

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-1110 改0
提出年月日	平成30年10月1日

V-5-67 計算機プログラム（解析コード）の概要・TSUNAMI-S1D

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. TSUNAMI-S1Dの解析手法について	4
3.1 解析コードの特徴	4
3.2 解析手法	5
3.3 解析フローチャート	6
3.4 検証 (Verification) と妥当性確認 (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）TSUNAMI-S1D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-1-1-2-2-4	入力津波による津波防護対象設備への影響評価	Ver.7

2. 解析コードの概要

項目	コード名 TSUNAMI-S1D
使用目的	管路内の津波砂移動解析
開発機関	東電設計株式会社
開発時期	2015年
使用したバージョン	Ver. 7
コードの概要	<p>TSUNAMI-S1D は、管路内の砂移動解析を行う解析コードで、主な特徴は下記の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・津波砂移動解析コードTSUNAMI-Sに管路内における砂移動解析機能を追加したプログラムである。 ・管路内の水理応答解析コードSURGEによる解析結果を入力として管路内の津波による砂移動解析が可能である。
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>TSUNAMI-S1Dは、非常用海水ポンプ、緊急用海水ポンプの設計に使用されている。</p> <p>【検証 (Verification)】</p> <p>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"> ・本解析コードによる水位の解析結果が実験結果と一致することにより、水理応答解析コード SURGE の出力結果が適切に入力されていることを確認している。 ・本解析コードを用いて管路内の砂移動実験の再現計算を行い、解（浮遊砂濃度）が実験と概ね一致することを確認している。 ・本解析コードの運用環境について、要件を満足していることを確認している。 <p>【妥当性確認 (Validation)】</p> <p>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"> ・検証の内容の通り、浮遊砂濃度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。 ・なお、日本国内の原子力施設の設置変更認可申請における解析に使用された実績がある。 ・本工事計画における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。

3. TSUNAMI-S1Dの解析手法について

3.1 解析コードの特徴

本解析コードは、管路内の砂移動解析を行う解析コードであり、主な特徴は以下の通りである。

- ①津波砂移動解析コードTSUNAMI-Sに管路内における砂移動解析機能を追加したプログラムである。
- ②管路内の水理応答解析コードSURGEによる解析結果を入力として管路内の津波による砂移動解析が可能である。

3.2 解析手法

本解析コードはTSUNAMI-Sの機能追加版のため、ここでは追加機能の管路内の砂移動解析についてのみ記述する。

管路内の砂移動計算は流体層と砂層に分けて行う。流体層は別途実施する管路内の水理応答解析コードSURGEによる1次元計算結果を用い、砂層はTSUNAMI-Sにより1次元海底地形変化計算を行う。砂層の地形変化計算では、流砂量式と砂の連続式を解く。流砂量式では流体層から受け渡された底面せん断応力を用いて、流砂量を見積もっている。砂の連続式では、見積もられた流砂量から海底地形変化を求め、海底地形を更新する。

	高橋ほか(1999)モデル
流砂量連続式	$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{1}{1-\lambda} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{E-S}{\sigma} \right) = 0$
浮遊砂濃度連続式	$\frac{\partial(C_s D)}{\partial t} + \frac{\partial(MC_s)}{\partial x} - \frac{E-S}{\sigma} = 0$
流砂量式	$Q = 21\tau^{1.5} \sqrt{sgd^3}$
巻き上げ量の算定式	$E = 0.012\tau^2 \sqrt{sgd} \cdot \sigma$
沈降量の算定式	$S = wC_s \cdot \sigma$
摩擦速度の計算式	マニング則より算出 $u_* = \sqrt{gn^2 U U / D^{1/3}}$

ここで、

Z : 水深変化量(m), t : 時間(s), x : 平面座標, Q : 単位幅, 単位時間当たりの掃流砂量 ($m^3/s/m$),
 τ : シールズ数, σ : 砂の密度, $s: \sigma/\rho - 1$, d : 砂の粒径(中央粒径), g : 重力加速度 (m/s^2),
 ρ : 海水の密度 (g/cm^3), U : 流速 (m/s), D : 全水深 (m), $M: U \times D (m^2/s)$, λ : 空隙率,
 n : Manningの粗度係数, w : 土粒子の沈降速度 (Rubey式より算出) (m/s)
 C_s : 浮遊砂体積濃度 (浮遊砂濃度連続式より算出) (kg/m^3)

