

T ヘッド鉄筋定着部の疲労性能確認試験

清水建設 土木技術本部 フェロー ○出羽克之, 正会員 小川 晃
 技術研究所 正会員 木村克彦, 正会員 吉武謙二
 日本大学 生産工学部 正会員 阿部 忠
 第一高周波工業 技術統括部 前之園司

1. はじめに

T ヘッド鉄筋（以降、「T ヘッド」）は、せん断補強筋や主鉄筋定着部の半円形フックに代えて用いる機械式定着工法であり、高密度配筋における配筋作業の効率改善やコンクリートの充填性向上等を目的として使用されている。これまでに静的な定着性能¹⁾および横方向鉄筋として高応力繰返し荷重が作用する部材への適用性²⁾については実験により確認されているが、疲労が問題となる部材への適用性は未確認であった。本報告では、T ヘッド定着部の高サイクル繰返し荷重に対する定着性能確認試験を実施した結果について報告する。

2. 試験概要

試験体の概要を図-1に示す。試験体は端部をT ヘッド加工したD32（SD345）の鉄筋をコンクリート中に12D（Dは鉄筋の呼び径）の長さを埋め込んで定着し、鉄筋とコンクリートとは付着を有する状態とした。試験ケースは表-1に示すように、拡張部寸法と疲労荷重の上限応力度をパラメータとした10体とした。拡張部の寸法は2.5DのNシリーズと2.0DのSシリーズの2水準を設定し、上限応力度は、疲労破断回数が10万回～200万回程度になるように、下限荷重は引張応力が 30N/mm^2 になるようにそれぞれ設定した。載荷状況を写真-1に示す。油圧ジャッキにより、鉄筋の引抜き力を鋼材と鋼棒による治具と鉄筋に溶接した太径ボルト（M48, SS400）を介して作用させた。載荷は正弦波速度で2～4Hzとした。支点は拡張部の45度影響範囲の外側とした。試験に用いたT ヘッド鉄筋の引張降伏強度は 381.3N/mm^2 、引張強度は 581.9N/mm^2 、コンクリートの圧縮強度は約1ヶ月の試験期間で $27.0\sim 32.9\text{N/mm}^2$ であった。

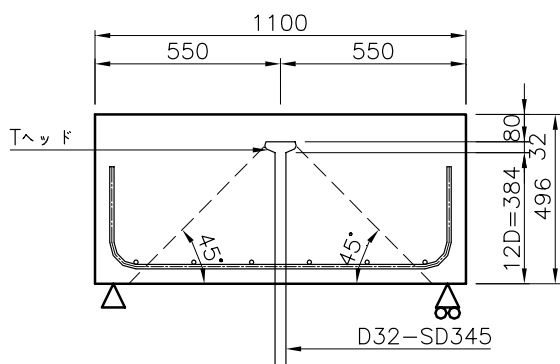


図-1 試験体概要

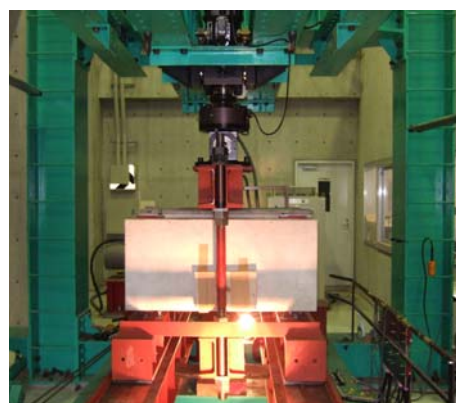


写真-1 載荷状況

3. 試験結果および考察

全10体の試験結果を表-1に示す。N-4試験体でコンクリート部支間中央に発生した曲げひび割れが進展したため、22.5万回で載荷を中止した以外は、いずれも鉄筋母材の疲労破断により載荷を終了した。全ての鉄筋の破断はコンクリート表面付近で起こった。また、コンクリートの表面付近には鉄筋との付着によると思われるコーン状のひび割れが見られた。コーンの直径は20cm程度であり、ハンマーによりコーンを取り除いた深さは2cm程度とごく浅いものであった。鉄筋母材の破断状況を写真-2に示す。

キーワード T ヘッド, 鉄筋, 疲労, 定着, 高サイクル繰返し荷重, 変動応力度

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館 清水建設(株)土木技術本部設計部 TEL03-5441-0592

