、上方山坡作為運動場看台，以及相關擋土牆建置，並無新建大型室內建築物。
2. **區域地質環境：**基地位於臺中盆地東側邊緣與山地丘陵的交界地帶。依據地質圖顯示，基地所在的主要地層為上新更新世的「卓蘭層」，岩性以砂岩、粉砂岩與頁岩的互層為主，上方覆蓋著局部的全新世沖積層與崩積層。
3. **活動斷層空間關係：**本基地完全座落於經濟部公告之「車籠埔斷層地質敏感區」範圍內。車籠埔斷層為臺灣中部的第一類活動斷層，屬低角度逆斷層，走向約呈南北向，向東傾斜。1999 年九二一集集地震時，車籠埔斷層產生了劇烈的錯動，造成長達 80 至 100 公里的地表破裂。經測量，1999 年地震的地表主破裂位置位於本基地東側約 400 公尺處。

(二) 調查內容

本案參考經濟部中央地質調查所特刊第二十六號「新期構造研究專輯(三)－臺中軍功寮竹子坑地區車籠埔斷層帶構造特性研究，

陳柏村等人」內文。有關斷層變形帶分布方面，一般認為斷層帶具有一滑移量集中且狹窄的滑動帶(圖二~三)，稱為斷層核心，其組成主要為斷層泥及夾於其間的斷層角礫岩，且常具葉理組構。核心的外圍則稱為破壞帶，是由各種受剪裂的岩體，如破裂岩石及規模較小的斷層所組成；最外圍是未受到變形的岩體。規模較大的斷層常可見寬廣的斷層變形帶，其中滑移量最集中者稱為主要斷層，而位於變形帶外圍之破壞帶中的剪切面則稱為分支斷層。此外，將分支斷層中，剪切帶在1公尺以上者稱為主要的分支斷層，藉此與小規模的剪切，破裂的分支斷層區別。



圖三 斷層帶模式：A：僅具單一主斷層時之斷層帶模式，B：交織狀斷層帶之斷層帶模式

依據作業準則，承辦技師（永勝工程顧問有限公司）針對面積 0.7644 公頃的基地，規劃了完整的調查作業：

1. 區域與地形調查：蒐集了中央地質調查所 1/25,000 的車籠埔斷層條帶地質圖與九二一地震地表破裂記錄，並對基地周邊（如廊子坑、日僑國小、開天宮一帶的 921 破裂災情）進行文獻回顧與地形判釋。現地勘查顯示，基地內目前為操場與平坦鋪面，並無觀察到明顯的斷層崖或錯動地形。
2. 地球物理測勘 (RIP 地電阻剖面法)：為探知地下構造，佈設了兩條東西向（垂直斷層走向）的測線。測線 L-1 位於基地北側，長度 175 公尺；測線 L-2 位於基



圖二 調查剖面與參考資料分布圖

地南側，長度 150 公尺，總施測長度達 325 公尺。

3. **地質鑽探：**依據基地面積（< 1 公頃）與準則要求，配置了 4 孔地質鑽探（AH-1 至 AH-4），採東西向一字型排列，垂直研判的構造走向。每孔鑽探深度皆達 30 公尺，並採全程取樣與地下水位觀測。

(三) 調查成果

本案的調查數據揭示了令人震撼的地下地質狀況：

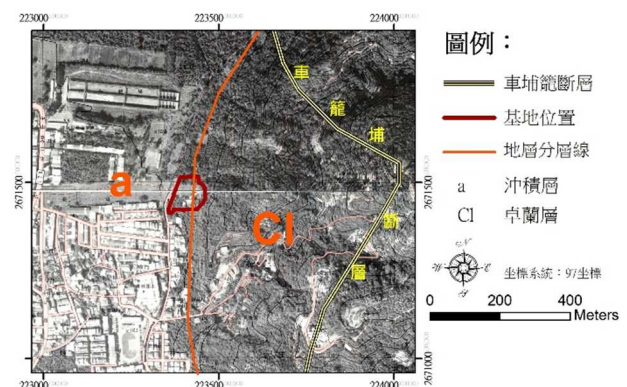
1. **地電阻異常揭示擾動區：**由地電阻（RIP）剖面圖的電性地層特徵研判，整個測線涵蓋範圍內的地層幾乎全受到斷層剪裂擾動的影響。特別是在 L-1 測線距離 90-110 公尺處，以及 L-2 測線距離 0-80 公尺處，電阻率呈現極端異常，研判該區段岩盤受到剪裂作用的影響最為劇烈。

2. **鑽探岩心顯示極度破碎：**

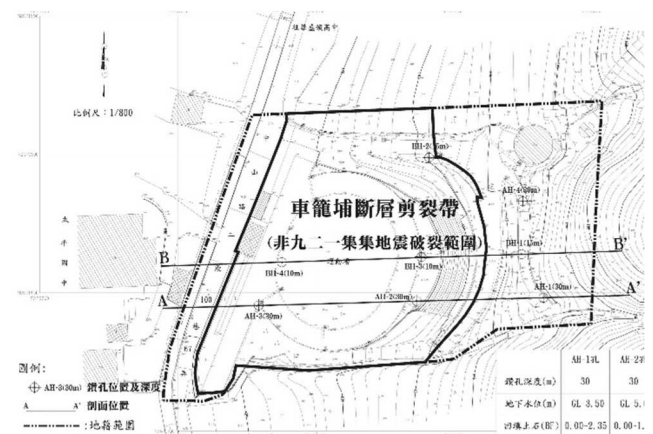
- (1) **地層剖面**由上而下大致為：回填土石（0~2.65m）→ 崩積層 → 斷層剪裂帶 → 灰色砂岩夾頁岩（卓蘭層）。
- (2) **核心發現：**在檢視 4 孔（AH-1 ~ AH-4）共 120 公尺的岩心時，發現岩心大部位呈現「剪裂破碎狀」，局部甚至夾帶大量斷層泥。其中，**AH-3** 鑽孔受剪切滑動影響最為嚴重，岩石品質指標（RQD）極低（多處在 0~50% 之間，甚至趨近於 0），顯

示地下岩盤已非完整的沉積岩，而是被構造應力徹底揉碎的「斷層破壞帶（Damage zone）」物質。

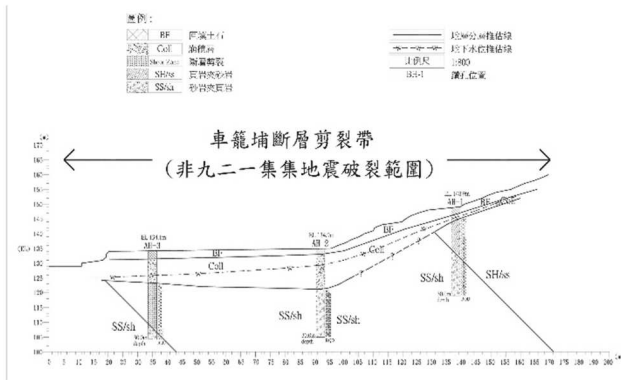
3. **綜合研判：**雖然九二一地震的主滑移面（主斷層跡）距離基地尚有 400 公尺，但由於斷層系統在淺層往往呈現交織狀的分支斷層或極寬廣的破壞帶，鑽探與物探的交叉比對證實：本基地幾乎全區皆涵蓋於車籠埔斷層的「剪裂擾動帶」範圍內。



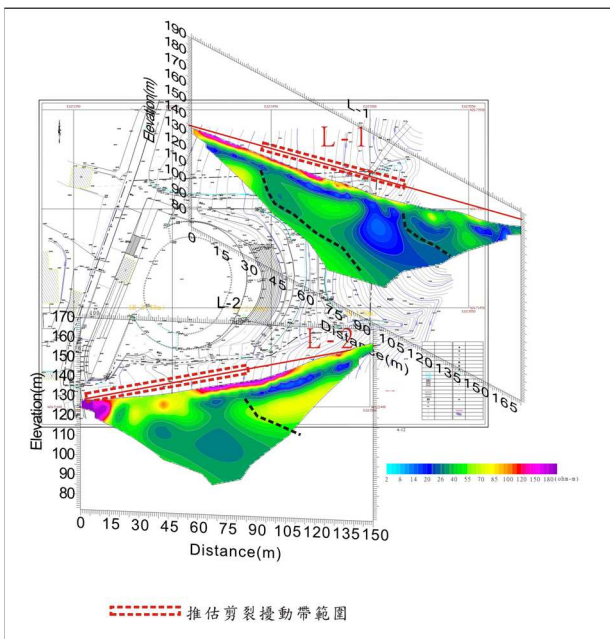
圖四 太平國中案區域調查地質成果圖



圖五 太平國中案細部調查地質成果圖



圖六 太平國中案地質剖面成果圖



圖七 太平國中案地電阻探測成果圖

(四) 安全評估建議與對策

基於基地地表下岩盤已受斷層嚴重剪裂的客觀事實，評估團隊提出了以下對策：

1. **嚴格的禁限建建議 (迴避原則)：** 學理與國外經驗顯示，斷層錯動位置的重複性極

高(兩次錯動發生在同一滑移面的機率高達九成)。考量本基地地層強度因斷層擾動而極度軟弱，且無法排除未來強震時分支斷層再次破裂的風險，安全評估做出了極為嚴謹的結論：「**因基地全區受車籠埔斷層剪裂擾動影響，本基地未來不應有任何開發建築行為**」。本案僅維持原規劃之「操場跑道改建」，絕不增建任何實體建築物。

