クボタ DXで管路更新効率化

地震や豪雨などの自然災害が頻発・激甚化する中、管路の更新・耐震化の必要性はこれまでになく高まっている一方、「いつ」「どの管を」「どこから直すか」の判断は、水道事業体にとって重くのしかかる。こうした中、クボタグループがAI等の最新技術を駆使して開発した「管路更新計画策定支援システム」の導入が全国で進む。今年は、さらに〝ハザード被害AI予測システム〟〝断水エリア予測システム〟がラインアップに加わった。従来は、ベテラン職員の〝経験と勘〟でしか語れなかった老朽化リスクを、AIが管路単位で予測・可視化し、これにより限られた予算で最大の安心を市民に届ける道を示す――。本特集では、この最新技術がもたらす実際の効果と未来への展望を追った。

山形市上下水道部

小野係長（右）と阿部主事

水道建設課

管理計画係長　**小野　祭樹**氏

主事　**阿部　登美**氏

より効率的な更新計画策定へ
膨大なデータとAI活用で

■老朽度の精緻な把握へ

山形市は従来、平成23年度に「水道事業アセットマネジメント」で設定した独自の「管路更新基準」を土台として、管路を耐震管に更新してきた。現在のメインターゲットは、昭和54年までに布設された、ポリエチレンスリーブ被覆のない小口径のダクタイル鋳鉄管。内面もライニングされておらず、錆こぶによる流量減少等の懸念があるため、更新を進めている。両氏によると、あと5年ほどで更新が完了する見通しだ。

一方、ポリエチレンスリーブ被覆のある管は、更新基準を長期に設定しているため、更新のスパンが30年ほど空いてしまう。更新をどのように平準化していくかが、問題となっていた。老朽度を精緻に把握し、更新に優先順位を設定することができれば、より的確な時期に更新を実行する計画を作成できるのではないか。そのような課題意識により同市は、公募型プロポーザル方式により事業者選定を実施した。

■膨大なデータの可能性に期待

同市の管路は、ダクタイル鋳鉄管が約95%を占めている。複数社からプレゼンを受けた中で、管総研が提案したクボタの「老朽度AI評価システム」が最もダクタイル鋳鉄管に着目したものだと感じた点が、採用に至った一番の要因だ。特にダクタイル鋳鉄管分野で長年の実績と知見を持つメーカーのシステムである点にも、高い信頼性を感じられたという。

埋設環境ごとにランクを設け、管種・管厚等を考慮した上で老朽化速度を評価できることも、採用した理由の一つ。AI技術もさることながら、クボタがこれまで蓄積してきた老朽化速度に影響を与えるさまざまな要素に関する膨大なデータが、老朽度の精緻な把握に対する活用の可能性を評価したと両氏は話す。

■埋設環境の影響を把握

令和6年度に同市は、管総研に業務委託を行い、同システムを導入した。老朽化が最も進むとされる埋設環境の範囲は、液状化リスクの高い範囲とも重なることから、地下水位の高低が老朽度と相関していると推定できたことが、評価により得られた主な知見だという。

また、より布設年の古い管から更新を急ぐべきという想定に即した結果を受け、エビデンスによる後押しを受けた一方、埋設環境によっては、「管路更新基準」により見積もっていた更新時期の前倒しを検討すべき箇所や後ろ倒しできそうな箇所も把握できた。

現在、ダクタイル鋳鉄管の更新基準は最長78年としているが、埋設環境等による線引きなど、更新の量や順位に関する内容について検証する準備を進めていきたい考えだ。

■次期計画での本格運用へ

評価の結果を分析した上で、現在は重要度と老朽度の順位設定に着手している。現行の「水道施設耐震化基本計画」（平成25年度～令和19年度）の第3期計画期間が令和5年度から9年度までであるため、令和10年度から開始する第4期計画策定において、本格的に同システムを活用していく方針だ。老朽度が想定よりも著しく高い管路については、来年度の更新対象に含めるという。両氏は同システムにより、一層効率的な計画を策定し、的確に更新を実践していきたいと意気込みを示した。

豊川市上下水道局

田口課長補佐（右）と北河技師

水道整備課

課長補佐　**田口　直人**氏

技師　**北河　基希**氏

ハザード被害AI予測を全国初導入
精度高い評価で更新事業を効率化

■更新管路選定の妥当性に不安が

豊川市の水道は、昭和14年、海軍が当時、東洋一の規模と称された「豊川海軍工廠」を建設するに当たり、関係施設へ給水するために建設されたことに端を発する。昭和20年8月7日の豊川大空襲で市街は大きな被害を受け、その時に水道施設も甚大な被害を受けた。

