

雷電廿六木橋の20年経過したコンクリート 壁高欄の表面性状の変化

手塚 寛人¹・関 文夫²・山口 徹³・石垣 柳有侍⁴

¹非会員 日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻
(〒101-8303 東京都千代田区神田駿河台1-8-14, E-mail:cshi13132@g.nihon-u.ac.jp)

²正会員 工博 日本大学理工学部土木工学科
(〒101-8303 東京都千代田区神田駿河台1-8-14, E-mail:seki@civil.cst.nihon-u.ac.jp)

³非会員 極東鋼弦コンクリート振興株式会社
(〒104-0045 東京都中央区築地1-12-22, E-mail:t-yamaguchi@fkk-j.co.jp)

⁴非会員 大成建設株式会社 九州支店
(〒812-8518 東福岡市博多区住吉4-1-27, E-mail:isgruz00@pub.taisei.co.jp)

コンクリート構造物は時間経過や環境の影響などによって刻々と表面性状を変化させていく、石や煉瓦でできた構造物は、時間が経つにつれエイジングが評価されているが、コンクリート構造物の場合は単なる汚れとして認識される。そこで、ループ形状を有する雷電廿六木橋に着目し完成から20年経過した壁高欄の表面性状を調査し、過去に行った調査結果との比較、方位による比較、周辺環境の影響水仕舞いの効果と老朽化について報告する。

キーワード: コンクリート, 雷電廿六木橋, 汚れ, 経年比較, 方位, 周辺環境, 水仕舞

1. はじめに

コンクリート構造物の表面性状は、経過時間、環境、コンクリート面の方向などによって変化していくことが報告されている。また、コンクリート構造物は、コンクリート材料の性状の変化や構造物背面からの排水、支柱や付属物などからの伝い流れや外部から飛来してきた菌類などによる局所的な汚れが生じる場合が多く、エイジングとしてポジティブに評価されている事例はほとんどない。

本研究は、埼玉県秩父市に架かる、1998年に完成し、竣工から20年経過した雷電廿六木橋を対象としてコンクリート表面性状の調査を行った。過去に竣工から13年経過した2011年に山口¹⁾が、竣工から18年経過した2016年に石垣²⁾が汚れの度合いについて調査を行っており、この過去2回の壁高欄の表面性状の調査との経年比較や雷電廿六木橋がループ状の形状をしており、方位別での表面性状の比較、周辺環境の影響、水仕舞いの効果から、壁高欄コンクリートの汚れの変化を考察したものである。

2. 雷電廿六木橋の概要

埼玉県西部の奥秩父に建設された雷電廿六木橋(写真-1)は三国山、甲州新ヶ丘、笠取山などの2000m級の主峰に囲まれた中津川溪谷に架橋され、この溪谷内に橋長270m、幅員9.15mの廿六木大橋、橋長345m、幅員10.15mの大滝大橋の2つの橋梁と145mの土工区間を合わせて1つのループ形状の橋梁を構成している(図-1)。壁高欄には共通のデザインが展開されている。壁高欄は、「くの字」型の形状を有しており外面は垂直面から約9.2度傾いている。



写真-1 雷電廿六木橋

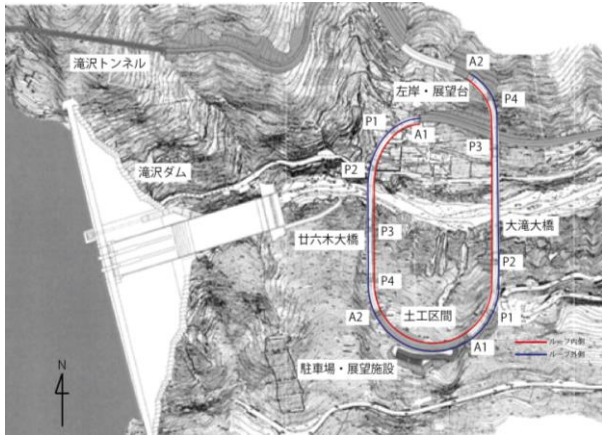


図-1 雷電甘六木橋の架橋位置

3. 計測結果

(1) 計測方法

汚れの調査は、橋梁全体は目視による調査を行い、壁高欄の汚れについては、色彩色差計(コニカミノルタ、CR-410)をコンクリート表面に直接当てて、明度を計測した(写真-2、写真-3)。計測値はマンセル値で示す。計測点は、ループ外側とループ内側の壁高欄の外側と内面を、曲線部を4m、直線部は8mごとに計測を行い、計測が出来ないループ外側の壁高欄外側を除き、計562点計測した(図-2、図-3)。



