

高サイクル繰り返し荷重を受ける RC はりにおける T ヘッド鉄筋のせん断疲労性能

清水建設 技術研究所 正会員 ○吉武謙二 土木技術本部 正会員 小川 晃 フェロー 出羽克之
 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 高岸正章

1.はじめに 著者等は高周波誘導加熱により拡径部を形成した異形鉄筋(以下、Tヘッド鉄筋と称す.)を開発し¹⁾、鉄筋の高密度化による配筋およびコンクリート打設の施工性低下の改善に寄与してきた²⁾。しかし、高密度配筋が顕著である鉄道構造物のはり部材などには、Tヘッド鉄筋単体の良好な疲労性能は確認しているが³⁾、部材内での疲労性能が明らかでないため適用できなかった。本報ではTヘッド鉄筋のRC部材におけるせん断疲労性能を確認することを目的として、配筋仕様および変動応力を実験要因とした高サイクル繰り返し載荷実験を実施し考察を加えた。

2.実験概要 試験体一覧を表-1に、試験体形状および配筋を図-1に示す。試験体は静的単調載荷を含む、載荷荷重および配筋仕様の異なる9体である。配筋仕様は基準となる半円形フックと施工性を大幅に改善したラップ型Tヘッド鉄筋、U型Tヘッド鉄筋の3種類である。ラップ型Tヘッド鉄筋では直線部の重ね継手長さを12d (dは鉄筋の呼び径)とした。Tヘッド鉄筋の拡径部がかぶりコンクリートに及ぼす影響を把握するため、かぶり厚さは実構造物のスターラップの直径とかぶりの比率とほぼ等しくなるように設定した。疲労実験時の上限荷重は、コンクリート標準示方書⁴⁾のせん断補強鋼材を用いない棒部材の設計せん断耐力 V_{cd} 以上に設定した。コンクリートおよび鋼材の材料試験結果を表-1、表-2に示す。粗骨材の最大寸法は13mmである。また、半円形フックの曲げ内半径は2dとした。試験体は丸鋼を溶接した鋼板により単純支持した。載荷板および支承の幅は100mmとした。

3.実験結果 実験終了時の試験体破壊状況を図-2に、実験結果一覧を表-1に示す。せん断補強筋の変動応力はコンクリート標準示方書の式を基に算定した。表には実験終了後に試

