

(I -12) 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)

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

1. ま え が き

有効入力動に対する検討が、基礎を有する構造物の耐震安全性を論ずる上で重要な研究課題の一つとして指摘されている。本研究は模型振動実験を通じて、群杭基礎の有効入力動に関して考察しようとしたものである。本報ではまず、杭基礎の有効入力動に対する定式化と模型振動実験の概要について述べる。

2. 杭基礎の有効入力動

杭基礎の有効入力動 $u_p^{eff}(H, \omega)$ は、田治見⁽¹⁾による弾性波動論に基づく杭基礎の地震時応答解(図1)、つまり、

$$u_p(z, \omega) = V \cdot F^*(z, \omega) + u_g \cdot G^*(z, \omega) \cdots (1)$$

において、 $z = H$ とした時の右辺第2項によって与えられる。

すなわち、

$$u_p^{eff}(H, \omega) = u_g \cdot G^*(H, \omega) \cdots (2)$$

であり、これは杭頭が無質量のフーチングに剛結されている杭基礎の地盤のせん断振動によって生じる杭頭変位を表している。

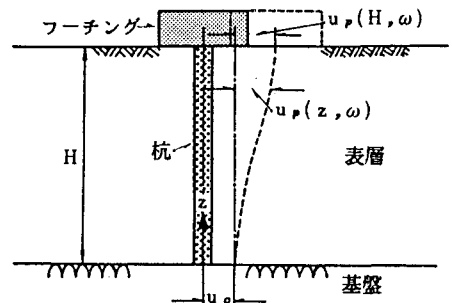


図1 杭基礎の地震時応答

ところで、(1)式における u_p は基盤に対する杭の相対水平変位、 z は杭先端から上方に定めた座標変数、 ω は加振円振動数、 u_g は基盤水平変位、 V は杭頭に作用する水平荷重、 $F^*(z, \omega)$ は杭頭水平荷重に対する杭・地盤系の複素剛性の逆数、 $G^*(z, \omega)$ は地盤のせん断振動による基盤変位 u_g に対する杭の相対変位の増幅係数である。なお、紙面の都合上、 $F^*(z, \omega)$ および $G^*(z, \omega)$ の両式の詳細は、参考文献(2)に譲る。

群杭基礎の地震時応答解 $u_p^q(H, \omega)$ は、次式のように定義できる⁽²⁾⁽³⁾。

$$u_p^q(H, \omega) = V \cdot F^{q*}(H, \omega) + u_g \cdot G^{q*}(H, \omega) \cdots (3)$$

ここに、 $F^{q*}(H, \omega)$ および $G^{q*}(H, \omega)$ は、

$$F^{q*}(H, \omega) = F^*(H, \omega) / (e_N^f(\omega) \cdot N) \cdots (4)$$

$$G^{q*}(H, \omega) = e_N^g(\omega) \cdot G^*(H, \omega) \cdots (5)$$

であり、 $e_N^f(\omega)$ 、 $e_N^g(\omega)$ はそれぞれ杭頭水平定常加振による群杭効率、地盤変形による群杭効率であり、また N は杭本数である。(3)式より、群杭基礎の有効入力動 $u_p^{q, eff}(H, \omega)$ は、以下のように定義できる。

$$u_p^{q, eff}(H, \omega) = u_g \cdot e_N^g(\omega) \cdot G^*(H, \omega) \cdots (6)$$

3. 模型振動実験の概要

実験モデルならびに実験条件を図2および表1に示す。地盤材料としてはゼラチンを用い、杭はアクリルチューブとした。また、杭頭が無質量のフーチングに剛結されている必要があることから、厚さ3mmのアクリル板によって各杭の杭頭部を剛結した。なお、地盤と振動箱の間には水を含んだウレタンホムを設置した。

杭の諸元は、外径 $\phi = 13\text{mm}$ 、肉厚 $t = 1\text{mm}$ 、杭長 $l = 120\text{mm}$ 、曲げ剛性 $EI = 5.04 \times 10^3 \text{ kgf} \cdot \text{cm}^2$ である。杭本数は4本として、杭間隔を $50\text{mm} (= 3.85\phi)$ 、【モデル1】とした場合と $20\text{mm} (= 1.54\phi)$ 、【モデル2】の2つの群杭モデルを作製した。また、地盤はゼラチンの重量濃度を30%(せん断波速度 $V_s =$

