

## 配管内カメラロボット OMNIVS (オムニビジョン)

## Television Camera Robot for Pipeline Inspection

## 1. はじめに

管内カメラロボット OMNIVS (略称：オムニビジョン) は 1988 年度から開発期間約 3 年間でパイプサイズ 150A ~ 900A (φ 150 mm ~ φ 900 mm) まで適用できるラインアップを完成させ、現在まで 45 件の配管内調査工事を行ってきた。開発当時は、パイプラインや配管が建設後の経年劣化により操業の安全性に問題がないかを調査、診断できる技術が求められていた。JFE エンジニアリンググループはパイプラインのエンジニアリング、施工技術のトップメーカーとして、長距離のラインはインテリジェントピグ、短距離のラインを管内カメラ技術でお客様に応える戦略で市場へ参入してきた。

以下、管内カメラロボットの製品・技術を紹介する。

## 2. オムニビジョン紹介

## 2.1 オムニビジョンの概要

オムニビジョンは、テレビカメラを搭載したロボットをパイプライン内を走行させ、管内面を観察するだけでなく腐食などのきずの大きさ、深さの寸法測定、板厚測定および配管のプロフィール調査、回収機能を付加して管内の異物を回収できる多用途なシステムである。

## 2.2 システムの構成

システムの構成は、パイプ内を走行するロボット部とこれを地上から遠隔で操作する制御部から構成されている。

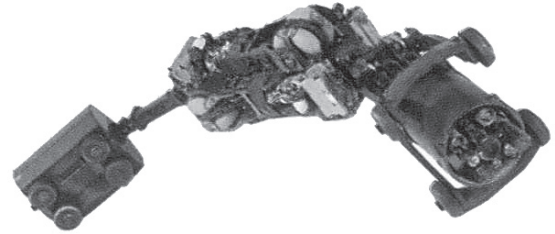


写真1 ロボット部全景「OMNIVS-150」

Photo 1 Shape of robot "OMNIVS-150"

写真1にロボット部の全景「OMNIVS-150」を示す。

## 2.3 システムのラインアップ

オムニビジョンは 150 A ~ 900 A までのパイプに適用するためにロボット部を 5 台設備し、制御部は全てに共通で使用する。パイプサイズが小さくなると、ロボットの走行駆動力が小さくなり調査可能長さが短くなる。表 1 にラインアップと主な仕様を示す。

## 2.4 管内走行技術

管内の走行は樽型ローラーを有する特殊な車輪オムニホイール(写真2の白色の車輪)を管内壁にエア圧力で押し付けて、電動モータにより前進、後進を行う。この走行方式はJFE エンジニアリング独自の技術で、エルボなどの管路曲がり部の通過性能を飛躍的に向上させ、ケーブルを牽引しながら管内を走行するロボットでは、国内有数の走行可能距離を誇っている。

表1 ラインアップと主な仕様

Table 1 Line-up and specifications

項目	OMNIVS-150		OMNIVS-300	OMNIVS-450	OMNIVS-600
適用管径 (A)	150	200/250	300/350	400 ~ 500	600 ~ 900
走行可能距離 (m)	200	200	400	400	400
走行駆動力 (N)	1 000	2 000	3 000	3 200	5 500
走行速度 (m/min)	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0
曲管通過性	1.5DR, 90°, エルボ通過				
垂直走行	可能				
凹凸測定	レーザによる光切断法				
寸法, 重量 (ロボット部)	800 mm, 10 kg	1 000 mm, 20 kg	1 200 mm, 40 kg	1 650 mm, 75 kg	1 800 mm, 150 kg
オプション機能	回収			板厚測定	研磨

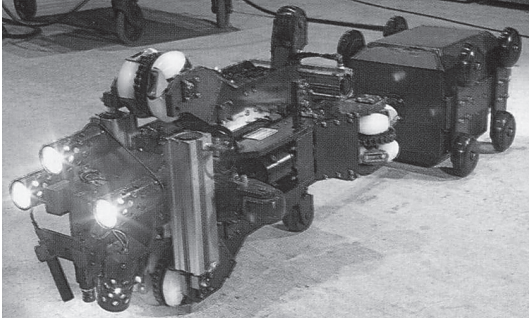


写真2 ロボット部全景「OMNIVS-600」  
Photo 2 Shape of robot "OMNIVS-600"

実際の走行可能距離は、調査対象管路の形状によって異なり、事前に管路形状情報からケーブルの抵抗力を計算して走行可能距離を求めている。

### 2.5 寸法計測

オムニビジョンは管内の腐食やきず、異物などの寸法を精度良く測定できる。特に、管表面の凹凸はレーザを用いた光切断法で測定する。光切断法の原理は、**図1**に示すように段差の表面にレーザスリット光を斜めから照射すると、CCD (charge coupled device) カメラの画像ではスリット光にズレが生じる。このズレを測定して段差を計算で求める。

$$d = \frac{L}{\tan\theta} \times \alpha$$

$d$ : 段差,  $L$ : スリット光のズレ,  $\theta$ : CCD カメラとレーザ光のなす角,  $\alpha$ : 幾何学的補正係数

実際は画像上のスリット光にカーソルを合わせて段差を自動計算してモニター上に表示させる。段差の測定精度は、

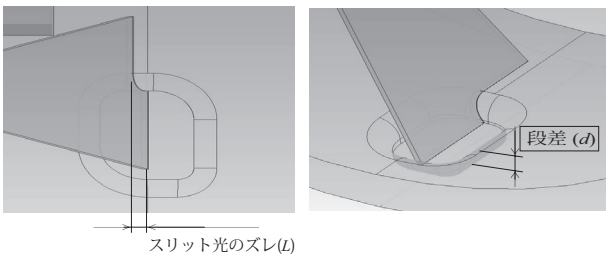
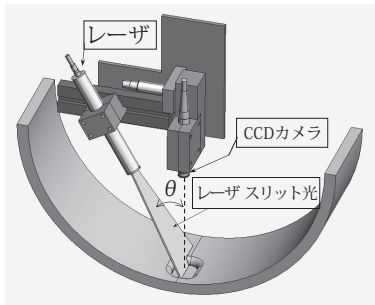


