



特集

脱炭素社会を牽引する グリーンイノベーション下水道

国土交通省／水管理・国土保全局／下水道部／
下水道企画課／下水道国際・技術室長

田嶋 淳



1. はじめに

我が国は2050年カーボンニュートラルの実現とともに、2030年度の温室効果ガス削減目標について、2013年度比46%削減を目指し、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けていくことを表明した。2021年10月に改定された『地球温暖化対策計画（令和3（2021）年10月22日閣議決定）』において、下水道分野では、2030年度の温室効果ガス排出量を2013年度比で208万t-CO₂削減する目標が掲げられている。

これらの動きも踏まえ、2050年カーボンニュートラルに向けて、国土交通省と公益社団法人日本下水道協会は下水道政策研究委員会「脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会」（委員長：東洋大学 花木教授）を立ち上げた。同委員会での審議を経て、脱炭素社会の実現に貢献する下水道の将来像を定め、関係者が一体となって取り組むべき総合的な施策とその実施工程表を報告書としてとりまとめた。

本稿では、今後の下水道事業の指針となる報告書の概要と委員会での議論の要点について紹介する。

2. 下水道における現状／ポテンシャル

下水道は、年間約600万t-CO₂の温室効果ガスを排出しており、地方公共団体の事務事業から排出される温室効果ガスの大きな割合を占める。一方、下水汚泥が有する有機物の全エネルギーを熱量として換算した場合、下水処理場の年間電力消費量の約1.6倍にも相当する約120億kWhにもものほり、高いエネルギーポテンシャルを有している。

また、リンの年間需要量（約30万t）のうち、約2割に相当する約5万tが下水汚泥に含まれており、さらに、国内で生産・輸入される窒素の約50%に相当する量が下水として流入するなど、持続可能な物質循環に対しても高い貢献ポテンシャルを有している。

下水道施設の省エネ化や資源・エネルギーの利活用は、維持管理費の削減等による下水道経営改善や地域活性化に資する。また、下水道が有する高いポテンシャルを活用し、脱炭素地域の形成に貢献することは、下水道のプ

レゼンス向上につながり、地域から海外に至るまでの人材や資金を惹きつける好循環を生み出す。

3. 脱炭素社会の実現に貢献する下水道の目指すべき姿

下水道の目指すべき姿を定めるにあたっては、下水道事業における脱炭素化についてはもちろん、下水道が有する高いポテンシャルを活用し、如何に社会全体に貢献するかという視点で議論が行われた。特に、委員より、これまでの雨水排除や汚水処理の静脈機能に加え、下水道の有する水・資源・エネルギーの回収・供給を通じ、動脈機能を強化させ、下水道システムを高度な循環システムに進化させていくべきとの提案があった。

これらの議論を踏まえ、下水道施設自体の省・創・再エネ化を進めるとともに、多様な主体と連携等を進めることにより、「今後、我々の社会の脱炭素・循環型への転換を先導する『グリーンイノベーション下水道』」を下水道事業の目指すべき姿として位置づけた。

4. 脱炭素化を進めるための費用負担の考え方

自治体委員からは、脱炭素化の取組による下水道使用料への負担に対する懸念の声もあがり、それを踏まえ、下記の費用負担の基本的考え方が、報告書において整理された。

「地球温暖化対策は、総力を結集すべき公益性の高い取組である。このため、各主体が対策に必要となる施設整備や維持管理について、あらゆる財源を活用しつつ、適切な費用分担の下、実施すべきである。」

具体的には、下水処理工程において実施される施設整備等は、下水道管理者が下水道事業の一環として進め、地域バイオマスの受入等の施設を最大限活用する取組については、その内容に応じ、一般会計や関係省庁予算をはじめ、様々な財源を効率的に活用し推進するべき、としている。

脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会報告書(概要①)

- 脱炭素社会の実現に貢献する下水道の将来像を定め、関係者が一体となって取り組むべき総合的な施策とその実施工程表について、最新の知見や下水道関係者の意見、政府目標及び関連計画等を踏まえた上でとりまとめたもの
- 今後、関係者が戦略的に行う取組を定める際の指針として利用されることを期待するもの

脱炭素社会の実現に貢献する下水道の目指すべき姿

地球温暖化対策計画の2030年度目標達成及び2050年カーボンニュートラルの実現に向け、下水道施設自体の省・創・再エネ化を進めるとともに、多様な主体と連携を進めることが重要である。それによって、下水道が有するポテンシャルを最大活用して、スケールメリットはもちろん、これにとどまらず下水道を拠点とした新たな社会・産業モデルを創出するなど、環境・エネルギー分野の新展開、まちづくりや国際社会の脱炭素化、地域の活性化・強靱化等を牽引することが可能になる。これらを踏まえ、今後、我々の社会の脱炭素・循環型への転換を先導する「**グリーンイノベーション下水道**」を、下水道事業の目指すべき姿とする。

