

亜鉛めっき鉄筋を用いた RC 構造物の塩害および中性化に対する耐食性評価

鹿児島大学 学生会員 ○村山叶真, 嶋田祐人, 吉田慎太郎
 正会員 山口明伸, 審良善和, 小池賢太郎

1. 目的

既往の研究¹⁾により, 亜鉛めっき鉄筋の塩害に対する耐食性が定量的に評価され, 亜鉛めっき鉄筋を用いたコンクリート構造物の耐久性照査手法の構築が行われた. しかし, 中性化や塩害と中性化の複合劣化に関する亜鉛めっき鉄筋を用いた RC 構造物の耐久性は十分に分かっていない. そこで, 本研究では, 海洋環境下における暴露試験に加えて, 中性化または塩害と中性化の複合劣化を模擬した促進試験を行い, 亜鉛めっき鉄筋の耐食性を評価した.

2. 試験概要

2.1 海洋暴露試験

海洋暴露場 (鹿児島市谷山港) の海上大気中および干満帯の 2 環境において, 5.5 年間の暴露試験を実施した. 供試体形状は図-1 に示す 10×10×60cm の角柱とし, W/C50%の普通コンクリートのかぶり 3cm 位置に, D10, 目標めっき膜厚 100 μ m の亜鉛めっき鉄筋と D10 の普通鉄筋をそれぞれ配筋した. また, 亜鉛めっき鉄筋と普通鉄筋の異種金属接触腐食の影響を確認するために, 亜鉛めっき鉄筋と普通鉄筋を単独で埋設した「接続なし」と, 亜鉛めっき鉄筋と普通鉄筋を電気的に接続させた「接続あり」の 2 種類の供試体を作製した. 28 日間の水中養生を行った後, 供試体の中央部に 0.2mm の曲げひび割れを導入し, ひび割れが閉塞しないように両端をボルトにより拘束させた. また, 供試体端部の影響を排除するため両端をエポキシ樹脂で被覆した.

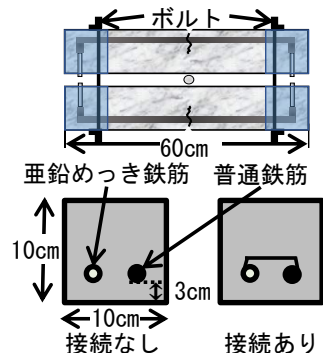


図-1 供試体形状

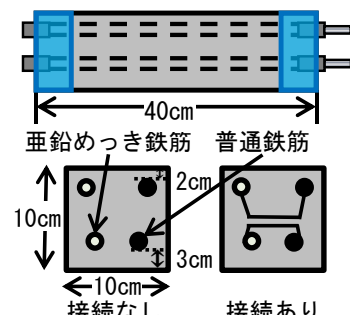


図-2 供試体形状

2.2 中性化または塩害と中性化の複合劣化を模擬した促進試験

中性化環境ならびに塩害と中性化の複合劣化を模擬するために, 温度 30 $^{\circ}$ C, 湿度 80%程度, CO₂ 濃度 5%の環境室内にて乾湿繰り返し実験を行った. 試験サイクルは, 浸漬 1 日, 乾燥 6 日の計 7 日とした. 浸漬溶液は, 中性化試験では水道水を, 塩害と中性化の複合劣化試験では 3%NaCl 水溶液を使用した. 供試体形状は図-2 に示す 10×10×40cm の角柱とし, 海洋暴露試験と同配合のコンクリートのかぶり 2cm, 3cm 位置に D10, 目標めっき膜厚 100 μ m の亜鉛めっき鉄筋および D10 の普通鉄筋を配筋した. また, 海洋暴露試験と同様に「接続なし」と「接続あり」の 2 種類の供試体を作製した.

