

( I - 79) 橋梁モデルの差が杭基礎の地震応答解析に及ぼす影響

早稲田大学 理工学部 学生会員 守屋 武海  
早稲田大学 理工学部 フェロー 清宮 理

1. まえがき

橋梁の地震時応答解析を行う際に、同一の橋梁であってもモデル化の行い方で応答解析の結果に差が生じてくることが考えられる。そこで、橋梁を平面ひずみ要素としてモデル化したものと、質点としたモデルで材料非線形性を考慮した地震応答解析を行い、計算結果の比較について述べるこの計算は土木学会杭基礎小委員会でのモデル比較作業の一部である。

2. 計算モデル

(1)概要：図-1に示すように橋脚を二次元の平面ひずみ要素としてモデル化したものと、全く同一の橋梁で図-2に示す橋脚を質点に置換したモデルとを比較検討する。図-3に示すように長さ165m、表層地盤の厚さ40mである。橋脚の高さは12.5mのRC製である。基礎は杭形式で、杭長30m、杭径1.2mである。表層地盤は比較的軟弱で、-40mの箇所を入力地震動の基盤面とした。解析に際しては、杭および地盤部は非線形性を考慮し、上部構造および橋脚躯体は非線形性を考慮しなかった。

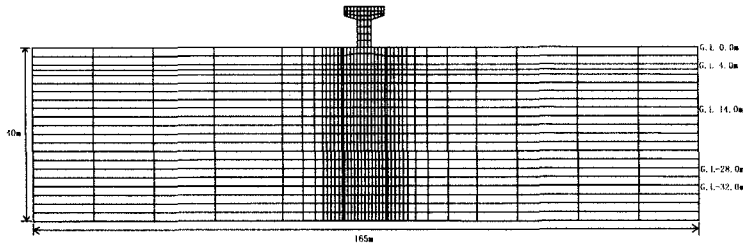
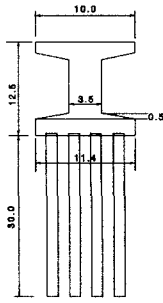


図-3 解析モデル

図-1 橋脚図 図-2 質点モデル

(2)構成部材：杭は、ヤング率 $2.5 \times 10^6 \text{ tf/m}^2$ 、ポアソン比0.16、単位体積重量 $2.35 \text{ tf/m}^3$ である。また、区間により材質が異なる。杭体の条件を表-1に、 $M - \phi$ 関係図を図-4に示す。地盤部の非線形性はR-0モデルを用いて解析を行なった。コンクリートの圧縮強度は $240 \text{ kgf/cm}^2$ である。地盤条件は表-2に示す。上部構造および橋脚躯体は、ヤング率 $2.1 \times 10^6 \text{ tf/m}^2$ 、ポアソン比0.16、単位体積重量 $2.35 \text{ tf/m}^3$ とした。

表-1 杭体の条件

|     | 区間(m)           | 長さ(m) | 主鉄筋     | 帯鉄筋       |
|-----|-----------------|-------|---------|-----------|
| 断面1 | G.L.-4.0~-6.4   | 2.4   | D29 28本 | D16ctc150 |
| 断面2 | G.L.-6.4~-14.0  | 7.6   | D29 28本 | D16ctc300 |
| 断面3 | G.L.-14.0~-34.0 | 20    | D29 14本 | D16ctc300 |

表-2 地盤条件

| 地層  | 区間          | 平均N値 | $\gamma \text{ (tf/m}^3\text{)}$ | $G_0 \text{ (tf/m}^2\text{)}$ | ポアソン比 |
|-----|-------------|------|----------------------------------|-------------------------------|-------|
| 埋土  | 0.0~-4.0    | 4    | 1.8                              | 2962.10                       | 0.49  |
| 粘性土 | -4.0~-14.0  | 2    | 1.7                              | 2753.65                       | 0.49  |
| 粘性土 | -14.0~-28.0 | 8    | 1.8                              | 7346.94                       | 0.49  |
| 砂質土 | -28.0~-32.0 | 16   | 1.9                              | 7878.69                       | 0.49  |
| 砂質土 | -32.0~      | 50   | 2.0                              | 17726.81                      | 0.49  |

