

増粘剤含有型流動化剤を用いた中流動コンクリートの品質に関する検討

東急建設株式会社 正会員 ○前原 聡, 笠倉 亮太, 池野谷 尚史, 早川 健司, 伊藤 正憲

1. はじめに

トンネル覆工のコンクリート打設では、狭隘な作業空間での施工が余儀なくされており、コンクリートの締固め不足による密実性の低下や充填不良による背面空洞の発生などの初期欠陥を生じる恐れがある。このため、トンネル覆工の施工性と品質の向上を目的とした中流動コンクリートの採用が注目されており、東・中・西日本高速道路㈱では、中流動コンクリートを規準化し、トンネル施工管理要領¹⁾を制定している。

中流動コンクリートは、粉体系および増粘剤系に分類されているが、増粘剤系中流動コンクリートの中でも、施工現場において、トンネル覆工に用いられる一般的なコンクリート(以下、普通コンクリートと称す)に増粘剤含有型流動化剤を添加し、中流動コンクリートを製造する方式は、比較的容易に適用可能であり、アジテータ車運搬時間によるスランプロスを鑑みて、打設直前に流動化剤の添加量を調整することで、適切な材料分離抵抗性と流動性を得ることができる等の利点がある。

本稿は、増粘剤含有型流動化剤を用いた中流動コンクリートのトンネル覆工への適用を視野にいれ、壁状試験体を用いて、材料分離抵抗性に関する品質評価試験の検討結果を報告する。

2. 実験概要

(1)コンクリートの配合と基本物性

表 1 に、コンクリートの使用材料を示す。セメントは、トンネル覆工に標準的に用いられる高炉セメント B 種とした。表 2 に、コンクリートの計画配合を示す。現場添加方式の中流動コンクリート(30-15(21)-20BB)のベース配合は、普通コンクリート(30-15-20BB)と同一配合であり、現場添加方式は C×0.4%の流動化剤を現場にて後添加した。プラント製造方式の中流動コンクリート(30-21-20BB)は、増粘剤含有型の高性能 AE 減水剤による実績配合を考慮し、セメント量を 340kg/m³とした。

表 3 に、中流動コンクリートのトンネル施工管理要領の要求性能¹⁾と基本物性を示す。現場添加方式とプラント製造方式の中流動コンクリートは、各要求性能を満足するものであり、増粘剤含有型の混和剤を使用することでブリーディング率が減少し、凝結始発時間が遅延する傾向を示した。

(2)試験体および打設方法

写真 1 に試験体の概要を示す。試験体長さは、トンネル覆工の打設 1 スパンの半分相当の 5.4m とし、高さ 2.15m、幅 0.35m の壁状試験体とした。コンクリートの打設方法は 4 層に分け、各層は片押しにて行った。

(3)品質評価試験

材齢 6 ヶ月後にトレント法による表層

キーワード：中流動コンクリート，トンネル覆工，流動化剤，表層透気係数，超音波伝播速度

連絡先：〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設株式会社 土木本部 土木技術設計部 TEL 03-5466-5322

表 1 使用材料

種類	記号	補元
セメント	C	高炉セメントB種、密度3.04g/cm ³
	S1	相模原産砕砂、表乾密度2.63g/cm ³ 、FM=3.00
	S2	八王子産砕砂、表乾密度2.63g/cm ³ 、FM=3.00
細骨材	S3	君津産陸砂、表乾密度2.56g/cm ³ 、FM=1.80
	G1	相模原産砕石、表乾密度2.66g/cm ³ 、実積率60.0%
	G2	八王子産砕石、表乾密度2.66g/cm ³ 、実積率60.0%
混和材	Ad1	高性能AE減水剤(ポリカルボン酸系)
	Ad2	増粘剤成分含有高性能AE減水剤(ポリカルボン酸系化合物と増粘性高分子化合物の複合体)
	Ad3	増粘剤成分含有流動化剤(ポリカルボン酸系化合物と増粘性高分子化合物の複合体)



