

## 覆工コンクリート打設管理システム「覆工伝言板」の開発

前田建設工業株式会社 正会員 ○長幡 侑樹 正会員 菅家 誉紀 正会員 水谷 和彦

### 1. はじめに

覆工コンクリート打設作業において、打設状況の管理はセントルに設置されている検査窓から目視による確認が基本であり、プラントをはじめとする関係者間での施工状況の情報共有は困難である。そのため、トラブル等による打設の中断があった場合は、対応が遅れると生コン車の運行管理に支障をきたすとともにコンクリートの品質にも影響を与える。また、打設数量の見積もりにおいては、トンネル（円形）という特殊な断面での計測には限界があり、完全充填するために計測結果よりも多く注文するので、必ず残コンクリート（以下、残コンと呼ぶ）が発生してしまう。この原因を分析すると、前述した要因とミキサー車内のコンクリート数量並びに打設数量が常時正確に把握できていないことにある。これらの対策として今回、ポンプ車からの打設数量のデジタル化などを含む「ICTによる覆工管理業務の改革」として覆工コンクリート打設自動管理システム（以下、覆工伝言板と呼ぶ）を開発した。本論文では、覆工伝言板の概要とその効果について報告する。

### 2. 開発技術の概要

#### 2-1. 覆工伝言板の特徴

覆工伝言板システム概略図を図-1に、モニター画面を図-2に示す。覆工伝言板の特徴は以下の通り。

- 1)現在の打設数量(0.1 m<sup>3</sup>単位)、全体進捗率(%), 残コンが常時把握できる。
- 2)ポンプ車のピストンカウントをデジタル化して打設数量を見える化(1ストローク=0.02m<sup>3</sup>)
- 3)打ち上がり状況を見える化: 充填率(x)と打設高さ(y)の回帰式より作図。
- 4)打設速度管理システム: 打設速度を3段階(安全・注意・危険)で管理する。
- 5)追加注文数量を自動計算して「残コン0の覆工技術」を実現。
- 6)天端の予想打設数量は3Dレーザスキャナー、天端数量の増減は土圧計による自動計算機器で算出する。
- 7)エリアセンサーでミキサー車をカウントし、ミキサー車到着時にカウンターを修正する。

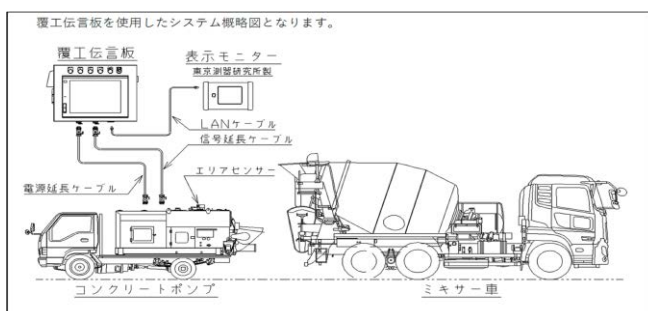


図-1 覆工伝言板システム概略図

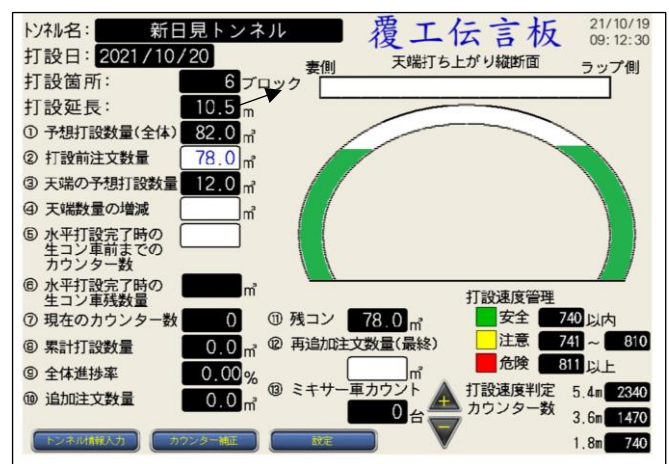


図-2 覆工伝言板モニター画面

#### 2-2. 天端数量の概要

残コン0を達成するには、必要数量と見積もり時の残コン数量を正確に把握する必要がある。図-3は当社標準工法マルチII<sup>1)</sup>における天端部の打設図である。