グリーンイノベーション下水道を実現するための3つの方針

- ①下水道が有するポテンシャルの最大活用、②温室効果ガスの積極的な削減、③地域内外・分野連携の拡大・徹底

施策展開の5つの視点

- ①ポテンシャル・取組の見える化、②戦略的な脱炭素化、③イノベーションへの挑戦、④多様な主体との連携、⑤デジタル技術の活用

下水道分野における現状

- ◆下水道事業は大量の電気を消費しており、排出される温室効果ガスは年間約600万t-CO₂。
- ◆水・資源・エネルギーが集約される下水道では、脱炭素社会に貢献し得る高いポテンシャルを有するが活用は一部にとどまっている。(下水道バイオスリサイクル率は約34%)
- ◆下水道の対策や目標を位置づける地方公共団体実行計画は一部にとどまり戦略性に欠ける。(一般市では51市のみが目標を位置づけ)

関係者による取組を進める上で前提とすべき考え方

- ◆カーボンニュートラルの実現に向けては、誰もが無関係ではなく、あらゆる主体が総力を結集して取り組むべき。
- ◆下水道施設の省エネ化、資源・エネルギーの利活用は維持管理費軽減等の下水道経営改善や地域活性化に繋げるべき。
- ◆下水道が有する高いポテンシャルを活用し、脱炭素地域の形成に貢献することにより、下水道のプレゼンス向上を図り、国内外の人材や資金を惹きつける好循環を生み出す取組を目指すべき。

図-1 報告書概要①

5. グリーンイノベーションを実現するための3つの方針と施策展開の視点

グリーンイノベーション下水道の実現に向けて、以下の3つの方針が掲げられた。

- (1) 下水道が有するポテンシャルの活用
- (2) 温室効果ガスの積極的な削減
- (3) 地域内外・分野連携の拡大・徹底

特に、温室効果ガスの積極的な削減にあたっては、処理水質と消費エネルギーがトレードオフの関係にあることを踏まえ、水環境の状況に応じて適切な運転管理・水質管理を行う必要性が、委員会の中で議論になった。また、人口減少が進展する状況下においても効率的・効果的な取組や新たな貢献を追求するため、さらに技術革新に寄与するためにも、地域内外・分野連携の必要性が示された。

また、3つの方針の下、総合的な施策展開を実施するにあたり、「ポテンシャル・取組の見える化」「戦略的な脱炭素化」「イノベーションへの挑戦」「多様な主体との連携」「デジタル技術の活用」の5つの視点が示された。(図-1参照)

6. カーボンニュートラル実現に向けた計画と取り組みの時間軸

(1) 2030年目標達成に向けて

2030年まで10年も残されていないことから、温室効果

ガス削減効果の高い事業の集中的な実施等、脱炭素化に資する新技術を総動員して計画的に取り組んでいく必要がある。

このためには、国が定めた目標等を参考に、地方公共団体実行計画等に下水道分野の目標を掲げるとともに、目標や取組の「見える化」等による取組の加速化及び関係者間の連携強化を図り、計画的な省エネ化及び創エネ・再エネ設備の導入、並びにデジタル技術を活用した効率的な維持管理を進めるべきである。

(2) 2050年目標達成に向けて

2050年カーボンニュートラルの実現に向けては、従来の下水処理方式のみにとらわれず、地域バイオマスや水中の水・炭素・栄養塩の循環利用に関する技術開発を進めるとともに、2050年を待たずに技術の実装、取組の拡大を図っていく必要がある。特に、大規模改築には時間を要するため、改築更新期を的確に捉えて抜本的な温室効果ガス排出削減を進めていく必要がある。

7. 目標実現に向け強化すべき施策

2030年度目標の達成、2050年脱炭素社会実現のための貢献に向け、これまでの取組を着実に進めるとともに、今後さらに強化して取り組むべき施策(図-2参照)と具体的な取組事項のロードマップが示された。

脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会報告書(概要②)

- 地球温暖化対策計画等の2030年度目標の達成、2050年脱炭素社会実現のための貢献に向け、これまでの取組を着実に進めるとともに、今後、施策をさらに強化して取り組むべき施策は以下の通り。

目標実現に向け強化すべき施策（見せる、繋げる、活かす）

1.地域の活性化・強靱化に貢献する循環システムの構築

- (1) 地方公共団体実行計画等における下水道の施策と削減目標の設定
- (2) 案件発掘から施設整備まで一体的・集中的な支援
- (3) 環境省と連携した地域バイオマスや廃棄物処理システムとの連携
- (4) 関係省庁が連携した予算支援や地方財政措置の充実

