

後添加型特殊混和剤を用いた覆工用中流動コンクリートのフレッシュ性状評価

鹿島建設株式会社 正会員 ○佐藤 崇洋 坂井 吾郎 近藤 啓二 尾口 佳丈
 BASF ジャパン株式会社 正会員 作榮 二郎

1. はじめに

近年、トンネル覆工コンクリートにおける品質の向上や作業性の改善を目的に、覆工用中流動コンクリートが開発され¹⁾、適用実績を伸ばしつつある。しかし、石灰石微粉末等の混和材の添加が必要であることから、市中のレディーミクストコンクリート工場における製造が困難な場合があることが課題となっていた。その対策の1つとして、高性能 AE 減水剤と増粘剤を一液にした混和剤を使用した増粘剤系中流動コンクリートを製造する技術²⁾が開発されている。著者らは、この技術を応用し、スランプ 15cm 程度の通常のコンクリートに、前述の混和剤をベースに開発した増粘成分を含有する特殊混和剤を現場で後添加することによって、覆工用中流動コンクリートを製造することを検討した。本稿では、室内試験による検討の結果を述べる。

2. 使用材料および配合

使用材料を表-1に、ベースコンクリートの配合を表-2に示す。配合 No.1 は、当該材料を用いてコンクリートを製造しているレディーミクストコンクリート工場にて実績のある、スランプ 15cm の配合である。配合 No.2 および No.3 は、配合 No.1 をベースに、細骨材率を 47.5、50.0%と大きくしたものである。これは、覆工用中流動コンクリートにおいては、材料分離抵抗性を付与するために、石灰石微粉末等の混和材あるいは増粘剤等を添加することに加えて、通常のコンクリートよりも細骨材率を大きくするように配合設計を行うことが重要であり、既往の実験や施工において 50%程度とされていることによる。配合 No.4 については、骨材の違いによる影響を確認するため、配合 No.3 と同配合としつつ、使用する骨材を変更したものである。なお、特殊混和剤の添加量は、ベースコンクリートのスランプを確認したうえで、後添加後のスランプおよびスランプフローが所定の範囲に入るように調整した。

表-1 使用材料

使用材料	記号	摘要
水	W	上水道水, 密度: 1.0g/cm ³
セメント	C	普通ポルトランドセメント, 密度: 3.15g/cm ³
細骨材	S	白山町藤産砕砂, 表乾密度: 2.65g/cm ³ , 吸水率: 0.97%, 粗粒率: 2.78
		大井川水系陸砂, 表乾密度: 2.57g/cm ³ , 吸水率: 2.64%, 粗粒率: 2.71
粗骨材	G	宮川流域産砂利 2505, 表乾密度: 2.63g/cm ³ , 粗粒率: 6.98
		青梅産砕石 2005, 表乾密度: 2.66g/cm ³ , 粗粒率: 6.66
混和剤	AE	AE 減水剤 (リグニンスルホン酸化合物)
	SP	高性能 AE 減水剤 (ポリカルボン酸エーテル系化合物)
	VSP	特殊混和剤 (ポリカルボン酸エーテル系化合物と増粘性高分子化合物の複合体)

表-2 コンクリート配合

配合	使用骨材		W/C (%)	s/a (%)	単用量(kg/m ³)						後添加 VSP (ml)
	細骨材	粗骨材			W	C	S	G	AE (%)	SP (%)	
No.1	白山町藤産砕砂	宮川流域産砂利	50.0	42.5	171	342	761	1020	1.00	-	800
No.2			50.0	47.5	170	340	855	934	-	0.80	600
No.3			53.0	50.0	175	330	896	886	-	0.75	600
No.4	大井川水系陸砂	青梅産砕石	53.0	50.0	175	330	869	896	0.80	-	800

表-3 試験項目, 試験方法および要求性能

試験項目	試験方法	規格値
スランプ試験	JIS A 1101 に準拠	21±2.5(cm)
スランプフロー試験	JIS A 1150 に準拠	35~50(cm)
加振変形試験	JHS 733-2008 に準拠	10±3(cm) (10 秒加振後のスランプ フローの広がり)
U 形充填性試験	JHS 733-2008 に準拠	280mm 以上

を付与するために、石灰石微粉末等の混和材あるいは増粘剤等を添加することに加えて、通常のコンクリートよりも細骨材率を大きくするように配合設計を行うことが重要であり、既往の実験や施工において 50%程度とされていることによる。配合 No.4 については、骨材の違いによる影響を確認するため、配合 No.3 と同配合としつつ、使用する骨材を変更したものである。なお、特殊混和剤の添加量は、ベースコンクリートのスランプを確認したうえで、後添加後のスランプおよびスランプフローが所定の範囲に入るように調整した。

3. 試験概要

コンクリートの練混ぜには 55ℓ パン形ミキサ (60rpm) を使用し、練混ぜ量は 30ℓ とした。ベースコンクリートの練混ぜ時間は 90 秒とし、スランプを確認後、特殊混和剤を後添加して、さらに 120 秒間練り混ぜた。フレッシュ性状の試験項目、試験方法および覆工用中流動コンクリートの要求性能¹⁾を表-3に示す。なお、加振変形試験は写真-1に示す振動台を使用し、加振前と 10 秒加振後のスランプフローのキーワード トンネル, 中流動コンクリート, 特殊混和剤, 後添加, 増粘剤



