

I-494

ケーソン基礎の地震観測

京都大学防災研究所 土岐憲三 佐藤忠信 清野純史 N. Kishi G.
 (株)奥村組筑波研究所 正員 吉川正昭○荒野政信

1. はじめに

地盤一構造物系の地震時挙動は、系の復元力特性、地下逸散減衰特性に支配される。その動的相互作用問題を解明するため、直接基礎(埋め込み有り、無し)、ケーソン基礎を実地盤上に製作し、加振実験、静的載荷実験、ハイブリッド実験¹⁾を行なってきた。そして現在、対象を杭基礎にして同様の実験を行なっている。実験の実証の目的で、ケーソン基礎上に地震計を設置し、地震観測も行なった。ところで、動的相互作用には入力損失(有効入力動)の問題もある。本報では、観測結果をもとに有効入力動と自由地盤の挙動との関係、水平・回転各有効入力動の応答への影響を検討したので報告する。

2. 地震観測

筑波研究所敷地内において、昭和61年4月より地震観測を実施している。その空きチャンネルを利用して、ケーソン基礎の地震観測を行なった。観測点はケーソン基礎上2点(反力壁側X、Z、その反対側X、Y)と近傍地盤1点(X、Y、Z)である。X方向は加振実験の加力方向である。ケーソン基礎の諸元を表-1に地震計の配置を図-1に示す。観測期間は実験終了後2か月間で、その間得られた地震は1つであった。その地震は1988年5月30日19時45分に発生した鹿島灘地震で、マグニチュード4.7、震央距離約70kmの小地震である。

3. 観測結果

図-2に地震観測結果を示す。最大水平加速度は自由地盤12gal、近傍地盤13.4gal、ケーソン基礎上12.5galで大差ない。最大鉛直加速度は自由地盤6.5gal、近傍地盤8.7gal、ケーソン基礎上5.7galで近傍地盤が最も大きい。スペクトルは自由地盤とケーソン基礎上では水平方向でかなり異なり自由地盤ほど明瞭なピークは見られない。

4. 有効入力動

加振実験より複素剛性が得られている。地震動は小規模であり地盤剛性は加振実験と同程度であると考え加振実験の複素剛性を用いて有効入力動を求めた。ケーソン基礎の共振曲線および複素剛性を2次関数で近似した結果を図-3、4に示す。ケーソン基礎の振動方程式は次式で与えられる。

$$[M] \{\ddot{U}_0\} + [K^*] \{U_0'\} = \{0\} \quad \{U_0\}: \text{重心位置絶対変位}, \{U_0'\}: \text{重心位置相対変位}$$

$$[M] = \begin{bmatrix} m_0 & 0 \\ 0 & I_0 + m_0 h_0^2 \end{bmatrix} \quad [K^*] = \begin{bmatrix} K^*_x & -K^*_x (h_0 - h_s) \\ -K^*_x (h_0 - h_s) & K_t + K^*_x (h_0 - h_s)^2 \end{bmatrix}$$

$$\{U_0\} = \{U_0'\} + \{U'\} \quad \{U'\}: \text{有効入力動}$$

観測より $\{\ddot{U}_0\}$ は得られるから、有効入力動は次式で得られる。

$$\{\ddot{U}'\} = [K^*]^{-1} \{-\omega^2 [M] + [K^*]\} \{\ddot{U}_0\}$$

実際 $\{U_0\}$ を得るには基礎両端の鉛直(Z)方向の観測値が必要であるが一方しか観測していないため求められない。ここでは基礎上のZ成分がすべて回転によるとして検討した。したがって、地盤の鉛直方向の卓越振動数が12Hz付近にあるため、検討振動数範囲を10Hzまでとした。そうして求めた有効入力動と自由地盤との比を図-5に示す。これより水平有効入力動は振動数が高くなるにつれて低下し5~8Hzで1/2になっているのがわかる。しかし回転動の方は0Hzから値を有しているが、基礎上のZ成分がすべて回転によるとしたためである。近傍地盤(Z)とケーソン基礎上(Z)が5Hzまで同じスペクトル値でありその振動数までを無視すれば、振動数が高くなるにつれ増加するのがわかる。つぎに各有効入力動

による応答と観測応答との比により観測応答への影響をもとめたのが図-6、7である。これより、水平（回転）入力動の水平（回転）応答への影響が大きいのはもちろんであるが、水平（回転）入力動の回転（水平）応答への影響は振動数が高くなるにつれて大きくなるのがわかる。

1) 土岐、佐藤、清野、Kishii、吉川：Nonlinear seismic soil-structure-interaction study by hybrid experiment，第43回年次学術講演会概要集，1988，p.1058~1059

表-1 ケーソン基礎の諸元

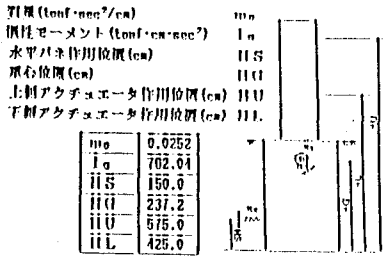


図-3 ケーソン基礎の共振曲線

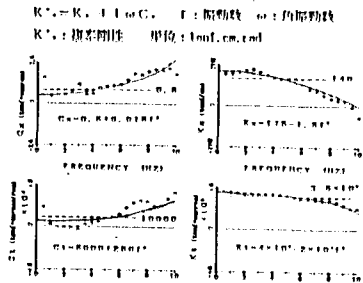


図-4 共振曲線より求めた増倍率 (ケーソン基礎、上部アクチュエータ0.5mm)

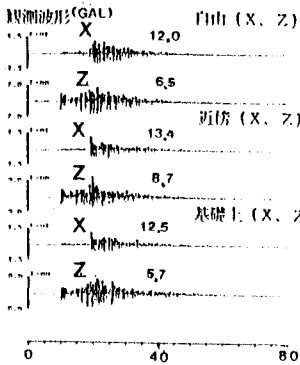


図-2 地震観測結果

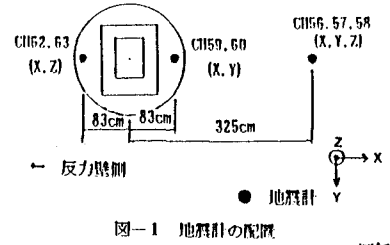


図-1 地震計の配置

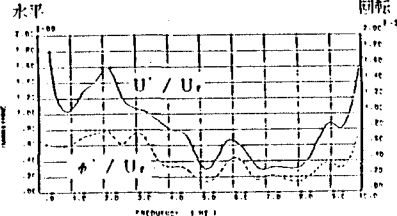


図-5 水平および回転有効入力動 (U^* , ϕ^*) と自由地震 (U_f) との比

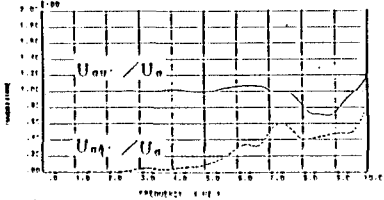


図-6 水平および回転有効入力動による水平応答 (U_{av} , U_{ar}) と観測応答 (U_a) の比

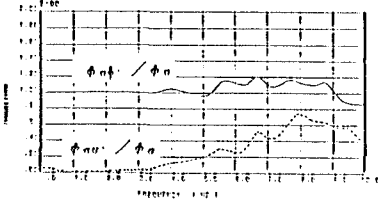


図-7 水平および回転有効入力動による回転応答 (ϕ_{av} , ϕ_{ar}) と観測応答 (ϕ_a) の比

