

ストックマネジメント

現場レポート

スマートボール・システムによる管水路の漏水調査について

日野川用水土地改良区 管理課技師 小川 健一

1. はじめに

日野川用水土地改良区は、福井県のほぼ中央に位置し越前市、鯖江市、福井市、南越前町の3市1町5,610haを受益としており、施設の維持管理と負担金の償還事務を行っている土地改良区である。主な管理施設は、八乙女頭首工(写真-1)、松ヶ鼻頭首工、調整槽、分水工、水管理システム(写真-2)、幹線・支線パイプライン(写真-3)である。



写真-1 八乙女頭首工



写真-2 水管理システム



写真-3 幹線・支線パイプライン

2. 維持管理の問題点

施設の維持管理を行う中で特に大きな問題となっているのが、総延長約190kmにもおよぶパイプラインの漏水対応である。漏水発生管路のほとんどは支線パイプラインであり、発生頻度は毎年2箇所程度である。

また、発生の原因は軟弱な地盤による不等沈下や施工不良等が考えられる。

なお、漏水の補修については、用水の安定供給と道路交通等の安全を考慮し、緊急補修工事(写真-4)を行い、迅速な対応に努めている。



写真-4 開削工法による補修工事

3. パイプライン漏水の現状

空気弁の補修を行うために、L3 - 1 分水工から L4 分水工の区間 (L = 3.0km) を管理用バルブで閉める作業を行った (図 - 1)。

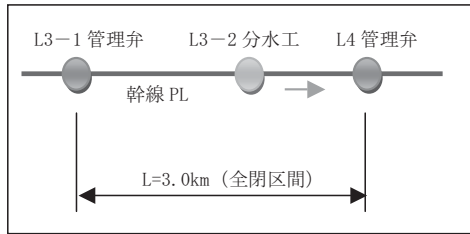


図 - 1

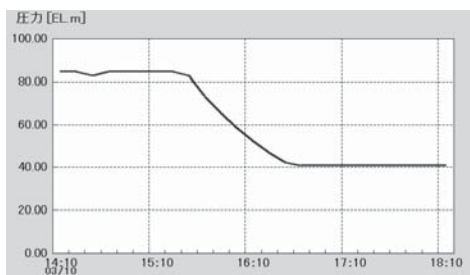


図 - 2 L3 - 2 分水工圧力低下

補修が終了し、L3 - 1 管理弁を開けたところ、平均 $0.030\text{m}^3/\text{s}$ の流量で 13 分 (780 秒) の水の流入が観測されたので、工事中に全量で、 23.4m^3 が逸失したものと考えられた。工事期間は 20 時間であったので、毎秒 325cc の漏水量となる。再び L3 - 1 管理弁を閉じ、L3 - 2 分水工の水圧を観測したところ、図 - 2 のように約 1 時間の間に 0.80Mpa から 0.4Mpa への圧力低下が確認され、専門家からは、パイプラインの敷設状況 (図 - 3) 及び圧力低下の状態から推測すると、L3 - 1 分水工と L3 - 2 分水工の間水管橋付近で明らか

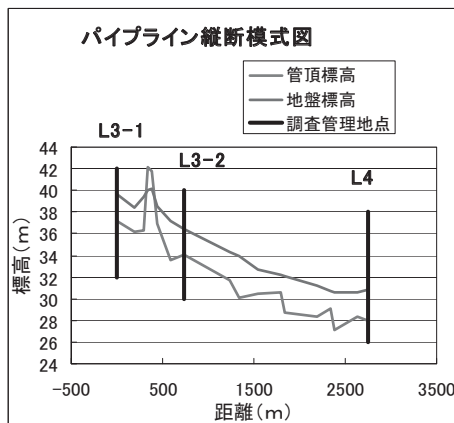


図 - 3 パイプラインの敷設状況

な漏水が発生しているとの報告であった。

その後、現地を目視点検したが、漏水の原因となるようなものは確認できなかったことから全ての継目部についてのテストバンドによる漏水テストや地中レーダ調査等、出来る限りの調査を実施した。しかしながら、原因の特定には至らず、不安を抱えたまま 5 年が経過した。

4. スマートボール・システム導入の契機

昨年末、パイプラインの漏水調査に関する新技術についての PR があった。

同システムについて、担当者から具体的な説明を受けたところ、微量の漏水でも検知可能で漏水位置や漏水量も高精度で特定可能であり国内での実績は無いが、海外では非常に評価の高い調査システムであることが分かった。

ただし、新たな技術と複雑なシステムであるため、調査費用が高額になることが一番の問題となった。

5. スマートボール・システムの概要

スマートボール・システムは、 $\phi 66\text{mm}$ の球体の中に音響センサーを含む 5 種類のセンサーを内蔵している。このセンサー類で漏水音等を計測すると同時に、SBR レシーバーでスマートボールの位置と漏水箇所を検知するものである。これらの調査可能条件及び調査の概要 (図 - 4) については下記に示すとおりである。また、詳細については前回投稿された JAGREE No.79 pp.51 ~ 54 を参照されたい。

