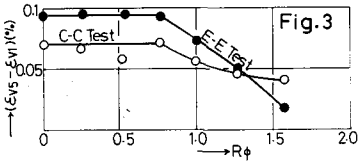
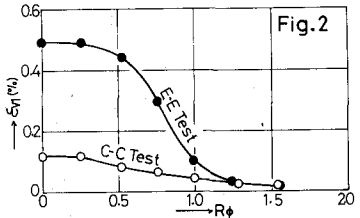
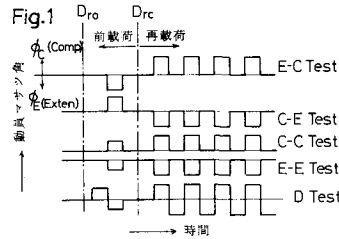


北見工業大学 正員 ○鈴木 輝之
北海道大学工学部 正員 工坂 祥介

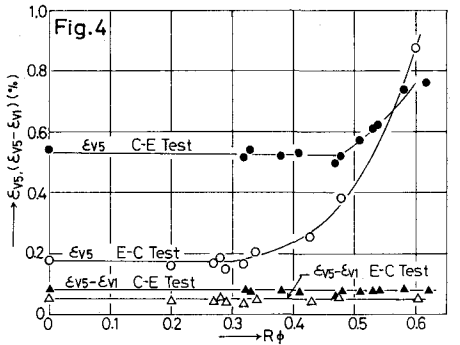
【まえがき】 不規則な繰返し荷重の下で砂がどのような変形特性を示すかを明らかにして、またそれを規則的荷重の実験結果から推定する方法を研究することは重要な課題と言える。著者の一人は不規則な繰返し荷重の下での乾燥砂の体積変化を求める一方法を提案している。¹⁾ この方法では以前に受けた荷重(履歴)の影響が十分に考慮されていない英が問題として残されている。本研究はこの英を明らかにするために、所定の繰返し荷重の下での残留体積変化(以後単に体積変化と呼ぶ)において、以前に受けた繰返し荷重の影響がどのように現れるかを調べたものである。

【実験方法】 用いた試料は気乾状態の豊浦砂($e_{max}=0.985$, $e_{min}=0.617$)であり、実験装置は従前から用いている空気圧切換え方式の繰返し三軸装置²⁾である。荷重の載荷方法はFig.1に模式的に示すように前載荷と再載荷とからなる。載荷はすべて半径方向応力($\sigma_R=2.0 \text{ kg/cm}^2$)を一定とし、軸方向応力のみを変化させるタイプのものである。また再載荷での動員マサツ角中 re は 20° とし、前載荷(すべて1サイクル)での動員マサツ角中 pre は $R\phi = \tan\phi_{pre} / \tan\phi_{re}$ の値が $0 \sim 1.8$ の間で種々に変化するように決めた。供試体密度は、前載荷を終了した時英での相対密度 D_{rc} が55%となるように初期相対密度 D_{ro} を決めた。これは前載荷の影響のうち密度の増加による成分を除くためである。なお供試体の作成は多重フルイ落下法³⁾により行なった。



【同一方向載荷履歴の影響】 Fig.2はC-C Test とE-E Testにおける再載荷1回目の体積ヒズミ ϵ_{r1} と $R\phi$ の関係を示しており、Fig.3はFig.2と同じ実験で2~5回目の載荷が生じた体積ヒズミ $\epsilon_{r5} - \epsilon_{r1}$ と $R\phi$ の関係を示している。これらの図から、 ϵ_{r1} は $R\phi = 0.25$ ($\phi_{pre} = 5^\circ$) あたりから前載荷の影響が顕著になり、 $R\phi$ の増加とともに ϵ_{r1} は小さくなっていくのに対し、 $\epsilon_{r5} - \epsilon_{r1}$ は $R\phi = 0.8$ 付近まで前載荷の影響はほとんど見られないことが分る。このように同一方向載荷履歴の影響の現われ方は再載荷) 回目の体積ヒズミにおける場合と2回目以後のそれとは異なることが分る。

【反対側方向載荷履歴の影響】 Fig.4はE-C TestとC-E Testの再載荷5回目までの体積ヒズミ ϵ_{r5} 、および2~5回目での体積ヒズミ $\epsilon_{r5} - \epsilon_{r1}$ と $\tan\phi_{pre}$ の関係を示したものである。この図から反対側載荷履歴の影響は $\tan\phi_{pre}$ のある値以上になると現われ始め、この場合再載荷における体積ヒズミは、処せ供試体の場合より大きくなる。この影響が現われ始める限界は、応力 ($R\phi$) で表わすと圧縮と伸張とで異なっている。これは供試体の初期堆積構造の異方性によるためと考えられる。⁴⁾ またFig.4から本実験の $R\phi$ の範囲では、 $R\phi$ の大きさにかかわらず、再載荷2回目以後の体積ヒズミには反対側前載荷の



