

ベントナイトブロックの隙間の密度均一化に関する検討(その1)

ー 隙間密度の時間変化の検討 ー

清水建設(株) 正会員 ○中島均、石井卓

日本原燃(株) 正会員 庭瀬一仁、東電設計(株) 正会員 谷智之

1. はじめに

余裕深度処分施設の低透水層をブロック定置工法で施工した場合、ブロックとブロックの間に大なり小なり隙間が残る。隙間は時間が経過した後は、ベントナイトの膨潤によりシールされ、ベントナイトブロックと均質化することが想定されるが、隙間密度の経時変化を定量的に検討した例は少ない。

本報では想定される材料(クニゲル GX) に対して隙間シール実験を行い、隙間密度の経時変化を把握した。

2. 試験方法と試験ケース

隙間シール実験¹⁾は、ベントナイトブロックの隙間周辺部が均質化していく過程の中の、任意の時間における乾燥密度の鉛直方向分布を求める試験である。静置する時間を変えた試験を複数行うことで、乾燥密度分布の経時変化が得られる。乾燥密度分布を求めるためには、静置期間終了後に試験体を鉛直方向になるべく薄くスライスする。隙間部は乾燥密度の変化が大きいため2mm厚のスライスとし、隙間中心部の乾燥密度変化が精度よく得られるようにした。鉛直位置での乾燥密度は、模擬ベントナイトブロックに飽和供試体²⁾を用いているため、スライス毎に得られた含水比から算定した。

中島ら¹⁾は粉体ベントナイトに対して同様の試験を行っているが、今回は粒度を調整したベントナイト(クニゲル GX)を用いた。模擬ベントナイトブロックの初期の乾燥密度は 1.6Mg/m^3 とした。試験ケースは表-1に示すとおりである。静置期間は2~360日の中で最大8条件を設定した。

表-1 試験ケース一覧

試験ケース	注入水	隙間幅	静置期間
Case-D5	蒸留水	5mm	3条件(2~32日)
Case-D10	蒸留水	10mm	8条件(2~360日)
Case-D20	蒸留水	20mm	3条件(2~32日)
Case-C10	カルシウム水	10mm	8条件(2~360日)

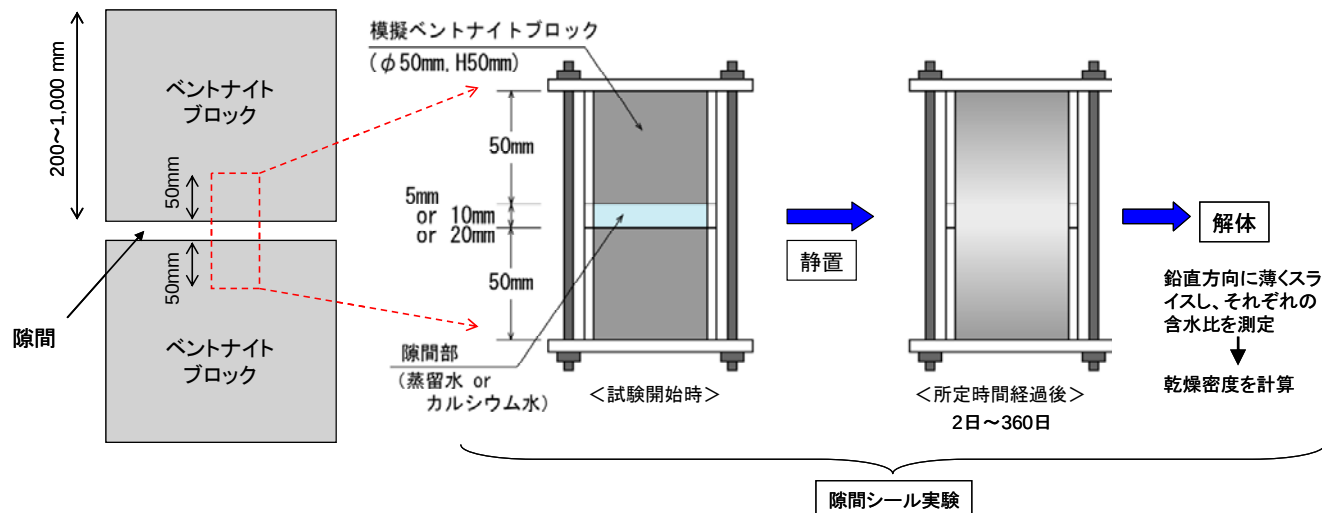


図-1 隙間シール実験の概要

3. 実験結果と考察

図-2にCase-D10の乾燥密度分布の経時変化を示す。その他のケースも同様の傾向であった。隙間部分の密度は時間の経過とともに増加している。一方、上下端では時間の経過とともに乾燥密度が低下している。密度の均質化、すなわち、上下のベントナイトブロックが給水膨張して隙間部をシールし、時間の経過とともに隙間部の密度が増加することが確認できた。

次に、全ケースでの隙間中心部の乾燥密度の経時変化を図-3に示す。また、文献1)で示されている粉体ベ

キーワード 余裕深度処分、ベントナイトブロック、隙間、膨潤シール、密度均質化

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 / TEL 03-3820-8431 / hitoshi.nakashima@shimz.co.jp / 中島均

