

## 蛍光エポキシ樹脂含浸法による微細ひび割れ観察の適用事例

(株)リテック 正会員 近藤 悦郎 (株)リテック 正会員 関下 裕太  
 (株)リテック 正会員 朝倉 啓仁 (株)ジオテック 手塚 喜勝

### 1. はじめに

材料劣化を生じたコンクリート構造物の補修設計においては、劣化原因の推定や劣化範囲の特定だけでなく、劣化深さを把握する必要がある場合も多い。

深さ方向のひび割れを調査する方法としては、コア採取による目視観察や棒型スキャナを用いた方法<sup>1)</sup>などがあるが、ひび割れ幅が比較的大きいもの(0.2mm程度)に対しては有用であるものの、微細なひび割れ(0.02mm程度)については適用の対象外となる。

また、凍害深さを得る手法には、超音波伝播速度の測定<sup>2)</sup>があるが、劣化原因を特定することはできない。

著者らは、比較的簡便にコンクリートの内部に生じた微細ひび割れを観察する方法<sup>3)</sup>を提案し、積雪寒冷地にある種々の劣化を受けたコンクリート構造物の調査および診断に適用してきた。

本報では、種々の劣化を受けたコンクリート構造物から採取したコアの蛍光エポキシ樹脂含浸法による微細ひび割れ観察(以降、微細ひび割れ観察と称す)を実施した代表的な事例(6橋)について紹介するとともに、微細ひび割れ観察結果から劣化原因を推定することの可否について検討を試みた結果について述べる。

### 2. 試験概要

微細ひび割れ観察は、コア試料に蛍光染料を添加した超低粘度形エポキシ樹脂(粘度:  $130 \pm 20 \text{ mPa} \cdot \text{s}$  (20))を低真空(1/100気圧)状態で注入・硬化させ、コア切断面に紫外線を照射して微細ひび割れ等を可視画像として評価するものであり、可視化可能なひび割れ幅は12 $\mu\text{m}$ 程度である。

なお、本手法では、ひび割れがコア表面に連続しておらず、内部のみで閉塞している場合には、ひび割れの可視化はできない。

その場合、コア切断面に直接、蛍光染料を混入した樹脂を塗布し、硬化後に観察面を研磨してひび割れを可視化する方法もあるが、研磨方法の影響を受けるため、本事例では適用していない。

### 3. 適用事例

#### 3.1 概要

別途に実施したコアによる各種室内試験の結果、劣化原因が特定された構造物について微細ひび割れ観察を実施し、劣化原因による微細ひび割れ生成状況の差異に着目した検討を実施した。

なお、対象とした構造物は積雪寒冷地にあることから、凍害を含む複合劣化が指摘されているが、主たる劣化の原因に着目して整理している。

#### 3.2 凍害劣化

凍害劣化を受けた場合の微細ひび割れ発生状況を、写真-1および写真-2に示す。

特徴は、コア表面に平行なひび割れの生成およびコア表面周辺にひび割れが多く、深部にはひび割れが見られないことが挙げられる。

#### 3.3 アルカリ骨材反応(ASR)

ASRによる劣化を受けた場合の微細ひび割れ発生状況を、写真-3および写真-4に示す。

特徴は、骨材を貫通するひび割れの生成(写真の部)、ひび割れの発生方向がコア表面に平行でないものも見られること、表面だけでなく深部においても、ひび割れが見られることが挙げられる。

#### 3.4 その他

劣化を受けていない場合および遅れエトリンタイトの生成<sup>4)</sup>(DEF: Delayed Ettringite Formation)に起因した劣化を受けた場合の微細ひび割れ発生状況を、写真-5および写真-6に示す。

写真-5に示す内部にひび割れを生成するような劣化を受けていない場合、当然のことながら、微細ひび割れの生成は見られないが、初期欠陥(ブリ-ジング等)に起因したと思われる粗骨材周辺の蛍光が見られた。

