

増粘剤を含む流動化剤を用いた中流動コンクリートに関する研究

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 ○前田 佳克
 (株) 高速道路総合技術研究所 正会員 伊藤 哲男
 (株) 高速道路総合技術研究所 正会員 海瀬 忍

1. はじめに

トンネル覆工のコンクリート打設では、狭隘な作業空間での施工が余儀なくされており、コンクリートの締め固め不足による密実性の低下や充填不良による背面空洞の発生などの初期欠陥を生じる恐れがある。このため、トンネル覆工の施工性と品質の向上を目的とした中流動コンクリートが開発され、東・中・西日本高速道路圏では、平成25年7月に中流動コンクリートが標準化¹⁾されている。また、近年では石灰石微粉末等を用いた粉体系ではなく、増粘成分を配合した高性能 AE 減水剤を用いた増粘剤系の中流動コンクリートの採用が多くなっている。しかし、生コン工場においては、各種混和材料の調達や、それらの貯蔵のためのサイロ、タンク等が必要となるため、設備等によっては、製造が困難となる場合がある。

本稿は、一般的なスランプ 15cm 程度のコンクリートに増粘剤を含む流動化剤を現場で添加することで、生コン工場で製造する増粘剤系の中流動コンクリートと同等の性能を有することを確認するために実施した、室内試験と模擬型枠を用いた打設試験について報告する。

2. 中流動コンクリートの概要

中流動コンクリートは、図-1 に示すとおり、スランプフロー35cm～50cm 程度で、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コンクリートである。覆工コンクリートが無筋もしくは単鉄筋程度であるという構造上の特徴、全断面型枠を使用し、型枠バイブレーターによる締め固めが可能という打設方法に適した覆工専用コンクリートとして開発されたものである。

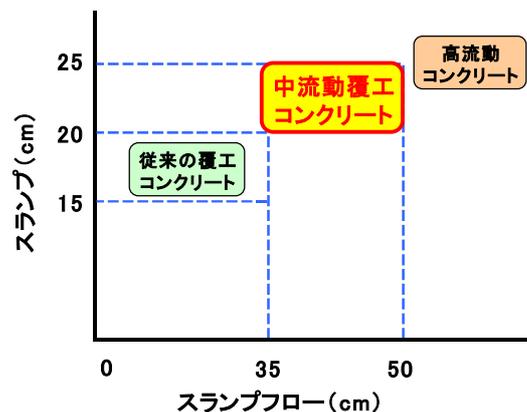


図-1 流動性のイメージ

3. 室内試験の内容と結果

増粘剤を含む流動化剤は、混和剤の規格として JIS A 6204 適合品の中から 2 種類を用いて中流動コンクリートの基準試験項目¹⁾に基づき非鋼繊維の有りと無しのパターンに分け、合計 4 種類の配合を用いて実施した。試験項目

と試験結果を表-1 に示す。細骨材率は、表-1 増粘剤を含む流動化剤を用いた中流動コンクリートの試験項目及び試験結果

流動化剤投入前で定置プラントからの出荷を想定し、JIS 配合でスランプ 15cm 設定となるケースとした。空気量と温度は、流動化前後で測定を行い、加振変形試験と U 型充填性試験は流動化後に測定を行った。

室内試験を行った結果、すべての配合で、基準試験の項目を満足する結果となり、室内試験では、生コン工場で製造したものと同等のものが、製造できる事を確認した。

コンクリートの種類		流動化コンクリート				合計	
流動化剤の種類		A		B		2	
単位結合材料(kg/m ³)		330	340	330	340	2	
細骨材率(%)		47.0	49.0	47.0	49.0	2	
非鋼繊維の有無		無	有	無	有	2	
試験名	単位	試験結果				基準値	
フレッシュコンクリート試験	スランプ	cm	22.0	22.0	21.5	22.0	21±2.5
	スランプフロー	cm	46.5	48.0	42.0	47.0	35～50
	空気量	%	4.1	4.1	4.8	5.1	4.5±1.5
	温度	°C	20	19	19	19	-
	加振変形試験	cm	9.0	8.0	11.0	7.5	10±3
	U型充填性試験	mm	322	302	321	302	280以上
硬化コンクリート試験	圧縮強度(材齢28日)	N/mm ²	46.6	48.7	44.7	43.2	24.0
	曲げ靱性係数	N/mm ²	-	1.79	-	1.78	1.40

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

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1

TEL 042-791-1629 FAX 042-791-2380

4. 模擬型枠による打設試験

室内試験において、基準試験の項目を満足する結果となったため、増粘剤を含む流動化剤を用いた中流動コンクリートの模擬型枠による打設試験

を実施した。混和剤は1種類とし、配合は、非鋼繊維の有り無しとの2種類で室内試験と同一とした。なお、試験は生コン車2台で行い、1台目は非鋼繊維の配合で流動化剤の使用量等の確認をし、2台目は非鋼繊維入りの配合で実際にポンプ車を使用して模擬型枠に打設を行った。

