

油漏洩検知ケーブルシステム技術

Leak Detection System Based on an Oil Leak Detection Cable

1. はじめに

石油類の輸送・蓄積を担うパイプライン・貯油タンク設備は、エネルギー面で産業を支える重要な設備であるが、石油類は可燃性かつ環境に影響を及ぼす性状を持つため、これら設備の安全性の確保が重要な課題である。その一環として、これらの設備からの漏洩発生を発見し漏洩油による土壌汚染・二次災害の発生を最小限に抑えようとする場合、地表下の広い範囲を監視対象とすることが必要になる。このような要求を満たすひとつの方法として漏洩検知ケーブルによる漏洩監視方法がある^{1,2)}。JFE エンジニアリングは、このようないくつもの漏洩検知ケーブルによる漏洩監視システムを構築してきているが、この度、新たに選定した油漏洩検知ケーブルによる漏洩監視システムの構築技術を確立した。ここにその特長を紹介する。

2. 漏洩検知ケーブル法による漏洩検知方法

漏洩検知ケーブルは、漏洩油が接触した部分の電気的特性変化により漏洩の発生およびその位置を検出するケーブル型のセンサであり、センサ自身が漏洩情報の伝送機能を果たす特長を持ち、連続的に油漏洩を監視できる特殊なセンサである。このケーブルを漏洩監視対象であるパイプライン沿い、タンクヤードなどの地表下に敷設することで広範囲な漏洩監視システムを構成することができる。

検知ケーブルによる漏洩監視法は、このように広範囲をカバーできるだけでなく、蓄積した漏洩油を検出することで微小な漏洩を検知でき、また、漏洩発生位置を特定できることが大きな特長である。

2.1 従来の漏洩検知ケーブル

これまで JFE エンジニアリングが漏洩監視システム構築に用いた漏洩検知ケーブルには次の2種類がある。

(1) 同軸ケーブル型漏洩検知ケーブルセンサ

検知ケーブルが同軸型の導体構造を持ち、内部導体と外部導体の間の充填材として油のみ選択吸収する特殊な材質を用い、この材質が油を吸収することで生じる特性インピーダンスの部分的な低下をケーブル端より送り込んだパルスの反射が生じることから検出し、漏洩の有無およびその位置を知る方式である。漏洩位置はケーブル内のパルス往復時間から求めるため、高

い漏洩位置検知精度を実現できる。

(2) 対導体線式検知ケーブル

石油類の接触により導体線の被覆材が溶解し、対構成の導体線間が短絡することから漏洩を検出し、ケーブル端から短絡点までの導体往復抵抗から短絡位置すなわち漏洩発生位置までの距離を求める方式である。方式が簡単であり同軸ケーブル型漏洩検知ケーブルより安価にシステムを構築できるが、短絡箇所の接触抵抗などにより同軸ケーブル型漏洩検知ケーブルのような高い漏洩位置検出精度は実現できない。

2.2 新たに採用した漏洩検知ケーブルの特長

今回漏洩監視システム構築用に新たに採用した検知ケーブルは基本的には対導体線式検知ケーブルであり、互いに接触しないように補助線とともに対撚りされた導電性被覆を持つ導体線と、これらを覆う導電性ポリマーチューブから構成され、このチューブが接触油を吸収して膨張し、導体線間を短絡することで漏洩を検出する (Fig. 1)。短絡位置検知のため導体線に比較的高い抵抗値を持たせ、ケーブル端から短絡点までの導体線抵抗から短絡位置を求める点は従来のものと同様であるが、導体線とともに撚り込まれた抵抗値の低い補助線を用いて短絡抵抗およびケーブル端から短絡点までの導体抵抗を分離して求めることで、比較的簡単な装置構成でありながら高い精度で漏洩位置検知を行える特長を持つ (Fig. 2)。また、この検知ケーブル最大

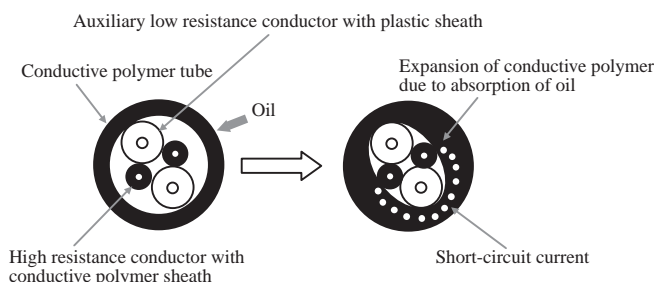


Fig. 1 Principle of operation for leak detection cable

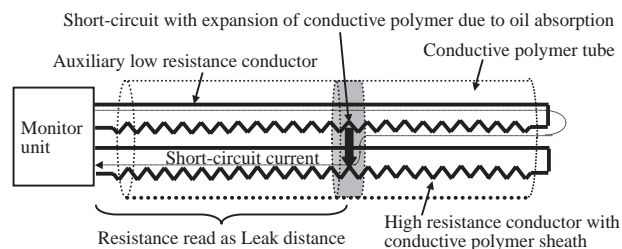


Fig. 2 Principle of operation for leak location

の特長として敷設状態での許容曲げ半径よりも小さい半径に折り曲げることで導電性ポリマーチューブが導体線間を短絡し、簡単に模擬検知状態を作り出せることがある。この特性を生かすことで極めて運用性の高い漏洩監視システムの構築が可能となる。

