

## 名詞解說

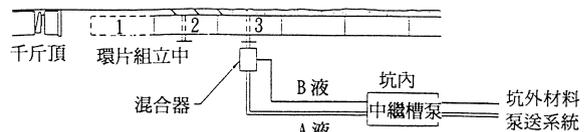
# 背填灌漿

賴慶和\*

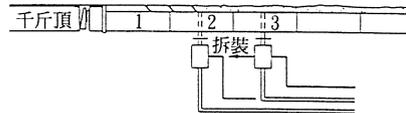
潛盾隧道施工引致隧道四周土壤漏失(Ground Loss)之原因包括二部份,其一為潛盾機通過後,原地盤和環片外緣之間形成約5~10公分的空隙,一般稱為盾尾間隙(Tail Void);再者為潛盾於前進時,一面掘進一面測量、控制、修正前進方向,造成機身上下或左右蛇行而產生超挖現象之土壤漏失。這種無支撐狀態,極易引起地層之應力解放,造成隧道周圍土壤的彈塑性變形,甚至崩坍。此種崩坍會擴大且傳導至地表,形成大量的地表沈陷,引起鄰近房屋的嚴重龜裂。此外,環片的四周雖然均有安裝止水材,但在角隅處或因潛盾千斤頂施力不平均往往使止水材之止水功效不能完全發揮,以致地下水流入潛盾隧道內。隨著地下水的流失,地盤內有效應力將增加而使地層因壓密現象而沈陷,且若孔隙較大,流動的地下水會使土砂流動,使環片背後產生空洞,導致土壤崩坍。除引起地表沈陷外,環片亦產生不當的應力集中現象,可能使潛盾隧道變形。因此潛盾施工作業都針對此一問題,在環片脫盾時,利用背填灌漿方式以各種填充材料將環片週遭空隙填滿以減少土壤漏失或增強水密性。

為了完全滿足背填灌漿目的,各種施工條件必須慎選,例如灌漿材料、配比、壓力、灌漿量及灌注方式等。依據灌漿材料,背填灌漿可分為一液型及二液型兩種,如表一。目前台北捷運系統承包商中,

表一 依注入狀態分類之背填灌漿材料



一環掘進結束,背填暫停、混合器、灌漿管接頭預裝於環片2,灌漿孔環片組立完,掘進開始。環片3背填繼續,環片組立完在欲背填之灌漿孔裝逆止閥。



掘進約60cm,環片2灌漿孔脫離盾尾刷時移環片3混合器入環片2繼續背填。拆除環片3之混合器接頭清洗後準備裝在環片1之灌漿孔。

圖一 即時自動背填灌漿

歐美廠商一般採用一液型,而日商及本國廠商則採二液型。在日本,早期之背填灌漿多使用一液型,近來為使背填灌漿材料之強度提早發揮,也有在水泥中加入水玻璃或鋁酸鹽使水泥快凝之案例。針對背填灌漿主要注入方式有二種:

1.即時自動背填灌漿:於潛盾機掘進完成後(環片灌漿孔推出超越潛盾機尾部)迅速從潛盾隧道內環片灌漿孔左右交替灌注,此種方法最傳統亦最常用,灌漿方式詳圖一。

2.同步自動背填灌漿:係採與潛盾千斤頂聯動,潛盾機一邊掘進一邊經由機尾

\*萬鼎工程股份有限公司

表二 台北捷運工程背填灌漿施工參數比較

線別	施工標	每一立方公尺背填灌漿材料配比								灌注方式	灌注壓力 (kg/cm <sup>2</sup> )	備註
		A 液 (kg)						B 液 (l)				
		砂	飛灰	水泥	皂土	緩凝劑	水	水玻璃	水			
淡水線	CT201A	872	354	35	35	—	342	—	—	即時自動背填	2 ~ 2.1	
新店線	CH219	—	—	292	108	—	750	90 ~ 115	—	即時自動背填	2.1	
新店線	CH218	—	—	260	35	1.2	895	80	—	同步自動背填	1.5 ~ 2	
新店線	CH221	—	—	260	38	1.3	829	74	—	即時自動背填	4.2(max.)	
南港線	CN251	—	—	270	90	2.7	774	72.8	18.2	同步自動背填	1 ~ 2	
南港線	CN254	—	—	292	108	1.45	750	115	—	即時自動背填	2.5 ~ 3	
南港線	CN256	—	—	250	55	1.25	802	91	—	同步自動背填	—	
板橋線	CP261	—	—	262	40	1.2	842	70	—	即時自動背填	< 4	灌注量控制, 灌注率 設定為 125%
板橋線	CP264	1000	560	200	30	—	180	—	—	即時自動背填	4 ~ 5	

