

鉄筋の付着を制御した RC 部材のせん断性状に関する研究

埼玉大学大学院 学生会員 ○金原 智康
埼玉大学大学院 正会員 牧 剛史
埼玉大学大学院 非会員 駒場 駿介
フジタ 正会員 平野 勝識

1. はじめに

近年 RC 構造物の耐震設計法の改訂が行われ、RC 部材に大きなせん断耐力および靱性能が要求されるようになった。そのため大量の鉄筋、特にせん断補強筋が配筋されるようになったが、経済性、施工性など新たな問題が生じている。また、これまで鉄筋-コンクリート間の付着による相互作用が、RC 部材の耐力や破壊機構に大きな影響を及ぼすことが言及されてきており、主鉄筋の付着を除去することにより、せん断耐力が向上することが明らかになっている。しかし、実際の構造部材に付着性状を変化させた RC 部材を適用するためには、鉄筋の付着程度に応じたせん断耐力の向上効果を定量的に明らかにする必要がある。

本研究では、主鉄筋の付着を変化させた RC 梁の単調載荷試験、RC 柱正負交番載荷試験を行なうことにより、付着性状とせん断耐力向上効果の関係を定量的に評価することを目的とする。

2. 実験方法と結果

(1) 両引き試験

鉄筋とコンクリート間の付着性状とせん断耐力の関係を明らかにするため、鉄筋の表面状態を変化させた両引き試験をすることによって鉄筋の付着性状の定量化をした。断面 150(mm)×150(mm)、長さ 2000(mm)の角柱供試体の断面中央に鉄筋を一本配筋し、その鉄筋に引張荷重を与えた。供試体の実験要因と実験結果を表-1 に、実験から得た各供試体のコンクリートの平均応力-平均引張ひずみ関係を図-1 に示す。この関係は一般に式-1 の形でモデル化され、これを用いて実験結果を近似することにより、鉄筋ごとの付着の程度を引張軟化係数 c を用いて評価した。

$$\sigma_t = f_t (\epsilon_t / \epsilon) ^c \dots\dots\dots \text{式-1}$$

f_t:コンクリートの引張強度、ε_t:ひび割れ発生ひずみ

表-1 両引き試験に関する各供試体データ

No.	鉄筋の種類	規格	0.2%耐力 MPa	引張軟化係数 c
T1	異形鉄筋	D22	1178	0.4
T2	丸鋼	φ23	1274	0.7

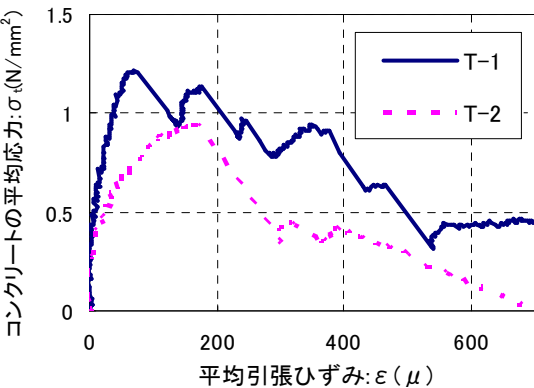


図-1 コンクリートの平均応力-平均ひずみ関係

(2) 梁の単調載荷試験

両引き試験により付着性状を明らかにした鉄筋を引張主鉄筋に用い、断面 300(mm)×600 (mm)、長さ 3500 (mm) の RC 梁を作製し、静的単調 1 点載荷を行った。引張主鉄筋の付着性状を主なパラメータとした供試体 3 体に、せん断補強量を実験要因とした供試体 1 体を加えた計 4 体 (A1～A4) の供試体を作製した。試験体要因と試験結果を表-2 に、各供試体の荷重 - 変位関係を図-2 に示す。引張主鉄筋の付着性状がせん断耐力に影響を与えたと言える。

表-2 梁の載荷試験に関する各供試体データ

No.	鉄筋の種類	せん断補強筋間隔 mm	最大耐力 kN	破壊形式
A1	異形鉄筋	270	530	斜め引張破壊
A2	丸鋼	270	720	せん断破壊
A3	アンボンド	270	880	定着部破壊
A4	丸鋼	135	685	せん断破壊

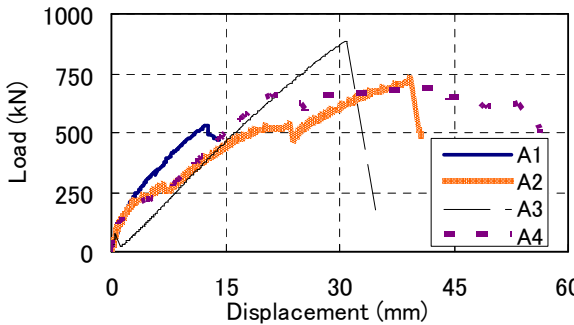


図-2 梁の載荷試験結果

キーワード 付着, せん断, 両引き試験, 丸鋼

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 TEL 048-858-342

(3) 柱の正負交番载荷試験

両引き試験により付着性状を明らかにした鉄筋を軸方向鉄筋に用いて、断面 300(mm)×300(mm)、高さ 1000(mm)、载荷点高さ 750(mm)の RC 柱($a/d=2.92$)を作製し、正負交番载荷試験を行った。軸方向鉄筋の付着性状をパラメータとした供試体 2 体に、付着制御長を変化させた供試体 1 体を加えた計 3 体(B1~B3)の供試体を作製した。付着を制御した鉄筋には、定着を確保するために各軸方向鉄筋の両端にナットを取り付けて、その定着用ナット間の距離を付着制御長とした。供試体の実験要因と実験結果を表-3 に、荷重-変位関係の包絡線を図-3 に示す。図より、梁同様に軸方向鉄筋の付着性状がせん断耐力に大きく影響したと考えられ、付着が小さくなるほどせん断耐力は大きくなる傾向にある。

