

廃棄物海面処分場における鉛直遮水工と遮水シートの接合部強度

太陽工業(株) 正会員 ○松隈 啓介
 正会員 石田 正利
 (株)ニュージェック 井上 温人
 ワールドエンジニアリング(株) 正会員 和木 多克

1. はじめに

透水性のある海底地盤上に管理型廃棄物海面処分場を構築する場合、遮水矢板を用いた鉛直遮水工と海底地盤面に遮水シートを敷設した表面遮水工による複合構造形式となる場合がある。この場合、遮水矢板と遮水シートの接合部分における遮水性確保が重要となる。遮水性を確保する方法の一つとして、図-1 に示すように接合部分にアスファルトマスチック（以下、ASM と略す）を重ね打ちする方法がある。しかし、この場合、波浪や流れ、潮汐変動、および埋立初期における地盤の変形等から遮水シートに張力が発生し、ASM から遮水シートが引抜ける懸念がある。したがって、接合部分における遮水シートの引き抜けに対する安全性の確認が課題となる。本課題を解決するために、近年の廃棄物海面処分場において施工実績が多い3mm厚さの高比重低密度ポリエチレンシート（以下、LLDPE S と略す）を図-1 に示すように敷設した場合を想定し、接合部分の引き抜けの安全性照査を行った。その結果、無処理の場合は引抜き抵抗力が不足することを確認した。引抜けに対する対策としてASM との接合部分の遮水シートに図-2 に示す突起付遮水シート（以下、アンカーシートという）を用いる方法がある。そこでアンカーシートによる引抜き抵抗力を評価するため、せん断実験により評価した結果を報告する。

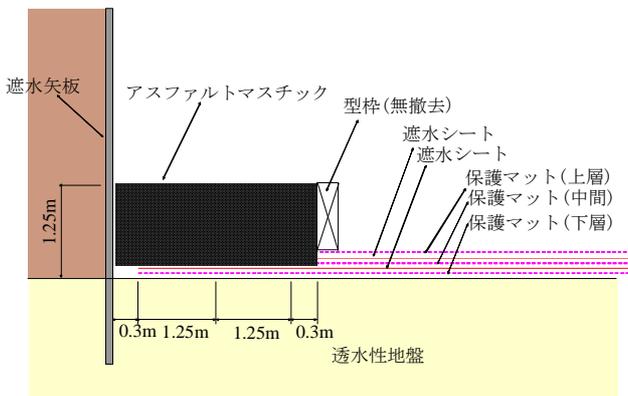


図-1 遮水矢板と遮水シートの接合部分



図-2 アンカーシート

図-1 に示す断面は既往実績でASM と遮水シートの付着部1.25mの各材料の摩擦係数と重量から、上下シートの引抜き抵抗力Tは(1), (2)式から求めることができる。ASM と遮水シートの密着部分における必要引抜き抵抗力は、少なくとも遮水シート同士の融着部強度と同等以上にしておく必要がある。LLDPE-S の融着部強度は引張試験結果より20kN/m程度である。(1), (2)式により、ASM の水中単位体積重量 $\gamma = 9.5\text{kN/m}^3$, ASM と LLDPE S の摩擦係数 $\mu_1 = 0.6$, LLDPE-S と保護マットの摩擦係数 $\mu_2 = 0.2$ として上下シートの引抜き抵抗力および、融着部強度の差から不足抵抗力を求め、表-1 に示す。これより、最大8.1kN/mの引抜き抵抗力が不足することがわかる。

2. 接合部分の必要引抜き抵抗力

図-1 に示す断面は既往実績でASM と遮水シートの付着部1.25mの各材料の摩擦係数と重量から、上下シートの引抜き抵抗力Tは(1), (2)式から求めることができる。ASM と遮水シートの密着部分における必要引抜き抵抗力は、少なくとも遮水シート同士の融着部強度と同等以上にしておく必要がある。LLDPE-S の融着部強度は引張試験結果より20kN/m程度である。(1), (2)式により、ASM の水中単位体積重量 $\gamma = 9.5\text{kN/m}^3$, ASM と LLDPE S の摩擦係数 $\mu_1 = 0.6$, LLDPE-S と保護マットの摩擦係数 $\mu_2 = 0.2$ として上下シートの引抜き抵抗力および、融着部強度の差から不足抵抗力を求め、表-1 に示す。これより、最大8.1kN/mの引抜き抵抗力が不足することがわかる。

表 1 引抜き抵抗力と融着部強度

上層シート： $T_{PU} = \sigma L \mu_1 + \sigma L \mu_2 \dots \dots \dots (1)$

下層シート： $T_{PL} = \sigma(L\mu_1 + L\mu_2) + 2\sigma L \mu_2 \dots \dots (2)$

σ : 上載荷重 (kN/m²)

L: ASMと遮水シートの付着長 (m)

項目	引抜き抵抗力(kN/m)	融着部強度(kN/m)	不足抵抗力(kN/m)
上層シート	11.9	20.0	8.1
下層シート	17.9		2.1

キーワード：廃棄物海面処分場 遮水シート アスファルトマスチック
 連絡先 太陽工業株式会社 国土環境エンジニアリングカンパニー 技術課
 TEL:06-6306-3095 FAX:06-6306-3167

3. 実験方法

供試体は寸法 200×330 mmとなるような型枠を使用し、幅方向の突起数（以下、突起列数とする）と長さ方向の突起数（以下、突起行数とする）を調整したアンカーシートの上に水中でASMを流し込んで作成した。

