

# 技術レポート

25

大阪広域環境施設組合

まえがき

令和5年3月吉日  
鶴見工場長

今般、技術レポートの第25号が発刊の運びとなり、まえがきを書く機会をいただくことになりました。

私事ですが、昭和56年に大阪市に入るとともに当時の環境事業局に配属されました。昭和55年に大阪市の長年の懸案であった可燃性ごみの全量焼却体制が確立されたばかりで、当時は最新、今は閉鎖となった大正工場（焼却）に技術職員として初めて勤務したことを今でも鮮明に覚えています。当時の工場技術職員は日勤者もいましたが、殆どが今と違って2人一班となって交代勤務に就いていました。机上の業務と現場での業務がありましたが、設備の故障やトラブルの発生時には現場や他の設備への影響を確認し、生じた原因によっては現状復旧でよいのか、何か対策が必要なのかを同僚職員と検討して対処したことが印象深く、その対処で故障やトラブルの再発が改善された時の達成感は今でも忘れられず、正直、机上の仕事はあまり印象に残っていません。工場の設備には、今は当たり前前のコンピューターや自動燃焼システムなどはありません。学校を卒業して焼却工場の右も左も分からない中、先輩職員と共に交代勤務をしながら焼却工場について教わり、工具を持って機器の保守、故障やトラブルの対応で走り回りながら色々覚えたことを思い出します。

時代が流れて工場技術職員の交代勤務がなくなって、現在は机上業務が主となってしまいました。プラントの設備も人間が判断して操作する手動運転の時代からコンピューター制御による自動運転の時代が変わり、運転に必要な人員も減りましたが、変わらないのは設備の改善、改良は人間により行われているということです。

技術レポートの第1号から前回発行の24号までで実に400を超える投稿がされました。第1号が発行された昭和62年に稼働していた工場は全て建替えまたは閉鎖となり日本初の連続機械式ごみ焼却工場といわれた住之江工場（竣工時は住吉工場）については3代目の稼働を迎える時代となりました。知りたいこと、聞くのが恥ずかしいことでもインターネットで簡単に検索できる今日ですが、これまでに発行された技術レポートの目次も捲ってみてください。『温故知新』ではないですが、先輩方の残した足跡に知りたいことや新しい取組みのヒントが隠れているかもしれません。これからも技術レポートへの投稿が続き末永く発刊されていくことを祈念いたします。

# 目 次

## I 焼却処理

1. 鶴見工場における計画ごみ質の検討について・・・・・・・・・・建設企画課 (1)
2. ごみピット薬剤噴霧装置の自動化・・・・・・・・・・鶴見工場 (11)
3. プラットホームにおける転落防止対策・・・・・・・・・・鶴見工場 (20)
4. 灰クレーンバケットを利用した鉄筋切断作業・・・・・・・・・・西淀工場 (24)
5. ごみクレーン衝撃緩衝装置交換作業の見直しについて・・・・・・・・八尾工場 (28)
6. トラブル情報共有で再発トラブルゼロを目指す！・・・・・・・・舞洲工場 (33)
7. 過熱器詰まり対策について・・・・・・・・・・平野工場 (41)
8. プラント排水の安定効率的な処理に向けての薬品注入処理設備改善報告・東淀工場 (50)
9. ごみ投入扉の改造・・・・・・・・・・東淀工場 (56)

## II 破 碎 処 理

10. 破碎設備におけるピット投入装置転落防止対策について  
(安心・安全な搬入体制の構築に向けて)・・・・・・・・舞洲破碎 (62)

## III そ の 他

11. 来庁者へのおもてなし対応・・・・・・・・舞洲工場 (74)

# I 燒 却 処 理

# 鶴見工場の計画ごみ質の検討について

建設企画課

## 1. はじめに

大阪市では、昭和55年の大正工場竣工により可燃性ごみの全量焼却体制を確立し、ごみ量の推移やごみ質の変化に対応するべく、老朽化したごみ焼却工場から順次建替えを実施してきた。その取り組みは、当組合が平成27年4月1日付けで大阪市からごみ焼却処理事業承継後においても変わることなく堅持されている。

当組合のごみ焼却工場建替えにおいて計画ごみ質を検討する際は、過去のごみ組成分析結果をもとに、将来予測や組成の算出を行い決定していることから、次期建替えを計画している鶴見工場の計画ごみ質においてもそれらを考慮し検討した。

なお、計画ごみ質における低質ごみ、基準ごみ、高質ごみそれぞれの低位発熱量※(kJ/kg)は、導入する焼却設備や付帯設備の容量等を検討する条件として、設備計画に関わってくる値となり、ごみ質と設備計画の関係(表-1参照)は、【(公社)全国都市清掃会議「ごみ処理施設整備の計画・設計要領2017改訂版<sup>(1)</sup>】(以下「計画・設計要領」という。)に示されている。

それぞれのごみ質の低位発熱量の検討にあたっては、【2. 構成市ごみの推移】により、構成市において発生したごみの低位発熱量及びごみ組成の変化を把握し、【3. 計画ごみ質の決定フロー】において、その推移から計画ごみ質における低質ごみ、基準ごみ、高質ごみの低位発熱量を求めた。【3】により求めた値について、【4. ごみ組成分析による計画ごみ質と自動燃焼制御装置演算値による低位発熱量の比較】により、既設工場の運転実績データによる低位発熱量との比較検証を行った。

※低位発熱量とは、水分を含んだ「ごみ」そのものが持っている熱量であり、真発熱量ともいわれている。

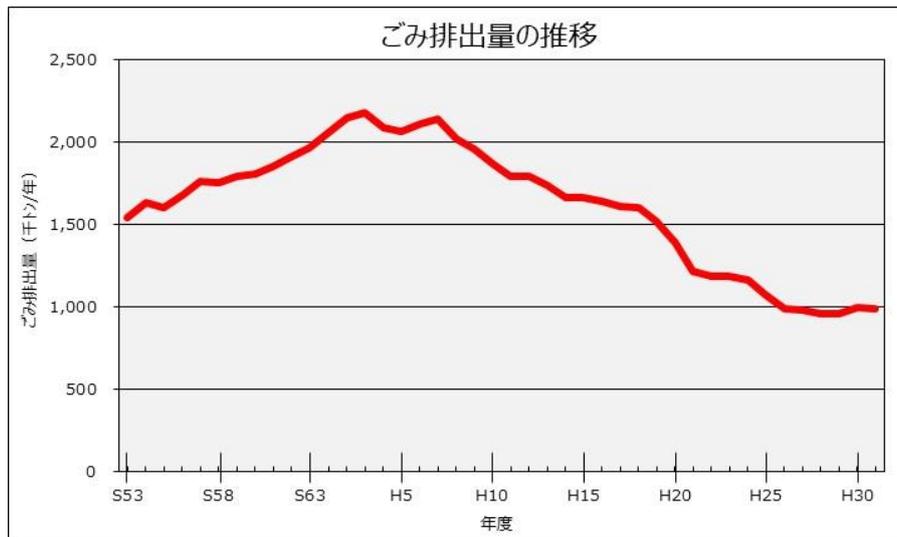
表-1 ごみ質と設備計画の関係<sup>(1)</sup>

関係設備 ごみ	焼却設備	付帯設備の容量等
低質ごみ (設計最低ごみ質)	《処理能力の下限》 火格子燃焼率、火格子面積	空気予熱器、助燃設備
基準ごみ (平均ごみ質)	基本設計値	ごみピット
高質ごみ (設計最高ごみ質)	《処理能力の上限》 燃焼室熱負荷 燃焼室容積、再燃焼室容積	クレーン、ガス冷却設備、 排ガス処理設備、通風設備、 水処理設備、受変電設備 等

## 2. 構成市ごみの推移

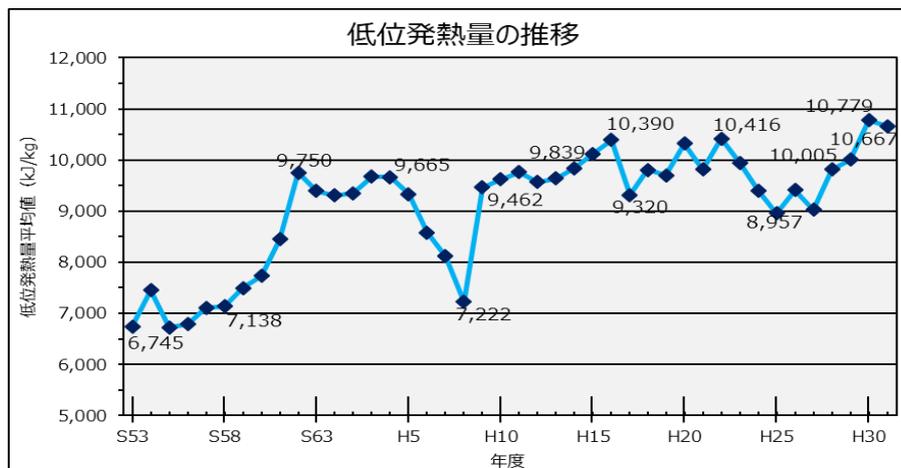
長期的なごみの推移を見るため、構成市のごみ排出量のうち大部分を占めている大阪市のデータをもとに検討した。

大阪市のごみ排出量（図－1 参照）は、平成3年度まで増加を続けピークに達したが、さまざまなごみ減量施策の取組み等により減少傾向に転じており、平成6年度から平成7年度にかけて一時増加も見られたが、平成26年度まで減少傾向にあった。しかし、近年排出量は下げ止まり、横ばいの傾向にある。



図－1 ごみ排出量の推移

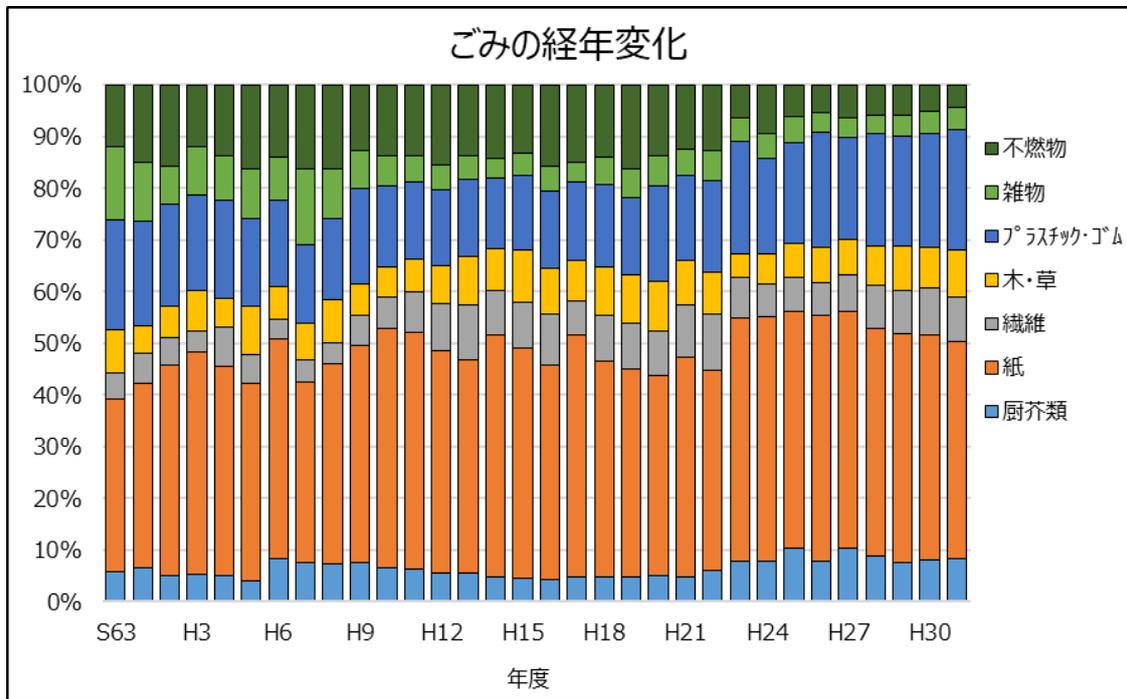
ごみの低位発熱量（図－2 参照）は、平成3年度から平成8年度まで減少傾向を示しているが、その後のごみ排出量が減少傾向にある状況においては、低位発熱量は横ばいの傾向を示している。ごみ排出量が横ばいの傾向にある平成26年度以降は、低位発熱量は増加傾向を示しており、平成30年度には過去最高の低位発熱量を記録している。



※平成22年度以前の値は、kcal/kgをkJ/kgに換算した値である。

図－2 ごみの低位発熱量の推移

ごみ組成の経年変化（図－3参照）を見ると、平成27年度以降、厨芥類の比率が減少し、プラスチック・ゴムの比率が増加していることから、低位発熱量が増加傾向に推移する要因のひとつと考えられる。



図－3 ごみ組成の経年変化

### 3. 計画ごみ質決定フロー

計画ごみ質の低位発熱量等検討の基礎資料として、各ごみ焼却工場におけるごみの低位発熱量及び三成分・六元素分析の昭和53年度から令和元年度までのごみ組成分析結果を用いて整理した結果、計画ごみ質決定にあたってのデータ採用期間は、低位発熱量が増加傾向に推移しはじめた平成26年度から令和元年度とした。これは前述のとおり、厨芥類の比率が減少し、プラスチック・ゴムの比率が増加していることにより低位発熱量が増加しているためである。

よって計画ごみ質は、平成26年度から令和元年度の低位発熱量の値を用いて、低位発熱量(H26-R1)を決定することとした。なお、低位発熱量の検討にあたっては、令和2年4月より一般廃棄物の焼却処理・処分を共同で行っている守口市の値も含めることとした。

次の(1)～(5)の手順で、計画ごみ質を検討する。

(1) ①～③により平成26年度から令和元年度のデータより低位発熱量(H26-R1)を算出

①基礎統計量(平均値、標準偏差など)による低位発熱量の算出(表－2参照)

「計画・設計要領」に基づき、平成26年度から令和元年度の間に分析した低位発熱量の【平均値】を基準ごみとし、【90%信頼区間の上限値】を高質ごみ、【90%信頼区間の下限値】を低質ごみの低位発熱量として算出した。

表－２ 基礎統計量（H26-R1）

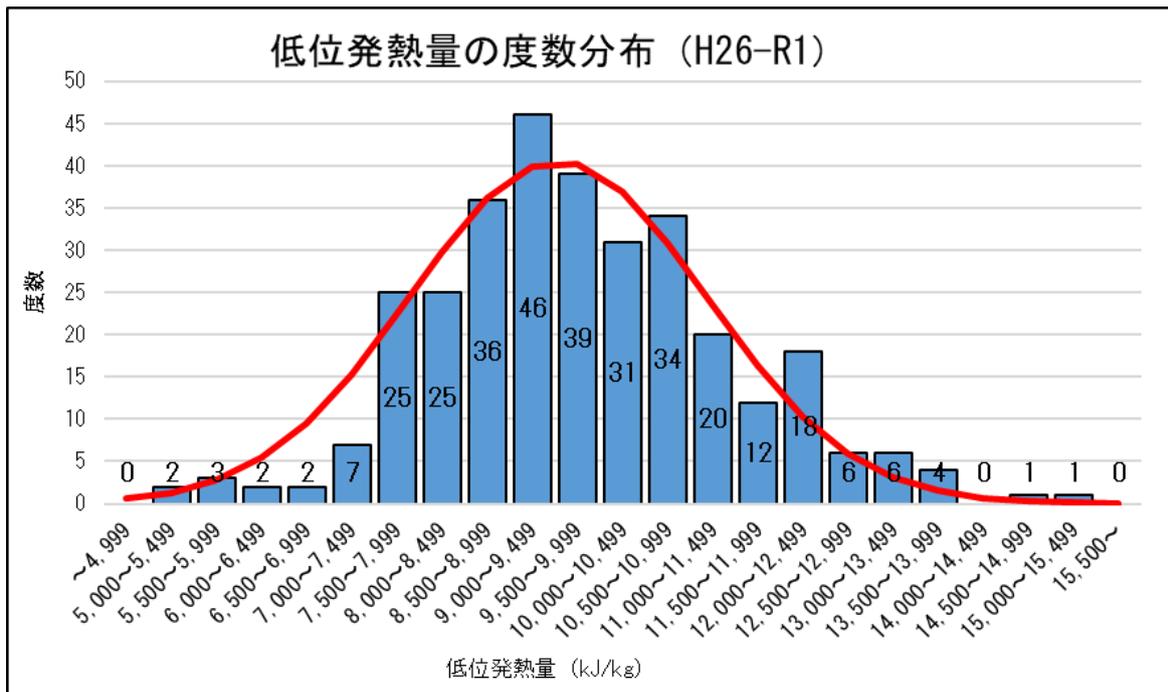
(kJ/kg)

測定データ中の基礎統計量 (H26-R1のデータ) ・90%信頼区間の上限値（高質ごみ） 上限値＝平均値＋標準偏差×1.645 ・90%信頼区間の下限値（低質ごみ） 下限値＝平均値－標準偏差×1.645	最大値	15,010
	最小値	5,230
	平均値	9,787
	標準偏差	1,639
	90%信頼区間の上限値	12,484
	90%信頼区間の下限値	7,091

		(kJ/kg)																	
	住之江	鶴見	西淀	八尾	舞洲	平野	東淀	守口市											
H26.4					9,800	8,560	12,350		H29.4						9,220	13,040	9,400		
H26.5					7,790	10,930	10,890		H29.5	10,200	10,350	8,960	11,560	13,600	9,560	7,980			
H26.6	10,460	7,550	8,660	8,470	8,720	10,660	8,860	7,790	H29.6				12,280	12,240	12,570				
H26.7					8,200	9,170	7,120		H29.7	9,320	11,170	10,560	7,190	8,100	10,310				
H26.8					8,000	8,210	7,880		H29.8				9,120	7,610	11,460	11,140			
H26.9	12,650	9,140	10,030	9,120	9,810	14,970	11,290	12,180	H29.9				7,900	9,910	10,670				
H26.10					9,990	8,960	7,990		H29.10				11,210	7,950	10,140				
H26.11	9,140	8,720	8,590	10,320	9,760	10,960	10,280		H29.11	8,210	11,560	9,960	7,290	12,120	9,010	9,280			
H26.12					9,340	8,720	9,860	5,230	H29.12				9,150	10,140	10,340				
H27.1	8,720	10,350	7,960	10,870	9,610	8,450	10,540		H30.1	8,710	9,730	10,720	10,960	10,670	10,300				
H27.2					9,140	8,110	9,040		H30.2				10,640	9,020	8,960	9,020			
H27.3					9,360	7,440	7,770	5,650	H30.3				9,820	8,900	9,680				
H27.4					8,520	10,020	8,670		H30.4				11,060	12,160	8,680				
H27.5	9,690	8,280	9,760	9,170	10,380	8,880	12,370		H30.5	12,360	9,360	8,440	11,350	10,080	9,090	7,244			
H27.6					8,620	9,060	11,740	5,900	H30.6				7,250	10,010	8,970				
H27.7	9,410	9,220	8,200	7,770	7,760	9,690	10,650		H30.7	10,510	13,740	9,650	12,040	11,490	12,600				
H27.8					9,720	8,120	8,580		H30.8				12,030	10,240	11,470	6,785			
H27.9					6,100	12,030	9,390	9,210	H30.9				15,010	10,720	7,610				
H27.10					8,180	8,760	10,390		H30.10				8,530	10,220	10,310				
H27.11	7,680	8,480	8,470	9,600	9,290	8,580	10,570		H30.11	10,990	13,290	10,270	9,150	9,950	10,660	9,033			
H27.12					7,940	8,950	6,270	5,320	H30.12				12,270	9,610	11,780				
H28.1	8,930	7,630	9,360	9,880	9,580	8,170	10,050		H31.1	10,580	11,100	12,840	10,750	9,900	10,590				
H28.2					8,330	7,630	12,140		H31.2				9,780	10,380	12,700	8,217			
H28.3					8,670	10,880	9,290	7,030	H31.3				10,000	9,310	8,960				
H28.4					9,160	7,870	11,890		H31.4				12,310	9,920	8,910				
H28.5		9,520	9,720	11,820	8,240	10,350	10,070	7,990	R 1.5	12,470	13,130	9,470	8,270	10,770	8,780	9,600			
H28.6					8,730	11,030	10,710		R 1.6				9,450	11,280	11,540				
H28.7		11,310	8,040	9,940	9,090	10,510	12,110		R 1.7	10,570	8,350	11,200	8,670	12,580	10,930				
H28.8					9,460	10,040	9,510	6,650	R 1.8				9,510	13,820	9,700	7,970			
H28.9					8,150	9,520	9,700		R 1.9				12,090	12,330	13,120				
H28.10					10,660	8,190	7,850		R 1.10				10,140	13,160	11,770				
H28.11		9,530	9,300	11,190	9,330	7,910	10,070	9,440	R 1.11	10,760	11,870	10,840	9,520	9,080	10,540	8,553			
H28.12					11,140	10,320	11,130		R 1.12				11,960	9,570	10,760				
H29.1		9,010	11,000	10,970	8,420	8,940	8,300		R 2.1	10,030	8,650	9,270	11,260	13,220	9,210				
H29.2					5,510	11,070	8,960		R 2.2				10,460	11,590	13,750	11,826			
H29.3					11,160	8,620	9,130	7,810	R 2.3				9,960	9,190	9,040				

②測定データの分布型の検定

平成26年度から令和元年度における各工場の低位発熱量の度数分布（図－４参照）は、一部にばらつきはあるものの、ほぼ正規分布していることを確認した。



図－４ 低位発熱量の度数分布 (H26-R1)

③低位発熱量 (H26-R1) によるごみ質の設定

高質ごみ及び低質ごみは、基礎統計量の平均値である9,787 kJ/kgを用いて「計画・設計要領」に基づき、90%信頼区間の上下限值とすることから、高質ごみを13,000 kJ/kg、低質ごみを7,000 kJ/kgとした。

また、基準ごみについては平均値を丸め、9,800 kJ/kgとした。

表－３ 低位発熱量(H26-R1)の設定値

ごみ質	設定値	参考値
高質ごみ	13,000 kJ/kg	90%信頼区間の上限値：12,484 kJ/kg
基準ごみ	9,800 kJ/kg	平均値：9,787 kJ/kg
低質ごみ	7,000 kJ/kg	90%信頼区間の下限値：7,091 kJ/kg

(2) ごみ減量によるごみ質への影響を予測し、低位発熱量を予測

①将来的なごみ質の予測手法の検討

ごみ減量によるごみ組成、低位発熱量への影響を予測するため、当組合の一般廃棄物処理基本計画による、ごみ処理量の予測に基づく将来のごみ量をもとに、次の事項を前提条件とし予測することとした。減量目標の考え方については、構成市のごみ処理量の約90%を占める大阪市の考え方を採用することとする。

【条件】

- ・ごみ処理量は、大阪広域環境施設組合一般廃棄物処理基本計画（令和2年3月）に基づき、103.0万ト（平成30年度）から94.9万ト（令和7年度）に減量する。
- ・ごみ減量目標の考え方は、第64回大阪市廃棄物減量等推進審議会（令和元年9月10日）資料

(表－4参照)に基づき減量し、他の各組成については、大阪市の平成30年度のごみ組成の割合に応じて減量する。

表－4 大阪市のごみ減量目標

ごみ排出量		(万ト)
家庭ごみ	▲1.5	厨芥類(食品ロス)対策▲0.9 大阪エコバック運動▲0.6
事業系ごみ	▲5.6	大規模事業所対策(資源化可能な紙類▲0.5 産業廃棄物▲0.2) 小規模事業所対策(資源化可能な紙類▲0.4 産業廃棄物▲0.8) 食品ロス▲2.2(大規模・小規模事業所合算) 一般搬入対策▲0.2 災害影響▲1.3
環境系ごみ	▲0.3	災害影響▲0.3

