

第VI部門

## 検査技術・診断(8)

2023年9月15日(金) 13:00 ~ 14:20 VI-3 (広島工業大 五日市キャンパス三宅の森Nexus21 505)

## [VI-1134] 鉄筋コンクリート構造物の塩化物イオン量の現場測定方法に関する一提案

## A Proposal for On-Site Measurement of Chloride Ions in Reinforced Concrete Structures

\*竹田 宣典<sup>1</sup>、甲斐 英樹<sup>2</sup>、峯松 昇司<sup>3</sup>、十河 茂幸<sup>4</sup> (1. 広島工業大学、2. 一般社団法人 広島県土木協会、3. 一般社団法人 コンクリートメンテナンス協会、4. 近未来コンクリート研究会)

\*Nobufumi Takeda<sup>1</sup>, Hideki Kai<sup>2</sup>, Shoji Minematsu<sup>3</sup>, Shigeyuki Sogo<sup>4</sup> (1. Hiroshima Institute of Technology, 2. Hiroshima Prefecture Civil Engineering Association, 3. Japan Concrete Maintenance Association, 4. Near Future Concrete Association)

キーワード：塩化物イオン、中性化、予防保全

Chloride ion, Neutralization, Preventive maintenance

橋梁の点検を効率的に行うことは、点検費用を削減し、必要な補修対策を行うことにつながる。今後の点検費用を削減し、延命化のための予算を効率的に使うためにも予防保全型の点検が必要と考え、打音検査や近接目視では確認できない中性化深さや塩化物イオン量の測定を行う提案を行った。簡易な中性化深さや安価な塩化物イオン量の測定は劣化因子の特定と腐食の進行程度の把握に有効となり、補修方法の提案に役立つものと考えられる。

Efficient inspection of bridges leads to reduced inspection costs and necessary repair. In order to reduce future inspection costs and efficiently use the budget for life extension of bridges, preventive maintenance type inspections are necessary. Therefore, we proposed to measure the neutralization depth and the amount of chloride ions, which cannot be confirmed by hammering test or close visual inspection. A simple measurement of neutralization depth and inexpensive chloride ion content is effective in identifying deterioration factors and grasping the degree of progress of corrosion.

## 鉄筋コンクリート構造物の塩化物イオン量の現場測定方法に関する一提案

広島工業大学 フェロー会員 ○竹田 宣典  
 (一社) 広島県土木協会 甲斐 英樹  
 (一社) コンクリートメンテナンス協会 正会員 峯松 昇司  
 近未来コンクリート研究会 名誉会員 十河 茂幸

## 1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の老朽化が問題視され、全国の橋梁を5年ごとに点検することが定められ、点検結果により劣化グレードがⅢ以上の橋梁の補修が進められている。しかし、打音検査と近接目視だけでは劣化が進んだ状況しか確認できないため、劣化グレードⅡの橋梁の経年劣化が進んで劣化グレードⅢに移行することが懸念されている。そこで、打音検査や近接目視では確認できない塩化物イオンの侵入や中性化の進行度合いを簡易に確認する方法を検討することにした。この報告は、特に小規模の橋梁に対して適用した結果を報告し、簡易な点検方法を提案するものである。

## 2. 構造物からの塩化物イオン量の測定方法

鉄筋コンクリート橋梁の劣化としては、塩化物イオンの侵入による鉄筋の腐食の可能性が高い。そこで、小規模の橋梁を対象として、配筋状況、かぶり厚さ、圧縮強度、中性化深さ、塩化物イオン量を測定することとした。なお、点検に費用をかけるより、点検結果で得られた結果により補修に費用をかける方が延命化には有効であり、点検はできるだけ安価に行うことが必要である。中性化深さの測定は、ドリル法を採用し、塩化物イオン量の測定には粉末を用いて行う簡易測定方法を採用することとした。なお、配筋状態やかぶり深さの測定には非破壊の測定方法として電磁波レーダを用いることとした。配筋状況とかぶり深さは変化しないため、一度の測定で済むため、費用負担は少なくなると考えられる。測定項目と塩化物イオン量の測定方法を表-1および写真-1に示す。

塩化物イオン量の測定は、深さ方向にどの程度侵入しているかを調査するため、表面から20mm、20～40mm、40～60mmと深さ別に粉末を採取し、ま

た、上流側と下流側、さらに右岸側と左岸側の4か所とし、合計12か所で測定した。また、1か所の測定ではドリル径10mmで3か所とし、採取できた粉末は約10gでそれを混合して5gの試料で塩化物イオン量を測定する方法とした。

対象とした橋梁は、1975年竣工で、橋長7m、幅員12.6mのボックスカルバートである(写真-2)。配筋は橋軸方向100～250mm、橋軸直角方向100～300mmで、かぶり厚さ60mmであった。塩化物イオン量の測定位置を図-1に示す。当該橋梁は寒冷地の内陸部に位置し、凍結防止剤の散布が考えられる。

表-1 測定項目よび測定方法

調査項目	実施項目
1 形状寸法	・橋梁の寸法・形状の記録 ・調査状況の写真
2 表面観察	・外観調査(ひび割れ、変色、浮き、剥離など)→スケッチ、写真 ・内部不具合調査(空洞、豆板など)→スケッチ、写真 ・打音検査(テストハンマー)
3 鉄筋位置 かぶり厚さ	・電磁波レーダによる鉄筋の配置 ・かぶり厚さの測定
4 圧縮強度	・リバウンドハンマーによる表面硬度測定から推定 (JIS A 1155、JSC E-G-504)
5 中性化深さ	①ドリル法による粉末で中性化深さ測定(NDIS 3419) ②ろ紙に噴霧したフェノールフタレイン溶液が赤紫色に呈色 ③ドリルを止めてその時の深さをノギスで測定
6 塩化物イオン量	・乾式ドリル粉の採取 →実験室で簡易塩分測定器「クロキット」による塩分量測定



