

直杭様橋の振動性状 — 杭頭加振と地盤加振との比較 —

運輸省港湾技術研究所 正 ○山下 生北古

、 才四港湾建設局

荒田 昌禪

まえがき

鋼直杭様橋の突大模型による振動実験¹⁾²⁾の結果、その動的な特性は地盤をバネとみなす静的な手法の拡張によっておおよそ説明されることが示されている。これをかいつまんでいうと、1) 杭様橋は杭の撓み曲線の第一零変位線とし、質量分布は変らない倒立振り模型で置き換えることが出来ること、2) 復元力特性としては、支着載荷試験によって得られる様橋床版部下の荷重—変位関係とをのみ利用出来ること、などである。しかしながら、これらの振動実験は実際の地震動の場合と異なり、加振形式が杭頭からのものであるため、地震動による土質の変化や、様橋と地盤との相互作用の影響などがはっきり現われていない恐れがある。この点を明確にするを目的として、模型の直杭様橋を振動函中の模型砂質地盤に作り、杭頭加振及び地盤加振の二種の方法で加振してその応答の異同を検討した。

実験の概要

実験は港湾技術研究所の地震振形振動試験装置によって行われた。これは電動駆動方式の振動台であり、その主たる性能は Table-1 に示す通りである。杭頭加振の場合に加振源として使用した小型起振機の性能や模型杭、地盤を構成する砂の性質なども同じ表に示されている。模型様橋はここに示されている杭田本と頭部で剛結した形式のもので、その頭部重量は上載してある小型起振機を含めて 48 kg である。実験装置のあらましは図-1 に示されている。振動函が縦長であるため、振動函の両側に発泡スチロールを入れ充填材として使用した。この充填材の影響を知するため、図-1 に示す如く充填材よりの砂地盤中の二箇所は加速度計を置いて、中央の位置の加速度波形との比較が行えるようにした。測定したものは様橋頭部、砂中の6位所、振動台などの加速度で、すべて計型の加速度計を用いた。

一連の実験の構成は次の通りである。

単杭静的載荷試験；最大荷重 50 kg

急速支着載荷試験；最大荷重 200 kg 及び 400 kg

起振機試験 ； 最大加振力 12 kg、五段階

Steel Pile	145 cm	Vibration Table	
Length	10 cm	Max. Exciting Force	12 ton G
Thickness	1 cm	Frequency Range	0.1~100%
Top Weight	48 kg		
Onahama Sand (Dry)		Vibrator	
Void Ratio	0.92	Max. Moment of Inertia	4 kg-cm
Effective Grain Size	0.13 mm	Frequency Range	0.1~40%
Uniformity Coefficient	1.31		
Angle of Repose	32.50°		

TABLE-1

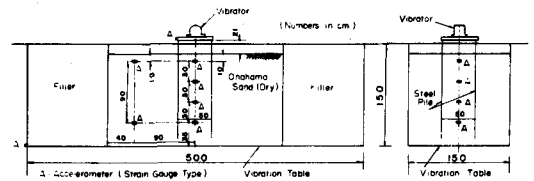


図-1

実験結果

起振機試験, すなわち杭頭加振の実験結果の一部を図-2~図-6に示す。これらの図はそれぞれ異なる杭頭加振力に対する応答を示すもので、図中に示されている如く図の番号と共に杭頭加振力が大きくなっている。又、図で白丸は強制振動数を増加させていった時に得られた結果であり、黒丸のものは最高振動数から下ってきた時に得られた結果であることと示している。 A_p は杭頭の応答加速度であり、 A_0 は杭頭加振力と杭頭質量で除いたものである。

