

V-1 2段配筋上段部の付着割裂強度とその補強方法に関する実験的研究

高松高専 学生会員○妻鹿 千鶴

高松高専 正会員 長友 克寛

京都大学 佐藤 裕一

高松高専 松原 三郎

1. 研究目的 2段配筋されたRC柱・はり部材における上段主筋の定着強度いわゆる付着割裂強度は、下段主筋のそれに比較してかなり低下する。この主原因は、以下の3つである。(1) 上段主筋近傍のコンクリートには、下段主筋の付着応力によるリングテンションも作用する。(2) 上段主筋の上部のコンクリートには上・下段主筋引張力に相当するせん断力が作用し、それに伴う斜めひび割れが付着割裂ひび割れを誘発する可能性がある。(3) 2段配筋が必要となるような場合、必然的に主筋間隔が狭まり、しかも上段主筋については(主筋に直接掛かる横補強筋の脚数)/(主筋本数)比も減少する傾向にある。しかし、現時点では、上段主筋の付着割裂強度は十分定量化されておらず、上段主筋の効率的な付着補強方法も確立されていない。本研究は、1段配筋と2段配筋のRCばりの付着割裂試験を通して、2段配筋上段の付着特性およびその補強方法について検討を加えたものである。

2. 実験概要 図-1に試験体の形状・寸法を示す。試験体は、幅200 mm、高さ350または400 mm、スパン1800 mmの単純ばりである。軸方向鉄筋は、圧縮鉄筋(D19, SD345)が2本、引張鉄筋(主筋と表記)(D19, SD390)が4本である。横補強筋としてあばら筋(D6, SD295A, 間隔 $S_w=100$ mm)およびフック(D6, SD295A, 間隔 $s_b=100$ mm)を配置した。主筋の定着長は、支点近傍にステンレス製パイプをかぶせ、せん断スパン中央部付近に発泡スチロールを用いて幅40 mmの切り欠き部を設けることにより400 mmに限定した。

表-1 実験概要

試験体No.	配筋段数	フックの有無	f_c' (MPa)	下段		上段		備考
				τ (MPa)	$\tau/\sqrt{f_c'}$	τ (MPa)	$\tau/\sqrt{f_c'}$	
1	1段	無し	24.8	2.72	0.546	-	-	
2		有り	29.0	3.79	0.703	-	-	
3	2段	無し	21.3	2.10	0.455	1.67	0.362	310.8
4		有り	21.3	2.31	0.500	1.62	0.350	340

