

豊島廃棄物等対策調査

「中間処理施設の整備に関する事項」 報告書

平成10年8月

香川県豊島廃棄物等処理技術検討委員会

はじめに

香川県豊島廃棄物等処理技術検討委員会（以下、技術検討委員会という）は、平成9年7月18日に成立した「中間合意」に基づき、香川県豊島廃棄物等処理技術検討委員会設置要綱にしたがって設置されたものである。本技術検討委員会は、豊島に不法に投棄された産業廃棄物やそれによって汚染された土壌等（以下、豊島廃棄物等と呼ぶ）の処理ならびに処理対策実施期間中における周囲への汚染の拡大の防止を目指し、そのために必要となる現地の情報ならびに関連技術に関する調査や対策の内容等に関し、検討の進め方や得られた結果について評価・決定することを主な活動としている。具体的には、選定された調査機関が実施する調査事業全般について専門的立場から適切な指導を行うとともに、その内容や方法を決定し、また結果について技術的観点から公正に評価することにある。

豊島廃棄物等に対する対策の内容は、以下のように大きく2つに分けられる。

- 1) 廃棄物等の実際の処理に関する事項
- 2) 処理対策実施期間中の環境保全対策に関する事項

後者についてはすでに、「豊島廃棄物等対策調査：暫定的な環境保全措置に関する事項報告書」としてとりまとめ、公表した。

本報告書は前者に関するものであり、計14回の技術検討委員会の審議を経て「中間処理施設の整備に関する事項」として、その成果をとりまとめた。

豊島廃棄物等の中間処理を検討するに当たって、その枠組みは「中間合意」に規定される。すなわち、中間処理施設を本件処分地（以下、「中間合意」にならって本件処分地という）に建設し、かつ以下の条件の実現が求められる。すなわち、

- ① 豊島廃棄物等について溶融等の中間処理を施すことによって、できる限りの再生利用を図り、豊島総合観光開発（株）により廃棄物が搬入される前の状態に戻すことを目指すこと。
- ② 中間処理施設は本件処分地に存する廃棄物等の処理を目的とし、これ以外の廃棄物等は処理しないこと。
- ③ 再生利用困難な飛灰等及び残滓等の処分方法は、上記①の趣旨を基本として、調査終了後、結果を踏まえて申請人及び香川県において、その取り扱いを協議すること。

本技術検討委員会では上記の枠組みを遵守し、検討を行ってきた。さらに踏み込んでいえば、中間処理によって発生する副成物・残さ等すべての再資源化を図り、有効利用することを目指して検討を進めてきた。また加えて、中間処理施設の建設ならびに稼働時において周辺環境へ十分に配慮することも強く念頭においた。

豊島廃棄物等には、先に述べたように土壌が含まれるだけでなく、廃棄物としても種々のものが存在し、また含有される有害物質の種類や濃度もかなり広範囲に及ぶなど化学的ならびに物理的性状はきわめて多様である。本件処分地のこうした廃棄物を処理するために必要な技術は、掘削・運搬、高度廃棄物処理、再資源化・有効利用ならびに排水処理の各工程に分けて考えることができよう。上述した目標の下に、このような廃棄物等を

処理する試みは、豊島廃棄物等がわが国初といってよく、世界に冠たるわが国の廃棄物処理関連技術にあっても、その対応に当たっては十分な調査・検討が必要である。本技術検討委員会では、その内容が多様であり、かつ大量であるわりにはきわめて短期間ではあったが、こうした調査・検討を精力的に進めてきたつもりである。

本報告書は5編と添付資料より成る。第Ⅰ編（前提編）では、本検討委員会の活動の背景と目的ならびに運営の方法と検討に当たったの主眼点を述べるとともに、地形調査や周辺環境調査、法規制調査、住民意識調査等を行って中間処理施設の整備に当たったの留意事項をとりまとめた。また基礎物性調査の結果として豊島廃棄物等の中間処理からみた性状を整理した。

第Ⅱ編（技術方式編）では、対象とすべき技術方式の考え方を示すとともに、アンケート調査やヒアリング調査を基に対象となり得る技術を選定した結果を記述している。また副成物等の再資源化や処理に関する技術を調査し、その方向性を示した。さらに対象となり得る技術のうち、特に中核工程の高度廃棄物処理と再資源化・有効利用に関する技術については、その適応性等に関する実験を行って広範なデータを採取するとともに、その結果を評価した。加えてこれらを基にエンジニアリング評価を実施すべき対象を選定した。

第Ⅲ編（環境保全編）は、中間処理施設の建設や稼働に伴う環境影響とその保全措置に関する事項に当たった。まず法制度や条例等の現状ならびに今後の動向を整理するとともに施設整備における総合的な環境保全の基本的考え方を示した。次に中間処理施設の建設・稼働時の環境影響を予測するとともに、これらを基に施設における基準値・目標値等とその監視方法について検討・決定した。さらに周辺環境への配慮措置としてモニタリング等に関する事項を定めた。

第Ⅳ編（基本計画編）では、中間処理施設の整備計画とその基本設計計画に関連する事項を述べている。まずこれまでの検討を総括し、設計諸元を整理した。また、再資源化・有効利用に当たったの条件を考慮して現地で行う必要のある中間処理の内容を検討した。これをベースとして、選定された技術について各工程の連携ならびに暫定的な環境保全措置との接続性に配慮しながら実施を想定したエンジニアリング評価を行った。さらに施設整備に当たって参照すべき法規制等を調査するとともに、施設建設予定地の地質調査や機材・資材等の搬入ルートに関する検討を行った。最後にこれらをもとに施設整備計画と施設の基本設計計画をとりまとめた。

第Ⅴ編（評価編）では、ここで実施した調査全体の評価にふれるとともに、今後の課題について述べた。

本検討委員会では、前述したように豊島廃棄物等に関する対策の検討を二分して進めてきたが、両者は一連の工程のなかで実施されるものと考えており、関連が深い。本報告のみでなく、「暫定的な環境保全措置に関する事項」の報告書もぜひ参照されたい。

香川県豊島廃棄物等処理技術検討委員会の構成

委員長	永田 勝也	早稲田大学理工学部 教授
副委員長	武田 信生	京都大学大学院工学研究科 教授
委員	岡市 友利	香川大学 前学長
委員	坂本 宏	工業技術院資源環境技術総合研究所 首席研究官
委員	高月 紘	京都大学環境保全センター 教授
委員	田中 勝	国立公衆衛生院 廃棄物工学部長
委員	中杉 修身	国立環境研究所 化学環境部長
委員	本多 淳裕	大阪市立大学 元教授
委員	横瀬 廣司	香川大学工学部 教授

目 次

頁

はじめに

第 I 編 前提編

第 1 章	問題の背景ならびに技術検討委員会の目的と運営の方法、検討の経緯	I-1-1
1.	問題の背景と技術検討委員会の目的	I-1-1
2.	技術検討委員会の運営の方法と検討の経緯	I-1-5
第 2 章	検討に当たっての主眼点と主な検討事項	I-2-1
1.	検討に当たっての主眼点	I-2-1
2.	主な検討事項	I-2-4
第 3 章	中間処理施設の整備に当たっての基礎調査	I-3-1
1.	地形調査	I-3-1
2.	周辺環境調査	I-3-3
3.	法規制調査	I-3-25
4.	住民意識調査	I-3-37
5.	埋蔵文化財に関わる詳細調査	I-3-40
第 4 章	中間処理からみた豊島廃棄物等の性状	I-4-1
1.	基礎物性調査の目的	I-4-1
2.	基礎物性調査の方法	I-4-1
3.	基礎物性調査の結果及び考察	I-4-10

第 II 編 技術方式編

第 1 章	対象とすべき技術方式の考え方	II-1-1
1.	対象とすべき技術方式の検討に当たっての基本的な考え方	II-1-1
2.	検討の進め方	II-1-4
第 2 章	技術方式の調査と処理実験の対象となり得る技術の選定	II-2-1
1.	技術基礎調査	II-2-1
2.	直接ヒアリング調査	II-2-13
第 3 章	関連技術の調査とその評価	II-3-1
1.	スラグの再利用動向	II-3-1
2.	エコセメントの再利用動向	II-3-19
3.	飛灰、メタルの再利用動向	II-3-21
4.	香川県における再利用の取組み	II-3-27
第 4 章	対象となり得る技術に関する実験とその結果に関する評価	II-4-1
1.	実験の目的とその結果の評価に当たっての基本的な考え方	II-4-1
2.	処理実験の実施	II-4-7
3.	処理実験結果のまとめ	II-4-10

4.	実験結果の評価	II-4-124
第5章	エンジニアリング評価を実施すべき技術方式の選定	II-5-1
第III編 環境保全編		
第1章	中間処理施設整備における総合的な環境保全の基本的考え方	III-1-1
第2章	中間処理施設整備に係る環境保全に関する各種基準等	III-2-1
1.	大気汚染に関する各種基準等	III-2-1
2.	水質汚濁に関する各種基準等	III-2-7
3.	騒音に関する各種基準等	III-2-17
4.	振動に関する各種基準等	III-2-17
5.	悪臭に関する各種基準等	III-2-17
6.	土壌・地下水に関する各種基準等	III-2-17
第3章	中間処理施設整備に係る環境影響の予測評価	III-3-1
1.	排ガスによる環境影響の予測評価	III-3-1
2.	排水による環境影響の予測評価	III-3-25
3.	騒音による環境影響の予測評価	III-3-30
4.	振動による環境影響の予測評価	III-3-38
5.	悪臭による環境影響の予測評価	III-3-46
第4章	中間処理施設における環境保全の基準値・目標値	III-4-1
1.	対象とすべき各種基準等	III-4-1
2.	中間処理施設の管理基準値、管理目標値	III-4-10
第5章	周辺環境への配慮に関する措置	III-5-1
1.	基礎データの整理	III-5-1
2.	周辺環境への配慮に関する措置としてのモニタリング内容	III-5-9
第IV編 基本計画編		
第1章	設計諸元の整理	IV-1-1
1.	設計諸元の整理に当たっての基本的な考え方	IV-1-1
2.	処理対象物に関わる条件	IV-1-2
3.	処理能力に関わる条件	IV-1-7
4.	環境保全性能に関わる条件	IV-1-9
5.	副成物の性状に関わる条件	IV-1-11
第2章	現地で実施すべき中間処理の範囲の検討	IV-2-1
第3章	選定された技術方式に関するエンジニアリング的な検討とその評価	IV-3-1
1.	調査の目的と内容	IV-3-1
2.	掘削・運搬工程	IV-3-3
3.	廃棄物等及び飛灰の中間処理工程	IV-3-7
4.	水処理工程	IV-3-12
5.	エンジニアリング的な検討	IV-3-15

6.	エンジニアリング評価のまとめ	IV-3-47
第4章	施設整備に当たっての調査とその評価	IV-4-1
1.	立地候補地点に関する検討	IV-4-1
2.	立地候補地点における測量調査及び地質調査	IV-4-5
3.	搬入ルート調査	IV-4-12
第5章	中間処理施設の整備計画及び基本設計計画	IV-5-1
1.	整備計画策定の概要	IV-5-1
2.	ゾーニングの前提条件	IV-5-2
3.	ゾーニング及び施設配置	IV-5-7
4.	造成・建設に関する検討	IV-5-7
5.	基本設計計画の概要	IV-5-15
6.	設計基本数値等の検討	IV-5-15
7.	施設の各種性能の検討	IV-5-30
8.	廃棄物・土壌等の掘削・運搬・貯留の検討	IV-5-53
9.	浸出水・地下水等の揚水、運搬、貯留の検討	IV-5-54
10.	施設の運転に関する検討	IV-5-58
11.	施設の維持・補修等の検討	IV-5-60

第V編 評価編

第1章	本調査の評価	V-1-1
第2章	今後の課題	V-2-1

おわりに

添付資料

用語の説明

【あ行】

N(エヌ)値

内径35mm、外形51mm、長さ810mmのサンプラー(土の試料を採取する道具)をボーリング孔の孔底におろし、63.5kgのハンマーで75cmの落差から打撃し、サンプラーが地盤中に30cm貫入するのに要する打撃回数をN値とする。なお、N値を求める上記の操作を標準貫入試験という。

【か行】

乾留

空気を遮断して固体物質を熱し、いわゆる蒸し焼き状態にすること。有機物質は熱分解を受け、気体、液体が生成・揮発し、可燃性の炭素分が残留する。

キレート樹脂

種々のイオンの中から特定のイオンだけを選択的に吸着し得る性質を持った樹脂。この性質を利用して廃水処理において金属の選択的除去・回収等が可能である。

高位発熱量

水分の凝縮によつての放熱も含めた発熱量。
→低位発熱量

骨材

コンクリートに使用する砂利や砂をいう。一般には天然の砂利、砂、碎石等が用いられるが、廃棄物処理分野では、焼却灰やスラグ等の副成物を原料とする人工骨材の研究が行われ、実用化されているものもある。
→スラグ

【さ行】

(ごみの)
三成分

水分、可燃分、灰分をごみの三成分という。

シュレッダーダスト

廃自動車あるいは廃家電等を破碎し、有価金属を回収した後の残さ物。組成はバラツキが大きく、主にプラスチック、ゴム、ガラス等からなる。平成8年度から管理型埋立処分を義務付けられている。

重金属

鉄、クロム、銅、鉛、亜鉛等の比重が一般に4~5を超える金属の総称。廃棄物に関しては有害な金属類に対して用いられることが多い。熔融処理では、飛灰中に含有される重金属類の割合は数%~10%程度に及び、その処理が問題となる。

スラグ
(水砕スラグ)

廃棄物や焼却残さ(焼却灰、飛灰)等を熔融炉にて高温で熔融した後に、冷却固化した固形物質をいう。冷却方法の違いにより異なる性質を持ったスラグが得られる。特に熔融炉から排出された熔融物を水槽の水で冷却したものを水砕スラグという。

【た行】

低位発熱量

水分の凝縮による放熱を含めない発熱量。高位発熱量より水蒸気の凝縮潜熱を差し引いたもの。
→高位発熱量

【は行】

バグフィルター ろ過式集じん装置の一種。バグフィルター内に装着されたろ布を排ガスが通過する際に、排ガス中のダスト成分がろ布によってろ過され、集じんが行われる。

ppm 濃度等を表す単位。100万分の1(10^{-6})のこと。

ppb 濃度等を表す単位。10億分の1(10^{-9})のこと。

飛灰 廃棄物等の焼却または熔融処理の際に発生した排ガスに含有される灰分や揮散成分が固化し、集じん装置でHCl除去剤(石灰等)等とともに捕集されたものをいう。

ボイラー 水を加熱して高温・高圧の蒸気を得る装置。排ガス処理の過程で、排ガスの保有熱を利用して蒸気を発生させる。発生した蒸気は発電等に利用できる。

【ま行】

前処理 焼却や熔融等の処理の前段で、それらの中核処理が効率的に行われるよう、処理対象物に加える操作の総称。粗大物等の不適物や金属等の有価物を事前に取り除く選別処理、粗大物を処理可能な大きさにする破砕処理等がある。

【や行】

薬剤処理 飛灰の処理方法の一種。加湿混練の際、キレート樹脂等の重金属固定剤や凝集剤等を添加し、重金属が溶出しないよう化学的に安定した状態にする。

山元還元 非鉄製錬技術を用いて、熔融飛灰等に含有される鉛、亜鉛等を単一物質に還元、回収する方法。

溶出基準 土壌の安全性を判断する基準。廃棄物やその処理残さ等を埋立処分する際に遵守しなければならない。
→溶出試験

溶出試験 定められた溶出操作により固形物中の有害物質を溶出させ、安全性を判断する試験。

予熱空気 排ガスの保有熱を利用したり、発生蒸気を熱源として予め加熱された燃焼用空気。

【ら行】

冷却塔 加熱された機器冷却水を冷却し再使用するために設けるもの。加熱された冷却水を散水スプレーして空気と直接接触させる空冷式が一般に用いられる。

化学記号の説明

亜鉛	Zn	鉛	Pb
アルミニウム	Al	ニッケル	Ni
アンチモン	Sb	バナジウム	V
イオウ	S	ヒ素	As
塩素	Cl	フッ素	F
カドミウム	Cd	ベリリウム	Be
カリウム	K	ホウ素	B
カルシウム	Ca	マグネシウム	Mg
クロム	Cr	マンガン	Mn
ケイ素	Si	モリブデン	Mo
酸素	O	リン	P
水銀	Hg		
スズ	Sn	硫黄酸化物	SO _x
セレン	Se	二酸化硫黄	SO ₂
炭素	C	窒素酸化物	NO _x
チタン	Ti	二酸化窒素	NO ₂
窒素	N	塩化水素	HCl
鉄	Fe	一酸化炭素	CO
銅	Cu	シアン	CN
ナトリウム	Na	ポリ塩化ビフェニル	PCB

単位の説明（質量・重量を例として）

呼称	記号	相対値	
メガ	Mg	10 ⁶	百万倍
キロ	kg	10 ³	千倍
—	g	1	1
ミリ	mg	10 ⁻³	千分の1
マイクロ	μg	10 ⁻⁶	百万分の1
ナノ	ng	10 ⁻⁹	10億分の1

第 I 編

前 提 編

第1章 問題の背景ならびに技術検討委員会の目的 と運営の方法、検討の経緯

ここでは、公調委調査（正式名称は後述）を中間処理施設の整備の視点から整理し、その概要を述べるとともに本技術検討委員会の目的を明らかにした。また、技術検討委員会の運営の方法や検討の経緯等についても整理した。

1. 問題の背景と技術検討委員会の目的

香川県豊島廃棄物等処理技術検討委員会（以下、技術検討委員会という）における主要な検討課題は大きく二つに分けられる。すなわち、第一は豊島に不法に投棄された産業廃棄物やそれによって汚染された土壌、覆土等（以下、豊島廃棄物等と呼ぶ）の処理に関連する事項であり、第二は、そうした対策を実施している期間における周辺、なかでも海域への本件処分地（「中間合意」（添付資料1））にならってこのように呼称する）からの汚染された浸出水や地下水の流出防止に関する事項である。後者については、本件処分地西海岸側における廃棄物等の掘削・移動、本件処分地外周からの雨水等の排除、本件処分地内における雨水排除・表面遮水、北海岸における鉛直遮水壁及び揚水施設の設置、その他排水処理、海岸土堰堤の保全等に関し、別途検討を行い、すでに報告書を取りまとめ公表した。本報告書における検討対象は前者に関するものである。

「中間合意」に沿って豊島廃棄物等の処理技術に関する調査を進めるに当たっては、その基本的な枠組みとなる「中間合意」の内容について関係者間に共通の理解が構築されていることが必要である。こうした観点から、中間合意の内容のうち6つの項目を「豊島廃棄物等の処理技術に関する調査を進めるに当たっての確認・質問事項」としてとりまとめ、その内容の確認を三者協議機関に求めた（添付資料2参照）。この結果、技術検討委員会の活動範囲は中間処理技術に関する処理方式の選定までであること、中間合意における“溶融等による中間処理”とは溶融技術を中心としつつも他の処理技術を幅広く対象とすること等が確認された。こうした基本的な枠組みに沿って、豊島廃棄物等の処理技術に関する検討を進めた。

また、「中間合意」に沿って豊島廃棄物等を処理するには、まず中間処理の対象となる豊島廃棄物等の物量、性状、分布状況等の概要を把握することが必要である。この点については、平成6年から7年にかけて総理府公害等調整委員会（以下、公調委と呼ぶ）において「豊島産業廃棄物水質汚濁被害等調停申請事件に係る調査」（以下、公調委調査と呼ぶ。結果の概要を添付資料3として示す。）が実施された。そのなかでは以下のような実態調査が行われた。

- ①基礎調査；地形・地質、地歴
- ②廃棄物調査；埋立状況（種類、量等）、性状（物理的特性、化学的特性等）
- ③地下水調査；水理地質状況（地質構成、地下水分布等）、地下水の水質と挙動
- ④周辺環境調査；地表水、漏水個所の土壌、海域の環境化学分析

さらに、本技術検討委員会においても、上記の公調委調査に加えて中間処理の観点から見た豊島廃棄物等の性状ならびに公調委調査時点からの豊島廃棄物等の経時変化を調べるために、追加調査を実施した。

以上の公調委調査及び本技術検討委員会による調査結果を踏まえると、豊島廃棄物等の概要は次のように整理される。

- ①処理対象となる廃棄物等の総量（廃棄物及び廃棄物直下の汚染土壌、廃棄物の表面を覆う覆土等を含む）は、約51万m³（湿重量で約59万t）と推計される。
- ②これら廃棄物等の分布状況は図 I-1-1に示される通りであり、その量は表 I-1-1のように整理される。

表 I-1-1 廃棄物等の分布状況

分布地点		主体部 (A)	南斜面部 (B)	南飛び地部 (C)	合計
廃棄物量	面積 (千m ²)	65.00	2.50	1.25	68.75
	体積 (千m ³)	449.7	5.00	3.50	458.2
	重量 (千t)	490.2	5.45	3.82	499.4
汚染土壌量	面積 (千m ²)	18.75	0	0	18.75
	体積 (千m ³)	34.75	0	0	34.75
	重量 (千t)	60.81	0	0	60.81
覆土等	面積 (千m ²)	30.00	0	0	30.00
	体積 (千m ³)	19.38	0	0	19.38
	重量 (千t)	33.92	0	0	33.92
合計	面積 (千m ²)	65.00	2.50	1.25	68.75
	体積 (千m ³)	503.8	5.00	3.50	512.3
	重量 (千t)	584.9	5.45	3.82	594.2

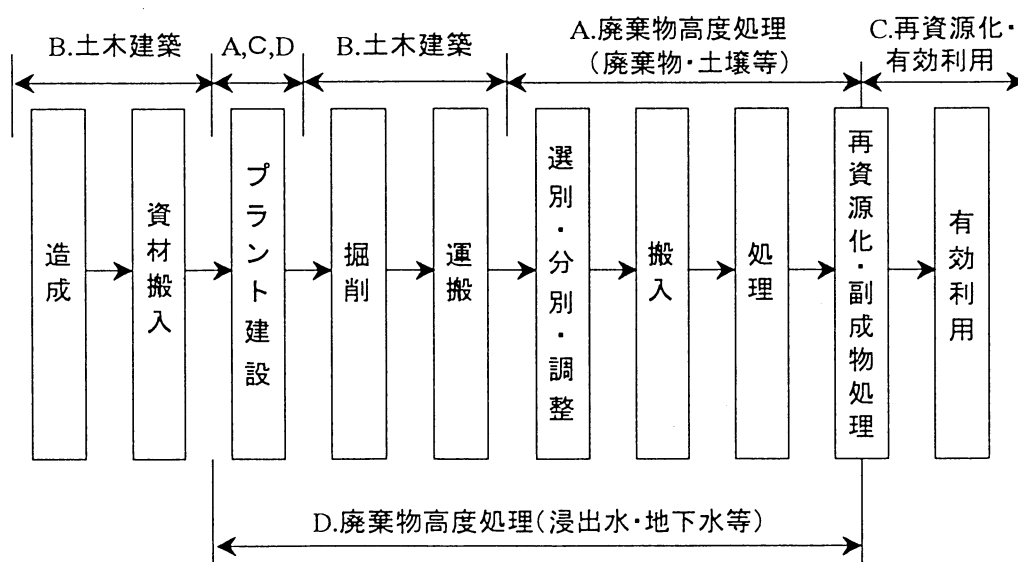
- 注：1) 汚染土壌の面積は廃棄物直下のものであり、したがって合計値では考慮しない。
 2) これらの値は公調委調査を基に算出した。同調査では廃棄物の比重量を1.09t/m³、汚染土壌のそれを1.75t/m³としている。
 3) 覆土等の比重量は、汚染土壌と同様と仮定した。

- ③廃棄物等には重金属や有機塩素系化合物、ダイオキシン類等の各種の有害物質が相当量含有されており、最深部は地表より約18m（海拔ではTP=2m）まで達している。また、これら有害物質によって廃棄物層下面より約1mの直下土壌も汚

染されている。

- ④本件処分地の浸出水ならびに地下水は、南及び東側の花崗岩山体から北海岸への流れが主流となっている。また有害物質による汚染は本件処分地内の地下水にも及んでいる。
- ⑤周辺環境への影響について、海域の水質及び底質についてみると、現状では特に廃棄物等に起因すると考えられる汚染は明確に確認されていない。しかし、生物については他の事例より高濃度と考えられる項目が一部にある。
- ⑥現状の廃棄物等の性状については、公調委調査時点と比較して、基本的には顕著な経時変化が認められず、各有害物質の最大濃度についても同等の数値範囲内にあるものと推定される。
- ⑦中間処理の観点から見た廃棄物等の性状として、通常の都市ごみ等と比較すると可燃分が少なく、廃棄物等の発熱量は湿ベースの平均値で700kcal/kg程度となる。また、灰分が多く平均値で48%となっている。
- ⑧さらに廃棄物等には、鉛、総クロム、カドミウム等の重金属に加えPCB、ダイオキシン類等の多種類の有害物質が含有されており、物理組成を見ても、シュレッダーダスト、燃え殻、鋳さい等に加え、布きれ、ウレタンシート、木片等の雑多なものが混入している。
- ⑨雨水等の浸透により廃棄物等の含水率はかなり高くなるものと想定される。

上記の特徴を有した豊島廃棄物等を処理するためには、豊島廃棄物等の掘削・運搬、豊島廃棄物等や地下水・浸出水の高度処理、副成物の再資源化・有効利用等が必要である。こうした観点から本技術検討委員会では、中間処理の全体工程を次に示す4つの工程に分類して検討を進めた。



※) 副成物とは、処理によって発生する次の3種の生成物を指すものとする。

- ①選別・分別などにより発生する大型の金属片、瓦礫などの選別残さ
- ②廃棄物高度処理等により発生するスラグ、メタルなどの再資源化材
- ③廃棄物高度処理等により発生する飛灰などの処理残さ

以上のように、本技術検討委員会では、中間合意に示された枠組みに沿って、公調委調査や追加調査結果により把握された本件処分地の実態を踏まえ、中間処理工程を4つの工程に分類し、「中間処理施設の整備に関する事項」の検討を進めてきた。その目的とするところは、あくまで「本件処分地に存する廃棄物及び汚染土壌について、溶融等による中間処理を施すことによって、できる限り再生利用を図り、豊島総合観光開発株式会社により廃棄物が搬入される前の状態に戻すことを目指す」ことにある。

2. 技術検討委員会の運営の方法と検討の経緯

技術検討委員会は平成9年7月18日に成立した「中間合意」を受け、香川県豊島廃棄物等処理技術検討委員会設置要綱（添付資料4）にしたがって設置されたものである。前述した主要な検討課題に関する技術的事項の全般にわたり、現地の情報ならびに関連技術に関する調査や対策の内容等に関し、検討の進め方や得られた結果等について評価・決定することを主な活動としている。より具体的には、調査機関の選定に関して指導・助言を行うとともに調査機関が実施する調査事業全般について専門的立場から適切な指導を行い、またその内容や方法を決定し、さらには得られた結果について技術的観点から公正に評価することにある。

「中間処理施設の整備に関する事項」に関しては都合14回の技術検討委員会の審議をこれに当てた。技術検討委員会は公調委ならびに申請人代表の傍聴のもとで開催され、会議の冒頭と最後に各5分程度で両者から意見陳述の時間を設けた。また会議中も関連する事項に対して委員会の了承のもと意見を求めた。

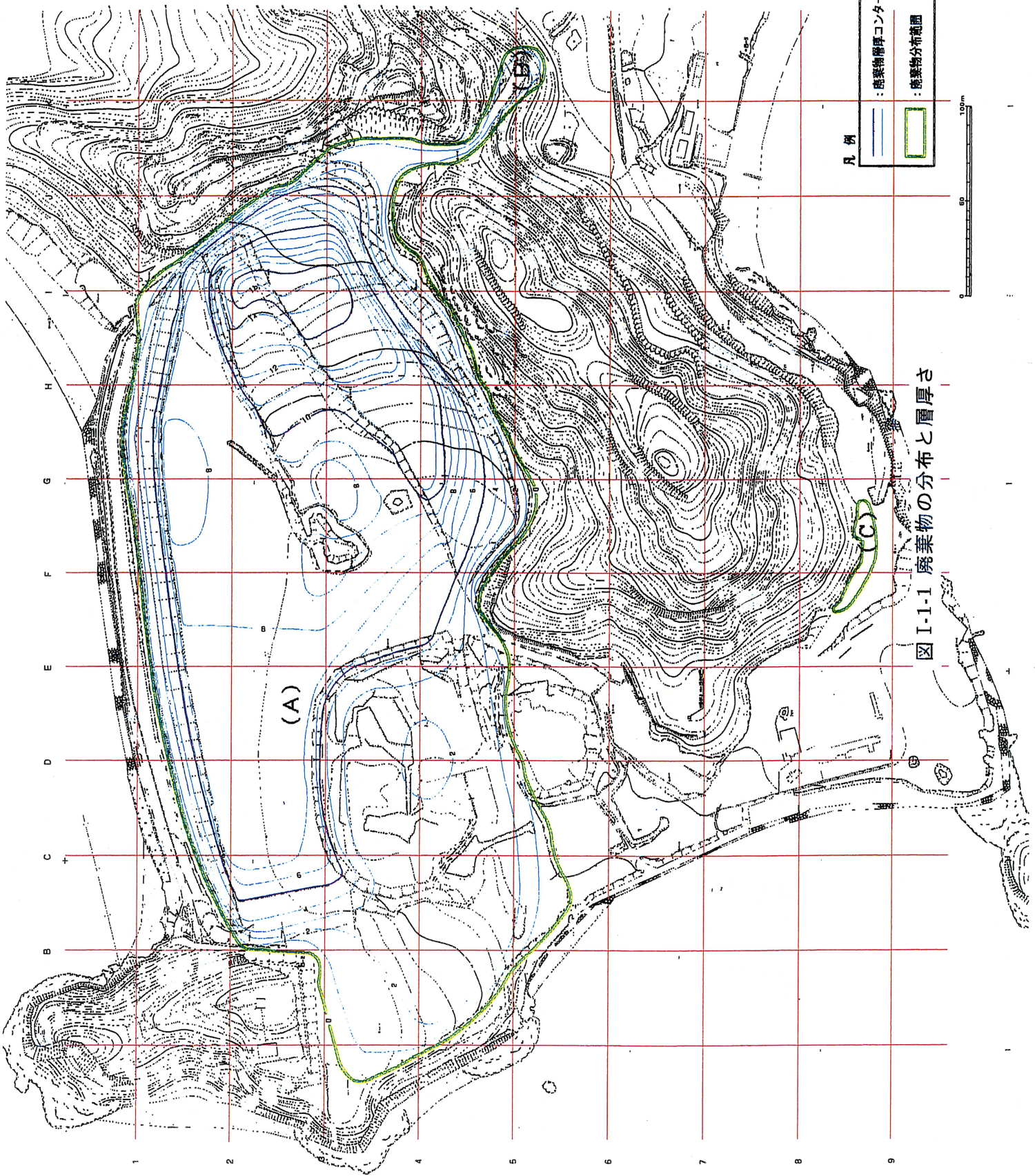
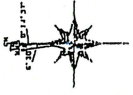
技術検討委員会の審議事項等に関しては、事前に公調委を通じて、その内容を申請人代表に通知するとともに、特別の事項に関してはその検討状況を文書にて公調委ならびに申請人代表に随時連絡するよう努めた。

会議に提出した資料の取り扱い、原則公開を前提としたが、審議内容の重大性に鑑み、審議未了で変更の可能性が高く公開することによって誤解を与えかねない資料や関係企業の好意により提出を受け守秘要請のあった資料、また県の実施する入札関連情報等については、それぞれ状況を判断した上で「非公開・関係者限り」あるいは「非公開、会議後回収」、「委員限り」として取り扱った。

調査機関による現地での試料採取や分析、企業への現地説明会及び処理実験等の実施に当たっては、技術検討委員会の委員が立ち会い、その指導を行うとともに適切な方法で実施されたことを確認した。

調査機関の選定に当たっては、まず香川県が調査機関に委託する調査の必要性や委託の範囲、調査機関が具備すべき能力等を審議し、決定した。さらに条件を満たす調査機関からの企画提案書を検討し、適切と考えられる調査機関として株式会社日本総合研究所を選定した。

以上のような技術検討委員会の活動計画は添付資料5にまとめられている。またこれに対応して作成された（株）日本総合研究所の実施計画書を添付資料6に示す。また、両者の関係や技術検討委員会での関連事項の審議日程（途中での変更等によって第1次から第4次までである。）、（株）日本総合研究所の活動スケジュール作業期間（これについても第2次までであり、報告書作成に伴う活動期間の延長は委員会と同様である。）を添付資料7としてまとめた。



凡例

- : 遺構物層厚コンター
- : 遺構物分布範囲

図 I-1-1 廃棄物の分布と層厚さ

第2章 検討に当たっての主眼点と主な検討事項

1. 検討に当たっての主眼点

豊島廃棄物等の中間処理技術の検討は前述したように、中間合意に示された「本件処分地に存する廃棄物及び汚染土壌について、溶融等による中間処理を施すことによって、できる限り再生利用を図り、豊島総合観光開発株式会社により廃棄物が搬入される前の状態に戻すことを目指す」という枠組みを遵守して実施した。

検討の開始に当たり、技術検討委員会の全委員は本件処分地を視察し、現地の状況等を十分に把握した上で、「技術選定に当たって留意すべき事項」を審議した。第4回技術検討委員会において承認された上記留意事項の全文を第II編第1章に資料II-1-1として示す。その後の中間処理技術の検討は、この留意事項をベースとして進めた。

以下に上記留意事項等を踏まえ、検討における主眼点を整理する。

1) 中間処理の観点からみた廃棄物性状の把握

第一の主眼点は、処理対象となる廃棄物や土壌等の性状に関するものである。中間処理の実施に当たっては、処理対象物の性状を可能な限り把握することが重要である。こうした性状に関するデータとしては、すでに平成6年度から7年度にかけて実施された公調委調査があり、同調査によって本件処分地に存在する廃棄物等の性状が詳細に調査・分析され、本件処分地における汚染の実態が明らかにされている。しかしながら、適切な中間処理を実施するためには、汚染の実態に加えて処理技術の適性を判断するための情報、例えば発熱量等のデータも必要である。このため追加調査等を行って、さらに詳細に廃棄物性状を把握することが求められる。

2) 廃棄物性状の変動に対応できる対策の検討

第二の主眼点は、廃棄物等の性状の変動に関するものである。前述したように、本件処分地に存在する処理対象物には土壌が含まれるだけでなく、廃棄物としても種々のものが存在する。含有される有害物質の種類や濃度もかなり広範囲に及び、化学的性状に加え物理的性状もきわめて多様である。したがって、こうした幅広い廃棄物性状に対応可能な前処理や中核処理の検討が必要である。

3) 実用性の高い中間処理技術の選定

第三の主眼点は、中間処理技術の実用性に関するものである。中間合意に至るこれまでの経緯を踏まえれば、廃棄物等の処理にはできる限り早期の対応が望まれる。したがって、中間処理技術はすでに実用レベルに達した実績のある技術であることが望ましい。また、2)に示した廃棄物等の性状の変動、化学的性状及び物理的性状の多様性を勘案すると、中間処理技術の選定に当たっては、確認のための処理実験等によりその有効性を判断することも必要であると考えられる。

4) 施設整備に関連する種々の制約条件との整合

第四の主眼点は、中間処理施設の整備に関連する種々の制約条件との整合性に関するものである。例えば、本件処分地は国立公園内に位置しており、自然公園法の制約を受ける。また中間処理施設の建設・稼動に当たっては、周辺環境への影響に配慮することが必要であり、種々の環境規制を満たすことが必要である。こうした種々の法規制関係の制約に加えて、施設建設のための地盤強度等をはじめとした地質条件、施設運転のために必要とされる電気や水といったユーティリティ等の調達条件も施設整備に当たっての制約となる。こうした制約条件との整合を図りながら、施設整備の検討を進めていかなければならない。

5) 環境に対する配慮の重視

第五の主眼点は、中間処理施設の建設から稼動に至るまでのすべての段階における環境配慮に関するものである。中間処理施設の建設段階においては、工事による騒音・振動などや車輛等による大気汚染などが周囲の環境に与える影響に配慮することが必要である。また、建設が終了した後の施設稼動段階においては、有害物質の飛散防止等の廃棄物等の掘削・運搬による環境影響への配慮、及び中間処理施設の運転に伴い発生する排ガス・排水等による環境影響への配慮が必要である。さらに、地理的な条件として本件処分地が海岸に接していることから、地下水・浸出水による海域への影響にも配慮することが必要である。このように中間処理の実施に当たっては周辺環境への配慮を徹底し、処理の全段階を通じて環境保全を徹底することが肝要である。

6) 暫定的な環境保全措置との関連性への配慮

第六の主眼点は、暫定的な環境保全措置との関連に関するものである。暫定的な環境保全措置として、海域への地下水等の流出防止のための遮水壁等の設置と揚水、雨水対策としての表面遮水工及び汚染拡大防止策としての一部の廃棄物等の掘削・移動等が行われることとなる。遮水・揚水対策での排水は中間処理施設内で有効利用し、表面に施された遮水透気シートは廃棄物等の掘削・運搬にともなって一部ずつ除去されることとなる。また廃棄物等が一部掘削・運搬された跡地には、中間処理施設が建設される計画となっている。このように暫定的な環境保全措置に関する事項と中間処理施設の整備に関する事項の間には密接な関係があり、両事項の整合性等を考えながら検討を進めることが必要である。

7) 中間処理のエンジニアリング的な適正化

第七の留意事項は、中間処理のエンジニアリング的な適正化に関するものである。豊島廃棄物等の中間処理のためには、掘削・運搬した廃棄物等を調整する前処理施設、前処理した処理対象物を熱処理するための中核施設、中核処理の結果として発生する副成物の再資源化施設及び水処理施設など様々な施設が必要とされる。こうした施設にはそれぞれ、電気、水等のユーティリティが必要である。中間処理を円滑に実施するためには、こうした各施設間でのユーティリティの融通、複数の施設で使用される同一設備の相互利用など、適切な連結が達成されていなければならない。また、掘削・運搬に始まる中間処理全体の物質収支、エネルギー収支等の計算を行い、適切な能力を有する施設を配することが必要である。さらに発生する副成物についても、スラグ、メタル等の再資源化材に加え、飛灰

等の処理残さのリサイクル等に関する検討を行っておく必要がある。こうしたエンジニアリング的適正化を図り、中間処理施設整備の基礎とすることが必要である。

上記の7つの主眼点を踏まえて中間処理に関する検討を実施すると共に、本報告書が提出された後の対応等についても今後の課題として提示した。

2. 主な検討事項

中間処理施設の整備に関する事項について技術検討委員会が行った主な検討事項と調査内容は以下の通りである。

①検討の前提となる基礎的な調査

中間処理施設を整備するに当たり留意すべき事項を抽出するために、地形調査、周辺環境調査及び法規制調査を行った。また、中間処理の技術方式について検討を行うための準備として、豊島廃棄物等の性状を明らかにするために基礎物性調査を実施した。

②技術方式に関する検討

全体工程をA：廃棄物高度処理工程（廃棄物・土壌等）、B：土木建築工程（造成・資材搬入、掘削・運搬等）、C：副成物の再資源化・有効利用工程及びD：廃棄物高度処理工程（浸出水・地下水等）に分類し、廃棄物処理関連技術を有する企業を対象に技術基礎調査を行った。なお、調査の対象は実用レベルに達している技術を中心とした。

技術基礎調査の結果に基づき、本件処分地内の廃棄物等の適正な処理方式としての可能性のある関連技術（関連システム）を中心として、当該技術を保有する企業への直接ヒアリングを実施した。また、ヒアリング調査結果に基づき、適用性が高いと考えられる中核処理工程の技術方式について、処理実験を行った。

その上で、得られた処理実験結果等をもとに、さらに詳細な調査を実施すべき技術方式を選定した。

③環境保全に関する検討

中間処理施設の整備における総合的な環境保全の基本的な考え方を示し、施設における環境保全の基準値・目標値とその監視方法及び周辺環境への配慮に関する措置（モニタリング）に関する検討を行った。具体的には環境保全に関連する規制値等を幅広く調査・整理した上で、数値シミュレーション等を実施し、中間処理施設における環境保全の基準値・目標値を検討した。併せて、廃棄物処理施設等の類似施設における環境保全基準値・目標値の事例も検討の参考とした。さらに、周辺環境への配慮に関する措置として、周辺環境におけるモニタリング方法の検討を行った。

④基本計画に関する検討

②で選定された技術方式を対象に、異なるシステム間における同一設備の相互利用（相互融通）の可能性等を考慮し、全体工程の検討を行うエンジニアリング評価を実施した。

具体的には、中間処理の対象となる廃棄物等の性状や排ガス処理システムを統一した条件に設定し、②で選定された技術方式によって処理した場合の副成物の発生量、処理のために必要な副資材や電力、水等のユーティリティ量等を算出した。

また、法規制に関する調査、地質調査、搬入ルート調査等、施設整備に関わる事項についての調査結果を踏まえ、施設整備計画を策定した。さらに代表的な技術方式に着目し、施設の基本設計計画を策定した。

なお、この「中間処理施設の整備に関する事項」の調査・検討は、技術検討委員会の下で調査機関として（株）日本総合研究所が携わった。

第3章 中間処理施設の整備に当たっての基礎調査

本件処分地において中間処理施設の整備を進めるためには、本件処分地の地形や周辺環境、また、中間処理施設の整備に関わる法規制、さらに地域住民の意識等様々な前提条件を把握することが必要である。

こうした条件の把握を目的として、次の5つの調査を実施した。

- ①地形調査
- ②周辺環境調査
- ③法規制調査
- ④住民意識調査
- ⑤埋蔵文化財に関わる詳細調査

1. 地形調査

地形調査は本件処分地内及び周辺地域における地滑り、湧水、断層等を示した地質図を作成することを目的に実施した。

1-1. 本件処分地周辺

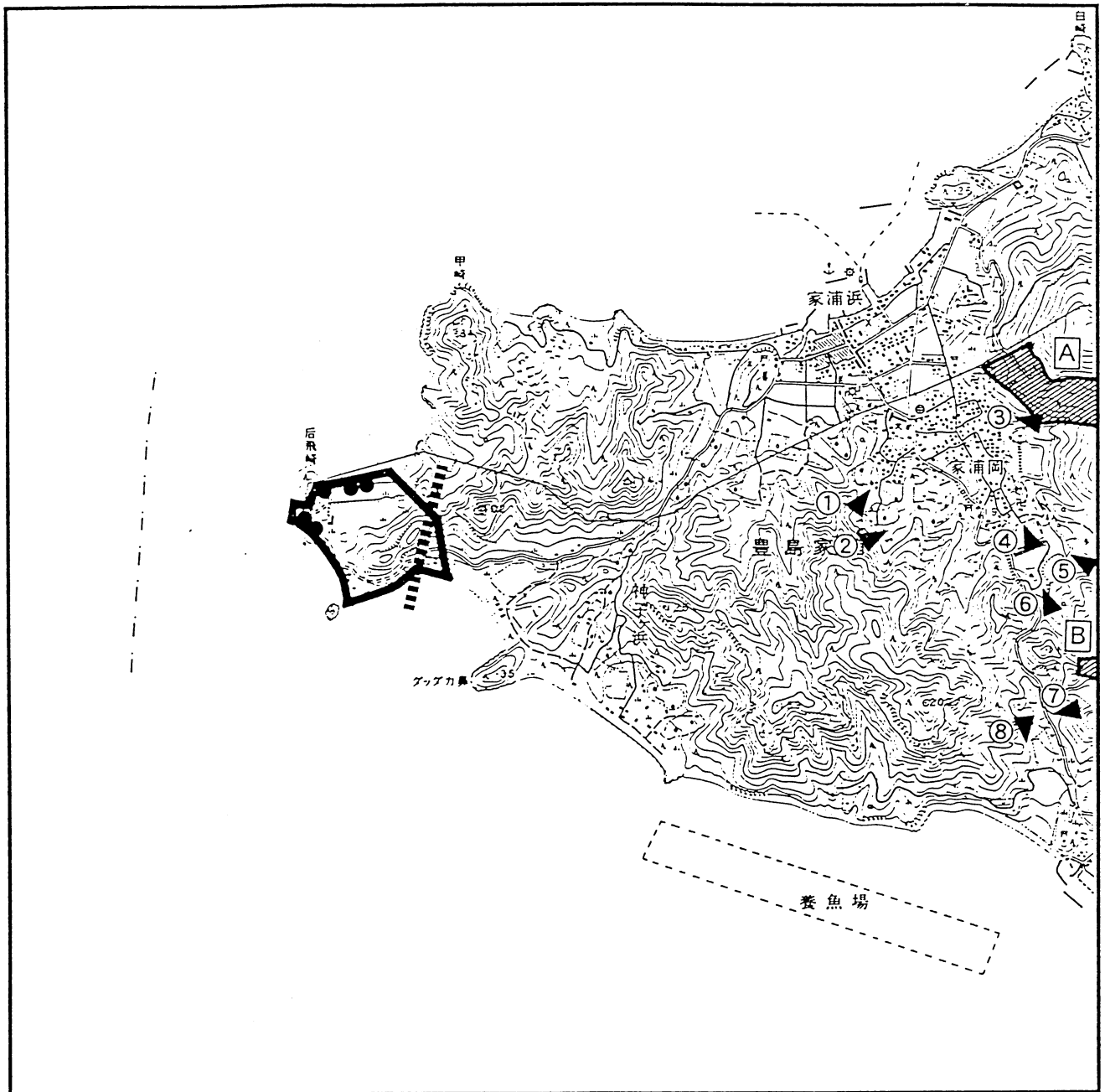
豊島の地質は、本件処分地のある島の西部、南部及び東部には花崗岩が分布している。島の中心部の壇山付近には讃岐岩質安山岩（溶岩）及び黒色塩基性凝灰角礫岩からなる讃岐層群が分布しており、その北東部には、段丘堆積層が分布している。讃岐層群の下位には土圧層群が分布しており、本件処分地の一部、家浦、甲生、唐櫃の海岸付近には沖積層も分布している。本件処分地付近の地形は、人工地形に分類され、処分地北側の海岸部は埋立地及び盛土地であり、処分地の南側、西海岸及び南海岸の大部分は平坦地である。



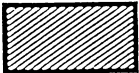


1-2. 本件処分地内

本件処分地の地質は、花崗岩を基盤とし未固結の土がこれを覆って一部に分布し、さらに本件処分地内では大部分が廃棄物や盛土等の人工地盤に覆われている。また強風化岩やそれを覆う花崗岩起源の砂層がみられる。

基盤岩である花崗岩が処分場の周辺山地に露出しているが、これは過去、珪砂を取る目的で掘削されたためである。地表でみられる花崗岩は、部分的に風化がみられ花崗岩中には脈状に貫入岩が所々入っている。

また、本件処分地東部では、北北東方向に延びる断層が確認されており、廃棄物が3段の高さに積み上げられている。一方、地滑り区域及び湧水は本件処分地内に確認されていない。これらの状況をまとめた地質図を図 I-3-1 に示す。



凡 例	
	本件処分地
	砂防ダム
	地すべり防止区域
	漏 水
	断 層
	①795 山溝川(S57 H=11m)
	②822 山溝川(S60 H=10m)
	③811 今宮川(S59 H=12m)
	④666 春日川(S53 H=10m) 畑(枕め)
	⑤397 春日川(S42 H=10m)
	⑥488 春日川(S46 H=9.5m)
	⑦523 甲生川(S47 H=8m)
	⑧874 甲生川(S63 H=9m)
	[A] 5 今宮地区(S57 8.45ha)
	[B] 9 春日川上流地区(H7 25.37ha)

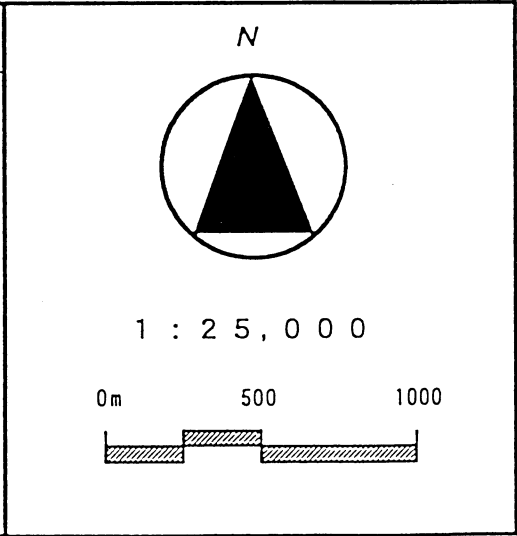


図 I-3-1 地滑り、湧水、断層等を示した地質図

2. 周辺環境調査

周辺環境調査としては、本件処分地周辺の動植物の現状、気象等の概要をまとめた自然環境条件及び人口、産業の現状等の概要をまとめた社会環境条件の調査を実施した。

2-1. 自然環境条件

本件処分地周辺の植物、動物、気象等の自然環境条件の概要を次に示す。

2-1.1 植物

(1) 香川県内の植物の現状

① 森林植生

気候が温暖な香川県の森林の大部分は、かつてはほとんどの地域に「照葉樹林」とよばれるシイ・カシ林が広がっていたものと推測される。しかし、古くから人間の生活活動が盛んであった香川県においては、農業的利用や燃料としての伐採が繰り返し行われてきた。このことによって平野部のほとんどの森林は失われ、島嶼部をはじめ、南部をほぼ東西に走る讃岐山脈の森林やその北部に広がる丘陵部に残された森林の地力は減退していった。これに加えて商品経済の発達に合わせ、近世より盛んに行われた製塩・製糖業の燃料としての利用は、過度の伐採に拍車をかけることとなった。

その結果、「照葉樹林」は象頭山に代表される社叢等にその姿をとどめるのみとなり、大部分の森林には、荒廃・乾燥地に強い松林が広がっていくことになっている。しかし、この松林も近年の「松くい虫」被害による枯死がめだつようになり、海岸に近いところではウバメガシ林に、丘陵部の里山においては、アベマキやアラカシ等の広葉樹に遷移することとなり、森林景観もここ十数年の間に大きく変貌している。

また、スギ・ヒノキに代表される経済林は、面積は少ないものの生育適地である讃岐山脈の一部と小豆島の上部には優良な林が形成されている。自然林は点在する社叢の他、大滝山、大川山の一部にわずかに残されている。これらの森林はその学術的価値の高さから、様々な保護施策が講じられている。

② 水湿性植生

水湿地の中で、香川県の景観を代表するため池においては、ヨシ、マコモ、ガマ、ヒメガマが浅水部に群落を形成するほか、クロモ、フサモに代表される沈水植物、ヒシ、ヒルムシロ等の浮葉植物等豊富な植物を見ることができる。その中にはレッドデータブックに記載されたオムニバス等の希少な水湿性植物もあり、その保護の必要性が指摘されている。しかし、環境変化によりため池に生育する植生は徐々に単純化に向かう方向にあり、特に平野のため池においては顕著である。

河川においてはツルヨシの群落が細長く広がり、乾燥地にはススキが群落を形成している。

③海岸植生

海岸線の長い香川県は、海岸の地形に応じた海岸植生を見ることができる。海浜部には観音寺市の有明浜に代表されるコウボウムギ、ハマニガナ、ハマゴウ、ハマボウフウ等の砂丘植物が、崖部には、ハマナデシコ、ボタンボウフウ、ハマボス等の岩崖植物が、綾川や鴨部川、新川等の河口部にはハマサジやハマツナ等の塩沼植物が広がっている。

近年、環境変化により、アメリカネナシガズラ、オオバナコマツヨイグサ等の帰化植物が増加しており、在来植物への影響が懸念されている。

(2)本件処分地周辺における植物

図 I-3-2 に現存植生図を示す。まず本件処分地内の土地利用形態は造成地及び工場地帯となっており、植生としては、廃棄物層上部に草が茂っている。また、本件処分地内の南東部には、クロマツ群落広がっており、本件処分地周辺へと群落が拡大している。

本件処分地周辺（本件処分地に隣接する東部領域）の主な植生は、本件処分地内に引き続くクロマツ群落となっている。その他わずかであるが、畑地雑草群落、水田雑草群落が植生している。甲崎を含む海岸線付近は自然裸地となっている。そのさらに東側には本件処分地内から引き続くクロマツ群落、処分地内とは異なる植生を示しているクロマツ群落が広がっている。これらの群落の間に畑地雑草群落が点在している。家浦港へ通じる北側には市街地が広がり、市街地に接して水田雑草群落が広がっている。また、家浦岡の北東部にはクヌギーコナラ群集が存在している。

さらに、南側の海岸線には一部、砂丘植生が見られる。人工護岸や埋立地の増加により小豆島の海岸線における砂丘植生が大幅に減少したのに比較して、豊島の海岸線における砂丘植生は原形を保っており、神子ヶ浜のケカモノハシ、ヒメケフシグロ、ヒロウドテンツキ、ダツダカ浜のマツナ、ハマニガナ等は希少な植生である。ただし、次第に帰化植物の侵入も進んでおり、ホソムギ、マンテマ、ヒゲナガスズメノチャヒキ、ホコガタアカザなどの植生が見られるようになっている。

なお第3回自然環境保全基礎調査による特定植物群落等*は、本件処分地周辺には分布していない。

*特定植物群落

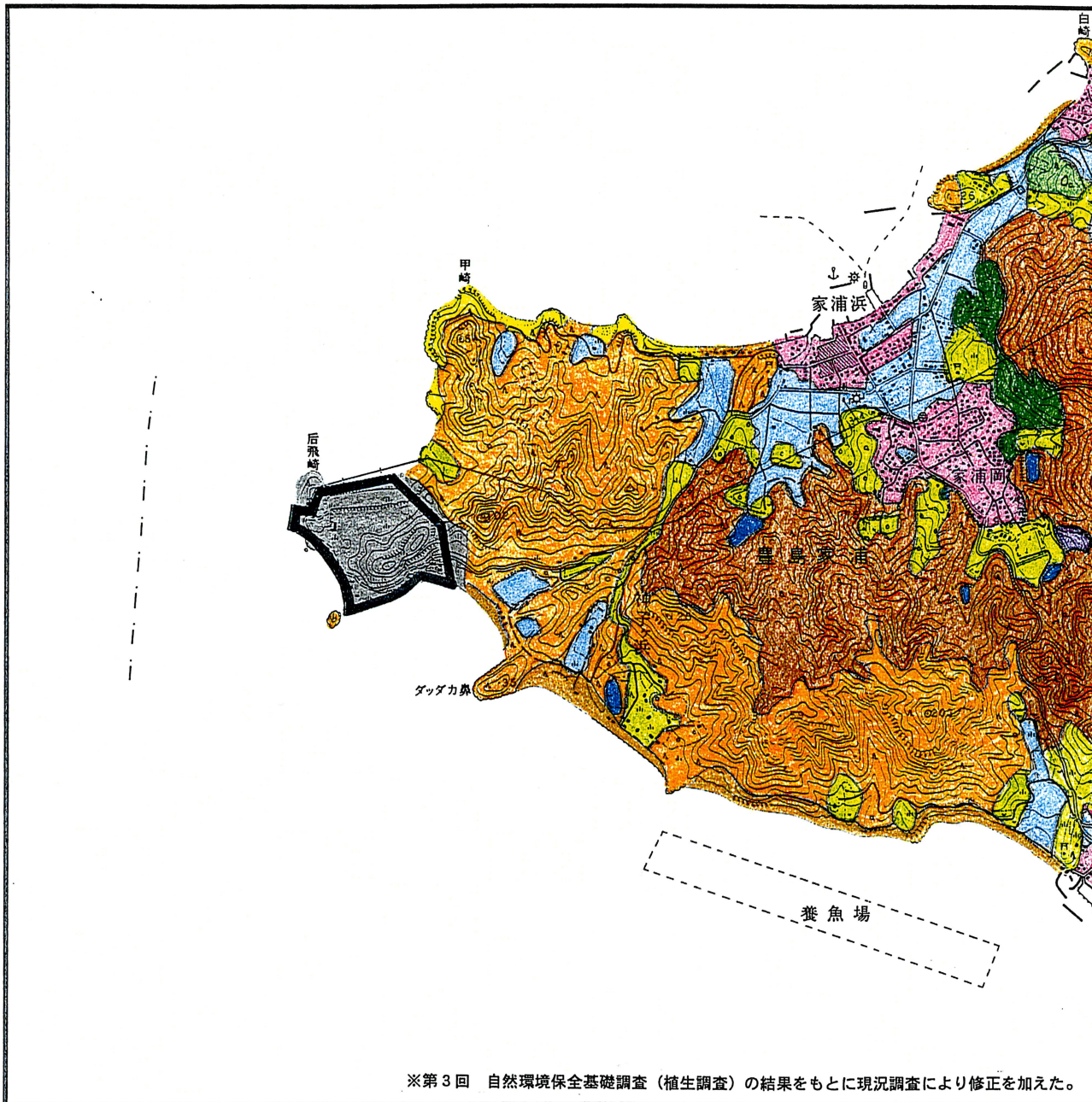
環境庁の定める特定植物群落選定基準(A～Hの8分類)に従い区分される植物群落。

2-1.2 動物

(1)香川県内の動物の現状

①香川県内の一般状況

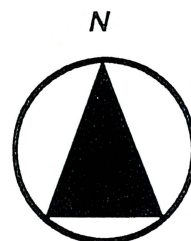
香川県は、南に讃岐山脈、北は瀬戸内海に臨み、中央部に広がる讃岐平野には数多くのため池を始め、屋島、五色台、飯野山などの台地や孤立丘が分布するなど動植物種にとって多様な生息環境がある。



※第3回 自然環境保全基礎調査（植生調査）の結果をもとに現況調査により修正を加えた。

凡 例

	本件処分地				
	クロマツ群落		常緑果樹園		開放水域
	クマノエ群落		畑地雑草群落		自然裸地
	アカマツ群落		水田雑草群落		
	クロマツ群落		市街地		
	砂丘植生		造成地		



1 : 25,000

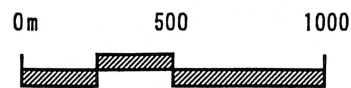


図 I-3-2 現存植生図

しかし近年、市街化の進展に伴って平野部における生物の生息空間は年々悪化する状況にある。その中で五色台はその多様な植生環境を背景に豊富な種の生物の生息環境となっている。県鳥ホトトギスをはじめとする100種を超える鳥類、ハッチョウトンボ、ナガサキアゲハ等の貴重な昆虫類が生息している。また峰山・石清尾山周辺は市街地の中心にあつて豊富な種類の蝶類の生息場所となっている。

香川の景観の代表であるため池はカイツブリ等の水鳥、魚類をはじめ様々な水生生物の生息地として重要である。近年、オオクチバス、ブルーギルといった北米産の魚が繁殖し、他の水生生物の生存を破壊しつつある状況となっている。

(2)豊島における動物

①一般的な状況

豊島には、小豆島に存在しているニホンザル、シカ等の哺乳動物の分布は報告されていない。一方、両生・爬虫類は幅広い分布が見られ、ニホンアマガエル、ニホンヒキガエルが広範囲に分布している。次いで、トノサマガエル、ウシガエル、ツチガエル、ヌマガエル等が多数、分布している。これらの両生類のうち、ニホンヒキガエルの生息は、産卵場所である水域及び成体の生活場所である樹林が確保されていることが条件となっており、近年、その生息範囲が急激に減少している。豊島においても同様の傾向が見られるとの報告もなされている。また、爬虫類としては、アオダイショウ、シマヘビ、ヤマカガシ、ニホンマムシ等が広範囲に生息している。

また、淡水魚としては、メダカ、ギンブナ、マハゼ、ウキゴリ等の存在が確認されている。また、小豆島には確認されていないモツゴ、タモロコ等の淡水魚が確認されている。底生動物としては、1985年に実施された調査の結果、12目22種の存在が確認されている。代表的な底生動物として、サホコカゲロウ、ユスリカ、ミズムシ、モクズガニ等の存在が確認されている。いずれの動物も汚染に強い種である。

②貴重な動物

第2回自然環境保全基礎調査（動植物分布図）によれば豊島に生息する学術上重要な動物*は確認されていない。

*学術上重要な動物

絶滅の恐れのある種、学術上重要な種等として環境庁が選定した両生類24種、爬虫類10種、淡水魚類27種等のことを意味する。

2-1.3 気象

(1) 県全般の気象の特徴

香川県の気候は、典型的な瀬戸内式気候であり、年平均降水量（昭和36～平成2年の30年間の平均値）は、約1,150mmと全国の平均約1,610mmに比べて非常に少なく、比較的温暖で日照時間が長いのが特徴である。

島しょ部や海岸付近ではよく濃霧が発生し、海上交通の妨げとなることがあり、また、海陸風の交代時に生じる「なぎ」の現象は、特に夏期の夕方において顕著である。

(2) 土庄町における気温、降水量、日照時間

本件処分地における気温、降水量、日照時間を示すデータとしては、土庄町が毎年とりまとめている気象データを活用することができる。過去の平年値及び平成8年度におけるデータは表 I-3-1に示す通りである。

表 I-3-1 土庄町における気温、降水量、日照時間

月	気 温 (°C)						降水量 (mm)		日照時間
	平年値			平成8年			平年値	平成8年	平年値
	平均	最高	最低	平均	最高	最低			
1	5.1	8.8	1.4	4.9	8.7	1.2	39.2	42.5	154.1
2	5.2	9.0	1.4	3.9	7.9	-0.1	50.5	37.0	148.4
3	7.9	12.1	3.7	7.6	11.4	3.3	74.8	45.0	193.2
4	13.5	17.9	9.1	10.8	15.5	5.9	105.5	51.0	197.5
5	18.0	22.4	13.6	18.1	22.6	13.8	114.2	69.5	227.1
6	21.9	25.6	18.2	22.2	25.3	19.4	169.1	229.5	188.4
7	26.1	29.6	22.6	25.8	29.6	22.5	132.1	70.5	224.2
8	27.6	31.2	23.9	27.3	31.0	24.1	95.4	60.5	247.4
9	23.8	27.0	20.2	22.7	26.1	19.2	215.6	129.5	180.5
10	17.9	21.9	13.9	17.4	21.3	13.6	104.3	120.0	175.2
11	12.7	16.6	8.7	12.9	16.1	9.2	61.7	33.5	156.9
12	7.6	11.6	3.7	7.2	11.4	3.2	30.1	58.5	151.9
合計または平均	15.6	19.5	11.7	15.1	18.9	11.3	1,192.5	947.0	187.1

資料：県農業試験場小豆分場（平年値は1961～1990年の平均）

(3) 風向、風速

風向、風速データとして、香川県下に6ヶ所ある地域気象観測所のうち、豊島に近い高松及び内海観測所のデータを表 I-3-2及び表 I-3-3にまとめる。

表 I-3-2 内海観測所データ (平成8年度)

月別	風速 (m/s)				最多風向
	平均	最大			
			風向	起月	
1	2.1	10	北	8	北北西
2	2.1	7	北	5	北北西
3	2.0	6	北北西	30	北北西
4	2.2	6	南	18	北北西
5	1.8	6	北北西	14	北北西
6	1.3	6	南南東	18	北北西
7	1.6	6	南南東	19	北北西
8	1.7	7	南南東	14	北北西
9	1.7	7	北北西	22	北北西
10	1.7	7	北北西	26	北北西
11	1.8	7	北	15	北北西
12	2.0	8	北	19	北北西
平均	1.8				

資料：高松地方気象台

表 I-3-3 高松観測所データ (平成8年度)

月別	風速 (m/s)				最多風向
	平均	最大			
			風向	起月	
1	3.0	12	西北西	8	西
2	2.8	10	西	9	西
3	3.0	11	西	1	西
4	2.5	10	西	18	西南西
5	2.3	9	西南西	10	西南西
6	2.2	11	西	18	西南西
7	2.3	8	西	5	西南西
8	2.3	12	西南西	14	東北東
9	2.0	7	北北西	22	東
10	1.9	6	北	26	南西
11	2.3	10	西	21	南西
12	2.4	12	西	22	南西
平均	2.4				

資料：高松地方気象台

2-2. 社会環境条件

社会環境条件としては、人口、産業、土地利用、水利用、その他文化財等、電力の利用状況及び交通・道路事情について調査を実施した。その概要は次の通りである。

2-2.1 人口

平成8年における香川県総人口は、1,028,027人（平成8年10月1日現在）となっており、平成3年以降ほぼ横ばいとなっている。世帯数は平成元年以降は毎年増加を続けており約350,000世帯となっている。逆に1世帯当たりの人口は年々減少を続け平成元年に3.22人であったのに対し平成8年では2.93人まで減少し、香川県においても核家族化が進んでいる。

土庄町における平成7年の総人口は、19,074人となっており、県全体の約2%を占めている。

また、土庄町のうち、豊島における人口は平成7年で1,471人となっており、土庄町全体の約8%を占めている。平成7年に至るまで過去5回の人口統計データをもとに昭和50年から平成7年までの人口・世帯数の変化は表I-3-4に示す通りである。

表 I-3-4 人口、世帯数の変化

年次	昭和50年	昭和55年	昭和60年	平成2年	平成7年	
世帯数	700	675	669	636	611	
人口	総数	2,150	1,940	1,757	1,588	1,471
	男	988	888	800	728	661
	女	1,162	1,052	957	860	810

2-2.2 産業

(1)産業構造

①産業別就業者数

土庄町の就業人口は、平成7年10月1日現在で、9,436人で全県就業者の約2.0%を占めている。主な産業としては、製造業が最も多く、2,283人（24.2%）となっており、次いでサービス業の2,262人（24.0%）となっている。

また、平成2年国勢調査結果にもとづく、豊島の就業人口は、656人となっている。さらに、平成3年度事業所統計調査によると、豊島における事業所数は総数、116ヶ所となっている。事業所数及び就業者数ともにサービス業が最も多く、就業者数では農業がこれに次いでいる。また事業所数では卸売・小売業・飲食業がサービス業に次いでいる。サービス業が豊島の主要な産業となっているのは、海水浴、ハイキング、魚釣り、キャンプ等の観光産業が島の重要な産業の一つであることを示しているものと考えられる。

(2)農業

土庄町における農家数は平成7年において817戸となっており、そのうち153戸（18.7%）が専業農家であり、664戸（81.3%）が兼業農家となっている。農家一戸当たりの経営耕地面積は37a程度であり、林業、水産、園芸、畜産など多角経営による農家が大部分を占めている。

平成2年国勢調査によると、豊島における農業就業者数は100人となっており、豊島全体の就業者総数の約15%を占めている。米の他、みかん、オリーブの生産があり、酪農も行われている。

(3)漁業

平成2年国勢調査結果にもとづく、豊島における漁業就業者数は92人となっており、サービス業、農業に次いで就業人口の多い産業となっている。

豊島における漁業は恵まれた漁場環境のもと沿岸漁業、海面養殖業が盛んである。主な種類としては、わかめ、あわび、さざえ、あさり、なまこ、はまち、雑魚、のり、真珠などが漁獲されている。

2-2.3 土地利用

(1)土地利用の現状

香川県全体における土地利用は、平成8年1月1日現在で農用地449km²（38.3%）、山林519km²（44.3%）、宅地158km²（13.5%）、その他（牧場、原野等）が45km²（3.9%）となっている。

土庄町についてみると平成8年度現在で、農用地は11km²（14.8%）、山林は41km²（54.9%）、宅地は3km²（4.6%）、その他は約19km²（25.7%）となっている。平成元年と比較すると農用地が約0.7km²（5.6%）、山林は1.3km²（3.2%）減少し、逆に、宅地は0.1km²（2.7%）、その他は1.6km²（9.0%）増加している。

過去8年間の推移を見ると、宅地よりもその他（原野等）の増加が大きくなっている。また、県全体の地目と比較すると、山林の割合が多く、農用地及び宅地が少なくなっている。なお、本件処分地における土地利用は、その他（工場地帯及び造成地）となっている。

(2)集落、農地、工場の分布等

図 I-3-3 に集落、農地、工場の分布を示す。主な農地としての土地利用は、水田が最も多く、次いで果樹園となっている。水田の大部分は、島の北側に集中して分布しており、本件処分地付近にはほとんど分布していない。また果樹園についても島の北側からやや中央部に多く分布しており、本件処分地付近には分布していない。

また、集落の分布をみると島の北側にある家浦浜から南側に向かって家浦岡付近まで分布しており、本件処分地付近には分布していない。また工場については家浦浜から約500m南下した場所に1ヶ所存在しているが、本件処分地からは離れた位置に存在している。

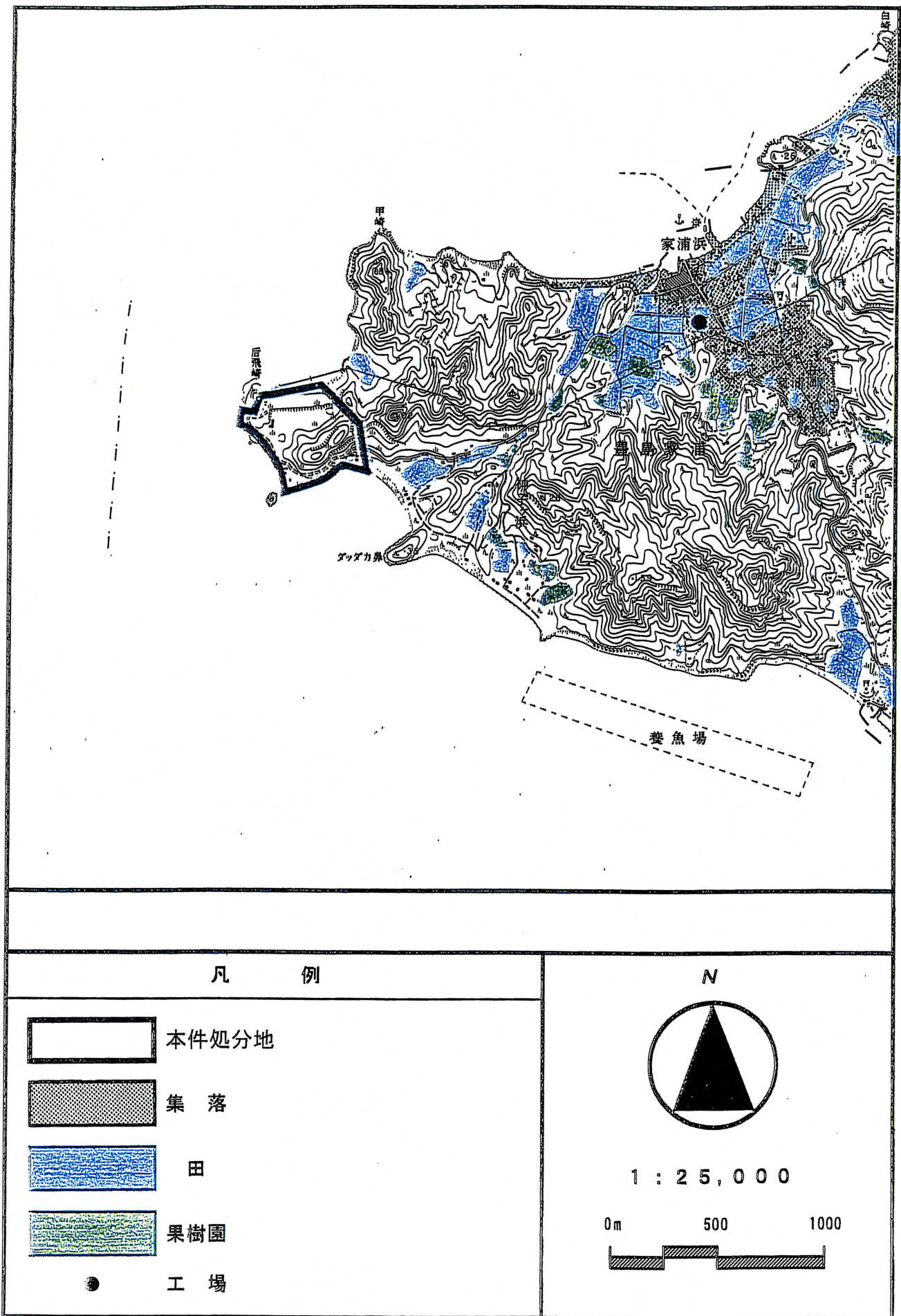


図 I-3-3 集落、農地、工場等の分布図

(3)将来の土地利用計画

香川県では、21世紀に向けて、香川の進むべき基本的方向とこれを実現するための基本的方策を明らかにした「香川県21世紀長期構想」が策定されている。同構想の中で、将来の開発プロジェクトとして“瀬戸内・サンリゾート構想”が計画されている。豊島の全域は、この“瀬戸内・サンリゾート構想”の対象地域となっている。

“瀬戸内・サンリゾート構想”は、総合保養地域整備法（リゾート法）に基づき、香川県下の4市25町を対象として、民間活力を活用しながらリゾート整備を推進し、快適環境の形成、均衡ある産業の発展、イメージアップや香川らしい文化の創造を図るものである。豊島の全域はこの対象地域に含まれているが、具体的に同構想に基づく施設が建設されるといった計画は現在のところ明確になっていない。

2-2.4 水利用

(1)上水道

豊島における水利用は、湧水による清水水源、小出水源及び表流水を貯留した春日川砂防ダム、家浦貯水池、及び第2号床畠水源があり、貯留された水は家浦地区、甲生地区、唐櫃地区の住宅地へ配水されている。また、本件処分地においては水利用はされていない。表 I-3-5に水道関係施設を、またこれらの施設の位置を図 I-3-4に示す。

表 I-3-5 水道関係施設状況

1	硯配水池	総有効容量 50m ³
2	清水水源	湧水 13m ³ /日
3	小出湧水	湧水 143m ³ /日
4	家浦第1号配水	1号配水池 総有効容量 50m ³
	家浦第2号配水	2号配水池 // 150m ³
5	唐櫃3号配水池	総有効容量 50m ³
6	唐櫃4号配水池	総有効容量 50m ³
7	唐櫃浄水場	給水能力 200m ³ /日
8	家浦浄水場	給水能力 500m ³ /日
9	家浦貯水池	表流水 250m ³ /日
10	甲生浄水場	給水能力 60m ³ /日
	甲生配水池	総有効容量 70m ³
11	春日川砂防ダム	表流水 250m ³ /日
12	第2号床畠水源	表流水 63m ³ /日

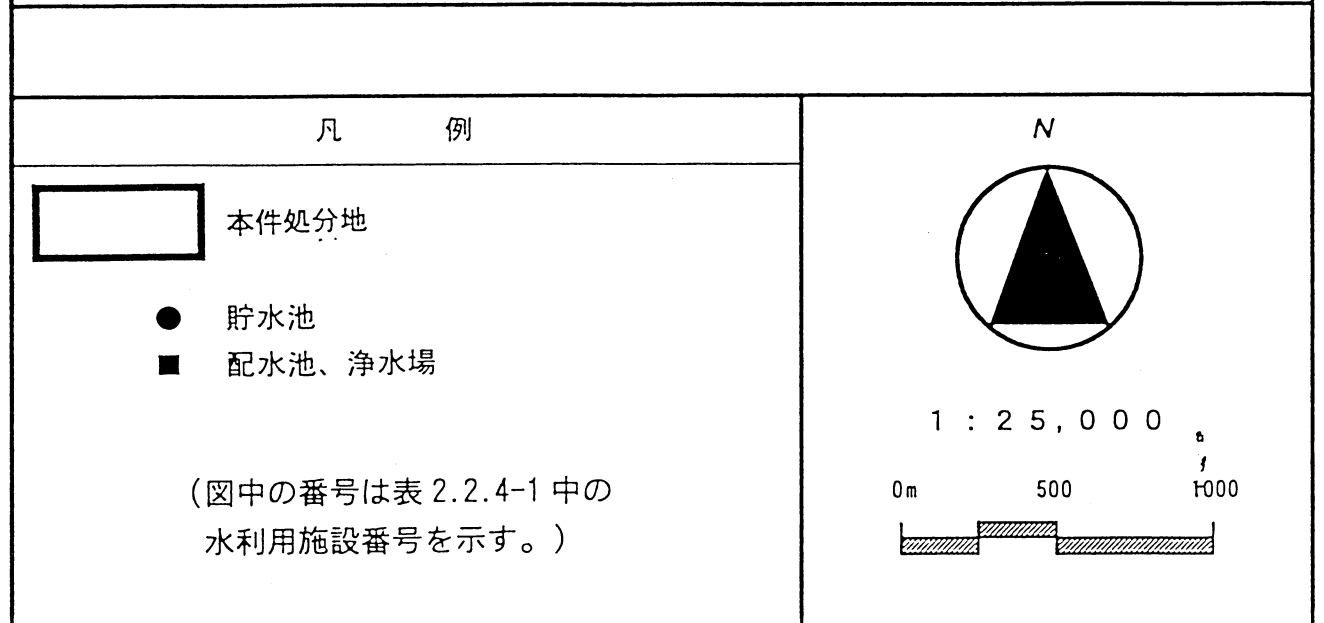
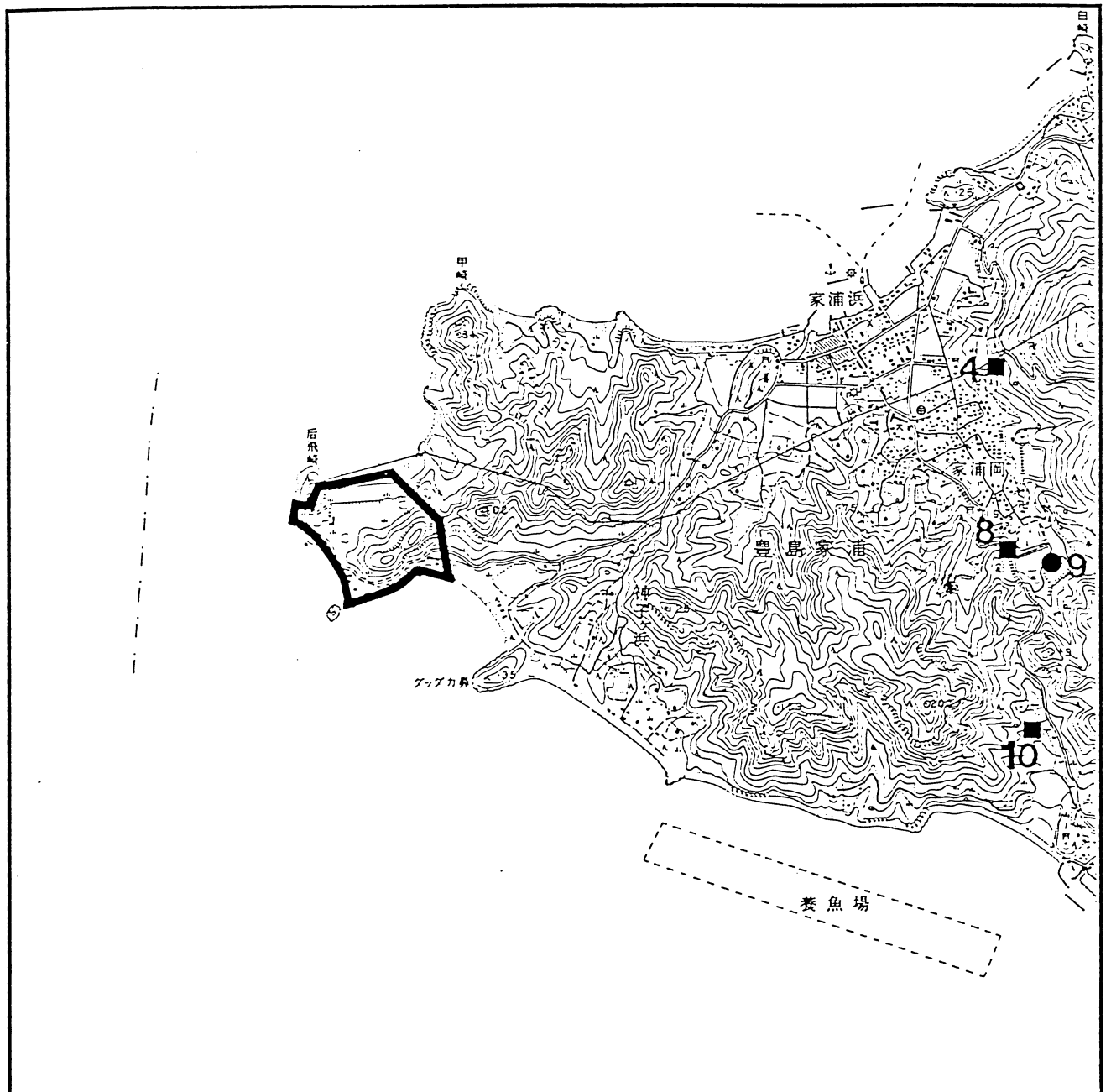


図 I-3-4 水道関係施設状況

(2)水面利用の状況

表 I-3-6に本件処分地周辺の海域における漁業権の設定状況を示す。豊島には春日川、寺上川及び春田川が流れているが、いずれも漁業権は設定されていない。図 I-3-5に漁業権の設定状況を示す。

2-2.5 その他文化財等

(1)香川県における樹木の保存に関する要綱

大径木の保存を図り、良好な生活環境の保全と郷土の景観を維持するため、香川の保存木として、平成9年4月現在で142本が指定されている。豊島においては香川の保存木として唐櫃のシンパク、香川の巨木として豊峰権現のスタジイがそれぞれ指定されている。いずれも本件処分地から離れた位置に繁茂している。

(2)天然記念物

香川県では、文化財保護法に基づき、動植物・地質・鉱物のうち学術上貴重で価値の高いもの12件が「特別天然記念物」及び「天然記念物」として指定を受け、また香川県文化財保護条例に基づき31件が「香川県指定天然記念物」とされている。これら天然記念物の指定に伴い、その現状を変更し、または保存に影響を及ぼす行為をしようとするときは許可を要することとし、適正な保護・保全を図っている。

土庄町においては、特別天然記念物の「宝生院のシンパク」、県指定の天然記念物として「銚子溪の日本サル群」、「片山愛樹園のソテツ」、「王子神社社叢」が指定されている。このうち、豊島に存在するのは「片山愛樹園のソテツ」のみであり、本件処分地から離れた場所に存在している。

(3)埋蔵文化財

図 I-3-6に埋蔵文化財包蔵地（遺跡）の分布図を示す。

「土地利用動向及び貴重な自然・文化財等図（国土庁）」によると、本件処分地内には、北側の浜に縄文時代～鎌倉時代の遺跡（水が浦遺跡）、西側の浜に旧石器時代～鎌倉時代の遺跡（横引遺跡）の2ヶ所が所在している。また、本件処分地に隣接する電力会社所有地には旧石器時代の遺跡（后飛岬遺跡）が所在している。

このため、中間処理施設の整備に当たっては、文化財保護法の規定に従う必要がある。文化財保護法に従った手続きの概要は、次項（法規制調査）にまとめる。

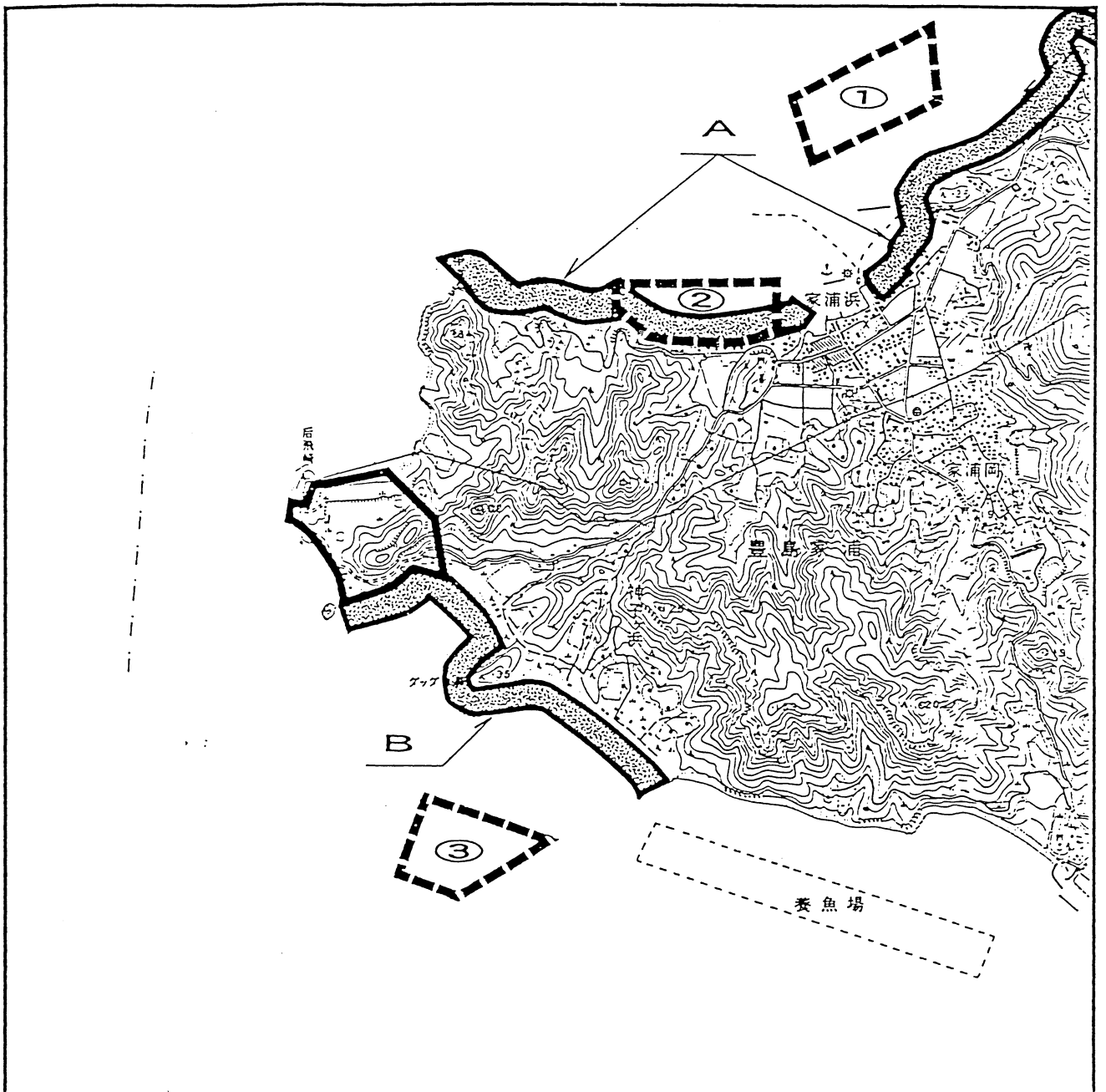
表 I-3-6 漁業権の設定状況







漁業権公示 番 号	漁業種類	漁場の位置	漁場の区域
共第39号	第一種共同漁業 ・わかめ漁業 ・あわび漁業 ・さざえ漁業 ・あさり漁業 ・なまこ漁業	小豆郡土庄町 豊島家浦北地先	点の位置 基点 A 家浦、唐櫃境界（深谷川尻） 基点 B 岡山県岡山市幸西外波崎 基点 C 甲先 基点 D 直島町井島戸尻鼻 イ AからB見通し線上Aから100メートルのところ ロ CからD見通し線上Cから100メートルのところ Aイ、Cロの二直線とAC間沖出し100メートルの只曲線及び最大高潮時海岸線に囲まれた区域但し硯漁港泊地内、家浦港内を除く
共第40号	第一種共同漁業 ・わかめ漁業 ・あわび漁業 ・さざえ漁業 ・あさり漁業 ・なまこ漁業	小豆郡土庄町 豊島家浦北地先	点の位置 基点 A 坊主ノ鼻 基点 B 高松市女木島西端 基点 C 保崎 基点 D 直島町姫泊山高頂 イ AからB見通し線上Aから100メートルのところ ロ CからD見通し線上Cから100メートルのところ Aイ、Cロの二直線とAC間沖出し100メートルの只曲線及び最大高潮時海岸線に囲まれた区域
共第221号	第二種共同漁業 ・藻建網漁業 ・磯建網漁業 ・かに建網漁業	小豆郡土庄町 豊島地先	点の位置 基点 A 礼田崎 基点 B 坊主ノ鼻 基点 C 后飛崎 基点 D 甲崎 基点 E 白崎 基点 F 虻崎 基点 G ホシ崎 基点 H 黒崎 基点 I 池田町地蔵崎 基点 J 高松市男木島北の高頂 基点 K 高松市男木島灯台 基点 L 直島町井島鞍掛ノ鼻 基点 M 直島町井島団子山高頂 基点 N 直島町井島戸尻鼻 基点 O 岡山県岡山市米崎 基点 P 岡山県岡山市犬島東端 イ AからI見通し線上Aから600メートルのところ ロ HからA見通し延長線とBからK見通し線との交差点 ハ BからL見通し線上Bから200メートルのところ ニ CからL見通し線上Cから200メートルのところ ホ DからN見通し線上Dから200メートルのところ

漁業権公示 番 号	漁業種類	漁場の位置	漁場の区域
			ヘ Eから0見通し線上Eから200 メートルのところ ト FからP見通し線上Fから200 メートルのところ チ MからF見通し延長線上とJか らG見通し延長線との交差点 イロ、ロハ、ハニ、ニホ、ホヘ、ヘト、 トチ、チイの八直線と最大高潮時海岸線 に囲まれた区域
共第222号	第二種共同漁業 ・藻建網漁業 ・磯建網漁業 ・かに建網漁業	小豆郡土庄町 豊島唐櫃・家浦 地崎（団子瀬）	点の位置 基点 A 白崎 基点 B 宮崎 基点 C 岡山県岡山市米崎 基点 D 岡山県岡山市飯盛岩 イ AからC見通し線上Aから1500 メートルのところ ロ AからC見通し線上Aから2600 メートルのところ ハ BからD見通し線上Bから4400 メートルのところ ニ BからD見通し線上Bから3000 メートルのところ イロ、ロハ、ハニ、ニイの四直線に囲ま れた地域
区第68号	第一種区画漁業 ・のり養殖業	小豆郡土庄町 豊島家浦港地先	点の位置 基点 A 直島町井島鞍掛ノ鼻灯台 基点 B 甲崎 基点 C 岡山県岡山市切石鼻西端 基点 D 白崎北端 基点 E 亀石山高頂 基点 F 家浦港外一文字防波堤 西端 基点 G 家浦港灯台 基点 H 甲崎山高頂 イ AからB見通し延長線とGからF 見通し延長線との交差点 ロ AからC見通し延長線とEからC 見通し線との交差点 点 ハ DからH見通し線とEからC見通 し線との交差点 ニ DからH見通し線とGからF見通 し延長線との交差点 イロ、ロハ、ハニ、ニイの四直線に囲ま れた区域
区第69号	第一種区画漁業 ・のり養殖業	小豆郡土庄町 豊島家浦宮の 浜地先	点の位置 基点 A 宮の下水門 基点 B ケサガ鼻 基点 C 甲崎 基点 D 岡山県岡山市米崎 基点 E 家浦港内一文字防波堤西端

漁業権公示 番 号	漁業種類	漁場の位置	漁場の区域
			イ AからD見通し線とEからC見通し線との交差点 ロ BからD見通し線とCからE見通し線との交差点 Aイ、イロ、ロBの三直線と最大高潮時海岸線に囲まれた区域
区第70号	第一種区画漁業 ・のり養殖業	小豆郡土庄町 豊島家浦南地先	点の位置 基点 A ダツダガ鼻 基点 B 保崎 基点 C 礼田崎 基点 D 高松市勝賀高頂 基点 E 直島町姫泊山高頂 基点 F 直島町家島北端 基点 G 直島町井島鞍掛ノ鼻 イ AからD見通し線とCからG見通し線との交差点 ロ BからE見通し線とCからG見通し線との交差点 ハ BからE見通し線とCからF見通し線との交差点 ニ AからD見通し線とCからF見通し線との交差点 イロ、ロハ、ハニ、ニイの四直線に囲まれた区域
区第702号	第一種区画漁業 ・真珠養殖業	小豆郡土庄町 豊島家浦袖の浜地崎	点の位置 基点 A 坊主ノ鼻 基点 B ダツダガ鼻 イ AからB見通し線上Aから100メートルのところ ロ AからB見通し線上Aから450メートルのところ ハ AからB見通し線と直角にロから南へ100メートルのところ ニ AからB見通し線と直角にイから南へ100メートルのところ ホ AからB見通し線と直角にイから北へ100メートルのところ ヘ AからB見通し線と直角にロから北へ100メートルのところ ハニ、ニホ、ホヘ、ヘハの四直線に囲まれた区域
区第849号	第一種区画漁業 ・小割式魚類養殖業	小豆郡土庄町 豊島家浦水ヶ浦地先	点の位置 基点 A 白崎突端 基点 B 甲崎 基点 C 水ヶ浦砂浜北端 基点 D 魚見山高頂(102メートル) 基点 E 后飛崎北西端 基点 F 直島町柏島東端 基点 G 直島町尾鷲島高頂 基点 H 直島町井島団子山南の130メートル高頂

漁業権公示 番 号	漁業種類	漁場の位置	漁場の区域
			イ AからB見通し延長線とFからE 見通し延長線との交差点 ロ イからG見通し線とDからH見 通し線との交差点 ハ HからD見通し線上ロからDへ 200メートルのところ ニ イからC見通し線上イから200 メートルのところ イロ、ロハ、ハニ、ニイの四直線に囲ま れたところ
区第166号	第一種区画漁業 ・のり養殖業	小豆郡土庄町 豊島家浦地先 (団子瀬)	点の位置 基点 A 家浦、唐櫃境界（深谷川尻） 基点 B 岡山県岡山市幸西外波崎 基点 C 亀石 基点 D 岡山県岡山市米崎 基点 E ケサガ鼻 基点 F 魚見山高頂（103メートル） 基点 G 直島町井島戸尻鼻 イ AからB見通し線とFからE見通 し延長線との交差点 ロ CからD見通し線とイからG見 通し線との交差点 ハ CからD見通し線上ロからDへ 300メートルのところ ニ AからB見通し線上イからBへ 300メートルのところ イロ、ロハ、ハニ、ニイの四直線に囲ま れた区域



凡 例	
	本件処分地
	共第 39号 221号
	共第 40号 222号
	区第 68号 702号
	区第 69号 849号
	区第 70号 166号

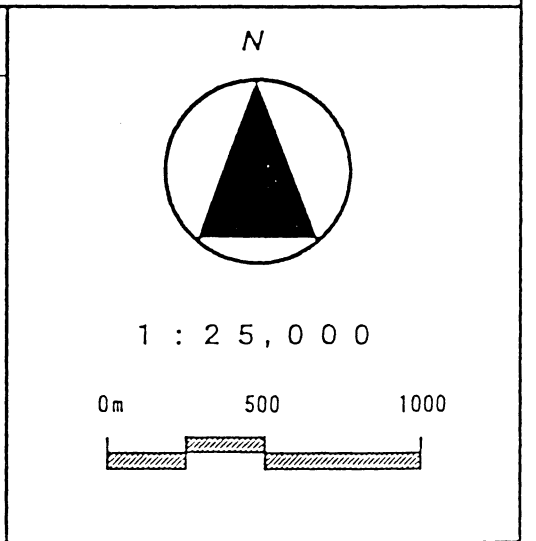
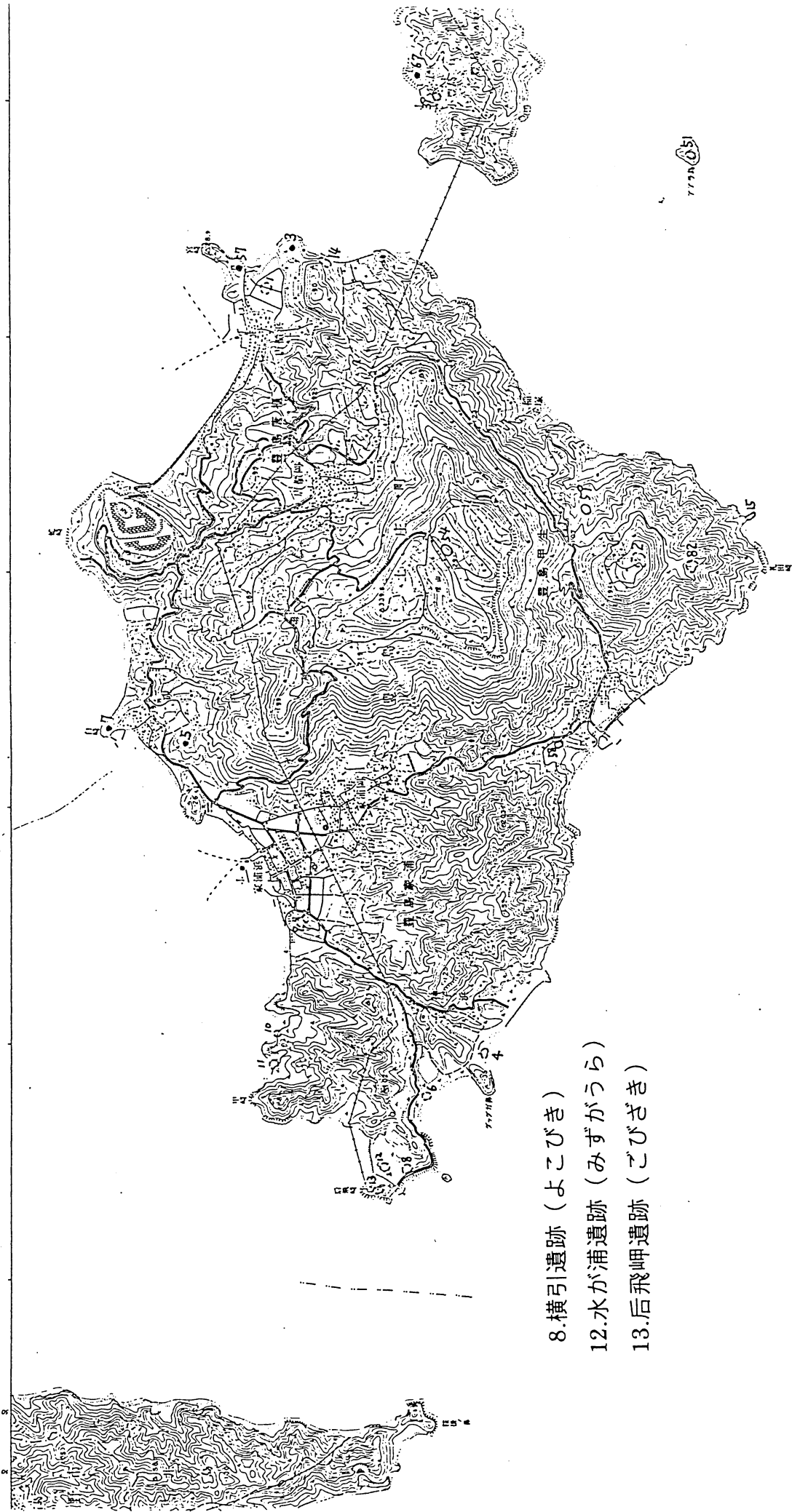


図 I-3-5 漁業権の設定状況

豊島

犬島



- 8.横引遺跡 (よこびき)
- 12.水が浦遺跡 (みずがうら)
- 13.后飛岬遺跡 (ごびざき)

図 I-3-6 埋蔵文化財包蔵地 (遺跡) の分布図



2-2.6 電力の利用状況

表 I-3-7 に土庄町における電力の利用状況を示す。平成9年の総使用量は、約2億600万キロワット時となっており、前年より約1.5%の増加となっている。最も使用電力量が多い月は8月で、最も少ない5月と比較すると約1.4倍となっている。

本件処分地において中間処理施設の建設を進める場合、電力調達を行う必要があると考えられる。豊島に電力を供給している電力会社（中国電力）は、中間処理施設の概要が確定し、必要な電力消費量が明らかとなった場合、必要な電力を供給するために前向きに協力いただけることとなっている。

表 I-3-7 土庄町における電力の利用状況

平成8年		平成9年	
月	使用電力量 (kWh)	月	使用電力量 (kWh)
1	18,313,351	1	18,661,708
2	17,769,061	2	18,324,739
3	16,802,899	3	16,262,021
4	15,768,757	4	16,082,876
5	14,667,775	5	14,869,991
6	15,094,935	6	15,307,144
7	15,859,617	7	16,950,663
8	21,816,619	8	20,476,600
9	19,391,481	9	20,250,445
10	15,562,095	10	16,481,138
11	15,509,440	11	16,170,474
12	16,455,394	12	16,148,931
合計	203,011,424	合計	205,986,730

2-2.7 交通・道路事情

(1)道路事情

図 I-3-7に本件処分地に通じる主な道路を、表 I-3-8に道路の幅員等に関するデータを示す。家浦港からの主なルートとしては、臨海道路を経て家浦中道線を通り、神子浜線へ進む全長約3.2kmのルートがある。路線認定によると、これらの道路の幅員は場所により変化しており、最大幅員は約8.0m、最小幅員は2.0mとなっている。

また、本件処分地までの道路には直角に近いカーブも存在しており、中間処理施設の建設に当たり、資材搬入等のための道路利用を考える場合、道路の幅員拡張及び道路の形状変更を考える必要がある。

