

Ⅲ-128

砂の K_0 値に及ぼす粒子破碎の影響

琉球大学農学部 正 新城 俊也

1 はじめに

一次元圧密容器を利用して K_0 値を測定する方法に、圧密リングの側方変位を打ち消すように側方応力を制御する方式と、リング壁面にストレインゲージを貼り壁面の変位を利用して側方応力を測定する方法がある。後者の方式により側方応力の測定応力レベルの異なる数種類のリングを用いて広範な応力下での砂の K_0 値とそれに及ぼす粒子破碎の影響を調べた¹⁾。しかしながら、リングによって測定結果に差がみられ、リング壁面の剛性が K_0 値に大きく影響することが明らかになった^{2,3)}。今回は、剛性が大きく測定結果への影響の少ない圧密リングを用いて、破碎性の卓越する砂を含む4種類の砂について一次元圧縮試験を実施し、 K_0 値に及ぼす粒子破碎の影響および K_0 条件下の力学挙動を調べた。

2 実験方法

K_0 値測定装置は载荷盤、圧密リング、底盤からなる。圧密リングは内径60mm、高さ25mmであり、リングの一部を薄く加工し外側表面にストレインゲージを貼り、壁面の変位を利用して側方応力を測定できる。リング内壁に水圧を作用させキャリブレーションを行っており、側方応力180kgf/cm²まで測定可能である。リングは上端部を拡幅し、上端部を支持台に固定し、下端を自由な状態でセットした。また、底盤の下方にロードセルを設置し、リング壁面摩擦の影響を考慮した。

試料は豊浦標準砂、石灰質砂2種類（チービシ、ドッグスベイ）、シラスである。実験には2mmふるい通過試料を用いた。粒度分布と物理的性質を図1と表1に示す。

供試体は一定の高さから空中落下法で作成した。実験は、それぞれの試料について、上載圧力を5、10、15、20、30kgf/cm²の5段階に変化させて、载荷一除荷試験を行った。なお、供試体内の鉛直応力 σ_v は便宜的に供試体上下面の応力の平均値で示した。試験終了後、ふるい分け試験を行い、粒子破碎の程度を調べた。

表1 物理的性質

試料	比重	e_{max}	e_{min}
標準砂	2.65	0.99	0.61
チービシ	2.77	1.53	0.98
ドッグスベイ	2.75	2.37	1.58
シラス	2.40	1.56	0.81

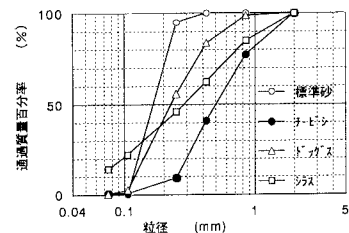
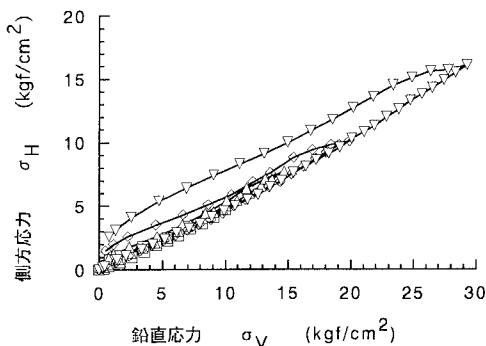
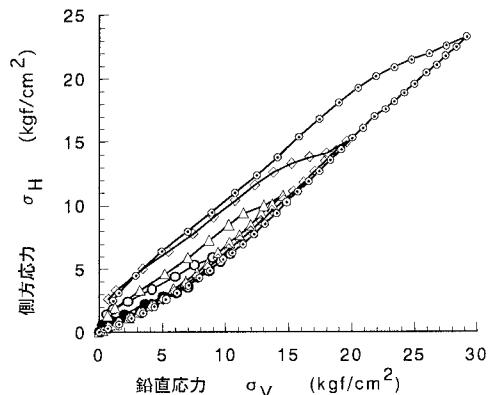


図1 粒度分布

図2 σ_H - σ_v 関係（標準砂）図3 σ_H - σ_v 関係（ドッグスベイ）

3 実験結果および考察

例として豊浦標準砂とドッグスベイ砂の結果を側方応力 σ_H と鉛直応力 σ_V の関係で図2と図3に示す。ドッグスベイ砂は豊浦標準砂に比べて粒子破砕性が顕著である。載荷過程における載荷ごとの σ_H - σ_V 関係はほぼ一致しており、試験の再現性は良好のようである。豊浦標準砂の σ_H - σ_V 関係は直線関係にあって、載荷過程の K_0 ($=\sigma_H/\sigma_V$) は一定の値としてこの直線の傾きからもとめられる。一方、ドッグスベイ砂の σ_H - σ_V 関係は載荷の初期段階で直線関係にあって一定の K_0 値をとるが、鉛直応力の増加に伴ってその傾きは増大し、 K_0 値はその値より大きな K_0' ($=\Delta\sigma_H/\Delta\sigma_V$) を示している。

