

汚泥資源化センターの水銀対策について

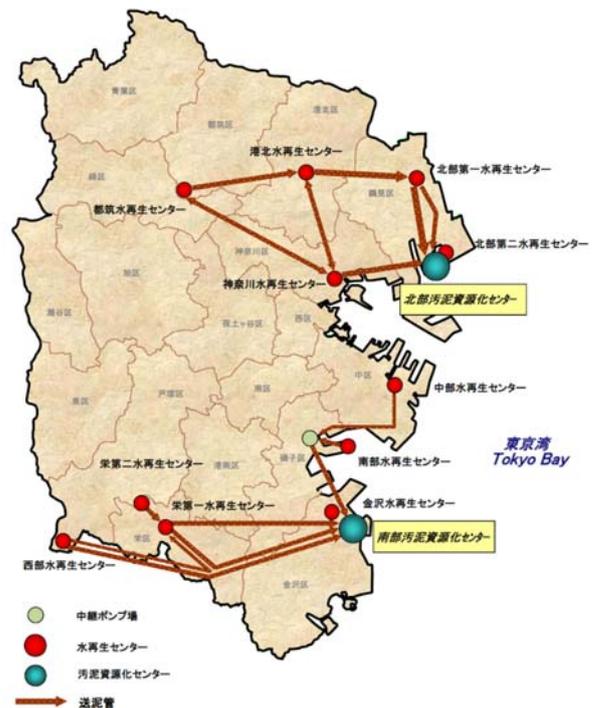
横浜市〇 渡邊 訓安
原田 俊文

1 はじめに

横浜市では、昭和 37 年に中部水再生センターが最初の終末処理場として稼働して以来、現在では 11 か所の水再生センターで水処理、北部汚泥資源化センターと南部汚泥資源化センターの 2 か所で汚泥の集約処理を図一 1 のとおり実施しており、下水道普及率もほぼ 100%に達している。

近年、下水道事業には、市民生活を支えるインフラとしての役割に加え、地球温暖化や循環型社会への貢献が求められており、本市では、民間のノウハウを活用した公民連携の手法である PFI 方式で下水汚泥の燃料化事業を進めている。

今回、平成 30 年(2018 年) 4 月 1 日に大気汚染防止法の一部を改正する法律（以下、改正大防法）が施行され、汚泥焼却炉及び汚泥燃料化施設の排ガス基準値に新たに水銀濃度の規制が設定されたことから、2 か所の汚泥資源化センターの焼却炉及び汚泥燃料化施設の水銀濃度調査と対策について報告する。



図一 1 汚泥集約処理の概略図

2 汚泥処理の概要

汚泥資源化センターで受泥した汚泥は、濃縮、消化、脱水、焼却及び燃料化のプロセスを経て処理され、その処理過程で消化ガスと汚泥焼却灰及び燃料化物が下水汚泥由来の資源として発生する。消化ガスは、ガス発電設備の燃料や汚泥焼却炉の補助燃料等として、汚泥焼却灰は、建設資材原料や建設発生土の改良材（改良土）として有効利用している。老朽化が進んでいた汚泥焼却炉の更新にあたっては、汚泥処理方式を焼却から燃料化に一部転換することにより、温室効果ガス排出量を削減できる。また、製造された燃料化物は、再生可能エネルギーとして活用することで、低炭素型社会構築に貢献でき、有効利用先の多様化を図ることができる。

汚泥処理の有効利用に関する業務は、民間のノウハウを活用するため、PFI 方式を採用しており、燃料化物の受け入れ先を構成企業に取り入れる事により有効利用先を確保でき、長期的に安定した事業運営を可能としている。参考として、北部汚泥資源化センターの PFI 事業の概要とスキームを以下(1)～(8)及び図一 2 に示す。

- (1) 事業名称 横浜市北部汚泥資源化センター汚泥処理・有効利用事業
- (2) 施設条件 既設汚泥焼却炉 1、2、3 号炉及び改良土プラントを解体し、汚泥燃料化施設、汚泥焼却炉、新改良土プラントの建設
- (3) 事業内容 施設の設計、建設及び工事監理、維持管理及び運営、事業全体の統括マネジメント
- (4) 事業方式 BTO (Build Transfer Operate) 方式 混合型(サービス購入型及び独立採算型)

(5) 落札事業者の収入

横浜市からのサービス購入料、改良土、燃料化物の販売による収入

(6) 事業スケジュール (予定)

