

Q 與 A 專欄

黃 鎮 臺*

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一些疑難小問題，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。

Q50：以鑽探期間所量測得之鑽孔內水位作為基礎分析時的地下水位是否可行？（台南市趙國惠先生提出）

A：一般來說，若鑽孔所經之地層非單一地層，則於鑽探期間所記載的孔內水位資料，往往祇是地下棲止水(Perched Water)或各土層地下水彙總後之水位，並非實際承載層的水位變化，對於基礎分析時所需之資料而言，尚嫌不足，應進一步收集下列資料：

1. 可能之最高水位。可打設觀測井長期觀測地下水位之變化情形；在國內，水利局及水資會已收集了近二十年台灣地區的地下水文資料可資利用；而國外，如西德更考慮洪水期之地下水文情形，且已建立了近二百年的水文資料。

通常在基礎分析項目中，液化潛能及上舉力之分析對可能最高地下水位需較確切的資料，因此長期的水位觀測，對分析有很大的幫助，一方面可免除過保守的假設，並可達到經濟的目的。

2. 各土層之水文資料。通常鑽孔內之水位為棲止水位或各土層地下水彙總後之水位，因此應於各土層分別裝設水壓計(Piezometer)（或至少承載層），以瞭解其水壓變化，並可確切提供擋土設施、隆起、砂湧、回脹、沉陷量及承載力等分析的依據。（周正）

Q51：在獲得某河川橋樑初步地質鑽探資料之設計階段，如何選擇橋墩基礎為預鑄預力混凝土樁，反循環樁或沉箱？

A：在選擇採用何種橋樑基礎時，自有其施工、大地、結構及經濟方面的考慮，而在獲得初步地質鑽探資料時，其主要的考慮應是在大地工程及施工可行性上。問題所提三種型式為目前國內常見的橋樑基礎，首先應熟悉此三種基礎之特性，才能選擇適合的基礎而可行於此基地。

預鑄預力混凝土樁(P.C. 樁)為打擊式大位移樁的一種，由於打擊貫入地層時，樁四周土壤產生擠壓效果而增加摩擦力，因此當地層在適當深度（約60公尺）無明顯的承載層，可以考慮採用之，其地層提供承載力主要為摩擦力，常採用的直徑為50或60公分。P.C. 樁由於在工廠製造，品質較易控制，而打設時由試樁結果及現場打樁記錄之配合，施工品質可確保，管理簡單，但其打樁時噪音相當大。其適用地層為一般土壤及砂質土，當其打入堅硬地層或遇到卵石、孤石或岩石時，則容易破壞斷裂，而造成廢樁。

反循環樁為鑽掘式樁的一種，由於施工時利用套管及穩定液控制孔壁之安定，擾動了孔壁而減小單位面積摩擦力，但其每支樁的樁長容易依其鑽掘速度而調整，且常採用較大的斷面（直徑120或150公分），因此當

*工業技術研究院能礦所應用地質室研究員

地層在適當深度。即施工機械可達之深度，有明顯的承載層時，可以考慮採用，其地層提供承載力主要為端點承載力。反循環樁由於在現場澆注混凝土，品質不易控制，其施工機械和步驟較P.C.樁複雜，管理較不易。其單樁承載力較大，當其預估承載力超過一千噸時，目前國內並無適當的儀器來檢驗其實際承載力，因而其品質是否合乎要求，亦不易定論。其樁尖處穩定液中沉泥沉澱現象不易完全消除，因而荷重較大時，易發生較大沉澱。施工時沒有噪音是其優點。反循環基樁可因地質狀況而選用適當的鑽頭，如一般粉土及砂土層可採用蒜頭及三翼鑽頭、軟弱黏土選用四翼鑽頭而堅硬的岩層則採用旋轉鑽頭。當地層中之卵石大於10公分時需配合抓斗，若為大卵石層或孤石則需改用衝擊式鑽機，將大石塊擊碎再予挖除，此種狀況會影響工作速率及孔壁的安全。若地層為粒徑較大孔隙較多之砂礫層，則容易漏水漏漿，而不易保持穩定液之高度，使孔壁崩落，此時需考慮使用套管穿過此層。

沉箱為一特殊的深基礎，大都在不能適用樁基之地層中使用，在現地分段製造箱壁，用以抗阻沉箱內開挖時週壁外之土壓，並防止坍塌，待其內地層開挖此段箱壁下沉後，再於其上依傳統方法予以加高，如此逐段加深至設計深度，其承載力較任何基樁施工法更為可靠，其直徑或寬度之大小，自1至30公尺不等，視其上部結構載重及大小而定，其地層承載力主要亦來自端點承載。由於其可為大規模之基礎，而可承受大載重及大水平力。而施工方式甚為傳統，所需機械簡單，管理較易，無噪音產生是其優點，但所需人力較多，工期較長為其缺點。由於施工較不受機械限制，在地層堅硬及卵石層時皆可克服，僅是影響其施工速度。

因此地質鑽探資料主要需能提供正確之地層剖面及地層強度變化，地層顆粒組成及地下水狀況。並需瞭解橋墩所承受之大約載重。如此才可由地層剖面及地層強度變化，

判斷有無適當而明顯之承載層？是否有卵石層、孤石、堅硬地層或岩層？有無孔隙多之砂礫層？以初步決定採用P.C.樁、反循環基樁或沉箱為橋墩基礎，然後再依照其他因素，如施工機械、運輸、結構要求及費用等，來決定實際可行之基樁，而當地以往的施工紀錄將能提供最好的參考。（楊麗文）

Q52：目前隧道施工中，岩栓之使用長度為何（比如與隧道半徑之比）？其理由為何？（中興大學土木系楊長義先生提出）

A 隧道施工中，決定岩栓長度的一般經驗法則，為下列之最大者：

1. 岩栓間距之兩倍長度。

2. 岩栓臨界安全間距之三倍長度，此岩栓臨界安全間距視岩體不連續面之平均間距而定。

3. 跨度小於6m之隧道，岩栓長為跨度之 $\frac{1}{2}$ ；跨度18m至30m，岩栓長為跨度之 $\frac{1}{4}$ ；跨度6m至18m，岩栓長介於3m至5m。側壁開挖高於18m時，側壁岩栓長為側壁高度之 $\frac{1}{5}$ 。

岩栓最大間距則為：

1. 岩栓長之 $\frac{1}{2}$ 寬度。

2. 岩塊臨界安全寬度之1倍半距離（跨度相當寬且不連續面之間距密集處，宜以兩種岩栓型態支撐。例如長大岩栓用於中央以支撐跨距，短小岩栓則用於近中央處以防小岩塊鬆落）。

3. 2m（間距超過2m將使鋼絲網或鋼繫條難於固定）。岩栓最小間距為0.9m。此外，Bieniawski的地質分類法與Barton的Q法，亦分別根據岩體評分及隧道斷面，提出有關隧道岩栓之設計。

經驗設計法則有助於任何構造分析方法之研判。在缺乏地工資料情形下又是簡化的分析模式不適用情況下，應用此經驗法則設計岩栓非常有用。事實上，根據岩體分類方法設計所需岩栓，並加以適當的監測研判，可獲得極佳之支撐系統。（謝玉山）