

全量管理システムによる中流動覆工コンクリートの受入れ時の品質確保

鹿島建設(株) 正会員 ○市場大伍 大橋雅恵 水野浩平 松本修治 柳井修司 坂平薪志 藤原浩一
フェロー会員 渡邊賢三 坂田 昇

1. はじめに

トンネル覆工コンクリートの施工は、一般に閉鎖された狭隘な空間での打込み・締固めを余儀なくされ、締固め不足によるコンクリートの密実性の低下、充填不足による背面空洞の発生などの懸念がある。これらの課題解決のため、型枠バイブレータのみで締固め作業をできるよう、流動性と充填性を付与した中流動覆工コンクリートが適用され、覆工コンクリートの品質確保と施工性の向上が実現されている。しかし、ひとたび施工性に劣るコンクリートを受け入れると、初期欠陥の発生リスクが懸念されることから、受入れ時のコンクリートの性状をより確実に管理する必要がある。今回、全量で欠落なく確実に品質管理するために、動画像分析によりフレッシュコンクリートの性状を判定する受入れ管理システム²⁾(以降、本システムと称す)を中流動覆工コンクリートの施工管理に適用した結果について報告する。

2. システムの概要

本システムは、図-1に示すように、ビデオカメラ、パトランプおよび専用のアプリをインストールしたPCで構成される。アジテータ車のシュート部を流下するコンクリートの勾配(写真-1:赤色破線部分を最小二乗法によって近似)がゼロになるまでの時間変化の積分値(以下、積分値と称す)を指標として、受入れ時に全量でフレッシュコンクリートの性状を判定するものである²⁾。これまでの検討で、本システムにより得られた積分値とスランプには高い相関があることを明らかにしている。ここでは、スランプフローと積分値との関係を把握し、本システムの中流動コンクリートへの適用性を検討した。

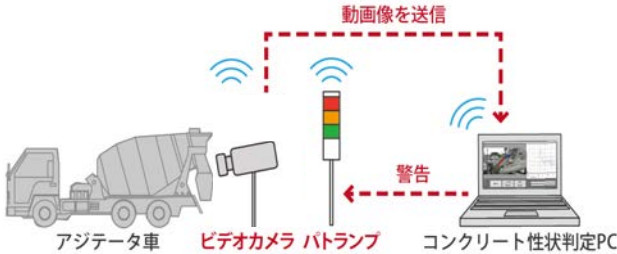


図-1 受入れ管理システム²⁾

3. 基礎検討

既往の研究²⁾より、コンクリートの配合ごとに積分値とスランプとの関係は異なるため、都度キャリブレーションが必要であることがわかっている。そこで、システムの実適用に先立ち、積分値とスランプフローとの関係について検討した。中流動覆工コンクリートの配合および使用材料を表-1に示す。剥落防止を目的としてポリプロピレン繊維を混和した短繊維補強コンクリートを対象とした。なお、スランプフローはJISA 1150に準拠し測定した。

アジテータ車のシュートを流下するスランプフロー36.0 cm および 48.0 cm のコンクリートの勾配の時刻歴の一例を図-2に示す。いずれのスランプフローにおいても、コンクリートの流下開始と

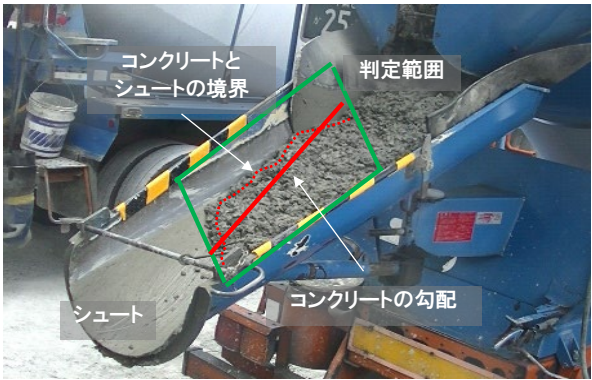


写真-1 全量受入れ管理システムで着目するコンクリートの勾配²⁾

表-1 コンクリートの配合および使用材料

G _{max}	W/C (%)	s/a (%)	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)				SP C*%	FB Vol.1%
					W	C	S	G		
20	49.0	52.0	42.5	4.5	175	357	925	855	1.20	0.3

