

異なる相対湿度環境における亜硝酸リチウム圧入工法の鉄筋腐食抑制効果

宮崎大学工学教育研究部 正会員 ○李 春鶴
 極東興和株式会社 正会員 江良 和徳
 宮崎市役所 大寺 稔雅
 宮崎大学工学研究科 学生会員 堀田 成治

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物は、材料的性質や施工方法、環境条件などの影響に起因して、ひび割れや鉄筋の腐食といった劣化現象を引き起こす。鉄筋腐食の補修としては、鉄筋表面の不動態皮膜を再生させる対策があり、亜硝酸イオンの圧入工法が注目されている¹⁾。しかしながら、亜硝酸リチウムを含有する供試体が異なる相対湿度での鉄筋腐食抑制効果についてはまだ確認されていない。本研究では、異なる相対湿度環境における亜硝酸リチウム圧入工法の鉄筋腐食抑制効果を検討する。

2. 実験概要

2. 1 供試体概要

供試体の概要を図-1 に示す。供試体はかぶりが23.5mmで、250×250×100mmの角柱供試体である。用いた鉄筋は、材質がSR295で、直径が13mm、長さが300mmの丸鋼を供試体一体につき2本ずつ用いた。練混ぜの際、予め8.24kg/m³の塩化ナトリウムをコンクリートに投入した。

2. 2 曝露環境

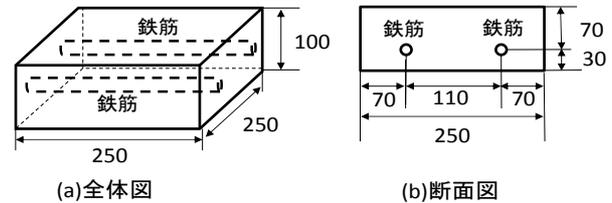
供試体は温度が20℃、相対湿度が60%程度の環境に曝露し、材齢249日目から材齢286日目まで、さらに水を200mlずつ4回湛水させ、自然電位を-350mVまで下げて鉄筋腐食を促進(表-1)させ、材齢304日目まで供試体に亜硝酸リチウムを圧入した。供試体1体につきφ10mmの圧入孔を2個ずつ空け、47.2ml/孔量の亜硝酸リチウム水溶液を圧入させた。圧力は0.2MPa~0.5MPaの範囲に調整した。その後、相対湿度が40%程度、60%程度、80%程度の環境に2体ずつ曝露させた。表-2に各相対湿度における調湿方法を示す。

2. 3 測定項目

(1) 供試体の質量変化

供試体質量の測定には0.005kg精度で、最大60kgまで測定可能な秤を用いた。質量は自然電位の測定を行う直前に測定した。

(2) 自然電位



単位:mm
 図-1 供試体概要

表-1 自然電位による鉄筋腐食性能評価²⁾

自然電位(E) (mV vs C.S.E.)	鉄筋腐食の可能性
-200<E	90%以上の確率で腐食なし
-350<E≤-200	不確定
E≤-350	90%以上の確率で腐食あり

C.S.E:飽和銅硫酸銅照合電極

表-2 各相対湿度における調湿方法

温度	相対湿度	調湿方法	調湿剤文献値
20℃	40%程度	シリカゲル K ₂ CO ₃ 飽和水溶液	42~44.0%
	60%程度	恒温恒湿室	55~63%
	80%程度	KBr 飽和水溶液	81.8~84%
	90%程度	K ₂ HPO ₄ 飽和水溶液 NH ₄ H ₂ PO ₄ 飽和水溶液	92~93.1%

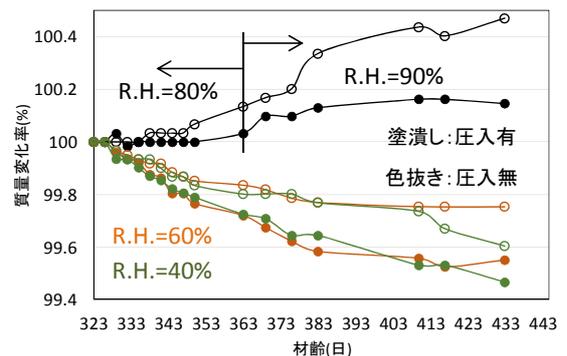


図-2 各湿度環境における供試体の質量変化率

自然電位による腐食の判断は、表-1 に示す ASTM の規格を基準とした。自然電位の測定は、JSCE-E601-2000「コンクリート構造物における自然電位測定法」を準用して実施した。

(3) 鉄筋の質量減少率

キーワード: 亜硝酸リチウム圧入工法、相対湿度、鉄筋腐食、自然電位、質量減少率

連絡先 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1 TEL:0985-58-7338 FAX:0985-58-7344

