

V-30 非閉鎖型補強筋により付着割裂補強したRCはりの力学特性

高松高専専攻科 学生会員○ 高橋恵子
 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 近年、鉄筋コンクリート部材のスリム化が図られ、それに伴い過密配筋が多く見られるようになってきている。これを回避するために横補強筋を高強度化する方法がとられるようになってきているが、この場合、横補強筋比の減少によって部材の付着割裂強度が低下する場合がある。著者ら¹⁾は、既往の研究で付着割裂破壊に対して非閉鎖型補強筋（以下、フックと表記）とあばら筋の併用が有効であることを明らかにしているが、様々な配筋計画での部材挙動については検討が十分ではない。本研究は、RCはりのせん断スパン域に400mmの明確な定着区間を設けた試験体を作製し、横補強筋としてフックとあばら筋を併用した場合を対象として、このはりの力学特性を実験的に検討したものである。

2. 実験概要 試験体の作製およびその破壊試験は、2回に分けて行った。コンクリートの圧縮強度の全平均値は、前半分が29.0MPa、後半分が24.8MPaであった。軸方向鉄筋には、圧縮鉄筋（D19, SD345）と引張主筋（D19, SD390）を配置した。フックおよびあばら筋には鉄筋径D6、材質SD295Aの普通強度鉄筋を使用した。表-1に今回使用した鋼材の力学的性質を示す。

図-1に、試験体の形状・寸法を示す。試験体は、高さ350mm、スパン長1800mmの対称2点荷を受ける単純はりである。実験変数は、はり幅（200, 250mm）、主筋本数（3~5本）あばら筋間隔（100, 150mm）、フック間隔（50, 100, 150mm）、およびフックの形状である。引張主筋は、支点近傍部（以下、自由端側と表記）にステンレス製パイプをかぶせ、かつせん断スパン中央部付近に切り欠き部（以下、荷重端側と表記）を設けることにより、その定着長を400mmに限定した。試験体の断面寸法および横補強筋量は、付着割裂破壊を想定して決定し、せん断耐力を高めて付着割裂破壊を先行させるために、定着区間のあばら筋の間に、さらに補助的横補強筋を配置した。

破壊試験では、変位制御により荷重を負荷した。主な計測事項は、荷重P、中央たわみ δ 、補強筋歪および主筋歪、主筋の自由端すべりである。

3. 実験結果および考察

3.1 破壊状況 写真-1は、試験体No. 10の破壊状況である。試験体No. 8を除く全ての試

表-1 鋼材の力学的性質

	主筋	非閉鎖型補強筋 あばら筋
鉄筋径 (mm)	19.1	6.35
降伏強度 f_y (MPa)	431.4	390.5
引張強度 f_u (MPa)	640.5	589.4
弾性係数 E_s (MPa)	192.1	202.0

