

橋台基礎における地盤流動量の評価

九州共立大学 学○坪村 修
九州共立大学 正 前田良刀 正 荒巻真二

1．はじめに

地盤の地震時液状化による流動化を考慮して道路橋の設計を行う時、流動力の算出方法には道路橋示方書による方法¹⁾と地盤流動量を求め、応答変位法で算出する方法がある。道示では流動化を考慮した設計は原則として橋脚基礎に適用することとなっており、橋台基礎への適用に関しては曖昧ものになっている。一方、地盤流動量の算出には、二次元解析による静的FEM 解析より算出するのが一般的である。しかし、二次元解析は護岸構造物のような帯状構造物に対する検討においては有効であるが、橋台背面盛土を対象とするような場合には流動量を過大に評価してしまう可能性がある。²⁾

本研究では、地震時液状化により橋台背面盛土が流動化した場合の流動量に関するパラメータ解析を実施し、地盤流動量および三次元効果に対する評価式の提案を試みた。

2．解析概要

図1は二次元解析モデルを示したものである。地層は地表面からAs1, Asc, Ac2-1, Ac2-2, As2の水平な5層から構成され、As1を液状化層とする。その上に盛土が有り、X方向幅は50.0mとする。図2に三次元解析モデルを示す。X-Y方向は、図1と同様とし、盛土部の横断方向幅（Z方向幅）の上面幅11.0m、のり面勾配1:1.8とする。

表1に解析に用いた各層の物理定数を示す。液状化後の変形係数は液状化層（As1層）では初期値の1/100、盛土では1/10に低減した。また、ポアソン比は液状化層のみを液状化前後で変化させた。

解析は液状化前・後の地盤の変形係数を用いた有限要素法による自重解析を行い、その相対変位量を流動化による地盤変位とする。解析ソフトはMr.SOIL3D（（株）CRC総合研究所）を使用した。

表2に解析条件を示す。解析ケースは、盛土高、液状化層厚、液状化層の初期変形係数の全組合せ（18ケース）について、二次元解析と三次元解析を行った。

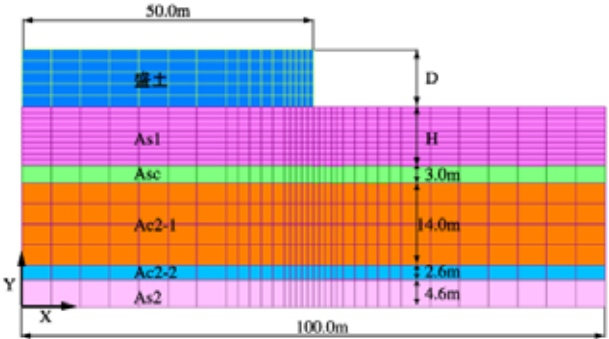


図1 二次元解析モデル

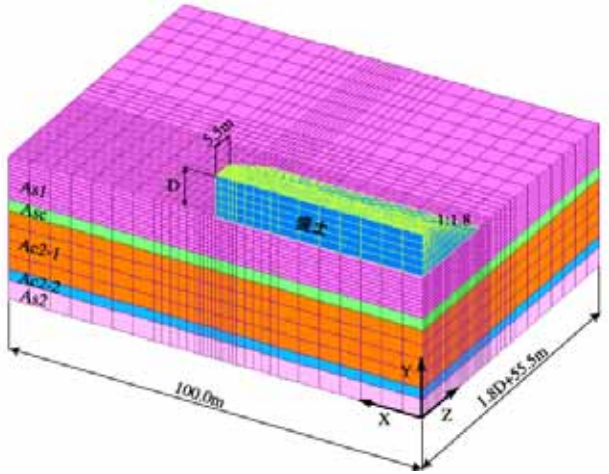


図2 三次元解析モデル

表1 各地層の物理定数

	γ (KN/m ³)	α・Eo(KN/m ²)		ν	
		液状化前	液状化後	液状化前	液状化後
盛土	18.0	80000	8000	0.33	0.33
As1	9.4	α・Eo	α・Eo/100	0.33	0.499
Asc	19.1	31000	—	0.30	—
Ac2-1	17.2	25200	—	0.30	—
Ac2-2	17.2	25200	—	0.30	—
As2	19.1	84000	—	0.30	—

表2 解析条件

盛土高	D	(m)	5.0, 10.0
液状化層厚	H	(m)	5.0, 10.0, 15.0
初期変形係数 α・E ₀		(kN/m ²)	10000, 19000, 40000

3. 解析結果

流動量の三次元効果の評価は、盛土先端位置における液状化層のX方向最大変位量の三次元解析と二次元解析の比率によって行う。

図3は液状化層厚と流動量の三次元効果の関係を示したものである。液状化層厚 H が厚くなるに従って、流動量比は小さくなり、三次元効果が大きいことになる。また、盛土高 D が低い方が流動比は小さくなっている。これは、盛土高が低いと盛土の横断方向幅が短くなり、Z方向への流動の影響により二次元解析との差が大きくなったためである。一方、三次元効果に対する液状化層の初期変形係数 $\alpha \cdot E_0$ の影響についてはあまり差が見られず、その影響は小さいことがわかる。

