

## トンネル仮設備のモニタリングシステム導入による施工管理の合理化

大成建設（株） 正会員 三谷 一貴  
○川野 雄毅

## 1. はじめに

（仮称）上曽トンネルは、県道石岡筑西線の上曽峠の山道区間のバイパス道路として計画された道路トンネルで、そのうち桜川工区は全長 3,538m の終点側 1,599mを施工するものである。当該工事では、近年の建設業労働人口の減少への対応並びに働き方改革の推進の一環としてトンネル施工管理の省力化を図るため、トンネル機械・設備にモニタリング装置を設置し、クラウド上に集約したデータを、スマートデバイスで確認できるシステムを構築した。本稿はその概要を紹介するものである。

## 2. システム概要

トンネル施工管理で省力化できそうな事項として抽出した項目は下表のとおりである。これらは現状、設備に向いて、印字記録を回収し事務所でデータ整理を行う作業が必要となる。また、リアルタイムの管理ができずトラブルが起きて対応するまでの時間ロスにより被害・コストが大きくなることも考えられ、ロスを削減する観点からもモニタリングが必要な事項である。



図-1 現場位置図

表-1 モニタリングが必要なトンネル施工管理項目

番号	管理項目	対応設備	現状の管理	作業時間
①	・吹付コンクリート練混ぜ数量 ・練り混ぜ温度	バッチャープラント	練り混ぜ印字記録の回収 練り混ぜ水の温度調整（冬期）	バッチャープラントへの移動時間（30分）
②	・濁水処理数量・薬剤使用量 ・処理水のpH・濁度 ・汚泥数量確認	濁水プラント フィルタープレス	印字記録の回収 処理水のpH・濁度異常時の警報ランプ 脱水ケーキ数量の確認	濁水プラントへの移動（30分）
③	・デマンド値	変電設備、送風機、集塵機	電力使用量の検針値の確認	なし
④	・坑内環境測定 （メタンガス・CO・O <sub>2</sub> ・CO <sub>2</sub> ・ 温度・湿度）	環境測定器	坑内にて計測（切羽まで）し、坑口に環境測定結果を記載後、坑内作業の開始	トンネルまで移動+坑内移動距離（30分）
⑤	・サイクルタイムデータ	各重機のON/OFF	現場で監視し、1サイクル確認	1サイクル（3時間）
⑥	・A計測データ ・切羽観察の確認	計測PC	計測者がデータを整理し、所員に回覧	データ整理時間+回覧時間（2時間）

表-1の項目がモニタリングできることで管理時間の削減、トラブルの早期発見が可能となることが期待される。③については送風機・集塵機の過剰使用を抑え、省エネ・コスト削減に繋げるものである。各項目は設備に搭載された信号または機械のON・OFFを確認することで管理できるため、これらの信号をシーケンス制御（信号を数値に変換）しデジタル値として集約しクラウド上にアップすることで施工管理者がスマートデバイスでどこでも管理できるようにシステムを確立した。



モニタリングシステムの流れ

キーワード トンネル、施工管理の省力化、モニタリングシステム

連絡先 〒163-6008 東京都新宿区西新宿 6-8-1 大成建設㈱東京支店 TEL03-3348-1111

### 3. モニタリング画面

The screenshot displays the NATM monitoring system interface. It includes several data panels on the left for '濁水プラント' (Slurry Plant) and 'バッチャープラント' (Batcher Plant), and an '環境項目' (Environment Item) table. A central table shows 'サイクルタイム' (Cycle Time) for various tasks. On the right, a '切羽観察' (Cutting Edge Observation) table lists inspection points with TD, distance, photos, and evaluation scores. A red box highlights the '切羽観察' table and the '切羽写真' (Cutting Edge Photo) column.

基	開始時間	削孔装薬	発破時刻	ずりだし	一次吹付	支保工建込	二次吹付	注入式FP 充填式FP	三次吹付	吹付味洗 吹付ケレン	ロック ボルト	基合計 時間	支保工
55基	2021/03/22 09:38:38	64分	2021/03/22 10:50:36	124分	28分	30分	40分	147分	29分	57分	23分	600分	DIII-C
54基	2021/03/19 22:24:07	47分	2021/03/19 23:20:09	163分	25分	45分	40分	334分	36分	186分	45分	1005分	DIII-C

番号	TD(m)	距離呈	切羽写真	評価点	切羽評価	有効/無効	削除
55	54.000	249+15.000		2.4	評価する	有効	削除
53	52.280	249+16.720		1.8	評価する	有効	削除
52	51.420	249+17.580		2.2	評価する	有効	削除
51	50.600	249+18.400		2.6	評価する	有効	削除
50	49.700	249+19.300		2.1	評価する	有効	削除

写真-1 モニタリング画面

モニタリングシステムの画面を写真-1に示す。各設備の信号からデータをリアルタイムに採取し数値を表示することができる。サイクルタイムの記録は発破放送のON 時間から発破時間を起点とし各重機のON/OFF時間と順番から、各作業のサイクルタイムを決めている。詳細なデータは上のタブを押せば表示されるようになっている。切羽観察はタブレットにて切羽写真、点数を現地で入力可能で、入力後は誰でもすぐに確認できるようになっている。

### 4. モニタリングシステムの効果

システム導入後の効果を表-2に示す。

表-2 モニタリングシステムの効果

番号	モニタリング設備	効果
①	バッチャープラント	出荷数量が分かることで材料の受払数量の管理ができ、設計の1次吹付量が分かることで切羽崩落防止の吹付が確実に出来ていることが確認できる
②	濁水プラント	処理水の水質を複数人で確認できることで、基準値内での放流ができていないことが確認でき汚水の現場外への漏出リスクが減少する、薬液の残量も確認できるので在庫管理もできる。また、フィルタープレス打ち込み回数で汚泥搬出の時期を決めることができる
③	変電設備、送風機、集塵機	使用電力が計測できることで、過剰な換気を制限でき、デマンド値を監視することで500kW以上の使用で起こる特別高圧契約を回避できるため省エネ・コスト削減ができる
④	環境測定器	発破後の換気中のCO濃度等、坑内作業環境基準を超えると警報を出すため作業の安全性が向上する
⑤	各重機のON/OFF	施工サイクルが分かることで工程管理ができ、現場での拘束時間が大幅に減少する
⑥	計測PC	計測後すぐに測定結果が確認できるため、変位があるトンネルではリアルタイムで確認できるため対策が迅速にできる

### 5. まとめ

トンネル工事は設備が一つでもトラブルが起こると工事全体が止まってしまうため、今回のモニタリングシステムの導入は、正常に稼働していることを直接確認でき、不具合の早期発見により重大なトラブルになることも未然に防ぐことができています。また、労働時間の短縮だけでなく、蓄積されたデータから今後の施工に活かせる内容もあるため、有意義な試みあると考える。今後はモニタリングデータをリンクすることで実際の管理をAIで自動化していきたい。