

ヒューズ構造付設による既設円筒鋼製橋脚の補強法

豊田高専専攻科 学生会員○三浦 弘幸
豊田高専 正会員 桜井 孝昌、忠 和男

1. はじめに

円筒鋼製橋脚等に使用される円筒鋼管部材は、地震時に弾塑性領域に達するような応力が発生すると、その耐力力の低下が著しいことが指摘されている。平成7年の阪神大震災では、高架橋を中心に多くの橋脚が被害を受けた。円筒鋼製橋脚もその中の一つであり、その補強対策について検討した。

従来、既設橋脚の補強対策として、コンクリート充填や局部座屈の発生予想位置に補強材を設けるなどの方法で、局部座屈の防止による靱性の向上を目指している。しかし、その結果として耐力力も同時に上昇させる結果となる。既設橋脚の補強対策への適用を考えた場合、耐力力の上昇は基礎への影響が懸念され最善策とはいえない。そこで耐力力を大きく増加させることなく靱性だけを向上させることができれば、基礎の補強工事まで手を加える必要がなくなり、補強法として適正であると考えられる。

本研究では、局部座屈発生位置の補強板にスリット部分を設ける構造（ヒューズ構造）を用いて、阪神大震災で被災した円筒鋼製橋脚をモデルとし、靱性が向上する補強法を数値解析により検討することを目的とする。

2. 解析モデルと解析方法

数値解析に用いた円筒鋼製橋脚は、阪神大震災において橋脚中央部の断面変化部で局部座屈が生じた、阪神高速道路神戸線「P584」を対象とした。図-1はこの橋脚の諸元を示しており、板厚と鋼材の降伏応力を示す。橋脚下部のコンクリート充填部分は、コンクリート断面積を鋼の断面積の1/10に換算し $t=82\text{mm}$ とした。その他の材料定数は表-1に示すとおりとした。

数値解析は、対称性を考慮して円筒断面の1/2について、汎用構造解析プログラム MARC により弾塑性有限変位解析を行った。境界条件は橋脚下部を固定とし、上部中央に死荷重に相当する一定軸力 P （全断面降伏軸力 P_y の15%）を作用させた状態で、地震力に対応する水平荷重 H を与えて、単調載荷により崩壊に至るまで解析した。

3. 解析結果

図-2の補強なし（要素数1218）は補強材なしでの解析結果を示している。この図より、橋脚中央の断面変化部で局部座屈が生じ、実橋の変形状態¹⁾と類似している。この状態における荷重-変位曲線を比較の基準とした。

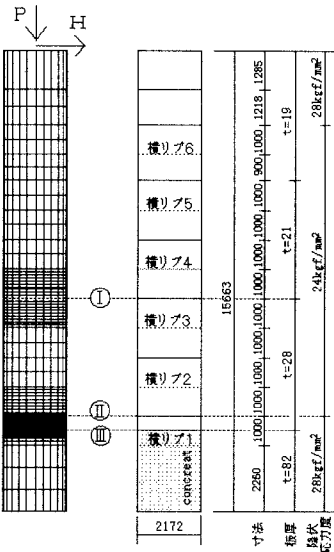


図-1 橋脚の諸元図

表-1 鋼材の材料定数

ヤング係数E	$2.1 \times 10^4 \text{ kgf/mm}^2$
ポアソン比 ν	0.3
降伏条件	Von Mises
ひずみ硬化係数	E/100