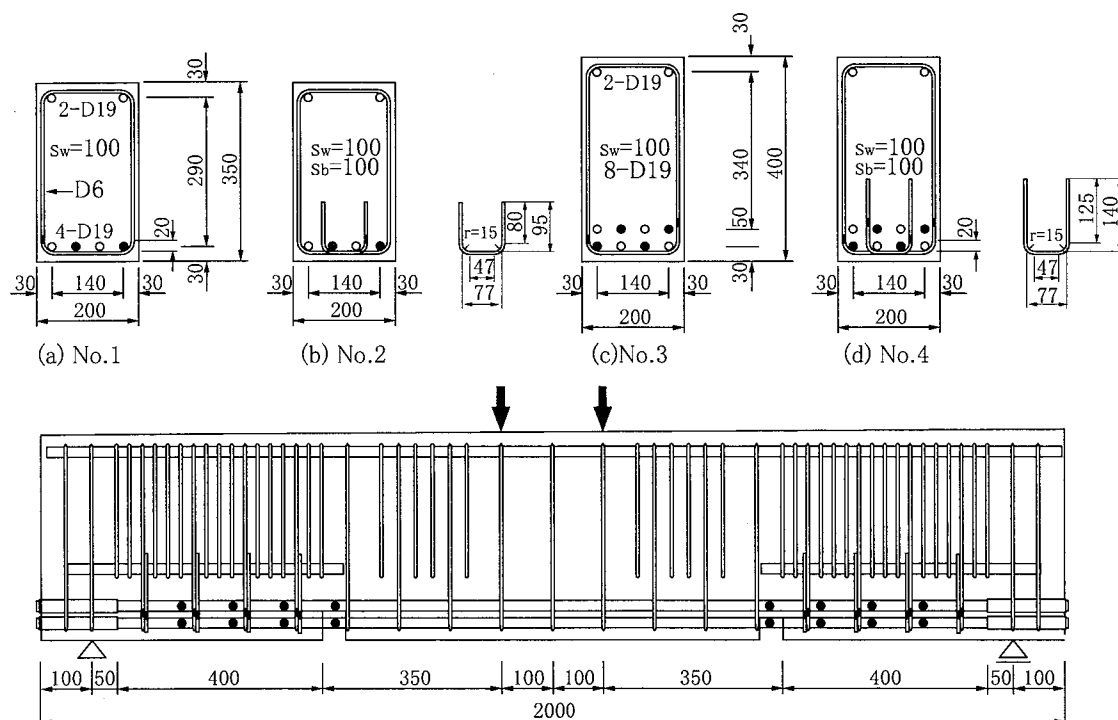
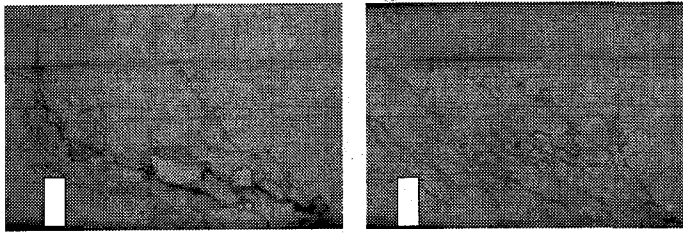


図-1 試験体の形状・寸法(単位mm)



(a) 試験体 No. 3

(b) 試験体 No. 4

写真-1 破壊時のひび割れ状況

2.2 荷重・測定方法 荷重には油圧ジャッキを用い、対称2点荷重を作用させた。試験体の左右のどちらか一方が破壊した場合、一旦除荷し、鋼板とPC鋼棒とで破壊した側を上下から締め付け、再荷重によってもう一方の側を破壊に至らせた。

3. 実験結果

3.1 破壊状況 写真-1に2段配筋された試験体の破壊時におけるひび割れ状況を示す。写真(a)はフック補強無しの試験体 No. 3、写真(b)はフック補強有りの試験体 No. 4におけるものであるが、両者共に想定どおり2段目主筋に沿う割裂ひび割れの発生によって破壊している。

3.2 付着割裂強度 表-1に実験で得られた最大荷重時の平均付着応力度 τ を示す。フックを配置しない場合、1段配筋の $\tau/\sqrt{f_c'}$ (0.546)と2段配筋上段のそれ (0.362)を比較すると、34%低下している。2段配筋の場合、フックを配置することで下段主筋の $\tau/\sqrt{f_c'}$ は0.455から0.500へと10%増加し、これは破壊時せん断力 V_u の増加率とも符合する。フックで下段主筋のすべりを拘束することは、主せん断ひび割れの成長を遅らせ、間接的に2段配筋の付着耐力を増加させる可能性が有る。2段配筋の場合、フックを配置しても上段の $\tau/\sqrt{f_c'}$ はほとんど変化しない (1.67と1.62)。これは、写真-1(b)に示したようにフック脚端部域にも細かな斜めひび割れが多数発生し、フックが十分なひび割れ拘束効果を発揮できなかったこと、および後述するようにあばら筋が降伏したこと等が原因であると考えられる。

3.3 主筋応力 σ_s 分布 図-2に同じ試験体 No. 4の主筋応力 σ_s 分布の推移を示す。最大荷重 $P=335\text{kN}$ 時の応力 σ_s は、上・下段主筋共に上に凸の曲線になっている。