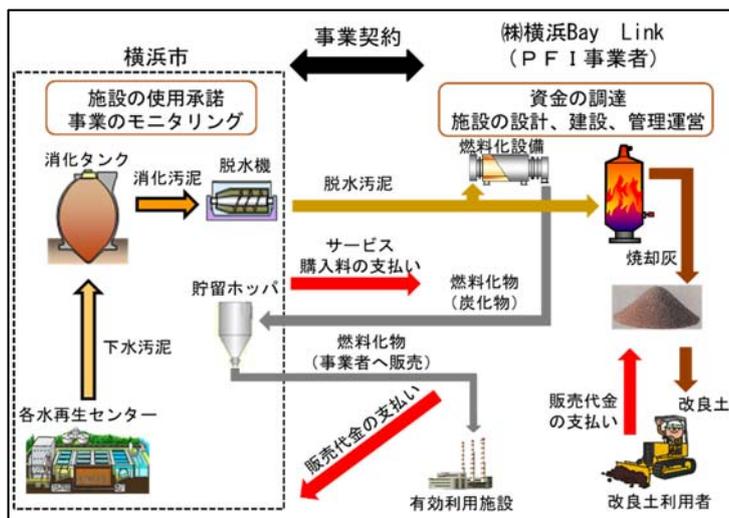
施設の設計建設 2017年8月から
2039年3月まで
施設の管理運営 2017年4月から
2039年3月まで

(7) 契約金額(当初金額)

41,864,793,142円(税込)

(8) コスト縮減効果(当初契約時)

従来方式の公共事業に比べて、VFMで約6.8%(約18億円)のコスト縮減



図一2 PFI事業スキームの概要図(北部)

3 汚泥焼却炉及び汚泥燃料化施設の排ガス処理設備の概要

現在稼動中及び今

表一1 下水汚泥焼却炉等の施設概要

後稼動予定の汚泥焼却炉及び汚泥燃料化施設の施設概要を表一1に示す。現在稼動中の施設は北部と南部共に3施設(稼動前の2炉を除く)あり、南部の汚泥燃料化施設は2016年度より運用を開始している。北部においては、汚泥燃料化施設と今後建設予定の汚

施設	設置年度	処理量 [t/日]	排ガス処理設備	脱硫方式	
北部	3号炉(2020解体予定)	1986	150	バグフィルタ、排煙処理塔	湿式
	4号炉(2019休止予定)	1988	150	セラミックフィルタ、排煙処理塔	湿式
	5号炉	2007	200	サイクロン、セラミックフィルタ	乾式
	燃料化(2019運転開始)	2018	200	サイクロン、排煙処理塔、排ガス除塵機、湿式電気集塵機	湿式
	新1号炉(建設予定)	2022	200	サイクロン、セラミックフィルタ	乾式
南部	1号炉	2008	200	セラミックフィルタ、排煙処理塔	湿式
	4号炉	2002	200	バグフィルタ、排煙処理塔	湿式
	燃料化	2016	150	サイクロン、排煙処理塔、排ガス除塵機、湿式電気集塵機	湿式

泥焼却新1号炉があり、汚泥焼却5号炉については、焼却灰を改良土に有効利用するための効果的な手法として、焼却炉内で重質炭酸カルシウムを混入する炉内脱硫方式を採用しており、汚泥焼却新1号炉についても、同形式の炉内脱硫方式の採用を予定している。

4 水銀濃度の調査について

現在稼動中の汚泥焼却炉及び汚泥燃料化施設について、2016年度から2018年度までに測定した。総水銀の最大水銀濃度と測定回数を表一2に示す。北部の5号炉及び南部の燃料化で基準値を超過しており、北部の5号炉は全15回中5回、南部の燃料化は9回中8回で基準値を超過していた。

表一2 水銀濃度(測定最大値) [μg/Nm³(O₂12%換算)]

施設	規制値	最大水銀濃度	測定回数	
北部	3号炉	50	21	9
	4号炉	50	38	15
	5号炉	50	58	15
南部	1号炉	50	2.5	8
	4号炉	50	3.7	8
	燃料化	50	149	9

5 水銀対策について

(1) 汚泥焼却炉

北部の4号炉、5号炉の焼却炉出口から煙突までの排ガス処理設備の複数個所でガス状水銀（2価、0価）及び粒子状水銀の濃度を測定し、水銀の挙動を調査した。測定結果を図-3に示す。