2. **抗震設計與參數調整：** 針對非建築之水土保持設施與附屬結構，考量基地距斷層僅 400 公尺，必須引入近斷層效應。
3. **擋土牆地質安全監測系統：** 因跑道周邊設有擋土牆，且斷層擾動帶的破碎岩盤透水性與強度皆不佳，地下水位(豐枯水期變動在地下 3~9m 之間)升降極易引發邊坡滑動與擋土牆傾倒。對策強制要求必須裝設完善的監測儀器，包括：

- (1) **土壤中傾斜管：**埋設於邊坡頂部深處，監測地層內部是否有深層滑動位移(警戒值設定為月變動量 $> 5\text{cm}$ 等)。
- (2) **牆身傾度盤：**安裝於擋土牆表面，即時監控牆體是否發生外傾(警戒值設定為 $1/300$)。
- (3) **地下水位觀測井：**監控暴雨期間擋土牆後方的水壓變化，若水位驟升至距地表 1.0m 內即發出警報，。透過這些監測機制，達成事前避災與即時防災的目的。



四、案例二(大甲斷層-龍泉國小案)

相對於太平國中案因位於破碎帶而全面禁建，龍泉國小案則展示了當鑽探證實斷層面與新建物具備「安全距離」時，如何透過精準的結構耐震設計參數調整，達成兼顧土地利用與安全的目標。

(一) 基本地質概況

- (1) **基地位置與開發目的：**本基地位於臺中市龍井區沙田路五段的龍泉國民小學內，基地總面積約為 17,667 平方公尺。開發目的為興建一座「半戶外球場」，該建物為地上 1 層樓，高度約 9 公尺，主體採鋼骨結構 (SS) 搭配鋼筋混凝土 (RC) 獨立基礎。
- (2) **區域地質環境：**基地位於大肚臺地西側邊緣與海岸平原交匯的過渡地帶。周邊地表覆蓋主要為全新世沖積層（由未固結的礫石、砂、粉砂及黏土組成）及晚期更新世的沖積層與紅土臺地堆積層。
- (3) **活動斷層空間關係：**本基地同樣完全落入中央地質調查所公告之「大甲斷層活動斷層地質敏感區」內。大甲斷層被歸類為第一類活動斷層，整體呈東北-西南走向，為一條向東傾斜（傾角約 40~50 度）的逆移斷層。根據前人定年資料（碳十四定年），大甲斷層在距今約 3 萬年內曾有多次明顯的活動紀錄，斷層上盤的河階有被截斷抬升的現象。

(二) 調查內容

因應法規要求及新建建築物的需求，承辦技師（永勝工程顧問有限公司）進行了精細的基地調查：

1. **區域調查與文獻回顧：**充分引用了地調所 104 年度的「大甲斷層補充地質調查」鑽探資料（包含大甲 1A/1B 井、P1 剖面、P2 剖面等）。這些先期資料證實了大甲斷層在基地周邊（如龍井車站北方）確實存在地下錯動面，並具備顯著的逆衝特徵。現場勘查龍泉國小周邊，地形趨於平坦，現況已被柏油路面與校舍覆蓋，地表並未發現斷層崖、撓曲崖或明顯錯動的裂縫等線狀構造特徵。
2. **細部地質鑽探：**為準確描繪地下剖面，於計畫區內（涵蓋新建球場預定地及周邊）佈設了 4 孔深度達 30 公尺的地質鑽孔（編號 AH-1 至 AH-4），鑽孔呈東西向連線，恰與推測的大甲斷層南北走向近乎垂直。鑽探過程嚴格遵守「全程取樣」標準，以釐清地層厚度與可能潛藏的剪切構造。

(三) 調查成果

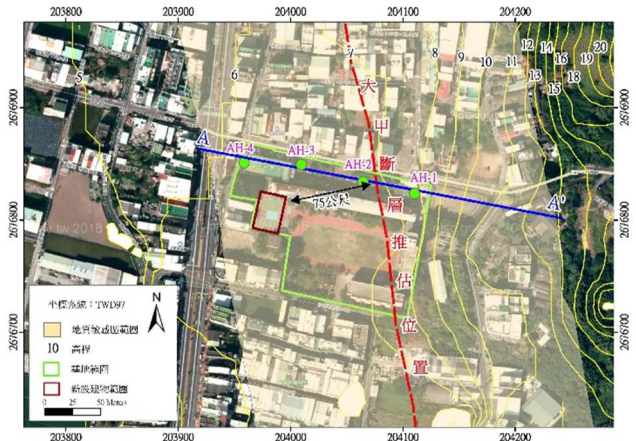
透過 4 孔深度 30 公尺的鑽心比對，成功重建了基地地下的二維地質模型：

1. **地下地層分層：**鑽探結果顯示，基地地下主要由沖積物組成。由上而下依序為：表土覆蓋層 (SF, 厚度約 0~2m) → 沉泥質黏土 (CL) → 卵礫石層 (GM) → 砂土

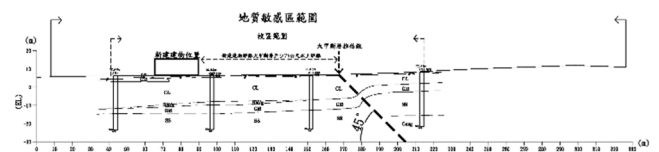
及礫石 (SM/g) → 砂岩 (SS) 及底部的
卵礫岩層 (Cong)。

2. 捕捉地層落差與斷層定位：在對比 4 個鑽孔中同一地層（卵礫石層 GM 與砂岩 SS 的交界面）的高程時發現關鍵證據：

- (1) 位於西側的 AH-4、AH-3、AH-2 三孔，其地層分界面的高程近乎水平，差異極小。
- (2) 但位於最東側的 AH-1 孔，其卵礫石層與砂岩層的高程，與緊鄰的 AH-2 孔之間，出現了極為明顯的 5 至 10 公尺落差。
- (3) 綜合文獻中大甲斷層為一向東傾斜 40~50 度的逆衝斷層特性，調查團隊研判：大甲斷層的主滑移面或擾動帶，恰好從 AH-1 號孔與 AH-2 號孔之間的地底下穿過。繪製地質剖面圖時，將斷層面傾角保守設定為 45 度。



圖九 龍泉國小案細部調查地質成果圖

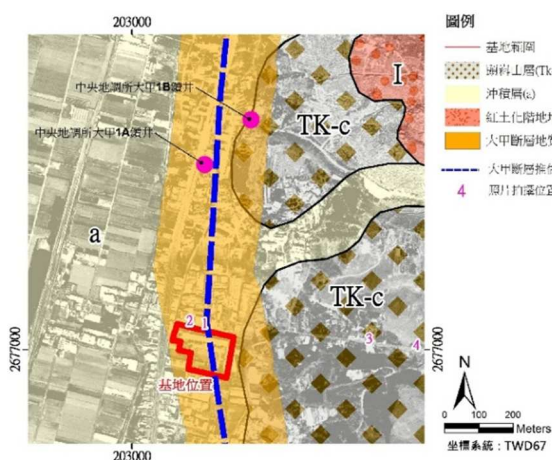


圖十 龍泉國小案地質剖面成果圖

(四) 安全評估建議與對策

依據精確繪製的「基地與斷層關係剖面圖」，本案的安全性獲得了科學數據的支撐，並提出了工程對策：

1. 空間退縮與開發許可評估：由地質剖面與平面圖套疊顯示，大甲斷層（45 度傾角）雖然穿過校園東側地下，但距離本次預定興建的「半戶外球場」結構體東側邊界，水平距離至少有 75 公尺以上。由於不在斷層直接錯動破裂的「退縮帶」範圍內，且非屬山坡地不受《建築技術規則》第 262 條（斷層兩側 50 公尺禁建）的



