

廃棄物埋立地における埋設遮水シートの耐久性評価に関する研究

九州大学工学部 学生会員 ○土屋 海渡
 九州大学大学院工学研究院 フェロー会員 島岡 隆行
 九州大学大学院工学研究院 正会員 中山 裕文
 三ツ星ベルト株式会社 井場 道夫

1. はじめに

廃棄物最終処分場は、一般的に埋立期間 15 年を目安に設計されるが、廃止にいたるまでの期間として 30～50 年が想定される。そのため、遮水工の長期的な性能を評価する適切な試験方法と、評価方法の確立が急務となっている¹⁾。これまでの研究の多くは、埋設しておらず紫外線に暴露された状態の法面遮水シートを対象としているが、埋設した状態で長期間経過した遮水シートの耐久性に関する調査はなされておらず、知見も見当たらない。

そこで、本研究では遮水シートの耐久性評価として施工後一定期間経過した現場において、日光に暴露された部分の遮水シートおよび廃棄物に埋設している遮水シートのサンプル抜き取り検査を行い、引張試験などのデータを基に遮水シートの耐久性に及ぼす諸要因または劣化のメカニズム等を明らかにする。

2. 実験概要

2.1. 遮水シート抜取検査 本研究において遮水シートのサンプリングを実施した最終処分場の概要を表 1 に示す。遮水シートは TPE シート(厚さ 2mm)であり、保護マットは施工されていない。遮水シートは 90cm×90cm のサイズで抜取った後、同材質のシートを用いて熱融着および専門テープにより補修した。サンプリング場所は、露出部分が東西南北各 1 箇所および北東向き 1 箇所の計 5 箇所、埋設部分が南向き 1 箇所とした。遮水シートが敷設されてからの経過年数は 21 年であり、埋設部は敷設後約 6 年間直接大気暴露された後、約 15 年間廃棄物の下に埋設していた。

2.2. 分析方法 本調査において、遮水シートの耐久性を評価する方法として、①顕微鏡による表面観察、②引張試験、③光沢変化の評価、④化学分析、⑤相関分析を採用した。

3. 分析結果と考察

3.1. 顕微鏡による表面観察 遮水シート表面および裏面の状態変化を観察するために、光学顕微鏡および SEM(走査型電子顕微鏡)による試料表面の観察を行った。観察の際、シートに付着した微小な土粒子等を取り除くため、酸洗浄、超音波洗浄を行った。SEM により 100 倍で観察した表面の顕微鏡写真を図 1 に示す。拡大写真から、方角の違いにより表面の劣化状況に明らかな差があることが分かった。まずオリジナルのサンプルを見ると、微小なシボ模様が見られる。これは遮水シート製造時に表面に施されたパターンであると考えられる。埋設部のサンプル(図中④)の表面には明確な亀裂が見られなかったが、露出部のサンプル(図中①～③、⑤)はこのパターンははっきりと見えないが、表面に細かい亀裂が走っていることがわかる。相対的に日射量の大きい南向(図中③)、西向(図中④)のサンプルにおいて表層亀裂が深く、明瞭である。次に、裏面の顕微鏡写真を図 2 に示す。この裏面観察の結果からは、各サンプル間の裏面状況に関する

表 1 処分場の概要

埋立処分期間	1997 年 4 月～2024 年 3 月
埋立面積	11,000 m ²
埋立容量	100,000 m ³
埋立対象物	焼却残渣(主灰), 焼却残渣(飛灰), 熔融スラグ, 破碎ごみ・処理残渣

