

## 水中型センサーシステムを用いた漏水調査の有効性

帯広開発建設部 農業計画課 ○稲本 晃  
大友 淳也  
金田 敏和

パイプラインの機能診断は、現地踏査や水張試験等により漏水箇所を調査しているが、地形条件や作物等の被覆により漏水箇所の特定に苦慮している。以前より通水を停止せずに実施する数々の漏水位置特定技術の検証が全国的に行われてきたが、管種・管径・静水圧・センサー間隔・周辺の騒音の影響等の諸条件下における検知性能の一般的な傾向がつかめていない。本報告では、小口径パイプラインで取水期間中（かんがい期間中）の調査が可能な手法に着目し、ストックマネジメント技術高度化事業で実施した水中型センサーシステムを用いた漏水位置特定診断技術に関する調査内容、調査結果、有効性を報告する。

キーワード：高分子ピエゾ漏水検知システム、長寿命化、機能診断

### 1. はじめに

十勝地域において国営事業で造成された末端支配面積100ha以上の畑地かんがいパイプラインは、11地区で323条、延長約1,443km造成されており、この大半が小口径パイプライン（φ300以下が約60%）となっている。口径φ300以下で管種別の割合で見ると、DCIP管の約60%に続き、樹脂性（塩ビ管、PE管）が36%となっている。造成から20年以上経過した施設も多く、漏水の疑いがあった場合、開削を繰り返して位置を特定する等漏水位置の特定に苦慮している状況である。

また、パイプラインの機能診断における漏水調査においても、取水を制限してのFPでの24時間漏水量の把握は施設管理者及び関係農家との調整に苦慮している状況となっており、かんがい期間中において簡易に計測できる手法が求められている。

今回実施する漏水位置特定診断技術の適用性が確認された場合、小口径パイプライン機能診断時の現地調査（漏水調査）へ活用することで、営農作業に支障のない漏水調査が可能のほか、漏水が疑われる路線においては、漏水位置を概定することによって、突発事故防止に役立つことが期待され、施設管理者においても適切な施設管理ができることが考えられる。

本報告では、今回実施した漏水位置特定診断技術の調査内容、調査結果、有効性を報告する。

### 2. 対象施設の概要

国営かんがい排水事業札内川第二地区（図-1）（以下、「本地区」という。）は、北海道十勝総合

振興局管内南部に位置し、帯広市、中札内村、更別村及び幕別町の畑作、酪農主体の農業地帯である。本地区では土壌水分の不足や、春期の強い季節風による風食被害、夏期の干ばつ被害を解消するため、札内川ダムを水源とする受益面積9,640haの畑地かんがいを行う地区である。



図-1 札内川第二地区位置図

### 3. 漏水位置特定診断技術の概要

水中型センサーシステム（高分子ピエゾ漏水検知システム）は漏水点を挟む2点にセンサーを置き、漏水により発生する振動をセンサーでキャッチし、解析することで漏水の有無と場所の推定を行うものである（図-2）。従来型は配管外部にセンサーを設置する管外型センサーで実施されていたが、検証を実施した手法は、調査精度をより向上させるために開発された水中型センサーを使用することに特長がある。



図-2 水中型センサー設置概要図

表-1 センサー設置間隔一覧表（メーカー推奨値）

推奨するセンサー設置間隔(水中型)

		铸铁管・鋼管・石綿管				塩ビ管・PE管	
		~φ100	~φ200	~φ450	φ500~	~φ75	φ100~
センサー 間隔	~ 50m	○	○	○	○	○	○
	~100m	○	○	○		○	
	~200m	○	○				
	~300m	○					
	~400m						
	400m~						

○は、メーカーが推奨する間隔

1) 水中型センサーシステムの特長

図-3に調査に用いた水中型漏水検知機器を示す。なお、水中型センサーシステムの特長は以下のとおりである。

- ①センサー感度が管外型より高いため幅広い管種に対応出来、従来難しいとされていた樹脂管や、中口径管路に対応できる。
- ②空気弁本体または水圧計取付けのための補修弁へ水中型センサーを図-4のようにフランジ接続するだけで、大掛かりな工事が不要になり附帯施設から容易に調査可能となる。
- ③振動の数値データを基に、定量的に評価が可能である。
- ④騒音等の影響が少ないため、昼間、幹線道路の傍でも漏水音を識別でき調査環境を選ばない。
- ⑤事前に管路長を把握することで分岐や曲りがあっても問題なく調査が可能である。



