

N-9 高規格型廃棄物最終処分場の建設技術

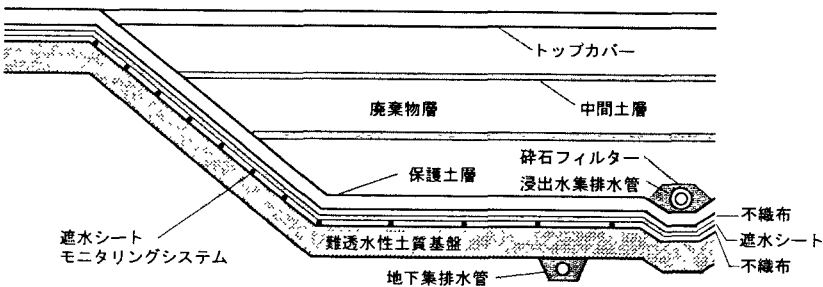
鹿島建設技術研究所 ○土弘道夫 乾 徹

1. はじめに 近年の廃棄物に対するリサイクルや減容化処理への取組みによって廃棄物の最終処分量は漸減する傾向にあるが、依然として最終処分場の確保は急務の課題となっている。最終処分場の建設に関しては、1997 年の廃棄物処理法の改正に伴って、「一般廃棄物および産業廃棄物の最終処分に係る技術上の基準」が1998 年 6 月に改正され、遮水工の断面構造が規定された。その内容としては、封じ込めの基準の前提として層厚 5m 以上、透水係数 10^{-5} (cm/s)以下の不透水層（またはルジオン値 1 以下の岩盤層）が全面に確保されていることが挙げられ、これに当てはまらないサイトにおいて処分場を新設する際には、

- 1) 厚さ 50cm 以上、透水係数 10^{-6} (cm/s)以下の粘土等の層+遮水シート
- 2) 厚さ 5cm 以上、透水係数 10^{-7} (cm/s)以下のアスファルト・コンクリート層+遮水シート
- 3) 不織布その他のものが表面に設置された二重の遮水シート

のいずれかの遮水工構造が要件として求められることとなった。筆者らは、廃棄物処分場建設に関する技術として、現地発生土を利用した難透水性土質基盤^①、遮水シートに自己修復性功能を付加させる技術^②などの個々に開発し、実施工への適用もしくは試験施工における適用性の照査を従来から実施してきた。本報では、これらの技術・工法を複合的に組み合わせた高規格型廃棄物最終処分場の建設技術を紹介し、新しい遮水工基準を満たすだけでなく、自己修復性遮水シートや遮水シートモニタリングシステム等の安全機能を付加させた遮水工構造のあり方の一例を示す。

2. 高規格型廃棄物処分場の概要 廃棄物最終処分場の建設にあたっては、近隣住民および事業者の要望に適うリスク評価・管理をすることが重要であり、処分場の遮水工構造はリスク低減の上で極めて重要なファクターである。前述 1998 年改正命令では、粘土層等の不透水層および遮水シートのダブルライナー、もしくは二重シートによって遮水工を構築することが義務付けられた。本報では、現地発生土にセメント等の固化材を添



図・1 高規格型処分場の概念図

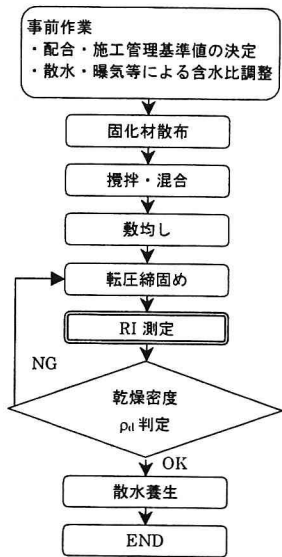
表・1 高規格型廃棄物最終処分場に関する各工法・技術の概要

技術・工法	内容
難透水性遮水基盤	現地発生土をセメント等の固化材で安定処理・転圧し、厚さ 50cm 以上、透水係数 10^{-6} cm/s 以下の不透水層を構築
遮水シート	自己修復性を保持する遮水シートを開発。主には HDPE シートなどを使用。
電気式遮水シートモニタリングシステム	漏水部近傍の電極と遠電位との電位差を測定し、漏水位置を特定。
区画排水型遮水シートモニタリングシステム	遮水シート背面に設置したモニタリング管から排水の水質を分析することにより、漏水の有無およびその区画を検知する。
不織布・保護土層	遮水シートの破損・劣化を防ぐことを目的に設置。
地下水集配水管・浸出水集配水管	地下水・浸出水を効率的に排水し、浸出水の浸透を防止する。
トップカバー	埋立終了後の雨水の浸透を抑制し、浸出水の発生を防ぐ。

