

III-233 締固めた粗粒材料の排気・非排水試験と吸水過程におけるコラプス挙動

徳島大学大学院 学生員 ○安芸浩資
 徳島大学工学部 正会員 山上拓男
 徳島大学工学部 正会員 鈴木 壽

1. はじめに 著者らは、これまでに締固めた粗粒材料の飽和状態¹⁾および脱水過程²⁾における変形・強度特性を実験的に調べてきた。前者に対しては、完全飽和供試体を作製するために二重負圧法を新たに導入し、後者に対しては、さらに吸引法によるサクシオン制御三軸圧縮試験を実施した。これらの研究では、1) 二重負圧法によって作製された供試体ではB値が0.96以上確保でき、その飽和供試体作製段階での吸水による土粒子骨格構造の変化はほとんどないこと、2) 一旦完全飽和状態とした供試体の脱水過程においても拘束圧に依存したかなりの強度増加があること、などを明らかにしてきた。しかしながら、アースダム・ロックフィルダムなどの築堤直後の貯水により発生する湛水地すべりを解明するための吸水過程における不飽和粗粒材料の力学特性、特にコラプス挙動についての試験結果は、これまでに提示していなかった。そこで、本報告では、先に示した試験と同一供試体によるコラプス試験を新たに実施する。なお、この試験では、排気・非排水条件下における異方圧密状態からの吸水(サクシオン解放)を行うので、この条件下での不飽和粗粒材料に対するせん断試験結果も示す。

2. 試験方法 用いた試験機は、直径10cm、高さ20cmの供試体による試験が実施可能な二重負圧装置付きサクシオン制御三軸圧縮試験機で、この試験機の構造についてはすでに文献1),2)で説明した。また、供試体(最大粒径19.1mm)は、実際のゴルフ場の粗粒材料(最大粒径250mm)の力学特性をできるだけ忠実に再現するために、相似粒度と有効間隙比の概念に基づいて作製した³⁾。実施した試験は、排気・非排水条件のせん断試験とそのせん断過程での吸水によるコラプス試験の2種類である。排気・非排水試験は、締固めた不飽和供試体を非排水状態で等方圧縮した後、そのままの状態ですせん断した。圧縮過程は供試体全体の体積変化が10分間で0.01ml以下の条件を満足した時点で終了した。また、せん断過程は、段階制御方式による応力制御で実施し、各段階の平衡状態の確認は軸ひずみが10分間で0.05%以下となる条件で行った。一方、コラプス試験では拘束圧 $\sigma_3=2.0\text{kgf/cm}^2$ から軸差応力 $q=4.0\text{kgf/cm}^2$ および 6.0kgf/cm^2 を与えた異方圧密状態から吸水させた。コラプスを発生させるこの吸水過程では、供試体上部に 0.5kgf/cm^2 の負圧を、また、供試体下部には、 0.1kgf/cm^2 の正の間隙水圧を与えた。なお、この吸水過程は18時間程度とした。

3. 試験結果 図-1は、現場の有効間隙比($e_v=0.22$)と含水状態($w=7.46\%$)に調整された不飽和供試体の排気・非排水試験とその飽和供試体に対する排水試験から得られた応力~ひずみ曲線を比較したものである。図に示すように、不飽和供試体の方が圧倒的に強度が大きくなっている。さらに、図-2は、これらの試験の有効応力経路を示したものであり、図には、先に示した脱水過程におけるサクシオン制御試験結果²⁾も示している。これらの応力経路を比較すると、飽和状態および脱水過程における不飽和状態の限界状態線は原点を通る滑らかな曲線で近似できるのに対して、排気・非排水試験における限界状態線は、 q

