

大成建設 技術研究所 正会員 武田 均

大成建設 土木設計部 正会員 小林敏彦

長岡技術科学大学 大学院 西 利明

1. はじめに

上部空間の制約を受ける場合の施工を考慮して、場所打ち鉄筋コンクリート杭へのフレキシブル鉄筋の適用性が検討されている¹⁾。フレキシブル鉄筋は表面がスムーズであるため、従来の異形鉄筋に比べて付着および定着性能が劣ることが予想され、既報では、引抜き試験および両引き試験により基本的な付着性能およびびびり割れ分散性能を報告したり。本報告では、繰返し引抜き力を受ける場所打ち杭の杭頭の定着部を想定した実験により、繰返し载荷におけるフレキシブル鉄筋の付着性能および定着性能について検討した。

2. 実験

フレキシブル鉄筋の機械的性質を表-1に示す。コンクリートの仕様は早強 24-8-20とした。試験時の圧縮強度は、39から42MPaであった。また、試験ケースおよび試験体の諸元を表-2に示す。

実験に用いたフレキシブル鉄筋は7本より線であり、 $\phi 12.4\text{mm}$ と $\phi 16.5\text{mm}$ を使用した。図-1に示したように、フレキシブル鉄筋の表面にはインデント加工（深さ0.2mm程度のくぼみを設け、機械的な付着を期待する）が施されている。表-2に示したように、実施工を考慮した付着性能の実験要因はフレキシブル鉄筋の径、束ね本数、定着長（付着長）とした。鉄筋の定着は直線定着部と素線を球根状に変形し機械的な定着効果が期待できる定着部を併用した。ここで、定着長は鉄筋の付着応力2.4MPaとし、球根部は引張荷重の40%を受け持つとして決定した。各供試体においては、加力端にはフレキシブル鉄筋の径の2倍程度の非付着部を設けた。また、外径350mmのスパイラル鉄筋により、コンクリートの割裂破壊を防止した。

試験は繰返し引抜き試験であり、鉄筋の引張荷重の1/5を1stepとして、各step3回の载荷-除荷を繰返し鉄筋の降伏まで载荷を行ない、荷重および定着部の鉄筋のひずみ分布（測点間隔：150mmピッチ）を測定した。なお、载荷速度は引張応力度の増分を毎分49MPaとした。

3. 実験の結果および考察

本実験条件では全ての供試体で、鉄筋の降伏により実験が終了し、鉄筋が抜け出したものはなく、直線定着長および球根部により定着できるこ

表-1 フレキシブル鉄筋の機械的性質

径 (mm)	公称断面積 (mm ²)	引張強さ(実験値) (MPa)	伸び(規格値) (%)
12.4	92.9	1447	4.5以上
16.5	166.5	1292	4.6以上

表-2 試験ケースおよび供試体の寸法

供試体 No.	鉄筋径 (mm)	束ね本数	定着長 (mm)	供試体の形状 B(m)×D(m)×h(m)
1	$\phi 12.4$	1	660	0.5×0.5×0.9
2	$\phi 16.5$	1	880	0.5×0.5×1.1
3	$\phi 16.5$	3	880	0.5×0.5×1.15
4	$\phi 16.5$	1	1230	0.5×0.5×1.5
5	$\phi 16.5$	3	1230	0.5×0.5×1.5

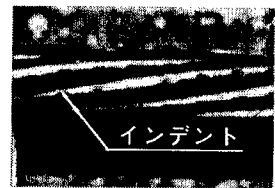
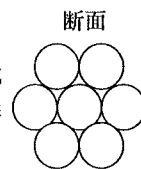


図-1 フレキシブル鉄筋の概要

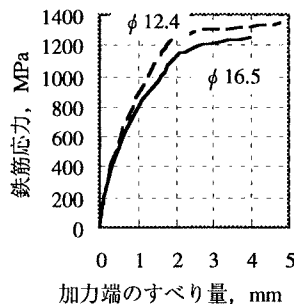


図-2 鉄筋径の影響

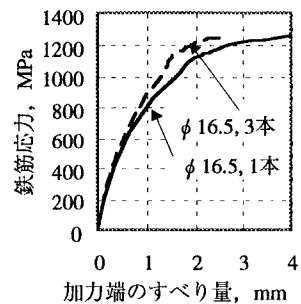


図-3 束ね本数の影響

フレキシブル鉄筋，定着，付着，インデント

横浜市戸塚区名瀬町344-1，[Tel] 045-814-7228，[Fax] 045-814-7253

とを確認した。

(1) 鉄筋応力と加力端のすべり量の関係

図-2および3に加力端のすべり量と鉄筋応力の関係における鉄筋径および束ね本数の影響を示す。図における曲線は、各荷重段階における最大荷重のときのすべり量を連ねたものである。図-2から、同じ鉄筋応力の場合には $\phi 12.4$ のすべり量は $\phi 16.5$ に比べて小さく定着性能は径が小さい方が有利であると考えられた。図-3から、同じ鉄筋応力の場合、1本で使用した場合よりも3本束ねで使用した方がすべり量は小さく定着性能は有利であると考えられる。より線を3本束ねた場合には、断面形状が複雑になることが機械的な定着性能に寄与していると考えられる。これらの、すべり量の違いは、鉄筋応力レベルが大きいか小さいが、養生などによるコンクリート強度の変動などよりも影響は小さいと考えられる。

