

樋門等コンクリート構造物のひび割れ補修方法に関する研究

株式会社 建設環境研究所 正会員 ○新沼 佳苗
東北学院大学 正会員 武田 三弘
東北学院大学 学生会員 尾形 拓海

1. はじめに

現在、国土交通省東北地方整備局内が管理している樋門・樋管は、今後 10 年間で約 5 割の施設が経過年が 50 年以上となり、施設の老朽化が進む状況となる。また、「点検実施要領」に従った点検によると施設全体の約 7 割が、施設の機能維持や長寿命化を図るために計画的な補修を行っていく必要がある。しかし、樋門・樋管で特に発生数の多いひび割れの補修箇所において、漏水・エフロ等の他の劣化の発生による再劣化が数多く発生している。そこで本研究では、特に組成が母材と類似している、無機系の補修材によるひび割れ注入工法に着目し、どのような要因で再劣化が生じているのかを明らかにするため、注入・充填性状を確認するための基礎的な注入試験を行った。また、X線造影撮影法を用いてひび割れ充填後の密実性の評価を行い、適切な注入方法の確認を行った。

2. 実験概要

ひび割れ箇所に無機系補修材を注入する際、最も懸念されることは、補修材中の水分が吸収され、流動性が悪くなり、充填不良となる点と、水分不足による未水和箇所の強度低下である。本実験では、ひび割れの内部が乾燥状態、湿潤状態で無機系の補修材をハンドポンプを用いて注入し、充填状況の確認を行った。

2. 1 φ150mm 円柱供試体を用いた無機系補修材の充填状況の確認実験

実験には、レディーミクストコンクリート工場のフレッシュコンクリート（普 30-18-20N）を用いて作製したφ150×300mmの円柱コンクリート供試体を使用した。この供試体を、圧縮試験機を用いて引張方向に割裂し0.4mmの貫通ひび割れを再現し、その後、打込み下面側ひび割れの下上に注入用のプラグを取り付け、ひび割れ全面をコーティングすることで実構造物での注入状況を再現した。表-1は供試体条件を示したものである。実験に使用した補修材は、高炉スラグの超微粒子（平均 4μm）を主材とした超微粒子高炉スラグ系コンクリートひび割れ注入材（粘性 45mPa/s、水比 70%）で、長期にわたり硬化促進する特徴がある。注入方法は、供試体をひび割れが鉛直方向となるよう横置きにし、下端の注入用プラグから補修材を注入し、上端のプラグからリークが確認できるまで注入を続けた。注入後はそれぞれ、気中・水中養生を行い(表-1 参照)、その後、供試体を円盤状に輪切り（厚さ 10mm）にカッティングし、目視による充填状況の確認と X 線造影撮影法を用いて密実性の確認を行った。X 線造影撮影法とは、コンクリート用に開発された造影剤をコンクリートに浸透させ、X 線撮影を行うことによって、ひび割れや空洞又は密実性の比較を行うことが可能な手法であり、今回、補修材の充填状況や母材と補修材の密実性の比較を行った。



写真-1 供試体準備状況

表-1 供試体の条件(乾燥、湿潤)

条件	養生条件	保管方法	注入後の養生
乾燥	水中養生 (28日間)	恒温恒湿室(温度20℃、湿度60%)に1週間保管	恒温恒湿室で 気中養生
湿潤		注入口より水を注入充填後、2日間水中養生	養生槽で2週間養生

キーワード：ひび割れ注入，再劣化，X線造影撮影法，樋門・樋管，無機系補修材

連絡先：〒983-0852 宮城県仙台市宮城野区榴岡4丁目3-10 (株)建設環境研究所 東北支社 TEL 022-292-6012

2. 2 アクリル板を用いた注入状況の確認

実験には、 $300 \times 300 \times 60\text{mm}$ のコンクリート板と $300 \times 300 \times 10\text{mm}$ のアクリル板を隙間が 0.4mm 空くように端部をブチルテープで貼り合わせ、注入用のプラグを接着したものを使用した。補修材は、無機系は超微粒子高炉スラグ系コンクリートひび割れ注入材（粘性 $45\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、水比 70%）を用いた。現場におけるひび割れへの注入方法としては、ひび割れの最も低い位置から空気を追い出すよう加圧注入を行い、より上部にある注入口からのリークを確認してから順に注入する方法が用いられている。今回の実験では、右側面下面からの加圧注入を行った。