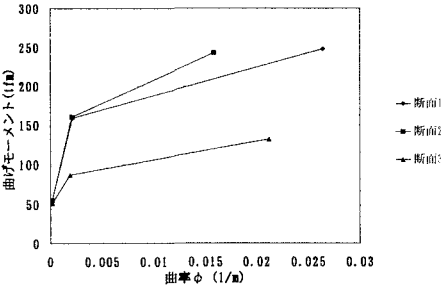


図-4 M -  $\phi$  関係図

キーワード：橋梁、地震応答解析、有限要素法、材料非線形

連絡先：〒169 新宿区大久保 3-4-1 (早稲田大学理工学部土木工学科清宮研究室) TEL/FAX 03-5286-3852

3)入力地震動

入力地震動には兵庫県南部地震の - 82mで観測されたポートアイランド観測地震波（最大加速度 679gal）を用いた（図-5）。

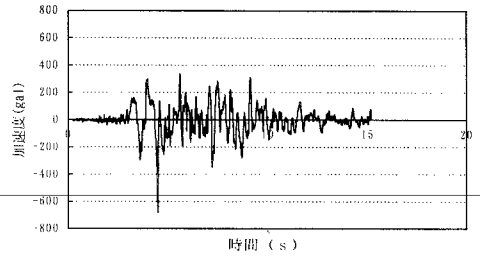


図-5 入力地震波

3. 計算結果

解析した結果を図-6、7 に示す。

図-6 から最大モーメントは杭頭部で、杭 1 列目では質点系モデルが 207.8tf・m、平面ひずみ要素モデルが 211.3tf・m、2 列目では 201.2tf・m、206.0tf・m と、ほぼ同じような値を示しており、どちらも鋼材が降伏している。杭先端部付近では、逆の曲げモーメントが働いている。また、G.L - 32mにおいて杭 1 列目では質点系モデルが 112.0tf・m、平面ひずみ要素モデルが - 113.0tf・m、2 列目では 97.3tf・m、- 106.9tf・m の曲げモーメントを受けている。さらに、平面ひずみ要素モデルでは、G.L - 14mにおいて杭 1 列目では - 161.7tf・m、2 列目では - 141.4tf・m という大きなモーメント受け、それぞれこの位置においても鋼材が降伏している。

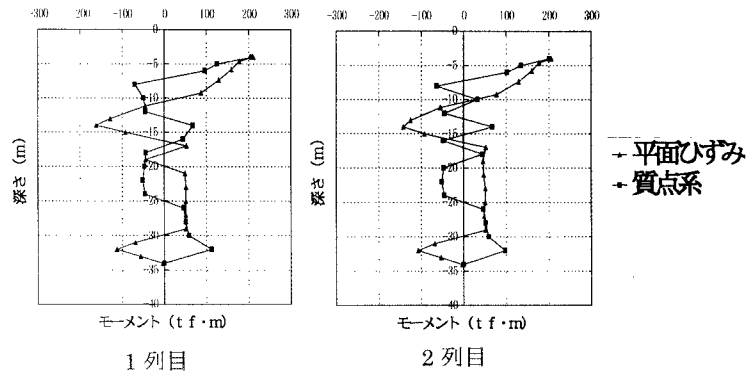


図-6 最大曲げモーメント

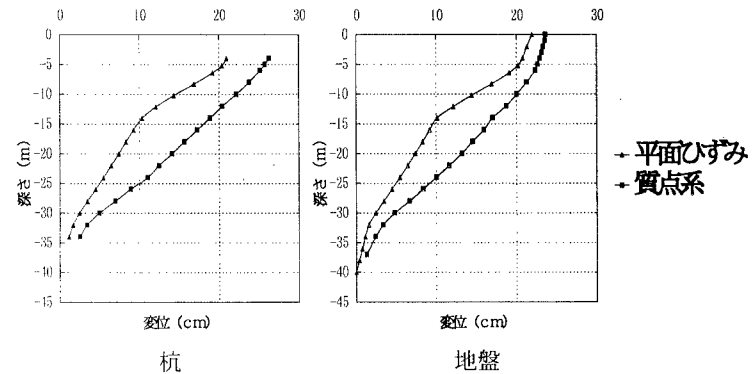


図-7 最大水平変位

次に図-7 から、杭および地盤の最大水平変位は、杭頭部では

26.3cm、21.0cm、地盤では 23.6cm、22.0cm と、どちらも質点系モデルのほうが上まわっている。また、質点系モデルのほうは杭、地盤ともになだらかに変位が増加しているが、平面ひずみ要素モデルでは G.L - 14mのところでは杭、地盤ともに変位の増加の割合が大きくなっている。このような曲げモーメントや変位の挙動は、G.L - 32mおよび G.L - 14mの位置で地盤のせん断弾性係数が大きく変わるによるものと思われる。

4. 結論

同一の橋梁でも橋脚のモデル化の差によって、杭に生じる曲げモーメントの分布形状はかなり異なっていた。杭頭部でもモデル化により最大水平変位で約 5cm の差が生じており、かなりの違いがあることがわかった。

【参考文献】

土木学会；杭基礎の耐震設計に関するワークショップ、pp121～124、1999. 8