3.3 解析フローチャート

解析フローチャートを図3に示す。

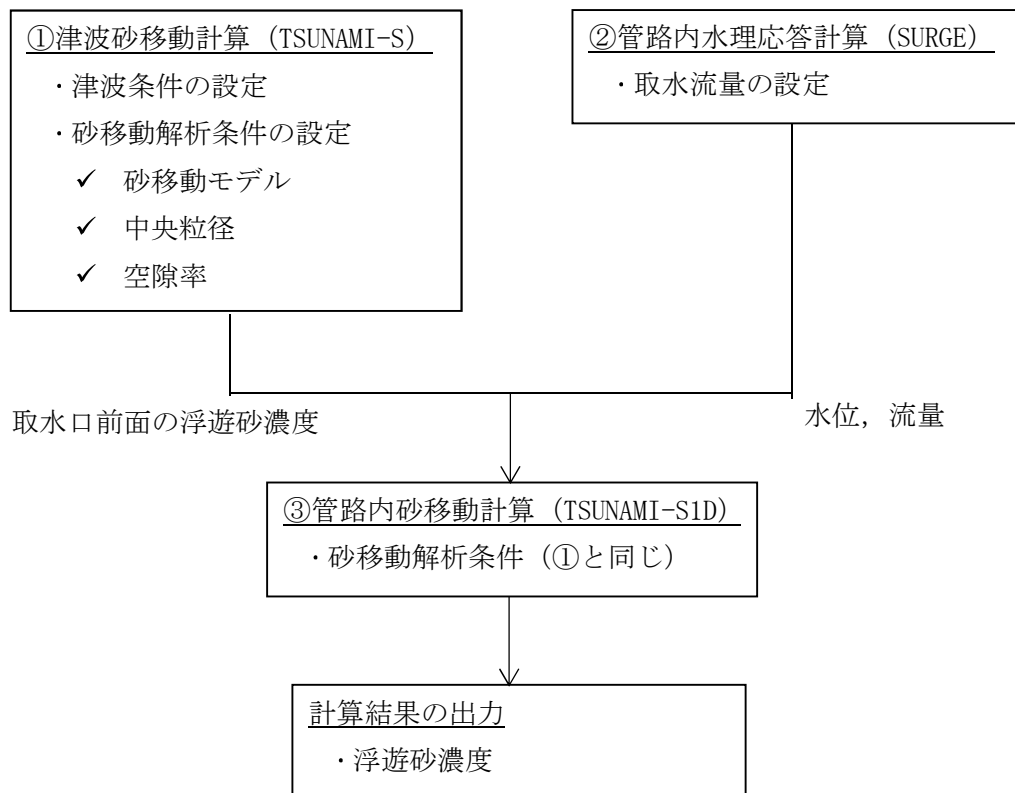


図3 解析フローチャート

3.4 検証 (Verification) と妥当性確認 (Validation)

a. 検証 (Verification)

(a) 検証方法

管路内の砂移動実験の再現計算を行い、浮遊砂濃度について計算結果と実験結果を比較し、一致することを検証する。

(b) 検証条件

取水口からポンプ室までをモデル化し、取水口前面で計測された浮遊砂濃度を入力条件とする。解析条件及び解析モデルを図4に示す。

(c) 検証結果

本解析コード (図5) の計算結果は、実験結果 (図6) と概ね一致しており、本計算機コードが正しく評価していることが検証できる。

(解析条件)

