

機械式定着具の形状が定着性能に及ぼす影響

清水建設 正会員 ○小倉 大季, 吉武 謙二, 小川 晃
第一高周波工業 前之園 司, 友田 勇

1. はじめに

機械式定着の一つである高周波誘導加熱により端部に定着具を形成したTヘッド鉄筋は、配筋の効率化ならびにコンクリートの充てん性向上の目的で、標準フックの代替として用いられてきた。本論文では、筆者らが新たに開発した楕円形Tヘッド鉄筋（図-1）を横方向鉄筋に適用するにあたり実施した定着性能評価試験の結果を示す。定着具の形状が定着性能に与える影響を明らかにするために、定着具形状を変動させた楕円形Tヘッド鉄筋を用いて、「鉄筋定着・継手指針」¹⁾に準じた試験方法により性能確認を行った。また、当該試験では定着具と接するコンクリートの局所的な圧壊が定着性能に影響を及ぼすことが報告されている^{2),3)}。これは、定着性能評価には定着具による支圧応力に着目する必要があることを示唆しており、本研究では支圧応力に着目した検討も試みた。

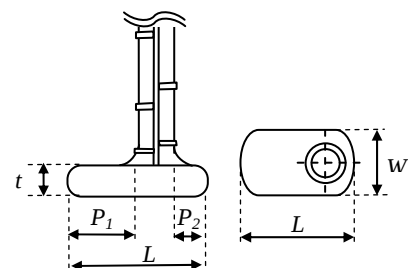


図-1 楕円形Tヘッド鉄筋の定着具形状

2. 実験概要

表-1に試験体の一覧を示す。実験は、鉄筋端部の定着方法、定着具の形状（図-1の P_2 , t ）をパラメータとした。 P_2 は0.4~1.0 ϕ （ ϕ : 鉄筋径）の範囲で変動させ、 t は2種類設定した。定着具の形状は、支圧面積を同一にするため、 W , L の寸法を一定にすることを試みたが、Tヘッド鉄筋は鉄筋母材自体を成形加工するため若干のばらつきがみられた。図-2に、試験体形状、荷重装置の概要を示す。標準フックおよびTヘッド鉄筋は軸方向鉄筋に掛けて配置し、鉄筋の直線部はコンクリートとの付着を除去した。鉄筋の材質はSD390であり、コンクリートは24MPaを目標圧縮強度とした。

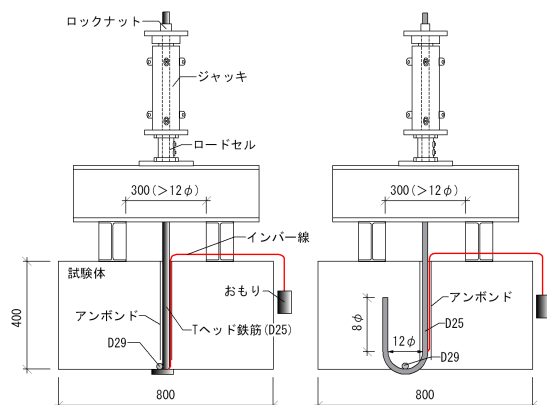


図-2 試験体の概略(左: T25-0.4, 右: J25)

荷重は、(1)上限を $0.95f_y$ （ f_y : 鉄筋の規格降伏強度）、下限を $0.02f_y$ 以下とした応力で30回の繰返し荷重、(2)鉄筋の規格引張強度（560MPa）まで荷重、という手順で行った。鉄筋の拔出し量は、Tヘッド鉄筋の場合は定着具の根元位置、標準フックの場合はフックの曲げ開始点に固定したインバー線を試験体上部に延ばし、先端を変位計と接続して計測した。T25-0.4, T25-0.9には、定着具による支圧応力を計測する目的から、定着具-コンクリート界面に圧力測定フィルムを挿入した。フィルムは、圧力を受けると発色し圧力の大きさに応じて濃度に変化する。感圧範囲が50~130MPaのフィルムと10~50MPaのフィルムを用いた。