3. 新ケーブルによる漏洩検知システムの特長

(1) 導体抵抗-距離換算式による漏洩位置検知能の向上

検知ケーブルによりパイプライン監視システムを構築する場合、監視装置の設置台数を抑えるため、1台の監視装置に接続するケーブル長を可能な限り長くする必要があり。この場合、各監視装置は複数のドラムからの検知ケーブルを順次接続した一連のケーブルを監視することになる。一方、対撚り線式の検知ケーブルは、その構造上ドラムごとの単位長さ当たりの導体抵抗値のばらつきが避けられず、このままでは正確に短絡位置までの導体抵抗を測定できるという、この検知ケーブル固有の機能が十分に発揮されない。この対策として、監視装置ごとに各接続ドラムのケーブル長・導体抵抗値に基づき、監視装置で測定された短絡箇所までの導体抵抗値を漏洩位置に換算する折線関数式を組み込むことでこのばらつきの影響を削除し、検知ケーブル上の漏洩位置をより正確に求めることが可能となる (Fig. 3)。

(2) 地表標識物からの漏洩位置表示

検知ケーブルによる漏洩検知システムの重要な機能として、検知ケーブル上での漏洩検知位置を極力正確に求めることができるが、実際の運用では検知ケーブル上の漏洩検知位置の地表での位置情報への換算が大きな課題である。

これは、幹線道路横断、河川横断部での垂直管部の存在などにより検知ケーブル上の距離と地表上での距

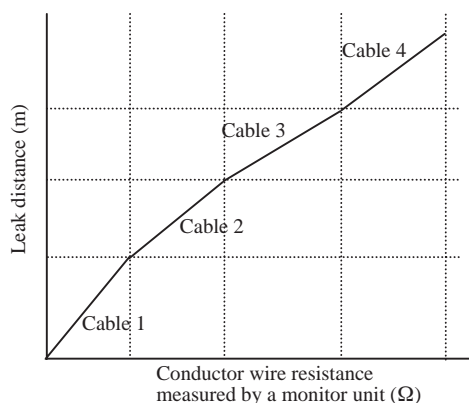


Fig. 3 Typical pattern of conductor resistance-leak location relation to be programmed in the master monitor unit

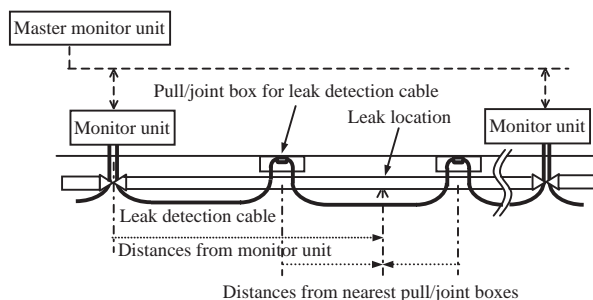


Fig. 4 Leak location indications of leak detection system

離が一致しないことによる。このため、敷設図面などにより表示された検知ケーブル上の漏洩位置を地表での漏洩位置に読み替えるための手間と時間を要し、また、これを自動化して地図上に漏洩位置を表示しようとする場合、その読み替えデータの作成・入力・検証が大きな負担となる。これに対し新しい監視システムでは、漏洩検知ケーブルの引込み・接続をする地表面のハンドホール内で模擬短絡を起こし、その短絡検知位置を漏洩検知ケーブル上のハンドホール位置としてシステムに記憶するという簡単な処理により、漏洩検知位置として監視装置からの距離表示に加え、最寄りのハンドホールからの距離を表示することが可能となる (Fig. 4)。このように地表での位置標識として機能するハンドホールからの距離を示すことで、漏洩位置の地表からの特定が極めて容易になり、漏洩地点に迅速に到達できるなど、漏洩検知システムとしての運用面での機能を大幅に高めることができる。

4. おわりに

新たに採用した漏洩検知ケーブルの特性を生かした、高い漏洩検知能力・高い運用性を持つ油漏洩監視システム構築技術を確認した。漏洩検知ケーブルによるパイプラインなどの漏洩監視システムの設計・施工は、エンジニアリング会社の担う役割が極めて大きい分野である。これまでの蓄積技術に今回の構築技術を加え、今後パイプライン・タンクヤードなどを対象として安全性の向上に寄与していきたい。

参考文献

- 1) 菅谷茂. パイプラインの漏えい検知の現状. 計測と制御. vol.18, no.5, 1979, p.41-46.
- 2) 菅谷茂, 湊博. パイプラインの漏洩検知システム (1). 配管と装置. 1984-10, p.13-18.

(問い合わせ先)

JFE エンジニアリング 制御技術部第一技術室
TEL : 045-505-7736