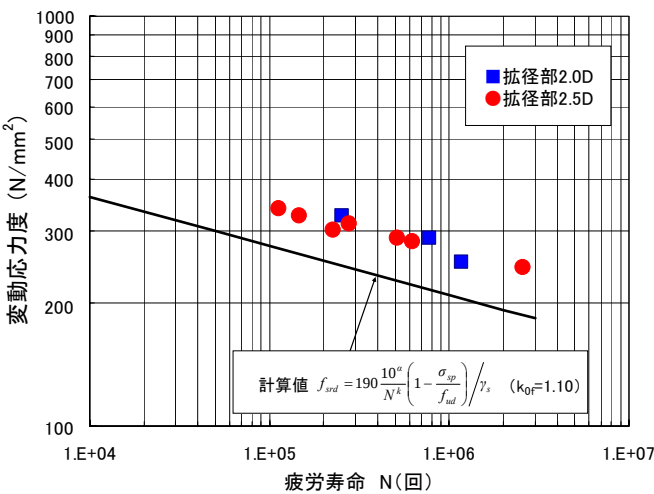
表－１ 試験ケースおよび結果一覧表

試験体 No.	鉄筋径	拡径部 寸法	下限 応力度※ ¹ (N/mm ²)	上限 応力度※ ¹ (N/mm ²)	変動 応力度 (N/mm ²)	繰返し回数 計算値※ ² (回)	繰返し回数 実験結果 (回)	対数比	破断 箇所
N-1	D32	2.5D	30.2	338.5	308.3	18,518	112,888	1.18	母材
N-2	D32	2.5D	30.2	325.7	295.5	25,533	146,703	1.17	母材
S-1	D32	2.0D	30.0	325.7	295.7	25,610	251,837	1.23	母材
N-3	D32	2.5D	28.6	311.6	283.0	37,822	276,097	1.19	母材
N-4	D32	2.5D	30.0	300.5	270.5	50,102	225,000 ↑	1.14 ↑	—
S-2	D32	2.0D	29.4	287.4	258.0	73,299	772,166	1.21	母材
N-5	D32	2.5D	30.1	288.1	258.0	71,073	516,592	1.18	母材
N-6	D32	2.5D	29.5	281.3	251.8	87,516	622,483	1.17	母材
S-3	D32	2.0D	30.1	250.6	220.5	227,192	1,167,267	1.13	母材
N-7	D32	2.5D	29.6	243.8	214.2	287,893	2,565,406	1.17	母材

※1 下限および上限応力度は計測した全サイクルの平均値
※2 異形鉄筋の疲労強度式： $f_{srd} = 190 \frac{10^a}{N^k} \left(1 - \frac{\sigma_{sp}}{f_{ud}} \right) / \gamma_s$ で $k_{0f}=1.1$, $\gamma_s=1.0$ とした計算値



写真－２ 破断状況



図－２ S－N関係

各試験体の載荷回数と変動応力度の関係を計算値と共に表－１および図－２に示す．ここで、計算値は異形鉄筋の設計疲労強度式で鉄筋のふし形状に関する係数 k_{0f} を 1.10（ふしの根元に円弧が設けられたもの）、 γ_s を 1.0 として求めた値である．グラフは両軸とも対数軸とした．各変動応力度に対する疲労寿命は、計算値に対して対数比で 1.13～1.23 となり、いずれも上回った．また、拡径部寸法の違いによる差異は見られなかった．以上から、T ヘッドにより定着された試験体の引張疲労強度は鉄筋母材の疲労強度により評価することができる．

4. まとめ

T ヘッド定着部の耐疲労性能を確認することを目的として行った引張疲労試験を行い、以下の結論を得た．
・定着深さを 12D とした試験体は、途中で載荷を中止した 1 体を除き、鉄筋母材の疲労破断により破壊した．
・拡径部 2.0D と 2.5D の試験体で疲労寿命に差は見られず、異形鉄筋母材の疲労強度式によって定着疲労強度を評価することができた．

最後に、疲労試験の実施に当たり、日本大学生産工学部ハイテクリサーチセンターの水口先生はじめ学生の皆様に多大なるご協力を頂きました．ここに記して厚く御礼申し上げます．

参考文献

1) 長澤，塩屋ら：T ヘッドバーの定着性状
土木学会第 54 回年次学術講演会 VI-256 1999 年 9 月 pp.512-513
2) 樋口，塩屋ら：中間帯鉄筋として T ヘッドバーを用いた RC 柱実験
土木学会第 58 回年次学術講演会 V-264 2003 年 9 月 pp.527-528