

吹上げ方式での覆工コンクリート打止め管理に関する考察

清水建設(株)名古屋支店 正会員 ○小澤 裕介

中日本高速道路(株)豊川工事事務所 川上 光雄

清水建設(株)名古屋支店 正会員 八木田 茂生

清水建設(株)地下空間統括部 正会員 楠本 太

1. はじめに

一般的な吹上げ方式の覆工コンクリートの打止めは、棲型枠をハンマー等で打撃した際の打音変化や、天端部棲枠隙間からのセメントペーストの漏出を確認して、密充填したものと判断する。このような経験的な判断方法を基本としながら、補う手段としてセンサー等が使用されている。本報告では打設ブロック間での判断のばらつきを少なくし、打設状況を分かりやすくするため数値化した「吹上げコンクリート打止め管理システム」を開発、この機能と性能を実施工で確認し、有効性を実証した。

2. 中流動繊維補強覆工コンクリート

試験施工は、新東名高速道路 観音山トンネル工事、下り線において、期間をあけて2回実施した。

覆工巻厚は設計 30cm に対し、天端での巻厚実測は、平均値で1回目 45cm, 2回目 37cmであった。

本トンネルでは、ベースコンクリートは中流動コンクリートである。セメントは普通ポルトランドセメント、混和材量はフライアッシュ (FA) と高性能 AE 減水剤 (SP)、非鋼繊維はポリプロピレン製とした。観音山トンネルの覆工の示方配合と試験施工時の性状試験結果を表-1に示す。

表-1 (1) コンクリート配合 T3-2 (M) (H) (80)

材齡28日 圧縮強度 (N/mm ²)	粗骨材 最大寸 法(mm)	水結合 材比 W/B(%)	細骨材 率s/a (%)	單位粗 骨材絶 對容積 (%)	單位量(kg/m ³)					非鋼 纖維(%) (kg/m3)	混和劑 SP (B×%)
					W	B		S	G		
						C	混和 材FA				
18	20	46.1	56.7	280	175	300	80	976	742	0.30 2.73	0.8

表-1 (2) 試験施工時 性状試験結果

項 目 試験施工	中流動繊維補強覆工コンクリート				
	スランブ (cm)	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度(℃)	気温 (℃)
1回目(48BL) 100m時点	23.0	47	4.2	32	25
2回目(110BL) 50m時点	23.5	43	5.1	11	7

3. 打止め管理システム概要

打止め管理システムは、フレッシュコンクリート圧力および温度をリアルタイムに測定する検知センサー(写真-1)と、通信ケーブル、データ処理と電力を供給する接続 Box、無線通信のためのホスト Box、データ管理・図表示する PC(タブレット)で構成する(図-1)。

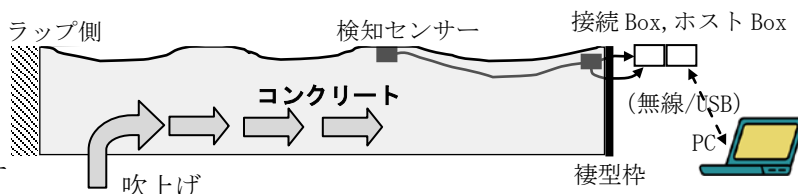


図-1 吹上げコンクリート打止め管理システム概念



写真-1 検知センサー

4. 吹上げコンクリート打止め判断

上図のように、検知センサーは覆工天端の防水シートに貼り付ける。本件の覆工の締固めは、側壁部は挿入式バイブレータ、吹上げに切り替えたアーチ部は、型枠バイブレータで締固める方法としていた。吹上げコンクリートの打止めは、棲枠部での打音の変化と、天端部の棲枠隙間から逸出させているブリーディング水がセメントペーストに移行した時点で、覆工アーチは密充填したものと判断する。このときのフレッシュコンクリート圧力を検知センサーで測定し、その最大測定値を打ち止め管理値と考える。

キーワード：吹上げコンクリート、中流動コンクリート、コンクリート打止め管理、コンクリート圧力

連絡先：東京都中央区京橋 2-16-1, Tel. 03-3561-3887, Fax. 03-3561-8672

5. 試験施工概要

検知センサーは、防水シート表面に両面テープで貼付け、2秒間隔でコンクリートの圧力と温度をリアルタイムで測定する。

1回目の試験は、耐久性と基本機能の確認を目的とし、天端の吹出し口、中央、棲側の3箇所にそれぞれ1個ずつ配置した。

2回目の試験では、初回で圧力の低かった棲側に2個配置し、測定値の再現性および防水性等の基本性能を確認した。また外気との比較用にPC付近にも1個設置した。

6. 検知センサー測定結果

1回目試験の測定値の経時変化を図-3に示す。コンクリート圧力は、吹上げ口側が最も高く、棲側が 0.027N/mm^2 と最も低い。これらの圧力は打止め直後をピークとして、徐々に低下する。今回での打止め管理は、圧力の低い棲側での判断が妥当と考える。

2回目試験では、打設を吹上げに切替えてから測定を始め、打止め9時間後まで記録を継続した。得られた知見を以下に示す。

(1) コンクリート圧力は、型枠バイブレータの締固めやポンプ圧送により上昇する。充填するまでは、これらの動きが止まれば圧力は、再び低下する。今回の場合、コンクリート圧力が 0.015N/mm^2 を超えた頃、圧は低下せず保持されていた。加えて棲側ではブリーディング水がペースト状に移行しており、アーチ部の充填完了と判断し打止めた。

