

増粘剤を含む流動化剤を使用した中流動コンクリートのトンネル覆工への適用

(株)熊谷組 東北支店

野々村 嘉映 高松 雅宏

電気化学工業(株)

正会員

入内島 克明

勝田 義康

グレースケミカルズ(株)

正会員

○宮川 美穂

会場 琢

1. 目的

トンネルの覆工コンクリートの施工は、狭小空間での作業となることが多く、締固めおよび筒先の移動が充分に行える空間を確保できない場合があり、締固め不足によるコンクリートの密実性低下、充填不足による背面空洞の発生などが懸念されている¹⁾。対策として、流動性、充填性および材料分離抵抗性の高い中流動コンクリートが開発され、現在、適用例が増えている。ここで述べる中流動コンクリートは、スランプ15～18cmの普通コンクリートとスランプフロー65cm程度の高流動コンクリートの中間的な性状を有するスランプフロー35～50cm程度の流動性を有するコンクリートである。東・中・西日本高速道路(株)では、アーチ・側壁部の覆工コンクリートに中流動コンクリートの使用を標準としており²⁾、ますます中流動コンクリートへの需要は高まっている。

中流動コンクリートの配合材料に関しては、石灰石微粉末やフライアッシュ等を使用した粉体系と、増粘成分を配合した高性能AE減水剤を使用した増粘系があり、粉体系の場合、粉体の調達やそれらを貯蔵する設備の増設が必要となり、一部地域では製造が困難であることが課題になっている。加えて、今回適用した東北地方では、東日本大震災の復旧・復興工事が本格化し、レディーミクストコンクリート工場(以下、生コン工場)への設備や時間等の負荷なく中流動コンクリートを製造できる方法が望まれている。

本研究では、生コン工場から普通コンクリート(以下、ベースコンクリート)を出荷し、流動化剤を現場添加し中流動コンクリートの製造を行った。使用する流動化剤は、増粘剤が配合されており、一般の流動化剤よりも分離抵抗性が優れている材料を使用した³⁾。

2. 適用現場

現場添加型の流動化剤を用いた中流動コンクリートを適用した工事ならびに適用箇所を以下に示す。

現場1: 国道45号 釜石山田道路工事のうち、八雲第2トンネルの県道交差部の小土被り箇所の覆工コンクリート厚さ40cmの複鉄筋構造区間。

現場2: 津付ダム付替国道397号3号トンネル築造工事(子飼沢トンネル) 終点坑口部の覆工コンクリート厚さ35cmの単鉄筋構造区間および坑門工。

3. 使用材料

表-1に使用材料を示す。現場1では高炉セメントB種、現場2では、普通ポルトランドセメントを使用した。

4. コンクリート配合ならびに中流動コンクリート製造方法

中流動コンクリートの目標性能は、NEXCO 施工管理要領(中流動覆工コンクリート編)に準じ、スランプ 21 ± 1.5 cm, スランプフロー35～50cm, 空気量 $4.5 \pm 1.5\%$, 加振変形試験 10秒加振後のスランプフローの広がり 10 ± 3 cm, U形充填高さ(障害なし)280mm以上とした。ただし、スランプ値は 21 ± 2.5 cmが基準であるが、本報告の現場では上記の規格とした。

表-2に各現場のベースコンクリートの配合を示す。両現場ともに、スランプ 15 ± 2.5 cmのベースコンクリートを現場まで運搬し、現場で流動化剤を添加し中流動コンクリートとした。流動化剤添加率は、結合材に対して0.6%一定とした。流動化剤は、専用添加装置を用いてトラックアジテータへ直接添加し90秒間かくはんを行い均一に分散したことを確認した。

キーワード 中流動コンクリート, トンネル覆工, 流動化剤 増粘剤一液タイプ, 現場添加

連絡先 〒243-0807 神奈川県厚木市金田100 グレースケミカルズ(株) 技術部 TEL: 046-225-8877

表-1 使用材料

使用材料・記号	材料名／現場 1	材料名／現場 2
セメント C	高炉セメント B 種 密度 : 3.04 g/cm ³	普通ポルトランドセメント 密度 : 3.16 g/cm ³
膨張材 E	膨張材 1 密度 : 3.16 g/cm ³	膨張材 2 密度 : 3.11 g/cm ³
細骨材 S1	砕砂 FM=2.70 密度 2.68 g/cm ³	砕砂 FM=2.80 密度 2.67 g/cm ³
細骨材 S2	砂 FM=2.80 密度 2.68 g/cm ³	-
粗骨材 G1	砕石 2005 密度 2.72 g/cm ³	砕石 2005 密度 2.71 g/cm ³
粗骨材 G2	砕石 2005 (石灰石) 密度 2.70 g/cm ³	-
混和剤 Ad	AE減水剤 標準形 (リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸エーテルの複合体)	
流動化剤 Ap	流動化剤 増粘剤一液タイプ 標準形 I 種 (特殊増粘剤とポリカルボン酸系化合物)	

