

京都大学工学部 ○國司 了 京都大学工学研究科 渡邊 英一
 京都大学工学研究科 杉浦 邦征 京都大学工学研究科 永田 和寿
 (株)ニュージェック 陵城 成樹

1. 研究目的

兵庫県南部地震以後、鋼製ラーメン橋脚に関する様々な研究が行われつつあるが、そのほとんどが、柱基部あるいは隅角部などの一部を取り出しての実験的研究であり、橋脚全体を一つの系としてとらえている研究が行われていないのが現状である。そこで、鋼製ラーメン橋脚の耐震設計法を確立していくに当たっては、橋脚全体を対象として上部構造物の重量を想定した鉛直荷重と地震力を想定した水平荷重を載荷して、橋脚全体が保有する水平耐力と変形能について検討すべきである。本研究では、汎用有限要素解析コード ABAQUS[®]を用いて弾塑性有限解析を行い、力学的性状を明らかにする。単調載荷を行うことにより、強度と変形能との関係やフレームアクションによる軸力変動に注目し、鋼製ラーメン橋脚の耐震性を明らかにする。

2. 研究手法

本研究では、一般的と思われる鋼製ラーメン橋脚として阪神高速道路湾岸線岸 P34 を取り上げ、Fig.1 に示すように可能な限り忠実に再現した解析モデルとした。使用した要素としては、曲げに対する横方向のせん断変形を考慮できるものとした。また、要素分割数の関係上、Y 軸平面に対して対称な変形モードを仮定することにより 1/2 モデルとした。なお鋼製ラーメン橋脚の初期状態は、最も理想的な状態を仮定したので、残留応力、および初期変形は考慮しないこととした。対象とした橋脚では主要鋼材として、SM490Y を使用した。なお解析モデルの断面諸元を Table 1 に示す。

本研究では、単調載荷に用いた載荷方法を以下に述べる。今回採用した載荷方法(Fig.2)は、左右隅角部上部に剛体要素集合を作成し、そのおのおのの要素集合の最上部の点 A、点 B を対角とするひし形のパンタグラフ構造とした。なお、図中の点 A、点 B、点 C、点 D はピン結合となっており、パンタグラフ構造には剛な棒要素を使用した。そして、点 A、点 B に上部構造物の死荷重に相当する鉛直荷重を導入し、さらに点 C、点 D に強制変位を与えることとした。この載荷方法を採用した理由としては、パンタグラフ構造がラーメン橋脚の梁部の変形を拘束することなく、解析を行うことができるからである。

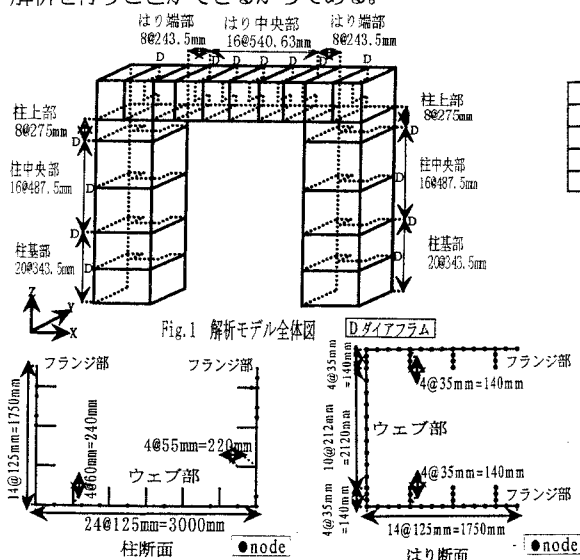
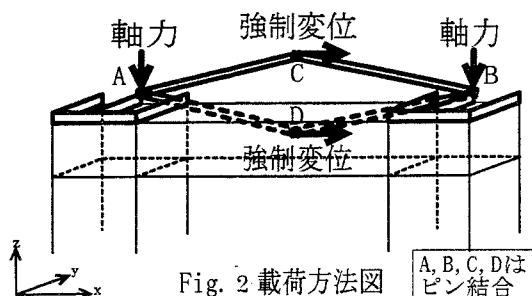


Table 1 解析モデルの断面諸元

	柱基部	柱中央部	柱上部	はり端部	はり中央
ウェブ部	36mm	22mm	22mm	22mm	12mm
フランジ部	22mm	19mm	22mm	22mm	11mm
リップ(ウェブ)	25mm	19mm	19mm	19mm	
リップ(フランジ)	22mm	19mm	19mm	19mm	14mm



