

純せん断力を受ける RC 要素と無筋コンクリート要素の強度比について

株式会社エイトコンサルタント 正会員 海野 達夫  
 山口大学大学院理工学研究科 学生会員 山田 亮太郎  
 オリエンタル建設株式会社 正会員 濱岡 洋亘  
 山口大学大学院理工学研究科 正会員 吉武 勇

1.はじめに

本研究では、中型純せん断実験装置を用いて、コンクリート要素に内在する鉄筋がコンクリートのひび割れ発生におよぼす影響を調べることを目的のひとつとして実験を行った。本報では、純せん断力を受ける RC 要素と無筋コンクリート要素のひび割れ発生強度比について述べる。

2.純せん断実験方法

本研究で用いた中型純せん断実験装置(図-1)は、汎用のアムスラー型試験機内に設置し、図-2 に示すように一軸荷重を回転載荷治具の回転により、45° 方向に分配することで二軸応力場となる純せん断力に変換することができる。

作製した供試体の詳細を表-1 に示し、模式図を図-3 に示す。Case1,2,3,5~11 の供試体は、コンクリートの収縮の影響をできるだけ小さくするため、十分な湿布養生を施し、材齢 7~8 日で実験を行った。Case4 の供試体のみ気中養生を施し、材齢 15 日で実験を行った。また、Case1~9 の供試体では、鉄筋の配筋方向を主引張応力方向に対して 0°、Case10,11 の供試体では配筋方向 45°とした。

使用したコンクリートの配合条件を表-2 に示す。本研究では、一般的な強度レベルのコンクリートの純せん断特性を調べるため、水粉体比(W/P)を60%で一定とした。

3.実験結果

3.1 純せん断ひび割れ発生形態

純せん断実験における各 Case の実験結果を表-3 に示す。無筋コンクリート要素のひび割れ

表-1 実験供試体の詳細

| Case | 試験体          | 鉄筋径 | 膨張材, 収縮低減剤                    |
|------|--------------|-----|-------------------------------|
| 1    | NS-M0        | —   |                               |
|      | D13(0°)-M0   | D13 |                               |
| 2    | NS-M20       | —   | 膨張材<br>20 kg/m <sup>3</sup>   |
|      | D13(0°)-M20  | D13 |                               |
| 3    | NS-M0        | —   | —                             |
|      | D10(0°)-M0   | D10 |                               |
| 4    | NS-M0        | —   | —                             |
|      | D10(0°)-M0   | D10 |                               |
| 5    | NS-M0+       | —   | 収縮低減剤<br>10 kg/m <sup>3</sup> |
|      | D10(0°)-M0+  | D10 |                               |
| 6    | NS-M10       | —   | 膨張材<br>10 kg/m <sup>3</sup>   |
|      | D10(0°)-M10  | D10 |                               |
| 7    | NS-M20       | —   | 膨張材<br>20 kg/m <sup>3</sup>   |
|      | D10(0°)-M20  | D10 |                               |
| 8    | NS-M30       | —   | 膨張材<br>30 kg/m <sup>3</sup>   |
|      | D10(0°)-M30  | D10 |                               |
| 9    | NS-M40       | —   | 膨張材<br>40 kg/m <sup>3</sup>   |
|      | D10(0°)-M40  | D10 |                               |
| 10   | NS-M0        | —   | —                             |
|      | D10(45°)-M0  | D10 |                               |
| 11   | NS-M20       | —   | 膨張材<br>20 kg/m <sup>3</sup>   |
|      | D10(45°)-M20 | D10 |                               |

表-2 配合条件

| 配合記号 | W/P (%) | 単用量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |    |     |      |
|------|---------|-------------------------|-----|----|-----|------|
|      |         | W                       | C   | Ex | S   | G    |
| M0   | 60      | 160                     | 267 | 10 | 790 | 1092 |
| M0+  |         |                         |     |    |     |      |
| M10  |         |                         |     |    |     |      |
| M20  |         |                         |     |    |     |      |
| M30  |         |                         |     |    |     |      |
| M40  | 227     | 40                      |     |    |     |      |

