

覆工天端部の充填確認システムの構築

西日本高速道路株式会社 九州支社 中津工事事務所 浦 啓之, 中尾 剛士
 (株)大林組 赤尾第一トンネル工事事務所 正会員 ○田村 慶太, 永松 雄一, 稲葉 淳
 (株)大林組 生産技術本部トンネル技術部 正会員 泉水 大輔

1. はじめに

覆工コンクリートの打設は、下段より配管を切り替えながら、最終的には天端部の吹上げ口より打設を行っている。従来、打設終了時期の目安は、襍板部での充填確認や作業員の経験に頼る部分も多くあったが、最近では圧力管理を行う事例も増えてきている。赤尾第一トンネル工事では、覆工天端部の充填をより確実にするシステムの構築を目的とし、圧力センサー、充填感知センサー、圧力値の“みえる化”を組み合わせ、密充填を行った。また、施工後はその効果を検証するため電磁波探査による背面空洞探査を計画している。本報文では、その概要を報告する。

2. システム概要

本システムは、セントル天端部に設置する圧力センサー、防水シート面に設置する充填感知センサーならびに、圧力センサーに連動した積層信号灯、検測ピン併用エア抜き金具で構成される(図-1, 図-2)。圧力センサーはセントル天端部の各フォームに1.5m間隔で合計7箇所設置した。充填センサーは、カード型テスターに充填感知センサーを接続し、電気抵抗値の変化から充填確認を行うものであり、圧力センサーと同様に天端部に7箇所、吹き上げ口横に2箇所、合計9箇所設置した。また、天端部に設置した圧力センサーのうち、既設コンクリート側、スパン中央部、襍側の3箇所については、測定した圧力値を事前に設定した管理基準値に応じて回転灯を点灯“みえる化”させることで、職員や作業員が情報を共有できるようにした。これらにより、確実な充填確認ができるとともに、過負荷によるセントルの変形や沈下等の不具合を防止できるシステムである。

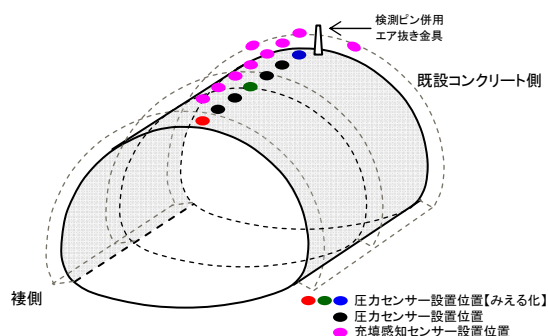


図-1 計測機器の配置

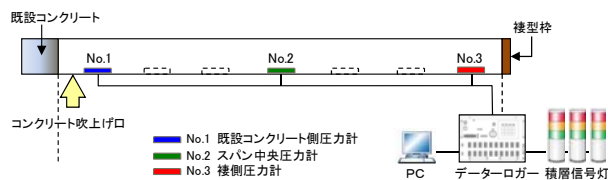


図-2 “みえる化”計測システム図

3. 圧力管理値の設定

圧力管理値の設定は、セントルの設計耐力(0.08N/mm²)に2倍の安全率を持たせた0.04N/mm²を圧力管理の上限値とし、覆工厚相当値(0.008N/mm²)の2倍に相当する0.016N/mm²を過去の5現場の実績に基づき打設完了の下限値とした(図-3)。“みえる化”の回転灯の色別として、打設完了の下限値までの範囲について打設継続を示す緑色、打設完了の下限値から圧力管理の上限値の範囲について圧入完了を示す黄色、圧力管理の上限値を超えた場合は圧送ストップを示す赤色とした。

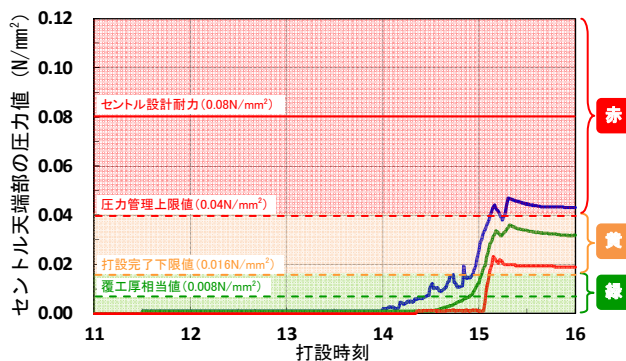


図-3 圧力管理値の設定

キーワード 覆工, 圧力管理, 充填確認, みえる化, 電磁波探査
 連絡先

〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 生産技術本部トンネル技術部 TEL03-5769-1319

