

コンクリートのひび割れ注入材料の特性

ハザマ 正会員 村上 祐治
東京電力(株) 正会員 堤 知明
化工建設(株) 正会員 久 修

1. まえがき

環境作用や外力作用などによってコンクリート構造物にひび割れが生じることがある。コンクリートのひび割れがコンクリート構造物の耐荷力や変形性能に影響し、またひび割れから水、酸素などの浸入により鉄筋の腐食が促進される。この対策として、ひび割れ幅 0.2mm 以上のひび割れを注入材料によって充填する注入工法が行われている[1]。注入材料は、主に、エポキシ樹脂やセメント系材料が使用されている。エポキシ樹脂は粘性を可変することができ、ひび割れ幅の大きさに合わせて注入することができる。セメント系材料は粒状材料で水や混和剤と練り混ぜて注入するため、注入特性を考慮する必要がある。

本論文は、コンクリートのひび割れに対して従来から使用されている低粘度および高粘度エポキシ樹脂の注入特性を明らかにするとともに、直接引張試験を行ってコンクリートと注入材料の力学特性について検討したものである。

2. 試験概要

注入材料エポキシ樹脂の仕様を表-1 に示す。低粘度エポキシ樹脂はひび割れ幅 1mm 以下のひび割れに対する注入材料であり、一方、高粘度エポキシ樹脂はひび割れ幅 1mm 以上のひび割れに対する注入材料である。

ひび割れ注入特性を明らかにするために、幅 60cm×長さ 1m×厚さ 10cm のコンクリート板の 2 枚を組み合わせ、模擬ひび割れを製作し、片側より注入して注入特性を調べた。注入はバルーン中に 40cc のエポキシ樹脂を充填させ、コンクリート板の幅 60cm の片側 1 孔からバルーン圧力(0.34N/mm²)によって注入した。なお、コンクリート板の圧縮強度、割裂引張強度、直接引張強度、弾性係数はそれぞれ、42.8N/mm²、3.43 N/mm²、2.54N/mm²、26,000N/mm²である。

注入材料エポキシ樹脂とコンクリートの付着特性を明らかにするために、上記のエポキシ樹脂をひび割れに注入した試験体からコア採取を行い、写真-1 に示す直接引張試験を行った。

3. 試験結果

3.1 注入特性

気中状態における低粘度エポキシ樹脂および高粘度エポキシ樹脂の注入履歴平面図を図-1 に示す。低粘度エポキシ樹脂の注入試験に用いた平均ひび割れ幅は 0.81mm であり、高粘度エポキシ樹脂の平均ひび割れ幅は 2.14mm である。

注入距離 1m に到達する低粘度エポキシ樹脂の到達時間は 6 分 42 秒程度であった。また、高粘度エポキシ樹脂は 1m に到達することができず、注入深さ 60cm の到達時間は 20 分程度であった。これは、高粘度エポキシ樹脂は粘性が高くコンクリート表面の粘性抵抗が大きくなり、可使時間も短いため、注入範囲が狭くなったと思われる。

3.2 注入材料の力学特性

注入口から 15cm、50cm、85cm 程度の位置からコアを採取して直接引張試験を行った。

注入深さとエポキシ樹脂の直接引張強度の関係を図-2 に示す。注入深さが深くなるにしたがい直接引張強度は若干低下するが、直接引張強度は $f_t=1.5\text{N/mm}^2$ 以上を確保できている。直接引張試験における破壊はエ

表-1 注入材料エポキシ樹脂の仕様

項目	試験方法	低粘度エポキシ樹脂	高粘度エポキシ樹脂
密度(g/cm ³)	JIS K 7112	1.16	1.18
粘度(mPa・s)	JIS K 6833	830	82,000
可使時間(分)	JIS K 6833	82	30
圧縮降伏強さ(N/mm ²)	JIS K 7208	100.1	90.6
引張強さ(N/mm ²)	JIS K 7208	64.4	50.1
付着強さ(N/mm ²)	建研式	3.3 (コンクリート母材破断)	2.5 (コンクリート母材破断)



写真-1 直接引張試験

キーワード：ひび割れ、注入材料、エポキシ樹脂、注入特性、直接引張強度

連絡先 *1：〒305-0822 茨城県つくば市荻間 5 1 5 - 1, *2：〒230-8510 神奈川県 横浜市鶴見区江ヶ崎町4-1 *3：〒136-0076 東京都江東区南砂2-2-17

