

Tヘッド鉄筋を用いたせん断補強筋比の高いRCはりの曲げせん断実験

清水建設 技術研究所 正会員 ○吉武謙二 木村克彦
清水建設 土木事業本部 正会員 小川 晃 出羽克之
第一高周波工業 技術統括部 高岸正章

1.はじめに 耐震設計規定の厳格化により橋脚などのせん断補強筋および中間帯鉄筋量が増加している．特に鉄道構造物のはりでは，せん断耐力(V_y)に占めるせん断補強筋の分担せん断耐力(V_s)が80%程度と非常に高くなる場合がある．このようなせん断補強筋比の高いRCはり部材におけるせん断補強筋の効果に関する研究は極めて少ない．著者らは配筋の合理化およびコンクリートの充填性の向上を目的として，せん断補強筋に従来の180°フックの代替として拡径部を有する異形鉄筋（以下，Tヘッド鉄筋と称す．）を用いた実験を実施し， V_s/V_y が25%程度のRCはりでは良好な性能が得られることを確認している¹⁾．本論文では， V_s/V_y が80%，60%の2種類のせん断補強筋比の高いRCはり部材における180°フックとTヘッド鉄筋のせん断補強効果を把握することを目的として，RCはりの正負曲げせん断載荷試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．試験体はせん断耐力 V_y に占めるせん断補強筋の分担せん断耐力 V_s の比率 V_s/V_y とせん断補強筋の定着端部形状の異なる4体である． V_s/V_y が80%の試験体SS8HとSS8Tでは主鉄筋比を3.1%とし主鉄筋にねじPC鋼棒を用いた． V_s/V_y が60%の試験体SS6HとSS6Tでは主鉄筋比は1.5%とし主鉄筋にSD490を用いた．試験体のせん断スパン比(a/d)はSS8H,SS8T,SS6Hで3.0,SS6TはSS6Hで曲げ破壊したためせん断スパン比を2.5とした．使用したコンクリートおよび鋼材の材料試験結果を表-1，2に示す．試験体はテフロン支承により単純支持し，正側載荷で主鉄筋降伏もしくは荷重低下後に除荷し，試験体を反転し負側の載荷を実施した．載荷板および支承の幅は100mmとした．試験体各所の変位，主鉄筋およびせん断補強筋のひずみを測定した．

