

鉄建建設株式会社 正員 大八木 崇
前川 昭 礼
正員 高野 佳博

1. まえがき

本試験は当社で開発中のECL（直打ちコンクリートライニング）工法で使用するコンクリートの性状を把握するために行なった。図-1にシステムの原理を示すように、コンクリートの打設は掘削機の後部で行なわれ、打設圧力でスライドする妻枠によって空隙を生じることなく周辺地山に密着するコンクリートのライニングを作ることが可能となる。したがってこの工法が材料に求める性状は、早強性があり、水密性が高く、混練後数時間はワーカブルでなくてはならない等、従来では考えられなかった相反する性質を持たせなければならない。

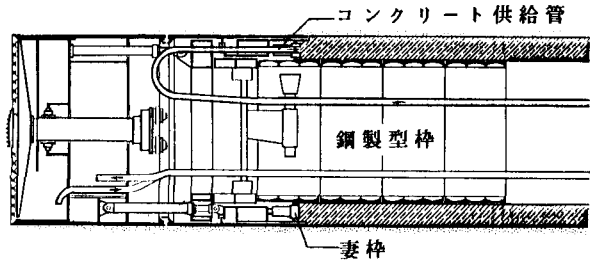


図-1 ECL工法概念図

2. 設定条件

設定条件および設定理由を表-1に示す。妻枠にはコンクリート注入口の他に、妻枠を移動させるジャッキ等、多くの機械が設置されるため、コンクリート供給管の最小寸法は2Bとなる。1回のコンクリート打設量は、鋼製型枠1リング分であり、フレッシュコンクリートには、地山への密着のために、妻枠とコンクリートポンプにより圧力を加える。よって、次のコンクリート打設までは配管内およびポンプ内のコンクリートは再び打設可能でなければならない。また、打設には流動化剤（高性能減水剤）を添加しコンクリートの流動性を増し、振動を与えない。

表-1 設定条件および設定理由

設定条件	設定理由
早強性 材令1日圧縮強度 100 kgf/cm ²	鋼製型枠の延長より、脱枠はコンクリート打設の24時間後となる。
W/C ≤ 5.0	施工法により硬化したコンクリート自体に、不透水性を持たせる必要がある。
最大管材寸法 15mm以下 鋼繊維を使用する場合 25mm	妻枠には打設管の他に多くの設備が必要となり、最小配管径が、2Bとなる可能性がある。
混練後3時間は打設可能であること。	トラブル等により、コンクリートの打設が中断した時の対策として。

3. 試験概要

試験一覧を表-2に、使用材料を表-3に示す。配合試験で、1日圧縮強度が100 kgf/cm²以上を得られた表-4に示す配合を使用した。

表-2 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法
スランプ	JIS A 1101
フロー試験	DIN 1048
圧縮強度	JIS A 1108
加圧排水コンクリート	200×100φのモールドに準じた圧力容器を使用 図-2 参照

(1) スランプ、フロー試験 配合A、Bを使用し、流動化剤の添加量を変化させ、スランプロス、フローロスを混練後3時間まで測定し、その傾向を比較した。

(2) 加圧排水コンクリート試験 この試験は圧力を加え打設されたフレッシュコンクリートから、地山へ排水が予想される。図-2に示す装置を使用し、加圧力、排水量、排水時間を変えて測定を行った。試験には配合A、流動剤添加量は0.4%を使用した。

表-3 使用材料

セメント	N社製早強ポルトランドセメント
細骨材	利根川水系鹿島砂（比重 2.60 粗粒率 2.65）
粗骨材	利根川水系鹿島砂利（比重 2.63 粗粒率 6.30）
減水剤(1)	P社製AE減水剤（リグニンスルホン酸塩）
減水剤(2)	K社製高性能減水剤（ナフタリンスルホン酸ホルマリン高縮合Na塩）※注※本文では流動化剤と称す
鋼繊維	K社製 公称長さ $l_f=25\text{mm}$ 、直径 $d=0.5\text{mm}$

表-4 使用配合

配合 種別	粗骨材 の最大 寸法 (mm)	水セ メント 比 W/C	細骨材 率 S/a	単位量 (kg/m ³)				鋼 繊維 量 S.F. (%)	減 水 剤 (1) (%)	高 性 能 減 水 剤 (2) (%)	高 性 能 減 水 剤 (2) の 流 動 化 剤 の 添 加 量 (%)
				水 W	セ メント C	粗 骨 材 S	細 骨 材 G				
配合A	10	47.4	55.0	180	380	942	776	—	1.0	0~0.6	
配合B	10	47.4	65.0	199	420	1042	565	79	1.0	0~1.0	