表-2 コンクリート配合

現場1 : 30-15-20BB							
W/B	s/a	単位量 (kg/m ³)					
(%)	(%)	W	C	E1	S1+S2	G1+G2	Ad
47.5	52.4	162	321	20	957	877	3.07
現場2 : 24-15-20N							
W/B	s/a	単位量 (kg/m ³)					
(%)	(%)	W	C	E2	S1	G1	Ad
52.5	53.1	170	304	20	967	867	2.59

5. 試験結果

図-1 に現場 2 におけるベースコンクリートのスランプを、図-2 に中流動コンクリートのスランプフローを示す。ベースコンクリートのフレッシュ性状が規格内であれば、中流動コンクリートのスランプ・スランプフローも規格内となり、いずれも目標性能を満足できるコンクリートであった。流動化剤を現場添加した中流動コンクリートは、生コン工場出荷コンクリート同様に安定した品質を確保できると考えられる。

空気量に関しては、ベースコンクリートと中流動コンクリートでは、中流動コンクリートの方が上昇する傾向にあったが、ベースコンクリートの空気量+1.0%以内であった。

図-3 に現場 2 の各 BL におけるトラックアジテータ 1 台目および 8 台目のコンクリートの圧縮試験結果を示す。材齢 28 日圧縮強度の平均値は 33.7N/mm²、標準偏差は 1.89 であった。呼び強度 24N/mm² に対して、充分満足できる結果であった。

打設状況を目視観察したところ、高い流動性ならびに分離抵抗性を有した中流動コンクリートであり、仕上がり状況も良好であった。

流動化剤を現場添加した中流動コンクリートは、生コン工場への設備や時間等の負荷なく製造できる一手法として有益であると考えられる。

参考文献

- (株) 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, 平成23年12月
- 東・中・西日本高速道路(株) : 設計要領 第三集 トンネル, 平成24年7月
- 宮川美穂, 岩城圭介, 佐々木秀一, 入内島克明 : 後添加型液体増粘剤を使用した中流動コンクリートに関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, pp.160-165, 2014

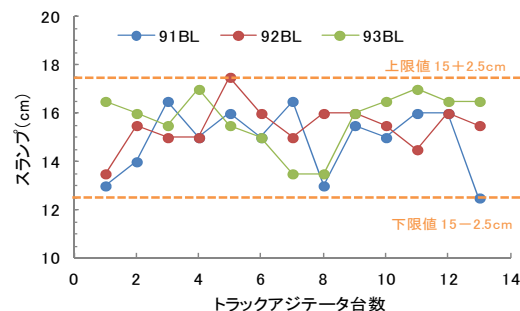


図-1 ベースコンクリートのスランプ

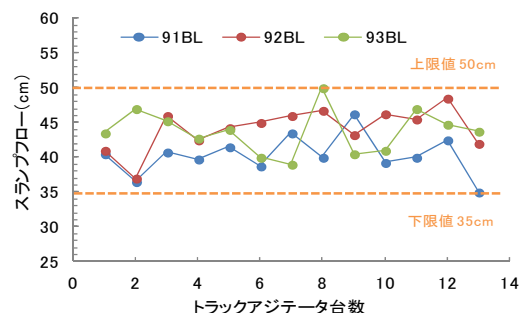


図-2 中流動コンクリートのスランプフロー

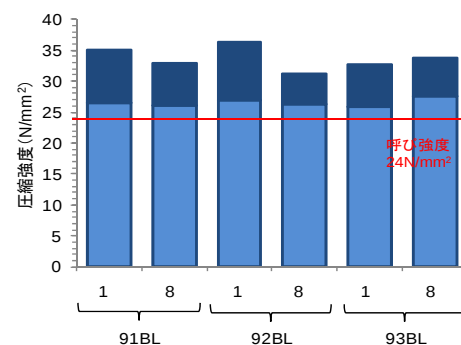


図-3 圧縮試験結果