

目視評価法と表層品質との関係性に関する一考察

金沢大学 学生会員 ○五十嵐 優太
 長岡工業高等専門学校 学生会員 宮 翼 笠井 倫 小宮 陸
 長岡工業高等専門学校 正会員 陽田 修 村上 祐貴 井林 康
 長岡工業高等専門学校 山岸 遼平 上村 健二

1. 背景及び目的

コンクリート構造物の耐久性低下の要因として、塩化物イオンなどの劣化因子がコンクリート表面から侵入することによる内部の鉄筋腐食があり、これを防ぐためにコンクリート表層部の品質確保が重要となる。コンクリート表層部の品質確保は施工プロセスが大きく関係している。施工プロセスで補修を必要とする不具合が発生した場合、これらの不具合が適切に補修されたとしても適切に施工された構造物の性能には及ばず、劣化の起因となる恐れがある¹⁾。そこで施工現場では、施工に起因する不具合発生の防止を目的に、施工プロセスのPDCAサイクルを回すツールの一つとして、目視評価法が提案された²⁾。目視評価法とは、コンクリート表層に生じる不具合を、沈みひび割れ、表面気泡、打ち重ね線、型継ぎ目のノロ漏れ、砂すじの5項目に分類し、それぞれ4段階のグレーディング評価を行い、脱型後の出来栄を定量評価する手法である¹⁾。

しかし、目視評価法は、出来栄の評価から施工方法の改善意識を促すことを目的としており、評価項目及びグレーディングする際の評価点数と表層品質との関係は明確ではない²⁾。そこで、評価項目及び評価点数と表層品質との関係性を明確にすることで、特に注意しなければならない項目や重症度の判断が可能となりコンクリート構造物の品質向上につながると考えた。本研究では、目視評価項目及び評価点と表層品質との関係性を明確化することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 測定対象と表層品質評価手法

本研究は実際に供用されている幹線道路下のボックスカルバート壁面を対象とし、反射輝度法（詳細は後述する）による表層品質評価を行った。ボックスカルバートは、延長が約13.2m、幅約6.0m×高さ約3.2m

の内空断面積である。1回の測定範囲は高さ1.6m、幅3.2mとした。測定範囲内には目視評価項目に該当する不具合を含んでいる。

2.2 反射輝度法

目視評価項目には、ひび割れや砂すじが含まれる。そのため表面吸水試験（詳細は後述する）では実験方法上、ひび割れから水が漏れることや表面の凹凸により水漏れの可能性があるため正確な評価が行えないと考えた。そこで本研究では反射輝度法を用いて表層品質評価を行った。反射輝度法とは、一定時間吸水させたコンクリート表面が乾燥していく過程の反射輝度の時間変化をカメラで撮影し、その変化量から表層品質を評価する手法である³⁾。著者らの先行研究により、反射輝度法による表層品質評価の妥当性が確認された。

2.3 表面吸水試験

本研究では反射輝度法による表層品質評価を定量化するため、表層に不具合が見られない箇所では表面吸水試験を行った。表面吸水試験とはコンクリート表面の吸水抵抗性から表層品質を評価する手法である。評価指標には表面吸水速度（ml/m²/s）が用いられる。

2.4 実験方法

反射輝度の測定範囲内において、表層に不具合が見られない6点で表面吸水試験を行った。後日、測定範囲全体を対象に反射輝度測定を行い、反射輝度の時間変化抽出領域を指定した。領域指定する際、その領域には目視評価項目を1項目のみ含むように行った。また、反射輝度の値はこの領域の平均値となることから、精度の低下を防ぐため指定領域の範囲は大きくなりすぎないように留意した。また、表面吸水試験を行った領域においても同様に反射輝度の時間変化を抽出した。

キーワード 表層品質 目視評価法 反射輝度法

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 TEL 0258-34-9273

3. 結果

反射輝度の時間変化を表面吸水速度 ($\text{ml}/\text{m}^2/\text{s}$) で置換することで表層品質を定量化することができる。本研究では、表面吸水試験を行った6つの領域において、目的変数を表面吸水速度、説明変数を反射輝度-時間グラフの10分ごとのグラフの傾きとして重回帰分析を行った。これにより表面吸水速度と反射輝度の時間変化との回帰式(1)を導き出した。ここで、 S : 表面吸水速度、 ΔY_n : 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60 分の反射輝度-時間グラフの傾き、 a_n : 各時間に対応する係数、 b : 切片である。

$$S [\text{ml}/\text{m}^2/\text{s}] = \sum a_n \Delta Y_n + b \quad (1)$$

反射輝度の時間変化のみが既知な領域においても回帰式から表面吸水速度を算定することが可能である。そこで、目視評価項目を含む領域の反射輝度の時間変化から表面吸水速度を算定した。その結果を表-1に示す。表面吸水速度が低いほど表層が緻密であるため表層品質が良いことを示し、表面吸水速度が高いほど表層品質が悪いことを示す。表-1の結果が示すようにノロ漏れは他の評価項目と比べ表層品質が良いことが確認できた。また、打ち重ね線と沈みひび割れの表層品質は比較的悪い傾向にあり、砂すじと表面気泡の表層品質への影響には違いが見られないことも確認できた。

図-1は領域11と領域14の状況を示す。どちらも表面気泡を含んだ領域であるが、表面気泡の大きさが異なる。現在用いられている目視評価法の点数表では、表面気泡の直径が大きいほど表層品質が悪いとしているが、表-1の結果から気泡直径の大きい領域14の方が表層品質が良い結果となった。しかし、表面気泡の大きさによる表層品質への影響度は気泡が発生している範囲の大小にも関係すると考えられるため、測定対象を増やした検討が必要である。

4. まとめ

本研究の範囲で得られた目視評価項目と表層品質との関係性を以下に記す。

- (1) ノロ漏れは表層品質への影響が比較的小さい。
- (2) 打ち重ね線、沈みひび割れは表層品質への影響が比較的大きい。
- (3) 表面気泡の大きさは目視評価法の点数表と反対の品質評価となったが、発生範囲の大小による影響など

の検討が必要である。

表-1 各領域の算定表面吸水速度と状況

領域番号	算定表面吸水速度 ($\text{ml}/\text{m}^2/\text{s}$)	状況
3	0.977	砂すじ
5	0.813	表面気泡
6	0.983	砂すじ
11	0.979	表面気泡
13	0.449	ノロ漏れ
14	0.832	表面気泡
15	0.940	砂すじ
17	0.143	健全部
19	1.344	打ち重ね線
22	1.288	打ち重ね線
24	1.205	沈みひび割れ



図-1 領域番号11(左)と領域番号14(右)

謝辞

本研究の一部は、長岡市ものづくり未来支援補助金及び一般社団法人新潟県コンクリートメンテナンス研究会の協力により行った。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 坂田 昇ほか：コンクリート構造物の品質向上と表層品質評価手法、コンクリート工学, Vol.50, No.7, pp.601-pp.606, 2012年7月
- 2) 細田 暁ほか：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り組み、コンクリート工学, Vol.54, No.10, pp.1005-pp.1014, 2016年10月
- 3) 中川 直人ほか：吸水させたコンクリート表面の輝度の時間変化に基づく表層品質評価、コンクリート工学年次論文集, Vol.41, No.1, pp.1695-pp1700, 2018年