

# 講演概要 高架橋の鉄筋かぶり厚さと 変状の関係性把握について

関 玲子<sup>1</sup>・栗林 健一<sup>2</sup>・齊藤 岳季<sup>3</sup>・杉崎 光一<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>正会員 東日本旅客鉄道株式会社 JR東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所  
(〒331-8513埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479番地)

<sup>1</sup>E-mail: rei-seki@jreast.co.jp

<sup>2</sup>E-mail: k-kuribayashi@jreast.co.jp

<sup>3</sup> E-mail: take-saito@jreast.co.jp

<sup>4</sup>正会員 株式会社ビーエムシー (〒261-7125千葉県千葉市美浜区中瀬2-6-1WBGマリブウェスト25階)

<sup>4</sup> E-mail: sugisaki@hashimori.jp

高架橋等鉄筋コンクリート構造物に水等の劣化因子が侵入すると、鉄筋腐食を起因とした剥離・剥落に伴う第三者被害や構造耐力の低下が懸念される。剥離・剥落の防止を目的とし、目視検査や叩き落とし、表面保護工などを用いた落下防止対策を行っているものの、一部の高架橋では鉄筋腐食の進行が確認されており、今後ますます効果的に剥離・剥落対策を講じることが必要となっている。

本研究では、鉄筋かぶり厚さ不足に着目し、少ない測定量で高架橋高欄の鉄筋かぶり厚さ全容、特性を把握し効果的な対策を講じることが目的として、電磁波レーダ探査にて鉄筋かぶり厚さを測定し、その位置の変状発生状況を確認した。あわせて、鉄筋かぶり厚さのばらつきも把握した。

**Key Words :** *thickness of covering concrete of reinforcing steel, separation/falling place of concrete, reinforcing steel investigation, electromagnetic radar*

## 1. 目的

高架橋からのコンクリート片の剥離・剥落は、第三者に被害を与える恐れがある。目視検査などにより、様々な落下防止対策を鋭意行っているものの、一部の高架橋では鉄筋腐食の進行が確認されている。そのため、今後も効果的な剥離・剥落対策が必要となっている。

鉄筋腐食は鉄筋かぶり厚さが小さい箇所が生じやすいとされている<sup>1), 2)</sup>。そこで、鉄筋かぶり厚さの値を基に効果的な対策を講じることとし、少ない測定量で高欄の鉄筋かぶり厚さ全容、特性の把握が可能であるか確認するため、鉄筋かぶり厚さと変状の有無を確認した。

## 2. 鉄筋かぶり厚さの測定

### (1) 測定概要

経年 38 年の群馬県内に位置する高架橋高欄を対象に、鉄筋かぶり厚さの測定と鉄筋腐食に起因する剥離・剥落

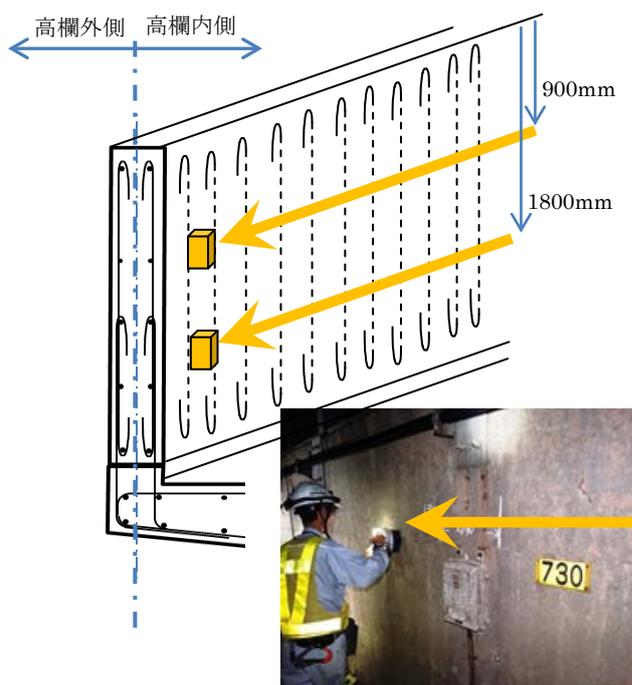


図-1 鉄筋かぶり厚さ測定箇所と測定状況

や浮き（以下、変状と記す）に関する調査を行った。

高欄における線路側の面（以下、内側と記す）および線路反対側の面（以下、外側と記す）を対象に、高欄天端から900mmと1800mmの位置で電磁波レーダ探査にて鉄筋かぶり厚さを測定した。鉄筋かぶり厚さ測定箇所と測定状況を図-1に示す。測定した鉄筋の数量を表-1に示す。

