

## 1. まえがき

自然の砂粒子は、一般に完全な球形ではなく、長短軸をもった楕円球状を呈している。このような粒子が自然に堆積すると、粒子の長軸方向の分布は水平面と一致する方向に卓越する。こうした粒子の定方向配列に起因して自然の砂地盤は異方的な構造を有しており、この構造異方性が、砂の変形・強度特性に大きな影響を及ぼすことは、これまでに多くの研究者によって指摘されている<sup>(1)</sup>。従来の研究の多くは、この力学的異方性を、粒子堆積面とせん断方向あるいは主応力方向の差異との関係で捉えているが、本研究においては、測定が容易な巨視的応答量をもって微視的な粒子構造異方性の度合いを評価し、これを媒介として変形や強度特性との関係を定量的に把握することを試みている。ここでは、まず、扁平なアルミ円板の試料を用いて作成した粒子配列状態が異なる立方体試体について $K_0$ 圧縮試験を行ない、構造異方性と $K_0$ 値の関係について考察した。さらに、 $K_0$ 圧縮後、ひきつづき単純せん断試験を行ない、せん断中の側方応力の変化に着目し、構造異方性とせん断特性の関係について検討を行った。

## 2. 供試体および試験方法

用いたアルミ円板粒子は、直径約 $3\text{ mm}$ 、厚さ $0.5\sim 0.8\text{ mm}$ である。一辺が $7.6\text{ cm}$ の立方体モールド内に脱気水を満たし、試料を $10$ 層に分けて水中落下させ、さらに振動台の上でモールドを $shaking$ することにより、堆積面に沿って粒子が顕著な定方向配列をなす供試体を作成した。

また、ランダムな粒子配列の供試体は、脱気水を満たしたモールド内に、落下高をほとんどゼロにして試料を注いだ後、細い突き棒で構造を乱すことによって作成した。試験には、立方体試体の鉛直および水平方向の直応力を測定できる単純せん断試験装置を用い、凍結した立方体試体を適宜 $90^\circ$ 回転させてせん断箱にセットした後、約一日かけて完全に解凍排水させた。 $K_0$ 圧縮試験では、鉛直応力 $\sigma_z$ を $3.0\text{ kgf/cm}^2$ まで段階的に載荷し、側方応力 $\sigma_y, \sigma_x$ を測定した。その後、ひきつづき毎分 $1\text{ mm}$ の変位速度で単純せん断試験を行ないせん断中の側方応力の変化を測定した。供試体の堆積方向とせん断方向の関係は図-1に示す3ケースである。

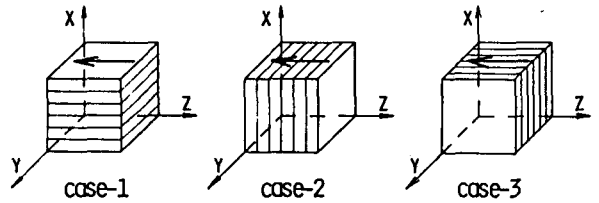


図-1 供試体の堆積方向とせん断方向の関係

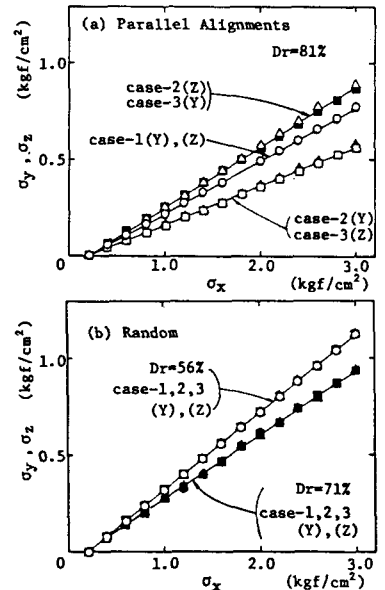
図-2  $K_0$ 圧縮時の鉛直応力と側方応力の関係3.  $K_0$ 圧縮試験の結果および考察

図-2は、粒子が定方向配列をなす場合とランダムな配列をなす場合の $K_0$ 圧縮時における、鉛直応力 $\sigma_z$ と側方応力 $\sigma_y, \sigma_x$ の関係である。これらの直線勾配 $\Delta\sigma_y/\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x/\Delta\sigma_z$ はそれぞれ $Y$ および $Z$ 方向の $K_0$ 値である。堆積面に沿って粒子が定方向配列をなす場合(図-2(a))、 $Y-Z$ 面内でランダムな粒子配列となるcase-1では、側方 $Y$ 方向における $K_{0Y}$ と $K_{0Z}$ の値はほぼ等しいが、 $Y-Z$ 面内で強い定方向配列をなすcase-2, 3

では、 $K_{0Y}$ と $K_{0Z}$ の値は異なり堆積面に垂直な方向における $K_0$ の値の方が大きい。これら三つの値、すなわち、(i) case-1のYおよびZ方向の $K_0$ 、(ii) case-2のY方向およびcase-3のZ方向の $K_0$ 、(iii) case-2のZ方向およびcase-3のY方向の $K_0$ の値は、(iii)、(i)、(ii)の順になる。ここで(iii)の $K_0$ 値がもっとも大きくなるのは、堆積構造をなす砂が堆積方向にも、とも膨張しやすい変形特性をもっていることと関連している。一方、ランダムな粒子配列をなす場合(図-2(b))には、case-1, 2, 3のいずれにおいても側方力方向における $K_0$ 値はほぼ等しく、有意な差は認められない。以上の結果より、粒状土が粒子の定方向配列に起因する異方的な構造を有している場合、その異方性の度合いは $K_0$ 値によって評価できるようなのである。

