

関西大学大学院	学生員	○会所久典
関西大学工学部	正会員	西田一彦
関西大学工学部	正会員	西形達明
復建調査設計(株)	正会員	吉岡孝浩
関西大学大学院	正会員	櫻田仁詩

1.はじめに 近年の土地利用の高度化に伴い山間部へも重要な土構造物・道路などが数多く建設されるようになっている。しかし、多くの工学的問題は飽和土地盤として捉えられ、不飽和土の動的研究は数が少ない。また、有数の地震国である我が国においては、その災害時の斜面安定問題を重要視せざるを得ない。そこで、本研究では一般に良質な建設材料として有効利用されているまさ土を用いて、地震動の影響による斜面崩壊に焦点をあて、繰返し载荷を受ける不飽和まさ土の動的特性について検討を行った。

2.試料の特徴および試験方法 本試験で用いたまさ土試料は、大阪府交野市の地山で地表0～1m以内の深さから採取した攪乱試料であり、表-1にその物性値、図-1に粒径加積曲線を示す。表-1より、細粒分含有率は11.8%、粘土分含有率は5.3%と低い値をとっており、試料は砂質土に分類される。また、本研究では比較のために飽和土の試験も行っているため、図中には、「港湾施設の設計上の基準・同解説」¹⁾にある液状化の可能性のある範囲を破線で示している。その結果、試料は飽和状態で液状化の可能性のある範囲にあることがわかる。また、試験で使用した供試体は、自然乾燥させた試料を2mmふるいに通した後、所定の含水比に調整し、直径5cm、高さ10cmのモールド内で、5層に締め固めたものを用いた。また、供試体の含水比は13, 16, 18, 20, 25, 28, 30, 32, 36%(飽和土)の9種類とした。

表-1 試料の物理的特性

試料名	ρ_s (g/cm ³)	D_{50} (mm)	F_c (%)	C_c (%)	自然含水比 w_0 (%)	最適含水比 w_{opt} (%)
まさ土(交野市)	2.764	0.37	11.8	5.3	16	20

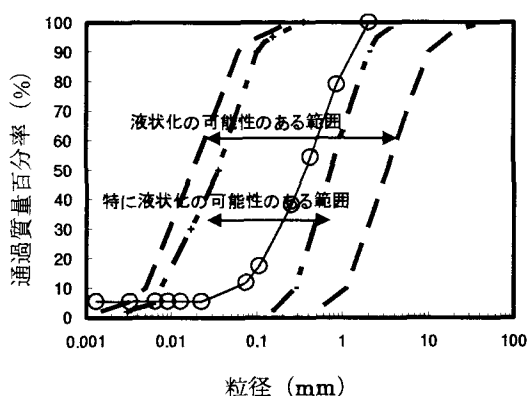


図-1 粒径加積曲線

実験方法は、ペDESTAL部にセラミックディスク(A.E.V.=196kN/m²)を備えた三軸試験機を用い、98kN/m²で等方圧密を行った後、非排気・非排水条件で間隙空気圧とサクションを測定しながら、繰返し载荷を周波数0.1Hzの正弦波で実施した。

3.試験結果 図-2に試料土の水分保持曲線を示す。この図からわかるように、含水比20%付近を境に乾燥側でサクションが大きく増加している。これは最適含水比が20%であることより、この値を境に供試体内部の水分状態が大きく変化することが原因となっているものと思われる。

そこで、破壊(軸ひずみ5%)に至るまでの繰返し载荷時の挙動に注目してみる。図-3に飽和時における実験結果を示す。この図を見ると、過剰間隙水圧比が上昇し、液状化が生じているのがわかる。また、図-4～6

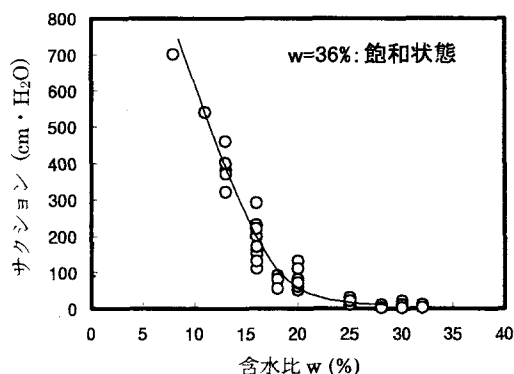


図-2 水分保持特性曲線

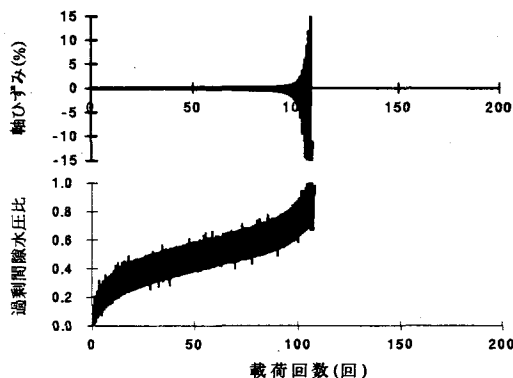


図-3 繰返し載荷中の挙動(飽和土, $r=0.13$)

