

せん断面に配置した鉄筋の正負履歴特性と抵抗メカニズム

大阪市立大学大学院

学生会員

○高橋 孝輔

正会員

鬼頭 宏明

正会員

角掛 久雄

正会員

大内 一

1. はじめに

鉄筋コンクリート部材のひび割れ面におけるせん断伝達メカニズムには、主鉄筋のダウエル作用や界面の骨材によるかみ合わせ作用、ひび割れ方向に傾斜した補強筋の軸力成分による抵抗がある。従来より、単調載荷に対する伝達メカニズムの研究は実施されてきたが、正負交番載荷に対するメカニズムや履歴特性に関する研究は少ない。そこで、本研究では鉄筋のダウエル作用を含む抵抗メカニズムに着目して、Push-off 型試験体（写真-1）に対し正負交番載荷試験を行った。

2. 実験概要

供試体は写真-1 (a) に示すものを基本に、パラメータとして離間量 e 、斜角 α を設けた。パラメータの詳細は、表-1 に示す。また、写真-1 中に示した鉄筋には SD295 D16 を、コンクリートは圧縮強度 $37.6[N/mm^2]$ のものを使用した。さらに、ダウエル作用のみに着目するため、離間が無い(a)、(c)の供試体についてはアクリル板を重ね合わせて使用することで摩擦等を取り除いた。測定項目としては、荷重、変位（変位計を供試体中央付近に裏・表面各 1 基計 2 基設置し、その平均値を用いる）、鉄筋ひずみ（写真-1 中に示すゲージ位置で測定）である。載荷は $0.5[mm]$ ずつ振幅を増加させるよう変位制御で行い、1 振幅あたり 3 サイクルとした。

3. 実験結果

実験より得られた荷重－変位関係を図-1 に示す。なお、全ての供試体において、鉄筋降伏ではなくコンクリートのひび割れによる破壊が進行することとなった。また、正負で荷重や変位が異なるのは、正側では引張軸力によるひび割れが影響するためである。

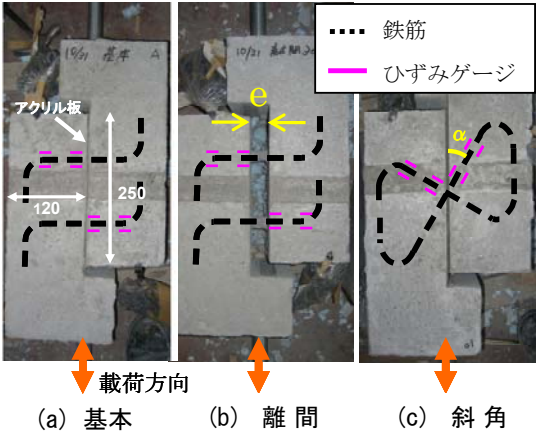


写真-1 各供試体の形状

表-1 実験パラメータ

載荷形式	パラメータ	離間量 e	角度 α	写真との対応
単調	—	0	90°	(a)
交番	—	0	90°	(a)
交番	離間量	15mm	90°	(b)
交番	離間量	30mm	90°	(b)
交番	鉄筋角度	0	45°	(c)
交番	鉄筋角度	0	30, 60°	(c)

