

1. まえがき

多柱式基礎の耐震性を検討するためには減衰力特性および復元力特性の把握が必要となり、模型供試体を用いた一連の実験より減衰定数およびばね定数を算定したものである。定数係数として求めた結果、かなり複雑な周波数特性を示すことは既に報告したが、本文においては減衰定数およびばね定数は共に周波数特性を有するものとして算定を試みたものである。また、実験より水平方向強制振動時に各柱に作用するせん断力を求め、荷重分担率についての考察も行なった。

2. 実験概要

供試体は図-1に示すように外径139.8mm、肉厚3.5mmの鋼管を9本立て込んだもので、頂版寸法は1.8m×1.8m×0.5mの鉄筋コンクリート製である。

供試体の設置地盤は図-2に示すような自然地盤で、約5mに基盤があり、柱はこれに支持されている。

実験は自由振動および強制振動実験の2ケースについて実施し、頂版の振動測定には加速度変換器を用い、柱部については図-1に示す位置に貼付したワイヤーストレインゲージにより動ひずみを測定した。

3. 結果および考察

自由振動試験より固有振動数は8.4Hz、ばね定数は $1.1 \times 10^4 \text{ kg/cm}$ となり、減衰定数については初期変位の関係で示すと図-3のようになる。同図より、減衰定数は初期変位の変化、すなわち振動規模による影響はほとんどみられず、その値は約0.05程度である。

共振曲線および位相差曲線は図-4に示す。同図は頂版中心での値で、10Hzで20.1kg, 80.6kg, 120.9kgに相当するそれぞれの加振力を作用させたものである。共振振動数は8.3Hzとなり、自由振動より得られた結果とはほぼ一致する。また、約10Hz前後で頂版平面内で回

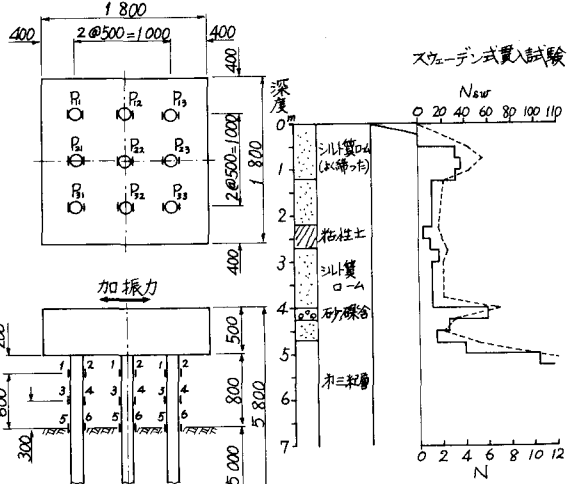


図-1. 供試体の寸法と形状

図-2. 地盤の柱状図

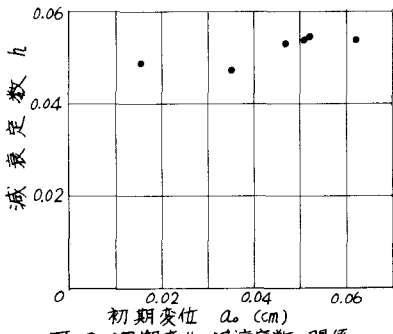


図-3. 初期変位と減衰定数の関係

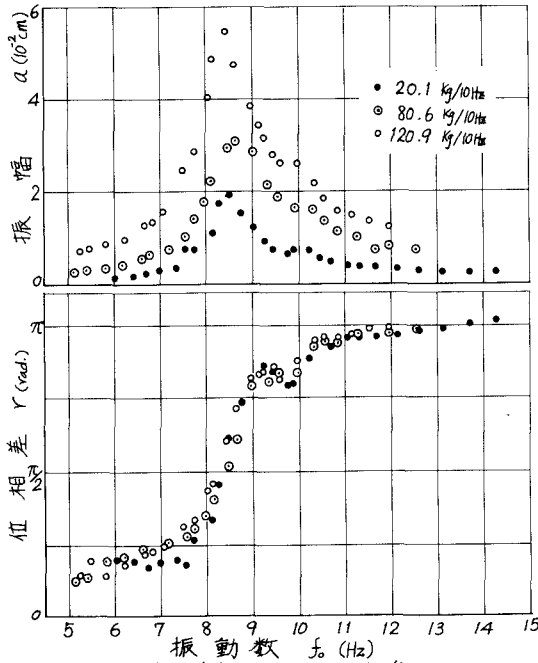


図-4. 位相差曲線および共振曲線

載振動が生じており、この影響によるものと思われる。

柱部の動ひずみ測定結果より、振動時に各柱頭に作用するセン断力を求め、その総和と各柱のセン断力との比率で示したものが荷重分担率とみなし得る。この荷重分担率を図-5に示した。図中 〇---〇は平均値で、各柱の荷重分担が等しい場合には 〇-〇直線上に分布する。同図より、 P_2 の分担率は他の柱に比較して大きな値を示しているが（これは地盤の影響と思われる）、振動数が低い場合は4隅の値が比較的大きく、中心の P_2 はとくに小さな値を示し、振動数の増加に伴って平均化する傾向がみられる。

