

論文 梁端接合部重ね継手の全割裂強度における横補強筋の効果

東 健二¹⁾・大村哲矢²⁾・香取慶一³⁾・林 静雄⁴⁾

要旨： 重ね継手の付着強度は、既往の付着強度式をもとに一方の継手の主筋の存在を無視して算出される。しかし、既往の付着割裂強度式は、重ね継手主筋の応力状態を考慮しておらず、重ね継手の付着強度における全割裂幅や横補強筋の評価には未だ不明な点も多い。重ね継手主筋に対する横補強筋のかかり方が付着割裂強度に及ぼす影響を明らかにするため、横補強筋量と重ね継手主筋の配置を変動要因とした実験を行った。重ね継手の全割裂強度における横補強筋の効果は、応力の大きな継手主筋に対して評価すればよいことなどが明らかとなった。

キーワード：重ね継手、付着割裂、横補強筋、全割裂、応力伝達

1. はじめに

重ね継手の付着強度は、既往の付着割裂強度式により重ね継手の一方の主筋の存在を無視し、主筋本数を継手組数と置き換えて算定することが可能であることが明らかとなっている¹⁾。梁端部の重ね継手の耐力は、柱に定着される主筋の平均付着応力度が梁に内蔵される主筋のものより大きくなるため、柱に定着される側の主筋の付着強度によって定まると考えられる。しかし、重ね継手応力伝達機構は、曲げモーメント勾配によって主筋に生じる引張力をコンクリートへ伝える付着応力のほかに、重ね継手特有の主筋間のせん断応力伝達があり、これらの相互作用に対する横補強筋の効果については不明な点も多い。

横補強筋に対する主筋の位置および横補強筋量を変動要因とした重ね継手の強度に関する実験を行なった。本研究は、主筋の応力状態の変化を詳細にとらえることによって、重ね継手の耐力機構を明らかにし、重ね継手の全割裂強度における横補強筋の効果について考察したものである。

2. 実験概要

試験体の一覧を表1に、試験体配筋詳細を図1にそれぞれ示す。試験体は、2組の重ね継手主筋と横補強筋からなる片持ち梁型で、試験体断面は23cm×42cmである。安定した付着応力度分布の変化をとらえるため、重ね長さは30dとした。シャスパン比は2.75で、横補強筋にはD6を、主筋にはD19をそれぞれ用いた。実験因子は主筋の配置

表1 試験体一覧

No.	試験体名	pw (%)	主筋配置
1	43-A	0.43	A
2	86-A	0.86	A
3	43-B	0.43	B
4	86-B	0.86	B

および横補強筋比で、試験体総数は4体である。主筋の配置は、梁に内蔵される主筋を横補強筋の隅角部に配し柱に定着される主筋をその主筋に密着して配したA型およびこれらの関係を逆にしたB型の2種類である。横補強筋比pwは、せん断ひび割れの進展によるひび割れ近傍の主筋の

*1 東京工業大学総合理工学研究科、工修（正会員）
 *2 西松建設（株）建築設計部構造課、工修（正会員）
 *3 東京工業大学工業材料研究所、助手、工修（正会員）
 *4 東京工業大学工業材料研究所、教授、工博（正会員）

付着劣化を防ぐため、横補強筋量の多い0.86%と、文献2)により算出した横補強筋を隅角部に配した主筋の付着強度と横補強筋の内部に配した主筋の付着強度比から、横補強筋量を1/2倍とした0.43%の2種類とした。各試験体は、重ね継手の付着割裂破壊を先行させるため、主筋には、焼入れ処理を施し、図1に示すように溝切り加工した。主筋の溝には、ひずみゲージを38mm間隔で貼付した。コンクリート強度は284 kgf/cm²で、梁下端筋の重ね継手を想定して図1に示す方向からコンクリートを打設した。全割裂ひびわれの進展を調べるため、継手区間の4断面で各断面につき3箇所、の位置にモールドゲージを配した。材料の力学的性質は表2に示した。

加力は50tfのオイルジャッキにより行ない、载荷履歴は、一方向単調载荷とした。荷重の値はジャッキ先端に取り付けたロードセルにより、変位は加力点に取り付けた電気抵抗式変位計によりそれぞれ検出した。

3. 実験結果

3.1 試験体破壊状況

代表的な試験体の破壊状況を図2に示す。配筋方法、横補強筋量に関係なく、いずれの試験体も、全割裂破壊である。5.0tfmの時に曲げひび割れが発生し、7.0tfmの時に危険断面側の継手端部に付着割裂と試験体底面に付着せん断ひび割れが発生した。付着せん断ひび割れは急激に進展するが、これによる部材耐力の低下はほとんどなく、最大耐力付近で付着割裂ひび割れ幅が広がり、各試験体は急激に耐力を失った。

3.2 モーメントと部材角の関係

モーメントと部材角の関係を図3に示す。柱定着筋を横補強筋の隅角部に配したB型の最大耐力は、同一横補強筋量のA型のものの1.19倍となっており、pw=0.43%のB型試験体 No. 2B の