資源化量	
家庭ごみ	2.1 資源ごみ0.2 容器包装プラ0.6 古紙衣類1.3

※ごみ排出量の減量分及び資源化量分の合計がごみ処理量として減る。

上記の条件に基づき、ごみ処理量によるシミュレーションを行った結果、以下の結果となった。(表－5参照)

表－5 シミュレーション時の低位発熱量

項目 ごみ組成	平成30年度 103.0万ト(内大阪市93.4万ト)					令和7年度 94.9万ト(内大阪市83.7万ト)					
	固形物重量(万ト)	水素量(g/kg)	単位重量発熱量(kJ/kg)	発生熱量(GJ)	水素由来発生水分(万ト)	固形物重量(万ト)	水素量(g/kg)	単位重量発熱量(kJ/kg)	発生熱量(GJ)	水素由来発生水分(万ト)	
古紙	10.87	64.4	16,800	1,825,587.8	6.30	9.18	64.4	16,800	1,542,144.1	5.32	
古紙以外	16.69	64.4	16,800	2,804,221.5	9.67	16.46	64.4	16,800	2,765,668.0	9.54	
布	5.68	68.3	20,700	1,175,275.7	3.49	5.24	68.3	20,700	1,085,269.1	3.22	
容器	3.09	101.5	37,400	1,154,838.8	2.82	1.71	101.5	37,400	638,369.1	1.56	
容器以外	10.76	94.9	25,500	2,743,436.3	9.19	9.77	94.9	25,500	2,491,908.9	8.35	
木・竹・ワラ	5.15	65.2	19,500	1,003,878.9	3.02	5.08	65.2	19,500	990,182.9	2.98	
厨芥	4.85	71.4	19,900	965,750.3	3.12	1.98	71.4	19,900	393,758.5	1.27	
不燃物(ガラス)	0.84	0	0	0	0	0.83	0	0	0	0	
不燃物(石陶器)	0.71	0	0	0	0	0.70	0	0	0	0	
不燃物(鉄)	0.73	0	0	0	0	0.72	0	0	0	0	
不燃物(非鉄金属)	1.17	0	0	0	0	1.15	0	0	0	0	
雑物	2.70	36.5	11,400	307,708.1	0.89	2.66	36.5	11,400	303,496.0	0.87	
合計	-	-	-	11,980,697.4	38.50	-	-	-	10,210,796.6	33.12	
	発生熱量合計 (GJ)			11,980,697.4	発生熱量合計 (GJ)			10,210,796.6			
	蒸発潜熱 (GJ)			1,955,606.0	蒸発潜熱 (GJ)			1,742,941.7			
	差引熱量 (GJ)			10,025,091.4	差引熱量 (GJ)			8,467,854.9			
	低位発熱量 (kJ/kg)			9,733	低位発熱量 (kJ/kg)			8,923			

## ②シミュレーションによるごみ質の設定

高質ごみ及び低質ごみは、シミュレーションの結果により8,923 kJ/kgを用いて「計画・設計要領」に基づき、90%信頼区間の上下限值とすることから、高質ごみを12,000 kJ/kg、低質ごみを6,200 kJ/kgとした。

また、基準ごみについてはシミュレーションの結果を丸め、8,900 kJ/kgとした。

表－6 シミュレーションによる設定値

ごみ質	設定値	参考値
高質ごみ	12,000 kJ/kg	90%信頼区間の上限値 : 11,619 kJ/kg
基準ごみ	8,900 kJ/kg	シミュレーション結果より : 8,923 kJ/kg
低質ごみ	6,200 kJ/kg	90%信頼区間の下限値 : 6,227 kJ/kg

(3) 低位発熱量の設定

鶴見工場の低位発熱量を検討するにあたり、平成26年度から令和元年度のごみ分析データをもとに検討し、さらにごみ減量に伴う将来予測を用いて検討を行った。

高質ごみ及び基準ごみについては、3.(1)③で求めた低位発熱量(H26-R1)の範囲内にあるため、低位発熱量(H26-R1)である高質ごみ13,000 kJ/kg、基準ごみ9,800 kJ/kgの値を採用することとした。

しかし、低質ごみについては、3.(1)③で求めた低位発熱量(H26-R1)7,000kJ/kgの範囲外となる6,200kJ/kgであったことから、炉の性能を確保することを目的として、3.(2)②のシミュレーションで推算した6,200 kJ/kgを採用することとした。

最終的に設定した低位発熱量の値は、以下のとおりである(表－7参照)。なお、低位発熱量の単位はkJ/kgで検討したが、kcal/kgに換算した値も参考に表示する。

表－7 低位発熱量

項目		ごみ質		
		低質ごみ	基準ごみ	高質ごみ
低位発熱量	kJ/kg	6,200	9,800	13,000
	kcal/kg	1,481	2,341	3,106

(4) 平成26年度から令和元年度データより三成分・六元素を算出

平成26年度から令和元年度データより、ごみの三成分及び六元素について、低位発熱量との相関(kJ/kg-%)を調べ、相関関係が見られる可燃分、水分及び湿りごみにおける六元素中の炭素、水素については回帰式、その他については以下に示す方法により算出した。(表－8参照)

表－8 三成分・六元素の算出方法

項目		相関係数	算出方法
三成分	可燃分	0.8869	回帰式 : $y = 0.0031x + 19.5405$
	水分	0.8756	回帰式 : $y = -0.0036x + 77.1446$
	灰分	-	100 - (可燃分 + 水分)
六元素	炭素	0.9141	回帰式 : $y = 0.0019x + 7.4170$
	水素	0.8170	回帰式 : $y = 0.0003x + 0.7825$
	窒素	-	高質ごみ : 平均値 + 標準偏差 × 1.645
	硫黄	-	基準ごみ : H26-R1の平均値
	塩素(※)	-	低質ごみ : 平均値 - 標準偏差 × 1.645
	酸素	-	可燃分 - (炭素 + 水素 + 窒素 + 硫黄 + 塩素)

x : 低位発熱量 (kJ/kg)

- ・回帰式の数値については、スペースの都合上、小数点以下4位までの表記としている。
- ・六元素の窒素・硫黄・塩素については、H26-R1の実測値 (%) の平均値を基準ごみの値とし、算出方法に記載の式により、高質ごみ、低質ごみの (%) を算出している。

※塩素については、算出した計画値が低質ごみの時に0を下回るため、平成26年度から令和元年度のごみ分析結果の最小値を採用する。

(5) ごみ質の設定

表－8 三成分・六元素の算出方法により求めた計画ごみ質は次のとおりとなる (表－9 参照)。なお、計画ごみ質は令和2年度時点の計画値となるので、減量施策等の見直しがあれば、再度整理を行う場合もある。

表－9 計画ごみ質

ごみ質による低位発熱量 (kJ/kg)									
項目		低質ごみ			基準ごみ		高質ごみ		
		6,200			9,800		13,000		
三成分	可燃分	炭素	38.98	19.45 (49.89%)	50.27	26.44 (52.58%)	60.31	32.65 (54.13%)	
		水素		2.64 (6.78%)		3.72 (7.40%)		4.68 (7.76%)	
		窒素		0.14 (0.36%)		0.59 (1.18%)		1.05 (1.74%)	
		硫黄		0.003 (0.01%)		0.05 (0.10%)		0.09 (0.15%)	
		塩素		0.01 (0.03%)		0.33 (0.66%)		0.68 (1.12%)	
		酸素		16.74 (42.95%)		19.14 (38.08%)		21.17 (35.10%)	
	水分		54.58			41.48		29.83	
	灰分		6.44			8.25		9.86	
合計 (%)			100			100		100	

 表-8 三成分算出方法より

 表-8 六元素算出方法より

( ) 内の値は、可燃分中六元素の割合を示す。

#### 4. ごみ組成分析による計画ごみ質と自動燃焼制御装置演算値による低位発熱量の比較

平成26年度から令和元年度までのごみ組成分析結果から、低位発熱量の値を用いて「計画・設計要領」の内容に基づく統計処理を行い得られた低位発熱量(H26-R1)から、当組合の一般廃棄物処理基本計画によるごみ処理量の予測に基づき、将来、ごみ減量した際のごみ組成、低位発熱量への影響も踏まえてシミュレーションを行い鶴見工場の計画ごみ質を設定したが、基となったごみ組成分析は手分析であるため、サンプリングした日の天候やごみ質の「ばらつき」などの影響が考えられる。そのため、日々、安定燃焼しているごみ焼却炉の自動燃焼制御装置が演算している低位発熱量を集計し出現頻度を比較することとした。

比較対象として、基準ごみの低位発熱量がほぼ同じである東淀工場において、令和元年度2炉定格稼働時の1時間ごとの演算値を採用し比較を行った。

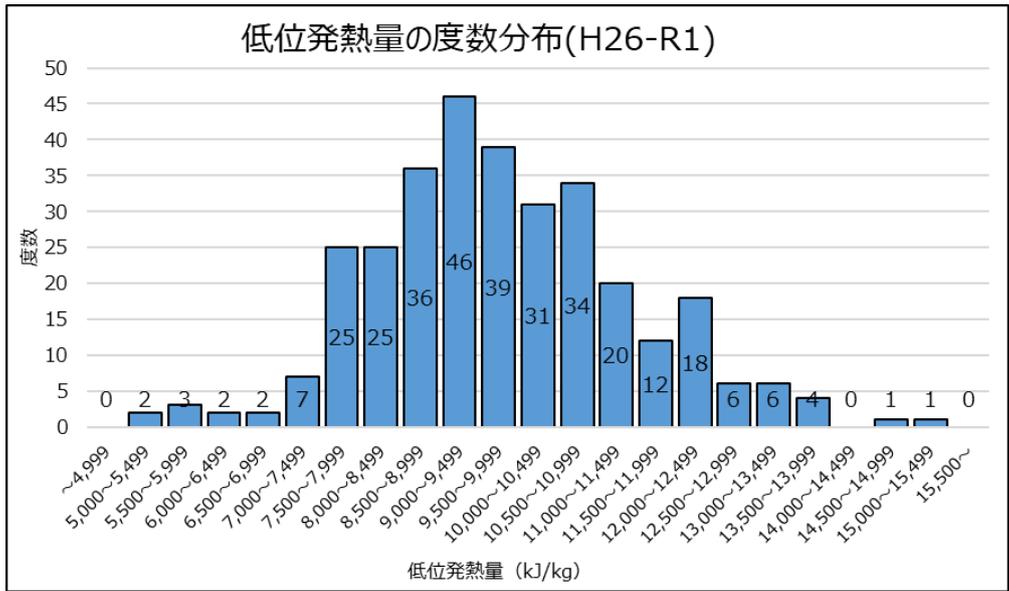


図-5 低位発熱量の度数分布 (H26-R1) (再掲)

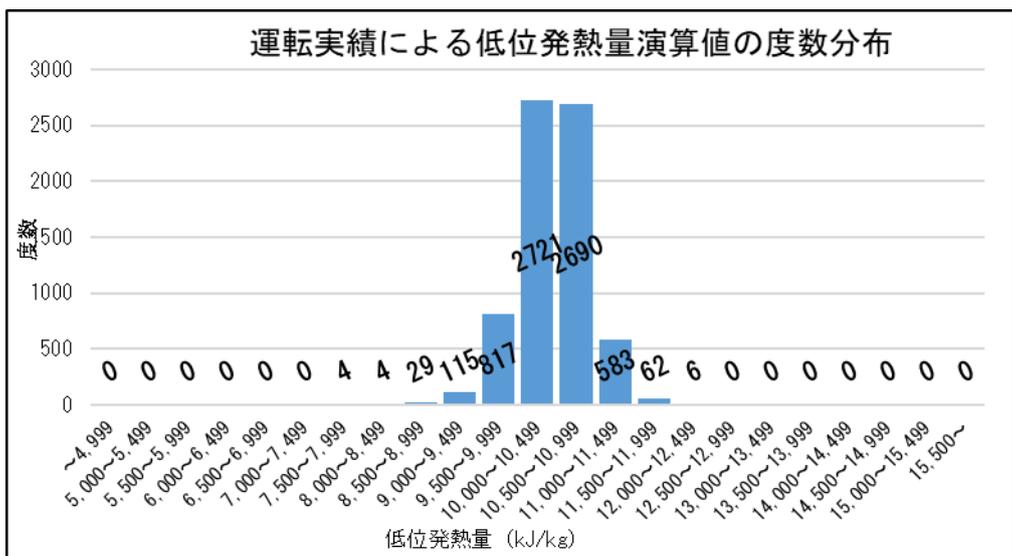


図-6 運転実績による低位発熱量演算値の度数分布 (東淀工場 令和元年度)

低位発熱量の度数分布（図－５参照）は、平成26年度から令和元年度のごみ組成分析結果320点の低位発熱量がほぼ正規分布の形を成していることに対し、運転実績による低位発熱量演算値の度数分布（図－６参照）では、令和元年度に２炉定格稼働している１時間ごとの7,031点の低位発熱量が10,000kJ/kgから11,000kJ/kgの間に集中する結果となった。

「計画・設計要領」によると、計画ごみ質の設定では、ごみ質の分析に基づき低質ごみ、基準ごみ、高質ごみの低位発熱量を求め、表－１のとおりそれぞれのごみ質に対応可能な装置容量、つまりごみ処理施設の基本的事項を求めることとなっている。そのため、低位発熱量の確認方法として「低質ごみと高質ごみの比率が1：2～2.5の範囲内にあり、常識的な値であればよい」とされている。今回設定した低質ごみの低位発熱量6,200kJ/kgと、高質ごみの低位発熱量13,000kJ/kgの比率は1：2.097となるため、比率としても適切であることが確認できた。

また、運転実績による低位発熱量演算値の度数分布（図－６参照）を観察することで、実運転時における低位発熱量の傾向を把握することができる。令和元年度に２炉定格稼働している１時間ごとの7,031点の低位発熱量から求められた平均値は10,455kJ/kgとなっており、東淀工場の基準ごみ低位発熱量9,630kJ/kgの1.09倍となっている。

蒸気タービン発電機などの余熱利用設備の設計をする際には、ごみ質と設備計画の関係（表－１参照）よりも、蒸気タービン発電機のエネルギー回収効率を最大限に設定することが重要となるため、当組合では東淀工場以降、蒸気タービン発電機のエネルギー回収効率を最大とする設計点を基準ごみ低位発熱量の1.1倍としているが、この基準ごみ低位発熱量の1.1倍という設計点は、実運転時における低位発熱量の出現頻度も高いため、高効率なエネルギー回収効率を可能にする設計点であるといえる。

## 5. おわりに

今回の検討については、鶴見工場建替事業における焼却炉や付帯設備の設計上の基礎データとして検討したものであり、今後は設定した計画ごみ質に基づき、タービン発電機などを含めたすべての設備の設計を進めていく計画である。

次のごみ焼却工場建替検討時における参考のほか、ごみ焼却工場の建替事業や設計業務に関心を持っていただくための一助となることを期待している。

## 引用文献

- (1) (公社) 全国都市清掃会議 ごみ処理施設整備の計画・設計要領2017改訂版

# ごみピット薬剤噴霧装置の自動化

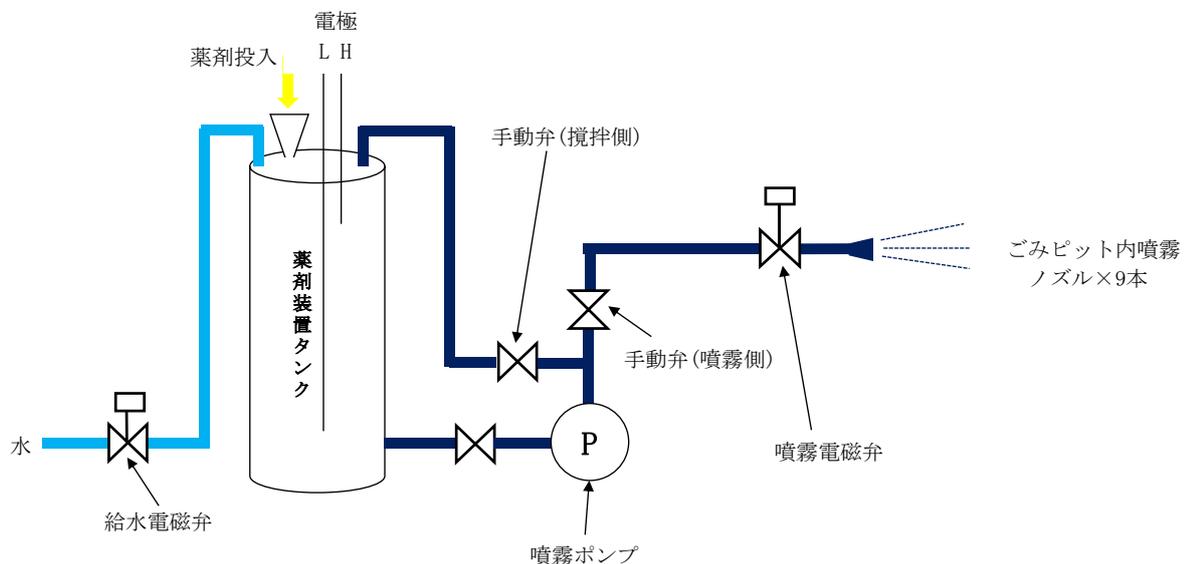
鶴見工場

## 1. はじめに

鶴見工場では毎年、夏場においてごみピット内にハエなどの害虫が大量に発生し、衛生面が問題となっていました。害虫対策として、薬剤（殺虫剤）を散布するための「ごみピット薬剤噴霧装置」が設置されていましたが、自動化に向け改良しました。

## 2. これまでの作業工程

ごみピット薬剤噴霧装置の作業工程は、次のとおりです。（図－1 参照）



図－1 ごみピット薬剤噴霧装置構成図（改良前）

### (1) 手順 1

工場5階1号クレーン修理室（写真－1 参照）にあるごみピット薬剤噴霧装置制御盤（以下「制御盤」という。）の電源ランプの点灯確認を行い、制御盤「自動水張り」ボタンを押すと給水電磁弁が開き、薬剤装置タンク内に給水します。薬剤装置タンクの電極H位置まで給水すると給水電磁弁は閉じます。

（所要時間：給水完了まで約30分）



写真－1 ごみピット薬剤噴霧装置制御盤及び薬剤装置タンク

(2) 手順 2

給水完了後、薬剤を薬剤装置タンク内に直接投入を行い（写真－2 参照）、手動弁の操作後（攪拌側「開」・噴霧側「閉」）、噴霧ポンプの「運転」ボタンを押し、薬剤装置タンク内の水と薬剤を攪拌します。

（所要時間：攪拌完了まで約20分）



写真－2 薬剤投入作業

(3) 手順 3

攪拌完了後、手動弁の切り替え（攪拌側「閉」・噴霧側「開」）と噴霧電磁弁の「開」ボタンと噴霧ポンプの「運転」ボタンを押しごみピット内に噴霧を行います。薬剤装置タンクの電極L位置まで噴霧すると噴霧ポンプは停止となります。

（所要時間：噴霧完了まで約10分）

(4) 手順 4

噴霧完了後は、薬剤装置タンク内及び配管内に残った薬剤の洗浄を行うため、制御盤「自動水張り」ボタンを押し薬剤装置タンク内に再度給水します。給水完了後、噴霧ポンプの「運転」ボタンを押しごみピット内に洗浄した水の噴霧を行います。

（所要時間：完了まで約40分）

(5) 手順 5

薬剤装置タンク内に水が残っていないか確認後、作業終了となります。

### 3. 作業の問題点

ごみピットへの薬剤噴霧は毎週日曜日に行っており、作業時間は準備を含めて約2時間程度かかっていました。焼却設備の運転監視は2階にある中央制御室で行っており、薬剤噴霧装置の運転操作は5階にある1号クレーン修理室に行かなければなりませんでした。作業はほぼ手動で行う必要があり、作業中は現場を離れることが出来ず、焼却設備運転監視業務を行いながらの操作となるため、焼却設備の急な故障が発生した場合には、対応が遅れる懸念がありました。

### 4. 薬剤噴霧装置の自動化

薬剤噴霧装置の作業を自動化出来れば、焼却設備運転監視業務を円滑に行えるため、自動化する改良に取り組みました。

#### (1) 薬剤噴霧設備機器の改良

これまでは、薬剤を薬剤装置タンク内に直接投入し、薬剤装置タンク内の水と薬剤の攪拌のために弁の操作をしていましたが、自動化を行うため、次のとおりに改良しました。(図-2 参照)

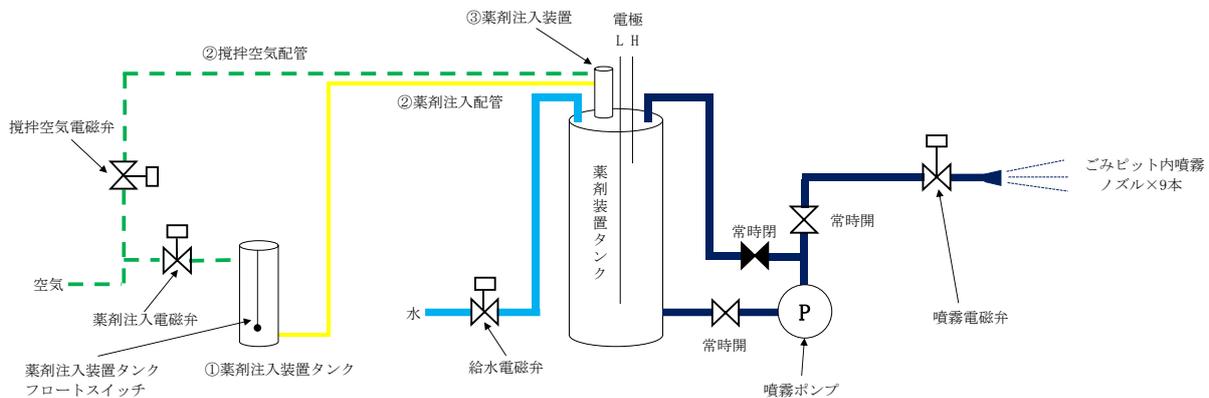


図-2 ごみピット薬剤噴霧装置構成図 (改良)

① 薬剤注入装置タンクを設置しました。(写真-3 参照)



写真-3 薬剤注入装置タンク

② 薬剤装置タンク内の薬剤を空気で攪拌するための撪拌空気配管と薬剂注入配管を設置しました。(写真-4 参照)



攪拌空気配管と薬剤注入配管

写真－4 攪拌空気配管と薬剤注入配管

③ 薬剤注入装置を薬剤装置タンク上部に設置しました。(写真－5 参照)



薬剤注入装置

写真－5 薬剤注入装置

(2) 既存の制御盤の改良

① リレー回路等追加

制御盤にある、薬剤装置タンクの給水回路や噴霧ポンプの運転回路に自動運転を行うためリレー回路等を追加しました。(写真－6・図－3 参照)



写真－6 ごみピット薬剤噴霧装置制御盤改良

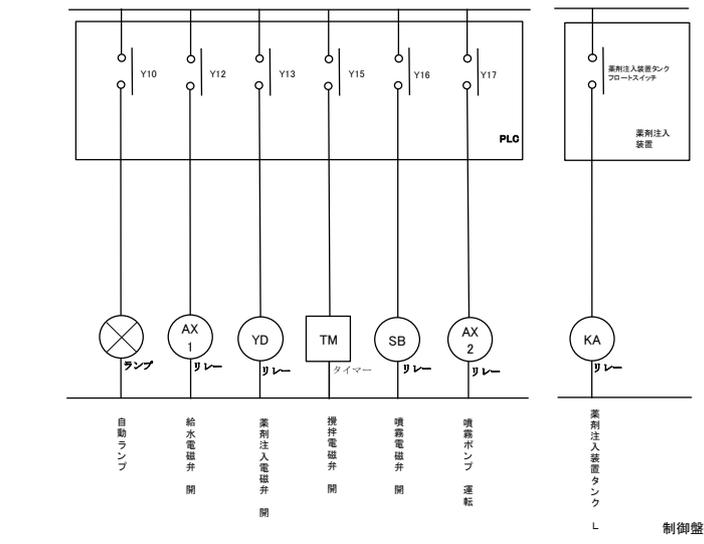


図-3 ごみピット薬剤噴霧装置制御盤改良回路図

② PLC取り付け

自動運転を行うため、シーケンス制御プログラムを作成し組み込んだPLC（写真-7 参照）を制御盤に取り付けました。シーケンス制御は、あらかじめ定められた順序又は手続きに従って制御の各段階を逐次進めていく制御のことです。

