

中流動コンクリートに用いる後添加型液体増粘剤の添加率範囲の検討

グレースケミカルズ 正会員 ○岩城 圭介
 グレースケミカルズ 宮川 美穂
 グレースケミカルズ 佐々木 秀一
 電気化学工業 正会員 入内島 克明

1. はじめに

近年、トンネル覆工コンクリート用途を中心に、締固め作業の省力化や充填性の向上を目的とした中流動コンクリートの施工例が増加している¹⁾。NEXCO トンネル施工管理要領に規定される中流動覆工コンクリートは、表-1に示すように、スランプ 21 ± 2.5 cm、スランプフロー 35~50 cm であり、さらに加振変形試験およびU形充填装置を用いた充填性試験により材料分離抵抗性などのフレッシュ性状が規定されている²⁾。また、材料分離抵抗性を得るための方策として石炭灰、石灰石微粉末による方法と高性能 AE 減水剤 増粘剤一液タイプを使用する方法が示されている。しかし、レディーミクストコンクリート工場においては、各種混和材料の調達やそれらの貯蔵のためのサイロ、タンク等の設備上の制約により上記の手法が適用できない可能性がある。

そこで本研究では、一般的なスランプ 15 cm のコンクリートに液体増粘剤を後添加することで中流動コンクリートとする方法を考え、その使用量の範囲について検討を行った。なお、使用した液体増粘剤は、少量のポリカルボン酸系化合物を含むため、粘性のみならず流動性も付与することができる。

2. 使用材料および試験配合

使用材料を表-2に、ベースコンクリートの試験配合を表-3示す。ベースコンクリートは、旧 NEXCO 施工管理要領の T3-1 を参考に、スランプ 15 ± 2.5 cm、単位セメント量 340 kg/m^3 の繊維補強コンクリートとした³⁾。なおスランプについては、そのばらつきの影響を検討するために、下限値、中央値、上限値として 13 ± 0.5 cm、 15 ± 1.5 cm、 17 ± 0.5 cm の3水準を設定し、単位水量の増減のみで調整した。

ベースコンクリートの練上りから 10 分経過後に液体増粘剤 VMA を添加し、中流動コンクリートとした。中流動コンクリートのスランプについても、基準の範囲 21 ± 2.5 cm の下限値、中央値、上限値として 19 ± 1.0 cm、 21 ± 1.0 cm、 23 ± 1.0 cm の3水準を設定し、3水準のベースコンクリートからそれぞれ3水準の中流動コンクリートとなるように VMA 添加量の調整を行った。

3. 試験方法

3.1 フレッシュ性状 VMAの後添加により中流動コンクリートとした直後と 30 分、60 分経過後においてスランプ、スランプフローの試験を行った。各値が目標性能を満足したものに対しては、加振変形試験およびU形充填性試験²⁾を行った。

3.2 硬化性状 トンネル覆工の脱型時間を考慮した材齢 16, 18, 20, 24 時間と、材齢 7 日、28 日で圧縮強度を測定した。

表-1 中流動コンクリートの目標性能

試験項目	基準
スランプ	21 ± 2.5 cm
スランプフロー	35~50 cm
空気量	$4.5 \pm 1.5\%$
加振変形試験	10 秒加振後のフローの広がり 10 ± 3 cm
U 形充填性試験	充填高さ 280 mm 以上（障害なし）

表-2 コンクリートの使用材料

区分・記号	種類・物性
水 W	上水道水
セメント C	普通ポルトランドセメント、密度 3.15 g/cm^3
細骨材 S	旧河川砂、表乾密度 2.56 g/cm^3
粗骨材 G	碎石 2005、表乾密度 2.58 g/cm^3
繊維 PP	ポリプロピレン、L=48 mm、密度 0.91 g/cm^3
混和剤 Ad	ポリカルボン酸系 高性能 AE 減水剤標準形 I 種
液体増粘剤 VMA	特殊増粘剤とポリカルボン酸系化合物

表-3 ベースコンクリートの試験配合

スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)					
			W	C	S	G	AD	PP
13 ± 0.5	50.3	54.8	171	340	937	804	2.55	2.73
15 ± 1.5	51.5		175					
17 ± 0.5	52.6		179					

キーワード：後添加、液体増粘剤、中流動コンクリート、トンネル覆工コンクリート、材料分離

連絡先：グレースケミカルズ 技術部 〒243-0807 神奈川県 厚木市 金田 100 Tel. 046-225-8877 Fax. 046-221-7214

表-4 フレッシュコンクリートの試験結果

目標スランプ (cm)		ベース		VMA 添加率 (C%)	VMA 添加後 中流動コンクリート												
		スランプ (cm)	空気量 (%)		スランプ (cm)			スランプフロー (cm)			空気量 (%)	加振変形広がり (cm)			U 形充填高さ (mm)		
ベース	中流動				0分	30分	60分	0分	30分	60分		0分	0分	30分	60分	0分	30分
13	19	13.0	4.4	0.55	20.0	18.9	18.0	36.5	32.0	31.0	5.5	11.0	-	-	297	-	-
	21	12.7	4.6	0.70	21.0	20.9	19.5	41.5	38.0	38.0	5.8	7.5	12.5	9.5	288	293	285
	23	13.0	4.6	0.90	21.8	21.5	20.5	49.5	46.0	42.0	5.6	6.5	9.0	10.0	277	282	280
15	19	15.9	4.2	0.35	18.7	17.8	17.0	36.5	30.0	26.5	5.8	10.0	-	-	302	-	-
	21	15.9	3.6	0.55	20.7	20.5	19.0	45.5	39.5	36.0	5.0	8.5	10.0	8.5	285	287	294
	23	15.2	4.7	0.70	22.3	21.0	19.7	47.0	42.0	40.0	5.4	12.5	11.5	9.5	287	300	283
17	19	17.5	4.2	0.20	19.8	17.3	14.9	34.0	31.0	28.0	5.5	14.5	-	-	252	-	-
	21	17.5	4.2	0.35	21.1	19.5	18.5	39.5	36.5	35.0	5.1	13.0	12.0	8.5	283	293	262
	23	17.2	4.0	0.55	22.6	20.7	19.8	45.0	40.0	37.0	5.0	11.0	10.5	9.0	285	290	285

