

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—

清水建設(株) 正会員 ○中島均 石井卓 斎藤亮

1. はじめに

放射性廃棄物処分施設の人工バリアは、ベントナイトを高密度に締固めたものとなる可能性が高く、その施工法としては原位置締固め工法とブロック定置工法が考えられる。著者らは、施工コストの低減が期待できる小型ベントナイトブロック定置工法を開発している。

ベントナイトブロック定置工法では、図. 1 に示すようにブロックとブロックの間に継ぎ目が生じることは避けて通れない。ただ、小型ベントナイトブロックは人力定置を行うため、この継ぎ目は極力生じないように施工することが可能であり、定置実験によればその継ぎ目幅は数 mm 以内であった。

継ぎ目は、ある程度の時間が経過したのちには、ベントナイトの膨潤性によりシールされる。すなわち、ベントナイトブロックの継ぎ目に水が浸入すると、ブロック表面のベントナイトが膨潤して継ぎ目が閉じる。閉じた直後の継ぎ目部分は低密度であるが、時間の経過とともに密度が増加すると考えられる。このような現象を模擬する実験として継ぎ目シール実験を行った。

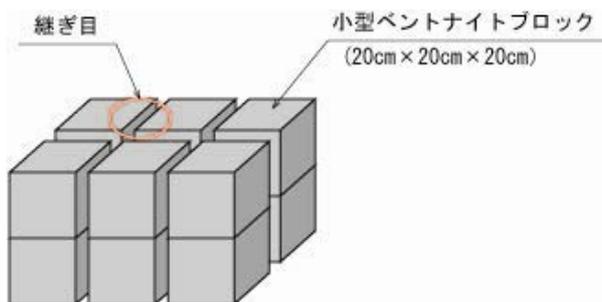


図. 1 ブロックの継ぎ目

2. 継ぎ目シール実験

継ぎ目シール実験に用いた試験装置を図. 2 に示す。

ベントナイトは、内径 50mm、高さ 50mm のステンレスリングの中に充填した。ベントナイトには、クニゲル V 1（粉体）を用い、試験開始時の乾燥密度は $1.6\text{Mg}/\text{m}^3$ とした。また、充填後に飽和となるようにプ

レス成型で充填した。この方法については、石井ら (2003) ¹⁾ に詳しい。

継ぎ目は中空のステンレスリングで模擬した（以下、継ぎ目リングと称す）。継ぎ目リングの高さは、継ぎ目の幅を模擬して 5mm、10mm、20mm の 3 種類とした。

継ぎ目リングの上下にベントナイト充填リングを配置し試験装置に装着した後に、継ぎ目リング内部を水で充填し所定時間静置した。水は水道水を用いた。静置期間は、2～60 日程度とした。

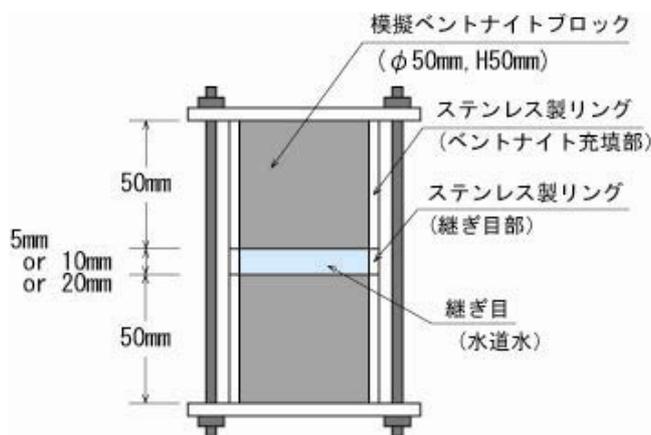


図. 2 継ぎ目シール実験装置

静置期間終了後は、図. 3(a) に示すように、継ぎ目リングを含め、すべてのリング内部がベントナイトで充填されている。まず、リングの境界をワイヤーソーなどで切り離す（図. 3(b) 参照）。つぎに、それぞれのリングに対して、片側から押出して反対側からベントナイトを数 mm ずつ採取した（図. 3(c) 参照）。採取厚さは継ぎ目リングについては 2～4mm 程度に薄くし、ベントナイト充填リングについては継ぎ目リングから離れるにしたがって厚く（最大 20～30mm）した。