戦後、この施設を承継し、昭和23年に上水道事業認可を受けて事業を開始した。

その後、7期にわたる拡張事業を実施し、周辺町村との合併による水道事業統合も行い、現在に至る。

現在の導水管延長は約9キロメートル、送水管延長は約27キロメートル、配水本管延長は約28キロメートルに及ぶ。

同市では、管路更新に当たり、φ200ミリ以上の管路には原則として100年以上の耐用年数が期待できる耐震継手管・GX形ダクタイル鉄管を採用し、さらに布設時にポリエチレンスリーブを被覆し、長寿命化を図っている。

同市ではこれまで、漏水履歴や布設年度、口径等に基づいてベテラン職員の経験知により、更新対象管路を選定してきた。

しかし、ベテラン職員の退職が進み、属人的な評価から脱却できないことが課題となっていた。

「これまでは年度や材質ごとにベテラン職員が優先度をつけてきたため、そうした職員の退職とともに、更新管路選定に際しての評価の妥当性に疑問が生じるようになってきた」と田口課長補佐は振り返る。

■管路1本ごとに精度の高いリスク評価が行われ、業務精度の確保と負担軽減に

評価の妥当性に不安を感じる中、クボタが今年5月から提供を開始した水道管路の更新計画策定を支援する新サービス「ハザード被害AI予測システム」にて、より精度が高い管路評価ができるものと考え、検討の結果、導入に至った。同システムの導入は、豊川市が全国で初となる。

同システムは、同社がこれまで蓄積してきた知見と膨大なデータに基づき、地震等の自然災害時の管路の被害予測を管路単位でピンポイントに予測するもの。従来は、地図上の250メートル四方程度のメッシュ単位での推定が主流であったが、メッシュ内の管路は実際には被害率にバラツキがあり、被害率が高い管路と低い管路の双方を含んで予測してしまうという課題があった。

一方、同システムでは、従来は考慮されてこなかった地盤境界や管路形態といった新たな要素を大幅に増やし、従来手法と比べて予測精度を3倍以上に向上させているという。

管路ごとにピンポイントで「劣化リスク」や「重要度」をスコア化し、これにより管路に順位付けを行い、その結果は地図上に色分け表示されるため、更新の優先度を一目で把握できる。

「これまでマッピングシステム上で更新対象の候補を選ぶだけでも膨大な作業量であったが、今回のシステム導入によりAIが自動的に管路を抽出・分類できるようになったことで、業務負担を大きく軽減させることが期待できる」と北河氏は評価する。

■効率的な更新の実施と住民への影響が大きい事故の未然防止へ

豊川市では、今年1月に策定した「豊川市上下水道耐震化計画（上下水道）」に基づき、今年度から令和11年度までの5年間で特に規模の大きい避難所等（23施設）に接続する管路の耐震化を重点的に進めていく方針。

一方で、全国的な課題である人口減少に伴う料金収入の減少、人員不足といった課題を豊川市でも抱える中、限られた予算と人員の中でいかに効率的に管路更新を進めるかが今後さらに重要になる。

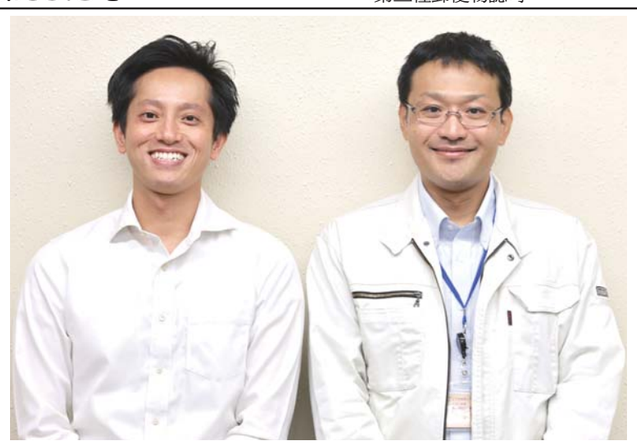
AIによる精度の高い予測に基づき更新計画を策定し、それにより布設年度が古い管路でも被災リスクが低ければより長く使うことができ、コスト縮減にもつながる。一方、被災リスクが高い管路がピンポイントで明らかになることは、漏水事故の未然防止につながる。

また、従来は、管路更新に対する投資額が妥当であるかどうかも判断材料が少なかったが、「ハザード被害AIシステム」の導入により、精度の高い客観的な資料が算出されることにも期待している。