写真-1 加振変形試験機

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設株式会社 技術研究所 TEL042-489-8008

差を確認する試験である。

4. 試験結果および考察

ベースコンクリートおよび特殊混和剤添加後の覆工用中流動コンクリートのスランブ試験結果を図-1に示す。配合 No.1~No.4 の特殊混和剤添加後のスランブは、19.5~22.5cm の範囲にあり、規格値 21±2.5cm を満足した。

特殊混和剤添加後の覆工用中流動コンクリートのスランブフローおよび加振変形試験後のスランブフローを図-2に示す。配合 No.1~No.4 のスランブフローは 42.0~44.5cm の範囲にあり、規格値 35~50cm を満足した。また、加振前と 10 秒加振後のスランブフローの差も 10.0~12.5cm の範囲にあり、規格値 10±3cm を満足する結果であった。ただし、特殊混和剤添加後の配合 No.1 については、写真-2 に示すように全体的にモルタル分が不足しているように見るとともに、スランブフローの広がり方に偏りがあり、スランブフロー先端部においては一部で粗骨材の分離が認められた。これに対して、配合 No.2, No.3 および使用骨材を変更した配合 No.4 については、写真-3 に示すように、スランブフローが一様に広がり、先端部における粗骨材の分離も認められなかった。なお、加振後のスランブフローについては、いずれの配合においてもモルタルの先流れや粗骨材の分離は確認されなかった。

細骨材率と U 形充填性高さ関係図を図-3に示す。配合 No.1 の U 形充填高さは 207mm と規格値を満足しなかった。これは、配合 No.1 の単位粗骨材量が多いことに加え、前述したモルタル分の不足により粗骨材どうしの干渉が生じて流動性および充填性が低下したものと考えられる。一方、配合 No.2~No.4 は、282~340mm の範囲にあり、規格値 280 mm 以上を満足した。また、同一配合で骨材が異なる配合 No.3 と No.4 は、特殊混和剤添加後のスランブおよびスランブフローがほぼ同じであるが、U 形充填高さは配合 No.4 の方が大きくなった。使用骨材（配合 No.3 は砕砂と砂利、配合 No.4 は陸砂と碎石）としては、細骨材では配合 No.4 が、粗骨材では配合 No.3 の方が充填高さに対して有利になると考えられるが、今回の材料では細骨材の影響が支配的であったものと推察される。

5. まとめ

今回の実験の範囲において、単位水量 170~175 kg/m³、単位セメント量 330~340kg/m³、細骨材率 47.5~50.0%としたスランブ 15cm 程度のコンクリートに特殊混和剤を後添加することで、要求性能を満足する覆工用中流動コンクリートが製造可能であることを確認した。

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，2011.7
- 2) 坂井吾郎ほか：特殊な混和剤を用いたトンネル覆工用中流動コンクリートの開発，セメント・コンクリート，No.787，2012.9

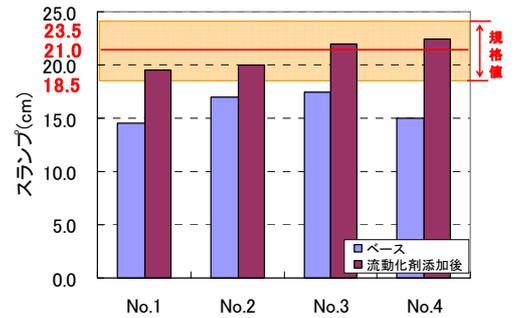


図-1 スランブ試験結果

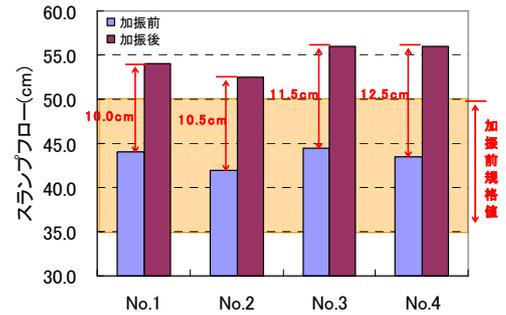


図-2 加振変形試験結果



写真-2 配合 No.1 のスランブフロー

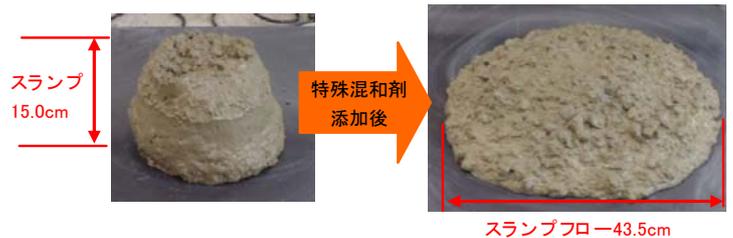


写真-3 配合 No.4 のフレッシュ性状

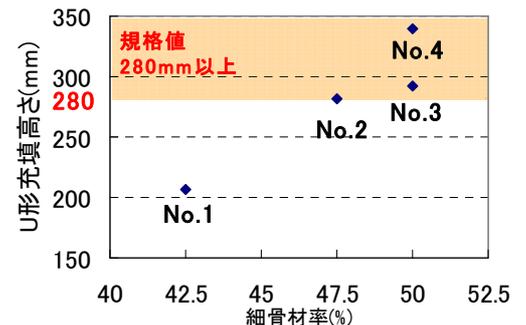


図-3 細骨材率と U 形充填性高さ関係