

農業用パイプラインの漏水位置特定手法の 適用性評価について

森岡 大介

近畿農政局 南近畿土地改良調査管理事務所 調査計画課

(〒638-0821奈良県吉野郡大淀町下淵388-1)

農業用パイプラインの漏水位置特定手法の適用性評価を行うため、奈良県の五条吉野地区において、トレーサーガス調査、多点相関法等の漏水調査を実施し、適用性評価を行った。

キーワード 漏水調査、トレーサーガス調査法、多点相関法

1. はじめに

過年度より農業用パイプラインの漏水調査は、各種手法の漏水位置特定技術により検証が行われてきたが、埋設場所や管種等、各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のが現状である。漏水反応までは確認されるものの、試掘が行われていないため、調査結果の正当性が検証できていないことが考えられる。また、管路の漏水位置特定に影響を与える要因が多く、かつこれらが複合的に影響しているという難しさがあるため、一般的な傾向を明らかにするにはデータ不足の状況である。

漏水の発生管路において各種の漏水位置特定調査により、漏水位置を特定した後、試掘により漏水位置の確認を行い、各種調査手法の適用性を評価し、今後の調査技術の基礎資料の蓄積を行っている。本報告では五条吉野地区で行った漏水位置特定調査について適用性評価の調査計画選定から調査実施結果までを報告する。

2. 地区の概要と課題

本地区は奈良県の南西部に位置し、吉野川沿岸に展開する五條市、吉野郡下市町にまたがる受益面積1,594haの果樹を主体とした農業地域である。本地区の農業用水は、国営五条吉野土地改良事業（S49～H13）により造成した一の木ダムを水源とし、揚水機及び用水路を經由して各ほ場へ配水されている。なお、土地改良施設については、平成5年度～平成13年度にかけて建設された。

平成21年度に機能診断調査で水張試験を行ったところ、幹線用水路4-9号（写真-1）において漏水が確認されたため、漏水箇所を特定するため水圧試験及び音聴調査を実施したが、場所の特定には至らなかった。



写真-1 現場状況

3. 現場条件を踏まえた漏水調査手法の選定

本地区の4-9号幹線用水路はアスファルト又はコンクリート舗装下に埋設された小口径の塩ビ管（VPφ200～150）である。小口径の塩ビ管は振動が伝わりにくいため、上水や下水にて調査実績があり、小口径に適用できるトレーサーガス法を実施することとした。また、断水が出来ない場合の調査手法の検証として、振動測定法の中でも全国的に検証データが少なく、多点を同時に行うことで調査精度の高い多点相関法、最も安価で一般的な音聴調査、調査範囲を絞ることができる水張り試験を実施することとした（表-1）。

表-1 漏水調査手法

調査手法	メリット	デメリット	経済性	適用条件	当該地区への適用
水張試験	・特殊な機器を要せず安価	・調査時間を要する ・絞り込みはブロック単位となる	51千円/区間	不問	○ 実施する 本年度はブロック単位での絞り込みを実施
トレーサース調査法	・小口径向き ・漏水音が小さい、あるいは衝撃波が伝播しにくい管種でも対応可能	・比較的高価である ・雨天時は調査できない ・強風時は調査できない	1,608千円/区間	不問	○ 実施する
自律型管内漏水探知システム(スマートボール)	・断水できない箇所でも調査可能 ・調査が正確である ・現場適用条件の制約が比較的小さい	・管径φ200より小口径は適用範囲外 ・流速が遅すぎてスマートボールが流化せず、速すぎると精度が落ちる ・水压が低い場合検知出来ないことがある	19,527千円/区間 (23,056円/ｍ PC管φ2000)	口径φ200以上に適用	× 実施しない 管径φ200より小口径のため適用範囲外
地中レーダー法	・調査対象となる道路に損傷を与えない ・探索結果をリアルタイムで表示可能 ・収録データの再現性が高い	・漏水が少量の場合検知困難	手持式:156千円/区間 (184円/ｍ)	埋設深3.0m程度以内	△ 実施しない 漏水が少量の場合検知困難
相関法 (振動測定法・多点相関法)	・断水できない箇所でも調査可能 ・滲むような漏水向き(低周波帯) ・広域の診断が可能	・データ収集後解析に日数を要する ・樹脂管の場合、管の位置が特定できれば調査困難	746千円/区間	不問	○ 実施する 相関法の中で精度が高いが、検証データの蓄積が少ない。
相関法 (振動測定法・低周波)	・断水できない箇所でも調査可能 ・滲むような漏水向き(低周波帯)	・データ収集後解析に日数を要する ・樹脂管の場合、管の位置が特定できれば調査困難	116千円/区間 (29千円/1回)	不問	× 実施しない 多点相関法を実施することによる
相関法 (振動測定法・高周波)	・断水できない箇所でも調査可能 ・噴出するような漏水向き(高周波帯)	・ピンホール等の形状からの漏水に向けた調査であり、樹脂製管には不向き ・高周波は低周波に比べ減衰が大きいため、検知できる距離的な範囲が狭い。	不明	不問	× 実施しない ・ピンホール等の形状からの漏水に向けた調査であり、樹脂製管には不向き
相関法 (AE法)	・土振りの影響を受けない ・断水できない箇所でも調査可能 ・振動周波数の分解能が高く、調査精度が高い	・音聴法や相関法(低周波)に比べ高価 ・金属材料の亀裂等の検査に有効であり、樹脂製管には不向き	433千円/区間 (87千円/1回)	金属系材料の管路の漏水等に適用	× 実施しない ・金属材料の亀裂等の検査に有効であり、樹脂製管には不向き
音聴法	・比較的安価で手軽 ・断水できない箇所でも調査可能	・調査員の熟練度が要求される	136千円/区間 (160円/ｍ)	不問	○ 実施する

