

高応力繰返し荷重下におけるTヘッド鉄筋の定着性能

清水建設 フェロー 木村克彦 正会員 小川 晃
 清水建設 正会員 吉武謙二 正会員 脇登志夫
 第一高周波工業 前之園司

1. はじめに

最近のRC構造物では、せん断補強筋や軸方向鉄筋が過密に配筋され、配筋作業の能率低下とともにコンクリートの充てん性確保が大きな課題となっている。これらの解決方法として、Tヘッド鉄筋（以下、Tヘッド）などが用いられ、これらの課題は解決の方向にある¹⁾。しかし、高応力繰返し荷重に対する定着性能についての報告は少ない。そこで、本報告では、定着具形状（半円形フック：半円形H，拡張部径 $2.0\phi'$ ：TH20， $2.5\phi'$ ：TH25， ϕ' ：公称径），埋込部の付着の有無，鉄筋径を取り上げた軸方向鉄筋の定着性能確認を目的にした試験を行い、これらの要因が定着性能に及ぼす影響について検討した。

2. 試験概要

表-1 試験体概要および試験結果概要

試験体No.	試験体寸法 (横*縦*高さ)	定着具	付着	埋込長	支圧板 内間隔	強度試験結果 (N/mm ²)	最大荷重 P_{max} (kN)	拔出量 (mm)		
								δ_1	δ_{30}	δ_{un}
D19-10/2.0	760*550*450	TH20	有	10 ϕ	20 ϕ	$f'_c=26.3$ $f_y=446$ $f_u=638$ (SD390)	160.9	0.02	0.08	1.08
D19-10/2.5		TH25					160.0	0.01	0.04	0.18
D19-10/H		Hook					160.5	0.00	0.00	1.36
D32-10/2.0	1140*800*750	TH20	有	10 ϕ	20 ϕ	$f'_c=26.3$ $f_y=450$ $f_u=645$ (SD390)	480.0	0.05	0.10	1.39
D32-10/2.5		TH25					479.6	0.00	0.04	0.45
D32-10/H	1140*850*750	Hook					482.7	0.00	0.00	1.48
D32-12/2.0N	890*800*750	TH20	無	12 ϕ	12 ϕ	$f'_c=25.0$ $f_y=528$ $f_u=688$ (SD490)	491.8	3.71	7.01	10.11
D32-12/2.5N		TH25					494.8	1.19	2.39	3.58
D32-12/HN	890*850*800	Hook					491.3	2.52	3.92	6.02

注) ϕ ：呼び径， f'_c ：圧縮強度， f_y ：降伏強度， f_u ：引張強度， δ_1 ：n=1での拔出量， δ_{30} ：n=30での拔出量
 δ_{un} ： f_{un} での拔出量

試験体の概要、コンクリートおよび鉄筋の強度試験結果を表-1，図-1に示す。埋込部の付着は油粘土で縁切りした。載荷・拔出し計測状況を写真-1に示す。繰返し荷重は

$f_{LL}(=0.02f_{yn})$ ～

$f_{UL}(=0.95f_{yn})$ ， f_{yn} ：規格降伏強度，最大荷重 P_{max} は f_{un} （規格引張強度）以上とした。鉄筋の拔出し量 δ は、高感度変位計を用いて測定した。

3. 試験結果および考察

3.1 試験結果

試験結果の概要を表-1に示す。付着がある場合、繰返し載荷時の δ は半円形Hの方が小さく、 f_{un} 時の拔出し量 δ_{un} は逆にTヘッドの方が小さい。つぎに、付着がない場合、繰返し載荷時の δ_1 および δ_{30} は、TH25，半円形H，TH20の順に大きくなっている。 δ_{un} も同様の傾向を示している。この原因には定着メカニズムの違いが考えられ、定着部の支圧面積が小さく応力が大きくなるTH20では大きな δ を示した。

