

# タブレット端末を用いたトンネル覆工コンクリートの表層品質の確保を目的としたシステムの開発と傾向の分析

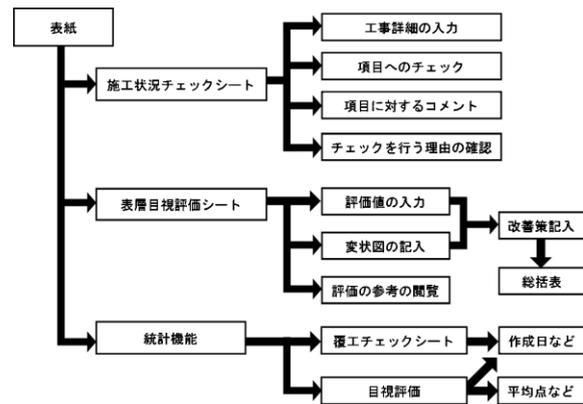
長岡工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○茨木 泰介  
 長岡工業高等専門学校 正会員 井林 康  
 佐藤工業株式会社 正会員 森浜 哲志  
 佐藤工業株式会社 正会員 宇野洋志城

## 1. はじめに

NATMにより建設される山岳トンネルにおいて、覆工コンクリートは、竣工後の供用中も第三者に直接見える部分である。剥落事故といった第三者被害の防止は重要であり、将来的な維持管理コストの低減を含めて、施工時のトンネル覆工コンクリートの表層品質の確保が必要となっている。

表層品質を確保する手法として、施工状況把握チェックシートと表層目視評価を活用する方法がある。これらのデータを効率的に収集や共有することで、円滑に施工のPDCAサイクルを回し、さらなる表層品質の向上を目指せる可能性がある。

筆頭著者らは、タブレット端末を用いた道路付属物や小規模橋梁の点検システムなどの開発を従来より行っており、それらは既に実地検証し、有用性が大いに確認されている。そこで、本研究ではデータの収集や共有の効率化、簡略化を図るため、タブレット端末を用いた「トンネル覆工コンクリートの施工状況把握チェックシートおよび表層目視評価入力システム」の開発を行った。加えてシステムの実地運用により収集したデータの傾向の分析を行った。



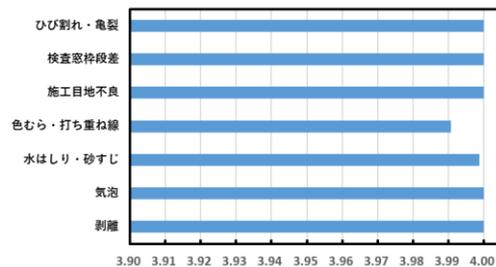
## 2. システム概要

システムの構成図を図-1 に示す。平成 28 年に国土交通省東北地方整備局が作成した、コンクリート構造物の品質確保の手引き（トンネル覆工コンクリート編）<sup>1)</sup>を参考として開発したものである。

施工状況把握チェックシートや目視評価のデータを収集後サーバーにアップロードすることで、効率的にデータを発注者、施工者、設計者、研究者の間で共有し、それぞれの立場からトンネル覆工コンクリートの施工における PDCA サイクルを円滑に回すことで、さらなる表層品質の確保を大きな目的としている。

表-1 目視評価点基準

評価点数	評価点数基準
1	2点より劣る状態
2	明らかに改善の余地がある状態
3	現場で達成しうる平均的な品質
4	現場で使用する材料、工法および人員で達しうる最高品質



キーワード タブレット端末, トンネル覆工コンクリート, 表層品質確保, 施工状況把握チェックシート, 表層目視評価  
 連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 長岡工業高等専門学校環境都市工学科 TEL 0258-34-9271

### 3. システム機能

施工の各段階における基本事項を要約したシートである施工状況把握チェックシートでは、工事詳細、施工の各段階における基本事項の23項目に対し、チェック・コメントの入力を行うことが可能である。さらに、なぜそれをチェックしなければならないかを項目ごとに確認することも可能であり、現場での技術提案事項があった場合も考慮し、任意にチェック項目の追加をすることも可能となっている。

