

鋼管矢板井筒基礎建設地盤の地震応答特性

九州共立大学工学部 正員 〇鳥野 清  
 学生員 伊藤 正憲  
 九州大学工学部 正員 麻生 稔彦  
 鋼管杭協会 正員 森川 孝義

1. はじめに

鋼管矢板井筒基礎は継手を有する鋼管を小判形や円形に組み立て、継手部にモルタルを注入する基礎形式である。この基礎は隔壁やばら杭を用いることにより、かなり大断面を有する基礎として用いられることから、近年、斜張橋主塔の基礎としてかなり建設されている。鋼管矢板井筒基礎模型を砂箱に入れ、振動台加振による振動試験を実施した結果、この基礎は地震時において、地盤の卓越周期によって強制振動させられることが判った。このことは鋼管矢板井筒基礎の耐震設計を行う場合、従来の多質点系に地盤ばねを付加したモデルだけではなく、地盤の地震時変形を考慮した応答をも考えなければならないことを示している。

本研究では鋼管矢板井筒基礎の建設されている実地盤の資料を収集し、地震応答解析プログラムSHAKEを用いて、これらの地盤に対する地震応答計算を行った。次に、これらの結果から、実地盤の固有周期、応答変位および応答応力等の特性を検討し、今後の本基礎の耐震設計の基礎資料を得た。

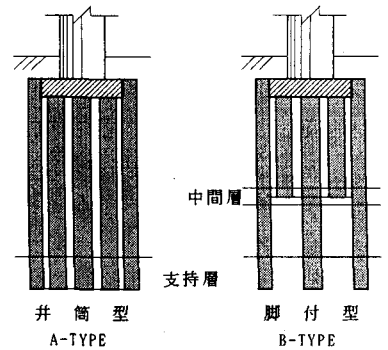


図-1 鋼管矢板井筒基礎の種類

2. 井筒基礎および地盤特性

図-1に示すように鋼管矢板井筒基礎には支持形式により2種類に分類される。つまり、基礎全体が井筒となる形式(A-TYPE)と建設地盤に比較的堅い中間層がある場合、この層より深い部分は鋼管を一本間隔で基礎まで打設する脚付井筒(B-TYPE)である。近年、B-TYPEは井筒の挙動がA-TYPEに比べて複雑となることから、建設例は少なくなっている。しかし、この両TYPEでは表層地盤の特性が異なることから、両方とも解析を行った。収集されたデータはA-TYPE26例、B-TYPE10例である。

図-2はA-TYPEにおける井筒の直径(D)と深さ(H)の関係を示したものである。小判形および長方形断面の基礎においては、断面積が等しい等価な円形断面に換算している。近年建設される斜張橋主塔用の基礎では、30m以上の深い地盤においてD/Hが1.0に近い例もみられる。地盤はN値および土質を参考にして多層に分割して解析している。この場合、分割した各層はそれぞれ一定のせん断弾性波速度を有するもの

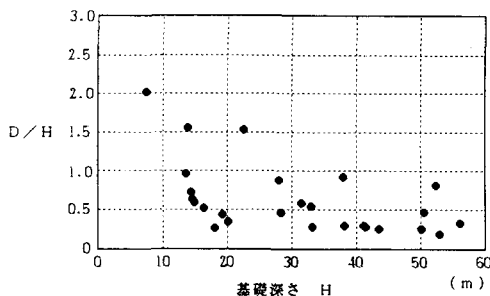


図-2 井筒直径と基礎深さの関係

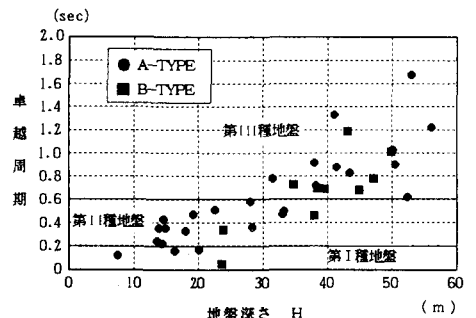


図-3 地盤の卓越周期と地盤深さの関係

と仮定し、せん断弾性波速度は次式により算出した。

$$\text{粘性土層} \quad V_{s,i} = 100 N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 25) \quad (1)$$

$$\text{砂質土層} \quad V_{s,i} = 80 N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 50) \quad (2)$$

