

N-12 最終処分場における自然加圧修復システムの開発

(財)大阪土質試験所 本郷 隆夫
 (株)浅沼組 土岐 晃生 ○市川 隆文
 (株)奥村組 川口 光雄 竹本 光慶 大塚 義一
 西武建設(株) 鎌野 治樹 成島 誠一
 戸田建設(株) 佐藤 文俊 中村 隆浩
 (株)豊順洋行 水野 克己 古賀 慎

1. はじめに

最終処分場において、しゃ水層の一部が破損した場合、浸出水が外部に流出し自然環境に影響を及ぼす恐れがあるため、処分場の建設にあたっては、より高い安全性が求められている。それに伴って、しゃ水層の破損を早期に発見し、速やかに修復する手法の開発が各方面でなされている。筆者らは、2重シート内部にスメクタイト系粘土を主材料とした複合コロイド溶液（以下コロイド溶液と呼ぶ）をあらかじめ充填することで、シートの破損を連続的に監視でき、シートが破損した場合、直ちに修復できるシステム（自然加圧修復システム）の開発を行ってきた。本報では、自然修復機能に関する室内実験と実規模レベルの大規模実証実験を行い検討したので、その結果を報告する。

2. システムの概要

システムの概要図を図-1に示す。本システムは、2重しゃ水シート間に空隙を有する中間層を設置し、コロイド溶液を充填する。その溶液の水位を処分場内浸出水の水位より常に高く保持することで、シートが万一破損しても水位差によって、浸出水は2重しゃ水シート内部に流入する事はなく、処分場外部への流出を防止する。

また、コロイド溶液は、水位差によって保護土や基盤に浸透する。このコロイド溶液は電荷をもち、土粒子の表面に物理吸着し、土の間隙を塞ぎ水を通しにくい浸透沈積層が形成される。さらに浸透沈積層がフィルターとなり、圧力による濾過作用で不透水性の泥膜を形成する。この浸透沈積層と泥膜が、しゃ水層となりシート破損部を自然に修復するシステムである。浸透沈積層、泥膜形成の概略図を図-2に示す。

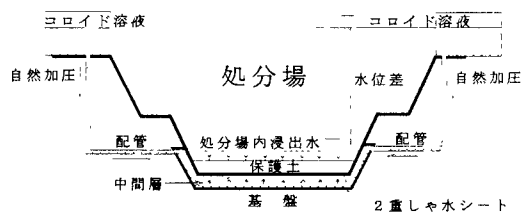


図-1 システム概要図

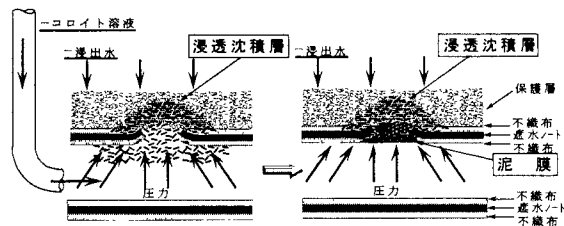


図-2 浸透沈積層および泥膜の形成

3. 室内実験

3.1 実験概要

本実験の目的は、次の点である。

- (1) しゃ水シートの破損した部分に、コロイド溶液によって泥膜および浸透沈積層が形成され、破損部分

が修復されることを確認する。

(2) 浸透沈積層と泥膜の形成によって、修復が可能となる地盤の土質条件を求める。

実験に用いた試料は、最大粒径19.0mm、平均粒径9mm、細粒分含有率11%の大阪枚方産のまさ土である。このまさ土を表-1に示す締固め度で供試体を作製し、実験を行う。

3.2 実験方法

本実験で用いた実験装置の概略図を図-3に示す。供試体は直径300mm、高さ300mm、供試体下部に、上からしゃ水シート(HDPE, 厚さ1.5mm)、長繊維不織布(厚さ0.4mm)、プラスチックドレーン(厚さ10mm)の順に設置する。しゃ水シートの中心に、しゃ水シートの破損を想定して1.0cm²の穴を開けてある。供試体は、所定の密度で均質な地盤となるように、1層あたりの仕上がり厚さを5cmとして、試料を締固めて作製する。供試体作製後、吸水脱気法で飽和度を高めている。

実験は、コロイド溶液を供試体下部から浸透させ、排水槽から越流する流出量(cm³/min)を電子天秤を用いて計測を行う。給水槽と排水槽の水頭差は45cmとする。

3.3 実験結果および考察

実験を行った結果、流出量の経時的変化を図-4に示す。

ケース1では、実験開始後100分までに流出量が低下したが、7200分後でも3cm³/minの流出があり、完全に流出が止まることはなかった。また実験開始数時間後、供試体上部にコロイド溶液が上がってきており、コロイド粒子が土粒子に吸着せず、浸透沈積層が十分に形成されていないことが推測された。実験後、泥膜の形成も確認できなかった。

ケース2, 3, 4では、試料の締固め度が高くなるにつれて、初期の流出量が少なくなり、3ケースとも1000分以内に流出が完全に止まった。実験終了後の観察によって、しゃ水シートの穴を塞ぐように泥膜が形成されているのが確認された。また、ケース1のようにコロイド溶液が供試体上部まで上がっておらず、コロイド粒子が供試体の間隙を塞ぎ、浸透沈積層が形成された。

以上の結果より、破損箇所泥膜と浸透沈積層を形成するための土質条件として、まさ土の場合、締固め度85%以上になるように保護土、基盤を管理する必要がある。

表-1 実験条件

ケース	締固め度
ケース 1	$\rho d_{max} \times 80 \%$
ケース 2	$\rho d_{max} \times 85 \%$
ケース 3	$\rho d_{max} \times 90 \%$
ケース 4	$\rho d_{max} \times 95 \%$