写真 1 試験体の概要

表 2 コンクリートの計画配合

No.	記号	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)											
				W	C	S1	S2	S3	G1	G2	Ad1	Ad2	Ad3		
1	30-15-20BB	53.1	47.7	168	317	340	298	213	475	475	C*0.95%	-	-		
2	30-15(21)-20BB	53.1	47.7	168	317	340	298	213	475	475	C*0.95%	-	C*0.4%		
3	30-21-20BB	51.4	51.9	175	340	408	362	136	427	427	-	C*1.3%	-		

表 3 コンクリートの要求性能と基本物性

No.	記号	スランプ	スランプロー(mm)		空気量	U型充填高さ ^{※3}	ブリーディング率 ^{※3}	凝結時間(h・m) ^{※3}		圧縮強度(N/mm ²) ^{※3}		
		(cm)	加振前	加振後	(%)	(mm)	(%)	始発	終結	材齢1日	材齢7日	材齢28日
中流動コンクリート要求性能 ^{※1}		21±2.5	350~500	(100±30) ^{※2}	4.5±1.5	280以上	-	-	-	-	-	18.0以上
1	30-15-20BB	17.0	-	-	4.5	-	1.1	4-15	6-35	10.1	31.1	43.4
2	30-15(21)-20BB	-	435	550 (+115)	4.1	298	0.5	5-10	6-20	4.5	24.5	34.0
3	30-21-20BB	-	380	510 (+130)	5.4	320	0.7	5-25	6-55	6.0	28.0	37.6

※1:トンネル施工管理要領より、※2:10秒間加振後のスランプローの広がり、※3:現場環境下での試験結果

透気係数, 超音波伝搬速度, コア供試体による圧縮強度および粗骨材面積率の測定を行った. 表層透気係数とコア供試体の採取は, 高さ 0.8m 付近の打設 2 層目における水平方向の分布を, 超音波伝搬速度は, 高さ方向で 3 測線 (上段, 中段, 下段) における水平方向の分布を測定した.

3. 実験結果と考察

図 1 に材齢 28 日の圧縮強度に対する各コア供試体の圧縮強度比を, 図 2 に粗骨材面積比を示す. ここで, 粗骨材面積比は, 採取したコア供試体の断面における粗骨材面積率を計画配合における単位粗骨材かさ容積の比率にて除したものである. 現場添加方式とプラント製造方式の中流動コンクリートの圧縮強度比および粗骨材面積比は, 打設箇所付近の水平距離 0.4m の箇所と打設箇所より 5m 程度離れた箇所ではほぼ同等な値となり, コンクリートの横移動による材料分離は少ないと考えられる. 普通コンクリートでは, 水平距離が大きくなると圧縮強度比および粗骨材面積比とも減少する傾向を示し, 圧縮強度比で 3 割, 粗骨材面積比で 4 割程度の減少傾向が見られた.

図 3 にトレント法による表層透気係数を示す. 表層透気係数は, コンクリートの種類と水平方向の分布に様な傾向は見られなかった. これは, 表層透気係数は, コンクリート表層の含水率等の影響を受けることから測定対象物の日射, 立地方向が影響したものと考えられる.

図 4 に超音波伝播速度分布を示す. 超音波伝播速度は, コンクリートの圧縮強度および粗骨材かさ容積が大きくなると超音波伝播速度が大きくなる. 超音波伝播速度は, 下段においてはコンクリートの種類および水平方向に大きな差は見られないが, 中段においては, 普通コンクリートの水平距離が大きくなるにつれて超音波伝播速度が小さくなった. また, 上段においては, 現場添加方式とプラント製造方式の中流動コンクリートよりも普通コンクリートの超音波伝播速度は, 全体的に小さくなる傾向を示した. これは, 上段ではブリーディングの影響を受け易く, 圧縮強度の低下による超音波伝播速度の低下が顕著になり, 水平方向の違いが明確に見られなくなったものと考えられる. 以上より, 増粘剤成分含有型の流動化剤を普通コンクリートに添加して製造した中流動コンクリートは, 圧縮強度, 骨材面積比および超音波伝播速度の結果から, プラントで製造した中流動コンクリートと同等の性能を有していると考えられる.