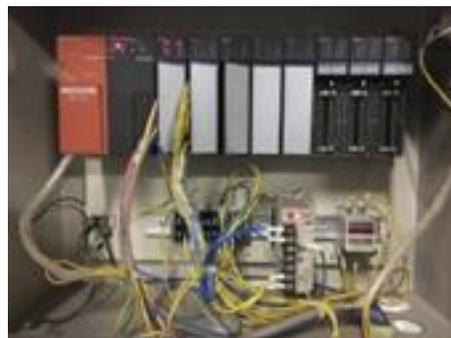


写真-7 P L C

③ 中央制御室モニター画面

中央制御室にあるモニター画面（写真-8 参照）で、ごみピットへの噴霧状況が確認できる位置にカメラを調整しました。



写真-8 中央制御室モニター画面映像

## 5. 薬剤噴霧装置の自動化後の作業工程

薬剤噴霧装置の自動化後の作業工程は次のとおりです。

5階1号クレーン修理室にある制御盤の電源ランプの確認を行い、薬剤注入装置タンクに薬剤を規定量の18リットルを準備します。制御盤の自動運転開始ボタンを押したのち、自動ランプが点灯したことを確認します。シーケンス制御のフロー図(図-4参照)のとおり自動運転になり、中央制御室のモニター画面でごみピット内への噴霧状況の監視を行います。噴霧がなくなった後、5階1号クレーン修理室で自動ランプの消灯の確認と薬剤装置タンク内に水が残っていないかを確認後、作業終了となります。

(所要時間：自動運転終了まで約1時間30分)

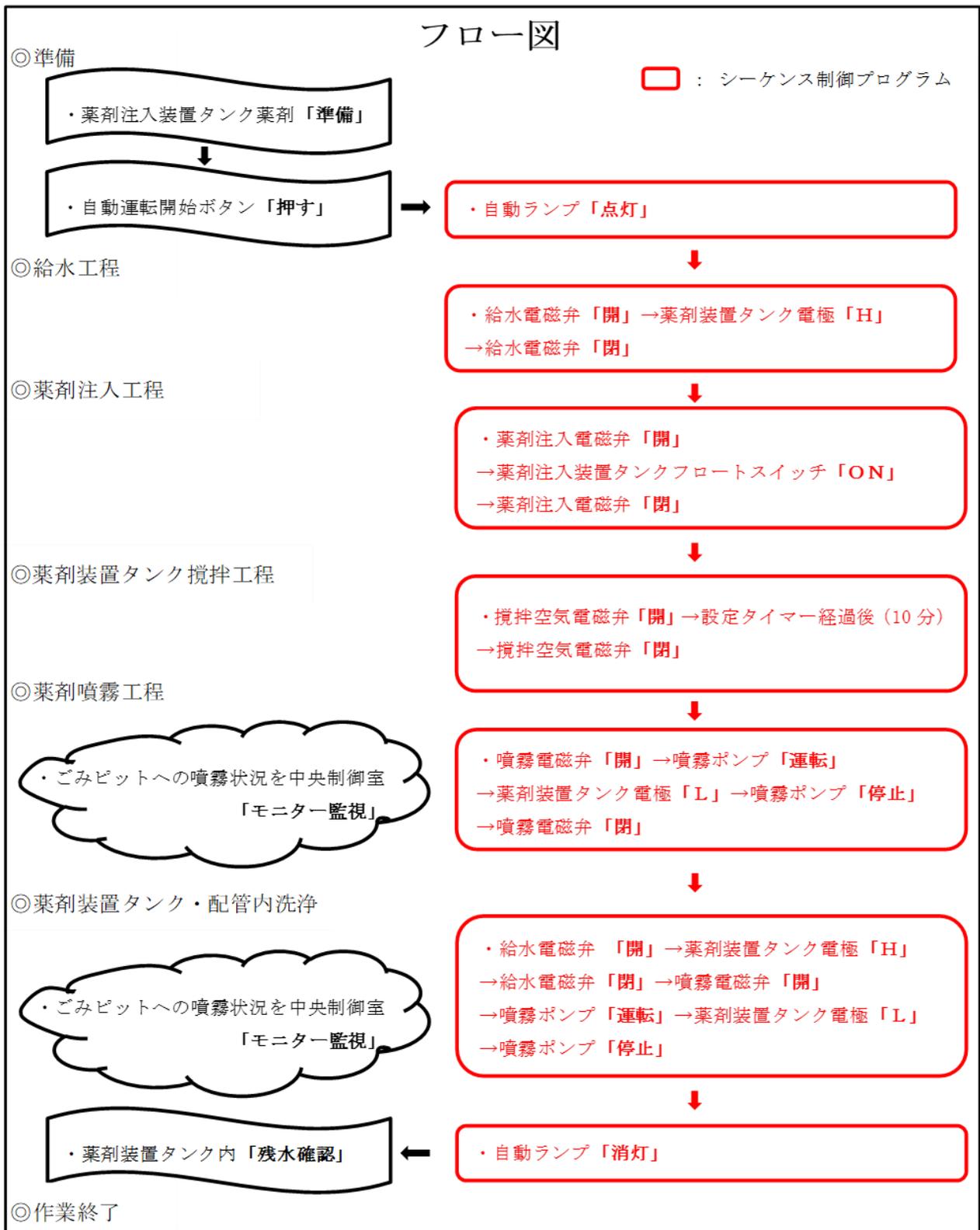


図-4 ごみピット薬剤噴霧装置動作フロー図

## 6. さらなる改良

さらに以下の点について改良しました。(図-5 参照)

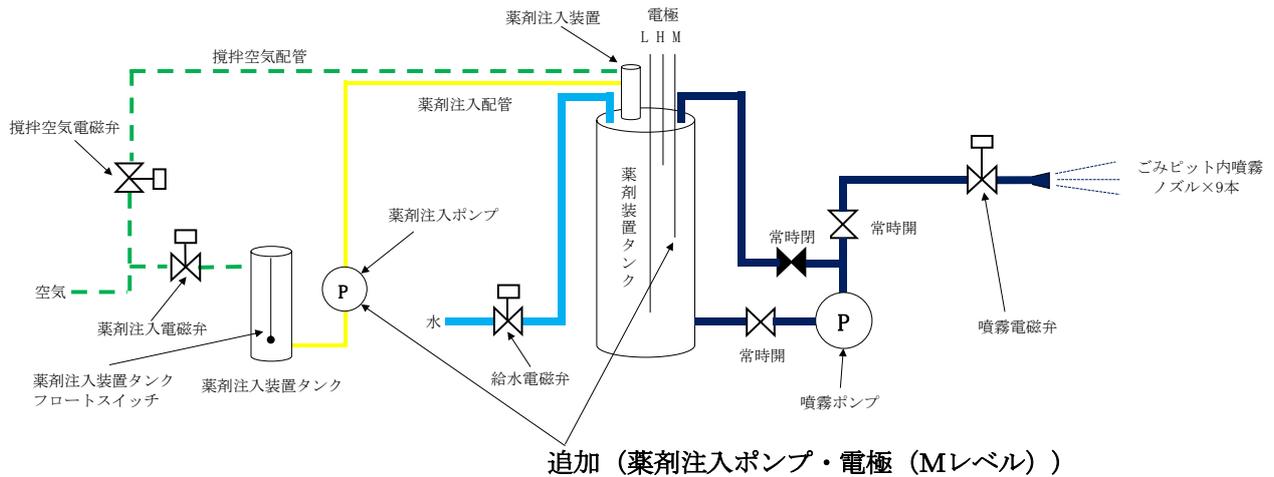


図-5 ごみピット薬剤噴霧装置構成図 (追加改良)

### (1) 粘度の高い薬剤への対応

同じ種類の薬剤を長期間使用し続けるとハエなどの害虫は薬剤耐性を持つてくるため、適宜異なる種類の薬剤を使用していました。薬剤を薬剤装置タンクへ注入をする際には、空気圧をかけて送っていましたが、薬剤の種類によっては粘度の高いものがあり送りきれない場合があります。その対応策として、薬剤注入ポンプ (写真-9 参照) を設置し圧力をさらに加えることにより、粘度の高い薬剤でも薬剤装置タンクへ注入出来る様に改良しました。

薬剤注入ポンプは薬剤注入電磁弁の動作と同じタイミングで起動・停止するようにしました。



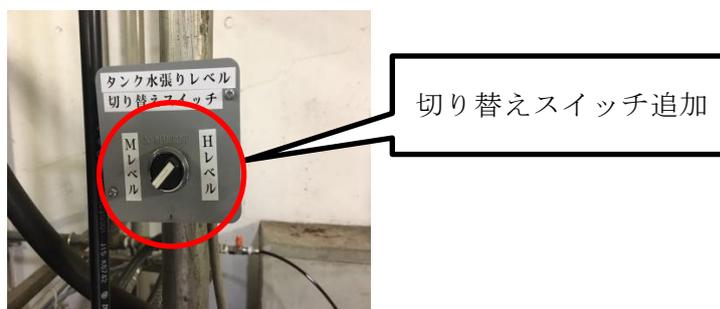
写真-9 薬剤注入ポンプ

### (2) 季節による噴霧量の切り替え

ハエなどの害虫が比較的少ない時期など、様々な季節に対応できるようにするため、噴霧量を減らすことに取り組みました。現状は、薬剤装置タンクには満水レベルである1,800リットルの位置にHレベル電極しかないため、薬剤装置タンク半分の900リットルの位置にMレ

ベル電極を設置し、選択用の切り替えスイッチ（写真－10参照）を設置しました。（図－5参照）

Mレベル選択時は、薬剤が18リットルの半分の9リットルで対応できるようになりました。



写真－10 タンク水張りレベル切り替えスイッチ

## 7. おわりに

薬剤噴霧装置を自動化したことによって、中央制御室で焼却設備の運転監視と同時に薬剤噴霧状況の監視が可能になり効率的に運転管理が出来るようになりました。薬剤噴霧装置は主にハエなど害虫対策としての殺虫剤散布に使用しますが、悪臭対策用の消臭剤散布や粘度の高い薬剤にも対応可能です。ごみ焼却工場だからこそ清潔で安全な施設にしたいと思い改善をしてきました。

また、この薬剤噴霧装置が少しでも鶴見工場の安全衛生に貢献することが出来れば幸いです。最後になりますが、改善にご協力を頂きました方々に対しまして深く御礼を申し上げます。

# プラットホームにおける転落防止対策

鶴見工場

## 1. はじめに

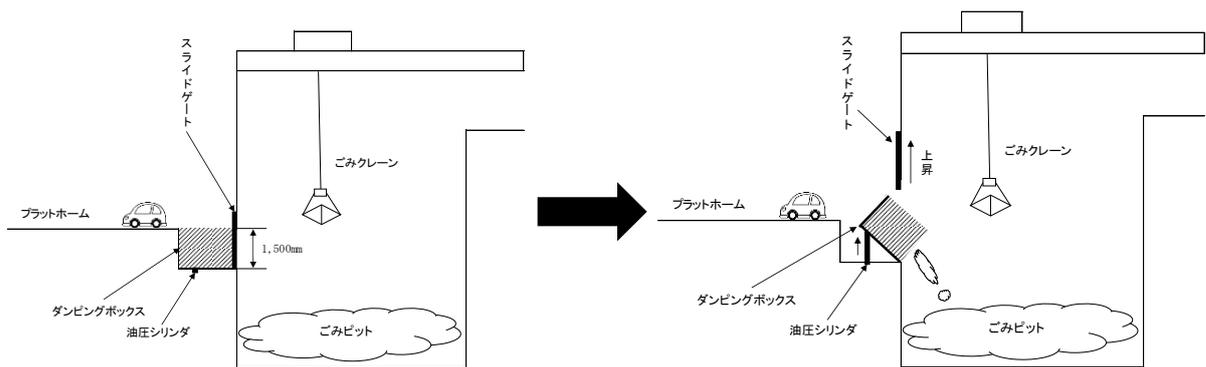
鶴見工場では、廃棄物の自己搬入制度により、一般家庭や事業者（以下「搬入者」という。）が持ち込んだごみはプラットホーム内の9番扉を使用してごみピットに投入しています。9番扉（写真－1 参照）には転落防止のためにダンピングボックス（写真－2 参照）が設置されており、持ち込んだごみはいったんダンピングボックスに入れ、その後スライドゲートを上昇させ、ダンピングボックス下部にある油圧シリンダで傾斜をつけ、ごみピットへ投入しています。（図－1 参照）しかし、ごみピットへの転落のおそれはないものの、ダンピングボックスに転落する危険が考えられます。そこで、安全性を高めるため、更なる転落防止対策を検討することになりました。



写真－1 9番扉



写真－2 ダンピングボックス



図－1

## 2. 搬入者の安全確保への課題

プラットホーム内の9番扉前には、ここから先に立ち入らないようにするために標識ロープ（写真－3 参照）を張り、9番扉の車止めと車止めの手前に黄色のペンキで塗装（写真－4 参照）をして視覚に訴えました。



写真-3 標識ロープ



写真-4 車止め塗装

しかし、ダンピングボックスの深さは約1,500mmあり、安全対策としては不十分であるため搬入者に墜落制止用器具(写真-5参照)と巻き取り式ランヤード(写真-6参照)の着用を促すようにしましたが、「墜落制止用器具は装着するのに手間がかかる」、「巻き取り式ランヤードは行動範囲が制限される」など身体的負担となり、なかなか協力を得られず課題が残りました。



写真-5 墜落制止用器具



写真-6 巻き取り式ランヤード

### 3. 改善内容

職場改善委員会と安全衛生委員会で安全対策の改善について検討・議論を重ねた結果、安全柵を設置することにしました。製作するにあたって検証を重ね、次の項目のとおり製作することで意見がまとまりました。

- ・誰でも簡単に利用できる形状にする。
- ・簡単に安全柵を取外し移動ができるようにする。  
(年末年始等の搬入車両が多い時に受入れを可能にするため。)
- ・安全面に配慮する。

### 4. 製作の過程

搬入者が負担なく利用できる形状にするため、安全柵上部よりダンピングボックスに向けて傾斜をつけ、搬入者が搬入物を軽く押しただけで滑り落ちる形状にしました。(写真-7参照)

次に、「安全柵の台の高さと奥行」については、身長差問わずに誰もが苦勞せず簡単に利用で

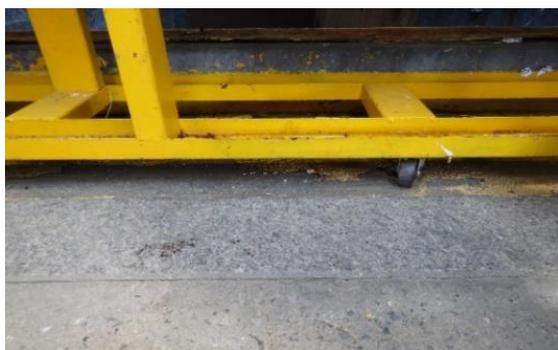
きる高さにするため、何度も検証を行って「730mm」に決定し、奥行については不燃物の搬入できる大きさが最大300mm以下となっているため、すぐに判別できるように「300mm」としました。

さらに、材料については、工場にあるものだけでなく、利用できる廃材も使用して製作しました。



写真－7 安全柵傾斜部

簡単に安全柵を取外し移動ができるようにするために車輪を取り付けました。(写真－8参照) 取り付け後、移動試験を実施して、簡単に移動できることが確認できました。(写真－9参照)



写真－8 車輪取り付け



写真－9 移動試験

搬入物を載せても安定し動かないようにするため、9番扉前の両サイドにあるポールを利用して荷締めベルトで安全柵を固定することにしました。(写真－10参照)

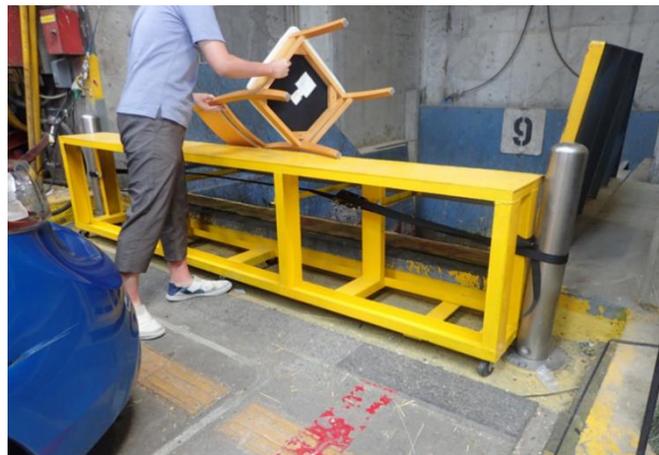


写真－１０ 安全柵の固定

## 5. まとめ

安全柵を設置してから搬入者の声を聞いてみると、「今まではごみを捨てる時に恐怖感があったが、安全柵を設置してからは安心して捨てることができる」や「幾度か利用しているが荷下ろしがしやすくなった」など高評価な意見がありました。

これまでは、私たちが搬入者に安全対策をお願いしてきましたが、工場職員として何ができるかを考えた結果、私たちから安全に作業をしてもらえる環境を提供していかなければと感じました。



写真－１１ 実際の搬入の様子

# 灰クレーンバケットを利用した鉄筋切断作業

西淀工場

## 1. はじめに

西淀工場では、オーバーホール時に灰ピット底部の鉄筋切断作業を行っています。(写真-1、図-1、図-2参照) この鉄筋は、長年の灰の積み出し作業で次第に現われるもので、底部から抜ける事はありません。この鉄筋を灰と共に灰クレーンバケットで掴んで移動すると、バケットが回転し灰ピットの壁や操作室に衝突するなど予測不能な動きをし、大変危険な状態になるので、露出した鉄筋は切断する必要があります。

鉄筋切断作業は、作業場所の安全確保を行った後、深さ6mもの灰ピットを作業者が縄梯子を使って底部まで降り、足元の悪い中強アルカリ性の焼却灰をかき分けて進み、グラインダによる手作業で行っていました。作業後は、体力が低下した状態で縄梯子を登って灰ピットから出なければならない非常に危険なものでした。

このレポートは、灰ピット底部の鉄筋切断作業を、灰ピット底部まで作業者が縄梯子で降りることなく、安全かつ容易に作業を行えるよう改善した内容を報告するものです。



写真-1 灰ピット底部の鉄筋露出状態

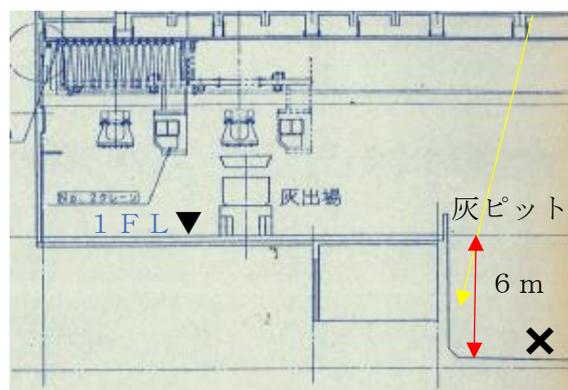


図-1 灰ピット断面図

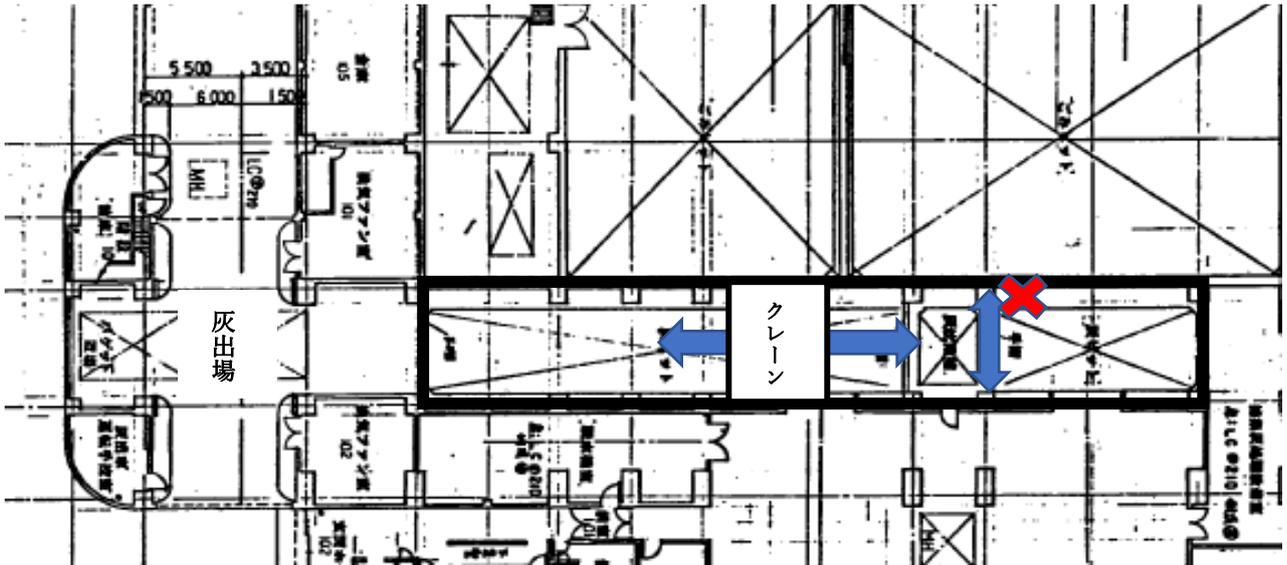


図-2 灰ピット平面図

## 2. 改善内容

まず、灰ピット底部に作業者が降りず、容易に作業が出来るためにはどうすればよいのか、整備班のメンバーで話し合いました。その際、「バケットにグラインダを取付けて作業ができれば、人が降りなくてよいのでは」との意見があり、取付けることになりました。グラインダの取付方法など検討した結果、グラインダを固定した鉄板を、バケットの水切り穴にボルトで固定することにしました。(写真-2中央、左参照)

この方法で期待通りに鉄筋を切断することができ(写真-2右参照)、灰ピット底部に作業者が降りずとも作業ができるように改善されました。



写真-2 バケットへのグラインダ取付状態と鉄筋切断風景

### 3. 新たな問題と改善内容

前述の方法でしばらく切断作業を行っていましたが、バケットの水切り穴にボルトで固定する方法では、グラインダの位置が固定され、作業範囲が限定されることがわかりました。

灰ピット壁面近傍などはクレーンの横行の位置調整だけではグラインダが鉄筋に届かず、場所によっては鉄筋を切断できないことが判明しました。(図-2 ✕印の場所)

そこで、作業可能範囲を拡大するために、グラインダが水平方向に可動できないか検討しました。

その結果新たな改善策として、グラインダの取付位置を水平方向に任意に変更できるように、グラインダ取付用のレール(写真-3左参照)を以前と同じバケットの水切り穴にバケット側面にボルトで固定し、レールにグラインダを取り付けました(写真-3中央参照)。また、更なる作業性向上として、グラインダ上部にLEDライトを付け、視認性を向上させました。(写真-3右参照)

このように鉄筋の場所に合わせてグラインダの取付位置を変更できるので、大幅に作業可能範囲が拡大されました。(写真-4参照)



写真-3 バケットへのグラインダ取付状態(新たな改善後)



