

名詞解說專欄

32. 托 基(Underpinning)

吳 偉 特 *

托基可謂「托換基礎」之簡稱；廣義之托基為指在原有構造物鄰近地盤，或地層下實施挖掘工程時，為維護已有構造物功能與結構安全，遂實施原有構造物基礎之補強，或承載地盤之改良，或替代原有基礎之設置與轉換等工程作業。

為嚴格要求不得損害與影響到原有構造物及其周圍環境，托基工程作業一般受限於嚴格之施工條件，幾乎每一件托基工程皆不相同，因此需要廣泛高深的綜合性施工知識與熟練的施工技術；一件成功的托基工程作業，可說是工程專家操作下產生的藝術成品傑作，已達到完美無缺的境界。

托基最早始於歐洲古代大規模之建築物，為防止此等磚石構造不等沉陷造成之破壞，遂使用托基之補強措施，例如義大利羅馬之Porta Capenna 大教堂，英國的Winchester 大教堂，義大利已有600年以上沉陷歷史的比薩斜塔等等，皆由於托基的成功，而在今天尚能保全其完整性；由早期的建築物基礎托基，發展到近代的地下鐵路施工的防護托基措施，已日漸

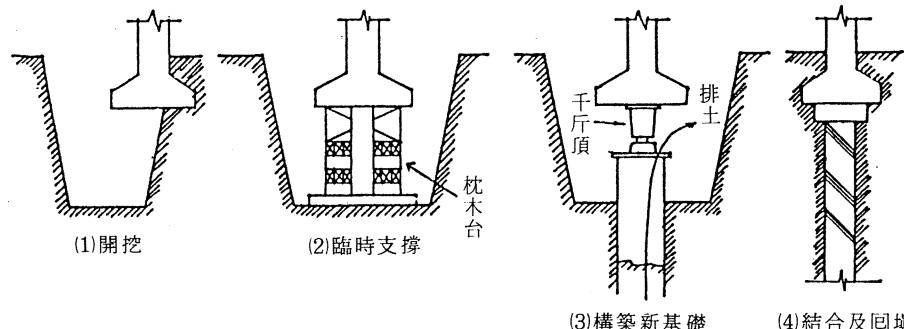
更加受到一般人重視；因此此種綜合經驗，理論與經濟的高級工程技術，應值得每一位大地工程師去加以認識與了解。

一般使用托基的情況，可分為：

- (1) 由於原有基礎設計或施工之缺陷而須補強基礎者；例如沉陷引起之淺基或深基樁承載力問題，或地下水顯著變動引致基樁之腐蝕，或施工使基樁未達預定深度等現象。
- (2) 由於河、海、地震等自然現象之作用，致使地層或基礎狀況產生變化而須補強基礎者；例如河海波浪與流水造成基礎下土壤之流失，地震致使砂土之液化現象等等。
- (3) 由於其他工程設施或既有構造物等人為因素，而須補強或增設基礎者；例如緊鄰重型構造物旁之深開挖工程，或在原有構造物下增建新構造物，或在原有構造物增建，致使原基礎載重增加等。