圖八 龍泉國小案區域調查地質成果圖



絕對限制，因此評估結論認為：大甲斷層錯動不會對本新建球場產生「直接的地表撕裂與破壞」，開發興建確屬可行。

2. **抗震設計的升級(因應近斷層效應)：**儘管避開了直接斷裂的危機，但球場距離大甲斷層僅約 75 公尺 (0.075 km)，處於絕對的「近斷層區域」，一旦地震發生，將承受毀滅性的高頻加速度與長週期速度脈衝打擊。為確保 9 公尺高之鋼骨球場與 RC 基礎的安全，對策強力要求必須將結構計算全面納入近斷層設計參數。

五、結論

隨著《地質法》的立法與多條「活動斷層地質敏感區」的陸續公告，臺灣在面對斷層威脅的國土管理上，已邁入一個嶄新的科學化階段。過去在土地開發時，由於缺乏強制性的地下探勘法規，建築物往往在不知情的狀況下橫跨斷層帶，導致強震來襲時發生無可挽回的悲劇。如今，透過《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則》的嚴格要求，我們已建立起「開發前須先投入資源釐清地下環境限制、評估潛在風險，再決定開發強度」的防災標準作業流程。

從本文探討的兩個實務案例中，我們可以清楚看到這套機制的靈活度與科學性：

1. **太平國中案：**透過地電阻探勘與全程取樣鑽探，鐵證如山地揭示了車籠埔斷層寬廣的剪裂破壞帶已涵蓋全基地。面對岩盤極

度破碎的不可抗力風險，安全評估果斷祭出「不宜開發建築」的鐵腕建議，並輔以嚴密的傾斜儀與水位計等大地監測系統來確保既有擋土牆與邊坡安全，完美體現了「惹不起，躲得起」的避災哲學。

2. **龍泉國小案：**活動斷層地質敏感區的劃設「並非等同於全區禁建」。透過 4 孔 30 公尺深的密集鑽探，科學家成功捕捉到地下地層 5~10 公尺的落差，精準描繪出大甲斷層的 45 度滑移剖面。在確認斷層面距預定球場達 75 公尺的絕對安全距離後，允許開發進行；但同時基於近斷層效應強制帶入鋼骨結構的耐震運算中，展現了「工程技術與地質科學對話」的韌性防災精神。

綜上所述，活動斷層地質安全評估不僅是法規上的行政程序，更是保障人民生命財產的最後一道科學防線。透過由面到點的「區域調查 → 鑽探/物探細部調查 → 變形範圍評估 → 工程對策研擬」，我們得以在臺灣這塊板塊擠壓的宿命之地上，找到人類建設與大自然斷層共存的平衡點，真正落實順天應人、趨吉避凶的永續國土開發願景。

六、參考文獻

1. 經濟部，《地質法》第五條、第八條及第十一條。
2. 經濟部，《地質敏感區劃定變更及廢止辦法》第二條及第五條。



3. 經濟部，《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則》（含民國 102 年及 107 年修正版本）。
4. 經濟部中央地質調查所，活動斷層地質敏感區劃定計畫書（F0001 車籠埔斷層）。
5. 經濟部中央地質調查所，活動斷層地質敏感區劃定計畫書（F0012 大甲斷層）。
6. 林啟文、盧詩丁、石同生等（2008），《臺灣中部的活動斷層》。經濟部中央地質調查所特刊，第 21 號。
7. 內政部（2011/2015 修正），《建築物耐震設計規範及解說》。
8. 李錫提等（2000），「集集大地震週年回顧」，《地工技術》期刊。
9. 永勝工程顧問有限公司（2016），《台中市立太平國民中學後操場跑道改建水土保持計畫基地地質調查及地質安全評估報告書》。
10. 永勝工程顧問有限公司（2020），《臺中市龍井區龍泉國小半戶外球場新建工程地質調查鑽探作業及活動斷層地質敏感安全評估報告》。



淺談地方政府於車籠埔斷層帶以「15m+100m」累加禁建行政管制之法律疑義

A Brief Discussion on the Issues of Local Governments' Cumulative No-Build Administrative Control ("15 m + 100 m") in the Chelungpu Fault Zone

李 準 勝

Chun-Sheng Lee

永勝工程顧問有限公司，應用地質/水土保持/大地工程 技師
臺中市 應用地質/水土保持 技師公會，常務監事
國立中興大學 法律系 碩士在職專班，學生

摘 要

1999 年九二一集集大地震後，車籠埔斷層成為臺灣最具代表性之地表破裂帶，其周邊土地之開發與建築行為，在公共安全與土地建築利益間長期處於高度之行政管制狀態。實務上，已有地方政府於建築執照審查中，在山坡地範圍除了依《建築技術規則》（建築設計施工編）第 262 條第 1 項第 3 款所定「活動斷層不得開發建築」之禁建距離標準（以歷史最大地震規模 $M \geq 7$ 者，斷層帶外側邊各 100 公尺）外，並同時援引《實施區域計畫地區建築管理辦法》第 4-1 條就活動斷層線通過地區劃定並公告管制範圍（俗稱 15 公尺公告管制範圍）作為前述邊線起算基準，進而形成等效「15m+100m」累加禁建之行政管制行為。

本文以《行政程序法》所揭示之一般法律原則為評析框架，聚焦於裁量控制（第 10 條）與比例原則（第 7 條），檢視地方政府以內部行政規則或作業基準，將不同法規體系之禁限建距離門檻直接累加，並作為建照准駁要件之行政管制行為，所可能引發之制度性與適法性疑義。本文主張，問題核心不在於第 4-1 條與第 262 條各自欠缺法源，而在於地方政府是否得於欠缺明文連結規則之情形下，將前者之公告管制範圍轉為後者之外側邊線起算基準。

研究結果指出，15 公尺公告管制範圍與第 262 條 100 公尺禁建管制帶，分屬不同管制目的、適用前提與判定機制；地方政府若以內部規則逕行將二者一律連結並累加，恐實質創設新增限制並產生對外拘束效力，進而直接限制人民可建築利益。另一方面，若未善用《地質法》所提供之基地地質調查與地質安全評估等程序型風險管控機制，作為判定活動斷層帶外側邊界及建照審查之專業基礎，亦易產生行政裁量怠惰、逾越或濫用之風險。在比例原則檢驗下，若累加禁建管制缺乏足以支撐其連結與加碼之具體說理，且人民受損害強度具體且重大，則其利益與損害即可能顯失均衡。本文最後建議，地方政府應以《地質法》之程序型風險管理機制，作為活動斷層禁限建判定與建照審查的重要基礎，以兼顧公共安全之長期穩定運作與最小侵害人民可建築權益。

關鍵字：車籠埔斷層、建築技術規則第 262 條、15 公尺公告管制範圍、行政程序法、行政裁量、判斷餘地、比例原則、地質法



Abstract

Following the 1999 Chi-Chi (921) earthquake, the Chelungpu Fault became Taiwan's most representative surface-rupture fault zone, and land development in its vicinity has since been subject to intensive administrative control. In practice, some local governments reviewing building-permit applications in hillside areas apply the no-build setback under Article 262(1)(3) of the Building Technical Regulations (Design and Construction) (where the historically maximum earthquake magnitude is $M \geq 7$, 100 meters outward from each outer edge of the fault zone) while also invoking the 15-meter announced control belt designated under Article 4-1 of the Regulations Governing Building Administration in Areas Implementing Regional Plans, treating that announced belt as the baseline for determining the relevant boundary. This combined approach effectively results in a cumulative "15 m + 100 m" no-build control.

This paper adopts the general principles of Taiwan's Administrative Procedure Act as its analytical framework, focusing on the control of administrative discretion (Article 10) and proportionality (Article 7). It examines the legality and institutional risks that arise when local governments, through internal rules or operational guidelines, directly combine distance thresholds derived from different regulatory regimes and treat the cumulative result as a decisive criterion for granting or denying building permits. The paper argues that the core problem is not that Article 4-1 and Article 262 each lack a legal basis, but rather whether, in the absence of an express linking rule, the former announced control zone may be converted into the baseline for the latter's outer-boundary calculation.

The study finds that the 15-meter announced control zone and the 100-meter no-build belt under Article 262 serve different regulatory purposes and operate under distinct prerequisites and determination mechanisms. If local governments use internal rules to mechanically connect and cumulate the two, the practice may in substance create an additional restriction with external binding effects and directly constrain landowners' buildable interests. The risk is aggravated when authorities fail to rely on the Geology Act's procedural risk-control mechanisms—such as site geological investigations and geological safety assessments—as the technical basis for defining outer boundaries and for permit review. Under proportionality review, if the cumulative control is not supported by sufficient reasoning for such linkage and intensification, and where private losses are concrete and substantial, the measure is prone to a marked imbalance between public benefits and private burdens. The paper therefore recommends grounding active-fault boundary determinations and permit review in the Geology Act's procedural risk-management framework so as to maintain stable public-safety governance while minimizing unnecessary infringement on private buildable interests.