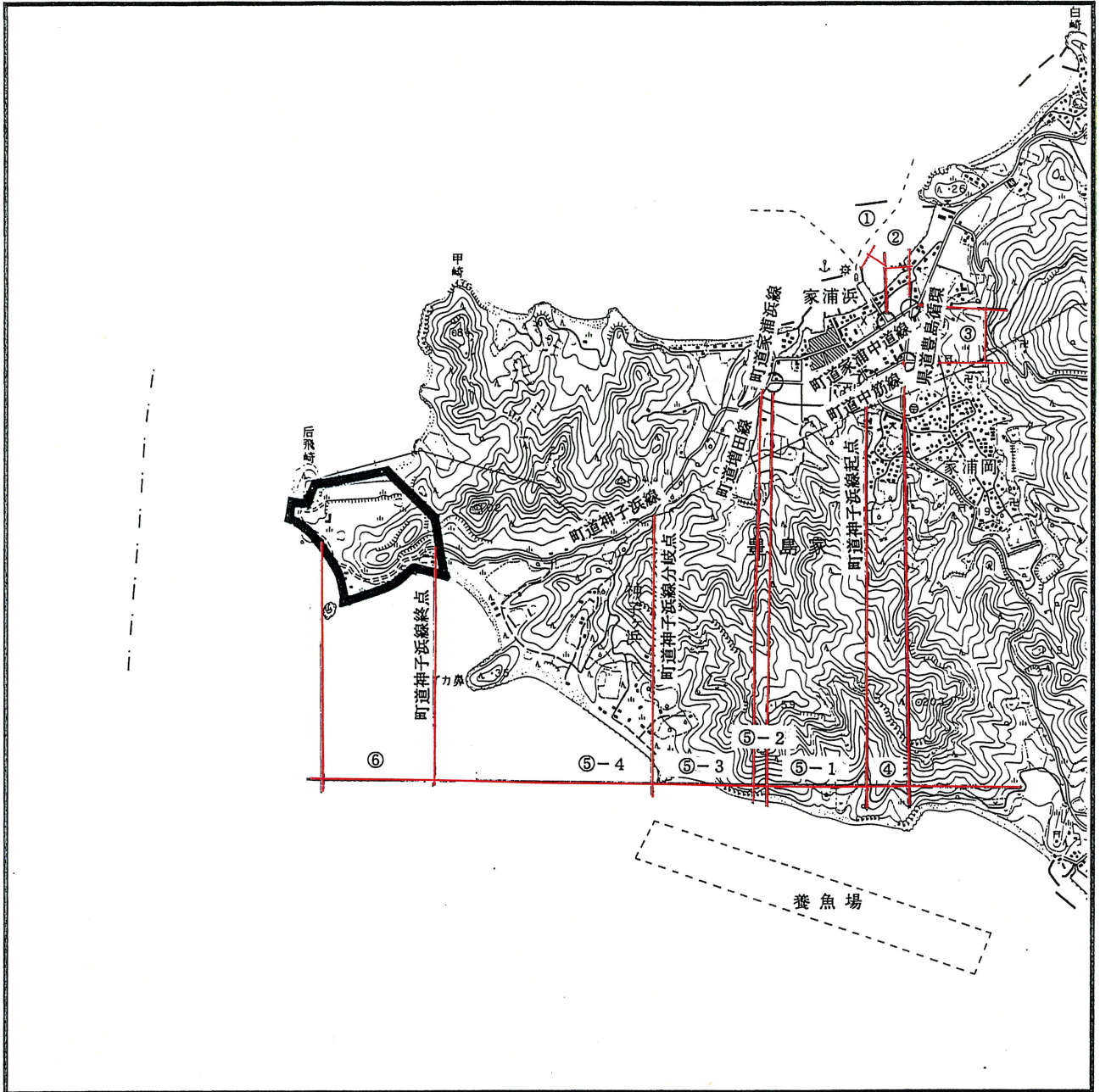
(2)港湾の状況

現在、豊島において整備されている港は家浦港のみとなっている。家浦港は県管理港湾であり、定期旅客フェリーが発着する長さ91m（水深4m）のバースの外に65mバース（水深3m）がある。このバース長さ及び水深から、同港に係留できる船体は表 I-3-9の通りである。


表 I-3-9 家浦港に係留可能な船体（水深4m）

船 種	積載t数（重量）
貨物船	600
タンカー	600
土石運搬船	500

また、クレーン等の荷揚げ設備は敷設されていないため、中間処理施設の整備に関する資材搬入等の作業を行う場合、貨物船等のクレーンを利用するか、または陸側にクレーンを設ける必要があると考えられる。



凡 例

 本件処分地

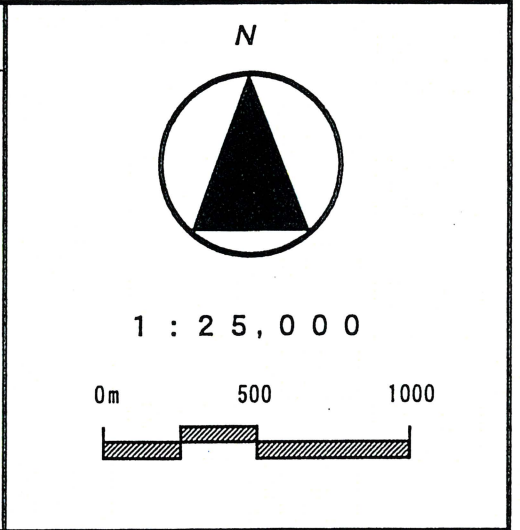


図 I-3-7 本件処分地までの道路図

表 I-3-8 道路幅員等に関するデータ

番号	路線名	区 間	道路延長 (m)	道路幅員 (m)		
				最大	最小	平均
①-1	家浦港第3号臨海道路	家浦第2野積場 ~ 東物揚場	80	8.0	8.0	8.0
①-2	家浦港第1号臨海道路	東物揚場 ~ 町道家浦中道線交点	170	7.0	7.0	7.0
	小 計		250			
②	町道家浦中道線	第1号臨海道路交点 ~ 県道豊島循環線交点	80	6.8	5.5	5.8
③	県道豊島循環線	町道家浦中道線交点 ~ 町道中筋線交点	220	5.5	5.1	5.4
④	町道中筋線	県道豊島循環線交点 ~ 町道神子浜線起点	160	3.9	3.2	3.6
⑤-1	町道神子浜線	町道神子浜線起点 ~ 町道家浦浜線交点	380	5.1	4.4	4.6
⑤-2		町道家浦浜線交点 ~ 町道増田線交点	60	6.0	6.0	6.0
⑤-3		町道増田線交点 ~ 町道神子浜線分岐点	670	6.2	2.9	3.7
⑤-4		町道神子浜線分岐点 ~ 町道神子浜線終点	950	2.0	2.0	2.0
	小 計		2060			
①~⑤	計		2770			
⑥		町道神子浜線終点 ~ 中間処理施設敷地	400			
	合 計		3170			

注) 道路延長および幅員は地形図からの読取りによる。

3. 法規制調査

法規制調査としては、関連する法規制のリストアップを行った上で、各法規制に関連する必要な許可、届出、あるいは規制解除の方法等を中心に調査を進めた。

3-1. 関連する法規制

3-1.1 土地利用に関連する規制

法令に基づく土地利用の指定、規制状況は以下の通りである。

(1) 自然公園法

豊島においては、島の西側及び東側の一部が瀬戸内海国立公園に指定されており、本件処分地は国立公園地域に含まれている。図 I-3-8 に自然公園法規制区域の状況を示す。

(2) 都市計画法

都市計画法は、都市の健全な発展と秩序ある整備を図り、国土の均衡ある発展と公共の福祉の増進に寄与することを目的とするものである。豊島においては、全島が都市計画区域に指定されていないため、市街化区域、市街化調整区域の指定はなく、用途地域の指定もない。

(3) 都市緑地保全法

都市計画区域内において良好な自然環境が形成され、一定の条件を備えている土地について都市計画法上「緑地保全地区」の指定がなされるが、豊島に該当地区は存在していない。

(4) 生産緑地法

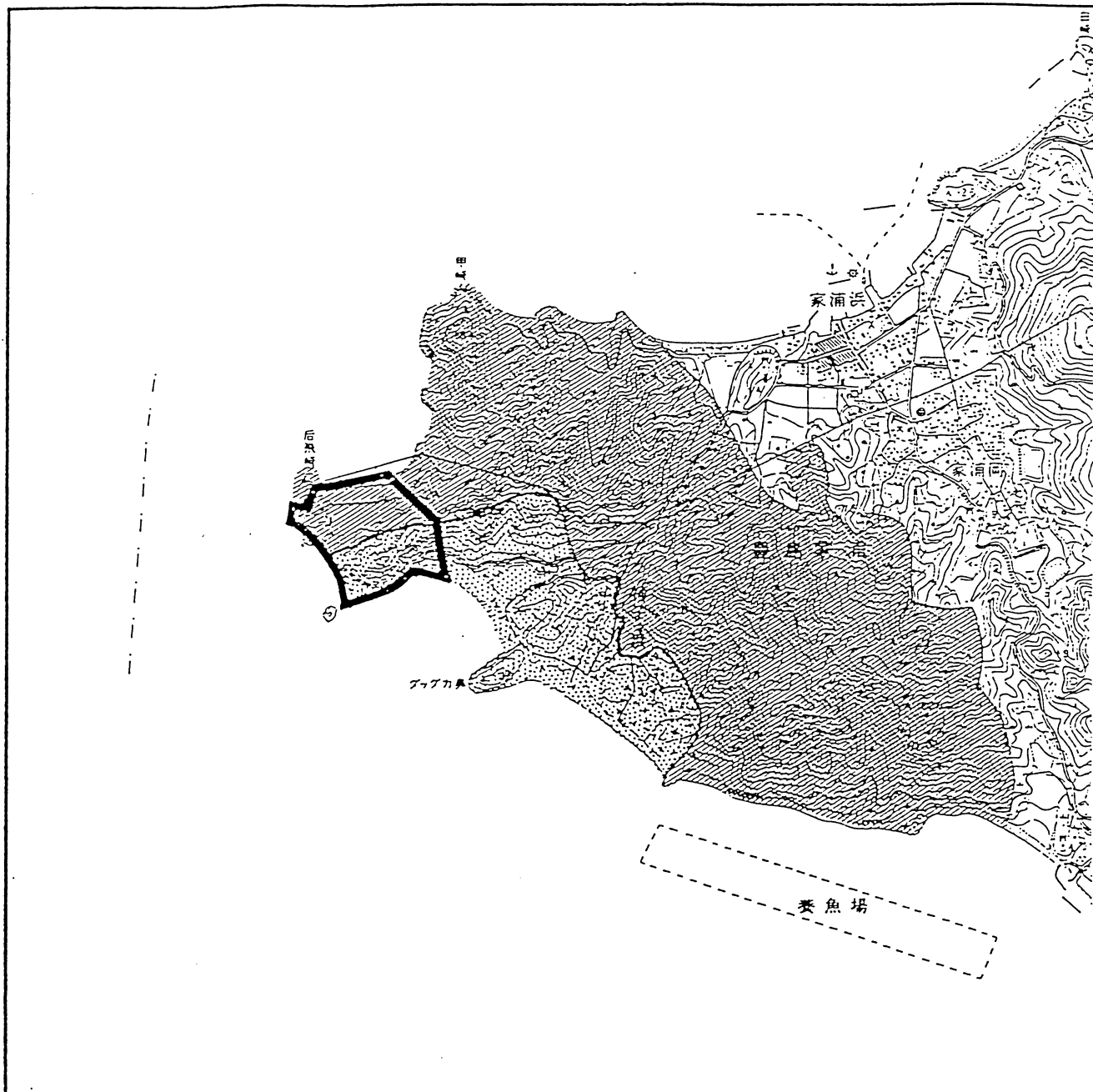
生産緑地法は、市街化区域内の農地を保護し、良好な都市環境の形成と農林漁業者の経営の安定を図るものであるが、豊島には市街化区域がないことから、これに該当しない。

(5) 農地法

農地法は農地及び採草放牧地の転用を制限するものであるが、本件処分地には農地及び採草放牧地は存在していない。

(6) 農業振興地域の整備等に関する法律

都道府県知事によって指定された農業振興地域について、市町村は農業振興地域整備計画を定め、農用地区域内において開発行為を行う場合は、都道府県知事の許可が必要とされる。本件処分地には農用地区域は存在していない。



凡 例

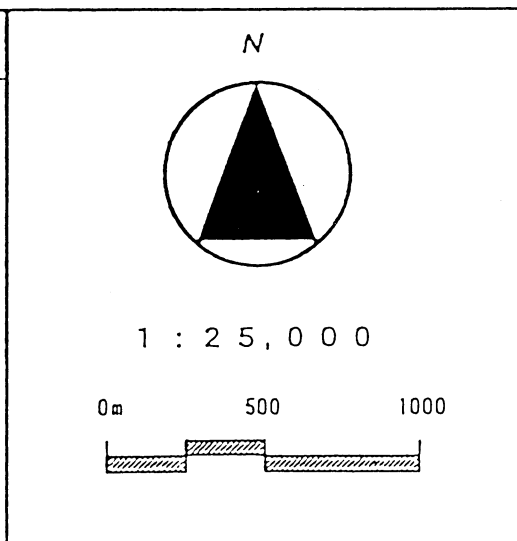
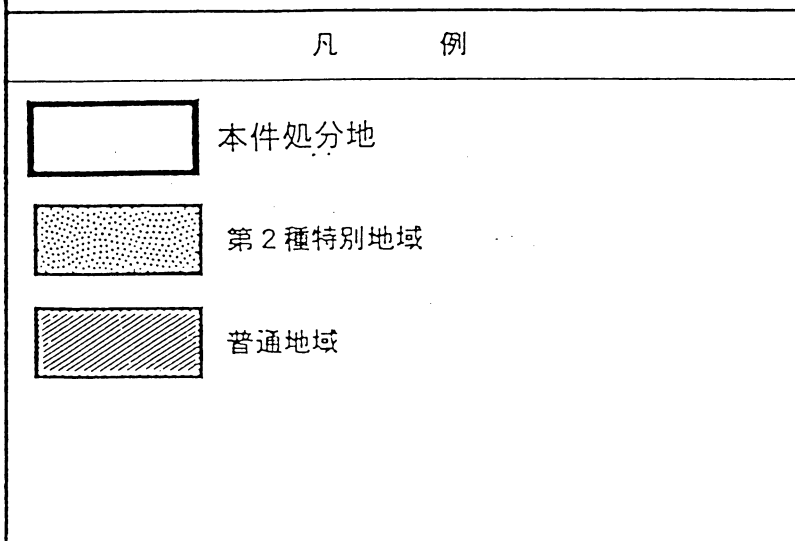


図 I-3-8 自然公園法規制区域の状況

(7)森林法

地域森林計画の対象となる民有林において開発行為を行う場合は、都道府県知事の許可を受けることが必要とされている。本件処分地は森林地域には含まれず、保安林なども存在していない。

(8)文化財保護法

文化財保護法では、土地に埋蔵されている文化財（埋蔵文化財）について、その発掘を行う場合には届出等を行い、文化庁長官の指示を受けることが必要とされている。

本件処分地内には、縄文時代～鎌倉時代の遺跡（水が浦遺跡）及び旧石器時代～鎌倉時代の遺跡（横引遺跡）の2ヶ所が所在している（図 I-3-6参照）。

3-1.2 県の条例に基づく土地利用の規制

(1)香川県立自然公園条例

（大滝大川県立自然公園）

大滝大川県立自然公園は、平成4年9月14日に本県初の県立自然公園として指定されたもので、讃岐山脈の大滝山から竜王山を経て滝の奥峠に至る地域及び大川山周辺の地域を区域とする面積 2,363haの公園である。本件処分地は、条例に基づく県立自然公園には含まれていない。

(2)香川県における自然環境の保全と緑化の推進に関する条例

1) 県自然環境保全地域

近年における大規模な開発・都市化の進展により、自然環境は急速に破壊されつつある。香川県に残された自然植生や良好な樹林地などの多様ですぐれた自然環境を保全するため、積極的に自然環境の保全施策を講じる必要がある。そこで、この条例に基づき現在、4か所の県自然環境保全地域が指定され、保全計画に基づき適正な保護・保全が図られている。本件処分地は県自然環境保全地域に含まれていない。

2) 県緑地環境保全地域

市街地またはその周辺の区域にある樹林地、丘陵、海岸、湖沼、河川等の区域及びこれと一体となって自然環境を形成している土地の区域等で、その自然環境の保全により当該地域の良好な生活環境の確保に資するものが県緑地環境保全地域として指定されており、現在、5ヶ所が指定されている。本件処分地は県緑地環境保全地域に含まれていない。

3) 県自然記念物

植物、地層等で住民に親しまれているものや由緒のあるものまたは学習的価値のあるもののうち、その周辺の土地と一体となって良好な自然環境を形成しているものが、条例に基づき自然記念物に指定されている。

平成9年3月31日現在で、57か所が指定されている。豊島においては県自然記念物として豊峰権現社の森が指定されているが、本件処分地から離れた場所に位置している。

(3)香川県自然海浜保全条例

瀬戸内海においては、護岸整備や産業立地に伴う埋め立て等により人工海岸が増加しているが、自然海岸は、貴重な植生の分布地であり、景観上も重要であるほか、海水浴、潮干狩り等のレクリエーションの場としても貴重な価値を有しており、これを保全することは瀬戸内海の環境保全上、きわめてその必要性が高いものと考えられる。

香川県では瀬戸内海環境保全特別措置法を受け、香川県自然海浜保全条例を昭和55年に制定し、自然海浜保全地区の指定を行い、平成9年3月31日現在で、23か所が指定されている。

豊島においては、甲崎東自然海浜保全地区及び尾子自然海浜保全地区が指定されているが、本件処分地周辺には設定されていない。図 I-3-9に保全地区の位置図を示す。

3-1.3 公害及び労働衛生関係法規制

廃棄物の処理に当たっては、公害、労働衛生安全に注意を払うことが重要である。こうした公害及び労働衛生安全に関連する法規制を次に示す。

- ①廃棄物の処理及び清掃に関する法律
- ②大気汚染防止法
- ③水質汚濁防止法
- ④海洋汚染防止法
- ⑤振動規制法
- ⑥騒音規制法
- ⑦悪臭防止法
- ⑧（消防法）
- ⑨労働安全衛生法

これらの法規制では、廃棄物処理を実施するに当たっての規制値や基準値等が定められており、実際の処理の実施に当たってもこうした数値基準値を遵守することが必要である。

3-1.4 その他の規制

香川県では、第7次鳥獣保護事業計画に基づき積極的に各種事業を推進するとともに、平成9年度から平成13年度までを計画期間とする第8次鳥獣保護事業計画を策定している。

(1)鳥獣保護区の設定

鳥獣保護区は、森林鳥獣の生息地、集団渡来地等について鳥獣の保護繁殖を図るため、環境庁長官または都道府県知事が設定するものであり、区域内では、鳥獣の捕獲が禁止されているほか、鳥獣の保護繁殖のための施設整備も行われている。現在、21ヶ所、延8,712ヘクタールを県知事が鳥獣保護区として設定し、保護繁殖に当たっている。本件処分地は鳥獣保護区に設定されていない。

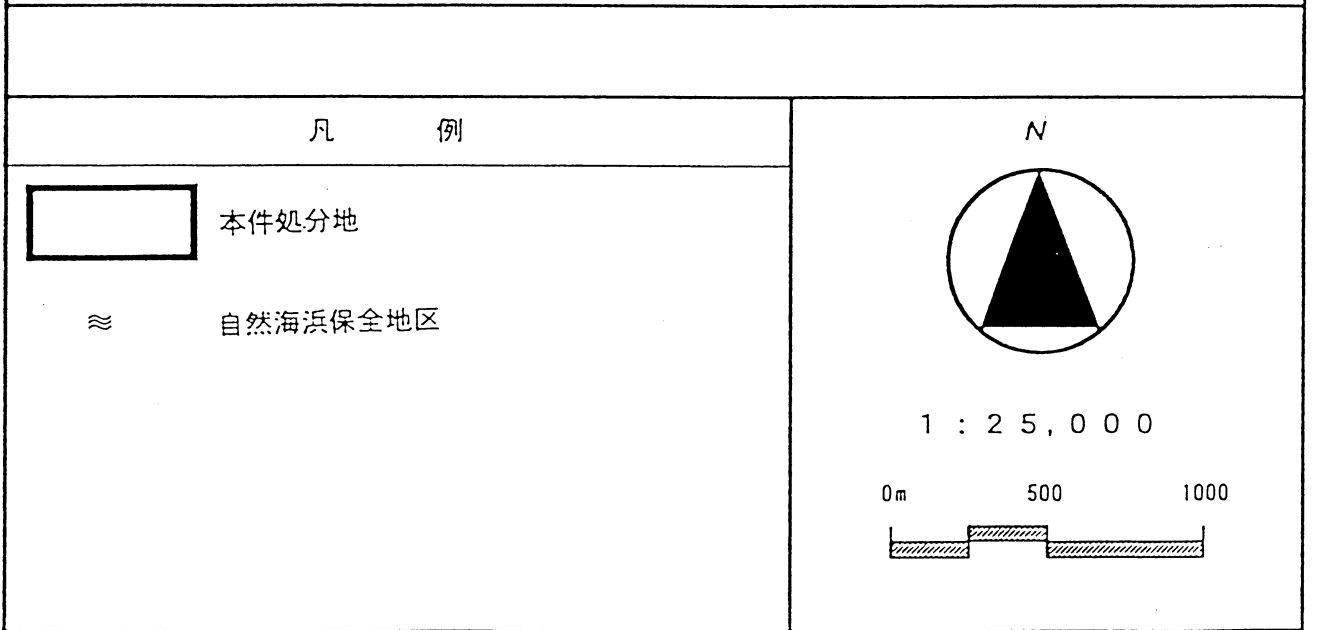
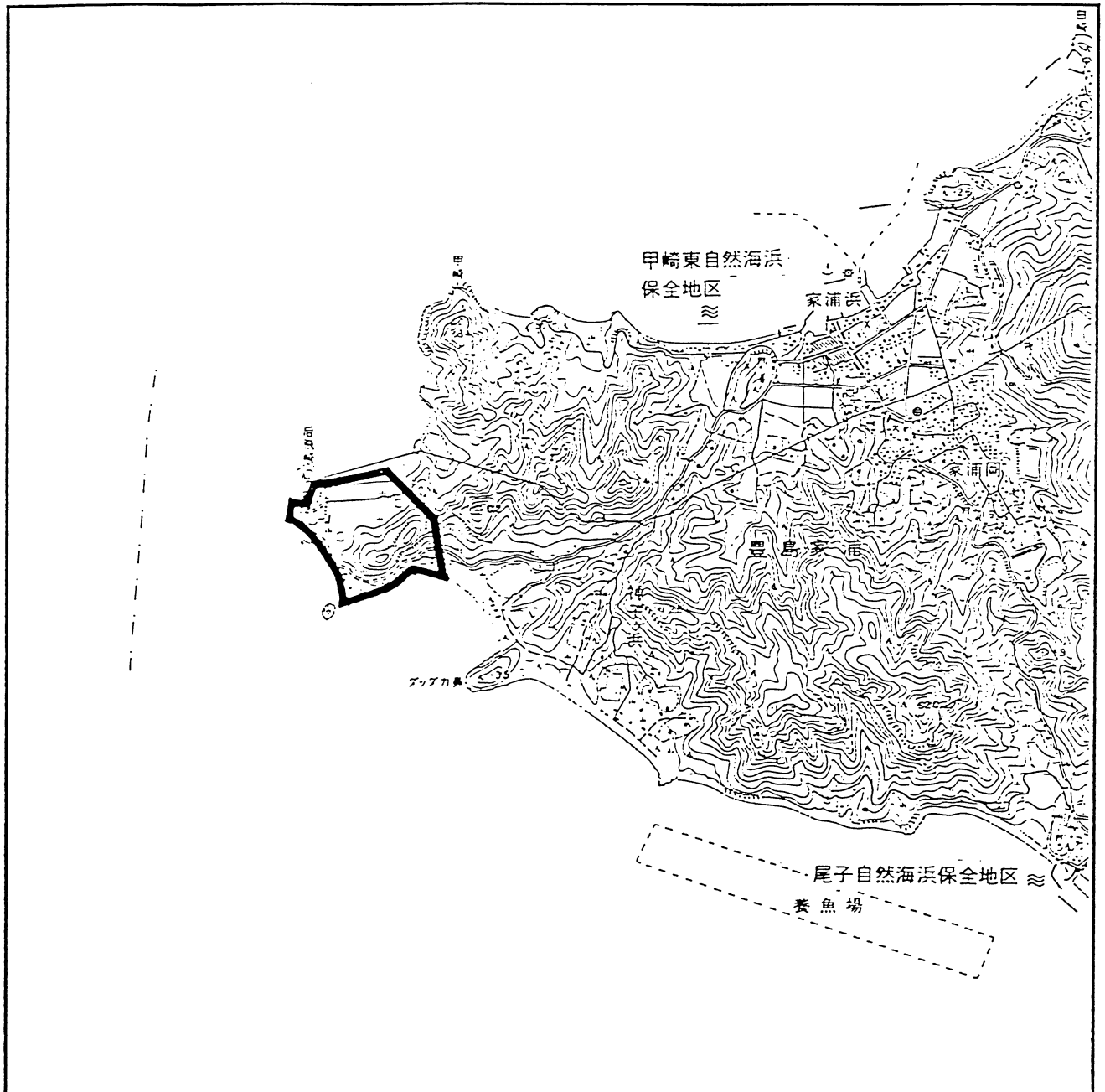


図 I-3-9 自然海浜保全地区の位置図

(2)保護地域の指定

鳥獣保護区内において、鳥獣の保護繁殖のため特に必要があるときには、特別保護地区を指定することができる。現在、金刀比羅宮社有林大麻山鳥獣保護区195ヘクタール、金刀比羅宮境内林象頭山鳥獣保護区185ヘクタール、阿弥陀越鳥獣保護区155ヘクタール、大窪寺鳥獣保護区のうち一部44ヘクタール、延579ヘクタールが特別保護地区に指定され、重点的に鳥獣の保護繁殖が図られている。本件処分地は保護地域に設定されていない。

(3)休猟区の設定

休猟区は、狩猟を3ヶ年休止し、鳥獣の保護繁殖を図る地域として設定するもので、可猟地域面積の概ね三分の一に相当する面積を対象として、偏りなく分布するように設定されている。現在、17ヶ所23,665ヘクタールを設定し、計画的にキジを放鳥し、鳥獣の保護繁殖を図っている。本件処分地は休猟区に設定されていない。

(4)銃猟禁止区域の設定

銃猟による危険を防止し、周囲の静ひつを保持する必要がある箇所については、期間を定めて銃猟を禁止することができることになっており、銃猟禁止区域を設定している。本件処分地は銃猟禁止区域に設定されていない。

(5)狩猟鳥獣の捕獲禁止措置

平成6年度に実施した生息状況等調査により、小豆郡内に生息しているシカは、170頭前後と推定されている。このシカは、「ホンシュウジカ」の亜種であり、特に学術研究上貴重な資料としてその重要性が認められており、また、観光資源としても重要な価値をもっているが、終戦前後の乱獲により激減したため、昭和24年から小豆郡全域にわたってオスジカの捕獲が禁止されている。

また、オスマドリについても、小豆郡全域においてその捕獲が禁止されている。したがって、本件処分地は、オスジカ、オスマドリの捕獲禁止区域に含まれている。図 I-3-10に捕獲禁止区域を示す。

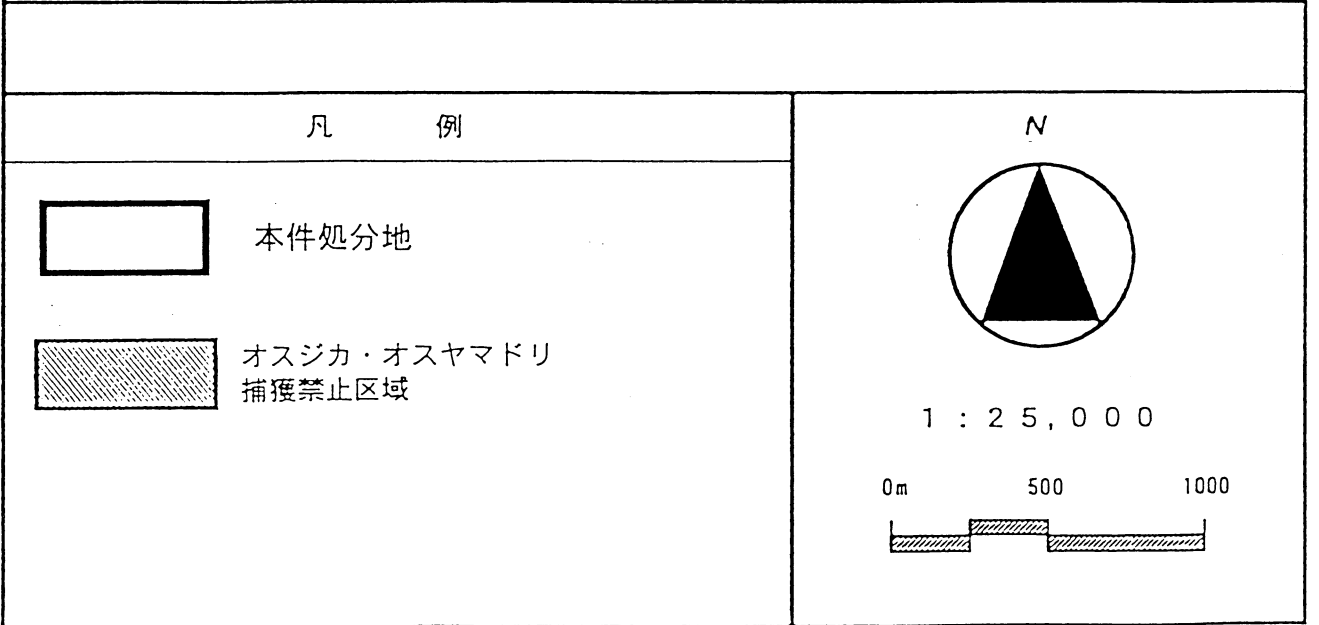
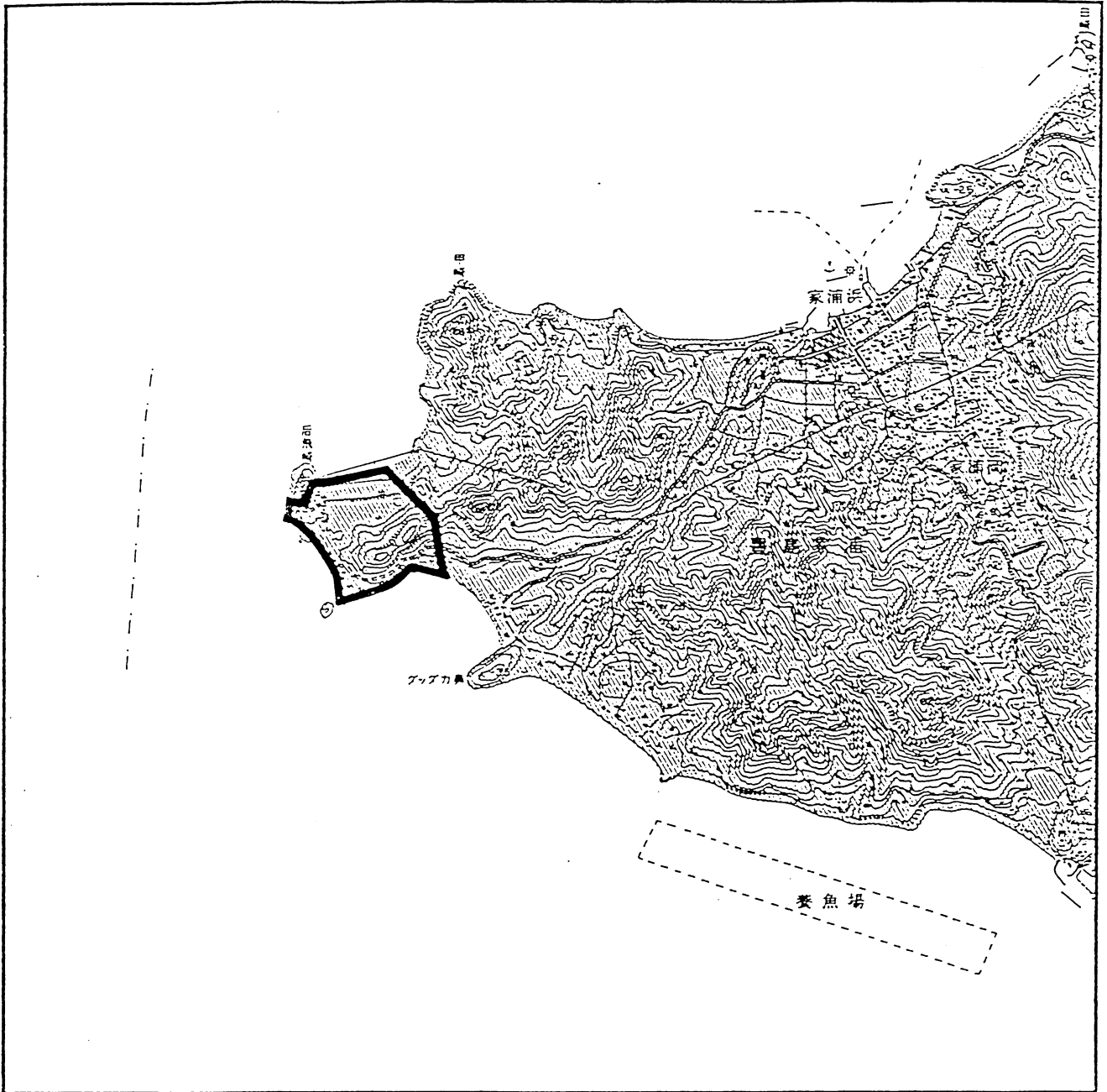


図 I-3-10 捕獲禁止区域図

3-2. 自然公園法における許可

3-1. にまとめた法規制のうち、自然公園法については、処理施設の建設に当たって、許可の取得が必要となることから、以下にその概要及び必要な手続きをまとめた。

自然公園法第17条、第18条及び第18条の2では、国立公園または国定公園内に次の3つの区域を設定できることが定められている。

- ①特別地域
- ②特別保護地区
- ③海中公園地区

豊島内には、上記のうちの第2種特別地域と普通地域が存在しており、本件処分地にも2つの地域が存在していることから、工作物の新（改、増）築に当たっては、環境庁長官の許可等が必要となる。

この許可を取得するためには、次の内容を記載した申請書ならびに添付資料が必要であると考えられる。

①申請書

- (ア) 申請者の住所、氏名
- (イ) 行為の種類
- (ウ) 行為の目的
- (エ) 行為の場所
- (オ) 行為地及びその付近の状況
- (カ) 行為の施行方法
- (キ) 着手及び完了の予定日

②添付資料

- (ア) 行為の場所を明らかにした縮尺5万分の1以上の地形図
- (イ) 行為地及びその付近の状況を明らかにした縮尺5千分の1以上の概況図及び天然色写真
- (ウ) 行為の施行方法を明らかにした縮尺千分の1以上の平面図、立面図、断面図、構造図及び意匠配色図
- (エ) 行為終了後における植栽その他修景の方法を明らかにした縮尺千分の1以上の図面

③参考資料

申請書フォーマット

なお、一般的には、申請書の提出後、設計変更等の特別な事情が発生しない場合、許可が得られるまでの期間はおおよそ2～3ヶ月であると考えられる。

3-3.文化財保護法における発掘に関する届出等

3-1.にまとめた法規制のうち、文化財保護法については、処理施設の建設に当たって、届出等の必要がある。

埋蔵文化財を包蔵する土地として周知されている土地（周知の埋蔵文化財包蔵地）において、掘削工事等を行う場合には、次の規定がなされている。（文化財保護法 第57条の2）

- ①工事等に着手しようとする日の30日前（文化財調査の場合）もしくは60日前（文化財調査以外の目的で工事等を行う場合）までに文化庁長官への届出を行う。
- ②上記の届出に対し、文化庁長官は、埋蔵文化財の保護上特に必要があると認めた場合、掘削工事等に関し、事前の発掘調査の実施など必要な事項を指示することができる。

さらに“国の機関、地方公共団体または国もしくは地方公共団体の設立に関わる法人で政令の定めるもの（以下、「国の機関等」と称する）”が周知の埋蔵文化財包蔵地で掘削工事等を行う場合、文化財保護法 第57条の2の規定は適用除外となり、次の規定に従う必要がある。（第57条の3）本件処分地における中間処理施設の整備はこの第57条の3の規定に該当する。

- ①国の機関等は、当該掘削工事等に関わる事業計画の策定に当たって、あらかじめ文化庁長官にその旨を通知する。
- ②文化庁長官は、埋蔵文化財の保護上特に必要があると認めた場合、当該国の機関等に対し、当該事業計画の策定及びその実施について協議を求めるべき旨の通知をすることができる。
- ③②項の通知を受けた国の機関等は、当該事業計画の策定及びその実施について、文化庁長官に協議しなければならない。
- ④その他、①項の通知を受けた文化庁長官は、当該通知に関わる事業計画の実施に関し、埋蔵文化財の保護上、必要な勧告を行うことができる。

特別地域(特別保護地区、海中公園地区)

内工作物の新(改、増)築許可申請書

自然公園法第17条(第18条、第18条の2)第3項の規定により
 の特別地域(特別保護地区、海中公園地区)内における工作物の新(改、増)築の許可を受けたく、次のとおり申請します。

年 月 日

申請者の住所及び氏名(法人にあっては主たる事務所の所在地及び名称並びに代表者の氏名)

⑩

環境庁長官

殿

都道府県知事

目的		
行為地	都道府県、市郡、町村、大字、小字、地番(地先)	地目
行為地及びその附近の状況		
工作物の種類		
施行方法	敷地面積	
	規模	
	構造	
	主要材料	
	外部の仕上及び色彩	
	関連行為の概要	
	施工後の周辺の取扱	
予定期日	着手	
	完了	
備考		

(備考)

1 添付図面

位置図、案内図、配置図、平面図、立面図、断面図、構造物、意匠配色図、写真

2 「備考」欄には他の法令の規定により当該行為が行政庁の許可、認可その他の処分又は届出を必要とするものであるときは、その旨を記載すること。

出典リスト

1. 地形・地質

- 1) 本件処分地周辺 「豊島産業廃棄物水質汚濁被害等調停申請事件に係る調査検討結果（平成7年9月）」

2. 植物

- 1) 植物の現状 香川県環境白書 平成9年版

- 2) 本件処分地周辺における植物

第2回自然環境保全基礎調査（植生調査）

（昭和57年 環境庁発行）

第3回自然環境保全基礎調査（自然環境情報図）

（平成元年 環境庁発行）

3. 動物

- 1) 動物の現状 香川県環境白書 平成9年版

香川県地域公害防止計画 平成8年2月

- 2) 貴重な動物

第2回自然環境保全基礎調査（動植物分布図）

（昭和57年 環境庁発行）

4. 気象

香川県環境白書 平成9年版

第3節

2. 人口

香川県統計年鑑 平成9年版

3. 産業

- 1) 産業構造 香川県統計年鑑 平成9年版

- 2) 農業 香川県統計年鑑 平成9年版

4. 交通

5. 土地利用

1) 土地利用の現況 香川県統計年鑑 平成9年版

2) 集落、農地、工場の分布

1/25,000 地形図 国土地理院発行

3) 土地利用規制の現状

4) 県の条例に基づく土地利用の規制

香川県環境白書 平成9年版

香川の自然保護マップ 平成9年3月31日現在

(香川県生活環境部環境局環境・土地政策課自然保護室)

都市計画図

土地利用動向及び貴重な自然・文化財等図(国土
庁)

鳥獣保護区等位置図 平成9年度 香川県

香川県環境白書 平成9年版

6. 香川県21世紀長期構想に基づく開発プロジェクト

香川県総合開発概要図 平成9年4月 香川県

7. 水利用

香川県作成資料

家浦地区漁業権設定一覧表

8. 電力の利用状況

中国電力(株)小豆島営業所作成資料

9. その他文化財等

香川の自然保護マップ 平成9年3月31日現在

香川県環境白書 平成9年版

10. 関係法令の指定・規制等

香川県環境白書 平成9年版

4. 住民意識調査

中間処理施設の整備に当たり、住民の意見に配慮することが必要と考えられる項目に関し、住民意識調査を行った。本調査では、中間処理施設の整備に関する事項を中心に、豊島廃棄物等の処理に関し、多岐にわたる貴重な意見をいただくことができた。

本報告書では、これらの意見をその内容によって分類し、その上で技術検討委員会として検討すべき内容を整理した。なお、調査の詳細は添付資料8に示した通りである。

4-1. 実施概要

4-1.1 実施方法

住民代表者に対するヒアリングを実施した。実施に当たり、事前にヒアリング項目を送付し、住民代表者が住民の意見をまとめるための時間を確保できるように配慮した。

4-1.2 ヒアリング内容

ヒアリングでは、中間処理施設の整備に関する以下の項目に加え、中間処理施設の整備に関連するその他の事項についても、住民の意見を聴取した。

- ①中間処理施設の用地選定に関する事項
- ②中間処理施設の建設段階及び稼働段階における環境保全措置に関する事項
- ③モニタリングに関する事項
- ④その他

4-1.3 ヒアリングの実施

実施日時等を表 I-3-10に示す。

表 I-3-10 ヒアリングの実施日時等

項目	詳細
開催日時	1998年6月20日（土） 20:00～22:00
開催場所	町立豊島公民館

4-2. ヒアリング結果

ヒアリング結果を表 I-3-12、表 I-3-13にまとめる。得られた意見は多岐にわたっており、技術検討委員会の検討範囲を越えるものも含まれている。このため、ヒアリング結果を中間処理施設の整備に直接関連する事項とそれ以外の事項に分類して整理した。

表 I-3-11 中間処理施設の整備に直接関連する事項

分 類	意 見	委員会としての見解
(1)中間処理施設の用地選定に関する項目について 1)中間処理施設の建設候補地点である西海岸北側のポイントについて	① 西海岸北側を候補地とすること、および最終的な決定に至るまでのステップについては、特に意見はない。 ② 用地選定のための地質調査や測量調査等の詳細については不明なことが多く、必要なステップをきちんと踏んだ形で調査を進めて欲しい。	・必要な調査等を行い、候補地の妥当性を判断していく。
2)その他、中間処理施設の用地選定に関連する事項について	① 地盤強度等の確認のための地質調査に関する質疑応答。	
(2)中間処理施設の建設段階および稼働段階における環境保全措置に関する項目について 1)施設の建設段階における環境保全措置の調査対象項目について	① 示された調査項目について特に意見はない。 ② 現在想定していない項目が、将来、環境上大切な監視項目となった場合には、これを追加するよう対応して欲しい。	・将来の規制動向には、十分、配慮する。
2)施設の稼働段階における環境保全措置の調査対象項目について	① 作業現場付近における粉じんを調査対象項目とすべき。 ② 運搬車輛による交通障害は是非とも避けて欲しい。 ③ 現在想定していない項目が、将来、環境上大切な監視項目となった場合には、これを追加するよう対応して欲しい。 ④ 措置として煙突の高さを高くして基準値を守るような方法は採用しないで欲しい。	・廃棄物等の掘削・運搬等に当たっては、散水等の飛散防止策を採用する。 ・その他の項目については、中間処理施設の整備等の留意事項とする。
3)その他、環境保全措置に関連する事項について	① 止水壁を設置することによる、海岸近傍水域の生態系への影響を確認したい。	・モニタリングに関する検討の参考条件とする。
(3)モニタリングに関する項目について 1)モニタリング項目について	① 環境保全措置の調査対象項目はすべてモニタリング項目とすべき。 ② 施設の運転について、中央制御室で監視している項目は、原則、全て公開として欲しい。	・モニタリングに関する検討の参考条件とする。
2)モニタリング方法について	① モニタリングのための分析主体は住民の指定した機関として欲しい。 ② モニタリング頻度は、当初多頻度で実施し、データの安定度を見て頻度を減少させることで良い。	・モニタリングに関する検討の参考条件とする。
3)モニタリング結果の取り扱いについて	① データは、全て原則公開としたい。 ② 環境モニタリングにおける住民の立ち会い、クロスチェックを認めて欲しい。 ③ 現在想定していない項目が、将来、環境上大切な監視項目となった場合には、これを追加するよう対応して欲しい。	・原則、公開とする方向で検討する。 ・モニタリングに関する検討の参考条件とする。 ・将来の規制動向には十分、配慮する。
4)その他、モニタリングに関連する事項について	① 既存のモニタリング井戸等を活用して、地下水等の監視を続け、浄化の進捗を確認して欲しい。 ② 大気と悪臭に関する項目について、バックグラウンドデータの調査が必要である。	・浄化の進捗を確認する方向で検討する ・今後の課題として検討を進めるべく準備している。
(4)その他、中間処理の実施に関連する事項について 1)発生する副成物の取り扱いについて	① スラグ、メタル、飛灰等の副成物については、島内にとどまる時間を最小化して搬出し、島内の一時保管は行わないことを確認したい。	・原則として、副成物についてはリサイクル・再資源化を基本に検討を進めている。
2)住民の三原則について	① 住民の三原則（完全撤去(無害化)、二次被害の防止、住民関与）を理解して欲しい。 ② 完全撤去に関連する飛灰の撤去も報告書に明記して欲しい。	・この点は理解しており、そうした方向で検討している。
3)本事業の基本的な位置付けについて	① 本事業は、過去 20 年以上にわたる紛争を踏まえた、原状回復のための壮大な社会的実験であることを共通認識として欲しい。	・こうした基本認識に立って、報告書等の作成を行っている。

表 I-3-12 その他の事項

分 類	意 見	委員会としての見解
(1)住民の健康調査について	① ダイオキシンを含め、住民の健康調査（血中濃度など）や疫学的な影響をバックグラウンド値として調べて欲しい。 ② 年齢層の若い世代を中心に、豊島では癌の発生率が高いように思っている。	・技術検討委員会以外の場において検討すべきものと判断する。
(2)施設への立ち入り、施設見学について	① 施設の運営管理について、住民の施設への立ち入り権は認めて欲しい。 ② ガラス張りの外部見学者コースのようなものを設け、施設の運転状態が確認できるようにして欲しい。定期的な見学会の開催も検討して欲しい。	・技術検討委員会以外の場において検討すべきものと判断する
(3)モニメントについて	① 廃棄物の状態を示すモニメントを残しておきたい。 ② モニタリングのところ述べた見学者コースの中に、このモニメントを位置づけるようにしたい。	・技術検討委員会以外の場において検討すべきものと判断する。
(4)情報公開の費用負担について	① 情報公開のための費用の担保方法についても検討して欲しい。	・技術検討委員会以外の場において検討すべきものと判断する。
(5)資材等の搬入ルートについて	① 資材等の搬入ルートとして、海陸併用ルートを検討に加えて欲しい。 ② きちんとした棧橋ができ上がると、10年間の処理後も本件処分地を中間処理のために活用される危険性を感じる。また、家浦港と宇野港の間を走るフェリーの活性化のためにも10tトラックで搬入・搬出できる運転資材及び副成物については、陸上ルートを活用することを検討して欲しい。	・委員会としては、海上ルート、陸上ルートの両者について、その特質、課題等を検討した。具体的な選定は、技術検討委員会以外の場において検討すべきものと判断する。
(6)遺跡調査について	① 中間処理施設の建設候補地点決定のための調査の一環として、遺跡調査も加えるべきではないか。 ② 今回の調査結果だけでなく、過去の経緯も分かる範囲内で明確に記録に残して欲しい。	・遺跡調査結果は、香川県教育委員会が実施した調査結果を報告書に記載する。
(7)造成用の埋め立て土について	① 可能であるならば、島内にある池から造成用の土壌を掘り出して、活用して欲しい。	・技術検討委員会以外の場において検討すべきものと判断する。

5. 埋蔵文化財に関わる詳細調査

周辺環境調査の結果、本件処分地内には、2ヶ所の埋蔵文化財包蔵地が所在していることが明らかとなった。法規制調査によれば、本件処分地における中間処理施設の整備の場合、事業主体である香川県が計画策定に当たって、あらかじめ文化庁長官に通知を行い、協議を行うことになる。

埋蔵文化財については、処理事業に関わる作業（中間処理施設の整備や廃棄物等の掘削・運搬等）に支障を来たしかねない重要な問題であり、香川県教育委員会によって現況等に関する詳細な調査が行われた。

5-1. 香川県教育委員会による遺跡の現況に関する調査

処分地北側の浜に所在する水が浦遺跡については、地元関係者からの聞き取り調査を含む確認調査や平成7年の公調委調査のボーリングデータ等から消滅しているものと推定がなされたものの、西側の浜に所在する横引遺跡については、遺跡の保存状態を把握できる客観的なデータが十分でなかったことから、補足ボーリング調査を実施した。

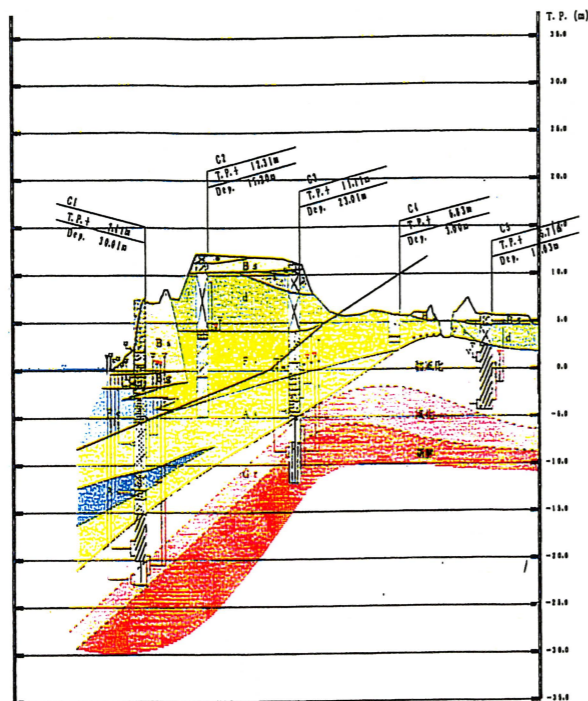
これらのボーリング調査等の客観的なデータや地元関係者からの聞き取りを基に、遺跡の保存状態及びその対策を総合的に検討した結果、横引遺跡は水が浦遺跡と同様、すでに消滅しているとの推定がなされた。その結果を表 I-3-13に示す。

以上のことから、本件処分地における中間処理施設の整備に当たっては、工事の施行に際して、埋蔵文化財専門職員が立会し、埋蔵文化財が発見された場合は、文化財保護法に基づき適切な処置を講じることとなった。

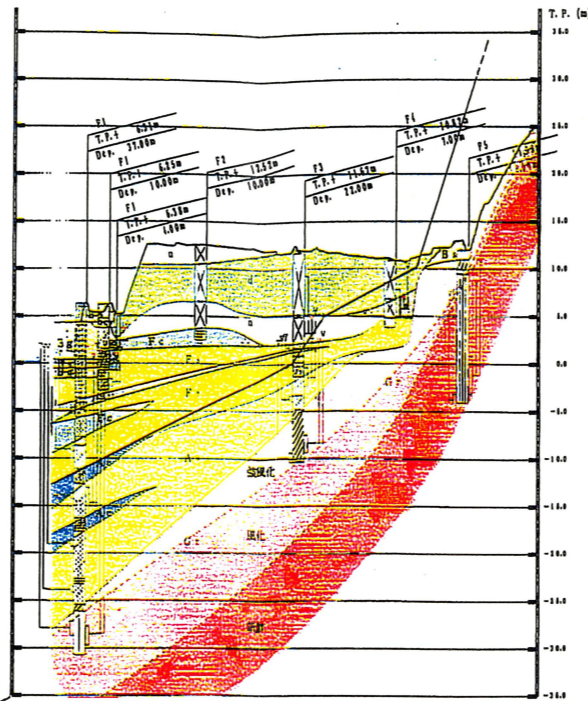
表 I-3-13 埋蔵文化財調査結果

区分	水が浦遺跡	横引遺跡
経緯	<ul style="list-style-type: none"> ・昭和48年に作成 ・昭和52年に全国遺跡地図（香川県版）に登載 	<ul style="list-style-type: none"> ・昭和27年に香川県文化財保護調査会が発掘調査 ・昭和47年に作成 ・昭和41年に全国遺跡地図（香川県版）に登載
範囲・時代等	<ul style="list-style-type: none"> ・地形や遺物の出土状況から、海浜及び背後の微高地と考える。（図 I-3-11 参照） ・瀬戸内海歴史民俗資料館などに縄文土器・石鏃・弥生土器・須恵器・製塩土器等453点を収蔵 ・縄文時代～鎌倉時代 ・海浜集落跡 	<ul style="list-style-type: none"> ・昭和27年の発掘調査及び地形や遺物の出土状況から、海浜及び背後の微高地と考える。（図 I-3-12 参照） ・瀬戸内海歴史民俗資料館等に旧石器（ナイフ形石器・尖頭器） ・石鏃・須恵器・製塩土器等129点を収蔵 ・旧石器時代、飛鳥時代～鎌倉時代 ・集落跡（弥生時代以降は海浜集落跡）
保存状況	<ul style="list-style-type: none"> ①大規模な砂の採取が行われている。 <ul style="list-style-type: none"> ・昭和初期から、海浜及び微高地で砂を採取 ・昭和40年代から51年頃まで、機械を用いて大規模に海浜及び微高地で砂を採取するとともに、背後の丘陵斜面の花崗土を採取 ②ボーリングデータからは、遺跡を包含する沖積砂層がすでに削られていることから、遺跡は消滅しているものと思われる。（図 I-3-11 参照） 	<ul style="list-style-type: none"> ①大規模な砂の採取が行われている。 <ul style="list-style-type: none"> ・戦前から、海浜及び微高地で砂を採取 ・昭和40年代から51年頃まで、機械を用いて大規模に海浜及び微高地で砂を採取するとともに、背後の丘陵斜面の花崗土を採取 ②ボーリングデータからは、遺跡を包含する沖積砂層がすでに削られていることから、遺跡は消滅しているものと思われる。（図 I-3-12 参照）
今後の対応	<ul style="list-style-type: none"> ①工事の施行に際しては専門職員が立会い、埋蔵文化財が発見された場合は、文化財保護法に基づき適切な処置を講じることとする。 	<ul style="list-style-type: none"> ①工事の施行に際しては専門職員が立会い、埋蔵文化財が発見された場合は、文化財保護法に基づき適切な処置を講じることとする。

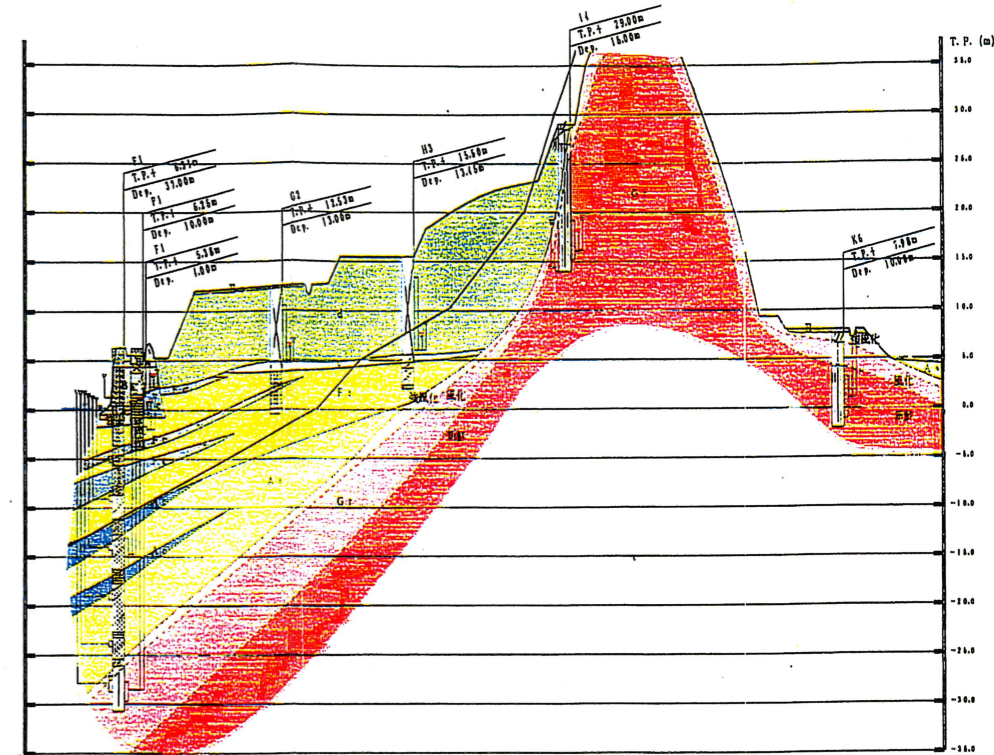
C地質断面図



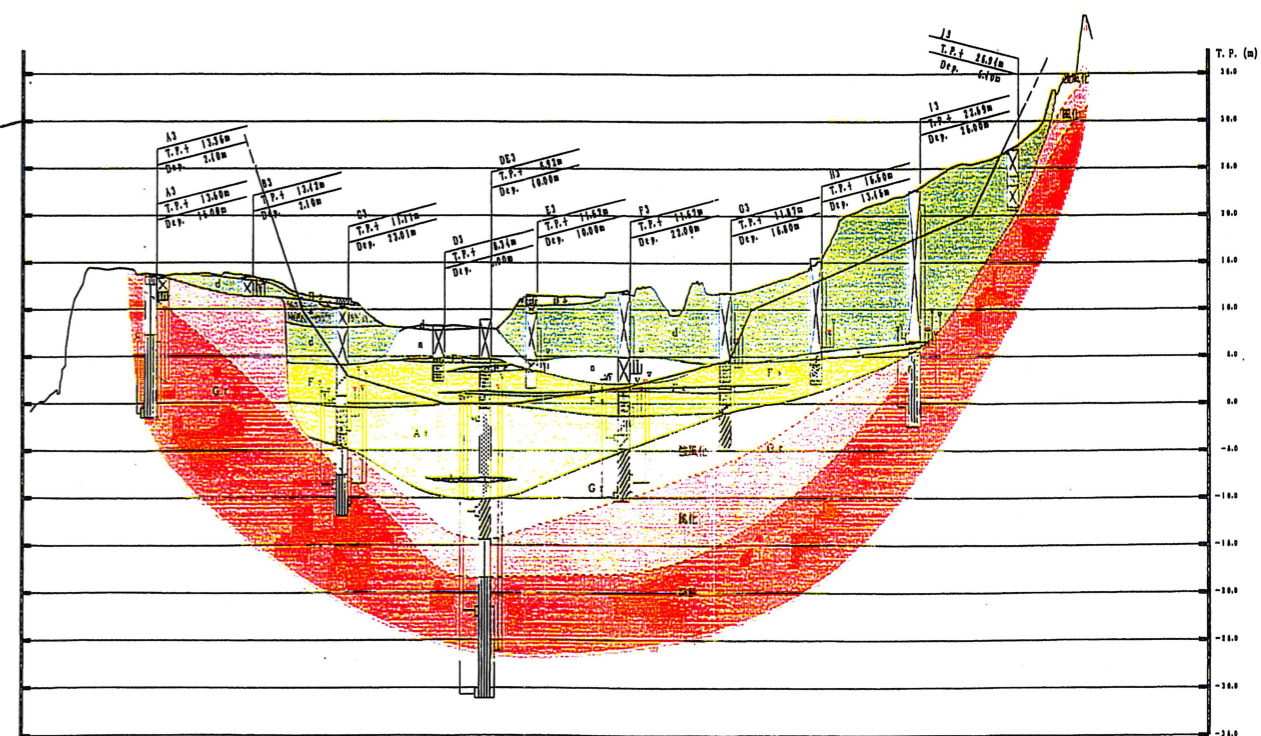
F地質断面図



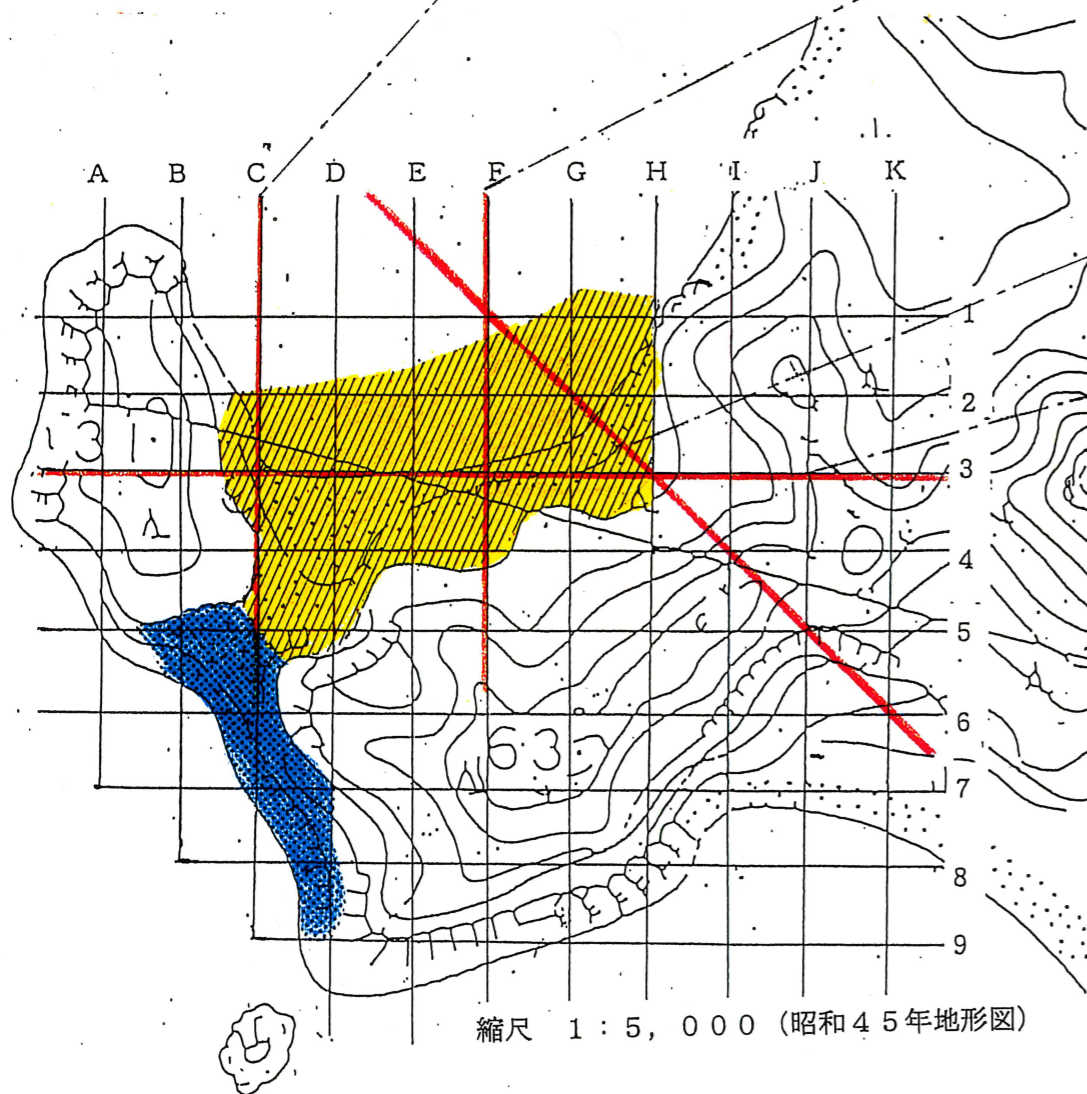
F1-K6地質断面図



3地質断面図



后飛崎




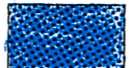





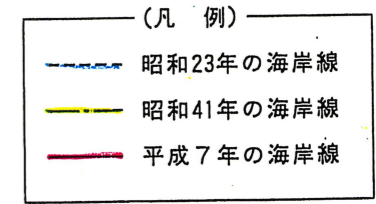
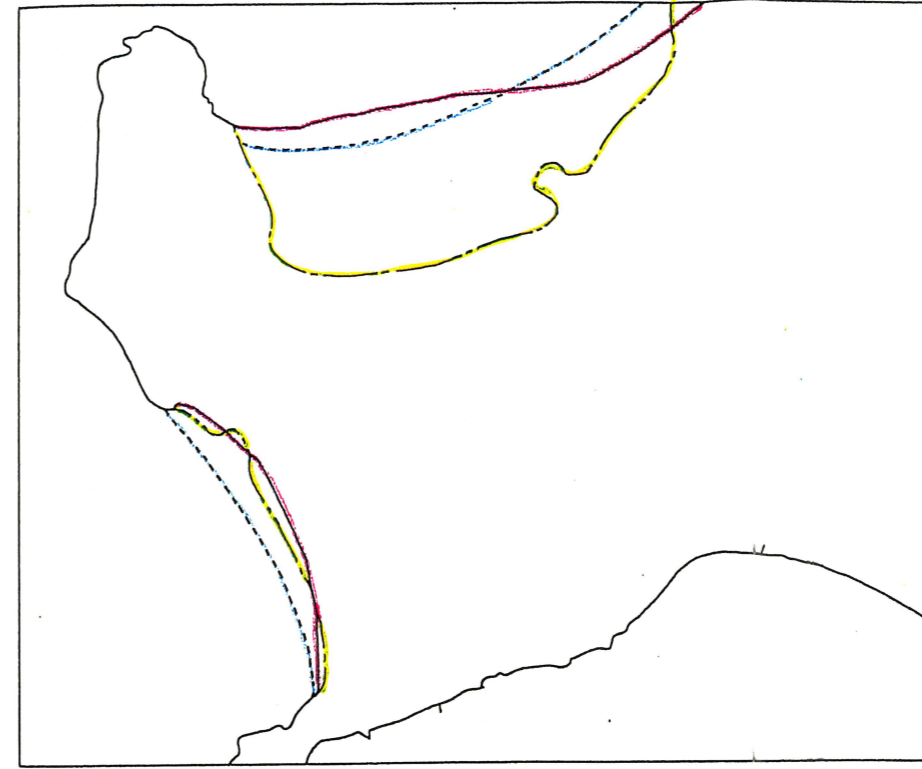
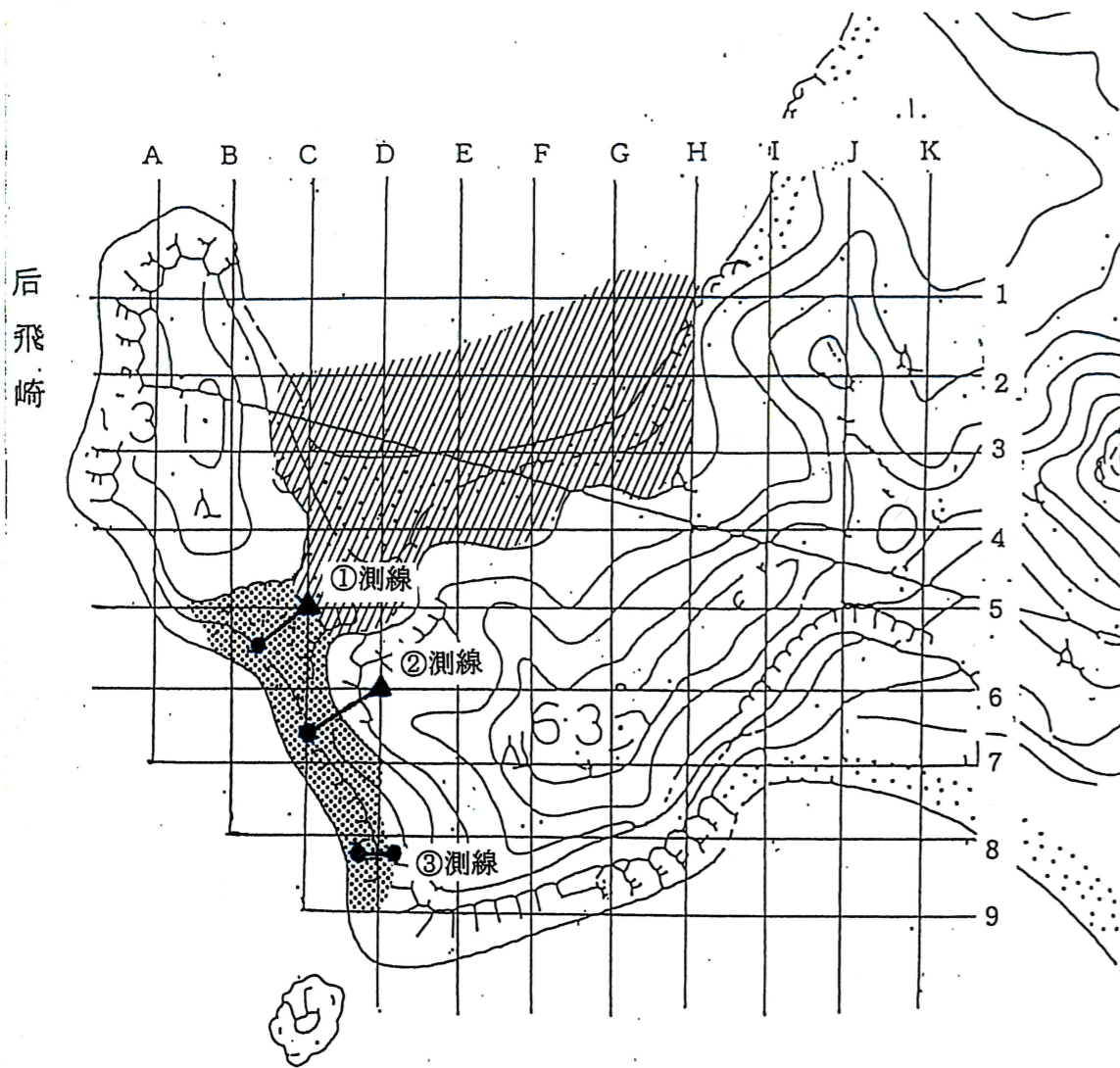
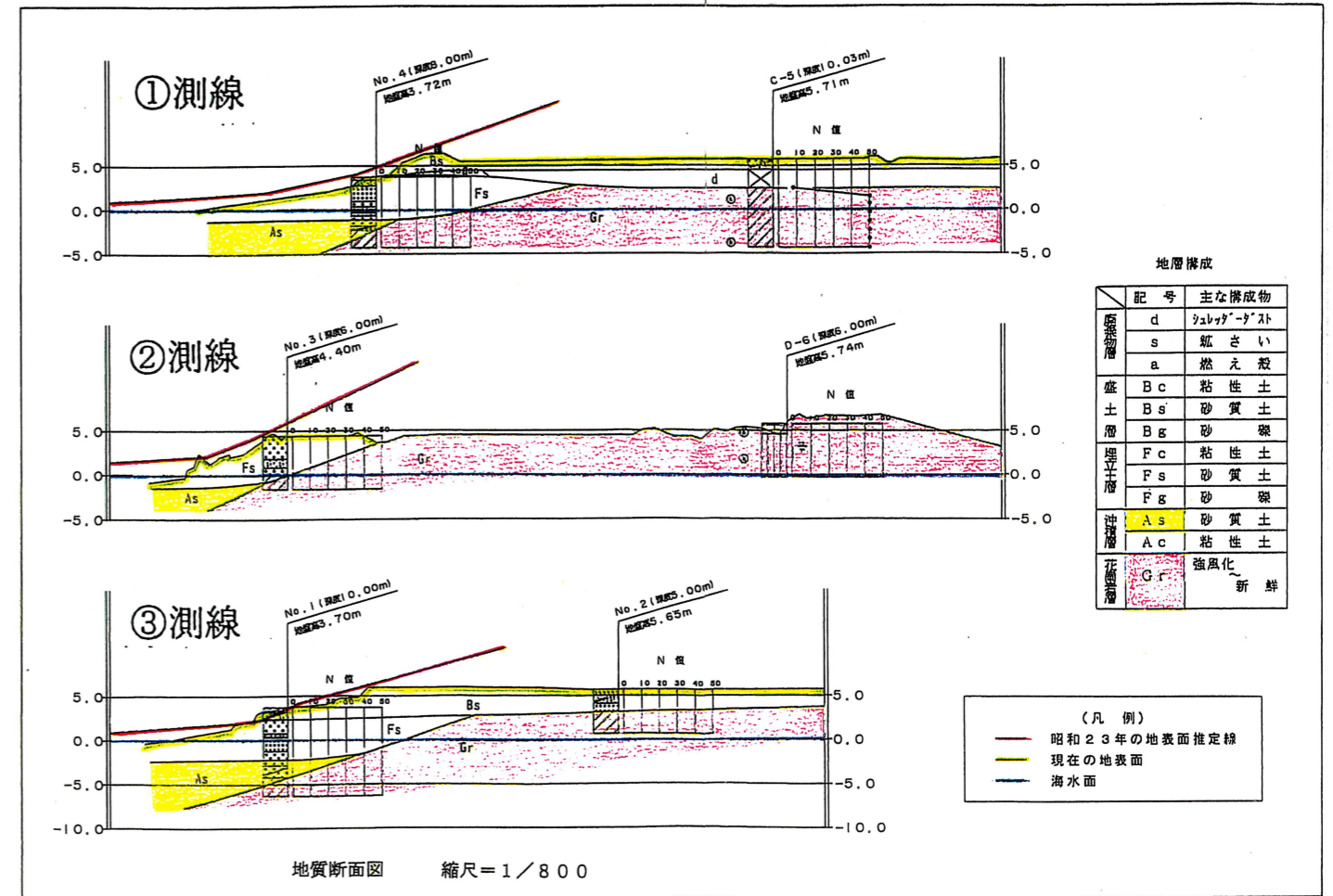
-  水が浦遺跡推定範囲
-  横引遺跡推定範囲
-  地質断面図

図 I-3-11 埋蔵文化財調査 1

- 〈凡例〉
-  昭和45年旧地面推定線
 -  海水面
 -  沖積層
 -  花崗岩層

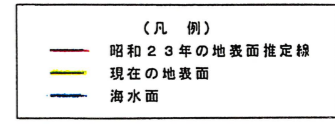


西側・北側の海岸線の対比図



地層構成

記号	主な構成物
d	シラップ・グースト
s	ぬさい
a	燃え殻
Bc	粘性土
Bs	砂質土
Bg	砂
Fc	粘性土
Fs	砂質土
Fg	砂
As	砂質土
Ac	粘性土
Gr	強風化新砂



縮尺 1 : 5, 000 (昭和45年地形図)

図 I-3-12 埋蔵文化財調査 2

第4章 中間処理からみた豊島廃棄物等の性状

豊島廃棄物等はシュレッダーダストが主体とされているが、その他にも汚泥、鉍さい、燃え殻、脱水ケーキ、灯油缶、紙屑、木片、土壌等が混在しており、場所により対象物の組成が異なるという状況を示している。さらにガスも発生しており、対象物の経年変化も見られる。

こうした観点から、処理技術の検討を進めるために必要な物性を明らかにした上で、既存資料調査として、公調委調査の報告書をベースにすでに取得されているデータを整理した。

同時に、分析補完調査として、取得が必要とされるデータを取得するための活動を実施した。また、微量成分の経時変化を把握する目的で、既存データのうち、微量成分が高濃度で検出されたサンプリング位置において新たな試料を採取し、検出された微量成分の経時変化も確認した。

なお、試料採取に際しては、技術検討委員会委員と住民の立会の下に作業を実施した。

1. 基礎物性調査の目的

本基礎物性調査は、豊島廃棄物等の処理対象物の性状について、以下の諸点を明らかにすることを目的とする。

- ①処理対象物の性状の経時変化の把握
- ②処理対象物の性状範囲の把握
- ③処理技術から見た対象物の性状の評価

2. 基礎物性調査の方法

本基礎物性調査においては、下記の分析データから、豊島廃棄物等の処理対象物の性状を把握した。

- ①平成7年の公調委調査
- ②平成10年の技術検討委員会の基礎物性調査において得られた分析データ
 - (ア)平成7年の公調委調査において採取・保管された固体試料（廃棄物・土壌等）の性状の分析データ
 - (イ)平成10年の技術検討委員会の調査において採取した固体試料（廃棄物・土壌等）、液体試料（浸出水、地下水）、気体試料（表層ガス、孔内ガス）の性状の分析データ
 - (ウ)平成10年の技術検討委員会の処理実験用として掘削した固体試料（廃棄物・土壌等）の性状の分析データ

平成10年の技術検討委員会の調査において新たに性状分析を行った試料の詳細及び分析項目は、以下の通りである。

2-1. 対象とした固体試料と分析項目

平成10年の技術検討委員会の調査において新たに性状分析を行った固体試料の詳細及び分析項目は、以下の通りである。

①平成7年の公調委調査において採取・保管された固体試料（廃棄物・土壌等）の分析

平成7年の公調委調査において採取・保管された固体試料（廃棄物・土壌等）の中から、豊島廃棄物等の現地における面的な広がりを考慮し、3測線上の東端にあたるJ3を含むH3、F3の3地点において採取された試料、4測線上の西端にあたるB4地点で採取された試料、合計4種類の試料を選び、その性状を分析した。

分析試料の詳細と分析項目を表I-4-1にまとめる。

②平成10年の技術検討委員会の調査において採取した固体試料（廃棄物・土壌等）の分析

ボーリング機械による掘削を行い、新たに11種類の固体試料を採取し、その性状を分析した。

分析試料の詳細、分析項目、及び選定理由を表I-4-1にまとめる。

③平成10年の技術検討委員会の処理実験用として掘削した固体試料（廃棄物・土壌等）の分析

処理実験用として掘削した3種類の試料（第1次掘削試料2種類、第2次掘削試料1種類）の一部を採取し、その性状を分析した。

分析試料の詳細と分析項目を表I-4-1にまとめる。

なお、第1次及び第2次掘削試料の詳細は、以下の通りである。

(ア)第1次掘削試料

・掘削日時

平成10年2月1日（日）、2月3日（火）

・掘削場所

・試料1：G2とH2の中間地点（平成7年の公調委調査データから可燃分が最大と推定される地点）

・試料2：D3（平成7年の公調委調査データから可燃分が最小と推定される地点）

・分析試料の採取方法

掘削試料を攪拌・均質化した後、四分法による1/2縮分を行い、分析試料を採取した。分析試料の採取方法を図I-4-1、図I-4-2に示す。

(イ)第2次掘削試料

- ・掘削日時
平成10年3月1日（日）～3月3日（火）
- ・掘削場所
 - ・試料1：H2の近傍地点（第1次掘削で掘削したG2とH2の中間地点に隣接する地点／平成7年の公調委調査データから可燃分が最大と推定される地点）
- ・分析試料の採取方法
掘削試料を攪拌・均質化した後、四分法による1／2縮分を行い、分析試料を採取した。分析試料の採取方法を図I-4-3に示す。

表 I-4-1 技術検討委員会の調査において対象とした固体試料と分析項目、選定理由

分析試料	分析項目	選定理由
1. 平成7年採取・保管試料		
①F3 (採取深さの範囲: 6.75~9.5m)	① 3成分: 水分、灰分、可燃分 ② 灰分中成分: Fe、T-Cr、Mg、Al、Ca、Na、K、Mn、P、Ti、Si、不燃性-Cf ③ 可燃分中成分: C、H、N、O、S、可燃性-Cf ④ T-Cf ⑤ 発熱量: 高位発熱量、低位発熱量	
②J3 (採取深さの範囲: 0~6.1m)		
③B4 (採取深さの範囲: 0.5~3.6m)		
④H3 (採取深さの範囲: 0~5.5m)		
2. 平成10年採取試料		
① D3 (採取深さの範囲: 3~4m)	① 3成分: 水分、灰分、可燃分 ② 灰分中成分: Fe、T-Cr、Mg、Al、Ca、Na、K、Mn、P、Ti、Si、不燃性-Cf ③ 可燃分中成分: C、H、N、O、S、可燃性-Cf ④ T-Cf ⑤ 発熱量: 高位発熱量、低位発熱量 ① 水分 ② 可溶Cf ③ T-Cf ④ 含有成分: B、Mo、Sb、Pb、PCB、As、シクロヘキサン、1,2-ジクロロエタン、シス1,2-ジクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,3-ジクロロプロパン、ベンゼン、1,1,2-トリクロロエタン	・平成7年度の公調委調査で、可燃分が最小の試料が採取された地点。
② G2 (採取深さの範囲: 6~7m)		・平成7年度の公調委調査で、可燃分が最大の試料が採取された地点。
③ G3 (採取深さの範囲: 3~4m)		・平成7年度の公調委調査で、灰分が最小の試料が採取された地点。
④ G4 (採取深さの範囲: 4~5m)		・平成7年度の公調委調査で、可燃分が最大値の中間程度の値を示した試料が採取された地点。
⑤ C2 (採取深さの範囲: 7~8m)		・平成7年度の公調委調査で、1,1,2-トリクロロエタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,3-ジクロロプロパンの濃度が相対的に高い値を示した試料(ただし溶出試験による分析値)が採取された地点。
⑥ G1 (採取深さの範囲: 6~7m)		・平成7年度の公調委調査で、鉛、PCBの濃度が相対的に高い値を示した試料(ただし、溶出試験による分析値)が採取された地点。
⑦ G1 (採取深さの範囲: 9~10m)		・平成7年度の公調委調査で、PCB、シス1,2-ジクロロエチレン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンの濃度が相対的に高い値を示した試料(ただし溶出試験による分析値)が採取された地点。
⑧ G3 (採取深さの範囲: 7~8m)		・平成7年度の公調委調査で、鉛、1,2-ジクロロエタン、ベンゼンの濃度が相対的に高い値を示した試料(ただし、溶出試験による分析値)が採取された地点。
⑨ G4 (採取深さの範囲: 11~12m)		・平成7年度の公調委調査で、1,2-ジクロロエタンの濃度が相対的に高い値を示した試料(ただし溶出試験による分析値)が採取された地点。
⑩ H2 (採取深さの範囲: 10~11m)		・平成7年度の公調委調査で、鉛、ひ素、PCB、トリクロロエチレン、ニッケルの濃度が相対的に高い値を示した試料(ただし溶出試験による分析値)が採取された地点。
⑪ H2 (採取深さの範囲: 12~13m)		・平成7年度の公調委調査で、鉛、ひ素、PCB、トリクロロエチレン、ニッケルの濃度が相対的に高い値を示した試料(ただし溶出試験による分析値)が採取された地点。
3. 処理実験用掘削試料		
⑫第1次掘削の試料1 (掘削ポイント: G2とH2の中間地点)	① 分類: 可燃分、不燃分、その他 ② 3成分: 水分、灰分、可燃分 ③ かさ比重 ④ 灰分中成分: Fe、Mg、Al、Ca、Na、K、Mn、P、Ti、Si、Zn、Cu ⑤ 可燃分中成分: C、H、N、O、S ⑥ T-Cf ⑦ 発熱量: 高位発熱量、低位発熱量 ⑧ 微量成分: Cd、CN、Pb等	
⑬第1次掘削の試料2 (掘削ポイント: D3)		
⑭第2次掘削の試料1 (掘削ポイント: H2の近傍地点)		

* 試料 1 (掘削地点：G 2 と H 2 の中間地点)

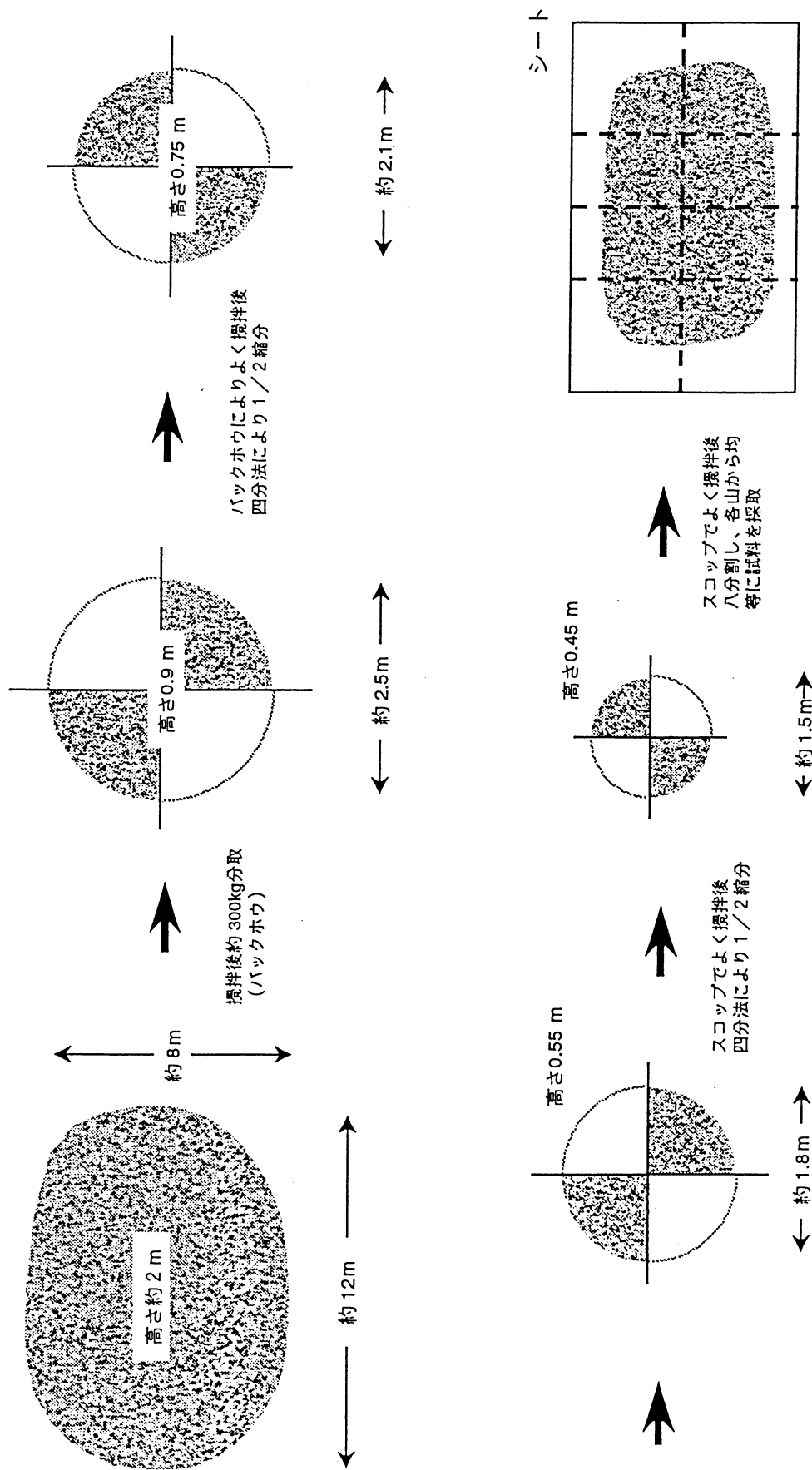


図 I-4-1 分析試料の採取方法 / 第 1 次掘削の試料 1

*試料 2 (掘削地点: D 3)

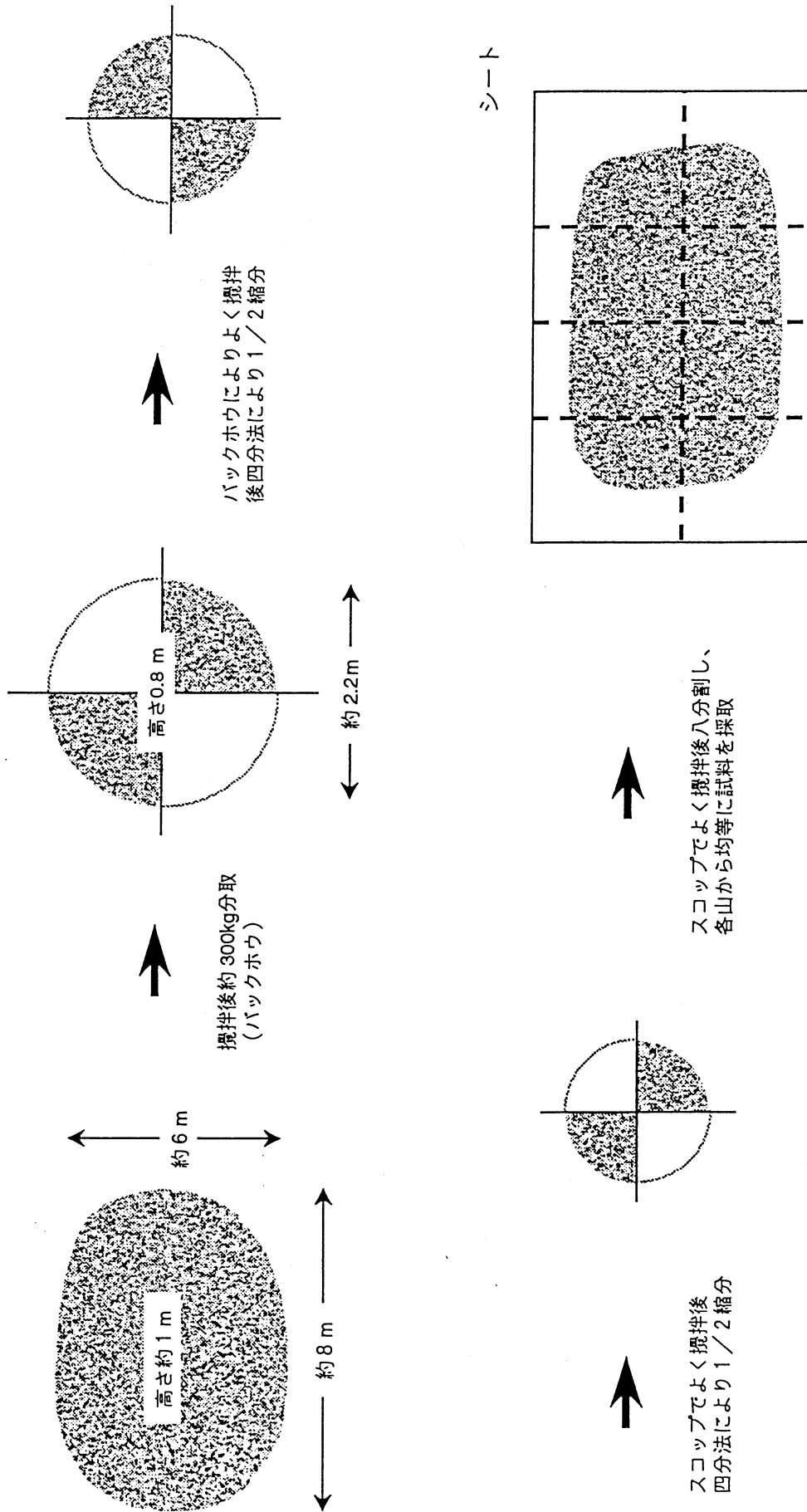


図 I-4-2 分析試料の採取方法 / 第 1 次掘削の試料 2

*試料1 (掘削地点：H2の近傍地点(第1次掘削で掘削したG2とH2の中間地点に隣接する地点))

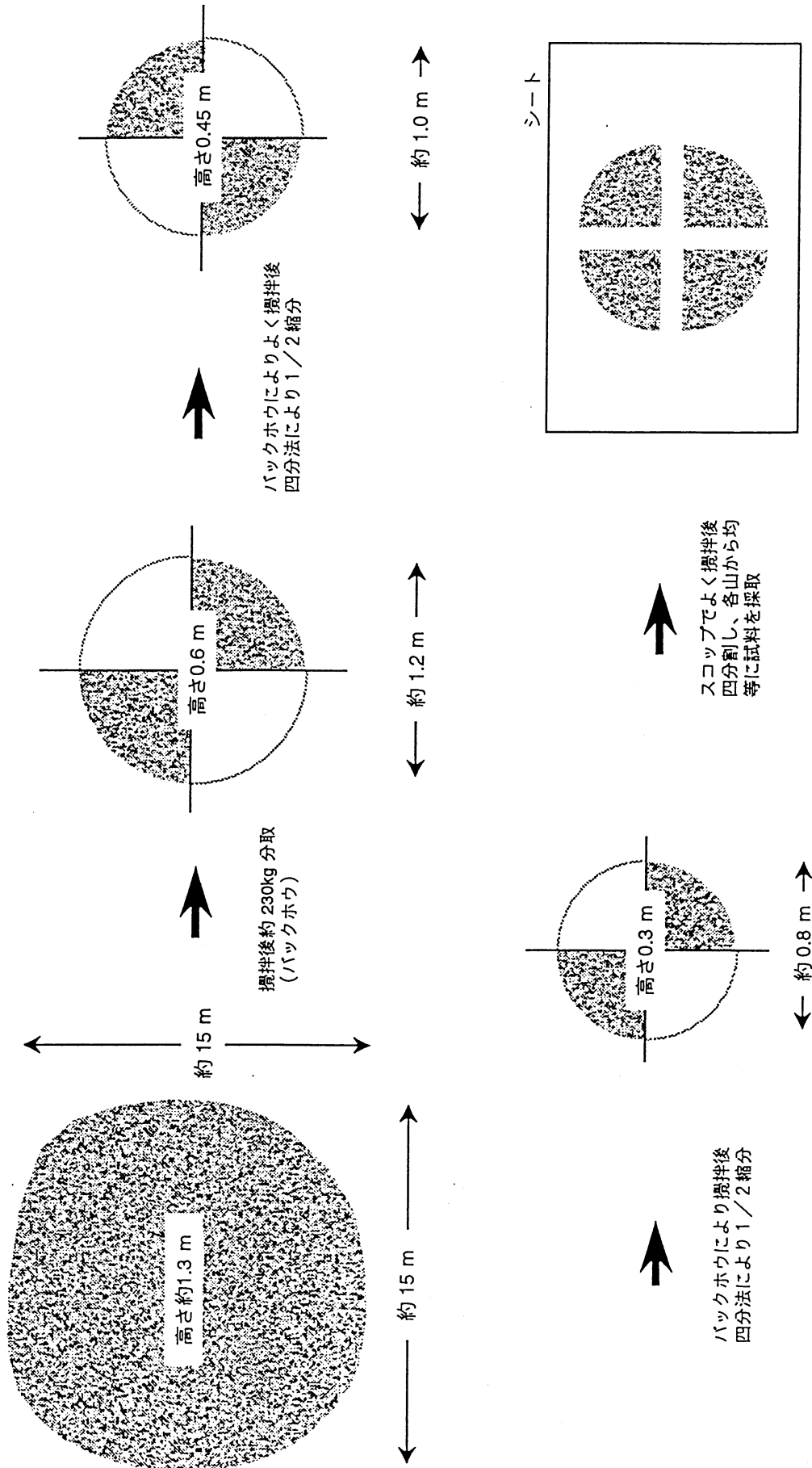


図 I-4-3 分析試料の採取方法 / 第2次掘削の試料1

2-2. 対象とした液体試料と分析項目

平成10年の技術検討委員会の調査において、新たに性状分析を行った液体試料の詳細及び分析項目は、以下の通りである。

①平成10年の技術検討委員会の調査において採取した液体試料（浸出水、地下水）の分析

新たに既存の観測井を用い7種類の液体試料（浸出水3種類、地下水4種類）を採取し、その性状を分析した。具体的には、ペイラーを用いてあらかじめ孔内水を十分に汲み出した後、既存孔内の浸出水、地下水を採取、分析した。浸出水についてはG1（BOD等が高レベル）、H3（BOD等が中レベル）、H4（BOD等が低レベル）の3種類、地下水についてはA3／花崗岩層（ベンゼン、塩素系化合物等の濃度が高レベル）、C1／沖積層（ベンゼン、塩素系化合物等の濃度が高レベル）、DE1／花崗岩層（ベンゼン、塩素系化合物等の濃度が低レベル）F1／沖積層（ベンゼン、塩素系化合物等の濃度が低レベル）の4種類を対象試料とした。

分析試料の詳細と分析項目を表I-4-2にまとめる。

2-3. 対象とした気体試料と分析項目

平成10年の技術検討委員会の調査において、新たに性状分析を行った気体試料の詳細及び分析項目は、以下の通りである。

①平成10年の技術検討委員会の調査において採取した気体試料（表層ガス、孔内ガス）の分析

新たに現地にて6種類の気体試料（表層ガス3種類、孔内ガス3種類）を採取し（表I-4-3）、その性状を分析した。孔内ガスは既存の観測井から採取した。表層ガスは、ボーリングバーで穿孔した箇所に塩ビ保孔管を建て込み、管に栓をして1日放置することにより採取した。分析は、検知管測定、ポータブルガス検知器測定により現地にて実施した。

分析試料の詳細と分析項目を表I-4-3にまとめる。

表 I-4-2 技術検討委員会の調査において対象とした液体試料と分析項目

分析試料	分析項目	備考
1.平成10年採取試料/侵出水	・BOD、COD、SS、n-ヘキサン抽出物質、 Pb、As、フェノール、Zn、Cu、溶解性Fe、 溶解性Mn、全窒素、全磷、B、Mo、Sb、 T-Hg、PCB、シス1,2-ジクロロエチレン、テトラクロ ロエチレン、1,3-ジクロロプロペン、ベンゼン	
① G1		
② H3		
③ H4		
2.平成10年採取試料/地下水	・Pb、As、B、Mo、Sb、1,2-ジクロロエタン、 1,1-ジクロロエチレン、シス1,2-ジクロロエチレン、 1,1,1-トリクロロエタン、トリクロロエチレン、 テトラクロロエチレン、ベンゼン	
① A3/花崗岩層		
② C1/沖積層		
③ DE1/花崗岩層		
④ F1/沖積層		

表 I-4-3 技術検討委員会の調査において対象とした気体試料と分析項目

分析試料	分析項目	備考
1.平成10年採取試料/表層ガス	・NH ₃ 、CN、O ₂ 、CH ₄ 、H ₂ S、CO	
①B4		
②F2		
③I2		
2.平成10年採取試料/孔内ガス	・NH ₃ 、CN、O ₂ 、CH ₄ 、H ₂ S、CO	
①C2		
②D2		
③F3		

3. 基礎物性調査の結果及び考察

本基礎物性調査で使用した主な分析データを、一覧にまとめて表 I-4-4 に示す。

表 I-4-4 にまとめた分析データ等を基に、処理対象物の性状を評価した結果を、以下にまとめる。

3-1. 処理対象物の性状の経時変化

平成10年の技術検討委員会の調査において得られた分析データと平成7年の公調委調査において得られた分析データを比較することにより、処理対象物の性状の経時変化を評価した。

表 I-4-7 及び表 I-4-14 にまとめたデータを基に、C 2、G 1、G 3、G 4、H 2 の 5 地点で採取した固体試料の成分濃度を比較した結果を表 I-4-23 に示す。

表中の P b、P C B、A s の濃度範囲を比較した場合、平成10年の分析データと平成7年のデータの間には顕著な変化は認められない。最大濃度についても、平成10年の分析では P b が 5100mg/kg、P C B が 19mg/kg、A s が 19mg/kg であるのに対し、平成7年の分析では P b が 4000mg/kg、P C B が 10mg/kg、A s が 20mg/kg となっており、類似した値を示している（最大濃度が10倍以上または1/10以下に変化していない）。

表 I-4-24（表 I-4-15 及び表 I-4-17 のデータを基に作成）、表 I-4-25（表 I-4-16 及び表 I-4-18 のデータを基に作成）はそれぞれ、G 1、H 3、H 4 の 3 地点で採取した浸出水の成分、A 3 - 花崗岩層、C 1 - 沖積層、D E 1 - 花崗岩層、F 1 - 沖積層の 4 地点における地下水の成分を比較した結果である。

浸出水や地下水の成分についても、多くの成分については、平成10年の分析データと平成7年の分析データの間には顕著な変化は認められず、最大濃度についても類似の値を示している（最大濃度が10倍以上または1/10以下に変化していない）。

しかしながら、分析項目の内、B O D、シス-1、2-ジクロロエチレン、1, 3-ジクロロプロペンの最大濃度については、平成7年の分析データに対し、平成10年の分析データが1/10以下の値を示した。

これらの結果から、平成7年の調査時点と比較した場合、現状の処理対象物（平成10年時点の処理対象物）の性状は以下の状況にあるものと推定される。

- ①現状の処理対象物の性状については、平成7年の調査時点と比較して、基本的には顕著な経時変化は認められず、各成分の最大濃度についても類似の数値範囲にあるものと推定される。

- ②ただし、BODについては顕著な変化が認められ、浸出水のBODの最大値は、平成7年の調査時点に数値に対し、1/10以下に低下している。これは、時間の経過によってBODが分解されていることを示すと考えられるが、観測井周辺は好氣的であり有機物が分解されやすい状態になっていると考えられ、嫌氣的な状態にある廃棄物層全体で分解が進行しているかどうかは明らかでない。
- ③また、浸出水の一部の塩素系有機溶剤（シス-1, 2-ジクロロエチレン、1, 3-ジクロロプロペン）の最大濃度についても、1/10以下に低下している結果が得られたが、有機塩素系溶剤全般については、基本的には顕著な経時変化は認められないものと推定される。

表 I-4-4 基礎物性調査で使用了な分析データ

表番号	試料区分	実施機関	対象試料	分析データ	備考
表 I-4-5	固体試料	技術検討委員会	平成7年採取・保管試料	三成分、成分分析(灰分、可燃分、T-Cℓ)、発熱量	
表 I-4-6			平成10年採取試料	三成分、成分分析(灰分、可燃分、T-Cℓ)、発熱量	
表 I-4-7			平成10年採取試料	水分、成分分析(可溶-Cℓ、不溶-Cℓ、P b、P C B、A s等)	
表 I-4-8			処理実験用掘削試料	分類(可燃分、不燃分、その他)	
表 I-4-9			処理実験用掘削試料	水分、灰分、可燃分、かさ比重	
表 I-4-10			処理実験用掘削試料	成分分析(灰分)	
表 I-4-11			処理実験用掘削試料	成分分析(可燃分、T-Cℓ)、発熱量	
表 I-4-12			処理実験用掘削試料	微量成分	
表 I-4-13			処理実験用掘削試料	ダイオキシン、ジベンゾフラン	
表 I-4-14				公調委	平成7年採取試料
表 I-4-15	液体試料	技術検討委員会	平成10年採取試料	浸出水の成分分析(BOD、COD、SS、n-ヘキサン抽出物質、Pb等)	
表 I-4-16			平成10年採取試料	地下水の成分分析(Pb、As、B、Mo、Sb、1,2-ジクロロエタン等)	
表 I-4-17		公調委	平成7年採取試料	浸出水の成分分析(BOD、COD、SS、n-ヘキサン抽出物質、Pb等)	既存データ
表 I-4-18			平成7年採取試料	地下水の成分分析(Pb、As、B、Mo、Sb、1,2-ジクロロエタン等)	既存データ
表 I-4-19	気体試料	技術検討委員会	平成10年採取試料	表層ガスの成分分析(NH ₃ 、CN、O ₂ 、CH ₄ 、H ₂ S、CO)	
表 I-4-20			平成10年採取試料	孔内ガスの成分分析(NH ₃ 、CN、O ₂ 、CH ₄ 、H ₂ S、CO)	
表 I-4-21		公調委	平成7年採取試料	表層ガスの成分分析(NH ₃ 、CN、O ₂ 、CH ₄ 、H ₂ S、CO)	既存データ
表 I-4-22			平成7年採取試料	孔内ガスの成分分析(NH ₃ 、CN、O ₂ 、CH ₄ 、H ₂ S、CO)	既存データ

表 I-4-5 技術検討委員会／平成7年採取・保管試料／固体試料の分析結果

分析項目	単位	試料名				表示バース	分析方法
		F3(6.75~9.5m)	J3(0~6.1m)	B4(0.5~3.6m)	H3(0~5.5m)		
三成分	水分	%	17.7	25.8	55.2	41.9	湿バース 湿バース 湿バース 湿バース ICP発光分光分析法
	灰分	%	78.5	54.5	30.5	34.5	
	可燃分	%	3.8	19.7	14.3	23.6	
成分	Fe	%	1.77	6.29	5.50	7.13	無水バース
	T-Cr	mg/kg	40	148	116	395	無水バース 底質調査方法
	Mg	%	0.13	0.75	1.09	0.86	無水バース ICP発光分光分析法
	Al	%	6.61	3.68	3.55	2.99	無水バース ICP発光分光分析法
	Ca	%	0.74	2.89	6.17	3.67	無水バース ICP発光分光分析法
	Na	%	2.01	1.33	1.23	2.18	無水バース ICP発光分光分析法
	K	%	2.88	0.69	1.26	1.55	無水バース ICP発光分光分析法
	Mn	%	0.04	0.08	0.05	0.17	無水バース ICP発光分光分析法
	P	%	0.02	0.05	0.05	0.08	無水バース ICP発光分光分析法
	Ti	%	0.09	0.38	0.18	0.45	無水バース ICP発光分光分析法
分析	Si	%	32.7	19.7	17.3	11.9	無水バース ICP発光分光分析法
	不燃性-C1	%	<0.01	0.02	0.01	0.06	湿バース JIS M 8813
	C	%	0.8	10.6	6.5	13.8	湿バース CHNデータによる
	H	%	0.1	1.5	0.7	1.7	湿バース (熱伝導度法)
	N	%	0.05	0.39	0.23	0.32	湿バース JIS M 8813
	O	%	2.69	6.51	6.10	6.96	湿バース 計算による
	S	%	0.08	0.19	0.34	0.18	湿バース JIS M 8813
	可燃性-C1	%	0.07	0.48	0.41	0.67	湿バース 計算による
	T-C1	%	0.07	0.50	0.42	0.74	湿バース ホソフ処理・JIS M 8813
	発熱量	kcal/kg	<40	1170	610	1500	湿バース JIS M 8814
低位発熱量	kcal/kg	-	940	240	1150	湿バース JIS M 8814	

