

せん断面に斜交配筋された鉄筋の正負交番載荷実験

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 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要素には、主にひび割れ面の骨材によるかみ合わせ作用や、ひび割れ面を通る鉄筋のせん断負担がある。せん断面に対し、直交に配筋されたダウエル作用に関する既往研究では、一方向載荷による実験が多くなされてきた。しかし、一般に観察されるひび割れ面は、鉄筋軸方向に対して垂直でなく傾きをもつ。このような条件下におけるせん断伝達挙動、さらには繰返しせん断力が作用する場合の伝達挙動は十分に明らかにされていない。

そこで、斜交配筋された鉄筋のせん断伝達メカニズムの解明及び正負履歴特性の把握を目的に、図-1に示す Push-off 型試験体に対して、せん断面に対する鉄筋斜角をパラメータとした正負交番載荷実験を行った。なお、鉄筋のせん断力負担に着目するため、せん断面は平滑としている。

2. 実験概要

試験体は、図-1に示すような下凹型の側面形状をもつ上部ブロックと、小さな下部ブロックからなり、2本あるいは4本の鉄筋により両ブロックが接合されている。なお、鉄筋および補強筋にはSD295 D10を、コンクリートには圧縮強度25.0[N/mm²]のものを使用した。また、接合面には厚さ2mmの亚克力板を配置することにより、せん断伝達における鉄筋のせん断力負担以外の要素を取り除いた。さらに、鉄筋の降伏前にコンクリートのひび割れが生じないようにするため、鉄筋のコンクリートかぶりを鉄筋径の32倍と十分与えた。実験変数は、図-1に示すようにせん断面に対する鉄筋の角度 α 、 β である。また、試験体名は、載荷方法(単調Mまたは交番R)、鉄筋角度の順で示している。その詳細を表-1に示す。ここで、鉄筋数は、 $\alpha=90^\circ$ の試験体においては2本、その他は4本とした。

計測項目は、ロードセルによる荷重、試験体中央に設置した変位計による相対変位、鉄筋ひずみである。

キーワード 鉄筋、せん断

なお、鉄筋ひずみは、図-2に示すように、ひずみゲージを鉄筋中心軸に対して加力側と、その反対側に位置するよう縦リブに貼付し、ずれ変位を伴う鉄筋の曲げひずみと軸ひずみの両者を検出できるようにした。また、鉄筋径dに対し、せん断面から0d, 1.5d, 3.5d, 5d, 10d位置に貼付した。

載荷は変位制御で行い、加力線とせん断面が一致するよう載荷した。なお、変位振幅は、0.25mm, 0.5mm, 1.0mm, 1.0mm以降は振幅を1.0mmずつ増加させ、変位振幅最大10mmまで継続した。

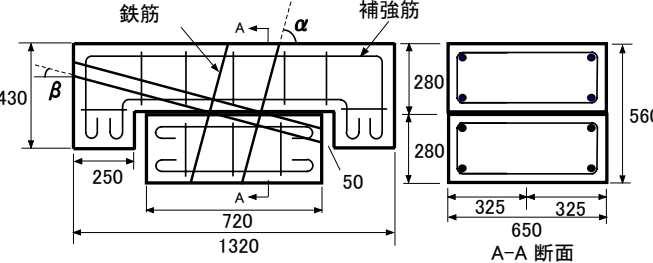


図-1 試験体概念図

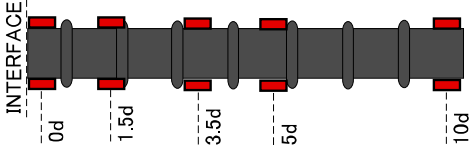


図-2 ひずみゲージ貼付位置

表-1 実験変数

試験体	角度 α	角度 β	載荷方法
M-90	90°	-	単調
R-90	90°	-	交番
R-15&75	75°	15°	

3. 実験結果

(1) 履歴特性

各試験体の荷重-変位関係を図-3に示す。(a)より、せん断面に対して直交配筋された試験体R-90の履歴は、除荷時においてスリップ型の履歴挙動を呈していた。また、(a)の破線は単調載荷試験体M-90の結果を示しており、R-90の包絡線にほぼ対応していた。これに対し、斜交配筋された試験体R-15&75の履歴曲線は紡錘型となり、履歴曲線形状に変化が見られた。また、耐力、剛性ともに向上していることもわかる。これらは、斜交配筋することでもたらされた重要な差異といえる。

