

## III-464

## 実杭基礎の非線形解析(地盤バネの設定法による影響)

中央復建コンサルタンツ(株) 正会員 沢野嘉延  
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 森田 聖  
 (株) マ エ ダ 正会員 高橋正好  
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 田中俊作  
 同 上 正会員 西村昭彦

## 1. はじめに

現在、鉄道構造物の上部工の設計法には限界状態設計法が導入されており、基礎構造物もそれに対応した設計手法を確立する必要がある。それには大変位領域における基礎の変形性能(荷重～変位曲線)等を把握し、定量的に評価しなければならない。「実杭基礎の非線形解析(解析方法と地盤条件による影響)」<sup>1)</sup>では、地盤の非線形性を、図-1に示すようなバイリニア型の地盤バネで解析した結果、杭基礎の挙動に、杭体の耐力や地盤の鉛直抵抗が大きく影響を与えることが分かった。本報告では、鉛直方向の地盤バネを、基準支持力とそれに対応する地盤のひずみ(杭径の10%)に基づいた $P \sim \delta$ 関係で設定し、同様の解析を行い、地盤バネの設定法が解析結果に及ぼす影響について検討した。

## 2. 構造・地盤条件および解析方法

実杭基礎モデルおよび解析方法は、参考文献1)と同様であり、モデルⅠ(硬い地盤)とモデルⅡ(軟らかい地盤)の2ケースで、杭・地盤の非線形性を考慮した2次元骨組解析を行った。

## 3. 解析方法および解析条件

杭体の非線形性は、トリリニアモデルで設定し、軸力変動による影響も考慮した。地盤の非線形性については、鉛直方向の地盤バネについては、図-2に示すように基礎標準の基準支持力とそれに対応する地盤のひずみ(0.1D)に基づいた、ワイブル曲線で近似(降伏、終局で定義)したトリリニア型の $P \sim \delta$ 関係で定義した。水平方向の地盤バネについては、図-1に示すようなバイリニア型とした。

## 4. 解析結果

(1) 終局状態およびそれに至る過程(図-3参照)

モデルⅠ(硬い地盤)では、震度 $K_h=0.40$ で引抜き側の杭体が降伏し、 $K_h=0.49$ で押込み側の地盤の鉛直抵抗が降伏し、 $K_h=0.53$ で引抜き側の杭体が終局に達した。

モデルⅡ(軟らかい地盤)では、 $K_h=0.24$ で押込み側の地盤の鉛直抵抗が降伏し、 $K_h=0.32$ で引抜き側の杭体が降伏し、 $K_h=0.44$ で押込み側の杭体が降伏した。さらに $K_h=0.48$ で引抜き側の地盤の鉛直抵抗が降伏し、 $K_h=0.51$ で押込み側の地盤の鉛直抵抗が終局に達した。

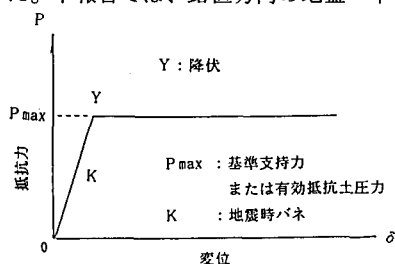


図-1 地盤のモデル化(バイリニア型)

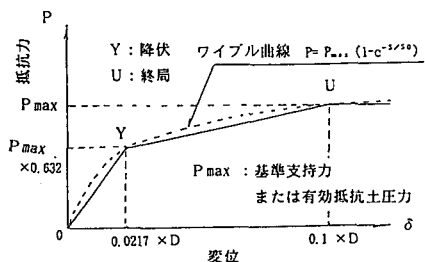


図-2 地盤のモデル化(トリリニア型)

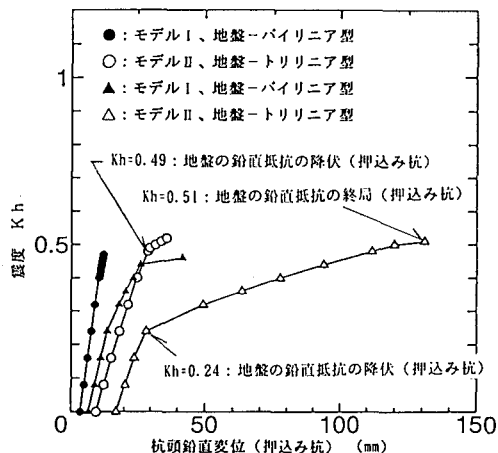


図-3 震度～杭頭鉛直変位(押込み杭)曲線

## (2) 荷重～変位曲線(図-3、4参照)

モデルⅠでは、押込み側の杭頭鉛直変位に着目すると、 $K_h=0.49$ (地盤の鉛直抵抗の降伏)にて、明確な折れ点が生じる。

モデルⅡでは、押込み側の杭頭鉛直変位に着目すると、 $K_h=0.24$ (地盤の鉛直抵抗の降伏)、 $K_h=0.51$ (地盤の鉛直抵抗の終局)にて、明確な折れ点が生じる。また引抜き側の杭頭鉛直変位に着目すると、 $K_h=0.48$ (地盤の鉛直抵抗の降伏)で明確な折れ点が生じている。

