

中流動コンクリートの基礎的研究

鉄建建設 正会員 ○川又 篤 正会員 西脇敬一
同上 唐沢智之 正会員 松岡 茂

1. はじめに

覆工コンクリートについては、振動・締め固め作業を行うことを前提にスランプ 12~18cm 程度の普通コンクリートが一般的に用いられている。そのため、振動・締め固めを十分に行うために、多くの作業員を必要としている。一方、社会的な背景からトンネルの建設費用の縮減、高品質化が求められており、その対策の 1 つとして高強度・高流動コンクリートによる覆工コンクリートの巻き厚の低減がある。しかしながら、高流動コンクリートのコストが高いため、覆工コンクリートに高流動コンクリートを適用する事例は非常に少ない。覆工は、コンクリートの流動を阻害する鉄筋が配置されていない場合が多いことと、型枠外や打設口などから補助的に振動・締め固め作業が可能であることから、高流動コンクリートのように優れた流動性および自己充てん性を有していないが、従来のコンクリート（スランプ 12~18cm）より流動性に優れたもの（スランプフロー45cm 程度、以下、中流動コンクリートと呼ぶ）を適用しても、コンクリート打設作業の省力化および巻き厚の低減が図れるものと思われる。そこで、従来のコンクリートより流動性に優れた中流動コンクリートの基礎性状を確認することを目的に各種実験を行った。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの配合

実験を行ったコンクリートの配合を表-1 に、使用材料を表-2 に示す。材料分離抵抗性の向上を目的にセメントの他にフライアッシュ、石灰石微粉末などの粉体を混入した中流動コンクリートが研究¹⁾されているが、この場合、中流動コンクリートを製造できる生コン工場は、粉体用の予備サイロを保有している工場に限られる。そこで、使用する生コン工場の設備に関係なく製造ができるように、粉体はセメントのみとし、高炉セメント B 種を使用した。配合 1 は基本となる中流動コンクリートの配合である。配合 2 は繊維混入した場合の中流動コンクリートであり、繊維の分散性、繊維混入によるスランプフローの低下を見込み、単位セメント量と混和剤の添加量を増やした。配合 3 は比較用の普通コンクリートである。

2.2 必要性能と試験方法

中流動コンクリートの必要性能と試験方法を表-3 に示す。スランプフローについては、スランプ 21cm の普通コンクリートとスランプフロー60cm の高流動コンクリート(ス

表-1 コンクリートの配合

配合 No.	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)							
			水	セメント	細骨材	細骨材	粗骨材	繊維	高性能 AE 減水剤 SP	AE 減水剤 Ad
			W	C	S1※1	S2※1	G	F		
1	46.5	50.0	165	355	260	630	882	-	2.66※2	-
2	44.6	50.0	165	370	258	626	875	3.9※3	2.96※2	-
3	57.3	44.7	157	274	244	592	1026	-	-	1.37※2

※1: 細骨材混合率 S1: S2=30: 70

※2: No. 1 C×0.75%, No. 2 C×0.80%, No. 3 C×0.50%

※3: Vol×0.3%

表-2 使用材料

材料	記号	種類	物性他
セメント	C	高炉セメント B 種	密度 3.04g/cm ³
細骨材	S1	砕砂	宮崎県日向市産 表乾密度 2.58g/cm ³ 、粗粒率 2.81
	S2	砕砂	大分県津久見市産 表乾密度 2.67g/cm ³ 、粗粒率 2.71
粗骨材	G	砕石 2005	宮崎県日向市産 表乾密度 2.62g/cm ³ 、実積率 59.0%
混和剤	SP	高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸系 密度 1.08g/cm ³
	Ad	AE 減水剤	リグニンスルホン酸化合物密度 1.25g/cm ³
繊維	F	PVA 繊維	密度 1.30g/cm ³ 、長さ 40mm、直径 0.66mm

表-3 必要性能

必要性能				試験方法	評価値		
					中流動コンクリート		普通コンクリート
					繊維混入後	繊維混入前	
フレッシュコンクリート	流動性	スランプ フロー (cm)	(cm)	JIS A 1150	45.0±5.0	(50.0±5.0)※1	-
		L フロー※2 (cm)	(cm)	JSCE-F 514	-	-	-
		スランプ (cm)	(cm)	JIS A 1101	-	-	15.0±2.5
	自己充てん性	U 形 自己充てん高さ (mm)	(mm)	JSCE-F 511	300 以上 (障害なし)	300 以上 (障害なし)	-
		材料分離抵抗性		目視	-	-	-
硬化コンクリート	空気量 (%)			JIS A 1128	4.5±1.5	4.5±1.5	4.5±1.5
	圧縮強度(材齢 28 日) (N/mm ²)			JIS A 1108	-	-	-
	長さ変化			JIS A 1129	-	-	-
	自己収縮			JCI 法	-	-	-

※1: 目標値、繊維混入後に 45.0±5.0 を満足する範囲で適宜調整する。

※2: フロー停止後、容器に棒状パイプレータを押し当て 50cm 到達時間および 75cm 到達時間を測定した。また、材料分離状況を目視観察した。

キーワード トンネル、覆工コンクリート、中流動、施工性向上

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設(株) 建設技術総合センター TEL 0476-36-2355

