

## Ⅶ-37

## すきま存在下におけるベントナイトの膨潤性評価に関する実験的検討

日揮\* 正会員 ○竹ヶ原 竜大 高尾 肇  
クニミネ工業\*\* 大谷 洋之 伊藤 雅和

## 1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分では、廃棄体のまわりに緩衝材が設置されることとなっている。緩衝材には、放射性核種を生物圏から隔離する観点から、低透水性、自己シール性、核種移行遅延性などが要求され、現状では、圧縮したベントナイトおよびベントナイトと砂の混合物が有力材料となっている。

緩衝材を施工する場合、廃棄体と緩衝材、緩衝材と処分孔壁との間にすきまが生じることが予想される。このすきまは、緩衝材の自己シール性により充填されると考えられるが、我々の調査した範囲内では、すきまを考慮した自己シール性に関する研究はほとんど報告されていない。そこで、筆者らは、すきまを考慮した膨潤圧試験を行い、任意に設定したすきまと供試体の間隙の関係について検討を行ってきた。<sup>1) 2)</sup> 本報告は、ベントナイトの膨潤性評価指標として全間隙体積／ベントナイト体積比(以後  $eb^*$  とする)を定義し、実験結果をもとに本指標の妥当性を検討したものである。

## 2. 実験方法

実験は、従来用いられてきた万能試験機を利用した変位制御による膨潤圧測定装置を改良し、試料と載荷ロッドとの間にすきまを設定できるようにした装置を用いて行った。測定項目は、膨潤圧および膨潤変形量である。図-1に実験装置の概念図を示す。

実験材料として、ベントナイトにクニゲル V1(クニミネ工業(株)製)、ケイ砂にはフラタリーサンド(三菱マテリアル(株)製)を用いた。供試体の製作は、実験装置のホルダ部に粉末状の材料を投入した後、ロッドに載荷して行った。なお、供試体上部にすきまを設定する場合、ロッドを供試体から離す必要があるが、ロッドを供試体から離れたところ、供試体高さの増加が確認された。このことから、実験開始に先立ち、供試体の高さ変化が見られなくなるまで供試体を放置し、高さ変化がなくなったものを実験に供した。また、このときの試料の高さをもとに、初期乾燥密度を求めた。できあがった供試体の寸法は直径 20mm、厚さ約 5mm であり、初期乾燥密度は  $1.8\text{g/cm}^3$  または  $2.0\text{g/cm}^3$  である。すきまは、供試体の厚さに対して 5～30%の範囲になるように設定した。また、すきまを設定しない条件においても膨潤圧を測定した。この場合、乾燥密度は  $1.5\sim 2.0\text{g/cm}^3$  の範囲内にあった。表-1に実験条件を示す。

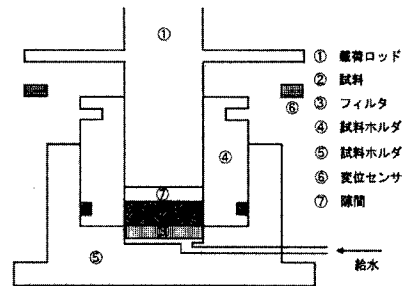


図-1 実験装置概念図

表-1 実験条件

| 実験名  | ベントナイト<br>配合率(%) | 初期乾燥密度<br>( $\text{g/cm}^3$ ) | すきま設定<br>の有無 |
|------|------------------|-------------------------------|--------------|
| ケース1 | 60               | 2.0                           | あり           |
| ケース2 | 80               | 2.0                           | あり           |
| ケース3 | 80               | 1.8                           | あり           |
| ケース4 | 100              | 2.0                           | あり           |
| ケース5 | 100              | 1.8                           | あり           |
| ケース6 | 100              | 1.5～2.0                       | なし           |

キーワード：放射性廃棄物、ベントナイト、自己シール性、膨潤圧、すきま

\*〒220-6001 横浜市区西みなとみらい 2-3-1 TEL 045-682-8561 FAX 045-682-8863 E-MAIL takegahara.07782@feb.jgc.co.jp

\*\*〒325-0013 黒磯市鍋掛 1085 TEL 0278-64-1981 FAX 0287-63-6239

### 3. 実験結果および考察

図-2に初期設定すきま量と膨潤後のすきま量の関係を示す。なお、膨潤変形後のすきま量は、膨潤変形量から計算により求めた。すべてのケースで膨潤変形後のすきま量が、初期に設定したすきま量に比べ大きくなっている。これは、膨潤変形を完全に拘束することができず、膨潤圧を測定する際に膨潤変形が生じていることに起因する。このことは、膨潤変形前の設定値で実験結果を整理すると問題が生ずる可能性があることを示唆している。したがって、以後の検討においては、膨潤変形後の結果を用いることとする。

