

1. まえがき

※1)

前回の報告では、松代地震の際十数回の記録が得られている落合橋橋脚上、地盤上の波形を用いて、質点系のモデル化に必要なバネ及び減衰の値が地震動の大きさにより、どの様に変化するかを検討した。今回はFEM解析により、基礎周辺地盤のひずみ分布、バネ定数を求め検討した結果を報告する。

2. 解析概要

デジタル化されている13ケースのうち、代表的な3つの記録を選んで解析に用いた。それぞれの記録の最大加速度を表-1に示した。

橋脚基礎（橋軸方向）と周辺地盤のモデルおよび各層における初期の地盤定数を図-1に示した。解析プログラムはFLUSHを用い、地盤の剛性率 G 、減衰定数 h の非線形性は等価線形化法により考慮した。

※2)

解析には、図-2に示す建設省土研提案の $G/Go \sim \gamma$ 、 $h \sim \gamma$ 曲線（砂質地盤）を用いた。

3. 解析結果

計算から得られた橋脚上応答波形の最大加速度と橋脚上で記録された波形の最大加速度を比較すると、100 gal 以下の地震波を入力した場合は、よく一致するが、230 gal の地震波では、計算から求めた方が130 gal 程大きい。またいずれの場合も計算した応答波形には高い振動数があらわれている。図-3は、No.2地震波についての応答波形を比較した例である。

図-4は、No.2地震波のフーリエスペクトルを示したものである。橋脚上のスペクトルを見た場合、2~3 Hz では比較的よい一致を示しているが、7 Hz 付近では計算値の方にピークがあらわれている。このピークは地盤上のスペクトルと一致していることがわかる。

図-5~図-7は、入力地震動の大きさによる基礎周辺地盤のひずみの広がりを検討したものである。このひずみ分布図は、基礎周辺地盤のひずみを基礎がない場合の地盤ひずみ（各層に対応させる）で除して求めたもので、地盤中に基礎が埋込まれたことによるひずみの増幅率を示している。

表-1

No.1	地盤上—230.5 gal	橋脚上—121.4 gal
No.2	— 95.8 "	— 99.9 "
No.3	— 14.5 "	— 25.4 "

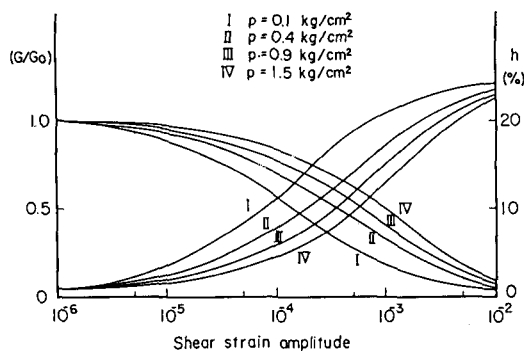
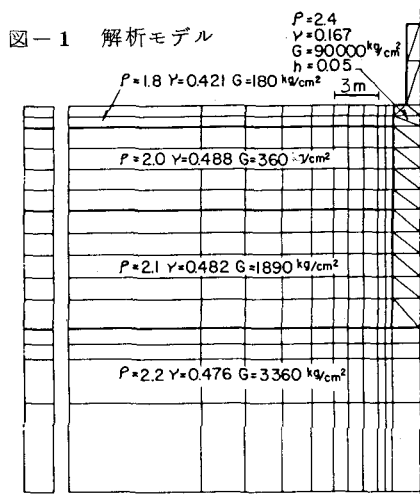
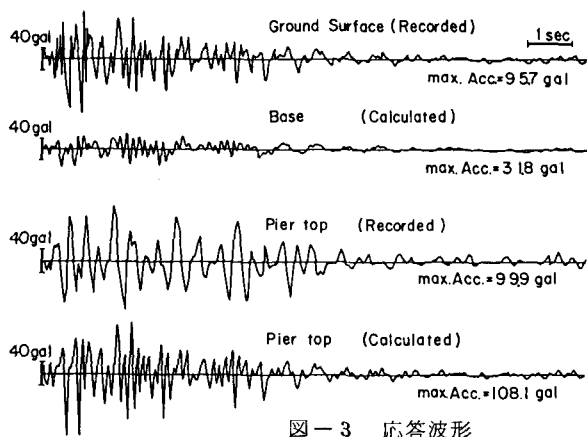
図-2 $G/Go \sim \gamma$, $h \sim \gamma$ 曲線