写真-2 色彩色差計(CR-410)



写真-3 計測状況

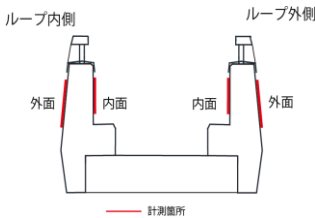


図-2 計測箇所

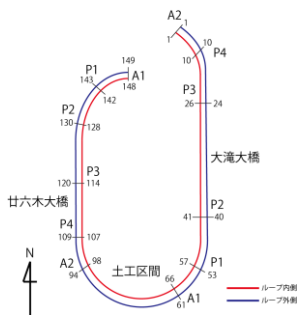


図-3 計測番号と計測

(2) 計測結果

a) ループ内側とループ外側の壁高欄外面の計測結果

18年経過した壁高欄の内側と外側の明度(縦軸)と大滝大橋の始点からの計測ポイント(横軸)として図-4、図-5に示す。

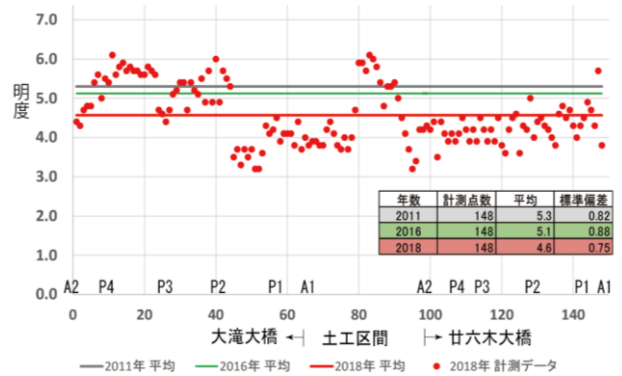


図-4 ループ内側の壁高欄外面の明度

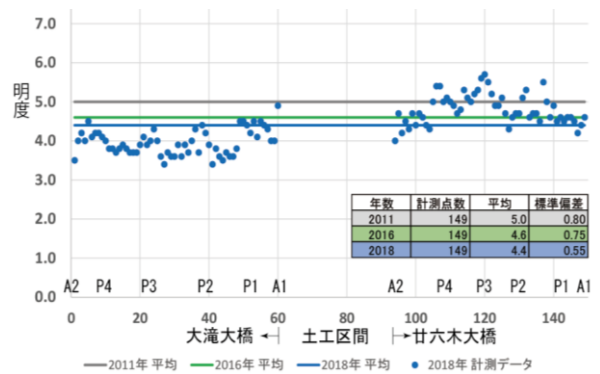


図-5 ループ外側の壁高欄外面の明度

b) 大滝大橋の表面性状の変化

大滝大橋のループ内側の壁高欄外面は、南～南西向き表面性状と P3 橋脚の真上の壁高欄が黒く汚れていた(写真-4)。特に、P1 橋脚から A1 橋台の西～北西向き表面性状の変化が激しく起きていた(写真-5)。ループ外側は歩道が無い為、壁高欄内面に泥はねにより壁高欄表面に泥が付着し黄色く変色していた。また、ループ外側の壁高欄内面の A1 橋台の伸縮装置付近のカーブでの明度低下が著しかった。



写真-4 南～南西向きの壁高欄外面



写真-5 P1橋脚からA1橋台の壁高欄外面

c) 土工区間の表面性状の変化

土工区間でのループ内側の壁高欄外面は、樹木が生い茂っており雨水が壁高欄にあまり当たらない状況の為、表面性状は薄く黒くなる程度となっていた(写真-6)。ループ外側は壁高欄と擁壁の間が狭く計測が出来なかった。ループ内側の壁高欄の表面性状はほとんど変化が見られなかったが、ループ外側の壁高欄内面は路面からの雨水の跳ねにより下汚れを形成していた。



