# シラン系表面含浸材の浸透性の効率的な管理方法に関する基礎的研究

国立研究開発法人土木研究所　寒地土木研究所　正会員　○遠藤　裕丈
国立研究開発法人土木研究所　寒地土木研究所　正会員　島多　昭典
鹿島技術研究所　正会員　林　大介
鹿島技術研究所　正会員　室野井敏之

## 1. はじめに

厳しい財政事情の下で多くのコンクリート構造物の長寿命化を適切に図る必要性の高まりを受け，ライフサイクルコストを最小化させるための対策工が広く行われている．対策工は種々あるが，その一つにシラン系表面含浸材（以下，シラン）がある．これはコンクリートの表層に吸水抑制機能を付与し，劣化因子である水や塩化物イオンの侵入を抑制することを目的に使用される浸透性の保護材である．高い効果を得るには適切な材料を選定し，確実に深く浸透させ，厚い吸水防止層を形成させる必要がある．しかし，実施工では塗布量管理が主に行われており，浸透性は管理されていない．浸透性については，施工から数日経過後にコアを採取して直接的に確認する方法もあるが，部材の損傷および作業に時間・労力を要する等，効率的とは言い難い．

著者らは**図-1** に示すように，表面に塗布したシランは深さ方向に加え，概ね同心円状に水平方向へも浸透する特徴があることを既報で示した [1)]．本論文ではこの特徴を応用し，実施工にて浸透性を効率的に非破壊で管理する方法の確立に向け，水平方向へのシランの浸透距離を外観目視で把握することで浸透性を管理する方法について検討した．

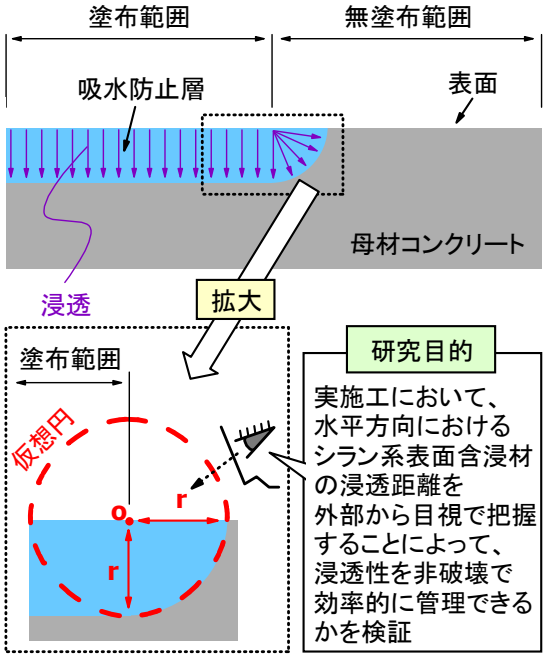


図-1　研究のねらい

## 2. 実験概要

再現性と客観性を重視し，ここでは寒地土木研究所（以下，寒地）と鹿島技術研究所（以下，鹿島）の 2 か所においてそれぞれ異なる材料を使用し，双方で同じ実験を行うこととした．

**表-1** にコンクリートの配合を示す．寒地では W/C=25，45，65%の 3 種類，セメントは普通ポルトランドセメント（以下，普通ポルト）と高炉セメント B 種（以下，高炉 B 種）の 2 種類とした．細骨材は除塩処理済の海砂（表乾密度 2.67g/cm$^3$，吸水率 0.87%），粗骨材は砕石（表乾密度 2.67g/cm$^3$，吸水率 1.78%）を用いた．鹿島では W/C=32，50，55%の 3 種類，セメントは普通ポルトのみとした．細骨材は陸砂（表乾密度 2.55g/cm$^3$，吸水率 2.54%），粗骨材は砕石（表乾密度 2.68g/cm$^3$，吸水率 1.48%）を用いた．

表-1　コンクリートの配合

| 実験場所 | W/C (%) | セメント | 単位量 (kg/m$^3$) W | C | S | G |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 寒地 | 25 | 普通ポルト | 144 | 576 | 705 | 975 |
| | 45 | | 145 | 322 | 851 | 1041 |
| | 65 | | 150 | 231 | 919 | 1037 |
| | 25 | 高炉B種 | 144 | 576 | 698 | 965 |
| | 45 | | 150 | 333 | 836 | 1022 |
| | 65 | | 150 | 231 | 915 | 1032 |
| 鹿島 | 32 | 普通ポルト | 170 | 531 | 740 | 874 |
| | 50 | | 169 | 338 | 760 | 1021 |
| | 55 | | 170 | 310 | 791 | 1009 |

