逆対称曲げを受けるT形断面ディープビームのせん断補強効果に関する研究

東日本旅客鉄道（株）　正会員　○木野　淳一
東日本旅客鉄道（株）　正会員　倉岡　希樹
東日本旅客鉄道（株）　フェロー　大庭　光商

１．はじめに

鉄筋コンクリート（以下，RCとする）鉄道ラーメン高架橋で最も一般的なビームスラブ式ラーメン高架橋のはり部材は，フランジを有するT形の断面形状となっている．一般に，T形断面のRCはり部材のせん断耐力は，鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物）[1)]に従い，ウェブ部のみの矩形断面で算出している．しかし，T形断面RCはりのせん断耐力は，矩形断面で評価したせん断耐力より大きくなることが知られている[2)]．今回，逆対称曲げモーメントを受けるせん断スパン比の小さいT形断面RCはりのせん断耐力について，フランジの有無，せん断補強鉄筋の有無をパラメータとして実験を行ったので，以下に報告する．

２．実験概要

図1に実験の概要図を示す．載荷は実験区間に逆対称曲げモーメントを与えるよう実施した．これは，RCラーメン高架橋の横方向はり部材の地震時を想定している．T形断面供試体の実験区間は，フランジ幅がウェブ幅の3倍となるT形断面とし，フランジの厚さを2種類とした．せん断スパン比はディープビームとなる1.6とした．RCはりの軸方向鋼材には，曲げ破壊を防止するため異形PC鋼棒を使用している．また，それぞれのフランジ厚について，せん断補強鉄筋のある供試体とせん断補強鉄筋のない供試体を実験した．供試体の諸元を表1に示す．

表1　供試体諸元

No.	コンクリート強度 (N/mm^2)	軸方向鋼材 径－本数	せん断スパン a (mm)	有効高さ d (mm)	せん断スパン比 a/d	フランジ厚 tf (mm)	せん断補強鉄筋 径－ピッチ (mm)	せん断補強鉄筋 規格強度 (N/mm^2)
1	30.6	D25-3	640	400	1.6	0	－	
2-1	20.8					100	－	
2-2	31.3						D13-200	345
3-1	32.7					150	－	
3-2	27.5						D13-200	345

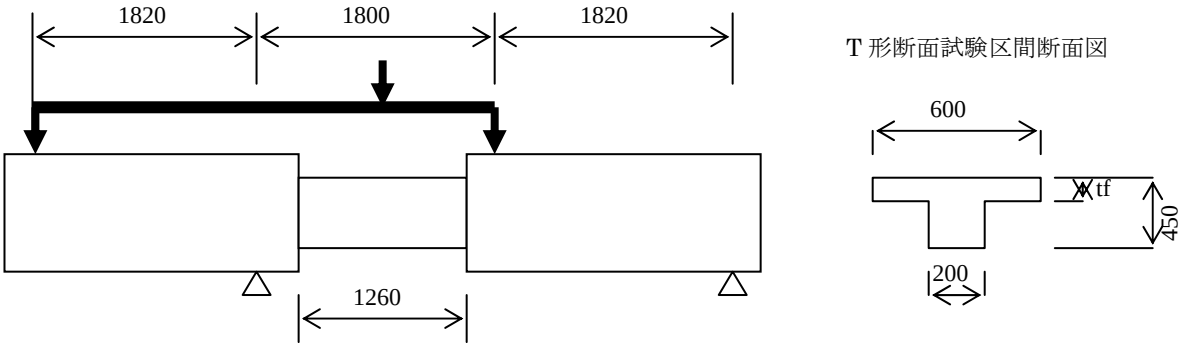

図1　実験概要図

３．実験結果

破壊状況の一例を図2に示す．また，各供試体の破壊荷重，計算上のせん断耐力を表2に示す．ここで，せん断耐力の計算値は下記の式を用いている[1)]．なお，V_{ccal}については，ウェブ部のみを考慮したせん断耐力についての値である．

キーワード　T形断面，せん断耐力，せん断補強鉄筋，ディープビーム，逆対称曲げモーメント
連絡先　〒151-8578　東京都渋谷区代々木2-2-2　東日本旅客鉄道（株）構造技術センター　ＴＥＬ03-5334-1288

