

ピグによるパイプライン検査

Pipeline Inspection by Ultrasonic and Mapping Tools

1. はじめに

パイプラインは天然ガスや原油などの効率的な輸送手段として国内外に多数敷設され、活用されている。しかし、敷設後、年月が経つにつれて腐食や変形、地震や地盤沈下による敷設位置のずれなど、さまざまな要因によって健全性が損なわれていくのも避けられない事実である。JFE エンジニアリングは、1988年に超音波ピグを実用化し、腐食/変形検査サービスを開始した。さらに、2003年、ジャイロピグを実用化し、三次元位置検査サービスを開始した。本報では、各検査ピグの概要を説明し、各検査ピグで取得したデータの活用方法について述べる。

2. 超音波ピグによる腐食検査

2.1 超音波ピグの概要

超音波ピグは、主に石油、燃料油などの液体パイプラインの腐食および変形検査に適用される。超音波ピグの例を写真1に示す。超音波ピグは、パイプライン内を走行しながら、パイプの残肉厚を超音波で直接計測するので、高精度の検査を行える利点がある¹⁾。

2.2 腐食検査結果内容

超音波ピグで取得したデータは、JFE エンジニアリングで開発した専用ソフトにより解析を行う。検査結果は、腐食深さ、位置、大きさなどを表示した「腐食リスト」、溶接線、ベンド、ティー、バルブなどのパイプライン上のイベントを示す「配管リスト」などで報告される。専用ソフトによ

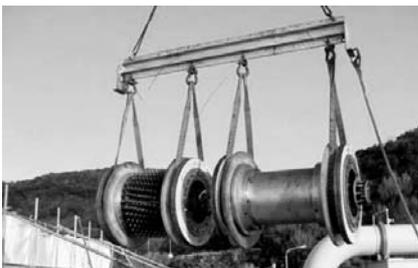


写真1 超音波ピグ
Photo 1 Ultrasonic tool

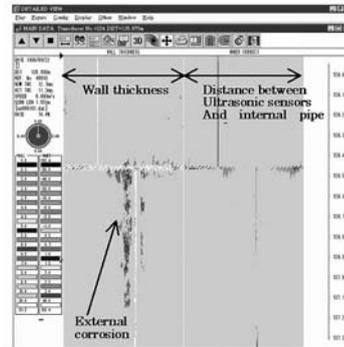


図1 専用ソフトによるデータ表示例
Fig. 1 Color plan view

るデータ表示例を図1に示す。

2.3 腐食検査結果の活用

2.3.1 パイプラインの健全性の評価

腐食検査結果の報告とともに、腐食部の健全性の評価を行う。日本国内ではすべてのパイプラインは適用法規によって規制されているが、腐食によるパイプラインの健全性を評価する手法に関する具体的な規定はない。このため、各パイプライン所有者が監督官庁と協議しながら対応しているのが現状である。解析結果から得られる腐食部の残肉厚さが、法規に規定されている「最小厚さ」もしくは「応力計算による必要厚さ」を下回る場合は補修の必要性の有無について報告する。腐食形状が、解析結果から把握できるため、FEM（有限要素法）詳細解析を行うことも可能である。

2.3.2 腐食の成長評価および配管の余寿命評価

腐食の成長を調査するために、定期的に腐食検査を実施することを推奨しているが、最近のケースでは、3年から10年の間隔で腐食検査を実施するケースが多い。解析ソフトにより2回の腐食データ（深さ、大きさ）を詳細比較し、腐食の進行度合い（腐食成長速度）を解析する。

配管の余寿命評価については、腐食部の残肉厚さが、法規に規定された応力計算による最小必要肉厚に達するまでの余寿命で評価するケースが多い。腐食の成長速度が速い箇所については、これまでのJFE エンジニアリングのパイプラインエンジニアリングの経験を生かし、その原因を推定し、対策を提言する。また余寿命評価の結果をもとに、次回検査時期を提案する。

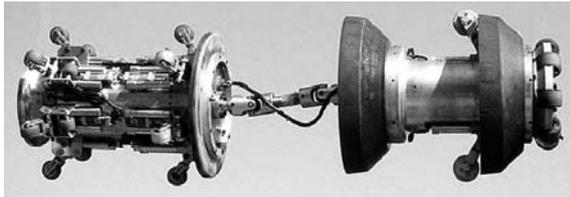


写真2 ジャイロピグ
Photo 2 Mapping pig

3. ジャイロピグによる三次元位置検査

3.1 ジャイロピグの概要

ジャイロピグは、液体パイプラインおよびガスパイプラインのどちらも検査可能である。ジャイロピグの例を**写真2**に示す。ジャイロピグは三次元ジャイロを搭載し、走行したパイプラインの三次元位置計測を行う²⁾。

3.2 ジャイロ検査結果内容

パイプラインの始点、終点および中間点でGPS測量(Global Positioning System)を行い、それぞれの絶対位置を計測する。このGPS絶対位置計測結果とジャイロピグで計測した相対位置計測結果を組み合わせてパイプライン全線の三次元位置を決定する。当社のジャイロピグの検査精度は、業界トップレベルである。

3.3 検査結果の活用

3.3.1 パイプラインの健全性の評価

当社で解析されたパイプラインの三次元位置から局部的なひずみ発生度合いを確認できる。ひずみが大きな値を示した場合には、FEMを用いた詳細解析を別途提案し、その原因の推定と健全性の評価を行う。

また、定期的に検査することにより、沈下、地震、地盤流動化などによるパイプラインの変位量の計測および健全性の評価が可能となる。

3.3.2 パイプラインメンテナンス支援

地理情報システム(Geographic information system)でジャイロピグで計測したパイプライン位置を表示することにより、敷設位置をわかりやすく表示する。

地理情報システムでパイプライン位置以外に、パイプライン情報(パイプデータ、バルブデータ、フィッティングデータ、溶接データなど)、検査ピグ結果情報(腐食データ、変形データなど)、メンテナンス情報(電気防食データ、沈下棒データ、塗覆装検査データなど)、掘削調査結果・補修履歴情報などをデータベース化して記録し、パイプラインメ



図2 パイプラインメンテナンス支援システム表示例
Fig. 2 Mapping data

ンテナンス支援システムを構築することができる。**図2**にパイプラインメンテナンス支援システムの表示例を示す。

また、パイプラインの変位場所・変位量、腐食の経年変化、電気防食電位・沈下棒・塗覆装損傷などのデータをデータベースとして蓄積することにより、経年変化を評価できる。

パイプラインメンテナンス支援システムにより、大量データの一元管理、大量データのビジュアル表示、イベント位置のピンポイント特定などが可能となる。

4. おわりに

JFEエンジニアリングの超音波ピグおよびジャイロピグの概要とその検査結果の活用方法について紹介した。検査ピグによるパイプラインの検査診断技術は徐々に拡大し、定着した技術となってきている。

今後は、検査ピグの適用が難しいラインへの展開に向けた技術開発、腐食検査、三次元位置検査およびパイプライン諸データを統合し評価する健全性評価技術の高度化を進め、パイプラインの維持管理に貢献していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 近藤宗孝ほか. 石油パイプライン検査診断技術. JFE 技報. 2006, no. 11, p. 34-38.
- 2) 近藤宗孝. パイプライン検査診断技術. 配管技術. 2005-12, vol. 47, no. 14, p. 36-40.

〈問い合わせ先〉

JFE エンジニアリング パイプライン事業部パイプライン部流送設計室
TEL : 045-505-7662 FAX : 045-505-7621