

電力中央研究所 正員 徳江俊秀
電力中央研究所 正員 北原義浩

1. はじめに

基礎地盤の変形解析をFEM等によって行う場合に、解析法によっては、土の変形係数 E 、ポアソン比 ν が使われ、それらに及ぼす応力経路の影響が問題になる。ここでは、盛土等の直下で見受られる代表的な応力経路の一つと思われる主応力比 $\sigma_3/\sigma_1 (=R)$ が一定の場合の砂の変形特性について、実験に基づいた、若干の報告を行う。

2. 実験装置、試料、及び実験方法

三軸セルの断面図を図-1に示す。ピストン径と供試体の径が等しいので、 σ_1 と σ_3 を独立に加え得る。ベロフラム構造の採用により、ピストンの摩擦はほぼ除去され、ピストンは自重で自由に降下する。用いた試料砂は、利根川砂でその物性と粒度加積曲線を図-2に示す。供試体の寸法は $\phi 50 \times H 125$ である。実験は全て応力制御、排水条件下で行った。応力経路は図-3に示す様に、先ず 0.5 kg/cm^2 まで等方的に圧縮し、次に所定の応力比 R まで σ_1 のみを増加させ、その後、 $\sigma_3/\sigma_1 = R$ を保ちながら、 σ_1, σ_3 を同時に増加させた。その際、 σ_3 の増加中 $\Delta\sigma_3$ を、全試験を通してほぼ 0.08 kg/cm^2 に保った。

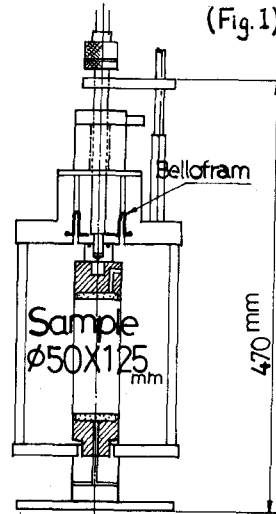
3. 実験結果

以下で、応力、歪率に、圧縮側を正としている。

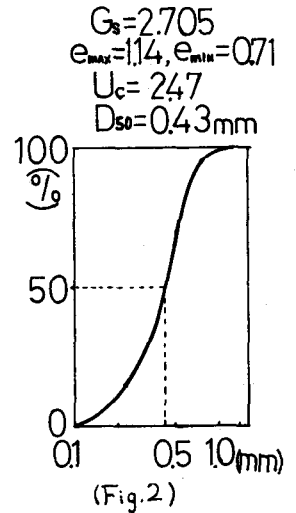
3-1. 歪増分比と応力との関係

図-4は、 R 一定下における歪増分比 $K = \frac{\Delta\epsilon_1}{\Delta\epsilon_3}$ と σ_1 の関係を示している。これによると、ある R の下では K は σ_1 の大きさには関係無く、あるバラツキの幅の中に一定に保たれること、そしてその K の平均値は、 R によって変化することがわかる。これは、Poonoosha等^①の結果と一致している。

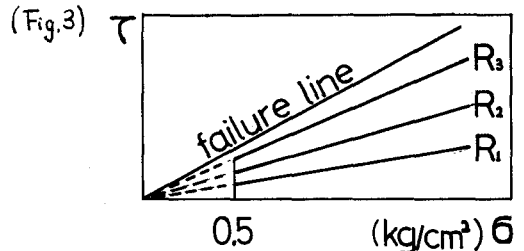
図-5は、この K の平均値と R との関係と、 R 一定の場合と、 σ_3 一定の場合についてプロットしたものである。これより次の諸点が認められる。① $K = \frac{\Delta\epsilon_1}{\Delta\epsilon_3}$ の変化は、いわゆる圧縮域の場合(σ_3 一定)と、応力比 R 一定の場合とで大きく異なる。② しかし、 R 一定の場合でも、 K と R との関係は、ほぼ直線関係を示している。但し、 σ_3 一定の場合、 K と R の関係は、



