

非閉鎖型補強筋と超高強度スパイラル筋による2段配筋RC梁の付着補強効果

広島大学 学生会員 ○ 山口詩織
 京都大学 佐藤裕一
 高松高専 正会員 長友克寛
 高松高専 松原三郎

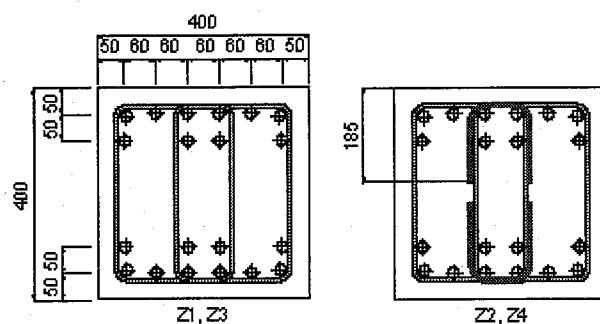
1. はじめに 1300MPa 級超高強度スパイラル筋（以下、スパイラル筋と表記）を用いてせん断補強された RC 梁では、条件によっては十分な主筋付着耐力を確保できない場合がある。既往の研究において、この解決策として普通強度の非閉鎖型補強筋（以下、フックと表記）を併用する方法が提案されている。一方、2 段配筋された RC 梁の 2 段目主筋においては、その付着強度の定量化が十分でないことから過大な安全率が設定され、梁の耐力が過少評価されている可能性が高い。精度の高い付着強度式が確立されれば、より効率的なせん断設計が実現できる。本研究は、脚長を長くしたフックをこのような 2 段配筋された RC 梁に適用し、付着強度の改善を中心としたその補強効果を実験的に検討したものである。

2. 実験方法

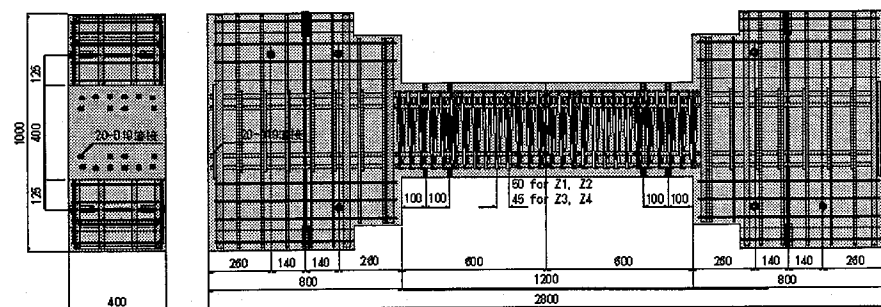
図－1に試験体の断面配筋図、図－2に同じく平面配筋図を示す。試験体は、幅 400 mm、高さ 400 mm、スパン 1200 mm の 2 段配筋 RC 梁である。表－1に実験概要を示す。主筋は SD980 相当 20-D19 であり、せん断補強筋としてスパイラル筋を 4-U6.2@50mm ($p_w=0.60\%$) または 4-U7.1@45mm ($p_w=0.88\%$) で、付着強度の改善のためフックを 2-D6@50mm または 2-D6@45mm でそれぞれ配置した。フックの脚長は、直線部を 185mm と長めに設定した。図－3に実験で採用した载荷履歴を示す。油圧ジャッキを用いてスタブに相対変位 $\delta = \pm 3, 6, 12, 20, 60, 80\text{mm}$ (回転角 $\theta = 0.25, 0.50, 1.0, 2.0, 3.3, 5.0, 6.7\%$, 6.7% は 1 回のみ) を与えた。主筋 20 本中 8 本、スパイラル筋およびフックのスパン方向の各 5 箇所にそれぞれ歪ゲージを貼付し、その値を計測した。