Ryo KUNISHI, Eiichi WATANABE, Kunitomo SUGIURA, Kazutoshi NAGATA, and Shigeki OKASHIRO

3.解析結果

まず、本解析モデルに降伏変位 δ_y の 10 倍まで単調荷重を行った。解析を行う際の留意点としては、モデルの 1 要素でも降伏応力に達した時点(von Mises の相当応力が材料の降伏応力に達した時点)の、載荷位置の変位を対象モデルの降伏変位とした。また、これ以後に示す様々なグラフにおける変位(横軸)は Fig.2 における点 B とする。単調荷重による水平荷重-水平変位曲線を Fig.3 に示す。また、フレームアクションによる軸力変動曲線を Fig.4 に示す。解析の結果、最も早く降伏荷重に達した場所が右側隅角部はり側ウェブプレートであった。その後、最大荷重付近以前、軸力変動差最大付近において既に、柱基部より先に、フレームアクションの影響により、はり部にせん断力の影響と思われる局部座屈が生じた。またはり中央部には曲げによる局部座屈が生じた。なお軸力変動差最大付近におけるはり部、および右側柱基部の Mises の応力分布図を Fig. 5、Fig.6 に示す。

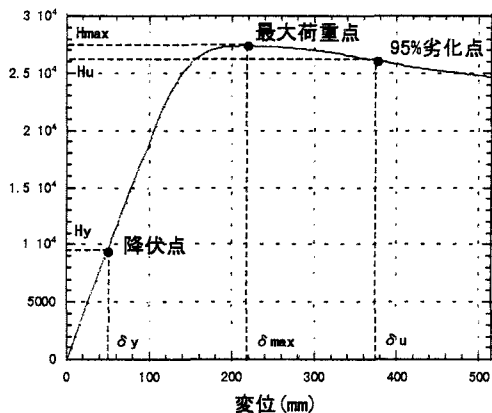


Fig. 3 水平荷重-水平変位曲線

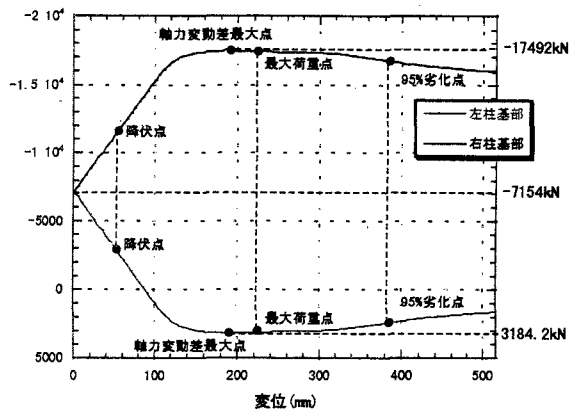


Fig. 4 フレームアクションによる軸力変動曲線

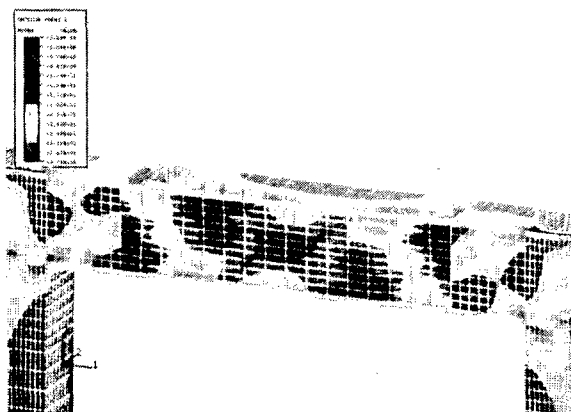


Fig.5 軸力変動差最大付近におけるはり部の Mises の応力分布図

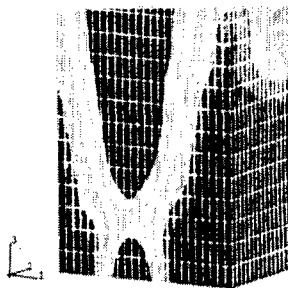


Fig.6 軸力変動差最大付近における右側柱基部の Mises の応力分布図

4.結論

本解析では、右側隅角部において最も早く降伏に達したが、その後フレームアクションの影響が大きく、柱基部よりも早く、はり部において局部座屈が生じた。また、柱基部にも応力が集中しているのは Fig.6 からでもわかる。今後橋脚を設計するに当たっては、柱基部もそうだが、はり部にも細心の注意を払う必要がある。

参考文献

- 1) ABAQUS User's Manual Version 5.4