

京都大学工学部
京都大学大学院
京都大学大学院

学生員 ○岡本 拓
正会員 杉浦 邦征
正会員 永田 和寿

京都大学大学院
京都大学大学院

フェロー 渡邊 英一
正会員 宇都宮 智昭

1. 研究目的

現在、鋼製ラーメン形式橋脚の設計において、その動的解析では橋軸、橋軸直角方向別に応答を計算するのが一般的となっており、2 方向の相関を考慮した解析は行われていない。しかし、橋梁システム全体としての性能を考えた場合方向別入力が必要しも有利にならないことがある。そこで本研究では、さらに合理的な鋼製ラーメン橋脚の設計法を確立するために鋼製ラーメン形式橋脚全体をモデル化した全体系モデルを作成し、汎用有限要素解析コード ABAQUS を用いた弾塑性有限変位解析を行うことで、任意水平方向についての力学的挙動を把握し、その保有耐力についての検討を行う。

2. 弾塑性有限変位解析

これまでの研究において、一層の門型鋼製ラーメン橋脚として阪神高速道路公団・湾岸線岸 P34(Fig.1)を参考橋脚とし、主に幅厚比パラメータ、補剛材剛比を一致させた約 1/17 に縮尺した実験供試体を作成し、その実験供試体を用いて鋼製ラーメン橋脚の弾塑性力学性状を調べてきた。そこで本研究では、弾塑性有限変位解析として汎用有限要素解析コード ABAQUS を用いて、実験供試体全体をモデル化した全体系モデル(Fig.2)を作成し、任意水平方向についての保有耐力の検討を行った。この解析モデルは、局部座屈を精度良く表すためにシェル要素を用いて十分な要素分割を行った。座標設定は Fig.2 に示すものを用いた。また初期不整の導入について、今回の解析については鋼製ラーメン形式橋脚の任意水平方向についての基本的な力学性状を明らかにするために初期不整を考慮せずに行った。解析モデルへの荷重方法として Fig.3 に示すような 6 ケースの荷重方法について行った。Case-1 ではパンタグラフを用いて面内方向に、Case-2 では面内方向から 30° 面外方向に、Case-3 では面内方向から 60° 面外方向に、Case-4 では面内方向から 75° 面外方向に、Case-5 では面外方向左右同じ方向に、Case-6 では面外方向左右逆方向に左右柱頭部に直接水平変位を与えることにより荷重を行う変位制御で行った。

降伏条件については、各ケースについて解析モデル全体における全ての要素のうち 1 要素でも von Mises の相当応力が材料の降伏応力に達した時点での荷重位置における水平変位と水平荷重を降伏水平変位 δ_y および降伏水平荷重 H_y と定義した。また荷重パターンについては、単調荷重を行い、最大水平荷重から 95%耐力が低下した点が現れるまで行った。

