

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又は防護上の観点から  
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-766 改2
提出年月日	平成30年9月28日

V-5-60 計算機プログラム（解析コード）の概要・SuperFLUSH/3D

## 目次

1.	はじめに	1
1.1	使用状況一覧	2
2.	SuperFLUSH/3D の概要	3
3.	SuperFLUSH/3Dの解析手法について	4
3.1	一般事項	4
3.2	計算機プログラムの特徴	4
3.3	解析手法	5

## 1. はじめに

本資料は、添付書類において使用した計算機プログラム（計算機プログラム）SuperFLUSH/3D について説明するものである。

本計算機プログラムを使用した添付書類を示す使用状況一覧、計算機プログラムの概要を以降に記載する。

### 1.1 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
V-2-11-2-13	サービス建屋の耐震性についての計算書	VER. 3.0A01

## 2. SuperFLUSH/3D の概要

項目	コード名 SuperFLUSH/3D
使用目的	群杭基礎の動的地盤ばねの算出
開発機関	構造計画研究所
開発時期	1995年
使用したバージョン	VER. 3. 0A01
コードの概要	SuperFLUSH/3D (以下「本解析コード」という。) は、3次元地盤－構造物連成系モデルの動的相互作用問題をサブストラクチャー法に基づいて解析するプログラムである。なお、本解析コードは、汎用解析コードである。
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>本解析コードは、サービス建屋の水平方向の地震応答解析における質点系地盤連成モデルの地盤ばねを評価するために使用している。</p> <p>【検証(Verification)】</p> <p>本計算機プログラムの検証の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本解析コードを用いて評価した単杭もしくは群杭基礎の地盤ばねが公開文献*の結果と良い一致を示すことを確認している。</li> <li>・動作環境を満足する計算機にインストールして使用している。</li> </ul> <p>※入門・建物と地盤との動的相互作用, (社) 日本建築学会, pp. 174-175, 1996. 4, 第1版第1刷</p> <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本計算機プログラムの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・検証の内容のとおり, 群杭基礎の地盤ばねについて検証していることから, 解析の目的に照らして今回の解析に適用することは妥当である。</li> </ul>

### 3. SuperFLUSH/3Dの解析手法について

#### 3.1 一般事項

SuperFLUSH/3Dは、3次元地盤－構造物連成系モデルの動的相互作用問題をサブストラクチャー法に基づいて解析するプログラムである。SuperFLUSH/3Dは、サービス建屋の地震応答解析を行う際に群杭基礎の地盤ばねの評価に使用している。

#### 3.2 計算機プログラムの特徴

SuperFLUSH/3Dの主な特徴を以下に示す。

- ・地盤は3次元薄層要素法による成層自由地盤とする。
- ・杭配置は任意に設定できる。
- ・単杭もしくは群杭基礎の地盤ばねを算定できる。

### 3.3 解析手法

#### 3.1.1 解析理論

水平成層な半無限地盤内に群杭が存在する場合を考える。群杭全体系の運動方程式は次式で表わされる。

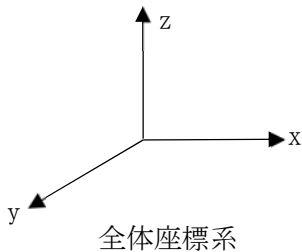
$$\{P\} = [S] \{u\} \quad (\text{式-1})$$

$$[S] = [K_p] - [K_p^G] + [A(i\omega)]^{-1} - \omega^2([M_p] - [M_p^G]) \quad (\text{式-2})$$

ここで、

- $\{P\}$  : 杭の任意節点における節点加振力ベクトル (図2-1)
- $\{u\}$  : 杭の任意節点における節点変位ベクトル (図2-1)
- $[K_p]$  : 杭の剛性マトリックス
- $[M_p]$  : 杭の質量マトリックス
- $[K_p^G]$  : 杭と同体積土柱の排土剛性マトリックス
- $[M_p^G]$  : 杭と同体積土柱の排土質量マトリックス
- $[A(i\omega)]$  : 杭間の連成効果を表す影響係数マトリックス
- $\omega$  : 加振円振動数

座標系と節点自由度を図2-1に示す。



- $\delta_{xi}$  : i点のx方向変位
- $\phi_{xi}$  : i点のx軸回りの回転角
- $\delta_{yi}$  : i点のy方向変位
- $\phi_{yi}$  : i点のy軸回りの回転角
- $\delta_{zi}$  : i点のz方向変位
- $\phi_{zi}$  : i点のz軸回りの回転角

