

自然堆積地盤の 1 次元および 2 次元圧密挙動

学 籍 番 号 23413513 氏 名 井 上 和 香 奈

指 導 教 員 名 Hossain Md. Shahin

1 はじめに

自然堆積粘土は長年の堆積課程により過圧密、構造、時間効果といった影響を受けている。そのため正規圧密粘土とは異なる挙動を示す。これらの影響を統一的に表現するため、本論文では密度、ボンディング、時間の3つの効果を考慮した構成モデルを用いて1次元および2次元の圧密解析を行い、各モデルの特性を把握する。

2 密度・ボンディング・時間効果特性を考慮した1次元弾塑性モデル

本解析では土の諸特性を統一的な見方で考慮するため、一般的な正規圧密土の  $e \ln \sigma$  関係に、密度効果を  $G(\rho)$ 、ボンディング効果を  $Q(\omega)$ 、時間効果を  $(-\dot{e})^p$  として導入した式(1)を用いて行う。

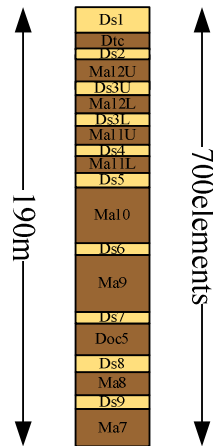
$$d(-e) = d(-e)^p + d(-e)^e$$

$$= \left( \frac{\lambda - \kappa}{1 + G(\rho) + Q(\omega)} + \kappa \right) \frac{1}{\sigma} d\sigma + \frac{(-\dot{e})^p}{1 + G(\rho) + Q(\omega)} dt \quad \dots(1)$$

この式は応力  $\sigma$  を多次元応力  $\sigma_{ij}$  のスカラー関数で与え、流れ則を仮定するだけで多次元モデルに拡張することができる。詳しくは参考文献[1]を参考にされたい。

3 関西国際空港下の海底地盤における1次元有限要素解析

解析の対象とする地盤は、関西国際空港の2期島直下の大阪湾海底地盤の中でも、上部洪積層と呼ばれる層である。上部洪積層は図1に示すように砂層のDs層と粘土層のMa層が交互に堆積している。このDs1層(-43.87m)からMa7層(-233.87m)まで190mを粘土層は0.2m間隔、砂層は各層で適宜区切り合計700要素に分け解析を行った。



洪積層より上部の沖積層は地盤改良により大きな沈下が生じないと考え、沖積層の自重はプレロードとして与えている。解析にあたり、関西国際空港2期島の建設を想定し経時的に盛土を行った。盛土は接点に荷重をかけることで模擬することとした。排水条件は上下排水である。検討項目は飽和度、透水係数、時間効果とあるが、今回は透水係数について述べる。

パラメータの設定

解析に用いるパラメータはサンプリング試料による要素試験結果をもとに要素解析を行うことで設定を行った。要素試験結果を図2に、設定したパラメータを表1に示す。

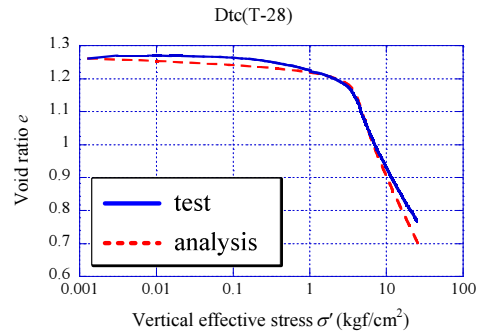


図2：要素解析結果

表1：解析パラメータ

Layer	$\lambda$	$\kappa$	N	k [m/day]	$\gamma_{sat}$ [tf/m <sup>3</sup> ]
Dtc	0.1926	0.001	1.311	1.92E-05	1.839
Test No.	$e_0$	$\omega_0$	a	b	
T-28	1.262	1.7	50	5	