写真-6に示すDEFを生じた事例では、断面修復材に見られた亀甲状のひび割れ(コア表面に垂直なひび割れ)が、躯体コンクリートに残置された、凍害劣化

キーワード : 微細ひび割れ, 劣化深さ, 劣化判定, 蛍光エポキシ樹脂含浸法

連絡先 : 〒062-0054 札幌市豊平区月寒東4条9丁目5-27, 株式会社リテック, TEL: 011-851-0100

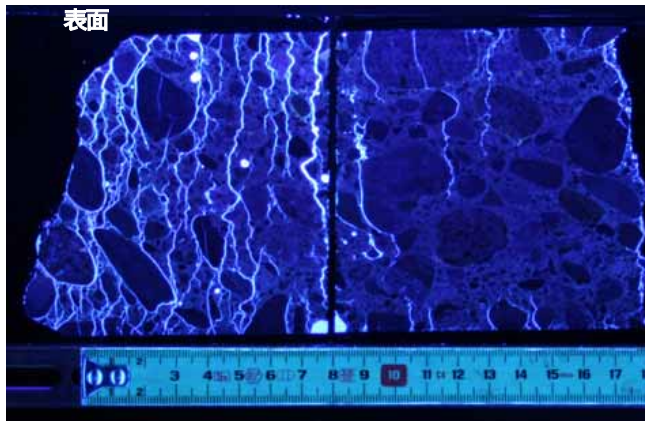


写真-1 凍害劣化の事例 (A 橋の橋台)

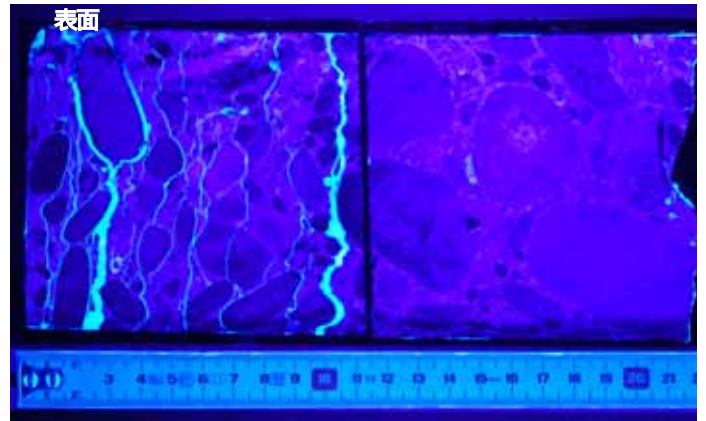


写真-2 凍害劣化の事例 (B 橋の橋脚)

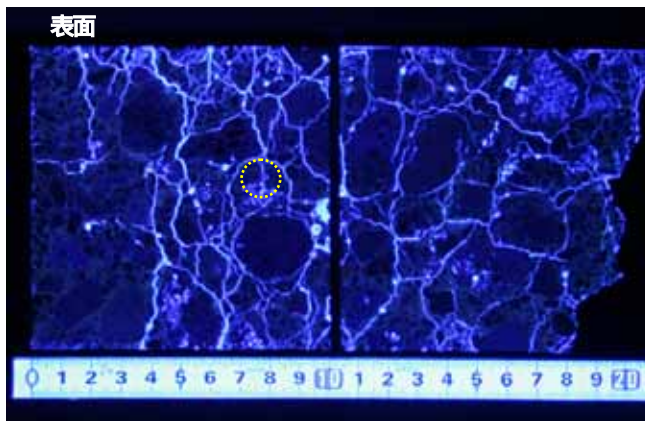


写真-3 ASRの事例 (C 橋の橋台)

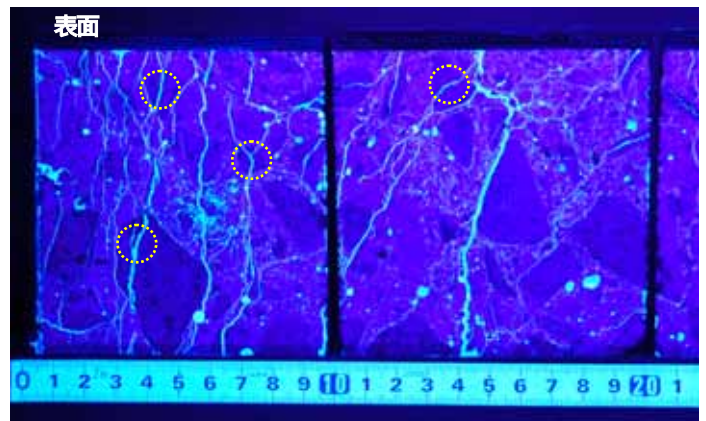


写真-4 ASRの事例 (D 橋の橋台)