4. 水張試験（調査前）

はじめに、漏水区間を絞り込むことを目的とした水張試験を実施した。調査の結果、表-2に示すA～D区間（図-1）の漏水箇所候補から、B区間とD区間に調査範囲が絞られた。更に、新設制水弁を両区間の間に設置し水張試験を行った結果、漏水区間はD区間のみに絞ることができた。

水張試験は、漏水の有無及び漏水箇所の絞り込みを行うには有効な調査手法であると考えられる。ただし、仕切弁が確実に機能し、確実に止水されていることを確認することが重要である。

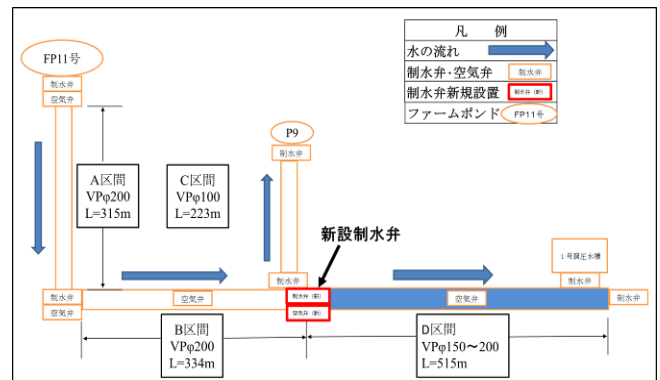


図-1 調査範囲

表-2 水張試験の結果

調査区間	判定
A、B、C、D区間 (H26年7月調査)	前回調査時と同様の調査結果であり、漏水が確認される。(約38m ³ /日)
A、B、D区間 (H26年7月調査)	上記試験と同様の調査結果であり、C区間における漏水の可能性は低い。(約33m ³ /日)
A区間のみ (H26年7月調査)	漏水は確認されず、A区間における漏水の可能性は低い。

5. 音聴調査

水張試験により特定されたD区間について、まず音聴調査（写真-2）を実施した。調査の結果、漏水箇所と思われる場所を1箇所（写真-3）概定できた。

音聴調査は安価で手軽に実施でき、埋設位置が概定できる雑音や交通量の少ない管路では、漏水箇所概定に有効な調査手法であると考えられる。



写真-2 音聴調査状況



写真-3 漏水箇所特定地点

6. トレーサーガス調査法

(1) 調査方法

トレーサーガス調査法（図-2）は、空気弁等よりトレーサーガス（水素5%+窒素95%の混合ガス）を注入し（写真-4）、漏水箇所から排出したガスを地表面で検知する方法である。まず、調査対象区間の管内水を排除し、上下流仕切弁、空気弁の補修弁の全閉を慎重に確認しガスを注入した。ガスの検知は、調査区間515mを2台のガス検知機（写真-5、6）を使用して、調査を行った。

(2) 調査結果

調査の結果、音聴調査とほぼ同じ位置（写真-7）で漏水箇所を概定できた。通常は埋設管路上のアスファルト舗装部での検知が想定されるが、調査結果では側溝側法面からより強い反応が見られた（写真-8）。これは漏れ出すガスが舗装部より未舗装部の隙間に透過しやすいことが要因と思われる。

