



## 1. はじめに

地盤の液状化強度は地震履歴によって変化し、年代効果として知られている。既往の研究による三軸試験では、小さな繰返しせん断履歴を多数与えた砂供試体は液状化強度が増加し、その増加量はせん断履歴による塑性体積ひずみとユニークな関係があることが明らかとなっている。一方、中小の地震履歴が地盤の液状化強度に及ぼす影響を定量的に調べた研究はこれまで少ない。また、 $N$  値ベースの液状化判定法は過度に安全側の判定となり、その原因の一つとして中小地震の履歴が考慮されていないことであるものと考えられている。そこで、本研究では地盤が液状化しない中小の地震履歴により蓄積した塑性体積ひずみが地盤の液状化強度比に及ぼす影響と、コーン貫入試験により加振履歴の影響を評価し得るかどうかを調べることを目的とし、遠心模型実験を行った。

## 2. 遠心模型実験

実験では、図 1 に示す相対密度 50% の飽和した豊浦砂地盤を作製し、25g の遠心加速度場にて加振実験およびコーン貫入試験を 3 ケース行った。各ケースで、はじめに地盤に顕著な過剰間隙水圧が発生しない程度の加振（中小加振）を与え、続いて大きな加速度の加振で地盤を液状化させた。

図 2 は Case1,2 の中小加振で地盤に蓄積した塑性体積ひずみと液状化強度比  $RL_{20}$  の関係である。ここで、液状化強度比は累積損傷度法を用いて推定した。そこでは、まず基本となる履歴を受けていない中密な豊浦砂の液状化強度曲線を基に、加振履歴を受けても砂の液状化強度の傾きは変化しないことより求めた。なお、地盤の液状化強度は初期平均有効主応力に比例するものとし、静止土圧係数を  $K_0=0.5, 1.0, 1.5$  と仮定した。

図 3 に  $RL_{20}$  と塑性体積ひずみの関係を、既往の三軸試験結果と共に示す。遠心実験の結果（緑点）に注目すると、累積塑性体積ひずみの増加により、 $RL_{20}$  が大きくなることを確認できる。次に、三軸試験結果と比較すると、遠心模型地盤（緑点）は三軸試験結果よりも大幅に  $RL_{20}$  が増加している。これは、静止土圧係数  $K_0$  を 0.5 として累積塑性体積ひずみを計算したことが原因として考えられる。 $K_0$  がおよそ 1.0 のときに三軸試験結果とほぼ一致している。これより、中小加振履歴を受けた地盤の  $RL_{20}$  は、繰返しせん断履歴による塑性体積ひずみの影響に加え、静止土圧係数の増加による影響を受けてさらに増加するものと考えられる。

## 3. コーン貫入試験

コーン貫入試験は Case2 の地盤で 3 か所において行った。まず、一回目の貫入 CPT1 は中小加振を与える前の履歴の無い地盤 CPT2 は 28 回の中小加振が終わった時点で実施し、CPT3 は 30 回目の液状化加振後に行ったものである。

図 3 は貫入深度 2m での正規化したコーン先端抵抗  $qc_{1N}$  と  $RL_{20}$  の増加率の関係である。 $qc_{1N}$  は、液状化強度比と同様に中小加振履歴によって増加した。実験結果は図中に示した Robertson らの液状化判定法曲線よりも上方に位置しており、これも  $K_0$  値が増加したことによるものと推測される。加振履歴によってほとんど変化しない  $N$  値と異なり、コーン先端抵抗は履歴によって増加しており、年代効果を受けた地盤の液状化判定法として有用である可能性があり、さらなる検討を行う必要があることが明らかとなった。

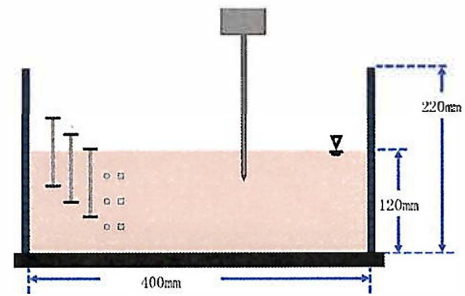


図 1 模型の概要

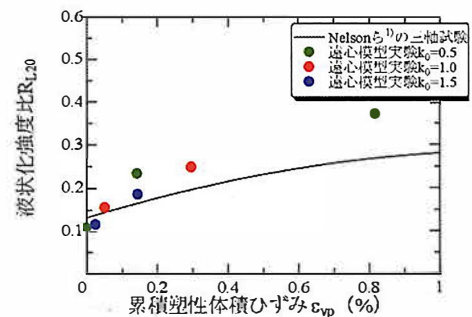


図 2 累積体積ひずみと  $RL_{20}$  の関係

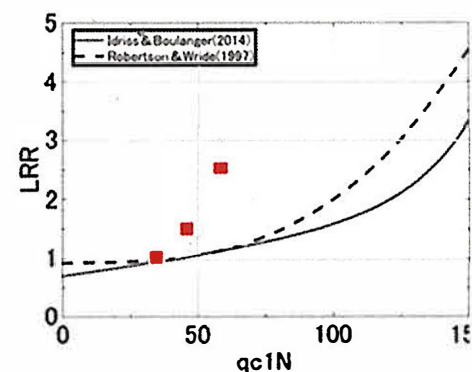


図 3 コーン先端抵抗と液状化強度比の関係