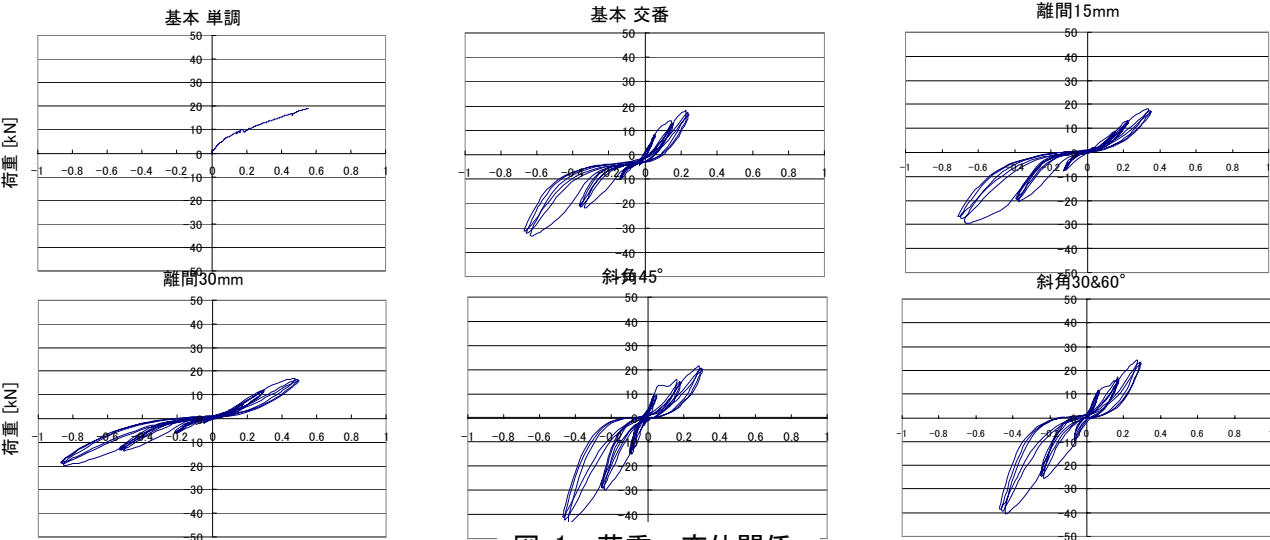


図-1 荷重－変位関係

キーワード 鉄筋, せん断, ダウエル作用, 履歴特性

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3－3－1 3 8 大阪市立大学工学研究科 TEL 06-6605-2723

3.1 剛性

図-2 に各振幅 1 サイクル目の剛性を示す。ここで、剛性は各振幅の最大荷重値と原点を直線で結んだ割線剛性で定義する。各供試体を基本供試体と比較すると、斜角を設けたものは大きく、離間を設けたものは小さくなっている。斜角を設けたものが大きくなるのは、軸力による抵抗が生じるためである。

3.2 履歴特性

3.2.1 履歴曲線

図-1 からわかるように、全ての供試体の履歴曲線は履歴面積が小さくなるピンチングモードを呈している。これは、鉄筋が弾性範囲内で抵抗していることに加え、コンクリートのひび割れによる非線形性が現れたことが原因である。

3.2.2 等価粘性減衰定数 h_{eq}

各供試体のエネルギー吸収能を調べるため、等価粘性減衰定数 h_{eq} をサイクル毎に求めた。その結果を図-3 に示す。また、同種の供試体間での差が小さかったために、その平均値を代表値とし、同図に示す。なお、 h_{eq} の定義は図-3 のようである。 h_{eq} 値は 3.7~5.6[%] となっており、斜角を設けたものが最も大きくなった。一方、離間を設けたものは、アーム長の増加により鉄筋の塑性化を促し、エネルギー吸収能の向上を期待したが、基本供試体より小さい結果となった。

3.3 抵抗メカニズム

図-4 のような、両端固定梁モデルを考え、以下の手順でその妥当性を検討する。ただし、図-4 にはモデルの対称性からその 1/2 を示す。変位 δ を与えた時に鉄筋に発生するモーメント・軸力分布から、ゲージ位置でのモーメント $M_{theo.}$ 、軸力 $N_{theo.}$ を算出する。一方、写真-1 で示す位置で測定されたひずみから求められる弾性曲げ及び軸ひずみより、実験値としてのモーメント $M_{exp.}$ 、軸力 $N_{exp.}$ を求め、それらを比較した。結果を図-5 に示す。ここに、せん断面付近の測定点に着目している。これらより理論値と実験値は概ね一致していることがわかる。また、斜角供試体のモーメントが離間供試体より小さいことから軸力作用の影響がうかがえる。

4. まとめ

離間量、鉄筋角度をパラメータとした Push-off 型試験体の正負交番載荷試験を行い、履歴特性と鉄筋の抵抗メカニズムを検討した。得られた結果を以下に示す。

- 1) 斜角を設けることにより軸力による抵抗が生じるため剛性が大きくなる。初期においては h_{eq} 値も大きくなった。
- 2) 離間を設けた場合、基本供試体に比べ剛性は小さくなる。また、 h_{eq} 値についても基本供試体と差は見られず、エネルギー吸収能の向上は得られなかった。
- 3) 本実験における鉄筋の抵抗メカニズムは、両端固定梁モデルで説明できる可能性がある。

