

V-151

横拘束を受ける矩形コンクリート柱の耐力以後のひずみ分布特性

東京大学大学院 学生員 入江 正明

〃 〃 竹村 淳一

東京大学工学部 正会員 前川 宏一

1. まえがき 鉄筋等による横拘束を受ける場合においても、コンクリート柱の耐力以後の変形は一樣ではなく、変形が局在化することが認められつつあり、変形の局在化は部材としてのじん性評価に不可欠な要因であることが指摘されている。そこで、局在化の程度、ならびにコンクリート断面の変化と保有耐力の低下に現れる傾向を見いだす目的で、横拘束筋の量と配置を変化させて圧縮載荷試験を実施し、部材レベルの軟化挙動について検討を行った。

2. 実験概要 コンクリートかぶりの剥落の影響を除去する意味で、図-1に示すかぶりのない横拘束筋を配置した矩形コンクリート柱を作成し、軸圧縮載荷試験を行った。なお、横拘束筋の継手部が弱点とならないように、すべて溶接を施した。柱を軸方向に4区間に分け、各々の区間の平均圧縮ひずみ（区間変形を基準長さで除した）を測定した。さらに、各横拘束筋の面内方向の変形を鉄筋に接着したワイヤーによって測定することで、断面積の増加を実測した（図-2参照）。なお、軸方向鉄筋が軸圧縮力を負担しないように、鉄筋とコンクリートとの付着を除いた。

3. 柱軸方向のひずみの局在化 横拘束筋の間隔をそれぞれ変えた柱の軸圧縮応力-全区間平均圧縮ひずみ関係と区間ひずみ分布を図-3に示した。横拘束筋が密に配置された柱(B Type)は全体のじん性も高いが、さらに耐力以後の軸方向ひずみの局在化も緩慢に進行している。ところが、鉄筋が疎に配置(A Type)されたものは、耐力以後、急速に局在化が進行する性状を示すのである。したがって、部材としてのじん性評価において、局在化の最も集中する領域の平均構成則の他に、局在化の程度を同時に評価する必要があると考えられる。ただし、耐力に至るまでは柱の軸方向ひずみ分布は一樣であり、連続体の仮定が成立する。

4. 柱軸直交方向の変形 軸方向の平均圧縮ひずみは前述の局在化が存在することから、必ずしも柱の耐

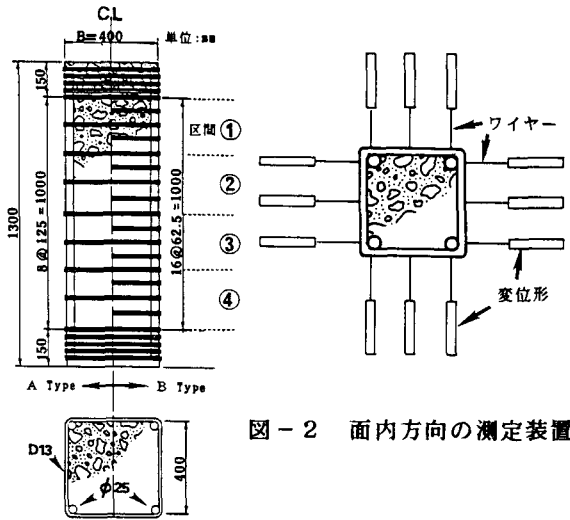


図-1 供試体形状と寸法

図-2 面内方向の測定装置

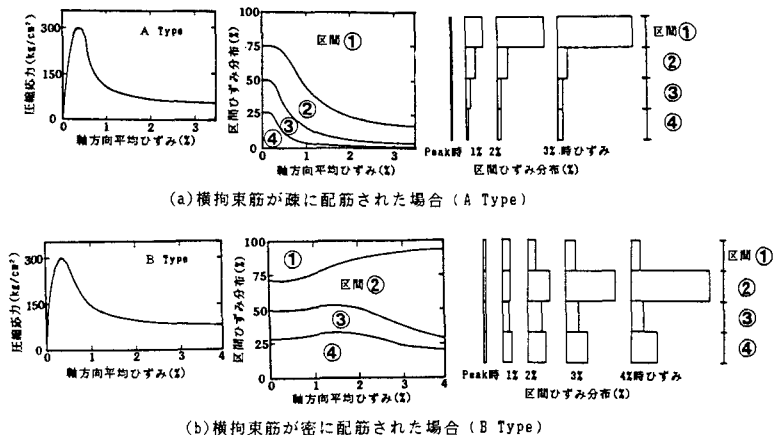


図-3 軸圧縮応力-全区間平均圧縮ひずみ関係と区間ひずみ分布

力の低下と軸平均圧縮ひずみを結び付けることは適当でない。本研究では、柱軸直交断面内での平均圧縮ひずみ $(\varepsilon_x + \varepsilon_y)$ 成分の断面内平均に相当する面積ひずみ ε_a を以下の通り定義した。

