

# 配管検査ロボット Pipe Explorer の紹介

## Introduction to the Pipe Inspection Robot, Pipe Explorer

### ① はじめに

パイプラインにとって安全性の確保は重要な課題であり、その健全性を調査するために様々な技術が用いられています。ここではその技術の一つとして当社が日本国内への導入を進める配管検査ロボット Pipe Explorer(Intero Integrity Services 社保有ロボット)を紹介します。

### ② パイプライン調査方法について

#### 2.1 従来のパイプライン調査方法

地下に埋設されたパイプラインの健全性を確認するための方法としては、掘削によりパイプラインを露出させ管外面から超音波や X 線等により内外面の状態を確認する方法が挙げられます。しかし、この方法は調査範囲が掘削箇所に限定されること、河川下などに敷設されたアクセスできない箇所は外面から検査できないなど、全線の状態を把握できません。

これらの課題を補う方法として、管内に挿入した検査装置により、管の内面からパイプラインの健全性を確認するインライン検査(以下 ILI)が用いられています。ILI の代表的な装置である検査ピグは、パイプラインを流れる流体の差圧を利用して管内を移動し、パイプライン全線にわたって健全性を確認できます。

#### 2.2 検査ピグの制約

パイプライン全線を一度で検査できる有効な装置である検査ピグですが、適用には以下の様な制約があります。

##### ① 運用圧力

パイプライン内を安定的に移動させるために、一般的には 2MPa 程度以上の運用圧力が必要です。

##### ② 専用の発進・回収設備

パイプラインに検査ピグを挿入／回収するための専用設備が必要です。

##### ③ パイプラインの線形

パイプラインの分岐部や曲管の曲率、曲管が近接するような複雑な線形等に対する制約があります。

### ③ Pipe Explorer の紹介

#### 3.1 Pipe Explorer の概要

当社が日本国内への導入を進める配管検査ロボット Pipe Explorer は、検査ピグが適用できないパイプラインに対しても ILI を適用する目的で開発された自走式検査ロボットです。管内を自走できるため、管を流れる流体の差圧を必要とせず、5MPa 以下の圧力であれば、低圧、大気圧下でも検査可能です。また、自走できるため、管内への挿入／回収のための設備は検査ピグ用のものと比べて簡便な装置構成であり、分岐部や切断箇所からも挿入／回収可能です。(図1<sup>1)</sup>、2<sup>1)</sup>)また、ロボットにある複数の関節を動かすことで検査ピグに比べて、より複雑な線形も通過することができます。

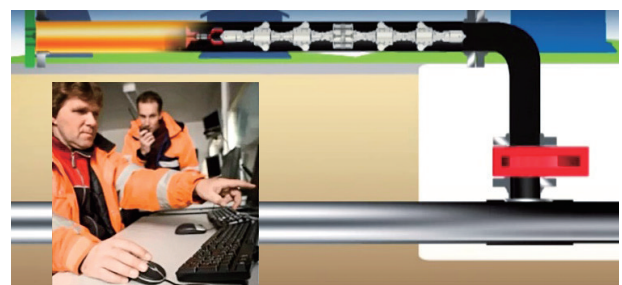


図1 Pipe Explorer 検査発進設備の一例



図2 Pipe Explorer の管内挿入の様子

### 3.2 Pipe Explorer 検査について

Pipe Explorer には MFL(漏洩磁束)センサ, 円形照射レーザ, カメラが搭載されており, 1度の検査走行で以下の検査・確認を実施します(図3<sup>2)</sup>)。

- ① 腐食減肉検査
- ② 管断面変形検査
- ③ カメラによる管内面確認

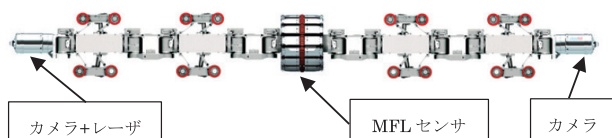


図3 Pipe Explorer

#### ① 腐食減肉検査

ロボットの中央部に搭載された MFL(漏洩磁束)センサを用いることでパイプラインに生じている減肉を検知可能です。

MFL センサは図4に示すように, 管を磁化させることで, 健全部と減肉部で漏れ出す磁束の量に違いが生じることを利用して減肉が生じている位置やその大きさを検査することができます。

