

ECL工法におけるコンクリートの流動性に関する研究 —可視化材料の選定—

佐藤工業(株)	正会員	花田 行和
東京都下水道局	正会員	前田 教昭
東京都下水道局	正会員	伊佐 賢一
佐藤工業(株)	正会員	大野健太郎

1. はじめに

都市トンネルに適應するECL工法は、まだ固まらないコンクリートをプレスすることにより、地山と密着した強固な鉄筋コンクリート覆工体を構築するものである。そのため、打設されたコンクリートの流動性の確保が重要な問題となる。本研究では、シールド掘進に伴って発生するテールボイド部の充填機構を検討するため、コンクリート骨材の動きを実際の目で確認できるコンクリート可視化実験を行った。ここでは、可視化実験に適したモデル材料の選定について報告する。

2. 研究概要

コンクリートの可視化実験は、骨材やモルタル流の挙動をビジュアルに表現し、直接目で見ることでできない複雑な流れ現象を理解しやすくしたものである。したがって、実験に使用する可視化モデル材料としては、その流動状況が明確に判別可能なものであると同時に、実際のコンクリートと同様の挙動を示す材料を選定した。本実験では、これらの可視化コンクリート材料を使って、ECL工法におけるコンクリートの流動性を目視により確認するものである。

図-1にECL工法のコンクリート加圧充填機構を示す。

3. 材料の選定

コンクリートの可視化モデル材料は、流れの挙動をより鮮明に、かつ正確に可視化するために、観察する対象物の種類をできるだけ少なくすることが必要となる。したがって、フレッシュコンクリートの構成要素を最も平均粒径が大きい粗骨材相とそれ以外の集合体であるモルタル相の2相系材料に単純化し、モデル化を行った。

モデル材料が備えるべき材料特性を以下に示す。

- ① 可視化モデルの加圧流動状態において、粗骨材モデルの挙動が観察できるよう、モルタルモデルが高い透明度を有する。
- ② モルタルモデルと粗骨材モデルとの材料分離に対する抵抗性が、実際のフレッシュコンクリートの材料分離抵抗性とはほぼ同程度とする。
- ③ 可視化モデルを構成するモルタルモデルと粗骨材モデルの配合は、実際のコンクリート配合と同程度とする。

これらの条件を考慮した結果、モルタルモデルとしての可視化材料は、高分子ポリマーを水道水で膨潤させた無色透明なゼリー状の物質を選定した。

使用にあたっては、5mm以下に細かく粉碎して流動性の高いペースト状とした。（写真-1）

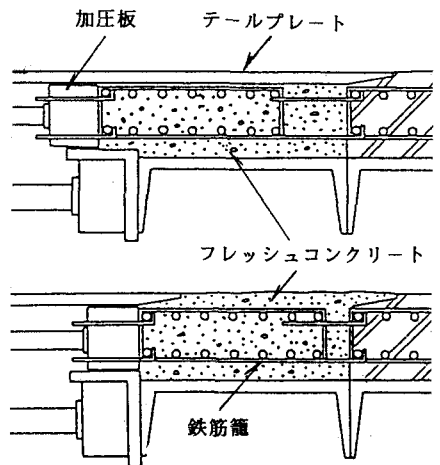


図-1 ECL工法の加圧充填機構

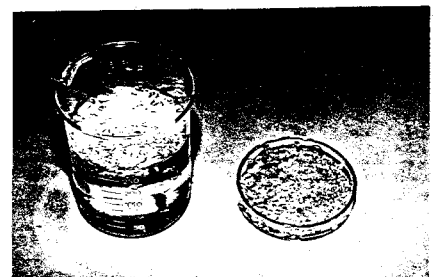


写真-1 モルタルモデル(高分子ポリマー)

フレッシュコンクリートと可視化モデルの材料分離に対する抵抗性を同程度とするためには、以下の項目を実際のコンクリートに近づける必要がある。①粗骨材モデルの粒度分布および最大粗骨材寸法 ②粗骨材モデルとモルタルモデルの比重差 ③コンクリートモデルの粘性

