

JIS 規格法による最小間隙比と非排水繰返しせん断による最小間隙比の比較

東北大学工学部 建築・社会環境工学科 学 ○小野将太郎
東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 正 河井正，金鍾官 フ 風間基樹

1. はじめに

砂の相対密度は，最大間隙比と最小間隙比から求められ，最大・最小間隙比は，JIS で規格化されている砂の最小・最大密度試験(以下，JIS 法とする)によって求められる．この JIS 法は，乾燥状態の砂について規定されている．しかし，液状化を対象とする場合，地盤は飽和状態であり，乾燥状態で求めた相対密度は密度指標として不適切な可能性がある．また，JIS 法は適用範囲が細粒分含有率 5%未満であるが，あえて細粒な砂に対しても JIS 法に準拠し相対密度を求めることがある¹⁾．

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 1 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_{minCy} と記す)を求め， e_{minCy} と JIS 法による最小間隙比(以下， e_{minJIS} と記す)の比較を行った．また，その際，初期間隙比が，得られる e_{minCy} に与える影響を確認した．

2. 初期間隙比の影響の検討

供試体作製時における初期間隙比の違いによって，得られる e_{minCy} がどのように変化するか検討するため，同一試料について初期間隙比を変えて 3 ケースの実験を行った．初期状態は，乾燥状態の試料を 5 層にわけ投入し，各層打撃によって締固め，各層の打撃回数を 100 回，150 回，200 回として供試体を作製した．検討には，表 1 中の試料 A を用いた．その後，上載圧 50kPa で圧密排水したのち，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，その時の間隙比を e_{minCy} とした．試験結果を図 2 に示す．供試体作製時打撃 100 回/層のものは，得られた e_{minCy} が 0.733 となり， e_{minJIS} 0.713 や，実施した他の 2 ケースの e_{minCy} 0.666，0.665 と比較して大きい値となった．供試体作製時打撃 150 回/層，供試体作製時打撃 200 回/層のものでは e_{minCy} は同程度の値となった．

表 1 実験試料物性値・試験結果

試料名	ρ_s	FC(%)	U_c	e_{minJIS}	e_{minCy}
Miyasako	2.68	0.0	8.00	0.652	0.453
Chita	2.62	17.8	2.31	0.688	0.483
Kawagoe	2.67	26.8	2.07	0.589	0.275
A	2.74	1.0	1.33	0.713	0.666
B	2.68	9.5	6.62	0.674	0.598
Yamamoto	2.71	0.0	4.84	0.504	0.530
Soma	2.67	6.4	6.55	0.553	0.520
K5+Q30	2.63	30.0	8.00	0.394	0.277
K6+Q30	2.63	30.0	82.00	0.380	0.220
K7+Q30	2.71	30.0	10.77	0.465	0.317
K7+Aratosawa	2.61	28.5	80.00	0.683	0.659
K7+Urayasu	2.67	30.0	6.38	0.515	0.482
K7+DL	2.68	30.0	37.14	0.411	0.278
K7+Imozawa	2.58	30.0	19.33	0.741	0.624

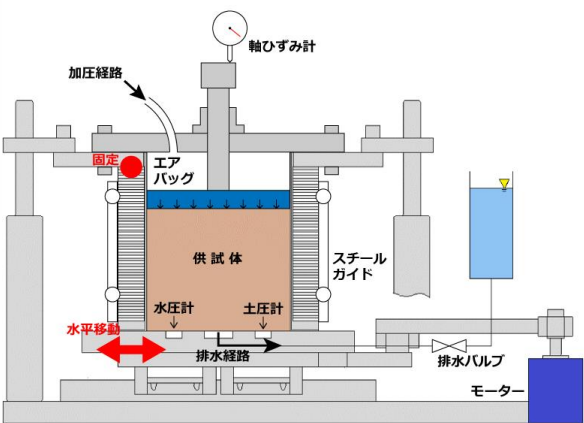


図 1 繰返しせん断による最小間隙比試験装置

キーワード 最小間隙比，液状化，繰返しせん断
連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学工学部建築・社会環境工学科

3. 様々な砂の最小間隙比

次に様々な物理的特性を持つ砂の最小間隙比試験を行った。前章で検討を行った初期密度の影響を考慮して、供試体の各層 150 回以上の打撃を行い、初期締固めを施した。検討には 14 種類の砂を用いた。用いた試料と得られた e_{minCy} を表 1 に示す。

