

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

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

1. はじめに

最近の鉄筋コンクリート構造物では、耐震性能の確保のためにせん断補強筋が過密に配筋されている。その結果、配筋作業能率の低下とともにコンクリートの充てん性の確保が大きな課題となってきた。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、作業性に関する課題は解決の方向にある¹⁾。しかし、これらの鉄筋でも拡張部が大きくて配筋出来ないような場合がある。そこで、本報告では、拡張部を小さくした場合に拡張部径 D_T 、埋込長さ L_e 、鉄筋径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

試験では、 $D_T=1.8D$ 、 $2.0D$ 、 $2.5D$ 、 $L_e=4D$ 、 $8D$ 、 $12D$ 、鉄筋径 $=D25$ 、 $D32$ 、 $D38$ の3要因、3水準とした。 D_T の影響は鉄筋径 $D32$ 、鉄筋径の影響は $D_T=2.0D$ の水準を中心に試験を行った。使用コンクリートは、試験時の圧縮強度が約 24N/mm^2 になるように $19.5\text{--}8\text{--}20\text{N}$ とし、鉄筋には SD490 のネジ節鉄筋（降伏点応力 $D25: 528\text{N/mm}^2$ 、 $D32: 523\text{N/mm}^2$ 、 $D38: 530\text{N/mm}^2$ ）を用いた。コンクリート強度の試験結果を表-1に併記した。

試験要因の組合せを表-1に示す。試験体寸法は、目標とする破壊形式、実績等を考慮して決めた。Tヘットの首下から載荷面まで鉄筋とコンクリートの付着を油粘土およびラップフィルムで切った。なお、ひずみ測定用の試験体は付着有とした。載荷・拔出し計測方法を図-1に示す。最大荷重は、鉄筋（SD490）の降伏荷重までとした。鉄筋の拔出し計測位置は、Tヘットの首下とし、計測点から上方にワイヤ（インバー線 $\phi 0.8\text{ mm}$ ）を出して高感度変位計を用いて拔出し量を測定した。

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。 $L_e=8D$ および $12D$ で P を P_y で無次元化した $P\text{--}\delta$ 関係を図-2に示す。なお、 P_y には前述の引張試験時の P_y （平均値）を用いた。 $L_e=8D$ および $12D$ の場合には、鉄筋降伏に伴う破壊を示し、 P/P_y

表-1 試験体および結果一覧

No	試験体 No.	D	D_T	L_e	A_0	A_c	f'_c	P_{max}	f_n	δ_{fy}	破壊
1	D25-SD/2.0	2.54	2.0D	8D	10.42	1621	28.3	282	271	4.17	Y
2	D25-12D/2.0	2.54	2.0D	12D	10.42	3403	28.3	271	260	4.48	Y
3	D32-4D/1.8	3.18	1.8D	4D	12.00	2489	26.1	212	204	2.56	C
4	D32-4D/2.0	3.18	2.0D	4D	18.04	2540	26.1	226	170	2.42	C
5	D32-4D/2.5	3.18	2.5D	4D	35.90	2667	26.1	298	125	0.83	C
6	D32-8D/1.8	3.18	1.8D	8D	12.00	2489	28.3	420	350	9.75	Y
7	D32-8D/2.0	3.18	2.0D	8D	18.04	2540	28.3	437	242	5.15	Y
8	D32-8D/2.5	3.18	2.5D	8D	35.90	2667	26.1	437	122	2.08	Y
9	D32-12D/1.8	3.18	1.8D	12D	18.04	5258	26.1	415	346	17.54	Y
10	D32-12D/2.0	3.18	2.0D	12D	18.04	5334	28.3	414	229	9.45	Y
11	D38-8D/2.0	3.81	2.0D	8D	27.42	3646	28.3	595	217	7.85	Y
12	D32-8D/1.8	3.18	1.8D	8D	12.00	2489	28.3	392	327	-	Y
13	D32-8D/2.0	3.18	2.0D	8D	18.04	2540	28.3	422	234	-	Y
14	D32-8D/2.5	3.18	2.5D	8D	35.90	2667	26.1	431	120	-	Y

