

凍害環境下における鉄道高架橋の中性化深さの実態と コンクリートの変状との相関について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○山本 州大
東京大学生産技術研究所 フェロー会員 岸 利治

1. はじめに

近年、東日本旅客鉄道株式会社が管理する高架橋をはじめとするコンクリート構造物は老朽化や施工当初におけるかぶり不足など施工不良により、コンクリート片の剥離・剥落など落下物事象が報告されている。

かぶりコンクリートの剥落の主な原因については既往の調査研究¹⁾により、かぶり厚さの不足と中性化深さ、雨水等の影響であるとの知見が得られており、ここではコンクリート片の剥落と前述した各要因同士の関係について総合的な検討を行っている(図-1)。

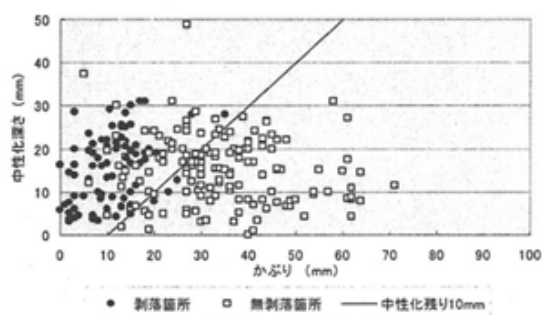


図-1 コンクリート高架橋等におけるかぶり中性化残り、雨水との関係¹⁾

この中で雨水等の影響を受ける場合には、一般的に言われている鉄筋腐食発生の境界である中性化残りが10 mmを上回る際にコンクリート片の剥落がほとんど生じていないことも確認されている。しかし、中性化残りが10 mmを下回り、かぶり厚さを超えた範囲においても無剥落箇所が多く存在していることも事実である。この詳細なメカニズムについては明らかになっていないが、このことは中性化深さの程度に拘わらず、かぶりコンクリートの剥落が生じていることを示唆しており、かぶりコンクリートの剥落に影響を及ぼす因子について詳細に検討する必要がある。

そこで本研究においては、実構造物(高架橋)の中性化深さやかぶり厚さ、雨水等の影響の実態調査を行い、その各々が及ぼす影響の程度について検討した。

キーワード 中性化深さ、雨水等の影響、かぶり、表層品質、凍害

連絡先 〒380-0927 長野県長野市栗田源田窪 992-6 東日本旅客鉄道(株) 長野支社 設備部 土木課 TEL 026-474-0826

2. 構造物調査

2.1 調査対象構造物

調査対象構造物はコンクリート片の剥落が生じている長野県内にある経年36年のコンクリート高架橋である。当該高架橋が存在する地域は、冬期の最低気温が -10°C 以下になる日もある寒冷地である。

また、調査部位については高架橋の高欄、張出スラブ下面(水切り内側)とし、同一高架橋の中で2つの径間(径間A、径間B)の左右について現地調査を行った(図-2)。

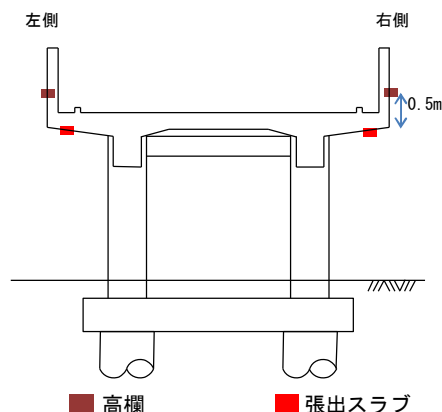


図-2 調査測点の概略図

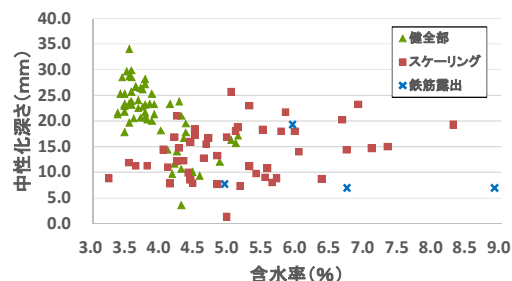
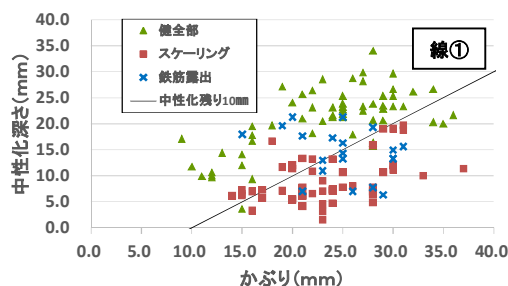
2.2 調査項目

