

中流動覆工コンクリートの性能に及ぼす配合の影響

東日本高速道路(株)北海道支社

○正 員 水野津与志

(株)ネクスコ・エンジニアリング北海道

正 員 中村 泰誠

1. はじめに

近年、トンネル覆工コンクリートに関わる問題として、コールドジョイント部の剥落事故やトンネル覆工天端部の充填不足など、覆工コンクリート施工に起因する問題が顕在化している。

このことを受け、NEXCO 関係各社では、覆工コンクリートの品質向上を目的として、従来のコンクリートよりも流動・充填性能が高い中流動覆工コンクリートが開発され、現在、その性能が基準化されている。

NEXCO東日本北海道支社においても、この中流動覆工コンクリートの採用を検討しており、石粉よりも安価で循環型社会への貢献が可能な、フライアッシュを用いた中流動覆工コンクリートを採用することとした。しかしながら、現行の性能基準は、JIS IV種のフライアッシュを用い総粉体量 350 kg/m^3 といった限られた条件で検討されており、配合や使用材料が異なる場合の影響は明確にされていない。既往の研究によれば、コンクリートの流動・充填特性は、使用骨材やフライアッシュ品質の影響を受けることが報告されており、北海道内では使用骨材が多岐に渡っていること、流通するフライアッシュがJISⅡ種であることを考慮すると、これらの影響を確認する必要がある。

本検討は、北海道支社管内で中流動覆工コンクリートを採用するにあたり、その性能に与える配合の影響について検証したものである。

2. 中流動覆工コンクリート

(1) 中流動覆工コンクリートの概念

中流動覆工コンクリートの概念を図-1 に示す。中流動覆工コンクリートは、従来のスランプ 18cm の普通コンクリートと、自己充填性能を持つスランプフロー 50cm 以上の高流動コンクリートの中間に位置するコンクリートとし、軽微な振動・締固めにより型枠内に充填することを目的としたコンクリートである。

(2) NEXCO 東日本における性能基準

NEXCO 東日本トンネル施工管理要領における中流動覆工コンクリートの要求性能を表-1 に示す。中流動覆工コンクリートの性能は、従来のスランプやスランプフローだけでなく、自己充填性能としてU型充填高さ、振動時の流動・充填性能（締固め性）として加振変形量により、その性能を統一している。

3. 試験概要（試験配合および条件）

試験配合を表-2 に示す。試験条件は、スランプフロー $40 \pm 5 \text{ cm}$ 、空気量 $4.5 \pm 1.5\%$ とした条件で、単位セメント量、フライアッシュ（以下 FA という）量を同一とし、細骨材率を変化させた場合および粗骨材容積、単位セメント量を同一とし、フライアッシュ混入量を変化させた配合で行った。また、繊維混入配合も試験を行った。

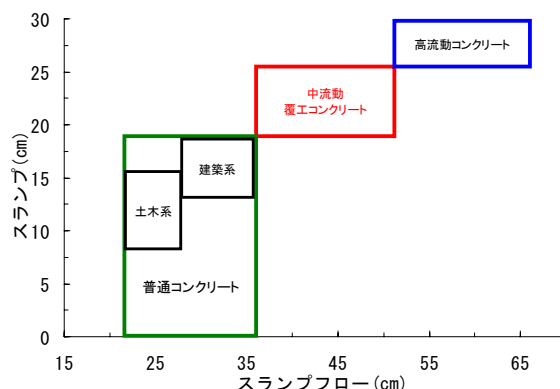


図-1 中流動覆工コンクリート

表-1 中流動覆工コンクリートの配合基準

材齢28日における 圧縮強度 (N/mm^2)	粗骨材 最大寸法 (mm)	スランプ および スランプフロー (cm)	加振 変形量 (cm)	U型充填高さ (障害なし) (mm)	空気量 (%)
18	20, 25	スランプ 21 ± 2.5 スランプフロー 35~50	10秒加振後の スランプフローの広がりが 10 ± 3	280以上	4.5 ± 1.5

キーワード：トンネル, 覆工コンクリート, 中流動

連絡先：東日本高速道路(株) 北海道支社 技術部技術企画課 TEL011-896-5367

4. 試験結果及び考察

(1) 自己充填性能に与える影響

自己充填性能に与える影響を検討した結果を図-2 に示す。U型充填高さは粗骨材容積の影響を受け、FA 混入量や繊維の混入に関わらず、単位粗骨材容積が少ない配合ほどU型充填高さが高くなる結果となった。これは、骨材相互の摩擦抵抗の影響と考えられ、粗骨材容積が少ない配合では、摩擦抵抗が弱くなることから、充填性能が向上したと考えられる。

