

## 第九章 結語

本說明書透過本公會歷年來參與各次地震土壤液化調查、分析、防治以及修復工程之經驗，彙整相關工程案例與參考文獻，從土壤液化之發生機制、案例說明、調查分析、相關防治與修復工法等進行說明，並提供土壤液化相關之專業諮詢管道，以協助各界取得土壤液化相關之正確資訊，針對本說明書內容最後簡要歸納如下。

- 一、臺灣位處環太平洋地震帶，斷層密布、地震頻繁，加上海島型氣候雨量豐沛，水資源豐富，且地質環境也較為年輕，在綜合各種環境的條件下，土壤液化是伴隨地震發生的一種自然現象，只要有疏鬆的砂土與豐沛的地下水環境下，遭遇大地震時就有可能發生，只是在過去人口密度較低，土壤液化尚未與民眾居住範圍衝突，因此民眾尚無太大感受。但是自從 921 地震開始到近期的美濃地震與花蓮地震等，因土壤液化造成建物受損情況愈見頻繁，因此不管是從都市防災或建物安全的角度，都必須重視土壤液化可能的帶來的衝擊與影響。
- 二、然而，雖然土壤液化會造成一定規模的結構損壞，但從歷史災害的經驗觀察，其損壞情形較屬於緩慢變形傾斜與沉陷，且受損程度與結構震損相比之下較為輕微，通常僅造成結構使用機能減損，比較不容易造成人命傷亡，且大部分都還能事後作一定程度的修復或補救。因此，對於土壤液化災害並不須要過度恐慌，但若能事前進行必要的防治與補強，將對於整體都市防災以及建築安全都能獲得更周全的保障。
- 三、自 921 地震後，國內針對土壤液化潛勢及災害影響已納入相關建築物及橋梁結構等設計規範要求進行審慎評估，並參考國內外相關土壤液化潛勢評估法納入大地工程設計考量。而對於土壤液化潛勢之調查，包含傳統鑽探 SPT 標準貫入試驗、具標準化之圓錐貫入試驗（CPT）或較快速初步之地球物理探測等調查方式，在近幾年也因設備的進步以及相關研究成果輔助等而有顯著的發展，可以優化土壤液化潛勢的調查與評估之精度，提高設計成果之品質與

結構物安全。後續隨著科技進步與規範的精進，相關調查與評估發展亦將隨之日新月異，建議仍應依照最新規範與應用較新調查方法設備等，以更進一步準確調查與評估土壤液化潛勢。

- 四、針對經調查具有土壤液化潛勢之範圍內新建結構物時，應謹慎考量相關大地工程之設計與土壤液化防治工法，以事前預防土壤液化對結構造成損壞之情形，相關工法包括地盤改良、筏式基礎、樁基礎及圍束等方式，需由專業大地工程技師依地層調查成果，視結構需求與現地條件綜合研判，以兼顧經濟與安全之考量。
- 五、若既有結構位於土壤液化高潛勢區，為避免日後因土壤液化造成結構損壞，建議可由專業大地工程技師視地層分布與既有結構之現況條件，以加強基礎、強化地盤、控制地下水位或圍束等方式加以補強；而若既有結構已受土壤液化造成損壞，除了拆除重建以外，則可由專業大地工程技師綜合評估地盤之穩定性及結構整體安全性，以頂昇、基礎補強或地盤改良等方式進行一定程度之修復，恢復部份或全部使用機能。
- 六、臺灣歷經多次地震與土壤液化災害之經驗，對於土壤液化災損建物也累積相當豐富之案例，適逢 921 地震復建 25 周年，本公會特別安排重返 921 土壤液化災區調查與回顧當年受損建物之修復成果，經綜合歸納，多數於受損後曾辦理修復與改善的建物，在後續的使用與維護上幾乎都能維持正常機能與安全性，而受損傾斜之建物若放任不理，則後續將有持續傾斜沉陷之情況。
- 七、雖然目前中央與地方政府皆已陸續辦理區域性村里尺度之土壤液化防治調查，並公開土壤液化潛勢地圖供各界參考，惟因沖積平原區沉積環境複雜，使其地層分佈與土壤性質局部存有較大的變異性，故大範圍之區域性地層調查結果，無法代表各個工址之地層分佈及相關土壤特性，不宜直接引用做為基礎抗液化對策設計之依據，建議設計前各個工址仍有必要進行鑽探、調查，以瞭解不同工址之抗液化能力及基礎相關潛在問題。
- 八、有關土壤液化問題，目前國內仍多著重於調查分析以及潛勢圖製作，對於相關規劃、設計、補強、施工等課題以及相關法規規範部分仍有看法不同，需要進一步探討以取得共識，具有相當大的討論發展空間，建議政府相關單位後

續應針對上述實務土壤液化防治設計施工等課題，利用產官學交流平台，進一步檢討與擬定具體規範。

九、臺灣因地理位置特殊，地質條件相對複雜、脆弱，加上日益嚴重的極端氣候因素，土壤液化、軟弱地層等特殊地質條件都將嚴重威脅我國都市防災與建築結構之安全性。雖然近年在政府單位（如經濟部地質調查與礦業管理中心、國家災害防救科技中心等）、學術單位（如大地工程學會及各大專院校相關科系）及產業單位（如大地工程技師公會等）的合作努力之下，大地工程之安全課題已由相關研究與經驗累積回饋，逐步建立合理之調查、設計與施工規範，但仍然有許多複雜的挑戰需要克服，例如土壤液化防治工法之精進、改善工法成效追蹤、更快速精確的地盤調查與資訊掌握等，大地工程技師公會將本於專業、誠信、敬天、愛人之初衷，持續提供專業服務，為建立宜居城市、安心家園貢獻己力。