2.効率的なエネルギー利用と良好な水質確保との両立

- (1) 流域の水環境状況や人口減少、エネルギー消費を踏まえた水質管理・処理方法の選定※
- (2) 省エネ診断に基づく処理規模・方式に応じた技術の普及促進
- (3) ICT・AI等も活用した効率的な運転管理の実施促進
- (4) 汚泥焼却に伴う N_2O 排出の抑制促進
- (5) 水処理工程での N_2O 、 CH_4 の排出メカニズム・対策の研究※

3.取組の加速化・連携拡大に向けた環境整備

- (1) 具体化、数値化、客観化、標準化等によるポテンシャル・取組の「見える化」
- (2) 知見の共有・人材育成
- (3) 社会全体の削減に資する貢献の追求と評価
- (4) 農林水産省、地方公共団体農政部局等との連携による汚泥の肥料利用等の促進
- (5) PPP/PFI等の積極的な推進

4.脱炭素化を支えるシステム・技術のイノベーション

- (1) カーボンニュートラル地域モデル実証処理場の整備
- (2) 下水道の脱炭素化に資する技術・資器材の認証、省エネ・創エネ仕様などの検討による導入加速
- (3) 技術開発の重点化
- (4) 研究開発インキュベーション整備等オープンイノベーションによる技術開発の加速※

5.本邦技術の競争力強化と戦略的な国際展開

- (1) 国際標準化活動等による本邦優位技術の展開促進
- (2) 官民協議会等を活用した戦略的な国際展開

※：2030年までに取組を進めつつも2050年までの実装を目指す

図－2 報告書概要②

8. おわりに

本報告書では、「地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律（令和3年法律第54号）」が令和4年4月1日から施行されるにあたり、下水道管理者が定めるべき具体的な目標設定や、費用負担も含めて、下水道のカーボンニュートラル実現にあたっての基本的考え方が掲載されているところであり、関係者が取組を定める際の指針として利用することが期待されている。

地球温暖化は国民が共有すべき社会課題として、誰もが無関係ではなく、あらゆる主体が総力を結集して取り組むべきであるとともに、2050年カーボンニュートラル実現への脱炭素化の取組は持続可能な経済社会に作り変

える絶好の契機である。

国土交通省としては、脱炭素社会への貢献に向けて、地方公共団体、公的機関、民間企業、研究機関等の様々な関係者と議論を深めながら、報告書で提案された施策について詳細な制度設計等の検討を進めるとともに、取組の進捗や技術の実装状況を継続的に検証し、必要に応じて新たな定量的な目標の設定、施策自体の見直しを行う予定である。

本稿では紹介できなかった様々な施策やロードマップ、委員会での議論過程については、国土交通省ホームページを参照されたい。

(https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000734.html)



特集

水道施設整備費に係る 歩掛表について



厚生労働省／医薬・生活衛生局／水道課／課長補佐 **中添真弥**



1. はじめに

厚生労働省では、水道事業者等が水道施設整備費国庫補助金及び生活基盤施設耐震化等交付金（水道施設に係る事業に限る）を申請する際に適用する標準的な歩掛として、「水道施設整備費に係る歩掛表」（以下、「水道歩掛表」）を策定しています。

水道歩掛表は、標準的な施工条件における単位施工量当たりの労務、材料、機械運転等の所要量を規定しており、主に水道工事独自の工種について設定し、水道歩掛表に記載のない工種については国土交通省土木工事標準積算基準書（以下、「土木工事積算基準」）、機械設備工事積算基準及び下水道用設計標準歩掛表等、国若しくは都道府県で定めた積算基準を適用することとしています。

また、水道歩掛表は、補助金申請等のみならず、水道事業者等が請負工事費の積算を行う際にも広く用いられていますが、社会経済情勢の変化の中、公共工事を取り巻く環境も年々変化してきており、積算の透明性、妥当性、合理性の向上が強く求められています。

このような社会的要請に応じるため、厚生労働省では、水道事業者等で構成される施工技術調査検討会を設置し、毎年度、全国上下水道コンサルタント協会等の水道関係団体からの要望をヒアリングし、実態調査や模擬試験等の調査検討を行う等して、必要に応じて水道歩掛表の改定を行っています。

水道歩掛表の改定にあたっては、①実態と乖離があるもの、②新工法、新技術に適應するもの、③コスト縮減策に資するもの、④土木工事積算基準等、他の公共工事歩掛と整合を図るべきもの、⑤老朽化施設の更新、水道施設の耐震化に資するもの、⑥歩掛の簡素化に資するもの、といった観点から検討を行っています。

本稿では、令和4年度水道歩掛表（令和4年4月1日適用）の改定内容について紹介します。

2. 令和4年度水道歩掛表の改定内容について

令和4年度水道歩掛表の主な改定内容は、（1）週休2日交代制モデル工事に要する費用の新設、（2）最小掘削幅の変更、（3）ポリエチレン管布設の呼び径40mm以下の追加、（4）一般管理費等率の改定等です。

