

日工協第18号
令和8年4月23日

会 員 各 位

一般社団法人 日本工業用水協会
会 長 宮 川 俊 行

第62回研究発表会 論文募集ご案内

令和8年度第62回研究発表大会を、令和8年度11月27日に東京のアルカディア市ヶ谷にて開催いたします。

つきましては、下記の要領により発表論文を募集いたしますので、奮ってご応募くださいますようお願い申し上げます。

なお、会場およびプログラムの制約上、受理可能な件数には限りがございます。予定件数に達した場合は、締切日前であっても、受付を終了することがございますので、あらかじめご了承ください。

申込後は、4営業日以内に受理した旨のご連絡を申し上げます。万一、期間内に連絡が届かない場合は、お手数ですが事務局までお問い合わせください。

また、研究発表会の詳細な開催案内は、後日改めてご案内をいたします。その際には、参加申込の手続きをお願いする予定ですので、あらかじめご承知おきください。

1. 開催日時 令和8年11月26日(木)

2. 会 場 アルカディア市ヶ谷 6階 霧島の間
所在地:東京都千代田区九段北4-2-25
電 話:03-3261-9921
ホームページ:<https://www.arcadia-jp.org>

3. 研究発表の対象

- (1) 工業用水道等施設の設計、工事、資材、機器等建設に関するもの
- (2) 工業用水道の経営、維持管理、運営に関するもの
- (3) 水資源利用合理化、地下水利用適正化等水資源利用システムに関するもの
- (4) 工業用水の使用合理化に関するもの
- (5) 工業用水・排水の処理に関するもの
- (6) 工業用水・排水・環境水等の水質試験に関するもの
- (7) 産業廃水・下水の再生利用に関するもの
- (8) 海水の淡水化に関するもの
- (9) その他本研究発表の対象に相応するもの

上記各号中の「工業用・・・」は、工業用に応用する可能性のあるもの

等、水に関する幅広い分野を含みます。

4. 研究発表会 発表時間

20分（質疑応答を含む）以内

5. 発表論文 申込期限

令和8年9月1日（火）（別添様式による）

6. 原稿作成要領

提出いただく原稿は、以下の容量で作成してください。

- ・ 用紙：A4判縦に横書
- ・ 页数：4頁
- ・ 余白：左右各2cm、上下2.5cmの余白
- ・ 文字数、行数：48字×46行
- ・ フォント：明朝体
- ・ ファイル形式：Word

また、原稿の冒頭には以下を記載してください。

- ・ 題名：12ポイント
- ・ 所属・氏名：題名の次行に右寄せで記載

7. 発表論文要旨 提出期限

令和8年9月30日（水）（6.原稿作成要領による）

8. 申込先及び提出先

日本工業用水協会 研究発表会係 担当小池

〒113-0034 東京都文京区湯島1-6-8(中央自動車ビル8階)

TEL:03(6240)0930

FAX:03(6240)0931

E-mail:somu-jiwa@nifty.com

9. 申込方法

別添様式によりお申し込みのうえ、発表論文要旨を所定の期限までに提出して下さい。本案内は、ホームページからもダウンロードできますので、ご活用ください。

【ホームページURL】※是非ご活用ください。

<http://www.jiwa-web.jp/>

10. お問い合わせ先

(1) 発表論文の申し込み・変更について

日本工業用水協会 担当小池

TEL :03-6240-0930

FAX:03-6240-0931

Email:somu-jiwa@nifty.com

別添

日本工業用水協会第62回研究発表会発表（論文）申込書

| |
|---|
| 研究発表対象項目 （3.の該当項目） |
| 題 名 |
| 所 属（官公庁、学校、会社名等及び所属部課研究機関名等） |
| 研究者氏名 （発表者に○印を、全員の氏名にフリガナを記入して下さい。） |
| 連絡先 〒 住所 所属 氏名 TEL FAX e-mail |
| 発表内容の概要 |

日本工業用水協会第62回研究発表会発表（論文）申込書【記載例】

研究発表対象項目（2）工業用水道の経営、維持管理、運営に関するもの
（3.の該当項目）

題名 工業用水道の維持管理指針について

所属（官公庁、学校、会社名等及び所属部課研究機関名等）

一般社団法人日本工業用水協会 総務部

研究者氏名

（発表者に○印を、全員の氏名にフリガナを記入して下さい。）

○工業 一郎 （必ず発表者には○をつけてください。）

工業 二郎

連絡先 〒●●●●—●●●●●

住所 東京都●●区●丁目●番●号

所属 一般社団法人日本工業用水協会 総務部

氏名 工業 三郎

TEL ●●—●●●●●—●●●●●

FAX ●●—●●●●●—●●●●●

E-mail ●●●●@nifty.com

発表内容の概要

日本の工業用水は、管路及び施設の老朽化が顕著である。そのため、それらの維持管理を今後どのように行えばいいのかについて発表する（仮）

基幹管路整備工事における設計・施工一括発注方式の導入（事例報告）

○井上 響（川崎市上下水道局）
 上原 正明（川崎市上下水道局）
 小林 智也（川崎市上下水道局）

1. はじめに

川崎市水道・工業用水道事業では、今後、更新期を迎える基幹管路の整備・更新に対して、工期の短縮、職員の業務負担軽減、民間の知見・ノウハウの活用を目指し、水道施設更新工事で実績のある設計・施工一括発注方式を、令和5年度に初めて管路工事に適用した（以下、管路DB方式）。施工は令和5年6月に着手し、令和7年7月時点でシールドトンネルの築造中である。

本稿では、現在実施中の「工業用水道 浄水場連絡管布設工事」（以下、本工事）において、これまで得られた管路DB方式の導入効果について報告する。

2. 期待する効果

本工事は将来の老朽化が見込まれる送水管の更新事業に向けた、バックアップ体制の整備が目的である。長期に及び一連の更新事業の端緒であるため、工事の遅れが事業全体に与える影響を考慮して、早期の整備が求められた。そこで、限られた工事期間に対して、以下の効果を期待し管路DB方式を採用した。

（1）工期の短縮

設計と施工の連携による設計業務の円滑化、事前調査の重複や追加調査、条件変更による設計変更の協議と再設計の削減による効率化が期待できる。

（2）職員の業務負担軽減

詳細設計業務委託と工事の発注業務一元化や、設計変更が減ることによって、協議と再設計に係るコスト管理、予算調整などに関する業務の負担軽減が期待できる。

（3）施工者の持つ知見・ノウハウの活用

詳細設計業務に施工者が携わることが、豊富な工事経験から得た知見・ノウハウを設計へ導入する誘因となり、自由な提案や工夫が期待できる。

3. 事業概要

（1）本工事の概要

本工事は、生田浄水場内の「工水2号送水管」と長沢浄水場内の「工水3号送水管」を結ぶ連絡管を新設する工事である。

工事内容は以下のとおり。

整備方法：泥水式シールド工法

シールドトンネル内配管

開削工法

施工規模：新設管口径 1,300mm

シールド外径 2,000mm

延長 約 2,500m

附帯工事：廃止済み水処理施設（RC造）等の撤去

工 期：令和5年6月12日から令和9年3月31日

（2）契約方式

管路DB方式は、要求水準のみを提示し、工事目的物の構造や詳細な工法、数量を問わない性能発注である。そのため、設計変更や内払金額の算定に使用する単価をあらかじめ協議を行い合意する総価契約単価合意方式とした。

本工事では、設計と施工を一括で行う利点をさらに活かすため、単価合意手続きを複数回に分割

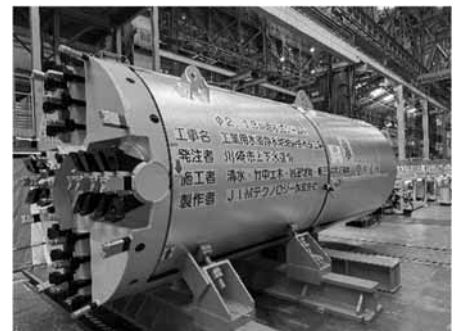


図 - 1 シールドマシン

し、水処理施設撤去や発進基地整備、発進立坑築造など、先行して着手する工種から段階的に単価合意の対象とした。段階的に施工計画書の作成と単価合意手続きを行い、部分的に工事着手するとともに、今後実施する内容を順次設計していくことで全体工程の短縮を図る。

4. 効果の検証

(1) 工期の短縮

図-2に、詳細設計業務委託により仕様を設定して発注する設計・施工分離方式(以下、従来方式)と、管路DB方式の全体工程を比較する。

水処理施設撤去、発進基地整備など、施工順序に沿った段階的な単価合意により、設計と施工を並行して行うことで、工事着手時において約1年9ヶ月の工期短縮が実現できた。

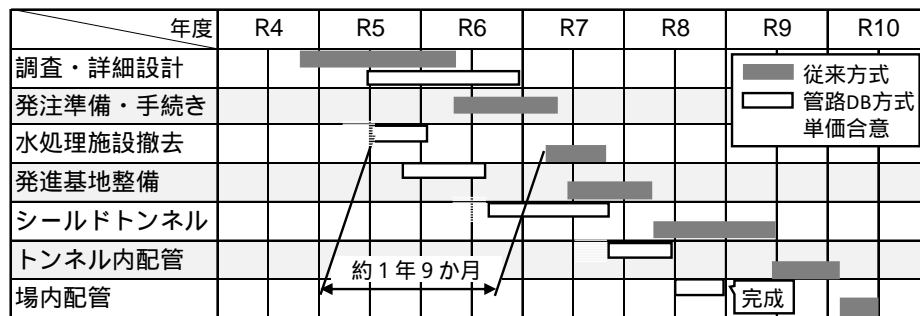


図-2 管路DB方式と従来方式の工程比較

(2) 職員の業務負担軽減

従来の詳細設計委託と請負工事にそれぞれかかる設計図書の作成及び発注準備の一括化により業務負担が削減された。基本設計を基とした調査・詳細設計では、受注者内の設計部門、施工部門が互いに協議・調整を行ったことにより、従来方式で生じやすい設計条件や工事仕様の見直しが減少した。工事では、施工計画の早期決定や設計変更の削減による各種協議・調整等の省力化ができています。