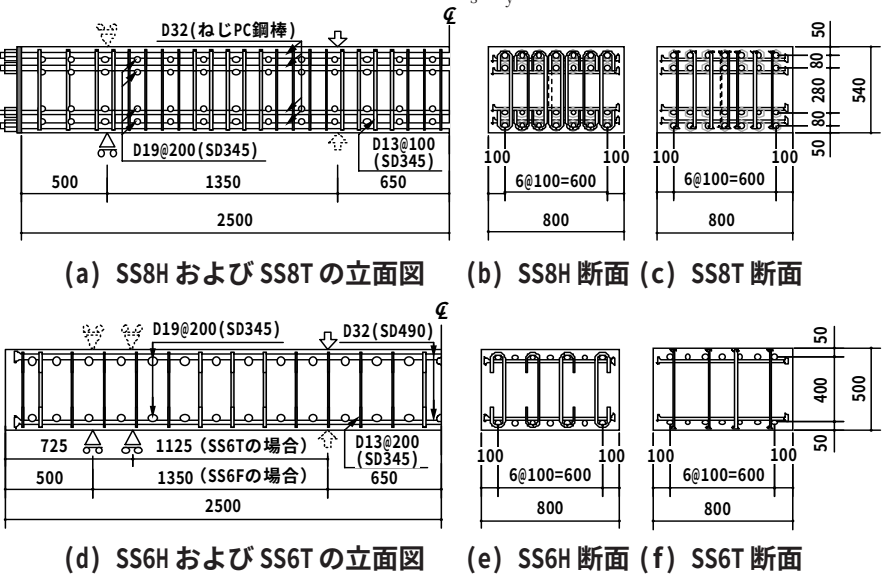


図-1 試験体の形状および配筋

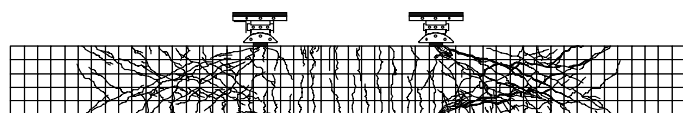
表-1 試験体および結果一覧

試験体 名称	試験体概要				計算 せん断 耐力 ^{*1} (kN)	実験結果				コンクリート 材料試験結果		
	V_s/V_y	せん断 補強筋 定着端部形状	せん断 スパン比 (a/d)	主鉄筋比 (%)		正側 最大荷重 (kN) ^{*2}	負側 最大荷重 (kN) ^{*2}	正負の 最大荷重 比率	破壊モード	圧縮 強度 (N/mm ²)	弾性 係数 (kN/mm ²)	割裂 引張 強度 (N/mm ²)
SS8H	0.8	180° フック	3.0	3.1	3747	4283 (1.14)	3556 (0.95)	0.83	せん断破壊	26.4	28.0	2.3
SS8T	0.8	Tヘッド	3.0	3.1	3751	4568 (1.22)	3805 (1.01)	0.83	せん断破壊	26.7	28.0	2.6
SS6H	0.6	180° フック	3.0	1.5	1617	1761 (1.09)	2010 (1.24)	1.14	曲げ破壊	30.9	30.1	3.1
SS6T	0.6	Tヘッド	2.5	1.5	1685	2043 (1.21)	2042 (1.21)	1.00	正側-曲げ破壊 負側-曲げ降伏後の せん断破壊	31.9	29.8	3.0

^{*1}二羽・岡村式で求めたコンクリートの分担せん断力とせん断補強筋の分担せん断耐力の和，^{*2}()内は計算せん断耐力との比

表-2 鋼材材料試験結果

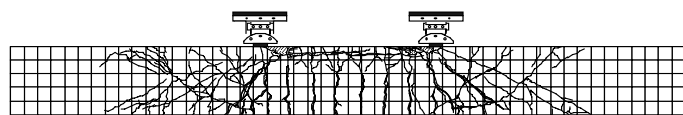
鉄筋種類	適用部位	降伏点 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
D32 (ねじPC鋼棒)	主鉄筋 (SS8H, SS8T)	1157	1300	198
D32 (SD490)	主鉄筋 (SS6H, SS6T)	504	701	190
D13 (SD345)	せん断補強筋 (全試験体共通)	364	642	190
D19(SD345)	配力筋 (全試験体共通)	399	577	-



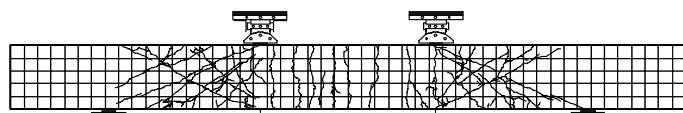
a) 試験体 SS8H(荷重 -3556kN, 変位 -42mm)



b) 試験体 SS8T(荷重 -3805kN, 変位 -48mm)



c) 試験体 SS6H(荷重 -2010kN, 変位 -238mm)



d) 試験体 SS6T(鉛直荷重 -2042kN, 変位 -37mm)

