

第2回豊島廃棄物等管理委員会次第

日時 平成16年6月5日(土) 13:00～

場所 讃岐会館 2階 大ホール

1 開会

2 審議・報告事項

- (1) 溶融炉の小爆発事故報告書について(報告)
- (2) 溶融炉再稼動後の運転状況等について(報告)
 - ①溶融炉再稼動後の運転状況について
 - ②可燃性ガスに係る測定結果について
- (3) 豊島廃棄物等処理事業実績(平成15年度)について(報告)
- (4) 平成16年度における豊島廃棄物等処理事業基本計画(掘削)について(審議)
- (5) 豊島廃棄物等処理事業年度計画(平成16年度)について(審議)
- (6) 豊島廃棄物等処理事業の進捗に伴う掘削範囲の移動について(報告)
- (7) 廃棄物等の均質化マニュアルの修正について(審議)
- (8) 特殊前処理物(岩石類、金属類)の水洗浄方法の変更について(審議)
- (9) 高度排水処理施設の点検等について(報告)
- (10) 処理対象物発熱量の把握方法の変更について(報告)
- (11) 溶融炉定期点検に向けた炉の立下時の操作について(審議)
- (12) 溶融スラグの利用について(報告)
- (13) 安全教育について(報告)
- (14) 「豊島廃棄物等処理事業の安全性再評価に関する報告書」の見直しについて(報告)
- (15) 周辺環境モニタリング調査結果等について(報告)
 - ①豊島における環境計測(大気汚染、騒音、振動、悪臭)結果について
 - ②豊島における環境計測(高度排水処理施設、沈砂池)結果について
 - ③豊島における周辺環境モニタリング(平成15年6月、生態系調査)結果について
 - ④豊島における周辺環境モニタリング(平成16年2月、生態系調査)結果について
 - ⑤中間処理施設における環境計測(排出ガス)結果について
 - ⑥直島における周辺環境モニタリング(土壌調査)結果について

3 閉会

中間処理施設における小爆発事故報告書

平成 16 年 4 月

香川県・(株)クボタ

はじめに

本報告書は、1月24日に発生した中間処理施設における小爆発事故の概況、事故原因の推定、再発防止対策等について、豊島廃棄物等技術委員会のご指導をいただきながら、㈱クボタの協力のもと、取りまとめたものであります。

豊島廃棄物等の処理については、専門家の英知を集め、安全と環境保全を第一に進めてきましたが、事故がおきて、改めてこの事業の難しさを感じました。

事故については、地元直島町を始め関係者の方々にご心配をおかけしたことを、申し訳なく思っております。

運転再開に当たっては、技術委員会のご指導に基づき、最善の措置をとったところであり、委員会の了承もいただき、4月2日に再開いたしました。

また、この機会に関係者に対して、くれぐれも慎重に、安全面に万全を期して、作業を行うよう、改めて注意を喚起したところであります。

今後は、二度とこのような事故を起こさないよう、3月28日に技術委員会から移行して設置された豊島廃棄物等管理委員会のご指導をいただきながら、安全を第一に着実に処理を進めてまいります。

末尾になりましたが、熱心なご指導を賜った技術委員会委員の各位に深く謝辞を申し上げます。

平成16年4月

香川県知事 真鍋 武紀

豊島廃棄物等技術委員会の構成

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	猪熊 明	独立行政法人土木研究所 基礎道路技術研究グループ長
委員	岡市 友利	香川大学 名誉教授
委員	河原 長美	岡山大学環境理工学部 教授
委員	堺 孝司	香川大学工学部 教授
委員	坂本 宏	秋田県立大学システム科学技術学部 教授
委員	鈴木 三郎	神戸大学海事科学部 教授
委員	高月 紘	京都大学環境保全センター 教授
委員	田中 勝	岡山大学環境理工学部 教授
委員	中杉 修身	独立行政法人国立環境研究所 化学物質環境リスク研究センター長
委員	門谷 茂	北海道大学大学院水産科学研究科 教授
委員	横瀬 廣司	香川大学 名誉教授

(平成 15 年 12 月現在)

中間処理施設における小爆発事故報告書

目 次

はじめに

I 概要

1. 状況調査	1
2. 原因究明のための調査	3
3. 原因の推定	9
4. 再発防止対策	10
5. 再発防止対策確認試験	14
6. 豊島廃棄物等処理事業の安全性解析	15

II 本編

第1章 中間処理施設における小爆発事故の概況	1-1
1. 小爆発事故発生前後の運転状況	1-1
1-1. 事故発生前の運転状況	1-1
1-2. 不燃物／可燃物比率と主燃焼室圧力	1-4
1-3. まとめ	1-5
2. 小爆発事故発生の経緯	1-5
3. プラントの損傷状況	1-6
4. プラントの点検結果	1-8
5. ガス調査結果	1-8
6. 類似プラント調査	1-8
7. 周辺環境への影響	1-10
第2章 事故原因の推定	2-1
1. 原因究明のための調査・実験結果	2-1
1-1. 供給筒内可燃性ガス挙動調査実験	2-1
1-1-1. 実験装置	2-1
1-1-2. 実験条件	2-2
1-1-3. 実験手順	2-3
1-1-4. 実験結果と考察	2-3
1-1-5. まとめ	2-6
1-1-6. 結果をふまえた実機現象の推定	2-6
1-2. ヘリウムガスによる滞留性調査実験	2-8
1-2-1. 実験の概要	2-8
1-2-2. 実験方法	2-8
1-2-3. 測定方法	2-9
1-2-4. 実験条件	2-9
1-2-5. 実験結果	2-10
1-2-6. まとめ	2-12

1-2-7.	結果をふまえた実機現象の推定	2-14
1-3.	供給筒内水素ガス挙動流体解析	2-15
1-3-1.	解析方法	2-15
1-3-2.	まとめ	2-27
1-3-3.	結果をふまえた実機現象の推定	2-27
1-4.	低温領域での加熱ガス発生実験	2-28
1-4-1.	実験方法	2-28
1-4-2.	実験結果及び考察	2-29
1-4-3.	供給筒内における加熱ガス発生量の推算	2-32
1-4-4.	まとめ	2-32
1-4-5.	結果をふまえた実機現象の推定	2-32
1-5.	均質化後の豊島廃棄物等と溶融助剤の混合による水素ガス発生実験	2-33
1-5-1.	実験方法	2-33
1-5-2.	実験結果	2-33
1-6.	豊島廃棄物等と炭酸カルシウムの混合による水素ガス発生実験	2-36
1-6-1.	実験方法	2-36
1-6-2.	実験結果	2-36
1-7.	直島前処理工程後の水素ガス発生状況確認実験	2-37
1-7-1.	実験方法	2-37
1-7-2.	実験結果	2-37
1-8.	生石灰混入割合の確認実験	2-38
1-8-1.	実験方法	2-38
1-8-2.	実験結果	2-38
2.	考察	2-39
2-1.	豊島廃棄物等の化学反応性	2-39
2-2.	豊島廃棄物等の加熱によるガス発生	2-39
2-3.	可燃性ガスの滞留性	2-40
2-4.	引火のメカニズム	2-40
第3章	再発防止対策	3-1
1.	再発防止対策の検討	3-1
1-1.	可燃性ガスの換気	3-1
1-1-1.	3次元流体解析による爆発防止対策案の検討	3-1
1-1-2.	可燃性ガスの換気	3-10
1-2.	溶融炉供給筒の状態監視	3-12
1-2-1.	供給筒内温度測定	3-12
1-2-2.	供給筒内可燃性ガス連続モニタリング	3-12
1-2-3.	供給筒上部空間圧力の調整及び測定	3-12
1-3.	溶融炉投入コンベヤ内の状態監視	3-14
1-4.	炉内圧制御	3-15
1-5.	映像監視	3-15
1-6.	日常監視・点検と安全確認方法	3-15
2.	安全対策の検討	3-19

2-1.	廃棄物掘削・均質化工程	3-19
2-1-1.	水分低減方法の見直し	3-19
2-1-2.	攪拌による水素ガスの放散促進	3-19
2-1-3.	マニュアルの遵守	3-19
2-2.	中間保管梱包施設 廃棄物保管・梱包工程	3-19
2-2-1.	可燃性ガスの換気	3-19
2-2-2.	ホッパ上部、特殊前処理室、積込室の可燃性ガス濃度測定	3-19
2-3.	輸送工程	3-20
2-3-1.	可燃性ガスの排気	3-20
2-4.	中間処理施設 廃棄物受入・前処理工程	3-20
2-4-1.	可燃性ガスの換気	3-20
2-4-2.	廃棄物投入プラットホームの水素ガス濃度測定	3-20
第4章	再発防止対策確認試験	4-1
1.	再発防止対策確認試験	4-1
1-1.	確認試験要領	4-1
1-1-1.	確認試験項目	4-1
1-1-2.	確認試験用廃棄物	4-2
1-1-3.	確認試験期間	4-2
1-2.	確認試験結果	4-2
1-2-1.	作業確認結果	4-2
1-2-2.	動作確認結果	4-2
1-2-3.	性能確認試験結果	4-6
1-3.	性能確認試験結果のまとめと管理数値等の検討	4-15
1-3-1.	供給筒内部温度の管理値	4-16
1-3-2.	水素及び可燃性ガス濃度の管理値	4-16
1-3-3.	コンベヤ内の流れの検討	4-16
1-3-4.	炉回転自動停止の正圧時間の検討	4-25
1-4.	その他の考察	4-27
1-4-1.	炉内圧と燃料使用量との関係	4-27
1-4-2.	供給筒上部空間圧力の不定期な変動の調査	4-30
1-5.	今後の運転	4-32
1-5-1.	換気方法と換気量	4-32
1-5-2.	炉内圧	4-32
1-5-3.	供給筒内部温度	4-32
1-5-4.	可燃性ガスの警報設定値	4-32
1-5-5.	換気装置故障時の対応	4-33
第5章	安全性再評価	5-1
1.	安全性再評価の概要	5-1
1-1.	再評価対象とした3つのリスク	5-1
1-2.	リスク抽出項目	5-1
2.	安全対策確認試験	5-9
2-1.	確認試験要領	5-9

2-1-1. 確認試験項目	5-9
2-1-2. 確認試験期間	5-9
2-2. 確認試験結果	5-9
第6章 今後の運転	6-1

I 概要

平成16年1月24日11時40分頃に2号溶融炉で小爆発が起き、溶融炉上部ケーシング等が損傷した。事故当日の運転状況と事故発生の経緯、機器の損傷状況、原因究明のための実験、原因の推定、再発防止対策についてとりまとめた。

1. 状況調査

1) 事故当日の運転状況

事故当日の溶融炉運転状況は土壌比率30%の豊島廃棄物を1号溶融炉、2号溶融炉とも、約93t/日のペースで順調に処理していた。

事故が生じた2号溶融炉は、主燃焼室温度約1370℃、炉内圧約-50Paと通常の運転範囲であり、運転上特段の変化は見られなかった。

図1に状況の概要を図示し、図2に事故前後の炉内圧、排ガス温度の推移を示す。

2) 事故発生の経緯

- 11:40 ・運転員が炉室2Fにて3度の異音を聴取。
- 11:45 ・2号溶融炉天井部の上部ケーシング、溶融炉投入コンベヤのカバーや点検蓋の変形を現場確認。
 - ・現場にて溶融炉投入コンベヤを停止。
 - ・関係部門への連絡を開始。
- 11:53 ・2号溶融炉の緊急停止開始。
- 13:08 ・1号溶融炉の通常立ち下げを開始。
- 14:27 ・ロータリーキルン炉の通常立ち下げを開始。

3) 損傷状況

第3溶融炉投入コンベヤおよび第1溶融炉投入コンベヤのカバーや点検蓋が変形した。また、2号溶融炉上部ケーシングが最大で約34度もち上がり、それに伴い周辺の歩廊もち上がった。図3に損傷状況を示す。

4) 点検結果

2月7～8日にかけて、2号溶融炉内及び損傷した第1溶融炉投入コンベヤと第3溶融炉投入コンベヤを対象に、点検を実施した。

変形部以外に小爆発の影響は見られず、炉内の耐火物やコンベヤチェーンなどの損傷はなかった。

5) 類似プラントの状況

本プラントと同様に処理対象物中に可燃物を含有するプラントは2カ所あるが、過去に今回のような事故は起きていない。

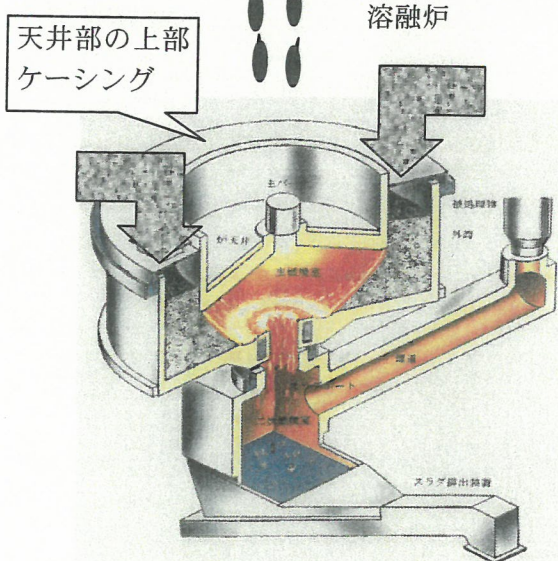
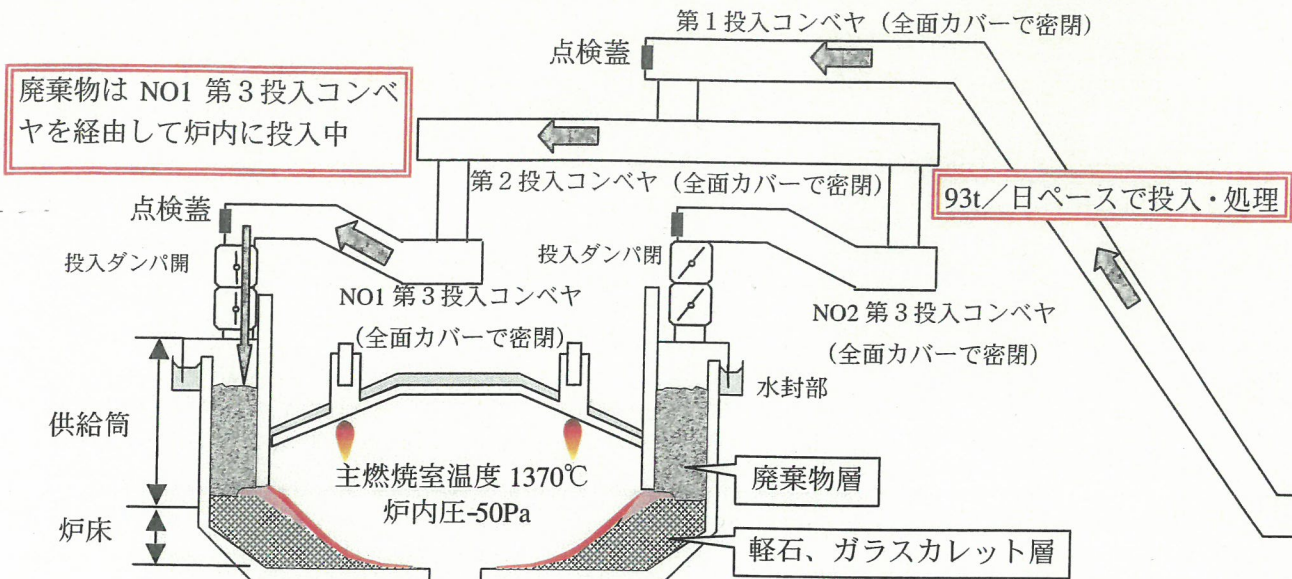
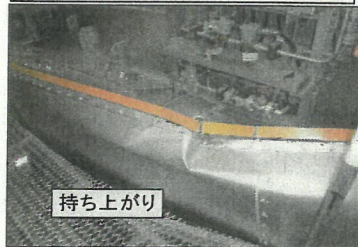


図1 事故当日の状況概要

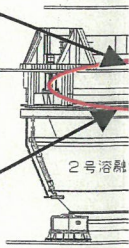
①No.1第3溶融炉投入



⑥溶融炉天井部 上部ケーシング



⑤歩廊



2. 原因究明のための調査

今回の小爆発事故の原因物質として可能性があるのは、ガスと粉じんである。粉じんについては、豊島廃棄物等が水分を 20%程度以上含んでおり、粉じんの発生しにくい状態であること等から可能性はほとんどないと考えられる。そこで、可燃性ガスに的を絞って調査・実験を行った。

1) 調査その1『廃棄物から可燃性ガスはどのくらい発生するか』

現在、豊島掘削現場で廃棄物の乾燥と性状の改善とを目的に、溶融助剤の一種である生石灰を廃棄物に混合している。溶融助剤とは、廃棄物の溶融する温度を下げる効果をもつ薬剤であり、一般に炭酸カルシウムなどの石灰系が多く用いられる。生石灰は水に反応すると発熱する性質をもっており、溶融温度を下げる効果と乾燥の効果とが得られる。一方、廃棄物に生石灰を添加すると、廃棄物に含まれる金属アルミニウムなどと化学反応を起こして水素ガスが発生する。そのため、掘削現場で一定の放散期間を設けることが作業マニュアルで定められている。今回、掘削現場で一定期間放置した廃棄物が直島側でなお水素ガスが発生するかどうか、また直島側で添加している炭酸カルシウムによってより水素ガスが発生するかどうかを調べた。

水素や一酸化炭素などの可燃性ガスが発生する要因として、供給筒下部の炉内切り出し部付近での廃棄物の低温加熱が考えられる(図4参照)。そこで、廃棄物を加熱させるとどのくらい可燃性ガスが発生するかを併せて調べた。

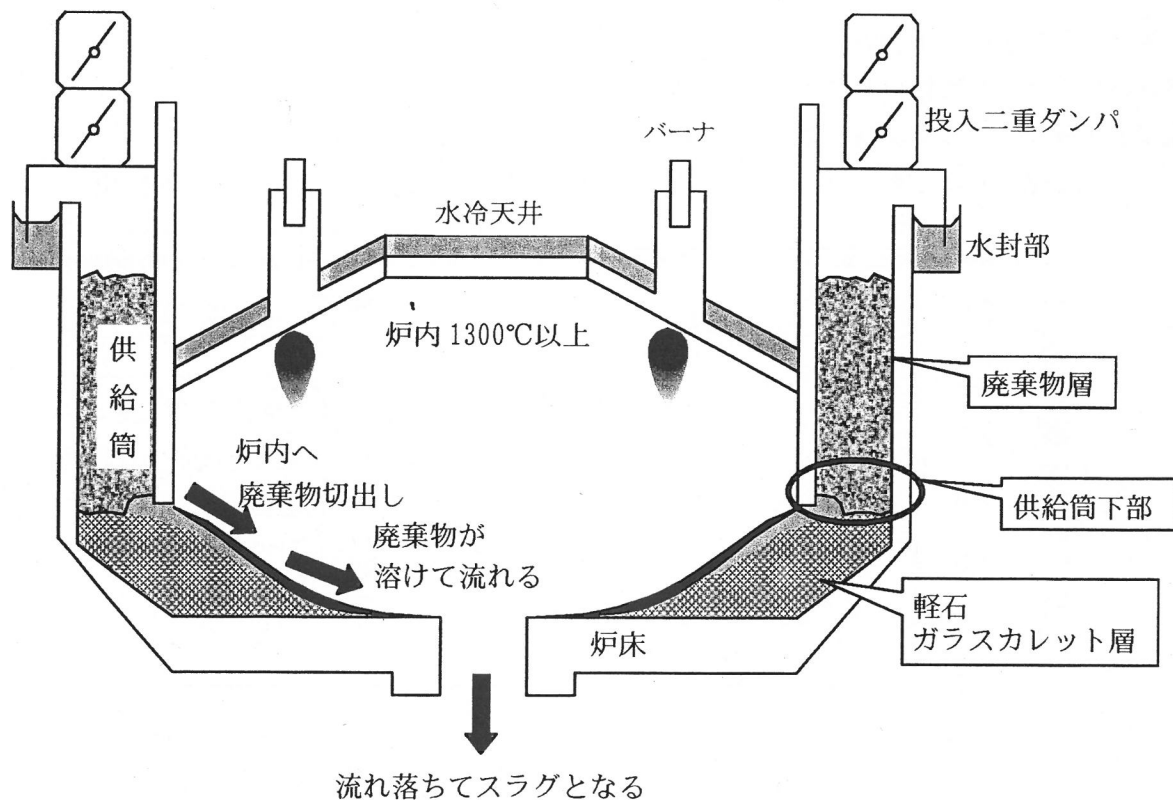


図4 供給筒下部

①実験1 実験室内で小型装置を使った実験

『豊島掘削現場で一定期間放置した廃棄物から化学反応によって水素ガスはなほどのくらい発生するか』

【結果】実験サンプル：豊島で生石灰混合してからおよそ3週間経過した廃棄物

発生量の算出：サンプル2kgから0~1.5hの実験時間中に発生した水素ガス量より算出

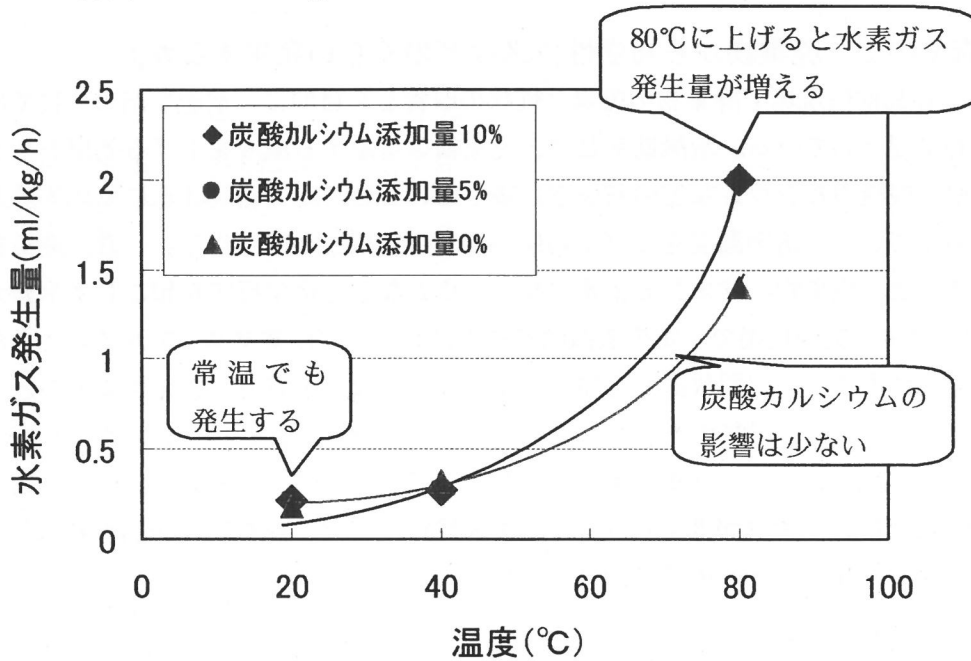


図5 水素ガス発生実験結果

②実験2 実験室内で小型装置を使った実験

『加熱によって可燃性ガスはどのくらい発生するか』

【結果】実験サンプル：実験1と同じもの

発生量の算出：サンプル20gから0~1hの実験時間中に発生したガス量から算出

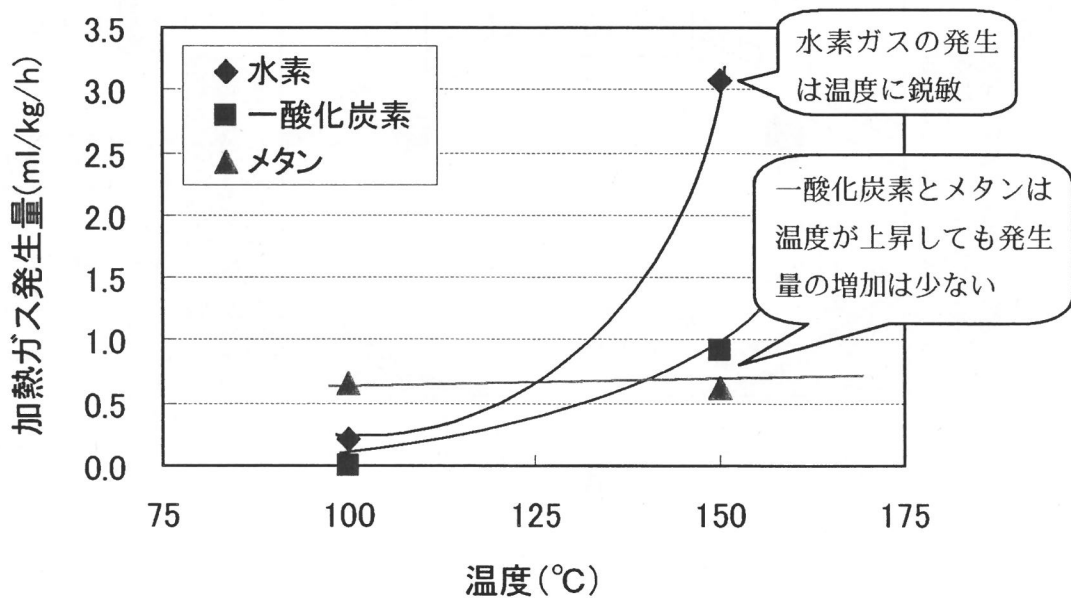


図6 加熱実験結果

③実験3 実験室内で小型装置を使った実験

『豊島廃棄物に炭酸カルシウムのみを入れると水素ガスは発生するか』

【結果】発生しない → 生石灰を入れないと水素は発生しない

④実験4 実験室内で小型装置を使った実験

『生石灰を添加した豊島廃棄物を直島の前処理設備で破碎すると水素ガス発生量は増えるか』

【結果】含まれる金属アルミが破碎されて新しい面ができると発生量が増える可能性があると思われたが、変化はなかった → 細かく砕いても水素発生量は変わらない

調査その1に関する実験結果をふまえた実機現象の推定

- ① 常温でも化学反応によって供給筒とコンベヤ上にある廃棄物から水素ガスが少しずつ発生する。
- ② 供給筒下部の温度が上がると、化学反応と加熱とによって水素などの可燃性ガスが多く発生する。水素の場合、発生量は常温時の数10倍になる。

2) 調査その2 『発生した可燃性ガスは供給筒と投入コンベヤに溜まるか』

今回の事故では、溶融炉天井部の上部ケーシングと投入コンベヤ頂部のカバーやふたが変形した。従って、上部ケーシング下の供給筒とコンベヤ頂部にそれぞれ可燃性ガスが溜まり、引火・小爆発したことが考えられる。そこで、これらの空間に可燃性ガスが溜まるかどうかを調べた。

①実験5 実験装置によるガス挙動実験

『供給筒下部で発生したガスはどのような挙動をするか』

水素と一酸化炭素の混合ガスを実験装置に注入して挙動を調べた。

【実験装置】

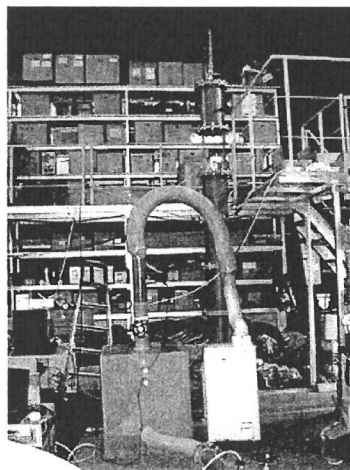
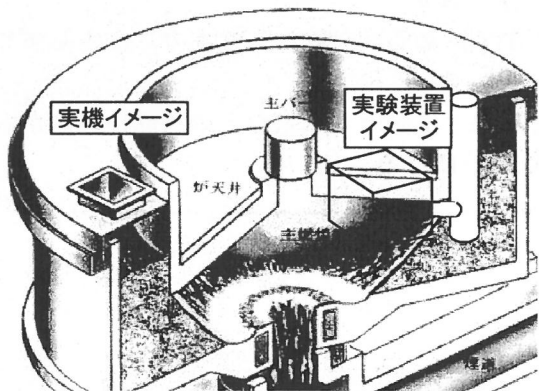


図7 実験装置と実機を想定したときのイメージ

【結果】

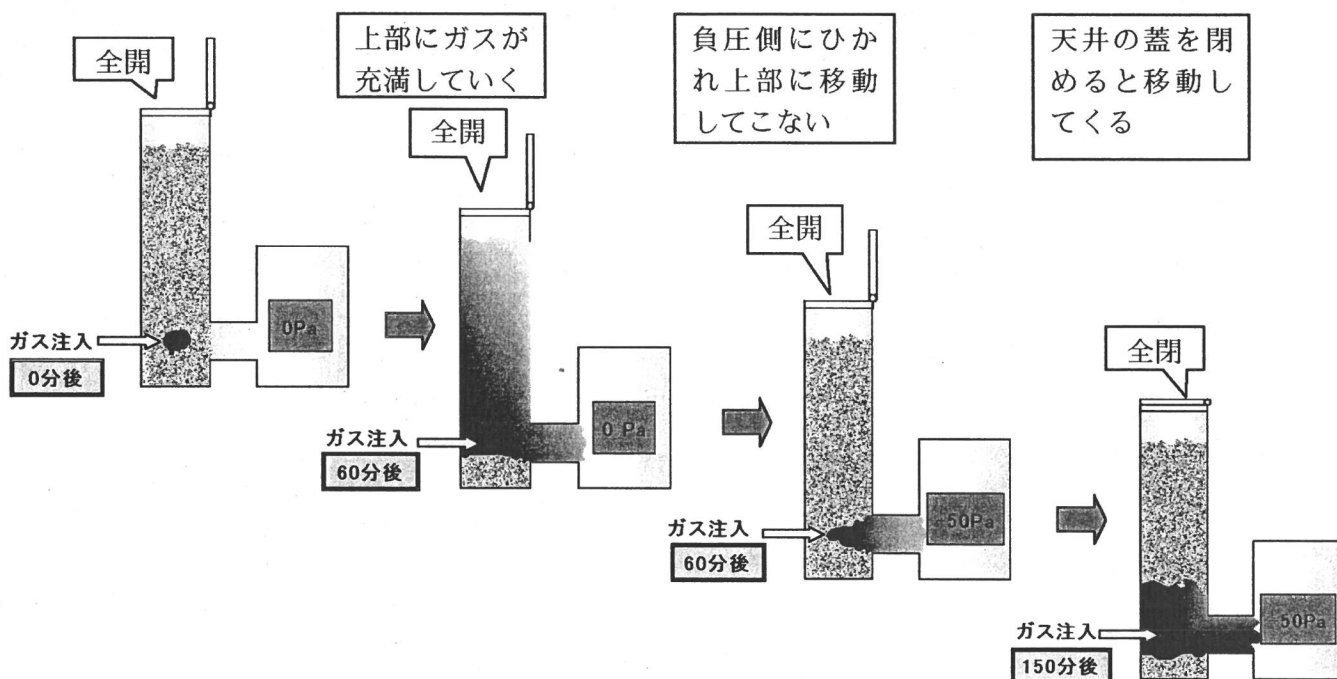


図8 小型装置を使った実験結果

実験5の結果をふまえた実機現象の推定

- ①炉内が0Paのとき、可燃性ガスが供給筒上部に充満してくる。
- ②炉内が-50Paの負圧のとき、供給筒の上が開いていると、供給筒下部で発生した可燃性ガスは炉内に引かれていき、溜まらない。
- ③炉内が-50Paの負圧でも、供給筒が密閉されていると、上部への移動が起きる。

