

Schmidt - Thrö 法による試作鉄筋の付着割裂破壊性状の評価

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

1. はじめに

主鉄筋定着部においては、鉄筋に沿う割り裂けひび割れが引き金となって破壊に至ることがある。これを付着割裂破壊と呼ぶ。この破壊の原因は、鉄筋の横ふし前面が傾斜しているために、鉄筋とコンクリート間の力の伝達が斜め方向に行われること（くさび作用）にある。著者等は、このことに着目し、横ふし前面の角度を90度にした鉄筋を試作し、付着割裂破壊の生じ難い鉄筋の表面形状について検討を加えてきた[1]。

一方、近年、Schmidt-Thrö等により新しい付着割裂試験法（以下 Schmidt 法）が考案され、その簡便さと適用性の高さが注目されている[2]。本研究は、このSchmidt 法を用い、高い付着割裂強度をもつ鉄筋表面形状について再検討するとともに、従来型の引抜試験体による実験結果との比較を行ったものである。

2. 実験概要

図-1(a)は、RCはりの定着部における圧縮主応力の流れを示している。コンクリート上部に作用する曲げ圧縮力は、鉄筋へと伝わり、横ふしのくさび作用による斜め圧縮力となる。図-1(b)は、Schmidt 型（以下 S 型）試験体における圧縮主応力の流れを、図-2(a)は、同試験体の詳細な形状・寸法を示す。S 型試験体の特徴は、供試筋の載荷端側部分の付着をパイプを用いて断ち、引抜力の反力をスリットを迂回して鉄筋に伝達させることにより、RCはりに似た圧縮主応力の流れを実現できることにある。図-2(b)は、比較のために作製した、従来型の引抜試験体を改良した試験体（以下 P 型）を示している。両試験体においては、割裂面の幅を90mm、定着長を150mmで共通にした。コンクリートには、粗骨材最大寸法20mmのものを使用した。その平均圧縮強度 f_c' は、S 型試験体が23.3 MPa、P 型試験体が27.8 MPaであった。

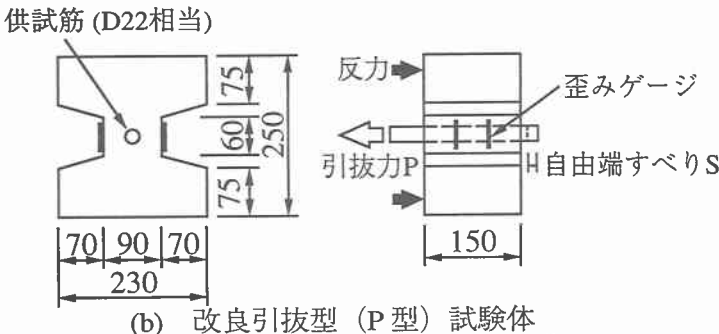
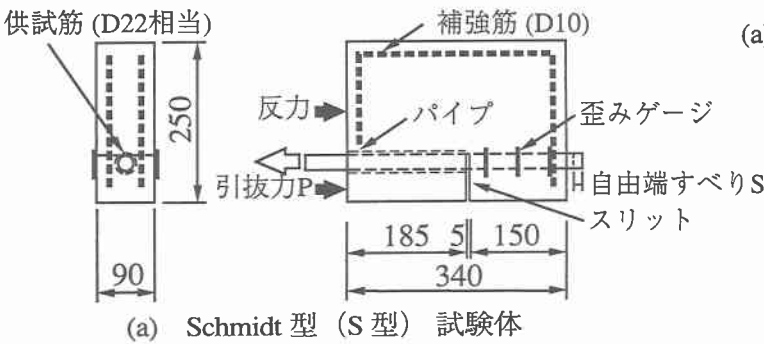


図-2 試験体形状・寸法（単位mm）

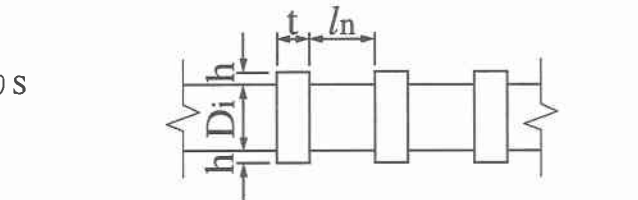


図-3 供試筋表面形状（公称径D=22.2mm）

表-1 供試筋横ふし寸法

鉄筋 NO.	内径 Di (mm)	ふし高さ h (mm)	ふし純間隔 ln (mm)	ふし頂部幅 t (mm)
0	市販鉄筋	1.58	12.08	1.60
1	21.76	1.60	10.00	1.50
2	21.93	0.80	7.50	1.50
3	21.64	1.60	7.50	1.50
4	21.33	2.40	7.50	1.50
5	20.95	1.60	7.50	4.50
6	20.54	1.60	7.50	7.50
7	21.42	1.60	5.00	1.50

図-3は、試験に用いた試作鉄筋（公称径 $D=22.2\text{mm}$ に加工）の表面形状を示している。実験変数は、横ふしの高さ h ，頂部幅 t ，純間隔 h_n の3つである。表-1には、各供試筋における横ふし寸法を示している。