（1）週休2日交代制モデル工事に要する費用の新設

土木工事積算基準において、平成29年度より現場閉所の状況に応じた週休2日の経費補正を実施しています。また、令和元年度からは交代制による休日確保を推進するモデル工事を試行、労務費の補正係数を設定し、令和3年度より現場管理費の補正係数を新設するなど、週休2日の実現に向けた環境整備を進めてきています。

そこで、土木工事積算基準で対象としている工事が水道工事においても準拠できるかどうかを検討するとともに、補正した場合の工事費を試算しました。これらの検討結果を踏まえ、働き方改革に取り組む環境整備の重要性も鑑み、週休2日交代制モデル工事に要する費用を新設することとしました（表－1）。

（2）最小掘削幅の変更

管路掘削工事において、土留めを行わない場合の現行の最小掘削幅は55cmとされていましたが、現場では作業員の体格による施工の困難や、足が挟まり転倒するなどのヒヤリハット事例が報告されていたことから、受注者が独自に自己負担で掘削幅を広げざるを得ないなどの支障が生じていました。

そこで、55cmが現場作業を安全に行うことができる最小掘削幅として妥当であるか検討を行いました。

全国の施工業者へのアンケート調査によると、設計上の掘削幅55cmに対して、現場で自己負担により掘削幅を広げている施工業者が8割を超えていました。施工業者の負担により掘削幅を広げている理由としては、管と

表－1 週休2日交代制モデル工事における補正係数

【4週8休以上】	【4週7休以上 4週8休未満】	【4週6休以上 4週7休未満】
・労務費：1.05	・労務費：1.03	・労務費：1.01
・現場管理費：1.03	・現場管理費：1.02	・現場管理費：1.01

表-2 ポリエチレン管布設工の呼び径40mm以下の追加

ポリエチレン管(融着接合(EF接合))布設工					
呼び径 (mm)	掘付工(10m当り)		継手工(1箇所当り)		諸雑費
	配管工(人)	普通作業員(人)	配管工(人)	普通作業員(人)	
20	0.07	0.12	0.02	0.02	労務費の8.5%
25	0.07	0.12	0.02	0.02	
30	0.08	0.14	0.02	0.02	
40	0.08	0.14	0.03	0.03	
50	0.10	0.18	0.04	0.04	
75	0.10	0.18	0.05	0.05	
100	0.12	0.20	0.07	0.07	
150	0.18	0.26	0.09	0.09	
200	0.25	0.49	0.13	0.13	

- 備考 1. 継手工は2口継手を標準とする。
 2. 継手工において、1口の場合は本表の70%とする。
 3. 歩掛は、20m程度の現場内小運搬を含む。
 4. 諸雑費には、機械器具損料及び消耗品を含む。

掘削壁に足が挟まり転倒の恐れがある、下部のボルトが締めづらい、トルクレンチ締め付け時、掘削壁との距離が近いために掘削壁に指を挟む、手をぶつける等をしてけがをする恐れがある、などの回答を得ました。

掘削幅が狭いことにより、身体が掘削壁に接触し、掘削壁が崩れてしまい、管の接合部に土砂がかかり、品質管理、工程管理に影響がでるだけでなく、とっさの身動きができなくなり安全性に問題があることがわかりました。現行最小掘削幅は、標準バケツ幅45cm + 余裕幅10cm = 55cmであり、また、男性の肩幅平均45.3cm（経済産業省：人体寸法データ、平成16年～18年）に余裕幅10cmを加算し、55.3cm ≒ 55cmとしていました。

今回改めて男性の肩幅データを確認すると、60歳以上では肩幅が45cm以下ですが、20～59歳のパーセンタイル値50%では肩幅45cmを超えていることから、作業員の半数以上が、掘削幅55cmでは余裕幅10cmを確保できていないことが確認されました。パーセンタイル値90%以上で肩幅50cm未満となっており、最小掘削幅を60cmとすることで、作業員の90%以上が余裕幅10cm以上を確保できることも確認されました。

以上より、安全かつ実態に即した作業環境の確保に寄与することから、最小掘削幅を55cmから60cmに変更することとしました。

(3) ポリエチレン管布設の呼び径40mm以下の追加

現在、耐震性が向上した水道給水管向けのポリエチレン管が市場に広く流通しています。しかしながら、これまでの水道歩掛表には呼び径20～40mmの融着接合(EF接合)布設歩掛はありませんでした。そこで、水道事業

体へのアンケートにより実態調査を行ったところ、ポリエチレン管の呼び径20～40mmでの布設工の追加要望が多かったことから、呼び径20～40mmを追加することとしました(表-2)。