②実験6 実機を使つてのヘリウムガス挙動実験

『供給筒下部で発生したガスはどこまで移動するか』

水素ガスの代替としてヘリウムガスを用いて供給筒下部に注入して挙動を調べた。

【結果】

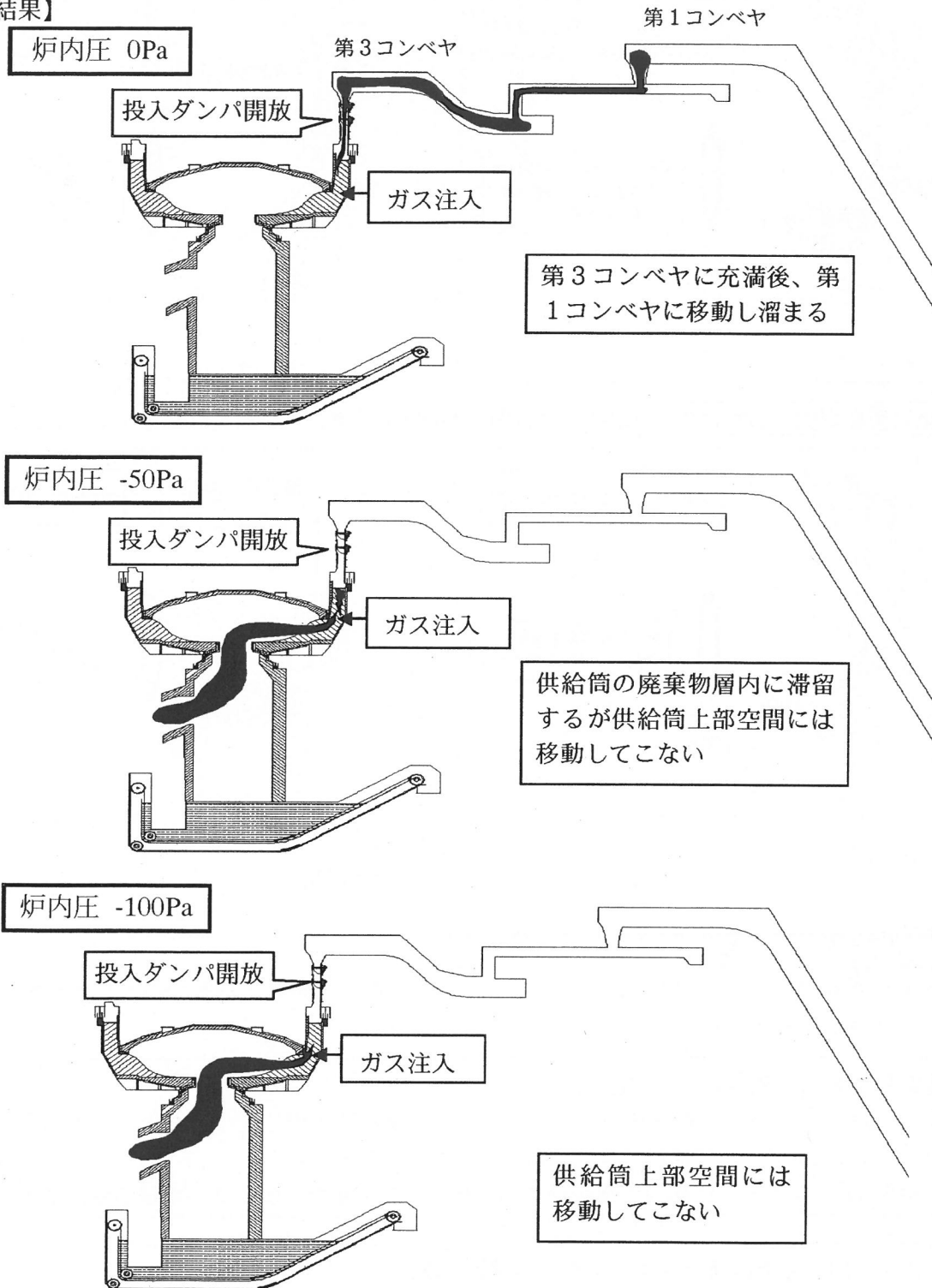


図9 実機を使った実験結果

実験6の結果をふまえた実機現象の推定

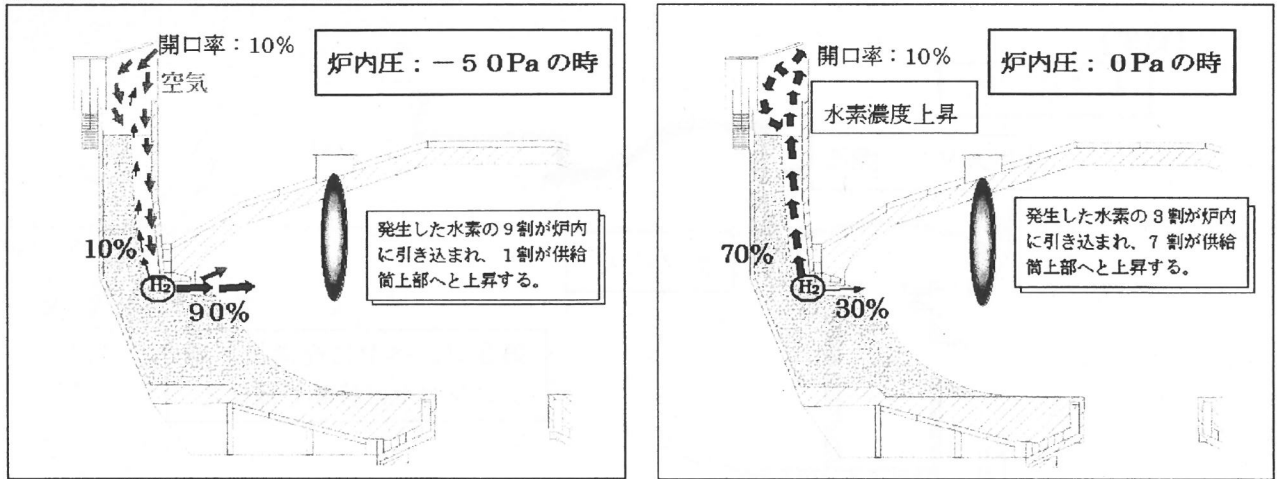
- ①炉内が0Paになると、供給筒下部から上部へ可燃性ガスが移動してくる。投入ダンパが開いて、ガスは第3コンベヤに移動し、一部は第1コンベヤに達する。
- ②炉内が-100Paの負圧のとき、供給筒の上が開いていると、上部空間には溜まらない。

③コンピュータによるガス挙動解析

『供給筒内で水素ガスはどのように流れるか』

【結果】

水素発生源を供給筒下部としたとき 水素発生量=11ml/kg/h (200℃加熱実験結果をもとに設定)



水素発生源を炉内としたとき 水素発生量=8000ml/kg/h (1000℃加熱実験結果をもとに設定)

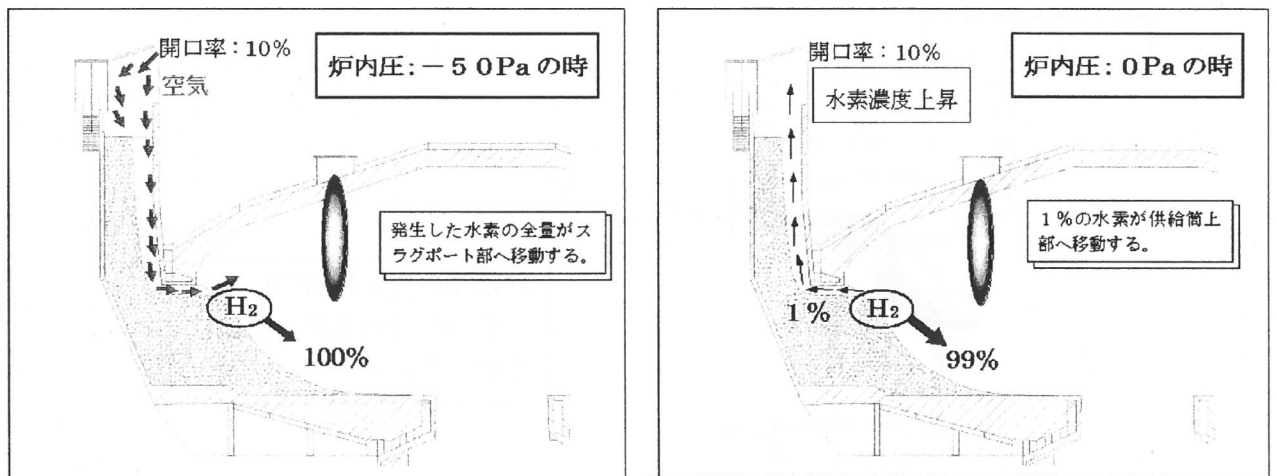


図10 コンピュータ解析結果

水素発生源を供給筒下部と炉内の両方としたとき

供給筒下部に比べて炉内での発生量がはるかに多いため、水素発生源を炉内としたときとほとんど同じ結果となった。

解析結果をふまえた実機現象の推定

- ① 炉内が-50Pa のとき、供給筒の上が開いていると、供給筒下部で発生した大部分の水素ガスは炉内に引かれるが、一部は拡散などによって上部へ移動する。
- ② 炉内が0Pa になると、供給筒下部及び炉内で発生した水素ガスの上部への移動量が増加する。

調査その2に関する実験結果をふまえた実機現象の推定

- ① 炉内が0Pa になると、供給筒下部及び炉内で発生した可燃性ガスは上部空間に移動してくる。
- ② 炉内が-50Pa の負圧では、供給筒上部が密閉されていると、供給筒下部で発生した可燃性ガスは上部に移動してくる。密閉されていないと、水素ガスは拡散などによって一部移動してくる可能性がある。
- ③ 供給筒上部空間に溜まった水素ガスは、投入ダンパが開くと、第3コンベヤに移動し、その一部は第1コンベヤまで達する。

3. 原因の推定

調査結果をもとに、以下に小爆発事故の原因を推定する。

1) 水素を主体とした可燃性ガスの発生

『豊島掘削現場で混合した生石灰による水素ガス発生が直島側でも続いていた』

生石灰を混合した廃棄物から常温でも少しずつ水素ガスが発生する。そのため、コンベヤにのっている間と供給筒に入っている間にも発生が続く。

『供給筒下部で廃棄物が熱せられて水素ガスなどの可燃性ガスが発生した』

供給筒下部の炉内切り出し部付近が高温の炉内の影響を受けて熱せられると、生石灰混合由来の水素ガス発生がより多くなるとともに、廃棄物に多く含まれる可燃物から水素や一酸化炭素などの可燃性ガスが発生してくる。

2) 水素を主体とした可燃性ガスの滞留

『供給筒からコンベヤにかけて密閉構造になっており、そこに発生した可燃性ガスが溜まった』

密閉されたコンベヤ内では、コンベヤにのっている廃棄物から水素ガスが発生し、コンベヤを山に例えるとその頂上部に位置する第1コンベヤ頂部と第3コンベヤ頂部に水素ガスが溜まっていく。

密閉された供給筒内では、熱せられた下部で発生した可燃性ガスとその上の常温の部分から発生した水素ガスとが、炉内が-50Paの負圧でも供給筒上部空間に溜まっていく。事故当日見られた短時間の正圧状態が、供給筒下部及び炉内で発生した可燃性ガスの上部空間への移動を助長した可能性がある。溜まったガスは、投入ダンパが開く際にその上に位置する第3コンベヤにも移動し、一部は第1コンベヤに移動していく。

これらの可燃性ガスの発生・移動により、供給筒上部空間と第1コンベヤ頂部と第3コンベヤ頂部とに可燃性ガスが溜まる。模式図を図11に示す。

可燃性ガスの主体は水素ガスであり、実験時の発生量から計算して、数日から十数日で爆発限界を越えてこれらの空間に溜まる。

3) 水素を主体とした可燃性ガスへの引火

『爆発限界を越えて溜まった可燃性ガスに引火して小爆発が起きた』

爆発限界を越えて溜まった可燃性ガス、特に水素ガスはわずかなきっかけで引火・爆発的燃焼を引き起こす。今回の引火源を特定することはできないが、廃棄物の投入中に起きたこと、投入口付近の損傷が最も大きかったことから、廃棄物同士または廃棄物と機器類との摩擦による静電気の発生が有力な原因のひとつとして考えられる。今回の事故では供給筒、第3溶融炉投入コンベヤ、第1溶融炉投入コンベヤの3カ所での損傷が大きく、また、およそ1秒間隔で3回の破裂音が生じていることから、水素の火炎伝播が考えられる。

4) 平成15年8月時の事故との違い

性能試験の最後に行った緊急停止試験中に同様の事故が発生したが、その際は緊急停止とともに排ガス出口ダンパが誤作動して全閉状態になり、炉内の可燃性ガスが供給筒へ逆流したことが原因であった。従って、今回の事故とは状況が異なっており、この事故から今回の事故を想定することはできなかった。

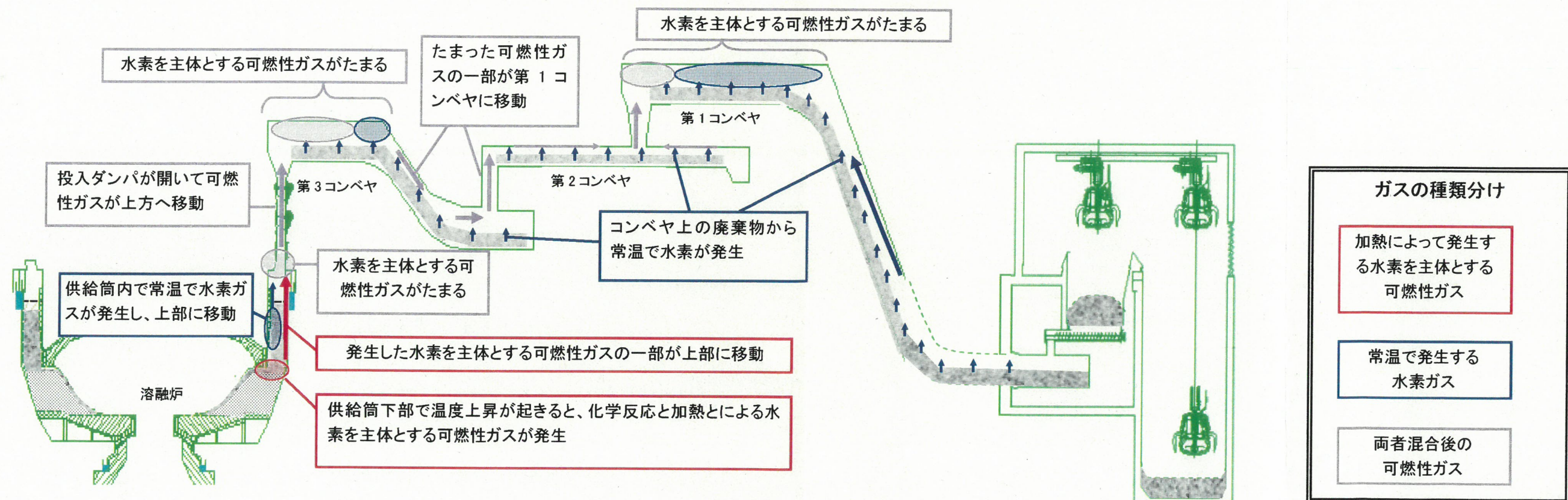


図11 可燃性ガスの発生・移動・滞留模式図

4. 再発防止対策

以上の調査結果をもとにして溶融炉と投入コンベヤの小爆発再発防止対策を施すとともに、豊島廃棄物等処理事業全体を対象に再発防止の視点から見直しを行い、**可燃性ガス発生量の低減**、**可燃性ガスの滞留防止**、**監視**の3つを軸に、掘削から溶融までを網羅した総合的な対策を施すこととした。掘削現場での生石灰使用量の低減など事業全体を網羅した総合的な再発防止対策を表1に示す。

表1 事業全体を網羅した再発防止対策一覧表

		事業全体を網羅した再発防止対策		
		可燃性ガス発生量の低減	可燃性ガス滞留防止	監視
掘削現場		水分低減方法を見直し、生石灰使用量を低減する 重機攪拌によって水素ガスの放散を促進する		
	中間保管梱包施設		従来通りピット室を換気する	ホッパ上部、積込室等の日常ガス測定を強化する
海上輸送			従来通り、廃棄物を積み込んで陸上待機中のコンテナトラックの天蓋をわずかに開放し、水素ガスを放散させる	
中間処理施設	溶融炉と投入コンベヤ	供給筒上部空間圧力と炉内圧を調整し、供給筒下部及び炉内で発生した可燃性ガスを炉内に吸い込む(供給筒上部に移動させない) 廃棄物切り出し量を調整することによって供給筒内の温度上昇を抑え、可燃性ガスの発生を抑える	供給筒内に強制的に空気を送り込みながら換気する 空気取入口を設けて新鮮空気を取り込みながら第1及び第3投入コンベヤ内を換気する 併せてロータリーキルンコンベヤ内を換気する	供給筒と投入コンベヤ内の可燃性ガスをモニタリングする 供給筒上部空間の圧力をモニタリングする 供給筒内の温度をモニタリングする 供給筒と投入コンベヤを映像監視・録画する
	可燃性ガスが溜まる可能性がある場所		従来通り、ホッパーステージ室を換気する	プラットホームの日常ガス測定を強化する スラグ処理室の水素ガス測定を追加する

1) 可燃性ガス発生量の低減

(1) 水分低減方法の見直し（掘削現場）

現行の生石灰添加による乾燥対策から、事前に雨水浸透抑制と自然乾燥を行い、掘削物の水分低減を促進したうえで、できる限り少量の生石灰を添加することにより、水素ガス発生量を抑制しながら、廃棄物の含水率を30%以下に抑える方法に変更する。

(2) 攪拌による水素ガスの放散促進（掘削現場）

生石灰混合後、重機によって廃棄物を十分に攪拌する。混合当日は終日混合・攪拌作業を行い、翌日から中間保管ピット運搬日までは、他の作業工程を見ながら午前と午後1回ずつ程度の攪拌作業を行う（雨天日を除く）。

(3) 溶融炉供給筒上部空間圧力と炉内圧力の調整（中間処理施設）

供給筒下部及び炉内で発生した可燃性ガスを供給筒上部に移動させないために、供給筒上部空間圧力を測定して以下の圧力調整を行う。供給筒上部空間圧力測定の概略を図12に示す。

- ① 大気圧 > 供給筒上部空間圧力 (=微負圧) > 炉内圧力になるように、換気用の吸引ファンと押込ファン（図13参照）の風量を調整する。
- ② 炉内圧制御の設定値を変動範囲最大値でもマイナス圧となるように設定する（暫定設定値 -100Pa）。
- ③ 瞬間正圧状態が1時間に2回生じたら、警報を発生し炉圧の設定を下げるようガイダンスを実施する。
- ④ 正圧を30秒間維持した場合、自動的に炉回転を停止し、警報を発生しガイダンスを実施する。

(4) 溶融炉供給筒内温度の調整（中間処理施設）

廃棄物切り出し量を調整することによって供給筒内の温度上昇を抑え、温度上昇に伴う可燃性ガス発生量の増加を抑える。供給筒内温度測定の概略を図12に示す。

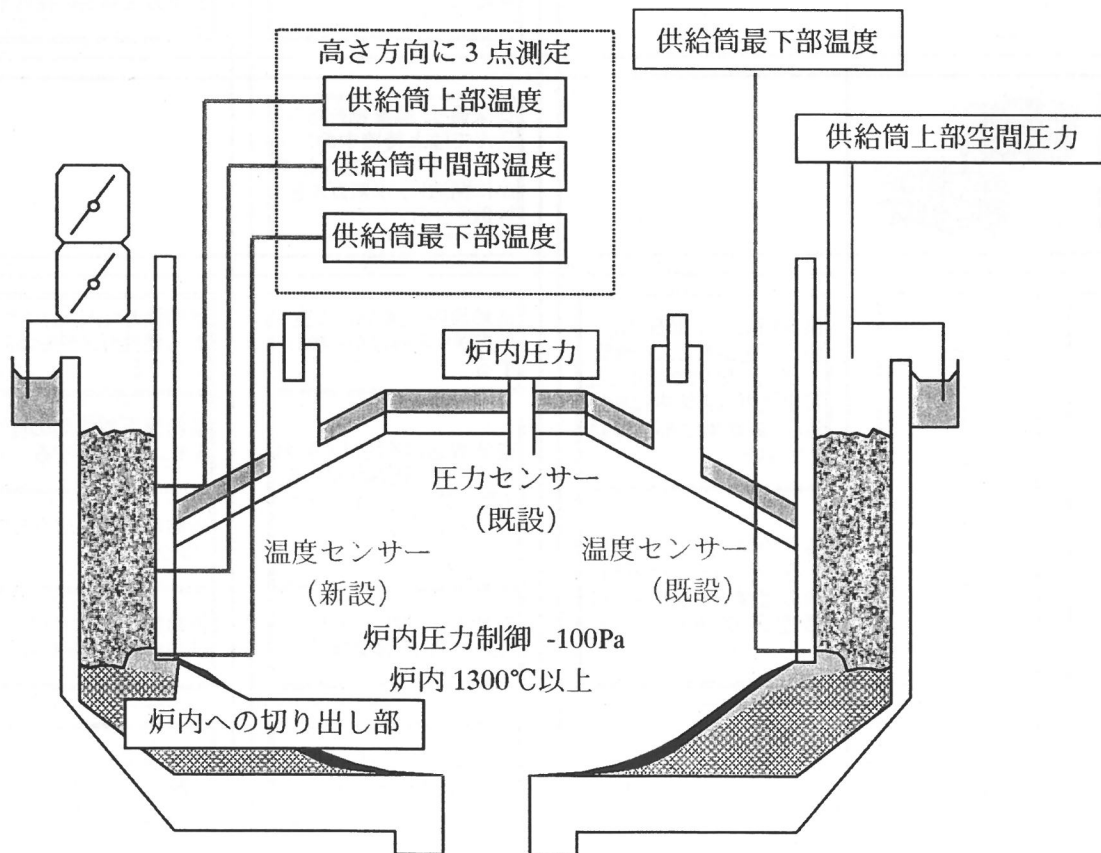


図12 供給筒の圧力・温度測定概略図

2) 可燃性ガスの滞留防止

(1) ピット室の換気 (中間保管梱包施設)

従来通り、実施する。

(2) コンテナトラックの天蓋開放 (豊島トラック待機ヤード)

従来通り、廃棄物を積み込んで豊島で陸上待機中のコンテナトラックの天蓋をわずかに開放し、水素ガスを放散させる。

(3) ホッパーステージ室の換気 (中間処理施設)

従来通り、実施する。

(4) 溶融炉と投入コンベヤの換気 (中間処理施設)

換気方法はコンピュータ解析を活用して決定した。換気の方法と解析結果による換気の流れとを図13に示す。1時間あたりの換気量は、コンベヤの場合は頂部空間容積の5倍量とし、供給筒の場合は上部空間容積の5倍量とする。供給筒内は、空気を押し込みながら筒の180度対角側から吸気し、供給筒内が炉内よりも低い負圧にならないようにする。換気ガスは後燃焼室に吹き込み、溶融排ガスと合流させる。投入コンベヤ内は、コンベヤ各所に空気取り入れ口を設けて新鮮空気を吸い込ませながら換気し、換気ガスはピット室に送り込んでそこを經由して燃焼空気として炉内に押し込む。

これらに加え、特殊前処理物処理用のロータリーキルン炉の投入コンベヤに対しても換気を行い、換気ガスは溶融炉投入コンベヤの換気ガスと合流させてピット室に送り込む。

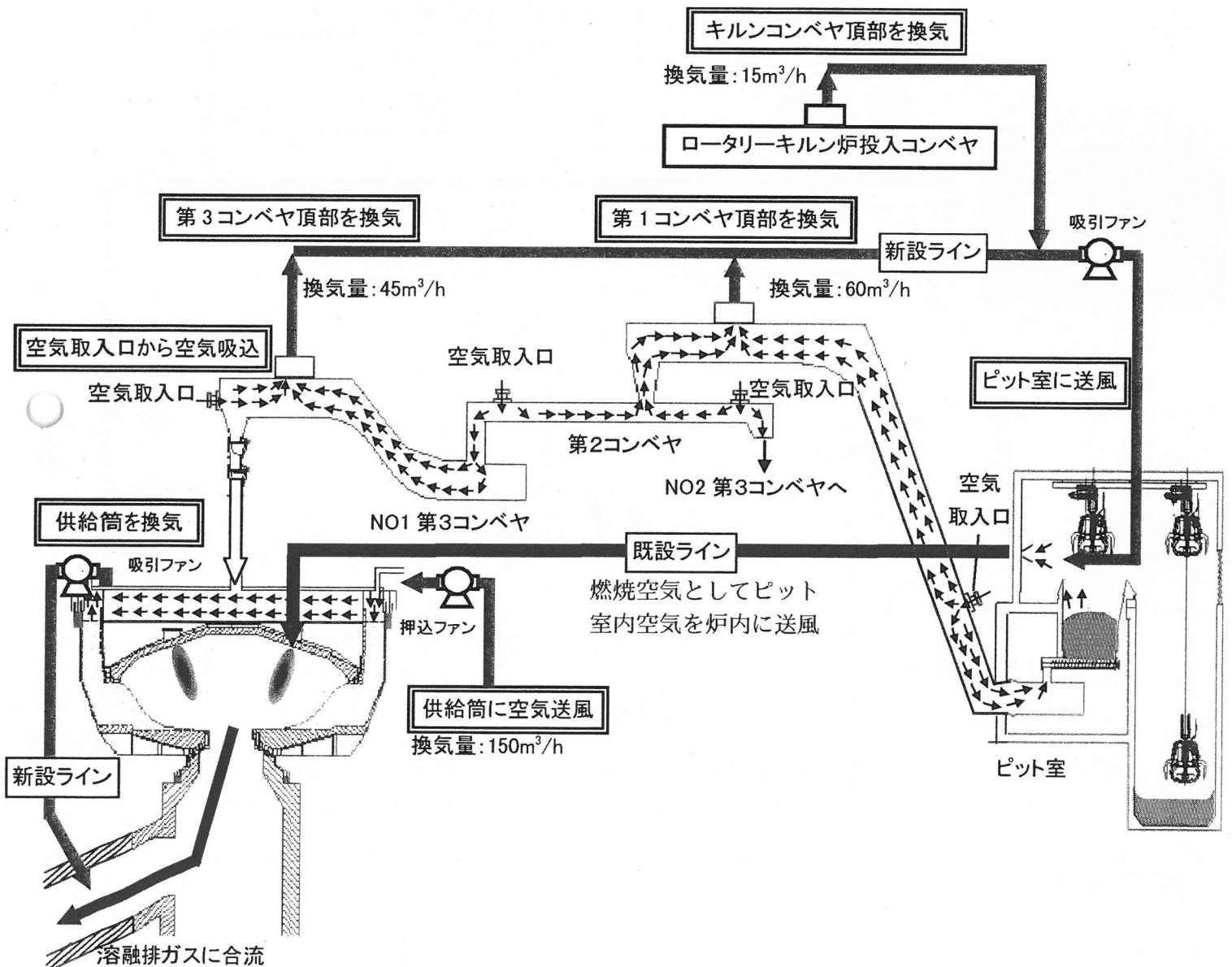


図13 換気の方法と換気の流れ

3) 監視

(1) 可燃性ガスのモニタリング (中間処理施設)

供給筒と投入コンベヤそれぞれに対して、水素ガス測定装置と可燃性ガス測定装置（水素、一酸化炭素、メタン、エタン、プロパン、ブタンの6種のガスを測定）を設置し、供給筒内と投入コンベヤ内のガス濃度を常時モニタリングする。図14参照。

(2) 溶融炉供給筒の圧力・温度のモニタリング (中間処理施設)

供給筒上部空間圧力を常時測定して、大気圧 > 上部空間圧力 > 炉内圧であることを監視する。供給筒内の温度を常時測定して、設定温度以下であることを監視する。図12参照。

(3) 映像監視 (中間処理施設)

溶融炉主燃焼室上部及び溶融炉投入コンベヤを常時録画更新できる撮影システムで撮影し記録に残す。図14参照。

(4) 日常ガス測定の強化 (中間保管梱包施設)

現在、ホッパ上部、特殊前処理室及び積込室の水素ガス濃度を毎朝1回測定している。今後は一酸化炭素と炭化水素（メタン）を追加し、測定回数も試験的に増やし最適な回数と時間帯を決める。

(5) 日常ガス測定の強化 (中間処理施設)

現状、廃棄物投入プラットフォームの水素ガス測定に一酸化炭素と炭化水素（メタン）を追加し、測定回数も試験的に増やし最適な回数と時間帯を決める。また、スラグ処理室の水素ガス測定を新たに行う。

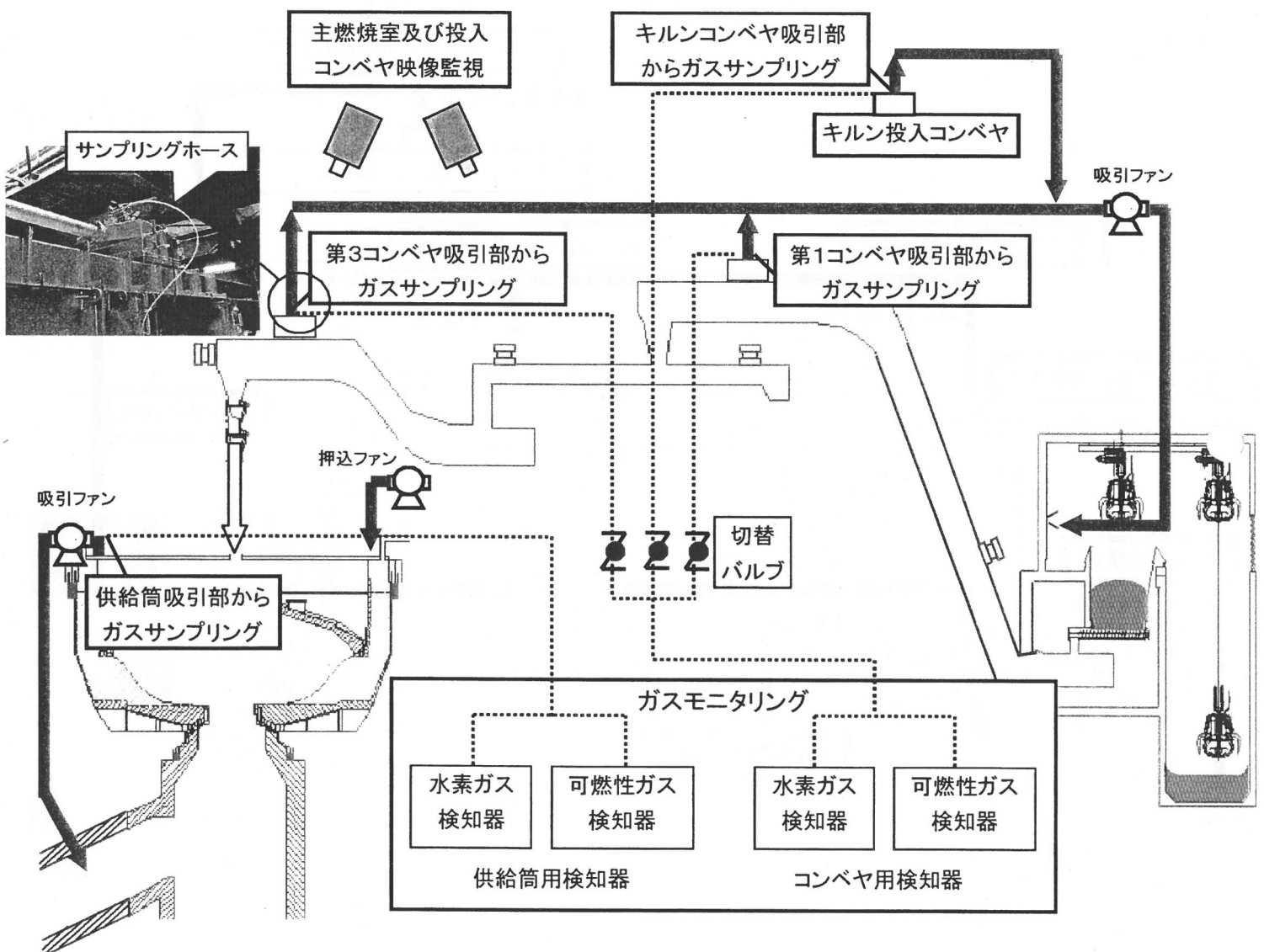


図14 ガスモニタリングと映像監視

5. 再発防止対策確認試験

再発防止対策について、対策工事終了後に確認試験を実施し、計画通りに機能することを確認した。結果を図15に示す。確認された項目及び数値を赤枠で示す。

確認された項目・数値

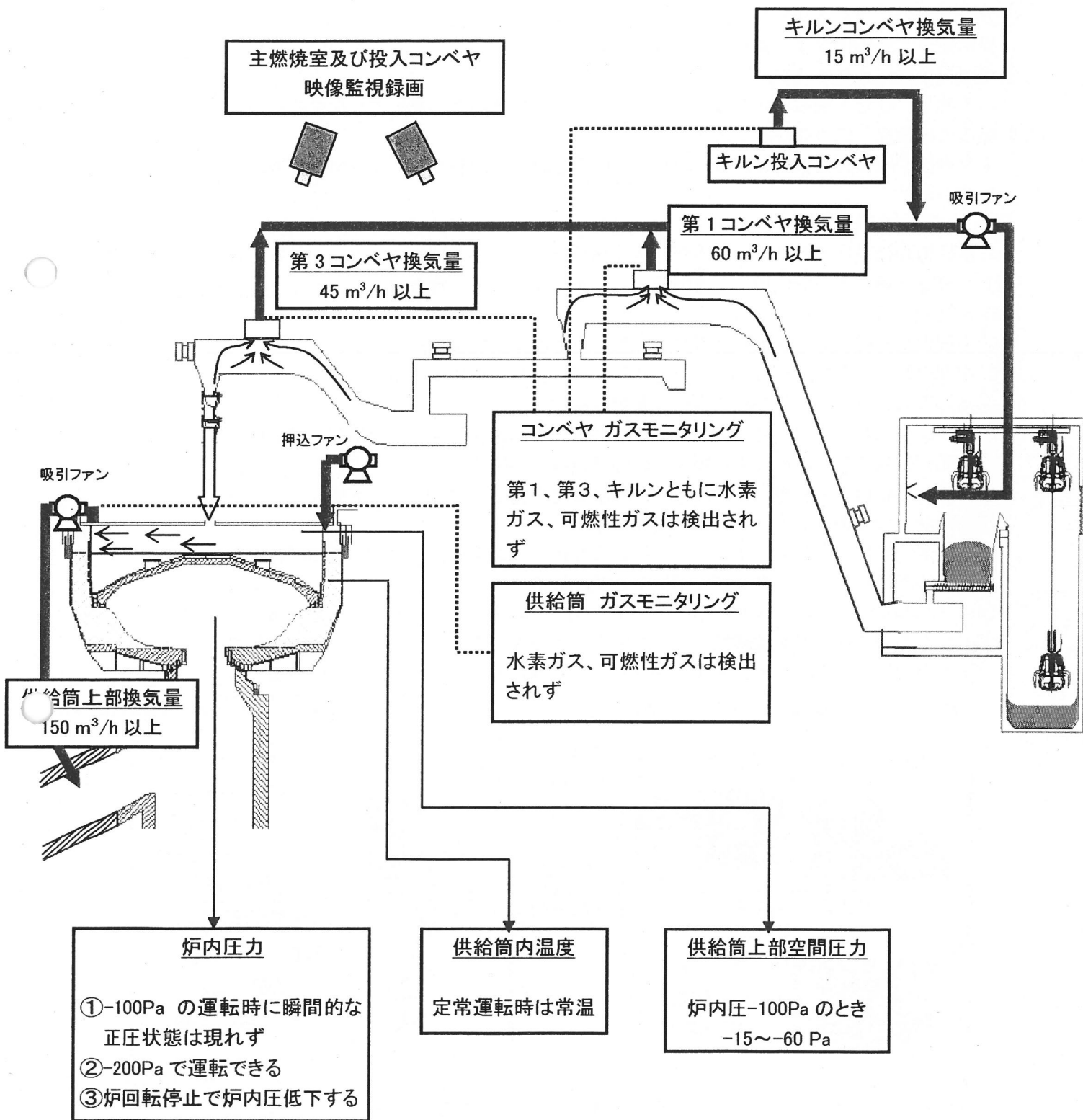


図15 再発防止対策 確認試験結果

6. 豊島廃棄物等処理事業の安全性解析

1) 目的と概要

今回の小爆発事故を契機として、その再発防止に万全を期すだけでなく、豊島廃棄物等処理事業全体の安全を見直すことを目的として、事業全体のさまざまなリスクを洗い出して再評価を行った。そして、再評価の結果、改善が必要であるとされた項目に対して、安全対策を施し、事業全体の安全強化を図った。

