

様々な粒度分布を持つ砂質土の液状化抵抗評価のための最小間隙比の求め方について

東北大学 学 ○百間幸晴 正 河井正 フ 風間基樹 正 金鍾官

1. はじめに

Kim¹⁾は、JIS で規格化されている最小間隙比試験を、適用範囲外である細粒分を含む土に実施した場合、最小間隙比を過大評価してしまうとし、中空ねじりせん断試験機を用いて、非排水繰返しせん断・排水を繰り返すことにより最小間隙比を求める方法を提案している。図 1 は JIS 法で求めた相対密度と繰返し抵抗の関係である。液状化現象は、負のダイレイタンス特性に依存しているため、その挙動は地盤の密度と大きく関係していると考えられるが、JIS 法の適用範囲内である豊浦標準砂の相対密度・繰返し抵抗関係と比較して、最小間隙比を過大評価していると考えられる細粒分を含む砂は、相対密度の増加に伴って繰返し抵抗が増加していない。

以上より、本研究では繰返しせん断によって得られる最も密な状態の間隙比が液状化抵抗評価に有用であると考え、図 2 に示す装置を用いて、液状化抵抗評価のための最小間隙比(以下、 $e_{minCyclic}$ とする)を求めた。その際、繰返しせん断時の排水条件が異なる場合と上載圧が異なる場合の $e_{minCyclic}$ をそれぞれ比較し、その妥当性を確認した。また、種々の砂について $e_{minCyclic}$ を求め、細粒分含有率との関係について考察した。

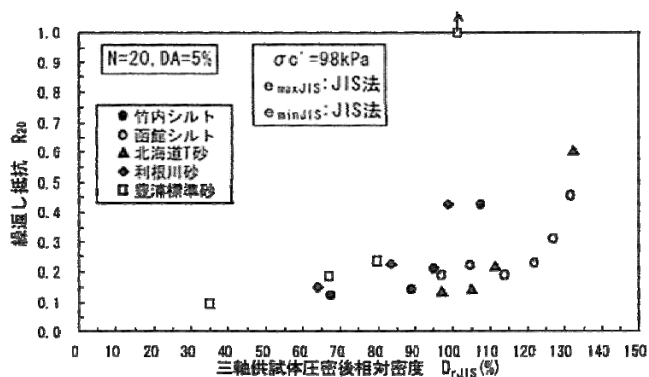


図 1 JIS 法で求めた相対密度と繰返し抵抗の関係(沼田 2)

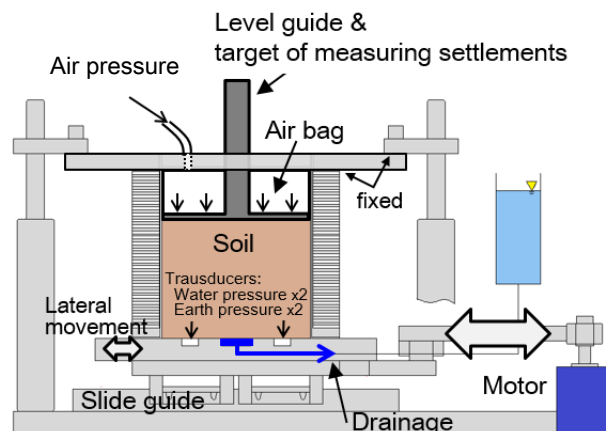


図 2 繰返しせん断による最小間隙比試験装置

2. 繰返しせん断時の排水条件の影響

繰返しせん断時の排水条件の違いが $e_{minCyclic}$ に与える影響を検討するため、非排水繰返しせん断・排水によって求めた $e_{minCyclic}$ と、排水繰返しせん断によって求めた $e_{minCyclic}$ を比較した。本実験は、脱気水と試料を混合したスラリー状の供試体を、上載圧 50 kPa で圧密排水したのち、排水繰返しせん断または非排水繰返しせん断・排水を繰り返すことによって行い、沈下がほとんど見られなくなった時点で試験終了とした。供試体は、飯豊珪砂 7 号(Clean sand)と、飯豊珪砂 7 号に石英粉を質量比 30%混合した Q30 の 2 種類の試料を用いて作成した。これらの物性値を表 1 に示す。

表 1 Clean sand と Q30 の物性値

試料	$\rho_s(g/cm^3)$	$e_{max}(JIS)$	$e_{min}(JIS)$
Clean sand	2.69	1.015	0.626
Q30	2.705	1.20	0.465

図 3 に試験結果を示す。排水条件の違いにかかわらず、非排水繰返しせん断・排水によって得られた $e_{minCyclic}$ (Undrained)は、排水繰返しせん断によって得られた $e_{minCyclic}$ (Drained)と、同程度の値となった。

