

# 繰返し三軸圧縮試験による鳥取県福部砂の液状化特性

鳥取大学大学院 ○中村公一，清水正喜  
元鳥取大学 東智弘，山本諭史

## 1. はじめに

2000年の鳥取県西部地震において、家屋の倒壊、山間部での斜面崩壊、落石などの地震動による被害と沿岸部での液状化現象による地盤災害が発生した。鳥取県は鳥取県内で過去に起きた地震の再来を仮定した場合、今後液状化などの被害が大きいのは鳥取県東部に位置する鹿野・吉岡断層であると予測している。しかし、鳥取県内の砂に対する液状化特性についての研究は少ない。そこで、本研究の目的は鳥取県内の東部の砂の液状化特性について調べることであり、液状化特性に相対密度と間隙比幅が及ぼす影響について考察する。

## 2. 試料および試験装置

本研究で使用した試料は、鳥取県鳥取市福部町より採取した砂である。本試料の特徴として細粒分含有率  $F_c$  が0.6%と低い値となっていることが挙げられる。試料の粒径加積曲線を図1に示す。

三軸試験装置の概略図を図2に示す。三軸試験装置は油圧による応力制御方式である。

## 3. 供試体作製方法および試験方法

本研究では空中落下法を用い、落下高さを変えることで相対密度30%（緩詰め）と相対密度60%（密詰め）の供試体を作製した。非排水三軸圧縮試験は、地盤工学会基準（JGS 0523-2009）<sup>1)</sup>，非排水繰返し三軸圧縮試験は、地盤工学会基準（JGS 0541-2009）に従った。繰返し三軸圧縮試験はJGS 0541-2009に定める圧密過程後、sin波、載荷周波数0.1 Hzで繰返し載荷を行った。相対密度を30%と60%で作製した供試体に対し繰返し応力振幅比を変化させ、計10回試験を行った。本研究では、液状化強度  $R_L$  を繰返し載荷回数20回で両振幅ひずみ  $DA=5\%$  に達した時を繰返し応力振幅比  $R_{20}$  とした。

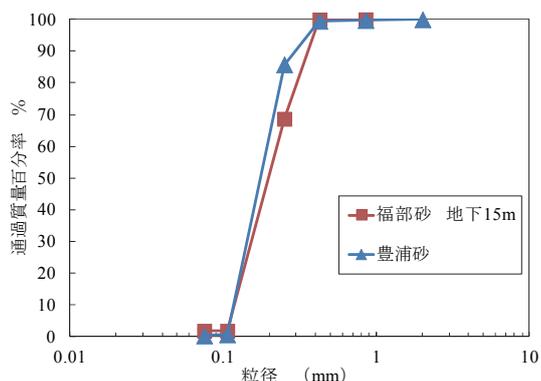


図1 粒径加積曲線

## 4. 結果および考察

図3と図4に試験結果、表1に各試料の液状化強度と間隙比幅の関係を示す。図3よりある繰返し載荷回数に達すると、1振幅ごとに一定間隔で上昇していた過剰間隙水圧が大きく上昇し、平均有効主応力や軸ひずみが大きく変化する。この過剰間隙水圧や繰返し載荷回数の挙動は、相対密度を変化させることにより変化した。つまり、相対密度は、軸ひずみや過剰間隙水圧比、または繰返し載荷回数に影響を与えていると考えられる。図4より、相対密度60%における液状化強度は豊浦砂の方が大きいですが、相対密度30%の場合では福部砂の方が大きい値を示した。また、表1より緩詰めから密詰めにした時の液状化強度  $R_{20}$  の増加の割合は、福部砂が20%の増加、豊浦砂が70%の増加となり、福部砂の方が豊浦砂よりも液状化強度  $R_{20}$  の増加の割合が小さ

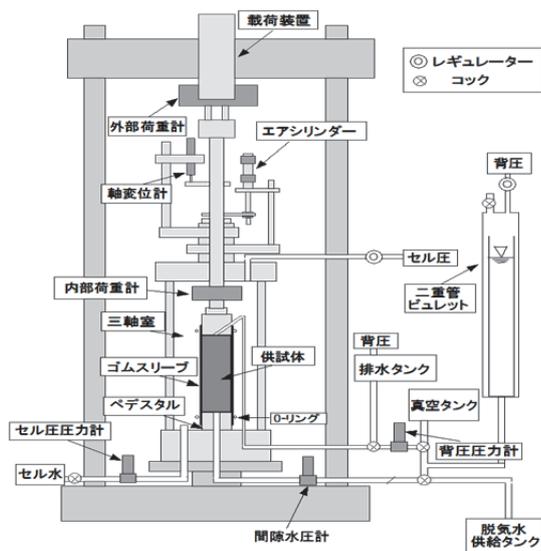


図2 三軸試験装置

いことが分かる。この原因として、間隙比幅や砂の粒子形状などの影響が考えられる。そこで今回は、砂の間隙比幅に着目して整理を行なった。

図5に液状化強度と間隙比幅の関係を示す。ここで間隙比幅は、最大間隙比と最小間隙比の差である。図にはこれまで本研究室で検討を行ってきた砂として境港砂と米子砂、既往の研究より引用した千葉県富津砂<sup>2)</sup>を示した。図5より間隙比幅が大きい砂では相対密度の増加に伴う液状化強度増加量も大きくなり、間隙比幅が小さくなると液状化強度増加量も小さくなるのが分かる。このように間隙比幅は、液状化強度の増加量に影響を及ぼすことが分かった。

