

接触による鋼製橋脚の耐震補強効果に関する研究

豊田高専専攻科 学生会員

築瀬かおり 正会員

忠和男 正会員

川西直樹 正会員

櫻井孝昌 正会員

1. はじめに

兵庫県南部地震以降，既設鋼製橋脚の耐震補強にかかわる研究成果が多数報告されている¹⁾。

既設橋脚の耐震補強法として，コンクリートを内部に充填する工法と鋼補強材を追加する工法が挙げられる．これらの補強により靱性は向上するものの，同時に耐荷力も増加する．このため地震時に橋脚基礎部やアンカー部が大きく損傷を受ける可能性があるが，これらの部位の補修作業は一般に容易ではない．よって，橋脚の耐震補強法には，水平耐荷力の増加を抑え，靱性のみを向上させる工法が求められている¹⁾。

ここでは，既設円筒鋼製橋脚に縦リブを追加する補強法について，水平耐荷力の増加を抑えるため縦リブの一部に隙間を設ける2種類の工法を提案する．

- 1) 局部座屈発生予想位置の縦リブに隙間を設ける方法（図-1）
- 2) 補強する縦リブの下端に隙間を設ける方法

2)の補強法は座屈変形後に縦リブ補強材の下端と底板とを積極的に接触させ（図-2），靱性向上を目的とした補強法である（図-3）．これらの補強法について耐震補強の効果を数値計算により明らかにする．

2. 数値計算方法

図-4 に示す円筒鋼製橋脚を対象に数値計算を行う．このモデルは実橋の1/10程度のサイズである．縦リブの補強効果を調べるため，以下の4ケースについて検討する．

補強を行わない（CN）

縦リブ補強（C1）

局部座屈発生位置の縦リブに隙間を設ける（C2）

縦リブ下端部に隙間を設ける（C3）

ケース（C3）については縦リブ下端と底板との間の接触摩擦係数は0.3とし，底板は完全固定された剛体面として取り扱う．また，縦リブと底板との隙間の距離（=1.2mm）は，構造物

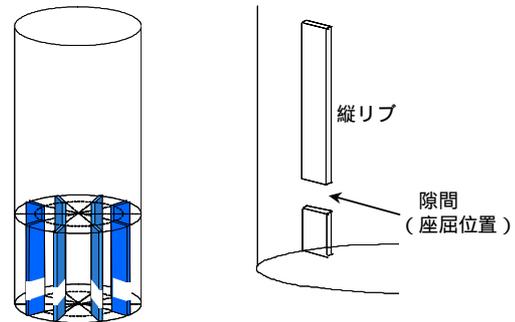


図-1 局部座屈発生予想位置の縦リブに隙間を設ける補強法

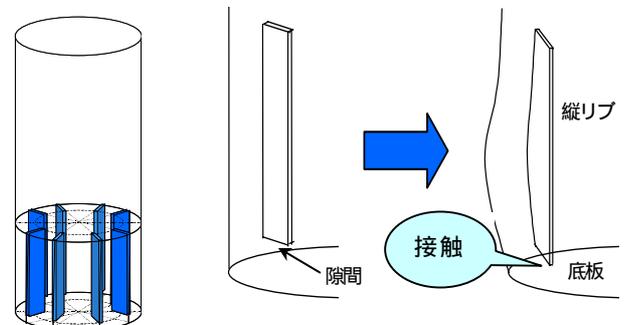


図-2 縦リブ下端に隙間を設ける補強法

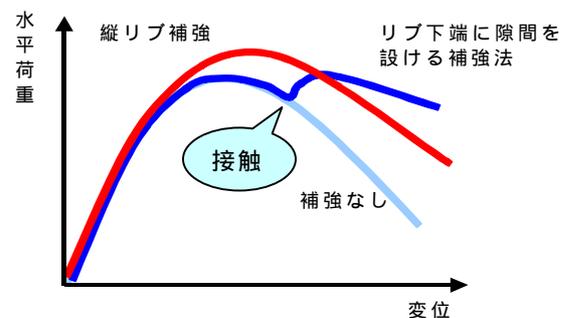


図-3 耐震補強に期待されるべき効果

がほぼ最大荷重に達したときに接触するように設定する．縦リブと底板の接触による応力集中を緩和するため縦リブ下端に鋼板を取り付ける．数値計算にはMSC.MARCを用い，弾塑性有限変形解析を行う．使用要素はいずれも厚肉汎用シェル要素である．外力として死荷重に相当する鉛直荷重（降伏軸力の15%）と地震力に相当する水平荷重を橋脚上端に作用させる．水平荷