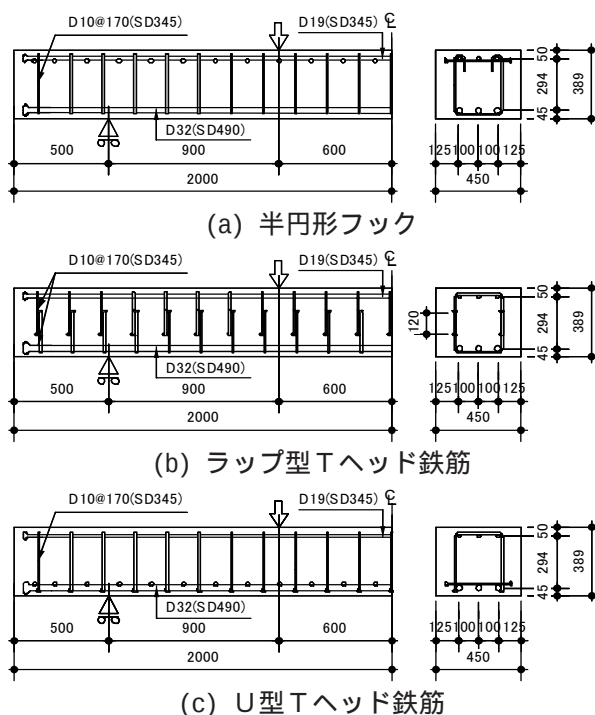


図-1 試験体の形状および配筋

表-1 試験体および結果一覧

試験体 名称	せん断 補強筋 形状	載荷荷重		鉄筋 変動 応力 Sr (N/mm ²)	破壊時 繰り返し 回数 Nu	スターラップの 破断本数				破壊 モード	コンクリート 材料試験結果	
		下限 (kN)	上限 (kN)			フック 加工部 H ¹⁾	曲げ 加工部 B ²⁾	直線部 S ³⁾	合計		圧縮 強度 (N/mm ²)	割裂 引張 強度 (N/mm ²)
F-S	半円形 フック	静的単調載荷		-	静的せん断耐力 (560kN)	0	0	0	0	せん断破壊 なお、鉄筋は未破断	29.1	2.6
F-1		10	290	140	1,231,066	3	4	0	7	フック加工部および 曲げ加工部での破断	31.6	2.6
LT-1	ラップ型 Tヘッド鉄筋	10	290	142	197,617	-	4	0	4	曲げ加工部 での破断	30.6	2.4
LT-2		10	295	151	232,172	-	5	0	5	曲げ加工部 での破断	29.1	2.8
LT-3		10	300	156	595,480	-	5	0	5	曲げ加工部 での破断	29.9	2.7
T-1	U型 Tヘッド鉄筋	10	290	147	2,500,000	-	0	0	0	疲労では未破壊	28.4	2.7
T-2		10	295	150	107,388	-	4	0	4	曲げ加工部 での破断	29.9	2.7
T-3		10	300	156	322,194	-	4	0	4	曲げ加工部 での破断	29.0	2.6
T-4		10	300	156	1,935,582	-	4	1	5	曲げ加工部および 直線部での破断	29.9	2.4

1) H:Hook portion, 2) B:Bent portion, 3) S:Straight portion

キーワード: RC はり, Tヘッド鉄筋, 高サイクル繰り返し荷重, せん断疲労, 高周波誘導加熱

〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 TEL 03-3820-6974 FAX 03-3820-5959

験体をはつて確認したスターラップの破断位置および本数も記した。破断本数は試験体前後面の合計である。250万回の载荷においても疲労破壊をしなかった試験体T-1以外は、最終的に主たるせん断ひび割れが载荷点または支承方向に進展し、所定の荷重が载荷できなくなり実験を終了した。試験体T-4におけるせん断ひび割れ幅と繰返し回数との関係を図-3に示す。ひび割れ幅は図-2(c)に示すように試験体の高さ方向中央でせん断ひび割れと直交する方向に計測した。これより繰返し回数とともにせん断ひび割れ幅が増加している様子が確認できる。

今回の実験ではスターラップの破断はせん断ひび割れと交差した直線部で破断した1箇所を除けば、全て曲げ加工部やフック部などで生じ、Tヘッド鉄筋加工部では見られなかった。スターラップは破断位置において伸びがほとんど生じていないことから、全て疲労破断と判断された。部材破壊時の载荷回数と変動応力との関係を図-4に示す。試験体T3と試験体T4は、同じ実験条件であるにもかかわらず、破壊時の载荷回数にはばらつきが見られた。しかし、半円形フックとラップ型Tヘッド鉄筋、U型Tヘッド鉄筋のいずれの部材も破壊時载荷回数は、鉄筋母材の疲労強度計算値に基づく载荷回数をやや下回るが、コンクリート標準示方書に示されている折り曲げ部を有する鉄筋の疲労強度(鉄筋母材の50%低減値)に基づく载荷回数に対しては安全側であった。また、拡径部が底面かぶり部にあるU型Tヘッド鉄筋を用いた試験体も、250万回载荷終了後においてもかぶり部にひび割れは発生しなかった。

4. まとめ Tヘッド鉄筋のRC部材内での疲労性能を確認することを目的として、2種類の配筋仕様のTヘッド鉄筋と半円形フックを用いたはり部材のせん断疲労実験を実施した。その結果、スターラップの破断はTヘッド鉄筋加工部では生じず、大半が曲げ加工部やフック部で生じること、折り曲げ部を有する鉄筋の疲労強度に基づく载荷回数に対して安全側であること、拡径部はかぶりコンクリートに有害な影響を及ぼさないことが明らかになった。以上より、Tヘッド鉄筋を用いたスターラップの疲労性能は半円形フックと同等以上であることが確認できた。

