

I-B 294

鋼製橋脚の横リブ補強に関する一考察

川崎重工業（株）（正）磯江 暁 （正）森本 千秋
 川崎重工業（株）（正）橋本 靖智 （正）石毛 立也
 川崎重工業（株）（正）大南 亮一 佐野 淳

1 はじめに

鋼製矩形断面橋脚を横リブ補強した場合の耐震性を、解析的に検討した。対象として、図1に示すモデルを想定した。問題の取り扱いを容易にするためマンホールを省略するなどの簡略化を行っている。解析の手順、結果を報告するとともに、解析を実施して明らかとなった問題点をまとめた。

2 耐震性評価方法

耐震性の評価は以下の手順で行った。

- (1) 橋脚全体モデルを用いた崩壊モードの見極め
- (2) 橋脚部分モデルを用いた水平保有耐力の計算
- (3) 動的解析による耐震性の評価

3 解析モデル (1) 実機相当モデル

橋脚断面は一辺2mの矩形断面で高さは約10m、最下段フランジの板厚は37mm、幅厚比 $R=0.362$ 、縦リブの剛比／必要剛比 $=1.87$ である（図1）。

(2) 補強モデル

実機の基部下から3段のダイヤフラムまたは横リブ間に横リブを増設した。この補強は、最大対荷力を上げずにねばりを増すことをねらいとしている。

4 解析結果 (1) 橋脚の崩壊モード

まず、NASTRANを用いて橋脚の全体モデルに対する解析を実施し、崩壊モードを求めた。崩壊モードとしては以下のようなものが考えられた。

- (モード a) 橋脚上端のシュー付近に応力伝達がスムーズで無い部分が存在し、載荷点付近が塑性崩壊する。
- (モード b) 橋脚の板厚変化部分に局所的で大きな曲げ応力が発生し、その部分から塑性崩壊する。
- (モード c) 橋脚基部付近が、曲げモーメントにより塑性崩壊する。

解析の結果、シューから橋脚ウェブおよびフランジへの力の伝達はスムーズで、また、板厚変化部分も特に大きな応力は発生しないことが分かった。基部は水平変位の増加とともに応力が増加し、塑性と同時に大きく変形し始め、徐々に耐力が低下していく。

(2) 水平保有耐力

同橋脚は基部から崩壊すると判断されるので、基部の部分モデルを用いて水平耐力を求めた。解析結果を図2(a)に示す。図中の H_y は橋脚基部が塑性を開始する時の水平力である。図から分かるように、補強することにより最大対荷力は3%増加し、最大対荷力以降対荷力が H_y と等しくなる時の変位は16%増加する。

(3) 耐震性

同橋脚の耐震性を、1自由度モデルの地震応答解析により評価する。問題の取り扱いを簡単にするため、質点の変位－外力関係を図2(b)のように表す。 δa は実機相当モデルの許容変位、 δb は補強モデルの許容変位であり、図(a)の耐力が H_y まで低下した点を崩壊と見なし¹⁾、それまでに吸収するエネルギーが等しくなるように許容変位を求めている。地盤は第3種地盤と考え、兵庫県南部地震の際に計測された東神戸大橋

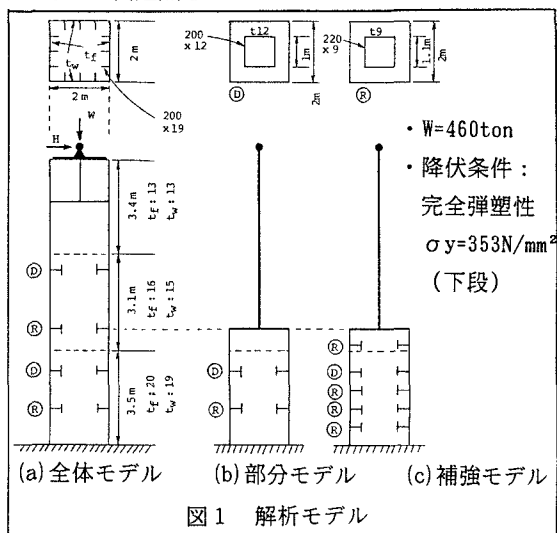


図1 解析モデル

のG.L. -35.5mの記録を用いた。解析結果を図4に示す。ケース1は支えている鉛直荷重そのものを質量とし（460ton）、ケース2は幅方向に隣接した剛性の異なる橋脚と主桁を分担支持していると仮定し、質量を割り増した（697ton）。橋脚上端はケース2においても載荷方向およびその逆に1回づつ塑性回転しただけで、変位はたかだか130mmと小さい。許容変位から考えて、補強しなくとも耐震性はあると判定される。

