

T 形断面 RC はりのせん断耐力とフランジ内応力分布の関係に関する一考察

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○中村 麻美 中田 裕喜 田所 敏弥 岡本 大

1. はじめに

土木学会コンクリート標準示方書では、T 形断面を有する棒部材のせん断耐力は、フランジ張出し部を無視した矩形断面として算定されている。既往の研究¹⁾では、せん断スパン比 a/d が小さいほど T 形断面 RC はりのせん断耐力が大きくなることが報告されている。本研究では、フランジの寄与が大きいと考えられる比較的小さい a/d に対して、単純支持条件の圧縮突縁を有する T 形断面 RC はりの有限要素解析を実施し、フランジ内の応力分布に着目して、せん断耐力に対するフランジの効果を検討した。

2. 解析概要

図-1 に解析モデルを示す。既往の実験結果¹⁾を対象に、 a/d は 2.5、せん断補強鉄筋比は 0.32% とした。パラメータはフランジ幅およびフランジ厚とした。

解析は、汎用有限要素解析コード DIANA (ver.10.2) を用い、三次元非線形解析を行った。コンクリート

はソリッド要素、鉄筋は埋め込み鉄筋要素とし、幅方向に 1/2 モデルとした。コンクリートは固定ひび割れモデルとした。軸方向鉄筋とコンクリート間は付着を考慮し、付着応力とすべりの関係は、既往の研究を参考に設定した。コンクリートは全ひずみモデルとし、圧縮側には軟化勾配を考慮した放物曲線、引張側には Hordijk の軟化勾配を適用した引張軟化曲線とした。破壊エネルギーは、既往の研究および土木学会コンクリート標準示方書に従い算出した。

3. 実験結果¹⁾に基づく解析モデル検証と応力分布

ケース T41 について、作用せん断力 V とたわみの関係の実験結果¹⁾および解析結果を図-2 に示す。実験との比較では、実験時の材料強度を用いて解析した。解析では、剛性や斜めひび割れの発生、最大せん断力を概ね評価できている。図-3 に、実験終了後のひび割れ図と解析での $V=205\text{kN}$ での最大主ひずみコンターを示す。ウェブの斜めひび割れは概ね表

