

Q 與 A 專欄

歐晉德*

本問題與解答專欄將定期於本刊登出，所擬問題均選自目前大地工程界於施工中可能遭遇之些疑難小問題，此類問題雖小，但常造成施工人員之困擾。本欄歡迎名讀者提出問題，並歡迎學者專家就解答內容提供意見。有鑑於大地工程牽涉範圍及變化甚多，讀者亦請避免將本欄提供之解答視為唯一方案，以免造成施工或尋求解決方法之錯誤。

Q17：地下室開挖，常招致鄰房之破壞與基礎下沈，應如何改善？（屏東市陶正平建築師事務所提出）

A：地下室開挖時，位於開挖底部下之土壤由於上方應力之解除將有往上隆起之趨勢，而位於開挖區側面之土壤則由於側方壓力之解除，有向開挖面內移動之趨勢，此時若擋土措施選用不當，或其貫入深度不足及施工不良甚或過量抽水等將導致開挖週邊土壤產生下陷及隆起等現象，鄰近結構物基礎將隨之產生變形，當變形量超過允許值則將使結構物發生龜裂甚至於破壞。

一般基礎開挖產生之破壞型態，因地質狀況及擋土措施之不同可概括分為五種（如圖17-1）。

(1) 底部隆起：大部份發生於軟弱黏性土層，最主要原因是土壤不排水剪力強度太低及擋土設施貫入深度不足，以致發生通過開挖區底面之隆起破壞。防止方法除增加擋土結構貫入深度外亦可於開挖面內打設基樁或進行地質改良以增加土壤抗剪強度，或增加擋土結構之剛性或對鄰屋基礎進行托底等。

(2) 管湧現象：大部份發生於透水性高之砂性土壤，其主要由於開挖區內外之水壓差較大，當滲流發生時，若擋土結構貫入深度不足，則開挖底面向上之滲流超過覆土壓力致產生砂湧現象，開挖週邊土壤亦因補充此砂湧之體積而發生沉陷，同時於透水性甚高之土層

內開挖亦常由於擋土設施之水密性不佳及接合不良致開挖邊側面發生漏水漏砂現象，其防止之方法可增加擋土結構之貫入深度及水密性，或於擋土結構下方側面或開挖底部進行止水灌漿以減少向上滲流力。如大量漏砂則於現場採用砂包圍堵，點井抽水，再進行灌漿等防止之。

(3) 向內擠進：當採用柔性擋土結構或擋土設施貫入深度不足時，由於開挖面外之主動土壓力大於開挖面之阻力致開挖面下之擋土結構發生向內擠進現象，此時可增加擋土結構之貫入深度及剛性或將開挖面下土壤進行改良以提高地盤強度，減少主動土壓力，增加被動土壓阻力以達成效果。

(4) 側向位移：主要原因由於內部支撐強度不足，上下間距過大，或支撐裝設速度太慢致開挖面側之土壤向內產生過量側向位移。其防止之方法除減少支撐間距及迅速加撐外亦可採用剛性度較高之擋土結構如混凝土連續壁等，或於開挖面側進行土質改良以減少主動土壓，此外對支撐均施加預壓力可有效減少開挖過程中擋土結構之側位移量。

(5) 土湧現象：當開挖面以下有薄層不透水層存在而其下為透水性較佳之砂土層，且其水壓甚高時，由於作用於不透水層底面下之水壓力大於不透水層之重量，常使不透水層湧起破壞，最有效的防止方法係於開挖底面下之含水砂土層內抽水，使水位保持於不透水層

* 亞新工程顧問公司副總經理

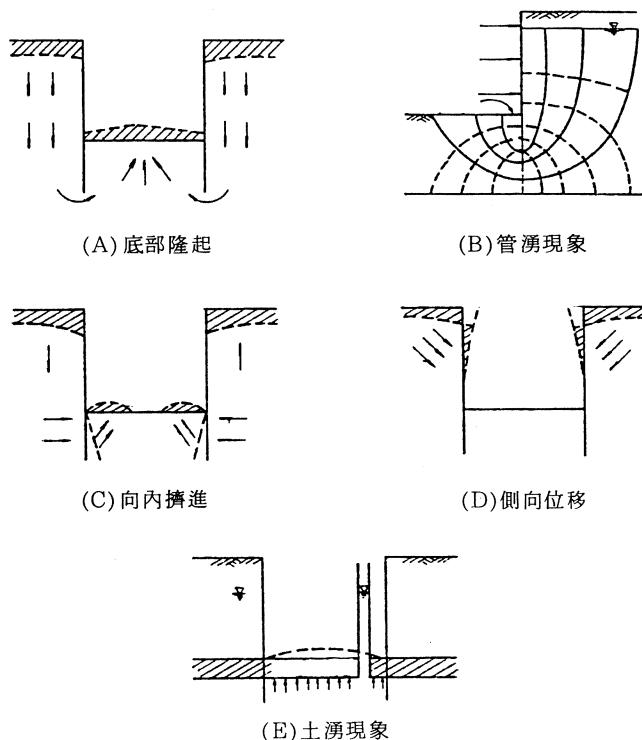


圖17-1 開挖區之變形形態

下，即可消除此現象。

此外，於透水性高之砂質地層中開挖，若沉陷並不致對鄰房建築有礙的情況下，可採用具透水性之H型鋼樁，加木隔板等類擋土設施使開挖面外之水壓配合開挖進度而消減。

開挖工程中，鄰屋的破壞與變形，大致均由以上原因造成，施工前有關鄰屋的調查如鄰屋距開挖周邊的距離，基礎大小，型式等，均應詳予了解，特別是基腳座落於空隙甚大的土層者最危險，此時，可於原有基脚下進行填充灌漿，或對整棟結構進行托底。