歩掛の設定にあたっては、標準的な水道給水用ポリエチレン管の接合時間等を考慮して検討を行っています。

(4) 一般管理費等率の改定

令和4年度土木工事積算基準において、一般管理費等率が改定されました。一般管理費等率は、一般的な土木工事と比べて水道工事の特有性はないと考えられることから、土木工事積算基準の改定に準ずる形で改定することとしました。

3. おわりに

水道利用者への安全・安定給水を将来にわたって継続するためには、安全かつ適正な水道工事の施工を着実に実施していくことが重要です。また、その実現のためには、水道工事の発注者及び受注者を含む水道技術者の継続的な人材育成・人材確保も必要不可欠です。一方で、公共工事における働き方改革への対応やICT技術の活用等が一層求められているところであり、社会的要請や現場の実態に応じた対応が必要となっています。

厚生労働省では、令和5年度の水道歩掛表改定に向けて、関係団体からの要望を踏まえ検討を進めているところであり、引き続き、適正な水道歩掛表の策定に努めて参ります。



特集

持続可能な下水道に向けた 国総研下水道研究部の取組について

国土交通省／国土技術政策総合研究所／下水道研究部長 三宮 武



1. はじめに

人口減少・高齢化の進行、施設の老朽化、頻発する災害、カーボンニュートラルに向けた動き等の我が国の社会や国土の現状は、下水道事業の持続性に大きく関わります。

地方部では、人口減少や都市活動の減退による下水水量減少の影響が顕在化しています。下水道部局の職員数もピーク時（1997年度）の6割程度まで減少し、施設管理の省力化、熟練職員の技能の継承や民間活力の導入等が急務です。

下水道の老朽化施設の割合は、急増が見込まれます。2015年度の下水道法改正により下水道管理者に義務付けられた「腐食のおそれの大きい管路の5年に1回以上の点検」は、一巡目が完了し、二巡目を迎えています。下水管路の破損等に伴う道路陥没等の件数は減少傾向にあるものの、少なくはありません（約2,700件（2020年度））。効率的・効果的な施設の点検、老朽化施設の修繕・改築等の実施が課題です。

気候変動に関する政府間パネル第6次評価報告書（以下「IPCC報告書」という。）第2作業部会報告書の政策決定者向け要約によると「人為起源の気候変動は、極端現象の頻度と強度の増加を伴い、自然と人間に対して、広範囲にわたる悪影響とそれに関連した損失と損害を、自然の気候変動の範囲を超えて引き起こしている」ということです。今後、インフラ施設にも様々な影響が及ぶことが予想されます。近年頻発する豪雨災害等、既に影響は顕在化しているとも言われており、その適応に向けた取組が求められます。

IPCC報告書第1作業部会報告書では、「人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない」とあります。我が国は2020年10月に「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、また翌年4月には、2030年度の温室効果ガス削減目標について、「2013年度比46%削減を目指す」ことを表明しました。地球温暖化対策計画（2021年10月閣議決定）にも、2030年度及び2050年に向けた目標が位置づけられました。下水道事業では、多くの電力を消費しています。その一方、下水道には社会・経済活動に伴う水、資源が集約し、既存スト

ック活用等も含め、カーボンニュートラルの実現に寄与しうる高いポテンシャルを有しています。省エネへの取組と下水道のポテンシャルの積極的な活用が求められます。

国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部（以下「国総研」という。）は、国としての広域・総合的観点から、下水道の技術政策の企画・立案・遂行に資する調査研究と技術マネジメントを行っています。持続可能な下水道事業としていくために、国総研が取組んでいる調査・研究等について、ご報告します。

2. 下水道の将来に向けた方向性と技術の進展

下水道事業を今後とも持続し、発展させるために取られてきた方向性とそれらに対応した国総研の取組は、概ね以下のようなことと捉えています。

下水量の減少等に対応した広域化・共同化等のシステムの再編が必要となり、汚水処理システム最適化に向けた評価手法等の整備が進められてきました。人材確保が困難となる状況下でも、適切な施設管理をできるように、整備したストックの有効活用、ICT/IoT/AI技術の導入等による管理の効率化、民間ノウハウ等の一層の活用が求められます。

それらに対し、下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）により、ダウンサイジング可能な水処理技術、ICT活用による複数処理場の統合的管理やバイオガスの集約利用技術等を実証しました。また、社会情勢の変化や地域ニーズに応じた水環境の保全と下水処理場における高度な運転管理の検討を行いました。

点検が義務付けられた下水管路について、優先順位や管理区分に応じ、効率的・効果的に点検調査を行い、管理コストの最適化と道路陥没の未然防止を目指します。

そのために、机上スクリーニング等に活用される健全率予測式の開発・更新、点検調査頻度設定手法の開発、老朽化等に関するデータの蓄積・分析等を進めてきました。また、B-DASHプロジェクトにより、高度画像認識技術、管口カメラ等を用いた管路マネジメントシステム技術、陥没予兆検知技術等を実証しました。