表 I-4-6 技術検討委員会／平成10年採取試料／固体試料の分析結果①

分析項目	単位	試料名				表示方法	分析方法
		D3(3~4m)	G2(6~7m)	G3(3~4m)	G4(4~5m)		
三成分	水分	%	38.8	40.2	30.7	26.2	湿方法 環告第95号に準拠
	灰分	%	51.3	35.5	44.1	49.0	
	可燃分	%	9.9	24.3	25.2	24.8	
成分	Fe	%	0.93	14.0	7.73	7.02	ICP発光分光分析法
	T-Cr	mg/kg	53	353	387	300	無水方法
	Mg	%	0.17	0.97	0.85	0.93	ICP発光分光分析法
	Al	%	6.63	2.54	3.78	3.38	ICP発光分光分析法
	Ca	%	0.75	3.43	3.97	4.32	ICP発光分光分析法
	Na	%	1.75	1.73	1.66	1.76	ICP発光分光分析法
	K	%	2.61	0.41	0.83	0.90	ICP発光分光分析法
	Mn	%	0.04	0.14	0.10	0.09	ICP発光分光分析法
	P	%	0.07	0.10	0.12	0.07	ICP発光分光分析法
	Ti	%	0.06	0.58	0.46	0.46	ICP発光分光分析法
分析	Si	%	28.7	10.6	13.5	15.7	ICP発光分光分析法
	不燃性-C1	%	<0.01	0.01	0.03	0.02	湿方法 JIS M 8813
	C	%	4.3	13.6	14.1	14.8	湿方法 CHNコパーによる (熱伝導度法)
	H	%	0.3	1.7	1.7	1.7	湿方法
	N	%	0.3	0.5	0.6	0.5	湿方法 JIS M 8813
	O	%	4.7	7.4	8.0	6.9	湿方法 計算による
	S	%	0.17	0.38	0.35	0.25	湿方法 JIS M 8813
	可燃性-C1	%	0.12	0.65	0.47	0.52	湿方法 計算による
	T-C1	%	0.12	0.66	0.51	0.55	湿方法 ホソノ処理・JIS M 8813
	発熱量	kcal/kg	330	1480	1500	1570	湿方法 JIS M 8814
低位発熱量	kcal/kg	80	1140	1230	1320	湿方法 JIS M 8814	

表 I-4-7 技術検討委員会／平成10年採取試料／固体試料の分析結果②

分析項目	単位	試料名								表示バース	分析方法
		C2(7~8m)	G1(6~7m)	G1(9~10m)	G3(7~8m)	G4(11~12m)	H2(10~11m)	H2(12~13m)			
水分	%	6.1	29.3	10.4	57.3	26.2	29.7	24.2	湿バース	環告第95号に準拠	
可溶-C1	mg/kg	350	410	420	2100	-	1200	-	無水バース	フッ化/酸第二水銀法	
T-C1	%	0.08	1.22	0.11	1.92	-	0.17	-	無水バース	ホウフ°処理・JIS M 8813	
B	%	0.01	0.06	0.09	0.06	-	0.03	-	無水バース	ICP発光分光分析法	
成	mg/kg	0.7	14	0.9	16	-	2.7	-	無水バース	ICP発光分光分析法	
Sb	mg/kg	0.6	43	1.1	9.3	-	0.71	-	無水バース	水素化物発生原子吸光法	
Pb	mg/kg	8.7	5100	15	3100	2200	33	13	無水バース	ICP発光分光分析法	
分	mg/kg	<0.01	19	<0.01	9.6	4.6	<0.01	<0.01	無水バース	底質調査方法	
AS	mg/kg	-	-	1.6	19	-	-	-	無水バース	底質調査方法	
シクロキサ	mg/kg	-	-	<0.5	<0.5	-	<0.5	-	無水バース	GC/MS法	
1,2-シクロキサ	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水バース	GC/MS法	
分	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水バース	GC/MS法	
1,1,1-トリクロキサ	mg/kg	-	-	<0.5	<0.5	-	-	-	無水バース	GC/MS法	
トリクロキサ	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水バース	GC/MS法	
1,1,2-トリクロキサ	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水バース	GC/MS法	
析	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水バース	GC/MS法	
1,3-シクロキサ	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水バース	GC/MS法	
ペンタ	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水バース	GC/MS法	
1,1,2-トリクロキサ	mg/kg	<0.5	<0.5	-	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水バース	GC/MS法	

表 I-4-8 技術検討委員会 / 処理実験用掘削試料 / 固体試料の分析結果 ①

(無水ベース)

項目	試料名	第1次掘削の試料1			第1次掘削の試料2			第2次掘削の試料1		
		掘削ポイント: G2とH2の中間地点			掘削ポイント:D3			掘削ポイント: H2の近傍地点		
		①(%)	②(%)	平均	①(%)	②(%)	平均	①(%)	②(%)	平均
可燃分	木、竹、わら	3.1	2.1	2.6	0.4	1.0	0.7	0.3	0.4	0.4
	合成樹脂	16.1	19.7	17.9	2.5	4.5	3.5	42.9	44.3	43.6
	紙、布	16.2	11.6	13.9	0.5	0.4	0.5	6.5	6.1	6.3
不燃分	小計	35.5	33.3	34.4	3.4	5.9	4.7	49.7	50.9	50.3
	金属	0.3	0.0	0.2	0.4	0.4	0.4	0.6	0.3	0.5
	瓦礫	3.8	0.4	2.1	5.2	5.9	5.6	1.1	1.9	1.5
その他	ガラス	0.4	0.6	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	小計	4.5	1.0	2.8	5.9	6.7	6.3	2.1	2.5	2.3
	その他	60.0	65.8	62.9	90.8	87.4	89.1	48.2	46.6	47.4
TOTAL		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

*主な可燃分：木片、建築用廃材、シュレッダーダスト(プラスチック)、布シート

*主な不燃分：針金、釘、石、レンガ、ガラスビンの破片

*その他は分別不能なもので可燃分と不燃分の両方を含む

表 I-4-9 技術検討委員会 / 処理実験用掘削試料 / 固体試料の分析結果 ②

項目	試料名	第1次掘削の試料 1			第1次掘削の試料 2			第2次掘削の試料 1			表示ベース	分析方法
		掘削ポイント: G2とH2の中間地点			掘削ポイント:D3			掘削ポイント: H2の近傍地点				
		①	②	平均	①	②	平均	①	②	平均		
水分	%	29.0	27.1	28.1	27.2	27.8	27.5	31.5	32.4	32.0	湿ベース	環整第95号に準拠
灰分	%	42.5	43.3	42.9	63.8	63.0	63.4	38.8	39.7	39.3	湿ベース	
可燃分	%	28.5	29.6	29.1	9.0	9.2	9.1	29.7	27.9	28.8	湿ベース	
かさ比重	kg/m ³	640	660	650	1010	1050	1030	860		860	湿ベース	

表 I-4-10 技術検討委員会／処理実験用掘削試料／固体試料の分析結果 ③

項目	試料名	第1次掘削の試料 1				第1次掘削の試料 2				第2次掘削の試料 1				表示 ベース	分析方法
		掘削ポイント: G2とH2の中間地点				掘削ポイント:D3				掘削ポイント: H2の近傍地点					
		①	②	平均		①	②	平均		①	②	平均			
成分分析	Fe	%	7.14	7.35	7.25	21.8	21.8	21.8	21.8	6.53	6.33	6.43	6.43	無水ベース	ICP発光分光分析法
	Mg	%	0.55	0.55	0.55	0.41	0.41	0.41	0.41	0.82	0.83	0.83	0.83	無水ベース	ICP発光分光分析法
	Al	%	3.31	3.39	3.35	3.85	3.84	3.85	3.85	3.19	3.37	3.28	3.28	無水ベース	ICP発光分光分析法
	Ca	%	3.88	4.11	4.00	2.08	2.04	2.06	2.06	4.54	4.79	4.67	4.67	無水ベース	ICP発光分光分析法
	Na	%	1.01	1.00	1.01	0.97	0.99	0.98	0.98	0.30	0.29	0.30	0.30	無水ベース	ICP発光分光分析法
	K	%	0.86	0.88	0.87	1.15	1.16	1.16	1.16	0.14	0.14	0.14	0.14	無水ベース	ICP発光分光分析法
	Mn	%	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	無水ベース	ICP発光分光分析法
	P	%	0.11	0.11	0.11	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	無水ベース	ICP発光分光分析法
	Ti	%	0.34	0.35	0.35	0.26	0.26	0.26	0.26	0.43	0.44	0.44	0.44	無水ベース	ICP発光分光分析法
	Si	%	13.8	13.8	13.8	18.2	18.0	18.1	18.1	13.2	12.6	12.9	12.9	無水ベース	ICP発光分光分析法
	Zn	%	0.89	0.65	0.77	0.99	0.91	0.95	0.95	0.73	0.87	0.80	0.80	無水ベース	ICP発光分光分析法
	Cu	%	0.33	0.44	0.39	0.43	0.42	0.43	0.43	2.14	1.77	1.96	1.96	無水ベース	ICP発光分光分析法

表 I-4-11 技術検討委員会／処理実験用掘削試料／固体試料の分析結果 ④

項目	試料名	第1次掘削の試料 1			第1次掘削の試料 2			第2次掘削の試料 1			表示 ベース	分析方法	
		掘削ポイント: G2とH2の中間地点			掘削ポイント:D3			掘削ポイント: H2の近傍地点					
		①	②	平均	①	②	平均	①	②	平均			
成分分析	C	16.1	16.7	16.4	5.0	5.3	5.15	17.3	16.5	16.9	湿ベース	CHNデータによる (熱伝導度法)	
	H	2.0	2.1	2.05	0.6	0.6	0.6	2.2	2.0	2.1	湿ベース		
	N	0.50	0.52	0.51	0.23	0.24	0.24	0.50	0.49	0.50	湿ベース		JIS M 8813
	O	8.62	9.10	8.86	2.78	2.65	2.72	8.95	7.94	8.45	湿ベース		計算による
	S	0.31	0.31	0.31	0.24	0.24	0.24	0.28	0.26	0.27	湿ベース		JIS M 8813
	T-C I	1.00	0.91	0.96	0.16	0.19	0.18	0.58	0.68	0.63	湿ベース	ホソフ°処理・JIS M 8813	
発熱量	高位発熱量	1730	1790	1760	540	560	550	1880	1780	1830	湿ベース	JIS M 8814	
	低位発熱量	1450	1510	1480	340	360	350	1580	1480	1530	湿ベース	JIS M 8814	

表 I-4-12 技術検討委員会／処理実験川掘削試料／固体試料の分析結果 ⑤

項目	試料名		第1次掘削の試料1			第1次掘削の試料2			第2次掘削の試料1			表示ベース	分析方法
			掘削ポイント:G2とH2の中間地点			掘削ポイント:D3			掘削ポイント:H2の近傍地点				
	①	②	平均	①	②	平均	①	②	平均				
微	Cd	mg/kg	9.04	13.1	11.07	10.6	9.39	10.0	25.7	12.0	18.9	無水ヘキサ	ICP発光分光分析法
	CN	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1.3	1.5	1.4	無水ヘキサ	底質調査方法
	Pb	mg/kg	1990	1830	1910	901	852	877	3070	3430	3250	無水ヘキサ	ICP発光分光分析法
	T-Cr	mg/kg	219	3810	2015	332	301	317	201	221	211	無水ヘキサ	底質調査方法
	Cr6+	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水ヘキサ	底質調査方法
	As	mg/kg	62	52	57	115	110	113	15	14	14.5	無水ヘキサ	底質調査方法
	Se	mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.29	0.27	0.28	無水ヘキサ	元素化物発生原子吸光法
	Ni	mg/kg	101	252	177	173	165	169	259	243	251	無水ヘキサ	ICP発光分光分析法
	F	mg/kg	110	130	120	<100	<100	<100	<100	<100	—	無水ヘキサ	分光光度法
	Be	mg/kg	0.48	0.52	0.50	2.22	1.95	2.09	0.25	0.22	0.24	無水ヘキサ	ICP発光分光分析法
	V	mg/kg	41.3	54.9	48.1	69.9	64.3	67.1	24.9	23.0	24.0	無水ヘキサ	ICP発光分光分析法
	可溶C1	mg/kg	350	370	360	630	610	620	390	380	385	無水ヘキサ	フッアン酸第二水銀法
	B	mg/kg	16	17	16.5	25	24	24.5	334	286	310	無水ヘキサ	ICP発光分光分析法
	坩	Mo	mg/kg	260	256	258	577	561	569	26	25	25.5	無水ヘキサ
Sb		mg/kg	22	21	21.5	32	35	33.5	42	40	41	無水ヘキサ	元素化物発生原子吸光法
有機P		mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	無水ヘキサ	公害分析指針
T-Hg		mg/kg	7.9	3.8	5.85	2.6	0.89	1.75	2.4	1.8	2.1	無水ヘキサ	底質調査方法
アルキルHg		mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	無水ヘキサ	底質調査方法
PCB		mg/kg	10	8.5	9.25	1.3	1.0	1.15	<1	<1	<1	無水ヘキサ	底質調査方法
チウラム		mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	4.8	4.7	4.75	無水ヘキサ	環第59号付表-6
シマジン		mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	無水ヘキサ	環第59号付表-7
ネオペンチン		mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	無水ヘキサ	環第59号付表-7
ジカドメチル		mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水ヘキサ	GC/MS法
四塩化炭素		mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水ヘキサ	GC/MS法
1,2-ジクロロイソ		mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水ヘキサ	GC/MS法
1,1-ジクロロイソ		mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水ヘキサ	GC/MS法
シス1,2-ジクロロイソ		mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水ヘキサ	GC/MS法
1,1,1-トリクロロイソ	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水ヘキサ	GC/MS法	
トリクロロイソ	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水ヘキサ	GC/MS法	
トトラクロロイソ	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水ヘキサ	GC/MS法	
1,3-ジクロロ7 ^o ハ ^o	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水ヘキサ	GC/MS法	
ペンセン	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水ヘキサ	GC/MS法	
1,1,2-トリクロロイソ	mg/kg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	無水ヘキサ	GC/MS法	
油分	mg/kg	12000	15000	13500	2900	1100	2000	16000	22000	19000	無水ヘキサ	ソックス抽出重量法	
ダイオキシン類	ng-TEQ/g	0.22	0.26	0.24	7.9	7.6	7.75	0.17	0.15	0.16	無水ヘキサ	廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析法	

表I-4-13 技術検討委員会／処理実験用掘削試料／固体試料の分析結果⑥

(Dry Base)

分析項目	第1次掘削の試料1-①		第1次掘削の試料1-②		第1次掘削の試料2-①		第1次掘削の試料2-②		第2次掘削の試料1-①		第2次掘削の試料1-②	
	実測濃度	毒性等量	実測濃度	毒性等量	実測濃度	毒性等量	実測濃度	毒性等量	実測濃度	毒性等量	実測濃度	毒性等量
ダ	2,3,7,8- T_4 CDD	0.0067	x1	0.0077	0.0077	0.28	x1	0.28	0.28	0.0062	0.0062	0.0066
	T_4 CDDs	2.1	---	2.1	---	31	---	28	---	35	---	28
イ	1,2,3,7,8- P_5 CDD	0.032	x0.5	0.034	0.017	1.0	x0.5	0.50	1.0	0.043	0.0215	0.0195
	P_5 CDDs	0.87	---	0.91	---	39	---	39	---	7.8	---	6.4
オ	1,2,3,4,7,8- H_6 CDD	0.043	x0.1	0.050	0.0050	1.6	x0.1	0.16	1.7	0.026	0.0026	0.0028
	1,2,3,6,7,8- H_6 CDD	0.33	0.033	0.40	0.040	3.7	0.37	0.37	4.0	0.029	0.029	0.025
キ	1,2,3,7,8,9- H_8 CDD	0.18	0.018	0.19	0.019	2.0	0.20	0.20	2.3	0.017	0.017	0.014
	H_8 CDDs	3.0	---	3.4	---	67	---	74	---	2.8	---	2.4
シ	1,2,3,4,6,7,8- H_7 CDD	1.1	x0.01	1.2	0.012	17	x0.01	0.17	19	0.93	x0.01	0.86
	H_7 CDDs	1.9	---	2.1	---	37	---	40	---	1.7	---	1.6
ン	O_8 CDD	3.7	x0.001	4.6	0.0046	28	x0.001	0.028	31	3.8	x0.001	3.8
	Total PCDDs	12	0.093	13	0.11	200	1.7	1.7	210	51	0.089	42
ジ	2,3,7,8- T_4 CDF	0.041	x0.1	0.044	0.0044	1.1	x0.1	0.11	1.1	0.038	0.0038	0.0038
	T_4 CDFs	1.0	---	1.3	---	77	---	70	---	0.75	---	0.73
ケ	1,2,3,7,8- P_5 CDF	0.11	x0.05	0.14	0.0070	7.0	x0.05	0.35	6.2	0.066	x0.05	0.066
	2,3,4,7,8- P_5 CDF	0.13	x0.5	0.15	0.075	6.9	x0.5	3.45	6.1	0.073	x0.5	0.073
ン	P_5 CDFs	1.6	---	2.0	---	110	---	95	---	0.99	---	0.92
	1,2,3,4,7,8- H_6 CDF	0.15	x0.1	0.19	0.019	6.8	x0.1	0.68	6.7	0.094	x0.1	0.087
ゾ	1,2,3,6,7,8- H_6 CDF	0.14	0.014	0.16	0.016	5.7	0.57	0.57	5.6	0.082	0.082	0.077
	1,2,3,7,8,9- H_8 CDF	0.008	0.0008	0.009	0.0009	0.19	0.019	0.019	0.22	0.005	0.0005	0.0006
ヅ	2,3,4,6,7,8- H_7 CDF	0.18	0.018	0.21	0.021	7.1	0.71	0.71	7.2	0.097	0.0097	0.074
	H_7 CDFs	1.4	---	1.7	---	69	---	68	---	1.1	---	0.97
ラ	1,2,3,4,6,7,8- H_7 CDF	0.81	x0.01	0.94	0.0094	29	x0.01	0.29	30	0.52	x0.01	0.52
	1,2,3,4,7,8,9- H_7 CDF	0.087	0.00087	0.089	0.00089	1.4	0.014	0.014	1.7	0.051	0.00051	0.046
ル	H_7 CDFs	1.2	---	1.4	---	36	---	38	---	0.89	---	0.90
	O_8 CDF	0.43	x0.001	0.51	0.00051	6.4	x0.001	0.0064	7.2	0.40	x0.001	0.44
レ	Total PCDFs	5.6	0.13	6.9	0.15	300	6.2	6.2	280	4.1	0.078	4.0
	Total (PCDDs+PCDFs)	18	0.22	20	0.26	500	7.9	7.9	490	55	0.17	46

1. 実測濃度：ダイオキシン類濃度 (ng/g)
 2. 毒性等量：2,3,7,8- T_4 CDD 毒性等量 (ng-TEQ/g)
 3. 毒性等価係数：International-TEFを適用
 4. 定量下限値：四～五塩素化物 0.0008ng/g
 六～七塩素化物 0.002ng/g
 八塩素化物 0.004ng/g

表 I-4-14 公調委 / 平成 7 年採取試料 / 固体試料の分析結果

分析項目	単位	試料名					表示バース	分析方法
		C2(0.2~8.0m)	G1(0.1~7.9m)	G3(6.0~7.5m)	G4(8.9~11.5m)	H2(0~8.0m)		
成分	mg/kg	170	4000	2600	1200	4.1	無水バース	ICP発光分光分析法 底質調査方法 底質調査方法
成分	mg/kg	2.1	10	15	2.9	0.40	無水バース	
分析	mg/kg	4.6	20	10	2.1	1.1	無水バース	

表 I-4-15 技術検討委員会 / 平成10年採取試料 / 浸出水の分析結果

分析項目	単位	試料名			分析方法	
		G 1	H 3	H 4		
成	BOD	mg/l	110	42	5.5	JIS K 0102
	COD	mg/l	500	740	340	JIS K 0102
	SS	mg/l	2400	4000	1500	環告59号付表-8
	n-ヘキサン抽出物質	mg/l	80	4.1	2.2	環告64号付表-5
	Pb	mg/l	5.9	5.6	8.3	JIS K 0102
	As	mg/l	0.047	0.046	0.059	JIS K 0102
	フェノール	mg/l	0.92	0.24	0.03	JIS K 0102
分	Zn	mg/l	12	7.6	13	JIS K 0102
	Cu	mg/l	12	28	3.0	JIS K 0102
	溶解性Fe	mg/l	0.6	4.4	1.8	JIS K 0102
	溶解性Mn	mg/l	0.2	0.1	0.1	JIS K 0102
	全窒素	mg/l	140	410	170	JIS K 0102
分	全燐	mg/l	8.7	3.5	2.1	JIS K 0102
	B	mg/l	8.3	29	17	JIS K 0102
	Mo	mg/l	0.16	0.47	0.34	JIS K 0102
	Sb	mg/l	0.13	0.30	0.08	JIS K 0102
	T-Hg	mg/l	0.0039	0.010	0.0065	環告59号付表-3
析	PCB	mg/l	0.0065	0.0047	0.0064	環告59号付表-5
	シス1,2-ジクロロイソブチレン	mg/l	0.05	<0.004	<0.004	GC/MS法
	トランス1,2-ジクロロイソブチレン	mg/l	0.07	<0.001	<0.001	GC/MS法
	1,3-ジクロロプロパン	mg/l	<0.0002	<0.0002	<0.0002	GC/MS法
	ベンゼン	mg/l	8.3	0.009	0.017	GC/MS法

表 I-4-16 技術検討委員会 / 平成10年採取試料 / 地下水の分析結果

分析項目	単位	試料名				分析方法	
		花崗岩層 A 3	沖積層 C 1	花崗岩層 DE 1	沖積層 F 1		
成	Pb	mg/l	0.025	0.013	0.020	0.019	JIS K 0102
	As	mg/l	0.57	0.009	0.001	0.015	JIS K 0102
	B	mg/l	1.1	2.9	0.77	6.0	JIS K 0102
	Mo	mg/l	0.02	-	<0.01	-	JIS K 0102
	Sb	mg/l	<0.001	0.002	<0.001	0.002	JIS K 0102
分	1,2-ジクロロエタン	mg/l	1.1	0.013	<0.0004	0.0051	GC/MS法
	1,1-ジクロロエタン	mg/l	1.3	-	<0.002	-	GC/MS法
	シス1,2-ジクロロイソブチレン	mg/l	40	<0.004	<0.004	<0.004	GC/MS法
析	1,1,1-トリクロロエタン	mg/l	15	-	<0.1	-	GC/MS法
	トリクロロイソブチレン	mg/l	2.2	-	<0.003	-	GC/MS法
	トランス1,2-ジクロロイソブチレン	mg/l	0.11	-	<0.001	-	GC/MS法
	ベンゼン	mg/l	0.66	0.24	<0.001	0.090	GC/MS法

表 I-4-17 公調委 / 平成 7 年採取試料 / 浸出水の分析結果

分析項目	単位	試料名			分析方法	
		G 1	H 3	H 4		
成	BOD	mg/l	5500	1600	410	JIS K 0102
	COD	mg/l	3200	1900	500	JIS K 0102
	SS	mg/l	1100	360	3200	環告59号付表-8
	n-ヘキサン抽出物質	mg/l	1	7	30	環告64号付表-5
	Pb	mg/l	10	4.8	26	JIS K 0102
分	As	mg/l	0.06	0.02	0.03	JIS K 0102
	フェノール	mg/l	2.0	<0.5	<0.5	JIS K 0102
	Zn	mg/l	9.9	8.2	32	JIS K 0102
	Cu	mg/l	11	7.7	11	JIS K 0102
	溶解性Fe	mg/l	29	11	0.97	JIS K 0102
分	溶解性Mn	mg/l	0.25	0.20	0.88	JIS K 0102
	全窒素	mg/l	933	529	223	JIS K 0102
	全燐	mg/l	21.6	7.22	2.83	JIS K 0102
	B	mg/l	-	-	-	JIS K 0102
	Mo	mg/l	-	-	-	JIS K 0102
析	Sb	mg/l	-	-	-	JIS K 0102
	T-Hg	mg/l	0.0017	0.0016	0.0057	環告59号付表-3
	PCB	mg/l	0.0045	0.0044	0.078	環告59号付表-5
	シス1,2-ジクロロイソブチレン	mg/l	1.7	<0.01	<0.01	GC/MS法
	トランス1,2-ジクロロイソブチレン	mg/l	0.19	<0.01	<0.01	GC/MS法
1,3-ジクロロプロパン	mg/l	0.54	<0.01	<0.01	GC/MS法	
ベンゼン	mg/l	14	0.01	0.05	GC/MS法	

表 I-4-18 公調委 / 平成 7 年採取試料 / 地下水の分析結果

分析項目	単位	試料名				分析方法	
		花崗岩層 A 3	沖積層 C 1	花崗岩層 DE 1	沖積層 F 1		
成	Pb	mg/l	0.068	<0.005	0.013	0.029	JIS K 0102
	As	mg/l	0.47	<0.001	<0.001	<0.001	JIS K 0102
	B	mg/l	-	-	-	-	JIS K 0102
	Mo	mg/l	-	-	-	-	JIS K 0102
	Sb	mg/l	-	-	-	-	JIS K 0102
分	1,2-ジクロロエタン	mg/l	6.0	-	0.0008	<0.0004	GC/MS法
	1,1-ジクロロエチレン	mg/l	2.4	<0.01	<0.002	<0.002	GC/MS法
	シス1,2-ジクロロエチレン	mg/l	12	<0.01	0.007	<0.004	GC/MS法
	1,1,1-トリクロロエタン	mg/l	16	0.05	0.0041	0.0008	GC/MS法
	トリクロロエチレン	mg/l	6.8	<0.01	0.003	<0.002	GC/MS法
析	テトラクロロエチレン	mg/l	0.20	<0.01	<0.0005	0.0050	GC/MS法
	ベンゼン	mg/l	2.4	2.2	0.002	<0.001	GC/MS法

表 I-4-19 技術検討委員会 / 平成10年採取試料 / 表層ガスの分析結果

分析項目		単位	試料名			分析方法
			B 4	F 2	I 2	
成分分析	NH ₃	ppm	<1.0	<1.0	<1.0	検知管
	CN	ppm	<2.5	<2.5	<2.5	検知管
	O ₂	%	1.7	0	16.4	ガス検知器
	CH ₄	%	6	5	0	ガス検知器
	H ₂ S	ppm	0	0	0	ガス検知器
	CO	ppm	0	6	0	ガス検知器

表 I-4-20 技術検討委員会 / 平成10年採取試料 / 孔内ガスの分析結果

分析項目		単位	試料名			分析方法
			C 2	D 2	F 3	
成分分析	NH ₃	ppm	<1.0	1.5	<1.0	検知管
	CN	ppm	<2.5	<2.5	<2.5	検知管
	O ₂	%	20.2	20.5	20.9	ガス検知器
	CH ₄	%	1.8	1.35	0	ガス検知器
	H ₂ S	ppm	0	0	0	ガス検知器
	CO	ppm	0	0	0	ガス検知器

表 I-4-21 公調委 / 平成7年採取試料 / 表層ガスの分析結果

分析項目		単位	試料名			分析方法
			B 4	F 2	I 2	
成分分析	NH ₃	ppm	—	—	—	検知管
	CN	ppm	—	—	—	検知管
	O ₂	%	0.3	13.6	4.3	ガス検知器
	CH ₄	%	75	30	28	ガス検知器
	H ₂ S	ppm	—	—	—	ガス検知器
	CO	ppm	—	—	—	ガス検知器

表 I-4-22 公調委 / 平成7年採取試料 / 孔内ガスの分析結果

分析項目		単位	試料名			分析方法
			C 2	D 2	F 3	
成分分析	NH ₃	ppm	ND	ND	ND	検知管
	CN	ppm	230	≥2400	ND	検知管
	O ₂	%	0.1	5.3	8.7	ガス検知器
	CH ₄	%	65	10	52	ガス検知器
	H ₂ S	ppm	≥150	≥150	5.5	ガス検知器
	CO	ppm	11	12	≥300	ガス検知器

表 I-4-23 固体試料の性状の経時変化

分析項目	単位	変動範囲		変化率		
		平成10年・技術検討委員会分析データ	平成7年・公調委分析データ	1/10以下	1/10～10	10以上
分析成分	P b	8.7～5100	4.1～4000		○	
	P C B	<0.01～19	0.40～10		○	
	A s	<0.01～19	1.1～20		○	

*）変化率は「平成7年・公調委の分析における最大値」に対する
「平成10年・技術検討委員会の分析における最大値」の比率で表示

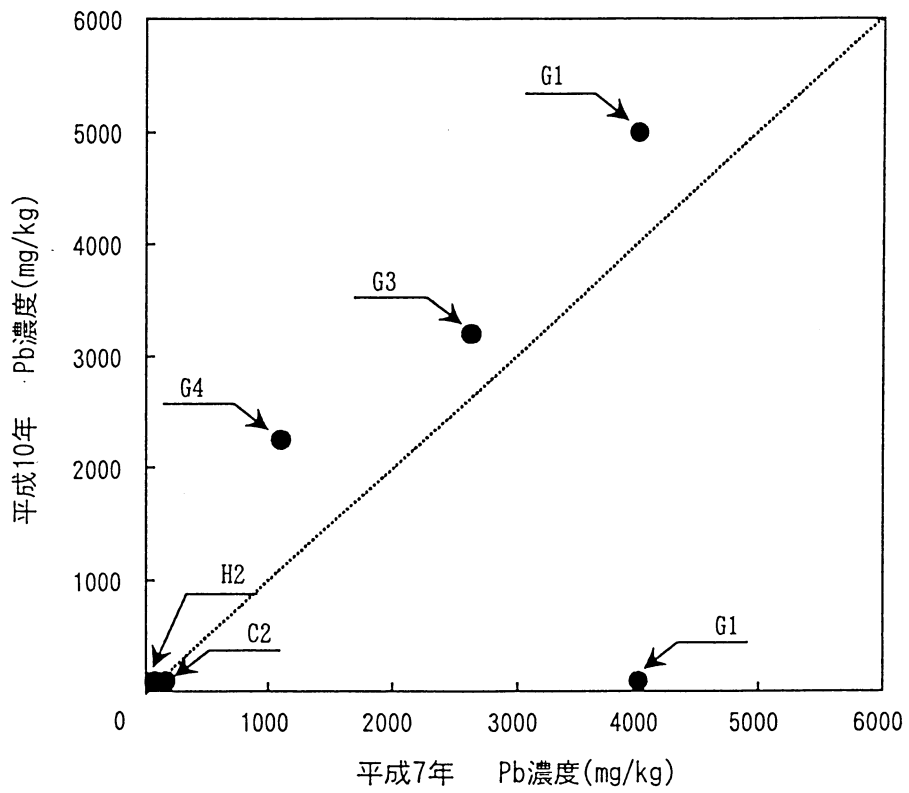


図 I-4-4 固体試料中のPb濃度の経時変化

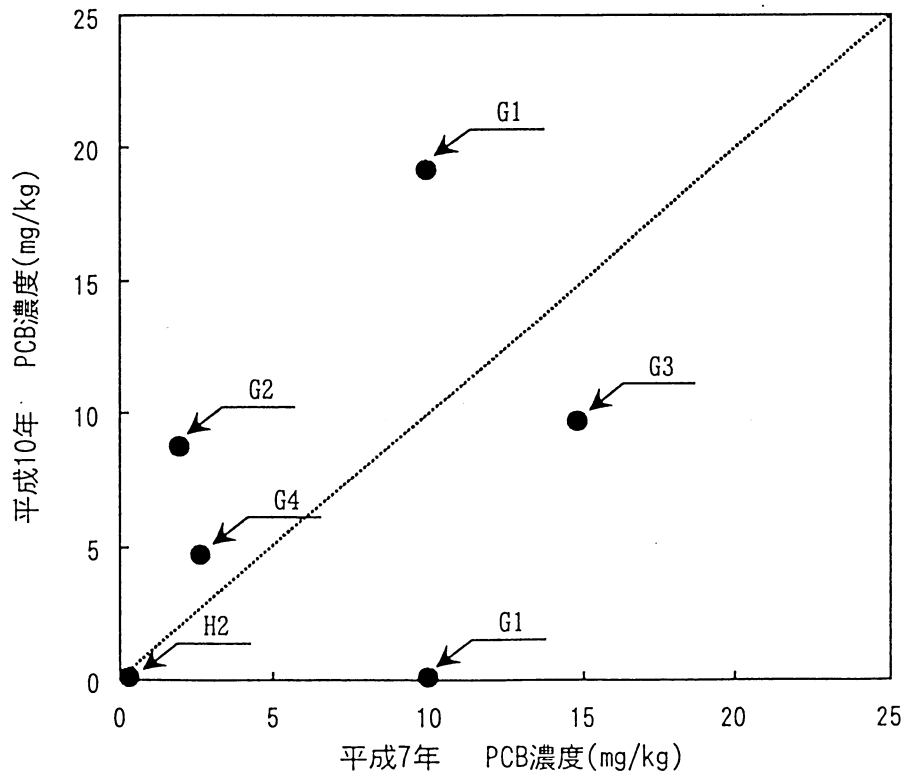


図 I-4-5 固体試料中のPCB濃度の経時変化

表 I-4-24 浸出水の性状の経時変化

分析項目	単位	変 動 範 囲			変 化 率		
		平成10年・技術検討委員会分析データ	平成7年・公調委分析データ		1/10以下	1/10～10	10以上
BOD	mg/l	5.5～110	410～5500		○		
COD	mg/l	340～740	500～3200			○	
SS	mg/l	1500～4000	360～3200			○	
n-ヘキサ抽出物	mg/l	2.2～80	1～30			○	
Pb	mg/l	5.6～8.3	4.8～26			○	
As	mg/l	0.05～0.06	0.02～0.06			○	
フェノール	mg/l	<0.5～0.9	<0.5～2.0			○	
Zn	mg/l	7.6～13	8.2～32			○	
Cu	mg/l	3.0～28	7.7～11			○	
溶解性Fe	mg/l	0.6～4.4	10～29			○	
溶解性Mn	mg/l	0.1～0.2	0.2～0.9			○	
全窒素	mg/l	140～410	223～933			○	
全磷	mg/l	<0.01～19	1.1～20			○	
T-Hg	mg/l	0.0039～0.0100	0.0016～0.0057			○	
PCB	mg/l	0.0047～0.0065	0.0044～0.0078			○	
シ1,2-ジクロロエチン	mg/l	<0.01～0.05	<0.01～1.7		○		
テトラクロエチン	mg/l	<0.01～0.07	<0.01～0.19			○	
1,3-ジクロロベンゼン	mg/l	<0.01	<0.01～0.54		○		
ベンゼン	mg/l	0.01～8.3	0.05～14			○	

*) 変化率は「平成7年・公調委の分析における最大値」に対する

「平成10年・技術検討委員会の分析における最大値」の比率で表示

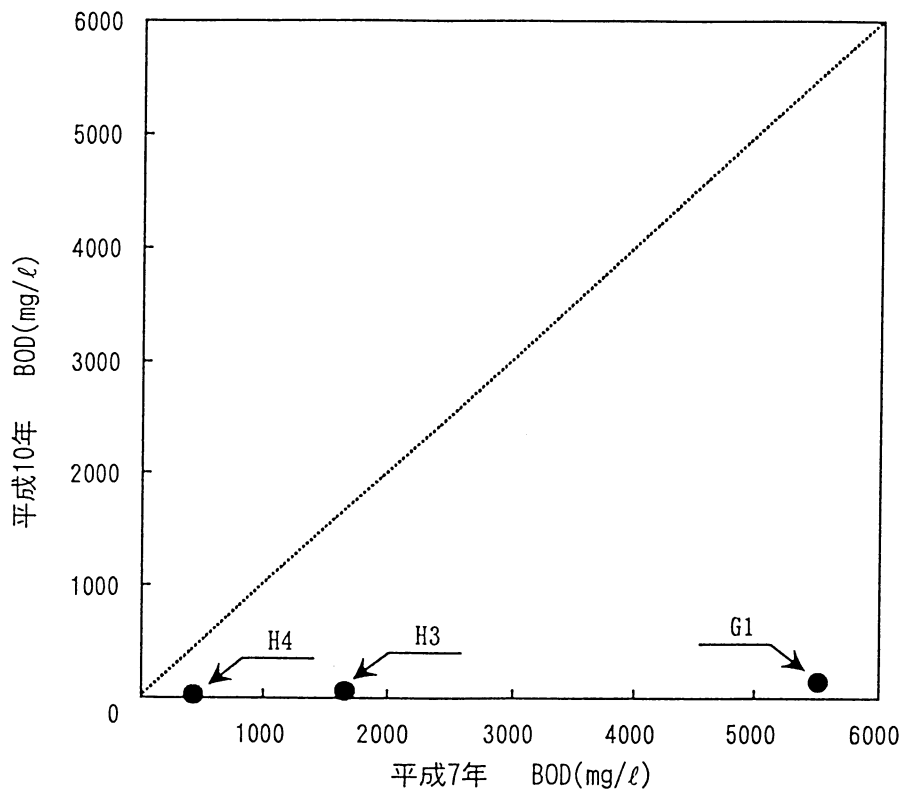


図 I-4-6 浸出水中のBODの経時変化

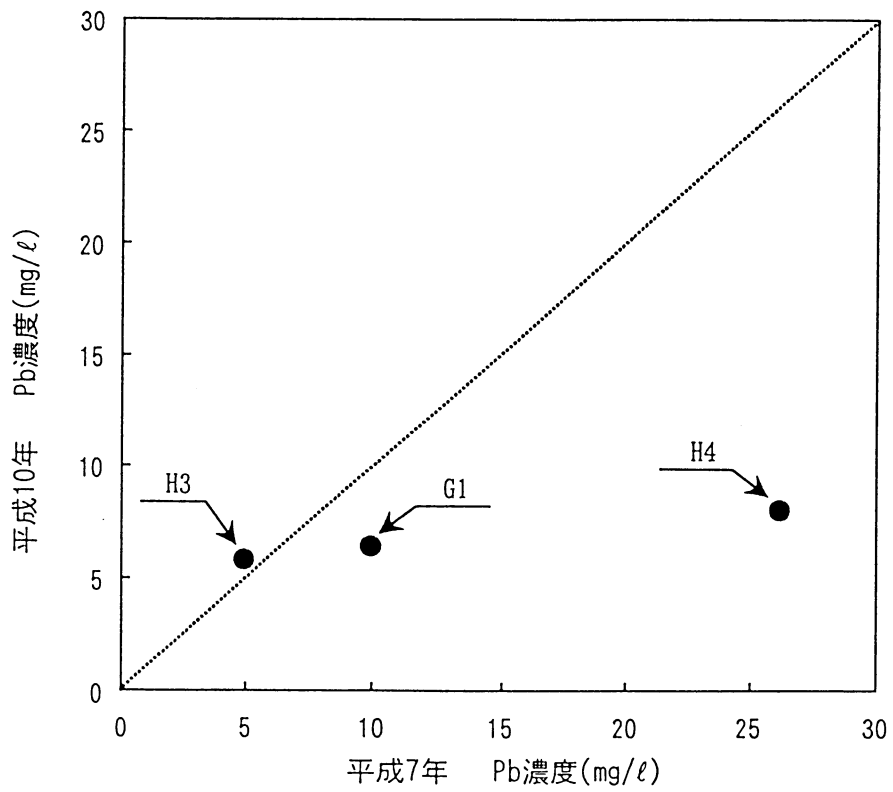


図 I-4-7 浸出水中のPb濃度の経時変化

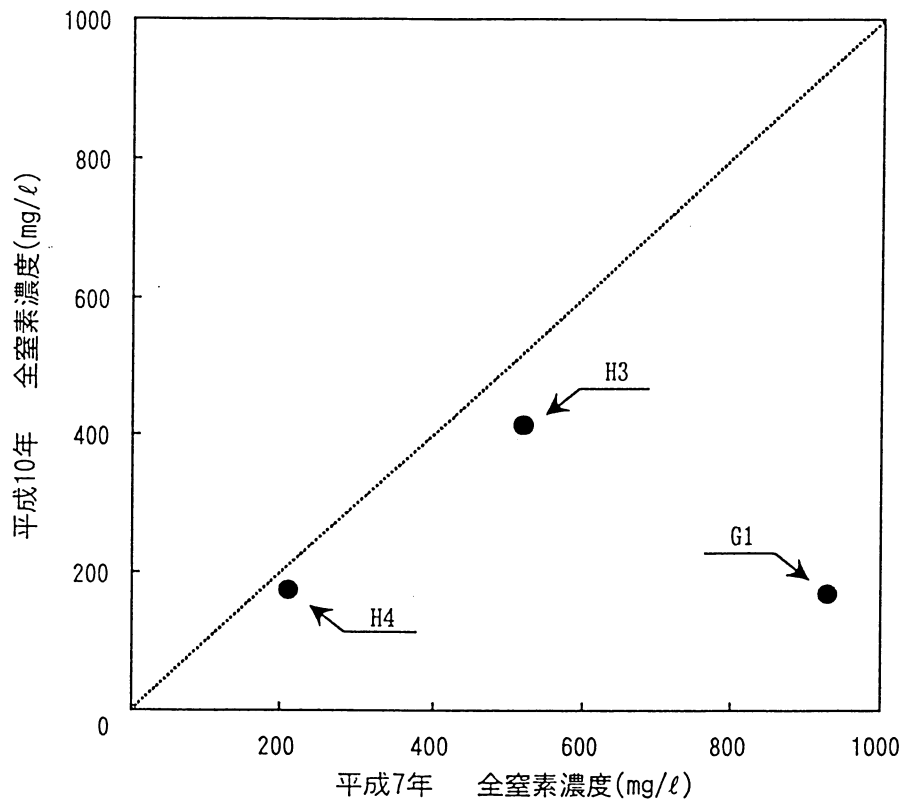


図 I-4-8 浸出水中の全窒素濃度の経時変化

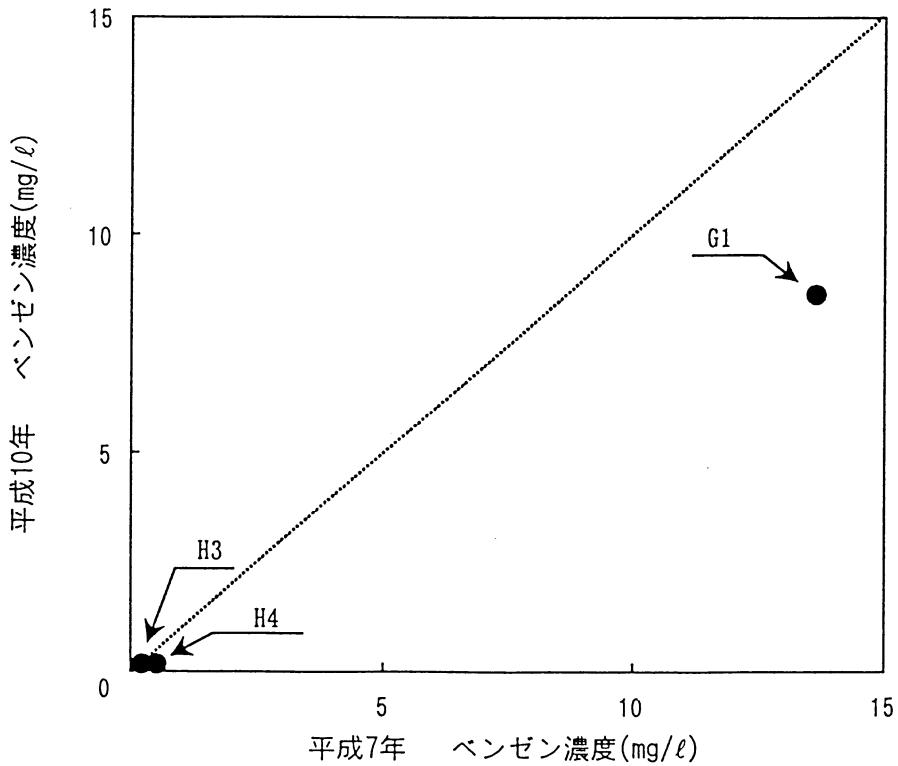


図 I-4-9 浸出水中のベンゼン濃度の経時変化

表 I-4-25 地下水の性状の経時変化

分析項目	単位	変 動 範 囲			変 化 率	
		平成10年・技術検討委員会分析データ	平成7年・公調委分析データ	1/10以下	1/10～10	10以上
成 分 分 析	P b	mg/l	0.013～0.025	<0.005～0.068		○
	A s	mg/l	0.001～0.57	<0.001～0.47		○
	1,2-ジブクロロエタン	mg/l	<0.0004～1.1	<0.0004～6.0		○
	1,1-ジブクロロエタン	mg/l	<0.002～1.3	<0.002～2.4		○
	シス1,2-ジブクロロエタン	mg/l	<0.004～40	<0.004～12		○
	1,1,1-トリブクロロエタン	mg/l	<0.1～15	<0.1～16		○
	トリブクロロエタン	mg/l	<0.003～2.2	<0.003～6.8		○
	テトラブクロロエタン	mg/l	<0.001～0.11	<0.001～0.20		○
	ベンゼン	mg/l	<0.001～0.66	<0.001～2.4		○

*）変化率は「平成7年・公調委の分析における最大値」に対する

「平成10年・技術検討委員会の分析における最大値」の比率で表示

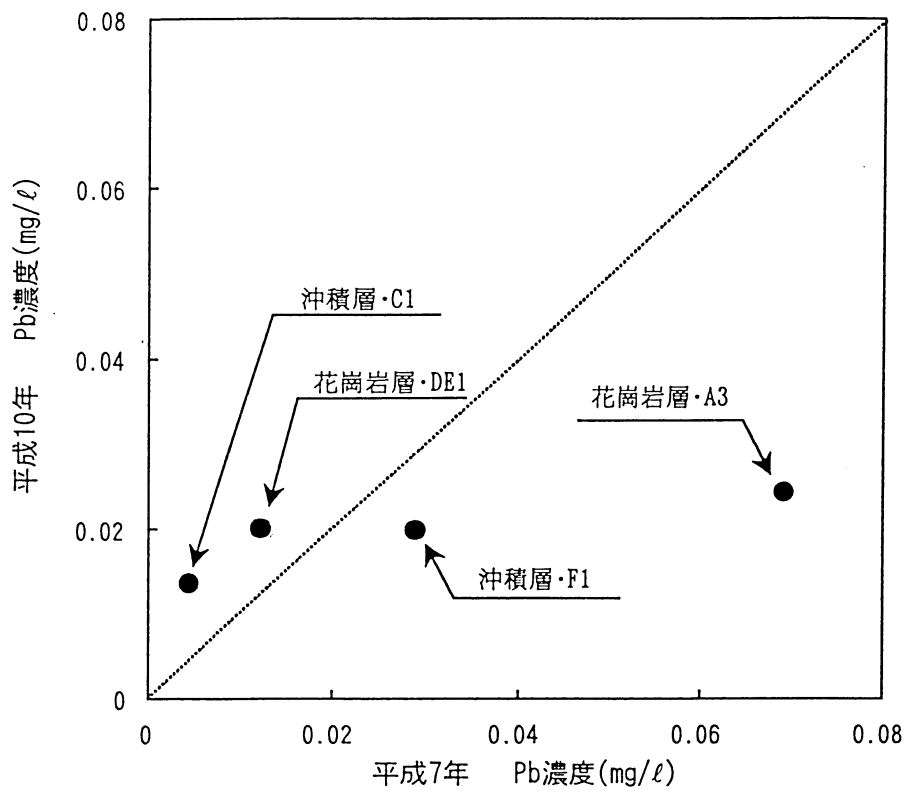


図 I-4-10 地下水中のPb濃度の経時変化

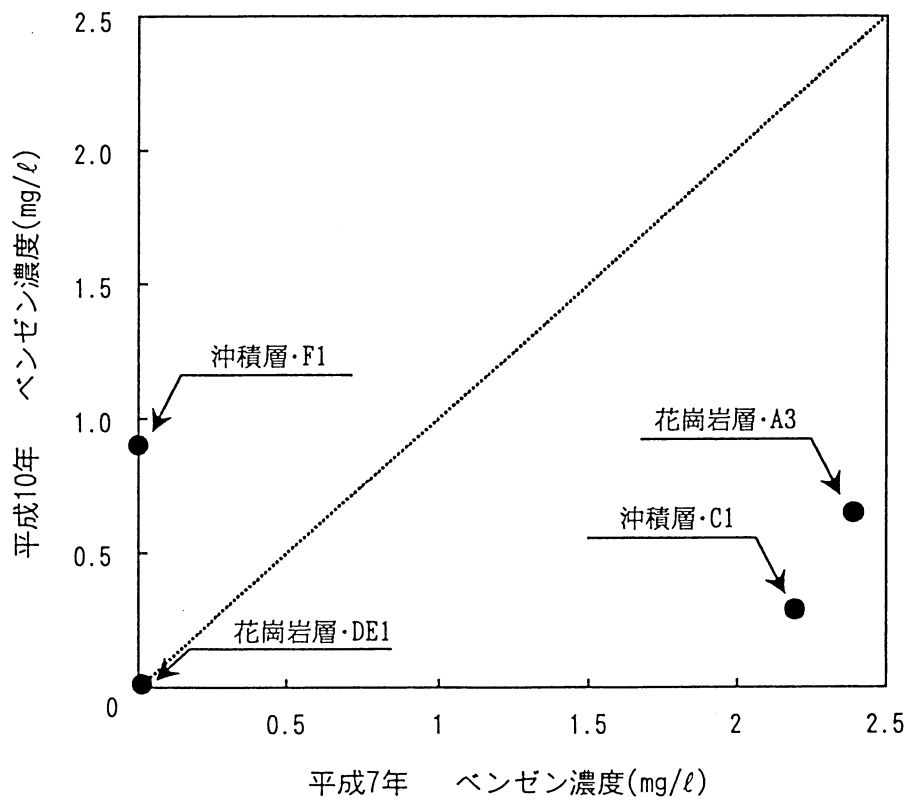


図 I-4-11 地下水中のベンゼン濃度の経時変化

3-2. 処理対象物の性状範囲

技術検討委員会の調査結果をもとに、固体試料の性状範囲を想定した結果を、以下にまとめる。

表 I-4-5、表 I-4-6、表 I-4-7、表 I-4-9、表 I-4-10、表 I-4-11 にまとめたすべての分析データを基に、固体試料の 3 成分、灰分中成分、可燃分中成分、発熱量の変動範囲をまとめた結果を表 I-4-26 に示す。なお、三成分については、平成 7 年の公調委調査において得られた既存データ（D 3、F 3、G 2、G 3、G 4、H 3 の 6 地点で採取した 18 試料の分析データ）も併せて記載した。

表 I-4-27 に、平成 10 年の技術検討委員会の分析データ（B 4、D 3、F 3、G 2、G 3、G 4、G 2 と H 2 の中間、H 2 の近傍、H 3、J 3 の 10 地点で採取した 14 試料を分析）及び平成 7 年の公調委の分析データ（D 3、F 3、G 2、G 3、G 4、H 3 の 6 地点で採取した 18 試料を分析）をもとに、固体試料の 3 成分の一覧をまとめた。

表 I-4-27 に示したデータの内、平成 10 年の技術検討委員会の分析データから可燃分単位量当たりの発熱量を算出した結果を、表 I-4-28 にまとめる。固体試料の可燃分単位量当たりの発熱量は、平均で 5425kcal/kg の値となっている。

可燃物単位量当たりの発熱量を用い、平成 7 年の公調委の分析データ（D 3、F 3、G 2、G 3、G 4、H 3 の 6 地点で採取した 18 試料を分析）から固体試料の発熱量を想定した結果を表図 I-4-29 にまとめて示す。固体試料の湿ベースでの発熱量は 10～1413kcal/kg の範囲となり、平均値は 703kcal/kg の値を示した。

表 I-4-7、表 I-4-12 にまとめた分析データを基に、固体試料の微量成分の変動範囲を表図 I-4-30 にまとめる。表中には、平成 7 年の公調委調査において得られた既存データも併せて記載した。

表 I-4-26 固体試料の性状の変動範囲

分析項目		単位	変 動 範 囲	
			平成10年・技術検討委員会 分析データ	平成7年・公調委 分析データ
三成分	水分	%	6.1~57.3	15.0~52.5
	灰分	%	30.5~78.5	20.9~79.8
	可燃分	%	3.8~29.7	2.2~30.2
灰分 中成分	F e	%	0.93~21.8	—
	M g	%	0.13~109	—
	A l	%	2.54~6.63	—
	C a	%	0.74~6.17	—
	N a	%	0.29~2.18	—
	K	%	0.14~2.88	—
	M n	%	0.04~0.17	—
	P	%	0.02~0.12	—
	T i	%	0.06~0.58	—
	S i	%	10.6~32.7	—
	Z n	%	0.65~0.99	—
	C u	%	0.33~2.14	—
	不燃性 - C l	%	<0.01~0.06	—
可燃分 中成分	C	%	0.8~17.3	—
	N	%	0.05~0.6	—
	S	%	0.08~0.38	—
	H	%	0.1~2.2	—
	O	%	2.65~9.10	—
	可燃性 - C l	%	0.07~0.67	—
T - C l		%	0.07~1.92	—
発熱量	高位発熱量	kcal/kg	<40~1880	—
	低位発熱量	kcal/kg	<1580	—

表 I-4-27 固体試料の三成分の分析結果一覧

実施機関	対象試料	試料採取位置		三成分 (%)		
				水分	灰分	可燃分
技術検討委員会	平成7年採取・ 保管試料	F3	6.75~9.5m	17.7	78.5	3.8
		J3	0~6.1m	25.8	54.5	19.7
		B4	0.5~3.6m	55.2	30.5	14.3
		H3	0~5.5m	41.9	34.5	23.6
	平成10年採取試料	D3	3~4m	38.8	51.3	9.9
		G2	6~7m	40.2	35.5	24.3
		G3	3~4m	30.7	44.1	25.2
		G4	4~5m	26.2	49.0	24.8
	処理実験用掘削試料	G2とH2の 中間		29.0	42.5	28.5
				27.1	43.3	29.6
		D3		27.2	63.8	9.0
				27.8	63.0	9.2
		H2の近傍		31.5	38.8	29.7
32.4				39.7	27.9	
公調委	平成7年採取試料	D3	0.4~3m	50.8	38.3	10.9
			3~4m	18.2	79.6	2.2
		F3	0~3m	28.6	57.8	13.6
			3~6.75m	39.2	43.9	16.9
			6.75~9.5m	18.0	77.5	4.5
		G2	0.1~4m	37.3	41.2	21.5
			4~7.4m	37.6	32.2	30.2
			7.4~8.7m	15.0	79.4	5.6
		G3	0~2m	36.6	44.6	18.8
			2~4m	52.5	20.9	26.6
			4~6m	47.1	33.4	19.5
			6~7.5m	50.8	26.8	22.4
		G4	0.2~5m	29.9	55.1	15.0
			5~8.9m	32.3	48.3	19.4
			8.9~11.5m	20.6	64.0	15.4
		H3	0~5.5m	40.8	35.5	23.7
			5.5~10.1m	38.2	38.4	23.4
10.1~10.7m	30.0		56.1	13.9		
平均値				33.6	48.2	18.2

表 I-4-28 固体試料の可燃分単位量当たりの発熱量

対象試料	試料採取位置	三成分 (%)			可燃分中成分 (%)							低位発熱量 (kcal/kg)		
		水分	灰分	可燃分	C	H	N	O	S	可燃性Cl	湿 ^h - ^s	湿 ^h - ^s ・ 計算値	乾 ^h - ^s	可燃分単位量 当たり
平成7年採取・ 保管試料	F3	17.7	78.5	3.8	0.8	0.1	0.05	2.69	0.08	0.07	-	-93	-	-
	J3	25.8	54.5	19.7	10.6	1.5	0.39	6.51	0.19	0.48	940	946	1476	5558
	B4	55.2	30.5	14.3	6.5	0.7	0.23	6.10	0.34	0.41	240	221	1275	3993
	H3	41.9	34.5	23.6	13.8	1.7	0.32	6.96	0.18	0.67	1150	1153	2411	5936
平成10年 採取試料	D3	38.8	51.3	9.9	4.3	0.3	0.3	4.7	0.17	0.12	80	63	511	3162
	G2	40.2	35.5	24.3	13.6	1.7	0.5	7.4	0.38	0.65	1140	1138	2309	5683
	G3	30.7	44.1	25.2	14.1	1.7	0.6	8.0	0.35	0.47	1230	1217	2040	5611
	G4	26.2	49.0	24.8	14.8	1.7	0.5	6.9	0.25	0.52	1320	1362	2001	5956
処理実験用 掘削試料	G2とH2の 中間	29.0	42.5	28.5	16.1	2.0	0.50	8.62	0.31	1.00	1450	1456	2287	5698
		27.1	43.3	29.6	16.7	2.1	0.52	9.10	0.31	0.91	1510	1531	2295	5652
	D3	27.2	63.8	9.0	5.0	0.6	0.23	2.78	0.24	0.16	340	337	691	5589
		27.8	63.0	9.2	5.3	0.6	0.24	2.65	0.24	0.19	360	363	730	5728
H2の近傍	31.5	38.8	29.7	17.3	2.2	0.50	8.95	0.28	0.58	1580	1586	2582	5956	
	32.4	39.7	27.9	16.5	2.0	0.49	7.94	0.26	0.68	1480	1488	2476	6000	
最大値		55.2	78.5	29.6	17.3	2.2	0.6	8.95	0.38	1.00	1580	1586	2582	6000
最小値		17.7	30.5	3.8	0.8	0.1	0.05	2.65	0.08	0.07	-	-93	511	3162
平均値		32.3	47.7	20.0	11.1	1.4	0.38	6.38	0.26	0.49	986	912	1776	5425

*) 発熱量の計算値はSteuerの式から算出

表 I-4-29 可燃物単位量当たりの発熱量から想定した固体試料の発熱量

対象試料	試料採取位置	三成分 (%)			発熱量 (kcal/kg)			
		水分	灰分	可燃分	可燃分単位量当り	乾ベース	湿ベース	
公 調 委 平成7年採取試料	D3	50.8	38.3	10.9	5425	1202	287	
		18.2	79.6	2.2		146	10	
	F3	28.6	57.8	13.6		1033	566	
		39.2	43.9	16.9		1508	682	
		18.0	77.5	4.5		298	136	
	G2	37.3	41.2	21.5		1860	942	
		37.6	32.2	30.2		2626	1413	
		15.0	79.4	5.6		357	213	
	G3	36.6	44.6	18.8		1609	801	
		52.5	20.9	26.6		3038	1128	
		47.1	33.4	19.5		2000	775	
	G4	50.8	26.8	22.4		2470	910	
		29.9	55.1	15.0		1161	634	
		32.3	48.3	19.4		1555	781	
	H3	20.6	64.0	15.4		1052	712	
		40.8	35.5	23.7		2172	1041	
		38.2	38.4	23.4		2054	1040	
			30.0	56.1		13.9	1077	574
	最大値		52.5	79.6		30.2	3038	1413
	最小値		15.0	20.9		2.2	146	10
	平均値		34.6	48.5		16.9	1512	703

表 I-4-30 固体試料の微量成分の変動範囲

分析項目	単位	変 動 範 囲		
		平成10年・技術検討 委員会含有量試験データ	平成7年・公調委 含有量試験データ	平成7年・公調委 溶出試験データ
C d	mg/kg	9.04~25.7	1.3~87	—
C N	mg/kg	<1~1.5	—	—
P b	mg/kg	8.7~5100	29~14000	—
T - C r	mg/kg	201~3810	—	—
C r ⁶⁺	mg/kg	<0.5	—	—
A s	mg/kg	1.1~115	0.7~100	—
S e	mg/kg	<0.2~0.29	—	—
N i	mg/kg	101~259	41~440	—
F	mg/kg	<100~140	—	—
B e	mg/kg	0.22~2.22	—	—
V	mg/kg	23.0~69.9	—	—
可溶 C l	mg/kg	350~2100	—	—
B	mg/kg	16~900	—	—
M o	mg/kg	0.7~577	—	—
S b	mg/kg	0.6~43	—	—
有機 P	mg/kg	<0.05	—	—
T - H g	mg/kg	0.89~7.9	0.07~4.3	—
アルキル H g	mg/kg	<0.01	—	—
P C B	mg/kg	<0.01~19	0.04~58	—
チウラム	mg/kg	<1	—	<0.001 mg/l
シマジン	mg/kg	<1	—	<0.0003 mg/l
チオソカルバ	mg/kg	<1	—	<0.002 mg/l
ジクロロメタン	mg/kg	<0.5	—	0.13~0.23 mg/l
四塩化炭素	mg/kg	<0.5	—	—
1,2-ジクロロエタン	mg/kg	<0.5	—	0.002~1.2 mg/l
1,1-ジクロロエチレン	mg/kg	<0.5	—	—
シス1,2-ジクロロエチレン	mg/kg	<0.5	—	0.056~0.89 mg/l
1,1,1-トリクロロエタン	mg/kg	<0.5	—	0.03~6.7 mg/l
トリクロロエチレン	mg/kg	<0.5	—	0.008~39 mg/l
テトラクロロエチレン	mg/kg	<0.5	—	0.006~0.28 mg/l
1,3-ジクロロプロパン	mg/kg	<0.5	—	0.0002~8.4 mg/l
ベンゼン	mg/kg	<0.5	—	0.003~19 mg/l
1,1,2-トリクロロエタン	mg/kg	<0.5	—	0.0022~32 mg/l
油分	mg/kg	1100~22000	—	0.056~74 mg/l
ダイキシン類	ng-TEQ/g	0.15~7.9	0.04~39	—

3-3. 処理技術から見た対象物の性状

以上の検討結果から、処理技術から見た対象物の性状は、以下のようにまとめられる。

(1) A工程／C工程から見た対象物の性状

表 I-4-29にまとめたデータをもとに、固体試料の性状を想定した結果を表 I-4-31に示す。固体試料の水分、灰分、可燃分の平均値はそれぞれ35%、48%、17%となり、この時の発熱量は湿ベースで700kcal/kg、乾ベースで1510kcal/kgの値となる。

表 I-4-30にまとめたデータをもとに、固体試料中の微量成分の最大含有量を想定した結果を表 I-4-32にまとめる。平成7年の公調委の溶出試験において検出されている微量成分の中で平成10年の技術検討委員会の含有量試験では検出されなかった成分(トリクロロエチレンやベンゼンなど)については、サンプリングのばらつき等を考慮した場合、含有される可能性のある微量成分として取扱う必要があるものと判断される。

(2) D工程から見た対象物の性状

平成7年度の公調委による分析データをもとに、浸出水、地下水の性状範囲を表 I-4-33、表 I-4-34、表 I-4-35にまとめて示す。液体試料については、浸出水のBODに低下が見られる以外は顕著な経時変化が認められないことから、液体試料の性状はBODを除き、基本的には表 I-4-33～表 I-4-35に示した値に準ずるものと想定される。

表 I-4-31 固体試料の性状の想定値

項目		単位	想定値		
			最大値	最小値	平均値
三成分	水分	%	53	15	35
	灰分	%	80	21	48
	可燃分	%	30	2	17
発熱量	湿ベース	kcal/kg	1410	10	700
	乾ベース	kcal/kg	3040	150	1510

表 I-4-32 固体試料中の微量成分の最大濃度の想定値

微量成分	単位	最大濃度の想定値
C d	mg/kg	9 0
C N	mg/kg	5
P b	mg/kg	1 4 0 0 0
T - C r	mg/kg	3 8 5 0
C r ⁶⁺	mg/kg	< 0 . 5
A s	mg/kg	1 2 0
S e	mg/kg	0 . 5
N i	mg/kg	4 4 0
F	mg/kg	1 4 0
B e	mg/kg	5
V	mg/kg	7 0
可溶 C l	mg/kg	2 1 0 0
B	mg/kg	9 0 0
M o	mg/kg	6 0 0
S b	mg/kg	5 0
有機 P	mg/kg	< 0 . 0 5
T - H g	mg/kg	1 0
アルキル H g	mg/kg	< 0 . 0 1
P C B	mg/kg	6 0
チウラム	mg/kg	< 1
シマジン	mg/kg	< 1
チオベンカルブ	mg/kg	< 1
ジクロロメタン	mg/kg	< 0 . 5
四塩化炭素	mg/kg	< 0 . 5
1, 2-ジクロロエタン	mg/kg	< 0 . 5
1, 1-ジクロロエチレン	mg/kg	< 0 . 5
シス 1, 2-ジクロロエチレン	mg/kg	< 0 . 5
1, 1, 1-トリクロロエタン	mg/kg	< 0 . 5
トリクロロエチレン	mg/kg	< 0 . 5
テトラクロロエチレン	mg/kg	< 0 . 5
1, 3-ジクロロプロペン	mg/kg	< 0 . 5
ベンゼン	mg/kg	< 0 . 5
1, 1, 2-トリクロロエタン	mg/kg	< 0 . 5
油分	mg/kg	2 2 0 0 0
ダイオキシン類	ng-TEQ/g	4 0

表 I-4-33 公調委／平成7年採取試料／浸出水の性状範囲

分析項目	単位	分析試料		分析結果			
		試料数	検出数	最大値	最小値	平均値	
水温	°C	13	—	48	14.5	29.4	
電気伝導率	mS/m	13	—	3000	480	1500	
pH	—	13	—	8.1	6.8	7.5	
BOD	mg/l	13	13	8400	51	1800	
COD	mg/l	13	13	3800	420	1600	
SS	mg/l	13	13	3200	88	600	
大腸菌群数	個/cm ³	13	8	13000	5	1800	
成 分 分 析	カドミウム	mg/l	13	12	0.074	0.001	0.022
	全シアン	mg/l	13	0	—	—	—
	有機リン	mg/l	13	0	—	—	—
	鉛	mg/l	13	13	26	0.17	6.1
	六価クロム	mg/l	13	8	0.25	0.01	0.10
	砒素	mg/l	13	12	0.19	0.01	0.048
	総水銀	mg/l	13	11	0.0057	0.0005	0.0017
	アルキル水銀	mg/l	13	0	—	—	—
	PCB	mg/l	13	11	0.078	0.0009	0.016
	ジクロロメタン	mg/l	13	2	0.07	0.02	0.04
	四塩化炭素	mg/l	2	0	—	—	—
	1,2-ジクロロエタン	mg/l	2	0	—	—	—
	1,1-ジクロロエチレン	mg/l	13	1	0.04	0.04	0.04
	トリス(1,2-ジクロロエチル)	mg/l	13	2	1.7	0.02	0.86
	1,1,1-トリクロロエタン	mg/l	13	4	0.49	0.01	0.14
	1,1,2-トリクロロエタン	mg/l	13	0	—	—	—
	トリクロロエチレン	mg/l	13	0	—	—	—
	テトラクロロエチレン	mg/l	13	1	0.19	0.19	0.19
	1,3-ジクロロプロパン	mg/l	13	1	0.54	0.54	0.54
	チウラム	mg/l	2	0	—	—	—
	シマジン	mg/l	2	0	—	—	—
	チオベンカルブ	mg/l	2	0	—	—	—
	ベンゼン	mg/l	13	12	14	0.01	1.2
	セレン	mg/l	13	0	—	—	—
	n-ヘキサン抽出物質	mg/l	13	13	30	1	10
	フェノール	mg/l	13	3	8.8	0.9	3.9
	銅	mg/l	13	13	11	0.28	5.3
	亜鉛	mg/l	13	13	32	0.4	8.9
	溶解性鉄	mg/l	13	13	29	0.22	12
	溶解性マンガン	mg/l	13	13	15	0.03	1.5
	クロム	mg/l	13	12	0.57	0.02	0.15
	弗素	mg/l	13	13	3.1	0.4	1.4
	全窒素	mg/l	13	13	1040	203	537
	全りん	mg/l	13	13	21.6	0.371	6.25
	ニッケル	mg/l	13	13	3.7	0.32	1.3
	塩素イオン	mg/l	3	—	2760	830	1760
ダイオキシン	ng-TEQ/l	4	4	28	0.28	8.0	

表 I-4-34 公調委／平成7年採取試料／地下水・花崗岩層の性状範囲

分析項目	単位	分析試料		分析結果			
		試料数	検出数	最大値	最小値	平均値	
水温	℃	14	—	30.0	17.0	20.9	
電気伝導率	mS/m	14	—	2500	18.0	511	
pH	-	14	—	7.0	6.0	6.5	
BOD	mg/l	14	14	135	1	37	
COD	mg/l	14	14	603	1.8	90.4	
大腸菌群数	個/cm ³	14	14	330	0.045	68	
成 分 分 析	カドミウム	mg/l	14	3	0.010	0.001	0.004
	全シアン	mg/l	14	0	—	—	—
	有機リン	mg/l	14	0	—	—	—
	鉛	mg/l	14	14	0.10	0.013	0.062
	六価クロム	mg/l	14	0	—	—	—
	砒素	mg/l	14	5	0.47	0.001	0.096
	総水銀	mg/l	14	0	—	—	—
	アルキル水銀	mg/l	14	0	—	—	—
	PCB	mg/l	14	0	—	—	—
	ジクロロメタン	mg/l	14	1	0.002	0.002	0.002
	四塩化炭素	mg/l	6	0	—	—	—
	1,2-ジクロロエタン	mg/l	6	3	6.0	0.0008	2.0
	1,1-ジクロロエチレン	mg/l	14	2	2.4	0.022	1.2
	トリス(1,2-ジクロロエチル)	mg/l	14	3	12	0.007	4.0
	1,1,1-トリクロロエタン	mg/l	14	3	16	0.0041	5.4
	1,1,2-トリクロロエタン	mg/l	14	0	—	—	—
	トリクロロエチレン	mg/l	14	4	6.8	0.003	1.7
	テトラクロロエチレン	mg/l	14	4	0.20	0.0006	0.051
	1,3-ジクロロプロパン	mg/l	14	0	—	—	—
	チウラム	mg/l	6	0	—	—	—
	シマジン	mg/l	6	0	—	—	—
	チオベンカルブ	mg/l	6	0	—	—	—
	ベンゼン	mg/l	14	7	2.4	0.001	0.36
	セレン	mg/l	14	0	—	—	—
	n-ヘキサン抽出物質	mg/l	14	4	5.5	10	2.3
	全窒素	mg/l	14	13	85.2	1.16	23.2
	全りん	mg/l	14	13	0.922	0.004	0.16
ニッケル	mg/l	14	14	0.11	0.001	0.021	
塩素イオン	mg/l	8	—	9280	9.3	2100	
ダイオキシン	ng-TEQ/l	3	3	0.040	0.028	0.034	

表 I-4-35 公調委／平成 7 年採取試料／地下水・沖積層の性状範囲

分析項目	単位	分析試料		分析結果			
		試料数	検出数	最大値	最小値	平均値	
水温	°C	5	—	23.1	20	21.3	
電気伝導率	mS/m	5	—	2250	97	761	
pH	—	5	—	7.1	6.7	6.9	
BOD	mg/l	5	5	114	4	66	
COD	mg/l	5	5	890	9.5	339	
大腸菌群数	個/cm ³	5	5	350	0.22	78	
成 分 分 析	カドミウム	mg/l	5	0	—	—	—
	全シアン	mg/l	5	0	—	—	—
	有機リン	mg/l	5	0	—	—	—
	鉛	mg/l	5	4	0.18	0.028	0.084
	六価クロム	mg/l	5	0	—	—	—
	砒素	mg/l	5	3	0.062	0.007	0.027
	総水銀	mg/l	5	0	—	—	—
	アルキル水銀	mg/l	5	0	—	—	—
	PCB	mg/l	5	0	—	—	—
	ジクロロメタン	mg/l	5	1	0.004	0.004	0.004
	四塩化炭素	mg/l	3	0	—	—	—
	1,2-ジクロロエタン	mg/l	3	1	0.005	0.005	0.005
	1,1-ジクロロエチレン	mg/l	5	0	—	—	—
	トリス-1,2-ジクロロエチレン	mg/l	5	1	0.15	0.15	0.15
	1,1,1-トリクロロエタン	mg/l	5	4	0.15	0.0008	0.055
	1,1,2-トリクロロエタン	mg/l	5	0	—	—	—
	トリクロロエチレン	mg/l	5	1	0.003	0.003	0.003
	テトラクロロエチレン	mg/l	5	2	0.005	0.0032	0.0041
	1,3-ジクロロプロパン	mg/l	5	0	—	—	—
	チウラム	mg/l	3	0	—	—	—
	シマジン	mg/l	3	0	—	—	—
	チオベンカルブ	mg/l	3	0	—	—	—
	ベンゼン	mg/l	5	4	2.2	0.016	1.1
	セレン	mg/l	5	0	—	—	—
	n-ヘキサン抽出物質	mg/l	5	5	4.5	0.6	1.6
	全窒素	mg/l	5	5	71.7	1.45	25.7
	全りん	mg/l	5	5	0.59	0.074	0.247
	ニッケル	mg/l	5	5	0.035	0.003	0.019
	塩素イオン	mg/l	4	—	7220	254	2230
	ダイオキシシン	ng-TEQ/l	3	3	0.038	0.021	0.031

表 I-4-36 浸出水、地下水の性状の想定値

項目		単位	想定値		
			最大値	最小値	平均値
浸出水	BOD	mg/l	110	5.5	52.5
	上記以外	*	表 I-4-33に記載された値に準ずる。		
地下水・花崗岩層	BOD	mg/l	表 I-4-34に記載された値に準ずる。		
	上記以外	*	表 I-4-34に記載された値に準ずる。		
地下水・沖積層	BOD	mg/l	表 I-4-35に記載された値に準ずる。		
	上記以外	*	表 I-4-35に記載された値に準ずる。		

第 II 編

技術方式編

第1章 対象とすべき技術方式の考え方

中間処理に関する検討を始めるに当たり、まず豊島廃棄物等の処理において対象とすべき技術方式の考え方の整理を行った。以下にその結果を示す。

1. 対象とすべき技術方式の検討に当たっての基本的な考え方

1-1. 対象とすべき技術方式に求められる条件

技術方式に関する検討を進めるに当たっては、豊島廃棄物等の中間処理に適した技術に求められる要件を明らかにし、同条件を満足することができる技術方式を幅広く調査した上で、適切な技術方式を選定していくことが重要である。

例えば、本件処分地に存在する処理対象の廃棄物ならびに土壌等の大部分は有害物質に汚染されているものと考えられ、汚染物と非汚染物に区分することは現実的には困難である。また、有価物についても有害物質で汚染されているものは、その有価物の回収を目的とする場合でも、島外で受け入れてもらうことは難しい場合も予想される。したがって、処理対象となる廃棄物等の最終形態は再資源化されていることが望ましく、また、再資源化されていない副成物については、飛灰等ごく少量のものに限り、資源回収を目的として島外の適正処理可能な施設への搬出を考えるべきである。

こうした技術に求められる条件は、「技術選定に当たって留意すべき事項」として整理されており、その全文を資料II-1-1に掲げる。主な内容は次の12点にまとめられる。

- ①処理不適物や飛灰等を最小化できる技術であることが望ましい。
- ②多様な性状の処理対象物に対処できる（ほとんどすべての廃棄物と汚染土壌等を処理できる）フレキシビリティの高い技術であること。
- ③処理対象物の処理を約10年で完了できる施設規模を有した技術であることが望ましい。
- ④処理対象物への適性等を確認する程度の実験でその実用性が判断できる、性能ならびに規模要件において十分実績のある技術であることが望ましい。
- ⑤熱処理等の前処理として処理対象物をできるだけ選別しなくてもすむ技術であることが望ましい。
- ⑥処理対象物に含まれる有害物質の無害化・除去はもちろんのこと、二次的汚染物質の排出抑制も十分に達成できる技術であること。また、騒音・振動等による影響に対しても配慮した技術であること。
- ⑦処理対象物の掘削等に用いる技術は、粉じん等の飛散防止はもちろんのこと、浸出水やガスの発生に適應できる技術であること。
- ⑧エネルギーや資源の消費、地球温暖化ガスの発生等、その他の環境負荷の面に対しても十分配慮した技術であることが望ましい。
- ⑨施設の運営、維持管理に当たっては、法で定められている資格等を除き、高度な技能

や経験を要さない技術であることが望ましい。

⑩付带的には、制御性が高く、また用水の使用量が少ないこと。なお、エネルギー回収については、可能なら所内動力をまかなえること。

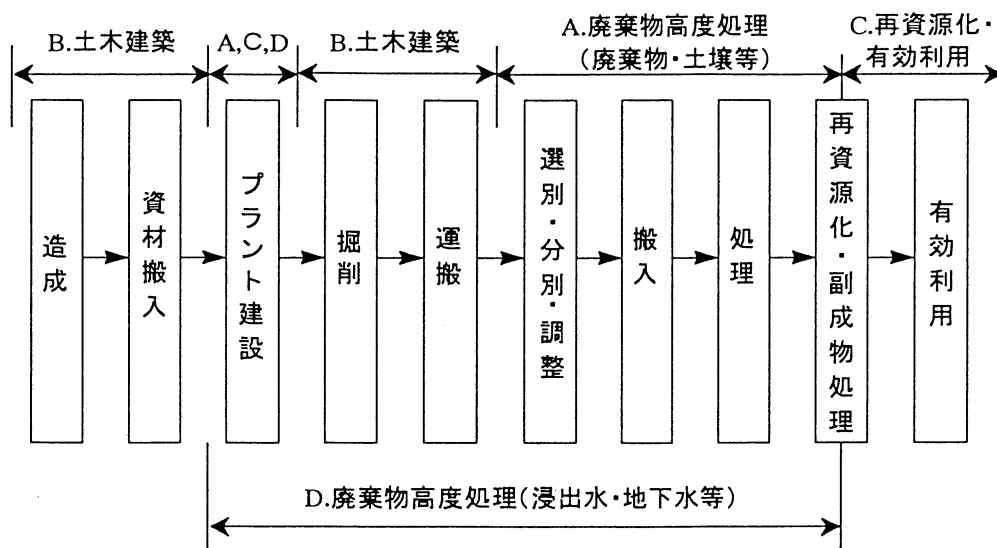
⑪以上のことに加え、イニシャルならびにランニングコストを考慮して技術選定を行うこと。

⑫副成物としての溶融スラグについては、用途計画も考慮すること。

1-2. 全体工程の整理

第I編第1章に示した通り、豊島廃棄物等を中間処理する全体工程は、以下に示す4つの工程に分類することができる(図II-1-1)。

- ① A工程：廃棄物高度処理工程（廃棄物・土壌等）
- ② B工程：土木建築工程（造成・資材搬入、掘削・運搬等）
- ③ C工程：副成物の再資源化・有効利用工程
- ④ D工程：廃棄物高度処理工程（浸出水・地下水等）



※) 副成物とは、処理によって発生する次の3種の生成物を指すものとする。

- ① 選別・分別などにより発生する大型の金属片、瓦礫などの選別残さ
- ② 廃棄物高度処理等により発生するスラグ、メタルなどの再資源化材
- ③ 廃棄物高度処理等により発生する飛灰などの処理残さ

図II-1-1 全体工程の概略

すなわち、豊島廃棄物等を中間処理する場合、その工程は、概ね次の通りである。

まず本件処分地に存在する廃棄物等は掘削され、中間処理施設まで運搬される。次に、これらの廃棄物等は中間処理施設で破碎・選別・調整等の必要な前処理を施された後、溶融等の方法により中間処理される。中間処理に際しては、掘削・運搬等に伴い発生する浸出水や地下水も同時に処理される。中間処理施設で浸出水や地下水を処理できない場合、これらは別途設けられた水処理施設にて適切に処理される。さらに、中間処理に伴い発生する副成物については可能な限り再資源化を行い、これを有効利用することが必要になる。

上記に加えて中間処理を行うためには施設を建設することが必要であり、建設地の造成や建設資材の搬入が必要である。

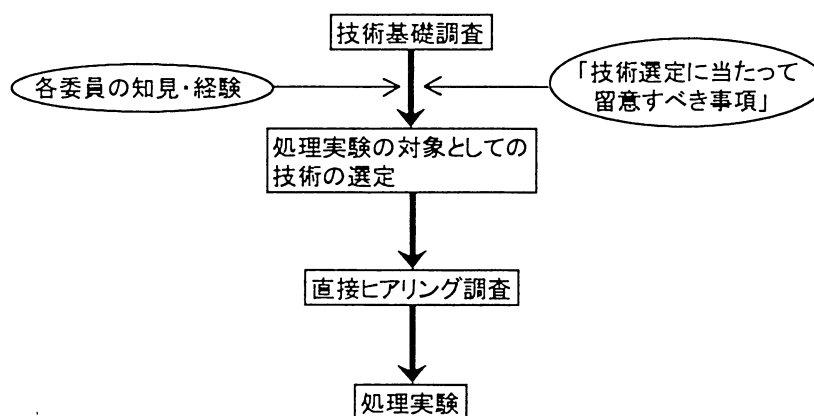
本検討では、以上の業務のうち、掘削・運搬された廃棄物等の前処理から中間処理を行うまでをA工程とした。一方、建設地の造成や建設資材の搬入、さらに廃棄物等の掘削・運搬等の土木建築作業をひとまとめにしてB工程とした。また、中間処理に伴い発生する副成物の再資源化・有効利用はC工程とした。そして、浸出水・地下水等の水処理をD工程とした。

以後、技術に関する検討はこの4つの分類にしたがって実施した。

2. 検討の進め方

まず、幅広い調査を実施するために技術基礎調査を行った。同調査では、豊島廃棄物等の処理を行うのに適正な技術及び知見を有していると考えられる企業への説明会を実施し、各企業からシステム提案を受け付けることにより、既存の関連技術に関する情報を幅広く収集した。続いて、技術基礎調査の結果をベースに、「技術選定に当たって留意すべき事項」を判断基準として、各委員の知見・経験に基づき、処理実験の対象となり得る技術方式の選定を行った。なお、選定の対象は、処理実験により豊島廃棄物等への適性の確認が必要と考えられるA工程及びC工程の技術方式に限定した。さらに、ここで選定された技術方式について、処理実験実施のためのより詳細な情報を得るために、代表的企業に対する直接ヒアリング調査を実施した。直接ヒアリング調査の結果や関連情報等をもとに実験担当企業を決定し、関係する自治体の卸理解と卸協力を得て処理実験を実施した。

上述した検討の進め方を図II-1-2に示す。



図II-1-2 検討の進め方

1997年12月12日

技術選定に当たって留意すべき事項

香川県豊島廃棄物等処理技術検討委員会

1. 技術選定に当たっての前提

- 1) 「中間合意」記載の以下の事項に基づき、技術選定が行われなければならない。
 - ①豊島総合観光開発（株）により廃棄物が搬入される前の状況に戻すこと。
 - ②できる限り再生利用を図ること。
- 2) 中間合意に至るこれまでの経緯を勘案すれば、できる限り早期の対応が望まれる。
- 3) 我が国の廃棄物問題に関する現在の市民意識から判断するに、基本的には廃棄物の状態で島外へ搬出することは不可能である。
- 4) 上記1) 及び2)、3) を勘案すれば、廃棄物ならびに汚染土壌等の処理後の最終形態は無害であって、かつ一般的に使用できる再生製品または中間製品であることが望ましい。
- 5) 処理対象の廃棄物ならびに汚染土壌等の大部分は有害物質に汚染されているものと考えられ、汚染物と非汚染物に区分することは現実的には困難である。
- 6) 有価物についても有害物質で汚染されているものは、その有害物質の回収を目的とする以外は、島外で受け入れてもらうことは難しい。
- 7) 上記5) 及び6) を勘案すれば、4) の再生製品または中間製品以外については、飛灰等ごく少量のものに限り、資源回収を目的として島外の適正処理可能な施設への搬出を考えるべきである。
- 8) 処理対象の廃棄物ならびに汚染土壌等は、広範囲の物理的ならびに化学的性状を有し、かつ有害物質の含有量もかなり高い。また、その空間的な分布状況も多様である。
- 9) 熱処理等の事前において処理対象物を過度に選別する操作は、避けることが望ましい。

2. 技術選定に当たっての条件

- 1) 上記の前提を考慮したうえで、適用可能と考えられる広範囲な技術を検討対象とする。
- 2) 上記1. 1) ならびに7) を勘案すれば、処理不適物や飛灰等を最小化できる技術が望まれる。
- 3) この点と1. 8) ならびに9) を考慮すると、多様な性状の処理対象物に対処できる（ほとんどすべての廃棄物と汚染土壌等を処理できる）フレキシビリティの高い技術でなくてはならない。
- 4) 上記1. 2) を考慮すれば、処理対象物の処理を約10年で完了できる施設規模が望まれる。

- 5) また、上記2. 4) 及び1. 2) を勘案すれば、処理対象物への適性等、確認程度の実験でその実用性が判断できる、性能ならびに規模要件において十分実績のある技術が望ましい。
- 6) 上記1. 4) の再生製品・中間製品には溶融スラグが含まれるが、この場合は、用途計画も考慮しておく必要がある。
- 7) 処理対象物に含まれる有害物質の無害化・除去はもちろんのこと、二次的汚染物質の排出抑制も十分に達成できる技術でなくてはならない。また、騒音・振動等による影響に対しても配慮した技術とすべきである。
- 8) 上記1. 8) の点から処理対象物の掘削等に当たっては、粉塵等の飛散防止はもちろんのこと、浸出水やガスの発生に適應できる技術でなければならない。
- 9) エネルギーや資源の消費、地球温暖化ガスの発生等、その他の環境負荷の面に対しても十分考慮することが望まれる。
- 10) 施設の運営、維持管理に当たっては、法で定められている資格等を除き、高度な技能や経験を要さないことが望まれる。
- 11) 排水処理に当たっては、暫定的な環境保全措置における施設との共用を考慮すべきであるが、施設整備の時期の相違等に配慮する必要がある。
- 12) 付带的には、制御性が高く、また用水の使用量が少ないことが望ましい。なお、エネルギー回収については、可能なら所内動力をまかなえることが望ましい。
- 13) 以上のことに加え、イニシャルならびにランニングコストを考慮して技術選定を行うことが求められる。

3. 本多委員の付帯意見

本多委員から、上記1. 3) 及び7)、2. 5) に関連して以下の意見があった。

- 1) 今後の廃棄物処理はリサイクルを基調として進められるべきであり、豊島の廃棄物等に関しても、島外において適切なりサイクルが保証される場合には対象物の島外搬出形態に制限を設けないほうがよい。

第2章 技術方式の調査と処理実験の対象となり得る技術の選定

第1章に示した4つの工程をベースに、技術方式に関する調査を実施すると共に、処理実験の対象となり得る技術方式の選定を行った。

1. 技術基礎調査

1-1. 技術基礎調査の背景と実施方法

化学的にも物理的にもきわめて多様な性状を有する豊島廃棄物等の処理技術には、第1章に示した通り、12の条件等が求められる。また、中間処理を行う技術としては、既に実用化レベルにあり、十分な実績を有する技術が望まれる。

こうした処理技術の選定に当たっては、可能な限り幅広い技術を調査し、技術検討委員会委員の専門的な知見をベースに、それらの技術の中から豊島廃棄物等の処理に適したものを選定し、それらを組み合わせ適切な処理方式を構築していくことが重要である。

以上の観点から、国内技術の粋を結集するため、幅広く廃棄物等の処理に関連する分野の有力企業（装置製造企業及びエンジニアリング企業等）及び積極的な情報提供を希望する企業を一堂に集めた説明会を開催した。有力企業は、第1章に示した4タイプの技術システムそれぞれに対応して、十分な実績と技術的な知見を有していると考えられる企業等を、表II-2-1に示す資料等を参考に決定した。説明会等への参加企業を表II-2-2に示す（五十音順）。

説明会では、中間合意文書（添付資料1参照）を示すとともに、公調委調査の報告書を中心に、処理対象物等の現況を整理した資料（添付資料9参照）を提示し、各企業が適切であるとするシステム案の提示を受けた。提案内容として各企業に要望した事項を表II-2-3に示す。この提案内容を取りまとめた資料を基に、技術方式に関する検討を行い、必要に応じて追加の情報収集等を実施した。

表 II-2-1 処理技術を保有する企業等の調査に用いた資料

資料の種類	関連団体
関連学会における研究発表資料	廃棄物学会 環境科学会 大気汚染学会 水環境学会 地質学会 機械学会 日本エネルギー学会 その他
関連公的機関における研究実績資料	財団法人 グリーン・ジャパン・センター 新エネルギー・産業技術総合開発機構 国立環境研究所 国立公衆衛生院 資源環境技術総合研究所 廃棄物研究財団 産業環境管理協会 その他
関連機関における研究実績資料	全国都市清掃会議 日本環境衛生工業会 産業機械工業会 土壌環境センター エンジニアリング振興協会 日本機械工業連合会 その他
廃棄物処理関係実績に関する公表資料等	地方自治体 民間企業 その他

表 II-2-2 説明会等参加企業

装置製造企業		エンジニアリング企業等 (含む:地質コンサル、建設会社)
アマナス電子株式会社	秩父小野田株式会社	アジア航測株式会社
石川島播磨重工業株式会社	月島機械株式会社	株式会社大林組
宇部興産株式会社	株式会社テラボンド	株式会社奥村組
株式会社荏原製作所	株式会社トーマン	鹿島建設株式会社
大阪ガス	株式会社東芝	株式会社熊谷組
エンジニアリング株式会社	東レエンジニアリング株式会社	株式会社鴻池組
オルガノ株式会社	株式会社東洋製作所	国際航業株式会社
川崎製鉄株式会社	同和鉱業株式会社	五洋建設株式会社
川崎重工業株式会社	日本環境	佐藤工業株式会社
協栄工業株式会社	エンジニアリング株式会社	清水建設株式会社
株式会社クボタ	日本硝子株式会社	大成建設株式会社
栗田工業株式会社	日本鋼管株式会社	株式会社竹中工務店
株式会社栗本鐵工所	日本国土開発株式会社	千代田化工建設株式会社
株式会社コーミックス	日本重化学工業株式会社	東亜建設工業株式会社
株式会社神戸製鋼所	株式会社日立製作所	東急建設株式会社
有限会社小林環境技術開発	日立造船株式会社	東洋エンジニアリング株式会社
コマツ・ゼネラル・アトムックス	PKAジャパン株式会社	戸田建設株式会社
・エンジニアリング株式会社	株式会社兵庫県	日揮株式会社
さなだタイヤ販売株式会社	環境クリエート 事業団	株式会社間組
サンコー産業株式会社	株式会社フジモトポルコン	株式会社フジタ
株式会社三毘	前澤工業株式会社	前田建設工業株式会社
株式会社ジー・エム・シー	株式会社松山バーグ	
新日本製鐵株式会社	三井造船株式会社	
住友金属工業株式会社	三菱重工業株式会社	
住友金属鉱山株式会社	三菱マテリアル株式会社	
住友重機械工業株式会社	株式会社明和	
住友商事株式会社	株式会社八洲	
株式会社タクマ	ランドトップ株式会社	
大同特殊鋼株式会社		
計 53社		計 21社

表 II-2-3 提案を要望した事項

項目	提案内容
技術	1. 供給可能なシステムの概要 (処理能力〔最大及び平均〕、処理方法、耐用年数、全体フローシート等)
	2. 前処理工程の概要(分別、圧縮、破碎、調整等/不要の場合はその旨を明記)
	3. 中核となる処理工程の概要 (方式、熱処理を行う場合はその〔最大及び平均〕処理温度等)
	4. 後処理工程の概要(不要の場合はその旨を明記)
	5. 公害防止対策の概要(環境安全目標値に関する適合性を含む) (飛散防止、浸出水管理、排ガス処理〔排ガス量、排ガス温度、排ガス冷却方式、排ガスの処理方法、排ガスの熱処理回収方法等〕、廃水処理、防音対策等)
	6. 使用するエネルギーの種類、量、及びその供給方法
	7. 用水の使用量及び供給方法
	8. 資材搬入、施設撤去等の方法
	9. 技術構成(要素技術の概要説明/重複の場合は除く)
	10. 特徴(長所及び短所)
	11. 適用範囲(処理できる対象物の限界等)
	12. 適用実績及び実績データ
	13. 必要なスペース
	14. 主要部品の耐久性(熱処理を行う場合の炉の耐久性を含む)
	15. 二次廃棄物の種類、各種類ごとの発生量及びその処理・処分方法
	16. 再資源化の方法(熔融スラグ〔スラグ取り出し方法、スラグ冷却方法等〕、焼成加工、重金属回収等)及び再資源化能力
	17. 再資源化製品(物質)の性状
	18. 再利用(もしくは有効利用)用途とその見込み
	19. 運転性(運転人員、スタートアップ時間、連続運転可能時間、定期点検の頻度とその内容及び点検に必要な日数等)
	20. 実証試験の必要性及び実施する場合の試験案 (使用する施設、実証試験規模、試験場所等)
	21. 物質収支 等 (提案項目については、A～Dの各システム毎にさらに必要な項目を追加する等、適宜変更を行うこととする。)
経済性	1. 特定年度に発生する経費
	初期投資費用 施設更新費用
	2. 継続的経費 運営維持管理費用(消耗品費〔消耗品の種類と使用量及びその費用〕/エネルギー費/ 水その他の必要材料の使用量及びコスト/モニタリング費/安全対策費/[リサイクル費]等)
	3. 人件費 4. その他

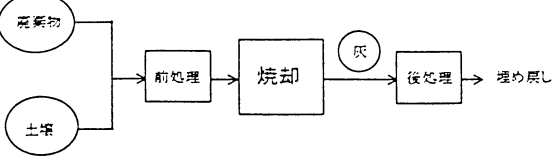
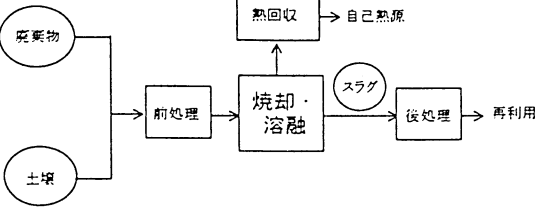
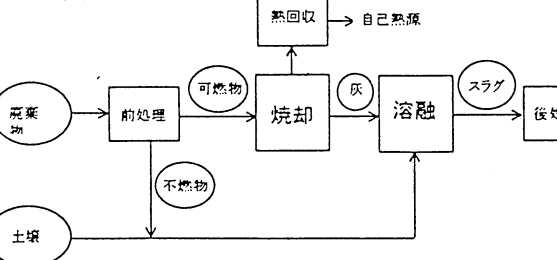
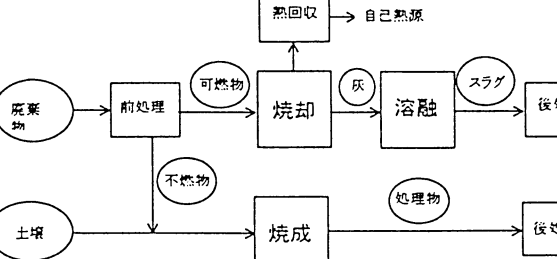
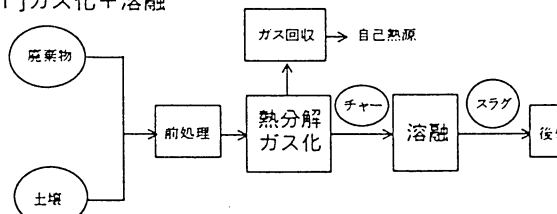
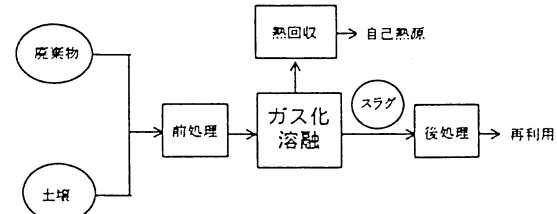
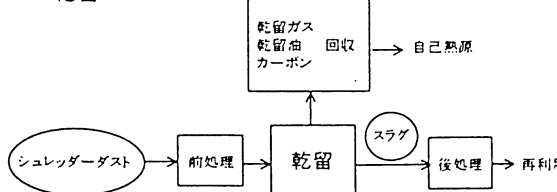
1-2. 技術基礎調査の結果

説明会への出席社総数は66社であった。また、そのうち43社からシステム案の提示を受けた。

Aシステムについては、焼却処理や溶融処理及びその組み合わせ等を中心とした技術方式及び関連する多様な個別技術が提示された。また、Aシステムの副成物を処理するCシステムは、副成物の種類及びその再利用用途に応じ系統の異なる技術方式が提示された。一方、Bシステム及びDシステムについては、個別の要素技術には多少の相違が見られるものの、技術方式としてみればほぼ統一された内容のものが提示された。

A、B、C、D各工程の技術方式について類型化を行った結果を図II-2-1及び図II-2-5～図II-2-7に示す。特にA工程に関してはシステムを構成する個別技術についても類型化を行った。図II-2-2～図II-2-4にその結果を示す。

以上の結果を踏まえ、以降のヒアリング調査及び処理実験に関しては、Aシステム及びCシステムを中心として調査・検討を進めた。また、Bシステム及びDシステムに関しては、エンジニアリング評価において、他の工程との連携を考慮した上で技術検討委員会による方式の検討、決定を行った。

処理方式	概要 ①フロー ②処理対象物 ③処理残渣	提案企業数
<p>A-1 焼却のみ</p> 	<p>①前処理後、焼却処理。処理残渣より有 機物を回収。 ②豊島処理対象物の99%に適用可能。 ③焼却ガラより金属スラグを回収。残りの 処理済み土壌は現地地下深層部に埋め 戻す。飛灰はキレート処理後、管理型最 終処分場へ。</p>	1社
<p>A-2 焼却・溶融</p> 	<p>①前処理後、溶融型ロータリーキルン又 はその他の方式で焼却・溶融処理。溶融 スラグは再利用可能。 ②多岐に亘る廃棄物を一括処理。 ③スラグはやや性状が不均一。</p>	<p>[I]溶融型ロータリーキルン炉 4社 [II]その他 7社</p>
<p>A-3 焼却+溶融</p> 	<p>①前処理後可燃物は焼却。不燃物、焼 却残渣は溶融処理。溶融スラグは再利 用可能。 ②多岐に亘る廃棄物を一括処理。 ③安定したスラグを排出。</p>	10社
<p>A-4 焼却+溶融、焼成</p> 	<p>①前処理後可燃物は焼却し、焼却灰を 溶融処理。不燃物及び汚染土壌は焼成 処理。処理残渣は再利用可能。 ②多岐に亘る廃棄物を一括処理。 ③溶融スラグ、焼成炉処理物ともに安 定。</p>	1社
<p>A-5 ガス化溶融 [I]ガス化+溶融</p>  <p>[II]ガス化溶融一体型</p> 	<p>[I] ①前処理後熱分解炉にて還元雰囲気 での間接加熱、ガス化、熱分解後、残渣 (チャー)を溶融。溶融スラグは再利用可 能。 ②多岐に亘る廃棄物を一括処理。 ③安定、高品質なスラグを産出。</p> <p>[II] ①竖型炉内の上部よりコークスとともに被 処理物を投入。被処理物が重力により下 段へ進行するにつれ、ガス化・燃焼過程 を経て溶融過程へと移行。 ②多岐に亘る廃棄物を一括処理。 ③安定、高品質なスラグを産出。</p>	<p>[I] 2社 [II] 3社</p>
<p>A-6 乾留</p> 	<p>①前処理後乾留炉にて熱分解(還元雰 囲気での加熱)、処理残渣は無害化、再 資源化。 ②シュレッダーダストを対象。 ③乾留後のカーボン、乾留ガ スとともに自己熱源とする。SiO₂は骨材、 金属類は非鉄製錬処理。</p>	2社

図II-2-1 Aシステムの概要

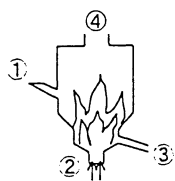
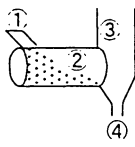
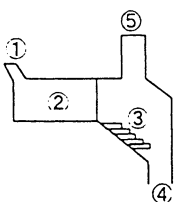
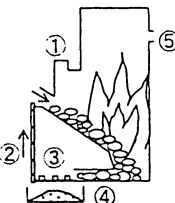
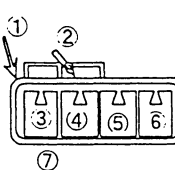
システム名	概念図	構造	概要	提案企業数
流動床炉		① 被処理物投入口 ② 空気投入ファン ③ 排出口 ④ 排ガス設備	・ 下方より吹込まれた空気により、炉内の高温の砂が流動。 ・ 投入された被処理物が、流動砂と混合することにより、短時間で燃焼。 [適用対象] ・ 低カロリーの均質小粒径（汚泥）の廃棄物から廃プラスチック等の高カロリー廃棄物まで幅広く対応。	3社
並流式ロータリーキルン		① 被処理物投入口 ② キルン溶解部 ③ 二次燃焼室 ④ スラグ排出口	・ 焼却物はロータリーキルン内で移動・攪拌されながら、昇温→熱分解・ガス化。 ・ 発生ガスは二次燃焼室で二次空気により燃焼する。 [適用対象] ・ 混入する不純物も容易に排出でき、廃棄物の広い性状に対応することが可能。	2社
ロータリーキルン + ストーカ炉		① 被処理物投入口 ② キルン部 ③ ストーカー部 ④ 焼却残さ排出口 ⑤ 排ガス設備	・ ストーカー炉をロータリーキルンの後段に配置することにより、未燃残渣の焼却を行い、完全燃焼を図る。 [適用対象] ・ 流動床方式と同様、幅広い性状の廃棄物に対応。	2社
移動礫床式焼却システム		① 被処理物投入口 ② 礫循環コンベア ③ 礫分離機 ④ 焼却残さ ⑤ 排ガス設備	・ 炉床に数cm大の破碎礫を積層し、自重で移動する礫床上で焼却を行う。 ・ 礫床からの熱風により、熱せられた礫とともに被処理物を短時間で乾燥しガス化、焼却。 [適用対象] ・ 水分の多いヘドロ類から高分子形廃棄物まで幅広く対応可能。	1社
吸引移動床式焼却炉		① 廃棄物投入 ② 着火 ③ 乾燥室 ④ ガス化燃焼室 ⑤ おき燃焼室 ⑥ 冷却室 ⑦ ロストルコンベア ⑧ 焼却灰取り出し	資料Ⅲ参照 [適用対象] ・ シュレッダーダスト	1社
その他			・ 排ガス中の粉じん・有毒ガス（ばいじん、塩化水素、窒素酸化物、硫酸酸化物、ダイオキシン、重金属）を除去する。 ・ スクラバー、バグフィルタ、水処理装置の3役を一基でこなす。	1社
			・ 1次燃焼室において高燃、逆燃、再燃を同時進行で行わせ、1次燃焼室内で完全燃焼を図る。 ・ 1次燃焼室内に温度勾配があり、高含水廃棄物でも連続的に燃焼。	1社