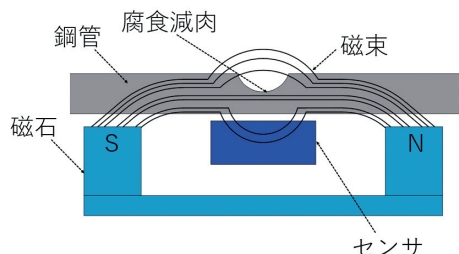


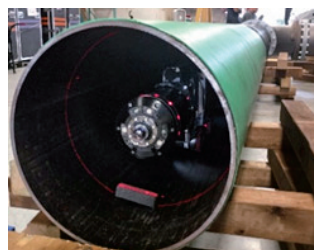
図4 MFL の検知原理イメージ

Pipe Explorer は, 標準的な検査ピグと同等の減肉検出性能を有しています。減肉の大きさにより精度に多少の違いはありますが, 管軸方向30mm×管周方向30mm 以上の減肉の場合, 管厚の10%以上の

減肉を検知することができます。

#### ② 管断面変形検査

ロボットの前面に搭載された円レーザにより管に生じる断面変形を検知することができます(図5, 図6<sup>1)</sup>)。これにより, 地盤の変位や建機などから受けた損傷によるパイプラインの断面変形の位置や大きさを検査することができます。



© 2025 Intero Integrity Services

図5 円レーザ(管内へのレーザ照射の様子)

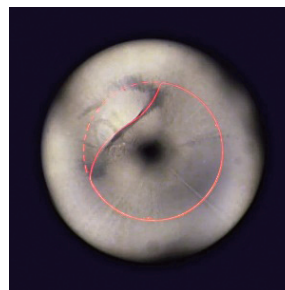
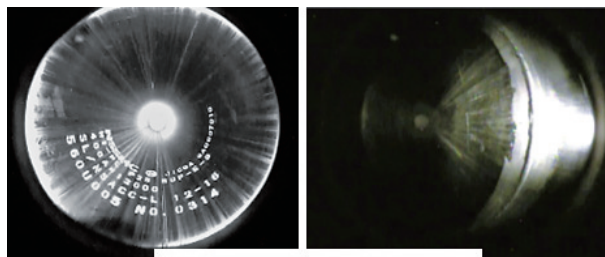


図6 円レーザ(Explorer 搭載カメラがレーザを捉えるイメージ)

#### ③ カメラによる管内面確認

ロボットの前後に搭載されたカメラにより管内面画像を記録します。また管内面画像はリアルタイムで確認可能です。図7のように, ステンシルや裏波を確認できる鮮明な画像が得られます。これにより, 管内の異常有無を確認することができます。



© 2022 Intero Integrity Services

図7 管内面画像

### 3.3 Pipe Explorer の特徴

Pipe Explorer の特徴は以下の通りです。

#### ① バッテリー自走式

バッテリーを搭載しておりケーブル不要で管内を自走することができます。また Pipe Explorer の各ユニット上下に搭載されたホイールが管内壁に押し付けられる様に拡がることで鉛直配管部であっても自重を支えることができ、安定した走行が可能です。

#### ② 通過性能

検査ピグが通過できない様な複雑な線形を通過することができます。Pipe Explorer の通過性能を表す具体例を以下に示します。

- ・ Pipe Explorer は自走できるため、分岐部を任意の方向に通過可能です。検査ピグは T 字管内部にバーを設けて移動方向を制限する必要があります。
- ・ Pipe Explorer は複数の口径を有するパイプラインを通過することができます。(検査は1回の走行につき、1つの口径のみとなります。)
- ・ 曲管同士が接続された S 字曲管の通過が可能です(図8)。



図8 S 字曲管

## 4 おわりに

当社は Pipe Explorer の国内導入にあたり性能確認試験を実施し、日本国内適用に十分な性能を有していることを確認しました。2022年に国内初の Pipe Explorer による管内検査を実施して以降、2024年時点で計5件の国内検査実績を有してお

ります。今後も更なる実績を積み上げ、国内パイプラインの維持管理に貢献します。

出典

- 1) Intero Integrity Services.. <https://www.intero-integrity.com/services/unpiggable-mfl-robotic-inline-inspection>, (参照2024-12-06)
- 2) Intero Integrity Services.. [https://www.intero-integrity.com/downloads/Pipe\\_Explorer\\_specifications\\_Jan2022.pdf](https://www.intero-integrity.com/downloads/Pipe_Explorer_specifications_Jan2022.pdf) (参照2023-11-13)

お問い合わせ先

日鉄パイプライン&エンジニアリング株式会社  
技術本部 技術総括部

TEL (03)6865-6800