漏水を「見つける」から社会損失を「未然に防ぐ」へ

～AIを活用したリスクの可視化と漏水監視・重点調査・更新計画の連携～

特集　スマートリスクマネジメントによる管路の維持管理のこれから

わが国の水道事業では、耐用年数を超えた管路の割合が上昇する一方、管路更新には時間を要し、漏水や破損事故への備えが課題となっている。このため、限られた人材・財源の中、持続的かつ効率的な管路の維持管理が重要となっている。全ての管路を一度に更新することは難しい。そこで重要なのが、更新までの期間に潜むリスクを把握し、優先順位をつけ、監視・調査へつなげる視点だ。本特集では、管路更新までの期間のリスク管理について事業体に聞くとともに、AIによる漏水リスク評価、IoTによる常時監視、重点調査、修繕・更新計画への反映までを一貫して支援する「スマートリスクマネジメント」を打ち出したフジテコムに、その考え方と取り組みを伺った。

AIによる漏水リスク評価と漏水の常時監視を組合せた取組

桜川市上下水道部

近納課長

桜川市は2005年に旧岩瀬町、旧真壁町、旧大和村が合併し誕生。合併後しばらくは旧町村の水道事業体が存続し、2008年4月から各水道事業と簡易水道事業が統合、上下水道部を創設した。配水管の延長は約490㌔、給水人口は約3万2000人。茨城県は北海道に次いで全国第2位の道路総延長を持ち、可住地面積が広い特徴を持つ。同市は、市域が広く、また、4～700㍍級の山沿いの農村集落も給水区域としている。同市上下水道部の近納裕政・水道課長は「1人当たりの管路延長が非常に長く、尾根ごとの送水に伴うポンプ施設等を複数有しているなど、他事業体の中でも不利な条件下で運営を行っています」と苦労を語る。

直近の有収率は61・5%で、薬品費や動力費の負担増、漏水による断水や濁水などの事故リスクが課題となっている。「基幹管路の耐震化率は12・5%となっています。水道課は8人体制で業務を行っており、更新や漏水対応、施設管理などの工務に直接従事する職員は4人です。人口減少により料金収入の増加は見込みにくく、限られた財源・人員を高リスク箇所へ重点配分する必要があります」とシビアな現状を説明した。

これまでの漏水調査手法は、配水量の推移および配水池水位の目視による日常監視と、音聴棒と探知器による人の耳に頼った調査を行ってきた。異常時はメール通知を受けるものの、24時間の有人監視は困難であり、1配水池に対する配水区域は広大で、漏水位置の特定までに時間と労力を要することが課題となっている。同市上下水道部の判断材料は、台帳上の布設年度や修繕履歴のほか、職員の経験則などの暗黙知を頼りにした要素が多いです。旧簡易水道台帳上で管理されていない管路や、過去の漏水修繕履歴の地点を正確に特定できていない場合があります。今後は台帳の整備や修繕履歴地点の特定を正確に行いAIに学習させ、精度を高めていく必要があります」と話す。2022年に衛星を活用した漏水調査を実施した結果、本管3カ所、付属施設7カ所、給水管62カ所の計72カ所の漏水を発見した。全て修繕を行ったものの、有収率の改善は確認されなかったという。

漏水の高リスク箇所を抽出

多角的な物差しで更新の実現へ

有収率の改善や、属人的な知見の途絶のリスクに対応するため、2025年からフジテコムのスマートリスクマネジメントを導入した。AIによる漏水リスク評価と、クラウド型IoT遠隔漏水監視システムによる漏水モデル地区に選出。今後はその結果から、同市特有の漏水要因に関するモデルの構築を目指す。その後は真壁地区、大和地区の順番で数年かけて横展開を図っていく方針としている。

現在までの効果と今後への期待を伺うと、「AI診断でリスクが高いとされた箇所に漏水調査を実施し、従来では把握できなかった漏水が見つかっており、修繕工事を進めています。パイロット地区での有収率を改善できれば、次の調査や投資に充てられる新たな財源確保の可能性が広がります。常時監視により異常箇所を配水ブロック単位で絞り込めれば、少人数でも重点的に人員を投入でき、発見から止水までの時間短縮と漏水発見率の向上に期待が持てます。山間部や農道等に埋設された管路など、漏水の発見が困難な条件が複数ある中、調査対象を絞り込めることには非常に期待しています」と思いを語った。