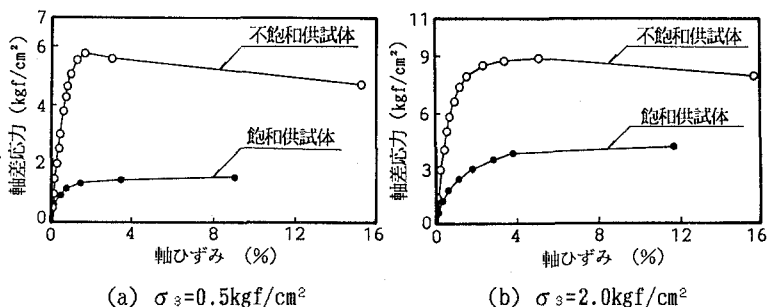


図-1 応力~ひずみ関係の比較

軸上にかなり大きな切片を有する直線となることが分かる。次に、コラプス試験結果を示す。図-3は、コラプス試験における応力～ひずみ曲線を示したものであり、図には同じ拘束圧における飽和供試体と $s=0.9\text{kgf/cm}^2$ のサクシオンを作用させた不飽和供試体に対する応力～ひずみ曲線も示している。図から分かるように、軸差応力 $q=4.0\text{kgf/cm}^2$ および 6.0kgf/cm^2 の吸水点から軸差応力一定条件下で軸ひずみが進行しており、コラプス挙動が再現されている。これら2つのコラプス量を比較すると、せん断成分の大きい場合の方が、コラプス量も多くなっていることが分かる。また、 $q=4.0\text{kgf/cm}^2$ の場合のコラプスの最終点はサクシオン $s=0.9\text{kgf/cm}^2$ と飽和状態の応力～ひずみ曲線の間にあり、コラプス終了後の応力～ひずみ曲線は $s=0.9\text{kgf/cm}^2$ の場合とよく似た形状となっている。すなわち、コラプスは完全飽和状態へと進展していく過程であることが分かる。図-4はコラプス過程における時間～軸ひずみ関係を示したものである。この図から吸水直後において約0.5%の急激な軸ひずみが発生した後は、徐々に軸ひずみが進行していることが分かる。また、図-5は含水比の時間的变化を示している。図中の Δw は吸水過程における含水比の増分量であり、初期の段階において急激な含水比の変化が見られるが、その後はあまり変化していない。

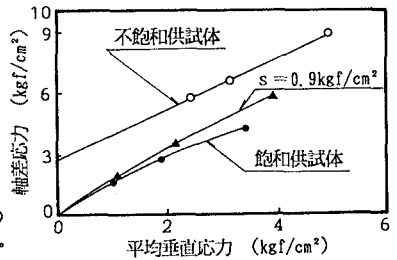


図-2 有効応力経路の比較

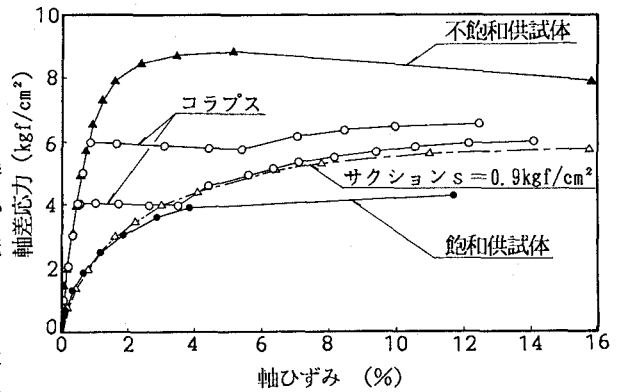


図-3 コラプス試験結果

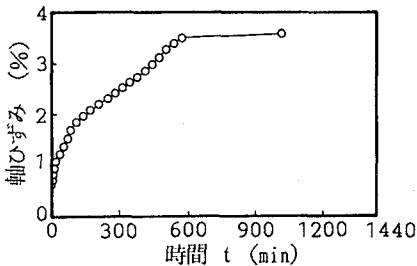


図-4 時間～軸ひずみ曲線

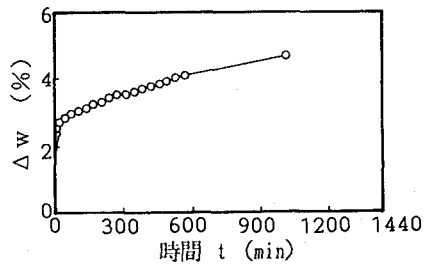


図-5 時間～含水比曲線

4. おわりに 本報告では、吸水過程におけるコラプス挙動を三軸セル内で再現した。今後は、締固めた粗粒材料に対する飽和状態、脱水過程、排気・非排水状態およびコラプス挙動の系統的な試験結果を蓄積し、粗粒材料の構成関係を明らかにしていきたい。

参考文献 1) 山上拓男・鈴木 壽・安芸浩資：締固めた粗粒材料のせん断試験における二重負圧法の有用性、土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集、1991。2) 山上拓男・鈴木 壽・安芸浩資：粗粒材料の脱水過程におけるサクシオン一定制御三軸圧縮試験、第26回土質工学研究発表会発表講演集、1991。3) 山上拓男・鈴木 壽・坂東秀明：相似粒度および有効間隙比を用いた高盛土用粗粒材の変形・強度特性、土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集、pp.270-271,1990。