

コンクリート高架橋の変状分析と今後の劣化予測について

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○久保田 英生
東日本旅客鉄道(株) 岩切 翔平

1. はじめに

弊社では、コンクリート高架橋において雨掛かりの多い高欄、地覆に対する剥離剥落対策を目的として、表面被覆工を実施しているが、経年 40 年以上の高架橋も多く存在しており、今後、雨掛かりの少ない部位においても剥離剥落等変状が発生する可能性を懸念している。そこで、雨掛かり少ない水切り内側における各部位毎の鉄筋腐食発生条件を調査し、今後のコンクリート高架橋の維持管理の一助としたいと考えている。本稿では調査概要、調査結果、今後の維持管理方針について報告する。

2. 高架橋の変状分析

(1) 調査部位および分析内容

調査部位は高欄を除く、張出、床板、縦梁の下面、側面とし、分析内容は以下の 2 項目について実施した。第 1 項目は部位毎の中性化残りとかぶりの関係から鉄筋腐食発生要因を推定し、既往研究との相関性の調査を実施した。第 2 項目は高架橋部位毎の水分の浸透しやすさの調査とし、コンクリートの表層品質の評価を行い、劣化予測を行った。

(2) 既往研究の整理と調査方針

既往の研究(図-1)よりコンクリート構造物全般において、下記①～③の知見が示されている。

- ① 鉄筋かぶりが 30 mm 以下の箇所で剥離剥落が発生する可能性が高まる。
- ② 水掛かりが有る部位で鉄筋までの中性化残りが 10 mm 以下では剥離剥落変状が発生する可能性が高まる。
- ③ 水掛かりが無い部位で鉄筋までの中性化残りが 10 mm 以下では剥離剥落変状が発生する可能性が低くなる。

本研究の対象は、直接の水掛かり影響が少ない箇所のため、①および③の水掛かりが無い部位の剥離剥落の知見に着目し調査を実施した。調査はまず高架橋の各部位ごとに中性化試験(ドリル法)及び鉄筋のかぶり深さ測定(電磁誘導法)を実施し、部位毎に両者の相関について確認した。

(3) 調査結果

調査結果を図-2 に示す。グラフは鉄筋までの中性化残りとかぶりの関係を表しており、縦軸が鉄筋までの中性化残り、横軸が鉄筋のかぶりを示している。8 橋りょうで張出、床板、縦張下面、側面の調査を実施した。結果、①かぶりが 30 mm 以下になると、変状が発生する割合が大きくなること、②中性化残り 10 mm 以下で変状が発生している割合は小さいことの 2 点を確認できた。これらより変状の有無については中性化残りの影響に比べ、かぶりによる影響が大きいと推定した。

部位毎の変状について図-3 に示す。結果として、①かぶり 30 mm 以下(黄色線部)で張出に複数の変状が確認された。②縦梁下面、側面は張出に比べ変状は少ない傾向であった。③床板はおおむねかぶり 30mm を確保で

キーワード 中性化 かぶり 水分浸透

連絡先 〒330-0853 埼玉県さいたま市大宮区錦町 397 番地 2 東日本旅客鉄道(株) 大宮土木技術センター TEL. 048-642-8502

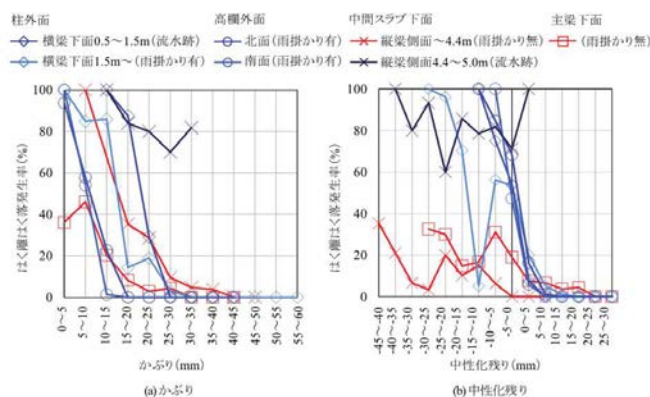


図-1 部位毎の剥離剥落発生率 (出典:参考文献 1)

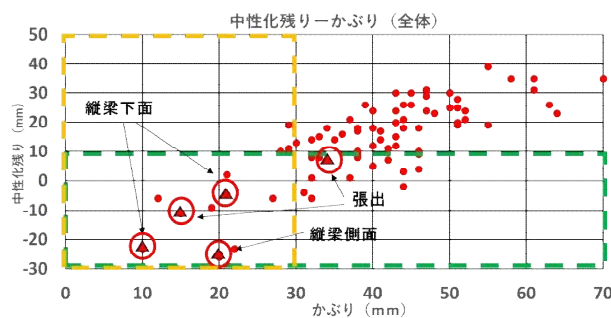


図-2 中性化残りとかぶりの関係

きていた。④中性化残り 10 mm以下（緑線部）については張出、縦梁下面、側面は変状が発生している割合は小さいことが確認できた。また、床板の変状については今回の試験箇所では確認されなかった。