（4）考察と問題点

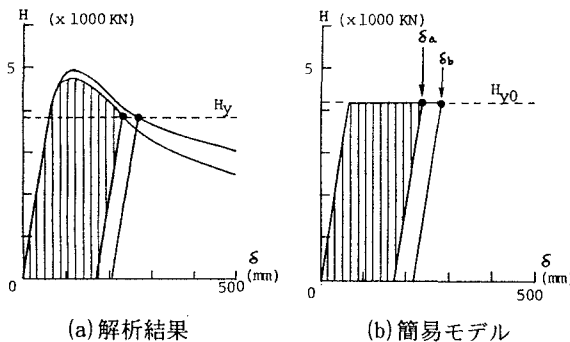
(a) 本橋脚は幅厚比が0.362と小さく、本検討から補強しなくとも東神戸大橋の地震波に対して耐えうという結果を得た。

(b) 横リブ補強は最大耐荷力を増加させない点に特徴があり、そのため補強効果は最大耐荷力経験後の耐力の低下が緩やかになる形で現れるが、この効果はむしろ H_y を下回ってから顕著になり、ここに用いた許容変位の考え方ではそのメリットが生かせない恨みがある。仮に H_y の90%まで許容すると、許容変位は補強により32%増加する結果となり、崩壊判定の重要性と難しさが伺われる。

(c) 橋梁は長い主桁を複数の橋脚で支持しており、本来は相互に干渉しあうものであるが、ここでは1本の橋脚を他と切り放して単柱として扱った。ここで解析した2ケースはどちらも塑性変形は小さいが、両者の結果にはかなりの差がある。複数の橋脚の連成挙動を把握し、耐震性評価に反映させる必要がある。

(d) ここで示した方法により橋脚の耐震性を検討するには多くの時間を必要とする。特にFEMを用いた保有耐力の計算は手間がかかりサイクリック載荷までは実施できなかった。弾塑性・有限変位の効果を考慮した水平力—変位関係の簡単な推定方法が望まれる。

1) 宇佐美、他「補剛箱形断面鋼圧縮部材の繰返し弾塑性挙動に関する実験的研究」、構造論 Vol.37A



H_y : 梁理論より求めた
塑性開始水平力
 H_y : //
(軸力W考慮)

図2 保有水平耐力

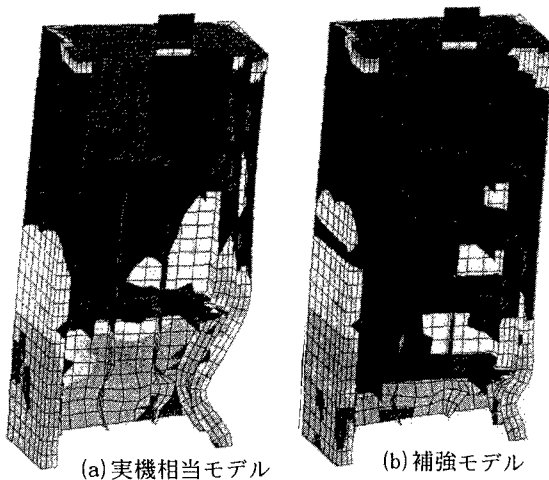


図3 変形図 ($\delta = 375\text{mm}$)

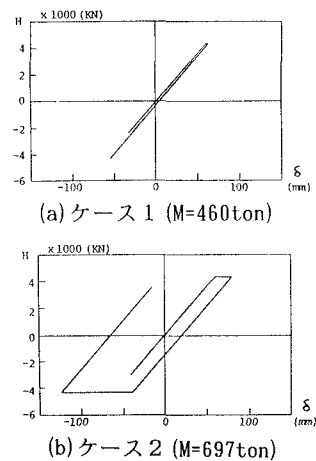


図4 変位—荷重関係