計画を上回る豪雨に対する内水被害の防災・減災手法

の確立や計画降雨の見直しとそれらに関連した施設計画・設計手法の構築、浸水や地震等に対する強靱化対策が求められます。

それらに対し、浸水等で下水処理場が被災した際の段階的な復旧方策を検討するとともに、管路の埋め戻し土に対する液状化対策のうち、埋戻し土の締固めの管理基準についての評価を行い、指針等へ反映しました。

温室効果ガス排出削減と合わせて、維持管理が容易なシステムへの転換、地域のエネルギー拠点化と資源・エネルギーの社会還元が求められます。

それらに対し、下水汚泥利用技術のエネルギー効率指標の提示や下水処理場の地域エネルギー拠点化の試算検討ツールを提供しました。また、B-DASHプロジェクトにより、地域バイオマスを用いたガス回収量の増加、ガス精製・発電・自動車燃料化等の技術や中小規模の処理場でも導入可能な汚泥利用技術、管路内設置型の下水熱利用技術等を実証しました。

3. 今後の調査・研究の推進

下水道事業の持続のためには、時期を逸することなく、不断に取組むことが必要です。当面の間、以下について進めていく予定です。

施設管理の省力化・効率化に向けて、ICT/IoTの活用やAI機能搭載型の管理技術の開発を進めます。また、人口減少や管理体制等の課題が大きい小規模処理場に対し、国総研が事務局を務める下水道技術開発会議の活動等を通じた支援を進めます。

国総研内に整備した下水道管路模擬施設（写真-1）も活用し、点検調査技術の選定手法や維持管理情報を活用したコスト最適化等に関する調査・研究を着実に進めます。また、関連データの収集・分析を継続し、指針やマニュアル等の改定に知見を提供してまいります。

これまでの実測データやパイロット実験施設（図-1）を使用しつつ、下水処理場が浸水等によって機能喪失した際の段階的な機能回復手法を調査・検討します。また、気候変動等に伴う降雨状況の変化を考慮した計画降雨の設定方法を検討します。さらに、分流式下水道の汚水管への雨天時浸入水対策として、浸入水の予測や運転方法の改善の検討を進めます。

関連する異分野の効果的な連携とその評価手法等の検討や下水道・流域管理・社会システムの全体最適化に向けた議論の基礎となる検討を進めます。また、水処理過程で排出される N_2O の排出抑制運転の検討等の温室効果ガス排出量削減、消化ガス発電等の下水道資源の活用を考慮した下水処理場のエネルギー収支、下水道への生ごみ等の地域バイオマス受入による新たな資源循環システムに関する調査等を着実に進めます。

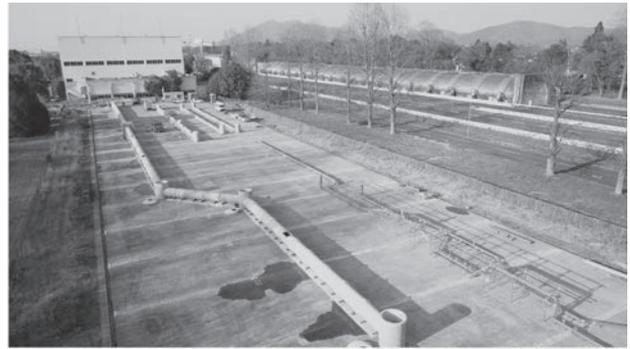


写真-1 国総研内に整備した下水道管路模擬施設

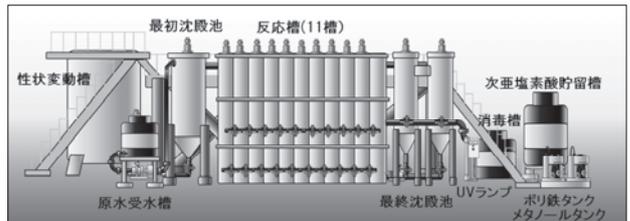


図-1 機能喪失した処理場の段階的な機能回復手法の調査・検討に資するパイロット実験施設イメージ図

4. 産官学連携による技術マネジメント

下水道技術開発会議を通して、下水道技術ビジョンのフォローアップと技術開発推進方策の検討を進めることにより、技術の開発、普及等のマネジメントを行っています。

昨年度は、下水道技術開発会議エネルギー分科会の議論を踏まえ、「2050年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術の技術開発ロードマップ」の作成、下水道技術ビジョンに最新の研究開発動向を反映するための技術提案の公募と得られた提案を踏まえた下水道技術ビジョンロードマップ（以下「ロードマップ」という。）の一部改定、ロードマップの技術目標のうち、研究開発が急がれるものや中長期的に課題解決が不可欠な重点課題の選定、ロードマップに係る研究開発の実施状況の把握等をしてきました。