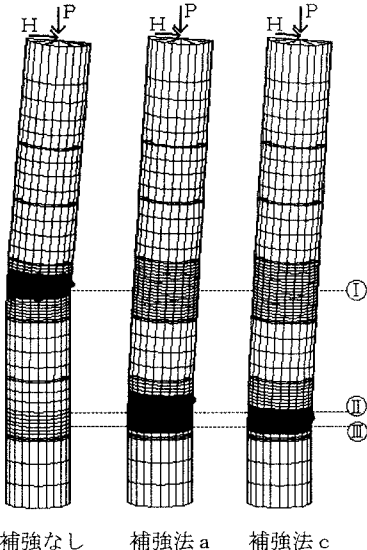


図-2 補強方法の違いによる変形の様子

この局部座屈位置に図-3の上部補強図に示す $t=21\text{mm}$ の補強板を溶接すると、図-2の補強法 a (要素数 1158) に示すように、橋脚基部より局部座屈が発生した。この図から、降伏応力度の変化部の $\sigma_y=24\text{kgf/mm}^2$ の部分で座屈が発生しているのが分かる。この状態でヒューズ構造を用い、図-3の補強法 a, b 2種類の解析を行った。補強法 a は $t=28\text{mm}$ の補強板に局部座屈の発生する幅だけスリットを設け、補強法 b はその半分の幅でスリットを設けた構造で、その解析結果を図-4に示す。この図を見ると、補強法 a は補強材なしの状態と比べて水平荷重が最大値に達するまではほぼ同じである。しかし、最大荷重に達してからの水平荷重の靱性が向上している。補強法 b は補強材なしと補強法 a の状態と比べ、最大荷重は約 10% 程度増加しており、水平荷重の減少は補強法 a よりも改善されていることが分かる。

次に、図-2の補強法 c (要素数 1014) に示すように、ヒューズの位置を降伏応力度 28kgf/mm^2 の箇所へ移動させた構造について解析を行った。この場合も、ヒューズの幅は補強法 a, b と同じ幅とし、その位置は図-3の補強法 c, d に示すとおりである。図-5はその解析結果で、両者とも水平荷重が増加したことが分かる。これは、座屈位置の降伏応力度が増加した影響と思われる。しかし両者とも、最大荷重に達してからの水平荷重の減少が改善されていることが分かる。特に補強法 d は、これが顕著に現れており、靱性が大幅に向上している。

4. あとがき

以上の結果より、局部座屈の発生位置を変えることにより、靱性を向上させることが可能であるといえる。補強法 a, c の両者とも、この状態よりもスリットの幅が広がっても荷重-変位曲線への影響はほとんど見られない。しかし逆にその幅が狭くなると、最大荷重は約 10% 程度増加するものの靱性を向上させることができる。

謝辞 橋脚の資料を阪神高速道路公団に提供して頂いた。解析に当たっては名古屋工業大学の後藤芳顯教授に御指導頂いた。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 電力中央研究所、1995 年兵庫県南部地震被害調査報告、電力中央研究所報告、調査報告 U94042、平成 7 年 2 月

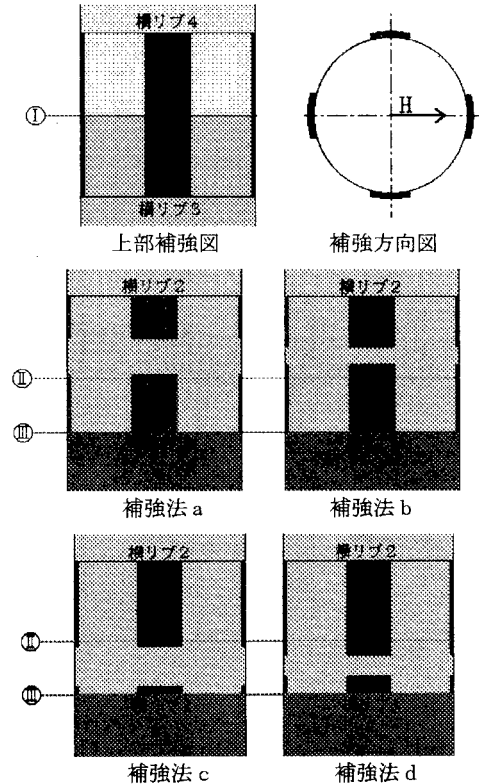


図-3 補強位置図

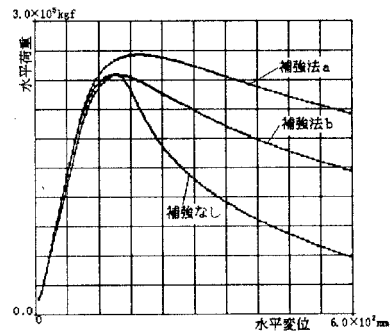


図-4 荷重-変位曲線

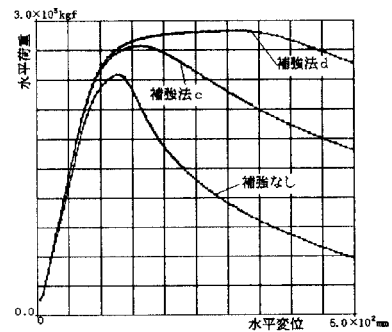


図-5 荷重-変位曲線