

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：研 習)

「垃圾焚化廠營運及監督制度研習」出國報告書

服務機關：行政院環保署、桃園縣環保局、嘉義市環保局

出國人職稱：副工程司 幫工程司、課長、技士
姓名：黃文傑 王欽彥、周崇聖、蔡英杰

出國地點：日 本

出國期間：九十年十月十四日至九十年十月二十七日

報告日期：九十年十二月十日

行政院研考會/省(市)研考會
編號欄

IS / 09006063

系統識別號:C09006063

公務出國報告提要

頁數:256 含附件: 是

報告名稱:

垃圾焚化廠操作營運及監督制度

主辦機關:

行政院環境保護署

聯絡人/電話:

/

出國人員:

黃文傑	行政院環境保護署	工程處	副工程司
王欽彥	行政院環境保護署	工程處	幫工程司
蔡英傑	嘉義市環境保護局	技士	
周崇聖	桃園縣環境保護局	技士	

出國類別: 考察

出國地區: 日本

出國期間: 民國 90 年 10 月 15 日 -民國 90 年 10 月 26 日

報告日期: 民國 90 年 12 月 10 日

分類號/目: / /

關鍵詞: 垃圾焚化廠,操作營運,戴奧辛,熔融爐,飛灰,灰渣,環保水泥

內容摘要: 本次赴日研修內容主要分二大部分: 熔融爐處理飛灰灰渣技術及垃圾焚化廠操作營運管理方針。研修期間自九十年十月十四日至十月二十七日, 研修方式除課堂上研修必要知識外, 日方另排有日本現有營運中焚化廠及熔融爐之現場研修。日本目前之垃圾處理除既有焚化技術外, 同時研發出「汽化熔融法」, 將垃圾直接以 1400°C 以上高溫處理後產生可作為資源材之熔渣, 透過該技術將不會產生戴奧辛污染及飛灰灰渣等問題, 目前日本已有實廠數座營運及興建中。對於焚化爐所產生之飛灰灰渣, 日本除了以熔融法(飛灰及灰渣混合)處理為主, 另外亦研發出將飛灰灰渣中之重金屬抽除後製成環保水泥建材技術, 目前已有政府補助建造完成之實廠乙座。垃圾焚化廠之操作營運管理部分: 首先, 日本已針對戴奧辛防治公佈施行「戴奧辛類特別對策」, 規定人體每天最高攝取量, 並訂定空氣、

水、水體底泥、土壤相關戴奧辛基準，其中特別針對焚化爐產生之底灰及飛灰訂有相關基準。其次，對於已屆營運年限焚化廠之解體工程，訂有嚴格的戴奧辛防治規範，使得乙座焚化廠之解體工程所需經費，將有可能相當於乙座焚化廠之建造費用。總結本次研修，建議可供我國參考與借鏡者如次：一、部分尙未有飛灰固化設備之垃圾焚化廠，應可考量興建灰熔融爐取代固化法，除可延長掩埋場之使用年限外，可作為資源建材；惟考量鹽基度等操作參數，灰熔融爐須將飛灰混合一部分底灰或玻璃類垃圾一同處理，而無法僅處理飛灰。二、相較於日本，我國對於戴奧辛之相關規範似乎尙有檢討空間，尤其底灰飛灰相關基準、焚化廠內作業勞工相關規範部分。三、鑒於日本環保水泥技術日趨成熟並有實廠營運中，建議我國可檢討引進我國之可行性。四、垃圾焚化廠之長期操作營運，宜預先檢討規劃營運年限後有關解體工程部分之技術、規範及經費規劃。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

目 次

<u>日 期</u>	<u>課 題</u>	<u>頁 次</u>
90年10月15日	日本的戴奧辛對策(開場白) -----	1
90年10月15日	日本的垃圾處理設施相關戴奧辛對策 -----	11
90年10月16日	垃圾焚化設施的維持管理 -----	16
90年10月16日	垃圾焚化設施的管理監督 -----	19
90年10月17日	焚化廠停爐、解體、大修、更換作業戴奧辛防止對策 -----	21
90年10月17日	戴奧辛的分析技術 -----	55
90年10月18日	底灰及飛灰的處理技術 -----	117
90年10月18日	垃圾焚化廠的勞動安全對策 -----	122
90年10月19日	東金市外三町清掃組合熔融爐(表面熔融) -----	137
90年10月22日	東京都大田第二清掃工場(灰熔融設施) -----	157
90年10月22日	千葉縣市原環保水泥株式會社(灰渣再利用設施) -----	171
90年10月23日	坊木縣小山市新明和工業株式會社(灰熔融設施) -----	185
90年10月24日	橫濱市金澤區金澤工廠(熔融爐) -----	201
90年10月25日	茨木市環境衛生中心汽化熔融爐(灰渣熔融設施) -----	217
90年10月25日	京都市東北部清掃中心飛灰熔融爐(飛灰熔融) -----	241

台北駐日経済文化代表処委託研修
「ごみ焼却プラント運営及び監督制度」日程表

H13.10.15

期日		科 目	講師・見学先	教材 機材	会 場
10/15 (月)	10:00-	コースオリエンテーション	日本環境衛生センター		日環センター (目黒泊)
	11:40- 12:10	日本におけるダイオキシン 対策	小林康彦(専務理事)	ダイオキシ ン2001	
	13:40- 16:30	日本におけるごみ処理施設 に係るダイオキシン類対策	二見壽之(常務理事)	テキスト	
10/16 (火)	9:00- 12:00	ごみ焼却施設の維持管理	金子 勉(環境工学 部検査課課長代理)	テキスト	日環センター (目黒泊)
	13:30- 16:30	ごみ処理施設の管理監督	山口 弥(日環セン ター専任講師)	テキスト	
10/17 (水)	9:00- 12:00	ごみ焼却施設廃止・解体に 伴うダイオキシン類対策	宮川 隆(環境工学 部検査課長)		日環センター (目黒泊)
	13:30- 16:30	ダイオキシン類分析技術	仲山伸次(環境科学 部課長)		
10/18 (木)	9:00- 12:00	焼却灰・飛灰の処理技術(溶 融処理を中心に)	藤吉秀昭(環境工学 部課長)		日環センター (目黒泊)
	13:30- 16:30	ごみ焼却処理と労働安全対 策	竹内教文(環境工学 部建設技術課係長)	テキスト	
10/19 (金)	AM	目黒→東金市(移動)			
	13:30- 15:30	東金市外三町清掃組合溶融 炉(表面溶融)	東金市	視察	千葉県東金市 (目黒泊)
10/20、10/21		休日			
10/22 (月)	9:30-	東京都大田第三清掃工場灰 溶融施設(アーク溶融)	東京都	視察	東京都大田区
	11:00				
	15:15 16:45	市原エコセメント (焼却灰利用)	市原エコセメント (太平洋セメント)	視察	千葉県市原市 (目黒泊)
10/23 (火)	AM	目黒→小山市(移動)			
	13:30- 15:30	焼却灰の人工骨材	メルテック	視察	栃木県小山市 (目黒泊)
10/24 (水)	9:30- 11:30	横浜市金沢清掃工場 (プラズマ方式)	横浜市	視察	横浜市金沢区
	PM	新横浜→京都(移動)			(京都泊)
10/25 (木)	10:00- 11:30	茨木市環境衛生センター (ガス化溶融炉)	茨木市	視察	大阪府茨木市
	14:00- 16:00	京都市東北部クリーンセン ター(飛灰溶融炉)	京都市	視察	京都市 (京都泊)
10/26 (金)	AM	京都→東京(移動)			
	14:00- 16:00	意見交換・閉講式(修了証)	日本環境衛生センター		日環センター

本件担当：財団法人日本環境衛生センター
国際協力室 (古澤、尾曲)
TEL：044-288-4937

摘要

本次赴日研修內容主要分二大部分：熔融爐處理飛灰灰渣技術及垃圾焚化廠操作營運管理方針。研修期間自九十年十月十四日至十月二十七日，研修方式除課堂上研修必要知識外，日方另排有日本現有營運中焚化廠及熔融爐之現場研修。

日本目前之垃圾處理除既有焚化技術外，同時研發出「汽化熔融法」，將垃圾直接以 1400°C 以上高溫處理後產生可作為資源材之熔渣，透過該技術將不會產生戴奧辛污染及飛灰灰渣等問題，目前日本已有實廠數座營運及興建中。

對於焚化爐所產生之飛灰灰渣，日本除了以熔融法（飛灰及灰渣混合）處理為主，另外亦研發出將飛灰灰渣中之重金屬抽除後製成環保水泥建材技術，目前已有政府補助建造完成之實廠乙座。

垃圾焚化廠之操作營運管理部分：首先，日本已針對戴奧辛防治公佈施行「戴奧辛類特別對策」，規定人體每天最高攝取量，並訂定空氣、水、水體底泥、土壤相關戴奧辛基準，其中特別針對焚化爐產生之底灰及飛灰訂有相關基準。

其次，對於已屆營運年限焚化廠之解體工程，訂有嚴格的戴奧辛防治規範，使得乙座焚化廠之解體工程所需經費，將有可能相當於乙座焚化廠之建造費用。

總結本次研修，建議可供我國參考與借鏡者如次：

- 一、部分尚未有飛灰固化設備之垃圾焚化廠，應可考量興建灰熔融爐取代固化法，除可延長掩埋場之使用年限外，可作為資源建材；惟考量鹽基度等操作參數，灰熔融爐須將飛灰混合一部分底灰或玻璃類垃圾一同處理，而無法僅處理飛灰。
- 二、相較於日本，我國對於戴奧辛之相關規範似乎尚有檢討空間，尤其底灰飛灰相關基準、焚化廠內作業勞工相關規範部分。
- 三、鑒於日本環保水泥技術日趨成熟並有實廠營運中，建議我國可檢討引進我國之可行性。
- 四、垃圾焚化廠之長期操作營運，宜預先檢討規劃營運年限後有關解體工程部分之技術、規範及經費規劃。

時間：2001年（平成13年）10月15日11:40~12:10

地點：日本環境衛生中心

課題：日本的戴奧辛對策（開場白）

講員：小林康彥（專務理事）

壹：開場白：

日本的法案制定方式有二：一為由政府提案，另一則是由其國會議員提案，「戴奧辛對策推進基本方針」係屬後者（1999年3月30日制定，同年9月28日改定）。由此可知，日本政府已將戴奧辛問題，視為目前最重要的環境議題。

上述推動方針的主要方向如次：

- （一）四年內將全國戴奧辛排放總量削減1997年的百分之九十。
- （二）制定每日攝取量（TDI,單位 pg-TEQ/kg 體重.day）各種相關基準。
- （三）中央與地方全力推動各種戴奧辛之削減政策。
- （四）健全戴奧辛的檢測制度。
- （五）戴奧辛對人體健康及環境影響的現況解析。
- （六）廢棄物處理及資源回收政策的推動。
- （七）各種戴奧辛相關資訊須公開化。
- （八）國際參與及貢獻。

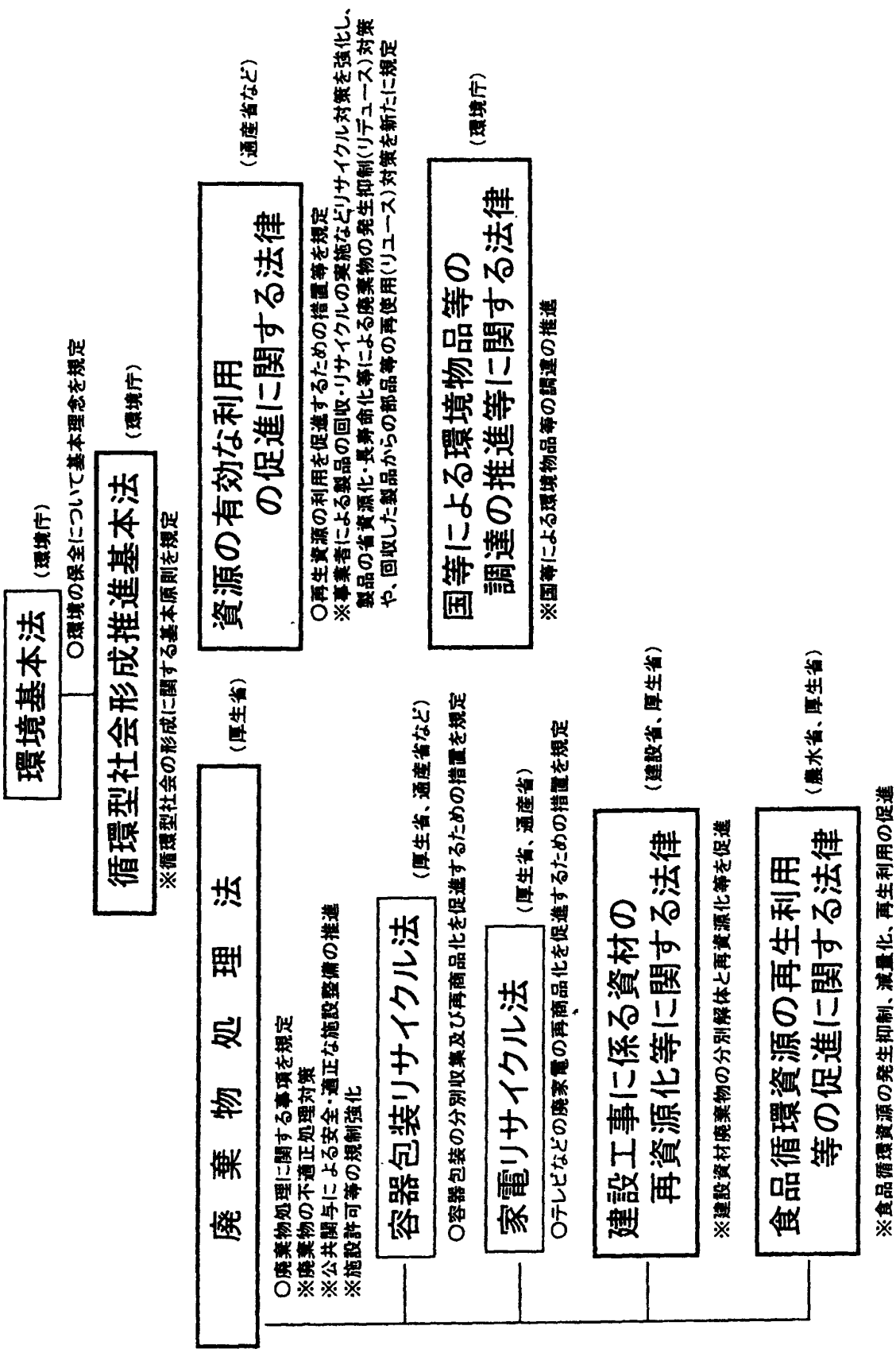
日本希望能由政府主導，建立一個「循環型的社會」。

註(1)：針對上述目標，日本並已於今年通過「循環型社會推進基本法」。

註(2)：相關原文書面資料如附件。

貳：問題與答詢(略)。

廃棄物・リサイクル関連法の全体像



Ⅲ. ダイオキシン対策推進基本指針

平成11年3月30日^{（決）}決定
ダイオキシン対策関係閣僚会議
平成11年9月28日 改訂

田舎

第1. 基本的考え方

- I. ダイオキシン問題は、将来にわたって、国民の健康を守り環境を保全するために、内閣を挙げて取組み一層強化しなければならない課題である。
- II. 今後4年以内に全国のダイオキシン類の排出総量を平成9年に比べ約9割削減する。
- III. 埼玉県所沢市を中心とする野菜及び茶については、政府が実施したダイオキシン類の実態調査により安全性が確認されたところであるが、健康及び環境への影響を未然に防止することを更に徹底する観点から、関係省庁が一体となり、対策をより一層充実し、強化するとともに、ダイオキシン類に関する正確な情報が公開されることにより、国民の不安が解消されることが必要である。
- IV. このような認識の下、今後の国の総合的かつ計画的なダイオキシン対策の具体的な指針を策定する。国は、平成11年7月に制定されたダイオキシン類対策特別措置法を円滑に施行するとともに、本指針に従い、地方公共団体、事業者及び国民と連携して、次の施策を強力に推進する。
 - 1 耐容1日摂取量（TDI）を始め各種基準等作り
 - 2 ダイオキシン類の排出削減対策等の推進
 - 3 ダイオキシン類に関する検査体制の整備
 - 4 健康及び環境への影響の実態把握
 - 5 調査研究及び技術開発の推進
 - 6 廃棄物処理及びリサイクル対策の推進
 - 7 国民への的確な情報提供と情報公開
 - 8 国際貢献
- V. 本指針及びこれに基づく対策の進捗状況について、1年以内に点検を行う

とともに、必要に応じ対策を見直す。

Ⅵ. 以上の取組みを通じて得られるダイオキシン対策や廃棄物対策に関する我が国の経験や技術を海外移転することにより、世界に貢献する。

Ⅶ. さらに、廃棄物対策に万全を期した上で、循環型社会の構築に政府一体となって取り組む。

第2. 緊急に講ずべきダイオキシン対策

1. 耐容1日摂取量（TDI）を始め各種基準等作り

(1) 国及び地方公共団体が講ずる施策の指標とすべき耐容1日摂取量（TDI）について、平成11年6月の見直し結果を踏まえ、ダイオキシン類対策特別措置法に基づき定める。また、国民に分かり易い形で情報を公開する。

(2) ダイオキシン類の人体への摂取経路、食物連鎖を通じた生物濃縮等に関する科学的知見の一層の充実を図る。このため、平成11年度には、発生源周辺地域等における精密暴露評価や環境中挙動に関する実測調査等を実施するほか、各年で計画的な調査を行う。

また、ダイオキシン類の人体への取り込み量を推定するため、食品中のダイオキシン調査を拡充するとともに、その結果をとりまとめる都度、国民に分かり易い形で情報公開する。さらに、大気、土壌等からの暴露実態もあわせ、人の健康影響を総合的に評価する。

(3) 以上を踏まえ、科学的知見の充実を図り、大気、水質（水底の底質を含む）及び土壌についての環境基準をダイオキシン類対策特別措置法に基づいて設定する。また、科学的知見の一層の充実を図り、必要に応じて適宜環境基準の検証等を行う。

2. ダイオキシン類の排出削減対策等の推進

(1) 廃棄物焼却施設等の各発生源のダイオキシン類の排出量の目録（排出インベントリ）を本年6月までに整備する。

- (2) 今日の我が国におけるダイオキシン類の主たる発生源である廃棄物焼却施設等に対する規制措置を徹底し、各年ごとに確実にダイオキシン類の発生削減を行い、その結果を毎年毎年公表するとともに、平成14年規制を達成する。
- (3) その他の未規制の発生源についても、排出に関する最新の知見や排出実態調査の結果等を踏まえ、排出削減対策を推進する。
- (4) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律、大気汚染防止法及びダイオキシン類対策特別措置法に基づく監視措置の徹底等により、不法な廃棄物焼却の取り締まりを一層強化する。
- (5) 廃棄物焼却施設の集中地域等における新規立地の際の判断基準を明確化する。
- (6) ダイオキシン類対策特別措置法に基づき、廃棄物焼却炉に係るばいじん等の処理に係る対策を推進する。
- (7) 排水中に含まれるダイオキシン類についても、排出実態調査の結果や最新の科学的知見の集積を踏まえ、ダイオキシン類対策特別措置法に基づき、排出削減対策を推進する。
- (8) ダイオキシン類対策特別措置法に基づき、廃棄物の最終処分場の維持管理対策を推進する。
- (9) 地方公共団体が設置する一般廃棄物焼却施設について、財政的、技術的支援を拡充するとともに、広域的な観点からの整備を一層推進する。また、現在作成中の地域戦略プランの積極的活用を図る。
さらに、産業廃棄物焼却施設について、政府系金融機関の融資制度の活用等により、設備の高度化を図り、処理に万全を期す。
- (10) 排出削減対策の円滑な実施のため、排出削減対策を行う者に対して、その要した設備投資に対する金融上及び税制上の支援措置を引き続き講じる。
- (11) ダイオキシン類対策特別措置法に基づき、ダイオキシン類により汚染された土壤に係る対策を推進する。
- (12) 労働者のばく露防止を図るため、労働衛生管理体制の整備並びに、作業

環境の測定、作業環境の改善、適切な保護具の使用等の対策を推進する。

- (13) ダイオキシン類対策特別措置法に基づき、事業活動に伴い排出されるダイオキシン類の量を削減するための計画を定める。

3. ダイオキシン類に関する検査体制の整備

- ✓ (1) 適切な対策の実施に不可欠なダイオキシン類の検査体制の整備を図る。
このため、ダイオキシン類の検査の信頼性を確保するため、国際的動向を踏まえ、排ガス及び排水中の標準的な測定・分析方法について、本年9月までに前倒しでJIS規格を制定し、それ以外の分野についても標準的な測定・検査法を示し、その普及に努める。また、標準として参照できる環境標準試料の供給を行う。さらに、外部機関や海外施設に検査を委託する場合の信頼性の確保の在り方について早急に検討を行い、平成12年度中に結論を得る。
- (2) 地方公共団体の検査機関におけるダイオキシン類の測定分析体制の整備については、平成11年度予算で更に推進する。また、精度管理事業の充実強化を図りつつ、ダイオキシン類分析的確な精度管理を実現するための指針を作成すること等により、ダイオキシン類の測定・分析が可能な公的検査機関及び民間検査機関を育成・拡充する。
- (3) 分析技術の向上を図るため、地方公共団体の公的検査機関の技術者に対する研修を平成11年度より計画的に行う。

4. 健康及び環境への影響の実態把握

(これは国又研究機関(が)から出す。)

- ✓ (イ) 環境、生物、人体、労働環境、廃棄物焼却施設、産業分野等各方面におけるダイオキシン類について、関係省庁の連携の下で毎年度計画的かつ継続的に実態を把握するとともに、統一的な単位を使用することや単位の意味を説明すること等により、国民に分かり易い形で公表する。

- 1) 環境庁は、大気、降下ばいじん、土壌、水質、底質、生物など環境媒体や発生源について実態を把握する。
- 2) 厚生省は、廃棄物焼却施設からの排出量、食品、血液及び母乳などの人の暴露状況の健康影響について実態を把握する。

③ 農林水産省は、農作物、魚介類等の実態を把握する。

④ 労働省は、労働者の健康状況及び労働環境の実態を把握する。

⑤ 通商産業省は、産業分野における発生の実態を把握する。

⑥ 建設省は、河川の水質、底質等の実態を把握する。

(2) 廃棄物焼却施設の周辺等の地域についても、関係省庁は協力して分担し、実態を把握する。

(3) 地方公共団体が行うダイオキシン類対策特別措置法に基づく常時監視やその他の実態調査についても、財政的、技術的支援を行う。

5. 調査研究及び技術開発の推進

(1) 関係省庁は、協力してダイオキシン対策に必要な技術開発・調査研究を推進し、また、その成果の導入、普及を促進するために、1年以内に関係省庁が連携をとった総合的計画を策定する。

(2) 中でも、平成11年度においては、特に廃棄物の適正な焼却技術、土壌汚染浄化技術、ダイオキシン無害化・分解技術、精度管理、簡易測定分析などに関する技術開発及び毒性評価、環境中挙動、人への暴露評価、生物への影響などに関する調査研究に重点的に取り組む。

6. 廃棄物処理及びリサイクル対策の推進

(1) 現在、主として民間事業者に委ねられている産業廃棄物処理施設の整備について、排出事業者責任の原則を堅持しながら、国又は地方公共団体も処理施設の整備や運営に関与するなど、安全で適正な処理施設の整備を円滑に推進することとし、そのため新たな制度を速やかに構築する。その際、PFI手法なども活用する。

(2) 主要な発生源である廃棄物焼却施設からのダイオキシン類の排出を削減するため、既に措置された廃棄物対策を着実に推進するとともに、国民がより一層安心できる今後の廃棄物処理の在り方について検討に着手する。さらに、廃棄物の減量化の目標量を半年以内に設定する等政府全体として

一体的、計画的な廃棄物対策を推進する。

- (3) また、使い捨て製品の製造・販売や過剰包装の自粛、製品の長寿命化等を図るなど製品の開発・製造段階、流通段階での配慮の促進、国民の生活様式の見直し等により、廃棄物の発生抑制に努めるとともに、使用済製品の再利用（リユース）や廃棄物の再生利用、再生資源の回収利用やリサイクルを推進する。こうした取組みの一つとして、容器包装リサイクル法に基づく施策等を推進する。
- (4) また、建築解体廃棄物の適正な分別・リサイクルを推進するため、次期通常国会を目途に必要な法制度化について検討する。さらに、「建設リサイクル推進計画'97」を強力に進めるとともに、リサイクル率80%の目標値を早期に達成する。特に、公共工事におけるリサイクルの徹底、建築物解体に伴う廃棄物の分別・リサイクル等を推進する。また、建築活動におけるリサイクル技術等の開発・活用等を推進する。
- (5) 産業廃棄物管理票（マニフェスト）制度により排出事業者自らが産業廃棄物処理の流れを確実に把握するなど、排出事業者責任に基づく産業廃棄物の適正処理を徹底する。
- (6) 官庁施設から発生する廃棄物について、その抑制と適正処理を徹底する。
- (7) 幼児から高齢者までの各々の年齢層に対して、廃棄物リサイクル問題を始めとする幅広い環境教育・環境学習を充実強化する。
- (8) 学校においては、原則としてごみ焼却炉を廃止したため、今後は適切なごみ処理やごみの減量化等を推進することが重要であり、これに資するための参考資料を作成し、今月中に全国の学校等に配布する。

✓ 国民への的確な情報提供と情報公開

- (1) 健康や環境への影響の実態、技術開発・研究調査の成果、諸外国の動向等について、様々な数値が持つ意味を含め、正確な情報を迅速かつ分かり易い形で公開する。
- (2) 国民に対して、ダイオキシン問題についての理解と協力を得るため、関係省庁共通のパンフレットや廃棄物問題の現状や課題を総合的に明らかに

した廃棄物白書の作成、講演会の開催等統一かつ計画的な広報活動を充実する。

- (3) また、各省庁においても、国民生活センター、各地の消費生活センターにおける情報提供や、機関誌、インターネット、マスメディア等を通じた、ダイオキシン類に関する正確な情報の提供に努める。その際、食品、母乳等のダイオキシン汚染に対する不安を払拭するよう努める。
- (4) さらに、あらゆる機会を捉え、国民が自らの価値観やライフスタイルのあり方そのものを見直し、廃棄物の発生が少ない生活様式へ転換することを促す。

8. 国際貢献

- (1) 国際協力分野において、開発途上国からの要請に基づき、我が国のダイオキシン対策や廃棄物対策の経験や技術を海外に移転することにより、国際社会において、我が国にふさわしい役割を果たす。
- (2) ダイオキシン類を含む残留性有機汚染物質について、国際的に取り組むための条約作成政府間交渉が、国際連合環境計画（UNEP）の下で進められており、我が国としてもこの作成交渉に積極的に貢献していく。

時間：2001年（平成13年）10月15日下午13:30~17:30

地點：日本環境衛生中心

課題：日本的垃圾處理設施相關戴奧辛對策

講員：二見壽之（常務理事）

壹：前言

從前日本談到垃圾「處理」時，馬上聯想到的就是「焚化」二字；但現在日本將朝向「循環型社會」努力邁進，希望能讓國民談到垃圾「處理」時，馬上聯想到的是「資源回收再利用」的觀念。

針對戴奧辛污染防制，日本特別於1999年7月16日制定公布「戴奧辛類特別對策」，並於2000年1月15日生效。該對策之重點有二：

（一）針對人體每天攝取量規定不得超過每公斤體重當量4pg。

（二）訂定空氣、水、水體底泥、土壤相關之戴奧辛基準。

廢棄物焚化爐產生之底灰及飛灰部分，亦訂定相關規範。如訂定飛灰及底灰中戴奧辛含量基準；將飛灰歸類於須特別管理的特殊廢棄物。此外，日本亦計畫針對戴奧辛產生的人體健康危害事例、食品中戴奧辛的累積狀況，進行研究調查。

貳：課程大綱

戴奧辛類各種基準

（一）環境基準：

（1）大氣 0.6 pg-TEQ/m³

(2) 水質 1 pg-TEQ/l

(3) 土壤 1000 pg-TEQ/g

(二) 廢棄物焚化爐相關基準：

(1) 大氣排放基準

【對象】火床面積 0.5m² 以上或焚化能力 50 kg/hr 以上之廢棄物焚化爐

【基準值】單位 ng-TEQ/m³

焚化能力	新建廠 2000.1.15~	既設廠		
		~2001.1.14	2001.1.15~ 2002.11.30	2002.12.1~
>4 t/hr	0.1	基準適用 寬限期	80	1
2~4 t/hr	1			5
<2 t/hr	5			10

註：每年至少測定一次(2000.1.15~適用)。

(2) 水質排放基準

【對象】廢氣洗淨設施、濕式集塵設施、灰的貯存設施(可能排放污水或廢液者)。

【基準值】單位 pg-TEQ/l

新建 2000.1.15~	既設		
	~2001.1.14	2001.1.15~ 2003.1.14	2003.1.15~
10	基準適用寬限期	50	10

註：每年至少測定一次(2000.1.15~適用)。

(三) 廢棄物焚化爐產生之底灰飛灰相關基準：

【對象】飛灰底灰等燃燒後生成物、廢氣洗淨設施污泥等

【基準值】單位 ng-TEQ/g

新建 2000.1.15~	既設	
	~2002.11.30	2002.12.1~
3	基準適用寬限期	3

註1：水泥固化、教合劑等則不適用此規範。

註2：飛灰及底灰其他的燃燒反應物的測定，與排氣、排水的測定一併辦理 (2000.1.15~適用)。

(四) 廢棄物最終處置場維護管理基準：

【對象】一般廢棄物及事業廢棄物最終處置場

- (1) 防止飛灰飛散、流出的措施：如加水、固化、搬運車的沖洗、覆土等。
- (2) 處置場周圍地下水測定
- (3) 放流水基準：單位 pg-TEQ/l

新建 2000.1.15~	既設	
	~2001.1.14	2001.1.15~
10	基準適用寬限期	10

- (4) 放流水測定：每年至少一次(2000.1.15~適用)。

(五) 廢棄物焚化爐產生之飛灰處置或再生方法：

(1) 將「鍛燒法」納入廢棄物焚化爐產生之飛灰處置或再生方法中。

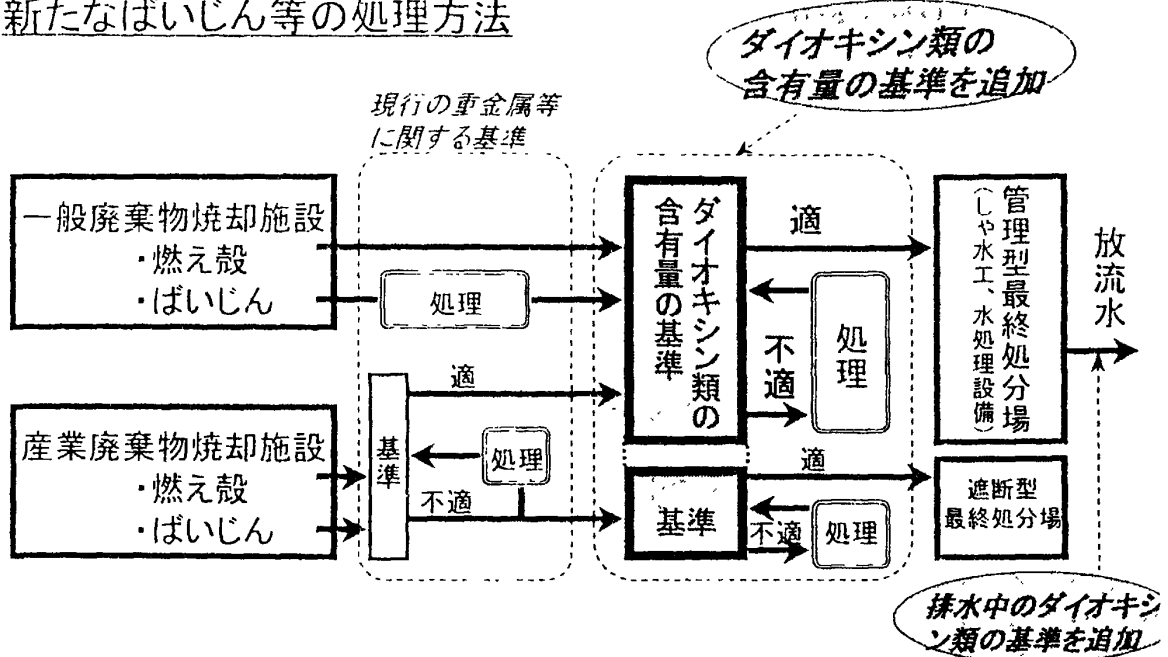
(2) 鍛燒技術的基準：

①鍛燒溫度：1000°C 以上。

②須測定並記錄鍛燒溫度。

③須能裝設排氣控制處理設備。

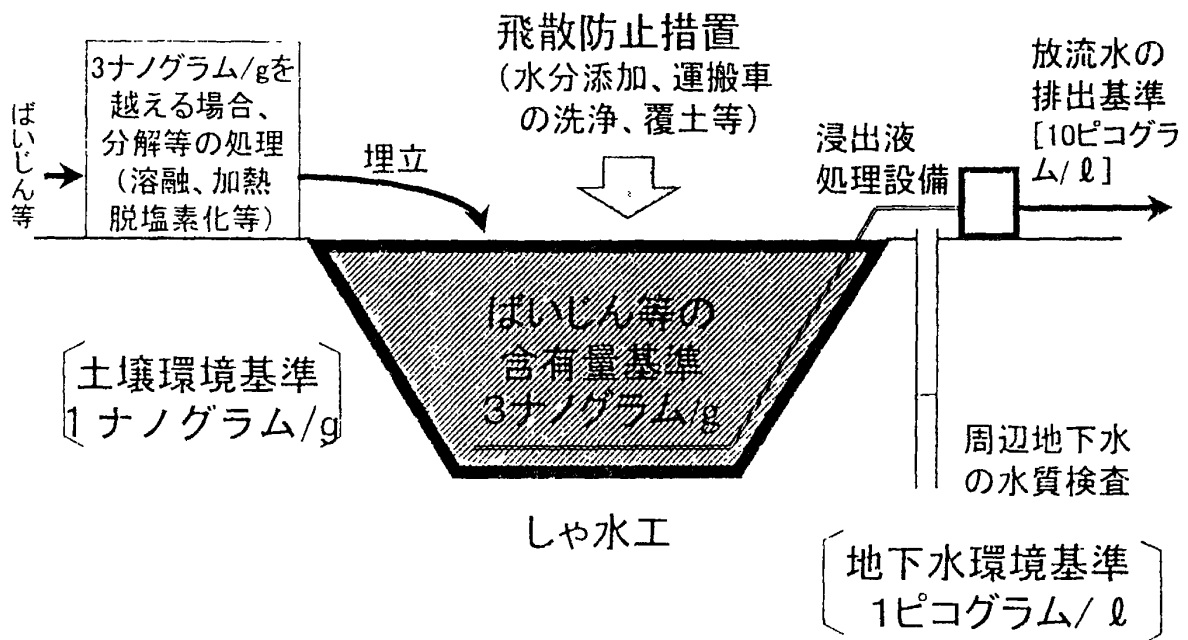
新たなばいじん等の処理方法



趣旨 ダイオキシン類による環境汚染を防止する観点から、ばいじん等について、ダイオキシン類の含有量の基準(3ナノグラム/g)を新たに設定し、基準を越えるばいじん等についてダイオキシン類の処理を義務付け。また、最終処分場の放流水についてのダイオキシン類の基準[水質排出基準(10ピコグラム/ℓ)]を準用]を新たに設定。

効果 ・最終処分場からのダイオキシン類の排出の削減

最終処分場における措置



時間：90 年 10 月 16 日上午 9 時至 12 時

地點：日本環境衛生中心 4F 會議室

課題：垃圾燒卻設施的維持管理

講師：東日本支局環境工學部檢查課主任 川共淨

授課內容：

一、垃圾燒卻設施等產生戴奧辛類(PCDD+PCDF)發生狀況：

(一)針對爐床型式及處理能力檢測量戴奧辛濃度(如表 1.3.1 所示)：

日本於平成 11 年度(1998.10.1~1999.11.12) 檢測不同類型焚化爐及處理能力分別進行，得知排氣中戴奧辛類濃度、最大 140ng-TEQ/m³N，平均值 6.7ng-TEQ/m³N。

1.爐床型式：

(1)連續式(操作 24hr)：平均 3.8ng-TEQ/m³N(0.0-140ng-TEQ/m³N)

(2)連續式(操作 16hr)：平均 7.4ng-TEQ/m³N(0.0-100ng-TEQ/m³N)

(3)機械式批次進料：平均 8.6ng-TEQ/m³N(0.0-130ng-TEQ/m³N)

(4)固定式批次進料：平均 13.7ng-TEQ/m³N(0.0-77ng-TEQ/m³N)

得知各種不同爐床要降低排出濃度需藉由安全之運轉才能達成。

2.處理能力：

(1)4TON/hr 以上：平均 3.1ng-TEQ/m³N(0.0-77ng-TEQ/m³N)

(2)2TON/hr-4TON/hr：平均 6.9ng-TEQ/m³N(0.0-140ng-TEQ/m³N)

(3)2TON/hr 以下：平均 9.1ng-TEQ/m³N(0.0-130ng-TEQ/m³N)

得知設施規模較大之處理廠空氣處理設施較完備，可有效降低戴奧辛排出濃度。

(二)排氣冷卻設備之濃度分布狀況(如表 1.3.3 所示)：

1.水冷卻噴霧式(分別設置)：7.8ng-TEQ/m³N(平均濃度)

2.水冷卻噴霧式(設置爐頂)：7.6ng-TEQ/m³N(平均濃度)

3.Boiler(空氣冷卻)：2.7ng-TEQ/m³N(平均濃度)

得知 Boiler(空氣冷卻)比水冷卻噴霧式較不會產生戴奧辛之情形。

(三)集塵設備之濃度分布狀況：(如表 1.3.4 所示)

1. 電氣集塵器：9.1ng-TEQ/m³N(平均濃度)
2. 袋濾式集塵器：1.1ng-TEQ/m³N(平均濃度)
3. 機械式集塵器：11.6ng-TEQ/m³N(平均濃度)

得知袋濾式集塵器可降低戴奧辛之產生。

(四)排氣處理設備之設備之濃度分布狀況(如表 1.3.5 所示)

1. 觸媒反應塔：平均 1.4ng-TEQ/m³N(參考圖 3.4.1, 3.4.2 及 3.4.3)P.30
2. 活性碳噴入法：平均 3.5ng-TEQ/m³N
3. 活性碳吸付塔：平均 2.9ng-TEQ/m³N(參考圖 3.4.4 及 3.4.5)P.31

得知加裝觸媒反應塔可降低戴奧辛之產生。

二、廢棄物處理設施之構造基準及維持管理基準(如表 2.3.1 所示)P.19 及 P.5 之圖

1997(平成 3)年為了減少廢棄物焚化處理設施排放戴奧辛之量

- (一)加強對申請許可之設施修訂構造基礎及維持管理基準。
- (二)明確許可對象：對於小規模設施許可對象明確修訂為 200Kg/hr。
- (三)處理基準之明確化：為了防止隨意焚化，對於設施之規模需明確遵守處理準則(燃燒設備及燃燒方法)。

三、垃圾燒卻設施的改良、改造之要點：

- (一)安定供給及完全燃燒(如圖 3.1.1 及圖 3.1.2)P.20, 21
 1. 確保定量供給
 2. 確保完全燃燒：需控制溫度、滯留時間、攪拌混合三要件。
 3. 防止戴奧辛二次生成：防止飛灰堆積及去除飛灰附著。
- (二)急速冷卻的排氣
 1. 低溫效果
 2. 低溫手段
 3. 減溫塔蒸發熱負荷及熱容器係數(如表 3.2.1 圖 3.2.1)P.23, 24
 4. 滯留時間
 5. 水噴霧粒徑的種類和特徵(如表 3.2.2)P.25

6. 蒸發不全造成濕灰

(三)重金屬及飛灰的高度去除

1. 袋濾式集塵器

2. 電氣集塵器

(四)高效率排氣處理設備

1. 觸媒塔(如圖 3.4.1)P. 30

2. 活性炭吸著塔(圖 3.4.4 及 3.4.5)P. 31

時間：90 年 10 月 16 日下午 13 時 30 分至 16 時 30 分

地點：日本環境衛生中心 4F 會議室

課題：垃圾燒卻設施的管理監督

講師：專任講師 山口彌

授課內容：

一、日本廢棄物行政的沿革情形(如表 3.1 所示)

(一)1900(明治 38)年 污物掃除法

(二)1954(昭和 29)年 清掃法

制定法律，污物需經衛生處理，生活環境需保持清潔，以提昇公眾衛生的環境。

(三)1970(昭和 45)年 廢棄物處理法

修改法律，除上述外再增加廢棄物需經適正處理及保障生活環境。

(四)1991(平成 3)年 廢棄物處理法(改正)

修增法律，除上述外再增加廢棄物的排出需抑制及廢棄物需適當分列、保管、收集、撥運、再生、處分等處理。

二、技術管理者的資格及制度

(一)1991(平成 3)年修改「廢棄物清理法」第 21 條，規定廢棄物處理設施之設置需有管理者，1992(平成 4)年規定「技術管理者」的義務。

(二)焚化處理設施需設置「焚化處理設施技術管理者」。

1. 規定只有處理能力 5TON/T 以上之焚化處理設施。

2. 規定處理能力 200Kg/hr 以上 2 爐床火格子面積 2m² 以上。

三、技術管理者的職責(如圖 1.4.1 所示)

四、技術管理者於組織架構上之權限(如圖 1.4.2 及 1.4.3 所示)

日本焚化廠之管理可分為公營及委託民間兩類，惟技術管理者之權限相當於廠長之最高責任者，惟廠長及管理單位係為公務員，只有操作營運委託民間公司操作。

五、近年來廢棄物處理設施及法源制度之加強，人民對於廢棄物適當處理意

識高張，處理的效率化、公害的防治、餘熱的利用、設施運轉的安全等是為高度的課題。

也因為廢棄物的適當處理及高度社會責任結果，複雜性及機械化的垃圾處理更為困難，惟有提昇技術之領域及縝密的營運管理，才能保障機械設施安全及衛生的垃圾處理。

故焚化廠之營運管理者需擬訂「設施的運營管理計畫書」(如附件 P. 320-350)才能確保：

- (一)保持處理效率。
- (二)保持機器的信賴性。
- (三)保持職場的安全衛生。
- (四)住民上的協調。

時間：2001年（平成13年）10月17日上午9時

講題內容：焚化廠停爐、解體、大修、更換作業戴奧辛防止對策

講師：宮川隆（環境工程部檢查課長）

前言：日本約10年前即發現焚化爐廢氣中之戴奧辛對人體有極不良之

影響，當時法令即訂有廢氣中戴奧辛之管制標準（含新設、既存之污染源）來控制戴奧辛在環境的流佈，然而在焚化廠使用了多年以後、甚至報廢後，內部須解體、大修、更換組件之工作同時所引發之戴奧辛污染，這是日本一直未有考慮的問題。幾年前當大阪府北邊一焚化廠因拆卸時未考慮人員及設備之防護，經過調查，人員暴露於戴奧辛後，血液濃度甚高，焚化廠周邊土壤亦發現戴奧辛之污染偏高，從此即從立法來規定焚化廠拆卸、解體時應進行之安全維護事項，以確保戴奧辛之污染問題能徹底解決。

討論：

1. 日本厚生省及勞動省均以法令規定焚化廠拆卸時須提出申請。
2. 民間廠商均向勞動省申請，提出拆卸計畫，須於拆卸前二週交出，俟批准後，始得進行拆卸工程。
3. 勞動省批准拆卸工事之前題為勞動者有無暴露在戴奧辛之危險因子下，而厚生省則以拆卸時周遭環是否遭受污染為首要考量。
4. 日本政府建議焚化廠之拆卸須由四組人員共同辦理，如下：
 - (1) 分析污染狀況小組（設備之污染）。

(2) 洗淨作業小組。

(3) 污染物收集小組。

(4) 拆除小組。

5. 焚化設施解體工事、環境污染對策留意點（如附件一）。

6. 廢棄物燒卻施設內作時戴奧辛暴露防止對策要綱（如附件二）。

ごみ焼却施設解体工事における 環境汚染対策の留意点

講師：宮 川 隆* 11/17

1. はじめに

ごみ焼却施設の解体工事による作業員へのダイオキシン被曝や周辺環境へのダイオキシン類の二次汚染に対して社会的な関心が高まっている。解体工事では焼却炉や排ガス処理設備等プラント設備の撤去および煙突や建物等土木建築物の撤去が行われるが、これらの設備には長期にわたる施設の稼働により通常の点検、清掃では除去できないダイオキシン類が蓄積している可能性がある。このため、厚生労働省から平成13年4月25日付けで「廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類暴露防止対策について（基発第401号の2）」（以下、要綱という）が通知された。解体工事を行う事業者はこの内容に留意し、作業員へのダイオキシン類被曝防止に努めなければならないこととなった。一方、解体工事の発注者は、解体工事事業者が実施するダイオキシン類被曝防止対策が万全に行われることを確認しなければならないことに加え、周辺環境へのダイオキシン類の二次汚染が発生することのないよう解体工事を管理・監督しなければならない。ここでは、ごみ焼却施設解体工事における環境汚染対策の留意点を述べる。

2. 安全管理体制の確立

安全管理体制の確立は事業を請け負った事業者の責任で行われるものである。要綱によると、総括安全衛生体制と関係請負人との協議組織等について定められている。発注者は安全管理体制の確立が万全に行われることを確認しなければならない。

3. 解体工事により発生する廃棄物の適正管理と処分

解体工事を行うにあたり、最初に工事の発注者は工事により発生する廃棄物のゆくえを理解しておかなければならない。要綱によると、「汚染除去された又は除去する必要のない解体廃棄物については、廃棄物処理法に沿って、一般廃棄物、産業廃棄物及び特別管理廃棄物毎に、廃棄物の種類に応じて分別して排出し、処分すること。粉じん等汚染物及びダイオキシン類汚染解体廃棄物についても、廃棄物処理法に沿って、一般廃棄物、特別管理一般廃棄物、産業廃棄物及び特別管理産業廃棄物毎に、廃棄物の種類に応じて分別して排出し、処分すること。」とされている。一般廃棄物焼却施設の解体廃棄物の保管、処分の一般的な理解としては、図1のように考えられる。プラント設備からは残留物、耐火材等、鋼管・鋼材等、建築設備からはコンクリート殻、鉄骨・鋼材等が廃棄される。コンクリート殻、鉄骨・鋼材等は、可能な限りリサイクルされる。この他に、高圧水洗浄からの排水は、ダイオキシンの排出基準以下に処理後、外部に排水される。ビニールシート等により分離された作業場所空間の排気は処理後、大気放出される。また、解体作業により発生する廃棄物（保護衣、ウエス、シート等）は、性能の良い焼却炉で焼却処分して良いことになっている。以上が解体撤去工事により発生する廃棄物の保管・処分・リサイクルの大まかな流れであるが、重要なことはこの流れの中で廃棄物の管理が適正に行われていくことを確認することである。

*日本環境衛生センター東日本支局環境工学部検査課長

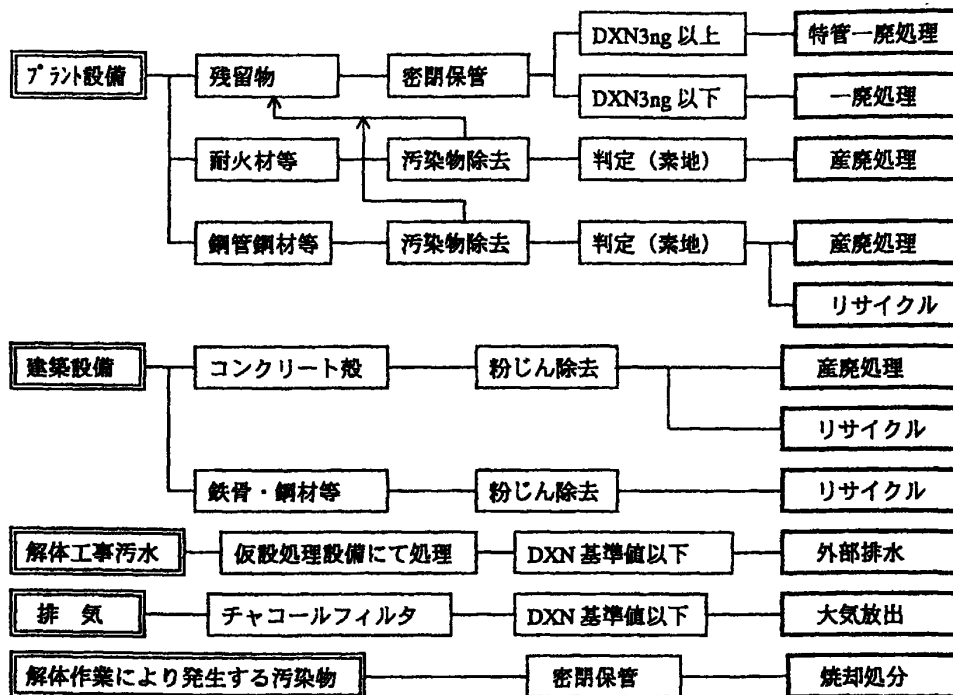


図1 解体工事により発生する廃棄物の処理・処分

4. 汚染物の除去の確認

施設の解体工事を行うに当たり、付着物除去作業が必要になる。要綱によると、「事業者は労働安全衛生規則第592条3に基づき解体作業実施前に設備の内部に付着したダイオキシン類を含む物の除去を十分に実施すること」とある。また、「付着物除去結果の確認のため、付着物除去前後の写真撮影を入念に行い、その結果を保存すること。」とされている。解体事業者が解体を開始する前に、発注者は汚染物が確実に行われたことを確認しなければならない。確認の方法は目視になるが、汚染物除去の判定基準の1例を以下に示す。

除去対象機器	汚染物除去の判定基準
レンガ、キャストブル等	表面に焼却灰、ダストが付着していないこと。
鋼板・鋼管類 (ガス・汚水接触部)	鋼板・鋼管素地が出ること。
コンクリート構造物 (灰、汚水接触部)	表面に灰、汚泥等の付着がないこと。
その他	ダスト等埃が付着していないこと。

5. 作業場所及び施設全体の養生と排気処理の確認

(1) 作業場所の養生

作業場所の養生は、要綱によると、(事業者は、ダイオキシン類による汚染の拡散を防止するため、管理区域ごとに仮設の壁等による分離、あるいはビニールシート等による作業場所の養生を行うこと)とされている。分離・養生された区域は換気と排気処理が必要となる。要綱によると、「ダイオキシン類に汚染された空気及び粉じん等をチャコールフィルタ等により適切な処置を行った上で、排出基準に従い、大気中に放出すること」とされているが、その換気回数は4回から5回程度が必要である。また、排気口でのダイオキシン類濃度の測定値の確認が必要である。

床や地下への汚染水の浸透に対する養生も重要である。建物内の床の養生はシート等の不浸透材料を重ね合わせてコンクリート床等への浸透を防ぐことが重要である。

(2) 施設全体の養生

プラント設備が建物で囲われている施設では、建物自体が汚染されていると考えられない限り建物そのものが環境への飛散防止に対する養生構造物と考えることができる。この場合、扉、窓やダクト貫通部を最初に密閉することで施設全体の養生は簡易なものでよい。しかし、建物自体が汚染している疑いがある場合は、密閉度の高い養生が必要となる。また、小規模の施設など設備が建物に囲われていない場合も施設全体をシート等の密閉構造物で隔離する必要がある。この場合も換気回数は4回から5回程度で、排気口でのダイオキシン類濃度の測定値の確認が必要である。図2に密閉構造物による施設全体の養生例を示す。解体工事は数ヶ月を要すると思われるので、この間、風雨に耐える頑丈な養生構造物でなければならない。

施設全体の養生は、屋外の養生になるので地下への汚染水の浸透に対する留意が重要である。屋外の地面の養生では、鉄板、板等を敷いた上でシート等の不浸透材料を重ね合わせて地下への浸透を防ぐことになる。施設全体の養生は、施設周辺住民からは関心をもって見つめられる仮設設備である。

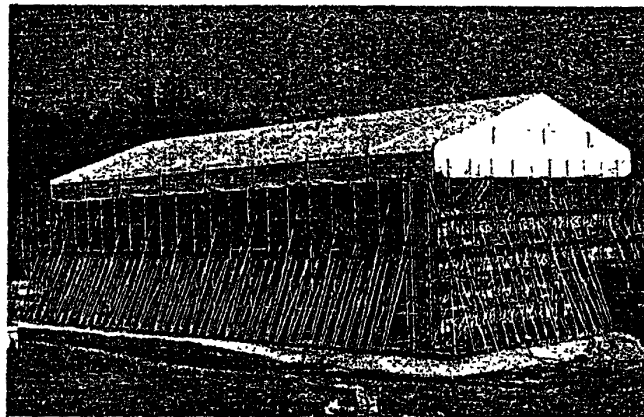


図2 密閉構造物による施設全体の養生例

6. 洗淨排水の処理と放流水の分析結果の確認

汚染物除去方法は、高圧洗淨水で洗い落とす湿式とショットブラスト等で吸引する乾式がある。要綱では必ずしも湿式と規定されていないが、作業環境の点から湿式が勧められている。湿式の場合、洗淨排水が出るので外部へ放流するために、ダイオキシン類濃度を排出基準値まで下げる仮設の処理設備と放流がダイオキシン類濃度が確認された後になるので、その間放流水を貯留できる放流水槽が必要である。ここでは放流水槽のダイオキシン類濃度の分析結果の確認が重要である。放流水量を少なくするために、循環利用する場合にも処理水の分析結果の確認が必要である。

7. 環境モニタリング

環境モニタリングについて要綱では、「全ての解体作業終了後、当該施設と施設外の境界部分において環境調査を行うこと」とされている。その内容は、大気環境測定と土壌分析である。

(1) 大気環境測定

大気環境測定は、工事期間中の大気環境中の粉じん濃度の連続測定と工事前、工事中及び工事後の大気環境中のダイオキシン類濃度の測定を行う。工事中の大気環境中の粉じん濃度の連続測定は、工事中の汚染物の飛散の有無を確認するための測定で、汚染物除去工事及び解体工事の期間中に行うものであ

る。測定箇所は敷地境界上で4箇所程度が適当と思われる。なお、風向、風速についても同時に測定することが望ましい。工事前、工事中及び工事後の大気環境中のダイオキシン類濃度の測定は、工事による周辺環境へのダイオキシン類の汚染の有無を確認するための測定である。これについても測定箇所は敷地境界上で4箇所程度が適当と思われる。

(2) 土壌分析

土壌分析は、工事前及び工事後の土壌中のダイオキシン類の分析を行う。工事前の土壌サンプリングについては、解体工事の開始前にあらかじめ、大気環境調査の測定を実施する予定の場所で表土（深さ1cm）を1㎡の範囲で採取しておく。採取場所は大気環境中のダイオキシン類の測定箇所と同じとする。工事完了後も開始前に採取した場所付近で表土（1cm）を1㎡の範囲で採取し、その土壌と事前サンプリングした土壌のそれぞれについて、ダイオキシン類の分析を行う。なお、ダイオキシン類の分析にあたっては、「ダイオキシン類に係わる土壌調査マニュアル」（環境庁水質保全課）が参考となる。土壌サンプリング方法は同上のマニュアルとは異なるが、飛散防止の確認のために行う採取では上記のサンプリング方法が適当と思われる。

8. 解体工事費の把握

最後に、いよいよ解体工事が具体化する段階での解体工事費の把握時の留意点を述べる。解体業者から精度の高い見積り金額をとるために工事発注条件の提示が必要になる。解体業者は要綱及びこの工事発注条件に基づき解体工事の見積り計画書を作成する。この工事発注条件をまとめると、①工事条件②環境対策条件③解体廃棄物等保管・処分条件④環境モニタリング条件⑤施設内の空気中のダイオキシン類濃度及び施設内残留物のダイオキシン類濃度等である。ここで、工事条件は電源、工事用水の確保等、解体廃棄物の処理処分（指定処分の有無）、解体施設の廃止状況（清掃灰出しの有無）、解体撤去の範囲、ピット等地中物の扱い、解体後の敷地の整備等である。環境対策条件は施設の養生方法、工事排水の処理、排気の処理等に関することである。解体廃棄物等保管・処分条件は、要綱において具体的に定められているが、これ以外にも指定する条件がある場合は提示する。環境モニタリング条件は土壌分析及び大気環境分析について測定場所や回数など測定条件を提示するものである。最後に施設内の空気中のダイオキシン類濃度及び施設内残留物のダイオキシン類濃度の提示である。これは施設の汚染レベルを端的に示すものであり、これにより基本的な工事のダイオキシン対策レベルが決まることになる。

解体業者から解体工事の見積り計画書が提出されるとその内容を確認しなければならない。要綱の内容はもちろんのこと工事発注条件が具体的に計画されているかの確認である。これが確認できれば工事発注への準備ができたことになる。工事がスタートすれば先に述べた留意事項を参考に工事を管理・監督することになる。この流れは図3に示すとおりである。

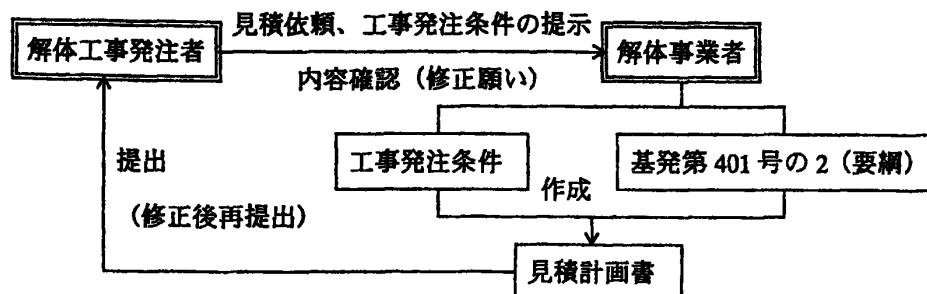


図3 解体工事見積り依頼から見積り計画書の提出、内容確認までの流れ

附 件 二

(諸 君 補 冊)

3. 廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策 要綱

第1 趣旨

ダイオキシン類対策特別措置法施行令（平成11年政令第433号）別表第1第5号に掲げる廃棄物焼却炉を有する廃棄物の焼却施設（以下「廃棄物の焼却施設」という。）における焼却炉等の運転、点検等作業及び解体作業に従事する労働者のダイオキシン類へのばく露を未然に防止することが重要であることから、厚生労働省では、平成13年4月に労働安全衛生規則の一部を改正し、廃棄物の焼却施設におけるダイオキシン類へのばく露防止措置を規定したところである。本対策要綱は、改正後の労働安全衛生規則に規定された事項を踏まえ、事業者が講ずべき基本的な措置を示し、労働者のダイオキシン類へのばく露防止の徹底を図ることを目的とするものである。

第2 対象作業

1 作業の分類

本対策要綱における「ダイオキシン類」とは、ポリ塩化ジベンゾフラン、ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン及びコプラナーPCBをいい、対象となる作業は、廃棄物の焼却施設において行われる次の(1)及び(2)の作業（以下「運転、点検等作業」という。）並びに(3)の作業（以下「解体作業」という。）であり、これらを合わせて廃棄物焼却施設内作業ということ。

(1) 廃棄物の焼却施設におけるばいじん及び焼却灰その他の燃え殻の取扱いの業務に係る作業

具体的には、

ア 焼却炉、集じん機等の内部で行う灰出しの作業

イ 焼却炉、集じん機等の内部で行う設備の保守点検等の作業の前に行う清掃等の作業

ウ 焼却炉，集じん機等の外部で行う焼却灰の運搬，飛灰（ばいじん等）の固化等焼却灰，飛灰等を取り扱う作業

エ 焼却炉，集じん機等の外部で行う清掃等の作業

オ 焼却炉，集じん機等の外部で行う上記ア及びイの作業の支援及び監視等の作業

(2) 廃棄物の焼却施設に設置された廃棄物焼却炉，集じん機等の設備の保守点検等の業務に係る作業

具体的には，

ア 焼却炉，集じん機等の内部で行う設備の保守点検等の作業

イ 焼却炉，集じん機等の外部で行う焼却炉，集じん機その他の装置の運転，保守点検等の作業

ウ 焼却炉，集じん機等の外部で行う(2)のアの作業の支援，監視等の作業

ただし，保守点検等に伴い，ばいじん及び焼却灰その他の燃え殻等を取り扱う場合は，上記(1)の作業に該当すること。

(3) 廃棄物の焼却施設に設置された廃棄物焼却炉，集じん機等の設備の解体等の業務及びこれに伴うばいじん及び焼却灰その他の燃え殻の取扱いの業務に係る作業

具体的には，

ア 廃棄物焼却炉，集じん機，煙道設備，排煙冷却設備，洗煙設備，排水処理設備及び廃熱ボイラー等の設備の解体又は破壊の作業

イ 上記アに係る設備の大規模な撤去を伴う補修・改造の作業

ウ 上記ア及びイの作業に伴うばいじん及び焼却灰その他の燃え殻を取り扱う作業

ただし，耐火煉瓦の取替え等，定期的に行う点検補修作業で大規模な撤去を伴わない作業については，上記(2)の作業に該当すること。

なお，本対策要綱の適用対象は，事業場に設置されたダイオキシン類対策特別措置法施行令（平成11年政令第433号）別表第1第5号に掲げる廃棄物焼

却炉（火床面積が0.5平方メートル以上又は焼却能力が1時間当たり50キログラム以上のものに限る。）を行する廃棄物の焼却施設において行われる作業であるが、本対策要綱の適用対象より小規模の焼却施設において行われる作業についても、本対策要綱に準じばく露防止対策を講ずることが望ましいものであること。

2 遠隔操作等で行う作業及びばく露の少ない廃棄物焼却炉における作業の適用関係

(1) 遠隔操作等で行う作業

本対策要綱は、①ガラス等により隔離された場所において遠隔操作で行う作業、②密閉系で灰等をベルトコンベア等で運搬するのを監視する作業等、焼却灰及び飛灰に労働者がばく露することのない作業については、適用されないものであること。

(2) ばく露の少ない焼却炉における作業

本対策要綱は、運転、点検等作業について、下記のアからエに掲げる条件を全て満たす焼却炉における作業については、ダイオキシン類にばく露することが少ないため、本対策要綱のうち法令に定める事項である第3の1の(1)、(2)、(3)及び(6)のイ、並びに第3の2の(2)のアに定める事項に限り適用することとする。なお、これ以外の事項については、必要に応じて適用すること。

ア ダイオキシン類特別措置法（平成11年法律第105号）第28条に定めるばいじん及び焼却灰その他の燃え殻のダイオキシン類の測定結果が3000 (pg-TEQ/g-dry)より低いこと。

イ 第3の2の(2)のア及びウの空気中のダイオキシン類濃度の測定結果から別紙2により決定する管理区域が、第1管理区域であること。

ウ 屋外に設置された焼却炉であること。

エ 単一種類の物を焼却する専用の焼却炉であること。

第3 ばく露防止対策

1 運転、点検等作業及び解体作業において共通して講ずべき措置

(1) 特別教育

運転、点検等作業又は解体作業を行う事業者（以下「対象作業を行う事業者」という。）は、労働者に労働安全衛生規則第592条の7及び特別教育規程に定めるところにより、特別教育を行うこと。

(2) 作業指揮者の選任

対象作業を行う事業者は、労働安全衛生規則第592条の6に定めるところにより、化学物質についての知識を有する者等の中から作業指揮者を選任し、作業を指揮させるとともに、作業に従事する労働者の保護具の着用状況及びダイオキシン類を含む物の発散源の湿潤化の確認を行わせること。

なお、コンクリート造の工作物の解体作業等においては、併せてコンクリート造の工作物の解体等作業主任者を選任する必要があること。

(3) 発散源の湿潤化

対象作業を行う事業者（第2の1の(2)の作業のみを行う事業者を除く。）は、労働安全衛生規則第592条の4に定めるところにより、作業場におけるダイオキシン類を含む物の発散源を湿潤な状態のものとしなければならないこと。ただし、当該発散源を湿潤な状態のものとすることが著しく困難なときは、この限りではないこと。

(4) 健康管理

対象作業を行う事業者は、労働者に対し、労働安全衛生法に基づく一般健康診断を確実に実施するとともに、ダイオキシン類へのばく露による健康不安を訴える労働者に対して、産業医等の意見を踏まえ、必要があると認める場合に、就業上の措置等を適切に行うこと。

また、事故、保護具の破損等により当該労働者がダイオキシン類に著しく汚染され、又はこれを多量に吸入したおそれのある場合は、速やかに当該労働者に医師による診察又は処置を受けさせること。なお、この場合には、必要に応じて、当該労働者の血中ダイオキシン類濃度測定を行い、そ

の結果を記録して30年間保存しておくこと。

(5) 就業上の配慮

対象作業を行う事業者は、女性労働者については、母性保護の観点から、廃棄物焼却施設における運転、点検等作業及び解体作業における就業上の配慮を行うこと。

(6) 保護具

対象作業を行う事業者は、次の措置を講ずること。

ア 保護具の管理

(ア) 保護具の着用状況の管理

a 労働者に対する呼吸用保護具の着脱訓練の実施

労働者に対して、呼吸用保護具のフィットテストの方法、緊急時の対処方法及び呼吸用保護具の正しい着脱方法・着脱手順等について訓練を行うことにより習得させること。

b 作業開始前における保護具の着用状況の確認

労働者に保護具の着用状況の確認を相互に行わせること。

(イ) 作業後における保護具の取外し等

作業を行った後の保護具は汚染されているおそれがあることから、以下の措置を講ずること。

a 作業場と更衣場所の間に 保護具の汚染及び焼却灰等を除去するためのエアシャワー等の汚染物除去設備を設けること。

b 保護具の着脱は、アの(イ)の a の汚染物除去設備が存在する場所ではなく更衣場所において行うこと。また、保護具は更衣場所から汚染された状態で持ち出させないこと。

(ウ) 保護具は日常の保守点検を適切に行うこと。

(エ) ダイオキシン類で汚染されたおそれのある保護具は、使い捨てが指定されているもの及び手入れの方法が別に定められている呼吸用保護具のろ過材及び吸収缶を除き、清水、温水、中性洗剤及びヘキサシ等により洗浄すること。

- (オ) ダイオキシン類で表面が汚染されたおそれのある治具・工具及び重機等の機材は、使い捨てが指定されているものを除き、清水、温水、中性洗剤及びヘキサン等により洗浄すること。
- (カ) ヘキサン等により洗浄する場合は、溶解したダイオキシン類によるばく露防止措置を講ずること。
- (キ) プレッシャデマンド形エアラインマスクには、ダイオキシン類、一酸化炭素等の有害物質、オイルミスト及び粉じん等を含まない清浄な空気を供給すること。

イ 保護具の選定

労働安全衛生規則第592条の5に定めるところにより別紙3に示す保護具について、運転、点検等作業については別紙4に掲げる方法で、解体作業については別紙5に掲げる方法で選択し労働者に使用させること。

ただし、高所作業又は臨時の作業においては下記のとおりとすること。

(ア) 高所作業における特例

レベル3の保護具を使用する作業場における高所作業で、エアラインのホースが作業の妨げとなる場合又はエアラインのホースの当該場所までの延長が困難な場合は、当該作業場所近傍に十分な能力を有するエアラインの接続箇所を設置するとともに、各接続箇所間の移動においては、プレッシャデマンド形エアラインマスクでエアラインを外した時、防じん防毒併用呼吸用保護具となるものを使用させること。なお、エアラインの接続箇所の設置が困難である場合には、プレッシャデマンド形空気呼吸器を使用させること。

また、墜落防止のため、安全な作業床を設けること。なお、安全な作業床を設けることが困難である場合には、安全帯を使用する等墜落防止措置を講ずること。

(イ) 臨時の作業における特例

レベル3の保護具を使用する作業場において足場の設置・解体作業等臨時の作業を行う場合であって、エアラインマスクを使用すること

が困難な場合には、次のaからcに掲げる措置を講じた上で、防じん防毒併用タイプ呼吸用保護具を使用して作業を行わせても差し支えないものであること。ただし、作業前に測定した空気中のダイオキシン類濃度について、第3の2の(2)のウの管理区域の決定方法によって行った管理区域（解体作業にあってはこれを準用した管理区域）が第3管理区域となるときは、プレッシャデマンド型空気呼吸器を使用させること。

- a 作業前に床面の清掃を行うこと。
- b デジタル粉じん計等により、作業を行っている間に連続して空気中の粉じん濃度の測定を実施すること。
- c 作業を行っている間、粉じん及びガス状のダイオキシン類を発散させるおそれのある作業を中断すること。

(7) 休憩室使用の留意事項

対象作業を行う事業者は、労働者の作業衣等に付着した焼却灰等により、休憩室が汚染されない措置を講ずること。

(8) 喫煙等の禁止

対象作業を行う事業者は、作業が行われる作業場では、労働者が喫煙し、又は飲食することを禁止すること。

2. 運転、点検等作業において講ずべき措置

(1) 安全衛生管理体制の確立

ア 廃棄物の焼却施設を管理する事業者の実施事項

廃棄物の焼却施設を管理する事業者は、次の措置を講ずること。

(ア) ダイオキシン類対策委員会

産業医、衛生管理者、(イ)の対策責任者等で構成する「ダイオキシン類対策委員会」を設置し、本対策要綱に定める措置等を盛り込んだ「ダイオキシン類へのばく露防止推進計画」（以下「推進計画」という。）を策定すること。

(イ) 対策責任者の選任

労働者のダイオキシン類へのばく露防止対策を講じるに当たり、本対策要綱に定める措置を適切に行うため、ダイオキシン類対策の対策責任者を定め、次の職務を行わせること。

- a ダイオキシン類対策委員会の運営及び推進計画の委託先事業者、関係請負人等への周知
- b (ウ)の協議組織の運営
- c その他推進計画の実施に関する事項

(ウ) 委託先事業者、関係請負人等との協議組織

廃棄物の焼却施設における作業の全部又は一部を他に委託し、又は請負人に請け負わせている場合には、全ての関係事業者が参加する協議組織を設置し、当該作業を行う労働者のダイオキシン類へのばく露防止を図るため推進計画に基づく具体的な推進方法等を協議すること。

イ 受託事業者又は関係請負人の実施に関する事項

運転、点検等作業の全部又は一部を受託し、又は請け負っている事業者は、ダイオキシン類対策の実施責任者を定め、推進計画を踏まえた対策を実施させること。

(2) 空気中のダイオキシン類濃度の測定

運転、点検等作業を行う事業者は、次の措置を講ずること。なお、廃棄物の焼却施設を管理する事業者が、既に測定を行っている場合については、この結果を用いて差し支えないこと。

ア 空気中のダイオキシン類の測定

運転、点検等作業が常時行われる作業場について、労働安全衛生規則第592条の2に定めるところにより、別紙1の方法により、空気中のダイオキシン類濃度の測定を行うこと。

イ 測定結果の保存

測定者、測定場所を示す図面、測定日時、天候、温度・湿度等測定条件、測定機器、測定方法、ダイオキシン類濃度等を記録し、30年間保存

すること。

ウ 管理区域の決定

作業環境評価基準（昭和63年労働省告示第79号）に準じて、別紙2の方法により管理区域を決定すること。

なお、ダイオキシン類の管理すべき濃度基準は、 $2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$ とすること。

エ 焼却灰等の粉じん、ガス状ダイオキシン類の発散防止対策

ウの結果、第2管理区域又は第3管理区域となった作業場において、次に掲げる方法等により、焼却灰等の粉じん及びガス状ダイオキシン類の発散を防止する対策を行うこと。

- (ア) 燃焼工程、作業工程の改善
- (イ) 発生源の密閉化
- (ウ) 作業の自動化や遠隔操作方法の導入
- (エ) 局所排気装置及び除じん装置の設置
- (オ) 作業場の湿潤化

なお、以上の測定についてのダイオキシン類分析は、国が行う精度管理指針等に基づき、適切に精度管理が行われている機関において実施するとともに、その結果については、関係労働者に周知すること。

3 解体作業において講ずべき措置

(1) 対象施設の情報提供

解体作業を行う場合、廃棄物の焼却施設を管理する事業者は、解体作業を請け負った元方事業者等に、解体対象施設の図面及び6月以内に測定した対象施設の空気中のダイオキシン類濃度の測定結果がある場合にはこれを解体作業前に提供すること。

(2) 安全管理体制の確立

解体作業を請け負った元方事業者は、次の措置を講ずること。

ア 統括安全衛生管理体制

労働安全衛生法第15条等に定めるところにより、その労働者及び請負人の労働者の人数に応じ、統括安全衛生責任者又は元方安全衛生管理者等を選任する等、統括安全衛生管理体制の確立を図ること。

イ 関係請負人との協議組織等

労働安全衛生法第30条に定めるところにより、全ての関係請負人が参加する協議組織を設置し、混在作業による危険の防止に関して協議すること。また、関係請負人に対し安全衛生上必要な指導等を行うこと。

(3) 空気中のダイオキシン類の測定及びサンプリング

解体作業を行う事業者は、次の措置を講ずること。

ア 空気中のダイオキシン類の測定

解体作業が行われる作業場について、別紙1の方法により、空気中のダイオキシン類濃度の測定を単位作業場所ごとに1箇所以上、解体作業開始前、解体作業中に少なくとも各1回以上行うこと。なお、解体作業前の測定については、廃棄物の焼却施設を管理する事業者が、解体作業開始前6月以内に測定を行っている場合については、この結果を用いて差し支えないこと。

イ 解体対象設備の汚染物のサンプリング調査

労働安全衛生規則第592条の2に定めるところにより、汚染物のサンプリング調査を事前に実施すること。

(ア) 汚染物のサンプリング調査時のばく露防止対策

汚染物のサンプリング調査作業を行うに当たっては、別紙3に示すレベル3の保護具を着用して作業を行うこと。

(イ) サンプリング調査の対象設備及び対象物

サンプリング調査対象設備及び対象物は、次のとおりとすること。

- a 焼却炉本体 炉内焼却灰及び炉壁付着物
- b 廃熱ボイラー缶外付着物
- c 煙突 煙突下部付着物
- d 煙道煙道内付着物

- e 除じん装置 装置内堆積物及び装置内壁面等付着物
- f 排煙冷却設備設備内付着物
- g 排水処理設備設備内付着物
- h その他の設備付着物

なお、サンプリング対象物におけるダイオキシン類含有量が同程度であることが客観的に明らかである場合は、必ずしも全ての対象についてサンプリングする必要はない。例えば、①除じん装置の汚染物においてダイオキシン類含有量が3000pg-TEQ/g以下の濃度である場合の焼却炉本体、廃熱ボイラー、煙突及び煙道におけるサンプリングの省略（廃棄物焼却施設運転中のダイオキシン類の測定結果等により、除じん装置の汚染物における含有量が最も高いことが明らかである場合に限る。）、③煙突と煙道が一体となっている場合の一方の設備におけるサンプリングの省略、②小規模施設で設備ごとの区分ができない場合のサンプリングの一括化等がある。

(ウ) 追加的サンプリング調査の実施

汚染物のサンプリング調査の結果、3000pg-TEQ/gを超えるダイオキシン類が検出された場合には、その周囲の箇所（少なくとも1点以上）における汚染状況の追加調査を行うこと。

(エ) サンプリング調査の記録及び記録の保存

サンプリング調査に当たっては、日時（年月日及び時間）、実施者名、サンプリング調査時の温度、湿度、サンプリング調査方法（方法及び使用した工具等）及びサンプリング調査箇所を示す写真・図面等の項目について記録し、その記録を30年間保存すること。

なお、以上の測定、サンプリングについてのダイオキシン類分析は、国が行う精度管理指針等に基づき、適切に精度管理が行われている機関において実施するとともに、その結果については、関係労働者に周知すること。

(4) 解体作業の計画の届出

労働安全衛生法第88条及び労働安全衛生規則第90条第5号の3に定めるところにより、廃棄物焼却炉（火格子面積が2m²以上又は焼却能力が1時間当たり200kg以上のものに限る。）を有する廃棄物の焼却施設に設置された廃棄物焼却炉、集じん機等の設備の解体等の仕事を行う事業者は、工事開始の日の14日前までに次の書類を添付して所轄労働基準監督署長に対し、計画の届出を行うこと。

ア 仕事を行う場所の周囲の状況及び四隣との関係を示す図面

イ 解体等をしようとする廃棄物焼却施設等の概要を示す図面

具体的には、

解体作業を行う廃棄物焼却施設、建設物の概要を示す図面（平面図、立面図、焼却炉本体、煙道設備、除じん設備、排煙冷却設備、洗煙設備、排水処理設備、廃熱ボイラー等の概要を示すもの。）

ウ 工事用の機械、設備、建設物等の配置を示す図面

エ 工法の概要を示す書面又は図面

オ 労働災害を防止するための方法及び設備の概要を示す書面又は図面

具体的には、

(ア) ダイオキシン類ばく露を防止するための方法及び設備の概要を示す書面又は図面（除去処理工法、作業の概要、除去後の汚染物管理計画、使用する保護具及びその保護具の区分を決定した根拠等）

(イ) 統括安全衛生管理体制を示す書面

(ウ) 特別教育等の労働衛生教育の実施計画

(エ) 解体作業対象施設における事前の空气中ダイオキシン類濃度測定結果

(オ) 解体作業対象施設における事前の汚染物のサンプリング調査結果

(カ) 解体作業中の空气中ダイオキシン類濃度測定計画

カ 工程表

なお、これらの書類に記載された内容に大幅な変更が生じるときにはその内容を速やかに所轄労働基準監督署長あて報告すること。

(5) 解体方法の選択

解体作業を行う事業者は、①作業前に測定した空気中のダイオキシン類濃度測定結果、②解体対象設備の汚染物のサンプリング調査結果、③付着物除去記録等を用いて別紙6の方法により、解体方法の決定を行うこと。

(6) 付着物除去作業の実施

事業者は、労働安全衛生規則第592条の3に基づき、解体作業実施前に設備の内部に付着したダイオキシン類を含む物の除去を十分に実施すること。

当該付着物除去作業の際には、

ア 作業場所を仮設構造物（壁等）又はビニールシートにより他の作業場所と隔離すること。

イ 高濃度の場合には、可能な限り遠隔操作により作業を行うこと。

ウ 煙道等狭隘な場所においては、高圧水洗浄等により付着物除去を行う等、適切な措置を講ずること。

なお、付着物除去結果の確認のため、付着物除去前後の写真撮影を入念に行い、その結果を保存すること。

(7) 作業場所の分離・養生

事業者は、ダイオキシン類による汚染の拡散を防止するため、管理区域ごとに仮設の壁等による分離、あるいはビニールシート等による作業場所の養生を行うこと。

(8) 周辺環境への対応

事業者は、解体作業によって生じる排気、排水及び解体廃棄物による周辺環境への影響を防止するため、次の措置を講ずること。

ア 排気処理

ダイオキシン類に汚染された空気及び粉じん等をチャコールフィルター等により適切な処理を行った上で、排出基準に従い、大気中に排出すること。

イ 排水処理

解体作業により生じるダイオキシン類により汚染された排水は、関係

法令で定める排出水の基準（10pg-TEQ/1）を満たすことが可能な凝集沈殿法等の処理施設で処理した後、外部に排水すること。

ウ 解体廃棄物の処理

汚染除去された又は除去する必要のない解体廃棄物については、廃棄物処理法に沿って、一般廃棄物、産業廃棄物及び特別管理産業廃棄物ごとに、廃棄物の種類に応じて分別して排出し、処分すること。

粉じん等汚染物及びダイオキシン類汚染解体廃棄物についても、廃棄物処理法に沿って、一般廃棄物、特別管理一般廃棄物、産業廃棄物及び特別管理産業廃棄物ごとに、廃棄物の種類に応じて分別して排出し、処分すること。

分別作業に際してはサンプルのダイオキシン類分析結果等を参考に、それぞれの汚染状況に応じて関係法令に基づき処理又は処理されるまでの間一時保管を行うこと。また、高濃度汚染物の詰替え作業を行う場合は作業を行う場所を保護具選定に係る第3管理区域とすること。

エ その他廃棄物の処理

付着物除去作業及び解体作業によって生じた汚染物は、飛散防止措置を講じたうえで密閉容器に密封し、関係法令に基づき処理されるまでの間、作業の妨げとならない場所に隔離・保管すること。

オ 周辺環境等の調査

すべての解体作業終了後、当該施設と施設外の境界部分において環境調査を行うこと。

別紙 1

空気中のダイオキシン類濃度の測定方法

作業環境における空気中のダイオキシン類の濃度測定は、作業環境測定基準（昭和51年労働省告示46号）に準じた次の方法により行うこと。

1 測定の頻度

運転、点検等作業について、6か月以内ごとに1回、定期に実施すること。
また、施設・設備、作業工程又は作業方法について大幅な変更を行った場合は、改めて測定を行うこと。

2 測定の時間帯

焼却炉、集じん機及びその他の装置の運転等の作業が定常の状態にある時間帯に行うこと。

なお、作業場が屋外の場合には、雨天、強風等の悪天候時は避けること。

3 測定の位置

(1) 作業場が屋内の場合

次により、測定を行うこと。

ア A測定に準じた測定を行うこと。また、その測定点は、単位作業場所（当該作業場の区域のうち労働者の作業中の行動範囲、有害物の分布等の状況等に基づき定められる測定のために必要な区域をいう。以下同じ。）の床面上に6メートル以下の等間隔で引いた縦の線と横の線との交点の床上50センチメートル以上150センチメートル以下の位置（設備等があった測定が著しく困難な位置を除く。）とすること。

さらに、測定点の数は、単位作業場所について5以上とすること。

イ 粉じんの発散源に近接する場所において作業が行われる単位作業場所
にあつては、アに定める測定のほか、当該作業が行われる時間のうち粉
じんの濃度が最も高くなると思われる時間に、当該作業の行われる位置
においてB測定に準じた測定を行うこと。

(2) 作業場が屋外の場合

粉じんの発散源に近接する場所ごとに、B測定に準じた測定を行うこと。

4 空気中のダイオキシン類及び総粉じんの濃度測定

(1) 粉じん、ガス状物質及び微細粒子のダイオキシン類濃度を測定する場
合

空気中のダイオキシン類の濃度測定に際してはハイポリウムサンプラー
に粉じん捕集ろ紙とウレタンフォームが直列に装着できるウレタンホルダ
をセットした上で測定を行うこと。

また、測定結果の分析の際にはろ紙上の粉じんとウレタンフォームに捕集
されたガス状物質及び微細粒子を合計し、ガス状物質及び微細粒子合計の
ダイオキシン類を分析すること。

なお、以下アからウの場合には、ガス状物質及び微細粒子を別々に分
析し、それぞれのダイオキシン類を算出すること。

ア 廃棄物焼却施設の解体作業前に測定するダイオキシン類の測定

イ 高温作業場所のような適切な保護具等の選定が不可欠である場合のダ
イオキシン類の測定

ウ 運転、点検等作業において保護具を選定する場合のダイオキシン類
の測定

なお、ガス状のダイオキシン類濃度を正しく把握するため、サンプリン
グ時間は、4時間以上（ガス状物質と粉じんの合量としてダイオキシン類
濃度を測定する際は、2時間以上）となるようにすること。

(2) 空気中の総粉じんの濃度測定方法

ア ろ過捕集方法及び重量分析方法による場合

試料の採取方法は、ローボリウムサンプラーを用いて、オープンフェイス型ホルダにろ過材としてグラスファイバーろ紙を装着し、吸引量は、毎分20～30リットルとすること。なお、粉じんの測定に関するA測定及びB測定のサンプリング時間は各測定点につき10分間以上とすること。

イ デジタル粉じん計を用いる方法

空気中の総粉じん濃度の測定については、デジタル粉じん計を用いて差し支えないこと。なお、粉じんの測定に関するA測定及びB測定のサンプリング時間は、各測定点につき10分間以上とすること。

5 併行測定について

- (1) 単位作業場所（作業が屋外の場合には、粉じん発生源に近接する場所）の1以上の測定点において併行測定を行うこと。
- (2) 併行測定点での空気中の総粉じんの濃度測定は、(3)のサンプリング時間と同じ時間併行して行うこと。
- (3) 併行測定点での空気中のダイオキシン類の濃度測定は、ろ過捕集方法及びガスクロマトグラフ質量分析方法又はこれと同等以上の性能を有する分析方法によること。また、試料の採取方法は、フィルター、ウレタンフォーム及びハイボリウムサンプラーを用いて、毎分500～1000リットルの吸引量とすること。

6 ダイオキシン類の毒性等量の算出方法

ダイオキシン類の毒性等量は、各異性体の濃度に毒性等価係数（ダイオキシン類対策特別措置法施行規則第3条別表第3）を乗じて算出し、それらを合計して算出する。このとき定量下限値、検出下限値との関係においては次のとおり取り扱うこと。

- (1) 定量下限値以上の値と定量下限値未満で検出下限値以上の値は、そのまま使用すること。
- (2) 検出下限値未満のものは、検出下限値の2分の1の値を用いること。

7 D値の算出及びD値を用いたダイオキシン類濃度の推定

日常におけるダイオキシン類濃度の推定は、粉じん吸着しているダイオキシン類の含有率を算出し、空気中の総粉じんの濃度にその含有率を乗じてダイオキシン類の濃度を推定するため、次によりD値を求め、その値を2回目以降の測定に使用してもよい。ただし、作業場の施設、設備、作業工程又は作業方法について大幅な変更を行った場合は、改めて併行測定を行いD値を再度求めること。