3. 実験結果

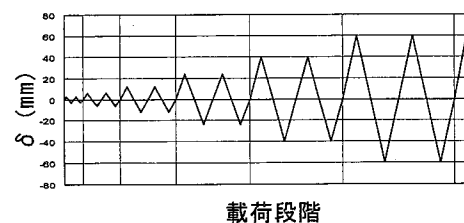
3.1 破壊状況 図－4に 2 段配筋された RC 梁の試験体 Z2 の破壊状況を一例として示す。使用した試験体は全て、付着破壊耐力を他の破壊形式の耐力よりも低く設計した。そのため実験では、全試験体においてまず曲げひび



図－1 断面配筋図 (単位 mm)



図－2 平面配筋図 (単位 mm)



図－3 载荷履歴

表－1 実験概要

試験体名	公称圧縮強度 f_c' (MPa)	横補強筋比		計算耐力			実験値 最大 せん断力 V (kN)
		スパイラル筋 p_w (%)	フック筋 p_{wb} (%)	せん断 V_s (kN)	付着 V_b (kN)	曲げ V_y (kN)	
Z1	46.4	0.60 (4U6.2@50)	0.0	915	753	1744	974/-980
Z2	46.4	0.60 (4U6.2@50)	0.28 (2D6@50 Over lapped)	915	888	1744	1064/-997
Z3	46.4	0.88 (4U7.1@45)	0.0	1237	831	1744	1160/-1071
Z4	46.4	0.88 (4U7.1@45)	0.31 (2D6@45 Over lapped)	1237	994	1744	1149/-1140

割れ、次に斜めせん断ひび割れが発生し、最終的に作用せん断力の増大に伴って主筋に沿う付着割裂ひび割れが生じ、想定通り付着割裂破壊に至った。

3.2 せん断力 V -回転角 θ 関係 図-5 に試験体 Z1 のせん断力 V と回転角 θ の関係を一例として示す。付着割裂ひび割れの進展に伴い、曲線はスリップ型を示す様になり、いわゆるピンチ効果がみられる。なお、全試験体において、正載荷時では $\theta = 3.3\%$ で最大せん断力 V_{max} に達した。

3.3 最大せん断力 V_{max} 比較 図-6 に全試験体の最大せん断力 V_{max} の比較を示す。スパイラル筋比 $p_w = 0.88$ (試験体 Z3, Z4) の方が $p_w = 0.60$ (試験体 Z1, Z2) よりも V_{max} が大きい。 p_w が 0.60 と低い場合、フックを配置することで V_{max} も増加している。しかし、 p_w が 0.88 と高い場合には、フックの効果は正載荷時と負載荷時とで異なっている。

図-7 に試験体 Z3, Z4 の $\theta = \pm 3.3\%$ 時におけるせん断力 V を示す。フックの有無に関係なく、変位の繰返しに伴い V の低下がみられる。また、正載荷時および負載荷時ともにフック有りの Z4 の方が無しの Z3 よりも V の低下量が小さく、フックによる靱性改善効果が発揮されている。

3.4 横補強筋応力分布 図-8 に $\theta = 3.3\%$ 時における試験体 Z2

の横補強筋応力 σ_{sp} および σ_b 分布を示す。スパイラル筋応力 σ_{sp} は、外周筋のスパン中央位置を除けば、外周筋及び中子筋ともに同程度の応力が発生している。フック応力 σ_b については、フック脚端部付近に発生した細かな割裂ひび割れによって、この時点においては既に大きく低下している。

3.5 主筋応力分布 図-9 に

$\theta = 3.3\%$ 時における試験体 Z2 の主筋応力分布を示す。応力は、主筋が隅筋か内側配置筋かに関わらず同程度の応力を示している。1 段目主筋と 2 段目主筋を比較すると、前者の方が両端での発生応力が大きい傾向にある。また、部材の損傷によって応力分布はスパン中央に対して点対称ではなく、圧縮応力よりも引張応力の発生領域が広い。

4. まとめ 主筋が 2 段配筋で

かつ超高強度スパイラル筋でせん断補強された RC 梁試験体にフックを併用した場合、横補強筋比の増加に伴って試験体の耐力および靱性は増加する傾向にある。しかし、スパイラル筋比が高い試験体では、フックの配置による耐力改善効果は正載荷時と負載荷時とで異なる結果になった。この点については今後の検討課題である。

