

サーモビジョンによる2重しゃ水シート検査方法について

戸田建設(株) 正会員 正橋邦夫 鈴木則昭
同 上 正会員 中村隆浩 樋口 忠 伊藤貴宏
豊 川 市 近藤祥生 平澤秀彰

1. はじめに

廃棄物最終処分場は、しゃ水工として2重しゃ水シート構造のものが多く施工されている。最近では、これらの2重しゃ水シートをブロック分割した各種シート破損検知システムが採用されている処分場が増加している。これらの処分場のシート敷設時には、2重しゃ水シート1ブロック毎の真空吸引検査が行われている事例が多い。今回、施工した一般廃棄物最終処分場においても、この方法が使用されている。真空吸引検査は、約300m²に分割された2重しゃ水シート1ブロック毎に真空吸引し圧力が保持できない場合、シート施工に不良箇所があると判断され、不良箇所の特定を行い補修をするものである。不良箇所の特定は、真空吸引した状態で不良箇所から発生する空気漏れの音を探して不良箇所を検出する事が一般的である。しかし、約300m²と広面積のしゃ水シートの中から不良箇所より発生する微小音を探し出すことは大変困難な作業である。さらに、風が吹いていたり作業機械が稼働しているといった状況下では不良箇所の検出はほとんど不可能な状態になり、1日の作業が終了した静かな時間帯を利用し不良箇所の特定作業を行っている。下部シート不良時の場合は、さらに困難である。これらの問題を解決する手段として、真空吸引検査時にシート不良箇所から空気が吸い込まれるため、しゃ水シートの表面温度が変化すると考え、シートの表面をサーモビジョン(赤外線放射温度計)により表面温度を測る方法を考案した。これらを予備実験で確認した結果、サーモビジョンにより確実に不良部を検出できることが判明した。また、実施工においても適切な検出手段となり得る。本論では、予備実験・実施工でのシートの温度特性・位置特定等の検出結果について報告するものである。

2. 予備実験

2.1 実験の目的

予備実験では、最初にサーモビジョンの有効性を確認し、その後、以下に示す目的で実験を実施した。

シート材質による相違(2種類)

穴の大きさによる相違(4種類)

不良箇所が複数個ある場合の検出(2箇所)

下部シート破損時の検出

シート表面温度の影響(日陰部・日なた部)

2.2 実験方法

予備実験は、図-1に示すように上下熱融着により接合した1×2mの2重シート供試体に配管を行い、真空ポンプで吸引しサーモビジョンによる観察を行った。2重しゃ水シートの断面構造は図-2に示すとおりである。真空圧は300mmHgを維持するように管理した。シート材質としては、高密度ポリエチレン(HDPE)、熱融着系ゴムシート(TPO)の2種類を用いた。模擬的な不良箇所として、上部シートにφ0.5mm×2箇所、φ2mm、φ5mm×2箇所、φ10mm、下部シートにφ0.5mm×2箇所の穴をあけた。また、シートは表面温度の相違による温度分布の違いをみるため、日陰部・日なた部の場所でも実験を行った。

2.3 実験結果

シート表面温度、不良箇所周辺温度に関しては材質による相違はみられなかった。

キーワード：最終処分場、サーモビジョン、しゃ水シート、漏水検知システム

連絡先：東京都中央区八丁堀4-6-1 TEL 03-3206-7188 FAX 03-3206-7190

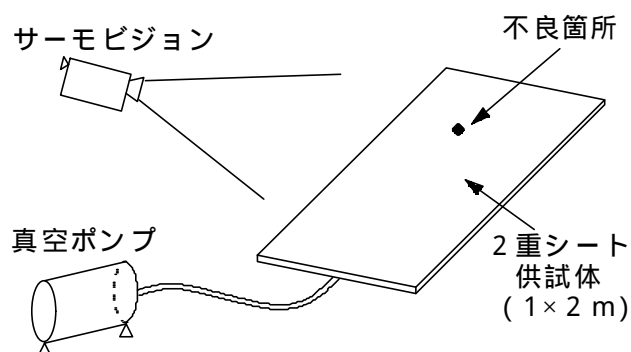


図-1 予備実験概念図

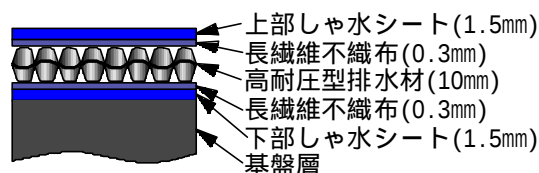


図-2 2重しゃ水工断面

穴の大きさによらず、すべての穴でリアルな画像が検出できた。不良箇所周辺の温度としては、表 - 1 に示す様に吸引後15分経過時においてシート表面温度に対し4～6 低い値が得られた。

