

## せん断補強鋼板を用いた RC 壁部材のせん断性能に関する検討

東日本高速道路 (株) 樋本 智 広地 豪  
 清水建設 (株) 正会員 荒木尚幸 吉武謙二 吉村友李  
 (株) 横河住金ブリッジ 正会員 竹内大輔 関口修史 松尾卓弥  
 ジオスター (株) 正会員 ○中谷郁夫 谷口哲憲 小山直人

### 1. はじめに

近年の RC カルバート壁部材の設計では、耐震性能の観点から部材の破壊形態をせん断破壊先行型では無く、曲げ破壊先行型とする設計が一般的である。せん断破壊に抵抗する部材は、コンクリート断面とせん断補強鉄筋である。そのため、近年の設計ではせん断補強鉄筋の量が大幅な増加傾向にあり、現場での配筋作業の難易度と必要とされる組立作業時間が増加しており、配筋の合理化と施工の省力化が求められている。

このことから、せん断補強鉄筋を鋼板に置き換える事で、これらの課題が解決できないかと考えた。その基礎的なせん断性能を確認するために、想定した実建造物の 1/4 モデルの試験体により載荷実験を行い、鋼板(以下:「せん断補強鋼板」)を用いた場合のせん断耐力について検討したので、その結果を報告する。

### 2. 実験概要

試験体は、図-1 に示す概要図の通り、せん断耐力の基本となるせん断補強筋を用いた RC 試験体(NS-1R)とせん断補強筋をせん断補強鋼板に置き換えた試験体(SS-1R)および、このせん断補強鋼板を分割して配置した試験体(SS-2R)の計3試験体とし、せん断補強方法をパラメータとした。

実験は、せん断スパン比  $a/d$  を 2.0 とし、2点載荷により一方向単調載荷で行った。引張鋼材は、せん断破壊モードするため、緊張力を導入しない状態で異形 PC 鋼棒を配置した。試験体緒元を表-1 に示しているが、RC 試験体の横方向鉄筋比は、0.5%程度である。この値に対して、せん断補強鋼板を用いた試験体が近似するように鋼板の厚さを 3.2mm と設定し実験を実施した。載荷は、1500kN 付近までは、100kN ピッチで荷重を増加させ、その都度荷重を 0kN まで低下させて地震時の繰返し作用を模擬した。

### 3. 実験結果

#### (1) 破壊状況

図-2 に試験体の終局時におけるひび割れ状況を示しているが、全てのケースにおいてせん断破壊した。

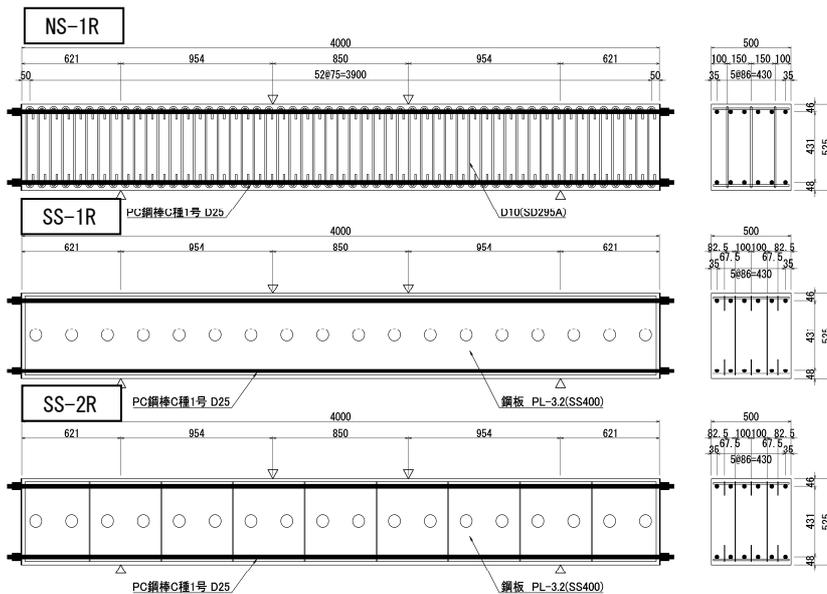


図 - 1 試験体概要図

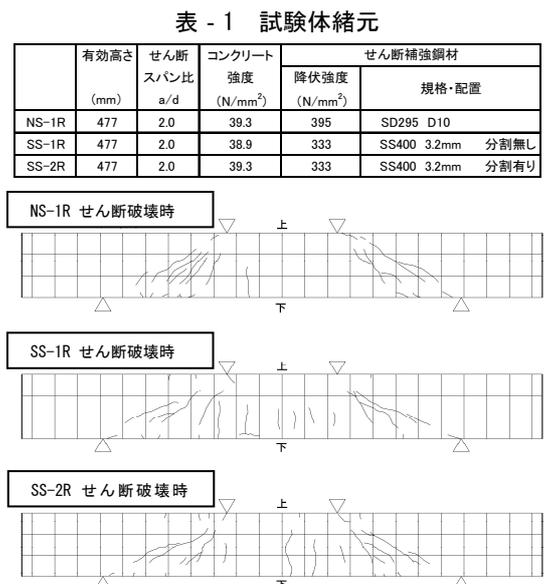


図-2 ひび割れ状況 (終局時)