今後は、「AIによる客観的な分析をもとに更新事業を進めることで、大幅な職員の負担軽減とコスト縮減につなげること、それから、精度の高い更新計画に基づく更新事業を進めることで、住民の皆さまへの影響が大きい大規模な漏水事故を未然に防止していきたい」と両氏は、新たなシステムの導入効果に期待を寄せる。

24時間365日、見えない地下で水道を支える管路を安全に保つため、同市は今後も新技術の導入に積極的に取り組んでいきたいとしている。

岡崎市上下水道局



柴田係長（右）と太田氏

上下水道部水道工事課

管路強靭化計画係長　**柴田　哲史**氏

太田　靖人氏

更新計画策定にAI活用
職員の負担を大きく低減

■最適な管路更新をAIが算出

岡崎市の水道は、昭和8年に給水を開始し今年で92年を迎えた。

同市では、その長い歴史の中で、高度経済成長期の人口増加や市町村合併による市街地等の拡大に対応するため、5期にわたる拡張事業を進めるとともに、その時々の諸問題や要請をふまえ、石綿管や鉛管ならびに規格の古い鋳鉄管等の解消にも努めてきた。

これらの事業に目途が付き、新たな更新時代に入ると軌を一にして、令和元年度に強靱化を柱の一つとする形で水道法が改正されたことを受け、令和2年度に「岡崎市上下水道ビジョン」を策定し、同ビジョンの具体的な実行計画として、令和4年度に「岡崎市水道施設更新計画」を水道管路編と水道施設編の2編にて策定した。

現在、改正水道法の趣旨を受けて施策重視型の計画行政への転換を図り、更新計画に沿って基幹管路網再構築事業を始め、重要施設への管路耐震化と老朽管路の更新事業を進めている。

現在、市内の水道管路延長は約2400キロメートル弱に達する。

管路の更新に当たっては、従来は同局が管種ごとに設定した目標耐用年数に基づき、埋設年数（布設年度）を主な指標として更新対象管路を選定してきた。

一方で、目標耐用年数に達しても健全性を保っている管路が多くあり、また、目標耐用年数に達する前に漏水する管路もあるため、その指標のみで更新していくことは不合理な点があることも課題と捉えており、将来を見据えた、新たな更新計画を検討する必要があった。

そこで同局では、令和4年度の水道施設更新計画の策定時に、同計画をより合理的かつ効率的なものとするため、市内の全ての管路を対象とする「老朽度AI評価システム」による管路老朽度評価を採用した。

同システムは、管路の口径管種、継手形式、布設年度数や埋設環境、土壌に加え漏水履歴等のさまざまなデータをもとにした、AIによる機械学習を活用したクボタ独自の漏水リスクモデルにより、管路の現在から将来までの老朽度を評価するもの。評価結果は、漏水事故率（件／年／キロメートル）として定量的に算出される。

同局では、その老朽度評価結果に対し、さらに漏水事故や自然災害等の危険度、管が破損した際に想定される流量や断水等の影響度、道路条件等の周辺環境等を加味して重みづけを行い、職員による知見を加えた総合評価により管路更新時期の最適化を図っている。

具体的には、漏水リスクが高い管は目標耐用年数より前倒しして更新するとともに、リスクが低い管は目標耐用年数よりも長く使用する方針のもと、全ての管路に更新優先順位を付けて更新計画を策定している。

■〝自動工区割システム〟の大きなメリットを実感

更新計画策定に際しては、クボタの「自動工区割システム」も導入し、より一層の業務効率化につなげている。

AIを活用した管路の総合評価により、漏水リスクが定量化され、順位付けもなされる。

一方、同市の資産規模となると、管路のリスク順位が1位から8万位までに及ぶため、この順位だけで更新計画を策定するには、ベテラン職員をもってしても相応の労力を必要とする。

そこで、同システムを導入することで、管路工事規模の工区となるように手作業で行ってきた作業について、AIが条件を変えてさまざまなパターンでシミュレーションし、自動で工区割が可能となった。

全ての対象路線が導き出されたメリットは大きいが、順位付けを手作業にて工区割するに当たっては、更新の優先度が高い管路が必ずしも一団とはなっておらず、区域拡張や使用管材の変遷によってモザイク状になっているケースが多々あることが課題の一つであったという。実際には行ってはいないが、仮に手作業で工区割を行う場合は、数日はかかるのではないかと両氏は話す。

その作業をシステムでは短時間で行うことができるため、更新計画策定に対する職員の負担を大きく削減できたと、同局では高く評価している。

システム導入による効果は、職員の負担軽減にとどまらない。最適な工区が設定されることにより、工事費の削減、交通規制の抑制、工事時の断水の低減と、大きく分けて四つの効果を実感しているという。

