

VI-32 都市トンネルのライニング方法について

佐藤工業（株） 正会員 吉永 正雄

1. はじめに

NATMは、山岳トンネルを中心に急速に普及し、すでに標準工法として定着したとみなすことができるが、都市部およびその周辺においてNATMを適用するにあたっては、なお特別な検討が必要になる場合が多い。特にトンネルの掘削に伴う地下水位低下、地表面沈下、既設構造物の変状等の周辺環境に影響を及ぼさない方法が模索されている。

本稿では、水密性コンクリートによる都市トンネルの二次覆工技術について、現状と将来の展望について報告する。

2. 水密性コンクリートの現状

都市トンネルのライニングからの漏水は、ポンプ排水を必要としポンプアップによる電力料金、下水料金、補修のための維持管理費は莫大な額に達する。

近年、ヨーロッパの地下鉄工事ではこの問題に着目し、完全防水型の水密トンネル（water tight or water proof tunnel）が多く施工されるようになった。（図-1）

水密トンネルの施工法は、一般に①防水シートによる方法（アイソレーション止水法）②水密鉄筋コンクリートによる方法があるが、水密鉄筋コンクリートによる方法が今後の都市トンネルでは次のような理由により主流を占めるものと考えられる。

- (1) 防水シートの省略による工事費の低減と工期の短縮
- (2) 火災の危険の恐れのある材料を使用しなくてもよい
- (3) 漏水部の補修が生じてアイソレーション工法の場合のように漏水箇所と欠陥箇所が異なる場合がなく、補修箇所を限定できる。

3. 水密性コンクリートライニングの仕様について

1973年にNATMがミュンヘン地下鉄に導入され、ひき続き適用範囲が拡大され、内側ライニングに水密性コンクリートを使った二重シェル工法がさらに発展普及した。現在では、トンネル断面150㎡以上の地下鉄駅部にも採用されるようになった。ミュンヘン地下鉄での水密コンクリートはDIN1045、B25を基本に以下のようになっている。

- (1) 水セメント比 55%以下
- (2) フロー値 42cm以下
- (3) セメントは低発熱（JIS中庸熱セメント担当）セメントを使用

図-1 水密トンネル（ミュンヘン地下鉄38ml）

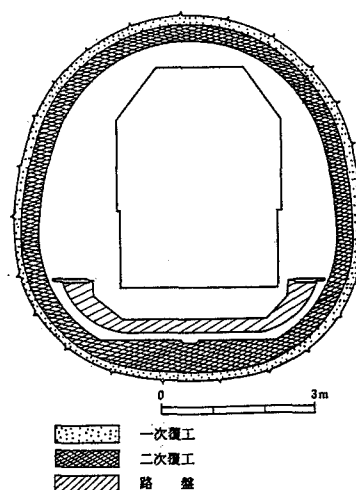
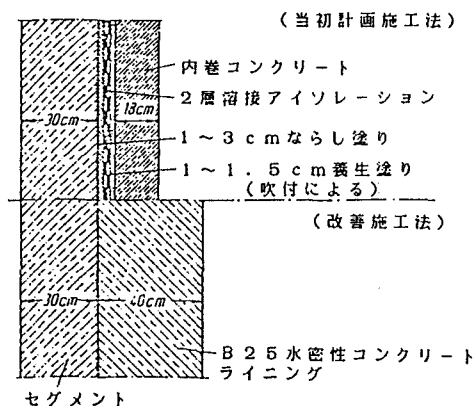


図-2 オリニックU3区アイソレーション工法（上）と水密コンクリート工法（下）

シールドトンネル2種類の防水構造



- (4) 最小セメント量 $300 \text{ kg}/\text{m}^3$
 (5) セメント以外の粉末成分量 $50 \sim 100 \text{ kg}/\text{m}^3$
 (6) 最大粗骨材 $32 \text{ m}/\text{m}$
 (7) 浸水度試験（DIN 1048）による侵入深さ $50 \text{ m}/\text{m}$ 以下

表-1は、当社中央技術研究所で実施した浸水度試験結果の一例であるが、コンクリートの水密性を容易、かつ安全に増すため混和剤の使用が必要であることを示している。

図-3 供試体及び加圧サイクル

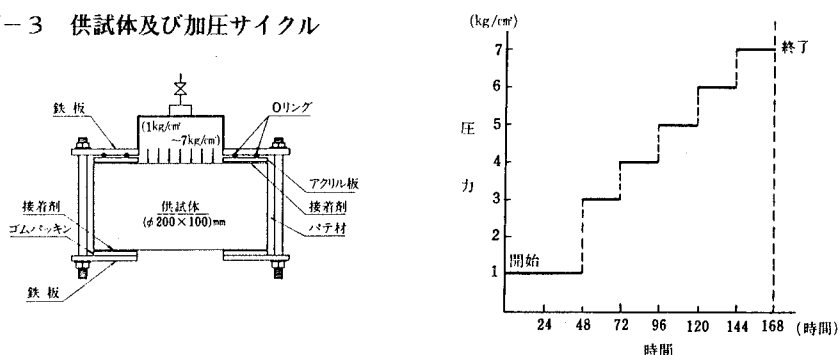


表-1 浸水度試験結果

種類	混和剤	練り上り 温度 (°C)	スランプ (cm)	圧縮強度 (kg/cm^2)		浸水度試験結果		判 定
				7日	28日	浸水深さ (mm)	平均 (mm)	
A	AE剤 のみ	22	10.0	298	356	70	70	×
						70		
						70		
B	AE剤 + 遅延剤	23	12.0	268	357	90	75	×
						45		
						90		
C	AE剤 + 防水剤	23	12.0	267	314	60	60	×
						55		
						65		
D	AE剤 + 粘性剤	23	12.0	262	369	45	45	◎
						50		
						40		

* $w/c = 45\%$ 目標スランプ 10 cm $s/a = 36\%$ $c = 353 \text{ kg}/\text{m}^3$

4. 結び

日本では、都市トンネルにおけるNATMによる施工例は未だ少ないが、今後の地下構造物の深層化を考えるとますます施工継目構造を含めた水密トンネルの施工についての研究開発が大きなテーマとなろう。

参考文献 1. A.Krischke

Wasserundurchlassiger Beton bei bergmannisch erstellten tunnel
tunnelbau 1983 Gluckauf

2. 立石俊一

NATMにおけるウォータータイトトンネルの設計と施工

シュエバート博士特別座談会から

トンネルと地下 Vol.14 No.11