W 型鋼製橋脚の耐震性能向上検討

阪神高速道路（株）　正会員　○岡本　信也
阪神高速道路（株）　正会員　堀江　佳平
阪神高速道路（株）　正会員　篠原　聖二
三菱重工橋梁エンジニアリング（株）　正会員　小西　英明

１．目的

阪神高速道路において、橋梁形式の多数を占めるプレートガーダー形式の一般橋梁については概ね耐震補強が完了しており、今後の課題として長大橋梁の耐震補強が残されている。本論文では、既設長大橋梁として阪神高速道路 5 号湾岸線の西宮港大橋（ニールセンローゼアーチ橋－W 型鋼製橋脚）を採り上げ、橋脚斜材の座屈特性に着目した耐震性能の向上について検討を行った。

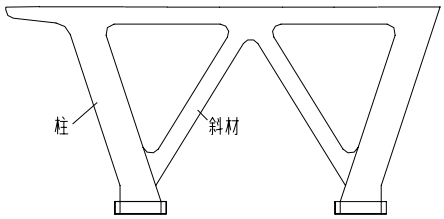


図-1　西宮港大橋鋼製橋脚概略図

本検討に先立ち 3 次元立体骨組みモデルを用いた動的応答解析を行ったところ、橋脚斜材が降伏を大きく超過していることが確認された。本検討では橋脚斜材をエネルギー吸収部材と考え、斜材の靭性を改善することでエネルギー吸収能を高め、耐震性能を向上させることを目的とした。

２．橋脚部材の座屈特性

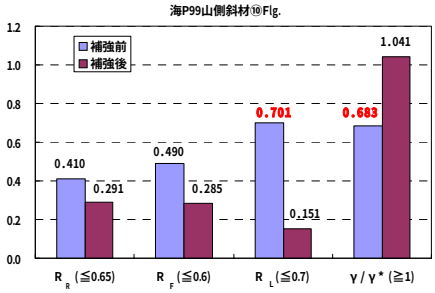
橋脚部材は降伏を超過するため、終局ひずみにより照査を実施することとした。

(1)補強前断面の幅厚比パラメータ

補強前の橋脚部材について幅厚比パラメータを算出したところ、大部分の部材で適用基準（阪神高速道路㈱基準）を満足しないことが確認された。

(2)補強断面の幅厚比パラメータ

橋脚柱部材については、幅厚比パラメータを改良するため、縦リブ先端に L 形鋼を取り付けた。橋脚斜材部材については、L 形鋼補強に加え、耐荷力を向上させるため増し厚補強を実施した。その結果、補強断面の幅厚比パラメータは適用基準を満足することができた。図-2 に補強前後の幅厚比パラメータの一例を、図-3 にその補強断面を示す。



R_F：補剛板の幅厚比パラメータ
R_R：板パネルの幅厚比パラメータ
R_L：縦補剛材の幅厚比パラメータ
γ / γ *：縦補剛材の剛比
図-2　補強前後の幅厚比パラメータ

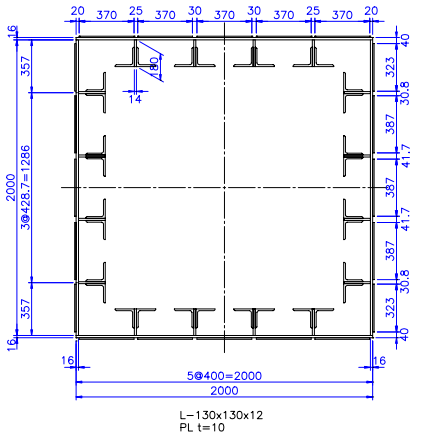


図-3　斜材リブ補強断面

(3)斜材を対象とした弾塑性有限変位解析

斜材をエネルギー吸収部材と考えるため、斜材については詳細な解析を実施した。解析はシェル要素を用いた弾塑性有限変位解析により実施した。荷重の載荷方法は荷重漸増法とした。終局時における変形図及び耐荷力曲線を図-4,5 に示す。図-5 より、補強前後で耐荷力が 200%程度となっていること、最大荷重を経た後、耐荷力の低下が緩やかになっており、部材の靭性が向上していることが確認できた。

３．補強後モデルの動的応答解析

補強後の橋梁全体系を3次元骨組要素によりモデル化し、動的応答解析を実施した。図-6に全体系 3 次元骨組みモデルを示す。

キーワード　W 型鋼製橋脚，幅厚比パラメータ，3 次元弾塑性有限変位解析
連絡先　〒650-0041　兵庫県神戸市中央区新港町 16-1　阪神高速道路（株）神戸管理部　TEL 078-331-9801

