

液状化による堤防の沈下量簡易推定法

— 説明書 —

1. 推定法の概要

各種パラメータ（堤防高さ、のり勾配、表層非液状化層厚、液状化層厚、液状化層の繰返し三軸強度比、水平震度、拘束圧補正）を変化させ、有限要素法を用いた自重変形解析法により算出しておいた沈下量を補間することにより、任意のパラメータにおける沈下量を簡易に算出するものである。

2. 有限要素法を用いた自重変形解析法により算出した沈下量

(1) 自重変形解析による沈下量算出方法

ここでは、ALID win.Ver.5.3（地盤ソフト工房）を用いた。

モデルは、下図のとおり、堤体と基礎地盤、それぞれ 1 層から成る単純なもので、堤体と基礎地盤に与えた物性値は、表-1 のとおりである。

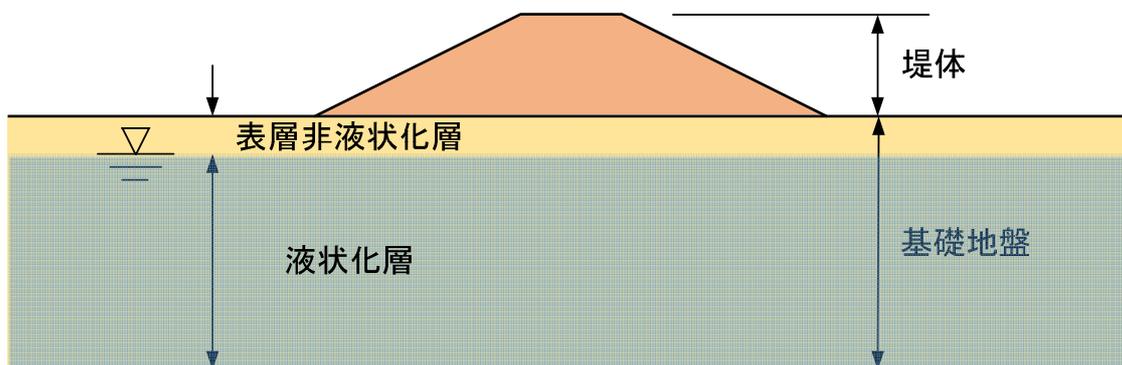


図-1. 計算モデルの模式図

基礎地盤の中に地下水位が存在する場合には、地下水位以深が液状化層となり、以浅が表層非液状化層で、堤体と同じ物性となる。

初期応力解析（基礎地盤）、初期応力解析（堤体）、液状化流動解析の順に解析を行い、液状化流動解析後の堤防天端の全節点の鉛直変位量の平均値を沈下量とした。

メッシュは、下図のような規則に従って作成したものを使用した。下図の左右端部には

表-2. 各種パラメータの値

堤防高さ	のり勾配	表層非液状化層厚	液状化層厚	繰返し三軸強度比	地表面水平震度	拘束圧補正
2.5m	1.5 割	0.0m	2.5m	0.150	タイプ I	有
5.0m	2.0 割	0.5m	5.0m	0.175	0.2	無
7.5m	3.0 割	1.0m	7.5m	0.200	0.3	
10.0m	4.0 割	1.5m	10.0m	0.225	0.4	
12.5m		2.0m	12.5m	0.250	0.5	
		3.0m	15.0m	0.275	0.6	
		4.0m	17.5m	0.300	タイプ II	
			20.0m	0.350	0.4	
				0.400	0.5	
					0.6	
					0.7	
					0.8	

3. 補間による沈下量算出方法

堤防高さ、のり勾配、液状化層厚、表層非液状化層厚、液状化層の繰返し三軸強度比、水平震度の 6 つのパラメータに対してそれぞれ線形補間を行うことにより沈下量を算出する。なお、地震動種別は場合分け処理している。

簡単のため、パラメータが 2 つの場合で説明する (図-3)。パラメータ A が V_a 、パラメータ B が V_b の場合の沈下量を求めたいとする。この (V_a, V_b) は、沈下量が自重変形解析で算出された (V_{a0}, V_{b0}) 、 (V_{a1}, V_{b0}) 、 (V_{a0}, V_{b1}) 、 (V_{a1}, V_{b1}) の 4 つの点に囲まれた範囲の中にある。

まず、 (V_{a0}, V_{b0}) 、 (V_{a1}, V_{b0}) の沈下量を線形補間し、 (V_a, V_{b0}) の沈下量を算出する。同様に、 (V_{a0}, V_{b1}) 、 (V_{a1}, V_{b1}) の沈下量を線形補間し、 (V_a, V_{b1}) の沈下量を算出する。