2) 再評価対象とした3つのリスク

①施設内の人々に対するリスク

異常発生、誤操作などにより人身事故につながるもの

②地域社会に対するリスク

汚染発生、騒音・振動、異臭など周辺環境の負荷増大（環境影響）につながるもの

③施設の稼働停止につながるリスク

人身事故や環境影響につながらないが、機械や設備の重故障につながり施設の連続操業に支障をきたすもの

3) リスク抽出項目

安全性再評価を行った結果、対策が必要な項目は以下の12項目であり、これらに対して改善を実施し、確認試験により計画通りに機能することを確認した。小爆発再発防止対策（④、⑤、⑥）以外の改善実施項目を図16に示す。

- ①中間保管・梱包ピットで可燃ガスが発生した際の作業員被毒対策
- ②中間保管ピットで可燃ガスが爆発した際の煙による環境影響対策
- ③前処理スクリーンおよび磁選機の作業員負傷対策
- ④キルン投入コンベヤ内での可燃ガスの爆発対策（小爆発再発防止対策として実施）
- ⑤溶融炉投入コンベヤ内での可燃ガスの爆発対策（小爆発再発防止対策として実施）
- ⑥溶融炉供給筒での可燃ガスの爆発対策（小爆発再発防止対策として実施）
- ⑦溶融炉天井でのLPガスの滞留・爆発対策
- ⑧溶融炉消石灰・活性炭ラインつまりによる酸性ガス除去能低下による環境影響対策
- ⑨ガス冷却塔の苛性ソーダノズル清掃時の薬品被毒対策
- ⑩ガス冷却塔の水噴霧ノズルの詰まりによる排ガス温度異常からの環境影響対策
- ⑪スラグ製砂工程の凝集沈殿槽、スラリータンクからの水素ガス発生による爆発対策
- ⑫スラグ給排水処理工程のフィルタープレスにおける機械由来の作業員負傷対策

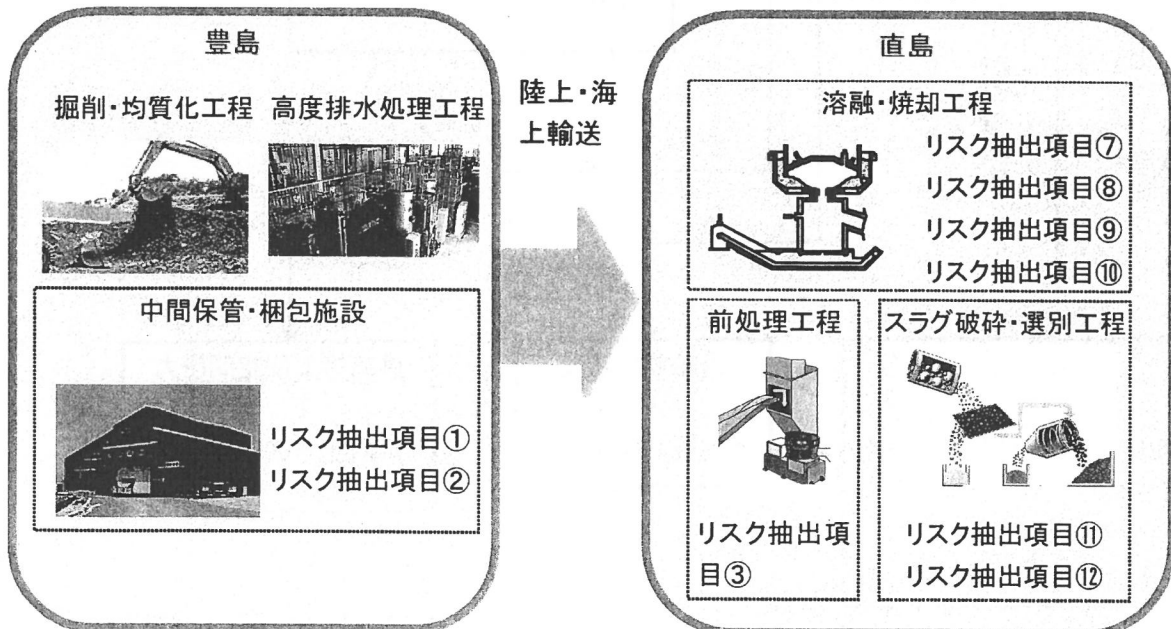


図16 安全性再評価による対策実施項目（小爆発再発防止対策以外）

4) 各抽出項目の概要

1. 中間保管ピットで可燃ガスが発生した際の作業員被毒
毎朝、作業前に可燃ガス等（①酸素濃度②メタンガス③一酸化炭素④硫化水素⑤水素）の測定を実施するように改善する。この測定の際に所定の濃度以上であれば、ピット内への立ち入りは禁止するとともに、換気による可燃ガス濃度が所定値以下になるまで掘削物の搬入を中断する。
2. 中間保管ピットで可燃ガスが爆発した際の煙による環境影響対策
万一、中間保管ピットで可燃ガスが爆発を起こした際の安全対策として、場内に充満した煙を速やかにバグフィルタおよび活性炭脱臭装置で無害化して場外に排出するように、制御系の改造を行う。
3. 前処理スクリーンおよび磁選機の作業員負傷対策
前処理工程の No.1、No.2 前処理スクリーン（トロンメル）、各磁選機における作業員の巻き込まれ等の損傷時の安全対策として、各機器の付近に非常停止スイッチを設置する。
4. キルン投入コンベヤ内での可燃ガスの爆発対策
キルン投入コンベヤ内に可燃ガスが滞留して、キルン炉由来の熱等で爆発が起こる危険を回避するために、キルン投入コンベヤ内を吸引し換気する。
5. 溶融炉投入コンベヤ内での可燃ガスの爆発対策
各溶融炉投入コンベヤ内に可燃ガスが滞留して、溶融炉由来の熱等で爆発や発火が起こる危険を回避するために、各溶融炉投入コンベヤ内を吸引し換気する。
6. 溶融炉供給筒での可燃ガスの爆発対策
溶融炉供給筒に可燃ガスが滞留して、溶融炉由来の熱等で爆発や発火が起こる危険を回避するために、供給筒内を吸引し換気する。
7. 溶融炉天井でのLPガスの滞留・爆発
溶融炉バーナの点火用燃料として使用しているLPガスが溶融炉天井部分で漏れた場合には構造上炉天井内に滞留する可能性が高い。（他のバーナは構造上滞留する可能性は低く、また溶融炉室は17.5回/時間換気している。）
LPガスボンベ内のLPガスが全量および大部分が溶融炉天井内に滞留すると、爆発濃度に達するため、溶融炉天井内にLPG警報機を設置して、中央制御室に警報が出るようにする。
8. 溶融炉消石灰・活性炭ラインつまりによる酸性ガス除去能低下による環境影響対策
溶融炉バグフィルタ前に噴霧している消石灰・活性炭の噴霧ラインで閉塞が発生する可能性があるが、その場合は酸性ガスの除去能が低下して環境影響を及ぼす可能性がある。消石灰・活性炭ラインをより閉塞しにくいように変更するか、消石灰種類を変更して流動性の良いものに変更する。
9. ガス冷却塔の苛性ソーダノズル清掃時の薬品被毒対策
ガス冷却塔のノズルの清掃時に作業員が苛性ソーダ水溶液を浴びると被毒する可能性があり、ノズル点検時に配管をはずさなくても行えるように配管を改造する。
10. ガス冷却塔の水噴霧ノズルの詰まりによる排ガス温度異常からの環境影響対策
ガス冷却塔の水噴霧用のノズルに詰まりが発生した場合、排ガス温度異常による環境影響を与える可能性がある。ノズルは複数本化されるなどプリベンションは取られているが、フェイルセーフとして迅速なメンテナンス対策が必要である。ノズル点検時に配管をはずさなくても行えるように配管を改造する。
11. スラグ製砂工程の凝集沈殿槽、スラリータンクからの水素ガス発生による爆発対策
スラグ製砂工程において、集沈殿槽、スラリータンクからの水素ガス発生した場合、換気などの防護策は取られているが、安全対策として定期的な水素ガス濃度の測定が必要である。
12. スラグ給排水処理工程のフィルタープレスにおける機械由来の作業員負傷対策
フィルタープレスは稼働中でも稼働であることがわかりにくく、プレスの動作時に作業員が付近で作業していると負傷の可能性が高い。プレス動作時の警告としてパトライトを設置する。

II 本編

第1章 中間処理施設における小爆発事故の概況

平成16年1月24日11時40分頃に2号溶融炉で小爆発が起き、溶融炉上部ケーシング等が損傷した。ここでは、事故当日の運転状況と事故発生の経緯、機器の損傷状況等についてとりまとめた。

1. 小爆発事故発生前後の運転状況

1-1. 事故発生前の運転状況

事故当日の溶融炉運転状況は豊島廃棄物等を土壌比率30%、塩基度0.45に調整し、1号溶融炉、2号溶融炉とも、約93t/日のペースで順調に処理していた。

小爆発事故発生の約12時間前から10秒毎に採取したプロセスデータを図1-1に、事故発生の3日前から1分毎に採取したプロセスデータを図1-2に示す。事故が生じた2号溶融炉は、主燃焼室温度約1370℃、炉内圧約-50Paと通常の運転範囲であり、各部温度、重油量、排ガス性状など主要なプロセスデータについては、熱電対交換時の温度変化や天井高さ変更時に必要な炉回転の一時的な低減のほかは大きな変動は見られなかった。

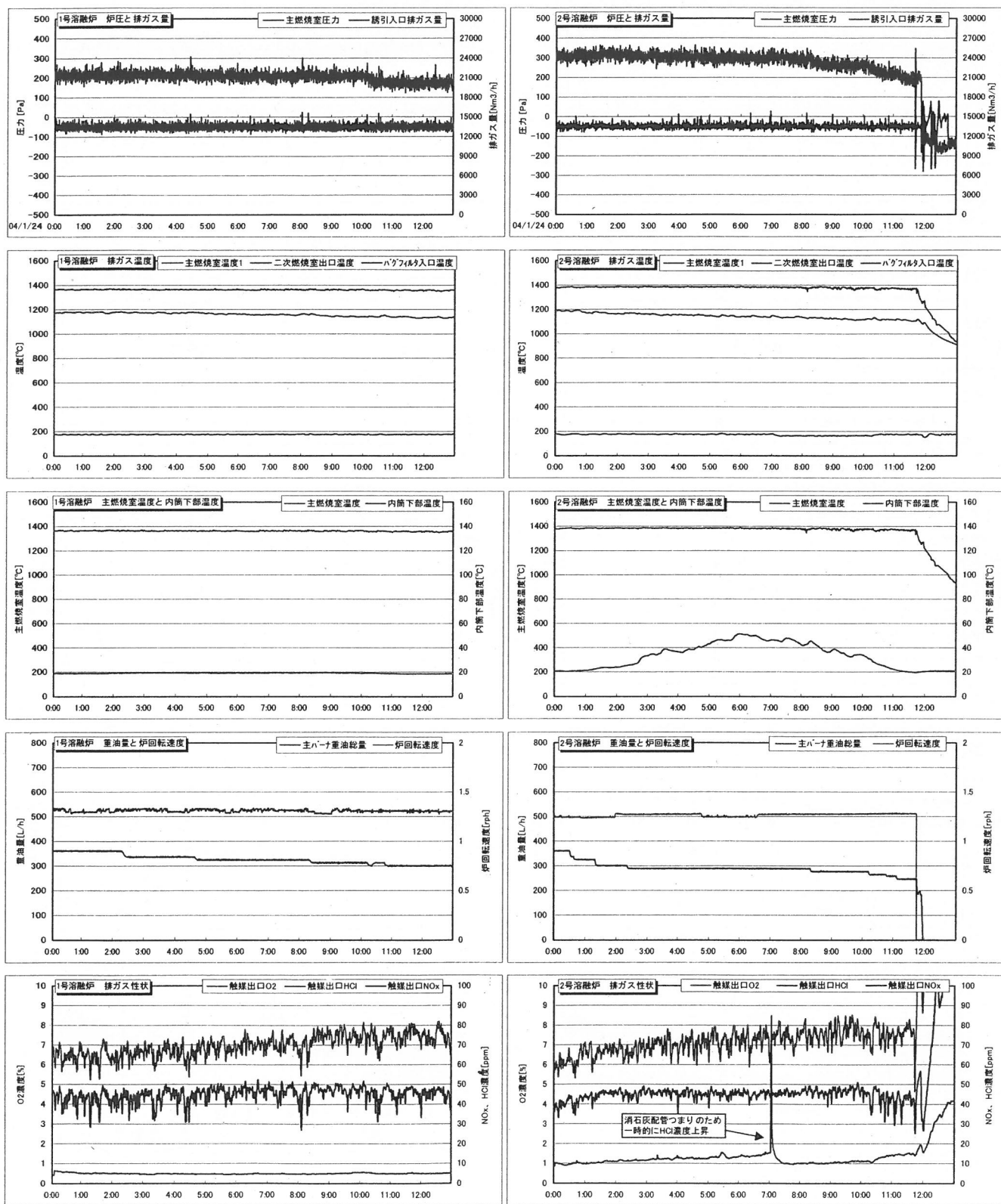


図 1-1 プロセスデータ (小爆発事故発生約 12 時間前～、10 秒毎)

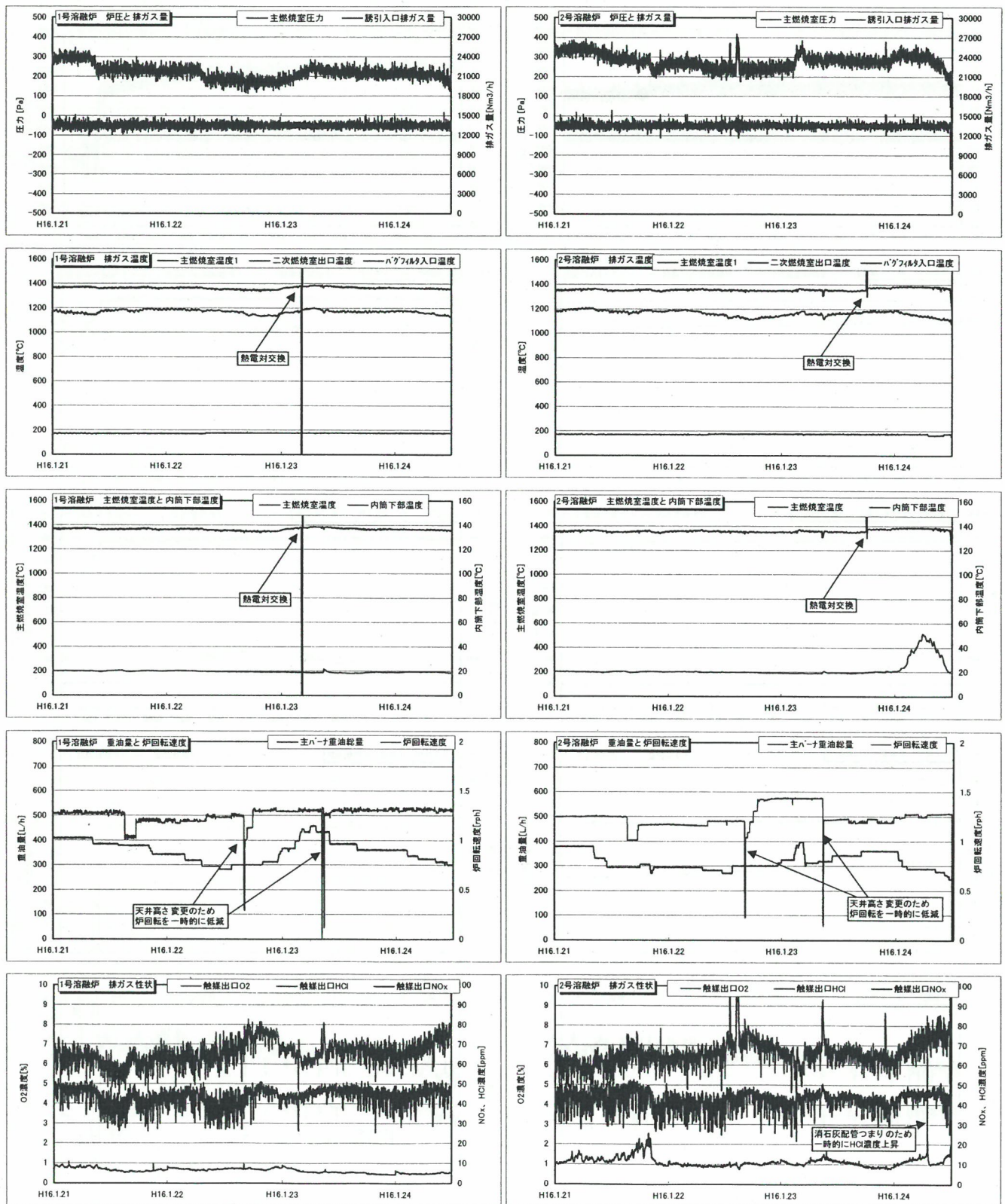


図 1-2 プロセスデータ (小爆発事故発生3日前～、1分毎)

1-2. 不燃物／可燃物比率と主燃焼室圧力

不燃物／可燃物投入量比率と主燃焼室圧力正圧回数、正圧時間をそれぞれ図 1-3、1-4 に示す。いずれのグラフも性能試験開始から事故発生までの期間における代表的な不燃物／可燃物投入比率で運転している日の警報リストから適宜ピックアップして得られたデータである。警報リストでは、約 1 秒毎に採取しているプロセスデータの警報発停時刻が分かるため、連続データとして保存されているものでは確認できない秒単位の情報が得られる。

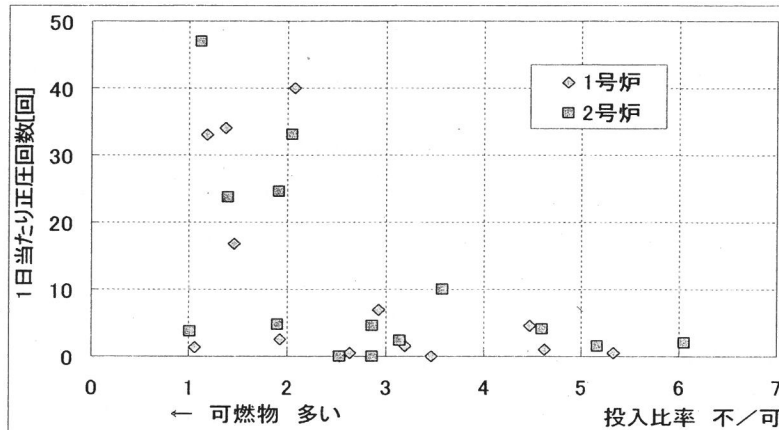


図 1-3 不燃物／可燃物投入比率と主燃焼室正圧回数

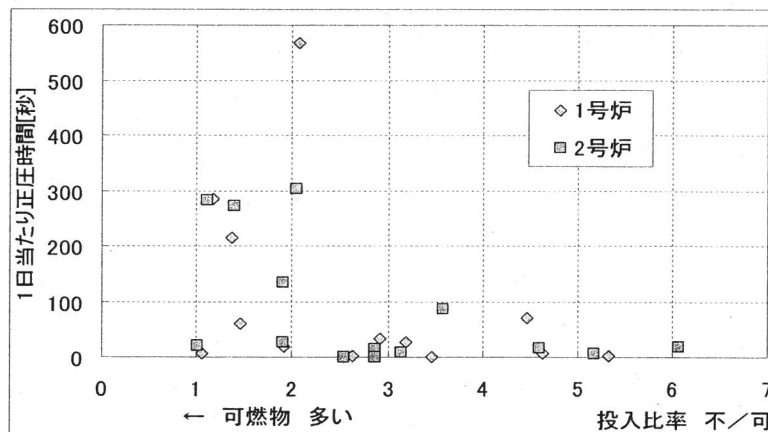


図 1-4 不燃物／可燃物投入比率と主燃焼室正圧時間

可燃物割合が高いほど主燃焼室正圧回数および正圧時間が増加する傾向となっている。事故発生時の不燃物／可燃物投入比率は約 0.9～1.3 と可燃物割合が高く、主燃焼室正圧回数および正圧時間ともに比較的大きな値であった。

また、事故発生当日の正圧発生時間を表 1-1 に示す。

表 1-1 事故発生当日の正圧状況

	正圧時刻	正圧時間 [sec]	備考
1 号 溶 融 炉	1:05:23 ~ 1:05:30	7	
	4:26:37 ~ 4:26:44	7	4時台：正圧回数2回/h
	4:47:40 ~ 4:47:43	3	
	5:58:04 ~ 5:58:09	5	
	6:23:30 ~ 6:23:34	4	
	8:03:32 ~ 8:03:42	10	8時台：正圧回数2回/h
	8:15:17 ~ 8:15:27	10	
	10:10:04 ~ 10:10:11	7	10時台：正圧回数4回/h
	10:28:21 ~ 10:28:29	8	
	10:32:58 ~ 10:33:04	6	
	10:36:50 ~ 10:36:57	7	
11:00:44 ~ 11:00:49	5		
2 号 溶 融 炉	0:37:40 ~ 0:37:45	5	
	3:58:51 ~ 3:59:04	13	
	4:42:03 ~ 4:42:10	7	4時台：正圧回数2回/h
	4:58:54 ~ 4:59:00	6	
	5:38:00 ~ 5:38:07	7	
	6:18:24 ~ 6:18:38	14	6時台：正圧回数3回/h
	6:56:49 ~ 6:56:53	4	
	6:58:03 ~ 6:58:19	16	
	8:09:06 ~ 8:09:19	13	8時台：正圧回数2回/h
	8:59:37 ~ 8:59:55	18	
	10:02:24 ~ 10:02:31	7	10時台：正圧回数2回/h
	10:50:45 ~ 10:50:51	6	
11:41:29 ~ 11:41:51	22	事故発生	

注) 事故発生までのデータを記載

1-3. まとめ

- ①事故発生前の主燃焼室圧力、各部温度、重油量、排ガス性状など主要なプロセスデータに大きな変動は見られない。
- ②1, 2号溶融炉を比較すると2号炉内筒下部温度が1月24日1時より一時的に30℃程度上昇しているが、有意な変化であるかは現在のところ判定がつかない。
- ③可燃物割合が高いほど主燃焼室正圧回数および正圧時間が増加する傾向が見られ、事故発生時の可燃物投入割合は高く、主燃焼室正圧回数および正圧時間ともに比較的大きな値であった。

2. 小爆発事故発生の経緯

- 11:40 ・運転員が炉室2Fにて3度の異音を聴取。
- 11:45 ・2号溶融炉天井部の上部ケーシング、溶融炉投入コンベヤのカバーや点検蓋の変形を現場確認。
 - ・現場にて溶融炉投入コンベヤを停止。
 - ・関係部門への連絡を開始。
- 11:53 ・2号溶融炉の緊急停止開始。

13:08 ・1号溶融炉の通常立ち下げを開始。

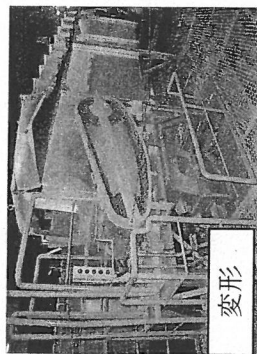
14:27 ・ロータリーキルン炉の通常立ち下げを開始。

3. プラントの損傷状況

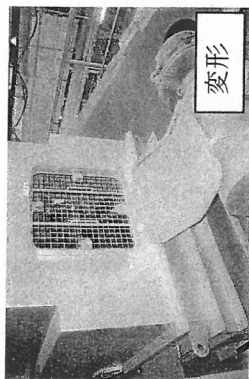
2号溶融炉上部ケーシングが最大で約34°変形し、それに伴い周辺の歩廊も変形した。また、2号溶融炉に付属する第3溶融炉投入コンベヤおよび第1溶融炉投入コンベヤのカバーや点検蓋が変形した。

損傷状況の概要を図1-5に示す。

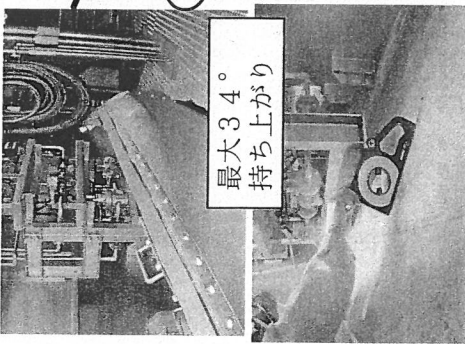
①NO.1第3溶融炉投入コンベア 上部カバー



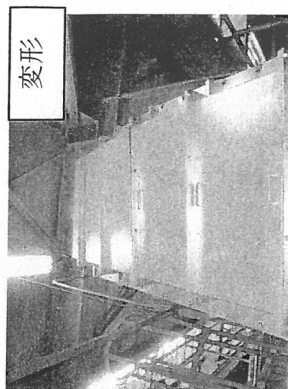
②第1溶融炉投入コンベア 点検蓋



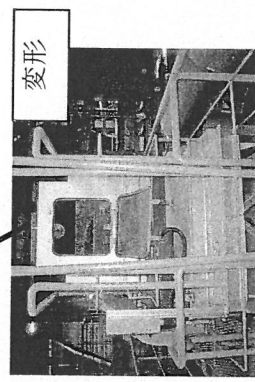
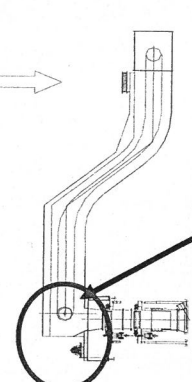
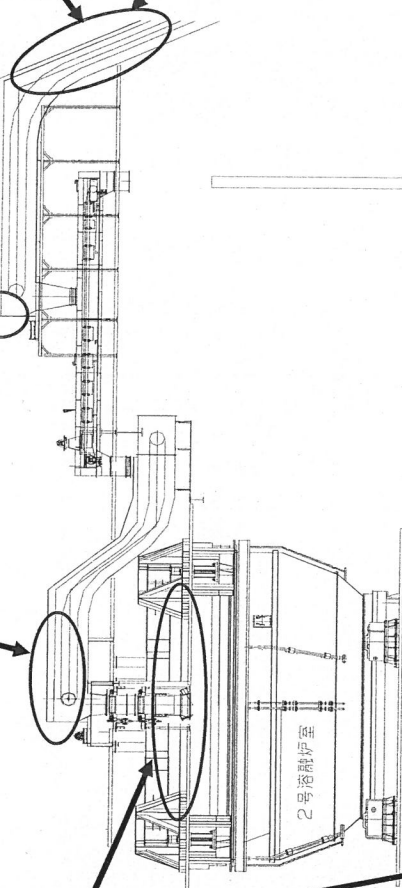
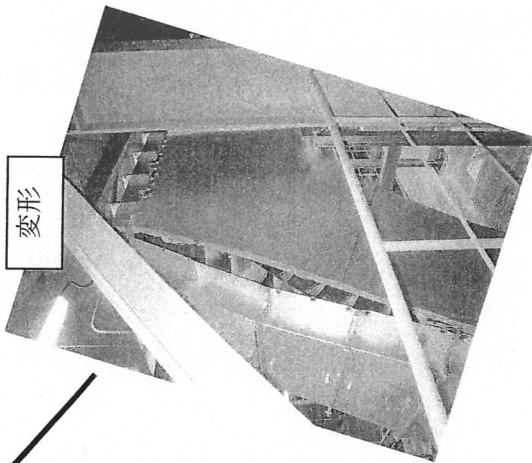
⑥溶融炉天井部 上部ケーシング



③第1溶融炉投入コンベア



変形



④NO.2第3溶融炉投入コンベア

⑤歩廊

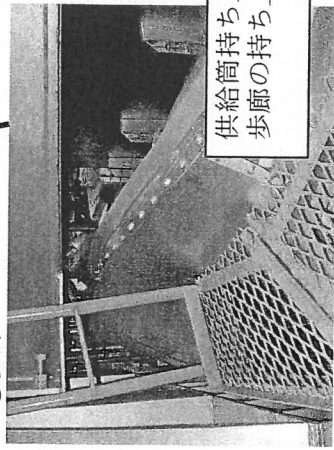


図 1-5 プラントの損傷状況

4. プラントの点検結果

2号溶融炉内及び損傷した第1溶融炉投入コンベヤと第3溶融炉投入コンベヤを対象に、点検を実施した。

溶融炉内について、耐火物の脱落及び大きなクラックの発生や耐火物の継ぎ目である目地にも異常は見られず良好な状態であった。溶融炉投入コンベヤについて、コンベヤチェーン及びローラガイドレールに損傷は見られず、また、(事故発生時残留物の)搬送時における異常音・振動も認められず良好な状態であった。

このように小爆発による炉内耐火物への影響及びコンベヤ内部への影響はなかったものと考えられる。

5. ガス調査結果

可燃性ガスの発生の有無を確認するために、事故翌日である平成16年1月25日に1号溶融炉を対象に、供給筒及び投入系でガス調査(水素、可燃性ガス(メタン)、一酸化炭素)を実施した。その結果を表1-2に示したが、いずれも検出限界未満であった。

表 1-2 ガス調査結果

1号溶融炉におけるガス検知管とガス検知器による調査(調査日:平成16年1月25日)

調査地点	水素 (%)	可燃性ガス(メタン) (%)	一酸化炭素 (ppm)
① 不燃物ピット	0.5未満	0	0
② 可燃物ピット	0.5未満	0	0
③ 第1溶融炉投入コンベヤ点検口1	0.5未満	0	1
④ 第1溶融炉投入コンベヤ点検口2	0.5未満	0	1
⑤ No.1第3溶融炉投入コンベヤ投入口	0.5未満	0	1
⑥ No.1投入二重ダンパ下点検口	0.5未満	0	2
⑦ No.2投入二重ダンパ下点検口	0.5未満	0	3
⑧ 供給筒天板点検口(中央制御室側)	0.5未満	0	2
⑨ 供給筒天板点検口(反中央制御室側)	0.5未満	0	3
(参考) 2号溶融炉の供給筒天板点検口(中央制御室側)	0.5未満	0	0
作業環境測定に基づく基準値	4未満	5未満	50未満

1号溶融炉におけるキャニスターとテドラバッグによるガス調査(ガス採取日:平成16年1月25日)

調査地点	水素 (%)	メタンガス (%)	一酸化炭素 (ppm)	可燃性ガス (メタン換算%)
④ 第1溶融炉投入コンベヤ点検口2	0.3未満	0.3未満	3未満	0.15未満
⑤ No.1第3溶融炉投入コンベヤ投入口	0.3未満	0.3未満	3未満	0.15未満
⑧ 供給筒天板点検口(中央制御室側)	0.3未満	0.3未満	3未満	0.15未満

(測定方法)

水素,メタンガス TCD(熱伝導度検出器)付ガスクロマトグラフ
 一酸化炭素 CGT7000赤外線吸収式一酸化炭素濃度測定器
 可燃性ガス XP-302マルチ型ガス検知器

