

## 山岳トンネルの覆工コンクリート品質管理のための計測モニタリングシステムの検証

大成建設（株） 正会員 ○岡崎 康仁  
 同上 正会員 三谷 一貴  
 同上 正会員 川野 雄毅

## 1. はじめに

密実で品質の良い覆工コンクリートを施工するためには、打設状況及び、脱型までの養生状況の把握が非常に重要となる。しかしながら、覆工コンクリートは、通常、移動式型枠（セントル）を使用して施工するため、打設時及び養生時のコンクリートの状況を直接把握しにくい状況にある。そこで、本報文では、上曾トンネル工事で採用した覆工モニタリングシステム「T-iMonitor Tunnel Concrete」による打設時及び養生時のモニタリング結果及び、その結果の施工への反映結果について報告する。

## 2. 工事概要

上曾トンネルは茨城県石岡市と桜川市間に計画中の総延長3,538mの2車線道路トンネル(内空断面積60m<sup>2</sup>)である。当工事はこの内、桜川市側の1,599mを施工するものである。今回報告する区間の覆工コンクリート(t=30cm)は、セントルを用いて、1打設当り10.5m毎に施工する。

## 3. 覆工コンクリートの施工における課題の抽出とその解決策

覆工コンクリートの施工時及び養生時の状況を把握するための課題及びその解決策を表-1に示す。

表-1 課題の抽出と解決策

|   | 課題  | 解決策                              |
|---|---|----------------------------------|
| 1 | コンクリート充填状況が把握しにくく、特に天端部でのコンクリートの回込みは直接確認できない                | コンクリートの回込みを検知する感知センサーを91箇所/スパン設置 |
| 2 | 密実なコンクリートを施工するためには、打設最終段階で加圧充填が必要となるが、定量的な加圧管理ができない         | 加圧状態を検知する加圧センサーを5箇所/スパン設置        |
| 3 | 型枠脱型時期は発現強度により管理するが、その強度発現因子である覆工コンクリートの温度履歴については、活用事例が少ない。 | 温度を検知する温度センサーを15箇所/スパン設置         |

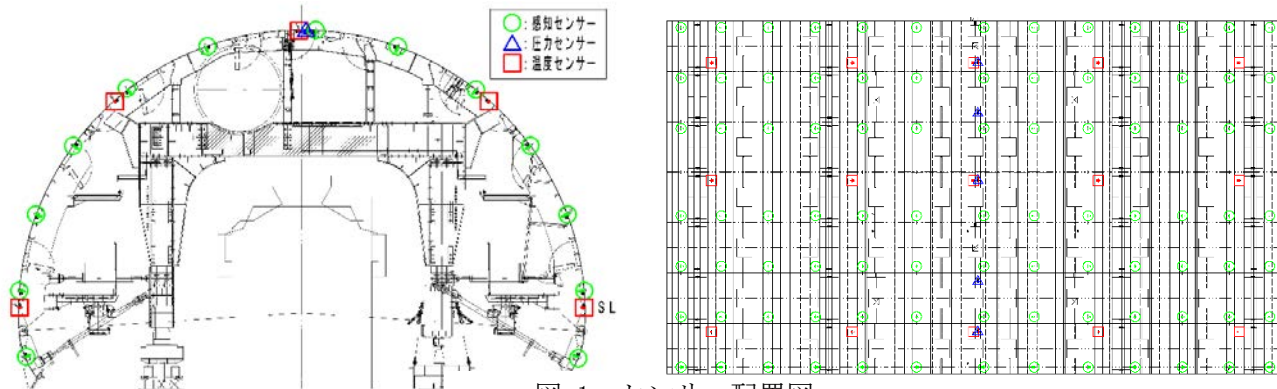


図-1 センサー配置図

表-1の解決策を組み合わせたシステムをここでは覆工モニタリングシステムと呼ぶ。この覆工モニタリングシステムの特徴は、非常に多くのセンサーをセントルに取付けることにより、覆工コンクリート全体の状況を詳細に把握できるところにある。

キーワード トンネル, 覆工, 覆工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(株)東京支店 TEL03-3348-1111

#### 4. モニタリング結果

覆工コンクリート施工初期(冬季)に実施した覆工温度のモニタリング結果を図-2に示す。データは、天端部と脚部の各1箇所の測定データを抽出している。また、図-2において測定された温度履歴から、積算温度を算定し、発現強度を算定した結果を図-3に示す。

図-2の測定結果から、脚部のコンクリート温度が、天端部に比較して最大15°C程度低くなっている事がわかり、この温度差が初期強度発現に大きく影響を与えることが予想される。また、脚部付近の気温が低い理由は、温度が高い空気は軽いため上昇するためと坑内換気により送り込まれた気温の低い空気が脚部付近を流れるためと推定される。