次に、先ほど求めた (V_a, V_{b0}) と (V_a, V_{b1}) の沈下量を線形補間し、 (V_a, V_b) の沈下量を算出する。

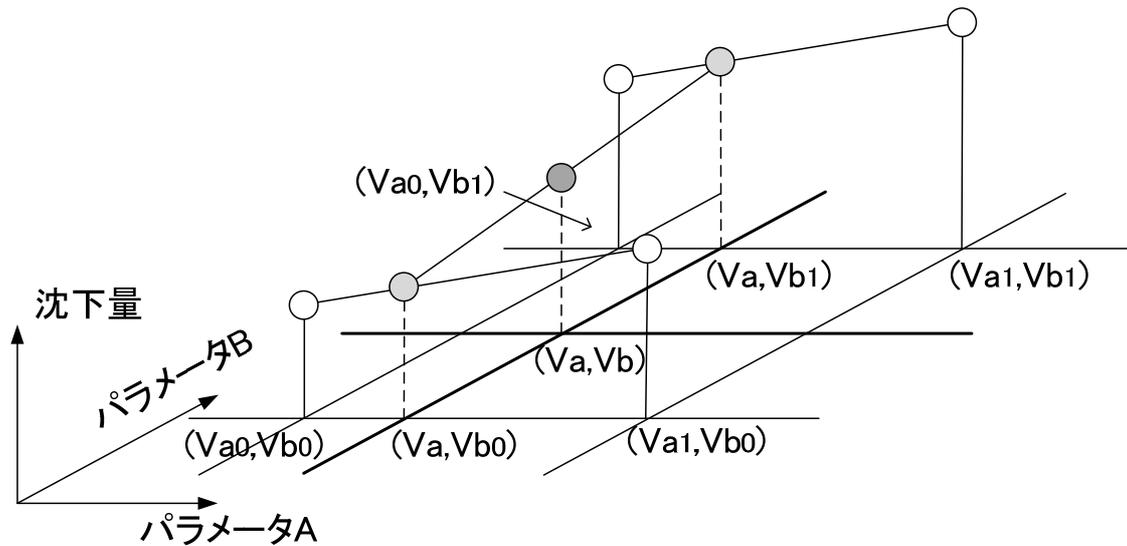


図-3. 2つのパラメータの線形補間のイメージ

パラメータが3つ以上の場合も、2つの場合と同様に、線形補間を繰り返すことにより任意のパラメータの沈下量を算出することが可能である。

4. 例外処理

(1) 計算による沈下量が堤防高さの75%を超える場合

これまでの堤防の地震による被害において、堤防高さの75%を上回る沈下は生じていないが、計算では堤防高さの75%を超える沈下量が算出される場合がある。

そこで、補間した後の沈下量が堤防高さの75%を超えている場合には、75%に相当する沈下量を出力することとした。

(2) 地盤の複雑さに係る補正

本手法における計算モデルは単純なものであるが、実際にはこれより複雑な場合がほとんどである。そのため、本手法で得られた推定沈下量と実際の断面で計算を行った結果得られる沈下量は、乖離する場合がある。このような地盤の複雑さに起因した誤差を補正するために、従来の拘束圧補正が導入される前の計算による沈下量（従来沈下量）を利用し、以下の式により沈下量を求める。少しでも乖離を抑制するという趣旨での補正である。

$$S_{co} = S_{old} \times \frac{S_{on}}{S_{off}}$$

ここに、

S_{co} ：従来沈下量を入力した場合の補正後の本手法の推定沈下量

S_{old} ：従来の拘束圧補正が導入される前の有限要素法を用いた自重変形解析による沈下

量（従来沈下量）

S_{on} ：拘束圧補正有の場合の本手法の推定沈下量

S_{off} ：拘束圧補正無の場合の本手法の推定沈下量

同じ断面でも従来沈下量を求めた時と条件が変わっている場合は注意が必要である。例えば、嵩上げによって堤防高さが変わっているや水平震度に変更になった場合である。このような場合には、従来沈下量を求めた時の条件を設定しないと地盤の複雑さの補正にならず、補正の趣旨が分からなくなってしまう。補正の趣旨をよく理解した上で、利用して頂く必要がある。

従来沈下量を入力しなければ、拘束補正有の結果（ S_{on} ）が出力される。

5. プログラム

ここまで説明した方法で沈下量を簡易に推定するプログラムをエクセルマクロ有効ブック形式ファイルで提供します。

「簡易推定」シートの所定のセルに、堤防高さ、のり勾配、表層非液状化層厚、液状化層厚、液状化層の繰返し三軸強度比、地震動種別、水平震度の 7 つのパラメータを①～⑦の列に入力し、「沈下量等算出」ボタンを押すと、沈下量・沈下率が表示されます。

同時に 15 断面・条件の算出が可能で、①～⑦の全てのデータが揃っている行で沈下量・沈下率が算出されます。

⑧列の従来沈下量はオプションで入力しても、しなくても沈下量・沈下率が算出されますが、値は違うものとなります。入力した場合には、4.（2）で説明した補正後沈下量（ S_{co} ）と対応する沈下率が算出される。入力しない場合には、単純に補間しただけの沈下量（4.（2）の S_{on} ）が算出される。

簡易なモデル断面の解析結果を利用した簡易な推定手法であり、精度も方法に応じたものでしかないことをよくご理解ください。

5. プログラムの著作権と使用許諾条件

配布するファイル（本著作物）は、広く活用していただくことを目的として無償にて配布いたしますが、著作権は（国研）土木研究所が保有しています。「使用権許諾書」の条項を全て理解し、同意された場合に、使用することができます。

使用許諾条件：

- ・通知することなく随時本使用許諾条件を変更する権利を著作権者が有すること。
- ・本著作物の複製、頒布、譲渡、貸与または改変をしないこと。
- ・本著作物を利用した結果を公表または展示する場合は、本著作物を利用したことを明示

すること。

- 本著作物の利用結果を他の者にサービスとして提供する場合は、本著作物自体の使用料について課金をしないこと。
- 本著作物の使用によって生じる、直接・間接を含むいかなる損害に対しても、著作権者が一切責任を負わないことに同意すること。

6. 連絡窓口

(国研) 土木研究所 地質・地盤研究グループ 土質・振動チーム

主任研究員 石原 雅規

所在地 : 〒305-0035 茨城県つくば市南原1-6

電話番号 : 029-879-6771

メール : doshitsu@pwri.go.jp

※2020/5/25 時点の連絡先です

最新の連絡先は、HPでご確認ください。