

異なる相対湿度における 亜硝酸リチウム内部圧入工による鉄筋腐食抑制効果

宮崎大学工学部 学生会員 ○大寺稔雅
宮崎大学工学部 正会員 李春鶴
極東興和株式会社 正会員 江良和徳
宮崎大学工学部 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¹⁾。コンクリート中の鉄筋は不動態皮膜によって保護されているが、塩害や中性化により、その皮膜が破壊されると鉄筋腐食が生じる状況に陥る。このように塩害と中性化は、劣化要因や劣化メカニズムは異なるものの、両者とも最終的には不動態被膜の破壊による鉄筋腐食の問題に帰着する。鉄筋表面の不動態皮膜を再生させる対策として、亜硝酸イオンの圧入工法が注目されており、亜硝酸イオンにより鉄筋腐食反応を抑制することが既往の研究²⁾により確認されている。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。実際のコンクリート構造物を考えてみても、様々な相対湿度に対応できる補修効果を確認することが必要である。

そこで本研究では、異なる相対湿度の環境が亜硝酸リチウムを圧入した鉄筋コンクリート供試体の鉄筋腐食抑制効果に及ぼす影響を評価することを目的とする。

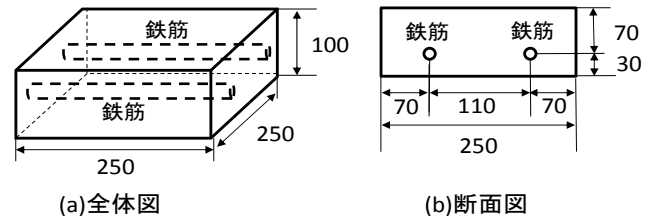
2. 実験概要

2.1 供試体

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の角柱供試体であり、合計6体作製した。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の塩分をコンクリートに投入した。圧入に用いた亜硝酸リチウムは、市販中のプロコン40を用いて、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。

2.2 曝露環境

モルタル供試体は温度 20℃、相対湿度 60%程度の環境に曝露し、材齢 249 日目から材齢 286 日目まで、



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

自然電位(E) (mV vs C.E.S.)	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

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させた。材齢 304 日目で供試体に亜硝酸リチウムを圧入し、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。

異なる相対湿度の曝露環境は、デシケーター内部に調湿剤として以下にあげる塩類飽和溶液を設置することで相対湿度を調節した。相対湿度 40%程度のデシケーターには炭酸カリウム飽和水溶液とシリカゲルを使用し、相対湿度 38～44%に調整した。相対湿度 80%程度のデシケーターには臭化カリウム飽和水溶液を使用し、相対湿度 84%程度に調整した。なお、相対湿度 60%程度については室内曝露とし、空調機と加湿器によって相対湿度 55～63%に調整した。

2.3 測定項目

2.3.1 自然電位

自然電位について ASTM の規格を表-1 に示す。自然電位はコンクリートの表面に当てた電極から内部鉄筋へ微弱な電流を流したときの抵抗値を測定することで、鉄筋の腐食速度を推定する。本研究では飽和銅硫酸銅照合電極を用いて測定した。

2.3.2 質量変化

供試体の質量は定期的に質量計を用いて測定した。

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供試体の質量変化を示す。60%程度の環境が特に質量減少が大きい傾向を示している。この原因としては亜硝酸リチウムを圧入した際に、供試体から漏れ出るのを防ぐために使用したセメントが何らかの原因でとれてしまったのが原因だと推測している。また、相対湿度が80%程度のもより60%、40%程度の環境の質量減少が大きい傾向を示した。この原因としては、相対湿度が低いことで供試体の水分の逸散が行われたためと考えられる。

3.2 自然電位

図-3～図-5 にそれぞれ相対湿度80%程度、60%程度、40%程度での自然電位の変化を示す。全ての環境において圧入直後、すぐ自然電位が低下傾向を示した。これは亜硝酸リチウムが水溶液であったため供試体に水分供給が行われ、自然電位が低下したと考えられる。次に、圧入後、自然電位が回復する早さは相対湿度40%、60%、80%程度の順であった。相対湿度80%程度では亜硝酸リチウム圧入後37日目頃からその効果が表れ、60%程度では19日目頃から、40%程度では16日目頃からその効果が表れた。この原因としては、図-2に示すように、相対湿度の高い環境は湿度による水分供給がよく行われたため腐食回復速度は遅くなったと考えられる。相対湿度の低い環境では高い環境より水分の逸散が頻繁に行われたため回復速度が上がったと考えられる。