<調査可能条件>

- ① 加圧管、通水状態であること
- ② 管径： $\phi 150\text{mm}$ 以上、最大実績 $\phi 2,400$
- ③ 管内流速：0.15 ~ 2.0m/s
- ④ 管内圧力：0.1 ~ 2.0Mpa
- ⑤ SBR センサー：800m 以内間隔
- ⑥ SB 投入・回収口： $\phi 100\text{mm}$ 以上

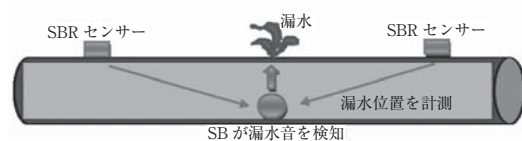


図 - 4 SB 調査イメージ図

6. 調査実施の状況

4月上旬、国内初のスマートボール漏水調査を実施した。管径は、DCIP ϕ 1,200 ~ 1,350mm, また調査対象区間は、2.76kmである。調査内容についてはフロー図（図-5）と状況写真を参考にしていきたい。（写真-5～13）また、投入・回収口及びSBRセンサーの位置については、図-6のとおりである。

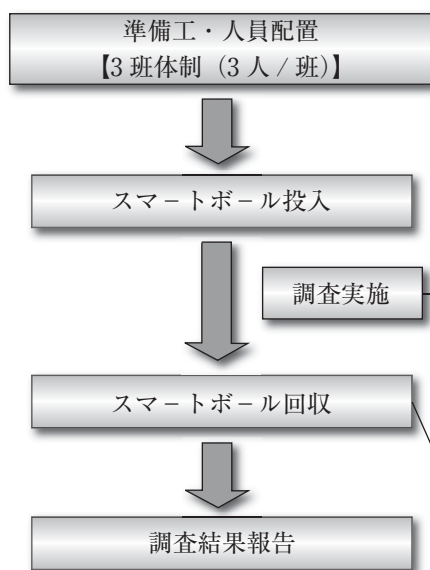


図-5 調査フロー図

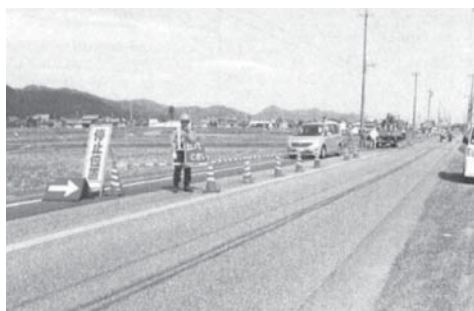


写真-5 交通規制状況



写真-6 SB投入口



写真-7 SB投入状況

⇒専用工具でSBを挟み、パイプライン内へ挿入する。



写真-8 SBRレシーバー確認状況

⇒SBの発信音をSBRレシーバーで受信し、SBの位置を確認しながら調査を実施する。

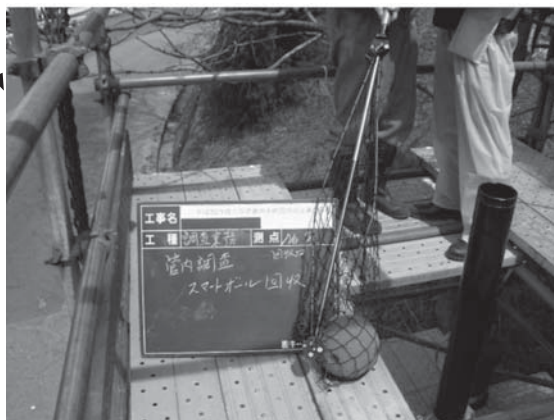


写真-9 SB回収状況

⇒回収ネットとロッドに取付られた水中小型カメラを用いて、SBを回収する。



写真-10 投入器具(詳細)