写真－4 新たな改善後の鉄筋切断作業

#### 4. おわりに

従来は、灰ピット底部まで作業者が縄梯子で降り、鉄筋を手作業で切断する作業を整備班5人で行っていました。改善後、グラインダを直接バケットに取り付け、取付位置が水平方向に任意に変更できる方法により、作業者が灰ピット底部に降りる必要がなくなり、クレーン操作者1名、作業指示者1名、安全担当者1名の3人体制で、安全性が向上し作業時間も短縮され、オーバーホール時以外にも作業可能になりました。今後は、監視カメラを使用して灰クレーン操作室でモニタを見ながら、安全かつ効率的に作業が出来るように更なる改良を検討しています。

# ごみクレーン衝撃緩衝装置交換作業の見直しについて

八尾工場

## 1. はじめに

焼却工場を安定稼働するためには、日常的にさまざまな機器の保守点検整備が必要となります。今回については、焼却工場を安定稼働するための重要な機器のひとつであるごみクレーンの衝撃緩衝装置の交換作業方法について、見直し検討を行った内容を報告するものです。

## 2. 設備概要

ごみクレーンとは、搬入されたごみを一時的に貯留しているごみピット上部に設置されており、安定燃焼を目的としたごみ質の均一化のために、ごみの攪拌・積替や、攪拌したごみを焼却炉へ投入する際に使用する設備となります。

ごみクレーンの運転方法については、運転員が設定した範囲の攪拌・積替を行い、攪拌したごみを焼却炉へ投入するまでの操作を自動で行う自動運転と、運転員がごみクレーンを直接操作する手動運転があります。

通常は、2基設置しているごみクレーンのうちの1基を自動運転としており、ごみピット残量が多い時や搬入車両が多い時において、自動運転では各操作が追い付かなくなり、手動運転にてごみクレーンを操作します。

## 3. 問題点

ごみクレーンについては焼却工場に設置されている中でも大型機器のひとつであることから、機器同士が衝突した場合や、機器が壁に衝突した場合には、大事故となり復旧に時間を要し結果的に焼却工場を安定稼働できなくなることから、衝突を未然に防ぐことを目的としてリミットスイッチによる衝突防止装置を設置しています。

ただ、ごみピット残量が多い時や搬入車両が多い時の手動運転時において、やむを得ずその衝突防止装置を解除して運転する場合があります。その際においてごみクレーンの誤操作による衝突時の衝撃を緩衝するために、衝撃緩衝装置（以下「バッファ」という。（写真－1、写真－2参照））が設置されています。

バッファについては、1基のごみクレーンに4個（図－1参照）、2基で計8個設置されており、ごみクレーンが壁への衝突を防止するために、レールの両端部に設置しているガードに計4個設置されています。このバッファは、ある程度の衝撃を受けると緩衝部分である発泡ウレタン部のみが脱落する構造となっています。（写真－3、写真－4参照）

バッファが脱落した時の取替え方法については、約25kgあるバッファを持ちながら、ホップレベルまで約8mの高所（図－2参照）で、安全柵から体を乗り出しての作業が必要でした。更に作業中の転落防止を目的として、2基のごみクレーンの距離を縮めて作業を行うことから、取替え作業中は2基ともに使用できないなどの問題が生じていました。

この状況を受けて、安全を確保しつつ取替え作業時間の短縮ができないかなど、より効率的にバッファの取替えができる方法について検討を行いました。



写真-1 (脱落前)



写真-2

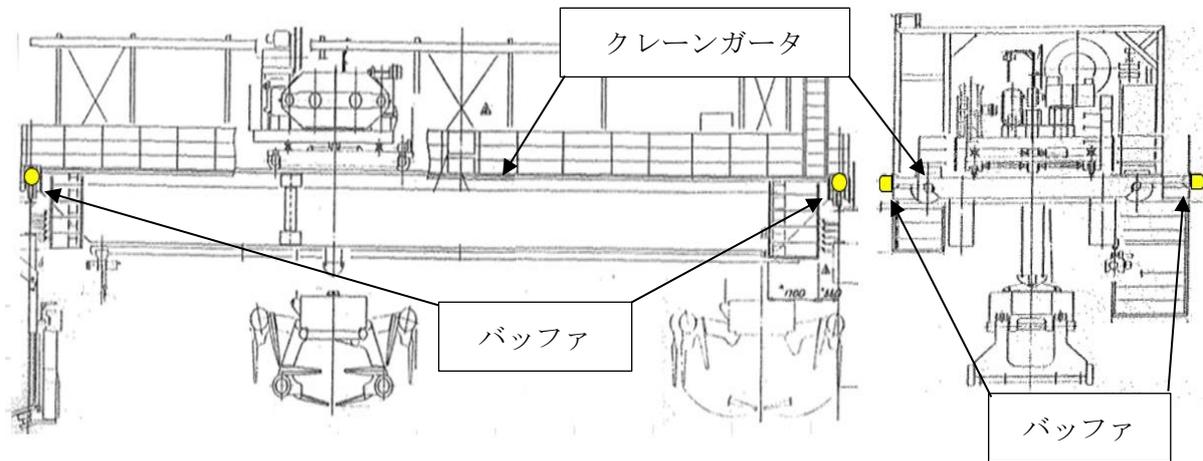


図-1



写真-3 (脱落後)

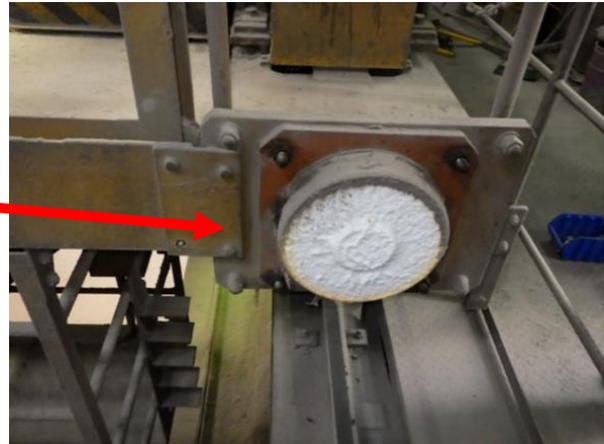


写真-4 (脱落後)

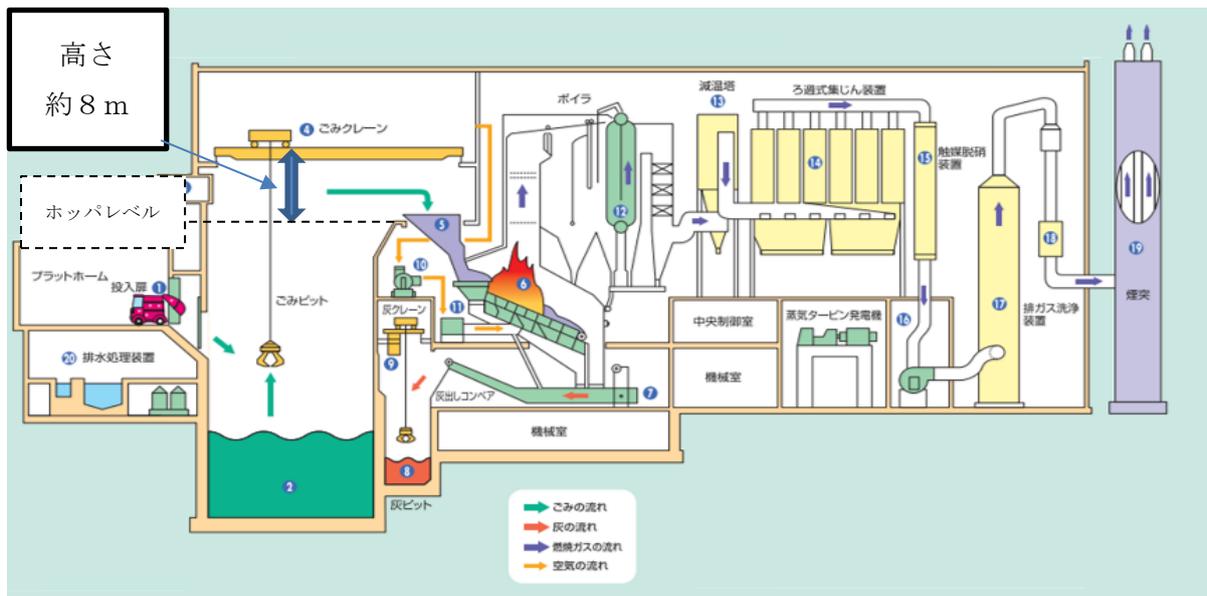


図-2

#### 4. 改善内容

##### (1) 安全柵について

重量物であるバッファを出し入れしやすいようにクレーンガータ上の安全柵の一部を、取外しができるよう加工しました。(写真-5 参照 (赤丸箇所))

##### (2) バッファ交換用治具の製作について

安全柵から体を出さずに、バッファを取付け位置まで移動できるよう専用の治具を製作しました。専用の治具については、バッファ取付け板に合わせた幅としその内側にスリットを設け、専用の治具に取付けたチェーンでバッファ取付け板を吊れるようにしました。(写真-6 参照)

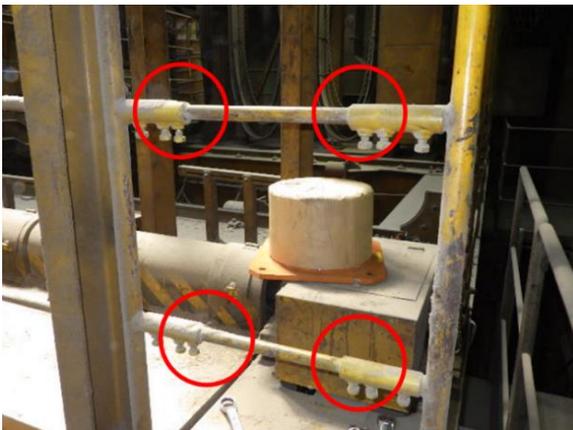


写真-5

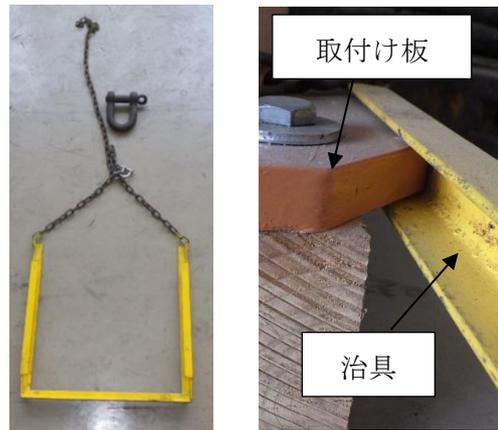


写真-6

#### 5. バッファの交換方法

- ① バッファの交換方法は、クレーンガータ上の加工した安全柵を取外し (写真-7 参照)、脱落したバッファ取付け板の固定ボルト4か所を緩めます。(写真-8 参照)



写真－ 7



写真－ 8

- ② 治具のチェーン部にレバーブロックを設置し、ボルトを緩めたバッファ取付け板の隙間に治具を入れボルトを取外します。(写真－ 9、写真－ 10 参照)



写真－ 9



写真－ 10

- ③ 破損したバッファを持ち上げて取外したあと、取付けるバッファの取付け板を治具のスリット部にはめ込み、取付ける場所に仮止めし、治具を取外したのち落下しないよう固定します。(写真－ 11、写真－ 12 参照)



写真－ 11



写真－ 12

④ バッファの取付け作業の完了。(写真－13参照)



写真－13

## 6. 効果

クレーンガータ上の安全柵の改造と専用治具を製作したことにより、高所で体を乗り出し重量物であるバッファを持つといった非常に危険な作業が改善されたうえ、取替え作業自体が効率化されたことで、約30分かかっていた作業が約15分となり作業時間の短縮に繋がりました。

また、安全対策も図れたことで、取替え作業の際に安全対策のひとつとして実施していたごみクレーン間の距離を縮める必要もなくなり、運転中のごみクレーンが使用できなくなるといった制約もなくなりました。

## 7. おわりに

今回のごみクレーンをはじめとした各設備の維持管理を目的としたさまざまな点検や整備方法において、より安全かつ効率的な方法を常に模索することで、工場全体での安全に対する意識の高揚や、技術力アップに繋がっていきたいと思います。

# トラブル情報共有で再発トラブルゼロを目指す！

舞洲工場

## 1. はじめに

私たちの焼却工場では様々な薬品を使用しています。それぞれの薬品タンクの設置場所には漏洩時、薬品が外部へ流出しないよう防液堤が設置されています。

他工場にて、防液堤内で薬品が漏洩しポンプが水没したことで、排ガス処理ができなくなり全炉停止に至った報告を受け、当工場でも検証を行いました。

## 2. 検証結果

舞洲工場の苛性ソーダ貯槽室は薬品タンク 4 基とポンプ 14 台が防液堤により隔たれて設置されています。(図-1、写真-1 参照) もし、苛性ソーダ配管、またはポンプ本体で苛性ソーダの漏洩が発生した場合、苛性ソーダ貯槽室の入口は床より高い場所にあることから、外部へ流出することはないが会所(写真-2 参照)が小さいため、苛性ソーダの漏洩に気づく前に 14 台あるポンプ全てが水没してしまい、他工場と同様に全炉停止になる可能性がある事が分かりました。また、苛性ソーダが漏洩したとしてもすぐに中央制御室の分散制御システム(以下「DCS」という。)に警報が発報されないため、巡視点検時、現場を確認しはじめて苛性ソーダが漏洩していることに気づく状態になっていることが分かりました。(図-2 参照)

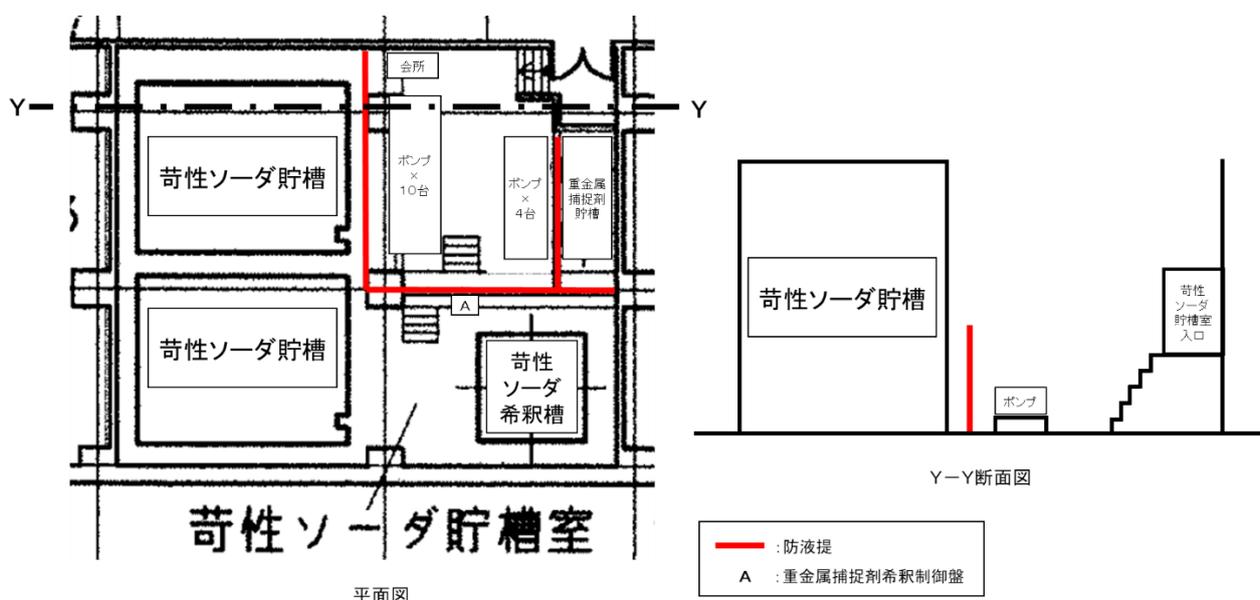


図-1 苛性ソーダ貯槽室の機器配置図



写真-1 苛性ソーダ貯槽室

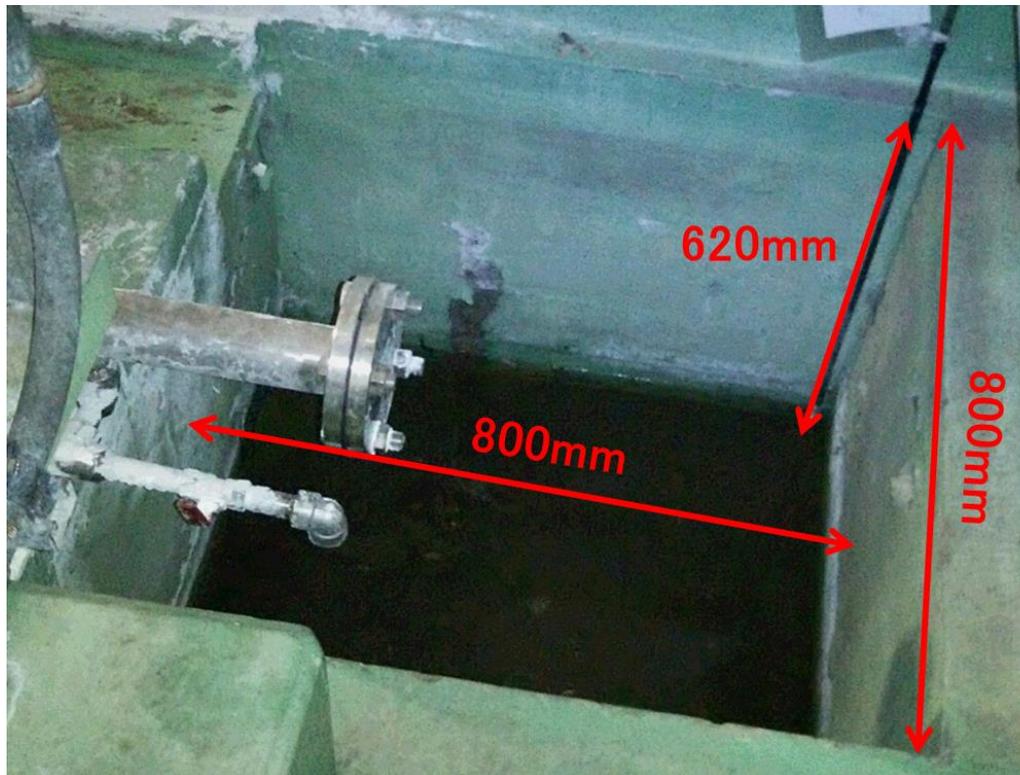
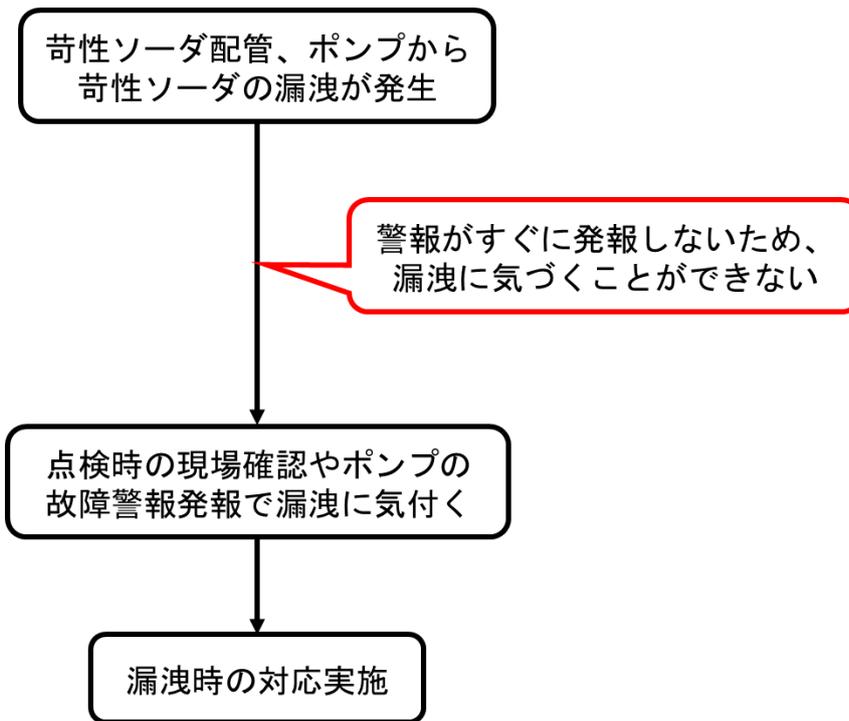


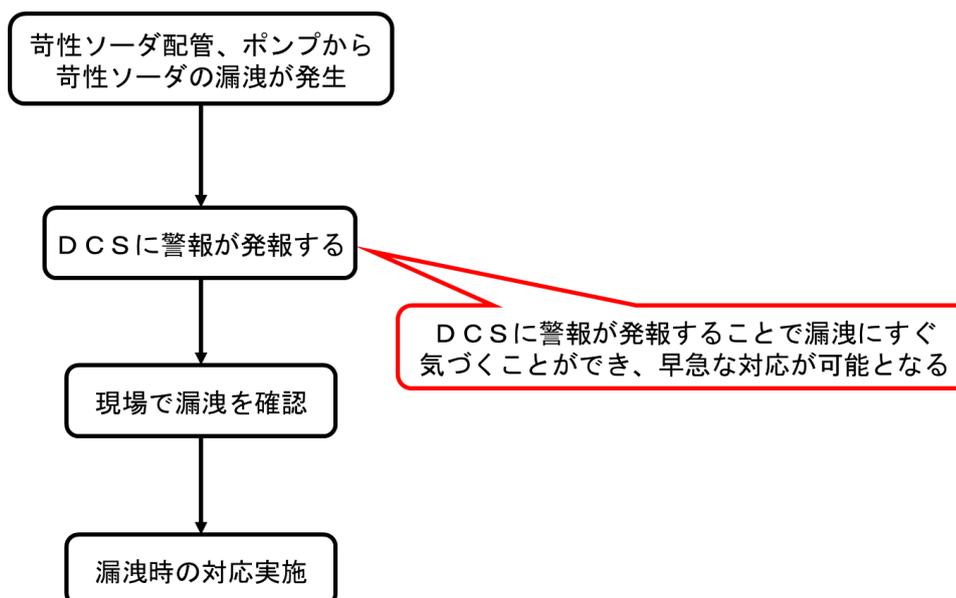
写真-2 苛性ソーダ貯槽室の会所



図－2 現状の対応フロー図

### 3. 改善案の検討

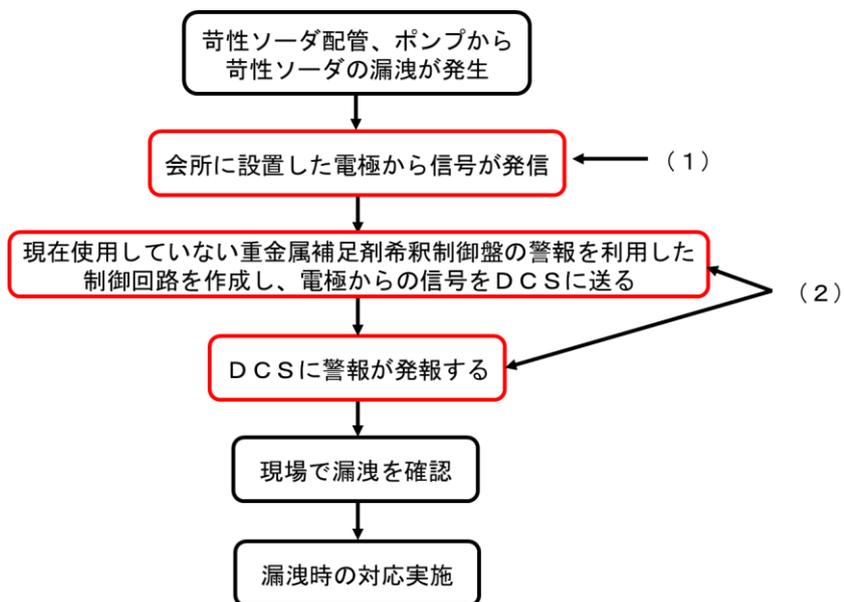
2. 検証結果を踏まえて、苛性ソーダがもし漏洩した場合、DCSに警報を発報するようにすれば、漏洩にいち早く気づくことができ、早急な対応を取ることでポンプの水没を防ぐことができるのではないかと考えました。(図－3参照)