(1) D値の算出について

4の(1)及び(2)の方法で測定した「空気中の総粉じんの濃度」及び「空気中のダイオキシン類の濃度」を用いて次の式からD値を求めること。

$$D \text{ 値} = \frac{\text{空気中のダイオキシン類の濃度 (pg-TEQ/m}^3\text{)}}{\text{空気中の総粉じんの濃度 (mg/m}^3\text{) 又は (cpm)}}$$

(ただし、屋内の場合 温度25℃ 1気圧)

屋外の場合 温度20℃ 1気圧)

空気中のダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/m³) =ろ紙上の粉じん中のダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/m³) +ウレタンフォームに捕集されたガス状物質及び微細粒子中のダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/m³)

(2) D値を用いた空気中のダイオキシン類濃度の推定

各測定点の空気中のダイオキシン類濃度は、D値を用いて次式により空気中の総粉じん濃度を用いて評価することができること。

$$\begin{aligned} & \text{空気中のダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/m}^3\text{)} \\ & = D \text{ 値} \times \text{空気中の総粉じん濃度 (mg/m}^3\text{) 又は (cpm)} \end{aligned}$$

(3) ダイオキシン類濃度が低いと思われる焼却炉の特例

以下アからウの条件を満たす焼却炉は、別途示す通知に基づき、4の(2)のア又はイの方法を用いて、1回目から空気中の総粉じん濃度を測定し、

当該通知に示される標準的なD値をもとにダイオキシン類濃度を測定しても差し支えないこと。

ア ダイオキシン類特別措置法第28条に定めるばいじん及び焼却灰その他の燃え殻のダイオキシン類の測定結果が3000(pg-TEQ/g-dry)より低いこと。

イ 屋外に設置された焼却炉であること。

ウ 単一種類の物を焼却する専用の焼却炉であること。

別紙 2

作業環境評価基準に準じた管理区域の決定方法

1 作業場が屋内の場合

空気中のダイオキシン類濃度測定の結果を評価し、単位作業場所を第1管理区域から第3管理区域までに区分すること。なお、第1評価値及び第2評価値とは、作業環境評価基準第3条に準じて計算した評価値をいうものであること。

(1) 第1管理区域

第1評価値及びB測定に準じた測定の測定値（2以上の測定点においてB測定に準じた測定を実施した場合には、そのうちの最大値。1の(2)及び(3)において同じ。）が管理すべき濃度基準に満たない場合

(2) 第2管理区域

第2評価値が管理すべき濃度基準以下であり、かつ、B測定に準じた測定の測定値が管理すべき濃度基準の1.5倍以下である場合（第1管理区域に該当する場合を除く。）

(3) 第3管理区域

第2評価値が管理すべき濃度基準を超える場合又はB測定に準じた測定の測定値が管理すべき濃度基準の1.5倍を超える場合

2 作業場が屋外の場合

空気中のダイオキシン類濃度測定の結果を評価し、作業場所を粉じん発生源に近接する場所ごとに第1管理区域から第3管理区域に区分することにより行うこと。

(1) 第1管理区域

測定値が管理すべき濃度基準に満たない場合

(2) 第2管理区域

測定値が管理すべき濃度基準以上であり、かつ、管理すべき濃度基準の1.5倍以下である場合

(3) 第3管理区域

測定値が管理すべき濃度基準の1.5倍を超える場合

別紙 3

保護具の区分

1 レベル 1

呼吸用保護具 防じんマスク

作業着等 粉じんの付着しにくい作業着，保護手袋等

安全靴

保護帽（ヘルメット）

保護衣，保護靴，安全帯，耐熱服，溶接用保護メガネ等は作業内容に応じて適宜使用すること。

なお，防じんマスクは，①型式検定合格品であり，②取替え式であり，かつ③粉じん捕集効率の高いものを使用すること。

2 レベル 2

呼吸用保護具 防じん防毒併用タイプ呼吸用保護具（防じんマスク及び防毒マスクの両方の型式検定に合格しているものをいう。）又は防じん機能を有する防毒マスク

保護衣 密閉形防護服（JIST8115）
（耐水性のもの）

なお，耐水性のものとは，通常作業で耐水圧1000mm以上を目安とし，直接水に濡れる作業については，耐水圧2000mm以上を目安とすること。以下同様。

保護手袋 化学防護手袋（JIST8116）

安全靴または保護靴

作業着等 長袖作業着（又は長袖下着），長ズボン，ソックス，手袋等（これらの作業着等は，綿製が望ましい。）

保護帽（ヘルメット）

保護靴，安全带，耐熱服，溶接用保護メガネ等は作業内容に応じて適宜使用すること。

なお，防じん防毒併用タイプ呼吸用保護具及び防じん機能を有する防毒マスクは，①型式検定合格品であり，②取替え式であり，③粉じん捕集効率の高いものであり，かつ④有機ガス用のものを使用すること。

3 レベル3

呼吸用保護具 プレッシュデマンド形エアラインマスク（JIST8153）
又はプレッシュデマンド形空気呼吸器（JIST8155）
（面体は全面形面体）

保護衣 密閉形防護服（JIST8115）（耐水性のもの。）

保護手袋 化学防護手袋（JIST8116）

保護靴 化学防護長靴（JIST8117）

作業着等 長袖作業着（又は長袖下着），長ズボン，ソックス，
手袋等（これらの作業着等は，綿製が望ましい。）

保護帽（ヘルメット）

安全带，耐熱服，溶接用保護メガネ等は作業内容に応じて適宜使用すること。

4 レベル4

保護衣 送気式気密服，自給式呼吸用保護具内装形気密服，自給式呼吸用保護具外装形気密服及び自給式呼吸用保護具併用形密閉服（JIST8115）

（気密服，密閉服は耐水性のものに限る。また，自給式呼吸用保護具併用形密閉服の場合，自給式呼吸用保護具はプレッシュデマンド形空気呼吸器に限る。）

保護手袋 化学防護手袋（JIST8116）

保護靴 化学防護長靴（JIST8117）

作業着等長袖作業着（又は長袖下着），長ズボン，ソックス，手袋等（これらの作業着等は，綿製が望ましい。）

保護帽（ヘルメット）

安全帯，耐熱服，溶接用保護メガネ等は作業内容に応じて適宜使用すること。

別紙 4

運転、点検等作業における空気中のダイオキシン類濃度の測定結果による保護具の選定

運転、点検等作業が行われる作業場における空気中のダイオキシン類濃度の測定
(6月以内ごと)



屋内作業場での管理区域の決定

	第1評価値 $2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$	第2評価値 $\leq 2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3 \leq$ 第1評価値	第2評価値 > $2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$
日測定値 <math>< 2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math>	第1管理区域	第2管理区域	第3管理区域
$2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3 \leq$ 日測定値 $\leq 3.75\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$	第2管理区域	第2管理区域	第3管理区域
$3.75\text{pg-TEQ}/\text{m}^3 <$ 日測定値	第3管理区域	第3管理区域	第3管理区域

屋外作業場での管理区域の決定

測定値 <math>< 2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math>	第1管理区域
$2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3 \leq$ 測定値 $\leq 3.75\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$	第2管理区域
$3.75\text{pg-TEQ}/\text{m}^3 <$ 測定値	第3管理区域



第2管理区域及び第3管理区域については、焼却灰等の粉じん、ガス状ダイオキシン類の防止対策(第3の2(2)の工)



作業の種類	保護具の区分	
炉等内における灰出し、清掃、保守点検等の作業	レベル2(ただし第3管理区域であればレベル3)	
炉等外における焼却灰の運搬、飛灰の固化、清掃、運転、保守点検、作業の支援、監視等の業務	$1\text{pg-TEQ}/\text{m}^3 <$ ガス体の測定値	レベル2(ただし第3管理区域であればレベル3)
	ガス体の測定値 <math>< 1\text{pg-TEQ}/\text{m}^3</math>	レベル1

解体作業における焼却施設の測定結果等による保護具の選定

解体対象焼却施設の空气中的ダイオキシン類濃度の測定結果
(第3の3(3)のア)

	第1評価値 < 2.5 $\mu\text{g-TEQ}/\text{m}^3$	第2評価値 \leq 2.5 $\mu\text{g-TEQ}/\text{m}^3$ \leq 第1評価値	第2評価値 > 2.5 $\mu\text{g-TEQ}/\text{m}^3$
B測定値 < 25 $\mu\text{g-TEQ}/\text{m}^3$	第1管理区域	第2管理区域	第3管理区域
25 $\mu\text{g-TEQ}/\text{m}^3$ \leq B測定値 \leq 3.75 $\mu\text{g-TEQ}/\text{m}^3$	第2管理区域	第2管理区域	第3管理区域
B測定値 > 3.75 $\mu\text{g-TEQ}/\text{m}^3$	第3管理区域	第3管理区域	第3管理区域

・設備に付着する汚染物のサンプリング調査(第3の3(3)のイ(イ)のa~hの対象設備)
↓
・3000 $\mu\text{g-TEQ}/\text{g}$ < サンプリング調査結果(d)
↓
・追加サンプリング(第3の3(3)のイ(ウ))

汚染除去・解体作業中、デジタル粉じん計等により連続した粉じん濃度測定等を行わない計画の場合

汚染物のサンプリング調査結果d($\mu\text{g-TEQ}/\text{g}$)に基づき、保護具選定に係る管理区域を決定する

	上表の第1管理区域	上表の第2管理区域	上表の第3管理区域
$d < 3000 \mu\text{g-TEQ}/\text{g}$	保護具選定に係る第1管理区域	保護具選定に係る第2管理区域	保護具選定に係る第3管理区域
$3000 \leq d < 4500 \mu\text{g-TEQ}/\text{g}$	保護具選定に係る第2管理区域	保護具選定に係る第2管理区域	保護具選定に係る第3管理区域
$4500 \mu\text{g-TEQ}/\text{g} \leq d$	保護具選定に係る第3管理区域	保護具選定に係る第3管理区域	保護具選定に係る第3管理区域

・ガス状ダイオキシン類の発生するおそれのある作業
・解体対象設備のダイオキシン類汚染状況が不明

保護具選定に係る第3管理区域

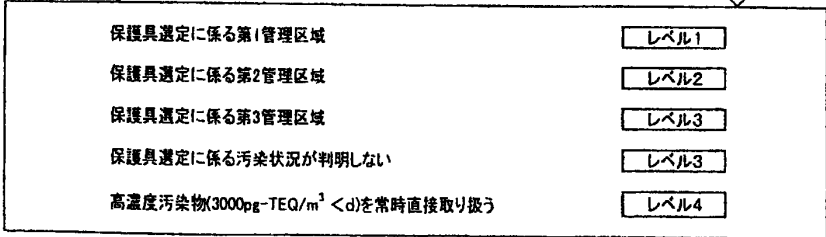
汚染除去・解体作業中、デジタル粉じん計等により連続した粉じん濃度測定等を行う計画の場合

過去の作業事例等から予想される粉じん濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)に汚染物のサンプリング調査結果d($\mu\text{g-TEQ}/\text{g}$)を乗じた値S($\mu\text{g-TEQ}/\text{m}^3$)に基づき、保護具選定に係る管理区域を決定する。なお、この方法で管理区域を決定する場合には、予想される粉じん濃度の算定根拠を示すこと。

	上表の第1管理区域	上表の第2管理区域	上表の第3管理区域
$S < 2.5 \mu\text{g-TEQ}/\text{m}^3$	保護具選定に係る第1管理区域	保護具選定に係る第2管理区域	保護具選定に係る第3管理区域
$2.5 \leq S < 3.75 \mu\text{g-TEQ}/\text{m}^3$	保護具選定に係る第2管理区域	保護具選定に係る第2管理区域	保護具選定に係る第3管理区域
$3.75 \mu\text{g-TEQ}/\text{m}^3 \leq S$	保護具選定に係る第3管理区域	保護具選定に係る第3管理区域	保護具選定に係る第3管理区域

・ガス状ダイオキシン類の発生するおそれのある作業
・解体対象設備のダイオキシン類汚染状況が不明

保護具選定に係る第3管理区域



別紙 6

解体方法の決定

1 解体作業第1管理区域内での解体作業

(1) 解体作業第1管理区域

次のいずれかを満たす場合を解体作業第1管理区域とする。

ア 汚染物サンプリング調査の結果 $d < 3000$ (pg-TEQ/g-dry) (連続して粉じん濃度測定を行う場合, $S < 2.5$ (pg-TEQ/m³))の場合

イ 汚染物サンプリング調査の結果 $d < 4500$ (pg-TEQ/g-dry) (連続して粉じん濃度測定を行う場合, $S < 3.75$ (pg-TEQ/m³))で、構造物の材料見本(使用前のもの)等と比べ客観的に付着物除去がほぼ完全に行われている場合

(2) 解体作業第1管理区域で選択できる解体方法及び使用機材

ア 手作業による解体：手持ち電動工具等

イ 油圧式圧砕，せん断による工法：圧砕機，鉄骨切断機等

ウ 機械的研削による工法：カッタ，ワイヤソー，コアドリル

エ 機械的衝撃による工法：ハンドブレーカ，削孔機，大型ブレーカ等

オ 膨張圧力，孔の拡大による工法：静的破砕剤，油圧孔拡大機

カ その他の工法：ウォータージェット，アブレッシブジェット，冷却して解体する工法等その他粉じんやガス体を飛散させないための新しい工法

キ 溶断による工法：ガス切断機等

なお，溶断による工法を選択する際には，4に示す措置を講じること。

(ただし，金属部材(汚染物の完全な除去が可能な形状のものに限る。)

であって，汚染物の完全な除去を行ったものについては，4の(5)の措置に代えて同一管理区域内の労働者にレベル1の保護具(呼吸用保護具はレベル2)を使用させることができること。)

2 解体作業第2管理区域内での解体作業

(1) 解体作業第2管理区域

次のいずれかを満たす場合を解体作業第2管理区域とする。

ア 汚染物サンプリング調査の結果 $3000 \text{ (pg-TEQ/g-dry)} \leq d < 4500 \text{ (pg-TEQ/g-dry)}$ (連続して粉じん濃度測定を行う場合は、 $2.5 \text{ (pg-TEQ/m}^3\text{)} \leq S < 3.75 \text{ (pg-TEQ/m}^3\text{)}$) の場合

イ 汚染状況の把握は困難であるものの、周囲の設備の汚染状況から見てダイオキシン類で汚染されている可能性が低い径の小さいパイプ等

(2) 解体作業第2管理区域で選択できる解体方法

1の(2)のアからカに掲げる方法

3 解体作業第3管理区域内での解体作業

(1) 解体作業第3管理区域

ア 次のいずれかを満たす場合を解体作業第3管理区域とする。

汚染物サンプリング調査結果、 $4500 \text{ (pg-TEQ/g-dry)} \leq d$ (連続して粉じん濃度測定を行う場合、 $3.75 \text{ (pg-TEQ/m}^3\text{)} \leq S$)で、付着物除去を完全に行うことが困難な場合

イ ダイオキシン類による汚染の状態が測定困難又は不明な場合

ウ 汚染状況の把握は困難であり、周囲の設備の汚染状況から見てダイオキシン類で汚染されている可能性があるパイプ等構造物

(2) 解体作業第3管理区域で選択できる解体方法及び使用機材

1の(2)のア及びイ。なお、解体物の構造上汚染除去がそれ以上実施できない場合であって、遠隔操作、密閉化、冷却化又は粉じんの飛散やガス状物質を発生させないその他の解体方法を選択する場合は、その解体方法を用いても差し支えない。

時間：2001 年（平成 13 年）10 月 17 日下午一時三十分

講課內容：戴奧辛的分析技術

講師：仲山仲次（日本環境衛生中心課長）

前言：日本自從 PCB 污染，造成公害病發生後，始重視戴奧辛之問題，1972 年某大學教授在一焚化廠發現戴奧辛，至此，日本著手進行戴奧辛之分析及研究，並依分析手冊進行。

討論：

1. 目前日本有二百多家廠商可進行戴奧辛之測試、檢驗、分析，相較於台灣僅有成功大學、佳美公司、正修、環檢所可採樣或分析，日本檢驗分析技術較本國成熟。
2. 在日本進行戴奧辛檢測約需 60 萬日幣（採樣 30 萬、分析 30 萬）。
3. PCDD、PCDF、PCBs 之構造（如附件一）。
4. PCDD、PCDF、PCBs 之毒性當量因子（TEF 值）（如附件二）。
5. 戴奧辛類之測定技術試料採取（如附件三）。
6. 戴奧辛類之測定技術試料前處理（如附件四）。
7. GC/MS 分析（如附件五）。
8. 精度管理（如附件六）。
9. 簡易測定（如附件七）。

1 ダイオキシン類ってなあに？

1 PCDD、PCDF及びコプラナーPCBを指します。

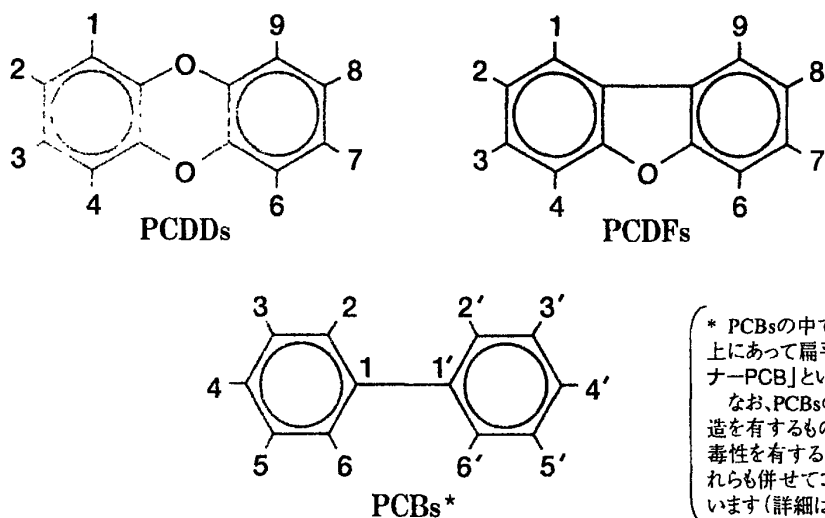
一般に、ポリ塩化ジベンゾーパラジオキシン（PCDD）とポリ塩化ジベンゾフラン（PCDF）をまとめてダイオキシン類と呼び、コプラナーポリ塩化ビフェニル（コプラナーPCB）のようなダイオキシン類と同様の毒性を示す物質をダイオキシン類似化合物と呼んでいます。

平成11年7月16日に公布されたダイオキシン類対策特別措置法（後述）においては、PCDD及びPCDFにコプラナーPCBを含めて“ダイオキシン類”と定義されました。

そこで、このパンフレットでは、PCDD及びPCDFにコプラナーPCBを含めて、「ダイオキシン類」ということにします。

ダイオキシン類は図1のように、基本的には炭素で構成されるベンゼン環（図1の の部分）が2つ、酸素（図1のO）で結合したりして、それに塩素が付いた構造をしています。図1の1～9及び2'～6'の位置には塩素又は水素が付いていますが、塩素の数や付く位置によっても形が変わるので、PCDDは75種類、PCDFは135種類、コプラナーPCBは十数種類の仲間があります（これらのうち毒性があるとみなされているのは29種類です。）。

【図1】 ダイオキシン類の構造図



* PCBsの中で2つのベンゼン環が同一平面上にあって扁平な構造を有するものを「コプラナーPCB」といいます。
 なお、PCBsの中には、同一平面上にない構造を有するものについてもダイオキシンと似た毒性を有するものがあり、我が国では現在、これらも併せてコプラナーPCBとして整理しています（詳細は2頁の表1のとおり。）。

2」ダイオキシン類全体の毒性の強さは毒性等量(TEQ)で表します。

ダイオキシン類は、毒性の強さがそれぞれ異なっており、PCDDのうち2と3と7と8の位置に塩素の付いたもの(2,3,7,8-TCDD)がダイオキシン類の仲間の中で最も毒性が強いことが知られています。

そのため、ダイオキシン類としての全体の毒性を評価するためには、合計した影響を考えるための手段が必要です。

そこで、最も毒性が強い2,3,7,8-TCDDの毒性を1として他のダイオキシン類の仲間の毒性の強さを換算した係数が用いられています。多くのダイオキシン類の量や濃度のデータは、この毒性等価係数(TEF)を用いてダイオキシン類の毒性を足し合わせた値(通常、毒性等量(TEQ)という単位で表現)が用いられています(表1)。本パンフレットでは、ダイオキシン類の濃度等は全てこのTEQで表現していますが、本文中ではpg-TEQ等ではなく単にpgと表記しています。

[表1 毒性等価係数(TEF)*]

	化合物名	TEF値
PCDD (ポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン)	2,3,7,8-TCDD	1
	1,2,3,7,8-PnCDD	1
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01
	OCDD	0.0001
PCDF (ポリ塩化ジベンゾフラン)	2,3,7,8-TCDF	0.1
	1,2,3,7,8-PnCDF	0.05
	2,3,4,7,8-PnCDF	0.5
	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1
	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01
	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01
	OCDF	0.0001
コプラナー-PCB	3,4,4',5-TCB	0.0001
	3,3',4,4'-TCB	0.0001
	3,3',4,4',5-PnCB	0.1
	3,3',4,4',5,5'-HxCB	0.01
	2,3,3',4,4'-PnCB	0.0001
	2,3,4,4',5-PnCB	0.0005
	2,3',4,4',5PnCB	0.0001
	2',3,4,4',5-PnCB	0.0001
	2,3,3',4,4',5-HxCB	0.0005
	2,3,3',4,4',5'-HxCB	0.0005
	2,3',4,4',5,5'-HxCB	0.00001
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB	0.0001

(* : 1997年にWHOより提案され、1998年に専門誌に掲載されたもの)

3.2 試 料 採 取

3.2.1 試料採取の概要

(1) 排ガス試料採取

排ガス試料の採取手順は、(ア)事前調査により、施設の稼動状況、測定孔の状況及び排ガス性状等を把握し、(イ)試料ガス採取装置等必要器材の準備を行い、(ウ)現場での測定条件算出のための予備測定、試料ガス採取装置の組み立て、(エ)排ガス試料の採取、(オ)試料の輸送・保存という一連の作業で行われる。図 3.2 に概略図を示す。

(2) 水試料採取の概要

工場排水等の試料採取は、JIS K 0094 “工業用水・工場排水の試料採取方法”により、まず、試料採取時期及び採取地点の選定を行う。試料の採取に必要な試料容器や採水器の洗浄準備を行い、採取地点で採水器を用いて、試料水を試料容器に採取し密栓する。試料の採取時に必要とする採取記録や水温、流量、透視度、pH、残留塩素など、採取時に実施する測定項目についても実施する。

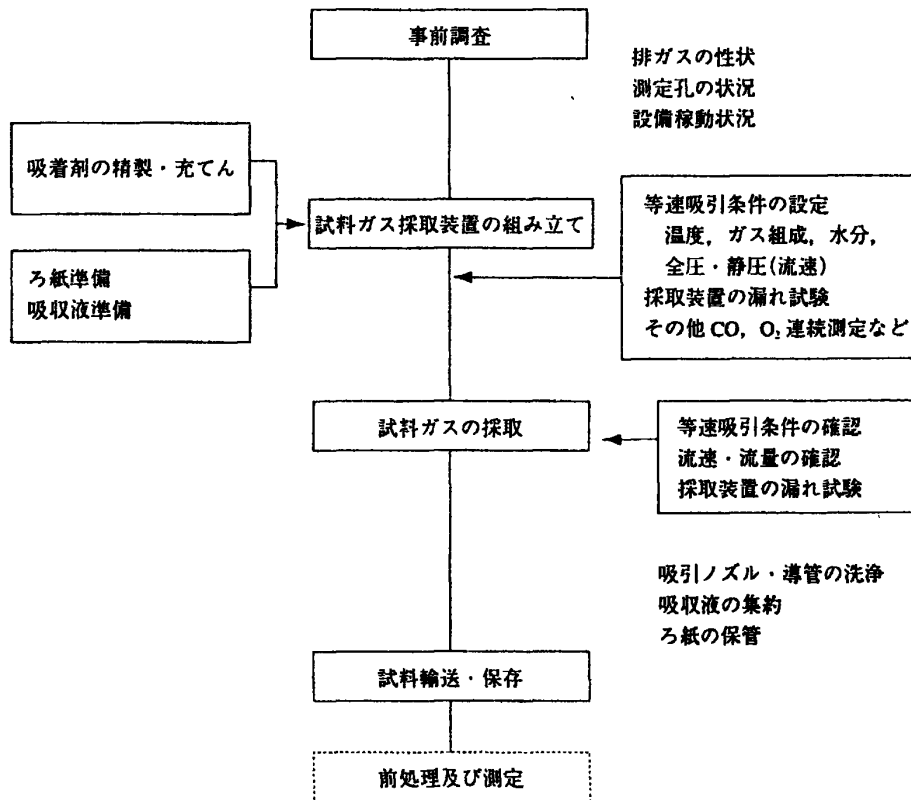


図 3.2 試料ガスの採取の作業手順 (JIS)

3.2.2 試料採取器材

(1) 試薬

試料採取に使用される試薬は、空試験などにより測定に支障のないことを確認する。

- (ア) ろ過材：使用に先立ち、超音波洗浄又は電気炉を用いて加熱処理をする。ろ過材はダイオキシン類の空試験成分及び他の分析を妨害する成分を含まないことを確認してから使用する。
- (イ) 吸着剤：スチレン-ジビニルベンゼン共重合体。この吸着剤は使用前に、ソックスレー抽出や超音波洗浄を行う。吸着剤はダイオキシン類の空試験成分及び他の分析を妨害する成分を含まないことを確認してから使用する。
- (ウ) サンプリングスパイク用内標準物質：試料採取から抽出までの操作の結果を確認するために添加する内標準物質で、 ^{13}C 又は ^{37}Cl でラベルされたダイオキシン類のうち適正な種類を1種類以上、適正な濃度にトルエン又はノナンで溶かした溶液を用いる。排ガス試料に使用し、吸着捕集部や液体捕集部(1)に試料採取前に添加しておく。添加量は排ガス濃度及び測定条件などによって、GC/MSでの測定の検量線範囲内の量になるように決める。一般的には、1~20 ng程度添加する。

(2) 試料ガス採取装置

排ガス中のダイオキシン類は、ガス状及び粒子状で存在するため、試料の採取は、ダスト捕集部、インピンジャー及び吸着カラムから構成される試料ガス採取装置を用いて行う。JISに示されている採取装置の例を図3.3、図3.4に示す。

試料ガス採取装置は、次の条件を備えていなければならない。

- (ア) 測定点の排ガス流速に対して相対誤差-5~+10%の範囲内で、等速吸引による試料ガスの採取が可能である。
- (イ) ダイオキシン類について十分な捕集率がある。これは、採取装置の後ろにもう一段ダイオキシン類を捕集できる部分を追加して試料を採取し、追加した捕集部からダイオキシン類が検出されないことなどによって確認する。
- (ウ) ダイオキシン類の二次生成、分解などの起こり得る可能性がない。特に、フィルター捕集部では、 120°C 以上になると捕集されたダストと排ガスの接触によってダイオキシン類が二

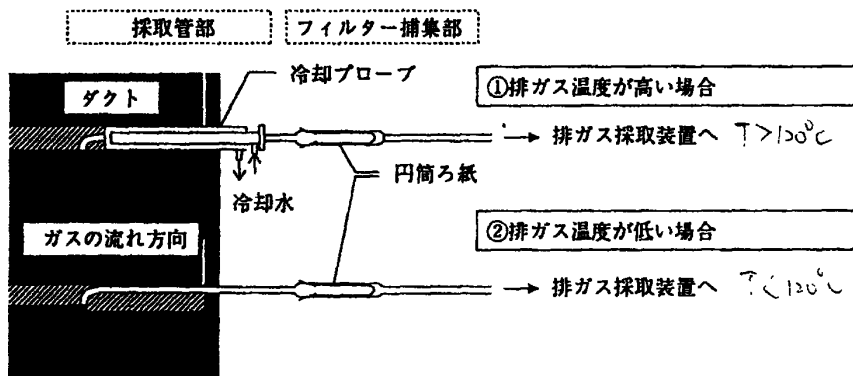


図3.3 採取管部及びフィルター捕集部の一例 (JIS)

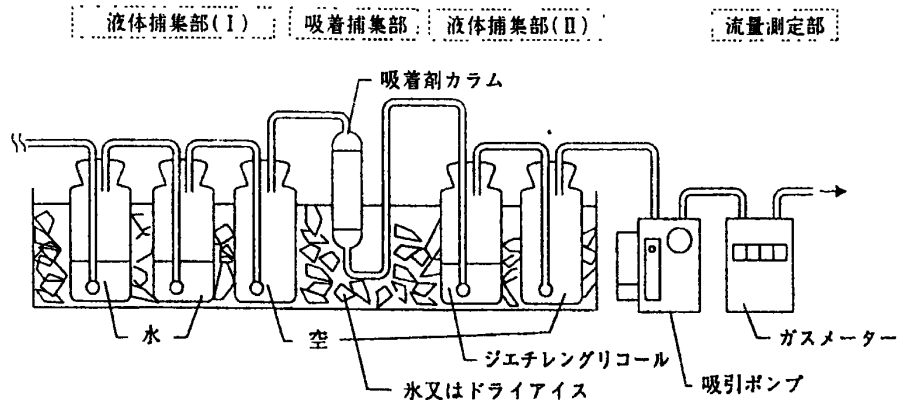


図 3.4 液体捕集部，吸着捕集部，吸引ポンプ及び流量測定部の一例 (JIS)

Di.ox 再合成

次生成又は分解する可能性があるので、フィルター捕集部の温度などを確認する。

- (c) 試料採取後から抽出操作を行うまでの操作において、ダイオキシン類の損失がない。
 - (d) 採取装置のダストなどによる汚染及び試料採取中に現場の大気の混入などが無い。
- 各部の構成は次のとおりである。
- (a) 採取管部：排ガス温度に応じてホウケイ酸ガラス又は透明石英製とする。フィルター捕集部が 120°C 以下に保てないときは、水冷管を用いた冷却プローブを使用する。
 - (b) フィルター捕集部：JIS Z 8808 “排ガス中のダスト濃度の測定方法” に規定する 2 形のダスト捕集器を用いる。ダスト量が少なくサンプリング及び測定に支障を来さない場合は、フィルター捕集部を省略できる。
 - (c) 液体捕集部：内容積 0.5～1 l の吸収瓶を直列に連結し、液体捕集部 (I) の 1 本目と 2 本目の吸収瓶にヘキサン洗浄水を入れ、3 本目は空とする。液体捕集部 (II) では 1 本目にジエチレングリコールを入れ、2 本目は空とする。
 - (d) 吸着捕集部：洗浄、乾燥した吸着剤 40～70 g 程度をガラス管に充てんし、両端をガラスウールなどによって、吸着剤が動かないように固定したものをカラムとして、液体捕集部 (I) と液体捕集部 (II) の間に縦形に連結する。
 - (e) 連結部：フィルター捕集部と液体捕集部の連結はできるだけ短くし、ガラス製又はフッ素樹脂のものを用いる。また、各部の接続には、共通球面すり合わせ接手管、フッ素樹脂製継手などを用い、接続部にグリースを使用しない。
 - (f) 吸引ポンプ：フィルター装着時に、10～40 l/min の範囲で吸引できる能力を持ち、流量調節機能を持ち、24 時間以上連続使用できるもの。
 - (g) 流量測定部：湿式又は乾式ガスメーターを用いる。10～40 l/min の範囲を 0.1 l/min まで測定できるもの。指示流量計の目盛校正は定期的に行っておく。

(3) 採水器具等

工場排水等の試料採取に使用器具等は使用前にメタノール等でよく洗浄しておく。

- (a) 試料容器：試料容器は特に断らない限りガラス製のものを使用する。洗浄に用いた溶媒等が残らないように十分注意をする。栓は、スクリューキャップなどで密栓できるものとする。

る。ゴム製、コルク製は使用しない。一度使用した試料容器を再使用する場合は、洗浄後、ブランク試験を行い、使用しても問題がないか確認する。

- (イ) 採水器：ステンレス鋼製など、測定対象物質が採水器内壁に吸着しないもの。バケツ、ひしゃくなど簡便な器具が一般的に用いられる。採水器は、有機物、油脂類、懸濁物などで汚れやすいので、毎回洗浄に注意する。著しい汚染に備えて、予備の採水器を用意しておくといよい。試料容器に入れるときに使用するロートもステンレス鋼製のものを用意しておく。

3.2.3 試料採取方法

(1) 排ガス試料採取

排ガス試料採取は、以下の操作手順で行われる。

- (ア) 等速吸引を行うための条件出しとして、排ガスの温度、流速、圧力、水分量、オルザット分析などの測定を行い、等速吸引流量を算出する。また、一酸化炭素、酸素などの連続測定を行う場合には、試料の採取時間帯の1時間以上前から終了まで行い、運転状況の確認を行う。
- (イ) 採取装置の組み立てを行い、漏れ試験を行う。漏れ試験は、採取管のノズルの口をふさいで吸引ポンプを作動させ、ガスメーターの指針が停止していればよい。この試験結果を記録しておく。ポンプを停止したあと、十分に真空状態が戻らないうちにノズルの口を開放すると、吸着部の吸着剤や液体捕集部のジエチレングリコールが逆流する場合がありますので、十分な注意が必要である。
- (ウ) 採取管のノズルを測定点に挿入し、ガスメーター指示値を読み取っておく。吸引ポンプを作動させ、等速吸引によって排ガスを吸引し採取する。排ガス中のダストの濃度が 1 mg/m^3 (0°C , 101.325 kPa) 以下の場合には、等速吸引を行わなくてもよい。また、等速吸引が不可能な場合も同様である。
- (エ) ガスメーターの温度及び圧力を記録しておく。
- (オ) 必要量の試料ガスを吸引採取したら、採取管のノズルを再び逆向きにし、吸引ポンプを停止し、ガスメーターの指示を読み取った後、採取管を取り出す。

なお、ダクト内が負圧の場合は、吸引ポンプを作動させたまま速やかに採取管をダクト外に取り出し、ポンプを停止する。

試料採取時の注意点は、以下のとおりである。

- (ア) 採取管のノズルから吸引するガスの流速は、測定点の排ガス流速に対して相対誤差 $-5 \sim +10\%$ の範囲内とする。排ガスの流速を60分ごとに測定し、等速吸引量を調節することが望ましい。また、等速吸引を行っているうちにダスト捕集によりろ過材の抵抗が増加し、吸引流量が低下してくるため、等速吸引が困難になった場合には、吸引を一時停止し、ろ過材を交換する。
- (イ) 試料採取中も少なくとも1回は採取装置の漏れ試験を行う。この場合は、試料採取点の酸素の濃度と採取装置のポンプ出口の酸素の濃度とに差がないことで漏れがないことを確認する。この試験結果は記録しておく。
- (ウ) 排ガスの温度が高温でフィルター捕集部が 120°C を超える可能性のある場合には、採取管

を空冷などで冷やして120°C以下にする。また、炉出口などで排ガスの温度が高い場合(500°C以上)は、図3.3のような冷却プローブなどを使用し、フィルター捕集部が120°Cを超えないようにする。

- (㊦) 液体捕集部は、排ガスの採取中各吸収瓶を5~6°C以下に保てるように、氷浴又はドライアイス浴に入れる。樹脂吸着部は必ず30°C以下に保つ。ただし、雰囲気温度が高く30°C以下に保つことが困難である場合には、各吸収瓶と同様に氷などで冷却しても差し支えない。フィルター捕集部及び吸着捕集部などは遮光しておく。

(2) 採水操作

工場の特定施設の工程排水や処理排水は、その水質や水量が操業状態等で大きく異なるので、それぞれの排水の実態に応じた採水方法で行わなければならない。また、採水した試料が代表試料でなくてはならない。この点を考慮して採取地点、採取頻度、採取方法を定める必要がある。採水操作は、採取地点で、試料容器(ガラス製又はステンレス鋼製容器)に採水器(ステンレス製ひしゃく又はバケツ等)を用いて、各試料容器にできるだけ均一になるように採水する。採水装置が設置されている場合は、それを利用して採取してもよい。以下に採水時の注意を示す。

- (㊧) 採取地点：特定施設の場合は工程排水の採取となり、処理施設の場合は処理排水の採取となる。工程排水は、懸濁物、油脂類が多い場合がある。処理排水は、懸濁物、油脂類は少ないが、終末処理施設への放流水は懸濁物、油脂類が多い場合がある。
- (㊨) 採水頻度：操業状況により、1日の水質変動が大きい場合は、混合試料(コンポジットサンプル)を考慮する必要がある。
- (㊩) 採水方法：工程排水や処理水を同時期にサンプリングする場合は、採水器の使い回しに十分気を付けなければならない。

3.2.4 流量測定

(1) 流量と負荷量

工場排水の管理において流量は重要な情報である。従来、排水に関する規制や汚濁状態の評価は、濃度の面からだけ行われてきた。しかしながら、環境汚染に対する寄与は排出物の絶対量によって定まるものであり、このような観点から閉鎖性水域における富栄養化抑制対策として化学的酸素消費量(COD)の総量規制方式が導入されるに至っている。総量的(負荷量的)評価は、より厳密な排水管理、生産、処理工程における物質収支の解明、水系における多数の汚染源の汚染寄与率の解析などに不可欠であり、今後ともその重要性を増していくであろう。

負荷量の測定においては、濃度×流量=負荷量の作業が必要である。このディメンションは

$$ML^{-3} \times L^3 T^{-1} = MT^{-1}$$

すなわち、単位時間当たりの質量となる。

流量測定には多数の方法が知られているが、排水を対象とする場合は測定操作、維持管理が簡便なものが望ましい。このような主旨で、JIS K 0094“工業用水・工場排水の試料採取方法”に採用されているのは、下記のような簡便な方法だけである。

- (㊪) せき(直角三角せき、四角せき、全幅せき)による測定：水頭の測定と計算式
- (㊫) 容器による測定：容量既知の容器の満水に要する時間

(ウ) 流速計による測定：(区間水路の断面積×区間平均流速)の総和

(ク) 流量計による測定：各種の流量計による自動計測

測定方法の選択は、測定する水の最大流量、測定精度、測定場所の状況及び水の性状を考慮して行う。

一般に、大きな水路、河川では流速計による測定、排水口ではせきによる測定、管路では流量計による測定が多く用いられ、小流量の場合は容器による測定が便利である。

(2) せきによる測定

排水口における工場排水の流量を精度よく測定するには、せきによる方法が簡便である。

流量に応じた形状、寸法のせき板を水路に取り付けてせきを設け、せきを流下する水の水頭を測定し、流量を算出する。

なお、水頭とはせき板の上流の水位と、せき板の切り欠き底点(直角三角せき)、又は切り欠き下縁(四角せき)及び下縁の中央(全幅せき)との垂直距離である。

① せきの構成

せきは、せき板、支え板、及び水路から構成される。

(ア) せき板：せき板の上端面の幅は2mm、その外側は45°の傾斜面、内側は垂直面で、上端との角度は90°、わずかの丸みも帯びてはならない。せき板の内面は平面で、特に上端から100mm以内は滑らかな仕上げにする。せき板の材質は耐食性に優れた黄銅、又はステンレス鋼がよい。直角三角せき、四角せき、及び全幅せきのせき板の形状を図3.5に示す。

(イ) 支え板：支え板は軟鋼又はコンクリートで作し、せき板を確実に固定する。

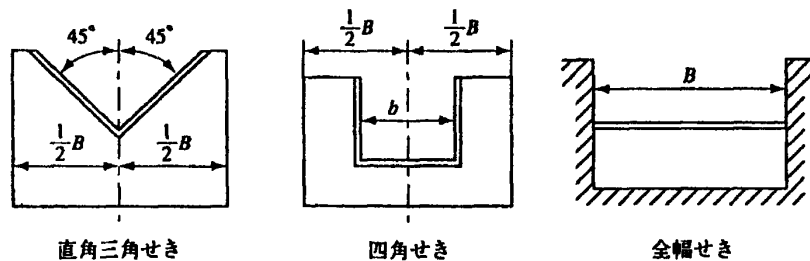


図3.5 せき板

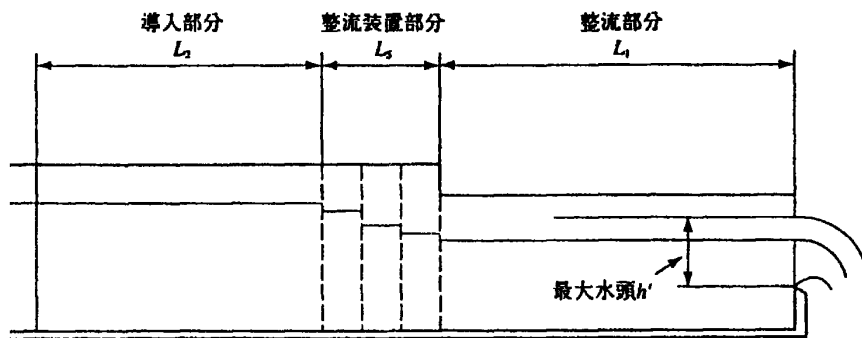


図3.6 水路

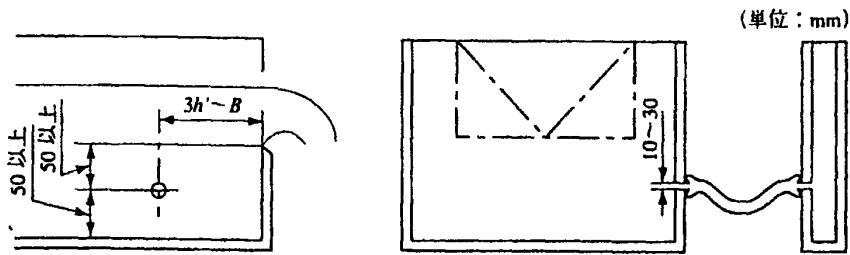


図3.7 水頭測定器

(ウ) 水路：水路は図3.6に示すように、導入部分、整流装置部分、及び整流部分から構成され、整流部分の水路は、底面が水平で、側面は垂直にする。整流装置部分には、径20mm程度の穴を全面にあけた多孔板を4枚ほど設置する。

水頭の測定は、図3.7に示す連通管方式の水頭測定器によって行う。

② 流量の算出

直角三角せきの場合は次式から求める。

$$Q = Kh^{\frac{5}{2}} \times \frac{1}{60} \quad (3.1)$$

ここに、 Q ：流量(m^3/s) h ：せきの水頭(m)

K ：流量係数

$$K = 81.2 + \frac{0.24}{h} + \left(8.4 + \frac{12}{\sqrt{D}}\right) \left(\frac{h}{B} - 0.09\right)^2$$

B ：水路の幅(m) D ：水路の底面から切り欠き底点までの高さ(m)

四角せき、全幅せきの場合も同様にして計算式から容易に流量を求めることができる。

せきによる流量測定では水頭を測定すれば容易に流量を算出できるが、計算がやや煩雑なので、実用上は製作したせきについて水頭と流量の換算表あるいは関係図を作成しておくといよい。

せきで測定できる流量範囲の例を表3.4に示す。

(3) 容器による測定

原則として小流量の測定に適用する。

容量既知の容器、例えば、バケツ(数 $l \sim 100l$)、石油缶(約 $20l$)、ドラム缶(約 $200l$)などで、満水に10秒間以上、できれば20秒間以上を要する大きさのものを選ぶ。

水路の適当な落差のある位置、あるいは、といなどで導水して落差を設け、必要があれば流水が全部容器に入るように水路を絞り、その直下に容器を置く。満水に要する時間を0.1秒まで測定し、数回の測定値の平均を求め次式から流量を算出する。

表3.4 せきで測定できる流量範囲の一例

せきの形式	幅 $B \times b$ (m)	水頭範囲 h (m)	流量範囲 Q (m^3/s)
90度三角	0.60	0.070~0.200	0.0018~0.025
90度三角	0.80	0.070~0.260	0.0018~0.048
四角	0.9×0.36	0.030~0.270	0.0035~0.092
四角	1.2×0.48	0.030~0.312	0.0047~0.15
全幅	0.6	0.030~0.150	0.006~0.067
全幅	1.5	0.030~0.375	0.015~0.7
全幅	3.0	0.030~0.750	0.03~3.95
全幅	8.0	0.030~0.800	0.08~11.18

$$Q = \frac{V}{t} \quad (3.2)$$

ここに、 Q ：流量(m^3/s) V ：容器の容積(m^3) t ：満水に要した時間(s)

容器として水槽が利用できるときは、より大きな流量の測定もできる。この場合は、水槽をいったん空にし、その満水に要する時間を測定する。又は、水槽表面積を測定し、単位時間の水位の上昇速度から流量を求める。

(4) 流速計による測定

水路や河川など比較的大流量の測定に適している。

流況のよい地点を選び、水流に直角な断面において、適当に分割した小区間について断面積と平均流速を求め、その積、すなわち区間流量を算出し、その総和として流量を求める。

流速計を適当に選ぶことにより、かなり広範囲の流量に適用できる。

図 3.8 に示す水路断面についての流量計算は次のとおりである。

$$\begin{aligned} Q &= q_1 + \dots + q_n + \dots + q_{m+1} \\ &= b \times \frac{H_0 + H_1}{2} \times \frac{V_0 + V_1}{2} + \dots + b \times \frac{H_{n-1} + H_n}{2} \times \frac{V_{n-1} + V_n}{2} + \dots \\ &\quad + b' \times \frac{H_m + H_{m+1}}{2} \times \frac{V_m + V_{m+1}}{2} \end{aligned}$$

一般に $H_{m+1} = 0$ 、したがって $V_{m+1} = 0$ であるから

$$Q = \frac{b}{4} \sum_{n=1}^m (H_{n-1} + H_n)(V_{n-1} + V_n) + \frac{b'}{4} H_m V_m \quad (3.3)$$

ここに、 Q ：流量(m^3/s) q ：区間流量(m^3/s) b, b' ：測定点間の間隔($b \neq b'$) (m)

H ：水深(m) V ：流速(m/s)

測定点の選定については、細かい指示がされているが、これらは主として河川流量の測定にかかわるものである。排水路の場合は次のような注意をすればよい。

(ア) 測定地点の上・下流には少なくとも川幅の数倍の直流部があり、たい積や洗掘が生じない場所であること。

(イ) 河床の状態が良好で、流速計の回転子が水没する水深があること。

(ウ) 測定地点の断面と、その上・下流の断面とに大きな差異がないこと。

(エ) 橋、その他の構造物の影響がなく、渦や逆流を生じない場所であること。

測定地点において、ロープを流れに対して直角の方向に固定する。これに目盛付ロープを添え

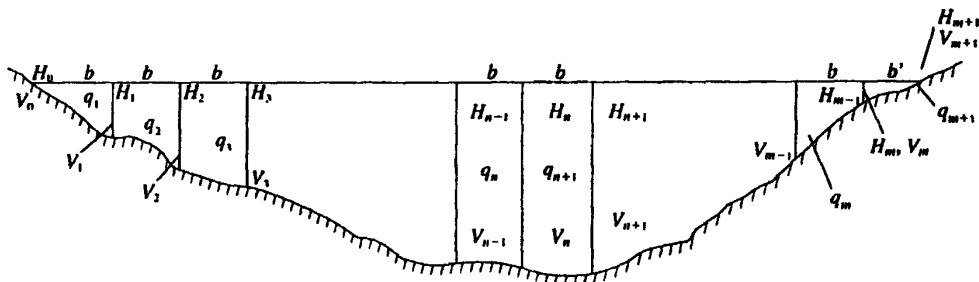


図 3.8 水路断面

て川幅を測定し、測定間隔を定める。隣り合った点の流速が、流速の小さい方を基準に20%以上も増減するときは適宜測定間隔を小さくする。

各測定点において流速計により所定深度の流速を測定し、平均流速を求める。

流速計には回転式、電気式、電磁式、超音波式などいろいろな方式のものがある。

(5) 流量計による測定

流量計には、フリューム式、ベンチュリ管式、電磁式、羽根車式、超音波式、フロート形面積式などがあり、水路や管路に設置して、連続的に流量を測定することができる。主なものについて説明する。

① 電磁流量計

電磁流量計では水の流れる方向と垂直に交番磁界が加えられている測定管内を導電性液体が流れると、電磁誘導に基づいて流速に比例した電圧が液体中に誘起される。この電圧を、流れ及び磁界の方向に垂直になるように管壁に対向して設けられた一対の電極により検出し、増幅、演算処理を経て体積流量を求める。

この流量計は構造が単純で、圧力損失が少なく、流量に比例した出力が流量0から得られる。また、ほかの流量計に比べて直管部が短くてもよいので、取付位置に特に配慮する必要がない。排水中に懸濁物があっても妨げにはならない。構造が簡単なので、材質の選定、コーティングの適用が容易で、腐食性排水にも対応できる。

この流量計の欠点は非導電性液体には適用できないことである。しかし、排水を対象とする場合、導電性を有しない対象、例えば、異常に多量の油分を含む排水は非常にまれなケースであろう。

結論として、電磁流量計は排水の管理、監視に対して、最も適したものの一つである。

電磁流量計は本来管路測定用であるが、開水路においてもゲートを設け、水没させた管路で測定する方法も実用化されている。この際、コスト低減を図るため、数個のダミーを設け、実測は小形の電磁流量計で行うこともできる。

② せき式流量計

先に述べたせきによる流量測定を自動化したものである。流量に応じてせき板を使い分けるが、水位の検出にはフロート式、超音波式、静電容量式などが用いられる。

この流量計は構造が簡単で、経費も低い。欠点としては、水頭損失がやや大きく、せき板の上流側にたい積を生じやすいことなどがある。

③ フリューム式流量計

水流の一部を絞ったスロート部を持つ特殊な形状の水路を設ける。スロート部において、水流が常流（こう配の緩やかな水路の水流の状態。水面を伝わる波の速度は平均流速より速い。）から射流（急こう配の水路の水流の状態。波の速度は水流より遅い。）に連続的に移行する状態、すなわち限界流を生じさせれば、上流部の水位と流量の間に一定の関係が成立する。この水位をせき式と同様にレベル計で連続測定する。

この流量計の長所としては、損失水頭がせき式より小さく、沈殿や洗掘が生じにくく、測定精度が高いなどがある半面、規模が大きくなり、形状が複雑などの欠点もある。

フリューム式流量計にはいろいろな形式があるが、方形水路にはパーシャルフリュームが、円

形水路にはパーマ・ポラスフリュームが用いられている。

④ 差圧式流量計

管路内に絞り機構（オリフィス）を設け、あるいは円すい構造のベンチュリ管を置くとき、その前後に差圧を生じ、この差圧の平方根が流速に比例することを測定原理とする流量計である。ただし、排水用に使用するとき絞り部における閉そくや圧力損失がトラブルを生じやすい。

3.2.5 試料採取量の算出

JIS では、検出下限と定量下限が定義され、測定に必要な試料量は具体的に規定されていない。そのために、必要な量を算出しなければならない。その算出手順は、まず、「評価しなければならない濃度」を設定する。通常は基準値がこの濃度になる。次に、「試料における検出下限」を、この濃度の 1/30 程度になるように設定する。これを基に排ガス試料量と排水採水量を JIS の解説どおりに求める。

(1) 排ガス試料量

「評価しなければならない濃度」を連続炉の新設施設の排出基準値（0.1 ng-TEQ/m³N）と設定した場合、「試料における検出下限」は表 3.5 のように設定できる。

設定した「試料ガスにおける検出下限」と「測定方法の検出下限」、最終液量、抽出後の分取量から、次の式(3.4)によって、測定に必要な試料ガス採取量を算出する。

表 3.5 試料ガスにおける検出下限の設定例 (JIS)

同族体	毒性等価係数 (TEF)	試料ガスにおける検出下限 (ng/m ³ N)	毒性等量 (ng-TEQ/m ³ N)
TeCDDs	1	0.0008	0.0008
PeCDDs	1	0.0008	0.0008
HxCDDs	0.1 (3)	0.002	0.0006
HpCDDs	0.01	0.002	0.00002
OCDD	0.0001	0.004	0.0000004
TeCDFs	0.1	0.0008	0.00008
PeCDFs	0.05, 0.5	0.0008	0.00044
HxCDFs	0.1 (4)	0.002	0.0008
HpCDFs	0.01 (2)	0.002	0.00004
OCDF	0.0001	0.004	0.0000004
コプラナー PCB	0.1 0.01 0.0001 (6) 0.0005 (3) 0.00001	0.002	0.00022422
合計	—	—	0.0038

(注) 1. 毒性等価係数は、WHO/IPCS (1997) TEF を用いた。

2. ()内の数値は、異性体の数を示す。

$$V = Q_{DL} \frac{1}{1000} \frac{y}{x} \frac{V_E}{V_E} \frac{1}{C_{DL}} \quad (3.4)$$

ここに、 V ：測定に必要な試料ガス量 (m^3_N) Q_{DL} ：測定方法の検出下限 (pg)

y ：最終検液量 (μl) x ：GC/MS 注入量 (μl)

V_E ：抽出液量 (ml) V_E ：抽出液分取量 (ml)^(注)

C_{DL} ：試料ガスにおける検出下限 (ng/m^3_N)

(注) PCDDs, PCDFs とコプラナー PCB は別々に前処理を行うので、その点に注意する。

例えば、抽出液量 50 ml でそのうちの 20 ml を分取し、最終検液量 50 μl 、GC/MS 注入量 2 μl 、TeCDDs の「測定方法の検出下限」が 0.04 pg の場合、表 3.5 の設定例の「試料ガスにおける検出下限」0.0008 ng/m^3_N に必要な試料ガスの採取量は、式 (3.4) から 3.125 m^3_N となる。

(2) 採水量

「評価しなければならない濃度」を特定施設の排水基準値 (10 pg-TEQ/l) と設定した場合、「試料における検出下限」は表 3.6 のように設定できる。

設定した「試料における検出下限」と上記(1)「測定方法の検出下限」、最終検液量、抽出後の分取量から、次の式 (3.5) によって測定に必要な試料採水量を算出する。

$$V = Q_{DL} \frac{y}{x} \frac{V_E}{V_E} \frac{1}{C_{DL}} \quad (3.5)$$

ここに、 V ：測定に必要な試料量 (l) Q_{DL} ：測定方法の検出下限 (pg)

y ：最終検液量 (μl) x ：GC/MS 注入量 (μl)

表 3.6 試料水における検出下限の設定例 (JIS)

同族体	毒性等価係数 (TEF)	試料水における検出下限 (pg/l)	毒性等量 (pg-TEQ/l)
TeCDDs	1	0.08	0.08
PeCDDs	1	0.08	0.08
HxCDDs	0.1 (3)	0.2	0.06
HpCDDs	0.01	0.2	0.002
OCDD	0.0001	0.4	0.00004
TeCDFs	0.1	0.08	0.008
PeCDFs	0.05, 0.5	0.08	0.044
HxCDFs	0.1 (4)	0.2	0.08
HpCDFs	0.01 (2)	0.2	0.004
OCDF	0.0001	0.4	0.00004
コプラナー PCB	0.1 0.01 0.0001 (6) 0.0005 (3) 0.00001	0.2	0.022422
合計	—	—	0.38

(注) 1. 毒性等価係数は、WHO/IPCS (1997) の TEF を用いた。

2. ()内の数値は、異性体の数を示す。

V_E : 抽出液量(ml) V_E' : 抽出液分取量(ml)^(a)

C_{DL} : 試料における検出下限(pg/l)

(注)PCDDs, PCDFs とコプラナー PCB は別々に前処理を行うので、その点に注意する。

例えば、抽出液量 50 ml でそのうちの 20 ml を分取し、最終検液量 50 μ l, GC/MS 注入量 2 μ l, TeCDDs の「測定方法の検出下限」が 0.04 pg の場合、表 3.6 の設定例の「試料における検出下限」0.08 pg/l に必要な試料採水量は、式(3.5)から 31.25 l となる。キープサンプルを考慮すると、採水量は約 60 l 必要となる。

3.2.6 試料の運搬・保管

(1) 排ガス試料

排ガス試料採取後、試料ガス採取装置の分解は必要最小限とし、外気が混入しないようにして遮光し、分析室に運搬する。分析室では、試料ガス採取装置からの試料の回収を行う。フィルター捕集部のろ過材は容器に注意深く移し入れる。採取管及び導管はメタノール、ジクロロメタン等溶剤で十分に洗浄し、洗浄液は、吸収瓶の捕集液とともに褐色瓶に洗い移して保存する。吸着剤カラムは両端にふたをして遮光保存する。保存した試料は速やかに前処理以降の分析操作を行う。

(2) 排水試料

試料採取後、残留塩素処理している排水では、残留塩素の測定を行い、必要に応じてチオ硫酸ナトリウムによる処理を行う。試料は遮光して運搬し、直ちに分析を行う。直ちにできない場合は 0~10°C の暗所に保存し、できるだけ早く分析する。

3.2.7 試料採取のポイント

(1) 排ガス試料

排ガス試料採取のポイントは、以下のとおりである。

- (ア) 採取装置に用いる試薬、器材等からのダイオキシン類汚染の把握、除去
- (イ) 代表試料の採取が行われること
- (ウ) 試料採取系が規格化されていること
- (エ) 等速吸引でのサンプリング
- (オ) 試料採取装置は試料採取時に漏れないこと
- (カ) 試料採取系内においてダイオキシン類の二次生成がないこと（ダスト捕集部の適切な温度管理：120°C以下）
- (キ) 試料採取系からのダイオキシン類の損失がないこと
- (ク) 液体捕集部の十分な冷却
- (ケ) 樹脂吸着部の温度管理（30°C以下）
- (コ) 試料採取時の状況等の記録
- (サ) サンプリングスパイクの回収率は 70~130% の範囲内であること
- (シ) 試料採取後、周辺空気等からの試料への汚染を防ぐこと

(2) 排水試料

排水試料採取のポイントは、以下のとおりである。

- (ア) 試料容器からの汚染の除去
- (イ) 採水器からの汚染の除去
- (ウ) 代表試料の採水
- (エ) ガラス瓶を満水にしないこと
- (オ) 試料容器には試料を均一に入れること
- (カ) 懸濁物、脂肪類など採取時の状況等の記録

3.3 前 処 理

試料採取後、ダイオキシン類の前処理として、抽出及びクリーンアップがある。まず冷暗所保存された試料について分析に用いる試料の状態の確認が必要である。また、試料の前処理に用いる試薬器具類は、あらかじめ空試験を行って、これらにダイオキシン類による汚染がないこと、並びに測定に支障を来す成分が含まれていないことを確認しなければならない。

3.3.1 前処理方法の概要

(1) 排 ガ ス

採取した試料は、内標準物質を添加した（クリーンアップスパイク）後、ろ紙、樹脂、吸収液などの形態ごとに抽出する。これらの抽出液を合わせた後、必要に応じて分取し、硫酸処理-シリカゲルカラムクロマトグラフ操作又は多層シリカゲルクロマトグラフ操作を行い、PCDDs・PCDFs 測定用とコプラナー PCB 測定用に分け、それぞれアルミナカラムクロマトグラフ操作を行って精製された試料をガスクロマトグラフ質量分析法によって測定する。

クリーンアップスパイク用内標準物質とは、抽出からクリーンアップまでの前処理操作全体を評価確認し、PCDDs・PCDFs 及びコプラナー PCB を定量するための基準に用いる ^{13}C 又は ^{37}Cl でラベルされた PCDDs・PCDFs 及びコプラナー PCB で、試料に添加する内標準物質である。試料の前処理から測定までのフローを図 3.9 に示す。

(2) 用 水・排 水

一方、用水・排水試料は、内標準物質を添加した（クリーンアップスパイク）後、固相抽出又は液-液抽出を行う。採取した試料は、試料容器中の全量を測定に用いる。

抽出後、抽出液作成した後の操作は原則的に排ガスと同様である。

3.3.2 抽 出

抽出方法における重要な点としては、まず、様々な状況に応じた適切な抽出効率のよい方法、あるいは抽出効率が安定している方法を採用することである。

(1) 排 ガ ス

フィルター部は、捕集されたダスト中のアルカリ分の中和と灰の内部からダイオキシン類を効率よく抽出する目的で、ダスト 1 g に対して塩酸が 20 mmol 以上となるように塩酸 (2 mol/l)

附 件 四

(2) 排 水 試 料

排水試料採取のポイントは、以下のとおりである。

- (ア) 試料容器からの汚染の除去
- (イ) 採水器からの汚染の除去
- (ウ) 代表試料の採水
- (エ) ガラス瓶を満水にしないこと
- (オ) 試料容器には試料を均一に入れること
- (カ) 懸濁物、脂肪類など採取時の状況等の記録

3.3 前 処 理

試料採取後、ダイオキシン類の前処理として、抽出及びクリーンアップがある。まず冷暗所保存された試料について分析に用いる試料の状態の確認が必要である。また、試料の前処理に用いる試薬器具類は、あらかじめ空試験を行って、これらにダイオキシン類による汚染がないこと、並びに測定に支障を来す成分が含まれていないことを確認しなければならない。

3.3.1 前処理方法の概要

(1) 排 ガ ス

採取した試料は、内標準物質を添加した（クリーンアップスパイク）後、ろ紙、樹脂、吸収液などの形態ごとに抽出する。これらの抽出液を合わせた後、必要に応じて分取し、硫酸処理-シリカゲルカラムクロマトグラフ操作又は多層シリカゲルクロマトグラフ操作を行い、PCDDs・PCDFs 測定用とコプラナー PCB 測定用に分け、それぞれアルミナカラムクロマトグラフ操作を行って精製された試料をガスクロマトグラフ質量分析法によって測定する。

クリーンアップスパイク用内標準物質とは、抽出からクリーンアップまでの前処理操作全体を評価確認し、PCDDs・PCDFs 及びコプラナー PCB を定量するための基準に用いる ^{13}C 又は ^{37}Cl でラベルされた PCDDs・PCDFs 及びコプラナー PCB で、試料に添加する内標準物質である。試料の前処理から測定までのフローを図 3.9 に示す。

(2) 用 水・排 水

一方、用水・排水試料は、内標準物質を添加した（クリーンアップスパイク）後、固相抽出又は液-液抽出を行う。採取した試料は、試料容器中の全量を測定に用いる。

抽出後、抽出液作成した後の操作は原則的に排ガスと同様である。

3.3.2 抽 出

抽出方法における重要な点としては、まず、様々な状況に応じた適切な抽出効率のよい方法、あるいは抽出効率が安定している方法を採用することである。

(1) 排 ガ ス

フィルター部は、捕集されたダスト中のアルカリ分の中和と灰の内部からダイオキシン類を効率よく抽出する目的で、ダスト 1 g に対して塩酸が 20 mmol 以上となるように塩酸 (2 mol/l)

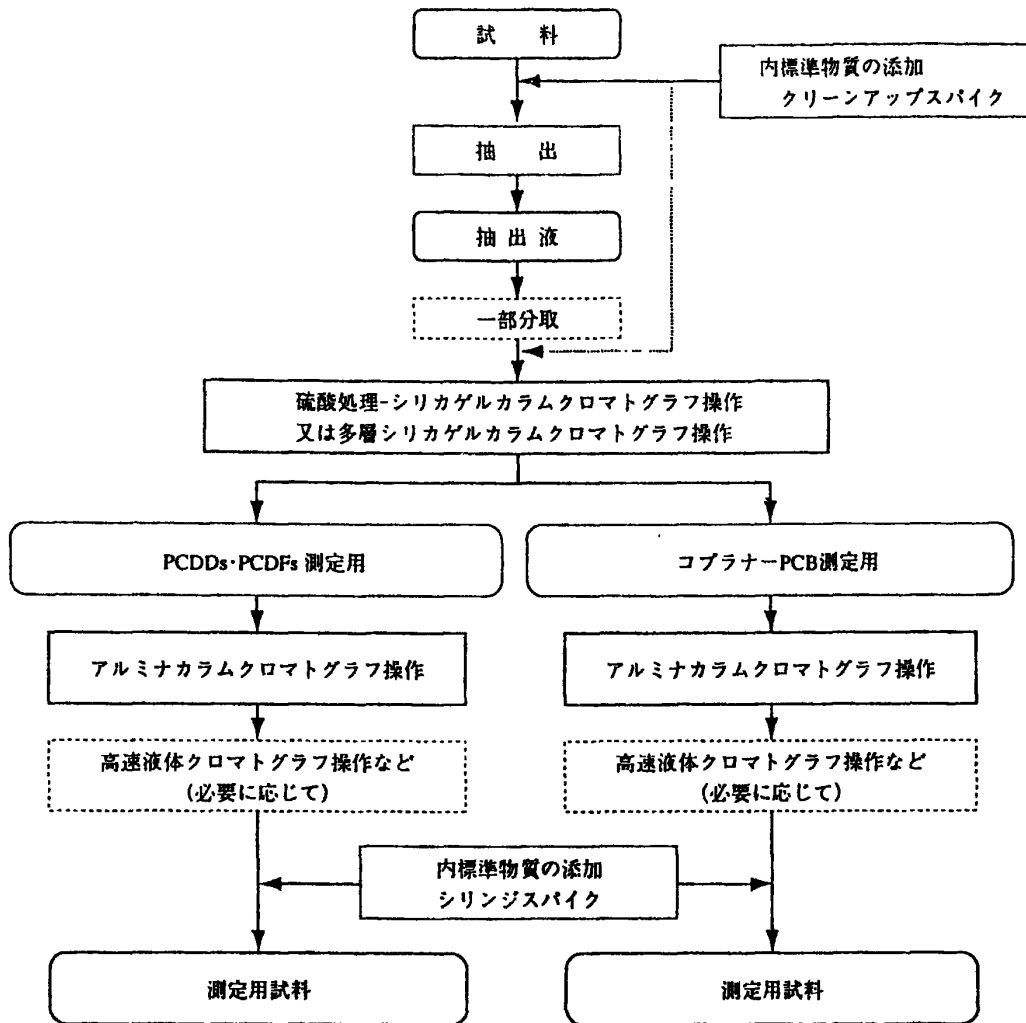


図3.9 試料の前処理から測定までのフローの例

を加えて塩酸による処理を行った後にトルエンを用い、16時間以上のソックスレー抽出を行う。

ろ液や液体捕集部の吸収液と洗浄液は分液漏斗に入れ、溶液1lに対してジクロロメタン100mlで3回液-液振とう抽出を行う。

吸着捕集部はトルエンで16時間以上ソックスレー抽出を行う。

各捕集部から得られた抽出液を合わせて硫酸ナトリウムを用いて脱水し、一定量とし、抽出液とする。

フィルターには、未燃の炭素や排ガス処理に用いられている活性炭が捕集されていることがある。この炭素や活性炭に吸着しているダイオキシン類は、トルエンによるソックスレー抽出では十分に抽出できないことがある。溶媒や抽出時間の変更など、事前に確実に抽出できる条件を検討しておく必要がある。

排ガス試料の抽出液調製までのフローの例を図3.10に示す。

内標準物質の添加（クリーンアップスパイク）として、回収した各捕集部の試料に、クリーン

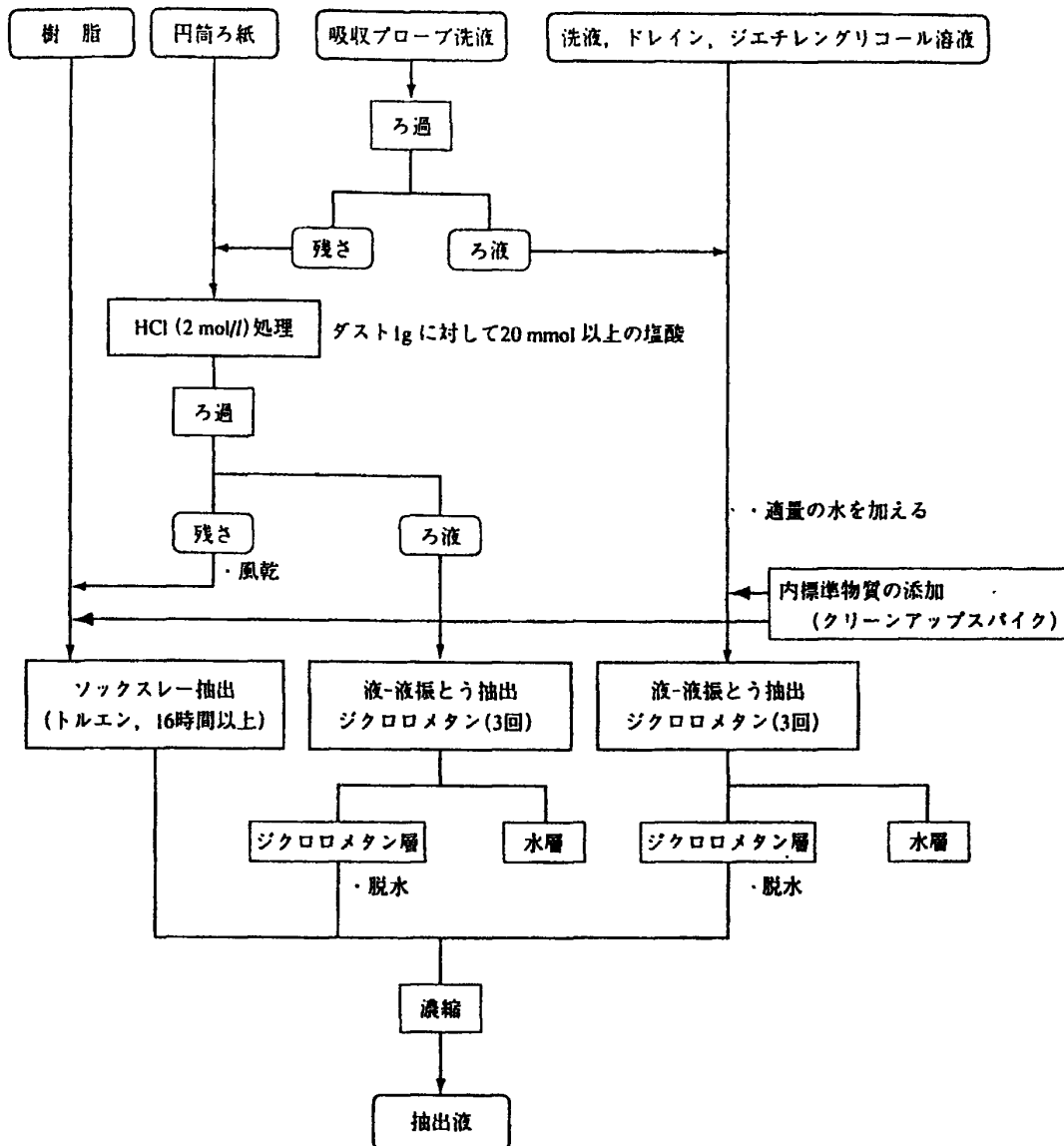


図 3.10 排ガス試料の抽出液調製までのフローの例

アップスパイクとして内標準物質を一定量添加する。添加量は、各部に添加した合計量で、通常、四から七塩素化物では 0.4~2 ng, 八塩素化物では 0.8~4 ng, コプラナー PCB では 0.4~2 ng である。試料中のダイオキシン類の濃度が非常に高く、通常の内標準物質の添加量では定量範囲を超えてしまうなどが予想される場合には、この範囲を超えて添加してもよい。クリーンアップスパイクの内標準物質は、PCDDs・PCDFs については、少なくとも各塩素数ごとに 2,3,7,8-位塩素置換体を最低 1 種類ずつ、コプラナー PCB についてはノンオルト体を全種類、モノオルト体又はジオルト体を各塩素化物ごとに 1 種類ずつそれぞれ添加する。目的に応じて適正な種類及び量を用いる。

(2) 用 水・排 水

内標準物質を添加した試料からの抽出は、試料の量、共存有機物の量などを考慮し、固相抽出法、液-液抽出法から選択する。

① 固相抽出法

固相抽出法による抽出操作は次による。固相抽出装置は、ディスク形固相、ファンネル、サポートスクリーン、ガスケット、ベース、クランプ、ゴム栓、吸引瓶、吸引ポンプから成る。固相抽出装置の一例を図 3.11 に示す。

1) ろ過 内標準物質を添加した試料をガラス繊維ろ紙（保留粒子径 $0.5 \mu\text{m}$ 程度）で吸引ろ過し、ろ過残留物とろ液に分ける。

2) 抽出用固相の準備 抽出用固相をベース上のサポートスクリーンの上に置き、トルエンを浸潤させる。その上にファンネルを置き、クランプで固定して固相抽出装置をセットしたあと、トルエン約 15 ml を注ぎ、液滴が落ち始めるまでしばらく吸引した後、約 1 分間吸引を緩める。再び吸引してトルエンを除く。アセトン約 15 ml を注ぎ、トルエンと同様の操作を行う。これを 2 回繰り返す。メタノール 15 ml で抽出用固相を約 1 分間浸潤し、メタノールが抽出用固相に固相表面から 1 mm 程度残るまで吸引する。以後、抽出操作終了まで抽出用固相を乾かさないうち注意しながら、ヘキサン洗浄水を 50 ml ずつ 2 回通水する。

3) 抽出 1) で得たる液を 2) で準備した固相抽出装置のファンネルに注ぎ、吸引ろ過を行う。通水量は、約 $100 \text{ ml}/\text{min}$ とする。

ファンネル内の試料がなくなる前に、試料容器の器壁を少量の水で洗い、ファンネルに注ぐ。同様に、ファンネルの内壁を少量の水で洗浄する。ファンネル内の水がなくなるまで吸引し、水切りを十分に行ってから、抽出用固相を取り外し、風乾を行う。

十分乾燥させた後、1) で得たガラス繊維ろ紙上の残留物と合わせて、トルエンを用いて 16 時間以上ソックスレー抽出を行う。試料容器内壁をトルエン又はジクロロメタンで洗浄し、洗浄液を硫酸ナトリウムで脱水後、ソックスレー抽出液と合わせる。この抽出液を濃縮器で濃縮し、全量フラスコ 10 ml （又は 50 ml ）に入れ、トルエンを標線まで加える。

② 液-液抽出法

液-液抽出法による抽出操作は、次による。

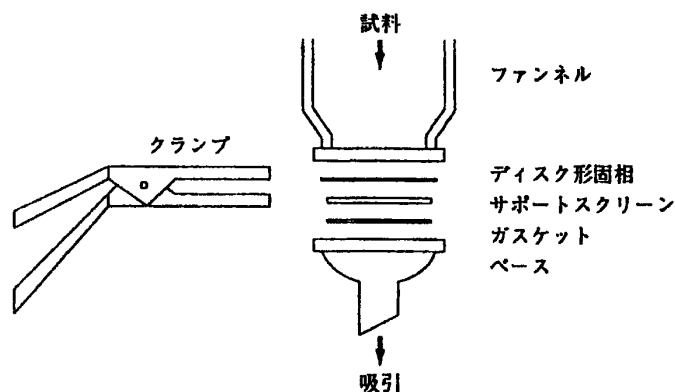


図 3.11 固相抽出装置（抽出部）の一例

1) ろ過 内標準物質を添加した試料をガラス繊維ろ紙（保留粒子径 0.5 μm 程度）でろ過し、ろ過残留物とろ液に分ける。

2) 抽出 1)で得たる液を分液漏斗に入れ、ろ液 1 l に対してトルエン又はジクロロメタンを 100 ml の割合で添加し、約 20 分間振り混ぜて抽出する。トルエンについては抽出を 10 回、ジクロロメタンについては抽出を 3 回行い、硫酸ナトリウムで脱水し、抽出液を合わせる。

1)で得たガラス繊維ろ紙上のろ過残留物は、風乾後、トルエンを用いて 16 時間以上ソックスレー抽出を行い、この抽出液を上記抽出液と合わせる。試料容器内壁をトルエン又はジクロロメタンで洗浄し、洗液を硫酸ナトリウムで脱水後、上記抽出液と合わせる。この抽出液を濃縮器で濃縮し、全量フラスコ 10 ml (又は 50 ml) に入れ、トルエンを標線まで加える。

注意事項として、風乾が不十分な場合にソックスレー抽出において、水分の影響で抽出効率が低下する場合がある。風乾を確実に行うか、又は水溶性の溶媒であらかじめ抽出した後、トルエンでソックスレー抽出する。ろ過しにくい場合には、ろ紙を頻繁に交換するか、遠心分離等により、残さとろ液に分離するなどの対策が望ましい。

3.3.3 クリーンアップ

ダイオキシン類分析に限らず、微量分析のためにはクリーンアップは必要不可欠である。ダイオキシン類は比較的安定なため様々なクリーンアップが適用される。基本的概要としては、まず硫酸及びアルカリによる大部分の試料マトリックス成分の分解除去、シリカゲルカラムクロマトグラフ法による極性化合物や農薬等の除去、アルミナやフロリジルカラムクロマトグラフ法による低極性化合物や分析上妨害となる PCBs 等の除去が基本であり、さらに活性炭カラムクロマトグラフ法によるジフェニールエーテル類や生体由来妨害成分の除去及びダイオキシン類等の平板状 (planar) 構造化合物の選択的吸着分取、あるいは高速液体クロマトグラフ法 (HPLC) による高精度のクリーンアップ分取等が行われている (表 3.7)。

表 3.7 各種クリーンアップ方法の例と主たる除去目的

クリーンアップ手法の例	主たる除去目的等
DMSO (ジメチルスルホキシド) 処理	油状試料からの芳香族化合物の選択的抽出と油の除去
硫酸処理 (液-液洗浄, H ₂ SO ₄ /シリカゲル)	大部分のマトリックスの分解除去, 着色物質, PAHs
アルカリ処理 (液-液洗浄, KOH/シリカゲル)	フェノール類, 酸性物質, 脂質, タンパク質
AgNO ₃ /シリカゲル, Ag ₂ O/シリカ, 活性化銅	含 S 化合物 (S 8), DDE, 脂肪族炭化水素類
シリカゲルカラムクロマトグラフ法	強極性物質, 着色物質
アルミナ (又はフロリジル) カラムクロマトグラフ法	低極性物質, PCBs, PCN, 有機塩素系農薬
活性炭カラムクロマトグラフ法	Planar (共平面構造) な化合物の選択的分取, 塩素化ジフェニールエーテル類, 生体由来成分, 多くの妨害成分
HPLC (順相, 逆相, GPC) その他 on-line HPLC,	高精度のクリーンアップ, 分取
活性炭 (PGC), PYE, NPE	

試薬・器具のブランクの確認及び各クリーンアップにおけるダイオキシン類の溶出条件の確認も必要である。特に各種カラムクロマトグラフ法では、その活性度や展開溶媒、試料マトリックス等の影響で目的成分の回収が十分であるかどうかの確認が必要である。また、コンタミネーション（二次汚染）やばらつきを抑え、時間的・経費的要因も考慮した、確実に効果的なクリーンアップが望まれる。

(1) 硫酸処理-シリカゲルカラムクロマトグラフ操作又は多層シリカゲルカラムクロマトグラフ操作

得られた抽出液を硫酸処理-シリカゲルカラムクロマトグラフ操作又は多層シリカゲルカラムクロマトグラフ操作のいずれかで妨害物質を取り除く。

① 硫酸処理-シリカゲルカラムクロマトグラフ操作

- (ア) 得られた抽出液の適量を分取し、濃縮器で約 5 ml に濃縮し、次いで窒素気流によってトルエンを除去し、約 500 μ l とする。
- (イ) この液を分液漏斗 (300 ml) にヘキサン 50~150 ml で洗い込みながら移し入れ、硫酸 5 ml を加え、穏やかに振とうし、静置後、硫酸層を除去する。この操作を硫酸層の着色が薄くなるまで 3~4 回繰り返す。
- (ウ) ヘキサン層をヘキサン洗浄水 50 ml で洗浄し、洗液がほぼ中性になるまで繰り返し洗浄し、硫酸ナトリウムで脱水後、濃縮器で約 2 ml に濃縮する。
- (エ) カラムクロマトグラフ管の底部に石英ガラスウールを詰め、ヘキサン 10 ml で管内を洗浄し、石英ガラスウール上部までヘキサンを残す。シリカゲル 3 g をヘキサン 10 ml を入れたピーカーにはかり取り、ガラス棒で緩やかにかき混ぜて気泡を除き、カラムクロマトグラフ管に充てんする。ヘキサンを流下させ、シリカゲル層を安定させた後、その上に硫酸ナトリウムを約 10 mm の厚さになるように載せ、ヘキサン数 ml で管壁に付着している硫酸ナトリウムを洗い落とす。
- (オ) シリカゲルカラムにヘキサン 50 ml を流下させた後、液面を硫酸ナトリウムの上面まで下げ、(ウ) で調製した溶液をカラムに静かに移し入れ、ヘキサン 1 ml で数回洗い込み、液面を硫酸ナトリウム面まで下げ、ヘキサン 150 ml を入れた滴下用分液漏斗をカラムクロマトグラフ管の上部に装着し、ヘキサンを約 2.5 ml/min (毎秒 1 滴程度) の流量でゆっくり流下させる。
- (カ) 溶出液は濃縮器で約 5 ml に濃縮し、アルミナカラムクロマトグラフ操作の試料液とする。

なお、注意事項として次のことが挙げられる。

- (ア) 再測定の必要な場合があるため、抽出液の一部を保存しておくことが望ましい。
- (イ) 窒素気流による濃縮作業によって溶液が飛散しないように、また、完全に乾固させないように注意する。
- (ウ) 硫酸の添加は、硫酸と有機物の反応による溶媒の突沸に十分注意し、数 ml 程度から始め、着色の度合いによって徐々に添加する。また、必ず手袋及びマスクなどの保護具を使用する。
- (エ) カラムクロマトグラフ操作におけるダイオキシン類の溶出条件は、フライアッシュの抽出

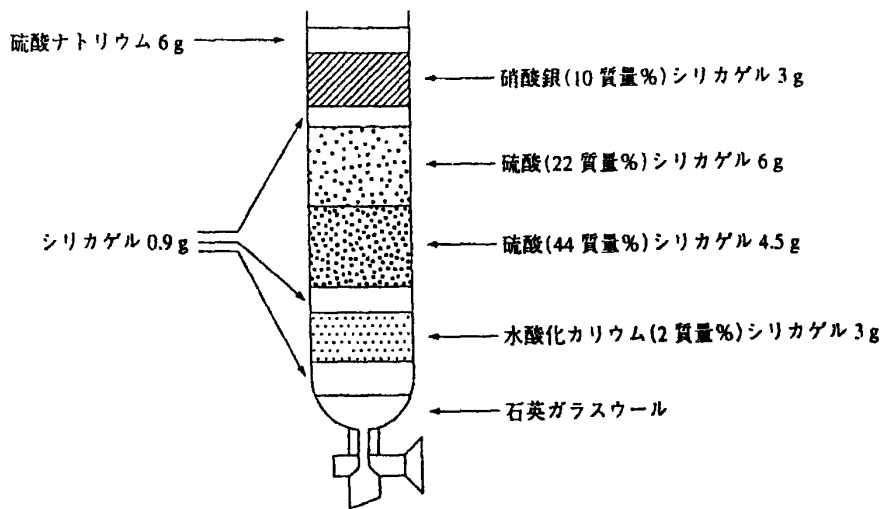


図 3.12 多層シリカゲルカラムの一例

液などを用いて分画試験を行って確認しなければならない。

② 多層シリカゲルカラムクロマトグラフ操作

多層シリカゲルカラムクロマトグラフ操作は、次の手順による。

(ア) カラムクロマトグラフ管（内径は 15 mm のもの）の底部に石英ガラスウールを詰め、シリカゲル 0.9 g、水酸化カリウム（2 質量%）シリカゲル 3 g、シリカゲル 0.9 g、硫酸（44 質量%）シリカゲル 4.5 g、硫酸（22 質量%）シリカゲル 6 g、シリカゲル 0.9 g、硝酸銀（10 質量%）シリカゲル 3 g 及び硫酸ナトリウム 6 g を順次充てんする。このカラムの一例を図 3.12 に示す。

(イ) ヘキサン 50 ml を流下させた後、液面を硫酸ナトリウムの上面まで下げる。

(ウ) 得られた抽出液の適量を分取し、濃縮器で約 5 ml に濃縮し、次いで窒素気流によってトルエンを除去し、約 500 μl とする。この液をカラムに静かに注ぎ入れ、液面をカラム上端まで下げる。

(エ) ヘキサン 1 ml で抽出液の容器を洗浄し、洗液はカラム内壁を洗いながら入れる。この洗浄操作を 2~3 回繰り返す。

(オ) ヘキサン 120 ml を入れた滴下用分液漏斗をカラムクロマトグラフ管の上部に装着し、ヘキサンを約 2.5 ml/min（毎秒 1 滴程度）の流量で流下させる。

(カ) 溶出液を濃縮器で約 5 ml に濃縮し、アルミナカラムクロマトグラフ操作の試料液とする。充てん部の着色が多い場合は、(ア)~(カ)の操作を繰り返す。

注意事項として、硫酸処理と同様な効果は硫酸シリカゲルだけを用いた処理で得られるため、試料によっては多層シリカゲルカラムクロマトグラフ管の代わりに硫酸（22 質量%）シリカゲルカラムクロマトグラフ管を用いてもよい。硝酸銀（10 質量%）シリカゲルは特に硫黄分が多い試料に対して用いると効果的である。

(2) アルミナカラムクロマトグラフ操作

調製した試料液について、PCDDs・PCDFs 又はコプラナー PCB だけの測定の場合、

PCDDs・PCDFs 測定用又はコプラナー PCB 測定用のアルミナカラムクロマトグラフ操作を行い、PCDDs・PCDFs 及びコプラナー PCB を測定する場合には、PCDDs・PCDFs 測定用とコプラナー PCB 測定用とに分け、それぞれのアルミナカラムクロマトグラフ操作を行い、測定用試料とする。

