

増粘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検討（その1 室内試験）

(株)大林組 正会員 ○西浦 秀明 正会員 秋好 賢治
(株)大林組 正会員 近松 竜一 正会員 桜井 邦昭

1. はじめに

山岳トンネルの覆工は、狭隘な空間内でコンクリートを打ち込み・締め固めるため、締め固め不足によるジャンカや充てん不良による背面空洞など、施工に起因した不具合が生じ易い。そこで覆工の高耐久化のため、東・中・西日本高速道路(株)では、「中流動覆工コンクリート」を新たにトンネル施工管理要領¹⁾(以下、施工管理要領)に取り入れ、幾つかの実施工²⁾に適用し、良好な施工結果を得ている。この施工管理要領では、中流動コンクリートの材料分離抵抗性を確保するために、フライアッシュや石灰石微粉末を用い単位粉体量を350kg/m³程度以上とすることを標準としている。これらの粉体を使用する際には、供給元プラントに新たな専用のサイロや計量器が必要となるため、中流動コンクリートの普及に向けた課題となっている。

本検討では、増粘剤の混和により材料分離抵抗性を確保する中流動コンクリートが製造できることを確認するとともに、フレッシュコンクリートの性状、強度特性および耐久性について報告する。

2. 増粘剤を用いた中流動コンクリート

(1) 中流動コンクリートの要求性能

本検討での中流動コンクリートの目標性能は、表-1に示すような施工管理要領の各値を用いた。ここで、加振変形量とは、3.7 (J/L) の振動エネルギーを作用させ際のスランプフローの変化量のことであり、振動作用下における中流動コンクリートの変形性能を評価するものである。U形充てん試験は、高流動コンクリートの充てん性試験 (JSCE-F511) で条件をランク 3 とした場合と同様な試験である。なお、両試験方法は、JHS733-2008として規格化されている。

(2) コンクリート配合と使用材料

検討したコンクリート配合と使用材料を表-2、3に示す。

標準的に覆工に使用される配合を基準配合 (No. 1) に設定した。この配合に、フライアッシュ (FA) を混入した粉体配合 (No. 2)、増粘剤を添加した増粘剤配合 (No. 3)、さらに配合 No. 3 にシリカ質微粉末 (SF) を 5kg/m³ 混入した「増粘剤+SF 混和配合」(No. 4) の4種類について検討した。ここで、シリカ質微粉末は平均粒径が 1 μm

表-1 中流動コンクリートの要求性能

設計基準強度(σ 28) (N/mm ²)	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	加振変形量 (cm)	U形充てん高さ (障害なし) (cm)
18	35~50	4.5±1.5	10±3 (10秒加振後の スランプフロー の広がり)	28以上

表-3 使用材料

種類	記号	物理的性質など
セメント	C	普通ポルトランドセメント、密度3.16g/cm ³
フライアッシュ	FA	JIS II 種相当品、密度2.25g/cm ³
シリカ質微粉末	SF	ジルコニア起源、密度2.40g/cm ³ 比表面積87000cm ² /g、平均粒径1μm
細骨材	S	勇払産陸砂 表乾密度2.68g/cm ³ 、吸水率1.60%、粗粒率2.64
粗骨材	G1	勇払産砂利(容積比35%) 最大粗骨材寸法25mm 表乾密度2.66g/cm ³ 、吸水率0.88%、実積率66.9%
	G2	由仁産砕石(容積比65%) 最大粗骨材寸法20mm 表乾密度2.65g/cm ³ 、吸水率1.84%、実積率59.1%
混和剤	WR	AE減水剤(リグニンスルホン酸)
	SP	高性能AE減水剤(ポリカルボン酸)
	VA	増粘剤成分含有高性能AE減水剤 (ポリカルボン酸)
	AE	AE助剤(変性アルキルカルボン酸化合物)

表-2 検討ケースおよびコンクリートの配合とフレッシュコンクリートの試験結果

No.	中流動 コンクリート にする方法	W/P (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤(C+FA×%)			SF (外割) (kg/m ³)	フレッシュコンクリートの性状				
				W	P		S	G1	G2	WR	SP		VA	スランプフロー(cm)		空気 量 (%)	U形充て ん高さ (cm)
					C	FA								加振前	加振後		
1	基準コンクリート	58.3	48.0	175	300	0	881	330	614	0.25	0	0	0	スランプ17.5cm		4.0	—
2	粉体(FA)増量	47.3	50.0			70	876	302	556	0	0.8	0	0	48.5	58.5	4.9	34.0
3	増粘剤混和	58.3	52.7			0	967			0	0	0.95	0	46.0	55.5	4.0	33.0
4	増粘剤＋SF混和	58.3	52.7			0	967			0	0	0.95	5	45.0	56.0	4.5	33.5

キーワード 中流動コンクリート、増粘剤、トンネル、覆工コンクリート、流動性、シリカ質微粉末

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL 03-5769-1319

3. 実験結果および考察

上述した試験結果を表-2に、加振前後の状況を写真-1に示す。増粘剤を用いた配合(No. 3、No. 4)は、表-1の要求性能を満足でき、加振後は流動先端まで粗骨材が行き渡っており、モルタル分と粗骨材との分離状況はなかった。

