

硬化コンクリート中への亜硝酸リチウム溶液の浸透実験

木更津工業高等専門学校

上原 龍

木更津工業高等専門学校 正会員

○青木 優介

木更津工業高等専門学校 正会員

嶋野 慶次

東電工業株式会社 正会員

鈴木 正志

1. はじめに

塩害を受けた鉄筋の防錆手段として、あるいはコンクリートのアルカリ骨材反応抑制手段として、硬化コンクリート中への亜硝酸リチウム溶液の供給が有力視されている。この供給作業を確実かつ効率的に進めるためには、溶液の浸透特性を把握しておく必要がある。本研究では、硬化コンクリート中への亜硝酸リチウム溶液の浸透特性ならびに亜硝酸イオン・リチウムイオンの拡散係数の把握を目的とした。コンクリートの含水状態と周辺温度を変化させた溶液浸透実験を行い、その浸透特性、両イオンの拡散係数について検討した。

2. 実験方法

本実験の全体フローを図-1に示す。

供試体の外観を写真-1に示す。後述する6種の実験条件ごとに2体の供試体を当てられるよう計12体の供試体を作製した。供試体は幅100mm、長さ130mm、高さ75mmの直方体とした。コンクリートには水セメント比60%、細骨材率45%の普通コンクリートを用いた。供試体には20±1.0℃の恒温室内において28日間の封緘養生を施した。

養生終了後、供試体を40%亜硝酸リチウム溶液中に3ヶ月間および6ヶ月間浸漬させた。浸漬の様子を写真-1に示す。浸漬に際しては、溶液の浸透面を左右側面に限定させるため、他の面をアルミテープによりシールした。また、コンクリートの含水率および周辺の温度が溶液の浸透特性に与える影響を調べるため、各供試体に表-1に示す実験条件を与えた。ここで、浸漬前の含水率が0%の供試体とは、溶液への浸漬前に5日間105℃の乾燥炉内に置き、絶乾状態とした供試体である。また、含水率8.96%の供試体とは、封緘状態の高い含水率を保ったまま溶液に浸漬させた供試体である。浸漬中の温度4℃、20℃、40℃は、写真-1の容器をそれぞれ家庭用冷蔵庫、恒温室、乾燥炉に入れることで実現した。

亜硝酸リチウム溶液の浸透深さについては目視により確認した。供試体を割裂した直後の様子を写真-2に示す。溶液の浸透深さを目視にて確認できることがわかる。続いて、6ヶ月間溶液に浸漬したH-20供試体について、浸漬面から10mm刻みの部位に含まれる亜硝酸イオン濃度とリチウムイオン濃度を測定した。各部位の濃度とフィックの拡散方程式の解を用いて、両イオンの拡散係数を同定した。

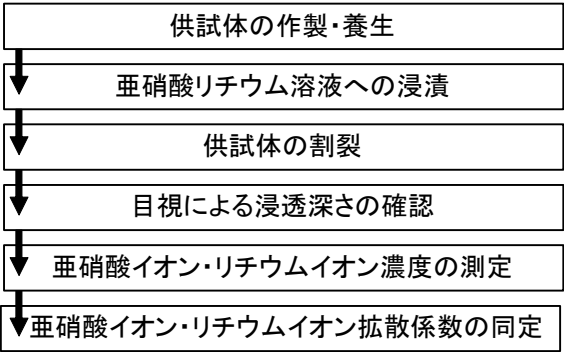


図-1 実験の全体フロー

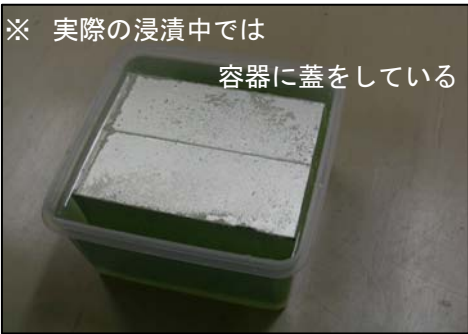


写真-1 供試体を浸漬している様子

表-1 各供試体の実験条件		
供試体の名称	浸漬前の含水率(%)	浸漬中の温度(℃)
L-4	0	4
H-4	8.96	
L-20	0	20
H-20	8.96	
L-40	0	40
H-40	8.96	

※各条件につき2体(3ヶ月用と6ヶ月用)

キーワード 亜硝酸リチウム, 亜硝酸イオン, リチウムイオン, 浸透, 拡散係数

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 木更津高専環境都市工学科 TEL 0438-30-4155

3. 実験結果

(1) 亜硝酸リチウム溶液の浸透特性

各供試体における亜硝酸リチウム溶液の浸透深さを表-2に示す。なお、深さ測定に際しては、コンクリートの中性化深さ測定方法(JIS A 1152)を参考にした。

温度条件別に見ると、H-40 供試体の3ヶ月の結果を除いて、温度が低くなるほど浸透深さが深くなっていることがわかる。この理由については今のところ明確にできていない。一方、コンクリートの含水率別に見ると、いずれの温度条件下においても含水率の低い供試体(浸漬以前に絶乾させた供試体)では3ヶ月時点で50mm以上の浸透深さが確認されている。50mm以上ということは、供試体断面全域に溶液が浸透し、写真-2のような境界を確認できなかったことを意味する。コンクリートの含水状態は亜硝酸リチウム溶液の浸透速度に大きく影響し、含水率が低くなるほど溶液の浸透速度が極度に早くなることがわかる。ちなみに追実験として、同じコンクリートを絶乾させて再び亜硝酸リチウム溶液浸透実験を行った。その結果、わずか3日間で60mm以上の浸透深さまで達することが確認された。

