

V-38 簡易型試験体によるサイドスプリット型破壊時の局部付着特性

高松高専専攻科 学生員○中村 知子
高松高専 正会員 長友 克寛
豊橋技術科学大学 正会員 角 徹三
京都大学 正会員 藤井 栄

1. はじめに R C部材のせん断引張破壊時等、主鉄筋に沿った割裂ひび割れを伴う定着部の挙動を解析的に追跡するためには、主鉄筋周囲のコンクリートの拘束条件を反映した付着特性モデルを構築する必要がある。

本研究では、主鉄筋軸を連ねる面でのサイドスプリット型破壊時における付着特性モデル構築を目的とし、付着割裂と特に関わりが大きい4つの因子を実験変数とした試作簡易型試験体¹⁾の付着試験を行った。そして、得られた結果より局部付着応力 τ —すべり S 関係を求め、それら実験変数の影響について考察を加えた。

2. 実験概要 図-1に本実験で使用した簡易型付着試験体の形状・寸法の一例を示す。実験変数には、供試筋径 d_b (D19, D22, D25), 定着長 l_d (13.1 d_b , 約18 d_b (基準とした定着長), 23.6 d_b), 横補強筋比 p_w (0%, 約0.35%, 約0.70%), およびコンクリート圧縮強度 f_c' (31 MPa~38 MPa)の4つを採用した。

3. 実験結果およびその考察

3. 1 破壊状況 試験体側面に深さ6 mmのノッチを設けることにより、全ての試験体において想定通り供試筋に沿ってひび割れが貫通するサイドスプリット型の付着破壊を生じた。その進展速度は、 p_w の大きいものほど緩やかであった。載荷端(スリット位置)近傍においては、V字型ひび割れも観察された。

3. 2 平均付着割裂強度 平均付着割裂強度の実験値 τ_{uexp} と藤井式²⁾による計算値 τ_{ucal} との比 τ_{uexp}/τ_{ucal} を求めると、平均値が $m=0.98$, 標準偏差が $\sigma=0.11$ となり、良い一致をみた。このことは、今回採用した実験変数の変化に対しても、試作簡易型試験体の適用性が高いことを裏付けるものであった。

3. 3 局部付着応力 τ —すべり S 曲線 図-2(a)は、 $p_w=0\%$, $d_b=19.1$ mm, $l_d=250$ mmの試験体について、自由端から計算点までの距離 x の変化に伴う τ — S 曲線の推移を示す。ここに、 τ は、まず隣接する3点の歪みゲージの読みより2つの歪み勾配を計算し、さらにその平均勾配を用い、中央の歪みゲージ位置での値として評価した。また、 S は、自由端すべり S_f に計算点までの鉄筋歪み ϵ_s の分布を積分したものを加えることによって求めた。同図より、載荷端($x=l_d$)近傍の付着劣化域を除外すれば、自由端に近づく(x の減少)に伴って τ — S 関係はほぼ一つの収束する傾向にあることが分かる。

図-2(b)は、 $p_w=0.330\%$ (横補強筋間隔 $s=120$ mm), $d_b=19.1$ mm, $l_d=350$ mmの試験体について、 τ — S 曲線の推移を示す。横補強筋の拘束効果により、 τ は局部付着強度に到達しても急には低下しない。また、これらの曲線に関しても、巨視的には自由端($x=0$)に近づくに伴ってほぼ一つの収束する傾向にある。

4 局部付着応力 τ —すべり S モデル 図-3に図-2をモデル化した τ — S 曲線を示す。以下では、同図中の τ_{ulocal} , $kb1$, $kb2$, S_y の各特性値について、その定量化を試みる。

