

高松工業高等専門学校 正会員 ○長友 克寛
豊橋技術科学大学 正会員 角 徹三
高松工業高等専門学校 松原 三郎
高松工業高等専門学校 遠藤 景子

1. 研究目的 R C 骨組の柱・はり部材に見られる付着割裂破壊は、正負の载荷履歴に大きく支配されると考えられる。しかし、既往の付着割裂強度算定式の多くは、単調载荷時における実験結果をもとに提案されており、特に高付着応力レベルでの正負繰返し载荷時における実験データは極端に不足しているのが現状である。

本研究は、著者等が既往の研究において試作した簡易型付着試験体を、正負繰返し载荷が可能のようにさらに改良した試験体を用い、その载荷が破壊性状に及ぼす影響について実験的に検討したものである。

2. 実験方法 表－1 に実験概要を示す。実験変数は、横補強筋量（無補強、閉鎖型スターラップ3-D6(120mm ピッチ)、5-D6(60mm ピッチ)）である。同表中に示すように、試験体名はスターラップ間隔に対応させた。

図－1 に試験体の右半分を対象としてその形状・寸法を示す。試験体は、幅160mm、長さ1250mm、高さ300mm のコンクリートにD19 供試筋を2本埋め込んだものである。中央の長さ350mm 区間を定着区間とし、その両側には抜け出し量を計測するため長さ50mm のスリットを設けた。さらに、その両外側の長さ400mm の区間については、パイプを用いて付着を断った。また、定着区間側面には、水平な割裂ひび割れを誘導するため供試筋に沿って深さ6mm のノッチを入れた。供試筋の2本の縦リブ位置には、幅6mm、深さ5mm の溝を切削し、歪みゲージを端部では25mm、内部では50mm 間隔で貼付し、その上をシリコンにより防水処理した。供試筋およびスターラップの材質はSD295Aとした。コンクリートの圧縮強度は約23MPa、スランプ値は約15cmであった。

载荷には、試験体両側にセットした2本の中空油圧ジャッキを用い、それぞれ交互に10回の引抜き力を加えた。引抜き力の大きさは、「藤井等」の付着割裂強度算定式（上端筋）より計算される、単調载荷下において割裂破壊を生ずる引張力の85%とした。繰返し载荷中に付着割裂破壊しなかった試験体（S000、S120）については、その後、破壊が生ずるまで正方向への载荷を行った。

3. 実験結果およびその考察

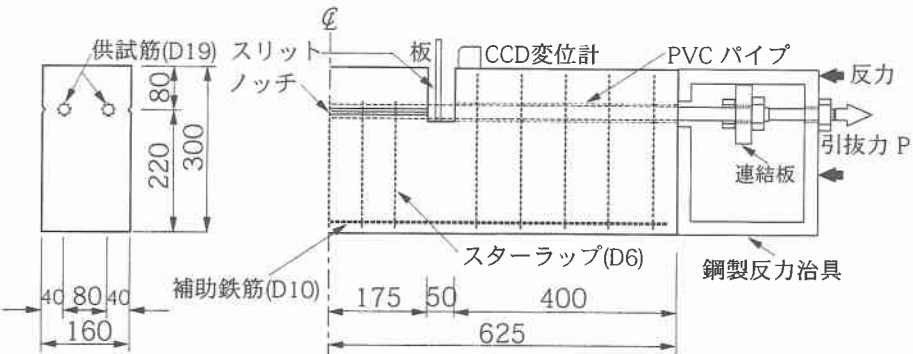
3.1 破壊性状 無補強試験体 S000 においては、供試筋軸を貫通するサイドスプリット型ひび割れの発生と同時に引抜き力が急激に低下し、非常に脆性的な破壊を生じた。一方、横補強筋量の増大に伴って、割裂ひび割れ発生後の引抜き力の低下は緩やかとなり、じん性の改善が見られた。

3.2 付着割裂強度 図－2 に付着割裂強度比 τ_{uexp}/τ_{ucal} と横補強筋比 p_w との関係を示す。ここに、 τ_{uexp} は実験値、 τ_{ucal} は藤井等の提案式による計算値である。同図において、無補強試験体 S000 では τ_{uexp}/τ_{ucal} は1.17と1を超えており、正負繰返し

载荷の付着割裂強度への影響は見られない。一方、補強試験体 S120、S060 では、 p_w の増加に伴い τ_{uexp}/τ_{ucal} は次第に低下している。試験体 S120、S060 では、負荷した繰返し荷重が試験体 S000 における破壊荷重よりも大きいことから、正負繰返し载荷が付着割裂強度の劣化に及

表－1 実験概要

試験体名	横補強筋量	τ_{uexp}/τ_{ucal}	備考
S000	無補強	1.17	10回载荷後破壊
S120	D6-12cm	0.95	10回载荷後破壊
S060	D6-6cm	0.83	6回目で破壊



図－1 試験体の形状・寸法（単位 mm）

ばす影響は、コンクリートの負担分ではなく横補強筋の負担分に顕著に現れたことになる。

3.3 供試筋引張応力度分布 図-3に、試験体 S120 を例に取り、その第5回目正負載荷時における供試筋引張応力度 σ_s 分布の推移を示す。同図において、横軸 X は正載荷時の自由端からの距離である。また、実線は正載荷時（右方向への引抜き）、破線は負載荷時（左方向への引抜き）を表す。両載荷時共に、 σ_s 分布は自由端から載荷端に向かうにつれて増大している。しかし、その増大傾向は載荷端近傍では低下している。