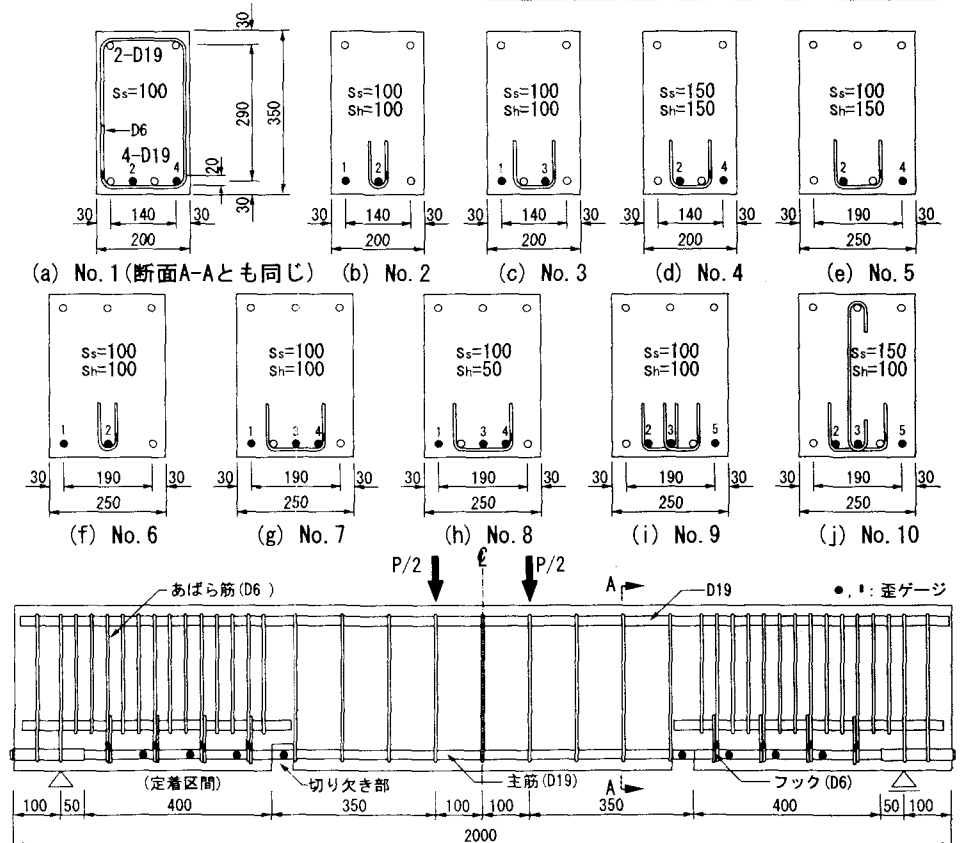


図-1 試験体の形状・寸法および荷重・測定方法(単位mm)

験体で、定着区間に主筋に沿う付着割裂ひび割れが発生、成長し、連結することで耐力に至った。

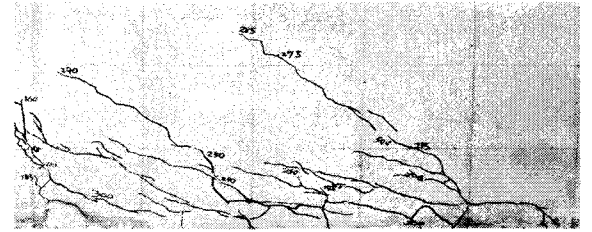


写真-1 破壊状況の一例 (試験体 No. 10)

3.2 主筋付着応力 τ 分布 図-2に、試験体No.10の第3主筋における付着応力 τ 分布の推移を示す。ここで、以下の図の横軸 X は、自由端からの距離を示す。また、第3主筋とは、図-1の試験体断面図における主筋を左から順に数えた3番目の主筋

である。荷端側に近づくにつれ、付着劣化により付着応力は低下している。しかし、定着区間中央部においては、 τ はほぼ一様に分布しており、安定した付着応力が得られている。

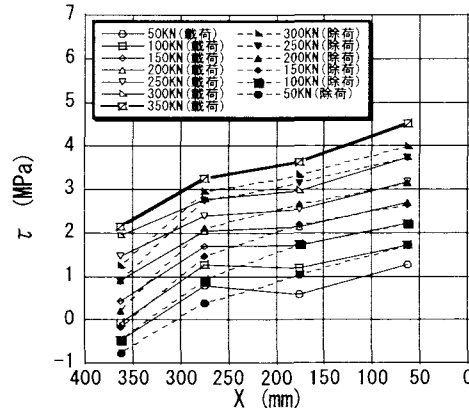


図-2 主筋付着応力 τ 分布の一例 (試験体 No. 10, 主筋 No. 3)

3.3 あばら筋応力 σ_{st} 分布

図-3に、試験体No.10におけるあばら筋応力 σ_{st} 分布の推移を示す。割裂ひび割れの発生、成長に伴い、 σ_{st} は急激に増加

する。なお、あばら筋にはせん断ひび割れの発生に伴い、かなりの曲げが加わり、曲げ降伏を生じている試験体が多く見られた。これより、フックとの併用に際しては、高強度鉄筋の使用が望ましいことが分かる。