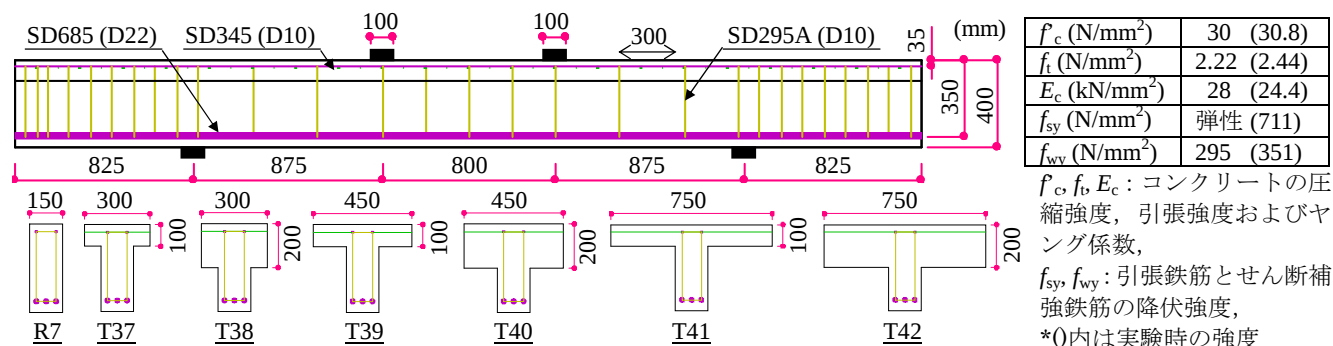


図-1 解析モデル

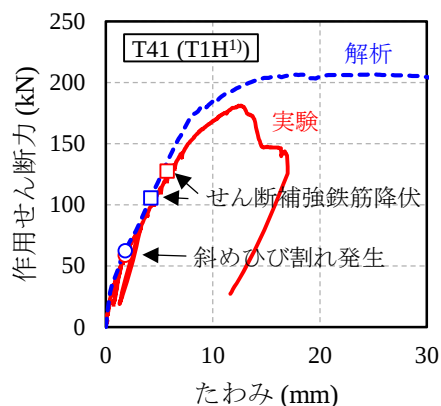
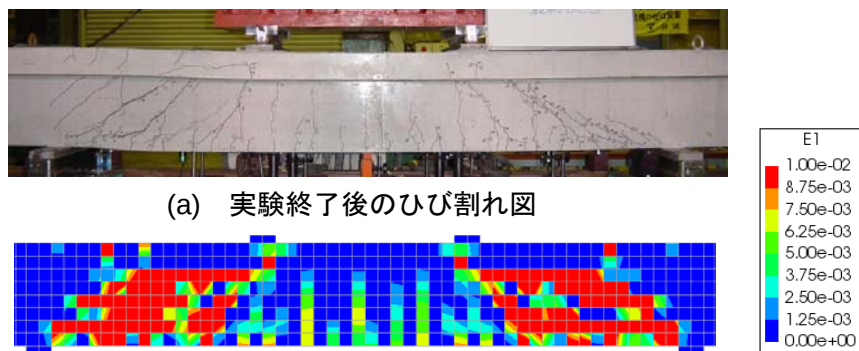


図-2 せん断力-たわみ関係 (T41)



(a) 実験終了後のひび割れ図

(b) $V=205\text{kN}$ での最大主ひずみコンター

図-3 ひび割れ図および最大主ひずみコンター (T41)

キーワード T 形断面, せん断耐力, 圧縮突縁, 単純支持, 応力分布, 有限要素解析

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7281

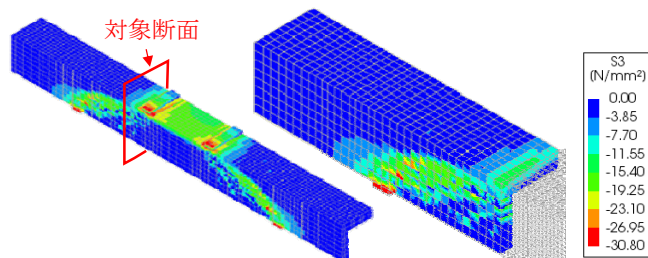


図-4 V=205kN での最小主応力コンター (T41)

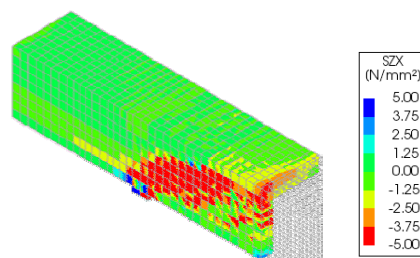


図-5 V=205kN でのせん断応力コンター (T41)