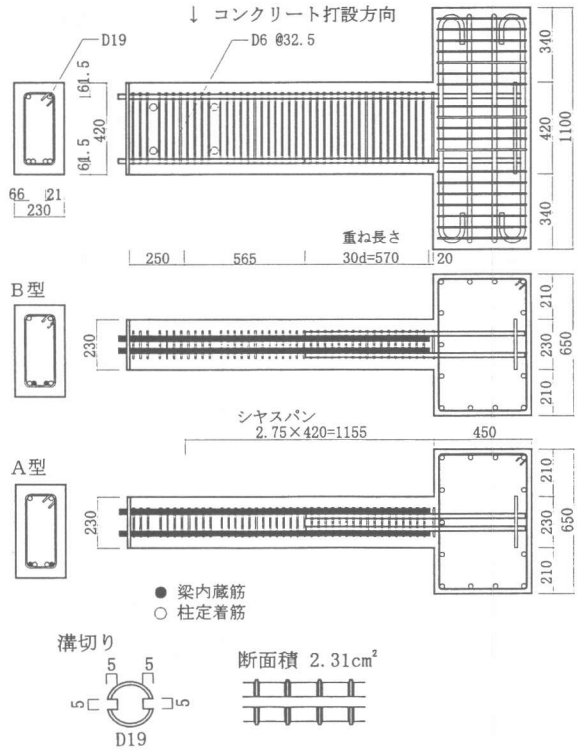


図1 試験体配筋

表2 材料の力学的性質

種別	圧縮強度 kgf/cm ²	引張強度 kgf/cm ²	ヤング係数 ×10 ⁵ kgf/cm ²
コンクリート	284	21	227

種別	降伏強度 kgf/cm ²	引張強度 kgf/cm ²	ヤング係数 ×10 ⁶ kgf/cm ²
D6	4200	5480	190
D19	9710	10210	209

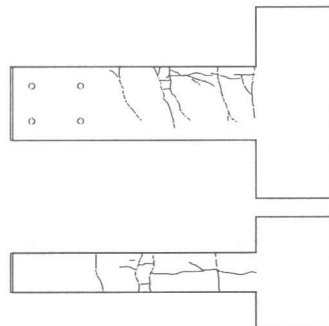


図2 試験体の破壊状況 (86-B)

最大耐力は $p_w=0.86\%$ の A 型試験体 No. 3 のものとほぼ等しくなっている。

3.3 主筋のひずみ分布

主筋のひずみ分布を図 4 に、最大耐力時の平均付着応力度を表 3 にそれぞれ示す。最大耐力に達するまでは、重ね継手主筋の中央部の応力勾配は緩やかになっているが、荷重の増大とともにその幅は狭くなる。荷重の小さい場合には、重ね長さ全長で応力を均等に負担するのではなく継手両端部近傍でほとんど負担し、応力の増大するにともない応力を負担する領域が長くなるものと考えられる。

最大耐力時には、継手端部の引張りひび割れによる局所的な付着の劣化は見られるものの、継手両主筋のひずみ分布は直線とみなすことができる。応力が 0 となる継手先端から応力が最大となる継手元部をむすんだ直線分布で、それぞれの継手主筋が梁全体の応力を分担することがわかる。日本建築学会「鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説」(以下、指針と記す)によると、主筋本数を継手組数と置き換えて応力の小さな継手主筋の存在を無視して算出した B 型配筋における横補強筋の効果 $\tau_{s,t}$ は、A 型配筋のものとの 2 倍であり、実験の最大耐力の傾向とよく一致している。また、同式による横補強筋量の増加による付着強度の増大は A 型で 1.09 倍、B 型で 1.17 倍であり実験の最大耐力の傾向とよく一致している。しかし、計算による平均付着応力度は実験値より大きく、重ね継手特有の応力伝達機構を考慮して付着強度におけるコンクリートの分担を低減する必要がある。

3.4 全割裂面のコンクリートのひずみ

全割裂面におけるコンクリートのひずみを図 5 に示す。A 型試験体において、主筋内側位置におけるコンクリートのひずみは、柱危険断面に近いものほど大きくなっており、主筋内部の全割裂ひび割