■技能業務職員が小口径管の事後保全に貢献

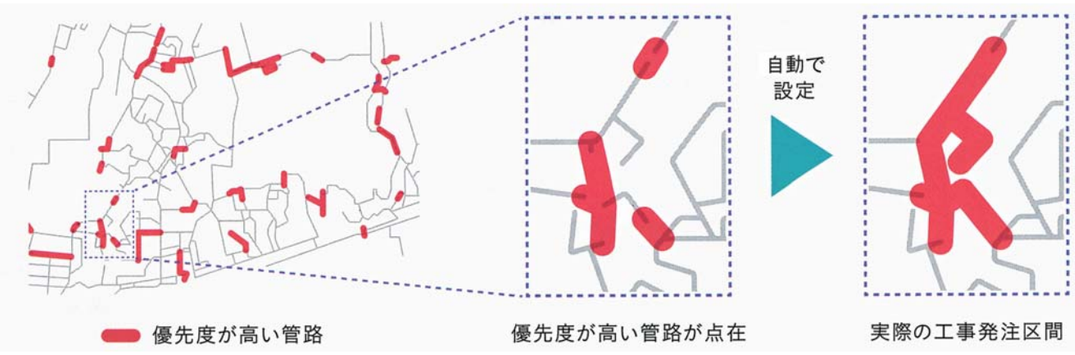
同局では、基幹管路等はその重要度を鑑み、影響の大きい管路を優先して計画的に更新する一方、φ50ミリ以下の末端管路に関しては、漏水事故の危険性が高い管路を優先的に更新し、それ以外は現在、漏水時の事後保全の方針としている。

この事後保全を可能にするのが、十数人が在籍する技能業務職員の存在だ。少数精鋭で365日24時間の体制を整えており、漏水等の発生の連絡を受けると即座に出動し、迅速に対応、年間の漏水事故対応件数は約400件に上る。同局では今後も技能業務職員による修繕体制を堅持し、技術の継承にも努め、市民サービスの維持・向上につなげていく考えだ。

作業時間を1／100に
自動工区割システム

〝自動工区割システム〟は、水道管路の更新工事における工事発注区間の設定業務を支援するもの。事業体ごとの更新優先度に対する考え方を反映した、実際の工事発注に近い形での年度ごとの工事発注区間を提案できる。これにより、これまで職員が手作業で検討していた作業を100分の1以下に短縮することが可能になる。

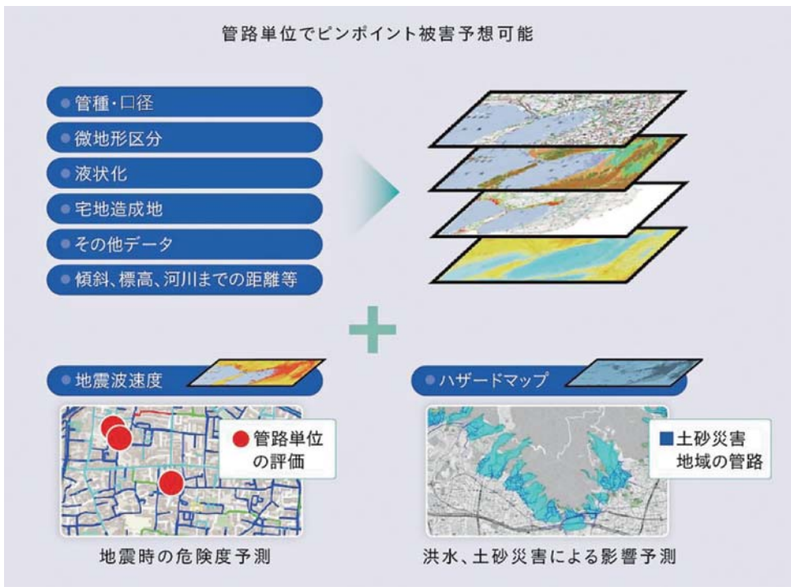
管路のグルーピングのみならず、グループごとの更新優先順位付けを行っており、限られた予算の中で最大限の効果が得られる更新計画の策定が可能だ。



工事発注区間の設定イメージ

3倍以上に精度向上
ハザード被害AI予測システム

〝ハザード被害AI予測システム〟は、クボタがこれまで蓄積してきた知見と膨大なデータに基づき、地震等の自然災害時に被災する管路をピンポイントに、また被害の度合いを高精度に予測するもの。従来の250メートル四方のメッシュごとの推定法等と比較すると、3倍以上に予測精度を向上させている。この精度の高い被害予測に基づいて、各事業体では、被災危険度の高い管路を優先的に耐震化することが可能になる。



ハザードAI予測のイメージ