托換基礎之基本型態，可大約分為兩種：

- (1) 先以臨時支撐托基結構物以支撐原有基腳，而後實施原有基礎之補強與增設（圖一）；最後將整個構造物之載重轉移到新基礎或補



圖一 臨時支撐先行實施之示意圖

* 國立台灣大學土木工程學系教授

強後之基礎。

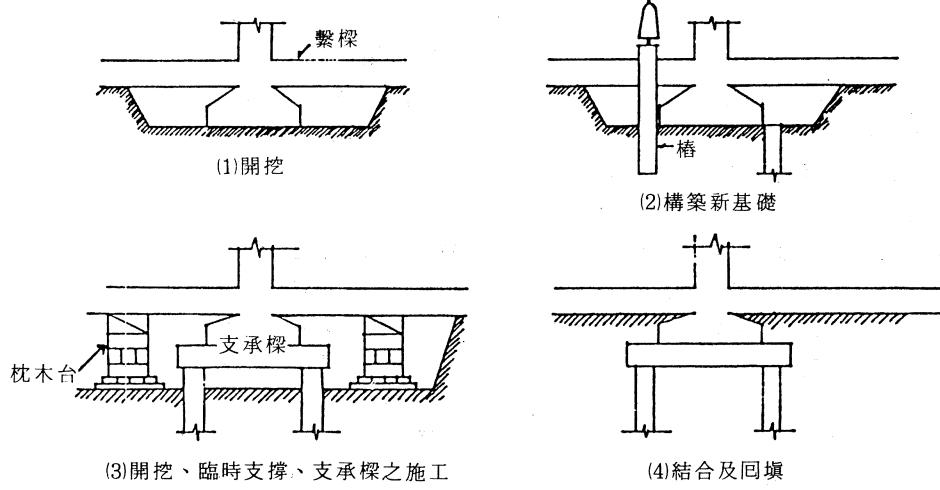
- (2)先進行原有基礎之補強或增設，並在該作業進行期間，在原有構造物架設於新基礎之支承樑前，同時進行開挖與臨時支撐工作（圖二）；此種型態之臨時支撐時間短，除原結構物之每根柱體須有二根以上之基樁或墩基支撐外，亦需設置大跨徑之支承樑。

由於托基工程一般皆欲保存原有結構物之完整性，故在先天上即受到許多限制條件，故托基工程作業上不可避免的會遭遇到許多困難；因此托基作業計劃比單純之基礎工程更為複雜，應充份地考慮所限制之各種條件，並小心慎重地實施事前調查後，再選擇適當之預備作業，基礎形式與臨時支撐方式。

為維持托基施工上之安全，臨時性支撐係為相當重要之措施；一般在原有結構物有急速繼續下陷，或在原有結構物下方新建構造物，或托基分段施工，基礎底面積較小時使用臨時性支撐，因此臨時性支撐亦可稱為臨時性托基措施。

臨時支撐措施一般採用支柱(Shoring)或天秤樑(Needle beam)方式；支柱適用於較輕重量之構造物上，為最簡單之支撐構材（圖三），使用時可在原有基礎適當位置，鑽挖反力承受孔，再利用支柱支撐構造物載重。

天秤樑亦稱樑支承措施（圖四），係將水平樑設置跨越於托基開挖之作業坑之間，再將原有基礎載重移轉到此水平樑上；樑之架設形式可分簡支式與懸臂式。



圖二 構築新基礎先行實施之示意圖

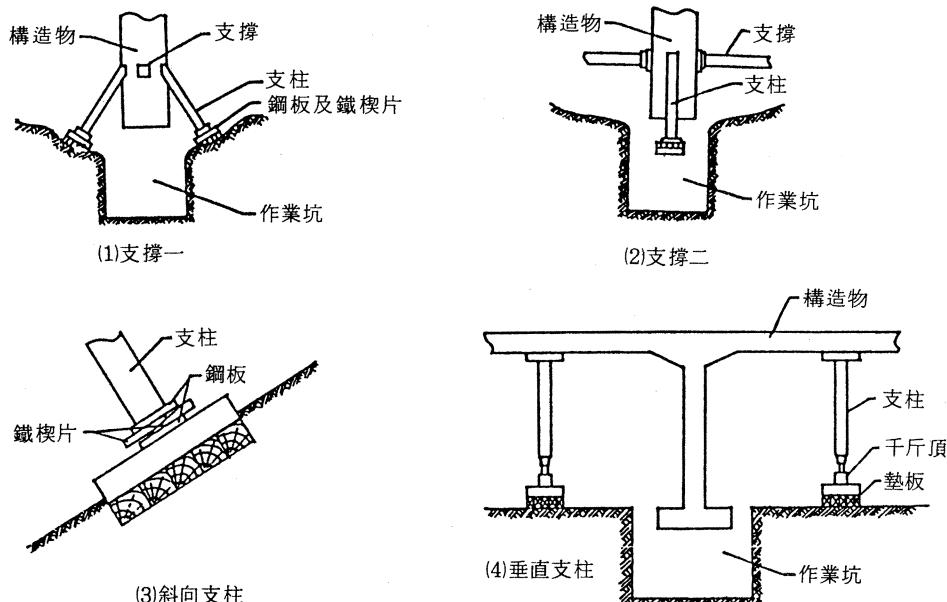
千斤頂係在臨時支撐措施中，擔當預頂與調整高程之功能；短時間承載荷重採用油壓千斤頂，而長時間載重則採用螺紋千斤頂。