表-1 試験体一覧と実験結果

試験体名	試験体諸元							実験結果				
	鉄筋 径	定着方法	定着具の寸法 (mm)				圧力測定 フィルム	コンクリート 圧縮強度(MPa)	δ_1^{*1} (mm)	δ_{30}^{*1} (mm)	$\delta_{30}-\delta_1$ (mm)	最大応力 ^{*2} (MPa)
			P_2	t	W	L						
T25-0.4	D25	T ヘッド 鉄筋	10 (0.4 ϕ)	0.7～ 0.8 ϕ	51	84	あり	26.0	1.45	2.36	0.91	609
T25-0.5			13 (0.5 ϕ)		55	86			0.67	1.36	0.69	580
T25-0.7			18 (0.7 ϕ)		54	81			0.28	0.41	0.13	591
T25-0.8			19 (0.8 ϕ)		55	81			0.23	0.38	0.15	601
T25-0.9			23 (0.9 ϕ)		55	84	あり		0.52	0.75	0.23	580
T25-1.0			25 (1.0 ϕ)		54	84			0.19	0.30	0.11	602
T25-A			12 (0.5 ϕ)	0.5 ϕ	54	92			1.02	4.34	3.32	561
J25			標準フック	—						26.0	0.47	1.45

*1 δ_1 , δ_{30} : 高応力繰返し荷重時における1回および30回目の上限応力時の拔出し量 *2 最大応力= 最大引抜き荷重/鉄筋の公称断面積

キーワード Tヘッド鉄筋, 機械式定着, 定着具, 支圧応力, 高応力繰返し試験
連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL 03-3820-6415

3. 実験結果

表-1に実験結果の概要を、図-3に鉄筋応力-拔出し変位関係の一例を示す。 δ_1 , δ_{30} はそれぞれ高応力繰返し载荷時における1回目, 30回目の上限応力時の拔出し量とした。指針¹⁾では, δ_{30} ならびに $\delta_{30}-\delta_1$ を標準フックの場合と比較することにより, 定着性能を評価することとしている。本研究では δ_{30} に着目して検証する。図-4に, 定着具の寸法 P_2 と δ_{30} の関係を示す。図中の鎖線は, 標準フックの場合の拔出し量を示したものである。図より, P_2 が小さいほど δ_{30} は大きくなり, P_2 が 0.4ϕ の場合は拔出し量が標準フック以上であることがわかる。また, 定着具の厚さ t が 0.5ϕ のT25-Aは, 他の試験体と比べて拔出し量大きい。なお, 横軸を定着具面積(W と L の積より算出)として示したものが図-5であるが, 図-4のような相関性はみられない。この結果は, 本研究でみられた定着具面積のばらつきの範囲内では, 定着具面積(支圧面積)と定着性能の相関は小さく, P_2 と t が定着性能に及ぼす影響が大きいことを示唆する。以上の結果より, 楕円型Tヘッド鉄筋は P_2 が 0.5ϕ 以上, 厚さが 0.7ϕ 以上であれば標準フックと同等以上の定着性能を有することが確認された。なお, 圧力測定フィルムを挿入した試験体は, 他の試験体の傾向と比較すると拔出し量がやや大きい。これは, フィルム挿入による定着具-コンクリート界面の付着切れが原因であると推測される。

図-6(a)は, T25-0.4において観察された定着具直上における局所的な圧壊の状況である。特に点線内の損傷が大きいことがわかる。T25-0.4の拔出し量大きい理由は, この損傷に起因すると考えられる。比較として, T25-0.7の試験後の状況を図-6(b)に示すが, 圧壊はみられなかった。なお, 割裂ひび割れ, コーン状のひび割れは全ての試験体において発生しなかった。

図-7は, 圧力測定フィルムの発色状況である。T25-0.4では, 図中の矢印の領域において $100\sim130\text{MPa}$ の範囲で支圧応力が発生していることが確認された。矢印の外側の領域ではフィルムは発色しておらず, 支圧応力は 50MPa 以下であった。一方, T25-0.9は発色領域が広く, 支圧応力が定着具全体に分布している。圧力の大きさはT25-0.4に比べて小さく, $40\sim90\text{MPa}$ の範囲であった。これらの結果より, P_2 が小さい場合, 定着具による支圧応力が平均的に分布せず鉄筋母材近傍で局所化することが確認された。この影響によりT25-0.4におけるコンクリートの局所的な圧壊が生じたと考えられる。

