

1. まえがき

近年、新しい工場計画等に当たっては、工場内における機械稼動時に発生する振動量が周辺建家に影響を与えないよう防振設計上の検討及び周辺地盤への振動量の予測が要請されてきている。¹⁾本報告は、振動試験装置による周辺建家への振動障害発生の有無を検討するため、モデル基礎を介し強制加振して地盤への振動伝播について測定し、得られた結果および有限要素法による解析から、防振上必要な実基礎寸法を検討したものである。

2. 実験概要

実験は図1に示すモデル基礎について行なった。基礎中央に3 ton 起振機を設置し、水平方向（東西）に加振した。換振器には動電型水平成分変位計4台、同型上下成分変位計2台、サーボ型水平成分加速度計2台、同型上下成分加速度計1台を用い、増幅器を通して電磁オシログラフに記録した。実験場所の土質柱状図を図2に示す。

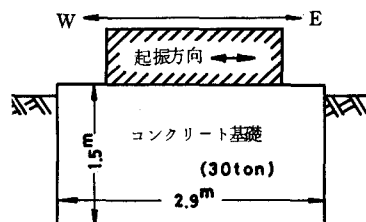


図1 モデル基礎

3. 実験結果

モデル基礎の共振曲線を図3に、加振方向測線上でその方向の水平変位成分の距離減衰曲線を図4に示す。実験結果から距離による振幅減衰を表わすために、基準点よりの距離 x の地点における振幅比 y は基準点の振幅から振幅減少の割合が放物線的であるとすると²⁾、実験式は、

$$y = 1 - 6.40 \times 10^{-2} x^{0.57} \dots\dots\dots(1)$$

と表わされる。

4. 有限要素法による振動解析

モデル基礎—地盤系で、有限要素法により振動解析し、以下に示すように、実験結果との対応把握の上、実基礎への応用を計り、表1に示す種々の基礎寸法について周辺地盤への振動影響を検討した。

自由度 n の多自由度系の運動方程式は、次式のように表わされる。

$$[M]\{\ddot{\delta}\} + [C]\{\dot{\delta}\} + [K]\{\delta\} = \{F\} \dots\dots\dots(2)$$

ここに、 $[M]$ 、 $[C]$ 、 $[K]$ は、それぞれ質量、減衰、剛性マトリックスであり、 $\{\delta\}$ 、 $\{F\}$ は変位、外力の列ベクトルである。

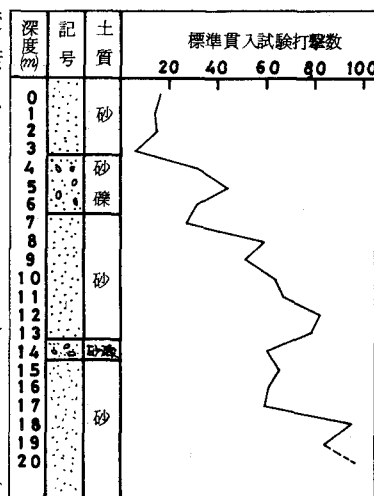


図2 土質柱状図

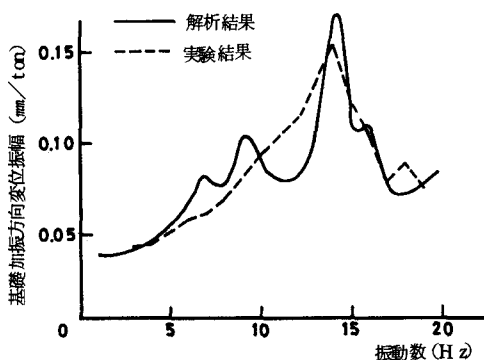


図3 モデル基礎共振曲線

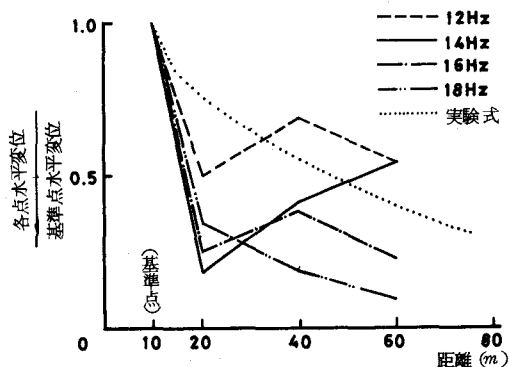


図4 モデル基礎距離減衰曲線（実験）

解析モデルの一例を図5に示す。式(2)をモーダル・アナリシスを用いて逐次解き、モデル基礎の共振曲線を求めると図3のようになる。共振曲線においては、実験と解析の結果が、あうように、地盤定数を選択している。この定数を用いて距離減衰曲線を求めると図6となる。図4と図6の比較により、実験と解析とは、定性的に一致する傾向にある。そこで以下実基礎を想定して表1に示す各種ケースについて解くと基礎の応答は、共振時、表1右欄に示すようになる。また距離減衰の一例を図7に示す。これらより、

