

空気圧を利用した遮水シートの品質管理

太陽工業(株)正会員 ○山本 実

太陽工業(株)正会員 石田正利

大阪府立産業技術総合研究所 赤井智幸

大阪府立産業技術総合研究所 西村正樹

1. はじめに

廃棄物最終処分場等に敷設する遮水シート接合部の水密性は、各種検査方法により確認され、品質が管理される。主な検査方法としては、自走式融着機により2列に融着接合した列間部分に圧縮空気を導入し、圧力の経時変化から接合不良の有無を確認する方法(加圧検査)と、石鹼水を塗布した接合部表面に、透視窓を設けた吸引容器を押し当てて、容器内を減圧し、気泡発生の有無から確認する方法(負圧検査；図-1)がある¹⁾。ここで、特に重要な構造物の近傍では、そもそも自走式融着機での接合ができないため、加圧検査は不可能であり、負圧検査が適用される。しかし、後述するように、負圧検査の適用範囲には限界がある。また、加圧検査も負圧検査も適用できない箇所では、通常、検査棒挿入による検査が行われるが、微小な接合不良部を発見できない可能性がある。そこで、広範囲を検査できる空気圧を利用した検査方法(以下、インフレート検査という。)を実用化し、その有効性を検証した。



図-1 負圧検査

2. 従来の負圧検査方法

負圧検査は、加圧検査が不可能な接合部の検査に用いられるが、破損孔が大きいと、所定の条件で減圧した場合に、気泡がすぐに吹き飛んで消えてしまうことがある。また、鉛直部分の接合部に適用した場合、石鹼水の液垂れが発生し、透視窓越しに気泡の有無を確認する作業が困難になる。さらに、一度に検査できる面積が非常に狭く、構造物近傍の場合、検査そのものが難しい。

3. インフレート検査

(1) 構造物近傍の検査への適用

インフレート検査とは、遮水シートが2重構造である場合に、端部同士を接合により閉塞し、内部に圧縮空気を導入した際の圧力の保持状態により、間接的に水密性を確認する方法である。さらに、シート表面に石鹼水を塗布し、気泡発生の有無により、不良箇所を特定することもできる。一例として、図-2の排水管周辺の二重遮水シート端部同士を接合して座布団状にし、内部を



図-2 排水管周りでのインフレート検査状況



図-3 気泡の発生状況

1.0kPa程度の圧力に保持して、排水管周りの接合部全体に石鹼水を塗布し、気泡の有無を観察した。本検査方法では、検査したい箇所に霧吹等で石鹼水を塗布し続けることができるため、気泡の発生状況(図-3)の観察が容易であり、不良箇所を判別しやすい。ただし、下層の遮水シートについては不良箇所の特定はできないため、圧力の経時変化から不良有無を確認するとともに、電氣的検査²⁾が可能な遮水シートを用いるなど、他の方法と併用する必要がある。

(2) 遮水シート工の完成検査への適用

遮水シート工の完成時に従来の接合部検査だけでなく、全体の水密性を大面積で確認する方法として、インフレート検査が利用できる。図-4、5は、斜面に設置された遮水シートに対してインフレート検査を試みた事



図-4 送風状況



図-5 遮水シートの膨らみ

キーワード 遮水シート、負圧検査、インフレート検査、維持管理、使用前検査

連絡先

〒532-0012 大阪市淀川区木川東 4-8-4 太陽工業(株)国土環境エンジニアリングカンパニー技術課 TEL 06-6306-3095

例であり、図-5は大気圧との差が約1.0kPaの検査圧を発生させ、遮水シートが膨らんだ状態である。

このような状態で石鹼水による気泡発生の有無を確認することにより、接合部のみならず、遮水シート全体の検査が可能となる。さらに、煙を送風することで、接合不良や破損部の視認性を向上させたり、サーモグラフィを用いて、温風や冷風を送風した際のシート表面の温度分布を観測することも可能であり、使用前の遮水シートの健全性を確認できる。

