

異なる亜硝酸リチウム圧入量と環境作用による ASR 抑制効果に関する基礎的研究

宮崎大学 工学部 学生会員 ○岡本 修平
 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造られた、多くの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、構造物を新設には膨大なコストがかかるため、老朽化を迎える全ての構造物を新設することは困難である。

コンクリートの劣化の主要因としてアルカリ骨材反応（以下ASR）がある。ASR対策として、亜硝酸リチウムは、吸水性を持つアルカリシリカゲル($\text{Na}_2\text{O}_2 \cdot n\text{SiO}_2$)と反応し、非膨張化したゲルに変化することが確認されている。問題点として亜硝酸リチウムは高価であり、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。

本研究は異なる相対湿度条件と温度条件がASR抑制効果に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

本研究に用いる供試体の配合を、表-1に示す。セメントは、普通ポルトランドセメントを使用し、反応性骨材を含まない供試体、反応性骨材を含む供試体の計2種類を用いた。反応性骨材を含む供試体は、細骨材と粗骨材を通常の骨材と体積が半分ずつになるように配合した。また、ASRを促進させるために 14.04kg/m^3 の塩化ナトリウム(NaCl)をあらかじめ添加した。

供試体の概要は、図-1に示す通り $400\text{mm} \times 75\text{mm} \times 75\text{mm}$ 角柱とした。長さ変化率測定法は、コンタクトゲージ法を採用した。コンタクトゲージを両端から 150mm の位置に設置し、ゲージ間の基準の長さを 100mm に設定した。

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、図-2に示すように、材齢 100 日目から材齢 180 日目まで温度 40°C 、相対湿度 90%程度の高湿高湿環境で曝露し、ASR を進行さ

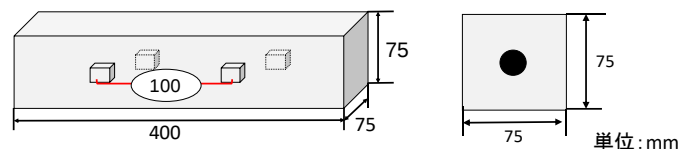


図-1 供試体の概要

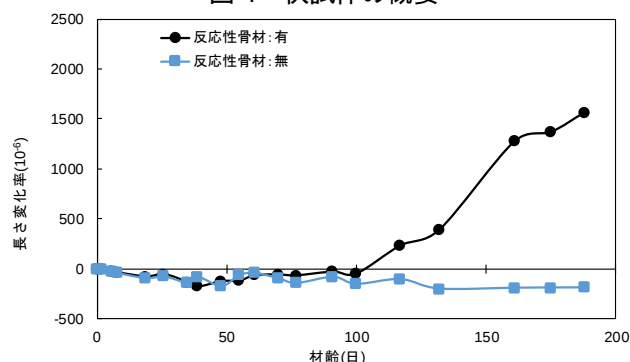
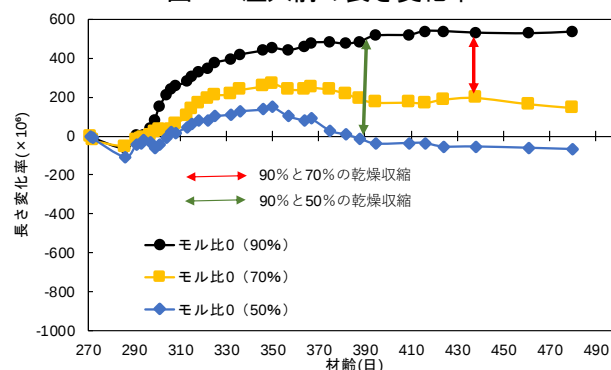


図-2 圧入前の長さ変化率

図-3 相対湿度の違いによる
モル比 0 の供試体の長さ変化率の比較

せ、膨張を確認した。亜硝酸リチウム圧入量は、コンクリート中のナトリウムイオン量に対する亜硝酸イオン量のモル比が 0.4, 0.8, 1.2 となるように設定し、材齢 200 日目から材齢 255 日目にかけて圧入作業を行った。

圧入後は温度が 40°C 、相対湿度が 50%, 70%, 90% の 3 環境で曝露し、材齢 360 日以降は温度を 40°C から 20°C に変更した。

3. 実験結果

3.1 異なる相対湿度環境条件の影響

表-1 供試体の配合

反応性 骨材	W/C (%)	単位量 (kg/m³)							AE 減水剤	NaCl
		水	セメント	細骨材		粗骨材				
				普通	反応性	普通	反応性			
有	57	168	294	427	465	490	528	0.737	14.04	
無	57	168	294	892	0	1018	0	0.737	14.04	

図-3 に相対湿度の違いによるモル比が 0 の供試体の長さ変化率の比較を示す。相対湿度 50%, 70%環境では、圧入前の環境よりも相対湿度が下がっており、乾燥収縮の影響も含まれる。そこで、圧入前と温度、湿度ともに変化していない相対湿度 90%環境のモル比 0 の長さ変化率と、他環境のモル比 0 の長さ変化率の差から、乾燥収縮量の差を算定し、乾燥収縮の影響を除いた。

