

中流動覆工コンクリートの配合設計方法の検討

(株)ネクスコ・エンジニアリング北海道 ○正会員 中村 泰誠
東日本高速道路(株) 北海道支社 正会員 谷藤 義弘
東日本高速道路(株) 北海道支社 勢登 義宏

1. はじめに

東日本高速道路(株)では、トンネル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の採用を検討し、現在その性能を基準化している。中流動覆工コンクリートは、スランブフローやU型充填高さのほか、施工による品質変動を少なくすることを目的として、使用コンクリートの振動エネルギーの最適値と施工時に作用させる振動エネルギーを約 3.7J/L で統一している。このため、使用するコンクリートには、最適振動エネルギーが約 3.7J/L であることが要求されるものの、現状ではこの振動エネルギーを考慮した中流動覆工コンクリートの配合設計方法は未だ確立されるに至っていない。

本検討は、中流動覆工コンクリートの配合設計方法を確立することを目的として、骨材および配合が振動エネルギーの最適値に与える影響を加振変形試験にて検証したものである。

2. 中流動覆工コンクリートの要求性能¹⁾

東日本高速道路(株)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配合基準を表―1に示す。中流動覆工コンクリートの最適振動エネルギーの評価は、3.7J/L を 10 秒作用させた時の変形量(加振変形量)によって評価している。

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)	スランブ および スランブフロー (cm)	空気量 (%)	U型充填高さ (流動障害なし) (mm)	加振 変形量 (cm)
18	20 および 25	スランブ 21±2.5 スランブフロー 35～50	4.5±1.5	280以上	10秒加振後の スランブフローの広がり 10±3

3. 試験概要

(1) 使用材料

本検討に使用した材料を表―2に示す。

(2) 試験条件

試験は、異なる骨材 2 種類を用い、スランブフロー35～50 cm, 空気量 3.0～6.0%としたコンクリートについて、中流動覆工コンクリートの加振変形および充填性試験方法(NEXCO 試験方法:試験法733)にて試験を行った。

(3) 試験配合および内容

試験配合を表―3に示す。

細骨材率の影響は、単位セメントペースト量を一定とし、細骨材率のみを変化させた配合で行った。フライアッシュ添加量の影響は、細骨材率を一定とし、フライアッシュ添加量のみを変化させた配合で行った。

4. 試験結果及び考察

(1) 細骨材率が与える影響

細骨材率が与える影響試験結果を図-1に示す。

試験を行った結果、骨材 A, B でそれぞれ得られる加振変形量が異なる結果となった。骨材 A では、細骨材率に伴い加振変形量が変化し、細骨材率 49%付近で加振変形量が最も小さくなる結果となった。一方、骨材 B では、細骨材率の変化に伴う加振変形量の変化は確認されず、加振変形量 12.2～12.6cm とほぼ同じ変形量を示す結果となった。

表-2 使用材料一覧

使用材料	種別	産地または製造	備考
水	上水道水		上水道水
セメント	普通ポルトランドセメント		密度3.16g/cm ³
混和材	フライアッシュJISⅡ種		密度2.20g/cm ³ 、フロー値比108%
骨材A	細骨材	陸砂	幌延町浜里産 密度2.65g/cm ³ 、実積率68.8%
	粗骨材	砕石2005	札幌市西区平和産 密度2.65g/cm ³ 、実積率60.0%
骨材B	細骨材	陸砂	苫小牧市勇払産 密度2.64g/cm ³ 、実積率69.4%
	粗骨材	陸砂利	苫小牧市勇払産 密度2.60g/cm ³ 、実積率66.2%
	粗骨材	砕石2005	由仁町産 密度2.65g/cm ³ 、実積率57.7%
混和剤	AE減水剤		山宗化学㈱ ポリカルボン酸系

表-3 試験配合一覧

	W/C	水結合材比 W/(C+FA) (%)	S/a	W	C	混和材 (FA)	Ag				Ad	備考
							S	G1	G2			
									kg/m ³			
A-S/a1	57	44.0	47.0	154	270	80	845	954	-	2.80	細骨材率の影響 (FA:80kg/m ³) 【材料A】	
A-S/a2			49.2			885	914	-	2.80			
A-S/a3		41.6	49.2			100	874	901	-	3.54	細骨材率の影響 (FA:100kg/m ³) 【材料A】	
A-S/a4			50.0			888	888	-	4.06			
B-S/a1	64.8	50.0	49.0	175	270	80	866	313	577	4.38	細骨材率の影響 (FA:80kg/m ³) 【材料B】	
B-S/a2			51.0			900	301	554	4.38			
B-S/a3			53.0			935	289	532	4.38			
B-S/a4			54.0			969	289	532	4.38			
A-FA1	57	44.0	49.2	154	270	80	885	914	-	2.80	フライアッシュ 添加量の影響 【材料A】	
A-FA2		41.6				100	874	901	-	3.54		
A-FA3		39.5				120	861	888	-	3.70		
B-FA1	64.8	50.0	51.0	175	270	80	900	301	554	4.38	フライアッシュ 添加量の影響 【材料B】	
B-FA2		47.3				100	890	296	546	4.26		