飽和度の検討

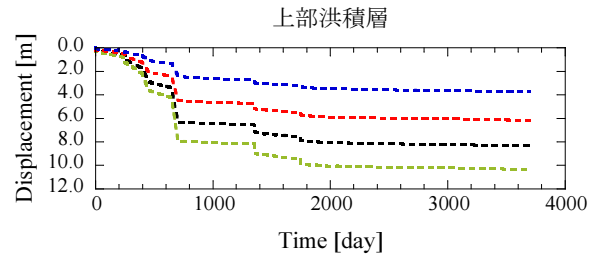
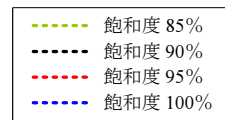


図3：洪積層の沈下量



1次元解析では水平方向の過剰間隙水圧の消散が表現できないため、水の圧縮性を考える。水の圧縮性は飽和度の関数で与えられ、飽和度が低いほど水の圧縮性は大きくなる。

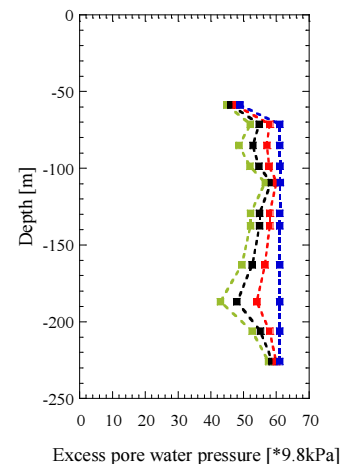


図4：水圧の深さ分布

図 3 より，飽和状態である青の破線から赤，黒，黄緑と飽和度が低くなるにつれ沈下量は大きくなり、図 4 より，過剰間隙水圧は低くなる。

#### 4 関西国際空港下の海底地盤における 2 次元有限要素解析

2次元解析では関西国際空港周辺地盤の上部洪積層を対象とし，縦49要素，横198要素の合計9702要素に分け解析を行った。そのメッシュを図5に示す。今回は関西国際空港1期島の建設から2期島の建設までを想定し解析を行った。解析結果の整理は1次元解析との比較をするため，図5に赤の実線で囲んだ2期島直下の要素を取り出して行う。沖積層および盛土については1次元解析と同じ方法を用いる。排水条件は上面排水である。2次元解析では時間効果についてのみ検討を行う。

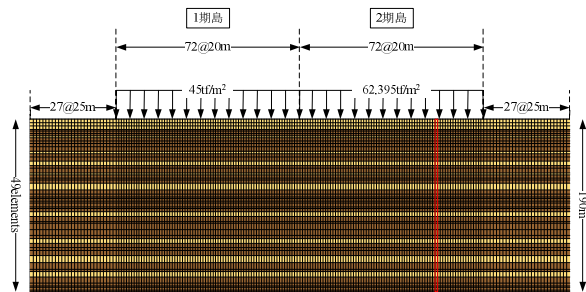


図 5：解析メッシュ

#### パラメータの設定

2次元解析ではモデル拡張の際に密度効果の発展側も変化するため，密度効果に作用するパラメータを新しく設定した。物理特性を示すパラメータは1次元解析と同じ値を使用した。要素試験結果を図6に，設定したパラメータを表2に示す。また，2次元解析では三軸圧縮試験の解析も同時に行った。その結果を図7に示す。サンプリング試料による試験結果が得られず比較はできないが，設定パラメータでは過圧密，ボンディングの影響が大きい。

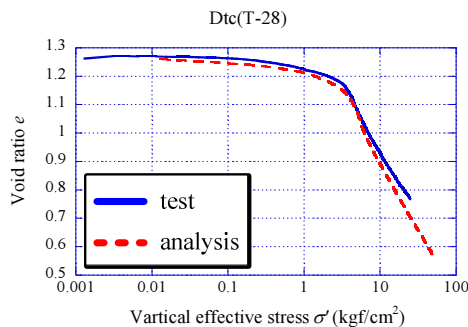


図 6：要素解析結果

表 2：解析パラメータ

Layer	$\lambda$	$\kappa$	N	k [m/day]	$\gamma_{sat}$ [tf/m <sup>3</sup> ]
Dtc	0.1926	0.001	1.311	1.92E-05	1.839
Test No.	$e_0$	$\omega_0$	a	b	
T-28	1.262	0.4	300	40	

