

# 軸鉛直方向に圧縮力を作用させた RC はりの補強効果に関する考察

長野高専専攻科生産環境システム専攻 学生会員 ○中村 紅実

長野高専環境都市工学科 正会員 遠藤 典男

長野高専技術支援部 小林 清

長野高専技術支援部 丸山健太郎

信州大学工学部土木工学科 大上 俊之

## 1. はじめに

わが国の社会資本整備において、保守補修を綿密に行うことにより、既設構造物を長寿命化させることが社会的なニーズになっている。本研究では、RC はりに鋼棒を埋設し、引張力を作用させる力学的な効果を付加するものである。断面幅の小さい RC はりに対する提起する手法での補強は、はり軸鉛直方向に鋼棒埋設、および圧縮力を作用させるため、補強効果が大きいと考えられる。

## 2. 試験体作製

RC はり作製時に打設したコンクリートの配合を表-1に示す。設定スランプ、および空気量に対する各々

の実測値は 7[cm]と 3.8[%]であった。また、水セメント比は 0.47 とし、設計基準強度  $f'_{ck}$  を 32[N/mm<sup>2</sup>]とした。なお、圧縮強度の平均は 40.0[N/mm<sup>2</sup>]であった。また、骨材は千曲川水系の川砂利、川砂を、セメントは普通ポルトランドセメントを、混和剤として AE 減水剤を使用した。

図-1 に試験体、補強方法、载荷試験の概要を示す。試験体の断面寸法は、断面厚さ  $h=200$ [mm]、断面幅  $b=150$ [mm] とした。引張主鉄筋として D16 の異形棒鋼（材質 SD345）2 本を有効高さ  $d=160$ [mm]の位置に配置し（断面積： $A_s=397$ [mm<sup>2</sup>]）、 $\phi 6$  の丸棒鋼（材質 SR235）で作製した閉合系スターラップスターラップを 300[mm] 間隔で配置した（断面積： $A_w=57$ [mm<sup>2</sup>]）。

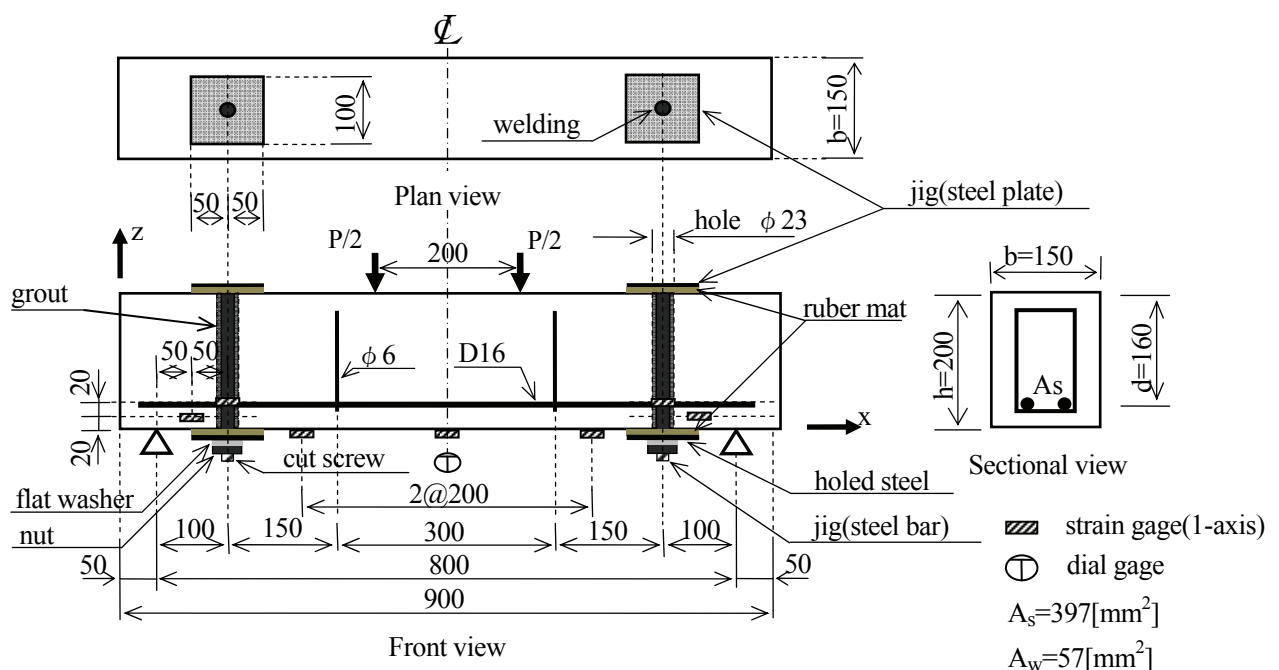


図-1 試験体、補強位置、载荷試験の概要

表-1 コンクリートの配合

| 粗骨材<br>最大寸法<br>[mm] | スランプ<br>[cm] | 水セメント比<br>W/C [%] | 空気量<br>[%] | 細骨材率<br>s/a [%] | 単位量[kg/m <sup>3</sup> ] |           |          |          |          |
|---------------------|--------------|-------------------|------------|-----------------|-------------------------|-----------|----------|----------|----------|
|                     |              |                   |            |                 | 水<br>W                  | セメント<br>C | 細骨材<br>S | 粗骨材<br>G | 混和剤<br>A |
| 20                  | 8            | 47                | 4          | 46              | 155                     | 330       | 837      | 987      | 3        |

