

CS 121

長フーチングを有するハイブリッドケーソンの動的FEM解析

NKK 正会員 長山秀昭 正会員 能見昭広 正会員 関口宏二
運輸省港湾技研 正会員 清宮 理 NKK 正会員 田中征登

1. はじめに

ハイブリッドケーソンでは、合成版強度が大きいことを利用してフーチングを長く張り出せる。文献¹⁾では静的解析について報告した。本報では、長フーチングの地震時挙動を把握するため、二次元FEM解析を行ったのでその結果の一部を報告する。

2. 解析条件

解析は、等価線形化理論による二次元FEM解析プログラムFLUSH²⁾を用いた。図1に解析に用いたFEMモデルおよび表1に土質定数を示す。基盤面は剛境界とし、側方には伝達境界を用いた。ケーソンおよび地盤は平面ひずみ要素で、フーチングはビーム要素でモデル化した。地盤のひずみ依存曲線は、砂質土および粘性土については「液状化対策技術マニュアル（案）」（運輸省港湾技術課）に示される曲線を用い、碎石は文献³⁾に基づき設定した。

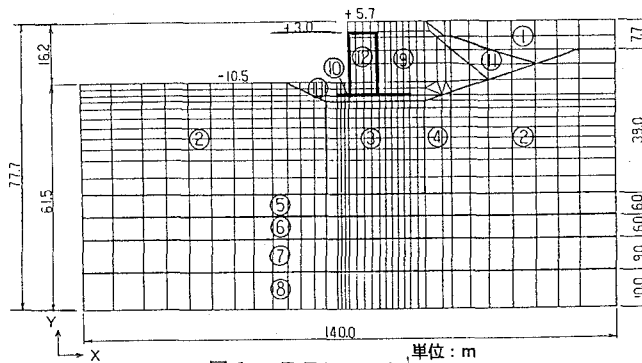


図1 FEMモデル

表1 土質定数

区分	土質	*フーチング比 β	単位重量 γ (t/m³)	せん断速度 Vs (m/sec)
①	埋立土	0.450	1.6	70
②	粘性土	0.450	1.5	118
③	SCP80%改良土	0.400	1.9	230
④	SCP30%改良土	0.430	1.65	130
⑤	砂質土	0.400	2.0	197
⑥	砂れき	0.375	2.0	329
⑦	火山灰層	0.375	2.0	329
⑧	軽石	0.375	2.0	269
⑨	裏込碎石	0.375	1.8	225
⑩	基礎砕石	0.375	1.8	300
⑪	裏込砂	0.375	1.8	200
⑫	ケーソン	0.167	2.0	2000

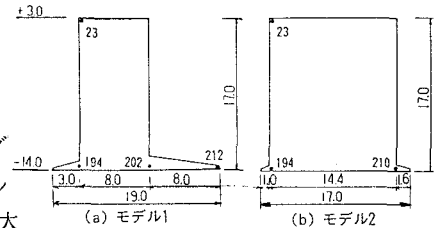


図2 ケーソンモデル

本ケーソンの地震時挙動を見るために、図2のようにフーチングが長い場合（モデル1）、短い場合（モデル2）の2種類のモデルを考えた。入力地震動としては、八戸波（S-252 NS Base）および大船渡波（SI210 E41S）の2種類を基盤面で最大加速度200galとした。

3. 解析結果

ここでは、八戸波に対する地震応答解析結果を中心に述べる。

（1）加速度応答： 図3にケーソン前面位置の最大加速度の深度方向の分布を示し、図4にケーソンの加速度の時刻歴を示す。両図よりモデル1、モデル2とも非常に良く似た傾向を示しており、フーチングの張り出し長さによる差異は認められない。

（2）変位応答： 図5にモデル1のケーソンの各点の変位の時刻歴を示す。図5より、水平動は各点とも同一位相で動いている。鉛直動に関しては、各点とも水平動とほぼ同一周期で動いているもののフーチングの動きに位相のずれが見られ、回転の動きを伴うことが分かる。

