

## 延長 1.5km の小断面トンネル基礎コンクリートに高強度高流動モルタルを採用して元押し施工

東急建設(株) 正会員 ○太田 尚, 中島 敏勝, 前原 聡, 澤田 絢平

### 1. はじめに

本工事は、幅 2.4m、高さ 2.7m の NATM トンネル（レール工法）を約 1.5km 掘り、その中に用水を通す鋼管を設置したのち、内空を充填する工事である。当初はトンネル貫通後、レール撤去、防水シート、トンネル底盤の基礎コンクリートの施工を繰り返して、坑口まで基礎コンクリートを構築した後に、鋼管を接合して周囲を充填する計画であった(図 1)。その中で、貫通後のレール撤去から基礎コンクリートの施工における輻輳作業を無くし、施工性、安全性の更なる向上を図るべく、トンネル基礎コンクリートに、特殊モルタルを立坑上から元押しで圧送（NLG 工法を活用）する方法を採用した。この施工方法とすることで、複数作業班が入れ替わる輻輳作業ではなく、単一の作業および作業班となり、施工の効率化、安全性の更なる向上を図ることができると考えられた。また、トンネル掘削で使用していた配管をそのまま圧送管として使用できるため、新たな配管材を坑内へ入れる必要が無く、作業効率が向上すること。さらには使用設備がそのまま次々工程のエアモルタル充填工で継続使用できる利点が想定された。ただし、本工事に適用するにあたり、下記の課題を検討する必要があり、本論文ではそれらを検討した事例について述べたものである。

### 2. 検討経緯と課題

NETIS 登録されている NLG（Non-Air Long Distance Grout）工法は、セメントを主体とした A 液（主に固化材）と可塑性剤である B 液を、注入孔口付近で混合させる二液性の非エア系可塑性グラウト工法であり、トンネル等の背面空洞や構造物の背面や周辺に生じた空洞の充填を目的とした工法で長距離圧送に長けている。ただし、強度は材令 28 日で  $1.5\text{N/mm}^2$ （技術資料では平均  $1.81\text{N/mm}^2$ ）程度であったため、以下の検討が必要であった。

（課題）

#### ① 強度の確保と水セメント比の規定

- 基礎コンクリートで規定される水セメント比（60%以下）を満足し、呼び強度  $18$  or  $21\text{N/mm}^2$ （後の覆工充填コンクリートへの代用を視野にいれ  $21\text{N/mm}^2$ ）を確保すること。

#### ② 流動性と可塑性の確保

- 1.5km 圧送のための流動性と打設箇所では 0.8% の勾配で均す事ができるようなフレッシュ性状を両立させること。
- 防水シートと暗渠排水の上に敷く 0.2mm のシートの隙間から暗渠排水にモルタルが流出しないようにする(図 2)。

以上のような経緯と課題を踏まえ、検討した内容について報告する。

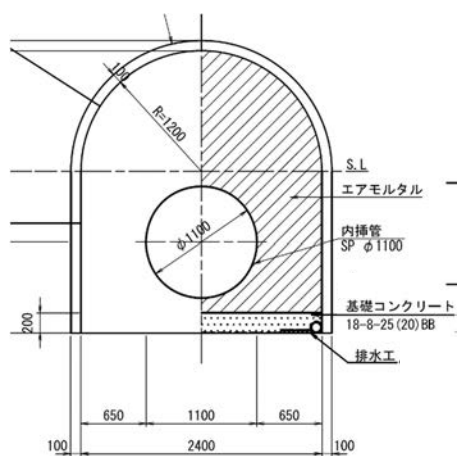


図 1 標準断面図

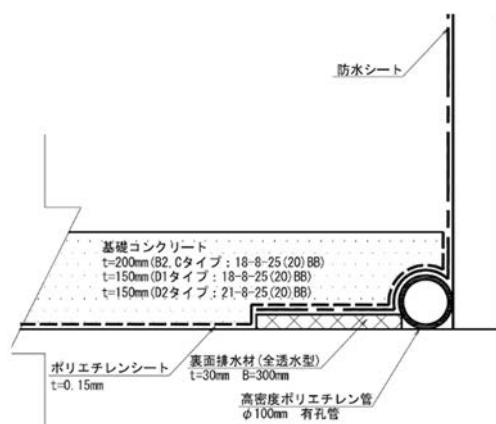


図 2 基礎コンクリートと防水シートの関係図

キーワード 高強度高流動モルタル, 可塑性剤, 長距離圧送, トンネル, 基礎コンクリート

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設株式会社 土木技術部 TEL. 03-5466-5274

### 3. 検討結果

#### (1) 高強度高流動モルタル

基礎コンクリートの次工程は鋼管設置，基礎コンクリート打設完了後 1 週間で鋼管台車及びフォークリフトを走行させるため，強度は  $\sigma_7=18\text{N/mm}^2$  以上， $\sigma_{28}=21\text{N/mm}^2$  以上を目標とした．過年度の同種他工事にて検討された長距離圧送の高強度高流動モルタル（一軸圧縮強度  $\sigma_{28}=21\text{N/mm}^2$  以上，ブリージング率 3%以内を確保）の配合を参考として，強度と水セメント比の規定が満足するように配合修正を行った．表 1 に本工事に適用した高強度高流動モルタルの配合を示す．