図-4 と図-5 に相対湿度 50%, 70%環境下での長さ変化率を示す。材齢 360 日程度までの温度 40℃環境の供試体では、亜硝酸リチウム圧入供試体は、全て収縮傾向を示した。相対湿度 50%環境下の、収縮の傾向は、モル比が 0.4, 0.8, 1.2 の順で示し、圧入量が少ない供試体ほど、収縮度合いが大きくなることが確認できる。相対湿度 50%の乾燥した環境では、ASR が促進しづらく、空气中に水分が逸散しやすいため、亜硝酸リチウム圧入量の最も少ないモル比が 0.4 で最も顕著な ASR 抑制効果が表れたと推察した。相対湿度 70%環境下では、相対湿度 50%環境下と異なり、収縮の傾向は、モル比が 1.2, 0.8, 0.4 の順で示し、圧入量が大いなる供試体ほど、収縮度合いが大きくなることが確認できる。モル比 0 の供試体が材齢 360 日程度まで膨張が確認できた。これは、温度 40℃、相対湿度 70%環境下では、供試体周辺の水分が増えたことで、相対湿度 50%環境に比べ、亜硝酸リチウム圧入量が大いなるほど、収縮傾向が大くなったと推察した。

図-6 に相対湿度 90%環境下での長さ変化率を示す。材齢 360 日程度までの温度 40℃環境の供試体では、亜硝酸リチウム圧入供試体を含めた全ての供試体で膨張傾向を示した。相対湿度 90%環境下では、供試体内部の水分が逸散しづらく、ASR が他の相対湿度 50%, 70%環境下と異なり、現状の亜硝酸リチウム圧入量では ASR 抑制が困難であることが確認できる。しかし、最も亜硝酸リチウムの圧入量が大いなるモル比が 1.2 では、同じ曝露環境内の他供試体に比べ、膨張量が半分以下になっていることから、高温高湿環境でも、亜硝酸リチウム圧入量を大きくすることで ASR 抑制効果が期待できると推察した。

3.2 異なる温度環境条件の影響

図-4 から図-6 に示すように、材齢 360 日以降は曝露環境を温度 40℃から 20℃に変更した。20℃曝露環境下での長さ変化率は、40℃曝露環境下での長さ変化率に比べ、材齢 400 日目まで収縮傾向にあり、以降は安定している。これは、ASR は化学反応であるため、温度が低くなることで反応速度が遅くなったためと推察した。

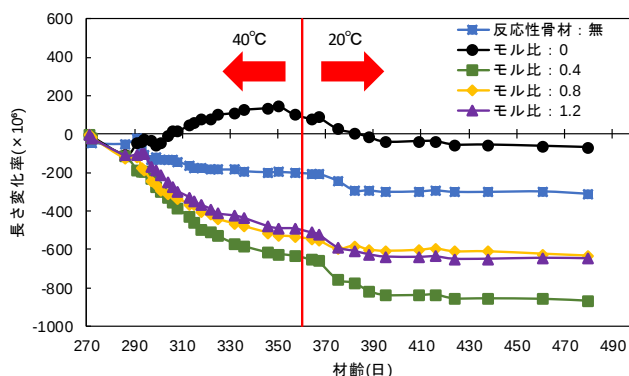


図-4 相対湿度 50%環境下での長さ変化率

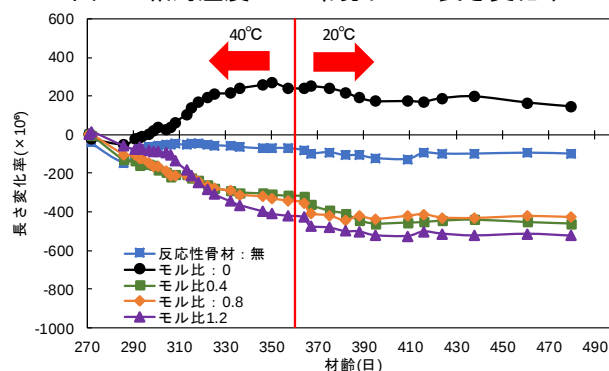


図-5 相対湿度 70%環境下での長さ変化率

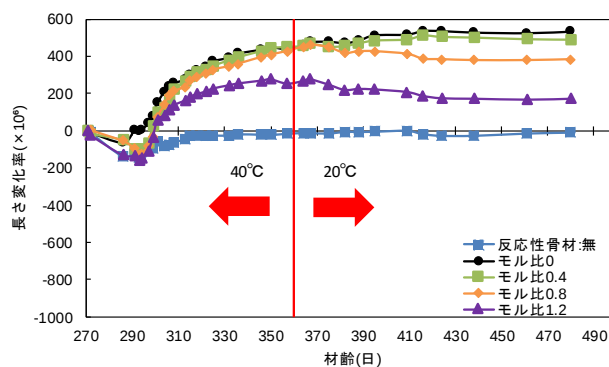


図-6 相対湿度 90%環境下での長さ変化率

4. まとめ

本研究では、異なる相対湿度環境下での ASR 抑制効果の亜硝酸リチウム適量はそれぞれ異なることが確認できた。一方、温度を 40℃から 20℃に下げることによって、亜硝酸リチウム圧入量が少量でも ASR 抑制効果が確認できた。

謝辞：

本研究を行うにあたり、極東興和株式会社の宮崎泰斗様に協力を頂きました。心より感謝いたします。

参考文献：

- 1) 江良和徳, 三原考文, 山本貴士, 宮川豊章: リチウムイオンによる ASR 膨張抑制効果に関する一考察, 「材料」, Vol.58, No.8, pp.697-702, 2009
- 2) 一般社団法人コンクリートメンテナンス協会: コンクリート構造物の維持管理～亜硝酸リチウムを用いた補修技術～, 技術資料, Ver.3.0, 2014