(2) 付着応力分布

供試体No.2 ($\phi 16.5$, 1本, 定着長880mm)、供試体No.4 ($\phi 16.5$, 1本, 定着長1230mm) および供試体No.5 ($\phi 16.5$, 3本束ね, 定着長1230mm) の各荷重段階における付着応力の分布を図-4、5および6にそれぞれ示す。付着応力分布は、荷重段階が高くなるに従って最大の付着応力が大きくなるとともに、自由端側に分布領域が広がる。ほとんどの試験体で最大付着力は、6から8MPaの範囲にあり、載荷端付近ではより低い荷重段階で付着応力が減少し、付着応力のピークは内部へと移動する傾向があった。図-4と5の比較において、定着長が短いNo.2と定着長が長いNo.4では付着応力分布はほぼ同様の傾向を示しているが、No.2ではstep4およびstep5の荷重段階において直線定着部の端部で鉄筋のひずみが観察され、球根部が荷重を受け持ち定着に寄与していると推察された。図-5と6から束ね本数の影響は、3本束ねの場合に最大付着応力がやや大きい傾向があるものの付着応力分布はほぼ同様の傾向を示している。供試体No.4とNo.5の場合の、最大荷重時の鉄筋ひずみが0となる加力端からの距離から求めた平均の付着応力はそれぞれ3.24MPaおよび3.28MPaであった。標準示方書設計編によるコンクリート強度39.2MPaに対する異形鉄筋の付着強度は3.23MPaであり同等であった。

4. まとめ

本試験では定着性能の確認を行なったが、直線部と球根部の組合せにより全てのケースで定着できた。鉄筋の径が小さい程すべり量が小さく、3本束ねの場合には1本の場合と比較してややすべり量が小さい傾向があった。付着応力分布の荷重段階による変化は、異形鉄筋の場合と同様であり、より線の溝や表面のインデント加工により機械的な抵抗が期待できる。最大の付着応力は6から8MPa程度であった。最大荷重時の直線定着部の平均的な付着応力は3.2MPa程度であり、異形鉄筋の付着強度と同等であると考えられた。

参考文献) 1) 宇治公隆、他、束ね施工を考慮したフレキシブル鉄筋の付着特性、コンクリート工学年次論文報告集, Vol.18, No.2, pp497-502, 1996

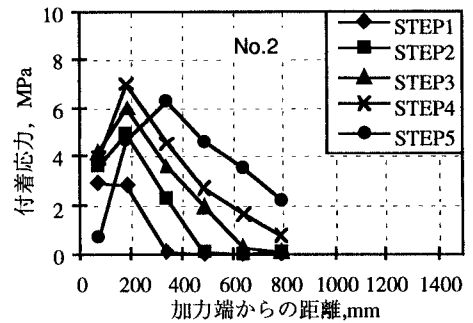


図-4 供試体No.2における付着応力分布 ($\phi 16.5$, 1本, 定着長880mm)

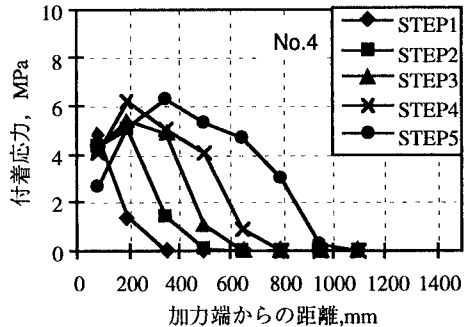


図-5 供試体No.4における付着応力分布 ($\phi 16.5$, 1本, 定着長1230mm)

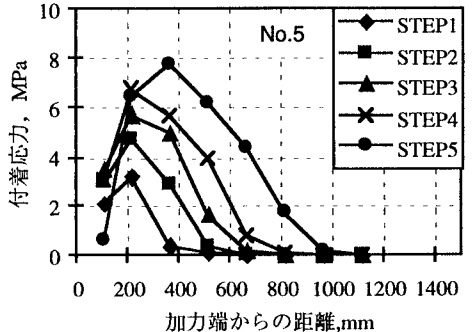


図-6 供試体No.5における付着応力分布 ($\phi 16.5$, 3本, 定着長1230mm)