(3) 施工者の持つ知見・ノウハウの活用

ア) 発生材の自ら利用

本工事では、発進立坑に近接し撤去が計画されている廃止済み水処理施設について、シールド工により発生した掘削土砂を埋戻し材へ転用することで建設副産物の削減を目指し、当該施設の撤去工事を附帯工として含めて工事発注した。

この取り組みに加え、水処理施設撤去により発生するコンクリート殻を施工ヤード内で破碎し、各種資材として活用することで、処分場への運搬を不要とする施工方法とした(図3)。これにより、ダンプトラックの通行量が約1,000台減ることとなり、走行に伴って生じるCO2排出量を削減する。また、狭隘な生活道路におけるダンプトラックの通行量を大幅に減らすことで、周辺住民への影響も軽減できる。



図-3 水処理施設撤去状況

イ) シールドトンネルの縮径

基本設計において、シールドトンネルの外径を2,680mmと設定しているが、セグメント厚や坑内機械の配置を工夫することで、十分な坑内スペースを確保しながら外径2,000mmとした。これにより掘削土砂が約6,000m³減少し、泥水処理や土砂運搬に係る機械・重機の稼働時間を減らすことで環境負荷低減に寄与する。

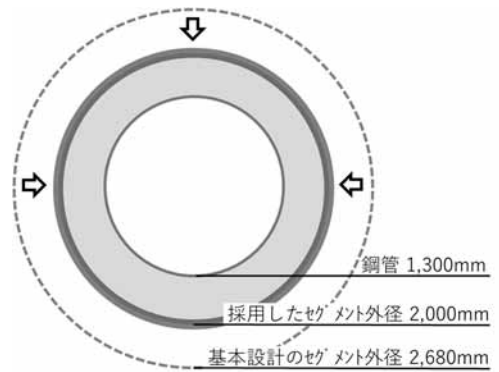


図-4 セグメントの比較

ウ) トンネル坑内における専用資材の製作

従来の小口径シールド工法で使用する標準的な軌条設備では、本工事の急曲線部において、後続台車との離隔が十分に確保できないため、後続台車と資材運搬車両の軌条に段差を設け、必要な幅と離隔を確保できる特殊2段枕木を製作した(図-5)。これは、一次覆工施工時に使用する上段を撤去することで、二次覆工時に使用する軌条へ転用できるものである。

この専用資材の製作により、施工スペースの確保とともに、これまで二次覆工用枕木の設置に要していた手間を削減し施工効率の向上を図る。

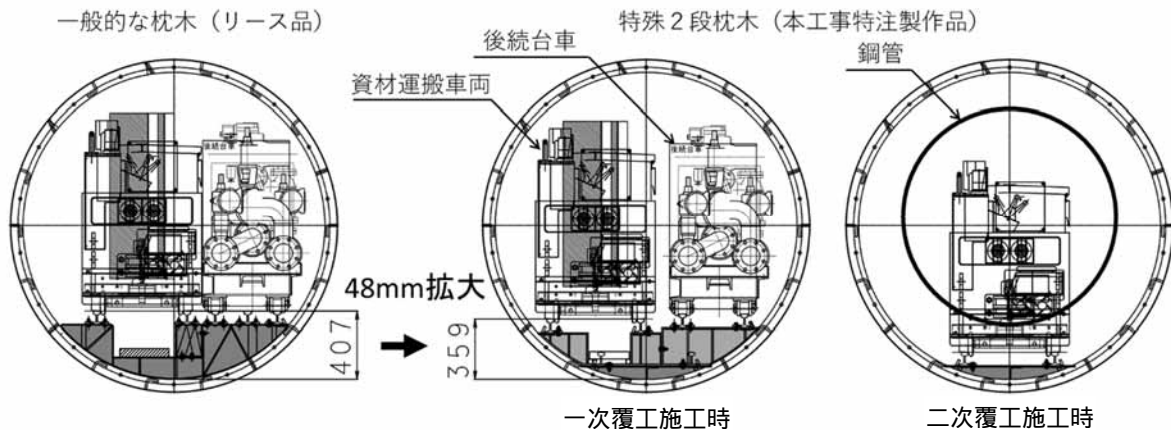


図-5 上下着脱式特殊2段枕木

エ) セグメント幅の拡大

本工事で採用したセグメント外径2,000mmでは標準的に幅900mmのセグメントが用いられているが、本工事ではセグメント幅を1,000mmへ拡大した専用品を製作した(図6)。これは、1リング当たりの掘進延長を伸ばすことにより、施工サイクル数を低減し工期の短縮を図るものである。また、セグメント搬送・組立作業が省略され、作業員の負担や挟まれ事故等のリスクの低減や施工効率の向上も期待できる。

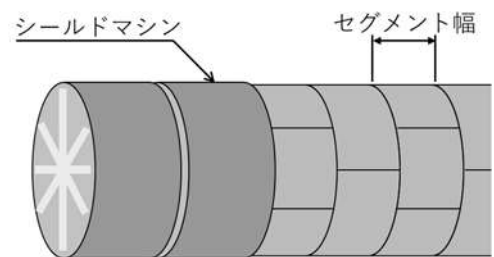


図-6 シールド工の概要図

なお、専用品の採用にあたっては、シールドマシンの寸法に影響を及ぼすことから、長尺化したシールドマシンの曲線部通過性やマシンの操作性を確保するとともに、セグメントの強度を確保するための部材厚、経済性も勘案し採用している。

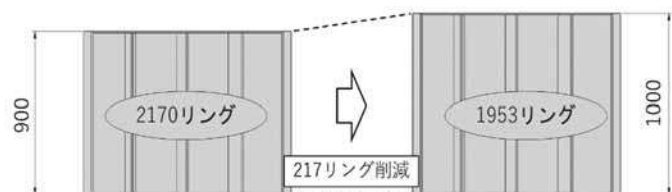


図-7 セグメント幅の拡大効果

オ) シールド線形の最適化

本工事では新設管路の布設位置に鉄道施設との交差箇所が2箇所含まれる。特に貨物線トンネルとの交差箇所では、不明確なトンネル位置に対する適切な離隔の確保が課題であった。基本設計では、トンネルの完成図より埋設位置を設定し、そのほかの埋設物との離隔を確保しながら交差するためトンネルの下部を通過する埋設深さを設定した。一方、施工者による詳細設計では、鉄道トンネル内部での測量を実施し(図 8, -9) 詳細なトンネル位置を反映したうえで管路線形を検討することで、トンネル上部を通過する線形へ変更した(図 9)。

この取り組みにより発進立坑深さを約7m 削減することができ、CO2 排出量の削減と工期の短縮の短縮が期待できる。

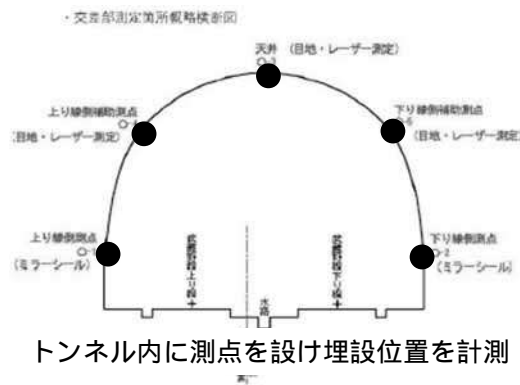


図 - 8 トンネル内測量概要図



図 - 9 トンネル内測量状況

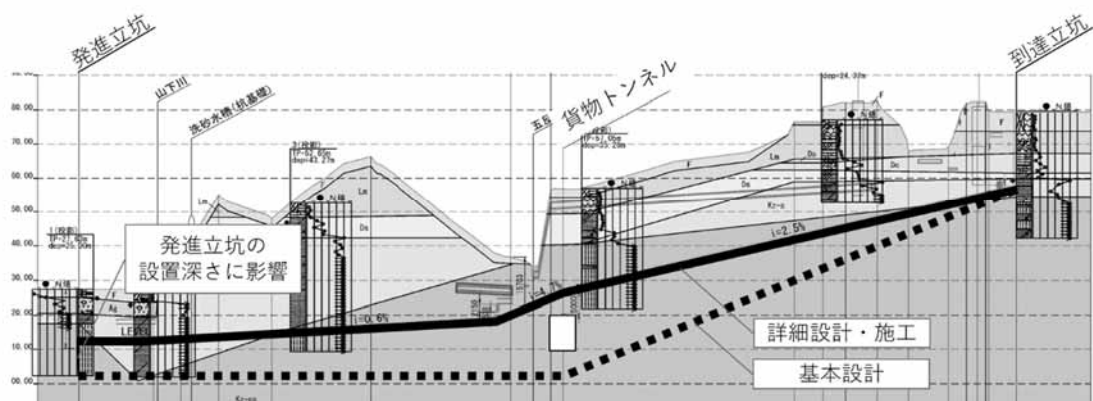


図 - 10 縦断線形の比較

5. おわりに

本工事は、大口径管路の布設工事に対して管路 DB 方式の導入により、工期の短縮、職員の業務負担軽減、施工者の知見・ノウハウの活用など様々な効果が期待できるものであり、現在も、シールド工に関する知見を AIへ学習させる取り組み、鉄道施設(地上の踏切部)横断時の変位置自動計測及び点群データを活用した埋戻し土量の管理など、さらなる省力化・効率化に向けて取り組んでいる。

今後は、工期の短縮、業務負担の軽減、省力化・効率化、環境負荷低減等の観点から、本工事における取組の効果を詳細に検証し、管路 DB 方式の評価を取りまとめていきたい。