ここで、 $N_i$  :  $i$  層の平均 $N$ 値

図-3は地盤の固有周期と地盤の基礎までの深さの関係を示したものである。図より表層地盤が深くなるほど地盤の卓越周期は大きくなっているが地盤による変動もかなり大きい。道路橋示方書耐震設計編による次の略算で求めた地盤の固有周期と比べてもほぼ同じであった。

$$T_0 = 4 \sum_{i=1}^n (H_i / V_{s,i}) \quad (3)$$

ここで、 $H_i$  :  $i$  層目の地層厚、 $V_{s,i}$  :  $i$  層目の平均せん断弾性波速度  
また、鋼管矢板井筒基礎は第II種および第III種地盤に多く建設されている。

### 3. 地震応答解析結果

SHAKE では入力地震波を基礎地盤に入れることから、表層地盤の振動特性が含まれていない地震波を用いる必要がある。そこで、入力地震波として道路橋示方書耐震設計編に示されている第1種地盤用地震波(宮城県沖地震、 $M=7.4$ 、震央距離  $\Delta t=80\text{km}$ )を最大加速度100galに換算して用いた。図-4にこの地震波のフーリエスペクトルを示しているが、周期0.7~4秒に卓越成分を有している。

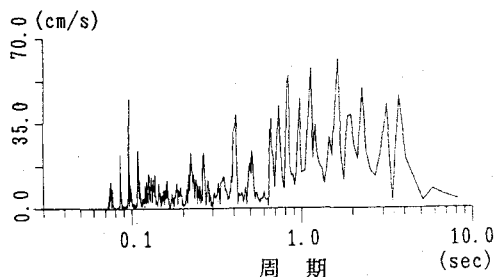


図-4 フーリエスペクトル

SHAKE を用いて解析する場合、地盤のせん断弾性定数および減衰定数は地盤の応答ひずみの大きさによって変化させ、地盤の非線形性を考慮して解析を行った。

図-5は各地盤の最大応答変位および最大応答加速度と地盤の卓越周期の関係を示したものである。最大応答変位は地盤の卓越周期0.9秒以下においてはほぼ8cm程度の値となっている。また、0.9秒以上になると応答変位が大きくなっている。他の地震波を用いた場合にも変位量は異なるがほぼ同じ傾向がみられた。一方、最大応答加速度は周期0.8秒以下において大きくなっているが、応答倍率としては1.2~1.8倍程度である。地盤の応答特性は入力地震波の卓越周期成分でも異なることから、今後各種の地震波による応答計算を行い、地盤の応答特性を明らかにする必要がある。

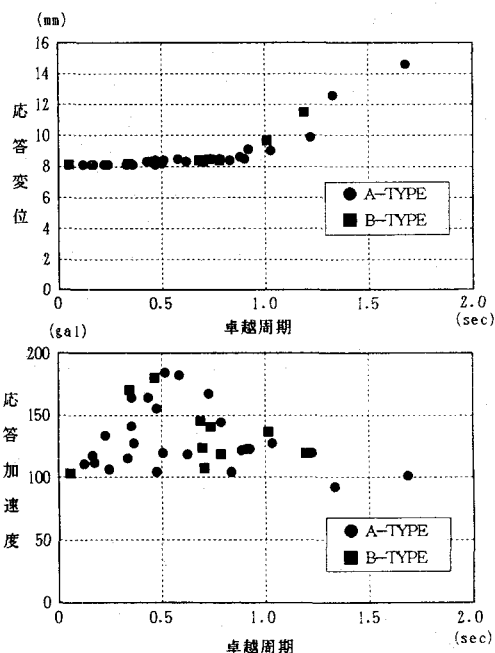


図-5 地震応答値

### 4. 結論

本解析で得られた地盤の変形特性と応答変位法による変位等を比較検討し、今後、鋼管矢板井筒基礎の耐震設計法を確立する予定である。

#### <参考文献>

- 1) K., UNO, T., ASO, H., TSUTSUMI, S., KITAGAWA and T., MORIKAWA, Dynamic characteristics of steel pipe piled well foundations, Proc. of 10th W.C.E.E, Vol. 3, pp.1919-1922, 1992