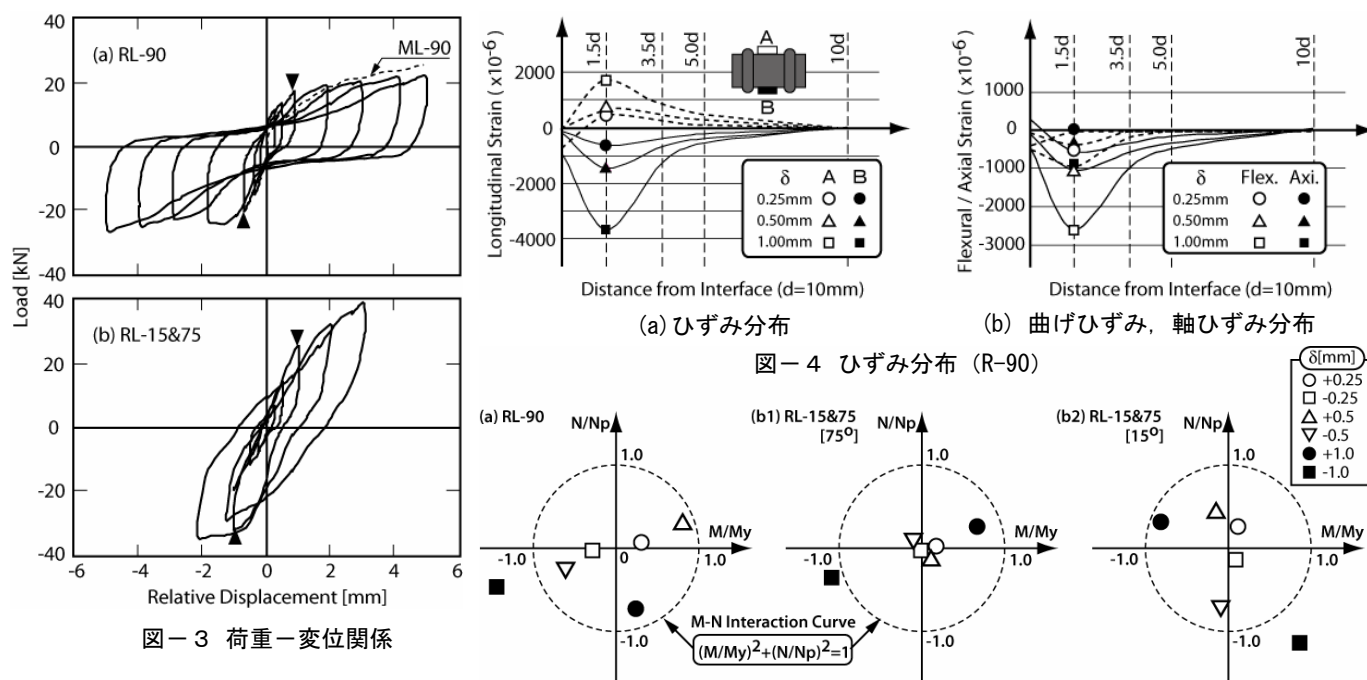


図-3 荷重-変位関係

(a) ひずみ分布

(b) 曲げひずみ, 軸ひずみ分布

図-4 ひずみ分布 (R-90)

図-5 M-N 相関曲線

(2) せん断伝達メカニズム

図-4 (a)は、試験体 R-90 における、各振幅での鉄筋軸方向のひずみ分布を示したものである。また、図-4 (b)は対応する曲げひずみ、軸ひずみの分布を示している。図-4 より、曲げの最大点は、常にせん断面から鉄筋径の 1.5 倍の位置にあり、鉄筋径の 10 倍の位置でひずみが収束していることがわかる。これは、文献 1)において示されている実験結果と良く一致している。そこで、接合面から 1.5d の深さが両端固定梁型のせん断伝達機構における端点、すなわち固定点であるとみなし、この地点のひずみ挙動に以下では着目する。

図-5 (a)は試験体 R-90 の組み合わせ力の履歴について、弾性計算により、測定ひずみを曲げモーメントと軸力として算出し、それぞれを降伏モーメントと軸降伏力で正規化した双方 2 次の相関曲線上にプロットしたものである。(a)より、変位振幅が 1.0mm より小さい時、ある傾きを伴って、原点に対称の履歴を描いている。その後、変位振幅が 1.0mm に到達すると履歴は乱れ、相関曲線の外へ出る、すなわち、鉄筋が降伏した状態となる。この変位振幅 1.0mm での現象により、図-3 (a)で示した剛性低下の点を説明できる。

さらに、斜交配筋された試験体 R-15&75 に対して、同様の方法で履歴を調べたものを図-5 (b1) ~ (b2)に示す。なお、(b1)がせん断面に対して 75 度傾いた鉄筋を、(b2)が 15 度傾いた鉄筋を示している。図-5 より、変位振幅が 1.0mm より小さい場合、せん断面に近い傾きを持つ後者(b2)が、与えられたせん断力のほと

んどを軸力により負担していたことがうかがえる。一方、前者(b1)は原点付近で留まっているため、ほとんど力が作用していないことがわかる。ここで、(a)より、直交配筋試験体 R-90 と比較すると、R-90 は曲げと軸力の両方が生じているのに対し、斜交配筋試験体 R-15&75 は主に軸力で負担していることが確認でき、両者のせん断伝達メカニズムの違いが明らかに現れている。その後、変位振幅が 1.0mm に達すると、R-90 と同様、履歴に乱れが生じて相関曲線の外側にプロットされ、曲げと軸力の両方が生じるようになり、ここでようやく 75 度筋に力が作用する。以上のことから、図-3 (b)で示した▼点についても説明可能であると考えられる。

4. まとめ

鉄筋斜角をパラメータとした Push-off 型試験体の正負交番載荷実験を行い、せん断伝達メカニズム及び履歴特性を検討した。得られた結果を以下に示す。

- (1) 斜交配筋することにより、履歴曲線形状に変化が見られ、また、耐力、剛性ともに向上した。
- (2) せん断伝達メカニズムに関して、直交配筋試験体では曲げと軸力の組合せにより伝達するのに対し、斜交配筋試験体では、主に軸力で伝達する。特に、鉄筋の弾性範囲内の変位振幅では、せん断面と小さな角をなす鉄筋による軸力負担が大きくなった。

参考文献

- 1) 篠田佳男, 河野一徳, 田中伯明, 大野琢海: 平滑な接合面における鉄筋のせん断伝達に関する研究, 土木学会論文集, No.571, pp.57-67, 1997