令和4年度明治用水頭首工漏水に伴う安城浄水場の対応

愛知県企業庁西三河水道事務所 浄水課 福森恵

1. はじめに

令和4年5月15日に、愛知県西三河工業用水道事業の安城浄水場の取水地点である矢作川の明治用水頭首工において、パイピング現象が原因と考えられる漏水事故が発生し、安城浄水場で、頭首工上流側水位の低下により取水不能となる事態が発生した。これに対する安城浄水場の対応を報告する。

2. 明治用水頭首工漏水事故とは

明治用水頭首工（図1）において、パイピング現象（※）とみられる漏水事故（図2、図3）が発生した。表1に漏水事故の経緯を示す。

※堤防・堰等の前後に水位差が生じることにより、土粒子の流出とともにパイプ状の水みちが生じる現象



表1 漏水事故の経緯（東海農政局 HP より）

| | |
|-----------|-----------------------------------|
| 令和4年5月15日 | 東海農政局が現地にて漏水を確認（図1参照） |
| 令和4年5月16日 | 漏水箇所と推定される地点に砕石を投入閉塞を試みるも状況に変化なし |
| 令和4年5月17日 | 漏水範囲が拡大し、水道用水・工業用水・農業用水の取水量が大幅に減少 |

図1 明治用水頭首工平面図
（東海農政局資料に一部加筆）



図2 漏水写真(a)上流吸込部



図3 漏水写真(b)下流噴出部

3. 安城浄水場の概要

所在地：安城市福釜町地内

施設能力：300,000 m³/日

取水地点：明治用水頭首工右岸取水口（豊田市水源町）

給水対象：西三河地域の9市3町に跨る132事業所
（令和6年3月時点）



図4 安城浄水場写真

4. 安城浄水場での対応について

安城浄水場の対応として、4点報告する。経緯は表2に示す。

表2 安城浄水場の対応経過

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|------|-------|
| R4.5.17 | 3:38 明治用水水源管理所より、漏水発生の一報 3:56 配水池水位を上げる 4:15 明治用水水源管理所から、①3時間で送水不能になる旨連絡②取水量(1.55 m ³ /s)継続の指示 5:35 1号沈澱池・4号沈澱池の配水池化作業を実施 18:00 (右岸取水口取水停止) | | | | | | | | | | | |
| R4.5.18 | 4:45 安城浄水場取水停止 8:00 全事業所の給水停止(全ての配水ポンプ停止) | | | | | | | | | | | |
| R4.5.19 | 5:00 (明治用水頭首工にて仮設ポンプ稼働開始) 10:00 安城浄水場取水再開(取水量1.00 m ³ /s目標) 19:00 全事業所の給水再開(通常の3割程度) 2号幸田配水ポンプ 速度一定制御(75%)で運転開始 3号衣浦配水ポンプ 速度一定制御(75%)で運転開始 2号北部配水ポンプ 速度一定制御(80%)で運転開始 | 工業用水の給水量制限 <table border="1"> <tr> <td>30%給水</td> <td>5/19~6/1</td> </tr> <tr> <td>50%給水</td> <td>6/1~6/27</td> </tr> <tr> <td>75%給水</td> <td>6/27~8/3</td> </tr> <tr> <td>85%給水</td> <td>8/3~8/29</td> </tr> <tr> <td>通常給水</td> <td>8/29~</td> </tr> </table> | 30%給水 | 5/19~6/1 | 50%給水 | 6/1~6/27 | 75%給水 | 6/27~8/3 | 85%給水 | 8/3~8/29 | 通常給水 | 8/29~ |
| 30%給水 | 5/19~6/1 | | | | | | | | | | | |
| 50%給水 | 6/1~6/27 | | | | | | | | | | | |
| 75%給水 | 6/27~8/3 | | | | | | | | | | | |
| 85%給水 | 8/3~8/29 | | | | | | | | | | | |
| 通常給水 | 8/29~ | | | | | | | | | | | |
| ~ R4.7.4 | 以降、制御方法をこまめに変更(衣浦:~7/3、北部:~7/4、幸田:~7/1) 以降、取水量をこまめに変更(0.3~2.0 m ³ /s、計200回) | | | | | | | | | | | |
| R4.8.29 | 18:00 工業用水 通常給水 | | | | | | | | | | | |



図5 5月18日頭首工上流側(水位低下状況)



図6 5月30日右岸取水口(仮設ポンプ設置状況)

(1) 沈澱池の配水池化

取水停止が長期化する恐れがあったため、一部の沈澱池を配水池として使用することで、配水池の容量を増やした。

通常の配水池容量は25,940 m³/6池であるが、沈澱池を配水池化することで、(フロック形成池1,470 m³+沈澱池6,700 m³)×2池=16,340 m³を配水として確保できる。

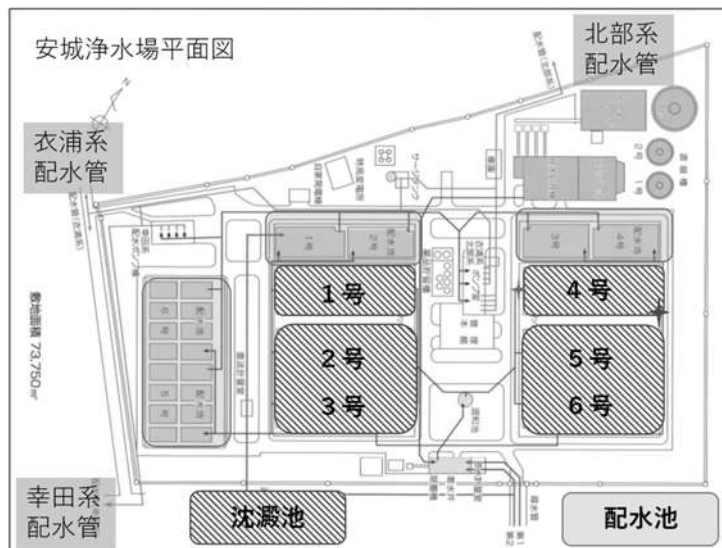


図7 安城浄水場平面図

(2) 配水ポンプの運用変更等

安城浄水場の配水は、衣浦系・北部系・幸田系の3系統に分かれており、通常では配水流量に応じてポンプの運転台数及び吐出圧力を自動で制御している。

今回、給水量制限がある中で吐出圧を制御するため、配水ポンプ制御方法を【推定末端圧制御】から【速度一定制御】へ切り替えた。それにより安城浄水場においてポンプの回転数を直接変更し、配水を制御することができた。

また、配水流量がポンプの最低流量を下回った場合に備え、配水池に水を逃がすことで配水流量を調整するための戻し配管があるが、衣浦系・北部系については共通の設備となっている。

通常運用では衣浦系の配水流量が安定しているため、北部系から切り替えを行う必要はなかったが、今回のように取水が制限される場合、衣浦系においても戻し配管を使用する必要があった。

図8の作業場所において、手動弁の切替作業を行った。

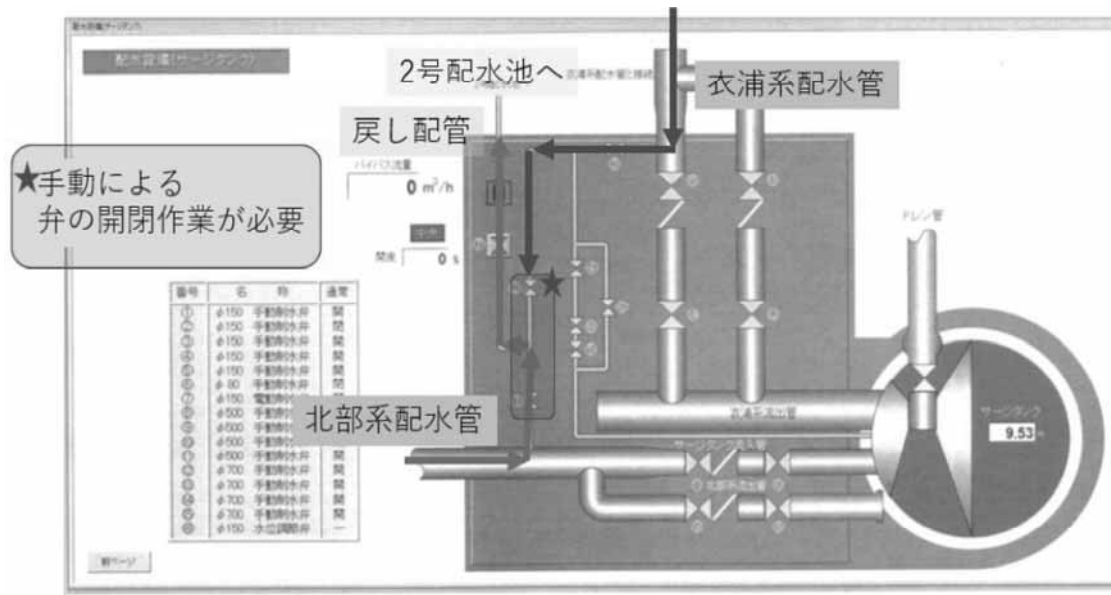


図8 戻し配管概要図

(3) 取水量の変更

安城浄水場では、申し込み水量に従い取水量の変更を行っている。今回は取水に制限のある中で、必要水量を確保するために、こまめな変更が必要とされた。

5/19～8/18までの期間、0.3～2.0 m³/s の間で計200回対応した。

(4) 【配水池の水位低下時の対応】を策定

今回は前例のない状況であることから、表3のとおりルールを策定した。

表3を指標とし、適切に判断することができた。

表3 配水地の水位低下時の対応

| 配水池の水位 | 浄水場の対応 |
|--------|---|
| 3.00m | 取水量を増加する。配水量が取水量より多い場合は配水課に連絡する。 |
| 2.50m | 配水課にユーザーへの配水量の調整を依頼する。 ポンプの回転数を最低回転数まで落とす。 |
| 2.25m | 浄水課に配水池水位が1/2を下回ったことを連絡する。 |
| 2.00m | 再度、配水課にユーザーへの配水量の調整を依頼する。集合弁を絞る |
| 1.50m | 浄水課及び配水課に水位の連絡をする。沈澱池を更に1池配水池化する。 |
| 1.05m | 浄水課及び配水課に水位の連絡をする。沈澱池の流出バルブを閉める。 |
| 0.50m | 浄水課及び配水課に水位を連絡する。配水ポンプを停止する。 |