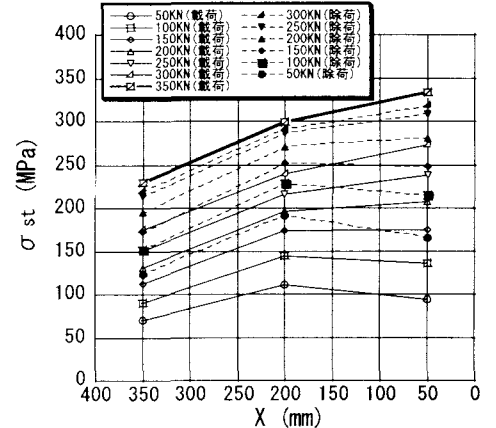


図-3 あばら筋応力 σ_{st} 分布の一例 (試験体 No. 10)

3.4 フック応力 σ_h 分布

図-4に、試験体No.10におけるフック応力 σ_h 分布の推移を示す。 σ_h は、200MPaを超えており、フックが割裂ひび割れの拘束に寄与していることが分かる。ただし、通常はその最大値は250MPa程度であり、普通強度鉄筋を使用することの妥当性がみとれた。

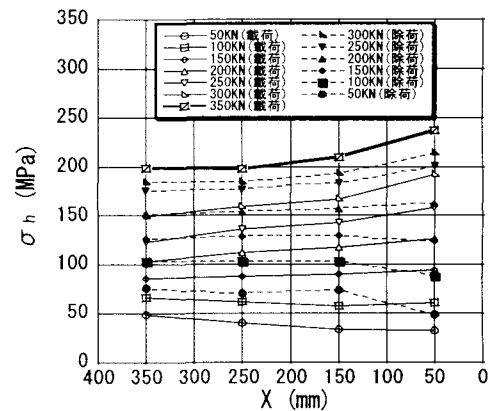


図-4 フック応力 σ_h 分布の一例 (試験体 No. 10)

3.5 横補強筋の掛かり方と付着応力 τ の関係

図-5に、試験体No.6, 7, 9, 10におけるフックの掛かり方の違いが付着応力 τ に与える影響の比較を示す。図中の数字は、図-1の試験体断面図における主筋No.を示したものである。また、縦軸は、最大荷重時での定着区間内における平均付着応力である。試験体No.6では、外周あばら筋が掛かった主筋よりも、U字型フックが掛かる主筋の方がかなり高い τ が生じている。一方、試験体No.7においても、あばら筋が掛かる主筋よりもコの字型フックが掛かる主筋の方がやや高い τ が生じている。また、試験体No.10では、主筋No.3での τ 値が高く出ており、180° フックを持つ中子筋の脚が拘束効果を発揮していることが分かる。

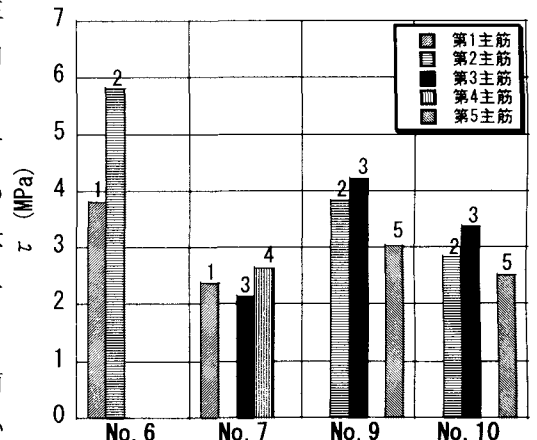


図-5 最大荷重時における付着応力 τ の比較

4. まとめ 本研究の結果、フックとあばら筋を併用する場合、前者には普通強度鉄筋を、後者には高強度鉄筋を使用することが望ましいことが分かった。また、コの字型フックよりもU字型フックの方が付着割裂補強効果が大きいこと、中子筋の180° フックの脚が拘束効果を発揮すること等を明らかにした。

参考文献 1) Sato, Y., Nagatomo, K. and Nakamura, Y. : Bond-Strengthening Hooks for RC Members with 1300 MPa-Class Shear-Reinforcing Spirals, Journal of Asian Architecture and Building Engineering, Vol. 2, No. 2, pp. 7-14, Nov. 2003