なお、AI診断は精度向上の途上であり、一度の診断で完結するものではなく、調査・修繕結果を継続的に学習させる必要がある。従来の経験則と一致する高リスク箇所に加え、従来想定していなかった箇所も示されているため、職員の経験知とAI診断の結果を照合し、新たな視点を得ることも狙っているという。

同市は、2022年に水道ビジョンと経営戦略を策定した。また現在は、茨城県が進める水道事業の経営の一体化（経営統合）へ参画し協議を進めている。昨年からは経営統合後を見据え、投資財政計画とアセットマネジメント計画の作成に取り組んでいる。同市の現行の水道ビジョンと経営戦略からさらに詳細を詰めた計画を今年度中に策定する見込みとしている。AI診断の結果や人口推計、施設の重要度など複数の情報を組み合わせ、基幹管路として残す管路、ダウンサイジングする管路などを検討し、将来の過大投資を避ける視点を組み込んでいくとした。「長期的な視座・視点での更新の必要性を市民へ説明する際に、AI診断の結果はその根拠としても役に立つものだと思います」と対外的な利用の可能性も示唆した。

最後に、「スマートリスクマネジメントは予防という観点もあり、実際に漏水が起きていなくても、今後起きる可能性が高い箇所に先行投資を行うことで事故を未然に防ぐことができる。これらを見越して更新計画に反映していく所存です。さらに、計画は作成後も新たに得られた情報等を反映し、継続的に更新・改善する〝生きた計画〟としていきます。診断結果を踏まえて更新計画へ反映すること、また反映して終わりではなく、AI診断と計画への反映のサイクルを構築し維持することが大切だと思っています」との認識を示した。

クラウド型IoT遠隔漏水監視システムの活用事例

熊本市上下水道局

左から五嶋主任技師、古賀主査

熊本市の基幹管路の耐震適合率は81・5%と全国でもトップレベルの水準を誇る。2016年の熊本地震で被害を受けた施設を中心に着実な更新を進め、今年7月の地震では、市内の水道施設での大きな被害や事故等はなかったという。古賀耕・維持管理部水道維持課漏水防止班主査は、「当市の水道水は全量を地下水で賄っており、蛇口をひねれば良質な地下水が届く全国でも稀有な水道システムを有しています。市内には101カ所の取水井があり、長期的な復旧が必要な施設を除いて8月中に全ての取水井の復旧が完了していました。

発災時には、地震に伴う濁度上昇による取水停止を想定し、流出バルブ等の操作で配水池運用を迅速に切り替えることで断水の回避に努めました。水圧低下状態での供給によって配水池水位の低下を防ぐなど、10年前の教訓を生かした対応を行いました」と同局の強みであるノウハウの蓄積による成果を語った。

一方で、管路の経年化率や漏水件数は増加傾向にあり、予防保全的な観点から、高感度センサーを用いた維持管理手法を導入している。同市は2019年から高感度センサーを用いた漏水監視システムの実証試験を行い「新技術超高感度振動センサ設置要領」を作成。①配水管路の状況②人口集中地区③管種・経過年数・漏水履歴④被害リスクの4項目を考慮し、路線をA～Eの5段階で評価し、設置場所を選定した。国道3号線をはじめとした主要幹線道路の交差点と周辺の鋳鉄管23カ所、JR、熊本電鉄、熊本市電の軌道横断部17カ所の計40カ所に設置。今年度からはフジテコムのクラウド型IoT遠隔漏水監視システムを導入している。

7月の地震の発災直後は断水解消に向けた活動に注力したとし、「ちょうど漏水調査の委託期間だったため、委託業者にもご協力いただき、総力を挙げて断水の解消に取り組めました」と語る。

古賀主査は、「漏水の迅速な検知も大事ですが、リソースが制限される災害発生時においては漏水が無いことも確認できることが心強いです。当市は〝日本一の渋滞都市〟とも言われており、平常時から渋滞は深刻で、地震等の緊急時となると全く動かなくなります。現場へ即座にたどり着けない、あるいは戻ってこられないなど、リソース不足への懸念があります。一刻を争う事態に対応するため、断水や漏水情報、水道施設のあらゆる被害状況などの具体的な状況把握が求められます。水道施設における〝トリアージ（優先順位付け）〟の実現に寄与するものだと思っています」と強調した。

