

軸方向圧縮力を受けるRC棒部材のせん断挙動に関する実験的研究

徳山工業高等専門学校 学生会員 ○角永 敏章
徳山工業高等専門学校 正会員 田村 隆弘

1. はじめに

柱や、梁、橋脚などの土木構造物はそれらが受け持つ荷重により軸方向力、特に軸方向圧縮力を受ける。RC棒部材のせん断耐力に関する研究が行われている中で、軸方向力を受けるRC棒部材の研究はあまり行われていないのが現状である。そこで本研究では軸方向圧縮力に着目し、軸方向圧縮力、せん断スパン比、鉄筋比をパラメータとして、それらの条件が部材のせん断耐力に及ぼす影響を調査した。

2. 実験概要

(1) 実験供試体

供試体形状は全長1800mm、高さ200mm、幅100mmの複鉄筋長方形梁で、有効スパン長を1500mmとした。鉄筋は引張側に3本、圧縮側に1本配置した。使用する鉄筋は所定の鉄筋比となるように鉄筋比1%のとき異形鉄筋D10、2%のときD13、3%のときD16を使用した。コンクリートはレディーミクストコンクリート（設計基準強度27N/mm²、スランブ12cm、最大骨材寸法15mm）を使用した。各材料の強度とヤング係数を表-1、2に示す。

(2) 実験条件

実験条件は、鉄筋比を1%、2%、3%と変化させた供試体に、せん断スパン比(a/d)を1.8、3.2とし、それぞれに軸方向圧縮力を0MPa、2.45MPa、4.9MPa、7.35MPa導入したときの計24パターンの条件で実験を行った。

(3) 実験方法

軸方向圧縮力は、センターホールジャッキと2本のPC鋼棒を図-1のように組み合わせ載荷した。軸方向圧縮力の載荷中にPC鋼棒のひずみをモニターすることにより供試体断面に一樣に導入していることを確認し、2本のPC鋼棒のひずみが異なった場合には、PCナットを調整することにより、両方のひずみが所定の値になるようにした。

所定の軸方向圧縮力を載荷しそれを保持した状態で鉛直荷重を

載荷した。載荷は供試体が破壊に至るまで載荷し、各荷重ステップにおいて、引張鉄筋および圧縮鉄筋、コンクリート上縁のひずみを計測し、また、供試体中央および載荷点下にダイヤルゲージを設置し鉛直荷重による変位を測定した。併せて、各荷重ステップにおいてひび割れ発生、進展状況をマーキングした。

3. 実験結果および考察

(1) 終局耐力

図-2により終局耐力は鉄筋比が小さくなるにつれて減少し、軸方向圧縮力 σ'_x の増加に伴い多少の誤差があるものの終局耐力が増大している傾向が見られる。また、せん断スパン比による終局耐力の影響は、a/d=1.8の場合に鉄筋比が大きくなるにつれて耐荷力の増加が著しいこと

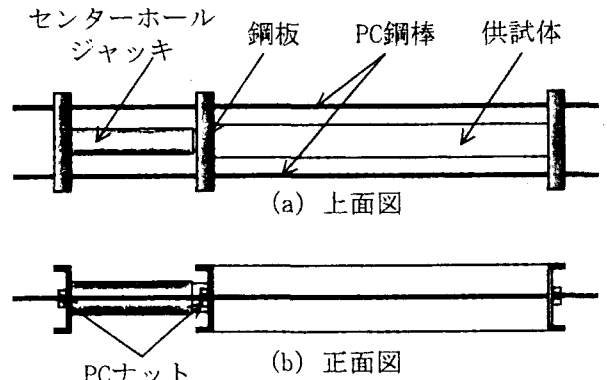


図-1 圧縮力導入装置

表-1 鉄筋の材料特性

Type	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)
D10	354.47	490.48	191.74
D13	357.34	514.36	197.65
D16	347.89	501.84	195.67

表-2 コンクリートの材料特性

設計強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)
27	30.79	2.76	25.11

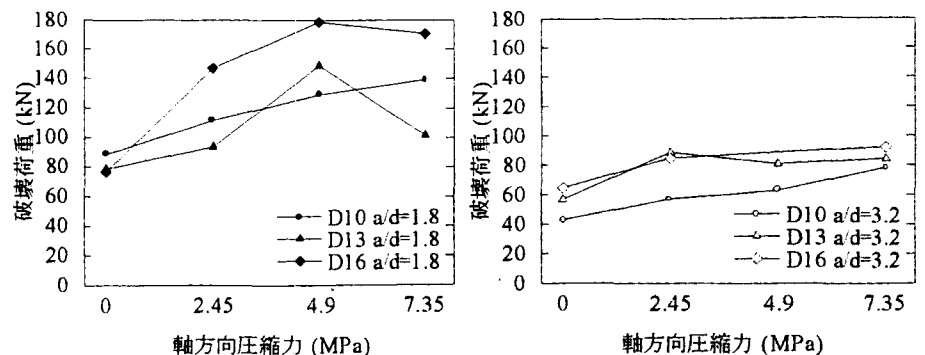


図-2 破壊荷重の推移

が確認できる。a/d=3.2の場合では σ'_N の増加に伴い終局耐力が増加する傾向にあったが、a/d=1.8のときと比較すると鉄筋比の変化による耐力力の増加はそれほど見られなかった。