今後とも、地方公共団体の課題解決を支援するツールに関する検討、最新の研究開発動向等の把握とそれらのロードマップへの反映等、下水道技術開発会議における検討を中心に、下水道技術ビジョンをフォローアップしていく予定です。

5. おわりに

今年5月にAWSCJ Vision 2015-2025 第三期中期行動計画（2022-2024）が決定された旨を伺いました。「これからの上下水道サービスの担い手としての挑戦」の具現化を目指すということです。我々も水コン協会各位とも連携して取り組みたいと思います。引き続き、ご理解ご協力をよろしくお願い申し上げます。



人口減少社会と水道技術

公益財団法人 水道技術研究センター／常務理事 清塚雅彦



1. はじめに

当センターでは政府の活動制限の解除に伴って通常の活動に戻つつあり、水道事業体への訪問の回数が増えてきております。訪問した事業体に今後の参考のため職員の人材育成や採用状況について聞いております。

大都市などは募集をするとそれなりに採用試験への申し込みはあると聞きますが、特に中・小規模の事業体では苦戦を強いられていることをよく耳にします。

国土交通省の記者発表では、20年前と比較して土木系の職員が約3割減少しており、技術系の職員がいない市町村の割合はこれも3割に上り、「維持管理・更新業務を担当する職員数が5人以下である市町村が多く、その傾向は人口規模が小さくなるほど顕著」とのことです。

これを水道事業体に訪問時のヒアリングではそれ以上に厳しい状況であると聞いております。

これらの解決に向けた案となると、①広域化や連携による相互補完、②人材育成の推進、③新技術などによる省力化、などが考えられておりますが、今回は②と③について記述したいと思います。

2. 人材育成について

当然のことだと思いますが人材育成の推進については、各事業体の運営に任せられております。ヒアリングでは多くの事業体では主にOJTにより採用時、または異動時からの人材育成に努めているとお聞きします。

皆様ご承知のように、水道に関する技術の多くは、学校ではほぼ教えていただけずに、就職してから初めて勉強することがほとんどだと思います。

現在の水道事業体で最も多くの人材が必要となっている配水管の維持管理や老朽管の更新などは、現場で先輩職員にOJTで教えてもらっていることだと思います。

私が経験した横浜市での例ですと、弁の開閉についてはざっと次のようなものでした。

開閉の対象とする弁室の手前にハザードを付けた車を止め、職員がガードマンを兼ねて赤色の誘導灯を持って周辺の通過する車を誘導します。

弁操作の担当者は、鍵付きのマンホール開閉器で蓋を

開け、バルブ上部のキャップが無いスピンドルに開栓キーを差し込み右開き左閉じで操作する。バルブは一度全開または全閉まで回したら少しだけ戻す。

操作後は、「差込式の開栓キー」の「カンザシ」を引き抜き、スピンドルとその上部の継足しキーと開栓キーとの固着による継足しキーの落下を防ぐために、カンザシで開栓キーをガチャンとたたき、開栓キーを取り外し、マンホールの蓋を閉めて次の現場に移動する。

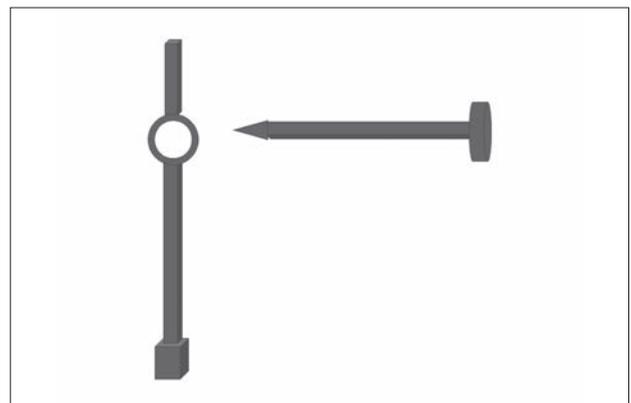


図-1 開栓キー（差込み式）の簡単な図

※ 差込式の開栓キーとカンザシについては興味があったらインターネットで調べてみてください。

このような現場の知識は、さすがに大学で教えるものではなく、OJTで学んだ方が早いし、文字で書いてもほぼわからないと思います。では、OJTが万能か、ということではないと考えております。

多くの事業体は、職員の育成のため研修メニューを体系的に作り、習得する項目も表示してあると思います。これに従えば、ほぼ同じ内容を教えることができます。

しかし、発生頻度が低い事象や緊急時などは、職員数が減少してくると、研修をする状況はより厳しくなると思います。通常でも、今まで余裕があって複数人で対応してきたOJTが、一人で実務をこなしながらですと、時間的や気持ち的に余裕がなかったり、準備不足のため説明が不十分になったりする可能性も秘めております。

