

高強度材料を用いた鉄筋コンクリート 内柱・梁接合部の梁主筋付着特性

正会員○ 北山和宏

1. 序 内柱・梁接合部内の応力状態を模擬した簡単な実験により、高強度材料を用いた場合の梁主筋の付着性状を検討し、普通強度材料を用いた場合のものと比較した。

2. 実験概要 試験体は実物の約 1/2 の柱・梁接合部パネルを縦方向に切り出した平板 4 体 (試験体PJ1~PJ4) で、30cm×30cm×11cm の正方形パネルに梁危険断面のコンクリート圧縮領域を模した部分を付設した。試験体の配筋詳細を図 1 に、諸元を表 1 に示す。梁・柱主筋はそれぞれ端部定着板に溶接した。実験変数はコンクリート強度、梁主筋強度および横補強筋量である。試験体PJ1、PJ2は高強度材料を、試験体PJ3、PJ4は普通強度材料をそれぞれ用いた。コンクリート特性を表 2 に示す。高強度コンクリートの水セメント比は25%とした。コンクリートは平打ちとした。加力装置を図 2 に示す。上下の梁主筋をセンターホール・ジャッキで単調に引張り、柱主筋をPC鋼棒で引張って反力を取った。実際の内柱・梁接合部では危険断面の圧縮側コンクリートにより圧縮力が導入されるが、本実験では簡単のためこれを省略した。

3. 実験結果 横補強筋量による顕著な差異は見られなかった。試験体PJ2、PJ4によって結果を代表する。実験終了時のひびわれ状況を図 3 に示す。各試験体ともパネルの上下に斜めせん断ひびわれが発生した。このとき、普通強度材料を用いた試験体PJ3、PJ4の梁主筋は危険断面位置ですでに降伏していた。高強度材料を用いた試験体PJ1、PJ2では、主対角に沿って斜めせん断ひびわれが生じた。パネル横補強筋は試験体PJ1、PJ2では降伏したが、試験体PJ3、PJ4では降伏しなかった。

3.1 梁主筋の付着特性 各区間の付着応力度-すべり量関係を図 4 に示す。ひずみゲージ番号 i と $i+1$ との間を区間 i とした。隣接するゲージ間の応力差より平均付着応力度を求め、各測定点を線形に補間したひずみ分布を定着端より各区間の中央まで積分したものをすべり量とした。高強度材料を用いた試験体では載荷端近傍の区間 1 の付着力が早期に低下した。各試験体とも区間 4 の付着力が大きくなった。これは柱主筋の付着劣化により定着板から圧縮力が導入され区間 4 付近の梁主筋を拘束したためである。

コンクリート強度による付着力への影響を考慮するために、付着応力度をコンクリート圧縮強度 f'_c の 2/3 乗で基準化する [1]。基準化付着応力度と、すべり量を降伏ひずみとパネル幅 (30cm) との積の半分で除した基準化すべり量との関係を図 5 に示す。梁主筋が引張り降伏した点とパネル斜めひびわれが梁主筋を横切った点とを記した。普通強度材料を用い

表 1 : 試験体諸元

試験体名	PJ1/PJ2	PJ3/PJ4
梁主筋	D16(SD80相当)	D16(SD30)
降伏強度	8140 kgf/cm ²	3460 kgf/cm ²
柱主筋	D19(SD80相当)	D16(SD80相当)
降伏強度	7610 kgf/cm ²	8140 kgf/cm ²
横補強筋	2-φ6	2-φ6
セット数	1/3 組	1/3 組
補強筋比	0.22/0.68 %	0.22/0.68 %
降伏強度	2535 kgf/cm ²	2535 kgf/cm ²

表 2 : コンクリート特性 (単位: kgf/cm²)

試験体名	PJ1・PJ2	PJ3・PJ4
圧縮強度	875	264
割裂引張り強度	58.0	20.5
1/4 f'_c 割線剛性	3.96×10^5	2.57×10^5