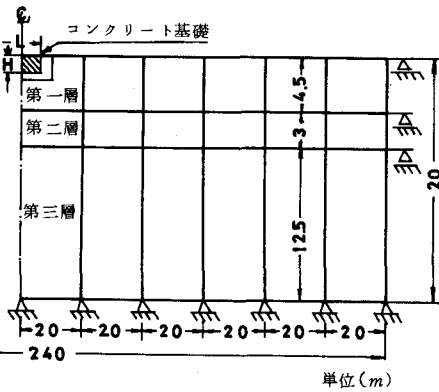
- (i) 基礎深さを一定として、基礎長さを変えるときは、基礎長さを大きくとる方が基礎変位振幅が小さい。
- (ii) 基礎重量を一定として、基礎深さ、長さを変えるときは、深さ方向よりも長さを大きくした方が、振動が遠方へ伝わりにくい。
- (iii) 地盤層を一層として解析すると、距離に対する振動が単調に減衰していく。しかし、ここで検討したような地盤が比較的浅いところから多層な構成となる場合、波動の反射・屈折波の影響をうけ距離に対する減衰が一様とならない現象が生じると考えられる。

5. あとがき

- (i) 機械稼動時に、振動障害発生が懸念される場合、計画段階において、設置予定地盤の振動伝播特性を把握し、検討しておくことが望ましい。
- (ii) 地盤振動距離減衰の問題にも、有限要素法が有効と考えられる。
- (iii) ここでは触れていないが、本解析法を適用した振動試験装置基礎について加振実験を行ない、その妥当性を確認した。

表1. 各種基礎寸法および応答値

L×H	項目	CASE	長さL(m)	深さH(m)	応答値(μ)
36	1	12	3	22.2	
	2	8	4.5	33.5	
	3	6	6	40.0	
72	1	24	3	10.4	
	2	16	4.5	15.6	
	3	12	6	25.0	
108	1	36	3	5.6	
	2	24	4.5	8.1	
	3	18	6	18.0	



	E (ton/m ²)	ν	μ (ton/m ²)
第一層	3.29 × 10 ⁴	0.35	1.6
第二層	8.803 × 10 ⁴	0.30	2.08
第三層	1.718 × 10 ⁵	0.25	2.1
コンクリート基礎	3.00 × 10 ⁶	0.15	2.2

E: 弾性係数 ν: ポアソン比
μ: 単位体積重量

図5 解析モデル

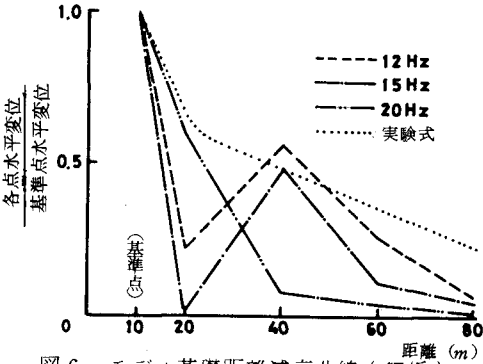


図6 モデル基礎距離減衰曲線(解析)

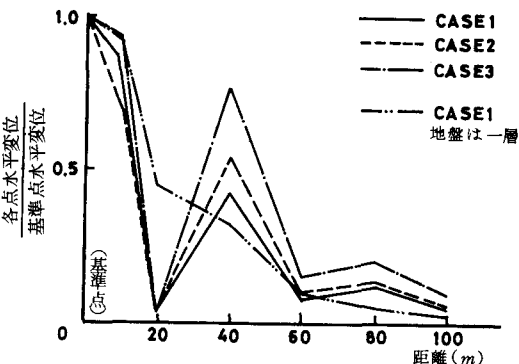


図7 実基礎距離減衰曲線(LH=36, 解析)
15Hz

参考文献

- (1) 吉田他; 機械基礎の動挙動と波動伝播に関する実測及び解析, 日本建築学会大会講演集, 昭49
- (2) 畠山; 諸振動源による地盤の振動減衰を表わす一方法について, 土木技術, vol.13, No.2
- (3) 後藤他; 地中振動源による波動伝播特性, 京大防災研究所年報第17号B, 昭49.