

# III-50

## 異方圧密履歴を受けた飽和砂の液状化特性（第2報）

北海道大学 工学部 正会員 山下 聡  
 北海道大学 工学部 正会員 土岐 祥介  
 室蘭工業大学工学部 正会員 三浦 清一  
 室蘭工業大学大学院 学生員 縄田 健志

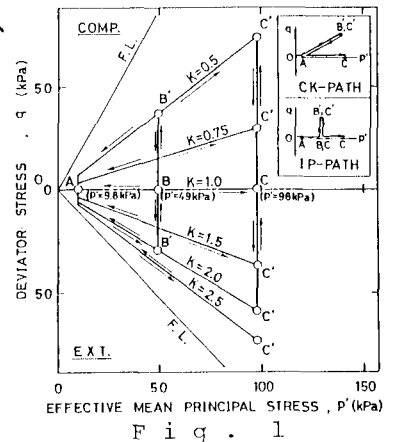
### 1. まえがき

供試体に異方圧密履歴を与えると、非排水繰返し三軸強度に影響を及ぼし、特に、伸張方向の異方圧密履歴を与えると、液状化強度は増加することを前報<sup>1)</sup>で筆者らは報告した。本研究では、供試体に異方圧密履歴を与える時の応力経路を変え、圧密経路の違いが液状化強度に及ぼす影響を調べた。

### 2. 試料および試験方法

用いた試料は、豊浦標準砂( $G_s=2.645$ ,  $U_c=1.43$ ,  $D_{50}=0.18\text{mm}$ ,  $F_c(\leq 74\mu\text{m})=0\%$ )で、土質工学会基準による最大・最小間隙比は $e_{\max}=0.991$ ,  $e_{\min}=0.623$ である。供試体は直径70mm, 高さ170mmで、MSP法によって作製した。相対密度は $D_{rc}=80\pm 3\%$ (圧密終了時:  $\sigma'_c=98\text{kPa}$ )である。

異方圧密履歴は、図-1に示す2種の経路で与えた。①供試体飽和後、有効拘束圧 $\sigma'_c=9.8\text{kPa}$ ( $B.P.=196\text{kPa}$ )であるA点の等方状態から、所定の主応力比 $K(\sigma'_x/\sigma'_y)$ を一定に保ちB'点( $p'=49\text{kPa}$ )またはC'点( $p'=98\text{kPa}$ )まで異方圧密を行い、再び同じ経路をA点の等方状態まで戻した後、C点( $\sigma'_c=p'=98\text{kPa}$ )で再び等方圧密を行い供試体に異方圧密履歴を与える経路(CK-経路)。②A点の等方状態からB点( $p'=49\text{kPa}$ )またはC点( $p'=98\text{kPa}$ )まで等方圧密を行った後、平均主応力 $p'$ を一定に保ちながら所定の主応力比 $K$ が得られるB'点またはC'点までせん断を行い、再び平均主応力を一定に保ったままB点またはC点の等方状態に戻した後、C点で等方圧密を行う経路(IP-経路)。上記の2種の経路によって供試体に異方圧密履歴を与え、非排水繰返し三軸試験を行った。ここで、本研究で用いた異方圧密時の主応力比 $K$ は、 $K=0.5, 2.0$ (CK-経路のC'点については $K=0.5, 0.75, 1.5, 2.0, 2.5$ )である。

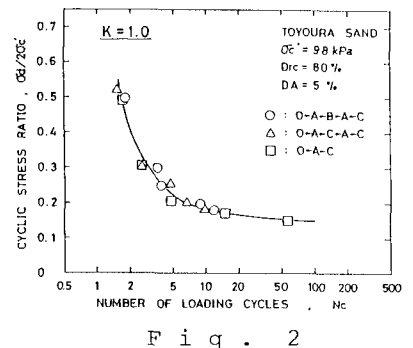


なお、異方圧密はすべて排水条件で行い、圧密中の体積変化に対してMP補正を行っている<sup>2)</sup>。

用いた試験装置は、空圧式繰返し三軸試験機で、繰返し载荷は振幅一定、载荷周波数 $f=0.1\text{Hz}$ の正弦波、第1波は圧縮荷重である。

### 3. 試験結果および考察

図-2は、等方圧密・膨張のみを行った経路(① $O \rightarrow A \rightarrow C$ , ② $O \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow C$ , ③ $O \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow C$ : 図1参照)の場合の液状化強度の変化を、繰返し応力比 $\sigma_d/2\sigma'_c$ と振幅軸ひずみ $D_A$ が5%に達するまでの载荷回数 $N_c$ の関係で示したものである。図から、各経路によって液状化強度に差は認められず、供試体が等方圧密履歴のみを受けた場合、繰返し载荷時の圧密圧力が以前に受けた圧密圧力と同じかあるいは大きい時には、ほとんど液状化強度に影響を及ぼさないことがわかる。図-3(a), (b)は、異方圧密時の主応力比が $K=0.5$ の場合についてCK-経路とIP-経路を、B'点およびC'点まで異方圧密を行ったケースについて、それぞれ比較したものである。図より圧密時の経路による差は認められない。また、異方圧密時の圧密圧力による差も認められず、図中に破線で示した等方圧密した場合( $K=1.0$ )の液状化強度と変わらない。次に、図-4(a), (b)は



