

I - B 401

杭基礎と地盤の動的相互作用に関する実験的検討

(財)鉄道総合技術研究所 ○ 正会員 王 海波

同上 正会員 室野 剛隆

同上 フェロー 西村 昭彦

1. まえがき

杭基礎の地震時挙動を推定するには、杭体と地盤の動的相互作用の評価は不可欠である。この相互作用は一般に行う耐震設計に地盤抵抗として考慮される。本研究では、大型せん断土槽を用いた杭基礎振動台実験の結果を分析整理した上、杭基礎と地盤の動的相互作用について検討した。

2. 実験概要

実験は科学技術庁防災科学技術研究所の 15m×14.5m、最大搭載重量 500ton の大型振動台で行った。振動台上で長さ 12m、幅 3.5m、高さ 6m のせん断土槽を設置した。高さ約 6m の水平地盤試験体はせん断土槽内に自然乾燥状態の霞ヶ浦産の砂を空中落下法で投入することにより作成した。せん断土槽内に、外径 320mm、長さ 6m の鋼管杭を 4 本設置し、杭間隔は約 6D で、杭頭は鋼で作成したフーチングと剛結した。杭先端はピン構造になっている。試験装置全体の重量は約 110ton である。実験の詳細は文献 1)と 2)を参照していただきたい。加振は white noise、正弦波および地震波である。本論文では、3Hz 正弦波加振の結果のみを示す。

3. 杭基礎と地盤の動的相互作用

3Hz 正弦波加振時せん断土槽と振動台の相対変位時刻歴を図 1に示している。一番上の変位の 16s 以後の急変は変位計の故障によるものである。加振中杭体は降伏していないので、杭体の曲げモーメントは測定したひずみから算出した。さらに、杭体に作用する横方向の分布力は曲げモーメントの杭軸線分布の二次微分から求めた。静的な変形の場合には、この横方向の分布力は地盤反力になるが、動の場合には杭体の慣性力も含まれる。杭体の変位は直接計測しにくいので、杭体で測定した加速度波形から二回積分して算出した。

図 2から図 7には、一定時刻での杭体の絶対加速度、土槽の変位、杭体の変形、杭体と地盤の相対変位、杭体の曲げモーメントおよび杭体に作用している横方向分布力の深さ方向の分布を示している。時刻は 12.522s~12.722s 間である。杭体の加速度について、上下の位相が反転しているので、入力振動数は地盤の固有振動数より高いことが判る。

実験中、土槽内の地盤の沈下によって、最も上層のフレームには土がない状態になってしまい、その振動は地盤の振動と一致しなくなる。図 3から地盤変位が下から上に伝播する模様も観察できる。それに対して、杭体の剛性が高く、下から上の変位はほぼ同位相になっている(図 4を参照)。

杭体と地盤変位の差、すなわち、相対変位を図 5に示している。浅い位置の相対変位は相当大きくなっていることが判る。ただし、相対変位の変化周期は杭体変位の周期は一致していない。