図 II-2-2 A システムの要素技術／焼却

システム名	概念図	構造	概要	提案企業数	
電気溶融	プラズマ溶融炉		① 被処理物投入口 ② 溶融炉本体 ③ プラズマトーチ ④ スラグ排出口 ⑤ 排ガス設備	・トーチ内に正・負どちらかの電極を、トーチ外に対極を設置。 ・電極間で発生したプラズマを空気等の作動ガスにより安定化させ、被処理物を溶融。 [適用対象] 焼却灰・飛灰・汚泥	3社
	アーク溶融炉		① 被処理物投入口 ② 溶融炉本体 ③ 黒鉛電極 ④ スラグ排出口 ⑤ 排ガス設備	・炉内に配した電極に電圧を印加。被処理物を介してアーク放電を発生させる。 ・被処理物は、電極先端アークからの直接高温放射によって急激に昇温し、溶融される。 [適用対象] 焼却灰・飛灰・不燃物	2社
	陽イオン増殖型溶融炉		①被処理物投入口 ②バーナー ③陽イオン増殖炉 ④溶融溜 ⑤磁気コイル ⑥コイル鉄芯 ⑦スラグ排出口 ⑧排ガス設備	・バーナー先端の特殊物質との接触により、火炎がイオン化。 ・増殖炉によりイオンを増殖、溶融炉内に導き被処理物を溶融。 ・炉壁はトカマク(電磁鏡)を利用した耐熱設計。 [適用対象] ・焼却灰・飛灰・汚泥・不燃物	1社
	プラズマジェットバーナー搭載高温溶融炉		①被処理物投入口 ②溶融炉 ③プラズマジェットバーナー ④スラグ排出口 ⑤排ガス設備	・燃焼用空気をプラズマ化させ、旋回流を起こし、灯油と混合させ点火。 ・プラズマ化されイオン状態の火炎を磁氣的操作により収斂させ、高温のプラズマ火炎を発生。 ・高温火炎直射及び輻射熱により溶融。 [適用対象] ・焼却灰・飛灰・汚泥・不燃物	1社
	電気抵抗式溶融炉		① 被処理物投入口 ② 電極 ③ 溶融炉本体 ④ スラグ排出口 ⑤ 排ガス設備	・投入口より被処理物を投入。電極先端は被処理物層中に埋没、浸漬。 ・電極に電流を流すと、溶融スラグはジュール熱により加熱され、溶融する。 [適用対象] 焼却灰・飛灰・不燃物	3社
燃料溶融	表面溶融炉		① 被処理物投入口 ② 主燃焼室 ③ バーナー ④ スラグ排出口 ⑤ 排ガス設備	・主燃焼室でバーナーにより処理物を表面から溶融。 ・溶融スラグは流下し排出口より排出される。 [適用対象] 焼却灰・飛灰・汚泥・不燃物	3社
	コークスベッド溶融炉		① 被処理物・コークス投入口 ② 溶融炉本体 ③ スラグ排出口 ④ 排ガス設備	・投入口よりコークスと共に被処理物を投入。 ・炉周辺から空気が供給され、コークスが燃焼し被処理物を溶融。 [適用対象] 焼却灰・飛灰・汚泥・不燃物	1社
	溶融型ロータリーキルン炉		① 被処理物投入口 ② キルン溶融部 ③ 二次燃焼室 ④ スラグ排出口	・キルン内でバーナーにより被処理物を溶融。キルンは傾斜しており、溶融物は回転により攪拌され前進。 ・溶融された被処理物はスラグ排出口より排出される。 ・ガスは二次燃焼室で完全燃焼。 [適用対象] 焼却灰・飛灰・汚泥	4社
	ガス化溶融炉		① 被処理物投入口 ② 熱分解炉 ③ 溶融炉 ④ スラグ排出口 ⑤ 排ガス設備	・熱分解炉にて無酸素雰囲気下で被処理物を熱分解。 ・溶融炉にて純酸素を吹き込み熱分解物質をガス化、金属・ガレキを溶融。 [適用対象] ・焼却灰・飛灰・汚泥・不燃物	3社
	ガス化溶融炉 (コークスベッド)		① 被処理物投入口 ② 熱分解ガス化帯 ③ 燃焼・溶融帯 ④ スラグ排出口 ⑤ 排ガス設備	・投入口よりコークス・石灰石と共に被処理物を投入。 ・熱分解ガス化帯で有機物はガス化。 ・コークスと固定炭素の燃焼により灰分が溶融。 ・溶融スラグはコークスの間を通り抜け、排出口より排出。 [適用対象] ・焼却灰・飛灰・汚泥・不燃物	2社
	触媒抽出法 (CEP: Catalytic Extraction Processing)		① 被処理物投入口 ② 溶融金属浴 ③ 排出口	・還元雰囲気の下、溶融金属中に粉碎した廃棄物を投入。 ・被処理物は元素レベルにまで分解され、それに続く熱力学反応でセラミックと合成ガス等に分解。 [適用対象] ・焼却灰・飛灰・汚泥・不燃物	1社

図 II-2-3 A システムの要素技術 / 溶融

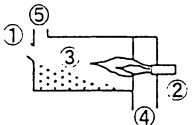
システム名	概要	提案企業数
焼成	<p>・向流式ロータリーキルン。廃棄物と排ガス・助燃ガスの流れが対向し、乾燥が主体で熱効率の向上が図られている。</p> <p>[適用対象] ・ガレキ、鉱さい、土壌、燃え殻</p> 	1社
メクタイト処理	<p>・土壌中の重金属を硝酸系の処理剤と混合することにより、アバタイト類似の結晶にさせる。</p> <p>・アバタイトは通常なかなか結晶化せず、その速度も極めて緩やかだが、メクタイト法の利用により結晶反応は殆ど瞬時に開始し、その成長速度も極めて早い。</p> <p>・カドミウム、鉛、砒素、六価クロム、ニッケル、バリウム、セレン等の重金属を不溶化。</p> <p>[適用対象] ・液状汚染物、汚泥、土壌、固形物等</p>	1社
リキッドセラミックス	<p>・排出ガスにリキッドセラミックス(LC)を吹き込み、無臭・無煙化したガス・飛灰・重金属を同時に無公害化する。</p> <p>・廃棄物にリキッドセラミックスを混合し、900度以上に回転炉焼成して排ガスを無害化し、安定型有価物となす。</p> <p>[適用対象] ・LCの混合割合を変えることにより廃棄物性状に対応。</p>	1社
乾留	<p>・乾留炉は、乾留ガス、乾留油、カーボンの燃焼により加熱。燃焼後ガスを外筒に排出。</p> <p>・乾留後カーボンを内筒より排出し、粉碎・脱塩素洗浄を行い、非鉄金属類、SiO₂、カーボンに分別する。カーボンは自己熱源として使用する。</p> <p>・乾留ガスはコンデンサーで冷却し、乾留油を回収。乾留油及び乾留油分離後の乾留ガスは、それぞれ水洗浄で塩素を除去し、自己熱源として使用する。</p> <p>[適用対象] ・シュレッターダスト</p>	1社
塩化水素除去薬品	<p>・焼却前に、ゴミの量に応じた量の薬品をゴミの上に散布。</p> <p>・約70%の塩化水素除去効果。焼却灰及び飛灰からの重金属の溶出防止効果有り。</p> <p>・焼却炉の構造に無関係。</p>	1社
集塵灰および焼却灰の重金属の溶出防止薬品	<p>・有機物質の溶出防止効果にも優れ、ダイオキシン類の無害化、安定化の可能性も高い。</p> <p>・使用目的、施工方法により各種の配合が可能。土木的施工方法も可能。</p>	1社

図 II-2-4 A システムの要素技術／その他

フロー図

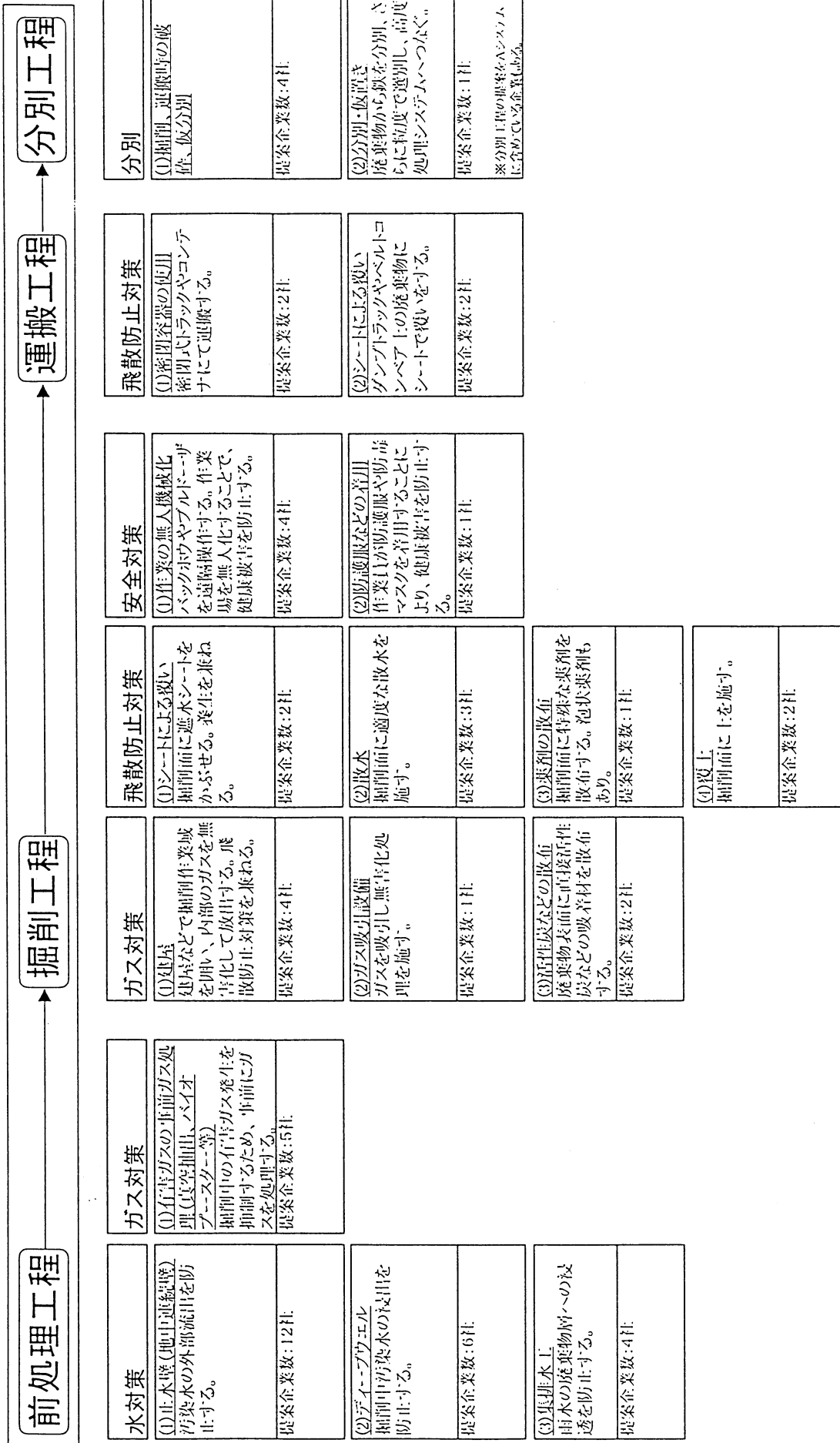


図 II-2-5 B システムの概要

	処理方式	概要	再利用用途	提案企業数 ※[]内はAシステムを提案している場合の処理方法
中核処理後の排出物	C-1 加工工程なし 	安定したスラグをそのまま利用。	埋立充填材 漁礁・消波ブロック コンクリート骨材	3社
	C-2 磁選 	・スラグを破碎後、磁選機によりメタルを回収。 ・整粒し再資源化。	土木資材 建築資材 天然砂の代替	5社
	C-3 結晶化 	・中核処理で発生した副生成物をさらに溶融結晶化処理し、天然石材と同等品質を持つ人工石材として再資源化する。	埋戻材 路盤材 コンクリート用骨材 天然砂の代替 環境石材	3社
	C-4 焼成 	・焼却灰やスラグを成分調整のための原料等と混合し、焼成。 ・用途に合わせた後処理により製品化。	エコセメント(秩父小野田) 排水性、低騒音セラミック骨材(東レ) 透水レンガ(東レ)	2社
	C-5 有機物炭素化 	・密閉炉を無酸素状態で低温加熱し、原料を炭素化。 ・破碎・分別等の後処理を行い、製品化。	燃料 炭素素材原料 カーボン類 液状炭素原料	1社
副生成物	C-6 MRGプロセス 	・重金属類を含有するダストに対し、浸出・中和等の化学処理により、重金属類を分離・濃縮 ・回収率99.9%以上、新たな廃棄物の発生なし。	銅・鉛・亜鉛の製錬原料	1社
	C-7 山元還元処理	・飛灰中より有価金属を回収。	有価金属	2社

図 II-2-6 Cシステムの概要

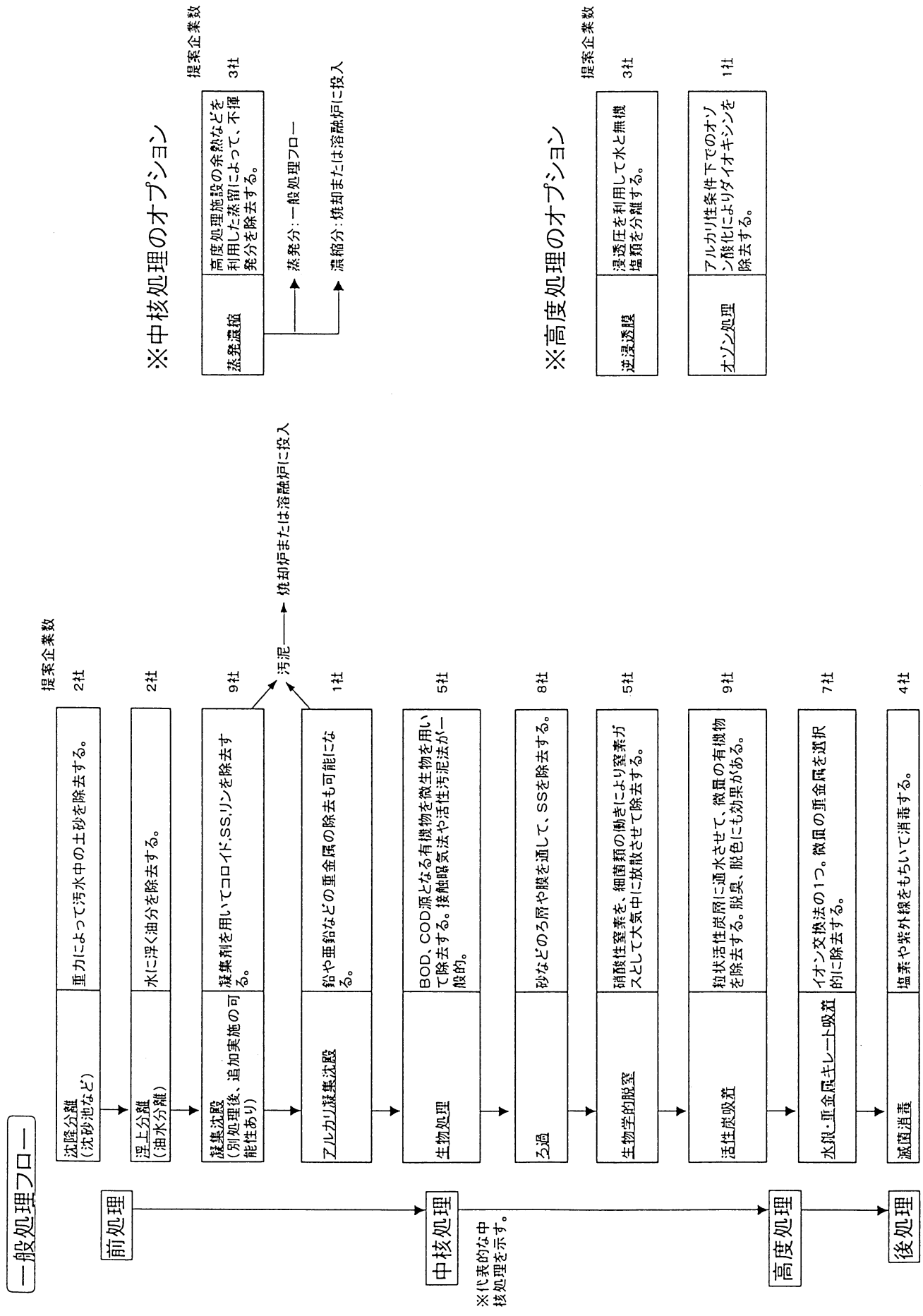


図 II-2-7 Dシステムの概要

2. 直接ヒアリング調査

性状の多様な豊島廃棄物等の処理を行うに当たり、A工程及びC工程に対応する技術方式については、処理の安定性や排ガス・排水等の処理による環境への影響等、技術選定を行うに当たり確認すべき事項が多く存在していると判断されたことから、事前に処理実験を行い、技術の適性について確認を行うこととした。一方、B工程及びD工程については、安全性等に配慮すれば既存の技術で十分対応可能と考えられ、特に処理実験を行う必要はないものと判断した。

上述の判断のもと、技術基礎調査で得られた情報をもとに、A工程及びC工程について、豊島廃棄物等への適性が高く、処理実験の対象とすべき技術方式を選定した。続いて、選定された技術方式について、処理実験の実施を念頭におき、個別に詳細な追加情報を得るために、代表的な企業を選定して直接ヒアリング調査を実施した。

また、直接ヒアリング調査では、一部特殊な技術を提案しているB工程についてもヒアリングを行った。

2-1. 処理実験対象としての技術方式の選定

技術基礎調査の結果をベースに、資料 I-2-1（第 I 編第 2 章）に示した「技術選定に当って留意すべき事項」を踏まえた上で、技術検討委員会委員の当該分野における知見・経験に基づいて適性の高い技術方式の検討を行った。

A工程については、事前に技術検討委員会委員の意見を集約し、候補として絞り込まれた 8 方式をベースとして、さらに詳細検討を行った。C工程については、副成物の種類（スラグ、焼却灰、飛灰）に応じ再資源化または適正処理を図る技術方式が検討された。

以上の 2 工程については、検討の結果、直接ヒアリング調査の対象となる技術方式が選定された。検討の対象となった候補技術と選定結果を表 II-2-4 に示す。

また、B工程及びD工程については、各要素技術は十分な実績を有するため、それらの技術を適切に組み合わせることにより豊島廃棄物等の適正処理は十分可能であると判断し、これら 2 工程については別途エンジニアリング評価（第 IV 編第 3 章参照）にて詳細な技術方式の検討を行うこととした。

表 II-2-4 候補技術と選定結果

処理工程	候補技術	選定の結果 ○:ヒアリング対象として 選定された技術方式	備考
A 工程	溶融型ロータリーキルン	○	
	アーク溶融		
	流動床焼却+抵抗溶融		
	流動床焼却+プラズマ溶融		後に提案を撤回
	ロータリーキルン焼却+プラズマ溶融	○	
	ストーカー焼却+表面溶融 向流キルン	○	第一次ヒアリング後に 提案を変更
	ガス化+溶融		
	ガス化溶融一体型	○	
C 工程	[スラグの用途開発] 破砕あるいは磁選以外の加工工程なし	○	
	結晶化	○	
	熱水処理		
	[焼却灰・飛灰の再資源化] エコセメント	○	
	[飛灰の再資源化・適正処分] MRGプロセス	○	
	塩化揮発	○	

2-2. 直接ヒアリングの実施

2-1.で選定されたA工程及びC工程の技術方式についてヒアリングを実施した。なお、一部特殊な技術を提案しているB工程についてもヒアリングを行った。ヒアリングを実施するに当たり、その技術を保有する企業が複数ある場合には、実績等を基に代表的な企業を選定し、代表企業に対するヒアリング調査を実施した。ヒアリングでは、処理実験を念頭においた質疑がなされた。また、企業秘密の保護等の理由により、直接ヒアリング調査の結果は非公開の取り扱いとした。

なお、この直接ヒアリングを充実したものとするため、ヒアリングに先立ち、ヒアリング対象企業による第一次現地視察会を実施した。また、直接ヒアリング後に、参加を希望する企業を対象に第二次現地視察会を実施した。現地視察会の概要を添付資料10に示す。

2-1.1 直接ヒアリングの概要

2-1.で選定されたA工程及びC工程の技術方式と一部特殊なB工程の技術方式に関し、実績や実験施設の有無等を考慮して、実験実施が可能であると判断される企業を対象としてヒアリングを実施した。まず、各ヒアリング対象企業に対し、事前に共通の質問事項(表II-2-5)を送付し、その回答を参考として、2回にわたり個別に約30分程度のヒアリングを行った。第一次及び第二次直接ヒアリングの実施概要を表II-2-6に示す。また、ヒアリングの対象となった技術方式とヒアリング項目を表II-2-7及び表II-2-8に示す。

さらに、直接ヒアリングの結果を受け、関連情報等も参考として実験担当企業を選定した。ヒアリング対象とした技術方式とヒアリング対象企業及び実験担当企業を表II-2-9に

示す。

表 II-2-5 アンケート調査における共通質問事項

A 工 程	<p>1. システムの性能</p> <ul style="list-style-type: none"> ①前処理の詳細・制約条件 ②幅広い処理対象物とスラグ性状の関係 ③排ガスの処理方法 ④飛灰の処分方法（山元還元の可能性など） ⑤エネルギーの回収利用方法（処理対象物の変動との関連など） ⑥想定される問題点・課題等（溶融物の物性による運転上のトラブルの可能性など） <p>2. 実証試験の可能性</p> <p>3. 実績</p> <ul style="list-style-type: none"> ①土壌100%に対する適用実績、シュレッダーダスト100%に対する適用実績 ②上記と類似の廃棄物等に対する適用実績 ③スラグの再利用実績（用途、使用量等）
C 工 程	<p>1. システムの性能</p> <ul style="list-style-type: none"> ①システム適用の効果・必要性和経済性 ②再利用の用途 ③処理対象物と再生品の性状の関係 ④排ガスの処理方法（ダイオキシン対策など：該当する技術については必要な項目） ⑤飛灰・残さ等の有効利用法（該当する技術については必要な項目） ⑥再生品の長期使用における安全性 ⑦想定される問題点・課題等 <p>2. 実証試験の可能性</p> <p>3. 実績</p> <ul style="list-style-type: none"> ①実機による適用実績 ②用途、使用量
B 工 程	<p>1. 飛散防止対策</p> <p>2. 浸出水対策（水量抑制、一時貯留、水質制御など）</p>

表 II-2-6 直接ヒアリングの実施概要

項目	第一次直接ヒアリング	第二次直接ヒアリング
日時	1997年12月25日(木) 13:30~16:00	1998年1月17日(土) 9:30~11:50
場所	虎ノ門パストラル	虎ノ門パストラル
ヒアリング対象企業	A工程 ・ロータリーキルン/ストーカー+表面溶融 ・ロータリーキルン/ストーカー+プラズマ溶融 ・ガス化溶融一体型 ・溶融型ロータリーキルン C工程 ・エコセメント	B工程 ・3社 C工程 ・MRGプロセス ・結晶化 A工程 ・表面溶融/ロータリーキルン (第一次ヒアリングに続く追加ヒアリング)

表 II-2-9 ヒアリング対象とした技術方式とヒアリング対象企業及び実験担当企業

処理工程	ヒアリング対象とした技術方式	ヒアリング対象企業	実験担当企業
A工程	焼却・溶融 (溶融型ロータリーキルン)	住友重機械工業(株)	同左
	ガス化溶融 (ガス化溶融一体型)	新日本製鐵(株)	同左
	溶融/焼却 (表面溶融/ロータリーキルン)	(株)クボタ	同左
	焼却+溶融 (ロータリーキルン焼却+プラズマ溶融)	三菱重工業(株)	川崎重工業(株)
C工程	結晶化 (スラグの用途開発)	(株)東芝/月島機械(株) 日立造船(株)	月島機械(株)
	エコセメント (焼却灰・飛灰の再資源化)	秩父小野田(株)	同左
	MRG (飛灰の再資源化)	同和鉱業(株)	同左
	塩化揮発 (飛灰の再資源化)	新日本製鐵(株)	光和精鉱(株)

ヒアリング対象	ヒアリング事項
<p>A工程</p> <p>1. 焼却・溶融</p> <p>①溶融型ロータリーキルン</p> <p>2. 焼却+溶融</p> <p>①ロータリーキルン/ストーカー+プラズマ溶融</p> <p>②ロータリーキルン/ストーカー+表面溶融</p> <p>3. ガス化溶融</p> <p>①ガス化溶融一体型</p>	<p>全社共通</p> <p>1. システムの性能</p> <p>①前処理の詳細・制約条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本体（焼却炉、溶融炉）に入る前に必要な前処理 ・ 幅広い処理対象物（大きな金属塊・石、揮発性成分が発生するもの等）に対する対応 ・ 前処理の除外物の処分方法 ・ 高水分の場合の乾燥システム（乾燥方式、揮発性成分による引火の可能性等） ・ 幅広い性状の処理対象物の均質化の必要性、その方法・システム ・ 幅広い性状の処理対象物の性状把握の方法・システム <p>②幅広い処理対象物とスラグ性状の関係</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ スラッグへの金属（Al等）の混入率及びその対策 ・ 処理対象物の変動のスラグ性状への影響 <p>③排ガスの処理方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ダイオキシン対策 ・ 重金属対策 <p>④飛灰の処分方法（山元還元の可能性など）</p> <p>⑤エネルギーの回収利用方法（処理対象物の変動との関連など）</p> <p>⑥想定される問題点・課題等（溶融物の物性による運転上のトラブルの可能性など）</p> <p>2. 実証試験の可能性</p> <p>3. 実績</p> <p>①土壌100%に対する適用実績、シュレッターダダスト100%に対する適用実績</p> <p>②上記と類似の廃棄物等に対する適用実績</p> <p>③スラッグの再利用実績（用途、使用量等）</p> <p>個別</p> <p>1. 焼却+溶融について</p> <p>溶融型ロータリーキルン、ガス化溶融一体型との効率の差</p>

ヒアリング対象	ヒアリング項目
<p>C工程</p> <p>1. エコセメント・焼却灰セメント資源化</p>	<p>1. システムの性能</p> <p>①システム適用の効果・必要性と経済性</p> <p>②再利用の用途</p> <p>③処理対象物と再生品の性状の関係</p> <p>④排ガスの処理方法（ダイオキシン対策など：該当する技術については必要な項目）</p> <p>⑤飛灰・残さ等の有効利用法（該当する技術については必要な項目）</p> <p>⑥再生品の長期使用における安全性</p> <p>⑦想定される問題点・課題等</p> <p>2. 実証試験の可能性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エコセメント：実証の必要なしの理由 ・焼却灰セメント資源化：廃棄物としての持ち出しの可能性 <p>3. 実績</p> <ul style="list-style-type: none"> ①実機による適用実績 ②用途、使用量

第II-2-8 第二次直接ヒアリング対象の技術方式とヒアリング項目

ヒアリング対象	ヒアリング項目
B工程	<p>全社共通</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 飛散防止対策 2. 浸出水対策（水量抑制、一時貯留、水質制御など） 3. 発生ガス対策 4. 実証試験の必要性 <p>個別</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. バイオブラスター等：気泡の効果、バイオブラスターの詳細・効果 2. 飛散防止ハウス内での掘削法：方法の詳細、ガス処理、実績、経済性

ヒアリング対象	ヒアリング項目
<p>C工程</p> <p>1. 結晶化</p> <p>2. 飛灰処理 (MRGプロセス)</p>	<p>全社共通</p> <p>1. システムの概要</p> <p>①システム適用の効果・必要性と経済性</p> <p>②再利用の用途</p> <p>③処理対象物と再生品の性状の関係</p> <p>④排ガスの処理方法 (ダイオキシン対策など: 該当する技術については必要な項目)</p> <p>⑤飛灰・残さ等の有効利用法 (該当する技術については必要な項目)</p> <p>⑥再生品の長期使用における安全性</p> <p>⑦想定される問題点・課題等</p> <p>2. 実証試験の可能性</p> <p>3. 実績</p> <p>①実機による適用実績</p> <p>②用途、使用量</p>

ヒアリング対象	ヒアリング事項
<p>A工程</p> <p>1. 溶融/焼却</p> <p>①表面溶融/ロータリーキルン</p>	<p>全社共通</p> <p>1. システムの性能</p> <p>①前処理の詳細・制約条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本体（焼却炉、溶融炉）に入る前に必要な前処理 ・幅広い処理対象物（大きな金属塊・石、揮発性成分が発生するもの等）に対する対応 ・前処理の除外物の処分方法 ・高水分の場合の乾燥システム（乾燥方式、揮発性成分による引火の可能性等） ・幅広い性状の処理対象物の均質化の必要性、その方法・システム ・幅広い性状の処理対象物の性状把握の方法・システム <p>②幅広い処理対象物とスラグ性状の関係</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スラグへの金属（Al等）の混入率及びその対策 ・処理対象物の変動のスラグ性状への影響 <p>③排ガスの処理方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダイオキシン対策 ・重金属対策 <p>④飛灰の処分方法（山元還元の可能性など）</p> <p>⑤エネルギーの回収利用方法（処理対象物の変動との関連など）</p> <p>⑥想定される問題点・課題等（溶融物の物性による運転上のトラブルの可能性など）</p> <p>2. 実証試験の可能性</p> <p>3. 実績</p> <ul style="list-style-type: none"> ①土壌100%に対する適用実績、シュレッターダスター100%に対する適用実績 ②上記と類似の廃棄物等に対する適用実績 ③スラグの再利用実績（用途、使用量等）

2-3. 選定された技術方式の概要

処理実験の実施を含め、検討を進めることが決定したA工程及びC工程の各技術方式の概要を以下に示す。

2-3.1 A工程に対応する技術方式の概要

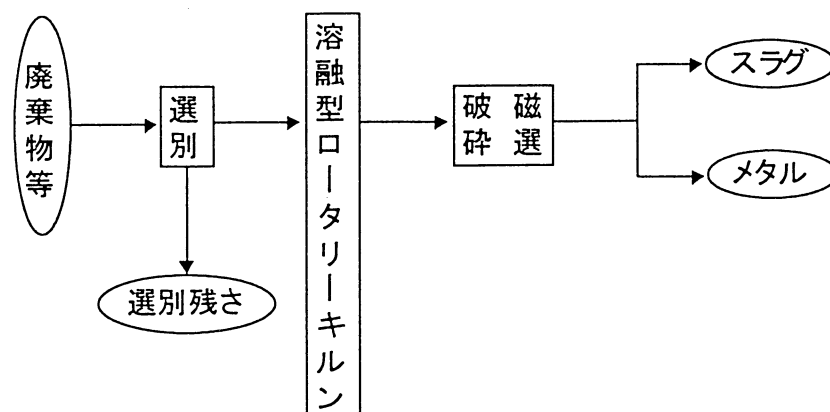
①焼却・溶融（溶融型ロータリーキルン）処理方式

炉体は横型の円筒形で、炉の投入口側に設けられたバーナーにて対象物を焼却・溶融する。炉体が回転することにより、溶融の均一化、溶融物の固着防止等の効果が得られる。バーナーの燃料として重油や廃油等を使用する。

基本的に大型処理物も炉内に投入可能であるが、リサイクル等の観点から処理を行うのが不適であると考えられるものについては、事前に選別し別途処理を行う。

副成物として、スラグ、飛灰が発生する。

焼却・溶融（溶融型ロータリーキルン）処理方式のフローを図II-2-8に示す。



図II-2-8 焼却・溶融（溶融型ロータリーキルン）処理方式のフロー

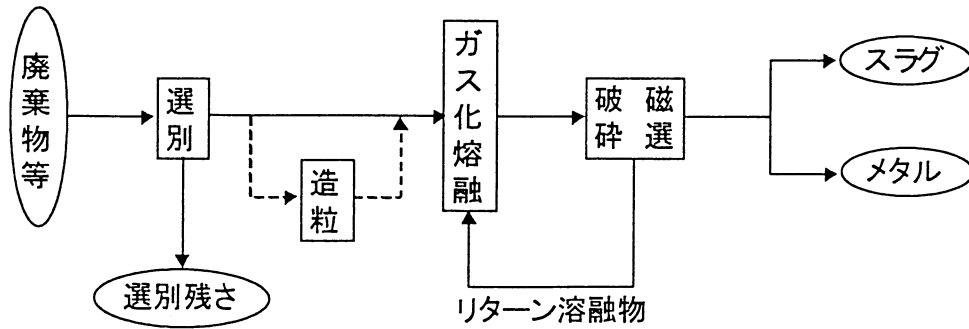
②ガス化溶融（ガス化溶融一体型）処理方式

縦型炉の上部よりコークスと共に対象物を投入する。対象物が重力により下段へ進行するに伴い、ガス化・燃焼過程を経て、溶融過程へ移行する。コークスは溶融熱源であると共に還元剤として機能する。そのため、高温還元雰囲気下の運転により低沸点重金属が飛灰側へ移行し、スラグ中への含有率は低下する。

粗大物等は破碎後炉内へ投入する。リサイクル等の観点から処理を行うのが不適であると考えられるものについては、事前に選別し別途処理を行う。粉状の対象物等の炉内通気性を阻害する恐れのあるものについては、必要に応じ、篩選別・混練造粒・乾燥処理等の前処理を行う。

副成物としてはスラグ、メタル、飛灰が発生する。

ガス化溶融（ガス化溶融一体型）処理方式のフローを図II-2-9に示す。



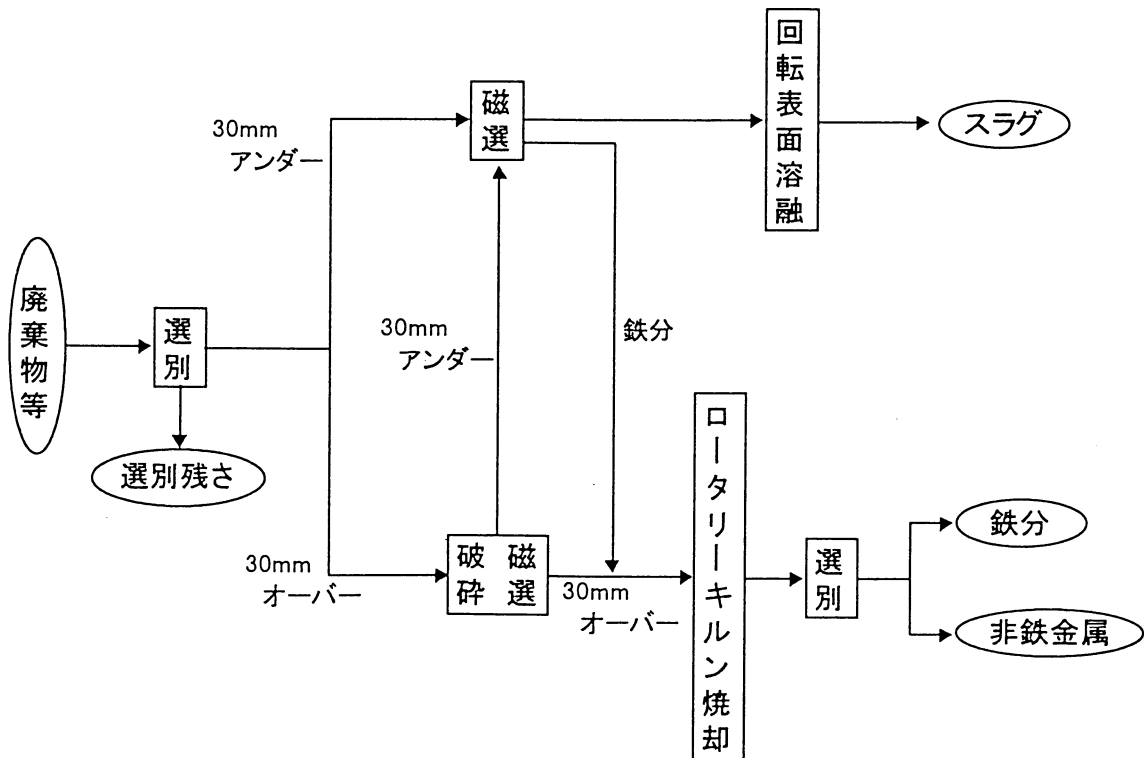
図II-2-9 ガス化溶融（ガス化溶融一体型）処理方式のフロー

③溶融／焼却（表面溶融／ロータリーキルン）処理方式

炉体は縦の短い円筒形で、炉頂に設けられたバーナーにて対象物を焼却・溶融する。炉体がバーナーを中心に回転することにより、溶融の均一化等の効果が得られる。バーナーの燃料として重油や都市ガス等を使用する。

前処理として磁選、分級、破碎を行い、鉄分とそれ以外（可燃物、不燃物）に選別する。副成物として、スラグ、メタル、非鉄金属、飛灰が発生する。

溶融／焼却（表面溶融／ロータリーキルン）処理方式のフローを図II-2-10に示す。



図II-2-10 溶融／焼却（表面溶融／ロータリーキルン）処理方式のフロー

④焼却＋溶融（ロータリーキルン焼却＋プラズマ溶融）処理方式

炉体は横型の円筒形で、炉の投入口側に助燃バーナーが設置されている。炉体が回転し処理物を攪拌することにより、未燃物量の低減等の効果が得られる。バーナーの燃料として重油や廃油等を使用する。

基本的に比較的大型の処理物も炉内に投入可能であるが、必要に応じ選別、破碎等の前処理を行う。

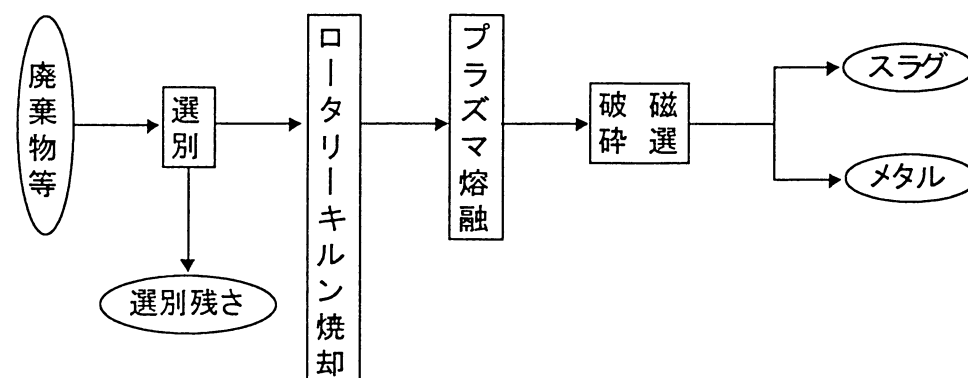
副成物として発生する焼却灰及び飛灰は、後段のプラズマ溶融炉で処理を行う。

プラズマ溶融炉では、対象物である焼却灰・飛灰及び還元剤としてコークスを炉内に装填し、炉頂部のトーチと炉底電極の間に発生させた高温プラズマにより、対象物を溶融する。

粗大物等は破碎後炉内へ投入する。

副成物として、スラグ、メタル及び飛灰が発生する。

焼却＋溶融（ロータリーキルン焼却＋プラズマ溶融）処理方式のフローを図II-2-11に示す。



図II-2-11 焼却＋溶融（ロータリーキルン焼却＋プラズマ溶融）処理方式のフロー

2-3.2 C工程に対応する技術方式の概要

(1)スラグの用途開発

①破碎あるいは磁選以外の加工工程なし

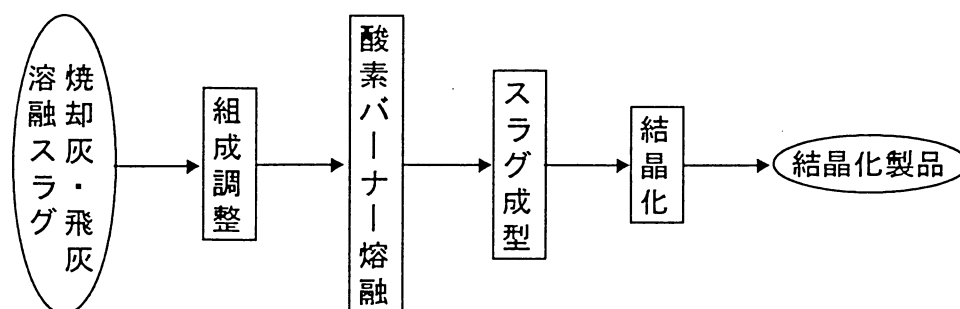
スラグ品質及び利用用途の条件によっては、前段の溶融処理に追加して特段のスラグ加工工程を設ける必要はない。ただし、粒径を揃えること等を目的とした破碎、あるいはメタル分を除去するための磁選等の簡易処理は行う。

②結晶化処理方式

溶融処理で発生したスラグを対象物とし、さらに酸素バーナー炉で溶融させ、ガラス質の中間生成物を得る。この中間生成物を結晶化炉（横型円筒形の回転炉）にて熱処理し、結晶化させる。

前処理として、酸素バーナーにスラグを投入する際に組成調整（消石灰添加）を行う。処理の結果、結晶化製品が生成する。

結晶化（スラグの用途開発）処理方式のフローを図II-2-12に示す。



図II-2-12 結晶化（スラグの用途開発）処理方式のフロー

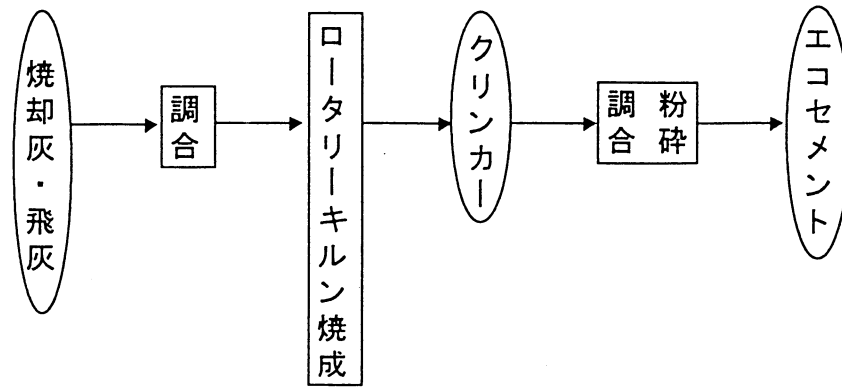
(2)焼却灰・飛灰の再資源化

③エコセメント処理方式

焼却処理で発生した焼却灰及び飛灰に石灰石等を調合した原料をロータリーキルンで焼成し、クリンカーを得る。得られたクリンカーに石膏を混合・粉碎し、エコセメントを製造する。

前処理として、対象物より鉄屑等の未燃残さを事前選別する。

エコセメント（焼却灰・飛灰の再資源化）処理方式のフローを図II-2-13に示す。



図II-2-13 エコセメント（焼却灰・飛灰の再資源化）処理方式のフロー

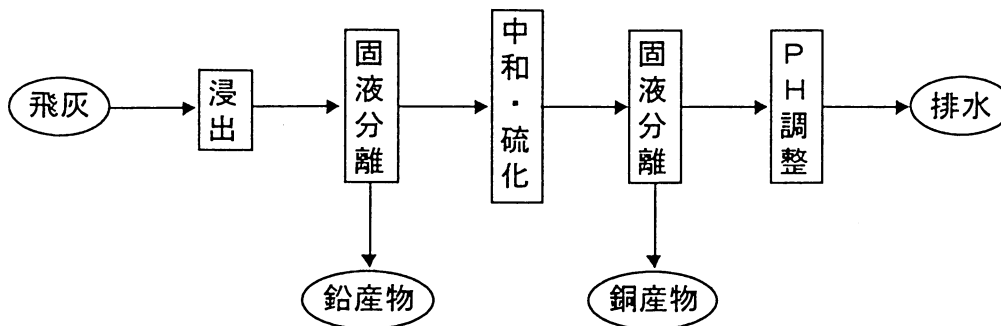
(3) 飛灰の再資源化・適正処分

④MRG処理方式

対象物である飛灰の一部を水と混合してスラリーとし、硫酸添加・固液分離により、鉛を始めアンチモン、錫等の金属を鉛産物として回収する。ろ液に残存する重金属類は、苛性ソーダ、水酸化ソーダの添加により析出させ、銅産物としてほぼ完全に回収する。

塩素含有率の高い排水が発生する。

MRG（飛灰の再資源化）処理方式のフローを図II-2-14に示す。

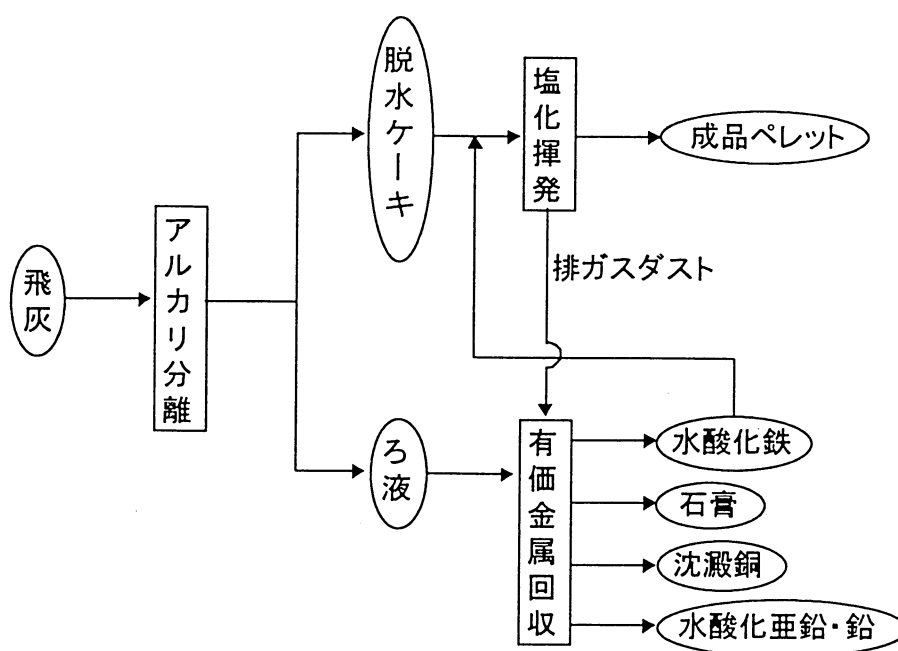


図II-2-14 MRG（飛灰の再資源化）処理方式のフロー

⑤塩化揮発処理方式

発塵を防止するために、対象物である飛灰を加湿混練する。次に、水と塩酸を添加し、固液分離を行って、脱水ケーキとろ液を得る（前処理工程）。脱水ケーキはペレット原料に調製し、有価金属を塩化揮発処理（向流キルンで熱処理）する（塩化揮発工程）。塩化揮発処理において発生する排ガスは、排ガス処理設備で処理するとともに、塩化揮発した有価金属を回収液中に補足する（排ガス処理工程）。前処理工程のろ液と、排ガス処理工程の回収液を対象に、有価金属を分離回収する（有価金属回収工程）。

塩化揮発（飛灰の再資源化）処理方式のフローを図II-2-15に示す。



図II-2-15 塩化揮発（飛灰の再資源化）処理方式のフロー

第3章 関連技術の調査とその評価

豊島廃棄物等を中間処理する場合の関連技術の調査とその評価を行った。具体的には、豊島廃棄物等を中間処理する場合に発生するスラグ、エコセメント、メタル、飛灰等の副成物の再資源化技術を対象に、再利用用途や製品規格などを調査した。

得られた結果を以下にまとめる。

1. スラグの再利用動向

1-1. 需要動向

スラグの利用用途としては、以下のものをあげることができる。

区 分	利 用 用 途
①道路用骨材	路床材、下層路盤材、上層路盤材、アスファルト混合物
②コンクリート用骨材	コンクリート用砕砂、コンクリート用砕石
③コンクリート二次製品	インターロッキングブロック、汚水枡、コンクリート境界ブロック、舗装用コンクリート平板、空洞ブロック
④盛土材、埋め戻し材など	盛土材、埋め戻し材、履土材
⑤その他窯業原料など	タイル、レンガ、透水性ブロック

用途別の需要量、推定価格を表II-3-1にまとめて示す。

表II-3-2に昭和59年度から平成6年度までの全国の骨材需給の推移をまとめる。骨材需要は平成2年度をピークとして若干の減少傾向が見られるが、年間8億t以上が使用されている。用途別で見ると、約65%がコンクリート用の骨材で、残りの約35%が道路用の骨材である。この比率は昭和59年度以降ほとんど変化していない。供給品種としては、平成6年度では、砕石が約58%、砂利が40%と、この2品種がほとんどを占める。その他に人工骨材、スラグ、輸入品などがある。

1-1.1 路盤材

路盤材としては、砕石、砂利等が使用される。全国の砕石の用途・品種別生産量を表II-3-3に示す。

路盤材としての市場は、熔融スラグの発生量に比べてかなり大きく、市場規模としては有望な用途である。ただし、スラグを単独で使用できるとは限らない、安定的に同品質のスラグを供給する必要があるなど、実用化のための課題が指摘されている。

1-1.2 アスファルト材料

アスファルト混合物用材料としては、砕石、砂等が使用される。表II-3-4に全国のアス

ファルト合材使用量を示す。スラグをアスファルト混合物用材料として使用する場合は、砂の代替となるものと考えられる。

1-1.3 コンクリート骨材

コンクリート骨材としては砂利、砂等が使用される。表II-3-5に全国の生コンクリートの骨材消費内訳を示す。スラグをコンクリート骨材として使用する場合は、砂の代替として使用することになるものと考えられる。

1-1.4 その他の二次製品の原料としての利用

インターロッキングブロック、タイル、レンガ等を作製する原料、骨材等の代用としてスラグを用いることが可能であると考えられる。表II-3-6に全国のインターロッキングブロックの出荷実績を示す。

表II-3-7に全国のタイルの生産量を示す。タイルはその用途、大きさによって外装用、内装用、床用、モザイク等に分類される。スラグ等の再生材を用いたものは、床用としての利用が考えられる。全国の平成2年～6年度の床用のタイルの生産量は平均約300000t/年である。

1-2. 技術動向

1-2.1 路盤材

路盤とは道路舗装の一部であり、路床の上部にある層で、路床にせん断力や変形を生じさせないために上部（道路の表層等）から伝達された荷重を均一に広く分散させる部分であり、上層路盤と下層路盤に分けられる。上層路盤には支持力の大きい良質な材料が必要で、碎石、クラッシャーラン、切り込み砂利、砂等を粒度調整したものが用いられている。下層路盤には比較的支持力の小さな安価な材料でも使用可能であり、クラッシャーラン、切り込み砂利、山砂利、砂等の50mm以下の粒度のものが用いられている。上層路盤材、下層路盤材に関してはアスファルト舗装要綱に表II-3-8～表II-3-12のような規格が定められている。また、道路用碎石としてはJIS A 5001 に表II-3-13に示すような規格が定められている。基本的には修正CBR（路床・路盤の支持力をあらわす指標）とPI（塑性指数：塑性状態から流動状態に移るときの含水比）の規格を満足すればスラグを路盤材として使用することは可能である。

また、鉄鋼の製造過程で生産される副産物である鉄鋼スラグは、破碎して路盤材等として利用されている。鉄鋼スラグとごみ熔融スラグは組成は異なるが、物性等は似ている点も多く、また天然の碎石や砂利以外のものとして利用される点に関しては共通する。鉄鋼スラグを路盤材として用いる際の規格を表II-3-8～表II-3-12に示す。

1-2.2 アスファルト材料

アスファルト混合物とは、粗骨材、細骨材、フィラー及びアスファルトを所定の割合で混合した材料で、単粒度碎石、砂、石粉等が用いられている。スラグをアスファルト混合物に使

用する場合細骨材としての利用が考えられ、砂の代用として利用することができる。アスファルト混合物用材料の規格としては、表II-3-14、表II-3-15に示す砕石品質、耐久性の目標がアスファルト舗装要綱に定められている。また鉄鋼スラグにも同表に示す規格が定められている。アスファルト混合物に用いられる砂としては特に規格は定められていないため、砂状のものであれば(粒度、粒形を満足すれば)、アスファルト混合物用材料として使用することは可能である。

1-2.3 コンクリート骨材

各種のコンクリートには骨材として、天然の砂利、砂、鉄鋼スラグ等が用いられている。コンクリート骨材として用いられる砕石、砕砂の規格を表II-3-16に、鉄鋼スラグ骨材としての規格を表II-3-17に示す。

1-2.4 その他の二次製品

表II-3-18～表II-3-22にレンガ、タイル、インターロッキングブロックの製品としての規格を示す。スラグを原料として使用する場合、これらの製品規格を満足する必要がある。

地方自治体等における主なスラグの利用事例を、表II-3-23にまとめて示す。

表 II-3-1 平成8年度の全国の用途別の年間需要、推定価格

用途	年間需要	推定価格	
道路用	2.85 億 t	クラッシャーラン	4200 円/m ³
		アスファルト混合物	7230 円/t
インターロッキングブロック	145 万 t	3300 円/m ³	
舗装用コンクリート平板	63 万 t	360 円/枚 (300×300×60mm)	
セメント原料	4100 万 t	9080 円/t	
コンクリート用骨材	5.8 億 t	4220 円/m ³	
土木用コンクリートブロック	1610 万 t	710 円/個 (300×450×350mm)	
ヒューム管	155 万 t	6070 円/本 (外圧管 1 種)	
レンガ	17 万 t	75 円/個	
床タイル	110 万 t	28 円/個 (100mm 口)	

表II-3-2 全国の骨材需給の推移

(単位：百万t/年)

需給 種別	年度	昭和	昭和	昭和	昭和	昭和	昭和	昭和	平成	平成	平成	平成	平成
		59年度	60年度	61年度	62年度	63年度	元年度	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度	
需 要	合 計	748	727	749	787	827	862	949	919	892	864	852	
	コンクリート用	490	472	487	515	543	551	604	597	575	550	558	
	道路・道床・その他用	258	255	262	272	284	311	345	322	317	314	294	
供 給	合 計	748	727	749	787	827	862	949	919	892	964	852	
	砂利計	322	311	312	327	333	356	410	372	352	338	341	
	河川砂利	64	57	52	47	44	43	49	43	38	38	37	
	山砂利	92	87	91	95	98	109	121	117	110	107	94	
	陸砂利	97	96	96	102	116	126	151	134	127	118	130	
	海砂利	69	71	73	83	77	78	89	79	77	75	80	
	砕 石	410	398	422	445	482	491	526	535	526	512	497	
	その他骨材計	16	18	15	14	11	14	12	11	13	13	12	
	人工軽量骨材	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	
	天然軽量骨材	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	
スラグ・その他	12	14	11	10	10	12	10	9	11	12	11		
輸 入	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	

(通産省生活産業界局窯業建材課データより)

表II-3-3 全国の碎石の用途・品種別生産量

(単位：千t/年)

用 途		平成5年度	平成6年度
道 路 用	単粒度碎石	43688	42507
	粒度調整碎石	27074	24799
	クラッシャーラン	148707	139521
	スクリーニングス	9092	8301
	その他	21061	19194
	小 計	249622	234322
コ ン ク リ ー ト 用	単粒度碎石	112219	115749
	砕砂	29201	30167
	小 計	141420	145916
鉄道用		1684	1645
そ の 他 用	割栗石	15154	14765
	その他	27969	27639
	小 計	43122	42404
合 計		435948	424287

(碎石統計年報より)

表II-3-4 全国のアスファルト合材使用量

(単位：千t/年)

区 分		平成6年度
一般合材使用材料	碎石	38138
	スクリーニングス	5006
	砂	21546
	石粉	3297
	アスファルト	4009
再生骨材		5767
合計		77763

(アスファルト合材統計年報より)

表II-3-5 全国の生コンクリート骨材消費内訳

(単位：千t/年)

区 分		平成6年度
砂利	河川砂利	29875.2
	山陸砂利	21704.1
	碎石	89948.9
砂	河川砂	29217.3
	山陸砂	48008.4
	海砂	23646.4
	その他	19312.9
人工軽量骨材		609.5
高炉スラグ		132.7
その他の骨材		28.7
合 計		262484.0

(生コンクリート統計年報より)

表II-3-6 インターロッキングブロックの地区別出荷実績

(単位：m²/年)

年度 地区	昭和 59年度	昭和 60年度	昭和 61年度	昭和 62年度	昭和 63年度	平成 元年度	平成 2年度	平成 3年度	平成 4年度	平成 5年度	平成 6年度
北海道	78418	131124	154948	167762	273497	408231	463796	517812	531447	436642	417485
東北	178140	144330	176699	246971	326518	395347	436567	550601	534676	545963	598441
関東 甲信越	902864	975521	1096067	1276052	1531965	1761211	2002674	2258675	2364711	2519606	2440238
北陸	74796	98883	112579	103426	176538	183499	186317	335288	304101	276649	253181
東海	212552	293815	342491	586404	756119	825325	935416	1037322	1004671	1143813	1110629
近畿	378006	429736	525947	736555	889245	1078414	952018	1101289	1172648	1286830	1320337
中国 四国	190441	226170	209312	315441	403034	476016	545885	517652	626597	684352	693166
九州	311760	319220	324936	408008	694448	787830	834734	812706	900341	939216	972876
合計	2326977	2618799	2942979	3840619	5051364	5915873	6352407	7131345	7439192	7833071	7806353

(インターロッキングブロック舗装技術協会資料より)

表II-3-7 全国のタイルの生産量

(単位：千 m²/年)

区 分	平成5年	平成6年
外装用 (50cm ² を超えるもの)	14427	15243
内装用 (50cm ² を超えるもの)	21786	20477
床用 (50cm ² を超えるもの)	13829	14837
モザイク (陶片、50cm ² を超えるもの)	22290	24155
合 計	72332	74712

(雑貨統計年報より)

表 II-3-8 上層路盤材の規格

種々 \ 項目	修正 C B R (%)	P I	一軸圧縮強さ (kgf/cm ²)
粒度調整	80 以上	4 以下	—
セメント安定処理	[20 以上]	[9 以下]	30 (7 日)
石灰安定処理	[20 以上]	[6~18]	10 (10 日)

[] 内は安定処理に用いる骨材の望ましい品質

P I : 塑性指数 (塑性状態から流動状態に移るときの含水比)

表 II-3-9 上層路盤材の砕石品質、耐久性の目標値

すり減り減量 (%)	50 以上
損失量 (%) (安定性試験)	20 以下

表 II-3-10 鉄鋼スラグを上層路盤材として用いる場合の規格

項目 \ 種別	粒度調整鉄鋼スラグ (MS)	水硬性粒度調整鉄鋼スラグ (HMS)
呈色判定	呈色なし	呈色なし
単位容積質量 (kg/ℓ)	1.5 以上	1.5 以上
一軸圧縮強さ (kgf/cm ²)	—	12 以上
修正 C B R (%)	80 以上	80 以上
水浸膨張比 (%)	1.5 以下	1.5 以下

(アスファルト舗装要綱より)

表 II-3-11 下層路盤材の規格

種別 \ 項目	修正 C B R (%)	P I	一軸圧縮強さ (kgf/cm ²)
粒度調整	20 以上	6 以下	—
セメント安定処理	[10 以上]	[9 以下]	10 (7 日)
石灰安定処理	[10 以上]	[6~18]	7 (10 日)

[] 内は安定処理に用いる骨材の望ましい品質

表 II-3-12 鉄鋼スラグを下層路盤材として用いる場合の規格

種別 \ 項目	クラッシャーラン製鋼スラグ (CS)
呈色判定	呈色なし
修正 C B R (%)	30 以上
水浸膨張比 (%)	1.5 以下

(アスファルト舗装要綱より)

表II-3-13 道路用碎石の規格

種別 \ 項目	比重	吸水率 (%)	すり減り減量 (%)
単粒度碎石及びクラッシャーラン 1種	2.45 以上	3.0 以下	35 以下
単粒度碎石及びクラッシャーラン 2種	—	—	40 以下
スクリーニングス	—	—	—
粒度調整碎石 1種	2.45 以上	3.0 以下	35 以下
粒度調整碎石 2種	—	—	40 以下

(道路用碎石 JIS A 5001 より)

表 II-3-14 下層路盤材の碎石品質、耐久性の目標値

項 目	目標値
表乾比重	2.45 以上
吸水率 (%)	3.0 以下
すり減り減量 (%)	30 以下
損失量 (%) (安定性試験)	12 以下

表 II-3-15 鉄鋼スラグを下層路盤材として用いる場合の規格

項目 \ 種別	単粒度製鋼スラグ (SS)	クラッシュ製鋼スラグ (CSS)
表乾比重	2.45 以上	—
吸水率 (%)	3.0 以下	—
すり減り減量 (%)	30 以下	50 以下
水浸膨張比 (%)	2.0 以下	2.0 以下

表II-3-16 コンクリート用碎石および砕砂の規格

項目 \ 種別	碎石	砕砂
絶乾比重	2.5 以上	2.5 以上
吸水率 (%)	3.0 以下	3.0 以下
安定性 (%)	12 以下	12 以下
すり減り減量 (%)	40 以下	—
洗い試験で失われる量 (%)	1.0 以下	7.0 以下

(コンクリート用碎石および砕砂 JIS A 5001 より)

表 II-3-17 コンクリート用スラグ骨材の規格

品 質		高炉スラグ骨材			フェロニッカルスラグ骨材
		高炉スラグ粗骨材		高炉スラグ細骨材	フェロニッカルスラグ細骨材
		A	B		
化 学 成 分	酸化カルシウム (CaO として) %	45.0 以下		45.0 以下	15.0 以下
	全硫黄 (S として) %	2.0 以下		2.0 以下	0.5 以下
	三酸化硫黄 (SO ₃ として) %	0.5 以下		0.5 以下	—
	全鉄 (FeO として) %	3.0 以下		3.0 以下	13.0 以下
	酸化マグネシウム (MgO として) %	—		—	40.0 以下
	金属鉄 (Fe として) %	—		—	1.0 以下
絶乾比重		2.2 以上	2.4 以上	2.5 以上	2.7 以上
吸水率 %		6.0 以下	4.0 以下	3.5 以下	3.0 以下
単位容積質量 kg/l		1.25 以上	1.35 以上	1.45 以上	1.50 以上
洗い試験で失われる量 %		—		—	7.0 以下
水中浸せき		亀裂、分解、汚泥化、粉化などの現象がないこと		—	—
紫外線 (360.0nm) 照射		発光しないか、または一様な紫色に輝いていること		—	—
アルカリシリカ反応性		—		—	無害

(コンクリート用スラグ骨材 JIS A 5011 より)

表II-3-18 レンガの規格／普通レンガの品質

項目 \ 種別	2種	3種	4種
吸水率 (%)	15 以下	13 以下	10 以下
圧縮強さ (kgf/cm ²)	150 以上	200 以上	300 以上

表II-3-19 レンガの規格／普通レンガの寸法及び寸法許容差

項目	長さ	幅	厚さ
寸法 (mm)	210	100	60
寸法許容差 (mm)	±5.0	±3.0	±2.5

(レンガ JIS R 1250 より)

表II-3-20 タイルの規格／吸水率

種 別	吸水率
磁器質	1.0%
せっき質	5.0%
陶器質	22.0%

表II-3-21 タイルの規格／曲げ強さ

種 別		幅 1cm 当りの曲げ破壊荷重 (N/cm)
内装タイル	壁用	12 以上
	床用	60 以上
外装タイル	タイル寸法 ≤ 160mm	80 以上
	タイル寸法 > 160mm	100 以上
床タイル		120 以上
モザイクタイル		60 以上

表II-3-22 インターロッキングブロックの規格

項 目		標準的な管理の要素			頻度	試験方法	
外 観	有害なひび割れ	異常のないこと			全数検査	目 視	
	有害なカドワレ	異常のないこと			全数検査		
	有害な変形	異常のないこと			全数検査		
	有害なきず	異常のないこと			全数検査		
品 質	種 類	記号	曲げ強度	透水係数	試験成績表によらない場合は測定個数は1000m ² 未満は2個。1000m ² を超える場合は、1000m ² ごとにまたはその端数につき2個を加えることを標準とする。	インターロッキングブロック協会試験方法による。	
	強 度	普通インター ロッキングブロック	N-1	50kgf/cm ²			—
		透水性インター ロッキングブロック	N-2	以上			—
	度	普通、植生用インター ロッキングブロック	P-1	30kgf/cm ²			1/100
		透水性インター ロッキングブロック	P-2	以上			cm/sec
	厚 さ	普通、透水性、植生用 インターロッキング ブロック	G-1	40kgf/cm ²			—
		植生用インター ロッキングブロック	G-2	以上			—
	寸法	普通、透水性、植生用 インターロッキング ブロック	±3mm				
	色 クォー	普通、透水性、植生用 インターロッキング ブロック	+5、-1mm				
	形状	普通、透水性、植生用 インターロッキング ブロック	±3mm				
色 クォー	普通、透水性、植生用 インターロッキング ブロック	設計図書と相違のないこと					
形状	普通、透水性、植生用 インターロッキング ブロック	設計図書と相違のないこと					

(インターロッキングブロック舗装技術協会の規格より)

表II-3-23 地方自治体等におけるスラグの利用実績

事例	用途	総利用量	処理対象物	スラグの種類
A	下層路盤材	228t	焼却灰、飛灰	水砕スラグ
B	アスファルト骨材	133t	焼却灰	水砕スラグ
C	アスファルト骨材	470t	可燃ごみ、不燃ごみ、粗大破碎ごみ	水砕スラグ
D	セメント材料	2850t	焼却灰、ガラスカレットくず	水砕スラグ
E	インターロッキングブロック	714t	焼却灰、破碎処理不要物	水砕スラグ
F	インターロッキングブロック	803t	焼却灰	水砕スラグ
G	埋戻し材	370t	焼却灰、飛灰	水砕スラグ
H	埋戻し材	2000t	焼却灰	水砕スラグ
I	埋戻し材	5122t	焼却灰、飛灰	水砕スラグ

2. エコセメントの再利用動向

2-1. 需要動向

エコセメントの用途別需要量を表II-3-24にまとめて示す。

現在非鉄筋系補強材の開発、鉄筋の防錆技術の開発も進められており、これらが実用化されればエコセメントの用途はさらに広がるものと考えられる。

2-2. 技術動向

エコセメントは、塩素を鉱物構成元素として取り込んでおり、0.5～1%程度の塩素を含む。この塩素によって、鋼材を錆びさせる可能性があるため、無筋分野の用途を想定している。しかし、最近の研究によれば、「エコセメントコンクリート中の細孔溶液中には塩化物イオンが存在するが、高アルカリ性を呈していることにより、鋼材の腐食が直ちに進行するまでには至らない」という結果も見られている。含有量に比して溶出量が多くはないことから、腐食に関与するフリーの塩素は多くはない模様である。また、鋼材の腐食は塩素だけでは発生せず酸素の共存が必要である。従って、高気密性コンクリートなどでは、防錆措置を必要としない可能性がある。これらは、長期材齢を試験中である。確実な結果が確認できれば、用途の制約が無くなるものと思われる。

現段階においては、上記の確認が終了していないので、エコセメント用途に以下のような無筋系の分野を見込んでいる。

- ①無筋コンクリート構造物及び無筋コンクリート2次製品
- ②地盤改良材及び汚泥等固化材
- ③消波ブロック等港湾海洋構造物
- ④木片セメント板等建材

エコセメントの用途に関しては、建設省土木研究所における「省エネセメントの利用技術マニュアルの研究」、建設省地方建設局における新技術パイロット事業、運輸省港湾技術研究所における「エコセメントコンクリートの耐海水性に関する研究」、埼玉県土木技術開発検討委員会における技術評価試験、農林水産省農業工学研究所における「エコセメントの農業水産基幹施設への利用技術開発」など、公的機関、土木工学部門の大学や学会、あるいは民間企業各社において様々な試験が実施されている。

表II-3-24 エコセメントの全国の用途別需要量

用 途	市場規模
セメント系固化材	600 万 t / 年
積みブロック	78 万 t / 年
住宅用セメントボード	50 万 t / 年
消波ブロック	30 万 t / 年
空洞ブロック	25 万 t / 年
インターロッキングブロック	18 万 t / 年
合 計	800 万 t / 年

3. 飛灰、メタルの再利用動向

溶融飛灰資源化研究会がまとめた「溶融飛灰からの金属資源の回収」（平成10年3月）をもとに、飛灰、メタルの再利用動向を以下にまとめる。

3-1. 需要動向

我が国では、亜鉛、鉛、銅をはじめ、金、銀、ニッケル、アンチモン、カドミウム、ヒ素等ほぼすべての非鉄金属系素材が生産されている。

これらの金属素材を生産する製錬所では一次原料の鉱石に限らず、二次原料として各種スクラップを扱っている。また、この技術を応用した各種廃棄物等の処理や非鉄金属のリサイクルを行う専用工場も保有している。現在、これら製錬所と専用工場の処理能力は、鉱石及び廃棄物等を合わせて年間約900万tに達している。

3-1.1 溶融飛灰の発生量

平成9年度現在、全国で稼働中の溶融処理施設は、21施設（うち、灰溶融施設：17施設、直接溶融施設：4施設）となっている。また、将来建設予定の施設も合わせると、平成15年度時点で42施設（うち、灰溶融施設：35施設、直接溶融施設：7施設）が稼働する見通しである。各施設の炉本体規模と基数に稼働日数を乗じて処理量を計算すると、平成9年度現在で、約1.1万～2.6万t、将来建設予定の施設も合わせると、平成15年度で約1.9万～4.7万tとなる。

3-1.2 非鉄金属資源としての評価

溶融飛灰中の亜鉛・鉛の濃度は変動が大きく、亜鉛の場合1%～20数%、鉛は1%以下～10数%となっている。

溶融飛灰中の平均濃度を亜鉛8.7%、鉛3.2%と仮定（実測データ等からの推定値）し、平均価格を亜鉛20.1万円/t、鉛11.4万円/tと仮定（平成9年度の推定値）すると、溶融飛灰は1t当たり約2万円の‘潜在価値’を有することになる。

亜鉛・鉛は、一般的に採掘品位は数%であるが、選鉱工程を経て50～60%に濃縮されて製錬原料となる。溶融飛灰の場合は、平均的には採掘品位より若干高いので、前処理によってさらに濃縮し、塩素等のように製錬処理の妨げとなる不純物を除去することで二次製錬原料となり得るので、地金として再利用が可能である。

3-2. 技術動向

3-2.1 再利用の現状と課題

(1) 溶融飛灰

溶融飛灰については、飛灰に適用される厚生大臣告示4法のうち、溶融処理を除く、①セメント固化、②薬剤処理、③酸その他の溶媒による安定化のいずれかの方法による

処理が求められており、セメント固化、薬剤処理、あるいはそれらの併用処理がなされた後、埋立処分されているのが現状である。

溶融飛灰は、鉛、亜鉛（Zn）等の重金属を高濃度に含んでいるため、非鉄金属製錬原料として資源化の可能性がある。現状、溶融飛灰の資源化に関する研究は行われているが、まだラボテスト段階に留まり、実用化研究までには至っていない。

また、非鉄金属製錬原料としてみると、溶融飛灰中の鉛及び亜鉛の品位は低いので、前処理で品位を上げる必要がある。

発生量はスラグに比べて少ないので、各溶融プラントから前処理製錬プラントへの集約、これに伴う自治体間の移動、輸送、前処理及び製錬にまたがる問題の解決が、溶融飛灰の資源化を行う上での大きな課題といえる。

(2)メタル

溶融メタル（水砕メタル）の真比重は7程度、嵩比重は4程度となっている。鋼材として好ましくない燐（P）をはじめとする元素が含まれるため、現状での利用用途はカウンターウェイトにほぼ限られている。しかし、有用金属も多く含むため、非鉄金属製錬原料等として利用すべく、研究開発も行われているが、不純物の分離技術の開発が課題となっている。

3-2.2 前処理

溶融処理技術には多くの方式があるため、これらから発生する溶融飛灰の性状も変動が大きい。

一方、亜鉛や鉛の精鉱は基本的に硫化鉱であり、製錬プロセスもそれに合わせたものとなっている。溶融飛灰は硫化鉱ではない上に、ナトリウム、カリウムや塩素を多量に含有し、これらの成分が製錬プロセスにおいて反応容器のレンガやボイラ水管の腐食の原因となることが予測されるため、そのままでは、直接、製錬プロセスでの原料として処理することはできない。また、再資源化の目的物である溶融飛灰中の亜鉛や鉛の濃度も通常、数%～10数%程度であり、この程度では製錬側として好ましい原料の濃度ではない。よって、塩類等の除去や亜鉛、鉛のより一層の分離濃縮等の前処理を行った後に製錬プロセスへ投入する必要がある。

(1) 湿式法による前処理の事例

溶融飛灰からの脱塩素と、亜鉛、鉛の濃縮のために湿式製錬技術を応用した前処理の事例を以下にまとめる。なお、酸として硫酸を使用した場合は、鉛は硫酸鉛としてケーキで回収されるが、Cuは溶けることになる。

1) プロセスの特徴

- ①プロセスが比較的簡単で、運転が容易である。
- ②設備費用が比較的安い。
- ③設備規模に自由度がある。

④溶融飛灰の性状を問わず処理できる。

2) 前処理フローの概要

①溶融飛灰は貯留ホッパーより切り出され浸出槽に入り、酸浸出される。

②フィルタプレスにより固液分離され、鉛ケーキとろ液に分離される。

③鉛ケーキは鉛製錬所において製錬され電気鉛等となり、銅、金、銀、ビスマスなども回収される。

④フィルタプレスのろ液は、中和槽に送られアルカリにより中和される。

⑤中和槽を出た溶液はフィルタプレスで固液分離され、亜鉛ケーキを分離する。

⑥亜鉛ケーキは亜鉛製錬所において製錬され電気亜鉛等となり回収される。またカドミウムなども回収される。

⑦フィルタプレスのろ液は最終排水処理の後、放流水系に応じて放流基準値をクリアして放出される。なお、溶融飛灰中の塩素の大部分は塩化ナトリウムや塩化カリウムとして排出される。

(2) 乾式法による前処理の事例

いくつかの亜鉛製錬所では亜鉛含有の難処理原料や製鋼ダスト等から亜鉛を回収するため、乾式の前処理工程を有している。乾式前処理の観点から溶融飛灰の性状を分類すると、鉛、亜鉛濃度の高低、塩素濃度の高低及び塩素除去の難易性が考慮すべき主たる因子であり、その性状に応じて処理方法が変化する。

現在、国内で稼働している乾式の前処理工程で溶融飛灰の処理に応用できる方式は、ウェルツ法、半溶鋳炉法、ロータリーキルン（RK）法が考えられるが、これらは各々処理目的が異なっており、溶融飛灰の性状によりどの方式を用いるのが適切であるかを検討する必要がある。

1) 各プロセスの特徴

①ウェルツ法

浸出残さや製鋼ダストは、コークスを還元剤として調合したのち、ウェルツ炉というわずかに傾斜した回転炉に装入される。重油バーナで加熱し、調合鋳を炉内で回転させながら移動させ、粗酸化亜鉛として集じん装置で回収する。

②半溶鋳炉法

浸出残さや製鋼ダストは、溶剤及び石炭を混合し、製団した後、炉に供給される。炉では羽口より余熱空気が吹き込まれ、亜鉛や鉛は還元揮発し、炉の側面より導入された2次空気により再酸化されて粗酸化亜鉛となる。炉では亜鉛、鉛を含む粗酸化亜鉛のほかマット、スラグが産出される。粗酸化亜鉛は炉の排ガスとともに炉外に排出され集じん装置で回収される。

このプロセスでは、揮発成分である塩素も同時に濃縮されるため、事前に脱塩素を実施する場合もある。

③ロータリーキルン（RK）法

重油バーナにて加熱したロータリーキルンに多量の塩素を含む亜鉛原料を装入し、鉛やカドミウムを塩化物として揮発させ、高濃度の酸化亜鉛を回収する。亜鉛、鉛、塩素を主体とした亜鉛の中間原料より、鉛や塩素等の不純物を除去する。実操業では、ウェルツ法で産出されたダストからの除塩を主体に実施される。

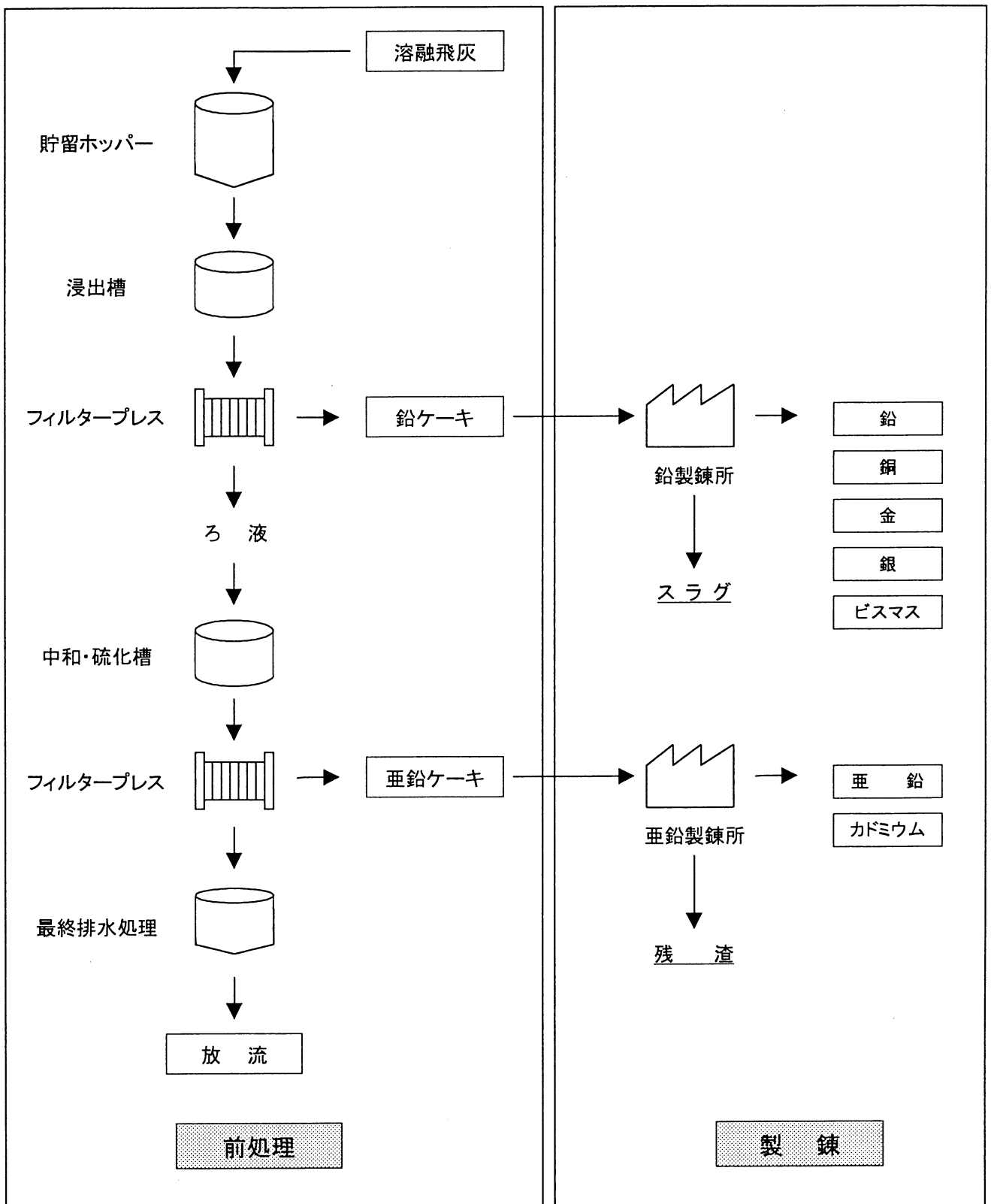
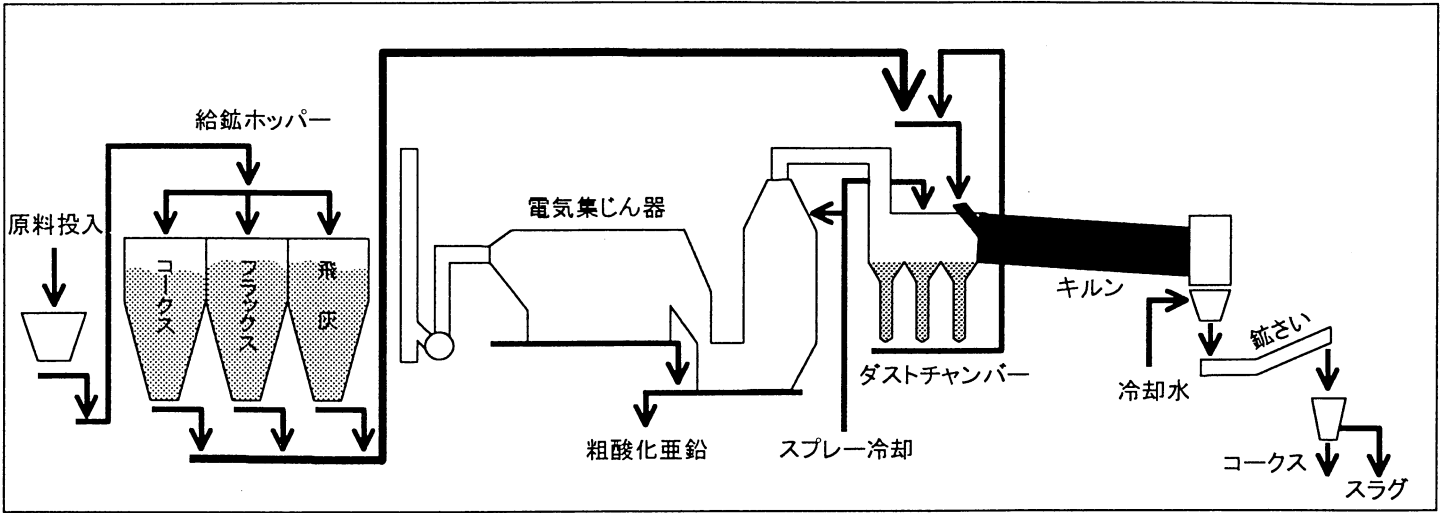
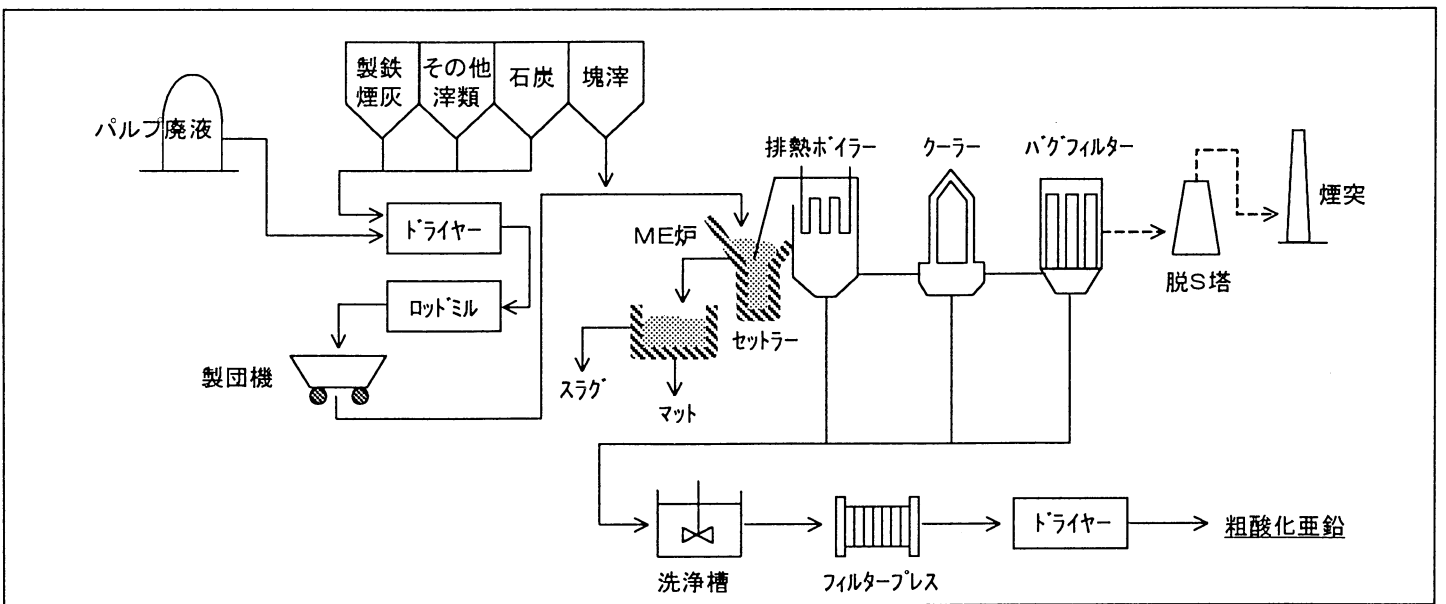


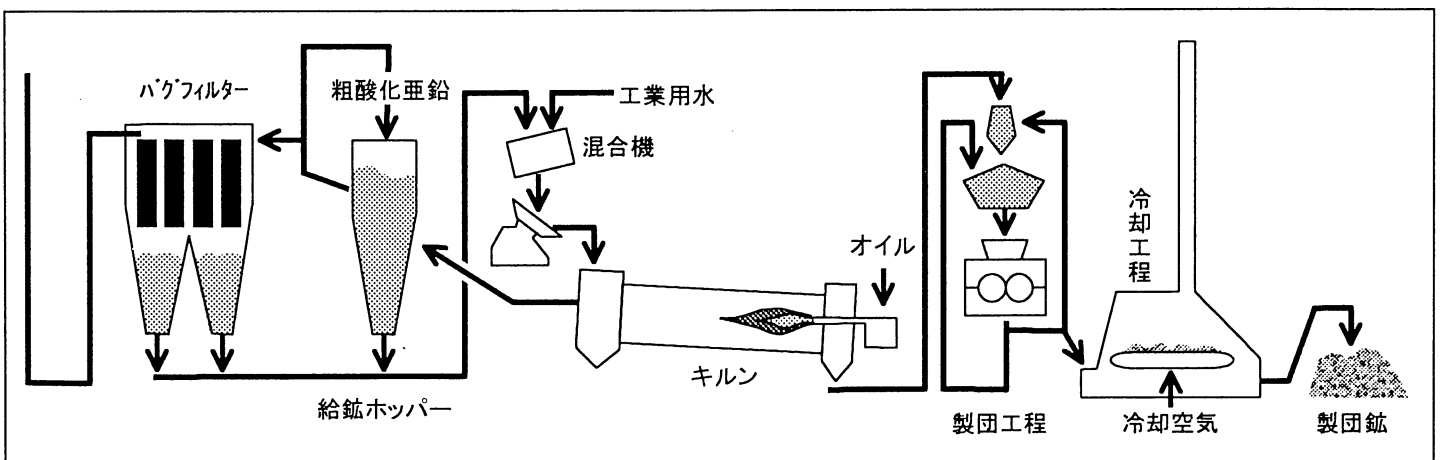
図 II-3-1 湿式法による前処理フローの例



図II-3-2 ウェルツ法の概要フロー



図II-3-3 半溶鉛炉法の概要フロー



図II-3-4 ロータリーキルン法の概要フロー

4. 香川県における再利用の取組み

4-1. 再利用の取組みの概要

豊島の廃棄物等に中間処理を施すことによって生じる副成物について、できる限り再生利用が図られるよう、香川県が行う公共事業での利用の可能性等について、調整及び協議を行うために、平成10年5月14日、豊島問題対策連絡会議に副成物再生利用部会が設置された。

副成物再生利用部会では、平成10年5月15日、第一回目の部会を開催し、部会長より、検討すべき事項等の説明を行うとともに、検討に際し留意すべき法規制等についての調査を依頼した。

平成10年6月4日に第二回目の部会を開催し、副成物の再利用の用途や量について、協議を行った。表II-3-25に示す通り、県の公共事業担当部局で溶融スラグの利用が想定される分野としては、道路用砕石とコンクリート用骨材が考えられ、その年間需要量は、それぞれ、約5万m³と約22万m³であること、エコセメントについては、用途が限定されるため、現時点では、安定的な需要は見込めないことが報告された。さらに、溶融スラグの再利用に際しては、安全性の確保、規格・基準の制定、製品価格の設定等の課題が提起された。

表II-3-25 スラグ、エコセメントの利用が想定される分野における用途別の材料、量等の調査結果

副成物の種類	利用が想定される分野		現在使われている材料	年間需要量	規格の有無	市場単価
スラグ	道路用砕石	加熱アスファルト混合物用	砕石(新材)	(約1.3万m ³) 約0.9万m ³	各工事 共通仕様書	3,450円/m ³
		上層路盤材用 (粒度調整砕石)	砕石(新材)	約4万m ³	各工事 共通仕様書	3,300円/m ³
		下層路盤材用 (クラッシャーラン)	再生クラッシャーラン	(約14万m ³) —	各工事 共通仕様書	—
	コンクリート用骨材	生コンクリート用	砕石(新材)	約20万m ³	各工事 共通仕様書	3,400円/m ³
		コンクリート二次製品用	砕石(新材)	約2万m ³	各工事 共通仕様書	3,400円/m ³
	計			(約41万m ³) 約27万m ³		
エコセメント	コンクリート用セメント		高炉B種等	—	各工事 共通仕様書	—

注1) 年間需要量は、建設資材各業界の公共工事の全体出荷量から、香川県発注の公共工事の事業量を基に需要量を推定した値である。

注2) 年間需要量のうち、() 書きは再生材を含めた全体の年間需要量である。

注3) 道路用砕石のうち、下層路盤材については、再生クラッシャーランを全量使用しているため、再利用の対象にはならないと思われる。

- 注4) エコセメントについては、消波ブロックなど一部の無筋コンクリート構造物に再利用が限定されると言われており、現在、本県では安定的な需要は見込めないと思われる。
- 注5) 市場価格は、平成10年度土木工事材料単価（公表）の高松市内の現場渡し単価である。

4-2.スラグの再利用

現在、副成物再生利用部会で提起された課題や溶融スラグの利用用途について、次のような検討が進められている。

まず、溶融スラグの安全性については、技術検討委員会で選定した各処理方式による副成物の評価試験結果によると、「一般廃棄物の溶融固化物の再生利用に関する指針」（厚生省通知）に示された溶融固化物に係る目標基準に適合している結果となっているが、副成物再生利用部会では、将来的な再生利用に係る安全性を確認することも必要であるとの意見もあることから、その実験方法等について、今後、副成物再生利用部会等で検討を行うこととしている。

次に、規格・基準の設定については、県の公共工事に用いる砕石や骨材は、県の各工事の共通仕様書により、JIS規格に適合したものを使用すると統一運用がなされている。このため、技術検討委員会での実験結果を踏まえ、溶融スラグをコンクリート用骨材等に利用するため規格・基準の制定方法等について、今後、副成物再生利用部会等で検討を行うこととしている。

また、溶融スラグの利用用途としては、技術検討委員会で選定した、各処理方式での実験で得られた、溶融スラグの物理的な性状等から、道路用砕石よりもコンクリート用骨材（細骨材）の用途に適していると考えられる。このことから、当面、効果的な利用が図られる可能性が高い、コンクリート用骨材に再利用した場合の利用上の課題等について検討を行った。

その結果、一般の骨材と溶融スラグの骨材の混入を防ぐため、溶融スラグ専用のコンクリートプラントの整備が必要であること、溶融スラグの安定供給を行うため、溶融スラグ専用の集積場の確保が必要であること、輸送価格が高価になるため、輸送方式の検討が必要になる等の課題があることから、製品価格は、このようなことを考慮して設定する必要があり、今後、副成物再生利用部会で検討を行うこととしている。

さらに、その他の再生利用用途や石材市場に与える影響についても、今後、引続き検討することとしている。

4-3.エコセメントの再利用

副成物の一つであるエコセメントについて、技術検討委員会の指示を受けて、県において、秩父小野田(株)からヒアリングを行った結果は、次の通りである。

①東京都の多摩地区で製造予定のエコセメントの用途について

生産したエコセメントは、秩父小野田(株)で全量購入し、ユーザーに販売することを提案している。

高塩素型の用途は、年間800万もの国内需要のある固化材、コンクリート製品等の無

筋セメント分野であり、多摩地区のエコセメントは首都圏での秩父小野田（株）の販売高の中で十分さばける。さらに、低塩素型では、普通セメントの代替用途が可能であり、年間8000万もの国内需要の中でさばくことができると考えている。

②香川県でエコセメントを製造した場合、その全量を引き取る可能性について

今の段階では、香川県におけるユーザーの詳細を承知していないので、全量引き取りを確約することは難しいと思っている。

セメントの物流を円滑化し、経済性を高めるため、豊島ではセメントの中間製品であるクリンカまでの製造とし、このクリンカを秩父小野田(株)の最寄りの工場に搬入する。最終工程のセメント粉砕は既存工場の設備を活用し、仕上がったセメントについては、できるだけ香川県関係工事に振り向け、残りについては、秩父小野田(株)が責任をもって販売することを提案する。

③エコセメントの最近の技術進歩について

エコセメントについては、塩素が0.5%から1%含まれており、鉄筋コンクリートには使いにくいし、J I Sでも0.02%（200ppm）という基準がある。

J I S規格は満たさないが、技術的には、塩素が0.1%（1000ppm）以下の低塩素型の製造が可能であり、それだと、実際には鉄筋がさびない領域であり、実質的な用途は広げられる。

④エコセメントのJ I S化について

現状の低塩素型エコセメントは、塩素含有量以外の強度、凝結などの特性では、いずれも現行のJ I S規格を満足している。

セメント協会では、セメントの塩素含有濃度に関してJ I S改正を求める方針であり、現在、内部検討を進めている段階である。98年度内にJ I S改正の原案をつくり、99年度には、J I S改正委員会を設置し、通商産業省に具体的に働きかける方針である。J I S改正の考え方の基本は、セメント中の塩素規制数値を引き上げ、コンクリート中塩素の総量規制を重視することであり、セメント中の目標値としては、欧米並みの1000ppmあたりが考えられているが、これであれば、低塩素型エコセメントは、現状のまま塩素規制をクリアできる。

4-4. 飛灰の再利用

香川県においては、現在、中間処理実験で発生した飛灰を保管中であり、これを用いて、県環境研究センターで、飛灰を埋立処分するための処理実験を実施するとともに、飛灰中の金属を再資源化するための金属回収システムに係る検討も行うこととしている。

現在、処理実験については、飛灰中の重金属等を安定化するため、重金属処理剤やセメントを用いて、その添加量や混練時間など最適な処理条件を検討するための実験を行っているところである。

また、金属回収システムに係る検討については、現在、実験方法等についての検討を行っている。

第4章 対象となり得る技術に関する実験とその結果に関する評価

第2章で選定された技術方式に関する処理実験を実施した。以下では実験の目的、経緯、実施内容等について説明し、さらに処理実験の結果をまとめて示し、上記結果を基に実験の評価を行う。

1. 実験の目的とその結果の評価に当たっての基本的な考え方

処理実験の実施に当たり、「処理実験の実施方針」をとりまとめた。さらに実験結果の評価について「実験の目的とその結果の判断に関する見解」を示した。

以上2つの文書の全文を資料II-4-1及び資料II-4-2として掲げる。その内容は以下の通りである。

1-1. 実験実施の目的とその経緯

豊島廃棄物等に関する処理実験は、A工程（廃棄物高度処理）及びC工程（再資源化・有効利用）を中心に実施した。処理実験の主な目的は以下の通りである。

- ①処理方式の「豊島廃棄物等」に対する有効性の確認
- ②処理方式の安全性を検討するための基礎データの把握
(処理実験データに基づく実機における排ガス処理の検討等)
- ③副成物の再資源化・有効利用を検討するための基礎データの把握
- ④処理方式の経済性を検討するための参考データの取得

実験対象となる技術方式の選定に当たっては、まず企業からの提案や関連情報等を基に、検討対象とすべき技術方式を選定した。次いで選定された技術方式に関し、実績や実験施設の有無等を考慮して実験担当候補企業を選び、ヒアリングを実施した。さらに、ヒアリング結果や関連情報等を基に、実験担当企業を選定した。

実験試料とした豊島廃棄物等は、平成7年の公調委調査の結果を基に、可燃分が最大と推定される試料及び可燃分が最小と推定される試料の2種を指定し、2度にわたり現地で掘削し、各実験施設に運搬した。実験対象として選定された各方式の実績や特徴等を勘案し、各方式での実験対象試料を決定した。

処理実験に際しては、技術検討委員会による立会を実施した。また、実験実施に当たり、実験担当企業はもちろんのこと、実験施設周辺の住民の方々をはじめ、関連する地方自治体等の卸理解と卸協力を頂いた。

1-2. 実験結果の評価に当たっての基本的な考え方

処理実験で使用した施設（以下、実験施設という。）は豊島廃棄物等とは異なる廃棄物を対象として建設された実機あるいは実験設備であり、今回のデータは豊島廃棄物等に対する実施設における性能を想定するための参考データとして取り扱った。

実験施設は、その通常の使用目的（実機か実験設備か）に加え、建設時期や規模等がかなり異なり、排ガスや排水等の処理設備に関しても差異がある。特に排ガスや排水等に関する環境への排出状況は、施設のそれらに対応する処理設備の状況や施設の規模等により大きく影響されるので、今回のデータを評価するに当たってはこの点に留意した。

なかでも排ガスに関しては、豊島廃棄物等に対する実施設を想定した処理設備について、その入口性状に合わせて技術検討委員会において別途検討した。

実験施設で通常対象とされている廃棄物とは性状や含有成分においてかなり異なる豊島廃棄物等を対象としたため、特に排ガスや排水等の環境保全に関連するデータにおいてかなり広範囲なデータを取得した。これらのデータは、豊島廃棄物等の特殊性のため、実験施設で通常対象とされている廃棄物等でのデータと同列に評価することはできない。

実験結果の評価は、実験の実施に当たり、準備期間や実験回数等の諸条件に種々の制限があったことを十分に考慮した。また、今回の実験結果に基づく経済的データに関しては、試算ベースが処理方式ごとに異なっている点があること等から、あくまでも概算値として取り扱った。

実験結果の評価には実験担当企業が同時に測定したデータも参考とした。また、実験終了後、必要に応じ、実験担当企業に対し、処理実験結果に基づく処理方式に関する追加コメントを求めた。

なお、処理実験結果及び実験の評価の公開は、関係自治体等と連絡・協議の上行った。

1998年4月5日

処理実験の実施方針

- (1) A工程「廃棄物高度処理（廃棄物・土壌等）」及びC工程「再資源化・有効利用」の処理方式を中心に、処理実験を実施する。
- (2) 処理実験に際しては、原則として技術検討委員会による立会を実施する。
- (3) 処理実験の主な目的は、以下のとおりとする。
 - ①処理方式の「豊島廃棄物等」に対する有効性の確認
 - ②処理方式の安全性を検討するための基礎データの把握
処理実験データに基づく実機における排ガス処理の検討等
 - ③副成物の再資源化・有効利用を検討するための基礎データの把握
 - ④処理方式の経済性を検討するための参考データの取得
- (4) 処理実験において得られた実験データについては、実験施設、実験試料等処理実験実施上の制約条件を十分に考慮した上で評価する。
- (5) 処理実験データの評価に当たっては、実験担当企業が同時に測定したデータも参考とする。
- (6) 実験終了後、必要に応じ、実験担当企業に対し、処理実験結果に基づく処理方式に関する追加コメントを求める。
- (7) 処理実験結果の公開は、関係自治体等と連絡・協議の上、行うものとする。

1998年7月27日

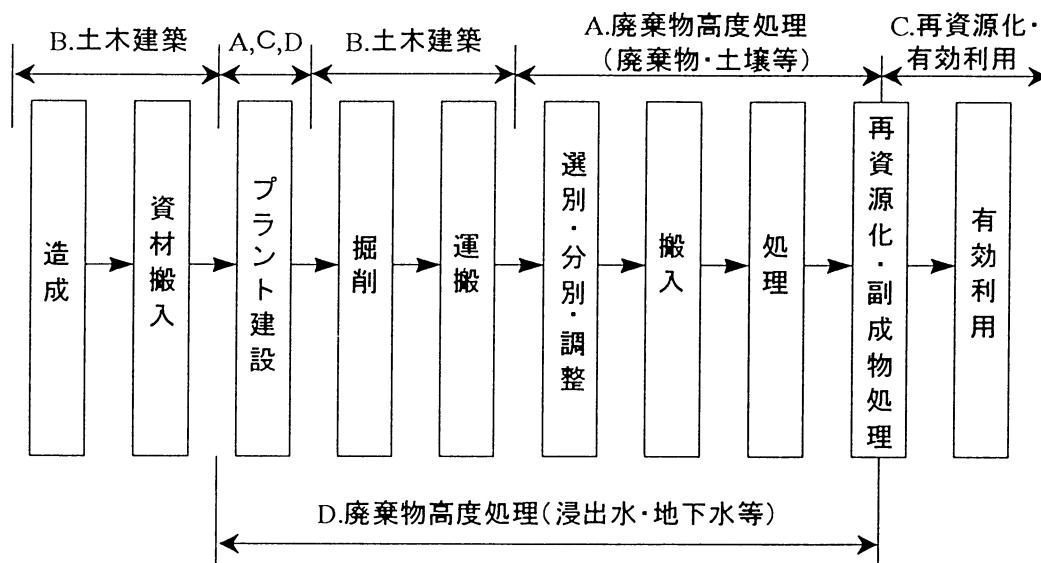
実験の目的とその結果の判断に関する見解

香川県豊島廃棄物等処理技術検討委員会

1. 実験実施の目的とその経緯

香川県豊島廃棄物等処理技術検討委員会（以下、技術検討委員会）が今般企画・実施した豊島廃棄物等に関する実験は、同委員会が行う中間処理に関する処理方式の選定に資する情報の取得を目的としている。なお、処理方式の選定に当たっての基本的考えは「技術選定に当たって留意すべき事項」（資料Ⅱ-1-1、第Ⅱ編第1章）に示されている。

- (1) 豊島廃棄物等の処理工程は下図のように分類される。実験対象の工程は、このうち処理対象物の特殊性や副成物の有効利用等の観点から確認が必要と考えられるA工程「廃棄物高度処理（廃棄物・土壌等）」ならびにC工程「再資源化・有効利用」に限った。