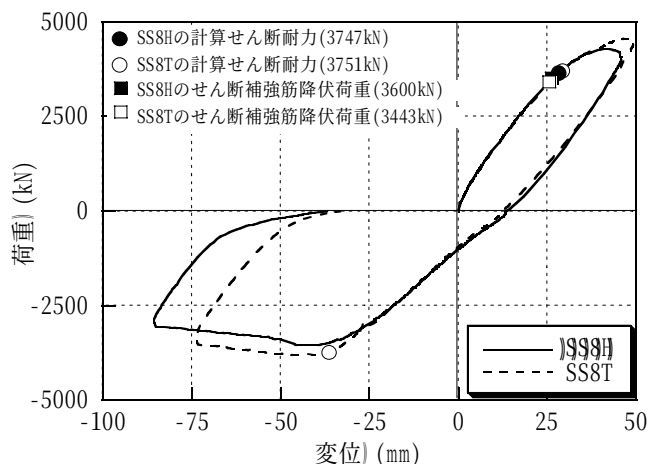
図-3 ひび割れ発生状況

筋のせん断耐力の和により算定した計算せん断耐力およびせん断補強筋の降伏開始時の荷重も示した。表-1に示すように試験体 SS8H, SS8Tはウェブ部分のせん断破壊, 試験体 SS6Hは正側負側ともに曲げ降伏した。せん断スパン比を2.5とした試験体 SS6Tでは正側は曲げ降伏, 負側は曲げ降伏後のせん断破壊により最大荷重に至った。いずれの試験体もせん断補強筋降伏後も荷重が増加し計算せん断耐力を上回った。また, Tヘッド鉄筋も180°フックと同等のせん断補強効果を有することが確認できた。よって, V_s/V_y が80%程度のはりで180°フックあるいはTヘッド鉄筋を用いた場合も, 二羽・岡村式によりせん断耐力を評価して良いことが確認できた。また, せん断破壊をした試験体も脆性的な破壊に至らずコンクリートが破壊した後も荷重の急激な低下は見られなかった。

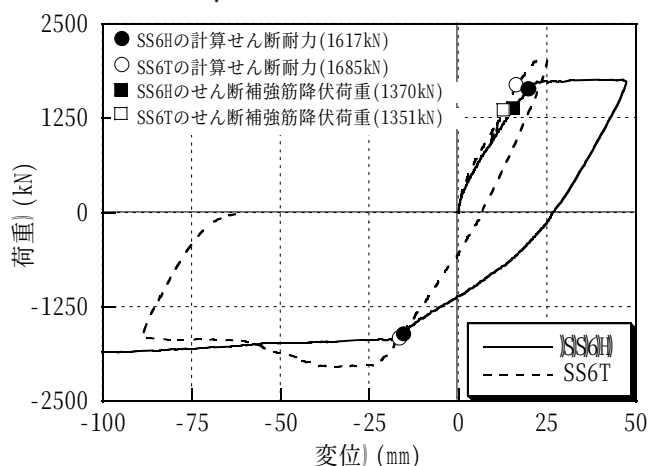
4. まとめ 本研究では, V_s/V_y が80%, 60%の2種類のせん断補強筋比の高いRCはり部材における180°フックとTヘッド鉄筋のせん断補強効果を把握することを目的として, RCはりの正負曲げせん断載荷試験を実施した。その結果, V_s/V_y が80%のせん断補強筋比の高いRCはりにおいても, 二羽・岡村式によりせん断耐力を評価して良いこと, Tヘッド鉄筋は180°フックと同等のせん断補強効果を有することが確認できた。

参考文献

- 1) 塩屋俊幸, 樋口義弘, 塩川英世, 高岸正章: Tヘッドバーをせん断補強筋として用いた曲げせん断実験, コンクリート工学年次論文集, Vol.23, No.3, pp.799~804, 2001.
- 2) 二羽淳一郎, 山田一字, 横沢和夫, 岡村甫: せん断補強筋を用いないRCはりのせん断強度式の再評価, 土木学会論文集, No.372/V-5, pp.167~176, 1986.



a) 試験体 SS8H と SS8T



b) 試験体 SS6H と SS6T

図-2 荷重-変位関係

3. 実験結果 載荷荷重と試験体中央部での鉛直変位との関係を図-2に, 負側の最大荷重時におけるひび割れ発生状況を図-3に示す。図-2には二羽・岡村式²⁾で求めたコンクリートの分担せん断力とせん断補強