4. まとめ

本実験で得られた結果を以下にまとめる。1)楕円型Tヘッド鉄筋の定着具形状が定着性能に大きな影響を及ぼすことが明らかとなり, 標準フックと同等以上の定着性能を有するためには P_2 が 0.5ϕ 以上, 厚さが 0.7ϕ 以上必要であることが確認された。2)定着具の形状によっては, 定着具と接するコンクリートに局所的な圧壊が発生する場合があった。3)定着具による支圧応力を計測した結果, P_2 が小さいTヘッド鉄筋の場合, 定着具による支圧応力が平均的に分布せず局所化する傾向が認められた。

【参考文献】

- 1) 土木学会：鉄筋定着・継手指針, コンクリートライブラリー128, 2007
- 2) 木村克彦, 小川晃ほか：Tヘッド鉄筋の拡径部径および埋込長さが定着性能に及ぼす影響, 土木学会第61回年次学術講演会, V-574, pp.1143-1144, 2006.9
- 3) 米田大樹ほか：鉄筋端部に雄ネジを切削加工して定着版を取り付けた機械式定着の性能評価, 土木学会第63回年次学術講演会, V-558, pp.1115-1116, 2008.9

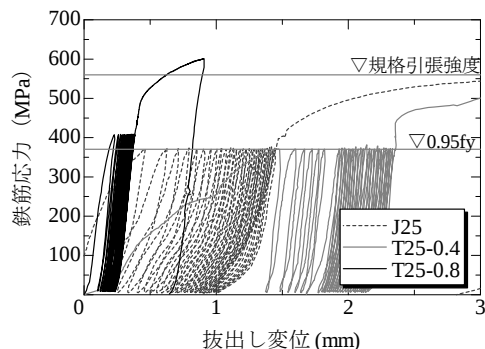


図-3 鉄筋応力-拔出し変位関係

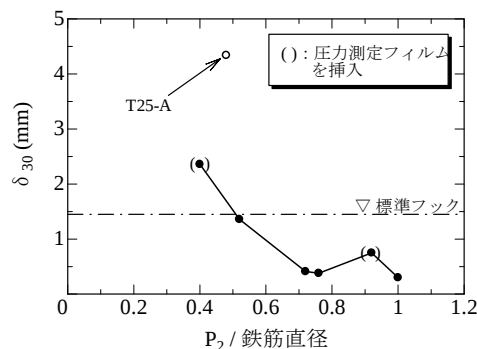


図-4 P_2 と定着性能の関係

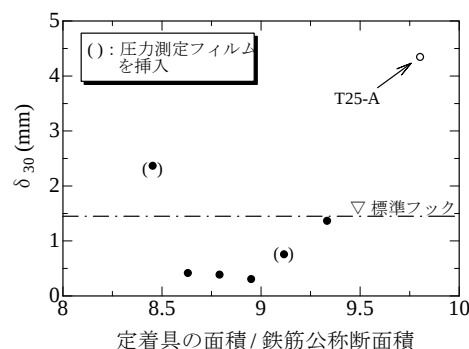
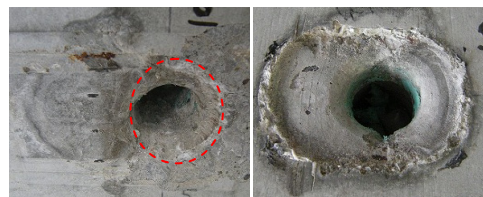
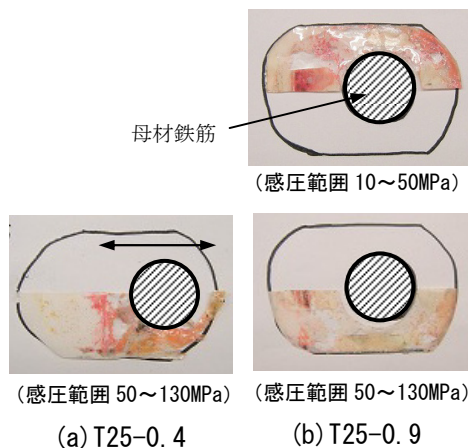


図-5 定着具の面積と定着性能の関係



(a) T25-0.4 (b) T25-0.7

図-6 コンクリートの局所的な圧壊



(a) T25-0.4 (b) T25-0.9

図-7 圧力測定フィルム発色状況