トレーサーガス調査法は、少量のガスでも検知することができ、検知機の感度を調整することで漏水箇所の概定範囲を絞り込むことができるため、有効な調査手法と考えられる。



写真-4 ガス注入状況



写真-5 ガス検知状況①

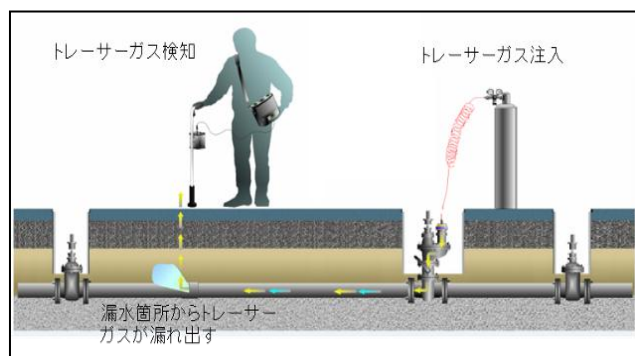


図-2 調査イメージ



写真-6 ガス検知状況②



写真-7 漏水特定箇所①



写真-8 漏水特定箇所②

7. 多点相関法

(1) 調査方法

多点相関法は、弁類や管類に複数のセンサーを設置し、同時に漏水に起因する振動波を測定・記録し、データ解析により漏水位置を特定する方法である（図-3）。

(2) 調査結果

本調査では、まず既設弁類等約150m間隔で調査を実施したが、センサー間での振動波を感知することができなかった。このことから、塩ビ管で擬似的に漏水を発生させて調査可能なセンサー間隔を調べたところ、調査可能範囲は約10mであった。漏水箇所を特定することが可能か判断するため、現在概定されている漏水箇所地点で約5m間隔に穿孔を行い、管に直接接触させた音聴棒にセンサーを設置し調査を実施した（写真-9、10）。調査は15分間隔に3回測定を実施し、異常な振動の判別を行った（写真-11）。本調査の結果、音聴法やトレーサーガス調査法と近い位置に漏水箇所と思われる場所を概定できた。

多点相関法は、小口径塩ビ管において調査可能範囲は10m以下であり、微量な漏水を探知する場合の設置距離は4.0m～5.0mが妥当であると考えられ、設置手間や、管の埋設位置が把握出来る管路である必要がある等の条件があり、困難な調査手法であった。



写真-9 センサー設置①



写真-10 センサー設置②

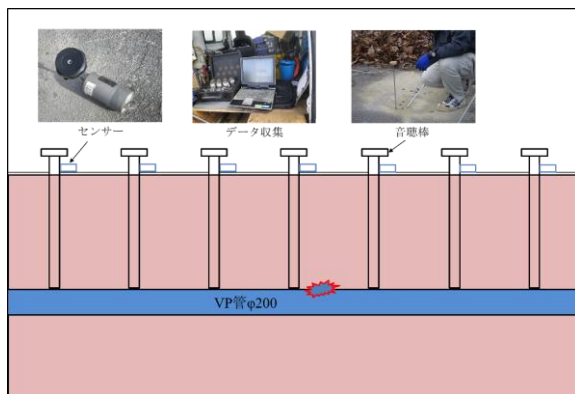


図-3 多点相関法イメージ図



写真-11 データ解析

8. 試掘調査

概定した漏水箇所について、調査結果の検証を行うため試掘を行った（写真-12）。その結果、管の継手部分に漏水箇所が発見され（写真-13）、調査手法の有効性の確認を行う事が出来た。なお、漏水箇所の補修後、再度水張り試験を行い、漏水が止まったことが確認できた。この結果により、本調査で漏水箇所の発見を全て行うことができたと考えられる。

9. 考察

本調査では、それぞれの調査において漏水箇所を特定することができた。

今回調査した現場条件においては、音聴調査は安価で手軽に行うことができ、漏水調査でまず実施できる非常に有効な調査手法と考えられる。

次に、トレーサーガス調査については、路面上でトレーサーガスが検知できるかという懸念があったが、本調査の条件であれば可能ということがわかった。音聴調査で漏水が発見できない小口径塩ビ管であれば、有効な調査手法と考えられる。ただし、路肩からのトレーサーガス検知の方が反応が強かったため、調査を行う場合はトレーサーガスの抜ける位置をあらかじめ想定することが

最後に、多点相関法については、塩ビ管では設置距離の間隔（4.0m～5.0m）が短く、本条件では有効な調査手法と言えないことがわかった。

10. おわりに

本調査では、それぞれの調査手法について検証を行うことができた。ただ、限られた条件の中での結果の蓄積であり、一般的な傾向を明らかにするには、やはりまだまだデータ不足な状況である。特に、本調査管路より微量な漏水に対して、トレーサーガス調査や音聴調査が適用できるか課題である。今後も漏水が疑われる場所があれば検証を行い、農業用パイプラインの漏水位置特定手法の確立ができるよう努めたい。



写真-12 試掘状況



写真-13 漏水箇所