

山岳トンネル仮設備遠隔管理システムの開発

T-ds, C-ds による省力化の実現

副 島 幸 也

山岳トンネル工事には多くの仮設備が配置、運用されている。代表的な仮設備として工事排水を清浄化する濁水処理プラントと吹付コンクリートを製造する吹付プラントが挙げられるが、その適切な運用・管理を行うため運転員と元請け職員に多くの労力が発生している。この課題に対処するため、クラウドを利用したデータの一元管理とプラント機能の自動化を図る、濁水処理プラント遠隔管理システム「T-ds」、吹付プラント遠隔管理システム「C-ds」を開発した。本稿では、その開発内容について報告する。

キーワード：山岳トンネル、濁水処理プラント、吹付プラント、遠隔管理、省力化、自動化

1. はじめに

現在、我が国では人口減少と少子高齢化を背景として産業界における労働力不足が顕在化しつつある。建設業においても例外なく深刻な問題であり、団塊世代の離職による就労者数の減少、それに伴う熟練技術の継承断絶などが懸念されている。このような状況を打開するため、建設DXの導入により、AI、ICT、IoT等のデジタル技術を取り入れて複合的に活用することで、業務プロセスそのものを変革し、建設生産プロセス全体を最適化することが期待されている。

安藤ハザマでは、ICTにより山岳トンネル工事の生産性、安全性を大幅に高める取り組みとして「山岳トンネル統合型掘削管理システム（i-NATM[®]）」の開発を推進している。この一環として、山岳トンネル工事で用いる仮設備に対し、クラウドを利用したデータの一元管理とプラント機能の自動化を図る、遠隔管理システムの開発に取り組んだ。山岳トンネル仮設備遠隔管理システムの全体イメージを図1に示す。本稿では、開発した濁水処理プラント遠隔管理システム「T-ds」、吹付プラント遠隔管理システム「C-ds」について紹介する。

2. 仮設備管理の課題

山岳トンネル工事では、多くの仮設備が配置され運用されている。代表的な仮設備として工事排水を清浄化する濁水処理プラントと、吹付コンクリートを製造する吹付プラントが挙げられる。

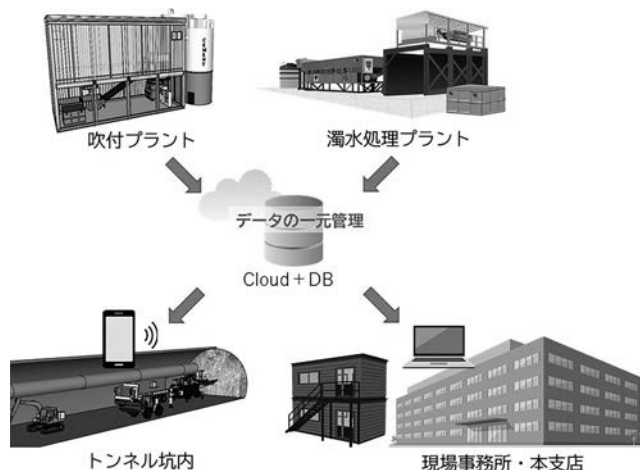


図1-1 山岳トンネル仮設備遠隔管理システム

濁水処理プラントでは、工事により発生する濁水が周辺環境に影響を与えないよう、適切な処理を行い清浄化して排水する、環境管理を行う上で重要な設備である。

排水の性状は工事の状況に応じて変化するため、きめ細やかな運転管理が必要となっており、専任の運転員を配置することが一般的である。また濁水は工事休止日においても継続的に発生することが多いため、週末や長期休暇など運転員が不在となる場合においても安定した設備運用を求められ、その管理体制構築は、工事を行う上で大きな負担となっている。

吹付プラントでは、吹付コンクリートの製造を行う。吹付コンクリートは、トンネルの品質に大きな影響を与えるため、非常に重要な設備である。

吹付コンクリートの製造は、トンネル掘削に合わせ

て行う必要があるため、製造作業のタイミングが一定とならず運転員の待機時間が多くなるという課題がある。また、元請け職員は運転データを取りまとめ、品質管理を行う必要があり、これも大きな負担となっている。