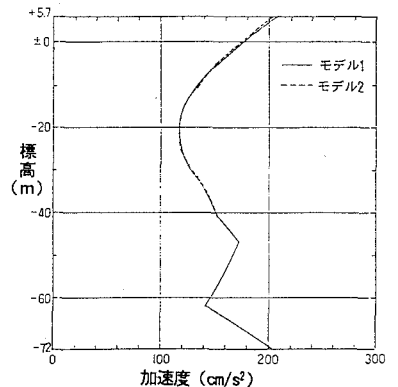


図3 最大加速度分布

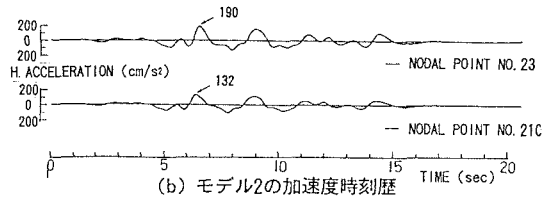
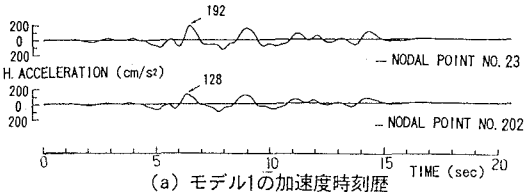


図4 加速度の時刻歴

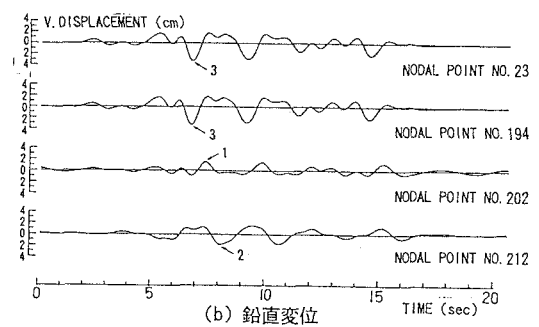
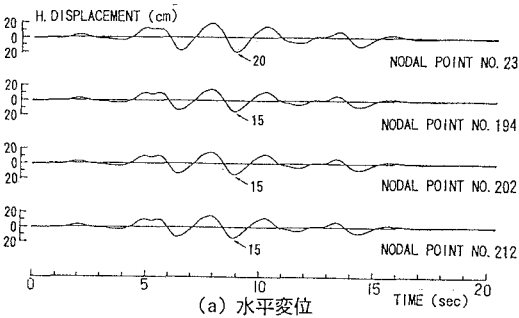


図5 ケーソン各点の変位の時刻歴（モデル1）

次に、図6にモデル1のケーソンが海側に押し出される時（ $t=9.0\text{sec}$ ）の変形状態を示す。

以上より、モデル1の長フーチングを有するケーソンは、水平動を主体に回転の動きを伴いながら周辺地盤と一体で挙動することが分かる。

（3）ケーソンとフーチングの接合部の断面力：

図7にモデル1のフーチング接合部の曲げモーメント（地震動による動的変動分）の時刻歴を示す。図7は、図5の変位時刻歴と極めて良く似ており、断面力は周辺地盤の変形状態の影響を大きく受けることが分かる。また、接合部では、ケーソンの変形状態に対応して、例えばケーソンが海側に動く時に前フーチングは正曲げ、後フーチングは負曲げ状態になり、ケーソンが陸側に動く時はその反対になることが分かる。なお、このフーチング接合部の動的断面力は、特に過大な値とはなっておらず十分設計に用いうるレベルの値である。

4. おわりに

本解析の結果、長フーチングを有するケーソンの振動性状についてはフーチングの短いケーソンと同様に周辺地盤と一体で挙動し、周辺地盤の変形状態に対応してフーチングに発生する断面力は、正負に交番することが確認された。今後は、本ケーソンの耐震性に関してより簡易なモデルで検証する手法について検討を進めたいと考えている。

参考文献 1) 納見ら(1993)：長フーチングを有するハイブリッドケーソンの静的FEM解析，土木学会第48回年次講演会発表予定。2) Lysmer, J. et al. (1975)：FLUSH, EERC75-30。3) 荏司喜博(1983)：大型三軸圧縮試験による捨石材のせん断特性に関する考察，港研報告VOL. 22, NO. 4。

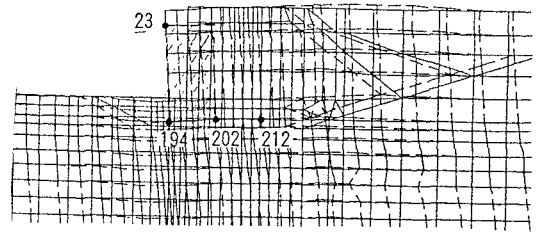


図6 変形図（モデル1， $t=9.0\text{sec}$ ）

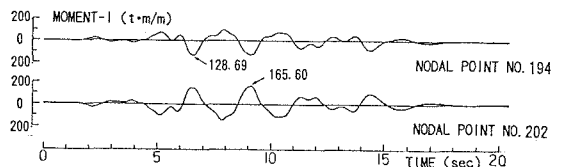


図7 ケーソンとフーチング接合部の曲げモーメントの時刻歴（モデル1）