

土壤液化簡介

許文科

一、何謂土壤液化

一般土壤可承載地上的建築物，主要靠土壤顆粒間的擠壓力，擠壓力愈大，土壤的強度就愈大，承載力亦愈高。

而所謂的「土壤液化 (soil Liquefaction)」係指「飽和(含水)砂質顆粒狀土壤受到動態荷重(如地震力等)的作用，土壤顆粒重新排列組合，使土壤內孔隙水壓力激增，使土粒失去原有的有效應力，土體內的有效應力趨近於零，以致呈現失去承載力的類似液體行為。」。由地震引起之土壤液化，伴隨地表與基礎沈

陷變形，對於房屋結構、公路橋樑、地下管線及濱海結構物等等，都可能造成極大的損害。

依上述土壤液化發生的機制，可歸納土壤液化發生之必要條件有如下三點，三者缺一都不會造成土壤液化：

- (一) 厚層疏鬆的砂土層-土壤中主要為飽和之疏鬆細砂或粉土質砂，且分布深度較淺者¹。
- (二) 高地下水位-例如大於 2/3 砂土層高。
- (三) 高強度的動態荷重(強烈地震)

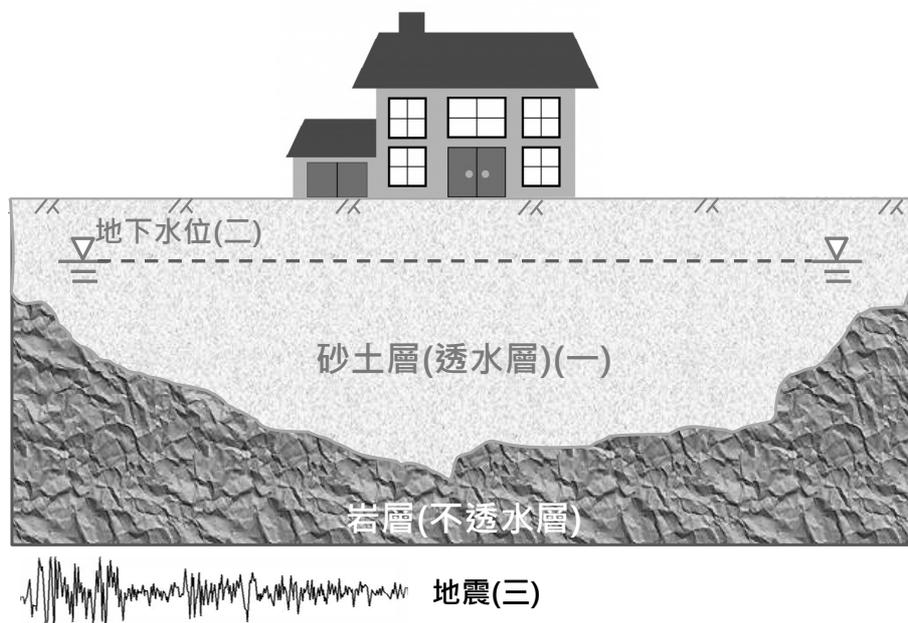


圖 1 土壤液化之條件

¹ 土壤液化一般發生在地表下 20 公尺內的淺層土壤。

由於台灣全島幾無可免除地震影響地方，再加上砂質土壤與高地下水位為土壤液化之主要條件，故台灣沿海的平原地區、平原區的河道附近以及海埔新生地，都有可能因地震發生土壤液化現象，例如西南平原沿海、蘭陽平原、屏東平原、台北盆地等。

二、土壤液化可能造成之建築物損壞

土壤液化為土壤因地震力作用，而有類似液體行為之特性，可能造成之現象或損害情形如下：

- (一) 地表噴砂。
- (二) 地層下陷。
- (三) 建築物沉陷-液化範圍含蓋整個建築基地範圍時。
- (四) 建築物傾斜-液化範圍含蓋部分建築基地範圍時。
- (五) 擋土設施破壞。
- (六) 側向擴展(Lateral Spreading)。

(七) 流潰(Flow Failure)。

(八) 地下埋設構造物上浮。

而其中對建築物造成之損壞主要為土壤失去承載力造成建築物整體沉陷與底板破裂，與因土壤不均勻沉陷所造成之建築物傾斜(倒)，下圖 2 為所示為土壤液化可能造成災害之示意圖。

三、土壤液化之改善方法

以目前的工程技術，已經可以處理土壤液化的問題，只要採用適當的工法，土壤液化區建造房屋，並不會有困難。常見的土壤液化建築之改善方式可分為下列二大類：

- (一) 地盤改良：即將地盤中可能造成的土壤液化因子排除或降低，如置換基礎土壤為不易液化之土壤種類；水泥沙漿或化學藥劑灌注，固結基礎之土壤；夯實基礎土壤或降低地下水位等。

