

京都大学 学生員○加藤 祐士 学生員 Shitindi R V

京都大学 正員 服部 篤史 フェロー 宮川 豊章 フェロー 藤井 学

## 1. はじめに

本研究では、種々の軸筋を有し、連続繊維スパイラル筋、連続繊維シートで種々のレベルで横拘束したコンクリート柱に対して一軸圧縮試験を行い、座屈と横拘束効果を検討した。

## 2. 試験概要

横拘束筋の機械的性質および試験要因をそれぞれ表1、2に示す。供試体は図1に示すように100×200×400mm(横拘束筋のかぶり10mm)の角柱で、試験時のコンクリート強度は37.6N/mm<sup>2</sup>であった。

連続繊維シートは、 $\rho_s=0.8\%$ の鋼スパイラル筋を有する供試体に適用し、隅角部に10×10mmの面取りを施した。載荷中は荷重、軸ひずみ(検長200mm)、軸筋ひずみ(内・外側)および横拘束筋ひずみ(隅角部内側・短辺外側、ただし連続繊維シートの隅角部は外側)を測定した。

## 3. 実験結果および考察

スパイラル筋を用いた供試体は、アラミド繊維スパイラル筋を用いた一部の供試体を除きスパイラル筋が破断することなく耐力が1/2以下になった。連続繊維シートを用いたものは耐力を失う前に破断した。

横拘束効果を、無拘束無鉄筋コンクリートに対し、最大耐力時はその時の軸ひずみ比を、最大耐力以降は限界軸ひずみ比(図2)を用いて評価した。また、座屈抑制効果として座屈時の軸ひずみを用いた。

### 3.1 座屈の判定

図3に示すように、軸筋の座屈を軸筋ひずみ-軸ひずみの挙動で以下のように判定した。

- 1) 軸筋用ひずみゲージを貼付した1区間の横拘束筋間隔区内で座屈が生じた場合
- 2) 軸筋用ひずみゲージを貼付区間を含む多区間で座屈が生じた場合
- 3) 軸筋用ひずみゲージを貼付した横拘束筋間隔外で座屈が生じた場合

表1 横拘束筋の機械的性質

| 使用材料         | 公称直径<br>(mm) | ヤング率<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | 降伏強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 伸び<br>(%) |
|--------------|--------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------|
| 丸鋼φ6         | 6.1          | 210                           | 583.5                        | 626                          | —         |
| アラミド繊維スパイラル筋 | 5.1          | 65                            | —                            | 1595                         | 1.7       |
| アラミド繊維シート    | 幅50          | 132                           | —                            | 218                          | 1.6       |
| 炭素繊維シート      | 幅50          | 257                           | —                            | 414                          | 1.6       |

表2 試験要因

| 横拘束筋種類             | 鋼スパイラル筋、アラミド繊維スパイラル筋、アラミド繊維シート、炭素繊維シート |
|--------------------|----------------------------------------|
| 横拘束レベル             | $\rho_{s1}$                            |
| 横拘束筋体積比<br>(繊維体積比) | 0.8%<br>(0.528%)                       |
| 軸筋径                | 無筋, D13, D19                           |

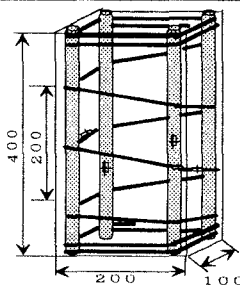


図1 供試体

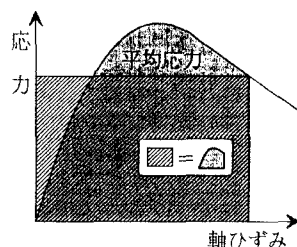
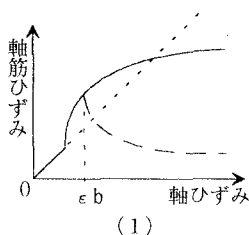
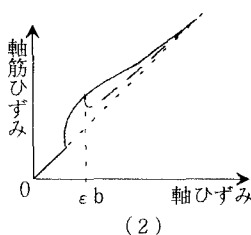


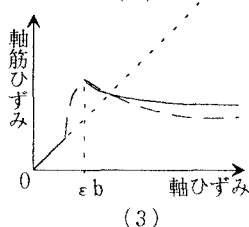
図2 限界軸ひずみの定義



(1)



(2)



(3)

--- 軸筋外側ひずみ  
— 軸筋内側ひずみ  
 $\epsilon_b$ : 座屈時軸ひずみ

図3 座屈の判定(ひずみはいずれも圧縮)

