

I-807

地盤－構造物の動的相互作用における数値解析

(株)大林組 正員 松田 武

(株)大林組 正員 安藤賢一

(株)大林組 正員 河村秀紀

1. はじめに

軟弱地盤を想定して、杭・連壁等で間接支持された矩形構造物と岩盤に直接支持された円筒形構造物の地震時性状を把握するため、想定地震動による地盤－構造物連成系模型振動実験を実施し、数値シミュレーションによって実験結果を解析し、地震応答特性について検討を行ったものである。

2. 解析方法

解析モデルの材料定数および一例として形状寸法を表-1、図-1に示す。本解析では1次元波動論によるSHAKEと有限要素法によるFLUSHの両方の地震応答解析プログラムを用いて解析を行った。

FLUSHのモデル化は2次元平面ひずみ問題として模型中心断面において、地盤はひずみ依存性を考慮して非線形材料としてソリッド要素でモデル化し、構造物は弾性材料として扱いBEAM要素でモデル化した。

解析フローとしては

図-2に示すように個別に地盤と構造物の振動特性を評価し、その2つを組み合わせることによって地盤・構造物連成モデルの振動特性を評価することとした。その際、表-2に示すように6ケースの構造物配置について、

振動実験の再現性を考慮して、各ケース起振時の地震動を入力し、応答への影響を評価することとした。

3. 解析結果

地盤中央位置のフーリエスペクトルについて、SHAKEとFLUSHによる解析値と実験値を比較したものが図-3である。卓越振動数までの領域においてはよく一致し、その位置を越えると実験値に対して線形は一致しているものの両解析ともに小さい値を示している。

図-4、5には、地震動入力時の矩形構造物〔杭基礎〕と矩形構造物〔連壁＋杭基礎〕の最大加速度分布を示した。基礎形式の違いにより加速度応答が全く異なることがわかる。

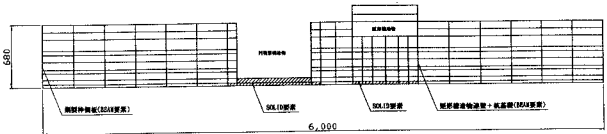


図-1 形状寸法(CASE-4)

表-1 材料定数

	せん断剛性 t/m ²	単位体積重量 t/m ³	減衰定数
地 盤	2,290	1.56	実験による
構造物	1.92×10^5	1.19	0.30

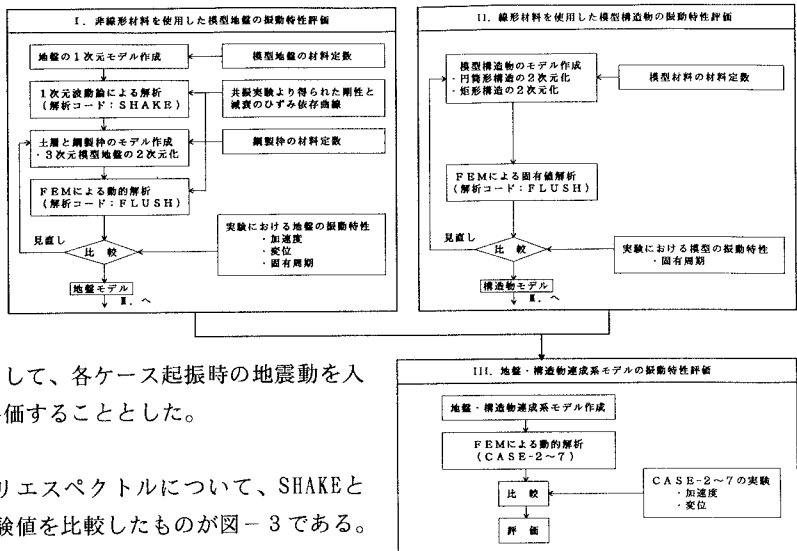


図-2 解析フロー

地震動入力時の図-4に示す矩形構造物〔杭基礎〕と図-6に示す円筒形構造物を連成させたものの最大加速度分布が図-7で、矩形構造物の応答値が円筒形構造物と連成させると430gal程度減少する。

