

V-304

ECL用コンクリートに関する研究（その2）

— 2インチ管におけるポンプ圧送性について —

安藤建設（株） 正会員 ○川中 政美  
 安藤建設（株） 正会員 石黒 和治  
 安藤建設（株） 正会員 相 龍介

1. はじめに

最近では、自立しない地山において直打ちコンクリートライニング工法（以下ECL工法）の開発が進んでいる。小断面にECL工法を用いる場合、坑内の作業空間の確保と作業性が問題となる。コンクリートを妻側より連続打設するとき、打設管径は2インチ管（φ50mm）程度に制約をうける。今回、ECL用コンクリート（重質炭酸カルシウムを混入し、粘稠剤と高性能AE減水剤を組合せたコンクリート）を用い、2インチ管で圧送実験を行い、検討したので報告する。

表1 使用材料

セメント	早強*ポルトセメント 比重=3.14
細骨材	埼玉県神荒川産川砂（比重=2.59, F.M=3.11）
粗骨材	東京都奥多摩産砕石（比重=2.64, Gmax=13mm, F.M=5.90）
石粉	比重=2.71, $V_s = 3750 \text{ cm}^3/\text{g}$
鋼繊維	直径=0.6mm, 長さ=30mm, 断面積=0.283mm <sup>2</sup>
混和剤	77カル系粘稠剤 高性能AE減水剤（芳香族77カル系高分子化合物）

表2 コンクリートの配合

配合種別	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					粘稠剤 (kg/m <sup>3</sup> )	高性能AE減水剤 (×%)	鋼繊維 (kg/m <sup>3</sup> )
			水	セメント	細骨材	粗骨材	石粉			
RC	54	55	190	350	951	793	100	2.3	3.86	—
SFRC	60	60	210	350	910	618	200	2.3	3.93	79

2. 実験概要

2-1 コンクリートの配合

使用材料及びコンクリートの配合を表1に示す。この2つの配合（鉄筋コンクリート覆工用、鋼繊維コンクリート覆工用）について圧送実験を行った。コンクリートの製造は、移動式バッチャープラント（MCP-350P-BS2 0.35m<sup>3</sup> パン型強制練ミキサー）で行った。

2-2 コンクリートの目標品質について

今回の圧送実験では、圧送量と圧力損失の関係を知るため、フレッシュ時の品質が一定となるよう、表2のような基準を設けた。

表3 コンクリートの目標品質

項目	目標	許容	
練上り直後	空気量	1.5%	±1.0%
	スランプ	2.4 cm	±1.5 cm
	スランプフロー	5.5 cm	±5.0 cm
練上り3時間経過後	スランプ	2.0 cm	±1.5 cm
	スランプフロー	4.0 cm	±5.0 cm

2-3 コンクリートポンプ及び配管

使用したコンクリートポンプは、ホッパー容量200ℓ、最大圧力30kgf/cm<sup>2</sup>、最大圧送量35m<sup>3</sup>/hの油圧ピストン式ミニコンクリートポンプ（MKW-25SVH）である。配管と圧力計位置を図1に示す。配管全長は、21.45mで、内径150mm（6B）から次第に内径50mm（2B）に絞り込んだ。

2-4 圧力及び実圧送量の測定

2インチ管の圧力損失を求めるために、図1のK<sub>6</sub>、K<sub>7</sub>、K<sub>8</sub>、K<sub>9</sub>を用いた。計測は、0.1秒間隔で12000点（20分）のデータをそれぞれの圧力計について同時に測定した。圧力損失は、土木学会コンクリートポンプ施工指針（案）により求めた。実圧送量は、圧力を計測している間に吐出するコンクリートの6ストローク分の体積と時間を測定し求めた。