① PCDDs・PCDFs 測定用アルミナカラムクロマトグラフ操作

PCDDs・PCDFs 測定用のアルミナカラムクロマトグラフ操作は、次の手順による。

(ア) カラムクロマトグラフ管の底部に石英ガラスウールを詰め、ヘキサン 10 ml で管内を洗浄し、石英ガラスウール上部までヘキサンを残す。アルミナ 10 g をヘキサン 10 ml を入れたビーカーにはかり取り、ガラス棒で緩やかにかき混ぜて気泡を除き、カラムクロマトグラフ管に充てんする。ヘキサンを流下させ、アルミナ層を安定させた後、その上に硫酸ナトリウムを約 10 mm の厚さになるように載せ、ヘキサン数 ml で管壁に付着している硫酸ナトリウムを洗い落とす。ヘキサン 50 ml を流下させた後、液面を硫酸ナトリウムの上面まで下げる。

(イ) 試料液の適量を静かに移し入れ、ヘキサン 1 ml で数回洗い込み、液面を硫酸ナトリウムまで下げた後、ジクロロメタン (2 vol%) 含むヘキサン溶液 100 ml を約 2.5 ml/min (毎秒 1 滴程度) で流して第 1 画分を得る。この画分は測定が終了するまで保管する。

(ウ) さらにジクロロメタン (50 vol%) 含むヘキサン溶液 150 ml を約 2.5 ml/min で流して第 2 画分を得る。この画分に PCDDs, PCDFs 及びノンオルト体のコプラナー PCB が含まれる。

(エ) 第 2 画分を濃縮器で約 5 ml に濃縮し、さらに窒素気流によって溶媒を揮散除去した後、シリンジスパイク用内標準物質を検量線作成用標準液と同濃度となるように添加してノナンを加え、一定液量 (20~100 μ l) にしたものを PCDDs・PCDFs の測定用試料とする。

注意事項としては、アルミナの活性は製造ロット及び開封後の保存期間によってかなり変化が認められる。活性の低下したものでは、1,3,6,8-TeCDD 及び 1,3,6,8-TeCDF などが第 1 画分に溶出したり、八塩素化物がジクロロメタン (50 vol%) 含むヘキサン溶液の規定量では第 2 画分に溶出しない場合もあるため、フライアッシュの抽出液などを用いた分画試験で活性度を確認する必要がある。

② コプラナー PCB 測定用アルミナカラムクロマトグラフ操作

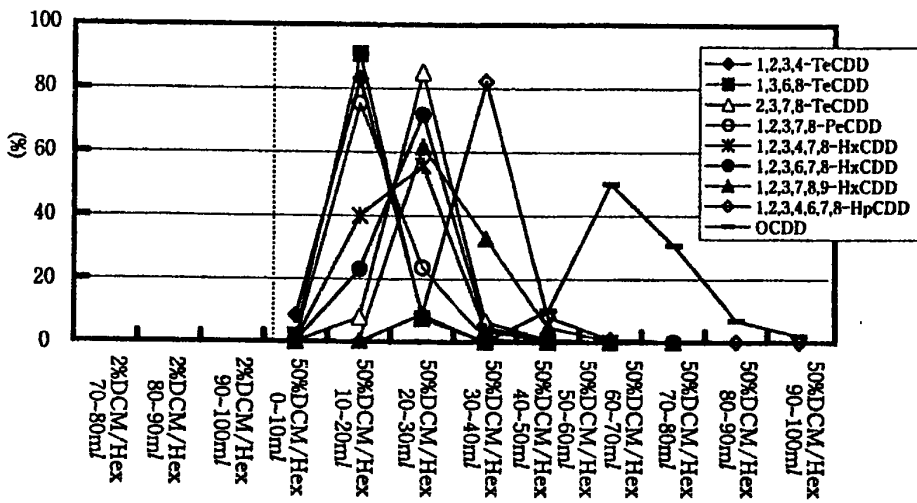
コプラナー PCB 測定用のアルミナカラムクロマトグラフ操作は、次の手順による。

(ア) カラムクロマトグラフ管の底部に石英ガラスウールを詰め、ヘキサン 10 ml で管内を洗浄し、石英ガラスウール上部までヘキサンを残す。アルミナ 10 g をヘキサン 10 ml を入れたビーカーにはかり取り、ガラス棒で緩やかにかき混ぜて気泡を除き、カラムクロマトグラフ管に充てんする。ヘキサンを流下させ、アルミナ層を安定させた後、その上に硫酸ナトリウムを約 10 mm の厚さになるように載せ、ヘキサン数 ml で管壁に付着している硫酸ナトリウムを洗い落とす。ヘキサン 50 ml を流下させた後、液面を硫酸ナトリウムの上面まで下げる。

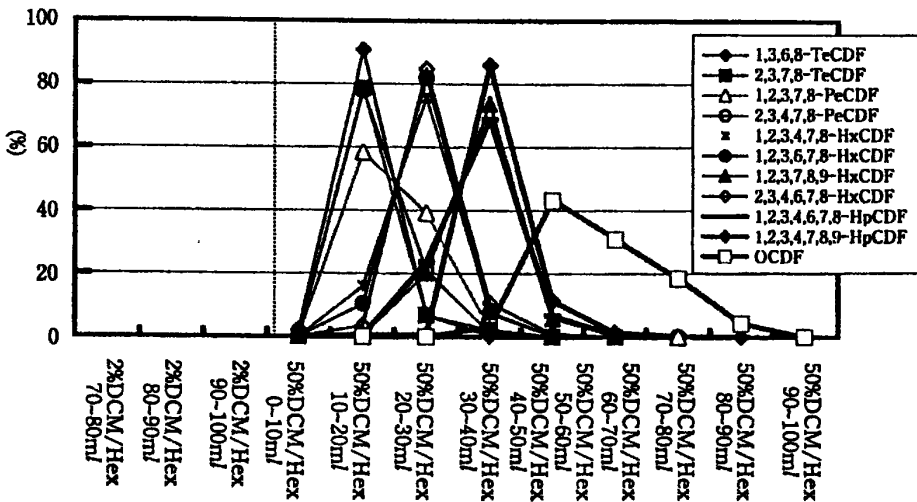
(イ) 調製した試料液の適量を静かに移し入れ、ヘキサン 1 ml で数回洗い込み、液面を硫酸ナトリウムまで下げた後、ヘキサン 40 ml を約 2.5 ml/min (毎秒 1 滴程度) で流して鎖状炭

化水素などを溶出させる。

- (ウ) ジクロロメタン (5 vol%) 含むヘキサン溶液 120 ml を約 2.5 ml/min (毎秒 1 滴程度) で流して第 1 画分を得る。この画分にはコプラナー PCB が含まれる。
 - (エ) さらにジクロロメタン (50 vol%) 含むヘキサン溶液 160 ml を約 2.5 ml/min で流して第 2 画分を得る。この画分は測定が終了するまで保管する。
 - (オ) 第 1 画分を濃縮器で約 5 ml に濃縮し、さらに窒素気流によって溶媒を揮散除去した後、シリジスパイク用内標準物質を検量線作成用標準液と同濃度となるように添加してノナンを加え、一定液量 (20~100 μ l) にしたものをコプラナー PCB の測定用試料とする。
- カラムクロマトグラフ法の分画試験例を図 3.13 に示す。



(a) PCDDs



(b) PCDFs

(注) DCM / Hex : ジクロロメタン / ヘキサン

図 3.13 カラムクロマトグラフ法の分画試験例

(3) 参考：高速液体クロマトグラフ操作及び活性炭カラムクロマトグラフ操作

① 高速液体クロマトグラフ操作

1) ダイオキシン類のための精製方法

a. 流路切り替えバルブを装着した高速液体クロマトグラフに活性炭カラムを移動相の流れの向きが切り替えられるように装着し、溶離液の流量を 2 ml/min に設定する。検出器として吸光度検出器を接続し、検出器出口から溶出液を分取できるようにしておく。活性炭カラムとして、例えば、Hypersil 社製 Hypercarb 内径 4.6 mm、長さ 100 mm がある。

b. 溶離液をトルエンとして通常の流れの向きで流し、十分にカラムを洗浄した後、溶離液をヘキサンにしてカラム及び装置の流路内をヘキサンで置換する。検出器の指示値の変化でヘキサンに置換したかどうかを判断するのがよい。

c. PCDDs・PCDFs 測定用アルミナカラムクロマトグラフ操作で得た第 2 画分の濃縮液を活性炭カラムに注入し、溶離液をトルエン (30 vol%) 含むヘキサン溶液として 20 分間流し、溶出液 40 ml を分取して第 1 画分を得る。この画分には PCBs が含まれる。

d. 次いで、オープン を 50°C に加熱し、カラムでの移動相の流れの向きを逆にしてトルエンを 15 分間流し、溶出液 30 ml を分取して第 2 画分を得る。この画分にダイオキシン類が含まれる。

e. 第 2 画分を濃縮し、測定用試料とする。

2) コプラナー PCB のための精製方法

a. 流路切り替えバルブを装着した高速液体クロマトグラフに活性炭カラムを移動相の流れの向きが切り替えられるように装着し、溶離液流量を 2 ml/min に設定する。検出器として吸光度検出器を接続し、検出器出口から溶出液を分取できるようにしておく。

b. 溶離液をトルエンとして通常の流れの向きで流し、十分にカラムを洗浄した後、溶離液をヘキサンにしてカラム及び装置の流路内をヘキサンで置換する。検出器の指示値の変化でヘキサンに置換したかどうかを判断するのがよい。

c. コプラナー PCB 測定用アルミナカラムクロマトグラフ操作で得た第 1 画分の濃縮液を活性炭カラムに注入し、溶離液をヘキサンのままで 4 分間流し、溶出液 8 ml を分取して第 1 画分とする。ここには、ジオルト体の PCBs が含まれている。

d. 次いで、溶離液をジクロロメタン (50 vol%) 含むヘキサン溶液として 20 分間流し、溶出液 40 ml を分取して第 2 画分とする。ここには、モノオルト体の PCBs が含まれている。

e. さらに、溶離液をトルエン (30 vol%) 含むヘキサン溶液として 20 分間流し、溶出液 40 ml を分取して第 3 画分とする。この画分にはノンオルト体の PCBs が含まれている。

f. 最後に、オープン を 50°C に加熱し、カラムでの移動相の流れの向きを逆にしてトルエンを 15 分間流し、溶出液 30 ml を分取して第 4 画分とする。ここには PCDDs・PCDFs が含まれている。

g. 同様にして第 1～第 3 までの画分を濃縮し、測定用試料とする。

② 活性炭カラムクロマトグラフ操作

a. カラムクロマトグラフ管の底部に石英ガラスウールを詰め、その上に硫酸ナトリウムを厚さ約 10 mm、活性炭を含浸させたシリカゲルを 1 g、硫酸ナトリウムを厚さ約 10 mm に積層し

附 件 五

て充てんする。トルエンを流下させて十分洗浄した後、ヘキサンを流下させてカラム内をヘキサ
ンに置換する。

活性炭を含浸させたシリカゲルとして、例えば、活性炭埋蔵シリカゲル（和光純薬工業㈱）が
ある。

b. 得られた第2画分の濃縮液をカラムに注入し、ジクロロメタン（25 vol%）含むヘキサン
溶液 150~200 ml を 2.5 ml/min で流下させ、第1画分を得る。

c. 次いで、トルエン 200 ml で溶出し、第2画分を得る。この画分に PCDDs、PCDFs 及び
ノンオルト体のコプラナー PCB が含まれる。

d. この第2画分を濃縮して測定用試料とする。

3.4 ガスクロマトグラフ質量分析

排ガス試料及び排水試料のいずれにおいても、前節までに述べられた抽出及びクリーンアップ
操作が十分に行われていれば、同定及び定量についての操作は同一である。

3.4.1 同定及び定量の概要

ダイオキシン類の同定と定量は、キャピラリーカラムを用いるガスクロマトグラフ（GC）と
二重収束形質量分析計（MS）を用いるガスクロマトグラフ質量分析法によって行う。分解能は
10000 以上が要求されるが、使用する内標準物質によっては 12000 が必要である。

目的とする化合物の検出のために設定されるモニターチャンネル（m/z）の微妙な変動を補正
するために、質量校正用標準物質を常時質量分析計のイオン源に導入するロックマス方式を用い
て、選択イオン検出（SIM）法により検出し、クロマトグラムを記録する。得られたクロマト
グラムのピークの保持時間と確認用 m/z のクロマトグラムの相当するピークとの面積比からダ
イオキシン類であることを確認した後に、内標準法によって定量を行う。

JIS におけるガスクロマトグラフ質量分析計（GC/MS）の検出下限は、装置機種、装置メン
テナンスの状況、測定条件などによって変動するが、四塩素化物及び五塩素化物の PCDDs、
PCDFs で 0.1 pg、六塩素化物及び七塩素化物で 0.2 pg、八塩素化物で 0.5 pg、コプラナー
PCB で 0.2 pg 以下である。

3.4.2 試薬及び装置

(1) 試 薬

定量と同定に用いる試薬は次による。

① 質量校正用標準物質

ペルフルオロケロセン（PFK）などの質量分析用高沸点成分を使用する。

この標準物質は、質量分析計の m/z 軸の校正に用いるだけでなく、試料測定を行っているとき
の設定 m/z を補正するためのロックマス用標準物質としても用いる。

② 標準物質

内標準法によるダイオキシン類の同定及び定量に使用する標準物質は表 3.8 に示すものを用い

表 3 8 ダイオキシン類の標準物質

	PCDDs	PCDFs	
P C D D s, P C D F s	四塩素化物	2,3,7,8-TeCDD	2,3,7,8-TeCDF
	五塩素化物	1,2,3,7,8-PeCDD	1,2,3,7,8-PeCDF 2,3,4,7,8-PeCDF
	六塩素化物	1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,2,3,4,7,8-HxCDF
		1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,2,3,6,7,8-HxCDF
		1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,2,3,7,8,9-HxCDF 2,3,4,6,7,8-HxCDF
	七塩素化物	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF
八塩素化物	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	
コ プ ラ ナ ー P C B	四塩素化物	3,3',4,4'-TeCB (# 77) * ¹	
		3,4,4',5'-TeCB (# 81) * ¹	
	五塩素化物	2,3,3',4,4'-PeCB (# 105) * ²	
		2,3,4,4',5'-PeCB (# 114) * ²	
		2,3',4,4',5'-PeCB (# 118) * ²	
		2',3,4,4',5'-PeCB (# 123) * ²	
	3,3',4,4',5'-PeCB (# 126) * ¹		
六塩素化物	2,3,3',4,4',5'-HxCB (# 156) * ²		
	2,3,3',4,4',5'-HxCB (# 157) * ²		
	2,3',4,4',5,5'-HxCB (# 167) * ²		
3,3',4,4',5,5'-HxCB (# 169) * ¹			
七塩素化物	2,2',3,3',4,4',5'-HpCB (# 170) * ³		
	2,2',3,4,4',5,5'-HpCB (# 180) * ³		
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (# 189) * ²		

(注) () 内の番号は、IUPAC No. を示す。

*¹ ノンオルト体を示す。

*² モノオルト体を示す。

*³ ジオルト体を示す。

る。

③ 内標準物質

サンプリングスパイク、クリーンアップスパイク及びシリンジスパイクに用いた内標準物質。

④ 検量線作成用標準液

②の標準物質とクリーンアップスパイク及びシリンジスパイクを混合してGC/MSの定量範囲内でGC/MSの検出下限の3倍程度の低濃度から5段階程度をノナン、トルエン、デカン又は2,2,4-トリメチルペンタンで希釈して調製する。

表 3.9 に検量線作成用標準液の調製例を示す。ここに示したものはあくまでも一例であって、GC/MSの設定条件によっては、フラグメントイオンの干渉が生じるため、この一覧のとおりである必要はない。

表 3.9 検量線作成用標準液の調製例

標準物質	濃度 (ng/ml)									
	STD 1	STD 2	STD 3	STD 4	STD 5					
2,3,7,8-TeCDD	0.4	2.0	10	40	200					
1,2,3,7,8-PeCDD										
1,2,3,4,7,8-HxCDD	1.0	5.0	25	100	500					
1,2,3,6,7,8-HxCDD										
1,2,3,7,8,9-HxCDD										
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD										
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD										
2,3,7,8-TeCDF	0.4	2.0	10	40	200					
1,2,3,7,8-PeCDF										
2,3,4,7,8-PeCDF										
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.0	5.0	25	100	500					
1,2,3,6,7,8-HxCDF										
1,2,3,7,8,9-HxCDF										
2,3,4,6,7,8-HxCDF										
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF										
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF										
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF										
¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-TeCDD	100	100	100	100	100					
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-PeCDD										
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8-HxCDD										
¹³ C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-HxCDD										
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-HxCDD										
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	200	200	200	200	200					
¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-TeCDF	100	100	100	100	100					
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-PeCDF										
¹³ C ₁₂ -2,3,4,7,8-PeCDF										
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8-HxCDF										
¹³ C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-HxCDF										
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-HxCDF										
¹³ C ₁₂ -2,3,4,6,7,8-HxCDF										
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-HpCDF										
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8,9-HpCDF										
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF										
3,3',4,4'-TeCB (# 77)	1.0	5.0	25	100	500					
3,4,4',5'-TeCB (# 81)										
2,3,3',4,4'-PeCB (# 105)										
2,3,4,4',5'-PeCB (# 114)										
2,3',4,4',5'-PeCB (# 118)										
2',3,4,4',5'-PeCB (# 123)										
3,3',4,4',5'-PeCB (# 126)										
2,3,3',4,4',5'-HxCB (# 156)										
2,3,3',4,4',5'-HxCB (# 157)										
2,3',4,4',5,5'-HxCB (# 167)										
3,3',4,4',5,5'-HxCB (# 169)										
2,2',3,3',4,4',5'-HpCB (# 170)										
2,2',3,4,4',5,5'-HpCB (# 180)										
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (# 189)										
¹³ C ₁₂ -3,3',4,4'-TeCB (# 77)						100	100	100	100	100
¹³ C ₁₂ -3,4,4',5'-TeCB (# 81)										
¹³ C ₁₂ -2,3,3',4,4'-PeCB (# 105)										
¹³ C ₁₂ -2,3',4,4',5'-PeCB (# 118)										
¹³ C ₁₂ -3,3',4,4',5'-PeCB (# 126)										
¹³ C ₁₂ -2,3,3',4,4',5'-HxCB (# 156)										
¹³ C ₁₂ -2,3',4,4',5,5'-HxCB (# 167)										
¹³ C ₁₂ -3,3',4,4',5,5'-HxCB (# 169)										
¹³ C ₁₂ -2,3,3',4,4',5'-HpCB (# 170)										
¹³ C ₁₂ -2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (# 189)										

(注) () 内の番号は、IUPAC No. を示す。

(2) GC/MS

GC/MS 分析に用いる装置は、次による。

① GC

a. 試料導入部：スプリットレス方式又はオンカラム注入方式で、最高使用温度が 250°C 以上であること。なお、スプリットレス方式の改良型として PTV 方式（温度プログラム気化方式）、オンカラム方式の改良型として LVI 方式（大容量注入方式）があり、いずれも従来の方式と比較して 10 倍以上の体積の試料溶液を注入することができる。また、使用するカラムによっては 300°C 程度に設定する必要がある。

b. カラム：内径 0.25～0.32 mm、長さ 25～60 m の溶融シリカ製のキャピラリーカラム。

PCDDs, PCDFs の測定では、2,3,7,8-位塩素置換異性体を含むすべての異性体について、また、コプラナー PCB の測定では対象となっている 12 種の異性体について、それぞれ分離が良好で、それらの各異性体のクロマトグラム上における溶出順位の判明しているカラムを使用する。

PCDDs・PCDFs 測定用カラムとしては、SP 2331（スペルコ社製）、DB-17（J & W 社製）、HP-5, Ultra #2（アジレントテクノロジー社製）、CP-Sil 88（クロムパック社製）などがあり、コプラナー PCB 測定用カラムとしては DB-5 MS（J & W 社製）、HT-8（SGE 社製）などがある。これらの商品は一般に入手できるものとして挙げたが、これに限るものではなく、同等あるいはそれ以上の性能を有するものを用いるのは差し支えない。

c. キャリヤースガス：純度 99.999% 以上の高純度ヘリウム

d. カラム恒温槽：温度制御範囲が 50～350°C であり、測定対象物質の最適分離条件の温度に設定できるような昇温プログラムが可能なもの。

② MS

a. 方式：二重収束形

b. 分解能：10000 以上。ただし、内標準物質として $^{13}\text{C}_{12}$ -OCDF を使用する場合は、OCDD と OCDF の保持時間が同じキャピラリーカラムの選択によっては 12000 程度が必要になる。

c. イオン検出方法：質量校正用標準物質を用いたロックマス方式による SIM 法

d. イオン化方法：電子衝撃イオン化 (EI) 法

e. イオン源温度：250～300°C

f. イオン化電流：0.5～1.0 mA

g. 電子加速電圧：30～70 V

h. イオン加速電圧：5～10 kV

3.4.3 測定操作

(1) GC/MS の測定条件の設定

GC/MS の設定条件は、次による。

① GC

2,3,7,8-位塩素置換異性体あるいはコプラナー PCB のクロマトグラム上でのピークが他の異性体のものと良好な分離が得られ、各塩素化物の保持時間が適切な範囲にあり、安定した応答が得

表 3.10 PCDDs, PCDFs のガスクロマトグラフ質量分析計の測定条件の一例

測定条件	
ガ ス ク ロ マ ト グ ラ フ	<p>① 測定対象物質 TeCDDs, TeCDFs, PeCDFs の同族体及び 2,3,7,8-位塩素置換異性体 使用カラム：SP-2331 (スベルコ社製) 内径 0.32 mm, 長さ 60 m, 膜厚 0.2 μm カラム温度：100°C(1.5 min)→(20°C/min)→180°C→(3°C/min)→260°C(25 min) 注入口温度：260°C 試料導入法：スプリットレス方式 (90 s) 試料注入量：1 μl</p>
	<p>② 測定対象物質 PeCDDs, HxCDDs, HxCDFs の同族体及び 2,3,7,8-位塩素置換異性体 使用カラム：SP-2331 (スベルコ社製) 内径 0.32 mm, 長さ 60 m, 膜厚 0.2 μm カラム温度：100°C(1.5 min)→(20°C/min)→210°C→(3°C/min)→260°C(25 min) 注入口温度：260°C 試料導入法：スプリットレス方式 (90 s) 試料注入量：1 μl</p>
	<p>③ 測定対象物質 HpCDDs, OCDD, HpCDFs, OCDF の同族体及び 2,3,7,8-位塩素置換異性体 使用カラム：DB-17 (J & W 社製) 内径 0.32 mm, 長さ 30 m, 膜厚 0.15 μm カラム温度：100°C(1.5 min)→(20°C/min)→200°C→(10°C/min)→280°C(5 min) 注入口温度：280°C 試料導入法：スプリットレス方式 (90 s) 試料注入量：1 μl</p>
質 量 分 析 計	分解能 : 10000 以上 電子加速電圧 : 70 V イオン化電流 : 1 mA イオン源温度 : 260°C 検出方法 : ロックマス方式による選択イオン検出法 (SIM)

られるようにカラム恒温槽温度、注入口温度、キャリアガス流量などを設定する。PCDDs, PCDFs の測定条件の一例を表 3.10 に、コプラナー PCB の測定条件の一例を表 3.11 に示す。

② MS

質量分析計は、次のことを満足するような条件に設定する。

- a. 分解能：分解能は 10000 以上とする。
- b. 検出方法：質量校正用標準物質を用いたロックマス方式による SIM 法を用いる。
- c. 測定質量数：試料及び内標準物質の各塩素化物ごとに、二つ以上の選択イオンの質量数とロックマス用の選択イオンの質量数を設定する。ダイオキシン類の設定質量数の例を表 3.12 に示す。
- d. 測定時のデータサンプリング周期：キャピラリーカラムによって得られるピークの幅は通常 5~10 秒程度であるが、1つのピークに対して十分な測定点を確保するためには SIM のデータサンプリング周期は 1 秒以下にすることが望ましい。1 回の測定で設定可能なチャンネル数

表 3.11 コプラナー PCB のガスクロマトグラフ質量分析計の測定条件の一例

測定条件	
ガ ス ク ロ マ ト グ ラ フ	測定対象物質 コプラナー PCB 使用カラム：DB-5 MS (J & W 社製) [phenyl (5%) methyl (95%) silicone, bonded] 内径 0.32 mm, 長さ 60 m, 膜厚 0.25 μ m カラム温度：150°C(1 min) → (20°C/min) → 185°C(3 min) → (2°C/min) → 245°C(3 min) → (6°C/min) → 290°C(10 min) 注入口温度：170 → 300°C (100°C/min) 試料導入法：オンカラム方式 試料注入量：1 μ l
	質 量 分 析 計

は、要求される感度との兼ね合いとなるので、十分に検討した上で設定する必要がある。

e. グルーピング測定の際の注意事項：クロマトグラム上の各ピークの保持時間を考慮して、時間分解によるグルーピング方式によって測定してもよいが、この場合には、各グループごとに適切な内標準物質ピークが出現するように条件の設定を行う必要がある。

(2) MS の 調 整

質量分析計の調整は、装置が稼動している状態で必要な項目の条件を設定した後、質量校正用標準物質を導入し、質量校正用プログラムによって行う。質量目盛、分解能 (10000 以上) などを測定目的に応じて所定の値に校正する。特に、分解能は測定質量範囲全域で 10000 以上に調節しなければならない。通常、一連の測定の最初に行い、質量校正結果は保存しておく。

また、導入した質量校正用標準物質のピークをオシロスコープなどによって確認し、その強度によって、おおまかに装置の感度などの状態を確認することができる。

(3) SIM 測定 操 作

SIM の設定条件は次による。

- GC/MS を所定の条件に設定する。
- 質量校正用標準物質を導入しながら、そのモニターチャンネルの応答が安定したら測定試料の測定を行う。
- 設定した各塩素化物の質量数について、クロマトグラムを記録する。
- 測定終了後、データ処理作業に入る前に個々の試料ごとに質量校正用標準物質のモニターチャンネル、妨害成分の有無、2,3,7,8-位塩素置換異性体の分離の確認を行う。
- 質量校正用標準物質のモニターチャンネル (ロックマスチャンネル) のクロマトグラムが波を打つ、特に大きく変動している場合、その領域では、正確にロックマスをとらえていない可能性がある。その変動の位置に測定対象成分が出現していると、測定精度が大きく低下している。したがって、この場合はロックマスのクロマトグラムの変動を最小限に抑えるために、十分

表 3.12 ダイオキシン類の設定質量数 (モニターイオン) の例

	塩素置換体	M ⁺	(M+2) ⁺	(M+4) ⁺
分析対象物質	TeCDDs	319.8965	321.8936	
	PeCDDs	353.8576	355.8546	357.8517
	HxCDDs	387.8186	389.8156	391.8127
	HpCDDs		423.7767	425.7717
	OCDDs		457.7377	459.7348
	TeCDFs	303.9016	305.8987	
	PeCDFs		339.8597	341.8568
	HxCDFs		373.8207	375.8178
	HpCDFs		407.7818	409.7788
	OCDFs	439.7457	441.7248	443.7398
	TeCBs	289.9224	291.9194	293.9165
	PeCBs	323.8834	325.8804	327.8775
	HxCBs	357.8444	359.8415	361.8385
	HpCBs	391.8054	393.8025	395.7995
内標準物質	¹³ C ₁₂ -TeCDDs	331.9368	333.9339	
	³⁷ Cl ₁ -TeCDDs	327.8847		
	¹³ C ₁₂ -PeCDDs	365.8978	367.8949	369.8910
	¹³ C ₁₂ -HxCDDs	399.8589	401.8559	403.8530
	¹³ C ₁₂ -HpCDDs		435.8169	437.8140
	¹³ C ₁₂ -OCDDs		469.7780	471.7750
	¹³ C ₁₂ -TeCDFs	315.9419	317.9389	
	¹³ C ₁₂ -PeCDFs		351.9000	353.8970
	¹³ C ₁₂ -HxCDFs		385.8610	387.8580
	¹³ C ₁₂ -HpCDFs		419.8220	421.8191
	¹³ C ₁₂ -OCDFs	451.7860	453.7830	455.7801
	¹³ C ₁₂ -TeCBs	301.9626	303.9597	305.9567
	¹³ C ₁₂ -PeCBs	335.9237	337.9207	339.9178
	¹³ C ₁₂ -HxCBs	369.8847	371.8817	373.8788
¹³ C ₁₂ -HpCBs	403.8457	405.8428	407.8398	
質量校正用標準物質 (PCDDs, PCDFs 用)		330.9792 (四, 五塩素化物定量用)		
		380.9760 (五, 六塩素化物定量用)		
		430.9729 (七, 八塩素化物定量用)		
		442.9729 (七, 八塩素化物定量用)		
質量校正用標準物質 (コプラナー PCB 用)		304.9824		
		330.9792		
		380.9760		

に妨害成分を除去して再度測定する必要がある。

(4) 検量線の作成

検量線の作成は次による。

① 標準液の測定

各検量線作成用標準液を 1 濃度水準に対して最低 3 回 GC/MS に注入し, (3)の操作により全濃度領域で合計 15 点以上のデータを得る。

② ピーク面積の強度比の確認

得られたクロマトグラムから、各標準物質の対応する二つの質量数のイオンのピーク面積比を求め、塩素原子の同位体存在比から推定されるイオン強度比とほぼ一致することを確認する。

③ 相対感度の算出

相対感度の算出は次による。

a. 各標準物質及び内標準物質のピーク面積を求め、各標準物質の対応するクリーンアップス

表 3.13 標準物質と内標準物質との対応例

	対応するクリーンアップ スパイク	クリーンアップスパイクに 対応するシリンジスパイク
2,3,7,8-TeCDF 2,3,7,8-TeCDD	¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-TeCDF ¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-TeCDD	
1,2,3,7,8-PeCDF 2,3,4,7,8-PeCDF	¹³ C ₁₂ -2,3,4,7,8-PeCDF	¹³ C ₁₂ -1,2,3,4-TeCDD
1,2,3,7,8-PeCDD	¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-PeCDD	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8-HxCDF	
1,2,3,6,7,8-HxCDF 1,2,3,7,8,9-HxCDF	¹³ C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-HxCDF	
2,3,4,6,7,8-HxCDF 1,2,3,4,7,8-HxCDD	¹³ C ₁₂ -2,3,4,6,7,8-HxCDF ¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8-HxCDD	
1,2,3,6,7,8-HxCDD 1,2,3,7,8,9-HxCDD	¹³ C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-HxCDD	¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-HxCDD
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-HpCDD ¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF ¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	
3,3',4,4'-TeCB (# 77) 3,4,4',5-TeCB (# 81)	¹³ C ₁₂ -3,3',4,4'-TeCB (# 77) ¹³ C ₁₂ -3,4,4',5-TeCB (# 81)	
2,3,3',4,4'-PeCB (# 105) 2,3,4,4',5-PeCB (# 114) 2,3',4,4',5-PeCB (# 118) 2',3,4,4',5-PeCB (# 123)	¹³ C ₁₂ -2,3',4,4',5-PeCB (# 118)	
3,3',4,4',5-PeCB (# 126)	¹³ C ₁₂ -3,3',4,4',5-PeCB (# 126)	
2,3,3',4,4',5-HxCB (# 156) 2,3,3',4,4',5'-HxCB (# 157)	¹³ C ₁₂ -2,3,3',4,4',5-HxCB (# 156)	¹³ C ₁₂ -2,3,3',4,4'-PeCB (# 105)
2,3',4,4',5,5'-HxCB (# 167) 3,3',4,4',5,5'-HxCB (# 169)	¹³ C ₁₂ -2,3',4,4',5,5'-HxCB (# 167) ¹³ C ₁₂ -3,3',4,4',5,5'-HxCB (# 169)	
2,2',3,3',4,4',5-HpCB (# 170) 2,2',3,4,4',5,5'-HpCB (# 180) 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (# 189)	¹³ C ₁₂ -2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (# 189)	

(注) () 内の番号は、IUPAC No. を示す。

スパイク用内標準物質に対するピーク面積の比と注入した標準液中のその標準物質と内標準物質の濃度の比を用いて検量線を作成し、相対感度 (RRF_{cs}) を算出する。表 3.13 に測定対象の標準物質とそれに対応する内標準物質の例を示す。

RRF_{cs} は、式 (3.6) によって各濃度ごとに求めたものを平均する。この場合、データの変動係数が 5% 以内でなければならない。また、最小二乗法で一次回帰直線を求め、その傾きを RRF_{cs} としてもよい。この場合は、直線性が十分であるとともに、回帰直線の周りの標準偏差について、式 (3.6) で求めた変動係数の要求事項と同等でなければならない。さらに、切片がほぼ 0 であることを確認する。

$$RRF_{cs} = \frac{Q_{cs}}{Q_s} \times \frac{A_s}{A_{cs}} \quad (3.6)$$

ここに、 RRF_{cs} ：測定対象物質のクリーンアップスパイクに対する相対感度

Q_{cs} ：標準液中のクリーンアップスパイクの量 (pg)

Q_s ：標準液中の測定対象物質の量 (pg)

A_s ：標準液中の測定対象物質のピーク面積

A_{cs} ：標準液中のクリーンアップスパイクのピーク面積

b. 同様にして、クリーンアップスパイクのシリンジスパイクに対する相対感度 (RRF_{rs}) を式 (3.7) によって、サンプリングスパイクのクリーンアップスパイクに対する相対感度 (RRF_{ss}) を式 (3.8) によってそれぞれ算出する。クリーンアップスパイクとシリンジスパイクの対応例を表 3.13 に示した。

$$RRF_{rs} = \frac{Q_{rs}}{Q_{cs}} \times \frac{A_{cs}}{A_{rs}} \quad (3.7)$$

ここに、 RRF_{rs} ：クリーンアップスパイクのシリンジスパイクに対する相対感度

Q_{rs} ：標準液中のシリンジスパイクの量 (pg)

Q_{cs} ：標準液中のクリーンアップスパイクの量 (pg)

A_{cs} ：標準液中のクリーンアップスパイクのピーク面積

A_{rs} ：標準液中のシリンジスパイクのピーク面積

$$RRF_{ss} = \frac{Q_{cs}}{Q_{ss}} \times \frac{A_{ss}}{A_{cs}} \quad (3.8)$$

ここに、 RRF_{ss} ：サンプリングスパイクのクリーンアップスパイクに対する相対感度

Q_{cs} ：標準液中のクリーンアップスパイクの量 (pg)

Q_{ss} ：標準液中のサンプリングスパイクの量 (pg)

A_{ss} ：標準液中のサンプリングスパイクのピーク面積

A_{cs} ：標準液中のクリーンアップスパイクのピーク面積

(5) 試料の測定

測定用試料の測定は、次による。

① 検量線の確認

検量線作成用標準液を(3)の SIM 測定操作に従って測定し、(4)と同様にして各異性体のそれに対応したクリーンアップスパイクに対する RRF_{cs} を求める。さらに、クリーンアップスパイクのそれに対応したシリンジスパイクに対する RRF_{rs} を求める。

これらの相対感度が、(4)で求めた検量線作成時の RRF_{cs} 及び RRF_{rs} に対して $\pm 20\%$ 以内であることを確認し、これを超えて感度が変動する場合は、その原因を取り除き、再測定を行う。

② 試料の測定

測定用試料を(3)の SIM 操作に従って測定し、各塩素化物の質量数についてクロマトグラムを得る。

③ 感度変動の確認

ある一定の周期（1日に1回以上）で、検量線作成用標準液の中から中間程度の濃度のものを選び、(3)の測定操作に従って測定し、(4)と同様にして各異性体のそれに対応した RRF_{cs} を求める。この値が①で求めた値に対して $\pm 20\%$ 以内であることを確認し、これを超えて感度が変動する場合は、その原因を取り除き、試料の再測定を行う。

さらに保持時間についても、その変動を調べ、保持時間が1日に $\pm 5\%$ 以上、内標準物質との相対保持比が $\pm 2\%$ 以上変動する場合には、その原因を取り除き、その直前に行った一連の試料の再測定を行う。

3.4.4 同定及び定量

(1) ピークの検出

3.4.3(5)「試料の測定」で得られたクロマトグラムにおけるピークの検出は次による。

① シリンジスパイクの確認

測定試料中のシリンジスパイクのピーク面積が、標準液のシリンジスパイクのピーク面積の70%以上であることを確認する。この範囲から外れた場合は、原因を調査し、その原因を取り除いて再度測定する。

② ピークの検出

クロマトグラム上において、ベースラインのノイズ幅 (N) に対して3倍以上のピーク高さ (S) であるピーク、すなわち $S/N=3$ 以上となるピークについて、次の同定及び定量の操作を行う。

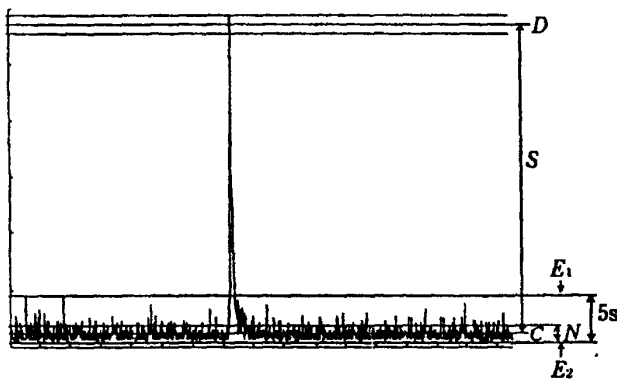


図 3.14 S/N の計測方法

ここで、N 及び S は、一般に次のようにして求める。まず、ピークの近傍（ピークの半値幅の10倍程度）のノイズを計測し、その標準偏差の2倍をノイズ幅とするか、経験的にノイズの最大値と最小値との幅はおよそ標準偏差の5倍となるため、その幅の2/5を N とする。一方、ノイズの中央値をベースラインとし、ベースラインのノイズを基にピークトップを決めて、この幅をピーク高さ (S) とする。S/N

の計測方法を図 3.14 に例示する。

なお、得られたクロマトグラムのベースラインは、必ず装置のゼロ点より高くならなければノ

イズを計測することはできないので、測定に先立ってベースラインを確認、必要に応じてオフセットなどを適切に調節しなければならない。

③ ピーク面積の算出

②で検出されたピークについて、そのピーク面積を算出する。

(2) ダイオキシン類の同定

図3.15及び図3.16にPCDDs及びPCDFsのクロマトグラム、また図3.17にコプラナーPCBのクロマトグラムを例示する。

① PCDDs, PCDFsの同定

モニターした二つ以上のイオンにおけるクロマトグラム上のピーク面積の比が標準物質のものと同様であり、表3.14に示す塩素原子の同位体存在比から推定されるイオン強度比に対して±15%以内（検出下限の3倍以下の濃度では±25%）であれば、そのピークはPCDDs, PCDFsによるものであるとする。標準物質のない異性体の同定は、文献などを参考に行う。

② 2,3,7,8-位塩素置換異性体の同定

同定されたPCDDs, PCDFsの中の2,3,7,8-位塩素置換異性体は、クロマトグラム上にピークの保持時間が標準物質と同様であり、対応する内標準物質との相対保持時間が標準物質と一致することで同定する。

③ コプラナーPCBの同定

コプラナーPCBの各異性体は、モニターした二つ以上のイオンにおけるクロマトグラム上のピーク面積の比が標準物質のものと同様であり、表3.14に示す塩素原子の同位体存在比から推定されるイオン強度比に対して±15%以内（検出下限の3倍以下の濃度では±25%）であり、さらにピークの保持時間が標準物質と同様であり、対応する内標準物質との相対保持時間が標準物質と一致することで同定する。

(3) ダイオキシン類の定量

① 各異性体の定量

抽出液全量中に同定された2,3,7,8-位塩素置換異性体又はコプラナーPCBの量 Q_i は、それに対応するクリーンアップスパイクの添加量を基準にして内標準法で式(3.9)によって求める。他の異性体についても同様にして求める。

$$Q_i = \frac{A_i}{A_{csi}} \times \frac{Q_{csi}}{RRF_{cs}} \quad (3.9)$$

ここに、 Q_i ：抽出液全量中の異性体の量 (ng)

A_i ：クロマトグラム上の異性体のピーク面積

A_{csi} ：対応するクリーンアップスパイクのピーク面積

Q_{csi} ：対応するクリーンアップスパイクの添加量 (ng)

RRF_{cs} ：対応するクリーンアップスパイクとの相対感度

なお、試料を抽出した後、その抽出液を分割・分取してから内標準物質を添加した場合は、その補正を行わなければならない。

また、2,3,7,8-位塩素置換異性体以外の異性体の定量に当たっては、各塩素数ごとに2,3,7,8-位

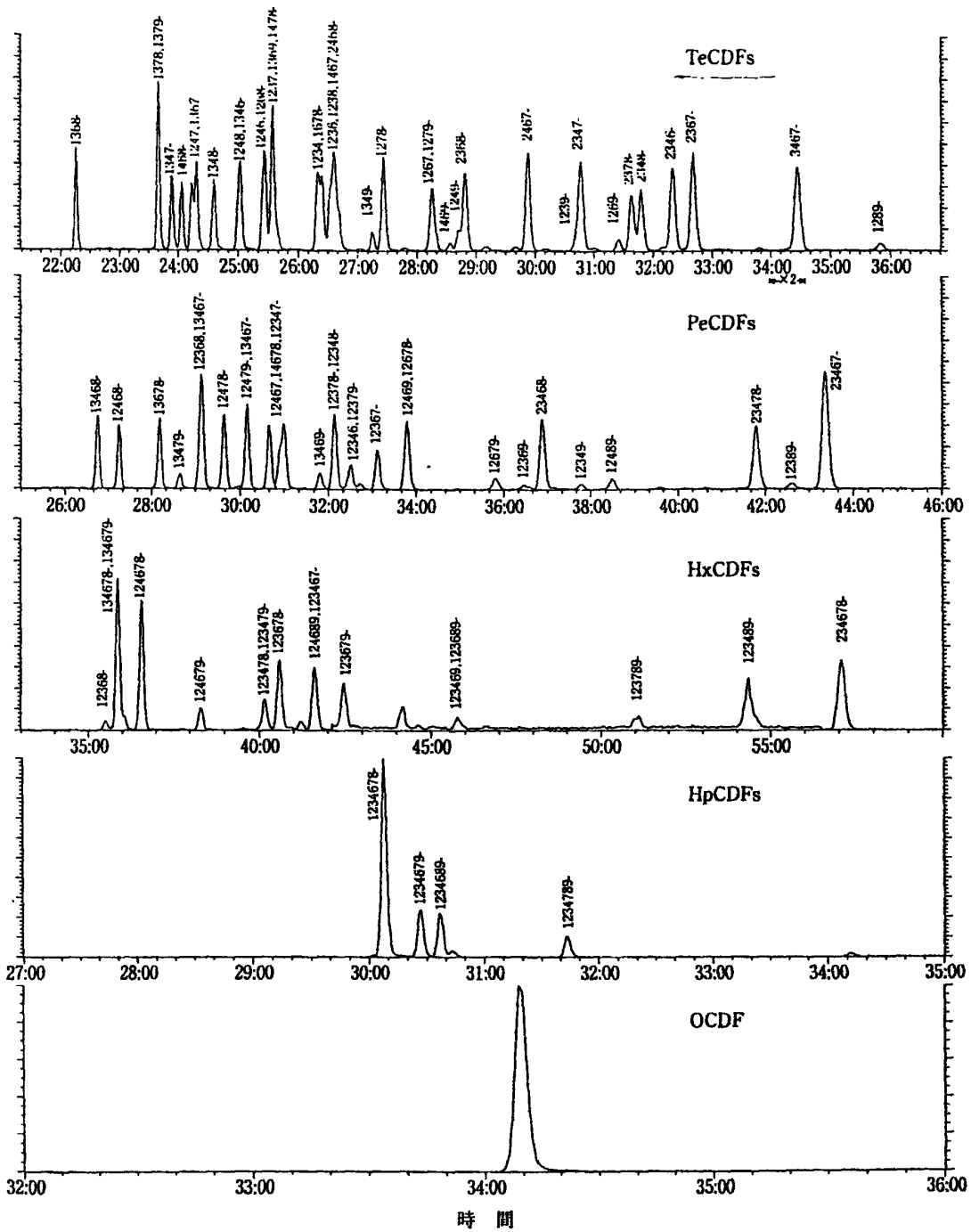


図 3.16 PCDFs のクロマトグラムの一例

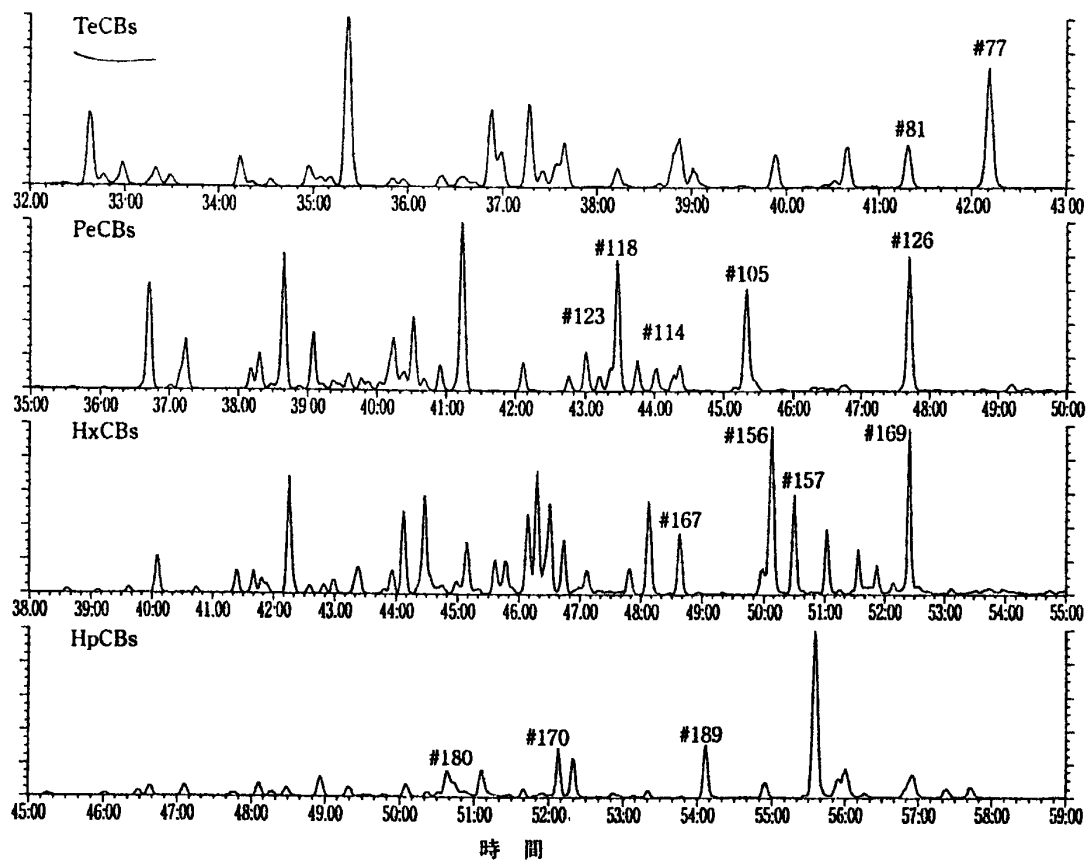


図 3.17 コプラナー PCB のクロマトグラムの一例

表 3.14 塩素原子の同位体存在比から推定されるイオン強度比

	M	M+2	M+4	M+6	M+8	M+10	M+12	M+14
TeCDDs	77.43	100.00	48.74	10.72	0.94	0.01		
PeCDDs	62.06	100.00	64.69	21.08	3.50	0.25		
HxCDDs	51.79	100.00	80.66	34.85	8.54	1.14	0.07	
HpCDDs	44.43	100.00	96.64	52.03	16.89	3.32	0.37	0.02
OCDD	34.54	88.80	100.00	64.48	26.07	6.78	1.11	0.11
TeCDFs	77.55	100.00	48.61	10.64	0.92			
PeCDFs	62.14	100.00	64.57	20.98	3.46	0.24		
HxCDFs	51.84	100.00	80.54	34.72	8.48	1.12	0.07	
HpCDFs	44.47	100.00	96.52	51.88	16.80	3.29	0.37	0.02
OCDF	34.61	88.89	100.00	64.39	25.98	6.74	1.10	0.11
TeCBs	76.67	100.00	49.11	10.83	0.93			
PeCBs	61.42	100.00	65.29	21.43	3.56			
HxCBs	51.22	100.00	81.48	35.51	8.75	1.18		
HpCBs	43.93	100.00	97.67	53.09	17.38	3.43		

塩素置換異性体の相対感度の平均値を用いる。

② 濃度の算出

得られた各異性体の量から、試料中の濃度を式(3.10)又は式(3.12)によって算出し、特に指定がない限り、JIS Z 8401の規定によって数値を丸め、有効数字を2けたとする。

1) 排ガス試料

$$C_i = (Q_i - Q_t) \times \frac{1}{V_{SD}} \quad (3.10)$$

ここに、 C_i ：試料中の異性体の濃度 (0°C, 101.325 kPa) (ng/m³_N)

Q_i ：抽出液全量中の異性体の量 (ng)

Q_t ：空試験での異性体の量 (ng)

V_{SD} ：0°C, 101.325 kPa における試料ガスの採取量 (m³_N)

なお、酸素濃度による補正が必要な場合には、実測濃度を式(3.11)によって所定の酸素の濃度に換算したものを濃度とする。

$$C = \frac{21 - O_n}{21 - O_s} \times C_s \quad (3.11)$$

ここに、 C ：酸素濃度 O_n における濃度 (0°C, 101.325 kPa) (ng/m³_N)

O_n ：換算する酸素の濃度 (%)

O_s ：排ガス中の酸素の濃度 (%)

C_s ：排ガス中の実測濃度 (0°C, 101.325 kPa) (ng/m³_N)

排ガス中の酸素濃度が 20% を超える場合は、 $O_s = 20\%$ とする。

2) 工業用水及び工場排水試料

$$C_i = (Q_i - Q_t) \times \frac{1}{V_{SD}} \quad (3.12)$$

ここに、 C_i ：試料中の異性体の濃度 (pg/l) Q_i ：抽出液全量中の異性体の量 (pg)

Q_t ：空試験での異性体の量 (pg) V_{SD} ：試料採取量 (l)

3.4.5 検出下限及び定量下限

(1) 装置の検出下限及び定量下限

最低濃度（各標準物質をそれぞれ四塩素化物及び五塩素化物で 0.1～0.5 pg，六塩素化物及び七塩素化物で 0.2～1.0 pg，八塩素化物で 0.5～2.5 pg，コプラナー PCB で 0.2～1.0 pg を含む。）の検量線作成用標準液を GC/MS で測定し、各 2,3,7,8-位塩素置換異性体を定量する。この操作を 5 回以上繰り返し、得られた測定値から式(3.13)によって標準偏差を求め、その 3 倍を装置の検出下限、10 倍を装置の定量下限とする。

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.13)$$

ここに、 s ：標準偏差 x_i ：個々の測定値 (pg) \bar{x} ：測定値の平均値 (pg) n ：測定回数

装置の検出下限及び定量下限は、ダイオキシン類を測定するに当たって、装置そのものが十分に能力を有しているかどうかを確認するためのものである。

ここで得られた装置の検出下限が、四塩素化物及び五塩素化物で 0.1 pg，六塩素化物及び七

塩素化物で0.2 pg, 八塩素化物で0.5 pg, コプラナー PCB で0.2 pg より大きいときは, 器具, 機器などを確認して, これらの値以下になるように調整する。

この装置の検出下限及び定量下限は, 使用する GC/MS の状態によって変動するため, ある一定の周期で確認し, 常に十分な値が得られるように管理する。また, 使用する GC/MS 及び測定条件を変更した場合には必ず確認する。

(2) 測定方法の検出下限及び定量下限

測定に用いるのと同量の吸収液, 吸着剤及びフィルター (排ガスの場合), 採取容器, 蒸留水 (排水の場合) を用いて抽出した抽出液に式(3.14)によって算出した量の標準物質を添加し, 前処理, GC/MS での測定, 同定及び定量を行う。これを5回以上行い, 得られた測定値の標準偏差を式(3.13)によって求め, その3倍を測定方法の検出下限, 10倍を測定方法の定量下限とする。

$$Q = QL' \times \frac{v}{v_i} \quad (3.14)$$

ここに, Q : 標準物質の添加量 (pg) QL' : 装置の定量下限 (pg)

v : 測定用試料の液量 (μl) v_i : GC/MS への注入量 (μl)

さらに, 式(3.15)及び式(3.16)によって試料ガスにおける, また, 式(3.17)及び式(3.18)によって, 工業用水, 工場排水における検出下限及び定量下限を算出し, 得られた試料における検出下限が評価しなければならない濃度の1/30以下になるようにする。

この測定方法の検出下限及び定量下限は, 前処理操作及び測定条件によって変動するため, ある一定の周期で確認し, 常に十分な値が得られるように管理する。また, 前処理操作及び測定条件を変更した場合などには必ず確認する。試料における検出下限及び定量下限は, 試料の採取量によって異なってくるため, 各試料ごとに求める。

$$C_{DL} = \frac{DL}{1000} \times \frac{v}{v_i} \times \frac{V_E}{V'_E} \times \frac{1}{V} \quad (3.15)$$

$$C_{QL} = \frac{QL}{1000} \times \frac{v}{v_i} \times \frac{V_E}{V'_E} \times \frac{1}{V} \quad (3.16)$$

ここに, C_{DL} : 試料ガスにおける検出下限 (0°C, 101.325 kPa) (ng/m³N)

C_{QL} : 試料ガスにおける定量下限 (0°C, 101.325 kPa) (ng/m³N)

DL : 測定方法の検出下限 (pg) QL : 測定方法の定量下限 (pg)

v_i : GC/MS への注入量 (μl) v : 測定試料の液量 (μl)

V : 試料採取量 (0°C, 101.325 kPa) (m³N) V_E : 抽出液量 (ml)

V'_E : 抽出液の分取量 (ml)

$$C_{DL} = DL \times \frac{v}{v_i} \times \frac{V_E}{V'_E} \times \frac{1}{V} \quad (3.17)$$

$$C_{QL} = QL \times \frac{v}{v_i} \times \frac{V_E}{V'_E} \times \frac{1}{V} \quad (3.18)$$

ここに, C_{DL} : 試料における検出下限 (pg/l) C_{QL} : 試料における定量下限 (pg/l)

DL : 測定方法の検出下限 (pg) QL : 測定方法の定量下限 (pg)

v_i : GC/MS への注入量 (μl) v : 測定試料の液量 (μl) V : 試料採取量 (l)

V_E : 抽出液量 (ml) V'_E : 抽出液の分取量 (ml)

(3) 試料測定時の検出下限及び定量下限

実際に試料の測定において、少なくとも2,3,7,8-位塩素置換異性体の中でピークが検出されなかったものについては、そのクロマトグラム上において、検出下限及び定量下限を次のように確認する。まず対象とする2,3,7,8-位塩素置換異性体のピーク近傍のベースラインのノイズ幅を求め、ノイズ幅の3倍に相当する高さに相当するピークの面積を標準液のクロマトグラムから推定する。そのピーク面積を用いて検量線からその量を算出し、試料測定時の検出下限とする。同様にしてノイズ幅の10倍に相当する高さに相当するピーク面積を推定し、検量線からその量を算出し、試料測定時の定量下限とする。ここで算出されたそれぞれの値は、実試料に含まれている成分によるバックグラウンドにより、一般に測定方法の検出下限及び定量下限を上回るが、評価すべき濃度に対する割合を満足する必要があるため、測定方法の検出下限及び定量下限に近くなるように、クリーンアップ操作を確立する。

3.4.6 回収率の確認

(1) クリーンアップスパイクの回収率の算出

クリーンアップスパイクのピーク面積とシリンジスパイクのピーク面積の比及び対応する相対感度(RRF_{rs})を用いて、式(3.19)によって回収率を計算し、クリーンアップ回収率を確認する。

このクリーンアップの回収率が50~120%の範囲内から外れるときは、再度前処理を行い、再測定する。

$$R_c = \frac{A_{csi}}{A_{rsi}} \times \frac{Q_{rsi}}{RRF_{rs}} \times \frac{100}{Q_{csi}} \quad (3.19)$$

ここに、 R_c : クリーンアップスパイク回収率(%)

A_{csi} : クリーンアップスパイクのピーク面積

A_{rsi} : 対応するシリンジスパイクのピーク面積

Q_{rsi} : 対応するシリンジスパイクの添加量(pg)

RRF_{rs} : 対応するシリンジスパイクとの相対感度

Q_{csi} : クリーンアップスパイクの添加量(pg)

(2) サンプルングスパイク回収率の算出

排ガスの試料採取においては、採取に先立って試料採取装置にサンプルングスパイクを添加している。このサンプルングスパイクの回収率は以下の方法によって算出する。

サンプルングスパイクのピーク面積とクリーンアップスパイクのピーク面積の比及び対応する相対感度(RRF_{ss})を用いて、式(3.20)によって回収率を計算し、サンプルングスパイクの回収率を確認する。

$$R_s = \frac{A_{ssi}}{A_{csi}} \times \frac{Q_{csi}}{RRF_{ss}} \times \frac{100}{Q_{ssi}} \quad (3.20)$$

ここに、 R_s : サンプルングスパイク回収率(%)

A_{ssi} : サンプルングスパイクのピーク面積

A_{csi} : 対応するクリーンアップスパイクのピーク面積

Q_{csi} : 対応するクリーンアップスパイクの添加量(pg)

RRF_{ss} ：対応するクリーンアップスパイクとの相対感度

Q_{ss1} ：サンプリングスパイクの添加量 (pg)

3.4.7 結果の報告

(1) 結果の表示方法

ダイオキシン類の測定結果の表示方法は特に指定がない場合には、次による。

① PCDDs, PCDFs

PCDDs, PCDFsの濃度の測定結果には、2,3,7,8-位塩素置換の各異性体の濃度、四塩素化物～八塩素化物〔テトラクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン～オクタクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン及びテトラクロロベンゾフラン～オクタクロロジベンゾフラン (TeCDDs～OCDD 及び TeCDFs～OCDF)〕の同族体濃度、それらの総和を記載する。

各異性体の濃度は、試料における定量下限以上の値はそのまま記載し、試料における検出下限以上で定量下限未満のものは、定量下限以上の値と同等の精度が保証できない値であることが分かるような表示方法（例えば、括弧付きにするとか別の欄にするなど）で記載する。試料における検出下限未満のものは、検出下限未満であったことが分かるように記載する。

各同族体濃度及びそれらの総和は、検出された異性体の濃度で算出する。

これらの表示方法は表3.15のとおりとし、試料における検出下限及び定量下限も明記する。また、TEQを求めて結果をまとめる場合には、後述の表3.17を参考にするとよい。

② コプラナー PCB

コプラナー PCBの濃度の測定結果には、各異性体の濃度とそれらの総和を①と同様に記載す

表3.15 PCDDs 及び PCDFs の同族体及び異性体の表示方法

塩素置換体	PCDDs		PCDFs	
	同族体	異性体	同族体	異性体
四塩素化物	TeCDDs	2,3,7,8- その他	TeCDFs	2,3,7,8- その他
五塩素化物	PeCDDs	1,2,3,7,8- その他	PeCDFs	1,2,3,7,8- 2,3,4,7,8- その他
六塩素化物	HxCDDs	1,2,3,4,7,8- 1,2,3,6,7,8- 1,2,3,7,8,9- その他	HxCDFs	1,2,3,4,7,8- 1,2,3,6,7,8- 1,2,3,7,8,9- 2,3,4,6,7,8- その他
七塩素化物	HpCDDs	1,2,3,4,7,8- その他	HpCDFs	1,2,3,4,7,8- 1,2,3,4,7,8,9- その他
八塩素化物	OCDD	1,2,3,4,6,7,8,9-	OCDF	1,2,3,4,6,7,8,9-
Σ(四塩素化物～八塩素化物)	PCDDs	—	PCDFs	—
	PCDDs+PCDFs			

表 3.16 コプラナー PCB の異性体の表示方法

	ノンオルト体	モノオルト体	ジオルト体
四塩素化物	3,3',4,4'- (# 77) 3,4,4',5- (# 81)	—	—
五塩素化物	3,3',4,4',5- (# 126)	2,3,3',4,4'- (# 105) 2,3,4,4',5- (# 114) 2,3',4,4',5- (# 118) 2',3,4,4',5- (# 123)	—
六塩素化物	3,3',4,4',5,5'- (# 169)	2,3,3',4,4',5- (# 156) 2,3,3',4,4', (# 157) 2,3',4,4',5,5'- (# 167)	—
七塩素化物	—	2,3,3',4,4',5,5'- (# 189)	2,2',3,3',4,4',5- (# 170) 2,2',3,4,4',5,5'- (# 180)
	全ノンオルト体	全モノオルト体	全ジオルト体
	全コプラナー PCB		

(注) () 内の番号は IUPAC No. を示す。

る。表示方法は表 3.16 のとおりとし、試料における検出下限及び定量下限も明記する。また、TEQ を求めて結果をまとめる場合には、表 3.17 を参考にするとよい。

(2) 濃度の単位

ダイオキシン類の実測値は、排ガスについては $\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$ (0°C , 101.325 kPa)、工業用水、工場排水については pg/l として表示する。

(3) 毒性等量 (TEQ) への換算

ダイオキシン類の濃度を TEQ に換算する場合は、測定濃度に TEF を乗じて $\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$ (0°C , 101.325 kPa)、あるいは $\text{pg-TEQ}/\text{l}$ として表示する。

① TEF

特に指定がない場合は、表 1.7 に示す TEF のどちらかを使用して TEQ を求め、そのどちらを使用したか明記する。

② TEQ の算出

各異性体の TEQ を算出し、その合計を TEQ とし、その算出は次のように行うことが望ましい。ただし、いずれの場合でも算出方法は必ず明記する。

(ア) 特に指定がない場合は、定量下限以上の値はそのままその値を用い、定量下限未満で検出下限以上の値と検出下限未満のものは 0 として各異性体の TEQ を算出し、それらを合計して TEQ を算出する。

(イ) TEQ 算出の目的に応じて、(ア)以外にも下記の方法があり、指定がある場合は次による。

(i) 定量下限以下の値と定量下限未満で検出下限以上の値はそのまま使用し、検出下限未満のものは試料における検出下限を用いて各異性体の TEQ を算出し、それらを合計して TEQ を算出する。

(ii) 定量下限以上の値と定量下限未満で検出下限以上の値はそのままその値を使用し、検

表 3.17 ダイオキシン類の測定結果の記載例

		測定結果 (排ガス, 工業用水, 工場排水)					
		実測濃度 (ng/m ³ _N) (pg/l)	定量下限 (ng/m ³ _N) (pg/l)	検出下限 (ng/m ³ _N) (pg/l)	毒性等価 係数	毒性等量 (ng-TEQm ³ _N) (pg-TEQ/l)	
P C D D s	2,3,7,8-TeCDD TeCDDs				1 —	—	
	1,2,3,7,8-PeCDD PeCDDs				1 —	—	
	1,2,3,4,7,8-HxCDD 1,2,3,6,7,8-HxCDD 1,2,3,7,8,9-HxCDD HxCDDs				0.1 0.1 0.1 —	—	
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD HpCDDs				0.01 —	—	
	OCDD				0.0001		
	合計		—	—	—		
		合計 (PCDDs)		—	—	—	
P C D F s	2,3,7,8-TeCDF TeCDFs				0.1 —	—	
	1,2,3,7,8-PeCDF 2,3,4,7,8-PeCDF PeCDFs				0.05 0.5 —	—	
	1,2,3,4,7,8-HxCDF 1,2,3,6,7,8-HxCDF 1,2,3,7,8,9-HxCDF 2,3,4,6,7,8-HxCDF HxCDFs				0.1 0.1 0.1 0.1 —	—	
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF HpCDFs				0.01 0.01 —	—	
	OCDF				0.0001		
	合計		—	—	—		
		合計 (PCDDs+PCDFs)		—	—	—	
コ ブ ラ ナ ー P C B	ノ ン オ ル ト 体	3,4,4',5'-TeCB (# 81)				0.0001	
		3,3',4,4'-TeCB (# 77)				0.0001	
		3,3',4,4',5'-PeCB (# 126)				0.1	
		3,3',4,4',5,5'-HxCB (# 169)				0.01	
		合計				—	
	モ ノ オ ル ト 体	2',3,4,4',5'-PeCB (# 123)				0.0001	
		2,3',4,4',5'-PeCB (# 118)				0.0001	
		2,3,3',4,4'-PeCB (# 105)				0.0001	
		2,3,4,4',5'-PeCB (# 114)				0.0005	
		2,3',4,4',5,5'-HxCB (# 167)				0.00001	
2,3,3',4,4',5'-HxCB (# 156)				0.0005			
2,3,3',4,4',5'-HxCB (# 157)				0.0005			
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (# 189)				0.0001			
合計		—	—	—			
	合計 (コプラナー PCB)		—	—	—		
	合計 (PCDDs+PCDFs+コプラナー PCB)		—	—	—		

(注) () 内の番号は, IUPAC No. を示す。

附 件 六

出下限未満のものは試料における検出下限の1/2の値を用いて各異性体のTEQを算出し、それらを合計してTEQを算出する。

(4) 数値の取り扱い

濃度の表示における数値の取り扱いは、特に指定がない場合には次による。

- (ア) 濃度については、JIS Z 8401によって数値を丸め、有効数字を2けたとして表し、検出下限未満の場合には検出下限未満であったことを表示する。ただし、試料における検出下限のけたまでとし、それより下のけたは表示しない。
- (イ) 検出下限については、JIS Z 8401によって数値を丸め、有効数字を1けたとして表示する。
- (ウ) TEQの算出に当たっては、各異性体のTEQを計算し、その合計の値をもって有効数字2けたで(ア)と同様に数値を丸める。つまり、個々の異性体のTEQについては丸めの操作は行わない。

3.5 精 度 管 理

3.5.1 精度管理の意味と重要性

いろいろな試料を分析した場合、測定値が施策の基盤となるので、測定値がどれだけ信頼できるかは非常に重要な問題である。測定値の信頼性に関しては、JIS K 0211“分析化学用語（基礎部門）”では「精度または正確さの期待できる程度」と記されている⁹⁾。ここで、精度（precision, 精密さともいう。）とは「測定値におけるばらつきの程度」であり、正確さ（accuracy）とは、真の値からの偏りの程度を表す。

この定義に従うと精度管理は、「測定値におけるばらつきの程度だけを管理する」という意味となるが、ここにいう精度は「測定・測量などにおける方法や計器の精密さ・確さの程度」¹⁰⁾の意味で、先に述べた精度と正確さの両方を含んでいる。

最近、国際規格^{11),12)}や一部の国内規格⁷⁾では、従来の正確さの代わりに真度（trueness）という語が使われるようになった。また、真度と精度の総合概念を表す言葉として、精確さ（accuracy）という語が使われるようになってきている。精確さを定量的に表すためには、不確かさ（uncertainty）が用いられる。不確かさは「真の値が存在すると推量される範囲を示す数値」である。

精度は、例えば測定値の標準偏差（standard deviation）あるいは標準偏差率（relative standard deviation）（通常は相対標準偏差という。）又は変動係数によって表示される。精度を表す用語としては、繰り返し性（repeatability, 併行精度ともいう。）と再現性（reproducibility, 再現精度ともいう。）がある。

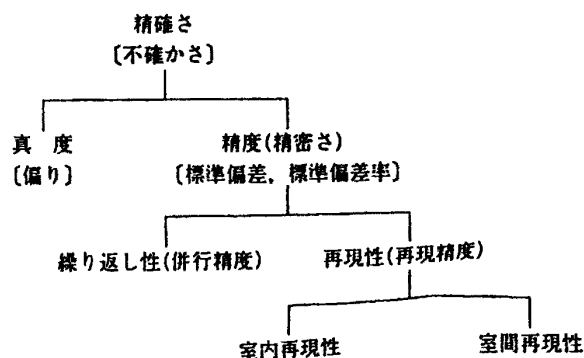


図 3.18 分析・計測の信頼性にかかわる用語

繰り返し性は

「同一の測定手順，同一の測定者，同一の条件下で用いられた同一の測定装置，同一の場所，短時間での繰り返しについて，すべての条件どおりに行われた，同一者の測定量の連続する測定における測定結果の間の一致の程度」

再現性は

「測定の原理又は方法，測定者，測定装置，場所，使用条件，時間の条件を変えて測定を行ったときの，同一の測定量の測定結果の間の一致の程度」

を意味している。再現性は，さらに同一試験室での再現性である室内再現性（室内再現精度，試験室内精度）と，異なる試験室間での精度を表す室間再現性（室間再現精度）に区別される。

これらの用語の関係を図 3.18⁹⁾ に示す。

3.5.2 JIS 等における精度管理の方策

測定値の精度管理は，ダイオキシン類ばかりでなく，それ以外の測定項目に対しても不可欠のものであるが，ダイオキシン類の排出基準が，排ガスでは $\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$ ，水質では $\text{pg-TEQ}/\text{l}$ のレベルと非常に低濃度であるので，測定値の正確さ（真度）や精度（精密さ）を確保するために種々の点を確認する必要がある。

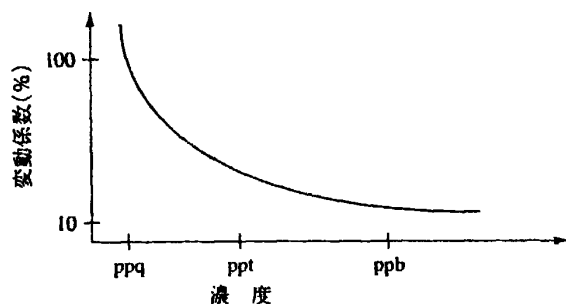


図 3.19 濃度と変動係数の関係

図 3.19⁹⁾ に微量分析において一般的に観察される濃度と変動係数の関係を例示する。図から分かるように，現在の技術では一般的に ppt 以下の分析では，精度が悪くなる。ダイオキシン類の分析で，この領域においては，個々の異性体成分の変動係数としては ±30% を確保することが実現可能なレベルである。また，TEQ に換算する場合には，高い濃度の異性体の分析値の精度に支配されたり，あるいは個々の異性体の測定誤差がキャンセルし合うために，変動係数として ±20% 以内に収まることが多い⁶⁾。

精度に支配されたり，あるいは個々の異性体の測定誤差がキャンセルし合うために，変動係数として ±20% 以内に収まることが多い⁶⁾。

JIS K 0311 “排ガス中のダイオキシン類及びコプラナー PCB の測定方法”，JIS K 0312 “工業用水・工場排水中のダイオキシン類及びコプラナー PCB の測定方法” では，「9. 測定データの品質管理」として，「9.1 測定データの信頼性の確保」という項で次の(1)から(5)の規定が定められている。また，9.2 項には，3.5.3 に述べる測定操作における留意事項が記述されている。

(1) 内標準物質の回収率の確認

排ガスの分析に用いるサンプリングスパイク内標準物質の回収率を確認し，各サンプリングスパイクの回収率が 70~130% の範囲内でない場合には，その原因を調査し，改善後，再度試料ガスの採取をやり直す。

排ガスの分析及び水の分析におけるクリーンアップスパイク内標準物質の回収率を確認し，各クリーンアップスパイク内標準物質の回収率が 50~120% の範囲内でない場合には，再度抽出液からクリーンアップをやり直す。

(2) 検出下限及び定量下限の確認

① 装置の検出下限及び定量下限

最低濃度（各標準物質をそれぞれ四塩素化物及び五塩素化物で0.1～0.5 pg，六塩素化物及び七塩素化物で0.2～1.0 pg，八塩素化物で0.5～2.5 pg，コプラナー PCBで0.2～1.0 pgを含む。）の検量線作成用標準液をGC/MSで測定し，各2,3,7,8-位塩素置換異性体を定量する。この操作を5回以上繰り返し，得られた測定値から標準偏差を求め，その3倍を装置の検出下限，10倍を装置の定量下限とする。

ここで得られた装置の検出下限が，四塩素化物及び五塩素化物で0.1 pg，六塩素化物及び七塩素化物で0.2 pg，八塩素化物で0.5 pg，コプラナー PCBで0.2 pgより大きいときには，器具，機器などを確認して，これらの値以下になるように調節する。

この装置の検出下限及び定量下限は，使用するGC/MSの状態などによって変動するため，ある一定の周期で確認し，常に十分な値が得られるように管理する。また，使用するGC/MS及び測定条件を変更した場合などは必ず確認する。

② 測定方法の検出下限及び定量下限

測定に用いるのと同量の吸収液，吸着剤及びフィルターを抽出した抽出液（水の分析の場合には，測定に用いるのと同量の抽出溶媒を濃縮した液）にGC/MSへの注入量が装置の定量下限と同じ量になるように標準物質を添加し，前処理，測定，同定及び定量を行う。これを5回以上行い，得られた測定値の標準偏差を求め，その3倍を測定方法の検出下限，10倍を測定方法の定量下限とする。

さらに，得られた結果から，試料における検出下限及び定量下限を算出し，その試料における検出下限が評価しなければならない濃度（例えば排出基準値など）の1/30以下になるようにする。すなわち，試料における検出下限が，排出基準などの1/30以下になるようにして測定値の信頼性を確保している。

この測定方法の検出下限及び定量下限は，前処理及び測定条件によって変動するため，ある一定の周期で確認し，常に十分な値が得られるように管理する。また，前処理操作及び測定条件を変更した場合などには必ず確認する。

試料における検出下限及び定量下限は，試料の採取量などによって変動するため，各試料ごとに求める。

③ 試料測定時の検出下限及び定量下限の確認

実際の試料の測定において，少なくとも2,3,7,8-位塩素置換異性体の中で，ピークが検出されなかったものについては，そのクロマトグラム上において，ピーク近傍のベースラインのノイズ幅と標準液のクロマトグラムから，試料測定時の検出下限及び定量下限を算出する。ここで算出されたそれぞれの値は，測定方法の検出下限及び定量に近くなるようにしなければならない。

(3) 空 試 験

試料採取から，その前処理，測定の操作を行うと，注意して操作しても試料中に本来含まれていたダイオキシン類以外に，試薬や器具などから程度の違いはあるが，ダイオキシン類が混入してくることが多い。その外部からの汚染（コンタミネーション）を確認し，測定値の精確さを確保するために，空試験を行う。

空試験は、排ガス試料を分析する場合と、水試料を分析する場合では、操作が少し異なる。

排ガス試料の分析においては、ろ過材、吸収剤、吸収液、前処理時に使用する試薬などの汚染のレベルを確認する空試験（操作ブランク）と、試料ガス採取及び試料の運搬における汚染を確認するための空試験（トラベルブランク）の2種類がある。

操作ブランク試験は、測定試料の調製又はGC/MSへの導入操作などに起因する汚染を確認する操作である。試料採取用と同一ロットのろ過材、吸着剤及び吸収液を用意し、試料の前処理、GC/MSによる同定及び定量の操作を試料と同様に行う。

この試験は、操作時の汚染などに対して十分な管理がなされていれば毎回行わなくてもよいが、次の場合には操作ブランクの結果が十分低くなるようにしておくことが望ましい。

(ア) 新しい試薬や機器を使用したり、修理した機器を使用するなど、前処理操作に大きな変更があった場合

(イ) 試料間汚染が予想されるような高い濃度の試料を測定した場合

トラベルブランク試験は、試料ガス採取準備時から試料測定時までの汚染の有無を確認するためのもので、採取操作以外は試料と全く同様に扱い、持ち運んだものについて、試料の前処理、GC/MSによる同定及び定量の操作を試料と同様に行う。

この試験は、移送中に汚染が考えられる場合（電気集じん装置で集められた灰などによる汚染）には必ず測定しなければならないが、それ以外の場合には、その管理を十分にしておけば毎回測定しなくてもよい。しかし、試料採取における信頼性を確保するため、前もってトラベルブランク試験について十分検討しておき、必要があればそのデータを提示できるようにしておく。

トラベルブランク試験を行う場合には、一連の試料採取において試料数の10%程度の頻度で、少なくとも3試料以上行い、その結果の平均値 e を求めて次のように測定値の補正を行う。

(ア) トラベルブランク試験の平均値 e （トラベルブランク値）が、操作ブランク試験の結果 a （操作ブランク値）と等しいか、小さいとみなせる（ $e \approx a$ ）ときには、移送中の汚染は無視できるものとする。

(イ) トラベルブランク値 e が操作ブランク値 a より大きい（ $e > a$ ）場合には、次のようにする。

(i) トラベルブランク値 e が、試料の測定値 d 以下であり（ $d \geq e$ ）、測定値 d がトラベルブランク試験のときの測定値の標準偏差の10倍の値から算出した濃度値 f 以上（ $d \geq f$ ）の場合には、測定値 d からトラベルブランク値 e を差し引いて濃度を計算する。

(ii) 測定値 d がトラベル試験のときの測定値の標準偏差の10倍から算出した濃度値 f より小さい（ $d < f$ ）、又はトラベルブランク値 e が試料の測定値 d より大きい（ $e > d$ ）場合には、測定値の信頼性に問題があるため、通常、欠測扱いとする。このような場合には、汚染の原因を発見して取り除いた後、再度試料ガスの採取を行う。

水試料の測定においては、試験に用いる水について、試料の前処理に用いるのと同じ試薬を同じ量用いて、試料の場合と同様な前処理操作及び測定操作を行い空試験とする。この試験は、試料操作などの際の汚染に対して十分な管理がなされていれば毎回行わなくてもよいが、次の場合には試料の測定に先立って行い、空試験値を十分低くなるようにしておくことが望ましい。

(ア) 連続して10試料処理した後に測定する場合

(イ) 新しい試薬や機器を使用したり、修理した機器を使用するなどの前処理操作に大きな変更があった場合

(ウ) 試料間汚染が予想されるような高い濃度の試料を測定した場合

(4) 二重測定

試料採取、前処理操作及び測定操作における総合的な信頼性を確保するために、排ガスの場合には同一の試料ガスを2台の装置で採取する。水試料では、同一試料から二つ以上の測定試料を採取する。採取した試料について、前処理操作、測定操作を行い、2,3,7,8-位塩素置換の各異性体(17異性体)及びコプラナーPCBの検出下限の3倍以上の測定値について、その平均値を求め、個々の測定値が平均値の±30%以内であることを確認する。差が大きい場合には、測定操作を細かく確認して、原因を究明し改善した後、再度測定を行う。

二重測定は、一連の試料採取において10%程度の頻度で行う。しかし、排ガスの分析において二重測定用の試料ガスの採取が不可能な場合は省略してもよい。排ガスの採取操作について十分な管理が行われている場合は、毎回二重測定法の試料ガスを採取しなくてもよいが、試料ガスの採取について信頼性を十分に検討をしておき、必要時にそのデータを提示できるようにしておく。また、水の分析においては、二重測定用の試料採取が不可能な場合には、十分な検討をしておき、必要があればそのデータを提示できるようにしてあれば省略してもよい。

(5) 標準物質及び標準試料

測定値は、採取した試料と標準物質や標準液の測定結果を比較することによって得られるため、測定値の信頼性を確保するため、可能な限りトレーサビリティの保証された標準物質を用いる必要がある。また、これらの標準液は、溶媒の揮散などによって濃度の変化がないようにガラス製の密閉容器に入れて冷暗所に保管し、厳重な管理下で保管する。

なお、現在、ダイオキシン類の標準物質及び標準液を供給しているのは、米国、カナダにそれぞれ本社がある2社のみである。これらの会社では、標準物質を合成後、再結晶、薄層クロマトグラフ法(TLC)、カラムクロマトグラフ法、高速液体クロマトグラフ法(HPLC)などで精製する。

表3.18に2,3,7,8-位塩素置換体標準物質の純度の例を示す。この表から分かるように、すべての異性体について、98%以上の純度となっている。

また、コプラナーPCBの標準物質においても、おおむね99%以上の純度となっている。

トレーサビリティを確保するための国家標準としては、米国のNIST(National Institute of Standard and Technology)から、2,3,7,8-TeCDDと¹³C-2,3,7,8-TeCDDの標準液(SRM 1614)が出されている。それは、イソオクタン

表3.18 PCDDsとPCDFsの標準試薬の純度の例

2,3,7,8-TeCDD	99%
2,3,7,8-TeCDF	99%
1,2,3,7,8-PeCDD	99%
1,2,3,7,8-PeCDF	99%
2,3,4,7,8-PeCDF	99%
1,2,3,4,7,8-HxCDD	99%
1,2,3,6,7,8-HxCDD	99%
1,2,3,7,8,9-HxCDD	98%
1,2,3,4,7,8-HxCDF	99%
1,2,3,6,7,8-HxCDF	99%
1,2,3,7,8,9-HxCDF	98%
2,3,4,6,7,8-HxCDF	98%
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	99%
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	98%
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	99%
OCDD	99%
OCDF	99%

表 3.19 2,3,7,8,-TeCDD 標準試料 (SRM 1614) の保証値

化合物	濃度	
	ng/g	ng/ml, 23°C
2,3,7,8-TeCDD	98.3±3.3	67.8±2.3
¹³ C-2,3,7,8-TeCDD	95.6±1.5	65.9±1.0

表 3.20 ダイオキシン類を含むいろいろなマトリックスの標準試料の例 (平成 12 年 3 月 31 日現在)

マトリックス	試料番号	供給者
フライアッシュ	CRM 429 NIES CRM (粉末及び抽出液) JSAC 0501	Community Bureau of Reference (BCR) (ベルギー) 国立環境研究所 (日本) 日本分析化学会 (日本)
都市粉じん	SRM 1649	NIST (米国)
機器用試料	RM 532-RM 534 SRM 1614	BCR (ベルギー) NIST (米国)
生体試料	RM 532-RM 534 CARP-1	BCR (ベルギー) National Research Council of Canada (NRC) (カナダ)
底質	DX-1, DX-2 SRM 1944 LSBRM 9801 NIES CRM (湖底底質)	National Water Research Institute (NWRI) (カナダ) NIST (米国) Laboratory Service Branch, Ministry of Environment (カナダ) (保証値検討中) 国立環境研究所 (日本)
土壌	NIES CRM JSAC 0421, 0422	国立環境研究所 (日本) (保証値検討中) 日本分析化学会 (日本)

溶液として調製されており、その保証値は表 3.19 のとおりである。

なお、ダイオキシン類を含むいろいろなマトリックスの標準試料の例を表 3.20 に示す。

これらの試料も、共同分析で得られた測定結果の値が与えられているので、実際の試料を分析する場合に、分析者や分析機関の技量を確かめるために用いるとよい。

3.5.3 測定操作における留意点

測定操作においても、細心の注意が必要である。これまでの節に書かれている留意点と重なる部分もあるが、以下に JIS の「9.2 測定操作」に述べられていることを中心として留意点をまとめて示す。

(1) 試料採取

試料採取においては、次の点に注意する。

① 排ガス試料の採取

1) 試料ガス採取用機材の準備と保管 使用する円筒ろ紙、樹脂及び吸収液は、十分に洗浄して空試験値のないものを用いる。特に、吸着剤は洗浄後から試料採取までの保管において、

周辺空気からの汚染などがないように密閉して保管する。

2) 試料ガスの採取装置 各試料ガスの採取装置に使用する器具及び部品などは洗浄し、器具などからの汚染を十分に低減する。試料ガスの採取に当たっては、採取装置の各部を固定し、気密性を点検し、装置の漏れがないことを確認する。液体捕集部は、5～6℃以下にする。フィルター捕集部と吸着捕集部は遮光する。

3) ガスメーター ガスメーターの目盛は、試料ガス採取量の正確さに大きく影響することから、目盛の正確さについてトレーサビリティをとり、定期的に校正する。製造業者などに依頼すれば、トレーサビリティの取れた検査が可能であるため、定期的にガスメーターを検査して目盛を校正しておく。

4) 代表試料の採取 試料ガスの採取においては、目的とする試料に対して代表試料の採取が適切に行われるものでなければならない。一般に、連続運転の焼却炉などにおける排ガスの測定においては、4時間平均を基準とし、炉の燃焼状態が安定した時点から、最低1時間以上経過した後試料ガスの採取を開始する。

間欠運転炉については、定常運転時の排ガスが代表試料と考えられるような場合には、炉の立ち上げ及び停止時を除いた定常運転時に試料ガスを採取し、立ち上げ及び停止時が大きく影響すると考えられるような場合は、それらを含むように採取するなど、その運転状況に応じて試料ガスを採取する。

なお、そのような試料ガスの採取に当たっては、温度、一酸化炭素の濃度などを連続測定するなどして試料ガスの採取時間から終了までの運転状態の変化を記録し、報告書に添付することが望ましい。

5) 試料ガスの採取操作 試料ガスの採取操作においては、採取時におけるフィルター捕集部でのダイオキシン類の二次生成及び損失がないこと、さらに採取後の試料からダイオキシン類及びコプラナーPCBが十分に回収できることが大切である。また、試料ガスの採取は、JIS Z 8808“排ガス中のダスト濃度の測定方法”に準じ、等速吸引しなければならない。そのため、流速、温度、圧力、水分量、ガス組成などを事前に測定し、等速吸引流量を計算して、適切な吸引ノズル（内径4mm以上）を取り付ける。

6) 試料の保管・運搬 採取後の試料の保管は、周辺空気からの混入及び周囲への漏えいを防ぐために密閉して保管する。また、試料の保管及び運搬時も遮光する。

② 水試料の採取

1) 採水器、試料容器の準備と保管 使用する採水器は、必要に応じてメタノール（又はアセトン）及びトルエン（又はジクロロメタン）を用いて前もって十分に洗浄してから使用する。また、洗浄後、外気に触れないようにするなど、外部からの汚染を受けないように保管する。

2) 試料の保管・運搬 採取後の試料は、外部からの混入及び分解などを防ぐために、密閉・遮光できる容器に入れ、保管・運搬する。また、測定に用いた試料の残りを長時間保存する場合は、冷蔵保存する。