臨時支撐措施完工後，即進行預頂作業；可啟動油壓千斤頂加壓，使構造物重量逐漸轉移至臨時托基支撐結構物上，以逐漸減少原基礎柱內之壓應力，以避免最後排除階段混凝土之突然碎裂與鋼筋挫屈現象產生；預頂工作完成後，即可進行原有基礎之改建或增強等永久性托基構造工作。

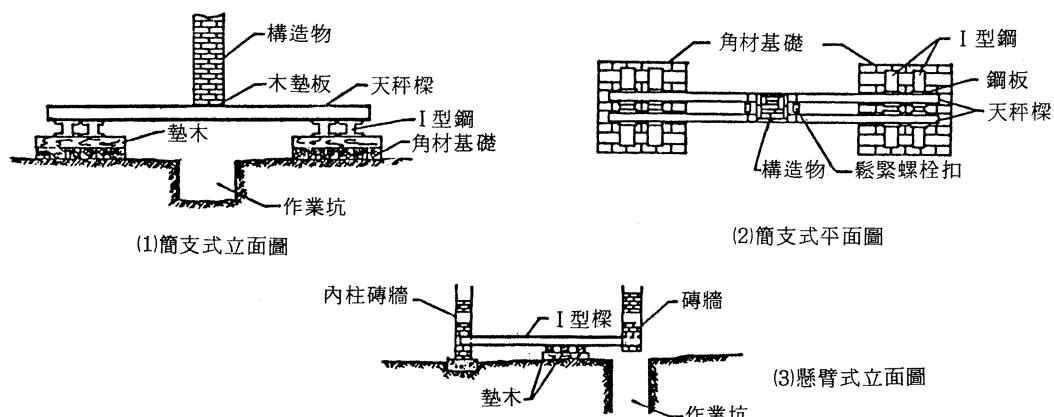
將原基礎構造物荷重經由臨時性托基轉移到永久性托基結構物，稱為轉移作業；一般可分為預試(Pretest)及新基礎與原結構物之結合兩個步驟；預試步驟係使新基礎預先承受預定荷重作用，提早完成變形及沉陷，然後再將原結構物荷重轉移至新基礎之上；預試使用之載重，應達設計載重之1.5倍以上。

新基礎與原結構物之結合步驟，可利用增設之柱或樑，或利用加築在原構造軀體側面之柱或樑與構造物軀體之結合體，來作為設置千斤頂之承受鋼製台，並在原構造物底面與鋼材間鋪設砂礫或混凝土，用千斤頂壓接使其硬化；利用千斤頂施加預定壓力，進行預試步驟，預試步驟完成後在鋼材間插入I型鋼等填充材料，並在填充材料上部空隙處，打入鐵楔片使原結構物與填充料充份密合；最後拆除千斤頂，並以混凝土填充作業坑，並在新舊基礎間放置乾式墊料或以砂漿灌漿之。

為達到托基工程施工之安全性，並了解臨



圖三 支柱之臨時支撐措施



圖四 天坪樑臨時支撐措施

時托基之荷重分配，應力與撓曲變化，基礎下陷等變化，應按裝觀測儀器系統，以控制整個之施工步驟，在安全範圍程度內。

目前台北市鐵路地下化工程之主體隧道，由於在小南門附近須穿過愛國西路陸橋下方，而該處之陸橋橋墩即位於隧道範圍內，為解決橋墩與隧道主體工程之衝突，即成功的完成了愛國西路陸橋托底之工程。

參考文獻

林耀煌(1983)“都市更新工法——托換基礎”地下工程實務，現代營建叢書，民72年，PP.136. ~154。

高聰忠，王祥驥，王春煌(1986)“台北市區鐵路地下化工程——愛國西路陸橋托底工程之設計與施工”，地工技術雜誌第十四期，民75年4月。

PECK, R. B., HANSON, W. E. & THORNBURN, T. H. (1974) “Shoring and Underpinning”, *Foundation Engineering*, Second Edition, Chapter 15, PP. 251–254, John, Wiley & Sons, Inc.

WHITE, E. E. (1975) “Underpinning”, *Foundation Engineering Handbook*(Edited by H. F. Winterkorn and H. Y. Fang, Chapter 22, PP. 616–648, Van Nostrand Reinhold Co.