写真-6 土工区間の現状

d) 廿六木大橋の表面性状の変化

廿六木大橋のループ内側とループ外側の壁高欄外面は、A2橋台からP4橋脚にかけて最も汚れが発生していた(写真-7)。廿六木大橋のループ内側の壁高欄外面は、ほとんどの部分が黒く汚れていた(写真-8)。それに対し、ループ外側の壁高欄外側はP4橋脚からP2橋脚にかけては汚れが少なく、P2橋脚からA1橋台にかけて汚れが生じていた。



写真-7 ループ内側のP4橋脚からP3橋脚の壁高欄外面



写真-8 ループ内側のP2橋脚からP1橋脚の壁高欄外面

(3) 経年比較と方位による比較

a) 調査結果

2011年と2016年、2018年のループ内側とループ外側の壁高欄外面の明度の変化を図-6、図-7に示す。

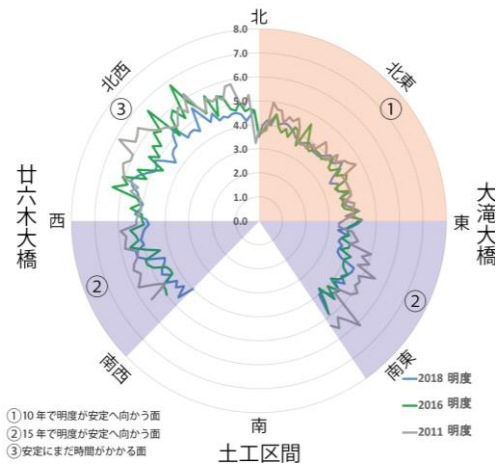


図-6 2011年～2018年のループ内側の壁高欄外面の明度

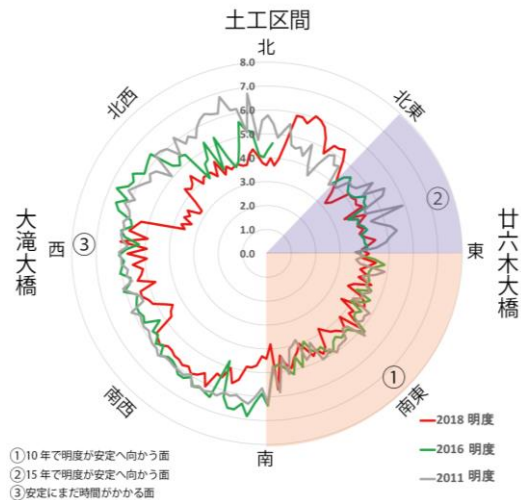


図-7 2011年～2018年のループ外側の壁高欄外面の明度

b) ①の表面性状の変化

丹羽³⁾らの研究によると、竣工から30年程度まで明度のばらつきが大きく、30年以降ではばらつきが少なくなり明度3.5程度に安定する傾向にある(図-8)。

ループ内側の南～東側の方向を向く壁高欄の明度を平均化すると、2011年が4.9、2016年が4.8、2018年が4.6、ループ外側の北～東側の方向を向く壁高欄の明度は2011年が4.2、2016年が4.0、2018年が4.0と2011年の明度とほとんど変化がないことから、10年程で明度のばらつき少なくなる傾向にある(写真-9)。

