

## R C 部材のせん断特性に及ぼす 軸方向鉄筋径の影響について

九州産業大学 正員 宮川 邦彦

### 1. まえがき

高速道路、新幹線、モノレールなど高架構造物の施工急増に伴い、近年、土木分野でも建築構造物と同様に柱部材の設計が重要になってきた。特に我が国の場合、地震時の構造安全性を確立しておくことが不可欠であり、そのためには構造物の崩壊原因につながる柱部材のせん断特性の解明が急務である。ところで、室内実験で用いられる部材の断面寸法は実構造物の 1/10 程度であるが、一方、それに使用される粗骨材や鉄筋の縮尺に関してはあまり考慮されてない。だが、斜めひび割れ面での粗骨材のかみ合わせ作用や軸方向鉄筋のほぞ作用に見られるように、粗骨材の最大寸法や鉄筋径は R C 部材のせん断特性に重大な影響を及ぼすように思われる。

本報告は、このような観点から、主に軸方向鉄筋径が R C 部材のせん断破壊特性に及ぼす影響を究明するために行った基礎実験に関するものである。

### 2. 実験概要

本実験では表-1 に示す配合条件および諸特性のモルタルを用いて部材を作製した。部材形状、配筋および載荷方法を図-1 に示す。実験Ⅰでは水中養生部材を用いて、ダクトの有無（有：W-10、無：

W'-10）および軸力（PW-10）の影響を、実験Ⅱおよび実験Ⅲでは空气中養生部材を用いて、鉄筋径（D-6、D-10、D-16）の違いと更に軸力（PD-6、PD-10、PD-16）の影響を検討した。なお、D部材およびPD部材は一週間の水中養生後、せん断試験までの約十週間恒温室（温度  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度  $65 \pm 5\%$ ）内の空气中に静置した。軸力はPW部材の場合はせん断試験直前に、またPD部材の場合は静置期間中の時間依存ひずみの影響を検討するため材齢 8 日に、それぞれ中心軸力 10 tf をポストテンション方式で導入した。なお、D部材やPD部材では部材表面对称 2 箇所および軸方向鉄筋 2 本に貼付したひずみゲージの経日変化を実測し、その結果からせん断試験時の内部応力度を求めた。

### 3. 実験結果および考察

モルタルの時間依存ひずみによる静置期間中の応力移行に関しては、D部材ではモルタルに  $15 \text{ kgf/cm}^2$  程度の収縮応力が生じ、またPD部材ではモルタルの圧縮応力度が軸力導入時の  $35 \text{ kgf/cm}^2$

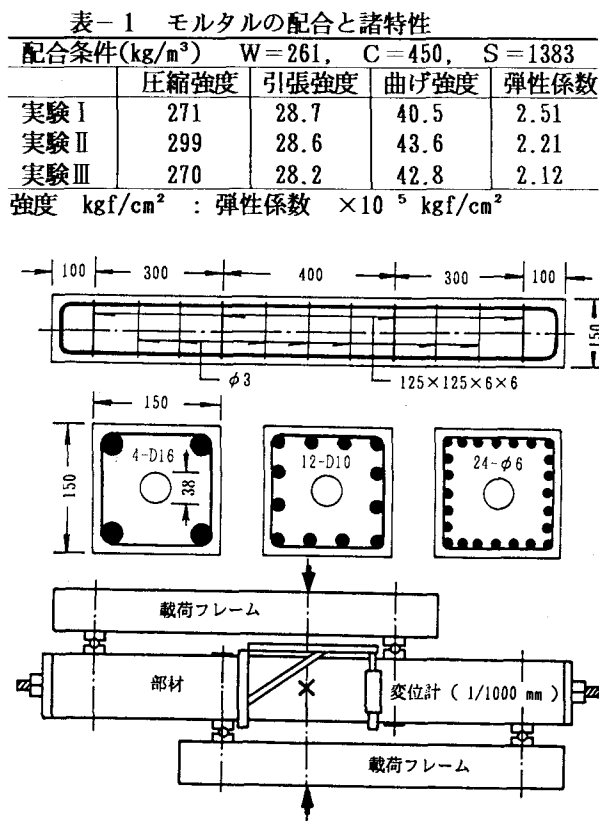


図-1 部材形状および載荷方法

程度からせん断試験時には  $10 \text{ kgf/cm}^2$  程度に低減し、逆に軸方向鉄筋の圧縮応力度が  $350 \text{ kgf/cm}^2$  程度から  $1000 \text{ kgf/cm}^2$  程度に増大した。