図-3 水中型漏水検知機器

3) 漏水検知方法の概要

漏水検知方法は、測定した管路の振動データを基に、解析による漏水測定の確認を行う。まず、測定した振動データに対し、ノイズ除去、漏水パターンとの照らし合わせ等の解析を自動で行い、図-5のグラフを算出する。縦軸は漏水発生の可能性の高さを示し、横軸はセンサーからの距離を示している。図-5ではDCIP管(口径200mm、配管長210m)の漏水事例であり、センサーから17m地点と120m地点で漏水があると推定される。17m地点の漏水は検知レベルが19を示し、漏水の疑いが大きいと診断される。120m地点の漏水は検知レベルが5を示し漏水の可能性があると診断される。

判定A 漏水の可能性が高い  
判定B 漏水の可能性はある

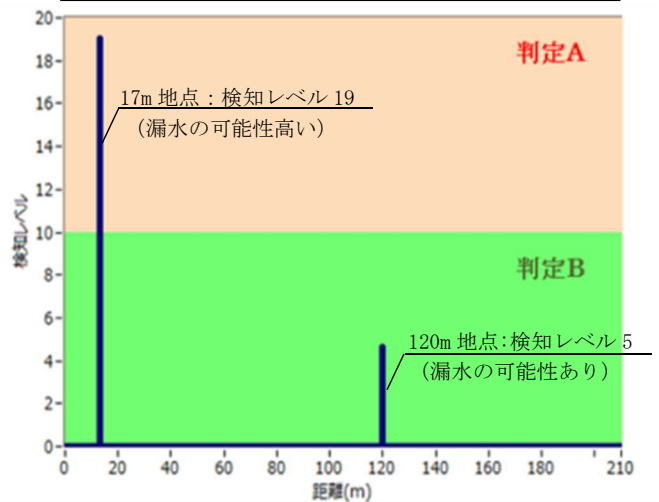


図-5 漏水検知イメージ図



図-4 水中型センサー取付例

2) 水中型センサーの適用範囲

水中型センサーの適用範囲は表-1の通りであり、センサー間隔が200mを超える範囲については実績がない状況である。

4. 漏水調査計測範囲

計測範囲及び管種については、メーカー推奨値内の調査及びメーカー推奨値以上の延長として、表-2, 3の通り選定した。

調査は、調査区間起終点それぞれの空気弁の補修

弁にフランジ接続により水中型センサーを設置し（図-6）、調査区間内の排泥弁を開けることで疑似漏水を発生させ実施した（図-7）。

表-2 漏水調査計測範囲一覧表

No	路線名称	起点～疑似漏水(m)	終点～疑似漏水(m)	調査延長(m)	管種	管径	備考
1	上更別第5号配水幹線用水路	70.00	127.24	197.24	DCIP	φ100	
2	勢雄第5号配水幹線用水路	26.35	37.72	64.07	DCIP	φ150	
3	更生第6号配水幹線用水路	268.61	85.02	353.63	DCIP	φ200	
4	更生第1号配水幹線用水路	3.77	86.88	90.65	DCIP	φ450	
5	上更別第15号配水幹線用水路	129.87	16.14	146.01	DCIP	φ300	
6	勢雄第8号配水幹線用水路	591.00	12.98	603.98	DCIP	φ100	一部PE
7	勢雄第8号配水幹線用水路	31.85	12.98	44.83	DCIP	φ100	一部PE

表-3 漏水調査計測範囲一覧表

		铸铁管・鋼管・石綿管				塩ビ管・PE管	
		～φ100	～φ200	～φ450	φ500～	～φ75	φ100～
センサー 間隔 (調査延長)	～50m	No. 7					
	～100m		No. 2	No. 4			
	～200m	No. 1		No. 5			
	～300m						
	～400m		No. 3				
	400m～	No. 6					

※着色セルはメーカーが推奨する間隔



図-6 空気弁への水中型センサー設置状況



図-7 データ解析状況

## 5. 診断技術検証調査結果

水中型センサーシステムで調査を行った結果について、表-4に示す。表-4のうち、通信可否は調査区間起終点の両センサーとの無線によるデータ通信の可否、検知可否は図-4に示す検知画面に漏水が検知されたかを示す。

