

## 礫を含む砂の三軸液状化強度

大分工業高等専門学校 正 ○工藤宗治

大分工業高等専門学校 正 長友八郎

大分工業高等専門学校 佐藤 栄

## 1. まえがき

砂に種々の材料が含まれる場合の液状化特性への影響は、地盤の液状化発生の判定及び液状化防止の立場から研究が行われている。ここでは礫の粒子を三軸液状化試験の砂供試体に混入して、液状化強度にどのような影響を及ぼすかを調べた。

## 2. 実験材料

砂試料は豊浦標準砂である。その粒子密度 $\rho_s$ は $2.635\text{g/cm}^3$ であり、50%粒径 $D_{50}$ は $0.178\text{mm}$ 、均等係数 $U$ は $1.96$ 、最小間隙比 $e_{\min}$ は $0.630$ 、最大間隙比 $e_{\max}$ は $0.958$ である。礫試料は本校のキャンパス内で採取したものであり、粒径は $10\text{mm}$ フルイを辛うじて通過する程度のもので、形状の偏平なものと同細長いものは除いた。一個当たりの質量は $1.2\sim 1.4\text{g}$ であり、粒子の密度 $\rho_s$ は $2.62\sim 2.65$ である。材質、表面の粗さなどは一様ではない。

## 3. 実験の概要

試験用の供試体の標準寸法は直径が $50\text{mm}$ 、高さが $125\text{mm}$ である。砂供試体内に混入した礫粒子の配置を図-1に示す。即ち供試体内の水平断面になるべく等間隔に1～3個を、又上下方向には等間隔になるように1～5個所を水平断面に配置した。礫粒子によるメンブレンバネトレーション効果を防止するためにゴムスリーブからも距離をとった。供試体の作製方法は豊浦砂を空中落下法により所定の高さまで堆積させて礫粒子を配置し再び豊浦砂を空中落下法により堆積させることを繰返したものである。豊浦砂のみの供試体の平均相対密度 $D_r$ は $0.447$ である。供試体は $\text{CO}_2$ で置換し、脱気水の通水によって飽和化した。

液状化実験は非排水繰返し三軸圧縮試験によった。有効拘束圧は $1.0\text{kgf/cm}^2$ とし、 $2.0\text{kgf/cm}^2$ のバックプレッシャーを加えた。軸ひずみ両振幅5%で液状化とした。

## 4. 液状化回数とせん断応力比の関係

供試体水平断面における礫粒子の配置パターン毎の

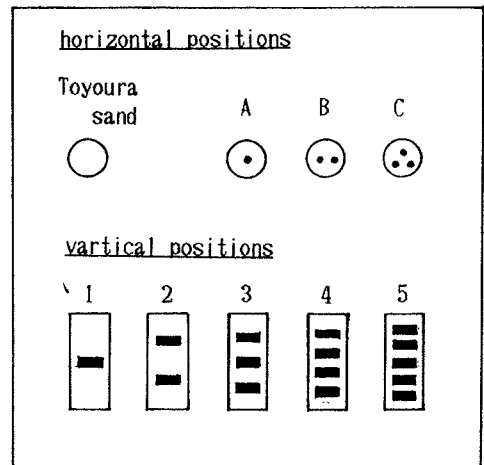


Fig.1. positions of gravel particles

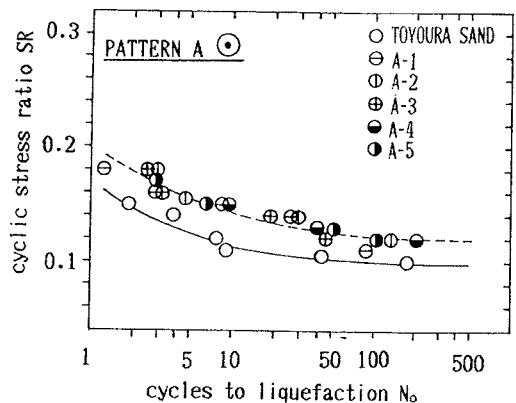


Fig.2. Stress ratio versus cycles to liquefaction (pattern B)

液状化回数 $N$ 。とせん断応力比 $SR$ の関係を図-2, 3, 4に示す。図-2は供試体断面の中央に礫粒子を1個丈配置した場合の液状化回数とせん断応力比の関係(液状化強度曲線)である。明らかに礫粒子を1個丈配置した場合には、豊浦砂のみの場合より液状化強度が増大し、それ以上5個まで増加しても液状化強度はそれ以上には増大しない。