取水路：幅0.25m、高さ0.2m

取水路延長距離：5m

取水槽平面積：0.875m²

取水路のマニングの粗度係数：0.007

ポンプ取水：16L/s

計算時間間隔：0.01秒

空間格子間隔：0.1m

境界水位：実験で計測された取水口水位を入力

境界濃度：実験で計測された取水口濃度を入力

砂の粒径：0.08mm

空隙率：0.4

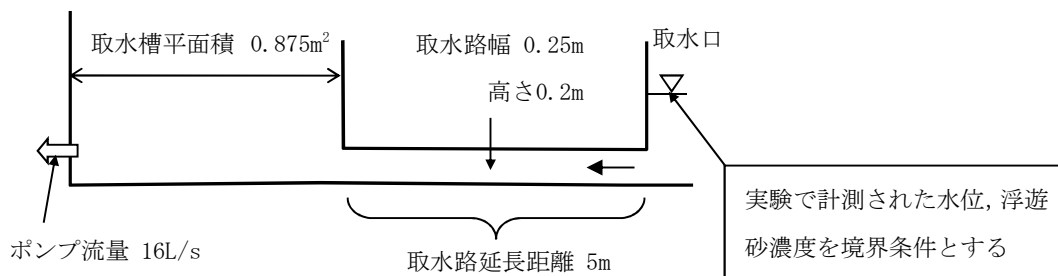


図4 解析条件及び解析モデル

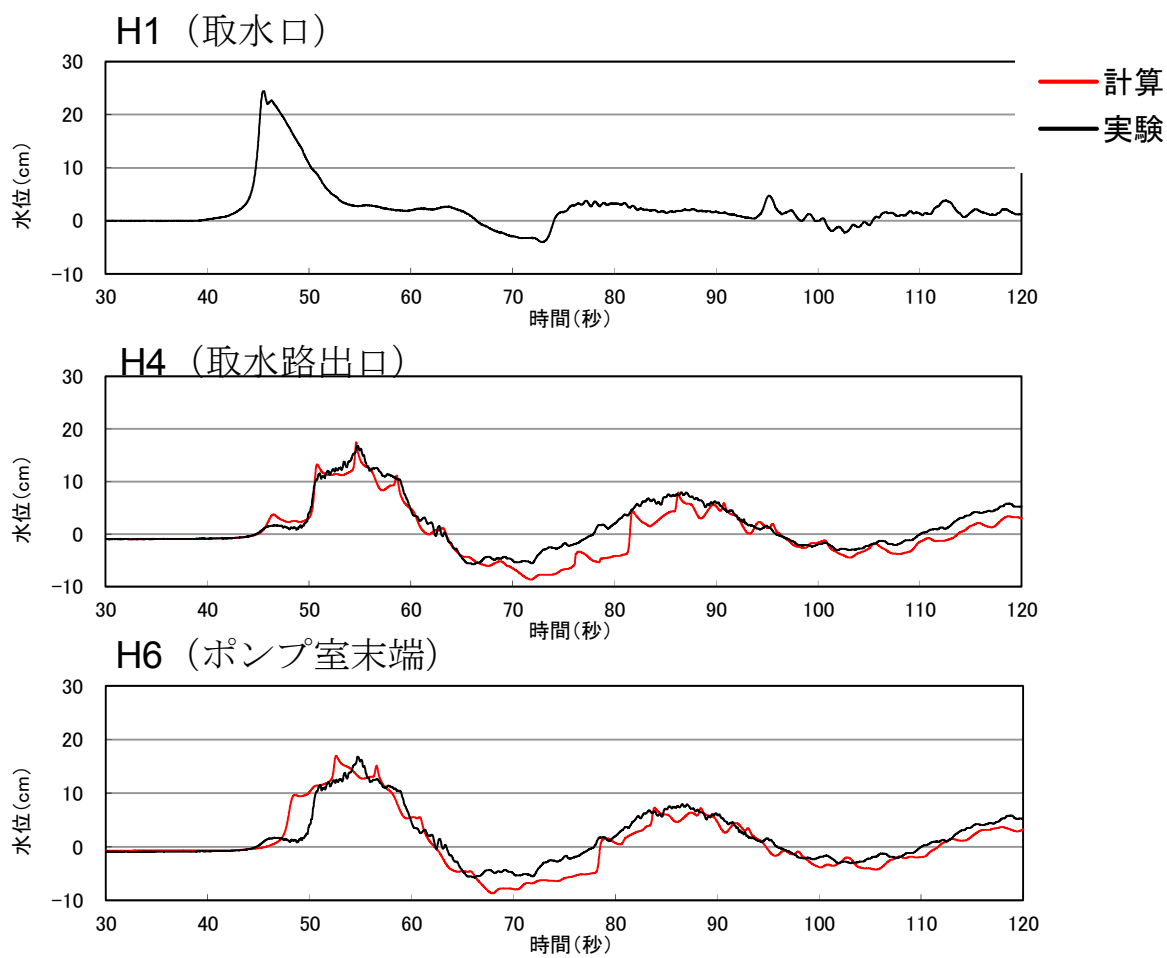