ブリーディングおよび凝結試験結果を図-2に示す。増粘剤配合(No. 3)のブリーディング率は、基準配合(No. 1)に比べ1%低減する結果となった。また、SFを5kg/m³混入したSF混和配合(No. 4)は、粉体配合(No. 2)と同程度までブリーディングを低減できている。SFは、粒径が小さく表面積が大きいいため、少量の混入でもブリーディング抑制に大きく寄与するためと考えられる。

増粘剤系配合(No. 3、No. 4)の凝結時間は、粉体配合(No. 2)に比べ1時間程度は早くなっている。増粘剤系配合は、粉体系の中流動コンクリートに比べ、打設側圧の作用時間が短く施工上有利となる。

圧縮強度試験結果を図-3に示す。増粘剤系配合(No. 3、No. 4)の材齢18時間の強度は約3N/mm²で、標準的に脱型時に必要とされる1~2N/mm²程度を満足しており、従来の施工サイクルで覆工の施工を行うことができる。また、材齢7、28日の強度も基準配合と同等の強度発現性を有している。

また、増粘剤系配合(No. 3、4)の促進中性化試験(JIS A1153)及び塩化物イオン浸漬試験(JSCE-G 572)結果は、基準配合(No. 1)と遜色無く、十分な耐久性を有していることを確認できた。

4. まとめ

増粘剤を用いることで材料分離抵抗性を付与した中流動コンクリートの諸性質について室内試験により確認した。得られた知見を以下に示す。

- (1) 増粘剤を混和することで、施工管理要領を満足する中流動コンクリートが製造できる。
- (2) 増粘剤系中流動コンクリートは、従来の覆工コンクリートと同等の強度発現性、ならびに中性化や塩分浸透に対する抵抗性を有している。
- (3) 増粘剤系中流動コンクリートにシリカ質微粉末を5kg/m³混入することで、粉体量を増加した配合と同程度までブリーディングを低減できる。

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「中流動覆工コンクリート編」、2008.8
- 2) 日刊建設工業新聞；建設テクノロジー(2009.10.19記事)

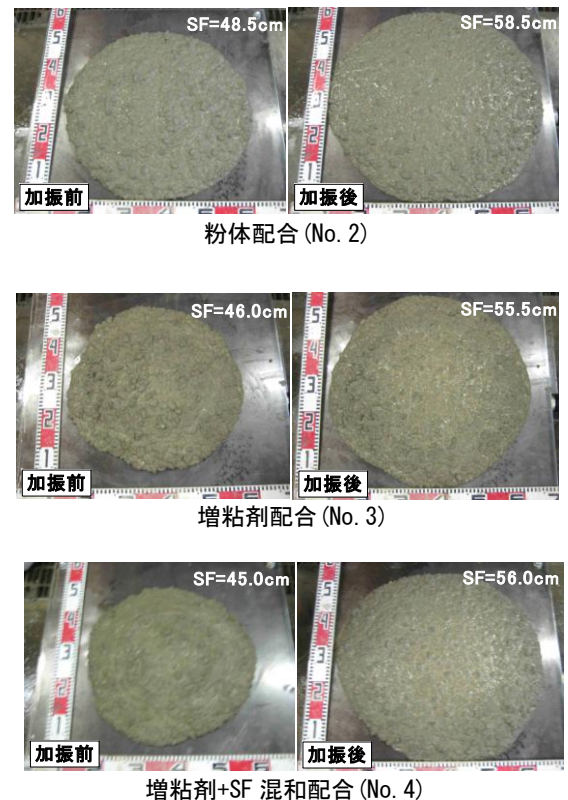


写真-1 加振・変形試験前後のコンクリートの状況

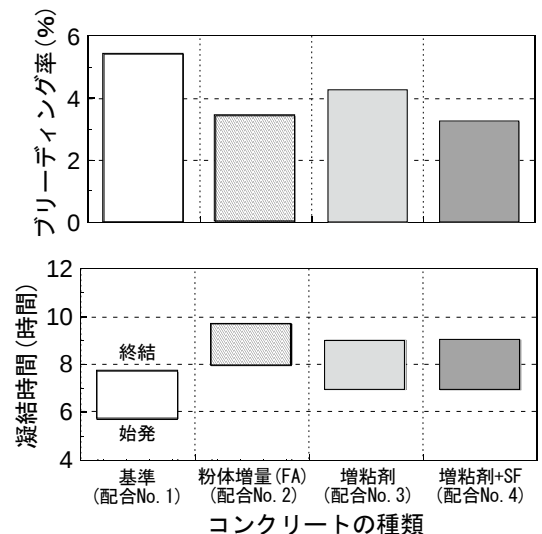


図-2 ブリーディングおよび凝結試験結果

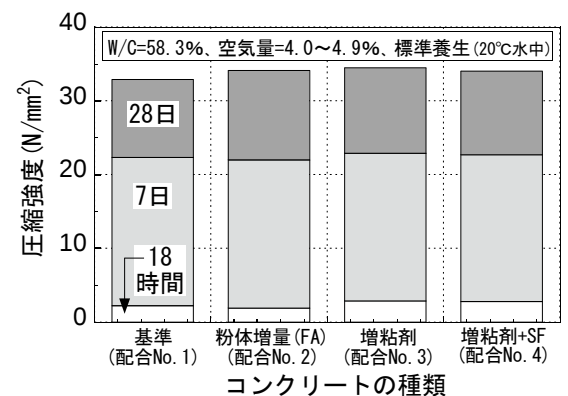


図-3 圧縮強度試験結果