

梁部せん断非線形性を考慮した骨組解析モデルによる鋼製ラーメン橋脚面内方向の弾塑性解析

阪神高速道路公団 正会員 ○鈴木 英之
 阪神高速道路公団 正会員 金治 英貞
 (株) ニュージェック 正会員 陵城 成樹
 (株) ニュージェック 正会員 内田 諭

1. はじめに

1995年に発生した兵庫県南部地震では、ラーメン形式の橋脚にも数多くの損傷が発生した。それ以来、ラーメン形式の橋脚に関する様々な研究が行われてきたが、平成14年に改訂された道路橋示方書・同解説（V耐震設計編）においても、鋼製ラーメン橋脚の面内方向についての耐震設計法は述べられていない。

阪神高速道路公団では、実在する鋼製ラーメン橋脚である阪神高速道路・湾岸線・岸 P34 橋脚を対象として面内方向の非線形特性の研究を実施し、梁部のせん断非線形特性を考慮した骨組解析モデルを構築した。本研究では、この骨組解析モデルを用い3つの対象橋脚に対してプッシュオーバー解析を行い、異なる形状を有する代表的な鋼製ラーメン橋脚の面内方向の非線形特性を明らかにすることを目的とする。

2. 解析対象橋脚及び解析条件

本研究で対象としたのは、図1に示す柱の長さがほぼ等しい岸 P34 橋脚、柱が長い海 P169 橋脚および梁が長い湾 P443 橋脚である。また、解析モデルは文献1),2)で構築された梁部のせん断非線形性と柱部の軸力変動を考慮した骨組解析モデルを用いた。荷重方法は支承位置に剛部材を設置し、上部工の慣性力の作用位置に上部工の死荷重と水平力を荷重した。また、実際の橋梁では上部工によりラーメン橋脚梁部の変形が拘束されることが考えられるため、上部工の慣性力の作用位置を剛部材で結ぶことにより上部工による拘束効果を考慮した解析も実施した。その際、橋脚と上部工の慣性力の作用位置はピン結合と剛結の2通りを考えた。表1には解析ケース、図2にはCase3の解析モデルを示す。Case4では図2のピン部を剛結とし、Case1,2では、上部工をつなぐ剛部材を設置しなかった。

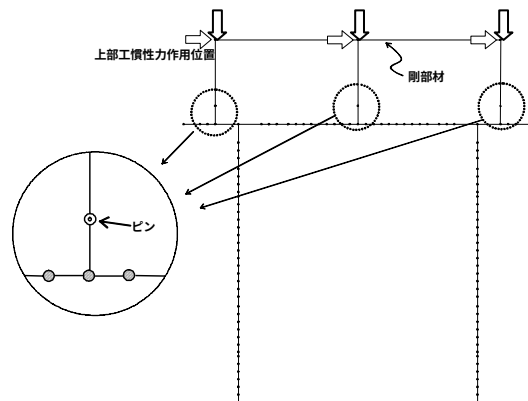
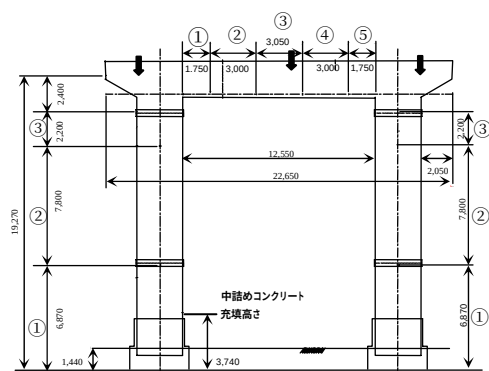
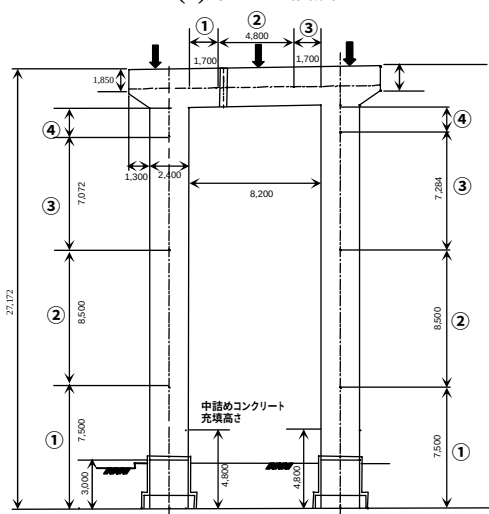


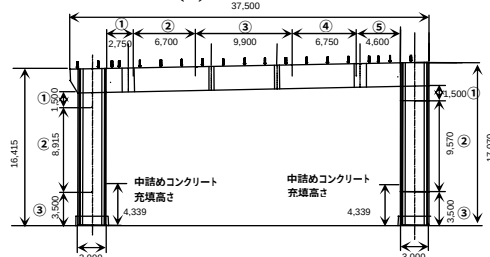
図2 解析モデル (Case3)



(a) 岸 P34 橋脚



(b) 海 P169 橋脚



(c) 湾 P443 橋脚
 図1 解析対象橋脚

また、

キーワード 鋼製ラーメン橋脚、面内方向、梁部せん断非線形性、骨組解析モデル

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 TEL 06-625-8121 FAX 06-6252-4583