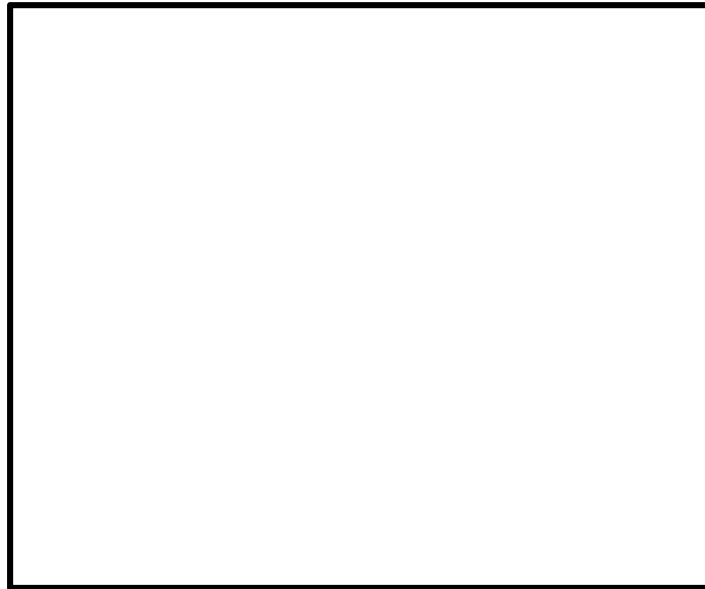


図2-1 座標系と節点自由度

(4) 解析フローチャート

解析フローチャートを図2-2に示す。

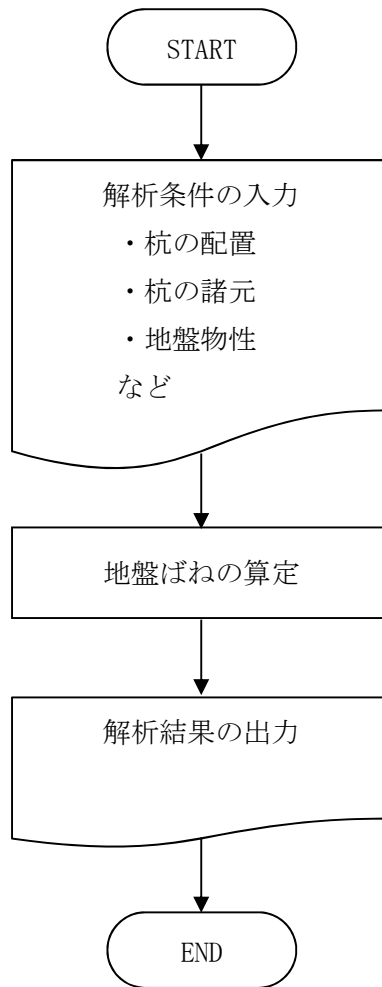


図2-2 解析フローチャート



(5) 検証(Verification)及び妥当性確認(Validation)

a. 文献との比較による検証

公開文献<sup>(文献1)</sup>に記載されている図2-3に示す単杭もしくは群杭基礎の地盤ばねの評価結果を再現し、公開論文に記載されている結果との比較を行う。

地盤ばねの比較結果を図2-4に示す。

図より、SuperFLUSH/3Dの結果は公開文献に記載されている結果と良い一致を示しており、SuperFLUSH/3Dが単杭もしくは群杭基礎の地盤ばねを正しく評価していることが確認できる。