(2) 鉄筋かぶり厚さと変状の分析

(a) 高欄内側と外側の比較

図-2 に高欄の内側と外側の鉄筋かぶり厚さごとの変状発生割合を示す。いずれも鉄筋かぶり厚さが小さいほど変状が発生しやすい傾向が確認され、外側の方が若干変状が発生しやすい傾向が確認された。今回測定した高欄内側はいずれも屋根がある構造で、また、南南西に面している。そのため、外側に比べて乾燥しやすい環境であることも変状発生状況に影響していると考えられる。

「ドリル削孔粉を用いたコンクリート構造物の中性化試験方法」(NDIS3419)に準じて、A高架橋R7-2の高欄内側と外側の中性化深さを測定した。その結果、内側は60.2mm、外側は25.3mmであった。内側の方が乾燥環境であったため、中性化が進行したと考えられる。

図-3にA高架橋R7-2の鉄筋かぶり厚さと変状の関係を示す。外側の方が全体的に鉄筋かぶり厚さが小さい傾向

にあり、変状発生傾向が顕著であった。外側は内側より中性化が進んでいなかったが、鉄筋かぶり厚さ21~40mmの範囲においても外側の方が変状発生傾向が大きかった。

今回の測定では、鉄筋かぶり厚さと変状の相関が確認されたが、中性化と変状の相関は確認されなかった。

b) 高欄測定位置での比較

図-4に測定位置別の鉄筋かぶり厚さごとの変状発生割合を示す。内側、外側ともに900mmより1800mmの方が変状が発生しやすい傾向が確認された。内側と外側で鉄筋かぶり厚さのばらつきが異なるため、今後測定数を増やし、高欄測定位置での変状発生傾向の違いを把握することとする。

(3) 鉄筋かぶり厚さのばらつき

既往の研究および今回の鉄筋かぶり厚さと変状の分析から、鉄筋かぶり厚さが小さいと変状が発生しやすい傾向が明らかである。効果的な剥離・剥落対策を実施するために鉄筋かぶり厚さの把握は重要となるが、その労力を可能な限り小さくすることとしたい。そこで、より少ない測定量で、高欄の鉄筋かぶり厚さ全容を捕捉することが可能であるかを分析するため、測定位置別の鉄筋かぶり厚さの関係を比較することとした。

(a) 高欄測定位置での関係比較

図-5に高欄測定位置別の鉄筋かぶり厚さの関係を示す。プロットした値は、各ブロックの内側、外側の平均値である。900mmと1800mmの鉄筋かぶり厚さは、高い正の相関が確認された。今回測定した高欄は直壁構造であり、内側、外側の設計かぶり厚さは同一であるが、回帰直線