影響はほとんど現われていないことが分る。すなわち、反対側前載荷が再載荷時の体積ヒズミに影響を与えるのは再載荷1回目の場合に限りられていることになる。

Fig. 5は前載荷が生じた最大せん断ヒズミの絶対値 $|\delta_{pre}|_{max}$ と E_{VI} の関係を示したものである。この図によれば前載荷の影響が現われ始める $|\delta_{pre}|_{max}$ は $\phi_{re}=20^\circ$ の場合、圧縮、伸張ともに0.8%程度とほぼ一致しており、前載荷の影響が現われ始める限界は応力よりもヒズミの方が统一的に表わし得ることを示唆している。

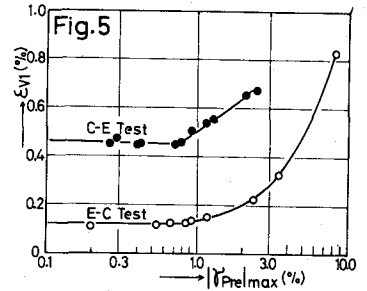
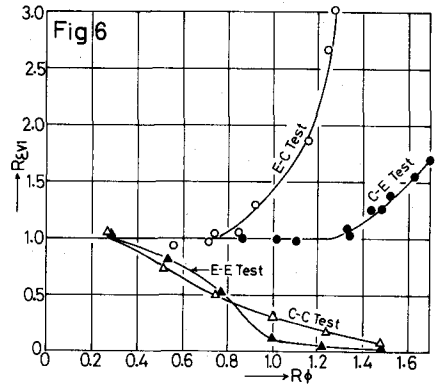


Fig. 6はFig. 2とFig. 4から E_{VI} を処女供試体のそれと除して無次元化した値 R_{EVI} と R_ϕ の関係を示したものである。この図に示されるような同一方向応力履歴と反対側方向応力履歴の影響の現われ方の違いは前載荷による粒子構造の変化を考慮することによって説明できよう。また圧縮側と伸張側の違いの原因は供試体の初期堆積構造の異方性に帰することが出来るようである。



{DTest(両振り試験)の結果} Fig. 7のプロットはDTestにおける R_{EVI} と R_ϕ の関係を実測値を示している。またFig. 8はDTestの E_{VI} を圧縮側で生じた ΔE_{VC} と伸張側で生じた ΔE_{VE} とに分解したものである。前載荷は伸張側で終らせ、再載荷を圧縮側から始めていることを考えると、Fig. 6とFig. 8から、

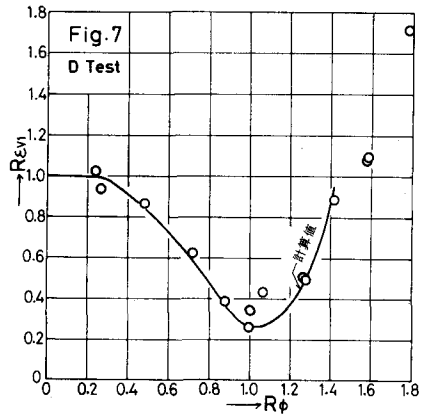


Fig. 7の結果は、同一方向および反対側方向の載荷履歴の影響が圧縮側と伸張側で各々独立的に現われ、それらが加え合わされたものとして理解できよう。そこでFig. 6から任意の R_ϕ における4種類の試験(C-C, E-E, E-C, C-E Test)の R_{EVI} (各々 R_{EVI}^{C-C} , R_{EVI}^{E-E} , R_{EVI}^{E-C} , R_{EVI}^{C-E} で表わす)を拾い、DTestの再載荷1回目の R_{EVI} と次式で計算した。

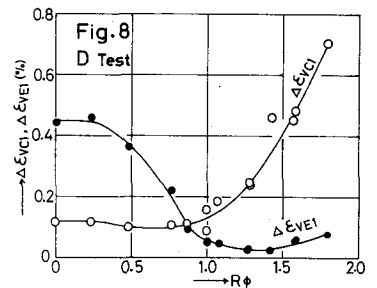
$$E_{VI}^D = \bar{E}_{VI}^{C-C} \times (R_{EVI}^{C-C} + R_{EVI}^{E-C} - 1) + \bar{E}_{VI}^{E-E} \times (R_{EVI}^{E-E} + R_{EVI}^{C-E} - 1)$$

$$R_{EVI} = E_{VI}^D / \bar{E}_{VI}^{C-C} + \bar{E}_{VI}^{E-E}$$

ここで \bar{E}_{VI}^{C-C} , \bar{E}_{VI}^{E-E} : $R_\phi=0$ におけるC-C, E-E Testのオ1回目載荷における体積ヒズミ。

この式によって計算されたDTestにおける R_{EVI} と R_ϕ の関係を示したものがFig. 7の実線であり、実測値と比較的一致することが分る。

このような載荷履歴の影響の独立性は不規則荷重の下での変形を求めるとき重要な知見となり得よう。



{あとがき} 本報告の実験は元北見工大学生、勘野裕明、志賀直文、田村晋介、堤三樹磨、長谷部和彦の諸君によってなされた。記して謝意を表わす。

- {文献} 1). 工波、鎌田、北郷: 才31回工土学会年報Ⅲ部。2). 鈴木輝之: 技術報告資料17号。
3). 工波、三浦、浅見: 才14回工土学会研究発表会。4). 鈴木輝之: 才14回工土学会研究発表会。