4. まとめ

本研究で得られる知見を以下のように示す。

- (1) 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。
- (2) 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、湿度の高い環境でも亜硝酸リチウムの鉄筋腐食抑制効果が明らかになった。

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) 社団法人セメント協会：セメント・コンクリート化学の基礎解説，pp.218-220，1996
- 2) 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

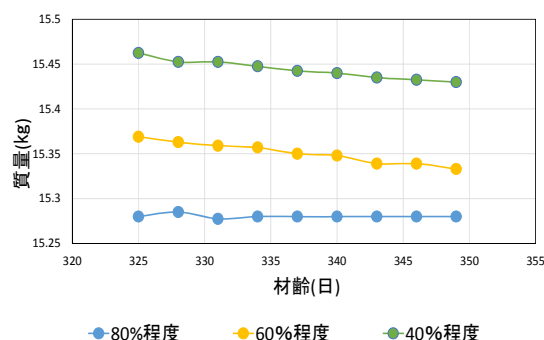


図-2 質量の変化

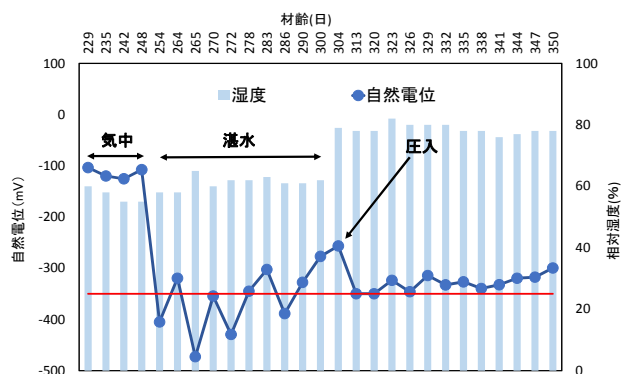


図-3 自然電位 (R. H=80%)

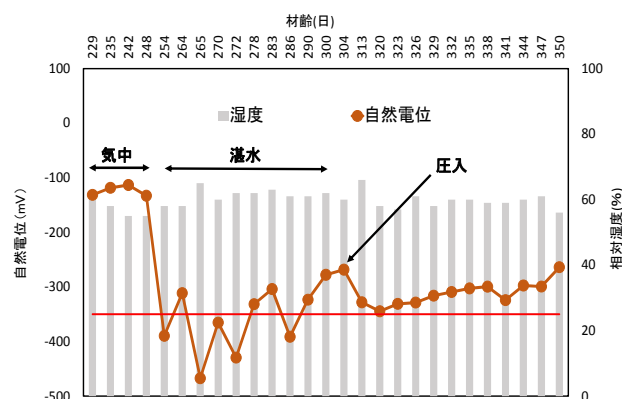


図-4 自然電位 (R. H=60%)

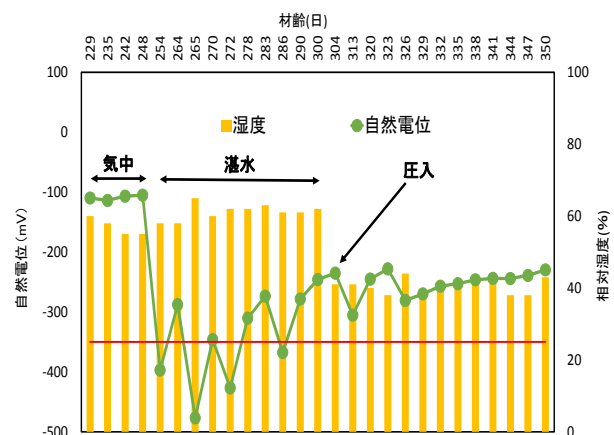


図-5 自然電位 (R. H=40%)

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