

## 強制乾燥真空注水飽和法によるベントナイト系難透水材の短時間透水試験 —現場サンプリング供試体の透水試験—

清水建設正会員 ○石井卓 中島均 後藤高志

### 1. 現場施工サンプリング品質管理手法の課題

放射性廃棄物の処分施設では $1\text{E}-14\text{m/s}$ から $1\text{E}-8\text{m/s}$ に相当する透水係数のベントナイト系難透水材料が使われると考えられる。日常の施工管理においては、できるだけ短時間で透水性能を確認することが望まれる。著者は $50\text{mm}\phi\times 20\text{mmH}$ の供試体の透水試験において、室内供試体であれば空気を排除した状態でプレスすることにより飽和供試体を作成することができ、注水条件や透水量計測系等の工夫をすることにより、透水性能の第1情報を1～2週間の短時間で把握できることを提案した。<sup>1)</sup>

次の課題は現場施工した飽和していない高密度ベントナイトの透水試験の短時間化である。しかし、竹ヶ原他<sup>2)</sup>がベントナイトペレットの透水試験において測定した事例のように、 $60\text{mm}\phi\times 20\text{mmH}$ の供試体が水で飽和して透水量を測定できるまでに、透水係数 $1\text{E}-12\text{m/s}$ 程度の供試体では約40日を、 $1\text{E}-13\text{m/s}$ 程度の供試体では80日を要している。供試体の底部から注水していくことによる供試体の飽和プロセスを採用するのでは透水試験の短時間化は難しい。

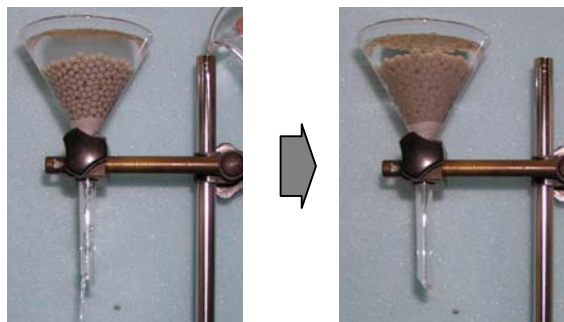
### 2. 強制乾燥真空注水飽和法の原理

著者ら<sup>3)</sup>は強制乾燥したベントナイト粉末を適度な含水比に調整混練して、ただちに突き固めた場合には水分と1日なじませた場合よりも高密度にできることを報告した。この傾向はベントナイトを構成するスメクタイト粘土粒子の結晶層間に水分子が取り込まれてベントナイトの膨潤性が発揮し始めるまでには少なくとも数分間の遅れ時間が存在することを示唆していると考えた。

図1はその原理を確認するための実験である。直径5mm程度のベントナイト造粒体に注水した場合に直後ではベントナイト造粒体が膨潤しないので透水性は大きいですが、10分経過すると造粒体間隙はシールされて透水性は小さくなる。すなわち、強制乾燥した高密度ベ

ントナイトに注水した直後の透水係数は著しく大きな透水係数を呈する可能性がある。

図2は強制乾燥によって乾燥ひび割れが生じたベントナイト供試体に高压で注水した場合の水の浸入現象を推定したイメージ図である。水が隅々まで行き渡るためには、間隙中の空気をあらかじめ排除し、真空状態もしくは水溶性ガスに置換しておく必要がある。



注水直後は通過水量大 10分経過後滴下水微小

図1 乾燥ベントナイト造粒体の透水性変化

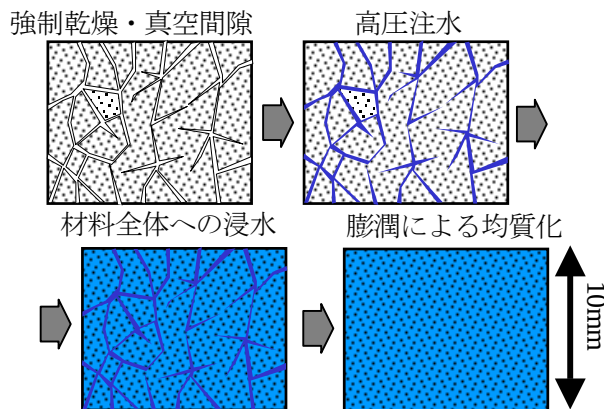


図2 強制乾燥真空注水飽和法のイメージ図

上記の原理を前提にして、強制乾燥真空注水飽和法による短時間透水試験を試みた。なお、足立ら<sup>4)</sup>は炉乾燥によるベントナイトの膨潤特性への影響は少ないことを報告している。

### 3. 透水試験方法の概要

試験方法の手順を図3にフロー図で示した。透水試験装置は著者の提案した高速透水試験<sup>1)</sup>と同じであり、供試体の前処理方法に違いがある、特長は下記である。

キーワード：ベントナイト、透水係数、施工供試体、難透水性材料、短時間透水試験、強制乾燥

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 TEL03-3820-8415

- ① 強制乾燥真空注水により飽和させた供試体を使う。
- ② 供試体の上下フィルターや配管系を真空状態下で注水し、水で飽和させておく。
- ③ 注水圧力 1～0.1 MPa、供試体厚さ 10～50mm にすることで動水勾配を 200～5000 とする。
- ④ 供試体からの排水を内径 2mm 級のチューブ内に導いて、水面移動長さ 0.5mm あたり 0.002ml の分解能で透水量を測定する。