でも余裕を作るため職員を増やそうにも、経費は削減され職員定数も削減され、さらに採用の募集も応募すらしてもらえない状況ではかなり厳しいと思います。

3. 広域での対応

これは組織を一つにまとめると言う意味の広域化ではなく、市町村で集まって実施するという意味の「広域での対応（連携）」です。

つまり人材育成もOJTを含めた研修プログラムも、広域で実施するという提案です。個々の事業体でしかできない研修はもちろんかなりの数あると思います。

しかし、一緒にできる研修も多くあると考えられます。先の例であれば、最後にカンザシでたたきなどは、特殊なことであり個別の現場研修でもかまいませんが、バルブ操作に関する基礎知識の部分、つまり、車の止め方や安全の確保の仕方、そしてバルブの開閉後の保護の仕方などはそんなに違いはないと思います。

一方で、研修講師や研修場所などは大都市などの事業体が所有していると思いますし、講師ができる方も限られていると思います。中規模事業体の中には浄水場内の仮配管や使用廃止施設なども活用できると思います。

共通で出来ることは一緒に、個別でしかできないことは個別に、ではいかがでしょうか。これによりお互いに顔が見える関係を築き、情報が共有されることで、災害時や緊急時等にも活用できると考えております。

4. 新しい技術の活用

職員の減少対策としては、仕事の仕方も変えていかなければならないと考えております。少ない人数で今までよりも増えてきた仕事をこなすには、AIを積んだ機械ができることはAIに任せ、人間が実施したほうが良いことを職員が実施することになると思います。

AIを備えた機械が人間の日常生活を支援してくれる、または人間に替わって必要な情報を提供してくれる、という「スター・ウォーズ」における機器を整備しパイロットの補佐もするR2-D2や、外交の儀礼に詳しくて多言語を扱えるC-3POなどのAI型ドロイドが活躍する世界がすでに始まっていると感じております。

例えば、実際に皆様の家には、ほんの数万円の掃除機が指示に従い部屋を自動で掃除し、AIスピーカーが声をかけたとおりに音楽を流し、問いかけられた質問に答えてくれる生活が始まっていませんか。

農業用のトラクターが無人で畑や田を耕したり収穫したり、道路では自家用車が無人に近い状況で動き、空ではドローンが宅配貨物を輸送することは、ほぼ実用化の段階になってきており、人間しかできないことは何かを考える必要があるように感じます。

水道に関してもAIをもっと導入すべきであると思います。業務において、AIを組み込んだ機械が、今までのセンサー機器では感知できない微量な漏水、発熱や異音

を検知することや、定期的に浄水場構内をドローンで巡回することはまだ何年も先の事でしょうか。将来の職員の減少に併せて施設や設備の更新時に、AI化による省力化を考えることも重要であると思います。

5. 技術の継承

一旦、施設を更新したら投資の除却期間は施設を維持管理して活用する必要があります。その間に職員は確実に世代交代し、建設時に働いていて良く理解していた方が、施設の耐用年数前に退職を迎えてしまい、技術の継承がうまくいかなることも多くなると思います。

では、委託で対応することはどうでしょうか。

民間の会社でも現在のような5年程度の契約では、短期の雇用にせざるを得ず、技術を持った職員を採用することが難しくなっていると聞いております。既に委託に出してきている業務も、これからは今の委託先が請け負うことができなくなることも想定されます。

遠隔制御ができる膜ろ過などは、省人化のためにはよい選択肢であると思います。平日の昼間は維持管理のために委託であれ、直営であれ職員は浄水場に勤務し、緊急時には膜ろ過のメリットである緊急停止は遠隔操作が可能ですし、停止後の復帰も比較的容易です。夜間や休日の無人化は可能となるならば、施設の安定性及び効率化の効果と費用を考えるとトータルとして更新の選択肢に入ってくると思います。

管路に関していえば、水管橋などの点検は、ドローンによる検査が他の社会インフラ分野では実用化されつつあり、ダム工事や鉱山の採掘などでも、今でも材料の運搬や敷き均し・締固めなどの定型的なものは、自動化された建設機械が無人で自律・自動運転で24時間動くなどの活躍しております。

管路工事に関しても既に他の分野では、施工においては遠隔化・自動化を活用し現場の完全無人化をめざす取り組みが始まっております。現時点では水道管の更新などの工事作業のすべての工程を自動化することは難しそうですが、地下埋設物の水平と垂直の位置が分かるならば、舗装のカットと管の直近までの路面掘削は自動化が可能であると思っております。

6. おわりに

大量退職の時期を迎え技術の継承が課題であった時期には今より人員的に少し余裕がありましたが、現在のようAI技術が十分では無くOJTで何とか実施してきました。人員的により厳しくなった現在はAIを使えますので、新しい技術で事業の継続性を生み出すことが得策だと考えております。