図5 水位の計算結果と実験結果の比較

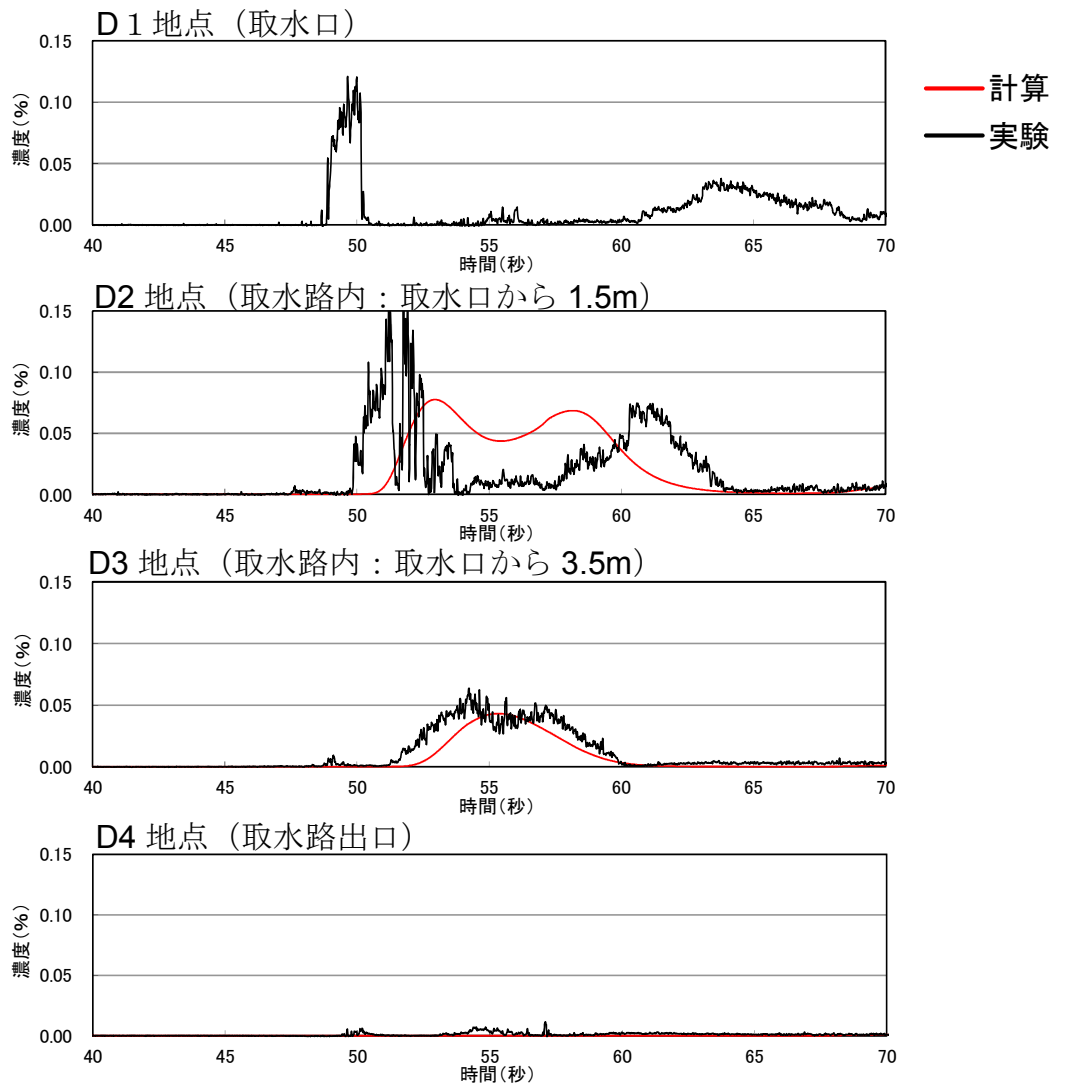


図6 浮遊砂濃度の計算結果と実験結果の比較

b. 妥当性確認 (Validation)

非常用海水ポンプ，緊急用海水ポンプの設計にTSUNAMI-S1Dを使用することは，次の通り
検証されており，妥当である。

- ・ 検証の内容の通り，浮遊砂濃度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。