Keywords: Chelungpu Fault; Building Technical Regulations Article 262; 15-meter announced control zone; Administrative Procedure Act; administrative discretion; margin of administrative judgment; proportionality principle; Geology Act



一、緒論

近來臺中高等行政法院 113 年度訴字第 220 號判決，採將「15 公尺公告管制帶」視為《建築技術規則》第 262 條所稱「斷層帶外側邊線」之解釋路徑，並肯認主管機關「15m+100m」累加禁建之行政管制行為。此一見解雖試圖以公告沿革補足起算基準，但是否存在「限建制度轉用為禁建起算邊線」之概念轉換、法源競合下之不當連結、以及證據與理由鏈不足等法律疑義，遂成為本文所需研究與討論之動機。

活動斷層帶周邊之土地利用管制，本質上屬於以公共安全風險治理為導向之高強度建築管理作為。其正當性與合法性，仍應建立在依法行政之法源結構上，並受《行政程序法》一般法律原則之拘束。本文採法規解釋、主管機關函釋整理與判決評析之方法，集中檢驗兩項問題：其一，《實施區域計畫地區建築管理辦法》第 4-1 條之 15 公尺公告管制範圍，是否得直接轉用為《建築技術規則》第 262 條所稱「斷層帶外側邊線」之起算基準；其二，地方政府若以內部行政規則或作業基準將二者連結並累加，是否已逾越授權目的而形成實質准駁要件。

本文之研究範圍，主要限於車籠埔斷層通過地區之山坡地建築執照審查，並以現行中央法規、主管機關函釋與地方建管實務作為分析對象；研究方法上，採「依法行政」之規範分析，輔以主管機關函釋與實務運作整理，以檢驗地方政府累加禁建行政管制作為之適法性及其制度風險。

就車籠埔斷層而言，主管機關（內政部

國土管理署 / 改制前為營建署）於民國 89 年 5 月 18 日台 89 內營字第 8983424 號函釋已指出：提供地形圖套繪之「15 公尺建議管制範圍」係為加速地方政府依《實施區域計畫地區建築管理辦法》第 4-1 條公告管制之作業，是為對地方政府所訂行政規則之內部執行規則，以利地方政府建築執照准駁依據。

而《建築技術規則》建築設計施工編山坡地專章第 262 條第 1 項第 3 款活動斷層不得開發建築範圍，以歷史最大地震規模 $M \geq 7$ 為例，明定為「活動斷層帶之外側邊各一百公尺」範圍為不得開發建築的禁建區，且補充圖例已標示以「活動斷層線或其邊線」起算，如圖 1 所示。

「三、活動斷層：依歷史上最大地震規模(M)
劃定在下表範圍內者：

歷史地震規模	不得開發建築範圍
$M \geq 7$	斷層帶二外側邊各一百公尺
$7 > M \geq 6$	斷層帶二外側邊各五十公尺
$M < 6$ 或紀錄者	斷層帶二外側邊各三十公尺內

活動斷層線 或其邊線	$M \geq 7$	$7 > M \geq 6$	$M < 6$ 或無紀錄者
	100m	50m	30m

圖 1 活動斷層帶外不得開發建築範圍圖示
(資料來源：《建築技術規則》建築設計施工編山坡地專章第 262 條第 1 項第 3 款活動斷層不得開發建築範圍)



據此可知，第 262 條與第 4-1 條固各自具有法源依據，但本文真正質疑者，並非兩規範各自欠缺法源，而是地方政府是否在欠缺明文連結規則之下，將前者之公告管制範圍直接轉為後者之起算邊線。

因此，所謂「15m+100m」累加禁建行政管制措施之問題，核心不在於單一規範是否合法，而在於兩套不同制度目的、適用前提與判定方法之規範，是否得透過內部作業規則被機械式銜接累加，因此形成所謂「不確定性法律概念」問題。若地方政府將二者直接累加，並以此作為一般性禁建門檻或建照准駁依據，即涉及內部行政規則對外產生效力、判斷餘地及裁量行使是否正當、以及比例原則控制是否失衡等行政法上疑義。

李建良(2025)所著「行政法裁判十講(卷二：行政法一般原則)」所提：

「...行政機關裁量權行使，除不得逾越法定裁量範圍外，並應符合比例原則、平等原則及法規授權之目的」

二、建築法規體系、行政作為現況與地質風險管控

1. 建築執照申請制度之法源依據與規範層級：

建築執照（建造執照、雜項執照、使用執照等）在法制上屬「行政許可」，人民就其土地或建築物之新建、增建、改建、修建或使用，得依法律所定程序提出申請，主管建築機關負有依法受理、審查並作成准駁處分

之義務。換言之，建照制度一方面是公共安全之風險管控工具，另一方面亦構成人民進行合理土地利用之制度性程序；因此，對建照申請所加諸之禁限建要件，必須足以回溯至上級授權之法源（法律、具體授權之法規命令或自治法規），並符合《行政程序法》一般法律原則所要求之明確性、可預見性與比例原則拘束。

（1）中央法律與一般法律原則：

《建築法》提供建照許可制度之基本架構與權限依據；《行政程序法》則明定行政行為應受法律及一般法律原則拘束，並就內容明確、平等、比例與信賴保護等設有明文。因此，建管機關於建照審查中採取之禁限建基準，除須符合法律授權外，亦應具有可理解與可預見之規範內容，以利當事人遵循並得受行政救濟與司法審查。

（2）授權法規命令層次：

《建築技術規則》（建築設計施工編）屬《建築法》授權下之技術性規範，提供耐震、防火、避難、山坡地等具體審查標準；其第 262 條第 1 項第 3 款所定活動斷層不得開發建築距離，即為典型例證。另於非都市土地範圍，《實施區域計畫地區建築管理辦法》與《非都市土地使用管制規則》等，亦共同構成「土地使用合規—建照審查」之連動體系。惟無論採用何種命令體系，其適用仍須受上位法律授權界線、授權明確性與比例原則之拘束，不得以「技術性」之名義逾越法律所容許之限制範圍。



(3) 地方自治法規與行政作為：

依地方制度法之規範，涉及地方居民權利義務之重要事項，原則上應以自治條例定之；《建築法》亦容許地方因地制宜訂定建築管理相關自治法規或自治規則（例如：申請書圖、審查作業與程序性要求等）。因此，若地方政府欲採取具有一般性、抽象性、對外拘束之禁建行政管制措施，除須符合母法授權外，亦應檢驗其是否具有合法之自治法規形式與內容明確性，避免僅以行政規則、內部作業基準、不當連結不同制度目的或是不同管制工具，而對外產生新增之法律拘束效果。

綜合以上，建照制度的規範層級以法律為核心，並透過授權法規命令與自治法規予以具體化；同時，建管機關於個案准駁所援用之標準與基準，仍須符合《行政程序法》一般法律原則。因此，任何足以實質消滅或重大限制土地可建築性之管制措施（如本文所提「15m+100m」累加禁建管制），均應回到法源階層、授權界線與比例衡量加以檢驗。

2. 15 公尺公告管制範圍之法源：

由《實施區域計畫地區建築管理辦法》第 4-1 條規定：

「活動斷層線通過地區，當地縣（市）政府得劃定範圍予以公告，並依左列規定管制：

- 一、不得興建公有建築物。
- 二、依非都市土地使用管制規則規定得

為建築使用之土地，其建築物高度不得超過二層樓、簷高不得超過七公尺，並限作自用農舍或自用住宅使用。

三、於各種用地內申請建築自用農舍，除其建築物高度不得超過二層樓、簷高不得超過七公尺外，依第五條規定辦理。」

此條文為《建築法》的子法，明確授權地方政府得就活動斷層線通過地區劃定公告管制範圍，屬典型之「地方公告管制」機制。

針對車籠埔斷層，內政部主管機關函釋進一步說明：內政部於 89 年已函請地方政府建築管理單位依上開辦法公告管制，除提供標示斷層線位置之地形圖外，並將「建議之管制範圍 15 公尺」套繪於圖上，以加速公告作業；因此，該 15 公尺範圍係對車籠埔斷層依該辦法所依法定公告之管制範圍。

此 15 公尺公告管制範圍的關鍵是基於特定法源、法律授權、特定程序與公告行為所形成的管制範圍。並且此管制帶範圍為「**限建範圍**」，並不是「**禁建範圍**」，亦非當然等同於第 262 條之「活動斷層線或其邊線」外側邊線。

