

切断面にエポキシ樹脂注入したコンクリートの一軸圧縮特性

フジタ 正会員 ○平野 勝識 正会員 笹谷 輝勝
 コムスエンジニアリング 正会員 土屋 智史
 北武コンサルタント 正会員 渡辺 忠朋

1. はじめに

被災したRC構造物の補修方法は損傷程度によって異なるが、ひび割れ損傷部には有機系または無機系の材料によるひび割れ注入がなされるのが一般的である。一方、補修されたRC構造物の性能判定は、実験的検証に留まり、数値解析による評価は一般的な照査方法となっていないのが現状である。これは、数値解析が必要となる、ひび割れ補修したコンクリートの材料特性が明らかでないことも一因と考えられる。そこで、ひび割れ補修したコンクリートの圧縮特性の把握を目的とする最初の取り組みとして、後述する圧縮試験を実施した。

2. 実験概要

実験シリーズの一覧を表-1に示す。試験体はW/C=57.5%の $\phi 100 \times 200$ mmコンクリート円柱供試体を2～3等分に切断し、ひび割れ幅0.3, 1.0, 2.0mmに相当する隙間に樹脂系ひび割れ注入材を注入したものである(写真-1)。試験体数は各1本×9ケースである。未分割は切断していない基準供試体である。また、注入材の有無による影響を把握するため、切断面にひび割れ注入材を注入しない試験体も作製した。ひび割れ注入材は変性脂肪族ポリアミンを硬化剤とするエポキシ樹脂(圧縮強度 45N/mm^2 、圧縮弾性率 $1.0 \times 10^3 \text{N/mm}^2$ 、引張強度 20N/mm^2)を使用した。試験は一方向繰返し圧縮载荷と、変位制御による载荷～除荷が可能な高剛性圧縮試験機を使用した。軸ひずみは検長135mmとして測定した。

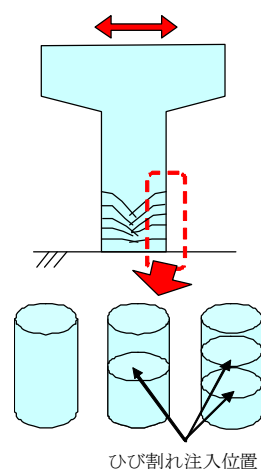


図-1 検討対象部位

表-1 実験シリーズ

分割形態	注入有無	注入なし	注入あり ひび割れ幅(mm)		
			0.3mm	1.0mm	2.0mm
未分割	○	—	—	—	—
2分割	○	○	○	○	○
3分割	○	○	○	○	○

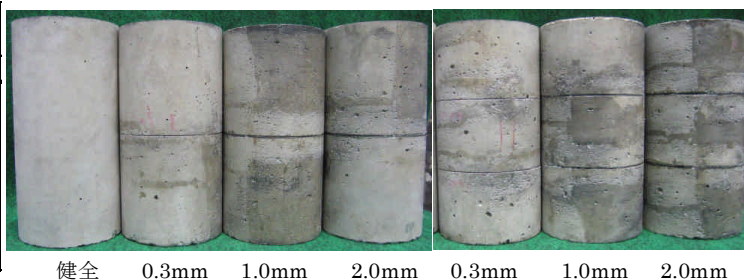


写真-1 ひび割れ注入後の試験体

3. 実験結果

結果の一例として3分割試験体の応力ひずみ曲線を図-2に示す。エポキシ樹脂を注入した2分割、3分割試験体の場合、最大応力度時の軸ひずみは健全な試験体と同程度であり、最大応力は健全なものに比べて約1割程度のバラツキであり、ひび割れ幅の違いによる有意な差は認められなかった。また、除荷剛性もひび割れ幅の違いによる有意な差は認められなかった。最大応力以降は、いずれの補修試験体も注入材により切断面が拘束を受け切断部界面を中心に縦方向のひび割れが進展し破壊に至る形態であった。そのため、靱性についてはひび割れの進展状況により健全試験体、補修試験体の優劣が明確ではなかった。一方、注入材で補修しない場合、2分割試験体は健全な試験体に比べて最大応力の低下が1割程度であったが、3分割試験体は4割程度の低下を示した。これは、切断面の不陸、傾斜等が要因と考えられる。よって、被災した構造物の未注入箇所においては、ひび割れ面の傾斜によって最大応力に大きな差を生じる可能性を考慮する必要がある。

キーワード 補修、ひび割れ注入、エポキシ樹脂、一軸圧縮特性

連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 (株)フジタ 技術センター TEL046-250-7095

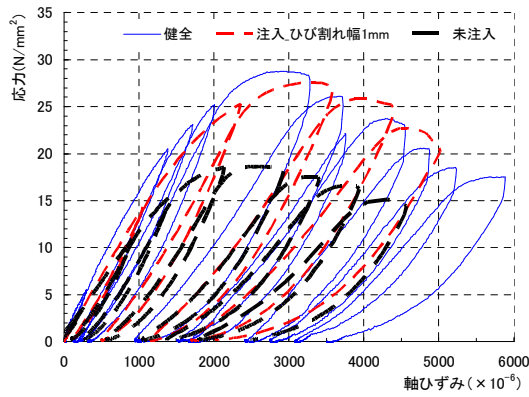


図-2 応力ひずみ曲線 (3分割)