既往の研究<sup>3)</sup>より、粒子形状の角張り度が間隙比幅に影響を及ぼすことが指摘されている。具体的には、砂の粒子が角張っていれば最大間隙比と最小間隙比の差で求められる間隙比幅は大きくなる。したがって砂の液状化強度増加量は、相対密度だけでなく粒子形状（角張り）も大きく影響するものと考えられる。

表 1 液状化強度と間隙比幅

(繰返し振幅応力比=0.10 相対密度=30%)

試料	相対密度 $Dr$ %	液状化強度 $R_{20}$	間隙比幅
福部砂	30	0.125	0.347
	60	0.150	
豊浦砂	30	0.100	0.399
	60	0.170	

### 5. 結論

- 1) 相対密度が増加すれば液状化強度も増加する。
- 2) 福部砂は豊浦砂に比べて、相対密度の変化が液状化強度に与える影響は小さい。
- 3) 間隙比幅は液状化強度増加量に影響を与える。

### 参考文献

- 1) (社)地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，2009。
- 2) 國生剛治，加藤亮，斎藤健太：砂質土の液状化強度に及ぼす初期せん断応力の影響についての三軸試験，第45回地盤工学研究発表会，pp1613-pp1614，2010。
- 3) 三浦均也，松本吉英，長谷川敬寿，土岐祥介：砂の物理的性質に及ぼす粒子形状および粒度分布の影響，北海道大学工学部研究報告第148号，2000。

### 謝辞

福部砂は鳥取河川国道事務所工務第二課の厚意により採取したものであり、関係各位に深甚の謝意を表す。

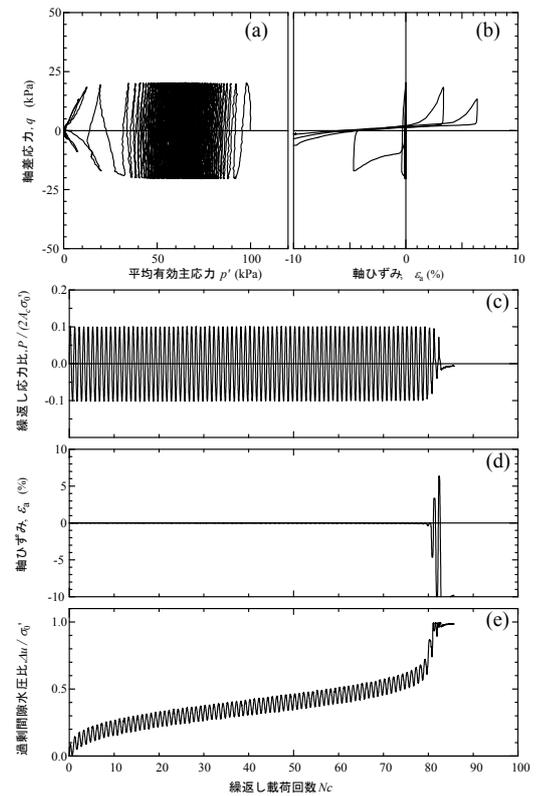


図 3 繰返し非排水三軸試験結果

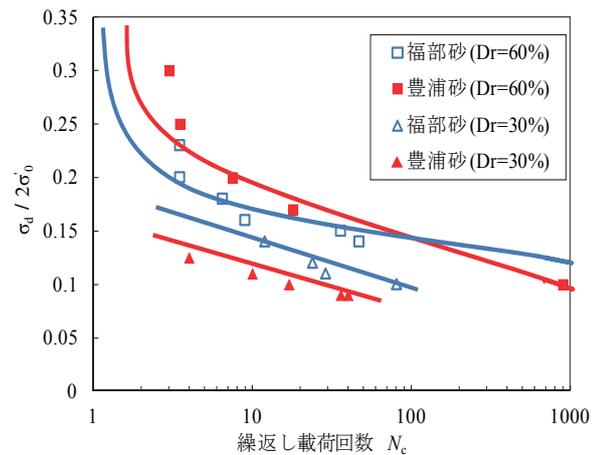


図 4 液状化強度曲線

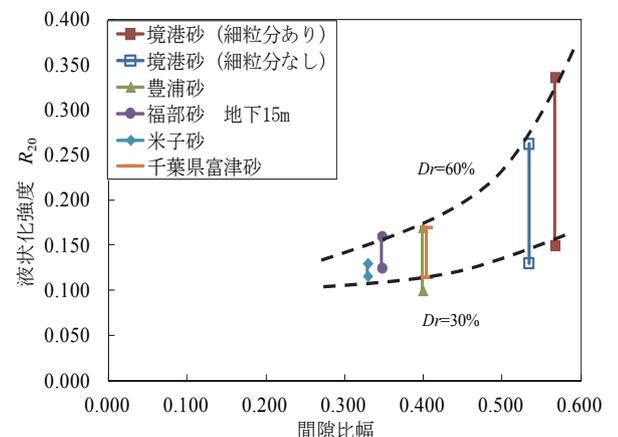


図 5 液状化強度-間隙比幅