3. 結果および考察

写真-1 に海洋暴露試験の暴露期間 5.5 年における亜鉛めっき鉄筋の腐食状況を, 図-3 に鉄筋腐食面積の経時変化を示す. 干満帯では, 接続の有無に関わらず, 広範囲に亜鉛め

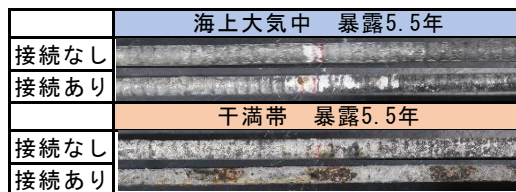


写真-1 亜鉛めっき鉄筋の腐食状況 (海洋暴露試験)

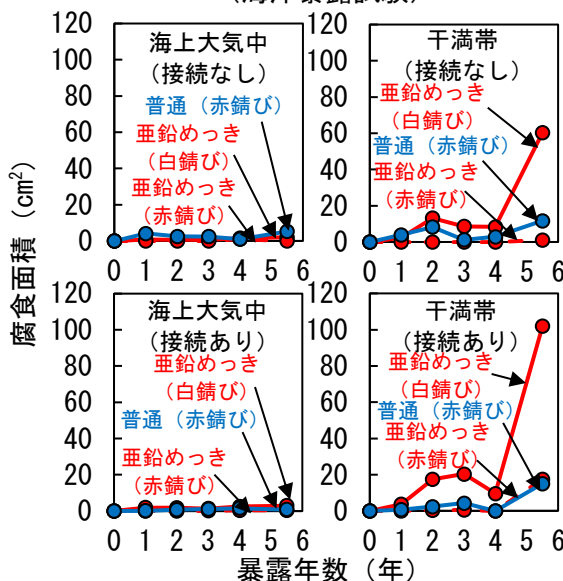


図-3 腐食面積の経時変化 (海洋暴露試験)

キーワード 亜鉛めっき鉄筋, 塩害, 中性化, 腐食, 異種金属接触腐食

連絡先 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科

つき鉄筋の白錆が発生していることが確認でき、海上大気中と比べて明らかに腐食の進行が速いことが分かる。接続の有無に着目すると、干満帯では、接続された亜鉛めっき鉄筋に、ひび割れ位置に赤錆の発生が確認できる。また、いずれの環境も、「接続あり」の亜鉛めっき鉄筋の白錆の発生面積が大きくなる傾向を示した。このことから、高含水環境下において、有害なひび割れが生じている場合には亜鉛めっきの消耗が増加すると考えられる。特に、亜鉛めっき鉄筋と普通鉄筋が接触した場合は、5年程度で亜鉛めっきが消失し、素地鉄筋も腐食することになるため、注意が必要である。

図-4 に亜鉛めっき残存膜厚の経時変化を示す。いずれの環境においても、健全部よりひび割れ部の方がめっき消耗速度は大きくなることが確認された。接続の有無に着目すると、「接続なし」の場合、ひび割れの有無によらず、海上大気中と干満帯の腐食速度は概ね同程度であった。しかし、「接続あり」の場合、ひび割れの有無によらず、海上大気中に比べて干満帯の方が腐食速度は大きくなることが確認された。干満帯の場合、「接続あり」のものは「接続なし」のものに比べて、健全部で1.6倍程度、ひび割れ部で2.3倍程度大きくなっており、この結果からも異種金属接触による激しい腐食が進行していることは明らかである。このことから、亜鉛めっき鉄筋を高含水環境の実構造物に普通鉄筋と併用して使用する場合は、両者との間に確実に絶縁処理を行う必要があると考えられる。

写真-2 に促進試験の30サイクルおよび50サイクル時のかぶり2cm位置の亜鉛めっき鉄筋の腐食状況を、図-5 に鉄筋腐食面積の経時変化を示す。亜鉛めっき鉄筋の白錆の腐食面積は、塩害の有無、接続の有無等によらず、50サイクル時で著しく大きくなった。これは、サイクルの経過とともに進行した中性化による影響であると予測できる。したがって、コンクリート中の亜鉛めっき鉄筋は中性化の影響を受けると考えられる。なお、塩害と中性化が複合することによる亜鉛めっきの消耗への影響は、鉄筋外観から若干増加しているように考えられるが、現時点では消費量が少なく、判断が難しいため、これについては今後検討していく必要がある。

