

粉体系中流動コンクリートのトンネル覆工への適用(実大モデル施工)

(株)奥村組 正会員 ○伊藤 拓也 正会員 齋藤 隆弘 藤原 良二
正会員 齊藤 賢治 黒岡 健司 フェロー会員 松田 敦夫

1. はじめに

狭間で締固めが難しく、不具合が発生しやすい覆工コンクリートに、容易に締固め可能で分離抵抗性の高い中流動コンクリートを採用する事例が増えている。当社は津軽ダム県道付替湯ノ沢トンネルの覆工コンクリートのうち、有鉄筋区間に中流動コンクリートを採用し、現場での適用に先立ち、実物大のモデル型枠を作成し、試験施工を行った。本稿では、試験施工で検証したフレッシュコンクリートの品質、充填性および強度のばらつきについて報告する。

2. 試験概要

2.1 配合

中流動コンクリートの配合、使用材料を表-1 に示す。セメントとして普通ポルトランドセメント(密度 3.16)、混和材としてフライアッシュ(能代発電所産 JIS 6201 II 種 密度 2.27)を使用した。

表-1 中流動コンクリート配合表、使用材料

	Gmax mm	W/B %	s/a %	単位量 上段 kg/m ³ 下段リットル/m ³						
				W	C	FA	S ₁	S ₂	G	Sp
有鉄筋区間 用中流動	25	48.2	48.8	170	283	70	668	174	884	7.06
				170	90	31	259	65	340	(2.0%B)

細骨材 S1：山砂(密度 2.58)、砕砂(密度 2.68) 混合比 80:20 粗骨材 G：碎石(密度 2.91) 最大寸法 25mm
混和材 Sp：高性能 AE 減水剤(ポリエーテル系)

2.2 モデル供試体

供試体の寸法を図-1 に示す。覆工アーチ部を幅 4m、長さ 6m で切り出した形状であり、吹上げ位置は妻から 90cm としている。

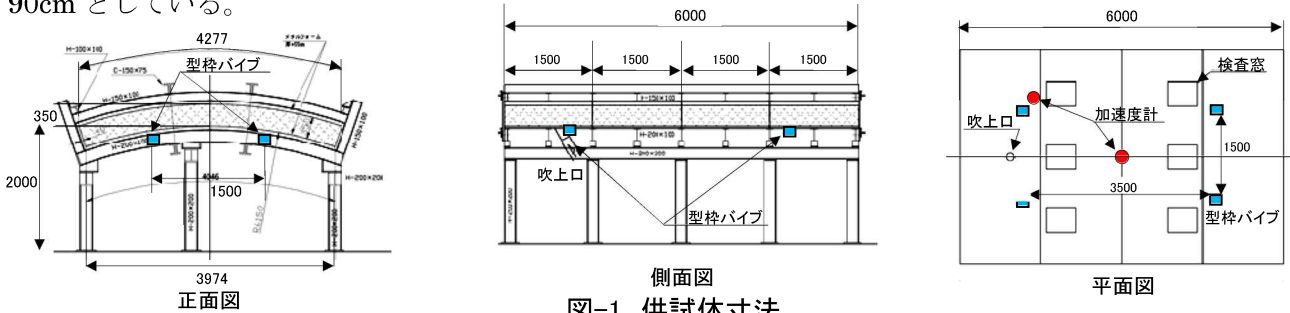


図-1 供試体寸法

2.3 試験内容

中流動コンクリートは JIS 認定工場で製造した。生コン車により現場に運搬し、現場での試験、上記の型枠へ打設した。打設にはコンクリートポンプ車を使用し、型枠パイプブレータで締め固めた。生コンのフレッシュ性状を確認するため、表-2 に示す試験を実施した。さらに脱型後の供試体の観察、材齢 28 日でのコア強度測定を実施した(表-3)。各試験の管理基準を表-4 に示す。

3. 試験結果

3.1 中流動コンクリートの運搬・圧送がフレッシュ性状に及ぼす影響

フレッシュコンクリートの性状の変化を図-2～図-3 に示す。1 時間以上の運搬後もスランプフローの低下が 1.0cm とほとんどなく、流動性の維持性能が高かった。圧送によりスランプフローは 5.2cm 低下したが、ポンプ圧送時の目標値内には収まっている。空気量は運搬により 0.8%低下したが圧送では低下しなかった。試験は 3 台の生コン車において実施し、その結果の再現性は高く安定した傾向を示した。

表-2 フレッシュコンクリート試験項目

	工場出荷時	現場着	筒先採取
スランプ・スランプフロー	○	○	○
空気量	○	○	○
コンクリート温度	○	○	○
加振変形量	—	○	—
U型充填高さ	—	○	—

表-3 硬化コンクリート試験項目

コア圧縮強度試験	平面位置 6箇所
目視観察	天端表面、背面 コア観察

表-4 各試験の目標値

	圧縮強度 (σ ₂₈)	スランプ	スランプフロー	空気量
単位	N/mm ²	cm	cm	%
基準値	18	21±2.5	35～50	4.5±1.5
練混ぜ直後	—	22～26	45～60	4.5±1.5
現場到着時	—	21～25	40～55	4.5±1.5
ポンプ圧送時	—	21±2.5	35～50	4.5±1.5