4. 試験結果および考察

(1) スランプロス、フローロス試験結果および考察

予備試験を含め、スランプとフロー値の関係は図-3に示す傾向が得られた。また、流動化剤の添加量によるスランプロスは、図-4に、フローロスは図-5に示す。

この図からわかるように、スランプ試験において、混練後3時間経過しても、高スランプ域ではほとんど流動化剤添加量に対しての差が見られないが、フロー試験では、添加量の差に対して、鋭敏な結果を示した。このことは図-4でも示されているように最大骨材寸法の小さいフレッシュコンクリートの高スランプ域では、スランプ試験より、フロー試験がより明確な差が認められた。

(2) 加圧排水コンクリート試験結果および考察

試験結果は、標準養生供試体(恒温室内:温度20℃湿度75%)の材令1日圧縮強度 F_1 と、加圧排水コンクリート供試体の材令1日圧縮強度 F_{p1} との比を強度増加率 $[(F_{p1}/F_1) \times 100]$ として整理した。図-6に示すように、強度増加率は排水量にほぼ比例する傾向が認められた。また、高圧を加えても排水量が少なく強度増加率が低く(排水量0 mlの場合強度低下)、加圧力に関係なく、ほぼ、180分~220分で排水は停止した。よって加圧排水コンクリートは、圧力を加えることによってフレッシュコンクリートを脱水させ、強度増加を可能とすることが認められた。

5. まとめ

今回の性状試験結果より、ECL工法で使用するコンクリートのワーカビリティ、ポンパビリティを測定する一試験方法として、フロー試験(DIN 1048)は大いに有効である。また、フレッシュコンクリートに圧力を加えて打設する場合に、地山への排水効果が得られるならば、早期強度の発現性がより高まることを、そして、地山の排水量を正當に評価できるならば、今回の試験配合より経済的な配合へと、変えることが可能であると予想される。しかし、本試験は、室温20℃±3℃の実験室内で行なわれたものであり、実施工では、気温の影響を十分に考慮しなければならないであろう。

6. 参考文献

- 1) 友沢史紀: <高性能減水剤>流動化コンクリートへの応用, セメントコンクリート, No.427, 1982.9
- 2) 山本 稔: トンネル技術の現状と展望' 87トンネル技術の特別講演と技術発表会, 北海道, 土木技術会道路トンネル研究委員会, 1987.2
- 3) 高野ら: ECLシステム実験 第42回年次学術講演概要集

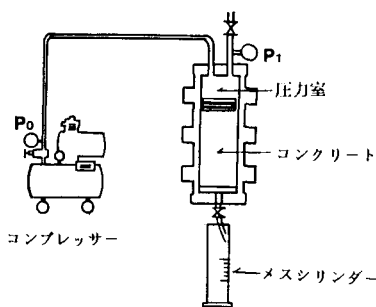


図-2 加圧排水試験器

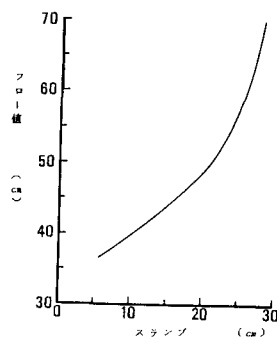


図-3 スランプとフロー値の関係

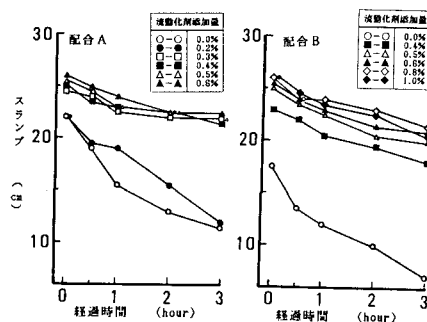


図-4 経過時間とスランプの関係 (スランプロス)

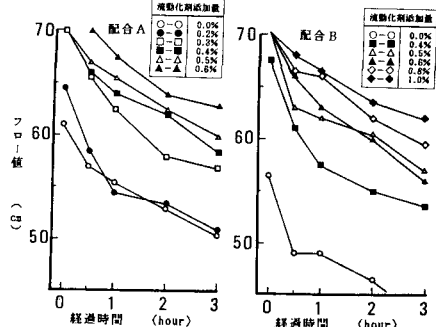
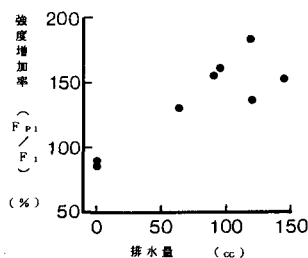


図-5 経過時間とフロー値の関係 (フローロス)

図-6 配合Aにおける排水量と強度増加率 (F_{p1}/F_1) との関係