

VI-133

新しいトンネル覆工工法に使用する急硬性コンクリートの研究

東京電力(株) 菅沼 康男
 ○鉄建建設(株) 正会員 田中 一成

1. まえがき

近年の建設現場では作業環境の改善、熟練作業員不足の解消、工期の短縮等から、工事の省力化および迅速化を図ることにより、安全性、作業性、経済性を確保することが重要な課題となっている。もちろんトンネルの補修においても例外ではなく、これらの諸問題を解決するより合理的な補修工法の開発が必要になってきた。そこで、トンネルの1次ライニング工法として開発されたT S L工法を用いてトンネル補修の実証試験および本施工を行った結果、同工法および急硬性コンクリートのトンネル補修への適用性と品質を確認した。T S L工法では型枠として円周方向に移動可能なベルト型枠を用いており、コンクリート打設後2分程度で型枠が移動して脱型状態になるため、適用するコンクリートは1~2分で自立強度に達する急硬性のコンクリートである。

本報告では、T S L工法の概要の説明と急硬性コンクリートの特性について述べる。

2. T S L工法の概要

T S L (Tunnel Swift Lining) 工法はN A T Mの吹付けコンクリートの粉塵・はね返りの防止を目的に開発されたトンネルの1次ライニング工法である。

同工法は円周方向に移動可能なベルト型枠(図-1参照)を使用し、ベルト型枠と地山あるいは既存覆工との空間部に流動性および急硬性を有するコンクリートを打設して、コンクリートの硬化時間に合わせてベルト型枠を移動させ、連続的に覆工を形成することが可能である。

T S L工法の特長は以下のとおりである。

- ①粉塵・はね返りがなく、良好な作業環境が確保できる。
- ②円滑な仕上がり面が形成される。
- ③高品質の覆工コンクリートが施工できる。
- ④5cmの薄肉覆工が可能である。

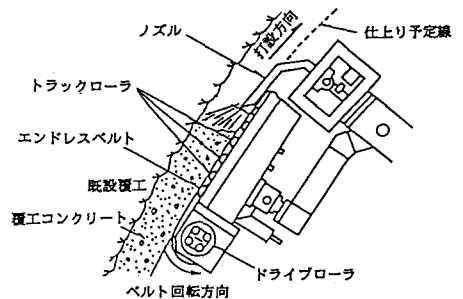


図-1 移動ベルト型枠の概略図

3. 急硬性コンクリートの特性

3.1 急硬性コンクリートの概要

T S L工法で使用する急硬性コンクリートの性状は、急硬剤添加後の初期流動性と硬化開始後の急硬性との双方の性質を併せ持つものである。初期流動性は急硬剤添加後の配管内での閉塞防止、打設面のコールドジョイント防止、円滑な仕上がり面の形成等に必要な性状であり、トンネルの側壁部およびアーチ部では急硬剤添加後から30秒程度、天端部では型枠に取り付けた注入孔からの注入方式(下から上に向けて注入)によるため2~3分の初期流動時間を要する。また、急硬性についてはベルト型枠の移動速度から硬化開始後1~2分で貫入抵抗値1,000psi(一軸圧縮強度約2kgf/cm²相当)以上の自立強度に達する急硬性状が必要である。

従って、本急硬性コンクリートには所要の初期流動時間の調整と急硬性状を確保できるコンクリート急硬剤を用いている。同コンクリートの配合を表-1に示す。

表-1 急硬性コンクリートの配合

W / C (%)	S / A (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
		W	C	S	G	流動化剤
5.7	7.0	217	380	1,225	527	C×1% 3.8

3. 2 急硬剤の性状

本急硬性コンクリートの急硬剤は速硬性の鉱物系急結剤と硬化開始時間を調整する遅延剤とから成っている。急結剤および遅延剤はともに粉体であり、作業性を考慮して重量比70%の水で溶解し、スラリー状にして使用する。

本急硬剤は以下の特徴を有している。

- ①急硬剤添加後、硬化開始までの時間を5分程度まで調節できる。
- ②硬化開始後の急結効果が顕著である。
- ③コンクリートの強度に影響を及ぼさない。

3. 3 急硬性コンクリートの特性

本急硬性コンクリートの特性については以下に示す。

(1) 流動性および急硬性

本急硬性コンクリートの特性は主としてその流動性と急硬性にある。脚部・側壁部では初期流動時間が30秒程度、貫入抵抗値1,000psi以上の自立強度に達する時間が1～2分で、また天端部では初期流動時間が2～3分、自立強度に達する時間が1～2分となるような調整が必要である。

図-2はコンクリート温度20℃時の急結剤および遅延剤の添加量別のプロクター貫入抵抗値を表したものである（コンクリート配合は表-1を参照）。

図-2からコンクリート温度20℃時の急結剤および遅延剤の適切な添加量を設定すると脚部・側壁部のコンクリートで急結剤添加量がC（セメント）×13%、遅延剤が急結剤量×2%で、天端部では急結剤添加量がC×13%、遅延剤添加量が急結剤量×6%において所定の初期流動性と急硬性状を得ることができる。

(2) 強度特性

昨年度に行った実証試験での一軸圧縮強度試験結果を図-3に示す（供試体のコンクリート配合は表-1を参照）。

4. まとめ

本急硬性コンクリートは急硬剤添加後の初期流動性と硬化開始後の急硬性の双方の性状を有し、実証試験および本施工の結果からトンネル補修に適したコンクリートであることを確認した。

本急硬性コンクリートの特性は以下のとおりである。

- ①急硬剤添加後は脚部・側壁部コンクリートで30秒程度、天端部コンクリートで2～3分の時間流動性を保持し、硬化開始後は1～2分で自立強度に達して型枠の脱型が可能となる。
- ②急硬剤は鉱物系の速硬性急結剤と硬化時間を調整する遅延剤を用いており、ともに水で溶解しスラリー状にして使用するタイプである。
- ③コンクリート温度20℃において急結剤添加量がC×13%、遅延剤添加量は脚部・側壁部コンクリートで急結剤量×2%、天端部で急結剤量×6%が適正配合である。
- ④急硬性コンクリートの強度は $\sigma_{28}=300\sim350\text{kgf/cm}^2$ であり、一般に使用される覆工コンクリート $\sigma_{28}=180\sim240\text{kgf/cm}^2$ と比較しても十分な強度を有している。

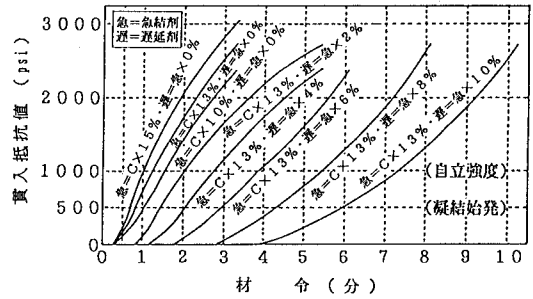


図-2 若材令時の貫入抵抗値

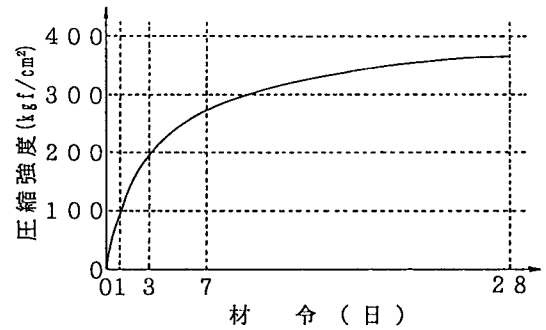


図-3 一軸圧縮強度