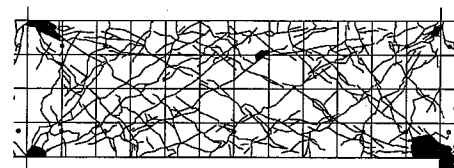


図-4 破壊時のひび割れ状況 (試験体 Z2)

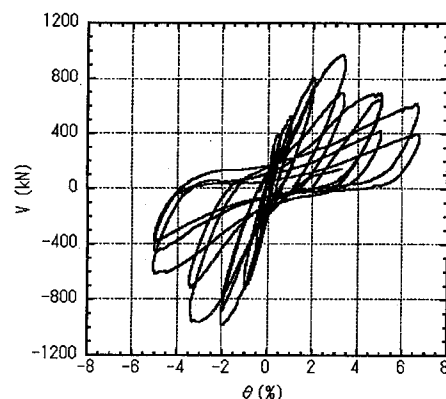


図-5 せん断力 V -回転角 θ 関係 (試験体 Z1)

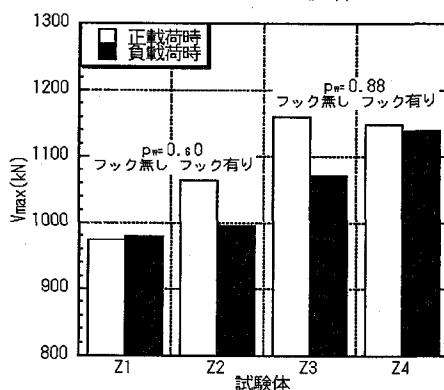


図-6 最大せん断力 V_{max} の比較

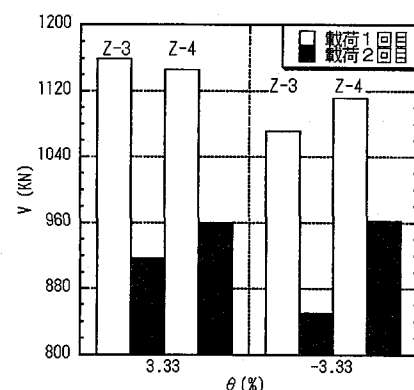


図-7 繰返しに伴うせん断力低下 (試験体 Z3, Z4, 回転角 $\theta = 3.3\%$ 時)

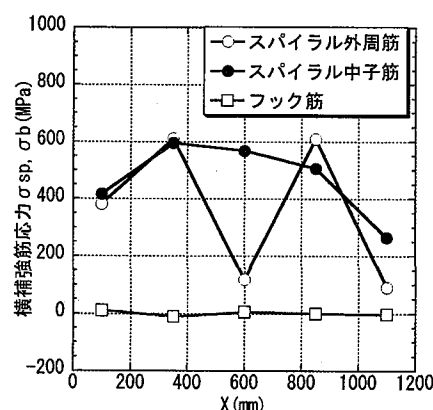


図-8 横補強筋応力 σ_{sp} , σ_b 分布 (試験体 Z2, 回転角 $\theta = 3.3\%$ 時)

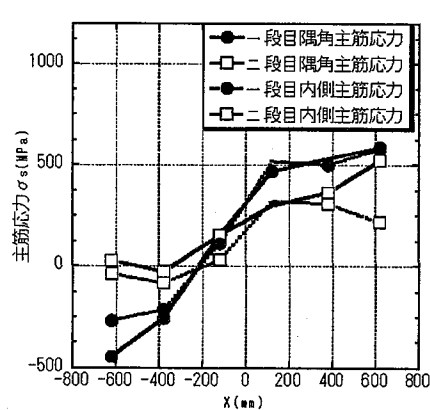


図-9 主筋応力 σ_s 分布 (試験体 Z2, 回転角 $\theta = 3.3\%$ 時)