図1 光切断法の配置  
Fig. 1 Light section method

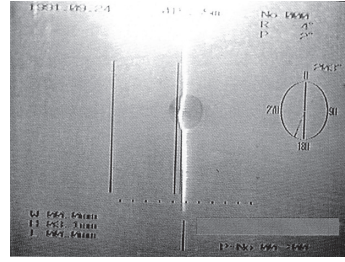


写真3 凹みの画像例  
Photo 3 Sample of concavity

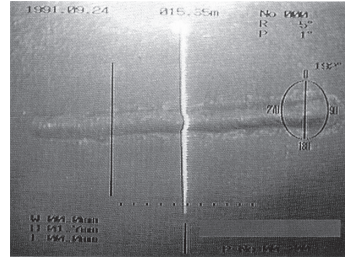


写真4 凸部の画像例  
Photo 4 Sample of convex

最小識別段差 0.7 mm, 測定誤差 ± 0.5 mm である。**図3, 4**に凹凸部の画像例を示す。

### 2.6 オプション機能

オムニビジョンは管内の状況を観察するのみでなく、表1に示すオプション機能を有している。パイプラインの板厚を超音波で測定、管内の異物を回収、管表面をブラシで研磨・清掃することが一部の機種で可能になっている。**写真5**に板

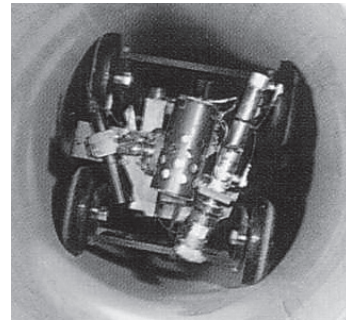


写真5 板厚測定機能 (450)  
Photo 5 Thickness measurement by ultra sonic testing



写真6 異物回収機能 (150)  
Photo 6 Manipulator for removal of foreign substance

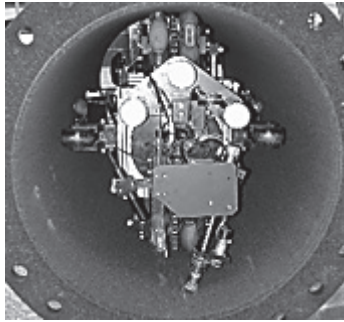


写真7 研磨機能 (600)

Photo 7 Brushing by power brush

厚測定, 写真6に異物回収, 写真7に研磨機能状況を示す。

### 3. 調査工事例

本ロボットは現在まで45件の施工実績がある。導入当初の1990年代は、石油を輸送する海底配管の内面腐食調査が、主な用途であった。これは、経年劣化や自然環境への影響を考慮したものであり、その後は、ガス、水道導管の保全や緊急調査などが主な用途に変化している。特殊な調査として、ロボットに搭載された姿勢センサの情報から配管のブ

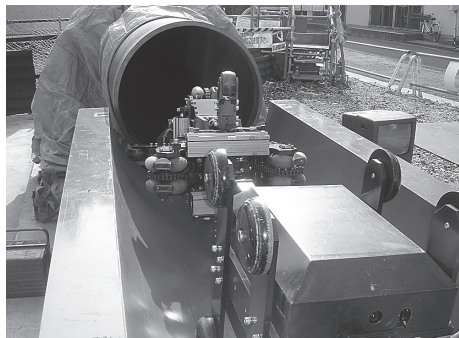


写真8 ロボット挿入状況

Photo 8 Traveling start

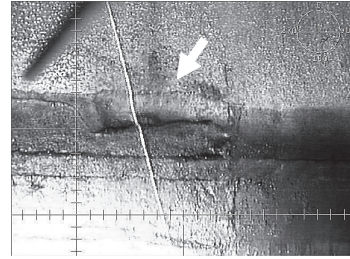


写真9 内面腐食例

Photo 9 Sample of corrosion

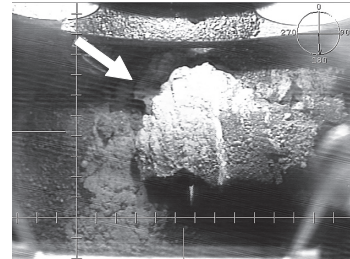


写真10 管内堆積物例

Photo 10 Sample of foreign substance

ロフィール調査を行ったこともある。写真8にロボットの挿入状況, 写真9に内面腐食の例, 写真10に管内堆積物残渣例を示す。

### 4. おわりに

オムニビジョンシステムは、開発・導入から20年以上お客様の要求に応えるべく、装置の維持と正確な調査工事を遂行してきた。近年は、お客様の設備トラブルによる緊急出動要請も増えてきている。設備運用の安全・安心を提供するツールとして今後も活躍できるように努めていきたい。

#### 〈問い合わせ先〉

JFE エンジニアリング ガス導管部工事計画室  
TEL : 045-505-7217 FAX : 045-505-7221