目視評価によるトンネル覆工コンクリートの評価

徳山工業高等専門学校　土木建築工学科　　非会員　○川﨑　奏奈
徳山工業高等専門学校　土木建築工学科　　正会員　　温品　達也

１．緒言

日本の社会基盤を成すコンクリート構造物は，ライフサイクルコストの縮減を目的とした長寿命化が重要な課題となっている．コンクリート構造物の長寿命を図るためには耐久性設計が不可欠であり，施工要因の影響を大きく受ける表層部の品質確保が重要である．目視評価法は，表層部の品質を目視で評価し PDCA により施工方法を改善し，品質向上を行う取り組みであり，本研究では目視評価法が活用された工事において，竣工前の再検証結果について述べる．

２．目視評価の目的

目視評価法とは，打ち込まれたコンクリートの脱型後に表層の出来栄えを目視で評価するものである．これまでは数値で評価されなかった表層の出来栄えを，各項目を点数で定量評価することで，施工方法の妥当性の検証や，施工方法改善のための PDCA に活用することができる．また，目視評価法は，以下のような特徴をもつ．

(1)　これまで漠然と眺めていた出来栄えが，明確に分かるようになった．これにより，施工者の点数向上への意識が高まりコンクリートの品質の向上へつながると考えられる．

(2)　最も容易な非破壊試験である．従来の透気試験や表面吸水試験などの手法と比較して，特別な器具が不要，短時間で行うことができる．また，大人数で実施できるため現場に共同の雰囲気が形成される．

(3)　評価エリア全体の品質を評価できる．従来の方法は，基本的に局所的な点での評価となり，全体を評価することが不可能であった．

２．１一般構造物の目視評価法

橋台・橋脚・函渠などの一般的な構造物を対象とした目視評価法であり，①沈みひび割れ②表面気泡③打重ね線④型枠継ぎ目のノロ漏れ⑤砂すじの 5 項目に分類し施工中に生じた不具合を評価する．

２．２トンネル覆工コンクリートの目視評価法

NATM トンネルの二次覆工コンクリートは，部材が薄く曲線になっているため施工しにくい部材である．トンネル覆工コンクリートを対象とした目視評価法は，①はく離，②気泡，③水はしり・砂すじ，④色むら・打重ね線，⑤施工目地不良，⑥検査窓枠段差，の 6 項目で表層の品質評価を行うものである．

３．調査対象構造物と調査方法

本研究では，岩国市のM第 1，第 2 トンネルを対象とし，2019 年 11 月 25 日に，研究で連携している横浜国立大学の教員，学生，県職員，トンネル工事のエンジニアの方など計 19 名で調査を行った．M トンネルは，コンクリート構造物の中でも，非常に高品質だと評価を受けているトンネルである．

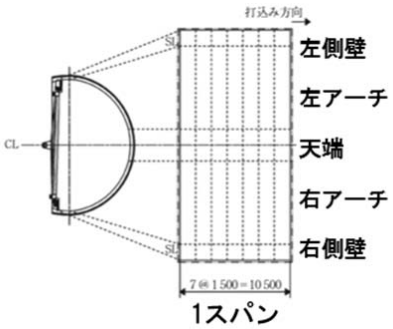
調査方法は，トンネル復工コンクリートの目視評価法を用いて図-1 を 1 スパンとして，4.5 スパンごとに 0.5 点刻み 8 段階で評価を行った．

４．調査結果と分析

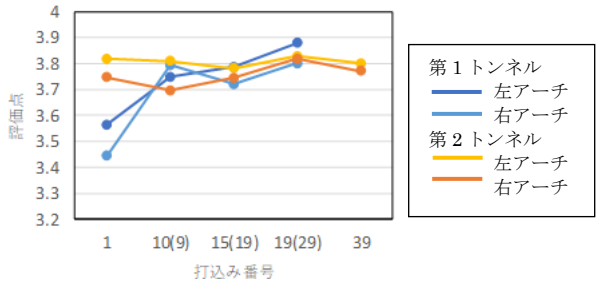
４．１トンネル覆工コンクリートの目視評価結果

各トンネルにおける目視評価の結果，どの項目も 3 から 4 点に集中しており，高品質であることが分かった．また，左側壁と右側壁，左アーチと右アーチの左右対称な部分は評価点の傾向が似ており，コンクリートの表層品質は形状によっても左右されるため，形状を考慮した PDCA を行うべきだといえる．図-2 に，結果が顕著となった両トンネルの左右アーチ部の相似関係を示す．

