

京都大学工学部 学生員○鈴木 芳崇
 京都大学大学院 正会員 小林 孝一
 京都大学大学院 正会員 小野 紘一

1はじめに

現在多くの道路橋や鉄道高架橋の橋脚が、RC巻立て工法や鋼板巻立て工法によってじん性と耐力の向上が図られている。しかし、柱の耐力を増加させると、地震時に基礎へ伝達される地震力が増加する可能性があると考えられる。そこで、本研究では基礎と橋脚を一体とした多質点系モデルによる動的解析を行い、補強や再構築による橋脚躯体の断面積の増加が、杭基礎の断面力に与える影響を検討した。

2解析手法

解析断面は橋軸直角方向断面とし、対象構造物は図1に示すようなⅡ種地盤に建設されたRC丸単柱(短柱、以降CASE Iと称する)である。この橋脚を図2のように梁部～柱部～フーチング部～杭部までを直線はり要素にモデル化した。上部工については、[上部工

重量/支承の数]によって求めた値を、実際に支承がある位置の近傍の質点に加算することによって考慮することとした。

図2のローラーは地盤を表しており、各ローラーに強制変位を与えた。この強制変位は、基盤入力波形として神戸大学で観測されたNS波を用い、重複反射理論によって算出した。重複反射理論による計算時には、地盤の非線形特性を等価線形化手法により考慮している。これによって得られた地震波形を、水平バネが接続されているローラに入力した。

減衰定数としては、コンクリートの材料減衰には2%、基礎～地盤系には20%とした。時間ステップの計算はNewmarkの β 法($\beta=0.25$)を用い、積分時間間隔は0.05secである。

また、地盤バネ係数については道路橋示方書Ⅳの地盤反力係数を基に算出した。地盤バネ係数とコンクリートの弾性係数は不変としている。

この橋脚に対して、柱の断面積を変更した数種類のケースを設定し(表1)、それぞれのケースにおいて、杭の断面力を求めている。

さらに本研究では、同様の解析手法・モデルを用いて、柱の長さが約2倍(14m)、橋脚直径3.3m、杭長19mのRC丸単柱(長柱、以降CASE IIと称する)の解析も行っている。この橋脚もCASE Iと同じく、Ⅱ種地盤に建設されている。

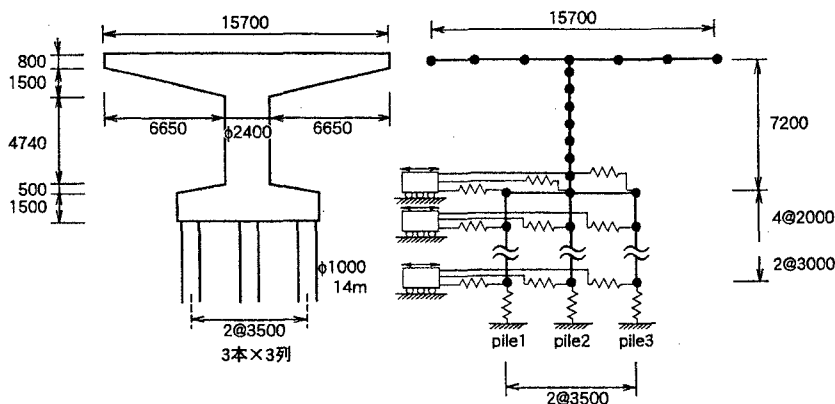


図1 解析対象橋脚

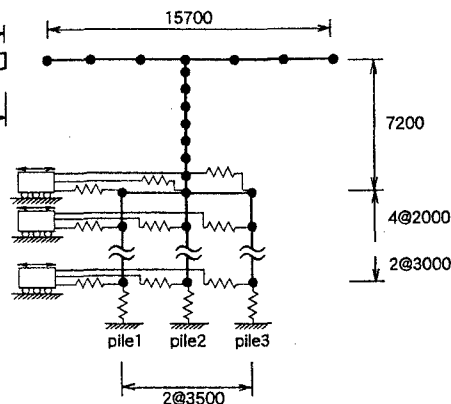


図2 解析モデル

表1 解析ケース

モデル名	橋脚直径(m)	
	CASE I	CASE II
無補強モデル	3.3	2.4
補強モデル1	3.7	3.0
補強モデル2	4.1	3.3
補強モデル3	4.5	3.6

表2 解析データ

	CASE I	CASE II
上部工重量(kN)	4500	8200
弾性係数(kN/m ²)	3.00E+07	
単位体積重量(kN/m ³)	24.5	
ポアソン比	0.2	

3解析結果および考察

図3、図4は、補強による杭への影響を検討するために、CASE I の pile1(図2 参照)、およびCASE II のそれに対応する杭の各部位の断面力(曲げモーメント、せん断力)の最大値を示したものである。

