

III-4 せん断方向が変化した時の砂の変形特性

東京大学 工学部 正 員 石塚 研而
 " 大学院 学生員 ○山田 恭央

◆はじめに◆

先に、筆者らは三主応力を独立に制御できる多軸せん断装置を用いて、三主応力のうち二主応力が等しい四方向向で反転載荷試験を行ない、せん断方向の変化が砂の変形特性に及ぼす影響について、基礎的な検討を加えてみた¹⁾。この時には、せん断方向の変化はただ一度だけであったが、今回は二度もしくは三度せん断方向を変化させて、変形特性に及ぼす影響を調べてみた。

◆実験に用いた stress path ◆

実験装置は前論文のものと同一であるので、ここでは省略する。試料は飽和した富士川砂 ($G_s = 2.728$, $D_{50} = 0.40\text{mm}$, $U_c = 3.16$, $e_{\max.} = 1.032$, $e_{\min.} = 0.481$) を使用し、試験はすべて排水状態で、平均主応力を一定に保つ ($p = 1\text{kg/cm}^2$)、応力制御試験である。

図1は、正八面体応力面上で四つのせん断方向を示したものである。ZC (Z方向圧縮)、XE (X方向伸張)、YC (Y方向圧縮)、ZE (Z方向伸張) の四せん断方向は、正八面体応力面上で互いに 60° をなしており、すべて三主応力のうち二主応力が等しい、三軸応力状態となっている。今回は、Z方向圧縮・伸張の反転載荷試験を基本とし、その向にX方向伸張、またはY方向圧縮、またはその両者の載・除荷過程をばさむ試験を行なった。それらは;

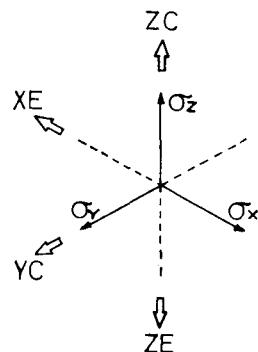
- a) ZC → ZE test
- b) ZC → XE → ZE test
- c) ZC → YC → ZE test
- d) ZC → XE → YC → ZE test

である。各 stress path での反転応力比は、 $q/p = \pm 0.6$ (p : 平均主応力, q : 偏差応力, 圧縮時正、引張時負) に選んでいる。

◆実験結果と考察◆

各試験の体積変化特性は、横軸に応力比 q/p 、縦軸に体積ひずみ $v(\%)$ をとり、図2~5に示されている。

これらの図では、最終段階ZE載荷時の体積変化特性には大きな差がみられる。それ以前のせん断履歴が 180° をなす方向のみである ZC → ZE test と、 180° 、 120° をなす二方向である ZC → XE → ZE test では、



octahedral plane
 図1. せん断方向

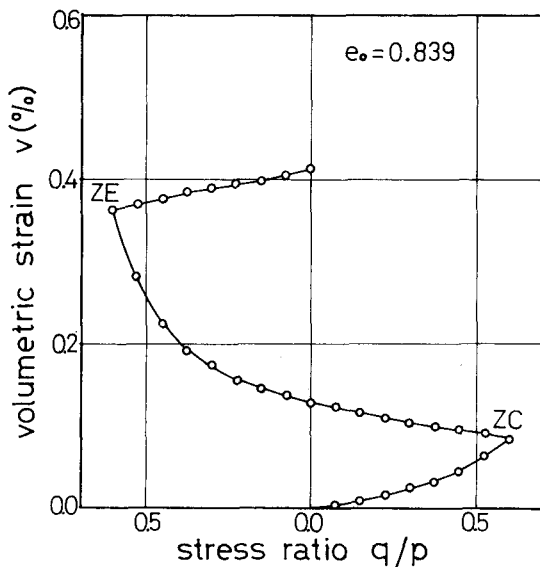


図2. ZC → ZE test

体積ひずみ増分が大きく、ほぼ virgin sample に近い変形特性を示しているのに対して、 180° 、 60° をなす二方向である ZC→YC→ZE test、 180° 、 120° 、 60° をなす三方向である ZC→XE→YC→ZE test では、前二者の半分以下の体積収縮しか生じていない。同様に YC 載荷時の体積変化特性を比べてみると、以前のせん断方向のなす角が 120° である ZC→YC→ZE test では virgin sample に近い挙動を示しているが、 120° 、 60° の二方向である ZC→XE→YC→ZE test では、応力履歴の影響を受け体積ひずみ増分はやはり前者の半分以下となっている。ひずみの小さいうちに除荷しせん断方向を変化させた時、以前の方向となす角が 60° と小さい時にはその履歴の影響を大きく受けるが、 $120^\circ \sim 180^\circ$ と角度が大きくなるにつれ yield condition は独立に定まり、virgin sample とほぼ同様の変形特性を示すようになることは、前論文の結果と一致するものである。