これらのことから、中流動覆工コンクリートの自己充填性を考慮する場合、粗骨材容積について考慮する必要があると考えられる。

(2) 振動時の流動・充填性に与える影響

振動時の流動・充填性能に及ぼす影響のうち、細骨材率の影響を図-3 に、FA 混入量を変化させた場合の影響を図-4 に示す。細骨材率を変化させた場合、振動後の変形量は細骨材率 0.485 付近で最も小さくなる傾向を示し、変形量が最小となる範囲が存在する結果を示した。この傾向は、粗骨材容積を同一とし、FA 混入量により細骨材率が変化した場合においても同様の傾向が見られた。これは、細・粗骨材混合比率の変化に伴う必要締固めエネルギーの影響と考えられ、変形量が小さい部分は、実績率が最大となる混合比率付近にあることから締固めが容易となり、試験時の振動エネルギー内で締固めることができたこと、変化量の大きい部分は、試験時の振動エネルギーでは締固まらず、未だ液状化状態にあったためと推測される。

これらのことから、中流動覆工コンクリートの振動時の流動・充填性を考慮する場合、細骨材率の影響についても考慮する必要があると考えられる。

5. まとめ

本検討で得られた結果は次のとおりである。

(1) 自己充填性能に与える影響

U型充填高さは粗骨材容積の影響を受け、粗骨材容積が少ない配合ほどU型充填性能が向上する結果となった。中流動覆工コンクリートの自己充填性を考慮する場合、適切な粗骨材容積を用いる必要があると考えられる。

(2) 振動時の流動・充填性に与える影響

細骨材率を変化させた場合、振動後の変形量が最も小さくなる範囲が存在する結果となり、粗骨材容積を同一とし、FA 量により細骨材率が変化した場合においても同様の傾向が見られた。中流動覆工コンクリートの振動時の流動・充填性を考慮する場合、細骨材率の影響についても考慮する必要があると考えられる。

《参考文献》

・平成 20 年度 土木学会北海道支部論文報告集 第 65 号「中流動覆工コンクリートの性能に及ぼす配合の影響」

表-2 試験配合一覧

番号	W/P (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)						G容積	備考
			W	C	FA	S	G	PF		
MPG-1	44.0	47.0	154	270	80	845	954	-	0.360	細骨材率の影響
MPG-2		49.2				885	914	-	0.345	
MPF-1	49.8	49.8	154	270	60	909	914	-	0.345	FA混入量の影響
MPF-2	44.0	49.2			80	885				
MPF-3	39.5	47.8			120	835				
MPF (PF)	47.1	49.7	165	270	80	835	890	2.72	0.336	繊維混入の影響

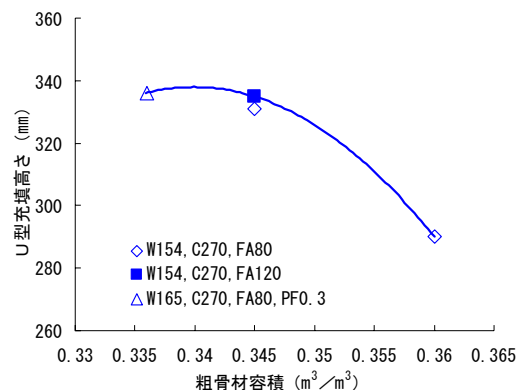


図-2 自己充填性能に与える粗骨材容積の影響

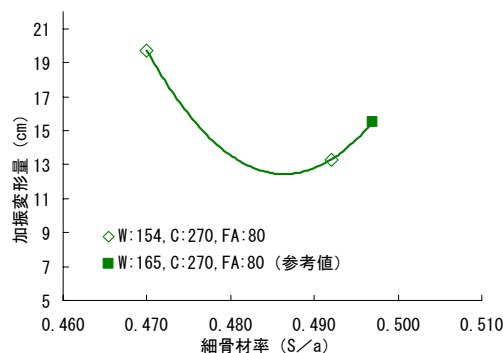


図-3 振動時の流動・充填性に与える細骨材率の影響

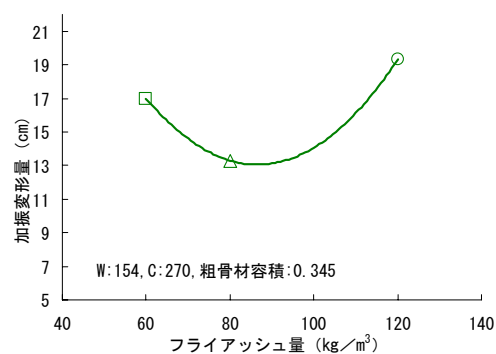


図-4 振動時の流動・充填性に与えるフライアッシュ混入量の影響