〒879-0237 大分県宇佐市大字佐野字金留 1025-1 (株)大林組 九州支店 赤尾第一トンネル工事事務所 TEL0978-34-6081

4. 施工時の充填確認

赤尾第一トンネル工事では、今仁トンネル (L=169m)、赤尾第一トンネル (L=596m)、赤尾第二トンネル (L=391m) の3本のトンネルを施工する。今仁トンネル、赤尾第二トンネルは既に施工が完了しており、現在は赤尾第一トンネルの施工に着手した段階である。覆工コンクリートは、充填性向上を目的とし全線にわたり、増粘剤系中流動コンクリート「スムースクリート™」(18-42.5-20BB)を採用した。圧力値の計測は、30秒を1サイクルとし、10秒間計測、その結果を20秒間点滅させることとした。実際の施工は、圧力センサーのいずれかが圧力管理の上限値(回転灯が赤色を示す)に達した段階で圧送を一時中断し、型枠バイブレータによる締固めを約15秒間実施したのち再圧送を行い、再び圧力センサーが圧力管理の上限値に達し、棲部の充填状況を確認した段階で充填完了とした。施工が完了した今仁トンネル、赤尾第二トンネルの施工時における圧力管理データを示す(表-1)。これまで施工した2本のトンネルのデータから、既設コンクリート側の平均値で0.044~0.049N/mm²、スパン中央部で0.033~0.036N/mm²、棲側の平均値で0.025~0.026N/mm²であった。中流動コンクリートを採用した効果もあり、既設側から棲側にわたり比較的圧力が分散されて充填を完了できていることが確認できた。充填完了時には、“みえる化”として設置した回転灯は、赤色から黄色を示しており、作業員が棲部の充填状況を目視確認するとともに圧力値による充填完了を容易に確認することができた(写真-1)。また、打設完了後の充填感知センサーの値はコンクリートが充填されていることを示す数100kΩを示していることも同時に確認し、打設終了とした。

表-1 圧力管理データ

トンネル名	打設回数(回)	設置場所	最大値(N/mm ²)	最小値(N/mm ²)	平均値(N/mm ²)
今仁トンネル	16	No.1	0.060	0.029	0.044
		No.2	0.052	0.022	0.036
		No.3	0.042	0.016	0.026
赤尾第二トンネル	37	No.1	0.068	0.032	0.049
		No.2	0.041	0.019	0.033
		No.3	0.037	0.016	0.025

※ No.1 既設側, No.2 スパン中央, No.3 棲側

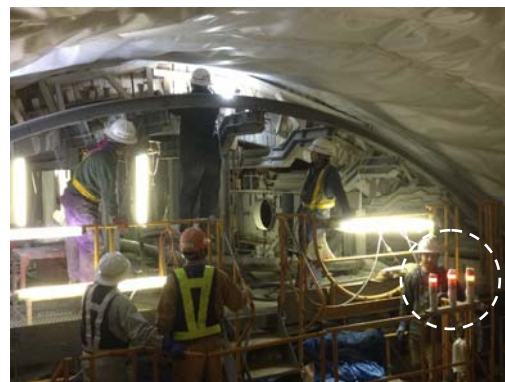


写真-1 積層信号灯点灯状況

5. 施工後の充填確認

施工完了後において、コンクリート充填状況を確認するため、電磁波探査による背面空洞探査を計画している。電磁波探査は、電磁波速度の急変する境界面(背面空洞等)で一部反射し、透過した電磁波は再び異なる境界面(防水シート等)で反射する。これらの反射波がアンテナに戻ってくるまでの時間を計測することにより各境界面までの距離を算定して背面空洞の有無を判断する。探査はトンネル全長の天端部において、トンネルセンターに沿って地中探査レーダーを覆工コンクリート表面に走査させ測定する計画としている(図-4)。

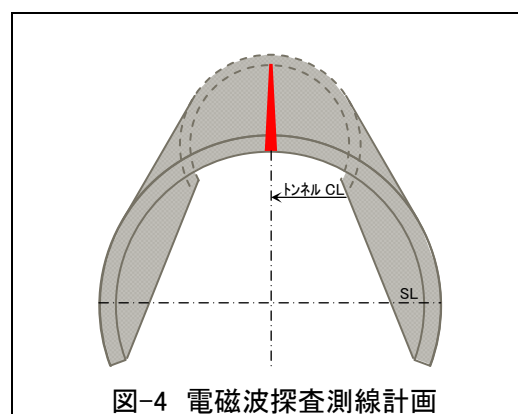


図-4 電磁波探査測線計画

6. おわりに

本報告では、これまで作業員の経験や勘に頼る部分が大きかった充填確認を圧力センサー、充填感知センサーによる数値確認で行うとともに、回転灯による“みえる化”で、職員、作業員が充填状況を容易に確認するシステムを構築できた。また、計画中である電磁波探査による背面空洞の発生状況については、本報文発表時に報告したいと考えている。比較的簡単な設備で密充填を確認できるシステムとして、今後適用事例を増やす中で、より最適な圧力管理値の設定と適切なセントル耐力の設定によるセントルの軽量化やコストダウンを図りたいと考えている。