図-3 応答波形

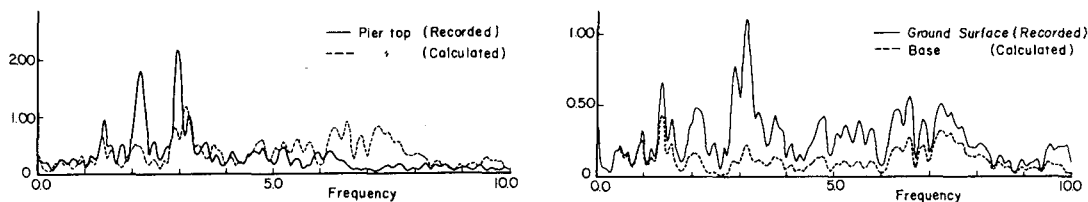


図-4 フーリエスペクトル

図より、入力地震動が増加すると、基礎周辺地盤のひずみが大きくなること、ひずみも広がることを示し、この傾向は、特に表層ならびに各層の境界面にあらわれている。図-8は、各種設計指針から求められるバネ定数とFEM解析から求められるバネ定数の比較をおこなったものである。①、②についてはN値からの方法、③は V_s からの方法、④は耐震設計指針に準拠して、低ひずみ時におけるGを使用した方法、⑤は応力と最大相対変位からの方法である。この結果、⑤から求めたバネ定数は、③から求めたバネ定数と比較的一致していること、①、②のバネ定数と比較すると、1～2層目では $1/7 \sim 1/10$ 小さいことを示している。また2層目では、入力地震動の増加に伴ってバネ定数の低下がみられる。

4. まとめ

大、中、小地震の記録を用いて解析した結果、入力地震動の大きさと、基礎周辺部におけるひずみ分布の傾向が明らかになった。また、応力と最大相対変位からのバネ定数は、 V_s からのバネ定数と比較的一致すること、N値からのバネ定数と比べると $1/7 \sim 1/10$ 小さい(1層目、2層目において)こと、がわかった。

<参考文献>

1)菊地、他著；強震記録から推定される井筒基礎橋脚の動特性(その4)、土木学会第31回年次学術講演会

2)岩崎、他著；土の動的性質の現場測定と室内実験、第4回日本地震工学シンポジウム(1975年) 3)耐震設計指針(案)解説(昭和53年12月、新幹線建設局構造物設計事務所)

図-8 バネ定数比較

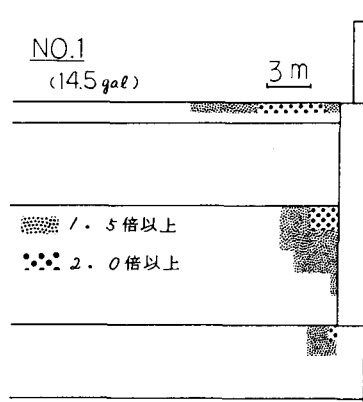
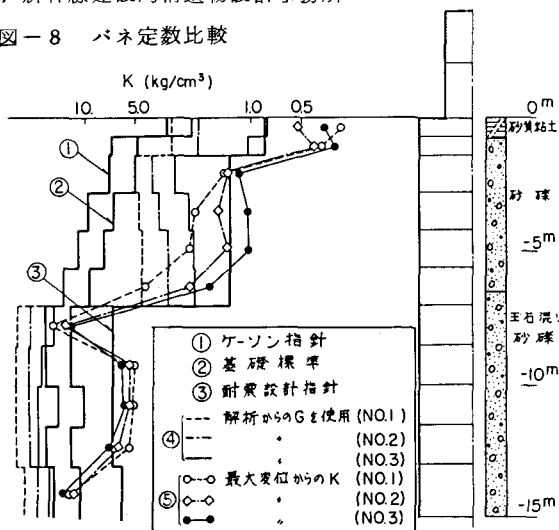


図-5

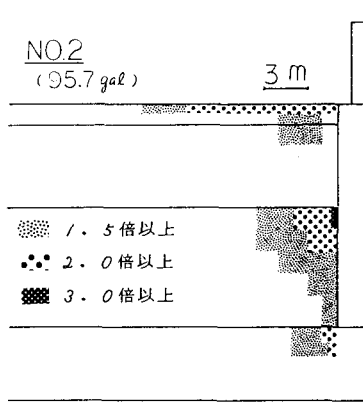


図-6

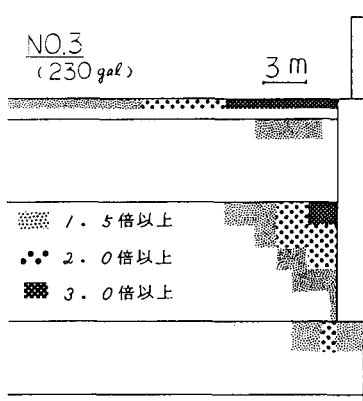


図-7