表-1 測定した鉄筋の数量

	A高架橋				B高架橋
	R3-1	R3-2	R7-1	R7-2	R3-2
内側	40	42	42	38	38
外側	40	42	42	38	38

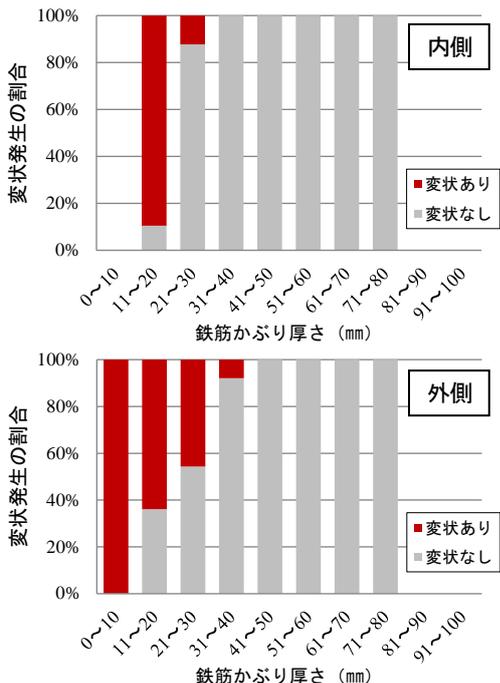


図-2 鉄筋かぶり厚さごとの変状発生割合

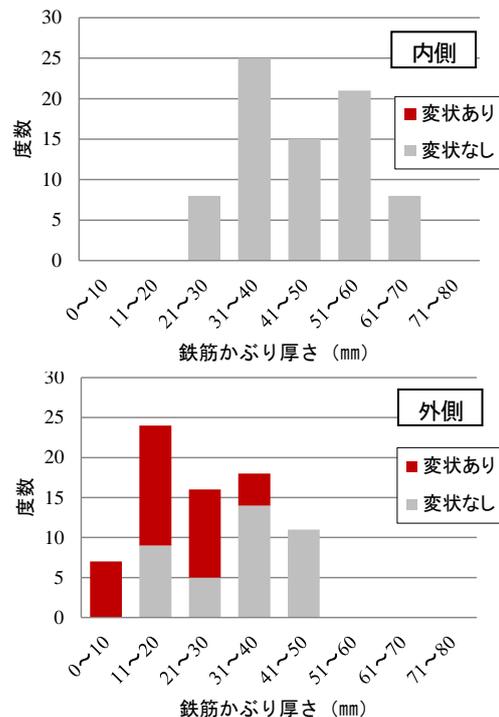


図-3 鉄筋かぶり厚さと変状の関係 (A高架橋 R7-2)

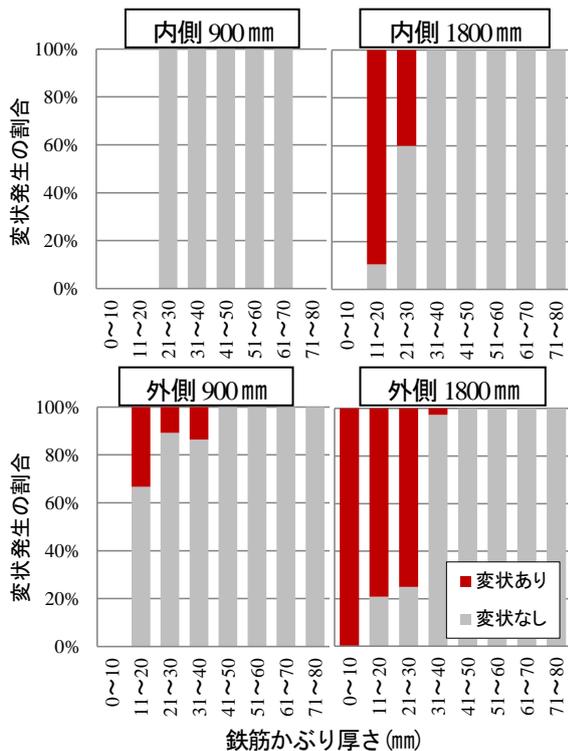


図-4 鉄筋かぶり厚さごとの変状発生割合

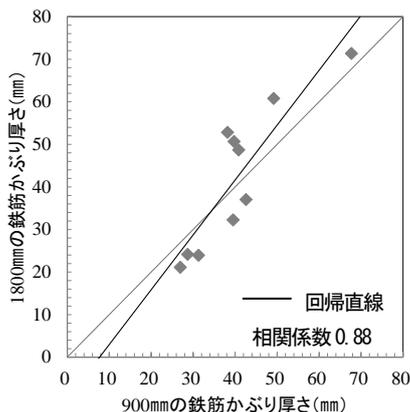


図-5 高欄測定位置別の鉄筋かぶり厚さの関係

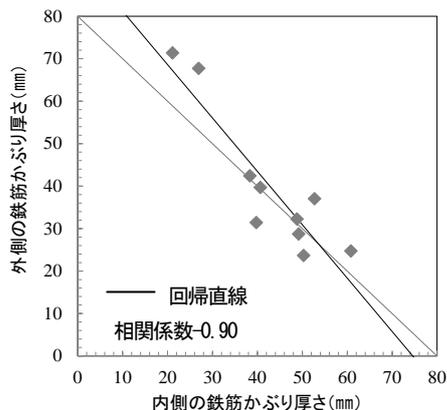


図-6 高欄内側と外側の鉄筋かぶり厚さの関係

の比例係数は1とはならなかった。

次に、各ブロックの高欄測定位置別の鉄筋かぶり厚さの関係性を確認した。相関係数は-0.10から0.90の値を示し、様々な相関関係を示した。

### (b) 高欄内側と外側の関係

図-6に高欄内側と外側の鉄筋かぶり厚さの関係を示す。プロットした値は、各ブロックの900mm、1800mmの平均値である。高欄内側と外側の鉄筋かぶり厚さは、高い負の相関が確認された。