5. まとめ

沈澱池の配水池化については、安城浄水場において毎年訓練を行いマニュアル化もされており、円滑に対応できた。今後も技術継承として訓練を続けていく必要がある。

次に、戻し配管の切り替えについて、通常切り替えを行わない配管であることから特に対応に苦慮した。よって、今後切り替えが不要になるよう衣浦系・北部系それぞれ専用のバイパス管を設置するよう検討を進めている。

6. おわりに

明治用水頭首工漏水事故は未曾有の大災害であり、先の読めない状況の中で愛知県職員及び浄水場運転管理業務委託業者による適切な対応により、配水への影響を最小限に抑えることができた。

また、今回の事例において今後の課題が明らかになり、対応を進めることができている。

今後も工業用水道事業の運用に活かしていく所存である。

アセットマネジメント計画の管路更新需要算定に AI を活用した事例

兵庫県企業庁水道課 田中智規

1. 兵庫県アセットマネジメント計画の概要と課題

兵庫県企業庁は水道用水供給事業 4 事業と、工業用水道事業 4 事業を運営している。平成 20 年度にアセットマネジメント計画を策定し、平成 23 年と平成 29 年に見直しを行った。本稿は、兵庫県企業庁が運営する加古川工業用水道事業において現在策定中のアセットマネジメント計画改訂（以下本業務という）により、AI の管路劣化診断の漏水発生確率予測機能を活用して、管路の更新時期を設定した事例を紹介するものである。

加古川工業用水道事業は、昭和 41 年に給水を開始し、計画給水能力 500,000m³/日、現在施設能力 236,250m³/日の工業用水道事業である。本事業では、供用開始より 59 年が経過しており、今後、管路施設が大規模な更新時期を迎える。これに先立ち、施設規模や更新方法の見直しを含め、適切な更新費用の算定と将来の財政収支を再精査が必要であった。

料金値上げを回避するために、施設の更新を先延ばしにすれば更新費用を抑制できるが、事故の発生リスクが上昇することとなる。事故の発生リスクが上昇するまで可能な限り長く施設を使用し、更新費用の抑制と適切な維持管理を行うためには、個別施設の健全度を診断・評価する「状態監視保全」を行うことが効果的であるが、特に埋設された管路を直接診断して状態を把握することは、多大な労力や費用を要し、現実的ではない。このため、管路更新需要の設定方法としては、管種毎に布設後の経過年数で更新需要を設定する「時間計画保全」が採用されることが多く、従来は精度の高い更新需要の設定が困難であった。

既存計画でも、管種やポリエチレンスリーブの有無などの防食対策の有無をもとに更新需要を算定していた。一律に設定した更新年数よりも劣化の進行が緩やかで、更新を先送りしても差支えない管路も存在する一方で、腐食環境の場合には更新年数未満で漏水事故につながる管路もある。漏水発生により更新の前倒しや、更新時期前に試掘調査を実施して健全であった場合には先延ばしにすることとなっていた。このように、既存計画と管路の劣化状況には乖離が生じ、更新需要の精度には課題があった。

そこで、本業務では「時間計画保全」より精度を高めるため、「状態監視保全」の代わりに Fracta Japan 社が新たに開発した、管路毎に 100 年以上先までの AI により漏水確率を予測する機能（以下、新機能という）を活用し、漏水確率を判断指標として更新需要を設定する手法の採用を検討した。

2. AI による管路劣化診断の概要

従来の AI 管路劣化診断では、水道事業者が保有する水道管路の位置情報ならびに属性情報の電子データと、過去に起きた漏水事例（修繕履歴など）を提供し、Fracta Japan 社が保有する約 170 種類の環境因子

（人口・土壌・河川や海・交通網など）のデータと紐づける。「どのような環境下に埋まっている水道管路が「埋めてから何年」で「漏水を起こした」または「起こしていない」という正解情報（教師データ）を AI に学習させ、その教師データの中から診

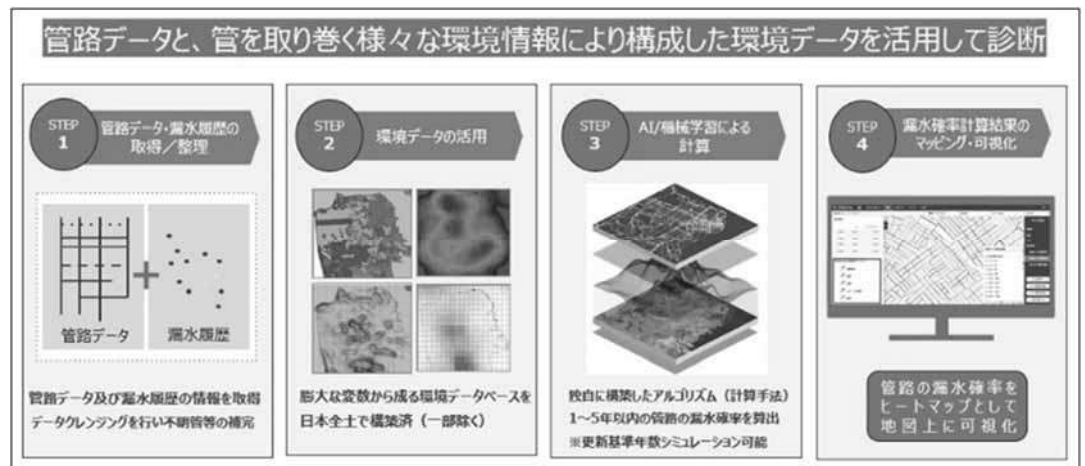


図 1 AI 管路劣化診断概要

断対象である水道管路が埋設されている環境に限りなく近い環境（パターン）下に埋設された水道管路が漏水を起こしていたのか、あるいは起こしていないのか、その膨大な教師データの中から相関関係を見出し、将来的に漏水を起こすリスクを管路 ID（セグメント単位）毎に算出し、リスクを可視化するものである。

従来は現時点から 5 年程度先までの漏水確率を算出し、短期的な更新計画の優先順位付けに活用されており、複数の事業者での事後検証の結果からも高い精度で予測が行われていることが確認されている。

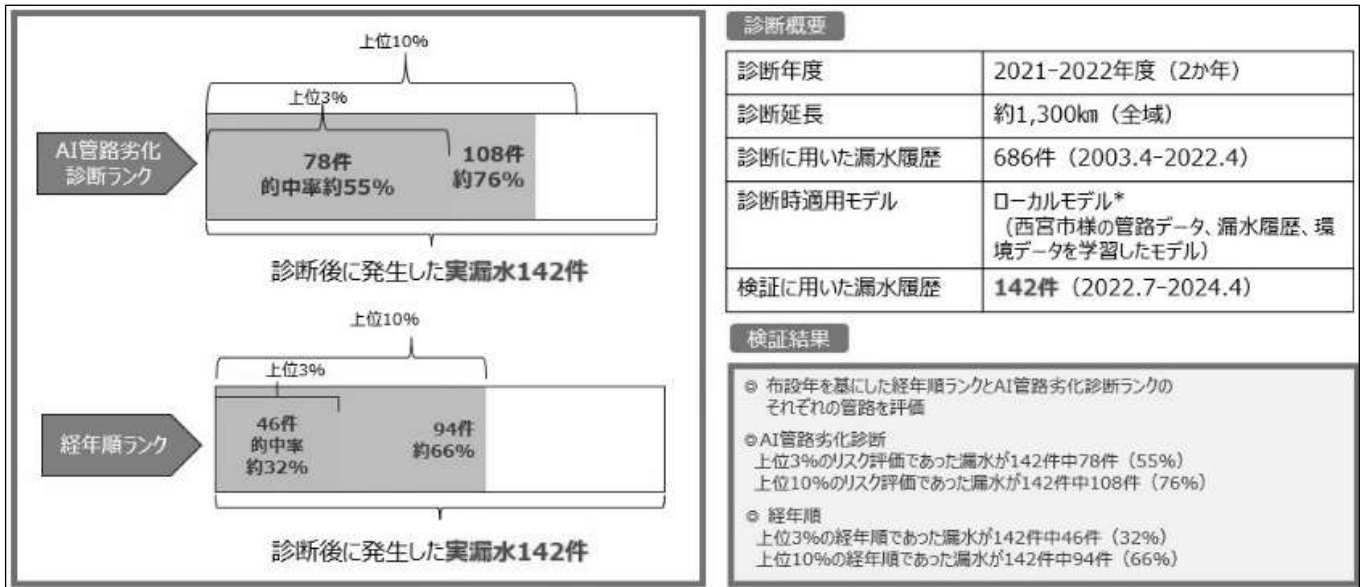


図 2 事後検証事例

3. 更新基準年数設定シミュレーション概要

今回、アセットマネジメント計画で活用した新機能は、従来は 5 年程度先までしか漏水確率を予測できなかったものに対し、100 年以上先までの超長期予測が可能となっている。AI に管路データを入力する際、管年齢を 1 年ずつ変化させてそれぞれの漏水確率を算出する。これにより管路ごとの漏水確率を超長期的、定量的に評価することができる。

4. アセットマネジメント計画での活用

既存計画では管種毎に設定した経過年数により、管路の更新需要を算定する方法であったが、本業務では AI で予測した漏水確率というリスク指標と、管路施設の重要度を総合的に評価して更新需要を検討するという考え方を採用した。これにより期待する主な効果は 適切な更新時期の設定と精度の高い更新需要の算定、漏水確率の高い管路の更新と更新需要を抑制することの両立、 定量的な指標による経営判断の 3 点である。以下、詳述する。