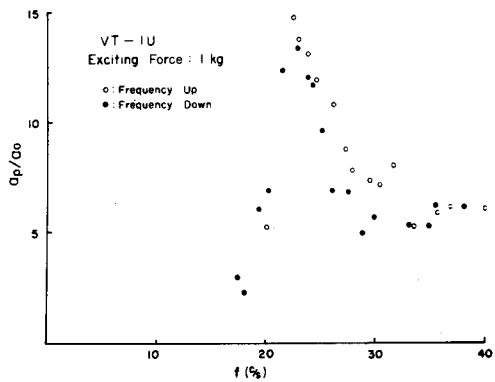
これらの図より、杭頭加振力の増大と共に杭橋の共振振動数が低下していること、及び共振倍率が減少していることが分る。これらの事実は杭橋-地盤系が軟化系の復元力特性を有するものであることを示している。共振振動数はおおよそ 20~23 % の範囲に亘っており、これは支着載荷試験によって得られた杭頭での荷重-変位の履歴曲線の骨格より推定される値とほぼ一致している。共振倍率について、臨界減衰比で整理すると、やはり支着載荷試験の結果から定められる値と大差がなく、結局、杭頭加振の場合には従来の側立振子模型に支着載荷試験の杭頭荷重-変位関係と復元力特性と考える方法が適用出来るものとして大きな過りはないであろう。

次に、振動台試験, すなわち地盤加振の実験結果の一部を図-7~図-9に示す。図の白丸と黒丸とは上と同じ意味である。 A_p も上と同様に杭頭での応答加速度を意味している。 A_0 は図-1の砂地盤中央の最上端の位置における応答加速度, すなわち砂地盤中央のほぼ表面での応答加速度を表わしている。 A_0 自体は 20 gal 加振で約 29 %, 200 gal 加振で約 23 %, 300 gal 加振で約 20 % の附近にそれぞれほぐれ、2, 2倍のピークを持つ応答を示している。

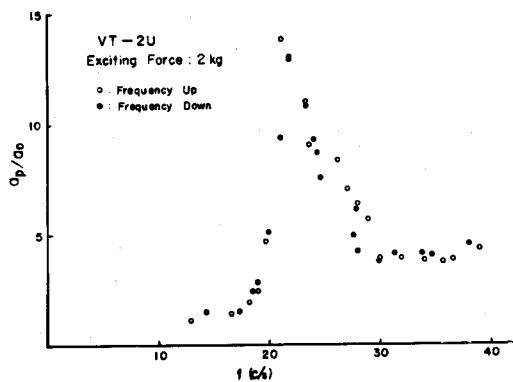
地盤加振の場合と杭頭加振の場合とを比較することは、どのような量と比べて比較を行えば良いのかという点である。ここでは、杭橋構（杭頭質量+地盤表面で固定されているバネ）の系の場合に成立する A_p/A_0 と A_p/A_0 との対応関係を採用して議論を進めることにする。
と考える

まず、荷重の小さい場合について、地盤加振と杭頭加振の比較を行なってみよう。杭頭加振力 1 kg の場合と台加速度 20 gal の場合とがほぼ対応している中で、この両者を見較うべとみると、共振振動数には大差がない。共振倍率については、地盤加振の実験結果の方が減衰量がやや大きいようであるが、一般的傾向とは言えない。

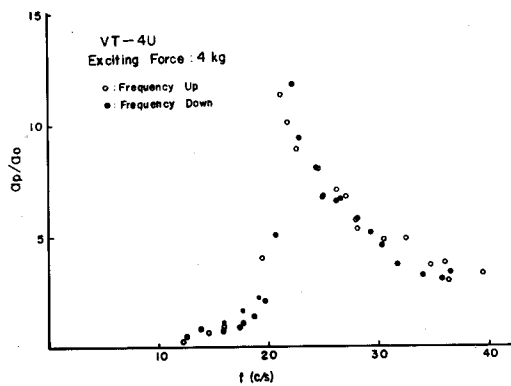
荷重の大きい方についてみると、この場合に両者でおおよそ対応しているのは、杭頭加振力 12 kg の場合と台加速度 200 gal の場合とである。両者と比較すると、地盤加振の場合には共振振動数が目立って低下していることが読み取れよう。この事情と考えるに、主として二つの原因があるように思われる。一つは加振されたことによって、砂地盤が弱くなり地盤をバネと考えた時のバネ定数に相当するものが低下したのではないかということである。すなわち、これは振動時の土質の変化を考慮していることにはなる。荒井他³⁾による砂層の振動実験の結果にもそのような傾向が出ていたようであるから、原因の一つとして有力なものと思われる。もう一つ考えられるのは、附加質量的の考え方とて言うべきものである。これは、杭面に作用する地盤反力が地盤反力定数と杭の撓み量とだけでは定まらずに、杭の撓みと地盤の動きの両者を勘案した所の界面反力に対して有効な実質的