至目前為止，除了車籠埔斷層外對於其他活動斷層，內政部主管機關或是地方政府，並未依第 4-1 條公布所謂管制範圍；此一差異更凸顯地方政府公告管制範圍與山坡地禁建標準之間，並不存在當然可以相互替代或轉換起算標準之連結規則。

3. 《建築技術規則》第 262 條活動斷層不得開發建築標準：

《建築技術規則》建築設計施工編第 262 條屬「山坡地建築」章節，規定在山坡



地範圍條件下「不得開發建築」之要件。其中第 1 項第 3 款「活動斷層」採依歷史上最大地震規模(M)劃定之距離型管制；以 $M \geq 7$ 為例，明定不得開發建築範圍為「斷層帶二外側邊各一百公尺」。這個「不得開發建築範圍」即為《建築法》基於山坡地地質條件複雜而授權予《建築技術規則》訂之「**禁建範圍**」。

4. 起算基準之法規解釋：

針對「起算基準」爭議，內政部主管機關 112 年函釋已明確：以 $M \geq 7$ 為例，第 262 條明定為「斷層帶之外側邊各一百公尺」，補充圖例並已標示以「活動斷層線或其邊線」起算。因此，第 262 條之法規結構至少可推導出兩個結論：

(1) 由法規語意上，基準不是抽象的「中心線」概念，而是以「活動斷層線或其邊線」作為可操作之起算線。

(2) 關於「斷層線／邊線」之圖說，至目前為止，中央主管地質調查業務之管理機關（經濟部地質調查及礦業管理中心 / 舊制為中央地質調查所）或是建築主管機關（內政部）並未公布活動斷層帶之法定圖資；亦非為內政部於 89 年提供 15 公尺公告管制範圍；因此形成所謂「不確定性法律概念」問題。

依內政部主管機關 112 年 4 月 28 日營署建管字第 1121060803 號函釋亦指出：

「二、...實施區域計畫地區建築管理辦法第4條之1、都市計畫及建築設計施工編第

262條第1項第3款，為不同管制規定。...

三、...有關建築技術規則建築設計施工編第262條第1項第3款活動斷層之規定，係由建築師或建築師及專業技師簽證負責，至該活動斷層不得開發建築範圍之判定，...」

另，內政部主管機關 112 年 9 月 6 日營署建管字第 1120059626 號函釋亦指出：

「二、...。爰上開 15 公尺範圍，為車籠埔斷層依該辦法之管制範圍。」

三、...。至貴局為執行建照執照及雜項執照簽證項目抽查，為該項目訂定抽查基準，車籠埔斷層已有斷層破裂帶或斷層中心線實際位置測定圖說，請本於權責逕為核處。」

因此，第 262 條在制度設計上，將「判定是否落入**禁建距離**」部分，應依內政部主管機關 112 年 4 月 28 日營署建管字第 1121060803 號函釋為專業技師/建築師簽證責任與地方政府主管建築業務單位審查機制相結合之架構，而非單純由地方政府以前述之《實施區域計畫地區建築管理辦法》第 4-1 條所公告的管制範圍用以類推為活動斷層帶，藉此為斷層帶之邊線。

5. 現行我國活動斷層帶涉及禁限建範圍執行議題與制度缺口：

參考立法院法制局所提「現行我國活動斷層帶涉及禁限建範圍執行議題研析」(立法院法制局，2018)，後續活動斷層評估介面之建議：

「關於斷層帶禁限建問題所涉及法律與



行政命令、抑或所在都市或非都市土地定性不同等，所引用的法律迥異？基此，中央與地方政府機關，應賦予之具體行政作為和義務，例如是否有訂定子法或行政裁量的義務等，和涉及人民的地位與權利義務？另對於活動斷層所涉禁限建執行機制和整合平台，政府部門應再釐清並明定執行策略和行動計畫」

然至今為止，尚未有任何明確法令規章訂定，以及提出具體行政作為和義務、訂定子法或行政裁量的義務和涉及人民的地位與權利義務、活動斷層所涉禁限建執行機制和整合平台...等，可供地方政府依法行政執行準則。

6. 《地質法》提供「程序風險管控機制」：

《地質法》於 99 年 11 月 16 日經立法院三讀通過，奠定了臺灣國土資源管理的地質基礎。

《地質法》第 1 條明示立法目的：

「為健全地質調查制度，有效管理國土地質資料，建立國土環境變遷及土地資源管理之基本地質資訊，特制定本法。」

可知《地質法》立法目的在對國土地質進行調查，以提供土地資源管理之地質資料，並健全地質調查制度，促進合理土地開發行為，達到維護國土規劃及工程建設之地質安全，保障人民生命財產安全，避免危及環境，確保國土永續發展。以下摘錄 99 年立法院審議地質法之總說明內容：

(1) **健全地質調查制度**：確立國家層級的地質調查標準，確保地質調查工作的科學性、普遍性與明確性。

(2) **有效管理國土地質資料**：對國土地質進行全面性、系統性的調查，並將這些資料完整地蒐集與管理，以建立國家地質基礎資料庫。

(3) **加強國土規劃與工程建設安全**：針對地質敏感區（如斷層、山崩地滑、地層下陷等）進行管理，確保土地開發、環境利用及工程建設（如道路、建築）是在充分瞭解地質環境之下進行，避免地質災害。

(4) **防治地質災害**：通過地質資訊的提供，降低因地震、山崩、土石流等自然或人為引發的地質災害，達到防災與減災的目的。

(5) **保育地質資源**：對特殊地質景觀、重要地質露頭、地下水補注區等具有研究、教育或資源生產價值之地區進行管理與保育。

建築執照申請，由《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。」

對「活動斷層地質敏感區」範圍之建築執照申請，主管機關亦以作業準則規範調查、比對、現場查核、成果等納入送審文件等要求。



《地質法》第 6 條第 1 項：

「各目的事業主管機關應將地質敏感區相關資料，納入土地利用計畫、土地開發審查、災害防治、環境保育及資源開發之參據。」

《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則》第 15 條：

「以現地調查辦理基地地質調查者，活動斷層地質敏感區基地地質安全評估應包括內容如下：

一、說明基地地質調查確認之斷層、裂隙帶、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。

二、說明活動斷層與土地開發行為基地之空間分布關係，評估斷層活動時地表破裂或變形對開發行為安全之影響。

三、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。」

在《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊—現地調查活動斷層部分》，即提供完整活動斷層調查作業流程，如圖 2 所示(於本文之末頁)，其中關於活動斷層與基地之空間關係及影響程度為其重要調查與評估重點。

因此，除《建築法》及相關子法的管制手段外，《地質法》另以「地質敏感區」提供程序型的風險管控機制；如此，前段建築技術規則所提「活動斷層帶之外側邊線」的起算標準即具有專業判斷上的重要依據。

三、臺中高等行政法院 113 年度訴字第 220 號判決：判決簡介、爭點整理與本文關聯及問題意識

1. 事實背景

案件之原告就其所有臺中市豐原區 XXX 段 XXX 地號土地住宅新建工程，已取得被告（臺中市政府都市發展局）核發之建造執照。嗣因民眾陳情建築基地疑似位於山坡地車籠埔斷層帶兩側 100 公尺不得開發範圍，被告遂以函文要求起造人及設計人釐清簽證檢討內容，並於抽查作業中通知限期更正或辦理變更設計；在未完成改善或未提出符合規定之簽證文件前，停止受理工程進度勘驗及竣工查驗之申報，並列入抽查結果列管。

2. 主要爭點

本案主要爭點在於：

- A. 被告以函文「列管並禁止申報工程勘驗/竣工查驗」之作為，是否具外部規制效果而屬行政處分，得否提起救濟。
- B. 建築基地是否位屬《建築技術規則》（建築設計施工編）第 262 條第 1 項第 3 款所定「活動斷層帶之外側邊各一百公尺」不得開發建築範圍，以及該規定之「外側邊」在車籠埔斷層情境下應如何確定（採用經濟部地調所/礦業管理中心公告之斷層線，抑或採用 921 後行政院國科會（國家地震工程研究中心）測設並經地方政府公告



之斷層帶範圍)。

3. 法院要旨

法院一方面認為，雖「列管註記」通常屬內部作業記載，惟本案被告函文已實質造成工程勘驗與竣工查驗申報受阻，使工程長期延宕且相對人若先行施工仍可能受罰，已對權利行使形成約束與障礙，故該函文具規制效力，應認屬行政處分。另一方面，就禁建範圍之判定，法院依 (a) 前臺中縣政府於 921 後依行政院國科會測設圖資公告之「車籠埔活動斷層兩側各 15 公尺」斷層帶範圍，及 (b) 第 262 條第 1 項第 3 款關於「斷層帶外側邊各 100 公尺」之規範結構，認為山坡地應以該公告斷層帶之外側起算 100 公尺作為不得開發建築範圍，並據此否定原告以較早期之斷層線資料量測距離之主張。最終駁回原告之訴。