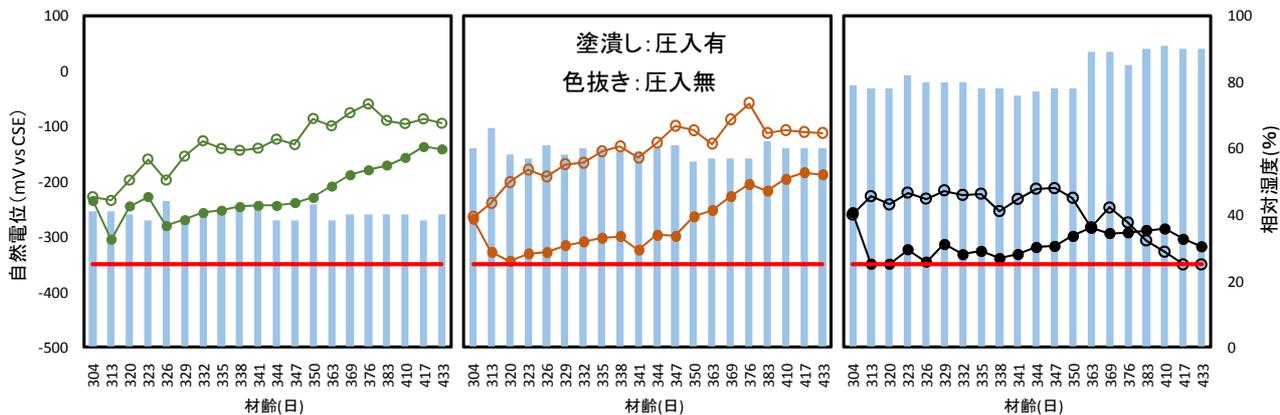


図-3 各相対湿度における自然電位

鉄筋を 10%クエン酸 2 アンモニウム溶液に温度 60℃、相対湿度 60%の恒温恒湿槽の中で 24 時間浸漬した後、流水およびゴム製の用具により錆を除去し、乾燥後直ちに質量の測定を行った。黒皮質量は、供試体に扱う鉄筋と同様の鉄筋 5 本の平均値とした。

3. 実験結果および考察

3. 1 質量変化

図-2 に各相対湿度環境における亜硝酸リチウムを圧入した供試体の質量変化を示す。供試体は 40%、60% 程度の相対湿度環境では質量が減少し、亜硝酸リチウム圧入していない供試体は亜硝酸リチウム圧入している供試体より質量変化率が小さいが、80~90%程度の相対湿度環境では質量が増加し、亜硝酸リチウム圧入していない供試体は亜硝酸リチウム圧入している供試体より質量変化率が大きい。

3. 2 自然電位の変化

図-3 に各相対湿度曝露環境における自然電位の傾向を示す。相対湿度が 80%より小さい曝露環境においては、亜硝酸リチウムの圧入有無にかかわらず、材齢の増加に伴い、自然電位が貴の傾向になっていることが確認できる。また、亜硝酸リチウムを圧入した供試体は、亜硝酸リチウムの液体効果により、圧入してない供試体より卑な電位になっている。

相対湿度が 80%程度以上になる曝露環境においては異なる傾向になる。すなわち、亜硝酸リチウムを圧入してない供試体の場合、相対湿度が 80%程度の曝露環境では、材齢の増加に伴い自然電位はほぼ変化がないが、相対湿度が 90%程度になると急激に卑な電位になっていることが確認できる。しかしながら、亜硝酸リチウムを圧入している供試体は、相対湿度が 80%程度の曝露環境では、材齢の増加に伴い自然電位は貴な電位に変化し、相対湿度が 90%になってからやっと卑な電位に転じているが、亜硝酸リチウムを圧入してない供試体より変化の勾配は小さいことが確認できる。

3. 3 腐食による鉄筋の質量減少率

図-4 に鉄筋の質量減少率を示す。図に示すように、

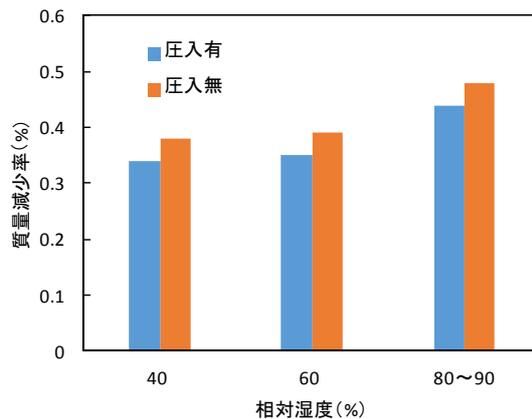


図-4 各湿度環境における鉄筋の質量減少率

相対湿度 80~90%の場合に鉄筋の質量減少率が大きくなり、また、亜硝酸リチウムを圧入した供試体の鉄筋質量減少率が小さいことが確認できる。

4. まとめ

異なる相対湿度環境においての質量変化は相対湿度が高いものよりも低い方が質量減少していく傾向を示した。これは、湿度による水分の逸散が原因であると考えられる。また、異なる湿度による水分供給が腐食反応の抑制に影響を及ぼすことが確認できるものの、本研究の相対湿度環境の範囲内では、湿度の高い相対湿度が 80%程度の曝露環境でも亜硝酸リチウムの鉄筋腐食抑制効果があることが明らかになった。

謝辞：本実験の遂行にあたり、コンクリートメンテナンス協会にご協力頂いた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 高谷哲、須藤祐司、内藤智大、江良和徳、山本貴士、宮川豊章：コンクリート中における亜硝酸イオンの腐食抑制メカニズムおよびその効果に関する基礎的研究、材料、Vol.63、No.10、pp.722-728 (2014)
- 2) ASTM C 876-91(Reapproved 1999) : Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete、Annual Book of ASTM Standards、Vol.03.02、pp.457-462 (1999)