新機能を活用することにより、漏水確率の算出を行い個別管路の更新時期を設定することとし、既存計画で課題となっていた、実態と計画の乖離を小さくする。一定の漏水確率となった時点で更新するため、劣化の進行が早い管路は早く、劣化の緩やかな管路は長期間使用することにより、漏水の発生を抑制しながら更新費用も抑制することが可能となった。更新時期を先送りすることによりリスクがどの程度上昇するかを把握することは困難であったが、漏水確率という

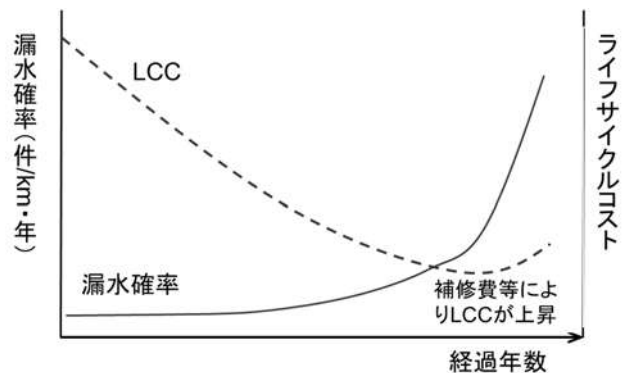


図 3 経過年数と漏水発生率のイメージ図

定量的な指標によって評価することが可能となった。これにより、明確な根拠に基づく意思決定ができるとともに、更新の優先順位について、水道事業者や企業等の利害関係者への説明性も向上する。

5. おわりに

本発表は、AIによる管路劣化予測を活用することにより、アセットマネジメント計画の管路更新時期をより高精度に設定する手法を紹介するものである。管路の施設情報（布設年、管種、口径、長さ、位置情報等）を整理している事業者であれば、100年程度の漏水発生確率の超長期のシミュレーションを行うことができ、アセットマネジメント計画の管路更新需要の算定を行うことで、漏水確率という定量的な指標に基づいて管路毎に適切な更新時期を設定することができ、更新需要の最適化を図り、精度の高いアセットマネジメント計画を策定することができる。

現在も加古川工業用水道事業アセットマネジメント計画は見直し作業中である。本業務では、劣化予測については新機能により算出した漏水確率を指標として採用している。しかし、一律の漏水確率で更新需要を算出するのではなく、河川の伏せ越し等修繕が困難な箇所、バイパス管がない箇所、流量が多く断水の影響の多い路線、緊急輸送道路や鉄道下に埋設された箇所等のように、漏水による影響が大きい管路については、漏水確率が低い段階で更新する必要がある。このように、漏水の影響度や経営収支等も考慮して更新需要を検討する必要があり、今後、本業務で検討を進めていく。漏水の影響度と漏水確率に基づき更新需要にどのような考え方を採用したのか、従来の考え方と比較して漏水確率や更新費用をどの程度抑制することができたのか等の効果については、続報を予定している。

AI 老朽度診断結果を活用した管路の更新計画の見直し、料金の影響

茨城県企業局 業務課 阿部 香月
 施設課 松本 悠

1. 茨城県の工業用水道事業

茨城県企業局では、市町村に対して良質な水を供給する「水道用水供給事業」、企業の生産活動に必要な工業用水を供給する「工業用水道事業」及び工業団地の整備を行う「地域振興事業」を実施している。

工業用水道事業については、昭和37年に那珂川工業用水道事業を発足し、ひたちなか市を含む県央地域への給水を開始。ひたちなか市は国営ひたち海浜公園を有する観光地であるほか、臨海部の優れた立地を生かし、日立製作所関連企業の多くが立地するなど幅広い産業が展開する工業都市となっている。

また、昭和44年に開始した鹿島工業用水道事業は、日本有数の工業地帯である鹿島臨海工業地帯を給水区域とし、日本製鉄や三菱ケミカルといった鉄鋼業や石油化学工業へ給水するなど、素材製造産業の基盤を支えている。

昭和63年には、県南西広域工業用水道事業の給水を開始し、筑波研究学園都市を有するつくば市を含む16市町を網羅する広範な給水区域において、アサヒビールや京セラなど149事業所への給水を行っており、県内の基幹産業を幅広く支える事業となっている。

さらに、平成13年に給水開始した県央広域工業用水道事業では、近年、注目を集める半導体分野のルネサスや関連業種が立地する常陸那珂工業団地へ給水。特に当該工業団地は拡張工事を進め、先端産業の集積エリアを目指しているところであり、今後さらなる発展が見込まれる地域となっている。

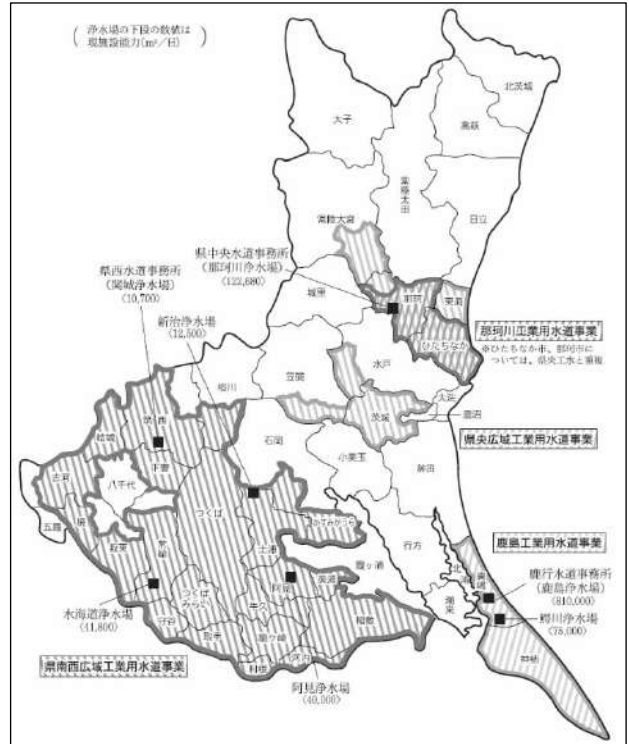


図-1 工業用水道事業区域図

2. 管路更新計画の見直しについて

(1) 今後3年間の整備箇所選定

前段のAIを活用した老朽度診断結果（以下、AI診断結果という）を基に今後10年間（令和7～16年）で更新が必要な箇所の選定を行い、既存の管路更新計画（平成24～令和6年）を3年間延長することとして整理した。この期間は茨城県企業局が策定する経営戦略の期間に合わせて設定している。

(2) 整備箇所の精査

AI診断結果では、鋼管（SP）を早期に更新する必要がある箇所が多く挙げられたが、図示した箇所を管路台帳等で確認したところ、水管橋や推進管が多く含まれていた。茨城県企業局において、水管橋については別途、目視点検を実施しており、異常を確認した場合に補修又は更新することとしている。また、推進管については、さや管で覆われている部分もあり、事故発生率も低くなることが想定されることから今後検討が必要であ

表-1 工業用水道事業の概要

| 名称 | 那珂川工業用水道事業 | 鹿島工業用水道事業 | 県南西広域工業用水道事業 | 県央広域工業用水道事業 |
|---------|---|---|---|---|
| 給水区域 | 2市 (2市) | 2市 (2市) | 16市町 (21市町村) | 3市村 (7市町村) |
| 給水先 | 6社 9事業所 | 66社 73事業所 | 136社 149事業所 | 17社 19事業所 |
| 1日最大給水量 | 76,680m ³ (76,680m ³) | 885,000m ³ (960,000m ³) | 125,000m ³ (165,000m ³) | 46,000m ³ (62,000m ³) |
| 取水河川等 | 那珂川 | 北浦 鯉川 地下水 | 霞ヶ浦 小貝川 | 那珂川 |
| 給水開始 | 昭和41年10月 | 昭和44年2月 | 昭和63年4月 | 平成13年10月 |

※令和7年4月現在、（ ）は計画

る。

なお、AI 診断結果は管路をルート単位ではなく、要素単位で診断しているため、別途整理した管路の ID と AI 診断の管路 No を突合しながら、整備箇所の図面を作成した。

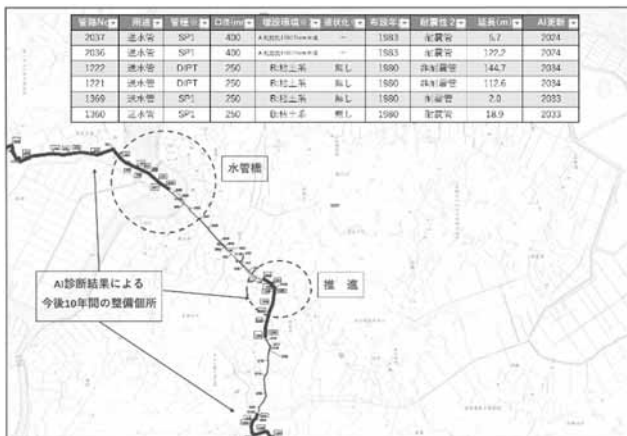


図-2 AI 診断結果の一例

(3) 見直しの効果

AI 診断結果より管路更新周期の適正化を図ることで、今後 30 年間（令和 7～36 年）の管路更新事業費は、従来基準での更新と比べて約 5 割の事業費が低減できる見込みであり、企業局の安定した経営に寄与することが期待できる。

なお、見直しにあたっては、事業費も年度ごとに大きく変動しないよう平準化を考慮した。

表-2 耐用年数見直しの効果

| | 更新延長 | 更新事業費 |
|------|-------|----------|
| 従来計画 | 739km | 3,124 億円 |
| 計画案 | 518km | 1,590 億円 |

※水道用水供給事業を含む

(4) 今後の予定

AI 診断結果による管路更新年度は、管路情報（管種、口径、布設年度など）や埋設環境MAPなどのデータを用いて予測したものであり、実際の管理設状況との整合性を確認する必要がある。