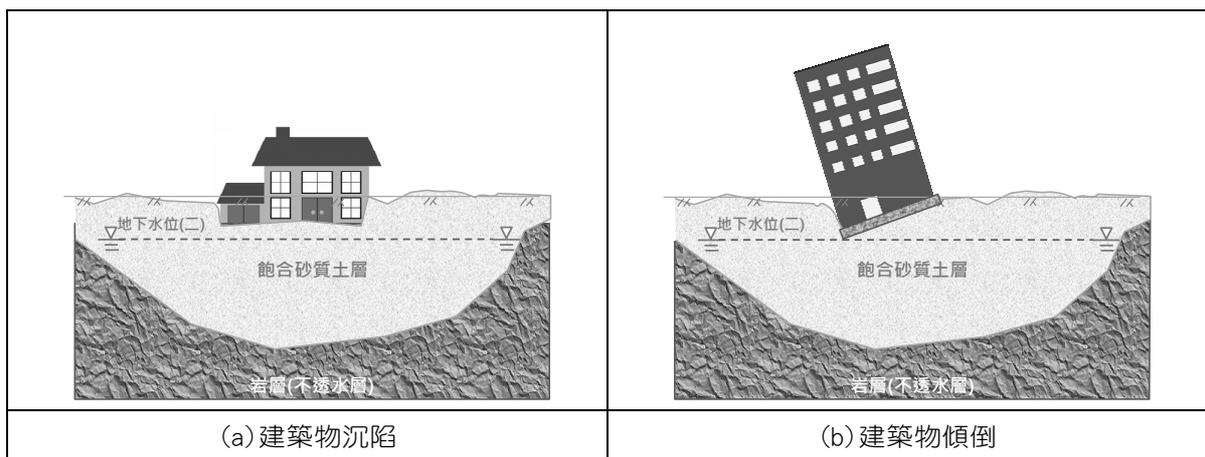


圖 2 地震時土壤液化造成之破壞示意圖

(二) 採用深基礎：如採用多層地下室或樁基礎等深基礎將基礎延伸至不會發生液化之土層，如岩盤等。即使淺層之土壤發生液化，因基礎已至較深層之地層，建築物之承載力不受影響，故亦不會造成建築物的損壞。

下圖 3 所示為目前用之土壤液化改善工法之示意圖。

四、土壤液化潛勢圖與應有之認知

目前經濟部中央地質調查所公佈的土壤液化潛勢圖，其製作是透過蒐集過去國家重要工程建設的地質鑽探資料(如高速公路、高鐵、捷運工程等)，再補以後續的

地質調查，依據查所得地層的特性(如土壤種類、地層的緊密程度²)和地下水位之高低，並依據國家建築規範要求不同地區的建築設計地震震度，利用國、內外之相關經驗公式計算液化潛能指標而得。

惟目前所公布的土壤液化潛勢圖，屬於中央建置的第一級的圖資，其為全國性大範圍的評估結果，精細度較低，主要是顯示區域性的風險，對於判斷自家建築的風險僅能作為初步的參考，即使建築物是位於高風險區域，地震時也需諸多條件皆具備(地震震度高、地下水位較高及砂粒土層較厚)才會有液化現象，並非地震發生就會發生土壤液化現象。例如，今年(105)

