

II-90

粘土・砂混合物の保水・透水特性（その1）

——カオリン・砂混合物の保水特性——

電中研 正員

五十嵐敏文

（株）シー・アール・エス 黒澤健哉

1. はじめに 放射性廃棄物地中処分の安全評価上、処分地点から生物圏に至るまでの間に核種の浸出・移行を阻止する多重バリアシステムの評価は重要である。この中で、埋め戻し材は高レベル廃棄物地層処分だけでなく、低・中レベル廃棄物浅地中処分に対してもそのバリア性能が注目されている。埋め戻し材の透水性はバリア性能の一因子として重要である。特に、埋め戻し初期あるいは不飽和層での埋め戻し材の使用時においては、埋め戻し材が地下水で飽和されておらず、その保水性および不飽和透水性の評価が必要となる。埋め戻し材の飽和透水特性に関しては数多くの報告があるが¹⁾、不飽和透水特性に関するデータは皆無である。本報は、埋め戻し材として有望視されている粘土・砂混合物としてカオリン・豊浦標準砂混合物を用いて、その保水特性に関して実験的検討を行ったものである。表-1 カオリンおよび砂の物理化学的特性

2. 実験方法 実験に用いた粘土・砂混合物は、粘土として市販カオリンを砂として豊浦標準砂を用いた。これらの物理化学的特性を表-1に示す。カオリン・砂混合物試料の作成にあたっては、所定重量の風乾状態のカオリンおよび砂を若干量の水を加えながら均一に混ぜ合わせ、100cm³の試料容器に入れる。それを図-1に示す水頭型吸引法によってサクシオン圧（ ψ ）～飽和度（ S ）の関係を求めた。 ψ ～ S の関係で整理した理由は、カオリン・砂混合試料の間隙率が図-2に示すようにカオリン含有率によって変化するからである。

3. 実験結果 水頭型吸引法によって測定した脱水過程のサクシオン圧（ ψ ）～飽和度（ S ）の関係（水分特性曲線）を図-3および図-4に示すようにカオリン含有率をパラメータとして整理した。特に、図-4は、図-3の横軸として次式に示す有効飽和度 S_e をとったものである。

$$S_e = \theta - \theta_r / \theta_s - \theta_r \quad (1)$$

ここに、 θ ：体積含水率、 θ_r ：最小含水量、 θ_s ：図-3より間隙率の90%とした。

これらの図から以下の点が明らかになった。

① カオリン・砂混合物の限界毛管水頭（ ψ_{cr} ）は、カオリン含有率にかかわらず、砂100%試料の結果（ $\psi_{cr} = 35$ cm）とほぼ同一である。ただし、カオリン含有率20%の場合は試料の初期飽和度が小さく、また図-3においてはカオリン含有率50%の場合は ψ_{cr} は明確ではない。しかし、図-3の横軸を有効飽和度 S_e で表示し直した図-4からは、 ψ_{cr} はカオリン含有率とは無関係であることが明らかである。このことは、粒径が明らかにことなる2種類の土壌試料混合

	カオリン (市販)	砂 (豊浦標準砂)
粒 径	74 μ m 以下	0.15～0.30 mm
比 重	2.65 ^{*1}	2.62
比表面積 (d/g)	7.5	0.34
CEC (meq/100g)	11.7	0.90 ^{*2}
交換性Ca (meq/100g)	0.13	0.71
交換性Mg (meq/100g)	0.06	0.12
交換性Na (meq/100g)	0.29	0.03
交換性K (meq/100g)	0.09	0.04
pH (H ₂ O)	3.5	7.3
pH (KCl)	3.5	6.5

*1 仮定値

*2 砂のCECは、交換性イオンの合計量とした。

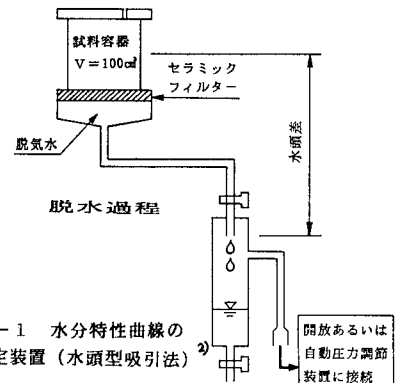


図-1 水分特性曲線の測定装置（水頭型吸引法）

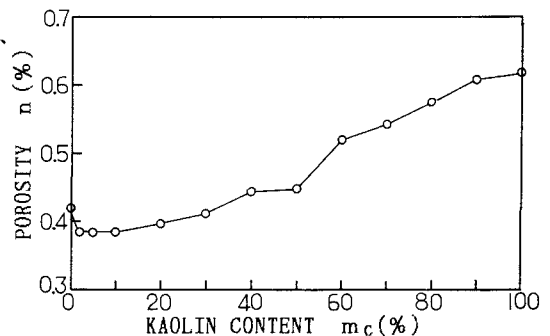


図-2 カオリン含有率と間隙率の関係

物の ϕ_{cr} は、粒径の大きな方の試料の ϕ_{cr} に影響されることを示す。

② θ_r とカオリン含有率との関係は、図-5に示すようにカオリン含有率0～50%の範囲ではほぼ直線となる。このことは、粒径の明らかに異なる2種類の土壌試料混合物の θ_r は、粒径の小さい方の試料含有率に影響されることを示す。

