

羣樁效應

葉文謙*

樁基礎常以羣樁型式支承上部結構傳遞之載重，由於樁與樁間應力互相重疊之影響，以及施工過程對原土壤產生之擠壓、夯實、擾動等效應，將使羣樁所能發揮之承載力不同於單樁承載力 P 乘以總樁數 n 。而所謂羣樁效應修正係數 E_g ，即定義為：

$$E_g = \frac{Q_o}{n \times p} = \frac{\text{羣樁極限承載力}}{\text{樁數} \times \text{單樁極限承載力}}$$

由以往之經驗及文獻顯示，影響羣樁效應之因素甚多，諸如土壤種類、樁羣之尺寸及幾何形狀、各樁之間距及相對長度、樁之構築方法等，於如此複雜之控制因素交互影響下，羣樁承載力之評估，實有賴更多之現地資料及經驗回饋，以增加其可信度。目前雖然有許多經驗公式可用來評估羣樁效應（如Coverse-Labarre公式），但此類公式都因為無法涵蓋主要之影響因素而導致偏差，故ASCE深基礎委員會於其1984年之研究報告曾建議應避免採用羣樁效應公式評估羣樁承載力。

工程實務上可循下述原則評估適當之羣樁效應：

1. 羣樁效應修正係數 E_g 為羣樁極限承載力與單樁極限承載乘以樁數之比值。影響羣樁效應之因素包括樁之種類、施工方法、打設順序、樁羣之形狀及尺寸、土壤種類、樁帽傳遞基礎荷重重於土壤之行為等。

2. 基樁底端若座落於堅硬岩盤，且該岩盤底下並無軟弱土層存在時，羣樁之極

限承載力可為各單樁承載力之總和；但若羣樁基礎位於傾斜之岩盤面時，則應考慮羣樁之塊狀破壞，或沿弱面或傾斜面滑動等狀況之可能性，以決定適當之羣樁效應（NAVFAC DM7.2, 1982）。

3. 基樁底端若座落於緊密砂或礫石層且其下無軟弱層次存在時，羣樁之極限承載力可定為可為各單樁之極限承載力之總和，但樁之中心距須符合相關規範之規定（CP2004, 1972）。

4. 疏鬆砂或礫石層中之打擊式基樁，因打設過程之擠壓及夯實效應將提高土壤之緊密度，故修正係數 E_g 可能大於1。但除非經現場試驗或實際工程經驗證實於相同土層中打設類似基礎後其 E_g 確大於1，否則設計時 E_g 仍應取1。

5. 基樁底端若座落於凝聚性土壤，且樁之中心距符合相關規定，則羣樁之極限點荷重等於各單樁極限點荷重之和。凝聚性土壤中之羣樁極限摩擦阻力不得大於單樁極限摩擦阻力乘以下述比值 R （VESIC, 1977）

$$R = \frac{\text{羣樁與其周圍土體包圍之周長}}{\text{各單樁周長之和}}$$

另一方面，凝聚性土壤中之摩擦樁，其羣樁之極限承載力應小於 np 。若於長期情況下，樁帽可能無法傳遞荷重於其底部土壤，且羣樁數目多於9支，樁之間距已達相關規範之要求，則 E_g 應小於或等於 $\frac{3}{4}$ （CP2004, 1972）。

6. 若樁帽直接置於支承基樁之凝聚性土壤，則樁帽可能有助於羣樁基礎承載力之增加，此刻可考慮羣樁外緣至樁帽周邊部份之支承能力，但須先確認土壤於長期狀況下不致因沖刷、沉陷等原因致使樁帽無法將基礎荷重傳遞於底部土壤（CP2004, 1972），（VESIC, 1977）。

有關羣樁效應之力學機制及設計準則，讀者可參考下列文獻：

CP2004（1972）：code of practice for foundations, CP2004, 1972.

NAVFAC DM7.2（1982）：Foundations and earth structures, 1982.

VESIC, A.S.（1977）：Design of Pile foundations, 1977.