

(I-39) 多柱式基礎の振動特性に関する実験的研究

国土館大学 修士院生 学生会員 真壁 未来
国土館大学 工学部 フェロー会員 菊田 征勇
東京電機大 理工学部 正会員 松井 邦人
国土館大学 工学部 正会員 小野 勇

1. まえがき 多柱式基礎は海峡橋梁などで用いられる杭基礎の一種である。特徴としては、杭を数本立て込み、地盤と頂版の間に空間を設け、その頂版の上に橋脚を支持させる。そのため、ケーソン基礎などと比べると剛性が小さいという特質を有している。

本研究は多柱式基礎に着目し、頂版におもりを付加して頂版の質量が変化する実験を行い、多柱式基礎の振動性状にどのような影響があるのかを検討考察する。また実験によって得られた計測データをもとに、構造物の特性を推定する逆解析を行った。

2. 実験概要 供試体の形状と寸法、および計測器の配置状態を図-1に示す。杭は中空円形断面で、外径130mm、肉厚1.5mmの鋼管を用いた。杭頭部を剛結する頂版は、一辺が1740mmの正方形で高さが510mmのRC製である。

頂版に設置した2台の起振機は電気的に起振力の同期がとれ、供試体振動時の位相差を測定することができる。地盤は地表部分が比較的柔らかいが、杭先端部分ではN値が10以上の先端支持杭である。

2.1 実験方法

頂版上に設置した起振機により強制振動を加え、加速度計により動的応答を観測する。実

験は水平方向加振とねじり加振の2通りで行った。次に、水平加振とねじり加振のそれぞれにおいて、頂版両端に1枚68kgの重りを取り付けた。加振実験は、重りなし、重り1枚、重り2枚の3段階とし、合計6ケース行った。加振振動数は5.0Hzから20.0Hzまで0.5Hz刻みで加振を行った。また、共振点付近では、振動数の刻みを細かくした。

強制振動実験により得られた結果をもとに、多柱式基礎を1質点系の振動モデルとして1質点系の運動方程式を用いて物理定数の逆解析を行った。

$$m \ddot{x}(t) + c \dot{x}(t) + k x(t) = f(t) \quad (1)$$

ここに、 m :質量、 c :減衰係数、 k :剛性係数

$f(t)$:加振力、 $x(t)$:回転角

$\dot{x}(t)$:回転角速度、 $\ddot{x}(t)$:回転角加速度

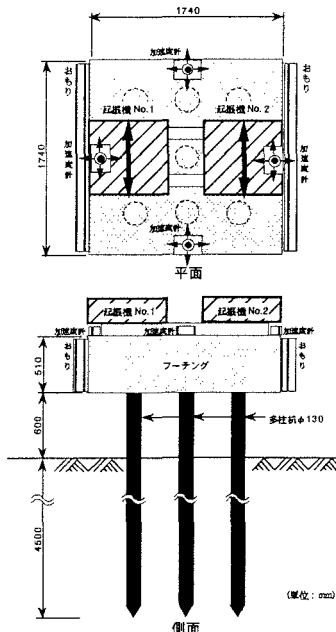


図-1 供試体概要図

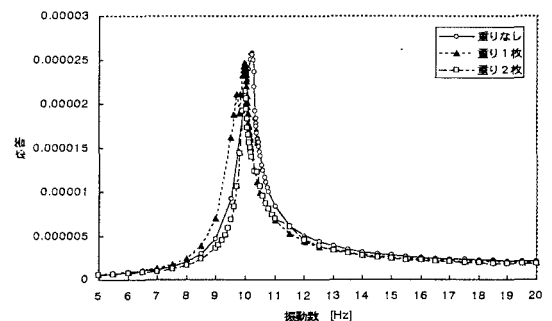


図-1 応答曲線 水平加振

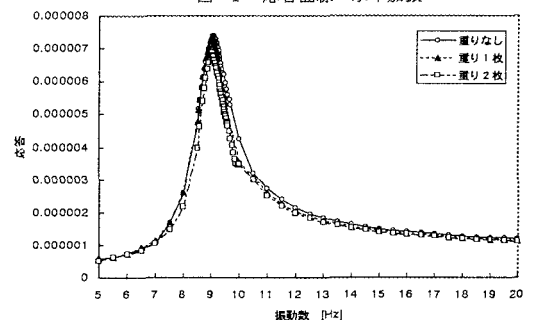


図-2 応答曲線 ねじり加振

キーワード フィールド実験、多柱式基礎、動特性

連絡先 (住所) 世田谷区世田谷4-28-1 国土館大学・電話03-5481-3278・FAX03-5481-3279)