注：第3回技術検討委員会以降、
必要な修正を実施。

- (2) 技術検討委員会における実験対象の方式選定は以下の手順によって行った。

- ① まず企業からの提案や関連情報等をもとに「検討対象とすべき技術方式」を選定した。
- ② 次に選定された「検討対象とすべき技術方式」に関し、実績や実験施設の有無等を考慮して実験担当候補企業を選び、ヒアリングを実施した。
- ③ ヒアリング結果や関連情報等をもとに実験対象企業を選定した。

- (3) 実験実施に当たっては、実験担当企業はもちろんのこと、実験施設周辺の住民の方々をはじめ、関連する地方自治体等の御理解と御協力を頂いた。
- (4) 実験試料とする豊島廃棄物等は、平成7年の公害等調整委員会調査（「豊島産業廃棄物水質汚濁被害等調停申請事件に係る調査」）の結果をもとに、以下の2種を技術検討委員会が指定し、2度にわたり現地で掘削し、各実験施設に運搬した。
- ①平成7年の公害等調整委員会調査のデータから可燃分が最大と推定される試料
 - ②同調査のデータから可燃分が最小と推定される試料
- (5) 実験対象として選定された各方式の実績や特徴等を勘案し、技術検討委員会において、各方式での実験対象試料を決定した。
- (6) 処理実験で把握したい情報は「処理実験の実施方針」（資料Ⅱ-4-1，第Ⅱ編第4章）に記載した下記の事項である。
- ①処理方式の「豊島廃棄物等」に対する有効性の確認
 - ②処理方式の安全性を検討するための基礎データの把握
 - ・処理実験データに基づく実機における排ガス処理の検討など
 - ③副成物の再資源化・有効利用を検討するための基礎データの把握
 - ④処理方式の経済性を検討するための参考データの取得

2. 実験結果の評価に当たっての留意事項

- (1) 今般の処理実験で使用した施設（以下、実験施設）は豊島廃棄物等とは異なる廃棄物を対象として建設された実機あるいは実験設備であり、今回のデータは豊島廃棄物等に対する実験施設の性能想定参考データとして取り扱う必要がある。
- (2) 実験施設は、その通常の使用目的(実機か実験設備か)に加え、建設時期や規模等がかなり異なり、排ガスや排水等の処理設備に関しても差異がある。特に排ガスや排水等に関する環境への排出性状は、施設のそれらに対応する処理設備の状況や施設の規模等により大きく影響されるので、今回のデータを評価するにあたってはこの点に留意しなければならない。
- (3) なかでも排ガスに関しては、豊島廃棄物等に対する実験施設を想定した処理設備については、その入り口性状に合わせて技術検討委員会において別途検討されることになる。

- (4) 実験施設で通常対象とされている廃棄物とは性状や含有成分においてかなり異なる豊島廃棄物等を対象としたため、特に排ガスや排水等の環境保全に関連するデータにおいてかなり広範囲なデータを取得した。
- (5) また、豊島廃棄物等の特殊性のため、実験施設で通常対象とされている廃棄物等でのデータとは異なる。
- (6) 今回の実験結果の評価は、実験の実施に当たり、準備期間や実験回数等の諸条件に種々の制限があったことを十分に考慮の上、行う必要がある。
- (7) 今回の実験結果に基づく経済的データは、試算ベースが処理方式毎に異なっている点があること等から、あくまでも概算値として取り扱う必要がある。
- (8) なお、実験結果の評価に当たっても「処理実験の実施方針」に述べたように、以下の点に配慮することとしている。
- ①実験データについては、実験施設、実験試料等処理実験実施上の制約条件を十分に考慮する。
 - ②実験担当企業が同時に測定したデータも参考にする。
 - ③必要に応じ実験担当企業に対し、処理実験に基づく処理方式に関する追加コメントを求める。

2. 処理実験の実施

実験は、技術検討委員会の策定した実験計画書（添付資料 12 参照）に基づいて、香川県が実験施設のある自治体等に連絡し、事前に同意を得た上で実施した。実験対象物は、豊島から直接各実験担当企業の実験施設まで送付された。また、処理対象物、処理後の副成物、排ガス及び排水の分析等、技術検討委員会が必要と認める分析項目については、あらかじめ指定された分析・測定機関にて分析を実施した。

実施内容の概略を以下に示す。

2-1. 実験の目的

基本的に以下の 8 項目を目的として、実験を実施した（ただし、方式によっては、該当しない項目もある）。

- ① 処理の安定性の確認
- ② 公害防止性能に関する基礎データの把握
- ③ 副成物（選別・分別等により発生する瓦礫、金属片等の選別残さ／廃棄物高度処理等により発生するスラグ、メタル等の再資源化材／廃棄物高度処理等により発生する飛灰等の処理残さ）の種類及び発生量に関する基礎データの把握
- ④ 選別残さや処理残さの処理処分方法の検討
- ⑤ 再資源化材の安全性及び有効利用性の検討
- ⑥ エネルギー収支・物質収支等に関する基礎データの把握
- ⑦ 用水の供給・利用に関する基礎データの把握
- ⑧ 経済性に関する基礎データの把握

2-2. 実験対象物の準備

公調委調査の結果を基に、可燃分が最大と推定される試料及び可燃分が最小と推定される試料を 2 度にわたり現地で掘削し、各実験施設に運搬した（添付資料 13 参照）。

- ① 試料の掘削場所、掘削方法、均一化作業等は技術検討委員会が決定し、住民の立会の下に掘削等の作業を実施した。
- ② 各実験担当企業への送付試料は、可能な範囲で事前に均一化作業を行った。試料の微量性分は、いずれの試料においても一定濃度以上を含有していることを条件とした。
- ③ 掘削した試料は、フレキシブル・コンテナ等の容器に入れた上で、トラックにて運搬した。
- ④ 一部の処理実験は、他の処理実験で得られた副成物を実験対象物とした。

2-3. 実験実施期間及び実験対象物

各処理実験の実施期間及び実験対象物を表II-4-1に示す。実験時間は、安定的な燃焼状態で必要な計測を実施できる時間を確保した。

2-4. 分析・測定

試験データの分析・測定は、各実験担当企業及び技術検討委員会があらかじめ指定した分析・測定機関が行った。分析・測定項目は以下の通りである。

①各実験担当企業において取得した試験データ

(ア)実験対象物の性状を確認するための分析・測定（事前に性状確認を行った上で、各実験担当企業にて分析・測定を実施してダブル・チェックを行った。）

(イ)運転プロセスパラメータ

- －立ち上げ時間
- －各部温度の経時変化
- －エネルギー消費量（燃料消費量）の経時変化と総消費量
- －用水消費量の経時変化と総消費量
- －発生した副成物量とその組成
- －排水量の経時変化とその総発生量
- －排ガス量の経時変化とその総発生量

②指定された分析・測定機関において取得した試験データ

(ア)排水及び排ガスの性状

(イ)得られる副成物のうち、再資源化材の安全性及び有効利用性（スラグやメタルの溶出試験、有効利用のための基礎データ等）

(ウ)得られる副成物のうち、選別残さや処理残さの処理処分性（組成分析等）

(エ)焼却＋熔融方式における焼却灰の性状

2-5. 実験の立会

実験は、技術検討委員会委員（適宜、分担）等の立会の下行われた。また、三者協議機関による視察も行われた。

表II-4-1 実験実施期間及び実験対象物

処理工程	日程	2月	3月	4月	実験対象物及び処理量
A 工程	技術方式	10	10	10	
	焼却・溶融 (溶融型ロータリーキルン)	2/13 2/18 ●—●			第一次掘削の試料1 (16.6t)、試料2 (12.5t)
	ガス化溶融 (ガス化溶融一体型)	2/14 2/17 ●—● (試料1)	3/7 3/9 ●—● (試料2)		第一次掘削の試料1 (24.1t)、試料2 (15.0t)
	溶融/焼却 (表面溶融/ロータリーキルン)		3/17 3/23 ●—●		第二次掘削の試料1 (80t)
	焼却 (ロータリーキルン焼却)		3/4 3/11 ●—●		第二次掘削の試料1 (45t)
C 工程	溶融 (プラズマ溶融)		3/17 ●—●	3/31 ●—●	焼却処理実験において得られた焼却灰(2.27t)、飛灰(0.45t)
	結晶化 (スラグの用途開発)		3/30 ●—●	4/4 4/6 4/10 ●—● (No.1) ●—● (No.2)	焼却・溶融処理実験において得られたスラグ No.1(5.5t)、No.2(6.5t)*1
	エコセメント (焼却灰・飛灰の再資源化)		3/19 3/21 ●—●		焼却処理実験において得られた焼却灰(10.9t)、飛灰(2.08t)
	MRG (飛灰の再資源化)		3/25 3/27 ●—●		エコセメント処理実験において得られた飛灰(0.165t)
	塩化揮発 (飛灰の再資源化)		2/19 2/27 ●—● (実験室試験)	3/10 3/12 3/19 ●—● (実験室試験、実処理想定試験)	ガス化溶融処理実験において得られた飛灰1(1.20t)、飛灰2(0.72t)*2
実験対象物の掘削		2/1 2/3 ●—● (第一次掘削)	3/1 3/3 ●—● (第二次掘削)		

*1) 試料1を処理して得られたスラグをNo.1、試料2を処理して得られたスラグをNo.2とする。

*2) 試料1を処理して得られた飛灰を飛灰1、試料2を処理して得られた飛灰を飛灰2とする。

3. 処理実験結果のまとめ

処理実験は、A工程及びC工程に対応した技術方式のうち、豊島廃棄物等への適用可能性が高いと考えられる次の9つの技術方式について実施した*。

A工程

- ①焼却・溶融（溶融型ロータリーキルン）処理方式
- ②ガス化溶融（ガス化溶融一体型）処理方式
- ③溶融／焼却（表面溶融／ロータリーキルン）処理方式
- ④焼却（ロータリーキルン焼却）処理方式
- ⑤溶融（プラズマ溶融）処理方式

C工程

- ⑥結晶化（スラグの用途開発）処理方式
- ⑦エコセメント（焼却灰・飛灰の再資源化）処理方式
- ⑧MRG（飛灰の再資源化）処理方式
- ⑨塩化揮発（飛灰の再資源化）処理方式

以上の9つの技術方式について、処理実験結果を概ね以下の構成にしたがって整理した。

- ①実験の概要
- ②投入物・排出物の種類及び量に関する整理
- ③各部の温度
- ④排ガス性状データの整理
- ⑤副成物（スラグ、メタル、石材品、エコセメント、飛灰等）性状データの整理
- ⑥物質収支のまとめ

以下に実験結果をとりまとめる。

※) 上記9方式の処理実験とは別に、本多委員の提案された「湿式回収セメント化法」処理方式に関する実験も実施した（添付資料14参照）。ただし、本方式については実験室試験の段階であり、できるだけ早期の対応が望まれるとする「技術選定に当たって留意すべき事項」（資料I-2-1、第I編第2章）の前提に合致しないこともあり、以降の技術方式の選定の対象からは除外されることとなった。

3-1.焼却・溶融(溶融型ロータリーキルン)処理方式に関する処理実験

3-1.1 実験の概要

(1)実験目的

実験目的は以下の通りである。

- ①処理の安定性の確認
- ②環境保全性能に関する基礎データの把握
- ③副成物（選別・分別等により発生する瓦礫、金属片等の選別残さ／廃棄物高度処理等により発生するスラグ、メタル等の再資源化材／廃棄物高度処理等により発生する飛灰等の処理残さ）の種類及び発生量に関する基礎データの把握
- ④選別残さや処理残さの処理処分方法の検討
- ⑤再資源化材の安全性及び有効利用性の検討
- ⑥エネルギー収支・物質収支等に関する基礎データの把握
- ⑦用水の供給・利用に関する基礎データの把握
- ⑧経済性に関する基礎データの把握

(2)実験の内容

実験の内容は以下の通りである。

- ①ピットに受け入れた試料を前処理なしでクレーンによりホッパへ投入し、ロータリーキルンにて焼却・溶融処理し、水砕スラグにした。
- ②実験装置の制約から、目開き 20.0mm の格子より大きな瓦礫、金属、ゴム等を分離した。その量は 0.3%である。
- ③上記の選別物は、破碎または切断し炉内に投入して処理した。以上により、持込んだ試料の全量を焼却・溶融し、無害化処理を行った。

(3)実験実施者

処理実験は住友重機械工業株式会社が実施した。

(4)実験スケジュール

処理実験は表 II-4-2 に示すスケジュールに基づき実施した。

表II-4-2 実験のスケジュール

項目	第1次掘削の試料1	第1次掘削の試料2
実験対象物掘削	2月1日・3日	2月1日・3日
実験対象物受入	2月4日	2月4日
ピット投入(前処理無)	2月4日	2月4日
処理実験	2月13日～2月18日	2月13日～2月18日
実験対象物装入開始	2月13日	2月14日
実験対象物装入完了	2月17日	2月17日
技術検討委員会立会	2月15日	2月16日
副成物サンプリング	2月15日	2月16日

(5)実験対象物

実験対象物及び処理量を表II-4-3に示す。

表II-4-3 実験対象物及び処理量

実験対象物	第1次掘削の試料1	第1次掘削の試料2
処理量 t	16.6	12.5*

※)ピット投入時に試料2の一部に他の試験で使用した焼却灰が混入(試料2の一部+混入した焼却灰=8.19t)したため、混入部分は収支対象外とした。

(6)実験場所

処理実験は住友重機械工業株式会社 灰溶融実証施設(茨城県)にて実施した。

(7)実験施設

実験施設の概要を表II-4-4に、フローを図II-4-1に示す。

なお、フロー図中の番号は投入・排出物量、各部温度及び排ガスの測定位置を表す。

表II-4-4 実験施設の概要

名称	住友重機械工業 灰溶融実証施設
竣工	平成8年3月
処理設備	(方式) 溶融型ロータリーキルン (処理能力) 12t/24h (可燃物混合廃棄物の焼却溶融時は5～8t/24h前後)
溶融物処理設備	水砕装置
排ガス処理設備	乾式消石灰吹込み+バグフィルター (本処理実験においては、さらに粉状活性炭吹込みを行った。)
排水処理設備	(クローズドシステム)

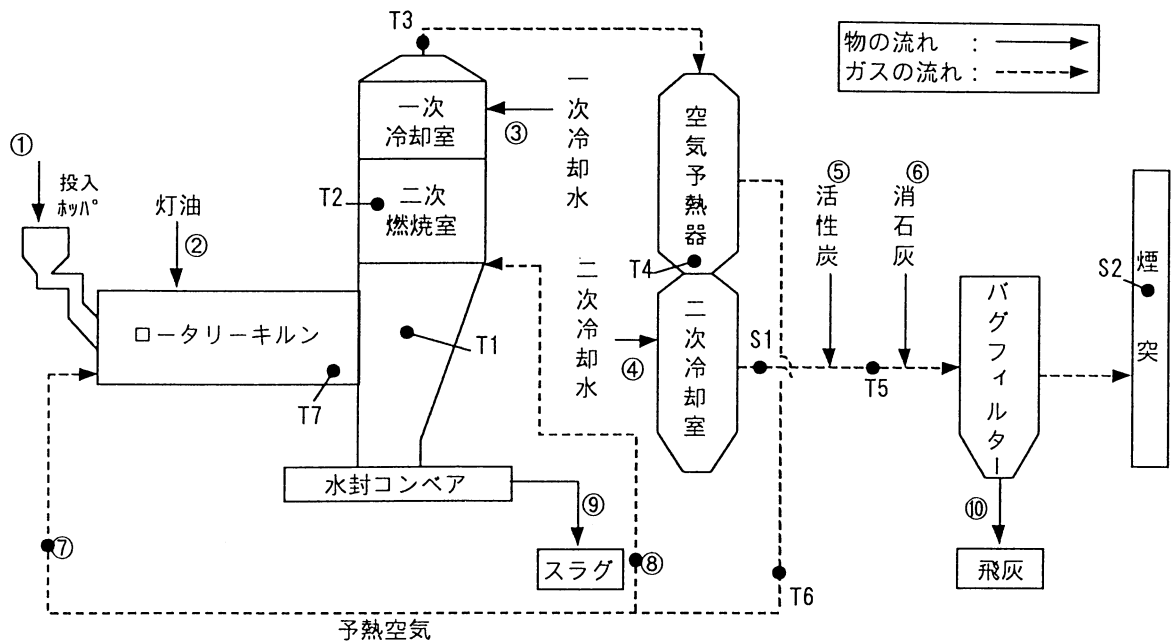


図 II-4-1 処理実験フロー

3-1.2 実験条件

ロータリーキルン内を空にし、による温度保持運転（6時間）の後、投入開始（0：00）から投入停止（18：00）までの18時間をデータ評価期間とした。ただし、副生成物は、19：00までの排出量を算入し、灯油、冷却水等の量は1時間毎の測定値（0：00時をのぞく1：00、2：00……18：00時の18個のデータ）から平均値を求めた。データ評価期間における各測定量の変動範囲及び平均値を表II-4-5に示す。

試料1及び試料2の処理実験のいずれにおいても、スラグとメタルが混合した状態で排出された^{*}。指定分析機関における分析時にスラグを粉砕し磁選を行った結果、試料1は磁性物が分離されなかったが、試料2については約35.7%が分離された。この指定分析機関において分離された磁性物を磁性物分とし、試料2の処理実験について表II-4-5においてはスラグと磁性物を分離した量で示した。

※)本実験は、無害化処理を重点として行った。実験により、経済的で無害なスラグが得られたが、原料中の酸化鉄が還元されずにスラグ中に移行する結果となった。スラグ中の鉄分は酸化鉄の形態であるため、コンクリートブロック等へのリサイクルに際して発錆や膨張等の問題は発生しないと考えられる。

一方、試料中酸化鉄の還元に必要なコークスを添加して焼却溶融処理を行えば、本方式においてもメタルとスラグの分離は可能である。実験実施企業は、類似ケースのラボテストデータを多数保有しており、酸化鉄含有ダストから鉄を還元してリサイクルする溶融型ロータリーキルンの実機（年間7万t処理）も、国内の製鉄所内にて稼働している。

表 II-4-5 実験条件

項目	測定位置	試料1	試料2	備考
1. 処理対象物				
1) 総処理量(湿ベース)	①	16.6t	12.5t	
2) 時間当たり処理量				
(1)湿ベース	①	— (455kg/h)	— (451kg/h)	
(2)乾ベース	①	— (332kg/h)	— (329kg/h)	
3) 処理物の水分(湿ベース)	①	27.0%	27.0%	指定分析機関による分析結果 試料1:28.1%、試料2:27.5%
4) 処理物の低位発熱量				
(1)湿ベース	/	1510kcal/kg	357kcal/kg	
(2)乾ベース	/	2291kcal/kg	711kcal/kg	
2. 副資材、添加材				
1) 灯油	②	94 ~ 175ℓ/h (131ℓ/h)	184 ~ 221ℓ/h (194ℓ/h)	低位発熱量:8240kcal/ℓ 比重:0.8kg/ℓ
2) 活性炭	⑤	— (0.42kg/h)	— (0.42kg/h)	実験時のみ使用
3) 消石灰	⑥	— (16.7kg/h)	— (9.1kg/h)	
4) プラント用水 (合計)		1059 ~ 1539kg/h (1293kg/h)	1020 ~ 1520kg/h (1190kg/h)	
(1)排ガス一次冷却水	③	749 ~ 1148kg/h (945kg/h)	700 ~ 1064kg/h (805kg/h)	
(2)排ガス二次冷却水	④	173 ~ 254kg/h (211kg/h)	131 ~ 262kg/h (194kg/h)	
(3)機器冷却他	/	— (137kg/h)	— (191kg/h)	
3. 副成物				
1) スラッグ	⑨	— (168kg/h)	— (158kg/h)	試料2は指定分析機関に おいてスラッグと磁性物を分離
2) 磁性物	⑨	/	— (88kg/h)	試料1は分離できず
3) 飛灰	⑩	— (29.6kg/h)	— (45.5kg/h)	消石灰を含む
4. 排ガス				
1) 湿り排ガス量	S1	(5460m ³ N/h)	(5450m ³ N/h)	バグフィルター入口
	S2	(6270m ³ N/h)	(5430m ³ N/h)	煙突
2) 乾き排ガス量	S1	(3440m ³ N/h)	(3140m ³ N/h)	バグフィルター入口
	S2	(4280m ³ N/h)	(3290m ³ N/h)	煙突

()内は平均値
—はデータなし
排ガス量は平均値のみ示す

3-1.3 投入物及び排出物

投入物及び排出物に関する整理結果を表II-4-6～表II-4-8にまとめる。なお、投入位置、排出位置及び測定位置は図II-4-1のフロー図中に番号で示す。

表II-4-6 投入物の種類と量・熱量

投入物	投入位置	試験1		投入熱量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	試験2		投入熱量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
		実験での 実使用量	投入量 ¹⁾ (対象物1t当たり)		実験での 実使用量	投入量 ¹⁾ (対象物1t当たり)		
処理対象物	①	湿ベース	455kg/h	1.510×10 ⁶ kcal (2.291×10 ⁶ kcal)	湿ベース	451kg/h	0.357×10 ⁶ kcal (0.711×10 ⁶ kcal)	
		乾ベース						
灯油	②	131ℓ/h	288ℓ (395ℓ)	2.373×10 ⁶ kcal (3.255×10 ⁶ kcal)	430ℓ (590ℓ)	3.543×10 ⁶ kcal (4.862×10 ⁶ kcal)	低位発熱量:8240kcal/ℓ ロータリーキルン及び二次燃焼室に投入	
活性炭	⑤	0.42kg/h	0.92kg (1.27kg)		0.42kg/h	0.93kg (1.28kg)	BF手前で投入 (実験時のみ使用)	
消石灰	⑥	16.7kg/h	36.7kg (50.3kg)		9.1kg/h	20.2kg (27.7kg)	BF手前で投入	
予熱空気 (ロータリーキルン)	⑦	1829m ³ N/h	4020m ³ N (5510m ³ N)	0.219×10 ⁶ kcal (0.300×10 ⁶ kcal)	1712m ³ N/h	3800m ³ N (5200m ³ N)	0.217×10 ⁶ kcal (0.297×10 ⁶ kcal)	空気のエンタルピー 174℃:54.4kcal/m ³ N(試験1) 183℃:57.2kcal/m ³ N(試験2)
		1211m ³ N/h	2660m ³ N (3650m ³ N)	0.145×10 ⁶ kcal (0.199×10 ⁶ kcal)	651m ³ N/h	1440m ³ N (1980m ³ N)	0.082×10 ⁶ kcal (0.113×10 ⁶ kcal)	
排ガス	③	945kg/h	2080kg (2850kg)		805kg/h	1780kg (2450kg)		
一次冷却水	⑨	211kg/h	464kg (636kg)		194kg/h	430kg (590kg)		
二次冷却水		137kg/h	301kg (413kg)		191kg/h	424kg (581kg)		
機器等冷却水							消費分 ²⁾ を冷却水槽及び造粒工程で投入	
合計				3.883×10 ⁶ kcal (5.546×10 ⁶ kcal)			3.900×10 ⁶ kcal (5.571×10 ⁶ kcal)	予熱空気の熱量を含まない
				4.247×10 ⁶ kcal (6.045×10 ⁶ kcal)			4.199×10 ⁶ kcal (5.981×10 ⁶ kcal)	予熱空気の熱量を含む

1) 上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

2) 機器等冷却水は、スラグコンベア及びクレーニングタワーでの蒸発、スラグ持ち出し分、造粒工程での使用等により消費。

表II-4-7 排出物の種類と量

排出物	排出位置	試料1		試料2		備考
		実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	
スラグ	⑨	168kg/h	369kg (506kg)	158kg/h	350kg (480kg)	
磁性物	⑨			88kg/h	195kg (267kg)	
飛灰	⑩	29.6kg/h	65.9kg (90.4kg)	45.5kg/h	101kg (138kg)	
合計		198kg/h	435kg (596kg)	292kg/h	646kg (885kg)	

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

表II-4-8 排ガス量

排ガス	測定位置	試料1		試料2		備考
		実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	
湿り排ガス量	S1	5460m ³ N/h	12000m ³ N (16400m ³ N)	5450m ³ N/h	12100m ³ N (16400m ³ N)	バグフィルター入口
	S2	6270m ³ N/h	13800m ³ N (18900m ³ N)	5430m ³ N/h	12000m ³ N (16300m ³ N)	煙突
乾き排ガス量	S1	3440m ³ N/h	7560m ³ N (10400m ³ N)	3140m ³ N/h	6960m ³ N (9430m ³ N)	バグフィルター入口
	S2	4280m ³ N/h	9410m ³ N (12900m ³ N)	3290m ³ N/h	7290m ³ N (9880m ³ N)	煙突

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

3-1.4 各部の温度

各部の温度の変動範囲及び平均値を表II-4-9に示す。

表II-4-9 各部の温度

部位	測定位置	試料1	試料2
キルン出口	T1	976~1050℃ (1015℃)	1005~1053℃ (1029℃)
二次燃焼口	T2	832~958℃ (879℃)	886~456℃ (912℃)
一次冷却口	T3	339~376℃ (356℃)	336~378℃ (362℃)
A/H入口	(T3)	325~343℃ (331℃)	321~340℃ (329℃)
A/H出口	T4	245~262℃ (251℃)	245~256℃ (251℃)
B/F入口	T5	177~182℃ (180℃)	159~182℃ (170℃)
予熱空気	T6	160~183℃ (174℃)	178~191℃ (183℃)
スラグ	T7	1320~1413℃ (1352℃)	1320~1453℃ (1337℃)

()内は平均値

3-1.5 排ガスの組成及び各種成分の経時変化

排ガスの組成について、指定分析機関による分析結果を表II-4-10に示す。

また、バグフィルター入口における排ガス中の O₂、SO₂、NO_x、CO の経時変化を図II-4-2～II-4-5(試料1)及び図II-4-6～II-4-9(試料2)に示す。

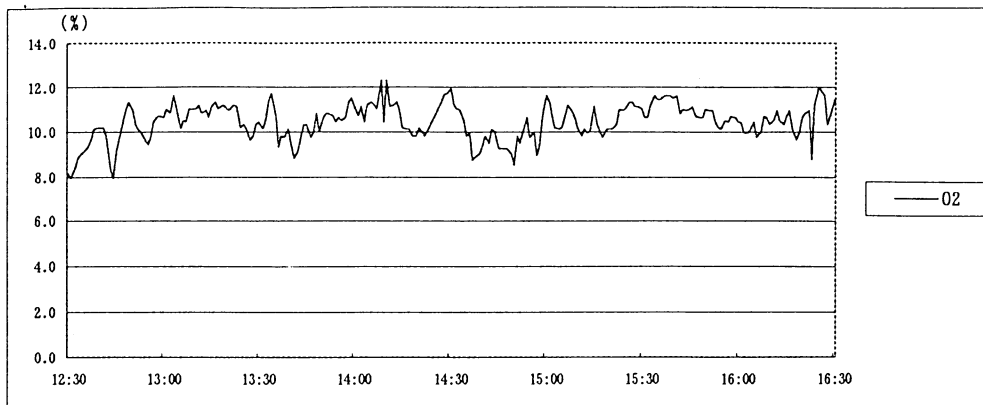
表II-4-10 排ガスの組成

分析項目	単位	試料1		試料2		分析・測定方法
		BF入口 S1	煙突 S2	BF入口 S1	煙突 S2	
水分量	%	37	31.7	42.4	39.4	JIS Z 8808
O ₂	%	10.4	10.7	8.3	8.6	JIS B 7983
CO ₂	%	8.3	—	10.0	—	JIS K 0301
ダスト	g/m ³ N	2.25	0.0046	2.37	0.0096	JIS Z 8808
(O ₂ 12%換算値)	g/m ³ N	1.68	0.0038	1.61	0.0071	
SO ₂	ppm	186	1	120	1	JIS B 7981
(O ₂ 12%換算値)	ppm	159	11	86	9	
NO _x	ppm	77	81	91	91	JIS B 7982
(O ₂ 12%換算値)	ppm	67	72	66	67	
HCl	ppm	600	104	224	62	JIS K 0107
(O ₂ 12%換算値)	ppm	479	87	158	46	
CO	ppm	3	4	4	6	JIS K 0098
(O ₂ 12%換算値)	ppm	2	4	2	4	
NH ₃	ppm	3.6	0.5	0.6	0.3	JIS K 0099
HCN	mg/m ³ N	0.03	0.02	0.02	0.02	JIS K 0109
T-Hg	mg/m ³ N	0.203	0.0097	0.336	0.0035	JIS K 0222
As	mg/m ³ N	0.20	0.0006	0.95	0.0015	水素化物発生原子吸光法
Sb	mg/m ³ N	1.65	0.0026	1.58	0.003	水素化物発生原子吸光法
T-Cr	mg/m ³ N	0.37	0.0087	0.21	0.0056	JIS K 0096
Si	mg/m ³ N	0.96	0.0293	1.94	<0.019	ICP発光分光分析法
Zn	mg/m ³ N	390	0.200	641	0.383	ICP発光分光分析法
Pb	mg/m ³ N	264	0.0959	152	0.0958	ICP発光分光分析法
Ca	mg/m ³ N	18.1	0.285	2.19	1.23	ICP発光分光分析法
Cu	mg/m ³ N	36.4	<0.026	26.7	0.023	ICP発光分光分析法
Ni	mg/m ³ N	0.16	<0.026	<0.15	<0.019	ICP発光分光分析法
Cd	mg/m ³ N	1.02	<0.026	0.67	<0.019	ICP発光分光分析法
Mo	mg/m ³ N	1.05	<0.026	5.26	<0.019	ICP発光分光分析法
V	mg/m ³ N	<0.16	<0.026	<0.15	<0.019	ICP発光分光分析法
PCB	mg/m ³ N	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	ガスクロマトグラフ法
ダイオキシン類	ng-TEQ/m ³ N	2.7	0.059	1.6	0.0098	1)

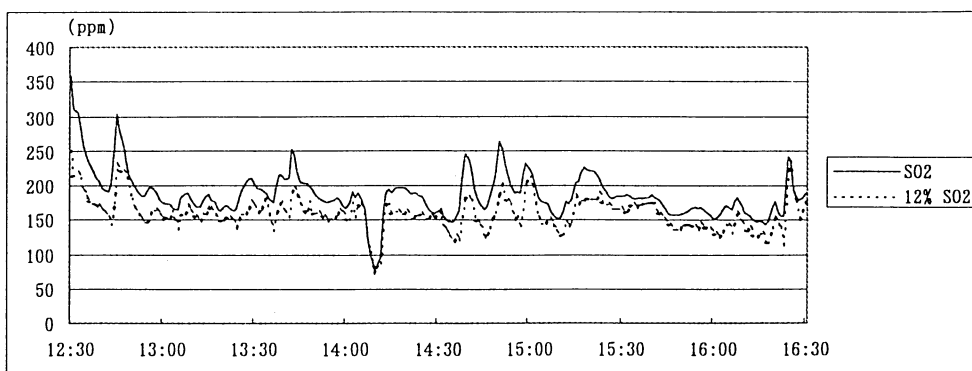
指定分析機関による分析結果

—はデータなし

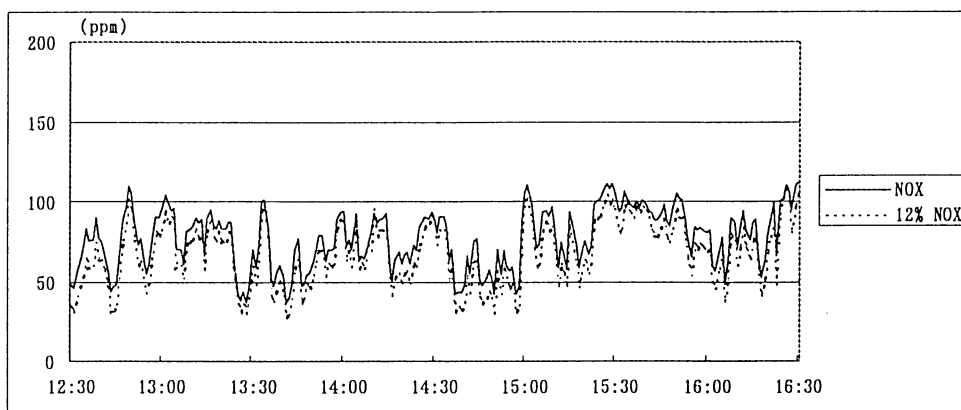
1) 廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル



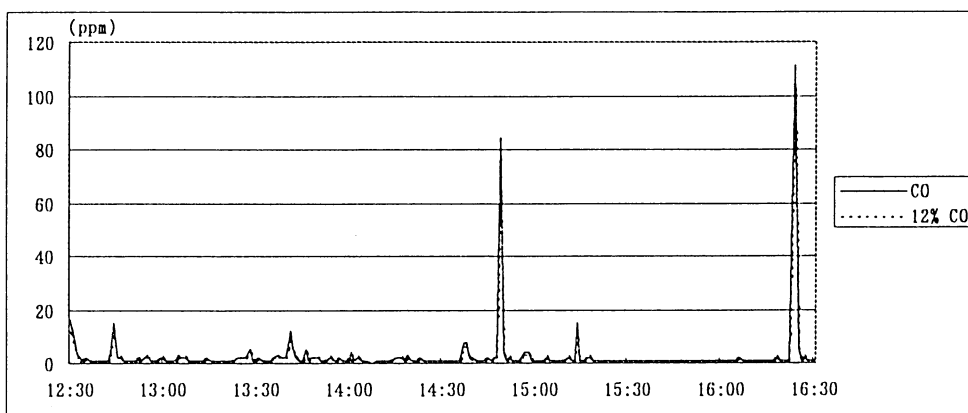
図II-4-2 O₂の経時変化(バグフィルター入口)/試料1



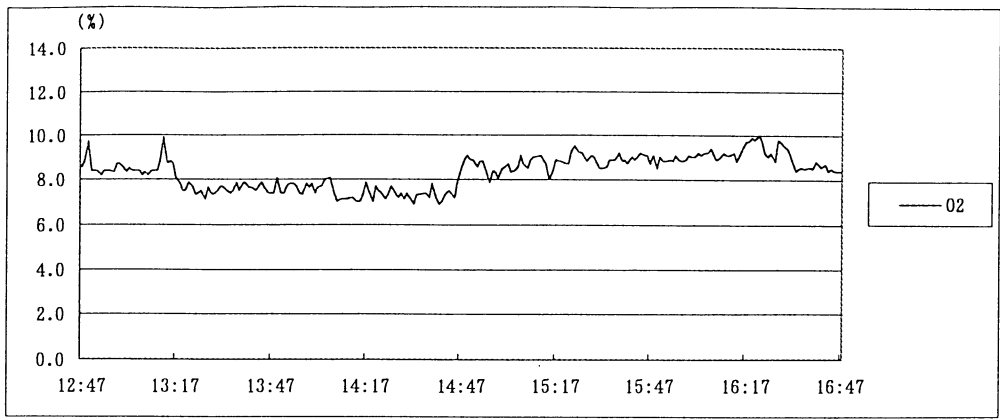
図II-4-3 SO₂の経時変化(バグフィルター入口)/試料1



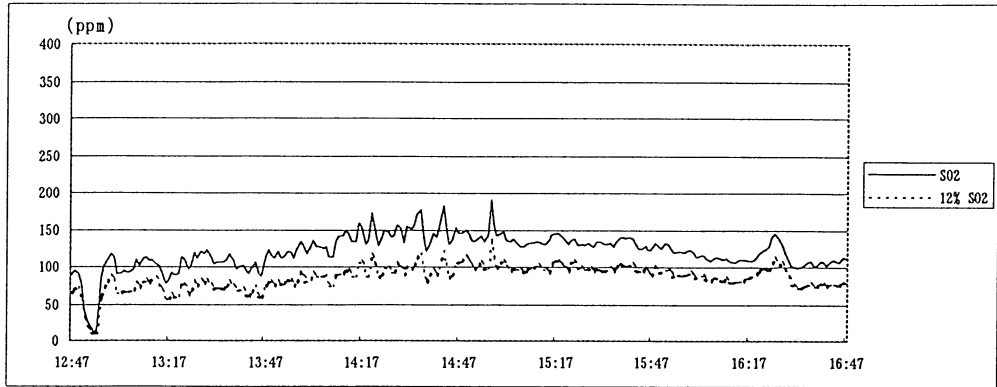
図II-4-4 NO_xの経時変化(バグフィルター入口)/試料1



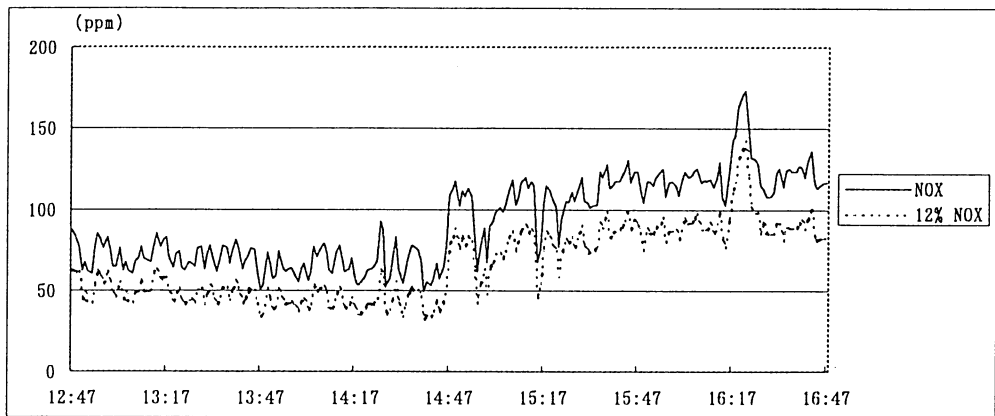
図II-4-5 COの経時変化(バグフィルター入口)/試料1



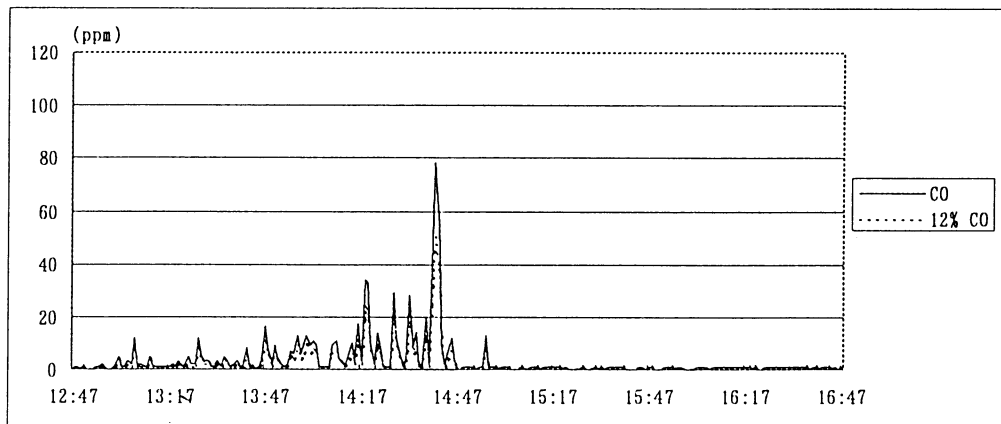
図II-4-6 O_2 の経時変化(バグフィルター入口)/試料2



図II-4-7 SO_2 の経時変化(バグフィルター入口)/試料2



図II-4-8 NO_x の経時変化(バグフィルター入口)/試料2



図II-4-9 CO の経時変化(バグフィルター入口)/試料2

3-1.6 スラグの特性

スラグの組成、溶出試験結果、物性、粒度分布の分析結果を表II-4-11～表II-4-14 にそれぞれ示す。なお、Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を表す。

試料2については、指定分析機関にてスラグを粉砕・磁選し、メタル分を分離した試料の組成を分析した。一方、実験実施企業においては、メタルが混合した状態のまま分析を行った。

表II-4-11 スラグの組成

分析項目	単位	試料1		試料2		表示ベース	分析・測定方法 ¹⁾
		A	B	A	B		
水分	%	<0.1	3.8	<0.1	4.4	湿ベース	JIS M 8811
FeO	%	21.0	23.89	22.0	31.92	無水ベース	JIS M 8213 ²⁾
SiO ₂	%	42.8	41.56	43.4	42.64	無水ベース	ICP発光分光分析法 ²⁾
CaO	%	12.4	11.41	6.24	5.95	無水ベース	ICP発光分光分析法 ²⁾
MgO	%	2.02	1.81	1.11	0.89	無水ベース	ICP発光分光分析法 ²⁾
M-Fe	%	<0.01	0.32	<0.01	0.49	無水ベース	JIS M 8213
Al	%	7.40	7.32	6.51	6.53	無水ベース	ICP発光分光分析法
Na	%	1.49	1.8	1.26	1.6	無水ベース	ICP発光分光分析法
K	%	0.63	0.6	1.17	1.1	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-S	%	0.09	0.07	0.08	0.07	無水ベース	JIS M 8217
Cl	%	0.005	0.0035	0.01	0.008	無水ベース	チオン酸第二水銀法
Zn	%	0.175	0.18	0.2228	0.22	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	0.678	0.46	0.378	0.41	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	0.0248	0.027	0.0153	0.015	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	%	0.203	0.34	0.118	0.15	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	3.9	<10	3.6	<10	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	<0.01	0.01	<0.01	0.02	無水ベース	底質調査法

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

1) 分析結果Aにおける分析・測定方法

2) 元素分析後酸化物換算

表II-4-12 スラグの溶出試験

分析項目	単位	試料1		試料2		土壤環境基準	分析・測定方法
		A	B	A	B		
pH		6.8	—	6.9	—		JIS K 0102
T-Hg	mg/l	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	環告第59号付表3
Cd	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	JIS K 0102
Pb	mg/l	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	JIS K 0102
As	mg/l	<0.001	<0.001	0.004	0.003	<0.01	JIS K 0102
Cr ⁶⁺	mg/l	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	<0.05	JIS K 0102
Se	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	JIS K 0102
Sb	mg/l	0.002	—	0.003	—		JIS K 0102
Ni	mg/l	<0.01	—	<0.01	—		JIS K 0102
B	mg/l	<0.01	—	<0.01	—		JIS K 0102
Mo	mg/l	<0.01	—	<0.01	—		JIS K 0102

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

—はデータなし

表II-4-13 スラグの物性（指定分析機関による分析結果）

分析項目	単位	試料1	試料2	高炉スラグ 規格値 JIS A 5011	分析・測定方法
単位容積重量	kg/l	1.67	1.79	>1.25	JIS A 1104
絶乾比重		2.96	2.97	>2.2	JIS A 1109
吸水率	%	1.09	1.75	<6.0	JIS A 1109
すりへり減量	%	68.0	45.5		JIS A 1121
修正CBR	%	13.5	13.9		日本道路協会

指定分析機関による分析結果

表II-4-14.1 スラグの粒度分布(指定分析機関による分析結果)

粒径範囲(mm)	試料1		試料2		分析・測定方法
	重量百分率 %	累積百分率 %	重量百分率 %	累積百分率 %	
~4.75	0.5	0.5	1.3	1.3	篩分法
4.75~2.36	14.8	15.3	22.8	24.1	
2.36~1.18	43.8	59.1	46.2	70.3	
1.18~0.60	29.9	89.0	23.9	94.2	
0.60~0.30	8.3	97.3	4.6	98.8	
0.30~0.15	2.1	99.4	1.0	99.8	
0.15~	0.6	100.0	0.2	100.0	

表II-4-14.2 スラグの粒度分布(実験実施企業により報告された分析結果)

粒径範囲(mm)	試料1		試料2		分析・測定方法
	重量百分率 %	累積百分率 %	重量百分率 %	累積百分率 %	
~ 4.00	1.9	1.9	4.3	4.3	篩分法
4.00~ 2.00	18.6	20.5	28.6	32.9	
2.00~ 1.00	52.4	72.9	47.4	80.3	
1.00~ 0.50	20.2	93.1	16.0	96.3	
0.50~0.106	6.6	99.7	3.6	99.9	
0.106~	0.3	100	0.1	100	

3-1.7 磁性物の組成

指定分析機関において試料2の処理実験で得られたスラグを粉碎・磁選し、分離した磁性物の組成を分析した。分析結果を表II-4-15に示す。

表II-4-15 試料2の処理実験における磁性物の組成

分析項目	単位	含有量	表示ベース	分析・測定方法
水分	%	<0.1	湿ベース	JIS M 8811
T-Fe	%	25.7	無水ベース	ICP発光分光分析法
Si	%	19.8	無水ベース	ICP発光分光分析法
Ca	%	4.40	無水ベース	ICP発光分光分析法
Al	%	6.45	無水ベース	ICP発光分光分析法
Zn	%	0.263	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	0.39	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	0.0183	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	%	0.119	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	<0.1	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	1.4	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	<0.01	無水ベース	底質調査法

指定分析機関による分析結果

3-1.8 溶融飛灰の組成

分析結果を表II-4-16に示す。なお、Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を表す。

表II-4-16 溶融飛灰の組成

分析項目	単位	試料1		試料2		表示ベース	分析・測定方法
		A	B	A	B		
水分	%	3.7	3.9	0.7	1.1	湿ベース	JIS M 8811
Ca	%	30.8	-	42.1	-	無水ベース	ICP発光分光分析法
CaO	%	43.1	42.15	58.9	58.38	無水ベース	酸化物換算による ¹⁾
Mg	%	0.19	0.19	0.21	0.20	無水ベース	ICP発光分光分析法
SiO ₂	%	0.90	0.92	0.60	0.58	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
Al ₂ O ₃	%	0.23	0.34	0.19	0.30	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
T-Fe	%	1.72	0.49	0.31	0.24	無水ベース	ICP発光分光分析法
Na	%	1.66	1.5	0.68	0.6	無水ベース	ICP発光分光分析法
K	%	1.58	1.2	0.85	0.6	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-S	%	3.76	3.3	2.19	2.1	無水ベース	JIS M 8217
Cl	%	17.1	17.17	5.56	5.67	無水ベース	硝酸第二水銀滴定法
Zn	%	4.26	4.07	3.62	3.18	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	0.463	0.51	0.182	0.20	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	2.00	2.52	0.985	1.00	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	mg/kg	55	60	20	37	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	113	153	50.7	76	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	173	140	218	200	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	43.4	26	5.30	4	無水ベース	底質調査法

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

1) 元素分析後酸化物換算

-はデータなし

3-1.9 物質収支

(1) 灰分の収支

処理実験における灰分の収支をまとめた結果を図II-4-10に示す。

(2) 重金属の収支

半揮発性物質の代表として Pb、不揮発性物質の代表として Cr に着目し、処理実験における収支をまとめた結果を図II-4-11及び図II-4-12に示す。

また、排出物の含有成分として系外へ排出される Pb 及び Cr の分布を表II-4-17及び表II-4-18に示す。

表II-4-17 Pbの排出分布

排出物	試料1			試料2		
	排出物量 kg	Pb含有量 kg	Pb分布率 %	排出物量 kg	Pb含有量 kg	Pb分布率 %
スラグ	506	0.125	6.5	480	0.073	4.9
磁性物	*	*	*	267	0.053	3.6
溶融飛灰	90.4	1.81	93.5	138	1.36	91.5
排ガス	(12900m ³ N)	--	--	(9880m ³ N)	--	--
計	596.4	1.94	100.0	747	1.49	100.0

--は無視できる値

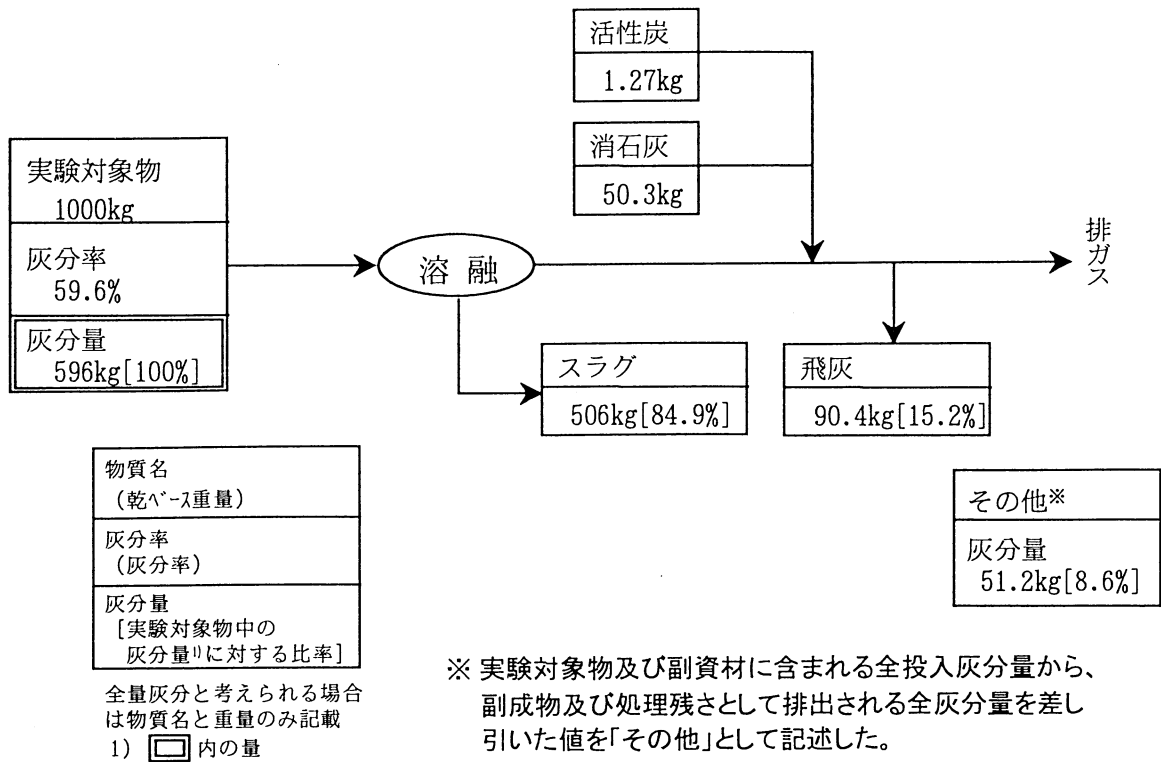
*は排出なし

表II-4-18 Crの排出分布

排出物	試料1			試料2		
	排出物量 kg	Cr含有量 kg	Cr分布率 %	排出物量 kg	Cr含有量 kg	Cr分布率 %
スラグ	506	1.03	99.5	480	0.566	63.7
磁性物	*	*	*	267	0.32	36.0
溶融飛灰	90.4	0.005	0.5	138	0.003	0.3
排ガス	(12900m ³ N)	--	--	(9880m ³ N)	--	--
計	596.4	1.04	100.0	747	0.89	100.0

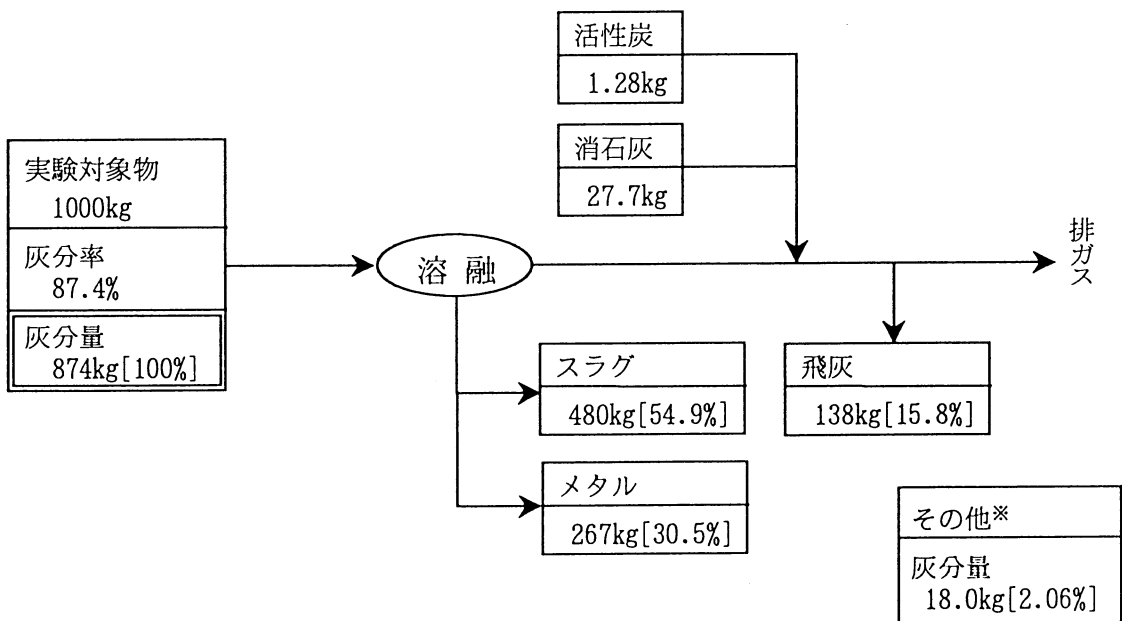
--は無視できる値

*は排出なし



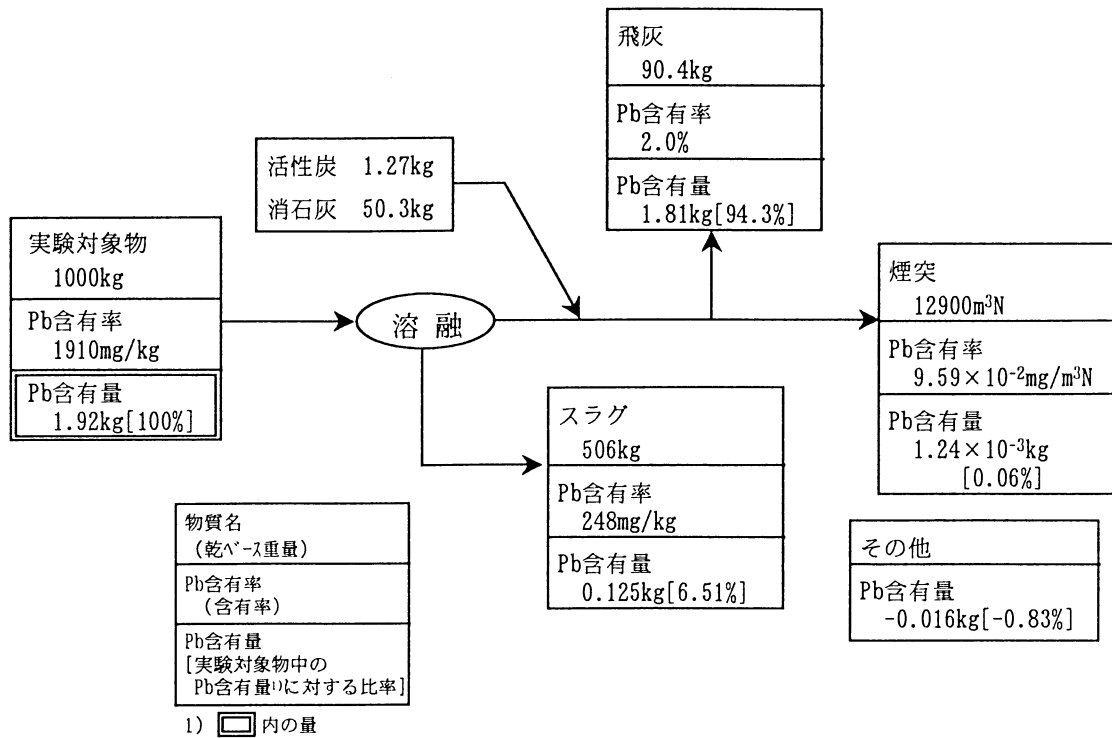
※ 実験対象物及び副資材に含まれる全投入灰分量から、副成物及び処理残さとして排出される全灰分量を差し引いた値を「その他」として記述した。

(試料 1)

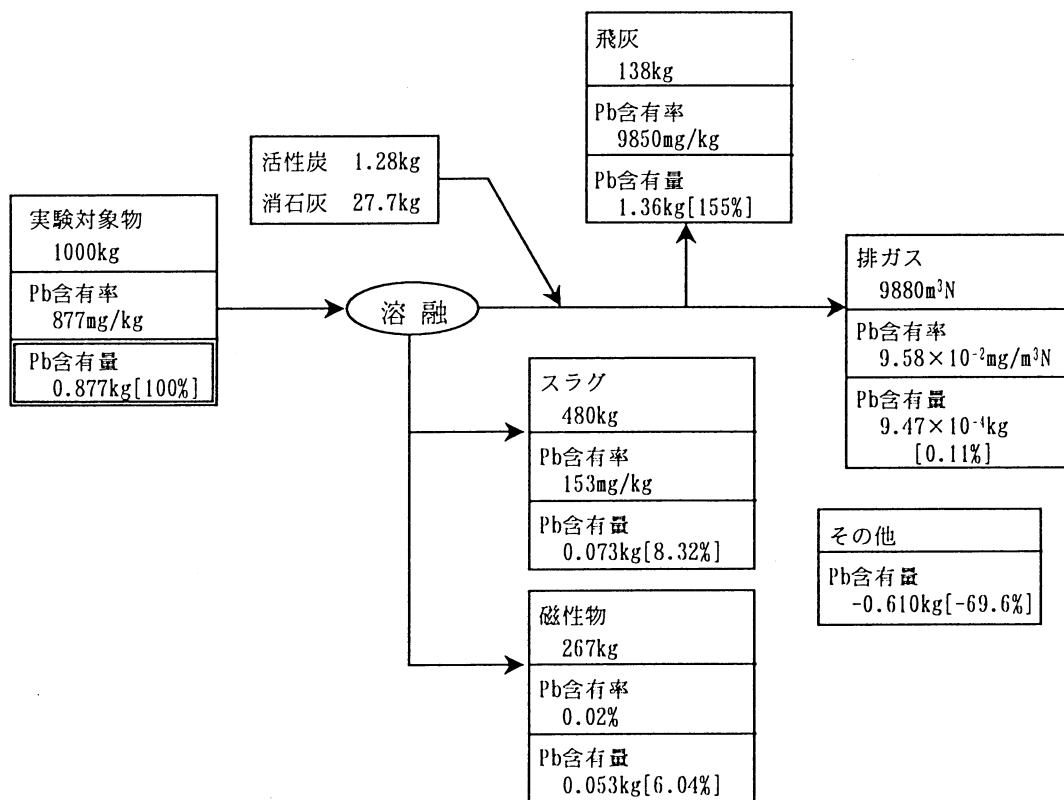


(試料 2)

図 II-4-10 灰分の収支

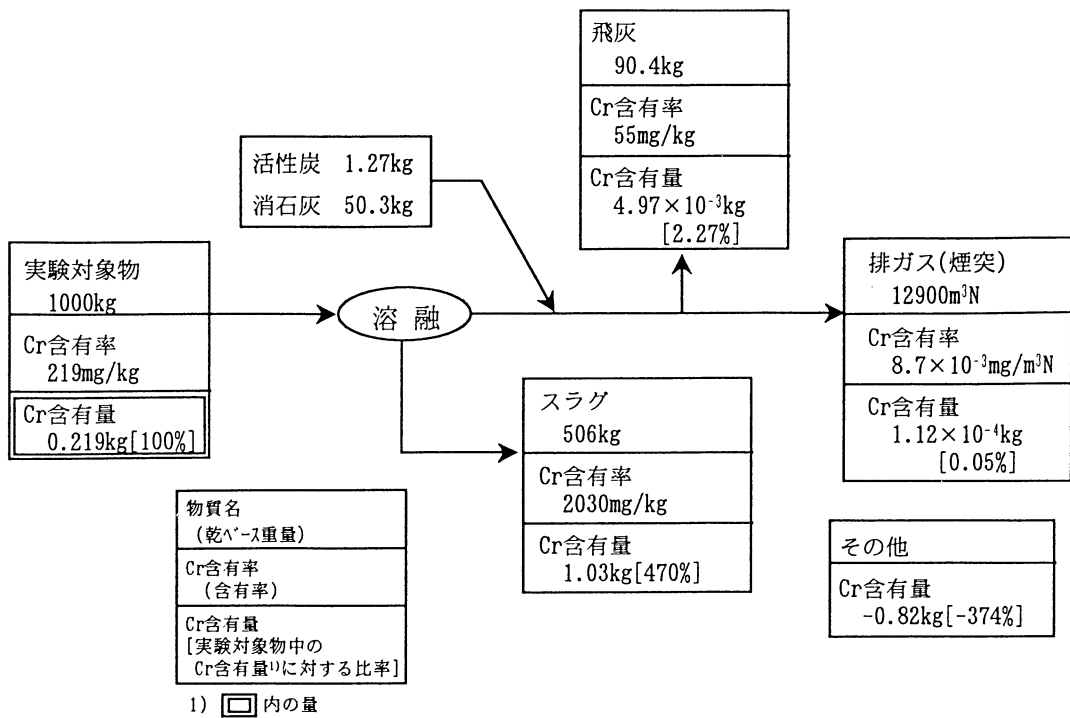


(試料 1)

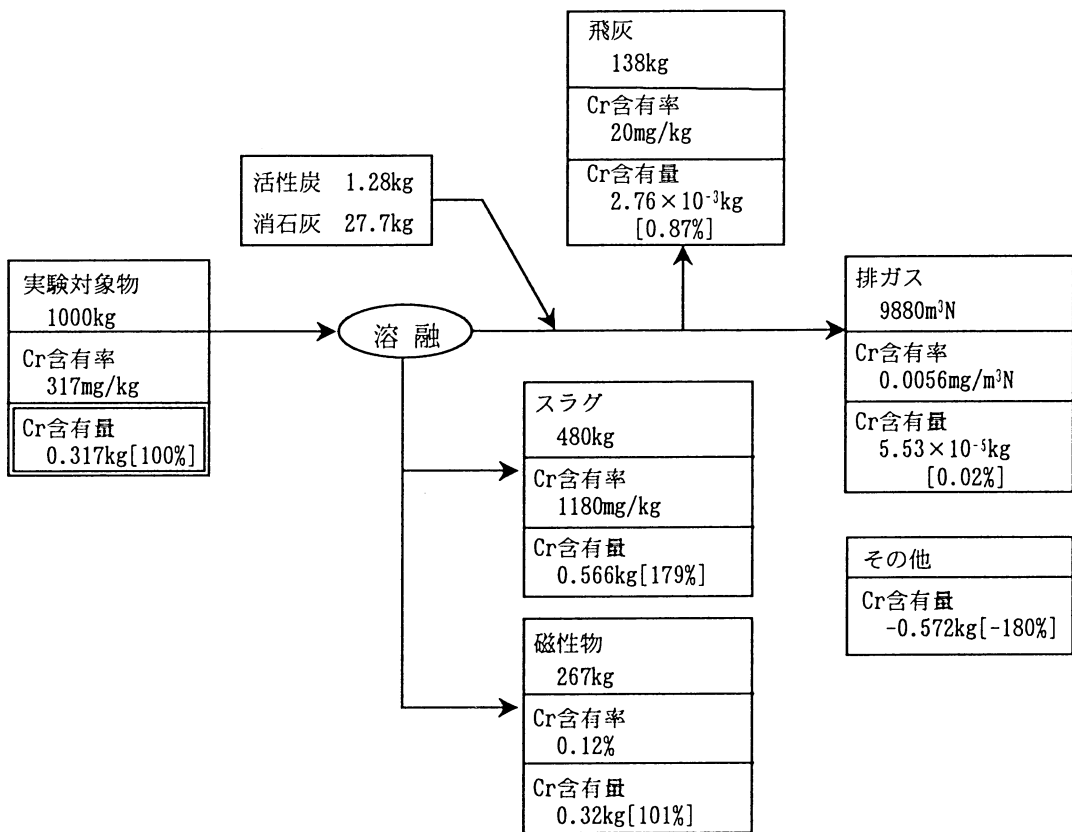


(試料 2)

図II-4-11 Pbの収支



(試料 1)



(試料 2)

図 II-4-12 Cr の収支

3-2. ガス化溶融(ガス化溶融一体型)処理方式に関する処理実験

3-2.1 実験の概要

(1)実験目的

実験目的は以下の通りである。

- ①処理の安定性の確認
- ②環境保全性能に関する基礎データの把握
- ③副成物（選別・分別等により発生する瓦礫、金属片などの選別残さ／廃棄物高度処理等により発生するスラグ、メタル等の再資源化材／廃棄物高度処理等により発生する飛灰などの処理残さ）の種類及び発生量に関する基礎データの把握
- ④選別残さや処理残さの処理処分方法の検討
- ⑤再資源化材の安全性及び有効利用性の確認
- ⑥エネルギー収支・物質収支等に関する基礎データの把握
- ⑦用水の供給・利用に関する基礎データの把握
- ⑧経済性に関する基礎データの把握

(2)実験の内容

実験は、平成4年度に設計された（一部の設備は、その後更新しているもののガス処理系は平成4年度の設計基準に基づく設備）都市ごみ用実験施設を用いて、以下の内容で実施した。

- ①実験対象物は、試料1、試料2共に選別残さゼロで全量溶融処理した。
- ②実験対象物の内、試料1は前処理無しで溶融処理し、試料2はオフラインの簡易型前処理設備で篩選別、混練造粒、乾燥処理を実施した上で溶融処理した。
- ③施設の立上げは、3時間程度燃焼室を予熱した後、5、6時間コークスのみを装入、燃焼することによりガス化・高温溶融炉を昇温した上で、実験対象物の装入を開始する手順で実施した。
- ④コークス使用量、送風量等の操業条件は、実験中適宜変更した。
- ⑤溶融物は、ガス化・高温溶融炉の炉底部に一定量貯留され次第、間欠的に出湯口より排出した。
- ⑥ガス化・高温溶融炉から排出された溶融物は、水砕装置を経てホッパ、ヤードに一時貯留した後、オフラインの簡易型磁選機でスラグとメタルに磁選分離した（後処理なし）。
- ⑦ガス化・高温溶融炉から発生したガスは、燃焼室、温度調節器、バグフィルター等の排ガス処理設備を経て煙突より大気に放出した。
- ⑧バグフィルターで捕集した溶融飛灰は、塩化揮発処理（山元還元）方式による再資源化実験に活用した。
- ⑨施設の立下げは、ごみピットから実験対象物が払底した時点で、実験対象物の装入を停止し、ガス化・高温溶融炉内の残留物を全量排出した後、ガス化・高温溶融炉、燃

焼室を冷却する手順で実施した。

(3)実験実施者

処理実験は新日本製鐵株式会社が実施した。

(4)実験スケジュール

処理実験は表II-4-19に示すスケジュールに基づき実施した。

表II-4-19 実験のスケジュール

項目	実施日	
	第1次掘削の試料1	第1次掘削の試料2
実験対象物掘削	2月1日・3日	2月1日
実験対象物受入	2月2日・4日	2月2日
ごみピット投入	2月12日(前処理無)	3月4日(前処理有)
処理実験	2月14日～2月17日	3月7日～9日
実験対象物装入開始	2月14日	3月7日
実験対象物装入完了	2月17日	3月9日
技術検討委員会立会	2月15日	3月8日
磁選 ¹⁾	2月15日～26日	3月8日～18日
副成物サンプリング	2月27日	3月19日

1)オフラインの簡易型設備。常昼作業、雨天中断

(5)実験対象物

実験対象物及び処理量を表II-4-20に示す。

表II-4-20 実験対象物及び処理量

実験対象物	第1次掘削の試料1	第1次掘削の試料2
処理量 t	24.1	15.0

(6)実験場所

処理実験は、新日本製鐵株式会社自社工場内 直接溶融・資源化システム研究施設（福岡県）にて実施された。

(7)実験施設

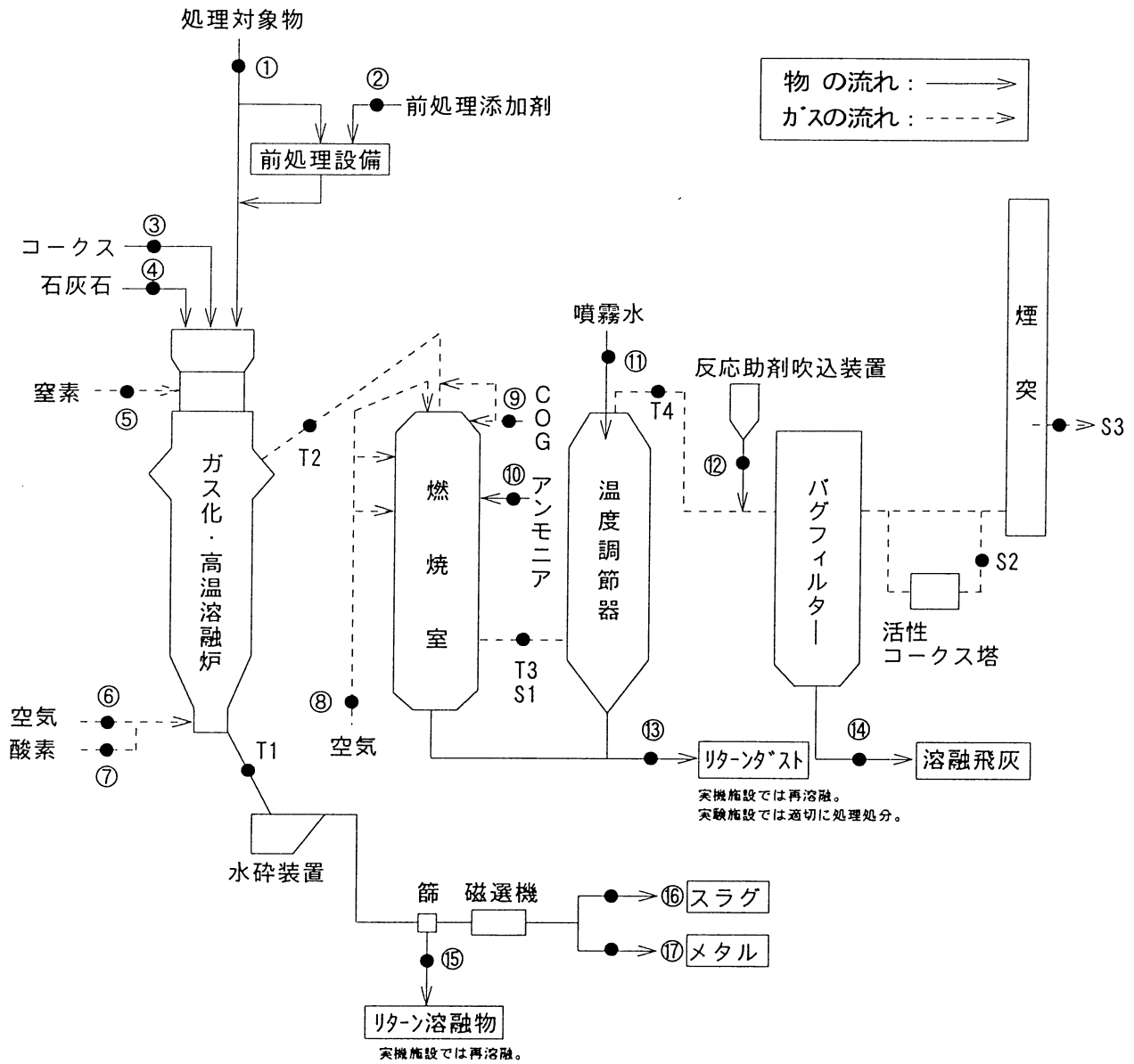
実験施設の概要を表II-4-21に、フローを図II-4-13に示す。

なお、フロー中の番号は投入・排出物量、各部温度及び排ガスの測定位置を示す。

表II-4-21 実験施設の概要

名称	直接溶融・資源化システム研究施設
竣工	平成5年4月 ¹⁾
前処理設備	篩選別・混練造粒・乾燥方式（オフライン・簡易型）
処理設備	（方式）シャフト炉型ガス化・高温溶融炉 （処理能力）10t/24h級 （処理温度）1,700～1,800℃（溶融温度）
溶融物処理設備	水砕装置・磁選機（オフライン・簡易型）
燃焼設備	軸流バーナー式縦型燃焼室
ガス冷却設備	水噴霧式排ガス温度調節器
排ガス処理設備	バグフィルター、反応助剤吹込装置、活性コークスタ 他
排水処理設備	（クローズドシステム）

1)都市ごみを対象として平成4年度に設計された施設（一部の設備は、その後更新しているものの、ガス処理系は平成4年度の設計基準に基づく設備）



図II-4-13 処理実験フロー

3-2.2 実験条件

施設の立上げ・立下げ期間及び操業条件の初期調整期間を除き、操業条件等の各種データの評価が可能な期間をデータ評価期間とした。データ評価期間は試料1の処理実験では2月15日9時～17日7時、試料2の処理実験では3月8日9時～9日21時である。

データ評価期間における各測定量の最大値、最小値及び平均値を表II-4-22に示す。

表 II-4-22 実験条件

項目	測定位置	試料1	試料2	備考
1. 処理対象物				
1) 総処理量(湿ベース)	①	24.11t	14.96t	選別残さゼロ
2) 時間当たり処理量				
(1) 湿ベース	①	342~463kg/h (394kg/h)	208~311kg/h (269kg/h)	前処理添加剤を含む実投入量(試料2) 244~365kg/h(315kg/h)
(2) 乾ベース	①	236~319kg/h (271kg/h)	148~223kg/h (192kg/h)	前処理添加剤を含む実投入量(試料2) 174~261kg/h(225kg/h)
3) 処理物の水分(湿ベース)	①	31.1%	28.6%	指定分析機関による分析結果 試料1:28.1%、試料2:27.5%
4) 処理物の低位発熱量				
(1) 湿ベース	①	1392kcal/kg	336kcal/kg	
(2) 乾ベース	①	2291kcal/kg	711kcal/kg	
2. 副資材、添加材				
1) コークス	③	75~118kg/h	116~130kg/h	
2) 石灰石	④	57~60kg/h	15~20kg/h	
3) 前処理添加剤				試料1は前処理無し
(1) セメント	②		(33kg/h)	
(2) 消石灰	②		(25kg/h)	
4) 空気				
(1) 送風空気 (ガス化・高温溶融炉)	⑥	258~261m ³ N/h (261m ³ N/h)	221~270m ³ N/h (255m ³ N/h)	
(2) 燃焼空気	⑧	1983~3135m ³ N/h	2321~3492m ³ N/h	
5) 酸素	⑦	60~61m ³ N/h	52~64m ³ N/h	
6) COG	⑨	30~39m ³ N/h (35m ³ N/h)	136~155m ³ N/h (142m ³ N/h)	製鉄所のコークス炉ガス。実機では灯油を極少量使用。 COG発熱量:4350kcal/m ³ N
7) 薬剤他				
(1) アンモニア	⑩	(0.29m ³ N/h)	(1.18m ³ N/h)	脱硝用薬剤
(2) 反応助剤	⑫		(10kg/h)	活性炭入り消石灰(活性炭10%)
(3) 窒素	⑤	(35m ³ N/h)	(35m ³ N/h)	装入装置バージ用(間欠使用)
8) 水				
(1) ガス冷却水	⑪	1790~2410kg/h	1600~2200kg/h	
(2) その他	⑬	-	-	スラグの持出水
3. 副成物量				
1) スラグ	⑮	97~146kg/h (119kg/h)	159~205kg/h (181kg/h)	スラグ・タルは実機相当設備で磁選分離したもので 後処理は実施していない。
2) メタル	⑯	25~37kg/h (30kg/h)	26~33kg/h (29kg/h)	
3) リターン溶融物	⑭	5~7kg/h (6kg/h)	4~5kg/h (4kg/h)	磁選機前の篩い(篩目10mm)選別された篩い上物。 実機では再溶融しスラグ・タルとして回収。
4) リターンガス	⑬	(14kg/h)	(1.4kg/h)	燃焼室、排ガス温度調節器から排出されるガス。 実機では再溶融しスラグとして回収。
5) 溶融飛灰	⑭	15~21kg/h	12~22kg/h	
4. 排ガス量				
1) 湿り排ガス量				
S1		(4100 m ³ N/h)	(4000 m ³ N/h)	燃焼室出口
S2		(500 m ³ N/h)	(500 m ³ N/h)	活性炭コークスタ出口
S3		(4911 m ³ N/h)	(5644 m ³ N/h)	煙突出口
2) 乾き排ガス量				
S1		(3700 m ³ N/h)	(3700 m ³ N/h)	燃焼室出口
S2		(400 m ³ N/h)	(400 m ³ N/h)	活性炭コークスタ出口
S3		(3580 m ³ N/h)	(3979 m ³ N/h)	煙突出口

() 内は平均値
-はデータなし
排ガス量は平均値のみ示す

3-2.3 投入物及び排出物

投入物及び排出物に関する整理結果を表 II-4-23~II-4-25にまとめる。なお、投入位置、排出位置及び排ガス測定位置は図 II-4-13のフロー中に番号で示す。

表II-4-23 投入物の種類と量・熱量

投入物	投入位置	試験1		試験での 実使用量	投入熱量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	試験2		投入熱量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
		試験での 実使用量	投入熱量 ¹⁾ (対象物1t当たり)			試験での 実使用量	投入熱量 ¹⁾ (対象物1t当たり)		
処理対象物	①	湿ベース	394 kg/h	269 kg/h	1.392×10 ⁶ kcal (2.291×10 ⁶ kcal)	269 kg/h	0.336×10 ⁶ kcal (0.711×10 ⁶ kcal)		
		乾ベース	271 kg/h						
コークス	③	95 kg/h		124 kg/h	1.759×10 ⁶ kcal (2.562×10 ⁶ kcal)	124 kg/h	3.373×10 ⁶ kcal (4.723×10 ⁶ kcal)		*1)299から189まで徐々に低減。 コークス発熱量:7300kcal/kg
		湿ベース	241 kg ^{*1} (351 kg)						
石灰石	④	58 kg/h		19 kg/h		19 kg/h	71 kg (99 kg)		
		乾ベース	147 kg (214 kg)						
セメント	②			33 kg/h		33 kg/h	123 kg (172 kg)		試験2前処理添加剤
消石灰	②			25 kg/h		25 kg/h	93 kg ^g (130 kg)		試験2前処理添加剤
送風空気	⑥	261 m ³ /h		255 m ³ /h		255 m ³ /h	949 m ³ (1330 m ³)		
酸素	⑦	61 m ³ /h		60 m ³ /h		60 m ³ /h	223 m ³ (313 m ³)		
燃焼空気	⑧	2498 m ³ /h		2867 m ³ /h		2867 m ³ /h	10674 m ³ (14956 m ³)		
COG	⑨	35 m ³ /h		142 m ³ /h		142 m ³ /h	529 m ³ (741 m ³)		製鉄所のコークス炉ガス 実機では灯油を極少量使用。 COG発熱量:4350kcal/m ³ N
PyE-7	⑩	0.29 m ³ /h		1.2 m ³ /h		1.2 m ³ /h	4.4 m ³ (6.3 m ³)		脱硝用薬剤
反応助剤	⑫	0 kg/h		10 kg/h		10 kg/h	37 kg (52 kg)		活性炭入り消石灰 (活性炭10%) 装入装置が-ジ用 (間欠使用)
窒素	⑤	35 m ³ /h		35 m ³ /h		35 m ³ /h	130 m ³ (183 m ³)		
水	⑪	2129 kg/h		1995 kg/h		1995 kg/h	7428 kg (10407 kg)		
合計					3.538×10 ⁶ kcal (5.414×10 ⁶ kcal)		6.01×10 ⁶ kcal (8.657×10 ⁶ kcal)		

1) 上段は処理対象物湿ベースに当たり、下段()内は処理対象物乾ベースに当たり、平成4年都市ごみ処理用に設計した実験施設であり、実験施設の効率とは異なる。

表II-4-24 排出物の種類と量

排出物	排出位置	試料 1		試料 2		備考
		実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	
スラグ	⑩	119 kg/h	302 kg (439 kg)	181 kg/h	674 kg (944 kg)	スラグ・メタルは実機相当設備で磁選分離したもので、後処理は実施していない。
メタル	⑪	30 kg/h	76 kg (111 kg)	29 kg/h	108 kg (151 kg)	
リターン溶融物	⑫	6 kg/h	15 kg (22 kg)	4 kg/h	15 kg (21 kg)	磁選機前の篩い(篩目10mm)選別された篩い上物 実機では再溶融しスラグ・メタルとして回収
リターンダスト	⑬	14 kg/h	35 kg (52 kg)	1.4 kg/h	5 kg (7 kg)	燃焼室、排ガス温度調節器から排出されるダスト 実機では再溶融し、スラグとして回収
溶融飛灰	⑭	19 kg/h	48 kg (70 kg)	17 kg/h	63 kg (89 kg)	
合計		188 kg/h	476 kg ^{*1} (694 kg)	232 kg/h	865 kg (1212 kg)	*1実機ベースで評価すると再資源化材 428kg 処理残さ 48kg となる。選別残さゼロ。

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

表II-4-25 排ガス量

排ガス	測定位置	試料 1		試料 2	
		実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)
湿り排ガス量	S1	4100 m ³ N/h	10406 m ³ N (15129 m ³ N)	4000 m ³ N/h	14892 m ³ N (20866 m ³ N)
	S2	500 m ³ N/h	1269 m ³ N (1845 m ³ N)	500 m ³ N/h	1862 m ³ N (2608 m ³ N)
	S3	4911 m ³ N/h	12464 m ³ N (18122 m ³ N)	5644 m ³ N/h	21013 m ³ N (29442 m ³ N)
乾き排ガス量	S1	3700 m ³ N/h	9391 m ³ N (13653 m ³ N)	3700 m ³ N/h	13775 m ³ N (19301 m ³ N)
	S2	400 m ³ N/h	1015 m ³ N (1476 m ³ N)	400 m ³ N/h	1489 m ³ N (2087 m ³ N)
	S3	3580 m ³ N/h	9086 m ³ N (13210 m ³ N)	3979 m ³ N/h	14814 m ³ N (20756 m ³ N)

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

3-2.4 各部の温度

各部の測定温度を表II-4-26に示す。

表II-4-26 各部の温度

部位	測定位置	試料 1	試料 2
溶融物温度	T1	1555~1623°C (1601°C)	1515~1534°C (1524°C)
ガス化・高温溶融炉 出口ガス温度	T2	340~385°C (359°C)	334~354°C (342°C)
燃焼室出口ガス温度	T3	837~850°C (846°C)	793~840°C (822°C)
温度調節器出口ガス温度	T4	190~191°C (190°C)	190~191°C (190°C)

()内は平均値

3-2.5 排ガスの組成及び各種成分の経時変化

排ガスの組成を表II-4-27に示す。なお、Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を表す。試料1の排ガス組成がAとBで大きく異なっているのは、立ち上げ翌日のA測定時点では操業条件が見極められておらず、燃焼空気比制御調整が未完であったためと推定される。

また、燃焼室出口における排ガス中のO₂、SO₂、NO_x、COの経時変化を図II-4-14～II-4-17(試料1)及び図II-4-18～II-4-21(試料2)に示す。

表II-4-27 排ガスの組成

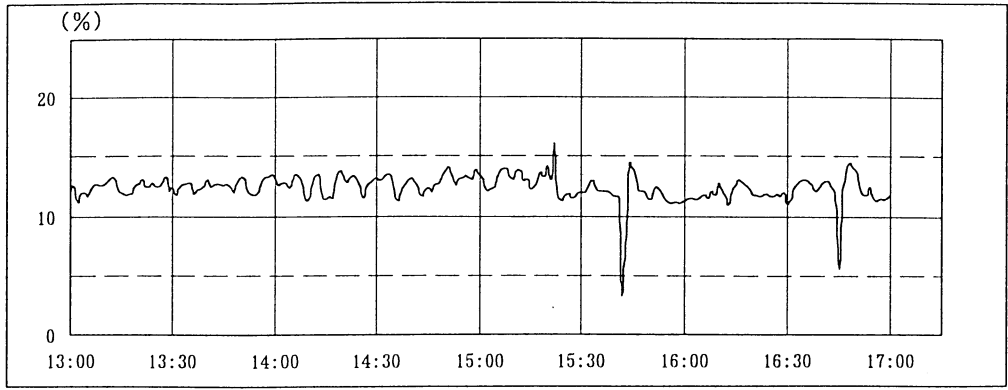
分析項目	単位	試料1				試料2				分析・測定方法 ¹⁾
		燃焼室出口 S1		活性コーキ斯塔出口 S2		燃焼室出口 S1		活性コーキ斯塔出口 S2		
		A	B	A	B	A	B	A	B	
水分量	%	9.5	12.0	27.1	32.6	8.7	11.3	29.5	32.9	JIS Z 8808
O ₂	%	12.4	11.7	14.7	14.3	12.2	11.9	14.6	14.5	JIS K 0301
CO ₂	%	8.6	7.4	6.6	4.4	8.3	8.4	5.7	5.8	
ダスト	g/m ³ N	2.62	6.716	<0.001	<0.001	1.20	6.442	<0.001	<0.001	JIS Z 8808
(O ₂ 12%換算値)	g/m ³ N	2.97		<0.002		1.30		<0.002		
SO ₂	ppm	31	3	1	<1	13	<1	7	1	JIS K 0103
(O ₂ 12%換算値)	ppm	32		2		13		9		
NO _x	ppm	154	178	117	134	110	79	74	56	JIS K 0104
(O ₂ 12%換算値)	ppm	160	172	166	180	112	80	104	79	
HCl	ppm	743	244	55	50	55	64	12	15	JIS K 0107
(O ₂ 12%換算値)	ppm	755	224	80	65	55	64	12	20	
CO	ppm	24	22	21	39	3	2	2	24	JIS K 0098
(O ₂ 12%換算値)	ppm	19	21	26	52	3	2	3	33	
NH ₃	ppm	2.8	0.5	1.3	<0.5	0.2	15.2	0.2	<0.5	JIS K 0099
HCN	mg/m ³ N	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	JIS K 0109
Hg	mg/m ³ N	0.120	0.040	0.007	<0.005	0.017	<0.005	0.0004	<0.005	JIS K 0222
As	mg/m ³ N	0.28	0.189	0.0004	<0.001	0.30	0.647	0.0003	<0.001	水素化物発生原子吸光法
Sb	mg/m ³ N	0.10	2.77	0.0006	<0.001	0.04	1.11	0.0004	<0.001	水素化物発生原子吸光法
Cr	mg/m ³ N	1.0	2.81	0.005	0.002	0.8	1.45	0.004	0.005	ICP発光分光分析法
SiO ₂	mg/m ³ N	111	-	<0.02	-	118	-	<0.08	-	ICP発光分光分析法
Zn	mg/m ³ N	205	373	<0.02	0.013	239	342	<0.02	0.036	ICP発光分光分析法
Pb	mg/m ³ N	110	83.7	<0.02	<0.004	59	90.5	<0.02	0.005	ICP発光分光分析法
Ca	mg/m ³ N	329	498	0.03	0.176	57	378	0.09	0.158	ICP発光分光分析法
Cu	mg/m ³ N	25	30.8	<0.02	0.043	3	15.1	<0.02	<0.005	ICP発光分光分析法
Ni	mg/m ³ N	0.46	1.09	<0.02	0.004	0.16	0.66	<0.02	<0.005	ICP発光分光分析法
Cd	mg/m ³ N	0.46	0.094	<0.02	<0.001	0.23	0.13	<0.02	<0.001	ICP発光分光分析法
Mo	mg/m ³ N	0.23	<5	<0.02	<0.008	0.25	1.07	<0.02	<0.01	ICP発光分光分析法
V	mg/m ³ N	0.08	0.245	<0.02	<0.004	0.07	0.25	<0.02	<0.005	ICP発光分光分析法
PCB	mg/m ³ N	<0.001	-	<0.001	-	<0.001	-	<0.001	-	ガスクロマトグラフ法
ダイオキシン類	ng-TEQ/m ³ N	55	1.4	0.23	0.00011	0.14	0.15	0.00088	0.023 ²⁾	

A: 指定分析機関による分析結果(試料1:2月15日13~17時[燃焼空気比制御調整未完時]、試料2:3月8日13~17時)

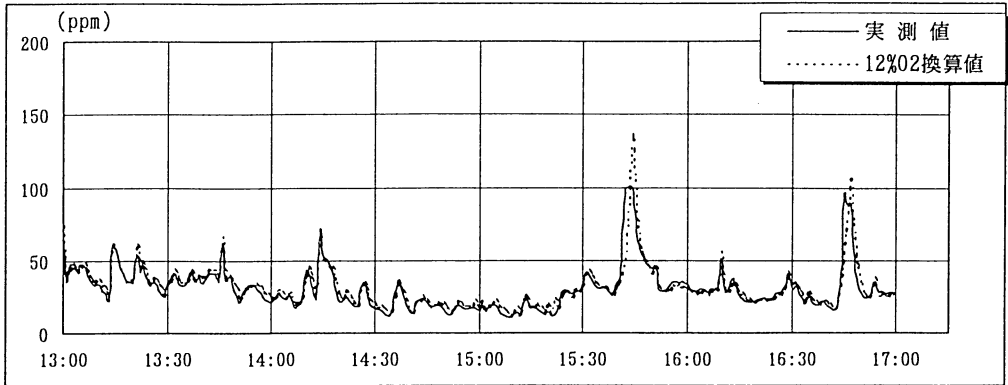
B: 実験実施企業による分析結果(試料1:2月16日9~13時[燃焼空気比制御調整完了時]、試料2:3月8日21時~3月9日1時)

1) 分析結果Aにおける分析・測定方法

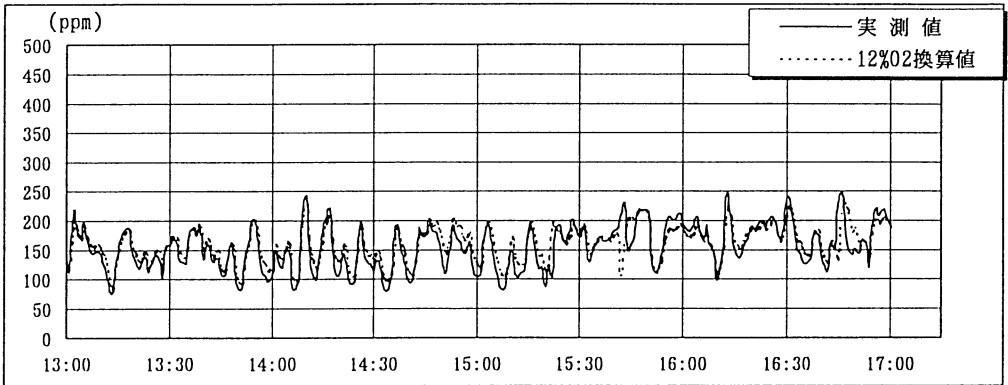
2) 廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定マニュアル



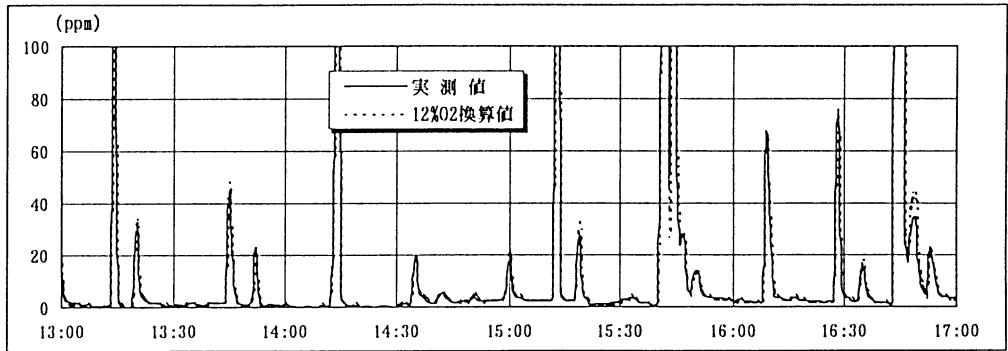
図II-4-14 O₂の経時変化(燃烧室出口)／試料 1



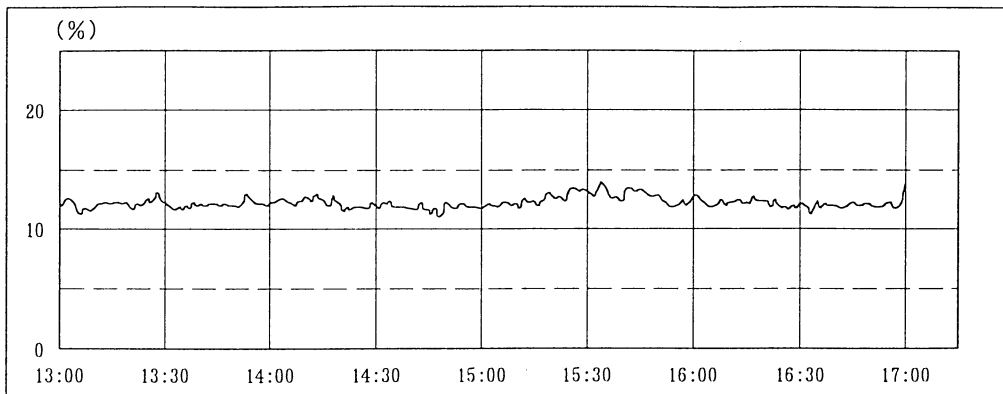
図II-4-15 SO₂の経時変化(燃烧室出口)／試料 1



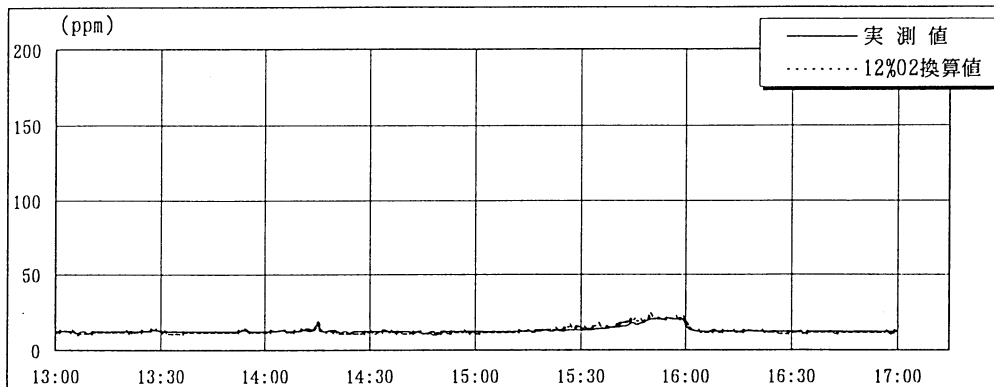
図II-4-16 NO_xの経時変化(燃烧室出口)／試料 1



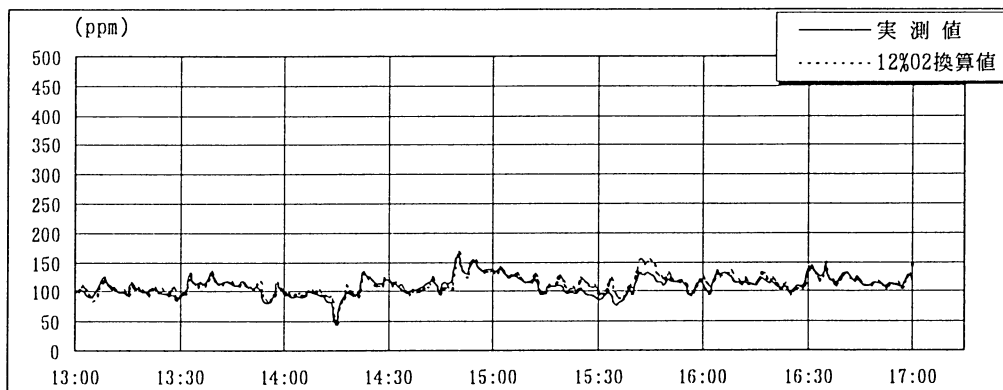
図II-4-17 COの経時変化(燃烧室出口)／試料 1



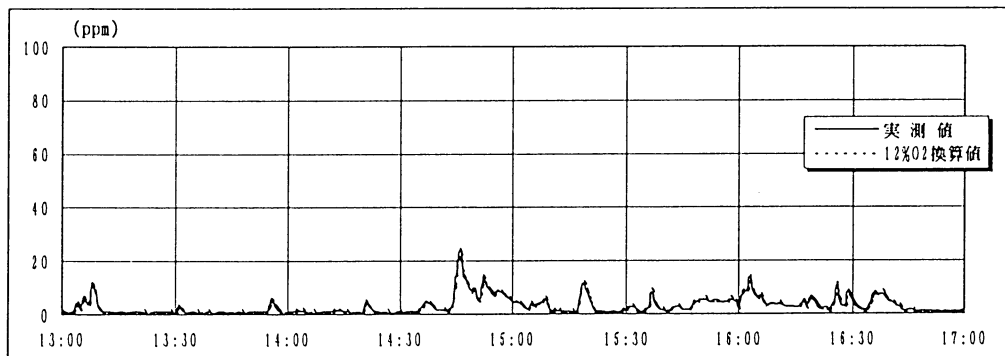
図II-4-18 O₂の経時変化(燃烧室出口)/試料2



図II-4-19 SO₂の経時変化(燃烧室出口)/試料2



図II-4-20 NO_xの経時変化(燃烧室出口)/試料2



図II-4-21 COの経時変化(燃烧室出口)/試料2

3-2.6 スラグの特性

スラグの組成、溶出試験結果、物性、粒度分布の分析結果を表II-4-28～II-4-31にそれぞれ示す。なお、Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を表す。

表II-4-28 スラグの組成

分析項目	単位	試料1		試料2		表示ベース	分析・測定方法 ¹⁾
		A	B	A	B		
水分	%	<0.1	0.41	<0.1	1.88	湿ベース	JIS M 8811
FeO	%	1.16	0.28	9.22	8.29	無水ベース	JIS M 8213 ²⁾
SiO ₂	%	42.4	43.4	44.2	43.5	無水ベース	ICP発光分光分析法 ²⁾
CaO	%	34.9	33.2	31.2	28.5	無水ベース	ICP発光分光分析法 ²⁾
MgO	%	1.94	1.90	1.12	1.05	無水ベース	ICP発光分光分析法 ²⁾
M-Fe	%	0.36	0.57	0.34	0.68	無水ベース	JIS M 8213
Al	%	8.84	8.48	5.99	5.57	無水ベース	ICP発光分光分析法
Na	%	0.79	0.79	0.94	0.97	無水ベース	ICP発光分光分析法
K	%	0.43	0.31	0.99	1.04	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-S	%	0.55	0.27	0.46	0.38	無水ベース	JIS M 8217
Cl	%	<0.002	0.022	<0.002	0.0228	無水ベース	チオシアン酸第二水銀法
Zn	%	0.005	<0.01	0.0856	0.11	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	0.0225	0.09	0.0679	0.14	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	0.0007	0.001	0.0034	0.0049	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	%	0.0225	0.0074	0.026	0.0198	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	<0.1	<0.05	<0.1	<0.05	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	0.6	0.75	2.8	4.6	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	無水ベース	底質調査法

A:指定分析機関による分析結果

B:実験実施企業により報告された分析結果

1)分析結果Aにおける分析・測定方法

2)元素分析後酸化物換算

表II-4-29.1 スラグの溶出試験

分析項目	単位	試料1		試料2		土壤環境基準	分析・測定方法
		A	B	A	B		
pH		8.3	9.7	8.1	9.5		JIS K 0102
T-Hg	mg/l	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	環告第59号付表3
Cd	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	JIS K 0102
Pb	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01	JIS K 0102
As	mg/l	<0.001	<0.005	<0.001	<0.005	<0.01	JIS K 0102
Cr ⁶⁺	mg/l	<0.005	<0.04	<0.005	<0.04	<0.05	JIS K 0102
Se	mg/l	<0.001	<0.002	<0.001	<0.002	<0.01	JIS K 0102
Sb	mg/l	0.001	0.0003	0.001	0.0006		JIS K 0102
Ni	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		JIS K 0102
B	mg/l	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005		JIS K 0102
Mo	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		JIS K 0102

A:指定分析機関による分析結果

B:実験実施企業により報告された分析結果

表II-4-29.2 スラグの溶出試験（ダイオキシン類）

分析項目	単位	試料1		試料2		土壤環境基準	分析・測定方法
		A	B	A	B		
ダイオキシン	ng-TEQ/ℓ	0.0000	—	—	—		1)

A:指定分析機関による分析結果

B:実験実施企業により報告された分析結果

—はデータなし

1)廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル

表II-4-30 スラグの物性

分析項目	単位	試料1		試料2		高炉スラグ規格値 JIS A 5011	分析・測定方法
		A	B	A	B		
単位容積重量	kg/ℓ	1.25	1.11	1.52	1.39	>1.25	JIS A 1104
絶乾比重		2.45	2.47	2.76	2.84	>2.2	JIS A 1109
吸水率	%	2.00	1.83	1.87	0.60	<6.0	JIS A 1109
すりへり減量	%	77.4	84.4	52.5	91.2		JIS A 1121
修正CBR	%	10.4	15	25.0	14		日本道路協会

A:指定分析機関による分析結果

B:実験実施企業により報告された分析結果

表II-4-31 スラグの粒度分布

粒径範囲(mm)	試料1				試料2				分析・測定方法
	重量百分率 %		累積百分率 %		重量百分率 %		累積百分率 %		
	A	B	A	B	A	B	A	B	
～ 2.36	4.3	3.4	4.3	3.4	8.9	7.8	8.9	7.8	篩分法
2.36～ 1.18	33.8	37.4	38.1	40.8	41.5	42.8	50.4	50.6	
1.18～ 0.60	42.2	40.8	80.3	81.6	34.3	35.9	84.7	86.5	
0.60～ 0.30	15.0	13.6	95.3	95.2	11.7	10.4	96.4	96.9	
0.30～ 0.15	3.5	3.5	98.8	98.7	2.9	2.5	99.3	99.4	
0.15～	1.2	1.3	100.0	100.0	0.7	0.6	100.0	100.0	

A:指定分析機関による分析結果

B:実験実施企業により報告された分析結果

3-2.7 メタルの組成

メタルの組成を表II-4-32に示す。なお、Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を表す。

表II-4-32 メタルの組成

分析項目	単位	試料1		試料2		表示 ¹⁾	分析・測定方法 ¹⁾
		A	B	A	B		
水分	%	1.2	1.35	0.8	1.2	湿 ¹⁾	JIS M 8811
T-Fe	%	65.5	70.4	69.9	85.5	無水 ¹⁾	JIS M 8212
Si	%	11.1	10.57	5.22	3.06	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
Ca	%	1.70	0.46	3.04	0.11	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
Al	%	0.68	0.26	0.93	0.05	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
Zn	%	0.02	0.01	0.05	0.05	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
Cu	%	9.82	12.08	1.24	4.02	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
Pb	%	0.018	0.0158	0.0148	0.0045	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
T-Cr	%	0.51	0.81	0.08	0.15	無水 ¹⁾	底質調査法
Cd	mg/kg	<0.1	<0.05	<0.1	<0.05	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	32.4	89.3	54.4	57.5	無水 ¹⁾	底質調査法
T-Hg	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	無水 ¹⁾	底質調査法

