

堆積岩とベントナイト混合土における再冠水時の飽和移行過程

岡山大学大学院 正会員 ○小松 満

スイス放射性廃棄物管理協同組合 正会員 榊 利博

1. はじめに

放射性廃棄物地層処分において地下施設の長期安全性を評価するには、再冠水後の地下水環境の変化を予測する必要がある。再冠水直前の不飽和領域はその後の挙動予測において欠かすことのできない初期条件となる。実際には、再冠水による地下水面の変動は短時間で起こり、水圧の上昇に伴って多くの気泡が残留すると考えられる。残留空気は湿潤過程において移動、圧縮、溶存のメカニズムを経て飽和度がさらに上昇することが推定される^{1),2)}。そこで、**図-1**に示すような水圧と飽和度の関係を求めることを目的に、ベントナイト混合土と堆積岩の2種類の試料に対して再冠水後の水圧上昇過程を模擬した室内要素試験を実施した。

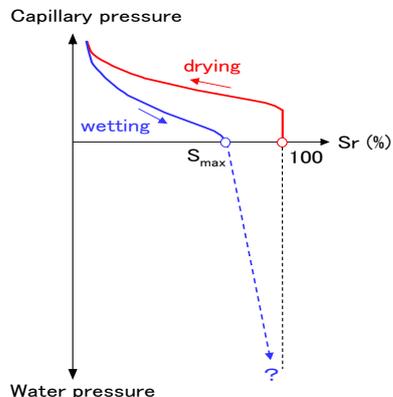


図-1 水圧と飽和度の関係

2. 試験概要

飽和移行過程試験に使用した試験装置の概要図を**図-2**に示す。試験はFDR水分計³⁾を供試体の中心高さに挿入し、まず(a)初期飽和(浸潤)過程としてマリOTTタンクにより一定水頭で注水した後、(b)再冠水(加圧)過程として供試体上部に取り付けた水タンクに背圧を段階的に加えた。この一連の過程における供試体内の誘電率の変化から飽和度を求めることで、**図-1**の関係としてまとめた。ベントナイト混合土はCa型ベントナイト30%に砂を70%混合した試料であり、最初に自然含水比状態で混合した上で所定の水分量になるように加水し、鋼製の容器内で圧縮成型して供試体を作製した。また、堆積岩にはボーリングコアから切削した珪藻質泥岩を用いた。なお、試験前に絶乾及び飽和状態の各供試体に対する誘電率の測定により得られた校正曲線を2点 α 混合モデル⁶⁾の同定により求めた。

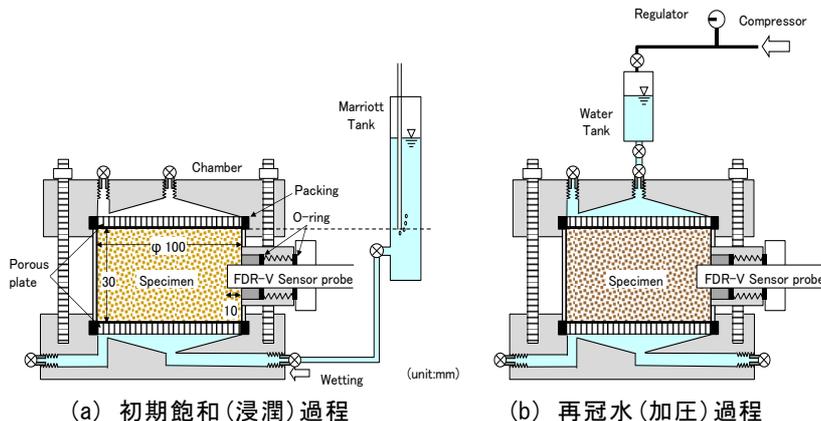


図-2 再冠水時の飽和移行過程試験装置

表-1 供試体初期状態
(a) ベントナイト混合土

No.	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	体積含水率	間隙率	飽和度 (%)
1	12.16	1.581	0.192	0.413	46.55
2	19.82	1.585	0.314	0.412	76.31

(b) 珪藻質泥岩

No.	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	体積含水率	間隙率	飽和度 (%)
1	20.91	1.133	0.237	0.540	43.94
2	34.68	1.149	0.399	0.540	73.88

3. 試験結果

飽和移行試験に用いた供試体の初期状態を**表-1**に示す。両試料とも初期飽和度の異なる2つの供試体を用いた。まず、マリOTTタンクと接続したバルブを開けて供試体への蒸留水の浸潤を行った際の計測開始後の誘電率と校正曲線から求めた飽和度の経時変化を**図-3**に示す。浸潤後の飽和度は、ベントナイト混合土においてNo.1が約88%、No.2が約92%となり、初期飽和度が低い方が浸潤後の飽和度が低い結果となった。

キーワード：再冠水，飽和度，ベントナイト混合土，堆積岩
連絡先：〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 Tel・FAX:086-251-8160

一方、珪藻質泥岩における浸潤後の飽和度はNo.1が約98%、No.2が約90%となり、初期飽和度が低い方が浸潤後に高い飽和度を示した。これはベントナイト混合土と異なる結果となり、センサー設置面の乱れの影響と推察されるが原因の特定には至っていない。