4. 検査圧力とシート張力の関係

斜面に敷設された遮水シートを想定し、図-6に示す円筒形膜の張力モデルを用いると、張力 T は(1)式により表すことができる。図-7は1.0kPaの検査圧を作用させたときのシート形状で、現地計測による膨らみ量から半径 R は5.3mであったことから、 $T=5.3\text{kN/m}$ 程度となる。代表的な中強度遮水シート(1.5mm厚みの低密度ポリエチレンシート)における接合部強度性能の規格値は $F=8.0\text{kN/m}$ 程度であることから、この範囲までの加圧は問題ないと考えられる。

$$T = P \cdot R \dots \dots (1)$$

5. 検査圧と気泡確認の有効性

従来の負圧検査とインフレート検査に関し、それぞれの検査圧を作用させ、模擬的に作製した損傷孔の大きさと石鹼水による気泡発生状態の関係を評価した。遮水シートは1.5mm厚の低密度ポリエチレン製であり、模擬損傷孔の孔径は $\phi 0.1\text{mm}$ (鋼線を貫通)と $\phi 1.5\text{mm}$ (電動ドリルを貫通)の2種類である。 $\phi 0.1\text{mm}$ の模擬損傷孔での孔形状観察結果、気泡発生状況を図-8、9に示す。また、実験結果を表-1にまとめる。従来の負圧検査では、両孔径サイズにおいて、気泡が瞬時に弾けて消えてしまうため、気泡確認レベルは低かった。一方、インフレート検査においては、0.67～2.0 kPaの圧力範囲で気泡の連続発生が確認され、高い気泡確認レベルが得られた。なお、石鹼水については、台所用中性洗剤を用いた場合、20倍～40倍に希釈したもので良好な気泡が発生した。

6. まとめ

施工段階においてインフレート検査を適用すると、検査対象範囲のシートを直接膨らませることができるため、従来法では困難であった検査エリア全体の健全性が確認できる。また、破損等によって内部圧力が経時低下する場合も、不具合の起こりそうな箇所から順に石鹼水塗布による調査を行うことで、接合不良や破損などの不良箇所が特定できる。

遮水シートは廃棄物最終処分場や土壤汚染対策工、ため池などに多く用いられているが、集排水パイプなどの遮水シートと異なる材料との接続は少なからず存在する。このような異素材の接続部には、締め付けバンドや固定金具等が用いられる場合もあり、従来の水密性検査は行えない。今後、こうした部分にインフレート検査を適用すれば、遮水シート工の水密性の品質管理が向上する。また、大面積が対象となる遮水シート工の完成検査時に適用すれば、より安全性の高い遮水シート工の構築が可能となる。

参考文献

- 1) 例えば、全国都市清掃会議、廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010改訂版, pp.288～291, 平成22年
- 2) 同上, p.292, 平成22年

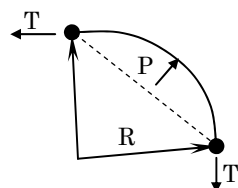


図-6 膜に生じる張力

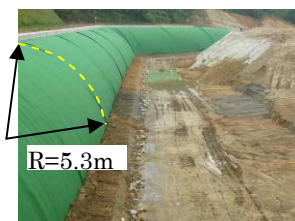


図-7 法面インフレート時の遮水シート形状

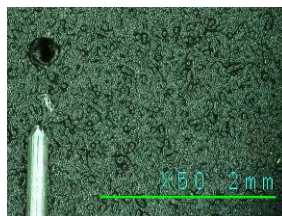


図-8 模擬損傷孔の形状 (φ0.1mm)



図-9 気泡発生状況(φ0.1mm)

表-1 検査圧と気泡確認の評価結果

検査	検査圧 P(kPa)	孔の大きさmm	10秒後の気泡状態	気泡確認 レベル
従来法	6.7	φ0.1	瞬時に弾ける	低い
		φ1.5	瞬時に弾ける	低い
インフレート法	0.67 1.0 2.0	φ0.1	連続して気泡発生	高い
		φ1.5	連続して気泡発生	高い