

PUIF 樹脂灌漿工法及材料

工法說明

化學灌漿之目的在改良地質,通常其改良之效果有二,其一為改善土壤之無圍壓縮強度(unconfined compressive strength) q_u 或 N 值,其二為降低土層之滲水性,習稱止水。化學灌漿改良地質之原理,係以具有凝結作用之漿液,灌入地層之孔隙中,一方面使其凝結後佔據此孔隙之大部份或全部空間,而使土壤密度加大,亦即增大 q_u 或 N 值。一方面因凝結物阻斷孔隙孔道,而使土層中之水路堵塞,以獲得止水效果。

隧道開挖面之全面滲透水,導致地盤軟化而形成擠壓變形及崩塌,有鑒於水泥漿或水玻璃注漿止水固結方式仍無法有效的改善地盤止水固結之穩定狀態,故擬以聚亞胺樹脂(PUIF)灌漿施作,以期突破現有地盤不穩,施工無法繼續進行之現況。

PUIF 工法係為隧道內遭遇軟弱或破碎岩層所發展出的一種於隧道中先設置先撐鋼管或自鑽式岩栓後以化學灌漿材料灌注以達固結及止水之效果後再開挖之高效率、高安全性的施工方法。

- 於不易坍塌地質中灌漿管可採下列：
 - 採用符合 CNS 2056 G3030(中級),外徑 1",管壁厚 2.8mm 之鋼管,並經 CNLA 認證機構依 CNS2111 及 CNS10006 試驗方法試驗。
 - 採用 PVC 管。鋼管前端設封閉尖頭管帽,管壁共開四孔,孔徑 8mm,第一孔自管前端 8cm 處,其後每隔 25cm 並旋轉 90 度鑽一孔。
- 於易坍塌之地質中為節省輪進時程及降低灌漿管設置之失敗率,採用自鑽式岩栓鑽設置自鑽式岩栓岩桿本身即為灌漿管,自岩栓前端 30cm 處鑽一孔,其後每隔 20cm 並旋轉 90 度鑽一孔,3m 長岩栓共 13 孔,尾端起算 50cm 不鑽孔,以免灌漿時滲漏。
- 灌漿材料以聚胺酯樹脂灌漿系列材料(PU)或矽酸鹽發泡樹脂灌漿系列材料(Silica Resin)為主,兩類材料皆含 A、B 劑。

樹脂灌漿材料

■ 聚胺酯樹脂灌漿材料

聚胺酯樹脂藉由進入岩盤之裂縫並擴張以提供岩盤間強而有力之束縛,並增加其內部之應力。這就是聚胺酯樹脂能在岩盤間提供高度的黏著力之原因,因此能使原有岩盤保持穩定狀態,因為聚胺酯樹脂亦能提供岩石高度抗張能力且避免隧道頂拱之坍塌。聚胺酯樹脂灌注可輕易地調整凝結作用時間以適合所需灌注之區域,這是基於一般水泥系灌注時的缺點所設計之優點。無論如何,因為依據現場地質狀況,非常難以調整或控制水泥系灌注時之凝結作用時間,因此聚胺酯樹脂已憑著它以下的優勢大量應用在工程中。

- 快速的凝結作用時間能使開挖工作能隨後進行。
- 間隔式之灌注作業能使滲漏發生時能適當地解決。
- 能有效地灌注於所需之區域。
- 在水中亦能發揮其良好之功效。
- 與其他灌注材料相比較，完全符合環保規定，並擁有良好地耐久性。

技術資料		
外觀性狀	A 液	淡黃色
	B 液	黑褐色
黏性 20°C	A 液	900±100cps
	B 液	150±20cps
比重 20°C	A 液	1.052±0.03
	B 液	1.236±0.03
反應時間 20°C		10 秒±5 秒
臭氣		無
燃性		無
發泡倍率		15 倍
反應溫度		100°C
單軸壓縮強度		42kg/cm ²
配合比率		1 : 1~1.2 (重量比)

■ 矽酸鹽發泡樹脂灌漿材料

隧道工程之施工，經常必須在較差的地質情況下進行，因此而面臨了如地下水位高，造成隧道內湧水、膠結性差之砂質地層，遇水造成砂湧、破碎地質，岩栓不但施作不易且無法達到應有之支撐荷重、軟弱地質開挖面難以自持、地質多屬非膠結性層。所以在遭遇上述之情形，先期固結地質或其它特殊之輔助工法，應該被考量用來增加開挖面之穩定性與隧道之施工安全，所以當傳統式岩栓，噴凝土及鋼支保，無法達到支撐效果時，此時仍可確保四週地盤之穩定性。隧道之開挖，除了進行導水之外，無可避免地，需使用矽酸鹽樹脂，滲透性高、止水效果佳在止水效果方面有較佳的表現，



防止開挖前後之地質鬆動或落盤。而且，由於矽酸鹽樹脂之快速的凝結作用時間，能使開挖工作能隨後進行。

技術資料		
黏性 20°C	A 液	60±10cps
	B 液	140±20cps
發泡硬化時間		40 秒±25 秒
發泡倍率		15 倍
配合比率		1 : 1

化學灌漿機

WILLICH 2KB mobile(氣動式藥劑注入機)		
出力	氣動變速機	
規格	全閉外扇型	氣動式
	空氣流量	7N/m ³ /min
	動力	8 kw
重量	全重	125 kg
容量	A B 劑	30 d m ³
灌注能力	流量	Max 20 d m ³ /min
	壓力	Max 180 bar
特徵	利用流速調整鈕調整注入流速，故可控制注入速度，當注入壓力過大時，可調小注入流速，並可獲得良好且精準的控制	

灌注材料功能比較表

材料名稱 比對項目	HCI-FCU PU	水泥 皂土系	水泥系 急硬混合材	特殊速硬性水泥	
	優	尚可	優	劣	劣
滲透性	80 m Pa. s 25°C	W/C=100%	14 m Pa. s	1800 m Pa. s W/C=100%	W/C=100%
混合 反應時間	可調整 10~15sec	不可調整	可調整 30~300sec	可調整 60~120min	可調整 90~120min
單軸壓縮強度 (kg/cm ²)	42 (5 min)	0.3 (1day) 1.0 (3days)	1.3 (1day) 2.0 (3days)	0.9 (1day) 3.0 (3days)	1.0 (1day) 3.0 (3days)
工作性	隧道工班 可執行完成	隧道工班 可執行完成	隧道工班 可執行完成	隧道工班 可執行完成	隧道工班 可執行完成
在水中之應用	可	不可行	不可行 依狀況	不可行 依狀況	不可行 依狀況
洩露時之管理	可 間隔灌注	不可行	可 間隔灌注	不可行	不可行
流動範圍	小	大	中	中~大	中~大
改善性之限制	可	不可行	可(部份)	不可行	不可行