図－3 改善後の対応フロー図

#### 4. 改善内容

3. の検討より、改善内容を考えました（図－4 参照）。詳細は以下の通りです。



図－4 改善内容

(1) 苛性ソーダの漏洩が発生した場合に、信号を発することができるよう、会所に電極を設置しました。（写真－3 参照）



写真－3 会所に設置した電極

(2) 電極から発信された信号を DCS に送る必要があるため、同じ苛性ソーダ貯槽室にあり、現

在使用していない重金属捕捉剤希釈制御盤（写真－４、図－１参照）の警報を利用した制御回路（写真－５、図－５参照）を作成しました。



写真－４ 制御盤外観



写真－５ 制御盤内部

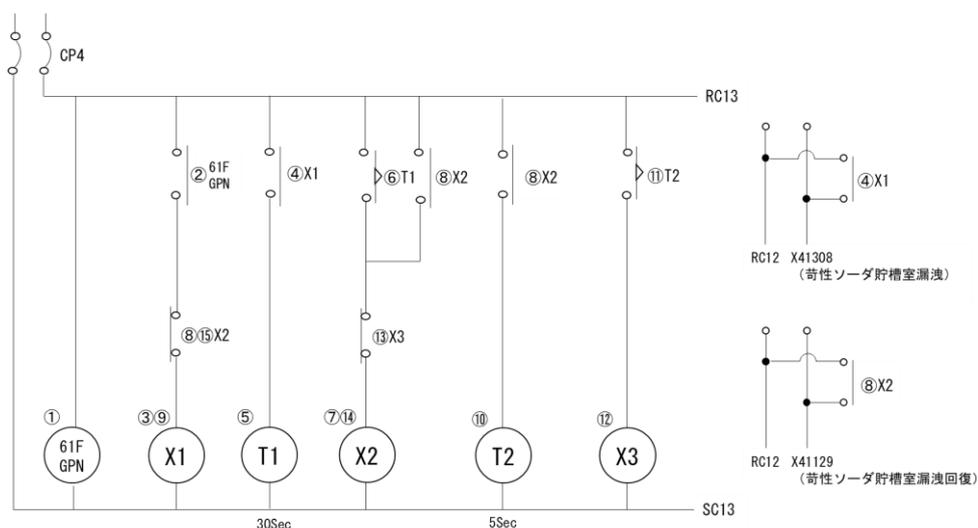
回路の動きは以下の通りとなります。

- ① 苛性ソーダが一定のレベルまで溜まり、フロートレススイッチに電流が流れる  
(61FGPN ON)
- ② 61FGPN a 接点<sup>注1)</sup> 閉
- ③ リレー-X1 ON
- ④ リレー-X1 a 接点閉 →DCS に「苛性ソーダ貯槽室漏洩」発報
- ⑤ タイマ T1 ON
- ⑥ 30 秒後 タイマ T1 a 接点閉
- ⑦ リレー-X2 ON
- ⑧ リレー-X2 a 接点閉 b 接点<sup>注2)</sup> 開 →DCS に「苛性ソーダ貯槽室漏洩回復」発報
- ⑨ リレー-X1 OFF
- ⑩ タイマ T2 ON
- ⑪ 5 秒後 タイマ T2 a 接点閉
- ⑫ リレー-X3 ON
- ⑬ リレー-X3 b 接点開
- ⑭ リレー-X2 OFF
- ⑮ リレー-X2 b 接点閉

注 1 a 接点：電流が流れると、開いていた回路が閉じる接点のこと。

注 2 b 接点：電流が流れると、閉まっていた回路が開く接点のこと。

会所に苛性ソーダが残っていると、フロートレススイッチに電流が流れ続けるので①からの動作を繰り返します。またタイマ T2 を設置したのは、会所に苛性ソーダが残っている場合、警報を解除してから時間を一定開けないとリレーがチャタリング（リレーが短い周期で ONOFF を繰り返す現象）してしまうためです。



図－5 回路

図-5のような回路を作成することで、苛性ソーダ漏洩発生時、DCS に警報が発報するようにしました。さらに、警報の見落としを防止するために約 30 秒後に DCS に警報を再発報する様にしました。(写真-6 参照)

また、今回利用した警報の名称が「重金属捕捉剤希釈制御盤一括故障」であったため、DCS 更新のタイミングで「重金属捕捉剤希釈制御盤一括故障」から「苛性ソーダ貯槽室漏洩」に名称変更しました。

P	2022/08/15	11:03:38	BA-WC1501	苛性ソーダ	貯槽室	漏洩	回復
P	2022/08/15	11:03:13	BA-WC1501	苛性ソーダ	貯槽室	漏洩	
P	2022/08/15	11:03:03	BA-WC1501	苛性ソーダ	貯槽室	漏洩	回復
P	2022/08/15	11:02:37	BA-WC1501	苛性ソーダ	貯槽室	漏洩	
P	2022/08/15	11:02:28	BA-WC1501	苛性ソーダ	貯槽室	漏洩	回復
P	2022/08/15	11:02:02	BA-WC1501	苛性ソーダ	貯槽室	漏洩	
P	2022/08/15	11:01:53	BA-WC1501	苛性ソーダ	貯槽室	漏洩	回復
P	2022/08/15	11:01:27	BA-WC1501	苛性ソーダ	貯槽室	漏洩	
P	2022/08/15	11:01:18	BA-WC1501	苛性ソーダ	貯槽室	漏洩	回復
P	2022/08/15	11:00:52	BA-WC1501	苛性ソーダ	貯槽室	漏洩	

写真-6 DCSの警報表示

## 5. 改善成果

改善を実施した1か月後、苛性ソーダ原液ポンプの入口配管が破損し、苛性ソーダ貯槽室内で苛性ソーダが漏洩してしまいましたが、「苛性ソーダ貯槽室漏洩」がDCSに発報したことで、職員の早急な対応が実現し、ポンプの水没を防ぐことができ、全炉停止には至りませんでした。(写真-7 参照)



写真-7 苛性ソーダ漏洩時の様子

## 6. おわりに

他工場でのトラブル事例を自工場に置換えて考え、改善を実施した結果、全炉停止を未然に防ぐことができました。これからも他工場とトラブルの情報を共有し再発トラブルゼロを目指していきたいと思えます。

# 過熱器詰まり対策について

平野工場

## 1. はじめに

平野工場では近年、飛灰による過熱器の目詰まりが発生しており、深刻な場合には炉内圧力の制御異常等により焼却炉を停止させる事例も起きている。

焼却炉の炉内圧力は、常時負圧に保つことで、火格子下から取り入れている燃焼用空気が火格子上のごみの隙間を通り、ごみが全体的に燃えるよう制御されている。また、燃焼室等の炎や排ガスを外部に出さないためにも、負圧の維持は運転管理上、非常に重要である。

目詰まりした際にボイラの内部確認をすると、飛灰が過熱器管へ付着し、硬質化することで鍾乳洞のようになっていた。(写真-1 参照)

この飛灰の硬質化を伴う過熱器詰まりは、炉の停止だけでなく、除去作業に対しても多大な時間と労力を要することになり、炉の安定稼働に支障をきたしている。

この問題を解消するため、過熱器詰まりの原因究明とその対策を行った。



通常の過熱器 (中室)



目詰まり時の過熱器 (中室)



硬質化した飛灰

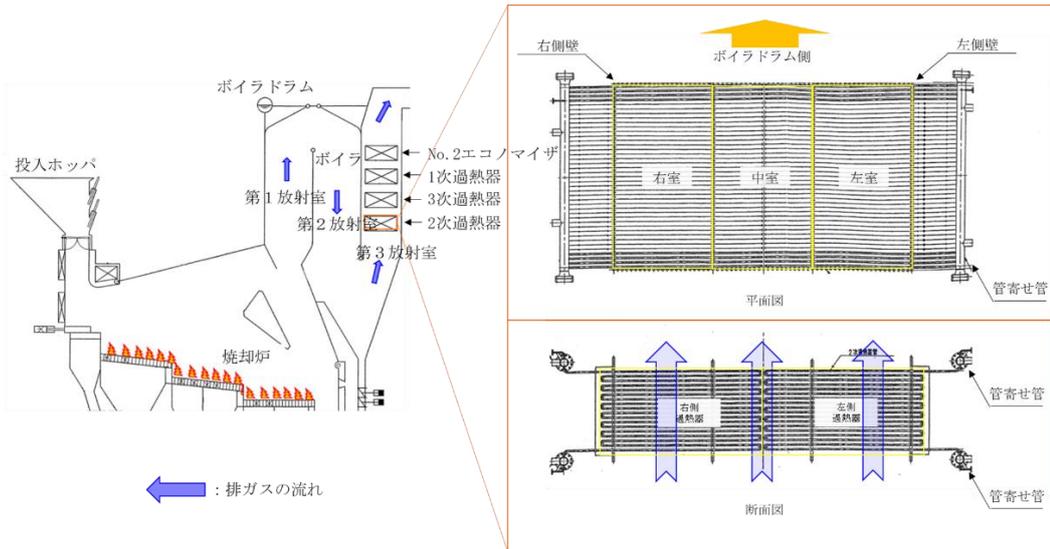
写真-1 目詰まり時の炉内の状態

## 2. 設備等の概要

### (1) 過熱器について

過熱器は、ボイラにおいて発生した飽和蒸気をさらに過熱し、過熱蒸気としてプラント設備に供給し、熱効率の向上に寄与するための設備である。

平野工場の過熱器は、ボイラの第3放射室に3段構成で設置されており、下段から2次・3次・1次の順に並ぶ管群である（図－1 参照）。また、第3放射室は、ボイラドラム側から見て、左室、中室、右室と3室に仕切られており、各過熱器は左右に分割した形状で設置されている。（図－2 参照）



図－1 焼却炉構造

図－2 過熱器

最下段に設置されている2次過熱器は、過熱器の中で最も高温域にあり、経年劣化が特に著しい。そのため、過熱器管の減肉に伴う不具合が生じることもある。

不具合の補修については、当該箇所が管群にあることから、溶接機の入るスペースがなく、管の不具合箇所を部分的に取り替えることができない。よって、不具合が生じた際には、炉外にある管寄せ管の接続部で対象となる過熱器管を切断、閉栓し、その過熱器管を縦一列一本分、全て撤去（抜管）する方法で処置してきた。（図－3 参照）

過去、このような処置を複数本行なっているため、現在の平野工場の過熱器には、一部隙間が生じた状態となっている。（図－4 参照）

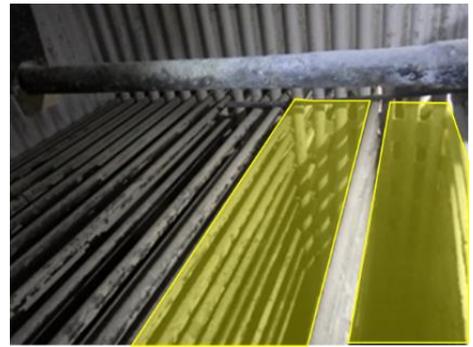
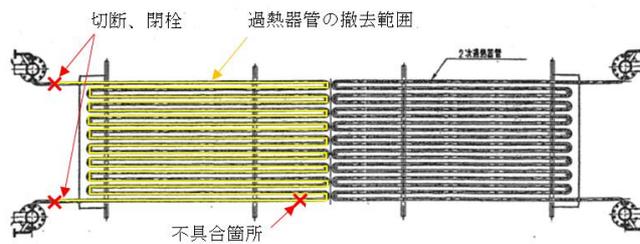


図-3 過熱器管の抜管（補修）

（左：補修のイメージ図（断面）

右：抜管部を斜め上から見た写真）

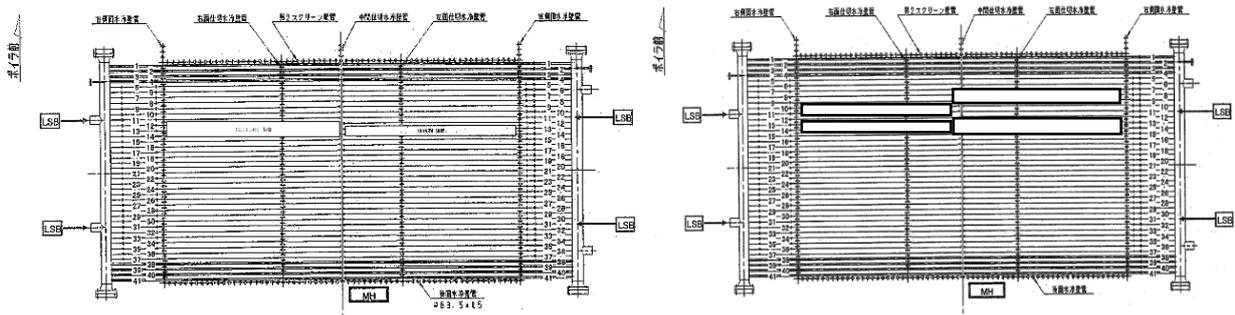


図-4 2次過熱器の隙間（平面図）

（左：1号炉

右：2号炉）

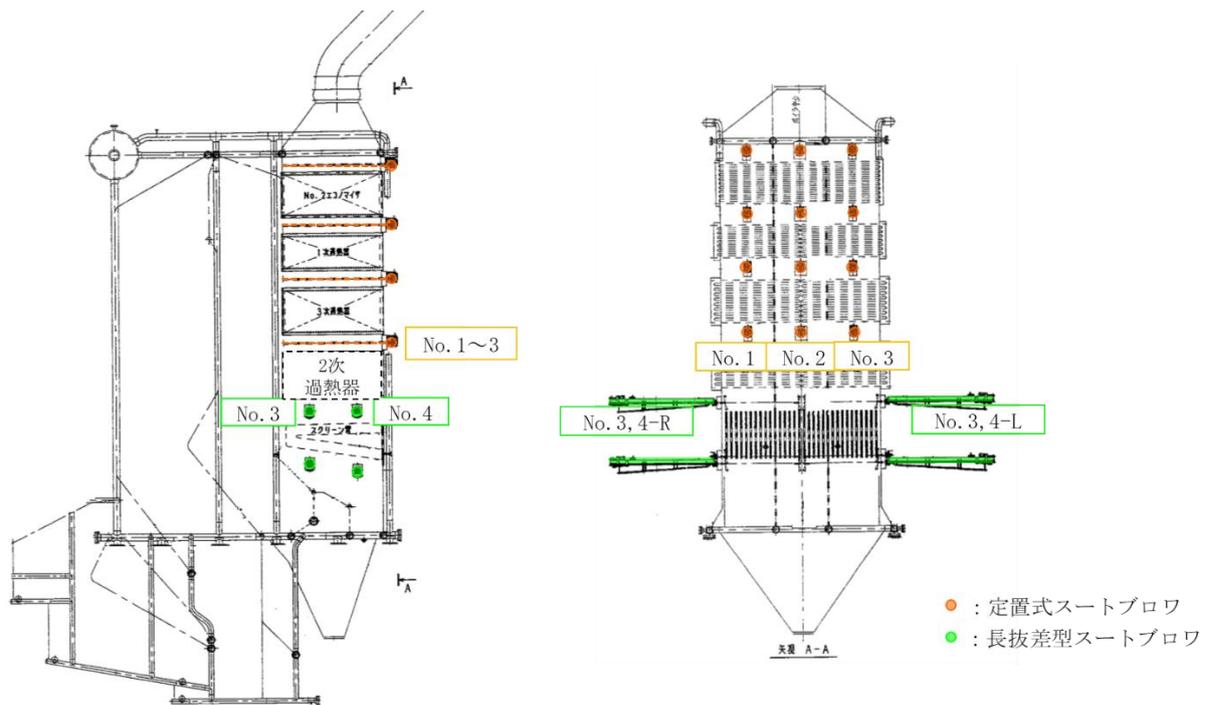
## (2) スートブロワについて

スートブロワとは、エレメントパイプという鋼管から、過熱蒸気を噴出し、それを回転させることで過熱器管等に付着した飛灰を除去する装置である。

平野工場では、定置式スートブロワと長抜差型スートブロワの2種類が設置されており、1日2回（1号炉は10：00と22：00、2号炉は6：00と18：00）自動運転している。

定置式スートブロワのエレメントパイプが常時炉内に差し込まれているのに対し、長抜差型スートブロワは、通常炉外にあり、作動時のみ炉内に差し込まれ、作動後には再び引き抜かれる動作をする。

2次過熱器下部には長抜差型スートブロワNo. 3, 4-L, R、上部には定置式スートブロワNo. 1～3が設置されている。（図-5参照）



図ー5 スートブロワ配置図

### (3) 各種監視項目について

平野工場では、焼却炉の安定稼働のため、分散制御システム（以下「DCS」という。）を用いて、各設備の様々な箇所の圧力・温度・流量等の情報を常に監視・制御している。ここでは、それらの監視項目のうち、本レポートに関連するものを抜粋して以下に説明する。なお、監視項目①～③にある（）内の記号及び数字は、測定計器のタグ番号を示し、nは、1号炉の場合1、2号炉の場合2を代入する。測定場所は、図ー6のとおり。

#### ①炉内圧力（P-n08-1）について

焼却炉内に設けられた圧力センサによって、炉内の圧力を常時測定している。焼却炉で発生する排ガスは、煙突入口に設置された送風機により誘引され、排ガス処理設備等各種設備を通して排出されているため、炉内圧力は常に負圧が保たれている。

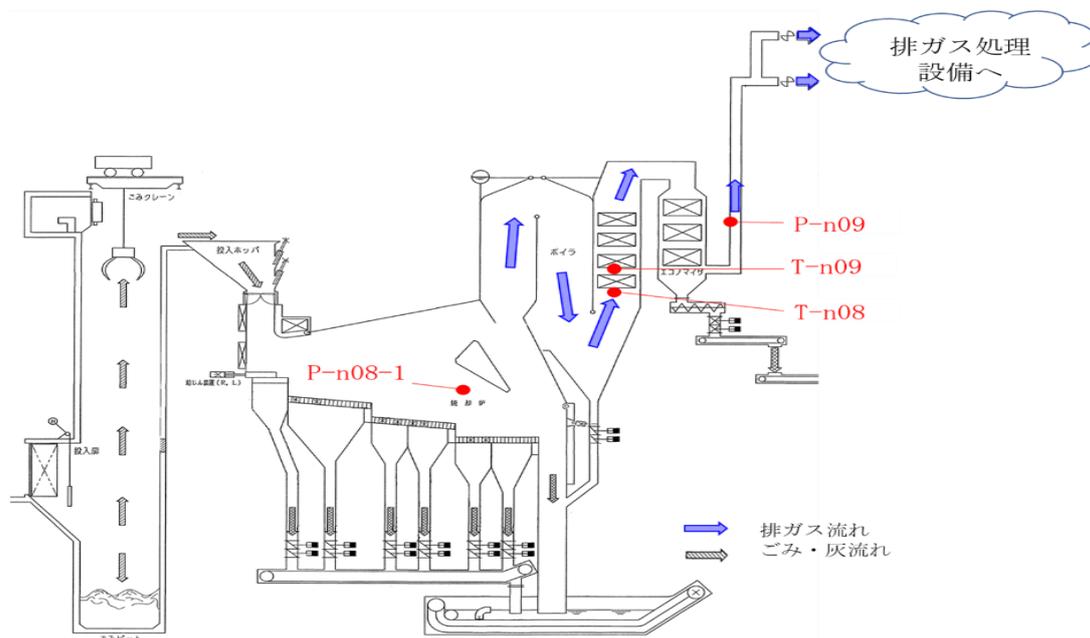
過熱器詰まりにより煙道が閉塞すると、この圧力が適切に制御できず、「炉内圧制御異常」や「炉内排ガス圧力高」といった警報が発報し、炉の運転に重大な障害となる。

#### ②エコノマイザ出口圧力（P-n09）

エコノマイザ出口に設けられた圧力センサによって、煙道内の当該箇所の圧力を常時測定している。エコノマイザより前段にある過熱器が詰まると、排ガスの流れを阻害され、通常より大きな負圧を示す。

### ③過熱器入口温度（2次過熱器T-n08及び3次過熱器T-n09）

各過熱器の入口側の左室・右室に1本ずつ設けられた温度センサによって、各過熱器における排ガス温度を常時測定している。DCSには、左室・右室の温度の平均値を表示する。



図－6 各種計器の測定位置図

### 3. 過熱器目詰まりの発見状況（平成30年度～令和2年度）

次に平成30年度から令和2年度までの間に発生した目詰まりの発見状況について、以下の通り事例を記載する。

#### 事例①：平成30年12月23日 1号炉 設備故障に伴う停止時

通常排ガスは、過熱器において熱交換を行うため、その温度は出口に向かっていくにつれ下がっていく。しかし、炉の停止数日前から2次過熱器の入口温度（T-108）が3次過熱器の入口温度（T-109）より低いという逆転現象が起きていた。

この状況から2次過熱器において熱交換ができておらず、3次過熱器までに排ガス温度が下がっていないことから、2次過熱器において目詰まりが発生していると想定した。そのため、スートブロワの自動運転に加え、2次過熱器下部にある長拔差型スートブロワNo. 3, 4と、上部にある定置式スートブロワNo. 1～3の運転を追加で行なった。

この時の炉停止の原因は、別の設備故障であったが、ボイラの内部確認を行ったところ、想定していたとおり2次過熱器全体と3次過熱器の下面が目詰まりしていた。さらに、定置式スートブロワNo. 1～3のエレメントパイプが破断しているのを発見した。

#### 事例②：令和元年10月25日 1号炉 設備故障に伴う停止時

設備故障に伴い炉を停止させた際、ボイラ内の確認を行ったところ、2次過熱器全体および3次過熱器の下面が目詰まりしていた。また、その時も事例①と同様に、定置式

スートブロワNo. 1のエレメントパイプが破断していた。

#### 事例③：令和元年12月19日 2号炉 炉内排ガス圧力高警報に伴う停止時

2号炉において炉内排ガス圧力高警報が発報したため、炉の蒸発量を下げて運転を継続するも、再度、同警報が発報したため運転を停止させた。ボイラ内を確認したところ、2次過熱器の下面から約2/3が詰まっている状態であった。その際、スートブロワのエレメントパイプに破断はなかったが、定置式スートブロワNo. 2の先端付近で飛灰が硬質化していた。

#### 事例④：令和2年12月30日 1号炉 炉内圧制御異常に伴う停止時

日々の運転監視において、エコマイザ出口の圧力（P-109）が、通常 $-0.3\text{kPa}$ 程度のところ更に負圧側へ傾いていることが確認された。12月15日から、スートブロワの自動運転に加え、追加運転を実施したが、傾いた負圧が小さくなることはなく、最終的には圧力が $-1.7\text{kPa}$ となり、炉内圧制御に影響を及ぼしたことから炉を停止させた。その際、定置式スートブロワNo. 1～3は全て破断していた。

## 4. 原因の考察

前述の事例から、目詰まりの発生原因について考察した。

目詰まりが確認された4つの事例のうち、3つの事例でスートブロワのエレメントパイプが破断していた。また、破断のなかった事例③においても、飛灰が硬質化していた箇所が、スートブロワの先端噴霧孔付近であったことから、飛灰の硬質化は、エレメントパイプの破断箇所や噴霧孔の腐食箇所等から噴出した過剰な蒸気に起因するものではないかと推測した。

また、エレメントパイプが破断した原因は、過去の過熱器管不具合の処置で生じた管群の隙間に、塩化水素等を含む腐食性かつ高温の排ガスが多量に流れることによる激しい腐食・減肉環境によるものと推測した。（写真－2参照）



