

最終処分場におけるジオメンブレン管理へのリモートセンシング技術の応用研究

九州大学工学部 学生会員 ○井上 幸一 九州大学大学院 学生会員 小宮 哲平
九州大学大学院 正会員 中山 裕文 九州大学大学院 正会員 島岡 隆行

1. はじめに

埋立地に敷設される遮水シート(ジオメンブレン)は、有機物を含む廃棄物、有機溶剤、さらには酸・アルカリなどの無機溶剤と直接的に、または浸出水として間接的に接触する。また、埋立地の法面では風雨、日射等の厳しい自然環境下に曝され、昼夜の気温変化によって伸縮を繰り返す。このような多くの劣化要因に常にさらされることから、遮水シートの劣化状況を検査することは重要である。本研究では、遮水シートの化学的要因による劣化に着目し、各材質の遮水シートについて化学薬品への浸せき試験による短期間の促進劣化を行い、表面の分光反射スペクトルをリモートセンシング機器によって測定し、浸せき試験後のスペクトルの変化から劣化状況を非破壊で検査する手法について検討した。

2. 実験方法

表-1に、実験に使用した各材質の遮水シートの性状を示す。

表-1 各材質の遮水シートの性状

材質	色	厚さ(mm)
高密度ポリエチレン(HDPE)	黒(遮光層白)	1.7(遮光層0.2)
フレキシブルポリアマロイ(FPA)	黒	1.5
塩化ビニル(PVC)	黒	1.5

図-1に本実験のフローを示し、以下で実験方法について説明する。浸せき試験は、JISK6258「加硫ゴムの浸せき試験方法」に準拠した。浸せき液として、蒸留水(H₂O)、30%硫酸水溶液(30%H₂SO₄)、濃硫酸(H₂SO₄)および40%水酸化ナトリウム水溶液(40%NaOH)の4種類を用い、各材質の遮水シートを室温下で24時間浸せきさせた。

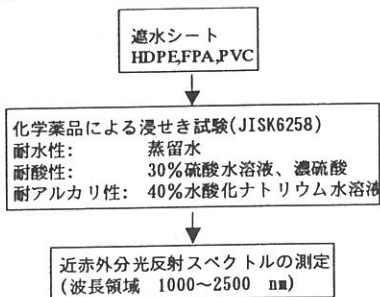


図-1 実験のフロー

浸せき試験の前後において、遮水シート表面の近赤外分光反射スペクトルを近赤外分光光度計を用いて測定した。これにより、各種溶液への浸せきによる分光反射スペクトルの変化を調べた。測定は浸せき試験の前後ともに同条件で行うために、暗室内で光源としてハロゲンランプを使用して行った。

3. 実験結果と考察

図-2、図-4および図-6に、それぞれHDPE、FPA、PVCの近赤外分光反射スペクトルの初期値を示す。また、図-3、図-5および図-7はそれぞれHDPE、FPA、PVCの浸せき試験前後での近赤外分光反射スペクトル反射率の変化量(=浸せき前の反射率-浸せき後の反射率)を示し、「差スペクトル」と呼ばれる値である。表-2は差スペクトルを一次線形近似して得られた直線の傾きである。

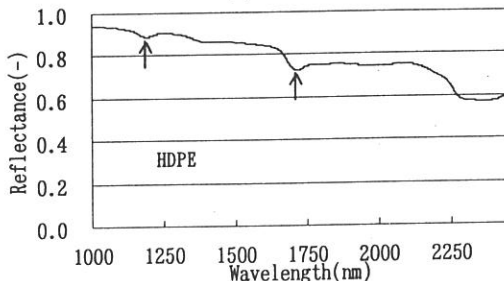


図-2 近赤外分光反射スペクトルの初期値(HDPE)

(1)HDPE: 初期値は、表面が白色であることからすべての波長領域で高い反射率が得られている。1200nm付近、1720nm付近(図-2中矢印)に確認できるピークはポリエチレン素材に共通して観測されるものであり、明瞭な近赤外分光反射スペクトルが得られた。H₂Oおよび30%H₂SO₄への浸せきでは、差スペクトルが1800nm付近から低下する傾向を示した。H₂SO₄への浸せきでは差スペクトルがすべての波長領域で漸増する傾向を示した。40%NaOHへの浸せきでは、差スペクトルの変化および表-2に示す一次線形近似直線の傾きは他の結果に比べて小さい値であった。H₂O、30%H₂SO₄および40%NaOHの差スペクトルにそれぞれ3つのピークが波長領域1735nm

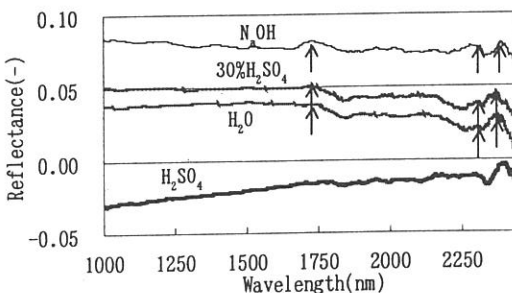


図-3 差スペクトル(HDPE)

表-2 一次線形近似直線の傾き(×10⁻⁷)