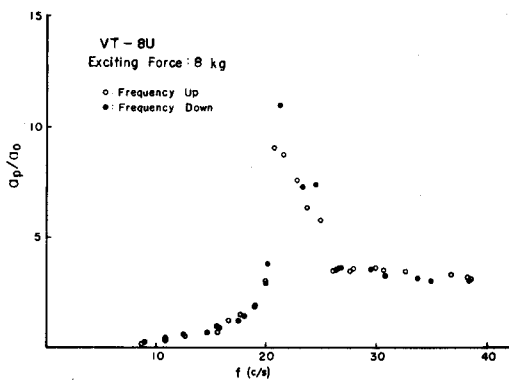
12-2



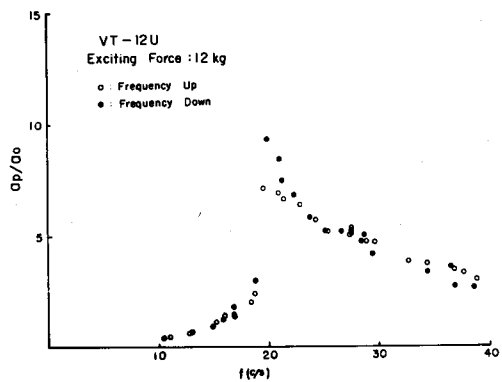
12-3



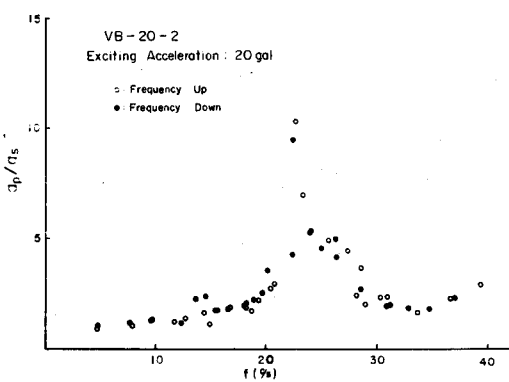
12-4



12-5



12-6



12-7

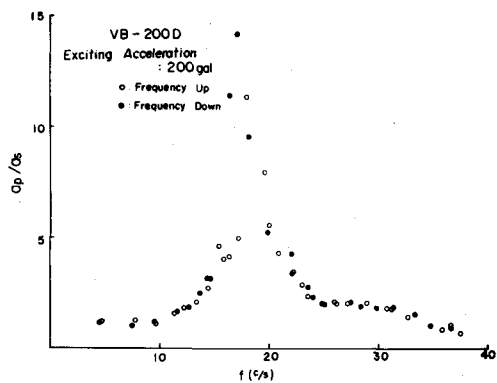


図-8

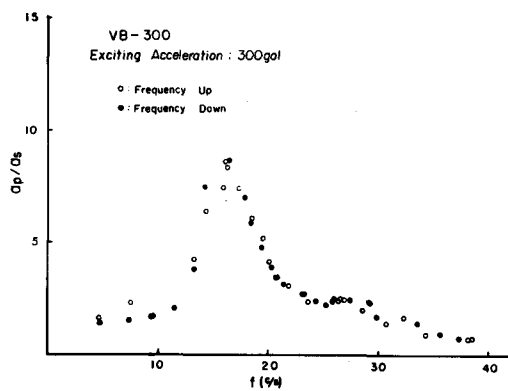


図-9

16 杭の揺れ量と地盤反力係数とで定まっているのではなにかという考え方があり。

以下、解析的の考察によってお話しする。

参考文献

- 1) 山本 隆一・他, 「鋼杭残橋の振動性状に関する研究」, 第7回地震工学研究発表会, 昭39
- 2) 今 上, 「鋼杭残橋の耐震性に関する研究」, 第8回地震工学研究発表会, 昭40
- 3) 荒井 秀夫・他, 「乾燥砂層の振動性状」, 港研報告, 6巻5号, 1967.4