調査項目については、かぶり厚さ・中性化深さ・含水率とし、変状の有無については、上記記載の項目測定時に併せて近接目視により確認した。なお、変状の分類については、鉄筋が露出している箇所と当該高架橋が寒冷地に位置しているため、スケーリングが発生している箇所とした(写真-1)。

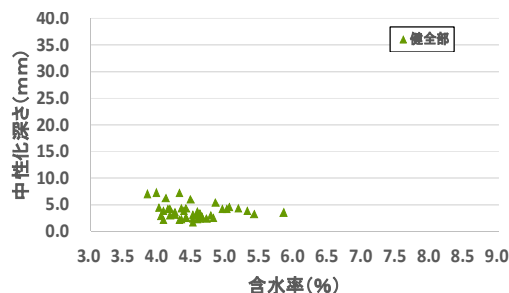
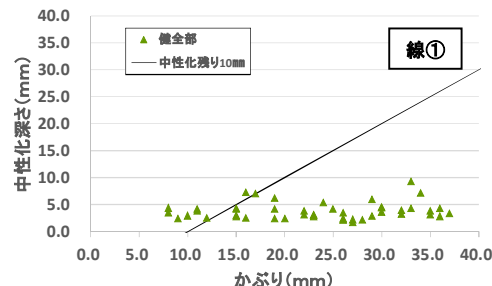


写真-1 変状箇所(鉄筋露出・スケーリング)

3. 調査結果及び考察



(a) 張出スラブ (径間 A・B)



(b) 高欄 (径間 B)

図-3 中性化深さとかぶり・中性化深さと含水率の関係

図-3 にかぶりおよび含水率と中性化深さの関係を示す。(a)は張出スラブ、(b)は高欄である。(a)を見ると、中性化が進んでいるものほど、健全な部分が多く存在し、含水率が低い。逆に中性化が進んでいないものについては、スケーリングや鉄筋が露出している部分が多く、含水率も高い傾向にあることがわかる。また、図線 1 は一般的に鉄筋の腐食発生の境界と言われている中性化残り 10 mmを示しているが、この線より左側に位置、つまり中性化残りが 10 mm以下の中性化が進んでいるものの方が健全な部分が多い結果となり、逆に中性化残りが多くなるにつれて変状が多くなる傾向となった。このことは、図-1 に示した既往の研究における中性化残りと変状発生の関係とは異なる傾向であり、凍害環境下では雨水の影響を受けて含水率が高く中性化の進行が遅い環境でスケーリングと鉄筋露出が多く発生すると考えられる。すなわち、スケーリングと鉄筋露出にとっては含水率に大きな影響を及ぼす雨水の影響が支配的であり、凍害環境下での中性化の進行は変状発生リスクの逆の指標になっていると考えられる。なお、含水率が極めて低いものの中にスケーリングが発生しているものが数点あるが、中性化深さは極端に小さいことから、調査時点では含水率が低かったものの、これらは雨水の影響を多く受ける箇所であると推定される。凍害環境下での今回のデータでは、鉄筋露出とかぶりの間に直接的な因果関係は認められなかった。その理由については推測の域を出ないが、凍害環境下で

は表層の劣化によって雨水が直接深部にまで容易に浸透して鉄筋腐食を誘発している可能性が考えられる。

一方、(b)の高欄を見ると、中性化深さが 5 mm程度と低い値に留まってばらつきが小さく、外観上も全く変状が見られなかったこと、また、含水率のばらつきも小さいことから、表層コンクリートがかなり緻密であると推定された。(a)と(b)では張出スラブと高欄という部位の違いがあるが、いずれも雨水の影響を受けやすい箇所であることから、両者の変状の相違は部位の違いによる一般的な相違ではなく、コンクリート品質の相違によると考えるのが妥当であると考えられる。

以上の検討から、凍害を受ける環境下にある構造物では、コンクリートの変状に対する支配的な要因は、コンクリートの表層品質の良否（緻密さ）であり、中性化深さとそのばらつきの程度は、表層品質の良否（緻密さ）を表す指標として有効であると考えられる。

4. まとめ

今回の検討で得られた知見を以下に示す。

- (1) 凍害環境下での表層変状に対する支配的な要因は、表層品質の良否（緻密さ）であると考えられる。
- (2) 中性化深さとそのばらつきは、コンクリート表層品質の良否を表す指標としては有効である。

参考文献

- 1) 石橋忠良, 古谷時春, 浜崎直行, 鈴木博人: 高架橋等からのコンクリート片剥落に関する調査研究, 土木学会論文集, NO. 711 V56, pp125-134(2002. 8)