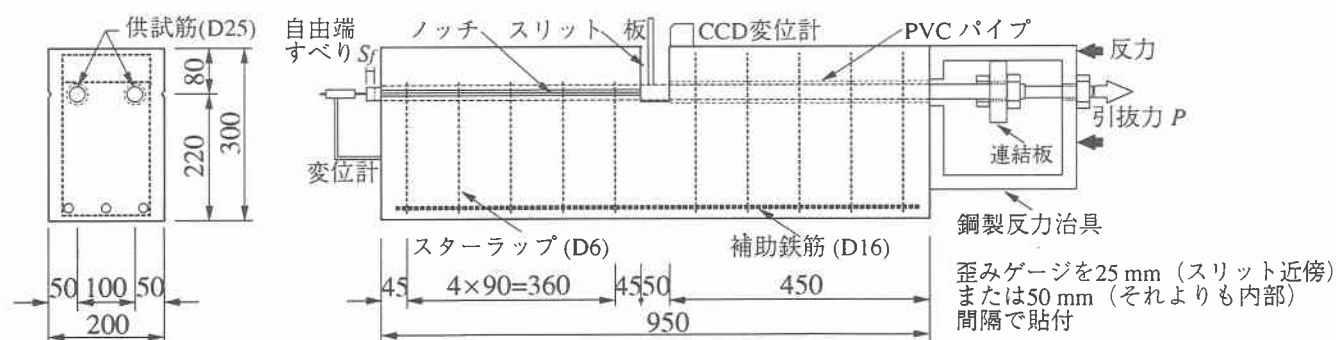
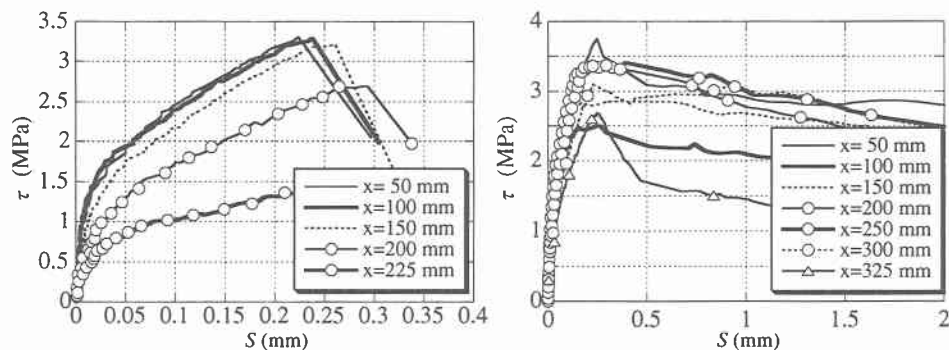


図-1 簡易型試験体の形状・寸法の一例 ($p_w=0.352\%$, $d_b=25.4$ mm, $l_d=450$ mmの場合) (単位mm)



(a) $p_w=0\%$, $l_d=250\text{ mm}$ (b) $p_w=0.330\%$, $l_d=350\text{ mm}$

図-2 局部付着応力 τ —すべり S 関係 ($d_b=19.1\text{ mm}$)

4. 1 局部付着割裂強度 τ_{ulocal}

局部付着割裂強度

τ_{ulocal} は、平均付着割裂強度 τ_{uexp} との比の平均値が 1.21 となり、藤井モデル²⁾における提案値 1.30 に近いものとなった。ただし、 $l_d=450\text{ mm}$ と長い試験体の比は 1.03 と小さかった。

4. 2 付着剛性 kb_1 , kb_2

図-4 は、 $d_b=19.1\text{ mm}$, $l_d=350\text{ mm}$

で p_w (図中の試験体名の最後の数字で表示した補強筋間隔 s (cm)) を変化させた 3 体の試験体について、付着剛性 kb_1 と座標 x との関係を示す。ここに、 kb_1 (kb_2) は、 τ_1 (同じく τ_2) と原点との間のデータを最小自乗法を用いて直線近似することによって求めた。同図より、 p_w に関わらず、 kb_1 は荷端側では小さく、自由端に近付くにつれてある一定値に収束することが分かる。同図中の全データの平均値は $kb_{1av}=97\text{ N/mm}^3$ (同じく $kb_{2av}=42\text{ N/mm}^3$) であり、藤井モデル²⁾における提案値 98.1 N/mm^3 に近いものとなった。また、 $p_w = 0\%$, $d_b=19.1\text{ mm}$ で l_d を変化させた 3 体の試験体の場合、全データの平均値は $kb_{1av}=109\text{ N/mm}^3$ (同じく $kb_{2av}=44\text{ N/mm}^3$) と幾分大きくなった。なお、 d_b が大きくなっても kb_{1av} はほとんど変わらず、一方、 f_c' が大きくなると kb_{1av} も大きくなった。

