

電解質溶液によるベントナイトブロックの膨潤特性

西武建設(株) ○正会員 成島誠一

(財)地域地盤環境研究所 正会員 藤原照幸

(株)ホーゲン 水野正之

1. 研究の背景

ベントナイトは、自然鉱物で耐久性、安全性に優れた遮水原料であり信頼性が高く、近年廃棄物処分場の遮水構造のひとつであるベントナイト混合土（以下 CCL）として採用されている。一方で、それらを敷設する際の原料土の適用性、製造および施工に関わる様々な品質管理に熟知した技術者が不足しているのが現状である。筆者らは、全国で原料土、要求性能が違う CCL を延べ 11 万 m^2 以上の施工経験とこれに伴う知見について、ベントナイト混合土マニュアル¹⁾などにより示してきた。さらに事業者が住民合意や許認可を得る過程において、CCL 以上の遮水性能、品質ならびに熟練技術者を必要としないベントナイト系遮水構造の要望が元となり、ベントナイトブロック（以下 BB）の実用化に至った。則ち BB の開発目的は、CCL 以上の遮水性能と施工および品質管理の合理化を視野に 2 次製品として提供することであった。BB の製造は、ベントナイト 100%の原料を含水比調整と圧力バランスによる適度な粘性状態を成型する上での「つなぎ」にすることで安定した製品が提供できる。遮水構造は、BB 厚さ $t=60\text{mm}$ で継目部には写真-1 に示すように粒状ベントナイトを充填することで BB 遮水層として機能する。一方処分場における遮水構成例は、環境省遮水構造基準に準拠し図-1 に示すように BB 直上に遮水シートを敷設しさらに保護マット、保護砂などを敷設することとしている。BB の遮水性能、施工性については、既にその有効性²⁾、ならびに最大膨潤量 $t_s=4\text{cm}$ $\varepsilon=66.7\%$ であることなど³⁾が検証され安全な遮水構造として提供できることがわかった。本稿ではさらに水道水(case-1)、人工海水 3 倍希釈とした電解質溶液 $12,500\text{mS}/\text{m}$ (case-2)の 2 種類の試験水を用いて膨潤特性を比較検討した結果について報告する。



写真-1 敷設全景・BB 継目部状況

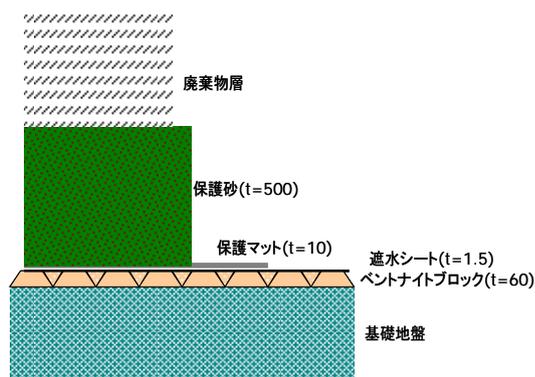


図-1 処分場遮水構成例

2. 試験方法と試験装置

膨潤圧試験は、BB（寸法 $120 \times 230 \times 60\text{mm}$ ）から写真-2 に示す $d=110$ 、 $t=60\text{mm}$ の円盤状供試体を切出し、図-2 に示す装置によりおこなった。水道水(case-1)の供試体は湿潤密度 $\rho_d=1.75\text{g}/\text{cm}^3$ 、電解質溶液 $12,500\text{mS}/\text{m}$ (case-2)の供試体は $\rho_d=1.70\text{g}/\text{cm}^3$ であった。試験装置は、鉛直変位ゼロの拘束状態とし水の浸潤に伴う膨潤圧を測定するものである。