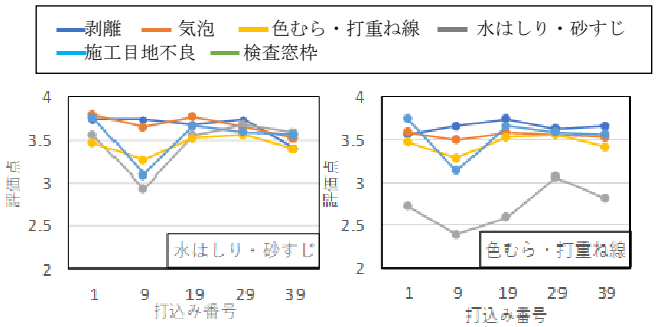
キーワード　目視評価，コンクリート構造物，PDCA，トンネル覆工コンクリート
連絡先　〒745-0822　周南市孝田町 5－2　ＴＥＬ080-6240-0126



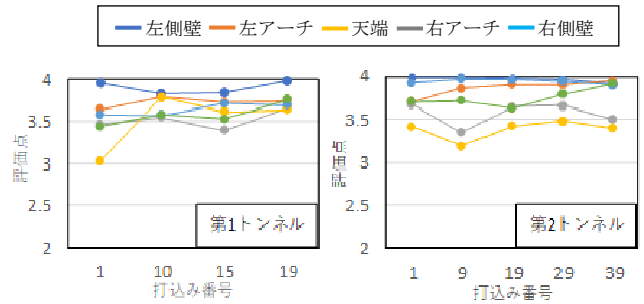
図－1 トンネルにおけるブロックごとの名称



図－2 第１トンネル･第２トンネルの左右アーチの比較



図－3 第１トンネル・第２トンネルの項目別評価結果



図－4 第２トンネルのブロック別評価点

４．２目視評価による PDCA の効果

M トンネルでは，第 1 トンネルの施工中に限り，トンネル覆工コンクリートの目視評価法，山口県で開発された施工状況把握チェックシートを用いて PDCA サイクルを適用した．図-3 は，第 1 トンネルと第 2 トンネルの評価結果を項目ごとに比較したものである．第 1 トンネルは，コンクリートの打ち込みが進むとともに点数も上昇傾向にあり，最初に打ち込みを行った 1 番より最後に打ち込んだブロックのほうが全項目の評価点が上昇したという結果となった．一方第 2 トンネルは，全体的に評価点は高いが点数が減少傾向にある．この結果より，第1トンネルは目視評価法による PDCA サイクルを適用していたため，打ち込みごとに改善され高品質のコンクリートになったと考えられる．しかし，色むら・打重ね線については，評価点とばらつきのある点数に関しての相関性がつかめなかった．

４．３施工方法と評価点の関係

第 1 トンネルと第 2 トンネルの施工法の相違点として，型枠の大きさの違い，金網の有無が挙げられる．第 1 トンネルは，高さ方向に幅 1000mm ごとの型枠が坑門から坑門まで使用されていたが，第 2 トンネルは坑門部分と中間部分の型枠の大きさが異なっていた．図－3 に示す第 2 トンネルの打ち込み番号 9 から 29 までは幅 1200mm，1500mm の型枠が使用されており，図－3 より第 1 トンネルと比較すると，色むら・打重ね線，水はしり・砂すじの評価点が低い結果となった．この 2 項目についての評価点を図－4 に示す．このように評価点が低くなった要因として，色むら･打ち重ね線に関しては，型枠の幅が大きくなることによりバイブレーションが隅々まで十分にかかりにくくなることにより影響が及び，水はしり･砂すじは，ブリーディング水が排出されにくくなり，その水が大きな型枠に沿うことで広範囲に発生したのだと考えられる．

また，第1トンネルには金網が使用されているが，第2トンネルには使用されていない．金網は，セメント硬化体に発生する亀裂の分散とはく離防止等を目的として吹付工と併用することが多いが，今回の結果では，金網の有無による違いは見られなかった．

５．結言

コンクリート表層の目視評価の効果を顕著に表す構造物として，M トンネルを例に挙げて分析した．今回の調査により，目視評価を用いて PDCA を実施することで表層品質が向上し，6 項目ほとんどが高評価となった．また，ブロックごとに点数に相似性があり，コンクリートの品質を向上する上で形状の要因も考慮し，対処法を考えるべきであることが示唆された．

また,目視評価の効果は確認することができたが,今後はその他のトンネルやコンクリート構造物の目視評価を行い,多くのデータを集め,目視評価の項目と点数の妥当性を検証して覆工コンクリートの長寿命化に寄与したい.

参考文献

・細田 暁・坂田 昇・田村隆弘・二宮 純:目視評価法を活用した山口県のひび割れ抑制システムによる表層品質向上の分析, 工学年次論文集, Vol.35, No.1, 2013.

・細田暁/横浜国立大学/道路構造物ジャーナル NET “目視評価-品質向上の必殺技-,” Available: https://www.kozobutsu-hozen-journal.net/series/detail.php?id=50&page=1.

・細田 暁・坂田 昇・渡邉 賢三・佐藤 和徳:目視評価法を活用したコンクリート構造物の品質確保の取組み, コンクリート工学,2016.10.