

御間組 技術研究所 正員 辻田 喬
同 上 北村 寿海
同 上 正員 ○ 脇田 和誠

1. まえがき

基礎の耐震性および防振性に対して杭がどの程度のパネ効果、減震効果を持つのかは、まだ十分解明されていない。筆者らは参考文献(1)において、杭基礎を採用すると直接基礎に比べ、上下および回転振動を抑える効果があるが、水平振動に対しては効果が期待できないということを明らかにした。本報は、さらに上記の特性を、根入れのない基礎に注目して定量的に述べるとともに、その原因に対する考察を加えたものである。

2. 実験概要

同一地盤(関東ローム層, $V_s = 170 \text{ m/sec}$)上に設けた、基礎寸法(平面寸法 $3.8 \text{ m} \times 3.8 \text{ m}$, 高さ 1.5 m)の等しい直接基礎および、杭基礎($\phi 508 \text{ mm} \times 9.5 \text{ m} \times 21000 \text{ mm} \times 5 \text{ 本}$)に対し、上下、水平、2方向の起振実験を行った。実験を行った数地内の土質柱状図を図-1に示し、基礎の形状を図-2に示す。

なお本報では、実験結果のうち、根入れのない状態について述べた。杭基礎においては、さらに、基礎底面地盤を40m掘り下げた状態についても述べている。

3. 実験結果

実験から得られた共振振動数、共振時変位、共振時ロッキング角を、偏心モーメント別に表-1に示した。表-1によれば、共振振動数は、上下振動の場合は杭基礎の方が直接基礎より1.6倍程度大きい。水平振動の場合は、差は認められない。

共振時変位は、上下振動、水平振動とも、杭基礎に比べて直接基礎の方が大きく、それぞれ、1.4~1.6倍、1.5~1.8倍となっている。ロッキング角は、杭基礎に比べて、

直接基礎の方が2~4倍大きい。杭基礎において、底面土をすかすと、上下振動、水平振動とも、共振振動数は低下し、その傾向は、水平振動の方が著しい。また変位およびロッキング角も増大する。

さらに、実験結果から得られた振動諸量を表-1に示す。なお、これらの値は、上下振動では1自由度モデル、水平振動では、ロッキング-スラ連成モデルを用いて、実験で得られた共振曲線に、全振動数領域でほぼ一致するように求めたものである。また図-3は、基礎状態の違いによる振動諸量の比を偏心モーメント別にとったものである。

4. 杭のパネ効果

パネ定数を「地盤反力係数」で表現した場合に、両基礎どのような値になるかを比較検討した。その値を表-2に示す。表-2における(A)は、直接基礎における地盤反力係数であり、(B)は、杭基礎において、底面土をすかした場合のパネ定数を差し引いて求めた地盤反力係数である。また(C)は、杭基礎において、杭を等価な地盤反力とみなした場合の、みか丁上の地盤反力係数である。表-2より以下のことが明らかとなる。

- ①杭基礎のフーチング底面の地盤反力係数は、直接基礎の地盤反力係数の約80%の値となっており、杭のない基礎に比べて小さい。
- ② k_H/k_V の値は、杭のあるなしにかかわらず、ほぼ0.4であるが、みか丁の地盤反力係数については、 k_H/k_V の

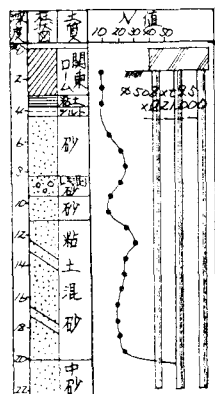


図-1 土質柱状図

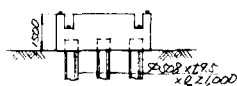
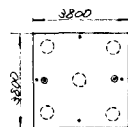


図-2 基礎形状図

値は0.16となっている。

③杭を等価な地盤反力とした場合は、上下方向のバネに対しては、2.5倍程度の補剛効果を持っているが、水平方向のバネに対しては、ほとんど差は認められない。

④ロッキングバネから求めた α と、上下振動から求めた α を比較すると、杭基礎については良い一致をみるが、直接基礎については差の方が6%程度大きい。

また非線形性については従来、杭基礎は直接基礎に比べてその度合は小さいとされているが、本実験では、鉛直バネ定数、水平バネ定数とも両者の間でほとんど差は認められない。しかしロッキングバネについては、偏心モーメントが3kg-mを越えると杭基礎の方がやや非線形性の度合が大きくなる。

5. 杭の減衰効果

①表-1より、1次の減衰定数については、上下振動、水平振動とも、杭基礎の方が、直接基礎より大きく杭に減衰効果が期待できる。

②表-1より1次の減衰定数については、上下振動の場合、杭基礎の方が50%ほど大きい。非線形性は認められない。水平振動の場合は、偏心モーメント1.5kg-mまでは杭基礎の方が20%ほど大きく、非線形性の度合はほぼ等しいが、偏心モーメント3kg-m以後から杭による減衰の増大の割合が大きくなっていく。