キーワード：トンネル覆工，粉体系中流動コンクリート，モデル施工

連絡先 〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1 T E L 03-5427-8260

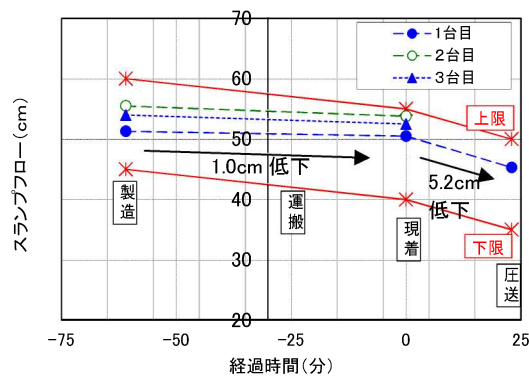


図-2 スランプフロー試験結果

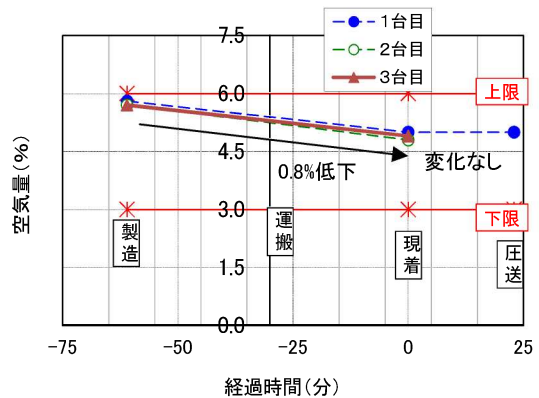


図-3 空気量試験

3.2 打設・充填性状

中流動コンクリートの打設状況を写真-1 に示す。コンクリートは吹上口から型枠内に圧送した。第1層は 3m^3 を目安に打ち込み(1層目)、一時停止した。圧入終了後に図-1 に示す位置の型枠バイブレータを 15 秒間作動させ、同時に型枠の最大加速度と振動数を型枠面に設置した加速度計で測定した。測定した最大加速度と振動数、文献1) に記載される振動エネルギー式と最適振動エネルギー 3.7J/l から所定の振動時間を算出し、1層目の振動時間(15 秒)を差し引き、2層目の締固め時間を 28 秒に決定した。第2層の打ち込み (3m^3) 後に2層目の締固めを実施し、3層目打ち込み後、棲枠側からたたきによって加振した後、最終加圧し、打設を終了した。

写真-2, 3, 4 に脱型後の供試体の表面状態を示す。目視できる未充填箇所はなく、両端の隅部にもコンクリートは充填されており、本検討の型枠バイブレータの振動条件で十分に締め固められたと判断できる。上部にはあばたが見られたが、そのほとんどが円形であり、締固めに伴い上方に移動した空気とみられ、ブリーディングが集積して発生した空隙は確認されなかった。



写真-1 打設状況



写真-2 脱型後供試体(上面)



写真-3 脱型後供試体(下面)

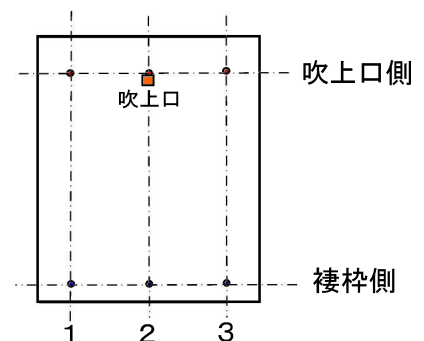


図-4 コア供試体採取位置

3.3 強度分布

図-4 にコア供試体採取位置を、図-5 に材齢 28 日でのコア圧縮強度の分布を示す。この結果、強度の最低値は 34.2N/mm^2 、平均値は 39.3N/mm^2 であり、全ての測点で 24N/mm^2 を 40%以上、上回っており、モデル供試体全体にわたり、均質性が確保されているといえる。

4. まとめ

実物大モデル施工を通じ、粉体系中流動コンクリートのフレッシュ性状、充填性、強度特性について把握し、実構造物において十分に品質が確保できることを確認した。またモデル施工後には当現場の有鉄筋区間で採用した。今後は採用件数を増やし、さらなる品質向上に寄与したい。本検討を進めるにあたり、国土交通省東北地方整備局津軽ダム工事事務所のご指導を賜ったことに深く感謝いたします。

参考文献

1) 東日本・中日本・西日本高速道路株式会社 トンネル施工管理要領(中流動覆工コンクリート編) 2011.7

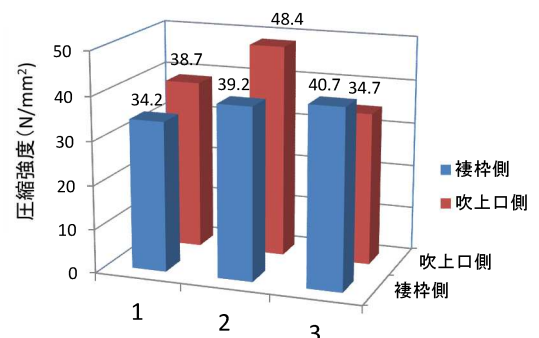


図-5 コア圧縮強度試験結果(材齢 28 日)