

難透水性覆土の安定性評価のためのサクシオンを考慮した一軸圧縮強さの検討

大成建設株式会社 原子力本部 ○磯 さち恵 本島貴之
足利大学 創生工学科 西村友良

1 まえがき

廃棄物処分施設の建設・運用・維持管理に際して、地域の環境保全のためには不確実性を有する外的要因にも対応した長期安全性の確保が高いレベルで求められている。廃棄物処分施設が備えなければならない性能は遮水機能がある。要求される遮水機能を維持するには強度・変形特性に関わる性能も確実に担保しなければならない。本研究ではカルシウム型膨張性材料¹⁾に砂を混合し締固めた不飽和状態または水浸膨潤させた飽和状態の供試体について、乾燥過程ならびに湿潤過程の水分保持曲線の把握を行う。さらに不飽和状態と飽和状態の一軸圧縮強さおよび剛性係数とサクシオンの関係を明らかにする。

2 試料・試験方法

試料としてカルシウム型膨張性材料のクニボンドに砂質材料の三沢砂を混合した。クニボンドおよび三沢砂を質量比 7 : 3 で混合し、含水比 20.0% に調整し、目標乾燥密度 1.650g/cm^3 、目標飽和度 81.91% として静的に締固めた。本実験では蒸気圧法による保水性試験、一軸圧縮試験を実施した。保水性試験では、供試体サイズを直径 6.0cm、高さ 2.0cm として 7 種類の塩を用いてサクシオンを 2.8MPa から 296MPa まで広範囲の領域で試験を実施した。ガラスデシケーターに供試体を入れ、20℃ 温度環境下で少なくとも 1 か月一定のサクシオン値に平衡するように静置した。まず、サクシオンを高める乾燥過程を経た後、サクシオンを減少させる湿潤過程を準備した。一軸圧縮試験では供試体に蒸気圧法でサクシオンを与えた。保水性試験で制御したサクシオンと同一である。乾燥過程で平衡した供試体および湿潤過程で平衡状態の供試体に一軸圧縮試験を行った。一軸圧縮試験の場合、供試体サイズを直径 3.8cm、高さ 7.6cm とした。一方、飽和供試体作製については、内径 3.8cm、高さ 7.6cm の剛性モールドにポーラスストーン付きのプレート上下に被せ、純粋または塩水の中に水没させて定体積条件下で膨潤飽和させた。飽和促進のため真空作用を与え、水没期間は 1 か月とした。また塩水の塩分濃度は 3.5% であった。圧縮速度は不飽和供試体の場合は毎分 1.0%、飽和供試体の場合、毎分 0.01% から 1.0% とした。

3 実験結果

図-1、2 に蒸気圧法で求めた水分保持曲線を示す。それぞれサクシオンに対する乾燥密度、含水比の変化が示されている。供試体の体積はノギスで測定した直径、高さの変化から、また含水比は質量変化から算出した。供試体にサクシオンを高める方向で与えるとベントナイト中の間隙水量の減少とともに収縮していることが明白である。

キーワード: カルシウム型ベントナイト, 保水性, 一軸圧縮強さ, 剛性係数

連絡先: 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社 原子力本部 TEL:03-5381-5315

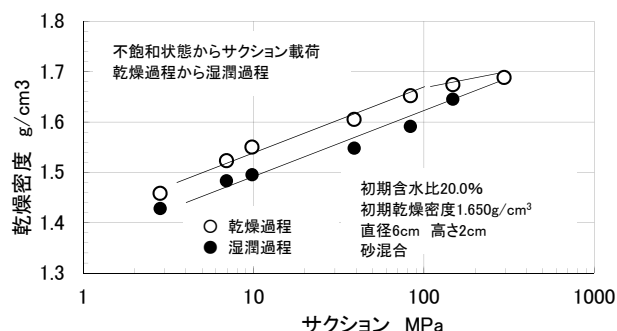


図-1 高サクシオン領域の水分保持曲線(乾燥密度)