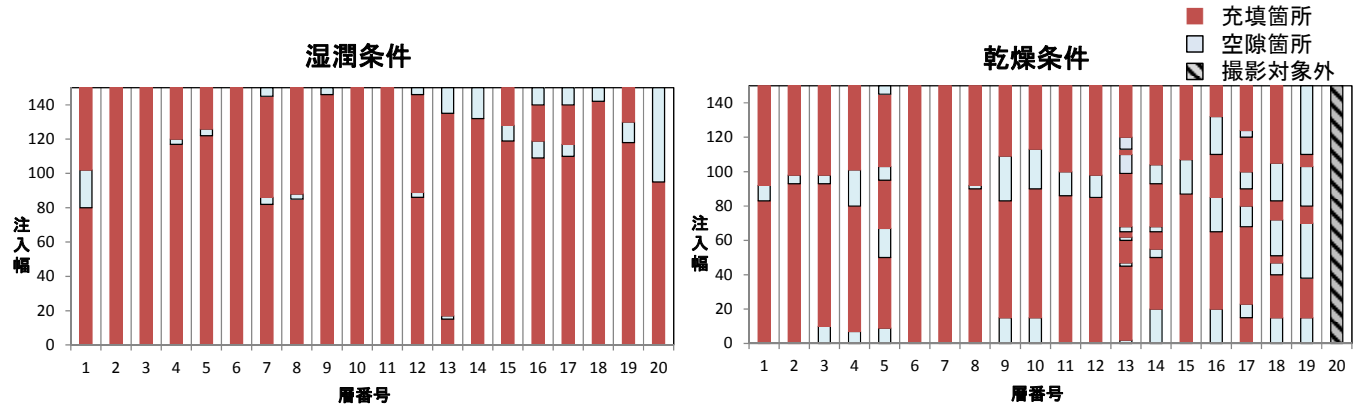


図-1 Φ150 mm円柱供試体の目視による充填状況確認結果

4. 実験結果

「乾燥条件」および「湿潤条件」で注入した $\phi 150\text{mm}$ 円柱供試体をカッティングし目視により充填状況を確認した結果、表層より 20 層目（約 30 cm）までは概ね充填されているが、乾燥条件の供試体は、内部に細かな空隙が発生していることが確認できた（図-1）。また、X線造影撮影を行い充填状況を比較したところ、「乾燥条件」の方がひび割れ部が白くなっていることが確認できた（写真-2）。X線造影撮影は、空隙やひび割れ部に造影剤が浸透した箇所が白く映るため、乾燥条件がより白が濃いほど浸透量（空隙）が多いと言える。

$300 \times 300\text{mm}$ のアクリルを用いた供試体でひび割れ内部の注入状況を確認した結果（写真-3）、「乾燥条件」では、不均一に補修材が充填されることが確認され、これらは、補修材中の水分が母体に吸収（ドライアウト）されたことにより、目詰まりがひび割れ内部に目詰まりが発生したためだと考えられる。

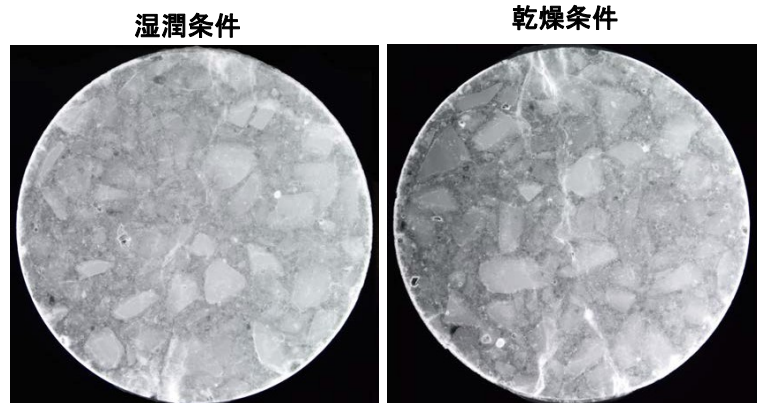


写真-2 X線造影撮影結果

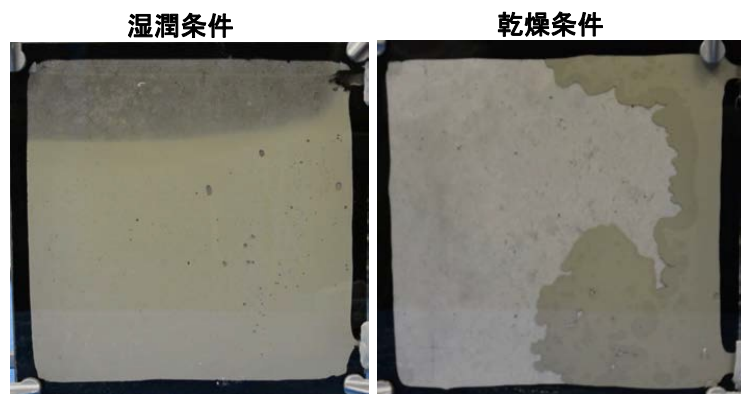


写真-3 無機系補修材注入状況

5. まとめ

無機系補修材を用いて補修を行う場合、ひび割れ内部の状況によって硬化後の補修材の充填状況に差が生じることが確認できた。特に乾燥状況で実施を行った場合は、ドライアウトの影響で目詰まりが発生し充填性、補修材の密実性が損なわれ、再劣化につながる恐れがある。無機系補修材は、補修ひび割れの内部を湿潤条件にすることで大幅に充填性が向上し、また注入後も湿潤状態を確保することで補修材の早期強度発現が期待できることが分かった。今後、これらの結果より、補修の耐用年数や補修時期について検討していきたいと考えている。