北部の4号炉の2価の水銀濃度は排煙処理塔入口約 $40 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ から出口 $0 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 付近まで除去されていた。北部の4号炉の0価の水銀濃度は、排煙処理塔前後で増加傾向となり、排煙処理塔の総水銀は約48%の除去効果が確認できた。北部の5号炉については、炉出口から煙突入口まで約9%の除去率となり、サイクロン及びセラミックフィルタによる水銀除去の十分な効果の確認ができなかった。図-3の結果より、北部の5号炉の水銀対策として、乾式では水溶性水銀（2価）が除去できずに排ガスとして排出されていることがわかったため、湿式の排煙処理塔を設置する事とした。

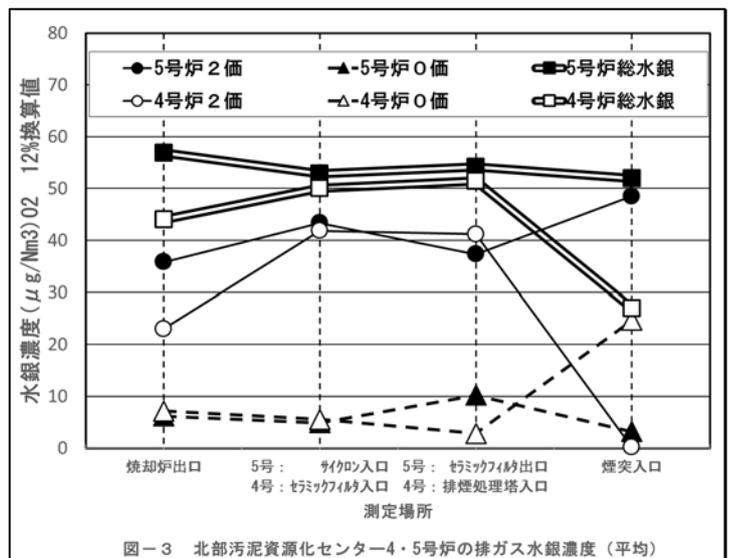


図-3 北部汚泥資源化センター4・5号炉の排ガス水銀濃度（平均）

(2) 燃料化施設

南部の燃料化施設においては、排煙処理塔が設置されている環境下で基準値を超過した。水溶性水銀（2価）は除去できているが、非水溶性水銀（0価）の発生が多く、吸着による水銀対策設備として、活性炭吸着塔、水銀酸化吸収塔及び水銀吸着ポリマーの実証実験を行った。全ての設備において、水銀除去効果の確認ができたものの、活性炭吸着塔については、試験開始から2週間経過時に吸着設備の差圧上昇したため、吸着剤の交換が必要となった。また、水銀酸化吸収塔については、配置条件上、実機の導入が困難なため、配置条件及び維持管理性から南部の燃料化施設においては、水銀吸着ポリマー触媒を設置する事とした。水銀吸着ポリマー触媒は、実験中1段あたりの除去性能30%以上を達成し、段数を6段設置する事により基準値を満たす事が可能となる。水銀吸着ポリマー触媒の実証実験フローを図-4に示す。

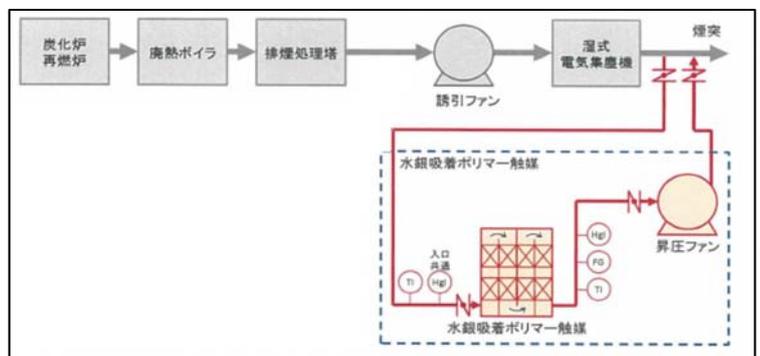


図-4 水銀吸着ポリマー触媒実証実験フロー

6 おわりに

改正大防法に伴う汚泥資源化センターの水銀対策について、横浜市で調査した事例を紹介した。調査では、焼却炉と燃料化では発生する排ガス中の水銀の特性が異なり、それぞれに適した除去が必要な事がわかった。今年度に北部、南部ともに対策工事を実施し、実機による排煙処理塔の排水による汚泥処理施設内の水銀の循環対策及び吸着剤の効果の確認を行い、水銀除去設備の最適運転及び安定した汚泥処理施設の管理運営を図る事が重要と考えている。

問合わせ先：横浜市環境創造局 下水道施設部 下水道設備課

横浜市中区港町1-1 TEL 045-671-2852 E-mail ks-setsubi@city.yokohama.jp