強制振動試験より得られた応答振幅および位相差（図-4）を基にばね定数および減衰定数の算定を試みる。すでに報告したように、減衰定数とはばね定数はお互いに関連し、しかも周波数に依存していることから、これらは共に周波数特性を有するものとするれば、運動方程式は次式となる。⁽⁴⁾

$$m\ddot{y} + C(\rho)\dot{y} + k(\rho)y = f(\rho, t) \quad \text{-----}(1)$$

ここで、 $C(\rho)$ は減衰係数、 $k(\rho)$ はばね定数でそれぞれ振動数の関数である。いま、強制振動試験において起振機より $(M\rho^2/g) \cdot \cos pt$ の加振力が作用しているとする、ばね定数 $k(\rho)$ 、および減衰定数 $\rho(\rho)$ は次式で表わされる。

$$k(\rho) = m\rho^2 + \frac{M\rho^2}{gU(\rho)} \cdot \cos \gamma(\rho) \quad \text{-----}(2)$$

$$\rho(\rho) = \frac{1}{2\sqrt{m}} \cdot \frac{M\rho \cdot \sin \gamma(\rho)}{gU(\rho)\sqrt{k(\rho)}} \quad \text{-----}(3)$$

したがって実験より、ある振動数のもとでの位相差 $\gamma(\rho)$ と応答振幅 $U(\rho)$ がわかれば $k(\rho)$ と $\rho(\rho)$ が得られる。この結果を図-6に示した。 $k(\rho)$ については、振動数による変化はあまり認められず、その値は約 $1.2 \times 10^4 \text{ kg/cm}$ で自由振動試験より求めたものとほぼ等しい値を示す。また、 $\rho(\rho)$ については、振動数の増加にともなって減少し、共振振動数前後でこの減少率は低下する傾向がみられる。

4. むすび

以上の結果をまとめると、(1). 減衰定数は定常振動状態においてはかなり顕著な周波数特性を示すことが認められる。また、過渡振動状態では振動規模の変化にはあまり関係しないようである。(2). ばね定数についてはいずれの場合にもほぼ一定の値を示す結果が得られた。(3). 柱頭の荷重分担率については低振動数域では外側の柱が大きく、中心部の柱はかなり小さな値となるが、振動数の増加に伴ってほぼ平均的値を示す傾向がみられる。

なお、本研究を行なうに当り、終始御助言と御協力を戴いた国士館大学菊田征勇助教授に感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 高田(孝), 高田, 小暮: “多柱式基礎の動的特性に關する実験的研究” 第27回 土木学会年次学術講演会
- (2) 高田(孝), 高田, 山下: “ ” 第28回 “ ”
- (3) 高田(孝), 高田: “多柱式基礎の振動実験” 東洋大学工学部研究報告 1972年 第8号
- (4) 土岐義三ほか: “構造物基礎の動的ばね定数と減衰定数” 日本地震工学シンポジウム講演集 1973年

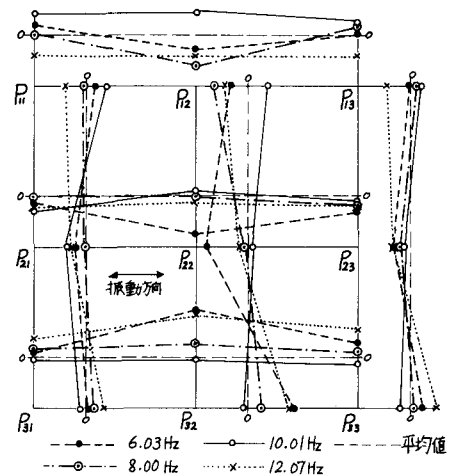


図-5. 柱頭に作用する荷重分担率

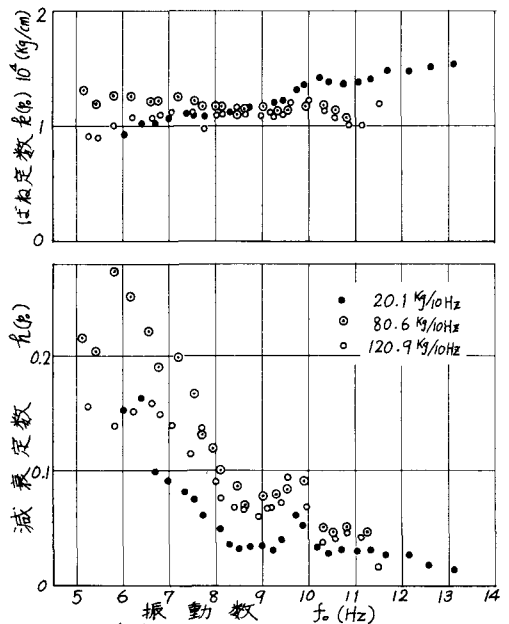


図-6. 振動数とはね定数および減衰定数の関係