写真－2 推測されるエレメントパイプ破断のメカニズム

## 5. 令和2年度の対策

従来、過熱器の目詰まりは、DCSにおいて、2次過熱器および3次過熱器における温度の逆転現象

やエコマイザ出口の圧力値を読み取り判断していたが、今回の考察から、エレメントパイプの不具合を早急に把握することができれば、目詰まりが発生する前に、そのリスクを低減できると考えた。

そこで、スタートブロワ動作時の蒸気圧力に注目した結果、通常運転時の圧力が約0.5MPaのところ、異常があった場合には0～0.2MPa程度と圧力が上がらないことが確認できたことから、日常的にスタートブロワ動作時の蒸気圧力を監視する方法を検討した。

スタートブロワの蒸気圧力は、動作中に確認する必要があることから、平野工場では、月例点検とし、奇数月に1号炉、偶数月に2号炉を対象とし、全スタートブロワの動作状況確認や圧力の記録を行っていた。

令和2年度からは、日常的に蒸気圧力を監視する方法として、通常の圧力計から、置き針式の圧力計に変更し、日常点検の際に、その値を記録することとした。なお、置き針式の圧力計は、試験的に1号炉の2次過熱器と3次過熱器の間に設置されている定置式スタートブロワNo. 1～3に取り付けた。(写真－3、写真－4参照)



写真－3 置き針式圧力計



写真－4 定置式スタートブロワNo. 1～3

## 6. 令和3年度の検証

### (1) 令和3年度における関連事例について

令和3年度においては、以下2件の関連事例が発生した。

#### 事例⑤：令和3年11月2日 2号炉 炉内圧制御異常に伴う停止時

前述の対策が未実施だった2号炉のエコマイザ出口圧力が、負圧へ大きく傾いてきたことから、蒸発量を下げた運転の継続を試みたが、令和3年11月2日に炉内圧力の制御ができず停止させるに至った。停止後、過熱器の目詰まり、飛灰の硬質化及び定置式スタートブロワNo. 1のエレメントパイプ破断を確認した。

### 事例⑥：令和3年12月13日 1号炉 スートブロワ故障に伴う停止時

前述の対策通り、日々スートブロワの運転圧力を記録していたところ、11月24日に定置式スートブロワNo. 1の圧力が上昇していないことが確認された。その時点でNo. 1スートブロワの自動運転を停止し、ごみの受け入れ状況を勘案しながら12月13日に炉の停止を行なった。

停止後のボイラ内確認において、想定していた通り定置式スートブロワNo. 1のエレメントパイプ破断を確認したが、わずかに目詰まりしていた飛灰に硬質化は見られなかった。

#### (2) 新たな事例と対策の効果に係る検証

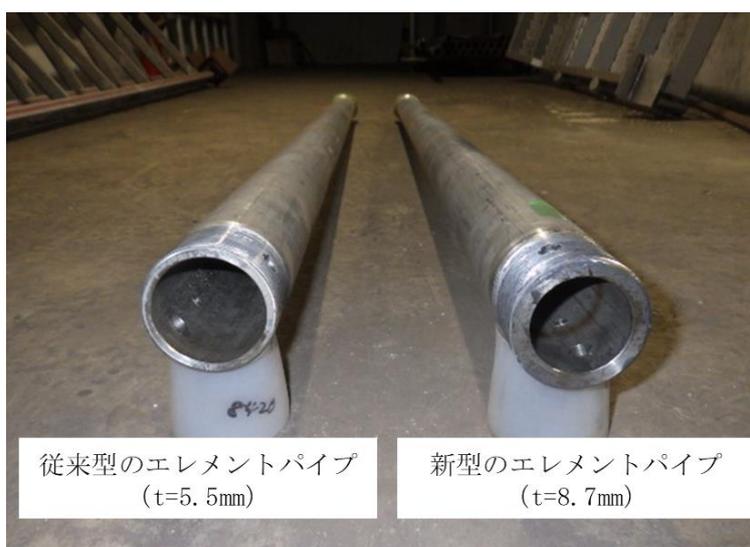
事例⑥において、1号炉のエレメントパイプが破断した際、飛灰の硬質化が発生しなかったことは、早期に蒸気噴霧を停止できた効果と考えられる。また、飛灰の硬質化が、考察通り過剰な蒸気に起因する可能性が高まったものと考えられる。

事例⑥において、飛灰の硬質化を未然に防ぐことができたことから、今回の対策には一定程度の効果があったものと考えられる。

#### (3) 新たな対策について

令和2年度においては、運転監視によるソフト面での対策を実施し一定程度の効果を得たが、令和3年度においては、ハード面の対策としてエレメントパイプの仕様を変更することとした。

エレメントパイプの破断を防ぐことができれば、飛灰の硬質化の原因と推測される過剰な蒸気の放出を防ぐことができるため、エレメントパイプの肉厚を従来型の5.5mmから新型の8.7mmに仕様変更した。(写真－5参照) なお、現時点においては、破断したエレメントパイプから順次新型に更新することとしている。



写真－5 エレメントパイプの仕様変更

## 7. あとがき

置き針式圧力計によるスートブロワ不具合の早期発見について、一定の効果があつたことから、令和3年度において2号炉の定置式スートブロワのNo. 1～3も置き針式圧力計に取り替えを行なった。また、新型のエレメントパイプについては、今後その効果について経過観察するとともに検証していく。

今後、2次過熱器の部分更新を順次行う計画もしており、目詰まりによる焼却炉の停止リスクをさらに低減させることができるものと考えている。

最後に、今回の対策にご協力して頂いた皆様へ感謝を申し上げます。

# プラント排水の安定効率的な処理に向けての 薬品注入処理設備改善報告

東淀工場

## 1. はじめに

プラント排水処理設備では、排水に含まれる重金属や SS（浮遊懸濁物質）を物理、化学的に処理し、施設内での再利用や下水道放流が可能な水質にしています。

排水処理の工程においては効率的に処理が行えるよう pH 値を管理しながら進められます。pH 値は「水素イオン指数」と言われ、その液体が酸性かアルカリ性を示す尺度になり 1 から 14 までの値で表されます。中間の値である 7 が「中性」となり pH が 7 より小さいと「酸性」、7 より大きいと「アルカリ性」となります。

このレポートでは、排水処理設備の効率低下に繋がる pH 調整槽での pH 値の大きなハンチング（目標値を挟んで実測値が上下する現象）をどのようにして改善できたかを報告するものです。

東淀工場では pH の調整に塩酸と苛性ソーダを使用しています。塩酸は酸性の液体でアルカリ性の排水の pH 値を下げる際に注入し、苛性ソーダはアルカリ性の液体で pH 値を上げる際に使用しています。

## 2. プラント排水処理

プラント排水処理のフローは図-1 になり、以下のように処理されています。

- ① プラント排水貯槽へ集められた排水は流量調整槽で一定の流量に調整されてプラント排水 pH 調整槽へ送られます。
- ② pH 調整槽では次の工程で行う凝集沈殿処理（排水中に含まれる重金属や SS を集めて沈殿させることで排水中から取り除く。）を効率的に行えるように薬品を注入し pH 値を目標値に調整します。
- ③ 目標値に調整された排水はプラント排水反応槽、プラント排水凝集槽で薬品により重金属や SS が集められフロック（重金属や SS の塊）を形成し、沈殿槽に送られます。
- ④ フロックは沈殿槽でゆっくり沈降し、槽の底に溜まります。これらは集められて汚泥として排出されます。
- ⑤ フロックが取り除かれた排水の上澄みはプラント排水中和槽に送られ、pH 値を放流基準値に調整し、プラント排水ろ過塔送水槽へ送られます。
- ⑥ プラント排水ろ過塔送水槽に貯められた排水は凝集沈殿処理で取り除けなかった SS を

取り除くため、ろ過塔へ送られます。

- ⑦ ろ過塔を通過し、SS が取り除かれた排水は下水放流できる状態となり、再利用水として工場内で使用し、余剰分を公共下水へ放流しています。

プラント排水は湿式有害ガス処理装置から排出される以外の排水のことをいい、プラント排水貯槽へ集められます。灰汚水やプラットホームの床洗浄で使用する路面洗浄剤は強アルカリ性で、これらが流入することにより pH 値が安定せず pH 調整槽以降の反応槽でのフロックの形成に影響を及ぼしたり、pH 値のハンチングにより頻繁に警報が発報したりする状態でした。

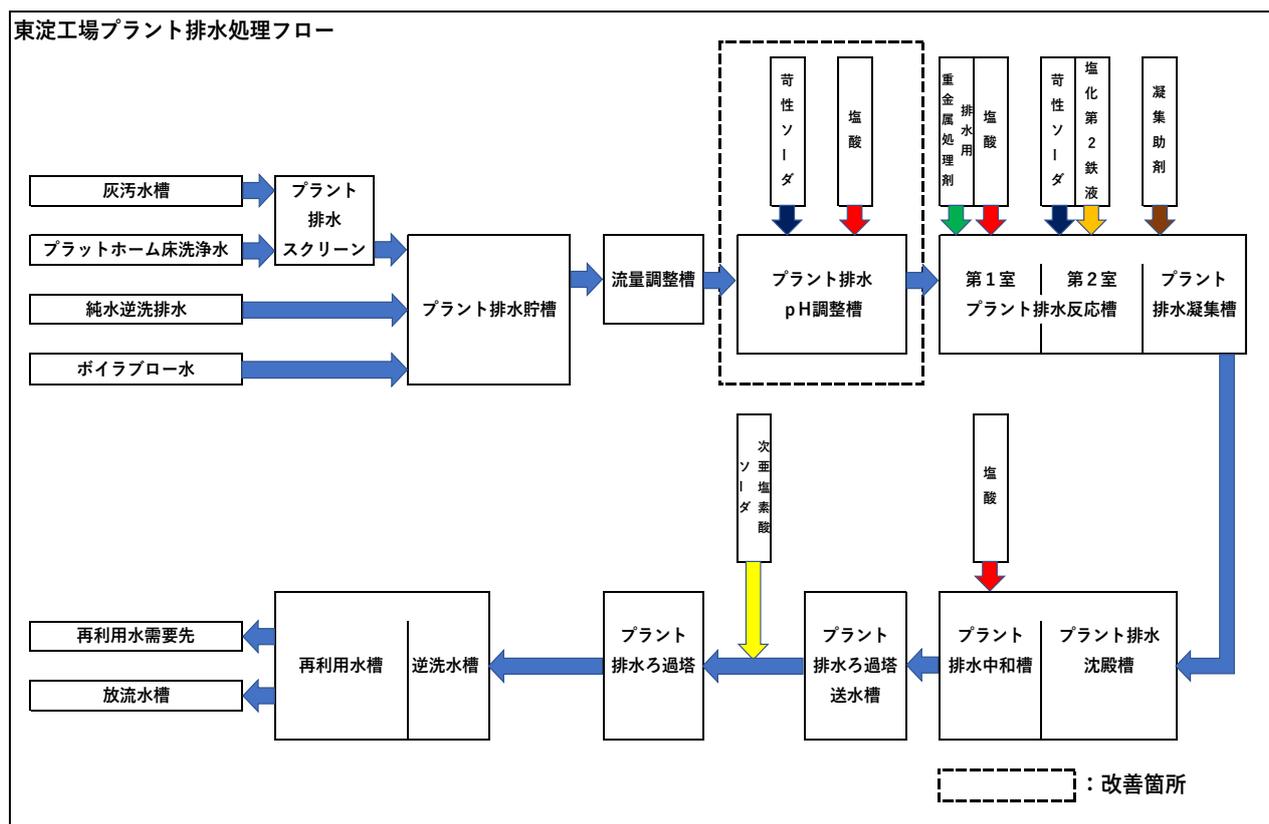


図-1 プラント排水処理フロー図

### 3. 問題点

現状のプラント排水 pH 調整槽での pH 調整は排水の pH 値が設定値になれば薬剤注入ラインの電動弁が全開全閉動作する ON/OFF 制御であり、注入量の調整は電動弁 1 次側にあるダイヤフラム弁での手動調整のみでした。このため、流入する排水の pH 値の変動量に応じて薬剤注入量を調整できず、pH 値が高い排水 (pH10 以上) の流入が続く際は塩酸注入量が不足して pH 値が下がらず、比較的 pH 値が中性に近い排水 (pH8.5 以下) が流入する際は塩酸注入量が過剰となり pH 値が下がりすぎてしまうため、pH 値が激しくハンチングを繰り返し、pH 値が安定せずフロックの形成に影響を及ぼしています。

### 4. 対策

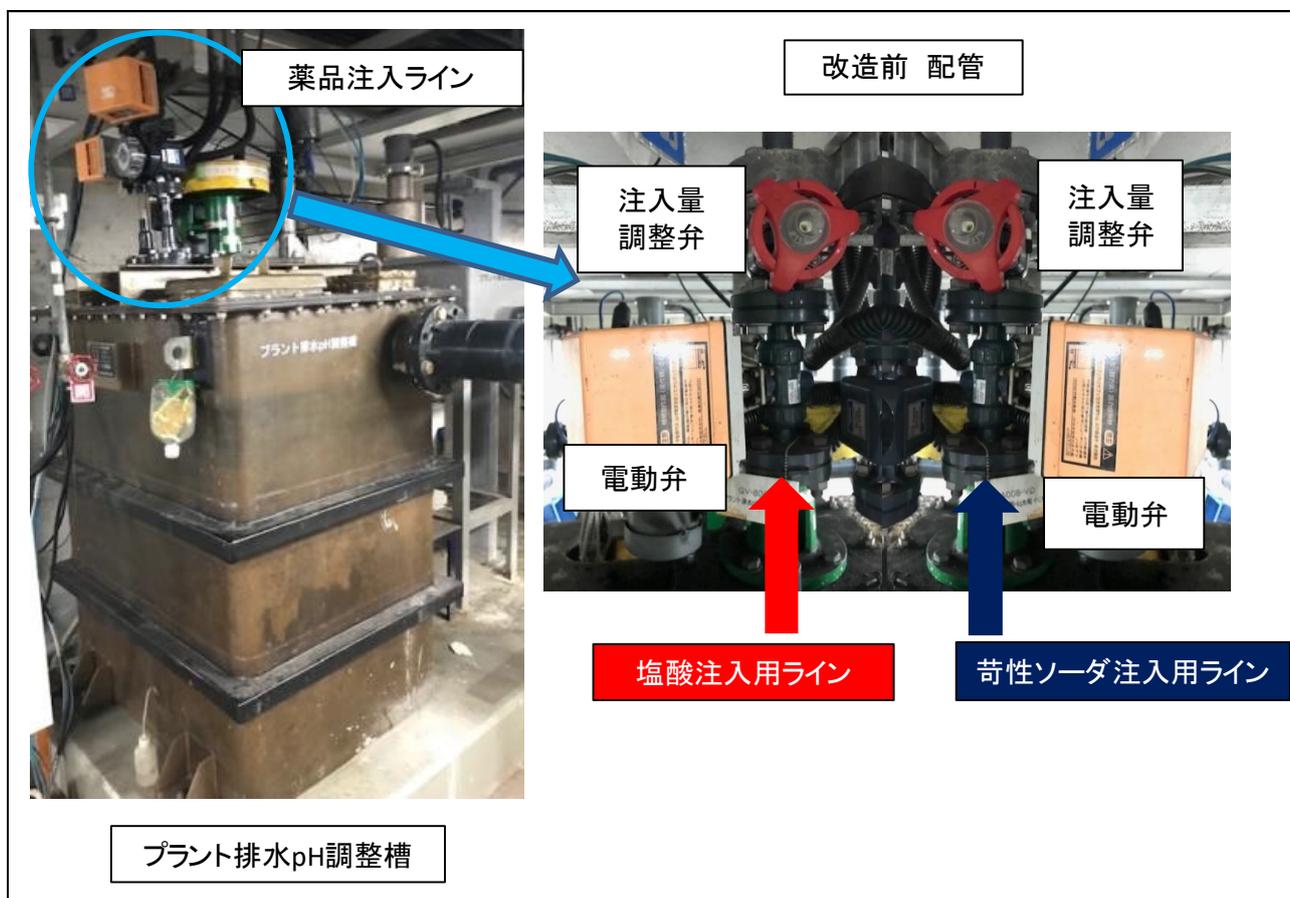
対策として pH 値の変動量に応じて注入量を調整する PID 制御 (比例制御・積分制御・微分制

御)導入も考えられましたが、機器の新設やシステムの更新など多大な導入コストがかかるため、既存設備・在庫部品を活用し改善できないかと考えました。

pH 調整槽には塩酸と苛性ソーダの注入用ラインがありますが（図－2 参照）、プラント排水 pH 調整槽には継続的に強アルカリ性の灰污水が流入してくるため、苛性ソーダの注入は行われていない状態でした。

そこで、この苛性ソーダ注入用ラインを塩酸注入用ラインに改造を行い、塩酸を注入量の違う 2 系統で使い分けして pH 調整を行う案が出ました。

具体的には、塩酸の注入量の少ない【通常時注入用】ラインと塩酸注入量の多い【高 pH 値時注入用】ラインを設けます。まず【通常時注入用】ラインで塩酸を注入し【通常時注入用】ラインだけで pH 値が下がらない時は続いて【高 pH 値時注入用】ラインから塩酸を注入する 2 段階での注入方式とし、排水の pH 値に応じて注入量を変化させることで pH 値の安定化を目指しました。



図－2 改造前

## 5. 改造工程

2 系統の役割を【通常時注入用】と【高 pH 値時注入用】とに分担させ、pH 調整を行います。

(図－3 参照)

(1) 【通常時注入用】(苛性ソーダ注入用ラインを改造)

苛性ソーダ注入用ラインに塩酸注入用配管を接続して使用しました。また、通常時は塩酸を大量に注入する必要がないため、既設のダイヤフラム弁から注入量が細かく調整できるニード

ル弁に交換し、電動弁が動作してから緩やかに pH 値が低下し、ハンチングを起こさないように注入量の調整を行いました。

(2) 【高 pH 値時注入用】(既設の塩酸注入ライン)

既設のラインは高 pH 値時のみの動作とし、pH 値が通常時注入用で下がらない時に追加で塩酸を注入し、pH9.1 以下となれば電動弁が閉じるように調整し、流入する排水が強アルカリ性の時に動作するようにしました。

(3) 各注入用ラインの動作設定

設定値については pH 値の変動状況を観察しながら何度も繰り返し、最適な値を見つけました。

【通常時注入用】	pH8.2 以上で開	pH8.1 以下で閉
【高 pH 値時注入用】	pH9.2 以上で開	pH9.1 以下で閉

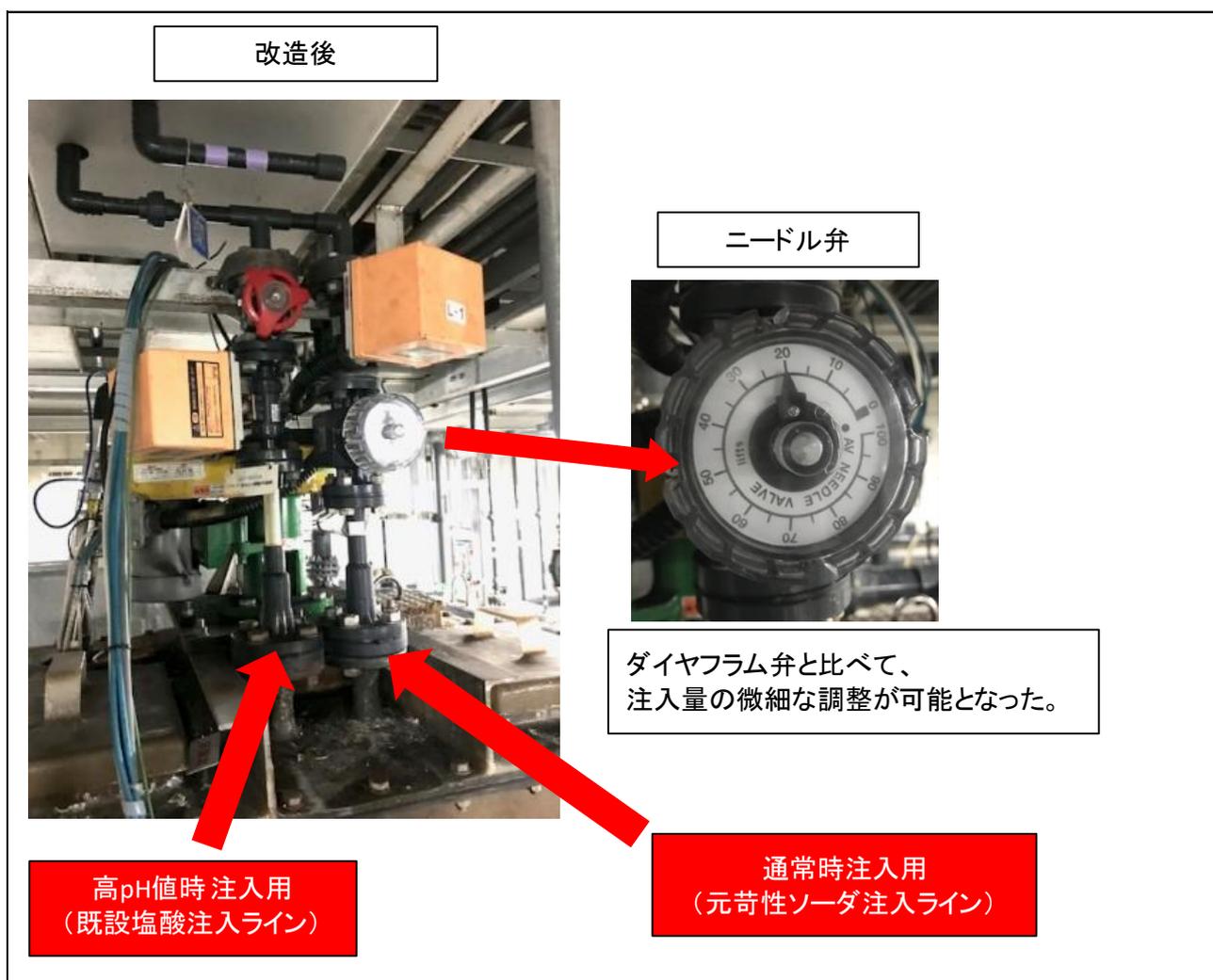


図-3 改造後

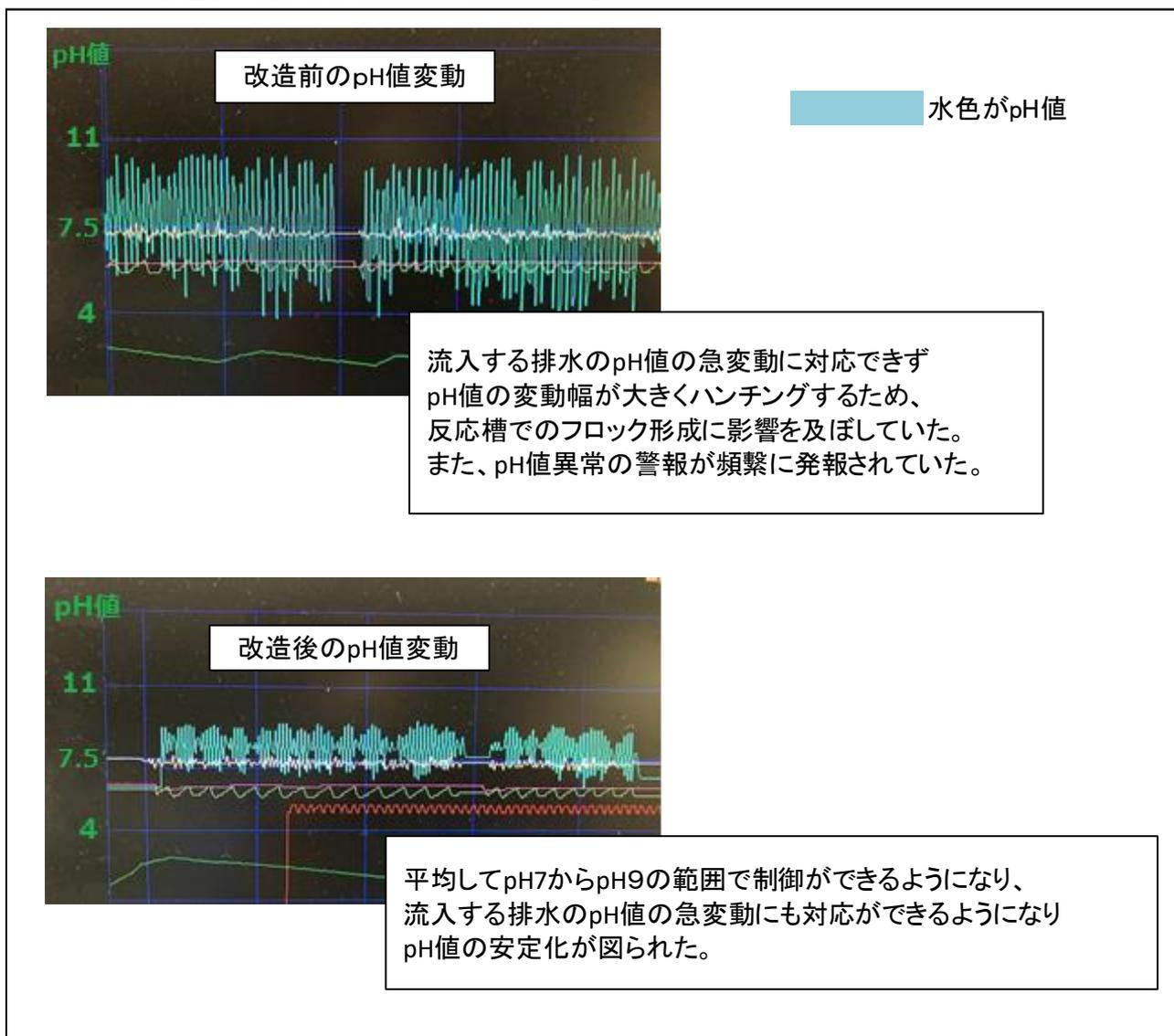
## 6. 結果 (効果)