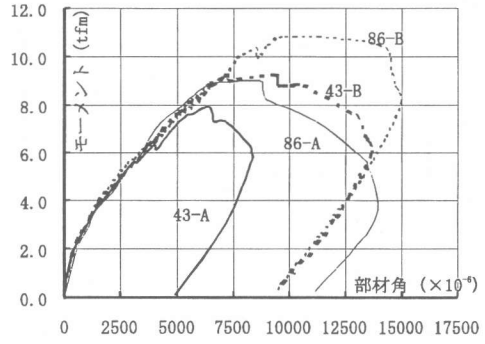


図 3 モーメントと部材角の関係

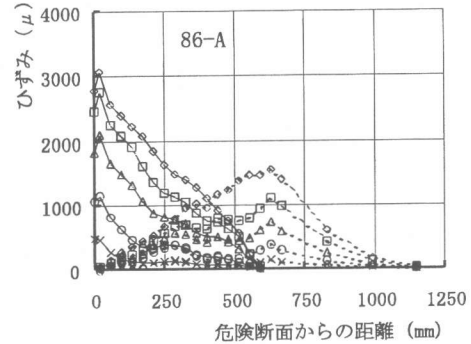
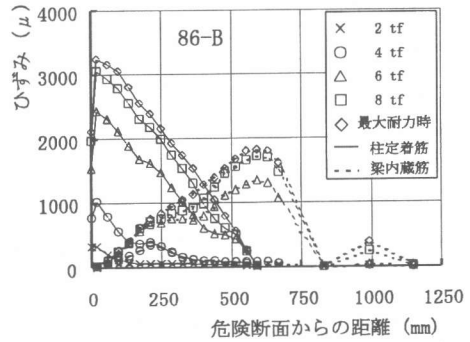


図 4 主筋のひずみ分布

表 3 最大耐力時平均付着応力度

試験体	最大耐力時実験値			計算値*1 (kgf/cm ²)
	平均付着応力度 (kgf/cm ²)		耐力 (tfm)	
	柱定着筋	梁内蔵筋		
43-A	32.7	20.6	8.00	46.9
86-A	43.0	21.5	9.00	51.2
43-B	39.0	21.4	9.24	51.2
86-B	47.8	25.5	10.86	60.0

*1 文献 2) による

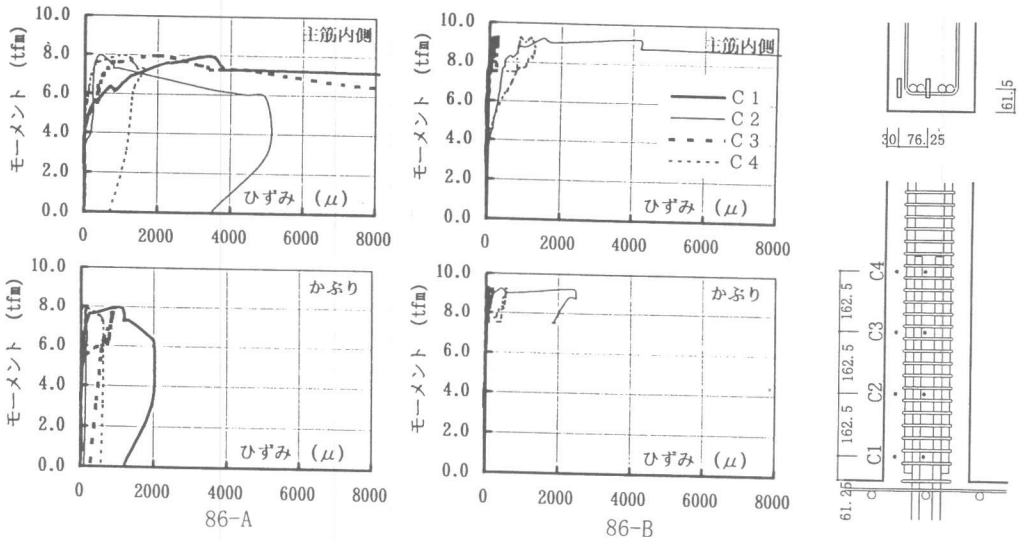


図5 コンクリートのひずみ

これは、危険断面側から進展していったものと考えられる。しかし、かぶり位置においては、危険断面に最も近い位置 C1 のひずみは最大耐力付近で急激に大きくなるものの、主筋内側の位置に比べて全体的に小さい。

B型試験体において、主筋内側およびかぶりにおけるコンクリートのひずみは危険断面から2番目の位置 C2 におけるひずみの値が最大耐力付近で急増するが、その他のものはA型試験体のものに比べて小さい。これは、応力の大きな柱定着筋を横補強筋の隅角部に配した方が、コンクリートの拘束によりひび割れの伸展が遅くなるものと考えられる。

4. まとめ

本実験の範囲において以下の結論を得た。

- 1) 応力の大きな柱定着筋を横補強筋の隅角部に配したB型重ね継手の耐力は柱定着筋を横補強筋の内部に配したA型のものより大きく、 $pw=0.43\%$ のB型重ね継手の耐力は $pw=0.86\%$ のものと同しい。
- 2) 横補強筋量の増加による最大耐力の増大はA型試験体で1.13倍、B型のもので1.18倍と計算値とよく一致していたが、継手主筋の平均付着応力度は計算値より小さかった。
- 3) 応力の大きな継手主筋を横補強筋の隅角部に配した方が、コンクリートの拘束効果により全割裂ひび割れの進展が遅い。

謝辞

主筋の焼入れ処理には、高周波熱錬(株)の協力を得ました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 市之瀬敏勝、桜田智之、田中礼治：在来鉄筋を全数継手で用いる場合の継手性能評価に関する研究(その10 重ね継手設計法の提案)、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.55~56.1993
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説、1990