

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。本欄歡迎各讀者提出問題，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。

Q21: 隧道施工中，於隧道周圍如何施行固結灌漿？如遭偶偏壓應如何處理？（屏東南迴鐵路工程處林肇振提出）

A：岩石隧道開挖後，澆置襯砌混凝土前，灌漿可封塞岩中縫隙，減少地下水流入。灌漿時，應在同一岩縫中插入二或多支灌漿管，其餘開口處以物堵塞之。由低處灌起，直至次低管內出漿時止，最後至漿汁由最高管流出時，由該管再注入漿汁。如地下水壓過高，應等混凝土澆置後再灌漿，以免水流另尋它路進入隧道。

襯砌混凝土完工後，襯砌與岩面間常留有空洞，尤其在拱頂處最為嚴重，襯砌上可能造成集中荷重，不合於一般隧道襯砌設計時假定其外力為均勻荷重。回填灌漿或接觸灌漿可使襯砌與岩盤連為一體，使現況與設計構想一致。灌漿管須預埋在襯砌混凝土中，必須於模板組立後安裝完成。灌漿管徑約為3.8至5.1公分，管長一端及於岩石面，包以不易漏漿且易於搗碎之紙或塑膠布；另一端與模板面接觸，並於外周套以管蓋。灌漿前扭去管蓋，以鐵桿伸入管內搗碎包紮物，即可逐管施灌。灌漿管出漿口處之壓力應小於 2kg/cm^2 。灌漿壓力依灌漿機至灌漿處距離而定，通常約在 $4\sim 6\text{kg/cm}^2$ 之間。初灌時可試以水壓比 $1:1$ （水比水泥）之泥漿，如吃漿量很大，可改為 $1:1$ 甚至 $1:2$

(水泥比砂) 水泥砂漿。此種灌漿，已兼有部分固結作用。

如為固結隧道周圍之深入灌漿，灌漿孔可沿隧道周圍成放射狀排列。如岩質良好，只須灌隧道頂部。灌漿前預埋管於襯砌層，待退模後，用鑿岩機就管孔鑽入岩中，再施以灌漿。

上述諸類灌漿，因施於隧道周圍，故可稱為周圍灌漿。(Perimeter Grouting)。純粹為固結隧道周圍岩層之深入灌漿，已不多見。一因費用太高；二因隧道周圍岩盤須要排水甚於固結；三因現代隧道支保，可用岩栓和噴漿等方法，使岩盤發揮自保能力。

偏壓為應力不均勻集中，以解壓和改變壓力分布和加強支保與襯砌為解決方法。事實上，隧道施工中如遇有偏壓，灌漿並非良策。可在壓力偏高之一側以鑽岩機鑽孔，或開鑿另一副坑（遠小於主坑者）以減小主坑偏壓，並可利用為施工、排水、通氣坑道。副坑較小，易於穩定。如非用灌漿不可，則可在壓力較高之側灌漿製造人工地拱，保護隧道，如圖21-1所示。另一種修正偏壓方法為以拉岩錨改變壓力分佈。

特別強大之偏壓多發生在崩山地帶及崖錐帶，尤以洞口段最常見，可採用不對稱之隧道斷面設計、外部整地及擋土牆等方法解決洞口之偏壓。（洪如江，黃鎮臺）

* 亞新工程顧問公司副總經理

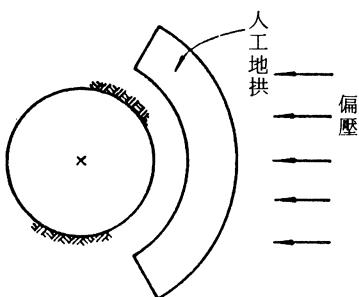


圖21-1 偏壓灌漿處理

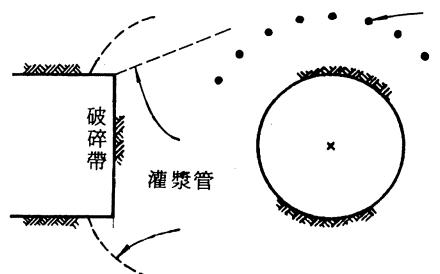


圖22-1 破碎帶湧水灌漿處理

Q22: 隧道施工若遭遇破碎帶湧水時，應如何灌漿處理？(屏東南迴鐵路工程處林肇振提出)

A：施工中遭遇破碎帶湧水時，通常先由主坑排水或另挖排水副坑(遠小於主坑)，也有向前埋設排水管(最長者可達數十公尺)排水。如水流挾土石流入隧道，情況嚴重時，應先建木柵，插入鐵管以備排水、灌漿與打混凝土，作為緊急措施。木柵之外，用混凝土再建一道封牆，然後自封牆鑽探前方地層狀況。有時在施鑽之前即須用灌漿止漏。探查結果，如是水壓可能造成隧道周圍岩石之不穩定，則灌漿處理，不但不易且妨害排水，造成更大的壓力，排水應是有效的方法。充分排水後，通常在隧道之前上方灌漿，使開挖面有一保護傘。如圖 22-1 所示。

當問題在於水量而非水壓和不穩定性時，灌漿處理是有效方法。諸如破碎帶連接岩體內

的大水槽時，欲排除該地帶之水而又不影響區域性之地下水系常不可能。因而在工作面之前灌漿，隔開隧道和水體，仍是較佳的解決方式。(洪如江、黃鎮臺)

參考文獻

- 汪燮之(1983)「實用隧道工程學」，大中國圖書公司，P.16, PP.233-234。
- 朱書麟(1972)「隧道工程」，中國工程師學會，增訂版，PP.189-194, PP.250-254。
- BICKEL, J. O. & KUESEL, T. R. (1982) Tunnel Engineering Book, Van Nostrand Reinhold Company p. 19
- MEGAW T. M. and BARTLETT J. V., (1982) Tunnels: Planning, Design, construction, Ellis Horwood Ltd, Vol. 1 P 177, Vol. 2 pp.98-112.