

電力中央研究所 ○正 上島 照幸
正 岩橋 敬広
準 沢田 義博

1. はじめに

軟質地盤上でソイルセメント系材料を用いた地盤改良を行ない、その制震効果を各種試験・観測を通じて検討していることを文献¹で報告した。地震観測結果によれば、図1のA, B両改良基礎共に水平動に対し大きい制震効果があることが明らかとなし、このうちA基礎については軸対称モデルによるシミュレーションを行なう。て、制震効果を裏付ける解析結果を得ている。今回は、主として円盤形のB改良基礎について数値シミュレーションを試み、その制震効果について考察を行なったので報告する。

2. 地震観測

今回は、前回までの観測英の配置換えを行ない、円盤形改良による制震効果のメカニズムをより詳細に把握しよう。図1のような観測英配置とした。前回観測は計13本の観測記録を得たが、今回の観測では計4本の地震データを得ている。それらの観測記録のスペクトル解析から伝達関数を求め、数値解析結果と比較した。なお、当該英の地盤物性等については、文献¹を参照されたい。(A, B基礎とも円盤部直径約30m, 厚さ2m。寸法について文献¹参照)

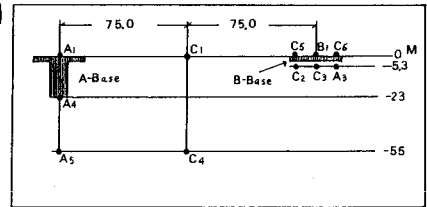


図-1 地震観測英配置

3. 数値シミュレーション結果

(1). 解析手法

解析手法は軸対称 F.E.M. (CRAS) と類似3

次元の平面変形解析 (FLUSH) を併用した。今回のような円盤形改良基礎による制震効果の現象へのアプローチとして、いわゆる「入力損失」的な見方もあるが、これについては別途報告されるので (文献²)、ここでは位相差のない平面波入力による解析でこうした現象をどの程度説明しようかを検討した。

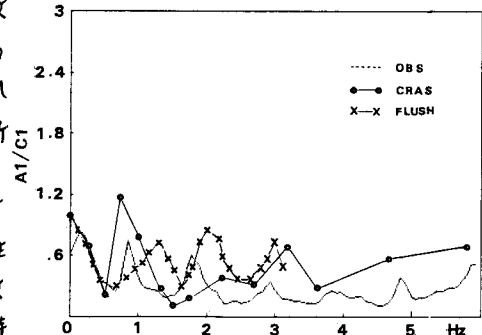


図-2 A基礎(A1)とC1間の伝達関数

(2). 伝達関数のシミュレーション結果

図2に示す

ごとく、観測によれば $A1/C1$ は1以下でかつ顕著な周波数特性を示しておらず、地盤改良による制震効果は明らかである。数値解析結果は、軸対称、類似3次元解析とも観測による伝達特性をいなり表現しており、数値モデルによる計算はA基礎挙動を十分に模擬しようと考えられる。CRASとFLUSHとは、細部の差がやや異なっているが、両者における差異は顕著ではない。なお、3次元以上は計算値は実測値をやや上回っているようである。

一方、図3に示すごとく、 $B1/C1$ は実測では0.45程、1/2付近に鋭いピークを持ちつつ全体として周波数と共に減衰しており、わずか2m程度の改良であっても全体的にはローパスフィルタの特性を示すことがわかる。これに対して計算結果はいずれも右下りの傾向を示し、ローパスフィルタの特性はある程度

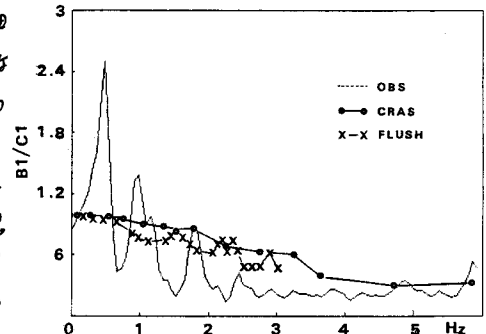


図-3 B基礎(B1)とC1間の伝達関数 その1

表わしてゐるものの、実測値ほどの減衰を示してはいない、また低周波数域のピークは表現できていない。これらのピークは在来表面とB基礎工の卓越周波数の相違に起因するものであるが、この差異の原因として基礎-地盤系のカップリングが考えられるため、改良部モデルを種々変化させて検討した。しかし、こうした現象も説明可能なことはできなかった。