(2) 前処理操作

前処理操作においては、次の点に注意する。

① 試料からの抽出

a. 液-液抽出においては、目的の溶媒層への抽出が十分に行われるように溶媒の選択及び抽出条件を確認する。

b. 水試料からの抽出に用いる固相抽出では、共存有機物の多い試料について破過が起こらないようにディスク形固相への通水量を確認する。

c. ソックスレー抽出においては、抽出を行うディスク形固相及びガラス繊維ろ紙は十分に乾いていることを確認する。

② 硫酸処理-シリカゲルカラムクロマトグラフ操作又は多層シリカゲルカラムクロマトグラフ操作

a. 硫酸処理においては、抽出液の着色が完全でないことを確認する。

b. カラムクロマトグラフ操作においては、分画条件は使用する充てん剤の活性度、又は溶媒の種類及び量によって異なるので、あらかじめフライアッシュの抽出液のように全異性体が含まれたものを用いて分画試験を行って条件を確認しておく。

c. 抽出液を窒素気流によって濃縮するとき、目的物質を損失させないように、溶液を飛散させたり、完全に乾固させたりしない。

③ アルミナカラムクロマトグラフ操作

a. アルミナの極性は、製造ロット及び開封後の保存状態若しくは保存期間によってかなり変化が認められる。活性の低下したものでは、ダイオキシン類の場合、1,3,6,8-TeCDDや1,3,6,8-TeCDFなどが第1画分に溶出したり、八塩素化物がジクロロメタン(50 vol%)を含むヘキサン溶液の規定量では溶出しなかったりすることがあり、コプラナーPCBの場合、一部がヘキサン溶出画分に溶出することがあるので、あらかじめフライアッシュの抽出液のように全異性体が含まれたものや標準混合溶液等を用いて分画試験を行って条件を確認しておく。

b. 画分を窒素気流によって濃縮するとき、目的物質を損失させないように、溶液を飛散させたり、完全に乾固させたりしない。

なお、前に採取したり、前処理した試料の影響が、器具に残っていると測定値に大きな誤差を与えるので(クロスコンタミネーション)、器具などによる試料間の汚染を起こさないように、器具を洗浄するだけでなく、器具類を高濃度が予想される試料用の器具と低濃度が予想される試料用の器具に分けて使用する、試料の前処理を行う実験室を高濃度試料用と低濃度試料用に分けて用意するなどの工夫をすると効果的である。

また、高い濃度の試料を測定した場合には、GC/MSにその影響が残っていることがあるので、次に同じ装置で濃度の低い試料を測定する場合には、その影響がないことを十分確認する[3.5.2(3)「空試験」参照]。

さらに、試料を分析した場合、クリーンアップが不十分であると、ダイオキシン類以外のピークが多く検出され、ダイオキシン類を正確に検出できないことがある。したがって、クロマトグラムのダイオキシン類以外のピークが多い場合には、再度クリーンアップ操作をやり直すなどの注意が必要である。

(3) 同定及び定量

同定及び定量においては、次の点に注意する。

① GC/MS

使用するGC/MSは、目的に応じて測定条件を設定し、試料の測定が可能なように機器を調整する。この際、応答の直線性、安定性などのほか、測定の実差となる干渉の有無及びその大きさ、その補正法など、十分信頼できる測定ができるかどうかを確認しておく。

1) GCの調整 カラム槽温度、注入口温度、キャリアーガス流量などの条件を設定し、応答が安定していること、各塩素化物の保持時間が適切な範囲内にあり、かつ、ピークが十分に分離されていることなどを確認する。スプリットレスの時間、パージガス流量などを適切な値に設定する。

キャピラリーカラムは、測定対象成分と他成分との分離が十分でない場合には新品と交換する。ただし、キャピラリーカラムを300 mm程度切断（両端又は片端）することによって、測定対象物質と他成分との分離に問題がなければ交換しなくてもよい。

2) 質量分析計の調整 質量分析計に質量校正用標準物質（PFK）などを導入し、質量分析計の質量校正用プログラムなどによってマスパターン及び分解能（10000以上）などの校正を行うとともに、装置の感度などの基本的な確認を行う。この調整の結果を記録して保管する。

3) GC/MSの操作条件とピークの検出 キャピラリーカラムによって得られるピークの幅は、5～10秒程度であるが、一つのピーク当たりの測定点を十分確保するためには選択イオン検出器のサンプリングの周期は1秒以内にしなければならない。1回の測定で、設定可能なモニターチャンネルの数は、要求される感度との兼ね合いとなるので、十分に検討した上で設定する必要がある。

クロマトグラム上の各ピークの保持時間を考慮して、時間分割によるグルーピング方式によって測定してもよいが、この場合には各グループごとに、適切な内標準物質ピークが出現するように条件の設定を行う必要がある。

また、試料の測定において、ダイオキシン類のピークの検出をコンピュータで自動で行って、そのまま結果を出すと、試料の性状やダイオキシン類の濃度によっては大きな誤差を生じる場合がある。したがって、クロマトグラムを測定者がよく検討して、そのピークの検出が正しいかどうか確認することが必要である。

4) 装置の維持管理 GC/MSの性能を維持するには、日常的な保守管理を欠かしてはならない。特に、ガスクロマトグラフとのインターフェース及びイオン化室内の汚れは、感度及び分解能、測定精度などに大きく影響するので、適宜洗浄する必要がある。

② 装置の感度変動

1日1回以上、定期的に検量線の間程度濃度の標準液を測定して、内標準物質の感度が検量線作成時に比べて大きく変動していないことを確認する。

また、ダイオキシン類の各塩素置換体と内標準物質の相対感度の変動が、検量線作成時の相対感度に比べて±20%以内にあることを確認し、この範囲を超えて変動する場合には、その原因を取り除きそれ以前の試料の再測定を行う。

さらに保持時間については、分離カラムの劣化などの場合のように徐々に保持時間が変動する場合には必要に応じて対応を取ればよいが、比較的短い間に変動（通常、1日に保持時間が±5%の範囲外、内標準物質との相対保持時間比が±2%の範囲外）する場合には、その原因を

取り除き、それ以前の試料の再測定を行う。

③ 検量線の検定

定量的な検量線の検定は、幾つかの標準液を測定して相対感度を求め、検定用の検量線作成時に得られた相対感度と比較して行うか、検量線作成時に実試料を同時に測定して得た試料を標準試料として常に同時に測定して行う。そのときの相対感度が検定用の相対感度の±20%以内でなかったり、その標準試料の測定結果に誤差が生じるときには、装置の調整に問題があるので、その原因を検討し、再度検量線を検定し、試料を測定する。

3.5.4 試験所認定制度の活用などによる精度管理

ダイオキシン類の分析は、従来の環境測定に比べて非常に低濃度の測定を行うため、高い正確さ、精度を保つためには、分析担当者の高い技術レベルを維持するだけでなく、組織的に品質管理を行えるシステムを構築する必要がある。例えば、だれがいつ、どのように操作したのか確認できる、各操作が的確に行われたかどうかを常に確認しながら測定できるなどの条件を満たす品質管理システムを備えることが重要である。

これらの精度管理システムの設置も含めた国際的な規定として、ISO/IEC 17025 “General requirements for the competence of testing and calibration laboratories” (1999)がある。これは、測定分析事業所等の試験データを受け入れる際の技術的適格性を確保するために試験所が備えなければならない要件を定めたもので、従来のISO/IECガイド25及びEN 45001を遂行した経験に基づいて設定された。精度管理の点では、ここではガイド25の規定に加えて、「測定の不確かさの推定」が要求される。これは、試験結果のばらつく主な要因をすべて把握し、その標準偏差等を把握することにより、試験結果のばらつきの程度を推定し、試験所の測定値のばらつき範囲を保証するものである。

我が国でも試験所認定制度の整備が始まっている。ダイオキシン類の分析においても、試験所認定制度を活用することにより、測定の精度管理が向上するものと期待される。

3.6 簡 易 測 定

ダイオキシン類の測定方法としてJISに規定されているような従来法は、(ア)高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計という高価な分析装置が必要である、(イ)抽出から分析までの操作が煩雑で結果が得られるまでに時間が掛かる、(ウ)高い分析技術を必要とするため、分析技術者の教育、訓練が必要である、(エ)測定のコストが高い、等の問題点があり、様々な測定方法の簡素化の検討が行われている。

現時点では、従来法に完全に置き換えられるものはなく、試料の範囲、濃度範囲等を限定したある限られた試料についてのみ従来法とよく一致するものが出てきている状況である。

以下に、その代表的なものを紹介する。

3.6.1 従来法を簡易化する方法

従来法を基本にして、各操作において簡素化、効率化を検討したものである。測定する試料の

附 件 七

取り除き、それ以前の試料の再測定を行う。

③ 検量線の検定

定量的な検量線の検定は、幾つかの標準液を測定して相対感度を求め、検定用の検量線作成時に得られた相対感度と比較して行うか、検量線作成時に実試料を同時に測定して得た試料を標準試料として常に同時に測定して行う。そのときの相対感度が検定用の相対感度の±20%以内でなかったり、その標準試料の測定結果に誤差が生じるときには、装置の調整に問題があるので、その原因を検討し、再度検量線を検定し、試料を測定する。

3.5.4 試験所認定制度の活用などによる精度管理

ダイオキシン類の分析は、従来の環境測定に比べて非常に低濃度の測定を行うため、高い正確さ、精度を保つためには、分析担当者の高い技術レベルを維持するだけでなく、組織的に品質管理を行えるシステムを構築する必要がある。例えば、だれがいつ、どのように操作したのか確認できる、各操作が的確に行われたかどうかを常に確認しながら測定できるなどの条件を満たす品質管理システムを備えることが重要である。

これらの精度管理システムの設置も含めた国際的な規定として、ISO/IEC 17025 “General requirements for the competence of testing and calibration laboratories” (1999)がある。これは、測定分析事業所等の試験データを受け入れる際の技術的適格性を確保するために試験所が備えなければならない要件を定めたもので、従来のISO/IECガイド25及びEN 45001を遂行した経験に基づいて設定された。精度管理の点では、ここではガイド25の規定に加えて、「測定の不確かさの推定」が要求される。これは、試験結果のばらつく主要因をすべて把握し、その標準偏差等を把握することにより、試験結果のばらつきの程度を推定し、試験所の測定値のばらつき範囲を保証するものである。

我が国でも試験所認定制度の整備が始まっている。ダイオキシン類の分析においても、試験所認定制度を活用することにより、測定の精度管理が向上するものと期待される。

3.6 簡 易 測 定

ダイオキシン類の測定方法としてJISに規定されているような従来法は、(ア)高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計という高価な分析装置が必要である、(イ)抽出から分析までの操作が煩雑で結果が得られるまでに時間が掛かる、(ウ)高い分析技術を必要とするため、分析技術者の教育、訓練が必要である、(エ)測定のコストが高い、等の問題点があり、様々な測定方法の簡素化の検討が行われている。

現時点では、従来法に完全に置き換えられるものはなく、試料の範囲、濃度範囲等を限定したある限られた試料についてのみ従来法とよく一致するものが出てきている状況である。

以下に、その代表的なものを紹介する。

3.6.1 従来法を簡易化する方法

従来法を基本にして、各操作において簡素化、効率化を検討したものである。測定する試料の

範囲を限定すれば、従来法による測定結果とよい一致が得られている。

(1) 排ガスの測定方法

① サンプルング

従来法では液捕集（四段）と樹脂捕集を組み合わせて捕集を行っているため、装置も大がかりであり、後の処理も時間がかかるものになる。簡易法では二段の液捕集のみを行うことにより、サンプルング装置が簡単になり、その後の試料処理も簡単になっている。（図 3.20 参照）

② 前処理

抽出は、従来法では、吸収液等の液体の試料は液-液抽出、フィルター等の固体の試料はソックスレー抽出を行うが、本法では、ソックスレー抽出の代わりに超音波抽出を採用して、抽出時間の短縮を図っている。

クリーンアップは、JIS ではカラムクロマトグラフ操作により行うことを基本としているが、本法では HPLC による自動化を行った。HPLC によるクリーンアップ装置の概略を図 3.21 に示す。

③ GC/MS 測定

前処理された試料の測定には、卓上形の四重極形ガスクロマトグラフ質量分析計を用いている。卓上形の装置の特徴は、スペースが小さくなるばかりではなく、装置の費用も 1/5~1/8 になり、操作も簡単であることである。卓上形装置の問題点としては感度が少し劣ることが挙げら

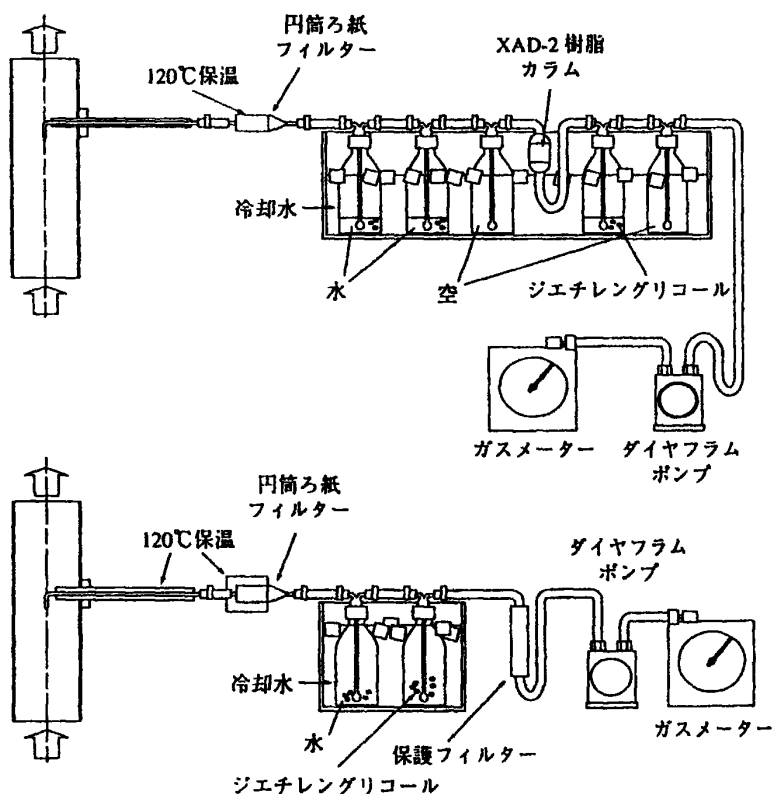
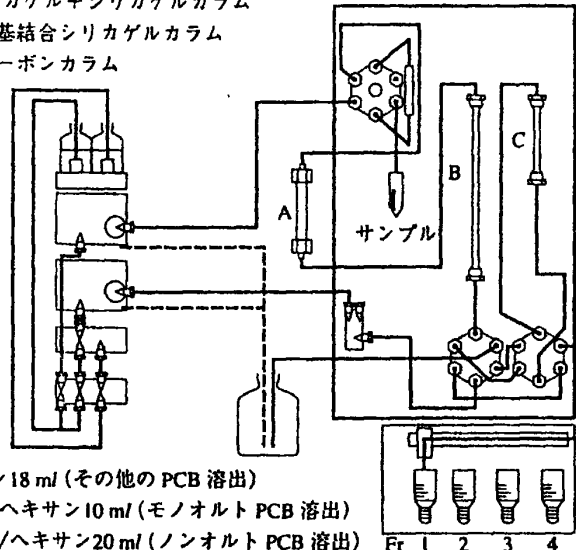


図 3.20 従来法(a)と簡易法(b)のサンプルング装置

- A: 22 wt% 硫酸シリカゲル+シリカゲルカラム
- B: アミノプロピル基結合シリカゲルカラム
- C: グラファイトカーボンカラム



- Fr 1: 100% ヘキサン 18 ml (その他の PCB 溶出)
- Fr 2: 5% トルエン/ヘキサン 10 ml (モノオルト PCB 溶出)
- Fr 3: 30% トルエン/ヘキサン 20 ml (ノンオルト PCB 溶出)
- Fr 4: 100% トルエン 20 ml (PCDDs, PCDFs 溶出)

図 3.21 高速液体クロマトグラフによるクリーンアップ装置

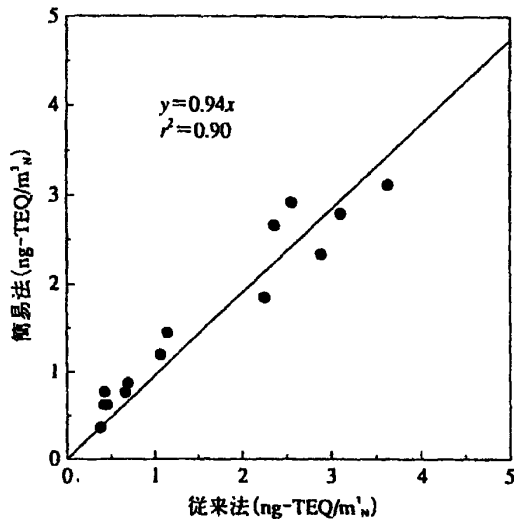


図 3.22 従来法と簡易法の実試料による相関
(5 ng-TEQ/m³ 以下)

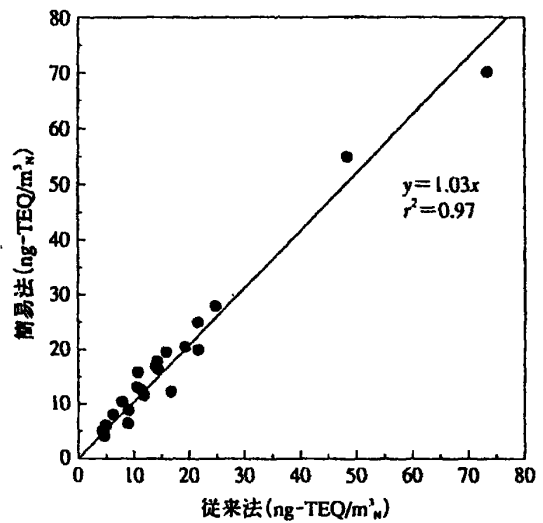


図 3.23 従来法と簡易法の実試料による相関
(5 ng-TEQ/m³ 以上)

れる。他の成分の影響あるいはカラムからの流出物の影響などでノイズが大きくなるためである。これを克服するために、より多くの試料を測定装置に注入できる PTV (昇温形試料気化室) 法を併用した。PTV 法は従来の約 10~20 倍量の試料を注入できる方法である。この装置の定量下限は約 3 pg であった。

④ 実試料での比較結果

この方法では、感度的に従来法より 10 倍程度劣るため、比較的高い濃度の排ガスでの使用ということになる。実際のごみ焼却炉の排ガスで、両者の比較を行った結果を図 3.22 及び図 3.23

に示す。

これらの結果から、従来法とも一致が認められ、特に、5 ng-TEQ/m³N以上の濃度ではよく一致していた。

(2) その他の方法

① 測定する異性体を限定する方法

ダイオキシン類の測定では、PCDDsの中の7種、PCDFsの中の10種、コプラナーPCBの中の12種の異性体の濃度を測定し、それにTEFを乗じて合計してTEQを求めている。すべての異性体を測定するには、同一の試料について数条件でGC/MS測定をしなければならない。そこで、測定する異性体を限定し、測定を簡素化しようとするものである。厚生省で行っている「有害性廃棄物の分析手法の総合化・簡素化に関する研究」において検討を行っており、土壌についてはオクタクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン(OCDD)の濃度からTEQが精度よく推定できるとしている。

② 各操作を簡素化する方法

抽出からGC/MS測定までの各操作について簡素化したもので、前述の前処理の自動化のほかに、水試料の抽出方法の簡素化、クリーンアップの簡素化等が検討されている。いずれにせよ、ある限定された試料についてのみ有効であり、どんな試料にも適用できるものはほとんどないといえる。

3.6.2 免疫抗体を用いる方法

測定対象物質を特異的に認識する抗体を用いて測定するイムノアッセイ (immune assay) 法、特にその中で、酵素を標識として利用した酵素免疫測定法 (EIA法: Enzymeimmunoassay) は、その簡便性から、医薬、食品、農業等の分野で多く利用されている。

EIA法は、抗原抗体反応の結果を、酵素活性の強さで置き換えて発色反応、蛍光反応等で検出する方法であり、機器、装置は、インキュベーターや分光光度計などの一般の実験室にあるもので測定が可能である。臨床化学分野の場合、試料は血清や尿のようにある一定の性状、組成を有するものであるため、試料の前処理はほとんど必要がないが、環境分析分野の場合、試料は様々な形態、性状を有しているため、前処理が必要となる。

環境分析分野では、女性ホルモン的一种である17βエストラジオールの測定等に適用されているが、ダイオキシン類の測定においても、その適用が検討されている。現在、数種類の測定キットが市販されている。

これら市販のキットについて検討した結果、標準物質を使用しての特異性、検出下限、再現性ではおおむね良好な結果が得られた。しかし、排ガス、焼却灰等の実試料については、試料中に存在する妨害物質によると推測される正の干渉がみられた。濃度の比較的高いものについては、GC/MSでの測定結果から得られるTEQとよい相関が得られたが、TEQが低くなるほど高めの値となった。

現時点では、高速溶媒抽出(ASE)法による抽出、硫酸シリカゲルの簡易カラムクロマトグラフによるクリーンアップとの組み合わせにより、焼却灰中のダイオキシン類含有量のスクリーニングに適用できる可能性が高いと考えられている。使用機器等に多検体同時測定の工夫がなさ

れば、従来の方法と比較して、測定時間を1/8程度に短縮でき、また、大形の設備や広いスペースを必要としないため、移動実験車等への搭載によりオンサイトでの測定も可能となると考えられる。迅速性、簡便性等の点から、様々な試料におけるダイオキシン類のスクリーニング法としての適用が期待されている。

3.6.3 ダイオキシン類以外を指標とする方法

(1) クロロベンゼン等をモニターする方法

燃焼過程におけるダイオキシン類の生成に大きく関与していると考えられるクロロベンゼン等の物質を簡便な方法でモニターし、その濃度とダイオキシン類の濃度との関係から、ダイオキシン類の濃度を推定しようとするものである。この方法では、測定する物質の濃度とダイオキシン類の濃度とにより相関があること、測定が簡便であることが要求される。現在、検討しているのは、クロロベンゼン、揮発性全有機ハロゲン (VTOX)、難揮発性全有機ハロゲン (NVTOX) などがある。排ガス中の濃度を連続的にモニターし、ダイオキシン類の発生の低い燃焼状態を維持するために適用することを検討中である。

(2) 粉じん濃度をモニターする方法

ダイオキシン類は沸点が比較的高い物質であるため、通常の大気中では、ダイオキシン類の濃度が高ければ高くなるほど、大気中に浮遊する粒子に吸着した状態で存在する割合が高くなる。そこで、大気中の粉じん濃度を測定することにより、ダイオキシン類の濃度を推定しようとするものである。

あらかじめダイオキシン類の濃度と粉じん濃度とを同時に測定し、その関係を調べておき、そのあとは粉じん濃度のみを測定し、そのときのダイオキシン類の濃度を推定する。これは、現在、焼却場等の作業環境としてダイオキシン類濃度の管理を行う場合に応用されている。

3.6.4 そ の 他

ダイオキシン類の測定については、上述のように様々な簡素化、迅速化の検討が行われてきた。近年、新たにレーザー分光法による測定の検討が行われるようになった。

レーザー分光法は、従来の分光法と比較してより精度よく高感度な分析が可能であるため、様々な分野でその適用が検討されているが、装置が大きく、高価であるなどの問題がある。ダイオキシン類の測定については、まだ検討が始まったばかりであり、理論的には適用が可能であるということであるが、実用化までには多くの問題点が残されている。しかし、今後、装置の小形化、低価格化が可能であると予想され、今後の検討に期待されるところである。

参 考 文 献

- 1) JIS K 0094-1994 “工業用水・工場排水中の試料採取方法”
- 2) JIS K 0123-1995 “ガスクロマトグラフ質量分析通則”
- 3) JIS K 0211-1987 “分析化学用語 (基礎部門)”
- 4) JIS K 0311-1999 “排ガス中のダイオキシン類及びコプラナー PCB の測定方法”
- 5) JIS K 0312-1999 “工業用水・工場排水中のダイオキシン類及びコプラナー PCB の測定方法”
- 6) JIS Z 8401-1961 “数値の丸め方”

- 7) JIS Z 8402-1991 "分析・試験の許容差通則"
- 8) JIS Z 8808-1995 "排ガス中のダスト濃度の測定方法"

[3.5]

- 9) 久保田正明編：標準物質, p. 3, 化学工業日報社 (1998)
- 10) 松村明編：大辞林(第2版), p. 1386, 三省堂 (1995)
- 11) ISO 5725-1991 "Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results"
- 12) ISO Guide 30-1992 Terms and definition used in connection with reference materials, JIS Q 00030-1996 "標準物質に関連して用いられる用語及び定義"
- 13) 伊藤裕康, 森田昌敏：第30,31回日本環境化学会講演会予稿集, p. 51 (2000)

時間：90年10月18日上午9:00~12:00

地點：川崎市日本環境衛生中心

課題：底灰及飛灰的處理技術

講員：籐吉秀昭(環境工學部長)

壹：前言

日本以前之垃圾處理方式為當垃圾產生後，即載送至垃圾焚化廠焚化處理，但現在的垃圾處理觀念已有重大的改變，朝向垃圾減量、資源回收等方向處理垃圾，在資源回收方面，玻璃、鐵類、鋁類金屬、布、紙等為政府計畫回收項目，在資源再利用方面，則分為三個方向，第一為垃圾中有機物製成肥料供農業利用，其二為垃圾焚化廠產生之熱能做為發電、溫水游泳池及溫室等之熱能，其三為垃圾焚化後產生之飛灰、底灰等灰渣，在熔煉後可做為爐床材料、路面基材及爐磚等用途，今天要探討的課題及焚化爐渣的有效利用方法。

貳：課程大綱

一、灰渣的成分及產生比例

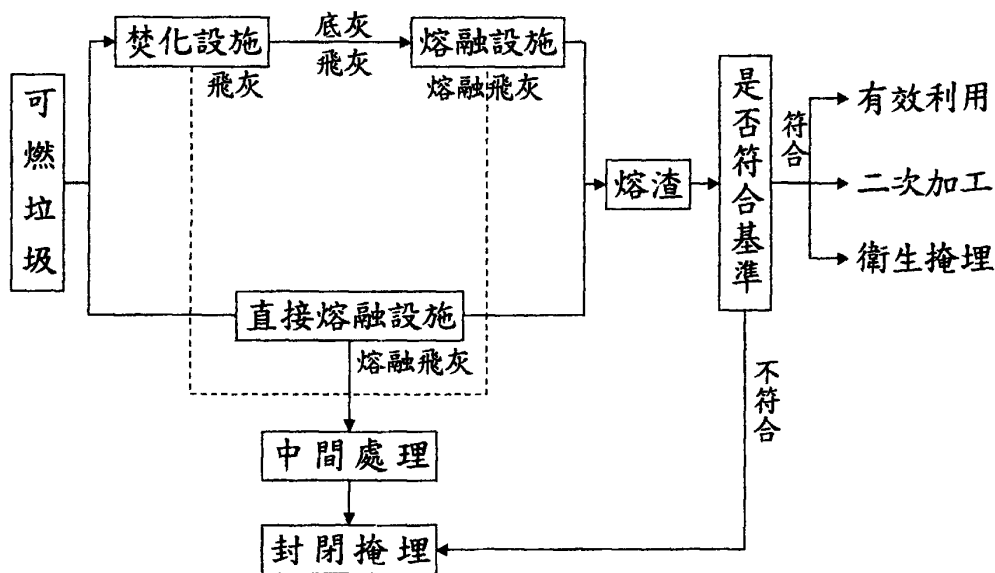
垃圾焚化後產生底灰及飛灰，底灰為垃圾焚化後的殘渣，由焚化爐床的底部收集，飛灰則是垃圾焚化後的煙塵煙，由鍋爐上方的熱交換器及空氣污染防制設備中收集。底灰為無害物質，但因含有部份有機物質，腐敗後會產生丙烷等有害氣體，故訂定底灰之有機物比例為性能基準，在日本以焚化爐的大小訂為5%至10%，在德國或法國訂定的標準更嚴格，為1%至3%。飛灰的重金屬含量則相當高，且部份溶於水，故政府指定為特別管理廢棄物，包括各類重金屬的溶出量及戴奧辛的含量均有嚴格的規定，如戴奧辛的含量必須小於3mg TEQ/g，若大於此值則必須再做分解處理。

二、灰渣處理技術

因為日本對飛灰中戴奧辛的含量有嚴格的法令規定，故新廠對於飛灰中戴奧辛的分解處理通常要花費很多經費，至於舊

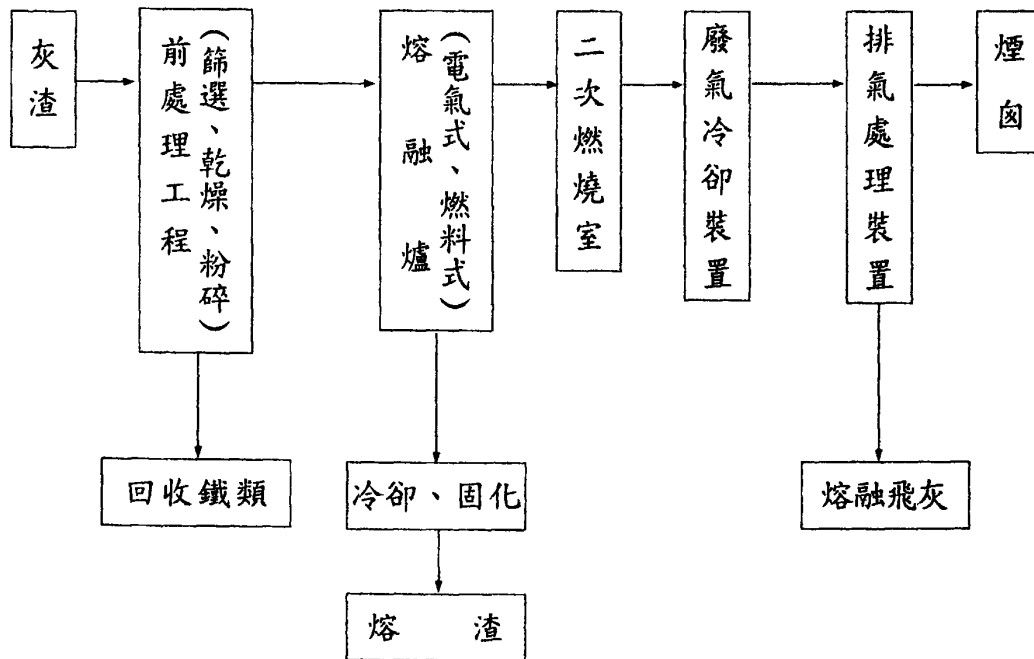
廠則因許多方面的限制，通常採水泥固化或藥劑等方式處理。雖然底灰的有害成分較低，但是否能夠再利用目前仍有許多的看法，若將底灰處理後則或可再利用，對環境的影響亦可能不大，在諸多的處理方法當中，最安全的處理方法為熔融處理法，以該法處理的底灰符合政府法令對於再利用的基準，該基準亦等同對土壤試驗的基準。

目前日本對於底灰及飛灰的處理流程如下圖所示：



因熔融飛灰的重金屬含量更高，故需經中間處理後再進行封閉掩埋，中間處理的方式包括熔融固化、水泥固化、藥劑處理等方式。在加入整合劑處理時，尤應注意避免重金屬溶出。在比例方面，熔融飛灰的量約為垃圾量的1%，其中有一半(即0.5%)為要除去HCl所加入之 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

灰渣熔融處理的流程如下圖示：



熔融爐的溫度約 1400°C ，於二次燃燒室中溫度下降至 800°C 至 900°C ，在此過程中可能產生戴奧辛。故在廢氣冷卻裝置需將溫度急速冷卻至 100°C 左右，以避免戴奧辛再合成。排氣處理裝置能捕集到高濃度的 Cd、Hg、Pb 及 HCl，至於為何會有 HCl 產生，是因為灰渣中含有飛灰，而飛灰處理系統內會產生 CaCl_2 所致。在二次燃燒室中應注意燃燒狀況，否則燃燒不完全會產生戴奧辛。在冷卻及固化的裝置中可快冷或慢冷，但通常須再處理後才可利用，例如破碎或磨擦等。

在熔融的技術上，有下列幾點應特別注意：

1. 熔融爐的溫度高達 1300°C 以上，如何增加爐的耐火度及耐久度相當重要，此外尚須考慮熔融溫度、飛灰的爐基度、熔融爐的結構及材質等。
2. 熔融飛灰於集塵設備上的腐蝕問題。
3. 飛灰及底灰的品質，包括金屬含量、水份、粒度等。

參：問題與答詢

問題一：若熔融廠僅熔融飛灰，則熔融爐所產生之熔融飛灰量是

否更少？

答：垃圾在日本僅一焚化廠單純僅熔融飛灰，其餘皆是飛灰與底灰一起熔融。因為飛灰成份含鈣量高，要去除鈣需要較高的技術，經濟效益不高。

首先提到鹽基度問題，鹽基度定義為 CaO 和 SiO_2 的比值，在飛渣熔融前，必須先行測定其鹽基度，因為灰渣內 CaO 及 SiO_2 的熔融溫度不同，若 CaO 的含量較高，則熔融溫度必須提高，通常鹽基度介於 0.5 到 12 間，熔融溫度約為 1300°C ，如果鹽基度大於 1，即 CaO 的含量較多，則產生黏滯現象，熔融爐無法連續運轉，若鹽基度小於 0.5，則須再加入 Ca 以利熔融。

問題二：先前提到的垃圾處理技術有將垃圾先行焚化再將焚化後灰渣熔融的方法及垃圾直接熔融的方法，二者差異為何？

答：垃圾焚化後再將焚化灰渣熔融的做法須將灰渣冷卻後再熔融，浪費熱能，另將垃圾直接熔融，則熔融費用較僅熔融灰渣費用為貴。目前日本已有將垃圾直接熔融之處理廠，處理量每日 340 噸。

問題三：日本垃圾焚化廠之飛灰及底灰為混合收集或分開收集？

答：若採灰渣熔融法，則飛灰及底灰可混合收集送入熔融爐，若為舊廠則要改建為分開收集飛灰底灰，將飛灰以中間處理方式處理，再送入掩埋場。

問題四：若將前述之飛灰底灰分開收集再以中間處理與再設熔融爐比較，建議作法為何？

答：因受限於舊廠之空間及經費等因素，於舊廠興建熔融爐較不可行，且若僅以熔融爐處理飛灰，則熔融爐產生之熔融飛灰量相當高。

問題五：熔融爐僅處理焚化飛灰需考量鹽基度問題，鹽基度高的原因為何？

答：於空氣污染防制設備內為除去 HCl，通常加入 Ca(OH)_2 ，即 $\text{HCl} + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

故鈣的含量會提高，另採用 NaOH 中和 HCl，則會產生廢水問題。若僅處理飛灰，則 NaCl、KCl 及 CaCl_2 的含量高，產生之氣體會堆積在二次燃燒室的管路。

時間：90年10月18日(星期四)下午13:30~16:30

地點：川崎市日本環境衛生中心

課題：垃圾焚化廠的勞動安全對策

講員：竹內教文(環境工學部建設技術課係長)

壹：前言

今天要談的課程在前幾天上課時已有提到部份，故本堂課僅就相關問題重點提列及討論相關問題。

貳：課程大綱

- 一、垃圾焚化廠內維修時及到達使用年限要拆解時，要注意多方面的勞工安全衛生問題，其中最重要的就是爐體內部及空氣污染防制設備內的化學性物質危害的預防，在眾多有害物質當中，尤應注意戴奧辛的問題。
- 二、在焚化廠作業時可能產生之有害物質之物理型態有氣體、蒸氣及粒狀有害物，其可能產生的影響可能有窒息、刺激性、酸鹼腐蝕、麻醉及中毒等，其進入人體的途徑包括呼吸道吸入、皮膚接觸、食入及眼睛接觸，而影響毒性作用強度之因素如下：

(一)曝露途徑

有害物質可經由吸入、食入、皮膚吸收及靜脈注射進入體內。進入途徑影響有害物質在體內吸收及傳播之速率。吸收使有害物質通過身體的屏障薄膜進入血液循環全身。擴散、滲透及血液循環等均影響有毒物質之毒性作用。

(二)進入速度

很明顯的，一化學物質之進入身體途徑有關：一旦有害物質進入血液，其即有機會擴散至全身，其擴散作用則受通過細胞膜之能力及其與身體各部份之親和力影響。一化學物質之蓄積於身體不同部位乃由於結合、主動輸送及脂肪中之高溶解度所致。

(三)滯留及排泄

有害物質在身體內滯留之時間亦影響該毒性物質作用之強度，一般以化學物質之生物半衰期表示，另外該物質之移位能力亦影響該物質是否與蛋白質結合、移走或由腎臟排除。肝為鉛及滴滴涕之重要排泄器官，而肺則為一氧化碳之最重要排泄器官。生物轉化作業亦為重要因素，尤其是肝內酵素，但很不幸的，新陳代謝後有些物質其毒性可能比原物質的毒性更強。

(四) 化學物質間之反應

勞工於作業場所曝露之化學物質不只一種，不同物質間之作用可能其毒性一樣，亦可能增強。例如水銀及砷，當腎因受水銀影響再曝露於砷時會加重毒性作用。其他有些物質則因其已對某一器官造成傷害會減低第二種物質之毒性，如臭氧及硫化氫共同存在時。

(五) 化合物之構造

不同化合物結構影響不同之器官及組織；例如四氯化碳及氯乙烯等氯化烴類對肝之作用；芳香族胺引起膀胱癌；重金屬對骨；鈎作用於粘膜引起綠舌頭；鉻引起鼻中膈穿孔。

(六) 環境因子

環境因子包括溫度、壓力、輻射。有害物質之吸收、新陳代謝、和排泄等過程與溫度有關係；輻射曝露則會影響血液組織之屏障作用，改變酵素系統及改變排泄型態。

三、個人防護具

防護具分為頭部防護具、耳部防護具、眼臉防護具、呼吸防護具等，其中對於焚化廠維修及拆卸時最重要者為呼吸防護具。各種呼吸防護具的型式及功能分述如下：

(一) 防塵口(面)罩

防塵口(面)罩旨在防止人體吸入有害粉塵、霧滴等，保護其呼吸系統免受害的防護具。依其形狀分為隔離式與

直接式，又依面具可分為全面形(面罩)與半面形(口罩)。現今市販者以直接式半面形者為主，故略稱為防塵口罩。又依防塵口罩所內置的過濾材而有單一與成雙之分。如圖 14 所示。直接式防塵口罩由過濾材、呼吸閥、面體、排氣閥及繫帶一體構成。

(二) 簡易式防塵口罩

簡易式防塵口罩係指「將濾材成形為一定形狀之面體及繫帶所構成，不置有吸(排)氣閥，且無法更換濾材者。」亦即「用後即丟」的防塵口罩。

(三) 電動式粉塵用呼吸防護具

前項的防護具乃利用使用者本身的肺活力動作，故必須耗費氣力，造成工作上的負擔，降低工作效力，而電動式係利用佩帶於腰部的小型電動扇以代替肺者。其種類分為面體形、面盾形及氣罩形三種。

面體形係利用電動扇將通過濾材的空氣輸入面體內，使用者的呼氣及剩餘空氣則經排氣閥排出的構造。因此，必須具備電動扇停止時也可利用使用者本身的肺力吸取淨化空氣的構造。

面盾形係利用電動扇將通過濾材的空氣輸入面盾內，而使用者的呼氣等則經由臉部者面盾間的空隙排出者。

氣罩形係利用電動扇將通過濾材的空氣輸入氣罩內，而使用者的呼氣等則由氣罩與人體間空隙排出者。

(四) 防毒口(面)罩

防毒口(面)罩的使用，目的在保護勞工受毒性氣體的危害，但絕對不宜使用於平時的工作。在經常有毒性氣體存在的場所，應採用換氣或排氣，致力排除毒性氣體，是為良策。

如防毒口(面)罩使用錯誤時，可危及生命，故細心研討使用方法，並充分加以注意，尤其在缺氧環境絕對不可使用。又在發生緊急狀況下使用時，應依照使用步驟，

正確著用，平時就應充分學習。

防毒口(面)罩係利用使用者的肺力，將自吸氣的吸氣動力將含有毒性氣體的空氣於經過吸收罐之際，利用充填在吸收罐內的化學藥劑與毒性氣體發生化學反應，以此排除毒氣或利用活性碳以物理方式吸附，使用者則在面體吸取經淨化後的空氣，呼出的呼氣經排氣閥排放於大氣中。在此應加留意者，防毒口(面)罩並不具產生氧氣的功能，故非於含氧量在 18% 以上的場所使用不可。

(五) 輸氣管口(面)罩

在缺氧環境(含氧量未滿 18% 時)或無適當吸收罐、環境濃度超過吸收罐使用範圍、吸收罐的有效期間不明等時，就不可使用防毒口(面)罩。因此只有使用輸氣管口(面)罩。輸氣管(口)面罩係將管的一端放置在新鮮空氣環境，著裝管的另一端裝有口(面)罩，帶進工作場所，以此吸入乾淨空氣，就可在有害環境工作或從事搶救人命之用。

(六) 空氣呼吸氣

空氣呼吸器係將不含有害物質的乾淨空氣以高壓(150kg/cm²)灌裝於容器(空氣罐)，使用時先予減壓，經由吸氣管導入面體；著用者可吸取此空氣從事活動。由於使用時間受空氣罐容量的限制，但與其他呼吸器比較，可很簡單操作，常使用於缺氧場所或火災時的急救、避難等使用。

(七) 氧氣呼吸器

氧氣呼吸器係使用於礦場或坑內火災、爆炸時從事搶救、急救及災後復舊所必要之作業。此種呼吸器的優點，有：

1. 可使用於環境空氣中氧濃度不明時。
2. 氣體、煙、蒸氣等的種類不明或高濃度時，除皮膚糜爛性外均可使用。

3. 混存有二種以上的氣體或毒性氣體時也可使用。
4. 在存留有一定氧量限度內，不受活動空間的限制，均可使用。

參：問題與答詢

問題一：日本的焚化廠委託民間廠商操作營運的監督工作如何執行？

答：日本的建廠及營運時的監督工作由官方專業人員負責。

問題二：焚化廠歲修時，工作人員的作業時間多久？

答：工作人員工作半小時即休息，防護具須更新。因為高溫作業場所，故有將冷空氣輸送至爐內。

問題三：焚化廠較易產生職業災害的部份？

答：除各項運轉中機械的危險外，尚需注意污水處理廠產之 H_2S 氣體所造成之危害。

問題四：焚化廠歲修時所需配帶的防護具等級為何？

答：應配帶等級二之防護具。

表1.3.1 炉形式・処理能力別排ガス中のダイオキシン類(PCDD+PCDF)濃度状況

処理能力	炉形式	全連続炉	バッチ炉	(内訳)			全 体
				准連	機バ	固バ	
4t/h以上	施設数	561	35	25	10	0	596
	平均値 ng-TEQ/m ³	2.8	8.6	8.5	8.7	—	3.1
	最小値 ng-TEQ/m ³	0.0	0.0	0.0	0.0	—	0.0
	最大値 ng-TEQ/m ³	77	67	67	32	—	77
2t/h以上 4t/h未満	施設数	305	562	368	193	1	867
	平均値 ng-TEQ/m ³	5.8	7.6	7.1	8.4	7.5	6.9
	最小値 ng-TEQ/m ³	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	0.0
	最大値 ng-TEQ/m ³	140	61	60	61	7.5	140
2t/h未満	施設数	9	772	148	526	98	781
	平均値 ng-TEQ/m ³	0.8	9.2	8.0	8.7	13.7	9.1
	最小値 ng-TEQ/m ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	最大値 ng-TEQ/m ³	2.9	130	100	130	77	130
全 体	施設数	875	1,369	541	729	99	2,244
	平均値 ng-TEQ/m ³	3.8	8.5	7.4	8.6	13.7	6.7
	最小値 ng-TEQ/m ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	最大値 ng-TEQ/m ³	140	130	100	130	77	140

表1.3.3 排ガス冷却方式別排ガス中のダイオキシン類濃度分布状況

方式	DXN濃度	合計炉数	0.1以下	0.1~1.0	1.0~5.0	5.0~10	10~40	40~80	80以上	平均濃度 (ng-TEQ/m ³ N)
水噴射(別置)		886	89	188	271	144	164	27	3	7.8
水噴射(炉頂)		730	79	163	192	121	156	19	0	7.6
ボイラ		438	137	143	107	28	18	5	0	2.7
併用		97	27	36	21	4	8	1	0	2.6
その他		89	9	12	19	16	27	6	0	11.9
無し・不明		4	1	0	1	1	1	0	0	11.3
合 計		1930	342	542	611	0	374	58	3	6.7

表1.3.4 ばいじん処理方式別ダイオキシン類濃度分布

除じん方式	DXN濃度	合計炉数	0.1以下	0.1~1.0	1.0~5.0	5.0~10	10~40	40~80	80以上	平均濃度 (ng-TEQ/m ³ N)
EP		1045	15	198	346	200	248	35	3	9.1
BF		769	307	290	135	22	13	2	0	1.1
MC		182	0	19	55	43	59	6	0	11.6
その他		175	9	28	61	35	34	8	0	8.8
無し		67	5	7	14	14	20	7	0	14.2
不明		6	6	0	0	0	0	0	0	0.0
合 計		1930	342	542	611	0	374	58	3	6.7

(4) 排ガス処理設備別濃度

排ガス処理設備別のダイオキシン類濃度分布状況は表1.3.5、図1.3.5に示すとおりである。最も設置割合の高い活性炭吹込み式の平均濃度は3.5ng-TEQ/m³、触媒反応塔は1.4ng-TEQ/m³である。

表1.3.5 排ガス処理方式別ダイオキシン類濃度分布

DXN濃度 処理方式	合計炉数	0.1以下	0.1~1.0	1.0~5.0	5.0~10	10~40	40~80	80以上	平均濃度 (ng-TEQ/m ³ N)
触媒反応塔	88	52	24	8	1	2	1	0	1.4
活性炭吹込み	421	132	142	77	32	30	7	1	3.5
活性炭吸着塔	14	6	4	3	0	1	0	0	2.9
活性炭吸着	0	—	—	—	—	—	—	—	—
その他	134	40	33	30	14	14	3	0	4.5
無し	1580	107	339	491	267	327	47	2	8.1
不明	7	5	0	2	0	0	0	0	6.7
合計	2244	342	542	611	314	374	58	3	6.7

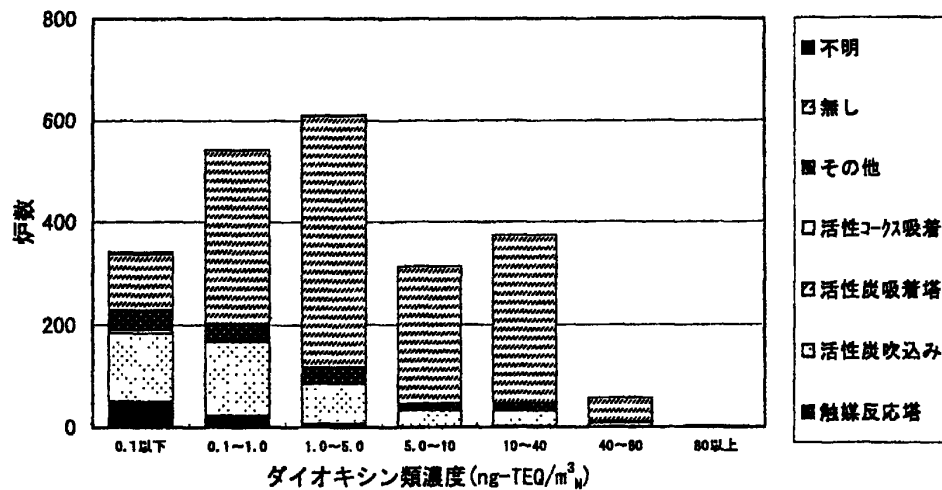


図1.3.5 排ガス処理方式別排ガス中のダイオキシン類濃度分布状況

3・4 高度排ガス処理設備

(1) 触媒塔

ア. 型式

ガス流れにより直交流・平行流、触媒種により2元・3元、触媒形状によりペレット・ハニカム・板状 等各種がある。ハニカム型の概念図を図3.4.1に示す。

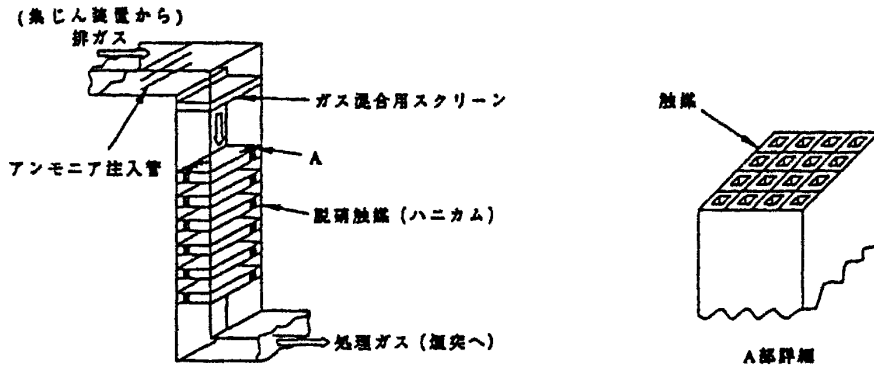


図3.4.1 触媒塔の構造概念図

イ. 空間速度 【図3.4.2】

触媒塔の性能は、その単位空塔容積当たりの通過ガス量（空間速度 SV 値 h^{-1} ）に依存する。この値は、脱硝触媒では通常 5,000 ~ 10,000 程度であるが、ダイオキシン類分解触媒ではこの約2分の1、即ち 2,500 ~ 5,000 である場合が多い。

$$\text{空間速度 } SV (hr^{-1}) = \frac{\text{排ガス量} (m^3/hr)}{\text{容積} (m^3)}$$

ウ. 触媒による分解率の温度依存性

バグ出口のダイオキシン類除去率向上のためには、ガス温度を可能な限り低下させるのが望ましいが、図3.4.3に示すように低温ではダイオキシン分解率が低下するのみならず、排ガス中の SO_x が触媒表面で SO_3 へ転換し、担体として用いられている Al_2O_3 の硫酸化によって $Al_2(SO_4)_3$ 等が生成する。また残留 NH_3 が存在する場合は酸性硫酸アンモニウム NH_4HSO_4 を生成し、これらが触媒や担体の細孔を閉塞して触媒の活性を低下させ、いわゆる触媒の被毒に至るため、通常排ガス温度は200℃以上高於200℃に設定される。

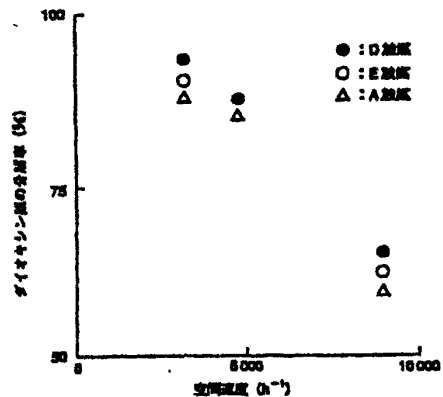


図3.4.2 触媒バグフィルターのダイオキシン類分解率とSV値例

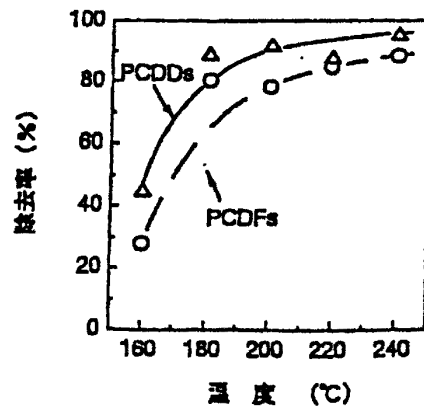


図3.4.3 触媒バグフィルターのダイオキシン類分解率と温度 [97' 廃棄物学会論文集]

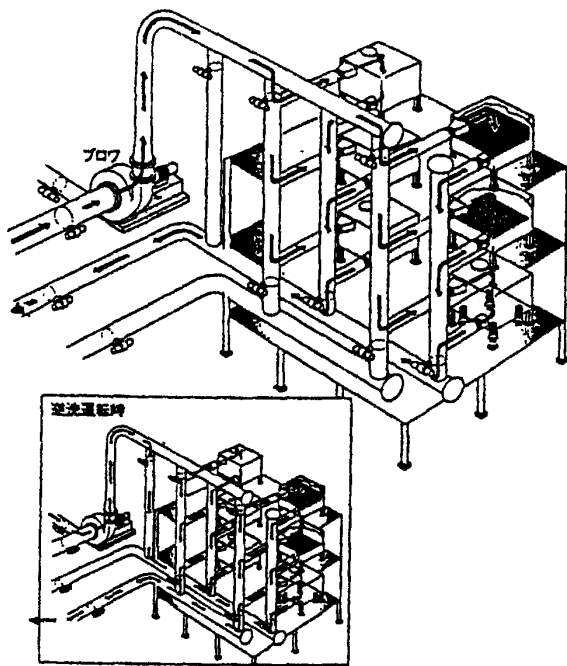


図3.4.4 固定層式活性炭吸着塔例

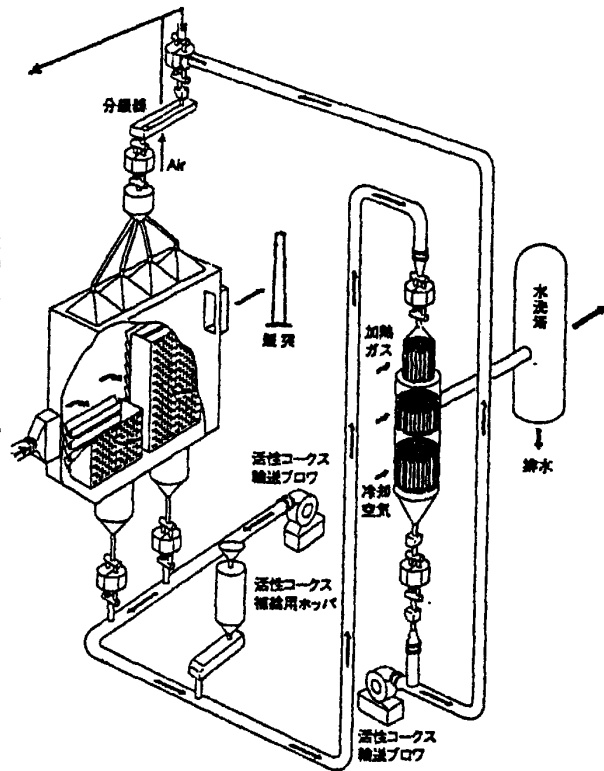


図3.4.5 移動層式活性炭吸着塔例

イ. 空間速度

SV 値は、ダイオキシン類分解触媒に比べてさらに小さく、現状移動層式で約 2000、固定層式で約 1000 以下となっている。

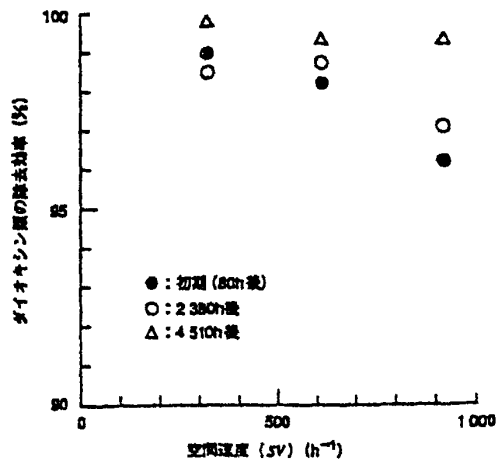


図3.4.6 固定層式吸着塔のダイオキシン類除去効率例

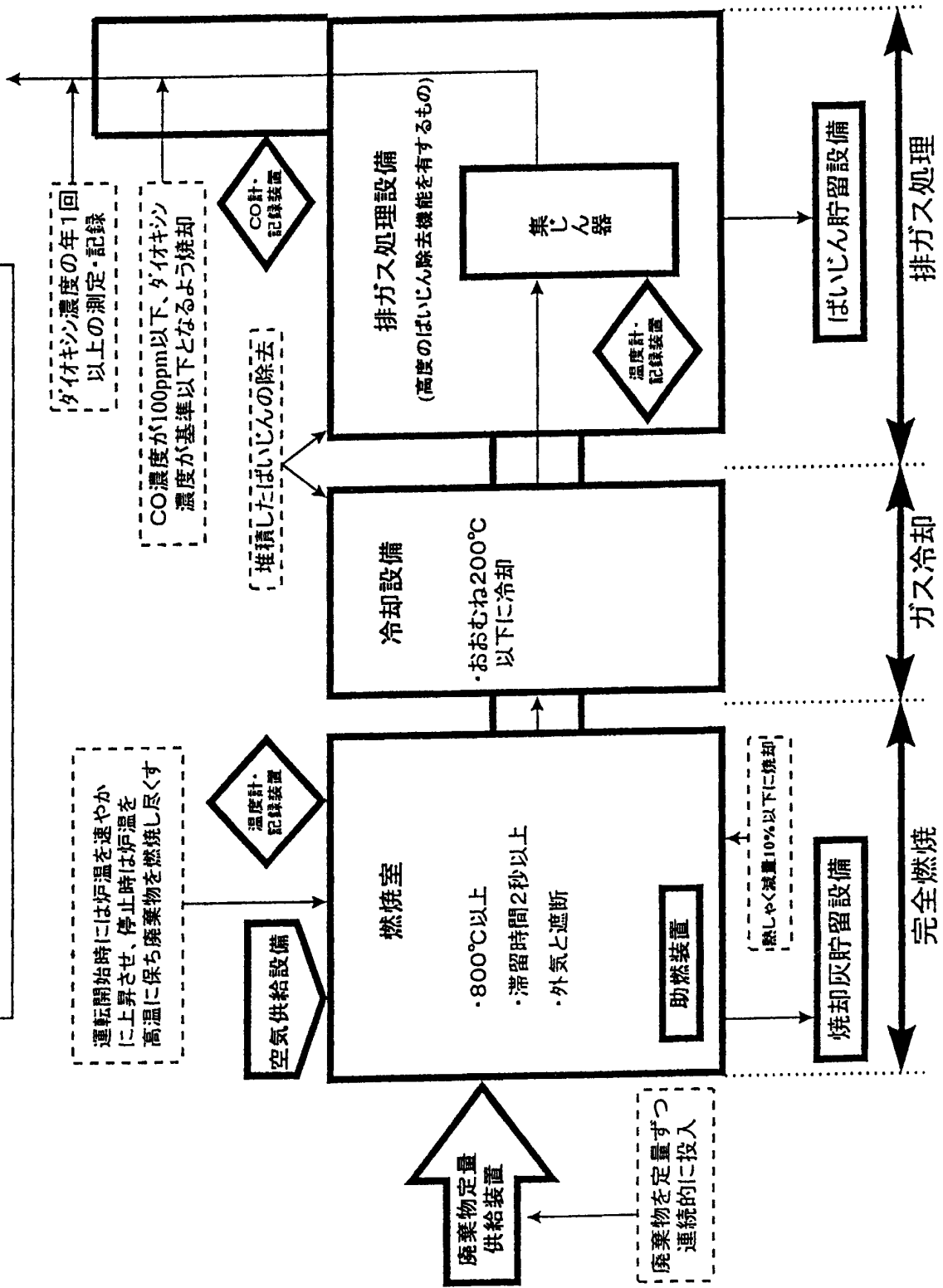
これらの考えを基に廃棄物処理施設の構造基準及び維持管理基準が改正、強化されている。
表2.3.1にその内容を示す。

表2.3.1 廃棄物処理施設の構造基準・維持管理基準

新 基 準		基準適用日
構 造 基 準	ごみ定量供給装置の設置。	H14.12.1
	800℃以上の状態で燃焼できる燃焼室の設置。	H10.12.1
	外気と遮断された燃焼室の設置。	H 9.12.1
	助燃装置の設置。	H 9.12.1
	供給空気量の調節機能を有する燃焼空気供給設備の設置。	H10.12.1
	燃焼ガス温度の連続測定装置の設置。	H10.12.1
	燃焼ガス温度を概ね200℃以下に冷却できる冷却設備の設置。	H14.12.1
	集じん器入口ガス温度の連続測定装置の設置。	H14.12.1
	高度のばいじん除去機能を有する排ガス処理設備の設置。	H14.12.1
	CO濃度の連続測定装置の設置。	H14.12.1
	ばいじんを焼却灰と分離・排出・貯留できる灰出・貯留設備の設置	H14.12.1
ばいじん又は焼却灰が飛散・流出しない灰出し設備の設置。	H 9.12.1	
維 持 管 理 基 準	ごみクレーンによるごみの十分な混合。	H10.12.1
	燃焼室への投入は定量ずつ連続的に行う。	H14.12.1
	燃焼ガス温度を800℃以上に保つ。	H10.12.1
	焼却灰の熱しゃく減量を10%以下とする。	H10.12.1
	運転開始時は助燃装置等により炉温を速やかに上昇させる。	H 9.12.1
	運転停止時は助燃装置等により高温に維持し、燃し切りする。 完全燃焼	H 9.12.1
	燃焼ガスの温度を連続的に測定・記録する。	H10.12.1
	集じん器入口ガス温度を概ね200℃以下に冷却する。	H14.12.1
	集じん器入口ガス温度を連続的に測定・記録する。	H14.12.1
	冷却設備等に堆積したばいじんを除去する。	H 9.12.1
	CO濃度を100ppm以下とする。(1時間平均値)	H14.12.1
	CO濃度を連続的に測定・記録する	H14.12.1
	ダイオキシン濃度を一定濃度以下とする。 (1ng~10ng-TEQ/m ³ 以下) (暫定基準：80ng-TEQ/m ³ 以下)	H14.12.1 H10.12.1
	ダイオキシン濃度を年一回以上測定・記録する。	H 9.12.1
	排ガスの洗浄水又は冷却水の飛散及び流出による生活環境保全上の支障を生じないようにする。	H11.11.17
排ガスによる生活環境保全上の支障が生じないようにする。	H 9.12.1	
ばいじんと焼却灰を分離して、排出・貯留する。	H14.12.1	

注) 基準適用日は平成9年12月1日の時点で既設の施設に係るもの、新設の施設については、全基準が即日適用される。

廃棄物焼却施設の構造・維持管理基準改正後のイメージ



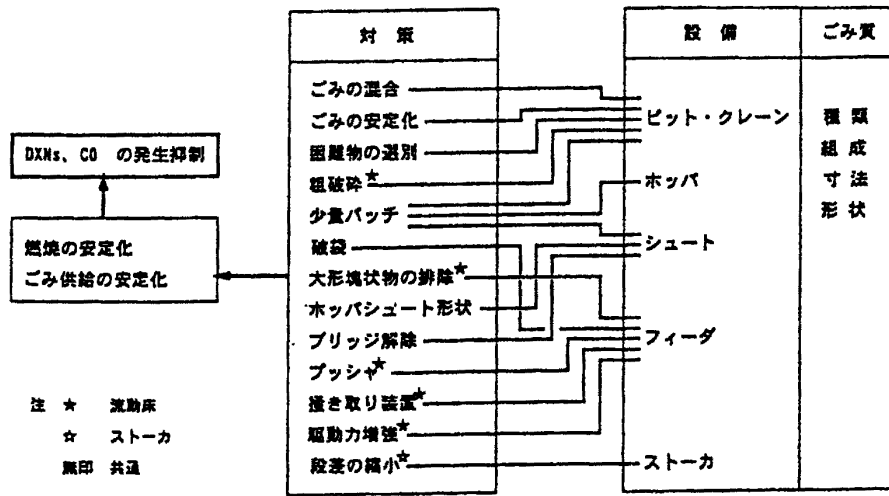


図3.1.1 ごみ供給の安定化

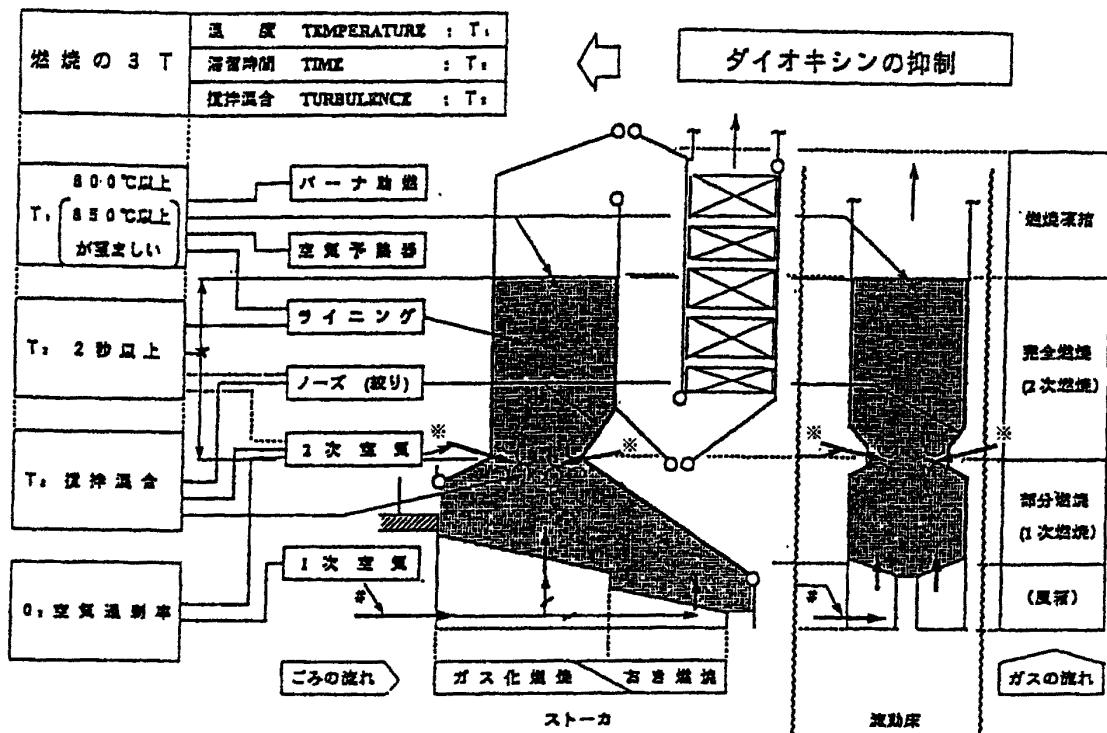


図3.1.2 焼却炉における完全燃焼の3Tと設計要素

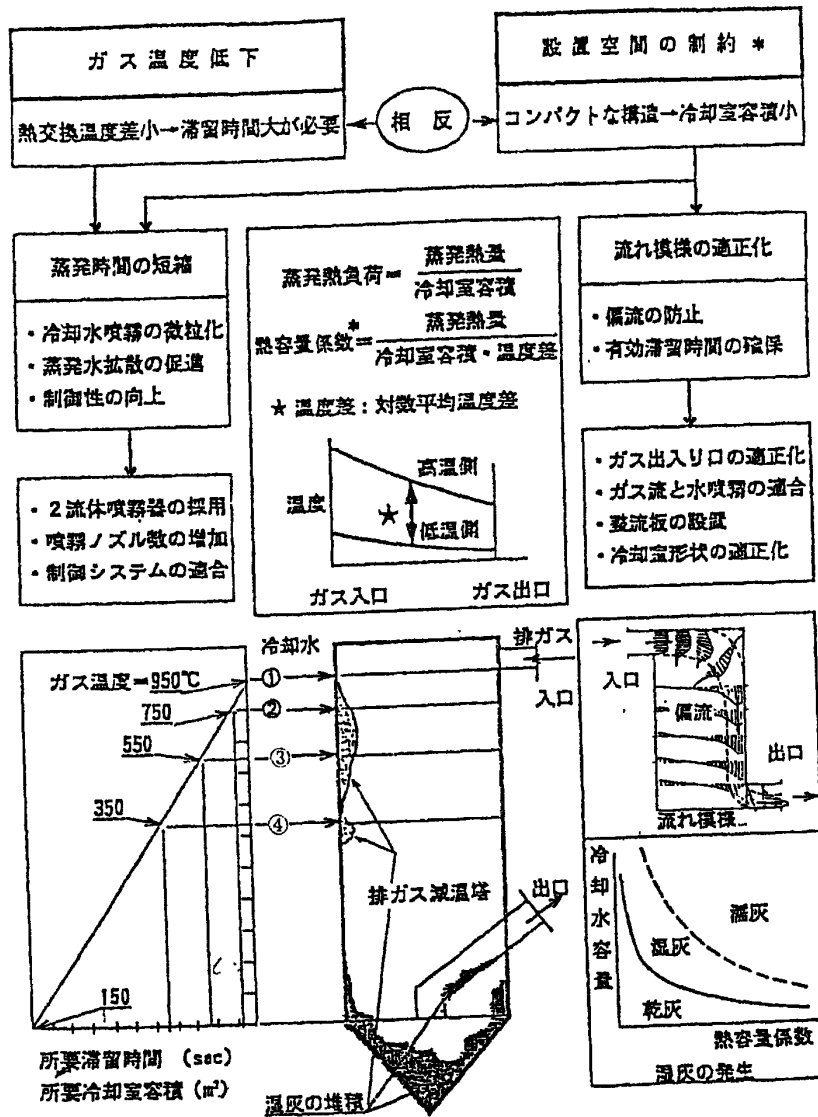


図3.2.1 排ガス冷却塔性能の改善

表3.2.1 減温塔の類型とその特徴

ガス流れによる類型	液相	軸流			旋回流
		下向流	水平流	上昇流	上昇流
		1段		2段	1段
構造					
備考	偏流防止が重要 (最も一般的な型式) 入口、出口の風流効果と塔の縦長比に対する設計上の配慮が重要	偏流の発生が避け難い	有効滞留時間の維持が容易	外壁の温度保持が容易な反面、内筒表面の温度低下に留意が必要	偏流防止に有効である反面、旋回数(スワール数)の適切な選定が重要

表 3.2.2 アトマイザ (水噴射ノズル) の標準的特性

アトマイザ型式	構造	噴射水圧力 atm	噴霧空気圧 atm	空気消費率 (空気比)	平均粒径	備考
圧力式 — 単孔 — 多孔	ストレート式	20~30	—	0	∞ 水圧 ^{-1/2}	本数制御
	リターン式	約20	—	0	∞ 水圧 ^{-1/2}	比例制御
2流体式 (空気式)	外部混合式	約20	0.3~0.5	0.5~1.0	∞ 水圧 ^{-1/2} ∞ 空気比 ^{-1/2}	同上
	中間混合式	約10	3~5 一定圧	約0.1	∞ 空気比 ⁻¹	同上
	内部混合式	約10	水圧+1~2 一定差圧	0.15~0.2	∞ 空気比 ⁻¹	同上

注1 平均粒径の依存性は目安を示す。運転条件によるが平均粒径は通常150 μ m程度の場合が多いとみられ、最大粒径はその約2.5倍である。
 注2 ごみ焼却炉排ガス中ではノズルの清浄保持が重要である。多孔型圧力式は清浄保持が難しく、粒径の粗大化に特に留意する必要がある。

時間：2001年（平成13年）10月19日下午13時30分

參觀地點：東金市外三町清掃組合熔融爐（表面熔融）

參觀課題：灰渣熔融設施

壹、設施概要

1. 廠址：千葉縣東金市三ヶ尻340番地

2. 面積：約19,132.73平方公尺

3. 施工：平成7年12月

完工：平成10年4月（西元1998）

4. 工場施工：田熊股份有限公司

5. 設施規模：

垃圾焚化設施：70t/24hr ×3 爐，共計210t/24hr

廢棄物再生利用設施：26t/24hr ×1 爐

巨大垃圾處理設施：10t/5hr ×1 套

貳、工廠設施參觀

請參照附件照片。

參、熔融處理設施

該場採表面熔融方式處理灰渣（底灰＋飛灰），處理溫度1400～

1450℃，採連續進料處理方式。熔融後之溶渣於出口處採水冷卻方

式急速冷卻，固化後經粉碎成砂狀形態。可減少體積至原來的 1/2 ~1/3，成為無害化之物品。

肆、討論

1. 該場建造費：全部約 90 億日圓，其中土地 1 億，熔融爐部分 16 億。其經費來源大部分為中央補助款。
2. 該廠熔融爐部分乃該焚化爐預定開始建造前不久，臨時因應政府政策所追加設計之工程。故據該廠石田副主任表示，於建廠完成開始運轉之初，熔融爐因設計不當，甚至發生爆炸導致人員傷亡事故發生；之後又歷經設計大幅修正、改建後方為今日所看到得熔融爐。
3. 熔融爐部分，每年大修二次，每次約需兩週；焚化爐部分則為每年一次。其中熔融爐最常發生的維修問題，為熔渣流入口附近常會壞損，故發生壞損時就必須停爐二至三天做修補工作。
4. 該場為製造出品質較佳之熔渣，目前尚在實驗中。主要控制變因底灰與飛灰的混合比例，據表示飛灰約佔 1/3 時效果較佳；另外，若飛灰比例太高，極易造成設備之壞損。
5. 另據石田副主任表示，為配合日本推行環保水泥相關資源化政策，該廠每日所產生的飛灰，有一部分係送至環保水泥工廠做為環保水泥的原料。

東金市外三町 環境クリーンセンター

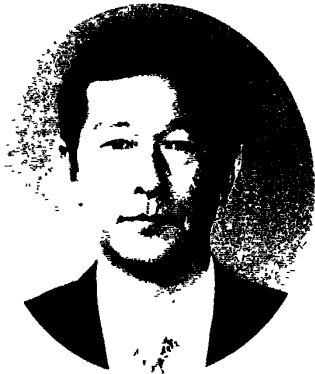
- ごみ焼却施設
- 廃棄物再生利用施設
- 粗大ごみ処理施設



東金市外三町清掃組合

～ 139 ～

ごあいさつ



近年、廃棄物は消費生活の多様化と生活水準の向上にともない増加の一途を辿っています。それと同時に環境の保全が大きな課題であり、廃棄物処理施設の整備は、ますます欠かすことのできない重要な施策となっております。

当組合では、昭和57年度に稼働を開始いたしました施設が老朽化したことに加え、管内の人口増等によるごみ量の増加、ごみ質のハイカロリー化に対応するために、平成3年度作成の基本計画に則り、平成7年度から「環境にやさしく可能な限りの廃棄物再生利用」を基本理念とした新施設建設に着手し、ここに3ケ年の歳月をかけ「東金市外三町環境クリーンセンター」として操業のはこびとなりました。

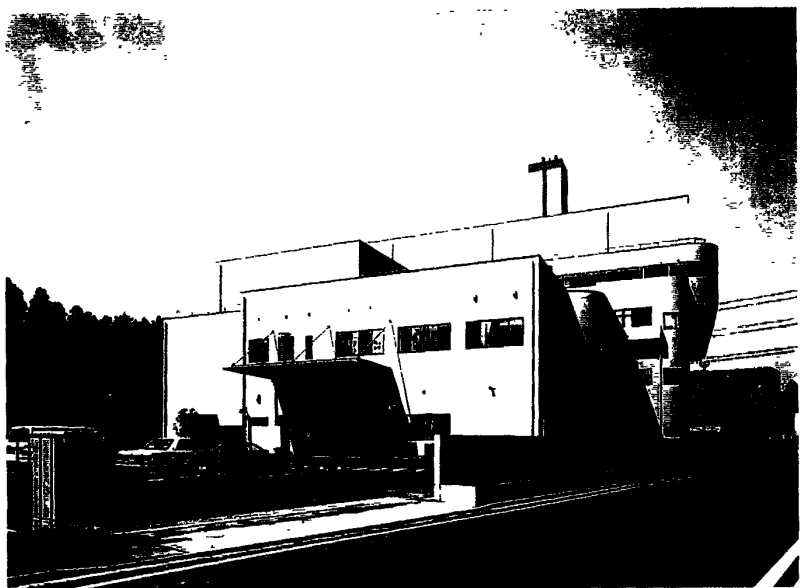
新施設は、日量210トンのごみ焼却施設(24時間連続稼働：70トン×3基)と日量26トンの灰溶融施設(24時間連続稼働：26トン×1基)、並びに日量10トンの粗大ごみ処理施設(5時間稼働：10トン×1基)からなり、特にごみ焼却灰の無害化・減容化並びに再生化をはかる灰溶融施設をいち早くとり入れるとともに、各種排出基準を強化し、再生利用も行える施設として完成いたしました。また、各施設を合棟内に納め有機的に結合させることで、建設面積の縮小化をはかり、更に運転の自動化・省力化を徹底させ効率のよい運営にも配慮いたしております。

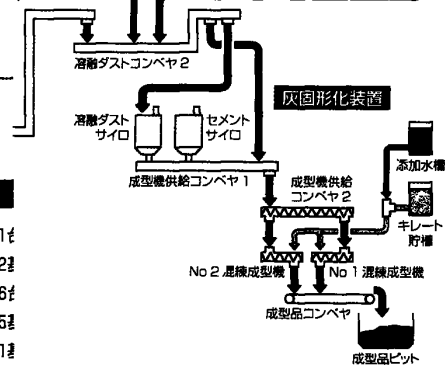
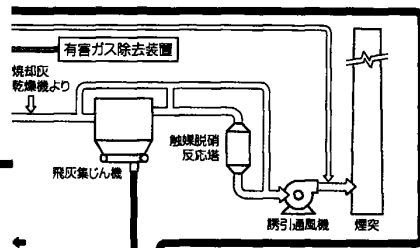
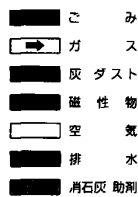
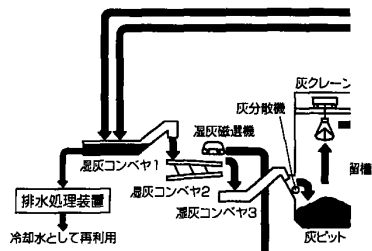
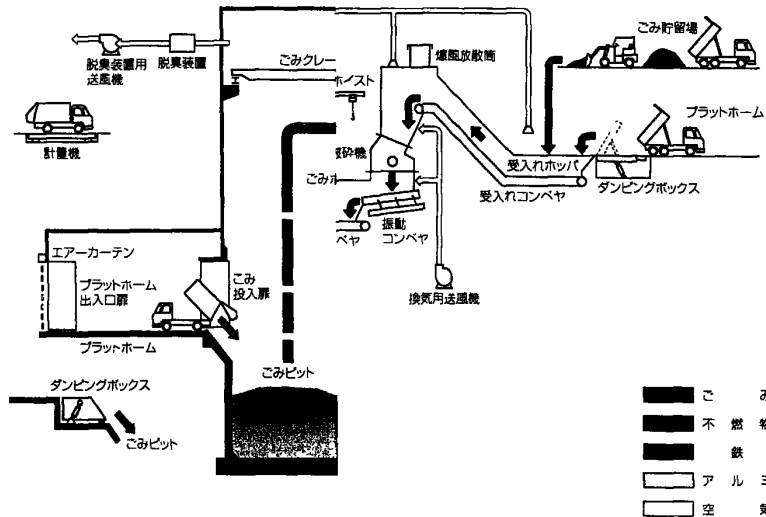
環境問題がクローズアップされているおり、新施設がここに無事完成することができましたのは、地元の方々ならびに関係者各位から格別なご理解、ご協力をいただいた賜物と厚く御礼申し上げる次第でございます。今後も廃棄物行政の更なる充実に努めてまいりますので引き続きご理解、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

平成10年4月

東金市外三町清掃組合

管理者 東金市長 志賀 直温





設備概要

ごみ焼却施設

受入供給設備	ごみ計量機	1台				
	プラットフォーム出入口扉	2扉				
	エアカーテン	6扉				
	ごみ投入扉	5扉				
	ダンピングボックス	1箱				
	ごみピット	1箱				
	ごみクレーン	2台				
	防臭装置	1基				
燃焼設備	脱臭装置	1基	通風設備	押込送風機	1台	
	ごみホッパ	3台		空気予熱器	1基	
	給じん装置	3台		誘引送風機	1台	
	乾燥・燃焼ストーカ	3台	スラグ排出設備	スラグコンベヤ	2台	
	後燃焼ストーカ	3台		回転シュート	1台	
燃焼ガス冷却設備	助燃バーナ	3台		スラグバンカ	4台	
	ガス冷却室	3室	1式	灰固形化装置	成型機供給コンベヤ	2台
排ガス処理設備	ろ過式集じん器	3室	1基		混練成型機	2台
	有害ガス除去装置	3炉	1基		成型品コンベヤ	1台
	NOx除去装置	3炉	1基		成型品ピット	1基

施設概要

施設名称	東金市外三町環境クリーンセンター	着工	平成7年12月
所在地	千葉県東金市三ヶ尻340番地	竣工	平成10年4月
敷地面積	約19,132.73m ²	設計施工	株式会社タクマ
施設規模	ごみ焼却施設 70t/24h×3炉 計 210t/24h 廃棄物再生利用施設 26t/24h×1炉 粗大ごみ処理施設 10t/5h×1基		

施設特長

自動化 施設の運転管理は、中央集中監視方式としています。機器の制御は、コンピュータによる自動制御で施設全体の省力化及び運転の効率化と安全性の確保を図っています。

環境保全 公害防止対策については、厳しい基準のもとに、万全の設備を設置しています。

●排ガス対策 排ガス中のばいじんや有害ガスは、乾式有害ガス除去装置とバグフィルタで除去します。

●臭気対策 ごみの臭気は、外気と遮断し、燃焼用空気として押込送風機で焼却炉内へ送入し、高温の熱で分解させ、無害無臭化しています。

●排水対策 施設内で発生する排水は、排水処理装置で処理し、ガス冷却水として再利用しています。汚水は、外部へは放流しないクローズドシステムです。

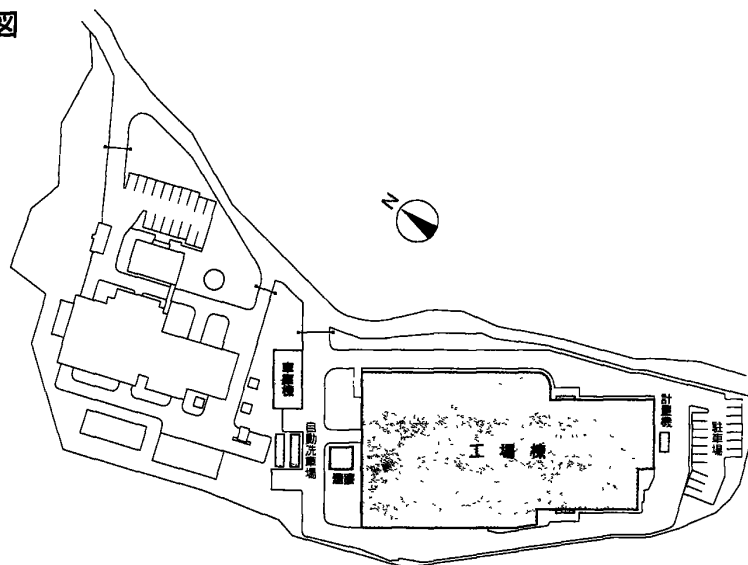
●防音・振動対策 粗大ごみ処理施設の各機器は、低騒音型の機種を選定し、必要に応じて消音器を取り付けています。振動が発生する設備は、独立基礎及び防振装置を設けています。

余熱利用 焼却炉からの廃熱を空気加熱器で熱回収し、白煙防止や温水発生器で温水をつくり、施設内の給湯・暖房に利用しています。

廃棄物の再生利用 ●灰溶融炉施設 焼却灰、集じんダスト、破碎不燃物残渣を溶融炉でスラグ化しています。スラグは路盤材、路床材、ブロック、タイル等の資材として再資源化できます。

●粗大ごみ処理施設 家庭から廃棄される家電製品や家具等の粗大ごみを破碎選別し、可燃物、不燃物の中から鉄類、アルミ類を回収して再資源化しています。

施設配置図



この施設の建設には、厚生年金・国民年金積立金の還元融資制度が活用されています。

焼却

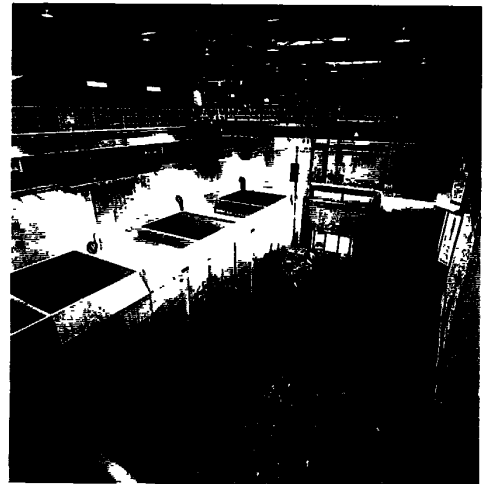
ごみ焼却施設

最新鋭の機器で構成された焼却施設でごみを効率よく連続焼却します。



● プラットホーム及びごみ投入扉

計量されたごみは、このプラットフォームからごみピットへ投入されます。



● ごみピット及びごみクレーン

投入されたごみは、ごみクレーンで
ごみホッパへ供給されます。

中央制御



● 中央制御室

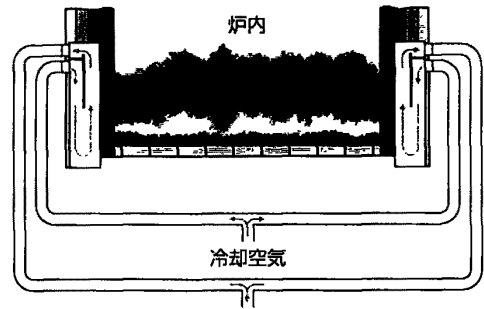
ごみの受入れから焼却炉の燃焼状態、ストーカ速度をはじめ燃焼用空気の調節など
施設内の機器可動状態を制御・集中監視しています。

