

逆 L 形鋼製橋脚の地震時応答特性

九州工業大学 学生員 ○林 正拳, 田中 智, 清水俊彦

九州工業大学 正会員 山口栄輝, 久保喜延

1. はじめに 1995 年の兵庫県南部地震の被害を踏まえて、道路橋示方書¹⁾が改訂され、鋼橋の耐震設計に動的解析が要求されるようになった。それに伴い、特に鋼製橋脚に関する研究が数多く行われてきたが、偏心荷重を受ける橋脚に関しては、まだ十分とは思われない。そこで、本研究では、逆 L 形橋脚を有する高架橋を取り上げ、地震波を橋軸方向に入力した時の橋脚の変形挙動について検討する。

2. 解析モデル 解析対象の橋梁を図 1 に示す。これは、既存の橋梁を参考に設定した 3 径間連続高架橋である。支間長は若干異なるが、橋脚は全て同じである。この逆 L 形鋼製橋脚の偏心率[(柱中心と主桁中心の水平距離)/(支承位置までの高さ)]は 0.63 となっている。橋脚断面は矩形で、柱部は上部の 1.75m 区間と下部の 4.50m 区間で板厚が異なるが、梁部は等断面である。支承は各橋脚上に 2 個設置され、橋軸方向は P6 橋脚上の支承のみ拘束とし、橋軸直角方向と鉛直方向は全支承とも拘束とする。上部構造主桁は等断面、重量は単位長さあたり 4.240tf/m である。鋼材の降伏応力は $\sigma_y=24000\text{tf/m}^2$ であり、応力-ひずみ関係は 2 次勾配がヤング率の 1/100 となるバイリニア型とする。

3. 解析条件 本研究では P6 橋脚に着目し、橋梁全体系のみならず、P6 橋脚単体の解析も行い、その変形挙動を検討する。本解析では ABAQUS²⁾と Y-FIBER3D³⁾を使用するが、この 2 つの解析ソフトは塑性変形時の、せん断応力の扱い方が異なる。すなわち、ABAQUS では塑性変形に及ぼすせん断応力の影響も考慮するが、Y-FIBER3D では無視している。積分時間間隔は、ABAQUS による解析では、自動時間増分として、最大値を 0.01 秒に設定する。Y-FIBER3D による解析では、固定積分時間間隔 0.005 秒を用いる。地震波は、1995 年兵庫県南部地震において神戸海洋気象台で記録された加速度の N-S 成分を 1.8 倍したものを、橋軸方向に入力する。なお、減衰については、鋼材の塑性変形に伴う履歴減衰以外は無視する。

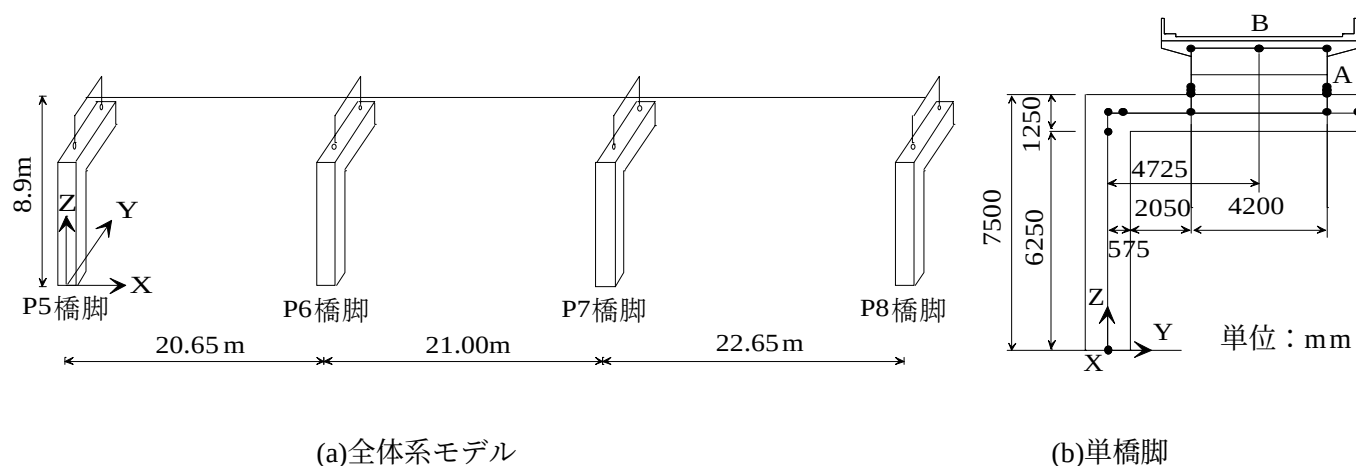


図 1 解析モデルの概要

キーワード：逆 L 形鋼製橋脚、地震時応答、耐震設計、偏心荷重、ねじれ

連絡先：〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel(093)884-3110

4. 結果と考察 解析結果として、P6 橋脚外側支承位置(A点)における橋軸方向時刻歴変位応答の結果を図2、図3に示す。これらの図はそれぞれP6 橋脚単体、橋梁全体系の解析によるものである。図2では、ABAQUSとY-FIBER3Dの解析結果がずいぶん異なっている。ABAQUSの結果で大きな塑性変形が生じていることから、逆L形橋脚単体に橋軸方向の地震荷重が作用すると、塑性変形への影響が無視できない程、大きなせん断応力が発生することが理解される。実際、この解析では大きなねじれ回転角が生じている。一方、図3では、ABAQUSとY-FIBER3Dの結果は、ほぼ一致している。これは、橋脚に2つの支承が設けられているため、上部構造主桁の水平方向の高い曲げ剛性が橋脚のねじれを拘束し、小さなせん断応力しか作用しなくなったことに起因していることが考えられる。