$$\varepsilon_a = dA/A = \int (\varepsilon_x + \varepsilon_y) dA/A \quad (1)$$

面積ひずみの増加は、その定義から断面の最大強度以後の保有耐力に密接に関連していると考えられる。そこで、図-4に上記の実験における保有耐力と最も変形の集中する領域の面積ひずみの関係を示した。面積ひずみの増加に対して、保有耐力も単調に低下することが分かる。しかし、横拘束筋の量が異なると、たとえ同一の面積ひずみにおいても保有耐力が異なり、保有耐力の収束値も変化していることが認められた。このときの違いは、横拘束筋によるコンクリートの拘束状態である。

5. 横拘束筋と保有耐力の収束値の関係 本実験のように断面形状が円形でない場合、鉄筋に発生している応力がコンクリートに拘束応力として一様には作用していない。そこで、コンクリート断面内に発生している応力 $(\sigma_x + \sigma_y)$ の断面平均値に相当する平均断面拘束応力 σ_a を以下のように定義した。

$$\sigma_a = \int (\sigma_x + \sigma_y) dA/A \quad (2)$$

仮想仕事の原理より、 σ_a は横拘束筋の周方向積分 dS で評価することが出来る。

$$\sigma_a = - \frac{A_s}{A \cdot s} \oint \sigma_s ds \quad (3)$$

ここに、 s :横拘束筋間隔、 A :コンクリート断面面積、 A_s :横拘束筋比、 σ_s :横拘束筋の応力

軸方向の保有応力の収束値と、式(3)で実験的に求められた平均拘束応力の関係を図-5に示す。このとき、両者の間にはほぼ一次直線関係が認められるのである。柱の変形を論議する際の極端なケースとして本課題は重要である。この現象は、ニュートン摩擦則と同じメカニズムに立脚しているものと考えられる。

断面形状が円形の実験¹⁾についても両者の間に相関性の高い一次関係が成立することが認められる。ただし、矩形断面を持つ本実験では、同一平均拘束応力に対して軸圧縮耐力の収束値は小さい。これは、断面内の応力の偏差成分の発生によるものと考えられる。さらに図-6より、平均拘束応力が一定の角形柱の実験でも横拘束筋間隔が大きくなれば保有耐力も低下することが認められた。これは、柱軸方向の拘束応力の不均一性によるものと考えられる。

6. まとめ 横拘束を受ける矩形コンクリート柱の軸方向の各区間の変形ならびに横拘束筋の面内方向の変形を測定することにより、以下のことが認められた。

- (1) 横拘束筋が疎に配筋されたものは、耐力以後、急速に変形の局在化が進行する。
- (2) 平均拘束応力と保有耐力の収束値には、角形、円形柱それぞれ線形関係が認められた。ただし、角形柱は円形柱に比べて保有耐力の収束値は減少する。

【参考文献】1) 大島正康、橋本親典、"リング拘束下におけるコンクリートの力学特性", 第39回土木学会年次学術講演会概要集, V-155, pp309~310, 昭和59年10月

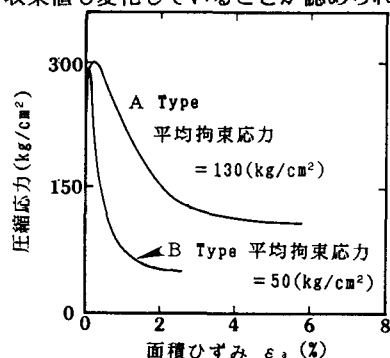


図-4 面積ひずみ-圧縮応力関係

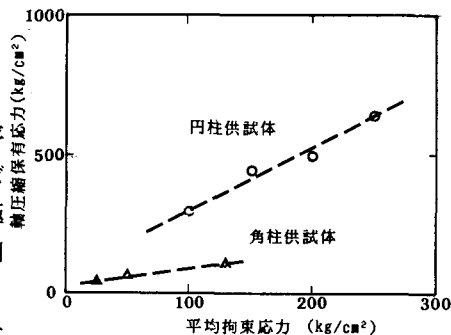


図-5 拘束応力-軸圧縮保有応力関係

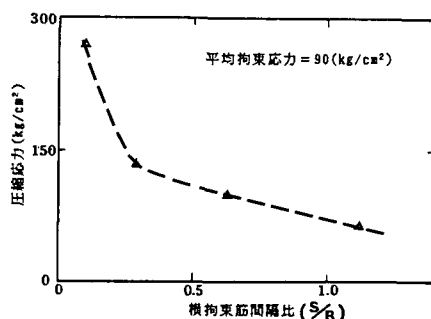


図-6 横拘束筋間隔比-圧縮応力関係