

東海第二発電所	工事計画審査資料
資料番号	工認-751 改1
提出年月日	平成30年8月29日

V-5-16 計算機プログラム（解析コード）の概要・NVK463

## 目次

1. はじめに	1
1.1 使用状況一覧	2
2. 解析コードの概要	3
3. NVK463の解析手法について	4
3.1 一般事項	4
3.2 解析コードの特徴	4
3.3 解析手法	4
3.4 解析フローチャート	6
3.5 検証(Verification)及び妥当性確認(Validation)	7

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（解析コード）NVK463について説明するものである。

本解析コードを使用した添付書類を示す使用状況一覧、解析コード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-2-2-1	原子炉建屋の地震応答計算書	Ver. 1.0
V-2-11-2-11	タービン建屋の耐震性についての計算書	Ver. 1.0

## 2. 解析コードの概要

項目	コード名 NVK463
使用目的	水平方向の地震応答解析モデルにおける側面地盤ばねの算定
開発機関	清水建設株式会社
開発時期	1985年
使用したバージョン	Ver. 1.0
コードの概要	NVK463は、Novakの論文※に基づき、水平、上下、回転及びねじれに対する地盤の複素ばね剛性を振動数領域で計算するプログラムである。
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>NVK463は、原子炉建屋及びタービン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建屋埋込み部分の側面地盤ばねを評価するために使用している。</p> <p><b>【検証(Verification)】</b> 本解析コードの検証の内容は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・NVK463を用いて評価した建屋側面地盤の水平ばねがNovakの論文の結果とよく一致する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><b>【妥当性確認(Validation)】</b> 本解析コードの妥当性確認の内容は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・検証の内容のとおり、建屋側面地盤の水平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> <li>・原子炉建屋及びタービン建屋の地震応答解析における側面地盤ばねの算定にNVK463を使用することは、本解析の適用範囲に対して検証されており、妥当である。</li> </ul>

※Milos Novak et al. : Dynamic Soil Reaction for Plane Strain Case, Proc. ASCE, Vol. 104, No. EM4 pp. 953-959, 1978

### 3. NVK463の解析手法について

#### 3.1 一般事項

NVK463は、Novakの論文\*に基づき、水平、上下、回転及びねじれに対する地盤の複素ばね剛性を振動数領域で計算するプログラムである。NVK463は、原子炉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建屋埋込み部分の側面地盤ばねを評価するために使用している。

#### 3.2 解析コードの特徴

NVK463の主な特徴を以下に示す。

- ・平面ひずみを仮定した全無限地盤にある円形基礎の側面地盤ばねを算定できる。
- ・円形基礎は剛体として扱う。

#### 3.3 解析手法

円形基礎の側面と接する地盤に対する水平、上下、回転及びねじれ加振した場合の力-変形関係から建屋の側面地盤ばねを算定する方法である。

今回評価対象とした建屋側面地盤の水平ばねは、0次と1次の変形ベッセル関数を用いて、以下の式で評価される。

$$K_u^j = -\pi H_j G_j a_0^2 \frac{4K_1(b_0^*) K_1(a_0^*) + a_0^* K_1(b_0^*) K_0(a_0^*) + b_0^* K_0(b_0^*) K_1(a_0^*)}{b_0^* K_0(b_0^*) K_1(a_0^*) + a_0^* K_1(b_0^*) K_0(a_0^*) + b_0^* a_0^* K_0(b_0^*) K_0(a_0^*)} \quad (3.3-1)$$

ここで、

$\pi$  : 円周率

$H_j$  : 建物質点 j の支配高さ

$G_j$  : 建物質点 j の支配高さにおける地下部外壁に接する地盤のせん断弾性係数

$a_0 = \omega r_0 / V_s$  (等価円置換の無次元振動数)

$r_0 = \sqrt{B_x B_y / \pi}$  (等価円半径)

$\omega$  : 円振動数

$V_s$  : 地下部外壁に接する地盤のS波速度

$B_x, B_y$  : 建物の辺長

$K_0(), K_1()$  : それぞれ0次と1次の変形ベッセル関数

$$a_0^* = \frac{a_0}{\sqrt{1 + i \cdot 2h_j}} \cdot i, \quad b_0^* = a_0^* / \eta_j, \quad \eta_j = \sqrt{2(1 - \nu_j) / (1 - 2\nu_j)}$$