③水平振動の場合の2次の減衰定数については、直接基礎の方が杭基礎より大きい。

6. 杭基礎における底面土の影響

杭基礎において底面土をすかすと、上下振動、水平振動ともバネ定数、減衰定数が著しく低下する。その傾向を以下に示す。

①鉛直バネ定数、水平バネ定数については、底面土をすかしたことであり、それぞれ30%、70~80%低下する。なおロッキングバネ定数の低下の割合は鉛直バネ定数と同じである。

②減衰定数の低下の割合は、2次に比べて1次の方が大きく、1次については上下、水平とも50~60%であり2次については30%程度である。

③底面土をすかすと、水平バネ定数の非線形性の度合が大きくなるが鉛直バネ定数およびロッキングバネ定数については変化がない。

7. あとがき

杭が水平振動に対して、有効に働いていないような現象を示すのは、杭が水平振動に対してバネ効果を持つにもかかわらず、杭を打設したことによって生ずる地盤反力の低下と地盤に対するフーチング底面の有効面積の減少が原因となると考えられる。本研究において御指導いただいた(財)電力中央研究所塩見氏に感謝いたします。

参考文献 1) 塩見, 江田, 北村, 脇田, 直接基礎および杭基礎の動的特性に関する実験的研究, 第14回土質工学研究発表会講演要録, 昭和54年6月

偏心モーメント (kg-m)	直接基礎		杭基礎		バネ定数 (kg/cm)		減衰定数 (kg/cm)	
	鉛直	水平	鉛直	水平	鉛直	水平	鉛直	水平
0.5	9.9	0.07	2.7	2.8	9.0	0.07	0.08	
1.0	9.7	0.15	4.5	2.6	9.0	0.08	0.09	
1.5	9.6	0.24	7.7	2.6	8.7	0.08	0.09	
3.0	9.2	0.41	13	2.5	8.5	0.08	0.09	
6.0	8.9	0.77	20.5	2.0	8.0	0.08	0.09	
11.0	7.4	1.33	40.2	1.7	7.5	0.08	0.1	
0.5	10.2	0.04	0.5	2.6	20.0	0.083	0.07	
1.0	10.0	0.09	1.4	2.6	20.0	0.095	0.07	
1.5	10.0	0.16	2.4	2.5	19.0	0.095	0.07	
3.0	9.3	0.25	3.2	2.35	18.0	0.11	0.07	
6.0	8.8	0.47	4.9	2.0	15.0	0.12	0.07	
0.5	6.0	0.06	0.8	0.7	14.0	0.05	0.05	
1.0	5.5	0.11	2.3	0.7	14.0	0.05	0.05	
1.5	5.3	0.17	3	0.65	13.5	0.05	0.05	
3.0	4.3	0.27	1.9	0.5	12.5	0.05	0.05	
6.0	3.8	0.53	2.9	0.4	10.0	0.05	0.05	
1.0	14.8	0.07		6.4		0.1		
2.0	15.0	0.14		6.3		0.1		
4.0	14.5	0.27		5.9		0.1		
1.0	23.6	0.05		16.5		0.15		
2.0	23.3	0.09		15.5		0.15		
4.0	23.1	0.18		14.7		0.16		
1.0	20.8	0.12		11.5		0.06		
2.0	20.1	0.21		11.1		0.07		
4.0	19.5	0.34		10.3		0.08		

表-2 地盤反力係数

振動の種類	偏心 モーメント (kg-m)	A		B		C	
		直接基礎	杭基礎	杭基礎	杭基礎	杭基礎	杭基礎
上下振動	鉛直	1.0	4.41	3.68	1.4	0.83	2.59
	反方向	2.0	4.36	3.28	1.07	0.75	2.45
	鉛直	4.0	4.12	3.33	1.02	0.81	2.48
	反方向	0.5	1.94	1.42	1.8	0.73	0.92
水平振動	鉛直	1.0	1.80	1.42	1.8	0.79	1.0
	反方向	1.5	1.80	1.38	1.73	0.77	0.96
	鉛直	3.0	1.73	1.38	1.63	0.80	0.94
	反方向	6.0	1.38	1.19	1.39	0.86	1.01
ロッキング	鉛直	0.5	5.2		11.5		
	反方向	1.0	5.2		11.5		
	鉛直	1.5	5.0		10.9		
	反方向	3.0	4.9		10.4		
その他	鉛直	6.0	4.6		8.6		
	反方向						

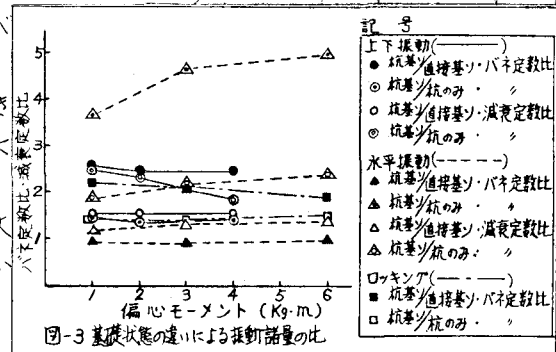


図-3 基礎状態の違いによる振動諸量の比