3. 結果および考察 図-1に、水平加振の応答曲線、図-2にねじり加振応答曲線を示す。図-1、2の応答曲線からおもりを付加することにより、つまり頂版の質量が変化することにより、応答が小さくなっている。また、ねじり応答よりも水平応答の方が共振点付近の変化はより顕著である。共振点の振動数に着目すると、最大応答と同様に水平加振がねじり加振に比べより大きく変化している。その変化量は重りの変化量におおむね比例した値になっている。

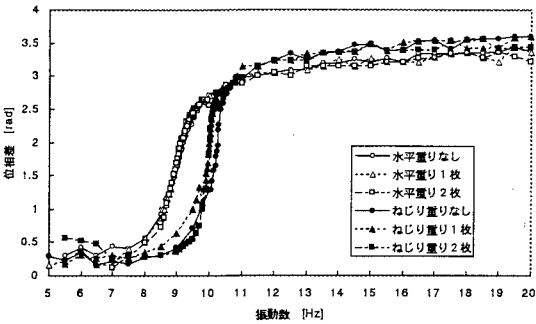


図-3 位相差曲線

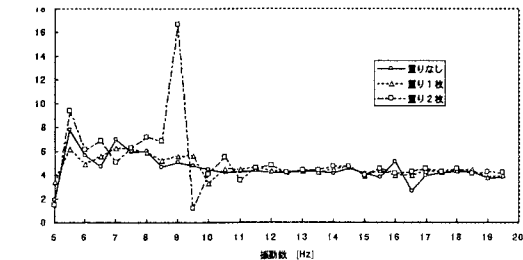


図-4-1 質量

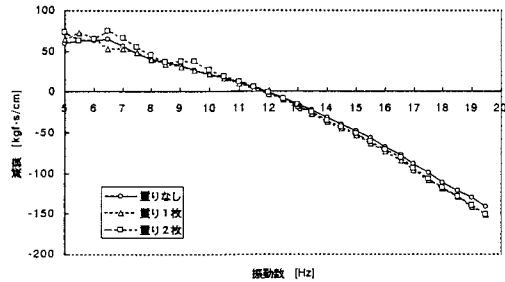


図-4-2 減衰係数

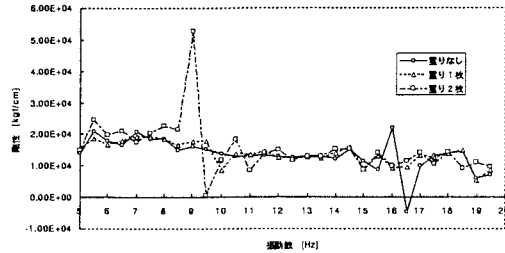


図-4-3 剛性係数

図-3に位相差曲線を示す。位相差曲線からは頂版の質量の変化による応答の変化はさほど見られない。共振点付近の位相差に着目すると、水平加振よりもねじり加振の方が急激に変化しており、それぞれの重りの変化に対する応答の違いも大きい。また、共振点後の位相差は、水平の位相差よりもねじりの位相差の方が大きな値を示している。

以上の結果をもとに式 (1) を使用し、物理定数 (質量、減衰係数、剛性係数) を算出した。図4-1、4-2、4-3に逆解析結果の質量、減衰係数、剛性係数を示す。図4-1、4-3から質量と剛性係数共に一部極端な値が示されているが、おおむね同じような変化傾向がうかがえる。しかし、低振動数域ではそれぞれのケースで差異が認められる。

図4-2の減衰定数は振動数の増加にともなって減少し、共振点付近でもっとも低くなる傾向がある。

今回の実験では付加するおもりの重量が著しく大きくなったわけではないがある程度の振動数依存性を確認することができた。

4. まとめ 以上の考察をまとめると、

- 1) ねじり応答よりも水平応答の方が共振点付近の変化はより顕著である。共振点の振動数に着目すると、最大応答と同様に水平加振がねじり加振に比べより大きく変化している。
- 2) 逆解析から、質量と剛性係数共に一部極端な値が示されているが、おおむね同じような変化傾向がうかがえる。しかし、低振動数域ではそれぞれのケースで差異が認められる。

本研究では供試体を1質点系の振動モデルとして考えて取り扱ってきた。しかし、多柱式基礎では基礎構造物と周辺地盤の多質点系として取り扱う必要があると思われる。

今後の研究としては、逆解析の手法を検討し、より厳密な解析を試みる。

参考文献

- 1) 高田 (孝), 高田, 小暮: “多柱式基礎の動的特性に関する実験的研究” 第27回年次学術講演会 (土木学会)
- 2) 高田, 小野: “多柱式基礎の動的特性に関する実験的研究” 土質学会年次講演会第27回, No.981~982, 1992
- 3) 小野, 菊田, 松井: “多柱式基礎のねじり振動実験” 第28回土質工学研究発表会, No.689~690, 1993