4. 與本文之關聯及問題意識

該判決被告提出經 113 年度臺中市政府建築法規小組委員會第 1 次會議審議結果略以：「有關車籠埔斷層帶範圍前已依法公告在案，自 89 年實施至今，無充分變更事由，且近日地震不斷，基於結構及地質安全，仍維持現狀由公告斷層帶邊界線(中心線外 15 公尺)起算 100 公尺為不得開發範圍。」然而，依李建良(2025)所提「行政法院對於行政機關適用不確定法律概念所為之決定，應就下列事項為審查：(1) 法律之解釋是否正確；(2) 事實之認定有無錯誤；(3) 由委員會決定時，其組織是否合法；(4) 是否遵守有關之程序規定；(5) 是否根據與事件無關之

考量；(6) 有無違反一般事理之考量（違反經驗法則或論理法則）或顯然不當之情事。」（最高行政法院 102 年度判字 70 號判決）

據臺中高等行政法院對該案判決所採之解釋路徑，核心在於將「15 公尺公告管制範圍」定位為「車籠埔斷層帶」之邊界，並以此作為第 262 條禁建距離之起算基準。

本文認為：原告並未提出內政部主管機關 112 年 4 月 28 日營署建管字第 1121060803 號函釋亦指出：「二、...實施區域計畫地區建築管理辦法第 4 條之 1、都市計畫及建築設計施工編第 262 條第 1 項第 3 款，為不同管制規定。...」；以及臺中高等行政法院僅依憑地方政府所提之「公告沿革」與「地震不斷」等概括性安全理由，即免除對該「累加管制」適法性之實體審核，以及是否依據最高行政法院 102 年度判字 70 號判決意旨所示六個事項，進行審查確認過去「公告沿革」之程序和 113 年度臺中市政府建築法規小組委員會第 1 次會議審議結論「15m+100m」累加禁建行政管制措施是否有效，以及恐有失司法院釋字第 709 號及第 731 號所揭示之正當行政程序原則。

此一連結雖有助於在實務上提供可操作的量距起點，惟亦引發本文所關切的制度性疑義：例如，限建型公告管制範圍是否得當然轉用為禁建起算邊線（概念轉換 / 目的錯置）、在法源競合情境下是否形成隱性的連結規則、以及行政機關與法院是否更應提出可外部檢核之專業技術機構判斷，如依《地質法》「程序風險管控機制」之作業程序，所完



成的活動斷層基地地質調查及地質安全評估報告為據，以支撐高度侵害性管制行政措施之適法性與可審查性。

既然已有明確斷層線位置可供地方政府在建築執照准駁之行政執行準據，如此是否還需要在依據《地質法》第 8 條為該案進行車籠埔活動斷層基地地質調查及地質安全評估作業否？目前地方政府對於車籠埔斷層地質敏感區之建照申請，仍需依據《地質法》第 8 條為該案進行車籠埔活動斷層基地地質調查及地質安全評估報告；何況若做出車籠埔斷層安全評估報告結果所示之斷層線位置與地方政府依「15 公尺公告管制範圍」定位為車籠埔斷層線不一致時，該如何決定準據，還是仍依據原第 4-1 條公告 15 公尺管制範圍。如此勞民傷財做法，明顯為不正當行政作為增加人民負擔，其核心違反「正當行政程序原則」（司法院釋字第709、731號解釋）及《行政程序法》第 7 條「比例原則」及第 8 條「誠實信用與信賴保護原則」。

四、判斷餘地與行政裁量之審查：

1. 判斷餘地之界限與本案評價

《行政程序法》並無「判斷餘地」之明文規定，惟其法理基礎可由第 4 條依法行政與一般法律原則、第 5 條明確性原則、第 7 條比例原則、第 9 條有利不利情形一律注意，以及第 10 條裁量目的拘束等規定綜合導出。是以，行政機關於高度專業性與技術性事項固可能享有一定判斷空間，但該空間仍應受法律拘束，並非得以專業判斷之名義免除司

法審查。

所謂判斷餘地，係指行政機關於適用不確定法律概念，或進行高度技術性、預測性與評價性判斷時，基於其專業知識、制度設計與事實接近性，而享有一定之判斷空間。其與裁量權不同：裁量權主要係法律效果之選擇問題；判斷餘地則較多存在於構成要件事實之認定、技術事實之評估及不確定法律概念之具體化過程。惟行政機關是否享有判斷餘地，及其範圍如何，仍應受法律及一般法律原則拘束，並非得以專業判斷之名義免除司法審查。

就本案而言，關於活動斷層帶之外側邊界、圖資選擇、基地與斷層之空間分布，以及地表破裂對建築安全之影響評估，固涉及高度技術性與預測性判斷，行政機關於此範圍內並非毫無判斷餘地。尤其《地質法》及其相關作業準則已建立基地地質調查與地質安全評估之程序型風險管控機制，使活動斷層邊界與基地安全性之評估，具有專業判斷之制度基礎。

然而，地方政府若進一步將《實施區域計畫地區建築管理辦法》第 4-1 條公告之 15 公尺管制範圍，直接轉作《建築技術規則》第 262 條所稱「斷層帶外側邊」之起算基準，再一律外推 100 公尺，則其問題已不再只是技術事實之判讀，而係涉及不同法規體系間連結規則之創設。此種將限建型公告管制範圍置換為禁建型起算邊線之作法，實已超出技術判斷餘地之範圍，而屬法律解釋與授權界線問題，法院自應為較高密度之審查。



從而，本案所應承認者，並非地方政府對「15m+100m」累加禁建當然享有廣泛判斷餘地，而僅係在活動斷層邊線之專業認定、地質資料比對及基地安全影響評估上，得有一定專業判斷空間；至於能否將第 4-1 條公告範圍直接轉換為第 262 條起算基準，則不應視為行政機關所得自由補充之事項。如前章節所提「臺中高等行政法院113年度訴字第220號判決」評價內容，若行政法院未先釐清此一界線，而逕以公告沿革與實務操作肯認「15m+100m」之合法性，則其對判斷餘地之掌握，恐有將不確定性法律概念問題在缺乏地質法風險管控機制下之專業技術誤作簡單「15m+100m」累加禁建管制處理之疑義。

2. 《行政程序法》第 10 條之意義：裁量不得逾越範圍，並應符合法規授權目的

建築執照之核發，形式上屬行政許可；其准駁除涉及法定要件之認定外，亦常伴隨風險評估、技術判讀與不確定性管理。就活動斷層帶之禁限建而言，地方政府基於上級機關所授權法規、命令、行政規則或解釋等，所提供圖資套繪、起算基準，以及現地地質調查結果與建築安全風險之間作成判斷。

《行政程序法》第 10 條明定：

「行政機關行使裁量權，不得逾越法定之裁量範圍，並應符合法規授權之目的。」

其所建立之控制邏輯，並非要求機關「過度考量安全」，而是要求安全考量必須回到既有法制框架與授權目的中被具體化、可檢驗化；尤其在高度侵害性管制措施（如本文所提禁建土地失其可建築性）之情境，更應避

免行政管制措施過於保守，而出現裁量怠惰／裁量逾越／裁量濫用等情形。

3. 裁量瑕疵的典型樣態：裁量怠惰／裁量逾越／裁量濫用

（1）裁量怠惰：地方政府基於地方特性實施地方自治所擁有決定權力，卻以缺乏明確法規授權下，過度保守以累加禁建管制方式處理；如前所述，內政部主管機關已函示，將「判定是否落入**禁建距離**」部分，應為專業技師/建築師簽證責任與地方政府主管建築業務單位審查機制相結合之架構，而非單純由地方政府以前述之《實施區域計畫地區建築管理辦法》第 4-1 條所公告的管制帶用以類推為活動斷層帶，藉此為斷層帶之邊線；以及未善用地質法提供「程序風險管控」，作為建築技術規則所提「活動斷層帶之外側邊...」的起算標準即具有專業判斷上的重要依據，因而產生裁量怠惰之情形。

（2）裁量逾越和濫用：內政部主管機關已函示，實施區域計畫地區建築管理辦法第 4 條之 1、都市計畫及建築設計施工編第262條第 1 項第 3 款，為不同管制規定。地方政府將裁量結果推進至法規未明確授權之範圍，以不符文義與制度目的之解釋，將「15公尺公告管制範圍」置換為「第 262 條起算邊界」而再外推 100 公尺。如此，明顯有裁量逾越和濫用之虞。

