



Invention & Innovation
NITTA

ニッタ遮水システム

Landfill Liner
System




ニッタ化工品株式会社

はじめに

地下水汚染、ダイオキシンといった環境問題が注目を集める今日、廃棄物最終処分場は重要な社会基盤施設でありながら、安全性への疑問から、その建設が遅れ、既存処分場容量の残余年数がわずかとなっています。処分場の目的である廃棄物の保管・浄化に求められる浸出水の完全集排水とその処理などの機能は、埋立地の表面遮水工に依存することから、表面遮水工に関する法的規制の強化（平成10年環境庁厚生省による基準省令）がなされ、その運用基準が追加整備されました。

新基準に適合する当社の多くの遮水商品及び工法システムをここに整理し紹介します。浸出水の漏洩による土壌や地下水の汚染のない環境に調和した処分場建設と維持に活用していただければ幸いです。

A vibrant kingfisher bird is shown in mid-action, catching a small fish in its beak. The bird's feathers are a mix of bright blue, orange, and brown. It is surrounded by a dynamic splash of water, with many droplets frozen in time around it. The background is a soft, out-of-focus greyish-blue.

Landfill Liner System

INDEX

1. はじめに
2. 表面遮水工の基準と規格 04
3. NITTAランドフィルライナーの種類と特性 06
4. 接合技術と品質管理システム 08
5. 保護システムの種類と特徴 10
6. 自己修復型遮水システム 11
7. 周辺製品 12
8. 遮水機能検知システム 13
9. 新技術提案 14

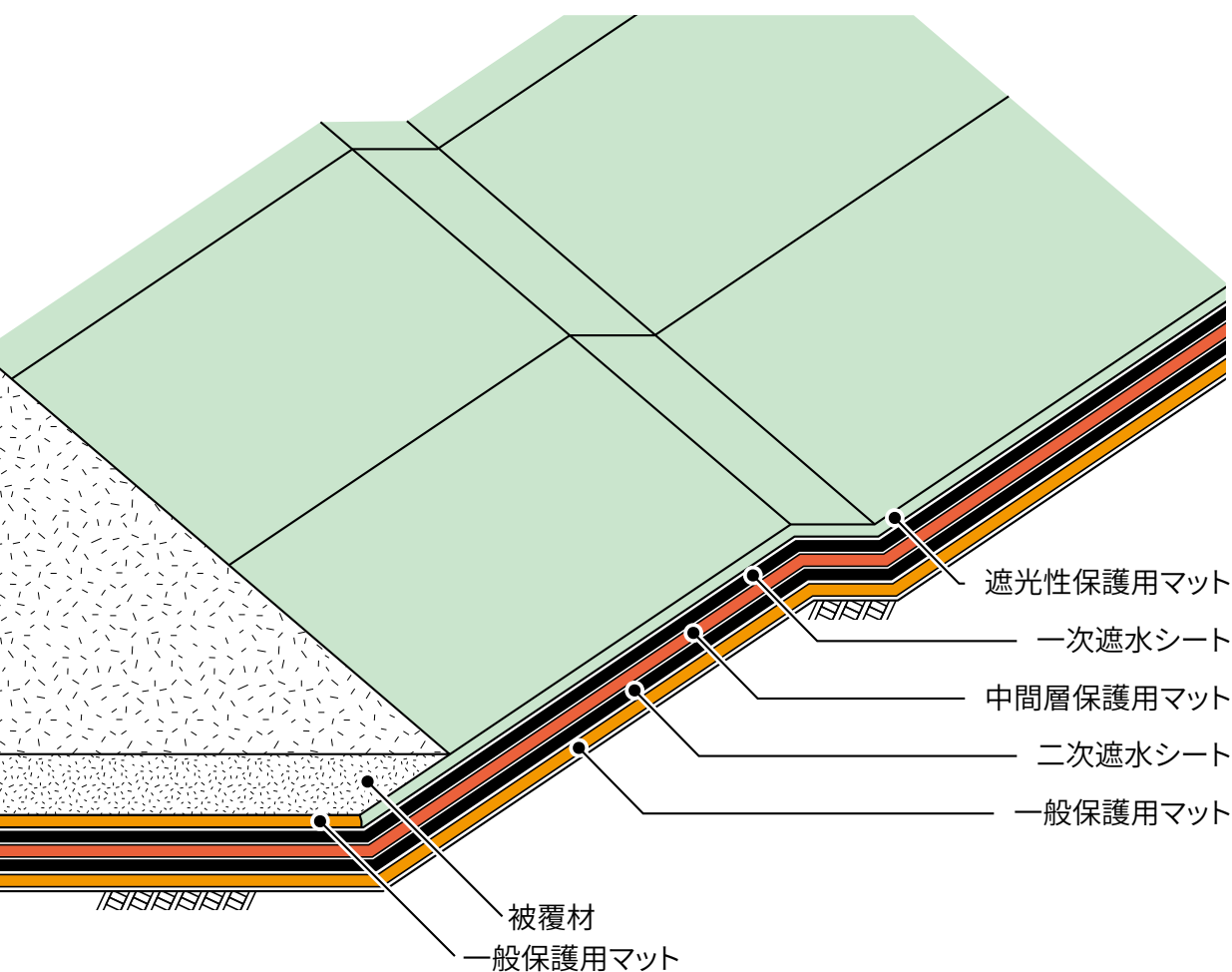
表面遮水工の基準と規格

表面遮水工は、遮水シートのみでその機能が満たされるものではなく、十分な支持力と平滑性を有する基礎地盤の上に、浸出水集排水管や地下水集排水管などの関連施設を含めた遮水システムを設置することによって、その安全性が確保されます。処分場の表面遮水工としては、以下の3つの構造が環境省より示されています。

