亜硝酸リチウムと亜鉛を併用したRCの塩害に対する補修工法の開発

金沢工業大学大学院　学生会員　○石川 貴之
金沢工業大学　正会員　宮里 心一
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋　正会員　青山 實伸
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋　正会員　平野 誠志

1. 序論

積雪寒冷地域の道路では，冬期間の円滑な道路交通を確保するために，凍結防止剤が散布される．ここで，凍結防止剤中の Cl^- を含む路面水は，伸縮装置等からの漏水等によりコンクリート道路構造物表面に付着して，Cl^- がコンクリート中に浸透する．これによって塩害が発生する．

ここで，これまで行われてきた実験結果より，一般的な塩害を受けた道路橋の長寿命化を図るために，防錆剤や犠牲陽極材を用いた補修が効果的であると考えられている．しかしながら，防錆剤は補修効果の発現が遅い．また，塩害劣化が進行した道路橋に対する犠牲陽極材の補修効果は明確ではない．

以上の背景を踏まえて本研究では，鉄筋コンクリート道路橋の桁端部を模擬し，防錆剤である亜硝酸リチウムと犠牲陽極材である亜鉛を断面修復時に併用した場合の，防食効果を検討する．

2. 実験方法

2.1 供試体概要

供試体の概要を**図 1** に示す．水セメント比 50%，S/C2.5 のモルタルに，丸鋼φ9mm を配置した．また，塩分浸透後を模擬しているため，鉄筋下面より上側に Cl^- を 7kg/m^3，それより下側に Cl^- を 10kg/m^3 混入した．ここで，**表 1** の実験ケースに示すとおり，鉄筋のみ埋設したものをケース A，亜鉛を用いたものを B，および防錆剤($LiNO_2$ 55kg/m^3)と亜鉛を併用したものを C とした．なお，鉄筋と亜鉛にはそれぞれリード線を取り付け，また両者の間にはテープを挟み絶縁し抱き合わせた．その後，外部からの塩分浸透を防ぐため，下面以外の 5 面をエポキシ樹脂にて被覆した．

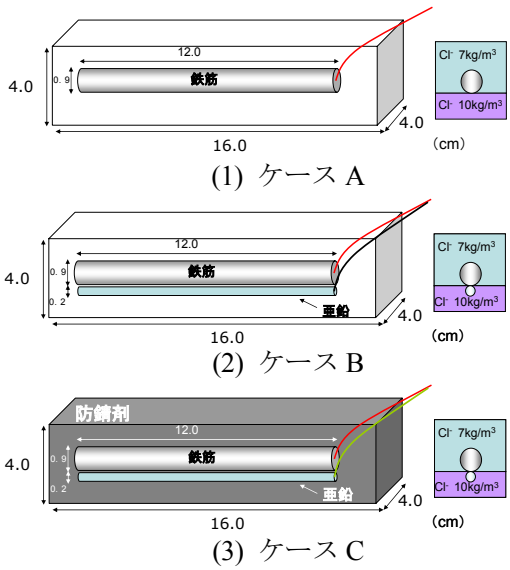

図 1. 供試体概要

表 1. 供試体概要

	亜鉛	防錆剤
A		
B	有	
C	有	有

2.2 曝露方法

浸漬(40℃，3%塩水)3 日間と，乾燥(40℃、60%RH)4 日間を 1 サイクルとし，乾湿を繰り返す塩害促進曝露を 16 サイクル（112 日間）行った．

2.3 測定方法

無抵抗電流計を用いて，曝露中に亜鉛から鉄筋に流れ込む防食電流を測定した．また，周波数応答解析装置 FRA(Frequency Response Analyzer)を用いた交流インピーダンス法により，鉄筋表面の分極抵抗と自然電位を測定した．その後，供試体を割裂し紙ヤスリを用いて鉄筋と亜鉛の錆を落とした．曝露前の鉄筋・亜鉛の質量と錆落とし後の質量を比較し，腐食量を算出した．

キーワード　塩害，凍結防止剤，防食，亜硝酸リチウム，亜鉛
連絡先　〒924-0838　石川県白山市八束穂 3-1　地域防災環境科学研究所　TEL 076-248-1100

3. 実験結果と考察

鉄筋に流れ込む防食電流の測定結果を**図 2** に示す．これによると，防食電流はケース B よりも C の方が高いことを確認できる．なお，ケース A においては防食電流を測定できないため，図中に表示していない．