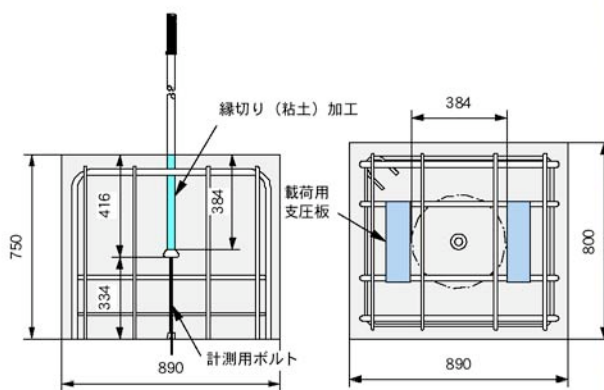


図-1 試験体例（Tヘッド，付着無し）



写真-1 載荷計測状況例

3.2 定着性能に及ぼす要因の影響

付着がある場合の P - δ 関係を図-2および図-3に示す。 $n=30$ での δ_{30} は定着具形状により異なるが、径によら

キーワード：Tヘッド鉄筋，半円形フック，高応力繰返し，定着部形状，付着の有無，軸方向鉄筋

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 Tel. 03-3820-6422 Fax. 03-3820-7260

ず TH20, TH25, 半円形 H で約 0.10, 0.05, 0.00mm と小さい。付着長や鉄筋応力の関係から半円形 H の $P-\delta$ 関係は、ある応力までは δ が小さいが、その応力を超えるとほとんどの付着領域にわたってすべりが生じ始め、急激に計測点での δ が大きくなると考えられる。例えば、D19, D32 では f_{ul} に比べてかなり大きい約 490N/mm², 480N/mm² の応力で δ が急増し始めている。これに対して T ヘッドの δ は、拡張部前面に作用する支圧応力や支圧面のコンクリートの状態に影響され、とくに支圧面積が小さい TH20 の δ_{un} は、半円形 H より小さいが値は大きい。また、図-3 から D32 では T ヘッド、半円形 H いずれも SD490 のほぼ f_{un} 相当荷重まで定着されていることが分かる。

つぎに付着がない場合の $P-\delta$ 関係を図-4 に示す。 $n=1$ での載荷初期の剛性を比較すると半円形 H に比較して T ヘッドの剛性は大きい、荷重が約 160kN 以上となり支圧応力が増加すると TH20 では半円形 H より剛性は幾分小さい。しかし、 $n=2$ 以降の剛性は T ヘッドの方が半円形 H より大きい。これは定着メカニズムの違いによると考えられる。 δ_{30} は、TH25, 半円形 H, TH20 の順に大きくなっている。付着がない場合には定着具の定着性能のみにより δ が決まるために T ヘッドでは拡張部径の大きさ、すなわち支圧面積、半円形 H では定着長が δ に大きく影響する。とくに、鉄筋に SD490 を用いているために T ヘッドでは支圧応力、半円形 H では付着応力が大きくなり付着がある場合とは大きく異なる結果になった。TH25 および TH20 の δ_1 は、文献²⁾の D32-8D/2.0, D32-8D/2.5 の $0.95f_{yn}$ における δ とほぼ等しい。TH25 の δ_1 を 1.0 とすると半円形 H, TH20 ではそれぞれ 2.1, 3.1, 同様に δ_{30} では 1.6, 2.9 となる。 n の増加に伴いいずれの試験体も δ の増分は小さくなっている。また、図-5 から T ヘッド、半円形 H いずれも SD490 の f_{un} 相当荷重まで定着されていることが分かる。

付着有無の影響について鉄筋種別が異なるために δ と f_{ul} で無次元化した σ/f_{ul} 関係 (D32) で比較し、その結果を図-5 に示す。付着がある場合の δ は小さく、付着のない場合と全く異なる傾向を示しており、付着の有無により δ は有意な差があることが分かる。これらの結果から埋込長として約 10 ϕ が確保でき、付着がある場合には 30 回程度の高応力繰返しに対する定着性能は十分であることが分かる。

