昭和初期に施工された SRC 梁の模型せん断耐力試験

東日本旅客鉄道（株）　正会員　○木野　淳一
東日本旅客鉄道（株）　小室　達明
東日本旅客鉄道（株）　正会員　岩田　道敏

１．はじめに

既設構造物を改良するプロジェクトにおいては，増荷重に対して既設構造物が所要の安全性を確保できていることについて検討する必要がある．しかし，既設構造物の形状・状態等は多種多様にわたっており，現在の設計標準の設計式がそのまま適用できない場合もあるものと考えられる．今回，既設構造物の改良工事において，昭和初期に施工された SRC ラーメン高架橋に増荷重を載荷する計画があることから，梁部材を模擬した供試体を作成し，設計式と実験結果のせん断耐力について比較を行った．その結果について報告する．

２．実験概要

供試体概要図を図 1 に示す．

供試体は，単体で施工された梁を想定した矩形供試体（R-1）と，床スラブと一体に施工された梁を想定した T 形断面供試体（T-1）の 2 体とした．部材は，主方向に等辺山形鋼と鋼棒（丸鋼）を有し，上下の等辺山形鋼を鋼板でつないだ構造である．等辺山形鋼と鋼板はボルトにより接合されている．供試体寸法は，実構造物の 1/2 程度となるように設定した．ただし，今回の試験は部材のせん断耐力を対象とするため，下筋については鉄筋径，強度を高めに設定している．使用している鋼棒は，上筋に SS400　φ9，下筋に SBPR930/1080　φ23，軸方向鋼材として SS400 L50×50×4，鉛直方向鋼材として SPHC　t=1.6 を使用した．使用した材料の物性値は，以下のとおりである．

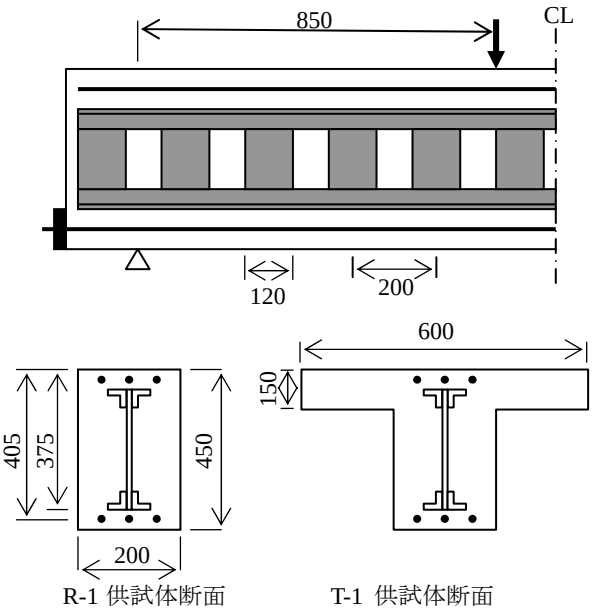


図 1　供試体概要図

- コンクリート　R-1 : f'_c=27.7N/mm^2，T-1 : f'_c=27.3N/mm^2
- 鋼棒　φ9 : f_{sy}=317N/mm^2，φ23 : f_{sy}=1017N/mm^2
- 鋼材　L50 : f_{sy}=278N/mm^2，PL1.6 : f_{sy} 285N/mm^2

鋼棒端部については，定着を確保するため，供試体の外まで延長し，支圧板にナット定着した．また，鋼材端部にはエンドプレートを取り付けた．

せん断スパンは 850mm とし，載荷は 2 点載荷で実施している．載荷は破壊するまで一方向単調載荷としている．

３．実験結果

実験における斜めひび割れ発生荷重 Vc_{exp}，最大荷重 V_{exp} を表 1 に，ひび割れの発生状況を図 2 に示す．なお，荷重値は 2 点載荷のため，測定値を 1/2 とした値としている．

R-1 供試体は，曲げひび割れ発生後，142kN 載荷時に載荷点に向かい，斜めひび割れが発生した．その後，193kN 載荷時に支点付近からの斜めひび割れが発生した．この斜めひび割れは，上側の鋼材位置で水平に載荷点方向へ延びた状況となっている．その後，253kN 載荷時点で最大荷重となり，その後は支点付近からの斜めひび割れが載荷点付近で上に抜け，荷重が低下した．

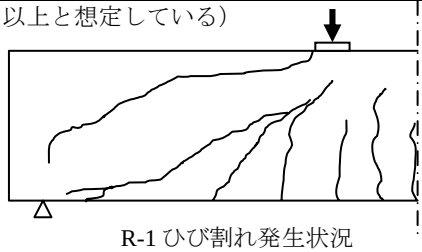
キーワード　梁，せん断，SRC，断面形状
連絡先　〒151-8512　東京都渋谷区代々木 2-2-6　東日本旅客鉄道（株）東京工事事務所　ＴＥＬ　03-3379-4353