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

1) 分析結果Aにおける分析・測定方法

3-2.8 溶融飛灰の組成

溶融飛灰の組成を表II-4-33に示す。なお、Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を表す。

表II-4-33 溶融飛灰の組成

分析項目	単位	試料1		試料2		表示 ¹⁾	分析・測定方法 ¹⁾
		A	B	A	B		
水分	%	1.1	1.56	0.4	0.25	湿 ¹⁾	JIS M 8811
Ca	%	11.9	-	30.2	-	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
CaO	%	16.6	15.3	42.2	38.5	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法 ¹⁾
Mg	%	1.22	1.29	0.53	0.53	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
SiO ₂	%	29.1	27.7	14.7	16.8	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法 ¹⁾
Al ₂ O ₃	%	5.08	4.7	2.61	2.37	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法 ¹⁾
T-Fe	%	4.26	3.8	1.76	1.79	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
Na	%	4.65	4.93	1.38	1.35	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
K	%	4.07	4.35	2.09	2.24	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
T-S	%	2.29	1.19	0.68	0.22	無水 ¹⁾	JIS M 8217
Cl	%	9.26	7.98	2.67	2.71	無水 ¹⁾	硝酸第二水銀滴定法
Zn	%	5.87	5.94	4.58	4.63	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
Cu	%	0.706	0.8	0.0937	0.12	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
Pb	%	3.01	3.2	1.01	1.27	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
T-Cr	mg/kg	258	287	38	49	無水 ¹⁾	底質調査法
Cd	mg/kg	138	172	49.5	58.0	無水 ¹⁾	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	114	36	106	25	無水 ¹⁾	底質調査法
T-Hg	mg/kg	32.3	19.8	5.06	5.00	無水 ¹⁾	底質調査法

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

-はデータなし

1) 分析結果Aにおける分析・測定方法

2) 元素分析後酸化物換算

3-2.9 物質収支

(1) 灰分の収支

処理実験における灰分の収支をまとめた結果を図II-4-22に示す。

コークスの灰分率は8%、石灰石の灰分率は56%、消石灰の灰分率は76%とした。

コークスの灰分率は組成分析結果に基づき、石灰石 (CaCO_3) 及び消石灰 (Ca(OH)_2) は灰分 (CaO) の分子量比に基づき設定した。なお、セメントは製造工程に焼成過程が含まれており、熱灼減量が1%程度のため、全量灰分とした。

(2) 重金属の収支

半揮発性物質の代表としてPb、不揮発性物質の代表としてCrに着目し、処理実験における収支をまとめた結果を図II-4-23及び図II-4-24に示す。

また、排出物の含有成分として系外へ排出されるPb及びCrの分布を表II-4-34及び表II-4-35に示す。

表II-4-34 Pbの排出分布

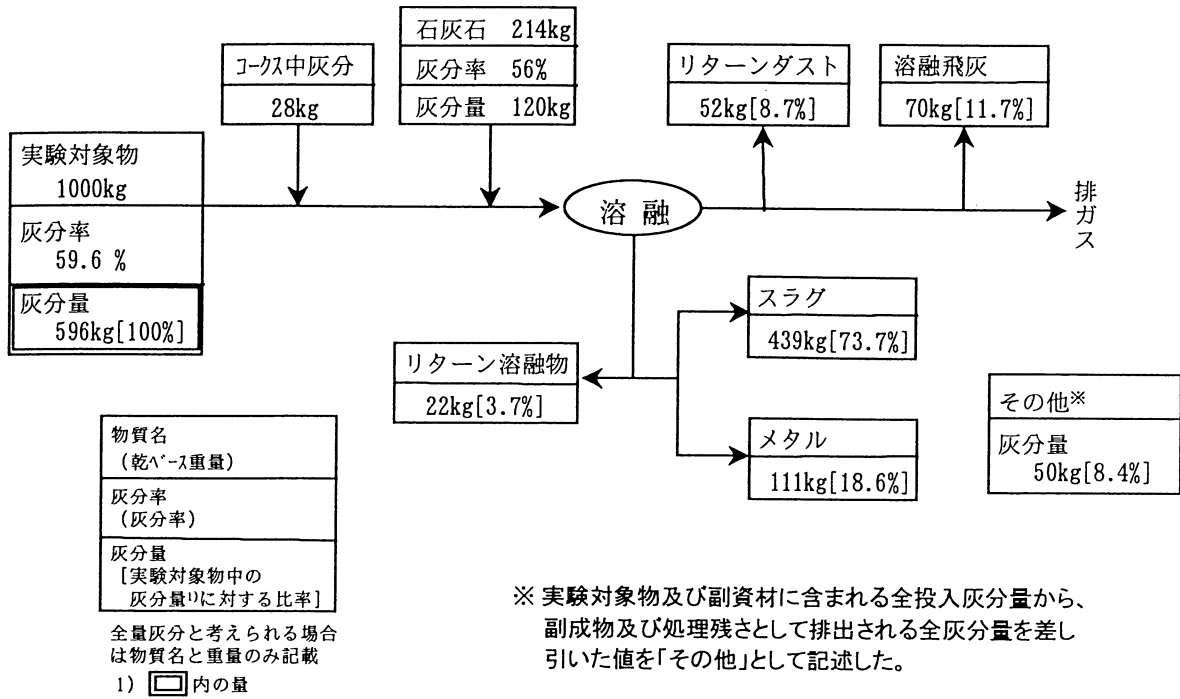
排出物	試料1			試料2		
	排出物量 kg	Pb含有量 kg	Pb分布率 %	排出物量 kg	Pb含有量 kg	Pb分布率 %
スラグ	439	0.003	0.1	944	0.03	3.2
メタル	111	0.02	0.9	151	0.02	2.1
溶融飛灰	70	2.1	98.9	89	0.9	94.6
リターン溶融物	22	0.001	0.0	21	0.001	0.1
リターンダスト	52	--	--	7	--	--
排ガス	(13210m ³ N)	--	--	(20756m ³ N)	--	--
計	694	2.12	100.0	1212	0.95	100.0

--は無視できる値

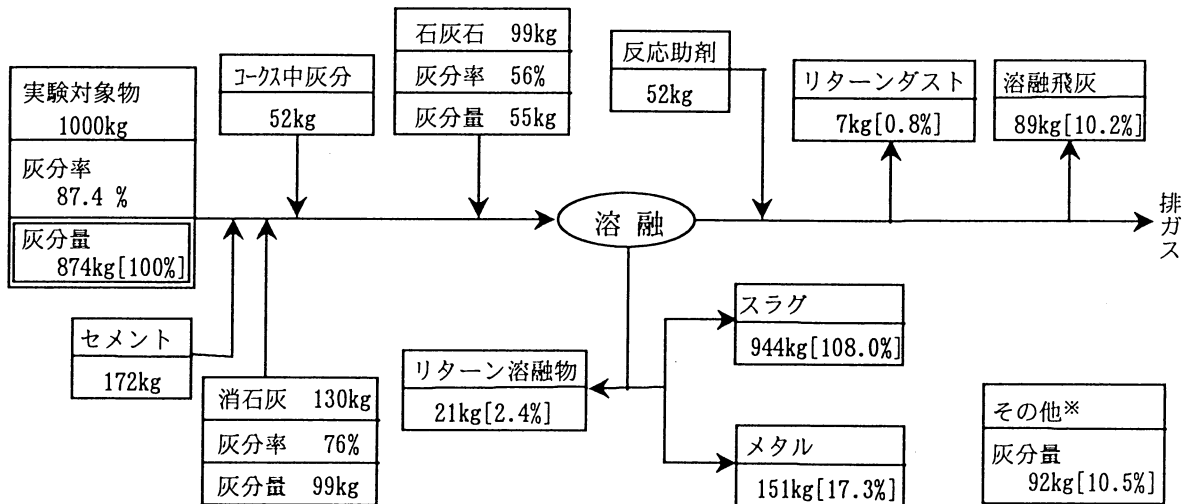
表II-4-35 Crの排出分布

排出物	試料1			試料2		
	排出物量 kg	Cr含有量 kg	Cr分布率 %	排出物量 kg	Cr含有量 kg	Cr分布率 %
スラグ	439	0.099	13.9	944	0.25	65.8
メタル	111	0.57	79.8	151	0.12	31.5
溶融飛灰	70	0.018	2.5	89	0.0034	0.9
リターン溶融物	22	0.027	3.8	21	0.007	1.8
リターンダスト	52	--	--	7	--	--
排ガス	(13210m ³ N)	0.00007	0.0	(20756m ³ N)	0.00008	0.0
計	694	0.71	100.0	1212	0.38	100.1

--は無視できる値

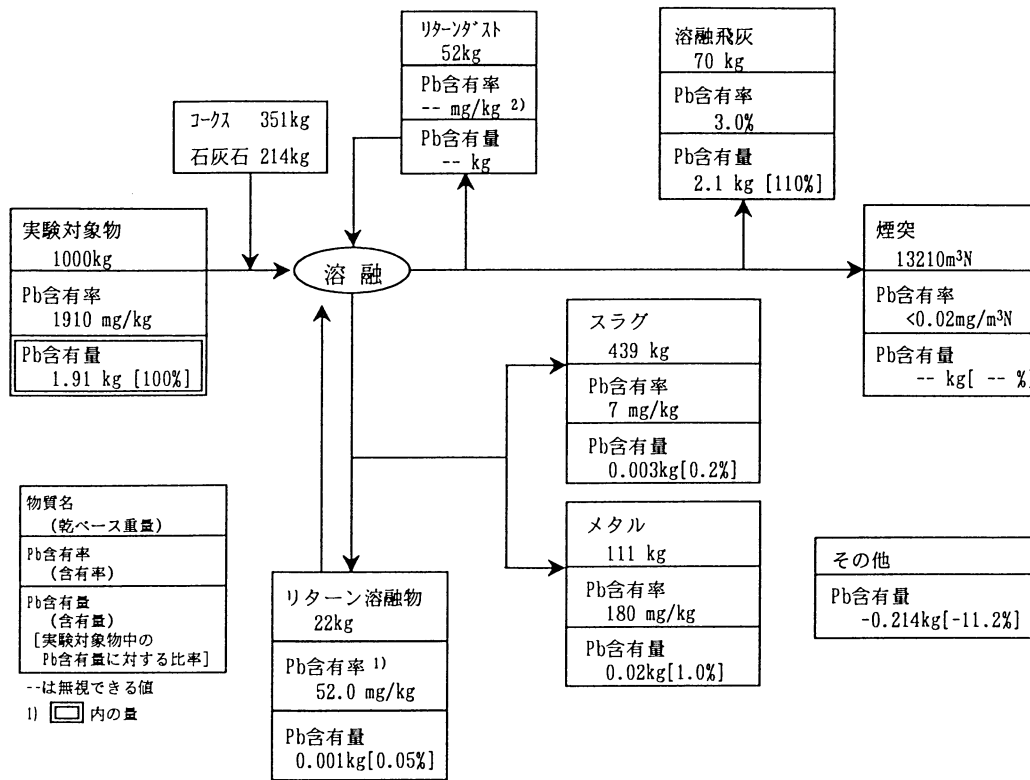


試料 1

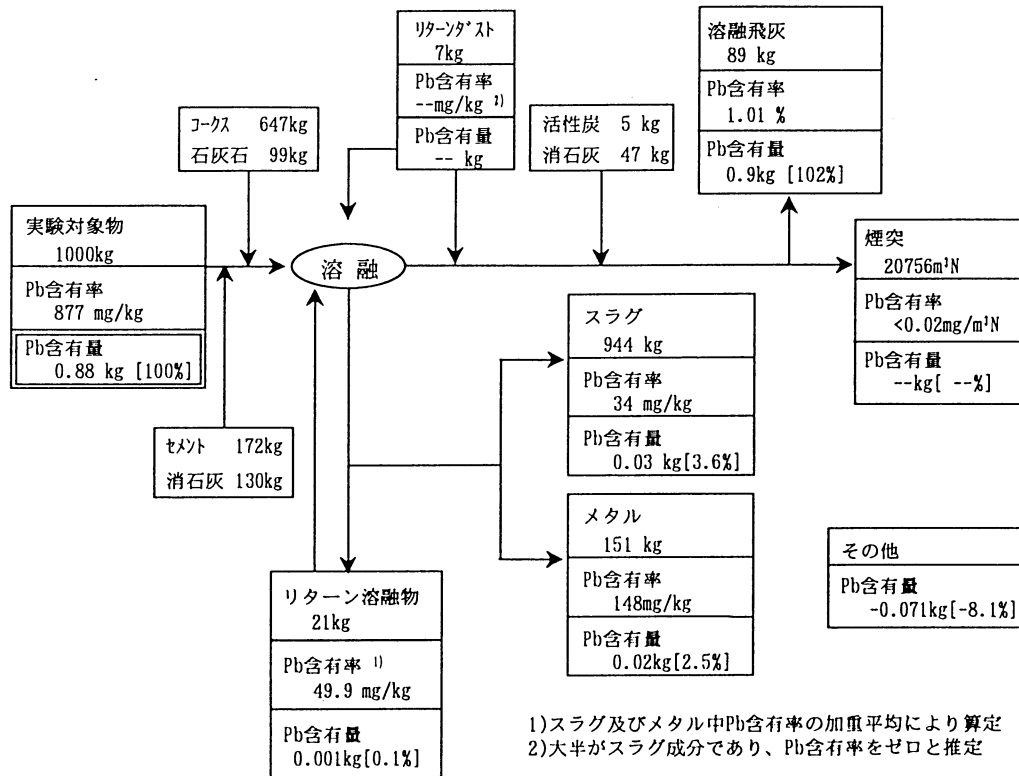


試料 2

図II-4-22 灰分の収支

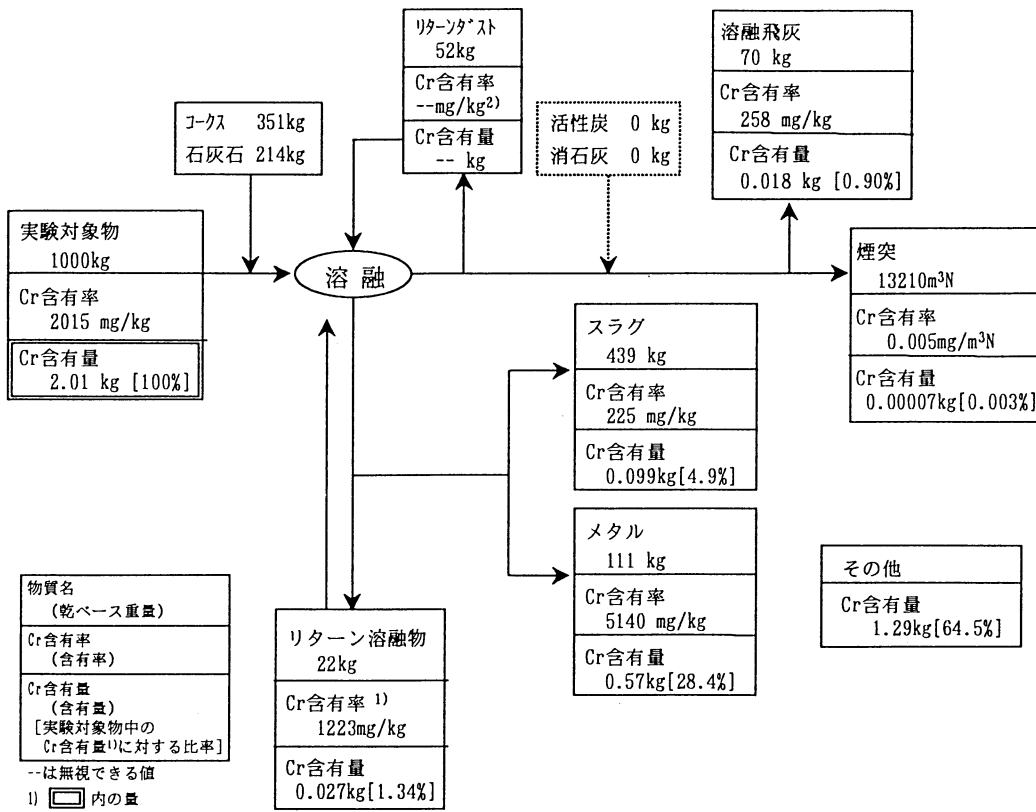


試料 1

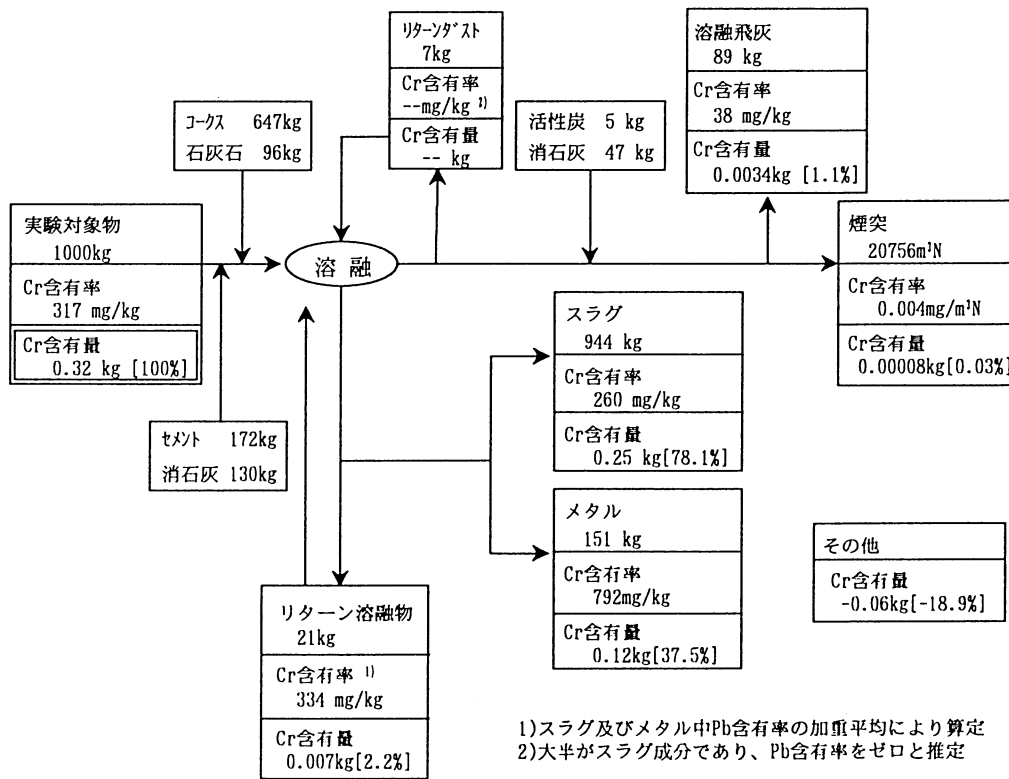


試料 2

図 II-4-23 Pbの収支



試料 1



試料 2

図 II-4-24 Crの収支

3-3. 溶融／焼却(表面溶融／ロータリーキルン)処理方式に関する処理実験

3-3.1 実験の概要

(1)実験目的

実験目的は以下の通りである。

- ①処理の安定性の確認
- ②環境保全性能に関する基礎データの把握
- ③副成物（選別・分別等により発生する瓦礫、金属片等の選別残さ／廃棄物高度処理等により発生するスラグ、メタル等の再資源化材／廃棄物高度処理等により発生する飛灰等の処理残さ）の種類及び発生量に関する基礎データの把握
- ④選別残さや処理残さの処理処分方法の検討
- ⑤再資源化材の安全性及び有効利用性の検討
- ⑥エネルギー収支・物質収支等に関する基礎データの把握
- ⑦用水の供給・利用に関する基礎データの把握
- ⑧経済性に関する基礎データの把握

(2)実験の内容

実験の内容は以下の通りである。

- ①実験対象物を前処理実験場に搬入し、磁選、分級、破碎の前処理を行った。前処理の結果、磁選した鉄分は0.2%であり、残りの99.8%を溶融実験試料とした。
- ②上記前処理後の試料のうち、30mm 篩い通過分を「不燃物」とし、30mm オーバーサイズ分を破碎して30mm 以下にしたものを「可燃物」として溶融実験場に搬入した。
- ③可燃物と不燃物をその発生比率で溶融炉に投入し、溶融実験を行った。
- ④スラグの粘性が高いため、実験時にスラグ改質材（消石灰）を使用した。
- ⑤排出されるスラグは、再利用を容易にするため破碎し、砂状スラグにした。また、スラグ中に分離しやすい形で混在している少量の鉄、アルミ、銅を分離し、その性状を評価した。

(3)実験実施者

処理実験は株式会社クボタが実施した。

(4)実験スケジュール

処理実験は表II-4-36 に示すスケジュールに基づき実施した。

表II-4-36 実験のスケジュール

項 目	第2次掘削の試料1
実験対象物掘削	3月1日
実験対象物前処理実験場搬入	3月3日
前処理実験	3月3日～3月13日
実験対象物前処理実験場搬出	3月16日、3月19日
実験対象物溶融実験場搬入	3月17日、3月20日、3月21日
処理実験	3月17日～3月23日
技術検討委員会立会	3月22日
副成物のサンプリング	3月22日
副成物の搬出	3月29日

(5)実験対象物

実験対象物及び処理量を表II-4-37に示す。

表II-4-37 実験対象物及び処理量

実験対象物	第2次掘削の試料1
処理量 t	80

(6)実験場所

処理実験は以下の場所で行った。

前処理実験：株式会社クボタ 実験施設（大阪府）

溶融実験：株式会社クボタ 灰溶融実証施設（メルトピア21）（東京都）

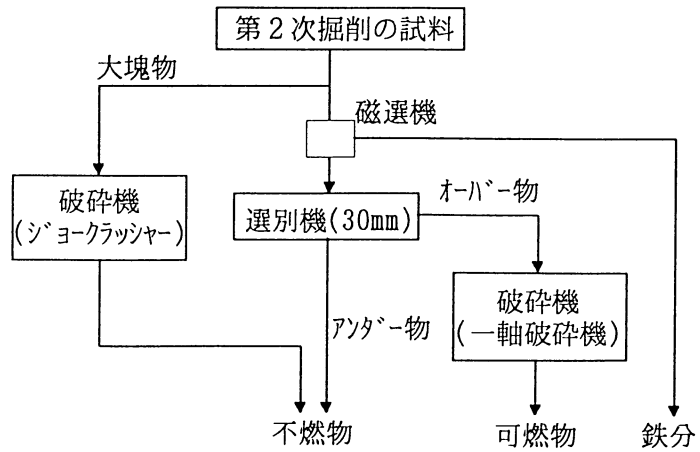
(7)実験施設

前処理実験は選別機、一軸破砕機、ジョークラッシャーにより選別・破砕を行った。溶融実験は表II-4-38に示す施設にて実験を実施した。また、フローを図II-4-25に示す。なお、フロー図中の番号は、投入・排出物量、各部温度及び排ガスの測定位置を示す。

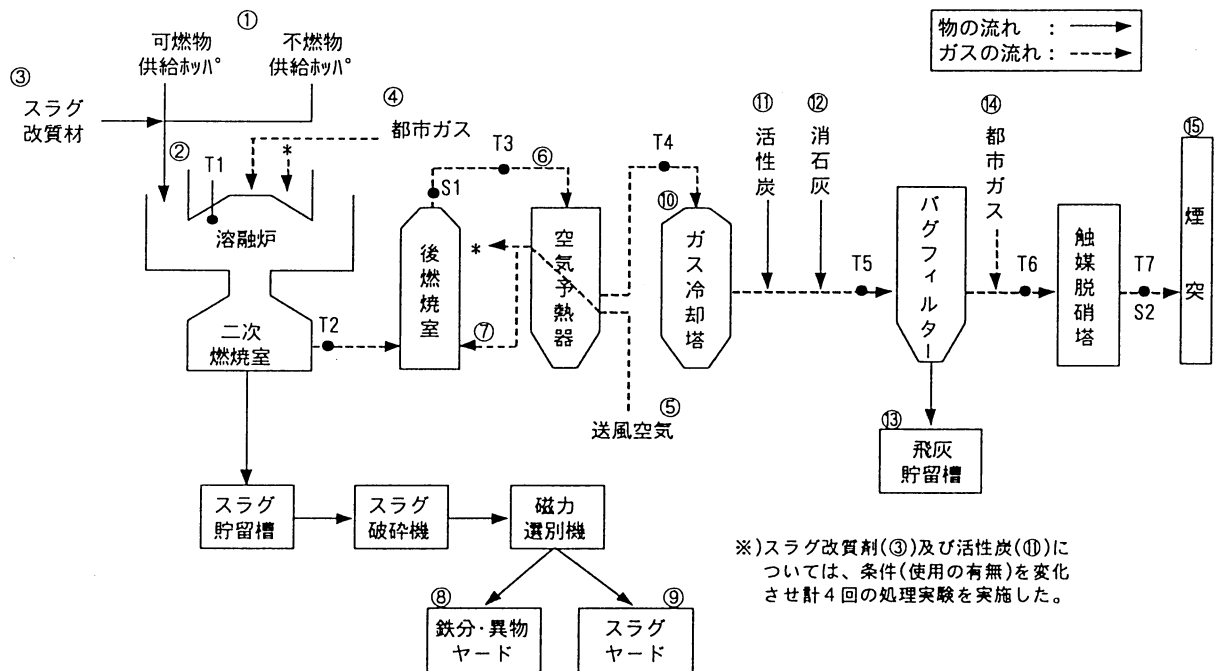
表II-4-38 実験施設の概要

名称	株式会社クボタ 灰溶融実験施設（メルトピア21）
竣工	平成8年3月
前処理設備	選別機、一軸破砕機、ジョークラッシャー
処理設備	（方式）回転式表面溶融炉 （処理能力）20 t / 24 h （溶融温度）1300 ～ 1350℃
溶融物処理設備	水冷式
燃焼装置	後燃焼室
ガス冷却設備	ガス冷却塔
排ガス処理設備	乾式有害ガス処理＋ろ過式集塵機＋触媒脱硝装置
排水処理設備	（クローズドシステム）

前処理



溶融処理



図II-4-25 処理実験フロー

3-3.2 実験条件

処理実験では、実験条件(スラグ改質材の使用の有無、バグフィルター入口における活性炭噴霧の有無)を変化させて、予備実験を含め計4回の溶融実験を実施した。そのうち技術検討委員会による立会の行われた3月22日の溶融実験(スラグ改質材使用、活性炭噴霧無し)について、データ評価期間における各測定量の変動範囲及び平均値を表II-4-39にまとめる。なお、測定位置は図II-4-25のフロー図中に番号で示す。

表II-4-39 実験条件

項目	測定位置	測定量	備考
1. 処理対象物			
1) 総処理量(湿ベース)	①	80t	不燃物:45.8t、可燃物:34.2t
2) 時間当たり処理量			
(1)湿ベース	②	768~803 kg/h (783kg/h)	
(2)乾ベース	②	492~514 kg/h (501kg/h)	
3) 処理物の水分(湿ベース)	②	36%	指定分析機関による分析結果:32.0%
4) 処理物の低位発熱量			
(1)湿ベース		1403kcal/kg	
(2)乾ベース		2529kcal/kg	
2. 副資材、添加材			
1) 活性炭	⑪	(0kg/h)	
2) 消石灰	⑫	5.7~6.2 kg/h (6.0kg/h)	
3) スラグ改質材 (消石灰)	⑬	40.2~43.5 kg/h (41.7kg/h)	
4) 空気			
(1) 送風空気(処理設備)	⑮	2532~2791 m ³ N/h (2671m ³ N/h)	
5) 燃料(都市ガス)			
(1) 溶融用	⑭	116~131 m ³ N/h (121m ³ N/h)	低位発熱量:9940kcal/m ³ N
(2) 加温用	⑭	51.8~56.8 m ³ N/h (52.7m ³ N/h)	
3. 副成物			
1) スラグ	⑨	280~295 kg/h (288kg/h)	
2) ガス冷ダスト	⑩	(3.0kg/h)	
3) 溶融飛灰	⑬	21.1~25.2 kg/h (23.5kg/h)	
4. 排ガス			
1) 湿り排ガス量		S1 4300m ³ N/h	炉出口
		S2 5500m ³ N/h	煙突入口
2) 乾き排ガス量		S1 3390m ³ N/h	炉出口
		S2 4100m ³ N/h	煙突入口

()内は平均値

排ガス量は平均値のみ記載

3-3.3 投入物及び排出物

投入物及び排出物に関する整理結果を表II-4-40～表II-4-42 にまとめる。なお、投入位置、排出位置及び排ガス測定位置は図II-4-25 のフロー中に番号で示す。

表II-4-40 投入物の種類と量・熱量

投入物	投入位置	実験での実使用量	投入量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	投入熱量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
処理対象物	①	湿ベース 783kg/h	/	1.403 × 10 ⁶ kcal (2.529 × 10 ⁶ kcal)	低位発熱量 湿ベース：1403kcal/kg 乾ベース：2529kcal/kg
		乾ベース 501kg/h			
スラグ改質材 (消石灰)	③	41.7kg/h	53.3kg (83.2kg)	— —	
燃料 (都市ガス)	④	121m ³ N/h	155m ³ N (242m ³ N)	1.540 × 10 ⁶ kcal (2.396 × 10 ⁶ kcal)	都市ガス低位発熱量 9940kcal/m ³ N
燃料 (都市ガス)	⑭	52.7m ³ N/h	67.3m ³ N (105m ³ N)	0.669 × 10 ⁶ kcal (1.044 × 10 ⁶ kcal)	
消石灰	⑫	6.0kg/h	7.66kg (12.0kg)	— —	
活性炭	⑪	0kg/h	0kg (0kg)	— —	使用せず
予熱空気	⑤	2671m ³ N/h	3411m ³ N (5331m ³ N)	0.495 × 10 ⁶ kcal (0.773 × 10 ⁶ kcal)	空気のエンタルピー 453℃:145kcal/m ³ N
合計	/	/	/	3.612 × 10 ⁶ kcal (5.969 × 10 ⁶ kcal)	予熱空気の熱量を含まず
				4.107 × 10 ⁶ kcal (6.742 × 10 ⁶ kcal)	予熱空気の熱量を含む

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり

表II-4-41 排出物の種類と量

排出物	排出位置	実験での実排出量 ¹⁾	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)
スラグ	⑨	288 kg/h	368 kg (575 kg)
ガス冷ダスト	⑩	3.0 kg/h	4 kg (6 kg)
溶融飛灰	⑬	23.5 kg/h	30 kg (47 kg)
合計	/	315 kg/h	402 kg (628 kg)

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり

表II-4-42 排ガス量

排ガス	測定位置	実験での 実排出量 ¹⁾	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
湿り排ガス量	S1	4300m ³ N/h	5490m ³ N (8580m ³ N)	炉出口
	S2	5500m ³ N/h	7020m ³ N (11000m ³ N)	煙突出口
乾き排ガス量	S1	3390m ³ N/h	4330m ³ N (6760m ³ N)	炉出口
	S2	4100m ³ N/h	5240m ³ N (8180m ³ N)	煙突出口

1) 上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり

3-3.4 各部の温度

各部の温度の変動範囲及び平均値を表II-4-43に示す。

表II-4-43 各部の温度

部 位	測定位置	温 度
溶融室内	T1	1351~1360 °C (1355°C)
二次燃焼出口	T2	1192~1216 °C (1205°C)
後燃焼室出口	T3	1088~1115 °C (1102°C)
ガス冷却塔入口	T4	691~699 °C (696°C)
バグフィルター入口	T5	147~154 °C (151°C)
触媒脱硝塔	T6	219~222 °C (221°C)
煙突	T7	177~185 °C (182°C)

()内は平均値

3-3.5 排ガスの組成及び各種成分の経時変化

排ガスの組成を表II-4-44に示す。なお、分析値は指定分析機関による分析結果である。

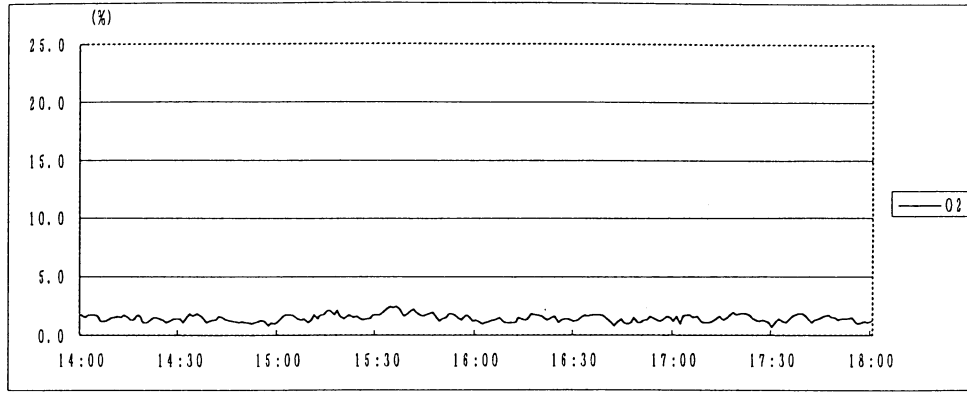
また、炉出口における排ガス中のO₂、SO₂、NO_x、COの経時変化を図II-4-26～II-4-29に示す。

表II-4-44 排ガスの組成

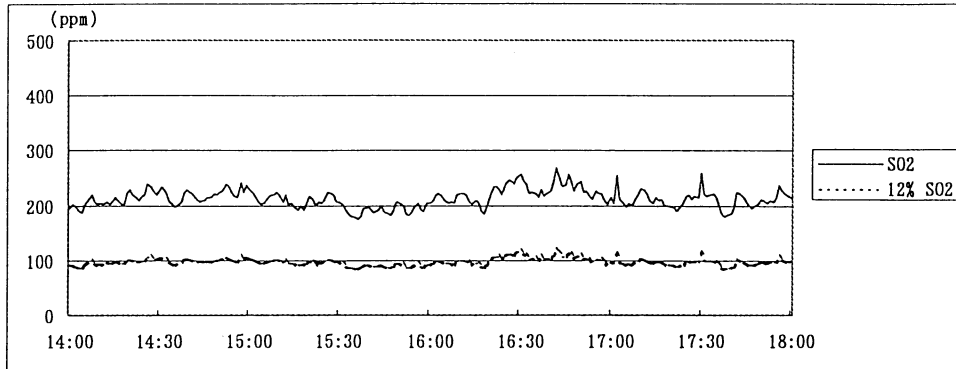
分析項目	単位	含有量		分析・測定方法
		炉出口 S1	煙突入口 S2	
水分量	%	21.2	25.5	JIS Z 8808
O ₂	%	1.5	9.7	JIS B 7983(磁気風式)
CO ₂	%	12.6	7.8	JIS K 0301
ダスト	g/m ³ N	3.83	0.0017	JIS Z 8808(円筒ろ紙法)
(O ₂ 12%換算値)	g/m ³ N	1.75	0.0013	
SO ₂	ppm	212	0	JIS B 7981(赤外線吸収法)
(O ₂ 12%換算値)	ppm	98	0	
NO _x	ppm	127	37	JIS B 7982(化学発光法)
(O ₂ 12%換算値)	ppm	59	29	
HCl	ppm	139	2.6	JIS K 0107(吸光光度法)
(O ₂ 12%換算値)	ppm	64	2.1	
CO	ppm	1	1	JIS K 0098(赤外線吸収法)
(O ₂ 12%換算値)	ppm	0	1	
NH ₃	ppm	0.3	0.6	JIS K 0099(吸光光度法)
HCN	mg/m ³ N	0.01	0.01	JIS K 0109(吸光光度法)
T-Hg	mg/m ³ N	0.0589	0.0441	JIS K 0222(原子吸光法)
As	mg/m ³ N	0.29	0.0004	水素化物発生原子吸光法
Sb	mg/m ³ N	14.8	0.004	水素化物発生原子吸光法
T-Cr	mg/m ³ N	0.47	<0.01	ICP発光分光分析法
Si	mg/m ³ N	6.62	0.09	ICP発光分光分析法
Zn	mg/m ³ N	73.5	0.12	ICP発光分光分析法
Pb	mg/m ³ N	38.9	0.05	ICP発光分光分析法
Ca	mg/m ³ N	8.87	0.20	ICP発光分光分析法
Cu	mg/m ³ N	37.6	<0.02	ICP発光分光分析法
Ni	mg/m ³ N	<0.21	<0.02	ICP発光分光分析法
Cd	mg/m ³ N	0.96	<0.02	ICP発光分光分析法
Mo	mg/m ³ N	0.45	<0.02	ICP発光分光分析法
V	mg/m ³ N	<0.21	<0.02	ICP発光分光分析法
PCB	mg/m ³ N	<0.002	<0.001	ガスクロマトグラフ法
ダイオキシン類	ng-TEQ/m ³ N	0.0054	0.052	1)

指定分析機関による分析結果

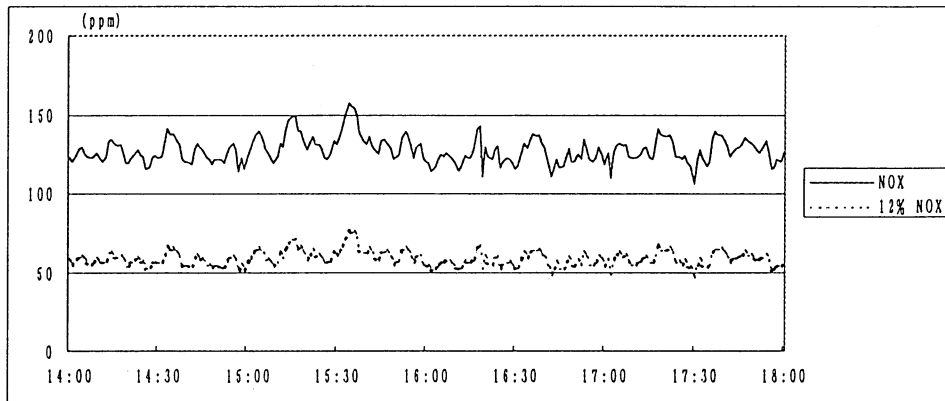
1)「廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル」



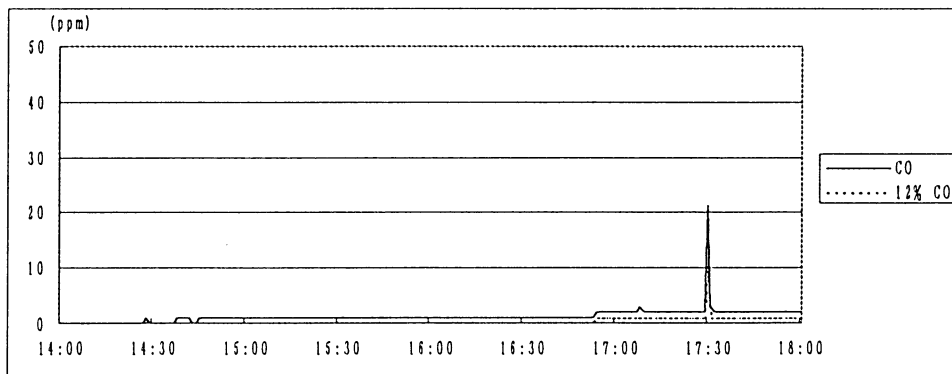
図II-4-26 O₂の経時変化(炉出口)



図II-4-27 SO₂の経時変化(炉出口)



図II-4-28 NO_xの経時変化(炉出口)



図II-4-29 COの経時変化(炉出口)

3-3.6 スラグの特性

スラグの組成、溶出試験結果、物性、粒度分布の分析結果を表II-4-45～II-4-48 にそれぞれ示す。Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を示す。

なお、スラグ組成中の水分は排出スラグを湿式破碎で処理しているため付着している水分量であり、時間の経過と共に漸減する。

表II-4-45 スラグの組成

分析項目	単位	含有量		表示ベース	分析・測定方法
		A	B		
水分	%	12.1	10.3	湿ベース	JIS M 8811
FeO	%	11.2	12.9	無水ベース	JIS M 8213 ¹⁾
SiO ₂	%	44.7	44.1	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
CaO	%	18.7	16.7	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
MgO	%	2.09	2.58	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
M-Fe	%	0.05	-	無水ベース	JIS M 8213
Al	%	7.06	6.99	無水ベース	ICP発光分光分析法
Na	%	1.56	2.16	無水ベース	ICP発光分光分析法
K	%	0.86	1.02	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-S	%	0.17	0.0054	無水ベース	JIS M 8217
Cl	%	0.003	-	無水ベース	チオシアン酸第二水銀法
Zn	%	0.197	0.153	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	2.88	0.487	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	0.05	0.02	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	%	0.11	0.16	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	<0.1	<0.0005	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	7.6	1.7	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	<0.01	<0.005	無水ベース	底質調査法

A：指定された分析機関による分析結果

B：実験実施企業により報告された分析結果

1) 元素分析後酸化物換算

-はデータなし

表II-4-46 スラグの溶出試験

分析項目	単位	含有量		土壤環境基準	分析・測定方法
		A	B		
pH		6.9	-		
T-Hg	mg/l	<0.0005	<0.0005	<0.0005	環境第59号付表3
Cd	mg/l	<0.001	<0.005	<0.01	JIS K 0102
Pb	mg/l	<0.005	0.003	<0.01	JIS K 0102
As	mg/l	<0.001	<0.005	<0.01	JIS K 0102
Cr ⁶⁺	mg/l	<0.005	<0.05	<0.05	JIS K 0102
Se	mg/l	<0.001	<0.005	<0.01	JIS K 0102
Sb	mg/l	<0.001	<0.005		JIS K 0102
Ni	mg/l	<0.01	<0.05		JIS K 0102
B	mg/l	<0.01	-		JIS K 0102
Mo	mg/l	0.02	<0.05		JIS K 0102

A：指定された分析機関による分析結果

B：実験実施企業により報告された分析結果

-はデータなし

表 II-4-47 スラグの物性

分析項目	単位	測定量		高炉スラグ規格値 JIS A 5011	分析・測定方法
		A	B		
単位容積重量	kg/ℓ	1.74	-	>1.25	JIS A 1104
絶乾比重		2.55	2.90	>2.2	JIS A 1109
吸水率	%	0.44	0.15	<6.0	JIS A 1109
すりへり減量	%	32.3	-		JIS A 1121
修正CBR	%	34.5	36.2		日本道路協会

A: 指定された分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

-はデータなし

表 II-4-48 スラグの粒度分布

粒径範囲(mm)	重量百分率%		累積百分率%		分析・測定方法
	A	B	A	B	
~2.36	0.5	1.0	0.5	1.0	篩分法
2.36~1.18	14.8	20.0	15.3	21.0	
1.18~0.60	35.9	34.0	51.2	55.0	
0.60~0.30	33.0	22.0	84.2	77.0	
0.30~0.15	13.0	12.0	97.2	89.0	
0.15~	2.8	11.0	100.0	100.0	

A: 指定された分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

3-3.7 メタル等の組成

熔融スラグ湿式破碎後、2 mm オーバーサイズ中の鉄、アルミは微量（実験対象物 80t の処理による排出の合計は 1 kg 以下）であり、2 mm アンダーサイズ中の鉄分は通常磁力で分離できなかった。また、試料中に金属銅として混在している銅が、熔融処理により直径 0.5~3 mm 程度の球状となり熔融スラグと共に排出された。排出量はスラグに対し最大 1 % である（手選鉱による概略排出量）。

鉄、アルミ、銅の組成を表 II-4-49 に示す。なお、A は指定分析機関による分析結果、B は実験実施企業により報告された分析結果を表す。

表II-4-49 メタル等の組成

分析項目	単位	鉄	アルミ		銅	表示ベース	分析・測定方法
		A	A	B	B		
水分	%	3.7	2.8	-	-	湿ベース	JIS M 8811
T-Fe	%	66.3	2.35	6.8	2.54	無水ベース	ICP発光分光分析法
Si	%	4.65	2.65	-	-	無水ベース	ICP発光分光分析法
Ca	%	2.85	0.19	-	-	無水ベース	ICP発光分光分析法
Al	%	1.69	89.3	88.7	-	無水ベース	ICP発光分光分析法
Zn	%	0.10	0.15	0.3	0.937	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	3.11	1.27	1.0	80.5	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	0.0732	0.29	-	1.02	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	%	1.42	0.50	-	-	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	<0.1	6900	-	-	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	179	25.3	-	-	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	<0.01	<0.01	-	-	無水ベース	底質調査法

A: 指定された分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

-はデータなし

3-3.8 飛灰の組成

飛灰の組成を表II-4-50 に示す。なお、Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を表す。

表II-4-50 飛灰の組成

分析項目	単位	含有量		表示ベース	分析・測定方法
		A	B		
水分	%	<0.1	0.7	湿ベース	JIS M 8811
Ca	%	20.7	-	無水ベース	ICP発光分光分析法
CaO	%	29.0	-	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
Mg	%	0.10	-	無水ベース	ICP発光分光分析法
SiO ₂	%	0.50	-	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
Al ₂ O ₃	%	0.14	-	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
T-Fe	%	0.25	-	無水ベース	ICP発光分光分析法
Na	%	5.91	5.4	無水ベース	ICP発光分光分析法
K	%	4.27	3.56	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-S	%	2.89	-	無水ベース	JIS M 8217
Cl	%	24.1	23.4	無水ベース	硝酸第二水銀滴定法
Zn	%	9.27	9.90	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	0.467	0.608	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	5.54	5.14	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	mg/kg	26	36	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	219	320	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	92.4	8.5	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	2.69	2.27	無水ベース	底質調査法

A: 指定された分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

1) 元素分析後酸化物換算

-はデータなし

3-3.9 物質収支

(1) 灰分の収支

処理実験における灰分の収支をまとめた結果を図II-4-30に示す。

データ評価期間中は、スラグ改質剤として消石灰を添加した。消石灰($\text{Ca}(\text{OH})_2$)の灰分(CaO)の割合は分子量比に基づき設定した。

(2) 重金属の収支

半揮発性物質の代表としてPb、不揮発性物質の代表としてCrに着目し、処理実験における収支をまとめた結果を図II-4-31及び図II-4-32に示す。

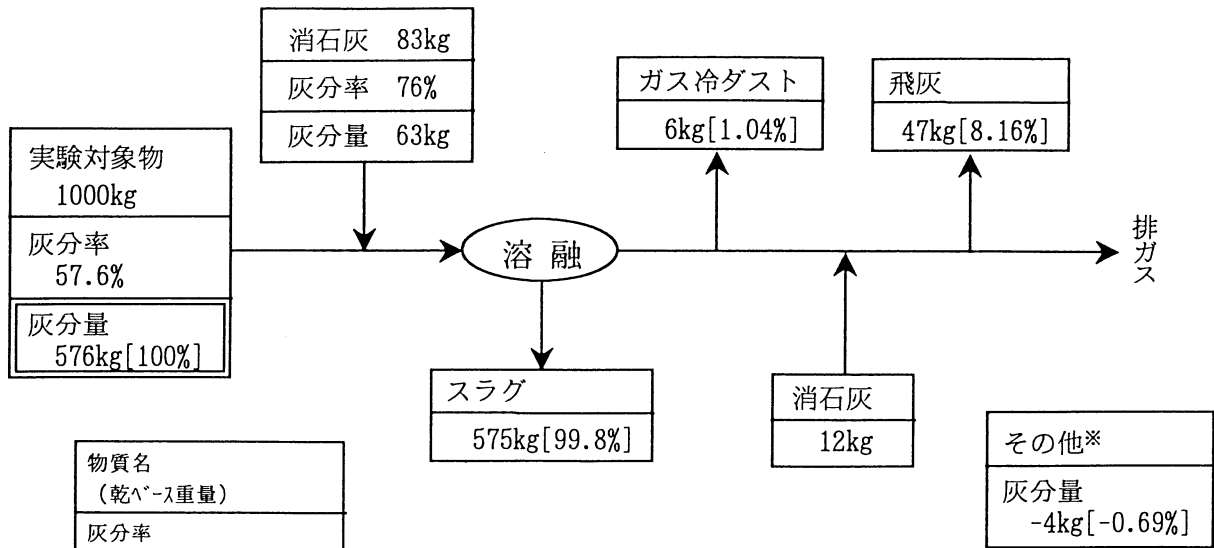
また、排出物の含有成分として系外へ排出されるPb及びCrの分布を表II-4-51及び表II-4-52に示す。

表II-4-51 Pbの排出分布

排出物	排出物量 kg	Pb含有量 kg	Pb分布率 %
スラグ	575	0.288	9.6
飛灰	47	2.60	87.0
ガス冷ダスト	5	0.099	3.3
計	627	2.99	100.0

表II-4-52 Crの排出分布

排出物	排出物量 kg	Cr含有量 kg	Cr分布率 %
スラグ	575	0.633	99.4
飛灰	47	0.001	0.2
ガス冷ダスト	5	0.003	0.5
計	627	0.64	100.0



物質名 (乾ベース重量)
灰分率 (灰分率)
灰分量 [実験対象物中の 灰分量に対する比率]

全量灰分と考えられる場合は物質名と重量のみ記載

1) 内の量

※ 実験対象物及び副資材に含まれる全投入灰分量から、副成物及び処理残さとして排出される全灰分量を差し引いた値を「その他」として記述した。

図II-4-30 灰分の収支

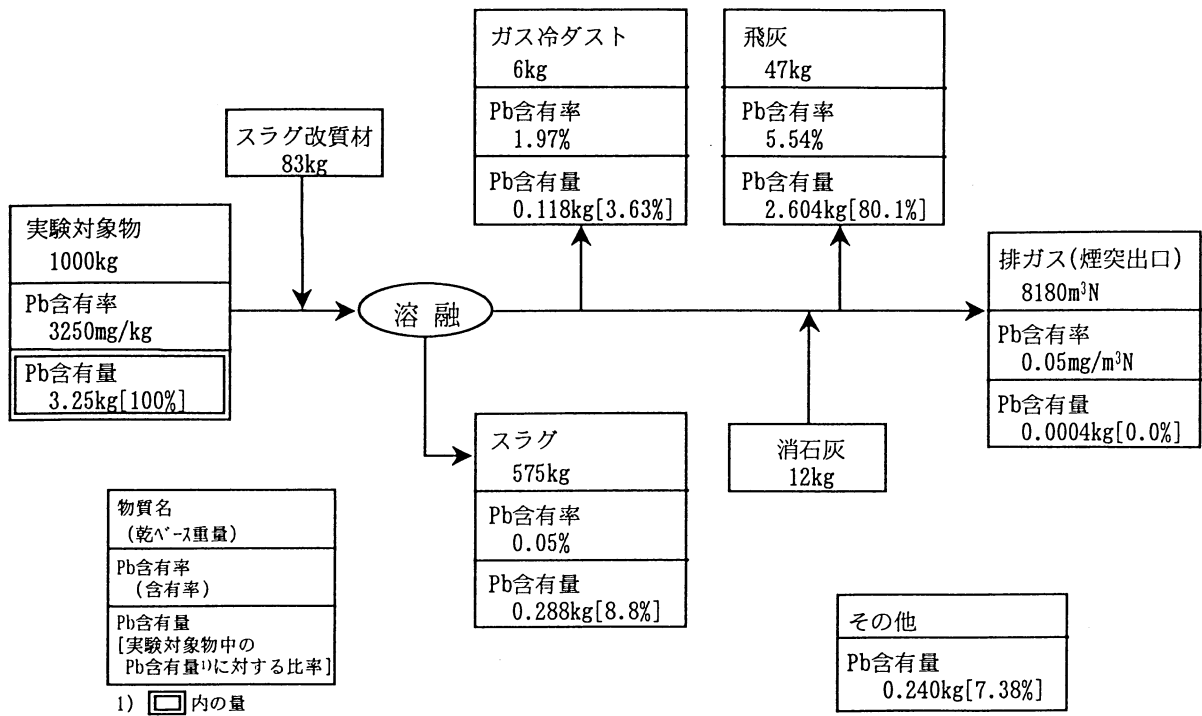


図 II-4-31 Pb の収支

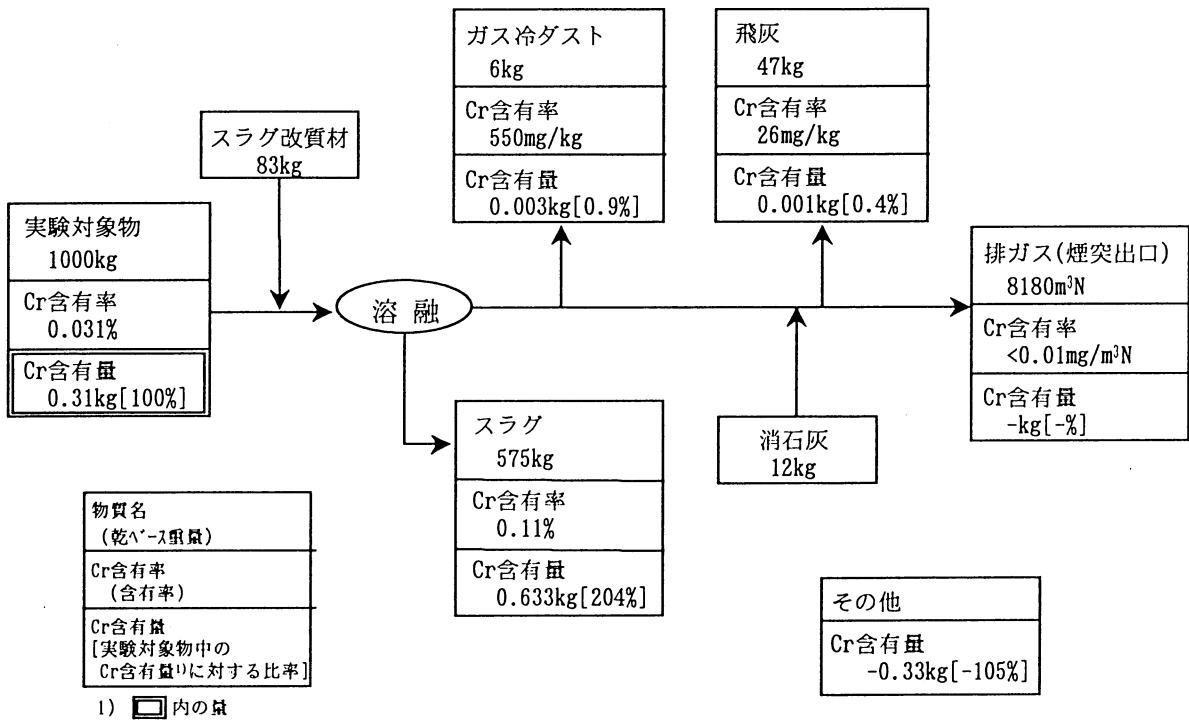


図 II-4-32 Cr の収支

3-4. 焼却(ロータリーキルン焼却)処理方式に関する処理実験

3-4.1 実験の概要

(1)実験目的

実験目的は以下の通りである。

- ①処理の安定性の確認
- ②環境保全性能に関する基礎データの把握
- ③副成物の種類及び発生量に関する基礎データの把握
- ④選別残さや処理残さの処理処分方法の検討
- ⑤再資源化材の安全性及び有効利用性の確認
- ⑥エネルギー収支・物質収支等に関する基礎データの把握
- ⑦用水の供給・利用に関する基礎データの把握
- ⑧経済性に関する基礎データの把握

(2)実験の内容

実験の内容は以下の通りである。

- ①実験対象物は、可燃分最大の掘削サンプルを、前処理せず投入ホッパへ投入し、フィーダでキルン炉内へ連続定量供給した。
- ②実験対象物を、ロータリキルン炉内で燃焼させ、さらに二次燃焼炉で完全燃焼させた。
- ③焼却灰はキルン出口残さ口より排出され、完全燃焼したガスは、ガス冷却塔で減温し、バグフィルターで除じんした。なお、D X N吸着・H C l除去のためバグフィルター手前で活性炭・消石灰を煙道中に吹き込み、これらの反応生成物と燃焼ガス中ダストを、飛灰としてバグフィルターで補集した。
- ④排ガスは、ガス吸収塔でさらにH C lを除去し、凝縮塔でガス中水分を凝縮除去した後、煙突より大気へ放出した。

(3)実験実施者

処理実験は川崎重工業株式会社が実施した。

(4)実験スケジュール

処理実験は表II-4-53に示すスケジュールに基づき実施した。

表 II-4-53 実験のスケジュール

項 目	第 2 次掘削の試料 1
実験対象物掘削	3 月 1 日
実験対象物搬入	3 月 4 日
処理実験	3 月 4 日 ~ 11 日
技術検討委員会立会	3 月 6 日
焼却灰、飛灰のサンプリング	3 月 9 日、11 日
熔融実験向け焼却灰、飛灰の搬出	3 月 7 日
エコセメント実験試料生成用の焼却	3 月 6 日 ~ 11 日
エコセメント実験用試料の搬出	3 月 14 日

(5)実験対象物

実験対象物及び処理量を表 II-4-54 に示す。

表 II-4-54 実験対象物及び処理量

実験対象物	第 2 次掘削の試料 1
処理量 t	45

(6)実験場所

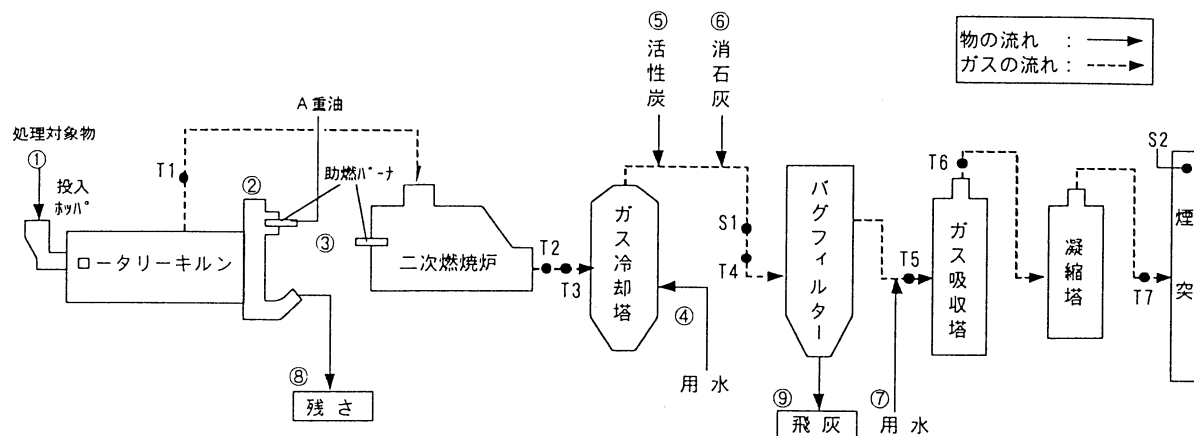
処理実験は川崎重工業株式会社 関連施設内（兵庫県）にて実施した。

(7)実験施設

実験施設の概要を表 II-4-55 に、フローを図 II-4-33 に示す。なお、フロー図中の番号は投入・排出物量、各部温度及び排ガス測定位置を表す。

表 II-4-55 実験施設の概要

名称	キルン式熱分解処理システム
竣工	昭和 54 年 4 月
前処理設備	前処理なし
処理設備	(方式) ロータリーキルン焼却炉 (処理能力) 10 t / 8 h (ただし、低位発熱量 1400kcal/kg)
燃焼設備	ロータリーキルン焼却炉、二次燃焼炉
ガス冷却設備	水噴霧方式
排ガス処理設備	バグフィルター、活性炭吹込、消石灰吹込、湿式洗煙



図II-4-33 処理実験フロー

3-4.2 実験条件

3月6日の処理実験において、8:30にプラントを起動し、9:00より処理対象物の投入を開始した。その後安定燃焼が得られた時間帯(11:00 ~ 18:00)を、データ評価期間とした。

データ評価期間における各測定量の変動範囲及び平均値を表II-4-56にまとめる。なお、測定位置は図II-4-33のフロー図中に番号で示す。

表II-4-56 実験条件

項目	測定位置	測定量	備考
1. 処理対象物			
1) 総処理量(湿ベース)		45.06t	
2) 時間当たり処理量(〃)	①		
(1)湿ベース		800~1100kg/h (940kg/h)	
(2)乾ベース		534~734kg/h (627kg/h)	
3) 処理物の水分(〃)		33.3%	指定分析機関による分析結果:28.0%
4) 処理物の低位発熱量			
(1)湿ベース		1487kcal/kg	
(2)乾ベース		2529kcal/kg	
2. 副資材、添加材			
1) 活性炭	⑤	— (3.33kg/h)	
2) 消石灰	⑥	— (16.5kg/h)	
3) 燃料(A重油)			低位発熱量:8769kcal/ℓ、比重:0.863kg/ℓ
(1)ロータリーキルン焼却炉用	②	— (46ℓ/h)	
(2)二次燃焼炉用	③	— (37.6ℓ/h)	
4) 用水			
(1)ガス冷却塔	④	— (1740kg/h)	
(2)ガス吸収塔	⑦	— (545kg/h)	
3. 副成物			
1) 焼却灰	⑧	— (363kg/h)	
2) 飛灰	⑨	— (46.7kg/h)	
4. 排ガス			
1) 湿り排ガス量	S1	(8690m ³ N/h)	バグフィルター入口
	S2	(10400m ³ N/h)	煙突
2) 乾き排ガス量	S1	(6450m ³ N/h)	バグフィルター入口
	S2	(9850m ³ N/h)	煙突

()内は平均値

-はデータなし

排ガス量は平均値のみ記載

3-4.3 投入物及び排出物

投入物及び排出物に関する整理結果を表II-4-57～表II-4-59にまとめる。なお、投入位置、排出位置及び測定位置は図II-4-33のフロー図中に番号で示す。

表II-4-57 投入物の種類と量・熱量

投入物	投入位置	実験での実使用量		投入量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	投入熱量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
		湿ベース	乾ベース			
処理対象物	①	940kg/h		/	1.487×10 ⁶ kcal (2.529×10 ⁶ kcal)	低位発熱量 湿ベース:1487kcal/kg 乾ベース:2529kcal/kg
		627kg/h				
燃料 (焼却炉用)	②	46.0ℓ/h		48.9ℓ (73.4ℓ)	0.429×10 ⁶ kcal (0.644×10 ⁶ kcal)	A重油低位発熱量 8769kcal/ℓ
燃料 (二次燃焼炉用)	③	37.6ℓ/h		40.0ℓ (60.0ℓ)	0.351×10 ⁶ kcal (0.526×10 ⁶ kcal)	
活性炭	⑤	3.33kg/h		3.54kg (5.31kg)		
消石灰	⑥	16.5kg/h		17.6kg (26.3kg)		
合計		/		/		
					2.267×10 ⁶ kcal (3.699×10 ⁶ kcal)	

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

表II-4-58 排出物の種類と量

排出物	排出位置	実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
焼却灰	⑧	363kg/h	386kg (579kg)	
飛灰	⑨	47kg/h	50kg (74kg)	
合計		410kg/h	436kg (653kg)	

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

表II-4-59 排ガス量

排ガス	測定位置	実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
湿り排ガス量	S1	8690m ³ N/h	9240m ³ N (13900m ³ N)	バグフィルター入口
	S2	10400m ³ N/h	11100m ³ N (16600m ³ N)	煙突
乾き排ガス量	S1	6450m ³ N/h	6860m ³ N (10300m ³ N)	バグフィルター入口
	S2	9850m ³ N/h	10500m ³ N (15700m ³ N)	煙突

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

3-4.4 各部の温度

各部の温度の変動範囲及び平均値を表II-4-60に示す。

表II-4-60 各部の温度

部 位	測定位置	温 度
キルン出口	T1	520～700℃ (590℃)
二次燃焼炉出口	T2	920～1150℃ (1050℃)
ガス冷却塔入口	T3	590～820℃ (680℃)
バグフィルター入口	T4	158～162℃ (160℃)
ガス吸収塔入口	T5	64～73℃ (69℃)
ガス吸収塔出口	T6	62～71℃ (67℃)
煙突入口	T7	40～47℃ (45℃)

()内は平均値

3-4.5 排ガスの組成及び各種成分の経時変化

排ガスの組成を表II-4-61に示す。

また、バグフィルター入口における排ガス中の O₂、SO₂、NO_x、CO の経時変化を図II-4-34～II-4-37に示す。

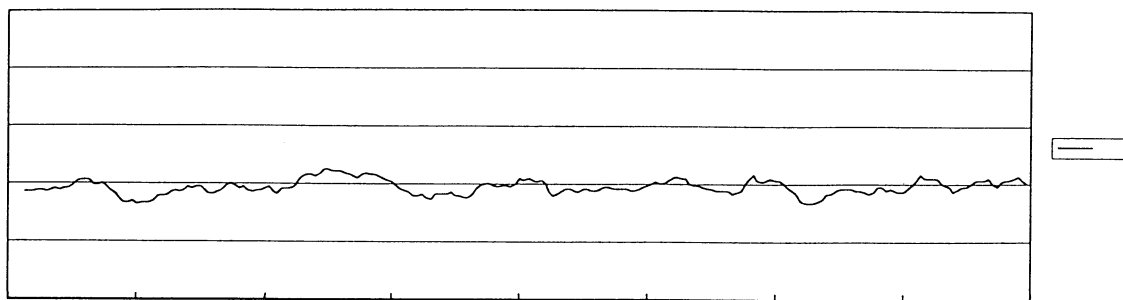
表II-4-61 排ガスの組成

分析項目	単位	BF入口 S1	煙突出口 S2	分析・測定方法
水分量	%	25.8	5.6	JIS Z 8808
O ₂	%	9.7	11.2	JIS K 0301
CO ₂	%	9.2	9.8	JIS K 0098
ダスト	g/m ³ N	2.25	<0.001	JIS Z 8808
(O ₂ 12%換算値)	g/m ³ N	1.71	<0.0008	
SO ₂	ppm	<1	<1	JIS K 0103
(O ₂ 12%換算値)	ppm	<1	<1	
NO _x	ppm	184	70	JIS K 0104
(O ₂ 12%換算値)	ppm	146	64	
HCl	ppm	6.5	2.2	JIS K 0107
(O ₂ 12%換算値)	ppm	5.1	2.0	
CO	ppm	11	3.1	JIS K 0098
(O ₂ 12%換算値)	ppm	9	2.8	
NH ₃	ppm	<1	<1	JIS K 0099
HCN	ppm	<0.05	<0.05	JIS K 0109
T-Hg	mg/m ³ N	0.037	0.0014	JIS K 0222
As	mg/m ³ N	0.012	<0.0005	ICP発光分光分析法
Sb	mg/m ³ N	1.9	<0.05	ICP発光分光分析法
T-Cr	mg/m ³ N	0.16	<0.03	ICP発光分光分析法
SiO ₂	mg/m ³ N	-	-	ICP発光分光分析法
Zn	mg/m ³ N	45	<0.05	ICP発光分光分析法
Pb	mg/m ³ N	110	0.073	ICP発光分光分析法
Ca	mg/m ³ N	-	-	ICP発光分光分析法
Cu	mg/m ³ N	75	0.05	ICP発光分光分析法
Ni	mg/m ³ N	0.35	<0.05	ICP発光分光分析法
Cd	mg/m ³ N	2.7	<0.005	ICP発光分光分析法
Mo	mg/m ³ N	0.15	<0.05	ICP発光分光分析法
V	mg/m ³ N	<0.05	<0.05	ICP発光分光分析法
PCB	mg/m ³ N	0.0027	0.0013	ガスクロマトグラフ法
ダイオキシン類	ng-TEQ/m ³ N	47	2.7	1)

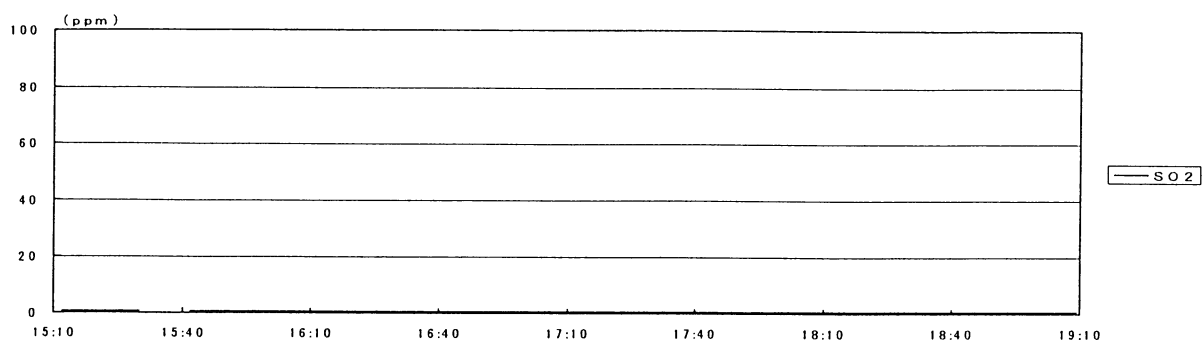
指定分析機関による分析結果

-はデータなし

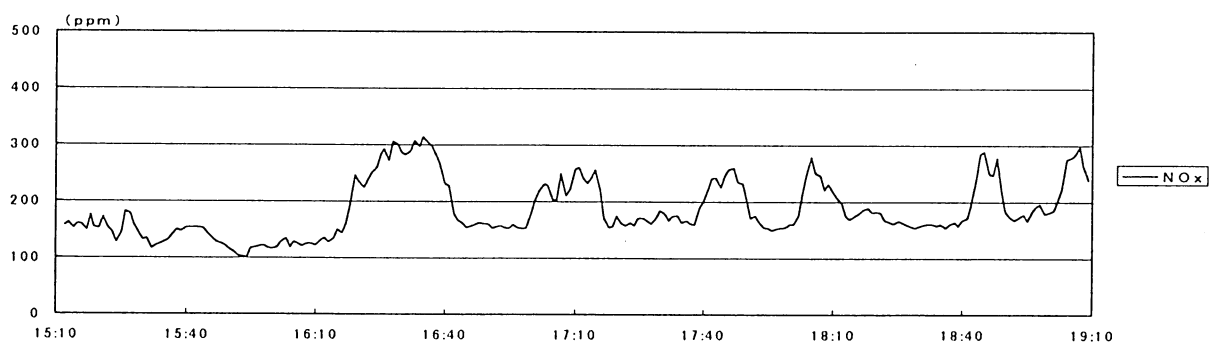
1)廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル



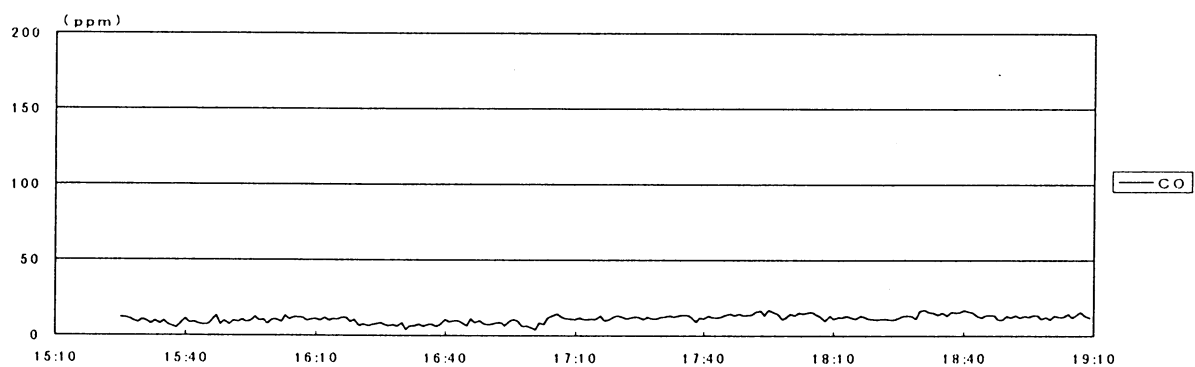
図II-4-34 O₂の経時変化(バグフィルター入口)



図II-4-35 SO₂の経時変化(バグフィルター入口)



図II-4-36 NO_xの経時変化(バグフィルター入口)



図II-4-37 COの経時変化(バグフィルター入口)

3-4.6 焼却灰及び飛灰の組成

焼却灰及び飛灰の組成を表II-4-62に示す。なお、Aは指定された分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果である。

表II-4-62 焼却灰及び飛灰の組成

分析項目	単位	焼却灰		飛灰		表示ベース	分析・測定方法
		A	B	A	B		
水分	%	25	—	0.01	—	湿ベース	JIS M 8811
Ca	%	3.7	5.785	29	34.2	乾ベース	ICP発光分光分析法
CaO	%	5.2	8.09	40	47.85	乾ベース	ICP発光分光分析法
Cl	%	0.29	0.435	12	14.3	乾ベース	硝酸銀滴定法
Zn	%	0.62	1.125	0.72	1.00	乾ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	3.1	3.55	0.97	1.27	乾ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	0.15	—	2.2	—	乾ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	%	0.071	0.042	0.016	0.0125	乾ベース	ICP発光分光分析法
Cd	mg/kg	<10	—	150	205	乾ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	13	15	30	26.5	乾ベース	水素化原子吸光法
T-Hg	mg/kg	<0.001	—	14	14.5	乾ベース	還元気化原子吸光法

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

—はデータなし

3-4.8 物質収支

(1) 灰分の収支

処理実験における灰分の収支をまとめた結果を図II-4-38に示す。

(2) 重金属の収支

半揮発性物質の代表としてPb、不揮発性物質の代表としてCrに着目し、処理実験における収支をまとめた結果を図II-4-39及び図II-4-40に示す。

また、排出物の含有成分として系外へ排出されるPb及びCrの分布を表II-4-63及び表II-4-64に示す。

表II-4-63 Pbの排出分布

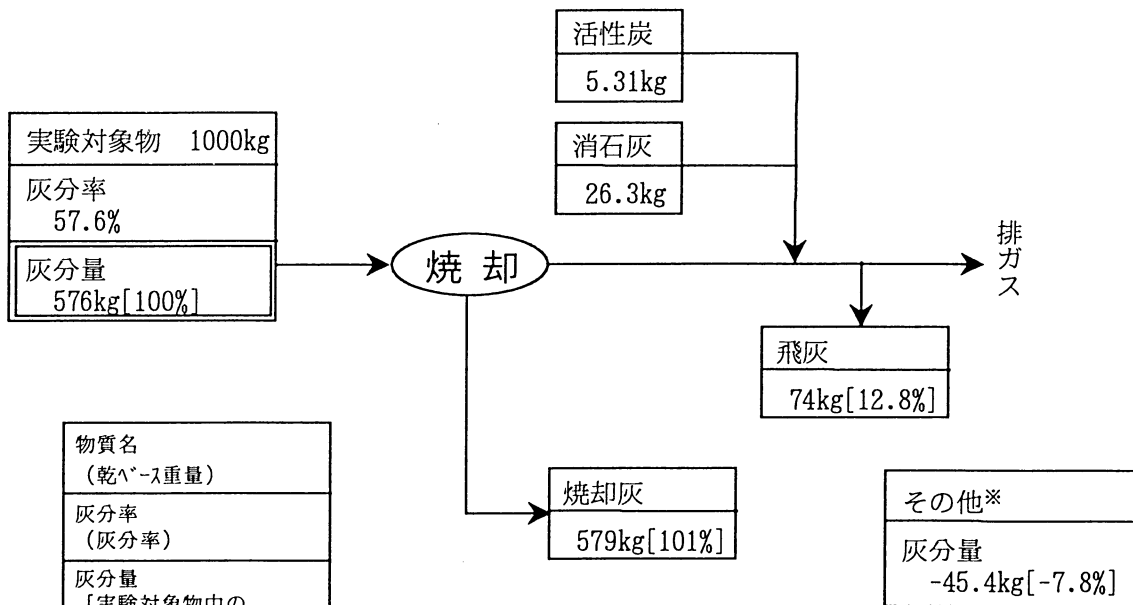
排出物	排出物量 kg	Pb含有量 kg	Pb分布率 %
焼却灰	579	0.87	34.8
飛灰	74	1.63	65.2
排ガス	(15700m ³ N)	--	--
計	653	2.5	100.0

--は無視できる値

表II-4-64 Crの排出分布

排出物	排出物量 kg	Cr含有量 kg	Cr分布率 %
焼却灰	579	0.41	97.6
飛灰	74	0.01	2.4
排ガス	(15700m ³ N)	--	--
計	653	0.42	100.0

--は無視できる値

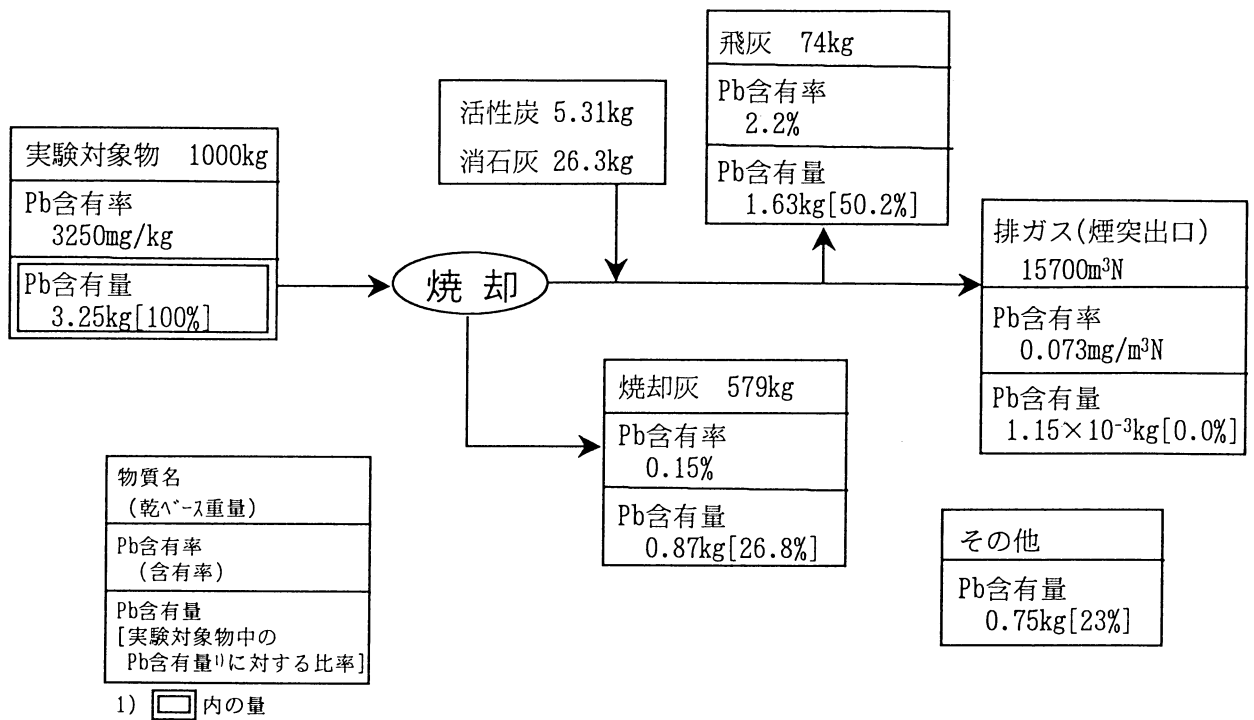


全量灰分と考えられる場合は物質名と重量のみ記載

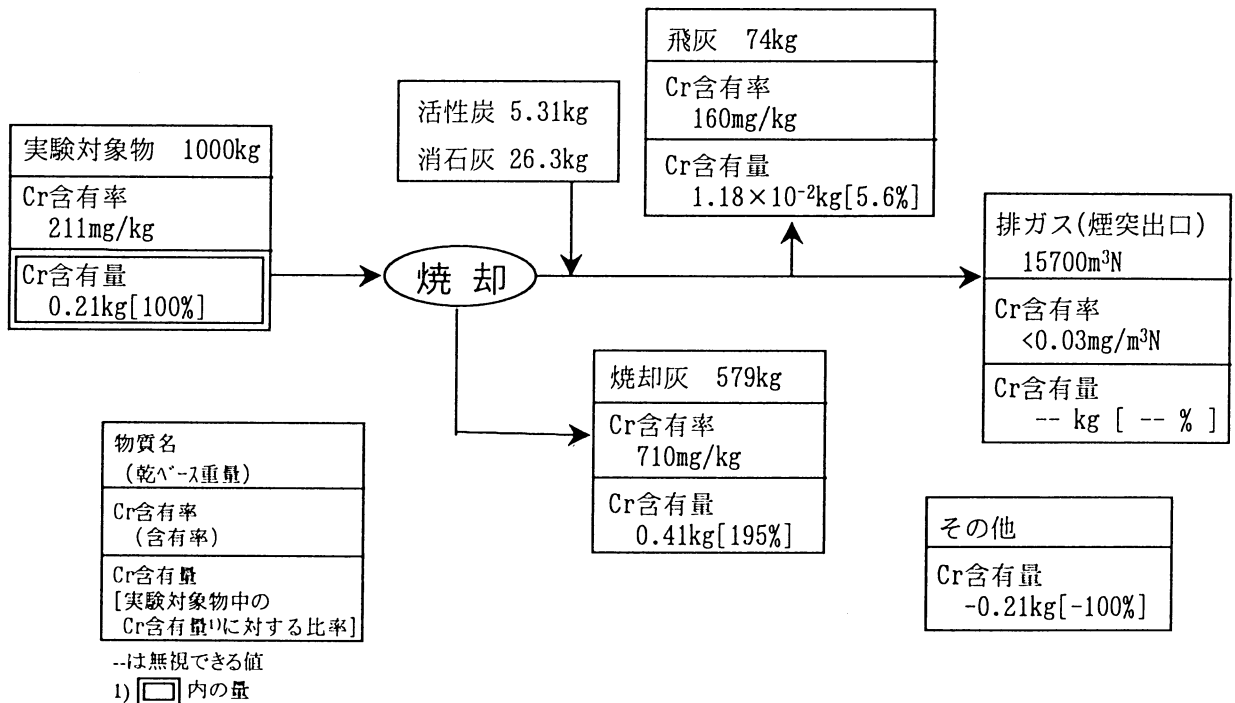
1) 内の量

※ 実験対象物及び副資材に含まれる全投入灰分量から、副成物及び処理残さとして排出される全灰分量を差し引いた値を「その他」として記述した。

図II-4-38 灰分の収支



図II-4-39 Pbの収支



図II-4-40 Crの収支

3-5. 溶融(プラズマ溶融)処理方式に関する処理実験

3-5.1 実験の概要

(1)実験目的

実験目的は以下の通りである。

- ①処理の安定性の確認
- ②環境保全性能に関する基礎データの把握
- ③副成物（選別・分別等により発生する瓦礫、金属片等の選別残さ／廃棄物高度処理等により発生するスラグ、メタル等の再資源化材／廃棄物高度処理等により発生する飛灰等の処理残さ）の種類及び発生量に関する基礎データの把握
- ④選別残さや処理残さの処理処分方法の検討
- ⑤再資源化材の安全性及び有効利用性の確認
- ⑥エネルギー収支・物質収支等に関する基礎データの把握
- ⑦用水の供給・利用に関する基礎データの把握
- ⑧経済性に関する基礎データの把握

(2)実験の内容

実験の内容は以下の通りである。

- ①焼却(ロータリーキルン焼却)処理方式に関する処理実験で得られた焼却灰及び飛灰を実験試料とした。
- ②上記焼却灰及び飛灰から処理不適物(ワイヤーの塊や岩などの粗大物)を除去した後、コークスを混合し、溶融炉内へ定量供給した。
- ③溶融炉内でプラズマ溶融したスラグを水砕タンクで急冷して、水砕スラグを得た。さらに、水砕スラグから磁選機で鉄分を除去し、破碎したものを熱水処理した。
- ④熱水処理では、水砕スラグを pH が約 12.5 の熱水(スラグ比 0.2~0.5%で石灰を混入)中に約 1 時間保持し、スラグの品質の安定化(Pb の溶出抑制)及び高品質化(セメント、アスファルトとの結合力向上)を図った。
- ⑤溶融炉内で発生した排ガスは再燃焼炉で完全燃焼し、空冷後、バグフィルターで除じんした。なお、D X N 吸着・H C l 除去のため、バグフィルター手前で活性炭・消石灰を煙道中に吹き込んだ。これらの反応生成物と燃焼ガス中ダストを、溶融飛灰としてバグフィルターで補集した。排ガスの一部は、脱硝装置により脱硝後、大気へ放出した。

(3)実験実施者

処理実験は川崎重工業株式会社が実施した。

(4)実験スケジュール

処理実験は表II-4-65に示すスケジュールに基づき実施した。

表II-4-65 実験のスケジュール

項目	焼却灰及び飛灰
実験対象物搬入	3月17日
処理実験	3月17日～31日
技術検討委員会立会	3月19日
熱水処理	4月2日～15日
副成物サンプリング	4月10日

(5)実験対象物

焼却(ロータリーキルン焼却)処理方式の実験で得られた焼却灰、飛灰を実験対象物とした。

実験対象物及び処理量を表II-4-66に示す。また、実験対象物の組成を表II-4-67に示す。

表II-4-66 実験対象物及び処理量

実験対象物	焼却処理実験により得られた副成物	
	焼却灰	飛灰
処理量 t	2.27	0.45

表II-4-67 実験対象物の組成

分析項目	単位	焼却灰		飛灰		表示ベース	分析・測定方法
		A	B	A	B		
水分	%	25	—	0.01	—	湿ベース	JIS M 8811
CaO	%	5.2	8.09	40	47.85	乾ベース	ICP発光分光分析法
Ca	%	3.7	5.785	29	34.2	乾ベース	ICP発光分光分析法
Cl	%	0.29	0.435	12	14.3	乾ベース	硝酸銀滴定法
Zn	%	0.62	1.125	0.72	1.00	乾ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	3.1	3.55	0.97	1.27	乾ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	0.15	—	2.2	—	乾ベース	ICP発光分光分析法
Cr	%	0.071	0.042	0.016	0.0125	乾ベース	ICP発光分光分析法
Cd	mg/kg	<10	<2	150	205	乾ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	13	15	30	26.5	乾ベース	水素化原子吸光法
Hg	mg/kg	<0.001	<0.01	14	14.5	乾ベース	還元気化原子吸光法

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

—はデータなし

(6)実験場所

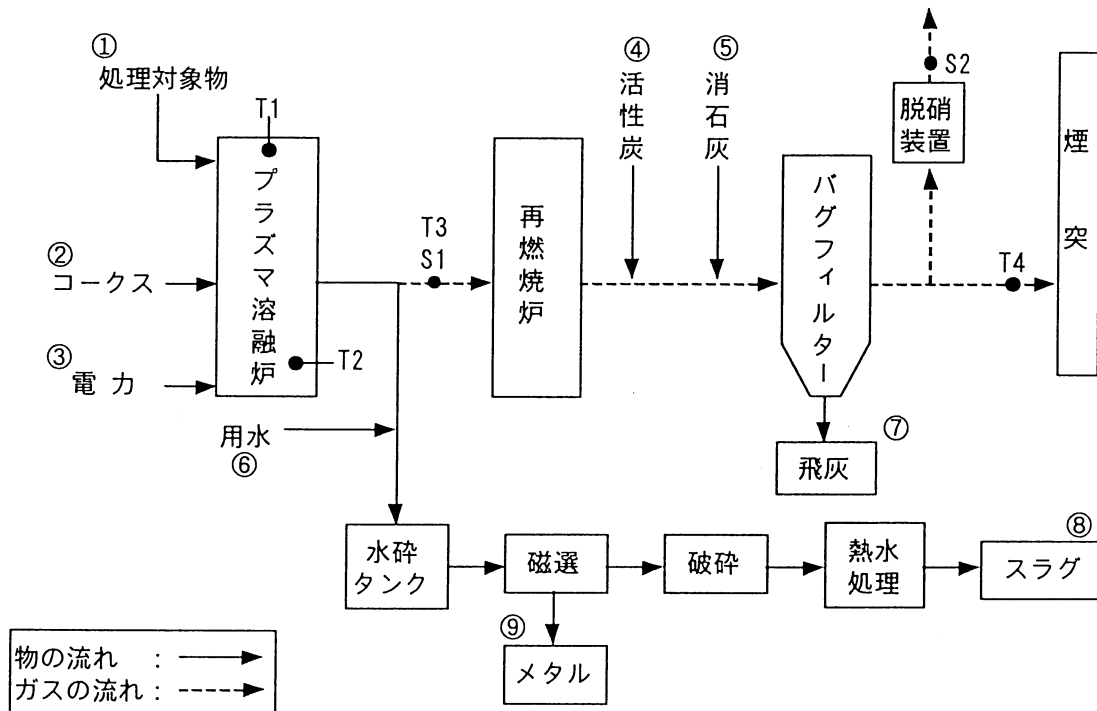
処理実験は川崎重工業株式会社 関連施設内（千葉県）にて実施した。

(7)実験施設

実験施設の概要を表II-4-68 に、フローを図II-4-41 に示す。なお、フロー図中の番号は投入・排出物量、各部温度及び排ガスの測定位置を示す。

表II-4-68 実験施設の概要

名称	プラズマ式灰溶融パイロットプラント
竣工	平成2年7月
前処理設備	大塊選別
処理設備	(方式) プラズマ式灰溶融炉 (処理能力) 最大 150kg/h (溶融温度) 1400°C
溶融物処理設備	スラグ冷却：水冷方式 水砕スラグ処理：熱水方式
燃焼設備	再燃焼炉
ガス冷却設備	空気冷却式
排ガス処理設備	消石灰吹込、バグフィルター、脱硝装置
排水処理設備	(クローズドシステム)



図II-4-41 処理実験フロー

3-5.2 実験条件

3月19日の処理実験において、8:00にプラントを起動し、11:00より処理対象物の投入を開始した。その後安定燃焼が得られた時間帯(13:00～19:00)を、データ評価期間とした。

データ評価期間における各測定量の変動範囲及び平均値を表II-4-69にまとめる。なお、測定値は図II-4-41のフロー図中に番号で示す。

処理実験では、スラグとメタルが混合した状態で排出された。排出された混合スラグを水砕後、磁選機でメタルを除去した。選別されたメタルは2.8%であった。この後、さらに粉碎した上で、熱水処理を行った。熱水処理後のスラグを指定分析機関において再度破碎し、磁選を行った結果、約12.2%の磁性物が分離された。この指定分析機関において分離された磁性物を磁性物分とし、表II-4-69においてはスラグと磁性物を分離した量で示した。

表II-4-69 実験条件

項目	測定位置	測定値	備考
1. 処理対象物量			
1) 総処理量(湿ベース)		2.037 t	上段:焼却灰、下段:飛灰 (飛灰は熔融時に水を添加)
		0.547 t	
2) 時間当たり処理量			
(1) 湿ベース	①	— (57.6 kg/h)	上段:焼却灰、下段:飛灰 合計 72.0kg/h
		— (14.4 kg/h)	
(2) 乾ベース	①	— (55.8 kg/h)	上段:焼却灰、下段:飛灰 合計 67.5kg/h
		— (11.7 kg/h)	
3) 処理物の水分(湿ベース)		3.05%	上段:焼却灰、下段:飛灰
		18.7%	
2. 添加材量			
1) コークス	②	— (6 kg/h)	定量供給
2) 消石灰	⑤	— (3.12 kg/h)	ロータリーバルブにより連続供給
3) 活性炭	④	— (0.45 kg/h)	二軸フィーダにより連続供給
4) 電力	③	— (169 kW)	トーチ平均出力
5) 用水(水砕水)	⑥	— (15 t/h)	循環使用
3. 副成物量			
1) スラグ	⑧	— (52.9 kg/h)	
2) 磁性物	⑧	— (7.3 kg/h)	熱水処理後のスラグを粉碎・磁選
3) メタル	⑨	— (1.73 kg/h)	熱水処理前に熔融物を磁選
4) 飛灰	⑦	— (5.85 kg/h)	
4. 排ガス量			
1) 湿り排ガス量	S1	(135 m ³ N/h)	炉出口
	S2	(28 m ³ N/h)	触媒出口
2) 乾き排ガス量	S1	(111 m ³ N/h)	炉出口
	S2	(27 m ³ N/h)	触媒出口

() 内は平均値
—はデータなし
排ガス量は平均値のみ記載

3-5.3 投入物及び排出物

投入物及び排出物の整理結果を表II-4-70～表II-4-72にまとめる。

表II-4-70 投入物の種類と量

投入物	投入位置	実験での実使用量		投入量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	投入熱量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
		湿ベース	乾ベース			
処理対象物	①	72.0kg/h	67.5kg/h		0kcal (0kcal)	
コークス	②	6.00kg/h			83.3kg (88.9kg)	0.650×10^6 kcal (0.693×10^6 kcal)
電力	④	169kWh		2346kWh (2502kWh)	2.018×10^6 kcal (2.152×10^6 kcal)	860kcal/kWh換算値
					5.156×10^6 kcal (5.500×10^6 kcal)	一次エネルギー換算値 (発電効率39.2%で計算)
活性炭	⑤	0.45kg/h		6.25kg (6.67kg)		バグフィルタ手前で投入
消石灰	③	3.12kg/h		43.3kg (46.2kg)		バグフィルタ手前で投入
合計					2.668×10^6 kcal (2.845×10^6 kcal)	860kcal/kWh換算値
					5.806×10^6 kcal (6.193×10^6 kcal)	一次エネルギー換算値

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

表II-4-71 排出物の種類と量

排出物	排出位置	実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
スラグ	⑧	52.9 kg/h	735 kg (784 kg)	
磁性物	⑧	7.3 kg/h	101 kg (108 kg)	
メタル	⑨	1.73 kg/h	24.0 kg (25.6 kg)	
溶融飛灰	⑦	5.85 kg/h	81.3kg (86.7kg)	
合計		67.74 kg/h	941kg (1004kg)	

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

表II-4-72 排ガス量

排ガス	測定位置	実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
湿り排ガス量	S1	135 m ³ N/h	1875 m ³ N (2000 m ³ N)	炉出口
	S2	28 m ³ N/h	389 m ³ N (415 m ³ N)	触媒出口
乾き排ガス量	S1	111 m ³ N/h	1542 m ³ N (1644 m ³ N)	炉出口
	S2	27 m ³ N/h	375 m ³ N (400 m ³ N)	触媒出口

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

3-5.4 各部の温度

各部の温度の変動範囲及び平均値を表II-4-73に示す。

表II-4-73 各部の温度

部 位	測定位置	温 度
熔融炉	T1	1050～1187℃ (1094℃)
スラグ温度	T2	1300～1380℃ (1340℃)
熔融炉出口	T3	640～920℃ (770℃)
煙突入口	T4	105～135℃ (119℃)

()内は平均値

3-5.5 排ガスの組成及び各種成分の経時変化

排ガスの組成を表II-4-74に示す。

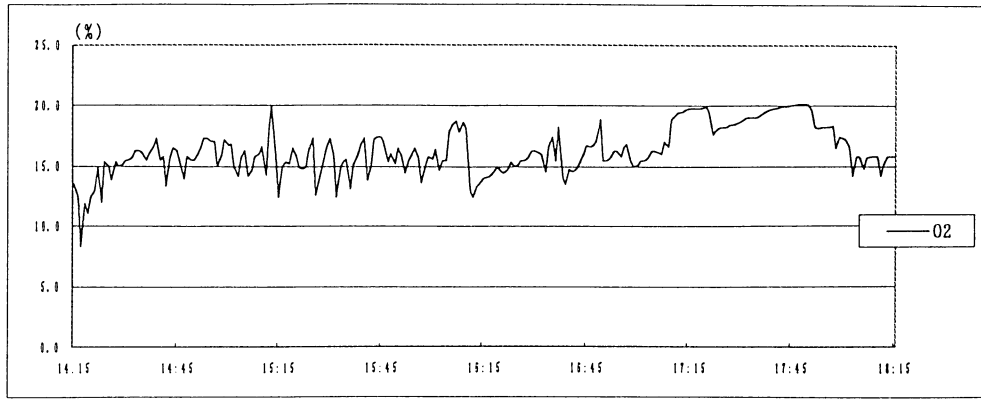
また、炉出口における排ガス中のCO、O₂、NO_x、SO₂の経時変化を図II-4-42～II-4-45に示す。

表II-4-74 排ガスの組成

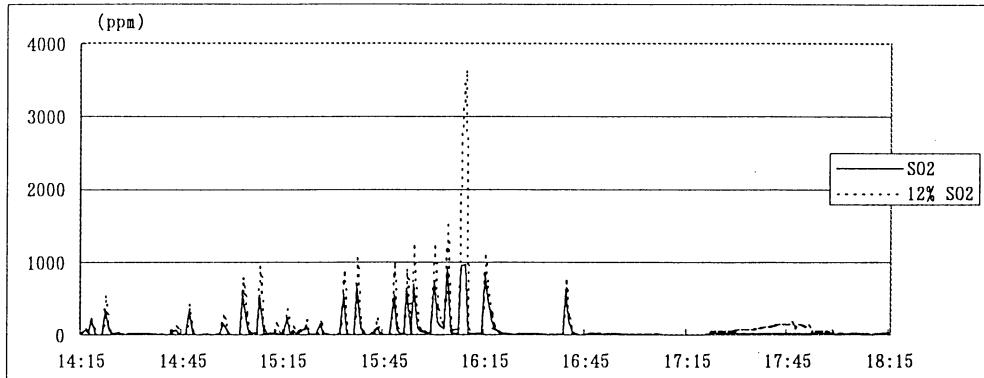
分析項目	単位	炉出口	触媒出口	分析・測定方法
水分量	%	17.5	4.1	JIS Z 8808
O ₂	%	16.2	19.6	JIS B 7983
CO ₂	%	8.1	1.2	JIS K 0301
ダスト	g/m ³ N	0.249	0.0005	JIS Z 8808
(O ₂ 12%換算値)	g/m ³ N	0.543	0.0035	
SO ₂	ppm	64	5	JIS B 7981
(O ₂ 12%換算値)	ppm	122	32	
NO _x	ppm	1960	757	JIS B 7982
(O ₂ 12%換算値)	ppm	5480	5310	
HCl	ppm	25	4.7	JIS K 0107
(O ₂ 12%換算値)	ppm	45	32	
CO	ppm	218	44	JIS K 0098
(O ₂ 12%換算値)	ppm	622	249	
NH ₃	ppm	0.1	0.0	JIS K 0099
HCN	ppm	0.01	0.01	JIS K 0109
T-Hg	mg/m ³ N	0.120	0.0048	JIS K 0222
As	mg/m ³ N	0.046	<0.0001	水素化物発生原子吸光法
Sb	mg/m ³ N	0.55	0.0005	水素化物発生原子吸光法
T-Cr	mg/m ³ N	<0.09	0.04	ICP発光分光分析法
Si	mg/m ³ N	-	-	ICP発光分光分析法
Zn	mg/m ³ N	36.3	0.02	ICP発光分光分析法
Pb	mg/m ³ N	18.6	<0.01	ICP発光分光分析法
Ca	mg/m ³ N	40.0	0.06	ICP発光分光分析法
Cu	mg/m ³ N	9.11	<0.01	ICP発光分光分析法
Ni	mg/m ³ N	<0.09	<0.01	ICP発光分光分析法
Cd	mg/m ³ N	<0.09	<0.01	ICP発光分光分析法
Mo	mg/m ³ N	<0.09	<0.01	ICP発光分光分析法
V	mg/m ³ N	<0.09	<0.01	ICP発光分光分析法
PCB	mg/m ³ N	<0.001	<0.001	ガスクロマトグラフ法
ダイオキシン類	ng-TEQ/m ³ N	1.9	<0.016	1)

-はデータなし

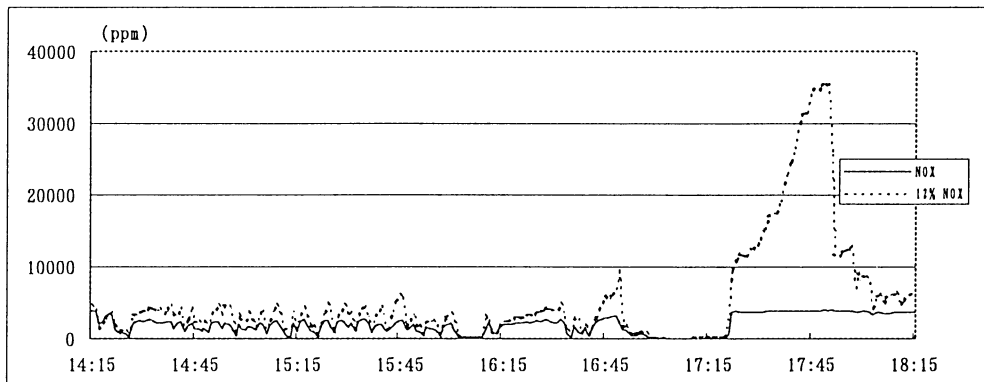
1) 廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル



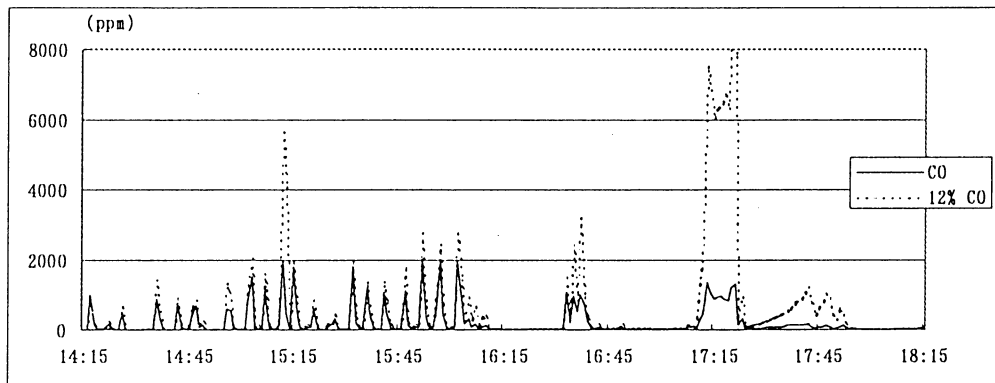
図II-4-42 O_2 の経時変化(炉出口)



図II-4-43 SO_2 の経時変化(炉出口)



図II-4-44 NO_x の経時変化(炉出口)



図II-4-45 CO の経時変化(炉出口)

3-5.6 スラグの特性

スラグの組成、溶出試験結果、物性、粒度分布の分析結果を表II-4-75～II-4-78 にそれぞれ示す。なお、Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を表す。

指定分析機関においてスラグを粉砕・磁選し、磁性物を分離した試料の組成を分析した。一方、実験実施企業においては、磁性物分を分離しない状態のまま分析を行った。

表II-4-75 スラグの組成

分析項目	単位	A	B	表示ベース	分析・測定方法
水分	%	<0.1	—	湿ベース	JIS M 8811
FeO	%	12.2	13.5	無水ベース	JIS M 8213 ¹⁾
SiO ₂	%	42.9	44.8	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
CaO	%	21.3	19.7	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
MgO	%	1.93	1.98	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
M-Fe	%	0.06	0.044	無水ベース	JIS M 8213
Al	%	6.98	6.47	無水ベース	ICP発光分光分析法
Na	%	1.47	1.73	無水ベース	ICP発光分光分析法
K	%	0.74	0.83	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-S	%	0.20	0.066	無水ベース	JIS M 8217
Cl	%	0.01	—	無水ベース	チオシアン酸第二水銀法
Zn	%	0.249	0.36	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	0.246	0.37	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	0.0159	0.028	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	%	0.0476	—	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	0.1	—	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	2.7	—	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	<0.01	—	無水ベース	底質調査法