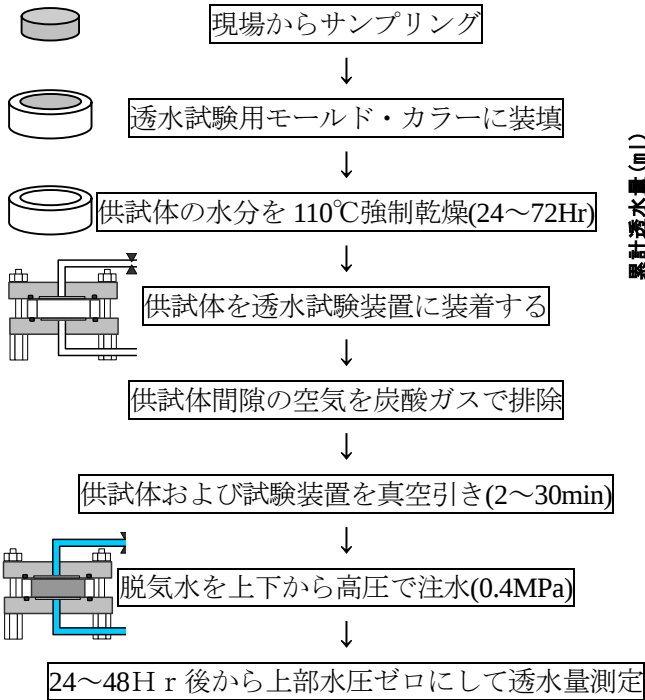


図 3 強制乾燥真空注水飽和法透水試験のフロー図

4. 試験結果

クニゲル V1 を用いて室内プレス法で供試体を作成した。今回の透水試験では下記の試験条件とした。

- ・ 供試体寸法：50mm φ × 20mmH
- ・ 供試体乾燥密度：1600kg/m<sup>3</sup>
- ・ 注水圧力：0.4-0.2-0.1 MPa の 3 段階

図 4 には供試体 No.16-7-1 の時間経過に伴う累計透水量を示した。3 日目からは定常透水量速度になった。

供試体条件および透水係数測定結果を表 1 に示す。供試体 No.20-S-2 および No.20-S-3 は事前に透水係数を測定してある飽和供試体<sup>1)</sup>を強制乾燥してから実施した試験結果であり、ほぼ同等の透水係数であった。

5. 結論

「強制乾燥真空注水飽和法による短時間透水試験」によれば、現場施工した飽和していない高密度ベントナイト材料をサンプリングした後に、3～5 日間の前

処理を実施することによって、その後 1～2 週間程度で透水係数の第 1 情報を把握できる。

今後の課題は下記である。

- 1) 良質の現場サンプリング方法の開発
- 2) 強制乾燥に必要な時間の最適化
- 3) 真空注水プロセスの最適化

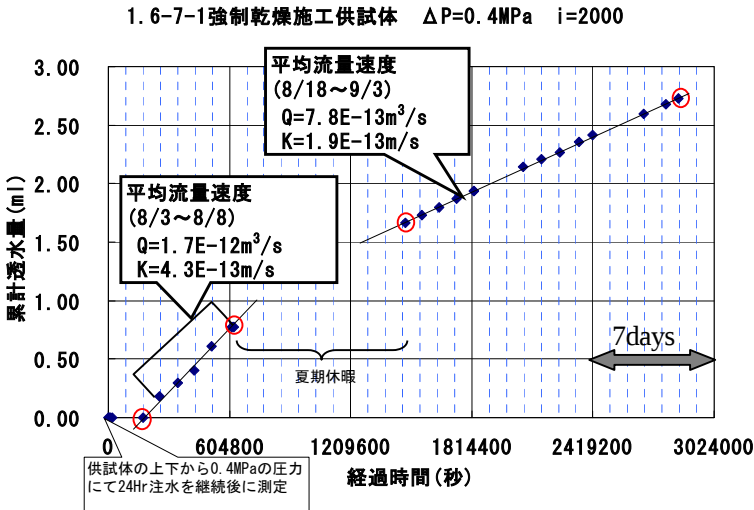


図 4 飽和供試体に差圧 0.4MPa で通水後の透水量

表 1 透水試験結果（配合はベントナイト 100%）

| 供試体 No.                   |                           | 16-7-1   | 16-7-2   | 20-S-2    | 20-S-3   |
|---------------------------|---------------------------|----------|----------|-----------|----------|
| 供試体条件                     | 50mm φ ×                  | 20mmH    | 20mmH    | 20mmH     | 20mmH    |
|                           | 乾燥密度 (kg/m <sup>3</sup> ) | 1606     | 1607     | 1635      | 1621     |
|                           | 初期飽和度 (%)                 | 75       | 75       | 101.7     | 99.6     |
| 第 1 情報                    | 所要日数                      | 7 day    | 7 day    | 7 day     | 7day     |
|                           | 透水係数 (m/s)                | 4.3 E-13 | 4.2 E-13 | 4.2 E-13  | 4.6 E-13 |
| 平均透水係数 (m/s)              |                           | 1.9 E-13 | 1.8 E-13 | 1.8 E-13  | 1.8 E-13 |
| 参考値： <sup>1)</sup> 初期透水係数 |                           | —        | —        | 0.94 E-13 | 1.1 E-13 |

参考文献

- 1) 石井他(2003), 第 58 回土木学会年次講演会, CS7-021
- 2) 竹ヶ原他(2003), 第 58 回土木学会年次講演, CS7-016
- 3) 中島他(2003), 第 58 回土木学会年次講演会, CS7-011
- 4) 足立他(2001), 第 56 回土木学会年次講演会, CS1-003