

III-157

湿潤・応力履歴の違いによる砂質土のせん断強度特性

壺山建設(株) 正員 壺山靖弘
 大阪工業大学 正員 青木一男
 大阪工業大学 正員 福田 護

1. まえがき ---- 土のせん断強度はたえず自然のいろいろな要素の影響を受ける。中でも締固められた土のせん断強さは、力と水の要素に大きく支配される。前者の力は土の受けた応力履歴、後者の水は土の受ける水の供給環境にある。そこで、本研究では土の応力履歴から正規圧密状態と過圧密状態の両者に分け、盛土材料として広く用いられている洪積砂質土を選びその湿乾に伴う一連のせん断特性について検討を行うこととした。

2. 土の湿乾に伴う状態 ---- 一般的な湿乾状態の流れを図-1に示す。不飽和な土が浸水を受けると浸水時に高位の構造の土は土粒子間のせん断抵抗がそのせん断力よりも小さくなりコラプス現象が発生する。他方、低位な構造の土は密度が大きく土粒子が安定しているので浸水時にコラプス現象は発生しない¹⁾。次に、浸水後には土粒子が安定し飽和状態となる。この浸水状態の土中の水が排水すると、含水量が減少し再び不飽和となる。上記の土がさらに乾燥すると含水量が減少し不飽和の度合が大きくなる。このように一度乾燥した土が再び浸水を受けると再度含水量が増加し飽和状態となる。

3. 試料と試験条件 ---- 試料は京都府八幡市で採取した洪積砂質土を用いた。自然含水比は15.5%，シルト分16%，砂分84%である。応力条件としては先行応力 σ_0 は1.0, 3.0, 5.0, 10.0 kgf/cm²でそれぞれの先行応力において垂直応力 σ は0.02, 0.1, 0.5, 0.8, 1.0 kgf/cm²として、湿乾状態を次の状態に区分し実験を行った。1)自然含水状態 (○), 2)浸水時の状態 (●), 3)浸水後の状態 (●), 4)自然排水状態 (●), 5)乾燥段階Ⅰの状態 (●), 6)乾燥段階Ⅱの状態 (●), 7)乾燥後の浸水状態 (■)である。なお、2)以外は通常の直接せん断試験法に準じ行い、2)の浸水時の試験は、特殊せん断試験機¹⁾を用いて行った。

4. 試験結果と考察 ---- 応力履歴と湿潤履歴の違いによるせん断強度の変化について以下で考察する。ここで、自然含水、浸水時、浸水後の各状態での正規圧密土のせん断強度を基準として同じ垂直応力における過圧密土のせん断強度の増加率を比較する。まず、自然含水状態の試料の垂直応力-せん断強度の関係を図-2に示す。垂直応力が0.1 kgf/cm²と小さい場合、先行応力が1.0, 3.0, 5.0, 10.0 kgf/cm²と大きくなるに従い、せん断強度の増加率は2.9, 4.0, 5.1, 6.0倍となる。垂直応力が0.5 kgf/cm²の場合では、それぞれ1.4, 1.7, 2.2, 3.0倍となる。垂直応力が1.0 kgf/cm²と大きい場合、先行応力が3.0, 5.0, 10.0 kgf/cm²でそれぞれ1.4, 1.7, 2.0倍となった。次に、浸水時の状態の試料に対するものが図-3である。上記と同様に考察を行うと、垂直応力が0.1 kgf/cm²と小さい場合、せん断強度の増加率は3.0, 4.0, 5.0, 6.5倍となる。垂直応力が0.5 kgf/cm²の場合では、それぞれ1.7, 3.8, 4.3, 4.9倍となる。垂直応

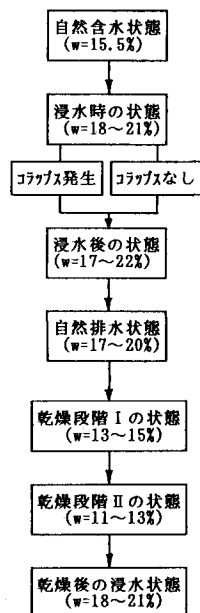


図-1 湿潤状態

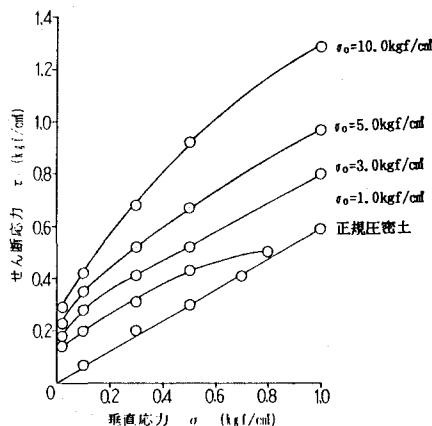
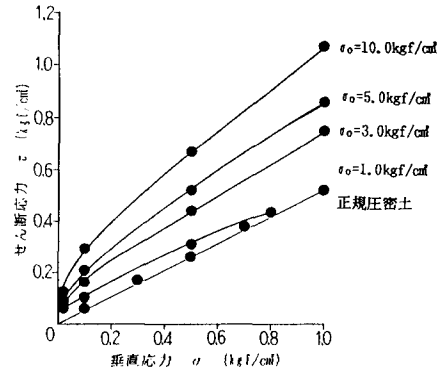
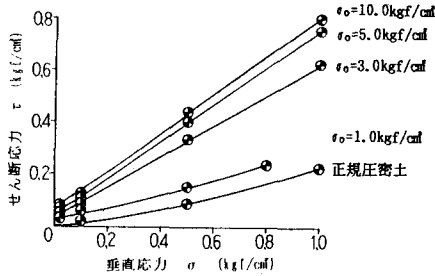