注)・試験体 No. No. 12 ~ No. 14 は付着有りひずみ測定用の試験体である。
・記号 D: 公称直径 (cm), D_T : 拡張部径 (cm), L_e : 埋込長さ (cm)
 A_0 : コンクリートのコーン状破壊面の有効水平投影面積 ($= \pi L_e (L_e + D)$, cm^2), A_c : Tヘットバー拡張部の支圧面積 (cm^2), f'_c : コンクリート圧縮強度 (N/mm^2), f_n : コンクリートの最大支圧応力 (ここでは右式で与える, $= P_{max}/A_0$, N/mm^2) P_{max} : 最大荷重 (kN), δ_{fy} : 降伏時の拔出し変位 (mm)
・破壊欄の記号: C: コーン破壊, Y: 鉄筋降伏に伴う破壊

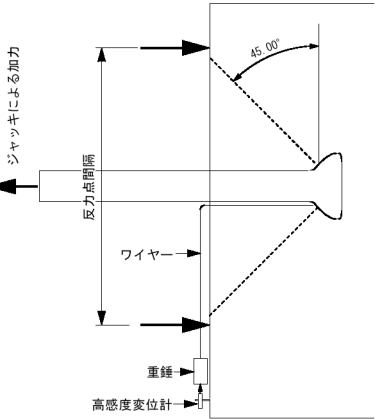


図-1 試験体および計測概要

キーワード: Tヘッド鉄筋, 拡張部径, 埋込長さ, 定着性能

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

は 1.0 以上である。

次に、D32、 $L_e=8D$ で D_T が 1.8D、2.0D、2.5D（付着有）のひずみ分布を図-3に示す。ひずみ分布を比較すると、いずれも拡張部から約100mm～250mm（载荷端）まではひずみ分布に大差ない。しかし、拡張部から約50mmでのひずみは、2.5Dの方が大きい。拡張部の支圧応力は A_0 を考慮すると2.5Dに比べて1.8D、2.0Dは幾分大きくなる。ひずみ分布から拡張部の引張力の分担率（拡張部前面と鉄筋端部での引張力の比）を比較すると、分担率は引張力が小さい場合には0.2～0.4、降伏点近くでは0.4～0.6となり、 δ が大きいほど分担率は小さい傾向がある。

3.2 定着性能に及ぼす要因の影響

$L_e=8D$ の場合の P/A_0 に及ぼす拡張部の影響を図-4に示す。いずれも $L_e=8D$ の場合には鉄筋降伏に伴う破壊で、D32 の場合では、拡張部が大きいほど P_{max}/A_0 （最大支圧応力）および δ_y は小さい。 D_T が 2.0D の P_{max}/A_0 の値を 1.0 とすれば、1.8D、2.5D ではそれぞれ 2.2、0.5 となる。同様に δ_y について比較すると、1.8D、2.5D ではそれぞれ 1.9、0.4 となる。このように拡張部が 1.8D、2.0D、2.5D の場合、 P_{max}/A_0 および δ_y の値の比はおおよそ A_0 の逆数の比に近い値 2:1:0.5 となる。 $L_e=8D$ 、 $D_T=2.0D$ の場合、 P_{max}/A_0 に及ぼす鉄筋径の影響は D_T ほど大きくなく D32 に対して約 10% であるが、D38 の δ_y は D32 の約 1.5 倍である。これらは、鉄筋断面積 A_s/A_0 の影響であると考えられる。

次に、拡張部前面に作用する支圧応力について考察する。 P_{max}/A_0 と A_e の関係を図-5に示す。なお、 P_{max} は、本試験における引張力の最大値で、鉄筋径 D32 のものである。図から分かるように $L_e=4D$ と $8D$ および $12D$ の場合の P_{max}/A_0 と A_e の関係は異なることが分かる。これらは、どのような破壊形態を示したかによる。 D_T が 2.5D の場合には、支圧応力に及ぼす A_0 の影響は小さいが、1.8D の場合には P_{max}/A_0 は急に大きくなっている。このように $D_T \geq 2.0D$ 程度が拡張部前面の支圧破壊などを考慮すると好ましいと考えられる。

