

コンクリートへの亜硝酸リチウム水溶液の浸透深さに与える影響要因の検討

鳥取大学大学院 学生会員 ○北村 実 鳥取大学大学院 正会員 黒田 保
 鳥取大学大学院 正会員 吉野 公 鳥取大学大学院 正会員 金氏 裕也
 極東興和株式会社 正会員 三原 孝文 極東興和株式会社 正会員 津村 尚侑

1. 背景

ASR と鉄筋の腐食に対する有効な補修材料として亜硝酸リチウム水溶液があり、亜硝酸リチウム水溶液による鉄筋の防食効果を得るには、最低でもコンクリート構造物のかぶり厚よりも深く浸透させる必要がある。現行の補修工法である内部圧入工法では短期間でコンクリート部材の広範囲に亜硝酸リチウム水溶液を供給することができるが、コンクリート躯体に多数の圧入孔を削孔する必要があるため、全てのコンクリート構造物に適用するのは難しい。そこで本研究では、亜硝酸リチウム水溶液による新たな補修工法の開発のために必要である基礎的なデータを得るため、様々な条件で亜硝酸リチウム水溶液の浸透実験を行い、各条件が亜硝酸リチウム水溶液の浸透深さに及ぼす影響を検証する。過去の実験で含水率が低いコンクリート供試体において亜硝酸リチウム水溶液を圧入することで浸透を促進する傾向が見られたため、ひび割れが発生しているコンクリート構造物への低圧樹脂注入工法に用いられるゴム製のプレートを用いた簡易的な補修工法を試行すると共に、圧力による浸透促進効果を検証することとした。

表 1 コンクリートの示方配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)			
		W	C	S	G
65	46	165	254	865	1058

2. 実験概要

本実験で用いた供試体の示方配合および使用材料を表 1 および表 2 に示す。供試体の寸法は 150×150×250 mm とし、打設した翌日に脱型し、10 日間水中養生した後、17 日間屋内で気中乾燥させる。その後、表面含水率を調整し浸透実験を開始した。

浸透条件としては、供試体を亜硝酸リチウム水溶液に浸漬し、供試体下面の全面から亜硝酸リチウム水溶液を浸透させるもの（以下、浸漬供試体）、供試体上面に円形に中をくり抜いたゴム枠を接着して亜硝酸リチウム水溶液を湛水し局所的に浸透させるもの（以下、湛水供試体）および供試体上面にゴム製のプレートを接着して、亜硝酸リチウム水溶液を局所的に圧入（0.08MPa）して浸透させるもの（以下、圧入供試体）の 3 つの条件で実験を行った。なお、湛水供試体の浸透面積は圧入供試体と同じ面積になるように設定した。各浸透条件の概略図を図 1 に示す。また、それぞれの条件で表面含水率が 4 パターンの供試体および濃度が 2 パターンの亜硝酸リチウム水溶液を用いて浸透実験を行った。表 3 に異なる含水率における供試体の表記方法について示す。亜硝酸リチウム水溶液は濃度が 25% と 40% のものを用いた。

表 2 使用材料

種類	性質
細骨材	混合砂（砕砂：陸砂＝8：2，表乾密度：2.65 g/cm ³ ）
粗骨材	普通砕石（表乾密度：2.76 g/cm ³ ）
セメント	普通ポルトランドセメント（密度：3.16 g/cm ³ ）
混和剤	AE 減水剤（リグニンスルホン酸系 AE 減水剤）
	AE 剤（アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤）

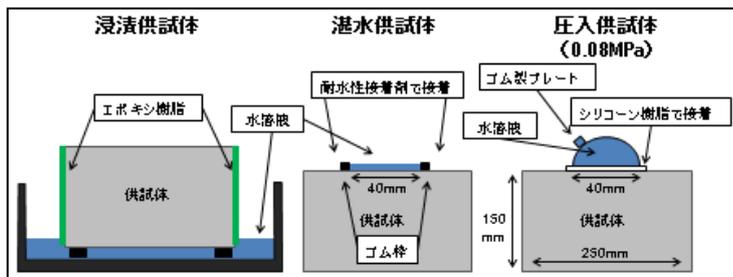


図 1 各浸透条件の概略図

表 3 異なる含水率における供試体の表記方法

記号	試験開始条件	表面含水率
①	材齢 28 日の供試体を 72 時間水中に浸漬した後、浸透実験を開始	8.0%程度
②	材齢 28 日で浸透実験を開始	5.0%程度
③	材齢 28 日の供試体を 100℃の乾燥炉で 24 時間乾燥させた後、浸透実験を開始	3.5%程度
④	材齢 28 日の供試体を 100℃の乾燥炉で 72 時間乾燥させた後、浸透実験を開始	3.0%程度

キーワード 亜硝酸リチウム水溶液，浸透深さ，表面含水率，圧力，浸透面積，濃度

連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南 4 丁目 101 番地 鳥取大学大学院工学研究科

TEL 0857-31-5281

浸透深さの測定方法としては、各浸透期間経過した供試体にセリ矢を用いて浸透方向に割裂した後、トリレンジイソシアナート試薬を塗布し、呈色反応を示した浸透方向への深さを測定した。浸漬供試体については等間隔に 23 箇所測定した平均値を浸透深さとした。湛水および圧入供試体については浸透面の中心部の浸透深さを測定した。