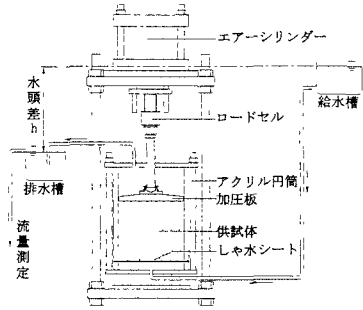


図-3 実験装置概略図

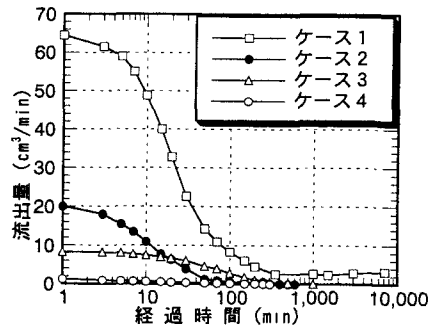


図-4 実験結果

4. 大規模実証実験

4.1 実験概要

大規模実証実験の平面図、断面図を図-5, 6に示す。

2重しゃ水シートは、2列のブロックに分け、プラスチックドレーンタイプは4×13m、碎石タイプは4×16mの大きさである。このブロック下部には、計測用の共同溝を設置している。しゃ水シートには、熱融着可能な透明のEVAシート2mmを使用して、内部の注入状況を観察できるようにした。

コロイド溶液注入時に生じる上部シートの膨れを防止するため、シート上部には上載圧として水圧を作用させた。シートの模擬破損は、碎石タイプの上部シートに3箇所設置した。破損の大きさは、1.0cm²とし破損部には防水構造の亚克力容器を取り付け、内部には保護砂を模擬した厚さ50cmの砂を充填した。

4.2 実験方法

(1) 充填性能確認実験

2%勾配の最下部よりコロイド溶液を、 0.1kgf/cm^2 の圧力で充填し、内部の空気は予め取り付けた空気抜きパイプで排気した。充填は、空気抜きパイプよりコロイド溶液が還流されるまで行う。

(2) 還流性能確認実験

充填完了後、72時間放置する。その後、 0.1kgf/cm^2 の圧力で還流を行う。さらに、処分場内部の水位を上昇させ 0.28kgf/cm^2 の圧力で還流を行う。

(3) 止水特性確認実験

止水特性は、防水構造となっているアクリル容器内の保護砂への浸透状況で確認を行う。

4.3 実験結果及び考察

実験結果は、以下に示すとおりである。

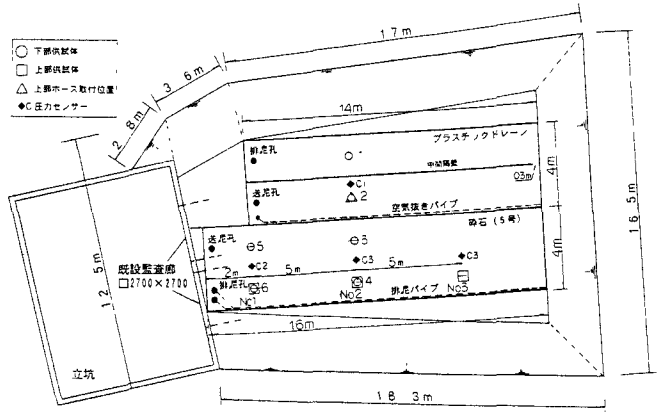
- (1) 2%勾配の注入条件では、プラスチックドレーン、砕石タイプとも、しゃ水シート内部に空隙をつくらず充填されることが確認された。このことから、実際の処分場においては最低2%の勾配があれば十分であると判断される。
- (2) 72時間放置後、還流実験を行った結果、粘性流体に特有のチクソトロピー性は見られず、スムーズに還流することが確認された。
- (3) コロイド溶液が保護砂へ浸透し、浸透沈積層を形成することが確認された。

5. おわりに

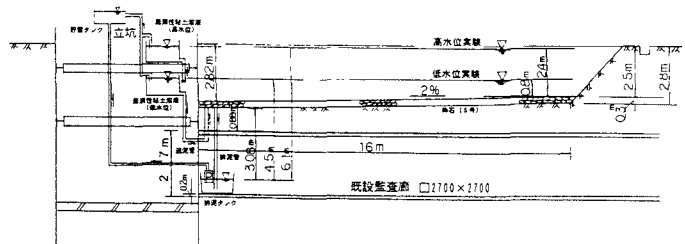
室内実験から、コロイド溶液によって、しゃ水シートの破損部分に泥膜および浸透沈積層が形成され、破損部分を修復できることを確認した。また、泥膜および浸透沈積層を形成するための土質条件が得られた。さらに、大規模実証実験から、実規模の処分場でも、本システムによって所定のしゃ水機能を発揮することが可能であることを確認した。

今回の実験は、短期的なしゃ水能力が確認されたのであって、処分場の稼働年数を考慮した長期的なしゃ水能力やコロイド溶液の長期耐久性といった問題を確認することが今後の課題である。筆者らは現在、長期的なシステムの安定性を検証するための実規模実験を行っている。この実験では、コロイド溶液の耐薬品性能や経時変化、しゃ水シートの破損状況に対するコロイド溶液の圧力制御など、より処分場の実状を考慮した実証実験を行う。

本研究は、ゲルシステム研究会（大阪土質試験所、浅沼組、奥村組、西武建設、戸田建設、豊順洋行）の研究開発の一環として行われたものである。



図－5 処分場モデル平面図



図－6 処分場モデル断面図