### 3.2 スパイラル筋の横拘束効果

図4に示すように最大荷重時軸ひずみ比は、鋼スパイラル筋を用いればアラミド繊維スパイラル筋より若干大きい値を示した。また、限界軸ひずみ比も同様の結果となった。これらの時点ではスパイラル筋の引張剛性の差が現れたと考えられる。一方、軸筋はこれらのひずみを若干大きくするが、座屈のため顕著な影響を与えていない。

### 3.3 連続繊維シートの横拘束効果

図4に示すように、炭素繊維シートを用いればアラミド繊維シートより最大耐力時軸ひずみ比、限界軸ひずみ比ともに高い。スパイラル筋同様、これらの時点での横拘束効果は横拘束筋の引張剛性に影響を受けることがわかる。一方、このときの軸筋の影響はスパイラル筋を用いる場合より大きい。

図5に示すように、連続繊維シートを貼付した場合のコンクリート中の鋼スパイラル筋ひずみは大きく、また安定している。連続繊維シートを巻くことによりコアコンクリートが剥落せず、スパイラル筋が有効に働くことがわかる。

### 3.4 軸筋の座屈と横拘束筋の破断

図4に示すように、鋼スパイラル筋よりアラミド繊維スパイラル筋が、またスパイラル筋よりも連続繊維シートが座屈抑制効果が高いことがわかる。

図6に示すように、スパイラル筋の場合、座屈により隅角部の横拘束筋ひずみは軸ひずみに対して急激に増加する。しかしコアコンクリートの剥落により耐力が低下し、破断には至らなかった。一方、連続繊維シートの場合座屈抑制効果が大きく、その影響はあまり顕著でない。また連続繊維シート破断時までの吸収エネルギーは軸筋の有無に左右されなかった。このことより連続繊維シートは隅角部やひび割れによる突起物での応力集中により破断し、その後で、軸筋が座屈が明確になり大きく耐力が低下するものと推察することができる。

## 4. まとめ

- (1) 最大耐力時および限界軸ひずみ時(4000~6000  $\mu$ )での横拘束効果は横拘束筋の引張剛性が大きいほど大きい。
- (2) 同じ繊維体積比では、連続繊維シートの横拘束効果および座屈抑制効果が優れている。
- (3) 連続繊維シートの適用により、軸筋やスパイラル筋が有効に働く。
- (4) 連続繊維シートは隅角部やひび割れによる突起物での応力集中により破断し、その後で軸筋が座屈したものと考える。

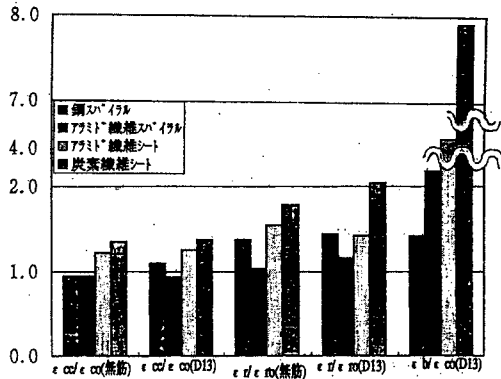


図5 各段階の軸ひずみの比較( $\rho$  s1)

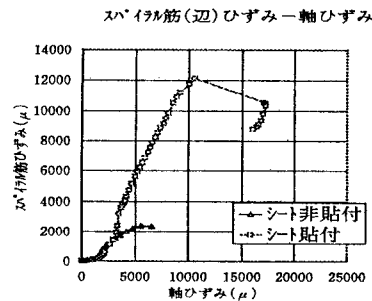


図5 連続繊維シート貼付供試体のスパイラル筋ひずみ  
(アラミド繊維シート・ $\rho$  s2・無筋)

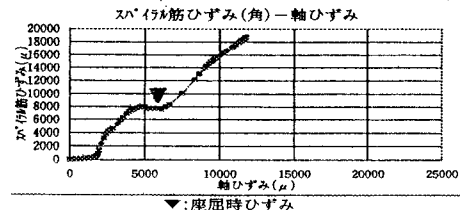
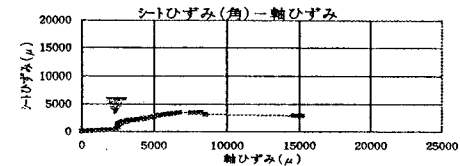


図6 座屈時のスパイラル筋および連続繊維シートひずみ  
(アラミド繊維スパイラル筋およびシート・ $\rho$  s2・D13)