管内は充水されており、内部の状況を確認することが容易でないことから、今後は、新技術の活用や、漏水事故や不断水工事など埋設管を露出させる機会を活用し、埋設管の状況を調査することでAI診断の精度を検証していく予定である。

3. 料金への影響について

(1) 経営の現状と課題

工業用水道事業の経営状況として、まず、令和 5 年度における契約水量は 1,024,157 m³/日で、計画水量 1,263,690 m³/日及び施設能力 1,132,680 m³/日に対する比率は、それぞれ 81.0%、90.4%となっている。

契約水量は平成 27 年度をピークとして、令和 5 年度はピーク時の 98.2%と、大きな減少もなく推移している。

表-3 給水量の推移（全事業）

(単位: m³/日)

| 区分/年度 | H27 | R 1 | R 2 | R 3 | R 4 | R 5 |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 計画給水量 (注1) | 1,263,680 | 1,263,680 | 1,263,680 | 1,263,680 | 1,263,680 | 1,263,680 |
| 施設能力 (注2) | 1,132,680 | 1,132,680 | 1,132,680 | 1,132,680 | 1,132,680 | 1,132,680 |
| 契約水量 (注3) | 1,042,504 | 1,016,952 | 1,019,146 | 1,017,006 | 1,020,507 | 1,024,157 |
| 承認水量 (注4) | 885,210 | 890,956 | 891,971 | 892,171 | 895,511 | 902,611 |

決算状況においても、安定した料金収入を確保しながら、コスト削減を図ることにより、毎年、一定の純利益を計上するなど、安定した経営状況を維持している。

なお、費用内訳で見ると、借入金の償還完了に伴って支払利息は減少しているものの、近年は動力費や物価等の高騰により、維持管理費が増加傾向にある。

表-4 損益計算書（全事業）

(単位: 百万円)

| 区分/年度 | H27 | R 1 | R 2 | R 3 | R 4 | R 5 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 収益 | 14,712 | 12,770 | 12,604 | 12,471 | 12,491 | 12,807 |
| 費用 | 9,540 | 9,948 | 9,752 | 10,431 | 10,373 | 10,245 |
| 維持管理費 | 3,504 | 4,050 | 4,135 | 4,128 | 4,788 | 4,662 |
| 減価償却費等 | 5,410 | 5,389 | 5,314 | 5,394 | 5,373 | 5,345 |
| 支払利息 | 515 | 280 | 233 | 203 | 162 | 140 |
| その他 | 111 | 229 | 70 | 706 | 50 | 98 |
| 純利益 | 5,172 | 2,822 | 2,852 | 2,040 | 2,118 | 2,562 |

特に、事業別でみた場合、那珂川工業用水道事業においては、平成 6 年度から料金単価を変えることなく、据え置いてきたことから、近年の動力費等の高騰を受けた維持管理費の上昇により、純利益を圧迫する状況が続いている。

表-5 損益計算書（那珂川工水）

(単位: 百万円)

| 区分/年度 | H27 | R 1 | R 2 | R 3 | R 4 | R 5 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 那珂川工水 | 収益 | 626 | 625 | 603 | 609 | 603 |
| | 費用 | 480 | 574 | 536 | 544 | 563 |
| | 純利益 | 146 | 51 | 67 | 65 | 40 |

今後、老朽化施設の計画的な更新が必要になり、施設更新に伴う減価償却費及び借入に係る支払利息が増加することとなる。その他の事業においても、同様に、順

次、施設の更新サイクルを迎える予定であり、将来の費用増加を避けられない状況となっている。

(2) 企業局経営戦略の策定

茨城県企業局では、将来においても安定的に事業を継続していけるよう経営の健全化・効率化を図るとともに、企業経営の現状や展望等を作成・開示しながら、受水企業の理解と協力の下に経営を進めるため、「企業局経営戦略」を策定している。

本年3月には、事業を取り巻く経営環境の変化に合わせて、投資計画の見直しを行うなど「企業局経営戦略」の一部改訂を実施したところ。

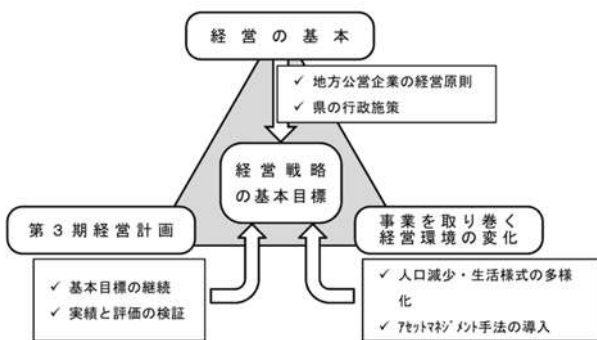


図-3 経営戦略の目標設定の考え方

経営戦略において、今後の長期的な投資方針として、管路の更新周期を定めており、今般のAI老朽度診断結果を踏まえて、見直しを行ったところ。従来の計画においても、耐食性のある塗装施工等を行うことで、法定耐用年数を越えて使用の方針としていたが、より効果的かつ効率的な更新周期へと見直しを行った。具体的には、ダクタイル鋳鉄管について、従前は一律で65年としていたが、管径や埋設土壌条件に応じて、43~100年と設定することとなった。

| 種類 | 工種 | 法定耐用年数(年)※ | 更新周期(年) |
|----------------|---|------------|-----------------|
| 建物 | 建築 | 50 | 50 |
| 構築物 | 土木 取水設備、導水設備、 浄水設備、配水設備、橋梁 | 58 | 60 |
| | 管路 ダクタイル鋳鉄管 鋼管 | 38 | 43~100 41~85 |
| 機械 及び 装置 | 電気 受変電・配電設備、 直流電源設備、 非常用電源設備 | 16 | 30 |
| | 機械 ポンプ、滅菌・薬注設備、 沈殿・ろ過池機械設備、 排水処理設備 | 16 | 30 |
| | 計装 流量計、水位計、水質計器 監視制御設備、伝送装置 | 16 | 30 20 |

図-4 企業局における更新周期の設定

(3) 料金への影響

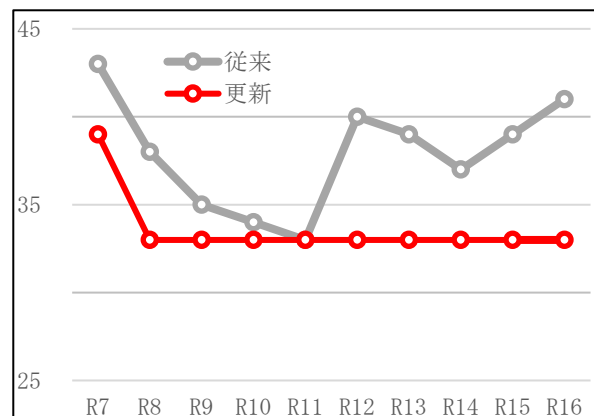
この更新周期に基づく、今後10年間の管路耐震化工事の事業費は約326億円を見込んでいる（詳細は表-2を参照）。今回、より精緻な実耐用年数を設定したことによって主に二つの効果を確認した。

まず、事業費の平準化効果を確認した。表6のとおり、これまでの更新周期では、管路の布設された時期が重なるなど、年によって事業費のバラつきが生じていた。管路毎に更新周期を設定することで、危険箇所は早期に対応しつつ、健全箇所はより長期で使用することで、管路更新に要する事業費について平準化を図ることが可能となった。

茨城県企業局は、料金単価の見直しを三年毎に行っているが、事業費が平準化されたことによって、費用の増減幅が小さくなり、より長期的な視点で費用回収を計画しやすくなるなど、料金単価の安定に繋がることとなった。

表-6 年度別の管路更新事業費（全事業）

（単位：億円）



また、事業費の平準化効果と併せて、事業費の削減効果を確認しており、従来の更新計画と比較して、今後10年間における削減額は約42億円となる見込み。

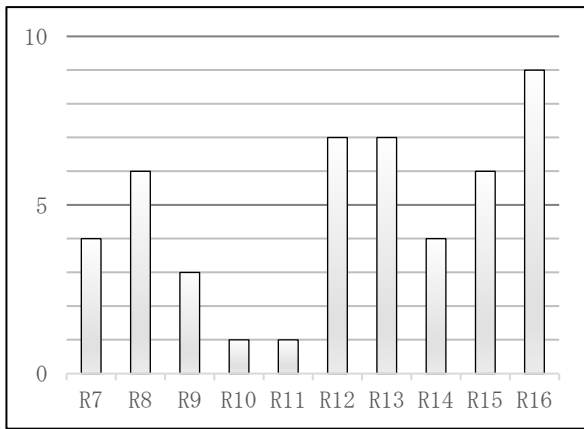
地方公営企業法施行規則に定める配水管の法定耐用年数（40年）に基づき、当該削減額を毎年の減価償却費相当額に換算した場合、工業用水道事業全体において、年間あたり約1億円の費用削減に繋がると試算。

また、事業によって削減額は異なるため、事業毎に減価償却費相当額を有収水量で除して、簡易的に給水原価を試算すると、最も影響のある事業では約2円程度の給水単価に相当するなど、今後の収支へ大きな改善

効果を与える結果となった。

表-7 年度別の事業費削減額（全事業）

（単位：億円）



AI 管路劣化予測診断と鋳鉄管劣化度等調査結果

- 愛知県西三河工業用水道管路 -

愛知県企業庁西三河水道事務所 配水課 富田絢香

1. はじめに

愛知県西三河工業用水道事業は、一日最大 300,000 m³の工業用水を、自動車を始めとする輸送用機械器具製造業などが集積する豊田市はじめ 9 市 3 町の約 130 事業所へ給水する事業であり、当該地域の産業の発展に大きな役割を果たしてきた。しかし、昭和 50 年に給水を開始した当事業においては、法定耐用年数である 40 年を超えた管路が約 6 割を超える状況となり、管路の維持管理を行いながら、順次更新を進めているところである。