- ① 厚さ50cm以上、透水係数が 1×10^{-6} cm/sec以下の粘土層+遮水シート
- ② 厚さ5cm以上、透水係数が 1×10^{-7} cm/sec以下のアスファルト・コンクリート+遮水シート
- ③ 二重の遮水シート

これら3種類の遮水構造を比較すると、天然の粘土層を除いて、現地で要求された透水性を得る必要がある粘土層では、ベントナイト等の混合比率、混合状況、土質の粒度調整、含水比、締め固め等の厳しい現場管理が要求されます。また、アスファルトコンクリートでは、クラックを防止するためには、十分な強度の基礎地盤が要求されます。

一方、遮水シートも損傷や接合不良などが生じないように施工管理が必要ですが、素材の透水性は品質管理のなされた工場における製造時に得られていることから、表面遮水工の基本となる透水係数に着目すると、二重シート構造が最も信頼性が高いといえます。





遮水シートの規格値一覧表

項 目		試験条件	高弾性率タイプ	中弾性率タイプ	低弾性率タイプ	
			NITTAランドフィルライナーHDPE	NITTAランドフィルライナーFPA NITTAランドフィルライナーLLDPE	NITTAランドフィルライナーEPDM	
			規格値	規格値	規格値	
基本特性	外観	JIS A6008	*2	*2	*2	
	厚さ (mm)	JIS K6250	≥1.5	≥1.5	≥1.5	
	遮水性 *1 (cm/sec)	JIS Z0208	≤1×10 ⁻⁹	≤1×10 ⁻⁹	≤1×10 ⁻⁹	
	引張性能	引張強さ (N/cm)	JIS K6251	≥350	≥140	≥120
		伸び率 (%)	50mm/min	≥560	≥400	≥280
	引裂性能	引裂強さ (N)	JIS K6252	≥140	≥70	≥40
接合部せん断強度 (N/cm)		JIS K6008	≥160	≥80	≥60	
耐久性項目	耐候性*3	引張強さ比 (%)	JIS A1415	≥80	≥80	
		伸び率比 (%)	5000H	≥70	≥70	
	熱安定性*3	引張強さ比 (%)	JIS K6257	≥80	≥80	
		伸び率比 (%)		≥70	≥70	
	耐ストレスクラック性 (Hr)		JIS K6922-2	ひび割れがないこと	-	
	耐酸性*3	引張強さ比 (%)	JIS K7114	≥80	≥80	
		伸び率比 (%)	pH=3	≥80	≥80	
	耐アルカリ性*3	引張強さ比 (%)	JIS K7114	≥80	≥80	
		伸び率比 (%)	pH=12	≥80	≥80	
安全性		*2	基準値以下	基準値以下		

備考 規格値は日本遮水工協会規格値。

*1: 水蒸気透過性より換算したもの

*2: ・極端に湾曲していない ・異常に起伏していない ・異常に粘着していない ・裂けた箇所、切断箇所、貫通した穴がない
・凹み、異常に厚みの薄い箇所がない ・層間に剥離している部分がない ・異常な傷がない

*3: 耐久性規格値=基本性能規格値×00%

保護マットの規格値一覧表

項 目		試験条件	規 格 値		
			長繊維不織布	短繊維不織布	反毛フェルト
材 質		-	合成繊維および合成樹脂		
目 付 量 (g/m ²)		-	≥400	≥500	≥1000
強度特性	引張強さ (N/cm)	JIS L1908	≥925	≥140	≥100
	貫入抵抗 (N)	ASTMD4833	≥500		
耐久項目	耐候性 試験後貫入抵抗 (N)	JIS A1415	WS形促進暴露試験1000時間暴露後の貫入抵抗試験で500以上		
	遮光性 (%)	JIS L1055	≥95		

備考 規格値は日本遮水工協会規格値。

NITTA ランドフィルライナーの種類と特性

NITTAランドフィルライナーHDPE

標準タイプ/導電層一体タイプ

High Density Poly-Ethylene

特長

NITTAランドフィルライナー HDPEは、耐薬品に優れる高密度ポリエチレンを主成分とした遮水シートです。

処分場向けのポリエチレンに必要とされる最も重要な項目は耐候性です。耐候性は紫外線を吸収させるための2.5%のカーボンブラックを均一に分散させるだけでなく、ポリエチレン樹脂そのものがストレスクラックに強い処方の樹脂でなくてはなりません。