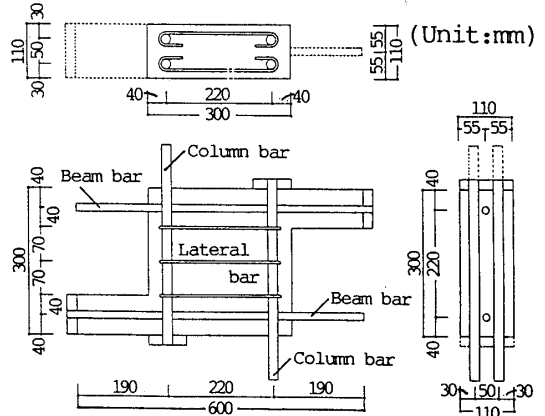


図 1 配筋詳細 (試験体PJ2、PJ4)

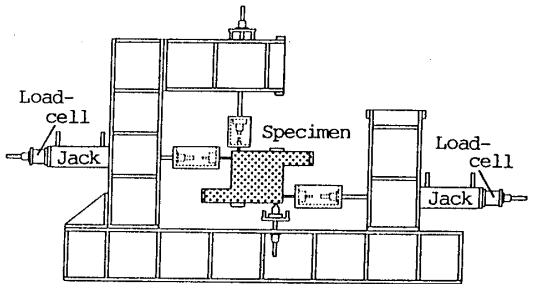


図 2 加力装置

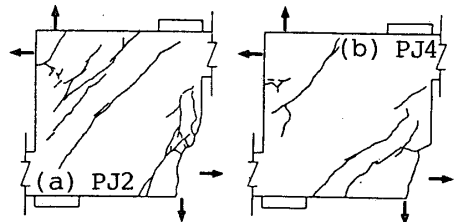


図 3 実験終了時のひびわれ状況

た時の初期剛性は、高強度材料を用いた場合に比して小さかった。高強度材料を用いた試験体では、パネル斜めひびわれが梁主筋を横切ることにより、付着力は急激に減少したものの再び上昇し、梁主筋の降伏によって最終的に低下した。これに対して普通強度材料を用いた試験体では、区間1を除いて梁主筋の降伏によって付着応力度が低下し、パネル斜めひびわれが梁主筋降伏より先に生じた場合でも、ひびわれの影響は小さかった。このように高強度材料を用いた場合には、パネル斜めひびわれが梁主筋の付着性状に与える影響が大きく、実際の内柱・梁接合部架構でも梁主筋の降伏前に付着劣化が生じる可能性を示す。