4. まとめ

本研究の結果をまとめると次のとおりである。(1) f' が約 25N/mm² 以上であれば、埋込部の付着の有無にかかわらず TH20 および TH25 は SD490 の f_{un} まで定着されている。(2) 付着がある場合、高応力繰返し後の δ_{30} は TH20, TH25, 半円形 H とともに 0.1mm 以下となり実用上問題ない結果が得られた。(3) 付着がない場合、高応力繰返し後の δ は TH25 では半円形 H と比較して小さいが、TH20 では半円形 H より大きな値を示した。(4) δ_{un} は、付着がある場合 (SD390) および TH25 では T ヘッドの方が半円形 H より小さいが、付着がない場合の TH20 (SD490) では半円形 H より大きな値を示した。

参考文献 1) 加藤他：高架橋下部工における T ヘッド鉄筋工法による鉄筋組立の生産性評価，第 60 回土木学会年次講演会，VI-73，2005.9 他，2) 木村他：T ヘッド鉄筋の拡張部径および埋込長さが定着性能に及ぼす影響，第 61 回土木学会年次講演会，V-573，2006.9

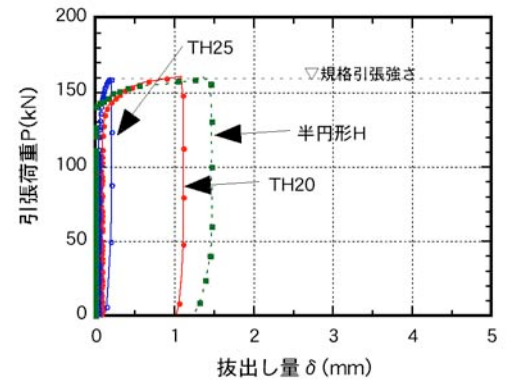


図-2 P- δ 関係 (D19, SD390, 付着有り)

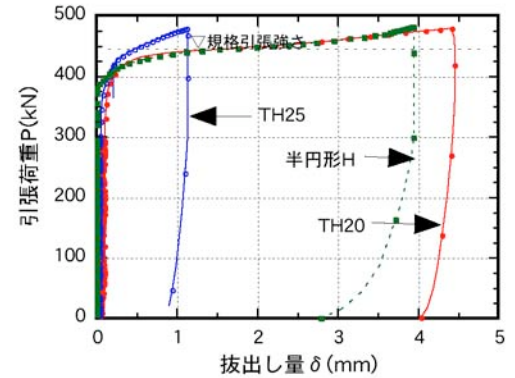


図-3 P- δ 関係 (D32, SD390, 付着有り)

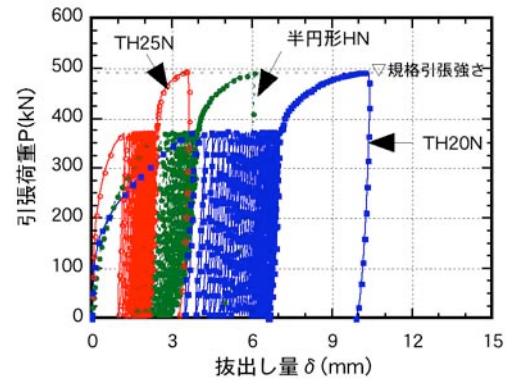


図-4 P- δ 関係 (D32, SD490, 付着無し)

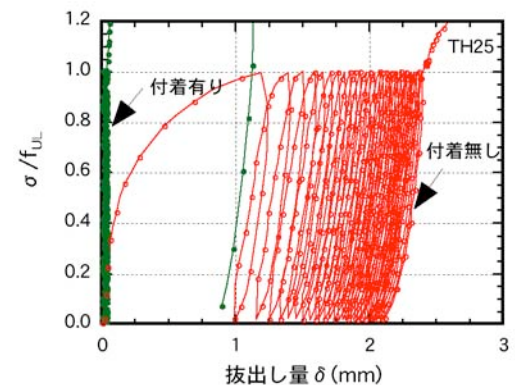


図-5 $\sigma/f_{ul}-\delta$ 関係 (D32, SD490, TH25)