

# 増粘剤一液タイプ流動化剤の現場添加で製造した高流動相当流動化コンクリートの覆工施工

椎名 貴快\*                      佐藤 幸三\*  
 Takayoshi Shiina              Kozo Sato  
 八巻 大介\*\*                    西川 菜々彩\*\*\*  
 Daisuke Yamaki                Nanase Nishikawa

## 1. はじめに

国道 294 号白河バイパス整備事業に係る大断面トンネル工事は、覆工巻厚が 450 mm で、1 スパンの計画打設量が標準的な道路トンネルの 2 倍近い約 140 m<sup>3</sup> であった。全長で RC 覆工規格のため、品質と施工生産性の確保を目的に、施工承諾を得て、高流動ランク 2 相当（スランプフロー 65 cm）の流動化コンクリートで一部スパンを施工した。本稿では、配合や施工性等について報告する。

## 2. 覆工コンクリートの配合方針と製造方法

### (1) 配合方針

本工事では骨材に砕石・砕砂を用いることや、生コン工場の設備および表面水管理体制の実状などを勘案し、出荷するコンクリートは安定出荷が可能なスランプ配合とし、現場で増粘成分を含有した流動化剤（主成分：ポリカルボン酸系化合物と界面活性剤系特殊増粘剤の複合体。以下、VSP）を後添加してフロー化する製造方法を採用した（写真一-1）。

### (2) 製造方法

ベース配合の目標スランプを 21±1.5 cm とし、現着したアジテータ車に VSP をホッパーから手投入した後、中速（10 rpm）で 90 秒攪拌して目標スランプフロー 65±5 cm（高流動ランク 2 相当）の流動化コンクリートを製造する。ここで、流動化後の材料分離抵抗性は、ベース配合の粉体総量で概ね確保し、後添加する VSP の増粘成分による分離低減効果を過大に期待しない設計とした。

## 3. 覆工コンクリートの施工

### (1) 使用材料と配合

表一-1 に覆工コンクリートの配合および使用材料を示す。事前の試験練りで、ベース配合の W/C は 36.5%，G



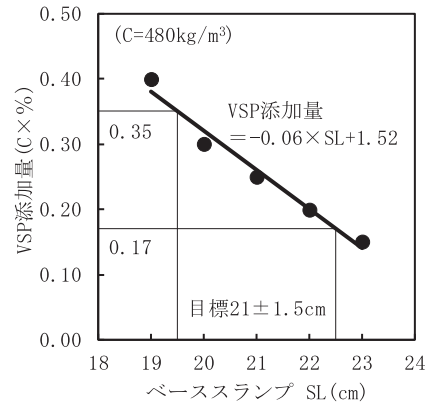
写真一-1 VSP 後添加による流動化コンクリートの製造

表一-1 覆工コンクリート配合と使用材料

W/C (%)	s/a (%)	Gmax (mm)	Air (%)	G 絶対容積 (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				混和剤 (C×%)	
					W	C	S	G	SP	VSP
36.5	48.2	20	4.5	0.32	175	480	792	860	0.80	0.25

W（地下水）、C（高炉セメント B 種、密度 3.04 g/cm<sup>3</sup>）、S（福島県白河市産砕砂、表乾密度 2.64 g/cm<sup>3</sup>）、G（福島県白河市産砕石 2005、表乾密度 2.67 g/cm<sup>3</sup>）、SP（高性能 AE 減水剤）、VSP（流動化剤（増粘剤一液型））

備考）表中の混和剤量は標準量



図一-1 VSP 添加量の目安



添加前（ベース）



添加攪拌後

写真二-2 VSP 添加前後でのスランプフロー

絶対容積 0.32 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> とした。C 量は 350～480 kg/m<sup>3</sup> で性状確認した結果、流動性や分離抵抗性の面で最も良好な性状を得られた 480 kg/m<sup>3</sup> を選定した。現場での VSP 添加量は、室内・実機試験であらかじめベースのスランプ値に対する目安量を定め（図一-1）、施工では現着スランプの値に応じて調整して所要の品質を確保した。

### (2) フレッシュ性状

VSP 添加の前後におけるフレッシュコンクリートのスランプフローの比較を写真二-2 に、フレッシュ性状データを表二-2 に示す。データは 12 月施工時の値である。VSP を添加した後、モルタルや骨材の分離、過大な空気