部位別にみるとかぶり 30 mm以下の場合でも変状の割合が異なることから、かぶり以外の要因が推測される。部位毎の中性化深さについては深い順に、縦梁側面、縦梁下面、床板、張出となる傾向であった。なお、縦梁側面は表面気泡が多く発生しているため、中性化の進行が突出して深い傾向であることも推測される。以上より、変状発生は中性化残りよりもかぶり不足の影響が大きいと考えられる。かぶりが不足している場合でも、部位によって変状発生傾向が異なるためかぶりの他に湿度水分の浸透が変状発生に寄与している可能性も検証する必要がある。

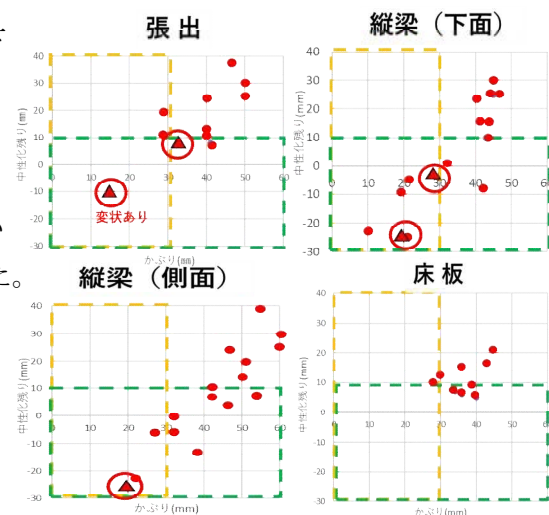


図-3 各部位毎の中性化残りとかぶりの関係

3. 水分浸透を考慮した劣化予測

(1) 水分浸透と変状発生

高架橋における部位毎の表層品質の差を評価するために、湿度水分の浸透しやすさを調査した。表層品質の評価は2017年制定コンクリート標準示方書（設計編）に示される鋼材腐食による照査式を用い、今後50年の劣化予測を現地試験の結果に基づき、部位毎に推定した。

(2) 水分浸透速度係数試験

照査にあたり W/B もしくは水分浸透速度係数（参考文献2）が必要となるため、現地試験体（部位毎に採取したφ40mmのコア）を所定の温度、湿度で91日間乾燥させ、水に浸漬した際の時間ごとの浸漬深さにより水分浸透速度係数(q_k)を算出し、照査式に適用した。

(3) 試験結果

試験はCT桁及びラーメン橋の2箇所それぞれ4部位の試験体により実施し、5時間、24時間、48時間浸漬したそれぞれの試験体の結果を図-4に示す。浸漬5時間以降の浸透深さと浸漬時間の傾きは概ね各部位とも同傾向であるが、浸漬5時間までの傾きは各部位毎によって異なっている。また、水分浸透速度係数を算出し、各部位ごとに鋼材腐食の照査を実施したところ、ラーメン橋の張出部のみ経年100年で鉄筋腐食が発生しない結果となった。鉄筋腐食の照査は供試体ではなく、現地採取の試験体を用いたため、鉄筋を損傷させないよう、条件であるφ100mmまたは150mmの確保が困難であったことから、骨材の影響を受け、精度にばらつきが発生したと推測される（写真-1）。ただし、水分浸透深さの結果より、5時間までの浸透深さが各部位で差があり、それ以降の差が小さいことから、表面品質が水分浸透深さに影響し、コンクリート内部は部位に係らず品質の差がないと推測される。今後コンクリートの維持管理及び劣化予測についてはコンクリートの表面状態に着目することで、より高精度な劣化予測を行うことができるのではないかと考えられる。

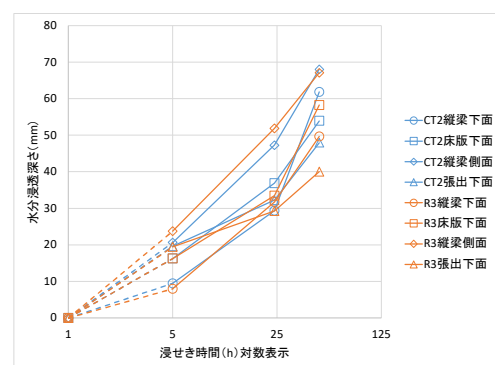


図-4 浸漬時間ごとの水分浸透深さ



写真-1 浸漬後の試験体（CT桁、縦張側面）

4. おわりに

今回は部位毎の劣化に着目し、調査を実施した。今後より劣化の進行が予測されていくなかで今回の知見を活かし、コンクリート構造物の維持管理を適切に行い、安全・安心輸送に貢献したい。

【参考文献】

- 1) 轟 俊太郎ほか: コンクリート中の鉄筋腐食に与える水とコンクリートの中性化の影響, 土木学会論文集 E2, Vol.75, No.4, 226-238, 2019
- 2) 酒井 雄也ほか: 短期の水掛かりを受けるコンクリート中の水分浸透速度係数試験方法(案), コンクリート工学, Vol.56, No.11, 2019