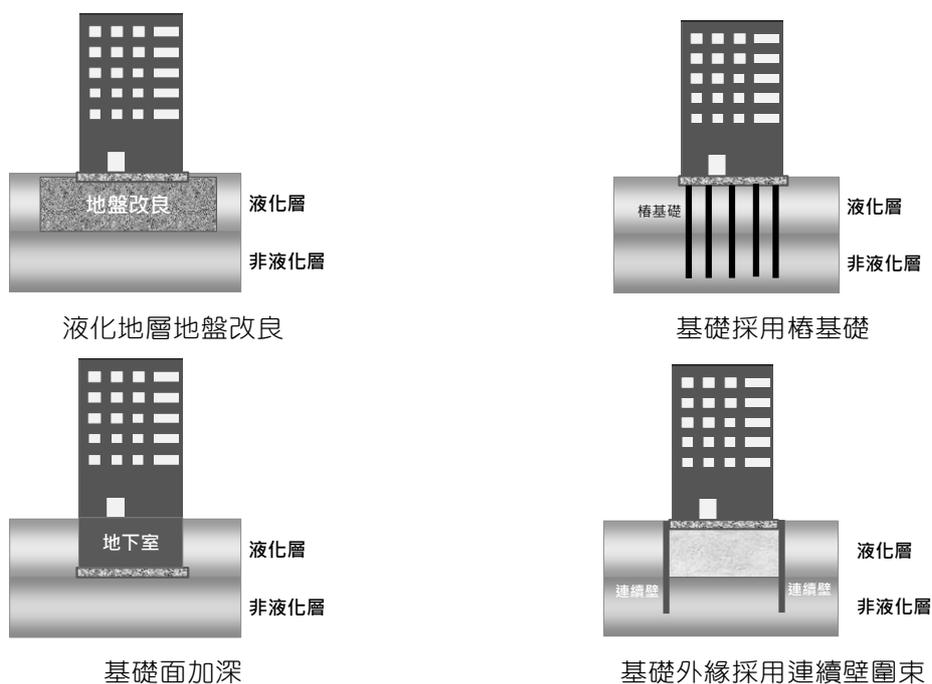


圖 3 土壤液化改善工法示意圖

² 土壤的緊實程度愈高，地震力作用時，土壤顆粒不易重新排列，相對不易造成孔隙水壓上升，即較不會發生液化，故工程開發時將地基夯實，亦為土壤液化防治工法之一。

2月6日發生的0206美濃地震亦可清楚發現到，並非在土壤液化潛勢區內的建築基地，都有土壤液化現象發生，而僅在劃定液化潛勢區內的少數區域發生土壤液化現象。

依現中央地質調查所公布之土壤液化潛勢圖，液化潛勢等級分成三級，即綠色區域-低度、黃色區域-中度與紅色區域-高度三級，其代表為據目前全國尺度的資料所大略分出之可能發生土壤液化之可能性，不必然代表紅色區域於地震發生時就一定發生土壤液化，而其風險也需視建築物所採用之基礎型式與其地下水位高度而定。

下表1所示為中央地質調查所土壤液化潛勢分級與應有認知之列表，表2所示為建築物土壤液化簡易自主檢查表。

五、小結

土壤液化為伴隨地震發生的災害之一，在國內外的地震災害中不乏土壤液化造成之建築設施損壞之案例。惟目前土木工程技術發展，土壤液化之改良工法已是成熟技術；且在民國88年12月29日修正頒布之『建物耐震設計規範與解說』中之規定，已將液化潛勢評估列為耐震設計必須考量之一環，將可降低新建築之土壤液化損壞風險。

表1 土壤液化潛勢分級與應有認知

土壤液化潛勢		分級認知	補充說明
綠色	低度	<ul style="list-style-type: none"> 可預見的未來期間應可以不必太顧慮液化風險 	<ul style="list-style-type: none"> 由於目前公布之潛勢圖資精度較低，在潛勢區內，不代表地震發生即會發生土壤液化。 可先依照簡易自主檢查表作初步自我檢視，只要建築物符合表列任一種狀況，一般不需要太擔心土壤液化的問題。 地方縣市政府將對高風險區域進行進一步的調查（中級精度）。民眾應等待調查結果，進一步確認建築物是否處於高風險區。如為屬實，地方政府會再進行區域性或社區性的改善計畫。
黃色	中度	<ul style="list-style-type: none"> 短期內應無太多的風險顧慮。 可以配合地方政府較精細的調查工作與結果，再決定後續措施。 	
紅色	高度	<ul style="list-style-type: none"> 只要不發生大地震，對建築物絕對不會有任何影響。 建築物位於高度土壤液化潛勢區內，請勿過度擔心，可利用自主檢查表先初步檢核。 或向地方政府查閱建物的原始設計資料尋求土壤液化工作站諮詢。有需要再委託專業技師進行專業診斷。 	

(整理自經濟部中央地質調查所網站：<http://210.71.254.170/CGSSL/QA.html>)

表 2 建築物土壤液化簡易自主檢查表

建築物土壤液化簡易自主檢查表	
說明：建築物符合下列任一項，表示因土壤液化而發生損壞的可能性低	
<input type="checkbox"/>	88 年 12 月 29 日修正『建物耐震設計規範與解說』後所設計之建築物
<input type="checkbox"/>	建築物具有地下 3 層以上地下室
<input type="checkbox"/>	建築物基礎型式採用樁基礎
<input type="checkbox"/>	建築物為筏式或版基礎，樓高不超過 3 層樓
<input type="checkbox"/>	建築物基礎座落於非液化土層(如黏土層、卵礫石層、岩盤等)

(整理自經濟部中央地質調查所網站：<http://210.71.254.170/CGSSL/OA.html>)

由於目前經濟部中央地質調查所公告之土壤液化潛勢圖，為全國大規模尺度，資料精細度仍低，即有建築物如座落在紅色高潛勢區，不代表地震時其發生土壤液化之必然性，建議可先依照建築物土壤液化簡易自主檢查表，瞭解其風險性。後續則待縣市政府完成更精細調查所得之土壤液化潛勢圖，配合進行區域性或社區性的改善計畫。

土壤液化為伴隨地震而來之災害類型

之一，其造成之保險標的損害，除因土壤液化造成地盤承载力不足，直接造成保險標的建築物的下陷或傾倒之外，另地震當下之強烈震動亦會加劇其影響，土壤液化難自外於地震保險之承保範圍，應納入地震險之承保範圍。

本文作者：

國立中央大學災害防治研究中心
副研究員/執行秘書/兼任副教授