最後に、「今後も、常時監視による漏水の早期発見や二次被害の防止に努めていきます。また、設置要領で選定した設置場所の定期的な見直しも検討しています。日々蓄積される音圧データの活用も積極的に検討し、DX技術を活用したさらなる維持管理手法の高度化を図っていきます」と総括した。

漏水箇所の修理の様子

施設の被害情報把握に寄与

維持管理の高度化へ

クラウド型IoT遠隔漏水監視システムにより、漏水がどこで起きているのか、発生箇所や規模感などの情報を大まかに把握できたからこそ、応急復旧等の最優先事項に対応できたという。地震発生直後の検知時は9カ所で漏水疑いの反応があり、翌日には5カ所に半減した。「発災から2日後も反応があったため、漏水と判断して急ぎ調査を実施しました。緊急輸送路の近くのセンサーが発見に至りました」と語った。

古賀主査は、「漏水の迅速な検知も大事ですが、リソースが制限される災害発生時においては漏水が無いことも確認できることが心強いです。当市は〝日本一の渋滞都市〟とも言われており、平常時から渋滞は深刻で、地震等の緊急時となると全く動かなくなります。現場へ即座にたどり着けない、あるいは戻ってこられないなど、リソース不足への懸念があります。一刻を争う事態に対応するため、断水や漏水情報、水道施設のあらゆる被害状況などの具体的な状況把握が求められます。水道施設における〝トリアージ（優先順位付け）〟の実現に寄与するものだと思っています」と強調した。

最後に、「今後も、常時監視による漏水の早期発見や二次被害の防止に努めていきます。また、設置要領で選定した設置場所の定期的な見直しも検討しています。日々蓄積される音圧データの活用も積極的に検討し、DX技術を活用したさらなる維持管理手法の高度化を図っていきます」と総括した。

長崎市上下水道局

畑中係長

長崎市の水道管路は令和7年度末時点で管路延長が約2609㌔、有収率は86・2%、基幹管路の耐震化率は68・8%で、経年管率は30・6%となっている。同局では、送配水管の更新事業として、事故時の影響が大きくなることが懸念される基幹管路の更新を優先的に進める。残存する鋳鉄管や石綿管についても、優先的に更新が行われるよう評価を行っている。同局の畑中久徳・事業部給水課維持2係長は、「昨年には、減圧槽から直接給水している幹線管路である㊥400の配水管が破損し、漏水事故が発生しました。管種は大正15年製のインチ管普通鋳鉄管で、このような老朽管路の更新も急ぎ行っていきます」と話す。

同局の漏水防止対策については、令和6年度まで夜間最小流量測定を実施していた。市内700区画のうち500区画の夜間最小流量を1年かけて測定。確実な漏水発見にはつながるものの、夜間作業を必要とし、労力や人件費等がかさむ反面、有収率上昇には至らなかった。修繕件数も5カ年平均で約2300件と横ばい傾向にある事情を鑑み、数十年ぶりに主な調査手法を夜間最小流量測定から戸別・管路音聴調査へ変更した。調査方法の変更に伴い、各配水槽や減圧槽の最小流量の把握や、配水流量の監視ができていない減圧槽等では流出管にポータブル型超音波流量計を設置することで流量測定等を行ったという。

区画単位ごとの音聴調査の効率化を追求する中、クラウド型IoT遠隔漏水監視システムの導入を検討した。畑中係長は「地形的条件から、配水施設の総数が233カ所と多く、高台ごとのポンプ施設も多数有しています。ポンプの送水量をモニタリングすることによって基幹管路の流量異常はある程度検知することができます。20年以上夜間最小流量測定を実施してきたことにより、各エリアの特徴や、漏水が多発する区画に対しての知見を自ずと持っていたため、スムーズに監視箇所の選定が行えました」と同市ならではの事情を語った。事前のフィールド実証試験の結果、平均最小音圧値を下回らない繁華街や市街地では不向きであると判断し、深夜の使用水量が少ない住宅団地へ設置する方針とした。宅地造成から40年以上が経過し、給水管破損件数が多い住宅団地を中心に市内12エリア（39区画）、配水管延長67・2㌔の範囲に90カ所のセンサーを設置した。

これまで年に1～2回程度の漏水調査が基本だったところから、センサーの音圧値を常時監視することで設置期間内における復元漏水を含め、常時監視型の漏水調査に取り組むことができるという。「センサーによる検知は従来の音聴棒を用いた調査と同じような効果が得られるもので、それが常時監視できることによって早期発見が叶います。集合住宅の貯留施設への流入や深夜の使用水など、2次側の使用音を拾う場合もあり、さらなる検証に努めたいです」と語った。

