

黃 鎮 臺*

Q42：於卵礫石層施作地下連續壁，其較可行之挖掘方法為何？而穩定液之配比與一般土層有何不同？(台中市林啓文先生提出)

A：在卵礫石層施作地下連續壁時，較可行之挖掘方法有如下二種：

(1) 衝擊式機械之挖掘

本法適用於含卵石土層或岩盤；利用各種形狀之重錘上下方向運動，擊碎地層，其挖掘方法如圖一，兩端先鑽孔至預定深度，然後中間部份掘削孔徑50~80cm之孔，連續相交形成壁體。

此種挖掘方法，作業程序複雜，挖掘能率低，又不易保持垂直之精度與壁面之平滑，若非不得已，不輕易採用。

(2) 蚌殼式抓斗之挖掘

本法適用於大卵石零星散佈或N值大於50之堅硬地層；抓斗式機械為構造最簡單之挖掘機械，耐久且故障少；由於地層之不規則性變化，挖掘時往往碰到大卵石或其他障礙物，以致抓斗偏向較軟之土層，因此宜先挖導孔至預定深度，以免抓斗之操作發生偏差，再以抓斗挖掘如圖二，若單元較長時，可先挖此單元之兩側至底，再續挖中間之剩餘部份。

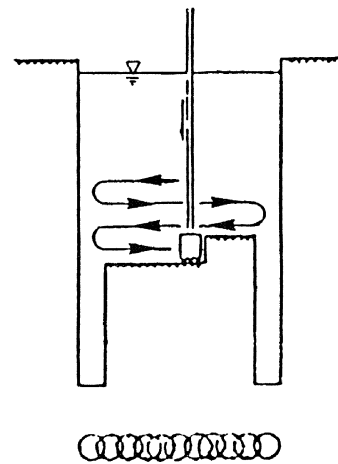
此種施工方式之速率與要求的精度、深度，地層硬度及穩定液之處理方法有關；抓斗之挖掘能率隨深度之增加而減小；此外N值甚大之硬地盤則需改用衝擊式機械。

穩定液之配比若考慮地層及地下水狀況，建議其各成份之配比如表一所示。

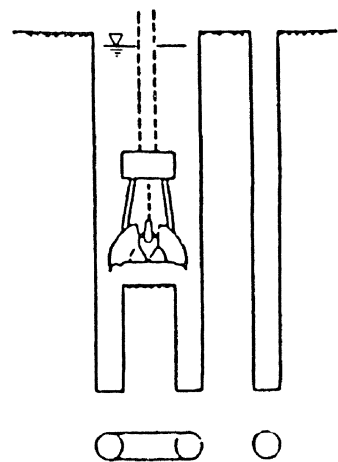
表一中之百分比係初配製時之參考值，須視穩定液試驗之結果再酌量添加。此外若

*工業技術研究院能礦所應用地質室研究員

壁溝周圍之土層為滲透性高之卵礫石層且鄰近地下水位低時，穩定液之流失率甚大，將導致穩定液液面降低，並對鄰近之地下水與水井造成污染。一般來說，若壁內上層之透水係數大於2 cm/sec，穩定液則無法保持。(周正)



圖一 衝擊式挖掘法 (王茂興, 地下連續壁施工法)



圖二 抓斗之挖掘 (王茂興, 地下連續壁施工法)

表一 地層及地下水狀況與穩定液成份配比之關係(王茂興, 地下連續壁施工法)

地層條件	成份	皂土 (%)	CMC (%)	分散劑 (%)
一般地層		5	0.1	0.3
壓力水頭甚高之受限水層		7	0.1	0.3
軟弱地層		6	0.1	0.2
地下水含多量鹽份		6	0.1	0.3
砂礫地層		8~12	0.1	0~0.05

Q43. 以 NATM 施工之壓力隧道，如何決定樹脂岩釘之間距及其埋入岩盤之深度？又其自由端防銹處理應做到什麼程度？(台電抽蓄工程處吳俊豪先生提出)

A：岩栓之間距其埋入岩盤之深度得視岩盤性質、隧道斷面形狀，開挖方式等而變化，致根據理論所得資料，不如採用經驗法則設計岩栓，再依據現場計測結果修正設計，目前都採用這種方式。較被採用之經驗法則，有下列三種：

(一)根據 Barton 等人發展出來之 Q 法。

(二)根據 Bieniawski 所發展之 CSIR 岩體分類法。

以上兩種係分別根據岩體評分及隧道斷面提出有關隧道岩栓之設計。

(三)根據美國工兵署(1980)和 Douglas 及 Arthur(1983)之經驗法則：

1. 岩栓最短長度之決定；採下列四項之最大者：

- (1) 2 倍岩栓間距。
- (2) 3 倍岩體不連續面之平均間距或 3 倍潛在不穩定岩塊厚度。
- (3) 起拱線以上斷面：

① 跨距 < 6m ；

$$L(\text{岩栓長度}) = 0.5 \times \text{跨距}$$

② 18m < 跨距 < 30m : $L = 0.25 \times \text{跨距}$

③ 6m < 跨距 < 18m : $L = 3 \sim 45m$

(4) 起拱線以下斷面：

① 側壁高度 < 18m : L 同 (3) 項所示

② 側壁高度 > 18m : $L = 0.20 \times \text{高度}$

2. 岩栓最大間距之決定；採下列三項之最小者：

(1) $0.5 \times \text{岩栓長度}$ 。

(2) 1.5 倍岩塊臨界寬度和潛在不穩定岩塊寬度（當跨距相當寬且不連續面之間距密集處，宜以兩種岩栓型態支撐；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止小岩塊鬆落）。

(3) 2m (間距超過 2m 將使鋼絲網或鋼繫條難於固定)。

3. 最小間距之決定：0.9~1.2m

施工過程中裝設伸縮儀，計測岩栓及荷重計，以瞭解岩栓與岩盤在施工過程中及施工後營運階段之互制行為，更進而提供爾後設計之參考依據。

伸縮儀量測岩體或土體內任二點間之相對變位由量測結果，即可判斷隧道周圍岩盤的鬆動變位狀況，以做為評估岩栓長短之依據。

計測岩栓、荷重儀用以瞭解整根岩栓受力分佈情形，作為判斷岩栓佈置、數量、長度、材料及錨碇方法之妥當性。

岩栓防銹法，一般採用：

- 1. 地盤不良容易坍孔處對鑽孔施以先期灌漿，待灌漿後一段時間再於原處重新鑽孔，如此可加強孔壁之防漏性。
- 2. 造成一鹼性之岩栓環境， $PH = 9 \sim 12$ ，此為水泥漿被用於灌填原因之一，蓋水泥含有鈣之成份。
- 3. 避免含有促進腐蝕作用之生成離子存在，諸如氯化物、硫化物、硫酸鹽等。
- 4. 選用高抗蝕性之岩栓。

至於自由端防銹處理應做到什麼程度？尚未有定論，主要是經濟效益問題；惟防範水的滲漏，流通是首要之途，通常均採水泥漿灌漿以改良岩盤之防漏性，再灌填較濃密水泥漿，一方面是造成一鹼性岩栓環境，另一方面可更進一步阻絕空氣、水等之侵蝕，以達到防銹之目的。(謝玉山)