3. 考察

梁、柱供試体のせん断耐力をそれぞれの部材有効断面積 bd で正規化した値を、引張軟化係数 c の逆数に対してプロットした結果を図-4 に示す。図より、梁、柱供試体共に同様な傾向を示した。これは主鉄筋の付着を制御することによって、部材の耐荷機構がせん断スパン内に圧縮ストラットを形成し、せん断耐力が改善されるためである。この結果から、付着を制御することでせん断耐力が向上することが確認でき、付着性状とせん断耐力の間には、部材の種類や载荷方法によらず一義的な関係があることが明らかとなった。

主鉄筋に丸鋼を用いた供試体では定着部にひび割れが発生し、また付着を完全に取り除いた A3 供試体は、引張主鉄筋の定着部に応力が集中し、せん断破壊ではなく定着部での破壊となった。定着が十分であれば、せん断耐力は 880kN 以上であったことになる。また付着制御長を短くした B3 供試体は、B2 供試体と比べ剛性は高かったものの、最大耐力は低かった。これは付着制御長が短くなることで定着部に応力がより集中したためだと考えられる。このことから RC 部材の主鉄筋に付着を制御した鉄筋を使用する際には新たな定着方法を考案する必要がある。

A2、A4 供試体を比較すると、せん断補強筋量の増加によるせん断耐力の向上は見られない。このことは付着を制御することにより、せん断補強筋を従来の耐震設計で必要とされる量よりも著しく減少させても、せん断破壊は生じず、高い靱性能を得られることを意味するものであると言える。

4. まとめ

- (1) RC 部材のせん断耐力と鉄筋の付着性状の関係は相関的な関係に近く、引張軟化係数が大きくなるにつれてせん断耐力が増加し、部材の種類や载荷方法によってその関係が変わることがないといえる。
- (2) 付着の制御によりせん断補強筋を減少させることが期待できるが、応力が集中する定着部の新たな定着方法の開発が必要である。

参考文献

- ・玉井 真一ほか：一軸引張部材における鉄筋の降伏後の平均応力-平均ひずみ関係，土木学会論文集，第 378 号/V-6 1987 年 2 月 pp239 - 247

表-3 柱の载荷試験に関する各供試体データ

No.	鉄筋の種類	付着制御長 mm	最大荷重 kN	破壊形式
B1	異形鉄筋	—	285	せん断圧縮
B2	丸鋼(付着 長)	1200	356	せん断圧縮
B3	丸鋼(付着 短)	1000	310	せん断圧縮

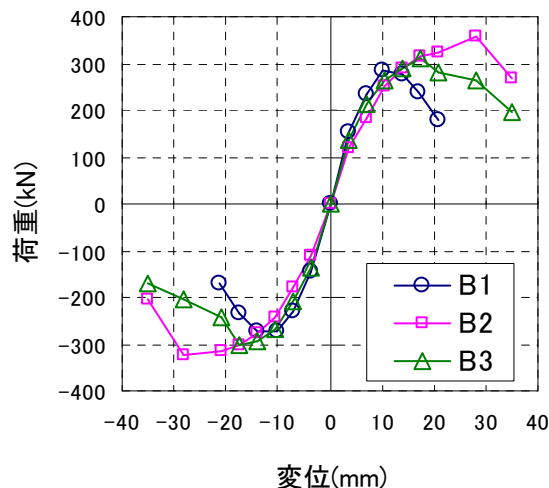


図-3 荷重-変位関係の包絡線

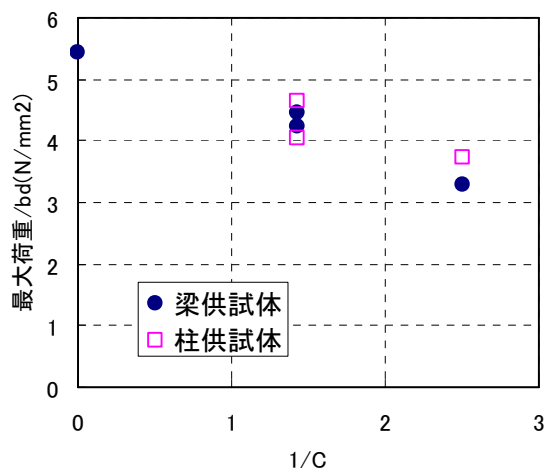


図-4 最大荷重/ bd — $1/c$ 関係