3.4 付着応力度分布 図-4に、図-3の σ_s 分布より求めた付着応力度 τ 分布の推移を示す。載荷端近傍での σ_s の増加傾向の低下に対応して、この領域では τ は低下している。これは、鉄筋軸に沿う割裂ひび割れや鉄筋横ふしから発生したコーン状内部ひび割れの進展等に伴う付着劣化によるものである。

3.5 局部付着応力度－すべり関係 図-5に試験体 S120 について、 $X=25\text{mm}$ の位置における局部付着応力度 τ －すべり S 曲線を示す。同図において、右方向が正載荷時（内部へのめり込み）、左方向が負載荷時（外部への抜け出し）を意味している。局部 τ －S 曲線は逆 S 型の形状を示し、典型的なピンチ効果が現れている。また、めり込み剛性の方が抜け出し剛性よりも大きく、 τ －S 関係は方向性をもつことも分かる。なお、定着区間中央部では、載荷方向による特性の差は見られず、鉄筋上の位置によらない τ －S モデルの構築が可能であると考えられた。

4. 結論 本研究では、正負繰返し載荷が付着割裂破壊時における異形鉄筋の付着性状に及ぼす影響について実験的に検討した。以下に得られた結果をまとめる。

- (1) 横補強鉄筋は割裂ひび割れの発生に伴う急激な荷重低下を抑えられる。
- (2) 正負繰返し載荷は付着割裂強度に占める横補強筋の負担分を低下させる。
- (3) 局部付着応力－すべり関係は定着区間端部において正負の方向性をもつ。

参考文献 1) 藤井 栄：鉄筋コンクリートにおける付着・定着特性とその部材性能に及ぼす影響に関する研究，京都大学学位論文，1992.1

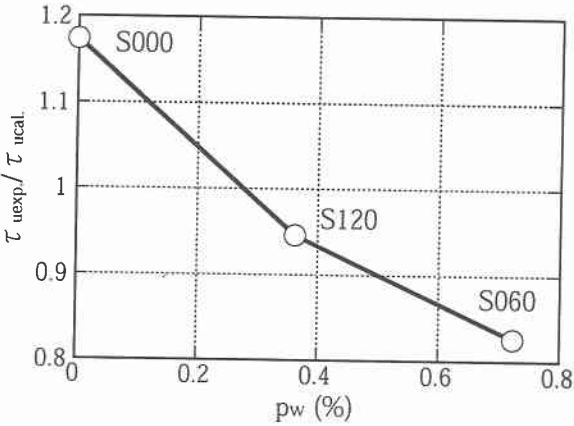


図-2 付着割裂強度比－横補強筋比関係

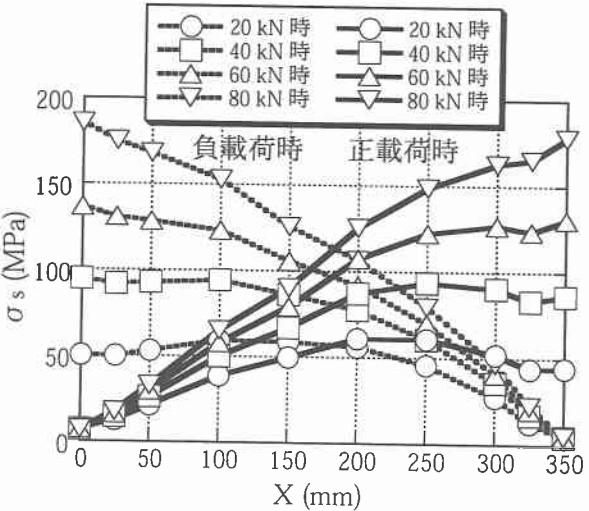


図-3 鉄筋引張応力分布の推移
(試験体 S120, 第5回目載荷時)

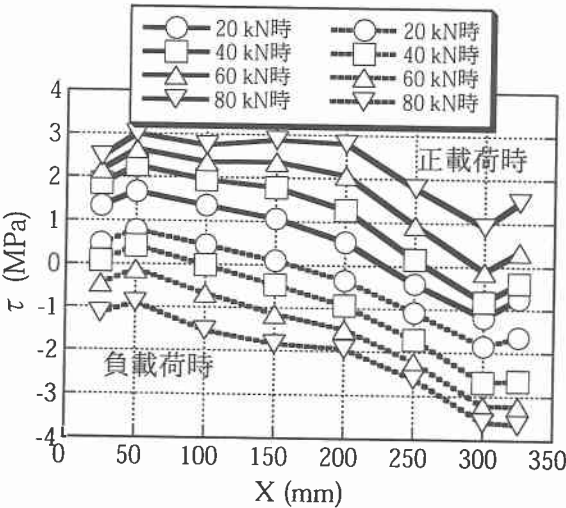


図-4 付着応力分布の推移
(試験体 S120, 第5回目載荷時)

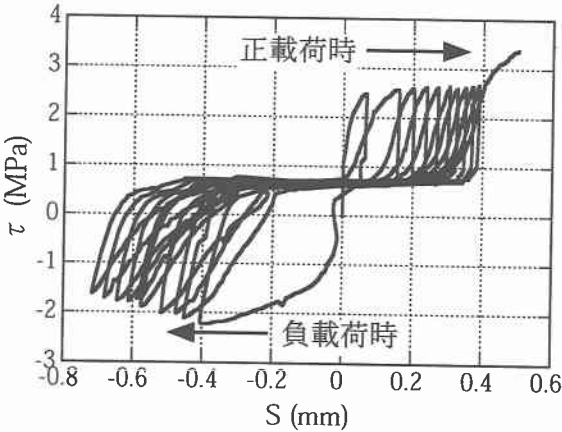


図-5 局部付着応力－すべり関係
(試験体 S120, X=25mm の位置)