表-2 解析ケース

解析ケース	
CASE-1	地盤のみ
CASE-2	矩形構造物〔杭基礎〕
CASE-3	矩形構造物〔連壁+杭基礎〕
CASE-4	矩形構造物〔連壁+杭基礎〕+円筒形構造物
CASE-5	矩形構造物〔杭基礎〕+円筒形構造物
CASE-6	円筒形構造物のみ

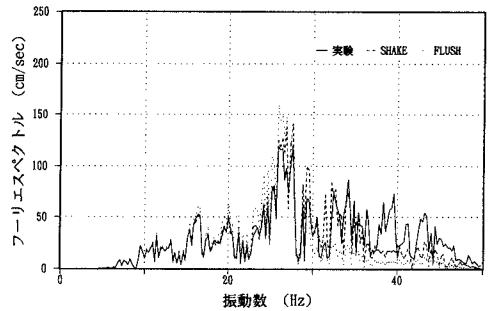


図-3 フーリエスペクトルの比較

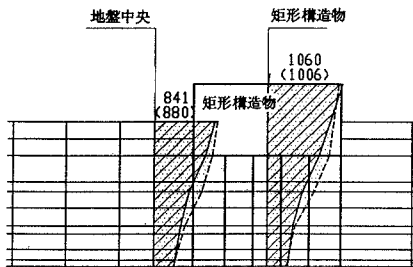


図-4 矩形構造物〔杭基礎〕の最大加速度分布

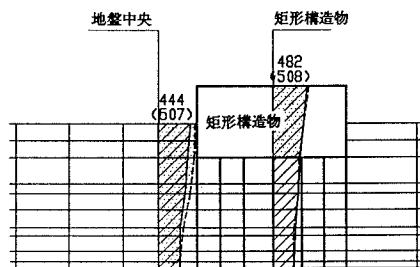


図-5 矩形構造物〔連壁+杭基礎〕の最大加速度分布

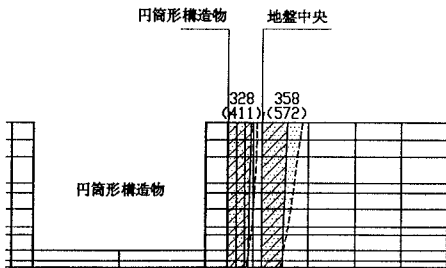


図-6 円筒形構造物の最大加速度分布

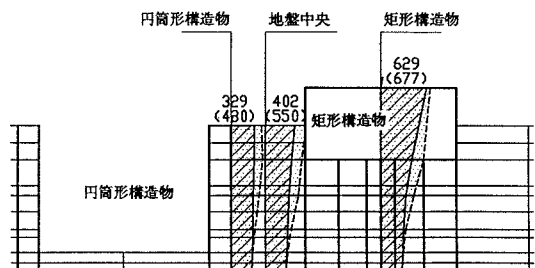


図-7 矩形構造物〔杭基礎〕と円筒形構造物連成系の最大加速度分布

4. まとめ

数値シミュレーションにより実験結果を解析した結果、以下のことが分かった。

- (1) 模型地盤の加速度、変位、固有周期に着目して、非線形性を有する地盤を等価線形解析手法によりSHAKE、FLUSHで再現性のあるモデル化ができた。
- (2) 〔杭基礎〕から〔連壁+杭基礎〕にすることで単体解析において、矩形構造物の加速度応答値が55%低減する。振動実験においては解析で50%低減されており、解析とほぼ一致した。
- (3) 構造物を連成させた場合、矩形構造物〔杭基礎〕では40%加速度応答値が低減されるが矩形構造物〔連壁+杭基礎〕の場合は19%低減されるのみである。また、円筒形構造物は連成による影響はほとんどなく、振動実験においてもほぼ同様の傾向を示している。
- (4) 矩形構造物と円筒形構造物は同位相で挙動し、矩形構造物の基礎構造の違いによる〔杭基礎〕の相対変位は、〔連壁+杭基礎〕の解析で5倍、振動実験で3倍の変位となった。