

外部加振による多柱式基礎の振動特性

国士舘大学 正会員 小野 勇 国士舘大学 正会員 菊田 征勇
 東京電機大学 正会員 松井 邦人 国士舘大学 正会員 松浦 聖

1. まえがき

多柱式基礎は、その施工性や構造特性を生かして海上に建設される橋梁などの基礎に採用されている。近年では、鳴門海峡大橋の基礎に用いられている。この基礎は、ケーソン基礎や深礎杭基礎などと比較すると、ねじり剛性が小さいという特性を有しているが、多柱式基礎の動的ねじり特性に関しては、ねじりが橋梁等の主要な荷重方向でないことからこれまでに十分な検討はなされていないように思われる。しかし、橋軸直交方向の振動解析を行う場合には、基礎の動的なねじり特性に関する的確な評価が必要になると考えられる。また、杭の配列が円周上にある場合には地震波がどの方向から入力しても振動性状は変わらないと考えられるが、杭の配列が矩形形状である場合、地震波の入力方向により振動性状が異なると考えられる。このようなことから本研究では、起振機を多柱式基礎から10mの地点に設置し、水平の入射角が変化した場合のねじり振動及び水平振動の特性に関して実験的に検討

を加えたものである。

2. 実験概要

実験概要を図1に示す。杭は鋼管で、外径が130mm、肉厚が1.5mmである。基礎頂版はRC製で、一辺が1.74mの正方形、高さが0.51mである。計測を行ったものは、基礎頂版の加速度を4点、多柱式基礎近傍の地盤加速度を1点、起震機格納容器の加速度を1点とした。加振実験は、基礎中心を軸に正面を入射角 0° とし、 15° 、 30° 、 45° の4ケース実施した。加振振動数は5Hzから1Hzピッチで20Hzまで加振した。ただし、共振点付近は振動数の変化量を小さくし、密に計測を実施した。ねじり振動は、加速度計1番と3番の加速度の差からねじれ加速度を求めた。

地盤の性状を図2に示す。この性状図はスウェーデ

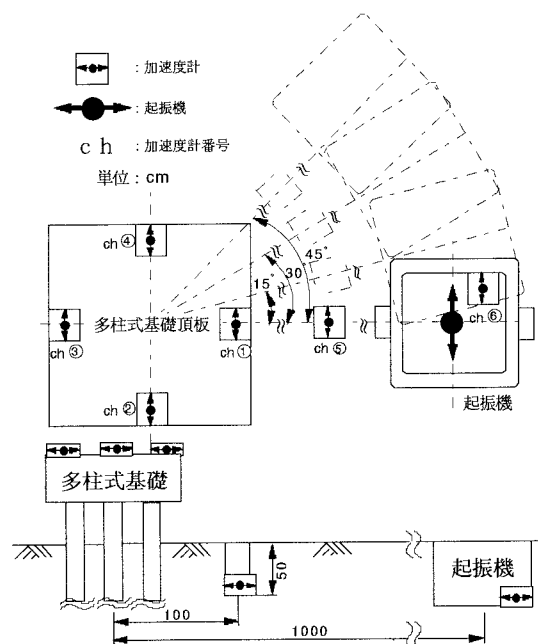


図-1 実験概要図

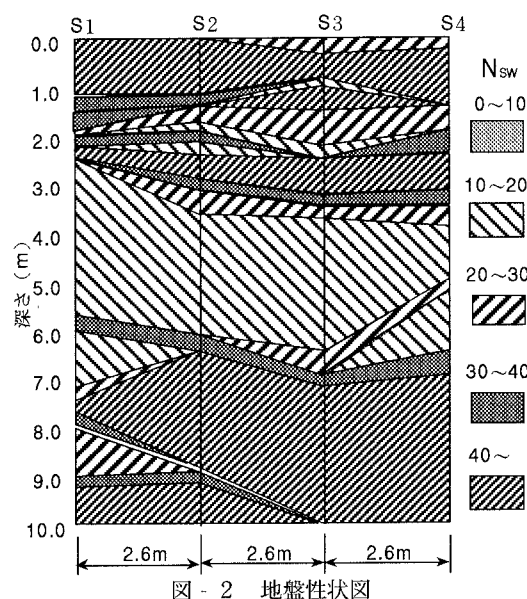


図-2 地盤性状図

ン式サウンディング試験の結果である。地盤は深さ4m付近に比較的軟らかい地層があるが、杭先端部分は、N値換算で10以上となっており、先端支持杭として考えられる。

3. 実験結果及び考察

ねじり振動は、本来ならばねじり角、あるいはねじ

り角加速度で示すが、本報告ではねじり加速度として前述の加速度の差とした。これは、多柱式基礎の応答は起震機の設置状態や地盤の振動伝達率などの違いによりそれぞれの入射角に対する応答を一概に比較できず、基礎近傍に設置した加速度計の地盤加速度応答で基礎のねじり加速度を除いた加速度比で評価を行うためである。このような評価の方法は、多柱式基礎の応答に対する振動数依存性、あるいは加振振動の水平入射角の変化に対する特性を評価する場合は差し支えないと考えられる。