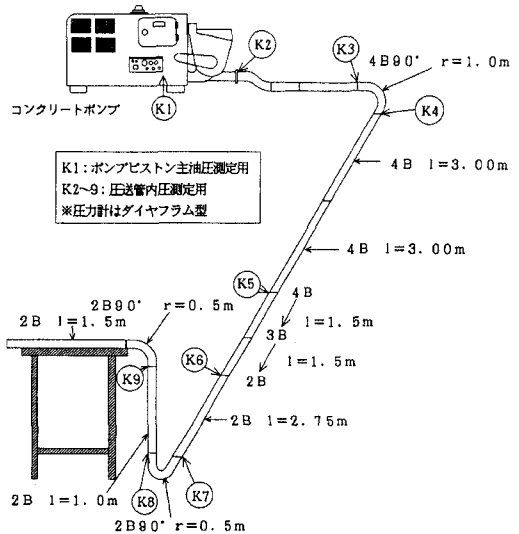


図1 配管及び圧力計位置図

3. 実験結果と考察

図2に練り上り直後に圧送した配合RC、SFRCの圧力損失と実圧送量のグラフを示す。また、図3に3時間経過後に圧送したものを示す。グラフ中の式は、最小2乗法による回帰分析の結果を示す。いずれの回帰直線も縦軸との切辺は負となり、厳密には適当ではないが、グラフ中の圧送量の範囲(0.5~2.5 m<sup>3</sup>/h)では、実用上問題は無いと思われる。配合RC、SFRCとも練り上り直後より3時間経過後の方が、圧送抵抗が大きくなっている。また、いずれの配合も圧送量が、およそ2.5 m<sup>3</sup>/hより大きくなるとポンプ出口(図1のK<sub>2</sub>位置)のコンクリート管内圧力が、35 kgf/cm<sup>2</sup>(ピストン主油圧は、250 kgf/cm<sup>2</sup>)まで増加し圧送できる限界となった。鉛直曲がり管の圧力損失については、水平管の圧力損失と変わりなかった。これは、ECLコンクリートが普通コンクリートより加圧脱水されにくく変形しやすいために、圧力損失に変化がなかったものと考えられる。鉛直直管の圧力損失についても、ほぼコンクリートの重量分だけ水平管の圧力損失より大きかった。実圧送量と吸引効率の間には、それぞれの配合ともばらつきは大きいものの圧送量が増加すると吸引効率は減少する傾向にあった。しかし、この圧送量の範囲であれば、吸引効率は、ほぼ0.8以上とみても差し支えないであろう。

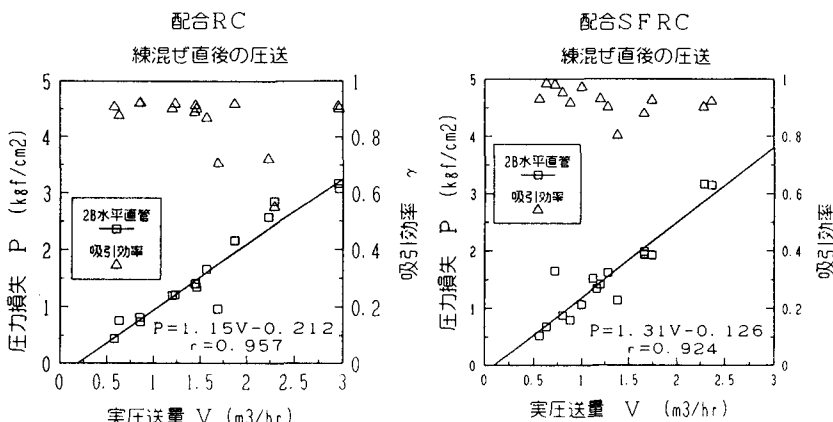


図2 練混ぜ直後に圧送した 圧力損失と実圧送量の関係

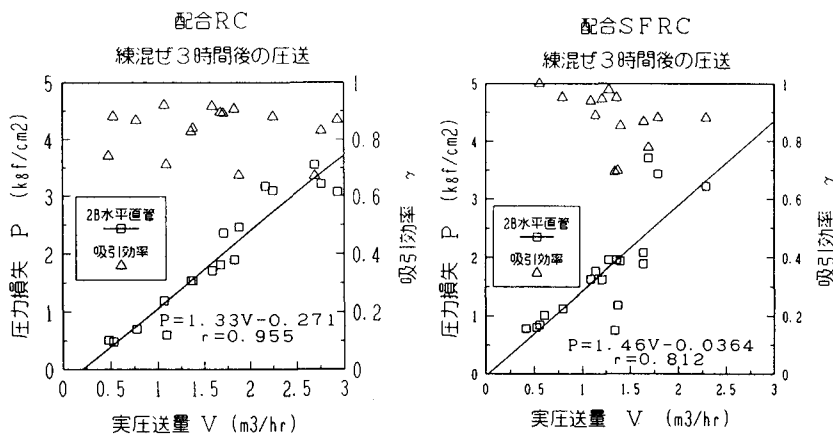


図3 練混ぜ3時間後に圧送した 圧力損失と実圧送量の関係

4. おわりに

このECLコンクリートを用いて得られた結果を以下にまとめる。

- (1) 2インチ管で圧送する場合、大きい圧力損失を生ずるが圧送は可能である。
- (2) 圧力損失と実圧送量の間には、ある直線関係が認められた。
- (3) 2インチ管直管部と曲がり管部では、圧力損失にほとんど変化はなかった。
- (4) 吸引効率は、ほぼ0.8以上であった。

一般的なシールドの日進量からコンクリートの圧送量を検討すると、最大圧送量に問題は残るが、今後さらに圧送性の良いコンクリートの配合を見つけることや、コンクリートポンプから圧送管を含めたシステム全体の改良を加えることにより最大圧送量を増やしたい。