以前は pH 値のハンチングのため pH 値異常の警報が頻発することや、プラント排水反応槽やプラント排水凝集槽でのフロックの形成に影響を及ぼしていると考えて改造を行いました。改造

後は平均して pH7～9 の範囲（図－4 参照）で制御ができており、フロックの形成が安定しました。

また、効率的に塩酸を注入することができているので、改造後に塩酸使用量の減少傾向もみられました。プラント排水 pH 調整槽の塩酸流量は記録されないため不明ですが、炉稼働時間当たりの塩酸使用量は表－1 のとおりで、改造前との比較で約 7%の削減になっています。なお、改造は令和 3 年 3 月に行いました。

さらに、今回の改造にあたっては全て工場職員で作業を行い、既設設備・在庫部品を利用して行ったため改造費用を最小限に抑えることができました。



図－4 トレンドグラフ

表－1 塩酸の炉稼働時間当たりの使用量

7～12月	塩酸使用量[kg]	炉稼働時間[h]	炉稼働時間当たりの使用量[kg/h]
令和 2 年度	34,900	7990.5	4.368
令和 3 年度	32,730	8017.0	4.083

## 7. おわりに

流入する排水の pH 値が日々変化するので 1 週間の pH 値の変化を観察し、流入排水の pH 値に対応する 2 系統の電動弁の最適な動作タイミングの設定と塩酸注入量の調整に苦労しました。

各班に協力してもらいながら pH 値を継続的に観察し、トライ&エラーを繰り返し最適な動作タイミングと注入量に設定することができました。

# ごみ投入扉の改造

東淀工場

## 1. 背景

2019年の大阪北部地震や同年の台風21号の影響により、ごみの搬入量（搬入車両）が増え、車両の渋滞が頻発しました。その際、写真－1のように東淀工場内にある容プラ中継地や場外まで車両が溢れることがあり、写真－2のように搬入路に2列に搬入車両を並べて渋滞対応を行うこともありました。

このような状態では、車両同士や渋滞対応職員との接触事故の原因にもなり、また、収集の遅れや場外道路で渋滞を発生させ、近隣に迷惑をかけることに繋がってしまいます。

このような問題を解決するため、搬入時の待ち時間を削減し渋滞を緩和することを目的としたプロジェクトを行うこととなりました。



写真－1 容プラ中継地渋滞



写真－2 搬入路で2列の渋滞

## 2. 原因

ごみの搬入の際に待ち時間が発生するのは、搬入車両の台数が開門可能な投入扉の数を超えた場合であるため、待ち時間を減らすには投入扉の占有時間をいかに短くできるかが鍵になります。

投入扉の占有時間が長くなる原因については、運用面と設備面にそれぞれあります。

運用面では、搬入業者が搬入後にプラットフォーム上で車両清掃を行うことで投入扉を占有することがあげられ、こちらはチラシの配布を行ったり、混雑時は直接お願いをしたりすることで対応を行いました。しかし、ごみ収集車両の清掃は一部の業者しか行っていなかったため、清掃時間の短縮では完全解消とはなりませんでした。

設備面では、車両管制システムで車両の誘導開始までに時間がかかることです。計量と車両管制システムは連動しており、誘導可能なごみ投入扉があると計量の信号機が青になり、車両が載台に進出し計量を開始します。計量が完了するとごみ投入扉へ誘導を行います。

この時の誘導可能な扉というのが、ごみ投入扉前に車がない状態で投入扉が現場モード（写真-3参照）になっていない扉のことを指します。ごみ投入扉前に車がない状態というのは投入扉前から搬入車両が出庫してごみ投入扉およびスライドゲートの一連の動作が完全に終了した状態のことで、これには搬入車両が投入扉前から出庫して約35秒間の時間がかかります。ごみ投入扉から出庫してもこの約35秒間は誘導を行わないため、この時間が渋滞の発生する原因と考え、この時間の短縮をめざしてごみ投入扉の動作システムの改造を行うこととしました。

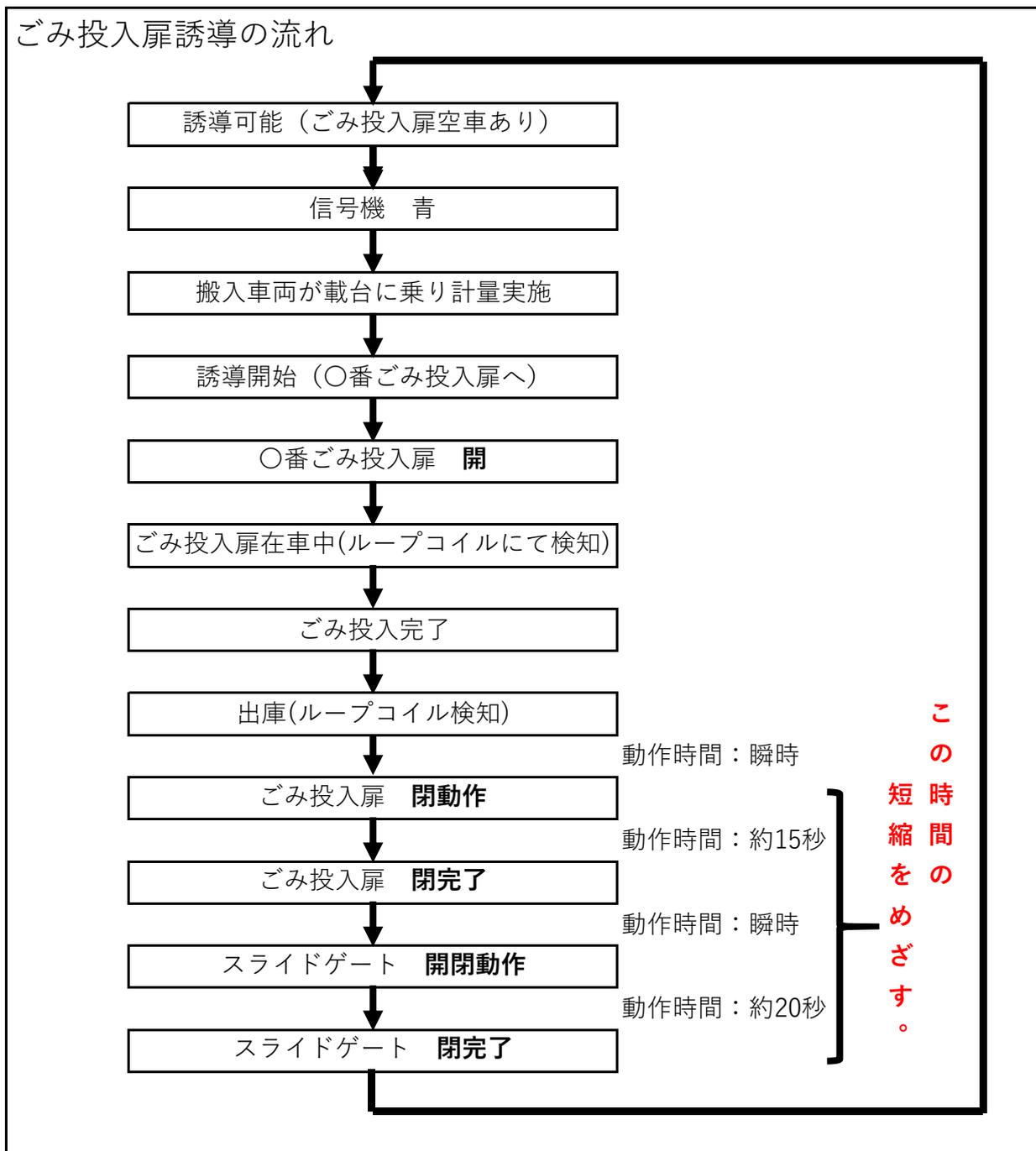


図-1 フロー図

### 3. 計画

搬入車両の誘導がかかる条件として、前項で記載したとおり、ごみ投入扉およびスライドゲートの一連の動作が完全に終了することとなっていますが、出庫してからごみ投入扉が閉になるのが15秒、その後スライドゲートを開閉するのに20秒ほど要します。

改造するにあたり、スライドゲートはごみピットへの転落防止のための設備であり安全確保のため開けたままにしないこととしました。

最初に行った改造は、渋滞が予想される場合にごみ投入扉に設置されているリミットスイッチ（ごみ投入扉の開閉を感知する部品）の位置調整を行いました。その結果、ごみ投入扉が開いている状態でも誘導できるようにし、ごみ投入扉が閉じるまでの15秒の短縮ができました。しかし、この方法は設定を変更する度にリミットスイッチの位置調整を行う必要があり、手間と時間がかかるため非効率で柔軟な対応ができませんでした。そこで、ごみ投入扉の制御プログラムの改造で簡素化、効率化できないかと再計画を行いました。

### 4. 改造内容

- ・ごみ投入扉を開状態のまま誘導を可能とする新モードを作成する。
- ・新モード時はごみ投入扉が常時開で車両の出庫時に誘導を開始し、連動してスライドゲートが開閉動作を行うようにする。
- ・スイッチ操作で通常時と混雑時の切替が容易に行えるようにする。
- ・ごみ投入扉がどのモードになっているか遠くからでも見分けられるように、既設の青色灯を点滅させる（通常時は青色点灯となっている）。

これら4点の改造を行いました。

### 5. 改造工程

まず、各ごみ投入扉に設置されている操作盤の2ポジションセレクトスイッチ（2択スイッチ）を3ポジションセレクトスイッチ（3択スイッチ）に変更しました。これによって、現場、遠方、強制（新モード）の3種類のモード選択ができるようになりました。（写真－3、写真－4参照）



写真－3 改造前スイッチ



写真－4 改造後スイッチ

次に、追加したスイッチの接点から制御盤内までの追加の配線工事を行いました。

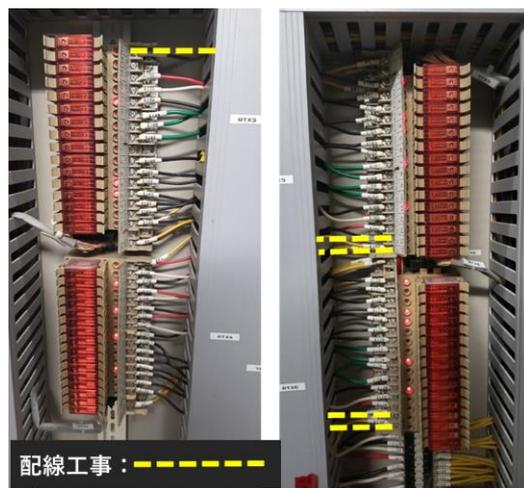
(写真－5、写真－6、写真－7 参照)



写真－5 ごみ投入扉追加配線施工箇所 1



写真－6 ごみ投入扉追加配線施工箇所 2



写真－7 制御盤内追加配線施工箇所

最後に、改造計画に沿ってごみ投入扉制御プログラムの改造を行いました。追加したプログラムは次のとおりです。

- ① 各ごみ投入扉に新モードとなる強制モードを追加。
- ② 強制モードを選択するとごみ投入扉が常時開状態となり、ごみ投入扉が開状態で車両の誘導を行う。
- ③ 強制モードを選択すると既設の青色灯を点滅させる。
- ④ 車両が出庫すると、ごみ投入扉を閉めずにスライドゲートの開閉のみを行う。スライドゲートの開動作と同時に車両誘導が可能な状態となる。

以上の電気工事とプログラム改造を行い、動作試験を実施して問題無く運用できることを確認

しました。

## 6. 効果

今回のごみ投入扉の改造を行うことによって、出庫から車両誘導までの 35 秒が短縮 (図-2 参照) し渋滞が発生しても以前より早期に解消することが可能になったため、市民生活に直結するごみ収集業務の効率化に繋がる相乗効果もありました。

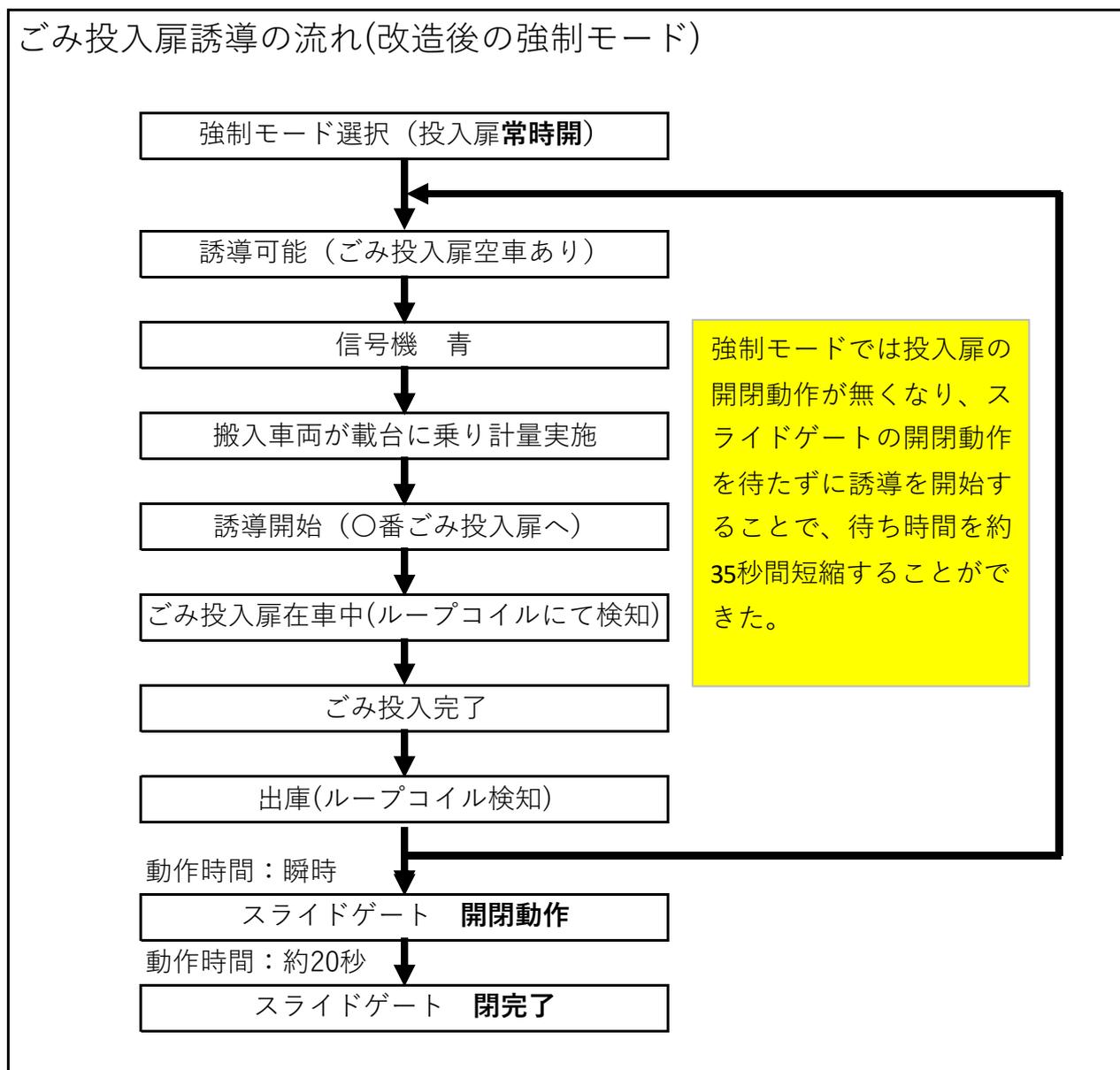


図-2 強制モード時フロー図

また、操作盤のスイッチ操作のみでモード選択が可能のため、早期の対応をすることが可能で、渋滞の発生を未然に防ぐことができました。これにより渋滞発生時に必要となる誘導要員を配置する機会が非常に少なくなり、業務や作業効率が向上しました。

これらの改造はすべて工場職員で行ったことから工事経費等はかかっておらず、改造を行うに

あたって職種関係なく職員が協力して行ったため、風通しの良い職場環境づくりにも繋がりました。

## 7. 最後に

搬入車両が渋滞してしまうと、誘導要員の確保が必要になるだけでなく、車両との接触事故やごみ収集業務の遅れの原因になっていましたが、今回の改造により計画どおり改善することができました。今後も東淀工場として、安全性や業務効率が上がるような改善を進めていきたいと思っています。

## II 破 碎 处 理

# 破碎設備におけるピット投入装置転落防止対策について

## (安心・安全な搬入体制の構築に向けて)

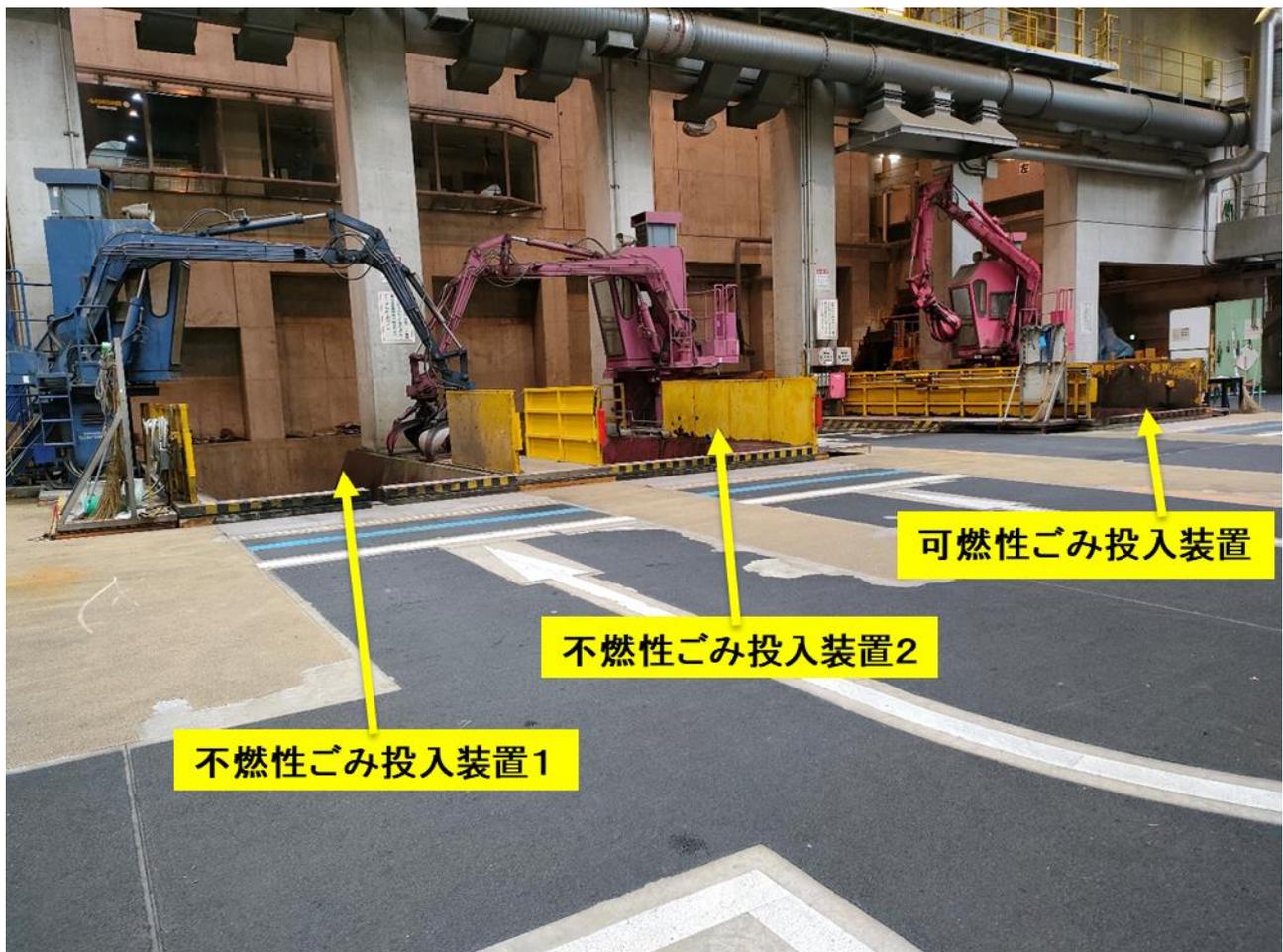
舞洲工場

### 1. はじめに

舞洲工場は大阪広域環境施設組合で唯一粗大ごみを処理できる破碎設備を併設するごみ処理工場です。破碎設備には畳、マット、木製家具など可燃性粗大ごみを処理する設備と、自転車、金属製器具、金属製家具など不燃性粗大ごみを処理する設備があります。

破碎設備での粗大ごみの受け入れは、搬入者が持ち込んだ粗大ごみをプラットフォームに設置された投入装置（写真－1 参照）に搬入者自らが投入することで行っています。

舞洲工場の粗大ごみの搬入者には事業者に加えて、一般市民の方々がいます。粗大ごみ搬入に慣れていない一般市民の方が多いことが特徴です。



写真－1 破碎設備プラットフォーム全景

粗大ごみを車で持ち込み、投入装置へ投入後、退出する一連の作業の過程においては事故が起きないように常に安全に留意して行う必要があります。なかでも最も危険な事故は投入装置への転落事故です。

舞洲工場は平成 13 年 4 月に竣工してから約 20 年が経過し、この間、幸いにも怪我を伴う転落事故は発生しておりませんが、搬入者が危険を感じることなく、安全で安心して粗大ごみを処分していただくことがごみ処理工場における最も重要な責務の一つであることから、安全対策の見直しを行いましたので、その内容について報告致します。

## 2. 破碎設備における車両形態および投入装置への投入方法

### (1) 車両形態

粗大ごみの搬入車両はトラック、ダンプトラック、乗用車の 3 種類ですが、トラックおよびダンプトラック車両の後扉の構造（写真－2 参照）にはさまざまなタイプがあり、粗大ごみを投入する際、後扉の構造により作業するスペースが変化します。