参考文献 1)塩屋俊幸・中澤春生・長澤保紀・高岸正章：Tヘッドバー工法の開発，コンクリート工学年次論文集，Vol.22，No.3，pp.1291-1296，2000.6，2)加藤秀紀・降矢昌時・木村克彦・大塚敏哉：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回土木学会年次学術講演会，VI-073，pp.145-146，2005.9，3)出羽克之・小川晃・木村克彦・吉武謙二・阿部忠・前之園司：Tヘッド鉄筋定着部の疲労性能確認試験，第61回土木学会年次学術講演会，V-573，pp.1141-1142，2006.9，4)土木学会：コンクリート標準示方書(構造性能照査編)，2002。

表-2 鋼材材料試験結果

鉄筋種類	適用部位	降伏点 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
D10 (SD345)	せん断補強筋 配力筋	384	574	176
D32 (SD490)	引張鉄筋	526	687	202
D19 (SD345)	圧縮鉄筋	384	561	182

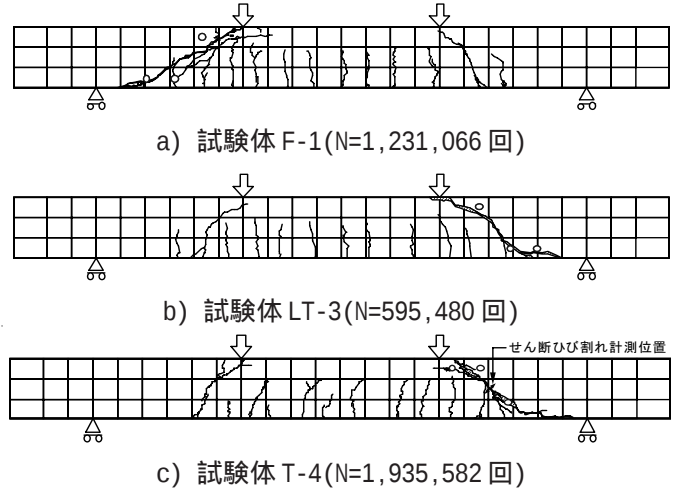


図-2 試験体破壊状況(図中の○印は鉄筋破断位置)

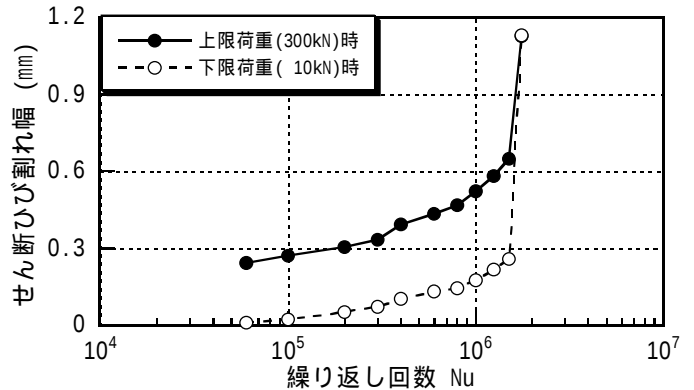


図-3 せん断ひび割れ幅(試験体T-4)

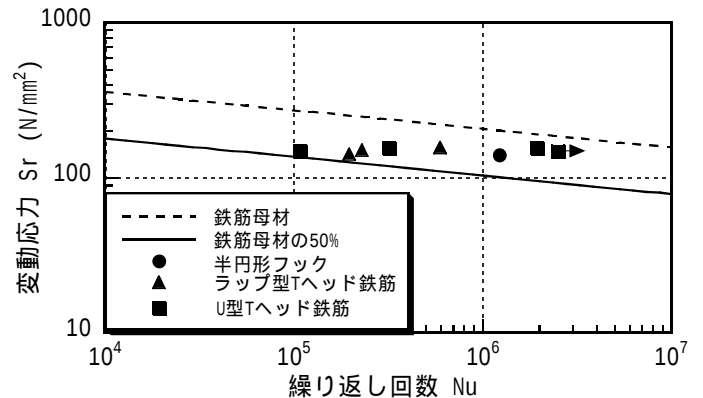


図-4 部材破壊時の载荷回数と計算値