せん断実験装置を図-3に示す。せん断速度 $1\text{mm}/\text{min}^1$ 、実験室温度約 20 とし、アンカーシートの突起数とせん断強度の関係を求めた。なお、実験ケースは表-2に示すように、突起の列数と行数を変更した12ケースとした。

表-2 実験ケース

ケースNO.	突起列数(幅方向)	突起行数(長さ方向)	全突起数
1-1	1	1	1
1-3		3	3
1-5		5	5
1-7		7	7
1-10		10	10
2-3	2	3	6
2-5		5	10
2-10		10	20
3-3	3	3	9
3-5		5	15
3-7		7	21
3-10		10	30

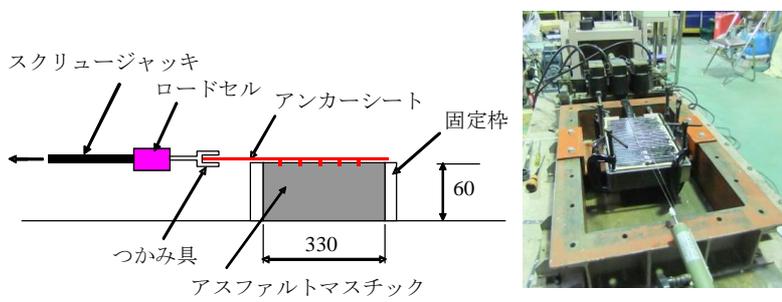


図-3 せん断実験装置

4. 実験結果

最大せん断抵抗力を引抜き抵抗力としたときの突起行数と引抜き抵抗力の関係を図-4に示す。これより、突起行数が増えれば引抜き抵抗力も増えることがわかる。また、突起列数2列、3列は突起行数による引抜き抵抗力の増加率が大きい。1列の場合はその増加率が少ない。この要因として突起が千鳥配置であることが考えられる。千鳥配置の場合、引抜きによるASMの移動が複雑（蛇行する）となり、1列に比べ、2列、3列の引抜き抵抗力の増加率(近似式の傾き)が大きくなったと考えられる。

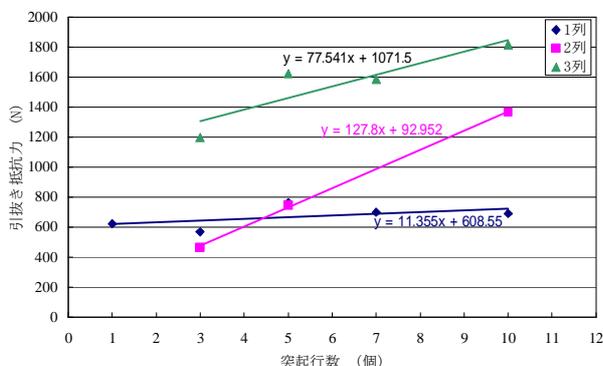


図-4 突起行列数と最大引抜き抵抗力の関係

引抜き対策として、便宜的に図-1に示す断面方向に行数20（突起ピッチから、長さ約0.6m）程度のアンカーシートを用いると考える。図-5は図-4に示した各突起列数の近似式を用いて、行数20まで求めた突起総数および突起1個当たりの引抜き抵抗力である。行数20程度での突起1個あたりの引抜き抵抗力は図-5より、1列で約42N、2列で約66N、3列で約44Nに収束する。なお、本実験では3列以上のケースは実施していないが、上記結果から、設計においては突起1個当たり40N程度の引抜き抵抗力を見込むこととする。

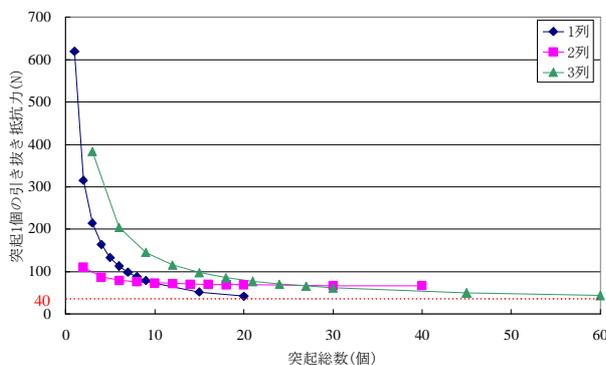


図-5 突起総数と突起1個当たり引抜き抵抗力の関係

表-1より遮水矢板と遮水シートの接合部分の不足抵抗力は $8.1\text{kN}/\text{m}$ である。アンカーシートの単位面積当たりの突起数は約 1129 個/ m^2 であるため、必要幅 L 、引抜きに対する安全率 $FS = 2^2$ 、突起1個当たりの引抜き抵抗力を 40N とすると、 $L = 0.36\text{m}$ となる。

5. まとめ

図-1のように遮水矢板と遮水シートの接合部分にASMによる遮水対策をとる場合の引抜き対策として、アンカーシートを用いる場合、アンカーシートの必要幅 L は、室内実験結果より 0.36m 以上とすれば、所定の引抜きに対する安全性を確保できることがわかった。

参考文献 1) 地盤工学会：JGS0942-2009，ジオシンセティックスの土中引抜き試験方法

2) (財)土木研究センター：ジオテキスタイルを用いた補強土の設計施工マニュアル改訂版，p.71，2000