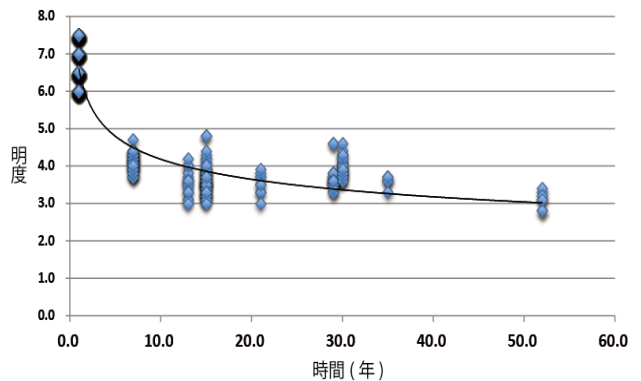


図-8 時間経過と明度の関係³⁾

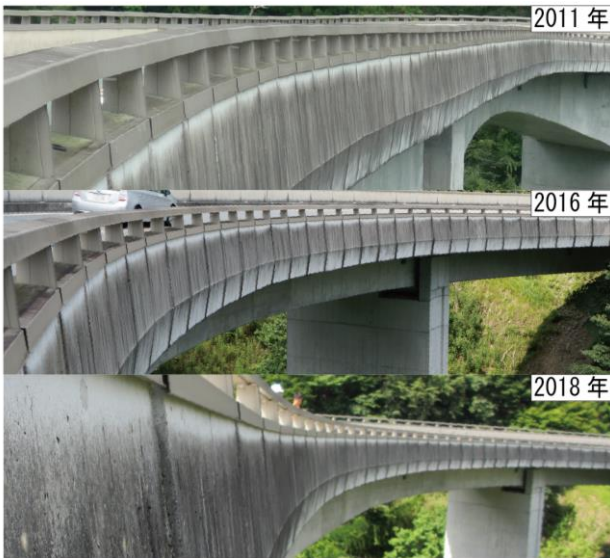


写真-9 ループ内側の南～東側の方向を向く壁高欄

c) ②の表面性状の変化

ループ内側の北東～東向きの壁高欄の明度は2011年が4.5, 2016年が4.4, 2018年が4.3, ループ外側の東～南西向きの壁高欄の明度は2011年が4.5, 2016年が4.0, 2018年が4.0と2016年の明度とほとんど変化がないことから15年程で明度が安定すると考えられる(写真-10) ①と②の表面性状のばらつきが少なくなった原因は, 1年間平均して日照時間がほぼ同じで菌やコケ類の繁殖が一定だったため, この年月でばらつきが少なくなったと考えられる。



写真-10 ループ内側の北東～東側の方向を向く壁高欄

d) ③の表面性状の変化

ループ内側の北東～南向きの壁高欄の明度の平均, 2011年が4.8, 2016年が4.6, 2018年が4.2, ループ外側の北～西向き壁高欄の明度の平均は, 2011年が5.4, 2016年が5.2, 2018年が4.8程度と明度にばらつきがあり明度のばらつきが少なくなり表面性状が安定するにはまだ時間がかかる傾向にある(写真-11)。

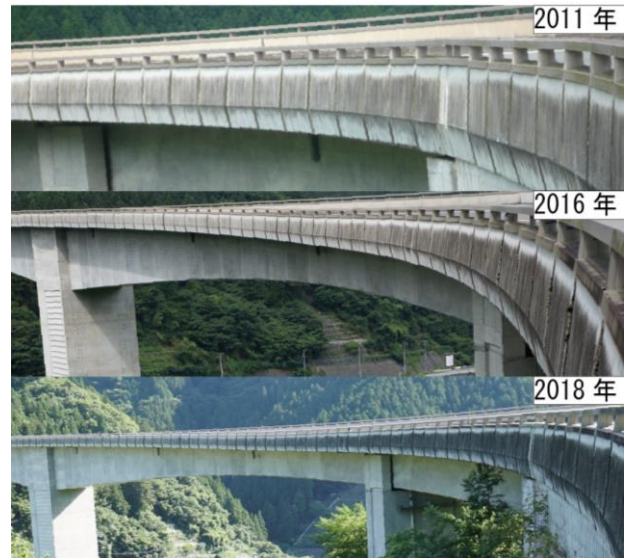


写真-11 ループ内側の北～西側の方向を向く壁高欄

e) ループ内側とループ外側の表面性状の違い

2011年から2018年の計測データから比較すると, ループ内側の方がループ外側よりも汚れの安定が遅いことが分かった。また, ループ内側の壁高欄外面は, 北東から南へ汚れが進行し, ループ外側の壁高欄内面は, 西から北へ汚れが進行していた。

ループ内側の南向きの明度を各年で比較すると大きく低下していた。最も日が当たる南向きの明度が低下していた原因は山の影響で日陰ができ菌やコケが繁殖したためと考えられる(写真-12)。



写真-12 ループ内側の南側の方向を向く壁高欄

5) 周辺環境の影響

雷電廿六木橋の周囲は, 北側と南側は山に囲まれている。北～北東側と南～南東側に位置する壁高欄の明度の平均は, 北～北東側のループ内側が4.7, ループ外側が4.3, 南～南東側のループ内側が3.9程度であった。これは, 周囲の山から風で菌類が運ばれ, 壁高欄に付着して

