

圧縮ベントナイトの膨潤圧に与える湿度およびサクシジョンの影響

足利工業大学 正会員 ○西村友良

1 まえがき

放射性廃棄物の地層処分は放射性レベルに応じて処分される深度が異なる。その際の緩衝材ベントナイトの物理・化学的特性および膨潤特性の報告は多数行われているが、不飽和状態を考慮した膨潤特性の測定方法やその経年挙動のメカニズムの理解や把握には至っていない。そのため二重バリヤ構造体の施工開始から完了さらには再冠水までの長期における圧縮ベントナイト周辺の環境が与える膨潤特性への影響について検証する必要がある。本研究では、循環型湿度制御システムを備えた膨潤圧測定装置を改良し、圧縮ベントナイトの上端面周囲を一定湿度に保ち、一方下端面から吸水を可能にして定体積条件の膨潤圧を計測した。本報告では、湿度変化によって生じた圧縮ベントナイト中のサクシジョンの違いと最大膨潤圧との関係のみ明らかにしている。

2 試料・実験装置・試験方法

2-1 試料・実験装置 試料はクニゲルベントナイトに質量比 30%の割合で珪砂を混合した材料を試料とした。ベントナイトの土粒子密度は 2.733g/cm^3 、初期含水比は 5.9%であった。試料を内径 6cm、高さ 4cm の剛性モールド内に所定質量を入れ、目標乾燥密度が 1.60g/cm^3 になるようペロフラムシリンダーで静的に締め固め供試体を作製した。供試体の寸法は直径 6cm、高さ 2.55cm である。蒸気圧法を用いて供試体を湿度 33%と 98%の環境下 (20°C 一定) で 1 カ月以上静置して、サクシジョンを 184MPa と 2.8MPa に制御した。使用した塩は塩化マグネシウムと硫酸カリウムであった。一方、初期含水比 5.9%の供試体の初期サクシジョンは、Nishimura¹⁾ が蒸気圧法で測定した圧縮ベントナイトの水分特性曲線から 105MPa と評価した。したがって、33%と 98%の湿度制御により異なるサクシジョンの供試体が準備された。33%と 98%の湿度制御 (サクシジョン変化) を受けたことで供試体の含水比は減少と増加を生じた。それぞれの含水比は 4.8%と 9.7%が測定された。同時に高さ方向に変位が見られ、2.4%と 9.5%の収縮ひずみと膨張ひずみが発生した。収縮ひずみを生じた供試体の場合、モールドと供試体側面との間に隙間を確認したが直径寸法の測定は行わなかった。

2-2 循環型湿度制御システムを備えた膨潤圧測定装置 図 1 に循環型湿度制御システムを備えた膨潤圧測定装置を示す。本装置の主な構成は三軸室、荷重計、非接触型変位計、塩過飽和溶液を納めた耐圧容器、湿度制御

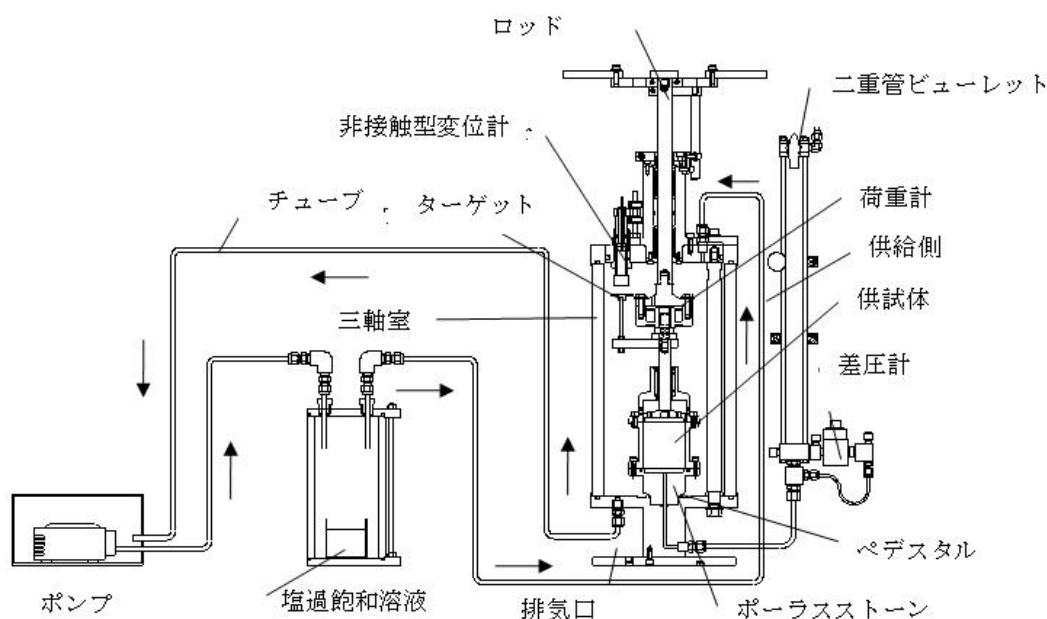


図1 循環型湿度制御システムを備えた膨潤圧測定装置

キーワード:サクシジョン, ベントナイト, 不飽和土/連絡先: 栃木県足利市大前町 268 TEL 0284-62-0605 tomo@ashitech.ac.jp

