

## V-419

## ひび割れ注入材の付着性能の評価

岐阜大学工学部 正会員 国枝 稔 鎌田 敏郎 六郷 恵哲  
岐阜大学工学部 学生員 川瀬 貴行 田代 裕貴

## 1. まえがき

従来ひび割れ注入材の付着性能は、例えば JIS A 6024 (建築補修用注入エポキシ樹脂) により評価されている。実構造物では、コンクリートを対象としていること、粗骨材寸法に依存する凹凸を有するひび割れに注入すること等が JIS による試験と大きく異なっている。本研究では、実構造物における付着性能の把握を目的とし、コンクリート供試体やモルタル供試体を用いた付着試験を行い、付着面の違いおよび供試体寸法の違いが付着特性に及ぼす影響について、最大荷重以降の挙動にも着目し検討した。

## 2. 実験概要

標準砂ならびに揖斐川産の砂を使用したモルタル (W:C:S=0.5:1.0:3.0) と、表-1 に示す配合のコンクリートを使用して、表-2、3 に示す種類の補修用供試体ならびに一体ものの供試体 (以後、標準供試体と呼ぶ) を作製した。型枠面に注入した供試体は、あらかじめ 4×4×8cm (または 10×10×20cm) の供試体を作製し、型枠面を #80 のサンドペーパーで磨き、磨いた面を突き合わせた。ひび割れ面に注入した供試体 (10×10×40cm のみ) は、あらかじめ 3 点曲げ載荷試験により 2 等分し、再び突き合わせた。ひび割れ注入材はエポキシ樹脂、ポリマーセメントモルタル (以後 PCM と呼ぶ) の 2 種類とし、いずれも注入幅が 1.0 mm になるように打設面方向から自然注入した。所定の養生を行なった後、4×4×16cm の供試体については JIS A 6024 に準じ、3 等分点曲げ載荷試験 (スパン 12cm) を行ない、最大荷重を計測した。10×10×40cm の供試体は、載荷試験の直前にはり高きの 1/3 の切欠きを設け、3 等分点曲げ載荷試験 (スパン 30cm) により荷重-CMOD 曲線を計測し、引張軟化曲線を推定した。載荷試験までの流れを図-1 に示す。

表-1 コンクリートの配合

| G <sub>max</sub><br>(mm) | W/C<br>(%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |      | Ad.* |
|--------------------------|------------|--------------------------|-----|-----|------|------|
|                          |            | W                        | C   | S   | G    |      |
| 15                       | 50         | 165                      | 330 | 765 | 1000 | 0.99 |

\*AE 減水剤

表-2 4×4×16cm 供試体の種類および曲げ試験結果

| 注入の有無 | 細骨材 | 注入面 | 注入材  | 曲げ付着強度<br>(MPa) |
|-------|-----|-----|------|-----------------|
| 有     | 標準砂 | 型枠面 | PCM  | 1.56            |
|       |     |     | エポキシ | 5.99            |
| 無     | 標準砂 | —   | —    | 4.37*           |
|       |     |     | —    | 5.36            |
| 有     | 揖斐川 | 型枠面 | PCM  | 2.39            |
|       |     |     | エポキシ | 7.38            |
| 無     | 揖斐川 | —   | —    | 5.83*           |
|       |     |     | —    | 6.72            |

\*上段はエポキシ載荷材齢時、下段は PCM 載荷材齢時の値

表-3 10×10×40cm 供試体の種類および曲げ試験結果

| 注入の有無 | 母材     | 注入面   | 注入材  | 曲げ付着強度<br>(MPa) | G <sub>f,w=0.01</sub><br>(N/m) |
|-------|--------|-------|------|-----------------|--------------------------------|
| 有     | コンクリート | 型枠面   | PCM  | 2.01            | 6.50                           |
|       |        |       | エポキシ | 3.25            | 15.1                           |
|       |        | ひび割れ面 | PCM  | 2.43            | 12.8                           |
|       |        |       | エポキシ | 4.41            | 27.6                           |
| 無     | コンクリート | —     | —    | 3.89            | 22.8                           |
|       |        |       | —    | —               | —                              |
| 有     | モルタル   | 型枠面   | PCM  | 1.85            | 6.40                           |
|       |        |       | エポキシ | 2.78            | 10.4                           |
| 無     | モルタル   | —     | —    | 3.61            | 21.5                           |
|       |        |       | —    | —               | —                              |

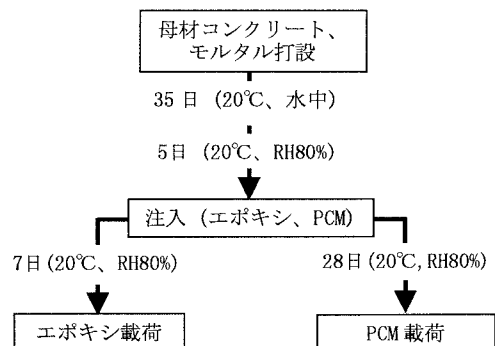


図-1 載荷試験までのフロー

キーワード：ひび割れ注入材、ひび割れ面、曲げ付着強度、引張軟化曲線、寸法効果  
連絡先：〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 Tel/Fax：058-293-2408