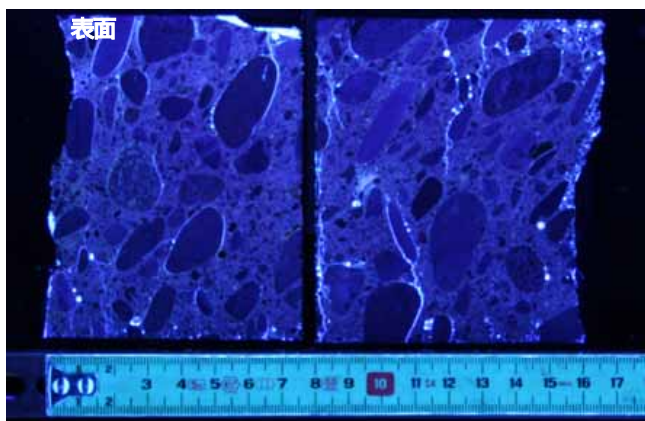


写真-5 健全なコンクリ - トの事例 (E 橋の橋台)

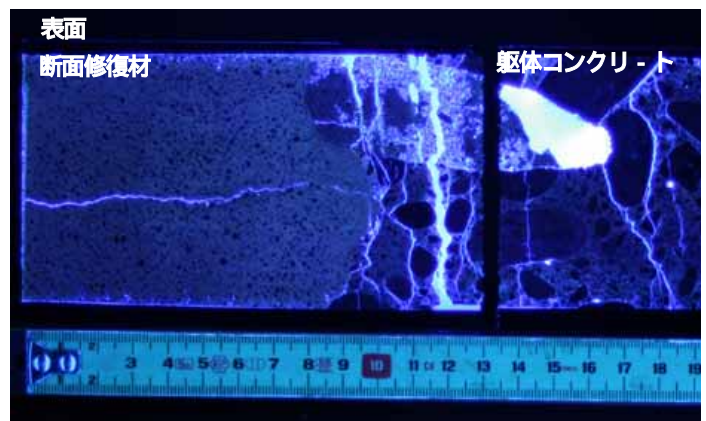


写真-6 DEFに起因した劣化の事例 (F 橋の橋脚)

によるひび割れ(コア表面に平行なひび割れ)に起因していることが見てとれる。

#### 4.まとめ

本手法は、コンクリ - ト内部に生成された微細ひび割れの可視化により、劣化の有無や補修設計に必要な劣化深さについての知見を得ることができることを示した。

また、微細ひび割れの特徴を劣化原因ごとに比較した結果、微細ひび割れの生成状況によって、劣化原因を推定できることを示唆する知見が得られた。

今後は、さらに適用事例を蓄積し、劣化の早期判定や補修設計の最適化への適用を図りたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 出水享, 井上洋一, 伊藤幸広, 肥田研一: 小径孔を利用した棒状スキャナ - によるコンクリ - ト構造物における調査事例, 土木学会第 63 回年次学術講演会, pp.1023-1024, 2008.9
- 2) 林田宏, 田口史雄, 遠藤裕丈, 草間祥吾: 超音波伝播速度測定によるコンクリ - ト構造物の凍害診断に関する基礎的研究, 寒地土木研究所月報 No.656, pp.10-15, 2008.1
- 3) 手塚喜勝, 朝倉啓仁, 中村真一, 佐々木元茂: 蛍光エポキシ樹脂含浸法によるコンクリ - トコアサンプルの微細ひび割れの可視化手法, 土木学会北海道支部論文報告集, 第 61 号, V-10, 2005.2
- 4) セメント協会: コンクリ - トの耐久性, 第 2 版, 2003.8