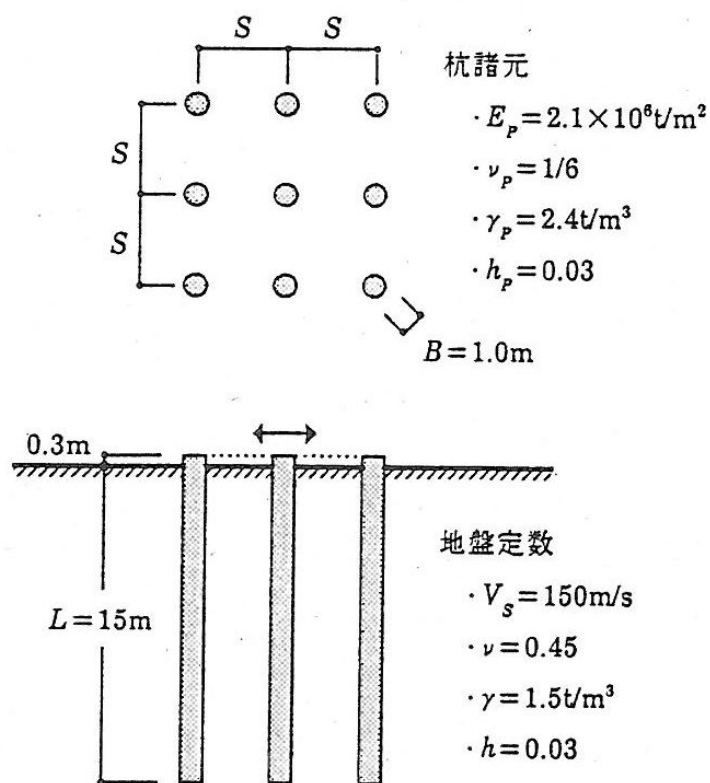
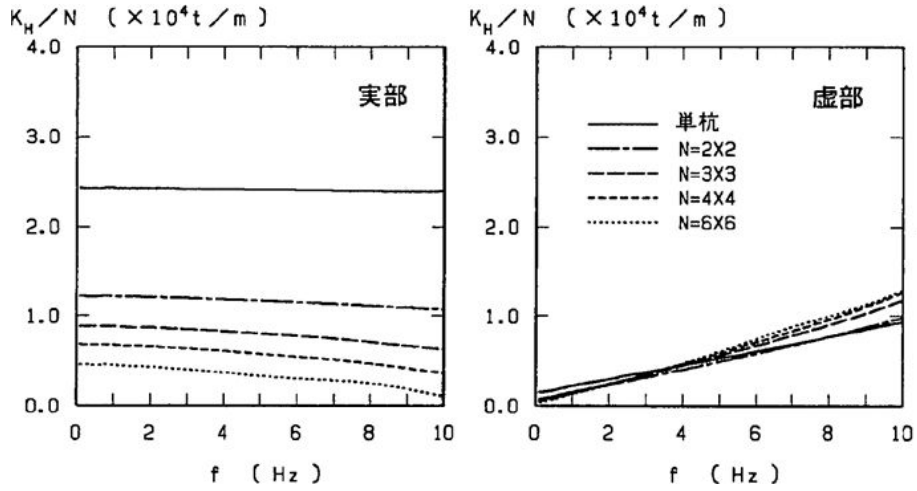
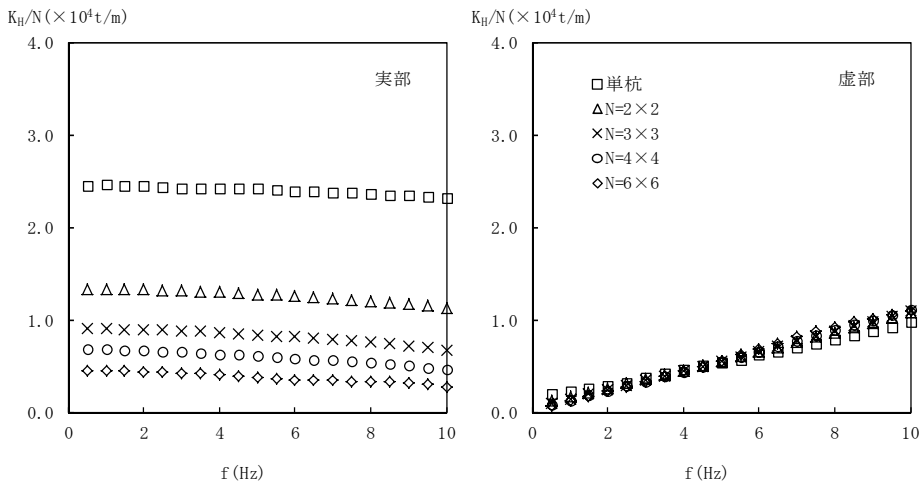


図2-3 解析モデル及び解析諸元

文献1：入門・建物と地盤との動的相互作用，（社）日本建築学会，pp.174-175，1996.4，第1版  
第1刷



(a) 公開文献



(b) SuperFLUSH/3D

図2-4 解析結果の比較

b. 使用内容に対する妥当性

サービス建屋の地震応答解析における地盤ばねの算定にSuperFLUSH/3Dを使用することは、次のとおり、本解析の適用範囲に対して検証されており、妥当である。

- ・ 検証の内容のとおり、群杭基礎の地盤ばねについて検証していることから、解析の目的に照らして今回の解析に使用することは妥当である。