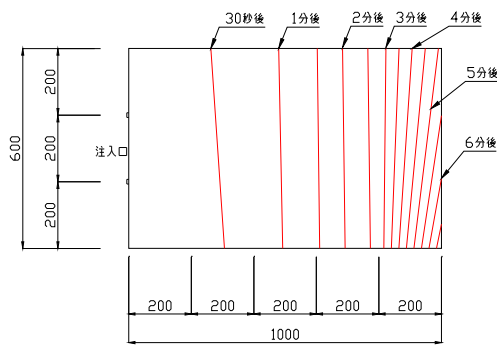


図-1(a) 低粘度エポキシ樹脂の注入特性

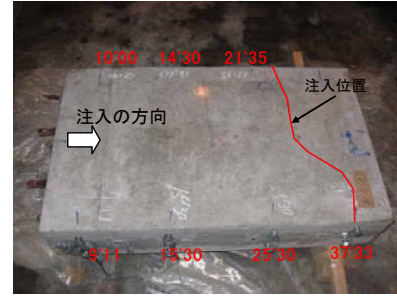
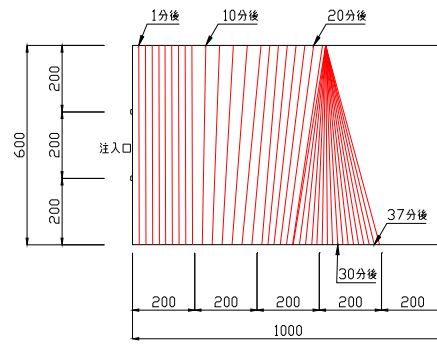


図-1(b) 高粘度エポキシ樹脂の注入特性

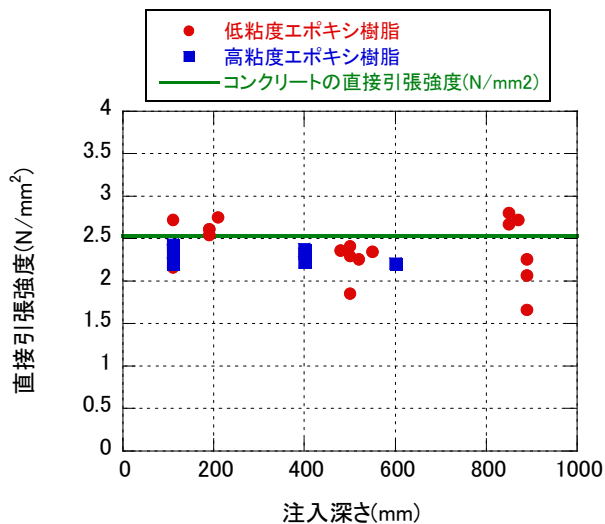


図-2 注入深さと直接引張強度の関係

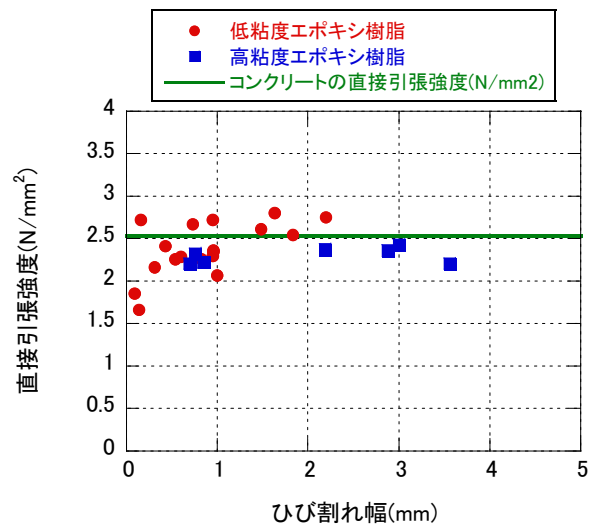


図-3 ひび割れ幅と直接引張強度の関係

ポキシ界面破壊ではなく、コンクリートの母材破壊であった。

ひび割れ幅とエポキシ樹脂の直接引張強度の関係を図-3 に示す。ひび割れ幅が狭い場合には直接引張強度は小さくひび割れ幅が 0.4mm 以上になるとコンクリート母材の直接引張強度はほぼ同等になっており、直接引張強度 1.5N/mm² 以上を確保できている。

4. まとめ

コンクリートのひび割れ注入に対して注入材料のエポキシ樹脂の気中注入特性および力学特性を検討した結果、以下のような結果を得た。

- (1) 低粘度エポキシ樹脂は注入深さ 1m を 7 分程度で注入でき、高粘度エポキシ樹脂は注入深さ 60cm を 20 分で注入できる。
- (2) 引張強度は注入深さに関係なく、引張強度は 1.5N/mm² 以上であること、コンクリートの母材破断であることを確認した。
- (3) ひび割れ幅と引張強度の関係において、引張強度はひび割れ幅 0.4mm 以上になると、コンクリートの母材の引張強度と同程度であることを確認した。

参考文献

- [1] コンクリートのひび割れ調査, 補修・補強指針-2009-, 日本コンクリート工学協会