愛知県企業庁では、管路の効率的な更新計画を策定するため、令和 4 年度より AI を活用した水道・工業用水道管路劣化予測診断（以下、「AI 管路劣化予測診断」という。）を導入し、令和 5 年度に西三河水道事務所管内の水道・工業用水道管路約 450km を対象に管路劣化予測診断を実施した。今回はそのうち工業用水道管路を診断した結果と、実際に現地で管路を確認する直接的な診断（以下、「直接診断」という。）との結果を比較し、AI 管路劣化予測診断の有用性について考察した。

2. AI 管路劣化予測診断について

愛知県企業庁の地理情報システム（GIS）の管路データ及び漏水事故履歴をもとに、管路の劣化要因となり得る環境ビッグデータと AI を用いて管路の破損確率を算出し、管路劣化状況を予測・診断した。（図 1）結果は 5 段階評価とし、劣化度の上位 0~3% をランク 5、上位 3~10% をランク 4、上位 10~25% をランク 3、上位 25~50% をランク 2、上位 50~100% をランク 1 に分類するとともに、各管路で漏水確率上昇に寄与した要因 5 つも算出している。

結果がランク 5（劣化度の最上位）であった管路について、漏水確率上昇に寄与した要因として、「過去漏水回数」、「管材質」、「管年齢」が上位に算出されていたが、一方でその他、「管口径」、「土壌成分」、「気温」、「河川・湖沼からの距離」、「主要道路からの距離」、「電車」、「人口・人口密度」など AI ならではの要因も含まれていた。



図 1 西三河水道事務所工業用水道管路の AI 管路劣化予測診断の結果

3. 鑄鉄管劣化度調査（直接診断）について

岡崎南線 F 六ツ美分岐線（ダクタイル鑄鉄管φ150；平成3年3月竣工）において、令和6年4月23日に漏水（漏水孔1cm程度）が発生したことから、本管路について鑄鉄管劣化度調査を行った。（図2、3）本調査では、管外面腐食量調査、管厚測定、ボルトナットの腐食量調査、周辺土壌・地下水の分析により、管路の腐食状況を調査した。なお、漏水した箇所の管路は将来需要を想定した分岐管であり、今回の漏水を受けて撤去したため、管外面腐食量調査、管厚測定等が可能であった。

管外面腐食量調査では、貫通腐食が3箇所見られ、うち1箇所は漏水した箇所、他2箇所は内面モルタルライニングが残っていたため漏水に至っていない状態であった。管厚調査では規格管厚を満足していたが、ボルトナット、周辺土壌、周辺地下水からは腐食性が認められた。総合評価としては、劣化度ランクが5段階で最大のI（更新対象とすべき）であった。これは、混合土壌による通気差マクロセル腐食の影響が直接の原因であり、周辺土壌や地下水の腐食性が、その進行を促進させたものと推察された。

現在の管路更新計画（2023年～2035年度）では、供用年数40年以上の管路を更新の対象としているため、供用年数33年である本管路は更新の対象となっていないが、AI管路劣化予測診断の結果でもランク4（劣化度の最上位から1ランク下）となっており（図4）、本調査結果ともある程度の合致が見られる。劣化の要因として上から順に「管材質」、「道路」、「土壌成分」、「建物密集度合」、「河川・湖沼からの距離」が挙げられていた。「河川・湖沼からの距離」は、地下水の影響があるものと推察でき、土壌と地下水に関連する項目が挙げられていた。



図2 漏水箇所（漏水孔1cm程度）



図3 管外面腐食量調査の様子



図4 岡崎南線 F 六ツ美分岐線の AI 管路劣化予測診断の結果

4. 不断水管内カメラ調査（直接診断）について

AI 管路劣化予測診断の結果がランク 5（劣化度の最上位）であった箇所のうち 2 箇所について、直接診断として不断水管内カメラ調査を実施した。（図 5、6）本調査は、管内を断水させずに、空気弁から本管内にカメラを挿入し、管内面の状態（錆の状態、内面付着物、堆積物）を確認することができるものである。

1 箇所目は第 1 衣浦幹線 ASK 分岐線（ダクタイル鋳鉄管 $\phi 150$ ）で実施し、管内の堆積物のほか管内面に錆こぶが多く見られ、劣化が進んでいると考えられた。（図 7）2 箇所目は幸田長嶺線（ダクタイル鋳鉄管 $\phi 400$ ）で実施し、管内に堆積物は見られたが、錆こぶ等の劣化状況は見られなかった。（図 8）本調査では AI 管路劣化予測診断とは異なる診断結果が示されることもあることが確認された。



図 5 第 1 衣浦幹線 ASK 分岐線の AI 管路劣化予測診断の結果



図 6 幸田長嶺線の AI 管路劣化予測診断の結果



図7 第1衣浦幹線 ASK 分岐線の管内カメラ調査の結果



図8 幸田長嶺線の管内カメラ調査の結果

5. まとめ

現段階で AI 管路劣化予測診断の精度の評価をするには、今回実施した鑄鉄管劣化度調査及び不断水管内カメラ調査のような直接診断のサンプル数が少ないものの、管路更新計画の優先順位を検討する一つの判断材料として、本診断結果が活用できる可能性があると考えます。

直接診断では、一度に調査できる範囲に限られるが、管本体を目視確認したり、化学的な調査・分析を行うなどして、管路の劣化状況、劣化した要因をほぼ正確に把握することができる。他方で、AI 管路劣化予測診断は間接的な調査であるため、西三河水道事務所管内の全管路状況を把握することが可能となるが、あくまで机上の予測であり、確率の高いところを可視化しているにすぎず、実際の漏水事故や直接診断で確認するまでは管路の劣化を断定することはできない。今回の事例でも、幸田長嶺線の不断水管内カメラ調査では相反する診断結果であった。

そのため、漏水事故履歴や直接診断の結果を今後も蓄積し、AI 管路劣化予測診断の結果を比較することにより、AI 管路劣化予測診断の精度の検証を行っていく必要があると考えている。

将来、精度の信頼性が確認できた際には、AI 管路劣化予測診断で劣化度ランクが上位であった箇所を優先度を上げて管路更新を進めていくことにより、限られた予算の中で効率的に管路更新を進めることが期待できる。

注) 文中の工業用水道管路の路線名に企業等の固有名が含まれている場合には、その固有名をイニシャルの頭文字に置き換えています。

AI を活用した地震時の管路被害予測手法の研究

株式会社クボタ 管路整備技術部 技術課

○神山 謙悟 岸田隆行

1. はじめに

令和6年能登半島地震は、多くの人命とともに水道などのライフラインに甚大な被害をもたらした。地震による被害に加え、豪雨災害や土砂災害が激甚化・頻発化しており災害に強い社会基盤整備が求められている。このような中、「第1次国土強靱化実施中期計画」では、水道の急所施設である導・送水管の耐震化完了率を43%（令和5年度）から59%（令和12年度達成目標）まで引き上げるとしており¹⁾、国土強靱化のさらなる加速を図るため、管路の耐震化と更新速度の向上が重視された計画となっている。一方で、多くの水道事業者では厳しい財政状況と技術者不足により管路更新率は約0.6%（令和4年度）と年々低下している²⁾。このような状況下、予算を効果的に活用できる管路更新の計画立案を支援すべく、AIを活用した管路の評価技術を開発した。

本研究と同様、地震時の管路被害予測手法に関する研究としては、磯山³⁾ら、丸山ら⁴⁾の研究が挙げられる。磯山らは兵庫県南部地震時の配水管被害データをもとに水道管路の地震被害予測手法を提案している。これは、日本水道協会によって被害予測手法としてとりまとめられ広く用いられている⁵⁾。丸山らは磯山らが構築した地震被害予測手法を基に、2004年新潟県中越地震、2007年能登半島地震、2007年新潟県中越沖地震の配水管被害データを用いて単一の地震データによらないマクロな配水管被害予測式を構築した。また水道技術研究センターは丸山らの手法に、東北地方太平洋沖地震により生じた管路被害を新たな知見として取り入れて、被害予測式を提案している⁶⁾。

AIモデルを活用して埋設管路の地震被害予測を検討している研究として、伊藤ら⁷⁾の研究が挙げられる。伊藤らは通信用管路において、複数の地震被害結果と変数を学習用データとしてモデルを構築し、精度検証を行っている。このように地震被害予測手法に関する研究は一定の蓄積はあるが、水道管路の分野においてAIを活用した被害予測手法を論じている研究はほとんど例がない。本稿ではAIによる新たな知見を用いて、よりピンポイントに精度高く管路被害予測が可能な手法の研究を行ったので、その特長や精度検証結果等について報告する。

2. 現行の地震被害予測手法との比較

上述した提案式（以下、現行手法）は、250mメッシュ単位で被害率を予測するものであり、被害の発生確率が高い地点や管路を予測するものではなかった。本稿で示す新しい地震被害予測手法（以下、新手法）では、管路被害に関わる説明変数（特徴量）を追加し、AIで管路1本毎の被害確率を予測する点に独自性がある（図-1）。