(2) コンクリート圧力の最大値は打止め直後の 0.017N/mm^2 である。また、10cm離れた2箇所の検知センサーは圧力、温度とともに測定値はほぼ等しく、この条件では再現性を有していることが確認できた。

(3) 覆工天端での打止め後のコンクリート

圧力は、コンクリートの硬化とともに低下し始め、打止め2時間後に、約 $1/6$ の 0.0025N/mm^2 で安定した。

(4) 覆工天端のコンクリート温度は、9時間後には 17°C まで上昇し、コンクリートの硬化熱を測定した。

7. まとめ

観音山トンネルでは、覆工の背面調査に電磁波によるレーダー探査を別途、実施している。探査で覆工に空隙はなく密充填されていることが確認された。よって同じ条件では、打止め管理値を 0.015N/mm^2 以上と数値化することも可能と考える。このように検知センサーを用いて密充填を確認する手法の有効性が確認された。

今後は、この打止め管理システムを様々な条件下で展開させ数値データを収集し、普及を予定している。

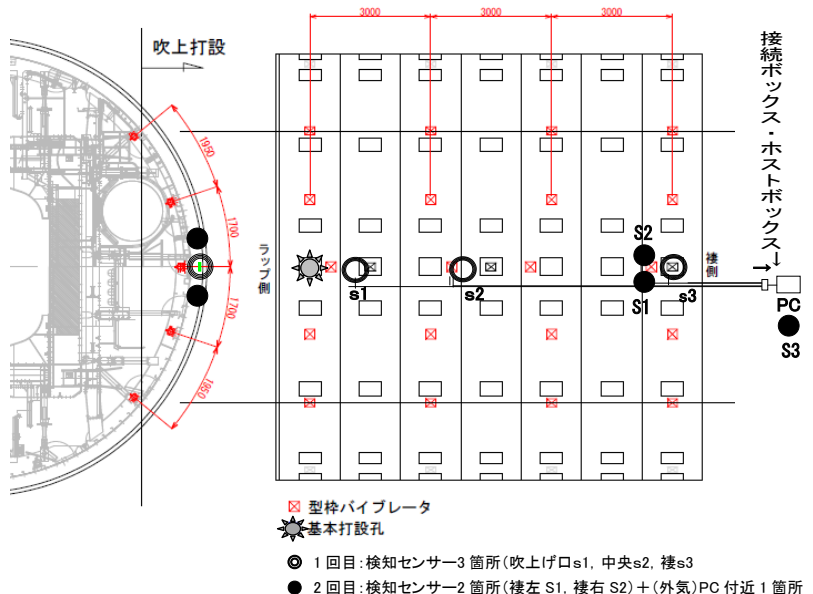


図-2 検知センサー貼付け位置

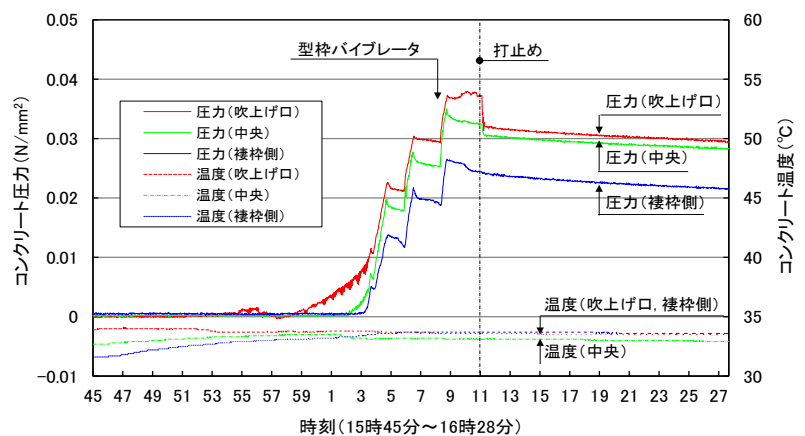


図-3 1回目試験施工（吹上げ口、中央、棲側）測定値経時変化

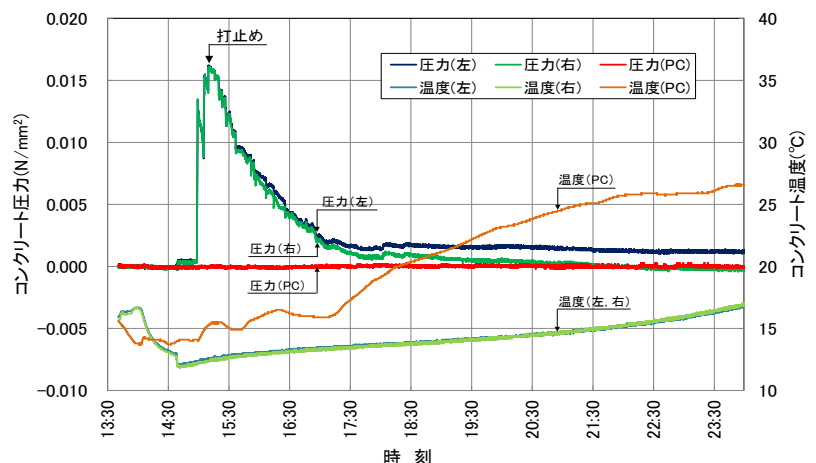


図-4 2回目試験施工（棲側、PC位置）測定値経時変化