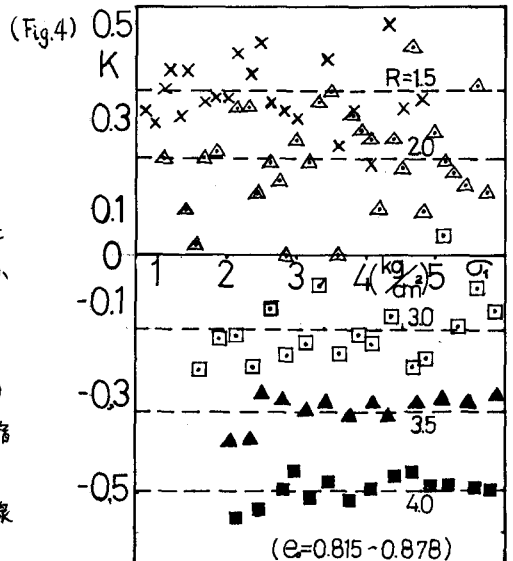
(Fig. 1)



(Fig. 2)



(Fig. 3)



(Fig. 4)

間隙比によらず、ほぼ同一直線上に載るが、 R —一定の場合は、間隙比に若干影響されて、ほぼ平行な二直線となっているようである。③ 従って、 σ_3 —一定の場合の直線と、 R —一定の場合の直線との交点も、間隙比によってズレるが、この交点の R は、その初期間隙比での圧縮試験におけるピーク時の応力比 R_p とほぼ対応しているようである。図-6は、圧縮試験によるピーク応力比 R_p と、初期間隙比 e_0 の関係を示したものであるが、これより、 $e_0=0.720$ 付近と、 $e_0=0.850$ 付近の場合に、 R_p は、それぞれ 5.5、4.7 付近となって、図-5の交点の R とほぼ対応していることが認められる。

3-2 ポアソン比 ν と応力比 R との関係

三軸状態での弾性体の応力と歪の関係式は次の通りである。

$$\epsilon_1 = (1/E)\{\sigma_1 - 2\nu\sigma_3\}, \quad \epsilon_3 = (1/E)\{(1-\nu)\sigma_3 - \nu\sigma_1\}$$

今、上式の微分形をとり、その微小変化中 E, ν は一定に保たれるとすると、 ν は、 R —一定の場合に、 R と K によって次の様に示される。 $\nu = \frac{1-RK}{1+R-2K}$
図-5の $R-K$ 関係と、この式から、 ν と R の関係と導くと、図-7になる。これより、① R —一定の場合の ν は、 σ_3 —一定の場合の ν より一般に小さく、 $R=2$ 付近で最小となり、 R が大きくなるにつれて、両者が、ほぼ一致してくる。② σ_3 —一定の場合、 ν は e_0 にほとんど影響されないが、 R —一定の場合、 ν は、若干 e_0 に影響されるようである。

3-3 軸歪 ϵ_1 と軸応力 σ_1 との関係

図-8は、 σ_1 と ϵ_1 との関係を示したものである。図中の σ_1, ϵ_1 共に、所定の R に達した時を原点として、それ以後の R —一定の応力経路に載ってからの値をとっている。これより、① ϵ_1 — σ_1 の関係は、ヤング係数 E の曲線となり② ある応力比 R_0 を境として、急激に ϵ_1 が出易くなる(曲線がゆる)のがわかる。この R_0 は、 e_0 が 0.85 付近では 3 と 4、 e_0 が 0.72 付近では、4 と 5 の間になり、初期間隙比が大きい程、小さくなって、せん断歪の急増する変相点応力比と、ほぼ対応しているように思われる。

4. 終りに

この報告は、データ数も必ずしも十分でない点や残された問題も多々あるが、今後更にデータを積み重ねていきたいと思っている。最後に、実験等で、千葉工大生、川口、生地両君に大変お世話になりました。

5. 参考文献

- ① H.B. Poulos et al. (1966) "Yielding and flow of Sand in Triaxial Compression, Part I" Canad. Geotech. Journal, Vol. III