6. 類似プラント調査

本プラントと同様に処理対象物中に可燃物を含有するプラントについて、比較・検討した結果を表1-3に示した。

調査したプラントのうち、西村山プラントは処理物のカロリーが本プラントと同程度に高いものの、炉内圧設定値が低く常に炉内に負圧に保たれ、可燃性ガスの供給筒上部への拡散は少ないと考えられる。諫早プラントは炉内が正圧になることがあるものの、処理物のカロリーが低いため可燃性ガスの発生量が少ないと考えられる。そのため、両プラントとも供給筒内への熱分解ガス拡散は非常に低いレベルと予想される。

表 1-3 直島と西村山、諫早との比較

		直島		西村山			諫早			
プラント概要	フロー	溶融炉 ↓ 後燃焼室 ↓ ボイラ ↓ ガス冷却塔 ↓ BF ↓ 脱硝塔 ↓ 煙突		溶融炉 ↓ 後燃焼室 ↓ 空気予熱器 ↓ ガス冷却塔 ↓ BF ↓ 煙突			溶融炉 ↓ 後燃焼室 ↓ 空気予熱器 ↓ ガス冷却塔 ↓ EP ↓ BF ↓ 煙突			
	処理能力	100t/day × 2		14t/day × 1			24t/day × 1			
処理対象物	種類	不法投棄廃棄物 (汚染土壌含む) 直島一般ごみ		主灰(乾灰) 飛灰 プラスチック系ごみ ガラスカレット			主灰(乾灰) 飛灰 埋立物 し尿乾燥汚泥			
	主要物の組成(概略値)	可燃物	不燃物		主灰	飛灰	プラ	主灰	飛灰	埋立物
	水分(%)	20	18		0	0	2	1	1	23
	灰分(%)	43	64		95	87	6	91	88	64
	可燃分(%)	37	18		5	13	92	8	11	13
	高位発熱量(kJ/kg-dry)	13000	5000				35000			
	低位発熱量(kJ/kg-wet)	10000	4000							1100
	pH	11	9							8
Al及びその化合物(%)	3	4		15	6		10	8	6	
Zn及びその化合物(%)	0.5	0.5		0.3	0.2		0.5	0.2	0.4	
運転状況	実績処理量 直島:平成14年10月 西村山:平成14年度 諫早:平成14年度	豊島廃棄物	3826t/月	主灰	414.10t/year (42.8%)	主灰	1,845t/year (34.2%)			
	直島ごみ	113t/月	飛灰	231.04t/year (26.7%)	飛灰	1,119t/year (20.8%)				
運転方法	炉内圧設定	-50Pa		-100Pa			-50Pa			
	炉内圧変動	可燃物割合により異なり 可燃物が多いほど 正圧になる頻度が高い		ほとんど変動無し 正圧にはならない			-20~-80Paで変動 つらら落下により 正圧になることあり			
	炉内温度	1300~1370℃		1300~1350℃			1260~1300℃			
	供給筒点接口の開閉	2回/day		ほとんど開けない			ほとんど開けない			
	二重ダンパの開閉	処理物の供給に連動		処理物の供給に連動			処理物の供給に連動			
	コンベヤのシール性	ダストが場内に 飛散しない程度 強制換気無し		乾灰がもれない程度 強制換気無し			乾灰がもれない程度 強制換気無し			
	石灰添加	有		無			無			
	爆発現象	有		無			無			
	供給筒内温度測定	有		有			無			
					ガラ	92.94t/year (16.6%)	埋立物	2,118t/year (39.3%)		
				ガラス	132.53t/year (13.9%)	乾燥汚泥	305t/year (5.7%)			
				合計	870.60t/year (100.0%)	合計	5,389t/year (100.0%)			

7. 周辺環境への影響

排出口（触媒塔出口）における排ガス測定データは表 1-4 のとおりである。表には通常運転時要監視レベルでの排出量に対する実排出量の割合を併記した。

2 号溶融炉は事故直後緊急立下げを行っているが、事故以降の通常運転時要監視レベルでの排出量に対する実排出量の割合は、窒素酸化物、塩化水素、一酸化炭素とも最大で 10%を下回っており、ばいじん、二酸化硫黄については 0%であった。

1 号溶融炉は 2 号溶融炉の事故後に通常立下げを行っているが、立下げ以降の通常運転時要監視レベルでの排出量に対する実排出量の割合は、窒素酸化物で最大 35%、塩化水素で最大 10%と通常運転時よりも低く、一酸化炭素が最大で 39%、ばいじん、二酸化硫黄はいずれも 0%であった。

また、直島町役場において常時監視している環境測定データは表 1-5 のとおりであり、通常と特段の差異はなかった。

これらのことから周辺環境に特段の影響はなかったものと考えられる。

表 1-4 事故前後の排ガス測定データ

日	時	1号炉												2号炉												気象データ							
		主燃焼室 温度	排ガス量	O ₂ 濃 度	ばいじん		NOx		SO ₂		HCl		CO		主燃焼室 温度	排ガス量	O ₂ 濃 度	ばいじん		NOx		SO ₂		HCl		CO		外気 温度	外気 湿度	風向	風速		
					O ₂ 12% 換算 濃度	通常運 転時 要監視 レベル での 排出 量に 対す る 実排 出量 の割 合	O ₂ 12% 換算 濃度	通常運 転時 要監視 レベル での 排出 量に 対す る 実排 出量 の割 合	O ₂ 12% 換算 濃度	通常運 転時 要監視 レベル での 排出 量に 対す る 実排 出量 の割 合	O ₂ 12% 換算 濃度	通常運 転時 要監視 レベル での 排出 量に 対す る 実排 出量 の割 合	O ₂ 12% 換算 濃度	通常運 転時 要監視 レベル での 排出 量に 対す る 実排 出量 の割 合				O ₂ 12% 換算 濃度	通常運 転時 要監視 レベル での 排出 量に 対す る 実排 出量 の割 合	O ₂ 12% 換算 濃度	通常運 転時 要監視 レベル での 排出 量に 対す る 実排 出量 の割 合	O ₂ 12% 換算 濃度	通常運 転時 要監視 レベル での 排出 量に 対す る 実排 出量 の割 合	O ₂ 12% 換算 濃度	通常運 転時 要監視 レベル での 排出 量に 対す る 実排 出量 の割 合	O ₂ 12% 換算 濃度	通常運 転時 要監視 レベル での 排出 量に 対す る 実排 出量 の割 合					O ₂ 12% 換算 濃度	通常運 転時 要監視 レベル での 排出 量に 対す る 実排 出量 の割 合
					mg/Nm ³	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%				ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%					ppm	%
°C	Nm ³ /h	%	mg/Nm ³	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%	°C	Nm ³ /h	%	mg/Nm ³	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%	°C	%	°	m/s		
1月24日	0	1364	21320	6.5	0	0	43	43	0	0	5	13	0	0	1381	24270	6.2	0	0	40	40	0	0	8	20	0	0	3.5	50.4	260	2.6		
	1	1365	21399	6.4	0	0	42	42	0	0	5	13	0	0	1383	24494	6.6	0	0	42	42	0	0	9	23	0	0	2.8	54.5	290	1.8		
	2	1363	21406	6.5	0	0	42	42	0	0	5	13	0	0	1383	24225	6.7	0	0	45	45	0	0	10	25	0	0	1.7	57.0	273	1.1		
	3	1362	21461	6.6	0	0	43	43	0	0	5	13	0	0	1383	24147	7.0	0	0	45	45	0	0	11	28	0	0	1.6	56.0	253	1.4		
	4	1362	21452	6.6	0	0	43	43	0	0	5	13	0	0	1383	24000	7.0	0	0	45	45	0	0	12	30	0	0	2.2	56.2	242	2.2		
	5	1361	21342	6.8	0	0	45	45	0	0	5	13	0	0	1383	24070	7.3	0	0	45	45	0	0	12	30	0	0	2.4	58.6	241	2.9		
	6	1360	21237	7.0	0	0	46	46	0	0	4	10	0	0	1382	23936	7.3	0	0	45	45	0	0	13	33	0	0	2.1	60.6	266	2.5		
	7	1361	21251	7.1	0	0	46	46	0	0	5	13	0	0	1380	23990	7.3	0	0	45	45	0	0	14	35	0	0	1.8	62.0	247	2.2		
	8	1360	21239	7.1	0	0	45	45	0	0	5	13	0	0	1377	23242	7.5	0	0	46	46	0	0	10	25	0	0	1.8	63.6	278	2.0		
	9	1361	21195	7.4	0	0	47	47	0	0	5	13	0	0	1373	22753	7.8	0	0	46	46	0	0	10	25	0	0	3.1	56.2	247	2.3		
	10	1358	20597	7.4	0	0	46	46	0	0	5	13	0	0	1371	21997	7.5	0	0	45	45	0	0	11	28	0	0	4.1	53.4	240	4.4		
	11	1356	20471	7.5	0	0	45	45	0	0	5	13	0	0	1345	20112	8.1	0	0	42	42	0	0	13	33	1	3	4.9	48.0	236	5.2		
	12	1355	20202	7.4	0	0	45	45	0	0	5	13	0	0	1066	11001	16.5	0	0	56	9	0	0	20	8	5	3	5.9	45.5	228	6.1		
	13	1342	18475	7.6	0	0	44	35	0	0	5	10	0	0	848	10197	18.7	0	0	97	7	0	0	40	8	9	2	6.8	38.7	232	6.3		
	14	1296	15219	9.5	0	0	42	24	0	0	4	6	0	0	763	9621	19.2	0	0	75	4	0	0	48	7	13	2	6.8	32.1	181	3.4		
	15	1170	15004	12.6	0	0	55	23	0	0	5	5	0	0	678	9997	19.5	1	0	69	3	0	0	62	8	17	3	6.2	33.5	209	1.6		
	16	1072	11498	14.4	0	0	87	21	0	0	6	4	5	4	596	10503	19.7	1	0	52	2	0	0	78	9	24	4	5.5	41.3	179	1.5		
	17	1015	10678	14.3	0	0	73	17	0	0	7	4	29	22	540	9800	19.7	1	0	42	2	0	0	91	9	61	8	4.4	45.8	196	1.6		
	18	848	6951	14.6	0	0	133	19	0	0	8	3	80	39	513	6724																	
	19	753	4930	14.7	0	0	157	16	0	0	7	2	91	31	481	6005																	
	20	690	2351	14.7	0	0	114	5	0	0	4	0	86	14	447	6063																	
	21	638	2646	14.3	0	0	71	4	0	0	2	0	62	12	403	6161																	
	22	591	2097	13.7	0	0	67	3	0	0	2	0	11	2	371	6277																	
23	548	1551	13.5	0	0	69	3	0	0	4	0	0	0	344	6309																		
1月25日	0	506	1254	14.0	0	0	72	2	0	0	8	1	0	0	320	6227																	
	1	471	617	13.6	0	0	64	1	0	0	11	0	0	0	299	6275																	
	2	430	2434	14.3	0	0	60	3	0	0	12	2	0	0	281	6244																	
	3	397	2847	14.1	0	0	67	4	0	0	13	2	0	0	262	6125																	
	4	374	2943	14.4	0	0	64	4	0	0	12	2	0	0	246	6131																	
	5	356	2797	13.6	0	0	68	5	0	0	9	2	0	0	232	6169																	
	6	321	3319												217	6246																	
7	298	3394												206	6349																		

注) 1. 表中の色塗り箇所は立下げ開始以降の排ガスデータを示している

表 1-5 事故前後の直島町役場における環境測定データ

時間	直島町役場								備考
	SO ₂ ppb	NO ppb	NO ₂ ppb	NO _x ppb	O _x ppb	SPM μg/m ³	風向	風速 m/s	
1	6	2	7	9	※	12	NNW	0.9	
2	12	2	10	12	24	5	ENE	1.5	
3	18	5	28	33	8	12	NNE	1.8	
4	13	3	18	21	13	22	WNW	0.9	
5	14	4	25	29	10	20	WNW	1.1	
6	21	7	32	39	6	28	NW	1.5	
7	12	5	25	30	11	24	NNW	1.6	
8	10	9	24	33	10	28	NW	0.2	
9	15	24	30	54	9	45	NW	1.8	
10	16	20	29	49	13	30	NNW	3.7	
11	15	10	19	29	22	29	NNW	4.6	11:53 2号炉緊急立下げ開始
12	9	5	11	16	29	35	NNW	4.1	
13	8	5	10	15	31	31	NNW	3.8	13:08 1号炉通常立下げ開始
14	7	2	5	7	35	13	NW	3.8	
15	9	2	5	7	37	25	NE	2.6	
16	12	2	7	9	34	44	N	3.2	
17	22	4	13	17	27	33	NE	3.0	
18	24	3	9	12	31	21	N	2.4	
19	22	2	8	10	31	32	NNE	3.2	
20	11	1	7	8	34	29	NNE	2.5	
21	11	1	9	10	28	29	NNE	3.7	
22	15	2	11	13	28	36	NNE	3.2	
23	16	2	10	12	28	33	N	2.9	
24	11	2	8	10	29	15	N	3.6	
環境基準	1時間値の1日平均値が0.04ppm以下であり、かつ、1時間値が0.1ppm以下であること。	—	1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内又はそれ以下であること。	—	1時間値が0.06ppm以下であること。	1時間値の1日平均値が0.10mg/m ³ 以下であり、かつ、1時間値が0.20mg/m ³ 以下であること。	—	—	

注) ※は欠測である。

第2章 事故原因の推定

1. 原因究明のための調査・実験結果

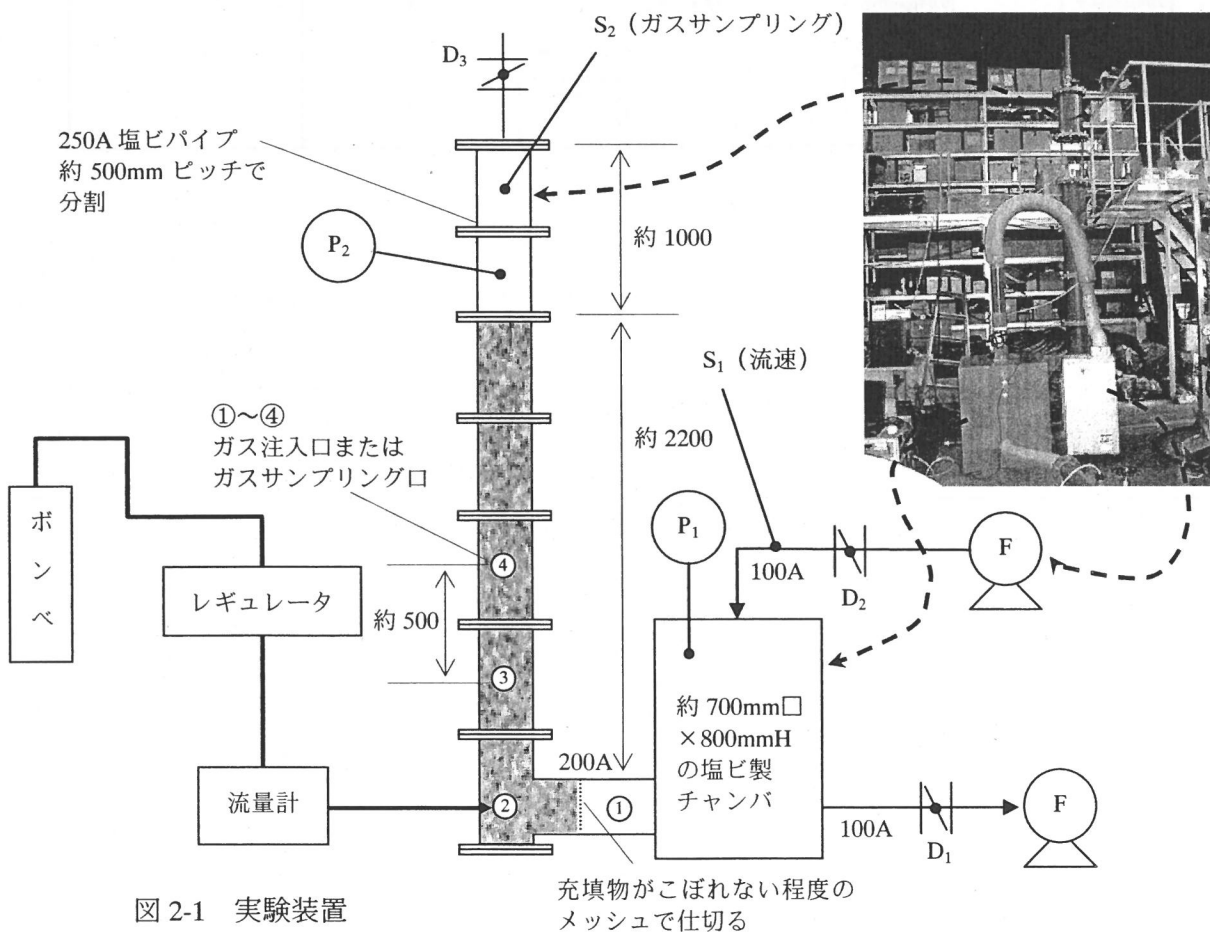
今回の小爆発事故の原因物質として可能性があるのは、ガスと粉じんである。粉じんについては、豊島廃棄物等が水分を20%程度以上含んでおり、粉じんの発生しにくい状態であること等から可能性はほとんどないと考えられる。そこで、可燃性ガスに的を絞って調査・実験を行った。

1-1. 供給筒内可燃性ガス挙動調査実験

投入物中に可燃物が含まれる場合、供給筒内廃棄物層下部で熱分解ガスが発生していることが予想される。しかし廃棄物層下部で発生した熱分解ガスが供給筒上部で滞留するかどうかについては明らかにはなっていない。そこで、廃棄物層下部で発生した可燃性ガスが供給筒上部空間に滞留する可能性があるかどうかを調査するために、供給筒を模擬した模型を用いてラボ実験を実施した。

1-1-1. 実験装置

溶融炉供給筒および主燃焼室を模擬した実験装置を図2-1に、実験装置モデル化のイメージを図2-2に示す。供給筒は廃棄物の移動層を考慮して250Aのパイプを用い、高さは実機と同じ規模とした。また、筒上部にはダンパを設けて供給筒内の密閉程度を変化できるようにした。主燃焼室は塩ビ製の角型チャンバとし、押し込みファン、誘引ファン、ダンパを設置してチャンバ内圧力を調整できるようにした。



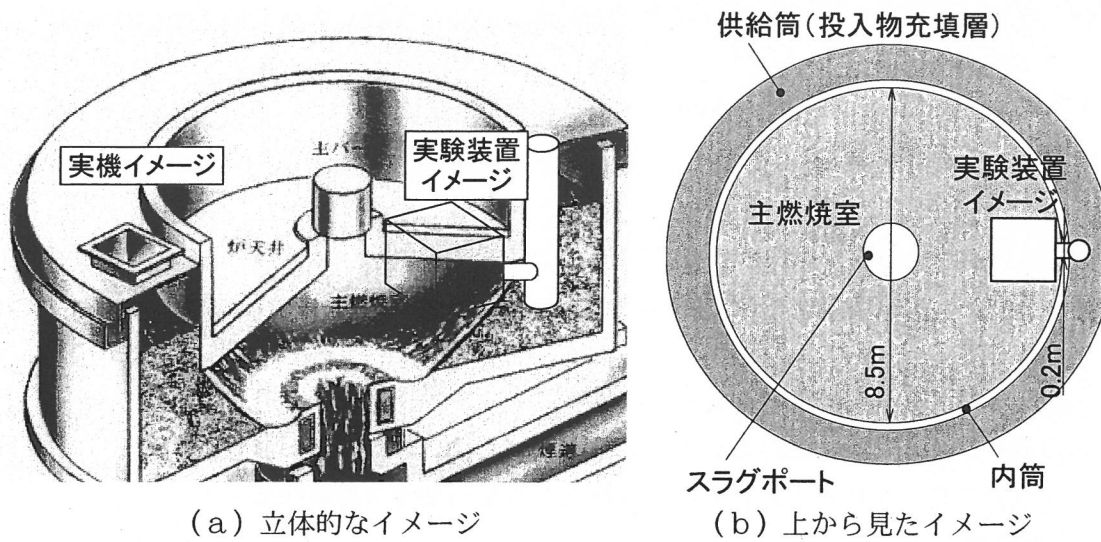


図 2-2 実験装置のモデル化 (イメージ図)

1-1-2. 実験条件

実験条件を表 2-1 に示す。

表 2-1 実験条件

RUN No.	P_1	D_3	ガス注入口	注入ガス	押込み空気量	充填物 可燃物/不燃物
	Pa					
1	20	全開	②	H ₂ :300 + CO:450	200	1
2	0					
3-1	-50	全閉	③			
3-2						
3-3						
4	20	微開	②			
5						
6						
7	-50	全開	①			

注) 微開は P_1 が $-50Pa$ のとき P_2 が $-10Pa$ となる開度で調整した

供給筒内充填物は小爆発事故発生時の処理物である可燃物と不燃物を約 1 : 1 で混合したものをを用いた。可燃物、不燃物ともに豊島掘削現場で添加した生石灰及び炭酸カルシウムが含まれている。

筒上部バルブは全開、微開、全閉の 3 条件とし、微開はチャンバ内圧力が $-50Pa$ のときに筒上部圧力が $-10Pa$ となるよう調整した (ヘリウムガスによる滞留性調査実験時の 2 重ガンパ開条件と同じ)。開口率 (次式) は全開時で 4 %、微開時 (50 A ゲートバルブ全閉時よりハンドルを 120° 開) では開空間が極めて小さかったため算出できなかった。

$$\text{開口率 (\%)} = \text{開口面積} / \text{筒断面積} \times 100$$

注入ガス量は以下の仮定に基づいて算出した。

- $1000^\circ C$ 無酸素条件下で発生する熱分解ガスが供給筒廃棄物層下部より発生する。

(ガス挙動の傾向を見極めるため実際よりも多いと考えられる発生ガス量とした。)

- ・ 1000℃無酸素条件下での熱分解ガス発生速度は昨年実施した熱分解実験時の結果^{※1}を用いる。

※1：1000℃無酸素条件下で発生した熱分解ガスの主成分はH₂、CO、CO₂で、平均発生速度はそれぞれH₂：1600、CO：2300、CO₂：750mmol/kg/hであった。

- ・ 供給筒から炉内への投入物供給は内筒下部全周から均一に行われ、炉内への供給量は100t/日とする。実験装置においては、図2-2(b)の供給部の縮尺(次式)から実機の1/133とする。

$$\text{縮尺} = 0.2\text{m} / (8.5\text{m} \times \pi) \doteq 1 / 133$$

これらの仮定から本実験における注入ガス量を次式で決定した。

$$\text{注入ガス量} = 100\text{t/日} \times \text{単位重量あたり熱分解ガス発生速度} \times 1 / 133$$

1-1-3. 実験手順

以下の手順でチャンバ内圧力、供給筒上部密閉程度、可燃性ガス注入位置を変化させた実験を実施し、注入したガスの挙動を調査した。

- ① 所定の実験条件となるように各ダンパ(D₁~D₃)を調整する。
- ② 所定の位置より可燃性ガスを注入する。
- ③ 都市ガスや水素などの可燃性ガスが検知できるガス検知器(新コスモス電機(株)製XP-702S、添付資料参照)を用いて可燃性ガスの存在を断続的にモニタリングしながら、適宜ガスを真空ビンで捕集してガスクロマトグラフで分析する。
- ④ 各RUN終了後、供給筒上部ダンパ全開、押込みダンパ全閉とし、供給筒内を十分置換する。置換終了の判断はガス検知器を用いて行った。

ただし、RUN3-1、3-2、3-3は置換せずに続けて実験を行った。

1-1-4. 実験結果と考察

実験結果を表2-2に示す。

1-1-4-1. チャンバ内圧力の影響

供給筒上部を開放した状態では、チャンバ内圧力が0Pa以上となるとH₂が供給筒上部で検出され(RUN1、2)、-50Pa以下とすると筒上部では検出されなかった(RUN3-1、6)。チャンバ内圧力は高いほど筒上部へ移動しやすくなるが、検出されるレベルになるまでには30分以上の時間を要した(RUN1)。

COについては、H₂よりも検出される時間は遅いが時間の経過とともにH₂よりも高濃度になる傾向が見られ、H₂が検出されない条件ではいずれも定量下限を下回った。ただし、分析装置上の都合で定量下限が500ppmであったため傾向が現れにくい結果であった。

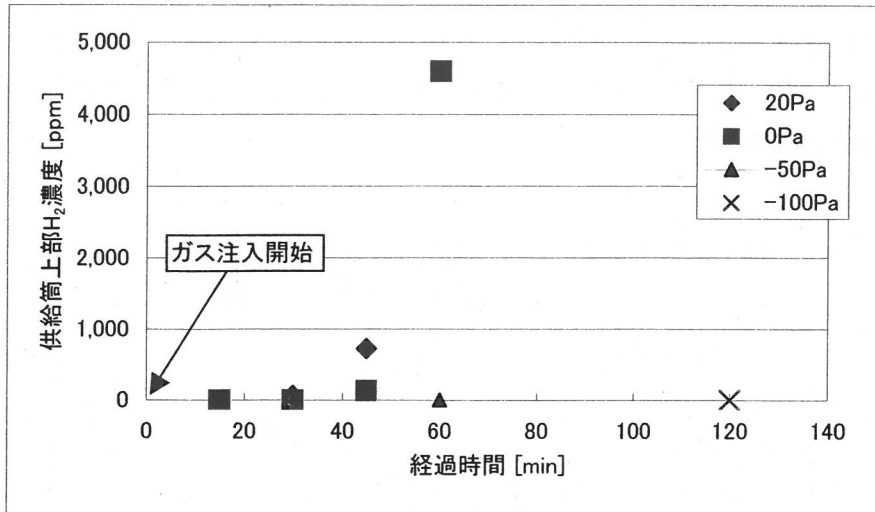


図 2-3 チャンバ内圧力と供給筒上部H₂濃度
(ただし、検出下限以下は0としてプロット)

表 2-2 実験結果

実験条件				実験結果					備考	
RUN No.	P ₁ Pa	D ₃ —	ガス注入口 —	P ₂ Pa	サンプリング位置 —	サンプリング時間 min	H ₂ 濃度 ppm	CO濃度 ppm		
1	20	全開	②	1~2	S ₂	15	<50	<500	35分でガス検知反応	
						30	59	<500		
						45	720	850		
2	0	全開	②	0	S ₂	③	45	89,000	260,000	45分でガス検知反応
						15	<50	<500		
						30	<50	<500		
						45	130	<500		
3-1	-50	全開	②	0	③	30	<50	<500		
						60	<50	<500		
3-2	-50	全閉	②	-50	③	68	280	<500	60分でガス検知反応	
						S ₂	68	<50		<500
3-3	-50	微開	②	-10	③	38	<50	<500	30分でガス検知反応消える	
						S ₂	38	<50		<500
4	-50	微開	③	-10	④	30	<50	<500		
						60	<50	<500		
						S ₂	60	<50		<500
5	20	微開	②	2~3	③	5	790	<500	45分でガス検知反応	
						10	15,000	41,000		
						60	99,000	280,000		
						S ₂	47	86		<500
6	-100	微開	②	-29 ~ -30	③	30	<50	<500		
						60	<50	<500		
						120	<50	<500		
						S ₂	120	<50		<500
7	-50	全開	①	0	②	30	<50	<500		
						60	<50	<500		
						90	<50	<500		
						120	<50	<500		
					S ₂	120	<50	<500		

注) サンプリング時間は各RUN開始からの経過時間を示す

1-1-4-2. チャンバ内負圧時の筒上部密閉性の影響

チャンバ内圧力を -50 Pa に保ちながら筒上部を密閉にすると H_2 ガスは徐々に上昇をはじめ、約60分後には 500 mm 上で検知できるレベルとなった(RUN3-2)。しかし、筒上部を開放することにより約30分後には検知できないレベルとなった(RUN3-3)。COについては検出されなかった。

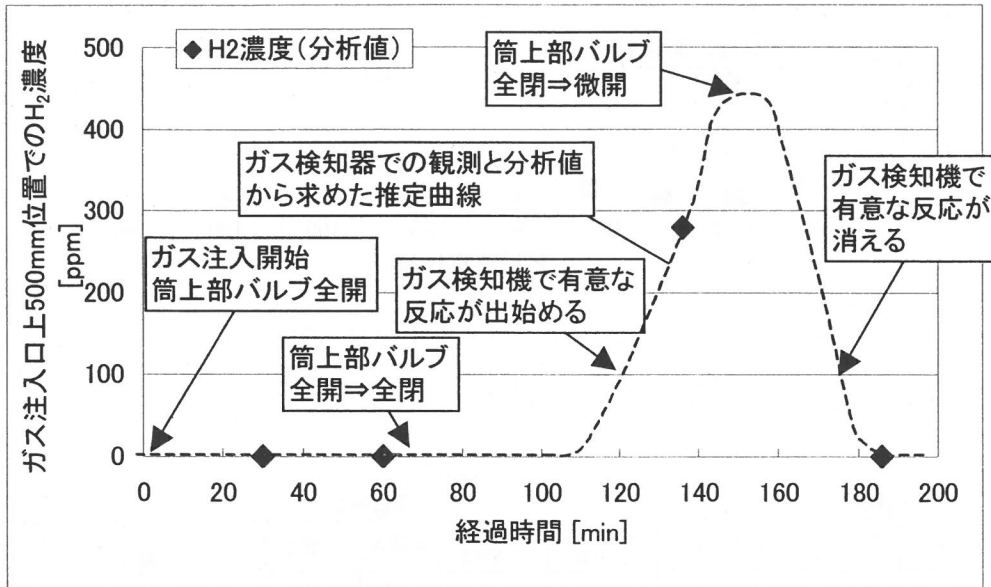


図 2-4 チャンバ内 -50 Pa 時の供給筒上部密閉性と H_2 濃度
(ただし、検出下限以下は0としてプロット)

1-1-4-3. ガス注入位置との関係

チャンバ内圧力を -50 Pa と負圧に保ち、供給筒上部を開放している条件においては、炉内への供給部付近(②)および炉内側(①)で注入したガスは筒上部では検出されなかった(RUN3-1、7)。

また、上記条件では炉内への供給部から約 500 mm 上の位置(③)でガスを注入しても筒上部への移動は検出されなかった(RUN4)。

1-1-4-4. チャンバ内正圧時の供給筒上部密閉性の影響

チャンバ内圧力が 20 Pa の正圧条件では、供給筒上部密閉性が低いほど筒上部空間で H_2 ガスが検出されるまでの時間が早く、上部に移動しやすい傾向であった。COについても同様の傾向が得られた。

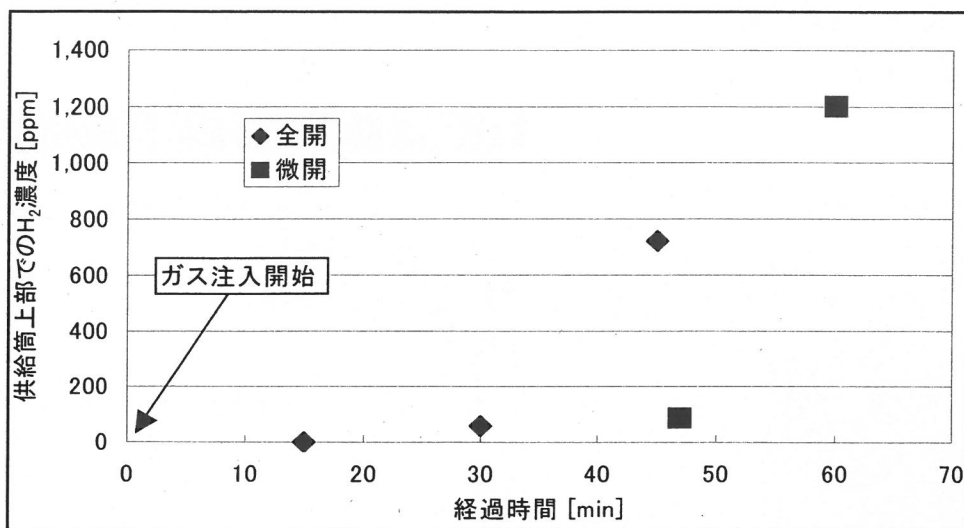


図 2-5 チャンバ内 20 Pa 時の供給筒上部密閉性と供給筒上部 H₂ 濃度
(ただし、検出下限以下は 0 としてプロット)

1-1-5. まとめ

炉内への供給部付近で発生する熱分解ガスの供給筒での挙動を調査することを目的として、供給筒を模擬したモデルによるラボ実験を実施し、以下の結果が得られた。

- ①チャンバ（炉）内圧が高いほど早い時間で H₂ ガスが供給筒上部で検出される。
- ②チャンバ（炉）内圧が負圧であっても供給筒上部が密閉されていれば H₂ ガスが筒上部で検出される。
- ③供給筒内に滞留した H₂ ガスは、筒上部を開放してチャンバ（炉）内圧を -50 Pa とすることで検出できないレベルとなる。
- ④注入ガス（熱分解ガス発生）位置が供給部付近上 500 mm 位置であっても、供給筒上部開放でチャンバ（炉）内圧 -50 Pa であれば H₂ ガスの上昇は検知できなかった。
- ⑤チャンバ（炉）内圧が正圧であれば、供給筒上部の密閉性が低いほど筒上部で H₂ ガスが検知される時間が早い。
- ⑥CO については、H₂ よりも検出される時間は遅いが時間の経過とともに H₂ よりも高濃度になる傾向が見られ、H₂ が検出されない条件ではいずれも定量下限を下回った。ただし、分析装置上の都合で定量下限が 500 ppm であったため傾向が現れにくい結果であった。