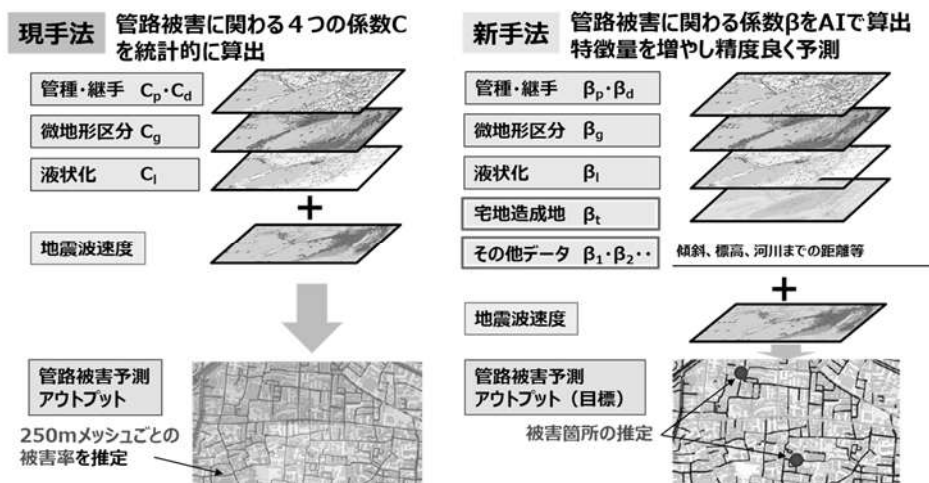


図-1 現行手法と新手法の地震被害予測手法

3. 新手法で新たに追加した特徴量

1) ポリゴンデータ

250mメッシュ単位で予測結果が算出される現行手法は、各特徴量も250mメッシュ単位であり、微地形データは地震ハザードステーション⁸⁾の表層地盤データが一般に使用される。一方新手法では、20万分の1シームレス地質図⁹⁾などのポリゴンデータも使用している。ポリゴンデータを基に250mメッシュデータ化された場合、図2に示すように250mメッシュの境界部のデータの属性が実際の属性と異なる可能性がある。ポリゴンデータを使用することでこれが解消され、より精度の高い予測が可能となると考えられる。

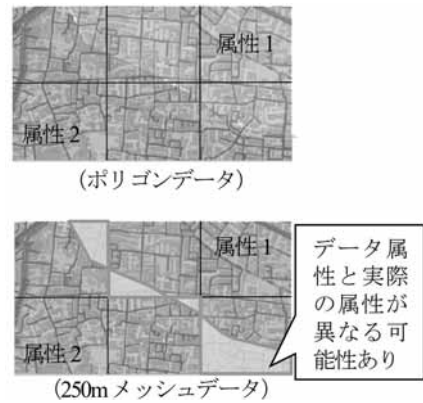


図2 ポリゴンと250mメッシュ

2) 宅地造成地

過去に起こった大地震では、宅地造成地における大規模な道路崩壊箇所での管路被害が多く報告されている。宅地造成地ではこのように地震時に大きな地盤変状が生じやすく、このため管路被害が起こりやすいと考えられる。図3に新潟県中越地震、新潟県中越沖地震及び熊本地震における宅地造成地及び宅地造成地以外の管路被害率の集計結果を示す。宅地造成地の被害率は、宅地造成地以外の約5倍であった。

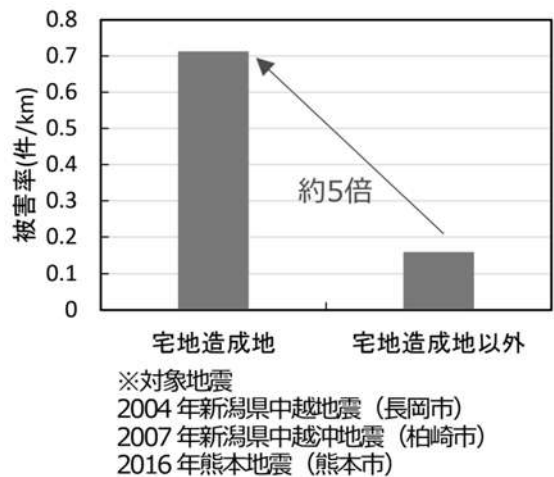


図3 宅地造成地と宅地造成地以外の管路被害率

3) 地盤境界

図4に示すように、異なる二つの地盤境界部では、地震時のそれぞれの地盤の挙動が異なり、局所的な地盤ひずみや変位が生じることで、管路被害が生じやすいと考えられる。図5に示すように、地盤境界の管路被害率は地盤境界以外よりも大きいことが分かる。

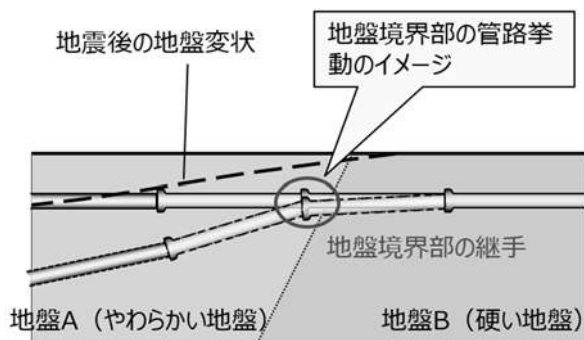


図4 地盤境界部の管路挙動のイメージ

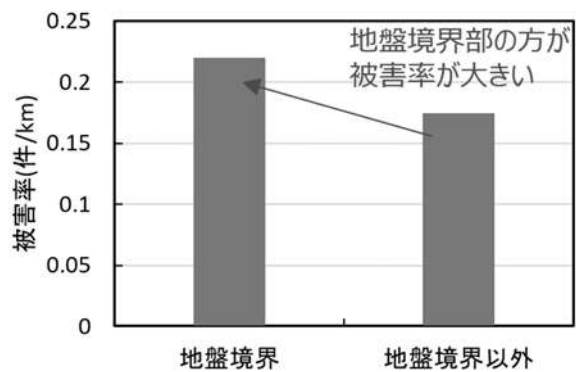


図5 地盤境界と地盤境界以外の管路被害率

4. 管路被害予測手法の評価・課題

1995年兵庫県南部地震における管路被害に対し、現行手法と新手法の予測モデルとで管路被害予測を行い、その精度を比較した評価を行った。図6に神戸市内の分析対象地域の被害の概要を示す。23,418 管路中 709 管路で被害が発生した。新手法の予測では、算出される管路ごとの被害確率の上位3545件（被害件数の5倍）を被害ありと判定した。現行手法による予測も同様の考え方で被害ありを定義したが、現行手法は同一メッシュの同じ呼び径の管路は全て同じ被害率になるため、上位3565件までを被害ありとした。

図7、図8に現行手法と新手法による予測結果を示す。同図には実被害管路に対し予測被害管路がどの程度的中していたかを示す「的中率」も併せて示す。新手法は現行手法に比べても的中率が約2.5倍(=0.402/0.161)と高く、高精度に予測できることがわかった。但し、図8の◎で示す地域は実被害管路と被害予測した管路が一致する一方で、○で示す地域では的中率が現行手法と同等であった。

| | DIP | CIP | その他 | 計 |
|--------|--------|-------|-------|--------|
| 管路数 | 17,590 | 3,078 | 2,750 | 23,418 |
| 被害管路数 | 473 | 172 | 64 | 709 |
| 延長(km) | 1,109 | 210 | 113 | 1,432 |

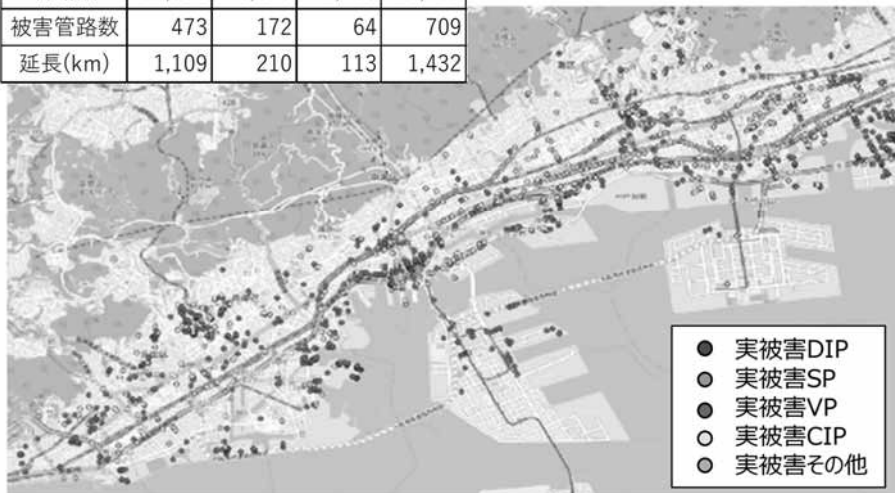


図6 神戸市内の分析対象地域の被害の概要



図7 現行手法での予測結果



図8 新手法での予測結果

5. まとめ

今回、AI を活用して管路毎に被害確率を算出する新たな管路被害予測手法を研究した。管路毎に評価する新手法は、250m メッシュ毎に評価する現行手法に比べ、その当否の精度は約 2.5 倍と高く、耐震化を優先すべき管路の延長を短く抑えることができることが分かった。この予測手法を管路の老朽度評価、管路の重要度および水理・水質の評価技術等と組み合わせることで、更新すべき管路を高精度に選定し、より効果的な管路更新計画立案を支援できると考える。

REFERENCES

- 1) 内閣官房：第 1 次国土強靱化実施中期計画，pp.33，2025。
- 2) 公益財団法人日本水道協会：令和 4 年度水道統計
- 3) 磯山龍二，石田栄介，湯根清二，白水暢：水道管路の地震被害予測に関する研究，水道協会雑誌，Vol.67,No.2,1998
- 4) 丸山喜久，山崎文雄：近年の地震被害データを加味したマクロな配水管被害予測式の改良，土木学会論文集,A1,Vol.65,No.1,2009
- 5) 日本水道協会：地震による水道管路の被害予測，pp.54-67，1998。
- 6) 水道技術研究センター：地震による管路被害予測の確立に向けた研究報告書，pp.3-4，2013。
- 7) 伊藤陽，奥津大，古川愛子，庄司学，鈴木崇伸：通信用管路の震災時点検結果を基にした機械学習による被害予測モデル検討，土木学会論文集,A1,Vol.78,No.4,2022
- 8) 防災科学技術研究所：J-SHIS 地震ハザードステーション，<https://www.j-shis.bosai.go.jp/> (2025/8/17 閲覧)
- 9) 産業技術総合研究所：20 万分の 1 日本シームレス地質図，<https://gbank.gsj.jp/seamless/> (2025/8/17 閲覧)