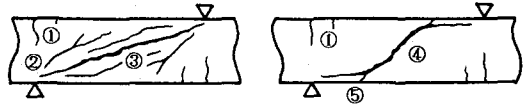


図-2 ひび割れ発生状況の概略図

ひび割れ状況の概略を図-2に示す。まず全部材とも載荷点位置の引張縁に曲げひび割れ①が生じたが、その幅は引張鉄筋量が多量なためそれ以後はあまり拡大しなかった。その後、鉄筋径の大きなD-16部材およびPD-16部材では  $45^\circ$  方向の斜めひび割れ②と載荷点を結ぶ斜めひび割れ③がほぼ同時に発生し、更に荷重増加に伴って数本の斜めひび割れが生じた後、最終的にはひび割れ③の幅が拡大して最大耐力に達した。だが、鉄筋径の小さなD-6部材およびPD-6部材では、図示するように腹部中央にほぼ  $45^\circ$  方向の斜めひび割れ④が発生し、そのひび割れが上下縁の軸方向鉄筋に沿ってS字形に伸展した後、ひび割れ⑤の部分で軸方向鉄筋が座屈して急激な耐力低下を生じた。なお、せん断試験終了後にひび割れ部を詳細に観察した結果、D-6部材およびPD-6部材ではひび割れ部で軸方向鉄筋が座屈し、帯鉄筋が切断していたが、他の部材にはそのような変化は観察できなかった。

本実験から得られたせん断ひび割れ耐力 ( $V_{cr}$ )、終局せん断耐力 ( $V_u$ )、ならびにモルタルの有効応力度を考慮して弾性理論式から求めた  $V_{cr}$  の計算値 ( $V_{cal}$ ) を表-2に示す。表-2のようにW-10部材とW-10部材の  $V_{cr}$  および  $V_u$  がほぼ等しいことから、本実験程度のダクトでは、それがせん断特性に及ぼす影響は無視できるようである。 $V_{cr}$  に関しては、鉄筋径の違いによる影響はほとんど見られないが、D部材の  $V_{cr}$  がW部材のその 0.6 倍程度、また軸力を導入したPW部材やPD部材のそれらの 0.5 倍程度であることから判るように、収縮応力の影響が特に顕著である。だが、 $V_u$  に関しては、収縮応力の影響はほとんど見られないが、鉄筋径の大きなD-16部材やPD-16部材の  $V_u$  が鉄筋径の小さなD-6部材やPD-6部材のそれらより2割程度大きいことから判るように、逆に鉄筋径の違いによる影響が顕著に見られる。これは前述のように斜めひび割れ面での軸方向鉄筋の座屈の難易度に関連しているものと考えられる。次に  $V_{cal}$  に関しては最大主応力が引張強度に達したときに生じるものと考えて弾性理論式から求めたが、表-2のようにその値は  $V_{cr}$  とほぼ一致しており、このような部材ではせん断ひび割れ耐力の算定に弾性理論式が適用できるようである。ただし、斜めひび割れが曲げひび割れから伸展するような部材には弾性理論式は当然適用できないものと考えられる。

図-3にせん断力 ( $V$ ) と部材角 ( $\theta$ ) との関係の一例を示す。図示するように軸力導入部材でしかも鉄筋径の小さなPD-6部材の場合、最大耐力以降の靱性低下が極端である点に特に留意すべきである。この原因も斜めひび割れ面での軸方向鉄筋の座屈に起因するものと考えられる。

以上のように、鉄筋径の違いはせん断ひび割れ耐力にはあまり影響しないが、終局せん断耐力や靱性にはある程度影響を及ぼすようである。

表-2 せん断試験結果 (tf)

| 部材記号  | $V_{cr}$  | $V_u$ | $V_{cal}$ |
|-------|-----------|-------|-----------|
| W-10  | 4.29~4.50 | 4.71  | 4.31      |
| W-10  | 4.29~4.50 | 4.63  | 4.31      |
| PW-10 | 5.57~5.79 | 5.89  | 6.41      |
| D-6   | 2.57~2.71 | 4.07  | 2.98      |
| D-10  | 2.79~3.00 | 4.56  | 2.72      |
| D-16  | 2.79~3.00 | 4.78  | 2.82      |
| PD-6  | 5.57~5.70 | 5.70  | 5.34      |
| PD-10 | 5.79~6.00 | 6.13  | 5.12      |
| PD-16 | 5.14~5.36 | 6.96  | 5.25      |

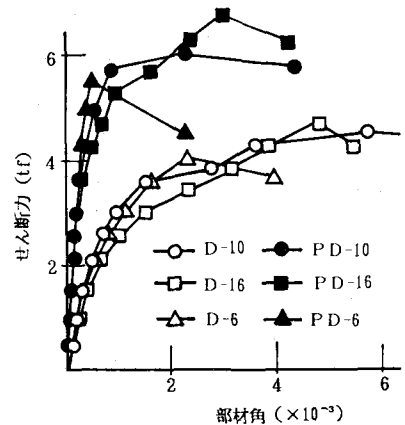


図-3 せん断力と部材角との関係