繁殖したためと考えられる。実際に、北～北東側と南～南東側に位置する壁高欄の明度は他と比べ著しく低下しており、壁高欄や高欄に地衣類やコケ類が多く付着しているのが目視で確認できた（写真-13）。

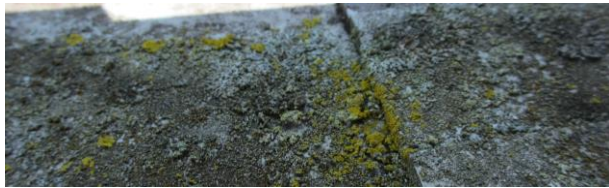


写真-13 高欄に付着していた地衣類

(4) 水仕舞いの効果と壁高欄内面の表面性状

雷電廿六木橋の水仕舞いは、水受けが付いたアルミ製の高欄カバーを高欄の頂部に設置しており、雨水が壁高欄の外側にある縦溝に伝達され、壁高欄の外側と内面が雨水による伝え汚れが形成されないように設計されている（写真-14、写真-15）。水仕舞いの効果は大きく壁高欄内面の明度の平均はループ内側が 6.7、ループ外側が 6.2 であった。一部壁高欄カバーが無い箇所があり、天端からの伝え汚れが確認できた（写真-16）。このことから水仕舞い付き高欄カバーを付けることによって汚れの付き方をコントロールすることが出来ることが分かった。しかし、高欄カバーと高欄カバーの隙間から雨水が漏れ出して伝え汚れを形成している箇所があり、定期的に高欄カバーの点検、補修が必要であると考えられる。

壁高欄内面での表面性状は、大滝大橋のループ外側の伸縮装置付近の明度低下が著しかった。これは、トラックのエアブレーキによって伸縮装置付近に溜まった雨水を飛散させる事によって着いた汚れだと考えられる（写真-17）。また、ループ外側の壁高欄内面は、歩道が無い為埒泥はねにより壁高欄表面に泥が付着し、黄色く変色しており色相が 3.6Y、ループ内側は 1.4mの歩道があることにより泥はねが抑制され、色相が 2.5Y となっていた（写真-18）。



写真-14 水仕舞い



写真-15 縦溝に流れた汚れ



写真-16 天端からの伝え汚れ



写真-17 伸縮装置付近の汚れ



写真-18 ループ内側とループ外側の表面性状の違い

4. まとめ

2011年～2018年の雷電廿六木橋の壁高欄の表面性状の変化を分析すると、局所的な汚れがなく、適正な速度で汚れは進んでいた。方位によって変化の速度の違いあり、10～15年で明度のばらつきが減少する面と明度のばらつきが減少するのにまだ時間がかかる面が存在し、汚れのメリハリが確認できた。これは、土工区間や周囲の山の樹木が成長し、広範囲に菌や胞子が飛び、陽が当たる面では死滅し、日が当たらない面では繁殖したことが原因だと考えられる。また、水仕舞い付き高欄カバーの効果は高く、汚れの付き方をコントロールすることができるが、定期的な点検と補修が必要である。

5. おわりに

方位による日の当たる面、日の当たらない面、周辺環境の違いなどにより場所によって表面性状に明確な差が出てきた。また、水仕舞いの付いた高欄カバーで汚れの付き方をコントロールし、表面性状を綺麗に保てることが分かった。コンクリート構造物は、局所的な汚れではなく、緩やかに汚れが進行するエイジングとしての技術が必要である。本研究がそのエイジングの技術の一助なることを期待したい。

謝辞：本研究の調査において、ご協力して頂いた埼玉県秩父県土整備事務所管理課に厚く謝意を表す。

参考文献

- 1) 関，山口：13年経過した雷電廿六木橋のコンクリート表面性状の変化と水仕舞効果，土木景観・デザイン発表会，p p 289-294, 2011. 12
- 2) 石垣：18年経過した雷電廿六木橋のコンクリート表面性状の変化，日本大学理工学部土木工学科学部卒業研究論文，2016
- 3) 丹羽，茂木：時間経過におけるコンクリート表面性状の変化に関する研究，日本大学理工学部土木工学科学部卒業研究論文，2014