

(財) 電力中央研究所 ○正員 大友敬三 正員 当麻純一

(株) 奥村組 正員 栗本雅裕 正員 原田 治 正員 有井孝典

1. まえがき

軟質地盤における基礎の動的挙動を解明することを目的として、筆者らは一連の起振実験・地震観測を実施してきた¹⁾。本報は地盤と模型基礎および実規模の振動台基礎(埋設型式)において実施された地震観測のデータに基づき、地盤と基礎の地震動特性について基本的な考察を加えたものである。

2. 観測概要

模型基礎を対象とした観測は昭和59年 2月16日から同 3月29日までの間であり、観測点はGL-3mの地盤中と地表、および大きさの異なる3種類の基礎上である。一方、振動台基礎を対象とした場合の観測期間は昭和59年8月1日から同11月15日までの3か月半である。観測点は地盤中に展開された測点(最深部GL-150m)と地表および基礎中である。

3. 模型基礎の地震観測結果

図1は「埋戻しなし」の場合の地表(SP)と基礎上(A2)の速度パワースペクトルを比較したものである。地表では4Hz付近にピークが認められる。基礎上でも地表のピークに一致した4Hz付近のピークがあるが、最も卓越しているのは6Hz付近のピークである。起振実験時の基礎応答のピークが5.9Hzであったことから、明らかに地震動によってこの基礎の固有振動が励起されていることがわかる。地表と基礎上に共通に現れている4Hz付近のピークは表層地盤の卓越成分であると考えられる。

図2は「全埋め」の場合について同様な整理を行ったものである。地表と基礎上に共通なピークが4Hz付近にあるほかは大きなピークは見られない。そして、基礎上のパワーが地表のパワーを大きく上回るような振動数域は存在していない。

「全埋め」の場合の基礎の応答特性をより詳細に調べるために、地表と基礎間の伝達関数を求めてみた。この伝達関数は図3に示されているが、「全埋め」の状態を観測された4個の地震を算術平均し、かつ平滑化したものである。これをみると、振動数0Hzでは振幅比が1.0で、10Hz程度まではそれが徐々に低下してきていることがわかる。このような傾向を図3中の破線で示したLucoの半無限解(H.S.)²⁾と比較したところ、0~12Hz間で観測値の傾向を良く近似することができた。

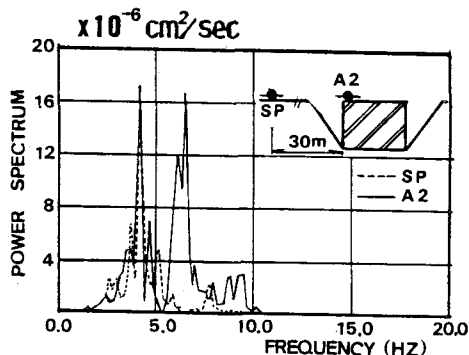


図1 パワースペクトルの比較(埋戻しなし)

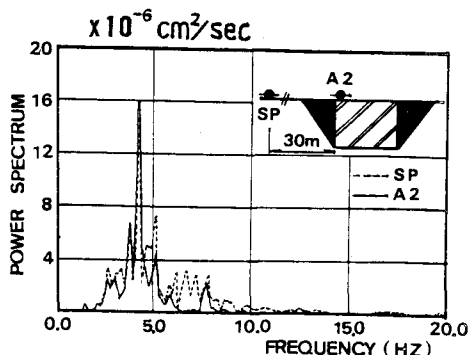


図2 パワースペクトルの比較(全埋め)

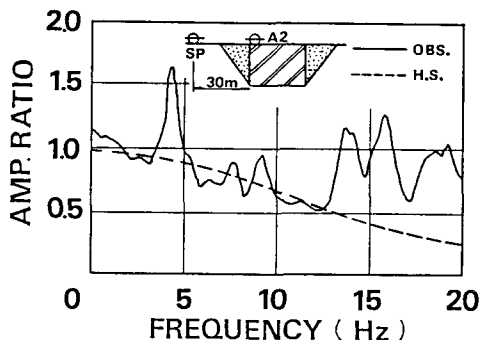


図3 地表と模型基礎間の伝達関数

4. 振動台基礎の地震観測結果

図4は基盤(TRIG.)と地表(A9)間の伝達関数を3個の地震を算術平均して求めたものであるが、5~6Hz付近に顕著なピークが大きく成長しているのが特徴的である。このような増幅特性について、一次元重複反射理論(M.R.)によるシミュレーションを試みた。地盤構造のモデルを表1に示すが、このモデルは地表付近について、 V_s 、 Q 値($=1/2h, h$; 減衰定数)を適当に修正したものである。この結果を図4中に破線で示したが10Hz程度まではピークの位置、振幅もほぼ良く対応しているといえよう。