分極抵抗の測定結果を**図 3** に示す．これによると，ケース A，B と比較してケース C では，分極抵抗が大きい．

自然電位の測定結果を**図 4** に示す.これによると，ケース B では A と比較して，鉄筋の電位が貴な値となっている．また，ケース B では鉄筋と比較して亜鉛が卑な値となっているため，防食電流は亜鉛から鉄筋に流れ込んでいると考えられる．さらに，ケース C では，A と比較して，鉄筋の電位は卑な値となっているが，それ以上に亜鉛の電位が卑の値となっている．したがって，亜鉛と鉄筋の電位差を踏まえると，鉄筋が防食されている傾向が確認できる．

曝露 48 日目の単位面積あたりの腐食量の算出結果を**図 5** に示す．これによると，ケース B の亜鉛は腐食しているが，同時に若干ではあるが鉄筋も腐食している．しかしながら，ケース C では亜鉛の腐食のみが確認でき，鉄筋は腐食していない．また，曝露 112 日目の単位面積あたりの腐食量の算出結果を**図 6** に示す．これによると，ケース A と比較して B では，鉄筋の腐食量が少ないことを確認できる．また，ケース C では亜鉛の腐食量が多く，一方鉄筋は全く腐食していない．

以上のことから，防錆剤中でも亜鉛の防食効果が発揮でき，亜鉛のみを使用した場合と比較して，その効果が高い．その理由として，防錆剤として亜硝酸リチウムを用いた場合，モルタル中細孔溶液の pH が 13.3 以上となり，亜鉛には不動態が生じないことによるものと考えられる [1)]．

4. 結論

亜硝酸リチウムが含浸されたモルタルでは，亜鉛を犠牲陽極材として使用し，鉄筋の防食を図ることができる．したがって，亜硝酸リチウムと亜鉛を併用した補修は可能であると考える．

参考文献

1) 藤田和夫ほか：腐食・防食ハンドブック，丸善，pp.54-55，2000

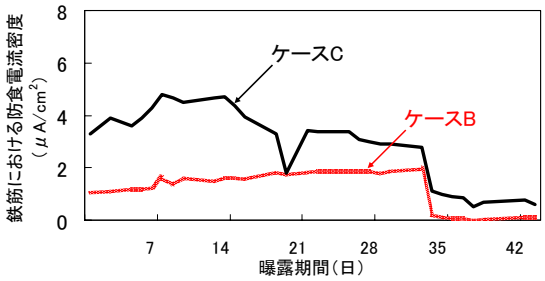

図 2. 鉄筋に流れ込む防食電流測定結果

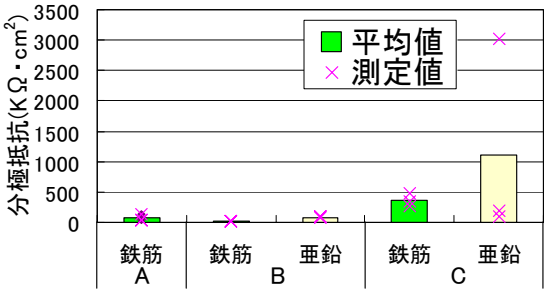

図 3. 分極抵抗測定結果（49 日目）

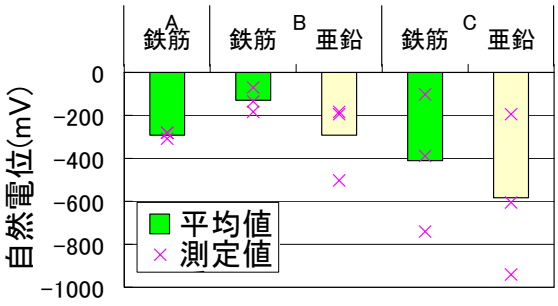

図 4. 自然電位測定結果（49 日目）

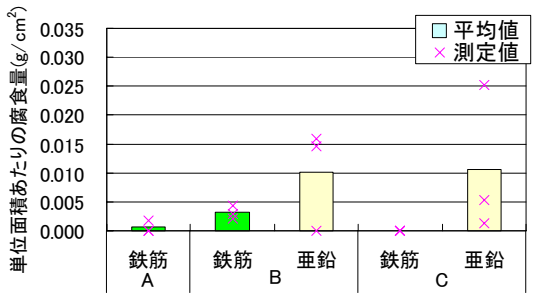

図 5. 単位面積あたりの腐食量算出結果（49 日目）

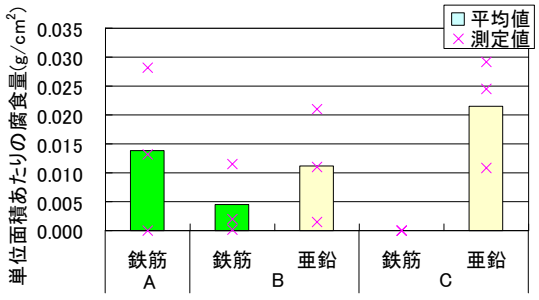

図 6. 単位面積あたりの腐食量算出結果（112 日目）