

鉄筋コンクリートラーメン高架橋における劣化度調査（その2）

ジェイアール西日本コンサルタンツ 正会員 ○村田 一郎

西日本旅客鉄道 正会員 櫛田 正人

西日本旅客鉄道 宮下 浩明

西日本旅客鉄道 正会員 松田 好史

1 はじめに

一般的に、鉄筋コンクリート構造物は、長期間にわたって使用することを前提に計画・設計されている。しかし、1970年代に建設された構造物の中には経年が30年未満であるにも関わらず、鉄筋腐食やひび割れが顕在化しているものがある。この種の鉄道ラーメン高架橋の大規模な補修工事を機会に、健全度評価手法の定量化を目指し、中性化深さ、塩化物イオン量のバラツキと鉄筋腐食度に着目した詳細調査を実施したので、その結果について報告する。

2 構造物の概況

調査対象とした高架橋は、1974年（昭和49年）3月に供用開始した在来線複線2柱式ビームスラブ型式の鉄筋コンクリートラーメン高架橋で、経年28年を経たものである。その他の概況は、「鉄筋コンクリートラーメン高架橋における劣化度調査（その1）」に記すとおりである。

3 主な調査項目

本調査では、鉄筋腐食に影響を及ぼす因子について同一部材内でのバラツキの程度を定量的に把握するとともに、簡便な検査手法の確立を目指して主として下記に記す調査を行った。

- ・ 鉄筋の各交点（図-1）におけるかぶり、中性化深さの測定（はつり法、ドリル法）
- ・ 塩化物イオン量の測定（JCI-SC5）
- ・ 全鉄筋腐食度の評価（表-1による6段階評価）

4 調査結果

(1) 中性化深さの分布

中性化深さは、コンクリートのはつり面にフェノールフタレイン1%エタノール溶液を噴霧する方法（以下、「はつり法」という）によって測定した。中間スラブ面積の1/4部分（1.5m×4m）における主鉄筋と配力鉄筋の各交点のうち、192箇所について測定した結果の分布を図-2に示す。中間スラブの中性化深さは正規分布を示しており、バラツキは約2.5倍で、平均値は20.2mm、標準偏差は2.4mm、変動係数は11.9%であった。また、示方配合の水セメント比53%と表面処理工法が行われた1990年までの経年16年から中性化速度式（岸谷式）を用いて算定した中性化深さは10.1mmとなり、実測平均値が推定値の約2倍の値となった。さらに、同一部材からコアを採取し、コンクリートの配合推定（（社）セメント協会：コンクリート専門委員会 F-18「硬化コンクリートの配合推定に関する共同試験結果」）によって得られた水セメント比65%と経年16年から岸谷式によって算定した中性化深さは16.6mmとなり、実測平均値が推定値を概ね2割程度上回る結果となった。

(2) ドリル法による中性化深さの測定

はつり法による中性化深さの測定では、コンクリートの一部を破壊する必要があるため、多数のデータを得ることが困難と

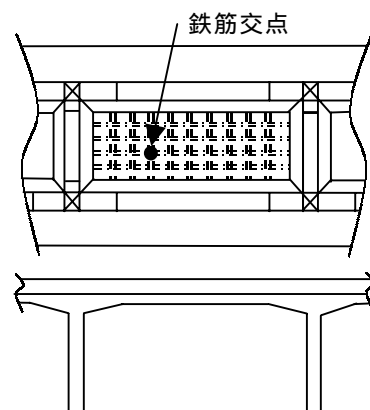


図-1 測定位置図

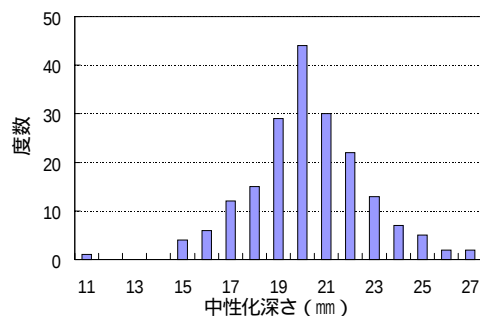


図-2 中性化深さの分布（中間スラブ）

キーワード：鉄筋コンクリートラーメン高架橋、中性化、塩化物イオン、鉄筋腐食度

連絡先：〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-2 TEL 06 - 6303 - 1454 FAX 06 - 6309 - 8304

なる。そこで、(社)日本非破壊検査協会 NDIS 3419「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」(以下、「ドリル法」という。)に基づく中性化深さの測定を行い、はつり法との比較を行った。結果的には、中性化深さのデータが 20～25mm 前後に集中し、相関を確認するに至らなかったが、今回の測定値(15mm～25mm)の範囲においては、ドリル法による測定値は、はつり法に比べて概ね 2 割程度大きな値を示した。