總而言之，基礎開挖時擋土結構及開挖周邊下陷應儘量避免的是使其建築物變形量達到最小。以上所述各種方法的適用性與土壤的性質及鄰屋的基礎型態有密切的關係，故設計開挖安全措施仍應進行詳細的地質調查並收集鄰近結構的詳細資料，安全措施之考慮等設計，有興趣讀者可參考地工技術雜誌第四期(1983)深開挖設計與施工專集，以進一步了解。(王劍虹)

Q18：請問「藥液灌漿地盤改良」之先決條件為何？地盤變化不均勻時，有何對策？（住宅及都市發展局，郭文銓先生提出）

A：藥液灌漿改良地盤施工法，原來之運用目的係為應付緊急情況如大量開挖噴出地下水，或地盤陷落等突發事件而產生的施工法，但近年之發展已逐步形成為工程之主要項目與學問，但鑑於土壤之變異性及工程材料，設備等之未臻完善，運用上仍有許多值得商榷之處，並無統一之法則需遵循，一般而言考慮對地盤進行藥液灌漿時，首先應了解其目的，即：

- (1)止水
如豎坑，隧道，深開挖等工程施工時，防止地下水的湧出，或減少湧泉等為主要重點。
- (2)增加地盤強度
如防止隆起減少擋土設施之土壓力及崩坍可能等，需增加地盤土粒構造間之膠結強度。
- (3)減少變形
如隧道襯砌背面孔隙的填充，深開挖鄰近建築物基礎地盤的灌漿補強等。

表18-1列舉根據改良目的不同，而在藥液選擇之基本形式影響。

除目的外，再應考慮土層之狀況，由於藥液基本上有其適用之土層範圍，圖18-1及表18-2大致上可為讀者之參考。

當地層變化不均勻時，通常先以黏滯性較高之懸濁型灌漿材料儘量以高灌漿壓力擠入地盤，使地盤均勻化，然後再以低壓灌入滲透性較高之溶液型材料，可以取得較好的效果。

以上所述大致為原則性的考慮方式，事實上目前在應用時由於

- (1)地層的不均勻與複雜。
- (2)灌漿後土層之強度性質理論尚不健全。
- (3)施工記錄仍不完整。
- (4)改良成果之變化性甚大。

因此灌漿改良地盤設計雖以理論方式推估，事實上必需配合試驗與經驗於施工時再做調

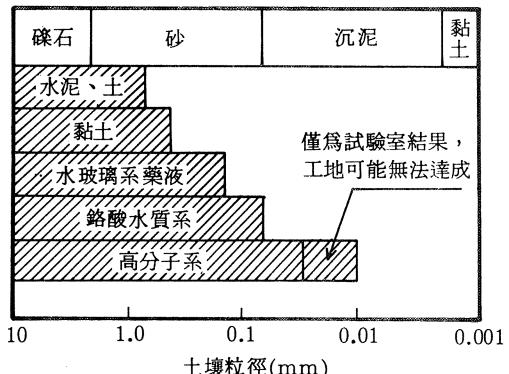


圖18-1 灌漿適用土層範圍

整，特別是灌漿採用壓力，以經由試驗來求定為佳，其他如灌漿孔的間隔，長度，藥液凝結時間等均宜有施工前的現場試驗配合變更，以獲得最佳效果。

表18-1 改良目的與藥液之選擇

目的	基本考慮	條件
止水	只考慮滲透性	以低黏滯性溶液型藥液為主，可以懸濁型藥液先行處理。如為急速止水，則採瞬凝型藥液
增強地盤強度	除滲透性外，尚應考慮藥液硬化後與地盤土粒間之膠結強度。 地下水之影響，及持久性均應考慮。	考慮滲透性良好且固結後需適當強度時，採低黏滯性溶液型藥液。如土層孔隙大，呈脈狀分佈，則採凝結時間短，膠結強度高之懸濁型藥液。
減少變形	考慮滲透性，以固結後之強度與變形特性	如僅為填充空隙，可採懸濁型藥液。如考慮持久性，則採被地下水稀釋也不會使凝固時間延長之藥液。

表18-2 地層適用之灌漿材料

土壤名	灌漿材料
沉泥 黏質土 黏土 壤土 (loam)	水泥系 水玻璃系懸濁型藥液 非鹼性系懸濁型藥液
砂質土 砂 沉泥質砂土	滲透性溶液型藥液 (但以懸濁型作事先處理)
砂礫層	懸濁型藥液 (大孔隙) 滲透性溶液型藥液 (小孔隙)
層面	水泥系 懸濁型藥液