

一面せん断試験による石灰質砕砂の強度特性

琉球大学農学部 正 新城 俊也
同 正 瀬戸内秀規

1. はじめに

破碎性地盤においては杭の打ち込みに伴って周面摩擦力が低下することが知られている。その原因として粒子破碎による圧縮性が指摘されており、周面摩擦力の評価には杭材との摩擦特性のみならず土のせん断挙動をも考慮する必要がある。

琉球石灰岩は、さんご礁の石灰質堆積物を起源とし氷河期の海水準面の変動によって形成されたものである。離水により一部は再結晶作用により固結しているが、その下層は未固結の砂礫状であり、固結層と未固結層とが混在する地盤であり、支持層として利用するためには砂礫層の力学挙動を把握する必要がある。未固結層の砂礫は石化しているが、石灰質生物群の遺骸からなり軟質である。また、砂礫層の粒子間のセメンテーションの発達は明らかでないが、その程度は変動が大きいと推定される。周面摩擦力は杭面への垂直力に依存し、せん断により体積収縮を生じた場合それに伴う杭壁面への垂直応力の発生は杭周辺の土の粒子間のセメンテーションの程度に支配される。

本研究では、セメンテーションの程度をせん断に伴う供試体の体積変化に対応させることにより、供試体の体積変化を制御する一面せん断試験を実施し砕砂のせん断挙動を検討した。

2. 実験方法

試験は三笠式一面せん断試験装置を用いた。実験では垂直応力へのせん断箱の周面摩擦の影響を除くためにせん断面における垂直応力を測定可能なように工夫した。

試料は琉球石灰岩のクラッシャーランを粒径 0.25mm から 2mm に粒度調整した砕砂を用いた。土粒子密度は $\rho_s=2.72\text{g/cm}^3$ であり、炭酸カルシウム含有量は 95% である。

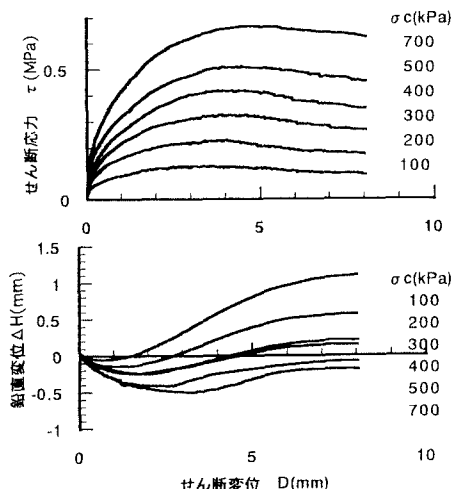
供試体の作成は、乾燥試料を空中落下法により初期乾燥密度を $\rho_d=1.29\sim1.35\text{g/cm}^3$ ($c=1.0\sim1.1$) に調整し、その後注水により湿潤させる方法で行った。

実施した試験は定圧一面せん断試験、定体積一面せん断試験および簡易定圧一面せん断試験である。試験は圧密圧力 $\sigma_v=100\sim700\text{kPa}$ の範囲で行い、せん断は圧密終了後上下せん断箱の間隔を 0.5mm に設定し、せん断速度 0.2mm/min でせん断変位 8mm まで行った。

3. 実験結果および考察

(1) 定圧一面せん断試験

定圧試験はセメンテーションの程度が著しく低い場合に対応させている。図一1 に定圧試験によるせん断応力 τ —せん断変位 D 関係および鉛直変位 ΔH —せん断変位 D 関係を示す。鉛直応力 σ_v を一定に保つせん断ではせん断応力はピークを示しその後限界状態に至っている。せん断応力ピーク付近でダイレイタンスが顕著であり、そのダイレイタンス ($-\Delta H/\Delta D$) は圧密圧力の増加に伴って減少している。図一2 にピーク時の内部摩擦角 ϕ_p およびせん断変位 8mm における内部摩擦角 ϕ_8 を圧密圧力に対して示してある。また、同図にはピーク時のせん断応力 τ_p に対して次式でダイレイタンス効果をエネルギー補正した結果を示してある。



図一1 定圧試験結果

$$\tau_l = \tau_p - \sigma_n(-\Delta H/\Delta D)$$

ピーク時の内部摩擦角 ϕ_p は圧密圧力の増加とともに減少している、一面せん断試験では粒子破碎の把握は容易でないが、内部摩擦角の減少は粒子破碎に起因することが知られている。一方、せん断変位 8mm における内部摩擦角 ϕ_r は圧密圧力に関係なく 41.5° を示しており、その値はエネルギー補正した値に一致している。