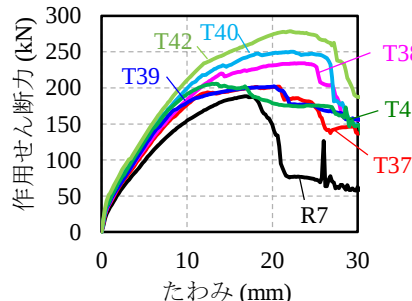


図-6 せん断力-たわみ関係

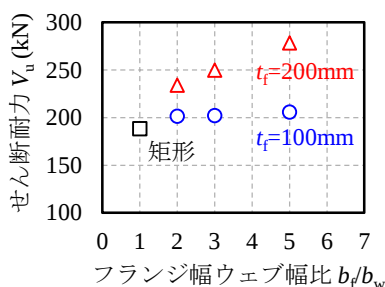
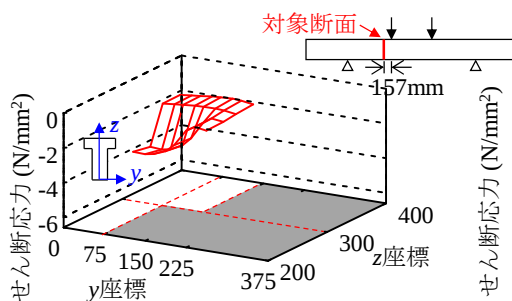
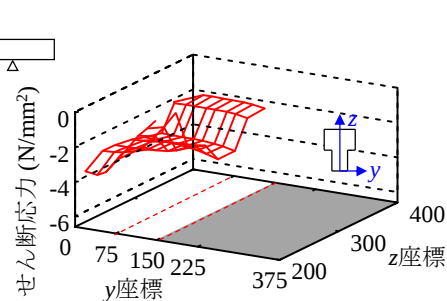
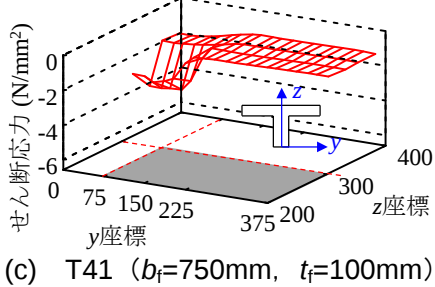
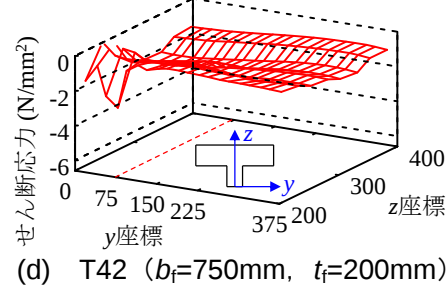
図-7 せん断耐力と b_f/b_w (a) T37 ($b_f=300\text{mm}$, $t_f=100\text{mm}$)(b) T38 ($b_f=300\text{mm}$, $t_f=200\text{mm}$)(c) T41 ($b_f=750\text{mm}$, $t_f=100\text{mm}$)(d) T42 ($b_f=750\text{mm}$, $t_f=200\text{mm}$)

図-8 フランジ内のせん断応力分布

現できている。載荷点に近い断面での $V=205\text{kN}$ での最小主応力とせん断応力のコンターを図-4と図-5にそれぞれ示す。最小主応力はフランジ幅方向にも概ね一様に分布しているが、せん断応力は、フランジ端部ほど小さくなっている。すなわち、本検討における a/d では、圧縮力に対してはフランジ全幅が概ね有効であるのに対して、せん断力には有効な領域が存在するものと考えられる。

4. フランジ内応力分布に関する考察

フランジ形状をパラメータとした各解析ケースについて、作用せん断力とたわみの関係を図-6に、せん断耐力と b_f/b_w (b_f : フランジ幅, b_w : ウェブ幅) の関係を図-7に示す。解析では、コンクリート圧縮強度を 30N/mm^2 、せん断補強鉄筋の降伏強度は 295N/mm^2 とし、軸方向鉄筋は弾性とした。フランジ厚 $t_f=100\text{mm}$ の場合は、フランジ幅によらずせん断耐力は概ね同程度であったが、 $t_f=200\text{mm}$ の場合は、フランジ幅の増加に伴って、せん断耐力が増加した。 $V=150\text{kN}$ 程度での載荷点に近い断面でのフランジ内のせん断応力の分布を、フランジ幅 300mm と 750mm

のケースを例に、図-8に示す。 $t_f=200\text{mm}$ の T38 と T42 では、高さ $z=300\sim 400\text{mm}$ 程度のフランジ厚さ半分の範囲で、フランジ幅方向にせん断応力が概ね一様に分布していた。 $t_f=100\text{mm}$ の T37 と T41 では、高さ $z=350\sim 400\text{mm}$ 程度のフランジ厚さ半分の範囲で、フランジ幅方向にせん断応力が概ね一様に分布していたが、高さ $z=300\sim 350\text{mm}$ 程度の範囲では、奥行き $y=120\text{mm}$ 程度までしかフランジ幅方向にせん断応力が有効に伝達されていなかった。この傾向は、フランジ幅 450mm のケースも同様であった。 $t_f=100\text{mm}$ の場合に、フランジ幅を増加させてもせん断耐力が増加しなかったのは、フランジ内のせん断力に対する有効な領域が関係していると考えられる。

5. まとめ

フランジ厚が相対的に大きい場合では、せん断応力がフランジ内である程度一様に分布しており、フランジ幅の増加に伴って、せん断耐力が増加した。

参考文献

- 1) 岡本ら: せん断補強鉄筋を有する鉄筋コンクリート T 型はりのせん断耐力の評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.2, pp.313-318, 2005