P=C+Ex

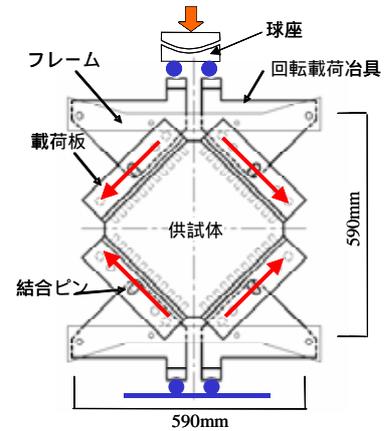


図-1 純せん断実験

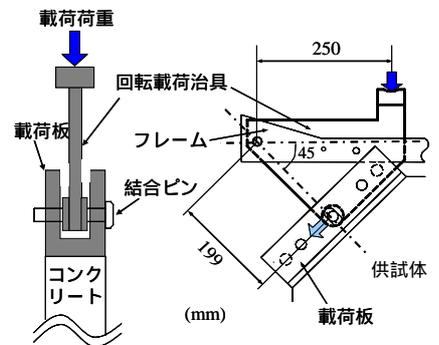


図-2 せん断力の導入方法

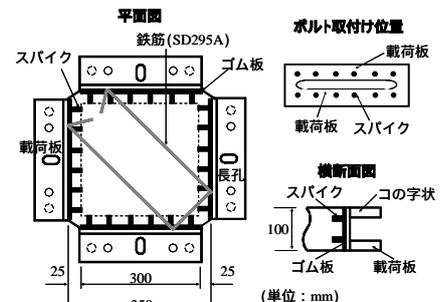


図-3 純せん断実験用供試体

キーワード 純せん断, RC 要素, 無筋コンクリート要素, ひび割れ, 強度比

連絡先 〒700-8617 岡山県岡山市津島京町 3 丁目 1-21 (株) エイトコンサルタント TEL086-252-7561

表-3 純せん断実験結果の一覧

| Case       | 1                     |                       | 2                     |                       | 3                     |                       | 4                     |                       |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|            | NS-M0                 | D13(0°)<br>-M0        | NS-M20                | D13(0°)<br>-M20       | NS-M0                 | D10(0°)<br>-M0        | NS-M0                 | D10(0°)<br>-M0        |
| ひび割れ<br>形態 |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| $F_{ps}$   | 97.8kN                | 79.7kN                | 79.5kN                | 78.7kN                | 92.4kN                | 83.3kN                | 121.1kN               | 104.0kN               |
| $f_{ps}$   | 2.04N/mm <sup>2</sup> | 1.66N/mm <sup>2</sup> | 1.66N/mm <sup>2</sup> | 1.64N/mm <sup>2</sup> | 1.93N/mm <sup>2</sup> | 1.74N/mm <sup>2</sup> | 2.53N/mm <sup>2</sup> | 2.17N/mm <sup>2</sup> |
| 強度比        | 0.81                  |                       | 0.99                  |                       | 0.90                  |                       | 0.86                  |                       |
| Case       | 5                     |                       | 6                     |                       | 7                     |                       | 8                     |                       |
|            | NS-M0+                | D10(0°)<br>-M0+       | NS-M10                | D10(0°)<br>-M10       | NS-M20                | D10(0°)<br>-M20       | NS-M30                | D10(0°)<br>-M30       |
| ひび割れ<br>形態 |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| $F_{ps}$   | 108.6kN               | 108.8kN               | 68.6kN                | 72.1kN                | 74.5kN                | 83.3kN                | 44.4kN                | 51.7kN                |
| $f_{ps}$   | 2.27N/mm <sup>2</sup> | 2.27N/mm <sup>2</sup> | 1.43N/mm <sup>2</sup> | 1.51N/mm <sup>2</sup> | 1.56N/mm <sup>2</sup> | 1.74N/mm <sup>2</sup> | 0.93N/mm <sup>2</sup> | 1.08N/mm <sup>2</sup> |
| 強度比        | 1.00                  |                       | 1.05                  |                       | 1.12                  |                       | 1.17                  |                       |
| Case       | 9                     |                       | 10                    |                       | 11                    |                       |                       |                       |
|            | NS-M40                | D10(0°)<br>-M40       | NS-M0                 | D10(45°)<br>-M0       | NS-M20                | D10(45°)<br>-M20      |                       |                       |
| ひび割れ<br>形態 |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| $F_{ps}$   | 40.5kN                | 39.2kN                | 76.4kN                | 72.6kN                | 63.6kN                | 70.7kN                |                       |                       |
| $f_{ps}$   | 0.85N/mm <sup>2</sup> | 0.82N/mm <sup>2</sup> | 1.60N/mm <sup>2</sup> | 1.52N/mm <sup>2</sup> | 1.33N/mm <sup>2</sup> | 1.48N/mm <sup>2</sup> |                       |                       |
| 強度比        | 0.97                  |                       | 0.95                  |                       | 1.11                  |                       |                       |                       |

