

III-219 異方圧密後の種々の応力経路下の砂の変形特性とその解析

名古屋工業大学 学生員 ○船田 智巳
 " 正員 松岡 元
 " 学生員 福元 信一

すでに豊浦砂を試料として等方応力状態（軸圧 σ_a =側圧 σ_r =2.0kgf/cm²）から種々の直線応力経路に沿う三軸圧縮試験、三軸伸張試験を行い、提案している任意の一般応力（ σ_x , σ_y , τ_{xy} ）で直接（応力不変量を介さずに）表示された土の構成式^{(1), (2)}によって検討している⁽³⁾。ここでは、 σ_a =3.0kgf/cm²、 σ_r =1.5kgf/cm²まで $\sigma_a/\sigma_r=2$ の異方圧密を行った後、図-1に示すような種々の直線応力経路に沿う三軸圧縮、三軸伸張試験を行い、上記の提案構成モデルによって検討した。最初に主応力比 $\sigma_a/\sigma_r=2$ の異方圧密状態を設定したのは、実地盤の初期の応力状態に近いと考えられるからである。

1. 実験に用いた応力経路（図-1参照）

- (1) まずP₀（ σ_a =0.5kgf/cm², σ_r =0.5kgf/cm²）で等方圧密を行う。
- (2) 次にP₁（ σ_a =1.0kgf/cm², σ_r =0.5kgf/cm²）まで側圧一定のせん断を行い、 $\sigma_a/\sigma_r=2$ の異方圧密線に沿ってP（ σ_a =3.0kgf/cm², σ_r =1.5kgf/cm²）まで異方圧密を行う。

- (3) 異方圧密終了後、各種直線応力経路下のせん断を行う。

経路PA： σ_r =一定 三軸圧縮試験

経路PB： σ_m =一定 三軸圧縮試験

経路PC： σ_a =一定 三軸圧縮試験

経路PD： σ_a =1.0kgf/cm², σ_r =0kgf/cm²へ向かう三軸圧縮試験

経路PE： σ_a =一定 三軸圧縮・伸張試験

経路PF： σ_m =一定 三軸圧縮・伸張試験

経路PG： σ_r =一定 三軸圧縮・伸張試験

経路PH： σ_a =0kgf/cm², σ_r =1.0kgf/cm²へ向かう三軸圧縮・伸張試験

経路PI： σ_a =0kgf/cm², σ_r =0.5kgf/cm²へ向かう三軸圧縮・伸張試験

なお、本三軸試験機は自動計測制御システムを備えている。

2. 各種直線応力経路下の実測値と提案構成式^{(1), (2)}による解析値の比較および考察

図-2(a)~(i)はそれぞれ経路PA~経路PIの主応力比 $\sim$ 主ひずみ $\sim$ 体積ひずみ関係の実測値（プロット）と提案構成式による解析値（実線）の比較を示したものである。圧縮側（経路PA~経路PD：図-2(a)~(d)）については各経路とも実測値と解析値はよく一致しており、解析値は実測値の傾向を非常によく表現しているといえる。次に伸張側（経路PE~経路PI：図-2(e)~(i)）の経路PEは、試験機の側圧に上限値があるため、主応力比が上がらない（破壊に至らない）状態で試験を終えている。また伸張側全体の傾向として破壊時の主応力比の実測値が、圧縮側に比

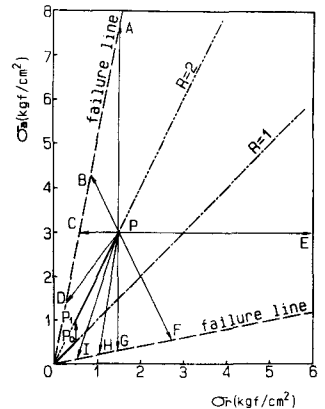
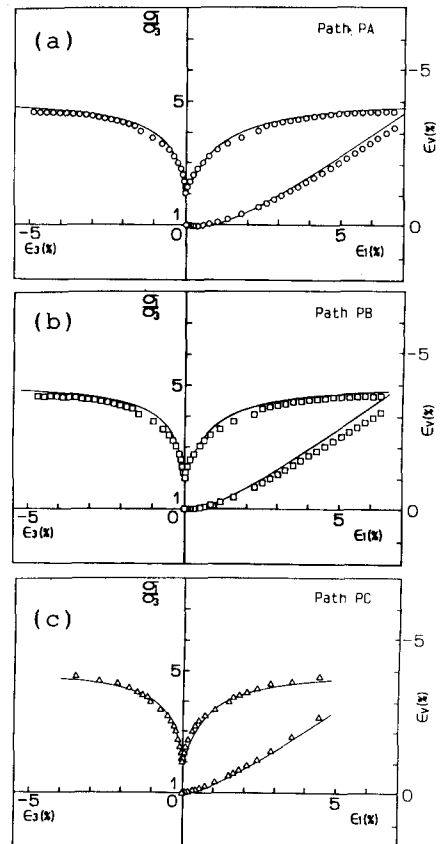