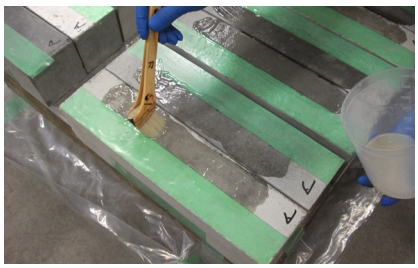

写真-1　塗布状況の一例

**写真-1** に塗布状況の一例，**図-2** に実験の流れを示す．コンクリート表面の一部にマスキングテープ（以下，テープ）を貼った状態でシランを塗布した．塗布終了後にすぐにテープを剥がし，1 日静置した後，コンクリート表面に水を噴霧し，撥水を呈した範囲を浸透域と判断し，水平方向への浸透距離をノギスで測定した．その後，コンクリートを割裂し，表層に形成されている吸水防止層の厚さをノギスで測定し，前述した水平方向の測定結果との比較を行った．シランは寒地と鹿島で異なる種類（ともに無溶剤系）を使用した．塗布は材齢 14 日目に行った．塗布面は打設面と底面とした．

キーワード　　コンクリート，シラン系表面含浸材，浸透性，管理
〒062-8602　札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 34 号　　TEL　011-841-1719　　FAX　011-837-8165

## 3. 実験結果・考察

図-3 は水セメント比と浸透深さ・距離の関係を示している．深さ方向の結果をみると，浸透深さは水セメント比に比例して増加する傾向が全体的に示された．一般に水セメント比が小さくなると，水和物間の空隙が減少してコンクリート組織の密実性が高まり，外部からは物質が侵入しにくくなることから，シランの浸透経路にあたる空隙が少ないために浸透性も低下したと考えられる．水平方向においても同様に，浸透距離は水セメント比と対応する傾向が概ね読み取れるが，深さ方向で調べた浸透深さの結果に比べると値は小さかった．