(3). シミュレーション・モデルの改良

そこで今回の観測に基き、 B_1/C_3 の伝達関数を求めたところ、図4が得られた。これによれば、図3中の0.45Hz近辺のピークは見られず、1Hz近辺に顕著なピークが存在する。 B_1/C_3 を数値計算によって求めたため、同図中に示されるように実測値と比較的良好に模擬することができた。このことから B_1/C_1 の0.45Hzのピークは基礎-地盤系のカップリングに起因するものではなく、 C_1 地盤と B_1 地盤の地盤構造の差異によるものと推定される。

そこで弾性波速度値に若干の修正を加え、相互の地盤モデルを変更して計算を実施した。結果を図5に示す。同図から明らかなように、実測の B_1/C_1 の0.45Hz、1Hz等のピークをかなり良く模擬できており、かつ周波数と共に減衰する傾向も表現されている。図3と比較すれば、この計算結果の改良度には著しいものがある。このことは、在来地盤(C_1)と改良地盤(B_1)間の伝達関数が地盤の局所的な構造の相違に非常に大きく依存することを示しており、地表面波形から基礎への入力波形を求める際には、こうした影響も十分に注意しなければならないことを示すものと考えられる。

(4). 基礎のフィルタ特性

以上のように、 B_1/C_1 の右ピークについては平面波解析でもかなりの程度に模擬できる見通しがついたが、B基礎のローパスフィルタ的特性についてはどうであろうか。図6のOBS.およびCAL.はそれぞれ実測と理論値の移動平均をとり、原データにあったピークを取り除いて全体的な傾向を抽出したものである。今回の解析は周波数領域でも小さく、精度的にも問題があるが、両者を比べると、理論曲線は実測に比べ振幅値が約2倍ほど大きいものの、周波数に従った減衰の傾向、即ち基礎のローパス的特性は実測のそれと比較的良好な対応を示しているといえよう。振幅の相違については更に検討が必要があるが、この結果は基礎のフィルタ効果について、入力損失の考へ方のほかに、地盤構造のlocalityを考へれば、今回のような位相差のない平面波入力解析からも、ある程度説明することが出来ることを示唆するものと考えられる。

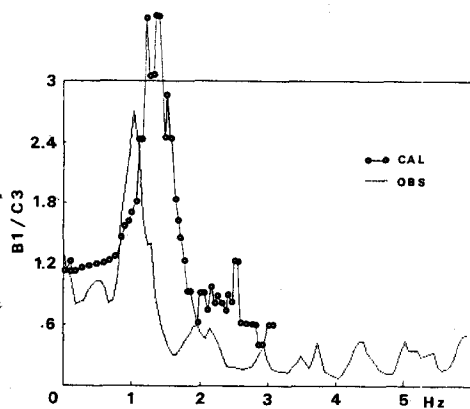


図-4. B基礎と(C3)間の伝達関数

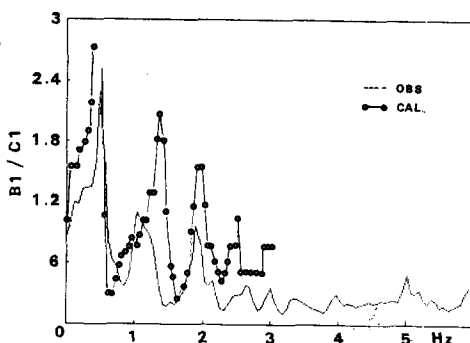


図-5. B1とC1間の伝達関数 その2

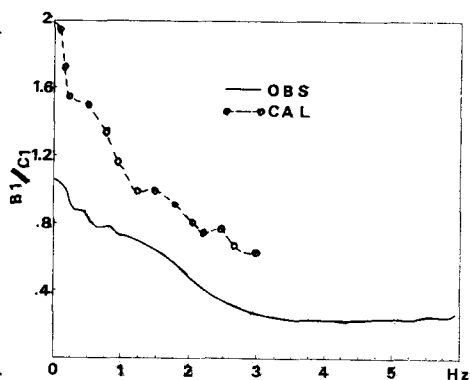


図-6. B基礎のフィルタ特性

文献1 ソイルセメント系地盤改良による耐震効果 その1(土質調査), その4(地震観測), その6(シミュレーション) 電研所 吉田・沢田・岩橋・上島ら 第15回土質工学研究発表会(5.55)

文献2 セメント系材料による改良地盤の耐震効果のシミュレーション 清水建設 TTRC他 第35回土木学会学術講演会(5.55)