ランプ 25cm 程度) の中間を目指し、45cm (スランプ 23cm 程度) に設定した。なお、配合 2 の繊維混入前のスランプフローについては、繊維混入によるスランプフローの低下を見込み 50cm を目標値とし、繊維混入後を 45cm に設定した。また、L フロー試験において、フロー停止後、流動部先端の試験容器に棒状バイブレータを押し当て 50cm 到達時間および 75cm 到達時間を測定し、振動による流動性を確認するとともに、材料分離抵抗性を確認した。自己充てん性については、補助的に振動・締め固め作業を行うため、障害なしで 300mm 以上とした。

3. 実験結果

3.1 フレッシュコンクリート

コンクリートの試験結果を表-4 に、フレッシュコンクリートの試験状況を写真-1 に示す。スランプフローについては、必要性能を満足し、かつ材料分離もなく良好な性状が得られた。配合 2 の繊維混入前後のスランプフローの差は、6.8cm であり、当初想定していた 5.0cm よりも大きくなった。L フロー停止後の試験容器に振動を加えたところ、コンクリートはスムーズに流動し、材料分離も見られなかったことから、補助的に型枠バイブレータを使用することにより良好な充てん性が得られるものと考えられる。

3.2 収縮量

長さ変化試験結果を図-1 に、自己収縮試験結果を図-2 に示す。長さ変化率については、中流動コンクリートの方が普通コンクリートよりも若干小さく、質量減少率については、中流動コンクリートの方が普通コンクリートよりも大幅に小さくなった。質量減少率の差と比較して長さ変化率の差が小さいのは、細骨材率の違いによるものと考えられる。自己収縮については、繊維の分散性を考慮し単位セメント量を増やした配合 2の方が配合 1 よりも若干大きかったが、その差は 30×10^{-6} 程度と小さかった。高炉セメントを使用しているため、普通セメントを対象として土木学会コンクリート標準示方書[構造性能照査編]で提案されている $W/C=40\%$ の予測値よりも若干大きくなった。

4. まとめ

本実験結果より、中流動コンクリートの配合および基礎的な性状を確認することができた。今後は、実構造物における試験施工により、施工性および省力化、さらに最終品質等を確認する必要がある。

参考文献

- 1) 馬場弘二他: 中流動覆工コンクリートの開発検討, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 第 5 部, Vol.59 巻, 2002 年 9 月, pp.723-724

表-4 コンクリート試験結果

配合 No.	スランプ	スランプ フロー	空気量 (%)	コンクリート 温度 (°C)	L フロー 振動無	L フロー-50-75cm		U 形充てん		圧縮強度 4 週 (N/mm ²)
	(cm)	(cm)			(sec)	振動有	(cm/s)	高さ (cm)	停止 (sec)	
1	-	46.5×46.0	4.4	11.0	35.0	4.96	5.04	32.5	12.0	62.7
2*	-	56.5×54.0	3.9	10.0	-	-	-	-	-	-
2	-	50.0×47.0	4.0	10.0	31.0	4.12	6.07	31.5	12.1	-
3	13.5	-	3.0	11.0	-	-	-	-	-	44.9

※: 繊維混入前



写真-1 フレッシュコンクリートの試験状況

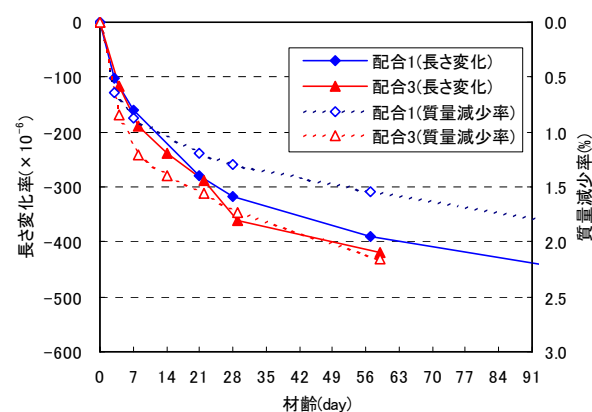


図-1 長さ変化試験結果

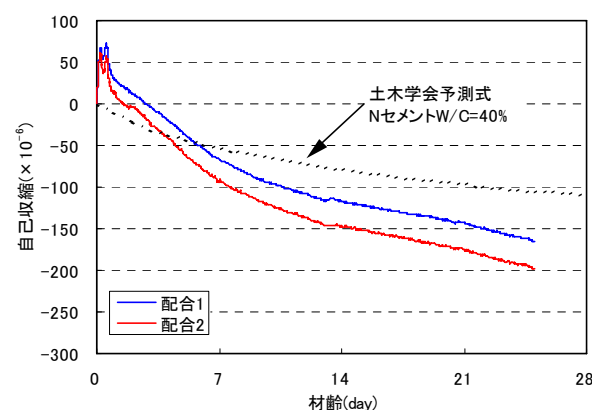


図-2 自己収縮試験結果