模擬型枠による打設試験に用いた模擬型枠の仕様を表-2、模擬型枠の寸法を図-2、試験項目を表-3に示す。

模擬型枠による打設試験の検討項目として、コンクリートの性状及び打設時の充填状況等の確認を行った。また、硬化後は、生コン車から採取した管理用供試体と打設試験で構築された構造体から採取したコア供試体によって、圧縮強度と曲げ靱性を確認した。

5. 模擬型枠による打設試験の結果

模擬型枠による打設試験の結果は、表-3の試験項目の基準値を満足する結果であった。打設時は、材料分離等もみられず、通常の中流動コンクリートと充填状況に差異がないことが確認された。また、曲げ靱性特性の確認のための、管理供試体と切り出し供試体との比較した結果、どちらも基準値を満足する結果となり、施工による非鋼繊維の配向や分散についても、良好な結果が得られた。

6. まとめ

増粘剤を含む流動化剤を現場で添加する中流動コンクリートについて、生コン工場で製造する増粘剤系の中流動コンクリートと同等の性能を有する事が、室内試験と模擬型枠による打設試験の結果から確認できた。しかし、生コン工場から出荷されたスランプ15cm程度のコンクリートに、現場で増粘剤を含む流動化剤を添加して中流動コンクリートの性状を定常的に確保するためには、現場での品質管理方法や施工管理方法の基準化が必要であり、今後検討を実施する予定である。現場での品質管理方法や施工管理方法が基準化される事により、生コン工場に負荷をかける事無く、中流動コンクリートの製造が可能となり、トンネル工事で、地域での中流動コンクリートの製造が困難な場合や、生コン工場からの運搬時間が長くなり、スランプロスの影響が懸念される場合等で活用が考えられる。

【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，2017.7

表-2 模擬型枠の仕様

種別	寸法	材質	打設方法	容積	備考
側壁部	壁形状 ・高さ1.5m ・幅0.3m ・長さ4.0m	鋼製	・ポンプ ・流し込み	約2.2m ³	1箇所から供給し、コンクリートを流し込む。(締め固めは型枠バイブレーター及び棒状バイブ併用)

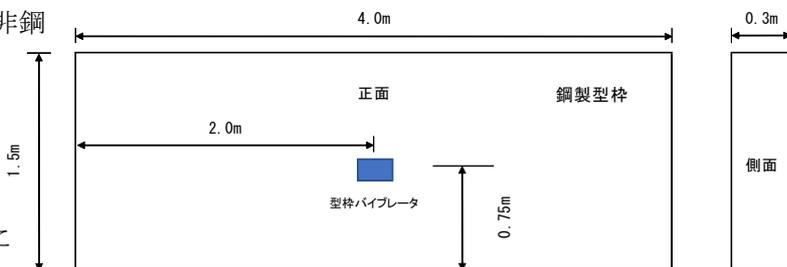


図-2 模擬型枠の寸法

表-3 模擬型枠による打設試験の試験項目と試験結果の一覧

試験項目		単位	繊維無	繊維有	基準値
繊維混入率		%	無混入	0.30	—
繊維長		mm	—	47	—
品質試験	スランプ試験(流動化後)	cm	22.5	21.5	21±2.5
	スランプリュー試験(流動化後)	cm	45.5	49.5	35~50
	経時変化試験(流動化後30分)スランプ試験	cm	20.0	22.0	参考値
	経時変化試験(流動化後60分)スランプ試験	cm	19.0	22.0	参考値
	経時変化試験(流動化後90分)スランプ試験	cm	17.0	22.0	参考値
	経時変化試験(流動化後30分)スランプリュー試験	cm	36.0	51.5	参考値
	経時変化試験(流動化後60分)スランプリュー試験	cm	33.0	44.5	参考値
	経時変化試験(流動化後90分)スランプリュー試験	cm	31.0	35.0	参考値
	空気量試験(流動化後)	%	5.5	5.4	4.5±1.5
	繊維混入率試験(注入側)	%	—	0.34	混入率95%以上
	繊維混入率試験(妻側)	%	—	0.35	混入率95%以上
	加振変形試験	cm	10.5	10.5	10±3
	U型充填性試験	mm	328	341	280以上
圧縮強度試験 材齢28日	N/mm ²	40.2	41.8	24.0	
曲げ靱性係数	N/mm ²	—	2.04	1.40	
圧縮強度試験(φ100×200mm:側壁模擬試験体からの抜き取りコア)		N/mm ²	36.8	39.0	24.0
曲げ靱性試験(150×150×530mm:側壁模擬試験体からの抜き取りコア)		N/mm ²	—	1.47	1.40