

異なる亜硝酸リチウムの量と長期間の環境条件が RC 部材の鉄筋に与える影響に関する研究

宮崎大学 工学部 学生会員 ○宮崎 泰斗
 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
 井上建設株式会社 正会員 峯松 昇司

1. はじめに

日本の高度経済成長期につくられたコンクリート構造物が老朽化を迎えている。コンクリート構造物が劣化すると日常の安全や災害時の被害程度に影響を及ぼす恐れがあり早急に対策を講じなければならないが、構造物を新設するには膨大なコストがかかるため、老朽化を迎えるすべての構造物を新設することは困難である。

鉄筋コンクリートの劣化の主要因として鉄筋腐食がある。鉄筋腐食は塩害、中性化などによる不動態被膜の破壊が起因するが、亜硝酸リチウムは亜硝酸イオンが不動態被膜を再生させることが確認できた。問題点として亜硝酸リチウムは高価なことが挙げられ、効果が最大限得られる適切な圧入量を把握することが重要である。兒玉らの研究¹⁾では相対湿度、温度などの環境条件と亜硝酸リチウムの圧入量の違いが鉄筋の腐食抑制に及ぼす影響を検討し、その結果として相対湿度が低い環境ほど亜硝酸リチウムは少量でも効果が得られ、温度が低い環境ほど亜硝酸リチウムの必要量が多いことが確認できた。

本研究は、長期暴露材齢における異なる亜硝酸リチウムの量と環境条件が RC 部材の鉄筋腐食に与える影響を検討することを目的とする。

2. 実験概要

本研究に用いた供試体を図-1 に示す。供試体は、設計基準強度が 24N/mm^2 になるように早強ポルトランドセメントを用いて作製し、練混ぜの際に予め 8.24kg/m^3 の塩分をコンクリートに添加した。鉄筋は $\Phi 13(\text{SR295})$ の丸鋼を用いた。

供試体は、打ち込み後 3 日間湿潤マットでラップし、脱型後 5 日間水中養生を行った。その後、材齢 14 日目から材齢 87 日目まで温度が 20°C 、相対湿度が 60%程度に設定された恒温恒湿室で暴露させた。加えて材齢 65 日目から材齢 87 日目まで、200mL の水を 3 回、湛水作業を行うことで鉄筋腐食を促進し、自然電位が -350mV 以下になったことを確認した。

亜硝酸リチウム内部圧入量は、コンクリート中の塩化

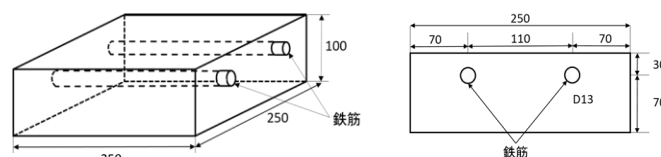


図-1 供試体の概要

物イオン量に対する亜硝酸イオン量のモル比(以下「モル比」という)が 0.6、1.0、1.4 になるように設定し、材齢 88 日目から材齢 135 日目にかけて圧入作業を行った。

圧入後は温度を 20°C に固定して相対湿度を 40%、60%、80%の 3 種類とする環境と温度を 10°C 、 20°C 、 30°C の 3 種類として相対湿度を 80%に固定した環境にそれぞれ供試体を暴露した。ただし、236 日目から相対湿度が 80%の環境はすべて相対湿度が 90%の環境に変更した。

供試体の自然電位は非破壊型鉄筋腐食探知機を用いて、供試体の質量は 0.5g 精度のはかりで測定した。また、自然電位の腐食程度の判断は ASTM の規格²⁾を基準とした。

3. 実験結果

3.1 異なる相対湿度環境条件の影響

図-2 に異なる相対湿度環境における供試体質量の変化を示す。相対湿度が高い環境の供試体は圧入後質量が増加していたが、材齢 380 日頃から質量の変化がほとんど無くなったと確認できる。一方、相対湿度が低い環境の供試体は圧入後質量が減少して、相対湿度が高い場合と同じく材齢 380 日頃から質量の変化が無くなったと確認できる。前者は空気中の水分を吸収するため、後者は供試体中の水分が逸散するため質量が変化し、材齢 380 日頃からは空気中と供試体中の水分が平衡状態になったと考えられる。

図-3 に異なる相対湿度環境における供試体の自然電位を示す。相対湿度が 40%、60%の両環境の場合、いずれの供試体も自然電位が -200mV 以上まで回復した。モル比が 1.4 の供試体は自然電位が横ばいになっているが、モル比が 0.6、1.0 の供試体は材齢 410 日頃から自然電位が下がっている。相対湿度が 90%環境の場合、モル比が 0.6、1.0 の供試体は鉄筋腐食の不確定領域の範囲で安定している

が、モル比が 1.4 の供試体は 90%以上の確率で腐食無の領域まで回復し、材齢 380 日頃からは自然電位が安定する傾向を示している。

以上より、長期暴露材齢において相対湿度の低い環境ではいずれの亜硝酸リチウムの圧入量においても腐食抑制効果確認できるが、亜硝酸リチウムの圧入量が少ない供試体は材齢が経つと再腐食をしてしまい、長期的には鉄筋腐食抑制効果を失うことが確認できる。

3.2 異なる温度環境条件の影響

図-4に異なる温度環境における供試体質量の変化を示す。いずれの環境の供試体においても初期段階と比べ質量が増加し、材齢 380 日頃からは質量が変化しないことが確認できる。

