

# 鋼橋 RC 床版における中性化と塩害の複合劣化の発生メカニズム

中日本ハイウェイ・エンジニアリング 名古屋(株) 正会員 有馬 直秀 正会員 石川 裕一  
藤本 一成 正会員 青山 實伸

## 1. はじめに

長年供用された鋼橋 RC 床版では、中性化が大きく進行している。凍結防止剤が使用される地域で劣化した鋼橋 RC 床版は、中性化した表層部より未中性化領域の塩化物イオン（以下、塩分）濃度が大きく、表層部の内在塩分が内部へ移動する現象が顕著にみられる。この現象を検証するため、北陸地域での中性化の進行状況を整理し、劣化して取替えられた鋼橋旧 RC 床版（以下、旧 RC 床版）より採取したコアを用いて、塩分浸透促進試験（以下、促進試験）および自然曝露試験を実施している。本稿は、中性化したコンクリートの塩分浸透性や内在塩分の移動性を調査し、中性化と塩害の複合劣化の発生メカニズムを検証する。

## 2. 鋼橋 RC 床版の中性化の進行状況

建設後 19～36 年経過した北陸自動車道および東海北陸自動車道のコンクリート構造物を対象に、中性化深さを調査する。中性化深さの測定は、コア(径 30mm)を採取しコア周囲で行う。鋼橋 RC 床版 (W/C=0.50) の中性化深さの度数分布を図 1(a)に示す。図より、中性化深さ(平均)は 18mm 程度であり、既に 14%の箇所設計かぶり 30mm に到達している。これより求まる中性化速度係数を図 1(b)に示す。平均値 3.2mm/年、標準偏差 1.2mm/年となり、「コンクリート標準示方書」(土木学会)より予測される中性化速度係数 1.6mm/年を大きく上回っている。実際の鋼橋 RC 床版の中性化進行は、大きいことを示している。

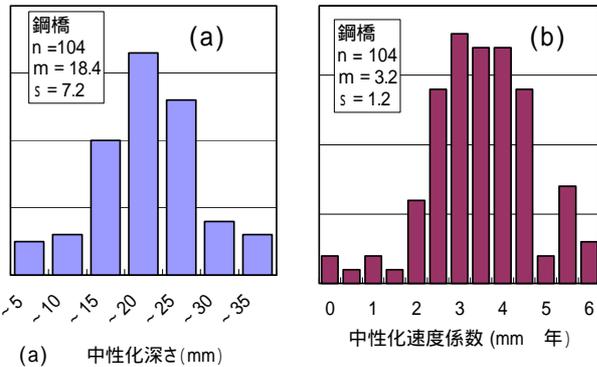


図 1 中性化深さおよび中性化速度係数の度数分布

## 3. 鋼橋 RC 床版の劣化状況と塩分浸透状況

凍結防止剤が使用される地域で劣化した鋼橋 RC 床版は、図 2 に示すように床版上面やひび割れから塩分が床版内部に浸透しやすく、塩分を含む路面水がひび割れを貫通して床版下面にしみ出して下面に拡がり、床版下面より塩分が浸透すると考えられる<sup>1)</sup>。

図 3 は、旧 RC 床版より貫通コア(径 55mm)を採取し、中性化深さと塩分分布を調査した結果の一例を示す。No.1～No.3 のコアの中性化深さは、各々 24、14、17mm である。コアの塩分濃度は、No.1 は小さいが No.2、No.3 は大きく床版下面から 20～60mm の深さで塩分濃度が高くなっている。その際、床版下側の塩分濃度は未中性化領域の方が中性化している表層部より大きくなっており、浸透した塩分は、中性化している表層部より未中性化領域へ移動していると推察される。

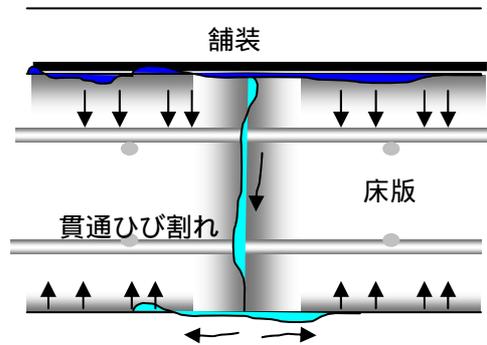


図 2 凍結防止剤による鋼橋 RC 床版の劣化状況

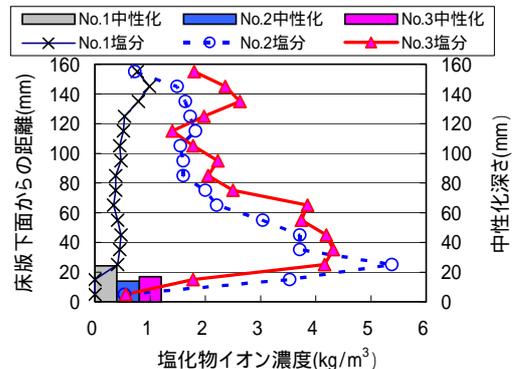


図 3 劣化した旧 RC 床版の塩分浸透状況

3. 促進試験および自然曝露試験

(1) 試験の概要

中性化した鋼橋 RC 床版において、凍結防止剤による塩分浸透の現象を検証するため、促進試験と自然曝露試験を実施する。促進試験用コアは、ひび割れの少なく塩分の浸透が認められない床版支間中央より、コア(径 90mm)を採取する。図 4 に示すように、中性化面(床版下面)を曝露面にし、残りの面はエポキシ樹脂塗装を行い、促進試験を実施する。促進試験後は、試験体のコア断面を 2 分割し、片方のコアで塩分量分布を測定し、残り片方は分割面にエポキシ樹脂塗装を行い、塩分移動性を把握するための自然曝露試験を実施する。