### 3. 補強方法と施工

本研究で提案した補強に用いる治具、および有孔鋼板は、鋼板中央部に $\phi 16$ の鋼棒（材質はSR235）の一端を溶接し、他端の35[mm]をねじ切りした簡易なものである。また、治具の鋼棒部に引張力を作用させた場合、同写真でも確認できる溶接部は脆性部と考えられるため、溶接に際し鋼板中央部に開孔し鋼棒を貫通させた後、鋼板の両面より溶接し、余盛部に対する平滑化等の処理は行わなかった。

補強の施工過程を以下に記す。まず、RC はりのせん断ひび割れの発生が予想される、支点より100[mm]の位置に、はり軸鉛直方向に $\phi 23$ の孔を開削する。この孔へ治具の鋼棒部を挿通後、空隙にグラウト材を注入する（グラウト材として水セメント比が0.37、細骨材セメント比が2.0のモルタルを用いた）。はり底部に、 $\phi 23$ の孔を有する鋼板を設置し、孔部に鋼棒を挿通後、ナットに所定のトルクを導入する。RC はりの上下面と鋼板の間には、治具と鋼板の接触を均一にするため、鋼板と同一寸法である10[mm]×10[mm]×3[mm]の、中央部を開孔した天然ゴム製マットを設置し、また鋼板とナットの間には平ワッシャーを配置した。

### 4. 載荷試験

載荷試験は、図-1に示す性状を有する以下の3種類のRC はりに対して実施した。

BEAM1：補強を行わないRC はり

BEAM2：BEAM1の載荷試験を実施した後に、提起する補強を実施し、治具に100[N・m]のトルクを作用させたRC はり

BEAM3：載荷試験実施前、治具に100[N・m]のトルクを作用させたRC はり

図-2に、BEAM1, 2, 3の載荷重とスパン中央部の鉛直変位の関係を示す。BEAM1（図中の●）において、せん断破壊が発生し載荷重が減少した直後に除荷を行った。ここで、BEAM1の載荷試験終了後の残留変位は、補強作業の間にも変化がないものと仮定している。このため、同図においてBEAM2（図中の○）の鉛直変位を初期化した後に載荷試験を行い、BEAM1の載荷試験終了後における鉛直変位の値に、BEAM2の載荷試験で得られた鉛直変位を加え図示した。同図より、補強によりせん断強度が102[%]向上した。また、靱性に関しては、BEAM1の鉛直変位の最大値は140[ $\times 10^2$ mm]であるのに対し、BEAM2は427[ $\times 10^2$ mm]であり、170[%]向上した。

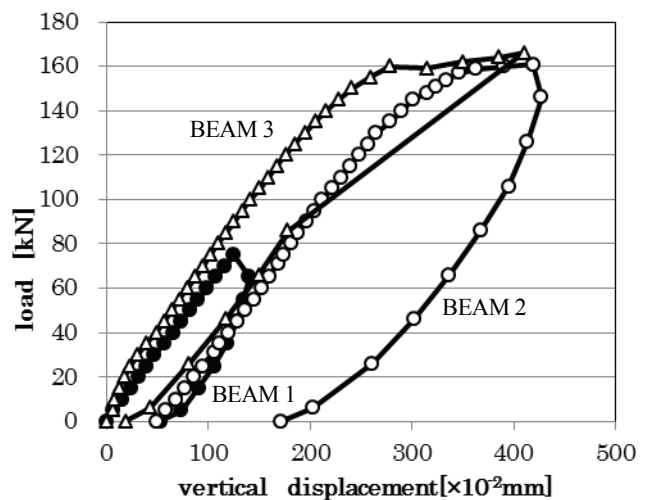


図-2 BEAM1, 2, 3の載荷重と鉛直変位

次に、BEAM2,3を比較する。BEAM2およびBEAM3（図中の△）の耐荷力は約160[kN]となり、一度せん断破壊した後の試験体に対しても提起した補強手法を適用することで同等の耐荷力が得られると考えられる。靱性に関しては、BEAM3の鉛直変位の最大値410[ $\times 10^2$ mm]となり、BEAM2と同等の値を得た。また、BEAM3の除荷過程では、除荷直後において顕著な鉛直変位の減少が確認できる。一般的にも載荷試験において、最大荷重載荷時よりも除荷終了後の鉛直変位やひび割れ幅は減少することになる。しかしながら、BEAM3の残留変位はほぼ0であり、顕著な減少量であると考えられる。これは、本文で提起する補強方法では、断面拘束効果が発生し、通常のプレストレストコンクリート構造と同様に復元力が増大した結果と考えられる。

### 5. まとめ

本研究で提起したせん断に対する補強手法により、以下の知見が得られた。

健全なRC はりに対して、提起した手法により補強を行うことにより、せん断耐荷力が向上するとともに、曲げ耐力が十分な場合には靱性も向上し、せん断ひび割れの抑制効果も期待できる。

せん断による損傷したRC はりに適用した場合、提起した手法により補強した場合、十分なせん断ひび割れの抑制効果は期待できないが、耐荷力、靱性に対する補強効果は向上する。

#### 参考文献

- 1) 宮川豊章 編：コンクリート補修・補強ハンドブック，朝倉書店，2011。
- 2) 中村，遠藤，小林，丸山：鋼板により軸直角方向に圧縮力を作用させたRCはりの補強効果に関する考察，平成23年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，V-11，2012。