(2) 実験値と理論値との比較

図-3は実験値と土木学会コンクリート示方書に定められている終局せん断耐力の理論値との比を表したものである。

a/d=3.2で実験値は、理論値によく一致していることが分かる。これは、終局せん断耐力の実験値と理論値の比(V_d/V_{cd})が1.0に近い値を示していることから、示方書算定式から導き出される値の精度の高さが伺える。しかし、a/d=1.8では、終局せん断耐力の実験値が理論値よりも最大で77%も大きな値となり、理論値のばらつきが見られる。本研究では終局せん断耐力を算定するにあたって実験値との整合性を計るために、二羽らが考案したせん断スパン比の項を示方書算定式に乗じた値を採用しており、a/d=3.2では実験値と理論値がほぼ一致していると言えるが、a/d=1.8では実験値が理論値よりも上回る傾向にある。このことにより、示方書の算定式は、せん断スパン比が小さく鉄筋比が小さい所で、終局せん断耐力の評価が小さくなると言える。

(4) 破壊形状

図-4に代表的な終局ひび割れ図を示す。a/d=1.8における破壊挙動は、鉄筋比1%以外の部材は曲げひび割れが発生、進展が進んでおらず、斜めひび割れも支点から載荷点に向けて直線的に形成された。しかし、形成された斜めひび割れにより直ちに破壊に至るのではなく、斜めひび割れを有しながらも最初に形成された斜めひび割れの上部のコンクリートと引張鉄筋とでタイドアーチ的な耐荷機構を形成しその後も鉛直荷重に耐え、最初に発生した斜めひび割れの外側に新たに形成した斜めひび割れにより破壊にいたった。また、 σ'_N が大きいほど破壊形式も急激なものとなった。しかし、鉄筋比1%の部材では、鉄筋比2%、3%の部材と異なり曲げひび割れが発生し、そのままスパン中央の上側のコンクリートが圧壊し曲げ破壊に至った。これは、鉄筋の降伏により部材が曲げによる圧縮を受けることでスパン中央の上側のひずみが増加し、 σ'_N の作用によりさらに圧縮を受けることで部材の上側が圧壊したものと考えられる。a/d=3.2における破壊挙動は、鉄筋比1%の部材ではa/d=1.8の時と同様に曲げひび割れが発生し、そのままスパン中央の上側のコンクリートが圧壊し曲げ破壊に至った。鉄筋比2%、3%では、a/d=1.8のときと同様に曲げひび割れがあまり発生しなかったが、斜めひび割れは支点から載荷点に直線的に形成するのではなく、せん断スパン領域中央から載荷点にむけて進展した。

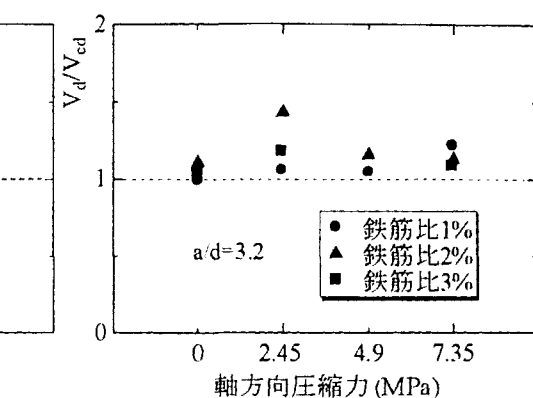


図-3 実験値と理論値の比較

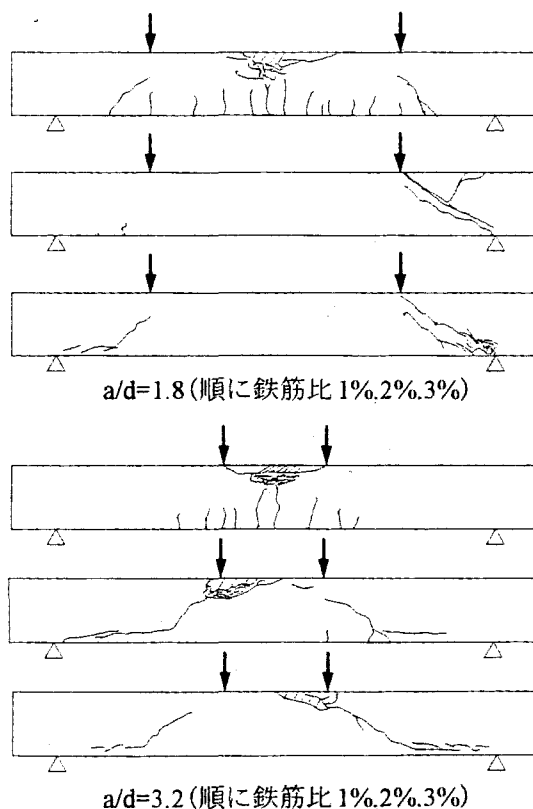


図-4 ひび割れ図

4. 結論

本研究で行った実験の範囲内で以下に結論をまとめる。

- (1) 軸方向圧縮力が大きくなるにつれて部材のせん断耐力は増加することを確認した。
- (2) 鉄筋比の変化が部材に与える影響は破壊形状に現れ、a/dに関係なく鉄筋比1%のときでは、わずかな圧縮を受けただけで曲げ破壊を起こし、鉄筋比2%、3%のときではせん断破壊となることを確認した。
- (3) 示方書のせん断耐力算定式は、a/d=3.2のときでは精度良く表すことが出来るが、a/d=1.8の時では鉄筋比が小さくなると軸方向圧縮力の増加に関係なくその評価は小さくなり、鉄筋比が大きくなると軸方向圧縮力の増加に伴いその評価が小さくなると言える。