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) $L_e=8D$ および $12D$ の場合、いずれの試験体も鉄筋降伏に伴う破壊を示した、(2) 拡張部の分担率は、 $L_e=8D$ では降伏点近くで 0.4～0.6 となり、 δ が大きいほど分担率は小さい傾向がある、(3) $L_e=8D$ 、 $D_T=2.0D$ の場合、 P_{max}/A_0 に及ぼす鉄筋径の影響は D_T ほど大きくなく D32 に対して約 10% 度であるが、D38 の δ_y は D32 の約 1.5 倍で、 A_s/A_0 の影響を受けている、(4) $D_T \geq 2.0D$ 程度が拡張部前面の支圧破壊などを考慮すると好ましい。

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 回土木年講，VI-73，2005 他

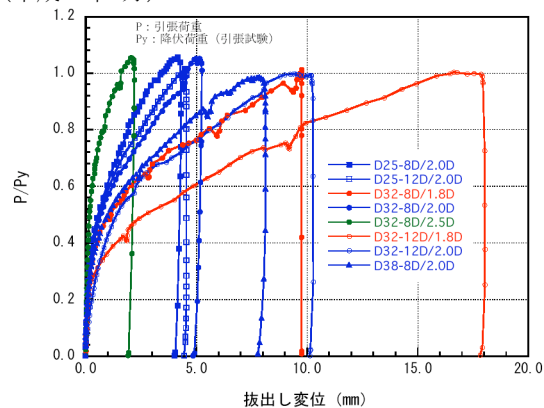


図-2 P/P_y と δ_y の関係

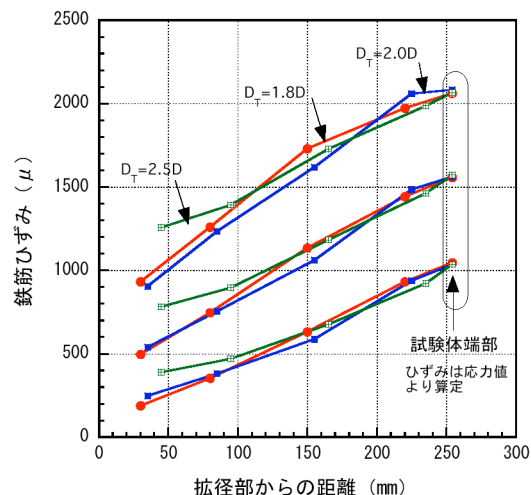


図-3 鉄筋のひずみ分布 (D32, $L=8D$)

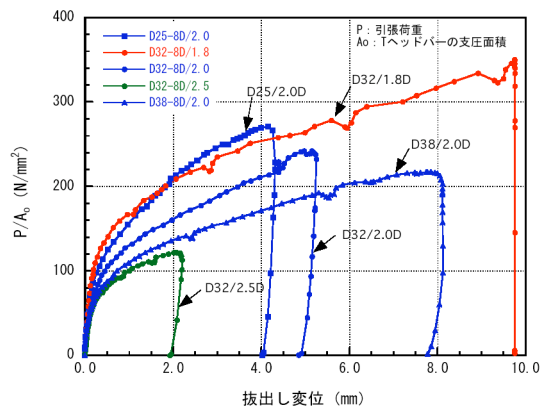


図-4 P/A_0 と δ_y の関係 ($L=8D$)

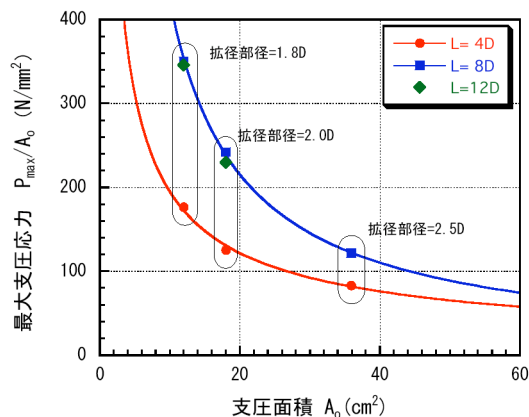


図-5 P/A_0 と支圧面積の関係 (D32)