これらの課題に対処するため、クラウドを利用したデータの一元管理とプラント機能の自動化を図る、濁水処理プラント遠隔管理システム「T-ds (ティードス; Turbid water treatment facility -Digital Transformathion Control System)」および吹付プラント遠隔管理システム「C-ds (シーダス; Concrete Batch Plant -Digital Transformation Control System)」を開発した。

3. T-ds の概要

濁水処理プラント遠隔管理システム T-ds の概要を図一2に示す。ここではT-dsの主な機能を紹介する。

(1) Web 監視機能

原水および処理水の水質 (pH・濁度) や使用する薬材 (PAC, 高分子凝集剤, 炭酸ガス) の添加量・残量を Web 管理画面上から確認することができる。写真一1に現場事務所における T-ds 閲覧状況を示す。水質情報はチャート形式で表示されるため、水質

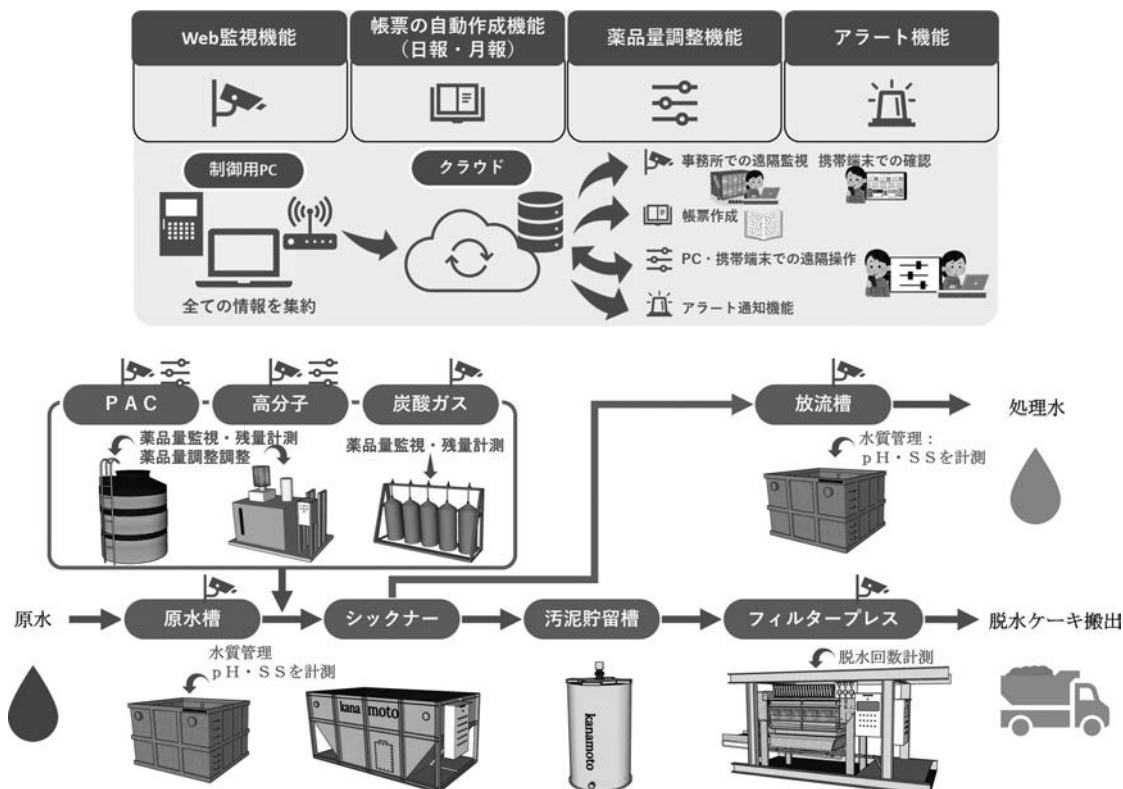
の変化を視覚的に理解することができる。これにより現場の担当者は薬品欠損などの状況をリアルタイムに認知し、効率的に対処を行うことを可能とする。またメーカーも Web から状況確認が可能のため、トラブル時の素早い状況把握が可能となる。

(2) 帳票の自動作成機能

日報・月報などの管理帳票を自動で作成する。作成した帳票は Excel で出力されるため、現場状況に応じた帳票修正も容易であり、帳票作成に伴う元請け職員



写真一1 現場事務所における T-ds 閲覧状況



図一2 濁水処理プラント遠隔管理システム T-ds (ティードス)

