

盛土解析における等価弾性定数の決定

佐賀大学 学生員 ○川崎 守
 佐賀大学 正 員 荒牧 軍治
 佐賀大学 正 員 古賀 勝喜

1. まえがき

軟弱地盤上に土木構造物を建設する場合、橋梁やカルバートなどの基礎は、一般に杭などの打設を行い沈下に対する方策を講じている。しかし、道路や堤防などの盛土部分で、そのような基礎を施すことは、莫大な費用がかかり経済的ではない。このような盛土の築造に対しては、予めその沈下解析を行い、余盛りなどの処置を行うことで、多くの場合解決をみる。余盛りを行うに当たり、その量を知る必要があるが現在、それは現場での直接的な試験盛土からの予測、あるいは解析的には材料非線形問題としての解析プログラムを用いて、解析が行われつつある。

非線形解析においては種々のモデルと手法があり、その選択も様々である。また、計算においては多大の時間と費用を必要とし、現場で迅速に処理することはかなりの努力を要する。著者らは、「等価弾性定数」なる考えを導入して、本来は非線形解析を行うべきものを、扱いが簡単で、より便利な弾性解析でカバーできないかと考えた。今回、その一歩を試みたので報告する。

2. 解析概要

解析に用いたCRISPプログラムの主な要旨を述べると

- (1) 解析種類 : 排水、非排水、二次元平面のBiot形圧密解析、軸対称問題など。
- (2) 土のモデル : 異方、不均質、Cam-clay, 修正Cam-clay降伏モデル。
- (3) 要素の種類 : 三角形線形要素、二次要素(圧密解析のため過剰間隙水圧の自由度を持つ)。
- (4) 非線形解析 : 接線剛性法

などである。

図-1に解析に用いたモデルの例を示す。解析地盤の深さを21.0m、幅を54.0mとし、盛土高を $h=2, 4, 6, 8$ mと変化させている。各高さでの天端幅は全て6.0mとしている。このモデルは要素数が90、節点数が209である。一要素は6個の節点を有する線形要素である。解析に用いた諸数値と計算パターンを表-1に示す。

表1 物性値のパターン

	κ	λ	M	備考
a	0.0803	0.803	1.575	
b	0.05	0.110	0.955	M最小
c	0.05	1.087	1.670	M最大
d	0.11	0.110	1.575	λ 最小
e	0.011	1.100	1.575	λ 最大

3. 解析結果

通常、弾性解は荷重の大きさに正比例し、カムクレイ解は荷重の大きさの自乗におよそ比例する。よってカムクレイ解を弾性解で割った値は、およそ直線で近似できるものと考えて、

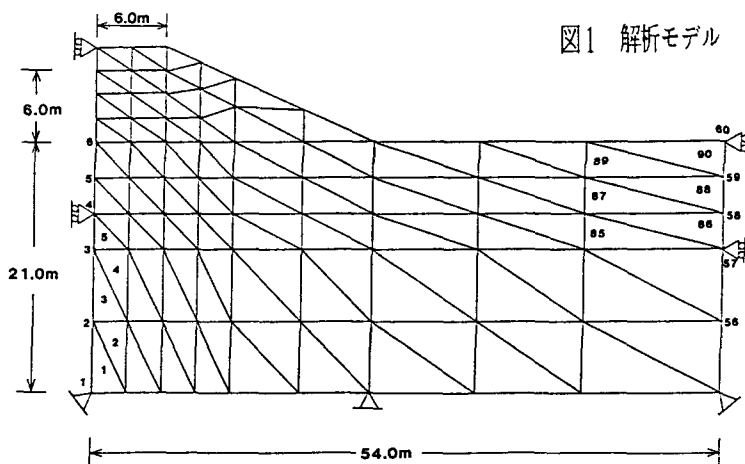


図1 解析モデル

のり先の変位量と中央点の沈下量について、各々のカムクレイ解を弾性解で割って、これを等価変位係数とし、その値を最小自乗法で直線近似した（図-2 a、b）。カムクレイ解は有明粘土の一例として取り上げたものの他に、有明粘土のとり得る物性値の範囲で λ と M を $\kappa/\lambda = \text{一定}$ 、 $M = 1.75(1 - \kappa/\lambda)$ の条件に基づいて λ 、 M の値を各々の最大値、最小値に変化させて4つのパターン（表-1 参照）について求め、同様の操作を加えて得た直線を同図上に示した。

次に弾性解析において弾性定数の変化に伴い、のり先の変位と中心点の沈下量はどのように変化するかを調べた（図-3 a、b 参照）。この際に通常の解析に用いた $E = 30 \text{ kgf/cm}^2$ (2942kPa) の時の変位量を基準として1.0に設定した。

実際に等価弾性定数を求める手順を $E = 30 \text{ kgf/cm}^2$ (2942kPa) の地盤に6.0mの盛土を築く場合を例にあげて説明する。カムクレイパラメータとしては表-1のaを用いるので図1より等価変位係数は、のり先の変位、中央点の沈下量が各々2.85、3.50となる。図-3から本来の弾性定数 $E = 30 \text{ kgf/cm}^2$ (2942kPa) における変位量を求め、その変位量に等価変位係数を掛ける。最後にその値に一致する弾性定数を図-3から読み取ると、それが等価弾性定数である。この場合水平方向、鉛直方向の弾性定数が各々、21.3kPa、45.1kPaとなる。この等価弾性定数による弾性解はのり先の変位が41.721cm、中央点での沈下量が110.25cmとなる。本来の弾性定数によるカムクレイ解（のり先の変位42.944cm、中央点の沈下量100.25cm）と比較すると、満足できる結果だと思われる。

4. まとめ

以上のことより、提案した「等価弾性定数」をもちいた弾性解析は非線形解析を行った場合の結果を、かなりの精度でシミュレートできるものと考えられる。

参考文献

A.M. Britto, et al :Critical State Soil Mechanics via Finite Elements:

