

第五十八回定例研究会

「下水道とエネルギー」

講演 「下水道とエネルギーの大阪市の取り組み」

大阪市建設局 下水道河川部 水環境課長補佐 安井幹人

1. はじめに

東日本大震災以降、災害に強いエネルギー対策の重要性が再確認されており、下水道事業でも、一層の省エネルギー、創エネルギーの徹底を図ることが求められています。また、大阪市の下水道事業は本市事業全体の電力使用量の2割程度を占める大口の電力使用者であり、下水道事業の継続性を確保し、災害に強いまちづくりに寄与することはもちろんのこと、再生可能エネルギーを利活用した先導的なエネルギーシステムの構築が重要

視されています。

本稿では、大阪市の下水道事業におけるエネルギー施策の概要・体系等とともに、技術開発の動向や取り組みについてご報告します。

2. 大阪市下水道事業におけるエネルギー施策

東日本大震災では多くの下水道施設が冠水・機能停止に至る過去に例のない深刻な被害が生じ、震災直後から現地入りした本市職員はじめ、多くの機関では調査・復旧支援の過程で災害対策に関

わる様々な経験や知見を得ることとなりました。
 加えて、国の中央防災会議による東南海・南海地
 震に対する検討等をもとに、本市下水道事業の災
 害対策の方針として、震災発生から半年後の平成
 23年9月
 に「東日本
 大震災を踏
 まえた緊急
 ドラフト
 ver.1.0
 大阪市建設
 局・地震津
 波対策基本
 プラン案
 (下水道
 編)を取り
 まとめまし
 た。

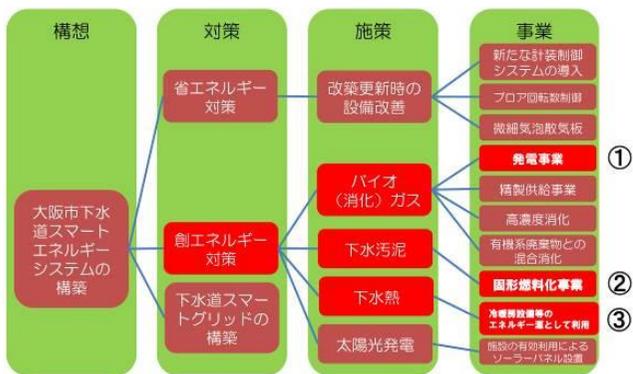


図-1

また、国が設置した「下水道地震・津波対策技
 術検討委員会」による提言では、エネルギー自立
 型処理施設を目指すことの重要性がうたわれてお
 り、本市下水道のエネルギー対策の方向性を示す
 ものとして、上記基本プラン案の中で「大阪市下
 水道・スマートエネルギーシステム構想」を掲げ、
 本市下水道事業におけるエネルギー施策の体系化
 を行いました(図1)。

本構想では、施設の改築・更新に併せた省エネ
 ルギーを推進するとともに、消化ガスや下水汚泥
 等の資源を利用した創エネルギーを活用すべく、
 技術開発等も積極的に進めていくこととしており
 ます。

以下に創エネルギーの取り組みとして、①消化
 ガス発電事業、②下水汚泥固形燃料化事業、③冷
 暖房設備等のエネルギー源としての下水熱利用に
 ついて、ご報告します。

3. 消化ガス発電「津守下水処理場消化ガス発電設備整備事業」

下水処理の過程で発生する消化ガスを燃料としてガス発電設備を整備し、下水処理場のエネルギー自給率の向上を図る取り組みとして、津守下水処理場において

平成19年より、消化ガス発電事業をPFI手法をもとに実施しています。

大阪市では全12か所の下水処理場を汚泥送泥用パイプで結び、下水汚泥の集約処理を行うことで、設備規



図-2

模にスケールメリットを働かせるとともに、資源の有効利用の効果的な実施を進めています(図-2)。津守下水処理場では、近接した市岡下水処理場と千島下水処理場の生汚泥を合わせて消化処理し、さらに民間活力を活用するPFI事業とすることで、消化ガス発電が経済的にメリットを得られるものとしています。

事業期間は1年間の設計・建設の後、運営期間を平成19年から20年間の長期契約を特別目的会社(SPC)と結んでいます(図-3)。

大阪市はSPCへ消化ガスを供給することで、従来に比べ安価に電力と温水の提供を受け、その

事業内容	消化ガス発電により電力と熱を処理場へ供給
事業手法	PFI(Private Finance Initiative)・BTO(Build Transfer Operate)
事業期間	〔設計・建築〕：平成18年4月12日～平成19年9月30日 〔維持管理・運営〕：平成19年10月1日～平成39年3月31日(20年間)
事業費	約48億円(税込) 〔設計・建築〕約18億円 〔維持管理・運営〕約30億円
主要設備	・消化ガスエンジン発電機 793 kW 3台 ・消化ガスエンジン発電機 440 kW 1台 ・電力貯蔵システム 1500 kW 1式

図-3

サービス対価を毎年支払います
(図-4)。

つまり、

ガス発電事業を民間のノウハウを活用しつつリスクを評価し、20年間にわたり安定して確保することとしています。

また、事業費は設計建設で約1.8億円、維持管理で約3.0億円となっていますが、PFI事業のため、これらの資金調達もSPCにより行われ、大阪市としては一度に多額の予算(起債)を要することなく、毎年のサービス対価を支払うことで事

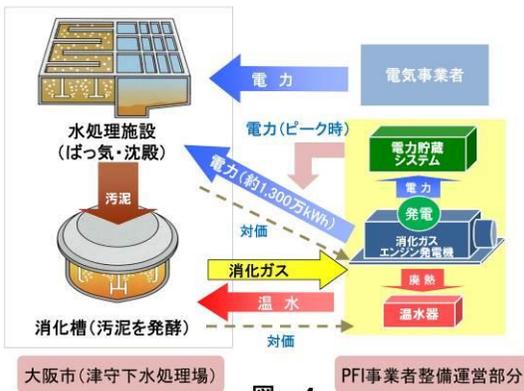


図-4

業が成り立つ仕組みとなっています。

事業効果としては、行政が自ら事業を実施した場合に比べ、平成23年度の実績としては約6200万円のコストメリットが得られています(図-5)。

また発電量については、年度途中に事業を開始した初年度は

除き、計画発

電量の目標値

1300万

kWhを上回

り、かつ津守

下水処理場内

の電力量の占

める割合であ

る計画自給率

についても、

目標値35%

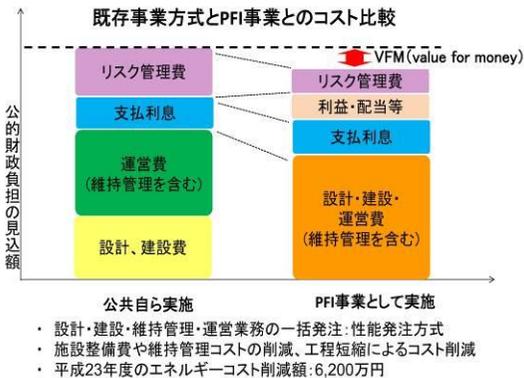
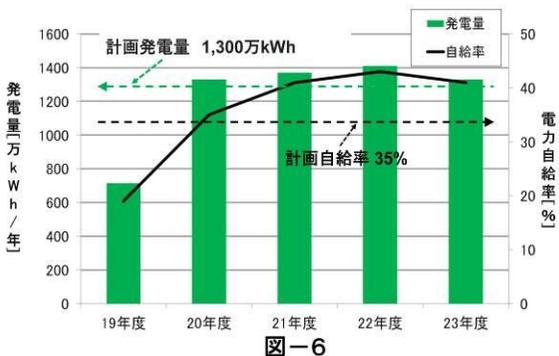


図-5

・ 5年間(H 19 ~ H 23)の発電量および電力自給率



図一6

・ 5年間(H 19 ~ H 23)の温室効果ガス削減量



図一7

は大阪城公園の7個分に森林が植えられたのと同じだけのCO₂を削減に値します。

このように、消化ガス有効利用事業は経済性や環境性を考慮したうえで、十分なメリットが得られ、未利用エネルギーとしての消化ガス利用のポテンシャルの高さが伺えます。

を達成します(図一6)。1300万kWhは、一般家庭約3000世帯が1年間に使う電力に相当します。

さらに、温室効果ガス削減量の観点からは、目標値 4200t-CO₂/年をクリアしており、これ

4. 汚泥固形燃料化事業「平野下水処理場汚泥固形燃料化事業」

大阪市平野下水処理場では、汚泥の最終処分として焼却炉を30年近く利用してきましたが、設備更新にあたり、エネルギー利用の一環として下

事業概要	平野下水処理場内において、下水汚泥を炭化燃料化する炭化炉等を設置し、炭化燃料化物を生成する。生成された炭化燃料化物は石炭火力発電所において石炭代替燃料として全量有効利用を図る。
処理方式	低温炭化方式
処理能力	33t-DS/日(標準脱水汚泥 150t-wet/日)
計画処理量	10,890t-DS/年(標準脱水ケーキ 49,500t-wet/年)(稼働率90.4%)
最終生成物量	炭化燃料化物 8,558t-DS/年
事業方式	PFI(BTO)方式 サービス購入型
事業期間	[設計・建設] :平成23年4月27日～平成26年3月31日 [維持管理・運営] :平成26年4月1日～平成46年3月31日(20年間)
事業費	約177億円(税込) [設計・建設]約59億円 [維持管理・運営費]約118億円/20年間
その他	炭化燃料化物 買取単価:100円/t



事業概要図

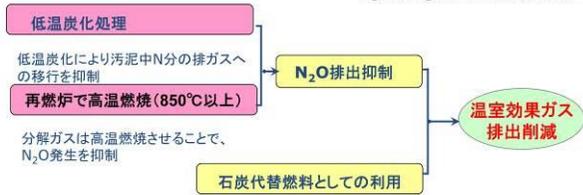
燃料として有
効利用され
ます。消化汚
泥の炭化燃
料には、石炭の半
分ほどの熱
量があり、石炭代替
燃料とし

水汚泥の固形燃料化事業を選択し、平成23年4月にPFI事業として契約し、平成26年4月に供用開始する予定です(図-8)。

下水汚泥は処理場内の施設により炭化燃料化物に処理された後、石炭火力発電所に運ばれ、石炭

て利用される電力としては、一般家庭約3400世帯分にもなります。また、焼却炉の燃焼温度850℃に比べ、炭化炉は250～350℃と低温で処理するため、処理の安定化とともに、炉の延命化にもつながり、さらに、温室効果ガスの削減にも寄与すると考えております。石炭代替燃料としての効果も含めると、事業全体では約11500t-CO₂/年の温室ガス抑制効果が期待されます(図-9)。

※1 N₂Oは、CO₂の310倍の温室効果がある



項目	温室効果ガス削減量
1 汚泥処理方式の変更による温室効果ガス削減量	約1,500t-CO ₂ /年
2 石炭代替利用による温室効果ガス削減量	約10,000t-CO ₂ /年
3 事業全体における温室効果ガス削減量	約11,500t-CO ₂ /年

(注)・削減量の値は事業者提案による
(汚泥代表性候補(消化汚泥)、稼働率90.4%)

図-9

5. 下水熱の有効利用について「管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用に関する実証研究」

下水の水温は外気温に比べ、夏低く、冬は高いという特性を有しており(図-10)、外気と下水の温度差を熱源として利用することで、外気温を使う通常の冷暖房熱源より省エネルギー化が可能になり、エネルギー利用効率の向上が図れると考えられます。

下水熱の積極的利用に向け、平成23年4月「都市再生特別措置法」の改定、24年12月「都市の低炭素化の促進に関する法律」等の法令の整備も進み、下

下水温度と外気温度との差(イメージ図)

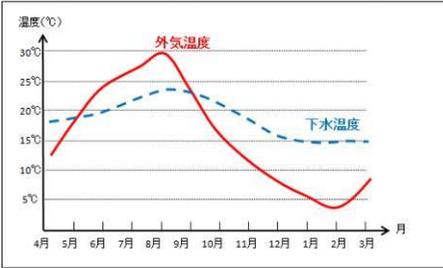


図-10

水管路を流れる未処理下水から直接熱を回収する手法の検討が進められています。大阪市では、下水管路の老朽化・耐震化対策として実施されている管更生工法の更生部材に熱交換器を設置する手法の実証実験を海老江下水処理場及びその近接する下水道科学館で行っています(図-11)。

本件は、国土交通省の下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)に採択され、国土技術政策総合研究所の委託事業として、民間企業との共同研究体で実施しています(図-12)。

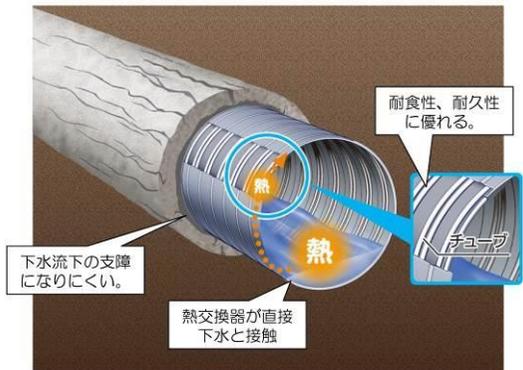


図-11

本実証実験の概念図を図-13に示しますが、本実証技術のメリットとしては、下水管路は都市部に面的に敷設されているので、熱需要のある建物近傍の下水管から熱回収が可能となるため、従来技術（下水処理場やポンプ場の下水管路外での熱回収を行う技術）建設費や熱輸

送のロスが期待できます。実証施設は処理場内に設置した下水熱回収施設からの熱を、下水道科学館地下1階の空調設備の熱源として利用することとしております。また本技術を用いることで需要と供給の適切なマッチングが期待されます。

グが期待されます。

平成24年度の実験結果をもとに

100kW規模での比較評価を行

ったところ、今回実証技術の下水熱

（管路内）方式のコスト、CO₂排出

削減量における従来技術（下水処理

場やポンプ場の下水管路外での熱回

収を行う技術）に対する優位性が示

されています（図-14）。本技術は

空気熱源方式に対しては建設費が高

くつくものの、維持管理費の削減効

果から、一定のメリットが確保でき

るものと考えています（なお下水熱

【事業名称】

管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用に関する実証研究

【内容】

実規模の施設にて実証実験を行うことにより、下水熱回収・利用技術のコスト削減効果、省エネ・CO₂排出削減効果などを実証し、とりまとめる。

【実施体制】

<委託者> 国土交通省 国土技術政策総合研究所

<実施者> 積水化学・大阪市・東亜クラウト 共同研究体
(代表: 積水化学工業(株))

【事業期間】

平成24年度より実証実験開始

【事業費】

平成24年度 施設設置と実証実験: 約4億円

平成25年度 実証実験: 約4千万円

図-12

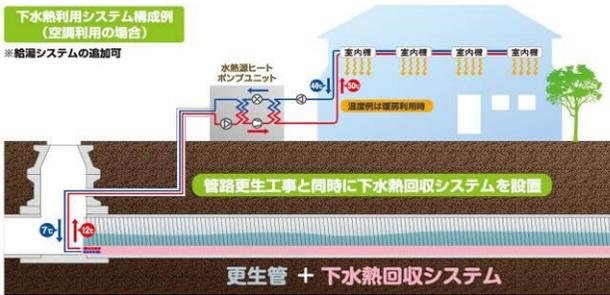


図-13

送のロスが期待できます。

実証施設は処理場内に設置した下水熱回収施設

からの熱を、下水道科学館地下1階の空調設備の

熱源として利用することとしております。また本

技術を用いることで需要と供給の適切なマッチン

グが期待されます。

平成24年度の実験結果をもとに

100kW規模での比較評価を行

ったところ、今回実証技術の下水熱

（管路内）方式のコスト、CO₂排出

削減量における従来技術（下水処理

場やポンプ場の下水管路外での熱回

収を行う技術）に対する優位性が示

されています（図-14）。本技術は

空気熱源方式に対しては建設費が高

くつくものの、維持管理費の削減効

果から、一定のメリットが確保でき

るものと考えています（なお下水熱

6 おわりに

本市では、今後も「大阪市下水道・スマートエネルギーシステム基本構想」の実現に向け、下水道事業における未利用エネルギーの利用に向けた



※年間コスト = 建設費の年価(土木施設:50年、設備:15年として算出) + 維持管理費

図-14

(管路内)の建設費には、管更生分は含まれません。今後も継続的な施設運用による耐久性やメンテナンス・維持管理性等のデータ取得や検証を進めていく予定です。

技術開発等の先駆的な取り組みを進めるとともに、民間ノウハウの積極的活用に向けた、PHIスキーム等の採用も進めてまいりたいと考えています。下水道事業における未利用資源をエネルギーへと転換する潜在的なポテンシャルは高く、民間ノウハウを活かすことで、今後も更なる事業の拡大が期待できるのではと考えています。

(二〇一三年十一月九日、大阪市下水道科学館にて)

【お詫び】

前号(第二四号)で、「駒井幸雄氏(大阪工業大学)「大阪平野を取り囲む山々の渓流水の窒素濃度の特徴」、新矢将尚氏(大阪市立環境科学研究所)「下水道整備にともなう都市河川水質の変遷」の二編が、「第五十四回定例研究会」となっておりましたが正しくは「第五十五回定例研究会」でした。お詫びして訂正いたします。