の負担を軽減する。また収集したデータは個別に CSV データとしての出力も可能で、プラントの運転状況を分析するなどに役立てることができる。

(3) 薬品量調整機能

原水の濁度に合わせ、PAC および高分子凝集剤の添加量を自動で調整する。濁水となる要因は現場ごとに異なるため、予めジャーテストなどで薬品添加量の校正を行う必要はあるが、過剰な薬品添加の抑制、および不適切な添加量設定による濁水放流のリスクを低減することができる。

山岳トンネルで濁水の pH 調整を行う炭酸ガスはガスボンベを連ねて使用することが一般的であるため、ボンベから供給されるガス圧が設定値以下に低下した場合に使用するガスボンベを自動で切り替え、ガス切れを起こさずに供給を続けると共に、メール通知により新規ボンベの補充を運転員および元請け職員に促す。

(4) アラート機能

処理水の水質異常、および薬品残量が設定値を下回った場合にメールにてアラートを通知する。アラートは「注意」「警報」の2段階を設定することができる。また通知先は複数設定が可能であり、トラブル時の迅速な対応に寄与する。図一3にアラート設定画面を示す。

4. C-ds の概要

吹付プラント遠隔管理システム C-ds の概要を図一4に示す。ここでは C-ds の主な機能を紹介する。

【警報：水質アラート】	
管理値上限(PH)	8.6
管理値下限(PH)	5.8
管理値上限(濁度)	50

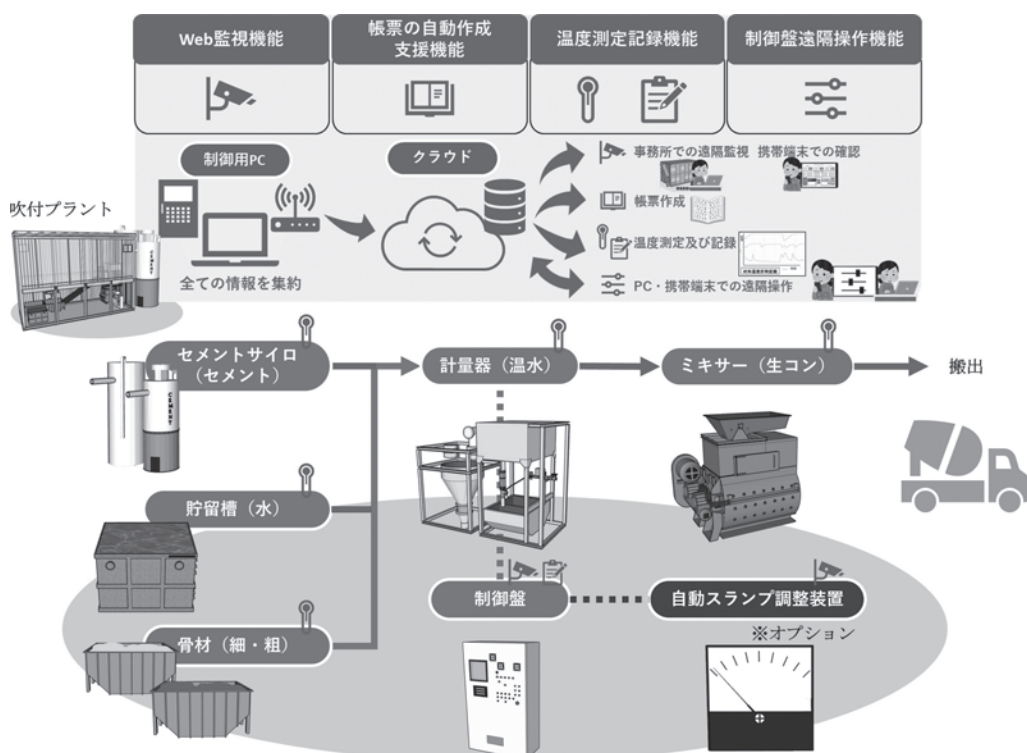
【注意：水質アラート】	
管理値上限(PH)	8.4
管理値下限(PH)	6
管理値上限(濁度)	45