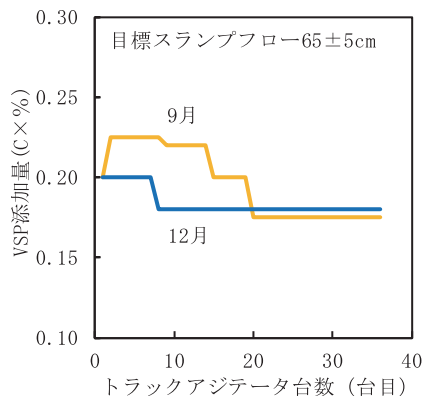
\* 技術研究所

\*\* 北日本（支）五郎窪トンネル（出）  
 （現：北日本（支）土木技術部計画課）

\*\*\* 北日本（支）五郎窪トンネル（出）  
 （現：西日本（支）不破原トンネル（出））

表一2 フレッシュコンクリート性状例

項目	ベース	流動化後
VSP 添加量 (C×%)	—	0.23
コンクリート温度 (°C)	9	9
スランプフロー (cm)	21.5	66.0×63.0
50cm フロー到達/停止 (秒)	—	3.99/22.32
空気量 (%)	4.6	4.6
U形充填高さ (障害 R2) (mm)	—	平均 349
V75 漏斗流下時間 (秒)	—	16.43



図一2 VSP 添加量の実績

の巻き込みなどは見られず、目標とした高流動ランク 2 相当の性状を得られた。ただし、V75 漏斗の流下時間はやや大きな値となる傾向があった。図一2 に VSP 添加量の実績を夏期 (9 月) と冬期 (12 月) で比較して示す。気温の高い 9 月施工では、出荷後しばらくはベーススランプがやや小さく、VSP 添加量が 12 月施工時に比べて多くなる傾向が見られた。

(3) 施工性

VSP 現場添加で製造したフロー 65 cm の流動化コンクリートは自己充填性が良く、ペーストの先走りやノロ浮きなども見られず、施工性は良好であった (写真一3)。施工中、打上がり高さを 1.8 m/h 以下に管理し、型枠への作用圧力を確認しながら打ち進んだが、天端の吹上げ施工に切り替わってから側壁下部で圧力がやや上昇する傾向が見られた。コンクリートの打込み速度は、日平均で 9 月が 19.2 m³/h、12 月が 20.3 m³/h となり、当初計画 19.4 m³/h と同程度であった (図一3)。

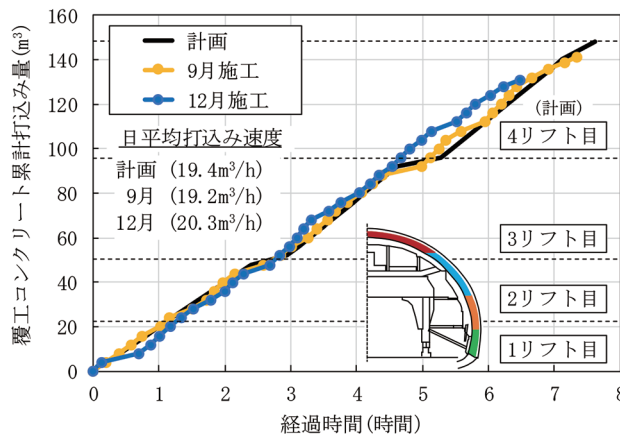
今回の施工では、基本的に締固めなしで施工することができたが、型枠バイブレータを補助的に用いると覆工コンクリート表面の仕上りが向上した (写真一4)。また同規模トンネルでの標準施工と比較した場合、通常配合では覆工班 6 人を要する所、今回は実質 2 人で施工できた。

4. まとめ

現場添加で製造した高流動相当の流動化コンクリートは、使用骨材の品質に応じてベース配合の最適選定が必要であり、施工中に VSP 添加量の調整管理が必須であった。施工性や出来形品質は良好であり、現場作業の生産性向上に大きく貢献すると考える。



写真一3 覆工コンクリートの流動状況



図一3 1日当たりの覆工コンクリート打込み量の推移



写真一4 覆工コンクリートの仕上り

参考文献

- 1) 椎名貴快, 山本 悟, 八巻大介, 佐藤宏飛: トンネル覆工コンクリート用自動化セントルによる作業効率化と省人化, コンクリート工学, 2022.5 (投稿中)