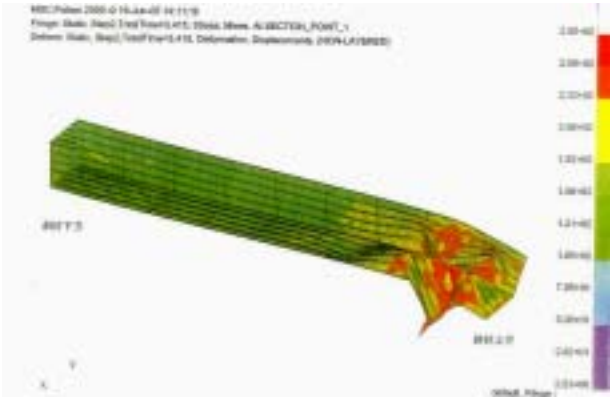


図-4 斜材の終局時の変形図

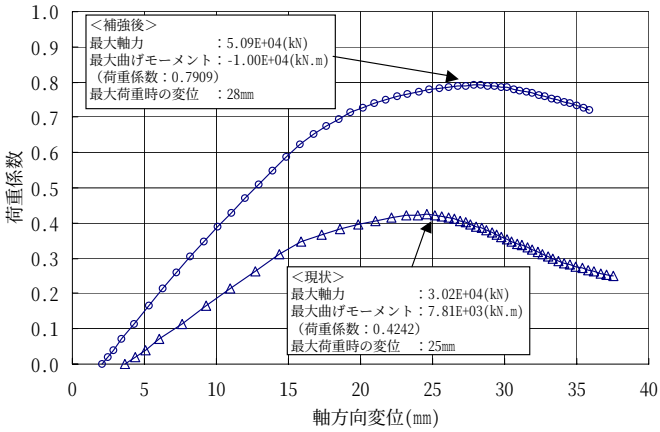


図-5 斜材補強前後における耐荷力曲線

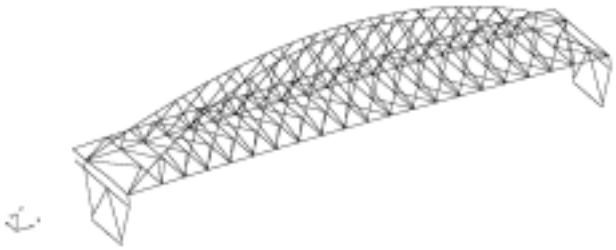


図-6　３次元立体骨組みモデル

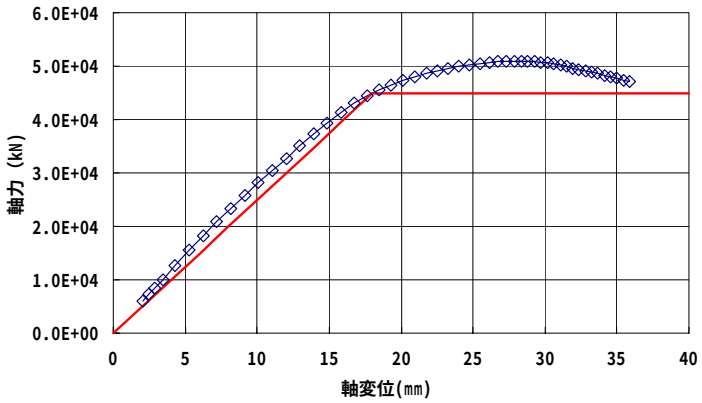


図-7　斜材の非線形特性

(1)解析モデル

地盤の非線形性を R-O モデルにより表現し、ケーソン基礎のロッキング運動もモデル化した。橋脚部材については、弾塑性を考慮したファイバー要素を用い、さらに斜材については、2- (3)より得られた耐荷力曲線をもとに非線形特性をバイリニアでモデル化した。（図-7）

(2)解析結果

橋脚柱部材に降伏を超過する断面が確認されたが、L形鋼補強により幅厚比パラメータを改善することで発生ひずみを終局ひずみ内におさめることができた。柱部材は軸力が卓越していたため、照査には宇佐美ら[2)]が提案している(1)式を用いて終局ひずみに対する照査を実施した。

$$\frac{\varepsilon u}{\varepsilon y} = \frac{0.7}{\left(Rf\,\overline{\lambda s}^{0.18} - 0.18\right)^{1.3}\left(1+N/Ny\right)^{2.2}} + \frac{3.2}{\left(1+N/Ny\right)} \le 20.0$$

・・・・・式(1)

$$0.3 \le Rf \le 0.5, \gamma/\gamma^{*} \ge 1.0, 0.0 \le N/Ny \le 1.0$$

斜材については、図-5 に示す最大変位に対し照査を行った。最大変位 28mm に対し、動的応答解析による最大応答変位は 26.7mm であり、斜材が終局に至っていないことを確認した。

４．まとめ

(1) 幅厚比パラメータを制御することで発生ひずみを終局ひずみ以下とすることができた。

(2) 斜材の靭性・耐荷力を改善することで、斜材の応答値を終局内におさめることができた。

参考文献

1) 篠原聖二他：W型鋼製橋脚の耐震性能照査土木学会第60回年次学術講演会（2005.9）

2)宇佐美勉他：圧縮と曲げを受ける鋼部材セグメントの終局ひずみと鋼アーチ橋の動的耐震照査への応用　構造工学論文集(Vol.50A 2004.3)