種類	材質	HDPE	FPA	PVC
H ₂ O		-148.0	30.9	4.2
30%H ₂ SO ₄		-113.0	5.4	-12.6
H ₂ SO ₄		138.0	40.1	83.4
40%N ₂ O ₄		-65.5	-51.6	-116.0

付近、2315nm付近および2380nm付近(図-3中矢印)に微弱ながら観測された。これらのピークはそれぞれCH基の倍音、結合音および遊離OH基の第二倍音であると考えられる¹⁾。これらに変化が観測されたことから、化学薬品がHDPEの化学的性状に変化をもたらしていたことが確認できた。また、差スペクトルの波長に伴う変化の原因としては、薬品の白色配合剤に対する影響などが考えられる。(2)FPA:初期値は、表面が黒色であることから光が吸収され反射率はすべての波長領域で低く、ピークは観測されなかった。表-2に示すように、各種溶液に対して、線形近似直線の傾きは微小であった。しかし、差スペクトルは1800nm付近からH₂OおよびH₂SO₄は増加、40%N₂O₄は低下する傾向を示した。

(3)PVC:初期値は、FPAと同様に表面が黒色であることから反射率はすべての波長領域で低く、ピークは観測されなかった。H₂Oおよび30%H₂SO₄への浸せきでは、差スペクトルの波長に伴う変化は微小であり、それに伴い表-2に示す一次線形近似直線の傾きも微小であった。H₂SO₄および40%N₂O₄への浸せきでは、差スペクトルがすべての波長領域で徐々に低下する傾向を示し、それに伴い表-2に示す一次線形近似直線の傾きも大きい値になっている。また、差スペクトルの波長に伴う変化の原因としては、可塑剤の薬品による溶出などが考えられる。

4. まとめ

本研究では、各材質の遮水シートについて化学薬品への浸せき試験による短期間の促進劣化を行い、浸せき試験の前後に各材質の遮水シート表面の近赤外分光反射スペクトルを測定し、比較検討した。その結果、表面白色のHDPEについては差スペクトルおよびピークの変化が観測された。表面黒色のFPAおよびPVCについてはピークの変化は確認されなかった。しかし、差スペクトルに波長に伴う変化が確認された。

今後、長期間の浸せき試験を行い、差スペクトルの変化と遮水シートの強度変化との関係を調査する予定である。

また、近赤外分光反射スペクトルの反射率が小さい黒色遮水シートの解析手法を検討する。

謝辞:本研究を遂行する上で、試料を提供していただき、また貴重なご意見をいただいた鉛直シート工法研究会、FPAシート研究会、通気防水シートキャッピング工法研究会、太陽工業(株)、三ツ星ベルト(株)、東洋ゴム(株)、シーアイ化成(株)、(株)ジオテックスの皆様方に深く感謝いたします。

【参考文献】1)尾崎幸洋, 河田聡: 近赤外分光法 学会出版センター, 1996

2)上ノ山悦治, 加納光: 各種遮水シートの長期耐久性 第12回廃棄物学会研究発表会講演論文集II, pp. 924-926, 2001

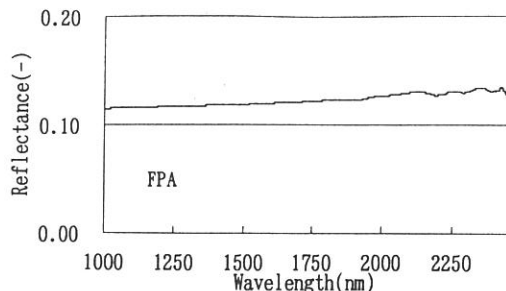


図-4 近赤外分光反射スペクトルの初期値(FPA)

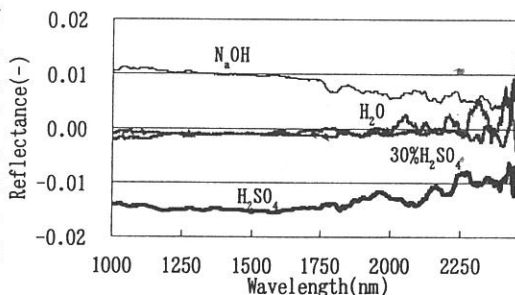


図-5 差スペクトル(FPA)

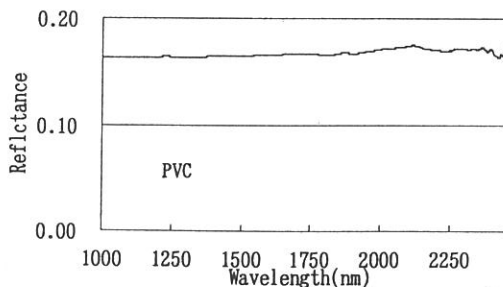


図-6 近赤外分光反射スペクトル初期値 (PVC)

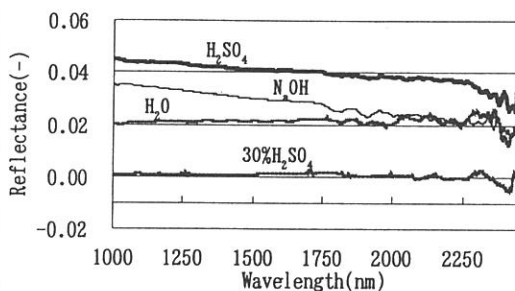


図-7 差スペクトル(PVC)