4. 「15m+100m」累加禁建管制措施的三種制度性違法結構

類型A（權限/法源問題而使裁量無從成立）：若地方機關在無明確法規依據下，將累



加禁建作為一般性准駁門檻，實質上屬新增限制，並非裁量問題，而是「欠缺權限」之違法。

類型B（裁量逾越：錯誤解釋或擴張適用）：即便機關主張係依《建築技術規則》第 262 條，但若其將不同制度目的之 15 公尺公告「置換」為第 262 條起算基準，並一律再外推 100 公尺，則屬裁量逾越或目的偏離之疑義。

類型C（裁量怠惰＋行政規則外部化）：地方政府未善用地質法提供「程序風險管控」作為建築技術規則所提「活動斷層帶之外側邊...」的起算標準之專業判斷重要依據，地方政府明顯有裁量怠惰之情形；以內部作業基準、圖資套繪，直接決定准駁結果，即以「15m+100m」累加禁建管制，形成「以內部行政規則取代裁量」的外部拘束效果。

5. 規範競合下的正確裁量展開：回到各規範之目的與判定機制

依主管機關函釋意旨，《實施區域計畫地區建築管理辦法》第 4-1 條之 15 公尺公告管制範圍，與《建築技術規則》第 262 條之 100 公尺範圍為不得開發建築，係不同規範來源與判定架構。在一般地方政府實務操作的行政管制措施上，《實施區域計畫地區建築管理辦法》第 4-1 條之 15 公尺公告管制範圍，主要係針對平地(非山坡地範圍)；而《建築技術規則》第 262 條之 100 公尺禁建範圍，則針對山坡地範圍。

同時，參考吳志光（2026）所提行政法一般原則的禁止不當連結原則，雖非《行政

程序法》單一條文所明文，惟可由同法第 7 條比例原則、第 10 條裁量目的拘束、第 5 條明確性、第 6 條平等及第 8 條誠實信用／信賴保護等規定綜合導出：行政機關不得將不同制度目的或不同管制工具之要件不當置換、串接，以產生累加禁建行政管制效果。因此，地方政府所採取「15m+100m」累加管制之行政管制措施明顯已違反禁止不當連結原則。

五、比例原則之審查

1. 比例原則之法理基礎

《行政程序法》第 7 條明定：

「行政行為，應依下列原則為之：

一、採取之方法應有助於目的之達成。

二、有多種同樣能達成目的之方法時，應選擇對人民權益損害最少者。

三、採取之方法所造成之損害不得與欲達成目的之利益顯失均衡。」

該條文已將比例原則明文化：行政管制措施須有助於目的達成、應選侵害最小者、損害不得與欲達成之利益顯失均衡。所以，《行政程序法》第 7 條已將比例原則具體化為三項要求：適當性、必要性、衡量性（狹義比例）。

綜上，比例原則為判斷過度限制之核心工具。林明鏘（2014）指出比例原則雖具體化目的—手段審查與利益衡量，但其運用必須奠基於可檢證的事實基礎與嚴謹說理；高



雪琴（2006）則以高侵害態樣討論比例三階審查之具體操作；李介民（2012）就危害防止措施合法性強調，行政機關不得僅以安全目的概括正當化最嚴格手段。

本文將據此審查地方政府所採取「15m+100m」累加管制之行政管制措施，是否符合為有效性（適當性原則）、為較小侵害替代手段（必要性原則），並衡量對基地可建性與財產利益之實際影響是否顯失均衡（衡量性原則）等。

2. 適當性原則之審查

地方政府基於因地震造成活動斷層錯動，確實會導致建築物損毀及對居住其中人民有安全上疑慮，因此禁止在斷層帶上及其附近範圍興建建物，確實能達到公共安全的公益目的。

就《實施區域計畫地區建築管理辦法》第 4-1 條而言，其係授權地方政府就活動斷層線通過地區劃定範圍公告並就公有建築禁建、私有建築限高限用途等加以管制。《建築技術規則》設計施工編第 262 條第 1 項第 3 款就山坡地活動斷層之不得開發建築範圍，主管機關已說明其係以「活動斷層線或其邊線」起算（歷史最大地震規模 $M \geq 7$ 者為外側各 100 公尺）。兩者規範均以降低斷層帶上地表破裂對建築與人員造成之重大危害，原則上具有促進公共安全目的達成之可能。

然地方政府將「15公尺公告管制範圍」直接視為「第 262 條外側邊線起算」之法定構成，並一律再外推 100 公尺，而此一累加禁建行政管制措施欠缺明確法規依據（含母

法、授權命令、自治法規或都市計畫法制），明顯已違反「依法行政、法律授權與法律保留」之情形；基於其目的和手段間關聯性非常薄弱，因此適當性論證已明顯不足。

3. 必要性原則之審查

必要性原則又稱「最小侵害原則」。如果在多種同樣能達成目的的手段中，必須選擇對人民權利侵害最輕微的，因此在能同樣達成（或實質同等程度促進）目的的諸手段中，行政機關必須選擇對人民權益侵害較小者。

基於斷層帶一定範圍禁限建管制處分，雖以公共安全為目的，然比例原則之必要性要求行政機關應於可達成同等（或實質同等）目的之手段中，應選擇對人民權益侵害較小者。是以，若建管機關逕以第 4-1 條之 15 公尺外緣再外加 100 公尺而擴張禁建範圍，卻未善加利用地質法提供「程序風險管控」，作為建築技術規則所提「活動斷層帶之外側邊...」的起算標準之專業判斷重要依據；如此「15m+100m」累加管制行政處分，即以更加嚴厲手段取代同等有效且較專業地質調查及安全評估技術手段之疑義，因此無法源依據之「15m+100m」累加管制部分，難認符合比例原則之必要性。

4. 衡量性（狹義比例）原則之審查

《行政程序法》第 7 條第 3 款已明示衡量性的審查，係指採取手段所造成的權益損害，是否與欲達成目的之利益「顯失均衡」。

在「山坡地 + 活動斷層 $M \geq 7$ 」的類型



情境，法規已直接規定 100 公尺不得開發建築；就一般抽象審查而言，基於山坡地地質條件複雜、避免重大災害、保護生命安全，此種高強度的管制較不易被認定為顯失均衡。

本文前述所提，相對於其他尚未公告管制範圍之活動斷層（以台灣中部地區為例，如屯子腳斷層、三義斷層、大甲斷層...），竟採以中央線為其起算標準。如此，對於車籠埔斷層帶禁建範圍管制處分明顯過於嚴苛。

依主管機關函釋，15 公尺套繪本屬第 4-1 條公告管制範圍為準駁建照之依據，而並無明示為第 262 條 100 公尺禁建的起算基準。因此，地方政府逕以累加方式擴大禁建範圍，則在狹義比例上可形成兩核心判斷：

(1) 增量效益端：額外增加 15 公尺是否真的降低風險？然而，就其他活動斷層，因至今尚未公告管制範圍，而無須再累加 15 公尺之禁建範圍，因此增量效益難以一體公平化。

(2) 增量損害端：新增禁建帶可能直接剝奪可建築之利益，且對土地所有權人造成開發建築利益損失，因此至少缺少有 15 公尺可建築用地之利益。

在這種「增益難以一體公平化」與「損害高度具體且重大」的組合下，「15m+100m」累加管制行政處分手段所造成的損害與欲達成利益「顯失均衡」，在衡量性（狹義比例）原則檢驗下難認適當。

六、結論

地方政府若將《實施區域計畫地區建築管理辦法》第 4-1 條所公告之「15 公尺公告管制範圍」，直接等同於《建築技術規則》（建築設計施工編）第 262 條所稱「斷層帶二外側邊」之起算基準，並據此再一律外推 100 公尺而形成「15m+100m」之累加禁建管制帶，實屬在欠缺明確法源授權與連結規則之情形下，將不同法規體系之管制工具不當接軌。此一作法透過擴張解釋與操作性作業規範，實質創設新增之對外限制並產生外部拘束效力，足以直接壓縮人民土地開發與建築利用之利益。尤有甚者，若主管機關未善用《地質法》所提供之基地地質調查與地質安全評估等「程序型風險管控」機制，作為第 262 條所稱「活動斷層帶之外側邊」之專業判定依據，而改以機械式距離累加取代地質專業之風險判斷，則更易落入行政裁量怠惰、逾越或濫用之疑義。

