

(1-13) 杭基礎の有効入力動に関する模型振動実験

(その2: 実験結果と考察)

中央大学大学院(学)松崎 雅彦 清水建設(株)技術研究所(正)田 蔵 隆
清水建設(株)技術研究所(正)若原 敏裕 中央大学理工学部(正)岡内 功

1. ま え が き

本研究は模型振動実験から、群杭基礎の有効入力動に関して検討しようとしたものである。本報は前報⁽¹⁾で述べた模型振動実験の結果について示し、それに対する考察を行ったものである。

2. 実験結果と考察

図1は【モデル1】および【モデル2】の【A地盤】に対する実験結果であり、振動台からの入力加速度(T1)に対する自然地盤地表部(G1)および杭頭部(F1)の加速度応答の周波数伝達関数について示したものである。【モデル1】と【モデル2】の実験結果を比較すると、両者共に地盤の1次固有周期 $T_g = 0.11$ 秒において伝達関数のピークが生じていることが分かる。ピーク値は杭間隔の狭い【モデル2】の方が【モデル1】より小さくなっており、ピーク値の両者の比は群杭効率 $e^q_{n=4}$ の比に対応している。

地盤変形による群杭効率 e^q_n は杭間隔が狭くなるに従って小さくなり、前報⁽¹⁾の(6)式から分かるように、群杭効率 e^q_n が小さくなると杭頭変位(有効入力動)は小さくなる。すなわち、杭間隔が狭いほど地盤変形による杭・地盤系の見掛け上の剛性は大きくなることを示している。この傾向は杭頭水平荷重による杭・地盤系の見掛け上の剛性を考えた場合とは逆の現象である。このことは、群杭基礎の耐震性を考える上での留意点であり、前報の(5)式において $G^{q*}(H, \omega)$ は、 $e^q_n(\omega)$ を乗ずることによって求められるが、 $F^{q*}(H, \omega)$ の計算は前報の(4)式から分かるように、 $e^q_n(\omega)$ で除すことによって与えられることから理解できる。

図1には解析的に求めた入力加速度に対する自然地盤地表部の加速度応答と杭頭部の加速度応答の周波数伝達関数(【A地盤】の減衰定数 $h_g = 0.09$)を同時に示しているが、解析結果と実験結果の対応はきわめて良いものになっている。

図2は【B地盤】($h_g = 0.07$)に対する【モデル1】および【モデル2】の実験結果を示したものであるが、図1の【A地盤】の場合と同様の考察が可能である。

図3および図4は自然地盤地表部の加速度応答に対する杭頭部の加速度応答の比(ここではこれを杭基礎の有効入力動係数 $\eta(\omega)$ と称する)について、それぞれ【A地盤】および【B地盤】に対する実験結果を示したものである。また、次式により解析的に求めた有効入力動係数 $\eta(\omega)$ が図中に実線で示してある。

$$\eta(\omega) = \left| \frac{G^{q*}(H, \omega) + 1}{[(\omega/\omega_g)^2 \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \{4/(n\pi)\} \{1/\xi_n^2\} (-1)^{\frac{n-1}{2}} + 1]} \right| \dots \quad (1)$$

ここに、 $\xi_n = \sqrt{n^2 - (\omega/\omega_g)^2 + i 2 h_g n^2 (\omega/\omega_g)}$ 、 $i^2 = -1$ 、 ω_g は地盤の1次固有円振動数である。

$\eta(\omega)$ が1.0であれば、杭頭部が自然地盤地表部と同じ加速度応答を示すことを意味し、 $\eta(\omega)$ が1.0より大きい場合は杭頭部の応答が自然地盤地表部の応答より大きくなることを表している。いずれの実験結果も $\eta(\omega)$ が短周期領域において1.0より大きくなっており、短周期領域では杭頭部の加速度応答が自然地盤の加速度応答より大きくなる事が分かる。短周期領域において、 $\eta(\omega) \geq 1.0$ となる理由は、杭部と地盤部の振動に位相のずれが生じるためであり、このような傾向は水野、飯場⁽²⁾の実験結果からも確認されている。また、図3および図4における実験結果は、(1)式から求めた理論値と良く一致していることが分かる。

3. あ と が き

杭間隔が狭いほど地盤変形による群杭効率が小さくなり、杭・地盤系の見掛け上の剛性が大きくなるという現象は、杭の変形が地盤を変形させることになる杭頭水平荷重の場合とは逆に、地盤の変形が杭を変形させるという現象を考えることによって理解することができる。このことは杭基礎の有効入力動について考えた

場合、杭間隔を狭くすることによって有効入力動の低減が図れることを示すものである。

また、係数 $\eta(\omega)$ が短周期領域において1.0より大きくなることに関しては、今後の杭基礎構造物の耐震設計において留意すべき事項の一つであると考えられる。