図4は上載圧力20kgf/cm²の場合のそれぞれの砂の載荷過程の σ_H - σ_V 関係を比較したものである。豊浦標準砂では K_0 値は0.43で一定である。一方、チービス砂では $\sigma_V=12\text{kgf/cm}^2$ を境に $K_0=0.46$ から $K_0'=0.62$ に、ドッグスベイ砂では $\sigma_V=7\text{kgf/cm}^2$ を境に $K_0=0.53$ から $K_0'=0.88$ に、シラスでは $\sigma_V=9\text{kgf/cm}^2$ を境に $K_0=0.46$ から $K_0'=0.62$ に、それぞれ増大している。豊浦標準砂では粒度変化はほとんどにられないが、ドッグスベイ砂では図5に示すように、上載圧力10kgf/cm²以上では上載圧力の増加とともに細粒分が増加しており、粒子破砕の発生する応力を境に K_0 値が増大することが分かる。

図6はそれぞれの砂の K_0 条件下での圧縮時の力学挙動を軸差応力 q と平均主応力 p の関係で上載圧力30kgf/cm²の場合に比較したものである。ここに、 $q=\sigma_V-\sigma_H$ 、 $p=(\sigma_V+2\sigma_H)/3$ 。載荷過程の応力径路は豊浦標準砂では線形関係にあるが、他の砂では K_0 値の増加する応力レベルに対応して圧縮初期の線形から非線形に移行している。特に、この傾向はドッグスベイ砂で著しく、粒子破砕に伴ってせん断抵抗の低下（劣化）が生じている。

4 まとめ

比較的剛性の大きい圧密リングを用いて砂の K_0 値測定を行い、粒子破砕に伴って K_0 値が増加することを明らかにした。

実験に協力頂いた高江洲達君（株式会社沖技）に謝意を表する。

参考文献

1)新城他：粒子破砕を伴う応力域での石灰質砂の K_0 値特性、土木学会第49回年次講演会(Ⅲ)、pp.450-451,1994. 2)新城：一次元圧密容器による K_0 値の決定、土木学会西部支部研究発表会、pp.514-515,1995. 3)新城：一次元圧密容器による砂の K_0 値測定について、第30回土質工学研究発表会（投稿中）、1995.

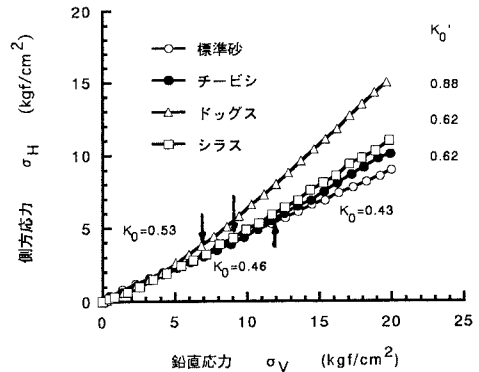


図4 σ_H - σ_V 関係の比較

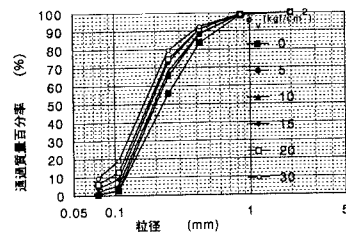


図5 粒度変化（ドッグスベイ砂）

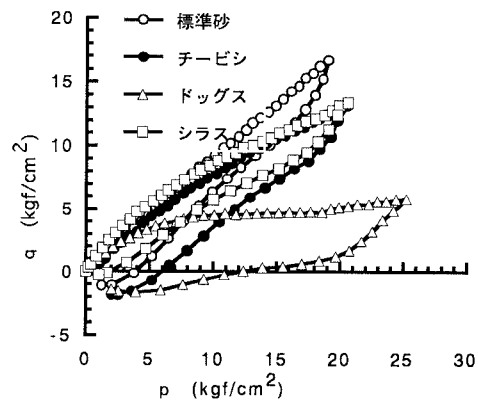


図6 応力径路