(2) 亜硝酸イオン・リチウムイオンの濃度と拡散係数

6ヶ月間亜硝酸リチウム溶液に浸漬したH-20 供試体を試料として、浸透面から10mm刻みの部位に含まれる亜硝酸イオン濃度とリチウムイオン濃度を測定した。測定部位の様子を写真-3に示す。黄色枠線内は、(アルミテープでシールした)にも関わらず亜硝酸リチウム溶液の浸透が確認されたので)試料採取の際に除外した。なお、亜硝酸イオン濃度についてはJIS K 0102 43.1.2 イオンクロマトグラフ法にて、リチウムイオン濃度についてはICP 発行分光分析法にて測定した。

両イオンの濃度測定結果を図-2に示す。図中にはフィックの拡散方程式の解を用いた実験結果の同定値も示している。亜硝酸イオン濃度は表面イオン量 $57(\text{kg}/\text{m}^3)$ 、最深部イオン量 $7.5(\text{kg}/\text{m}^3)$ 、拡散係数 $1.2(\text{cm}^2/\text{年})$ の条件で同定された。一方、リチウムイオン濃度は表面イオン量 $7.5(\text{kg}/\text{m}^3)$ 、最深部イオン量 $0.75(\text{kg}/\text{m}^3)$ 、拡散係数 $1.2(\text{cm}^2/\text{年})$ の条件で同定された。結果的に、両イオンの拡散係数は同値と同定された。

4. まとめ

亜硝酸リチウム溶液の浸透速度にはコンクリートの含水状態が大きく影響し、含水率が低くなるほど浸透速度が極度に早くなる。また、亜硝酸イオンとリチウムイオンの拡散係数は同等である。

参考文献

1) 青山・平野：防錆剤混入モルタルを活用した塩害対策, EXTEC No.77, pp.48-50 (Web Page より)

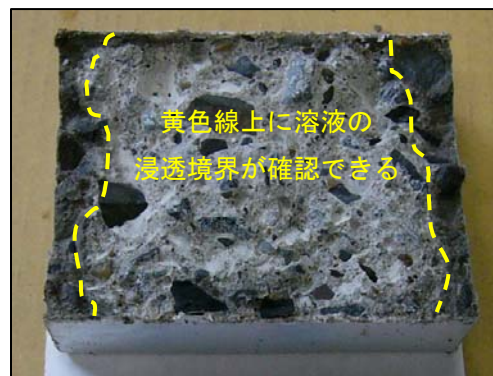


写真-2 割裂直後の供試体(H-20, 3ヶ月)

表-2 各供試体への溶液の浸透深さ

供試体の名称	3ヶ月後の浸透深さ(mm)	6ヶ月後の浸透深さ(mm)
L-4	50以上	50以上
H-4	13.1	13.1
L-20	50以上	50以上
H-20	8.0	8.4
L-40	50以上	50以上
H-40	8.8	4.7

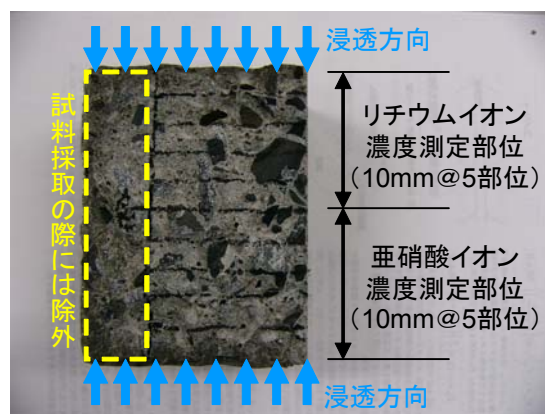


写真-3 濃度測定用供試体(H-20, 6ヶ月)

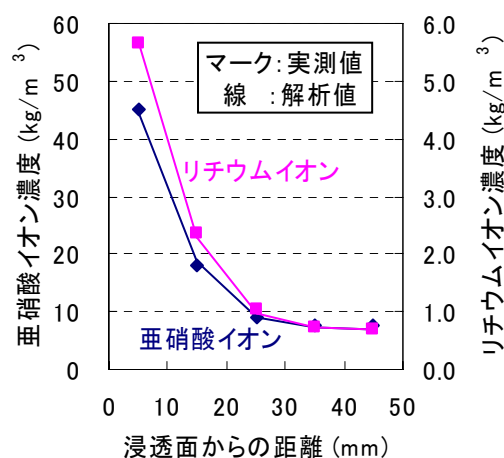


図-2 両イオンの濃度と同定解析結果