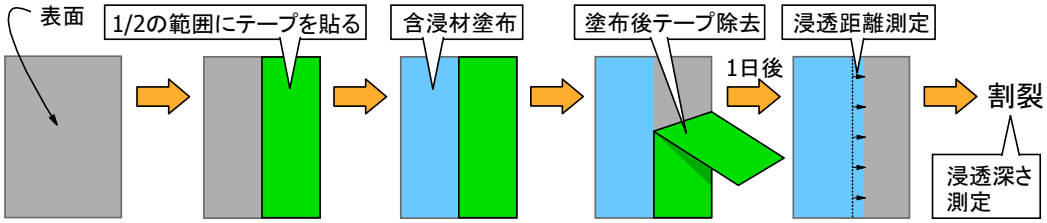

図-2 実験の流れ（供試体を上から見た図，塗布面は水平）

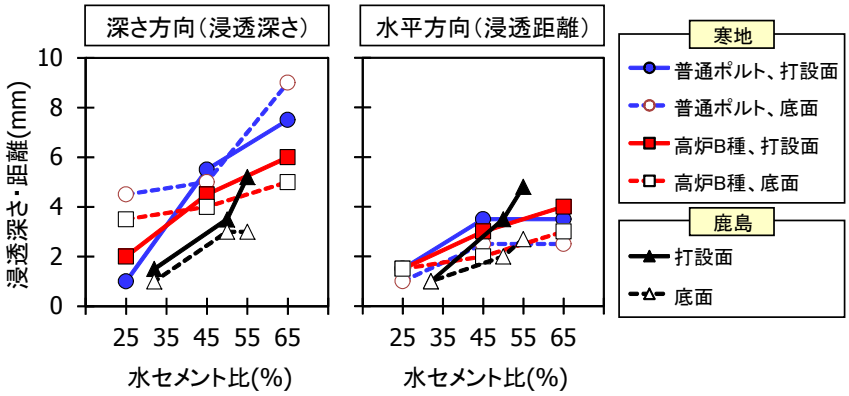

図-3 水セメント比と浸透深さおよび浸透距離との関係

写真-2 はコンクリートを割裂し，割裂面に水を噴霧した様子を，表面が写るように斜め上方から撮影したものである．割裂面において濡れ色に変色していない部分はシランの浸透域（吸水防止層）である．塗布範囲と無塗布範囲との境界付近の割裂面をみると，シランは深さ方向だけでなく，概ね同心円状に水平方向へも浸透していることがわかる．しかし，外観目視により測定した水平方向の浸透距離は，割裂して確認した実際の値よりも小さい．この理由として，表面では，シランの浸透がコンクリート面に固着する離型剤などの油脂類やレイタンスなどの汚れによって阻害された[2]ことや，気中と常時接するため浸透の途中で揮発が生じた[3]こと等が考えられる．

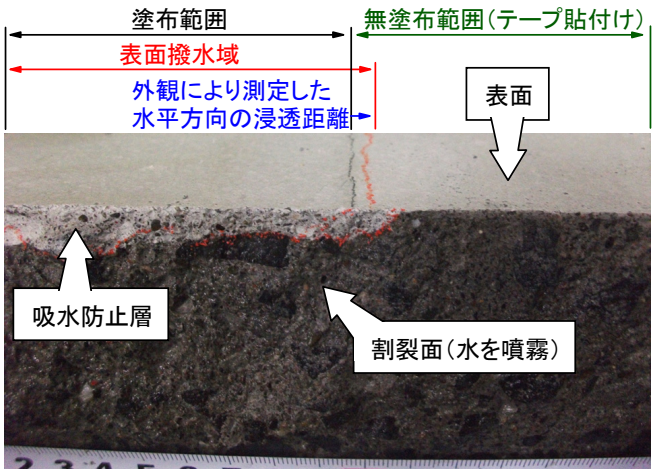

写真-2 シラン系表面含浸材の浸透状況の一例

図-4 は水平方向の浸透距離と深さ方向の浸透深さの関係を整理したものである．実際の浸透深さは水平方向の測定結果の約 1.6 倍であった．本論文の範囲では，外観目視により非破壊で調べた水平方向の浸透距離から浸透深さを特定するには至らなかったが，浸透距離と浸透深さは概ね比例関係にあり，外観目視による水平方向の浸透距離の把握は，内部への浸透性を効率的に管理する方法としては有効と考えられる．

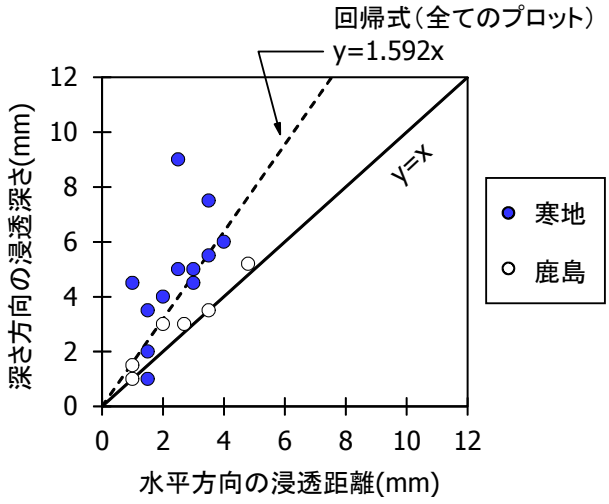

図-4 浸透距離と浸透深さの関係

## 4. まとめ

本論文で示した考え方（図-1）は，実施工で浸透性を効率的に管理する方法としては有用と思われるが，技術的には未だ改良の余地が多く，さらにデータを蓄積する必要がある．

【参考文献】
1) 遠藤，田口，田畑：コンクリート構造物における表面被覆材端部の剥がれ防止法の一提案，寒地土木研究所月報，No.715，pp.11-19，2012.12
2) 土木学会：表面保護工法設計施工指針（案）［工種別マニュアル編］，コンクリートライブラリー119，p.172，2005.4
3) 久保，玉井，服部，宮川：シラン含浸コンクリートの発水性能評価，材料，Vol.52，No.9，pp.1095-1100，2003.9