4. 3 付着降伏時すべり S_y

図-5 は、 $d_b=19.1\text{ mm}$,

$l_d=350\text{ mm}$ で p_w の異なる 3 体の試験体について、付着降伏時すべり S_y と座標 x との関係を示す。ここに、 S_y は、各局部 τ — S 曲線のピーク付着応力 (局部付着強度) 点あるいはすべりが大きく増加し始めると考えられる点でのすべりの値と定義した。同図より、 p_w に関わらず、 S_y は自由端に近付くにつれてある一定値に収束し、同図中の全データの平均値は $S_{yav}=0.22\text{ mm}$ となった。また、 $p_w = 0\%$, $d_b=19.1\text{ mm}$ で l_d を変化させた 3 体の試験体の場合、 l_d が長いほど S_y はやや小さい傾向にあったが、平均値は $S_{yav}=0.24\text{ mm}$ と大差なかった。

5. まとめ

本研究では、簡易型付着試験体を試作し、それらを用いた割裂試験を実施した。そして得られた実験結果より局部付着応力 τ —すべり S 関係を求め、それが自由端に近付くにつれて 1 つの曲線に収束する傾向にあることを明らかにした。さらに、 τ — S 関係について幾つかの特性値を定義し、その定量化を試みた。

参考文献

- 1) 長友克寛ほか：簡易型試験体の付着割裂破壊試験への適用性に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文報告集，第 21 巻，第 3 号，pp.355 - 360，1999
- 2) 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-3 局部 τ — S モデル

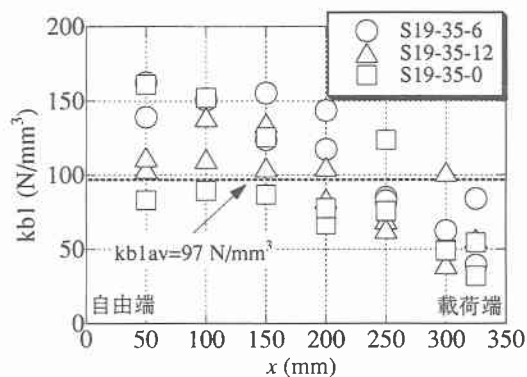
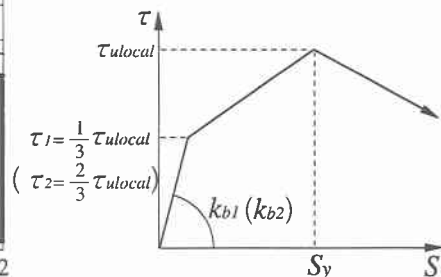


図-4 初期付着剛性 kb_1 —座標 x 関係 ($d_b=19.1\text{ mm}$, $l_d=350\text{ mm}$, p_w を変化)

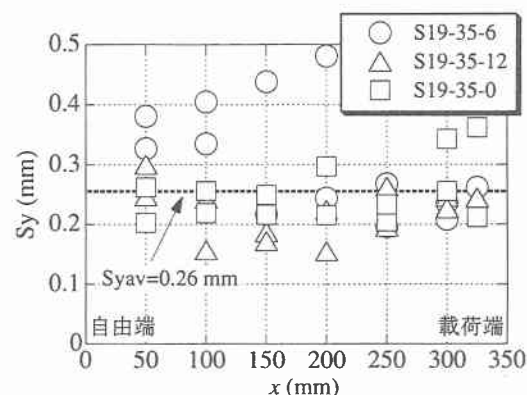


図-5 付着降伏時すべり S_y —座標 x 関係 ($d_b=19.1\text{ mm}$, $l_d=350\text{ mm}$, p_w を変化)