次に、各ブロックの高欄内側と外側の鉄筋かぶり厚さの関係性を確認した。いずれも負の相関が確認され、相関係数は概ね-0.5より小さい値を示した。

以上の結果から、高欄の片面を測定すれば、もう一方の面の鉄筋かぶり厚さを推測できる可能性が考えられる。

### (4) 高架橋ごとの変状分析

剥離・剥落対策を講じる際に、対策範囲がある程度まとまっている方が施工性が向上する。そこで、高架橋単位での評価が可能であるか確認するため、高架橋ごとに鉄筋かぶり厚さと変状の関係性を分析することとした。

A 高架橋は、全てのブロックで外側のみ変状が発生していた。また900mmに変状が発生している箇所はいずれも1800mmの位置でも変状が発生していた。図-7に高欄内側と外側の鉄筋かぶり厚さの関係を示す。内側と外側の相関が確認された。変状がある場合、内側と外側の鉄筋かぶり厚さの合計値が少ない傾向が確認された。図-8に高欄測定位置別の鉄筋かぶり厚さの関係を示す。900mmと1800mmの関係は内外で分けるとそれぞれ相関が確認された。いずれにしても変状が発生している外側の鉄筋かぶり厚さが小さいことが確認できる。

B 高架橋は、内側の1800mmにのみ変状が発生していた。図-9に高欄内側と外側の鉄筋かぶり厚さの関係を示す。内側と外側の相関が確認された。総じて、内側の鉄筋かぶり厚さが小さい値を示している。図-10に高欄測定位置別の鉄筋かぶり厚さの関係を示す。900mmと1800mmのばらつきは内外に比べれば小さかった。

以上から、2章にも記したが、高欄の片面を測定すれば、もう一方の面の鉄筋かぶり厚さを推測できる可能性がある。また、変状が確認されている箇所は鉄筋かぶり厚さが小さいことから、鉄筋かぶり厚さの測定結果と変状特性を勘案して評価をするのが良いと考える。今回の結果では高架橋単位での特性把握の可能性が確認された。

### 3. まとめ

本稿では、電磁波レーダ探査にて測定した鉄筋かぶり厚さと変状の関係性について分析し、以下の成果を得ることができた。

- 鉄筋かぶり厚さが小さいほど変状が発生しやすい傾向が確認された
- 今回の測定では、中性化と変状の相関は確認されなかった

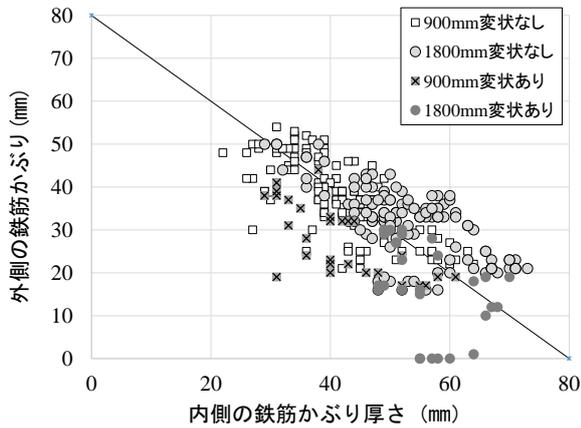


図-7 高欄内側と外側の鉄筋かぶり厚さの関係 (A 高架橋)