4. まとめ

塩害または中性化に対する亜鉛めっき鉄筋の耐食性を評価することができた。長期的に防食性を維持させるためには、亜鉛めっき鉄筋と普通鉄筋とを併用する場合は確実に絶縁処理を行うこと、コンクリートの有害なひび割れは適切に補修することが必要であることが分かった。

参考文献

1) コンクリートライブラリー154：亜鉛めっき鉄筋を用いるコンクリート構造物の設計・施工指針（案），2019

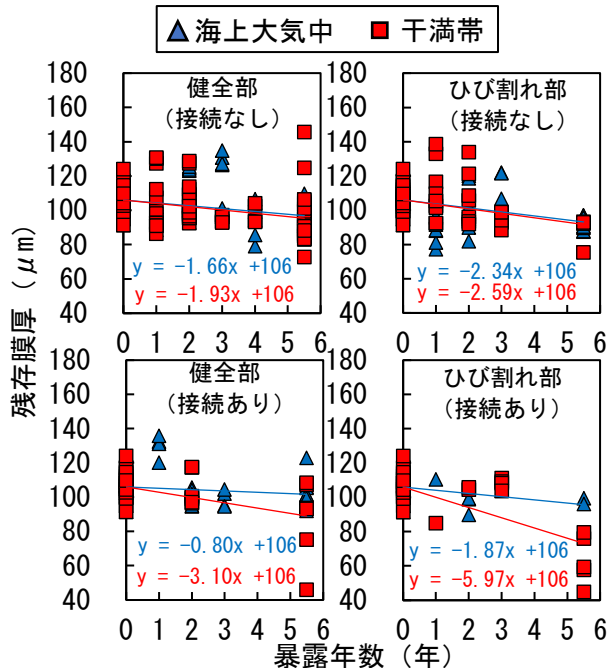


図-4 亜鉛めっき残存膜厚の経時変化 (海洋暴露試験)

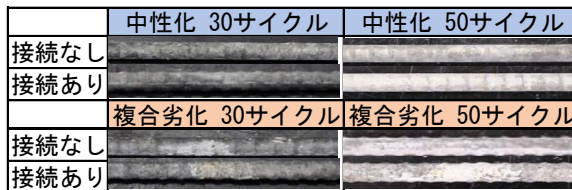


写真-2 亜鉛めっき鉄筋の腐食状況 (促進試験)

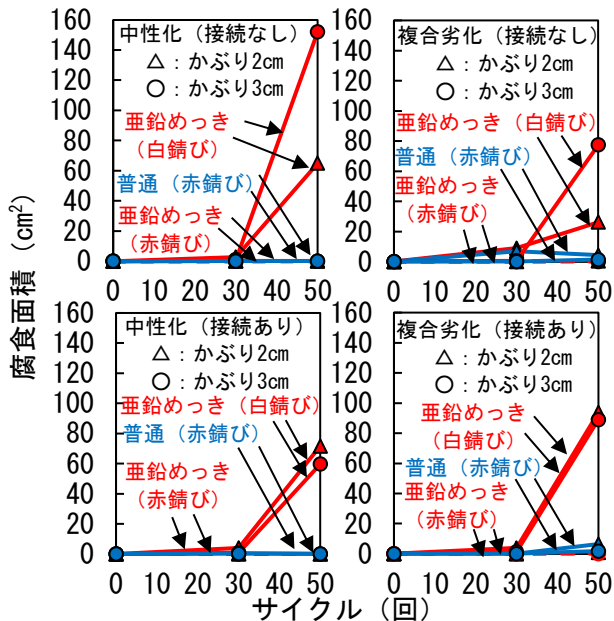


図-5 腐食面積の経時変化 (促進試験)