

液状化解析パラメータ設定における動的変形試験の有効活用の検討

一井康二*・村上智貴**

1. 研究の目的と方法

本研究では、液状化解析プログラム FLIP を例に、解析に必要なパラメータを動的変形試験の結果から設定する。そして、設定したパラメータにより液状化試験をシミュレーションした結果と実際の液状化試験の結果の比較・検討を行う。これを通じて液状化解析のパラメータ設定の高度化を検討する。

2. パラメータ設定結果と考察

a) パラメータ設定に用いたデータ

本研究では、豊浦砂・相対密度 50%, 80%のそれぞれについて、応力制御とひずみ制御で実施された動的変形試験のデータを用いた(表 1)。この試験では、载荷中に間隙水圧も測定されている。

表 1.パラメータ設定を行った動的変形試験のデータ

名称	砂の種類	相対密度(%)	制御方法	ステージ数
Case1	豊浦砂	50	応力制御	8
Case2	豊浦砂	50	ひずみ制御	15
Case3	豊浦砂	80	応力制御	9
Case4	豊浦砂	80	ひずみ制御	15

b) パラメータの設定手順

初期せん断剛性を、微小ひずみ領域となる 1 ステージ目の最初の 1/4 サイクルの点と初载荷の点を結んで設定した。図 1 に設定例を示す。応力制御の場合 (Case 1) とひずみ制御の場合 (Case 2) で値がやや異なり、以降のパラメータの設定値に差が出る原因となった。内部摩擦角と変相角については有効応力経路から破壊線と変相線を描き設定した。図 2 に設定例を示す。液状化特性を示すパラメータについては、累積のせん断仕事と有効応力の関係をうまく再現できるように設定した。なお、実際の供試体の有効応力は、せん断時の正のダイレイタンスによって (サイクリックモビリティによって)、载荷後半では図 3 に示すように大きく変動する。これらの変動も考慮しつつ、おおむね平均的な関係を再現できるようにパラメータを設定した。設定したパラメータによる平均的な関係をあわせて図 3 に示す。

c) パラメータの妥当性

設定したパラメータの妥当性は、同条件の供試体に対する液状化試験結果と、液状化試験を模擬した要素シミュレーション結果の比較により確認した。比較例を図 4 に示す。繰り返し回数 20 回に相当する液状化強度では、おおむね整合する結果となっている。

3. 得られた成果

動的変形試験の結果から、液状化解析プログラム FLIP の解析に必要な各種パラメータを設定することができた。また、設定したパラメータは、同諸元の液状化試験結果と比較して、おおむね妥当な結果となる場合もあった。

*関西大学社会安全学部・教授, **広島大学工学部・元学生

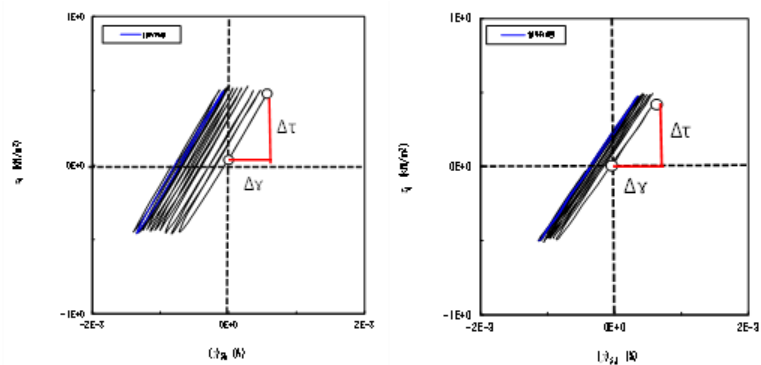


図1 初期せん断剛性の設定例 (Case 1:左, Case 2:右)

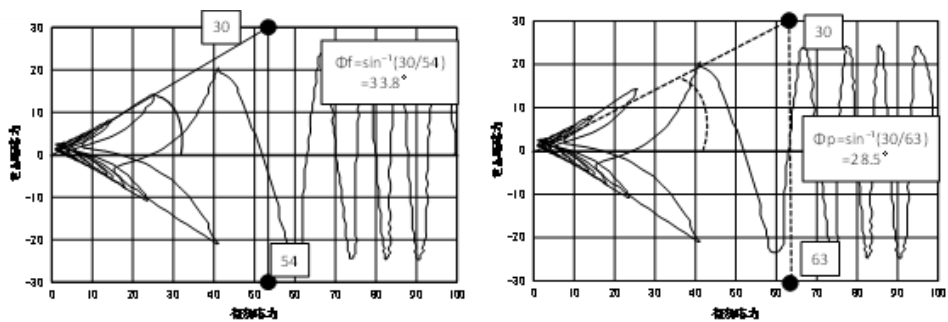


図2 内部摩擦角と変相角の設定例 (Case 1)

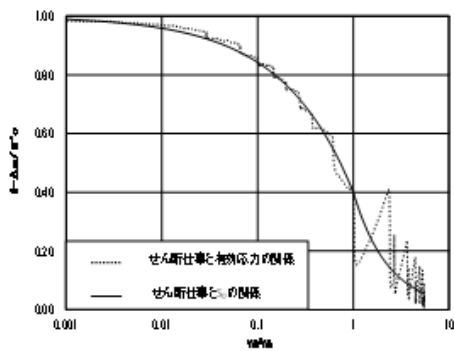


図3 累積塑性せん断仕事と有効応力の減少の関係の例 (Case 1)

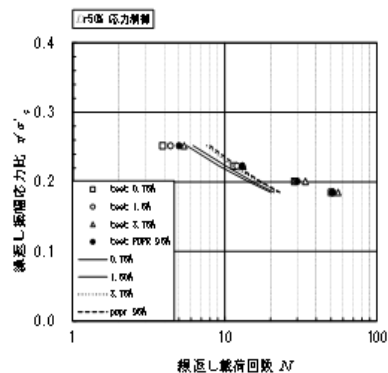


図4 要素シミュレーション結果と液状化試験結果の比較例 (Case 1)

4. 謝辞

試験データは、土木学会地震工学委員会・性能設計に対応した繰返しせん断試験検討小委員会において、三上武子博士が用意されたデータを使用させて頂きました。ここに記して謝意を表します。

発表論文

Koji ichii, Toshiki Murakami, Takeko Mikami : Parameter identification for effective stress analysis from a multi-stage cyclic loading test, PBD-III, Vancouver, Canada, 2017 (in printing)