図-3は供試体の水平断面に礫粒子を2個ずつ配置した場合の液状化曲線である。2個丈配置した場合は何故か豊浦砂のみの場合と液状化強度と差が無い。4個以上6個の場合まで礫粒子の数が増加するに従い、液状化強度も著しく増加している。

図-4は供試体の水平断面に礫粒子を3個ずつ配置した場合の液状化曲線である。3個丈配置した場合でも液状化強度は豊浦砂のみの場合より著しく増大し6個9個と増加すると更に液状化強度は増大している。

## 5. 考察

載荷回数20回におけるせん断応力比 $SR_{20}$ を液状化強度として、供試体水平断面における礫の配置パターン毎の平均礫含有率との関係を図-5に示す。実験の範囲では礫含有率が1.5%以下程度と低い場合には礫粒子の配置パターンによる液状化強度の差が認められる。しかし配置パターンと強度のはっきりとした関連を見出すことは困難である。次に礫含有率が1.5%以上になると、礫粒子の配置パターンの相違による液状化強度 $SR_{20}$ の差は小さくなる傾向が認められる。

又全体的に見ると、礫含有率が高くなるに従って液状化強度 $SR_{20}$ が増大する傾向は明らかであり、礫含有率が数%程度でも礫混入の影響は大きいと言える。

## 6. まとめ

礫粒子を混入した砂の液状化に関する本実験の範囲では、礫含有率が1.5%程度以下では礫粒子の配置パターンによる液状化強度の差が認められるが、含有率がそれ以上になるとその差は小さくなる。又全体的な傾向として含有率が高いほど液状化強度も大きく、含有率が数%でもその影響は大きい。本研究ではほぼ同一形状・同一粒径の礫の混入の影響を調べたが、粒径・形状の影響及び礫以外の材料の影響も調べる必要がある。

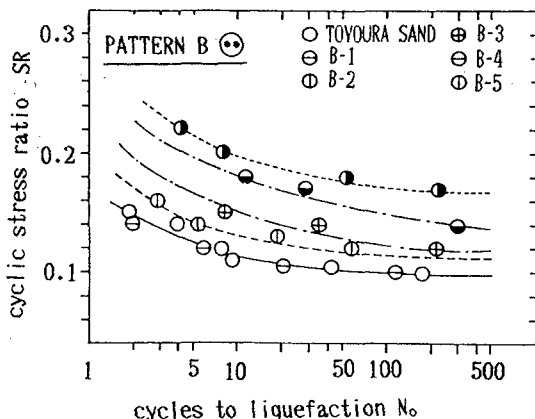


Fig.3. Stress ratio versus cycles to liquefaction (pattern B)

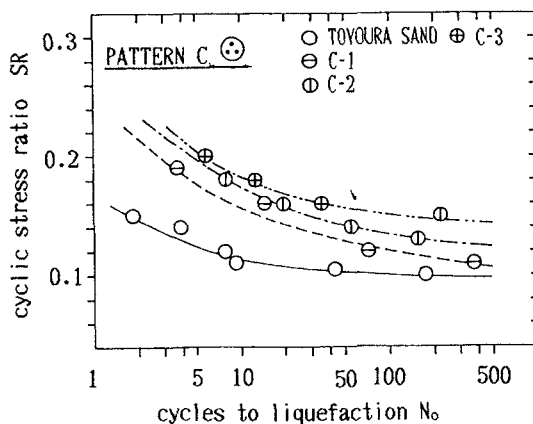


Fig.4. Stress ratio versus cycles to liquefaction (pattern C)

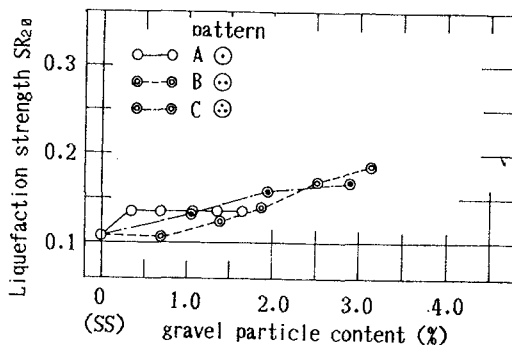


Fig.5. Liquefaction strength  $SR_{20}$  versus gravel particle content