NITTAランドフィルライナー HDPEは20年以上の製品・施工実績に基づいた信頼できる遮水シートです。

標準タイプとスパーク試験対応可能な導電層一体タイプをご用意しています。

製品サイズ

厚さ (mm)	幅 (m)	長さ (m)
1.0	7.0 ・ 8.0	135
1.5	7.0 ・ 8.0	135
2.0	7.0 ・ 8.0	135

シート厚み1.5mm標準品サイズです。
またパネルサイズは、予告なく変更する場合があります。

NITTAランドフィルライナーLLDPE

標準タイプ/導電層一体タイプ

Linear Low Density Poly-Ethylene

特長

NITTAランドフィルライナー LLDPE（低密度ポリエチレン）は、HDPEと比較して柔らかい為の下地の変形に追従しやすい特長があり、幅広く使用されています。

標準タイプとスパーク試験対応可能な導電層一体タイプをご用意しています。

製品サイズ

厚さ (mm)	幅 (m)	長さ (m)
1.0	7.0	135
1.5	7.0	135
2.0	7.0	135

シート厚み1.5mm標準品サイズです。
またパネルサイズは、予告なく変更する場合があります。

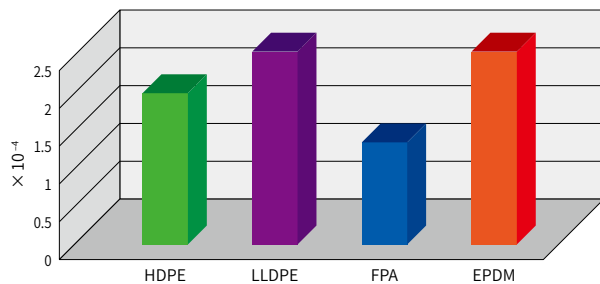
NITTAランドフィルライナーの特性一覧

(保証値ではありません)

品 名	NITTAランドフィルライナー			
	HDPE	LLDPE	FPA	EPDM
タ イ プ	高弾性	中弾性	中弾性	低弾性
線膨張係数 /°C	1.65×10^{-4}	2.2×10^{-4}	1.0×10^{-4}	2.2×10^{-4}



NITTAランドフィルライナーの引張弾性率



NITTAランドフィルライナーFPA Flexible Polymer Alloy

特長

NITTAランドフィルライナー FPAは、リアクターメイドのTPE-TPO（オレフィン系熱可塑性エラストマー＝ゴム）です。従来型のTPOがゴムと樹脂のブレンドであるのに対して、FPAは重合技術によって、樹脂結晶成分で網目構造を作りだし、非結晶柔軟ゴム成分を包み込むことで、しなやかで、強靱な特性を生み出しています。従来型のTPOと特性が大幅に異なることから、新たな遮水シート種類の分野を創り出しています。FPAは耐久性に優れ、温度変化に伴う寸法変化（線膨張係数）が小さいことが特長です。特注寸法の製造が可能です。

製品サイズ

厚さ(mm)	幅(m)	長さ(m)
1.5	3.0	100 (原反)
* 1.5	3.0	25 (カット)
* 2.0	3.0	75

* 特注品

シート厚み1.5mm標準品サイズです。

またパネルサイズは、予告なく変更する場合があります。

NITTAランドフィルライナーEPDM Ethylene Propylene Diene Methylene

特長

NITTAランドフィルライナー EPDMは、農業用貯水池をはじめとし、多くの用途に30年以上活躍してきた遮水シートです。国内初の処分場にも使用され、近年では、ゴムが最も柔軟であることから、熱応力が小さいことや不同沈下などの下地変化に比較的追従しやすい遮水シートとして見直されています。

製品サイズ

厚さ(mm)	幅(m)	長さ(m)
1.5	8.0	15.2
2.0	8.0	10.5

* 特注寸法の製造が可能です。

シート厚み1.5mm標準品サイズです。

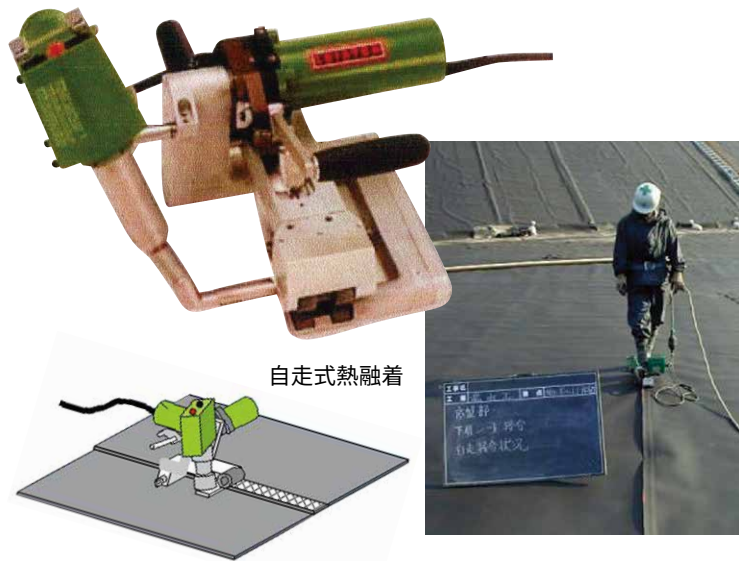
またパネルサイズは、予告なく変更する場合があります。

接合技術と品質管理システム

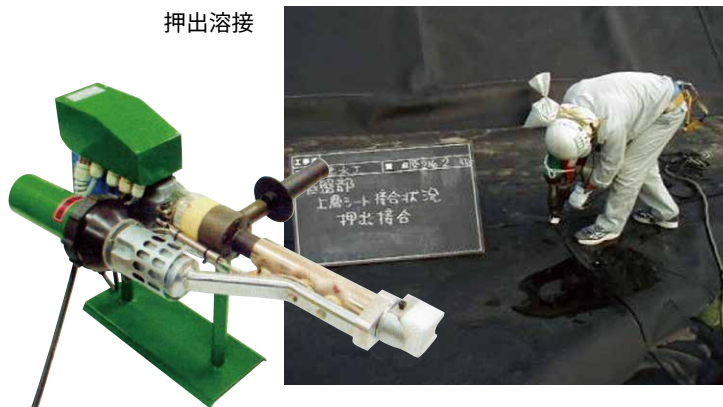
遮水シートの接合技術

遮水シートの接合に不十分な箇所があると浸出水の漏洩に直接結びつくことから、遮水シートの接合は遮水工の遮水性にとって非常に重要であることは言うまでもありません。

遮水シートの接合は熱融着や接着によって行い、所定の重ね幅、接合幅で接合されます。遮水シート毎に接合仕様があり、使用する接合機械、接合条件が定められています。



押出溶接



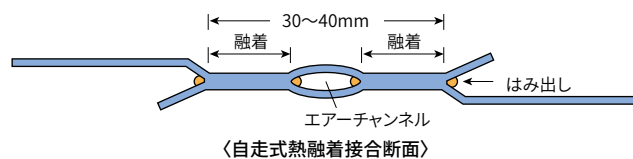
接着剤接合

接合方法の種類

接合方法は大きく分けて、熱融着、接着及び熱プレスがあります。熱融着は素材の熱可塑性を利用して、加熱熔融状態の材料を接触させ、冷却結晶生成時に一体化させる接合方法です。熱融着には、自走式熱融着と押出溶接があります。これらの方法は、NITTAランドフィルライナー HDPE、NITTAランドフィルライナー LLDPE、NITTAランドフィルライナー FPAの接合に利用します。また、熱融着材料を介在させて熱融着するNITTAランドフィルライナーの新技术もあります。接着による接合は、NITTAランドフィルライナー EPDMの接合に利用します。

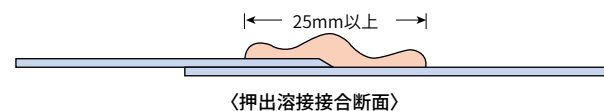
自走式熱融着

NITTAランドフィルライナー HDPE、NITTAランドフィルライナー LLDPE及びNITTAランドフィルライナー FPAでは、熱融着にて接合します。熱融着接合では、自走式熱融着機を用い、所定の温度、圧力、速度で接合します。通常、圧入検査を行うためのダブル溶接を行います。



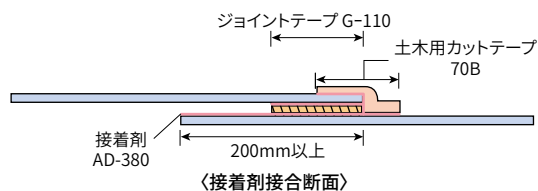
押出溶接

3枚合せ部や自走機が使用できない接合線及び接合個所では、押出溶接をします。押出溶接は、遮水シートと同材質のロッドを熔融しながら肉盛をする方法です。押出溶接では、あらかじめ熱風溶接機により仮接着を行い、端部を押出溶接して一体化させます。



接着剤接合

接着による接合は、接着剤と接着テープを用いて接合する方法です。機械を用いないことから施工性が良く、補修にも最適です。接合幅が比較的広く、水密性が高いことが特長です。



遮水シートの接合管理のフロー

材料受入検査

- 遮水シート製造ロット等
- 外観キズ等
- 数量

施工管理

- 下地性状
- 気象
- 接合作業員技能
- 接合準備(汚れ除去、重ね幅等)
- 接合条件(温度、速度、圧力等)
- 接合記録(接合線番号、接合作業員等)

検査

- 外観検査
- 接合性能検査
(加圧、負圧、検査棒検査)

現場接合部検査

接合した接合線は全線検査を実施することを基本とします。検査方法には、加圧検査、負圧検査、検査棒挿入検査があります。貯水池等では、水張り試験を実施することができますが、処分場では不可能です。検査方法は、遮水シートの種類によって異なります。

加圧検査

自走式融着を用いた接合線の検査に適用します。ポンプ等で空気を送り、エアークラスセル中の気圧を高め、圧力低下が20%以下であることを確認します。遮水シートにストレスをかけるとクリープ現象が発生することから、遮水シートの種類毎に最適な圧力を設定します。また必ず発生する若干の圧力低下もクリープの影響です。
※漏気の無いことおよび圧力低下率が20%以下であること。

	低弾性タイプ	中弾性タイプ	高弾性タイプ
圧力	0.05MPa	0.10MPa	0.15MPa
保持時間	30秒		

「日本遮水工協会規格」

負圧検査

バキュームボックス検査とも呼ばれるもので、石鹼水を塗布した遮水シートに真空箱を押し当てながら減圧し、空気の漏れを検査します。

※気泡が発生しないこと。

ゲージ圧：-6.7KPa (50mmHg) 程度

観察時間：10秒

「日本遮水工協会規格」

検査棒挿入検査

接合端部に検査棒を45°で押しつけて口開きや接合不良箇所を見つける方法です。



加圧検査



負圧検査



検査棒挿入検査

保護システムの種類と特徴

保護マットによる遮水シートの保護について

埋立地に設置された遮水シートは、施工や埋立て時に鋭利な突起物で損傷を受ける可能性があります。このメカニズムとして、鋭利な突起角に接触し土圧あるいは水圧が作用するとき、突起先端角部に接触した遮水シートには応力が集中し、刃物で物を切る時のように破れが生じます。このとき、突起角と遮水シートとの間に保護マットの繊維が存在すると、繊維が突起角を包み込むことで角部を丸め込む効果を生じ、遮水シートの破損を防ぐことができます。さらに、繊維の強度で外力に抵抗し、衝撃を緩和することもできます。

遮光性保護マット(不織布)

A.S. (Acrylate-Spunbonded)

耐候性に優れ、処分場の遮光性保護用マットとして開発されたタイプです。



短繊維遮光性保護マット



長繊維遮光性保護マット

長繊維保護マット(不織布)

R.P.S. (Recycle Polyester Spunbonded)

PETボトルから再生されたポリエステルを50%以上使用した、地球に優しい保護用マットです。遮光性マットとして、また、中間層保護用マット、一般保護用マットとして利用できます。



補強短繊維保護マット(不織布)

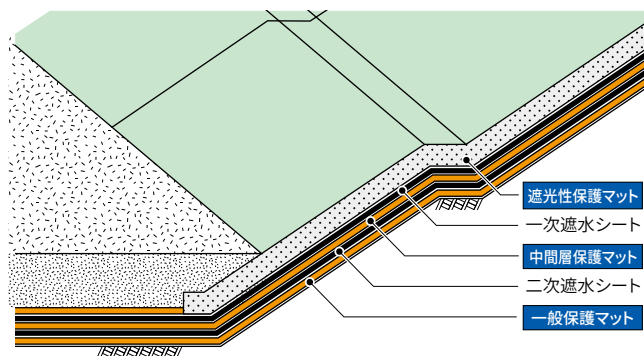
突刺抵抗重視型

S.R. (Staple with Reinforcement)

合成繊維のリサイクルである反毛フェルトに補強メッシュを組み合わせた高強度保護マットです。

補強メッシュが突き刺し抵抗を格段

にアップさせることから、中間層保護用マットとして最適です。勿論、一般保護用マットとしても利用できます。

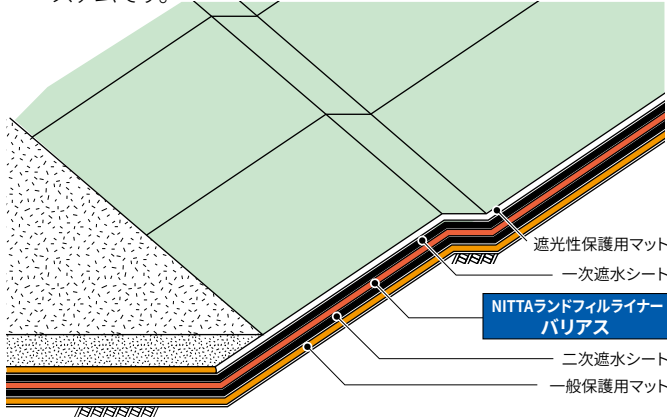


自己修復型遮水システム

NITTAランドフィルライナーバリアス遮水工法

■ 特長

NITTAランドフィルライナーバリアス工法はポリエステル長繊維不織布に高吸収性樹脂を積層した保護マットと各種遮水シートの組み合わせで、万が一浸出水が漏水した場合でも、マット自体が遮水層を形成する漏水感应型自己修復システムです。

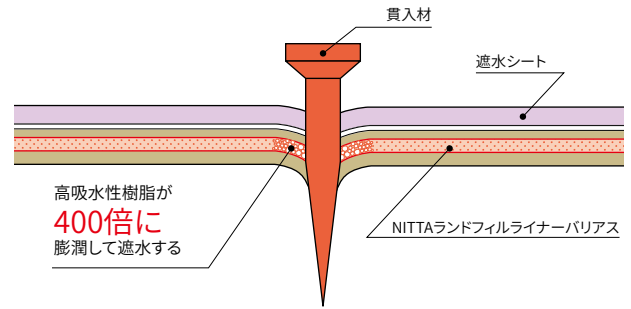


■ NITTAランドフィルライナーバリアスの規格値

項目		規格値
厚さ	(mm)	4.0以上
目付重量	(g/m ²)	1250以上
引張強さ (N/5cm)	タテ	1764以上
	ヨコ	980以上
伸び率 (%)	タテ	45以上
	ヨコ	55以上
引裂強さ (N)	タテ	637以上
	ヨコ	637以上

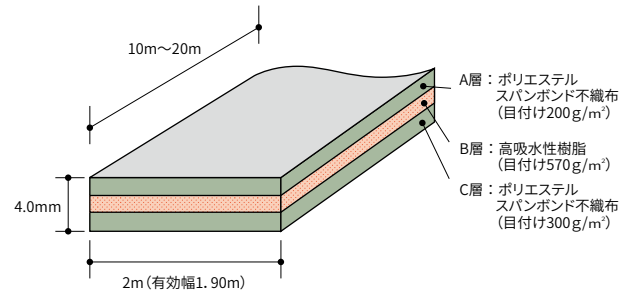
■ 機能

遮水シートを鉄筋などが貫通した場合、高吸収性樹脂が400倍に膨潤し、貫入物の廻りをシールし、その膨張圧で防水性を確保し、地下への漏水を防止します。



■ 構造

高吸収性樹脂を上下のспанボンドではさみ込んだ構造です。



※現場に合わせたサイズでの製造が可能です。



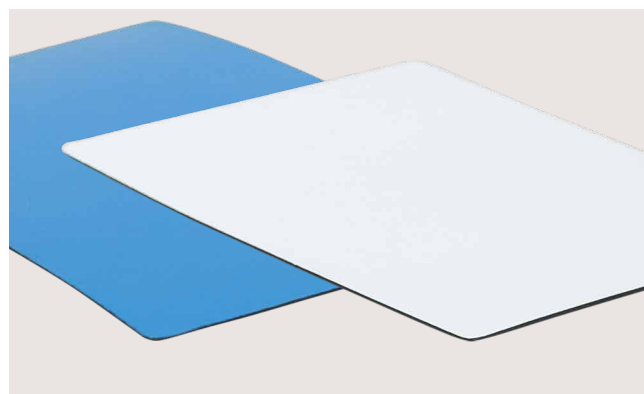
周辺製品

● 遮光層一体シート (HDPE、LLDPE)

ベースの遮水シート（ブラック）と遮光性シート（カラー）を一体化させた高性能遮水シートです。

シートの材質は、高密度ポリエチレン（HDPE）と低密度ポリエチレン（LLDPE）の2種類をご用意しています。

層間剥離がなく、表面の摩擦係数が低いことから、雪害も軽減されます。



● アンカーシート (HDPE、LLDPE)

アンカーシートは、コンクリート構造物と一体化することが出来る画期的なシートです。

クローズド型処分場、上下水道インフラ整備等、多様なニーズにお応えすることが出来ます。

なおシートの材質は、高密度ポリエチレン（HDPE）と低密度ポリエチレン（LLDPE）の2種類をご用意しています。



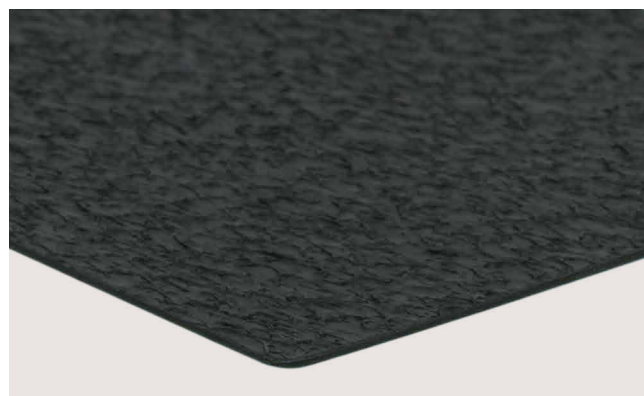
● 高摩擦タイプ (HDPE、LLDPE)

遮水シートの表面をノンスリップ加工して、摩擦係数を上げた遮水シートです。

急勾配法面部・場内進入路等、遮水シートに強い応力が作用する部分での、ご使用が効果的です。

なおシートの材質は、高密度ポリエチレン（HDPE）と低密度ポリエチレン（LLDPE）の2種類をご用意しています。

また片面ノンスリップ、両面ノンスリップのどちらにも対応出来ます。



● 地盤安定シート【テクトン】

薄くて、軽くて、高強度のポリプロピレン（PP）100%の透水性ジオテキスタイルです。

テクトンは、通常の不織布よりも太い糸をランダムに並べ熱圧着してつくられたヒートボンドタイプのспанボンド不織布です。糸を全方向に張り巡らせており、どの方向から引張っても同様の強度を得る事が出来ます。

テクトンは、3つの機能を発揮します。

- ①荷重（応力）を分散
- ②土中内での透水機能・フィルター機能
- ③良質土と軟弱土、異なる粒度の土の分離機能

3つの機能の複合により 軟弱地盤の補強、土層分離、不同沈下防止、フィルター吸出防止、雑草抑制・・・様々な用途でお使い頂けます。



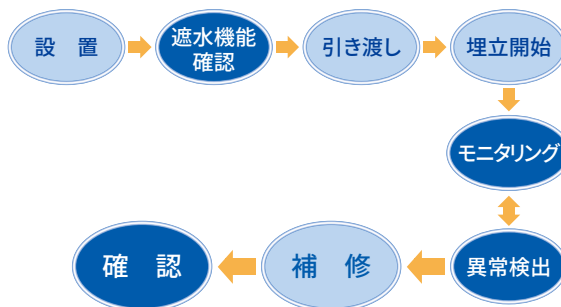
さらに信頼性の高い処分場のための遮水機能検知システム

遮水機能検知システムについて

処分場を環境汚染の発生源にさせないために、地下水の水質モニタリングの実施要領が平成10年7月環水企第301号にて規定されていますが、地下水への影響が生じた段階では手遅れとなるケースもあり得ます。そこで、地下水への影響が生じる前の早い段階で、汚染源を処置するためには、遮水工の健全性をタイムリーに知るためのモニタリングが必要です。遮水機能モニタリングには、大別して、重力式と電気式があります。前者は、米国の有害廃棄物処分場で用いられている方式であり、二重シートの中に設置した排水層に流入した浸出水の流量から、漏水事故の規模が推定できることが特長です。



遮水機能検知のフロー



電気式遮水機能検知システムについて

電気式遮水機能検知システムとは遮水シートの電気絶縁性を利用し、地盤との電気伝導から損傷位置を特定します。

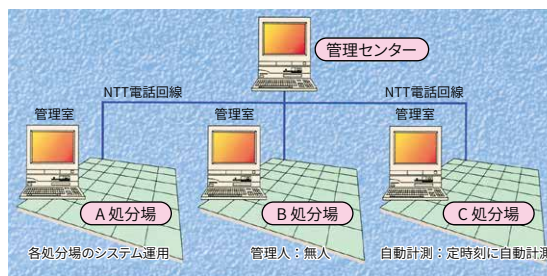
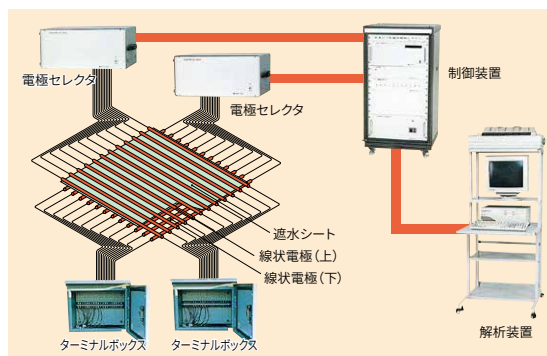
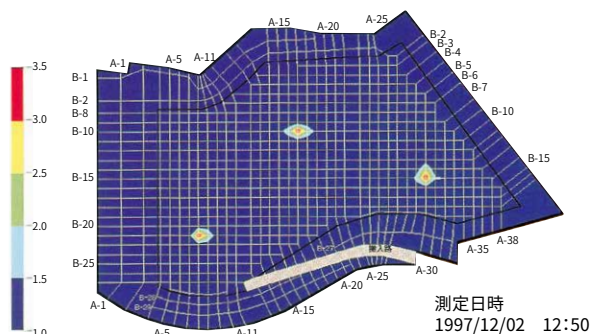
- ①浅い位置の補修 バックホーで廃棄物を取り出し、人力で遮水シート表面を露出させて補修します。
- ②深い位置の補修 コルゲートパイプで、壁面崩壊を防止しつつ、掘削します。遮水シート表面を露出させて補修します。なお、遮水シート表面が露出できない場合には、補修剤を注入し、損傷部周辺をシールします。
- ③確認 電気的システムによって、破損個所が補修されたことを確認します。

ELL II システム

上下ワイヤーセンサーシステム

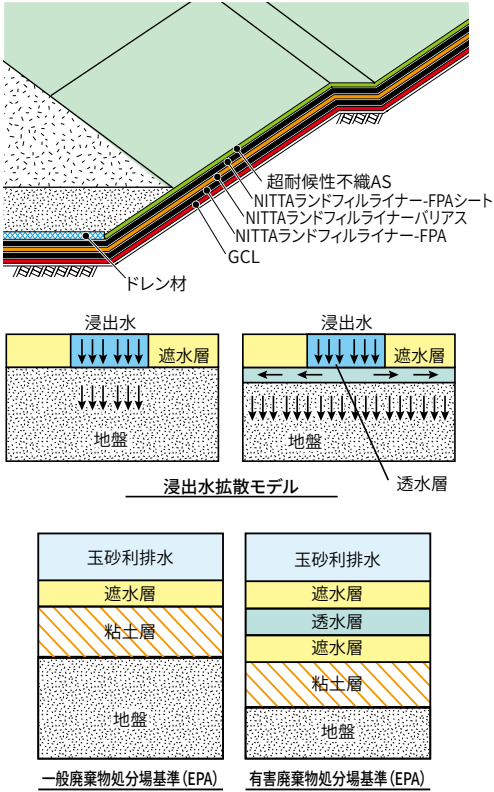
ELL II システムとは

ELL II システムは、伝導異方性と位相検波を測定原理とした検知システムで、タイムリーに損傷位置を検知できる数少ない高性能システムの一つです。伝導異方性とは、裸電線等の線状電極を等間隔に配置することにより作り出した電気伝導性の方向を遮水シートの上下で90度替え、電極間に流れる電流の大きさから損傷位置を特定する手法です。位相検波とは、電流の位相に着目し、損傷に関する電流のみを取り出して測定精度を向上させる手法です。



処分場の安全性を追求した新技術提案

二重遮水工法の提案



不透水を考慮した安全な二重遮水工法

遮水シートに損傷が生じないことが基本ですが、設計では、二重、三重の安全性を確保したいものです。これは、単に遮水シートを2枚、3枚重ねて設置することではなく、フェイルセーフでなければなりません。遮水工と地盤との間、あるいは二重シートなどの遮水工の遮水材の間に透水性の保護マットが存在すると、浸出水が広範囲に広がることから、リスク範囲が増大するのです。このことは、砂中の流水に関するダルシーの法則より、透水量 ($Q=A \cdot k \cdot i$) が流水の断面積 (A) に比例することから裏付けられます (k: 透水係数、i: 動水勾配)。この工法は、表面遮水工が不透水を目的とするものであることを、忠実に形にしたものであると言えます。

排水層を利用した透水リスク低減と水圧軽減効果について

廃棄物を土にたとえるとき、廃棄物粒子と間隙水から成り立っていると考えることができます。このとき、間隙水が存在すると間隙水圧が遮水シートに作用し、動水勾配 (i) の増加に伴う透水量の増加リスク及び遮水シートへの直応力が増加し、力学的な変形を助長するというリスクの二つのリスクが生じることとなります。焼却灰が主体となっている一般廃棄物処分場の廃棄物は、粒状に固形化したものを除いて透水性が低く、かつ、不織布の目詰まりを起こし易い性質があります。これらの理由から浸出水を速やかに排水するためには、遮水工の上面は面排水であることが理想です。なお水圧に着目すると、埋立地内の内部貯留との関係から大容量の調整池が効果的であることは言うまでもありません。