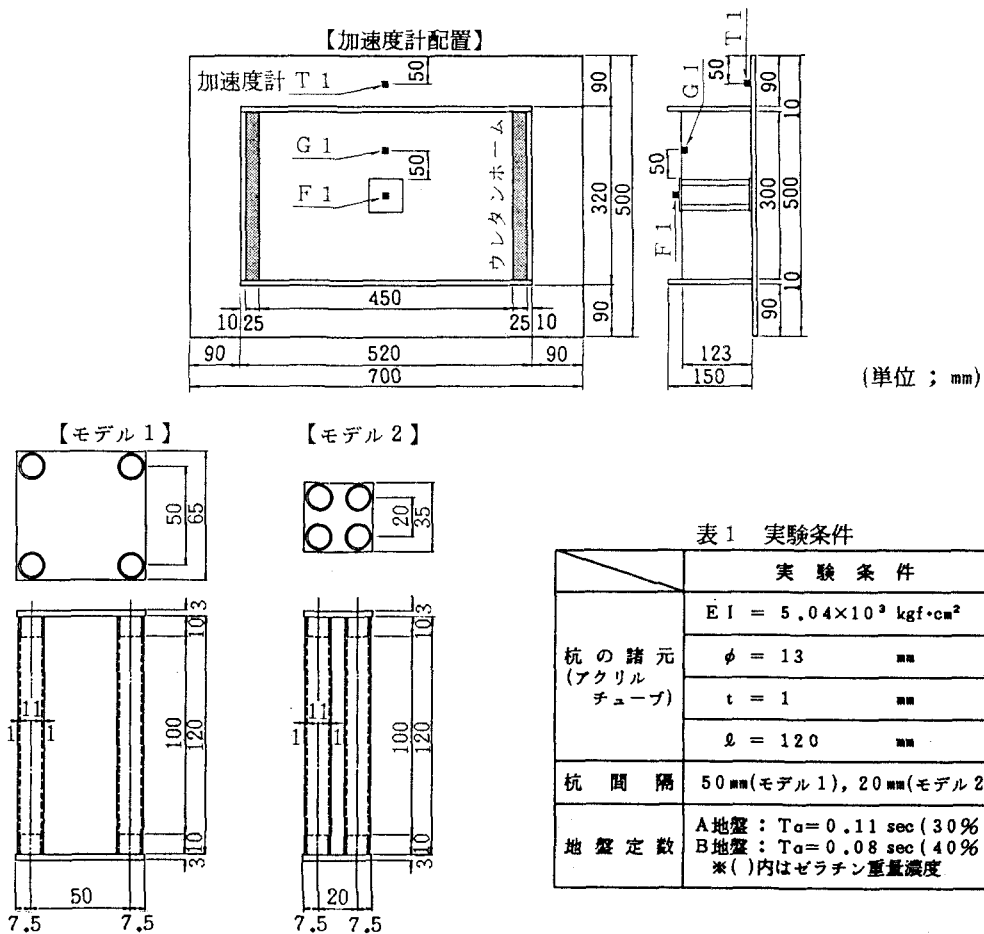


図 2 実験モデル

4.6 m/s、地盤の1次固有周期 $T_g = 0.11$ 秒、【A地盤】とした場合とゼラチンの重量濃度を40% (せん断波速度 $V_s = 6.4$ m/s、地盤の1次固有周期 $T_g = 0.08$ 秒、【B地盤】)とした場合の2種類を作製した。

【モデル 1】および【モデル 2】の【A地盤】に対する静的な地盤変形による群杭効率 $e_{N=4}^g (\omega=0)^{(4)}$ は、それぞれ $e_{N=4}^g = 0.60$ および $e_{N=4}^g = 0.42$ であり、【B地盤】に対する群杭効率は $e_{N=4}^g = 0.63$ および $e_{N=4}^g = 0.45$ である。

4. 参考文献

- (1) 田治見 宏：深い基礎を有する構造物の地震時応答について、第2回日本地震工学シンポジウム、1966年10月。
- (2) 大平 彰、田蔵 隆、中松 新、清水勝美：軟弱地盤中の基礎杭の地震時挙動特性に関する研究、I-4、土木学会論文集、第362号、1985年10月。
- (3) T. Tazoh, K. Shimizu, and T. Wakahara: Seismic Observations and Analysis of Grouped Piles, Proceedings of the Symposium on Dynamic Response of Pile Foundations: Experiment, Observation and Analysis, ASCE, April, 1987.
- (4) 若原敏裕、大平 彰、小坪清真、高西照彦、烏野 清：地盤変形による群杭効率の解析的研究、九州大学工学集報、1985年6月。