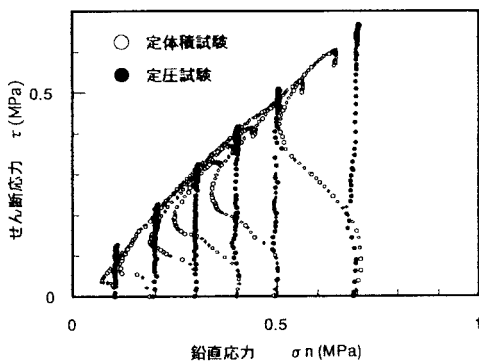
(2)定体積一面せん断試験

定体積試験はセメンテーションの程度が高い場合に対応させている。図一3 に定体積試験によるせん断応力 τ —せん断変位 D 関係および鉛直応力 σ_n —せん断変位 D 関係を示す。鉛直応力 σ_n はせん断に伴って減少し変相点に至り、その後それを境に増加している。せん断応力はせん断初期に増加した後変相点の後の鉛直応力の増加に伴って徐々に増大し最大値に至っている。図一4 はそれぞれの圧密圧力におけるせん断応力 τ —鉛直応力 σ_n 関係(応力径路)を定圧試験の結果と比較して示してある。定体積試験および定圧試験による破壊線は一致しており、定体積試験では変相点の後破壊線に沿って塑性流動化していることがわかる。図一5 に定体積試験における最大の内部摩擦角 ϕ_p とせん断変位 8mm における内部摩擦角 ϕ_r を示してある。内部摩擦角 ϕ_p は圧密圧力の増加によりわずかに減少しているが、内部摩擦角 ϕ_r はほぼ一定で 41.7° を示し、定圧試験における ϕ_r と一致している。また、簡易定圧試験による結果も同時に示してあるが、簡易定圧試験による内部摩擦角 ϕ_p は定体積試験結果と類似し、内部摩擦角 ϕ_r は最も小さくその値は 39.3° を示している。

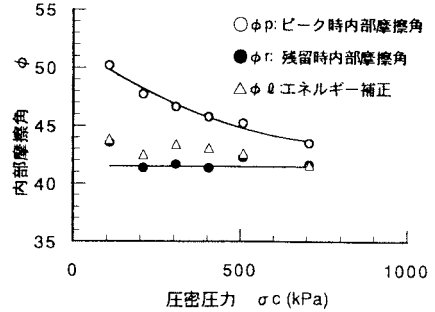
4. まとめ

砕砂のせん断強度定数は定圧試験および定体積試験いずれにおいても同じ値が得られるが、定体積試験では鉛直応力の減少に伴い小さなせん断応力レベルで塑性流動化しており、支持力評価には圧縮性を考慮する必要がある。

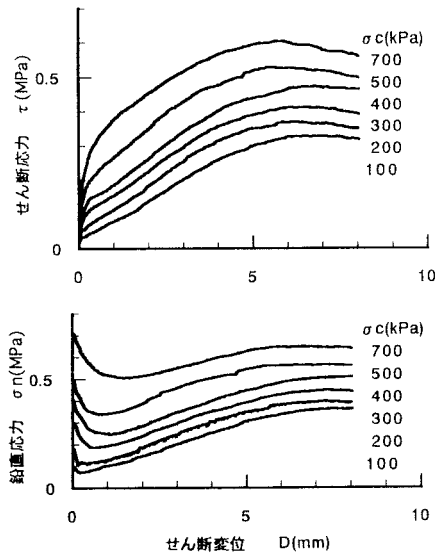
参考文献 1)石原研而:土質力学,丸善,p.194~197,1988.



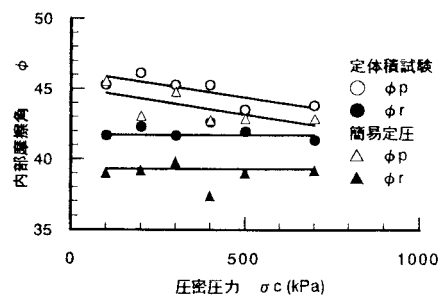
図一4 応力径路



図一2 定圧試験によるせん断強度定数



図一3 定体積試験結果



図一5 定体積試験および簡易定圧試験によるせん断強度定数