供試体上部に小型タンクを接続して供試体上部まで蒸留水で満たした後、背圧を1日毎に増加させた際の飽

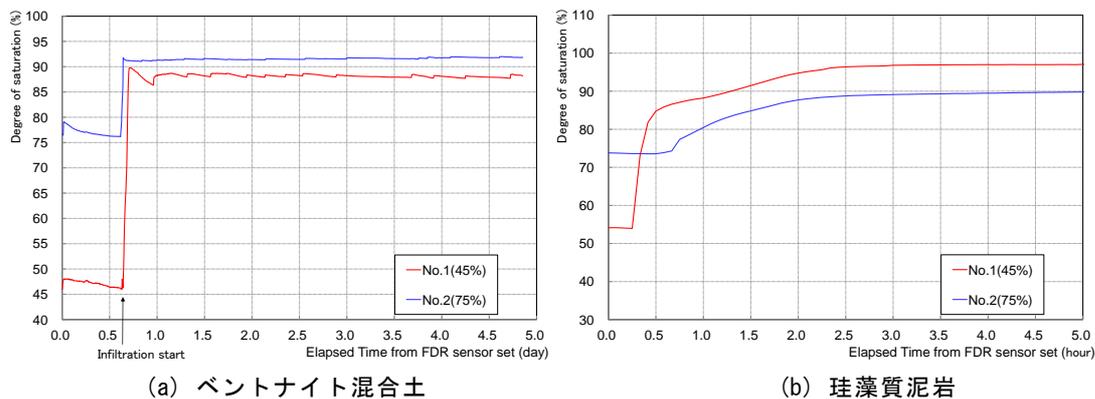


図-3 初期飽和(浸潤)過程試験結果

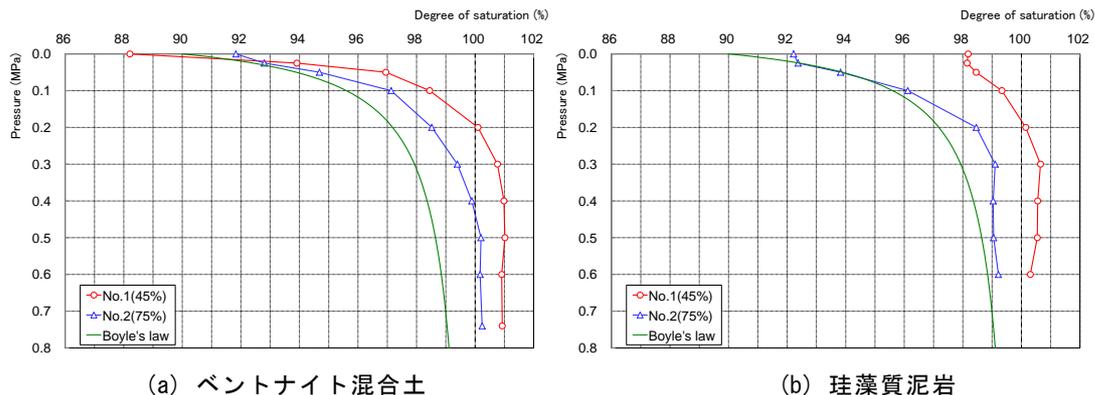


図-4 各段階での加圧直後の圧力-飽和度の関係 (理論圧縮曲線は $S_{max}=90\%$ と仮定して計算)

4. まとめ

再冠水に伴う飽和移行プロセスについて、浸潤後の水圧増加における飽和度の経時変化を測定した。その結果、水圧変化に伴う飽和度の上昇は、0.5MPa(水深50m相当)の範囲でそのほとんどが生じることが判明した。なお、今回の試験条件においては各加圧段階で飽和度の上昇が見られたことから、気泡の圧縮に時間的遅れが生じているか間隙水への溶存が推察された。したがって、各段階での加圧時間を長くした場合は、より低下圧で飽和に至る可能性も考えられる。また、計測された背圧-飽和度の関係は理論圧縮曲線から推定した飽和度変化の形状と類似したことから、本研究で実施した試験条件下では水圧上昇に伴う気泡の圧縮が飽和度上昇に支配的に貢献していることが確認された。今後の課題としては、飽和度の計測精度向上と併せて試験結果の再現性の確認が必要である。

【参考文献】

- 1) 榊利博・小松満：地下水面下の不飽和領域における空気残留特性：冠水履歴を持つ砂質土の二次排水過程，地下水学会誌，第56巻，第1号，pp.27~34，2014.
- 2) 榊利博・小松満：地下水面下の不飽和領域における空気残留特性：地下水位の上昇に伴う冠水過程，地下水学会誌，第55巻，第3号，pp.1~9，2013.
- 3) 西垣誠・小松満・金萬鎰：FDR法による土壌・地下水汚染のモニタリング手法に関する基礎的研究，地下水学会誌，第46巻，第2号，pp.145-157，2004.
- 4) Robinson, D. A., S. B. Jones, J. M. Blonquist Jr., and S. P. Friedman: A physically derived water content/permittivity calibration model for coarse-textured, layered soils, Soil Sci. Soc. Am. J., Vol.69, pp.1372-1378, 2005.