

第Ⅲ部門

MCSによる粘土層の沈下量の推定における圧縮曲線の誤差評価と解析回数の影響

大阪大学大学院 学生員 ○ト 令東
大阪大学大学院 正会員 小田 和広

1. はじめに

通常、実務的に粘土層の圧密沈下量を想定する際、計算によって得られた値を割り増すことが多い。これは、沈下量を計算する過程において取り除くことのでき無い様々な誤差があるためである。本来、割り増しする量は誤差を定量的に評価し、それが計算値に与える影響に基づき評価すべきである。筆者らは、粘土の圧縮曲線に対する近似モデルの誤差が沈下量に及ぼす影響について、モンテカルロシミュレーション(MCS)によって確率論的に考察を行ってきた^{1),2)}。本研究では、その一環として、圧縮曲線の誤差の範囲とMCSの解析回数が沈下量の推定値に与える影響について考察する。

2. 解析概要

本研究では、ニューラルネットワーク(ANN)によって既に粘土の圧縮曲線のモデル化が行われている¹⁾神戸空港の沖積粘土層を解析対象として選んだ。図-1は圧縮曲線に対する推定誤差率の確率分布を示している¹⁾。図中の σ は標準偏差を表している。圧縮曲線の誤差率は概ね σ の3倍の範囲に収まることが分かる。本研究では、考慮する誤差の範囲を σ の1倍、2倍および3倍に変化させ沈下量の推定を行った²⁾。

3. 沈下量の平均値における収束性

図-2はMCSにおける沈下量の平均値の相対残差と解析回数の関係を示している。ここで、相対残差(R_{as})は以下の式で与えられる。

$$R_{as} = \frac{S_a^i - S_a^{i-1}}{S_a^{i-1}} \quad (1)$$

ここに、 S_a は沈下量の平均値であり、上添え字は解析段階を示している。図-2から考慮する圧縮曲線の誤差率の範囲に関わりなく解析回数が100回以上であれば R_{as} はほぼゼロになっていることが分かる。このことは、連続する2回の平均値に差がない、すなわち、収束したことを示している。

4. 沈下量の標準偏差における収束性

図-3はMCSにおける沈下量の標準偏差と解析回数の関係を示している。最終的な収束値に着目すれば、それは考慮する圧縮曲線の誤差率の範囲が広いほど大きい。これは、誤差率の範囲が広いほど、間隙比の変化量が広い範囲を取ることであり、結果として推定される沈下量の変動範囲が広がる為である。

収束性に着目すれば、考慮する圧縮曲線の誤差率の範囲を σ の1倍とした場合、200程度の解析回数で収束する。一方、それを σ の2倍と3倍に広げたケースで

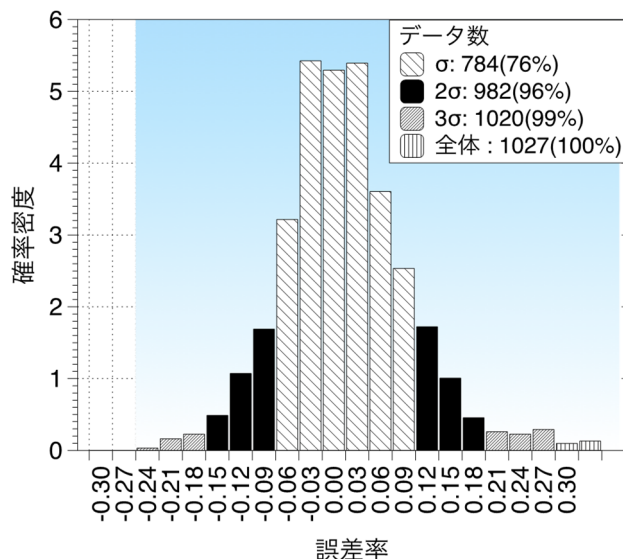


図-1 圧縮曲線推定値における誤差率の確率密度分布

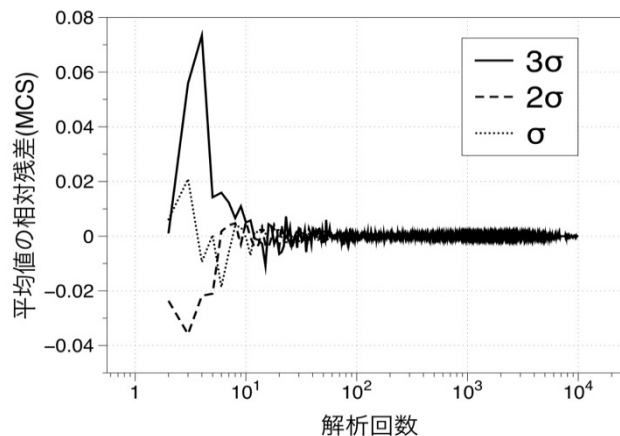


図-2 MCSの平均値の相対残差と解析回数

は収束するまでに 3000 程度の解析回数が必要となっている。先に述べたように誤差率の範囲を広げると推定される沈下量の変動範囲が広がる為、本来、誤差率の範囲を σ の2倍と3倍に広げたケース間においても明確な差が生じるものと考えられるが本研究では認められなかった。

5. 圧縮曲線の誤差率が沈下量に与える影響

図-4 は、各解析ケースにおける沈下量の平均値と標準偏差から得られる沈下量の確率分布を示している。当然のことながら、沈下量の標準偏差が小さい、すなわち、考慮する圧縮曲線の誤差率の範囲が狭いほどシヤープな山型の形状であり、推定される沈下量の範囲も狭い。