図3に各入射角における多柱式基礎中心から1 m地

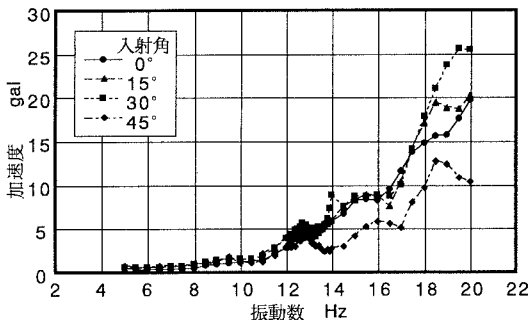


図 - 3 地盤加速度応答

点の入射角直角方向の地盤加速度応答を示す。起振機の起振力は、式1より求まる。

$$F = \frac{M\omega^2}{g} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、F：起振力、M：起振モーメント、 ω ：円振動数（ $\omega = 2\pi f$ f：振動数）、g：重力加速度である。この式から分かるように、起振力は振動数の2乗に比例しており、図3の地盤応答もおおむね振動数の2乗に比例し、起振力に比例した応答が観測された。しかし、詳細に見ると振動数が13 Hz付近から入

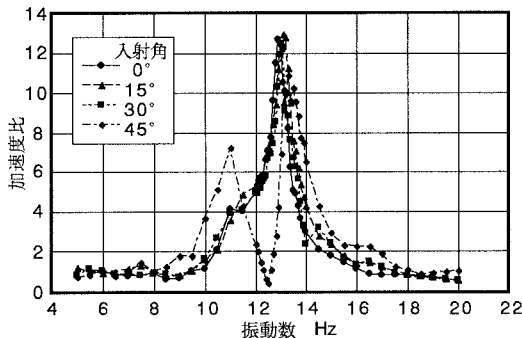


図 - 4 ねじり応答倍率

射角の変化にたいし地盤応答にばらつきが見られる。これは、基礎フーチングの振動がフィードバックしたものと思われる。

図4に頂版のねじり加速度の地盤加速度に対する加速度比を示す。入射角が0° から30° までは応答にあまり差はないが、ピーク後の応答は、入射角が小さいケースほど振動数の増加に対する応答の減少は顕著である。また、45° の入射角の応答は他の入射角の応答に比べ顕著な差が見受けられる。これは、ねじりと水平の連性振動が生じているなかで、振動数の変化に対し、どちらか一方の振動が甚だしく卓越し、他の振動が減少するものと思われる。

図5に入射角に対して直角方向の水平応答倍率を示

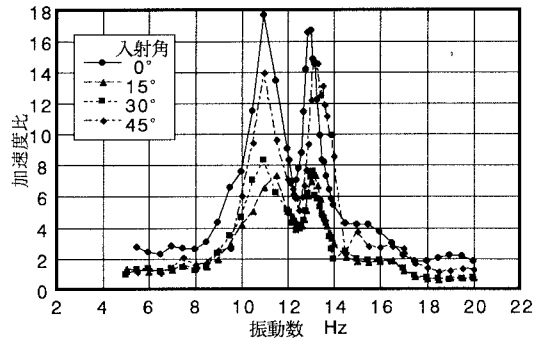


図 - 5 水平応答倍率

す。水平振動の応答は、どの入射角に対しても2つのピークがある。2番目のピークは最初のピークに比べ振動数の変化に対して急激に応答が変化している。また入射角の変化に対しピーク時の応答量は0° が最大となっており、45°、30°、15° の順に減少している。ピーク付近の応答の変化量も同様な傾向である。

4. まとめ

本実験より以下の知見を得た。

(1) ねじり応答は入射角の変化に対し、ほとんど変化しないが、45° の入射角の場合は顕著な違いが見受けられた。

(2) 水平応答は入射角の変化に対し顕著な差が見受けられ、最大値を比較すると、入射角0° の場合が最大となり、45°、30°、15° の順に減少している。

（謝辞）本論文は、国土館大学工学部土木工学科平成6年度卒業研究生安田明広君、吉田浩之君、田中吉朗君と共に研究し取りまとめたものである。ここに謝意を表します。