4. 試験結果

4.1 フレッシュ性状 フレッシュ性状の試験結果を表-4 に示す。なお、表中の網掛けは、目標性能を満足しない試験結果である。VMA添加後の中流動コンクリートのスランブが19 cmのケースでは、経時にともない目標性能を逸脱する傾向がみられた。特にベースのスランブが17 cmの場合(SL 17-19)では、練上り時から加振変形試験の広がりが大きくU形充填高さが低い結果であった。これは、VMA添加率が0.20%と低いため粘性が不足したと考えられる。一方、ベースのスランブが13 cmでVMA添加後の中流動のスランブが23 cmの場合(SL 13-23)は、逆に加振後の広がり小さくU形充填高さが低い結果であった。これは、SL 13-23がスランブ増大量が最も大きいケースであり、VMA添加率が0.90%と最も高く、粘性が過大であったためと考えられる。以上より、練上り時の目標性能を満足するVMA添加率の範囲として0.35~0.70%が奨励される。また、VMA添加から30分以上の経時保持性を確保するには、練上り時のスランブを21 cm以上に設定することが奨励される。

4.2 硬化性状 スランブ15cmのベースコンクリートとスランブ15cmを21cmとした中流動コンクリートの圧縮強度を図-1に示す。VMA添加有無による圧縮強度の差異は認められない結果であった。また、図-2には、全ケースの圧縮強度をベースのスランブごと(同一W/Cごと)に示した。VMA添加率が0.90%と最も高いSL 13-23では、SL 13-19, SL 13-21に比べて圧縮強度が低い傾向がみられたが、その他については、ほぼ同等の強度発現性を示した。よって、VMA添加率0.90%は過添加であったと考えられる。

5. まとめ

本研究の範囲では、提案した液体増粘剤VMAの後添加により、良好なフレッシュ性状と強度発現性を有する中流動コンクリートの製造が可能であった。なお、VMAの添加率の範囲として0.35~0.70%が推奨できる。

【参考文献】1) 高速道路総合技術研究所：NEXCO 中流動覆工コンクリート技術のまとめ，pp.5-1-5-2，平成23年12月。

2) 東日本高速道路，中日本高速道路，西日本高速道路：トンネル施工管理要領，繊維補強覆工コンクリート編p.3，平成25年7月。

3) 東日本高速道路，中日本高速道路，西日本高速道路：トンネル施工管理要領，繊維補強覆工コンクリート編p.3，平成20年8月。

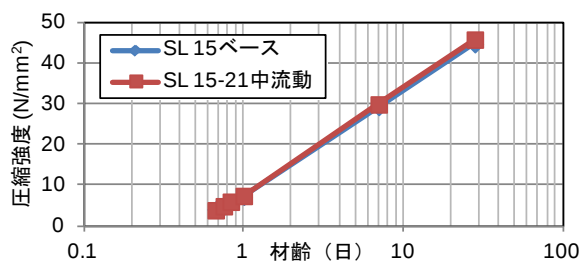


図-1 圧縮強度試験結果(ベースと中流動の比較)

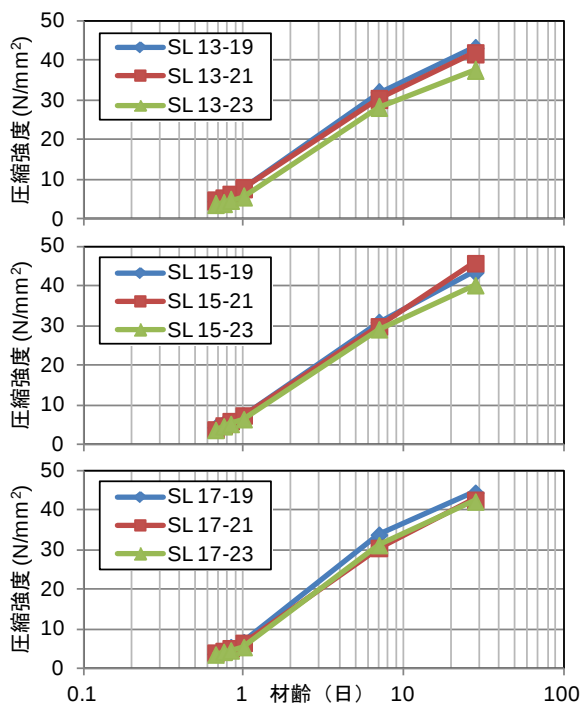


図-2 圧縮強度試験結果

(ベーススランブ：上 13cm，中 15cm，下 17cm)