W:地下水 C:普通ポルトランドセメント,密度:3.15 g/cm³ S:砕砂および石灰砕砂,表乾密度:2.66 g/cm³,粗粒率:2.66 G:砕石 2005,表乾密度:2.67 g/cm³,実積率:59.0% SP:高性能 AE 減水剤,ポリカルボン酸エーテル化合物と増粘性高分子化合物の複合体 FB:ポリプロピレン繊維,密度 0.91g/cm³

キーワード 受入れ検査, 中流動コンクリート, 動画像分析, フレッシュコンクリート, スランプフロー

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

もに勾配が増大し、1秒程度にピークが認められ、その後、減小する傾向が認められた。勾配のピークは、スランプフロー36.0 cm の 23×10^{-2} mm/mm に対して、48.0 cm では 10×10^{-2} mm/mm と小さくなる結果となった。また、勾配がゼロになるまでの時間は、スランプフロー48.0 cm の1.5秒に対して、36.0 cm では2.5秒と長くなる結果となった。これらは、既往の研究²⁾におけるスランプ7.5 cm から23.0 cm のコンクリートの勾配の時刻歴と同様の傾向であり、スランプフローが大きいコンクリートほどシュート上で変形しやすいため、勾配が小さく、かつ勾配がゼロになるまでの時間が短くなったものと考えられた。勾配がゼロになるまでの積分値とスランプフローとの関係を図-3に示す。なお、プロットはアジテータ車15台分に対して実施したものである。スランプフローが小さいほど積分値も大きくなる負の相関が認められ、近似直線の決定係数 R^2 は0.89であった。本稿においては、この近似直線を用い、スランプフローの推定値を算出することとした。

4. 現場適用

トンネルの内空幅約15 m、内空高約9 m、覆工厚0.6 mに打ち込む中流動覆工コンクリートを対象として、写真-1に示すように本システムを適用した。合計31台のアジテータ車を対象としたスランプフローの実測値と本システムによる推定値を図-4に示す。図には本システムによる性状判定の精度を検証するため、不規則に抜取りでスランプフロー試験を実施した結果もあわせて示す。本システムの適用により、アジテータ車の全数に対してコンクリート全量を欠落なく、スランプフローの推定値による性状判定を実施できることが示された。また、スランプフローの推定値は、概ね実測値と類似の傾向を示し、本システムがスランプフロー42.5 cmの中流動覆工コンクリートの全量受入れ管理に適用できることが確認された。

5. まとめ

中流動覆工コンクリートの施工管理に全量受入れ管理システムを適用した。本稿の範囲では、コンクリートの勾配の時刻歴の積分値とスランプフローには負の相関が認められ、積分値を指標としてスランプフローを推定できることが確認された。今後、様々な材料、配合のコンクリートに対して、積分値の性状判定指標としての適用性を検討していく。

参考文献

- 1) 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，2011.12
- 2) 橋本学，水野浩平，松本修治，柳井修司：AI，動画像分析を活用したコンクリートの全量受入れ管理システム，コンクリート工学，Vol.60，No.5，PP.461-466，2022.5

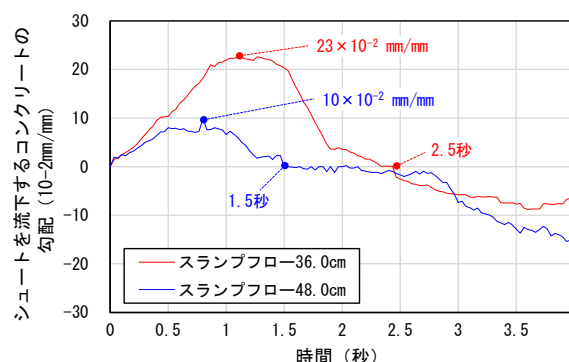


図-2 コンクリートの勾配の時刻歴

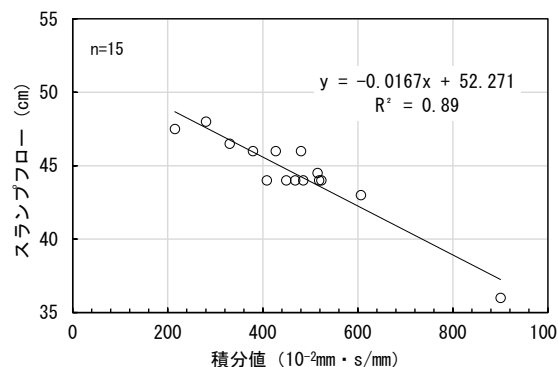


図-3 積分値とスランプフローとの関係



写真-1 全量受入れ管理システムの適用状況



図-4 スランプフローの結果