

# 中間部で損傷した鋼製橋脚の補修と耐震性能実験

愛知工業大学 学生員 窪田康範

愛知工業大学 正会員

鈴木森晶

愛知工業大学 正会員

青木徹彦

## 1. 序論

極大地震時において機能を失った社会基盤の復興には、多くの費用と時間がかかるため、大都市が震災を受けたとき、高架高速道路の早期復旧は、人命および都市機能の早期復旧のために極めて重要な要件である。しかし、各研究機関で既存および新設橋脚に対する補強に関する研究は多くなされており、実績もあるが、地震による損傷後の補修と補修後の耐震性能を明らかにした例は極めて少ない<sup>1)</sup>。そこで本研究では過去に繰り返し荷重を受け、中間で座屈を生じた供試体に対して部分的な鋼板溶接、リブと鋼板の組み合わせ補修を行う<sup>2)~4)</sup>。そして、補修前と同様の漸増変位繰り返し載荷試験を行い、補修後の変形性能、耐力などの耐震性能を調べる。

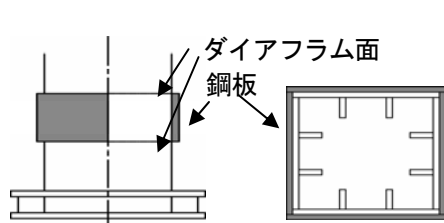
## 2. 実験計画および補修方法

本研究で使用した供試体は、過去に行った繰り返し載荷試験により座屈を生じた供試体6体を使用する<sup>4)</sup>。供試体寸法および構造パラメータを表-1に示す。上部構造重量を想定した荷重を鉛直方向載荷し、柱頂部に地震力に相当する漸増変位荷重を与えた。補修概念図を図-1~3に示す。全ての補修方法は、補修部に軸圧縮力と曲げモーメントを受け持たせ、応力を伝達させて補修部での座屈進行を防ぐことを目的とする。SQ-Uは供試体外部に凸状に生じた座屈を切断し、板厚9mmの鋼板を溶接する補

表-1 供試体寸法および各パラメータ

|          |           |           |      |      |
|----------|-----------|-----------|------|------|
| 鋼種       | SM490A    |           |      |      |
| 板幅       | b (mm)    |           |      |      |
| 板厚       | t (mm)    |           |      |      |
| 縦補剛材板幅   | bs (mm)   | 75        | 65   | 75   |
| 縦補剛材板厚   | ts (mm)   | 9         | 6~10 | 9    |
| 供試体高さ    | h (mm)    | 2333      | 2577 | 2975 |
| 断面二次半径   | r (mm)    | 172~173   | 174  | 173  |
| 細長比パラメータ | $\lambda$ | 0.34~0.35 | 0.34 | 0.38 |
| 幅厚比パラメータ | $R_R$     | 0.35      |      |      |

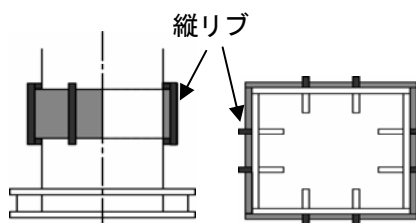
修方法とした。SQ-Sa, SQ-Sbは供試体外部に凸状に生じた座屈を切断し、座屈形状に加工した板厚9mmの補修用縦リブをフランジ面とウェブ面に各2本の計8本を外側から溶接し、そしてリブ間に板厚6mmの鋼板を溶接する補修方法とした。SQ-U・Sは、フランジ面に板厚9mmの補修用縦リブとそのリブ間に板厚6mmの鋼板を溶接する。ウェブ面には板厚6mm鋼板のみを溶接する補修方法とする。SQ-B6, SQ-B9は、座屈部分の形状をそのままにして、座屈形状に加工した補修用縦リブをフランジ面とウェブ面に各4本の計16本を溶接し、鋼板を補修用縦リブの外側に溶接する補修方法をとる。リブの板厚、鋼板の板厚を6mm, 9mmと変えて、同様な補修を施す。