図 6に示した杭体の曲げモーメントと図 7に示した杭体の横方向分布力から、地盤反力係数は深さ方向で

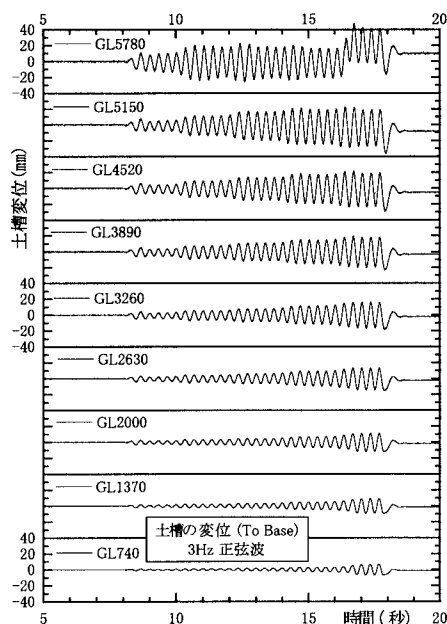


図 1 せん断土槽変位の時刻歴

キーワード 杭基礎、動的相互作用、せん断土槽、振動実験

連絡先: 〒185 東京都国分寺市光町 2-8-38、Tel:0425-73-7262、Fax:0425-73-7248

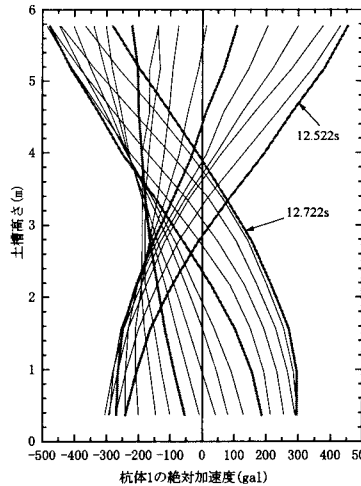


図 2 杭体の絶対加速度の分布

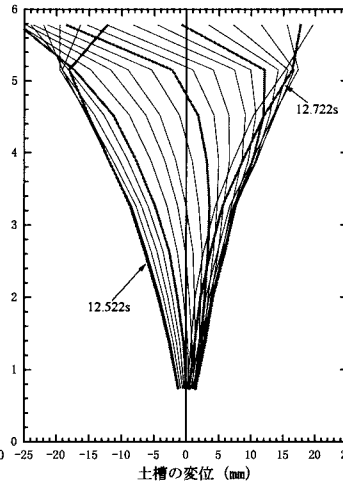


図 3 土槽の変形の分布

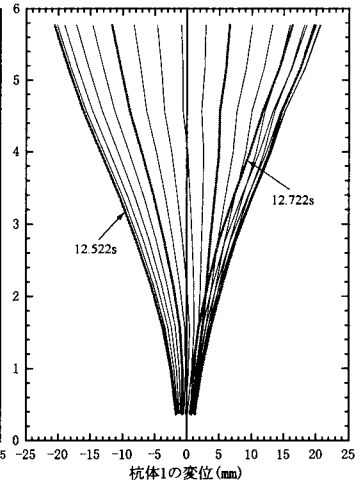


図 4 杭体の変形の分布

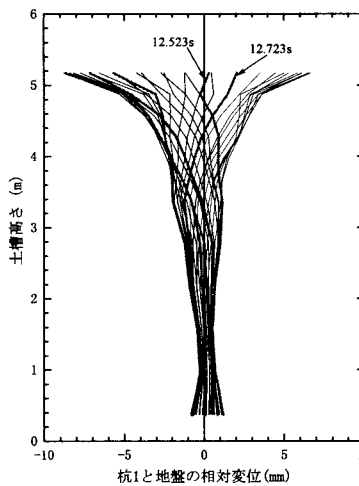


図 5 杭体と地盤の相対変位分布

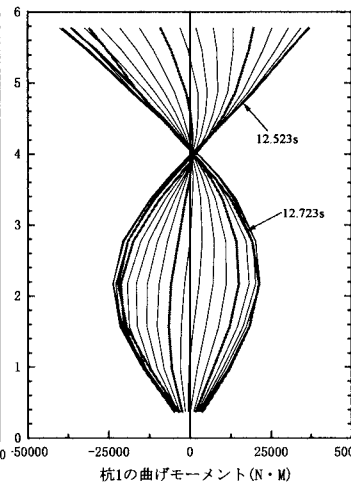


図 6 杭体の曲げモーメント分布

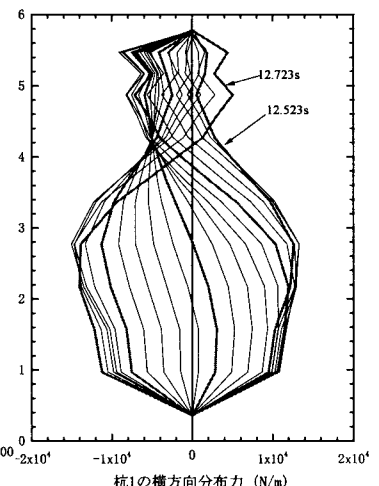


図 7 杭体の横方向の分布力

大きく変化し、深い位置で大きな地盤反力を生じたことがわかった。これは砂の有効拘束圧と非線形応答の具合によるもので、さらにの検討がいると考える。

4. おわりに

以上、大型せん断土槽杭基礎振動台実験の結果を分析により、杭基礎と地盤の動的相互作用について検討してきた。振動中での地盤と杭の相対変位を確認し、その変位によって深い位置では杭体に大きな曲げモーメントを生じた。さらに、杭体に作用する横方向の分布力は深い位置で大きくなっている。地盤反力係数、つまり、地盤反力と地盤と一杭の相対変位の関係を求めるために、さらにの検討がいる。また、本論文で、曲げモーメントから杭体の横方向分布力を算定する際、フーチング下端での分布力を零としたが、動的な場合、慣性力と一致させるべきと考える。

謝辞：本研究を行うにあたり、ご指導とご協力を頂きました「基礎と地中埋設構造物の大型震動実験」(EDUS)研究会の方々に感謝の意を表します。

参考文献：1)王海波、室野剛隆ら：大型せん断土槽振動実験における地盤応答特性，第10回日本地震工学シンポジウム，1998年，pp1629-1634。2)長縄卓夫、室野剛隆、王海波ら：基礎と地中埋設構造物の大型振動実験（その10），第33回地盤工学研究発表会、1998年7月