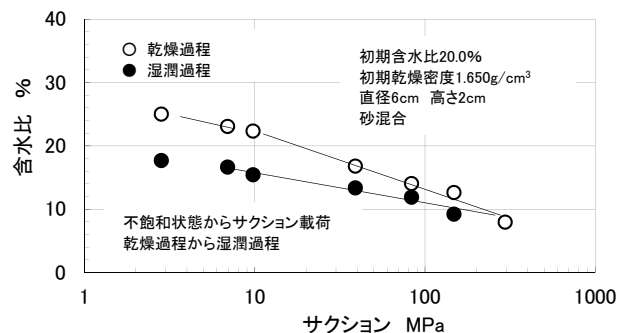


図-2 高サクシオン領域の水分保持曲線(含水比)

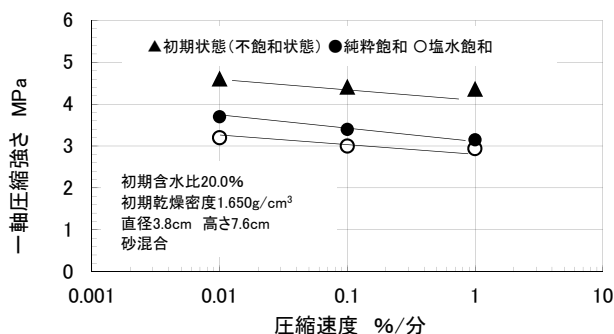


図-3 圧縮速度が異なる一軸圧縮強さ(不飽和・飽和状態)

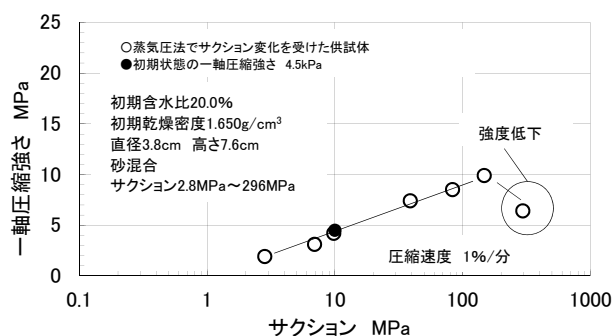


図-4 一軸圧縮強さに与えるサクシンの影響(乾燥過程)

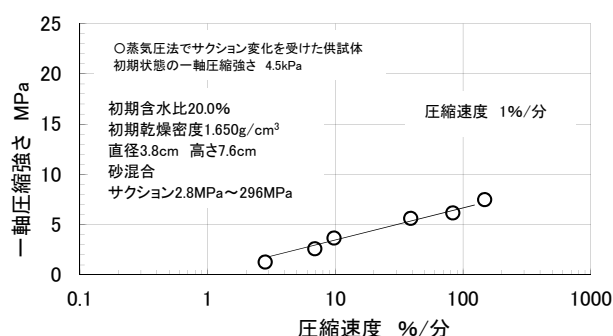


図-5 一軸圧縮強さに与えるサクシンの影響(湿潤過程)

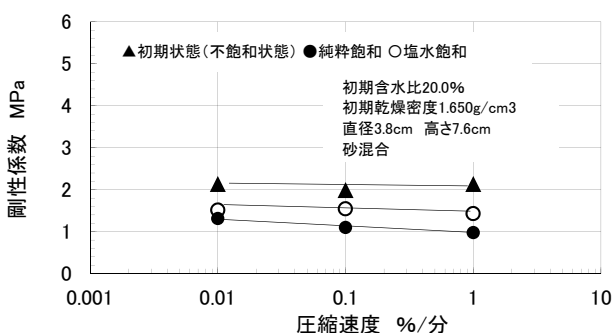


図-6 一軸圧縮試験から求めた剛性係数(不飽和・飽和状態)