表 1　実験結果

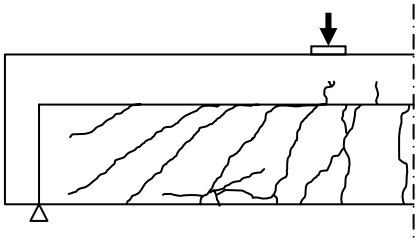
供試体 No.	Vc_{exp}(kN)	V_{exp}(kN)	Vc_{cal}(kN)	Vs_{cal}(kN)	$V_{cal}1$(kN)	$V_{cal}2$(kN)	$V_{exp}/V_{cal}1$	$V_{exp}/V_{cal}2$
R-1	142	253	118.2	96.4	214.6	222.3	1.18	1.14
T-1	130	>380	165.3	96.4	261.7	294.7	>1.45	>1.29

（T-1 は定着部で破壊し実験を修了したことから，せん断耐力は 380kN 以上と想定している）

T-1 供試体は，曲げひび割れ発生後，130kN 載荷時に載荷点に向かう斜めひび割れが発生した．その後，斜めひび割れは複数本発生したが，いずれもウェブ部分のみで，フランジ部には伸展しなかった．最終的には，供試体端部の下筋定着板付近が破壊し，実験を終了した．



R-1 ひび割れ発生状況



T-1 ひび割れ発生状況

図 2　ひび割れ発生状況

４．考察

（1）断面形状の相違による実験値の比較

断面形状が矩形である R-1 と，上フランジを有する T 形断面の T-1 について，実験結果を比較する．

斜めひび割れ発生荷重 Vc_{exp} については，若干 T-1 供試体が小さい程度で，それほど大きな差は発生していない．これは，斜めひび割れ発生時点でのウェブ部分の応力状態が，フランジの有無に大きな影響を受けていないことによるものと考えられる．一方，最大荷重 V_{exp} については，T-1 供試体が部材のせん断破壊まで実験できていないものの，T-1 供試体のせん断耐力は R-1 供試体の 1.5 倍以上となる結果となっている．これは，T-1 供試体の斜めひび割れがウェブ部分のみでとどまっていることと合わせ，上フランジの存在が部材のせん断耐力向上に寄与していることを示しているものと考えられる．

（2）せん断耐力の計算値と実験値の比較

表 1 に、せん断補強鋼材を用いない棒部材の設計せん断耐力 Vc_{cal}，せん断補強鋼材により受け持たれる棒部材の設計せん断耐力 Vs_{cal}，棒部材の設計せん断耐力 $V_{cal}1$，設計せん断圧縮破壊耐力 $V_{cal}2$，実験値と設計値の比率を示す．なお，それぞれの設計式は鉄道構造物設計標準・同解説 [1)]の設計原式を用いている．

$$V_{cal}1=Vc_{cal}+Vs_{cal}$$

$$Vc_{cal}=0.2\cdot(0.75+1.4d/a)\cdot\sqrt[3]{f'_c}\cdot\beta_d\cdot\beta_p\cdot b_w\cdot d$$

$$Vs_{cal}=A_w\cdot f_{wy}\cdot(\sin\theta_s+\cos\theta_s)/s_s\cdot z$$

$$V_{cal}2=0.24\cdot k\cdot f'^{2/3}_c\cdot(1+\sqrt{100p_c})\cdot(1+3.33r/d)/(1+(a/d)^2)\cdot b_w\cdot d$$

ここで，軸方向の等辺山形鋼，鉛直方向の鋼板は，それぞれ引張鋼材，せん断補強鋼材として鉄筋換算をして計算を行った．また，T-1 については，川村らの知見による換算幅 b_l を考慮し，b_w に適用した [2)]．

$$b_l=b_w+(b_f-b_w)\cdot t_f/h$$

実験値と計算値を比較したところ，R-1 については，実験値が計算値をやや上回る結果となっており，鋼材を鉄筋換算した計算方法で概ねせん断耐力を評価できる結果と判断できる．一方，T-1 については，フランジの影響を加味した状況においても，さらに実験結果が 30%程度以上上回る状況となっており，上フランジの影響についてはさらに検討が必要であると思われる．

５．まとめ

昭和初期に施工された SRC 梁のせん断耐力について，鋼材を鉄筋換算することで，せん断耐力を算定することが可能であることが分かった．通常の設計では考慮していないフランジについては，影響があると思われるものの，定式化についてはさらに検討が必要である．

参考文献

1) 鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造）：鉄道総合技術研究所編，2004.4

2) 川村，岡本，服部：鉄筋コンクリート T 形断面梁のせん断特性，鉄道総研報告，Vol.19，No.3，p11-16，2005.3