図-5 は正規分布から得られる 90%の確率で生じる沈下量の最大値と考慮した圧縮曲線の誤差率の範囲の関係を示している。沈下量の最大値は考慮する誤差率の範囲が広いほど大きくなる。ただし、誤差率の範囲として σ の1倍を用いた場合と σ の3倍とした場合の沈下量の差は約 0.3m であり、沈下量の平均値の 6.65m に比してそれほど大きくない。

6. まとめ

本研究では、圧密沈下量を確率論的に推定する際、それに与える圧縮曲線の誤差と MCS の解析回数の影響について考察した。主な知見を以下にまとめる。

- 1) MCS における沈下量の平均値は、考慮する圧縮曲線の誤差率の範囲に関わりなく解析回数が約 100 回に達した時点で収束する。
- 2) MCS における沈下量の標準偏差は、考慮する圧縮曲線の誤差率の範囲に関わりなく解析回数が約 3000 回を越えると収束する。
- 3) MCS における沈下量の標準偏差の収束値は、考慮する誤差率の範囲が広がるほど大きくなる。
- 4) 圧縮曲線の誤差率の範囲として標準偏差の 1 倍程度を考慮すれば、それが 90%の確率で生じる沈下量の最大値に与える影響は余り大きくない。

参考文献

- 1) K. ODA, M. S. Lee & S. Kitamura : Spatial Interpolation of consolidation properties of Holocene clays at Kobe Airport using an artificial neural network, International Journal of GEOMATE, Vol.4, No.1, pp.423-428, 2013.

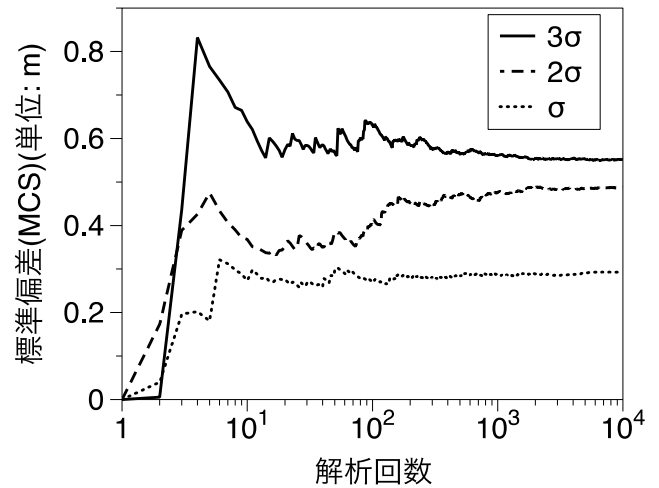


図-3 MCS における標準偏差と解析回数の関係

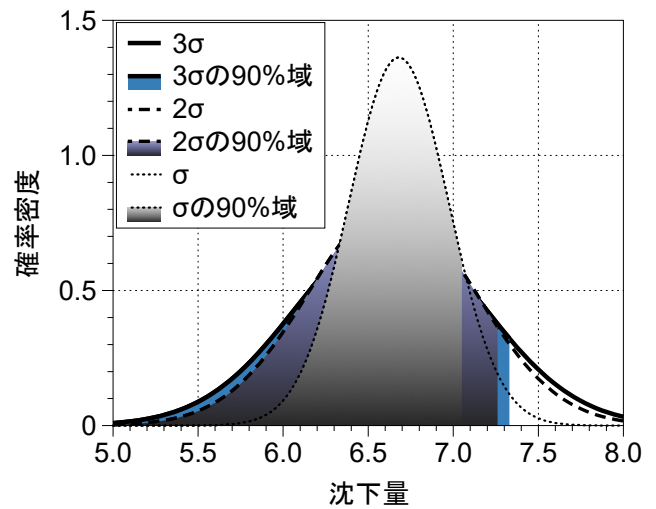


図-4 沈下量の確率密度の分布

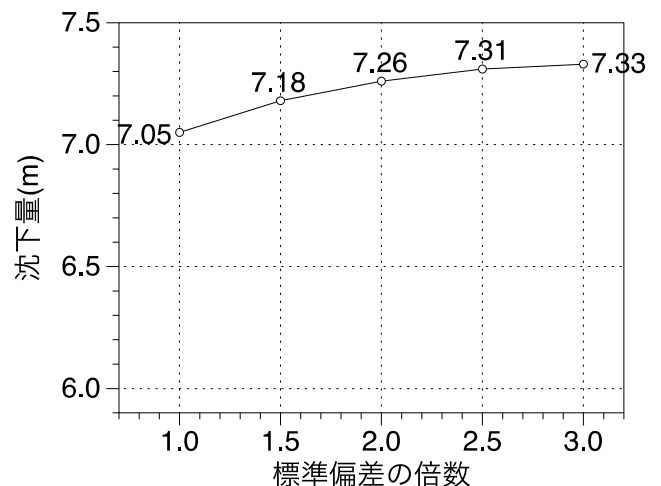


図-5 圧縮曲線の誤差率の範囲と 90%の確率で生じる沈下量の最大値の関係

- 2) K. Oda, K. Yokota & L. D. Bu : Stochastic estimation of consolidation settlement of soft clay layer with artificial neural network, 15th A.R.C.S.M.G.E., pp.2529-2534.