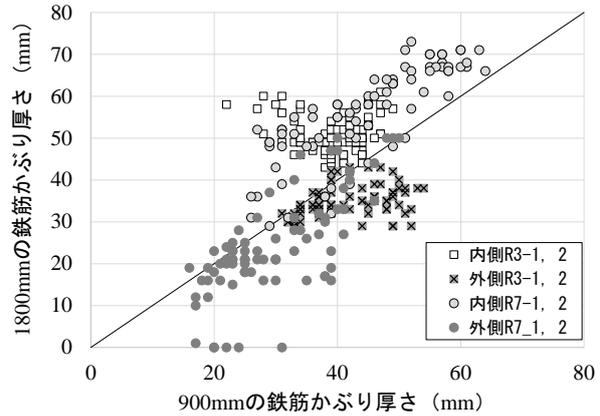


図-8 高欄測定位置別の鉄筋かぶり厚さの関係 (A 高架橋)

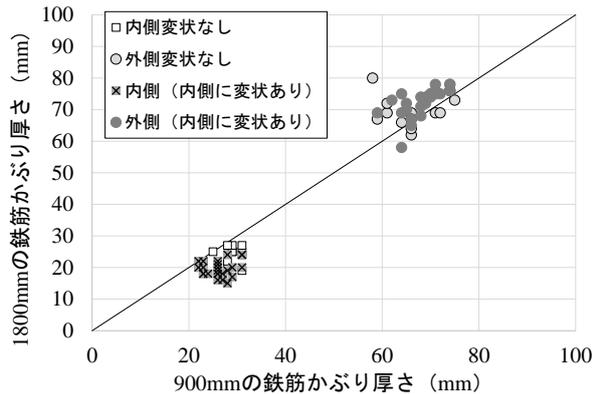


図-9 高欄内側と外側の鉄筋かぶり厚さの関係 (B 高架橋)

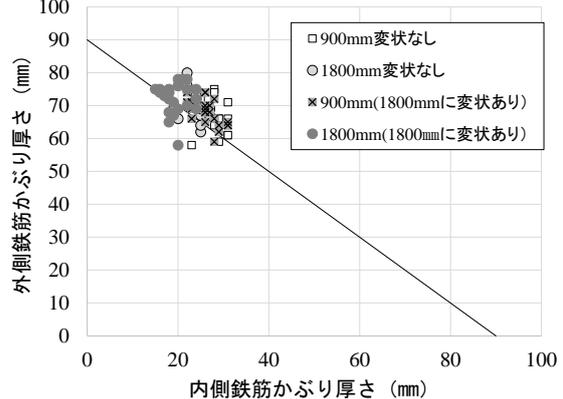


図-10 高欄測定位置別の鉄筋かぶり厚さの関係 (B 高架橋)

- ・ 上端から 1800 mmの方が 900 mmより変状が発生しやすい傾向が確認された
  - ・ 上端から 900 mmと 1800 mmの鉄筋かぶり厚さは正の相関が確認されたが、相関程度は様々であった
  - ・ 高欄内側と外側の鉄筋かぶり厚さは高い負の相関が確認されたことから、片面を測定すれば、もう一方の面の鉄筋かぶり厚さを推測できる可能性が考えられる
  - ・ 効果的な剥離・剥落対策を少ない鉄筋かぶり厚さ測定量で計画するには、鉄筋かぶり厚さ測定結果と変状特性を勘案して評価をするのが良い
  - ・ 高架橋単位での特性把握の可能性が確認された
- 今後は、様々な環境条件下の高欄や高欄以外の部材も

対象とし、鉄筋かぶり厚さのサンプリングデータと目視結果を組み合わせ、構造物、部材の特性を把握し、効果的な剥離・剥落対策を実施していくこととする。

#### 参考文献

- 1) 石橋忠良ほか：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/V-56，pp.125-134，2002.8
- 2) 栗林健一ほか：統計確率手法を用いた高架橋の剥離剥落予測に関する検討，鉄道工学シンポジウム論文集第 20 号，pp.253-256，2016.7

(2017.4.7 受付)

## CONSIDERATION ABOUT CORRELATION BETWEEN THICKNESS OF COVERING CONCRETE OF REINFORCING STEEL AND SEPARATION/FALLING PLACE OF CONCRETE IN VIADUCT

Reiko SEKI, Kenichi KURIBAYASHI, Takeki SAITO and Koichi SUGISAKI

We measured thickness of covering concrete of reinforcing steel in railway viaduct. It was confirmed that the degradation proceeds more rapidly as the thickness decreases and that there is a correlation between minimum thickness and separation/falling place of concrete. We analyzed the statistics on Variation of reinforcing bar coating thickness.