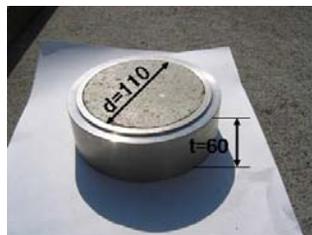


写真-2 供試体作成状況

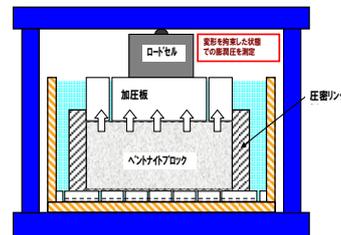


図-2 膨潤圧試験装置

なお、BB の原料は、今後安定的かつ均質な品質の供給が可能になったことから、中国遼寧省産ベントナイト(株式会社ホーゲン)を使用した。

キーワード： ベントナイトブロック、膨潤圧、電解質溶液、遮水構造、廃棄物処分場

連絡先： 所沢市くすのき台 1-11-2 西武建設株式会社土木本部環境エンジニアリング室 Tel 04-2926-3414

3. ベントナイトブロックの膨潤特性

水道水および電解質溶液浸潤後 20 日経過までの膨潤圧の推移を図-3 に示す。浸潤直後から膨潤圧は増加し 28 日において水道水ではおよそ 3600kN/m²、電解質溶液では水道水の 70%程度の値であるおよそ 2500kN/m² の膨潤圧を示している。28 日経過時点では水道水・電解質溶液いずれもその傾きは小さくなりつつあるものの時間の経過に伴って、膨潤圧は徐々に増加していく傾向を示している。この種の試験では定常状態となるには長時間を要することから、最終的にどの程度の膨潤圧が發揮しうるかを双曲線近似により予測した結果を示す。紙面の関係で、ここでは試験水を水道水とした場合の近似結果のみを示す。まず、図-4 のように「経過時間/膨潤圧」～「経過時間」の関係のプロットし、任意の時間における近似係数を求める（今回は、経過時間 15,000～20,000min および 25,000～30,000min で近似した）。次に、図-4 で求めた近似係数を用い、図-5 に示すように双曲線近似により最終膨潤圧を予測するものである。双曲線近似により、水道水では概ね 20 年程度で 5300～6500kN/m² の一定膨潤圧、一方電解質溶液では 3500～3800kN/m² の一定膨潤圧（水道水での膨潤圧の 60～65%の値）となる結果が得られた。

4. まとめ

本稿では BB の膨潤圧が、水道水と比較し電解質溶液において低下することを予測し定量的に示した。一般にベントナイトは、電解質溶液であると膨潤が低下することが知られているが、今回の試験から膨潤圧の低下は 30%程度であり、塩類による膨潤性低下は認められるものの遮水性能上の影響は少なかった。以上のことから、処分場において塩類が含有された浸出水であっても遮水性能を保持するといえる。

今後の課題としては、上載荷重～膨潤圧～変位の関係について定量的な検討をおこないさらに安心、

安全な遮水構造を提案したい。なお、本試験に際して（財）地域地盤環境研究所神戸御影研究所所長本郷隆夫氏には、有用な助言と協力を頂いた。誌上より深謝申し上げます。

[参考文献]

- 1) 西武建設株式会社 廃棄物最終処分場ベントナイト混合土マニュアル 平成 17 年 8 月, 2005
- 2) 成島誠一 廃棄物最終処分場におけるベントナイトブロック遮水構造の実用性 第 17 回廃棄物学会研究発表会講演論文集 pp929-931, 2006
- 3) 成島誠一 水野正之 ベントナイトブロックの膨潤特性の検討 第 42 回地盤工学研究発表会投稿中 2007

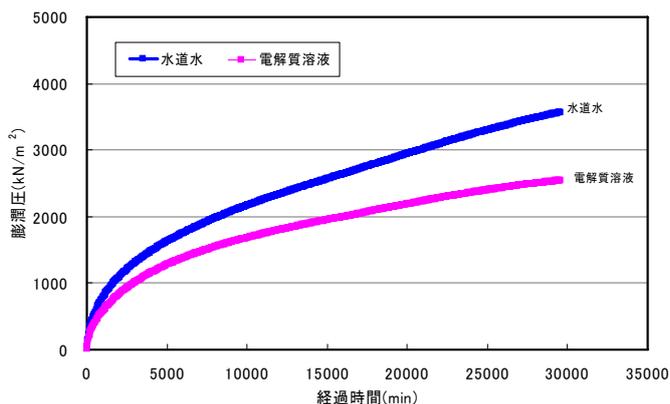


図-3 ベントナイトブロック膨潤圧の経時変化

近似線(双曲線近似)の係数を求めるための図

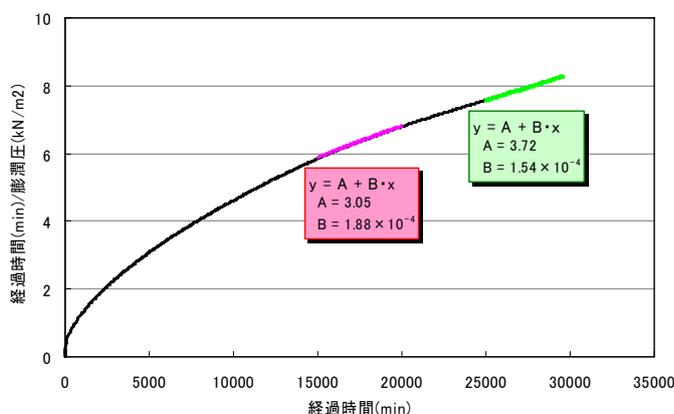


図-4 case-1 (水道水) 双曲線近似係数

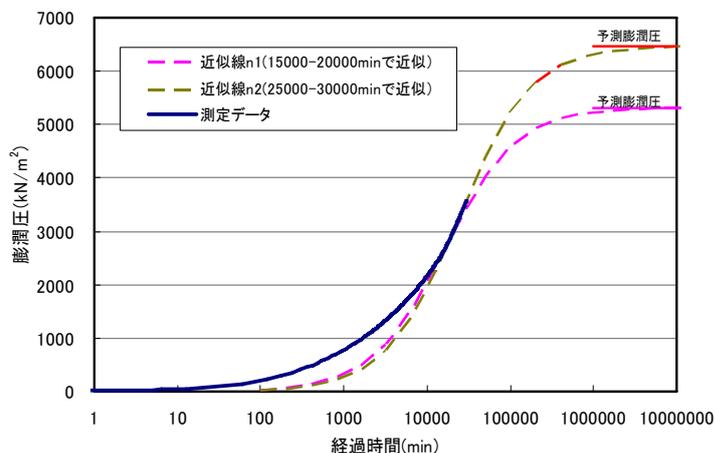


図-5 case-1 水道水予測膨潤圧