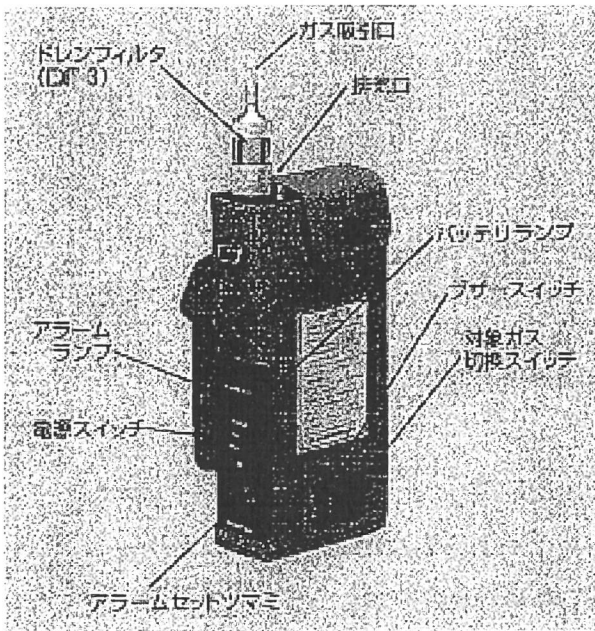
1-1-6. 結果をふまえた実機現象の推定

モデルを用いた冷間かつ有限時間内での実験結果であることから、実機溶融運転時における挙動の推定にはそれを考慮する必要がある。それを踏まえて、以下に推定する。

- ①供給筒から投入コンベヤにかけて、それらの密閉性がいいと、炉内圧が -50 Pa の負圧でも供給筒下部で発生したガスはそれらの空間に移動してくる。
- ②一方、それらの密閉性がよくないと、炉内圧が -50 Pa の負圧のときは上部に移動してこない。ただし、0 Pa まで炉内圧が上昇すると、密閉性がわるくても上部に移動してくる。

本実験に用いたガス検知器

(1) 外観、仕様



仕様

型式	XP-702S-A (対象ガス切替式) XP-702S-B (対象ガス切替なし)
検知原理	熱線型半導体式
検知対象ガス	LPG、都市ガス、LNG、アンモニア等
検知可能濃度	$3.3 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{S}$
検知可能濃度	10ppm
応答時間	3秒以内
検知表示	ブザー音の断続およびランプの点滅
電源	単3形マンガン乾電池4本
連続使用時間	約3時間 (マンガン乾電池、無警報時)
防爆構造	Id2G3 (センサ部は耐圧防爆構造)
使用温度範囲	-20℃~50℃
外形寸法	W68×H155×D32 (mm)
重量	約400g
付属品	XP-702S-A: レザーケース、点検ガス、アタッチメント(AT-2)、ドレンフィルタ、フィルタエレメント、単3形マンガン乾電池 XP-702S-B: レザーケース、点検ガス、ガス検知器セット(AT-2, AT-5, AT-6) なし、新着ドレンフィルタ、フィルタエレメント、単3形マンガン乾電池
特別付属品 (別売)	路面用アタッチメント(AT-7A)、伸縮式ガス導入管(RP-4) Ni-Cd蓄電池(KR-AA)専用充電器、イヤホン

※1 対象ガスについては、ご相談ください。
 ※2 アルカリ乾電池、充電式Ni-Cd蓄電池も使用可能
 ※3 環境条件、使用条件、保存期間、電池メーカーなどにより異なる場合があります。

(2) 検知原理

検知原理<熱線型半導体式 (固体熱伝導式)>

金属酸化物半導体表面でのガス吸着による熱伝導度変化および電気伝導度変化を白金線コイルの両端よりみた抵抗値変化として測定するガスセンサです。

白金線コイル上に金属酸化物半導体 (SnO₂) を塗布し焼結したものです。白金線コイルは一定の高温 (300~450℃) に保つヒーターとしての役割と信号検出電極としての機能も兼ねています。(PAT)

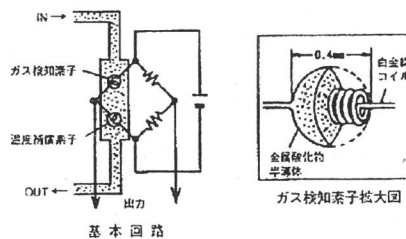
1. 熱伝導の効果 (固体熱伝導式)

白金線コイルに流れる電流によって約 300~450℃に保たれた金属酸化物半導体 (SnO₂) が可燃性ガスのような電子供与性ガスを吸着すると、その電子濃度が増し、半導体の熱伝導度がよくなります。その結果、放熱がよくなり、半導体の温度が下がり、白金線の抵抗が低下します。

この場合、白金線コイルは接触燃焼式センサの場合と同様に温度計として機能しています。

2. 電気伝導の効果 (熱線型半導体式)

検知部の構造を電氣的にみると、コイルの抵抗 (Rh) と、半導体の抵抗 (Rs) が並列回路を構成しているとみなされます。半導体へのガス吸着によって半導体の抵抗値 (Rs) が減少し、合成抵抗 (R) が減少します。熱伝導、電気伝導によるRの変化をブリッジ回路の偏差電圧としてとり出します。



1-2. ヘリウムガスによる滞留性調査実験

水素等軽い可燃性ガスが、投入コンベヤ頂部の閉空間に滞留する可能性があるかどうかを調査するために、実機を用いてヘリウムガスの挙動実験を行った。

1-2-1. 実験の概要

損傷していない1号炉において、供給筒下部の炉内切り出し部付近からヘリウムガス（可燃性軽ガスの代替ガス）を注入してコンベヤ頂部空間の空気を採取し、ヘリウム濃度を測定した。異なる炉内圧条件で行い、炉内圧によるヘリウム濃度の変化を調べた。また、第1投入コンベヤ下部からヘリウムガスを注入して第1投入コンベヤ頂部空間のヘリウム濃度を測定し、このコンベヤでのヘリウムガスの挙動を調べた。

1-2-2. 実験方法

1-2-2-1. ヘリウムガスの注入

(1) 炉内切り出し部付近

ヘリウムボンベに減圧弁、流量計及び注入ノズルを取り付け、投入口付近から廃棄物層へ差し込み、切り出し部付近の深さから注入した。概要図を図2-6に、注入点を図2-7に示す。

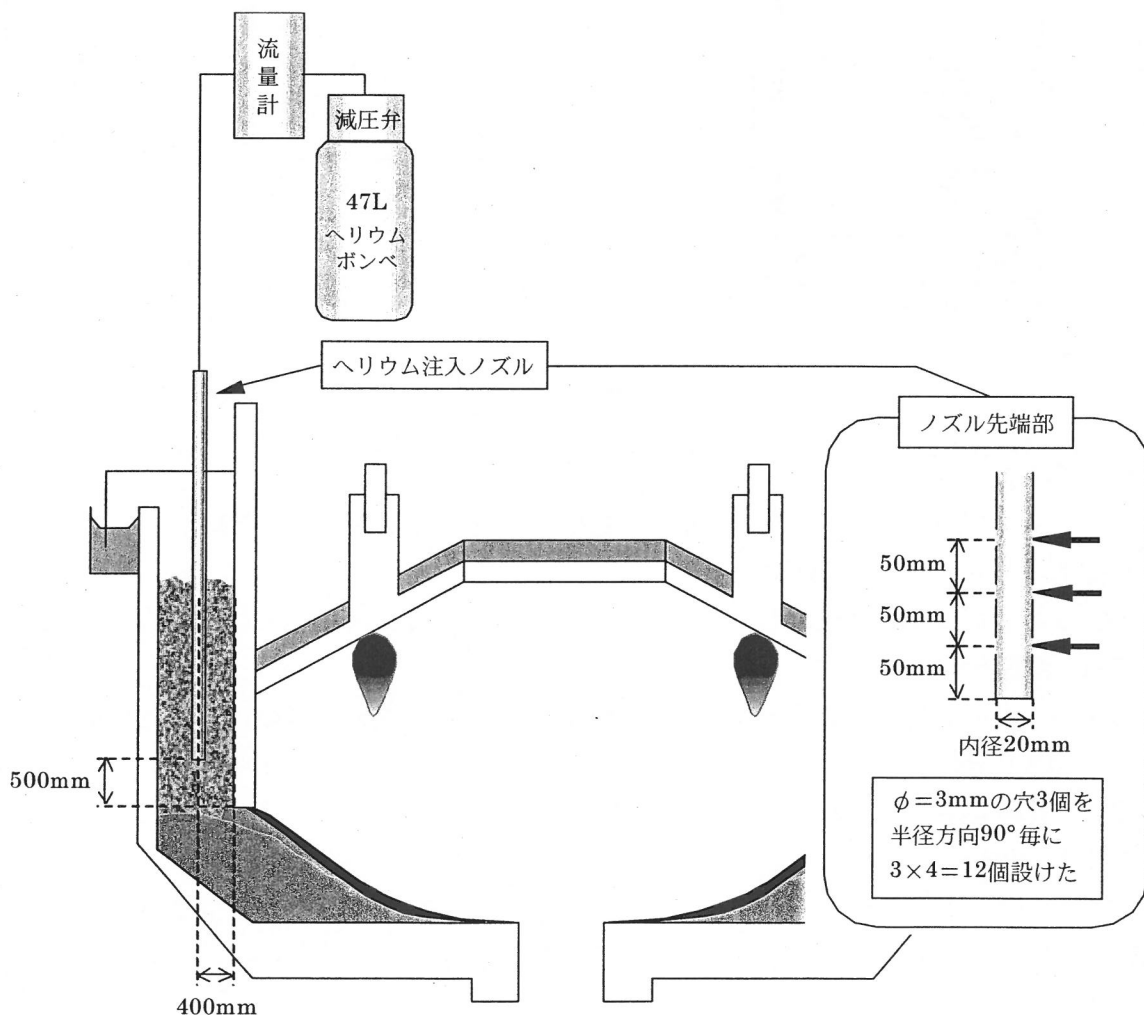


図2-6 切り出し部付近でのヘリウムガス注入方法

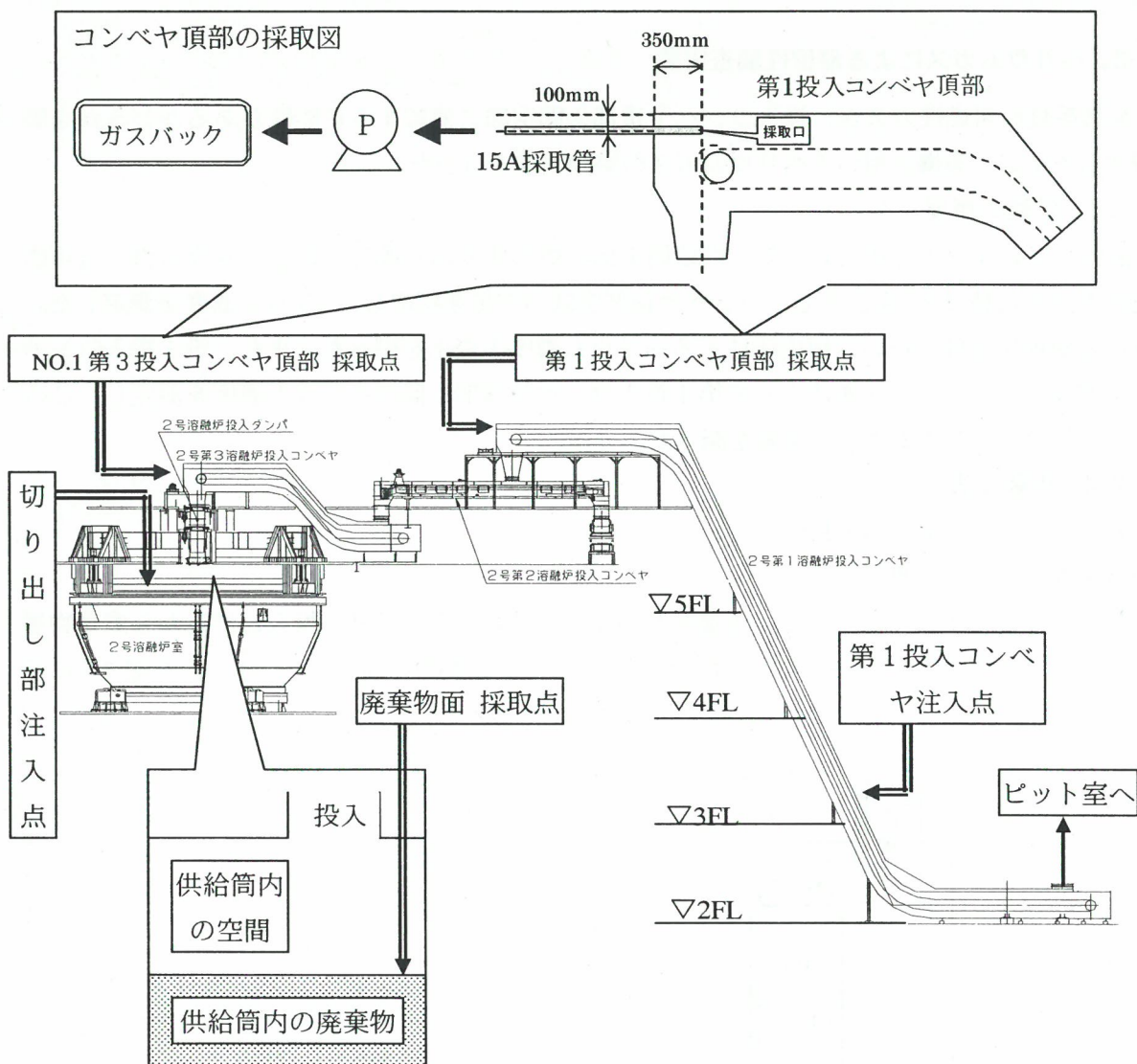


図 2-7 注入点及び採取点

(2) 第1投入コンベヤ下部

注入ノズルをコンベヤ内に挿入して注入した。注入点を図 2-7 に示す。

1-2-2-2. ヘリウムガスの採取

図 2-7 の位置に採取口を設け、採取管を挿入してポンプでガスバックに採取した。

1-2-3. 測定方法

ガスバックに採取した空気をポータブルガスクロ計を使って現地（直島分析室）測定し、ヘリウム濃度の経時変化を調べた。

1-2-4. 実験条件

1-2-4-1. 炉内圧

誘引ファンを起動させて、炉内圧を 0,-50,-100Pa の3段階に変化させた。このとき、供給筒上部空間のゲージ圧及び投入口での上下方向の流速を測った。

1-2-4-2. ヘリウムガス注入流量

事前に供給筒内を模擬した廃棄物層を作り、そこへ注入ノズルを差し込んで廃棄物を吹き飛

ばさないガス流量を調べた。ガス挙動の傾向を見極めるには極力流量を多くすることが望ましいため、吹き飛ばさない最大流量を注入量として設定した。その結果、15L/minとした。

1-2-4-3. 密閉及び開放

供給筒及び投入系の点検口すべてを密閉し、わかる限りで隙間を目張りした。図 2-8 のとおり、ヘリウム注入側の投入口の二重ダンパを全開し、他方の投入口の二重ダンパを全閉した。コンベヤ等機器類はすべて停止状態とした。

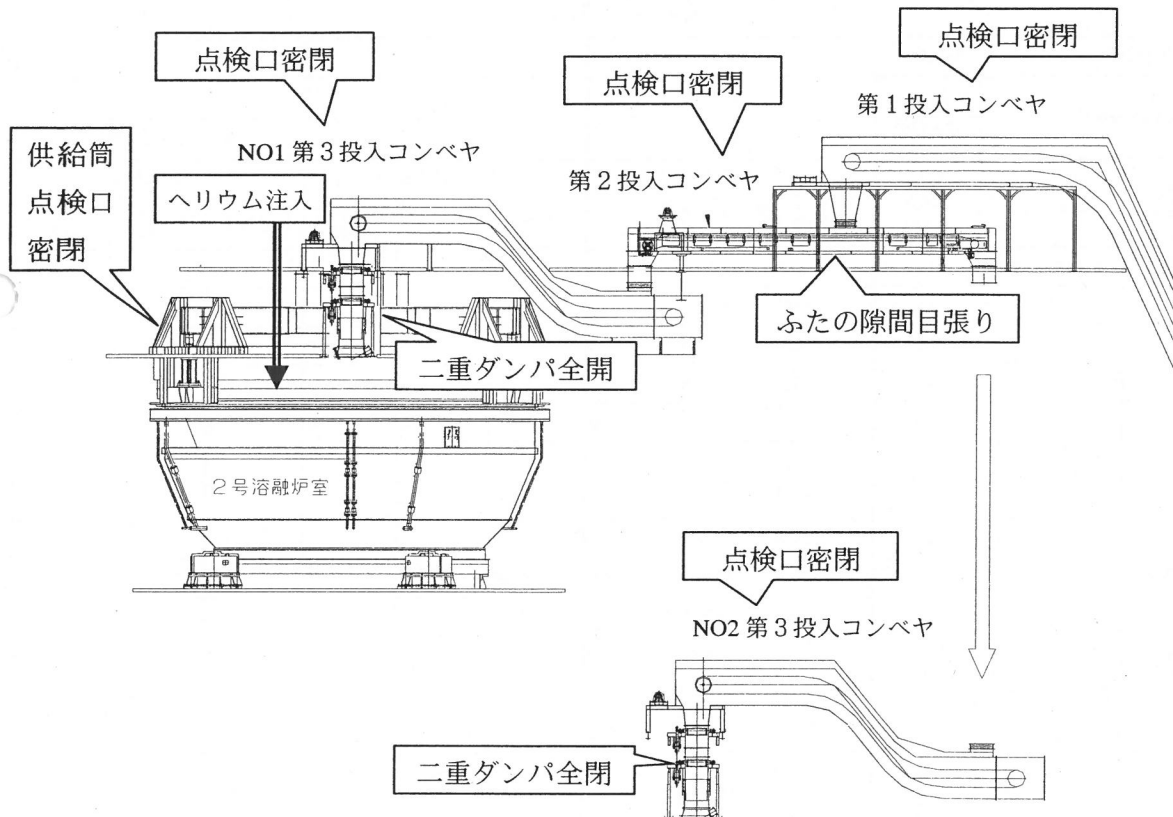


図 2-8 実験系の状態図

1-2-5. 実験結果

1-2-5-1. 炉内圧 0Pa 条件

結果を表 2-3 及び図 2-9 に示す。第 3 コンベヤ頂部でのガス滞留が認められた。第 3 コンベヤ頂部の濃度が高まった 3 時間経過時から、第 1 コンベヤ頂部でガス滞留が認められた。

4 時間経過時点で注入を停止し、1 時間放置した。その結果、第 3 及び第 1 コンベヤでガス濃度が低下していった。

本条件に引き続いて、注入点を供給筒内切り出し部付近から第 1 コンベヤ下部に移し替えて、第 1 コンベヤでのヘリウムガスの挙動を調べた。第 1 コンベヤ頂部の残留濃度が 1200ppm の状態で開始したが、2 時間経過時には 0ppm となった。注入にもかかわらず増加しなかった原因は、第 1 コンベヤの出発点のピット室が換気のために負圧となっていることが考えられる。コンベヤ内の流速を測定した結果、注入点 (3F レベル：図 2-7 参照) での流速はピット室に向かって 0.12m/s(560m³/h)であった。0ppm になった原因としては、リークが考えられる。コンベヤ上部の流速は 0m/s であったため、換気の影響はほとんどないと考えられる。

1-2-5-2. 炉内圧-50Pa 条件

コンベヤでのガス滞留が見られなかった。供給筒内が負圧(-10Pa)であったことが原因として考えられる。

1-2-5-3. 炉内圧-100Pa 条件

いずれの採取点も滞留しなかった。このときの供給筒内圧は-20Pa、投入口での上下方向の流速は下向き(供給筒方向)0.1 m/s(110m³/h)であった。

表 2-3 実験結果一覧表

実験条件			炉内圧(Pa)	0			-50			-100		
供給筒内の状態			筒内圧(Pa)	0			-10			-20		
			投入口の 流れ	0			0			下向き 0.1m/s(110m ³ /h)		
経過時間 (hr)	ヘリウム 注入	ヘリウム 注入点	ヘリウム 注入量 (L/min)	ヘリウム濃度(ppm)			ヘリウム濃度(ppm)			ヘリウム濃度(ppm)		
				廃棄物面	第3コンベヤ 頂部	第1コンベヤ 頂部	廃棄物面	第3コンベヤ 頂部	第1コンベヤ 頂部	廃棄物面	第3コンベヤ 頂部	第1コンベヤ 頂部
0	開始	切り出し部付近	15	0	0	0	0	0	0	0	0	—
0.5		↓	15	240	310							
1		↓	15	1160	1010	0	0	0	0	300	0	—
1.5		↓	15	2180	1200							
2		↓	15	2820	1580	0	1410	0	0	0	0	0
2.5		↓	15	3580	2370							
3		↓	15	12680	17280	660	2400	0	0	0	0	—
3.5		↓	15	17040	21920							
4	停止	↓	0	25240	26560	2600	16160	0	0	0	0	0
4.5	↓		0	15620	24720							
5	↓		0	780	22400	2560	630	0	0	0	0	—
5.5	開始	第1投入コンベヤ	15	—	—	1200	—	—	—	—	—	—
6.5		↓	15	—	—	660	—	—	—	—	—	—
7.5	停止	↓	0	—	—	0	—	—	—	—	—	—
8.5	↓		0	—	—	0	—	—	—	—	—	—

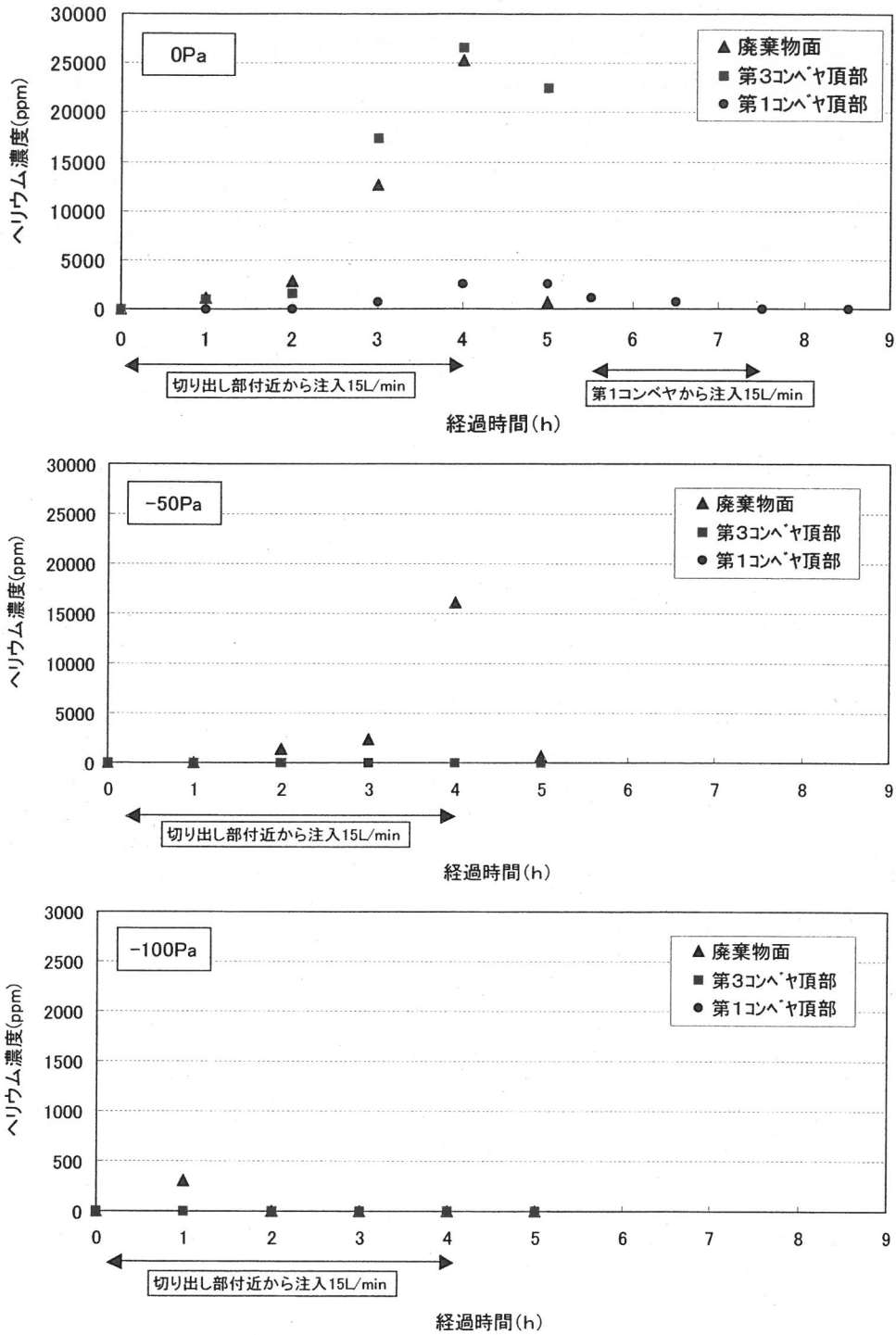


図 2-9 実験結果

1-2-6. まとめ

ヘリウムガス注入量を 15L/min に設定して行った今回の実験において、確認されたガス挙動を以下にまとめる。

- ①0~-100Paにおいて、炉内圧が高いほど供給筒下部から上部空間へガスが移行しやすくなった (図 2-10 参照)。
- ②0Paにおいて、ガスが廃棄物面上及び第3コンベヤ頂部に滞留した。
- ③0Paにおいて、第3コンベヤ頂部のガス濃度が高まると、第1コンベヤにガス滞留が見られた。

- ④コンベヤ頂部に滞留したガスは、供給をとめると濃度が低下していった。リークと考えられる。(2号炉系も同様であったかは不明)
- ⑤第1コンベヤ下部から注入したガスは頂部に達しなかった。

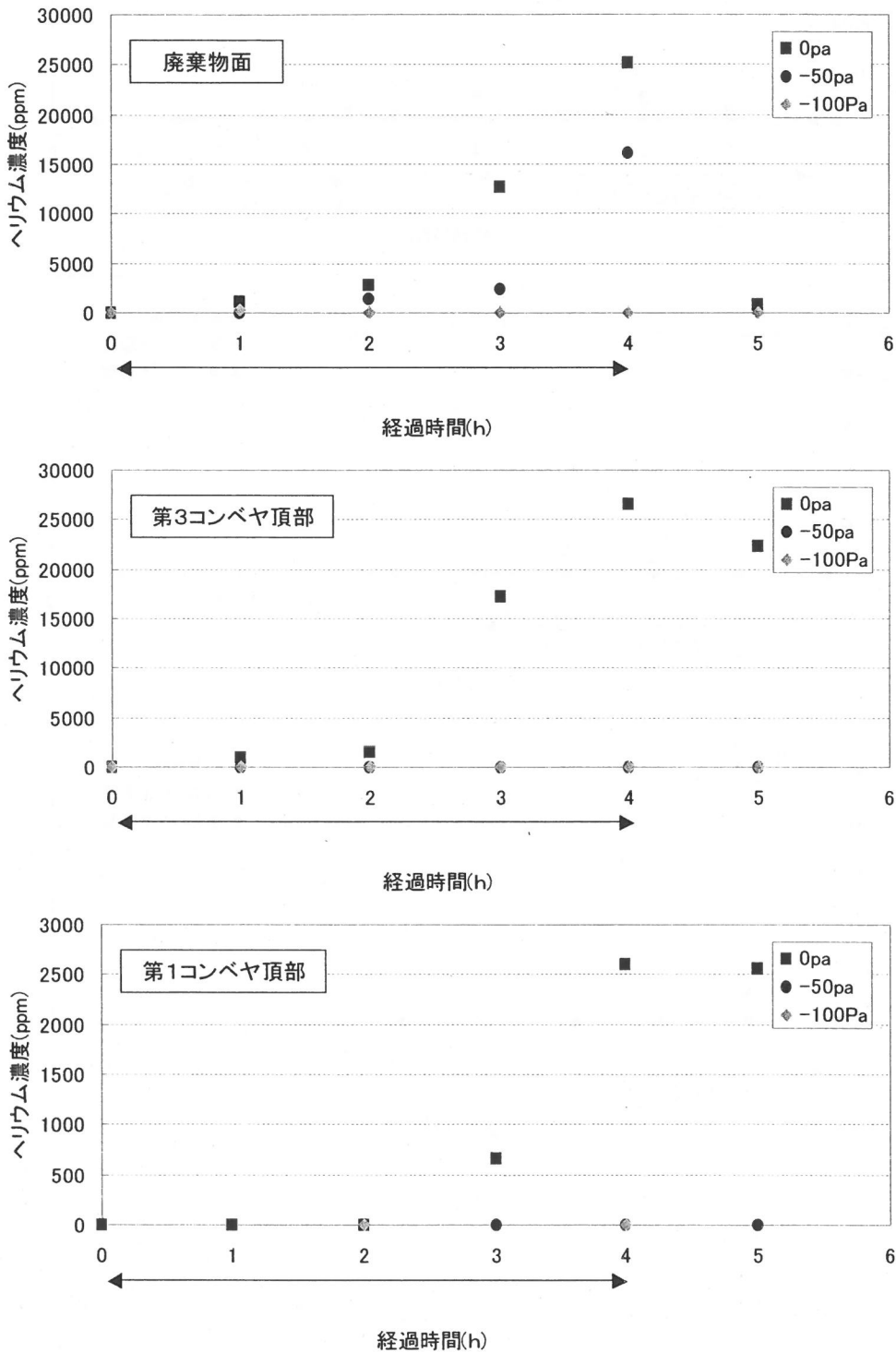


図 2-10 炉内圧とヘリウムガス挙動との関係

1-2-7. 結果をふまえた実機現象の推定

本実験は1号系で行ったものであり、事故の起きた2号系ではない。本考察では、まとめの④に記述したリークについて、2号系では少ないものと仮定してガス挙動を推定する。

- ① 炉内圧が0Paのとき、ガスが上部空間に移動してくる。第3コンベヤにも移動してくる。
- ② ガスの移動量が増えてくると、第3コンベヤに充満したガスが第1コンベヤに達し、第1コンベヤ頂部に滞留する。
- ③ -50Pa以下ではコンベヤに移動してこない。

1-3. 供給筒内水素ガス挙動流体解析

爆発危険性の高い水素ガスの供給筒内での挙動を調査するため、流体解析を行った。

1-3-1. 解析方法

熱分解ガス成分の中でも爆発危険性の高い水素ガスに着目し、その挙動を検討した。

(実際の溶融炉の形状を2次元に投影したモデルを作成して定常流体解析(無限時間経過後の定常状態を予測)を実施した。)