(a) 正面図

(b) 断面図

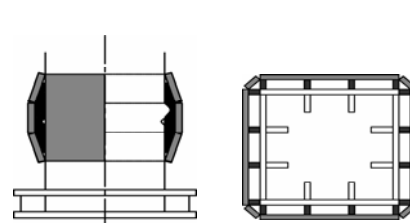
図-1 SQ-U



(a) 正面図

(b) 断面図

図-2 SQ-Sa, SQ-Sb



(a) 正面図

(b) 断面図

図-3 SQ-B6, SQ-B9

## 3. 実験結果

### 3.1 水平荷重－水平変位履歴曲線

各供試体における水平荷重－水平変位履歴曲線を図-4に示す。SQ-Sb, SQ-U・Sは、補修前とほぼ同様な形状の履歴ループを描いた。SQ-B6, SQ-B9は補修前とはまったく異なる履歴ループを描いた。SQ-U, SQ-Sa, SQ-U・Sは、補修前と比較すると最大荷重が約1~5%減少したものの、補修前とほぼ同等の値が得られた。SQ-Sbは、補修前と比較すると最大荷重が約5%増加し、これも補修前とほぼ同等の値が得られた。さらにSQ-B6, SQ-B9は、補修前と比較するとそれぞれ約28%, 18%最大荷重が増加した。

キーワード 鋼製橋脚, 補修, 耐震性能

連絡先：〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草1247 TEL：0565-48-8121、FAX：0565-48-0030

