

**【質問】 管路内の調査・診断方法について教えてください。**

パイプラインの管路内面の状態を調査したい場合、実際に管路内に入って目視で確認する方法が確実かと思いますが、管路内の水を抜いたり、通気性を確保して安全に実施する必要があります。管路内の様子を推測できる簡易な方法があればご教示下さい。

関東農政局 両総農業水利事業所 小野寺敬子 様

**■お答えします。(施設資源部長 毛利栄征)**

農業用のパイプラインはおおよそ 12,000km 埋設されておりますが、用水の安定供給を維持する上で、適切な構造機能を維持するためにそのメンテナンスは重要な事項です。

パイプラインの標準的な耐用年数は 40 年を見込んでおりますが、水源地から末端までのパイプラインを構成するバルブなどの付帯構造物、さらにはパイプ本体の材料的な耐久性、止水ゴムの耐久性を考えると、適時適切な維持管理が必要です。

このことを考えると、ご質問者が既に想定されているように通常の供用状態に何ら支障を及ぼすことなく、あるいは最小限の処置でパイプラインの状態を確認できれば、長期供用中の施設の診断・メンテナンススケジュールを組み立てることも可能になりそうです。

老朽化の進んでいるパイプラインが多く、トラブルの報告が相次ぐ中、時機を得たご質問を頂戴いたしました。

さて、パイプラインの維持管理を進める上で、管の状態を正確に把握することがまず重要ですが、調査の方法としてパイプラインの地表面踏査と管内調査が挙げられます。地表面調査は、パイプそのものの状態を直接診断するものではありませんが、漏水の有無や地形の変化、施工時から現状までの地形変化、土被り変化などのパイプに構造的な変化を及ぼす要因の有無を確認することができます。特に、地表面の利用形態が変化し、土被りが大きくなった場合などは、パイプの変形が大きくなり、安全性低下につながるため要注意です。

管内調査ですが、様々な方法が考案されロボットや装置が実用化されています。様々な調査手法と機器は、それぞれに計測精度や汎用性、適用口径、得られるデータ（直径の変化量、断面形状、不陸量）も異なるとともに、診断できるパイプの種類も選定時の重要な項目となります。パイプの状態を判断して概査から照査へと段階的に診断レベルを高めることが基本ですので、維持管理の様々な段階での判断に必要なデータとその精度を整理して、機種選定を行うことが重要です。

一般に、パイプの健全度を正確に診断するためには、照査を実施することが不可欠ですが、残念ながらロボットで実施できる域にはないと思われれます。ただし、以下の項目が正確に

計測できれば、概査から進んだ診断ができますので維持管理としては十分だと思われます。

- ① パイプの断面形状やたわみ量（できれば連続的計測）
- ② パイプの継ぎ手部の間隔
- ③ パイプラインの不陸
- ④ 亀裂の有無

## 1. 管内面状況調査

下水道分野で実績のある手法として、テレビカメラによる管内調査は、管径 200mm～4000mm まで対応できる技術が開発されています。中には水中での撮影も可能で、管内全周をモニターして、ひび割れや継ぎ手部の開きを確認し記録できるものがあります。また、カメラを搭載している走行機に傾斜計を設置して、管のたるみ（沈下と浮上による不陸）を計測するものも開発されています。ただし、水中での撮影は、水の濁りや管内の空気だまりの影響で不鮮明になり、亀裂を見逃す可能性も高くあくまで概査としての位置付けになります。残念ながら装置を管内に挿入するために、弁室などの施設が不可欠になりますので、用水のパイプラインでは供用中の調査は、できそうにありません。

## 2. たわみ量調査

先の管内面調査機によって鉛直たわみ量を計測することも可能ですが、最近では上下左右に加えて斜め方向の全 4 方向の直径を直接計測する技術が開発されています。連続的にパイプの直径を計測することができるため、一本のパイプの中での変化を確認することができ、不同沈下によるパイプ本体の曲げや管に異物が接触したことによる局所的な変形などを見分けることができる場合もあります。計測精度は 2mm 程度とされていますが、小口径のパイプのたわみ量計測としては、十分ではありません。せめて 0.1mm オーダーの計測が望まれます。

レーザー光線を利用した測距システムによるパイプの断面形状測定システムも様々な機器が開発されていますが、機器本体から管の内面までの距離を計測してパイプの断面形状を算出するものがあります。比較的大きなパイプに適用されます。レーザー光を用いた距離計測の精度は、1mm 以上といわれていますので、口径によっては必要な精度の確認を行わなければなりません。

レーザー光線を 360 度のリング状に管内面に照射して、その照射リングを CCD カメラによって撮影し、画像解析手法を用いてパイプ断面形状を算出する手法もあります。この手法は、パイプの状態を輪切りにして確認するものですが、多くの撮影をすることによってパイプラインの路線方向の沈下や浮上などの状況も確認することが可能です。特に小口径のパイプラインに適用されつつあります。変形量の算出精度は、画像処理の適否に大きく左右されますが、1mm 以上とされています。

たわみ両調査は、供用中の調査はできません。

以上のような、調査技術とその精度は管内の状況に大きく影響されますので、何を目的とした調査を実施するのか、必要な精度はどの程度かを整理して調査方法と機種を選定することが重要です。調査に与える影響としては、以下のような事項があります。

- ① 管内水の有無
- ② 土砂堆積の有無（ロボットの走行に影響）
- ③ 蛇行、曲がり管の有無（ロボットの走行に影響）
- ④ 管内面の汚れの有無（亀裂の判断に影響）

管の健全度を調査する方法として、非破壊検査方法である衝撃弾性波検査法を使用して測定するシステムも開発されています。テレビカメラも搭載したロボットで、パイプ一本ごとの亀裂の状態を診断するものです。この手法は、空虚時の調査として用いられます。

パイプラインの健全度を診断する方法として、漏水の有無も重要です。

漏水診断技術については、メルマガ 2010 年 8 月号に掲載しておりますので参考にいただければ幸いです。漏水探査手法には、供用中のまま診断が可能な技術も開発されております。管路内部からの調査・探査・診断技術については、参考図書 1)を見ていただければ、現状の技術を一望できると思います。

#### 参考図書

- 1) 管路内部からの調査・探査・診断技術、ノー・ディグ・トゥデイ、日本非開削技術協会誌、No.67,2009.04