3. 実験結果と考察

図 2 および図 3 に亜硝酸リチウム水溶液の濃度が 40% の供試体における浸透条件ごとの浸透深さを示す。表面含水率が①, ②の供試体は浸透深さが 20mm 以下であったが、表面含水率が③, ④のいずれの供試体も 40mm を超える浸透深さを確認した。これより、表面含水率が高いものほど浸透しにくく、低いものほど浸透しやすいことが分かる。

図 3 より、表面含水率が④の湛水および圧入供試体において圧力が高い供試体の方が深くまで浸透している傾向が見られる。しかし、圧力をかけていない浸漬供試体(図 4)の方が湛水および圧入供試体のいずれの浸透深さよりも深く浸透したことから、局部的に水溶液を浸透させる場合においては、浸透深さに対しては圧力よりも浸透面積の方が影響を与えることが分かる。これは、局部的に水溶液を浸透させたことで、浸透直角方向(水平方向)への浸透も生じるため、浸透方向(鉛直方向)への浸透が抑制されたためであると考えられる。

図 4 に亜硝酸リチウム水溶液の濃度と浸透深さの関係を示す。表面含水率が②の供試体においては濃度による浸透深さへの大きな影響は見られなかった。さらに浸透期間が 2 週間と 1 ヶ月の供試体の浸透深さでも大きな違いが見られないことから、表面の乾燥している部位で亜硝酸リチウム水溶液が毛管現象により吸い上げられ、水分を多く含む位置で止まっているものと考えられる。表面含水率が④の浸漬供試体においては、浸透期間 1 週間の供試体において濃度 25% の供試体が濃度 40% の供試体より深く浸透した。表面含水率が④の圧入供試体においても同様の傾向が見られる。これは、水溶液の粘性が低くコンクリートの表面含水率も低いことで毛管現象が強く働き、浸透を促進させたと考えられる。しかし、表面含水率が④の浸透期間 2 週間および 1 ヶ月の浸漬供試体については、濃度 40% の供試体が濃度 25% の供試体より深くまで浸透しているため、今回の結果では亜硝酸リチウム水溶液の濃度が浸透深さにどのように影響を与えるか明らかではない。

4. まとめ

圧力による亜硝酸リチウム水溶液の浸透促進効果は確認できたが、局部的に水溶液を浸透させる場合において 0.08MPa 程度の圧力であれば水溶液を圧入するよりも浸透面積を広くする方が効果的であると言える。しかし、実施においてコンクリート構造物の広い範囲に絶えず亜硝酸リチウム水溶液を供給し続けることは困難であるため、含水率の低いコンクリートに対して亜硝酸リチウム水溶液の局所的な圧入は有効である。また、亜硝酸リチウム水溶液の濃度を下げることで圧入による浸透促進効果がより得られると考えられるが、今回の結果では亜硝酸リチウム水溶液の濃度が浸透深さに与える影響を明らかにすることができなかつたため今後さらに検証する必要がある。

謝辞: 本実験を実施するにあたり、日産化学工業株式会社の須藤裕司氏、元日産化学工業株式会社の堀孝廣氏にご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

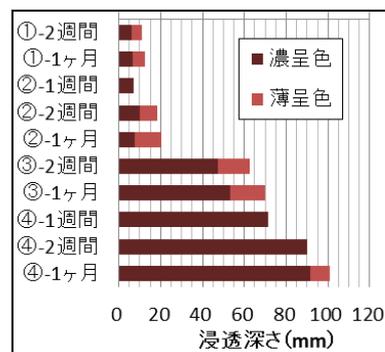


図 2 浸漬供試体における各浸透期間の浸透深さ

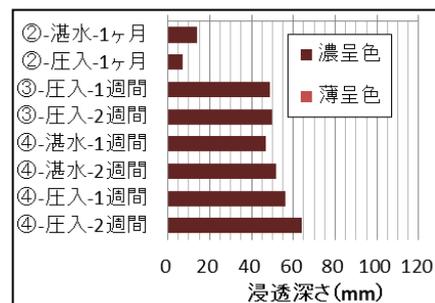


図 3 湛水および圧入供試体における各浸透期間の浸透深さ

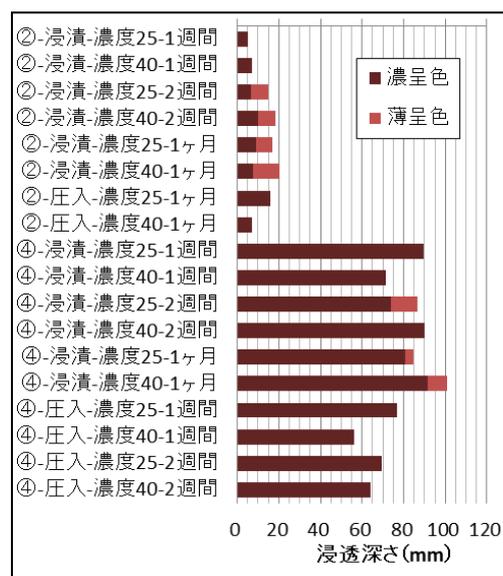


図 4 亜硝酸リチウム水溶液の濃度と浸透深さの関係