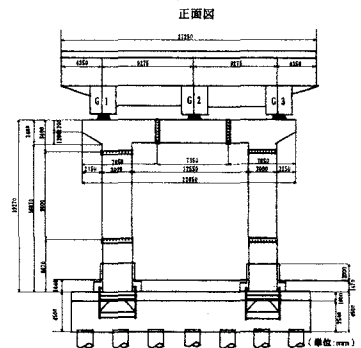


Fig.1 参考橋脚

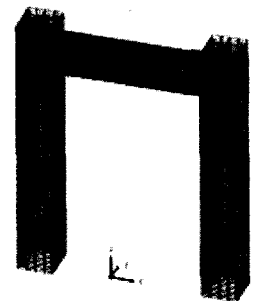


Fig.2 解析モデル

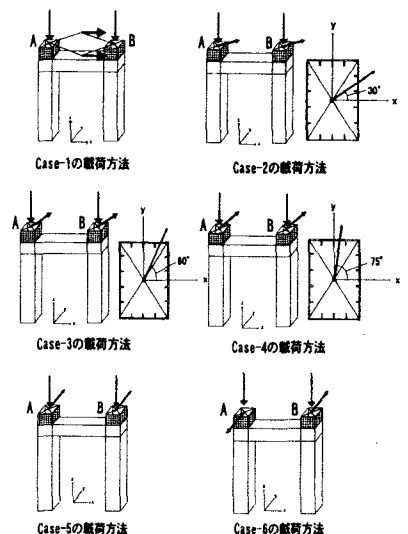


Fig.3 荷重方法

3.解析結果と考察

各ケースにおける水平荷重-水平変位曲線及び崩壊過程を Fig.4 に示す。その曲線の縦軸(水平荷重)および横軸(水平変位)に関して、水平荷重を載荷点の水平力の絶対値を総和したもの、水平変位を Fig.3 の点 A、B の絶対値の平均値とする。また解析における座屈の定義はシェル要素に注目し、その要素の厚さ方向における両縁部の部材軸方向のひずみが分岐する点とした。また Fig.5 に各ケースを比較、検討を行うために水平変位を降伏水平変位で、水平荷重を降伏水平荷重で除することで無次元化した水平荷重-水平変位曲線を示す。さらに Fig.6 に Case-1 から Case-5 についての X 方向、Y 方向の相関を考慮した荷重曲線を示す。Fig.5 よりラーメン形式橋脚に載荷される力の方向が橋軸方向に変化するにつれて最大水平荷重が徐々に減少していることが明らかであり、Fig.6 からは Case-3,4,5 において最大耐力力点以降急激に Y 方向(面外方向)の耐力力が低下し、また X-Y 方向での降伏荷重領域を示す降伏基準関数が求められることがわかる。

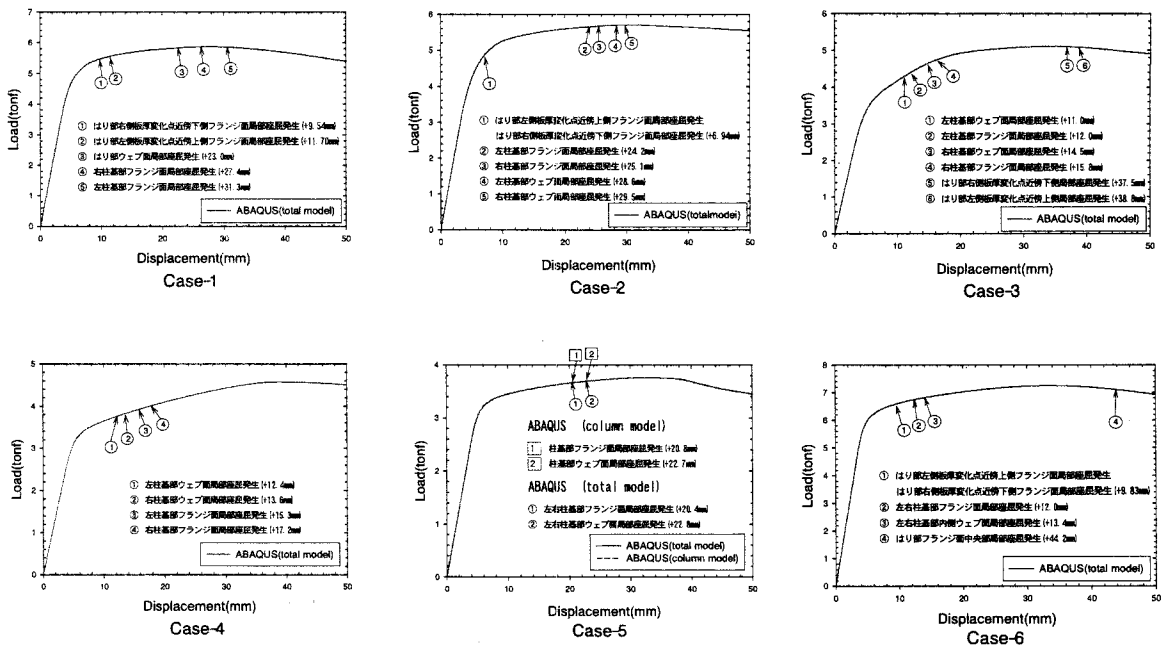


Fig.4 各ケースの水平荷重-水平変位曲線

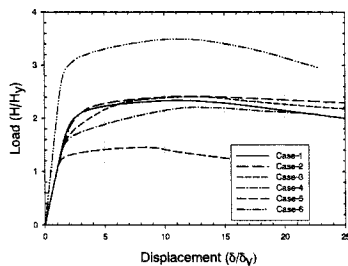


Fig.5 無次元化した $P-\delta$ 曲線

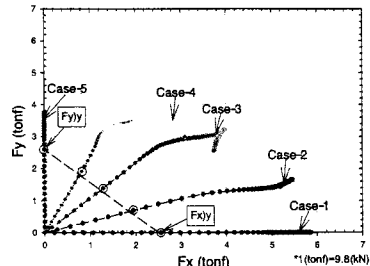


Fig.6 X-Y 方向の相関荷重曲線

4.結論

解析結果より、任意水平方向の保有耐力は最高耐力力が面内方向で最大となり、面外方向で最小となることが明らかとなった。また面外方向を除いて崩壊過程に違いがあるものの、その耐力力はほぼ等しいことがわかった。しかし耐力力において若干の差異が見られることから X-Y 方向の相関を考慮することがラーメン形式橋脚の設計において重要であると言える。