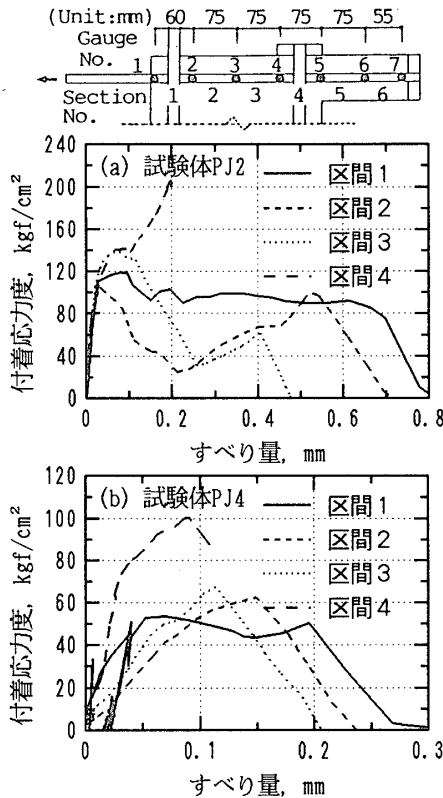


図4 付着応力度-すべり量関係

両試験体とも主筋の降伏後に付着力が零となる区間が発生し、付着力を負担する領域が荷端側から定着板側へ移動した。

3.2 柱・梁接合部内の付着特性との比較 実際の柱・梁接合部内の梁下端筋における基準化付着応力度-基準化すべり量関係の包絡線を図6に示す。用いた試験体は、普通強度材料を用いた試験体J2[2]と高強度材料を用いた試験体I6[3]で、いずれも柱せい30cm、梁せい30cmである。試験体J2では $f_c' = 245 \text{ kgf/cm}^2$ 、梁主筋 D13、降伏強度 4090 kgf/cm^2 、試験体I6では $f_c' = 871 \text{ kgf/cm}^2$ 、梁主筋 D19、降伏強度 7870 kgf/cm^2 であった。すべり量は接合部内梁主筋に沿ったひずみ分布を積分して求め、鉄筋径の違いをパネル試験体の主筋径(16mm)にあわせるよう考慮した。付着応力度は引張り側危険断面から10cmの区間のものである。高強度材料を用いた試験体I6では、接合部斜めひびわれの発生により付着力が低下し、その後の梁主筋降伏によって急激に付着劣化が進行した。普通強度材料を用いた試験体J2では、梁主筋降伏により付着力が低下した。これらは、パネル試験体の荷端そばの区間1、2より得られた付着特性と定性的に一致し、基準化付着応力度の最大値もほぼ一致した。

4. 結論 パネル試験体を用いて内柱・梁接合部内の応力状態を模擬する実験を行ない、接合部内梁主筋の付着性状を再現できた。高強度材料を用いると付着の初期剛性は高く、パネル斜めひびわれが梁主筋を横切ることによって付着応力度は最大となり、荷端そばでは $(0.4 \sim 1.2) f_c'^{2/3}$ 、パネル中央では $(1.2 \sim 1.8) f_c'^{2/3}$ であった。その後、梁主筋の降伏によって最終的に付着力が低下した。これに対して普通強度材料を用いると、梁主筋の降伏によって付着応力度が低下した。

5. 謝辞 実験実施に当たり宇都宮大学構造研究室、東京大学青山、友沢両研究室よりご援助を賜わった。

6. 引用文献 [1]山尾、周、二羽：付着応力-すべり関係に関する実験的研究、土木学会論文報告集、第343号、pp. 219-228、1984。 [2]小林、溜、小谷、青山：鉄筋コンクリート造柱-梁接合部の実験的研究、第6回コンクリート工学(JCI)年次講演会論文集、pp. 653-656、1984。 [3]李、藤田、北山、小谷：高強度材料を用いたRC内柱・梁接合部における梁主筋の定着性能、第13回JCI年次論文報告集、1991。 千葉大学・助手・工博

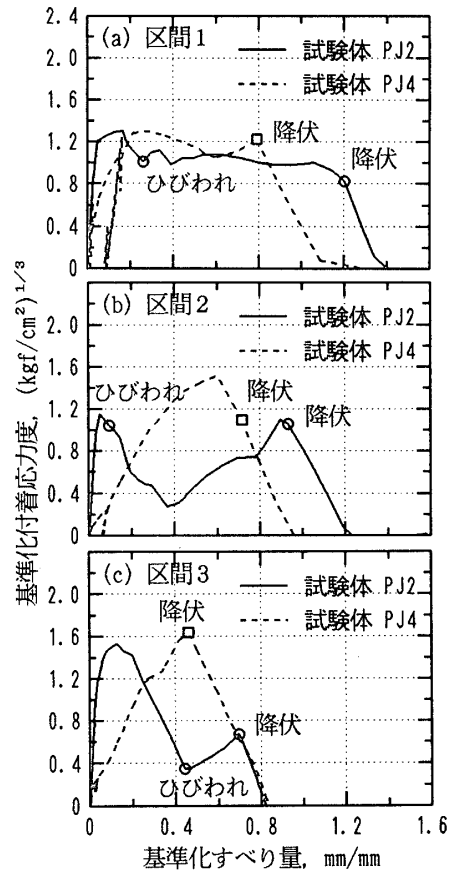


図5 基準化付着応力度-すべり量関係

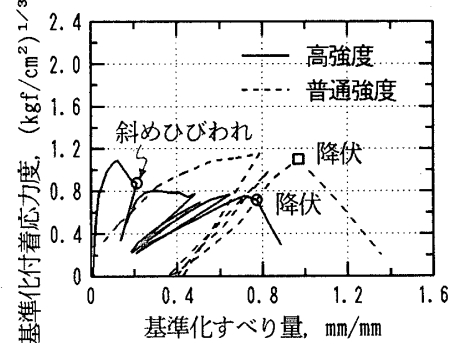


図6 基準化付着応力度-すべり量関係