次に、同様な3個の地震から地表(A9)と基礎(A4)間の伝達関数を求めたものが図5の実線である。伝達関数の振幅比は0Hzから5Hzまで急激に減衰している。高振動数域にいくに従い、振幅比が低下する傾向は図3で示した模型基礎の場合と同様であるが、振動台基礎の方が振幅比の減衰の度合いが大きい。振動台基礎の埋設部をひとつの層とみなし、表2の地盤・基礎モデルを作成することにより地表と基礎間の伝達関数を一次元重複反射理論より求めた。結果は図5中に一点鎖線で示したが、振幅比の減衰する傾向は観測値と良く一致している。さらに、このような伝達特性を図5の破線のように2次元動的FEM(FLUSH)により解析したが、観測値、一次元重複反射理論、FEMの一致度は良い。FEM解析の方が一次元重複反射理論で表現できなかった観測値の7Hz、8Hz付近のピークを捉えているようである。以上、図3、あるいは図5の結果は地震動に対して地表に対する基礎の応答が高振動数域にいくに従い大きく減衰する、いわゆるローパス・フィルター的な制震効果³⁾を示すものである。

5. あとがき

軟質地盤上の基礎の地震観測を実施することにより、地盤と基礎の相互特性について検討したが、とくに基礎が埋設されている場合は、地震動の入力を抑制する効果(制震効果)を示すことが明らかとなった。この結果は上部構造物への実効入力を検討するにあたって有用な資料を与えるものと考えられる。

〈参考文献〉1)大友他：軟質地盤上の基礎の起振実験ならびに地震観測、第39回年次学術講演会、1983。

2)Luco, J.E. : Dynamic Interaction of a Shear Wall with the Soil, ASCE, EM2, 1969. 3)沢田他：地震動に対する基礎の制震効果とその特性について、第6回日本地震工学シンポジウム、1982。

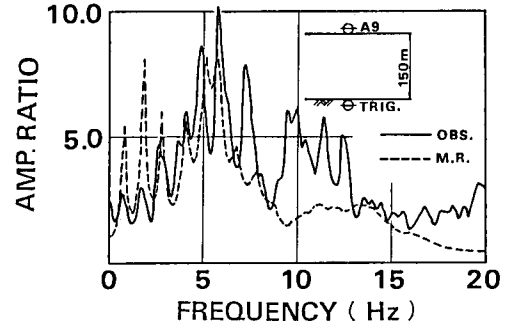


図4 基盤と地表間の伝達関数

表1 地盤モデル

H (m)	V_s (m/s)	ρ (tf/m ³)	Q
0.7	39.0	1.20	50.0
1.3	50.0	1.30	50.0
2.0	120.0	1.50	30.0
16.0	170.0	1.70	10.0
16.0	300.0	1.70	10.0
14.0	430.0	1.70	10.0
100.0	430.0	1.70	10.0
100.0	430.0	1.70	10.0

表2 地盤・基礎モデル

H (m)	V_s (m/s)	ρ (tf/m ³)	Q
7.7	2000.0	2.30	50.0
7.3	170.0	1.70	10.0
16.0	300.0	1.70	10.0
14.0	430.0	1.70	10.0
100.0	430.0	1.70	10.0
100.0	430.0	1.70	10.0

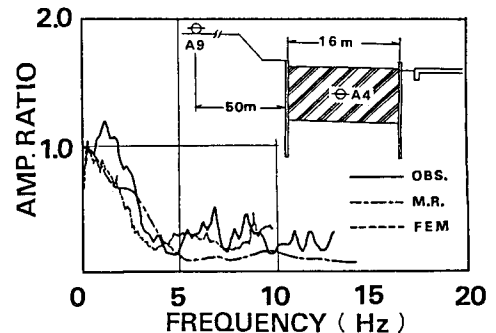


図5 地表と振動台基礎間の伝達関数