以上の解析結果は、逆L形橋脚の場合、橋脚単体としての挙動と橋梁全体系の中での挙動がずいぶん異なることを示している。すなわち、逆L形橋脚の耐震設計に際しては、T形橋脚の場合と異なり、橋脚をそのまま取り出して単橋脚として解析することには無理があると考えられる。実際、文献4)では、逆L形橋脚を単体で解析する場合には、ねじれを拘束することを提案している。そこで、桁中心位置(B点)の全体座標系Z軸回りの回転(以後 θ_z)を拘束し、ABAQUSにより単橋脚の解析を行なう。その解析結果として、橋軸方向時刻歴変位応答を図4に示す。この図には、橋梁全体系と単橋脚で θ_z を拘束しない場合の結果も載せている。図4より、単橋脚において θ_z を拘束すると、全体系と非常に近い挙動をすることがわかる。

5. まとめ

逆L形橋脚を有する高架橋の橋軸方向に地震力が作用した場合を想定し、解析を行なった。逆L形橋脚は、単体としての挙動と橋梁全体系の中での挙動が、ずいぶん異なる結果となった。前者では、かなりのねじれが生じるのに対し、後者では上部構造主桁がねじれを拘束するため、ねじれはほとんど生じない。そのため、逆L形橋脚を単体として解析する場合には、ねじれを拘束した単橋脚モデルが有効となる。

【謝辞】本研究は日本鋼構造協会橋梁システムと耐震性小委員会(委員長：藤野陽三東大教授)の活動の一環として行なったものであり、特に名古屋工業大学の後藤芳顯教授、(株)神戸製鋼の濱崎義弘氏には有益な助言を頂いた。ここに記して深く感謝します。

参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編，1996。2) ABAQUS/Standard User's Manual, Ver. 5. 5, 1995。3) 大和設計株式会社：Y-FIBER3D 取扱説明書，1999。4) 日本鋼構造協会：橋梁システムの動的解析と耐震性，2000。

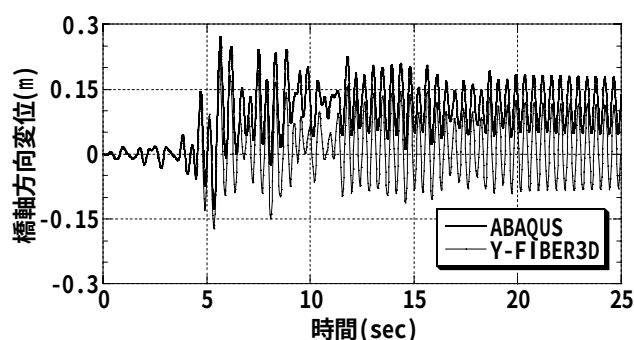


図2 P6 橋脚A点の時刻歴応答(単橋脚)

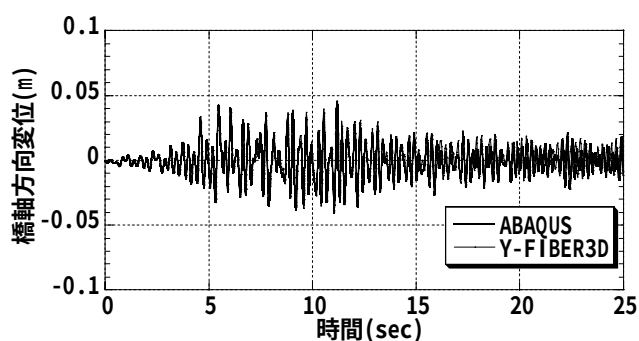


図3 P6 橋脚A点の時刻歴応答(橋梁全体系)

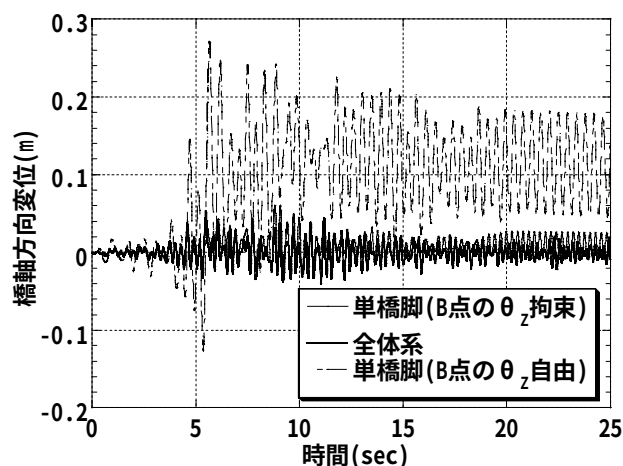


図4 ABAQUSにおいて単橋脚でねじれを拘束した場合の時刻歴応答