キーワード 耐震補強，鋼製橋脚，接触，靱性，繰返し載荷，耐荷力

連絡先 〒471-8525 愛知県豊田市栄生町2-1 TEL 0565-36-5877 FAX 0565-36-5877

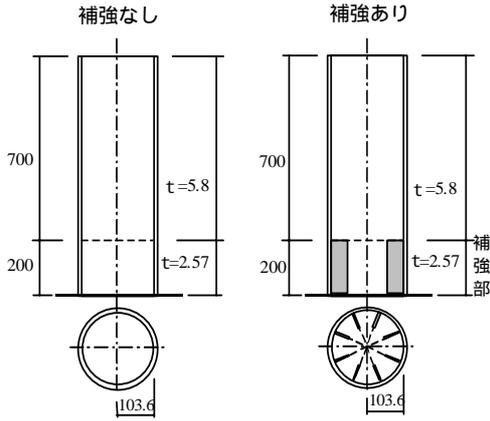


図 - 4 円筒橋脚モデルの寸法諸元

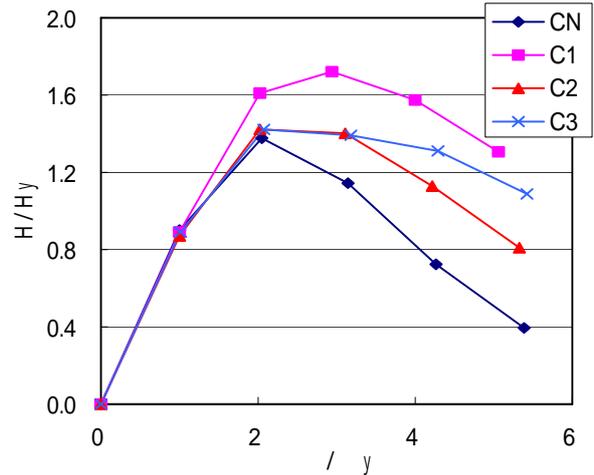


図 - 6 繰返し載荷時の包絡線

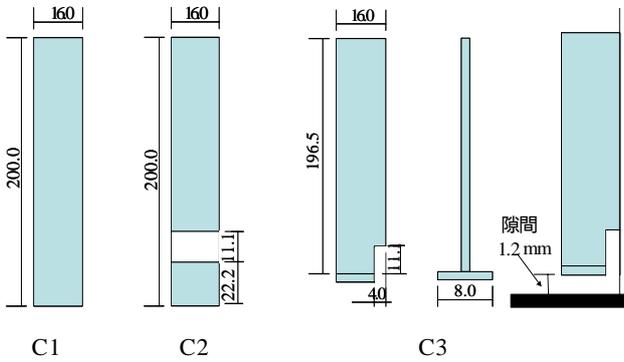


図 - 5 補強縦リブの形状

表 - 1 材料特性

初期降伏応力 σ_y (N/mm ²)	445.9
ヤング係数 E (kN/mm ²)	212.5
ポアソン比	0.23

重は、橋脚上端の水平変位 δ を制御することにより与え、降伏水平変位 y_y を基準として $\pm 1 y_y, \pm 2 y_y, \dots$ の漸増繰返し載荷とする。そして、水平荷重 - 水平変位関係から構造物の耐荷力および靱性について評価する。使用する鋼材の材料特性は SM490Y 材の単軸引張り試験結果に基づいたものであり、代表値を表 - 1 に示す。

3. 解析結果および考察

ケース ~ についての包絡線を図 - 6 に示し、このときの最大荷重比と塑性率の関係を表 - 2 に示す。ここで最大荷重比は最大荷重 H_{max} を初期降伏水平荷重 H_y で除したもの (H_{max}/H_y) と定義する。また、塑性率は靱性を表す係数で

表 - 2 塑性率および最大荷重比のまとめ

	塑性率 $\mu = \delta_{95} / y_y$	最大荷重比 H_{max}/H_y
CN	2.45 (1.00)	1.38 (1.00)
C1	3.70 (1.51)	1.72 (1.25)
C2	3.24 (1.32)	1.44 (1.04)
C3	3.79 (1.55)	1.42 (1.03)

()内の数値は補強なしを 1.00 としたときの値

あり、 H_{max} の 0.95 倍の水平荷重に対応する水平変位 (δ_{95}) を初期降伏水平変位 y_y で除したものの (δ_{95} / y_y) と定義する。

モデル C1 では補強なしのモデル CN に比べ塑性率が 50% 程度上昇した。しかし、同時に最大荷重比も 25% 上昇し、橋脚基礎部が先に破壊する可能性がある。モデル C2 では、最大荷重比の上昇は 4% に抑えることができたものの、塑性率の上昇は 30% 程度であった。モデル C3 の塑性率はモデル CN に比べ 55% 程度上昇し、最大荷重比は 3% の上昇に抑えることができた。これは橋脚の局部座屈発生後に縦リブ補強材の下端が底板と接触することで構造物全体の支持力が再び上昇するためと考えられる。

これらの結果から、縦リブ下端に隙間を設けて縦リブと底板の接触を期待した補強方法は、水平耐荷力の増加を抑え、靱性のみを向上させることが可能であり、構造物の耐震補強に効果があると考えられる。

参考資料

- 1) 道路橋示方書・同解説 耐震設計編