薄く切り出したベントナイトは、その位置を記録するとともに、含水比を測定した。

キーワード：ベントナイト、ブロック、定置、継ぎ目、シール性、密度増加

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設(株) 技術研究所 TEL03-3820-8431

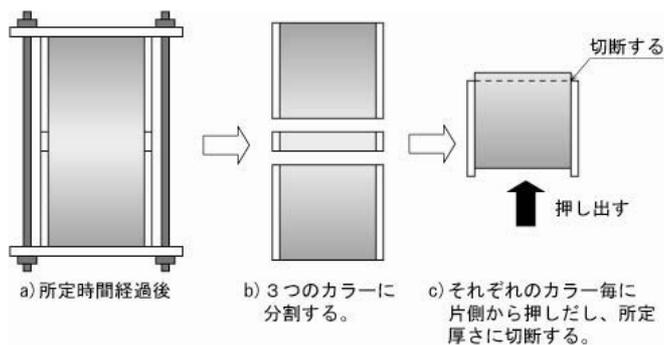


図.3 解体手順

3. 実験結果と考察

継ぎ目シール実験では、静置期間毎に内部の含水比分布が求まる。ベントナイトは試験開始時に飽和であり、継ぎ目リング内部も水で満たされているため、静置期間終了後においてもリング内部の領域が水で飽和している。これは、解体により切り出したスライスのベントナイト重量と水重量の合計値からも、ほぼ飽和であることを確認した。

乾燥密度は、試料内部が完全飽和していると仮定し、以下の式を用いて算定した。

$$\rho_d = \frac{1}{\frac{\omega}{100} \cdot \frac{1}{\gamma_w} + \frac{1}{G_B}}$$

ここに、 ρ_d : 乾燥密度(Mg/m^3)、 ω : 含水比(%)
 γ_w : 水の単位体積重量($1.0\text{Mg}/\text{m}^3$)、 G_B : ベントナイトの単位体積重量($2.773\text{Mg}/\text{m}^3$)である。

図.4に継ぎ目リングの高さが10mmの場合の所定時間経過後の乾燥密度分布を示す。継ぎ目リングの部分(鉛直座標:-5mm~5mm)では、ベントナイトの密度が、時間の経過とともに増加していることがわかる。また、上下端ではベントナイトの密度が時間の経過とともに低下していることがわかる。上下のベントナイトが継ぎ目部をシールし、時間の経過とともにシール部の密度が増加することが確認できる。

図.5には、縦軸に継ぎ目中心部の密度変化を、横軸を時間にとってプロットした。10mmの継ぎ目の場合、試験を実施した2~60日の範囲では片対数グラフ上で直線近似ができる。全体が均一になった時点での乾燥密度は計算により $1.45\text{Mg}/\text{m}^3$ であり、この密度になる時間は1000日程度と推測することができる。

また、図.4で示した10mmの結果だけでなく、5mmと20mmの結果もあわせて示している。継ぎ目が狭い

場合(5mmリング)では中心の密度は早く増加し、継ぎ目が広い場合(20mmリング)では密度増加に時間がかかることがわかる。

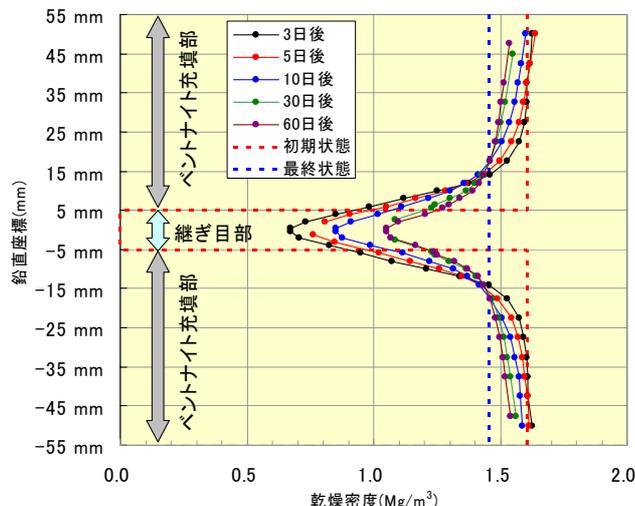


図.4 所定時間経過後の供試体内部の密度分布

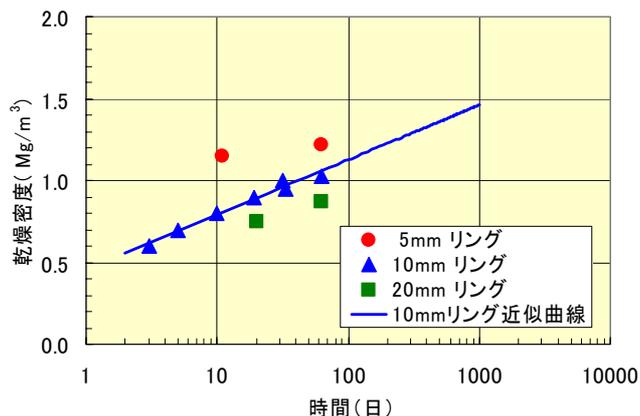


図.5 継ぎ目中心部の乾燥密度の経時変化

4. まとめ

飽和ベントナイトを用いてベントナイトブロックの継ぎ目のシール密度増加を検討した。時間とともに継ぎ目の密度が増加することがよい精度で確認できた。ただし、実際のブロックは不飽和状態であるため、今回の実験で得られた密度増加速度より遅い可能性がある。今後は、不飽和状態のブロックについて同様の検討を行う予定である。

参考文献

- 1)石井他(2003):1E-13m/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