

高性能無機系ひび割れ注入材を用いた漏水ひび割れ補修及び現場適用に関する研究

東京大学生産技術研究所 正会員 ○安 台浩 (株)エコバンク 鈴木 輝彦

東京大学生産技術研究所 正会員 星野 富夫 正会員 岸 利治

1. はじめに

橋梁や床板などに生じているひび割れの補修方法については、補修・補強指針やマニュアルが制定されており、多くの構造物の補修に適用されている。一方、地下トンネルや送・排水設備などの構造物における湧水を伴うようなひび割れの補修材料・工法については、多くの場合現場対応であり、指針やマニュアルが制定されていないのが実情である。これらの構造物の補修では、補修時の構造物の損傷度、湧水量、補修方法、施工の適切さなどにより補修効果が大きく異なることから、補修を施しても再劣化が生じやすいことも懸念される。そこで、止水材料の開発と施工した場合の止水効果ならびに耐久性を考慮した止水材注入実験を行い、これらの性能を確認した実験結果と実現場適用結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 使用材料

実験に使用した無機系ひび割れ止水材はコンクリート構造物の耐久性を考慮して超微粒子高炉スラグセメントを使用した。また混和材GH、高反応促進材SH、2種類の高性能止水材を使用して実験を行った。使用した止水材の化学反応を図-1に示す。写真-1は0.2mmのひび割れ部での無機系止水材の状況を示す。

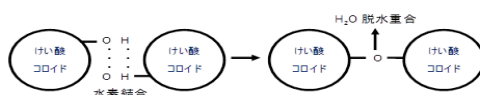
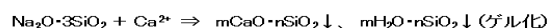
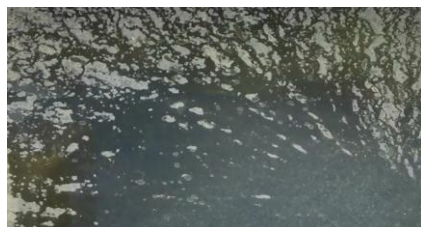
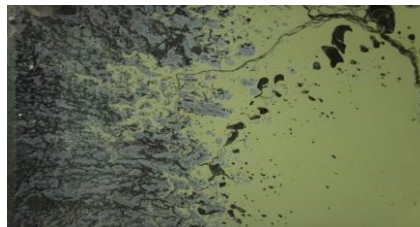


図-1 高性能無機系止水材の化学反応

(a) 無機系カルシウム塩形成
(GH, SH 単独注入)

(b) GHとSHを混合した止水材料



(c) 注入後硬化された止水材料

写真-1 0.2mmの謀議ひび割れに注入された止水材料の状況

(2) 実験方法

注入実験に用いた試験体は、図-2に示すような150×200×1800mmの矩形梁のコンクリートを用いた。かぶりが30mmの位置にd25のエポキシ樹脂塗装鉄筋を2本配置したものであり、30年前に疲労実験に供した試験体を屋外暴露したものである。このコンクリート梁に発生しているひび割れは、曲げ载荷試験により発生させたものであるが、ひび割れ幅は底面側で5mm程度であるが、コンクリート梁の高さ方向の中心では0.2～0.5mm程度である。注入実験に際しては、コンクリート内部のひび割れが粉塵などにより閉塞されている可能性があることから注入前にひび割れに沿ってコンプレッサーにより高圧水洗浄を行った。

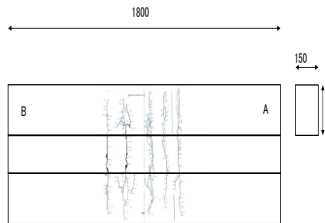
漏水実験に用いた試験体は写真-2(a)と(b)に示す桁形試験体（外部寸法0.9m×0.75m×h1.0m、溜水部内寸法0.5m×0.5m×h0.8m、桁壁厚0.1～0.2m、有筋）を作製した。

キーワード 無機系ひび割れ止水材、注入材料、漏水補修、止水効果、自己治癒材料

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区4-6-1 TEL: 03-5452-6098(ex58093) FAX: 03-5452-6395

桁は材齢7日で脱型し、上部に蓋をして雨水が溜まらないように屋外気中養生した。通水試験は、材齢86日で油圧ジャッキを用いて桁の内部から荷重をかけて桁壁2面にひび割れを導入し、ひび割れ間隔の保持を目的として部分的に $\phi 0.2\text{mm}$ の針金を挿入した。

無機系止水材の注入は、ひび割れ部をコンクリートドリルで3cm程度穿孔し、注入プラグを取り付け(20～30cm間隔)、注入プラグ間のひび割れ表面を瞬結セメントでパッキングすることにより、注入プラグからのみ漏水する状態にした状態で、この注入プラグから注入材を低圧注入するものである。



(a) 試験体の形状



(b) 注入プラグ取り付け

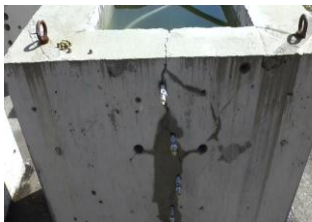


(c) コアを採取



(d) ひび割れ部注入材の確認

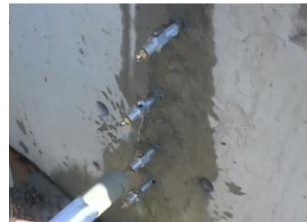
図-2 試験体の形状と注入プラグ取り付け



(a) 桁形試験体の形状



(b) 注入プラグ取り付け



(c) 無機系止水材注入



(d) 止水完了

写真-2 漏水桁形試験体の止水状況

3. 実験結果およびまとめ

注入実験に使用した注入材はGH, SHならび高炉スラグセメントの3種混合した材料である。図-1(c)に示すように注入後無機系止水材は元コンクリートと一体になる可能性が高く、ひび割れ部の接着強度および耐久性を上昇させる可能性もある。図-2(c)と(d)は注入完了後7日目にひび割れ部位をコア採取して止水材の注入を確認した結果である。0.2mm以上のひび割れには多量の止水材が注入されていることを目視でも観察することができる。0.2mm以下の微細ひび割れは以後SEM-EDS観察を通じて報告する予定である。写真-2は注入実験を基礎にして最適な高性能無機系止水材の配合比を選定し、実漏水状況を想定した桁形試験体の止水実験を実施した。その結果コンクリート壁が10cm以下の環境でも貫通ひび割れ部位に止水材の注入と同時に漏水が止水されることを確認することができた。写真-3は本研究を基礎として2013年度3月に行った、韓国における地下上水道バルブ室での適用事例である。12L/分の漏水場所を一次的に止水することが確認された。さらに、写真-3(d)に示すようにひび割れ自己治癒材料を止水後塗布して完全に漏水を補修する新たな補修方法を開発することができた。



(a) 12L/分の漏水場所



(b) 注入プラグ取り付け



(c) 無機系止水材注入



(d) 自己治癒材料塗布

写真-3 実地下上水道管のバルブ室での漏水適用事例 (12L/分の漏水状況での止水を確認, 韓国水資源公社)

〔謝辞〕 本研究を行うにあたり、(株)エコバンク関係者皆様に感謝の意を表します。The experimental work in this paper was carried out with the financial support by Grants-in-Aid for Young Scientists (A) from JSPS.