就比例原則而言，累加禁建措施若欠缺合於法規依據，則難以滿足依法行政與授權控制之要求；且相較於其他活動斷層之執行模式，將 15 公尺公告範圍直接轉用為 262 條起算邊線並直接累加，已屬更高強度之管制手段與更大幅度之侵害，難謂符合適當性與必要性之要求。進一步在衡量性（狹義比例）檢驗下，當「增益難以普遍化」而「損害高度具體且重大」並存時，該累加禁建所造成之私權損失與欲達成之公共利益間，易呈現顯失均衡之結果，難認合於比例原則之



要求。

至於臺中高等行政法院 113 年度訴字第 220 號判決採取將「15 公尺公告管制範圍」視為第 262 條所稱「斷層帶外側邊線」之解釋路徑，並進一步肯認「15m+100m」累加禁建作法具有依據。本文認為其在法規體系之競合處理與連結規則之建構上仍有疑義：其一，存在以限建公告工具替代禁建起算邊線之概念轉換；其二，未能善加利用地質法提供具有技術性專業之基地地質安全評估判斷之重要依據。

綜合以上，地方政府基於防災安全固屬正當且重要之公共利益，惟其實現方式仍須受依法行政與法治國一般法律原則之拘束。就現況而論，中央主管機關（內政部、經濟部地礦中心）迄未就活動斷層「斷層帶／邊線」公布具法定位階可供一致適用之權威圖資；而地方政府若在缺乏明確授權與可檢核判定機制下，以內部規則推動「15m+100m」之累加禁建管制帶，除易生法律爭議，亦不利於法安定性與人民合理信賴之維繫。故本文主張，應以《地質法》所提供之程序型風險管控機制，作為第 262 條「活動斷層帶之外側邊」判定之專業基礎，方能在確保建築公共安全治理長期運作之同時，達到最小侵害人民土地開發與建築利用利益之要求。

七、參考文獻

（一）法規

1. 《行政程序法》(110 年 1 月 20 日修正)

2. 《建築法》(111 年 5 月 11 日修正)
3. 《實施區域計畫地區建築管理辦法》(106 年 7 月 17 日修正)
4. 《建築技術規則》(建築設計施工編)(115 年 月 23 日修正)
5. 《非都市土地使用管制規則》(113 年 3 月 29 日修正)
6. 《地質法》(114 年 12 月 28 日修正)
7. 《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則》(113 年 1 月 9 日修正)
8. 《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊—現地調查活動斷層部分》(經濟部地質調查及礦業管理中心)及出版年份(113 年 12 月)

（二）行政函釋

1. 內政部營建署（現內政部國土管理署），89 年 5 月 18 日台 89 內營字第 8983424 號函（建議車籠埔斷層線兩側各 15 m 套繪地形圖，並請地方政府依《實施區域計畫地區建築管理辦法》第 4-1 條公告管制）。
2. 內政部營建署（現內政部國土管理署），112 年 4 月 28 日營署建管字第 1121060803 號函（《建築技術規則》建築設計施工編第 262 條活動斷層不得開發建築規定執行疑義）。
3. 內政部營建署（現內政部國土管理署），112 年 9 月 6 日營署建管字第



1120059626 號函(《建築技術規則》建築設計施工編第 262 條第 1 項第 3 款活動斷層起算基準執行疑義)。

(三) 研究報告與期刊論文

1. 立法院法制局(2018)。〈現行我國活動斷層帶涉及禁限建範圍執行議題研析〉(編號 R00364, 更新日期: 107 年 3 月 12 日)。
2. 林明鏘(2014)。〈比例原則與裁量權—評最高行政法院一○三年度判字第 485 號判決〉。《月旦法學雜誌》, 231 期, 65–79。
3. 高雪琴(2006)。《比例原則在臺灣行政法制上之適用—以德國法及我國司法院大法官解釋為中心》(碩士論文, 國立臺灣大學法律學研究所)。
4. 李介民(2012)。〈危害防止措施合法性之審查—以「比例原則」為核心〉。《法令月刊》, 63(11), 23–48。
doi:10.6509/TLM.2012.6311.002。
5. 吳志光(2026)。〈行政法〉十四版, 新學

林出版股份有限公司。

6. 李建良(2025)。「行政法裁判十講(卷二: 行政法一般原則)」, 元照出版有限公司。

(四) 判決

1. 最高行政法院 102 年度判字 70 號判決
2. 臺中高等行政法院 113 年度訴字第 220 號判決。

(五) 司法院解釋

1. 司法院釋字第 709 號解釋(2013/04/26)。
2. 司法院釋字第 731 號解釋(2015/07/24)。

(六) 行政資料

1. 臺中市政府(2024)。113 年度臺中市政府建築法規小組委員會第 1 次會議紀錄。

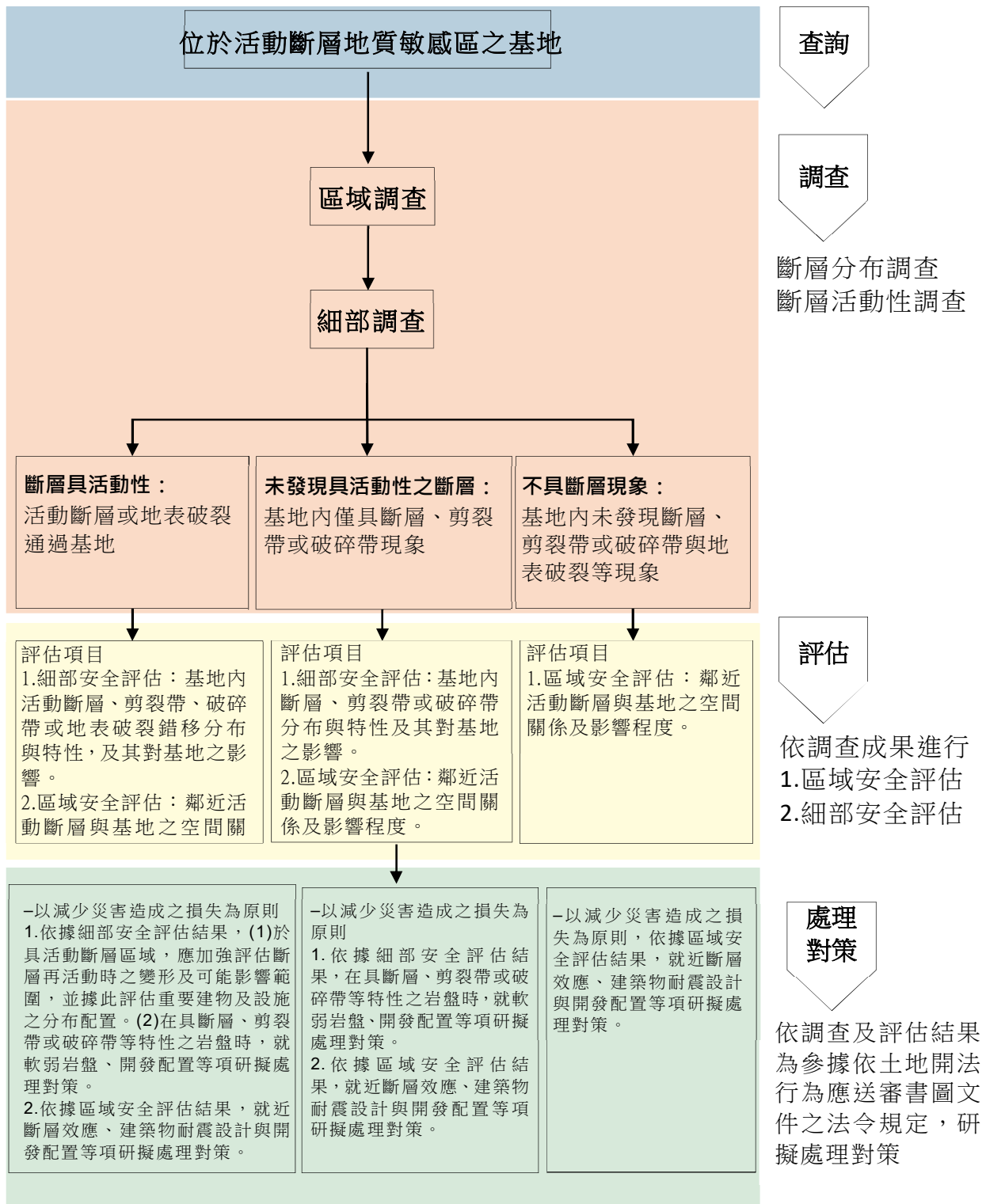


圖 2 活動斷層地質敏感區基地地質調查(現地調查)及地質安全評估作業流程圖 (資料來源：
《地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊—現地調查活動斷層部分》)



封面封底介紹/繪師:陳娜
能表現感情的事物就是藝術，
畫者利用三角形及潑墨，
再加上衝擊式線條，
表達不平常的內心世界感情。

ISSN 1998-2275