図-2 垂直応力-せん断応力の関係（自然含水状態）

力が1.0 kgf/cm²と大きい場合、先行応力が3.0, 5.0, 10.0 kgf/cm²でそれぞれ2.7, 3.3, 3.4倍となる。さらに、浸水後の状態の試料に対するものが図-4である。同様に垂直応力が0.1 kgf/cm²と小さい場合、せん断強度の増加率は1.7, 2.6, 3.3, 5.7倍となる。



垂直応力が0.5

kgf/cm²の場合で 図-3 垂直応力-せん断応力の関係(浸水時の状態) 図-4 垂直応力-せん断応力の関係(浸水後の状態)

は、それぞれ1.1, 1.7, 2.0, 2.8倍となる。垂直応力が1.0 kgf/cm²と大きい場合、先行応力が3.0, 5.0, 10.0 kgf/cm²でそれぞれ1.5, 1.7, 2.1倍となる。以上の結果より、過圧密土のせん断強度の増加率は同じ垂直応力下で浸水時の物が最も大きい。すなわち、浸水時の状態では過圧密効果が大きく表れ、応力履歴が重要になってくることが分かる。次に、上述の結果も踏まえ各状態でのせん断強度の増減比と含水比の関係を各先行応力下で整理したものが図-5~8である。ここで、垂直応力は0.5 kgf/cm²とし、各状態の強度を自然含水状態の強度に対する増減比で比較する。これによるといずれの応力条件においても、浸水時の強度増減比は0.5程度と大きく低下し、浸水後では土粒子が安定することにより0.6~0.7程度に回復する。自然排水状態では含水比が低下することにより強度は増加し、乾燥段階Ⅰ, Ⅱでは

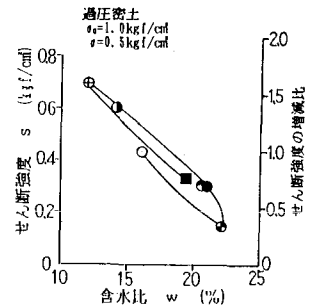


図-5 含水比とせん断強度の増減比の関係

含水比の低下に伴い強度はさらに増加し増減比で1.5程度になる。乾燥後の浸水状態では再び飽和されるが、浸水後の

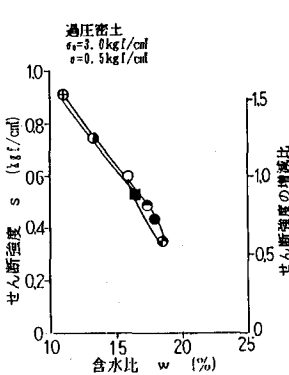


図-6 含水比とせん断強度の増減比の関係

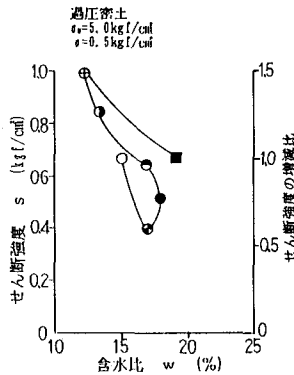


図-7 含水比とせん断強度の増減比の関係

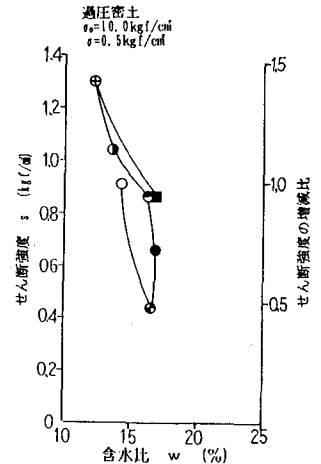


図-8 含水比とせん断強度の増減比の関係

状態に戻らず湿潤履歴によるヒステリシスが発生している。

5. おわりに ---- 本研究では過圧密土の湿潤・応力履歴の違いによるせん断特性を検討してきた。今後、さらにデータの蓄積を計りヒステリシスの原因を究明したい。最後に当時大阪工業大学大学院生、久良知慎治氏(現鹿島建設)、山名潔氏(現アイサワ工業)など多数の卒業生の皆様の御協力に感謝の意を表します。

【参考文献】 1) 福田護: 浸水に伴う土のせん断抵抗の低下と盛土斜面の一安定解析, 土質工学会論文報告集, Vol.18, No.3, pp.79-82, 1978.