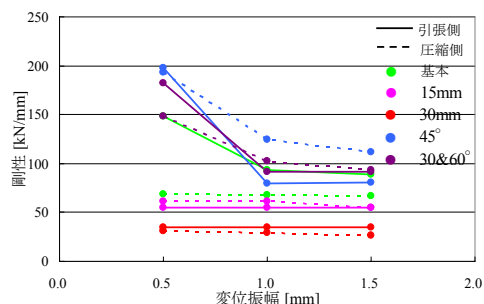


図-2 各供試体の剛性値

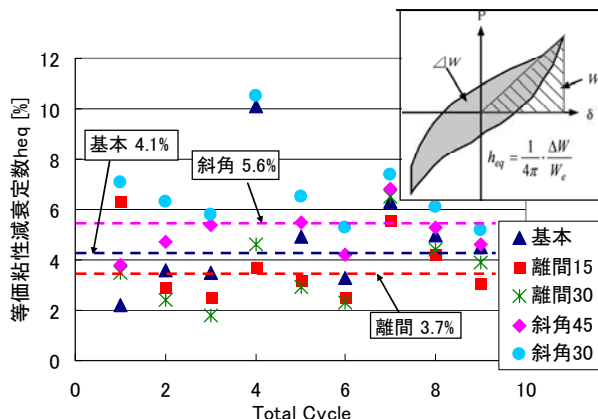


図-3 h_{eq} -サイクル数関係

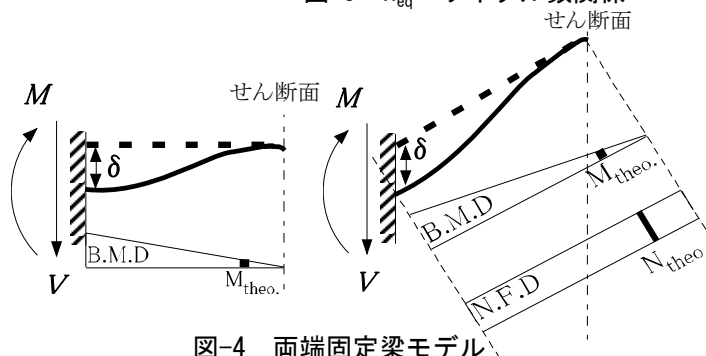


図-4 両端固定梁モデル

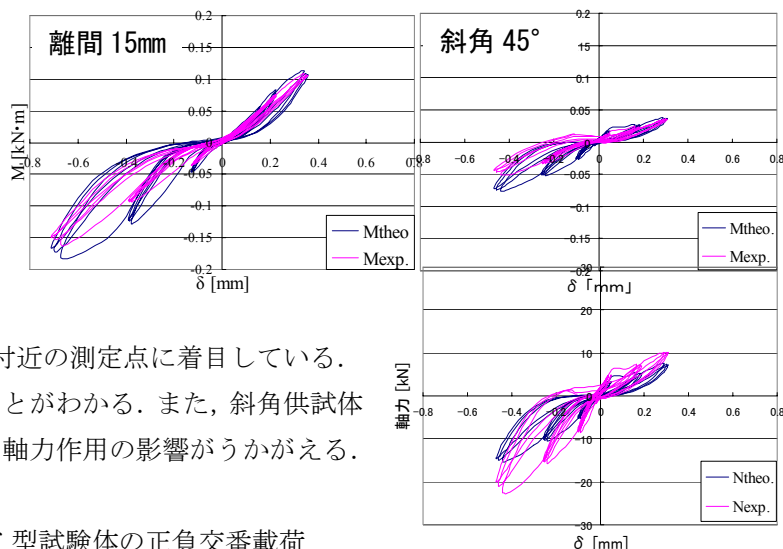


図-5 モーメント、軸力-変位関係