必要数量は、天端数量V1と天端数量の増減V2を合計した数量である。残コン数量は前述した打設数量のデジタル化で0.02m<sup>3</sup>単位で把握できる。V1とV2の定義を以下に示す。

V1: 事前に求めた、天端の水平線Aから上部のコンクリート数量(3Dレーザスキャナー)

V2: 水平打設の打ち上がり高さを土圧計で計測して、開発した天端数量の増減自動計算機器(写真-1)で求めたコンクリート数量。

キーワード 山岳トンネル, 覆工コンクリート, 残コンクリート, 自動管理, 打設数量, 覆工伝言板

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 前田建設工業(株) TEL 03-3265-5551

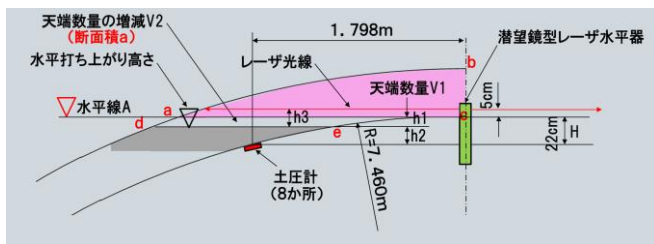


図-3 マルチⅡにおける天端部の打設図

### 2-3. 天端数量の増減の計算

図-3における天端数量の増減(断面積a)は、8個の土圧計で測定した平均圧力から天端からの下がり $h_1$ を計算して、「天端からの下がりと断面積a」の回帰式 $y(m^2) = 0.0445x^{0.866}$ より断面積を求め、施工延長をかけてコンクリート数量を算出する自動計算器を開発した(写真-1)



写真-1 天端数量の増減自動計算器

### 2-4. 生コン配車のオンライン化

覆工伝言板の情報は、オンラインビデオ会議ツール Teams により関係者に発信され、いつでも、どこでも、だれでも共有できる。特に生コン配車のオンライン化は、現場の施工状況が、リアルタイムでプラントでも確認できるため、効率的な配車が可能となり、現場の施工能力に合わせた生コン供給ができるようになった。



写真-2 打設中の覆工伝言板モニター



写真-3 プラントでのモニター画面

### 3. 覆工伝言板の効果

覆工伝言板による覆工打設管理は、現在まで14ブロックを終えているが、システムのトラブルもなく予想以上の効果を上げている。下記にその効果を列記する。

- 1) 「残コン0の覆工打設技術」が確立した。現在まで14ブロック打設したが4ブロックの残コン  $0.4m^3$  をのぞいて、13ブロック全てにおいて残コンは0である。
- 2) モバイル端末機器によって工事関係者への打設情報が共有できている。
- 3) 生コン配車のオンライン化によって、ジャストインタイムの適正な生コン車のデリバリーができています。
- 4) 天端数量の見積もりが、自動化によって計算手間がなくなった。
- 5) オンラインによって、施工担当者が離れた場所からでも進捗や打設速度が確認することができるので、業務の効率化(生産性の向上)に寄与している。
- 6) 通常は  $2m^3$  程度の残コン(産廃)が発生していたが、本技術により  $CO_2$  削減など環境負荷低減にも寄与する。

### 4. まとめ

打設数量のデジタル化によって、従来の充填圧、充填検知センサによる充填性の確認だけでなく、天端部の打設量 ( $0.02m^3$  単位で確認できる)も管理項目に加えることができるようになった。天端部の正確な予想打設数量に対して、正確な打設数量を比較することによって、密充填性を定量評価できるようになった。今後は、①充填圧、②型枠の沈下量、③妻部が天端まで充填されてからの打設量(密充填数量:仮想巻厚の形成)、この3つの関係を解析して密充填の定量評価基準を制定したい。

### 参考文献

- 1) 土木学会全国大会第75回年次学術講演会論文集、トンネル覆工「覆工マルチⅡ」の運用と今後の展望