～ 143 ～



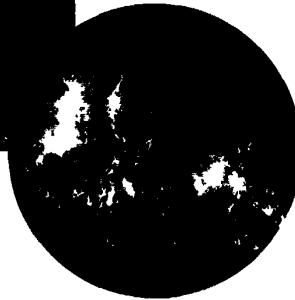
● 焼却炉

給じん装置、乾燥・燃焼ストーカ、後燃焼ストーカで構成された燃焼装置がごみを効率よく燃焼させます。



クリンカ防止対策に空冷壁を採用

焼却炉側壁のクリンカが発生し易い部分に空冷壁を採用しています。空冷壁は二重構造になっており、冷却空気は、炉外側を冷却した後、反転して内側を冷却し、系外へ排出される構造となっています。焔瓦表面の温度を下げ、クリンカの発生及び付着を防止し、焼却炉の稼働率向上を図っています。

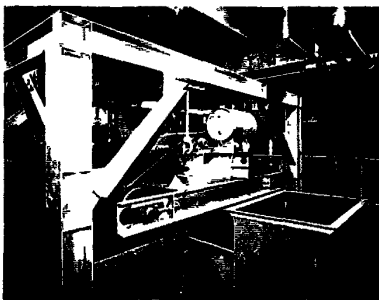


炉内



● 押込送風機

ごみピット内の空気を吸引し、燃焼用空気としてストーカへ供給します。



● 磁選機

磁石で焼却灰の中より磁性物を回収します。



● 灰ピット

灰やダストは、ピットに一時貯留され場外へ搬出されます。

～ 144 ～

ごみ焼却施設

公害防止対策については、厳しい基準のもとに、万全の設備を施しています。



● バグフィルタ

排ガス中に含まれるばいじんなどを取り除きます。

有害ガス除去装置

排ガス中の有害成分、塩化水素ガス(HCl)を消石灰と化学反応させ、バグフィルタでダストとともに除去します。



● 助剤及び消石灰貯留槽

有害ガス除去のために排ガスダクトへ吹込む消石灰と助剤を貯めています。



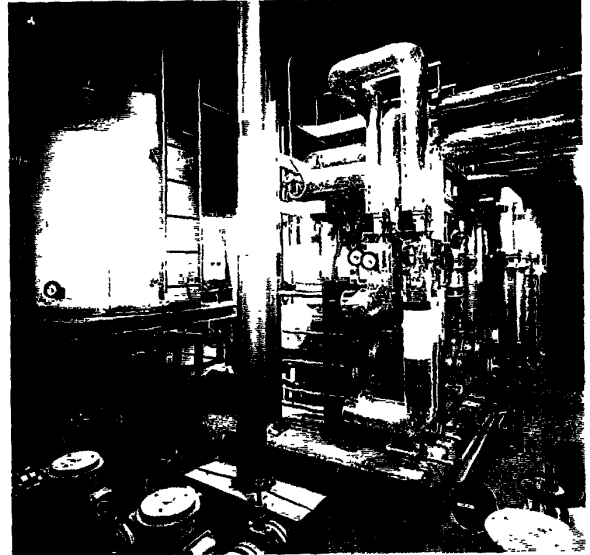
● CO、O₂分析計

燃焼状態を監視するため排ガスを分析します。



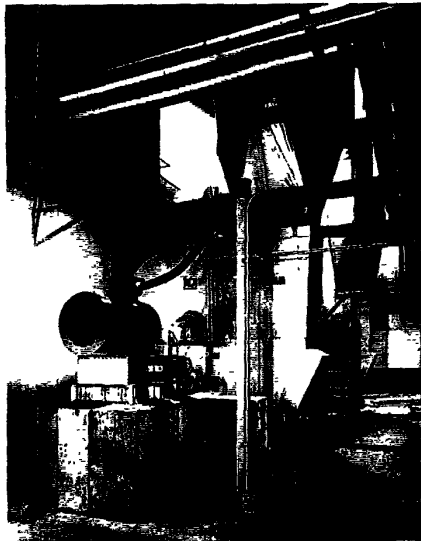
● NOx(窒素)除去装置

排ガス中に尿素を噴霧して窒素を取り除きます。



● 温水タンク及び温水発生器

ごみの燃焼により発生した熱を温水で回収し、
本施設内の給湯・暖房に利用しています。



● 誘引通風機

きれいになった排ガスを吸引し煙突へ
送り込みます。



● 排水処理装置

施設内で発生する汚水を浄化し、排ガスの冷却水として再利用します。
外部へは排出しないクローズドシステムを採用しています。



廃棄物再生利用施設 (灰溶融炉)

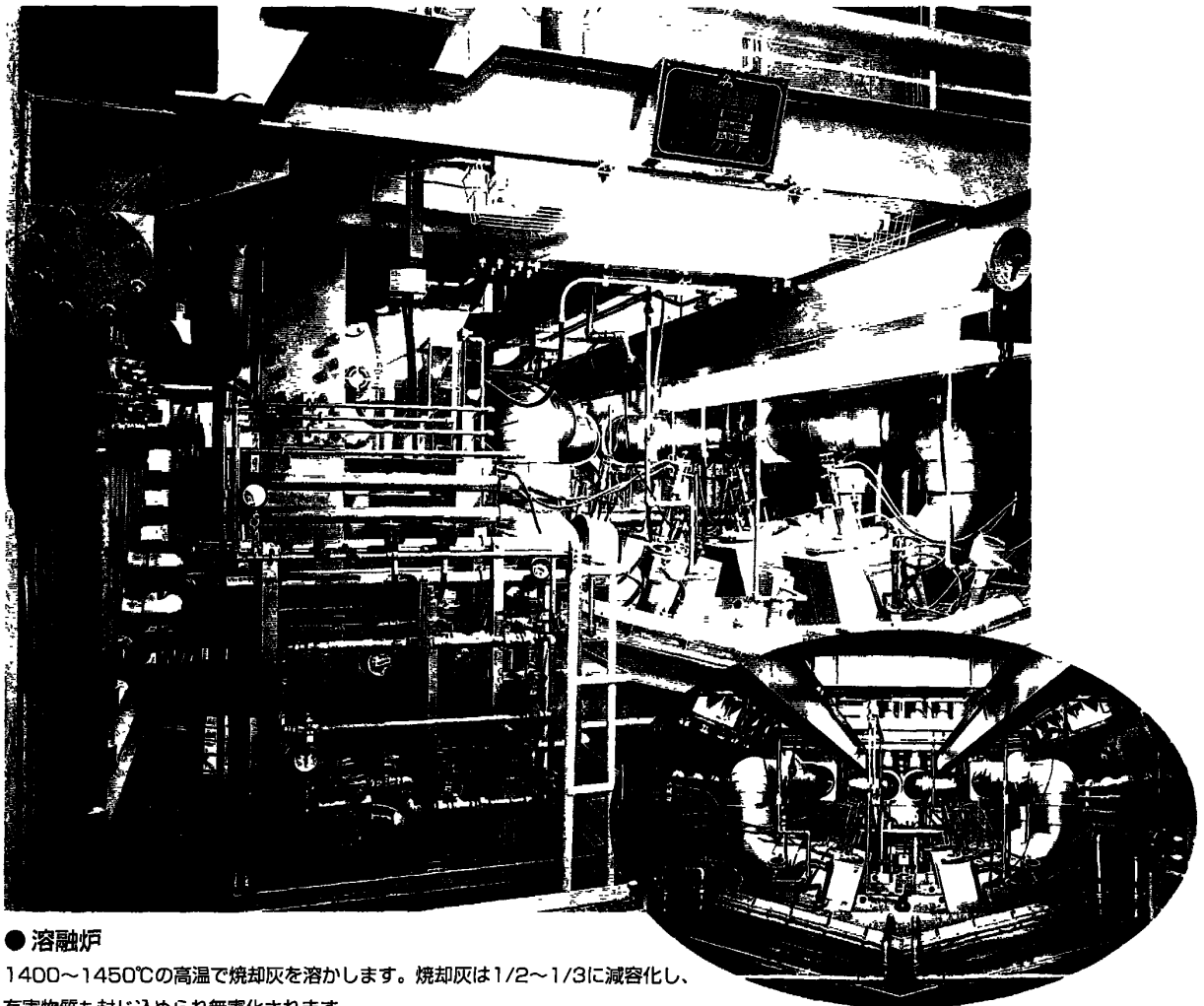
焼却灰をスラグ化することでリサイクル及び埋立地の延命を図っています。



● 熱風発生炉
焼却灰を乾燥させるための熱風をつくります。

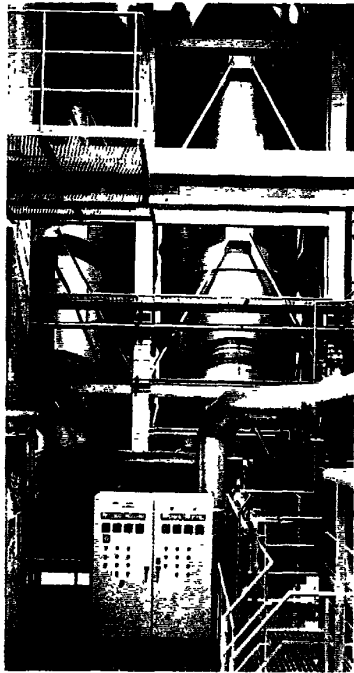


● クリンカ破砕機
焼却灰を溶融するのに適した大きさに砕きます。

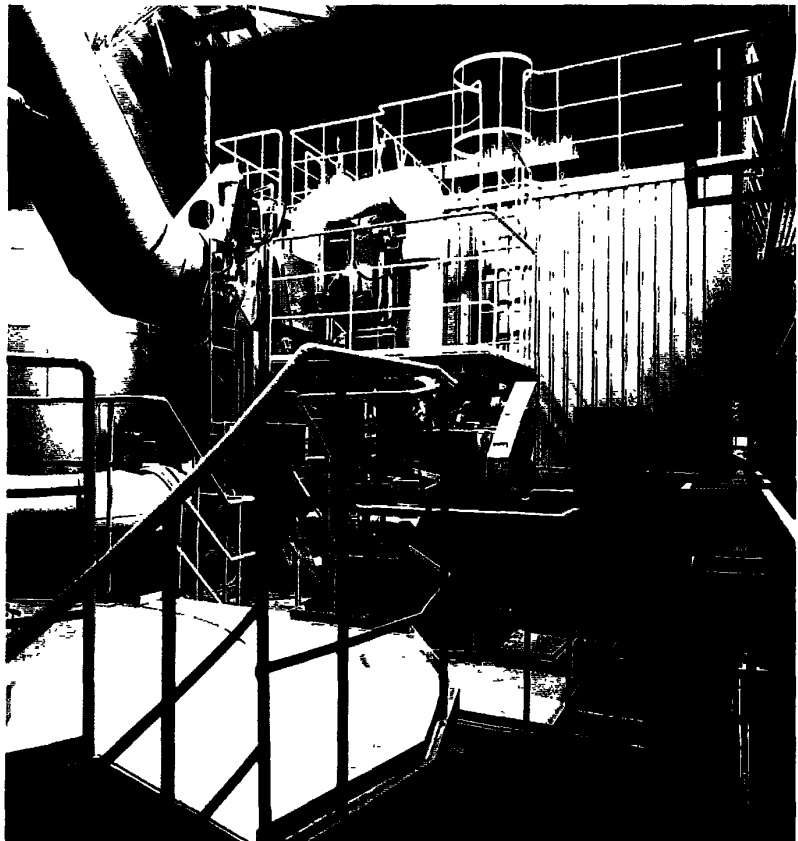


● 溶融炉
1400~1450℃の高温で焼却灰を溶かします。焼却灰は1/2~1/3に減容化し、有害物質も封じ込められ無害化されます。

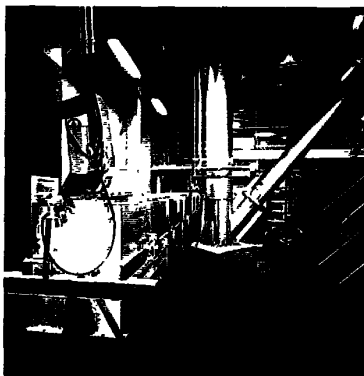
● 溶融バーナ



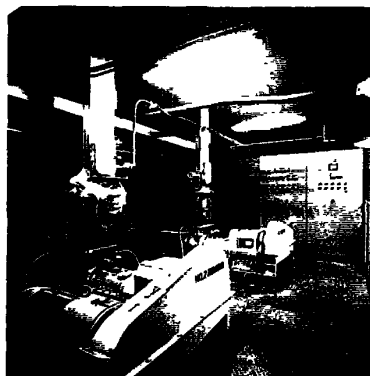
● 白煙防止用空気加熱器
煙突からの白煙(水蒸気)の発生を
防ぎます。



● 飛灰集じん器
排ガス中に含まれるばいじんなどを取り除きます。



● 成型品コンベヤ
ダストにセメント・薬品などを加え、
成型品ピットへ送ります。



● 混練成型機
飛灰集じん器で捕集したダストに薬品を加え、
混練成型機で固形化して無害化します。

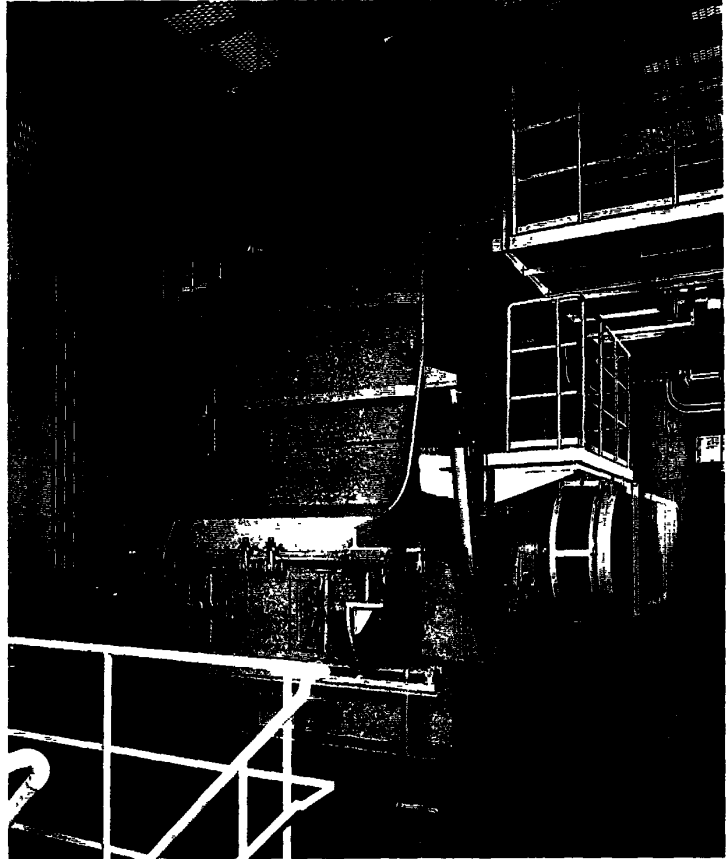
破碎

粗大ごみ処理施設

破碎ごみの中から、鉄・アルミを回収し、残渣は不燃物・可燃物に分別します。



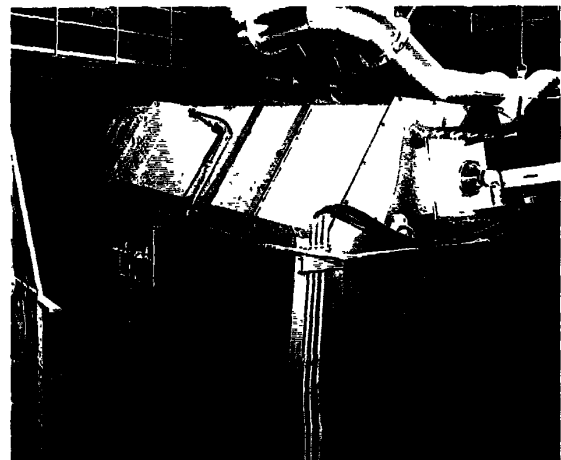
● 受入れホツバ
粗大ごみを受け入れ、回転破碎機へ送ります。



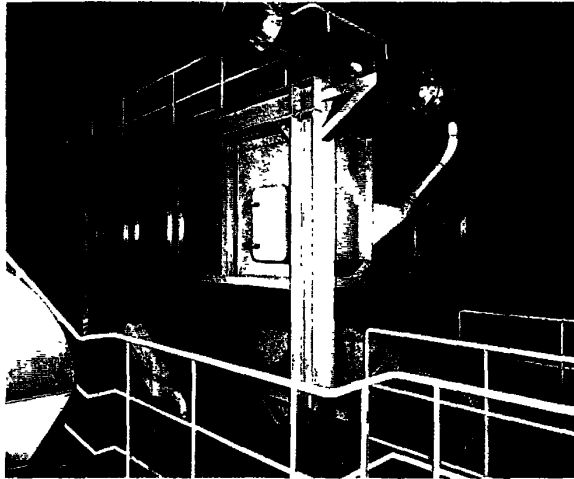
● 回転破碎機
ハンマーの回転により、軟質物から金属まで選別に適した大きさに破碎します。



● バグフィルタ
各機器から発生する粉じんを集め、ろ布で捕集します。

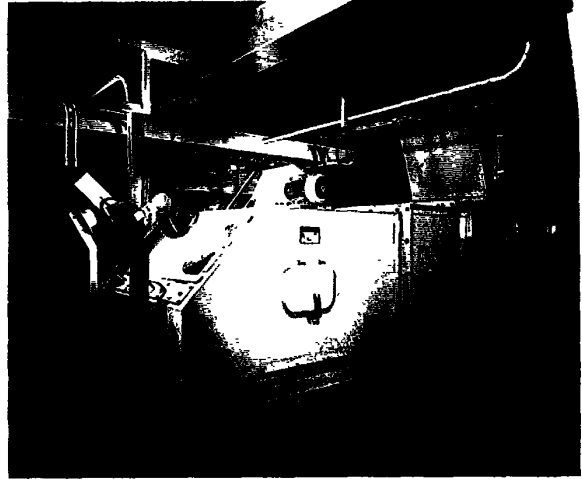


● 不燃物・可燃物選別装置
破碎ごみ中のガレキ等の不燃物を取り除きます。



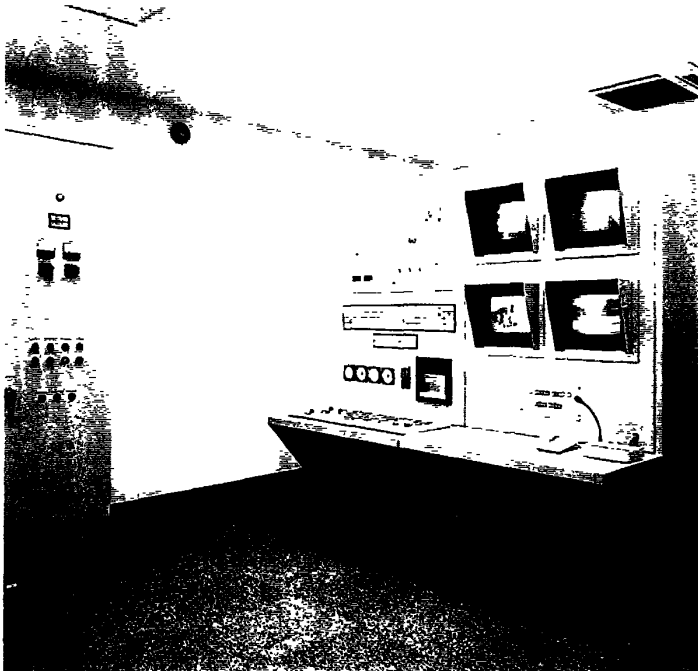
● 磁選機

磁石で破碎ごみ中より鉄類を回収します。



● アルミ選別機

磁石の反発力でアルミ類を飛ばし回収します。



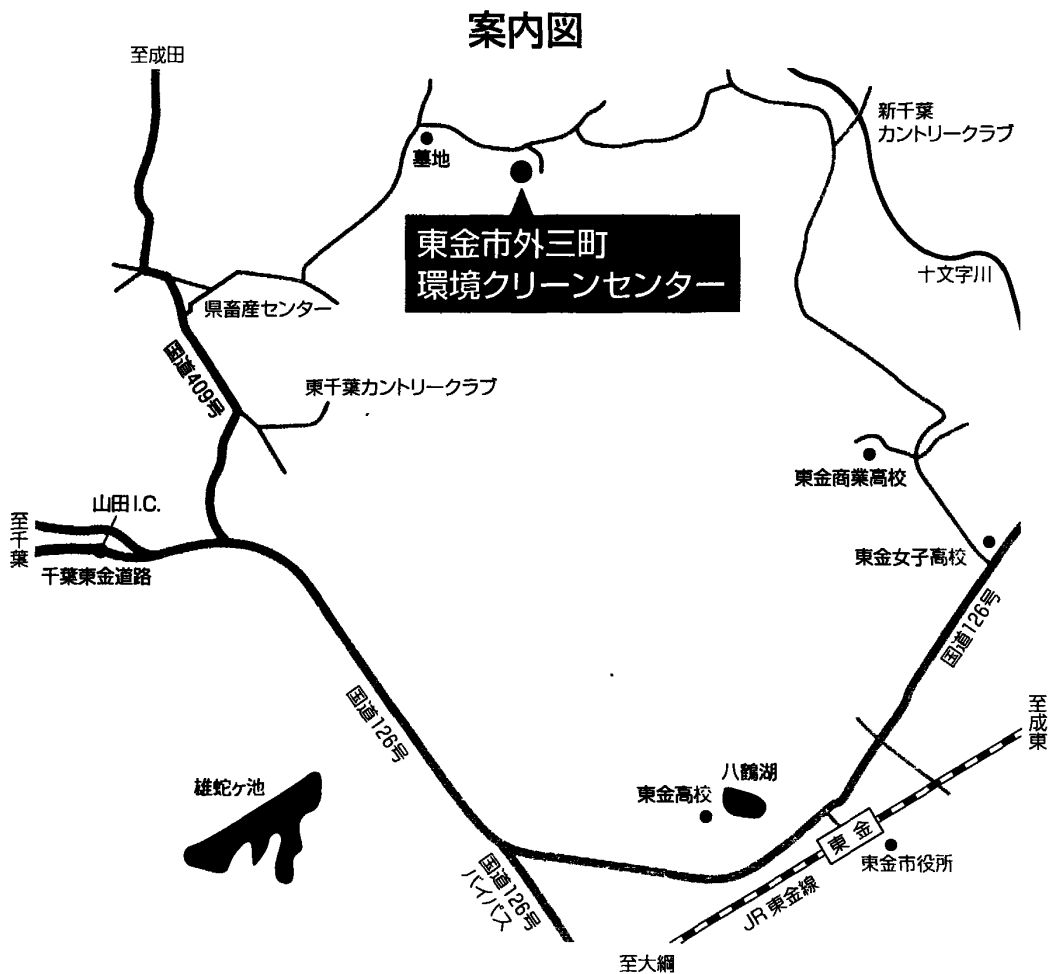
● 制御盤

各機器の稼動状態を監視し、ここで集中コントロールしています。



● ホツバ

不燃物及び鉄、アルミをそれぞれのホツバに貯留し、適時搬出します。



東金市外三町清掃組合 東金市外三町環境クリーンセンター

〒283-0832 千葉県東金市三ヶ尻340番地
TEL 0475-55-9131
FAX 0475-55-9575

設計施工

株式会社 タクマ

本社事務所 / 尼崎市金楽寺町2丁目2番33号 〒660-0806
本 社 / 大阪市北区堂島浜1-3-23 〒530-0004
TEL 06-347-9114
FAX 06-347-9150

2001年10月15至18日日本環境衛生中心

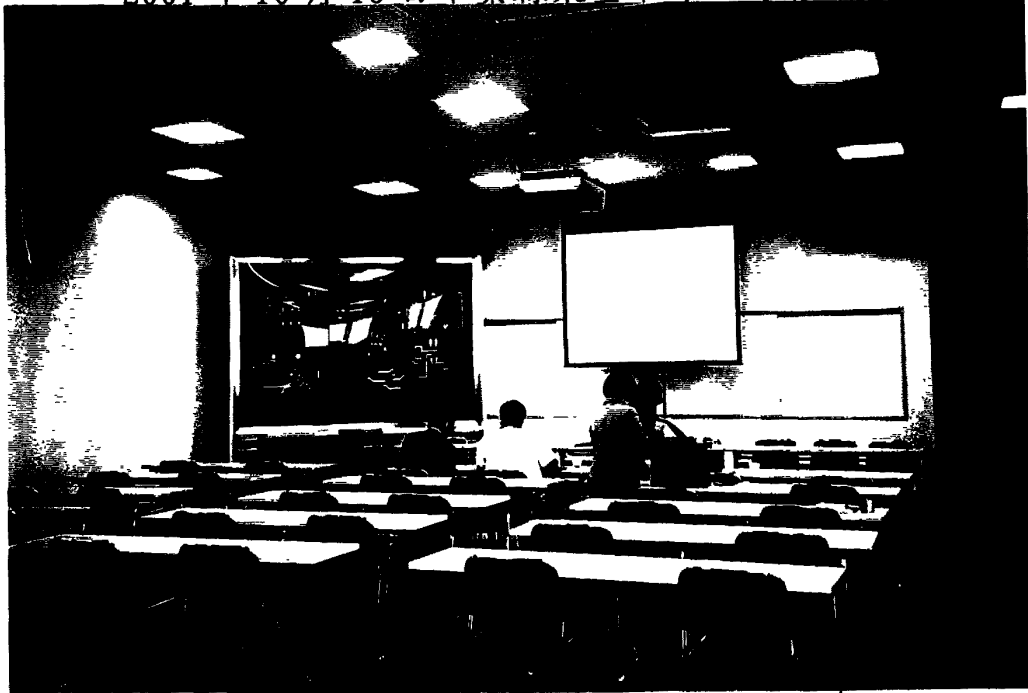


川崎縣日本環境衛生中心本署受訓成員

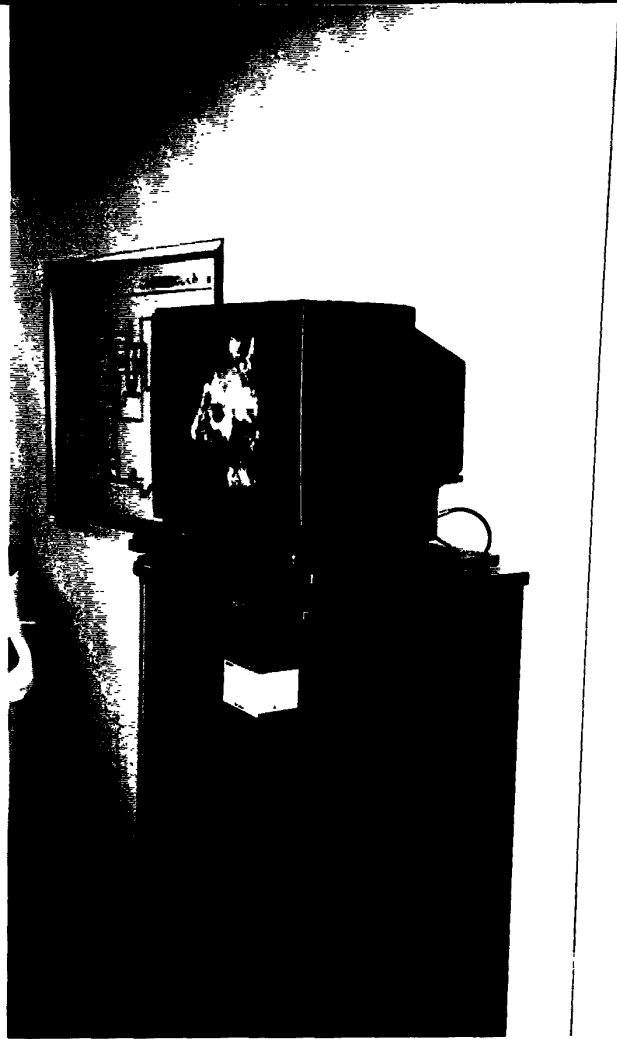


川崎縣日本環境衛生中心上課情形

2001年10月19日千葉縣東金市外三町清掃組合溶融爐

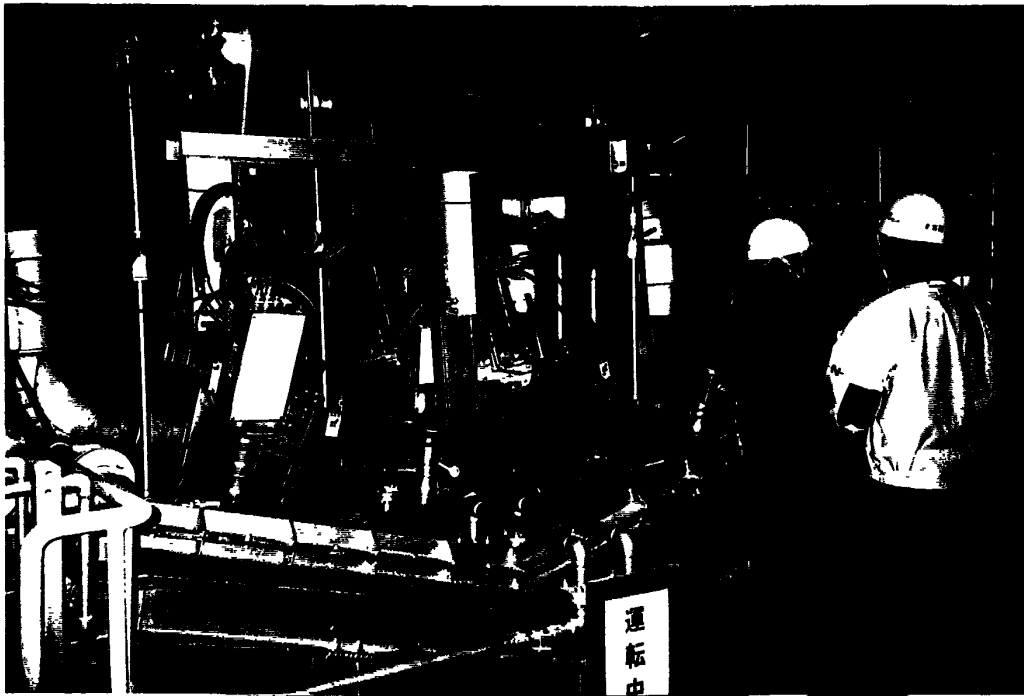


東金市外三町清掃組合工場簡報室



東金市外三町清掃組合工場參觀走道電視播放器

2001年10月19日千葉縣東金市外三町清掃組合溶融爐



東金市外三町清掃組合工場灰溶融爐本體

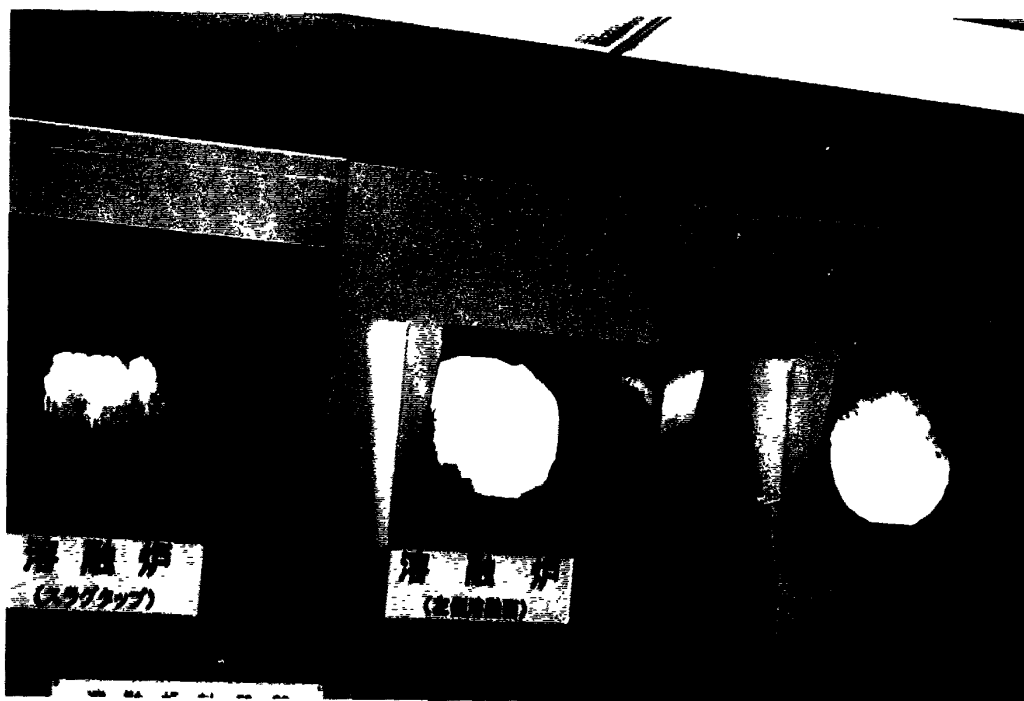


東金市外三町清掃組合工場灰溶融爐排放之溶渣

2001年10月19日千葉縣東金市外三町清掃組合溶融爐



東金市外三町清掃組合工場灰溶融爐觀測窗



東金市外三町清掃組合工場灰溶融爐電視觀測器

時間：2001年（平成13年）10月22日上午9時30分

參觀地點：東京都大田第二清掃工場

參觀課題：灰渣熔融設施

壹、設施概要

1. 廠址：東京都大田區京浜島三丁目6番1號
2. 面積：約138,000平方公尺
3. 施工：昭和62年3月
完工：平成2年3月（西元1990）
（但京浜島不燃物處理設施：施工：平成6年12月、完工：平成8年11月）
4. 工場施工：

第一工場：	設計施工廠商	タケマ、西松共同企業體
第二工場：（熔融處理設施）	設計施工廠商	日立造船、清水共同企業體
京浜島不燃物處理設施：	設計施工廠商	極東、奧村共同企業體
5. 設施規模：

第一工場：	可燃垃圾焚化設施	600t/日（200t/日×3爐）
第二工場：	其他垃圾焚化設施	420t/日（140t/日×3爐）
	熔融處理設施	500t/日（250t/日×2爐）
京浜島不燃物處理設施：	不燃物處理設施	8t/時×4套
6. 爐床型式及處理方式：

第一工場：	全連續燃燒機械式（火格子）焚化爐
第二工場：	全連續熱分解型（旋轉爐＋火格子）焚化爐
	電極熔融爐
京浜島不燃物處理設施：	破袋、分類回收、破碎、壓縮減容方式

貳、工廠設施參觀：

1. 東京都大田第二清掃工場鳥瞰照片（附件一）。
2. 東京都大田第二清掃工場位置圖（附件二）。
3. 第一工場流程圖（附件三）。
4. 第二工場流程圖（附件四）。
5. 熔融處理設施流程圖（附件五）。

6. 參觀照片（附件六）。

參、熔融處理設施：

該場採電極熔融爐處理灰渣（底灰＋飛灰），處理溫度約 1400°C 以上，採連續進料處理方式。熔融後之溶渣於出口處採水冷卻方式急速冷卻，固化後經粉碎成砂狀形態。可達成體積減少一半，並分解戴奧辛及包覆重金屬成為無害化之物品。

肆、討論：

1. 該場之經焚化後之飛灰及底灰係採分開收集，電極熔融爐不可只單獨處理飛灰，於熔融爐定量供給裝置添加 85% 底灰及 15% 飛灰混合比例後，投至熔融爐處理（如只處理飛灰，技術上可行，惟飛灰投入如未適當潤溼，將會影響集塵效果，並因鹽基度較高，影響爐床塗裝壽命）。
2. 考量熔融爐之處理效能，灰渣之鹽基度約為 0.4%，原於熔融爐前有磁選機，惟該含鐵成分之物質恐含戴奧辛成份，故現今不再磁選直接送至熔融爐處理。
3. 熔融處理設施處理容量為 500t/日/2 爐，每爐原可處理 250t/日，惟考量安全因素（因曾發生事故），現今只處理 170t/日。
4. 該場之熔融爐係採用六根人造黑鉛電極（每根電極直徑：30mm、長度：2m、重量：200kg），溫度約 4,000°C，每根價格約 10 萬日幣（大陸製約 3-4 萬日幣），每天消耗三根人造黑鉛電極。
5. 熔融爐每日需檢查塗裝，防止氣爆；每月進行四次保養，每次保養約 1.5 至 2 天；每年操作轉運約 200 天/24hr，每年一次大修約 9 至 10 週。
6. 熔融爐（500t/日）整體設備建造費用約 57 億日幣（西元 1990 之費用）。
7. 平成十年度（西元 1998）熔融爐處理統計資料：
 - 全年灰渣處理量：58,407ton
 - 全年操作處理費（含折舊、消耗品及操作費）：1,380,912 千元（日幣）
 - 每噸處理費：23,643 元（日幣）/ton
 - 全年溶渣產生量：37,823ton

2001年10月22日參觀東京都大田清掃工場

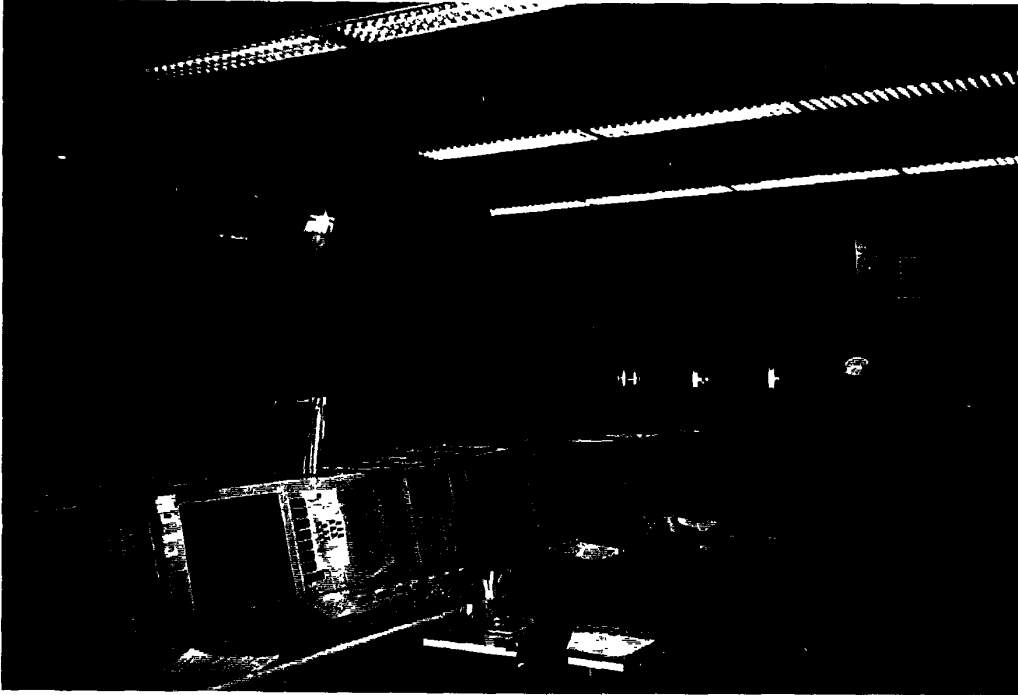


東京大田清掃工場

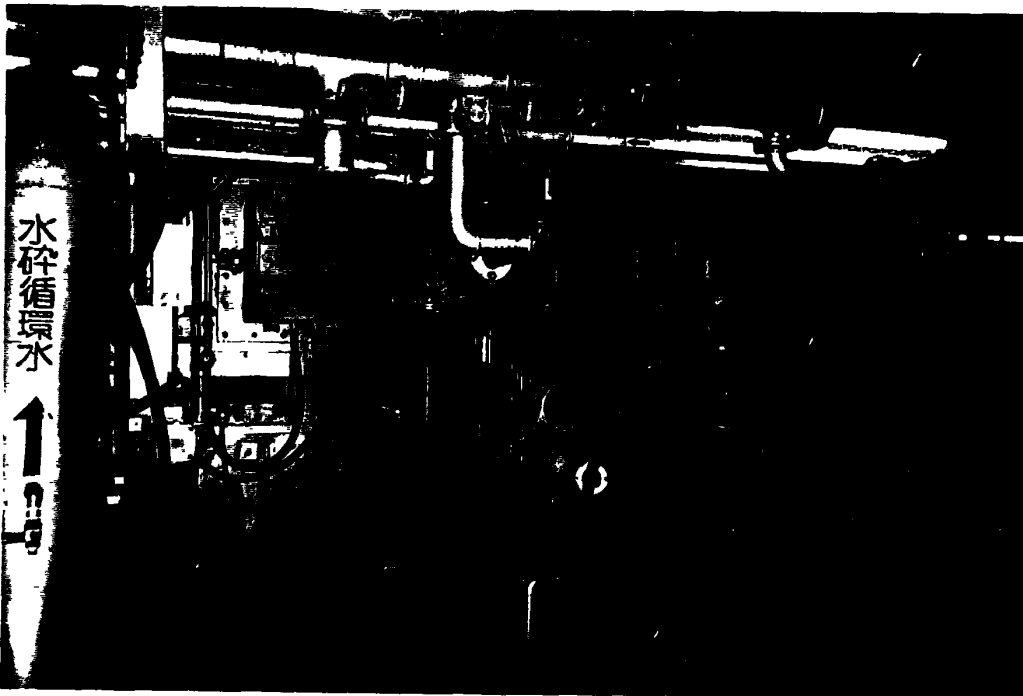


東京大田清掃工場

2001年10月22日參觀東京都大田清掃工場



大田清掃工場溶融爐中央控制室

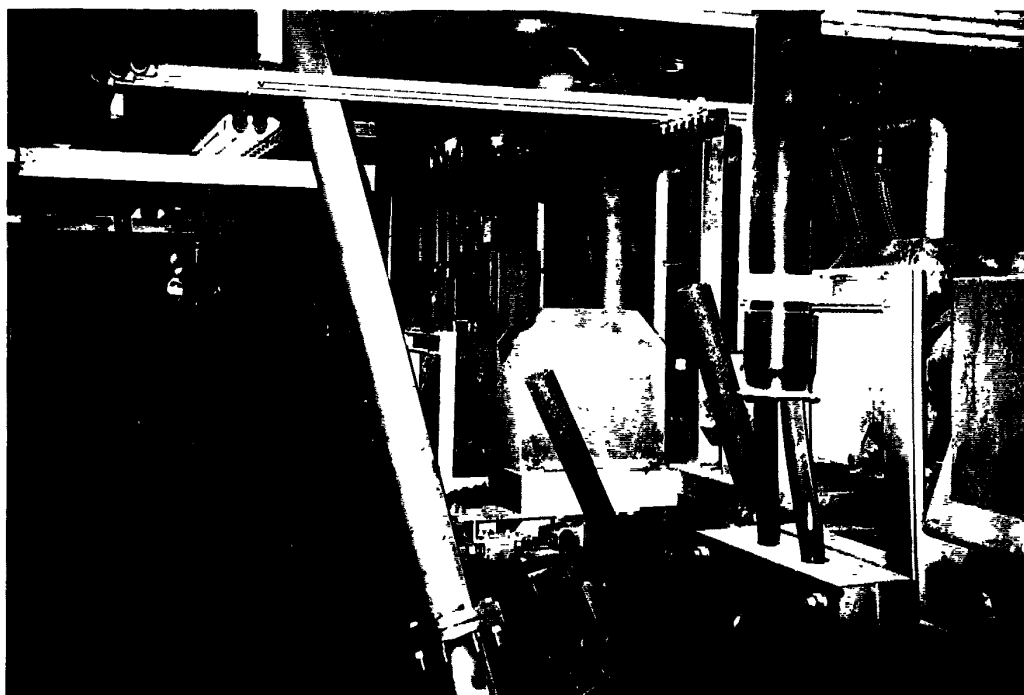


大田清掃工場溶融爐本體

2001年10月22日參觀東京都大田清掃工場

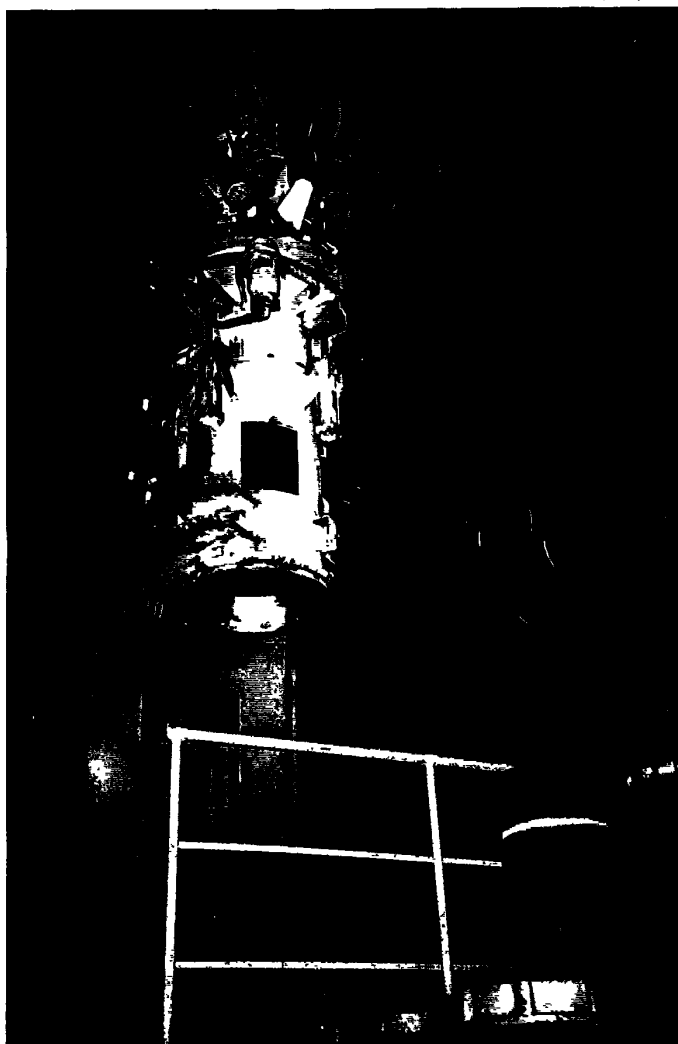


大田清掃工場溶融爐電極棒



大田清掃工場溶融爐高壓線

2001年10月22日參觀東京都大田清掃工場

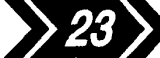


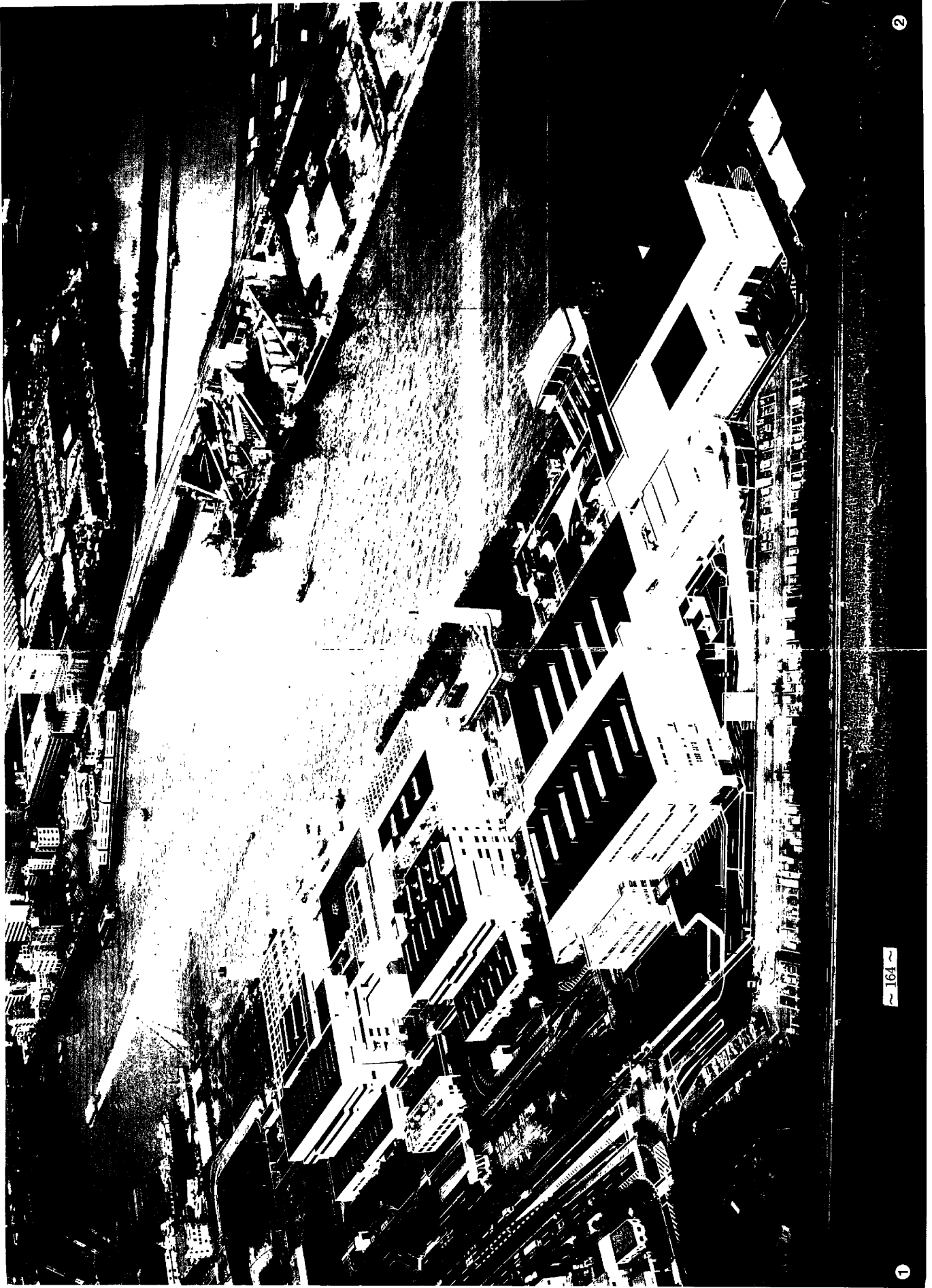
大田清掃工場熔融爐電極棒更換器



大田清掃工場熔融爐電極棒填充處

大田清掃工場

 23 東京二十三区清掃一部事務組合



清掃工場概要

所在地 東京都大田区京浜島三丁目6番1号

敷地面積 約138,000m²

工期 着工：昭和62年3月 竣工：平成2年3月

(但し、京浜島不燃ごみ処理センター 着工：平成6年12月 竣工：平成8年11月)

■工場プラント

第一工場	設計施工	タクマ・西松共同企業体
第二工場	設計施工	日立造船・清水共同企業体
京浜島不燃ごみ処理センター	設計施工	極東・奥村共同企業体

■建築概要

第一工場棟	鉄骨鉄筋コンクリート造	地下1階・地上6階	高さ：約33m
	建設面積：約8,500m ²	延床面積：約21,800m ²	
第二工場棟	鉄骨鉄筋コンクリート造	地下2階・地上6階	高さ：約36m
	建築面積：約15,400m ²	延床面積：約41,600m ²	
煙突	鉄筋コンクリート造外筒・鋼製内筒（3本）集合形	高さ41m	×2基
管理棟	鉄骨鉄筋コンクリート造	地上3階	高さ：約13m
	建築面積：約800m ²	延床面積：約2,300m ²	
附属棟	計量棟：2棟 洗車棟：2棟 渡り廊下	アンモニア貯蔵棟	その他
京浜島不燃ごみ処理センター	鉄骨造・鉄筋コンクリート造	地上4階	高さ：約31m
	建築面積：約20,460m ²	延床面積：約41,679m ²	

■施設規模

第一工場	可燃ごみ焼却施設	600t/日（200t/日炉×3基）
第二工場	その他ごみ焼却施設	420t/日（140t/日炉×3基）注※
	熔融処理施設	500t/日（250t/日炉×2基）
揚陸施設	不燃ごみ受入施設	480t/日（コンテナ・クレーン揚陸方式）
船舶輸送基地	スラグ海上輸送積出し施設	550t/日（固定棧橋双胴方式）
京浜島不燃ごみ処理センター	不燃ごみ処理施設	8t/時×4系列

■炉形式及び処理方式

第一工場	全連続燃焼式火格子焼却炉（廃熱ボイラ付）
第二工場	全連続式熱分解型焼却炉（廃熱ボイラ付）
	第一、第二工場の焼却灰は、鉄選別後熔融処理（電気アーク熔融炉）
京浜島不燃ごみ処理センター	破袋・有価物回収・破碎・圧縮減容方式

■公害防止（第一、第二工場共通）

大気汚染防止性能

ばいじん	0.02g/Nm ³ 以下
硫酸化合物	20ppm以下
塩化水素	15ppm以下
水銀	0.05mg/Nm ³ 以下
窒素化合物	70ppm以下
ダイオキシン類	法規制値による

水質汚濁防止性能
工場排水、洗車排水 下水道排除基準による

■発電設備

第一工場棟	廃熱ボイラ：自然循環式水管ボイラ×3基	蒸発量：34.85t/h（1基あたり）
	蒸気タービン発電機：定格出力12,000kW	
第二工場棟	廃熱ボイラ：自然循環式水管ボイラ×3基	蒸発量：43.8t/h（1基あたり）
	蒸気タービン発電機：定格出力15,000kW	

※その他ごみ…京浜島不燃ごみ処理センター等で、不燃ごみから鉄・アルミ等の資源物を回収し、不燃物を取り除いた後に残ったもの。

大田清掃工場の特徴

大田清掃工場は、可燃ごみを焼却する第一工場、不燃ごみを処理する京浜島不燃ごみ処理センター、同センターの処理残さであるその他ごみを焼却する第二工場、焼却灰を高温で熔融後冷却し、スラグ（熔融固化物）にする熔融処理施設、そして、ごみ・スラグ等を海上輸送するための揚陸施設等から構成される複合施設です。

工場の特徴は、可燃ごみの焼却のほかに、不燃ごみから有価物を回収した後に残るその他ごみを焼却して不燃ごみの減容化を図ること、さらに焼却灰を熔融して砂状のスラグとすることにより一層の減容化と有害物の封じ込め等を図っていることにあります。このことにより最終処分場の延命化に役立っています。

設備の機能

第一工場

可燃ごみを火格子上で移動しながら連続的に焼却する方式です。焼却灰は灰移送コンテナで第二工場灰バンカへ搬送し、熔融処理します。排ガス処理設備・汚水処理設備を充実させています。

第二工場

キルン（回転炉）内を低酸素の状態に保ち、この中でその他ごみを熱分解して、可燃性ガスを発生させ、発生したガスを再燃焼室で連続的に燃焼しています。排ガス処理設備・汚水処理設備は第一工場と同様です。

熔融処理施設

電気アーク熱により、灰を約1400°Cの高温で連続的に熔融する方式です。熔融した灰は、熔融炉出口で水で急冷することによって固化し粉碎され、砂状のスラグとなります。焼却灰をスラグにすることにより、容積が約半分になるだけでなく、ダイオキシン類を分解し重金属を封じ込めますので無害化することができます。スラグは船舶輸送基地ヘトラックで輸送されます。

京浜島不燃ごみ処理センター

不燃ごみを各種の機械により選別し、鉄、アルミ、ガラス、プラフィルム、不燃物、その他ごみに分け、鉄、アルミ、ガラスを資源として回収します。また、その他ごみは第二工場焼却します。

揚陸施設

陸上輸送による自動車交通量の削減をはかるために、不燃ごみの大半（480t/日）は東品川清掃作業所でコンテナ（18m³）に積替え、海上輸送されてきます。また、中防不燃ごみ処理センターからその他ごみのコンテナ（18m³）が一部海上輸送されてきます。揚陸施設のクレーンでこれらを受入れ、京浜島不燃ごみ処理センターと第二工場へコンテナ輸送車により搬入しています。

船舶輸送基地

陸上輸送による自動車交通量の削減をはかるため、スラグはここから東京都の最終処分場へ海上輸送されます。施設は双胴固定栈橋（複式傾転シュート付）、貯留上屋等からなり、これらは計量から積込制御まで自動化されています。

設備の特徴

自動化

清掃工場はコンピュータによる自動化システムにより、受付計量、車両管制、クレーン、焼却炉、発電設備、熔融処理設備、灰移送コンテナ及びその他主要設備の運転はすべて自動化され、省力化が図られています。不燃ごみ処理センターも同様に自動化されています。

余熱利用

ごみ焼却で発生した熱は廃熱ボイラで蒸気として回収し、蒸気タービンにより発電に利用します。これにより得た電力は、電気熔融炉を含めて工場内の使用電力をまかない、余剰分は東京電力へ売電します。また、余熱の一部は工場内の冷暖房等に利用されます。

公害防止

充実した公害防止設備により、法や条例による規制値よりもはるかに厳しい自己規制値を満足しています。

排ガス

- ばいじん : ろ過集じん方式
- 硫黄酸化物・塩化水素 : 苛性ソーダ水溶液洗浄方式
- 水銀 : ろ過式集じん機吸着+液体キレート洗浄方式
- 窒素酸化物 : 触媒脱硝方式

排水

- ダイオキシン類 : 燃焼管理+ろ過式集じん機等により発生抑制・除去
- 灰汚水 : アルカリ凝集沈殿処理+高度処理（ろ過）方式
- 洗煙汚水 : 液体キレート及びアルカリ凝集沈殿処理+高度処理（ろ過+キレート樹脂吸着）

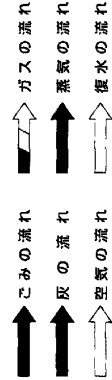
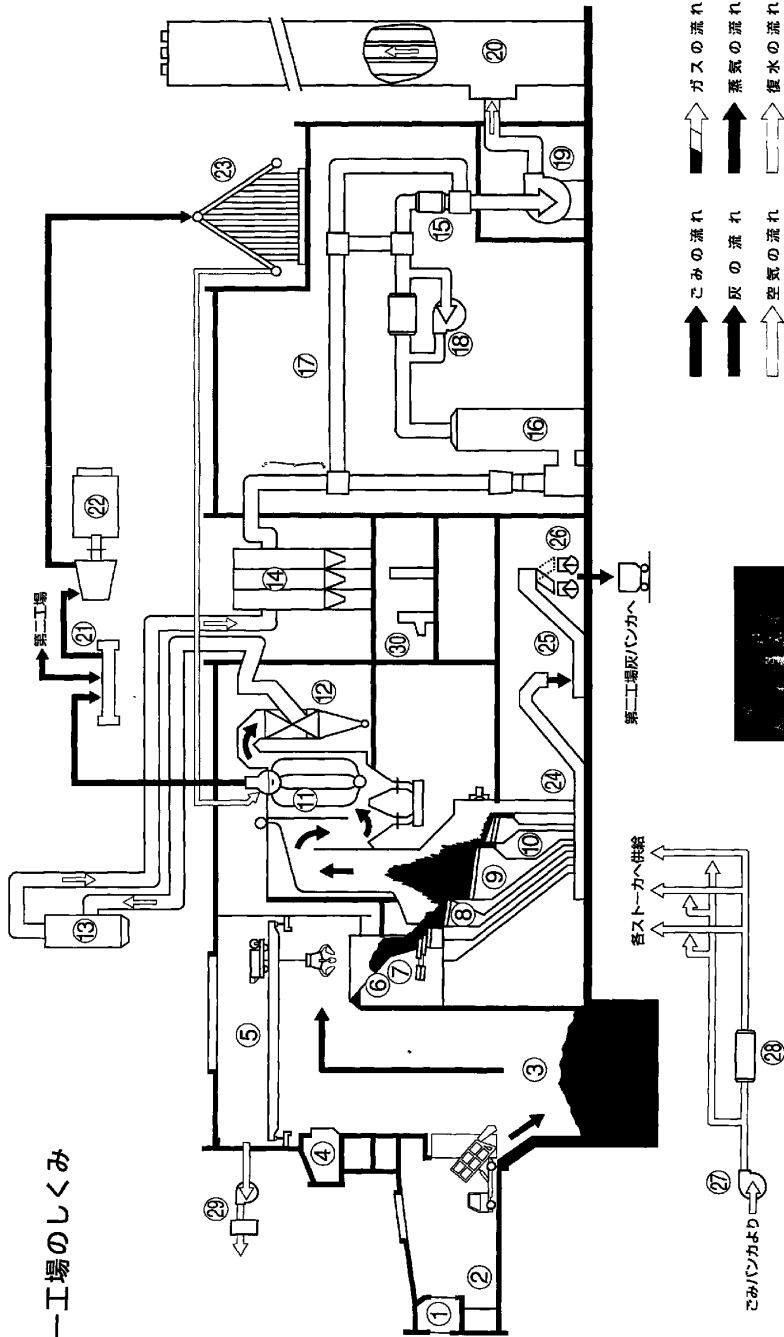
臭気対策

ごみバンカ内の空気を燃焼用空気として焼却炉へ送り、高温で熱分解します。焼却休止時のために活性炭脱臭設備を設けています。京浜島不燃ごみ処理センターにも脱臭設備を設置しています。また、清掃車は洗車装置で洗車してから工場を出ます。

環境保全

工場敷地の外周には植樹帯を配置し、建物周辺にも緑地を設け、緑豊かな工場としています。また、建物や煙突は色彩・デザイン面に十分配慮したものとしています。

第一工場のしくみ



中央制御室



塔内 (蒸着状態)



排ガス洗浄塔

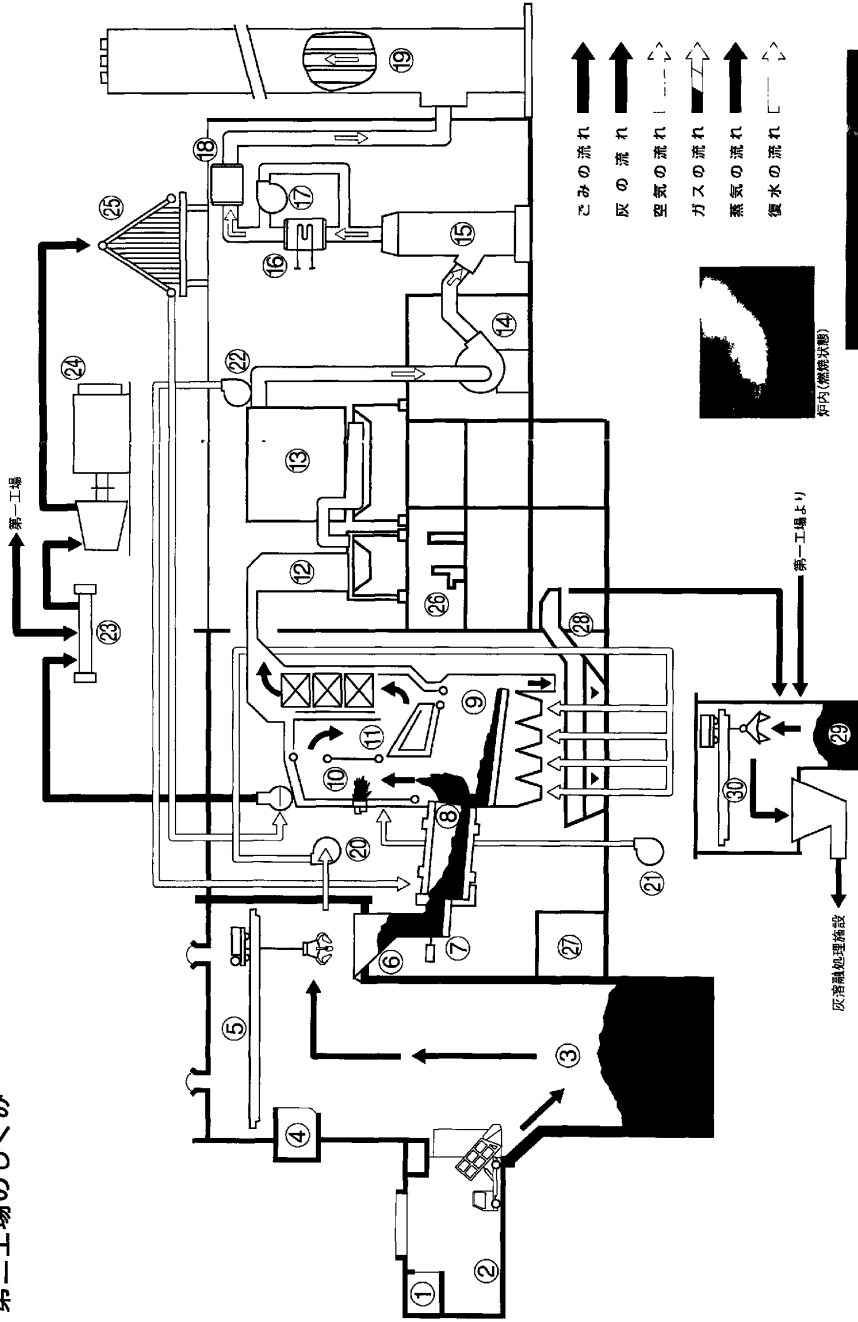
設備の概要

- ① 車輦管制室 1室
- ② プラットホーム 1式
- ③ ごみバンカ (13000m³) 1基
- ④ ごみクレーン (吊り走行クレーン) 1室
- ⑤ ごみクレーン (吊り走行クレーン) 2基
- ⑥ ごみホッパー (ブリッジ解凍装置付) 3基
- ⑦ ごみ供給装置 3基
- ⑧ 乾燥ストーカ } タクマH形階段ストーカ
- ⑨ 燃焼ストーカ } タクマH形階段ストーカ
- ⑩ 後燃焼ストーカ } タクマH形階段ストーカ
- ⑪ ボイラ (自然循環式水管ボイラ) 3基
- ⑫ エコノマイザー (水平蛇行管式) 3基
- ⑬ 減温塔 (処理ガス量61200Nm³/h) 3基
- ⑭ ろ過式集じん機 (処理ガス量71000Nm³/h) 3基
- ⑮ 窒素酸化物除去設備 (触媒脱着法) 3基
- ⑯ 排ガス洗浄塔 (スプレー+充填層) 3基
- ⑰ 蒸気式ガス再加熱器 (ヘアチューブ形) 3基
- ⑱ 循環ファン (35000Nm³/h) 3台
- ⑲ 誘引ファン (60600Nm³/h) 3台
- ⑳ 煙突 (鋼製内筒3本集合形41m) 1基
- ㉑ 高圧蒸気だめ 1基
- ㉒ 蒸気タービン発電機 (出力12,000kw) 2基
- ㉓ タービン排気復水器 3台
- ㉔ 灰コンベア } オーバーリターン
- ㉕ 集合灰コンベア } チェンコンベア
- ㉖ 灰貯留ホッパー (湘庄自動開閉式) 1台
- ㉗ 押込ファン (44100Nm³/h) 2基
- ㉘ 蒸気式空気予熱器 (ヘアチューブ形) 3基
- ㉙ 脱臭装置 (活性炭吸着式) 1基
- ㉚ 中央制御室 1室



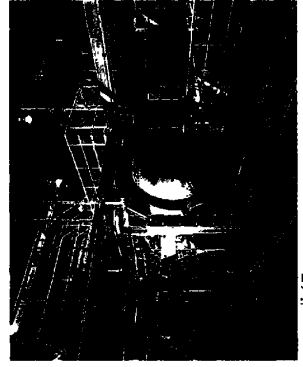
蒸気タービン発電機

第二工場のしくみ

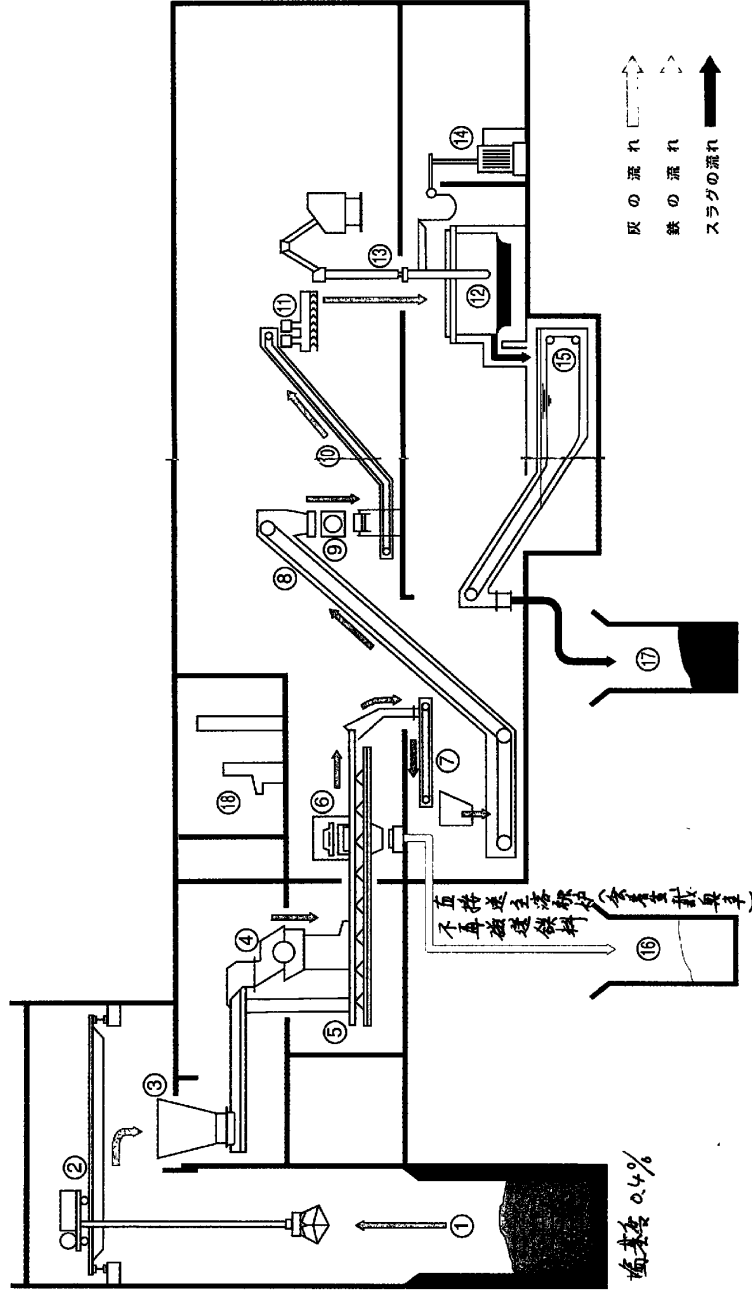


設備の概要

- ① 車輻管制室 1室
- ② プラットホーム 1式
- ③ ごみバンカ (20,000m³) 1基
- ④ ごみクレーン (天井走行クレーン) 1室
- ⑤ ごみクレーン (天井走行クレーン) 2基
- ⑥ 給じんホッパ (ブリッジ解除装置付) 3基
- ⑦ ごみ供給装置 3基
- ⑧ 回転炉 (ロータリーキルン) 3基
- ⑨ 後燃焼室 (旋動解除火格子) 3基
- ⑩ 再燃焼室 3基
- ⑪ ボイラ (自然循環式水管ボイラ) 3基
- ⑫ 減温塔 (92,500Nm³/h) 3基
- ⑬ ろ過式糞じん機 (98,000Nm³/h) 3基
- ⑭ 誘引ファン (94,227Nm³/h) 3台
- ⑮ 排ガス洗浄塔 (スプレー+多孔板+充填層) 3基
- ⑯ 蒸気式ガス再加熱器 (ペアチューブ形) 3基
- ⑰ 循環ファン (55,000Nm³/h) 3台
- ⑱ 窒素酸化物除去設備 (加炭湿潤法) 3基
- ⑲ 煙突 (筒体内径3本集合形41m) 1基
- ⑳ 押込ファン (56,000Nm³/h) 3台
- ㉑ 炉冷却ファン (22,000Nm³/h) 3台
- ㉒ 排ガス再循環ファン (16,500Nm³/h) 3台
- ㉓ 高圧蒸気だめ 2基
- ㉔ 蒸気タービン発電機 (出力15,000kw) 1基
- ㉕ タービン排気復水器 2基
- ㉖ 中央制御室 1室
- ㉗ 汚水処理室 1式
- ㉘ 灰コンベヤ (オーバーリターナクションコンベヤ) 3台
- ㉙ 灰バンカ (1,500m³) 1基
- ㉚ 灰クレーン (天井走行クレーン) 2基

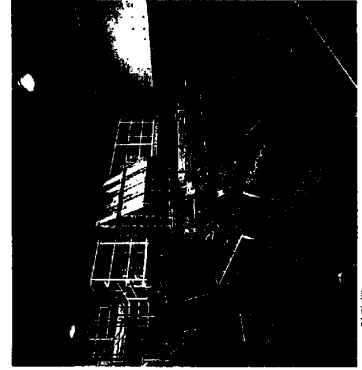
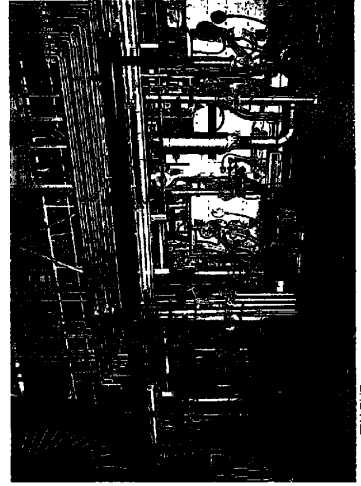
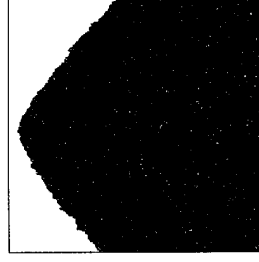


溶融処理施設のしくみ



設備の概要

- ① 灰バンカ (1,500m³) 1基
- ② 灰クレーン (天井走行クレーン) 2基
- ③ 灰投入ホップ 2基
- ④ 破碎機 (スイングハンマ式) 2台
- ⑤ 搬送コンベア 2台
- ⑥ 磁選機 (ベルトセパレーター式) 2台
- ⑦ 計量コンベア 2台
- ⑧ 乾燥機コンベア 2台
- ⑨ 乾燥機 (熱風乾燥形) 2基
- ⑩ 焼却灰供給コンベア 2台
- ⑪ 溶融炉定置供給装置 (灰収+砂収) 2基
- ⑫ 灰溶融炉 (アーク式) 2基
- ⑬ 電極接続装置 (6本吊り) 2基
- ⑭ トランス 2基
- ⑮ 水砕水槽 2基
- ⑯ 鉄バンカ 1基
- ⑰ スラッグバンカ 1基
- ⑱ 灰溶融制御室 1室

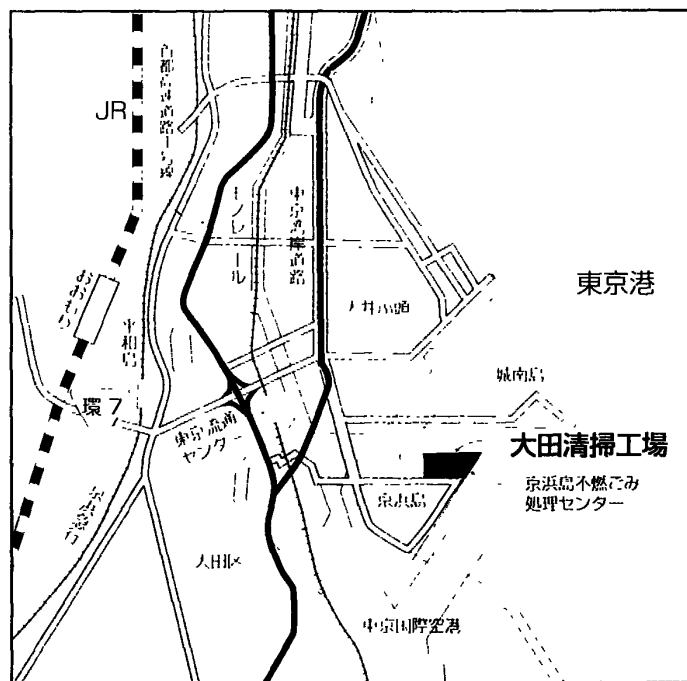


灰溶融制御室

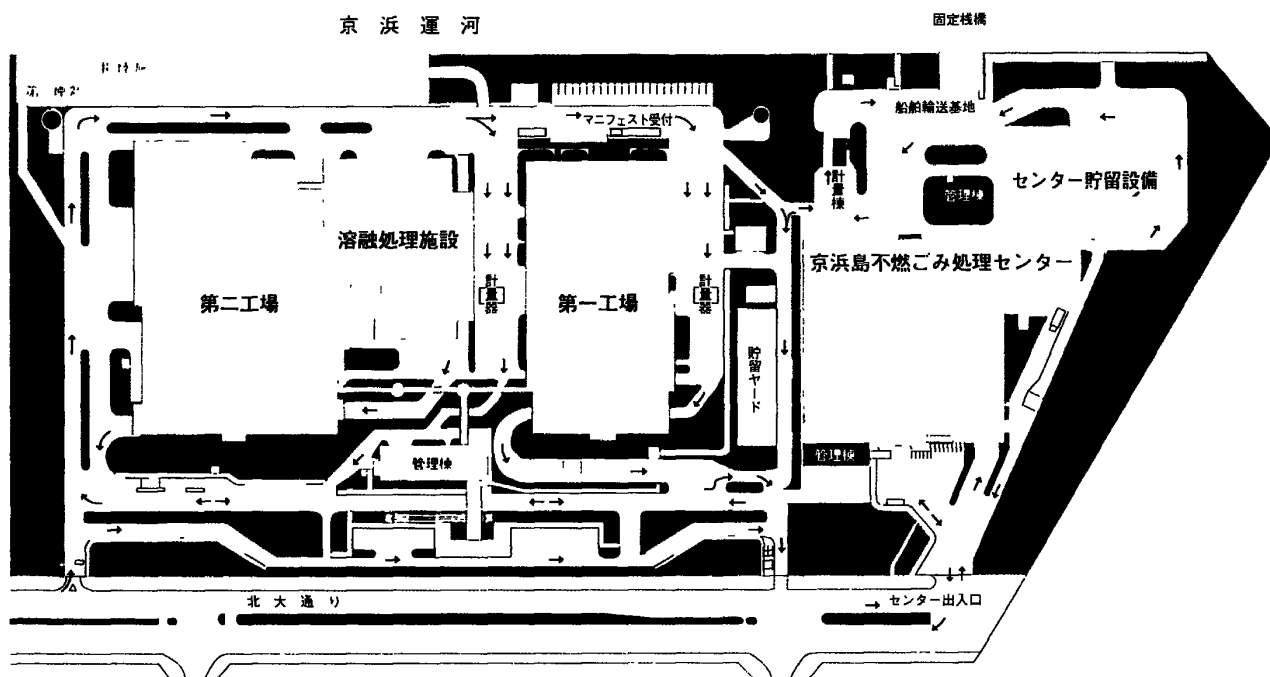
破碎機

灰溶融炉

案内図



工場配置図



時間：2001年（平成13年）10月22日下午15時15分

參觀地點：千葉縣市原環保水泥株式會社

參觀課題：灰渣再利用設施

壹、設施概要

1. 廠址：千葉縣市原市八幡海岸通1番8號
2. 面積：約16,800平方公尺
3. 設立：平成10年12月（西元1998）
4. 資本額：4億8千萬日元幣
5. 廢棄物處理量：

一般廢棄物：	都市垃圾灰渣	62,000t/年
一般事業廢棄物：	可燃物及污泥等	28,000t/年
6. 環保水泥產量：110,000t/年

貳、工廠設施參觀：

1. 千葉縣市原環保水泥工場照片（附件一）。
2. 千葉縣市原環保水泥工場位置圖（附件二）。
3. 環保水泥工場流程圖（附件三）。
4. 參觀照片（附件四）。

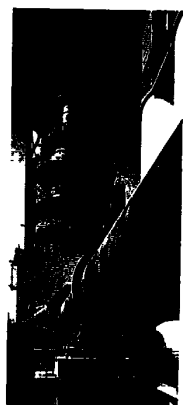
參、環保水泥製造處理設施：

該場係由太平洋水泥及三井物產株式會社共同出資興建，灰渣或污泥等經破碎、乾燥、再粉碎後，去除金屬物質，添加石灰石經調合後，採熱分解方式處理（重油燃燒，溫度約1350℃以上）及分解戴奧辛，再添加石膏製成環保水泥；廢氣經袋濾式集塵器及脫硝裝置處理後排放。

肆、討論：

1. 該場係就焚化後之廢棄物能再資源回收而規劃，延長最終處置場之壽命。是以處理焚化後之飛灰及底灰為主，製造環保水泥為輔。

2. 該場長度：366 公尺，寬度：最小 34 公尺、最大 80 公尺，面積：16,800 平方公尺，面積小，目前每年可生產環保水泥 70,000ton，m, 約百分之四十提供給太平洋水泥株式會社使用。
3. 該場建築物及設備基礎（除地面水泥外，因當時產量無法全量提供）皆採用自行生產之環保水泥興建，另可製成花盆、消波塊、地盤改良等。
4. 環保水泥整體設備建造費用約 130 億日幣，不含土地費（西元 1998 之費用）。
5. 太平洋水泥及麻生水泥株式會社、荏原製作所擁有該環保水泥整體設備之專利權，如需興建應取得權利金。
6. 環保水泥工場處理資料：
 - 一般焚化後之灰渣處理費：3 至 4 萬日幣/ton（但依灰成份論價）
 - 熔融爐之飛灰處理費：5 至 6 萬日幣/ton
 - 無機污泥（一般事業廢棄物）處理費：1 至 2 萬日幣/ton
 - 以上不含搬運費，由該廠自行或委託合格清運公司運送。^{NT 2300-2600H}
7. 除上述處理費可收取外，每噸環保水泥之售價約 8000 至 9000 日幣，與一般水泥售價相同，已足以支付操作運轉費用；惟該廠係處理一般事業廢棄物之安全處理為最大目的，並非生產水泥為主，只是最終產物為環保水泥。





ごあいさつ

2001年3月、市原エコセメントの施設が、千葉県、市原市及び地元
多くの皆様のご支援により無事完成し4月より営業を開始致しました。

この施設は長年の官民共同研究の成果として生まれたものであり、
ごみ焼却灰等の廃棄物をリサイクルし、エコセメントを生産する世界でも
初めての施設です。

本事業では、埋め立て処分されていた廃棄物を再資源化することに
より最終処分場の延命が図れ、ダイオキシン・重金属類も安全に処理する
ことができます。更に製造されるエコセメントは、都市基盤の整備に活用
されます。資源循環型社会の実現に貢献し得る事業と自負致しております。

工場の操業につきましては、安全かつ、安定操業をモットーとして社員
一同、力を合わせ万全を期してまいりますので、皆様には倍旧のご指導、
ご支援をお願い申し上げます。



市原エコセメント株式会社
代表取締役社長 安齋達男

会社概要

【社名】

市原エコセメント株式会社

【所在地】

千葉県市原市八幡海岸通1番8

【設立】

平成10年12月

【資本金】

4億8千万円

太平洋セメント(株)60%、三井物産(株)40%の共同出資

【廃棄物の処理量】

都市ごみ焼却灰等一般廃棄物:62,000t/年

燃えがら、汚泥等産業廃棄物:28,000t/年

【エコセメント】

エコセメント生産量:110,000t/年

【敷地面積】

約16,800m²

『資源循環型社会は、ちばからはじまる。』

千葉県では「ゼロエミッション構想」を推進するため、本県の西・中央地域をモデル地区とし、民間の技術力及び資本力を活用した再資源化施設を整備し、新技術によるリサイクルシステムを実現した都市づくりをめざすことを目的として、「千葉県エコタウンプラン」を策定しました。当社の施設は、その中核施設として位置づけられています。ゼロエミッションとは、文字通り人間社会から自然環境への排出物 (Emission) をゼロに近づけていく取り組みです。自然から供給される全ての原料は最終的に製品として利用されるか、あるいは価値が付加されて他の産業分野や生産工程の原料に用いられます。

人間社会に豊かな資源を供給している地球環境への負荷を最小化し、永久的な社会発展を保証することにもつながります。

エコセメントは都市ごみ焼却灰や汚泥を主原料にして、セメントを製造することができる画期的な技術です。1994年に経済産業省の国家プロジェクトとして採用され、現在埋め立て処分されている生活廃棄物を大量に有効利用できることから、「21世紀の地球環境を救う技術」として高く評価されています。