脱型後にトンネル覆工コンクリートの表層品質を評価するための表層目視評価シートの画面例を図-2に示す。表層目視評価シートでは、位置情報を与えるため打設ブロック毎の展開図をトンネル軸方向7、トンネル周方向19の計133ブロック、非常駐車帯部ではトンネル軸方向4、トンネル周方向19の計76ブロックに分割し、ブロックに対し剥離、気泡、水はしり・砂すじ、色むら・打ち重ね線、施工目地不良、検査窓枠段差、ひび割れ・亀裂の7つの評価項目について表-1に示した4段階評価を入力することができ、側壁、アーチ、天端といった領域ごとに原因、キーワード、改善策を入力することも可能である。また、評価のばらつきを抑制するため、どの程度の変状が、その評価点となるか参考として写真とコメントを確認することが可能となっている。さらに、それぞれの変状に対し代表写真を撮影することや、展開図上に変状ごとに色別の詳細な変状図の記入を行うことができる。

入力したデータは、それぞれの評価項目ごとに統計を閲覧することが可能となっている。表層目視評価シートのデータは、ブロックごとの平均点とその点数に対応するカラースケールの色が表示され、ハザードマップのように表示することも可能となっている。収集したデータは、現場で使用している総括表の様式で表示し、PDF形式で出力することも可能である。

### 4. 分析結果および考察

実地運用により収集した111スパン分のデータの分析を行った。図-3に表層目視評価点の7項目ごとの平均点を示す。全体的に平均点は4点近くであり、高い品質であることがわかる。全体として施工が安定していたことが考えられる。変状図から気泡、水はしり・砂すじ、色むら・打ち重ね線の発生件数をブロックごとに抽出し、総ブロック数で除した、発生割合をそれぞれ図-4, 5, 6に示す。図-4, 5, より気泡、水はしり・砂すじは、SL下の側壁に多く発生しているのがわかる。気泡は、形状の影響で抜けにくいことが考えられる。また、左側壁のほうが多く発生しているが、これは右側壁側に掘削土砂を運搬するためのベルトコンベアが配置されていることから、近接目視が難しく目視評価がしづらいこと

		↑切羽側↑																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
A		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
B		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
C		6.3%	15.0%	5.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
D		0.0%	1.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
E		0.0%	2.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
F		0.0%	7.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
G		3.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.6%	0.0%
左側壁		左アーチ							天端			右アーチ							左側壁	

図-4 気泡の発生割合

		↑切羽側↑																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
A		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
B		1.8%	2.7%	0.0%	3.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	0.0%
C		1.8%	9.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
D		2.7%	7.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
E		0.0%	3.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
F		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
G		1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.5%	1.8%
左側壁		左アーチ							天端			右アーチ							左側壁	

図-5 水はしり・砂すじの発生割合

		↑切羽側↑																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
A		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
B		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
C		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
D		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%	8.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
E		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.3%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
F		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.4%	2.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
G		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	7.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
左側壁		左アーチ							天端			右アーチ							左側壁	

図-6 色むら・打ち重ね線の発生割合

が原因だと推測される。図-6より色むら打ち重ね線は、天端中央のトンネル軸方向に発生しており、中でも天端中央付近に多く発生していることがわかる。

### 5. まとめ

トンネル覆工コンクリートの表層品質確保を目的としたシステムの開発を行い、現在、データの蓄積を行っている。収集されたデータの分析を行った結果、気泡、水はしり・砂すじは、SL下の側壁で多く発生しており、左右の側壁で発生割合に違いが見られた。ベルトコンベアといった建設設備・機器により近接目視が困難な場合、項目によって評価することが難しいことも考えられる。

### 参考文献

- 国土交通省東北地方整備局、コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編)、2016