## (3) 荷重～沈下曲線

押込み杭の荷重～沈下曲線は、鉛直バネにバイリニア型の地盤バネを用いて解析すると、図-5に示すような結果となる。解析上、基準支持力に対応するひずみレベル(0.1D)以下の変位で、地盤が降伏している。また、周面抵抗が先端抵抗より先に降伏に達している。

今回の解析では、図-6に示すように、地盤は0.1Dの変位で終局している。また、周面バネおよび先端バネの抵抗特性を、ワイブル曲線にて同様に設定したため、それぞれのバネが同時に終局に達した。

## 5. 考 察

## (1) 杭基礎の終局状態の定義

杭基礎の終局状態は、地盤バネの設定方法を変えても、参考文献1)の解析結果と同様、硬い地盤の場合は杭体の終局で定義でき、軟らかい地盤の場合は地盤の鉛直抵抗の降伏で定義できる。

## (2) 地盤バネの設定方法の影響

地盤バネの設定方法によって、大変位(非線形)領域における杭基礎の挙動(発生変位量や支持力性状)の評価が大きく異なる。

## 6. おわりに

大変位領域における杭基礎の挙動を把握するためには、そのひずみレベルに対応した地盤バネを正確に評価する必要がある。今後は、様々な構造・地盤条件のもとで同様の解析を行い、大地震時を対象とした設計法において用いるべき地盤バネを検討する予定である。なお、本報告は、基礎・抗土圧構造物設計標準に関する委員会ワーキンググループでの活動を基に作成したことを付記する。

## 参考文献

1) 百木、他：実杭基礎の非線形解析(解析方法と地盤条件による影響)、土木学会第49回年次講演会、1994.9

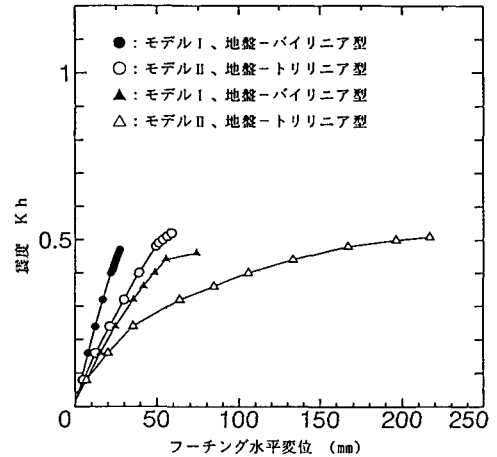


図-4 震度～フーチング水平変位曲線

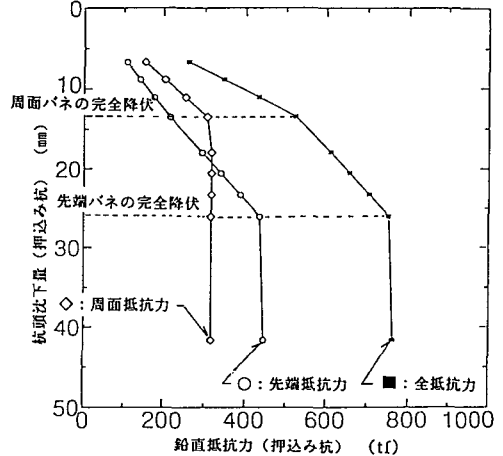


図-5 杭頭沈下量～鉛直抵抗力曲線

(モデルⅡ、地盤-バイリニア型)

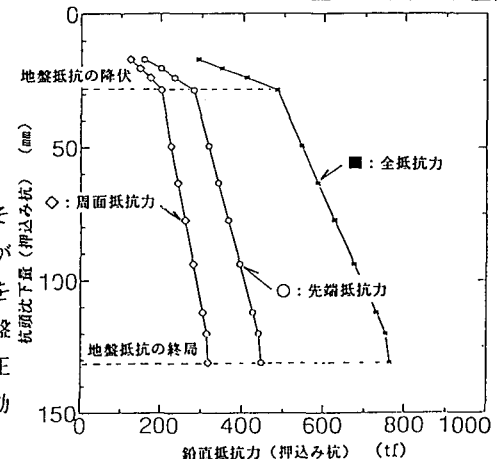


図-6 杭頭沈下量～鉛直抵抗力曲線

(モデルⅡ、地盤-トリリニア型)