千葉県の人口の約1/4にあたる150万人分の焼却灰を主原料として受け入れ、年間11万tのエコセメントを生産する計画です。



本施設は、経済産業省(旧通商産業省)と千葉県の補助を頂いて建設されました。

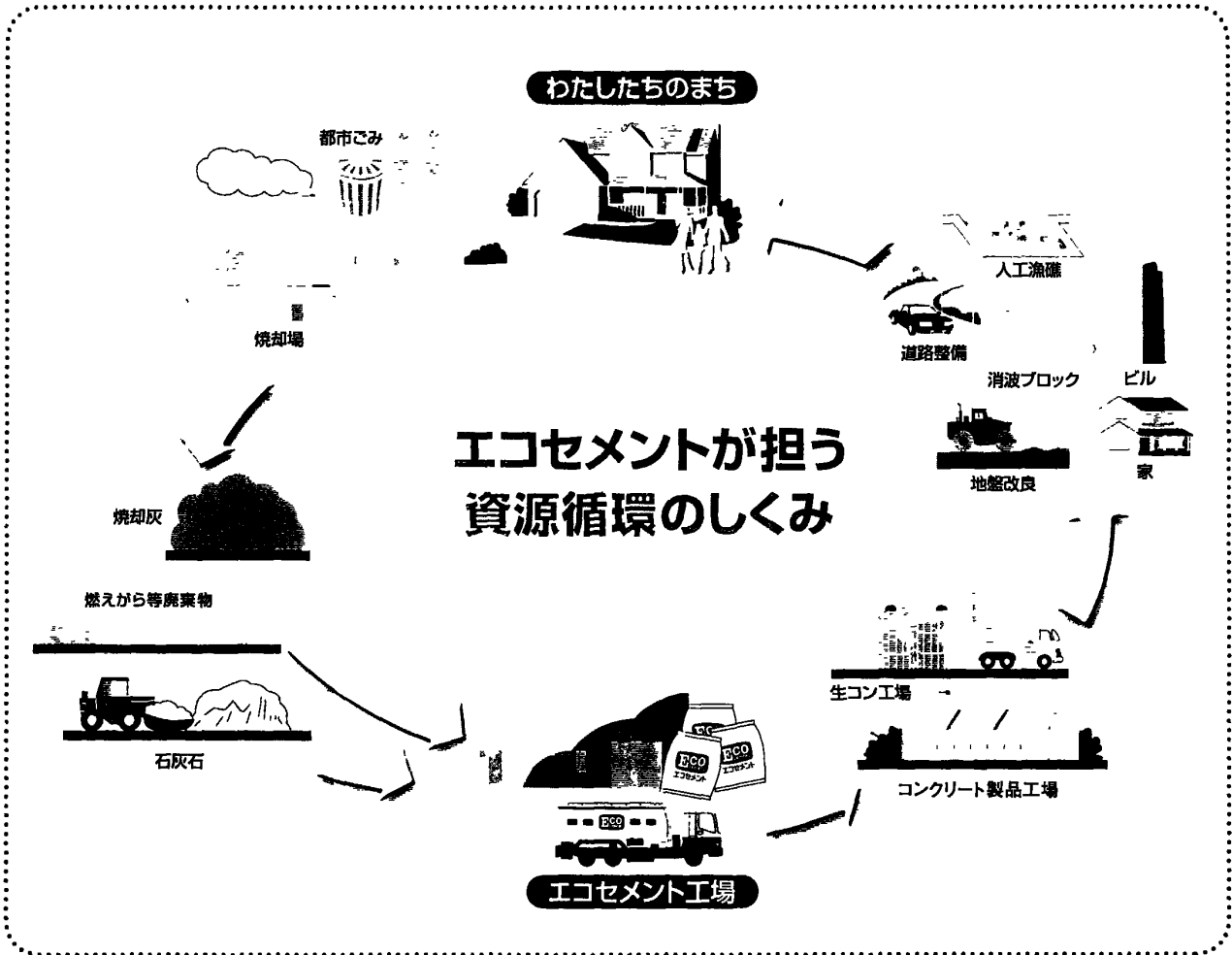
『エコセメントの開発経緯』

エコセメントの技術開発の経緯については、1990年代初期に太平洋セメント(株)が都市ごみ焼却灰などをセメント原料として再利用することの研究開発に着手したことか始まりです。その後、1993年度に経済産業省の事業である「都市型総合廃棄物利用エコセメント生産技術」の実証試験がスタートしました。この実証研究は、経済産業省の新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が(財)クリーン・シャパン・センターに委託し、1991年から1997年度に掛けて官民共同にて実施したもので、民間側からは太平洋セメント(株)、(株)什原製作所、麻生セメント(株)が参加しました。1997年には実証研究の結果を基に、エコセメント製造技術が確立されました。



くらし
生活のゴミがセメントに生まれ変わります。

エコセメントは、都市ゴミ焼却灰を主な原料としたセメントです。



■都市ゴミはエコセメントの原料です。



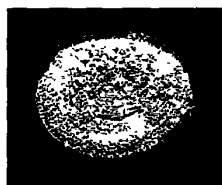
〈焼却灰〉湿灰



〈焼却灰〉乾灰



石灰石



エコセメント



エコセメント運搬車

完全なリサイクルと万全な環境保全体制

■ダイオキシン類を安全に分解し、無害化します。

本施設はダイオキシン類発生防止のための廃棄物焼却施設の構造および維持管理基準を厳守します。具体的には、①1,350℃以上に温度管理されたロータリキルン内での分解 ②冷却塔での排出ガス急冷(200℃以下)による再合成防止 ③バグフィルタ、脱硝設備(活性炭コークス充填塔)の配備により国の規制基準0.1ng-TEQ/m³よりさらに厳しい自主規制値(0.05ng/m³)を遵守します。

■焼却灰中の重金属もリサイクルします。

焼却灰中に含まれる重金属類は従来の埋め立て処分ではダイオキシン類とともに周辺環境への影響が懸念されていました。本施設では重金属回収設備にて濃縮処理します。これらは非鉄金属精錬工場に引き渡し、銅、鉛、亜鉛などとして分離・再生されます。施設から新たな廃棄物は発生しません。

■操業に際しては環境保全に万全を尽くします。

施設操業に伴う排出ガス、排出水、騒音、臭気などは、法令、千葉県条例などによる規制基準を遵守致します。また、廃棄物の輸送には飛散防止のため、専用車を使用しています。

■エコセメント製品



フラワーポット



インターロッキングブロック



外壁材



消波ブロック



天蓋付きダンプ
湿った焼却灰は天蓋付きの専用車両で運搬した灰を外に漏らしません。



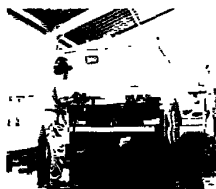
完全密閉型タンクローリー
乾いた焼却灰は完全密閉型のタンクローリーで運搬します。



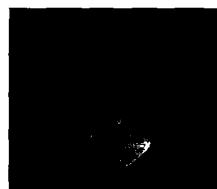
重金属回収設備
廃棄物に含まれている重金属類を回収し、精錬業者に引き渡します。



環境監視モニター
窒素酸化物、硫黄酸化物、焼点温度は常時モニターされ表示、公開されています。

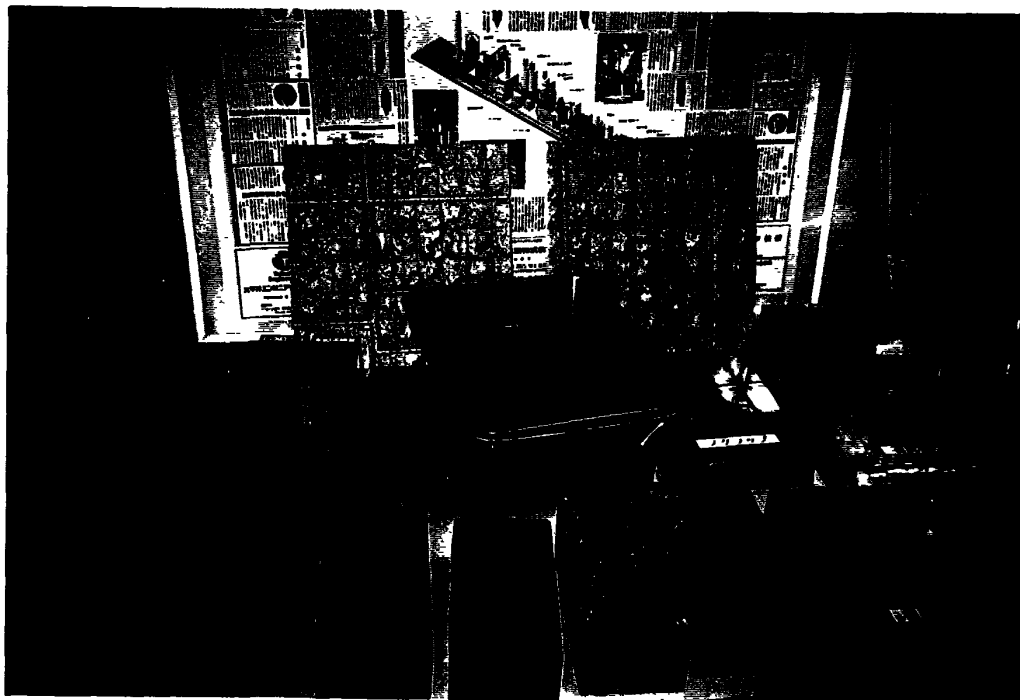


焼却灰受入後の洗車
焼却灰を受け入れた後の車両には、洗車を義務づけています。



ロータリキルン内部
1,350℃以上の高温でダイオキシンを分解します。

2001年10月22日參觀千葉縣市原環保水泥株式會社



市原環保水泥工場環保水泥製品

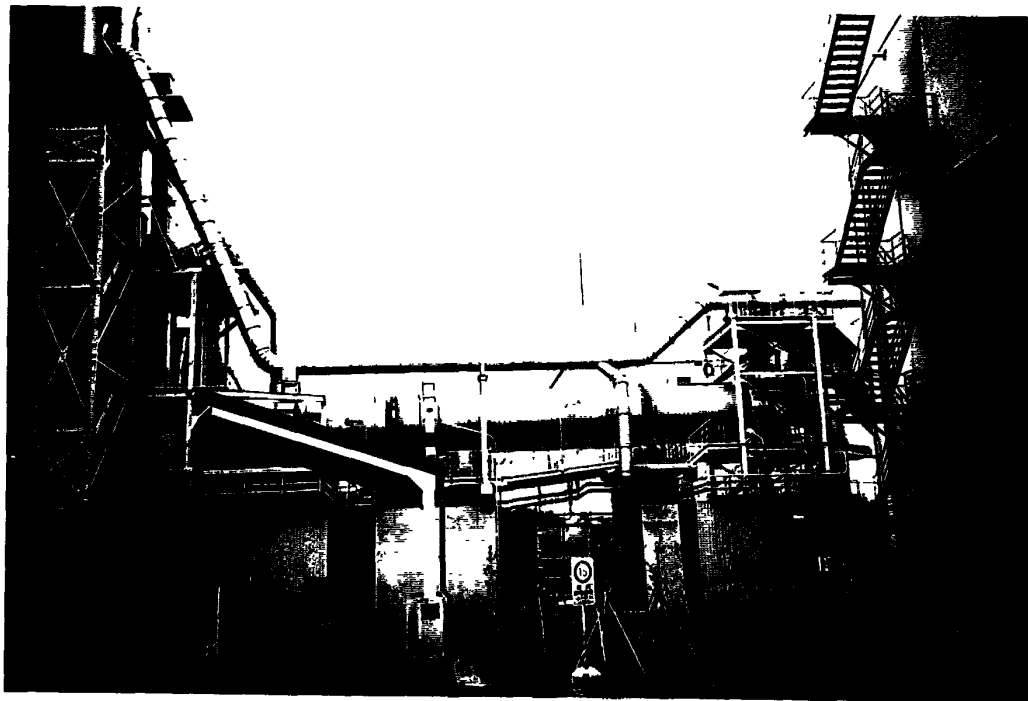


市原環保水泥工場環保水泥製品

2001年10月22日參觀千葉縣市原環保水泥株式會社

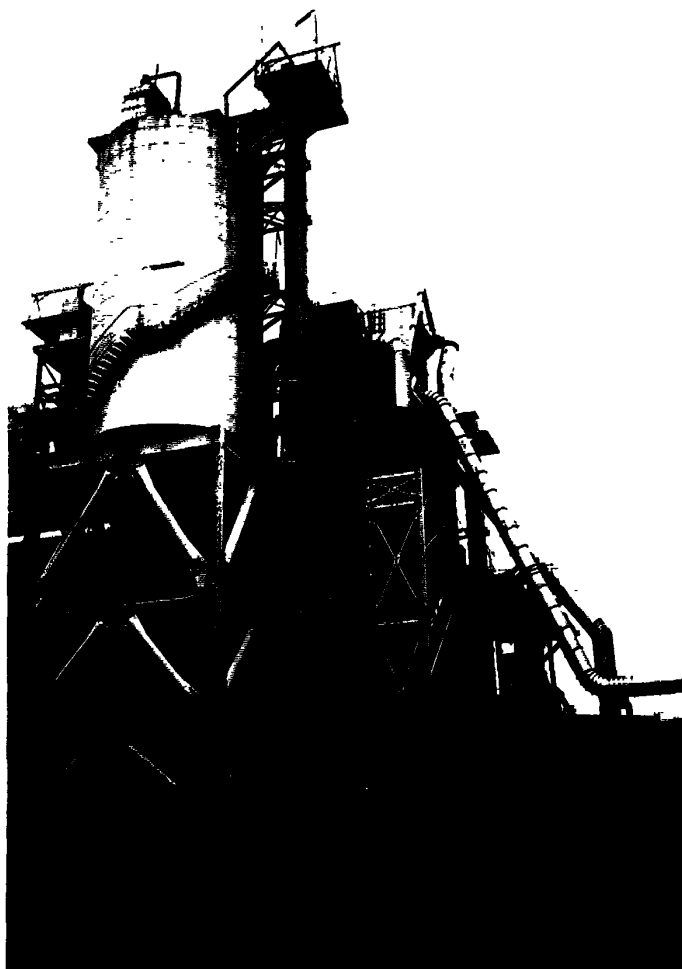


市原環保水泥工場全景



市原環保水泥工場旋轉烘乾爐

2001年10月22日參觀千葉縣市原環保水泥株式會社



市原環保水泥工場烘乾後灰渣儲存槽



市原環保水泥工場高溫旋轉爐

2001年10月22日參觀千葉縣市原環保水泥株式會社



市原環保水泥工場重金屬回收設備



市原環保水泥工場重金屬回收

時間：2001年（平成13年）10月23日下午一時三十分

參觀地點：枋木縣小山市新明和工業株式會社

參觀課題：飛灰及底灰溶融設施（人工骨材化）

壹、設施概要：

1. 廠址：枋木縣小山市大字梁 2333 番 29（小山東部一工業區內）。
2. 面積：20450 平方公尺。
3. 處理許可：（1）事業廢棄物中間處理許可（溶融固化）枋山縣知事：0920050827。
（2）一般廢棄物中間處理許可（溶融固化）小山市令：環第 4-26 號。
4. 處理能力：原料灰（底灰及飛灰）每日 120 噸（24 小時），水份約 35%。骨材製造能力約每日 70 噸（24 小時）。
3. 熔爐型式：焦碳豎型爐。
4. 施工：平成 8 年 7 月。
5. 完工：平成 9 年 10 月。

貳、工廠設施參觀：

1. 新明和株式會社鳥瞰照片（附件一）。
2. 新明和株式會社位置圖（附件二）。
3. 新明和株式會社配置圖（附件三）。

4. 灰融溶設施流程圖（附件四）。

參、溶融處理設施：

該場係採用焦碳豎型爐，將底灰及飛灰（經乾燥成型處理後）由上方投入溶融爐，其中爐內加入焦碳 20%，RPF（PP、PS 輔助燃料）2%及石灰石等，操作溫度約攝氏 1800 度高溫溶融，出渣溫度約攝氏 1400 度，待模中冷卻至攝氏 900 度時脫模破碎，經選別後成為人工骨材，並可出售。

肆、討論：

1. 該場屬民間企業，專門處理政府及民間焚化廠生之底灰及飛灰（可混合處理）。
2. 該場之建造費約 45 億日幣（含建築物），設備費約 4000 萬日幣。
3. 操作成本約 15000 日幣/噸，對外收費約 41000 日幣/噸。
4. 做成之人工骨材可以 800 日幣/噸賣出，而一般市售之骨材約 1200 日幣/噸。
5. 溶融爐之飛灰水泥固化送至最終掩埋場處理。
6. 該場係以全自動化設備運作，運轉技術成熟，僅須少數人員控制即可 24 小時正常運轉。

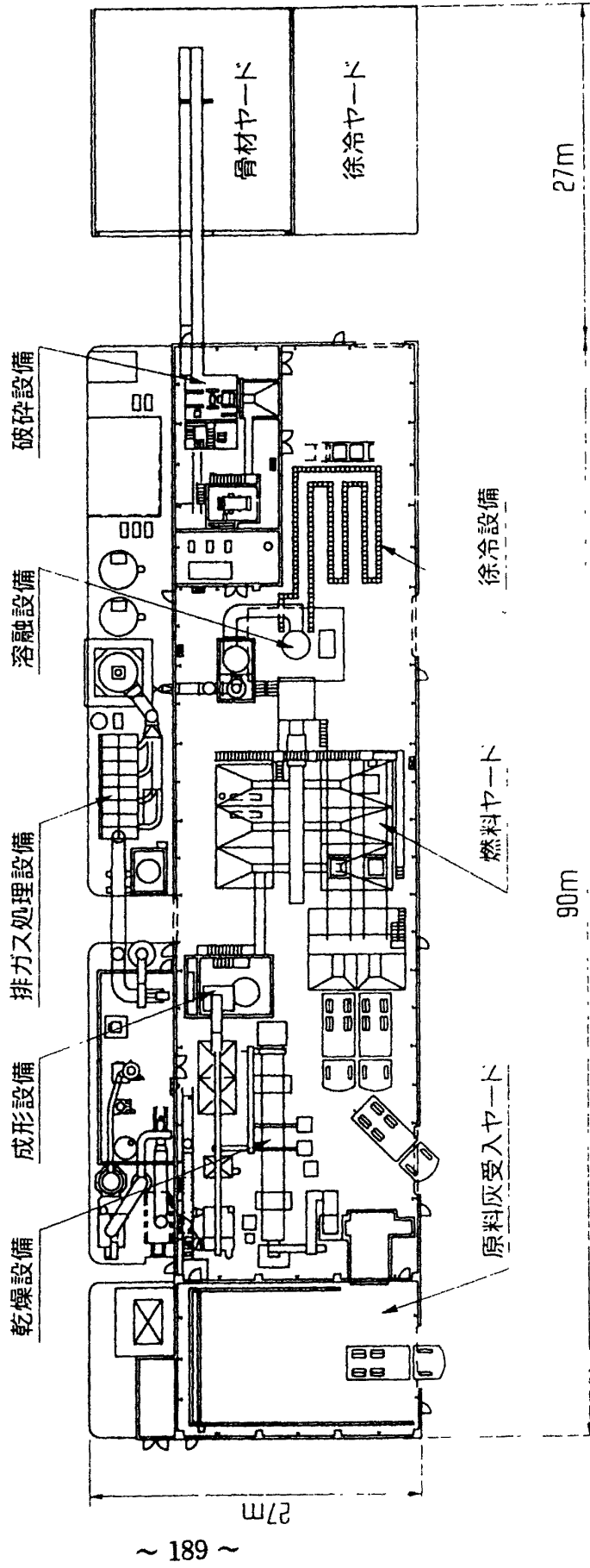
附 件 一

メルテック株式会社 小山工場

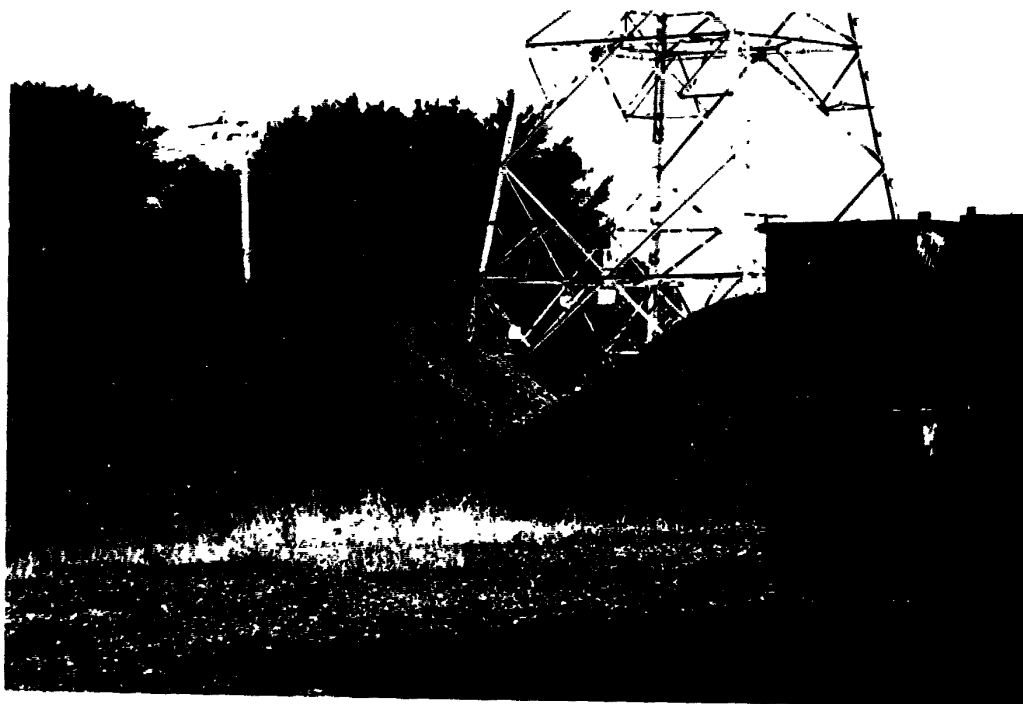
- 所在地 栃木県小山市大字梁2333番29(小山東部工業団地内)
- 加工処理能力 (第1期工事)
 - 原料灰最大受入れ能力：120t/24h (水分35%)
 - 骨材製造能力 : 約70t/24h



附件三



2001年10月23日參觀栃木縣小山市新明和灰溶融設施

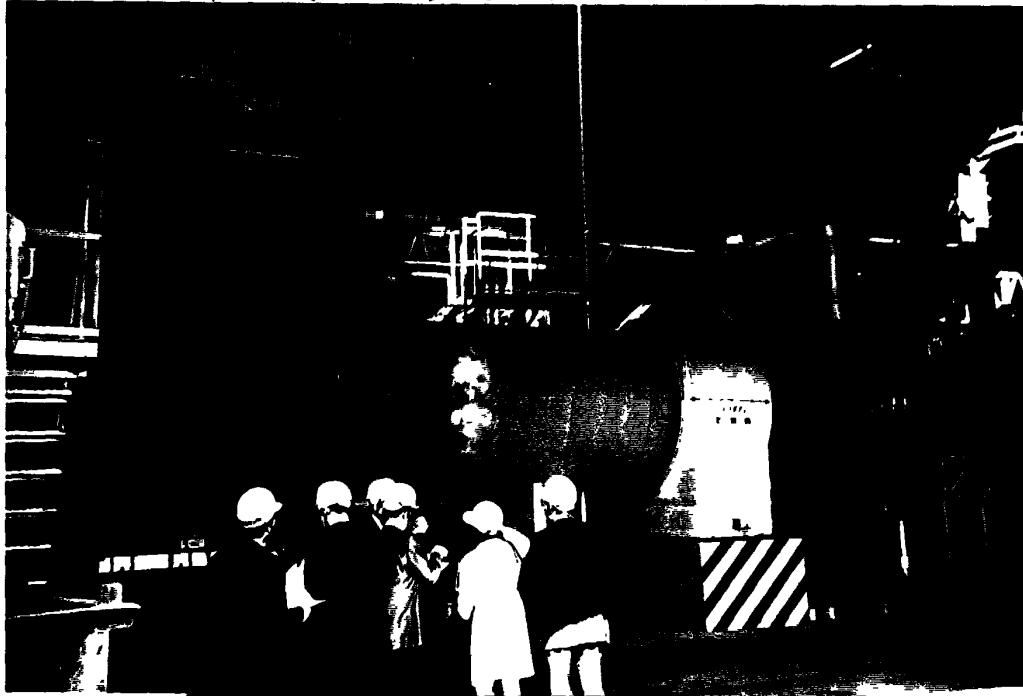


新明和工場灰溶融後人工骨材製品



新明和工場灰溶融後人工骨材製品

2001年10月23日參觀栃木縣小山市新明和灰溶融設施

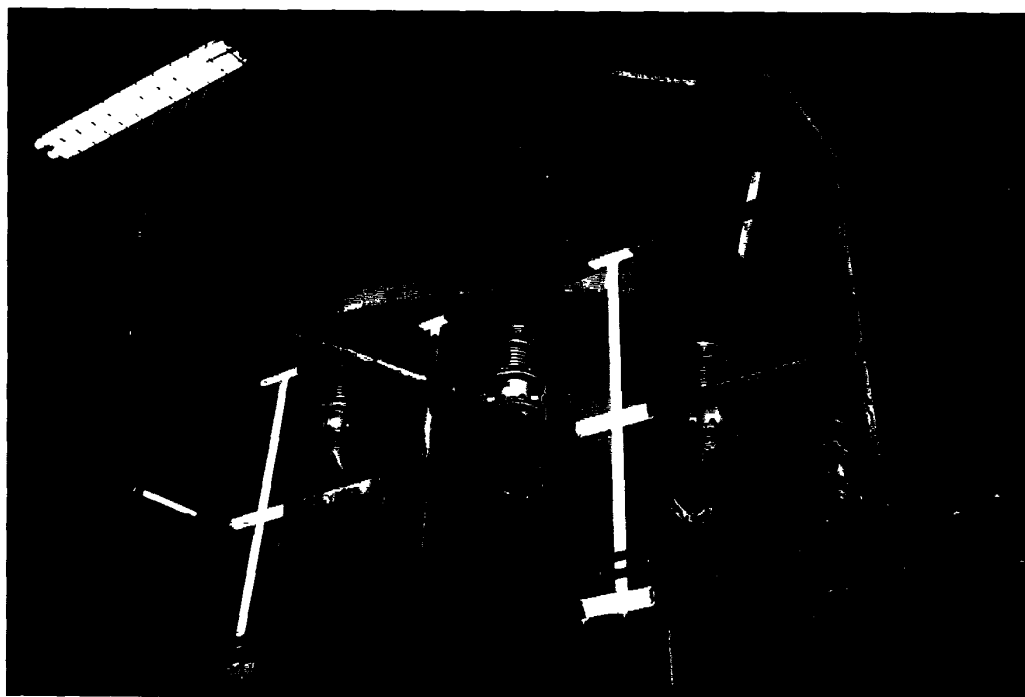


新明和工場乾燥機

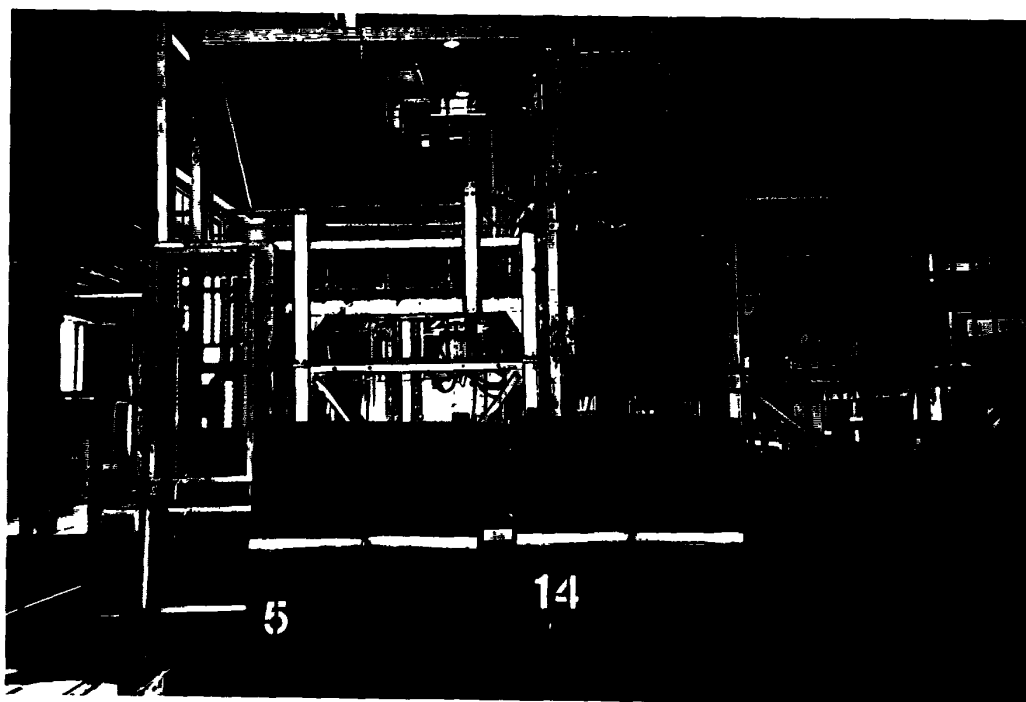


新明和工場灰渣成型設備

2001年10月23日參觀栃木縣小山市新明和灰溶融設施



新明和工場高溫溶融爐燃燒空氣進入口



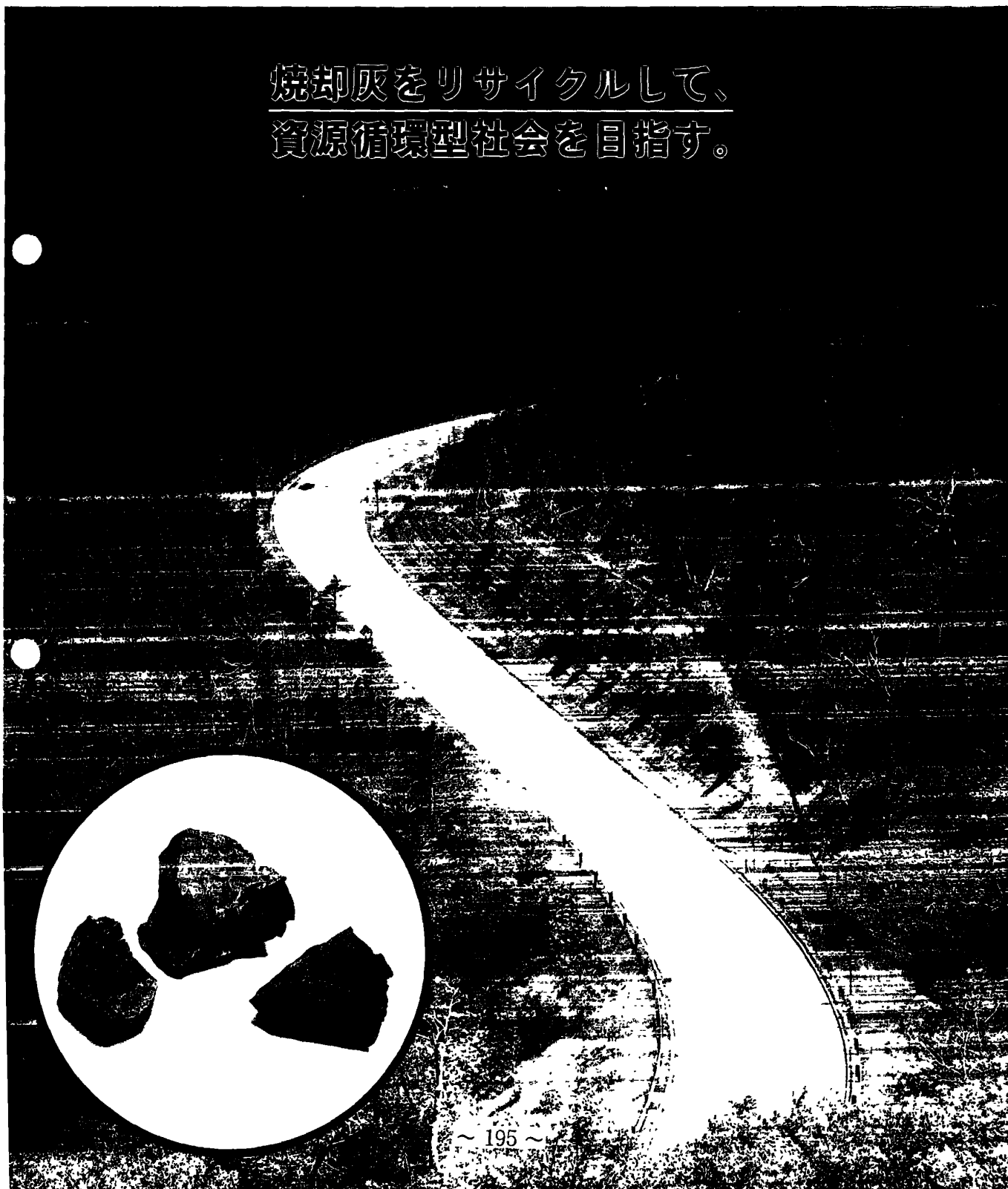
新明和工場人工骨材徐冷設備出口

ShinMaywa

新明和 灰溶融施設

焼却灰を原料とした人工骨材製造

焼却灰をリサイクルして、
資源循環型社会を目指す。

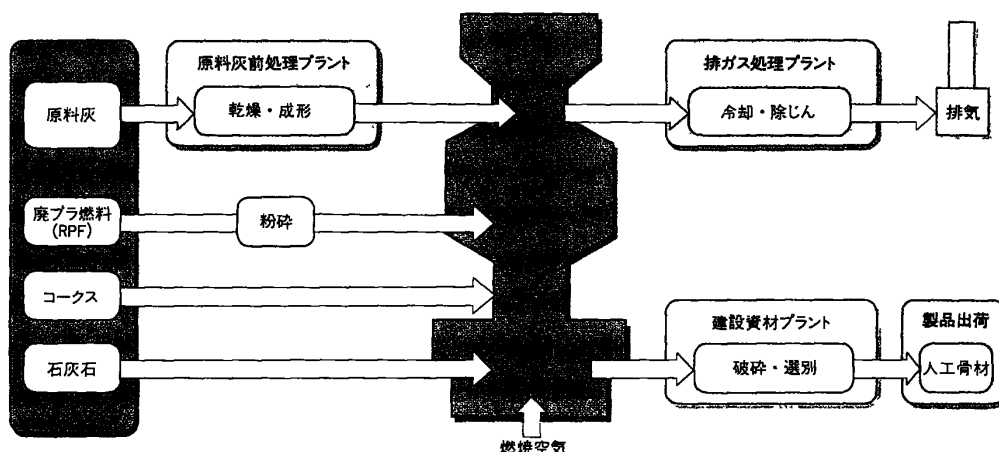


埋立て処理から資源創出へ…

焼却灰を原料に高温溶融処理。
有価性の高い良質の人工骨材製造プラント。

従来の埋立による焼却灰の最終処分は有害物質による土壌や地下水の汚染の恐れが懸念されることから限界が生じています。一方、地球規模の環境保全が提唱される中、限りある資源を有効利用するために徹底した再資源化が求められています。そこで新明和は、この焼却灰を、廃プラス

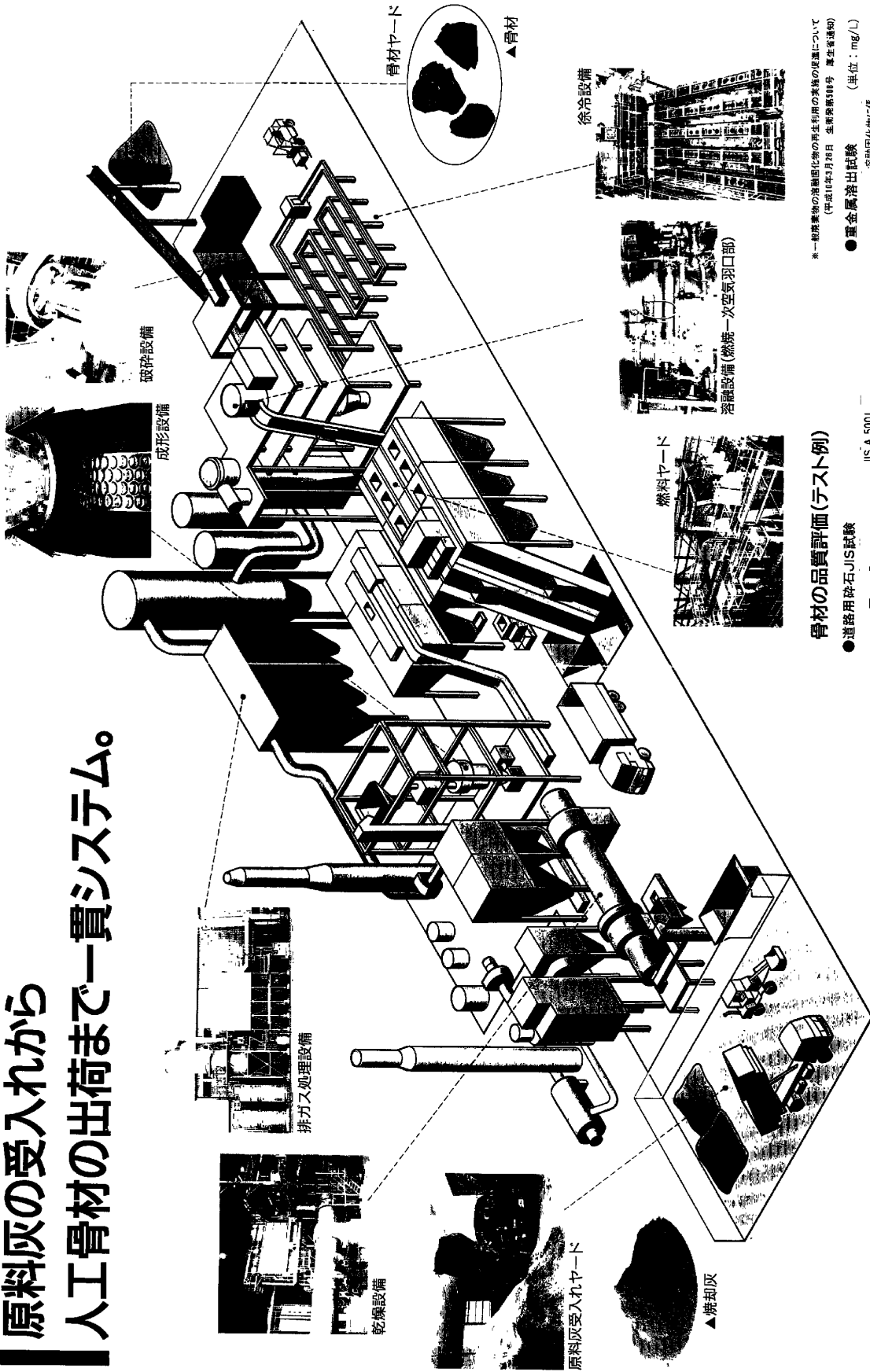
チックを補助燃料とし、新明和独自の燃焼方式を採用した高温溶融炉で溶融し、徐々に固化させて天然の安山岩と同質で、強度が十分にあり、重金属などの有害物質が溶出する心配のない安全で良質の人工骨材を製造する一貫システムを完成させました。



システムの特長

- 1 コークスベッド溶融方式のため原料焼却灰の物性変化に対する対応力が大きいので 多様な原料灰が受け入れ可能です。
- 2 燃料はコークスとRPF(廃プラスチック固形燃料)を混焼させることでエネルギーコストが低減でき、廃プラスチックの処理にも貢献します。
- 3 完全溶融のためスラグの品質が高い人工骨材の製造が可能です。

原料灰の受入れから 人工骨材の出荷まで一貫システム。



*一般廃棄物の資源化の再生利用の促進について
(平成11年3月28日 生環発第518号 厚生省通知)

骨材の品質評価(テスト例)

●道路用砕石JIS試験		JIS A 5001	テストスラグ	
区分	クラッシュヤード	C-40	テストスラグ	テストスラグ
比重	2.35以上	2.761	0.0005	不検出
吸水率(%)	8.0以下	0.69	0.01	〃
崩壊指数	6以下	N.P	0.01	〃
すり減り減量(%)	40以下	35.1	0.05	〃
最適含水率(%)	—	2.6	0.01	〃
最大乾燥密度(g/cm ³)	—	2.03	0.01	〃
修正CBR(%)	20以上	71.0	0.01	〃

●重金属溶出試験 (単位: mg/L)

項目	溶融炉灰	溶融炉灰に由来する骨材
全水銀 (T-Hg)	0.0005	0.0005
カドミウム (Cd)	0.01	0.01
鉛 (Pb)	0.01	0.01
六価クロム (6-Cr)	0.05	0.05
ヒ素 (As)	0.01	0.01
セレン (Se)	0.01	0.01

■公害防止対策

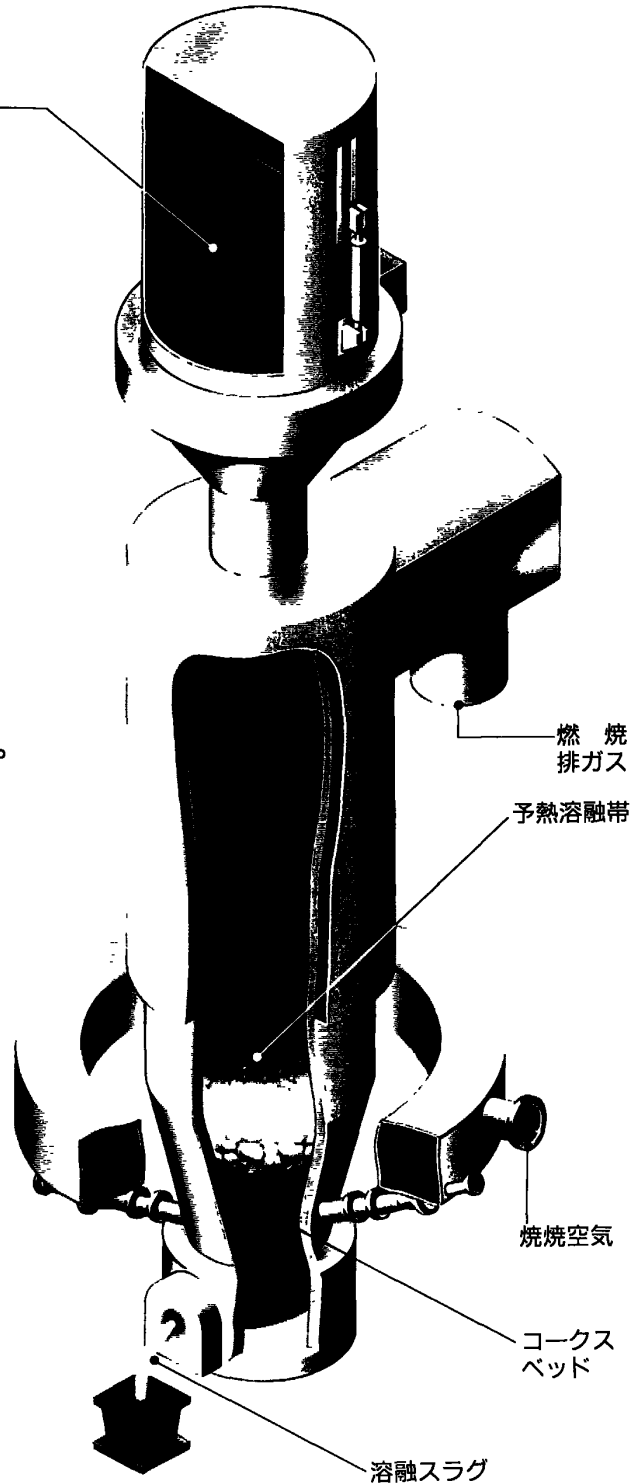
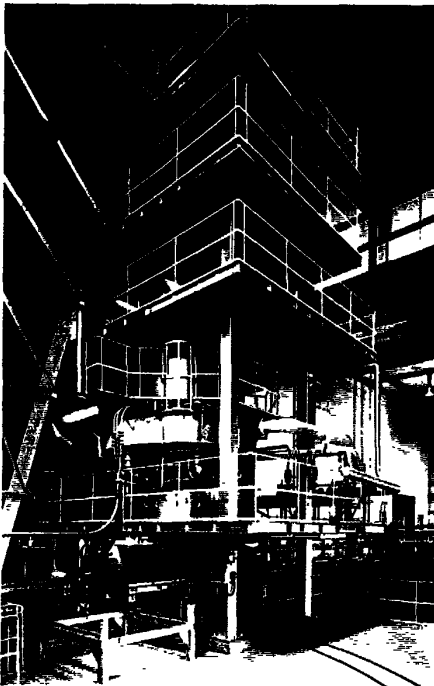
- 全ての製造プロセスは建屋内で行われ、工場内部は環境集じん装置によって作業環境を保全いたします。
- スラグの液体は二重壁の室内で行い外部への漏洩を断し、工場内および周辺の住環境を保全しています。
- 工場排水は、浄化して再利用する循環方式で一切外部へ出さないクローズドシステムを採用しています。

新明和独自の高温溶融炉

鑄鉄用の溶融炉として実績のあるキュポラ型のコークス炉を原型に、
焼却灰を成形固形（ブリケット）化し、燃料・副資材と共に
炉の上部より投入、高温溶融させる独自に開発した溶融炉です。

■高温溶融炉の特長

- ①粉体RPF（良質の廃プラスチック）を助燃材として燃焼空気と共に羽口より供給、省エネを図っています。
- ②炉内圧力を低くし、スラグ内へのガス含有量を少なくすると共に炉前作業を容易にし、連続出滓を可能としました。
- ③炉底部の交換を容易にするために半自動脱着方式を採用しています。
- ④多品種の焼却灰に適合できます。



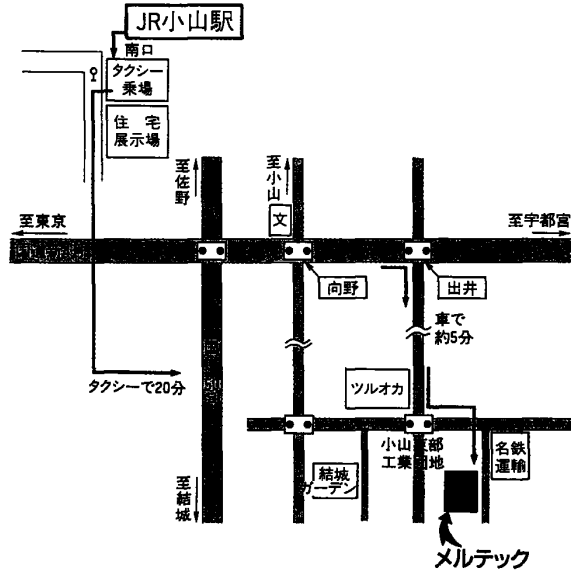
■納入事例

メルテック株式会社 小山工場

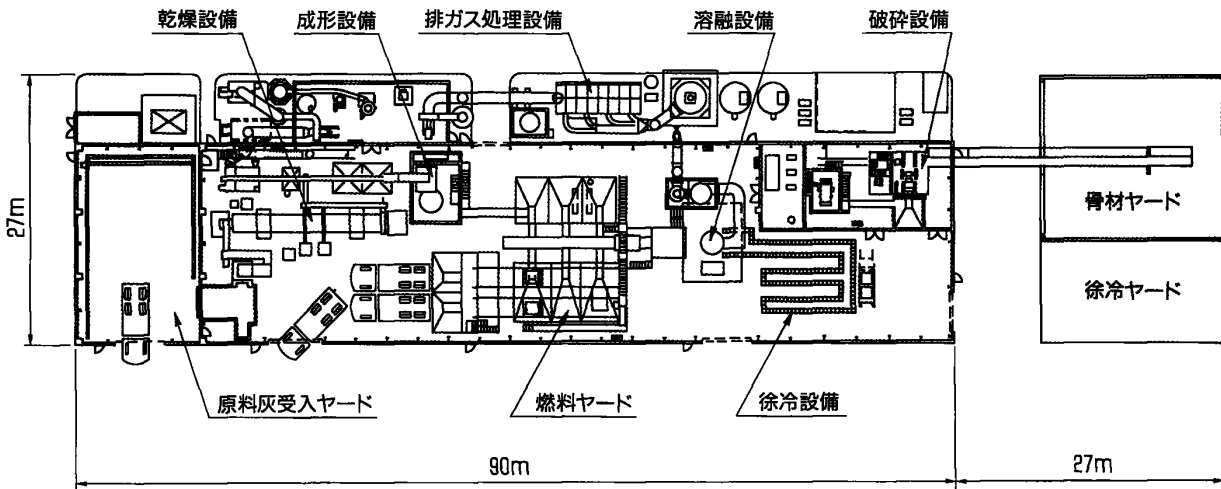
- 所在地 栃木県小山市大字梁2333番29(小山東部工業団地内)
- 加工処理能力(第1期工事)
 - 原料灰最大受入れ能力: 120t/24h(水分35%)
 - 骨材製造能力: 約70t/24h



■案内地図



■プラント全景 (第1期)



●本カタログの仕様及び寸法は予告なく変更することがあります。  安全に関するご注意 ●ご使用前に「取扱説明書」をよくお読みのうえ正しくお使い下さい。

新明和工業株式会社

このカタログは再生紙を使用しています。

環境システム事業部

環境営業部 〒230-0003 横浜市鶴見区尻手3丁目2-43
 環境営業部(東京) 〒110-8620 台東区東上野5丁目16-5(新明和上野ビル)
 環境営業部(大阪) 〒530-0003 大阪市北区堂島1丁目6-20(堂島アバンザ)

☎(045)575-5213 FAX(045)575-2047
 ☎(03)3842-6332 FAX(03)3842-6335
 ☎(06)6442-3152 FAX(06)6347-7512

北海道支店 ☎(011)641-0511	関東支店 ☎(03)3842-6120	神戸営業所 ☎(078)431-4131
帯広営業所 ☎(0155)22-2231	神奈川営業所 ☎(045)572-3412	岡山営業所 ☎(086)263-6355
東北支店 ☎(022)232-4241	多摩営業所 ☎(042)526-3731	四国支店 ☎(087)841-4161
青森営業所 ☎(017)766-7135	山梨営業所 ☎(055)226-2292	松山営業所 ☎(089)971-4862
盛岡営業所 ☎(019)625-5251	中部支店 ☎(052)231-5191	徳島営業所 ☎(088)623-5763
秋田営業所 ☎(018)863-8768	金沢営業所 ☎(076)224-0282	高知営業所 ☎(088)833-4425
山形営業所 ☎(023)641-8043	富山営業所 ☎(076)429-4400	中国支店 ☎(082)285-1171
郡山営業所 ☎(024)945-1296	長野営業所 ☎(026)237-2368	山口営業所 ☎(0839)89-6633
前橋支店 ☎(048)651-9741	松本営業所 ☎(0265)25-1448	松江営業所 ☎(0852)24-6524
前橋営業所 ☎(027)243-4846	静岡営業所 ☎(054)282-5330	九州支店 ☎(092)411-5455
佐野営業所 ☎(0283)22-9449	岐阜営業所 ☎(058)274-7118	大分営業所 ☎(097)551-6562
水戸営業所 ☎(029)226-3991	三重営業所 ☎(0593)85-5257	熊本営業所 ☎(096)362-7538
千葉営業所 ☎(043)264-7961	福井支店 ☎(076)6442-3152	鹿児島営業所 ☎(099)256-6700
新潟営業所 ☎(025)245-6331	京滋営業所 ☎(075)343-2335	沖縄営業所 ☎(098)877-5904

ホームページアドレス: <http://www.shinmaywa.co.jp>

時間：90年10月24日(星期三)上午

地點：橫濱市金沢區金沢工廠

課題：參觀金沢垃圾焚化廠

示員：小沢泉(技術管理係長)

壹：工廠設施參觀(金沢工廠簡介如附件)

貳：設施概況

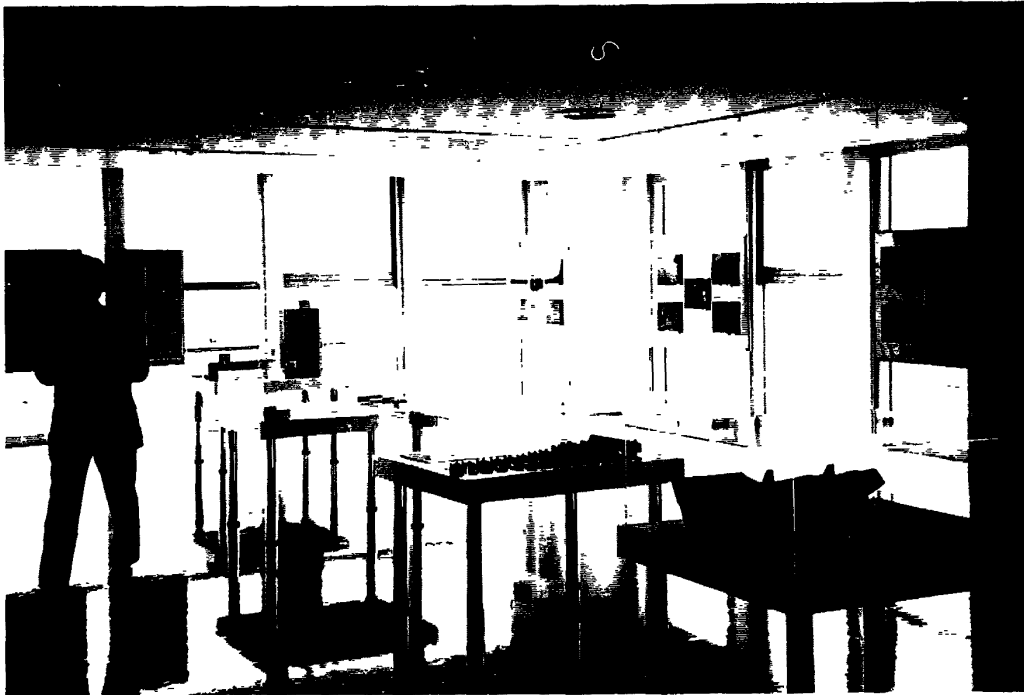
1. 廠區面積：70,000m²
2. 開工時間：1995年9月
3. 完工時間：2001年3月
4. 工程費用：626億日元(不含土地費用)
5. 垃圾處理能力：每日1,200噸(每日400噸×3爐)
6. 熔融爐處理能力：每日60噸
7. 熔融爐型式：電氣抵抗式
8. 鍋爐壓力：40kg/cm²
9. 鍋爐溫度：400°C
10. 發電機輸出功率：35,000kw 11,000v

參：說明與問題答詢

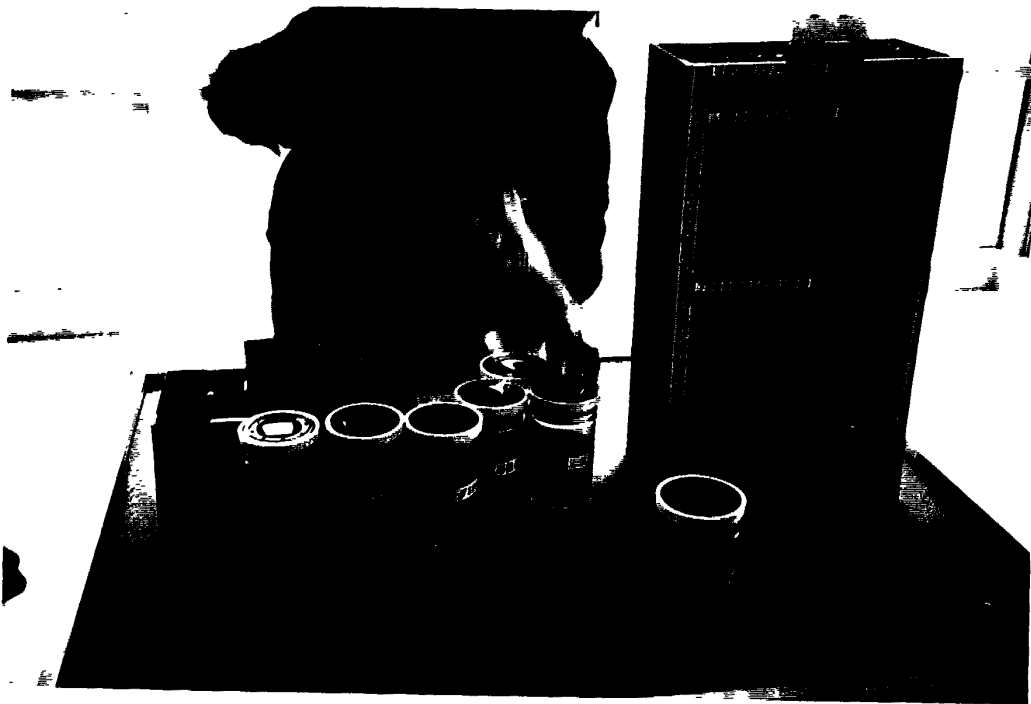
1. 橫濱市共有6座焚化廠，金沢焚化廠為其中最新者，今年4月運轉，本廠有下列特點：
 - (1)採最新式設備，考慮排氣及效率問題，並訂定嚴格的空氣排放標準。
 - (2)以蒸氣鍋爐發電，為高壓鍋爐，發電效率高。
 - (3)所產生之電力除供應焚化廠內部設施所需電力外，尚提供給金沢污水處理場及電力公司。
 - (4)本廠與污水處理場之關係為本廠提供電力給污水處理場，污水處理廠提供處理後之再生水給焚化廠之冷卻設備。
 - (5)熔融廠所產生之熔渣用於馬路鋪設用。
2. 本廠熔融爐每日處理底灰600噸，因為飛灰鹽基度較高的問題，造成熔渣的黏度提高，且熔融溫度亦需提高至1500°C以上，故本廠熔融爐不處理飛灰。

3. 本廠之焚化爐共有 3 座，產生之底灰量相當多，若熔融廠要處理全部的底灰，則底灰的濕度必須很高，但會影響操作，故熔融爐無法處理全部底灰，有部份底灰以掩埋處理。
4. 本廠之飛灰以水泥及整合劑固化方式處理，和部份底灰一起送至掩埋場掩埋，又熔融爐所產生之飛灰亦和焚化飛灰一起固化。
5. 熔渣內約含有 70% 的鐵及 10% 的銅。
6. 熔融爐的廢氣送至焚化廠燃燒爐內，故熔融爐無煙囪。
7. 本廠之操作人員共 85 人，其中操作班為 8 人 4 班制，熔融廠之操作為 5 人 4 班制，歲休工作外包，一年有 2 次，第一次為 40 天，第二次為 20 天。
8. 熔融爐的設備為 64 億日圓，不含人事費的操作運轉費用為 4 億日圓，若再加上所需廠內電力的費用，則操作運轉費用為每年 7 億日圓。

2001年10月24日參觀橫濱市金沢清掃工場

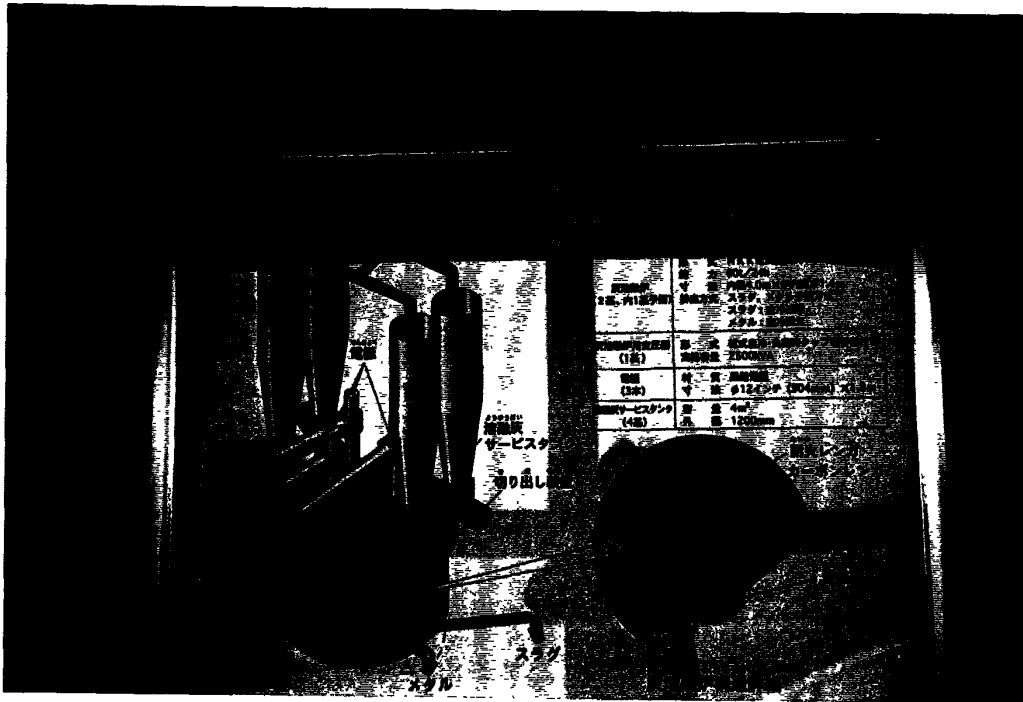


橫濱市金沢清掃工場展示區

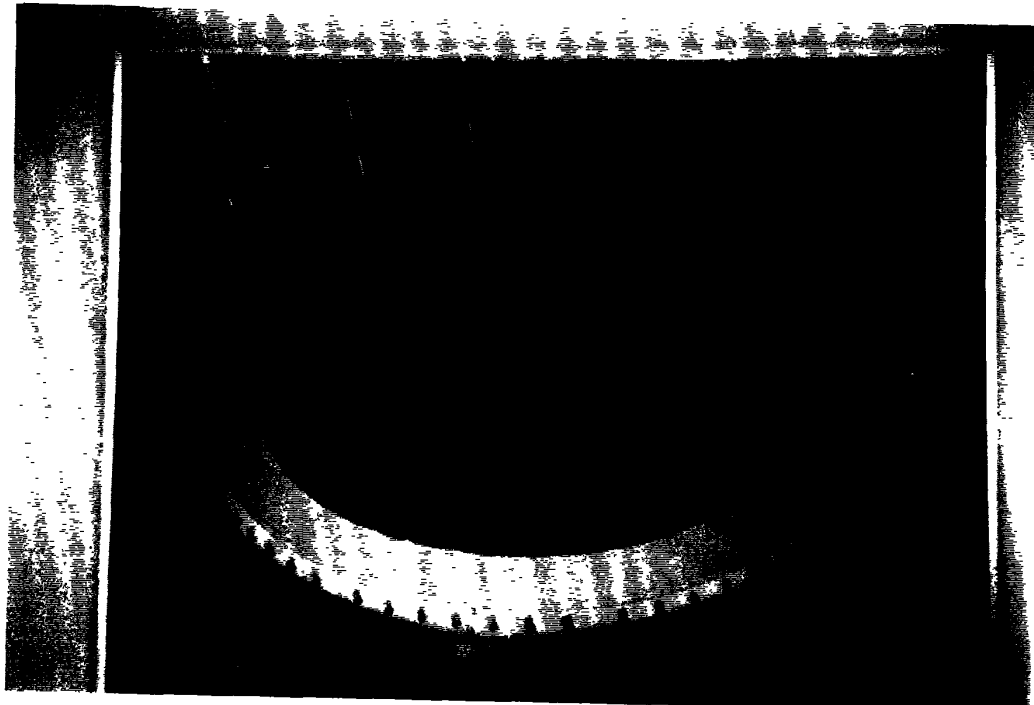


橫濱市金沢清掃工場灰溶融後製品

2001年10月24日參觀横濱市金沢清掃工場

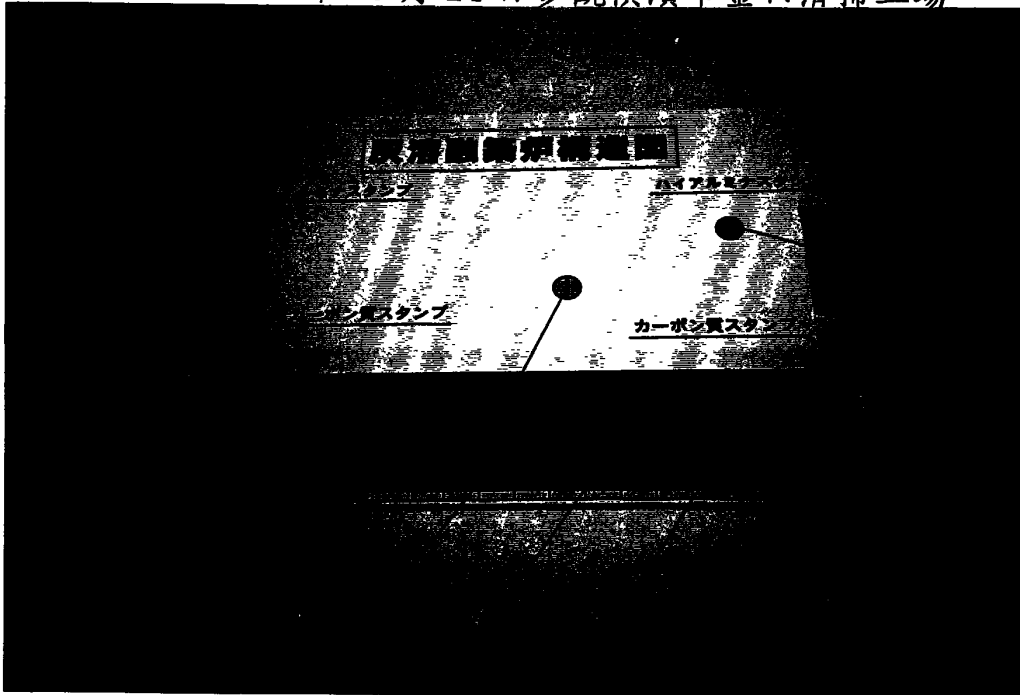


横濱市金沢清掃工場灰溶融爐説明

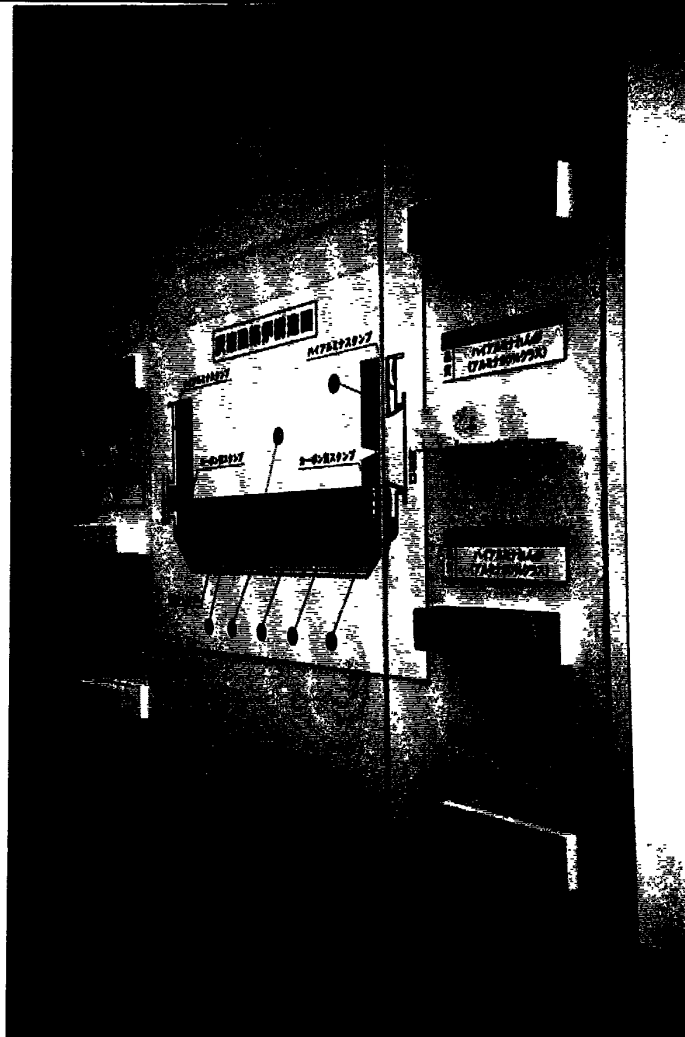


横濱市金沢清掃工場灰溶融爐外觀

2001年10月24日參觀横濱市金沢清掃工場



横濱市金沢清掃工場灰溶融構造図(一)



横濱市金沢清掃工場灰溶融構造図(二)

21世紀の資源循環型ごみ処理施設
Resources Circulation type of Incinerator Plant for the 21st Century

金沢工場

KANAZAWA PLANT



横浜市環境事業局
Environmental Services Bureau The City of Yokohama
～ 206 ～

ごみを「捨てる」から「活かす」へ。 資源循環型の住みよい街づくりが、 ここから始まります。

A transition from "disposal" to "use" of refuse.
Resources circulation type of pleasant urban development
starts here.

設備の特色

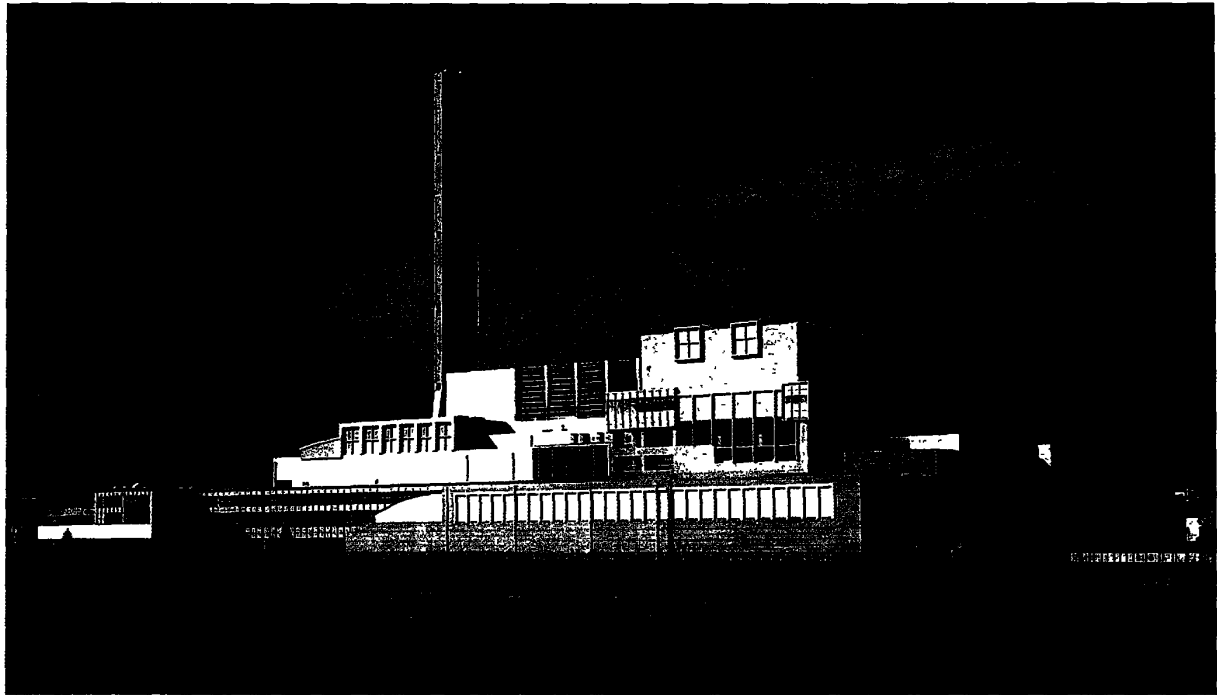
- 最新鋭の排ガス処理設備を導入し、公害防止に万全を期します。
- 隣接下水処理施設との「発電電力」「再生水」「消化ガス」の需給
など、エネルギーの有効利用を一層促進します。
- 焼却灰を熔融し、道路路盤材に有効利用します。
- Advanced exhaust gas treatment system offers a complete pollution prevention solution.
- Supply and demand for "generated electric power", "recycled water", and "digestion gas" of adjacent wastewater treatment plant promotes the effective utilization of energy.
- Incineration ash is fused and recycled for road-bed material.

施設概要

所在地 横浜市金沢区幸浦二丁目7番1
敷地面積 70,000m² (余熱利用施設用地除く)
着工 平成7年9月
竣工 平成13年3月
総事業費 約626億円 (不含土地費)
処理能力 1,200 t/日 (400 t/日×3炉)
工場棟 鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造
地下1階 地上8階 延床面積 約49,452m²
管理棟 鉄筋コンクリート造 地上3階 延床面積 約2,649m²
煙突 外筒鉄筋コンクリート造 内筒鋼板製 高さ 130m
基本設計・工事監理 横浜市環境事業局施設部工場建設課
建築設計 株式会社大建設計
焼却装置設計・施工 日本鋼管株式会社
建築工事施工 前田・東急・新井・日本鋼管工事
建設共同企業体
電気設備工事施工 日宝・山本 特定建設共同企業体
空調設備工事施工 川本・昭和 特定建設共同企業体
衛生設備工事施工 大澤・鋼管設備 特定建設共同企業体
昇降機設備工事施工 横浜エレベータ株式会社

SUMMARY OF THE PLANT

Address...2-7-1 Sachiura, Kanazawa-ku, Yokohama
Site area...70,000m²
(excluding surplus heat utilization plant site)
Start of construction...September 1995
Completion of construction...March 2001
Total Budget...Approx. 62.6 billion yen
Processing capacity...1,200t/day (400t/day x 3 furnaces)
Plant building...Steel reinforced concrete and steel frame
construction, 1 basement and 8 stories
above ground,
Total floor area Approx. 49,452m²
Plant management office...Steel reinforced concrete,
3 stories above ground,
garden area Approx. 2,649m²
Stack...External tube steel reinforced concrete Internal tube:
steel plate construction, Height:130m
Basic design and work administration...City of Yokohama Environment
Services Bureau, Waste Disposal
Construction Division
Building design...Daiken Design Co., Ltd.
Incineration System Design & Construction...NKK CORPORATION
Building construction...Joint-venture of Maeda, Tokyu, Arai,
and NKS
Electric facility construction...Specific joint venture of Nippo
and Yamamoto
Air conditioning facility construction...Specific joint venture of
Kawamoto and Showa
Sanitation facility work...Specific joint venture of Oosawa and
Kokan Setsubi
Elevator construction...Yokohama Elevator Co., Ltd.



主要緒元

■焼却炉プラント主要諸元

- 焼却炉 全連続燃焼式ストーカ炉(3炉)
 焼却炉 400t/日・炉
 発熱量 高質 12,600kJ/kg (3,000kcal/kg)
 基準 10,500kJ/kg (2,500kcal/kg)
 低質 6,300kJ/kg (1,500kcal/kg)
- ボイラー 単胴自然循環式廃熱ボイラー(3基)
 エコノマイザ、過熱器付
 蒸発量 最大 68.8t/h
 蒸気圧力 常用 3,920kPa (40kg/cm²G)
 温度 常用 400℃
- 蒸気タービン 抽気復水型蒸気タービン(1基)
 蒸気流量 最大 188.5t/h
 蒸気圧力 常用 3,730kPa (38kg/cm²G)
 発電機出力 35,000kW 11,000V
- 排ガス設備 脱塩装置 消石灰(乾式)及び活性炭等噴射方式
 脱硝装置 触媒脱硝方式(アンモニア水吹込み)
- 灰溶融設備 電気抵抗式溶融炉(1基)
 溶融能力60t/日 スラッグ成形装置付
- 受変電設備 受電方式 特別高圧2回線
 受電電圧 66,000V
 変圧器容量 18,000kVA

■公害防止基準

排ガス	ばいじん	0.02g/m ³ N
	塩化水素	15ppm
	硫黄酸化物	15ppm
	窒素酸化物	30ppm
	水銀	0.05mg/m ³ N
	ダイオキシン	0.1ng-TEQ/m ³ N (設計目標値)

(注) 濃度は、酸素濃度12%換算値

- 排水 下水道法による排水基準値以下
 騒音振動 騒音・振動規制法による規制基準値以下
 臭気 悪臭防止法による規制基準値以下

MAIN SPECIFICATIONS

■ Incineration plant main specifications

- Incinerator...Continuous combustion type stocker furnace (3)
 Incinerator 400t/day·furnace
 Calorific value High quality 12,600kJ/kg (3000kcal/kg)
 Standard 10,500kJ/kg (2,500kcal/kg)
 Low quality 6,300kJ/kg (1,500kcal/kg)
- Boiler...Single drum natural circulation type waste heat : boiler (3)
 With economizer and superheated
 Steam generation capacity Max. 68.8t/h
 Steam pressure Normal 3,920kPa (40kg/cm²G)
 Temperature Normal 400°C
- Steam turbine...Bleeder condensate type steam turbine (1)
 Steam flow Max. 188.5t/h
 Steam pressure Normal 3,730kPa (38kg/cm²G)
 Generator output 35,000kW 11,000V
- Exhaust gas facility...Depickling system Slacked lime (dry) and activated carbon, etc injection system
 Denitration system (catalyst denitration system (blown ammonia water))
- Ash fusion facility...Electrical resistance type fusion furnace (1)
 Fusion capacity 60t/day with slag molding equipment.
- Power receiving and transforming facility...Power receiving system
 Special high-voltage 2 lines
 Received voltage 66,000V
 Transformer capacity 18,000kVA

■ Pollution prevention standard

Exhaust gas

Dust	0.02g/m ³ N
Hydrogen chloride	15ppm
Sulfur oxide	15ppm
Nitrogen oxide	30ppm
Mercury	0.05mg/m ³ N
Dioxin	0.1ng-TEQ/m ³ N (Design target value)

(Note) Temperature converted value for 12% oxygen density

- Waste water...Below the wastewater standard value mandated by the Sewage System Law.
 Noise & vibration...Below the regulation standard mandated by the Noise Regulation Law and Vibration Regulation Law.
 Odor...Below the regulation standard value mandated by the Offensive Odor Control Law

処理能力1日1,200tの焼却炉と高温・高圧のボイラーを導入。 公害防止に万全を期した安全な焼却設備。

1,200t/day processing capacity incinerator and high temperature & high pressure boiler

A safe incineration plant that fully meets pollution prevention

設備概要

①計量装置 30 t ごみ用3基 灰用1基	4基
②投入ステージ 幅22m×長さ104.5m×高さ10.7m ごみピット投入扉 観音扉型油圧駆動式 ダンピングボックス 傾斜投入式	14門 2基
③ごみピット 18,000m ³ 奥行17m×幅85m×深さ13.5m	3分割
④ごみクレーン 10m ³ 7.5 t (定格) 油圧開閉式ポリッパ形バケット付天井走行クレーン	3基
⑤焼却炉 73.32m ² 給じん装置 幅5.64m×ストローク0.7m 乾燥装置 幅5.64m×長さ3.5m 燃焼装置 幅5.64m×長さ5.5m 後燃焼装置 幅5.64m×長さ4.0m	3基
⑥ボイラー 伝熱面積1,640m ²	3基
⑦過熱器 伝熱面積1,395m ²	3基
⑧エコノマイザ 伝熱面積1,810m ²	3基
⑨減温塔 水噴射式 (195℃→150℃)	3基
⑩ろ過式集じん器 (パルスジェット式)	3基
⑪排ガス再加熱器 蒸気加熱式ベアチューブ形 (145℃→200℃)	3基
⑫脱硝反応塔 触媒方式 33.725m ²	3基
⑬誘引通風機 両吸込ターボ型 155,000m ³ /h 960 kW 回転制御装置付	3基
⑭押込送風機 片吸込ターボ型 91,000m ³ /h 140 kW	3基
⑮炉温制御用送風機 片吸込ターボ型 56,000m ³ /h 100 kW	3基
⑯空気予熱器 蒸気加熱式ベアチューブ形 (20℃→200℃)	3基
⑰落じんコンベア 乾式スクレーパコンベア (密閉式)	6基
⑱灰搬出装置 半湿式油圧駆動式	6基
⑲灰搬出装置 オーバリターン型スクレーパコンベア	6基
⑳ディストリビュータ ドラム回転式	3基
㉑灰クレーン 4m ³ 4.8 t (定格) 油圧開閉式クラムシェル形バケット付天井走行クレーン	2基
㉒灰ピット 約990m ³ 奥行6m×幅32m×深さ7m	1ピット
㉓飛灰ピット 約330m ³ 奥行6m×幅10.5m×深さ13m	1ピット
㉔飛灰処理装置 二軸湿練式4.2 t/h 重金属安定剤+セメント処理方式	2系列
㉕低圧蒸気コンデンサ 強制空冷真空式 392.5×10 ⁶ kJ/h (93.76×10 ⁶ kcal/h) 132 kW×18台	3系列
㉖排水処理設備 ごみ汚水系 炉内噴霧処理方式 灰汚水系 凝集沈殿+砂ろ過方式	
㉗非常用ガスタービン発電機 単純開放サイクル1軸式 出力 2,400 kW 6,600 V	1基

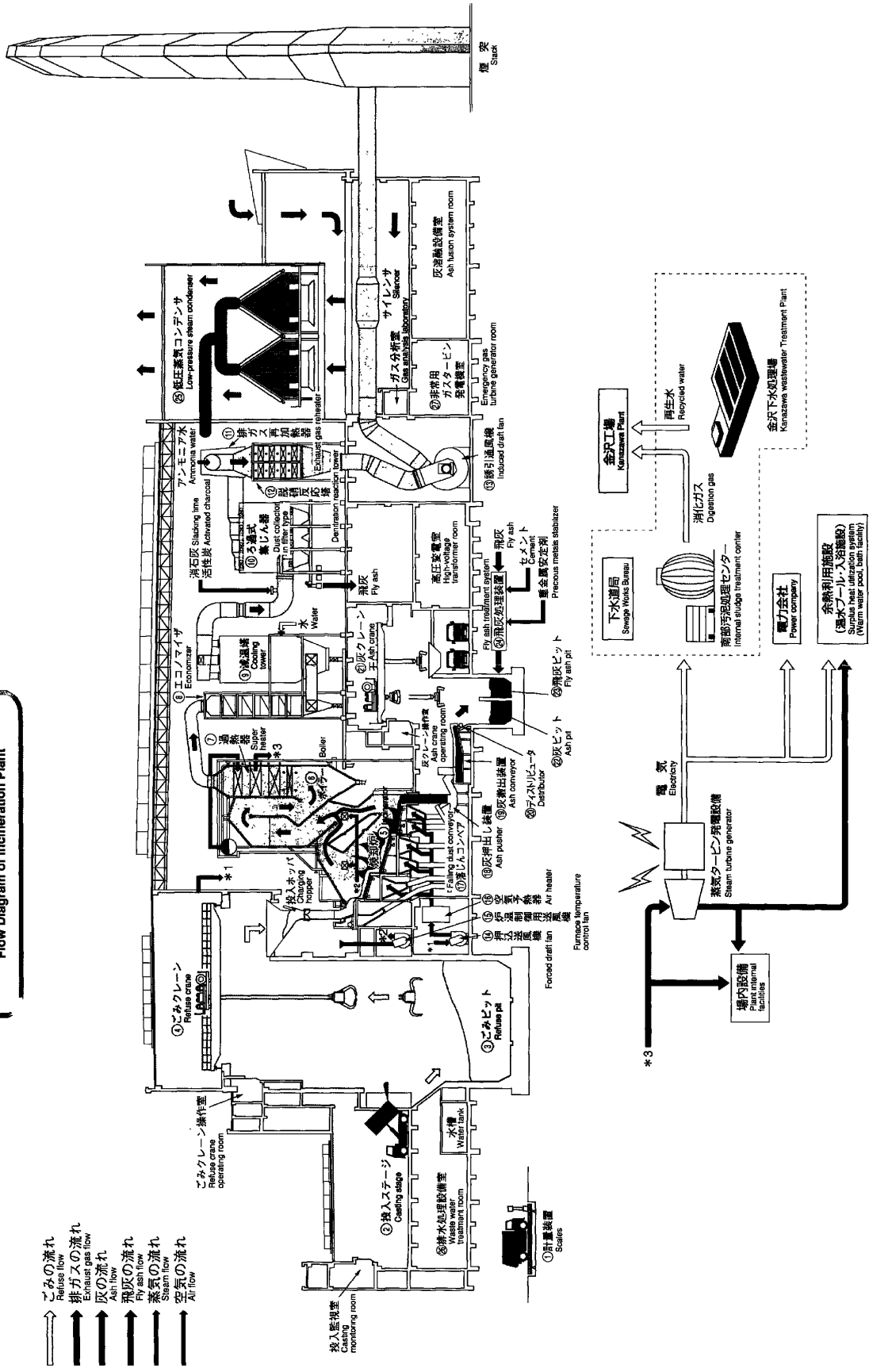
SUMMARY OF PLANT

① Scales 30t Refuse use 3, ash use 1	4
② Casting stage Width 22 x length 104.5 x height 10.7 Refuse pit charging door Double door type, hydraulic drive system	14
Dumping box Tilt charging system	2
③ Refuse pit 18,000m ³ Depth 17m x width 85m x depth 13.5m divisions	3
④ Refuse crane 10m ³ 7.5t (rating) Ceiling running crane w/hydraulic switching system polyp type bucket	3
⑤ Incinerator 73.32m ² Dust supply system Width 5.64m x stroke 0.7m Dryer Width 5.64m x length 3.5m Combustion system Width 5.64m x length 5.5m Post-combustion system Width 5.64 x length 4.0m	3
⑥ Boiler Heat transfer area 1,640m ²	3
⑦ Superheated Heat transfer area 1,395m ²	3
⑧ Economizer Heat transfer area 1,810m ²	3
⑨ Cooling tower Water spray system (195℃→150℃)	3
⑩ Dust collector in filter type(Pulse jet system)	3
⑪ Exhaust gas reheater Steam heating system bare tube type (145℃→200℃)	3
⑫ Denitration reaction tower Catalytic system 33.725m ²	3
⑬ Induced draft fan Double-sided turbo type 155,000m ³ /h 960kW w/speed controller	3
⑭ Forced draft fan Single-sided turbo type 91,000m ³ /h 140kW	3
⑮ Furnace temperature control fan Single-sided turbo type 56,000m ³ /h 100kW	3
⑯ Air heater Steam heating system bare tube type (20℃→200℃)	3
⑰ Falling dust conveyor Dry system screen conveyor (enclosed system)	6
⑱ Ash pusher Semi-moist system hydraulic drive type	6
⑲ Ash conveyor Over return type scraper conveyor	6
⑳ Distributor Rotating drum	3
㉑ Ash crane 4m ³ 4.8t (rating) Ceiling running crane with hydraulic switching system clamshell type bucket	2
㉒ Ash pit Approx. 990m ³ Depth 6m x width 32m x depth 7m	1
㉓ Fly ash pit Approx 330m ³ Depth 6m x width 10.5 x depth 13m	1
㉔ Fly ash treatment system 2-shaft solidification system 4.2t/h Precious metal solidifier + cement treatment system	2 systems
㉕ Low pressure steam condenser Forced air-cooled vacuum system 392.5x10 ⁶ kJ/h (93.76x10 ⁶ kcal/h) 132kW x 18	3 systems
㉖ Waste water treatment plant Refuse waste water system Furnace interior mist injection treatment system Ash waste water system Aggregation sedimentation + filtration system	
㉗ Emergency gas turbine generator Simple open cycle 1-shaft type Output 2,400kW 6,600V	1

金沢工場焼却設備 概要図

Flow Diagram of Incineration Plant

- ↑ ごみの流れ Refuse flow
- 排ガスの流れ Exhaust gas flow
- 灰の流れ Ash flow
- 飛灰の流れ Fly ash flow
- 蒸気の流れ Steam flow
- 空気の流れ Air flow