したがって、粗骨材モデルは、実際の粗骨材の表面形状と類似し、かつモルタルモデル(比重 1.0)との比重差が通常のコンクリート配合の比重差(0.3 程度)と同程度の材料として、人工軽量骨材(比重 1.3)を選定した。(写真-2)

また、フレッシュコンクリートの粘性は、モルタル相の粘性に大きく影響される。そのため、水溶性の増粘剤をモルタルモデルに添加することによってフレッシュコンクリートの性状を再現した。なお、増粘剤についてもモルタルモデルの透明度を落さないように、セルロース系の材料を選定した。



写真-2 粗骨材モデル(人工軽量骨材)

表-1 コンクリートモデルの性状

コンクリートモデルの性状	スランブ測定値 (cm)	増粘剤添加量 (%)
硬め	17.5	2.5
標準	19.0	2.0
軟らかめ	21.5	1.5

表-1にコンクリートモデルの性状と増粘剤の添加量を示す。表-2 コンクリート配合対比表
可視化コンクリートの配合

は、表-2に示す配合を基準とし、モルタル分と粗骨材の計量容積比を1:1とした。

実験では、粗骨材の移動状況をさらに明確にするため、可視化するコンクリートの表面に、色の鮮明なウレタン製のカラーボール(φ16mm、比重 1.2)をトレーサーとして配置した。

実際のコンクリート配合	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブの範囲 (cm)	単 位 量 (kg/m ³)			
			水 W	セメント C	細骨材 s	粗骨材 G
	20	18±2.5	180	346	787	986
可視化コンクリート配合(計量容積 1)			モルタルモデル		粗骨材モデル	
			594		605(乾燥率0.6)	

これらの可視化材料を使うことによって、ECL工法の特徴である加圧されたコンクリートの流動状況をビデオによる動的画面で分析することができた。その結果、流動性の高いコンクリート中の骨材は、テールボイドの発生と同時に順次移動し充填されるが、流動性の低いコンクリートでは骨材の移動が鉄筋籠に拘束され、ボイドの充填は不完全になる様子が明らかとなった。

4. まとめ

本可視化実験により、目に見えないシールドテール部のコンクリート流動状況を観察することが可能となった。可視化材料としては、モルタルモデルに透明な高分子ポリマー、粗骨材モデルに人工軽量骨材、これに増粘剤を添加することにより、実際のフレッシュコンクリートと同程度の特性をもつコンクリートモデルを再現することができた。今後は加圧による脱水および収縮性を考慮した可視化モデル材料の検討が必要になると思われる。

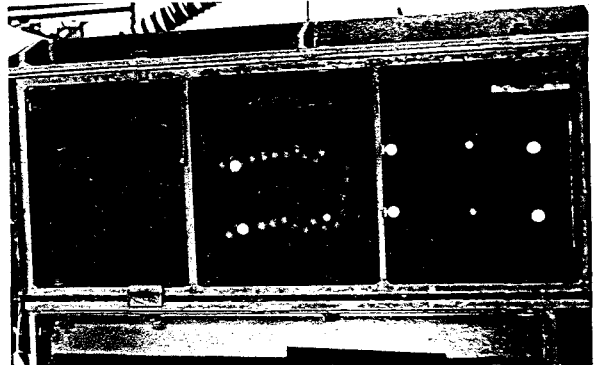


写真-3 可視化コンクリート実験状況

参考文献 1) 橋本他: フレッシュコンクリートの管内流動における閉塞過程の可視化に関する実験手法、コンクリート工学、Vol. 26, No. 2, Feb. 1988 2) 小沢他: ハイパフォーマンスコンクリートの開発、コンクリート工学年次論文報告集、日本コンクリート工学協会、Vol. 11, No. 1, 1989