①仕様ソフト

形状作成：GAMBIT ver.2.0.4

流体解析：Fluent ver.6.0.20

②解析条件

評価項目：供給筒上部の平均水素濃度、水素発生源から供給筒上部に流れる水素の割合

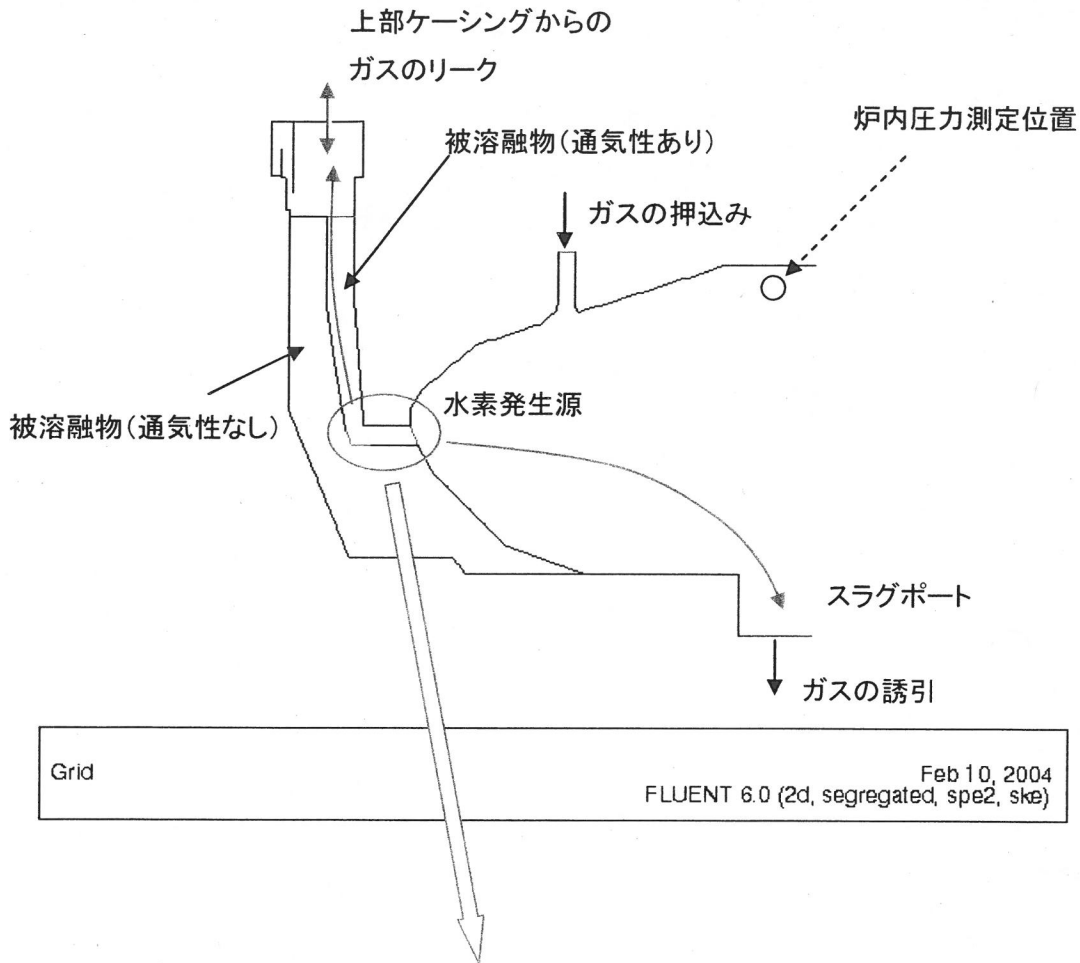
以下に示す各変数の評価項目に対する影響を検討した。

変数	項目
水素発生源	被溶融物内部, 炉内(切り出し直後)
主燃焼室の圧力	-50Pa, ±0Pa, +50Pa
上部ケーシング開口率(上部からのリーク率)	0%, 10%, 100%
被溶融物空隙率(通気性の指標)	10%, 40%

(で表記したものが基準条件)

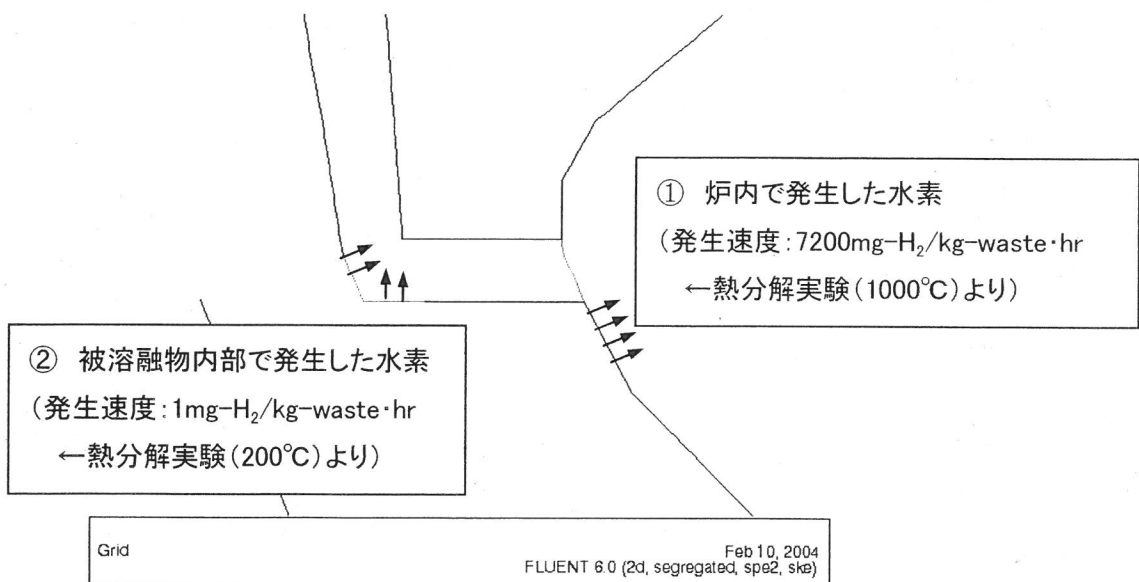
③モデル化手法

a) 溶融炉形状のモデル化



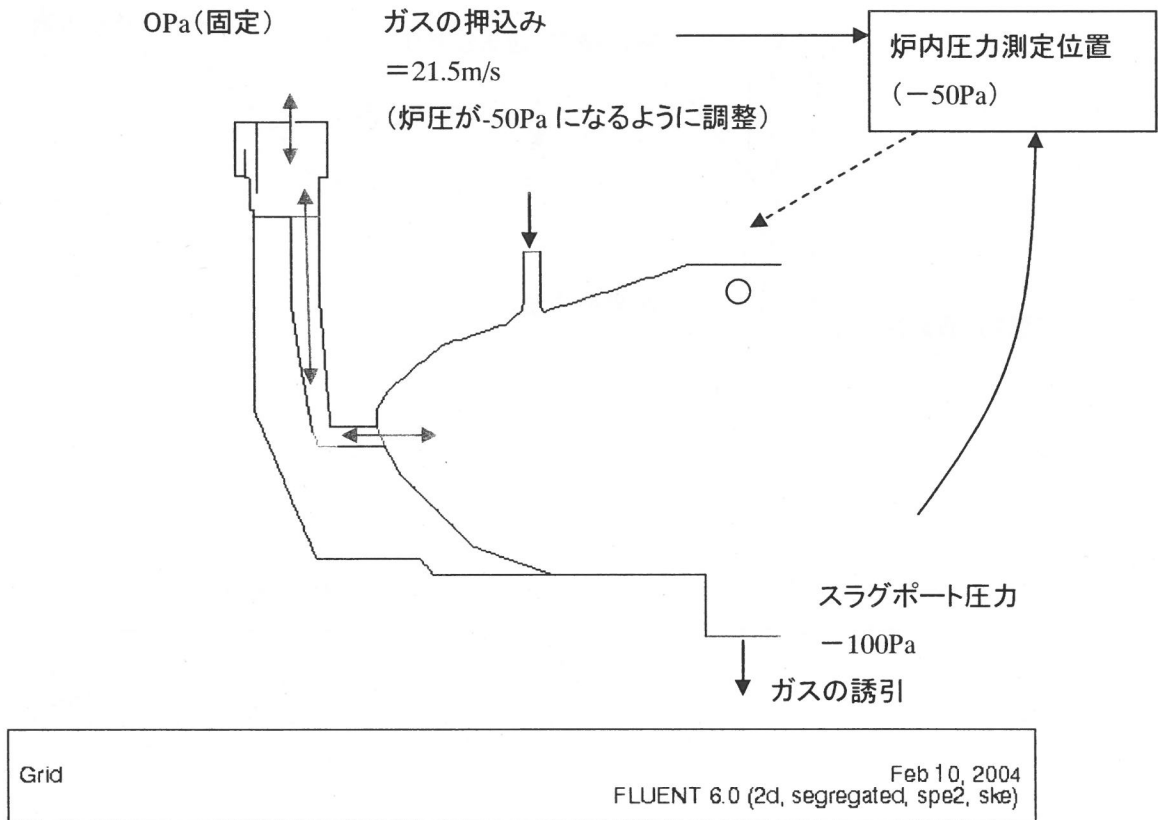
b) 水素発生源のモデル化

拡大図



c) 主燃焼室圧力分布のモデル化

以下のようにスラグポート圧 -100Pa のとき炉内圧測定位置での圧力が -50Pa になるように押し込みガス速度を決定した。炉内圧を調整するときはスラグポートの圧力を操作した。



d) 被溶融物のモデル化

通気性のある被溶融物のモデル化には活性炭の値（平均粒径 $=5\text{mm}$ 、空隙率 $=40\%$ ）を用いた。通気性の低い被溶融物層の空隙率はモデルを簡略にするために0とした。

e) 各物理的性質のモデル化

物理的性質のモデル化で特に留意したのが“水素の浮力・分子拡散力”を表現できるモデルの組み合わせにすることである。

以下各物理モデルの設定手法について説明する。

【組成】

2次元解析（原因追求）、3次元解析（対策案検討）ともに流体は“水素”と“空気”の混合物として表現され、メッシュごとにその混合率を決める。この混合率に従い各種物理係数を計算しそのメッシュの値とする。なお水素と空気の物理係数はFluentの持つデータベースを利用した。

【密度】

メッシュごとに非圧縮性理想気体の法則・組成比から密度を下に示す式よりもとめ、水素の多い空間（＝軽い空間）と水素の少ない空間（＝重い空間）をつくり浮力を表現できるようにした。なお、重力加速度は 9.8m/s^2 とし、重力の影響を考慮した。

$$\rho = \frac{p}{RT \sum_i \frac{m_i}{M_i}}$$

R : 気体定数、 m_i : 化学種 i 'の質量分率、 M_i : 化学種 i 'の分子量

【粘度】

メッシュごとに水素と空気のモル分率から混合物の粘度を計算した。

【拡散】

運動力学的理論により拡散係数を定義した。以下の式から拡散係数をもとめた。なお水素と空気のレナード・ジョーンズ・パラメータにはFluentデータベースの値を用いた。

$$D_{i'j'} = 0.0188 \frac{\left[T^3 \left(\frac{1}{M_{i'}} + \frac{1}{M_{j'}} \right) \right]^{\frac{1}{2}}}{p \sigma_{i'j'}^2 \Omega_D}$$

$$(\varepsilon/k)_{i'j'} = \sqrt{(\varepsilon/k)_{i'} (\varepsilon/k)_{j'}}$$

$$\sigma_{i'j'} = \frac{1}{2} (\sigma_{i'} + \sigma_{j'})$$

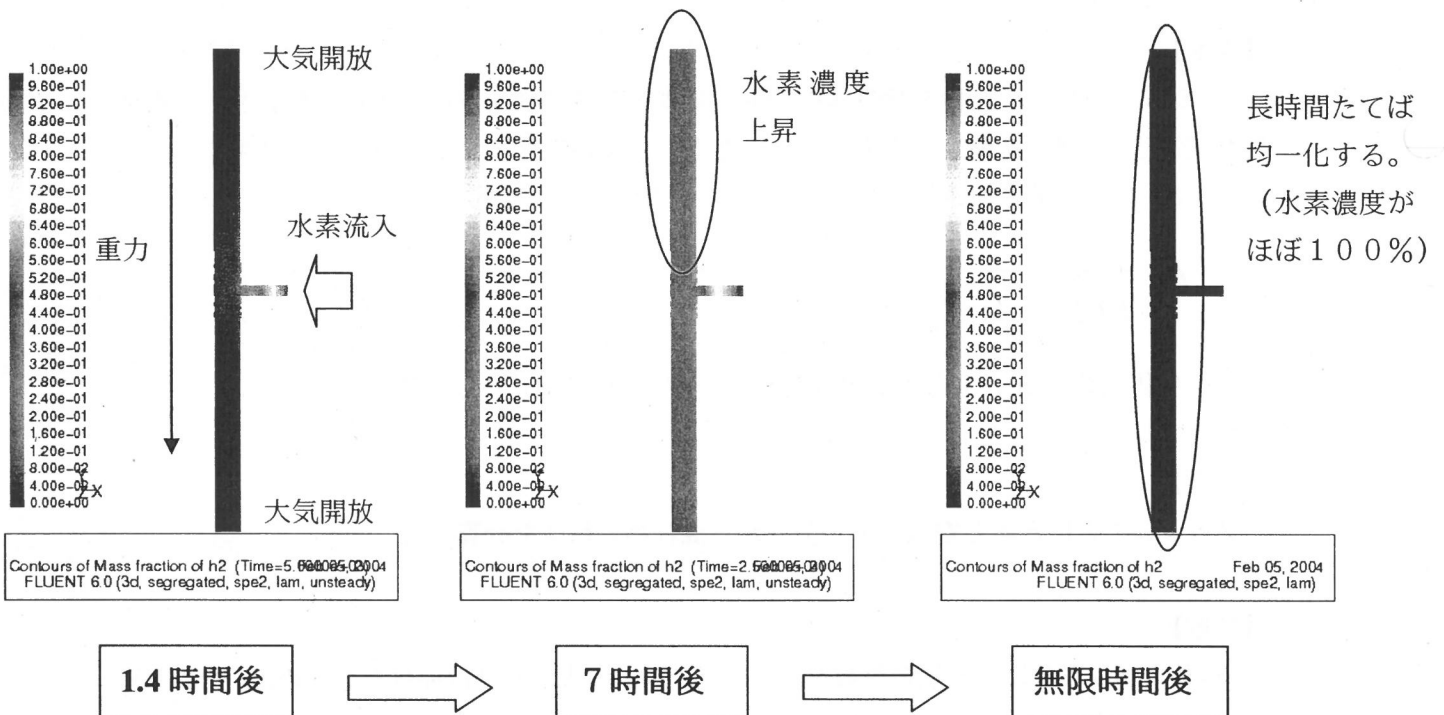
f)水素の浮力・分子拡散のモデル化の検討

e)で示したモデルの検証解析を行った。

地面に垂直に置いた円管（両端は大気開放）の中央から水素（濃度 100%）を流入させた場合の水素濃度変化を解析した。水素の発生量は 2 次元解析と同じとし、また管は全長：4.5m、直径：0.23mとした。（計算負荷を下げるために簡単なモデルとした。）

非定常解析（時間を考慮）、定常解析（無限時間後の定常状態を計算）の両方を行った。

以下 1.4 時間後、7 時間後、無限時間後の水素濃度分布を示す。（なお、0 時間の状態では円管内部全体が空気で満たされている。）



このように発生した水素は確かに上部に向けて流れていくことがわかる。また同時に水素の分子拡散は他の分子と比べて非常に大きいので下方へも移動していることがわかる。その結果無限時間後では発生源周り全体が水素濃度 100% 近くまで上がるという結果になった。

より正確なモデルにするためには、実験データによるモデルの修正が必要であるが、上記の結果をもって、ある程度の精度をもって実現象を再現するモデルであると判断した。

g) 補足説明（解析条件詳細）

・数値計算手法

Fluent には質量保存則と運動量に関する方程式を解く際“分離型計算手法”もしくは“連成型計算手法”を用いるが今回は“分離型計算手法”を用いて計算を行った。この手法では支配方程式を逐次的に解く。支配方程式は非線形であるため、収束解を得るためには繰り返し反復計算を行う必要がある。

・線形化

実際に計算を行うためには離散型非線形支配方程式を線形化し、各計算セルにおける従属変数の連立方程式を得る必要がある。そのための手法として陰的手法、陽的手法があるが今回の解析では陰的手法、すなわちすべてのセルを同時に考慮して順次解いていく手法をとった。（分離型計算手法では、各離散型支配方程式は、その方程式に含まれる従属変数について陰的に線形化されるため、陽的な手法は選択できない）

・離散化

通常は“1次精度風上差分法”を用いて隣接するセルを考慮しつつ各種定数を計算していく。今回の解析では被溶解物からの水素発生速度が非常に小さいため、“1次精度風上差分法”では水素の物質収支が合わなくなる問題が発生した。今回の解析では計算時間はかかるがより精度の良い“2次精度風上差分法”を採用することにより問題を解決した。

・次元

原因調査に関しては、より計算負荷が小さく短時間で様々な条件で計算を行える2次元を採用した。対応策検討に関しては、より定量的精度の高い3次元解析を行った。

・時間の概念

定常解析すなわち無限時間後の定常状態を調べるための解析を行った。また、3次元解析の一部（断続換気に関する解析）では非定常解析を行い一定時間経過後の水素濃度を計算した。

・乱流モデル

ページ用ガス流入口、排出口（供給筒上部）で乱流、水素発生面では層流となる今回の系を正しくモデル化するために通常用いている標準 $k-\epsilon$ モデルではなく、このような系での計算に実績のある RNG $k-\epsilon$ モデルを用いた。

④解析結果

a)流速分布

図 2-11 に炉内圧 -50Pa 時の流れを示す。

炉内の流れに伴い、被溶融物内にも流れが生じていることがわかる。

(この条件下では供給筒上部のガスは炉内へ引き込まれている。)

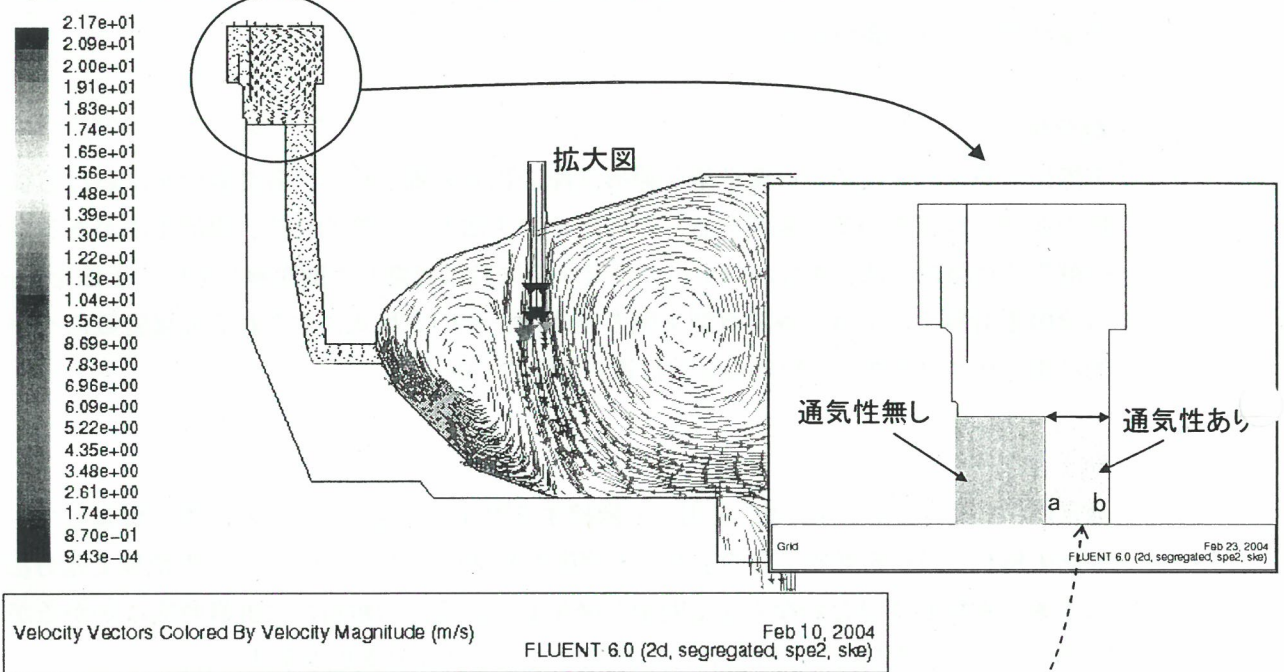


図 2-11 炉内圧 -50Pa 時の流れ

次に通気性のある被溶融物上部 (a-b) の速度分布を示す。

図 2-12 が炉内圧 -50Pa 時の速度分布で、外筒側で上昇流が起こり一部の水素が抜け出している。

図 2-13 は炉内圧 ± 0 Pa 時の速度分布で、通気性のある被溶融物全体から水素が抜け出している。

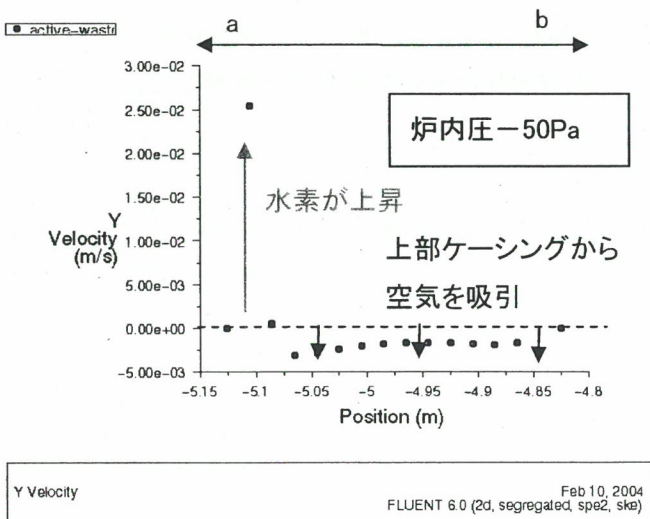


図 2-12 炉内圧 -50Pa 時の速度分布

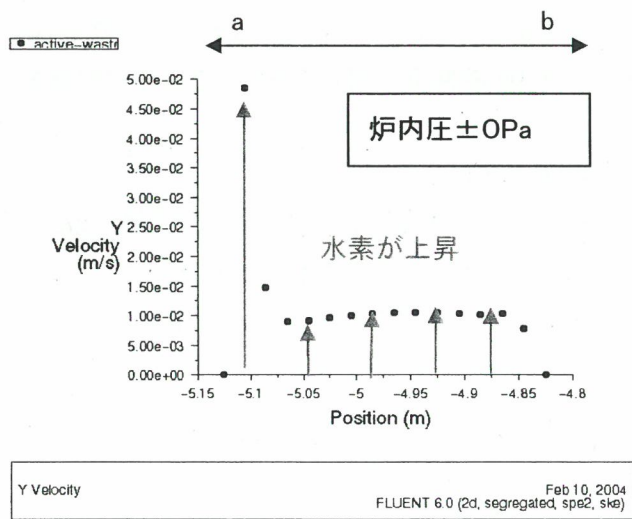


図 2-13 炉内圧 ± 0Pa 時の速度分布

b) 圧力分布

図 2-14、図 2-15 に炉内圧 -50Pa, ±0Pa 時の圧力分布を示す。

このように炉内圧測定箇所で負圧であっても、被溶融物切り出し直後の位置において正圧になりうる。

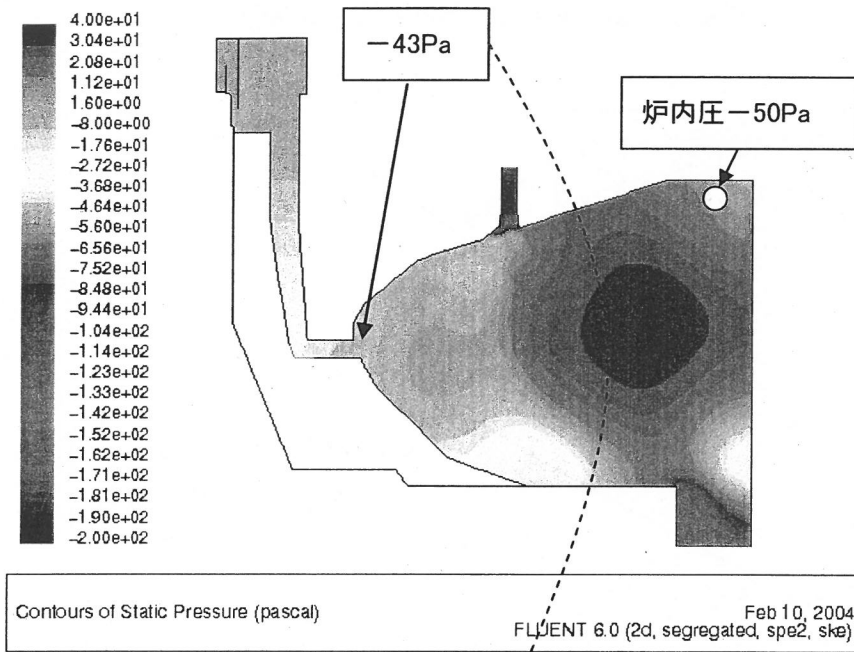


図 2-14 炉内圧-50Pa 時の炉内圧

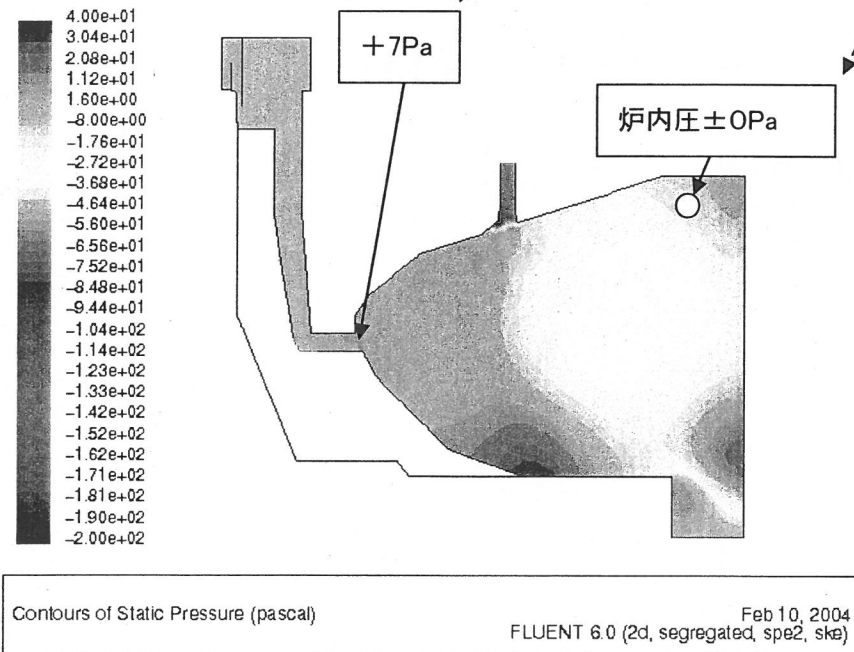


図 2-15 炉内圧±0Pa 時の炉内圧

⑤各変数の影響の検討

a) 炉内圧の影響

被熔融物内部もしくは炉内（切り出し部）から水素が発生した場合の炉内圧の影響を検討した。（炉内圧：-50 Pa, 0 Pa, +50 Pa, および水素濃度が 0.5%以下になるまで炉内圧を下げる）

それぞれの条件における供給筒上部空間の水素濃度を図 2-16 示す。

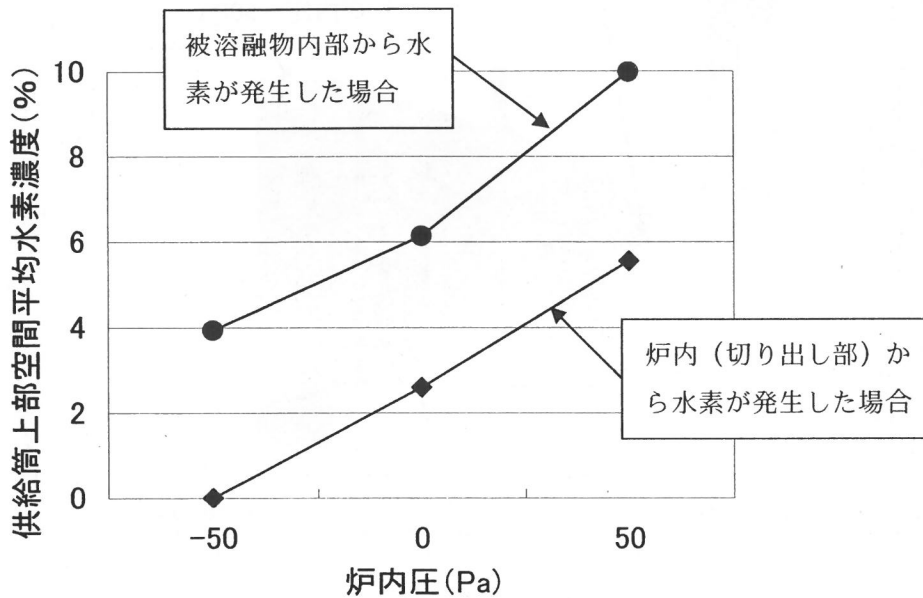
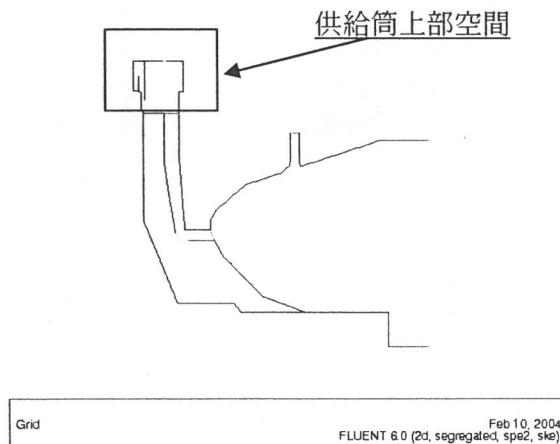


図 2-16 供給筒上部空間の水素濃度

この解析より

- ・ 炉内圧が上がるほど供給筒上部空間における水素濃度が上昇し、0 Pa 以上になると炉内（切り出し部）からも水素が移動してくる
- ・ 被熔融物から発生した水素の方が供給筒上部に溜まりやすい
- ・ 被熔融物から水素が発生した場合、炉内圧を-340 Pa まで下げると水素が 0.5%まで下がることわかった。



Grid Feb 10, 2004
FLUENT 6.0 (2d, segregated, spe2, ske)

図 2-17 に水素が発生源から被溶融物層を通過して供給筒上部に移動する割合を示す。

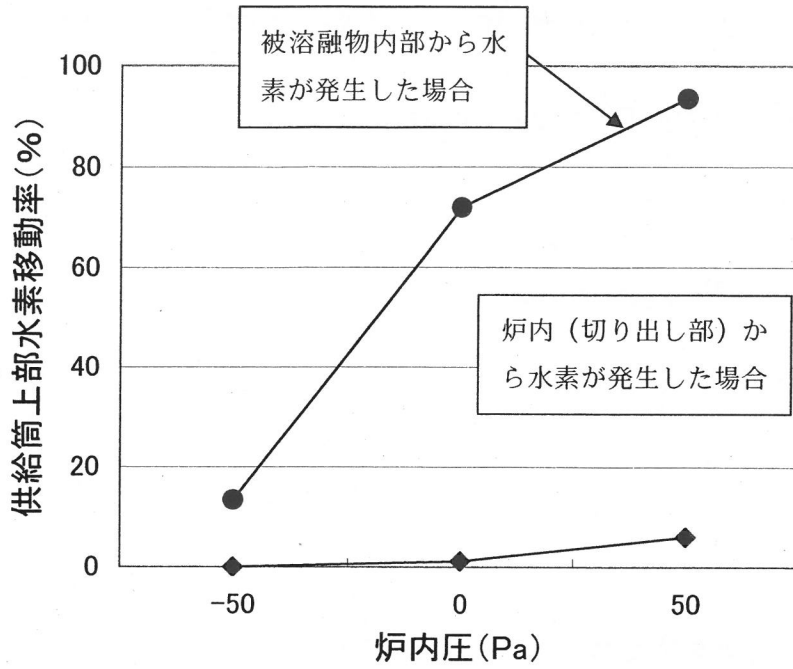
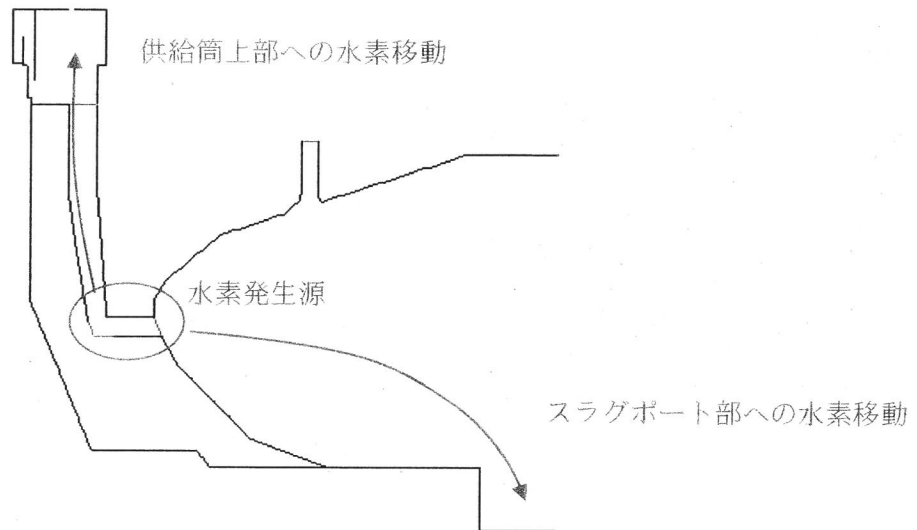