調査結果については、調査延長200m以下で、検知が可能となるとともに、疑似漏水箇所付近において漏水の可能性が高いことを示す検知レベル20を示す結果となった。NO.5の調査地点においては、メーカー推奨値の範囲を外れた範囲であるがメーカー推奨範囲内と同等の結果を確認した。ただし、調査延長が長い区間においては通信が出来たとしても、疑似漏水の検知が不可、通信、検知ともに不可となった区間もあった。

表-4 調査結果一覧表

No	路線名称	調査延長	調査可否		解析結果		
			通信可否	検知可否	検知レベル(0-20)	起点からの距離(m)	距離誤差(m)
1	上更別第5号配水幹線用水路	197.24	○	○	20	63.65	6.35
2	勢雄第5号配水幹線用水路	64.07	○	○	20	21.98	4.37
3	更生第6号配水幹線用水路	353.63	○	×	0		
4	更生第1号配水幹線用水路	90.65	○	○	20	9.92	6.15
5	上更別第15号配水幹線用水路	146.01	○	○	20	135.09	5.22
6	勢雄第8号配水幹線用水路	603.98	×	×			
7	勢雄第8号配水幹線用水路	44.83	○	○	20	31.45	0.4

今回の調査で確認された新たな問題点として、検知レベル20で検知された箇所においても、図上での疑似漏水位置の距離と、センサーの示す漏水位置の点間距離に差異が生じていた。図-8はNO.5地点の調査結果であるが、図上の漏水箇所と調査結果に5.22mの距離誤差が生じる結果となった。原因としては、



平面距離と実距離の差などが挙げられるが、本調査では明確な原因を特定できない結果となった。

謝辞：本調査を行うにあたって、調査の協力、資料等の提供をいただいた関係者の皆様に対して、紙面を借りて深く感謝致します。

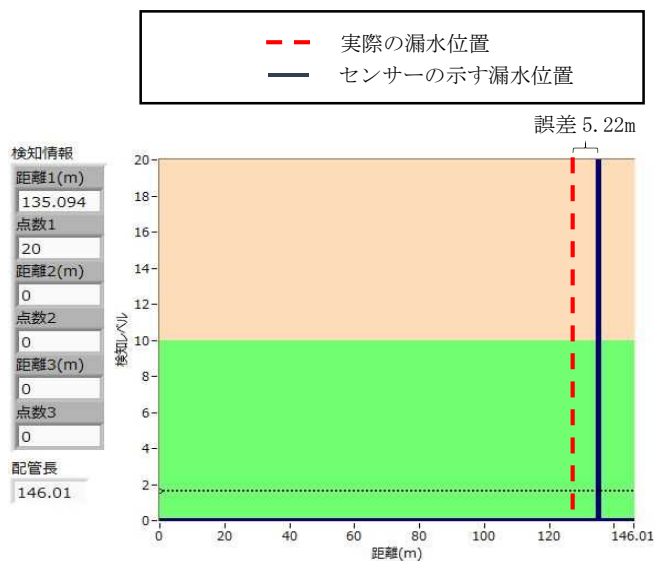


図-8 漏水検知例 (No. 5)

## 参考文献

- 1) 農業水利施設の機能保全の手引き「パイプライン」, 農林水産省
- 2) 高分子ピエゾ漏水検知システムカタログ, 積水化学工業(株)

## 6. まとめ

本地区で実施した漏水位置特定診断技術は、今後、農業用水路での機能診断調査において、有効な技術であることが確認できたと思料する。しかし、実際の疑似漏水箇所と図上での延長に前後6m程度の差異が生じているため、この調査方法で機能診断をして漏水の疑いが出た場合、範囲の絞り込みの後は、従来通りの開削、音調確認等での調査が必要であると考えられる。

今後の課題としては、延長誤差を少なくするために、農業用水路の様々な条件下での調査データ蓄積、解析が必要であると考えられる。

今回の調査は、資格等を必要としない「特定小電力無線」を使用し調査を行ったため、600m程度の区間においては無線通信が不可という結果になった。調査路線によっては、空気弁の間隔が400m以上となる場合も考えられることから、今後、400m以上の区間の調査を行う際には、中継機械の開発、低周波帯の申請、免許を所有する専門技術者が必要となることが考えられる。

したがって、農業用水路で今後活用していくためには、調査区間延長が大きい場合での精度向上を図るためにも調査機器の更なる向上、調査データの蓄積が必要と考えられる。さらに施設管理者が今後活用する場合には、専門技術者の養成などを行っていく必要があると考えられる。