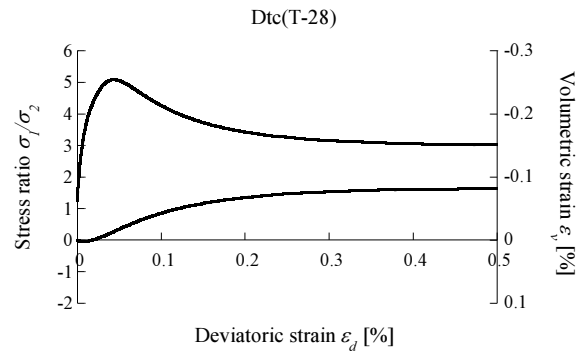


図 7：三軸圧縮試験の解析結果

#### 時間効果の検討

クリープによる2次元圧密の影響も考慮できるように時間効果の有無による比較を行う。図8より，2次元解析においても時間効果を考慮した橙の鎖線はそうでない黒の鎖線に比べて沈下量が小さくなっている。また図9より，過剰間隙水圧は時間効果を考慮した橙の鎖線はそうでない黒の鎖線に比べて全体にやや過剰間隙水圧が小さくなっている。また，上面排水であるため下層の水圧があまり消散していない。

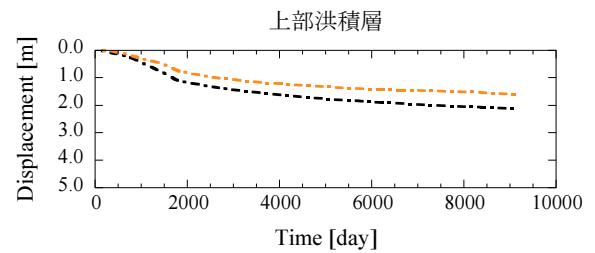


図 8：洪積層の沈下量

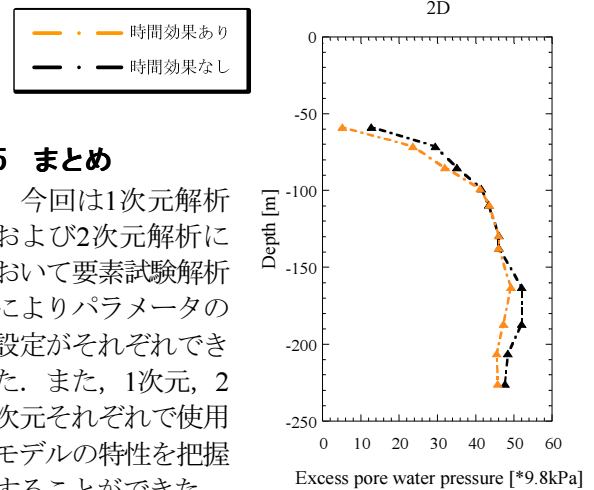


図 9：水圧の深さ分布

#### 5 まとめ

今回は1次元解析および2次元解析において要素試験解析によりパラメータの設定がそれぞれできた。また，1次元，2次元それぞれで使用モデルの特性を把握することができた。

#### 6 参考文献

- [1]中井照夫, Hossain Md. Shahin, 菊本統, 京川裕之, 張鋒(2009): 地盤材料の諸特性の簡単且つ統一的なモデリング—密度，ボンディング，時間効果特性を例として—，応用力学論文集 Vol.12
- [2]関西国際空港株式会社(2008):関西国際空港の建設と地盤工学的諸問題