4. 弾性剛性残存率と塑性ひずみ

各ケースの载荷ループ毎の弾性剛性残存率と塑性ひずみを現行コンクリート標準示方書〔耐震性能照査編〕¹⁾によって整理したものを図-3, 4に示す。試験体毎の強度, 剛性のバラツキを考慮するために, 横軸は圧縮強度 (f'_c) 時のひずみ (ε'_{peak}) で, 縦軸は初期剛性で正規化した。正規化で使用する初期剛性は, 実験データより式(1) から求めた。図中の弾塑性破壊モデルは式(2), 式(3)より求めた。

今回の検討範囲では, 試験体ごとの差異は少なく, 健全なコンクリートを対象とした弾塑性破壊モデルで評価できる可能性がある。塑性ひずみのグラフで, 式(3)よりも実験データが過小評価となっているが, 载荷速度の影響も一因と考えられる²⁾。

$$E_0 = \frac{2 \cdot f'_{cd}}{\varepsilon'_{peak}} \quad \dots (1)$$

$$K = \exp \left\{ -0.73 \frac{\varepsilon'_{max}}{\varepsilon'_{peak}} \left(1 - \exp \left(-1.25 \frac{\varepsilon'_{max}}{\varepsilon'_{peak}} \right) \right) \right\} \quad \dots (2)$$

$$\varepsilon'_p = \varepsilon'_{max} - 2.86 \cdot \varepsilon'_{peak} \left\{ 1 - \exp \left(-0.35 \frac{\varepsilon'_{max}}{\varepsilon'_{peak}} \right) \right\} \quad \dots (3)$$

ここに, K : 弾性剛性残存率

ε'_p : 塑性ひずみ

ε'_{peak} : 圧縮強度に対応するひずみ

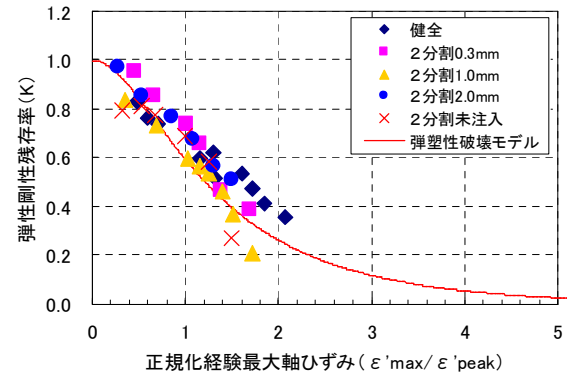
ε'_{max} : 過去に受けた圧縮ひずみの最大値

5. まとめ

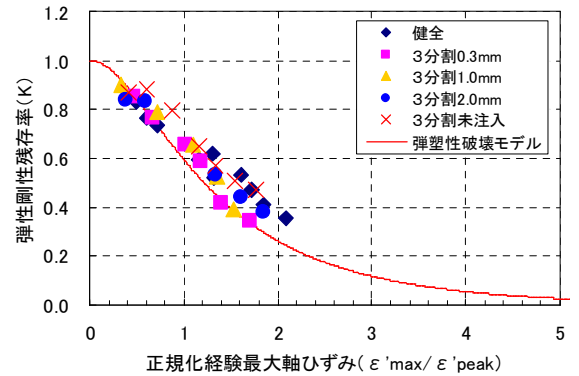
特殊な条件下で実施した実験ではあるものの, 損傷後のコンクリートに対してひび割れ注入等の補修を確実に施工できた場合には, コンクリートの一軸圧縮特性は健全なコンクリートの評価手法を準用することができる見込みを得た。

参考文献

- 1) 土木学会: コンクリート標準示方書〔耐震性能照査編〕, pp.23-24, 2002.12
- 2) 岡村甫, 前川宏一: 鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則, 技報堂出版, 1991.5

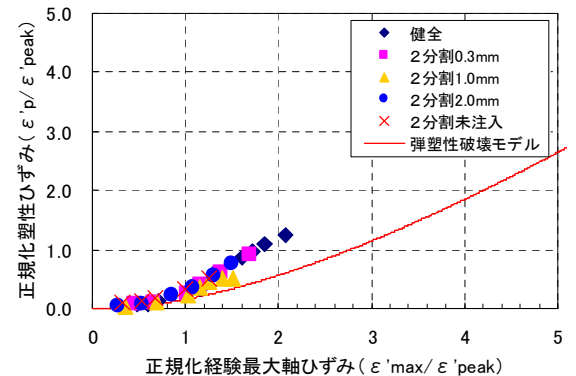


(1) 2分割

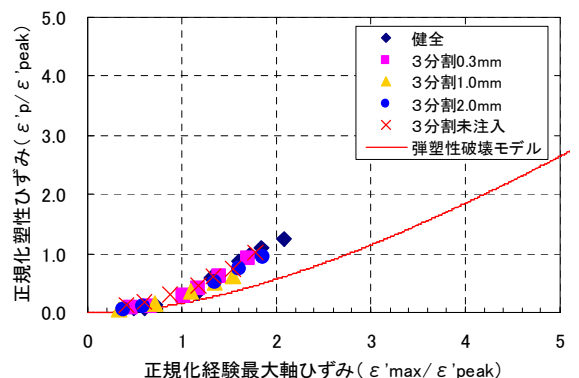


(2) 3分割

図-3 弾性剛性残存率



(1) 2分割



(2) 3分割

図-4 塑性ひずみ