電気抵抗式灰溶融炉で、ごみ焼却灰を溶融。 溶融スラグは、道路の路盤材に有効活用。

Refuse incineration ash is fused by an electrical resistance type ash-fusion furnace
Slag is recycled as road-bed material. (只處理灰分, 爐基等較小)

前処理設備 Preprocessing Facility

粒度調整 25mm以下
鉄分 5%以下
水分 5%以下

- ① 灰溶融炉用投入ホッパ… 焼却灰供給コンベア付
- ② 振動スクリーン… 50mm
- ③ No.1 磁選機… つり下げ式磁選機
- ④ 乾燥機… 回転ドラム式φ3.3m×14.5m
出口トロンメル 25mm
- ⑤ No.2 磁選機… ドラム型磁選機
- ⑥ 空気加熱器… 240℃ 42,000m³/h
- ⑦ 乾燥機バグフィルタ… パルスジェット式

Grain size adjustment 25mm or less
Ferrous metal component 5% or less
Water component 5% or less

- ① Ash fusion furnace charging hopper
…With incineration ash supply conveyor
- ② Vibrating screen…50mm
- ③ No. 1 magnetic sorter…Suspended type magnetic sorter
- ④ Dryer…Rotating drum type φ3.3m×14.5m
Outlet trommel 25mm
- ⑤ No. 2 magnetic sorter…Drum type magnetic sorter
- ⑥ Air heater…240°C 42,000m³/h
- ⑦ Dryer dust collector in filter type…Pulse jet type

溶融炉設備 Fusion Furnace

溶融能力：60t/24h **NKK製造**

灰溶融炉…電気抵抗式 トランス容量2,500kVA
溶融温度 約1,500℃
本体冷却方式 炉壁 水冷ジャケット式
炉底 自然冷却方式
スラグ・メタル分離方式
スラグ：空冷連続
メタル：空冷間欠

製造：64億円
全廠操作：14億円/年
(不含人事費用)

- ⑧ 溶融灰サイロ… 鋼板溶接丸形 50m³
- ⑨ 溶融灰サービスタンク… 鋼板溶接構造φ1,200mm 4基
- ⑩ 電極昇降装置… 電極 黒鉛φ12インチ(307mm) × 1,800mm
- ⑪ スラグコンベア… モールド式(間欠送り方式)
- ⑫ スラグ旋回フィーダ… 旋回式振動コンベア
- ⑬ メタル鑄鉄機… モールド式
- ⑭ メタルクレーン… 遠隔操作式リフマグ付天井クレーン 1基
- ⑮ 溶融炉排ガス燃焼室… 縦置き型 鋼板溶接構造、内面キャスター張り
- ⑯ 溶融炉バグフィルタ… パルスジェット式

溶融炉委託民間建設費+電極費 (電極所市電自行提供)

Fusing capacity : 60t/24h

Fusion furnace…Electrical resistance type
Transformer capacity 2500kVA
Fusion temperature Approx1500°C
Furnace cooling system
Furnace wall water cooling jacket type
Furnace floor Natural cooling system
Slag & metal separation system
Slag :Continuous air cooling
Metal: Intermittent air cooling

- ⑧ Fused ash silo…Round welded steel sheet type 50m³
- ⑨ Fused ash service tank…Welded steel sheet construction φ1,200mm x 4
- ⑩ Electrode elevator…Electrode Graphite φ12 inches (307mm) x 1,800mm
- ⑪ Slag conveyor…Mould type (intermittent transporting)
- ⑫ Slag swing feeder…Swing type vibrating conveyor
- ⑬ Metal pig casting machine…Mould type
- ⑭ Metal crane…Ceiling crane w/remote control lifting magnet 1
- ⑮ Fusion furnace exhaust gas combustion chamber
…Vertical type Welded steel plate construction, interior castor sheathing
- ⑯ Fusion furnace dust collector in filter type
…Pulse jet type

スラグ成形設備 Slag Molding Facility

スラグ成形能力：45t/6h
製品：路盤材

- ⑰ スラグクレーン…天井走行クレーン 2基
- ⑱ クラッシャ…ハンマークラッシャφ0.75m×0.45m(幅)
- ⑲ スラグ成形機…回転ドラム型φ1.2m×3m
出口トロンメル 50mm目

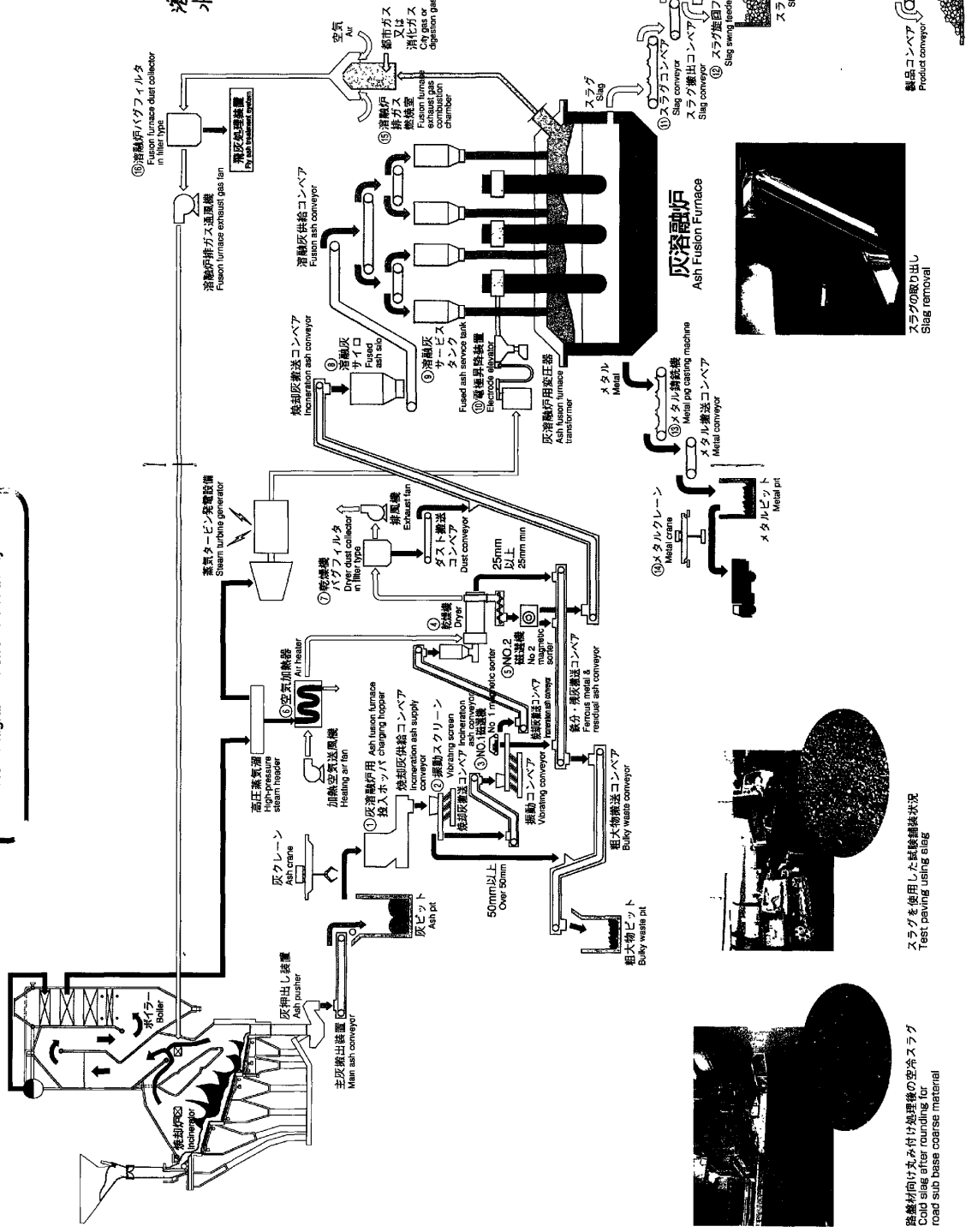
Slag molding capacity : 45t/6h
Product : Road sub base coarse material

- ⑰ Slag crane…Ceiling-running crane x 2
- ⑱ Crusher…Hammer crusher φ0.75m x 0.45m (width)
- ⑲ Slag molding machine…Rotating drum type φ1.2m x 3m
Outlet trommel 50mm mesh

金沢工場灰溶融設備 概要図
Flow Diagram of Ash Fusion Facility

- ↑ 主灰の流れ
Main ash flow
- ↑ 鉄分・残灰の流れ
Ferrous metal & residual ash flow
- ↑ 蒸気の流れ
Steam flow
- ↑ 灰溶融炉排ガスの流れ
Ash fusion furnace exhaust gas flow
- ↑ 電気の流れ
Electricity flow
- ↑ スラッグの流れ
Slag flow
- ↑ メタルの流れ
Metal flow
- ↑ 乾燥用空気の流れ
Drying airflow

溶融炉後の飛灰希釈化後の飛灰の移送
水洗固化

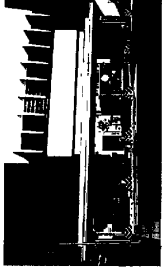
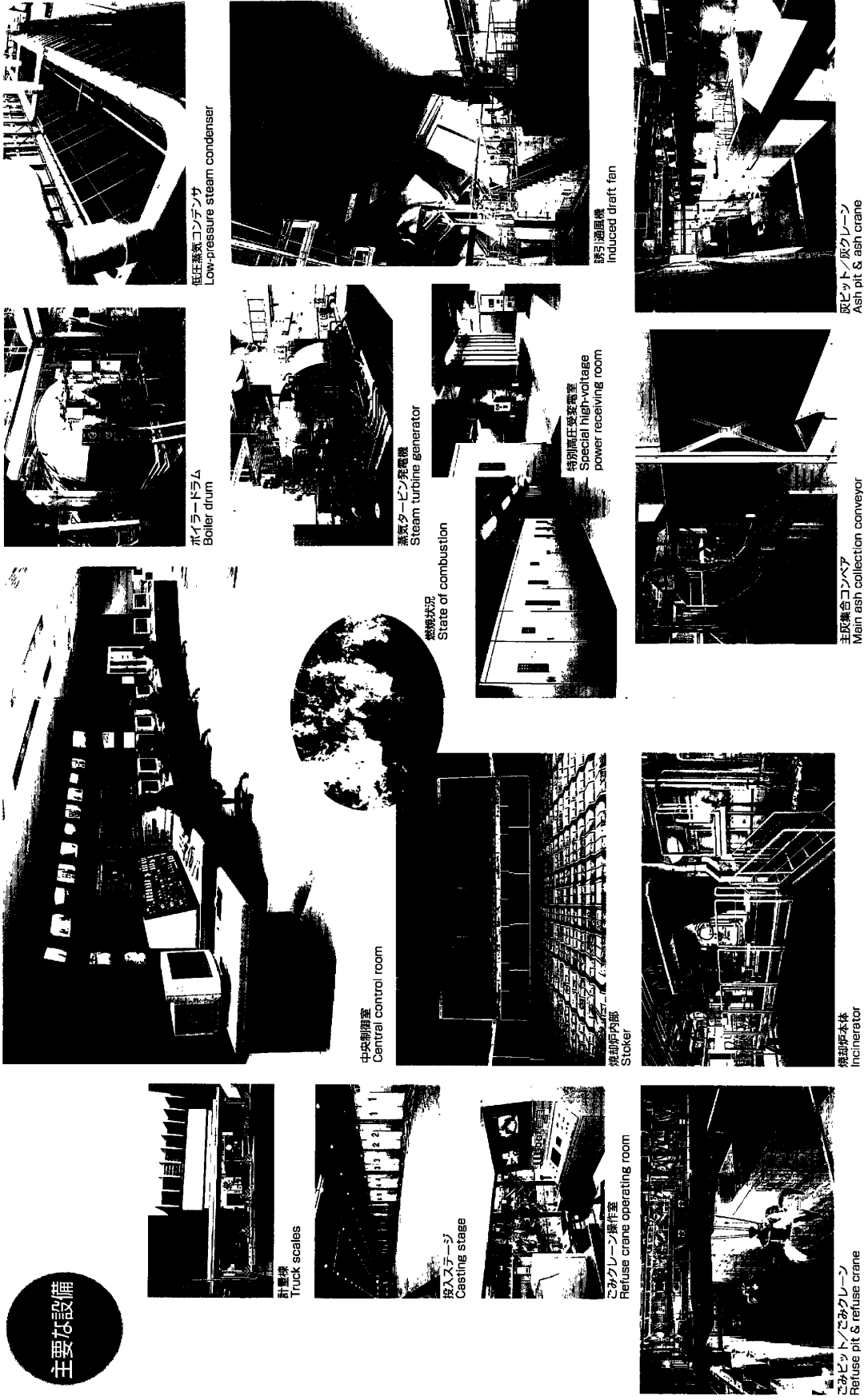


路盤材向けに丸み付け処理後の空冷スラッグ
Cold slag after rounding for road sub base coarse material

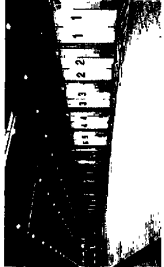
スラッグを使用した試験舗装状況
Test paving using slag

自動化を積極的に採用した安全でクリーンな設備。
ごみ焼却により発生する熱エネルギーを最大限有効利用。
 A Safe, clean and fully-automated plant
 Makes maximum use of thermal energy generated by refuse incineration

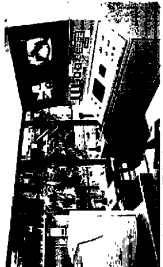
主要な設備



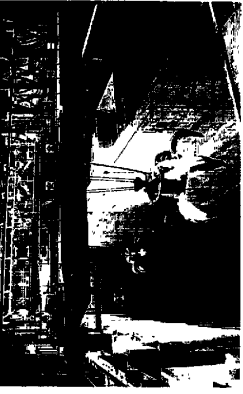
計量機
Truck scales



投入ステージ
Casting stage



ごみクレーン
Refuse crane operating room



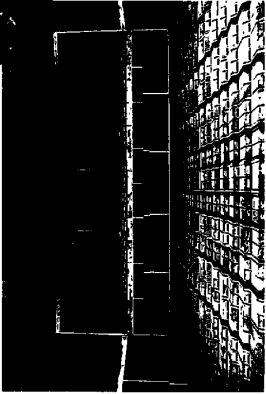
ごみピット/ごみクレーン
Refuse pit & refuse crane



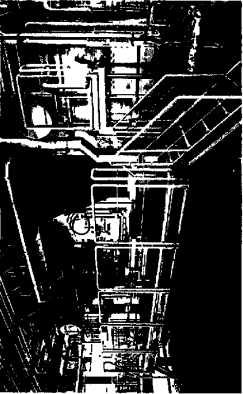
中央制御室
Central control room



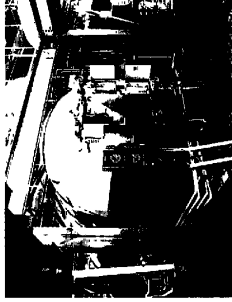
燃焼状況
State of combustion



焼却炉内部
Stoker



焼却炉本体
Incinerator



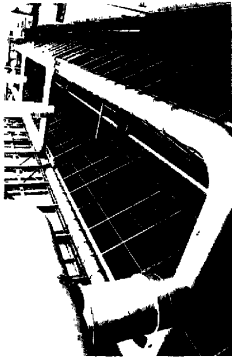
ボイラードラム
Boiler drum



蒸気タービン発電機
Steam turbine generator



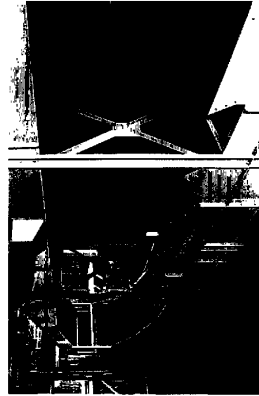
特別高圧受電室
Special high-voltage
power receiving room



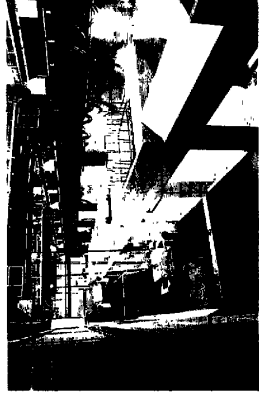
低圧蒸気コンデンサ
Low-pressure steam condenser



誘引通風機
Induced draft fan



主灰集合コンベア
Main ash collection conveyor

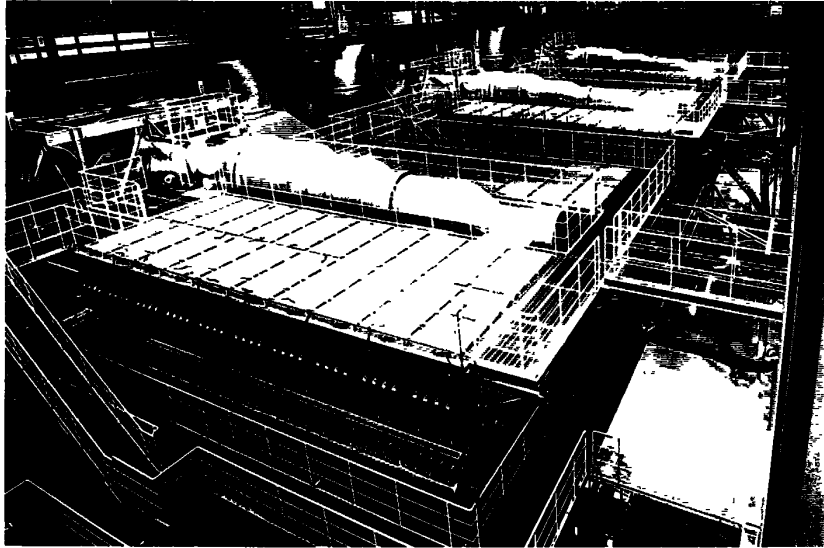


灰ピット/灰クレーン
Ash pit & ash crane

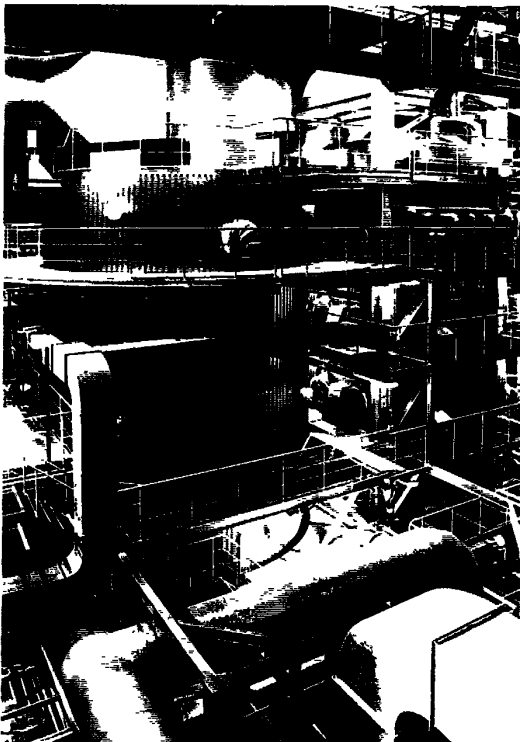
最新鋭の設備を導入し、公害防止に万全を期した、
環境にやさしい設備。

Complete pollution-prevention: The environment-friendly facility
introduces the industry's most advanced facilities Pollution Prevention Facilities

公害防止設備



バグフィルタ
Dust collector in filter type



排ガス減温塔・エコノマイザ
Exhaust gas cooling tower・economizer



飛灰処理・二軸混練機
Fly ash treatment・2-shaft solidifier

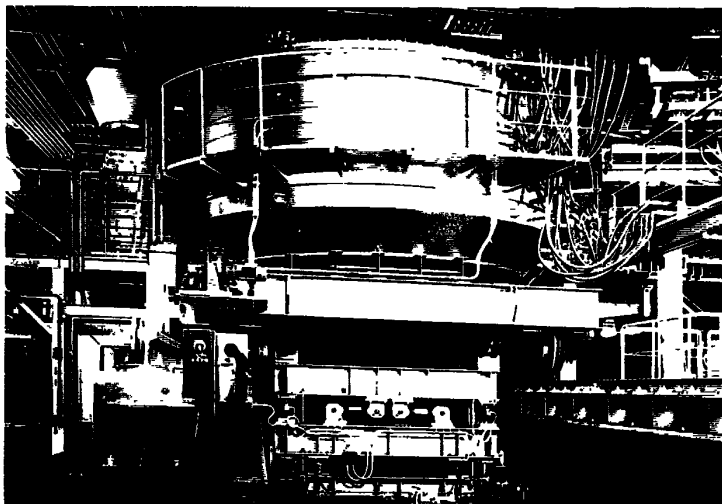


排水処理設備
Waste water treatment system

ごみ発電電力を利用して焼却灰を溶融するとともに
スラグを有効利用し、環境負荷を低減。

Incineration ash is fused by refuse power generation and
the environmental load is reduced by using slag.

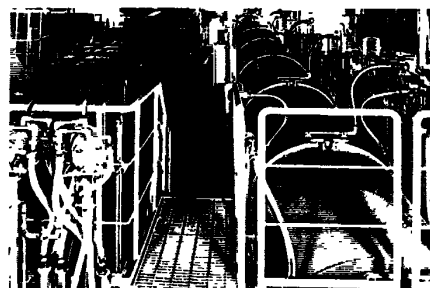
灰溶融設備



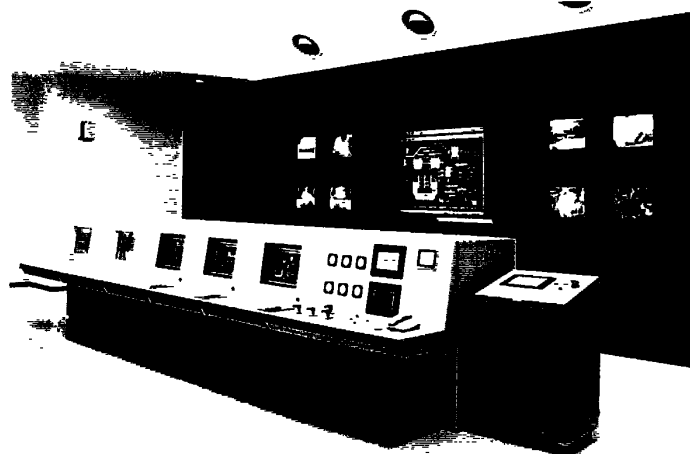
溶融炉本体
Fusion furnace



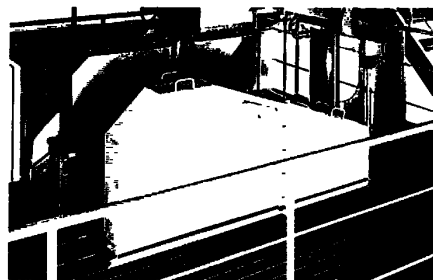
振動スクリーン内部
Interior of vibrating screen



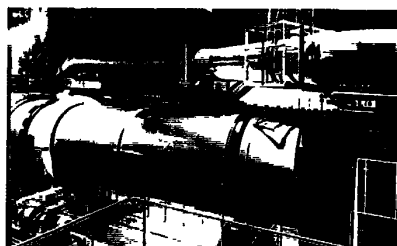
メタル/スラグコンベア
Metal & slag conveyor



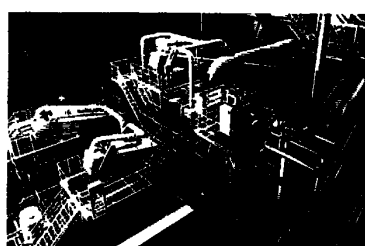
管制室
Control room



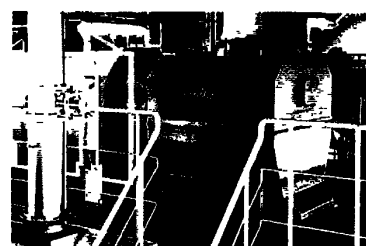
クラッシャ
Crusher



乾燥機
Dryer

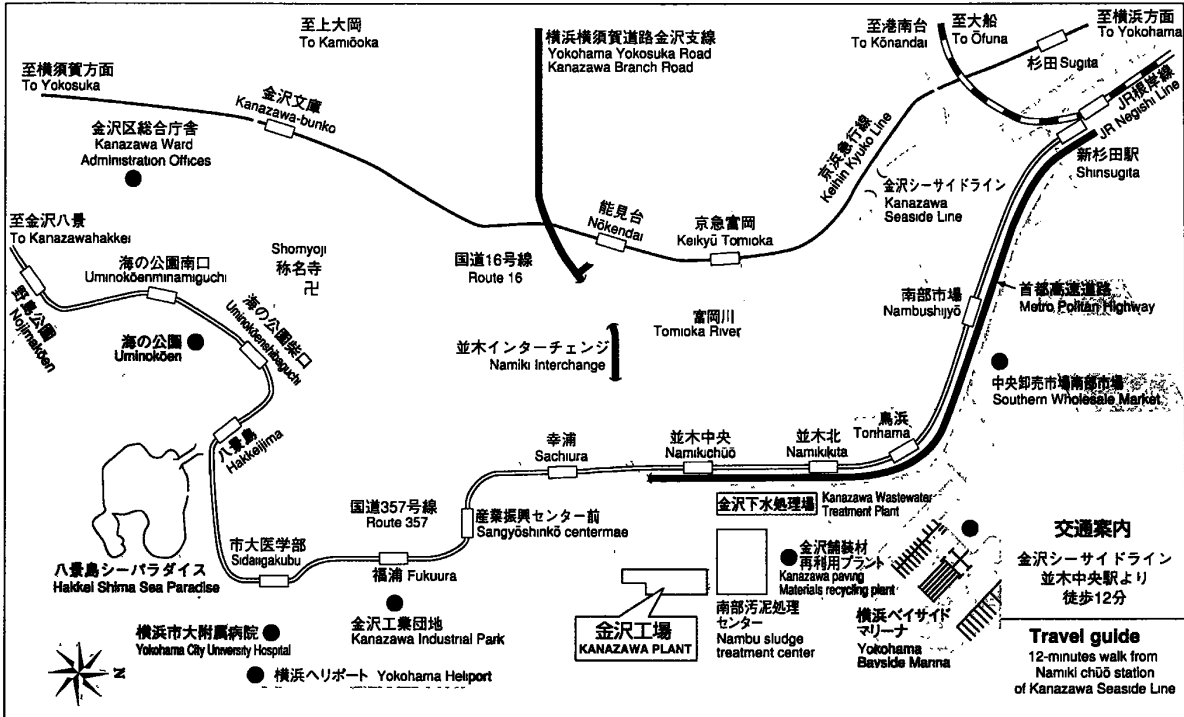


焼却灰搬送コンベア
Incineration ash conveyor

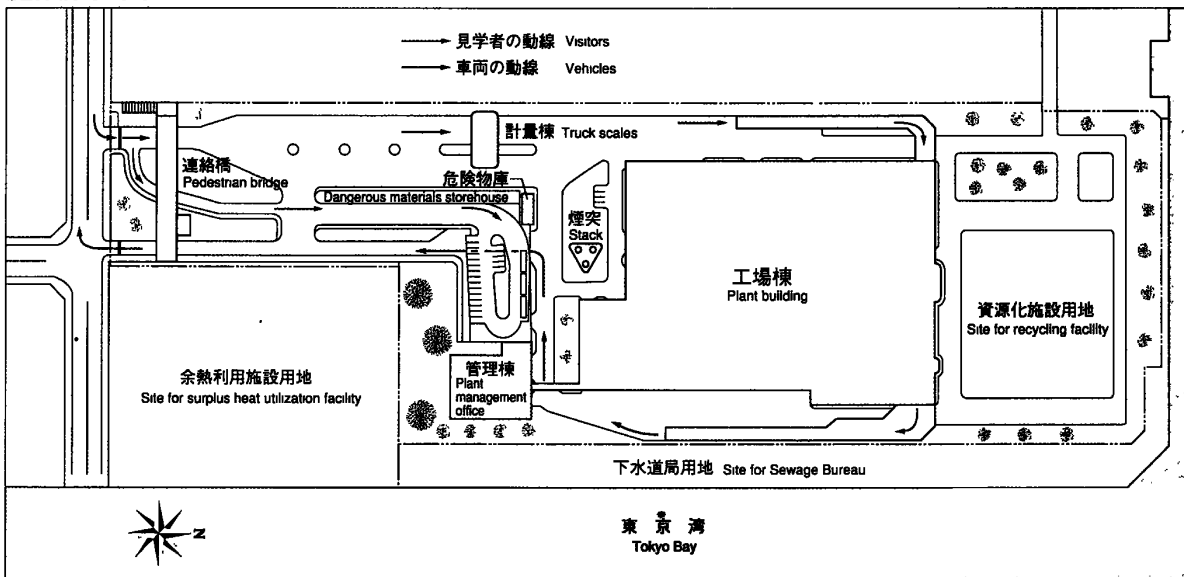


スラグ成形機
Slag shaping machine

案内図 LOCATION MAP



施設配置図 LAYOUT OF PLANT



環境事業のシンボルキャラクター「クリーンバード」

親鳥がヒナを抱いている図柄で、親から家族へ、そして地域へ国中へ、さらに全世界へ広がる清潔な環境づくりを願ったもので「クリーンバード」と名づけられました。(一般公募により平成2年4月決定)

Environmental services Symbol "Clean Bird." An illustration with a hen holding a chicken, representing awish to create a clean environment that will spread from parents to their families, their communities and on throughout the nation and the world. The logo was named "Clean Bird." (Officially named in April 1990 through public subscription.)



横浜市ごみの減量化・資源化推進キャラクター「エコペンタ」

"ECO-PENTA"
Yokohama City Waste Reduction, Recycling Promotion Character

横浜市環境事業局

Environmental Services Bureau The City of Yokohama

〒231-0017 横浜市中区港町1-1

TEL.045-671-2501 FAX.045-641-1807

1-1 Minato-cho, Naka-ku Yokohama 231-0017 TEL. 045-671-2501 FAX. 045-641-1807

金沢工場 Kanazawa Plant

〒236-0003 横浜市金沢区幸浦二丁目7番1

TEL.045-784-9711 FAX.045-784-9714

2-7-1 Sachura, Kanazawa-ku Yokohama 236-0003 TEL. 045-784-9711 FAX. 045-784-9714

横浜市広報印刷物登録 第120727号 類別・分類 B-FE 060

平成13年3月発行



古紙配合率70%再生紙を使用しています
This publication uses a 70% blend of recycled paper

時間：2001年（平成13年）10月25日上午10時00分

參觀地點：茨木市環境衛生中心汽化熔融爐

參觀課題：灰渣溶融設施

壹、設施概要

1. 廠 址：茨木市東野宮町14番1號
2. 面 積：約65,000平方公尺
3. 施 工：第一工場更新 平成8年9月（西元1996）
 第二工場 平成5年6月
完 工：第一工場更新 平成11年3月
 第二工場 平成8年3月
4. 工場施工：新日本製鐵股份有限公司
5. 設施規模：
 第一工場：300t/24hr（150t/24hr×2爐）
 其中既設1爐，更新爐1爐。
 第二工場：300t/24hr（150t/24hr×2爐）
6. 熔融爐型式：豎立型風爐方式（汽化、高溫融化一體型）
 燃燒設備：回旋燃燒方式

燃燒氣冷卻設備：自然循環式廢熱鍋爐

(蒸氣條件：2.5 M Pa, 300°C)

排氣處理設備：袋式集塵器、乾式消石灰吹入方式

7. 系統特長：實現資源循環化。

- (1) 資源的再生利用：瓶、罐、紙類等可資源再利用的資源垃圾，分類回收，有效利用。
- (2) 能源利用：利用垃圾熔融系統的餘熱來發電，除了可滿足設施內的熱水、暖氣等電力需求外，尚可售電給電力公司。
- (3) 產品化：熔融爐排出的熔渣和鐵份，經加工後可作為鋪裝用土木資材、路面裝飾用材等各種用途。

貳、 工廠設施參觀

請參照附件照片。

參、 討論

1. 該場發電量（以西元 2000 年為例）為 4900 萬 KW，其中約 740 萬 KW 售予電力公司，售電收入約為 6000 萬日圓。
2. 建造費用（以第二工場為例）：總共 213 億日圓（不含土地費用）。其中機械設備 114 億日圓、儀控部分 33 億日圓，其餘為土木部分造價。

3. 據了解該廠收受事業廢棄物處理費用為每噸 6000 日圓。

另亦收受醫療廢棄物，收受處理費用每噸 13000 日圓。

2001年10月25日大阪府茨木市環境衛生工場

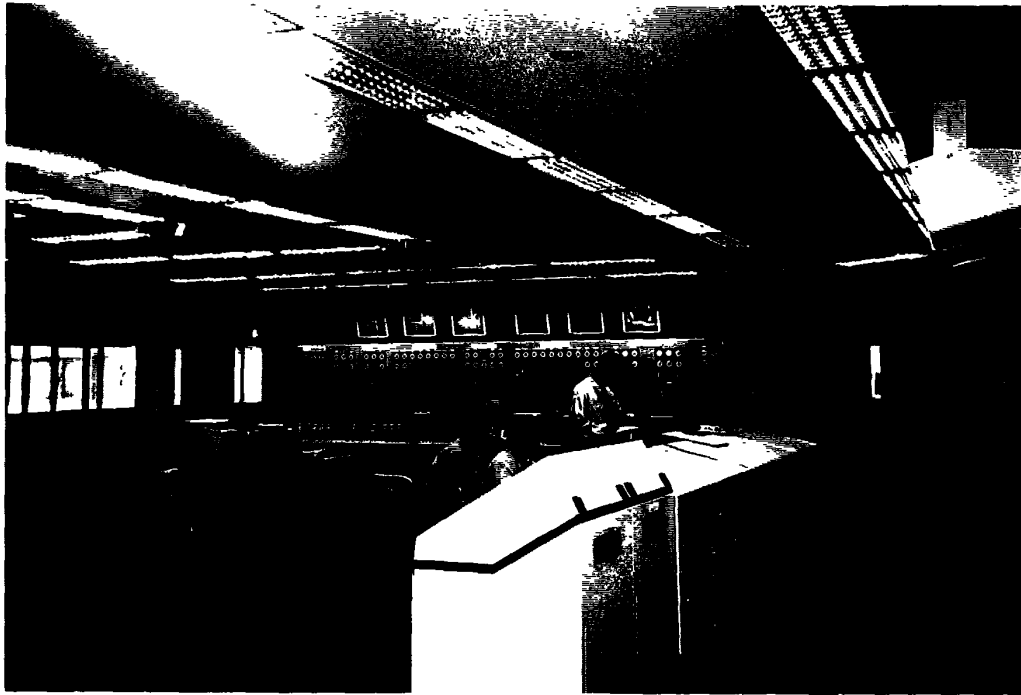


大阪府茨木市環境衛生工場簡報室合照



大阪府茨木市環境衛生工場傾卸平台

2001年10月25日大阪府茨木市環境衛生工場



大阪府茨木市環境衛生工場中央控制室



大阪府茨木市環境衛生工場高温溶融爐排出爐渣

茨木市環境衛生センター

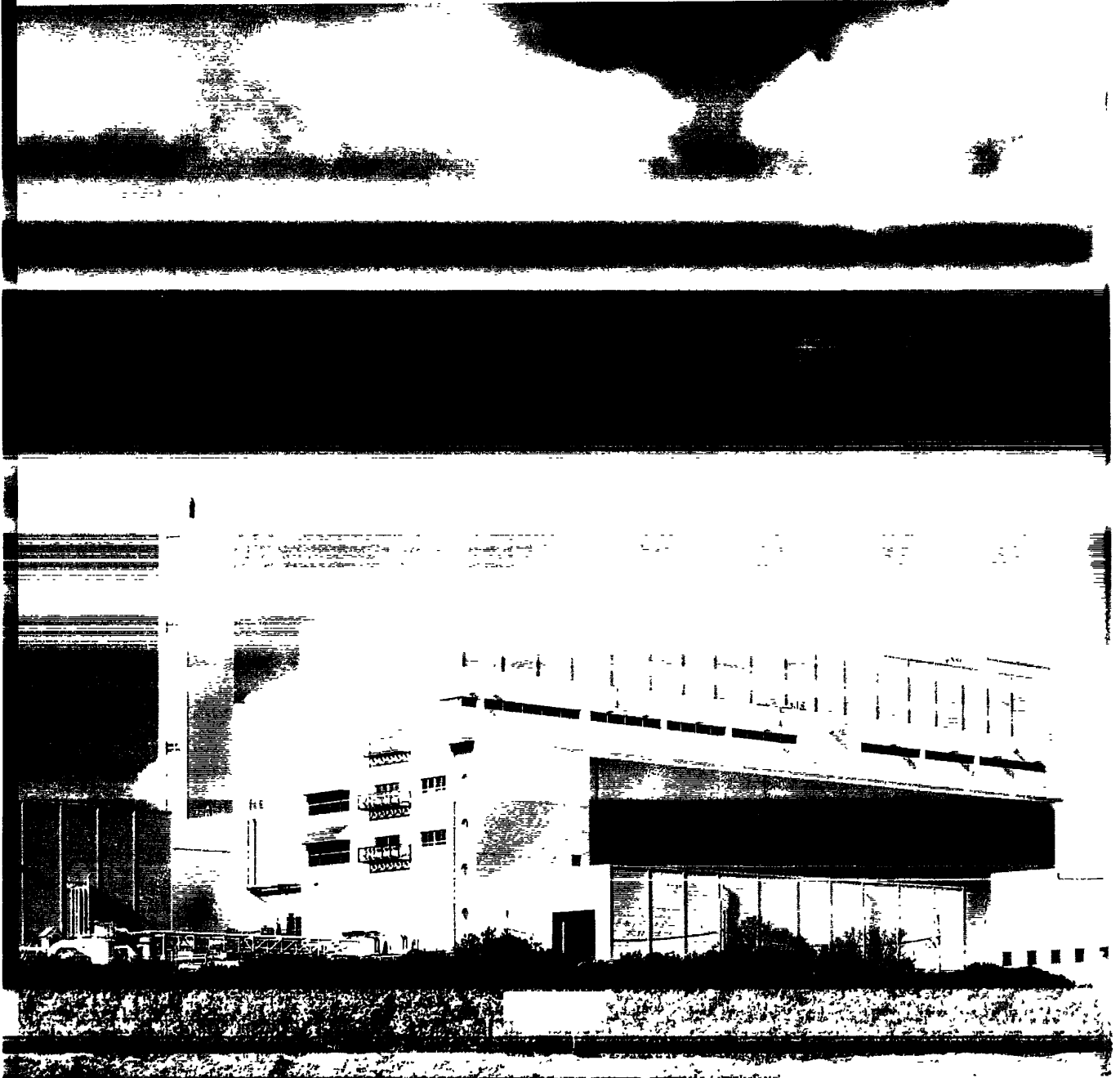
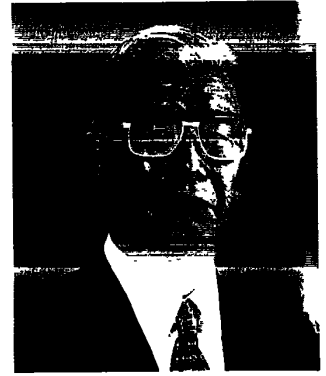
茨木市环境卫生中心



資源化

資源循環型ごみ処理を目指して
資源化

为了实现资源循环型垃圾处理的目标



ごあいさつ

経済の発展と市民生活の向上により、私達の暮らしは大変豊かになってまいりましたが、その一方で、事業活動や社会生活から多種・多様の廃棄物が排出され、資源の大量消費と相まって、ごみ問題は、地球規模での環境問題としてクローズアップしてまいりました。

本市では、これらの状況を踏まえ、昭和55年に全国に先がけて、多様化するごみ質に十分対応できること、溶融残渣は資源として全て有効活用が図れること、最終処分場が少なくすむこと、さらに、環境面においても優れた特性を有することなどにより、新しい処理方式の「全連続高温溶融炉」(日量150トンが×3基)を採用し、ごみ処理を行ってまいりました。

その後、平成5年6月に今後の人口増によるごみ量の増加と既設炉の経年劣化等に対処するため、第1期工事として、1炉増設・1炉更新工事に着手し、平成8年3月完成により4炉体制が確立、引き続き第2期工事として、平成8年9月から3カ年の継続事業で1炉更新工事を進めてまいりましたが、このほど完成の運びとなりました。

今回完成した施設は、最新の技術を導入し、溶融炉・燃烧室などの性能改善をはじめ、運転の自動化や発電量の増加を図るなど、周辺地域の環境保全と公害防止に万全の対応を講じております。

今後とも、廃棄物の適正処理には十分配慮するとともに、ごみの減量化や資源化対策の推進に積極的に取り組み「人と環境にやさしい都市・茨木」の構築に一層努めてまいります。

終わりになりましたが、本施設の建設にあたり深いご理解と温かいご指導お力添えを賜りました市議会をはじめ、国・大阪府そして自治会関係者各位に心から感謝とお礼を申しあげごあいさつといたします。

平成11年3月

茨木市長 山本末男

致词

随着经济发展和市民生活水平的提高，我们越来越感到富裕和丰盛，但是由于企业活动和社会生活排出了多种多样的废弃物，与资源的大量消费相辅相成，垃圾问题已作为全球规模的环境问题，日益引人注目。

根据这种情况，本市于1980年在日本全国率先引进了全连续高温溶融炉（日量150吨炉×3台），进行垃圾处理，既可充分对应多样化的垃圾种类，又可将熔渣作为资源加以利用，实现了有利环境保护的目的。

其后，1993年6月，为了对应今后人口增加和垃圾量增加以及既设炉的劣化等，作为第一期工程，开始进行增设1炉、更新1炉的工程，于1996年3月完成，建立了4炉体制。作为第二期工程进行了更新1炉的工程，已进入最后阶段。

这次完成的设施，引进了最新技术，在提高熔融炉・燃烧室性能的基础上，实现了运行自动化和发电量的增加等，采取了保护环境保全的万全对策。

今后，我们将继续与市民一道，积极结合起来，努力构筑“人与环境相协调的都市・茨木”，为市民生活质量的提高和自治会各位有关人士的健康生活作出贡献。



施設概要

施設概要

処理対象物

資源ごみを除く普通・粗大ごみ

排ガス環境対策

〈排ガス設計基準値〉

ばいじん量 0.02g/Nm³以下(乾きガスO₂12%換算値)

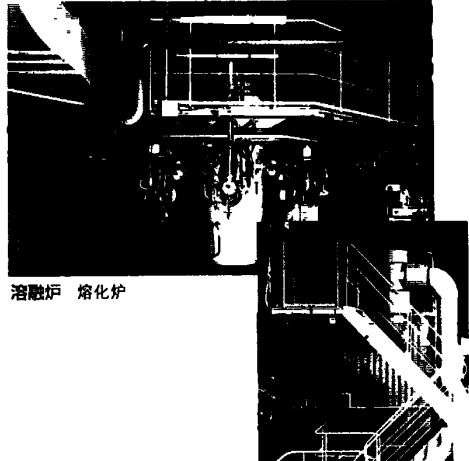
硫黄酸化物(SO_x) 10ppm以下(乾きガスO₂12%換算値)

塩化水素(HCl) 25ppm以下(乾きガスO₂12%換算値)

窒素酸化物(NO_x) 50ppm以下(乾きガスO₂12%換算値)

〈ダイオキシン対策〉

「ダイオキシン類発生防止等ガイドライン」を遵守



溶融炉 溶化炉

バグフィルター袋式集塵器

溶融物利用

溶融物(スラグ・鉄分)は全量を再資源として利用



スラグ 炉渣

鉄分 鉄分

余熱利用

蒸気タービン発電による本施設、環境衛生センター内での電力利用、給湯、暖房及び隣接する、し尿処理施設への電力供給。電力会社への売電



蒸気タービン発電機
汽轮发电机

● 処理対象物

除資源垃圾之外の一般・大件垃圾。

● 排气环境対策

排气设计标准值

煤尘量 0.02g/Nm³以下(干気O₂12%換算値)

硫氧化物(SO_x) 10ppm以下(干気O₂12%換算値)

氯化氢(HCl) 25ppm以下(干気O₂12%換算値)

氮氧化物(NO_x) 50ppm以下(干気O₂12%換算値)

〈戴奥辛対策〉

“遵守《戴奥辛类发生防止等指针》”

● 溶化物利用

溶化物(炉渣・鉄分)全量作为再资源予以利用。

● 余热利用

以汽轮发电向本设施、环境卫生中心内的用电、供热水、暖气及相邻粪便处理设施供电;并向电力公司售电。

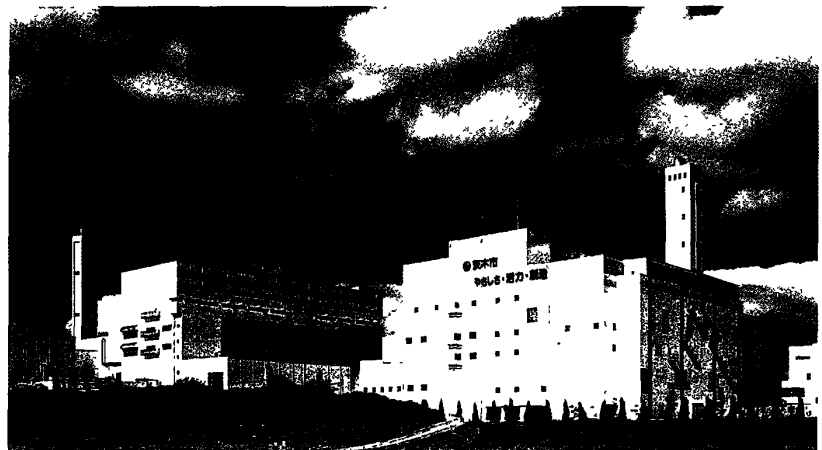
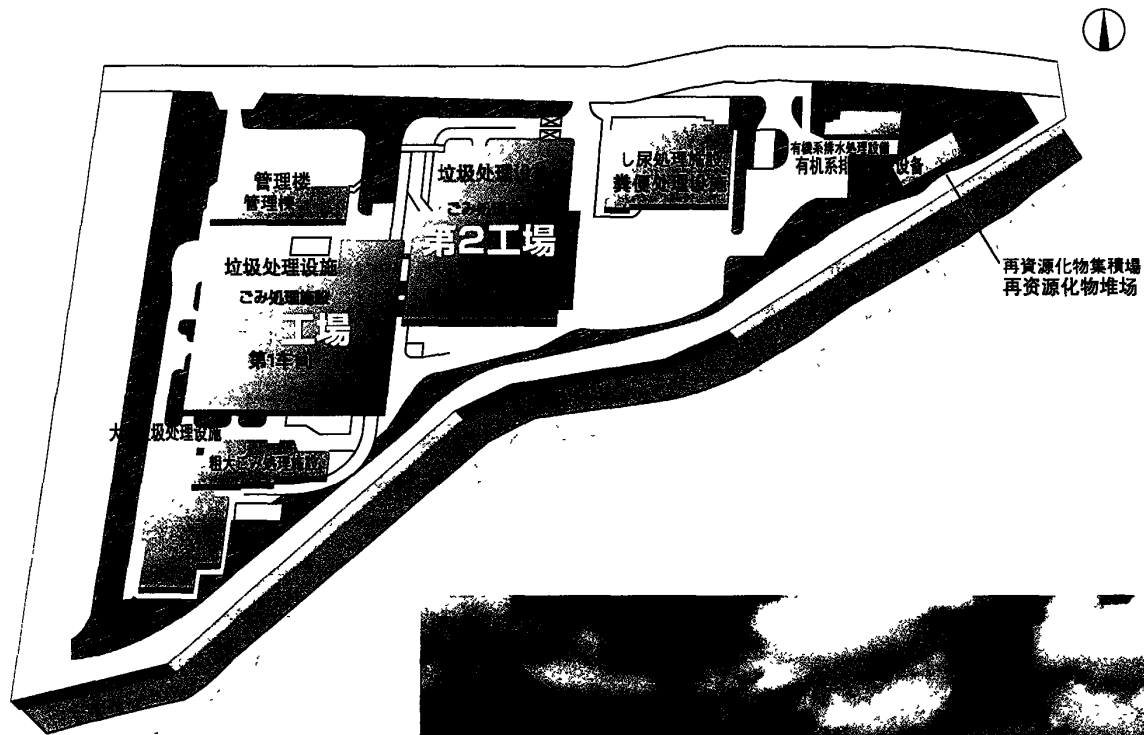
10噸垃圾加入70斤焦炭+70斤石灰石

施設概要

工場名称	茨木市環境衛生センターごみ処理施設
建設場所	茨木市東野々宮町14番1号 茨木市環境衛生センター敷地内
敷地面積	約65,000m ² (環境衛生センター全体)
処理能力	第1工場 300t/24hr (150t/24hr×2炉) (更新炉 1炉 既設炉 1炉) 第2工場 300t/24hr (150t/24hr×2炉)
処理方式	全連続高温熔融炉 (ガス化 高温熔融炉)
工期	第1工場更新 着工 平成8年9月 竣工 平成11年3月 第2工場 着工 平成5年6月 竣工 平成8年3月
工場棟	第1工場 地上5階地下1階 第2工場 地上6階地下1階
総工事費	第1工場 約107億円 (既設炉含まず) 第2工場 約213億円
施工監理	(財)大阪市環境事業協会
設計・施工	新日本製鐵株式会社

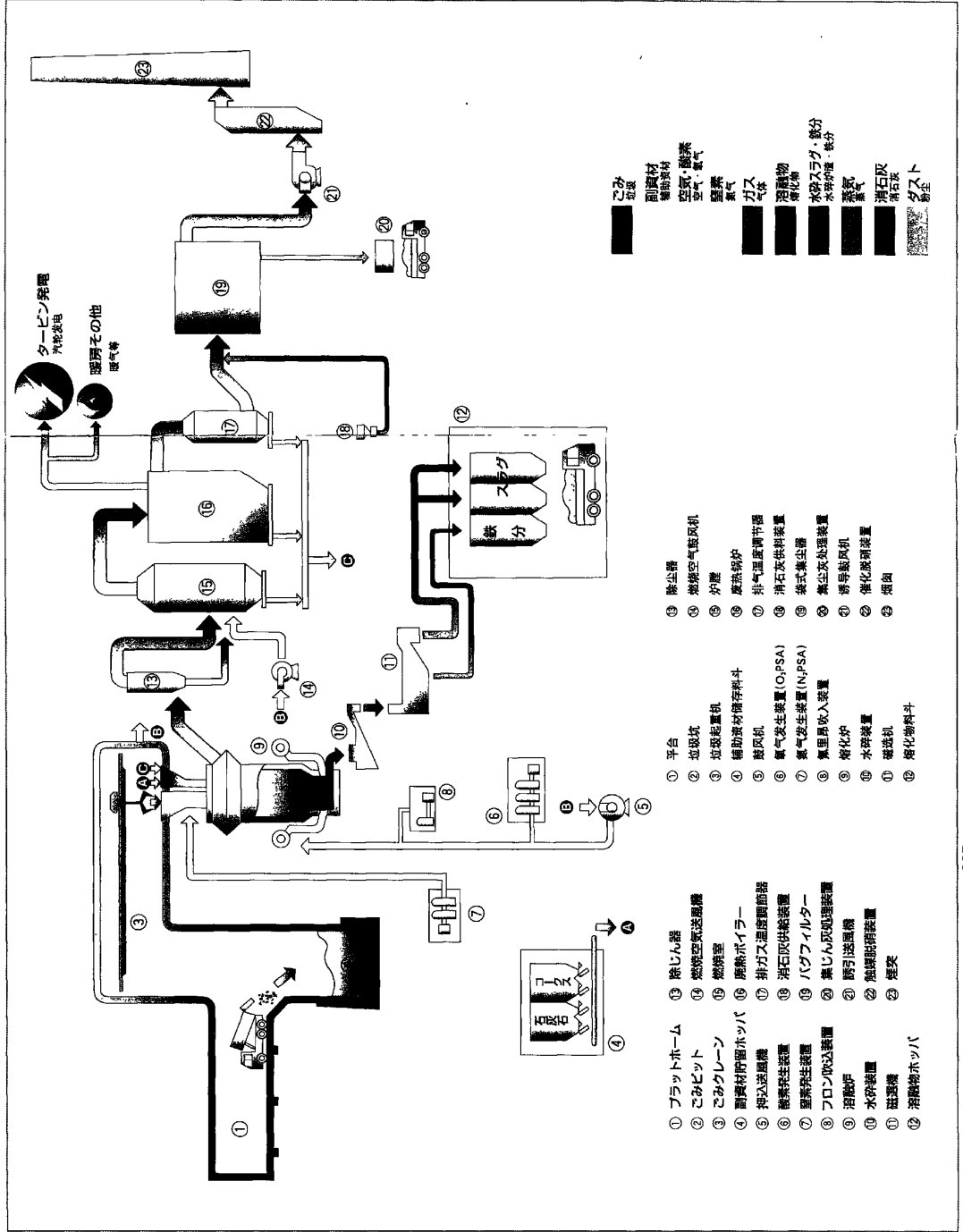
施設概要

工場名称	茨木市環境衛生中心垃圾处理设施
建设地址	茨木市东野野宮町14番1号 茨木市环境卫中心占地内
占地面积	约65,000m ² (环境卫中心整体)
处理能力	第1车间: 150t/24hr×2炉 (更新炉: 1炉 现有炉: 1炉) 第2车间: 300t/24hr (150t/24hr×2炉)
处理方式	全连续高温熔化炉 (气化·高温熔化炉)
工期	第1车间更新: 开工1996年9月 竣工1999年3月 第2车间: 开工1993年6月 竣工1996年3月
车间	第1车间: 地上5层地下1层 第2车间: 地上6层地下1层
总工程费	第1车间: 约107亿日元 (不包括现有炉) 第2车间: 约213亿日元
施工監理	(財)大阪市环境事业协会
设计・施工	新日本制铁株式会社



ごみ処理の流れ

垃圾処理流程



主要設備方式

受入供給設備	ビット・アンド・クレーン方式 〔ビット容量 第1工場 4,500m³ 第2工場 3,000m³〕
溶融炉設備	型型シャフト炉方式(ガス化・高温熔融一體型) (処理能力 第1工場 300t/24hr(150t/24hr×2台) 第2工場 300t/24h(150t/24hr×2台))
燃焼設備	旋回燃焼方式
燃焼ガス冷却設備	自然循環式蒸熱ボイラー (蒸気条件 2.5MPa 300℃)
排ガス処理設備	バグフィルター、乾式消石灰灰吹込み方式 (脱HCl、脱SOx)、触媒方式(脱NOx)
余熱利用設備	蒸気タービン発電機(定格5,000kw×2機) 及び給湯・暖房・隣接施設への電力供給、 及び電力会社への売電
通風方式	平衡通風方式
溶融物処理設備	水砕・磁選・ホップ方式

※但し、第1工場は更新した設備についてのみ

主要設備方式

接受供給設備	坑与起重方式 (坑容量 第1年用: 4,500m³ 第2年用: 3,000m³)
焼化炉設備	型型鼓風炉方式(気化・高温熔融一體型) (処理能力 第1年用: 300t/24hr(150t/24hr×2台) 第2年用: 300t/24hr(150t/24hr×2台))
燃焼設備	回転燃焼方式
燃焼ガス冷却設備	自然循環式蒸熱鍋炉 (蒸気条件: 2.5MPa, 300℃)
排ガス処理設備	棒式集塵器、干式消石灰吹込み方式 (脱HCl、脱SOx)、催化方式(脱NOx)
余熱利用設備	汽熱発電機(额定5,000kw×2台) 及び向給湯水、暖房、給電設備供給、 向電力会社へ売電
通風方式	平衡通風方式
溶融物処理設備	水砕・磁選・ホップ方式

※第1年用は更新設備

システムの特長

系統特長

【資源循環の達成】

資源ごみを除いた普通ごみ、粗大ごみを高温溶融処理し、スラグ・鉄分として再資源化しています。

● ごみのエネルギーを熱回収し、電力等の形で再利用し、余剰電力の売電も行っています。

● 高温溶融により埋立処分が必要となるのは少量の溶融残渣のみであり、最終処分量の最小化を実現、ごみ処理のコストを低減します。

実現資源的循環

除資源残渣外、将一般残渣、大件垃圾进行高温溶融处理，作为炉渣、铁分进行再资源化。就垃圾能源进行热回收，以电力等形式进行再利用，也进行剩余电力的销售。经高温溶融处理的仅仅是少量熔化石，实现最终处理量的最小化，降低垃圾处理成本。



エネルギー活用

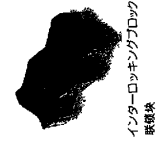
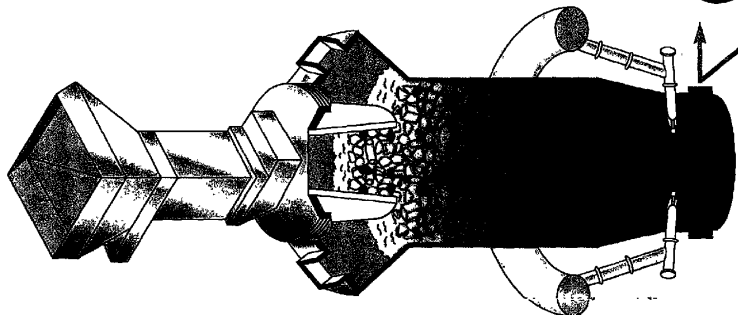
火力回収
熱回収
電力回収
熱回収

ごみ溶融システムの余熱により、施設内の給湯、暖房の他、蒸気タービン発電 [10,000kw (5,000kw×2機)] を行い、施設内電力を賅うとともに、電力会社への売電も行っています。

能源利用

利用垃圾溶融化系统的余热，进行汽轮发电 [10,000kw (5,000kw×2台)]，以满足设施内供热水、暖气等电力的需要，并向电力公司售电。

高温溶融炉 高温溶融炉

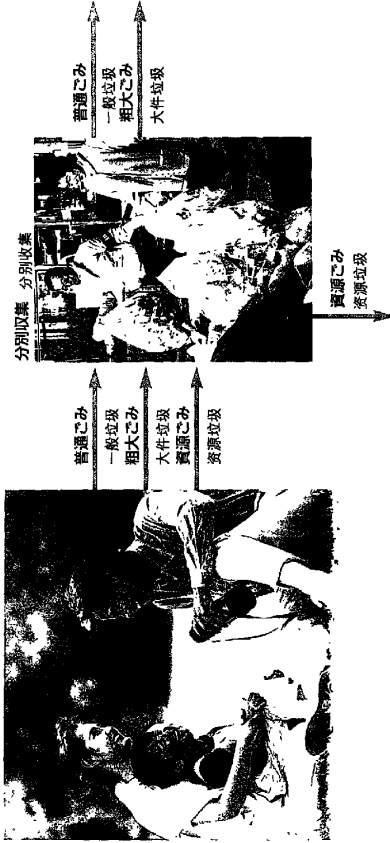
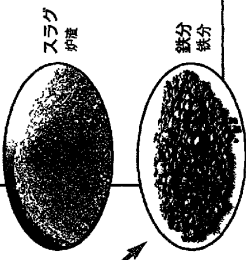
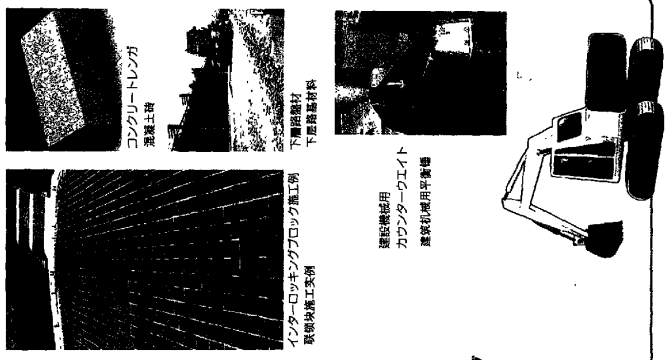


製品化

溶融炉から排出されたスラグと鉄分は、舗装用土木資材、路面化装用インターロックキングブロック、建設機械用カウンタウエイトなど再加工程メーカーを通じて、様々な用途に幅広く利用されています。

产品化

溶融炉排出の炉渣和铁分，经铺装用土木资材、路面装饰用联锁块、建筑机械用平衡锤等再加工厂家加工，可广泛用于各种用途。



資源の再生利用
びん・缶・紙などそのまま資源として再生可能な資源ごみは、分別回収され、有効活用しています。

資源的再利用
資源可原料作为资源再生利用的资源垃圾，应分类回收、有效利用。

溶融炉のしくみ

熔化炉的结构

溶融炉本体

- 熱分解(ガス化)炉と溶融炉を一体化した高効率でコンパクトな堅型シャフト炉で、ごみの水分を蒸発させる乾燥・予熱帯、可燃分をガス化する熱分解帯、不燃分を溶かす燃焼・溶融帯を一本の炉の中にもっています。
- 堅固な耐火物構成で、炉内に駆動装置の無いシンプルな構造です。

熔化炉主体

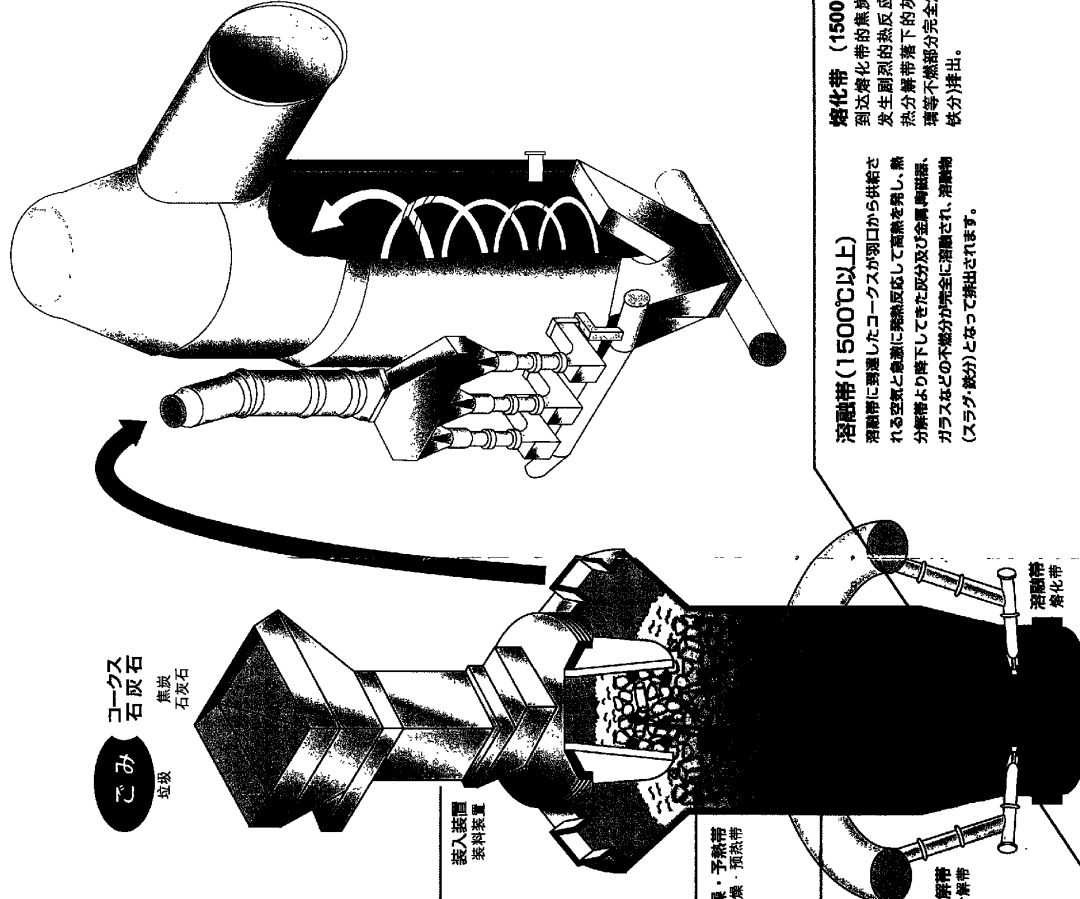
- 这是将热分解(气化)炉与熔炉一体化、高效率、紧凑型竖型鼓风炉，将蒸发垃圾水分的干燥、预热带、使可燃部分气化的热分解带、熔化的焦炭、熔化石灰石带并入一个炉中。
- 是坚固的耐火物构成，在炉内无驱动装置，结构简单。

燃烧室

- 溶融炉での熱分解により発生したガスを燃焼する燃焼室です。燃焼制御性に優れるだけでなく、混合性の高いバーナーと旋回燃焼方式の採用により、高温の状態で滞留時間を保ち、完全燃焼を達成。タイロキシン類低減に極めて有効な燃焼室となっています。
- 堅固で長寿命な耐火物構成です。

炉壁

- 这是燃烧氧化炉热分解产生气体的炉壁。不仅燃烧控制性优异，而且采用混合性高的燃烧器与回旋燃烧方式，在高温状态下保持滞留时间，以实现完全燃烧，成为对降低戴奥辛极为有效的炉壁。
- 以坚固、长期耐用的耐火材料构成。



ごみ
石灰石
焦炭
コークス
石灰石

装入装置

原料重量

ごみの装入
資源ごみを分別した後の普通ごみ、粗大ごみを投入します。
(粗大ごみは許容サイズまで予備破砕します)
ごみを溶かす添加物であるコークスと、成分を調整する石灰石を投入します。

粒状装入
与資源垃圾分类后，将一般垃圾和大件垃圾投入。
(大件垃圾应预先粉碎至容许的尺寸之内)
装入熔化石灰石的添加剂—焦炭和调整成分的石灰石。

乾燥・予熱帯 (約300℃)
ごみを乾燥させます。
乾燥・予熱帯 (約300℃)
使垃圾干燥。

熱分解(ガス化)帯 (約300℃~1000℃)
乾燥されたごみは次第に降下し、酸素の無い状態で爐内にさらされ、有機物は熱分解で一酸化炭素、水素、メタン等を主な可燃ガスとなって燃焼室に送られます。ガス化された残りの灰分及び金属、陶磁器、ガラスなどの無機物が、次の溶融帯に降下します。

熱分解(気化)帯 (約300℃~1000℃)
干燥的垃圾依次落下，在无氧状态以高温燃烧，有机物热分解成为包含一氧化碳、氢、甲烷等的可燃气体，被送到炉膛中。气化渣下的灰分及金属、陶瓷、玻璃等无机物即落至下面的熔化石灰石带。

溶融帯 (1500℃以上)

溶融帯に到達したコークスが炉口から供給される空気で激しく加熱されて高温を発生し、熱分解帯より降下してきた灰分及び金属、陶磁器、ガラスなどの不燃分が完全に溶融され、溶融物(スラグ、鉄分)となって排出されます。

熔化石灰石帯 (1500℃以上)

到达熔化石灰石带的焦炭与从炉口供给的空气发生剧烈的热反应，发生高温高热，使从热分解带落下的灰分以及金属、陶瓷、玻璃等不燃部分完全熔化石灰石带。

主要设备

〈主要設備〉

受入

接收

溶融

熔化

再生

再生

熱利用

热利用

環境

环境

●排ガス対策
排气对策

環境

环境

●排水対策
排水对策

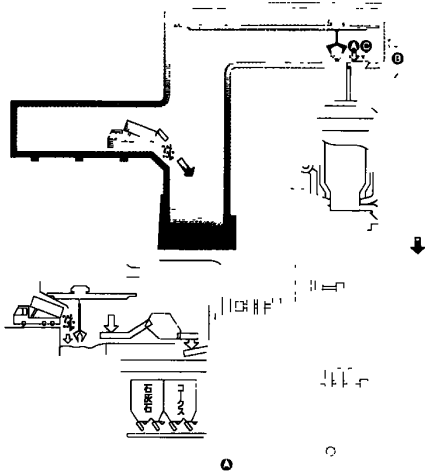
コンピューター管理

电脑管理

~ 230 ~

受入

接收



トラックスケール(計量機)

収集されてきたごみを入所時に自動的に計量、記録し、集計管理します。

卡车秤(计量机)

入门时就收集的垃圾进行自动计量、记录、合计管理。



プラットフォーム

計量されたごみをごみビットに投入します。

平台

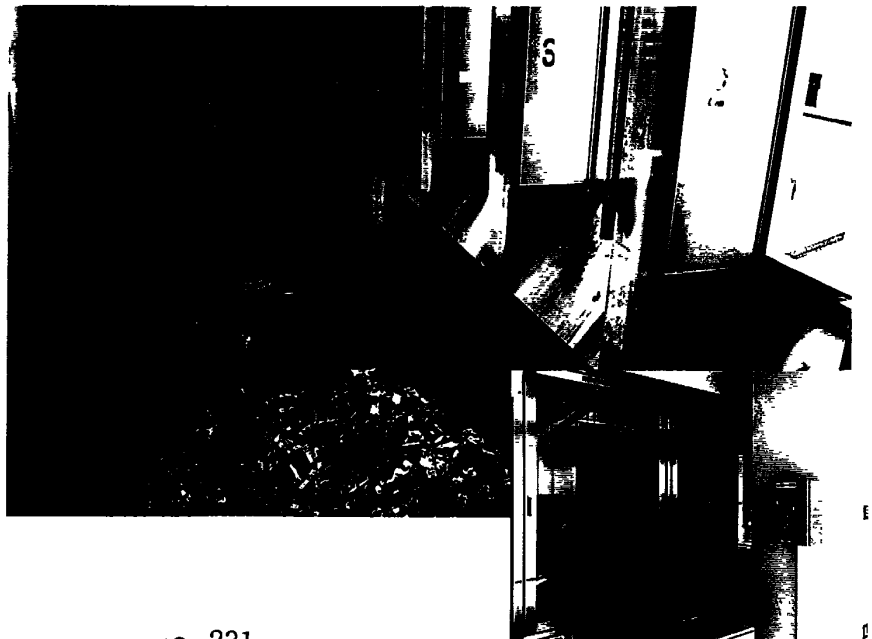
将计量的垃圾投入垃圾坑。

ごみビット・クレーン

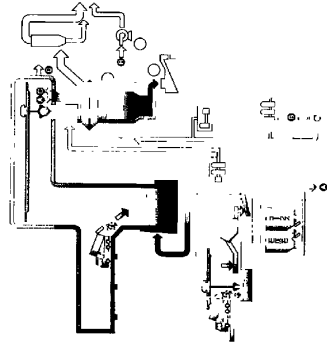
ごみはいったん貯留され、ごみクレーンにより、攪拌処理などをした後、投入ホッパ(炉内)に投入します。

垃圾坑・起重机

垃圾被储存，利用起重机等进行搅拌处理等后，投入料斗(炉内)。



ごみクレーン運転室 垃圾起重机运转室

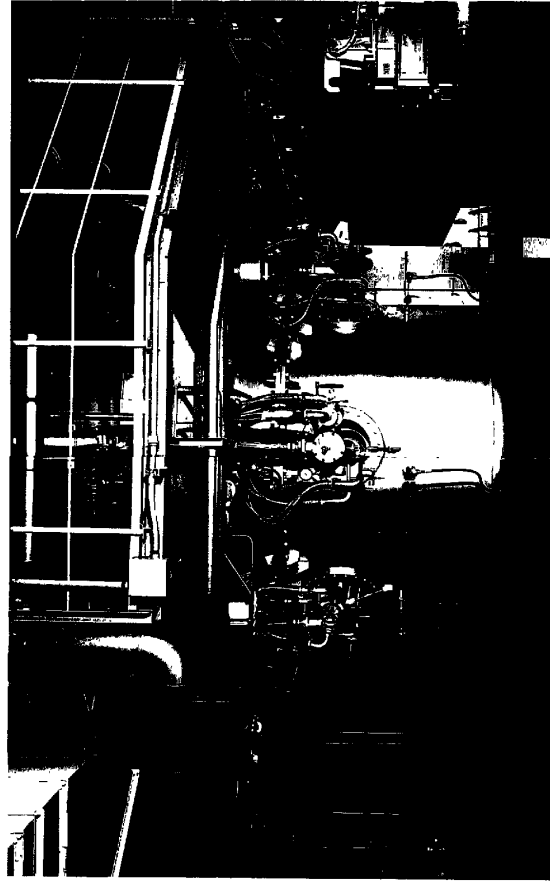


ごみの投入
ごみピットからごみは自動運搬にて溶融炉に投入します。
垃圾投入
以自动运转从垃圾料斗将垃圾投入熔化工厂。

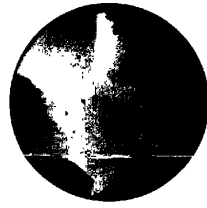
~ 232 ~



副資材(コークス、石灰石)貯留ホッパー
ごみを溶かす添加物であるコークスと、成分を調整する石灰石を貯留します。
補助資材(焦炭、石灰石)貯留料斗
燃焼溶化処理的添加物—焦炭和調整成分的石灰石。

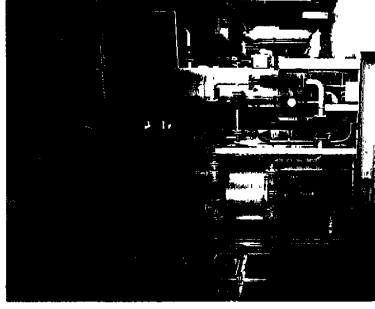


溶融炉
炉内に投入されたごみのうち、溶融炉内にて水分分解し、発生したガスは燃焼室へ、不燃分は炉壁部で溶融物となって出流口より定期的に出渡します。
熔化炉
投入炉内の状態中、在溶化炉壁部成为溶化物、从出流口定期出渡。

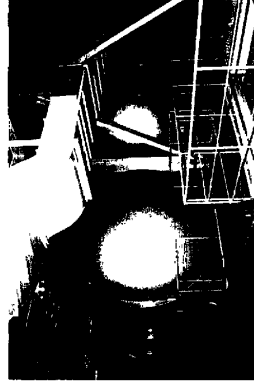


溶融状況
熔化状況

出 流 出 渡



溶融発生装置
ごみを溶融炉へ投入する際にごみ中の活性ガスと塵埃する不活性ガス(塵埃)を作ります。
臭発生装置
将垃圾投入熔化工厂时, 制作与垃圾中的活性气体置换的非活性气体(臭)。



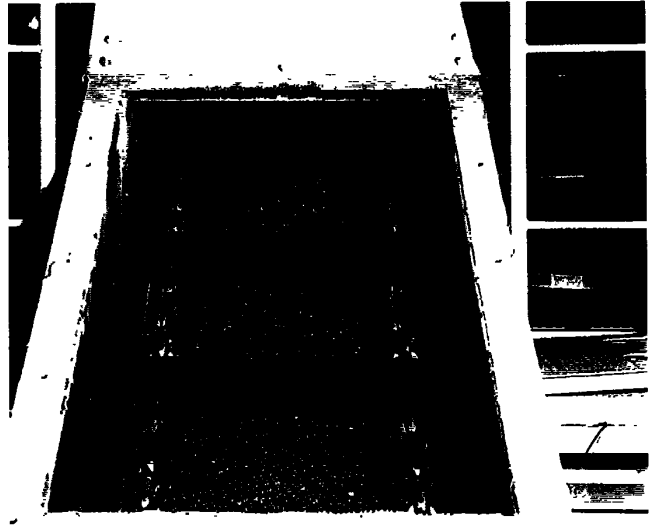
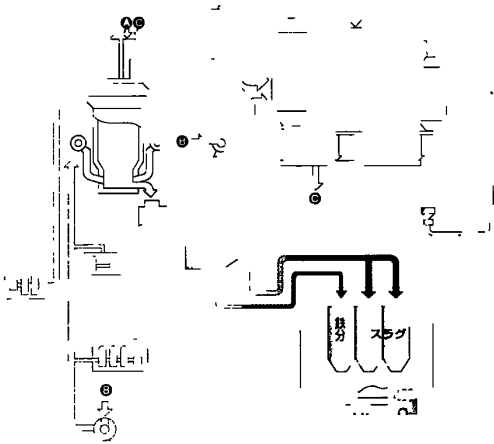
溶融発生装置
溶融炉へ返る塵埃をここで作ります。
臭発生装置
在这里制作向熔化工厂输送的臭气。



炉前操作室
出流作業は炉前操作室から、遠隔運転します。
炉前操作室
在炉前操作室遥控出流作业。

再生

再生



水砕かき上げコンベヤ

出滓口から出た溶融物は、水で急冷しコンベヤにて搬送します。

水砕上升输送机

从出滓口送出的熔化物质，经水急速冷却，以输送机输送。



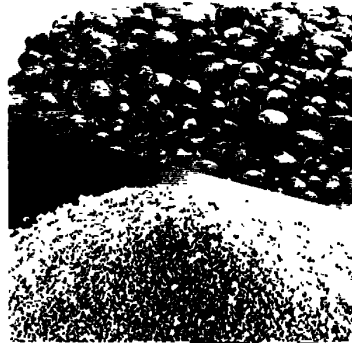
磁選機

溶融物はここでスラグと鉄分に選別され、それぞれのホッパに貯留します。

磁选机

在这里将熔化物进行炉渣和铁分的选别，储存在各自的料斗中。

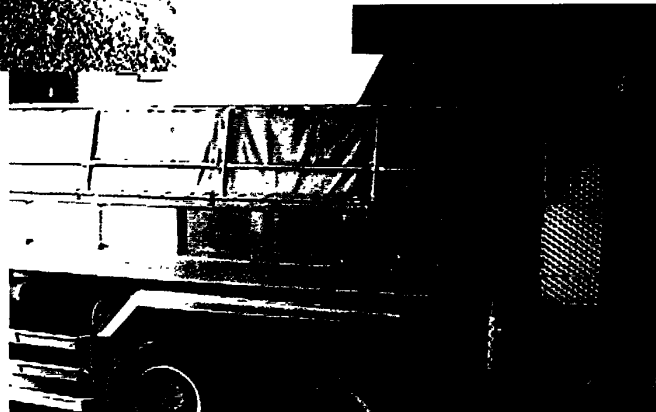
鉄分 铁分



スラグ 炉渣

炉渣运出

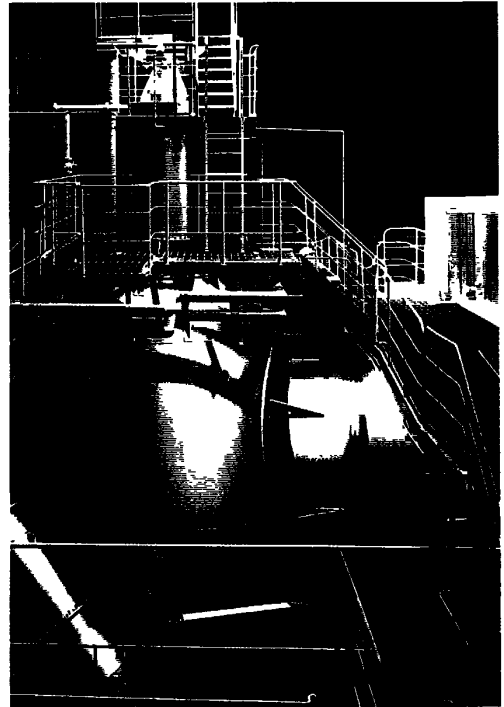
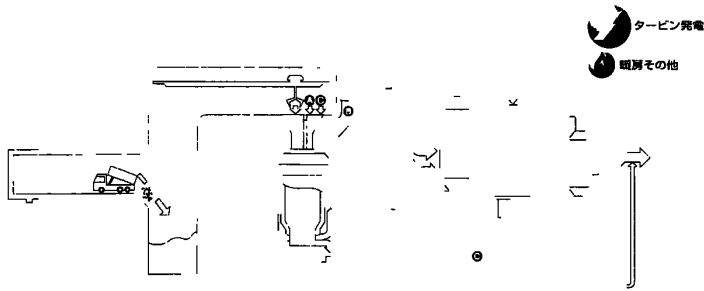
スラグの搬出



~ 233 ~

熱利用

热利用

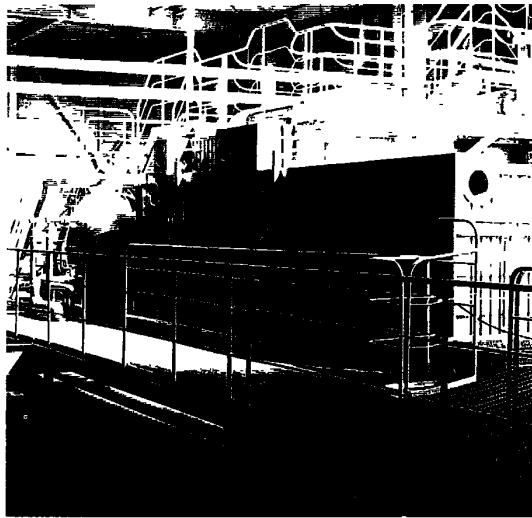


燃烧室

熔融炉での熱分解により発生したガスを燃焼室で完全燃焼し、廃熱ボイラーに送ります。

炉膛

熔化炉熱分解产生的气体在炉膛完全燃烧，送至废热锅炉。



廃熱ボイラー

燃焼室から送られた排ガスを利用して蒸気を作り、施設内の発電や、温水などに利用します。

废热锅炉

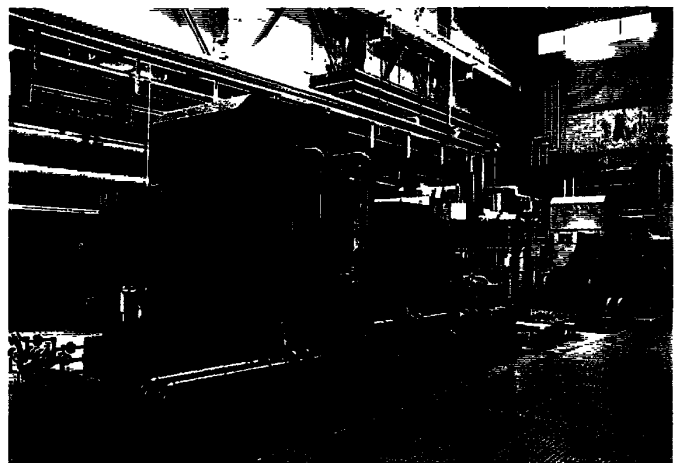
利用从炉膛而来的排气制作蒸气，用于设施内发电和热水等。

蒸気タービン発電機

第1工場、第2工場の廃熱ボイラーでつくられた蒸気を利用して発電[10,000kw(5,000kw×2基)]し、施設内の電力を賄い、電力会社への売電も行っています

汽轮发电机

利用第1车间、第2车间的废热锅炉生产的蒸气进行发电[10,000kw(5,000kw×2台)]，供设施内用电，并向电力公司售电。



環境

环境

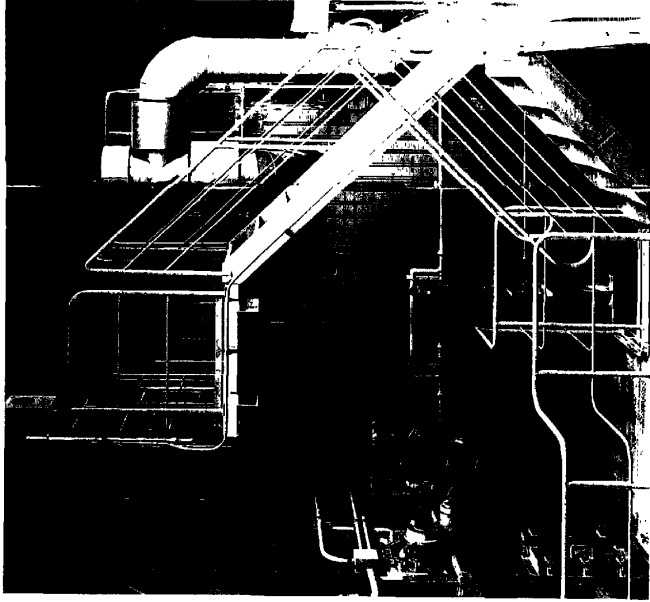
● 排ガス処理 排气处理



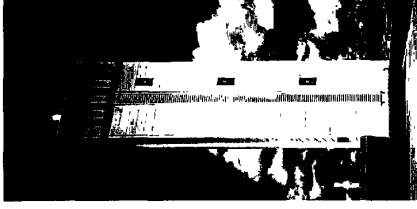
排ガス温度調節器
燃焼ボイラーを通過してき
た排ガスを冷やし、ダイオ
キシンの再生成を抑制し
ます。

排気温度調節器
冷却以降熱効率的排気急
速冷却、抑別重金屬の再
生成。

バッグフィルター
排ガス中のばいじん
を捕集し、重金屬類
も取り除きます。
袋式集塵器
捕集排気中の微塵、
也去除重金屬部分。



煙突 煙筒



触媒脱硝装置

排ガス中に残った窒素酸化物や
ダイオキシン類を分解し、排出
量を十分に満たした状態でし
て、煙突より大気中に排出します。

催化脱硝装置

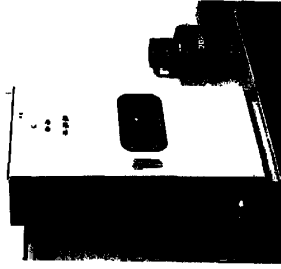
排ガス中の窒素酸化物を脱硝
分解し、使之成分が符合環境
標準の性状、水質を排出。