盾殼上緣二支灌漿管同步灌注之方法。

對於灌漿材料、配比、壓力及灌注方式，本文將台北捷運工程之施工例列舉如表二供讀者參考。有關背填灌漿之詳細資料，可參考下列文獻。

### 參考文獻

朱旭(民國 82 年)，“台北都會區捷運工程隧道施工技術及應用”，海峽兩岸地工技術交流研討會。

久保田五十一(1991)，“シールドトンネルの新技術(11)”，トンネルと地下，第 22 卷，第 4 號。

楊建西、許長清(民國 82 年)，“潛盾施工之背填灌漿”，土木技術。

中島豐、鈴木久一、田窪幸正、吉田幸司(1993)，“シールドトンネルの覆工技術(11)”，トンネルと地下，第 24 卷，第 7 號。

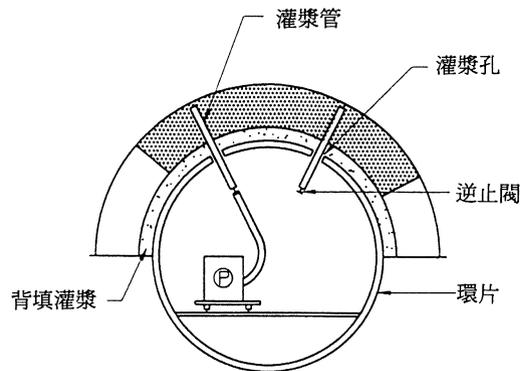
北川滋樹(1991)，“シールドトンネルの新技術(17)”，トンネルと地下，第 22 卷，第 10 號。

## 二次注入灌漿

潛盾隧道挖掘後，土體由於現地應力之局部解除，將由原來之彈性狀態而逐漸變成塑性狀態，甚至造成土體崩落。土體於應力逐漸變化而趨於破壞之過程中，隧道上方土壤由於土體本身強度及地拱效應(Earth Arch Effect)；將能自立一段時間後方才崩落。潛盾施工之背填灌漿作業的目的就在土體之自立時間內或土體剛崩落，土壤漏失尚未向上傳遞時，即時填充土體中之空隙，以減少地表之沈陷。但是，要以背填灌漿方式完成填滿施工造成之土壤漏失，有效抑制地表沈陷並非易事，其間須嚴密配合的施工項目眾多，除了潛盾機操控及其輔助作業外，針對背填灌漿作業尚包括注入材的選擇注入時機、壓力、方法等等。由於上述因素難以配合，故而因背填灌漿不確實而造成地表過份沈陷之工程問題時有所聞，因此在土壤漏失尚未傳導至地表，即掌握時機自隧道內對地層施以二次注入灌漿填充土層中空隙之施工案例日益增多。所謂二次注入灌漿係利用鑽桿從環片上之灌漿孔，向外鑽孔灌漿，以填充尚未傳導至地表之土壤漏失或背填灌漿不完全部份，其施工方式如圖一。二次注入灌漿工法目前已被台北捷運工程廣泛採用，若就實際的施工而言，總括可分為三種運用情形：

1. 背填灌漿不確實，對潛盾施工引致之土壤漏失未能有效填充，利用二次注入灌漿以補強背填灌漿之效果。

2. 隧道環片上有滲水現象，利用二次注入灌漿加強水密性。



圖一 二次注入灌漿示意圖

3. 地面上有鄰房建物，地表沈陷要求嚴格，利用二次注入灌漿以保護建物。

有關二次注入灌漿之時機、成效及施工方式等，讀者可參閱下列文獻。

### 參考文獻

張兆麟、章仁發、陳大康、萬正台(民國82年)，“潛盾施工與監測案例研討—台北捷運新店線 CH218 標”，第五屆大地工程學術研討會論文集。

竹內雄三、莊子幸弘(1988)，“シールドかう 2次注入で建物の沈下を防止”，トンネルと地下，第19卷，第1號。

荻原春男、中島敬喜、繁修二、直塚一博(1993)，“泥土壓シールドで極小土かぶりを克服”，トンネルと地下，第24卷，第10號。

橋本武美(1991)，“營團地下鐵南北線(7號線)”，土木技術，第46卷，第11號。

東博秋、莊子幸弘、阿部修三(1991)，“疏松地盤中を掘進した京葉都心線のシールドトンネル”，土木技術，第46卷，第3號。