#### 4. 単純せん断試験の結果および考察

単純せん断中のせん断方向およびそれに直角をなす方向における側方応力 $\sigma_z, \sigma_y$ の変化を図-3に示す。なお側方応力の変化は、 $K_0$ 圧縮終了時の側方応力( $\sigma_{z0}, \sigma_{y0}$ )の値との比 $\sigma_z/\sigma_{z0}, \sigma_y/\sigma_{y0}$ によって表わす。せん断中の側方応力の変化は、粒子が定方向配列をなしている場合とランダムな粒子配列をなす場合ではかなり違った様相を呈する。粒子が定方向配列をなす場合、各ケースにおける側方応力比 $\sigma_z/\sigma_{z0}$ と $\sigma_y/\sigma_{y0}$ の変化はいずれも異なる。せん断方向の側方応力比である $\sigma_z/\sigma_{z0}$ の大きさは図-2(a)に示す $K_0$ 値の大きさと対応しており、もっとも大きな $K_0$ 値をとる方向、すなわち堆積方向の値が最大となる。一方、ランダムな粒子配列をなしている場合には、堆積方向とせん断方向の関係によって側方応力比に与える影響は定方向配列の場合ほど顕著でない。このことは、ランダムな粒子配列の場合にはcase-1, 2, 3で $K_0$ 値にほとんど有意な差がないこと(図-2(b))と関係していると考えられる。次に、いずれもランダムな粒子配列をもち相対密度の異なる図-3(b)と(c)の結果を比較すると、側方応力比 $\sigma_y/\sigma_{y0}$ および $\sigma_z/\sigma_{z0}$ はいずれも、相対密度が大きい方が若干高い値を示している。粒子配列がランダムな場合、密なものは静止土圧係数 $K_0$ は小さく、また一方、せん断時のダイレイタンスに伴ない側方応力は大きくなるものと考えられる。

#### 5. あとがき

以上、偏平な粒子形状をもつ粒状材料を用いて、ランダム構造と配向構造の違いに因る静止土圧係数の差異と単純せん断時の側方応力の相違、およびそれらの相関性を調べた。今後実際の砂礫を用い構造の違いによる静止土圧係数および諸力学特性量の差異と相関性を調べてゆきたい。

#### 参考文献

- (1) 三浦・他(1984): S&F, Vol.24, No.3, PP.69~84
- (2) 落合・他(1983): Proc. ASCE, Vol.109, No.10, PP.1313~1328

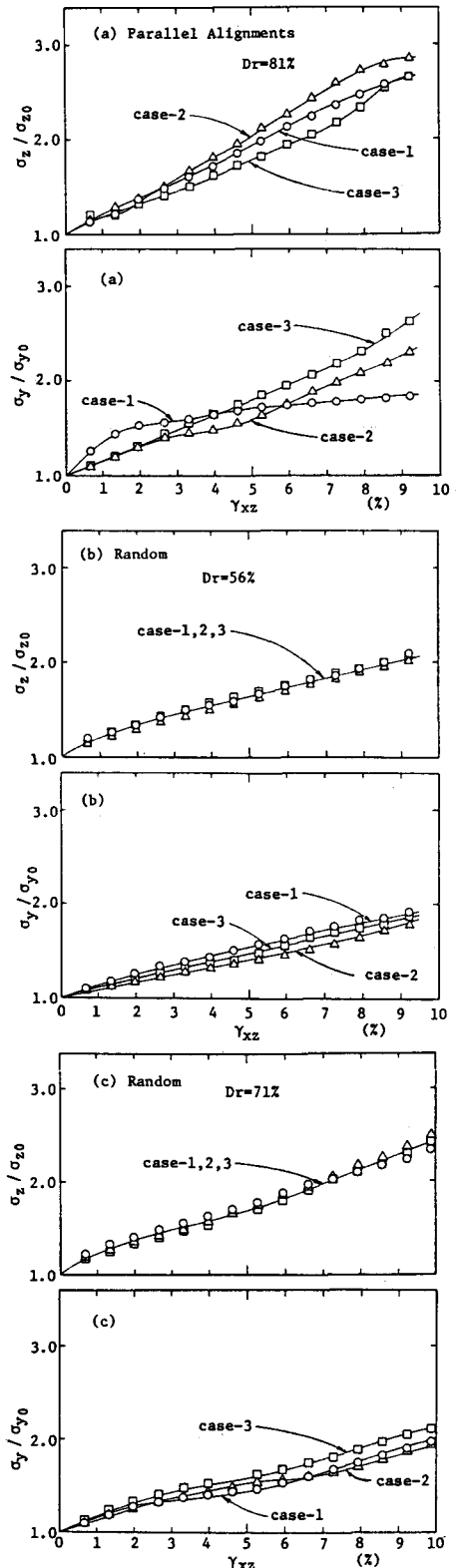


図-3 単純せん断時の側方応力の変化