本試験で得られた e_{minCy} と JIS 法で得られた e_{minJIS} の関係を図 3 に示す。今回用いた砂においては 1 つを除いて、 e_{minJIS} が e_{minCy} よりも大きくなっており、 e_{minCy} の方がより密な状態となった。また、 e_{minJIS} と e_{minCy} の差分 $\Delta e_{min}(e_{minJIS}-e_{minCy})$ と、細粒分含有率の関係を図 4 に示す。この関係は、細粒分含有率が大きいものほど e_{minJIS} が総じて大きく評価される傾向があることを示している。これは、百間ら³⁾の実験結果でも得られているが、細粒分含有率が 25%を超えた領域では、砂によって Δe_{min} がばらばらについていることもわかる。さらに、JIS 法が適用可能な細粒分含有率 5%以内の砂においても Δe_{min} が大きくなるものもあることが確認できた。

4. 結論

- 1) 初期間隙比が大きいものでは e_{minCy} も大きい値となったが、初期間隙比を小さくしていくことで e_{minCy} はある値に収束する傾向がみられた。繰返しせん断による最小間隙比試験装置によって e_{minCy} を求めるためには、初期段階である程度以上の締固めを施す必要がある。
- 2) e_{minJIS} は e_{minCy} と比較して、最小間隙比を過大評価しており、実地盤の液状化抵抗評価を行うための密度指標としては不合理である。
- 3) JIS 法は、その適用範囲内である細粒分 5%以内の砂についても、その物理的特性によっては砂の最小間隙比を過大評価してしまう可能性があり、影響因子の検討が必要である。

参考文献

- 1) 沼田淳紀：N 値と相対密度を条件とした非塑性で細粒な土の液状化抵抗，土木学会論文集 No. 764/III-67，PP. 287-305，2004，6。
- 2) Jongkwan Kim：Deformation Properties of Liquefied

Soils with Fines, Ph. D Thesis, Tohoku University, 2015.

- 3) 百間幸晴，河井正，風間基樹，金鍾官：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，第 52 回地盤工学研究発表会，PP. 1567 - 1568，2017，7。

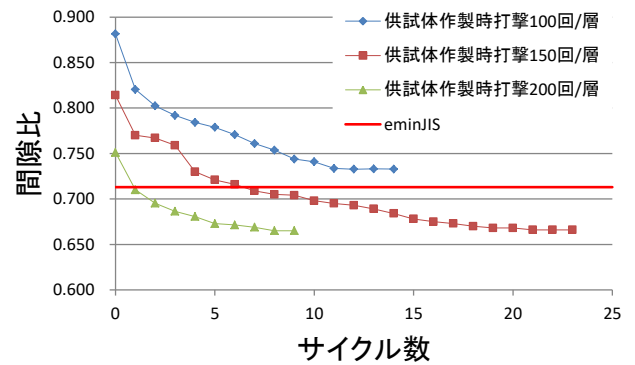


図 2 初期密度の e_{minCy} への影響

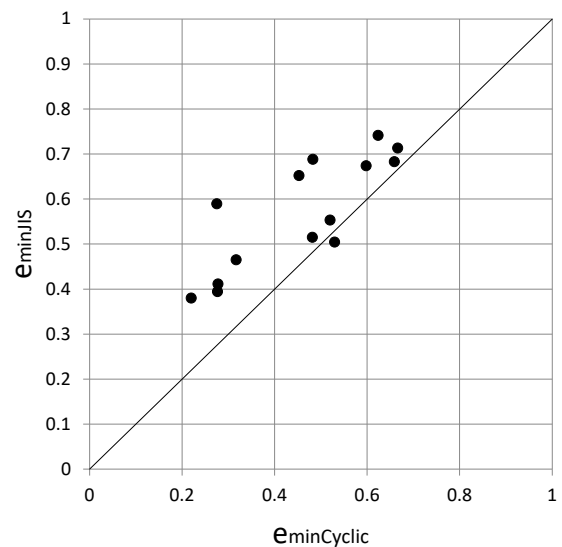


図 3 e_{minCy} と e_{minJIS} の関係

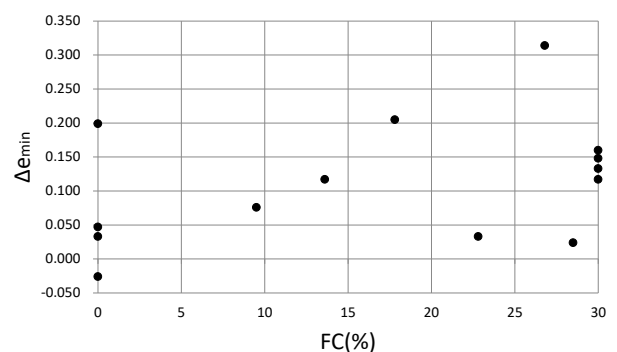


図 4 Δe_{min} と細粒分含有率の関係