⇒金属の爪で、アウターシェル(外殻)を挟み、管内へ挿入する。

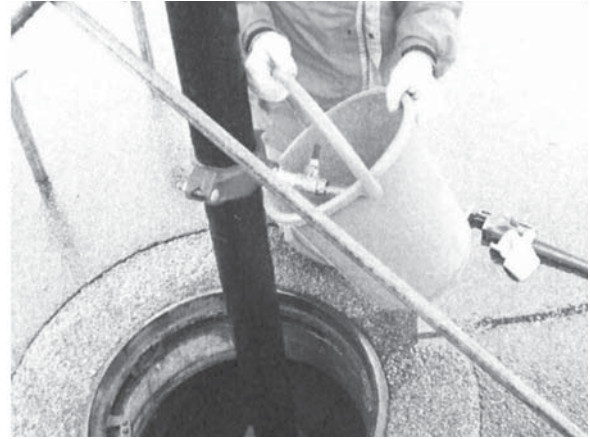


写真-13 模擬漏水状況

⇒回収口のパイプに設置されたバルブから水を噴出させ、SBに漏水音として意図的に認識させる。バケツ水量と漏水音をリンクすることで、漏水量を特定できる。

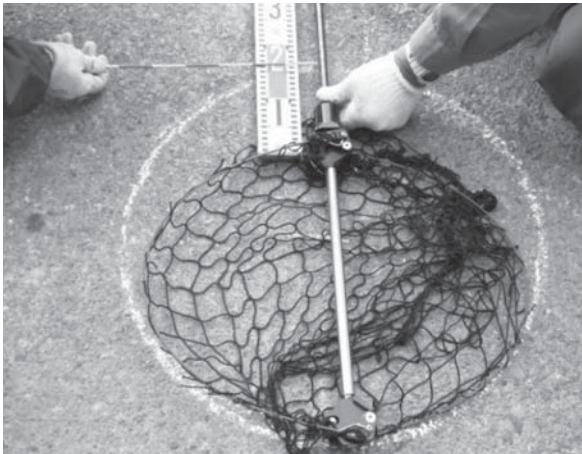


写真-11 回収ネット器具(詳細)

⇒PL口径に合わせて、ネットサイズ(φ300~φ600)を変更する。

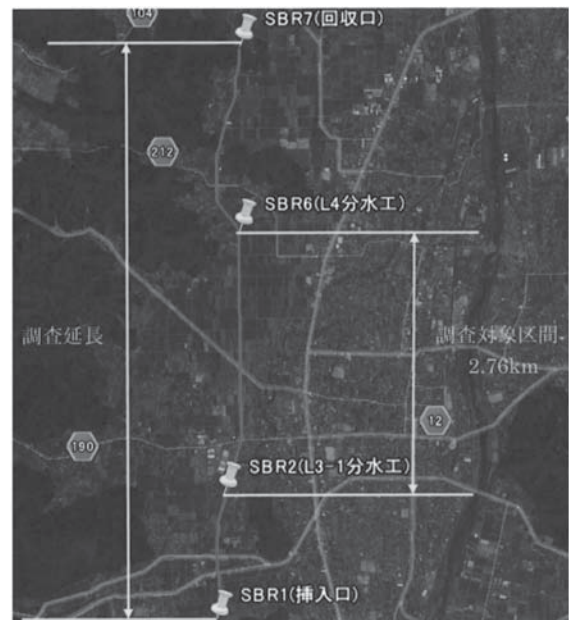


図-6 調査平面図



写真-12 SBRレシーバー本体

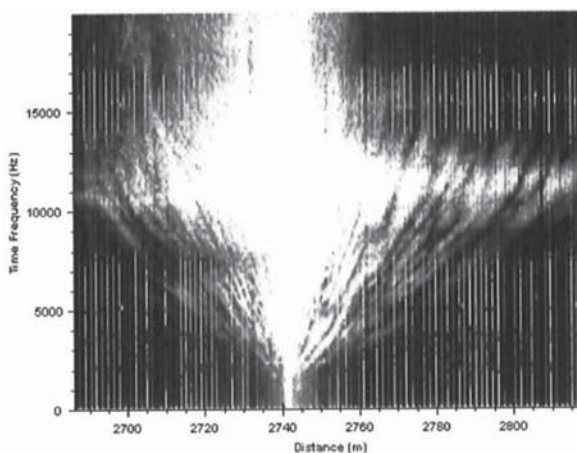
⇒モニターにSBの位置や速度等が表示される。センサーは空気弁等に取付ける。

7. 調査結果

調査の結果、投入口から約2.7km地点(図-7)で1,200cc/sの漏水が発見された。空気弁に取付けたSBR4のセンサーから128.4mとの調査結果に基づき、管割図を確認するとDCIP管の継ぎ手部と一致し、漏水箇所と漏水量が高精度で確認することが出来た。なお、本漏水箇所の補修については、パイプラインに入管し目視点検及びテストバンド調査を行い、今年度内に補修工事を実施する予定である。



図ー7 漏水位置図



参考図 漏水の周波数範囲

8. 調査の感想

調査事前に、綿密な現地調査と施設図面等の十分な資料が必要であり、投入・回収位置により、スマートボール投入区間が調査区間以上に長くなる場合がある。

また、本調査においては、幹線パイプラインの漏水調査であるため、各分水工を全閉し、支線パイプラインの用水供給を一時的に停止する必要がある。技術的な作業はもとより、施設の操作、用水管理に精通したパイプライン管理者の全面的な協力が必要である。このような点はあるが、本調査法は今後、土地改良区施設のストックマネジメントにおいて漏水問題を解決する手段として期待される新技术である。最後に、福井県をはじめ本調査に携わっていただいた関係者の方々に心から感謝申し上げます。

9. 公開デモンストレーションの紹介

当土地改良区において、プレゼンテーション(写真-14)及び公開デモンストレーション(写真-15)を行ったところ、県内外から86名の出席者があった。

公開デモンストレーションでは、スマートボール投入・回収方法等の実演や使用器具の説明を行った。デモ終了後、農林、上水及び土地改良区等の関係機関からスマートボール・システムについての問い合わせが数件あり、国内でも当土地改良区のような、原因が特定できない漏水問題を抱えている管理者が数多くいることが分かった。



写真-14 プレゼンテーションの様子



写真-15 公開デモンストレーションの様子