左：ドリルによる粉末の採取状況

右：簡易塩化物イオン量キット

写真-1 塩化物イオン量の測定方法

キーワード 鉄筋コンクリート、予防保全、点検、塩化物イオン量、中性化深さ、かぶり厚さ

連絡先 〒731-5193 広島市佐伯区三宅2丁目1-1 広島工業大学工学部環境土木工学科 TEL082-921-3121



写真 - 2 対象とした橋梁

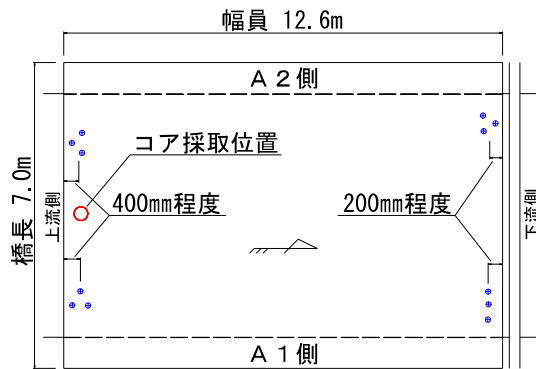


図 - 1 測定位置

### 3. 測定結果及び考察

塩化物イオン量の測定の結果を、図 - 2 に示す。

塩化物イオン量の測定は、深さ方向で異なり、内部ほど塩分濃度が高くなった。これは、中性化による塩分濃縮が生じたものと推察され、鉄筋の位置で塩化物イオン量が腐食限界濃度に達していると考えられるが、鉄筋の腐食は水と酸素が必要であり、鉄筋の腐食がどの程度進んでいるかは不明である。しかし、鉄筋が腐食環境になれば点検頻度を少なくできると考えれば、塩化物イオン量の測定は意味があり、点検を安価に行うことができると考えられる。

簡易な塩化物イオン量の測定方法については、試料の量の影響を受けると考えられる。つまり骨材の量の過多があると誤差を生む可能性が否定できない。今回は、ドリル径を 10mm として、1 か所の測定に対して 3 か所のドリルから採取すると約 10g となり、これらを混合して、試験に供する試料を 5g とした。そこで、簡易な測定装置で測定した結果と、比較的正確に測定できる方法として、同じ位置でコアを採取して JIS A 1154 の電位差滴定法による測定との比較を行った。簡易な測定との比較を図 - 3 に示す。若干の誤差はあるものの、大まかな傾向は同様となり、簡

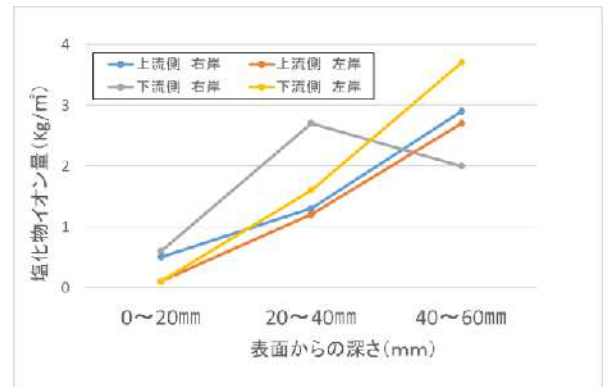


図 - 2 塩化物イオン量の測定結果

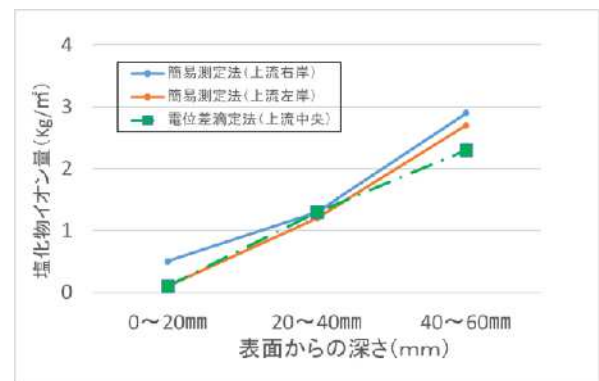


図 - 3 塩化物イオン量の測定比較

易な測定でもある程度の塩化物イオン量の把握が可能なもの判断できる。なお、今後はどの程度の試料から採取するとより正確な評価ができるかを検討する予定である。

### 4. まとめ

橋梁の点検を効率的に行うことは、点検費用を削減し、必要な補修対策を行うことにつながる。今後の点検費用を削減し、延命化のための予算を効率的に使うためにも予防保全型の点検が必要と考え、中性化深さや塩化物イオン量の測定を行う提案を行った。

ここに一例を示したが、簡易な中性化深さや安価な塩化物イオン量の測定は劣化因子の特定と腐食の進行程度の把握に有効となり、補修方法の提案に役立つものと考えられる。

最後に、現場測定の提供をして頂いた、安芸高田市ほか自治体の皆様に深謝いたします。

### 参考文献

- 1) 非破壊検査協会：ドリル削孔粉を用いたコンクリート構造物の中性化深さ試験方法
- 2) 非破壊検査協会：硬化コンクリート中の塩化物イオン量の簡易試験方法，NDIS 3433