更新

【警報：材料アラート】	
警報発生残量値 PAC (Kg)	1000
警報発生残量値 高分子 (Kg)	10
警報発生残量値 炭酸ガス① (Kg)	300
警報発生残量値 炭酸ガス② (Kg)	0

更新

図一3 アラート設定画面



図一4 吹付プラント遠隔管理システム C-ds (シーダス)

(1) Web 監視機能

吹付コンクリート練混ぜ時の原材料計量結果やミキサーの動作状況を Web 管理画面上で確認することができる。吹付コンクリートは品質的に重要な材料であり、迅速な状況把握、作業省力化を実現するほか、メーカーや本社などの技術部門と情報共有を行うことで、トラブルの防止や早期の解決に寄与する。

(2) 帳票の自動作成支援機能

吹付コンクリートの原材料の練混ぜ計量結果から、材料管理帳簿および動荷重試験帳簿を自動作成する。これにより帳票作成に伴う元請け職員の業務負荷を軽減させる。取り扱いがシンプルであり、現場の事務員らが容易に操作可能である。写真—2 に操作状況を示す。

(3) 温度測定記録機能

練混ぜ時の吹付コンクリート温度、およびその原材料の温度を測定記録する。図—5 に温度測定記録の表示画面を示す。材料温度の他、プラント内外の温度も記録し、これらは連続記録するため、練混ぜを行っ

ていない時間帯での材料温度の変化や、外部環境との関連性を把握することが可能である。

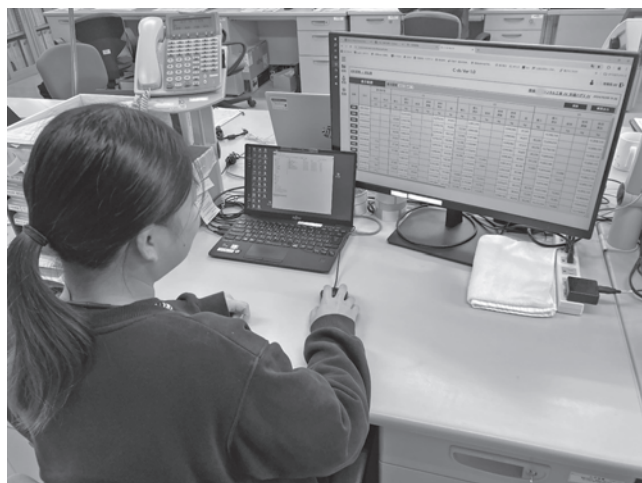
また、自動スランプ調整装置を設置している場合は、そのスランプデータも記録可能である。

吹付コンクリートの品質管理指標を記録し、日常管理および不具合時の参考資料とすることで、品質保持・品質向上を実現する。

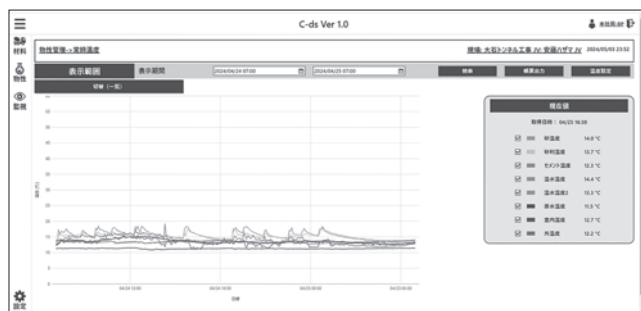
(4) 制御盤遠隔操作機能

従来は吹付プラント運転室の制御盤からの運転操作を必要としていたが、操作機能を付与したタブレットにより、吹付プラント周辺からタブレットの操作画面上でコンクリート自動練混ぜなどの制御を遠隔で行うことを可能とした。これによりミキサー車の清掃作業やホッパーへの材料供給作業中でも、その場で簡易な操作が可能となり、運転員の作業が効率化される。