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

1) 元素分析後酸化物換算

—はデータなし

表II-4-76 スラグの溶出試験

分析項目	単位	測定値	土壌環境基準	分析・測定方法
pH		10.6		JIS K 0102
T-Hg	mg/l	<0.0005	<0.0005	環告第59号付表3
Cd	mg/l	<0.001	<0.01	JIS K 0102
Pb	mg/l	<0.005	<0.01	JIS K 0102
As	mg/l	<0.001	<0.01	JIS K 0102
Cr ⁶⁺	mg/l	<0.005	<0.05	JIS K 0102
Se	mg/l	<0.001	<0.01	JIS K 0102
Sb	mg/l	0.001		JIS K 0102
Ni	mg/l	<0.01		JIS K 0102
B	mg/l	0.03		JIS K 0102
Mo	mg/l	<0.01		JIS K 0102

指定分析機関による分析結果

表II-4-77 スラグの物性

分析項目	単位	測定値	高炉スラグ 規格値 JIS A 5011	分析・測定方法
単位容積重量	kg/ℓ	1.91	>1.25	JIS A 1104
絶乾比重		2.82	>2.2	JIS A 1109
吸水率	%	1.40	<6.0	JIS A 1109
すりへり減量	%	31.7		JIS A 1121
修正CBR	%	31.8		日本道路協会

指定分析機関による分析結果

表II-4-78 スラグの粒度分布

粒径範囲(mm)	重量百分率 %	累積百分率 %	分析・測定方法
～ 2.36	4.4	4.4	篩分法
2.36 ～ 1.18	23.8	28.2	
1.18 ～ 0.60	35.7	63.9	
0.60 ～ 0.30	14.9	78.8	
0.30 ～ 0.15	6.6	85.4	
0.15 ～	14.6	100.0	

指定分析機関による分析結果

3-5.7 磁性物の組成

分析結果を表II-4-79に示す。

指定分析機関において、処理実験で得られたスラグを粉砕・磁選し、分離された磁性物の組成を分析した。分析結果を表II-4-79に示す。

表II-4-79 磁性物の組成

分析項目	単位	含有率	表示ベース	分析・測定方法
水分	%	<0.1	湿ベース	JIS M 8811
T-Fe	%	12.3	無水ベース	ICP発光分光分析法
Si	%	18.7	無水ベース	ICP発光分光分析法
Ca	%	15.1	無水ベース	ICP発光分光分析法
Al	%	6.74	無水ベース	ICP発光分光分析法
Zn	%	0.25	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	0.37	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	0.02	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	%	0.08	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	0.2	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	3.3	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	<0.01	無水ベース	底質調査法

指定分析機関による分析結果

3-5.8 飛灰の組成

分析結果を表II-4-80 に示す。なお、Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を表す。

表II-4-80 飛灰の組成

分析項目	単位	含有率		表示ベース	分析・測定方法
		A	B		
水分	%	1.1	—	湿ベース	JIS M 8811
MgO	%	0.48	—	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
CaO	%	35.4	31.45	無水ベース	酸化物換算 ¹⁾
Ca	%	25.3	34.2	無水ベース	ICP発光分光分析法
SiO ₂	%	3.19	—	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
Al ₂ O ₃	%	0.72	—	無水ベース	ICP発光分光分析法 ¹⁾
T-Fe	%	0.76	—	無水ベース	ICP発光分光分析法
Na	%	3.54	4.34	無水ベース	ICP発光分光分析法
K	%	3.41	4.505	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-S	%	1.66	—	無水ベース	JIS M 8217
Cl	%	17.6	19	無水ベース	硝酸第二水銀滴定法
Zn	%	5.36	5.85	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	1.39	2.60	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	3.32	0.88	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	mg/kg	172	520	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	121	165	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	62.1	56	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	22.7	11.1	無水ベース	底質調査法

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

—はデータなし

3-5.9 物質収支

(1) 灰分の収支

処理実験における灰分の収支をまとめた結果を図II-4-46 に示す。

コークスの灰分率は組成分析結果より8%とした。

(2) 重金属の収支

半揮発性物質の代表として Pb、不揮発性物質の代表として Cr に着目し、処理実験における収支をまとめた結果を図II-4-47 及び図II-4-48 に示す。

また、排出物の含有成分として系外へ排出される Pb 及び Cr の分布を表II-4-81 及び表II-4-82 に示す。

表II-4-81 Pbの排出分布

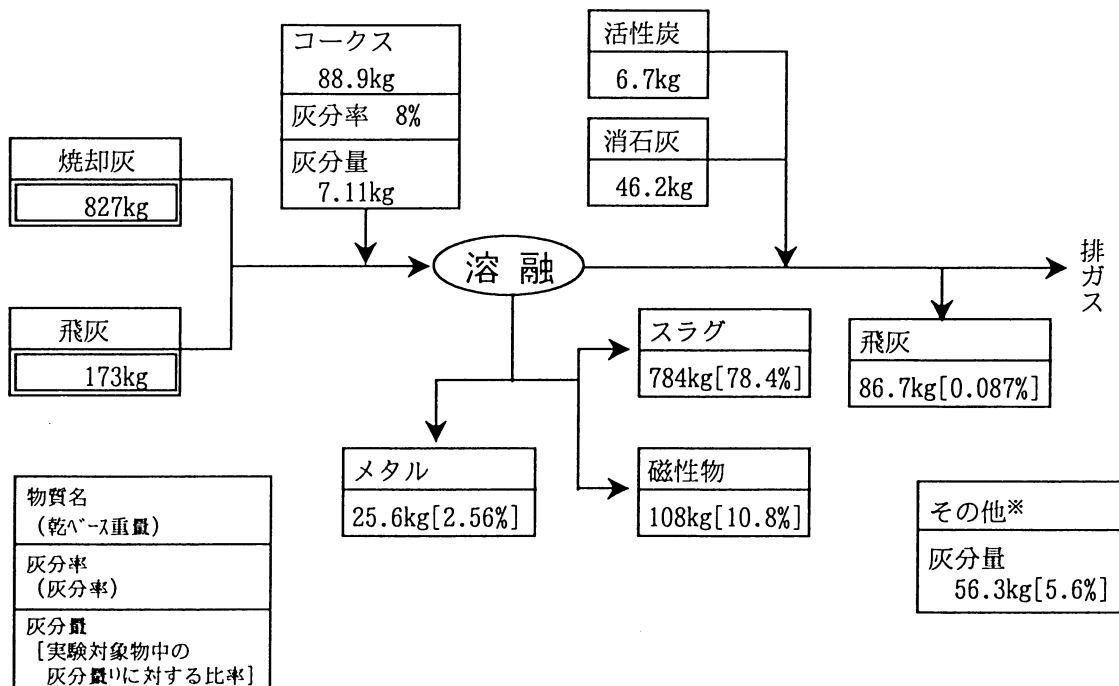
排出物	排出物量 kg	Pb含有量 kg	分布率 %
スラグ	784	0.13	4.3
飛灰	86.7	2.88	95.0
磁性物	108	0.02	0.7
排ガス	(374m ³ N)	--	--
計	978.7	3.03	100.0

--無視できる値

表II-4-82 Crの排出分布

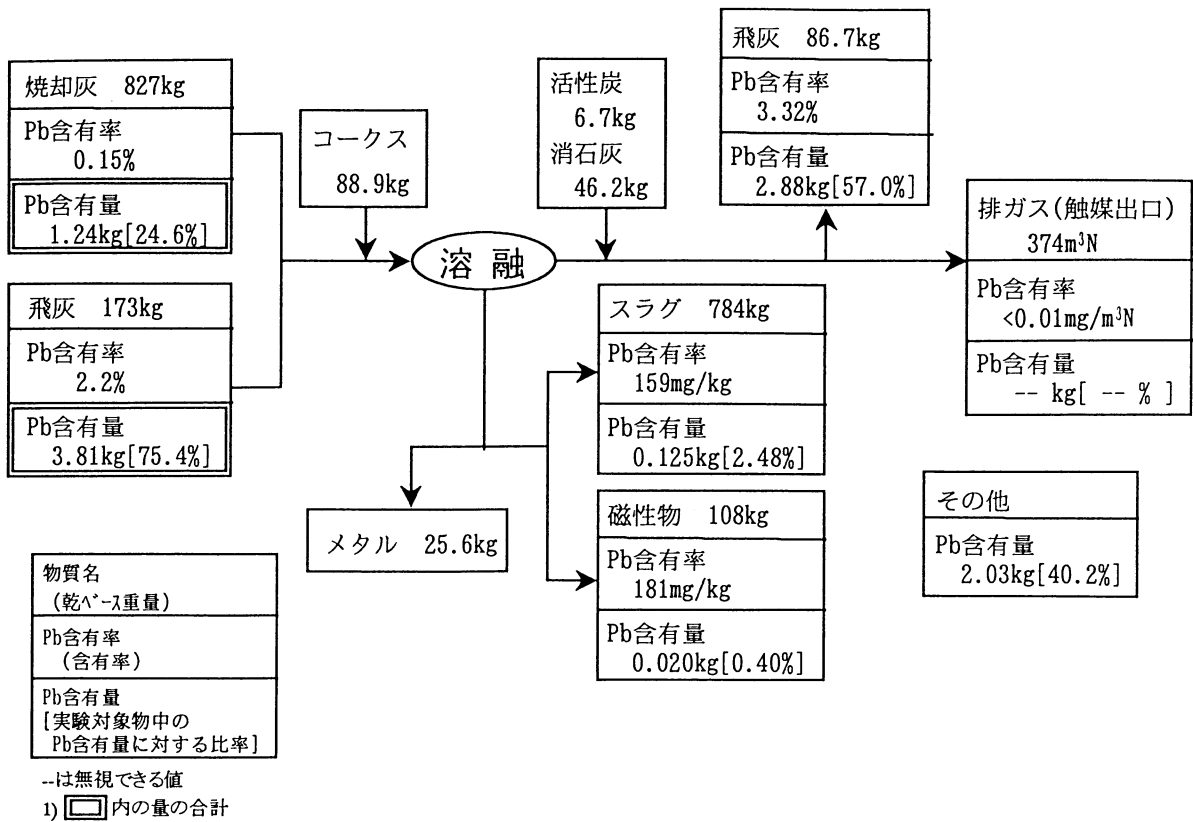
排出物	排出物量 kg	Cr含有量 kg	分布率 %
スラグ	784	0.373	78.0
飛灰	86.7	0.017	3.6
磁性物	108	0.088	18.4
排ガス	(374m ³ N)	--	--
計	978.7	0.478	100.0

--無視できる値

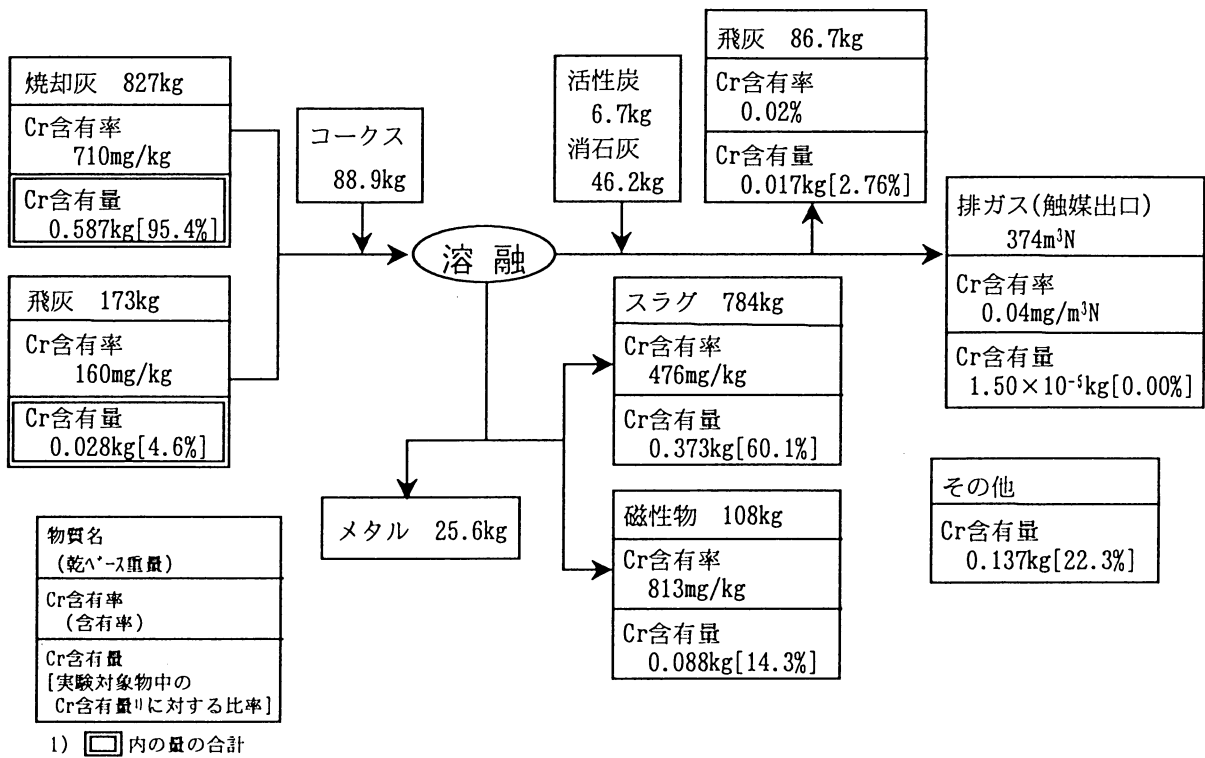


※ 実験対象物及び副資材に含まれる全投入灰分量から、副成物及び処理残さとして排出される全灰分量を差し引いた値を「その他」として記述した。

図II-4-46 灰分の収支



図II-4-47 Pbの収支



図II-4-48 Crの収支

3-6. 結晶化(スラグの用途開発)処理方式に関する処理実験

3-6.1 実験の概要

(1)実験目的

実験目的は以下の通りである。

- ①処理の安定性の確認
- ②環境保全性能に関する基礎データの把握
- ③再資源化材の安全性及び有効利用性の確認
- ④エネルギー収支・物質収支等に関する基礎データの把握
- ⑤経済性に関する基礎データの把握

(2)実験の内容

実験内容は以下の通りである。

- ①ラボ実験によりスラグの組成調整条件（スラグと消石灰の適切な混合比率）を求めた。
- ②ラボ実験の結果を基に、処理実験ではスラグと消石灰を 100：7 の割合で混合したものを溶融炉で溶かし、この融液をスラグ成形機でφ10～30mm の大きさに冷却・固化して、ガラス質の中間生成物とした。
- ③この中間生成物を結晶化炉で再加熱して結晶を析出させ、石材化製品とした。

(3)実験実施者

処理実験は月島機械株式会社が実施した。

(4)実験スケジュール

処理実験は表II-4-83 に示すスケジュールに基づき実施した。

表II-4-83 実験のスケジュール

項目	実施日
実験対象物（原スラグ）受入	3月25日
ラボ実験	3月25日～28日
処理実験① ¹⁾	3月30日～4月4日
技術検討委員会立会	4月4日
処理実験② ²⁾	4月6日～10日
副成物の搬出	実験実施企業にて保管

1) 運転データ採取及び評価用サンプル製造を目的として実験対象物 7.06t を処理した。

2) 実験対象物の残り 4.94t を処理した。

(5)実験対象物

焼却・溶融（溶融型ロータリーキルン）処理実験において、第1次掘削の試料1を処理して得られたスラグ（No.1 とする）及び第1次掘削の試料2を処理して得られたスラグ（No.2 とする）を対象に処理実験を実施した。

実験対象物及び処理量を表II-4-84 に示す。また、実験対象物の組成を表II-4-85 に示す。

表II-4-84 実験対象物及び処理量

実験対象物	焼却・溶融処理実験において得られたスラグ	
	No.1	No.2
処理量 t	5.5	6.5

表II-4-85 実験対象物の組成

分析項目	単位	No.1	No.2	表示ベース	分析・測定方法
水分	%	<0.1	<0.1	湿ベース	JIS M 8811
FeO	%	21.0	22.0	無水ベース	JIS M 8213
SiO ₂	%	42.8	43.4	無水ベース	ICP発光分光分析法
CaO	%	12.4	6.24	無水ベース	ICP発光分光分析法
MgO	%	2.02	1.11	無水ベース	ICP発光分光分析法
M-Fe	%	<0.01	<0.01	無水ベース	JIS M 8213
Al	%	7.40	6.51	無水ベース	ICP発光分光分析法
Na	%	1.49	1.26	無水ベース	ICP発光分光分析法
K	%	0.63	1.17	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-S	%	0.09	0.08	無水ベース	JIS M 8217
Cl	%	0.005	0.01	無水ベース	チオン酸第二水銀法
Zn	%	0.175	0.2228	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	0.678	0.378	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	0.0248	0.0153	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	%	0.203	0.118	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	<0.1	<0.1	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	3.9	3.6	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	<0.01	<0.01	無水ベース	底質調査法

指定分析機関による分析結果

(6)実験場所

処理実験は、月島機械株式会社 溶融・石材化実証設備（千葉県）にて実施した。

(7)実験施設

実験施設の概要を表II-4-86 に示す。

また、フローを図II-4-49 に示す。なお、フロー図中の番号は投入・排出物量、各部温度及び排ガスの測定位置を表す。

表 II-4-86 実験施設の概要

名称	(溶融炉)	(結晶化炉)
竣工	平成9年7月	平成9年7月
前処理設備	消石灰混合	
処理設備	(方式)スラグ浴式酸素バーナー炉 (処理能力)200kg/h (焼却温度)最高 1600°C	ロータリーキルン 200kg/h 最高 1150°C
ガス冷却設備	水噴霧式	水噴霧式
排ガス処理設備	バグフィルター	
排水処理設備	(排水は研究所内で一括処理)	

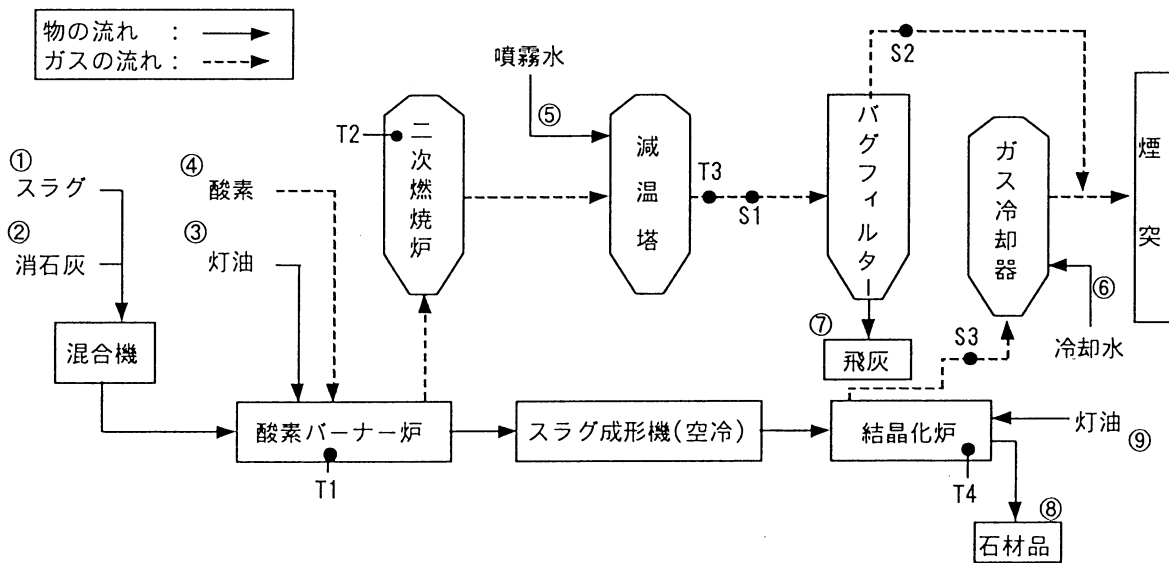


図 II-4-49 処理実験フロー

3-6.2 実験条件

データ評価期間における各測定量の変動範囲及び平均値を表II-4-87にまとめる。なお、測定位置は図II-4-49のフロー図中に番号で示す。

表II-4-87 実験条件

項目	測定位置	測定値		備考
		No. 1	No. 2	
1. 処理対象物				
1) 総処理量(湿ベース)	①	0.79 t	5.51 t	
2) 時間当たり処理量(湿ベース)	①	84.1 ~ 102.8 kg/h (93.5 kg/h)	84.1 ~ 102.8 kg/h (93.5 kg/h)	スラグと消石灰の混合物 合計:90~110kg/h (100kg/h)
3) 処理物の水分(湿ベース)	①	0.6 ~ 0.8 kg/hr (0.7 kg/hr)	0.6 ~ 0.8 kg/hr (0.7 kg/hr)	
2. 副資材、添加材				
1) 調整剤(消石灰)	②	5.9 ~ 7.2 kg/h (6.5 kg/h)	5.9 ~ 7.2 kg/h (6.5 kg/h)	
2) 灯油				
(1) 熔融炉	③	54 ~ 58 ℓ/h (56 ℓ/h)	50 ~ 58 ℓ/h (54 ℓ/h)	低位発熱量:8000kcal/ℓ 比重:0.8kg/ℓ
(2) 結晶化炉	⑨	24 ~ 26 ℓ/h (25 ℓ/h)	23 ~ 25 ℓ/h (24 ℓ/h)	
3) 酸素	④	124 ~ 147 m ³ N/h (136. m ³ N/h)	113 ~ 148 m ³ N/h (127. m ³ N/h)	熔融炉
4) 用水				
(1) 噴霧水	⑤	— (150 kg/h)	— (150 kg/h)	減温塔
(2) 冷却水	⑥	— (350 kg/h)	— (350 kg/h)	冷却器
3. 生成物				
石材品	⑧	87.8 ~ 107.4 kg/h (97.6 kg/h)	87.8 ~ 107.4 kg/h (97.6 kg/h)	
4. 副成物				
飛灰	⑦	0.12 ~ 0.14 kg/h (0.13 kg/h)	0.12 ~ 0.14 kg/h (0.13 kg/h)	
5. 排ガス				
1) 湿り排ガス量	S1	/	(581 m ³ N/h)	減温塔出口
	S2		(615 m ³ N/h)	バグフィルター出口
	S3		(541 m ³ N/h)	結晶化炉出口
2) 乾き排ガス量	S1		(387 m ³ N/h)	減温塔出口
	S2		(413 m ³ N/h)	バグフィルター出口
	S3		(508 m ³ N/h)	結晶化炉出口

()内は平均値

—はデータなし

排ガス量は平均値のみ記載

3-6.3 投入物及び排出物

投入物及び排出物に関する整理結果を表II-4-88～表II-4-90にまとめる。なお、投入位置、排出位置及び測定位置は図II-4-49のフロー図中に番号で示す。

表II-4-88 投入物の種類と量・熱量

処理対象物	投入物	投入位置	実験での実使用量	投入量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	投入熱量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
No. 1	処理対象物 (熔融スラグ)	①	湿ベース 93.5kg/h	/	0 kcal (0 kcal)	
			乾ベース 92.8kg/h			
	調整剤 (消石灰)	②	6.5 kg/h	69.5 kg (70.0 kg)	/	
	灯油 (熔融炉用)	③	56 ℓ/h	599 ℓ (603 ℓ)	4.792×10 ⁶ kcal (4.824×10 ⁶ kcal)	灯油低位発熱量: 8000kcal/ℓ
	灯油 (結晶化炉用)	⑨	25 ℓ/h	267 ℓ (269 ℓ)	2.136×10 ⁶ kcal (2.152×10 ⁶ kcal)	
	酸素	④	136 m ³ N/h	1455 m ³ N (1466 m ³ N)	/	
	噴霧水	⑤	0.15 t/h	1.604 t (1.616 t)	/	減温塔
	冷却水	⑥	0.35 t/h	3.743 t (3.772 t)	/	冷却器
	合計	/	/	/	6.928×10 ⁶ kcal (6.976×10 ⁶ kcal)	
No. 2	処理対象物 (熔融スラグ)	①	湿ベース 93.5kg/h	/	0 kcal (0 kcal)	
			乾ベース 92.8kg/h			
	調整剤 (消石灰)	②	6.5 kg/h	69.5 kg (70.0 kg)	/	
	灯油 (熔融炉用)	③	54 ℓ/h	578 ℓ (582 ℓ)	4.624×10 ⁶ kcal (4.656×10 ⁶ kcal)	灯油低位発熱量: 8000kcal/ℓ
	灯油 (結晶化炉用)	⑨	24 ℓ/h	257 ℓ (259 ℓ)	2.056×10 ⁶ kcal (2.072×10 ⁶ kcal)	
	酸素	④	127 m ³ N/h	1358 m ³ N (1369 m ³ N)	/	
	噴霧水	⑤	0.15 t/h	1.604 t (1.616 t)	/	減温塔
	冷却水	⑥	0.35 t/h	3.743 t (3.772 t)	/	冷却器
	合計	/	/	/	6.680×10 ⁶ kcal (6.728×10 ⁶ kcal)	

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

表II-4-89 排出物の種類と量

処理対象物	排出物	投入位置	実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)
No. 1・2共	石材品	⑧	97.58 kg/h	1043 kg (1052 kg)
	飛灰	⑦	0.13 kg/h	1.39 kg (1.40 kg)
	合計		97.71 kg/h	1044 kg (1053 kg)

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

表II-4-90 排ガス量

処理対象物	投入物	測定位置	実験での実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)
No.2	湿り排ガス量	S1	581m ³ N/h	6210 m ³ N/h (6260 m ³ N/h)
		S2	615m ³ N/h	6580 m ³ N/h (6630 m ³ N/h)
		S3	541m ³ N/h	5790 m ³ N/h (5830 m ³ N/h)
	乾き排ガス量	S1	387m ³ N/h	4140 m ³ N/h (4170 m ³ N/h)
		S2	413m ³ N/h	4420m ³ N/h (4450 m ³ N/h)
		S3	508m ³ N/h	5430m ³ N/h (5470 m ³ N/h)

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

3-6.4 各部の温度

各部の温度の変動範囲及び平均値を表II-4-91に示す。

表II-4-91 各部の温度

部 位	排出位置	温 度	
		No. 1	No. 2
熔融炉内	T1	1480~1540℃ (1510℃)	1480~1550℃ (1515℃)
二次燃焼室炉内	T2	620~860℃ (840℃)	700~900℃ (800℃)
バグフィルター入口	T3	180~200℃ (190℃)	140~210℃ (185℃)
結晶化炉出口	T4	1047~1052℃ (1050℃)	1042~1057℃ (1052℃)

()内は平均値

3-6.5 排ガスの組成及び各種成分の経時変化

分析結果を表II-4-92に示す。Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を表す。

また、減温塔出口及び結晶化炉出口における排ガス中のO₂、SO₂、NO_x、COの経時変化を図II-4-50～II-4-53及び図II-4-54～II-4-57に示す。

表II-4-92 排ガスの組成

分析項目	単位	減温塔出口		BF出口		結晶化炉出口		分析・測定方法
		A	B	A	B	A	B	
O ₂	%	25.2	25.7	23.2	22.8	13.2	13.0	JIS B 7983
CO ₂	%	23.9	29.3	20.6	24.2	5.2	5.7	JIS K 0301
ダスト	g/m ³ N	0.3541	0.47	0.0236	0.048	0.2948	0.23	JIS Z 8808
(O ₂ 12%換算値)	g/m ³ N	/	/	/	/	0.3316	-	1)
SO ₂	ppm	19	160	7	40	1	<0.5	JIS B 7981
(O ₂ 12%換算値)	ppm	/	/	/	/	1	-	1)
NO _x	ppm	1790 [※]	1230 [※]	1450 [※]	1270 [※]	41	54	JIS B 7982
(O ₂ 12%換算値)	ppm	/	/	/	/	48	-	1)
HCl	ppm	59	190	44	74	0.0	<5	JIS K 0107
(O ₂ 12%換算値)	ppm	/	/	/	/	0.0	-	1)
CO	ppm	1	3	0	2	1	2	JIS K 0098
(O ₂ 12%換算値)	ppm	/	/	/	/	1	-	1)
ダイオキシン類	ng/m ³ N	27 [※]	-	42 [※]	-	0.46	-	2)
水分量	%	33.4	-	32.8	-	6.0	-	JIS Z 8808

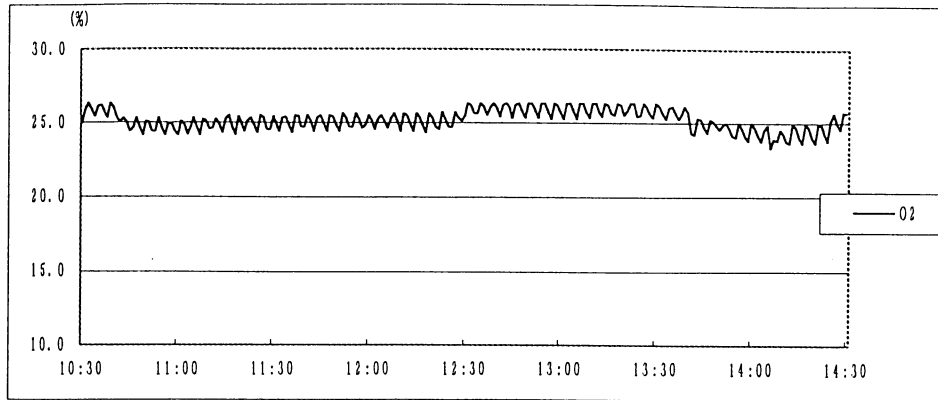
A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

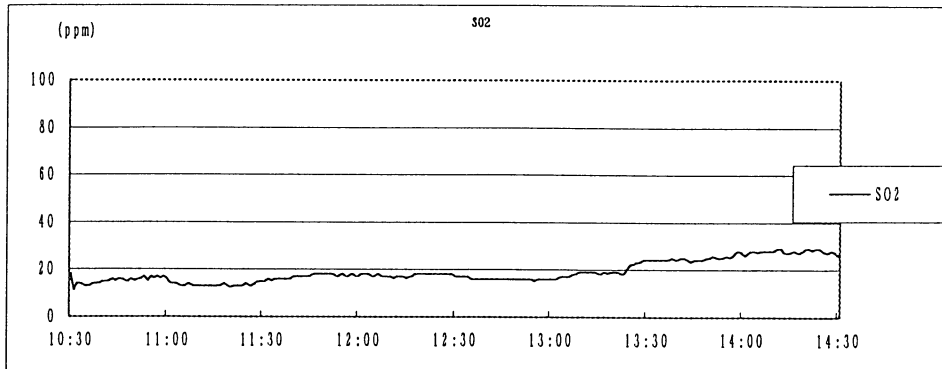
1) 溶融炉では酸素バーナーを使用し、かつ酸素供給量が過剰であったため、排ガスO₂濃度が21%を超えたことから、12%換算を行わず実測濃度のみ記載した

2) 廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル

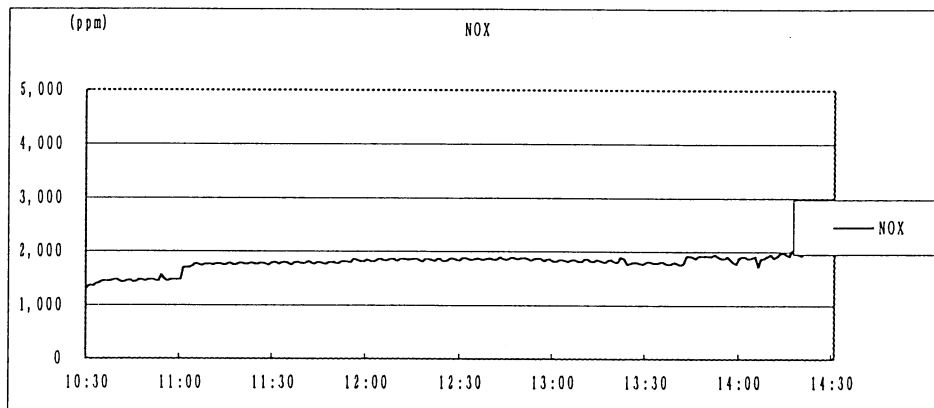
※) 溶融排ガス系（減温塔出口・BF出口）においてNO_xが高い値となっているのは、酸素バーナー炉の目鏡にバージ用空気を使用しており、サーマルNO_xが発生したためである。実機ではバージ空気を用いずに炉内監視用目鏡を保護する構造となるので、NO_xの発生を抑えることができる。ダイオキシン類の発生については、実験対象物がスラグであり、排ガスのダイオキシン対策は不要であるとの前提で二次燃焼炉を分解温度（1000℃以上）で運転していなかったことが原因であり、ダイオキシン類を含む対象物を処理する場合には、二次燃焼炉を1000℃以上に管理することでダイオキシン類の分解が可能である。



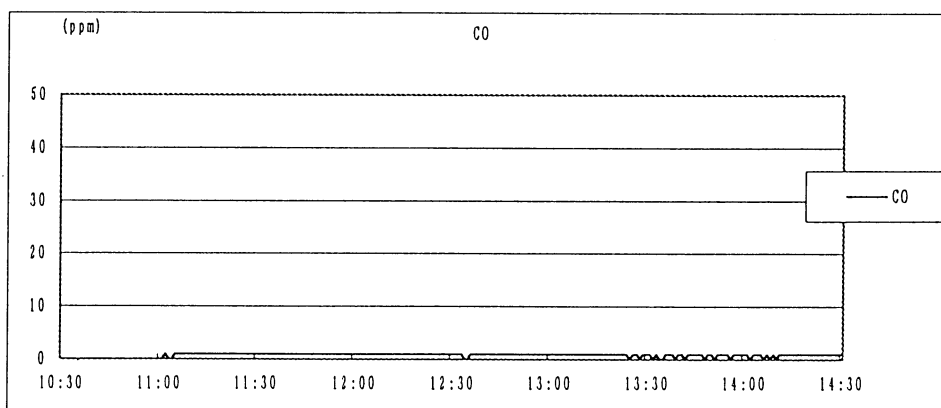
図II-4-50 O₂の経時変化(減温塔出口)



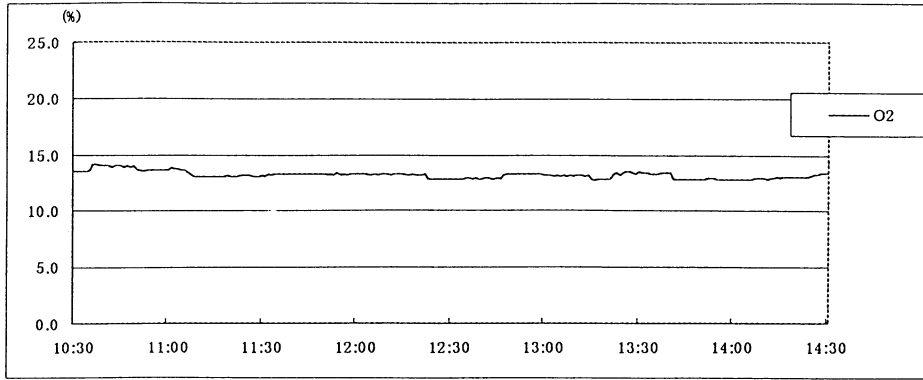
図II-4-51 SO₂の経時変化(減温塔出口)



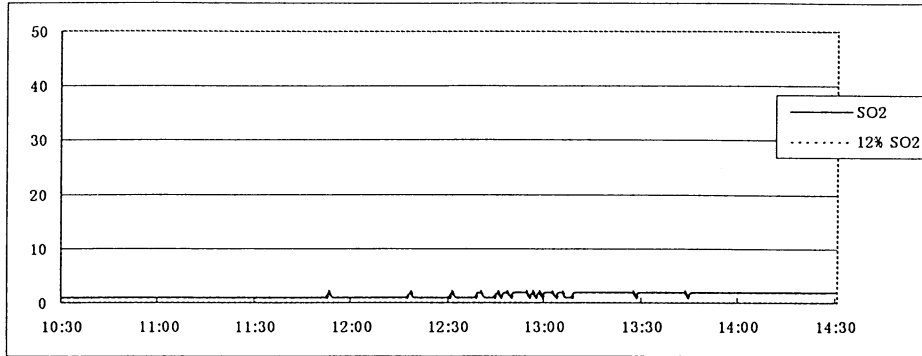
図II-4-52 NO_xの経時変化(減温塔出口)



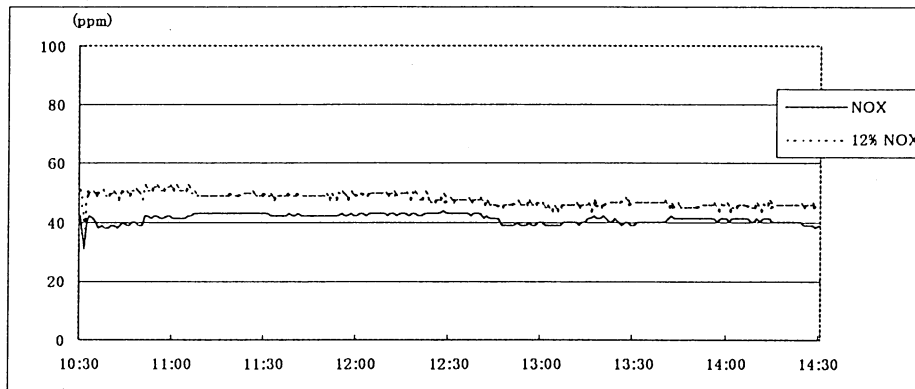
図II-4-53 COの経時変化(減温塔出口)



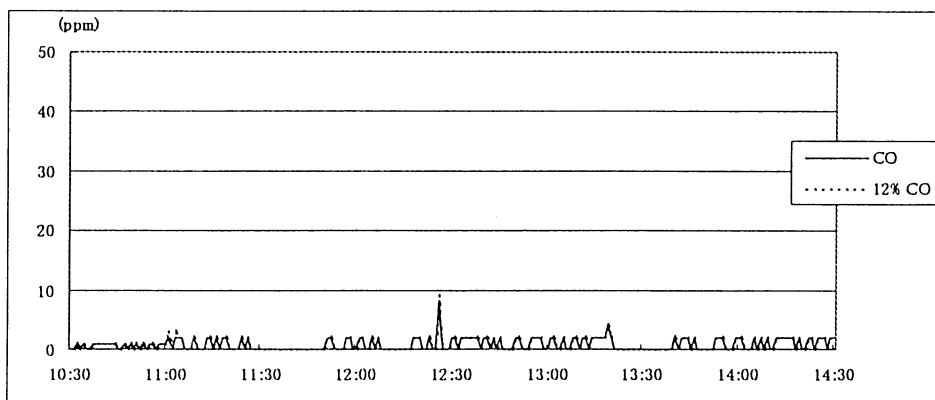
図II-4-54 O₂の経時変化(結晶化炉出口)



図II-4-55 SO₂の経時変化(結晶化炉出口)



図II-4-56 NO_xの経時変化(結晶化炉出口)



図II-4-57 COの経時変化(結晶化炉出口)

3-6.6 石材化製品の評価

(1) 溶出試験

原スラグ No.1 及び No.2 を原料として製造した石材化製品の溶出試験結果を表II-4-93に示す。なお、Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を表す。

表II-4-93 石材化製品の溶出試験結果

分析項目	単位	No.1		No.2		土壤環境基準	分析方法
		A	B	A	B		
pH		7.1	-	7.2	-		JIS K 0102
T-Hg	mg/l	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	環告第59号付表3
Cd	mg/l	<0.001	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	JIS K 0102
Pb	mg/l	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	JIS K 0102
As	mg/l	0.002	<0.01	0.004	<0.01	<0.01	JIS K 0102
Cr ⁶⁺	mg/l	<0.005	<0.05	<0.005	<0.05	<0.05	JIS K 0102
Se	mg/l	<0.001	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	JIS K 0102
Sb	mg/l	0.004	<0.01	0.003	<0.01		JIS K 0102
Ni	mg/l	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002		JIS K 0102
B	mg/l	0.03	0.04	0.05	0.07		JIS K 0102
Mo	mg/l	0.35	0.20	0.32	0.19		JIS K 0102

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

-はデータなし

(2) 骨材試験

石材化製品の粒度分布を表II-4-94に、コンクリート粗骨材として行った試験結果を表II-4-95に示す。なお、Aは指定分析機関による分析結果、Bは実験実施企業により報告された分析結果を表す。

表II-4-94 粒度分布

粒径範囲(mm)	No.1		No.2		分析・測定方法
	重量百分率 %	累積百分率 %	重量百分率 %	累積百分率 %	
~ 19	0.0	0.0	1.5	1.5	篩分法
19 ~ 16	15.8	15.8	4.0	5.5	
16 ~ 9.5	49.4	65.2	45.1	50.6	
9.5 ~ 4.75	31.4	96.6	43.1	93.7	
4.75 ~ 2.36	2.7	99.3	6.1	99.8	
2.36 ~	0.7	100.0	0.2	100.0	

指定分析機関による分析結果

表II-4-95 コンクリート骨材試験結果

分析項目	単位	A		B		分析・測定方法
		No.1	No.2	No.1	No.2	
絶乾比重		3.29	3.35	3.09	3.1	JIS A 1109
吸水率	%	0.74	0.58	0.82	0.34	JIS A 1110
安定性	%	0.0	0.0	0.9	1.1	JIS A 1122
すりへり減量	%	9.3	9.9	13.4	13	JIS A 1121
アルカリシリカ反応		不適合	不適合			JIS A 5308 附7
				適合	適合	JIS A 1804
粒形判定実積率	%	53.8	54.9	54.6	56.5	JIS A 5005
単位容積質量	kg/ℓ	1.79	1.74	1.676	1.745	JIS A 1104

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験実施企業により報告された分析結果

備考) アルカリシリカ反応

アルカリシリカ反応は原則として JIS A 5308 附7 (化学法) によって判定するが、「ある種の骨材はこの方法による判定基準に適合しない」ことがあり、その場合、JIS A 5308 附8 (モルタルバー法) もしくは JIS A 1804 (迅速法) により、実際のコンクリート供試体の長さ変化を測定して評価する。

(3) 結晶の種類

X線回折により結晶の種類を同定した。石材化学品の主たる成分が SiO_2 、 FeO (または Fe_2O_3)、 CaO 、 Al_2O_3 であることを考え合せると、結晶の析出量としては $\text{CaFe}_3\text{AlSiO}_6$ が最も多いものと推定される。

分析結果を表II-4-96 に示す。

表II-4-96 結晶の種類

	No. 1	No. 2
指定分析機関による 分析結果	Fe_3O_4 $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg})\text{Si}_2\text{O}_6$	Fe_3O_4 $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg})\text{Si}_2\text{O}_6$
実験実施企業により 報告された分析結果	$\text{CaFe}_3\text{AlSiO}_6$ Fe_3O_4 $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg})\text{Si}_2\text{O}_6$	$\text{CaFe}_3\text{AlSiO}_6$ Fe_3O_4 $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg})\text{Si}_2\text{O}_6$

3-7. エコセメント(焼却灰・飛灰の再資源化)処理方式に関する処理実験

3-7.1 実験の概要

(1)実験目的

実験目的は以下の通りである。

- ①処理の安定性の確認
- ②環境保全性能に関する基礎データの把握
- ③副成物（廃棄物高度処理等により発生するクリンカ、セメントなどの再資源化材）の種類及び発生量に関する基礎データの把握
- ④再資源化材の安全性及び有効利用性の検討
- ⑤エネルギー収支・物質収支等に関する基礎データの把握
- ⑥用水の供給・利用に関する基礎データの把握
- ⑦経済性に関する基礎データの把握

(2)実験の内容

実験内容は以下の通りである。

- ①焼却（ロータリーキルン焼却）処理方式に関する処理実験で得られた焼却灰及び飛灰を実験試料とした。焼却灰については、事前に鉄屑等を除去し、乾燥・粉砕したものを試料とした。
- ②乾燥・粉砕した焼却灰、飛灰、石灰石等を調合した原料をロータリーキルンで焼成し、エコセメントの半製品であるクリンカを得た。
- ③得られたクリンカに石膏を混合・粉砕し、エコセメントを作製した。
- ④得られたエコセメントからモルタル供試体を作製し、材料特性の評価、確認を行った。
- ⑤焼成炉から排出された排ガスは2段バグフィルターシステムで処理を行った。1段目バグフィルターはバイパス部に設置されており、得られた飛灰はMRG(飛灰の再資源化)処理実験の試料とした。また、バイパスで分岐した排ガスが再び合流した後、活性炭及び消石灰を添加し、2段目バグフィルターにて飛灰を捕集した。

(3)実験実施者

処理実験は秩父小野田株式会社が実施した。

(4)実験スケジュール

処理実験は表II-4-97に示すスケジュールに基づき実施した。

表II-4-97 実験のスケジュール

項 目	実施日
実験対象物受入	3月16日
前処理(鉄屑除去)	3月17日 ~ 3月18日
処理実験	3月19日 ~ 3月21日
実験対象物送込開始	3月20日
実験対象物送込完了	3月21日
技術検討委員会立会	3月20日
副成物サンプリング	
飛灰	3月20日
エコセメント	3月24日

(5)実験対象物

焼却(ロータリーキルン焼却)処理方式に関する処理実験において、第2次掘削の試料1を処理して得られた焼却灰及び飛灰を対象に処理実験を実施した。

実験対象物及び処理量を表II-4-98に示す。また、実験対象物の組成を表II-4-99に示す。

表II-4-98 実験対象物及び処理量

実験対象物	焼却処理実験において得られた副成物	
	焼却灰 ¹⁾	飛灰 ²⁾
処理量 t(乾ベース)	10.9	2.08

1)ドライヤーで乾燥後の重量、持込み時水分は18%。

2)飛灰の重量は乾ベース、湿ベースで変化なし。

表II-4-99 実験対象物の組成

分析項目	単位	焼却灰	飛灰	表示ベース	分析・測定方法
水分	%	18	0	湿ベース	JIS M 8811
Ca	%	5.53	39.8	無水ベース	ICP発光分光分析法
Mg	%	1.04	0.46	無水ベース	ICP発光分光分析法
Si	%	24.0	1.59	無水ベース	ICP発光分光分析法
Al	%	6.89	0.73	無水ベース	ICP発光分光分析法
Fe	%	10.2	1.25	無水ベース	ICP発光分光分析法
Na	%	2.07	0.69	無水ベース	ICP発光分光分析法
K	%	1.33	0.29	無水ベース	ICP発光分光分析法
Mn	%	0.11	0.02	無水ベース	ICP発光分光分析法
P	%	0.08	0.05	無水ベース	ICP発光分光分析法
Ti	%	0.56	0.14	無水ベース	ICP発光分光分析法
可溶Cl	%	0.13	8.43	無水ベース	チオシアン酸第二水銀法
Zn	%	0.978	0.394	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	2.62	0.445	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	0.33	0.577	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	mg/kg	224	79	無水ベース	底質調査法
Cr ⁶⁺	mg/kg	<0.5	<0.5	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	0.3	44.2	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	14.5	15.5	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	<0.01	12.9	無水ベース	底質調査法
アルキルHg	mg/kg	<0.01	<0.01	無水ベース	底質調査法
CN	mg/kg	<1	<1	無水ベース	底質調査法
Se	mg/kg	<0.2	<0.2	無水ベース	水素化物発生原子吸光法
Ni	mg/kg	365	61	無水ベース	ICP発光分光分析法
Be	mg/kg	0.4	<0.1	無水ベース	ICP発光分光分析法
V	mg/kg	33.3	9.2	無水ベース	ICP発光分光分析法
B	mg/kg	410	180	無水ベース	ICP発光分光分析法
Mo	mg/kg	60	13	無水ベース	ICP発光分光分析法
Sb	mg/kg	159	295	無水ベース	水素化物発生原子吸光法
有機P	mg/kg	<0.05	<0.05	無水ベース	公害分析指針

指定分析機関による分析結果

(6) 実験場所

処理実験は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 エコセメント実証プラント（愛知県）にて実施した。

(7) 実験施設

実験施設の概要を表II-4-100 に、フローを図II-4-58 に示す。なお、フロー図中の番号は投入・排出物量、各部温度及び排ガスの測定位置を表す。

表 II-4-100 実験施設の概要

名称	秩父小野田株式会社 エコセメント試験所
竣工	1995年2月
前処理設備	焼却灰篩分け及び乾燥・粉砕
処理設備	(方式) 焼成 (処理能力) エコセメント製造能力: 50t/24h (焼成温度) 1350°C
ガス冷却設備	水噴射式による急冷及びバグフィルター前冷空注入
排ガス処理設備	消石灰、活性炭吹込み
排水処理設備	M R Gプロセスによる重金属回収及びp H調整

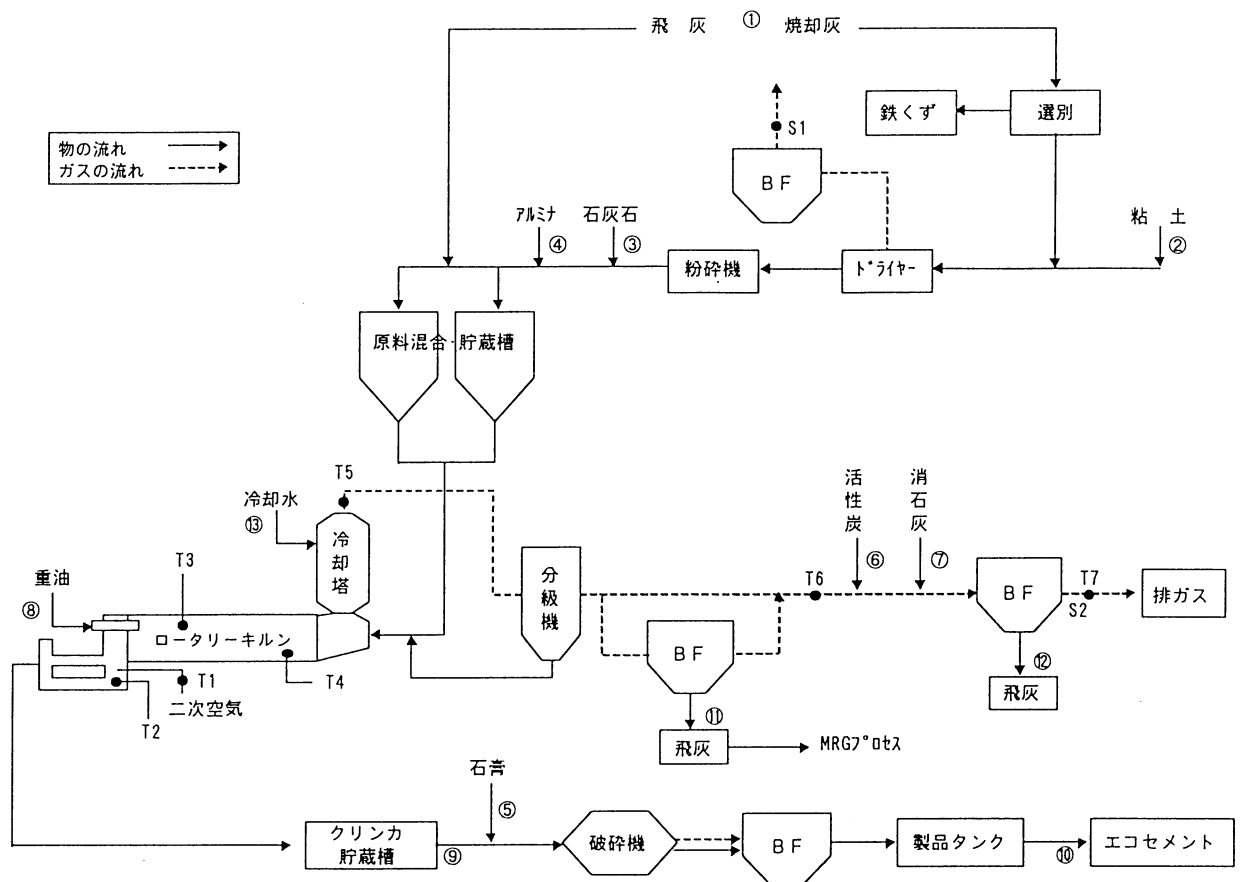


図 II-4-58 処理実験フロー

3-7.2 実験条件

3月20日8:00に調合原料の送入を開始した。その時点での焼点温度は1300℃、窯尻ガス温度は800℃であった。それ以降、原料の送入を停止した3月21日16:17までをデータ評価期間とした。

データ評価期間における各測定量の変動範囲及び平均値を表II-4-101.1(クリンカの製造)及び表II-4-101.2(エコセメントの製造)に示す。なお、測定位置は図II-4-58のフロー図中に番号で示す。

表II-4-101.1 実験条件(クリンカの製造)

項目	測定位置	測定量	備考
1. 処理対象物			
1) 総処理量(湿ベース)	①	13.46 t 2.08 t	上段: 焼却灰、下段: 飛灰 焼却灰は鉄くず(0.62t)選別後の測定量
2) 時間当たり処理量			
(1) 湿ベース	①	— (417 kg/h) — (64 kg/h)	上段: 焼却灰、下段: 飛灰(乾ベース) 合計 481kg/h
(2) 乾ベース	①	— (338 kg/h) — (64 kg/h)	上段: 焼却灰、下段: 飛灰 合計 402kg/h
3) 処理物の水分(湿ベース)	①	19 % 0 %	上段: 焼却灰、下段: 飛灰
2. 副資材、添加材			
1) 粘土粉	②	— (11.8 kg/h)	処理対象物と一旦調合の上、使用計 0.38t
2) 石灰石	③	— (989 kg/h)	処理対象物と一旦調合の上、使用計 31.9t
3) アルミナ粉	④	— (97.2 kg/h)	処理対象物と一旦調合の上、使用計 3.14t
4) 活性炭	⑥	4.0 ~ 5.0 kg/h (4.65kg/h)	
5) 消石灰	⑦	5.0 ~ 10.0 kg/h (6.20kg/h)	
6) 用水	⑬	(0.70 t/h)	冷却水(一定供給)
7) 重油	⑧	266 ~ 318 ℓ (287 ℓ/h)	低位発熱量: 8746kcal/ℓ 比重: 0.875kg/ℓ
3. 生成物			
クリンカ	⑨	990 ~ 1010 kg/h (1001 kg/h)	
4. 副成物			
1) 飛灰(1段目バグフィルター)	⑩	— 5.1 kg/h	バイパスさせた排ガスの一部に相当
2) 飛灰(2段目バグフィルター)	⑫	— 35.6 kg/h	
5. 排ガス			
1) 湿り排ガス量	S1	(17000 m ³ N/h)	ドライヤーバグフィルター出口
	S2	(10400 m ³ N/h)	焼成炉バグフィルター出口
2) 乾き排ガス量	S1	(16700 m ³ N/h)	ドライヤーバグフィルター出口
	S2	(9090 m ³ N/h)	焼成炉バグフィルター出口

()内は平均値

—はデータなし

排ガス量は平均値のみ記載

表II-4-101.2 実験条件(エコセメントの製造)

項目	測定位置	測定量	備考
1. 処理対象物			
クリンカ	⑨	— (1500 kg/h)	クリンカ計32.32tの内、3.54tに石膏0.61tを加え、粉碎してエコセメントを作製
2. 添加材			
石膏	⑤	— (258 kg/h)	上記参照(石膏計0.61t)
3. 生成物			
エコセメント	⑩	— (1758 kg/h)	上記参照(エコセメント計4.15t)

()内は平均値
—はデータなし

3-7.3 投入物及び排出物

(1)クリンカの製造

処理実験の開始からクリンカ製造までの工程における投入物及び排出物に関する整理結果を表II-4-102～表II-4-104にまとめる。

本処理実験では1段目バグフィルターをバイパス経路で使用しており、そこで回収される飛灰は少量であるが、実機では排ガス全量を2段目バグフィルターシステムに通す。表II-4-103では実機を想定し、ダストのほぼ全量が1段目バグフィルターで回収され、2段目バグフィルターでは、その手前で吹込む活性炭及び消石灰の合計に相当する量のダストが回収されるとして計算を行った。飛灰の全量は、1段目バグフィルター及び2段目バグフィルターで得られた飛灰量と、添加した活性炭・消石灰量を基に、逆算して求めた。

表II-4-102 投入物の種類と量

投入物	投入位置	実験での実使用量		投入量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	投入熱量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
		湿ベース	乾ベース			
処理対象物	①	481kg/h	402kg/h			水分:18% 鉄屑は事前に選別
粘土粉	②	11.8kg/h		24.5 kg (29.4 kg)		
石灰石	③	989 kg/h		2056 kg (2460 kg)		
アルミナ粉	④	97.2 kg/h		202 kg (242 kg)		
活性炭	⑥	4.65 kg/h		9.67 kg (11.6 kg)		
消石灰	⑦	6.20 kg/h		12.9 kg (15.4 kg)		
用水	⑬	0.70 t/h		1.46 t (1.74 t)		冷却塔への噴霧
重油	⑧	287 ℓ/h		597 ℓ (714 ℓ)	5.221×10 ⁶ kcal (6.245×10 ⁶ kcal)	重油低位発熱量: 8746kcal/ℓ
合計					5.221×10 ⁶ kcal (6.245×10 ⁶ kcal)	

1)上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

表II-4-103 排出物の種類と量

排出物	排出位置	実験での 実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
クリンカ	⑨	1001 kg/h	2081 kg (2490 kg)	
飛灰 (1段目ハグフィルター)	⑪	29.7 kg/h	61.7 kg (73.9 kg)	ダストのほぼ全量が回収されると想定
飛灰 (2段目ハグフィルター)	⑫	10.9 kg/h	22.7 kg (27.0 kg)	活性炭及び消石灰の合計に相当する量が回収されると想定
合計			2165 kg (2591 kg)	

1) 上段は処理対象物湿ベース1t当たり、下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

表II-4-104 排ガス量

排ガス	測定位置	実験での 実排出量	排出量 ¹⁾ (対象物1t当たり)	備考
湿り排ガス量	S1	17000 m ³ N/h	35340 m ³ N (42290 m ³ N)	ドライヤーハグフィルター出口
	S2	10400 m ³ N/h	21620 m ³ N (25870 m ³ N)	焼成炉ハグフィルター出口
乾き排ガス量	S1	16700 m ³ N/h	34720 m ³ N (41540 m ³ N)	ドライヤーハグフィルター出口
	S2	9090 m ³ N/h	18900 m ³ N (22610 m ³ N)	焼成炉ハグフィルター出口

1) 上段は処理対象物湿ベース1t当たり。下段()内は処理対象物乾ベース1t当たり。

(2) エコセメントの製造

製造された計 32.32t のクリンカの内、3.54t に石膏 0.61t を混合・粉砕してエコセメントを製造した。エコセメント製造工程における投入物及び排出物に関する整理結果を表II-4-105 及び表II-4-106 にまとめる。

表II-4-105 投入物の種類と量

投入物	投入位置	実験での 実使用量	投入量 (クリンカー1t当たり)	備考
クリンカ	⑨	1500 kg/h		計32.32tの内、 3.54tを使用
石膏	⑤	258 kg/h	0.17 t	計 0.61t
合計		1758 kg/h	1.17 t	

表 II-4-106 排出物の種類と量

排出物	排出位置	実験での 実排出量	排出量 (クリンカ 1t当たり)	備考
エコセメント	⑩	1758 kg/h	1.17 t	計 4.15t
合計		1758 kg/h	1.17 t	

3-7.4 各部の温度

各部の温度の変動範囲及び平均値を表 II-4-107 に示す。

表 II-4-107 各部の温度

部 位	測定 位置	温 度
二次空気温度	T1	150 ~ 360 °C (250°C)
落口クリンカー温度	T2	1050 ~ 1210 °C (1127°C)
焼点温度	T3	1320 ~ 1380 °C (1350°C)
窯尻ガス温度	T4	744 ~ 882 °C (853°C)
冷却塔出口	T5	251 ~ 276 °C (269°C)
1段目バグフィルター出口	T6	112 ~ 135 °C (120°C)
2段目バグフィルター出口	T7	105 ~ 121 °C (115°C)

()内は平均値

3-7.5 排ガスの組成及び各種成分の経時変化

排ガスの組成を表II-4-108に示す。ただし、NO_xは脱硝を行わない場合の測定値である。

また、ドライヤーバグフィルター出口及び焼成炉バグフィルター出口における排ガス中のO₂、SO₂、NO_x、COの経時変化を図II-4-59～II-4-62及び図II-4-63～II-4-66に示す。

表II-4-108 排ガスの組成

分析項目	単位	ドライヤーBF出口 S1	焼成炉BF出口 S2	分析・測定方法
水分量	%	1.8	12.6	JIS Z 8808
O ₂	%	20.3	14.6	JIS B 7983
ダスト	g/m ³ N	0.0004	0.0007	JIS Z 8808
(換算値)	g/m ³ N	0.0020 (O ₂ 16%)	0.0012 (O ₂ 10%)	
SO ₂	ppm	2	0	JIS B 7981
(換算値)	ppm	10 (O ₂ 16%)	0 (O ₂ 10%)	
NO _x	ppm	4	191	JIS B 7982
(換算値)	ppm	16 (O ₂ 16%)	328 (O ₂ 10%)	
HCl	ppm	1.0	1.9	JIS K 0107
(換算値)	ppm	4.9 (O ₂ 16%)	3.2 (O ₂ 10%)	
CO	ppm	9	30	JIS K 0098
(換算値)	ppm	37 (O ₂ 16%)	51 (O ₂ 10%)	
HCN	mg/m ³ N	-	0.01	JIS K 0109
T-Hg	mg/m ³ N	-	0.0088	JIS K 0222
As	mg/m ³ N	0.0003	0.0002	水素化物発生原子吸光法
Sb	mg/m ³ N	0.001	0.0004	水素化物発生原子吸光法
T-Cr	mg/m ³ N	<0.02	<0.01	ICP発光分光分析法
Si	mg/m ³ N	0.02	0.01	ICP発光分光分析法
Zn	mg/m ³ N	<0.02	<0.01	ICP発光分光分析法
Pb	mg/m ³ N	<0.02	<0.01	ICP発光分光分析法
Ca	mg/m ³ N	0.02	0.01	ICP発光分光分析法
Cu	mg/m ³ N	<0.02	<0.01	ICP発光分光分析法
Ni	mg/m ³ N	<0.02	<0.01	ICP発光分光分析法
Cd	mg/m ³ N	<0.02	<0.01	ICP発光分光分析法
Mo	mg/m ³ N	<0.02	<0.01	ICP発光分光分析法
V	mg/m ³ N	<0.02	<0.01	ICP発光分光分析法
PCB	mg/m ³ N	<0.001	<0.001	ガスクロマトグラフ法
ダイオキシン類	ng-TEQ/m ³ N	0.00021	0.0291)	

-はデータなし

1)廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定マニュアル

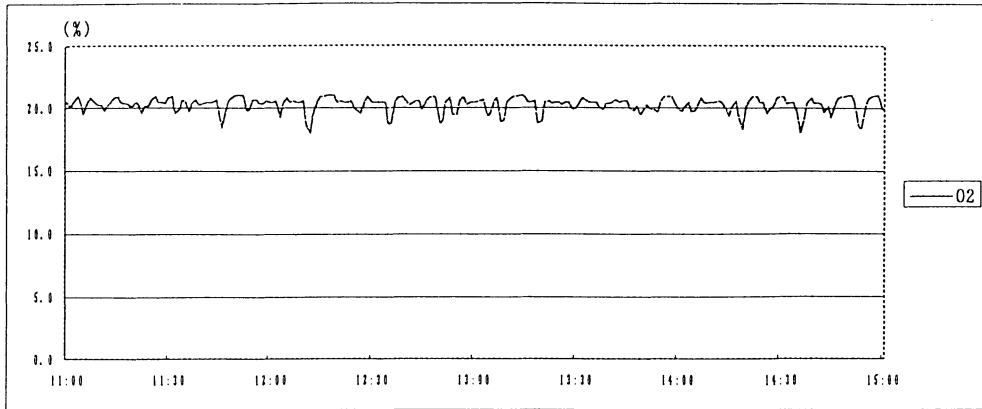


図 II-4-59 O₂ の経時変化(ドライヤー-バグフィルター-出口)

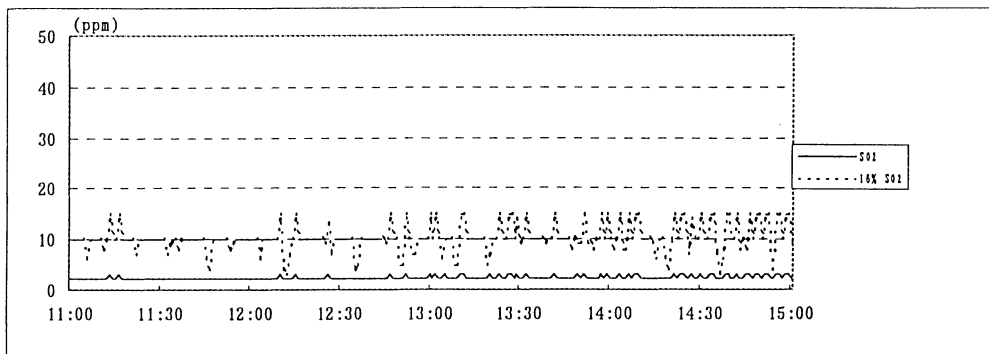


図 II-4-60 SO₂ の経時変化(ドライヤー-バグフィルター-出口)

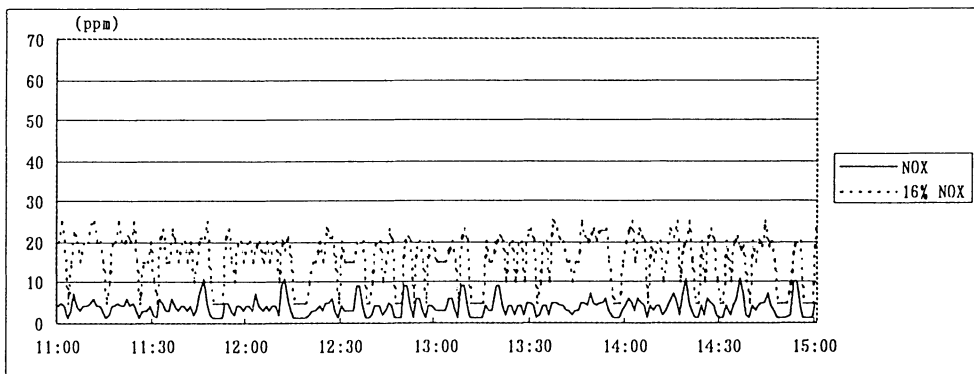


図 II-4-61 NO_x の経時変化(ドライヤー-バグフィルター-出口)

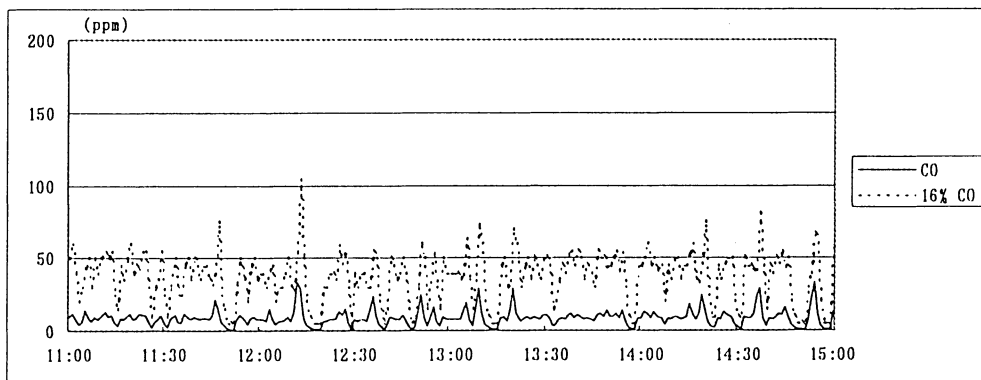
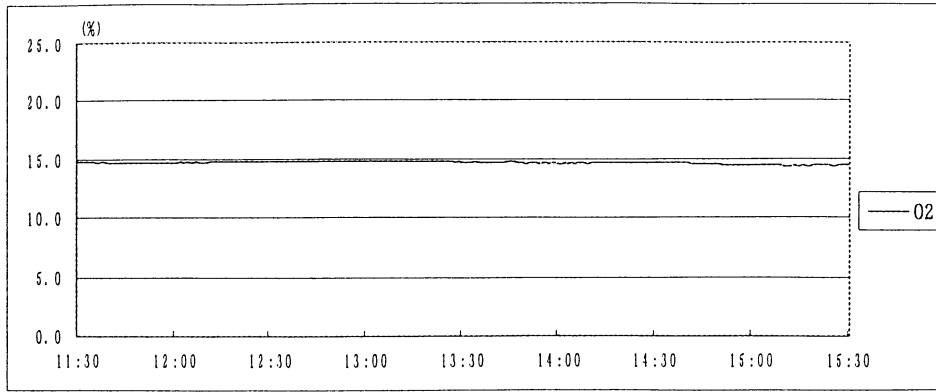
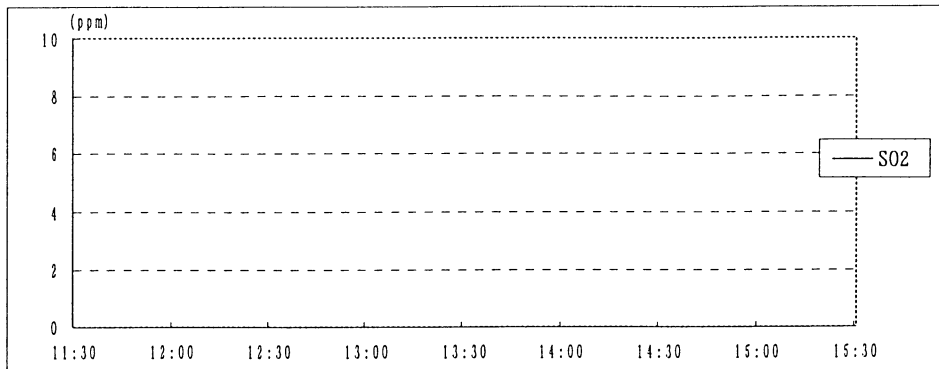


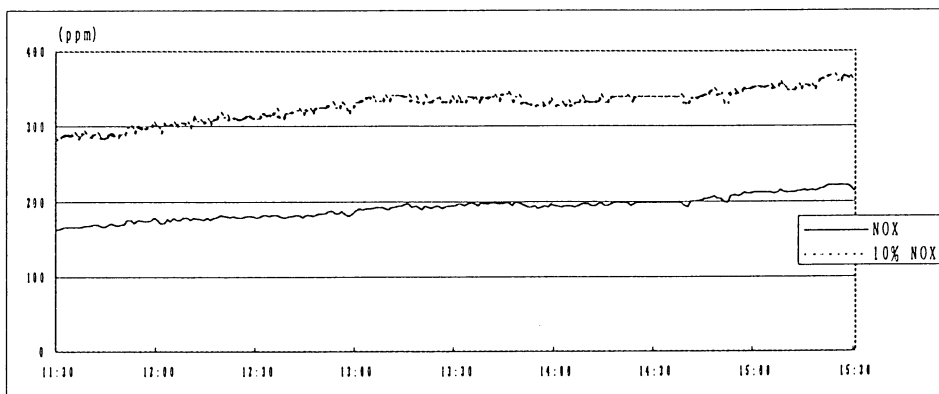
図 II-4-62 CO の経時変化(ドライヤー-バグフィルター-出口)



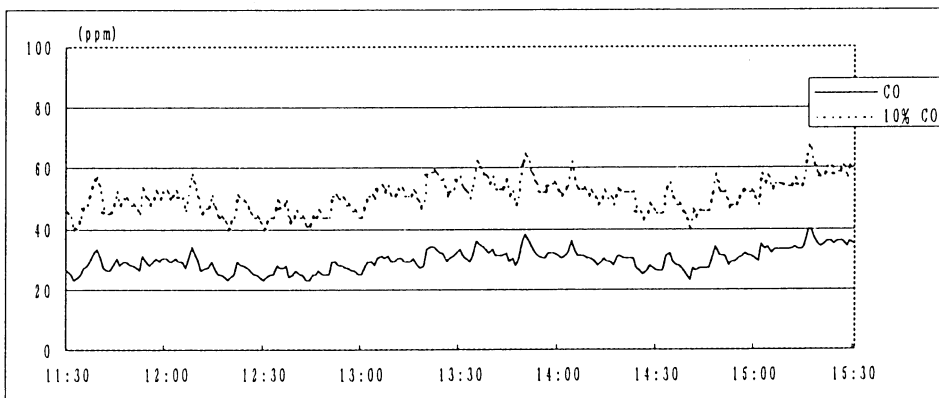
図II-4-63 O₂の経時変化(焼成炉バグフィルター出口)



図II-4-64 SO₂の経時変化(焼成炉バグフィルター出口)



図II-4-65 NO_xの経時変化(焼成炉バグフィルター出口)



図II-4-66 COの経時変化(焼成炉バグフィルター出口)

3-7.6 エコセメントの特性

エコセメントの含有成分、JIS モルタル試験結果、硬化モルタル含有量試験結果、硬化モルタル溶出試験結果を表II-4-109～II-4-112にそれぞれ示す。

JIS モルタル試験、硬化モルタル含有量試験、硬化モルタル溶出試験では、最初に作製したモルタルIにおいてエコセメントの混合不良による膨張が確認されたため、再混合したエコセメントを用いてモルタルIIを作製し、再試験を実施した。

表II-4-109 エコセメントの含有成分

分析項目	単位	含有率	表示ベース	分析・測定方法
Cl	%	0.48	無水ベース	硝酸第二水銀滴定法
Cu	%	0.21	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	mg/kg	110	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cr ⁶⁺	mg/kg	7.3	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	3.9	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	8.5	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	0.02	無水ベース	底質調査法

指定分析機関による分析結果

表II-4-110 JIS モルタル試験結果

	モルタルI(混合不良品)		モルタルII(再混合品)			
	材令		材令			
	7日	28日	1日	3日	7日	21日
圧縮強度 (N/mm ²)	27.5	30.8	29.4	37.7	39.3	42.0

実験実施企業により報告された実験結果

モルタルIにおいてエコセメントの混合不良による膨張が確認されたため、

再混合したエコセメントを用いてモルタルIIを作製し、再試験を実施

試験実施期間の制限から、モルタルIIについては、材令1日、3日、7日、21日の供試体を評価

表II-4-111 硬化モルタル含有量試験結果

分析項目	単位	含有率		表示ベース	分析・測定方法
		モルタルI(混合不良品)	モルタルII(再混合品)		
Cl	%	0.09	0.22	無水ベース	チオシアン酸第二水銀法
Cu	%	0.05	0.07	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Hg	mg/kg	<0.01	<0.01	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	0.9	1.6	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	mg/kg	26	27	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	2.7	3.1	無水ベース	底質調査法
Cr ⁶⁺	mg/kg	0.6	0.7	無水ベース	底質調査法

指定分析機関による分析結果

モルタルIにおいてエコセメントの混合不良による膨張が確認されたため、

再混合したエコセメントを用いてモルタルIIを作製し、再試験を実施

表II-4-112 硬化モルタル溶出試験結果

分析項目	単位	モルタル I (混合不良品)		モルタル II (再混合品)		分析・測定方法
		材令7日 ¹⁾	材令28日 ¹⁾	材令7日 ²⁾	材令21日 ¹⁾	
pH		12.6	12.6	—	12.6	JIS K 0102
T-Hg	mg/ℓ	<0.0005	<0.0005	—	<0.0005	環告第59号付表-3
Cd	mg/ℓ	<0.001	<0.001	—	<0.001	JIS K 0102
Pb	mg/ℓ	0.013	0.013	<0.01	<0.005	JIS K 0102
As	mg/ℓ	<0.001	<0.001	—	<0.001	JIS K 0102
Cr ⁶⁺	mg/ℓ	0.023	0.008	—	<0.005	JIS K 0102
Se	mg/ℓ	<0.001	<0.001	—	<0.001	JIS K 0102
Cl	mg/ℓ	31	72	—	68	チオシア酸第二水銀法
Cu	mg/ℓ	<0.01	0.01	—	<0.01	JIS K 0102
CN	mg/ℓ	<0.03	<0.03	—	<0.03	JIS K 0102
PCB	mg/ℓ	<0.0003	<0.0003	—	<0.0003	環告第59号付表-5

1)指定分析機関による分析結果

2)実験実施企業により報告された分析結果

—はデータなし

モルタル I においてエコセメントの混合不良による膨張が確認されたため、

再混合したエコセメントを用いてモルタル II を作製し、再試験を実施

試験実施期間の制限から、モルタル II については、材令7日、21日の供試体を評価

3-7.7 物質収支

(1) 灰分の収支

処理実験における灰分の収支をまとめた結果を図II-4-67に示す。

石灰石(CaCO₃)の灰分(CaO)の割合は分子量比に基づき56%と設定した。

(2) 重金属の収支

半揮発性物質の代表としてPbに着目し、処理実験における収支をまとめた結果を図II-4-68に示す。

また、排出物の含有成分として系外へ排出されるPbの分布を表II-4-113に示す。

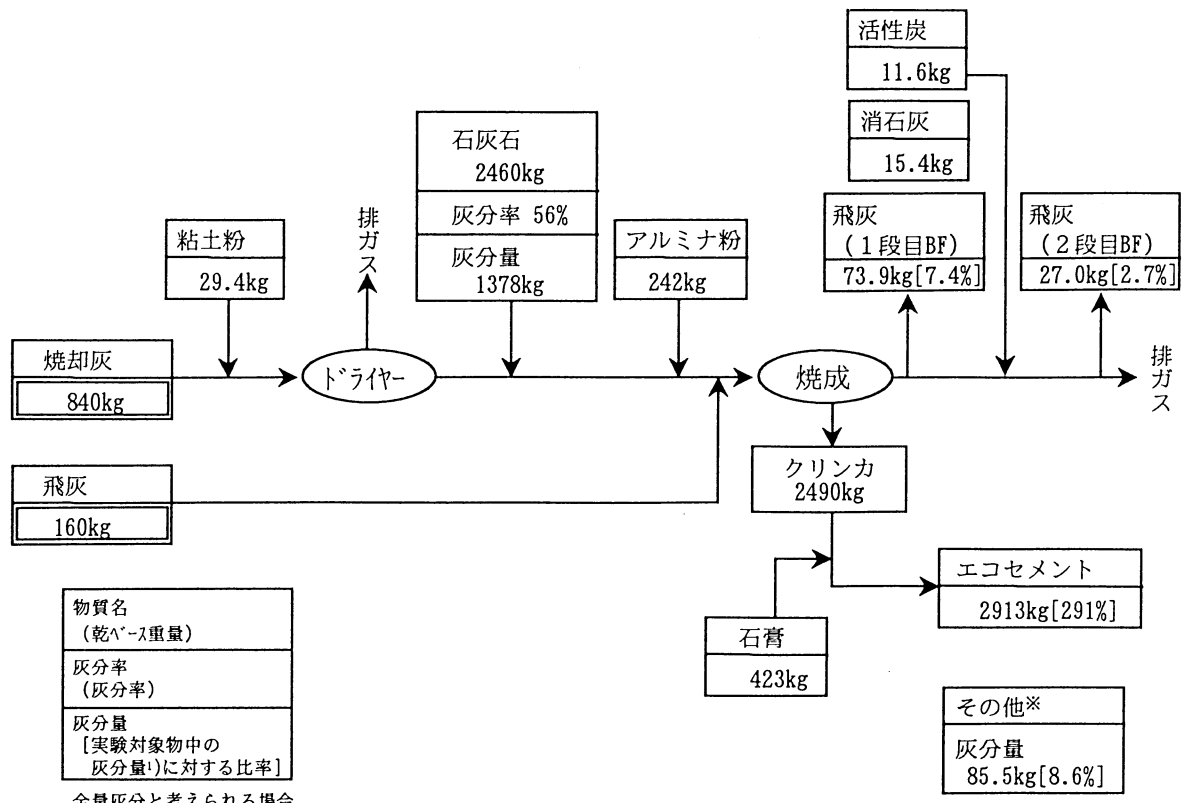
※)以上の計算では、クリンカを全量エコセメント製造に使用するものとした。また、実機を想定し、1段目バグフィルターで飛灰を全量回収するとして計算した。

表II-4-113 Pbの排出分布

排出物	排出物量 kg	Pb含有量 kg	Pb分布率 %
エコセメント	2913	0.32	25.0
飛灰	74	0.96	75.0
排ガス	(22610m ³ N)	--	--
計	2987	1.28	100.0

--は無視できる値

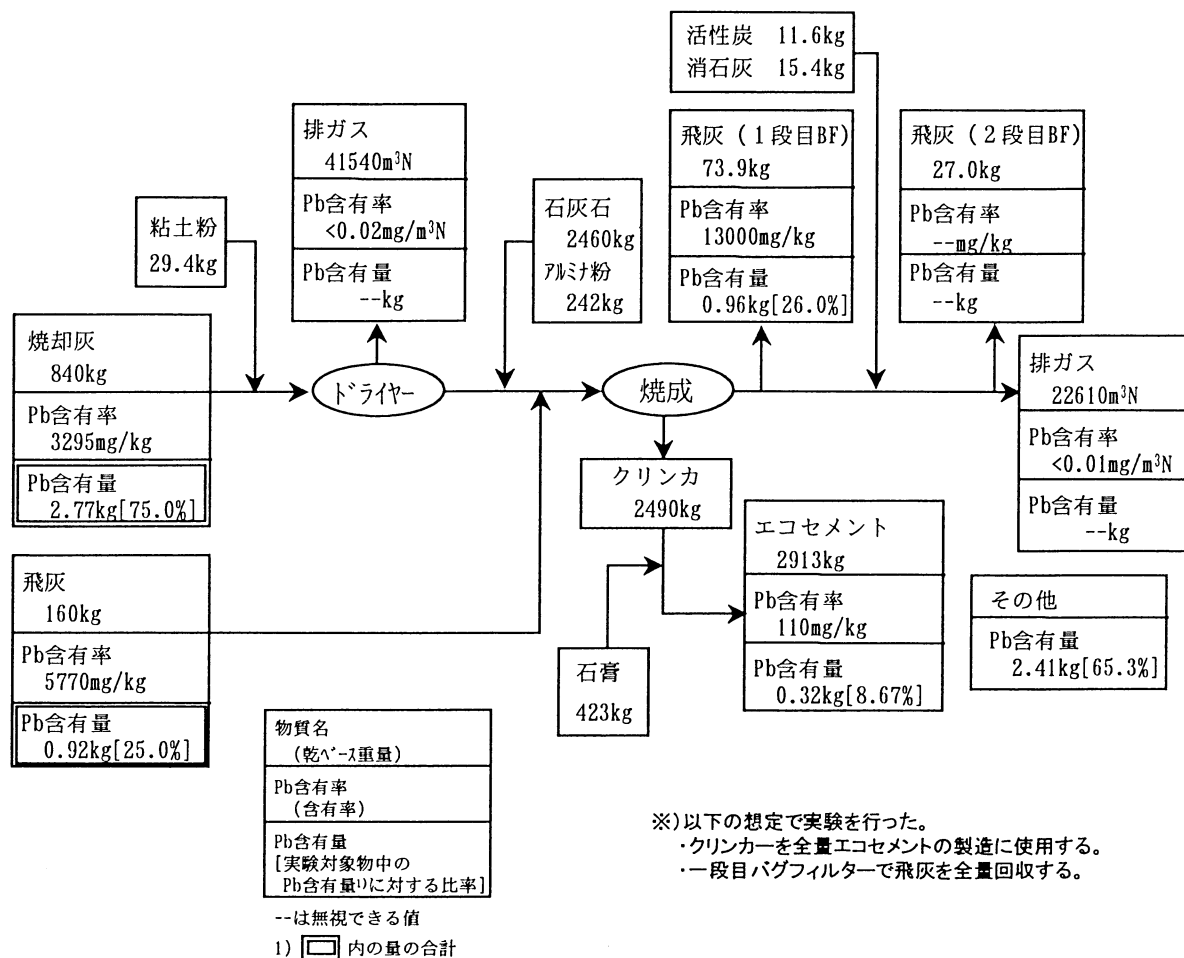
本実験では、出発原料(焼却灰・飛灰)の鉛含有量を正とした場合、不明分が65%発生した。



物質名
(乾ベース重量)
灰分率
(灰分率)
灰分量
[実験対象物中の
灰分量¹⁾に対する比率]
全量灰分と考えられる場合は物質名と重量のみ記載
1) □内の量の合計

※ 実験対象物及び副資材に含まれる全投入灰分量から、副成物及び処理残さとして排出される全灰分量を差し引いた値を「その他」として記述した。

図II-4-67 灰分の収支



図II-4-68 Pbの収支

3-8.MRG（飛灰の再資源化）処理方式に関する処理実験

3-8.1 実験の概要

(1)実験目的

実験目的は以下の通りである。

- ①処理の安定性の確認
- ②環境保全性能に関する基礎データの把握
- ③副成物(廃棄物等の高度処理等により発生する人工鉱石等の再資源化材)の種類及び品位等に関する基礎データの把握
- ④物質収支等に関する基礎データの把握

(2)実験の内容

実験の内容は以下の通りである。

- ①エコセメント（焼却灰・飛灰の再資源化）処理方式に関する実験で得られた1段目バグフィルターの飛灰の一部を水と混合してスラリーとし、ポンプで浸出工程に連続的に送り、硫酸を添加して亜鉛、銅、カドミウム等の金属を浸出したのち固液分離をし、鉛を始めアンチモン、錫等の金属を鉛産物として回収した。
- ②濾液に苛性ソーダを添加して徐々に中和し、溶解した亜鉛、銅、カドミウム等の金属を水酸化物として析出させた。さらに水酸化ソーダを添加し、液中に微量残存する亜鉛、カドミウム、水銀等を硫化物として析出させたのち固液分離して、銅産物として残りの重金属類をほぼ完全に回収した。
- ③排水には塩酸を添加し、pH調整を行った。

(3)実験実施者

処理実験は同和鉱業株式会社が実施した。

(4)実験スケジュール

処理実験は表II-4-114に示すスケジュールに基づき実施した。

表II-4-114 実験のスケジュール

項目	実施日
試料採取日	3月20日
処理実験	3月25日～3月27日
技術検討委員会立会	3月26日
分析試料サンプリング	3月26日～27日

(5)実験対象物

エコセメント（焼却灰・飛灰の再資源化）処理方式に関する処理実験で得られた1段目バグフィルターの飛灰の一部を対象に処理実験を実施した。実験対象物及び処理量を表II-4-115に、処理対象物の組成を表II-4-116に示す。

表II-4-115 実験対象物及び処理量

実験対象物	エコセメント処理実験において得られた1段目バグフィルターの飛灰の一部
処理量 t	0.165

表II-4-116 処理対象物の組成

分析項目	単位	含有率	表示ベース	分析・測定方法
Cl	%	24.0	無水ベース	硝酸第二水銀滴定法
Cu	%	3.0	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	1.3	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cr ⁶⁺	mg/kg	2.1	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	82.3	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	4.6	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	28.0	無水ベース	底質調査法

(6)実験場所

処理実験は、財団法人クリーン・ジャパン・センターの塩素含有ダスト再資源化設備（MRGプロセス）（愛知県）にて実施した。

(7)実験施設

実験施設の概要を表II-4-117に、設備仕様を表II-4-118に示す。

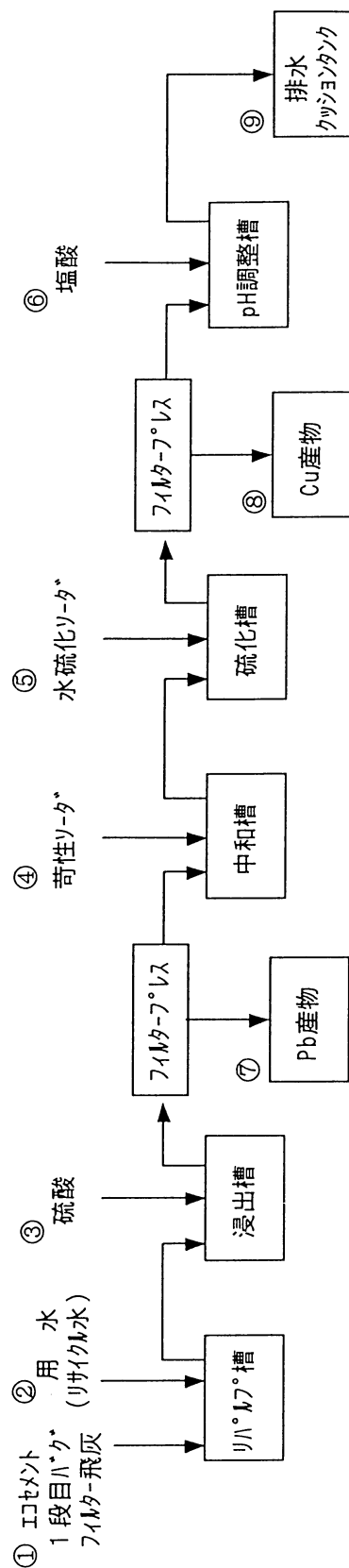
また、フローを図II-4-69に示す。なお、フロー図中の番号は、投入・排出物量の測定位置を示す。

表II-4-117 実験施設の概要

名称	塩素含有ダスト再資源化実証プラント(MRGプロセス)
竣工	1997年3月
工程1	ダスト・水・試薬を混合し、鉛主体の人工鉱石(産物)を得る。
工程2	ろ液を中和・硫化し、銅・亜鉛主体の人工鉱石(産物)を得る。
工程3	排出される排水を中和処理し、無害化する。

表II-4-118 設備仕様

工程	設備	処理能力	備考
工程 1	リパルプ槽	1000ℓ	浸出槽への送液 浸出槽 Pb用フィルタープレスへの送液 中和槽への送液
	リパルプ液供給ポンプ	1.7ℓ/min	
	浸出タンク	50ℓ	
	Pb用フィルタープレス供給ポンプ	12ℓ/min	
	Pb用フィルタープレス	1.6m ²	
工程 2	浸出ろ液ポンプ	1.7ℓ/min	中和槽への送液
	H ₂ SO ₄ ポンプ	14.6mℓ/min	
	Cu用フィルタープレス供給ポンプ	12ℓ/min	
	Cu用フィルタープレス	6m ²	
	中和硫化ろ液ポンプ	2.7ℓ/min	
	中和タンク	300ℓ	
	硫化タンク	60ℓ	
工程 3	苛性ソーダポンプ	18.8mℓ/min	pH調整槽への送液 中和槽 硫化槽
	水硫化ソーダポンプ	83.5mℓ/min	
	pH調整タンク	80ℓ	
	排水クッション槽	800ℓ	
	塩酸ポンプ	25mℓ/min	



図II-4-69 処理実験フロー

3-8.2 実験条件

M R Gプロセスの実験時における各測定量を表II-4-119に示す。

表II-4-119 実験条件

項目	測定位置	測定量	備考
1. 処理対象物			
1) 総処理量	①	165 kg	
2. 添加材			
1) 用水(リサイクル水)	②	1650ℓ	
2) 硫酸	③	9.8 kg	浸出
3) 苛性ソーダ	④	10.5 kg	
4) 水硫化ソーダ	⑤	5.0 kg	
5) 塩酸	⑥	0.11 kg	排水のpH調整
3. 副成物			
排水	⑨	1650ℓ	
4. 生成物			
1) 鉛産物	⑦	23.3 kg	乾ベース重量
2) 銅産物	⑧	19.6 kg	乾ベース重量

3-8.3 投入物及び排出物

投入物及び排出物の整理結果を表II-4-120、II-4-121にまとめる。

表II-4-120 投入物の種類と量

投入物	測定位置	実験での実使用量	投入量 (対象物1t当たり)
処理対象物	①	165 kg	
用水(リサイクル水)	②	1650ℓ	10000ℓ
硫酸	③	9.8 kg	59.4kg
苛性ソーダ	④	10.5 kg	63.6kg
水硫化ソーダ	⑤	5.0 kg	30.3kg
塩酸	⑥	0.11 kg	0.7kg

表II-4-121 排出物の種類と量

排出物	測定位置	実験での実使用量	排出量 (対象物1t当たり)
鉛産物	⑦	23.3 kg	141.2 kg
銅産物	⑧	19.6 kg	118.8 kg
合計		42.9 kg	260 kg

3-8.4 排水の組成

排水の組成を表II-4-122に示す。

表II-4-122 排水の組成

分析項目	測定単位	含有率	分析・測定方法
pH	-	7.4	JIS K 0102
Pb	mg/ℓ	0.04	JIS K 0102
As	mg/ℓ	<0.005	JIS K 0102
Zn	mg/ℓ	0.22	JIS K 0102
Cu	mg/ℓ	0.03	JIS K 0102
T-Hg	mg/ℓ	<0.0005	環告第59号付表-3
Cd	mg/ℓ	0.010	JIS K 0102
Cl	mg/ℓ	39000	JIS K 0102
T-Cr	mg/ℓ	<0.01	JIS K 0102
Ni	mg/ℓ	<0.01	JIS K 0102
Be	mg/ℓ	<0.01	JIS K 0102
V	mg/ℓ	<0.01	ICP発光分光分析法
B	mg/ℓ	0.37	JIS K 0102
Mo	mg/ℓ	<0.01	JIS K 0102
Sb	mg/ℓ	0.01	JIS K 0102

3-8.5 生成物の組成

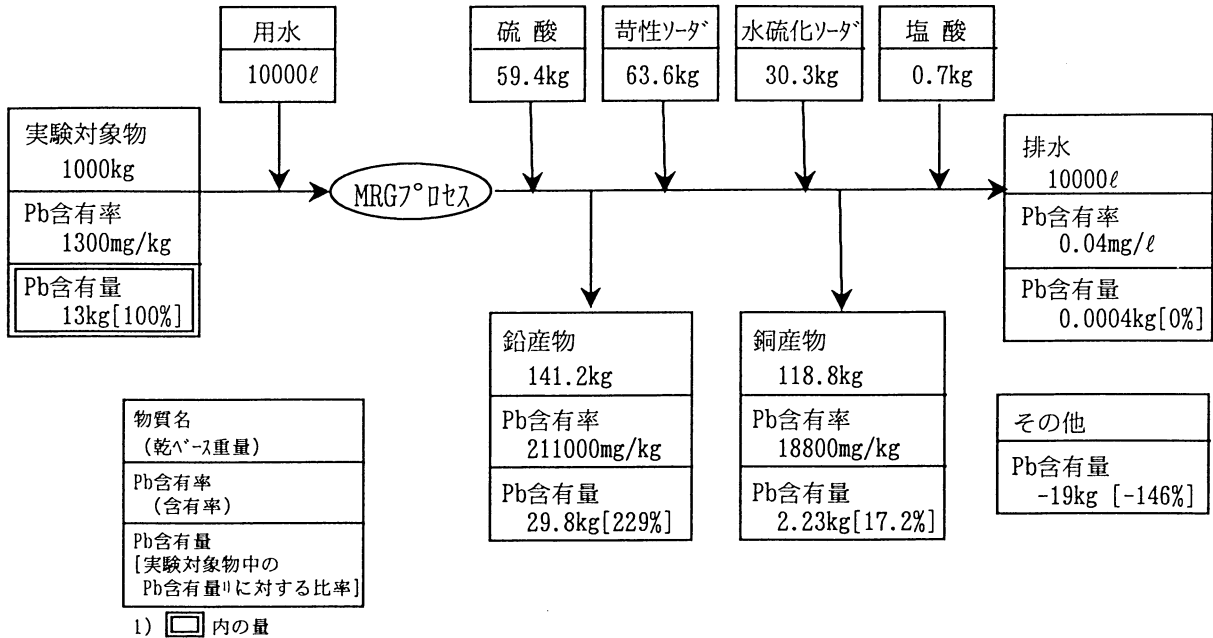
生成物として得られる人工鉱石の組成を表II-4-123に示す。

表II-4-123 人工鉱石の組成

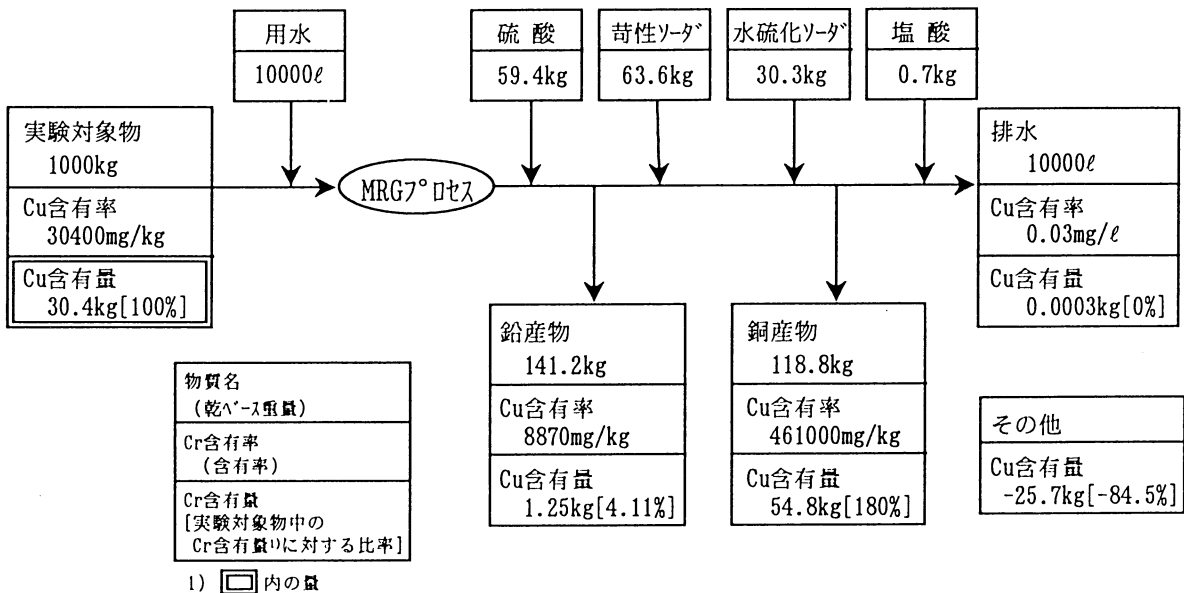
分析項目	測定単位	鉛産物	銅産物	表示ベース	分析・測定方法
水分	%	28.1	44.6	湿ベース	JIS M 8811
Cl	%	0.76	1.16	無水ベース	硝酸第二水銀滴定法
Cu	%	0.89	46.1	無水ベース	ICP発光分光分析法
Pb	%	21.1	1.88	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cr ⁶⁺	mg/kg	<0.5	<0.5	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	19.7	1210	無水ベース	ICP発光分光分析法
As	mg/kg	9.0	1.8	無水ベース	底質調査法
T-Hg	mg/kg	141	64.4	無水ベース	底質調査法

3-8.6 物質収支

MRGプロセスにおけるPb及びCuの収支を図II-4-70及びII-4-71にそれぞれ示す。



図II-4-70 Pbの収支



図II-4-71 Cuの収支

3-9. 塩化揮発(飛灰の再資源化)処理方式に関する処理実験

3-9.1 実験の概要

(1)実験目的

実験目的は以下の通りである。

- ①処理の安定性の確認
- ②成品、副成品の種類及び品位等に関する基礎データの把握
- ③物質収支に関する基礎データの把握

(2)実験の内容

- ①実験対象物である第1次掘削の試料1, 2を、ガス化溶融(ガス化溶融一体型)処理方式で処理した時に発生した溶融飛灰約2tを処理対象とした。
- ②実処理想定試験に先立ち、操業条件を確定すべく、溶融飛灰を各10kg使用して実験室試験を実施した。実験室試験は、前処理試験で前処理設備の最適操作条件を設定すると共に、塩化揮発試験で溶融飛灰処理時の成品ペレット品質確認を実施した。
- ③実処理想定試験は、以下の5工程で処理した。これらの工程のうち塩化揮発工程、排ガス処理工程、有価金属回収工程での実験は、既存の生産設備を活用した実験である。
 - ・加湿混練は、溶融飛灰の発塵防止を目的として実施した。
 - ・前処理工程では、アルカリ金属の分離を目的として処理対象物を約300kg毎に湿式抽出し、その後に固液分離し、脱水ケーキとろ液を得た。
 - ・塩化揮発工程では、実際にペレット製造設備で製造されているペレット原料に脱水ケーキを配合し、有価金属を塩化揮発処理した。
 - ・排ガス処理工程では、排ガスを処理すると共に、塩化揮発した有価金属を回収液中に捕捉した。
 - ・有価金属回収工程では、前処理工程で発生したろ液と塩化揮発工程で揮発した有価金属の回収液を対象に有価金属を分離回収した。

(3)実験実施者

処理実験は光和精鉱株式会社が実施した。

(4)実験スケジュール

処理実験は表II-4-124に示すスケジュールに基づき実施した。

表II-4-124 実験のスケジュール

項目	試料1 溶融飛灰	試料2 溶融飛灰
溶融飛灰採取	2月14日～17日	3月7日～9日
実験室試験	2月19日～27日	3月12日～16日
実処理想定試験		
加湿混練	3月10日	3月13日
前処理	3月17日～18日	3月19日
塩化揮発	3月19日	
技術検討委員会立会	3月19日	

(5)実験対象物

実験対象物及び処理量を表II-4-125に、実験対象物の性状を表II-4-126に示す。

表II-4-125 実験対象物及び処理量

実験対象物	試料1 溶融飛灰	試料2 溶融飛灰
処理量 t	1.20	0.72

表II-4-126 実験対象物の性状

分析項目	単位	試料1		試料2		表示ベース	分析・測定方法 ¹⁾
		A	B	A	B		
水分	%	1.1	1.56	0.4	0.25	湿ベース	JIS M 8811
CaO	%	16.6	15.3	42.2	38.5	無水ベース	ICP発光分光分析法
MgO	%	1.22	1.29	0.53	0.53	無水ベース	ICP発光分光分析法
SiO ₂	%	29.1	27.7	14.7	16.8	無水ベース	ICP発光分光分析法
Al ₂ O ₃	%	5.08	4.7	2.61	2.37	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Fe	%	4.26	3.8	1.76	1.79	無水ベース	ICP発光分光分析法
Na	%	4.65	4.93	1.38	1.35	無水ベース	ICP発光分光分析法
K	%	4.07	4.35	2.09	2.24	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-S	%	2.29	1.19	0.68	0.22	無水ベース	JIS M 8217
Cl	%	9.26	7.98	2.67	2.71	無水ベース	チオシアン酸第二水銀法
Pb	%	3.01	3.20	1.01	1.27	無水ベース	ICP発光分光分析法
Zn	%	5.87	5.94	4.58	4.63	無水ベース	ICP発光分光分析法
Cu	%	0.71	0.80	0.09	0.12	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Cr	mg/kg	258	287	38	49	無水ベース	底質調査法
As	mg/kg	114	36	106	25	無水ベース	底質調査法
Cd	mg/kg	138	172	49.5	58.0	無水ベース	ICP発光分光分析法
T-Hg	mg/kg	32.3	19.8	5.06	5.00	無水ベース	底質調査法