図 2-17 供給筒上部への水素移動率

このように、炉内圧が上がるほど被溶融物層を通過して供給筒上部に達する水素の量が多くなるのがわかる。



Grid Feb 10, 2004
FLUENT 6.0 (2d, segregated, spe2, ske)

b) 上部ケーシング開口率の影響

炉内圧 - 50 Pa 時の上部ケーシングの開口率（リーク率）の影響を検討した。その結果を図 2-18 に示す。

（上部ケーシング開口率：0%，10%，100%）

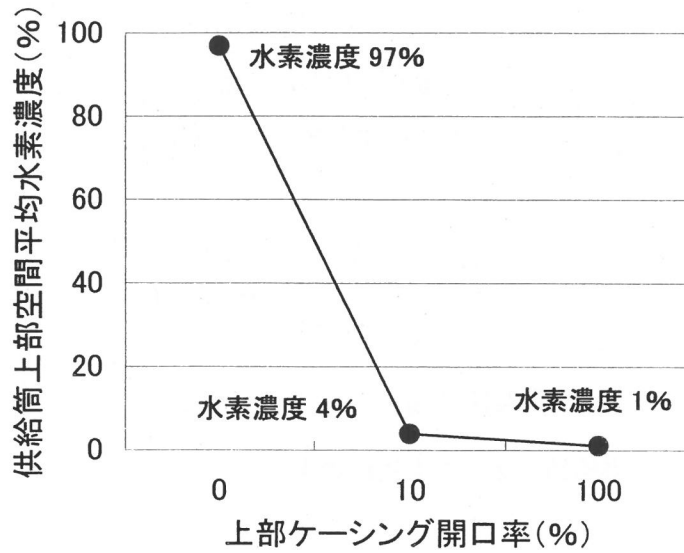
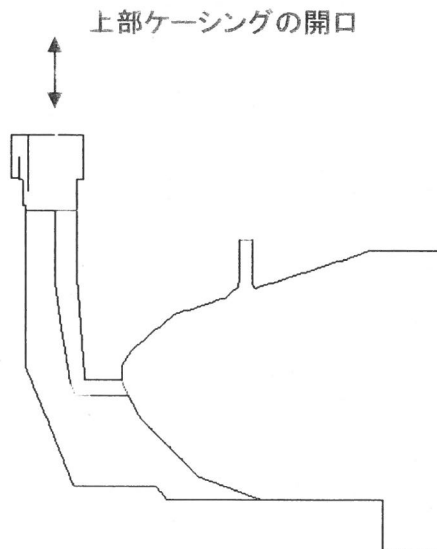


図 2-18 上部ケーシング開口率による供給筒上部への水素移動率

この解析より上部ケーシングの開口率が大きいほど、供給筒上部の水素濃度が上がりにくいことがわかった。



c) 被熔融物空隙率（通気性）の影響

被熔融物空隙率（通気性）の影響を検討した。その結果を図 2-19 に示す。

（被熔融物空隙率：10%，40%，炉内圧：+50Pa）

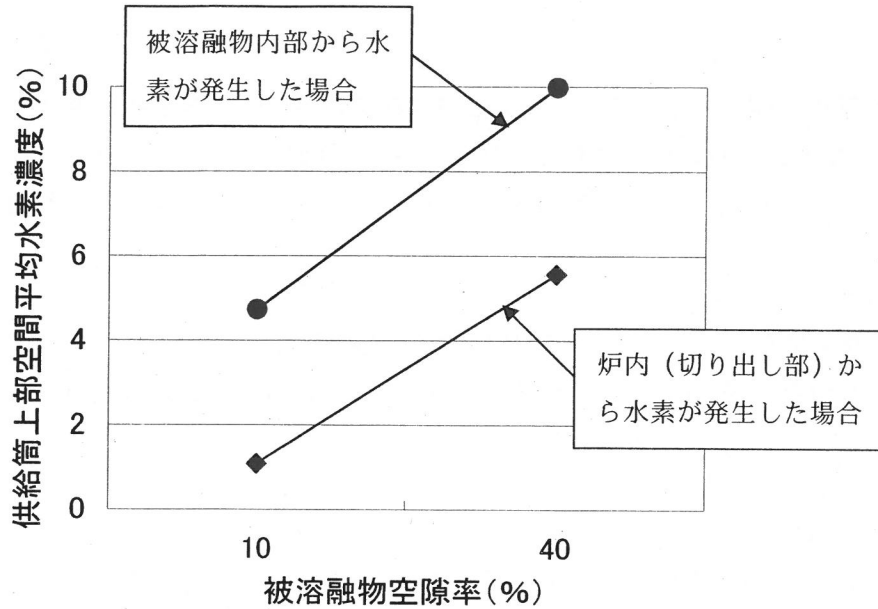
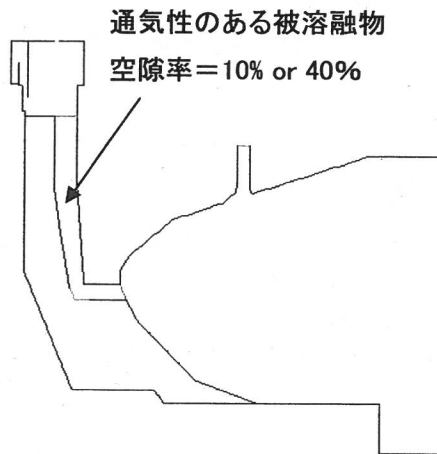


図 2-19 被熔融物空隙率による供給筒上部への水素移動率

この解析より被熔融物の空隙率が上がる（通気性が増す）と供給筒上部の水素濃度が上がりやすいことがわかった。



Grid

Feb 10, 2004
FLUENT 6.0 (2d, segregated, spe2, ske)

1-3-2. まとめ

爆発危険性の高い水素を対象として、溶融炉主燃焼室、被溶融物、供給筒のモデル化（2次元）を行った。その結果以下のことがわかった。

【ガス流れについて】

- ・ 炉内圧-50Pa の時、被溶融物中のガスは基本的に炉内に引き込まれるが、一部上昇流が起こり、水素が外部にもれ出る可能性がある（特に外筒側）。
- ・ 炉内圧±0、+50Pa のときは被溶融物全体に上昇流が起こり、水素がもれ出る。

【圧力について】

- ・ 炉内圧測定位置の圧力よりも被溶融物切り出し口付近の圧力の方が高くなる傾向がある。炉内圧が±0Pa になったとき、被溶融物切り出し口付近の圧力がプラスになった。

【各影響因子について】

① 炉内圧の影響

炉内圧が上がることによって供給筒上部に移動する水素の割合が多くなり、水素濃度が上昇する。水素発生源が被溶融物内部の場合、-50Pa のとき全体の 13%が上部に移動し、0Pa のときは 72%、50Pa のときは 94%が移動する。水素発生源が（切り出し部）の場合、-50Pa のとき 0%、0Pa のときは 1%、50Pa のときは 6%であり、0Pa 以上になると炉内（切り出し部）からも水素が供給筒上部に移動してくる。

② 上部ケーシング開口率（リーク率）の影響

上部ケーシングからのリークが多いほど、供給筒上部空間の水素濃度が上がりにくい。

③ 被溶融物の空隙率（通気性）の影響

被溶融物の空隙率が上がる（通気性が増す）と供給筒上部空間の水素濃度が上がりやすい。

1-3-3. 結果をふまえた実機現象の推定

実験結果と解析結果とはよく一致しており、結果の信頼性が高いことが確認された。

そこで、解析結果をもとに実機でのガス挙動を推定する。

- ① 炉内圧が高くなるほど供給筒下部で発生したガスは上部空間に移動しやすくなるが、上部空間の密閉性の影響を大きく受け、上部空間の密閉性がいいほどガスの移動が多くなりガス濃度が高くなる。
- ② 密閉性がよくなくても、炉内ガス流れの影響を受けて供給筒内に発生する上昇流が、下部発生ガスを上部空間に移動させる。炉内圧が-50Paの負圧でも一部上部へ移動し、上部空間のガス濃度が高まる。
- ③ 可燃物の比率が高くなると空隙率が高くなり、ガスの上部空間への移動が多くなる。

1-4. 低温領域での加熱ガス発生実験

投入物中に可燃物が含まれる本プラントにおいては、供給筒下部で加熱ガスが発生していることが予想される。加熱ガスの発生挙動については、500℃以上の高温領域については熱分解に関する知見が豊富にあるが、低温領域については明らかになっていない。そこで、本実験では20℃～300℃における無酸素条件下での流通式加熱実験を実施し、各温度での加熱ガス発生挙動について調査した。

1-4-1. 実験方法

1-4-1-1. 供試試料

- ①可燃物：可燃物ピット内の貯留物（1月27日採取）、粗大物は概ね10 mm以下に切断して使用
- ②不燃物：不燃物ピット内の貯留物（1月27日採取）、前処理せずに使用
- ③炭酸カルシウム：溶融助剤貯留槽内の貯留物（1月27日採取）、前処理せずに使用

可燃物、不燃物とも豊島掘削現場で添加した生石灰、炭酸カルシウムが含まれており、水分濃度を分析したところ、それぞれ21.4%、16.7%であった。

1-4-1-2. 実験条件

実験条件を表2-4に示す。RUN1～7では、加熱ガスの発生最低温度について調査した。併せて、融点降下剤として直島で添加する炭酸カルシウムの影響についても調査した。RUN8では、300℃における加熱ガス発生速度の経時変化について調査した。

表 2-4 実験条件

No.	雰囲気温度 (℃)	炭カル添加率 (%)	加熱時間 (h)
1	20	0、5	1
2	40	0、5	1
3	60	0、5	1
4	80	0、5	1
5	100	0、5	1
6	150	0、5	1
7	200	0、5	1
8	300	5	1、2、4

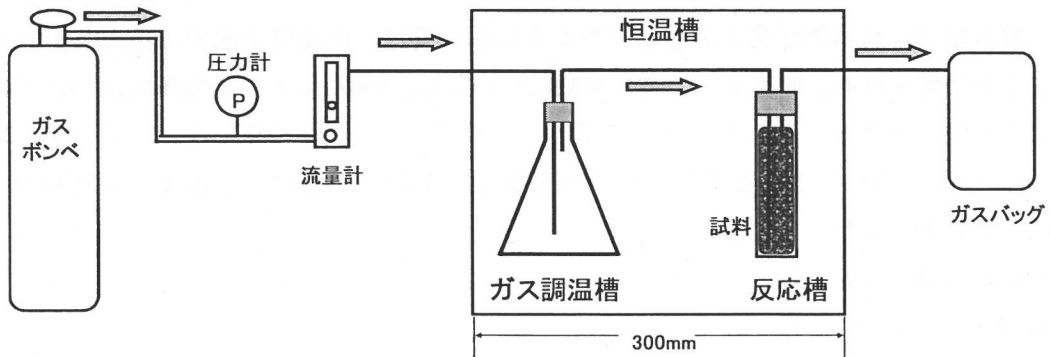
<共通条件>

- ・試料量： 20 g（可燃物：不燃物=1：1）、炭カル添加条件においては上乗せで1 g 添加
- ・キャリアガス組成： N₂ 100%
- ・キャリアガス量： 100 ml/min

1-4-1-3. 実験装置

実験装置図を図2-20に示す。温度条件150℃以下の実験については、電气管状炉による温度制御が困難であることから、GCのカラム槽を用いて実施した。どちらの装置も廃棄物を窒素雰囲気中で加熱させ、発生した加熱ガスを後段に設置したガスバックで捕集する構造となっている。

<20°C、40°C、60°C、80°C、100°C、150°C条件>



<200°C、300°C条件>

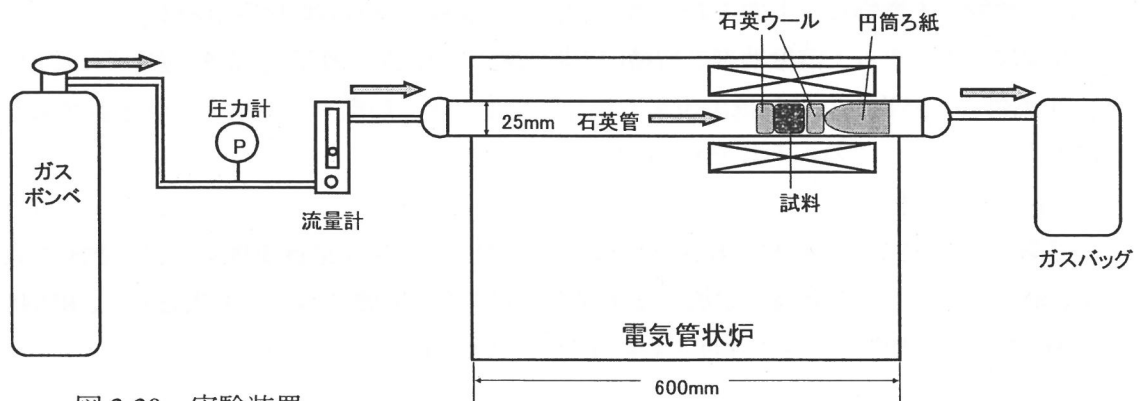


図 2-20 実験装置

1-4-1-4. 実験手順

- ① 実験直前に試料を所定比で混合、挿入する。
- ② 系内を N_2 ガスで置換する。
- ③ 電气管状炉もしくは恒温槽を所定温度に 10 分で昇温し、保持する。
- ④ 実験終了と同時にガスバッグを取外し、GC 分析を実施する。

1-4-1-5. 定量分析

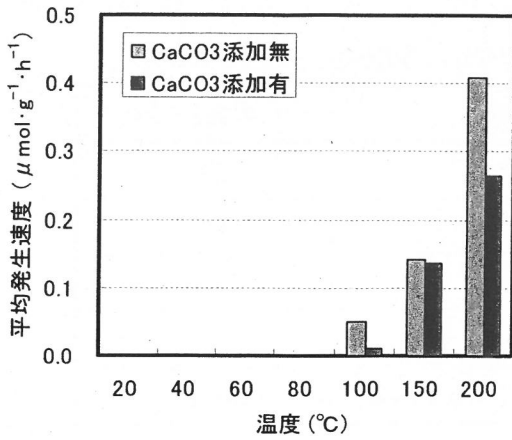
昨年度の実験から、加熱ガスの主成分と予想される水素 H_2 、一酸化炭素 CO 、二酸化炭素 CO_2 、メタン CH_4 、エタン C_2H_5 について、ガスバッグ中濃度を GC により定量分析した (株島津テクノロジーに委託)。ガスバッグへの吸着を極少化するため、分析は実験後、速やかに実施した。

1-4-2. 実験結果及び考察

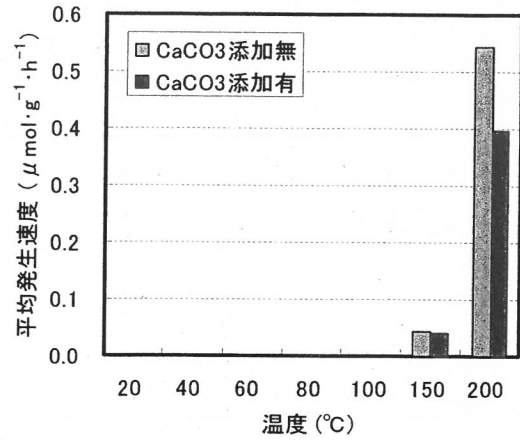
20°C~200°Cにおける試料単位重量当りの加熱ガス各成分の平均発生速度を図 2-21 に示す。20°C~80°Cについては、どの成分も検出されなかった。100°C以上については H_2 、 CO 、 CO_2 、 CH_4 の発生が検出され、温度増加に伴い発生速度が増加する結果となった。 C_2H_5 は検出されなかった。各成分の発生序列は、以下のとおりであった。



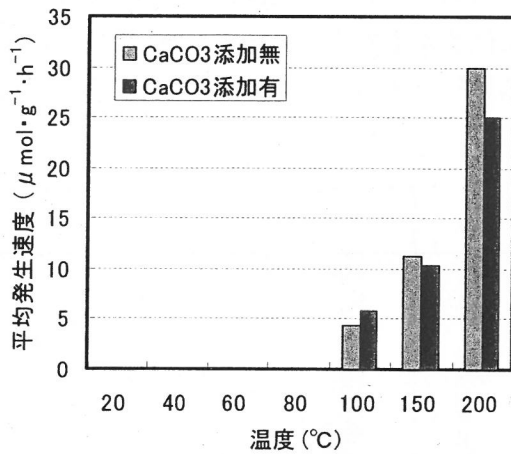
また、炭カル添加の有無による発生速度の明確な差異は見られず、炭カル添加が加熱に与える影響は小さいことが分かった。



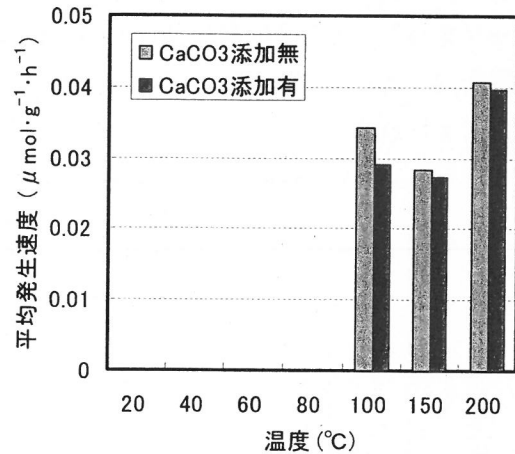
(A) 水素 H₂



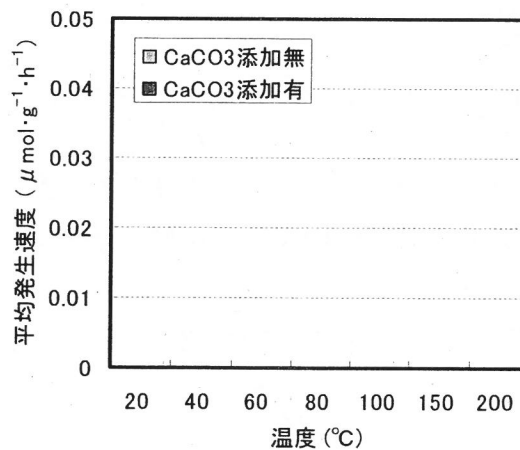
(B) 一酸化炭素



(C) 二酸化炭素 CO₂



(D) メタン CH₄



(E) エタン C₂H₆

図 2-21 低温領域における加熱ガス各成分の平均発生速度

本実験系における H₂、CO、CO₂ の分析下限値を表 2-7 に示す。別途実施した水素発生実験と比較すると、試料量が少ないことから分析下限値が高く、30 倍となっている。しかし、水素発生実験では 80°C 以下の低温領域においても本実験分析下限値以上の H₂ が発生しており、両実験の結果は相違する。この原因については現段階では特定できないが、両実験に用いた試料ロット中の両性金属含有率の差異、雰囲気ガス組成（酸素分圧）の差異、試料充填形状の違いに起因する発熱・放熱バランスの差異などが考えられる。

表 2-5 本実験系における分析下限値

	本実験	水素発生実験
試料量	0.02 kg	2 kg
加熱時間	1 h	1.5 h
キャリアガス量	6 L	5 L
分析計の検出下限値	1 ppm	
実験における分析下限値	$0.013 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \Rightarrow 0.30 \text{ ml/kg}$	0.01 ml/kg

図 2-22 に、300°Cにおける加熱ガス各成分の発生経時変化を示す。各成分とも初期 1 h で発生ピークを有し、その後は発生速度が急速に減衰して低値安定する結果となった。このことから、供給筒内における加熱ガスの発生も、供給筒下部の加熱領域到達後 1 h の発生量に支配されていると考えられる。

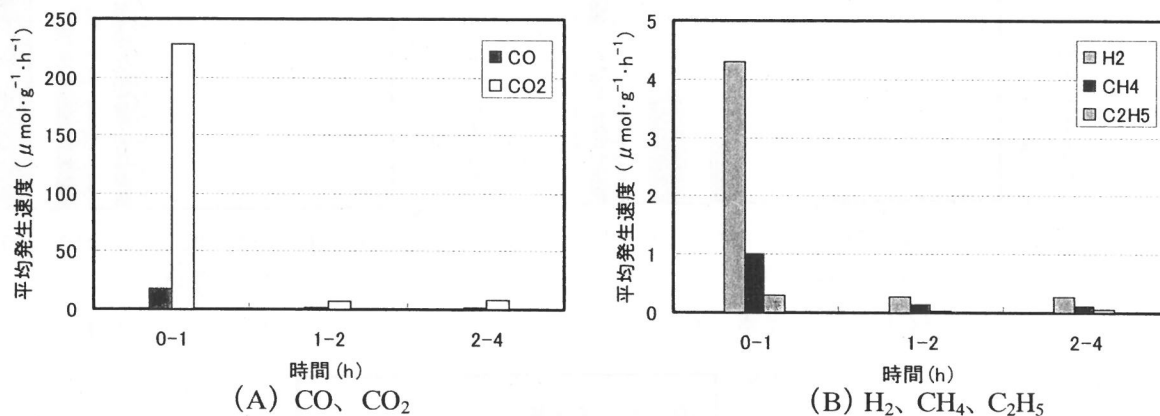


図 2-22 300°Cにおける加熱ガス発生速度の経時変化

図 2-23 に、昨年 8 月に実施した 1000°C条件での実験結果と本実験結果との比較を示す。1000°Cでの平均発生速度に対して、300°Cでは概ね 1/100~1/1000、200°Cでは 1/1000~1/10000 の発生速度であった。

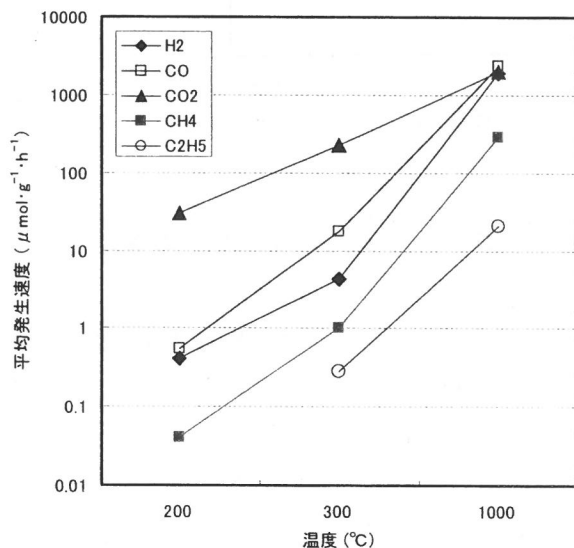


図 2-23 200°C、300°C、1000°Cでの加熱ガス発生速度の比較

1-4-3. 供給筒内における加熱ガス発生量の推算

本実験結果を用い、溶融炉の供給筒下部における加熱ガス発生量を推算した。溶融炉に投入される 100 t/day の廃棄物全てが加熱領域を通過することとした。また、加熱ガスの発生は初期 1 h が支配的であることから、加熱時間 1 h の本実験における発生量を全発生量と仮定した。

計算結果を表 2-6 に示す。100°Cにおける H₂ 発生量は 15 ml/min となったが、廃棄物を常に炉内に供給する定常運転条件下においては、供給筒下部の温度が概ね 80°C 以下であることから、実際の H₂ 発生量は 15 ml/min 未満であると考えられる。CO 発生量については、100°Cにおける分析結果が検出限界値未満であったことから定量的判断は困難であるが、150°Cでの推算値を考慮すると多くとも数 ml/min 程度であると考えられる。

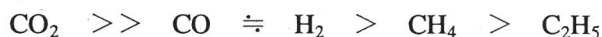
表 2-6 供給筒下部における加熱ガス発生量の推算値

温度(°C)	供給筒内での発生量(ml/min)				
	H ₂	CO	CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₅
100	15	0	9054	45	0
150	213	64	15974	43	0
200	411	617	39069	62	0

1-4-4. まとめ

低温領域における加熱ガスの発生挙動を把握することを目的とし、20°C~300°Cにおける無酸素条件下での流通式加熱実験を実施し、以下の結果が得られた。

- ① 100°C以上において加熱ガスの発生が検出された。各成分の発生序列は以下の通りであった。
炭カル添加が加熱に与える影響は小さかった。



- ② 各成分とも初期 1 h で発生ピークを有し、その後は発生速度が急速に減衰して低値安定した。
③ 1000°Cでの平均発生速度に対して、300°Cでは概ね 1/100~1/1000、200°Cでは 1/1000~1/10000 の発生速度であった。
④ 供給筒内における 100°Cでの H₂ 発生量は 15 ml/min と推算された。定常運転条件下においては、供給筒下部の温度が概ね 80°C 以下であることから、実際の H₂ 発生量は 15 ml/min 未満であると考えられる。

1-4-5. 結果をふまえた実機現象の推定

本実験結果より、供給筒下部切り出し部付近での加熱ガス挙動を考察する。

- ・廃棄物から、水素、一酸化炭素、メタンが発生してくるが、100°Cでの発生量は少ない（水素 15ml/min）。但し、内筒下部の温度測定点は炉内側から450mmの地点であるため炉内と温度測定点との間の温度は内筒下部測定温度より高いことが予想され、この地点間の可燃性ガスの発生量は温度に比例して増加するものと考えられる。
- ・後述の溶融助剤との混合による水素発生実験における80°C条件下での石灰による水素発生量は700ml/min(10mg/kgから算出)であり本実験と比較するとオーダー的に200°Cの加熱による発生量程度となる。

1-5. 均質化後の豊島廃棄物等と熔融助剤の混合による水素ガス発生実験

豊島廃棄物等（豊島掘削現場で均質化処理を行い、生石灰と炭酸カルシウムを添加したもの）と直島で添加する熔融助剤(炭酸カルシウム)との混合による水素発生によって、中間処理施設の投入コンベア及び熔融炉供給筒にある閉空間にどの程度滞留する可能性があるかを把握するため、次の室内実験等を実施した。

1-5-1. 実験方法

1-5-1-1. 実験用試料

中間処理施設の不燃物ピット及び可燃物ピットに貯留されている廃棄物を重量比率 1:1 及び 1:3 に混合した試料で、熔融助剤は、中間処理施設の貯留サイロの粉末状炭酸カルシウムである。

1-5-1-2. 実験装置

概略は図 2-24 のとおりで、廃棄物試料 2kg と所定の比率の炭酸カルシウムを混合し 3L 円筒型フラスコに入れて密閉し、1.5 時間経過後(投入コンベア滞留時間 1.5 時間を想定)及び 1.5 時間経過後から 7.5 時間経過後(供給筒滞留時間 6 時間を想定)に毎分 200ml の速度で 5L のガスを採取し、水素ガス濃度を測定し廃棄物 1kg 当りの水素の発生量を算出した。

1-5-1-3. 実験条件

不燃物:可燃物比率 1:1 及び 1:3 の 2 通り、炭酸カルシウムの混合比率 5%及び 10%と無添加の 3 通り、温度 20℃、40℃及び 80℃の 3 通り、廃棄物の含水率未調整の 18 ケースと、不燃物:可燃物比率 1:1、炭酸カルシウムの混合比率 5%、温度 40℃で廃棄物の含水率を 30%、40%に調整した 2 ケース計 20 ケースについて行った。

水素ガス濃度の測定は、TCD 付ガスクロマトグラフで行った。また、pH は廃棄物に 10 倍量のイオン交換水を入れ、1 時間振とう後遠心分離し上澄水を pH 計で測定した。酸素ガス濃度は XP-302 マルチ型ガス検知器を用いた。

1-5-2. 実験結果

表 2-7 のとおり。

- (1) 温度による水素の発生量に差が大きく、20℃と 40℃では 1 割～2 倍程度の増加であるが、80℃になると 20℃の 5 倍～10 倍程度水素発生量が増加する。
- (2) 炭酸カルシウムの混合比率の違いによる水素発生量の差は小さい。炭酸カルシウムを添加しない場合でも、添加した場合と同等量の水素が発生した。
- (3) 廃棄物等の混合割合の違いによる水素発生量の差は小さい。
- (4) 含水率未調整(20%程度)と含水率 30%の含水率の差による水素発生量の差は小さく、含水率 40%では水素の発生量が少ない結果となった。

(実験装置)

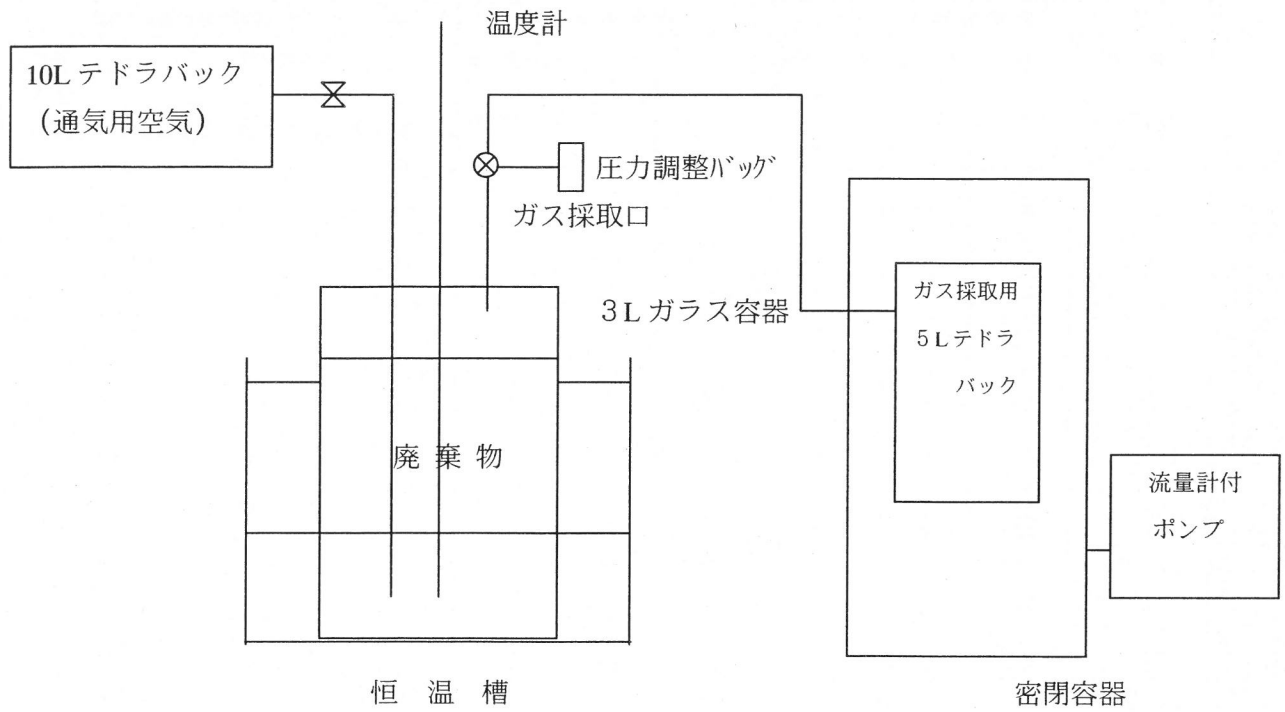
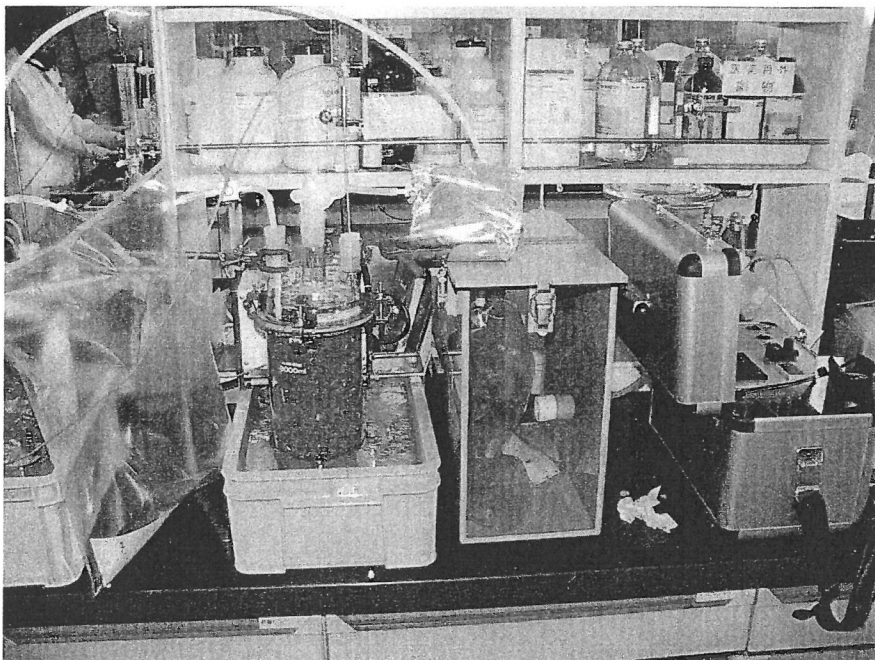