$h_j, \nu_j$  : 地下部外壁に接する地盤のそれぞれ減衰定数とポアソン比

### 3.4 解析フローチャート

解析フローチャートを図3.4-1に示す。

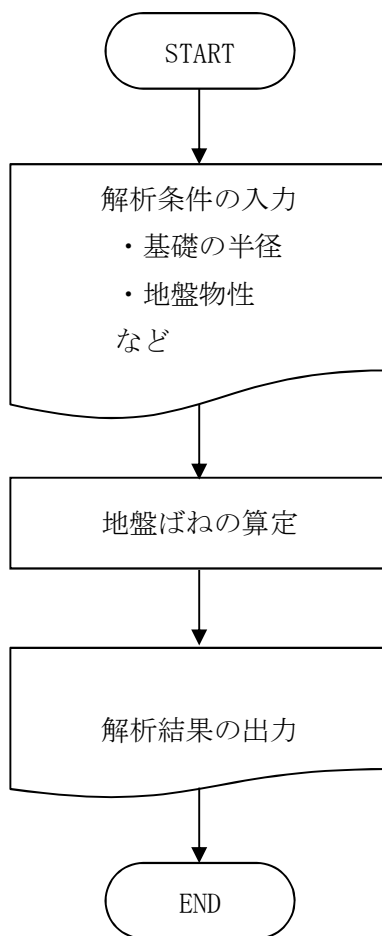


図3.4-1 解析フローチャート



### 3.5 検証(Verification)及び妥当性確認(Validation)

#### a. 文献との比較による検証

Novakの論文に記載されている水平ばねの評価結果を再現し、Novakの論文に記載されている結果との比較を行う。

NVK463での解析条件は以下とする。

- ・地盤のポアソン比は0.25, 0.40, 0.499の3ケースとする。
- ・地盤の材料減衰定数は0.00, 0.05, 0.10の3ケースとする。

水平ばねの比較結果を図3.5-1に示す。

図より、NVK463の結果はNovakの論文による結果と良い一致を示しており、NVK463が建屋側面地盤の水平ばねを正しく評価していることが確認できる。

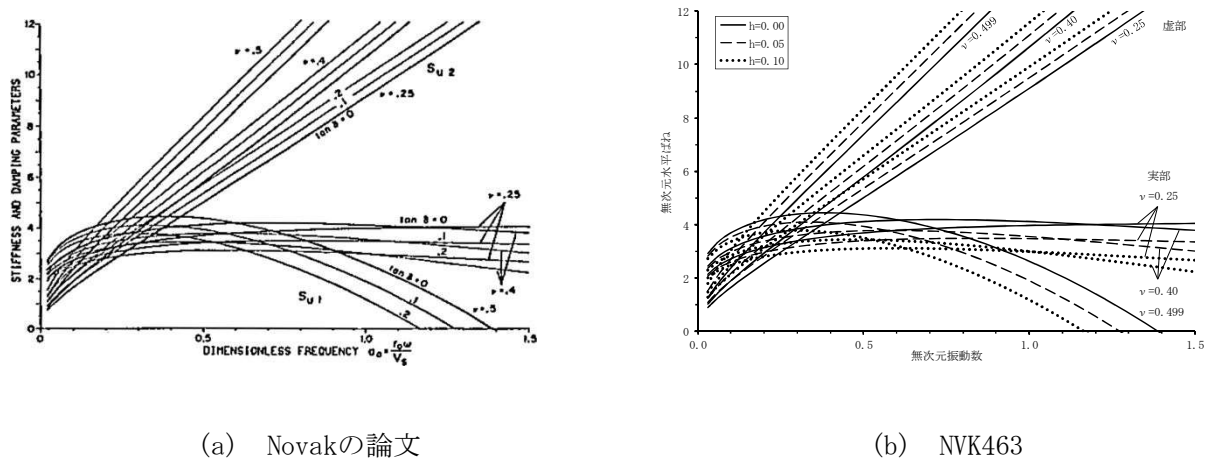


図3.5-1 解析結果の比較 (水平ばね)

#### b. 使用内容に対する妥当性

原子炉建屋の地震応答解析における側面地盤ばねの算定にNVK463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、側面地盤の水平ばねの算定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。