フロン吸入装置

回収したフロンを蒸餾炉内
で分解させるために吹込む
装置です。

集塵器吸入装置

これは、集塵器の重量計を
排ガス中分解的吸入装置。

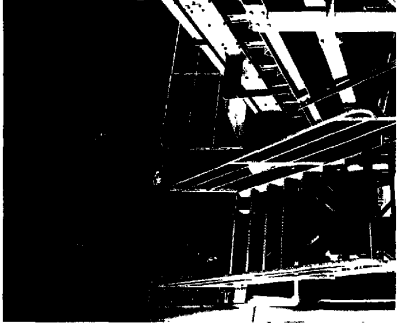
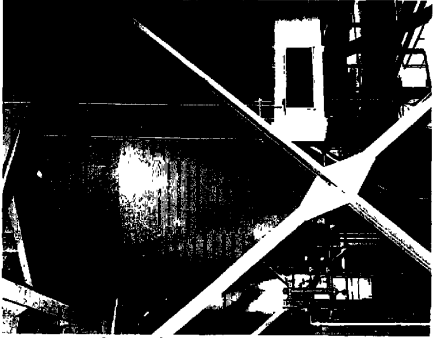


消石灰供給装置

排ガス中の酸性物質を低減す
るため消石灰を供給します。

消石灰供給装置

消石灰供給装置
酸性物質中の酸性物質、
供給消石灰。



集じん処理装置

バッグフィルターで捕集されたば
いじんをセメント型にし、重金屬
類などの有害成分を回収し、必
ず、埋め立て処分します。

集じん処理装置

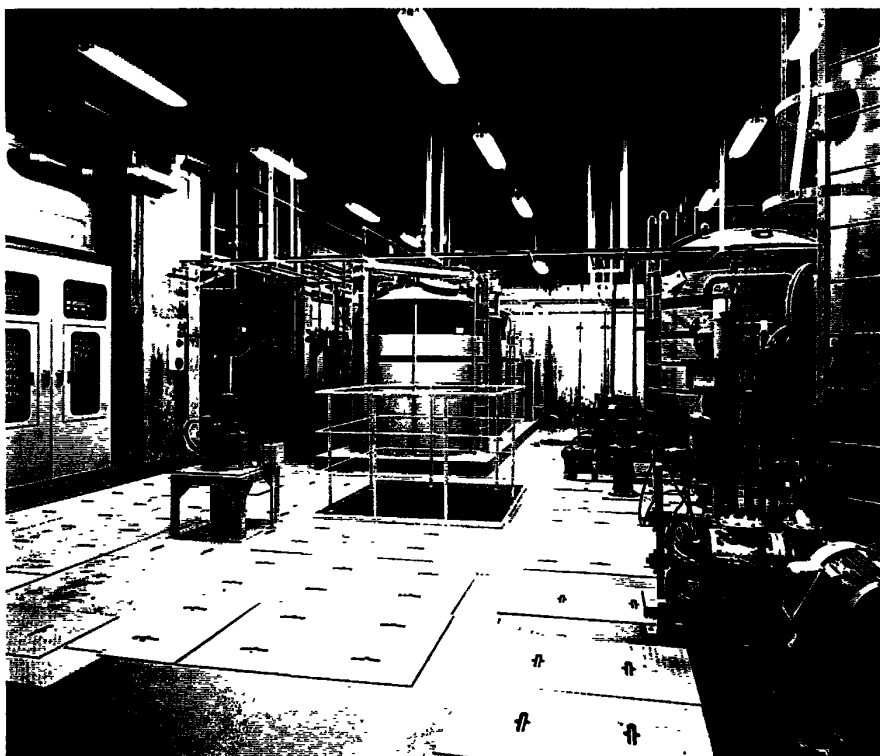
将袋式集塵器捕集の微塵を固
水泥、袋重金屬類を無害成分
封じ込め、進行環境処理。

~ 235 ~

環境

環境

●排水処理 排水処理



無機排水処理設備

工場内で使用された水は有害成分を取り除いてから、放流します。

无机排水处理设备

将工厂内用水的有害成分去除后，放回到河流中。

有機排水処理設備

ごみ収集車の洗車に使われた水の有害成分を取り除いてから放流する設備です。

有机排水处理设备

将垃圾收集车洗车用水的有害成分去除后，放回到河流中。



コンピューター管理

电脑管理

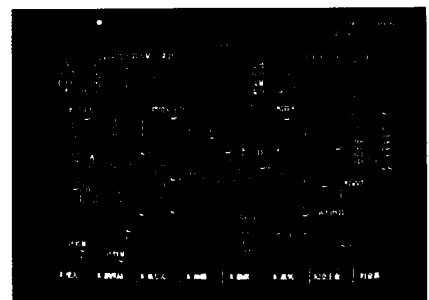


中央制御室

当施設の頭脳ともいうべき箇所で、各設備のデータ、情報を集約、コンピューター管理しており、CRT及びモニターで常時監視します

中央控制室

这是设施的指挥部，集中了各设备的数据、信息，由电脑管理，利用CRT及监视器随时进行监视。



CRT(CATHODE RAY TUBE DISPLAY)
コンピューター制御の画面を映し出します。
CRT(Cathode Ray Tube Display)
反映出电脑控制的画面。

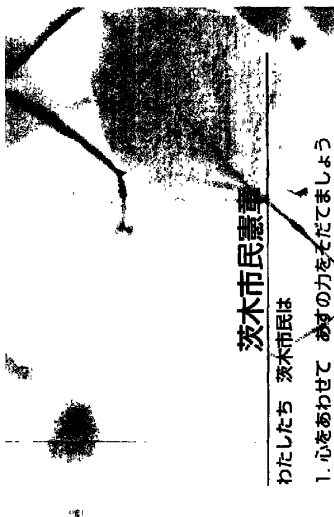
やさしさ・活力・創造

ごみは生まれ変わる地球の財産として、市民の豊かな環境づくりのために役立っています。環境衛生センターではごみを減量化し、今後も再活用を推進します。限りある資源を有効に利用するための分別収集に、ご協力ください。

ごみ減量大作戦

分別収集でごみは資源にもどしましょう。

分類	普通ごみ (約50cm未満の小さなごみ)	粗大ごみ (約50cm以上の大きなごみ)	資源ごみ (ペットボトル・食用の缶類とビン類)
置場	普通ごみ置場	粗大ごみ置場	粗大ごみ置場
収集	毎週2回	毎月2回	毎月2回
収集するしき	<p>台所ごみ</p> <p>草</p> <p>草類</p> <p>ペットボトル類</p> <p>皮革類・陶器類</p> <p>スプレー・刃物</p> <p>生動物類</p> <p>洗濯</p> <p>スプレー</p> <p>大型の家具類</p> <p>食具以外のビン</p> <p>大型の家電用品</p> <p>PETの印のあるもの</p> <p>飲料用 (炭酸飲料、クーロン系、ミネラルウォーター、果汁飲料、日本酒等)</p> <p>白紙類、雑誌、クッキー缶(紙製)</p> <p>ペットボトル (PETの印のあるもの)</p> <p>飲料用 (炭酸飲料、クーロン系、ミネラルウォーター、果汁飲料、日本酒等)</p> <p>白紙類、雑誌、クッキー缶(紙製)</p>	<p>ガラス</p> <p>自転車</p> <p>大型の家電用品</p> <p>食具以外のビン</p> <p>粗大の家具類</p> <p>PETの印のあるもの</p> <p>飲料用 (炭酸飲料、クーロン系、ミネラルウォーター、果汁飲料、日本酒等)</p> <p>白紙類、雑誌、クッキー缶(紙製)</p> <p>ペットボトル (PETの印のあるもの)</p>	<p>ペットボトル類</p> <p>飲料用 (炭酸飲料、クーロン系、ミネラルウォーター、果汁飲料、日本酒等)</p> <p>白紙類、雑誌、クッキー缶(紙製)</p> <p>ペットボトル (PETの印のあるもの)</p>
出し方の注意	<p>水をよく切って</p> <p>紙に包んで</p> <p>火気のないところで穴をあける</p> <p>水をかける</p> <p>※危険を伴うごみの出し方は特に厳守してください。袋に入れる。</p>	<p>臭いものは1mぐらいに切って</p> <p>紙に包んで</p> <p>※薬品等を買い替えたときは、販売店に引き取ってもらってください。</p> <p>※使えるものはごみに出すにむずかしく、人に譲るなど粗大ごみの減量化・再利用率にご協力ください。</p>	<p>※袋は指定しません。もう一度のつづきの袋にまとめておいてください。</p> <p>※ダンボール類には入れてはダメです。ダンボール類は18号(一方)には出されるが、資源ごみなどの販売店に引き取ってもらってください。(再利活用はできません)</p> <p>※蛍光灯、ガラス、陶器類は出さないでください。</p> <p>※缶・ビン、ペットボトルは空にして出してください。</p> <p>※キャップ等は、はずして出してください。</p>



茨木市民憲章

わたしたち 茨木市民は

- 心をあわせて お互いの力をそだてましょう
- 仕事にはげんで 明るい未来をきずきましょう
- 環境をととのえて しいまをきつくりましょう
- さまりをまもって 良い風をひらきましょう
- 教育をかめて みんなの力をそだてましょう

茨木市歌

- 自然の恵み 人の和に
ゴルフの丘も みどりこく
今盛り上る 新興の
明るい都 茨木市
- 平和羽博く 三島路の
学びの窓に 園は映えて
希望湧き立つ 新興の
文化の都 茨木市
- 天与の幸に 京阪を
結ぶ往來の脈いに
産業栄える 新興の
理想の都 茨木市

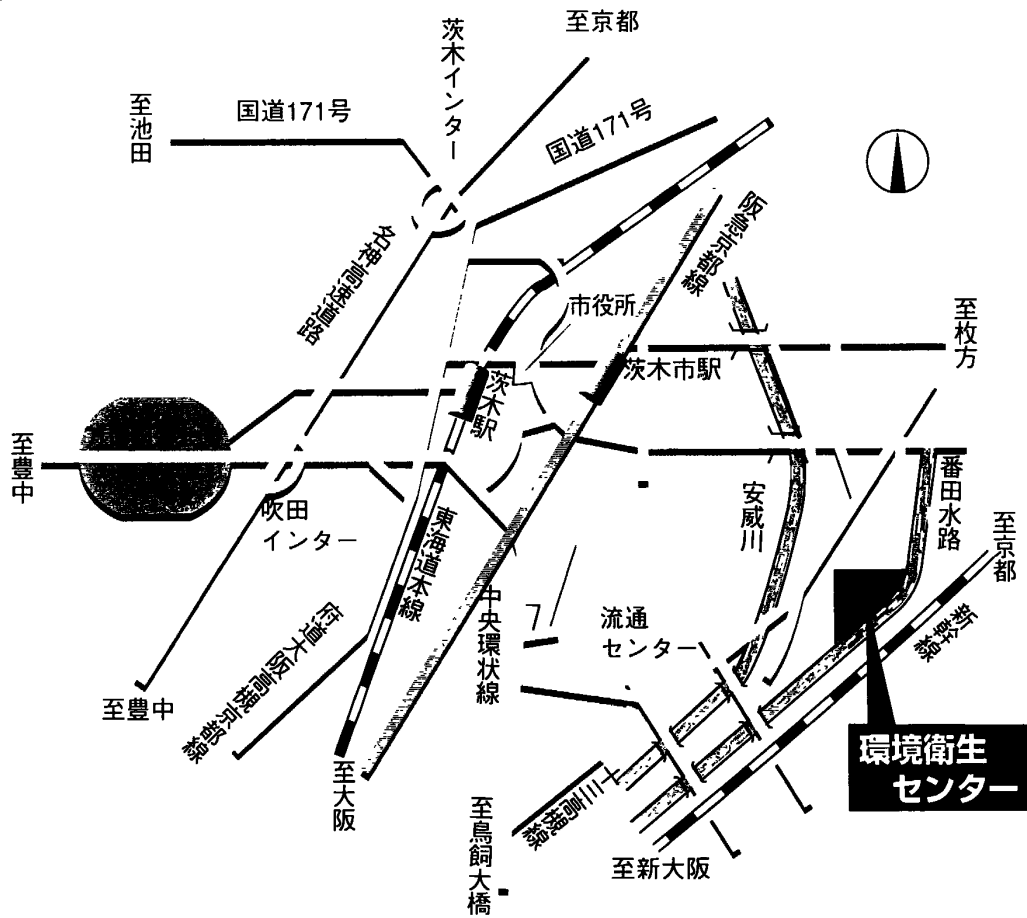
市の木「カシ」



市の花「バラ」



位置図



茨木市環境衛生センター

〒567-0838 大阪府 茨木市 東野々宮町14 番1号 TEL 0726-34-1627

Ibaraki City Environment and Hygiene Center

14-1 Higashi-nonomiya-cho, Ibaraki-shi, Osaka 567-0838 Phone: 0726-34-1627

施工監理 (財) 大阪市環境事業協会

〒545-0051 大阪市阿倍野区旭町1丁目2番1号7-1100 (あべのメディックス11F) TEL 06-6634-6500 FAX 06-6634-6104

Work supervision

Institute for Environmental Management, Osaka-City

1-2-7 Asahi-machi, Abeno-ku, Osaka-shi 7-1100 (Abeno Medix 11F) Phone 06-6634-6500 FAX 06-6634-6104

設計・施工 新日本製鐵株式会社

環境・水道事業部 〒100-8071 東京都千代田区大手町2-6-3 新日鐵ビル TEL 03-3275-6147 FAX 03-3275-5983

Design/Construction

Nippon Steel Corporation

Environmental Plant & Waterworks Division Environmental Plant DIV.- II

Shin-Nittetsu Bldg. 2-6-3 Ôte-machi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Phone.03-3275-6147 FAX 03-3275-5983

~ 239 ~

時間：2001年（平成13年）10月25日下午14時00分

參觀地點：京都市東北部 CLEAN CENTER 飛灰熔融爐

參觀課題：飛灰熔融設施

壹、設施概要

1. 廠址：京都市左京區靜市市原町1339番地

2. 面積：約27ha

3. 施工：平成8年度

完工：平成12年度（西元2000年）

4. 設施規模：700t/日（350t/24hr × 2爐）

5. 焚化爐床型式：全連續燃燒式焚化爐（機械爐床）

燃燒氣冷卻設備：自然循環式廢熱鍋爐

排氣處理設備：袋式集塵器、活性炭吸附裝置

發電能力：15,000KW（最大）

破碎設施：破碎能力每日80噸（40t/6hr × 2套）

6. 飛灰熔融設備：24t/24hr × 1套

7. 熔融方式：電漿熔融方式

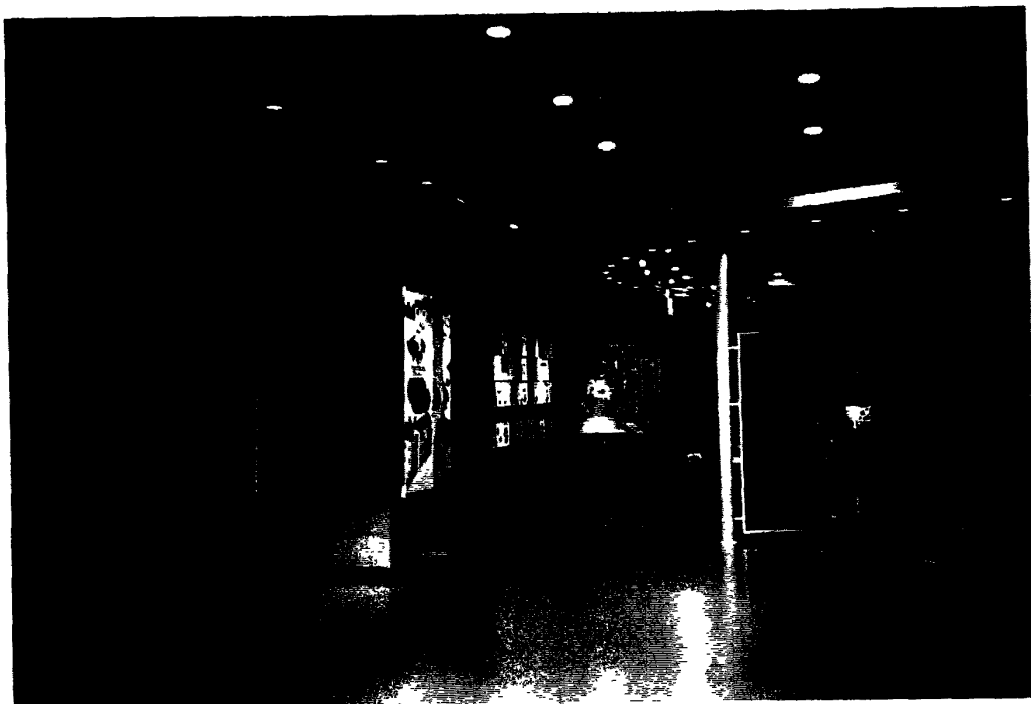
貳、工廠設施參觀

請參照附件照片。

參、討論

1. 本場熔融爐設計處理能力為每天 24 噸飛灰；惟為考量安全問題，實際上僅處理了約 12 噸。
2. 操作之鹽基度控制在 1 左右，故須加入相當於投入飛灰量的 20~25% 的玻璃下去進行熔融。
3. 據了解，本場為日本全國唯一一座僅處理飛灰的熔融爐。當初立意係屬實驗性質，迄今證明實為一既耗能源，且操作維護極為困難的方式；廠長亦表示該廠應可作為一「錯誤的示範」，因為僅處理飛灰，理論上可行，實際操作實為困難且不符能源效益。
4. 另熔融處理飛灰後，又會產生所謂的「熔融飛灰」，其重量約為投入飛灰的 30% 甚至更多。目前該廠對於熔融飛灰之處理，係採加教合劑固化方式處理。
5. 該廠廠長亦表示，目前京都區內六處焚化設施中，有五座尚未設有灰處理設備，故目前已在規劃興建一飛灰灰渣區域處理場，將京都區內之灰集中處理。

2001年10月25日京都市東北部環境衛生工場



京都市東北部環境衛生工場展覽室（一）

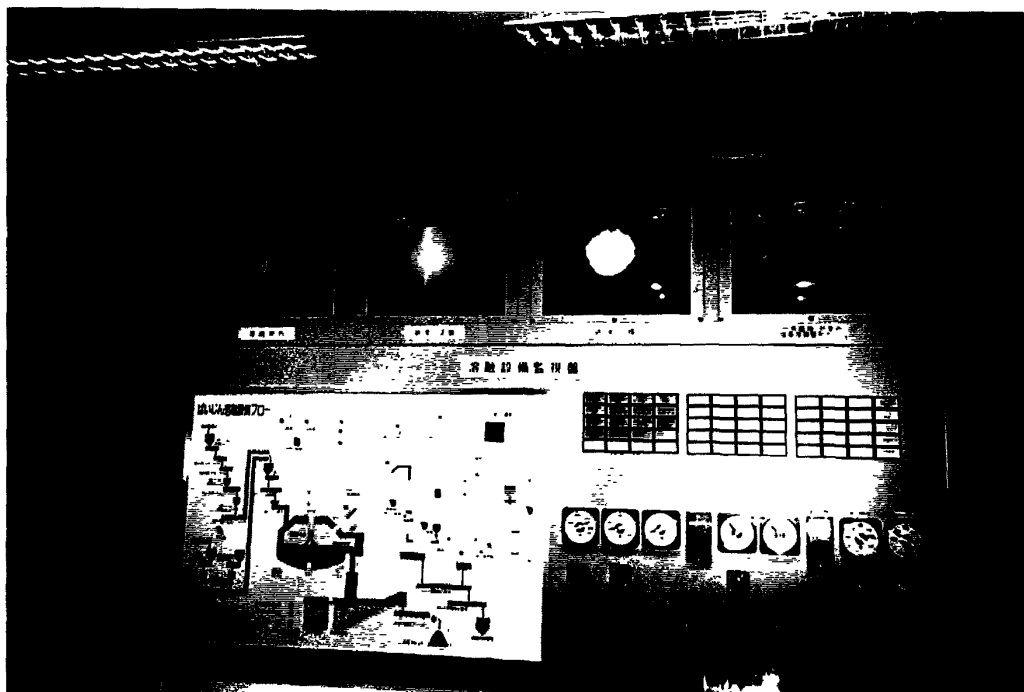


京都市東北部環境衛生工場展覽室（二）

2001年10月25日京都市東北部環境衛生工場

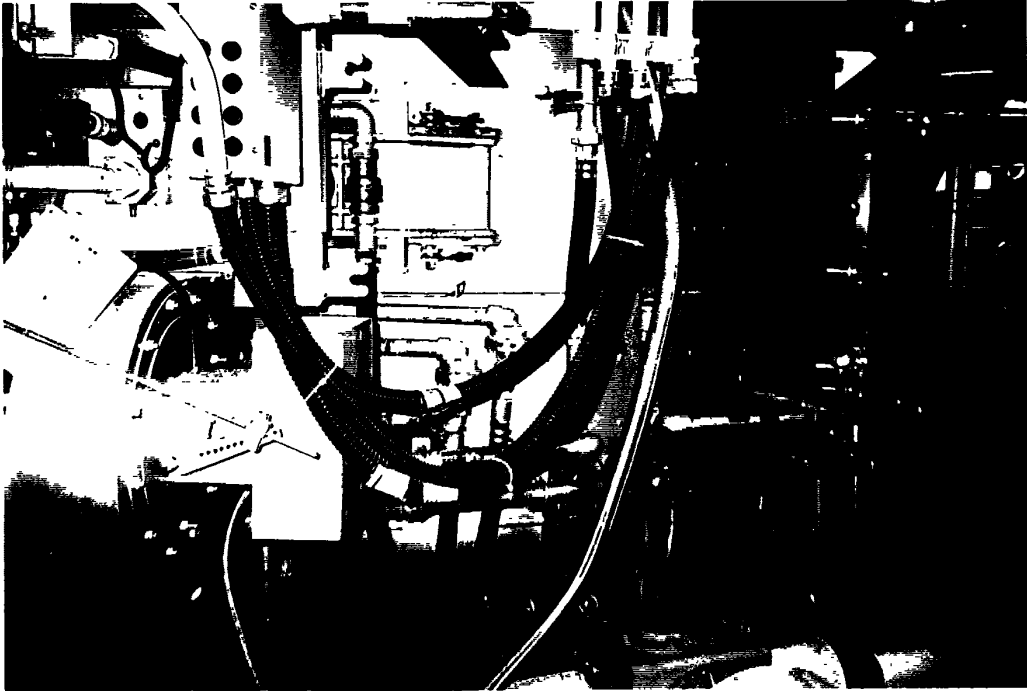


京都市東北部環境衛生工場熔融爐監視盤

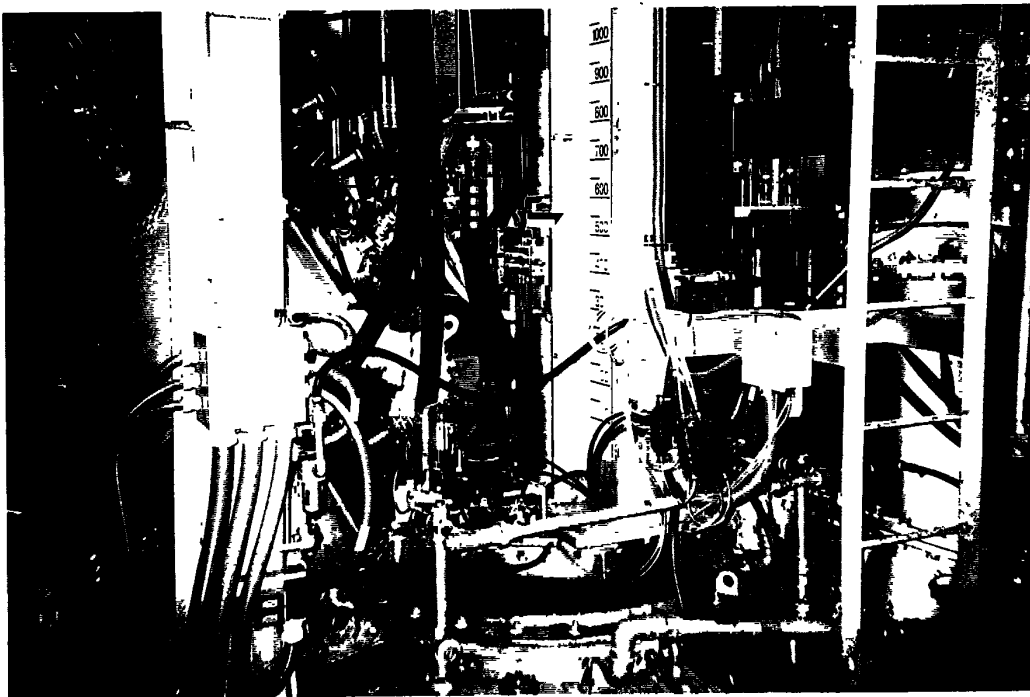


京都市東北部環境衛生工場熔融爐監視器

2001年10月25日京都市東北部環境衛生工場



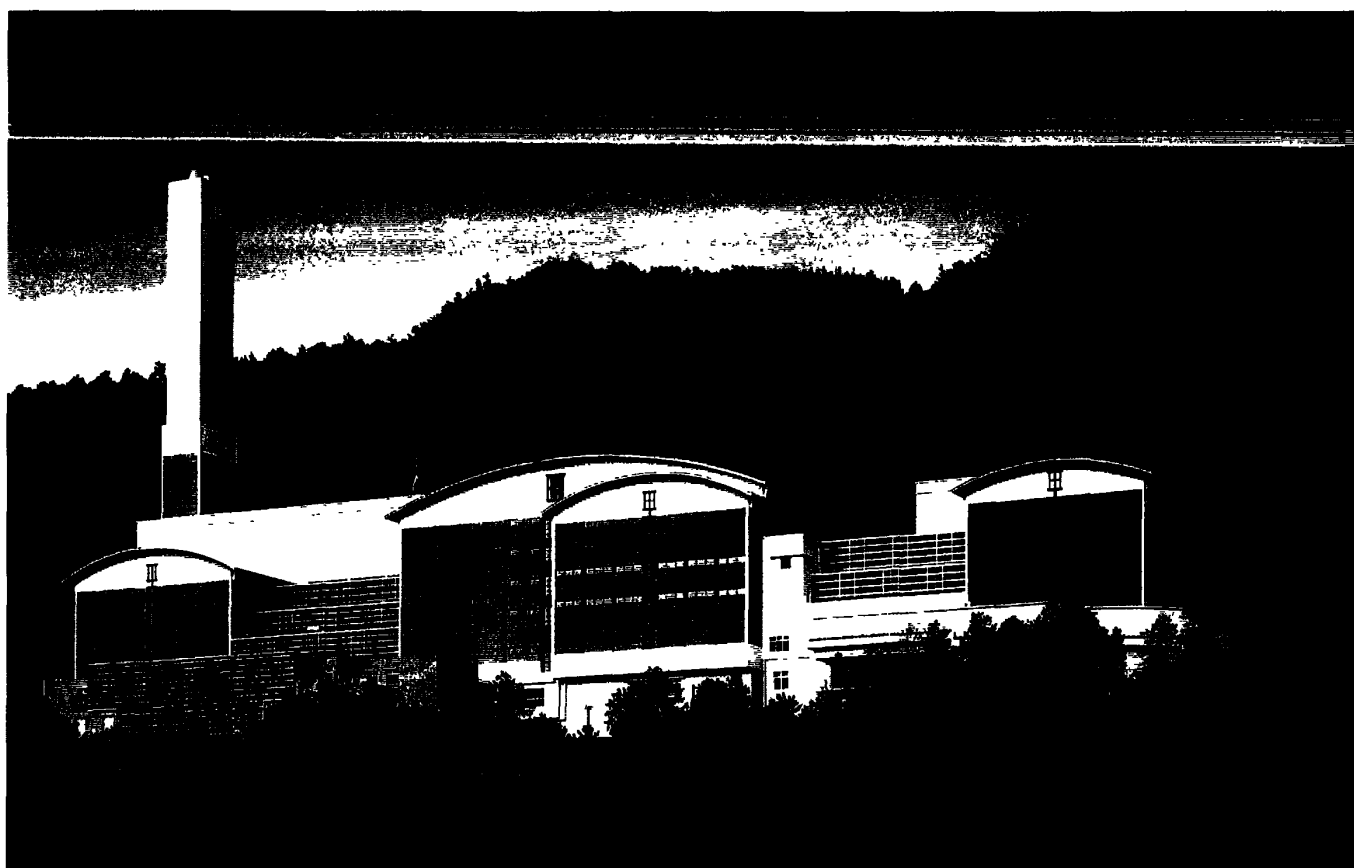
京都市東北部環境衛生工場高温溶融爐本體（一）



京都市東北部環境衛生工場高温溶融爐本體（二）

京都市
東北部クリーンセンター

Tohokubu Clean Center
City of Kyoto



京都市環境局
Environmental Bureau
City of Kyoto

東北部クリーンセンター 施設概要

Outline of Tohokubu Clean Center

全国一クリーンな施設

公害防止については、全国一厳しい排ガス自主基準を定め、これを達成するために、バグフィルタ、触媒脱硝塔、活性炭吸着塔などの最新の排ガス処理設備を採用しています。

また、ばいじん中のダイオキシン類を分解するため、ばいじん熔融設備を設置し、徹底したダイオキシン類削減対策を行うなど、環境にやさしいクリーンなごみ焼却処理を行っています。

ごみのエネルギー変換

高温高圧蒸気(温度400℃、圧力3.92MPa)を用いた発電により場内の電力を賄うとともに熱源としての温水の利用も予定しており、サーマルリサイクルを行うことによって地球温暖化ガス(二酸化炭素)の削減にも寄与しています。

周辺の自然環境との調和

敷地の約80%を保全緑地として残しています。また建物やその周辺にも緑を施すなど、自然環境との共生をめざした施設としています。

Being the cleanest and most advanced plant in Japan

The Tohokubu Clean Center is equipped with the most advanced flue gas treatment systems, such as bag filter, selective catalytic reactor, activated carbon reactor, etc. The designing standards for each equipment are most stringent for pollutant emission in Japan. And also, the Clean Center has a fly ash melting system in order to decompose dioxins in the collected fly ash. The Clean Center has complete measures against dioxin emission, and always aims at environment-friendly and clean waste treatment.

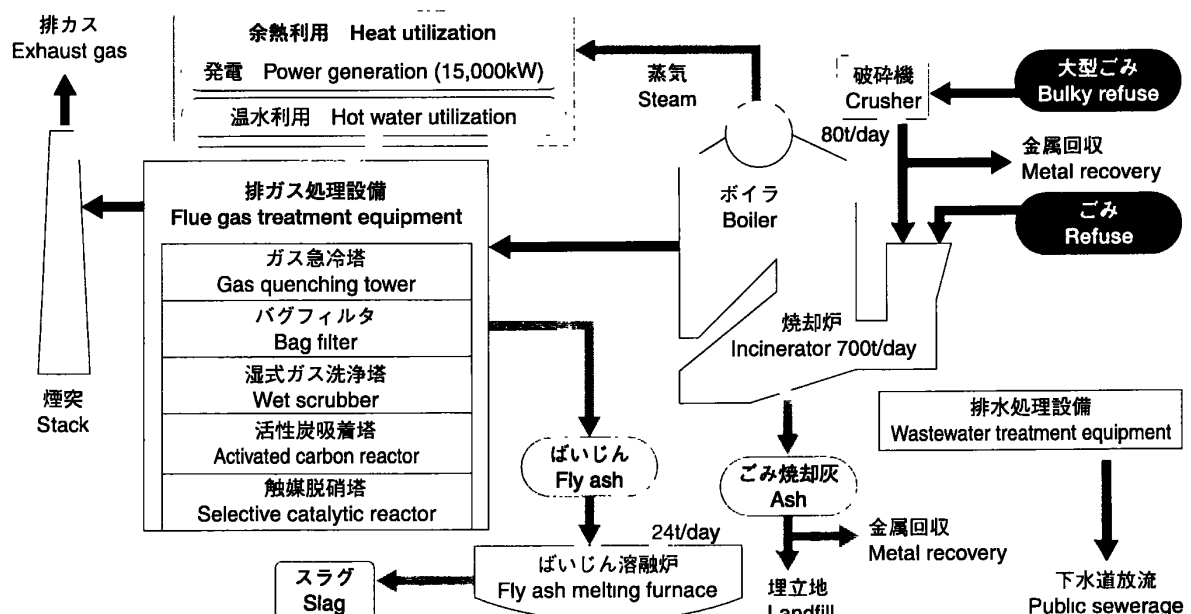
Changing refuse into energy

The incineration plant generates a great amount of steam with high temperature and pressure(400℃, 3.92MPa). The steam can produce electric power that covers the gross electric power consumption in the Clean Center, and also can produce hot water available outside the Clean Center. Thus, the Clean Center contributes to reduction of greenhouse gas, carbon dioxide, through the thermal recycle system.

Harmonizing with surrounding environment

The Clean Center has a total area of 27 ha. About 80 % of the area is kept green as it was. The site prepared for the Clean Center has various trees planted harmonizing with surrounding flora. The Clean Center aims at co-existence with surrounding environment.

ごみ処理工程図 Refuse Incineration Process



所在地 京都市左京区静海市原町1339番地
 施設規模 敷地面積 総面積 約27ha
 建設面積 工場棟 約11,890m² 管理棟 約1,150m²
 延床面積 工場棟 約44,940m² 管理棟 約3,060m²
 建物構造 鉄筋・鉄骨コンクリート造
 (高さ/建物 約40m・煙突100m)
 工期 平成8年度～平成12年度

Location : 1339, Shizuichi-ichiharacho, Sakyo-ku, Kyoto City
 Plant scale : Total premises area - approx. 27ha
 Buildings : plant building - approx. 11,890m²,
 office building - approx. 1,150m²
 Total floor space : plant building - approx. 44,940m²,
 office building - approx. 3,060m²
 Building construction - Steel reinforced concrete
 (Height : Building - approx. 40m, stack - 100m)

Construction : 1996 - 2000

■ 焼却施設

焼却能力 700t/日 (350t/24hr×2基)
 炉形式 全連続燃焼式焼却炉 (ストーカ式)
 排ガス冷却方式 廃熱ボイラ方式
 排ガス処理方式 ガス急冷塔
 バグフィルタ
 湿式ガス洗浄装置
 活性炭吸着装置
 触媒脱硝装置
 発電方式 抽気復水蒸気タービン方式
 発電能力 15,000kW (最大)

■ Incinerator

Capacity : 700t/day (350t/24hr × 2units)
 Incinerator : Continuous combustion (stoker type)
 Combustion gas cooling : Waste heat boiler type
 Flue gas treatment : Gas quenching tower
 Bag filter
 Wet scrubber
 Activated carbon reactor (ACR)
 Selective catalytic reactor (SCR)
 Power generation : Extraction condensing steam turbine type
 Generating capacity : 15,000kW (Max.)

■ 破碎施設

破碎能力 80t/日 (40t/6hr×2基)
 破碎機形式 二軸せん断式

■ Crusher

Capacity : 80t/day (40t/6hr × 2units)
 Crusher : Biaxial shearing type

■ ばいじん溶融設備

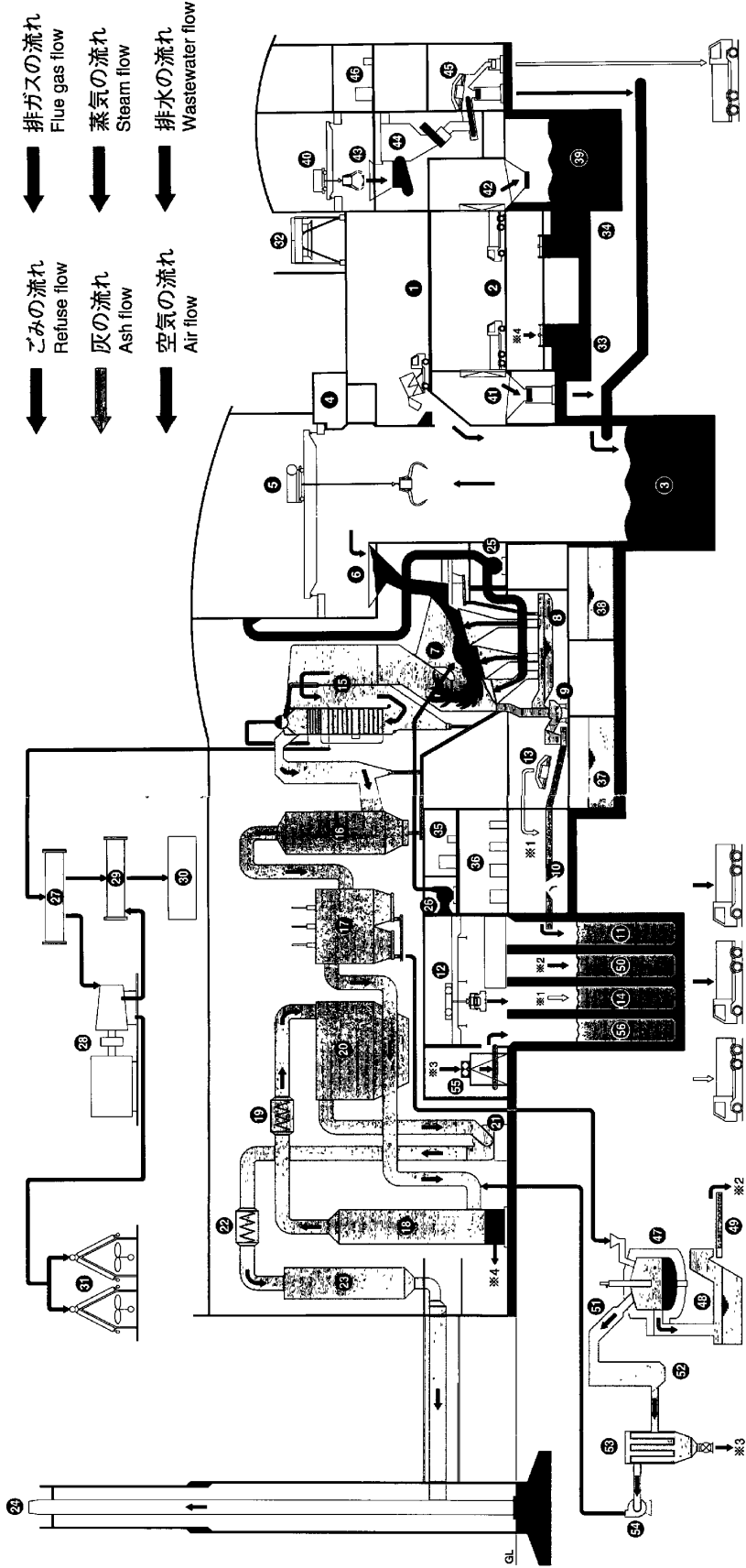
溶融能力 24t/日 (24t/24hr×1基)
 溶融形式 プラズマ溶融式

■ Fly ash melting furnace

Capacity : 24t/day (24t/24hr × 1unit)
 Fly ash melting furnace : Plasma melting type

	設計基準値 Design standard	法規制値 Regulation
ばいじん Soot and dust	0.01g/Nm ³ 以下	0.08g/Nm ³ 以下
塩化水素 Hydrogen chloride	10ppm以下	約430ppm以下
硫黄酸化物 Sulfur oxides	10ppm以下	約50ppm以下 (総量規制) (regulation of total emission)
窒素酸化物 Nitrogen oxides	30ppm以下	250ppm以下
ダイオキシン類 Dioxins	0.1ng/Nm ³ (TEQ) 以下	0.1ng/Nm ³ (TEQ) 以下
水銀 Mercury	0.05mg/Nm ³ 以下	0.2mg/Nm ³ 以下

ごみ処理系統図 Plant Flow

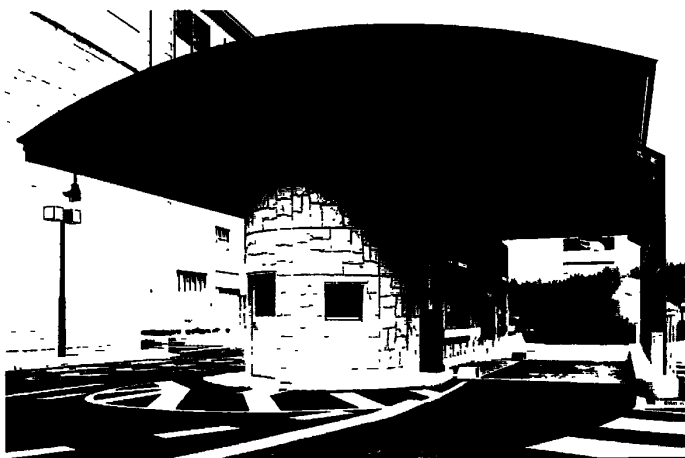


排ガスの流れ
Flue gas flow
 蒸気の流れ
Steam flow
 排水の流れ
Wastewater flow
 ごみの流れ
Refuse flow
 灰の流れ
Ash flow
 空気の流れ
Air flow

- ① 定期プラントホーム
- ② 持込プラントホーム
- ③ ごみピット
- ④ ごみクレーン
- ⑤ ごみ投入ホッパ
- ⑥ 格納庫
- ⑦ ストールガ下流じんコンベンヤ
- ⑧ 灰押出装置
- ⑨ 灰出しコンベンヤ
- ⑩ 焼却灰ピット
- ⑪ 焼却ライン
- ⑫ 金属回収装置
- ⑬ 金属ピット
- ⑭ ボイラ
- ⑮ ガス急冷塔
- ⑯ バクフィルタ
- ⑰ 速式ガス洗浄塔
- ⑱ ガス再加熱器
- ⑲ 活性炭吸着塔
- ⑳ 誘引送風機
- ㉑ 塵埃用再加熱器
- ㉒ 塵埃機付塔
- ㉓ 排気送風機
- ㉔ 煙突
- ㉕ 二次空気を送風機
- ㉖ 高圧蒸気源
- ㉗ 蒸気タービン発電機
- ㉘ 低圧蒸気源
- ㉙ 余熱利用設備
- ㉚ 低圧復水器
- ㉛ 減速用冷却器
- ㉜ 蒸気系排水処理設備
- ㉝ プラント系排水処理設備
- ㉞ 中央制御室
- ㉟ 保安電室
- ㊱ プラント用水槽
- ㊲ 井水変水槽
- ㊳ 粗大ごみピット
- ㊴ 小粒ごみ受入コンベンヤ
- ㊵ 粗大ごみ受入コンベンヤ
- ㊶ 受入ホッパ
- ㊷ 破砕機
- ㊸ 金属回収装置
- ㊹ 金属回収装置
- ㊺ 破砕機
- ㊻ 金属回収装置
- ㊼ 金属回収装置
- ㊽ 破砕機
- ㊾ 金属回収装置
- ㊿ 金属回収装置
- ① 破砕中央制御室
- ② ばいじん溶融炉
- ③ 水砕水槽
- ④ スラッグ輸送コンベンヤ
- ⑤ スラッグピット
- ⑥ 溶融排ガス再熱塔
- ⑦ 溶融排ガス冷却塔
- ⑧ 溶融バクフィルタ
- ⑨ 溶融排ガス誘引送風機
- ⑩ 溶融灰処理装置
- ⑪ 処理灰ピット
- ⑫ Platform for municipal refuse collection vehicle
- ⑬ Platform for private vehicle
- ⑭ Refuse pit
- ⑮ Refuse crane
- ⑯ Refuse crane operating room
- ⑰ Refuse crane
- ⑱ Refuse feeding hopper
- ⑲ Incinerator
- ㉑ Filled ash conveyor
- ㉒ Ash discharger
- ㉓ Ash conveyor
- ㉔ Ash pit
- ㉕ Ash crane
- ㉖ Metal recovery unit
- ㉗ Metal pit
- ㉘ Boiler
- ㉙ Gas quenching tower
- ㉚ Bag filter
- ㉛ Wet scrubber
- ㉜ Gas reheater
- ㉝ Activated carbon reactor
- ㉞ Induced draft fan
- ㉟ Gas reheater for SCR
- ㊱ Selective catalytic reactor
- ㊲ Stack
- ㊳ Forced draft fan
- ㊴ Secondary forced draft fan
- ㊵ High pressure steam header
- ㊶ Steam turbine generator
- ㊷ Low pressure steam header
- ㊸ Heat utilization equipment
- ㊹ Low pressure steam condenser
- ㊺ Wet scrubbing wastewater treatment unit
- ㊻ Wet scrubbing wastewater treatment unit
- ㊼ Central control room
- ㊽ Electric power distributor room
- ㊾ Plant water tank
- ㊿ Receiving tank
- ① Bulky refuse pit
- ② Bulky refuse crane
- ③ Small refuse receiving conveyor
- ④ Bulky refuse receiving conveyor
- ⑤ Bulky refuse feeding hopper
- ⑥ Crusher
- ⑦ Metal recovery unit
- ⑧ Central control room of bulky refuse crusher
- ⑨ Fly ash melting furnace
- ⑩ Quenching tank
- ⑪ Slag conveyor
- ⑫ Slag pit
- ⑬ Combustion tower
- ⑭ Gas quenching tower
- ⑮ Bag filter
- ⑯ Induced draft fan
- ⑰ Fly ash treatment unit
- ⑱ Treated ash pit

焼却システム

Refuse Incineration System

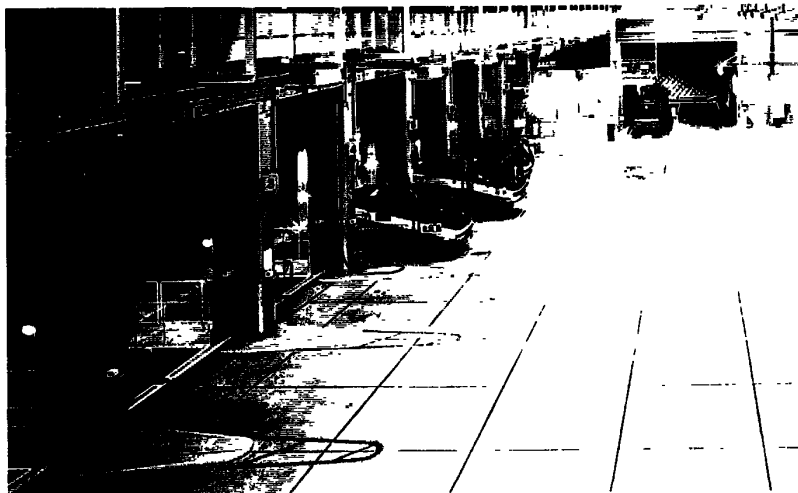


●計量棟

家庭や事業所などから直接持ち込まれたごみを、トラックスケールで自動的に計量し、集計・記録します。

●Truck scale

The truck scale weighs refuse carried in direct from households, offices, etc. and makes a process to record the net. The weighing system works automatically.



●定期プラットフォーム

市が定期収集したごみ等をゴミピットに投入します。

●Platform for municipal refuse collection vehicle

Refuse carried in the Clean Center is dumped into the refuse pit. This platform is for municipal refuse collection vehicle.

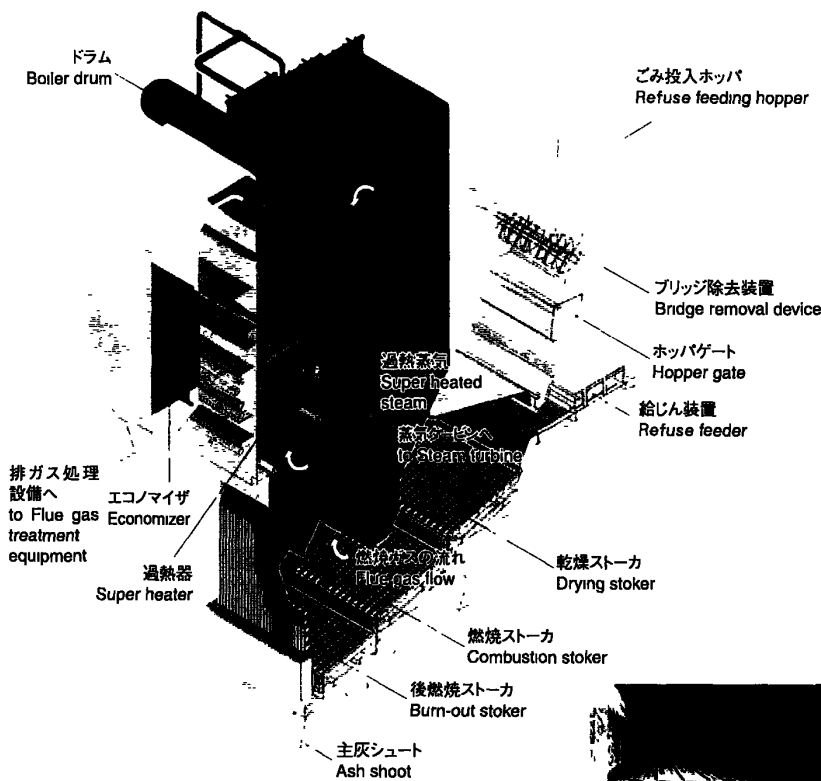


●ごみピット、ごみクレーン、投入ホッパ

搬入されたごみは、ピットに貯留されます。ごみクレーンは自動運転でピット内のごみを攪拌・均一化し、焼却炉の入口であるホッパに投入します。

●Refuse pit, crane and hopper

The refuse is stored in the pit. The refuse crane works automatically to homogenize refuse and feed it to the hopper, inlet of the incinerator.



● 焼却炉構造

焼却炉は3段ストーカ(乾燥段・燃焼段・後燃焼段)で構成されており、ごみは各段で攪拌・移送されながら焼却されます。

● Structure of the incinerator

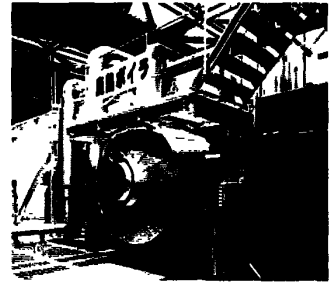
The incinerator consists of three stokers (drying stage, combustion stage and burn-out stage), and refuse is combusted while being stirred and carried at each level.

● 焼却炉内部

ごみは約900℃の高温で焼却されます。

● Incinerator interior

Refuse is completely combusted at a high temperature of approx. 900°C.

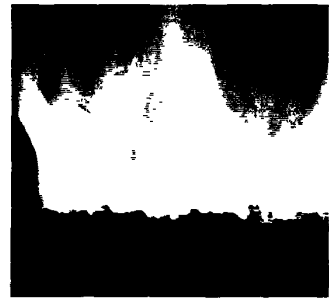


● ボイラ

ごみの燃焼熱で、高温・高圧の蒸気が発生させます。

● Boiler

The boiler recovers heat to generate steam with high temperature and pressure.

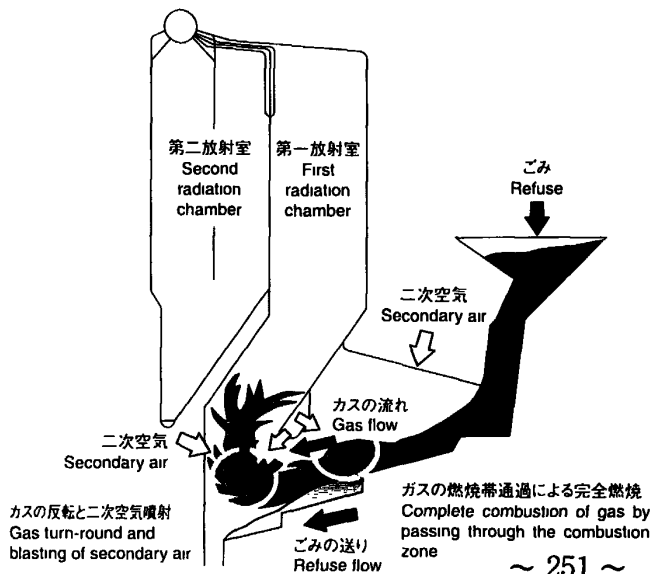


● 炉内焼却状態

ごみの燃焼は、自動燃焼制御装置によって適正に維持されます。

● Incinerating condition

Refuse is perfectly combusted by automatic combustion control system (ACC).



● 並行流焼却炉

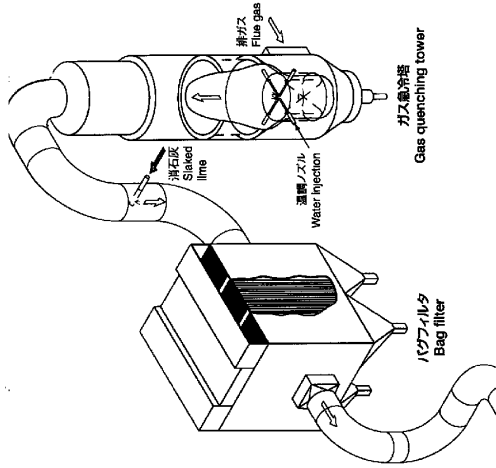
ごみの送り方向と燃焼ガスの流れ方向が同じ並行流です。ガスは高温燃焼帯を通過すると同時に反転するので、二次空気と激しく混合して完全に燃焼します。完全燃焼によってダイオキシン類の発生が防止できます。

● Parallel flow incinerator

The incinerator has a structure of parallel flow type where the direction of refuse flow is the same as combustion gas flow. In this type, the gas is forced to pass through high temperature combustion zone and mix with the secondary air at the turn-round zone. That results in complete combustion and prevention of dioxins generation.

公害防止システム Pollution Control System

排ガス処理設備 Flue Gas Treatment Equipment



●ガス急冷塔

排ガスを急速に冷却することによってダイオキシン類の再合成を防止します。

●Gas quenching tower

Flue gas is rapidly cooled down in order to prevent de novo synthesis of dioxins.

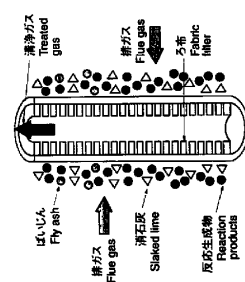
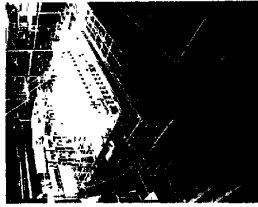


●バグフィルタ

排ガス中のばいじんとともに、硫酸塩化物や塩化水素と反応した消石灰を円筒状のろ布で除去します。

●Bag filter

The bag filter is equipped with cylindrical shaped fabric filter. They catch fly ash in flue gas as well as lime powder by which sulfur oxides and hydrogen chloride are absorbed.

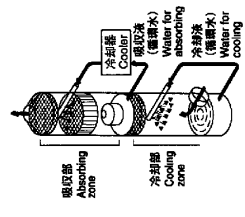
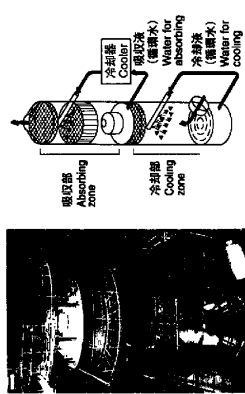


●湿式ガス洗浄塔

排ガスに苛性ソーダ水溶液を吹き掛けて、排ガス中の硫酸塩化物、塩化水素を除去します。また液体キレート剤を投入して水銀も除去します。

●Wet scrubber

Flue gas is exposed to shower of sodium hydroxide solution with a result of removal of sulfur oxides and hydrogen chloride. Furthermore, mercury is also removed by the solution including liquid chelate.

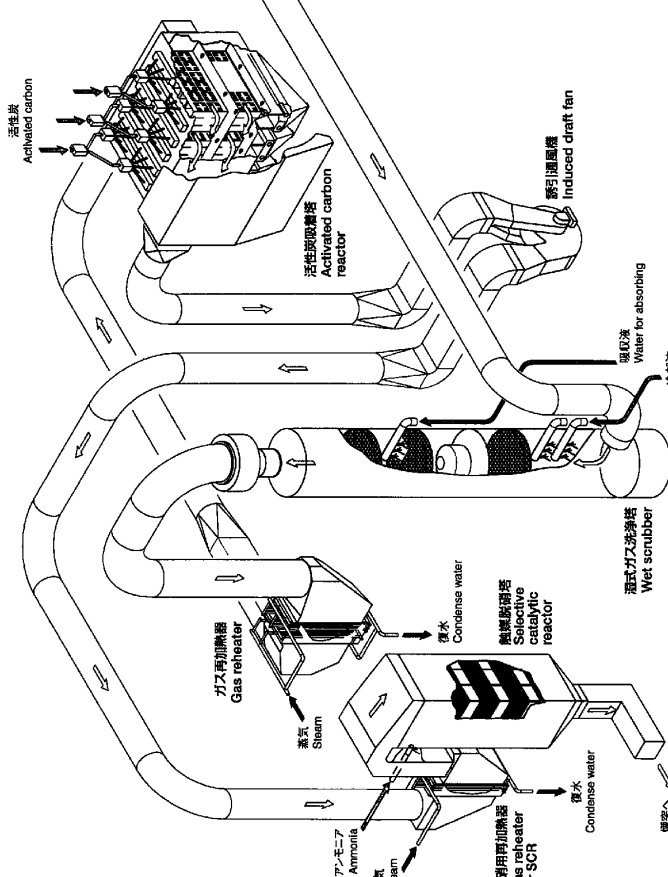
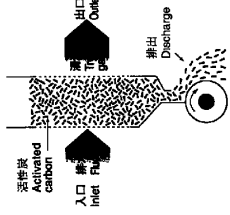
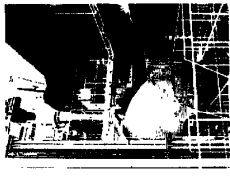


●活性炭吸着塔

粒状の活性炭に排ガスを通すことにより、ダイオキシン類を吸着除去します。

●Activated carbon reactor

The reactor removes dioxins under adsorptive effect of granular activated carbon.

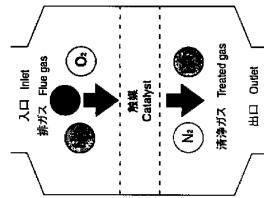
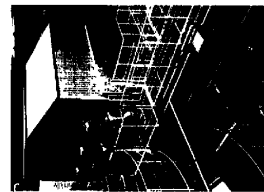


●触媒脱硝塔

排ガス中の窒素酸化物は、触媒の働きにより、塔内に吹き込んだアンモニアと反応して、無害な窒素と水に分解されます。

●Selective catalytic reactor

Nitrogen oxides in flue gas react with the ammonia under effect of catalyst and are finally decomposed into nitrogen and water.



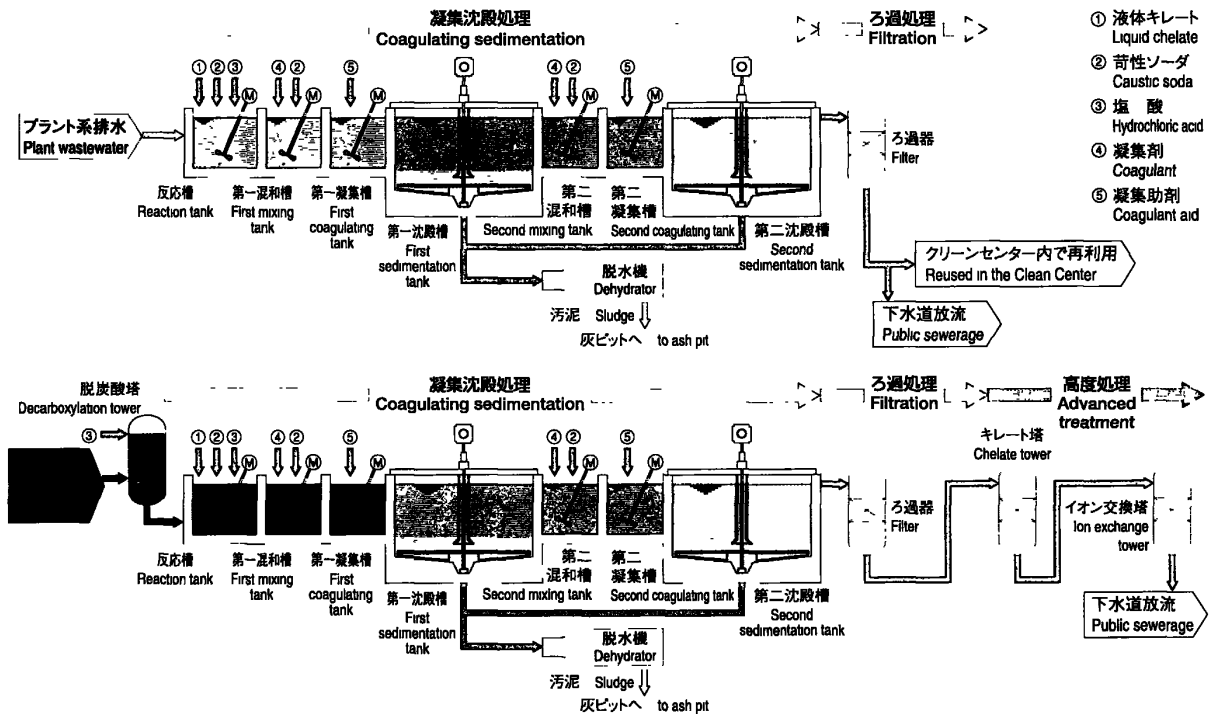
公害防止システム Pollution Control System

排水処理設備 Wastewater treatment equipment

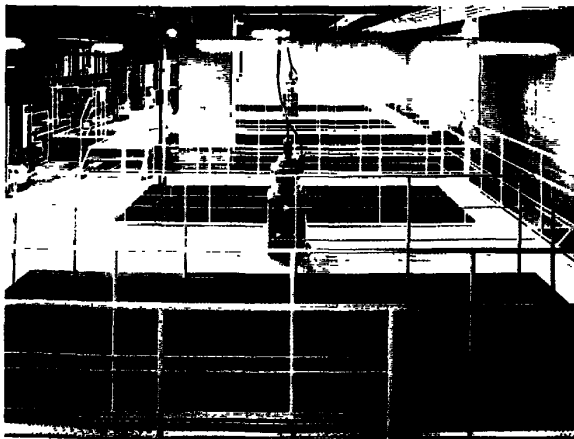
クリーンセンター内の排水には、灰の冷却や清掃に使用したプラント系排水と、湿式ガス洗浄塔で使用した洗煙系排水とがあります。

これらの排水は、凝集沈殿、ろ過、キレート吸着、イオン交換などの処理を行い、クリーンセンター内で再利用もしくは下水道放流しています。

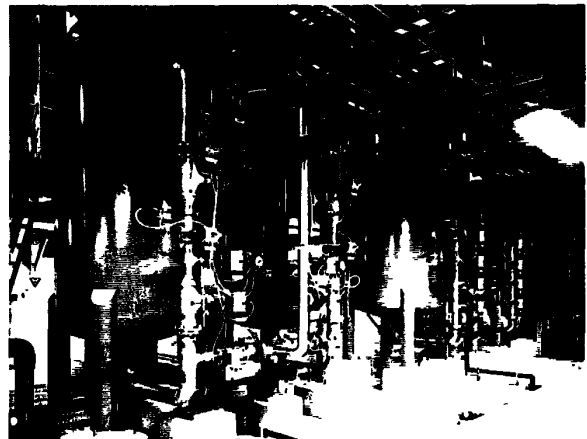
The Clean Center has two wastewater treatment systems, for plant wastewater and for wet scrubbing wastewater. The plant wastewater is from bottom ash cooling, floor cleaning, etc. and the other is from wet scrubber. Both equipment have processes of coagulating sedimentation and filtration. In addition, the wet scrubbing line has advanced treatment processes, chelate absorption and ion exchange. Treated water is discharged into sewerage, or reused for flue gas and bottom ash cooling.



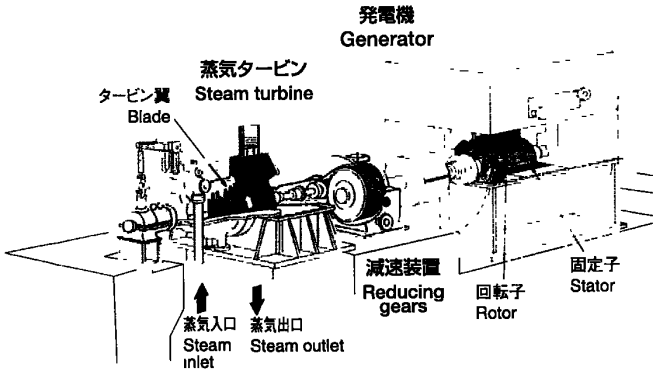
● プラント系排水処理設備 ● Plant wastewater treatment equipment



● 洗煙系排水処理設備 ● Wet scrubbing wastewater treatment equipment



余熱利用システム Heat Utilization System



●蒸気タービン発電機

ごみの燃焼熱で発生させた蒸気によりタービン発電機を回転させ、最大15,000kWの発電を行います。

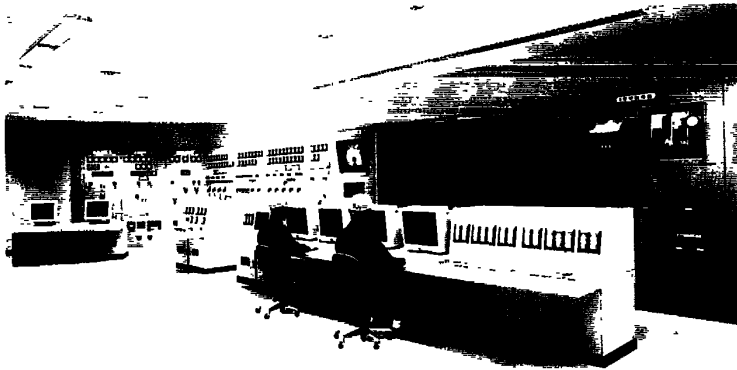
●Steam turbine generator

The boiler recovers heat to generate a great amount of steam through refuse incineration, which produces maximum power of 15,000kW driving a turbine generator.

電気・計装システム Electric and Instrumentation System

●中央制御室

クリーンセンター内の全ての設備の運転状況を集中監視しています。各設備はコンピュータシステムにより自動運転されていますが、遠隔で操作することもできます。



●Central control room

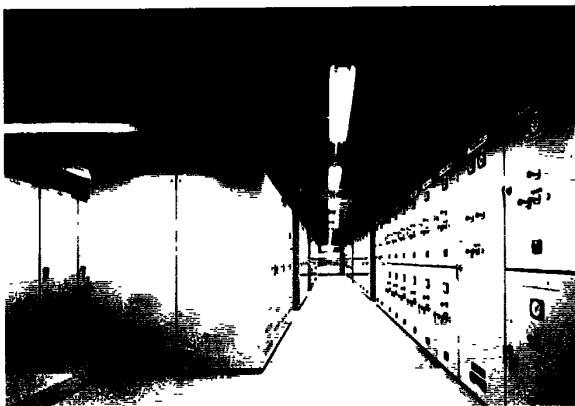
Plant operators can observe any conditions of all the machinery and equipment in the Clean Center through the centralized monitoring system, and also can operate them by remote control. The whole incineration plant works under centralized control system.

●受変電室

クリーンセンターの電気を受電し、各機器に配電します。

●Electric power distributor room

Power for the Clean Center is transformed and distributed to each equipment.



●運転訓練室

コンピュータシミュレーションを使って、実際の運転状況を模擬訓練し、運転員の技術向上を図ります。

●Operation training room

The operation training room has a computer system in order to provide for operators to receive training of simulated operating conditions and improve their skills.



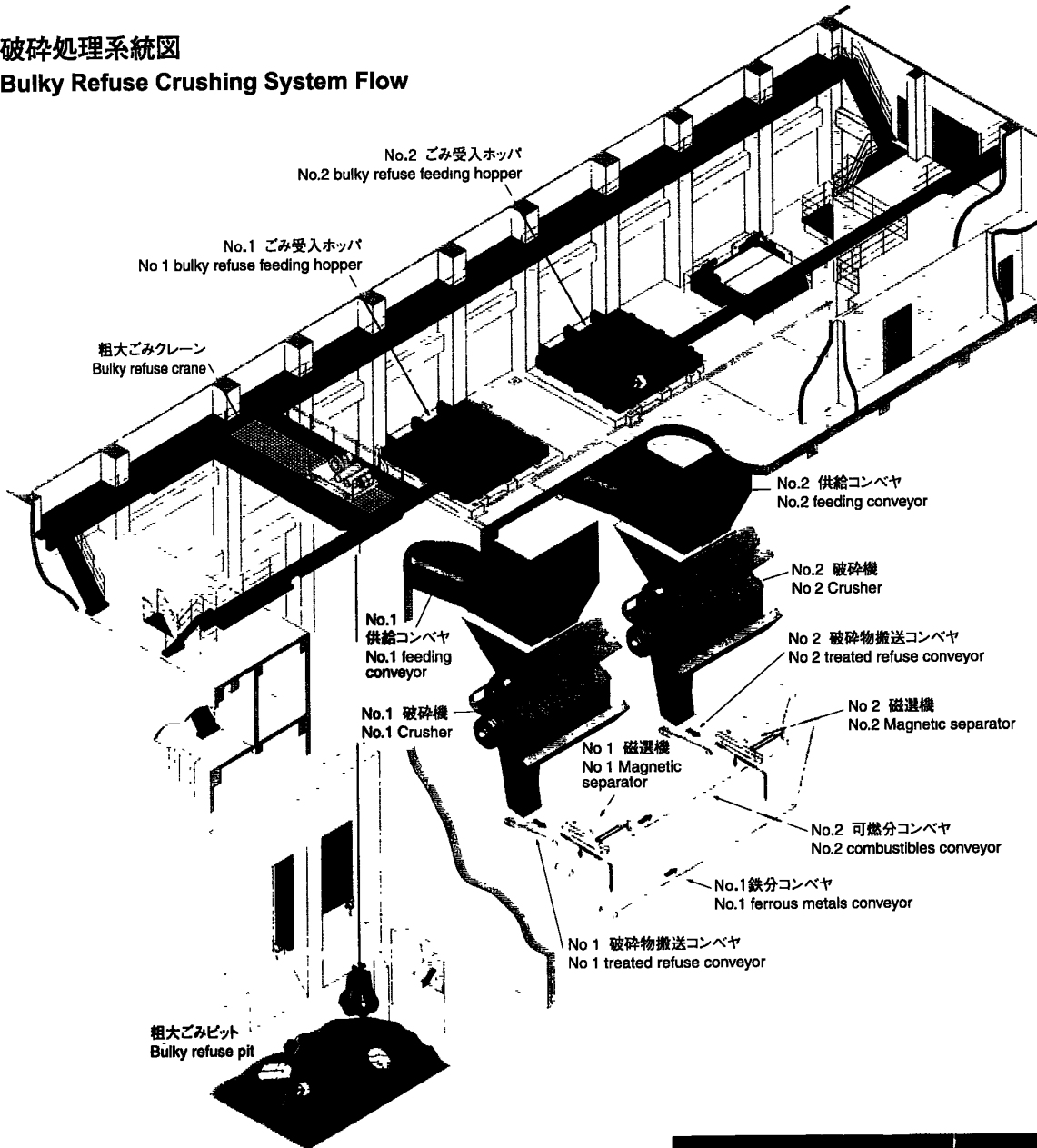
破碎システム

Bulky Refuse Crushing System

クリーンセンター内に持ち込まれた大型ごみは、破碎機で碎かれ、磁選機によって鉄分を分離された後、ごみピットに送られます。

Bulky refuse carried into the Clean Center is crushed. After being collected ferrous metals, treated refuse is conveyed to the refuse pit.

破碎処理系統図
Bulky Refuse Crushing System Flow



● 持込プラットフォーム

市が収集した大型ごみや、家庭や事務所等から直接持ち込まれたごみをプラットフォームから受入コンベヤに降ろします。

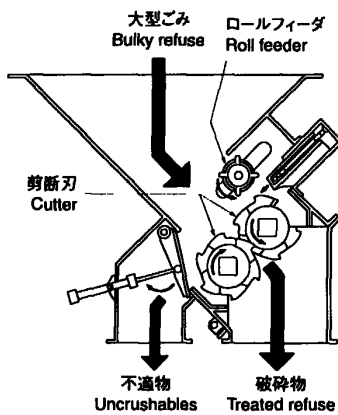
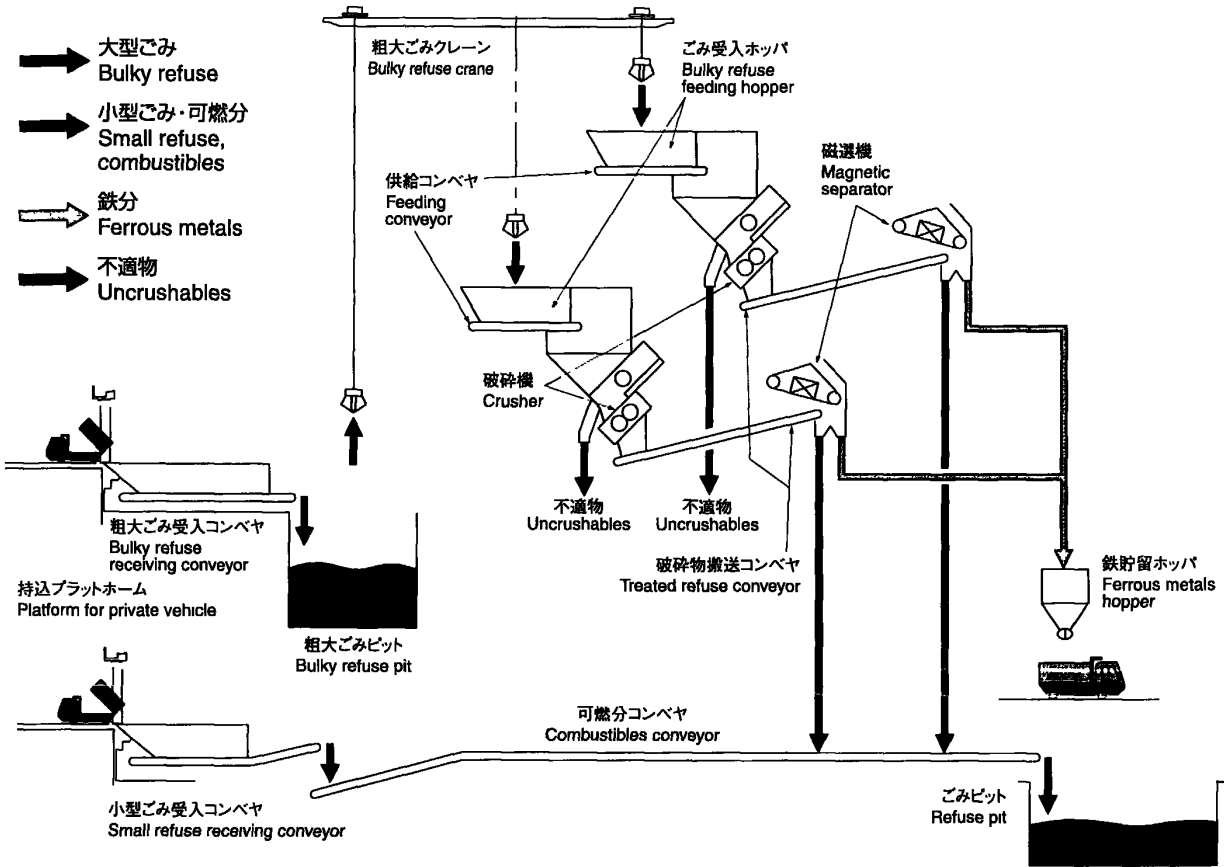
● Platform for private vehicle

Collected bulky refuse or refuse carried in direct from households, offices, etc. is dumped from this platform into receiving conveyors.



破碎処理工程図

Bulky Refuse Crushing System Process

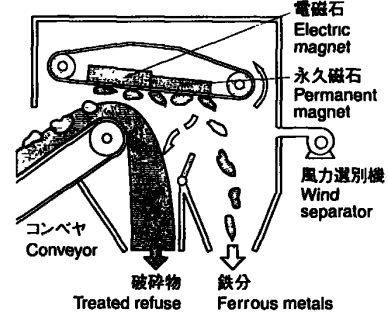


● 破碎機 (二軸せん断式)

低速で回転する軸に取り付けた刃で、大型ごみを破碎します。

● Crusher (Biaxial shearing type)

The plant unit crushes bulky refuse with the blades mounted on the rotary shaft that revolves at slow speeds.



● 磁選機

電磁石で、破碎物の中に含まれている鉄分を分離します。分離した鉄分に風力選別機から風を当てて、選別の純度を高めます。

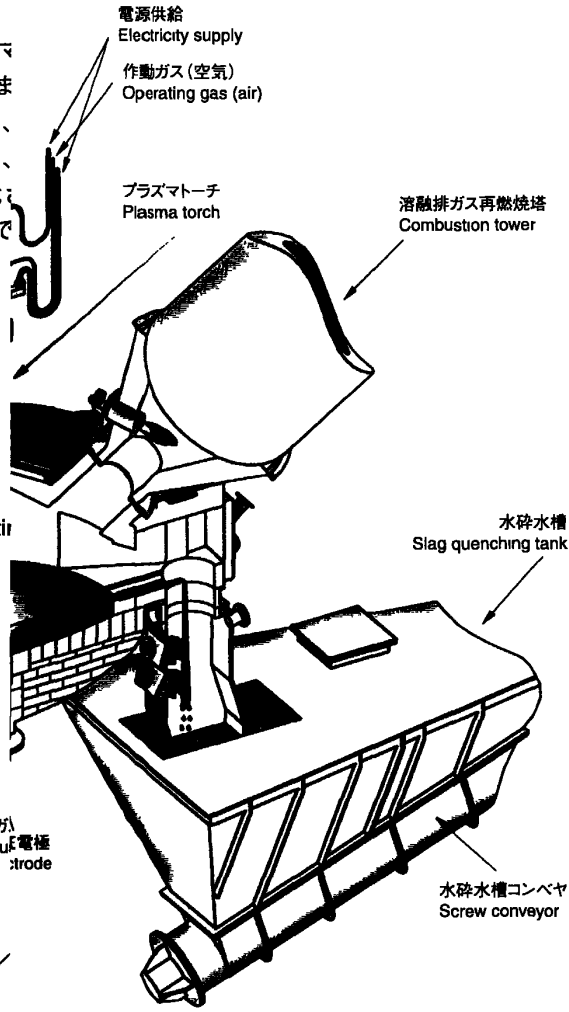
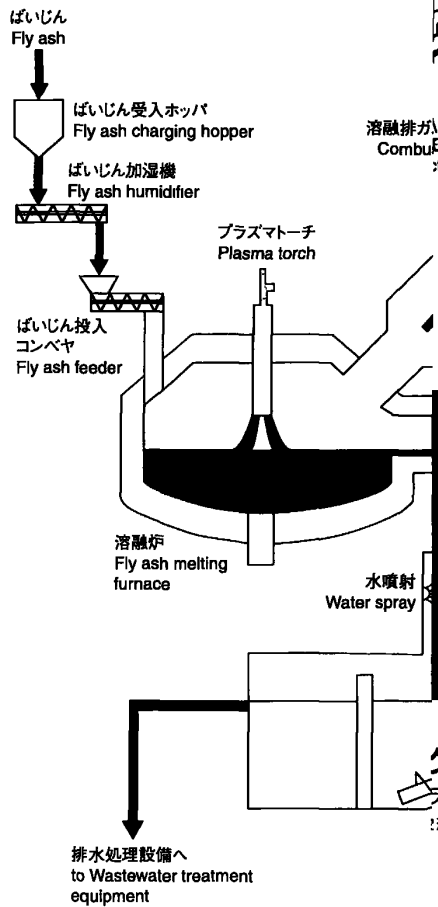
● Magnetic separator

The magnetic separator collects ferrous metals contained in treated refuse with the electric magnet. Separated ferrous metals are further blasted with the wind separator to enhance the purity of collection.

ばいじん溶融システム Fly Ash Melting System

溶融炉に投入されたばいじんは、プラズマた
た高温プラズマにより溶融し、スラグとなりま
流下した溶融スラグは、水砕水槽で急冷し、
なります。ばいじんは半分以下に減容され、
も分解されます。また、重金属類は安定化
に必要な電力はごみの燃焼熱による発電で

- ➡ ばいじんの流れ Fly ash flow
- ➡ 排ガスの流れ Flue gas flow
- ➡ 溶融飛灰の流れ Fly ash from meltr
- ➡ 排水の流れ Wastewater flow
- ➡ スラグの流れ Slag flow



●スラグ出滓状況
ばいじんを約1500℃の高温で溶融します。

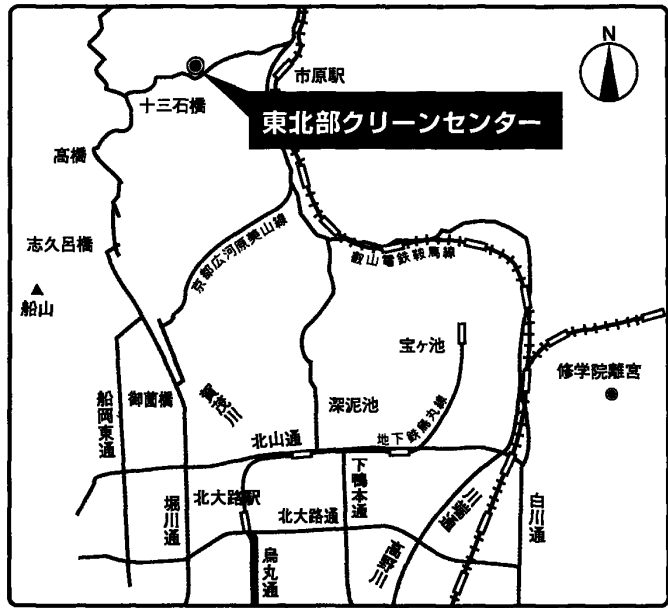
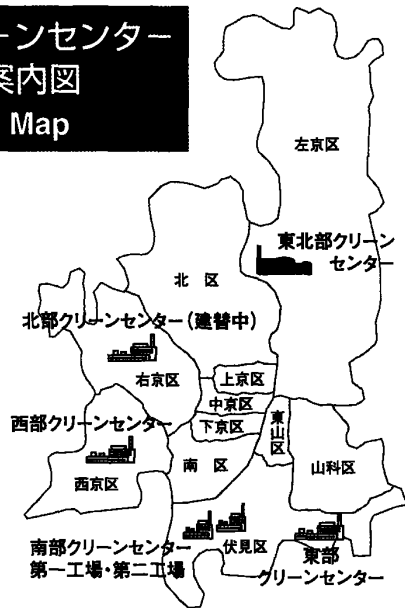
●Slag discharging condition
Fly ash is melted at a high temperature of approx. 1,500°C.

スラグを冷却して粒状化し
体積は半分以下に減容し

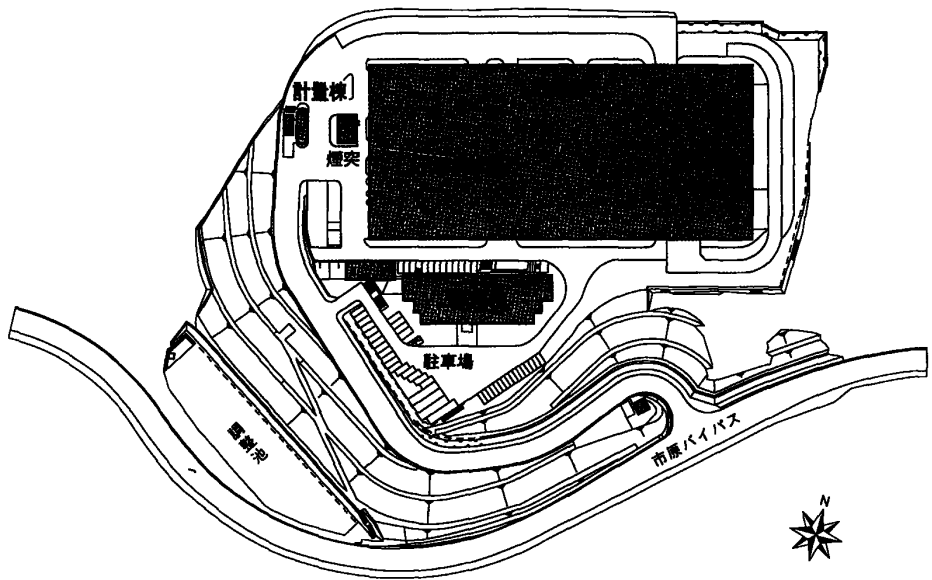
slag is cooled down
ned into a granular
nce. Its volume is
d to less than half.



**クリーンセンター
位置案内図
Guide Map**



**施設配置図
Layout of Facility**



東北部クリーンセンター

〒661-1123 京都市左京区静市市原町1339番地
TEL (075)741-1003 FAX (075)741-1033

Tohokubu Clean Center

1339 Shizuichi-ichiharacho, Sakyo-ku, Kyoto City
Phone (075)741-1003 Fax (075)741-1033

■ 施工

- ごみ処理設備 川崎重工業株式会社
- ばいじん溶融設備 川崎重工業株式会社
- 建築主体・その他 大林・鹿島・飛鳥・横田・中川共同企業体
- 建築設備
- 電気設備 きんでん・中央・京阪・若松・昭和共同企業体
- 衛生設備 京栄・春日・山本共同企業体
- 空調設備 日光・馬場・西岡共同企業体
- 昇降機設備 三菱電機株式会社
- 土木造成
- 調整池設置 協栄・京和共同企業体
- 敷地造成 鹿島・新井共同企業体
- 修景等 株式会社京和組

■ Construction Works

- Inclination and crushing plant : by Kawasaki Heavy Industries, Ltd.
- Fly ash melting equipment : by Kawasaki Heavy Industries, Ltd.
- Plant building and others : Jointly by Obayashi, Kashima, Tobishima, Yokota, Nakagawa
- Building equipment
- Electric equipment : Jointly by Kinden, Chuo, Keihan, Wakamatsu, and Showa
- Sanitary equipment : Jointly by Kyoei, Kasuga, and Yamamoto
- Air-conditioning : Jointly by Nikko, Baba, Nishioka
- Elevators : by Mitsubishi Electric, Ltd.
- Civil preparation
- Retention reservoir : Jointly by Kyoei and Kyowa
- Area preparation : Jointly by Kashima and Ara
- Landscaping and others : by Kyowagumi, Ltd.