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験担当企業より報告された分析結果

1) 分析結果Aにおける分析・測定方法

(6)実験場所

処理実験は、光和精鉱株式会社 戸畑製造所（福岡県）にて実施した。

(7)実験施設

実験施設の概要を以下に示す。また、フローを図II-4-72に示す。

表II-4-127 実験施設の概要

名称	ペレット製造及び有価金属回収設備	
	竣工	概要
前処理設備 (実験用仮設)	—	攪拌抽出槽 (容量: 4.5m ³) ろ過設備 (フィルタープレス: ろ過面積 12m ²)
ペレット原料製造設備	昭和 42 年	流動焙焼炉、ボイラー、サイクロン、調湿機
産廃焼却キルン設備	昭和 62 年	産廃焼却炉、2 次燃焼炉
ペレット製造設備	昭和 40 年	(方式) : 塩化揮発ペレット法 (処理能力) : 11,000 T/月 (焼成温度) : 1,200~1,250 °C (主要設備) : ブレンディングビン、混練ミル、 ドライヤー、ロータリーキルン、 ペレットクーラー、冷却塔、洗浄塔 電気集塵機、排煙脱硫装置
有価金属回収設備	昭和 40~47 年	石膏回収設備 : 中和槽、シックナー、ろ過機
		銅回収設備 : タンブラー、ろ過機
		鉄回収設備 : 中和槽、ろ過機
		亜鉛・鉛回収設備 : 中和槽、シックナー、ろ過機

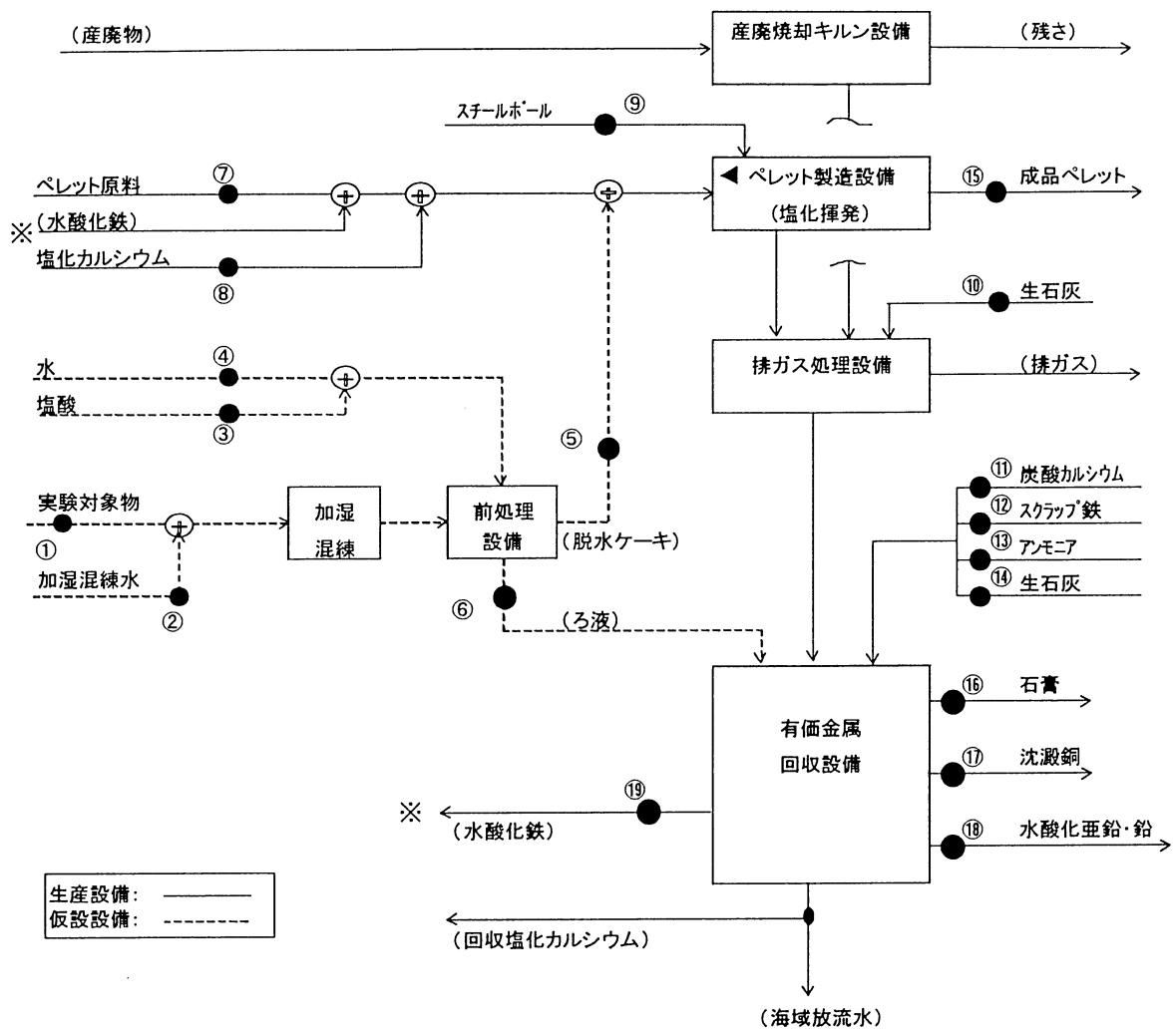


図 II-4-72 処理実験フロー／塩化揮発(飛灰の再資源化)処理方式

3-9.2 実験条件

実処理想定試験における実験条件を表II-4-128.1及び表II-4-128.2に示す。ただし、表II-4-128.2中の副資材量及び副成物量は溶融飛灰の処理に関わる値であり、実験室試験で得られた分布率を施設全体の月間収支データに適用することにより得られた。

(1)前処理工程

固液比が設定値（1対10）になるように水または塩酸溶液を入れた後、加湿処理された溶融飛灰を1バッチ当たり約300kg(乾)投入し、約30分間攪拌抽出した。その後フィルタープレスで固液分離を実施し、脱水ケーキとろ液を得た。

(2)塩化揮発工程

前処理工程で得られた脱水ケーキを、実際にペレット製造設備に投入されている日量約400tのペレット原料に一定の割合で配合し処理した。配合割合は、実験室試験結果及び実処理において想定される溶融飛灰発生量から、ペレット原料に対し、2.1%（乾ベース）と設定した。塩化揮発工程での揮発物は後段の排ガス処理工程で回収液中に捕捉し、前処理工程で発生したろ液とともに有価金属回収工程で有価金属を分離回収した。

表II-4-128.1 前処理工程の実験条件及び中間生成物

項目	測定位置	試料1	試料2	単位	備考
1. 前処理対象物量					
1)総処理量(湿ベース)		1322	795	kg	前処理対象物量は、 実験対象物(乾)量に 加湿混練水量を加えたもの
2)実験対象物量	①	1201	723	kg	
3)加湿混練水量	②	121	72	kg	
4)1バッチ処理量(湿ベース)		256~407	354~440	kg/回	
5)バッチ数		4	2	回	
					処理時間：30分/回 ろ過時間：25分/回
2. 副資材量					
1)塩酸	③	350	0	kg	35% <chem>HCl</chem> 総量 総量、固液比1対10
2)水	④	12000	7200	kg	
3. 中間生成物 ¹⁾ 量					
1)脱水ケーキ(湿ベース)	⑤	1161	936	kg	総量
2)ろ液	⑥	12300	7100	kg	総量

1)中間生成物の性状を表II-4-129に示す。

表 II-4-128.2 塩化揮発工程の実験条件及び生成物

項目	測定位置	試料 1	試料 2	単位	備考
1. 塩化揮発対象物量					
1.1 脱水ケーキ					
1)脱水ケーキ処理量(湿 ^へ -ス)	⑤	1161	936	kg	脱水ケーキの ^へ レット原料への配合割合は2.1%(乾 ^へ -ス)
(乾 ^へ -ス)		(813)	(655)	kg	
2)時間当たり脱水ケーキ処理量(湿 ^へ -ス)		476	476	kg/h	
(乾 ^へ -ス)	(333)	(333)	kg/h		
3)脱水ケーキの水分(湿 ^へ -ス)		30	30	%	
1.2 ^へ レット原料	⑦	15900	15900	kg/h	
2. 副資材量 ¹⁾					
1)塩化カルシウム	⑧	108	104	kg/h	100%CaCl ₂
2)スチールボール	⑨	0.3	0.3	kg/h	混練 _{ミル} 用
3)生石灰	⑩	8.8	1.5	kg/h	排煙脱硫用
4)炭酸カルシウム	⑪	153	75	kg/h	石膏用
5)スクラップ ^へ 鉄	⑫	4.9	1.3	kg/h	銅回収用
6)アンモニア	⑬	0.7	0.2	kg/h	鉄回収用
7)生石灰	⑭	51.0	18.7	kg/h	鉄・亜鉛・鉛回収用
3. 副成物量 ²⁾					
1)成品 ^へ レット	⑮	283	297	kg/h	
2)石膏	⑯	46	17	kg/h	
3)沈澱銅	⑰	5	2	kg/h	
4)水酸化亜鉛・鉛	⑱	70	48	kg/h	
5)水酸化鉄	⑲	11	4	kg/h	

1)副資材量：実験期間中に使用した副資材量のうち、実験対象物(溶融飛灰乾量)を処理するために必要となった量

2)副成物量：実験期間中に実験対象物(溶融飛灰乾量)を処理することにより得られた副成物量

3-9.3 中間生成物の性状

分析結果を表 II-4-129 に示す。

表 II-4-129 中間生成物の性状

項目	分析項目	単位	試料 1		試料 2		表示 ^へ -ス	分析・測定方法 ¹⁾
			A	B	A	B		
脱水ケーキ	Zn	%	5.73	5.99	6.29	6.71	無水 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	Cu	%	0.44	0.41	0.57	0.36	無水 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	Pb	%	4.54	4.89	1.59	2.10	無水 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	Cl	%	0.09	0.21	0.12	0.30	無水 ^へ -ス	チソ酸第二水銀法
	Fe	%	5.53	6.23	4.05	3.77	無水 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	S	%	2.96	2.63	0.88	0.91	無水 ^へ -ス	JIS M 8217
	Na	%	1.69	2.17	1.15	1.39	無水 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	K	%	1.66	2.08	1.59	1.83	無水 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
ろ液	SiO ₂	g/l	1.65	1.22	0.00	0.00	湿 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	CaO	g/l	6.58	5.72	3.50	3.21	湿 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	Zn	g/l	2.20	1.94	0.00	0.00	湿 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	Cu	g/l	0.56	0.55	0.00	0.00	湿 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	Pb	g/l	0.20	0.20	0.07	0.11	湿 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	Al ₂ O ₃	g/l	0.40	0.24	0.00	0.00	湿 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	MgO	g/l	0.50	0.45	0.00	0.00	湿 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	Fe	g/l	0.03	0.04	0.00	0.00	湿 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	S	g/l	0.51	0.65	0.43	0.30	湿 ^へ -ス	JIS M 8217
	Na	g/l	3.50	2.57	0.65	0.97	湿 ^へ -ス	ICP発光分光分析法
	K	g/l	3.10	2.70	0.72	1.04	湿 ^へ -ス	ICP発光分光分析法

A: 指定分析機関による分析結果

B: 実験担当企業より報告された分析結果

1)分析結果Aにおける分析・測定方法

3-9.4 投入物及び生成物

投入物及び生成物に関する整理結果を表II-4-130～II-4-132に示す。なお、投入位置及び生成位置は図II-4-72のフロー図中に番号で示す。

表II-4-130 実処理想定実験における投入物の種類と量

投入物	投入位置	試料1		試料2		備考
		実験での実使用量 ¹⁾	投入量 ²⁾ (対象物1t当たり)	実験での実使用量	投入量 (対象物1t当たり)	
実験対象物	①	1201kg		723kg		
加湿混練水	②	121kg	101kg	72kg	100kg	発塵防止用
塩酸	③	350kg	291kg	0kg	0kg	35% <chem>HCl</chem>
水	④	12000kg	9992kg	7200kg	9959kg	飛灰前処理用
ペレット原料	⑦	38850kg		31300kg		
塩化カルシウム	⑧	263kg	219kg	205kg	284kg	100% <chem>CaCl2</chem> 工程での実使用量 ³⁾ : 試料1=1830kg、試料2=1480kg
スチールボール	⑨	0.80kg	0.67kg	0.64kg	0.89kg	混練機用 工程での実使用量: 試料1=39.3kg、試料2=31.6kg
生石灰	⑩	21.5kg	17.9kg	2.9kg	4.0kg	排煙脱硫用 工程での実使用量: 試料1=252kg、試料2=188kg
炭酸カルシウム	⑪	372kg	310kg	147kg	204kg	石膏用 工程での実使用量: 試料1=2530kg、試料2=1920kg
スクラップ鉄	⑫	12.0kg	10.0kg	2.5kg	3.4kg	銅回収用 工程での実使用量: 試料1=78kg、試料2=63kg
アンモニア	⑬	1.7kg	1.4kg	0.4kg	0.6kg	鉄回収用 工程での実使用量: 試料1=18.2kg、試料2=9.4kg
生石灰	⑭	124kg	104kg	36.8kg	50.9kg	鉄・亜鉛・鉛回収用 工程での実使用量: 試料1=603kg、試料2=396kg

- 1) 実験での実使用量: 実験期間中に使用した投入物量のうち、実験対象物(溶融飛灰乾量)を処理するために必要となった量
- 2) 投入量: 実験対象物 1t(溶融飛灰乾量)を処理するために必要となる副資材量
- 3) 工程での実使用量: 実験期間中に使用した工場全体の投入物量

表II-4-131 実処理想定実験における生成物の種類と量

生成物 (乾量)	生成位置	試料1		試料2		備考
		実験での実生成量 ¹⁾	生成量 ²⁾ (対象物1t当たり)	実験での実生成量	生成量 (対象物1t当たり)	
成品ペレット	⑮	692kg	576kg	585kg	809kg	主成分: <chem>Fe</chem> =60.4%d ³⁾
石膏	⑯	112kg	93kg	33kg	46kg	主成分: <chem>CaSO4·2H2O</chem> =95.7%d 水分: 10%w
沈澱銅	⑰	13kg	11kg	4kg	6kg	主成分: <chem>Cu</chem> =78.7%d 水分: 15%w
水酸化亜鉛・鉛	⑱	172kg	143kg	94kg	130kg	主成分: <chem>Zn</chem> =40.2%d、 <chem>Pb</chem> =13.1%d(試料1)、10.6%d(試料2) 水分: 35%w
水酸化鉄	⑲	26kg	22kg	9kg	12kg	主成分: <chem>Fe</chem> =34.8%d 水分: 55%w

- 1) 実験での実生成量: 実験期間中に実験対象物(溶融飛灰乾量)を処理することにより得られた生成物量
- 2) 生成量: 実験対象物 1t(溶融飛灰乾量)を処理することにより得られた生成物量
- 3) 実験期間中に得られた成品ペレット中の品位

表 II-4-132 実処理想定実験における有価金属分布率

有価金属	分布先	試料 1		試料 2		備考
		1次分布 ¹⁾ %	最終分布 ²⁾ %	1次分布 %	最終分布 %	
銅	沈澱銅	96.0	98.06	91.5	93.36	光和精鉱内において生成する水酸化鉄は、含有する有価金属を含めて再度原料として循環使用される。また、成品 ¹⁾ ロット中の亜鉛等は八幡製鉄所の溶鉱炉でダスト側に分布し、光和精鉱の原料として循環使用される。この結果循環系を考慮した最終分布は100%近くまで上昇する。
	水酸化鉄	2.0	-	1.9	-	
	成品 ¹⁾ ロット	1.9	1.94	6.5	6.63	
亜鉛	水酸化亜鉛・鉛	93.6	99.36	91.7	99.45	
	水酸化鉄	1.3	-	1.4	-	
	成品 ¹⁾ ロット	4.5	-	6.4	-	
鉛	水酸化亜鉛・鉛	90.3	97.31	86.8	97.31	
	水酸化鉄	6.4	-	6.2	-	
	成品 ¹⁾ ロット	0.8	-	4.6	-	

1) 1次分布：循環系を考慮する前の1次的な分布率

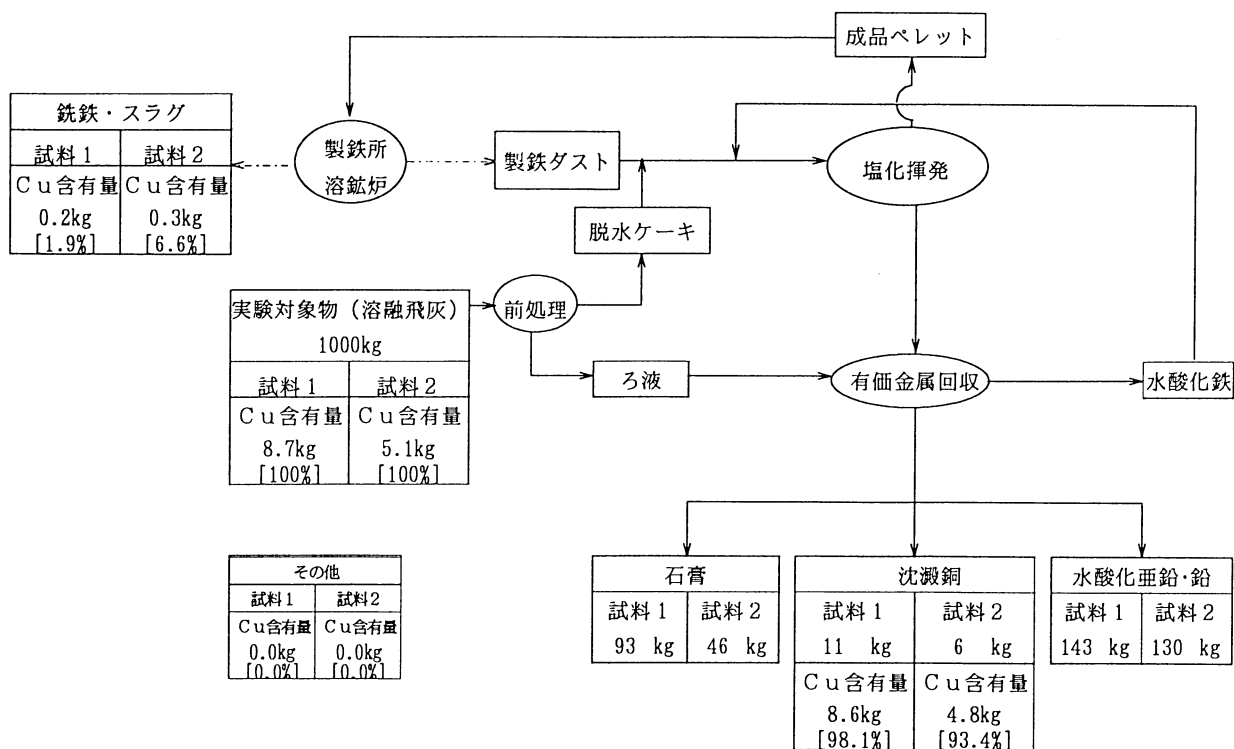
2) 最終分布：循環系を考慮した後の最終的な分布率

3-9.5 物質収支

溶融飛灰に由来する各有価金属の物質収支を図II-4-73～II-4-75に示す。ただし、溶融飛灰中の各有価金属量は、脱水ケーキ及びろ液の分析値より算出した。また、他の各有価金属量は、

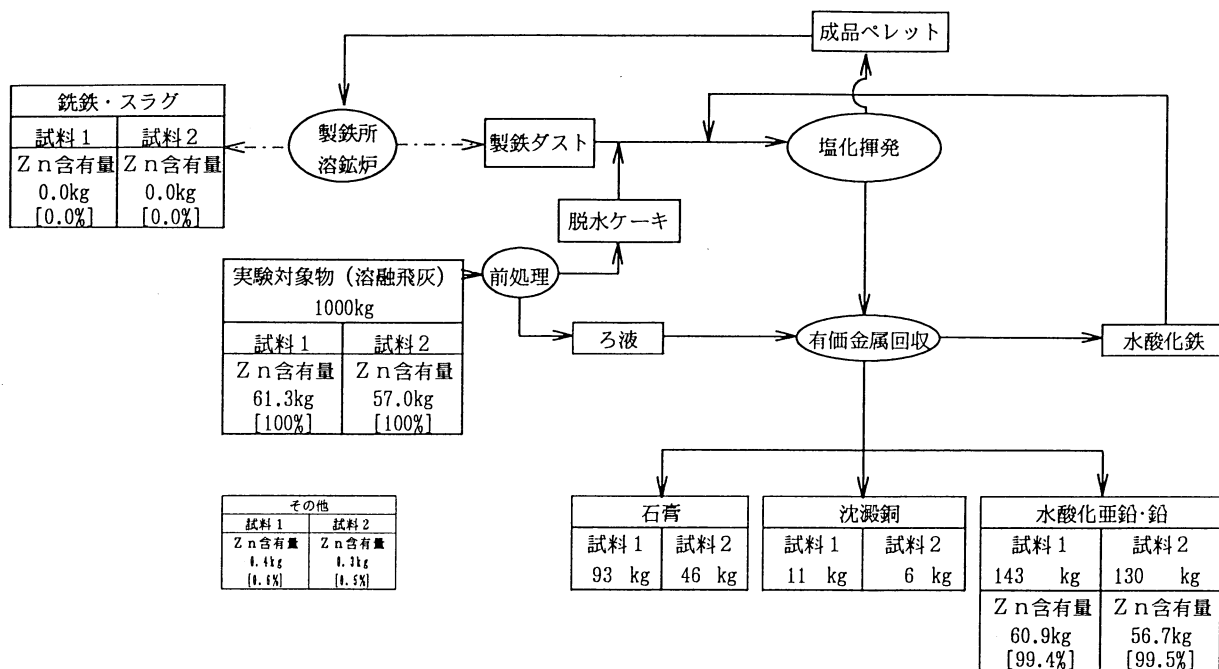
- ・水酸化鉄が¹⁾ロット原料に循環処理されることによる回収率の向上
- ・成品¹⁾ロット中に移行した元素のうち、溶鉱炉でダストとして揮散し、¹⁾ロット原料に循環処理されることによる回収率の向上

を考慮したものである。



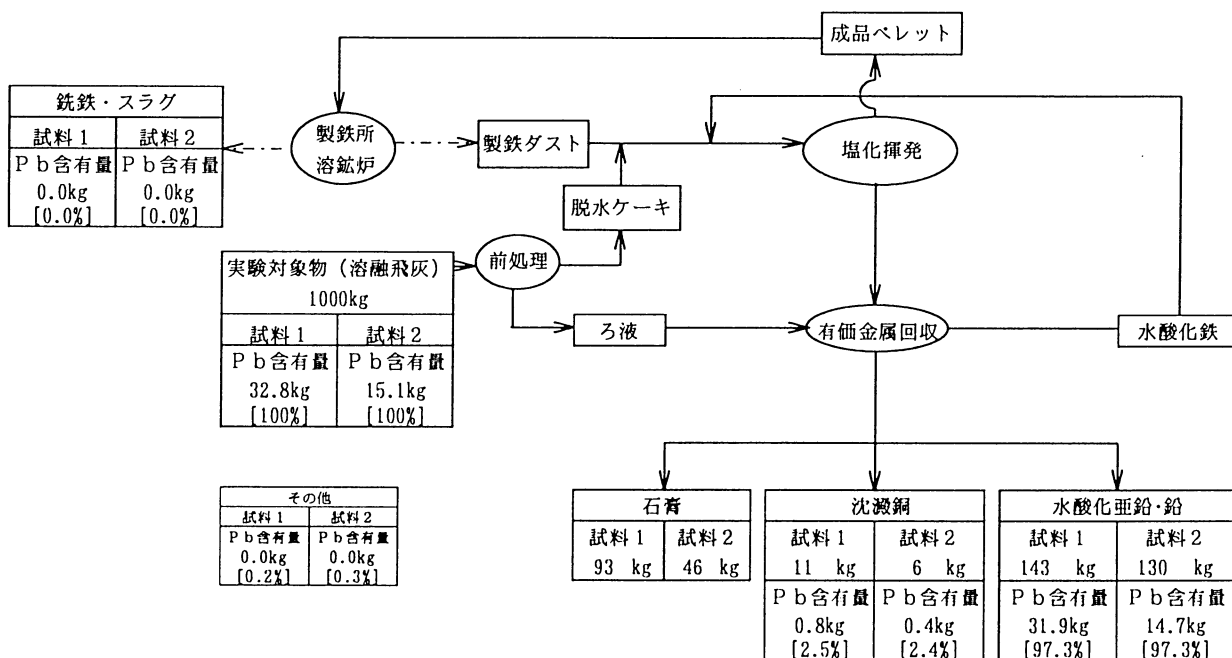
[]内数値：実験対象物中の含有量に対する比率
 各質量：溶融飛灰由来の乾物の純物質質量kg

図II-4-73 Cuの収支（試料1，試料2）



[]内数値：実験対象物中の含有量に対する比率
各質量：溶融飛灰由来の乾ベースの純物質質量kg

図II-4-74 Znの収支 (試料1, 試料2)



[]内数値：実験対象物中の含有量に対する比率
各質量：溶融飛灰由来の乾ベースの純物質質量kg

図II-4-75 Pbの収支 (試料1, 試料2)

4. 実験結果の評価

基本的に以下の9つの評価項目について、実験結果を整理した。それぞれの項目における評価方法を以下に示す。

① 処理の安定性の確認

各部温度の変動及び排ガス成分（ O_2 、 SO_2 、 NO_x 、 CO ）の濃度変動における安定性を評価した。

② 環境保全性能に関する基礎データの把握

ガス処理設備でダストを除去する前（炉出口またはバグフィルタ入口）の排ガスについて、乾き排ガス量及び排ガス成分（大気汚染防止法において排出基準の設けられている項目：ばいじん、 SO_2 、 NO_x 、 HCl 、ダイオキシン類）の濃度に関するデータを整理した。また、排水に関するデータも整理した。

③ 副成物の種類及び発生量に関する基礎データの把握

選別残さ、再資源化材及び処理残さについて、種類及び発生量に関するデータを整理した。

④ 選別残さや処理残渣の処理処分方法の検討

選別残さ及び処理残渣について、処理処分方法を検討した。

⑤ 再資源化材の安全性及び有効利用性の検討

土壤環境基準に照らし、再資源化材の安全性を評価した。また、スラグに関しては、高炉スラグの規格値を参考に、物性データを評価した。

⑥ エネルギー収支・物質収支に関する基礎データの把握

エネルギー収支に関しては、熱源の種類・投入量、及び投入熱量に関するデータを整理した。また、物質収支に関しては、実験対象物中の灰分量に対する灰分の発生率、及び重金属（ Pb 、 Cr ）の排出分布に関するデータを整理した。

⑦ 副資材の種類及び量に関する基礎データの把握

副資材として、全部または一部が灰分として排出される物質に注目し、その種類及び投入量に関するデータを整理した。

⑧ 用水の供給・利用に関する基礎データの把握

用水の利用用途、供給量等に関するデータを整理した。

⑨ 経済性に関する基礎データの把握

実験に使用したユーティリティについて、技術検討委員会で設定した共通の単価を用いて概算費用を算出した。

以上の整理結果に対し、留意事項等に関する技術検討委員会の見解を示した。また、実験の評価に対する実験担当企業からのコメントを併記した。

表II-4-133～II-4-141に各方式毎の実験結果の評価をとりまとめる。

表II-4-133 焼却・溶融（溶融型ローターキルン）処理方式

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
①処理の安定性の確認	<p>a. 各部温度の安定性 表II-4-9に示す通り、試料1、試料2いずれの場合も処理中の各部温度は適正範囲に制御されている。試料1の場合、各部温度の変動範囲は、キルン出口温度976～1050℃（平均1015℃）、二次燃焼口温度832～958℃（平均879℃）、一次冷却口温度339～376℃（平均356℃）、BF入口温度177～182℃（平均180℃）であり、安定している。</p> <p>b. 発生ガスの安定性 図II-4-2～図II-4-9に示す通り、O₂、SO₂、NOx等の排ガス成分の濃度は安定しているが、CO濃度に一部スバイク状の変動が見られる。ただし、ピーク値が100ppm程度であり変動回数も少ないことから、焼却炉の管理目標である「500ppmを超えるCO濃度のピークが5回/h以下」の範囲内に十分入っている。安定的なガス処理を行うことは可能であると判断される。</p>	<p>a. CO濃度に一部みられるスバイクの変動は、処理対象物そのものの性状の変動や施設規模が小さいことによる影響と考えられる。投入前の処理対象物の均一化操作や施設規模の大型化によって、安定性の更なる向上を図ることが可能であると想定される。</p>	<p>a. イギリス・マンチエスターにある本方式による200t/日の有害産業廃棄物焼却溶融プラントの実績でも、きわめて低いダイオキシン類排出濃度が定期的に確認されている。</p>
②環境保全性能に関する基礎データの把握	<p>a. 排ガスに関する基礎データ 排ガスは、二次燃焼室、一次冷却室、空気予燃器、二次冷却室、バグフィルター（消石灰、活性炭吹込み）より構成される設備で処理した。表II-4-8に示す通り、バグフィルター入口における乾き排ガス量（処理対象物乾ベース1t当たり）は、試料1の場合10400m³N、試料2の場合9430m³Nであった。また、表II-4-10に示す通り、BF入口における排ガス成分の濃度（O₂12%換算値）は、試料1の場合、ばいじん1.68g/m³N、SO₂159ppm、NOx 67ppm、HCℓ 479ppm、ダイオキシン類 2.7ng-TEQ/m³N、試料2の場合、ばいじん1.61g/m³N、SO₂ 86ppm、NOx 66ppm、HCℓ158ppm、ダイオキシン類 1.6ng-TEQ/m³Nであった。表II-4-10に示す通り、排ガス処理設備により処理された後、煙突から排出されるガスは、国の排出基準を満たしている。</p> <p>b. 排水に関する基礎データ 処理排水は発生しない。</p>		

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>③副成物の種類及び発生量に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 選別残さに関する基礎データ 実験では目開き20.0mmの格子より大きな瓦礫、金属、ゴム等を分離した。これらの選別物は破砕または切断した後に炉内に投入し、持込み試料の全量を処理した。したがって選別残さは発生しなかった。 b. 再資源化材に関する基礎データ 図II-4-10に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの発生量は、試料1の場合はスラッグが506kg、試料2の場合はスラッグが480kg、磁性物が267kg（ただし試料2については、排出スラッグを指定分析機関において粉碎・磁選し、磁性物を分離した結果に基づく想定値である。また、試料1では同様の処理を行っても磁性物は分離できなかった。）となっている。また、実験対象物中の灰分量に対する発生率は、試料1の場合はスラッグが84.9%、試料2の場合はスラッグが54.9%、磁性物が30.5%となっている。 c. 処理残さに関する基礎データ 処理残さとして飛灰が発生する。図II-4-10に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの飛灰の発生量は、試料1の場合は90.4kg、試料2の場合は138kgとなっている。また、実験対象物中の灰分量に対する発生率は、試料1の場合は15.2%、試料2の場合は15.8%となっている。</p>	<p>a. 大型の金属塊については一括で溶融処理することによってスラッグの品質の低下を招く可能性が高く、またリサイクルの点からも適切ではない。事前選別し、別途処理することが望ましい。</p>	<p>a. 実験のロータリーキルン式産業廃棄物焼却溶融炉運転実績から、ロータリーキルンの投入口側はやや酸化雰囲気中で可燃物の焼却を行い、排出側の後半はやや還元雰囲気にて炉内自己脱硝を行う。実験中は、やや酸化雰囲気と炉内脱硝が不十分で、通常NOx濃度は50ppm前後になる所が、67～72ppmとなったが、実験では改善可能である。処理対象物含有の鉄がすでに酸化物形態の場合は、炉内雰囲気還元性であっても、化学反応に必要な量の還元剤が存在し十分接触されないと、酸化鉄は金属鉄にはならない。</p>
<p>④選別残さや処理残さの処理処分方法の検討</p>	<p>a. 選別残さの処理処分方法について 基本的には選別残さは発生しない。ステンレス等の溶融型ロータリーキルンでは溶融できない金属類が処理対象物質となった場合でも、熱処理により無害化することが可能である。 b. 処理残さの処理処分方法について 処理残さである飛灰の処理処分方法として、山元還元が考えられる。表II-4-16に示す通り、飛灰には鉛1～2%、亜鉛3～4%等が含まれている。 また、実験実施企業が自主的に実施したラゴ試験により、薬剤を添加することにより埋立基準値以下に溶出を抑えられることが確認されており、薬剤処理後の埋立処分も可能と考えられる。</p>	<p>a. 大型の金属塊については一括で溶融処理することによってスラッグの品質の低下を招く可能性が高く、またリサイクルの点からも適切ではない。事前選別し、別途処理することが望ましい。</p>	<p>a. 基本的には選別残さは発生しない。実験では大型の処理対象物は通常の炉内への投入口とは別に設けた大型処理物専用の投入口から炉内へ投入される。この別投入口よりも大きな処理物がある場合、破砕を行った後、炉内への投入を実施する。なお、事前選別・別途処理に関しては、選別した金属をある程度の量まで貯めておき、通常運転とは異なる運転モード（空気を絞ってキルン内を還元性に保つ等）にて、金属類のみをまとめてロータリーキルンに投入することにより付着物の無害化と排出金属のリサイクル化を図ることができるとしている。</p>

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>⑤再資源化材の安全性及び有効利用性の検討</p>	<p>a. 再資源化材の安全性について 表II-4-12に示す通り、スラグの溶出試験結果は土壌環境基準を満足していることから、安全性の観点からは特に問題はないものと考えられる。</p> <p>b. 再資源化材の有効利用性について 実験装置の関係上、スラグの中に一部針状のスラグが見られた。また、スラグは鉄分の含有が多く、メタルとしての回収率は低い。表II-4-13に示す通り、スラグの性状については、試料1の場合、単位容積重量が1.67kg/l、絶対比重が2.96、吸水率が1.09%、すりへり減量が68.0%、修正CBRが13.5%となっている。また、試料2の場合、単位容積重量が1.79kg/l、絶対比重が2.97、吸水率が1.75%、すりへり減量が45.5%、修正CBRが13.9%となっている。いずれの場合も、参考値として示した高炉スラグの規格値を満足している。表II-4-14.1に示す通り、スラグ粒径は2.36～1.18mmの範囲に最も多く分布しており、試料1では43.8%、試料2では46.2%であった。次いで1.18～0.60mmの範囲の分布が多く、試料1では29.9%、試料2では23.9%であった。また、表II-4-15に示す通り、試料2の処理実験においてスラグから分離した磁性物の鉄分含有量は25.7%であった。</p>	<p>a. 基本的には再資源化材としてスラグとメタルが発生する。メタル分がスラグに含まれている場合は、スラグ中の化学形態によっては、スラグの品質に影響を与え、利用用途が限定される可能性がある。</p> <p>b. スラグの粒度分布は破砕等の処理によって調整可能である。</p>	<p>a. 処理対象物中の酸化鉄は、スラグ中に安定化させる。金属鉄は熔融メタル（粒状）或いは元の姿のまま排出されるが、ほとんどスラグと分離している。大きめのスラグに巻き込まれた金属等に對しては、ピンクラッシャーによる軽い破砕と粒度選別を行いながら磁選をすることにより、スラグへの金属鉄混入を防止、スラグの品質を保つようにする。スラグの磁性はフェライトやマグネタイトによるものと考えられ、熔融メタルや金属鉄よりも磁性が弱く、選別は可能である。</p>
<p>⑥エネルギー収支・物質収支に関する基礎データの把握</p>	<p>a. エネルギー収支に関する基礎データ 基本的にエネルギーは灯油と処理対象物中の可燃分の燃焼により供給される。表II-4-6に示す通り、処理対象物湿ベース1t当たりの投入熱量（低位発熱量基準として）は、試料1が3,883×10⁶kcal、試料2が3,900×10⁶kcalとなり、その際の燃料（灯油）の消費量は、試料1の場合288l、試料2の場合430lであった。また、予熱空気の持ち込む熱量を考慮すると、処理対象物湿ベース1t当たりの投入熱量は、試料1が4,247×10⁶kcal、試料2が4,199×10⁶kcalとなる。</p> <p>b. 物質収支に関する基礎データ 図II-4-10に示す通り、実験対象物中の灰分量に対する排出物（試料1はスラグ及び溶融飛灰、試料2はスラグ、磁性物及び溶融飛灰）の発生率は、試料1の場合は100.1%、試料2の場合は101.2%である。また、重金属の挙動については、表II-4-17に示す通り半揮発性の鉛は大部分が飛灰中に分布しており、分布率は全排出物に対し試料1では93.5%、試料2では91.5%である。一方、表II-4-18に示す通り不揮発性のクロムは大部分がスラグ中に分布しており、分布率は全排出物に対し試料1では99.5%、試料2では63.7%である。</p>		
<p>⑦副資材の種類及び量に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 副資材に関する基礎データ バグフィルター入口で活性炭及び消石灰を吹込む。表II-4-6に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの使用量は、試料1の場合は活性炭1.27kg、消石灰50.3kg、試料2の場合は活性炭1.28kg、消石灰27.7kgであった。</p>		

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>⑧ 用水の供給・利用に関する基礎データの把握</p> <p>⑨ 経済性に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 用水に関する基礎データ 表II-4-6に示す通り、試料1の処理実験では、処理対象物湿ベース1t当たりの用水使用量は、排ガス一次冷却水2080kg、排ガス二次冷却水464kg、機器等冷却水（スラッグコンベア及びクーリングタワーでの蒸発、スラッグ持ち出し、造粒工程での使用等）301kgであった。また、試料2の処理実験では、排ガス一次冷却水1780kg、排ガス二次冷却水430kg、機器等冷却水（スラッグコンベア及びクーリングタワーでの蒸発、スラッグ持ち出し、造粒工程での使用等）424kgであった。</p> <p>a. ユーティリティ関連データ 実験データを踏まえ、種々のユーティリティ（灯油、活性炭、消石灰、排ガス中和剤（苛性ソーダ）、用水）に関する条件を仮定して算出すると、処理対象物湿ベース1t当たりのユーティリティの概算費用は、試料1では約12000円、試料2では約14000円となった（ただし、灯油：28円/ℓ¹、活性炭：500円/kg、消石灰：18円/kg²、排ガス中和剤（苛性ソーダ）：60円/kg¹、用水：50円/tとして算出）。</p> <p>*1：「積算資料」1998年7月号、(財)経済調査会 *2：「建設物価」1998年7月号、(財)建設物価調査会</p>	<p>a. 算出したコストはあくまで実験におけるものであり、豊島廃棄物等に対応した実機施設ではコストダウンが期待できる。また、処理方式ごとに設備規模、実験条件等が異なるので、本コストをもって他の方式との単純比較を行うことはできない。経済性に関しては、B、C、D工程も含めた実機規模のトータルシステムとして評価する必要がある。</p>	<p>a. 廃棄物処理センターとして、高発熱量の廃油、汚泥、廃プラスチック類と低発熱量の脱水汚泥、汚染土壌をうまく組み合わせることで無害化処理する場合には、本方式を適用すると非常に経済的である。</p> <p>産業廃棄物の廃油を処理費用徴収して処理しないまでも、再生油を20円/kgで購入できるとすると、左記のユーティリティの概算費用は、試料1では約10000円、試料2では約11000円となる。</p>

表II-4-134 ガス化溶融（ガス化溶融一体型）処理方式

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>①処理の安定性の確認</p>	<p>a. 処理中の各部温度の安定性 表II-4-26に示す通り、試料1、試料2いずれの場合も処理中の各部温度は適正範囲に制御されている。試料1の場合、各部温度の変動範囲は、出湯時の溶融物温度1555～1623℃（平均1601℃）、溶融炉出口ガス温度340～385℃（平均359℃）、燃焼室出口ガス温度837～850℃（平均846℃）、温度調節器出口ガス温度190～191℃（平均190℃）であり、安定している。</p> <p>b. 発生ガスの安定性 図II-4-14～図II-4-21に示す通り、O₂、SO₂、NO_x等の排ガス成分の濃度は安定している。試料1のCO濃度についてのみ、スパイク状の変動が見られる。ただし、変動は1～2回/hであり、焼却炉の管理目標である「500ppmを超えるCO濃度のピークが5回/h以下」の条件を満たしている。実験施設は都市ごみを対象に設計された施設であり、燃焼室の燃焼空気量等の仕様が都市ごみを対象に設定されている。そのため、都市ごみとは性状の異なる試料1を処理するに当たり、一時的な不完全燃焼が生じたものと推定される。以上より、安定的なガス処理を行うことは可能であると判断される。</p>	<p>a. CO濃度に一部みられるスパイク状の変動は、実験施設の仕様上の限界から都市ごみとは異なる処理対象物に対し、燃焼空気が十分に供給されなかったために生じたものと推定される。安定的な運転を継続する上で、燃焼空気供給を含めた燃焼室の設計と円滑な燃焼空気制御方法に留意する必要がある。</p> <p>b. また上記の点に関しては、処理対象物そのものの性状の変動や施設規模が小さいことによる影響もあると考えられる。投入前の処理対象物の均一化操作や施設規模の大型化によって、安定性の更なる向上を図ることが可能であると想定される。</p>	<p>a. 試料1,2とも、都市ごみとは異なる性状のごみ質であり、実験施設の仕様上の制約により、都市ごみに比べ大量の燃料・副資材を使用し実験を行った。</p> <p>b. 処理対象物全量の安定処理と再資源化可能な溶融物の産出を実証し、溶融施設として果たすべき資源生産プロセスとしての役割の目処を得た。</p>
<p>②環境保全性能に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 排ガスに関する基礎データ 排ガスは、燃焼室（アンモニア吹込み）、温度調節器、バグフィルター（消石灰+活性炭炭吹込み）、活性コークス塔より構成される設備で処理した。表II-4-25に示す通り、燃焼室出口における乾き排ガス量（処理対象物乾ベース1t当たり）は、試料1の場合13653m³N、試料2の場合19301m³Nであった。また、表II-4-27に示す通り、燃焼室出口における排ガス成分の濃度（O₂12%換算値）は、試料1の場合、ばいじん2.97g/m³N、SO₂32ppm、NO_x160ppm、HCl755ppm、ダイオキシン類55ng-TEQ/m³N（ただし、燃焼空気比制御調整完了後の実験実施企業より報告された分析では、表II-4-27に示す通り低い値となっている）、試料2の場合、ばいじん1.30g/m³N、SO₂13ppm、NO_x112ppm、HCl55ppm、ダイオキシン類0.14ng-TEQ/m³Nであった。表II-4-27に示す通り、排ガス処理設備により処理された後、活性コークス塔出口から排出されるガスは、国の排出基準を満たしている。</p> <p>b. 排水に関する基礎データ 処理排水は発生しない。</p>	<p>a. 表II-4-27に示した排ガス成分の内、試料1の指定分析機関による分析においてHClやダイオキシン類の濃度が高い値を示している。これは、実験に用いた施設が都市ごみを対象として設計された施設であり、かつ立ち上げ翌日で燃焼空気比制御調整が未完であったために、良好な燃焼状態を維持できなかつたことが原因と推定される。実験施設の設備仕様及び制御方法を適正に定めることにより、改善を図ることが可能と考えられる。</p>	<p>a. 都市ごみ処理施設で実績のある排ガス処理設備で通常の規制値を遵守できていることが明確になった。</p>

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>③副成物の種類及び発生量に関する基礎データの把握</p>	<p>実験結果の概要</p> <p>a. 選別残さに関する基礎データ 基本的には選別残さは発生しない。ただし、実験では、試料2はほとんどが粉状の処理対象物であったため、溶融炉の炉内通気性を確保することを目的に、篩選別、混練造粒、乾燥より成る前処理を行った。</p> <p>b. 再資源化材に関する基礎データ 再資源化材としてスラグとメタルが発生する。表II-4-24に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの発生量は、試料1の場合はスラグが439kg、メタルが111kg、試料2の場合はスラグが944kg、メタルが151kgとなっている。また、実験対象物中の灰分量に対する発生率は、試料1の場合はスラグが73.7%、メタルが18.6%、試料2の場合はスラグが108%、メタルが17.3%となっている。</p> <p>c. 処理残さに関する基礎データ 処理残さとして飛灰が発生する。図II-4-22に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの飛灰の発生量は、試料1の場合は70kg、試料2の場合は89kgとなっている。また、実験対象物中の灰分量に対する発生率は、試料1の場合は11.7%、試料2の場合は10.2%となっている。</p>	<p>留意事項</p> <p>a. 処理システムはできる限り簡易であることが望ましい。したがって、造粒等の前処理を不要とするか、必要な場合でも、簡易な前処理であることが望まれる。また、造粒のための添加剤により処理量が増加するため、造粒対象を低減することが望まれる。</p>	<p>実験実施企業のコメント</p> <p>a. 試料2のようになごみの前処理の是非については前処理なしの場合の比較実験を行うことにより、経済合理的な観点からの判断が得られるものと思われる。</p>
<p>④選別残さや処理残さの処理処分方法の検討</p>	<p>実験結果の概要</p> <p>a. 選別残さの処理処分方法について 基本的に選別残さは発生しない。</p> <p>b. 処理残さの処理処分方法について 処理残さである飛灰の処理処分方法として、別途実施した塩化揮発法を用いた処理実験により、飛灰を山元還元できることが確認されている。表II-4-33に示す通り、飛灰には鉛1~3%、亜鉛4~6%等が含まれている。また、その他の方法として、薬剤処理後の埋立処分等が考えられる。</p>	<p>留意事項</p> <p>a. 大型金属塊の一括処理でもスラグとメタルの分離がかなり良好に行われる。また高温還元雰囲気もメタルの分離性の向上やスラグ中の重金属の含有量の低下に寄与している。</p>	<p>実験実施企業のコメント</p> <p>a. 処理実験では前処理選別残さは発生せず、処理残さは溶融飛灰のみである。コークスを活用した高温還元雰囲気下での溶融処理により、低沸点重金属を溶融飛灰側に移行させ、スラグ再利用に際する安全性を確保できる技術であることを確認した。 (例：スラグ側へのPb分配率5%程度)</p>

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
⑤再資源化材の安全性及び有効利用性の検討	<p>a. 再資源化材の安全性について 表II-4-29に示す通り、スラッグの溶出試験結果は土壤環境基準を満足していることから、安全性の観点からは特に問題はないものと考えられる。</p> <p>b. 再資源化材の有効利用性について 表II-4-30に示す通り、スラッグの性状については、試料1の場合、単位容積重量が1.25kg/l、絶対比重が2.45、吸水率が2.00%、すりへり減量が77.4%、修正CBRが10.4%となっている。また、試料2の場合、単位容積重量が1.52kg/l、絶対比重が2.76、吸水率が1.87%、すりへり減量が52.5%、修正CBRが25.0%となっている。いずれの場合も、参考値として示した高炉スラッグの規格値を満足している。表II-4-31に示す通り、試料1ではスラッグ粒径は1.18~0.60mmの範囲に最も多く分布しており42.2%、次いで2.36~1.18mmの範囲の分布が多く、33.8%であった。また、試料2では2.36~1.18mmの範囲に最も多く分布しており41.5%、次いで1.18~0.60mmの分布が多く34.3%であった。また、表2.14に示す通り、メタルは純度が高く、鉄分含有率が試料1の場合65.5%、試料2の場合69.9%であった。</p>	<p>a. スラッグの粒度分布は破碎等の処理によって調整可能である。</p>	<p>a. 実験施設の仕様の制約はあったものの弊社のガス化・高温溶融プロセスの特長である高温のコークスベド層と石灰石による塩基調整効果により、未溶融物が一切発生せず、後処理をする事なく厚生省の目標基準を満足するスラッグ品質を実証できた。</p>
⑥エネルギー収支・物質収支に関する基礎データの把握	<p>a. エネルギー収支に関する基礎データ 基本的にエネルギーはコークス、COG、処理対象物中の可燃分の燃焼により供給される。表II-4-23に示す通り、処理対象物湿ベース1t当たりの投入熱量（低位発熱量基準として）は、試料1が3,538×10⁴kcal、試料2が6,010×10⁴kcalとなっており、その際の各燃料の消費量（平均値）は、試料1の場合、コークスが241kg、COGが89m³N、試料2の場合、コークスが462kg、COGが529m³Nであった。</p> <p>b. 物質収支に関する基礎データ 図II-4-22に示す通り、実験対象物中の灰分量に対する排出物（スラッグ、メタル、溶融飛灰）の発生率は、試料1の場合は116.4%、試料2の場合は138.7%である。また、重金属の挙動については、表II-4-34に示す通り揮発性の鉛は大部分が溶融飛灰中に分布しており、分布率は全排出物に対し試料1では98.9%、試料2では94.6%である。一方、表II-4-35に示す通り揮発性のクロムは大部分がスラッグまたはメタル中に分布しており、分布率は全排出物に対し試料1ではメタル中に79.8%、試料2ではスラッグ中に65.8%である。</p>		<p>a. 今回の処理実験では実験施設の仕様上の制約と各試料1回の実験であったためエネルギー効率の追求は行っていない。実験施設の場、コークス比は処理実験の数値より低減でき、燃焼用補助燃料のCOG（実験の場合は灯油）はほとんど不要となる。</p>
⑦副資材の種類及び量に関する基礎データの把握	<p>a. 処理対象物にコークス（灰分約8%、主として熱源として燃焼。）と塩基調整剤の石灰石を、またコークス燃焼用空気に酸素を富化する。試料2の処理実験では、前処理においてセメント及び消石灰を添加し、バグフィルター入口では反応助剤（10%活性炭入り消石灰）を吹き込んだ。表II-4-23に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの使用量は、試料1の場合はコークス351kg（この内、灰分は約28kg）、石灰石214kg、酸素155m³N、試料2の場合はコークス647kg（この内、灰分は約52kg）、石灰石99kg、セメント172kg、消石灰130kg、酸素223m³N、反応助剤52kgであった。試料2の石灰石使用量が試料1より少ないのは、セメントと消石灰が石灰石の塩基調整剤としての役割を代替したためである。</p>		<p>a. 石灰石は安定操業と溶融物品質確保のために有用である。又、実験施設での使用量は、低減の可能性がある。</p>

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>⑧ 用水の供給・利用に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 用水に関する基礎データ 表II-4-22に示す通り、用水の利用は排ガス温度調節器内へ噴霧するガス冷却水が大部分であり、処理対象物湿ベース1t当たりの用水量は、試料1の場合約5.4t、試料2の場合約7.4tである。</p>		<p>a. 実験施設では燃焼ガス冷却用に大量の水を使用しているが、実験施設では蒸熱ボイラーを設置することで用水量は処理対象物1t当たり1.2t程度となる。</p>
<p>⑨ 経済性に関する基礎データの把握</p>	<p>a. ユーティリティ関連データ 実験データを踏まえ、種々のユーティリティ（コークス、石灰石、灯油（COGを換算）、アンモニア、酸素、窒素、水）に関する条件を仮定して算出すると、処理対象物湿ベース1t当たりのユーティリティの概算費用は、試料1では約21000円となった（ただし、コークス：18円/kg¹、石灰石：2.8円/kg²、灯油：28円/t¹（COG：12.16円/m³N）、アンモニア：250円/kg¹、液化酸素：62円/kg²、電力：12円/kWh、用水：50円/tとして算出）。ただし、実験で使用したCOGを灯油に換算し（COGで算出した場合、ユーティリティ費用は約20000円）、窒素の供給については、PSA型窒素発生装置を使用したため、費用は電力代として算出した。 また、実験では高純度な液化酸素を使用したため、実験施設ではPSA型酸素発生装置を使用するため、酸素の使用に関する費用を削減することができると考えられる。その場合、酸素の費用を電力代として算出すると、処理対象物湿ベース1t当たりのユーティリティの概算費用は、試料1では約7000円となる。</p>	<p>a. 算出したコストはあくまで実験におけるものであり、豊島廃棄物等に対応した実験施設ではコストダウンが期待できる。また、処理方式ごとに設備規模、実験条件等が異なるので、本コストをもつて他の方式との単純比較を行うことはできない。経済性に関しては、B、C、D工程も含めた実験規模のトータルシステムとして評価する必要がある。</p>	<p>a. 経済性に関する参考データは得られたが、都市ごみとはごみの質が大きく異なる各試料の1回の処理実験では実験の経済性データを確認することは困難である。ただし、実験施設では実験施設よりエネルギー効率改善されるため、処理実験の数値は大幅に改善される。</p>

*1：「積算資料」1998年7月号、(財)経済調査会

*2：「建設物価」1998年7月号、(財)建設物価調査会

表II-4-135 溶融／焼却（表面溶融／ロータリーキルン）処理方式

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>①処理の安定性の確認</p>	<p>a. 各部温度の安定性 表II-4-43に示す通り、処理中の各部温度は適正範囲に制御されている。各部温度の変動範囲は、溶融室内温度1351～1360℃（平均1355℃）、二次燃焼室出口1192～1216℃（平均1205℃）、後燃焼室出口温度1088～1115℃（平均1102℃）、ガス冷却塔入口温度691～699℃（平均696℃）、バグフィルタ－入口温度147～154℃（平均151℃）、触媒脱硝塔温度219～222℃（平均221℃）であり、安定している。</p> <p>b. 発生ガスの安定性 図II-4-26～図II-4-29に見られる通り、排ガス中のO₂、SO₂、NOx、COの成分濃度は低い値を示し、かつ安定している。各部温度や発生ガスの安定性については、前処理による処理対象物の均一化が寄与しているものと考えられる。</p>	<p>a. 施設規模の大型化によって、安定性の更なる向上を図ることが可能であると想定される。</p>	
<p>②環境保全性能に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 排ガスに関する基礎データ 排ガスは、二次燃焼室、後燃焼室、空気予熱器、ガス冷却塔、バグフィルタ－（消石灰、活性炭吹込み）、触媒脱硝塔より構成される設備で処理した。表II-4-42に示す通り、炉出口における乾き排ガス量（処理対象物乾ベース1t当たり）は6760m³Nとなっている。また炉出口における排ガス成分の濃度（O₂12%換算値）は、表II-4-44に示す通り、ばいじん1.75g/m³N、SO₂ 98ppm、NOx 59ppm、HC& 64ppm、ダイオキシン類0.0054ng-TEQ/m³Nとなっている。排ガス処理設備により処理された後、煙突出口から排出されるガスは、国の排出基準を満たしている。</p> <p>b. 排水に関する基礎データ 排水としては水砕水排水が発生するが、水処理施設で排水処理を行った後にプラント用水（ガス冷却水や水砕水）として再利用するクロ－ズドシステムを前提としているので、排水により周辺環境を悪化させる懸念はないと考えられる。</p>		

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>③副成物の種類及び発生量に関する基礎データの把握</p>	<p>実験結果の概要</p> <p>a. 選別残さに関する基礎データ 磁選、分級、破碎の前処理を行い、鉄分を選別した。この鉄分は実機では別途処理される。</p> <p>b. 再資源化材に関する基礎データ 前処理実験において鉄分として選別された量は対象物の0.2%であった。再資源化材としてスラグ、メタル分、非鉄（銅、アルミニウム）が発生する。溶融実験においては、図II-4-30に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりのスラグの発生量は575kgとなっている。また、実験対象物中の灰分量に対するスラグの発生率は99.8%となっている。処理対象物80t（湿ベース）に対してメタルとアルミニウムは1kg以下、銅はスラグに対して最大1%であった。</p> <p>c. 処理残さに関する基礎データ 処理残さとしては飛灰（ガス冷ダスト及び溶融飛灰）が発生する。図II-4-30に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの飛灰の発生量は47kgとなっている。また、実験対象物中の灰分量に対する飛灰の発生率は8.2%となっている。</p>		<p>実験実施企業のコメント</p> <p>a. 実装置では前処理で磁選により鉄分が選別され、ロータリーキルンで無害化処理される。 その他の処理対象物は選別の上、必要に応じて破碎（30mmメッシュオーバーサイズのもの）された後、全量が溶融処理に回される。</p>
<p>④選別残さや処理残さの処理処分方法の検討</p>	<p>a. 選別残さの処理処分方法について 選別残さとしては、磁選により選別される鉄分のみである。これについてはロータリーキルンで熱処理を行って無害化できるものと考えられる。</p> <p>b. 処理残さの処理処分方法について 処理残さである飛灰の処理処分方法として、山元還元が考えられる。表II-4-50に示す通り、飛灰には鉛5～6%、亜鉛9～10%等が含まれている。 また、その他の方法として、薬剤処理後の埋立処分等が考えられる。</p>		
<p>⑤再資源化材の安全性及び有効利用性の検討</p>	<p>a. 再資源化材の安全性について 表II-4-46に示す通り、スラグの溶出試験結果は土壌環境基準を満足していることから、安全性の観点からは特に問題はないものと考えられる。</p> <p>b. 再資源化材の有効利用性について 表II-4-47に示す通り、スラグの性状については、単位容積重量が1.74kg/m³、絶対比重が2.55、吸水率が0.44%、すりへり減量が32.3%、修正CBRが34.5%となっており、参考値として示した高炉スラグの規格値を満足している。また、表II-4-48に示す通り、スラグ粒径は1.18～0.60mmの範囲に最も多く、35.9%が分布している。次いで0.60～0.30mmの範囲の分布が多く、33.0%となっている。湿式破碎等によりスラグを粒度2mm以下の砂状にすることが確認でき、細骨材としての利用が可能である。発生量は微量であるが、高純度のアルミ、銅を分離でき、それぞれメタルの主成分の含有率は、鉄、アルミ、銅の3種類に分離でき、それぞれのメタルの価値が高いと考えられる。 ミ89.3%、銅80.5%と高く、資源としての価値が高いと考えられる。</p>	<p>a. アルミニウムや銅が密度差により溶融・流下過程で効率的に分離回収できる。 b. スラグの粒度分布は破碎等の処理によって調整可能である。</p>	

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>⑥エネルギー収支・物質収支に関する基礎データの把握</p>	<p>実験結果の概要</p> <p>a. エネルギー収支に関する基礎データ 基本的に、エネルギーは燃料（実験では都市ガスを使用）と処理対象物中の可燃物の燃焼により供給される。表II-4-40に示す通り、処理対象物湿ベース1t当たりの投入熱量（低位発熱量基準として）は$3.612 \times 10^6 \text{ kcal}$となっている。予熱空気の持込む熱量を考慮すると、処理対象物湿ベース1t当たりの投入熱量は、$4.107 \times 10^6 \text{ kcal}$となる。また、その際の燃料（都市ガス）の消費量は、$222.3 \text{ m}^3 \text{ N}$（溶融用：$155 \text{ m}^3 \text{ N}$、排ガス加温用：$67.3 \text{ m}^3 \text{ N}$）となっている。</p> <p>b. 物質収支に関する基礎データ 図II-4-30に示す通り、実験対象物中の灰分量に対する排出物（スラグ、メタル等、溶融飛灰、ガス冷ダスト）の発生率は109%である。事前に分離された鉄分は処理対象物（湿ベース）当たり0.2%である。また、重金属の挙動については、表II-4-51に示す通り半揮発性の鉛は大部分が飛灰中に分布しており、分布率は全排出物に対し87.0%である。一方、表II-4-52に示す通り不揮発性のクロムは大部分がスラグ中に分布しており、分布率は全排出物に対し99.4%である。</p>		
<p>⑦副資材の種類及び量に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 副資材に関する基礎データ 処理実験では条件を変化させて実験を行ったが、データ評価期間においては、スラグ改質材（低品位の消石灰）の添加及び消石灰の吹込み（バグフィルター入口）を行った。表II-4-40に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの使用量は、スラグ改質材83.2 kg、消石灰12.0 kgであった。また、図II-4-30に示す灰分の収支で考えると、実験対象物中の灰分量に対する使用量の割合は、スラグ改質材10.9%、消石灰2.1%である。</p>		
<p>⑧用水の供給・利用に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 用水に関する基礎データ ガス冷却塔に噴霧する冷却水として、処理対象物1t当たり約1tの用水を使用した。</p>		
<p>⑨経済性に関する基礎データの把握</p>	<p>a. ユーティリティ関連データ 実験データを踏まえ、種々のユーティリティ（灯油〈都市ガスを換算〉、スラグ改質材、消石灰、用水）に関する条件を仮定して算出すると、処理対象物湿ベース1t当たりのユーティリティの概算費用は、約9000円となった（ただし、灯油：$28 \text{ 円/t}^{\ast 1}$、スラグ改質材〈消石灰〉：$18 \text{ 円/kg}^{\ast 2}$、消石灰：$18 \text{ 円/kg}^{\ast 2}$、用水：50 円/tとして算出）。ただし、実験で使用した都市ガスを灯油に換算した。</p> <p>^{\ast 1}: 「積算資料」1998年7月号、(財)経済調査会 ^{\ast 2}: 「建設物価」1998年7月号、(財)建設物価調査会</p>	<p>a. 算出したコストはあくまで実験におけるものであり、豊島廃棄物等に対応した実機施設ではコストダウンが期待できる。また、処理方式ごとに設備規模、実験条件等が異なるので、本コストをもって他の方式との単純比較を行うことはできない。経済性に関しては、B、C、D工程も含めた実機規模のトータルシステムとして評価する必要がある。</p>	

表II-4-136 焼却（ロータリーキルン焼却）処理方式

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
①処理の安定性の確認	<p>a. 各部温度の安定性 表II-4-60に示す通り、処理中の各部温度の変動範囲は、キルン出口520～700℃（平均590℃）、二次燃焼炉出口920～1150℃（平均1050℃）、ガス冷却塔入口590～820℃（平均680℃）であった。また、バグフィルター入口、ガス吸収塔入口、ガス吸収塔出口、煙突入口での温度の変動幅は、±5℃以内であり安定していた。</p> <p>b. 発生ガスの安定性 図4.2～4.5に見られる通り、バグフィルター入口における排ガス中のNOxの濃度については比較的大きな変動が見られるが、O₂、SO₂、CO等の濃度については安定していた。</p>	<p>a. 処理対象物そのものの性状の変動や施設規模が小さいことによる影響と考えられる。投入前の処理対象物の均一化操作や施設規模の大型化によって、安定性の更なる向上を図ることが可能であると想定される。</p>	
②環境保全性能に関する基礎データの把握	<p>a. 排出ガスに関する基礎データ 排ガスは、二次燃焼炉、ガス冷却塔、バグフィルター、ガス吸収塔、凝縮塔より構成される設備で処理した。表II-4-59に示す通り、バグフィルター入口における乾き排ガス量（処理対象物乾ベース1t当たり）は、10300m³Nとなっている。また、表II-4-61に示す通り、バグフィルター入口における排ガス成分の濃度（O₂12%換算値）は、ばいじん1.71g/m³N、SO₂<4ppm、NOx146ppm、HCf5.1ppm、ダイオキシン類 47ng-TEQ/m³Nとなっている。表II-4-61に示す通り、排ガス処理設備により処理された後、煙突から排出されるガスは、国の排出基準を満たしている。</p> <p>b. 排水に関する基礎データ 処理排水は発生しない。</p>	<p>a. ロータリーキルンでは、かなり大型の対象物も投入できる。特に大型のものは裁断する等して投入可能である。溶融を行わないため、処理後に金属等も選別可能である。</p>	<p>a. 本実験設備では、二次燃焼炉での滞留時間が短いため、バグフィルター入口でダイオキシン類の濃度が高くなっているが、実験では滞留時間の延長や大型化による安定性向上によって低減が可能と考える。</p>
③副成物の種類及び発生量に関する基礎データの把握	<p>a. 選別残さに関する基礎データ 実験対象物は、前処理を行わずに全量投入ホップへ投入し、フィーダーでキルン炉内へ連続定量供給した。</p> <p>b. 再資源化材に関する基礎データ 焼却処理によって、再資源化材は生成されない。</p> <p>c. 処理残さに関する基礎データ 処理残さとしては焼却灰と飛灰が発生する。図II-4-38に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの焼却灰の発生量は579kg、飛灰の発生量は74kgとなっている。また、実験対象物中の灰分量に対する焼却灰の発生率は101%、飛灰の発生率は12.8%となっている。</p>	<p>a. 選別残さの処理処分方法について 原理的に選別残さは発生しない。</p> <p>b. 処理残さの処理処分方法について 処理残さである焼却灰と飛灰の処理方法としては、溶融処理によるスラグ化、セメントキルンによるエコセメント化等の再資源化が考えられる。</p>	<p>a. フィーダーで供給できない程度の大きさの処理対象物については事前に破砕する必要があるが生じるものとの原理的に選別残さは発生しない。</p>
④選別残さや処理残さの処理処分方法の検討	<p>a. 選別残さの処理処分方法について 原理的に選別残さは発生しない。</p> <p>b. 処理残さの処理処分方法について 処理残さである焼却灰と飛灰の処理方法としては、溶融処理によるスラグ化、セメントキルンによるエコセメント化等の再資源化が考えられる。</p>		

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
⑤再資源化材の安全性及び有効利用性の検討	<p>再資源化材の安全性について再資源化材は生成しない。</p> <p>再資源化材の有効利用性について再資源化材は生成しない。</p>		
⑥エネルギー収支・物質収支に関する基礎データの把握	<p>a. エネルギー収支に関する基礎データ 基本的にエネルギーはA重油と処理対象物中の可燃分の燃焼により供給される。表II-4-57に示す通り、処理対象物湿ベース1t当たりの投入熱量は2.267×10^6 kcalであり、その際の燃料（A重油）の消費量は、焼却炉用として48.9t、燃焼炉用として40.0tとなっている。</p> <p>b. 物質収支に関する基礎データ 図II-4-38に示す通り、実験対象物中の灰分量に対する排出物（焼却灰、飛灰）の発生率は113.8%であった。また、重金属の挙動については、表II-4-63に示す通り揮発性の鉛は大部分が飛灰中に分布しており、分布率は全排出物に対し65.2%であった。一方、表II-4-64に示す通り、揮発性のクロムは大部分が焼却灰中に分布しており、分布率は全排出物に対し97.6%であった。</p>		
⑦副資材の種類及び量に関する基礎データの把握	<p>a. 副資材に関する基礎データ バグフィルター入口で活性炭及び消石灰を吹込んだ。表II-4-57に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの使用量は、活性炭5.31kg、消石灰26.3kgとなっている。</p>		
⑧用水の供給・利用に関する基礎データの把握	<p>a. 用水に関する基礎データ ガス冷却塔に噴霧する冷却水及びガス吸収等に噴霧する水として、処理対象物1t当たり2.4tの用水が必要であった。</p>		
⑨経済性に関する基礎データの把握	<p>a. ユーティリティ関連データ 実験データを踏まえ、ユーティリティ（灯油（重油を換算）、消石灰、活性炭、用水）に関する条件を仮定して算出すると、処理対象物湿ベース1t当たりのユーティリティの概算費用は、約5000円となった（ただし、灯油：28円/ℓ¹、消石灰：18円/kg¹、活性炭：500円/kg、用水：50円/tとして算出）。ただし、実験で使用したA重油を灯油に換算した。</p> <p>*1：「建設物価」1998年7月号、(財)建設物価調査会</p>	<p>a. 算出したコストはあくまで実験におけるものであり、豊島廃棄物等に対応した実機施設ではコストダウンが期待できる。また、処理方式ごとに設備規模、実験条件等が異なるので、本コストをもって他の方式との単純比較を行うことはできない。経済性に関しては、B、C、D工程も含めた実機規模のトータルシステムとして評価する必要がある。</p>	

表II-4-137 溶融（プラスチックマ溶融）処理方式

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>①処理の安定性の確認</p>	<p>a. 各部温度の安定性 表II-4-73に示す通り、処理中の各部温度の変動幅は、溶融炉（1050～1187℃）、スラッグ温度（1300～1380℃）、溶融炉出口（640～920℃）、煙突入口（105～135℃）であり、安定していた。 b. 発生ガスの安定性 図II-4-42～II-4-45に見られる通り、溶融炉出口における排ガス中のO₂濃度は比較的安定しているものの、SO₂、NOx、CO等の濃度はかなり変動が見られた。</p>	<p>a. SO₂、NOx、CO等の濃度がかなり変動した原因として、処理対象物そのものの性状の変動や施設規模が小さいことによる影響と考えられる。投入前の処理対象物の均一化操作や施設規模の大型化によって、安定性の更なる向上を図ることが可能であると想定される。</p>	
<p>②環境保全性能に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 排ガスに関する基礎データ 排ガスは、再燃焼炉、バグフィルター（消石灰、活性炭吹込み）及び脱硝装置より構成される設備で処理した。表II-4-72に示す通り、炉出口における乾き排ガス量（処理対象物乾ベース1t当たり）は1644m³Nとなっている。また、表II-4-74に示す通り、炉出口における排ガス成分の濃度（O₂12%換算値）は、ばいじん0.543g/m³N、SO₂122ppm、NOx 5478ppm、HCl 45ppm、HC₁、ダイオキシン類 1.9ng-TEQ/m³Nとなっている。触媒出口では、ばいじん、HC₁、ダイオキシン類については国の排出基準を満たしているものの、NOxについては基準値を超えている。 b. 排水に関する基礎データ 処理排水は発生しない。</p>	<p>a. パイロットプラントにより少量を処理した今回の実験ではNOx及びCOの濃度が高くなっており、実プラントにおいては、還元雰囲気確保するための具体的な方策を含めた改善が求められる。</p>	<p>a. 本溶融設備は、パイロットプラントであり処理量が少ないため、焼却灰の供給設備の隙間からの漏れ込み空気の影響が大きいく、溶融炉内での雰囲気確保が本来の還元雰囲気となったため、窒素酸化物の値が大きくなったものと考えられる。</p>
<p>③副成物の種類及び発生量に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 選別残さに関する基礎データ 実験対象物のうち、ワイヤーの塊や岩等の溶融炉に投入不可能な粗大物を選別し、それ以外を全量溶融処理した。 b. 再資源化材に関する基礎データ 図II-4-46に示す通り、処理対象物乾ベース1t（焼却灰827kg+飛灰173kg）当たりの発生量は、スラッグ784kg、磁性物108kg、メタル25.6kgとなっている（ただしスラッグ及び磁性物の発生量は、処理実験で得られたスラッグの一部を指定分析機関において粉碎・選別し、磁性物を分離した結果に基づく想定値）。また、実験対象物中の灰分量に対する発生率は、スラッグ78.4%、磁性物10.8%、メタル2.56%となっている。 c. 処理残さに関する基礎データ 処理残さとしては溶融飛灰が発生する。図II-4-46に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの飛灰の発生量は86.7kgとなっている。また、実験対象物中の灰分量に対する飛灰の発生率は、8.67%となっている。</p>		<p>a. 本実験では1日8時間運転であったためメタルを分離することができなかったが、24時間連続運転を行えば原理的にメタルが分離できると考えられる。</p>

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
④選別残さや処理残さの処理処分方法の検討	<p>実験結果の概要</p> <p>a. 選別残さの処理処分方法について 溶融炉に投入可能な大きさに破砕または粉砕を行えば、選別残さについても溶融処理が可能である。</p> <p>b. 処理残さの処理処分方法について 処理残さである溶融飛灰の処理方法として、山元還元が考えられる。表II-4-80に示す通り、飛灰には鉛1~3%、亜鉛5~6%、銅1~3%等が含まれている。また、その他の方法として、薬剤処理後の埋立処分等が考えられる。</p>		
⑤再資源化材の安全性及び有効利用性の検討	<p>a. スラッグの安全性について 表II-4-76に示す通り、スラッグの溶出試験結果は土壌環境基準を満足していることから、安全性の観点からは特に問題はないものと考えられる。</p> <p>b. スラッグの有効利用性について 水砕スラッグから磁選機でメタルを除去し、破砕したものを高pHの熱水（スラッグ比 0.2~0.5で石灰を混入）中に保持することにより、スラッグ品質の安定化（鉛の溶出抑制）及び高品質化（セメント、アスファルトとの結合力向上）を図った。表II-4-77に示す通り、スラッグの性状については、単位容積重量が1.91kg/L、絶対比重が2.82、吸水率が1.40%であり、すりへり減量31.7%、修正CB R31.8%とかなり良好である。参考値として示した高炉スラッグの規格値を満足している。また、表II-4-78に示す通り、スラッグ粒径は1.18~0.60mmの範囲に最も多く、35.7%が分布している。次いで2.36~1.18mmの範囲の分布が多く、23.8%となっている。</p>	<p>a. スラッグの粒度分布は破砕等の処理によって調整可能である。</p>	
⑥エネルギー収支・物質収支に関する基礎データの把握	<p>a. エネルギー収支に関する基礎データ エネルギーは、電力と、還元雰囲気を維持するために添加するコークスから供給される。表II-4-70に示す通り、処理対象物ベース1t当たりの投入熱量（低位発熱量基準として）は、$2.668 \times 10^6 \text{kcal}$（一次エネルギー換算値：$5.806 \times 10^6 \text{kcal}$）となっており、その際の消費量は、電力 2346kWh、コークス 83.3kgとなる。</p> <p>b. 物質収支に関する基礎データ 図II-4-46に示す通り、実験対象物中の灰分量に対する排出物（スラッグ、磁性物、メタル、飛灰）の発生率は100.4%であった。また、重金属の挙動については、表II-4-81に示す通り半揮発性の鉛は大部分が飛灰中に分布しており、分布率は全排出物に対し95.0%であった。一方、表II-4-82に示す通り、不揮発性のクロムは大部分がスラッグ中に分布しており、分布率は全排出物に対し78.0%であった。</p>		<p>a. 本設備はパイロットプラントであり、設備規模が小さいため、冷却損失が大きく電力消費量が多くなっているが、実機では少なくなる。</p>
⑦副資材の種類及び量に関する基礎データの把握	<p>a. 副資材に関する基礎データ 溶融炉には還元剤としてコークスを投入する。また、バグフィルター入入口では活性炭及び消石灰を吹込む。表II-4-70に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの使用量は、コークス 88.8kg、活性炭 6.67kg、消石灰 46.2kgとなっている。</p>		<p>a. コークス使用量は、概ね漏れ込み空気に比例し、処理対象物1t当たりの使用量は炉規模が大きくなるに従い減少する。</p>
⑧用水の供給・利用に関する基礎データの把握	<p>a. 用水に関する基礎データ スラッグの水砕水として、処理対象物1t当たり約222tの用水を循環使用し、さらに0.2tの用水を補充した。</p>		

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>⑨経済性に関する基礎データの把握</p>	<p>a. ユーテリリテリ関連データ 実験データを踏まえ、種々のユーテリリテリ（電力、コークス、活性炭、消石灰、用水）に関する条件を仮定して算出すると、処理対象物湿ベース1t当たりのユーテリリテリの概算費用は、約34000円となった（ただし、電力：12円/kWh、コークス：18円/kg¹、消石灰：18円/kg²、活性炭：500円/kg、用水：50円/tとして算出）。</p> <p>*1：「積算資料」1998年7月号、(財)経済調査会 *2：「建設物価」1998年7月号、(財)建設物価調査会</p>	<p>a. 算出したコストはあくまで実験におけるものであり、豊島廃棄物等に対応した実機施設ではコストダウンが期待できる。また、処理方式ごとに設備規模、実験条件等が異なるので、コストをもつて他の方式との単純比較を行うことはできない。経済性に関しては、A工程前半（焼却工程）、B、C、D工程も含めた実機規模のトータルシステムとして評価する必要がある。</p>	

表II-4-138 結晶化（スラグの用途開発）処理方式

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>①処理の安定性の確認</p>	<p>a. 各部温度の安定性 表II-4-91に示す通り、No.1、No.2いずれの場合も処理中の各部温度の変動幅は小さい。特に、スラグの結晶化温度に直接関連する結晶化炉出口温度は、No.1が1047～1052℃（平均1050℃）、No.2が1042～1057℃（平均1052℃）であり、安定している。 b. 発生ガスの安定性 図II-4-50～II-4-57に見られる通り、酸素バーナー炉の減温塔出口では各排ガス成分について濃度変動は少ないものの、酸素使用のためNOxについては高い値を示している。一方、結晶化炉出口では、いずれの成分についても濃度は低い値で安定している。</p>		<p>a. NOxについては下欄に記す。</p>
<p>②環境保全性能に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 排ガスに関する基礎データ 酸素バーナー炉からの排ガスは、二次燃焼炉、減温塔、バグフィルター（活性炭吹込みなし）、ガス冷却器より構成される設備で処理した。また、結晶化炉からの排ガスは、上記のガス冷却器で冷却後、大気へ放出した。表II-4-90に示す通り、No.2の処理実験における乾き排ガス量（処理対象物乾ベース1t当たり）は、減温塔出口では4170m³N、結晶化炉出口では5479m³Nとなっている。また、No.2の処理実験において、排ガス成分の濃度(実測値)は、減温塔出口では、ばいじん 0.354g/m³N、SO₂ 19ppm、NOx 1790ppm、HC459ppm、ダイオキシン類 27ng/m³N、結晶化炉出口では、ばいじん 0.295g/m³N、SO₂ 1ppm、NOx 41ppm、HC4 0.0ppm、ダイオキシン類 0.46ng/m³Nとなっている。 b. 排水に関する基礎データ 処理排水は発生しない。</p>	<p>a. 酸素バーナー炉に関し、実機設備では適切な処理によるNOx及びダイオキシン類濃度の低減を検討する必要がある。</p>	<p>a. NOxについては、目視パーズに通常の空気を発生しているために、サーマルNOxが発生しているが、炉の構造変更によりNOxの発生を抑えることができると考えられる。一方、ダイオキシンについては、実験対象物がスラグであったため排ガスのダイオキシン対策を行わなかったことと起因する問題であり（実際には実験対象物にClが0.005～0.01%含まれていた）、通常の対策により、二次公害の防止は可能であると考えられる。</p>
<p>③再資源化材の安全性の検証及び有効利用性の検討</p>	<p>a. 再資源化材の安全性について 表II-4-98に示す通り、得られた石材化品の溶出試験結果は土壌環境基準を満足している。 b. 再資源化材の有効利用性について コンクリート骨材試験結果は、表II-4-95に示す通りアルカリシリカ反応を除いて基準に適合している。ただし、アルカリシリカ反応は原則として採用されている分析・測定法「JIS A 5308附7」では不適合という結果であるが、これを補完する「JIS A 1804」により適合性が確認されている。また、粒径判定実積率は基準値を下回る数値も報告されているが、今回の実験でスラグの再溶解を行い、粒径を変化させたことにより、対応可能物として作成したために生じた問題であり、粒径を変化させたことにより、対応可能であると考えられる。以上のことから、通常再利用用途に他の材料と混合して使用するスラグの品質を、他の材料と混合することなくそのまま採用できるところまで品質を向上できたものと考えられる。</p>	<p>a. スラグの高品質化には寄与しているが、より高度な利用を考慮する必要がある。</p>	<p>a. 石材化品はコンクリート骨材以外にも路盤材や埋戻し材等の土木資材としても利用可能である。このように石材化品は一般の砂や砂利の代替として直接使用できるため消費地に制約がない。（二次製品化する用途では工場が近隣にない場合、輸送コストがかさむ）</p>

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
④エネルギー収支・物質収支に関する基礎データの把握	<p>a. エネルギー収支に関する基礎データ エネルギーは主に灯油から供給される。表II-4-88に示す通り、処理対象物湿ベース1t当たりの投入熱量は、No.1が6,928×10⁶kcal、No.2が6,680×10⁶kcalとなっており、その際の燃料（灯油）の消費量はNo.1の場合、溶融炉が599t、結晶化炉が267t、No.2の場合、溶融炉が578t、結晶化炉が257tとなっている。</p> <p>b. 物質収支に関する基礎データ 実験では処理対象スラグを再溶融した後、結晶化を行ったが、処理対象物とその添加剤のほぼ全量が石材化されており、溶融及び結晶化を通じて、バグフィルターからは計量できるほどのダストは回収されなかった。</p>	<p>a. 灯油の消費量は経済性に関連しており、可能な限りこれを低減することが望まれる。</p> <p>b. 同様に、経済性向上の観点からは、一旦スラグ化された対象物質を再び溶融することなく結晶化を行うことが望ましい。</p>	<p>a. 砂状製品とする場合、溶融設備から生成されるスラグを直接、結晶化炉に供給することができるので再溶融工程を省略することは可能である。ただし、廃棄物の組成変動や溶融炉の形式が結晶化に影響を及ぼすこともあることから、事前の検証を十分に行う必要があると考えられる。</p> <p>b. 結晶化炉の熱源の一部を熔融排ガスでまかなうことも可能である。</p>
⑤副資材の種類及び量に関する基礎データの把握	<p>a. 副資材に関する基礎データ スラグの組成を調整するために、調整剤を投入する。表II-4-88に示す通り、処理対象物湿ベース1t当たりの使用量は、No.1、No.2ともに69.5kgとなっている。</p>		
⑥用水の供給・利用に関する基礎データの把握	<p>a. 用水に関する基礎データ 処理対象物湿ベース1t当たりの用水使用量は、No.1、No.2ともに減温塔の噴霧水が約1.6t、冷却器の冷却水が約3.7tであった。</p>		
⑦経済性に関する基礎データの把握	<p>a. ユーティリティ関連データ 実験データを踏まえ、ユーティリティ（灯油、調整剤（消石灰）、酸素、用水）に関する条件を仮定して算出すると、処理対象物湿ベース1t当たりのユーティリティの概算費用は、No.1は約155000円、No.2は約145000円となる（ただし、灯油：28円/t¹、調整剤（消石灰）：18円/kg²、液化酸素：62円/kg²、用水：50円/tとして算出）。</p> <p>ただし、実験施設では結晶化炉の熱源として溶融炉からの排ガスを利用するため、定常運転時の結晶化炉における灯油の使用は考慮しなくてよい。また、実験では高純な液化酸素を使用したため、実験施設ではPSA型酸素発生装置を使用するため、酸素の使用に関する費用を削減することができる。以上の条件を考慮すると、処理対象物湿ベース1t当たりのユーティリティの概算費用は、No.1は約33000円、No.2は約31000円となる（酸素の費用は電力代として算出）。</p> <p>*1: 「積算資料」1998年7月号、(財)経済調査会 *2: 「建設物価」1998年7月号、(財)建設物価調査会</p>	<p>a. 算出したコストはあくまで実験におけるものであり、豊島廃棄物等に対応した実験施設ではコストダウンが期待できる。経済性に関しては、A、B、D工程も含めた実験規模のトータルシステムとして評価する必要がある。</p>	

表 II-4-139 エコセメント（焼却灰・飛灰の再資源化）処理方式

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>①処理の安定性の確認</p>	<p>a. 各部温度の安定性 表 II-4-107に示す通り、処理中の各部温度の変動範囲は、焼点温度が1320～1380℃（平均1350℃）、窯尻ガス温度は744～882℃（平均853℃）、冷却塔出口温度が251～276℃（平均269℃）となっている。全体として設定温度に対し安定に制御されている。</p> <p>b. 発生ガスの安定性 図 II-4-59～II-4-66に示す通り、排ガス中のO₂、SO₂、NO_x、COの濃度は安定している。</p>		
<p>②環境保全性能に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 排出ガスに関する基礎データ 焼却灰はドライヤー乾燥され、その排ガスはバグフィルターで処理される。ロータリーキルンの排ガスは、冷却塔、分級機、一段目バグフィルター（吹込みなし）及び二段目バグフィルター（活性炭、消石灰吹込み）により構成される設備で処理した。表 II-4-104に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの乾き排ガス量は、ドライヤーバグフィルター出口で41540m³N、ロータリーキルンのバグフィルター出口で22610m³Nとなっている。また、表 II-4-108に示す通り、排ガス成分の濃度は、ドライヤーバグフィルター出口において、ばいじん 0.002g/m³N、SO₂ 10ppm、NO_x 4.9ppm、ダイオキシン類 0.00021ng-TEQ/m³N（以上O₂16%換算値）、焼成炉バグフィルター出口において、ばいじん 0.0012g/m³N、SO₂ 0ppm、NO_x 328ppm、HCl 3.2ppm、ダイオキシン類 0.029ng-TEQ/m³N（以上O₂10%換算値）となっている。いずれも排出されるガスは、国の基準を満たしている。</p> <p>b. 排水に関する基礎データ 処理排水は発生しない。</p>		<p>a. NO_xが高い値を示しているのは、今回は脱硝を行わないが、実機の場合は、無触媒または触媒脱硝を行う必要がある。なお、脱硝を行うことによって、NO_x値を100ppm以下に抑えることが可能である。</p>
<p>③副成物の種類及び発生量に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 選別残さに関する基礎データ 焼却灰（湿ベース、14.08t）から鉄屑等を除去し、乾燥・粉砕した焼却灰（乾ベース、10.90t）及び飛灰（2.08t）を実験試料とした。焼却灰から選別された鉄屑等金属類は0.62tである。</p> <p>b. 再資源化材に関する基礎データ 上記により得られた処理対象物（焼却灰と飛灰の混合灰）に、石灰石等の副資材を加え混合・均質化した後、ロータリーキルンで焼成し、クリンカを得た。表 II-4-103に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりのクリンカ発生量は2.49tである。また、生成したクリンカに石膏を混合・粉砕し、エコセメントを製造した。表 II-4-106に示す通り、クリンカ1t当たりのエコセメント発生量は、1.17tである。</p> <p>c. 処理残さに関する基礎データ 処理残さとして飛灰が発生する。表 II-4-103に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの飛灰の発生量は、1段目バグフィルター（吹込みなし）において73.9kg、2段目バグフィルター（活性炭、消石灰吹込み）において27.0kgである（ただし、1段目バグフィルターで飛灰のほぼ全量を回収すると仮定した想定値）。</p>		

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
④選別残さや処理残さの処理処分方法の検討	実験結果の概要 a. 選別残さの処理処分方法について 原料となる焼却灰及び飛灰中に鉄屑等が混入している場合には、これを取り除く選別工程が必要となるが、可能なものについては焼却前に除去することが望ましい。選別残さは、焼却処理により無害化されているものと考えられる。 b. 処理残さの処理処分方法について 処理残さである飛灰は、MRGプロセスにて処理することを想定している。その他の処理処分方法として、山元還元や薬利処理後の埋立処分等も考えられる。		
⑤再資源化材の安全性及び有効利用性の検討	実験結果の概要 a. 再資源化材の安全性 得られたエコセメントから作製したモルタル供試体の溶出試験を実施した。第1回目の評価試験において混合不良によるモルタルの膨張が確認され、鉛の基準値以上の溶出がみられた。再混合したエコセメントを用いて再試験を行った。その結果ではすべての土壌環境基準を満たすことが確認された。豊島廃棄物等の焼却灰及び飛灰から作製したエコセメントは、安全性の観点からは混合に注意を払えば問題はないものと判断される。 b. 再資源化材の有効利用性 得られたエコセメントから作製したモルタル供試体の強度試験を実施した。第1回目の評価試験において混合不良によるモルタルの膨張が確認され、強度低下がみられた。再混合したエコセメントを用いて再試験を行った。その結果では、標準的なエコセメントと同等の強度が得られることが確認された。以上の試験結果から、豊島廃棄物等の焼却灰及び飛灰から作製したエコセメントは、混合に注意を払えば標準的なエコセメントと同様の利用用途に適用できると判断される。	a. 実験にもみられたようにモルタル作成における混合不良によって強度低下や鉛の溶出の問題が発生する。この点には十分注意する必要がある。	
⑥エネルギー収支・物質収支に関する基礎データの把握	実験結果の概要 a. エネルギー収支に関する基礎データ エネルギーは重油により供給される。表II-4-102に示す通り、処理対象物ベース1t当たりの投入熱量は $5.221 \times 10^6 \text{kcal}$ であり、その際の燃料（重油）使用量は597tとなっている。 b. 物質収支に関する基礎データ 図II-4-67に示す通り、クリンカの製造において、実験対象物中の灰分量に対する排出物（クリンカ、飛灰）の発生率は256.4%である。また、重金属の挙動については、表II-4-113に示す通り半揮発性物質の鉛は大部分が飛灰中に分布しており、分布率は全排出物に対し75.0%である。		
⑦副資材の種類及び量に関する基礎データの把握	実験結果の概要 a. 副資材に関する基礎データ クリンカの製造において、補填原料として粘土粉、石灰石、石灰石、アルミナ粉を添加し、2段目バグフィルターで活性炭及び消石灰を吹込む。表II-4-102に示す通り、処理対象物乾ベース1t当たりの使用量は、粘土粉29.4kg、石灰石2.46t、アルミナ粉242kg、活性炭11.6kg、消石灰15.4kgである。また、エコセメントの製造において、表II-4-105に示す通り、クリンカ1t当たり0.17tの石膏を添加する。		

実験目的	実験結果の概要		留意事項	実験実施企業のコメント
③ 用水の供給・利用に関する基礎データの把握	a. 用水に関する基礎データ 表 II-4-102 に示す通り、処理対象物湿ベース 1t 当たりの用水使用量は、1.46t であった。			
④ 経済性に関する基礎データの把握	a. ユーティリティ関連データ 実験データを踏まえ、種々のユーティリティ（灯油（重油を換算）、粘土粉・アルミナ粉、石灰石、活性炭、消石灰、用水）に関する条件を仮定して算出すると、クリンカの製造における処理対象物湿ベース 1t 当たりのユーティリティの概算費用は、約 29000 円となった（ただし、灯油：28 円/t ¹ 、粘土粉・アルミナ粉：3.2 円/kg、石灰石：2.8 円/kg、活性炭：500 円/kg、消石灰：18 円/kg ¹ 、用水：50 円/t として算出）。ただし、実験で使用した A 重油を灯油に換算した。 また、クリンカを全量エコセメントにすると仮定すると、処理対象物からエコセメントを製造するために要するユーティリティ（上記ユーティリティ及び石膏）費用は、約 32000 円となった（ただし、石膏：5.9 円/kg として算出）	a. 算出したコストはあくまで実験におけるものであり、豊島廃棄物等に対応した実機施設ではコストダウンが期待できる。経済性に関しては、A、B、D 工程も含めた実機規模のトータルシステムとして評価する必要がある。		

*1：「建設物価」1998年7月号、(財)建設物価調査会

表II-4-140 MRG（飛灰の再資源化）処理方式

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>①処理の安定性の確認</p>	<p>a. 処理の概要 エコセメント処理方式に関する処理実験において得られたダストを水と混合しスラリーとし、ポンプで浸出工程に連続的に送り、硫酸を添加してZn、Cu、Cd等の金属を浸出した。この後、固液分離してPbを始めSb、Sn等の金属を鉛産物として回収した。次に、濾液に苛性ソーダを添加して徐々に中和し、溶解したZn、Cu、Cd等の金属を水酸化物として析出させた。さらに水酸化ソーダを添加して、液中に微量残存するZn、Cd、Hg等を硫化物として析出させた後、固液分離して銅産物として残りの重金属類をほぼ完全に回収した。 b. 処理の安定性 都市ごみ焼却灰からエコセメントを製造する際に発生するダストの性状と比較した場合、本実験に用いた豊島廃棄物等の焼却灰からエコセメントを製造する際に発生したダストは、Pb及びCuの含有量が2～3倍と非常に高かった。このため、硫化槽における硫化剤の消費量が標準設定に対し大きく変化した。</p>	<p>a. 実機においては、処理対象物のPb、Cu等の含有量の変動に合わせて、硫化剤の添加量等、硫化槽の制御条件を適正に設定する必要があるものと考えられる。 b. 本プロセスは元々は熔融飛灰を対象に開発されたものであり、今回はエコセメント飛灰を処理したが、豊島の廃棄物を処理した焼却灰に対しては十分対応できるものと考えられる。</p>	<p>a. 豊島の灰は重金属濃度のかなり高いものであるため、予め基礎試験を行い、最適条件を求めてから実施することにより、さらに安定した成績が得られるものと思われ。 b. 本プロセスは元々は熔融飛灰を対象に開発されたものであり、今回はエコセメント飛灰を処理したが、豊島の廃棄物を処理した焼却灰に対しては十分対応できるものと考えられる。</p>
<p>②環境保全性能に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 排水に関する基礎データ 主要重金属についてはすべて排水基準を満足した。ただし、排水中には高濃度の塩素が含有されている。実験対象物乾ベース1t当たり排水が10kg発生し、そのうち塩素含有量は390kgであった。</p>	<p>a. 豊島廃棄物等の焼却灰からエコセメントを製造する際に発生するダスト中には、通常の都市ごみ焼却灰には含まれない金属が含有される可能性があるため、これらの金属（例えばSe等）についても適正に処理・回収するプロセスを考慮する必要があるものと考えられる。 b. 排水量の低減、塩濃度の高い排水の処分方法について、検討する必要があるものと考えられる。</p>	<p>a. 灰にSeが含有される場合、弊社は排水中のSeを除去する技術をすでに開発しており、これと併用することにより、対応は可能である。</p>
<p>③副成物の種類及び発生量に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 選別残さに関する基礎データ 選別残さは基本的に発生しない。 b. 再資源化材に関する基礎データ 表II-4-121に示す通り、処理対象物1t当たりの発生量は、鉛産物が141.2kg、銅産物が118.8kgである。また、表II-4-123に示すように、鉛産物中の鉛含有率は21.1%、銅産物中の銅含有率は46.1%であり、製錬所で十分リサイクルできる品質のものが製造された。 c. 処理残さに関する基礎データ 処理残さは基本的に発生しない。</p>		
<p>④物質収支等に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 物質収支に関する基礎データ 図II-4-70及びII-4-71に示す通り、実験対象物1t当たりの人工鉱石（鉛産物及び銅産物）の発生量は260kgであった。鉛は大部分が鉛産物中に分布しており、分布率は全排出物に対し93.0%である。一方、銅は大部分が銅産物中に分布しており、分布率は全排出物に対し97.8%である。</p>		

<p>⑤ 用水の供給・利用に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 用水に関する基礎データ 表 II-4-120 に示す通り、実験対象物乾ベース 1t 当たり排水が 10kg 発生した。</p>		
<p>⑥ 経済性に関する基礎データの把握</p>	<p>a. ユーティリティ関連データ 実験データを踏まえ、種々のユーティリティ（硫酸、苛性ソーダ、水酸化ソーダ、塩酸、用水）に関する条件を仮定して算出すると、処理対象物乾ベース 1t 当たりのユーティリティの概算費用は、約 11000 円となった（ただし、硫酸：24 円/kg、苛性ソーダ：60 円/kg^{*1}、水酸化ソーダ：187 円/kg、塩酸：25 円/kg^{*1}、用水：50 円/t として算出）。また、処理対象物乾ベース 1t 当たりに塩素濃度の高い排水が 10kg 発生するが、その処理（脱塩乾固）に約 1000 円の費用を要する（エンジニアリング評価を基に算出）。</p>	<p>a. 算出したコストはあくまで実験におけるものであり、豊島廃棄物等に対応した実機施設ではコストダウンが期待できる。経済性に関しては、A、B、C、D 工程も含めた実機規模のトータルシステムとして評価する必要がある。</p>	

*1：「積算資料」1998年7月号、(財)経済調査会

表 II-4-141 塩化揮発（飛灰の再資源化）処理方式

実験目的	実験結果の概要	留意事項	実験実施企業のコメント
<p>① 処理の安定性の確認</p>	<p>a. 処理の概要 ガス化溶融（ガス化溶融一体型）処理方式の処理実験において発生した溶融飛灰を対象に、実験を実施した。処理は、加湿混練、前処理（アルカリ分離）、塩化揮発、排ガス処理、有価金属回収の5工程により構成されている。塩化揮発工程以降は、稼働中の生産設備を用いて実験を行った。</p> <p>b. 処理の安定性 加湿混練及び前処理（アルカリ分離）は、原理的にシンプルな工程であり、安定した処理が実施できたものと判断される。稼働中の生産設備を用いた塩化揮発、排ガス処理、有価金属回収の3つの工程についても、本実験において、想定した既存生産ラインの総処理量に対し2.1%の配合率で前処理後の脱水ケーキを処理する条件において、生産設備の通常の操業範囲内で処理を行うことができた。排ガス、排水の発生量等についても通常運転の場合と比較し変動は認められない。処理の安定性においても問題となる点はないものと判断される。</p>		<p>a. ガス化溶融（ガス化・溶融一体型）処理により発生する溶融飛灰を全再資源化処理できるとを実証できた。</p>
<p>② 成品、副成物の種類及び品位等に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 選別残さに関する基礎データ 本実験において選別残さは発生していない。処理対象が溶融飛灰であるため、飛灰を実験設備まで搬入する際の飛散防止の目的に加湿混練を行っているが、選別は行っていない。その後の処理工程においても選別残さを発生させる工程は存在しないことから、基本的には、選別残さは発生しないものと判断される。</p> <p>b. 再資源化材に関する基礎データ 再資源化材として、成品ベレット、石膏、沈殿銅、水酸化亜鉛・鉛、水酸化鉄が発生する。表II-4-131に示す通り、処理対象物1t当たりの発生量は、試料1の場合、成品ベレットが576kg、石膏が93kg、沈殿銅が11kg、水酸化亜鉛・鉛が143kg、水酸化鉄が22kg、試料2の場合、成品ベレットが809kg、石膏が46kg、沈殿銅が6kg、水酸化亜鉛・鉛が130kg、水酸化鉄が12kgとなっている。</p> <p>c. 処理残さに関する基礎データ 飛灰等の処理残さは、基本的に発生しない。</p>		<p>a. 再資源化物の品位は市場流通できるものであることを実証できた。なお、弊社は設立以来33年間、左記再資源化物を市場に流通させている。</p>
<p>③ 物質収支に関する基礎データの把握</p>	<p>a. 物質収支に関する基礎データ 表II-4-132及び図II-4-73～II-4-75に示す通り、循環系を考慮した場合の有価金属の回収率は、試料1の場合、銅が98.1%、亜鉛が99.4%、鉛が97.3%、試料2の場合、銅が93.4%、亜鉛が99.5%、鉛が97.3%と推定される。</p>		<p>a. 左記の物質収支に関する基礎データは、弊社の通常操業データからの推定であり、実処理時におけるデータ再現性は高いと考えている。</p>

④その他		<p>a. 稼働中の生産設備を活用した実験であり、実際の処理にあたっては、対象となる溶融飛灰を同設備まで持ち込む必要がある。このため、同設備の存在する自治体の溶融飛灰に関する受け入れ同意が前提となることに留意する必要がある。</p>	<p>a. 処理費用は、一般的に一定量規模で船輸送する前提で溶融飛灰1t当たり9～10万円である。荷姿、1回の輸送量等の詳細については、別途検討が必要と考える。</p>
------	--	--	--

第5章 エンジニアリング評価を実施すべき技術 方式の選定

前項までにまとめた技術方式の調査データ、処理実験データ等をもとに、現状で得られている知見に基づいて評価を行い、エンジニアリング評価を実施すべき技術方式を選定した。具体的には、処理実験で対象とした9つの技術方式を対象に絞り込みを行った。

前述のように、対象とした9方式は、廃棄物等の処理技術としては、すべて有効性が実証されている。また、処理実験で得られたデータ等から、上記9方式は、環境保全性、安全性の観点から見た場合には、問題のない方式であることも検証されている。

そこで本検討では、豊島の本件処分地において適用する場合だけに限定し、現地の状況や豊島廃棄物等の性状に対し、より適した技術方式を絞り込むこととした。

これまでの処理実験の結果等から、今後の詳細な検討を進める処理方式を選定するための条件等をまとめると、以下のようになる。

- ①処理実験で得られたデータ等から、本委員会において実験対象としたすべての方式は、実機としての適用において、環境保全性、安全性の観点から見た場合には問題のない方式であると判断される。
- ②具体的には、排ガスの質については、いずれの方式についても通常の排ガス処理システムで処理できる範囲にあると判断される。また、再資源化材の安全性については、対象としたすべての方式がその要求を満たしているものと判断される。
- ③豊島廃棄物等は性状が多様であるため、フレキシビリティの高い処理方式が求められる。また、その処理には、基本的に破碎・選別等の前処理が必要になるものと考えられる。
- ④豊島の現地での適用を考えた場合、中間処理の消費エネルギーが少ないこと、処理施設の所要スペースが小さいことなどが求められる。したがって、シンプルな処理方式であることがきわめて重要であり、特殊な前処理を必要とする方式は、この観点から好ましくない。
- ⑤大量のエネルギーや副資材を必要とする方式は、輸送や経済性の観点から好ましくない。現地での調達可能性、現地への搬入やこれに伴う交通障害等を考慮すると、中間処理に必要な燃料や副資材の種類と量は、できる限り少ないほうが望ましい。また、現地の状況を勘案すると、大量の電力を要する処理方式は不適であると判断される。

- ⑥豊島廃棄物等の再生利用には、スラグ、セメント、石材等としての再利用先を確保することが最も重要である。汎用性と付加価値を勘案すると、第一にスラグとしての再利用を、第二にセメントとしての再利用を図るべきである。
- ⑦豊島廃棄物等の再生利用を促進する上で、処理対象物単位量当りのスラグならびに飛灰の発生量は少ないほうが望ましい。また、飛灰のリサイクル性を勘案すると、飛灰中の金属含有量はできる限り高いことが望まれる。
- ⑧再利用の対象となる生成品（スラグ、セメント等）の品位が高いことが望ましい。
- ⑨「単位時間当たりの処理量」、「他の工程との整合性」等、その他の評価項目については、対象とする処理方式の間に顕著な差異は認められない。
- ⑩以上の条件等をもとに豊島の現地での適用性を比較すると、プラズマ溶融は他の溶融方式に比べ、以下の不利な点が認められる。
- (ア) 豊島廃棄物等は灰分量が多く、一般的な廃棄物に比べ、焼却による減量効果があまり期待できない。
 - (イ) 一方、プラズマ溶融の場合、溶融前に廃棄物中の可燃分を除去する必要があることから、事前に廃棄物等を焼却しなければならない。
 - (ウ) このため、豊島廃棄物等を直接溶融できる他の溶融方式と比較した場合、より多くのエネルギー、用水等を必要とすることになり、不利である。
 - (エ) また、エネルギーとして大量の電力を必要とする点も、豊島の現地の状況を勘案すると、不利である。
- ⑪また、石材化については、以下の不利な点が認められる。
- (ア) 溶融に加え、さらに石材化のエネルギーを必要とするため、豊島廃棄物等を直接溶融し、スラグとして再利用する場合に比べ、より多くのエネルギーを必要とすることになり、不利である。
 - (イ) 豊島廃棄物等から得られる石材とスラグの性状を比較した場合、上記投入エネルギーの増加に見合った、石材化による大きな付加価値の増大が期待できない。
- ⑫したがって、今後の詳細な検討を進める処理方式としては、下記6方式を対象とすることが適切であると判断される。
- (ア) 廃棄物等の高度処理+再資源化・有効利用
 - ・焼却・溶融（溶融型ロータリーキルン）処理方式
 - ・ガス化溶融（ガス化溶融一体型）処理方式

- ・ 表面溶融処理方式
 - ・ 焼却+エコセメント方式
- (1) 飛灰の再資源化・有効利用
- ・ M R G 処理方式
 - ・ 塩化揮発処理方式