図4は三次元効果と盛土の横断方向幅 B と液状化層厚 H の比の関係を示したものである。ここで、盛土の横断方向幅 B は、台形断面を等価な矩形断面に置き換えて算出した。 B/H が大きくなるにしたがって、三次元効果が小さくなり、盛土の横断方向幅が三次元効果に大きく影響することが分かる。流動量の三次元効果は次式で近似できる。

$$\delta_{X(3D)} / \delta_{X(2D)} = 1 - e^{-\frac{B}{2H}} \quad (\text{式1})$$

地盤流動量と相関の高いパラメータを組合せた F_p 値を用いて地盤流動量の評価する。ここで、 F_p 値は次式で定義する。

$$F_p = \frac{E}{\gamma \cdot D} \times \frac{1}{H} \quad (\text{式2})$$

ここに、 E ：初期変形係数 ($= \alpha \cdot E_0$) (kN/m^2)

γ ：盛土単位体積重量 (kN/m^3)

H ：液状化層厚 (m) D ：盛土高 (m)

図5は F_p 値と二次元解析結果の最大流動量 (X方向) の関係を示したものである。 F_p 値と最大変位量は非常によい相関を示し、その関係は次式で表すことができる。

$$\delta_{X(2D)} = 17.5 \times F_p^{-0.95} \quad (\text{式3})$$

4. まとめ

地震時液状化により橋台背面盛土が流動化した場合の地盤流動量の評価に関する検討を行った。その結果、新たなパラメータ (F_p 値) を用いることで、二次元解

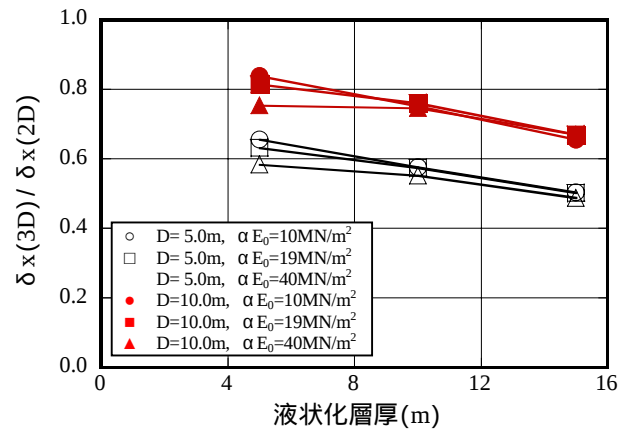


図3 流動量の三次元効果と液状化層厚の関係

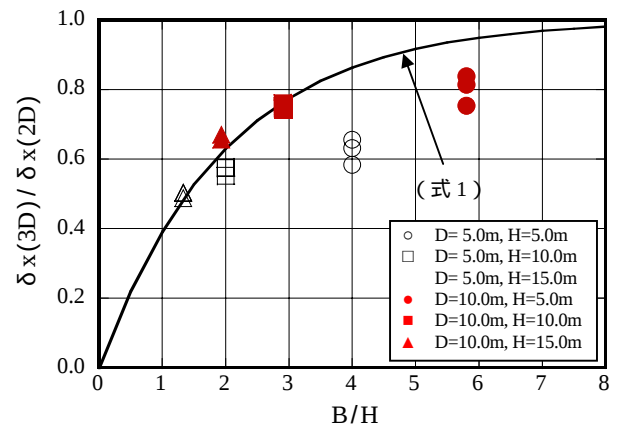


図4 流動量の三次元効果の評価

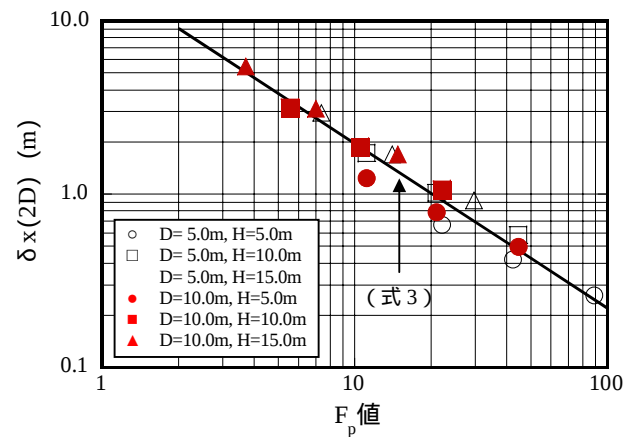


図5 最大変位量 (二次元解析) と F_p の相関

析相当の最大地盤流動量の推定が可能である。

また、三次元効果に対する評価式も提案しており、これらの組合せによって、多大な計算時間を必要とする三次元解析に相当する流動量を容易に推定できる。

<参考文献>

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 耐震設計編，丸善，2002
- 2) 大和、前田、田上、山内：地盤の側方流動量の三次元性に関する検討，第57回年次学術講演会，2002.9