キーワード せん断耐力, 合成構造, スターラップ, せん断補強

連絡先 〒112-0002 東京都文京区小石川 1-28-1 ジオスター(株) 技術部 TEL:03-5844-1203

(2) 荷重と発生イベント

図-3 に全てのケースの試験体の荷重変位曲線を示す。NS-1R は、荷重 800kN でひび割れが発生し、荷重 1400kN でせん断補強鉄筋が降伏し、最大荷重 2182kN でせん断破壊した。SS-1R は、荷重 1200kN でひび割れが発生し、荷重 1600kN でせん断補強鋼板が降伏し、最大荷重 3008kN でせん断破壊した。SS-2R は、荷重 800kN でひび割れが発生し、荷重 1400kN でせん断補強鋼板が降伏し、最大荷重 2743kN でせん断破壊した。写真-1 に SS-1R の破壊状況を示す。

いずれの試験体も、設計せん断耐力の内、鋼材が負担する耐力の割合が高いため、せん断ひび割れが貫通し最大耐力に至った後も荷重低下は緩やかであった。

4. 設計せん断耐力の算定

図-3 に NS-1R の設計せん断耐力を示しているが、この算定式は、下記に示す (1) 式<sup>1)</sup> から算定したものである。コンクリート強度およびせん断補強鋼材の降伏強度は、表-1 に示した試験体緒元の値を用いて計算を行っており、NS-1R で 1104kN であった。せん断補強鋼板を用いた SS-1R および SS-2R の設計せん断耐力は、(1) 式の鉄筋を鋼板に置換えて計算を行い 1350kN であった。

$$P_{s1} = S_c + S_s \quad (1)$$

$$S_c = C_c \cdot C_e \cdot C_{pt} \cdot \tau_c \cdot b \cdot d$$

$$S_s = \frac{A_w \cdot \sigma_{sy} \cdot d (\sin \theta + \cos \theta)}{1.15a}$$

- ここに、
- $P_{s1}$  : 設計せん断耐力(kN)
  - $S_c$  : コンクリートが負担するせん断耐力(kN)
  - $S_s$  : 鉄筋が負担するせん断耐力(kN)
  - $C_c$  : 荷重の正負交番繰り返し作用の影響に関する補正係数
  - $C_e$  : 部材断面の有効高に関する補正係数
  - $C_{pt}$  : 軸方向引張鉄筋比に関する補正係数
  - $\tau_c$  : コンクリートが負担できる平均せん断応力度
  - $b$  : 部材断面幅
  - $d$  : 部材断面の有効高
  - $A_w$  : せん断補強鉄筋の断面積
  - $\sigma_{sy}$  : せん断補強鉄筋の設計降伏強度
  - $d$  : 部材断面の有効高
  - $\theta$  : せん断補強鉄筋と部材軸とのなす角度
  - $a$  : 部材軸方向のせん断補強鉄筋の間隔

5. せん断耐力の比較

通常の RC 試験体である RC 部材にせん断補強鉄筋を用いた場合 (NS-1R) のせん断耐力 2182kN に対して、RC 部材にせん断補強鋼板を用いた場合 (SS-1R) のせん断耐力は 3008kN、さらに RC 部材に分割したせん断補強鋼板を用いた場合 (SS-2R) のせん断耐力は 2743kN であった。

試験体緒元の違いを考慮すると、SS-2R は NS-1R と同程度のせん断耐力を有することが分かった。また、SS-1R はせん断補強鋼板が連続している分、SS-1R と比較し一割程度大きなせん断耐力が得られている。

6. まとめ

RC 部材を対象として、せん断補強鉄筋とせん断補強鋼板を配置したせん断実験を実施し得られた結果を以下に示す。

- (1) RC 部材に対してせん断補強鉄筋と同量程度のせん断補強鋼板を用いる事でせん断補強鉄筋と同等以上のせん断耐力が得られる事が確認された。
- (2) (1) 式によるせん断補強鋼板を用いた場合の設計せん断耐力の計算を行う事で、通常のせん断補強鉄筋を用いた場合よりも大きなせん断耐力が得られ、安全側に評価できることが分かった。

参考文献

1) 社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説 v 耐震設計編 平成 24 年 3 月  
 2) 荒木ら、「開削トンネルの RC 壁部材に用いるハーフプレキャスト構造の開発」

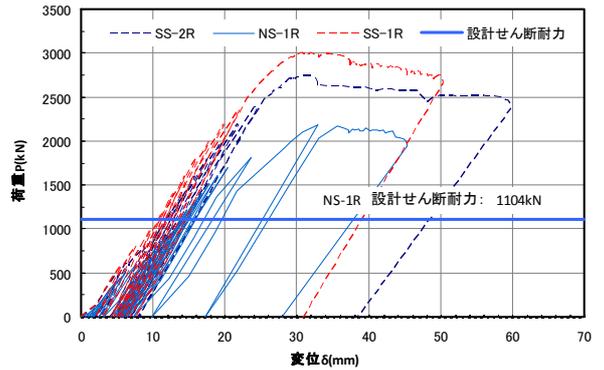


図 - 3 荷重変位曲線図



写真 - 1 SS-1R 破壊状況