ベントナイトの膨潤試験において、供試体の密度や配合などの試験条件の違いを統一的に評価する指標として、有効ベントナイト間隙比が緒方ら<sup>3) 4)</sup>により提案されている。本報告においては、有効ベントナイト間隙比を参考にし、すきま存在下での膨潤試験結果を、 $e_b^*$ で評価した。 $e_b^*$ とは、供試体中の間隙体積とすきまの体積の和をベントナイト体積で除したものであり(1)式により求められる。

$$e_b^* = \frac{V_v + V_{gap}}{V_B} = \frac{100G_B}{\alpha} \left\{ \left(1 + \frac{\varepsilon}{100}\right) \frac{\rho_w}{\rho_{d0}} - \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right) \frac{1}{G_s} \right\} - 1 \quad (1)$$

ここに、 $V_v$ : 供試体中の間隙体積、 $V_{gap}$ : すきまの体積、 $V_B$ : ベントナイト体積、 $G_B$ : ベントナイトの比重、 $\alpha$ : ベントナイト配合率(%),  $\varepsilon$ : 膨潤率(%),  $\rho_w$ : 水の密度、 $\rho_{d0}$ : 膨潤変形前のベントナイトと砂の混合材料の乾燥密度( $g/cm^3$ )である。図-3に $e_b^*$ と膨潤圧の関係を示す。ケース4を除いて、初期乾燥密度、ベントナイト配合率、すきまの有無に関わらず、実験結果は曲線上にプロットされる。このことから、ベントナイトの膨潤圧を $e_b^*$ で整理することによりベントナイトの膨潤性を統一的に評価できることが示唆される。設計においては、材料の配合や密度等が重要な設計項目になると考えられるが、本指標を用いることにより、ある必要な膨潤圧に対応する $e_b^*$ を求め、材料の配合、乾燥密度およびすきま量のうち2つのパラメータを設定すれば、残りのパラメータが決定されることになる。なお、ケース4の原因については現在、明らかになっていない。今後の検討課題である。

### 4. まとめと今後の展望

ベントナイトの膨潤圧を $e_b^*$ で整理することにより、材料の密度の違い、配合の違いを統一的に評価できる見通しを得た。今後は、異なる種類のベントナイトを用いた実験等を行い、データの拡充を図ると共に、ベントナイトの重要な機能である低透水性との関係も明らかにしていく予定である。

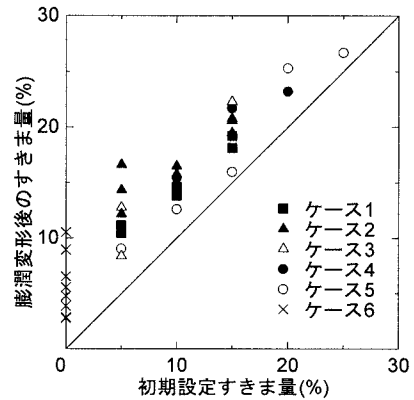


図-2 初期設定すきま量と膨潤変形後のすきま量の関係

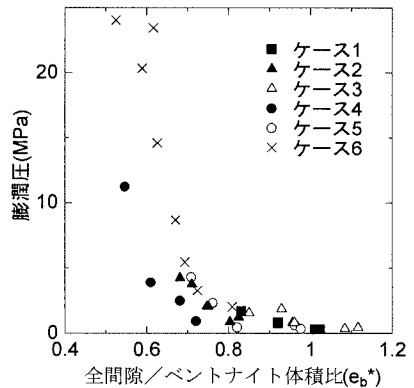


図-3  $e_b^*$ と膨潤圧の関係

#### 参考文献

- 1) 高尾・竹ヶ原・伊藤・大谷、実処分環境に対応したベントナイトの膨潤圧測定、日本原子力学会 1997 春の年会要旨集、第Ⅲ分冊、565 頁、1997
- 2) 高尾・竹ヶ原・伊藤・大谷、すきま存在下でのベントナイトの膨潤圧測定、日本原子力学会 1998 春の年会要旨集、第Ⅲ分冊、596 頁、1998
- 3) 緒方・小峯、ベントナイト-砂混合材料の透水係数に関する一考察、第 29 回土質工学研究発表会、1883-1884 頁、平成 6 年 6 月
- 4) 緒方信英・小峯秀雄・中島均・長沢達朗・石井卓、所定の透水係数を有するベントナイト混合土の配合設定方法、粘土科学、第 34 巻、第 2 号、1994