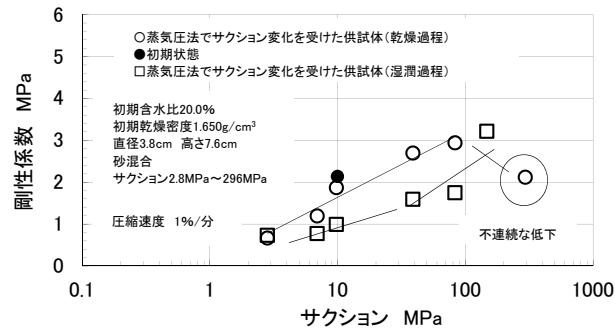


図-7 サクシンと剛性係数の関係(不飽和状態)

サクシン 296MPa の後、サクシン減少過程では、ベントナイトの体積が収縮から膨張に移行するため乾燥密度が低下していることが明白である。しかし、ヒステリシスがあるため乾燥過程と同じサクシン値でも乾燥密度は小さい。サクシンと乾燥密度の関係で見られたヒステリシスは含水比との関係においても存在している。結果は示していないが飽和度との関係においても同様であった。

4 一軸圧縮強さと剛性係数

圧縮速度が異なる条件で不飽和状態、純粋または塩水で膨潤飽和した供試体の一軸圧縮強さを検討した(図-3)。

不飽和状態から飽和状態になると一軸圧縮強さは明確に減少している。飽和状態であっても、純粋で膨潤した場合に比べ塩水で膨潤したベントナイトは粘土鉱物と塩との化学的作用の影響で一軸圧縮強さが低い。さらに力学的要因の圧縮速度が増大すると一軸圧縮強さは小さくなる傾向がある。次に不飽和状態の一軸圧縮強さとサクシンの関係を乾燥・湿潤過程とで比べる。図-4、5のように両過程もサクシンが高いと一軸圧縮強さが大きい傾向にある。ただし、296MPa のサクシンを受けた供試体は水分量がかなり低いため、脆く、一軸圧縮強さは 9.9MPa から 6.4MPa に減少している。乾燥過程よりも湿潤過程の一軸圧縮強さは低い状態でありサクシン履歴がベントナイトのせん断抵抗性に影響するといえる。次に剛性係数について図-6 から 8 に示す。飽和状態では圧縮速度が大きくなると剛性係数は減少傾向を示す(図-6)。不飽和状態ではサクシンが減少すると剛性係数は低下する。また乾燥過程と湿潤過程の間にはサクシン増分に対する剛性係数の増大の度合いは異なる(図-7)。また不飽和状態、飽和状態の全ての結果(一軸圧縮強さと剛性係数の関係)を図-8 に示す。一軸圧縮強さが 2MPa から 8MPa 程度までは一定の関係を定量化出来ると考える。

5 まとめ

カルシウム型ベントナイトの水分保持曲線、一軸圧縮強さおよび剛性係数について検討を行った。特に、不飽和状態、飽和状態のベントナイトの一軸圧縮強さと剛性係数の関係には定量的に定める範囲を見出すことが出来た。

参考文献 1) Jae Owan Lee, Jin Gyu Lim, Il Mo Kang and Sangki Kwon, 2012, Swelling pressures of compacted Ca-bentonite, Engineering Geology, 129-130, 20-26.

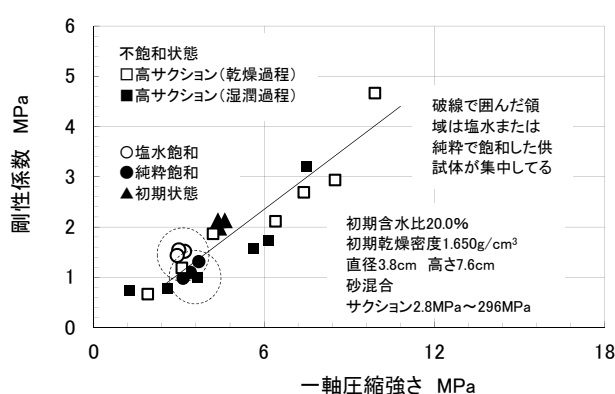


図-8 飽和・不飽和状態の一軸圧縮強さと剛性係数の関係