安全な固定工法の提案

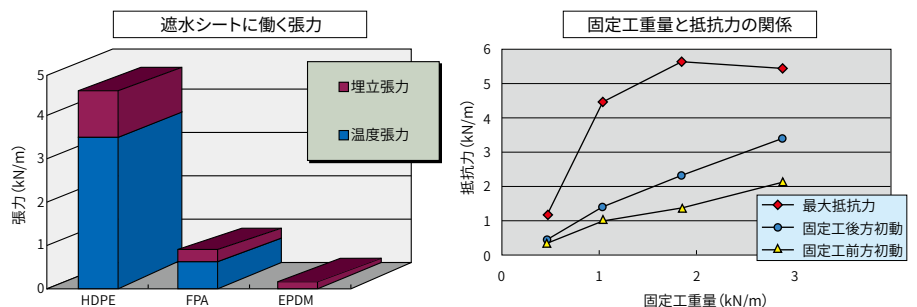
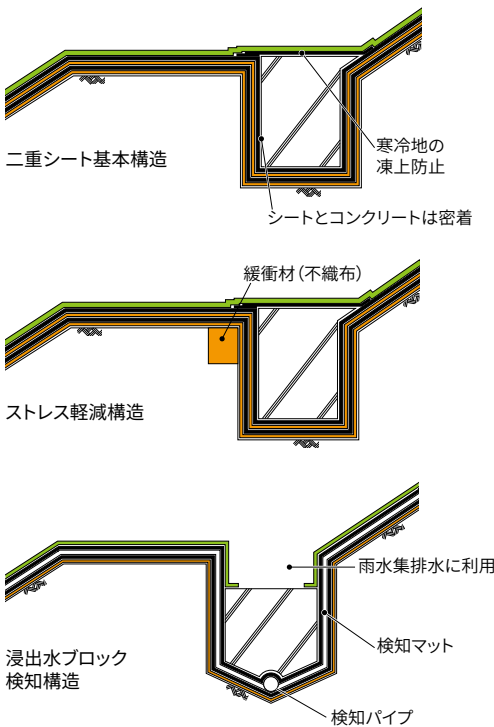
固定工に作用する張力

法面の天端や小段の固定工には、遮水シートの張力が作用し、固定工の持ち上がり等が起こることがあります。これらの不都合を防止するためには、熱応力 (低温での収縮) や埋立てによる引き込み力を想定し、これに見合う固定工を設ける必要があります。

遮水シートにとっては、ストレスをフリーにすることがベストですから、スライディング固定工こそが理想的ですが、遮水シートを滑落させることはできません。そこで、抵抗力を維持したままで、適度な遮水シートの抜け出しによるストレスの軽減を可能とする固定工断面を提案します。

遮水シートに生じるストレスの大きさ

法面にたるみなく設置した遮水シートの張力を計測したフィールド実験の報告によると、HDPEシートでは1mあたり約4.5kNもの張力が生じています。(グラフ参照: HDPE、EPDMは実験値、FPAシートは推定値)



異種シート熱融着工法

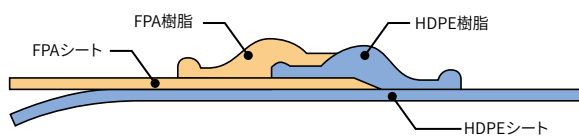
異種接合の考え方

種類の異なる遮水シートを接合する技術はさまざまです。実は、接合に最も重要な事項は剥離やせん断による破壊強度ではなく、接合の耐久力であると考えます。遮水シートにはストレスが生じるため、常に接合部はこのストレスに晒されているからです。例えば、不同沈下が発生した場合のように、張力（応力）でなく、ひずみが支配的であるときには、接

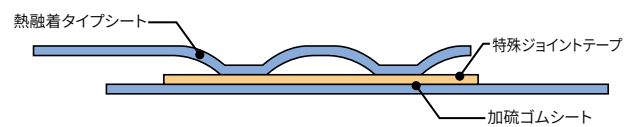
合部には素材の剛性が高いほど応力集中が起こり、ストレスクラックや剥離が起こりやすくなります。

新しい異種接合方法では、応力集中を分散させる目的で、力学的特性が異なる異種材料を段階的に接合させることとしました。

異種接合の断面その1



異種接合の断面その2



キャッピングシステム(通気防水シート工法)

主な特徴

防水性に優れている

雨水等の下層への浸透を最小限に抑えます。

通気性に優れている

下層部からのガスを自然排出します。

抜群の強度を誇る

施工が簡単

1m²あたりわずか300g強なので現場施工がラクです。

安全性が高い



※法面覆土滑落防止対策

ニッタ化工品株式会社

<https://www.nitta-ci.co.jp>

本 社 〒556-0022 大阪府大阪市浪速区桜川4-4-26 06-6563-1207

東京支社 〒162-0808 東京都新宿区天神町10番地 安村ビル 03-3235-1751

札幌支店 011-747-1040 四国支店 087-869-1595

東北支店 022-292-1855 九州支店 092-411-8303

中部支店 052-551-5611

本カタログの仕様は、改良などにより予告なしに変更することがあります。

2019年10月作成/19107CSO®A