(2) 促進試験・自然曝露試験の方法

促進試験では、複合サイクル試験機を用い、次の条件で塩水噴霧乾湿繰返しに曝露させる。

- ・噴霧サイクル：1 日噴霧 6 日乾燥で 7 日 1 サイクル
- ・環境条件：温度 40℃，乾燥時湿度 60%
- ・噴霧塩分：3.5%の食塩水をミスト状に散布
- ・噴霧期間：約 2 ヶ月(56 日間)

自然曝露試験では、試験体を海岸から離れた雨水に洗われる屋外に設置し、各試験体の曝露期間は各々 1, 3, 6 ヶ月間とし、塩分の移動性を確認する。

(3) 試験結果

促進試験後の結果および自然曝露試験の結果を図 5 に示す。塩分促進試験後の表面付近の塩分濃度は、4 kg/m<sup>3</sup> 程度であり、深さ方向に 50 mm 程度まで塩分が浸透している。自然曝露試験の結果より、表層部の塩分は、概ね 3~6 ヶ月後に中性化領域に移動していることが分かる。塩分供給後の自然曝露条件下で、毛細管現象により塩水が急速に深部に向かって移動したことを示している。これは中性化した表層部は、長年の間に繰返し荷重、乾湿の繰返し、温度変化の繰返しを受けて、コンクリート中に準マクロなレベルで欠陥がある程度の数生じていることが要因と考える。

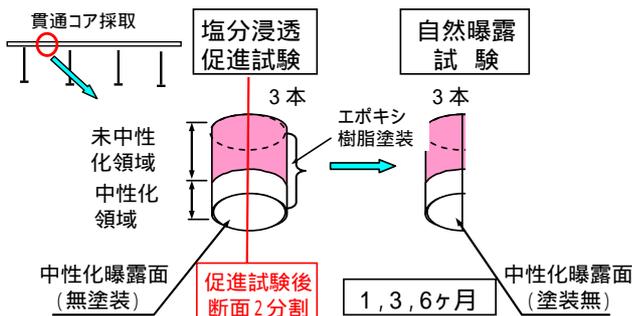


図 4 促進試験および自然曝露試験の試験体

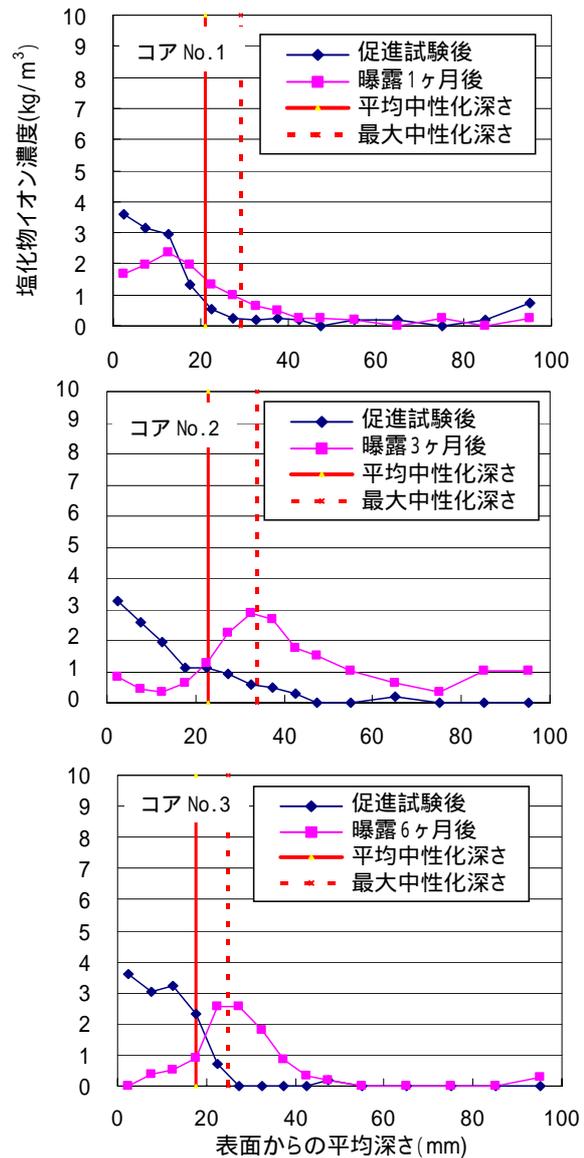


図 5 塩分浸透促進試験後と自然曝露後の塩分濃度

5. まとめ

劣化した鋼橋 RC 床版下面では、中性化した表層部に冬期間に塩分が浸透すると、短期間に未中性化領域に移動する。この現象を毎年繰返すことで、中性化領域背面の塩分濃度が急速に増加する。中性化領域背面付近に鉄筋が存在する場合は、鉄筋腐食が加速され、中性化と塩害による複合劣化が発生する。この複合劣化を予防するためには、床版防水を実施すると共に、床版下面に効果のある含浸材塗布等による中性化抑制や塩分浸透抑制の対策が必要であると考えられる。

参考文献

1) 石川 裕一他：劣化した道路鋼橋 RC 床版の凍結防止剤による塩分浸透特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.32, No.2, pp.1393-1398, 2010.7