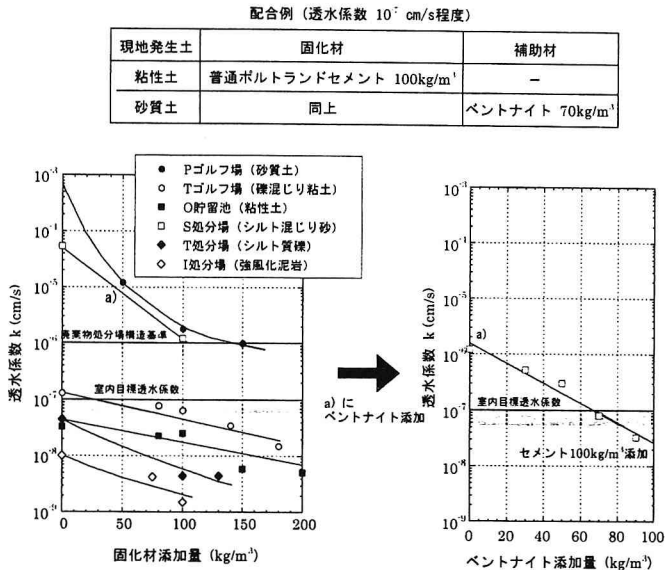
加する難透水性土質基盤，および遮水シートを組み合わせた前述の構造基準 1)に相当する遮水構造を有し，さらに自己修復性を有するシート，漏水検知システム等の安全機能を付加させた高規格型処分場の建設技術を紹介する。処分場の概念図を図・1，各技術の概要を表・1 にそれぞれ示す。

3. 各工法・技術の詳細

3.1 難透水性土質基盤の施工 本工法は，処分場造成現場の現地発生土をセメント等の固化材により地盤改良し，土質遮水基盤を構築する工法である。本工法の施工フローを図・2 に示す。



図・2 本工法の施工手順

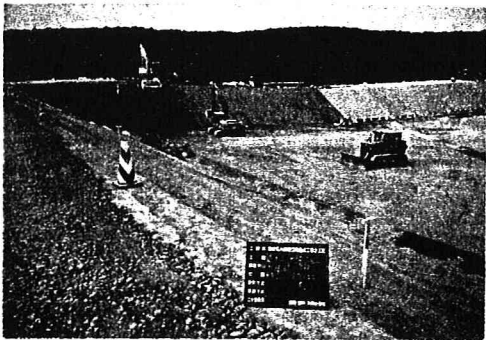


図・3 配合試験結果の一例

施工に先立っては，使用する現地発生土を物性，土量等から決定し，室内配合試験を実施する。配合試験では，締め試験および透水試験を実施し，所定の透水係数が得られる含水比 w (%), 乾燥密度 ρ_d (g/cm^3) を特定し，施工管理基準値を把握する。本工法を廃棄物処分場の遮水基盤として適用する際には，室内試験における目標透水係数は 10^{-7} (cm/s) 以下とし，改正命令における 10^{-6} (cm/s) 以下より 1 オーダー小さい値を設定している。これにより，現場における遮水基盤の品質に関する危険側の要因（転圧不足，含水比調整の不備等）に配慮している。

配合試験結果の一例を図・3 に示す。現地発生土がシルト質土などの粘性土である場合には，固化材を添加しない場合においても所定の透水係数が得られるが，力学的にも安定した基盤を形成することを目的として，通常は $50\sim100\text{kg}/\text{m}^3$ のセメントを用いる。一方，砂質土の場合にはセメントを $150\text{kg}/\text{m}^3$ 以上添加した場合でも，所定の透水係数が得られない場合が多い。この際には，ベントナイトを粒度調整材料として $50\sim70\text{kg}/\text{m}^3$ 程度添加し，透水性を改善する場合が多い。

本工法の適用実績としては，全国各地の処分場および貯留池等の遮水基盤として，現在までに累計 20 万 m^2 以上が施工されている。施工状況を写真・1 に示す。その品質についても，底盤部はもとより従来から施工が困難とされていた法長 10m 以上，勾配 1:2 程度の急勾配法面に対しても，ブルドーザ転圧等を用いることにより，良好な遮水基盤を造成が可能となっている。