また、図-3に示す発現強度を見ると、最初に打設される脚部のコンクリート強度が、養生の段階で、最後に打設される天端部のコンクリート強度よりも小さくなっていることがわかる。

#### 5. 養生時における対策

脱型時の目標強度として2.0N/mm<sup>2</sup>以上の強度の確保を目標としており、全温度測定点の目標強度発現を確認後、脱型しているが、脱型後脚部の一部で脚部に表面剥離が発生した。

施工当初は、コンクリートが最後に打設される天端部の強度発現が遅いと考え、天端部の保温養生を重点的に実施していたが、覆工モニタリングの結果より、脚部の強度発現が遅いことに起因する表面剥離であると推定され、これ以降脚部の保温養生を重点的に実施した。脚部の保温養生実施後の温度のモニタリング結果を図-4に示す。脚部の保温養生の結果、天端部と脚部の温度は同等となり、これ以降表面剥離の発生は無くなった。

#### 6. まとめ

覆工モニタリングシステムを活用することで、覆工コンクリートの施工及び養生時の詳細なデータを収集できることになり、そのモニタリング結果を活用することにより、密実で品質の良い覆工コンクリートを施工することが可能であることが確認できた。

参考文献：土木学会：2016年制定 トンネル標準示方書[共通編]・同解説[山岳工法編]・同解説

：令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会 トンネル覆工コンクリートモニタリングシステムの開発 -T-iMonitor Tunnel Concrete-

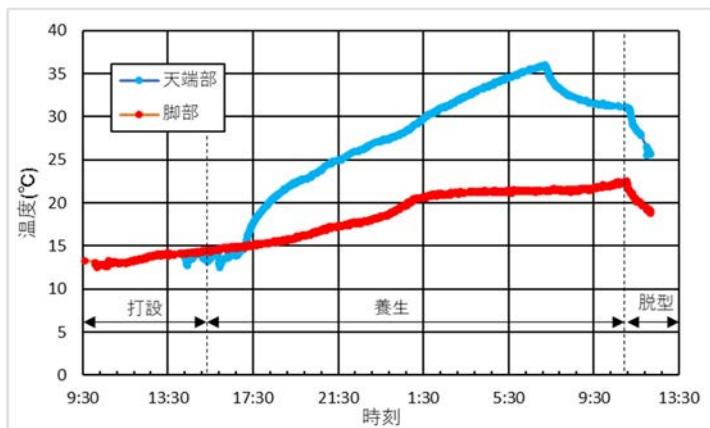


図-2 温度変化

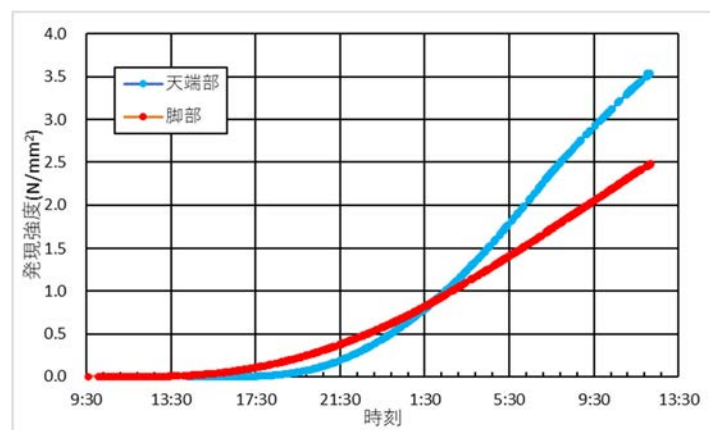


図-3 発現強度変化

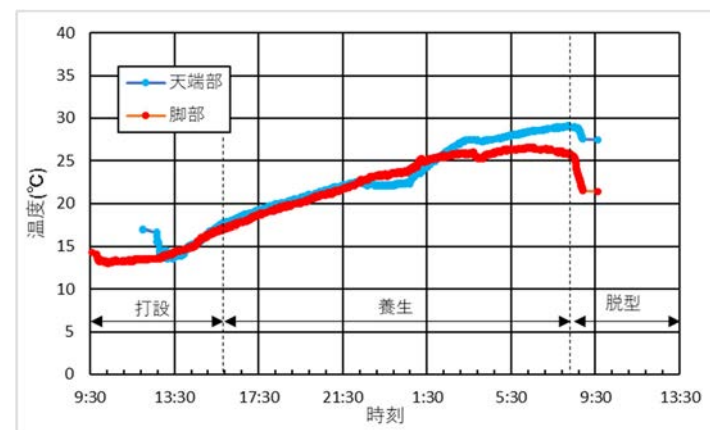


図-4 対策後の温度変化