キーワード 液状化, 最小間隙比

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学 地盤工学研究室 TEL 022-795-7437

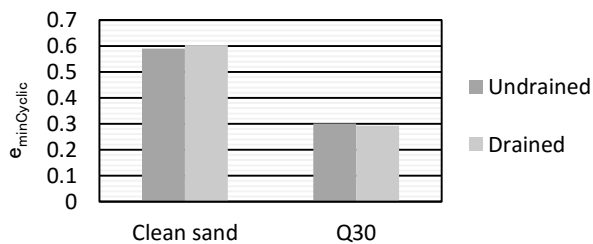


図 3 応力経路の最小間隙比への影響

3. 上載圧の影響

次に、繰返しせん断中の上載圧の違いが $e_{minCyclic}$ に与える影響を検討するため、上載圧を 10kPa, 30kPa, 50kPa に設定し、実験を行った。実験は排水繰返しせん断により行い、試料には Q30 を用いた。図 4 に本実験の結果を示す。 $e_{minCyclic}$ は上載圧の増加に伴い減少し、一定の値に収束する傾向がみられた。

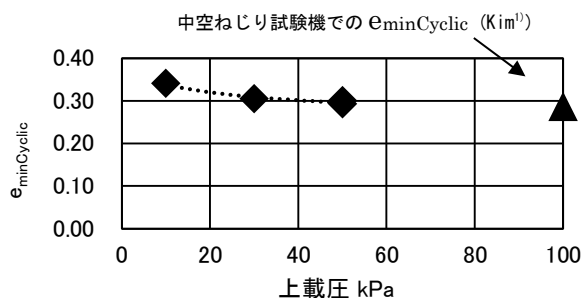


図 4 上載圧の最小間隙比への影響

4. 様々な粒度分布を持つ砂の最小間隙比

以上で検討した $e_{minCyclic}$ の求め方を踏まえ、様々な粒度分布を持つ砂の最小間隙比試験を行った。用いた試料と試験結果($e_{minCyclic}$)を表 2 に示す。試験時の上載圧はすべて 50 kPa とし、繰返しせん断時の排水条件は、浦安および荒砥沢は非排水繰返しせん断-排水、その他の試料は排水繰返しせん断とした。用いた試料の粒径加積曲線を図 5 に示す。

表 2 種々の砂の最小間隙比

試料	FC(%)	$e_{minCyclic}$	e_{minJIS}
Clean sand	0.0	0.603	0.626
C	2.7	0.606	0.563
A	1.0	0.832	0.886
T	4.5	0.441	0.517
Q30	30.0	0.293	0.465
浦安	53.4	0.615	0.880
荒砥沢	93.0	0.940	1.510

それぞれの試料の細粒分含有率に対する、本試験で得られた最小間隙比($e_{minCyclic}$)と JIS 法で得られた最小間隙比(e_{minJIS})の差分($\Delta e_{min} = e_{minJIS} - e_{minCyclic}$)の関係を図 6 に示す。細粒分含有率が小さい砂と比較して、細粒分含有率が高い砂は、 Δe_{min} が大きくなっている。この結果は、細粒分含有率が高いほど、JIS 法が最小間隙比を、より過大評価してしまうことを示している。

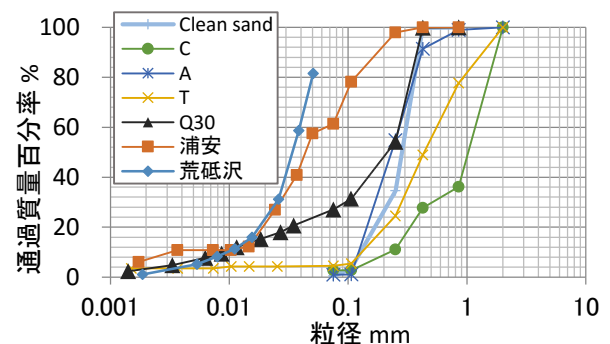
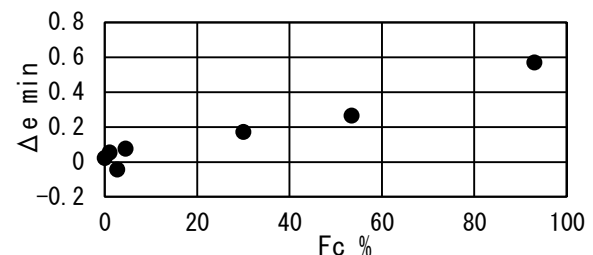


図 5 粒径加積曲線

図 6 Δe_{min} と細粒分含有率の関係

5. 結論

1. 本研究で用いた繰返しせん断による最小間隙比試験装置では、応力経路の違いにかかわらず、 $e_{minCyclic}$ は同程度の値となった。
2. 繰返しせん断中の上載圧を変化させると、上載圧が大きいほど $e_{minCyclic}$ は小さくなり、一定の値に収束する傾向がみられた。
3. 様々な粒度分布を持つ砂の $e_{minCyclic}$ を求めた結果、一般に、JIS 法では細粒分含有率が高い砂ほど、最小間隙比をより過大評価してしまう可能性があることを確認できた。

参考文献

- 1) Jongkwan Kim : Deformation Properties of Liquefied Soils with Fines
- 2) 沼田 淳紀：過去の地震による液状化土の特徴と細粒な土に対する液状化評価法