7月の設置開始から2カ月の間で25カ所のセンサーが反応し、漏水調査を実施し、修繕工事を施工。また、地上漏水発生時は5カ所のセンサーが反応し、調査着手前に家屋所有者から通報があり、修繕工事を施工するなど、既に計30カ所の早期発見、修繕につながっている。

畑中係長は今後の展望について、「年度末には、センサーで感知しきれなかった微量漏水等の有無を従来手法で調査し、センサーの精度確認を行う予定です。今後の検証を基に、さらなる設置場所の精査を行い、来年度以降については設置件数の追加の検討や、場所の再選定などを行っていきます。管路更新においても、維持管理側の要望を反映できるよう、早期更新の必要性のある路線の特定に取り組んでいきます」と話した。

夜間最小流量測定の様子

フジテコムに聞く「スマートリスクマネジメント」の概要

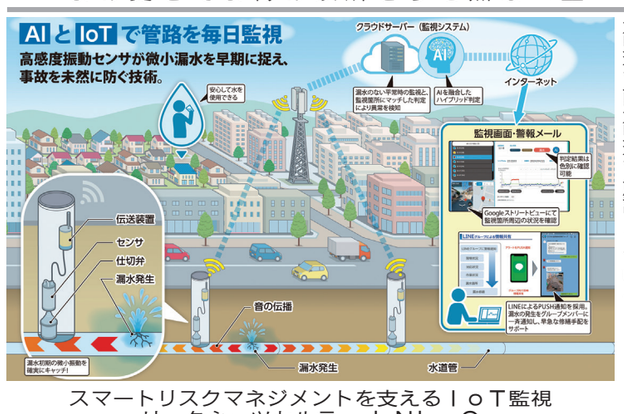
フジテコムは、管路更新までの「空白期間」を守る新しい仕組みとして、「スマートリスクマネジメント」を打ち出した。「漏水が起きてから対応するのではなく、AIやIoT、現場技術、コンサルティングを組み合わせ、リスクを把握し、監視・調査、修繕・更新の判断につなげる。こうした一連の取り組みを「スマートリスクマネジメント」として進めていきたい」という。

スマートリスクマネジメントについては「AI・IoT・センシング技術で見えないリスクを可視化し、社会損失を未然に防ぎ、水道インフラを守る新しい仕組みです」という。AIを活用した漏水リスク評価では、【Leak Risk Manager AI】が中核的役割を担う。「同AIでは、管の種類や布設年度、口径などの管路情報に、過去の漏水履歴や地盤・道路などの周辺情報を組み合わせ、管路ごとの漏水リスクを評価し、高リスク管路を地図上で色分けするなど可視化します」、「ニーズにあわせて、▽漏水リスク評価▽漏水調査優先度評価▽管路リスク評価▽配水管理最適化検討▽管路更新最適化検討などを組み合わせて提案しています」という。

リスク評価のあとは、対象管路の重要度や社会的影響を踏まえ、【漏水調査】と【見守りサービス（クラウド監視）】を組み合わせて提案する。漏水調査では▽監視型漏水調査▽相関式漏水調査▽記録式戸別音聴調査などを実施する。また、クラウドを活用した「見守り」サービスでは、▽漏水監視▽配水監視▽施設監視などを行う。なかでも漏水監視については、IoT遠隔漏水監視システム【リークネッツセルラーLNL-C】がメインの役割を担う。

「LNL-Cは、水道管路の付属設備などに設置した高感度センサーで、深夜帯に漏水由来の振動を毎日計測し、データをクラウドへ送信します。独自アルゴリズムとAIによる日次の自動判定とアラート通知により、漏水の兆候を早期に把握し、現地確認や対応につなげることで、漏水事故の未然防止を支援します」という。

フジテコムでは「長年培ってきた漏水を見つける技術を土台に、AIでリスク評価し、IoTで重点箇所を見守り、現地調査で確認し、その結果を修繕・更新計画につなげます。予測と実測を組み合わせ、事故リスクの低減と、限られた予算・人員の中での合理的な投資判断を支援します」としている。



スマートリスクマネジメントを支えるIoT監視
～ リークネッツセルラー LNL－C ～