図-1 実験に用いた応力経路



べて少し高くなっているようである（試料は突き棒で突いてなるべく等方的になるようにした）。このことは伸張側全体の傾向であると思われる。三軸試験機の特長とも考えられる。しかし破壊付近を除く主応力比～主ひずみ関係については実測値と解析値はほぼ一致するようである。さらに、主ひずみ～体積ひずみ関係についてみると解析値は実測値の傾向をよく表現している。

図-3 (a), (b)はそれぞれ経路PA～経路PDと経路PE～経路PIの実測値をまとめて示したものである。経路PD、経路PH、経路PIはほぼ通常の降伏曲面内（弾性領域）を通る経路であると考えられるが、他の経路と比較してもひずみの出方に特別な差異は見られず、各経路に対して連続的に変化している。したがって原点と点P(3.0, 1.5)を両端とする砲弾形状（あるいは楕円形状）の降伏曲面（内部は弾性領域）を仮

定することは適切でないのかもしれない。なお、実験には飽和豊浦砂($D_{50}=0.2\text{mm}$, $U_c=1.3$, $G_s=2.65$, $e_{max}=0.95$, $e_{min}=0.58$)を用い、すべて排水条件下で行った。解析に用いたパラメーターは、 $\phi=42^\circ$, $C_o/(1+e_o)=0.9(\%)$, $C_s/(1+e_o)=0.5(\%)$, $\lambda=1.1$, $\mu=0.20$, $k_s=0.33(\%)$ である。

参考文献

- 1) 松岡・岩田・榊原 (1986): Proc. 2nd Int. Symp. on Numerical Models in Geomechanics, Ghent, pp. 67-78.
- 2) 松岡・榊原 (1987): S & F, Vol. 27, No. 4, pp. 73-88.
- 3) 松岡・福元 (1988): 第23回土質工学研究発表会講演集, 157, pp. 397-400.

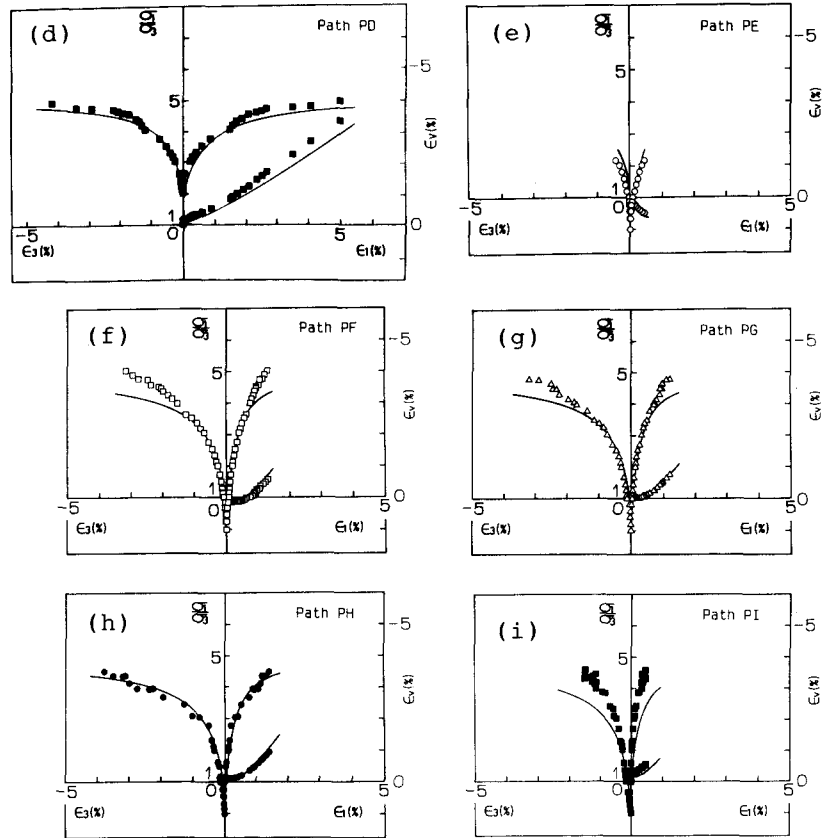


図-2 経路PA～経路PIの実測値（プロット）と解析値（実線）の比較

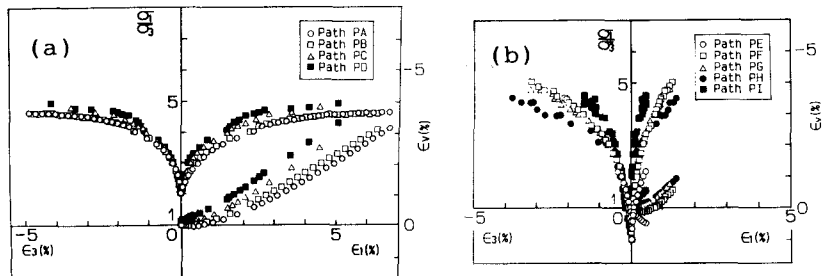


図-3 (a)経路PA～経路PDと、(b)経路PE～経路PIの実測値