4. 謝 辞

模型振動実験を行う上で、中央大学理工学部学生 岡田英治君、簗木真一君に協力をお願いした。また、本研究において、清水建設(株)技術研究所研究員 佐藤正義氏ならびに清水勝美氏から貴重な意見を賜った。記して深謝の意を表す次第である。

5. 参考文献

- (1) 田蔵 隆、若原敏裕、清水勝美、松崎雅彦、岡内 功：杭基礎の有効入力動に関する模型振動実験(その1:杭基礎の有効入力動の定式化と模型振動実験の概要)、土木学会第14 回関東支部技術研究発表会、1987年 4 月。
- (2) 水野二十一、飯場正紀：建物-杭-地盤系の動的相互作用に関する実験的研究、第7 回日本地震工学シンポジウム、1986年12月。

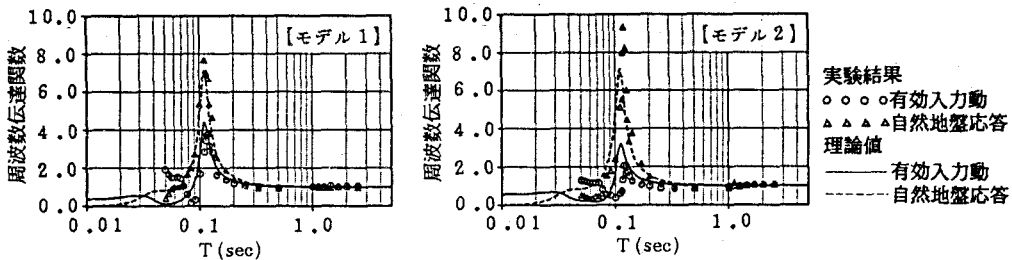


図1 【A地盤】に対する【モデル1】および【モデル2】の実験結果(周波数伝達関数)

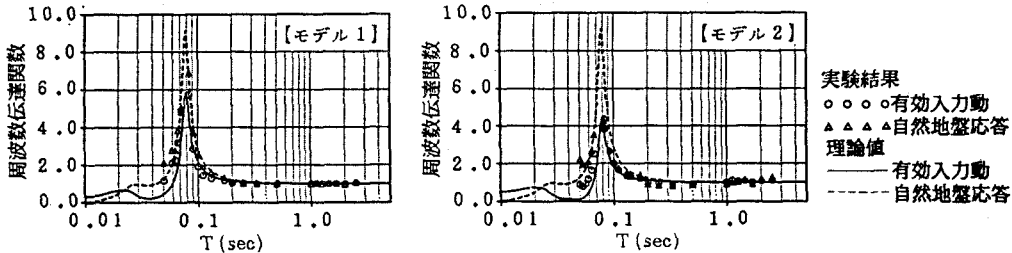


図2 【B地盤】に対する【モデル1】および【モデル2】の実験結果(周波数伝達関数)

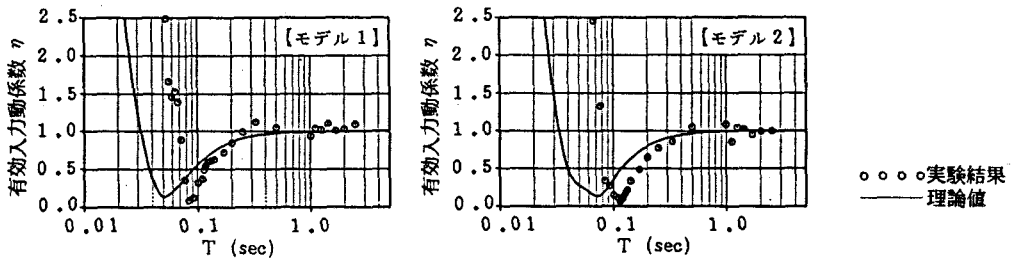


図3 【A地盤】に対する【モデル1】および【モデル2】の実験結果(有効入力動係数)

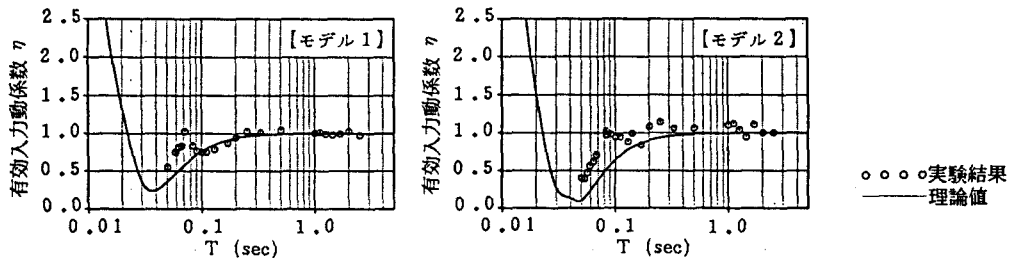


図4 【B地盤】に対する【モデル1】および【モデル2】の実験結果(有効入力動係数)