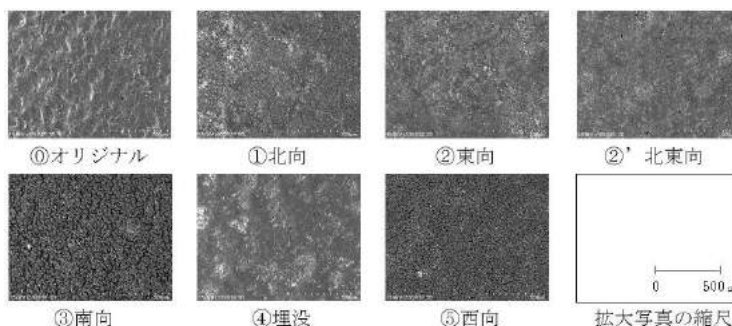


図 1 表面顕微鏡写真

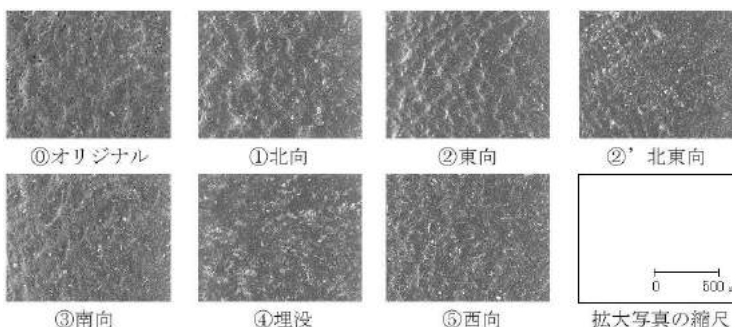


図 2 裏面顕微鏡写真

る顕著な違いを読み取ることはできず、表層亀裂も見られなかった。

3.2. 引張試験 採取したサンプルについて、JISK6251 に定める加硫ゴムの引張試験方法に準じ、引張速度 50mm/min で引張試験を実施し、伸び率と引張強さを計測した。引張方向は長手方向、幅方向の2方向とし、各遮水シートサンプルについて、引張試験におけるn数は3を採用した。表3に厚さ変化率および引張試験により得られた伸び保持率と引張強さ保持率を示す。厚さ変化率について、北東向を除いたすべてのサンプルにおいて値が増加しており、長手方向と幅方向の値はほぼ同じ値となった。伸び保持率について、北向、東向、西向は長手方向と幅方向ともに値が増加している一方、北東向、南向、埋没部は値が減少していた。厚さ変化率および引張強さ保持率と比べ、方角別で値のばらつきが大きかった。引張強さ保持率について、北向の幅方向のみ値が増加していたが全体として値は減少していた。伸び保持率および引張強さ保持率はいずれも、相対的に日射量の大きい南向のサンプルにおいて値が最も小さかった。また、各特性の変化率の平均値を算出すると、厚さ変化率が長手方向+4.3%、幅方向+4.1%、伸び率は長手方向+1.5%、幅方向-10.0%、引張強さが長手方向-7.4%、幅方向-4.0%であった。

3.3. 光沢変化の評価 遮水シートの光沢度は光沢計を使用し、測定条件 JISZ8741 に準じ、測定角度 85° で試料の表面および裏面の中央部分を測定した。各遮水シートサンプルについて、光沢度測定におけるn数は10を採用した。光沢度測定結果を表3に示す。表より光沢度はいずれも約5%以下と低かった。表面観察において劣化の小さかった北向、埋没サンプルは光沢度が高く、表面観察で劣化の大きかった南向、西向サンプルは光沢度が低かった。一方、劣化後の裏面の光沢度は方面別で差は出たものの、表面に比べ値のばらつきが小さく、裏面状況と光沢度の間に関係があるかどうか判断することはできなかった。

3.4. 化学分析 化学分析では、①比重、②ポリマー量、③カーボンブラック量(以下CB量)、④溶媒抽出量(添加剤)、⑤灰分量(無機充填剤)の定量分析を実施した。比重は比重測定、溶媒抽出量はソックスレー抽出法、その他の項目は熱重量測定(TG-DTA)により定量分析を行った。

3.5. 相関分析 分析結果から得られた指標のうち、①長手方向の伸び保持率、②長手方向の引張強さ保持率、③シート表面の光沢度、④比重、⑤ポリマー量、⑥カーボンブラック量、⑦溶媒抽出量、⑧灰分量について各指標間の相関係数を算出した。相関行列を表4に示す。ポリマー量と長手方向の伸び保持率との関係には、相関係数 R=0.848 の、強い正の相関が得られている。溶媒抽出量と長手方向の伸び保持率との関係には、相関係数 R=0.575、溶媒抽出量と表面の光沢度との関係には、相関係数 R=0.609 の正の相関が得られた。

4. まとめ

本研究の結果から、埋没遮水シートは表面観察では著しい劣化は見られず、物理性能を評価する引張試験結果からも劣化の進行は認められなかった。露出部のシートは、日射量が劣化に影響を及ぼす大きな因子だと考えられ、特に南向シートは各分析項目でオリジナルサンプルとの値に大きな差が生じていた。各方角において多少の値の低下がみられるが、顕著な劣化は認められなかった。

[謝辞] 本研究の実施にあたり、IGS 日本支部ジオメンブレン技術委員会の皆さまより、多大なるご協力とご支援をいただきました。ここに記して謝意を表します。

[参考文献] 1) 国際ジオシンセティックス学会日本支部・ジオメンブレン技術委員会：廃棄物処分場における遮水シートの耐久性評価ハンドブック, 技報堂出版, 2009

表2 引張試験結果

試料番号	方角(向き)	経過年数	厚さ変化率(%)		伸び保持率(%)		引張強さ保持率(%)	
			長手	幅	長手	幅	長手	幅
1	北	21	3.0	2.5	106.2	104.3	96.8	103.9
2	東	21	9.0	9.0	119.8	119.4	90.1	94.2
2'	北東	21	-1.5	-1.0	91.8	85.8	96.4	97.4
3	南	21	2.5	2.5	89.2	81.3	85.2	88.0
4	埋没	8(暴露) 15(埋没)	7.5	7.5	97.9	87.7	87.2	93.0
5	西	21	5.0	4.0	103.9	101.3	99.7	99.6

表3 光沢度測定結果

試料番号	方角(向き)	表	裏
0	オリジナル	1.32	0.83
1	北	3.17	1.88
2	東	2.12	1.85
2'	北東	2.27	1.51
3	南	0.41	2.91
4	埋没	2.28	2.29
5	西	1.08	1.55

表4 相関行列

	伸び保持率(長手)	引張強さ保持率(長手)	光沢度(表)	比重	ポリマー量	CB量	溶媒抽出量	灰分量
伸び保持率(長手)	1.000							
引張強さ保持率(長手)	0.149	1.000						
光沢度(表)	0.392	0.171	1.000					
比重	-0.838	-0.360	-0.338	1.000				
ポリマー量	0.848	0.351	0.385	-0.998	1.000			
CB量	-0.828	-0.378	-0.348	0.996	-0.994	1.000		
溶媒抽出量	0.575	0.006	0.609	-0.229	0.271	-0.285	1.000	
灰分量	-0.837	-0.377	-0.369	0.998	-0.996	0.991	-0.219	1.000