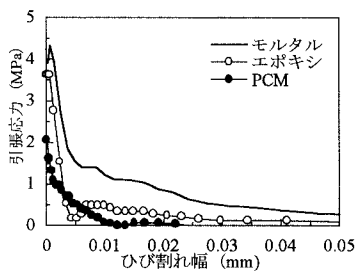


図-2 引張軟化曲線（型枠面）

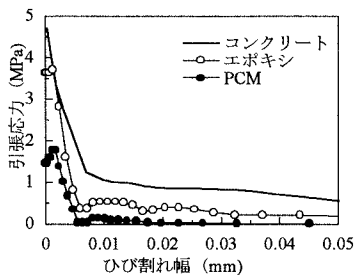


図-3 引張軟化曲線（型枠面）

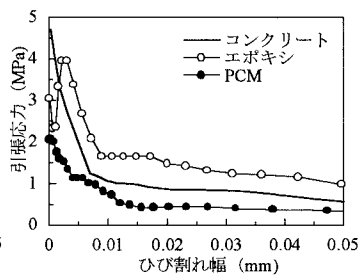


図-4 引張軟化曲線（ひび割れ面）

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 付着面の違いと付着特性

##### (1) 4×4×16 cm 供試体（モルタル）

載荷試験により得られた各供試体の曲げ付着強度を表-2 に示す。注入材としてエポキシを用いた場合、十分な付着のため、すべて母材破壊となり、曲げ付着強度においても、比較用のモルタル標準供試体と同等以上となった。一方、PCM を用いた場合にはすべて、界面での破壊と注入材の破壊の複合という破壊状況となり、曲げ付着強度も標準供試体に比べて小さくなっている。

##### (2) 10×10×40 cm 供試体（モルタル、コンクリート）

表-3 に 10×10×40 cm 供試体から求められた曲げ付着強度を示す。注入部には、はり高さ 1/3 の切欠きが設けてあるため、型枠面に注入した供試体はモルタル、コンクリートの違いや注入材の種類によらず、界面での破壊と注入材の破壊の複合的な破壊状況となった。コンクリートの破面に注入した供試体において、エポキシの場合には、注入部付近において母材破壊となったが、PCM においては、注入材の破壊となった。

荷重-CMOD 曲線から推定された引張軟化曲線を図-2~4 に示す。モルタルならびにコンクリートの型枠面に注入した場合、同一のひび割れ幅における引張応力は標準供試体（モルタル、コンクリート）の引張応力に比べて小さくなっている。コンクリート破面に注入した場合、同一のひび割れ幅における引張応力は型枠面の場合に比べて大きくなっており、エポキシにおいては比較用コンクリートを上回っている。コンクリートのひび割れ面に注入した場合の曲げ付着強度は、型枠面に注入した場合に比べて約 1.2~1.4 倍程度大きくなっているが、破壊エネルギー-Gf（引張軟化曲線下の面積：本研究ではひび割れ幅 0.01mm までの累積）は約 1.8~2 倍程度大きくなっており、ひび割れ面に注入することにより、最大荷重以降の付着特性も改善されることが明らかとなった。

#### 3.2 曲げ付着強度の寸法効果

実構造物レベルの付着特性を把握するため、ひび割れ面に注入した供試体から得られた引張軟化曲線を用いて、供試体寸法が大きい場合の曲げ付着強度を解析により求めた。供試体寸法は、10×10×40 cm、20×20×80 cm、40×40×160 cm、80×80×320 cm（いずれも切り欠き無し）とした。図-5 より、はり高さが大きくなるにしたがって、いずれの補修供試体の曲げ強度も小さくなっていることが分かる。補修供試体の曲げ付着強度の低下の割合は、コンクリート標準供試体の場合に比べて大きい結果となった。

#### 4. あとがき

供試体寸法や、注入面の表面処理が異なる補修用供試体を用いて、ひび割れ注入材の付着特性の評価を行った結果、供試体寸法、注入面、母材の種類により付着特性が異なることが、引張軟化曲線を推定することにより判別できた。実構造物レベルでの付着特性を評価するためには、供試体寸法を大きくしたり、ひび割れ面に注入するといった試験方法が必要と考えられる。

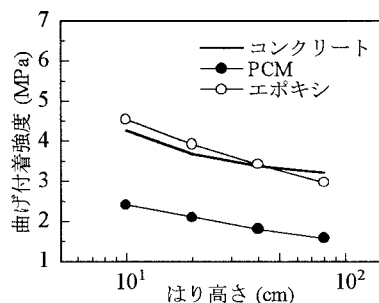


図-5 曲げ付着強度の寸法効果