3. 実験結果およびその考察

図-4は、S型試験体における破壊状況を示している。全ての試験体の破壊は、供試筋に沿う縦ひび割れの発生によって引き起こされる典型的な付着割裂破壊であった。

図-5は、S型試験体における付着応力-すべり関係を示している。ここに、付着応力 τ は $\sqrt{f'_c}$ で、すべり S は D でそれぞれ正規化して表示してある。何れの試験体においても、付着強度に到達後、急に付着応力の低下する脆性的な挙動を示している。

図-6は、S型およびP型試験体の付着割裂強度 $\tau u/\sqrt{f'_c}$ を示している。無補強時の付着割裂強度を精度よく推定する実験式として、藤井等によって提案された式がある。図中の縦軸は、各実験値を藤井式による計算値で除した強度比である。同図左端の市販鉄筋No.0を用いたS型試験体の付着強度比は1.10となっている。これは、既往の研究で使用された大型の付着試験体の実験値とS型試験体の実験値とがほぼ一致することを意味している。すなわち、後者は、簡便な付着割裂強度試験体として有効であることが分かる。

試作鉄筋の中で付着強度が大きいのは、No.1, 4, 7鉄筋である。最も強度が大きいNo.4鉄筋は、No.0に比べてS型試験体で1.64倍の強度改善がなされている。著者等は、付着強度を増加させるためには、横ふしの前面の角度を90度にし、高さ h を高く(上限 $0.1D$)，純間隔 h_n は狭く(上限 $0.35D$)すればよいことを報告している[1]。この結果は、本研究の結果と一致している。

図-7は、S型試験体とP型試験体の付着割裂強度 $\tau u/\sqrt{f'_c}$ の実験値を比較したものである。供試筋の表面形状の違いにも関わらず、両者はほぼ1対1に対応している。このことは、P型試験体も簡便な付着割裂強度試験として適用可能であることを意味している。同図中に示したように、両者を直線近似すると、S型よりもP型試験体の強度が1.79倍高く現れる。これは、後者では、曲げ作用によって供試筋自由端側にわずかに圧縮応力が生じ、これがひび割れの進行を拘束するためである。

4. まとめ

Schmidt-Thrö法の付着割裂試験法としての適用性を確認した。そして、この試験体を用い、付着割裂強度を大きくするための鉄筋横ふしの形状・寸法について考察した、得られた結果は、既往の改良型引抜試験体の結果と一致するものであった。

参考文献

- [1] 長友 克寛，角 徹三，松原三郎：異形鉄筋の表面形状の改善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18巻，第2号，pp.509～514，1996年。
- [2] 角 徹三，辻本義伸：付着割裂試験法によるコンクリート打ち継ぎ面の付着性能評価，コンクリート工学年次論文報告集，第18巻，第2号，pp.1517～1522，1996年。

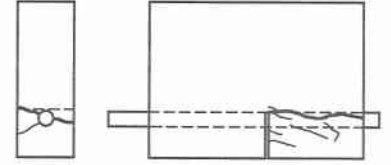


図-4 破壊状況

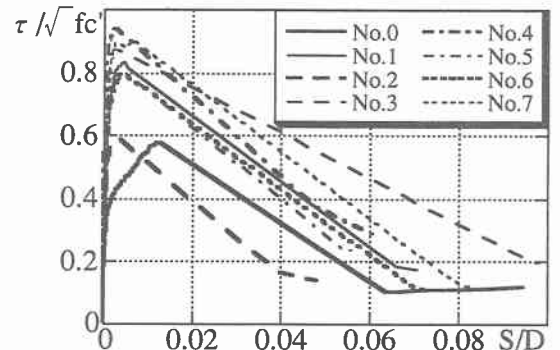


図-5 付着応力 $\tau/\sqrt{f'_c}$ -すべり S/D 関係 (S型試験体)

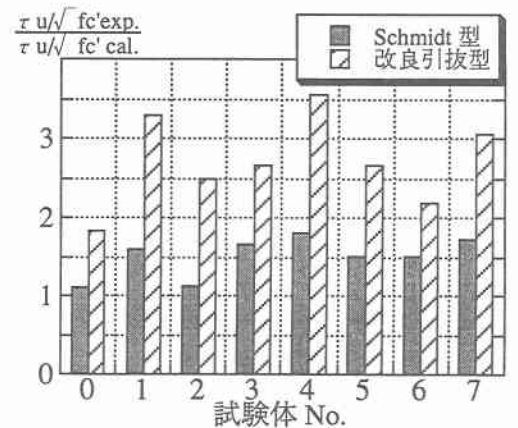


図-6 付着割裂強度に関する実験値と計算値（藤井式）との比較

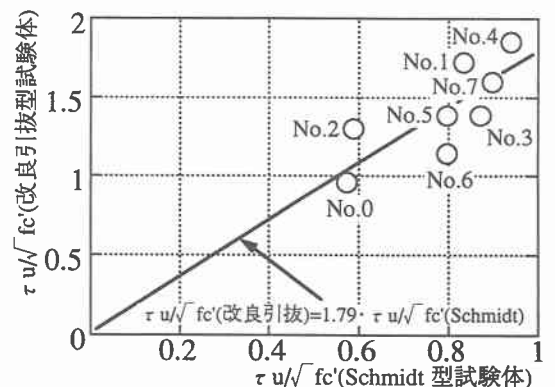


図-7 S型試験体とP型試験体との付着割裂強度の比較