CASE I と CASE II を比較すると、最も大きな曲げモーメントが作用する位置は、CASE I では杭頭である(図3 左)のに対し、CASE II では杭頭下2m である(図4 左)。しかし、それ以外には両CASE で大きな違いはみられないため、これ以降はCASE I の結果についてのみ考察する。

図3 から、せん断力は杭頭で増加するという傾向が見られる。無補強モデルと補強モデル1 で較べると、橋脚の直径が2.4m→3.0m と増加することによって、杭頭付近のせん断力が271kN→437kN と約60%増加している。しかし、2m より深い部分にはせん断力の変化はほとんど現れない。また、補強モデル間のせん断力の差は無補強モデルと補強モデル1 の差に比べ小さくなっている。

一方、曲げモーメントの最大値分布(図3 左)は無補強モデルと補強モデル1 とを比較すると、補強によって杭頭下2m と4m の値がそれぞれ635kN・m→819kN・m、465kN・m→630kN・m とそれぞれ増加しているものの、それ以外の部分では変化は見られない。また、無補強モデルと補強モデル1 の間には変化がみられるが、補強モデル1～3 の間には差があまり見られない。

また、杭体のひび割れ発生時の曲げモーメントを試算すると約670kN となった。単純にこの値と解析結果を比較すると、無補強モデルではひび割れの発生は杭頭のみであるが、補強モデル1～3 では杭頭下4m 程度までひび割れが発生し得ることになる。

4まとめ

本研究での解析結果をまとめると以下ようになる。

- ・比較的に固い地盤に建設された橋脚を補強し、柱の断面積を増加させた場合、杭体のせん断力は杭頭付近でのみ増加する(30～80%程度)が、それ以外の部位では大きな変化は見られない。一方、曲げモーメントは杭頭下2～4m 付近で増加し(30～45%程度)、それ以外の部位での変化はほとんどない。また、この断面力の増加のために、補強前よりも深い位置まで杭体のひび割れが生じる可能性がある。

本研究の解析モデルでも補強による杭基礎の負担の変化が示されたが、今後、杭体の非線型履歴特性を考慮するなど、より現実に近い解析モデルを用いた詳細な検討が必要である。また、兵庫県南部地震で基礎の損傷が比較的大きかった軟弱地盤に建設された橋脚への本研究の解析モデルの適用も今後の検討課題である。

<参考文献>

- 1)小野統一、河西 寛、佐野裕一：土木構造物の震害、平成7年兵庫県南部地震の震害とその傾向、阪神大震災被害調査報告書(第2報)、鴻池組、平成7年6月
- 2)兵庫県南部地震道路橋震災対策委員会：兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査報告書、平成7年12月
- 3)日本道路協会：道路橋示方書・同解説、IV. 下部構造編、平成2年
- 4)日本道路協会：道路橋示方書・同解説、V. 耐震設計編、平成2年

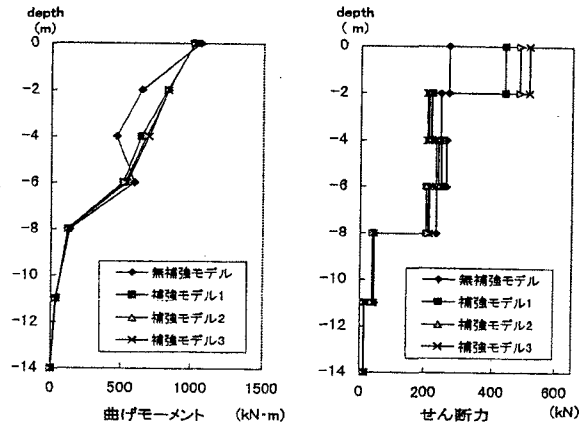


図3 補強による杭の断面力最大値分布の変化 (CASE I)

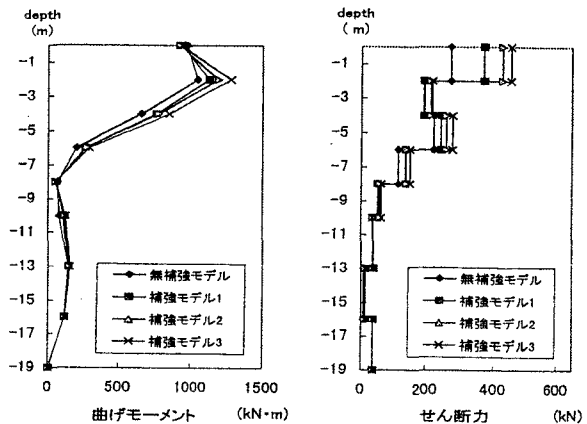


図4 補強による杭の断面力最大値分布の変化 (CASE II)