

I - B127

矩形鋼製橋脚のダクティリティ改善のための
補強法に関するFEM解析による一検討

春本鐵工所¹⁾ 正会員 重田 光則
長岡技術科学大学²⁾ 正会員 長井 正嗣
埼玉大学工学部³⁾ 正会員 奥井 義昭
長大⁴⁾ 正会員 沈 赤
首都高速道路公団⁵⁾ 正会員 田嶋 仁志

1. はじめに

兵庫県南部地震を契機に直下型地震に対しては橋脚の最大耐力以後の変形性能を確保することが耐震設計上必要と認識されるようになった。矩形鋼製橋脚の場合、橋脚内部にコンクリートを充填する構造または、コンクリート充填しない場合は角部を補強した構造等を用いることが道路橋示方書[1]で推奨されている。ただし、既設の鋼製橋脚の耐震補強では、角補強は既設橋脚の縦リブの配置によっては占有幅等の構造細目を満足できない場合があり得る。さらにコンクリート充填による方法は橋脚そのものの水平耐力が増加するものの、アンカー部に問題が生じる可能性がある。このような背景から、本報告では既設矩形鋼製橋脚の耐震補強として（１）横リブの追加と（２）縦リブのフランジ追加を取り上げ、弾塑性FEM解析によってこれらの補強方法の有効性を検討した。

2. 弾塑性有限要素解析と解析モデル

汎用の非線形有限要素プログラムMARCを用いて表-1に示す解析条件で計算を行った。構造モデルとしては建設省土木研究所の繰り返し載荷実験の標準供試体[2]を基本モデル（以下、モデルAと呼ぶ）として用い、このモデルAの最下部のパネルにさらに横リブを一枚追加したモデル（モデルB、図-1参照）、同じく二枚追加したモデル（モデルC、図-2参照）、縦リブにフランジを追加したモデル（モデルD、図-3参照）を作成した。各モデルの最下部パネルの設計パラメータを表-2に示す。なお、モデルB、Cで新たに追加した横リブはモデルA（標準供試体）の横リブと同一の構造とした。また、モデルDの縦リブのフランジは長手方向に完全に連続しているのではなく横リブおよびダイヤフラム位置で不連続になっている構造を想定している。

表-1 解析条件

使用プログラム	MARC K6
使用要素	4節点厚肉シェル要素
降伏条件	von Mises
硬化則	等方硬化則
初期不整/残留応力	考慮せず

荷重条件は全てのケースとも軸力を一定($P=182\text{ tf}$ 、軸力比 $P/P_y = 0.134$)に保ち、実験における水平荷重載荷点と同じ位置に設定したトラス要素の頂点に強制変位を与え水平荷重-変位曲線を得た。なお、本報告では等方硬化則を用いていることから繰り返し載荷は考慮せず、単調載荷の解析のみを行った。

3. 解析結果及び考察

(1) 横リブ追加の効果

図-4にモデルA、B、Cの水平荷重-変位曲線を比較した結果を示す。横リブの追加によって最大耐力の値はそれほど増加せず、最大耐力以後の荷重の低下が少なくなっている。しかし、大幅な向上は見られない。これは縦リブの座屈が先に生じているためと考えられる。

キーワード：鋼製橋脚，耐震補強，FEM弾塑性解析，じん性

- | | | | |
|----|-----------------------|------------------|------------------|
| 1) | 〒104 中央区新川2-26-3 | TEL 03-5540-7124 | FAX 03-5540-7132 |
| 2) | 〒940-21 長岡市上富岡町1603-1 | TEL 0258-47-9602 | FAX 0258-47-9600 |
| 3) | 〒338 浦和市下大久保255 | TEL 048-858-3558 | FAX 048-855-9361 |
| 4) | 〒305 つくば市春日3-22-6 | TEL 0298-55-3333 | FAX 0298-55-2221 |
| 5) | 〒100 千代田区霞ヶ関1-4-1 | TEL 03-3502-7311 | FAX 03-3502-2411 |

（2）縦リブフランジ追加の効果

図-4にモデルA, Dの水平荷重-変位曲線を比較した結果を示す。縦リブの追加によって最大耐力が増加しているが、縦リブは断続した構造としているため最大耐力の増加はわずかである。最大耐力以後の挙動については、単調載荷の結果ではあるが、 $5\delta_y$ 程度まで耐力が下がらず、ほぼ平坦な荷重-変位曲線が得られた。