図-5に異なる温度環境における供試体の自然電位を示す。温度が 10℃、20℃の両環境の場合、モル比が 0.6～0.7、0.9～1.1 の供試体は鉄筋腐食の不確定領域の範囲で変化が少なくなった。また、モル比が 1.3～1.4 の供試体は初期段階から上昇の傾向を示し、材齢 330 日頃からは 90%以上の確率で腐食無の領域まで回復し、材齢 380 日頃からは安定する傾向が確認できた。温度が 30℃の場合、いずれの圧入量の供試体も貴の方向へ上昇している。

以上より、長期暴露材齢において、いずれの環境の供試体も亜硝酸リチウムの圧入量が多い供試体には鉄筋腐食抑制効果が表れることが確認できた。一方で、温度が 30℃の比較的高い場合は亜硝酸リチウムの圧入量が少なくても鉄筋腐食抑制効果があることが確認できた。

4. まとめ

本研究の範囲内で、異なる相対湿度環境における鉄筋腐食抑制効果に適切な亜硝酸リチウムの量はそれぞれ異なることが確認できた。一方、温度が 30℃の比較的高い場合は亜硝酸リチウムの圧入量が少なくても鉄筋腐食抑制効果があることが確認できた。

参考文献：

- 1) 兒玉悠利, 李春鶴, 江良和徳, 峯松昇司: 異なる亜硝酸リチウムの量と環境条件が RC 部材の鉄筋に与える影響に関する研究, 土木学会第 73 回年次学術講演会, V-357, pp.713-714, 2018.
- 2) ASTM C876 - 91(1999) Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete, Annual book of ASTM standards, Vol.03, No.2, pp.11-16, 1999.

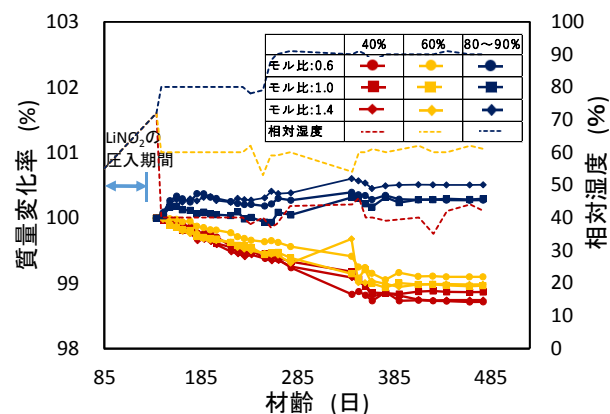


図-2 異なる湿度環境における質量変化

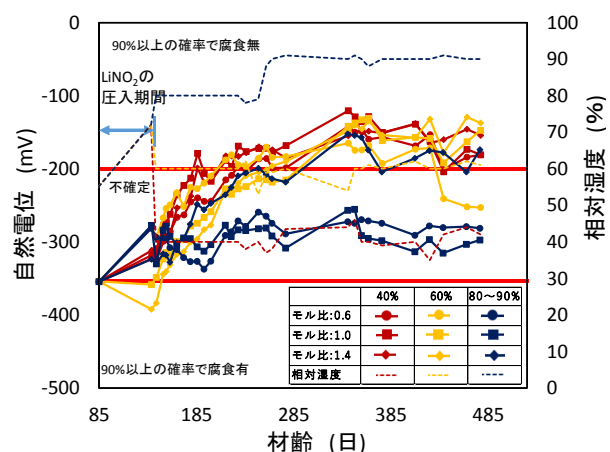


図-3 異なる湿度環境における自然電位の変化

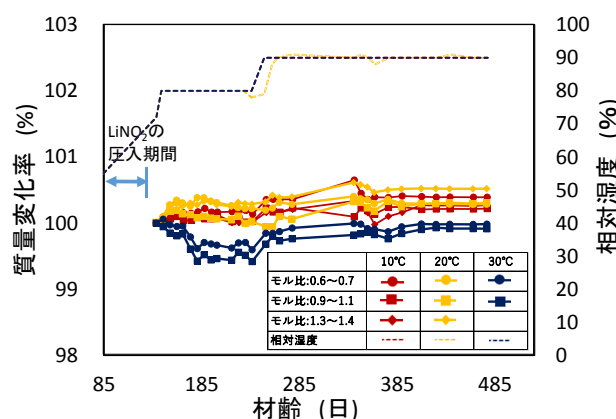


図-4 異なる温度環境における質量変化

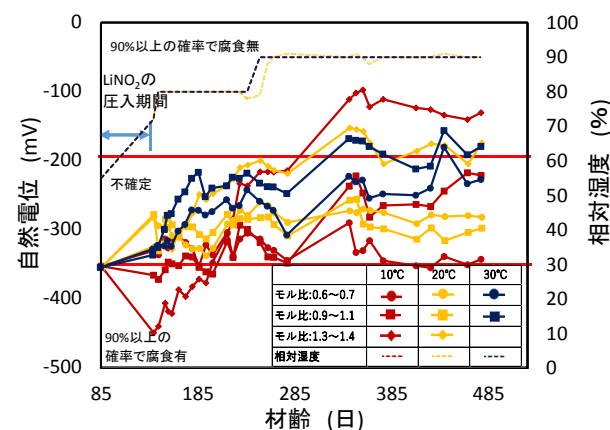


図-5 異なる温度環境における自然電位の変化