は、含水比 25, 20, 13%の不飽和試料の軸ひずみ、サクション、間隙空気圧の変化を示している。図-4の含水比 25%では、載荷とともに徐々に軸ひずみが増加して破壊に至り、飽和土と同様な挙動を示している。また、負のサクション(正の間隙水圧)と間隙空気圧は、軸ひずみの発生に伴って上昇している。しかし、図-5に示す含水比 20%では、軸ひずみが載荷回数 45 回付近で急激に増加しているのがわかる。そして、図-6の最も乾燥側である含水比 13%でも、あるところで急激に軸ひずみが発生し破壊に至っているが、サクションに変化はみられず、間隙空気圧はわずかに上昇している程度である。含水比 13%の場合、供試体の局部にせん断面が生じ、急激に破壊に至ったため、サクションはほとんど変化しなかったものと考えられる。次に、破壊に至るまでのサクションの変化を示したものが図-7である。この図より、供試体の含水比が 13%や 16%では試験時にサクションの変化がほとんど見られず、明らかに脆性破壊を生じたものと考えられる。しかし、含水比が 20%を超えると、破壊に至るまでのサクションが低下(正の間隙水圧が増大)している。このことから含水比が高くなるほど、不飽和土でも擬似的な液状化破壊を示すものと考えられる。

4.まとめ

以上のことから、最適含水比である 20%付近で大きく破壊形態が異なることがわかった。そして、その乾燥側では急激なひずみの増加による脆性破壊を生じ、湿潤側では飽和土の液状化現象に類似した破壊形態(擬似液状化破壊)を示すものと考えられる。

参考文献

- 1) 港湾施設の設計上の基準・同解説：運輸省港湾局監修，日本港湾協会，1989。

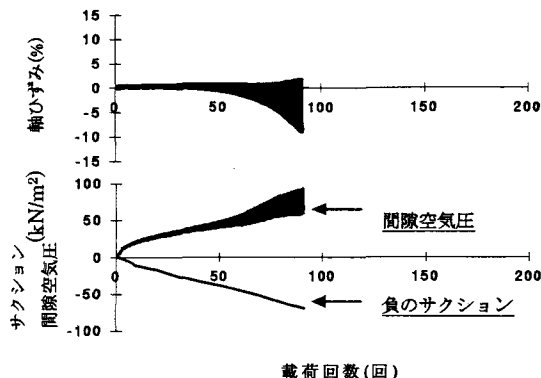


図-4 繰返し載荷中の挙動($w=25\%$, $r=0.32$)

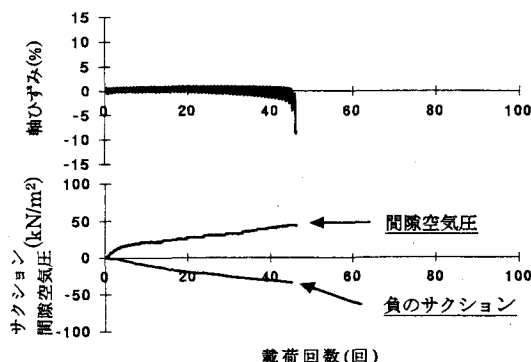


図-5 繰返し載荷中の挙動($w=20\%$, $r=0.34$)

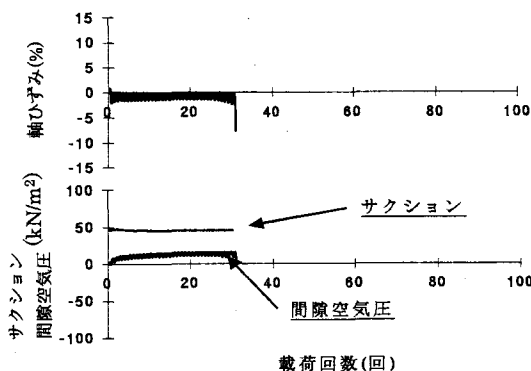


図-6 繰返し載荷中の挙動($w=13\%$, $r=0.50$)

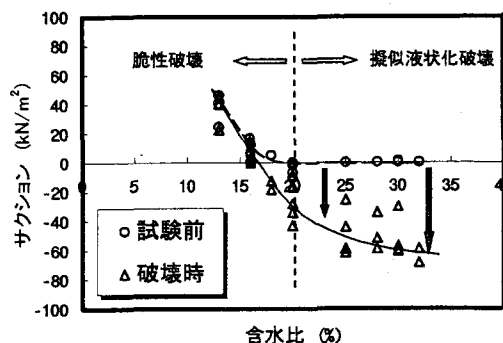


図-7 試験時のサクションの変化