

飽和土の非排水せん断強度の非排水繰返し載荷による低下を考慮した残留変形解析の概説

本検討で用いる「飽和土の非排水せん断強度の非排水繰返し載荷による低下を考慮した残留変形解析¹⁾（以下、本手法と称する）」は龍岡らにより提唱され、ため池などの安全性検討に使用されている手法である。本手法は、地震時の液状化による変形を土の剛性劣化・強度劣化を考慮した応力ひずみ関係で簡易的に模擬する手法であり、有効応力動的 FEM 解析と比較すると以下の点があげられる。

- ・本手法は、全応力解析である。
- ・有効応力動的 FEM 解析は、時刻歴を追って解析を実施するため、より詳細に現象を把握できる反面、高度な専門知識がないと実施が難しく、構成則の違いや解析者の技術的な力量によって結果が左右される可能性がある。一方で、本手法には構成則がなく、実際の土質試験結果を直接、解析に反映させることができるため、解析者による結果の違いが小さく、有効応力動的 FEM 解析に比べて安全側の評価となる傾向である。

①地震応答解析

等価線形化法による断面 2 次元地震応答解析（全応力解析）を実施し、応答加速度、応答応力の時刻歴を求める。

②液状化による構造劣化・強度低下の算出 1（室内土質試験）

非排水繰返し試験を実施した直後に、非排水単調載荷試験を実施、強度低下と両振幅せん断ひずみの関係（図 1）、液状化による構造劣化を考慮した応力ひずみ関係（図 2）を求める。

③液状化による構造劣化程度の算出 2（断面 2 次元解析）

液状化による構造劣化程度は、累積損傷度の枠組みで評価する。すなわち、①で算出した応答応力の時刻歴を用い、FEM の各要素における損傷度 D およびひずみ振幅 DA の時刻歴を求め、ひずみ振幅 DA に応じて②で求めた強度低下、応力ひずみ関係を設定する。

④変形解析

③で求めた強度低下、応力ひずみ関係を用いて準静的な力の釣り合いより変形量（図 3）を求める。なお、例として示した A 地区の計算結果に用いた室内土質試験値は、今回の検討では収集もされていないため、龍岡らがため池の検討に用いた関係を利用した。よって、ここで示させるものは解析の一例であることに注意する必要がある。本来は室内土質試験を実施するなどして、適切に物性値を設定する必要がある。また、本結果は地震による加振時の結果を示しているため、本編の過剰間隙水圧消散後の沈下状況とは単純に比較できないものである。

¹⁾ DUTTINE, Antonie, 新保, 龍岡, 矢崎: 非排水繰返し載荷による土の剛性・強度の劣化を考慮した Newmark 法と準静的 FEM による盛土の残留変形解析, 第 51 回地盤工学研究発表会（岡山）, pp.1039-1040, 2016 年 6 月。

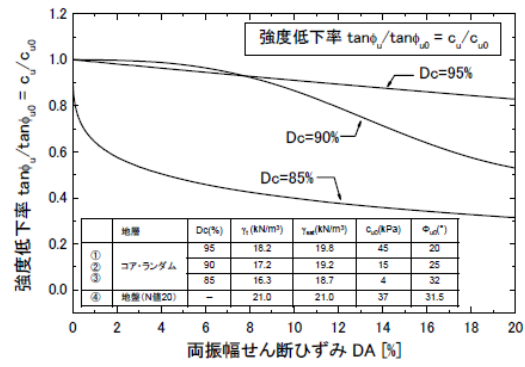


図1 強度低下率と DA の関係の例¹

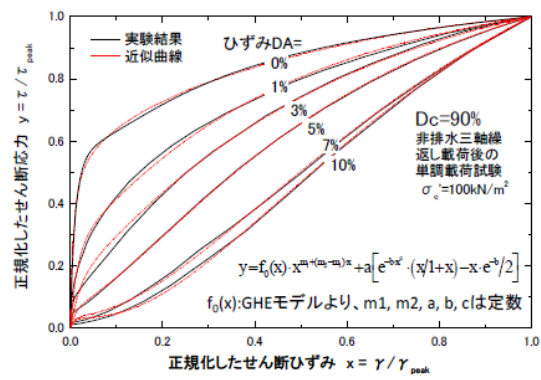


図2 構造劣化を考慮した応力ひずみ関係の例¹

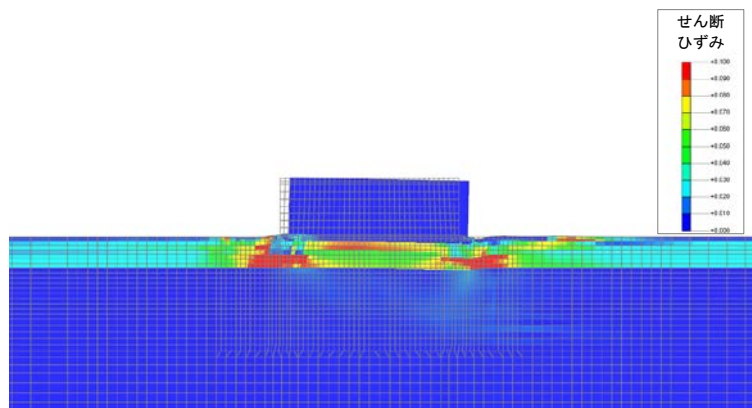


図3 計算結果例（最大せん断ひずみ分布）