同様な関係を $K=2.0$ で異方圧密履歴を与えた場合について示したものである。この場合は、異方圧密履歴を受けることによって液状化強度に変化が認められ、同じく図中に破線で示した $K=1.0$ のケースよりも液状化強度に増加が認められ、また、B'点よりもC'点で異方圧密を行った場合の方が液状化強度の増加率が高い。すなわち、異方圧密時の平均主応力が大きいほど液状化強度が増加している。しかし、圧密時の応力経路による差は認められず、異方圧密履歴を受けることによって経路によらず同様に液状化強度は増加している。

このように、供試体が異方圧

密履歴を受けることによって液状化強度に変化が認められ、圧縮方向の履歴を受けた場合は、等方圧密した供試体の液状化強度と顕著な差は認められず、液状化強度にほとんど影響を及ぼさないが、伸張方向の履歴を受けると液状化強度は変化し、異方圧密時の圧密圧力が大きくなるにしたがって液状化強度は増加することがわかった。しかし、圧密時の応力経路による差は認められず、異方圧密時の主応力比 $K$ によって同様な傾向が認められた。図-5は、CK-経路とIP-経路において、圧密時に発生した軸ひずみを示したもので、A点から異方圧密時のC'点およびC点までに発生した軸ひずみ量を示している。この図からも、軸ひずみの発生状況に圧密時の応力経路の違いによる差はそれほど大きく認められず、液状化強度の変化に異方圧密履歴を与える際の応力係が大きく影響しているものと言える。

#### あとがき

圧密経路によらず伸張方向の異方圧密履歴を受けることによって液状化強度に増加が認められた。これは、本研究で用いた供試体はMSP法で作製しているため、本来、供試体は初期構造異方性を有しており、鉛直方向に圧縮しやすく、膨張しやすい特性を持っているため、圧縮方向の履歴を受けた場合よりも伸張方向の履歴を受けた方が変形しやすく、伸張方向の異方圧密履歴を受けると、繰返し載荷時には、等方圧密した供試体よりも伸張方向に変形しやすくなるため、液状化強度が増加したと言える。

最後に、実験およびデータ整理に元北大4年目 瀬野加津人、竹田尚人、元室工大4年目 三上博英、八木一善各君に協力を得た。また本研究に昭和61年度文部省科学研究費試験研究(1)の補助を受けた。記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 山下, 土岐, 三浦, 三浦 (1987) : 第22回土質工学研究発表会講演集
- 2) 山下, 三浦, 土岐 (1986) : 第41回土木学会年次学術講演会概要集, pp279-280

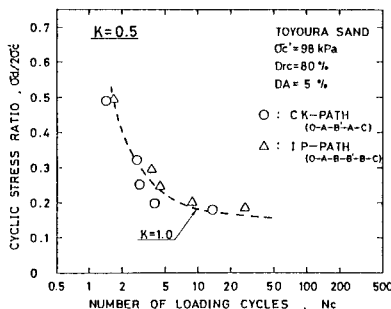


Fig. 3(a)

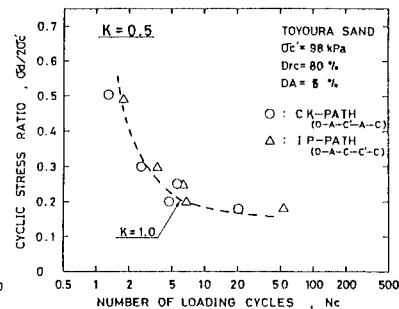


Fig. 3(b)

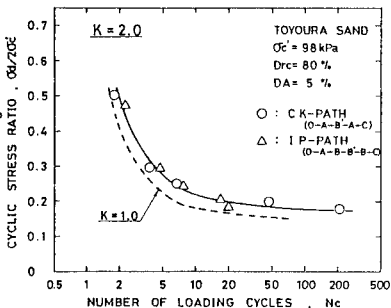


Fig. 4(a)

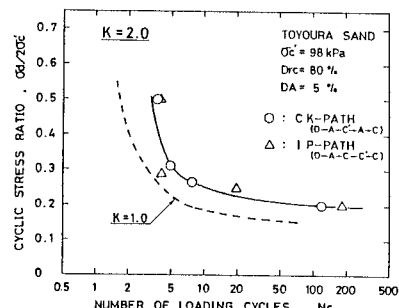


Fig. 4(b)

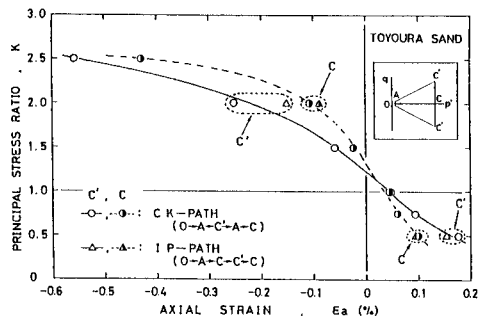


Fig. 5