

土壤液化

鄭文隆*

土壤液化(Soil Liquefaction)一詞係指土壤喪失剪力強度呈現液態行為之現象。取廣義的解釋，應包含所有使土壤呈現液狀現象之情形，即應涵蓋所有動力及靜力作用下之行為以及所有砂性土壤和黏性土壤可能發生的現象。唯因近二十年來土壤力學的研究着重於動力作用下之砂土液化行為，故目前通俗之用法皆泛指砂土呈現液狀化之現象。本專欄亦將針對此一通俗的定義範圍作一解說。

有關砂性土壤產生液化的過程可以大致說明如下：當飽和砂土地盤在動力作用下時，其顆粒結構因受動力影響會有緊密化的趨勢，此時由於瞬間排水的不可能性，將導致顆粒間的應力傳遞至孔隙水中而造成孔隙水壓的上升，此上升的孔隙水壓致使土體的有效應力減低至很小甚或為零，此時土壤呈連續性變形，造成地盤承載力之降低及地上、地中結構物的破壞。

在土壤液化問題的研究上，一般常用的術語有“初始液化”(Initial Liquefaction)及“反復流動性”(Cyclic Mobility)，分別說明如下：

初始液化(Initial Liquefaction)：在反復應力作用下，當土體中之孔隙水壓等於所作用之圍壓時稱為初始液化。使用這個名詞時並不說明土中變形的狀況。

反復流動性(Cyclic Mobility)：又稱“反復液化”(Cyclic Liquefaction)或“帶有限制應變潛能的初始液化”(Initial Liquefaction with Limited Strain Potential)，這個名詞表示初始液化現象到達了，但其後的反復作用應力將使土體產生某限制範圍內的反復應變情形。這種狀況的產生係由於土壤的殘留強度，或因土壤產生膨脹，或因孔隙水壓開始下降而導致。

關於土壤特性如何影響其液化特性，在過去數年間已有相當多的研究成果，茲簡述於下：

顆粒型狀：土壤顆粒型狀愈接近球形體者愈易趨近於液化。

顆粒大小：顆粒大小平均值 D_{50} 在 0.1~0.2mm 間的土壤較易趨近於液化，較大或較小

地工技術雜誌 第 9 期
民國 74 年 1 月 第 119 頁
Sino-Geotechnics No.9
January 1985, pp.119

的土壤顆粒均將帶有較高的液化抵抗能力。
顆粒級配：均勻級配的土壤較優良級配的土壤易液化。

密度：密度小的土壤較易液化，即鬆砂較緊密砂易發生液化，使用最廣泛的密度指標為相對密度。

土壤形成的年代：新形成的土壤較形成年代久遠的土壤易發生液化。

應變歷史：曾受過震動歷史的土壤比新鮮形成的土壤具有更高的液化抵抗能力。

側向壓力：側向壓力較低者較易發生液化。

土壤結構：顆粒結構與液化潛能的變異性有相當大關係，根據試驗室研究，以空氣貫降法製作出之土壤結構帶有最高之液化潛能。

地盤之液化潛能評估方法，可採用標準貫入試驗之 N 值經驗評估法為之，依現場求得之 N 值及過去發生液化之各震災的統計值，比較分析而求得。另外亦可採用土壤動力試驗法評估之，在現場求取不擾動試樣，並進行室內動力三軸試驗求取發生液化所需之應力，再配以室內試驗所需的修正過程即可完成評估手續。

對於評估結果發現地盤有液化之可能性時，一般可以用浮揚震動法，爆炸夯實法，灌漿法，添加細料法，打樁貫穿液化層法，置換法等工程方法解決工程問題。

參考文獻

SEED, H. BOLTON (1976) "Evaluation of Soil Liquefaction Effects on Level Ground During Earthquakes," *Liquefaction Problems in Geotechnical Engineering*, ASCE Annual Convention and Exposition, Philadelphia, PA., September 27 – October 1.

ISHIBASHI, I., SHERIF, M.A. and CHENG, W.L. (1982) "The Effects of Soil Parameters on Pore-Pressure Rise and Liquefaction Prediction," *Soil and Foundations*, Vol. 22, No. 1, March.

*臺灣營建研究中心主任