表 1 本工事にて計画した修正配合

配合	単 位 量 ( $\text{m}^3$ )						品 質 管 理	
	セメント (kg)	細骨材 (kg)	混練水 (kg)	混和剤 (kg)	混和材 (kg)	W/C (%)	比重	$\sigma_{28}$ 強度 ( $\text{N/mm}^2$ )
①	890	445	530	5.0	10.0	59.6	設計値 1.88 ± 0.1	21以上
							実測値 1.87	44.6

#### (2) 実機試験練りおよび圧送試験の結果

1.5km 圧送のための流動性と，0.8%の勾配で均す事ができるような可塑性の両立を図るため，NLG 工法の可塑性の添加量を調整した．机上の検討では可塑性の添加量は 2%程度が適当と考えられ，試験練りを実施して，流動状固結状態の性状を確認した．比重や目視による流動状固結状態の性状の結果から，可塑性は 1.5%の添加量で良好な性状を得ることができた．

次に，実機を使用し，練り混ぜおよび 1.5km の圧送試験を兼ねた試験練りを実施して，以下の確認を行った．

- ① 圧送時，管内の圧力上昇せずに 1.5km 先まで圧送できるかの確認
- ② ベースモルタルおよび可塑性を添加したモルタルの比重や強度 ( $\sigma_7=18\text{N/mm}^2$  以上) の変動の確認

表 2 に試験結果を示す．上記確認の結果，問題なく施工可能であることが確認できたため，本施工に採用した．

表 2 試験練りおよび圧送試験の結果

	比 重	
	A 液	測 定 結 果
試験練り	可塑性 2% 添加	1.85
	可塑性 1.5% 添加	1.87
圧送試験	プラント元	1.87
	1,500m 圧送後	1.86

圧縮強度試験  
・材令 28 日

	比 重		
	A 液	測 定 結 果	
試験練り	可塑性 2% 添加	① 36.1 $\text{N/mm}^2$	平均 35.8 $\text{N/mm}^2$
		② 37.2 $\text{N/mm}^2$	
		③ 34.0 $\text{N/mm}^2$	
	可塑性 1.5% 添加	① 34.8 $\text{N/mm}^2$	平均 36.1 $\text{N/mm}^2$
		② 36.9 $\text{N/mm}^2$	
		③ 36.7 $\text{N/mm}^2$	
圧送試験	ベースモルタル プラント元	① 49.7 $\text{N/mm}^2$	平均 44.6 $\text{N/mm}^2$
		② 46.9 $\text{N/mm}^2$	
		③ 37.1 $\text{N/mm}^2$	
	ベースモルタル 1,500m 圧送後	① 33.4 $\text{N/mm}^2$	平均 37.1 $\text{N/mm}^2$
		② 39.7 $\text{N/mm}^2$	
		③ 38.3 $\text{N/mm}^2$	
1,500m 圧送後 ベースモルタル可塑性 1.5% 添加	① 29.5 $\text{N/mm}^2$	平均 28.6 $\text{N/mm}^2$	
	② 21.4 $\text{N/mm}^2$		
	③ 34.8 $\text{N/mm}^2$		

#### 4. まとめ

基礎コンクリートの施工では，従来の材料及び施工方法を替えて，特殊材料（高強度高流動モルタルおよび NLG 工法を活用し改良）の適用を検討し，採用したことで，1.5km を元押しで圧送し施工することができた(写真 1)．それにより，複数業者が入替わりの施工をすることなく，1 つの業者(作業班)が 1 つの作業工程を完成させ，次工程の業者(作業班)へ引き継ぐことが可能になり，作業の効率化，作業の安全性の確保をとることができた．今回の取り組みにより，高強度高流動モルタルの長距離圧送，可塑性モルタルの高強度化が可能となり，今までは適用できなかった強度が求められる箇所への，可塑性グラウト適用拡大へ第一歩を踏み出したと考える．



写真 1 基礎コンクリート(高強度高流動モルタル代替)施工状況

が可能になり，作業の効率化，作業の安全性の確保をとることができた．今回の取り組みにより，高強度高流動モルタルの長距離圧送，可塑性モルタルの高強度化が可能となり，今までは適用できなかった強度が求められる箇所への，可塑性グラウト適用拡大へ第一歩を踏み出したと考える．

#### 参考文献

- 1) 高強度・高流動性モルタル配合設計 豊川用水 中詰充填材 2017 年 11 月 麻生フォームクリート株式会社
- 2) 可塑性空洞充填工 NLG 工法 リーフレット 麻生フォームクリート株式会社
- 3) 可塑性空洞充填工 NLG 工法 技術資料 麻生フォームクリート株式会社