$F_{ps}$ : ひび割れ発生荷重  
 $f_{ps}$ : 純せん断強度  
 強度比(RC / 無筋)

形態は、供試体中心近傍での縦方向のひび割れ(純せん断ひび割れ)が発生・進展し、劈開破壊となった。RC要素では、鉄筋径の違いによりひび割れ発生形態が異なった。鉄筋径D10を用いた供試体では、中心近傍での縦方向のひび割れのみが発生・進展した。

### 3.2 純せん断強度と強度比

本研究では、ひび割れ発生時の荷重  $F_{ps}$  を応力換算した値を「みかけの純せん断強度  $f_{ps}$ 」として評価を行った。さらに、各 Case につき同一バッチから無筋コンクリート要素とRC要素供試体を1体ずつ作製し、それぞれのひび割れ発生荷重の強度比により評価を行った。Case3の強度比は0.90となり、無筋コンクリート要素の純せん断強度に比べ、RC要素の純せん断強度が低い結果となった。これは、コンクリートの収縮を鉄筋が一部拘束することによって、コンクリートに引張力が生じ、無筋コンクリート要素より低くなったものと思われる。配筋方向の異なるCase10の供試体では、強度比が0.95となり、Case3と比べて配筋方向の違いによる強度低下の違いが窺える。また、収縮の影響をなるべく小さくするため、収縮低減剤を添加したCase5では、強度比が1.00となり無筋コンクリート要素とRC要素の純せん断強度がほぼ同等の値となった。

さらに、膨張材を用いて同様の実験を行った。Case6~9の膨張材を添加した供試体をそれぞれ比較すると、膨張材量  $10\text{kg/m}^3$ 、 $20\text{kg/m}^3$ 、 $30\text{kg/m}^3$  添加した供試体では、膨張材量の増加に伴い、1.00以上の強度比の増加がみられた。しかし、膨張材量  $40\text{kg/m}^3$  のCase9では、強度比が0.97となり減少した。また、配筋方向の異なるCase11では、強度比が1.11となり、Case10と比べ配筋方向の違いによる影響はみられなかった。

### 4. まとめ

RC構造では、コンクリートの収縮を鉄筋が拘束することによって、潜在的に引張力が生じ、要素レベルにおいても無筋コンクリートに比べ、配筋方向の違いによる影響を受けながら純せん断強度が低下する。また、適切な膨張材量( $30\text{kg/m}^3$ 以下)を添加すれば、ケミカルプレストレス効果により、配筋方向の違いに影響されことなく無筋コンクリート要素よりも純せん断強度は高くなることが窺えた。