写真－2 トラック車両の後扉の構造

### (2) 投入装置への投入方法

ダンプトラックについては、荷台が動くため、粗大ごみを直接投入することができます（写真－3 参照）、ダンプ機能のないトラックや乗用車などは荷台が動かないため、手降ろしにより粗大ごみを投入（写真－4 参照）する必要があります。



写真-3 ダンプトラックによる直接投入（直投）



写真-4 手降ろしによる投入

### 3. 粗大ごみの投入・貯留経路及び投入フロアの特徴

投入装置は搬入者が投入フロアから投入した粗大ごみをコンベヤ方式で貯留ピット（写真－5 参照）へ搬送するためのもので、投入フロアから投入装置までの高さは約 2.6m あります。（写真－6 参照）



写真－5 投入された粗大ごみの経路



写真－6 投入装置

粗大ごみを投入する際にはさまざまな形態の車両が投入装置の近くで明示している黄色線を目安に停止するため、車種によっては投入フロアでの作業スペースが確保しにくく、搬入者が投入作業中に投入装置に転落するリスクがあります。(写真－7 参照)



写真－7 投入装置付近の作業スペース

#### 4. 安全対策会議の開催

転落事故のリスクを事前に回避するため、破砕担当職員はもとより舞洲工場職員が一丸となって転落事故発生の問題点の洗い出しと対策を検討しました。(写真－8 参照)



写真－8 安全対策会議の様子

## 5. 転落事故発生の問題点とその対策

### (1) 問題点と対策－1

【問題点1】投入フロアでの作業スペースが狭い

3. でも述べたように、車両が投入装置の近くに明示されている黄色線を目安に停止するため、搬入者が粗大ごみを投入する過程において、①投入前に車両の後扉を開ける作業、②粗大ごみを車両の荷台から積み下ろす作業、③粗大ごみを投入装置へ投入する作業などでの安全が確保しにくく、例えば荷崩れが発生した場合に巻き込まれるのを回避できるスペースがなく、投入装置へ転落する恐れがあります。

【対策1】車両と投入装置間のスペースを確保

問題点1の対策として、全ての車両の停止位置を見直し、安全に作業できるスペースと荷崩れなど不測の事態があった場合に回避できるスペースを確保しました。(写真－9参照)



写真－9 車両の停止位置

### (2) 問題点と対策－2

【問題点2】手降ろしによる不安定作業

ダンプ機能のないトラックや乗用車を使う搬入者は手降ろしで粗大ごみを投入する際、投入フロアには手すりなどが無いため、①重量物の運搬・投入作業、②粗大ごみを車両の荷台から積み下ろす作業、③一人作業、④不慣れなどによる不安定な作業があることから、バランスを崩せば投入装置へ転落する恐れがあります。

【対策2－1】防護柵の設置

問題点2の対策として、投入装置の入口に防護柵を設置しました。(写真－10参照)

この防護柵はダンプ機能のないトラックや乗用車などの手降ろしによる投入のときのみを使用します。(写真－11参照)

したがって、ダンプ機能のある車両かそれ以外の車両かで防護柵の要・不要が異なるため、工場職員が防護柵を容易に取り付け、取り外しできるように、防護柵の製作に当たっては使用していないアルミ製のはしごを利用し、軽量を維持しながら強度を上げるなどの工夫を行いました。



写真－10 防護柵



写真－11 防護柵の着脱状況

## 【対策２－２】手降ろし車両の停止位置の追加

手降ろしを行う必要がある車両については防護柵を設置しますので、投入装置付近まで車両を近づけることができるため、車両の後扉を開けるスペースを確保しながら手降ろしによる粗大ごみの投入作業が安全かつできるだけ負担なく行えるよう、従来の停止位置(写真－９参照)とは別に手降ろしを行う必要がある車両の場合の停止位置を新たに追加しました。(写真－１２、写真－１３参照)

停止位置については、搬入車両ごとに長さが異なるため、狭いプラットフォームの中で後扉の開閉スペースや、手降ろし作業のスペースを確保できる最適な位置を搬入者の方々の意見を踏まえて決定しました。



写真－１２ 手降ろし車両の停止位置の追加



写真－１３ 線引き作業の様子

## 6. 搬入者の作業性・安全性の向上への取り組み

### 【取り組み1】ローラーコンベヤの導入

ダンプ機能のないトラックや乗用車で家具やサイズの大きいマットなどの重量物を搬入する搬入者に対して、投入するときの負担軽減と、投入作業のさらなる安全性を向上させるため、ローラーコンベヤを導入しました。手降ろしで量が多い搬入者がプラットホームに来場した際、搬入者に利用するか確認し必要ということであれば、工場職員が停止位置から投入装置の間に設置します。(写真-14、写真-15参照)



写真-14 ローラーコンベヤの設置状況



写真-15 ローラーコンベヤの使用状況

### 【取り組み2】墜落制止用器具の着用

手降ろしを行う場合、粗大ごみを荷台に高く積み上げた車両ではどうしても荷台に登って投入装置に投入する作業をしなければなりません。また、手降ろしを行う場合であっても防護柵はせず、直接投入装置へ投入するほうが作業の効率が良い場合もあります。このような場合は必ず墜落制止用器具を着用していただくよう義務付けしました。(写真-16参照)



写真-16 墜落制止用器具の着用状況

### 【取り組み3】搬入者への協力要請

搬入者に投入作業の手順についてプラットホーム来場時及び車両停止時に丁寧な説明を行うとともに、プラットホーム内の車両誘導においては、工場職員の安全も十分に確保しながら決められた停止位置を遵守していただくよう徹底しました。(写真-17参照)

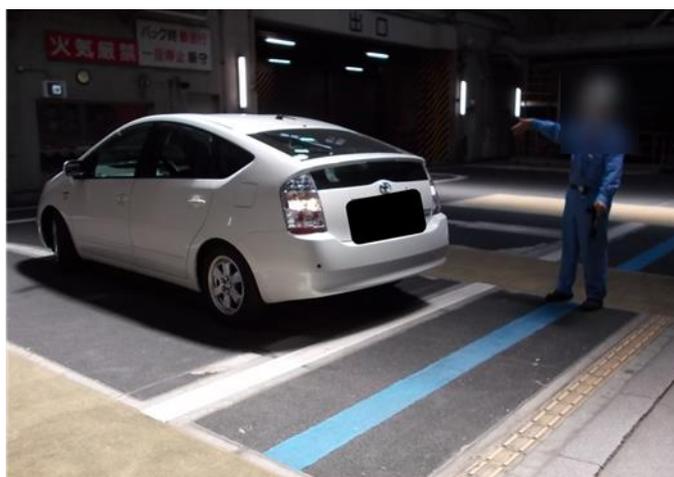


写真-17 搬入者への説明と車両誘導の状況

【取り組み4】投入作業手順の定着化

粗大ごみ搬入者の車両形態ごとの投入作業の手順について「搬入者誘導・粗大ごみ投入マニュアル」を作成し、工場職員への投入作業の定着化を図りました。(写真-18参照)

令和2年12月

## 破碎設備 搬入者誘導・粗大ごみ投入マニュアル

- (1) 本マニュアルは、搬入者と破碎担当職員の安全確保を目的とする。
- (2) 粗大ごみのピット投入装置への投入と、各ピットへの直接投入に分類し、搬入者別にプラットフォームにおける車両誘導から粗大ごみ投入までの流れと指示内容・注意点等を示す。
- (3) 破碎担当職員全員がマニュアルの内容を熟知し、全員同じ対応ができるよう周知徹底を図る。

### 目 次

#### <ピット投入装置への投入>

手順① 一般臨時（不・可燃共通—ダンプ編）	P1
手順② 一般臨時（不・可燃共通—手おろし編）	P2
手順③ 一般継続（不・可燃共通—ダンプ編）	P3
手順④ 一般継続（不・可燃共通—手おろし編）	P4

写真-18 搬入者誘導・粗大ごみ投入マニュアル

## 7. 改善の効果

一連の改善活動の効果として、搬入者による投入作業の過程において安全に作業が行えるスペースを確保するとともに、工場職員が防護柵を取り付けることにより投入装置へ転落するリスクを減らすだけでなく、安心して粗大ごみを搬入し、投入できるようになりました。

その結果、改善以降転落事故の発生はなく、工場職員にとっては堅実かつ統一された粗大ごみの受け入れが可能となり、搬入者に安心して安全に粗大ごみを搬入していただけるようになりました。

## 8. おわりに

舞洲工場での粗大ごみの受け入れで最も重要なことは、搬入者が搬入する粗大ごみを投入装置（を介し貯留ピット）へ投入する作業において、常に事故が発生しないよう我々職員が安全に留意することです。

粗大ごみを搬入する中で最も危険な事故は約 2.6m 下の投入装置への転落事故です。舞洲工場では竣工以降、幸いにも怪我を伴う転落事故は発生しておりませんが、搬入者が粗大ごみ投入時に危険を感じることなく、これまで以上に安全で安心して粗大ごみを処分していただけるよう工

場職員が一丸となり、安全対策の見直しを行いました。

搬入車両の停止位置については搬入車両ごとに長さが異なる中、狭いプラットフォームの中でいかに後扉の開閉スペースや手降ろし作業のスペースを確保するかが課題で、搬入者のみなさまの意見を踏まえ試行錯誤の末、車両の停止位置を決定しました。

また、防護柵の設置においては手降ろし車両のみの使用となるため、簡単に持ち運べ、頻繁に着脱できるよう軽量でなければならぬうえ、重量物の粗大ごみを防護柵の上に載せても歪まないように軽量を維持しながら強度を上げました。

今回の対策や更なる取り組みにより、搬入者にとっては手間や時間も増えることになりましたが、対策の必要性について搬入者に丁寧な説明を行いご理解いただくことで、今では搬入者の多くが自主的にご協力いただけるようになり、安全に対する意識を共有できているものと感じています。

一連の改善活動の過程においてはさまざまな課題に直面しましたが、職員同士で知恵を出し合いながら課題を克服するとともに、ごみの受け入れ業務についての安全意識が一層高まりました。

最後に、搬入者である事業者や市民の方々の安全を確保し事故をなくすことはごみ処理施設の安定稼働の推進に大きく貢献するものであり、今後とも職場改善活動に精一杯取り組んで参ります。

### Ⅲ そ の 他

# 来庁者へのおもてなし対応

舞洲工場

## 1. はじめに

舞洲工場には、毎日たくさんの来庁者があります。その中で工場見学や一般臨時搬入の方々に対して、様々な「おもてなし」をしています。

また、破碎設備も隣接されていて、1日数十件の一般臨時搬入があり、度々工場内で迷子になる方がいます。工場見学では、外国からもたくさん見学に来られ、小さなお子様からお年寄りまで、楽しんで見学してもらえる様な工夫をしてきました。そこで、これまで実施した「おもてなし」をまとめました。

## 2. 一般臨時搬入者への「おもてなし」

舞洲工場の搬入導線は、とても複雑でわかりにくく、場内を迷っている搬入者の方を、よく見かけます。そこで私たちは、迷子調査を実施した結果、ごみの持ち込み駐車場までの導線で多くの方が迷われていたことに気づき、工場の入口からごみの持ち込み駐車場まで、路面に青色のライン引きをすることにしました。(写真-1、写真-2参照)

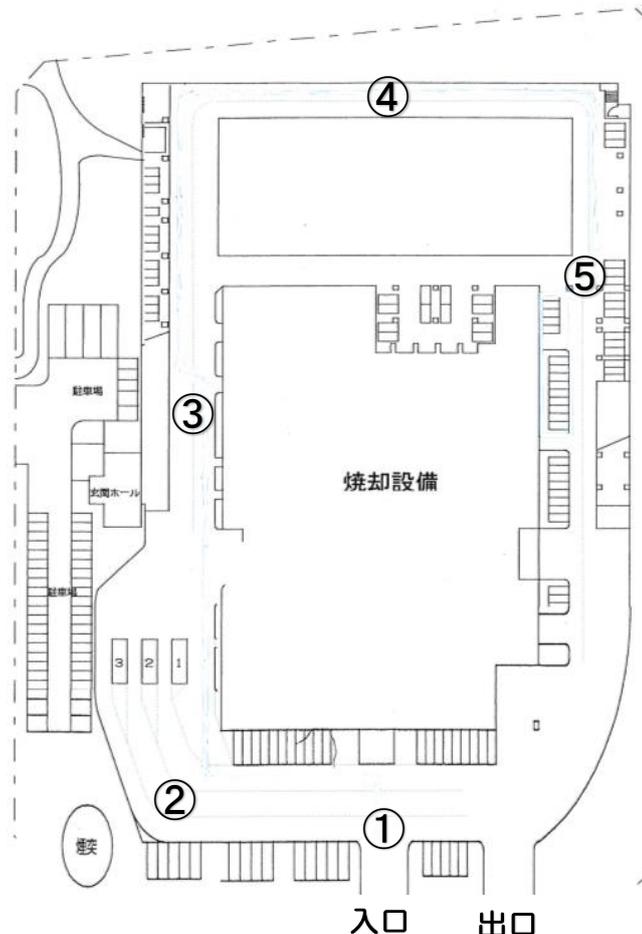


図-1 青色ライン施工前 平面図



図-1 ①



図-1 ②



図-1 ③



図-1 ④



図-1 ⑤

写真-1 ライン引き施工前



入口 出口  
 図-2 青色ライン施工後 平面図



図-2 ①



図-2 ②



図-2 ③



図-2 ④



図-2 ⑤

写真-2 ライン引き施工後

一般臨時搬入について新型コロナウイルス感染症による外出自粛の影響もあり、家庭内ごみを持ち込む搬入者が増加しました。

青色のラインを引く前は初めて来られた方の中で、迷われた人は約 27%でしたが、青色のラインを引いたことにより、迷われた人が約 15%となり約 12%の改善がみられました。

また、一般臨時搬入の表示にばらつきがあったので、看板やポスター等で案内表示をわかり易く「ごみ持ち込み」に統一し（写真-3 参照）、駐車場から受付場所までの案内板も増やし大きくしたことで、駐車場から受付場所まで、以前より迷わず来ていただけるようになりました。



ごみ持ち込み表示対策前



ごみ持ち込み表示対策後

写真-3

さらに受付に来られた方に、ごみを処分するための導線を写真付きの案内図で確認して頂き、分かりやすい言葉で説明するようにしました。（写真-4 参照）

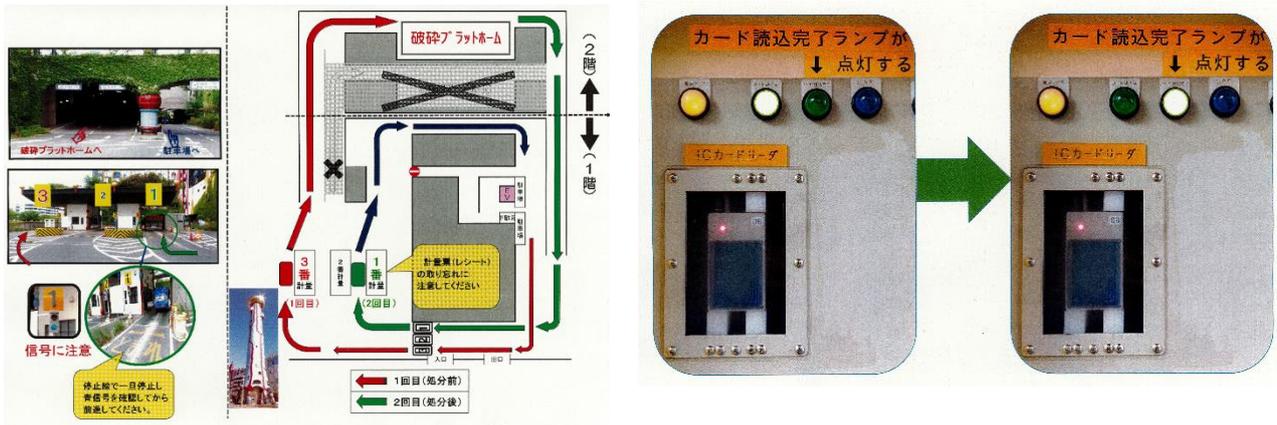


写真-4 導線付き案内図 自動計量操作写真

### 3. 新型コロナウイルス感染症対策について

2021年、新型コロナウイルス感染症拡大による予防対策として、受付と精算の窓口を分散し、密を避けました。窓口には、アクリル製のパーテーションの設置や除菌の徹底を心掛けました。(写真-5、写真-6参照)



写真-5 受付場所と精算場所の分散化



写真-6 アクリル製パーテーション設置

申込用紙の記入場所は以前、喫煙室だったので壁は茶色く不衛生なため、明るい色で塗装しました。また感染対策のため、記入用テーブルはレイアウトを変更しました。隣の人との間隔も、間仕切りを取り付けプライバシー保護にもつながりました。記入用ボールペンには抗菌対策、順番札カード、案内ファイルには除菌対策を施しています。(写真-7、写真-8、写真-9参照)



感染予防・プライバシー保護対策前



感染予防・プライバシー保護対策後

写真-7



写真-8 除菌作業(都度)

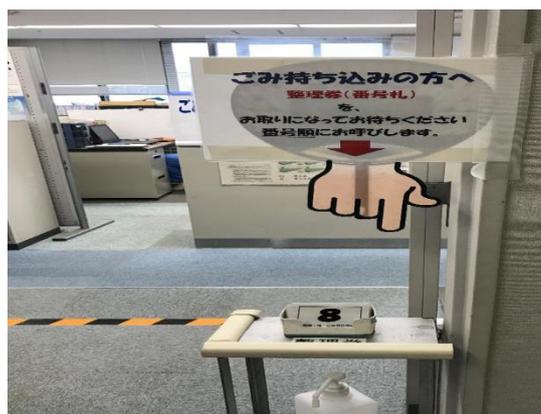


写真-9 番号札で順番管理

感染拡大に伴いアルコールなどの除菌対策品が品薄になり、入手困難に備えて、一早く手作りで電解水を生成し必要各所に設置しました。

電解水は、私たちの生活の中でも身近な「水」と「塩」からつくることができます。塩水を電解槽で電気分解し、発生したイオンの隔膜を介して分離することで、陽極(プラス)側に酸性電解水が、陰極(マイナス)側にアルカリ性電解水が生成されます。

酸性電解水は、菌やウイルスに対して効果があり、アルカリ性電解水はタンパク質や油脂を分解する洗浄効果をもっています。電解水の生成については、水に電流を流す必要があり、廃材等を利用し専用器具を作成しました。乾電池の芯(炭素棒)も必要でうまく解体しないと芯が折れてしまい、電解水が濁ってしまいます。電解水の生成は、職員の知恵と技術、チームワークが一体となった「おもてなし」であります。(写真-10、写真-11参照)

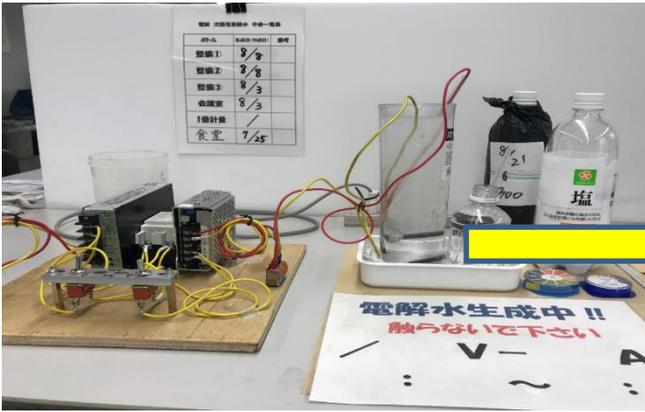


写真-10 手作り電解水生成工程

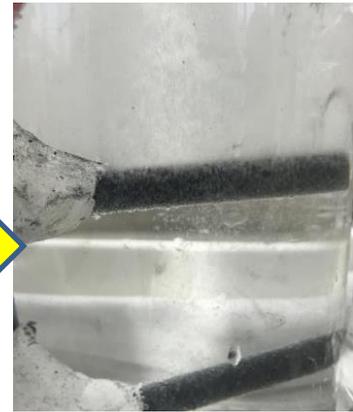


写真-11 炭素棒

#### 4. 工場見学者への「おもてなし」

新型コロナウイルス感染症拡大に伴い工場見学が休止になったことで、普段出来なかった見学設備の補修や整備、リニューアルなど再開のための準備を実施しました。

クレーンの爪の実物大模型（写真-12参照）は実物と同じように見えるよう再塗装し、クレーンワイヤロープの実物を新たに展示しました。（写真-13参照）また展示物や掲示物の中には20年位前の古い資料もあったので、新しく更新しました。見学ルートも順路が一目でわかる様に床にシールを貼り（写真-14参照）、工場内の日本語表示説明文等について、英語表記（写真-15参照）も追加しました。見学に来られた方を最初にお迎えするエントランスもきれいに模様替えするなどの「おもてなし」に取り組みました。（写真-16参照）



写真-12 実物大クレーン爪模型

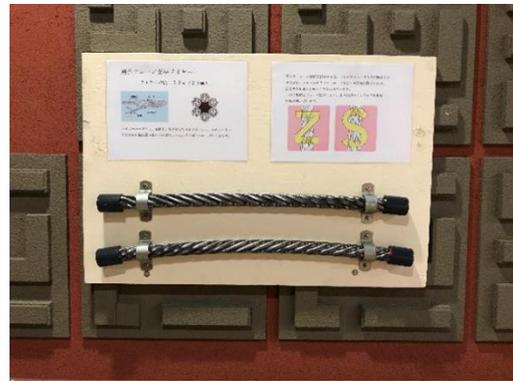


写真-13 実物ワイヤロープの展示様子



写真-14 見学ルートの床に順路シール施工



写真-15 英語表記追加



写真-16 見学エントランス模様替え

## 5. おわりに

新型コロナウイルス感染症による外出自粛の影響によりごみの持ち込みが急増しました。

そこで感染予防対策をしっかりと実施しながら、ごみの持ち込みの予約受付の電話や、来場者への案内説明の簡素化、密を避ける為、持ち込み受付窓口と精算窓口の分散化に取り組みました。

また、毎年多くの方が来場される工場見学が休止になったため、今までは実施できなかった見学設備の大幅なリニューアルを行いました。

ごみ持ち込み搬入者も、見学者もたいへん多く来場する舞洲工場では、そのほとんどの方の対応を私たち再任用職員が担っています。これからも私たちが問題意識を常に持ち、積極的に提案・改善することで、職場の活性化にもつなげていきます。

## 編集後記

技術レポートは、大阪市環境事業局時代の昭和 62 年度より創刊し、本号は通算第 25 号であり、平成 27 年の本組合設立以降 4 巻目となります。

今回発行する第 25 号技術レポートでは、設備の維持管理業務の効率化を図った内容や来庁者・職員等の安全性に配慮した改善に関する内容など多数掲載しています。また本組合鶴見工場は、令和 4 年度末をもって休止するため、次期建て替え計画で検討した内容の一部を本号に組み入れています。

職員は、市民生活に直結する住民サービスであるごみ処理事業の安定的な運営にあたり、目まぐるしく変化する社会情勢に適応することが求められ、迅速かつ柔軟な対応が必要になります。その実現には、職員の積極的な創意工夫を凝らした取り組みの背景から成果についての共有のみならずきめ細かな施設整備計画の必要性を改めて感じました。

そうすることで、その時代に適応した安定的なごみ処理事業の運営を行うことができ、本組合の経営計画で掲げる「安全で安定的な処理体制の構築」に寄与できるものと考えます。

最後に、本号が各職場で有効に活用され、今後の本組合の有益な事業運営の一助となることを期待します。

第 25 号 編集委員一同

令和5年3月発行

編 集 大阪広域環境施設組合技術レポート編集委員会  
発 行 大阪広域環境施設組合施設部施設管理課  
〒 545-0052 大阪市阿倍野区阿倍野筋1-5-1  
あべのルシナス 12F  
TEL (06)6630 - 3361