図2～5の各 stress path の除荷時の体積ひずみ増分をみると、どの場合もほぼ一定の値 ($0.02 \sim 0.05\%$) となっていることが注目される。これは、載荷時には初期構造の異方性により、せん断方向に応じて体積変化特性が大きく異なること¹⁾と対照をなしている。

◆あとかぎ◆

本研究を行なうにあたって、東京大学、関元治氏に手伝っていただいた。末筆ながら、深く感謝の意を表する次第である。

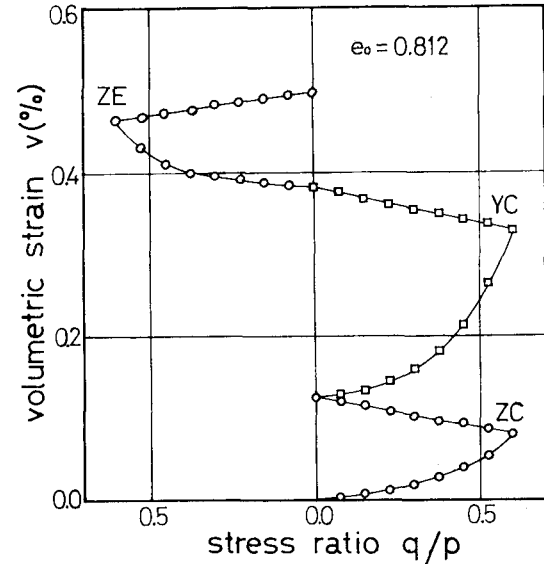


図4. ZC→YC→ZE test

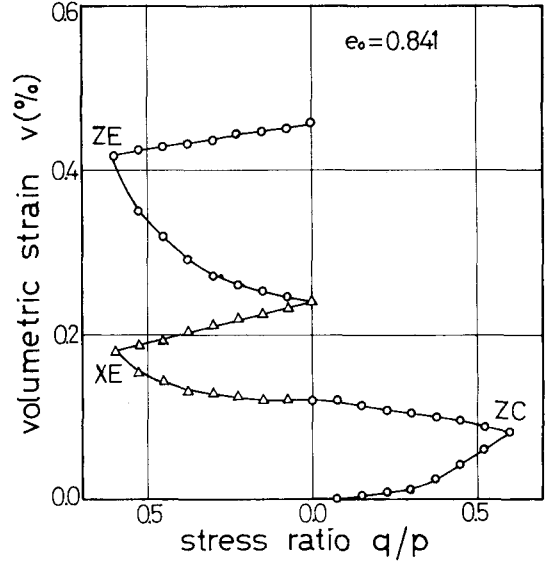


図3. ZC→XE→ZE test

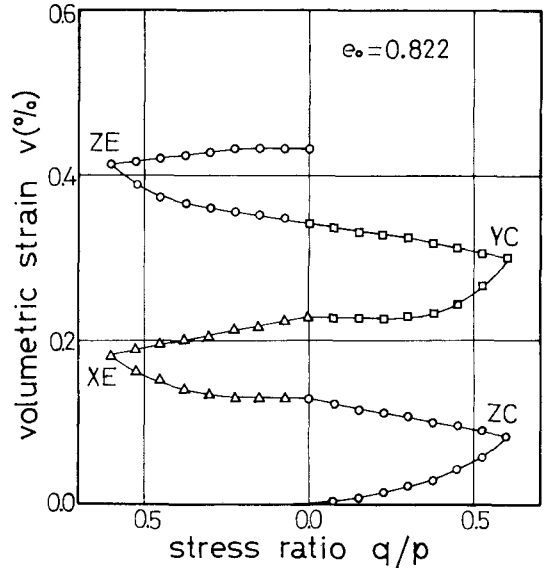


図5. ZC→XE→YC→ZE test

◆参考文献◆

- 1) 石原・山田・北川 (1975): 三主応力を变化させた砂のせん断変形特性, 第10回土質工学研究発表会 講演集