3.4 あばら筋応力 σ_w 分布 図-3に上段主筋位置のあばら筋応力 σ_w 分布の推移を示す。割裂ひび割れの発生・進展に伴い σ_w は急激に増加し、 $P=335\text{kN}$ 時には降伏が生じている。

3.5 フック応力 σ_h 分布 図-4に上段主筋位置のフック応力 σ_h 分布の推移を示す。最大荷重時の平均付着応力度 τ はそれほど増加しなかったが、応力 σ_h は200MPa近くにまで達しており、ある程度の拘束効果を発揮している。

4. まとめ 2段配筋したRCはりの付着試験を実施し、2段配筋上段主筋は下端主筋に比較して付着割裂強度が大幅に低下すること、付着割裂破壊専用非閉鎖型補強筋の効果は2段配筋上段主筋に対しては小さく、補強筋脚長等に再検討が必要であること等を明らかにした。

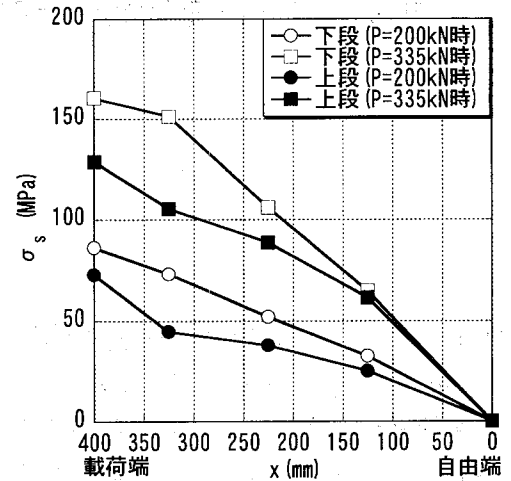


図-2 主筋応力 σ_s 分布の推移 (試験体 No. 4: フック有, 2段配筋)

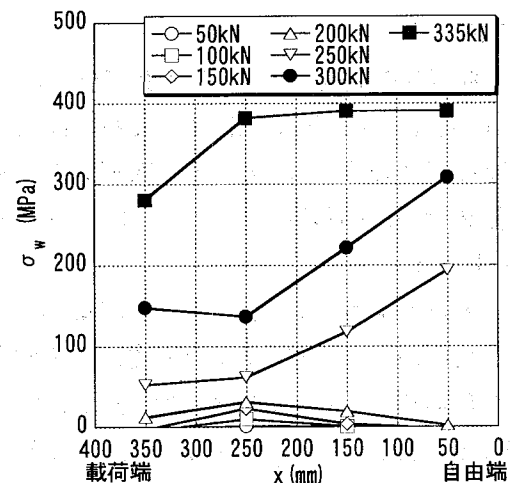


図-3 あばら筋応力 σ_w 分布の推移 (試験体 No. 4: フック有, 2段配筋)

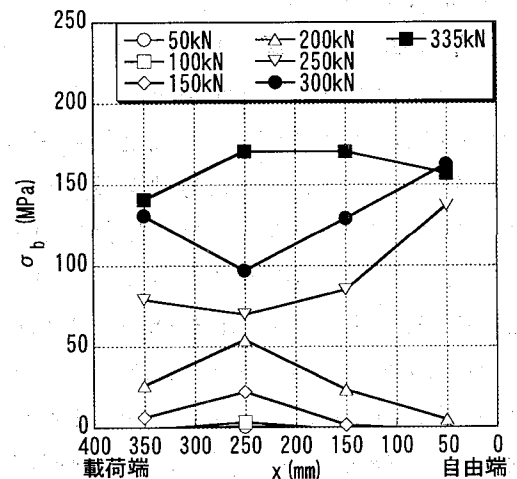


図-4 フック応力 σ_b 分布の推移 (試験体 No. 4: フック有, 2段配筋)