図２　破壊状況の例

表２　試験結果一覧

No.	せん断耐力の試験値 V_{exp}(kN)	コンクリートの負担するせん断耐力の計算値 V_{ccal}(kN)	鉄筋の負担するせん断耐力の計算値 V_{scal}(kN)	$V_{exp}/(V_{ccal}+V_{scal})$
1	133.4	126.7	－	1.05
2-1	164.6	111.4	－	1.48
2-2	323.5	127.6	161.3	1.12
3-1	196.8	129.5	－	1.52
3-2	397.6	122.2	161.3	1.40

$$V_{ccal} = 0.20\left(0.75 + 1.4\,a/d\right)\cdot\sqrt[3]{f'_{cd}}\cdot\beta_d\cdot\beta_p\cdot b_w\cdot d$$

$$V_{scal} = A_w\cdot f_{wyd}\cdot\left(\sin\theta_s + \cos\theta_s\right)/s_s\cdot z$$

破壊形態は，実験区間中央付近に支配的な斜めひび割れが発生する斜め引張破壊となった．また，帯鉄筋を配置した供試体の帯鉄筋ひずみは，降伏ひずみに達していた．

４．考察

(1)　せん断耐力の計算値と実験値の比較

今回の実験結果では，矩形断面の結果が計算値とほぼ一致したのに対し，フランジを有する T 形断面についていずれもせん断耐力の実験結果が実験値を上回る結果となった．これは，せん断耐力をウェブ幅の矩形断面として計算していることが原因と考えられる．よって，フランジを有する T 形断面はりのせん断耐力は，せん断補強鉄筋の有無にかかわらず耐力が向上することがわかった．なお，フランジの影響を加味したせん断耐力算定式は，更なる実験により検討が必要である．

(2)　フランジ厚さの影響

今回はフランジ厚さを 100mm，150mm の 2 種類とした．いずれの場合も耐力の向上が見られたが，フランジ厚さの厚い tf=150mm の方が比較的耐力が向上する結果が得られた．よって，T 形断面はりのせん断耐力は，フランジの厚さ増加に応じて向上することが推察される．

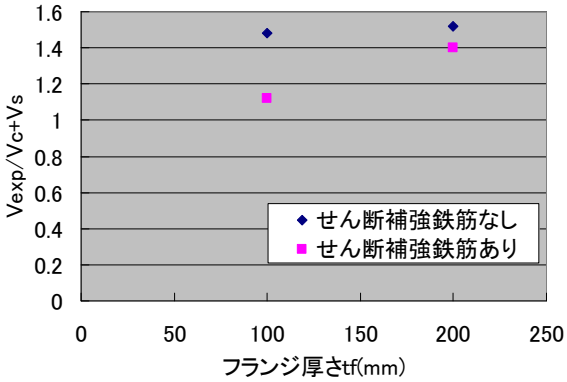

図３　フランジ厚さの影響

(3)　せん断補強鉄筋の影響

同一のスラブ厚さの供試体において，せん断補強鉄筋がある場合は，せん断補強鉄筋がない場合と比較して計算値との乖離が小さくなる傾向にあった．このことから，T 形断面はりにおけるフランジ部のせん断耐力向上効果は，RC 棒部材のせん断耐力を構成するコンクリートのせん断耐力負担分 V_c，せん断補強鉄筋のせん断耐力負担分 V_s のうち，主にコンクリートのせん断耐力負担分 V_c に影響を与えているものと考えられる．

５．まとめ

逆対称曲げを受ける T 形断面ディープビームのせん断補強効果について，フランジの効果，せん断補強鉄筋の効果を実験的に検証した．実験の結果，フランジの大きさが，部材のせん断耐力のうちコンクリートの負担するせん断耐力に寄与する傾向が見られた．今後はフランジの影響を考慮したせん断耐力算出について検討していきたいと考えている．

参考文献

1)　鉄道構造物設計標準・同解説（コンクリート構造物）　丸善　2004.4

2)　岡本他：T 形断面を有する RC 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.26,No.2 pp.331～336　2004