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

(2) フライアッシュ添加量が与える影響

フライアッシュ添加量が与える影響試験結果を図-2に示す。

試験を行った結果、骨材A, Bでそれぞれ得られる加振変形量が異なる結果となった。骨材Aでは、フライアッシュ添加量に伴い加振変形量が変化し、フライアッシュ量 $100\text{kg}/\text{m}^3$ で変形量が最も小さくなる結果となった。骨材Bでもフライアッシュ添加量増加に伴い変形量が小さくなる結果となった。

(3) 振動エネルギーの最適値の相違

使用骨材で加振変形量が異なること、配合により加振変形量が変わったのは、使用材料や配合により骨材粒子間隔やセメントペーストの液状化状態が変化し、これにより最適振動エネルギーが変化したためと考えられる²⁾³⁾。

5. 中流動覆工コンクリートの配合設計

中流動覆工コンクリートには、同一振動エネルギー内での締固め性も要求される。一般に同一スランプフロー・U型充填高さを得るための配合は使用する材料によって異なり、この違いは骨材粒子間隔やセメントペーストの液状化状態に影響を及ぼす。

図-3 は、これらの関係を概念的に示したものである。配合設計にあたっては、骨材粒子間隔やセメントペーストの液状化状態が最適振動エネルギーに与える影響も考慮し、スランプフローだけでなく加振変形量も考慮したセメントペースト量、U型充填高さだけでなく加振変形量も考慮した細骨材率を選定するとともに、水結合材比についても適切に選定する必要がある。これらを考慮し配合設計を行うことで要求値を満足する中流動覆工コンクリートの選定ができると考えられる。

6. まとめ

本検討で得られた結果は次のとおりである。

- (1) 加振変形量は、使用する骨材や配合（細骨材率やフライアッシュ添加量）によって変化する結果となった。これは、使用材料や配合の変化により骨材粒子間隔やセメントペーストの液状化状態が変化し、これにより最適振動エネルギーが変化したためと考えられる。
- (2) 中流動覆工コンクリートの配合設計にあたっては、スランプフローだけでなく加振変形量も考慮した単位セメントペースト量、U型充填高さだけでなく加振変形量も考慮した細骨材率を選定するとともに、水結合材比を適切に選定する必要がある。これらを考慮し配合設計を行うことで要求値を満足する中流動覆工コンクリートの選定ができると考えられる。

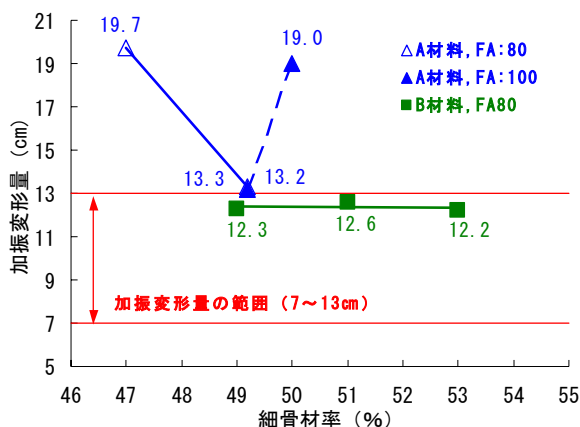


図-1 加振変形量に与える細骨材率の影響

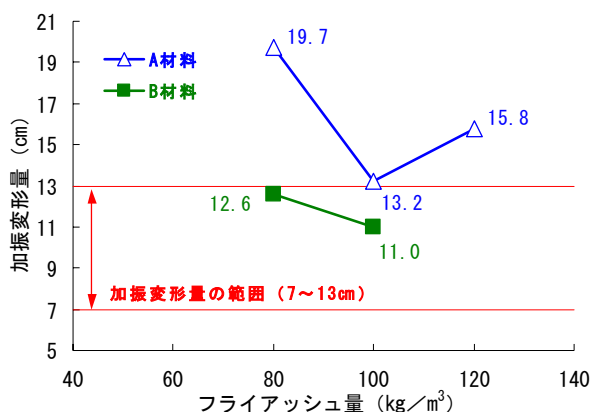


図-2 加振変形量に与える
フライアッシュ添加量の影響

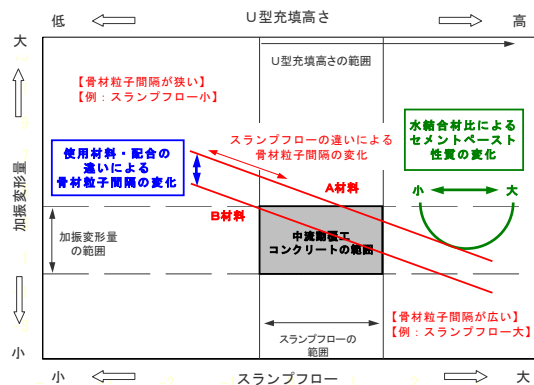


図-3 中流動覆工コンクリートの性能に
与える使用材料・配合の影響

参考文献

- 1) 東日本高速道路(株)：トンネル施工管理要領（中流動覆工コンクリート編）平成 20 年 8 月
- 2) 国府勝郎，上野敦：締固め仕事量に基づく超固練りコンクリートの配合設計，土木学会論文集，No.532，V-30，109-118，1996.2
- 3) 岩崎訓明：振動によるフレッシュコンクリートの液状化と内部振動機的作用領域に関する考察，土木学会論文集，第 426 号，V-14，1991 年 2 月