4. おわりに

既設鋼製橋脚の耐荷力を上昇させず、ダクティリティを向上させる耐震補強を目指して、横リブ追加と縦リブのフランジ追加を検討した。両方法ともダクティリティの向上が期待できることを確認した。しかし、今回の報告では、一解析例すぎず、耐震補強に関する設計法確立のためには、ダクティリティに対する設計パラメータの影響をパラメトリックに検討することが、今後の課題として挙げられる。

表-2 各モデルの設計パラメータ

モデル	モデルA	モデルB	モデルC	モデルD
幅厚比パラメータ R_R	0.53	0.53	0.53	0.53
幅厚比パラメータ R_F	0.56	0.28	0.19	0.30
縦リブの剛比 γ	17.5	17.5	17.5	74.1
γ/γ^*	0.91	3.77	9.21	3.21

注) γ^* : 線形座屈理論に基づく最適剛比

参考文献 [1] (社) 日本道路

協会: 道路橋示方書同解説, V 耐震設計編, 平成8年12月

[2] 西川ら: 鋼製橋脚の耐震補強に関する実験, 土木学会, 阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集, pp.583-590, 1996年

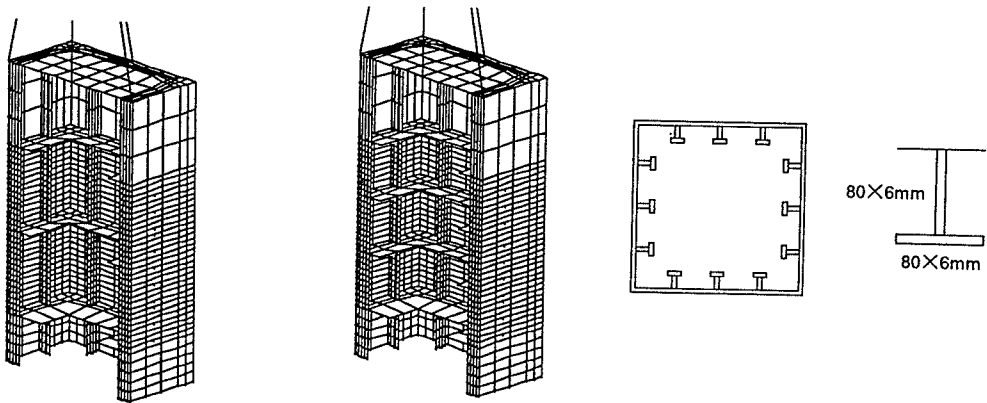


図-1 モデルB（横リブ1枚追加） 図-2 モデルC（横リブ2枚追加） 図-3 モデルD（縦リブフランジ追加）

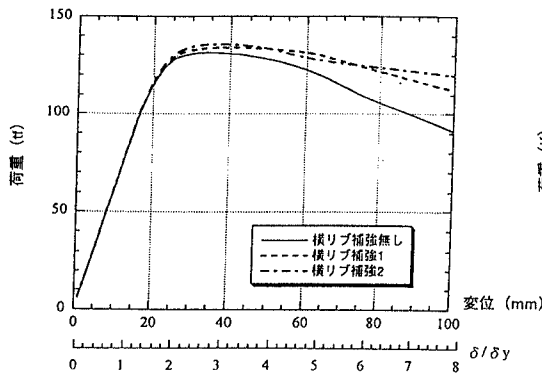


図-4 水平荷重-変位曲線

(実線: モデルA; 破線: モデルB; 一点鎖線: モデルC)

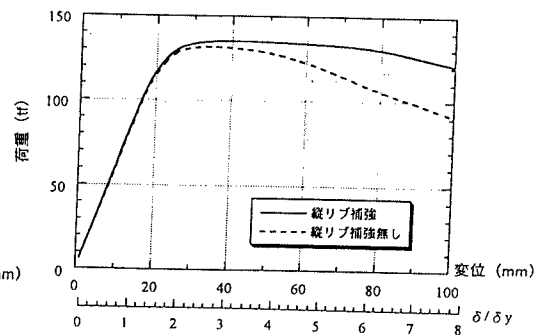


図-5 水平荷重-変位曲線

(実線: モデルD; 破線: モデルA)