3. 解析結果

図3～5にそれぞれの橋脚の載荷位置での水平変位－水平荷重の関係を示す。図3,4より、岸P34橋脚、海P169橋脚についてはせん断非線形性を考慮したケース2では、せん断非線形性を考慮しなかったケース1に比べ最大耐荷力が小さくなっているが、終局変位については大きくなっており、優れた変形性能を示している。これは、せん断非線形性を考慮し、梁部のせん断変形を評価したことにより、柱基部に作用する力が相対的に低減したためと考えられる。

また、上部工による拘束効果をピン結合により考慮したCase3では岸P34橋脚、海P169橋脚ともに、梁部が最初にせん断降伏し剛性の劣化が見られるが、終局変位は大きく優れた変形性能を有している。上部工と剛結としたCase4では、梁部では降伏に達しておらず最大耐力は大きくなっているが、終局変位は小さくなっている。これは、上部工による梁部の変形の拘束を強めることによって柱基部に作用する力が相対的に大きくなったためと考えられる。

一方、湾P443橋脚については、せん断非線形性を考慮してもせん断降伏は発生せず、せん断非線形性の考慮の有無による違いは現れなかった。これは、湾P443橋脚の梁部が長く、せん断力に比べ曲げモーメントが卓越するためにせん断降伏に至る前に曲げ降伏に至ったためである。

4. まとめ

本研究では、3つの鋼製ラーメン橋脚の面内方向を対象とし、梁部のせん断非線形性を考慮した骨組解析モデルによりプッシュオーバー解析を行った。その結果得られた知見をまとめると、以下ようになる。

- ・ 梁部が相対的に長い鋼製ラーメン橋脚では、梁部でせん断降伏せずせん断非線形性を考慮の有無によって解析結果は変わらない。
- ・ 梁部が相対的に短い橋脚では、梁部がせん断降伏し、せん断非線形性を考慮すると橋脚の持っている変形性能を評価できる。したがって、梁部のせん断非線形性を評価することによって、合理的な設計が可能であると考えられる。
- ・ 上部工により梁部の変形が拘束されると、剛性および最大耐力は大きくなるが、変形性能が低下することがわかった。

〈参考文献〉

- 1) 鋼製ラーメン橋脚における地震時面内方向非線形挙動に関する解析的検討，土木学会，第26回地震工学研究発表会講演論文集，2001.8
- 2) 鋼製ラーメン橋脚梁部における面内方向の力学的基本特性と骨組モデルの適用性検討，第6回地震時保耐法に基づく橋梁等構造物の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集 2003.1 pp.299～306

表2 解析ケース

	せん断非線形性	上部工による拘束効果
Case1	考慮せず	考慮せず
Case2	考慮	考慮せず
Case3	考慮	ピン結合
Case4	考慮	剛結

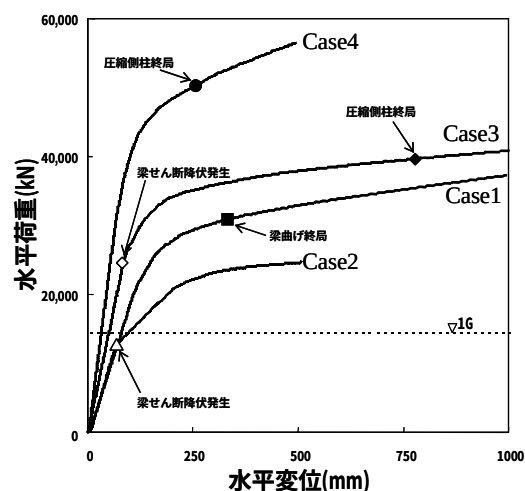


図3 岸P34 水平変位－水平荷重関係

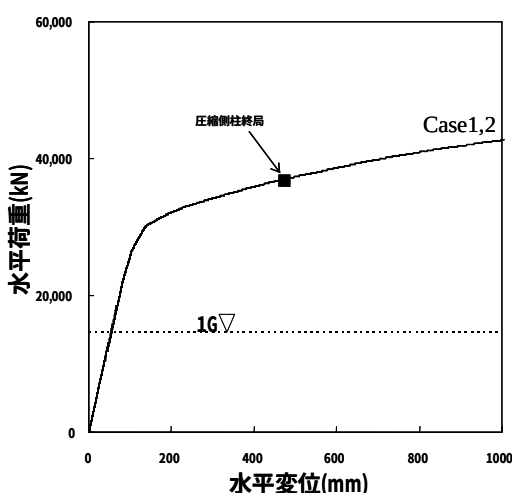
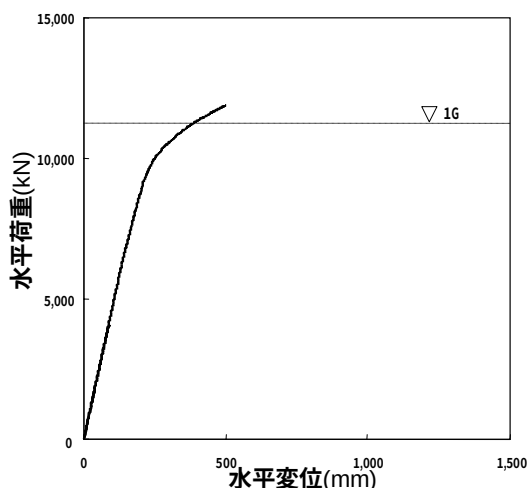


図5 湾P443 水平変位－水平荷重関係