

I-A60

鋼製ラーメン橋脚のモデル化と耐震性に関する検討

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
阪神高速道路公団 田坂 広 阪神高速道路公団 徳林 宗孝

1.はじめに

兵庫県南部地震以後、単柱形式の鋼製橋脚の耐震性に関する様々な研究が行われているが、ラーメン形式の橋脚を対称とした研究があまり行われていないのが現状である。鋼製ラーメン橋脚の耐震設計法を早急に確立していく必要があるが、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骨組平面内に載荷し、橋脚が保有する水平耐力と変形能について検討することが不可欠である。また、橋脚の設計実務においては、計算量があまり膨大にならず、時間的節約を考える上でもはり要素を用いた骨組解析が使用されることが多い。そこで、本研究では、汎用有限要素解析コード ABAQUS を用いてラーメン橋脚の弾塑性有限変位解析(骨組解析およびシェル要素を用いた詳細解析)を実施し、保有水平耐力および変形能を検討するとともに、骨組解析の適応性に関して考察する。

2.解析モデル及び解析方法

本研究では、一層の門型鋼製ラーメン橋脚である阪神高速道路湾岸線岸 P34 橋脚を取り上げ、解析モデルとしてシェル要素を用いた詳細モデル(Fig.1)と、はり要素を用いた簡易モデル(Fig.2)を用意した。なお、簡易モデルでは、せん断変形を考慮したはり要素と考慮しない要素を用いて、2つのモデルを用意した。詳細モデルは、要素分割の関係上、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。また簡易モデルは、橋脚全体のモデル化を行い、また解析プログラムの都合上、縦方向補剛材によって補剛された箱形断面と断面 2 次モーメントが等しい無補剛断面とした。なお、本解析では残留応力および初期変形を考慮せず鋼種は SM490Y を使用した。なお詳細モデルの断面諸元を Table1 に示す。

本解析で用いた鉛直ならびに水平荷重の載荷方法(Fig.3)は、左右隅角部上部に剛体要素を取り付け、そのおのおのの要素集合の最上部の点 A、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、B、C、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、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、D に強制変位を与えることとした。この載荷方法を使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はり部の変形を拘束することなく左右に等しい水平荷重により水平変位を柱頭に与えることができるからである。なお、3つの解析モデルに降伏変位 δ_y の 10 倍まで単調載荷を行った。

また、骨組解析によるパラメトリック解析では、はりと柱の剛度($K=I/h$; I:断面 2 次モーメント、h:部材長)の比に注目する。ここでは、はりの長さを一定にした時に柱の高さを 3m 高くしたケース(Case-1)、3m 低くしたケース(Case-2)、柱の高さを一定にした時にはりの長さを 3m 長くしたケース(Case-3)、3m 低くしたケース(Case-4)の 4 ケースを設定した。なお、せん断変形を考慮したはり要素を用いた。

3.解析結果

Fig.4 に水平荷重-水平変位曲線を示す。なお水平変位は Fig.3 における点 B の変位とする。骨組解析では、局部座屈を考慮できないため、最大耐荷力および 95%劣化点を表現できない欠点があり、詳細モデルに比べて、全体として値が大きくでているのがわかる。また初期剛性に注目してみると、骨組解析においてキーワード 鋼製ラーメン橋脚、水平荷重-水平変位曲線、せん断変形の影響、保有水平耐力、変形能

連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL: 075-753-5079 Fax: 075-753-5130

せん断変形を考慮することで、詳細モデルの剛性との整合性が高まることがわかる。特に初期剛性の比(②/③)が 0.78 であるため、骨組解析によりラーメン橋脚の設計を行う際には、せん断変形の影響を考慮する必要があると考えられる。

ラーメン橋脚のスパンと高さの比を変えたパラメトリック解析の結果を Fig.5 に示す。Case-1 では全体の高さが約 16%高くなっているが、その時の初期剛性は、詳細モデルに比べて約 20%低くなっている。しかし Case-2 では、初期剛性が詳細モデルに比べて約 45%高くなっていることがわかる。一方、はりの長さを変化させた Case-3、Case-4 では、ほとんど変化が見られないことがわかった。

4. 結論

鋼製ラーメン橋脚の水平面内挙動においてせん断変形は水平変位への寄与が大きいため、設計においてはせん断変形も考慮に入れた剛性の評価を行う必要がある。また、柱部の特性がはり部のそれよりラーメン橋脚の全体挙動に与える影響は大きい。

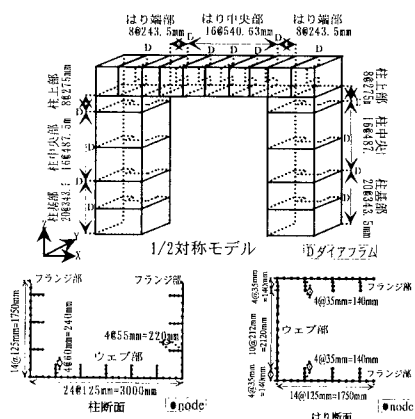


Fig. 1 詳細モデル図

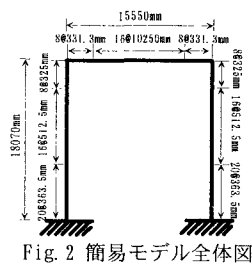


Fig. 2 簡易モデル全体図

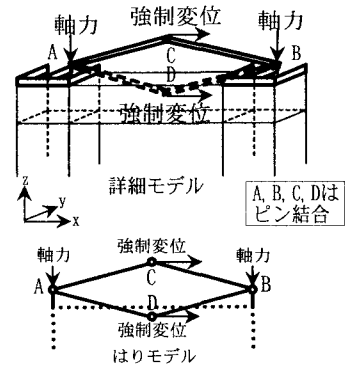


Fig. 3 荷荷方法図

Table1 詳細モデルの断面諸元

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

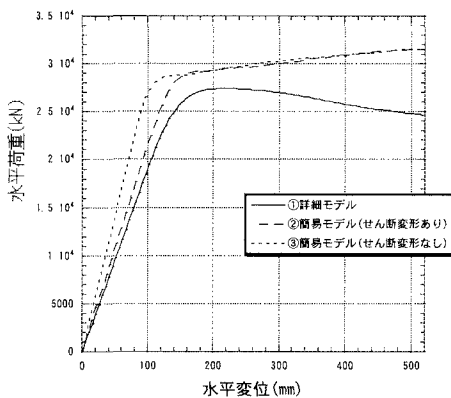


Fig. 4 水平荷重-水平変位曲線

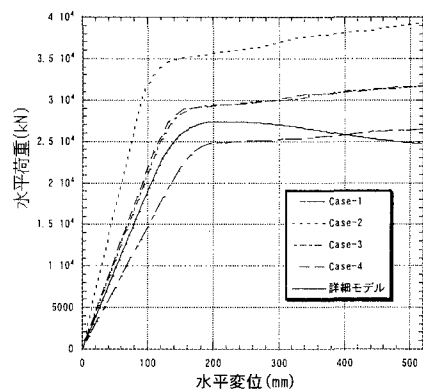


Fig. 5 水平荷重-水平変位曲線