写真・1 現場施工状況

3.2 自己修復性遮水シートの開発

本シートは通常の遮水シートとしての機能に加えて、シートに自己修復機能を付随させることにより、シートに孔が発生した際の漏水を最小限に抑えることを目的として開発したものである。シートの構造を図-4に示す。高吸水性樹脂を含有した自己修復層の上下に水分を遮断するためのEPDMをカバーゴム層として配置し、シート下部には強度・耐薬品性に優れたポリエステル繊維製の伸縮製のある基布で補強した4層構造となっている。自己修復の原理は、図-5に示すように弾性回復力および修復層の吸水膨潤性能の相乗効果によるものである。引張特性については表-2に示すように、JIS-A-6008の補強複合タイプシートの引張特性に関する品質規格をすべて満たしている。

本シートの止水性能をはじめとする品質については、現在までに多くの試験を実施してきており、以下の特性が得られている。

- 1) 水温が上昇に伴い止水性は向上する。処分場の浸出水は一般の地下水（15℃）より、恒温であるため、有利であると予想される。
- 2) 浸出水が pH=2 程度の酸性の場合には止水性の低下が見られる。浸出水に関して一般的であると思われるアルカリ性に関しては、水道水よりも高い止水性が確認された。
- 3) 浸出水に含有される電解質成分が止水性に与える影響を確認するため、NaCl 溶液（0.5mol）を用いて止水実験を行ったが、影響は見られなかった。
- 4) 耐久性：本シートに突き破り棒で孔を開けた後、3kg/cm²の水圧下で止水→乾燥の繰り返し実験を30回実施した。結果を図-6に示す。30回の繰返し後も止水機能は維持されており、乾湿繰返しに対しても高い耐久性を保持している。紫外線による耐候性試験（屋外暴露15年相当）、屋外暴露試験等を実施して耐久性能を確認した結果、止水性能に影響は生じず、引張強度、引裂強度も95%以上の保持率を示した。
4. おわりに
- 本報で取り上げた技術開発に際しては、各社および関係者の方々には多大なる御協力をいただいた。記して謝意を表する次第である。

【参考文献】

1) 土弘・高尾（1997）：処分場しや水工への現地発生土の適用，第2回環境地盤工学シンポジウム，発表論文集，pp.85-88.

2) 土弘・中村・西田・三宅・青野（1997）：廃棄物最終処分場を対象とした自己修復性遮水シートの開発，第2回環境地盤工学シンポジウム発表論文集，pp.89-92.

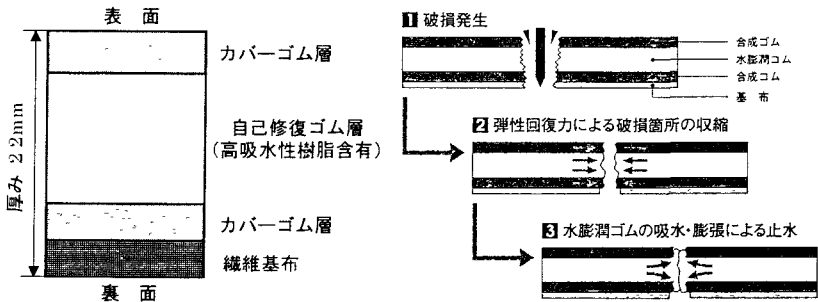


図-4 シートの構造

図-5 止水の原理

表-2 本シートの引張特性

試験項目		JIS 品質規格	長手方向	幅方向
引張強さ (N)		600 以上	862	754
伸び率 (%)		15 以上	154	273
劣化処理後の引張性能	引張強さ比 (%)	加熱	80 以上	90.9
		促進暴露	80 以上	104.5
		アルカリ	80 以上	95.4
	伸び率比 (%)	加熱	70 以上	84.4
		促進暴露	80 以上	97.5
		アルカリ	80 以上	82.7

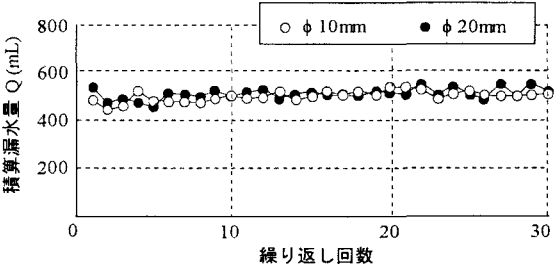


図-6 乾湿繰返し試験結果