ントナイト（クニゲル V1）の値も併記した。

Case-D10 は最長 360 日まで計測したが、60 日前後で乾燥密度の増加傾向が変わっていることが図-3 からわかる。60 日までは、時間の対数に対して中心部の乾燥密度は直線的に増加している。一方、その後は密度増加が緩慢に変わる傾向が見られる。図-3 からは隙間部の密度増加が終息している可能性が懸念されるので、別の観点でデータを吟味するために、図-4 に Case-D10 での中心部と端部の密度変化を比較した。端部の密度は試験開始から 360 日経過まで少しずつ低下し続けており、中心部についても 60 日以降も密度増加は収束していないと判断できる。さらに、Case-D10 を粉体ベントナイトの結果と比較することで、ベントナイトが同じであれば、隙間密度の増加傾向は粒状体でも粉体と同じであることもわかる。

供給水の影響については、図-3 で Case-D10 と Case-C10 を比較することで評価できる。すべてのプロットを異なる試験体で取得していることに起因する観測データの誤差等を考慮すると、カルシウム水が供給された場合も、蒸留水が供給された場合も、隙間部の密度増加の傾向は同じであると言える。

隙間幅の影響については、Case-D5 と Case-D20 を Case-D10 と比較することで、隙間幅が小さいほど同じ時間における中心密度は高くなることがわかる。つまり、隙間幅が小さいと中心密度の増加が早い。

4. おわりに

今回の試験で確認できた中心密度は、隙間幅 10mm の場合は 360 日経過後で $1.08 \sim 1.13 \text{ Mg/m}^3$ 、5mm のケースでは 32 日経過後で 1.20 Mg/m^3 であった。平均密度（例えば、隙間幅 10mm の場合は 1.45 Mg/m^3 ）になるまでの時間は、今回の試験では推定できなかった。また、隙間シール試験では、模擬ベントナイトブロックの高さを 50mm 固定で行っている。この高さを高くすれば、隙間中心密度の増加速度は高くなる可能性がある。実際の問題では、隙間中心密度の増加速度は本試験で得られた値より早い可能性は残る。

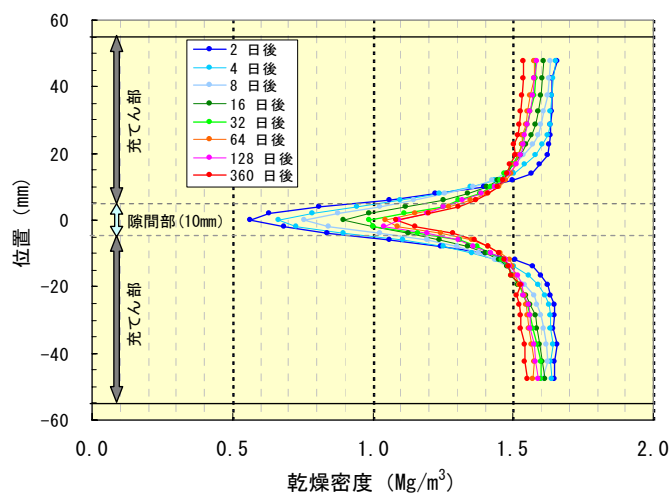


図-2 隙間 10mm、蒸留水の場合の密度分布

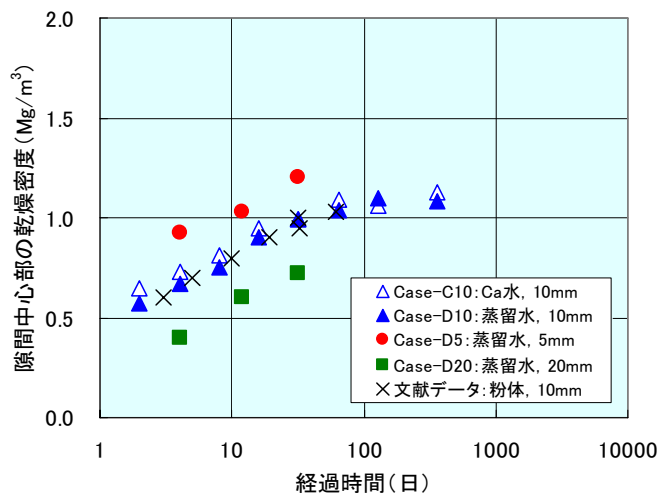


図-3 隙間中心部の乾燥密度の経時変化

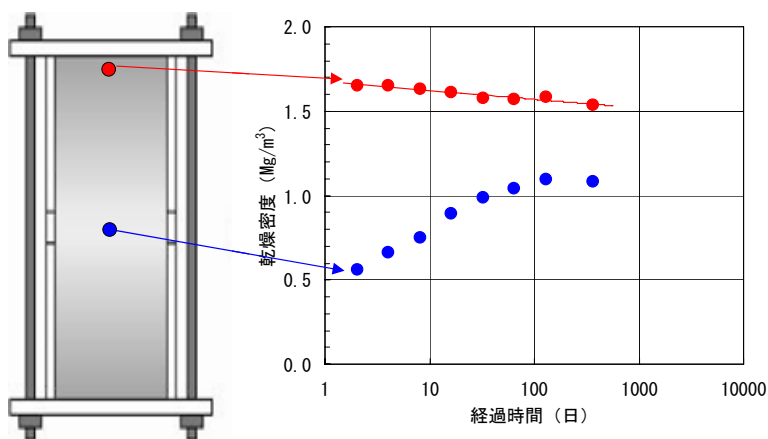


図-4 中心部と端部の密度変化の比較

参考文献

- 1) 中島他(2005)：放射性廃棄物処分施設における小型ベントナイトブロック定置工法（その3）—ブロック継ぎ目の膨潤シール挙動—、第60回土木学会年次講演会、3-317。
- 2) 石井他(2003)： $1\text{E}-13\text{m/s}$ の透水係数を短時間で測定する高速透水試験、第58回土木学会年次講演会、CS7-021。