③ カオリン・砂混合物の水分特性曲線は、図-4から有効飽和度表示をすればカオリン含有率に依存しないことがわかる。 θ_r は図-5の直線から任意のカオリン含有率において推定される。いま、式(2)を用いて $\phi \sim S_e$ の関係を表現すると、 $1/S_e - 1$ と $|\phi - \phi_{cr}|$ との関係は図-6に示すようにカオリン含有率にかかわらず両対数紙上でほぼ同一の直線となることから、式(2)がいかなるカオリン含有率においても適用できることがわかる。式(2)によって表現される水分特性曲線を図-3および図-4中に示す。

$$S_e = \frac{1}{1 + 0.022 |\phi - \phi_{cr}|^{1.8}} \quad (2)$$

4. まとめ カオリン・砂混合物の保水特性に関する基本的な実験を行い、カオリン含有率に依存しない水分特性曲線の実験式を提案した。今後は不飽和透水特性に関する実験も行い、さらに埋め戻し材として最も有望視されているベントナイト・砂混合物の保水・透水特性を検討していきたい。

＜参考文献＞

- 1) 例えば菅野；高レベル廃棄物処分における緩衝材の役割と性能、(緩衝材に関する資料調査)，1988
- 2) 河西、五十嵐；電中研報告U87002，1987

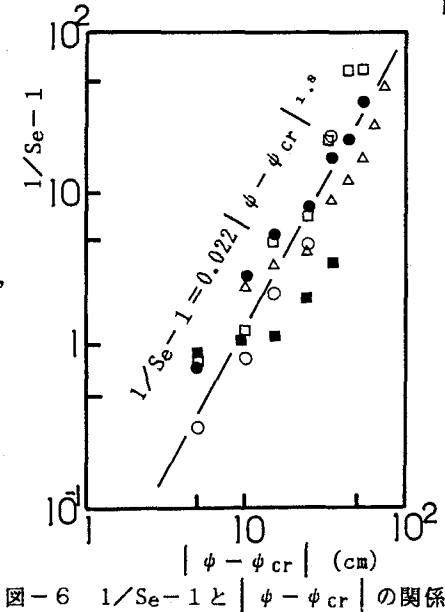


図-6 $1/S_e - 1$ と $|\phi - \phi_{cr}|$ の関係

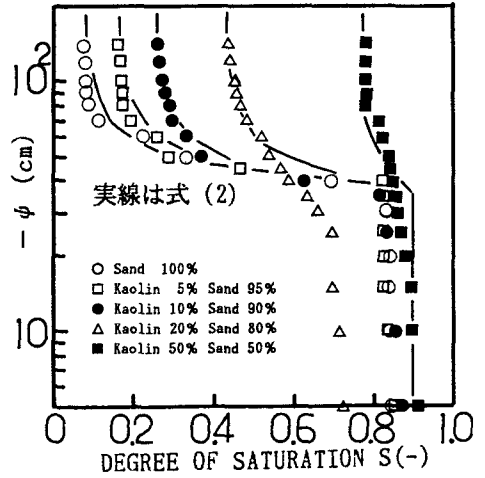


図-3 $\phi - S$ の関係

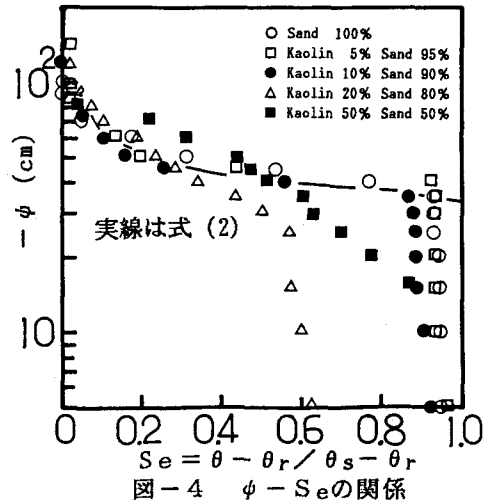


図-4 $\phi - S_e$ の関係

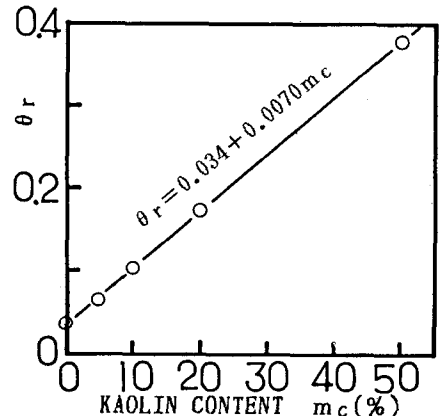


図-5 カオリン含有率と θ_r の関係