4. まとめ

以下に本研究にて得られた知見を示す.

- (1) 普通コンクリートでは, 5m 程度横移動させると, 圧縮強度比で 3 割, 粗骨材面積比で 4 割程度の減少傾向が見られたが, 現場添加方式とプラント製造方式の中流動コンクリートではほぼ同等な値となった.
- (2) 現場添加方式の中流動コンクリートは, プラント製造方式の中流動コンクリートと同等の性能を有していることが確認され, トンネル覆工への適用に有効であると考えられる.

参考文献 1) 東・中・西日本高速道路株式会社: トンネル施工管理要領「中流動コンクリート編」平成 20 年 8 月

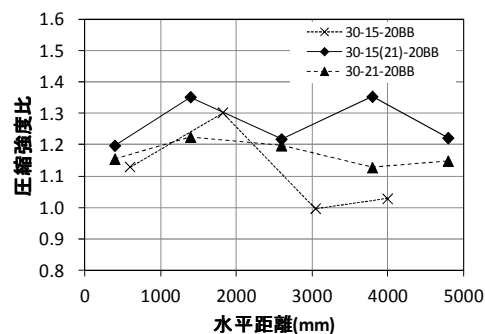


図 1 圧縮強度分布

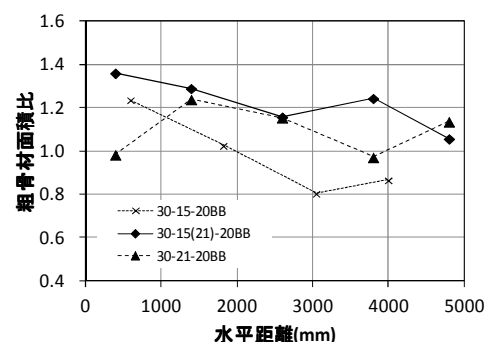


図 2 粗骨材面積率分布

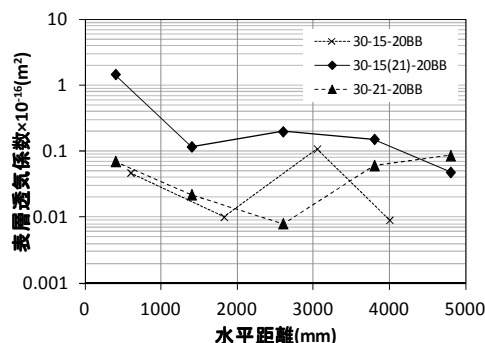


図 3 表層透気係数分布

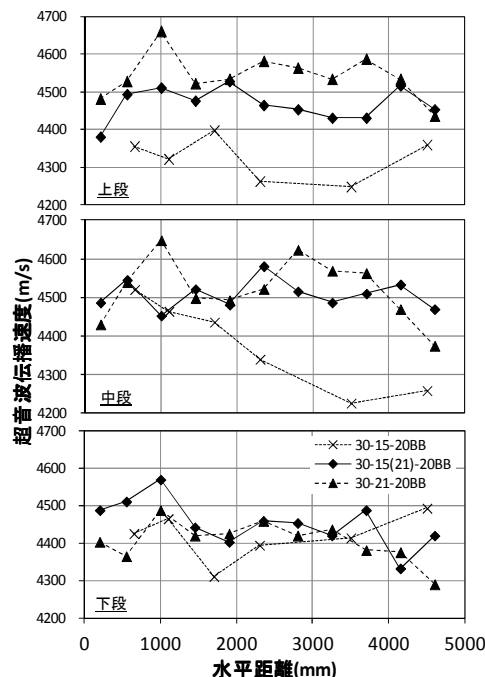


図 4 超音波伝播速度分布