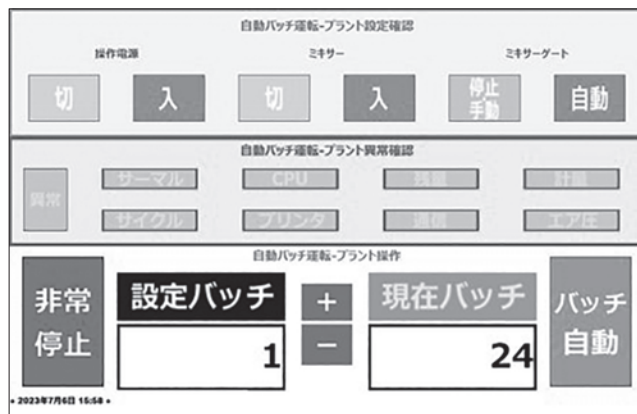
図—6 にタブレット画面を示す。また写真—3 にタブレットを確認しながら別の作業を行う状況を示す。



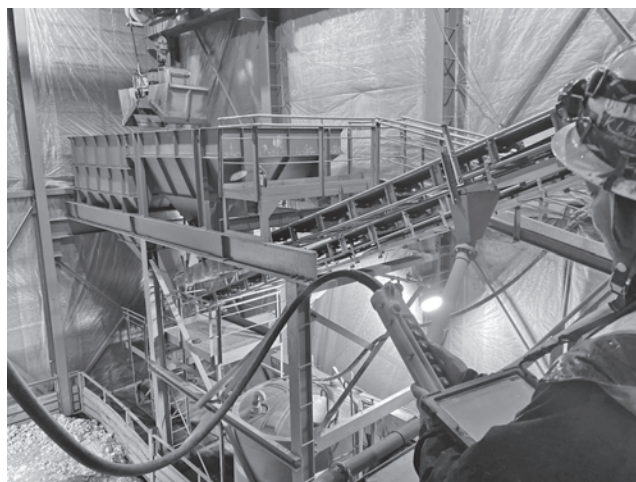
写真—2 C-ds 操作状況



図—5 温度測定記録画面



図—6 タブレット画面



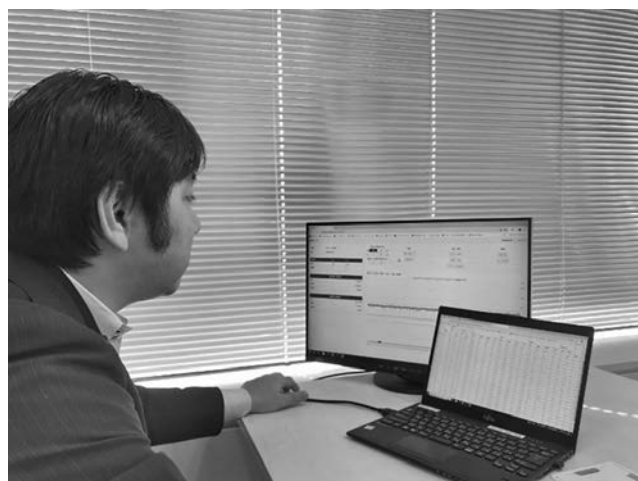
写真—3 タブレットを確認しながらの材料供給作業状況

5. おわりに

本システムは2023年度に安藤ハザマの複数の山岳トンネル工事に導入され、プラント運転員および元請け職員の負担軽減を実現していることから、概ね好評を得ている。また、運用先の現場でのヒアリングを基に、様々な機能改善にも取り組んでいる。T-dsにおける炭酸ガス自動切替装置などは追加開発した技術の一つである。また、実績を順調に伸ばすことができたことから、T-dsについては2024年にNETIS（濁水処理プラント遠隔管理システム KK-240028-A）を取得するに至った。

仮設備は直接工事と比較して工期短縮などに直結することが少ないため軽視されやすいが、品質確保や環境保護を目的とした重要な設備であり、安全向上、作業負担の軽減といった様々な面で改善を検討すべき対象の一つと考える。現場へのヒアリングでは、まだまだ効率化・改善を願う声が少なくない。システムは管理店所から閲覧できる（写真—4）ため、運用状況を確認しながら、今後も様々な効果検証と機能改善により、更なる現場の効率化を目指していく。

また、これらの取り組みは㈱カナモト、名岐エンジニアリング㈱らと共同で行ったものである。開発に当



写真—4 本社からの設備稼働確認状況

たり様々なご指導をいただいた関係各位には、この場をお借りして感謝の意を表す。

J C M A

【筆者紹介】

副島 幸也（そえじま こうや）
㈱安藤・間
建設本部 機電部
機電グループ長