写真 - 1 に示すように不良箇所が2箇所であっても検出が可能であった。この写真の経過時間は15分で温度差は、20 近くあることがわかる。表 - 1 の結果と比較すると、破損部周辺の温度差は、吸引時間、穴径によって違うことがわかる。

下部シート破損時(φ0.5mm×2箇所)に対しても検出が可能であった。

表面温度と不良箇所部のシート温度差は、同じ破損径であれば表面温度が変化しても一定であった。

3．実施工への適用

豊川市最終処分場では水循環式しゃ水シートモニ

タリングシステム¹⁾²⁾を採用している。2重シートの検査は、真空吸引検査(検査基準:500mmHgの負圧で1時間の変化率が10%以内)により、シート熱融着完了時、保護砂施工時、モニタリング設備設置直前で実施し、通常より多い回数で確認していたにもかかわらず、システム稼働後、2重シートに破損等の不良箇所があることが検知された。不良箇所を特定するために、当該ブロックの保護砂や固定工、不織布を取り除いて、予備実験と同様に袋体構造の2重シート内を真空吸引しながらサーモビジョンでシート表面を走査した。その結果、モニタ画面の変化を見ることで、シート表面の損傷や熱融着不良を短時間で発見することができた。

図 - 3 は損傷箇所発見後、損傷部をパッチ修理した後サーモビジョンで検査した時のものである。中心の穴をふさぐように四角のパッチゴムを当てたのだが、右上部(矢印部)が完全に融着しておらず、そこからわずかながら空気が流入している様子が分かる。このとき、負圧(約500mmHg)にはほとんど変化が見られず、聴診器を穴の位置に当ててかすかに流入音を聞き取れる程度であった。

4．結論

予備実験および実施工の結果から次のことが言える。

シートに損傷がありそこから空気の出入りがあれば、周辺との温度差が生じるので、サーモビジョンでその損傷を検出することができる。温度差は損傷の程度、負圧の大きさ等、空気の流入量に依存する。空気の流れはわずかでも温度変化は生じるが、流れが大きいほどその変化は著しい。負圧を大きく設定することにより、空気の流入を促進し検出感度を上げることができるので、気温気象条件に左右される実施工においても、サーモビジョンを使うことにより不良箇所を短時間で検出することができる。

断熱性の中間材を使用しない場合には、下部シートの不良箇所もサーモビジョンで捉えることができる。

5 終わりに

今回、フィールドで真空吸引検査にサーモビジョンを併用する本手法を実証する機会を得、しゃ水シートの不良箇所を確実にしかも効率的に検出することができることを確認できた。本手法の特長は、シートの温度分布をサーモビジョンでモニタするだけで不良箇所を発見できるという手軽さにある。音(風や建設機械等によるもの)や明るさ(昼夜)といった周囲環境の影響を受けることなく検査時間を大幅に短縮できるので、今後のシート施工管理に反映させて行きたい。

表 - 1 実験結果<吸引後15分経過時:φ0.5mm>

外気温	上面シート温度	不良箇所部温度	摘 要
28 <日なた>	HDPE 56	52	穴の数・シート材質に依存しない
	TP0 64	58	
24 <日陰>	HDPE 32	28	
	TP0 30	26	

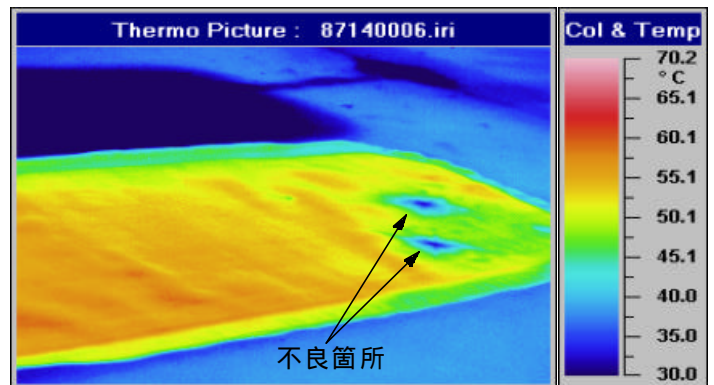


写真 - 1 表面温度分布結果<φ5mm×2箇所>

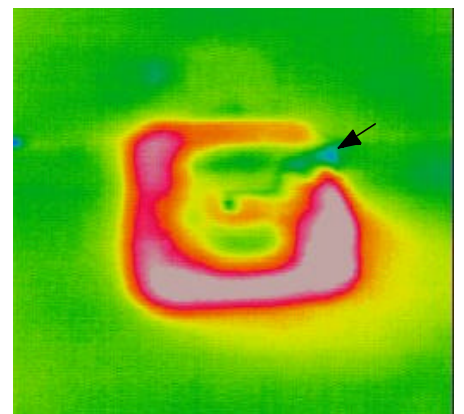


図 - 3 パッチ不良部の検出