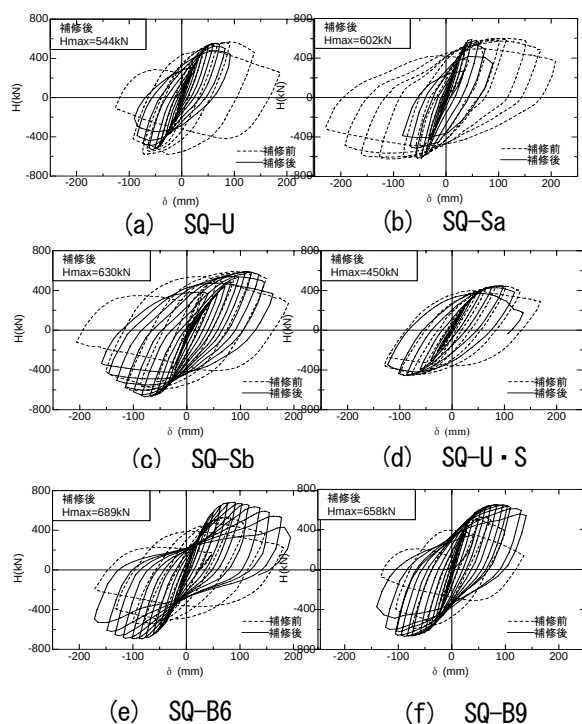


図-4 水平荷重—水平変位履歴

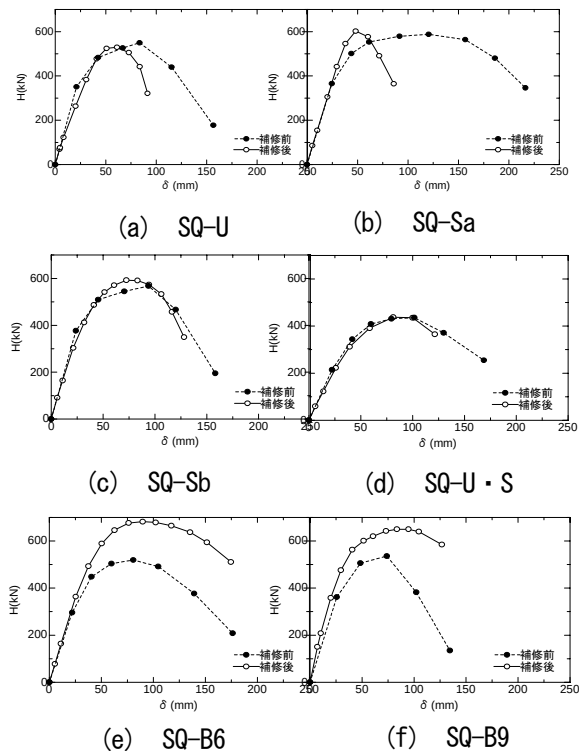


図-5 包絡線

### 3.2 包絡線

各供試体のループごとの各载荷変位での最大点変位で結んだ履歴曲線の包絡線を図-5に示す。SQ-U, SQ-Saは補修前と比較すると早期に最大荷重を迎え、最大荷重後の耐力低下が著しく、最大荷重となる変位が小さくなった。SQ-Saについては、補修部以外の軽微な座屈部分を補強したため、剛性がやや高くなり過ぎた。SQ-Sb, SQ-U・Sは補修前と同様な形状を示した。SQ-B6, SQ-B9は補修前と比較すると最大荷重が大きくなり、最大荷重となる変位も大きくなっている。

### 3.3 塑性率

最大荷重に達した後、最大荷重の95%の点での変位を $\delta_{95}$ とし、 $\mu_{95}(=\delta_{95}/\delta_y)$ を算出する。本研究では、補修前供試体と比較を行うために、補修後の $\mu_{95}(\text{after})$ を補修前供試体の $\mu_{95}(\text{before})$ で除して無次元化し個々に比較する。各供試体をそれぞれ補修前と比較すると、SQ-B6, SQ-B9はそれぞれ塑性率が補修前より上回った。SQ-Sb, SQ-U・Sにおいては、ほぼ補修前と同等の値を示した。SQ-U, SQ-Saはそれぞれ補修前より下回った。

### 4. 結論

本研究では、補修を施した矩形断面鋼製橋脚に対して漸増変位载荷試験を行い、強度と変形能など耐震性能について実験的に検討した。本研究で得られた結論を以下に示す。最大荷重に関しては全ての補修方法で補修前とほぼ同等の値が得られた。ただし、SQ-B6, SQ-B9は28%, 18%上回る最大荷重が得られた。SQ-Sb, SQ-U・Sは履歴曲線、包絡線、塑性率など、全てにおいて最も優れた補修後の耐震性能を示した。SQ-B6, SQ-B9は最大荷重、変形性能ともに補修前供試体より向上したが、最大荷重が上がり過ぎ、また補修部以外に新たな座屈などの損傷が生じた。SQ-U, SQ-Saは、早期に最大荷重に達し、最大荷重後の耐力低下も著しく、この種の補修方法には改良の余地があると考えられる。

### 参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：大震災を乗り越えて—震災復旧工事誌—, 1997.9.
- 2) 鈴木森品, 青木徹彦, 野村和弘：簡易補修後鋼製ラーメン橋脚の耐震性能に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.46A, pp.135-142, 2000.3.
- 3) 尾松大道, 鈴木森品, 青木徹彦：損傷した矩形断面鋼製橋脚の補修後の耐震性能に関する研究, 構造工学論文集, Vol.52A, pp.445~453, 2006.3.
- 4) 塚本芳正：デーパ鋼板を有する鋼製橋脚の強度と変形性能に関する研究, 愛知工業大学研究報告, Vol.38B, pp.91-100, 2003.3.

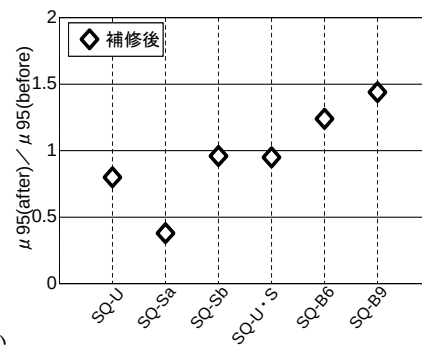


図-6 塑性率