(3) 中性化残りと鉄筋腐食の関係

中性化残り(かぶり - 中性化深さ)は鉄筋腐食に大きく影響する因子であることが、これまでの調査結果から明らかとなっている¹⁾。中性化残りと鉄筋腐食度(表-1)の関係を図-3 に示す。これより、これまでの調査結果と同様に中性化残りが小さくなるほど鉄筋腐食が進行していることがわかる。また、中性化残りが 20mm 以下になると腐食度 -a 以上の占める割合が高くなり、中性化残りが 0 未満になると腐食度 -b 以上の占める割合が高くなっている。

(4) 塩化物イオン量の分布

同一部材の中間スラブを対象に、ドリル削孔粉(8箇所)とコア(2箇所)を用いて、日本コンクリート工学協会「硬化コンクリート中に含まれる塩分の簡易分析方法(JCI-SC5)」によって全塩分量(塩化物イオン量)の分析を行った。コンクリート中に含まれる塩化物イオンは中性化の進行とともに移動濃縮することから、ドリル削孔粉は 1 箇所につき、中性化の影響を受ける浅部(深さ 20～50mm)と中性化の影響を受けない深部(深さ 100～150mm)の 2 試料を、コア(全長 150mm)は長さ方向に 10mm 幅でスライスした 7 試料を用いて分析を行った。コア分析の結果を図-4 に示す。これより、塩化物イオン量は、中性化深さの約 1.8 倍の位置でピーク(2.43g/m³)となり、その値は深部塩化物イオン量(1.30kg/m³)の約 1.9 倍であった。また、ドリル削孔粉を分析した結果、浅部の平均値は 2.02kg/m³、標準偏差は 0.29kg/m³、変動係数は 14.3%であり、深部の平均値は 1.32kg/m³、標準偏差は 0.14kg/m³、変動係数は 10.6%であった。

表-1 鉄筋腐食度評価基準

鉄筋腐食度	評価基準
0	施工時の状況を保ち、以降の腐食が認められない。 部分的に軽微な腐食が認められる。
-a	表面の大部分に腐食が認められる。
-b	部分的に断面欠損が認められる。 鉄筋断面が 1/6 以上欠損している。 鉄筋の全周にわたり断面欠損が認められる。

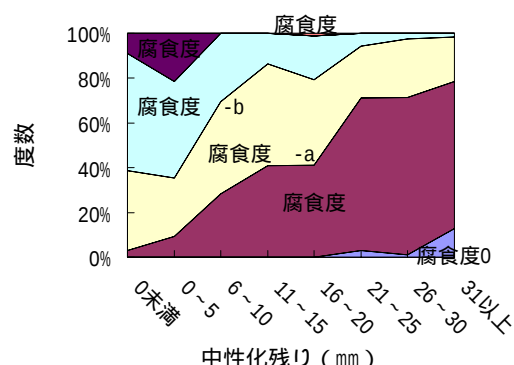


図-3 鉄筋腐食度と中性化残りの関係

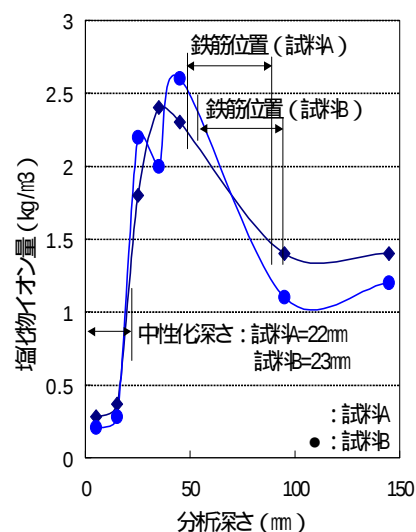


図-4 塩化物イオン量の分布

5 まとめ

今回の調査では同一部材から多数のデータを測定し、同一部材内でのバラツキの程度の把握を行った。その結果、以下の結論が得られた。

- ・ 同一中間スラブでの中性化深さ(はつり法)のバラツキは約 2.5 倍で、変動係数は 11.9%であった。
- ・ ドリル法による中性化深さの測定値は、はつり法による測定値の概ね 20%程度大きな値を示した。
- ・ 塩化物イオンは中性化の影響を受けて移動濃縮し、そのピーク値は中性化の影響を受けない箇所の約 1.9 倍であった。
- ・ 外的塩害を受けない環境下における同一中間スラブでの浅部塩化物イオン量の変動係数は 14.3%、深部塩化物イオン量の変動係数は 10.6%で、中性化による移動濃縮の影響を受ける浅部のほうが大きな値を示した。

6 おわりに

今回の調査は、大規模な補修にあわせて実施したものであるが、今後もこのような機会を捉えてデータの蓄積を行い、健全度評価手法の定量化に向けて取り組んでいきたい。

[参考文献]

- 1)「山陽新幹線コンクリート構造物検討委員会」報告書 2000.7