した空気を循環させるポンプ、ポンプを納める耐圧容器、ベントナイトの吸水量を測定する差圧計付の二重管ビューレットである。膨潤圧試験中の定体積条件を満たすように、供試体上端面と接するロッドは三軸室外の反力フレームに固定させている。吸水は供試体下端面のみからポーラスストーンを介して行われる。三軸室外の塩過飽和溶液を納めた耐圧容器内で蒸気圧法によって制御された空気は、ポンプの稼働によって三軸室内に送り込まれ、排気口から排出し再び、ポンプさらには塩過飽和溶液を納めた耐圧容器内に空気循環される。この循環によって、三軸室内および供試体上端面が接する空気の湿度は一定に保たれている。本実験では塩化マグネシウムと硫酸カリウムの塩過飽和溶液によって湿度を33%または98%に保った。膨潤圧試験は少なくとも750時間以上継続された。

3 実験結果

図2から図4に膨潤圧の時間変化を示す。105MPaの初期サクシオンを有する供試体は試験開始直後から急激な膨潤圧の増大を示した。75時間経過した時点で353kPaの膨潤圧が発揮されているが、その後は350時間まで膨潤圧が低下し、それ以降は再び膨潤圧が増加を始めている。測定終了時は、376kPaの最大膨潤圧が測定された。一方、サクシオン2.8MPaの供試体は初期サクシオン105MPaの供試体の膨潤圧変化と異なり、試験開始から350時間までは膨潤圧の増加がゆるやかである。350時間以後、膨潤圧の増加割合は大きくなり次第に平衡状態に至り、206kPaの最大膨潤圧が測定された。サクシオン148MPaの膨潤圧の変化はサクシオン105MPaの場合と同様に急激な膨潤圧の発生の後に低下、その後再び増加を示している。以上のようにサクシオンの大きさが異なると時間に対する膨潤圧の挙動が影響を受ける。最大膨潤圧に着目すると、サクシオンが初期状態の105MPaから2.8MPaに減少すると、最大膨潤圧は376MPaから206MPaに大きく低下している。一方、サクシオンが148MPaに増大しても、最大膨潤圧が376MPaを上回ることではなく、逆に267kPaに低下している。2-1節で述べたように初期サクシオンよりも高いサクシオンを受けたことで収縮ひずみが発生している。この収縮による体積変化が原因となってモールドと供試体側面との間に生じた隙間が膨潤圧の測定に影響を与えたと考えられる。

4 まとめ

本研究では、循環型湿度制御システムを備えた膨潤圧測定装置を改良し、圧縮ベントナイト膨潤圧の経時変化を測定した。膨潤圧の時間変化および最大膨潤圧は湿度の変化によって生じたベントナイト中のサクシオンの違いの影響を受ける。

参考文献 1) Nishimura, T.: Effect of suction on direct shear strength of compacted bentonite, Proceedings of The 14th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2011. (原稿受理)

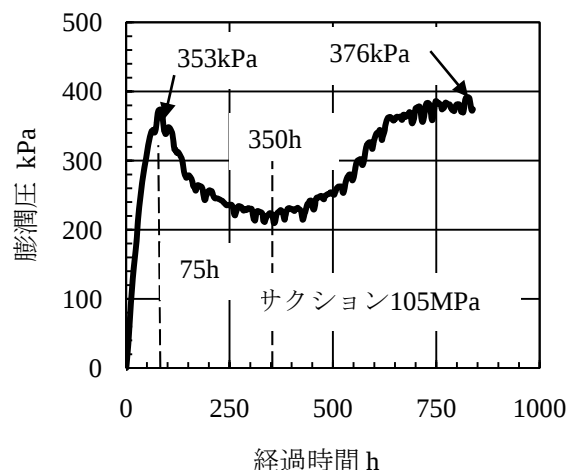


図2 初期状態の膨潤圧の変化

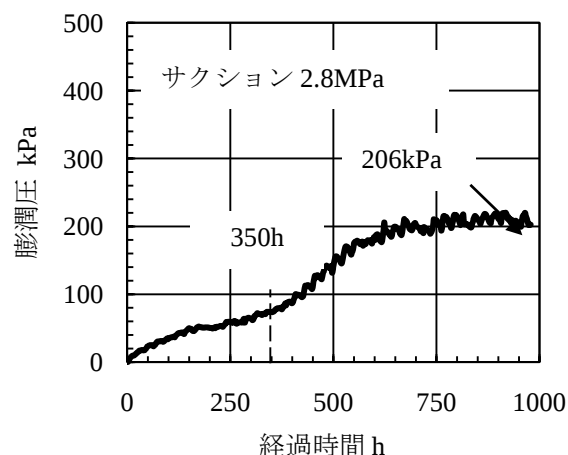


図3 湿度98%における膨潤圧の変化

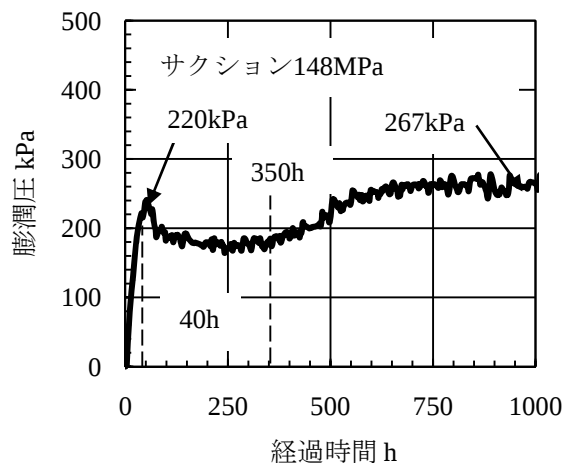


図4 湿度33%における膨潤圧の変化