図 2-24 室内実験用の小型チャンバー装置の概略図



実験装置の写真

表 2-7 豊島廃棄物等と溶融助剤との混合による水素発生実験結果

	実験条件				廃棄物の pH			発生水素量及び酸素消費量			
	不燃物:可燃物 (重量比)	水分 (%)	温度 (°C)	廃棄物に対する CaCO ₃ 添加量 (%)	CaCO ₃		実験終了後 (7.5時間後)	0~1.5時間経過後		1.5~7.5時間経過後	
					添加前	添加後		(1.5時間) ※1		(6時間) ※2	
								発生水素量 (ml/kg)	酸素消費量 (ml/kg)	発生水素量 (ml/kg)	酸素消費量 (ml/kg)
ケース1	1:1	20.5	20	0	10.9		10.5	0.27 (0.18)	25 (16)	0.83 (0.13)	88 (14)
ケース2	1:1	20.5	40	0	9.7		9.3	0.49 (0.32)	55 (36)	1.0 (0.16)	260 (43)
ケース3	1:1	20.5	80	0	10.9		10.5	2.2 (1.4)	80 (53)	5.0 (0.83)	210 (35)
ケース4	1:1	20.5	20	5	10.9	10.6	10.5	0.33 (0.22)	25 (16)	0.80 (0.13)	93 (15)
ケース5	1:1	20.5	40	5	9.7	8.9	8.6	0.41 (0.27)	83 (55)	0.93 (0.15)	250 (41)
ケース6	1:1	20.5	80	5	10.9	10.6	10.4	3.0 (2.0)	90 (60)	7.8 (1.3)	230 (38)
ケース7	1:1	20.5	20	10	10.9	10.3	10.4	0.32 (0.21)	23 (15)	0.88 (0.14)	78 (13)
ケース8	1:1	20.5	40	10	9.7	9.0	8.6	0.41 (0.27)	78 (52)	0.99 (0.16)	220 (36)
ケース9	1:1	20.5	80	10	10.9	10.3	10.1	3.0 (2.0)	88 (58)	6.0 (1.0)	180 (30)
ケース10	1:3	22.7	20	0	10.1		10.4	0.28 (0.18)	28 (18)	0.87 (0.14)	65 (10)
ケース11	1:3	22.7	40	0	10.0		9.6	0.40 (0.26)	83 (55)	1.0 (1.0)	200 (33)
ケース12	1:3	22.7	80	0	10.6		10.0	2.3 (1.5)	100 (66)	19 (3.1)	200 (33)
ケース13	1:3	22.7	20	5	10.6	10.6	10.1	0.38 (0.25)	53 (35)	0.99 (0.16)	100 (16)
ケース14	1:3	22.7	40	5	10.0	9.9	9.4	0.62 (0.41)	63 (42)	1.9 (0.31)	200 (33)
ケース15	1:3	22.7	80	5	10.6	10.6	10.3	2.3 (1.5)	130 (86)	6.2 (1.0)	190 (31)
ケース16	1:3	22.7	20	10	10.1	10.2	9.9	0.38 (0.25)	23 (15)	1.2 (0.20)	73 (12)
ケース17	1:3	22.7	40	10	10.0	10.0	9.5	0.57 (0.38)	60 (40)	2.1 (0.35)	200 (33)
ケース18	1:3	22.7	80	10	10.1	10.2	9.9	2.7 (1.8)	85 (56)	5.5 (0.91)	190 (31)
ケース19	1:1	30.0	40	5	10.0	9.9	9.1	0.48 (0.32)	48 (32)	0.85 (0.14)	250 (41)
ケース20	1:1	40.0	40	5	10.4	10.3	10.4	0.01未満	13 (8.6)	0.29 (0.048)	20 (3.3)

注) 実験に使用した豊島廃棄物等は、次のAロット、Bロットの混合物である。

	豊島 廃棄物等 (t)	豊島における石灰添加量			廃棄物と石灰 の 混合作業日
		CaO (t)	CaCO ₃ (t)	石灰添加率 (%)	
Aロット	977.9	15	60	7.1	1月10日
Bロット	735.5	15	60	9.3	1月15日

()書きは時間当たり発生量、消費量を示す

※1: 投入コンベア滞留時間を1.5時間と想定

※2: 供給筒滞留時間を6時間と想定

1-6. 豊島廃棄物等と炭酸カルシウムの混合による水素ガス発生実験

豊島で均質化処理を行っていない（生石灰と炭酸カルシウムを添加していない）土壌主体物とシュレッダー主体物にそれぞれ炭酸カルシウムを混合した場合と、それらを混合したものに炭酸カルシウムを混合した場合に、水素が発生するかどうかを確認するため、次の実験を実施した。

1-6-1. 実験方法

実験用試料は、豊島掘削現場で採取した土壌主体物及びシュレッダー主体物であり、これを用いて下記の3試料を作成して実験した。溶融助剤は、豊島掘削現場で添加している顆粒状の炭酸カルシウムであり、混合比率は20%である。温度は40℃で行った。

実験装置は1-5の実験と同じであり、毎日ガスを採取して水素濃度を測定し、7日間行った。

- ・土壌主体物
- ・シュレッダー主体物
- ・土壌主体物とシュレッダー主体物を重量比率で 1:4.5(小爆発発生時に処理していた廃棄物の設定)に混合した試料

水素ガス、pHの測定方法は1-5の実験と同じである。

1-6-2. 実験結果

測定結果は表2-8のとおりであり、水素の発生はいずれの試料からも確認されなかった。

表 2-8 豊島廃棄物等と炭酸カルシウムの混合による水素ガス発生実験結果
(炭酸カルシウムを添加した場合の水素発生量及び酸素消費量)

試料の種類	含水率 (%)	廃棄物等のpH			開始日時	(ml/Kg)							
		実験前		実験後(163時間後)		0~14時間	14~21時間	21~44時間	44~67時間	67~91時間	91~115時間	115~139時間	139~163時間
		添加前	添加後			(14時間)	(7時間)	(23時間)	(23時間)	(24時間)	(24時間)	(24時間)	(24時間)
SD	19.4	8.2	8.4	8.1	2/2 19:05	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満
土壌	14.4	8.1	8.4	8.3	2/2 19:35	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満
混合	-	8.2	8.4	8.1	2/2 20:05	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満

注) ①試料は、何も添加していないシュレッダー(以下、SDと言う。)主体廃棄物、土壌主体廃棄物、SDと土壌廃棄物(SD:土壌=4.5:1)で混合した3種類の

各2Kgに対して顆粒状CaCO₃を20%添加し、攪拌混合したものをを用いた。

②恒温槽温度40℃

参考 酸素消費量 (ml/Kg)

	139~163時間 (24時間)
SD	240 (10)
土壌	190 (7.9)
混合	240 (10)

()書きは時間当たりの消費量を示す

1-7. 直島前処理工程後の水素ガス発生状況確認実験

豊島掘削現場で添加した顆粒状の生石灰や廃棄物中の金属が、直島の前処理工程の破碎により、表面が削られて活性化し、水素ガス発生量の増加現象が見られるかどうかを確認するため次の実験を実施した。

1-7-1. 実験方法

実験用試料は、中間処理施設の豊島廃棄物等受入れピット内の廃棄物（豊島掘削現場で均質化処理を行い、生石灰と炭酸カルシウムを添加したもの）である。

実験装置は1-5.の実験とほぼ同様(恒温水槽のみ無し)であり、2日間1日毎に水素ガスを測定した後、測定に使用した廃棄物をはさみで30mm以下に切断し、ジルコニウム乳鉢で磨り潰し、速やかに同じ実験装置に入れ、3日間1日毎に水素ガスを測定した。温度は室温であり18℃程度であった。水素ガス及びpHの測定方法は1-5.の実験と同じである。

1-7-2. 実験結果

実験結果は表2-9のとおりであり、

- (1)廃棄物の切断磨り潰しを行う前にも、水素が発生している。発生量は1-5.の実験の20℃と同程度か、やや少ない量であった。2日間では減少傾向は見られなかった。
- (2)切断磨り潰し後の水素発生量は、切断磨り潰し前と同程度であり、発生量の増加は見られなかった。

表 2-9 直島の前処理工程後の水素ガス発生状況の確認試験結果

試料の種類	含水率(%)	廃棄物等pH	開始日時	0~8時間	8~32時間	32~52時間	試料破碎後 実験開始日時	含水率(%)	廃棄物等pH	0~24時間	24~48時間	48~72時間
	実験前	実験前		(8時間)	(24時間)	(20時間)		破碎後	破碎後	(24時間)	(24時間)	(24時間)
				水素発生量	水素発生量	水素発生量					水素発生量	水素発生量
前処理前 廃棄物	15.3	12.0	2/4 8:40	0.88 (0.11ml/kg·hr)	3.2 (0.13ml/kg·hr)	2.8 (0.14ml/kg·hr)	2/6 15:00	16.7	11.8	3.3 (0.14ml/kg·hr)	2.7 (0.11ml/kg·hr)	2.7 (0.11ml/kg·hr)

()書きは時間当たりの消費量を示す

1-8. 生石灰混入割合の確認実験

不燃物、可燃物のどちらに豊島掘削現場で添加した生石灰が多く入っているかを把握するため次の実験を実施した。

1-8-1. 実験方法

中間処理施設の不燃物ピットと可燃物ピットの廃棄物を採取し、pH、カルシウム含有量を測定した。

(1) サンプル

中間処理施設の不燃物ピットと可燃物ピットの廃棄物

(2) 測定方法

pH測定 …………… 廃棄物：水＝1：10で抽出後、pHメーターでpH測定する。

カルシウム含有量 …… 蛍光X線分析装置でCaOの測定をする。

1-8-2. 実験結果

結果は表 2-10 のとおり。

表 2-10 廃棄物の pH 及びカルシウム含有量

	pH	カルシウム含有量※
不燃物ピット内廃棄物	11.0	9.3 %
可燃物ピット内廃棄物	9.8	7.3 %

※カルシウム含有量は Total-CaO として測定した。

2. 考察

原因究明のための調査・実験結果から、豊島廃棄物等の化学反応性、豊島廃棄物等の加熱によるガス発生、可燃性ガスの滞留性、引火のメカニズムについて考察し、以下に示すが、その概要は次のとおりである。

豊島廃棄物等の化学反応や加熱によって発生した水素等の可燃性ガスは移動・滞留する可能性があることが明らかとなった。また、炉内が弱い負圧(-50Pa程度)のときも、拡散や廃棄物層内で生じる一部上昇流によって上部空間に移動する。これにより、供給筒から第1溶融炉投入コンベヤにかけて水素ガスが爆発限界を超えて滞留し、引火源があれば爆発的燃焼を引き起こす可能性があることが推測された。

事故当日の運転状況は、炉内圧を-50Paに設定しているが短時間正圧になる状態(瞬間正圧状態)であり、そのため供給筒下部及び炉内で発生した可燃性ガスの上部空間への移動を助長した可能性がある。

引火源については、特定することはできないが、廃棄物同士または廃棄物と機器類との摩擦による静電気の発生が有力な原因の一つとして考えられた。

2-1. 豊島廃棄物等の化学反応性

豊島廃棄物等に生石灰を添加するとアルミ等の両性金属と化学反応して水素ガスが発生するため、掘削現場で一定の放散期間を設けることが「豊島廃棄物等の均質化マニュアル」に定められている。今回、掘削現場で一定期間放置した廃棄物が直島側でなお水素ガスを発生するかどうか、また直島側で炭酸カルシウムを添加すると発生するかどうかを調べた。

調査の結果、炭酸カルシウムは、温度、水分、添加率に関わらず水素発生に寄与しないことがわかった。同様に豊島廃棄物等自体も寄与しないことがわかった。これは廃棄物及び汚染土壌がいずれも弱アルカリ性(pH8程度)であるためと考えられる。一方、生石灰を含む廃棄物等は、温度に比例して水素発生量が増加し、直島側でも発生が持続していることが明らかとなった。破碎等の前処理による水素発生量増加の傾向は認められなかった。

これより、密閉性の溶融炉投入コンベヤで廃棄物等が運ばれる過程(約1.5時間)で水素がコンベヤ内に蓄積される可能性が考えられる。コンベヤ上では常温であるので40℃での実験結果をもとに4%爆発限界に達する時間を算出(リークゼロとして)したところ、第1溶融炉投入コンベヤ頂部空間で約190時間^{*1)}であった。

2-2. 豊島廃棄物等の加熱によるガス発生

可燃性ガス発生の変因として、供給筒下部の炉内切り出し部付近での低温加熱が考えられる。そこで、20～300℃での加熱ラボ実験を行った。

窒素雰囲気下での実験の結果、水素、一酸化炭素、メタンが発生し、いずれも最初の1時間に発生が集中することがわかった。

供給筒下部(20～80℃)では、生石灰とアルミ等の両性金属とによる化学反応によって水素発生も起きていると考えられ、加熱による発生分に加算されることになる。100℃での加熱実験結果と80℃での化学反応実験結果とをもとに、供給筒上部空間で水素ガスが4%爆発限界に達する時間を算出(リークゼロとして)したところ、約45～350時間^{*1)}であった。参考として、ヘリウム実験結果をもとにした算出値は約130時間^{*1)}であった。また、内筒下部温度測定地点から炉

内までの廃棄物が内筒下部測定温度より高温になっていることを加味すると上述の水素ガスによる4%爆発限界到達時間はさらに短くなる。

2-3. 可燃性ガスの滞留性

水素等の可燃性ガスが、供給筒下部から供給筒上部空間やコンベヤ内に移動して滞留する可能性があるかどうかを実験及び流体解析によって調べた。

その結果、移動・滞留する可能性のあることが明らかとなった。移動・滞留するメカニズムは次のとおりと推測される。

供給筒の中の廃棄物層は、可燃物を多く含むため空隙が存在し、それを通じて炉内の状態が供給筒上部空間にまで影響を及ぼす。炉内圧がゼロのとき、炉内への引きの力がないため、供給筒下部で発生した可燃性ガスは拡散によって上部空間に移動する。上部空間に達したガスは、投入中に開放状態になる投入シュートを通じてさらに移動してシュート上に位置する第3溶融炉投入コンベヤにも滞留する。さらに、第3溶融炉投入コンベヤ内のガス濃度が高まり、第2、第1溶融炉投入コンベヤにも可燃性ガスは移動する。第1溶融炉投入コンベヤにおいては、コンベヤ上の廃棄物から化学反応によって発生する水素も加わってさらに濃度が上昇する。炉内が弱い負圧(-50Pa程度)のときも、拡散や廃棄物層内で生じる一部上昇流によって、上部空間に移動する。上部空間の密閉性が高いほど上部空間から炉内への引きの流れが弱くなり、より上部空間へ移動する。高い密閉性は系外への抜けも抑制するため、いっそう系内のガス濃度が高くなる。事故当日の運転状況は、炉内圧をマイナス50Paに設定しているが短時間正圧になる状態(瞬間正圧状態)であり、そのため供給筒下部で発生した可燃性ガスの上部空間への移動を助長した可能性がある。

2-4. 引火のメカニズム

前述の計算により、供給筒から第1溶融炉投入コンベヤにかけて、水素ガスが爆発限界4%を越えて滞留する可能性があることが示唆され、その爆発限界を超えた可能性がある。したがって、引火源があれば爆発的燃焼を引き起こす。水素の場合、最小発火エネルギーは0.02mJと非常に小さく、わずかなきっかけで発火する。今回の引火源を特定することはできないが、廃棄物の投入中に起きたこと、投入口付近の損傷が最も大きかったことから、廃棄物同士または廃棄物と機器類との摩擦による静電気の発生が有力な原因のひとつとして考えられる。今回の事故では供給筒、第3溶融炉投入コンベヤ、第1溶融炉投入コンベヤの3カ所での損傷が大きく、また、およそ1秒間隔で3回の破裂音が生じていることから、水素の火炎伝播が考えられる。

いずれにしても、引火のメカニズムを特定することはむずかしいが、爆発要因として水素が大きな役割を果たしたことは間違いないと思われる。

※1) 4%爆発限界になるまでの時間の算出

①第1溶融炉投入コンベヤ頂上空間(12m³)

40°C化学反応における水素発生量=0.6ml/kg=60L/100t=60L/d=2.5L/h

12m³×1000×0.04÷2.5L/h=192h=8日

②供給筒上部空間(供給筒上部空間+第3溶融炉投入コンベヤ+投入シュート)(48m³)

80°C化学反応における水素発生量=10ml/kg=1000L/100t=1000L/d=41.6L/h

100°C加熱における水素発生量=15ml/min=0.9L/h

- ・流体解析により発生量のうち13%が上部に移動するとして、

$$(41.6+0.9)L/h \times 0.13 = 5.5L/h$$

$$48m^3 \times 1000 \times 0.04 \div 5.5L/h = 349h = 14.5 \text{ 日}$$

- ・発生量の100%が上部に移動したとすると、

$$(41.6+0.9)L/h = 42.5L/h$$

$$48m^3 \times 1000 \times 0.04 \div 42.5L/h = 45h = 1.9 \text{ 日}$$

③ヘリウム実験結果からの算出

ヘリウム注入量 15L/min, 4 時間経過後に第3 溶融炉投入コンベヤ頂部のヘリウム濃度 =26560ppm

$$42.5L/h \div (15L/min \times 60min) \times 26560ppm/4h = 314ppm/h$$

$$40000ppm \div 314ppm/h = 127h = 5.3 \text{ 日}$$

※2) 可燃性ガスの爆発限界濃度と最小発火エネルギー

	爆発下限濃度 (%)	最小発火エネルギー (mJ)
水素	4	0.02
一酸化炭素	12.5	—
メタン	5	0.33

第3章 再発防止対策

1. 再発防止対策の検討

今回の小爆発は、第2章の原因究明のための調査・実験結果から考察したところ、可燃性ガスの滞留が原因と考えられることから、それを防止するための対策を検討した。なお、対策については1号炉、2号炉を対象に施す。

1-1. 可燃性ガスの換気

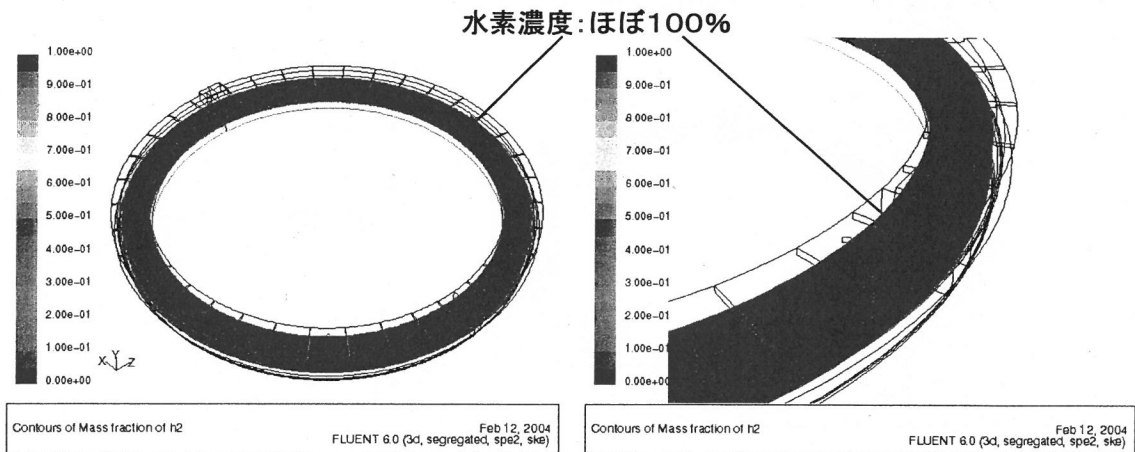
1-1-1. 3次元流体解析による爆発防止対策案の検討

3次元流体解析により爆発防止対策案の検討を行う。

1-1-1-1. 解析結果

a) 大気開放による換気の評価

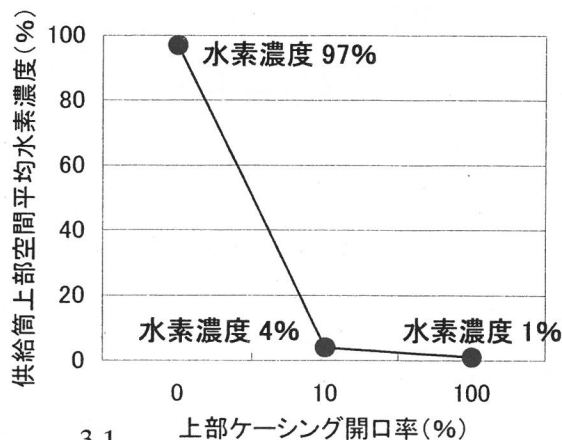
解析条件は、供給筒下部で $1\text{mg-H}_2/\text{kg-waste.hr}$ の水素が発生しその水素が全量供給筒上部空間に下部から流入したと仮定し、供給筒上部空間は上部ケーシングに大気開放状態の穴(100A)を空けた状態とした。この条件下で計算した供給筒上部空間の水素測定分布を下図に示す。



計算結果の水素濃度はほぼ100%となったが、あくまで連続的に水素が発生した場合の無限時間後の状況を示すものである。実際は水素の発生が断続的であったり、炉内への引き込みもあるのでここまで高濃度にならないが、一時的に大量の水素が発生し供給筒上部空間の水素濃度が高くなることは十分に考えられる。そういった状況に対処するために、何らかの換気設備を設置する必要がある。(なお、上部ケーシングに100Aの穴を12個空けても、開口率は1%に満たない。2次元解析の結果から考えても、水素濃度が4%以上になる可能性は十分にある。)

(参考)

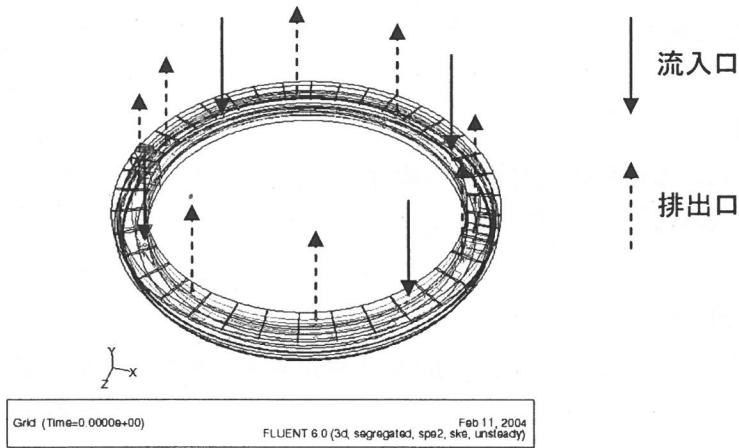
上部ケーシング開口率と供給筒上部空間の平均水素濃度との関係(2次元解析)



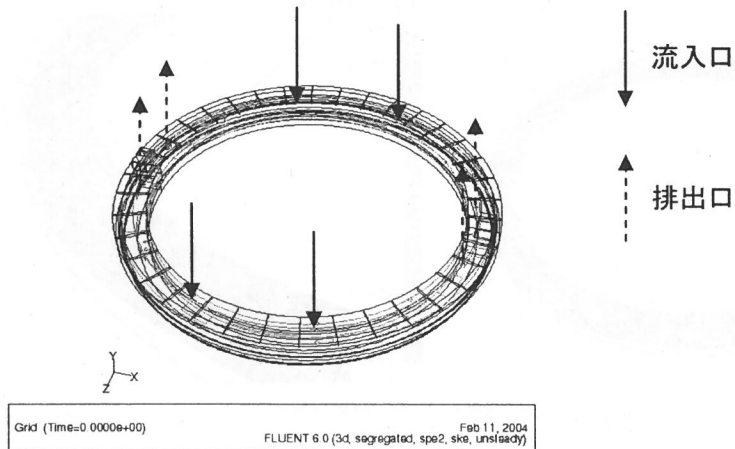
b) 強制パージによる換気の評価

供給筒上部の3次元モデルを作成し、パージ用ガスの流入パターンの検討を行った。
(なお今回の解析ではパージ用のガスとして空気を用了)

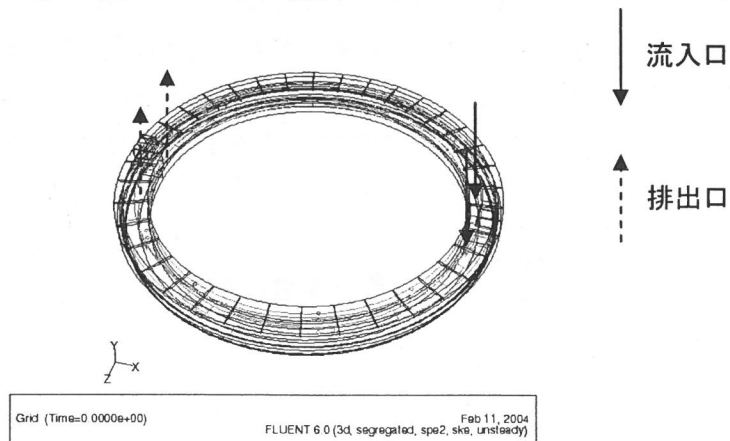
【パターン1】 流入口×4、 排出口×8



【パターン2】 流入口×4、 排出口×4



【パターン3】 流入口×2、 排出口×2

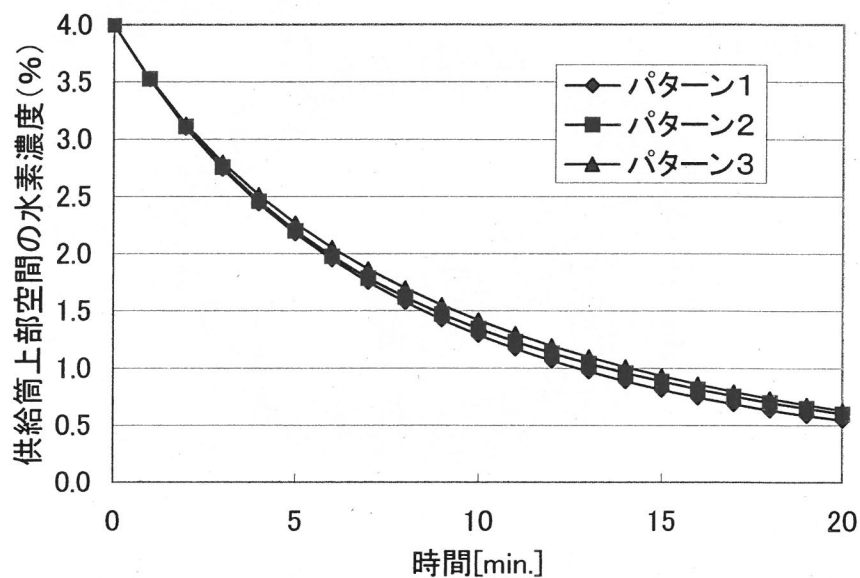


それぞれのパターンにおける換気能力を検討するために以下の解析を行った。

- 1) 水素が供給筒上部に充満し、4%に達している状態を作る。
- 2) 空気の流入を行い、供給筒上部空間の換気を行う。
- 3) それぞれのパターンにおける供給筒上部空間の水素濃度変化を調べた。その結果を表3-1に示す。

なお、全流入空気量は供給筒上部空間（ 28 m^3 ）を一時間あたり5回換気できる量（ $140\text{ m}^3/\text{hr}$ ）に設定した。

表 3-1 パターン別の供給筒上部空間の水素濃度変化



この結果より、

- ・ いずれのパターンにおいても20分で水素濃度が0.5%程度にまで下がる。
 - ・ パターンの違いはほとんどない
- ということがわかった。

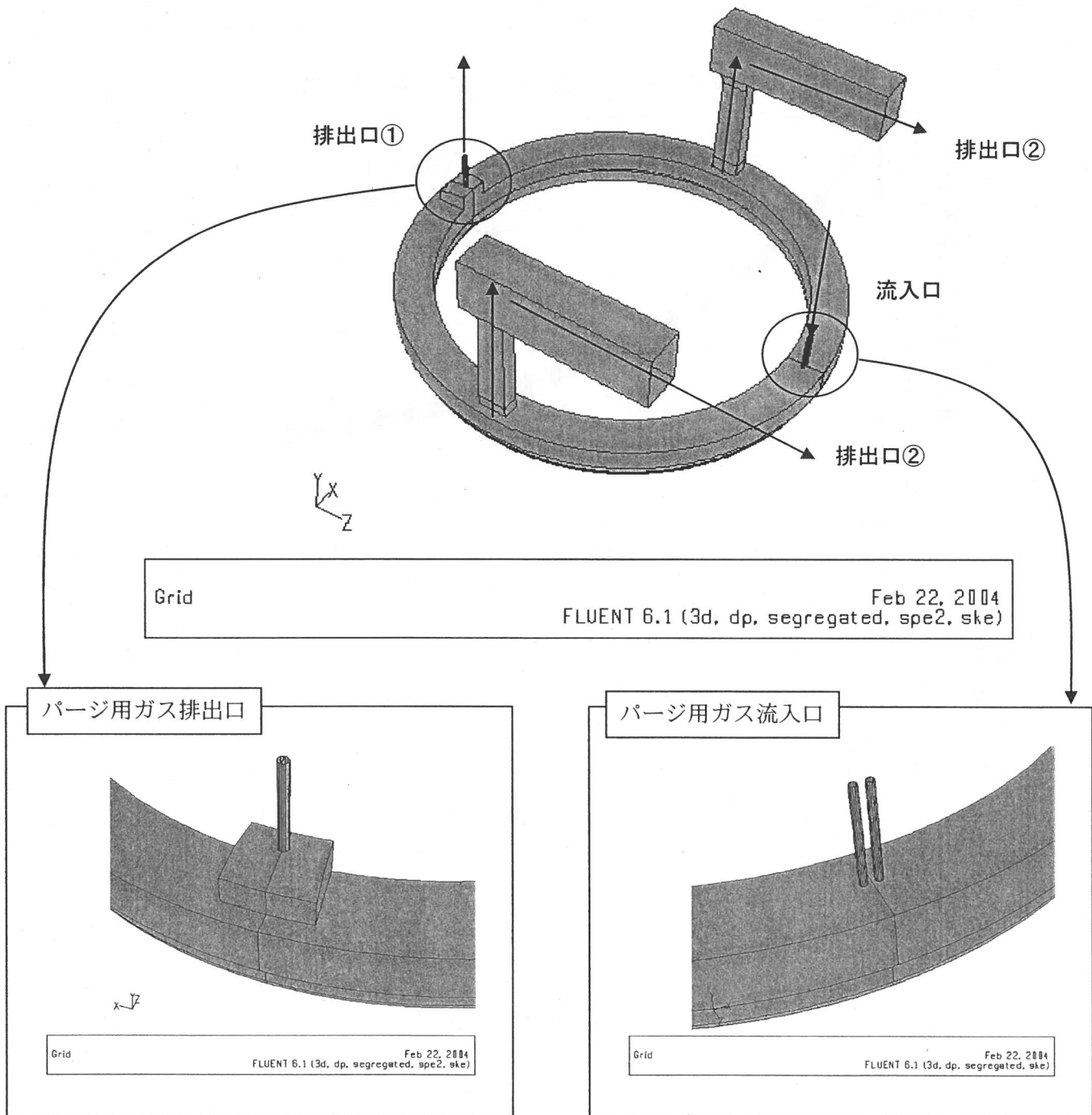
c)対策例 (供給筒上部+第3 溶融炉投入コンベア上部のモデル)

上記パターン3をベースに第3 溶融炉投入コンベア上部空間を含んだモデルを作成した。

【モデル概要】

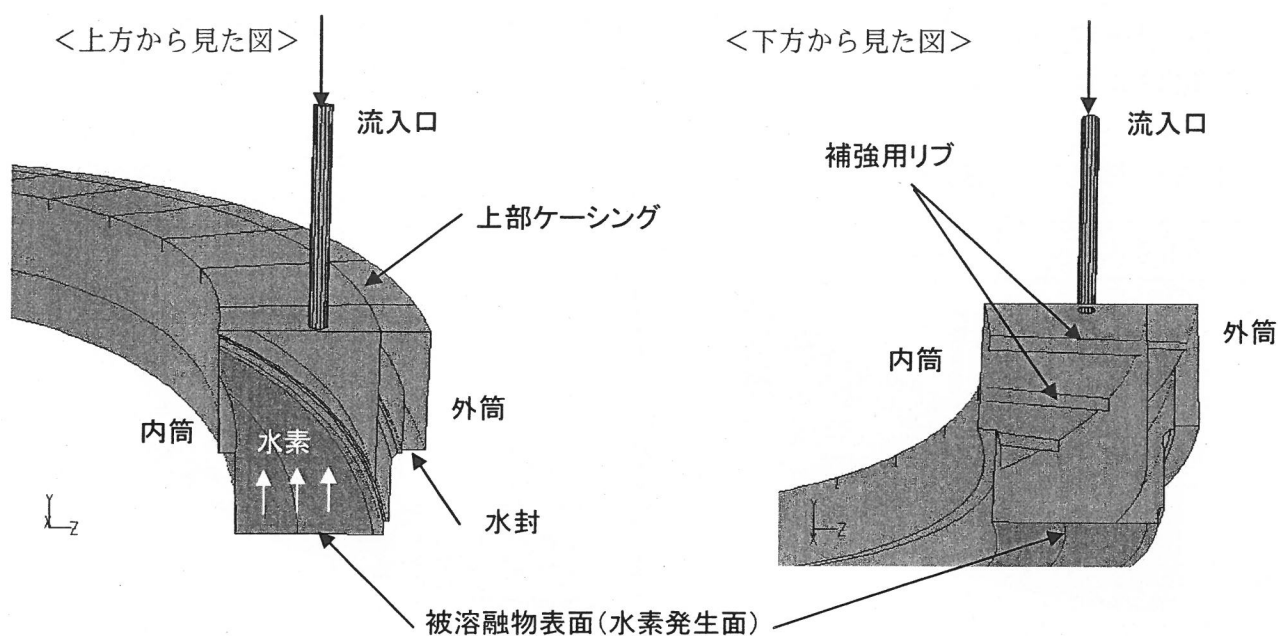
①概観

下図のように対角に流入口と排出口①を設置する。



②内部の構造

パージ用ガス流入口付近の内部の形状を示す。



【流量】

流入口から入れる流量は供給筒上部空間（ 2.8 m^3 ）+第3 溶融炉コンベア上部空間（ 1.5 m^3 ）を一時間に5回換気する量（ $2.15\text{ m}^3/\text{hr}$ ）とした。また排出口①は全流量の65%※が排出されるように誘引するものとする。

※（供給筒上部空間体積： 2.8 m^3 ）/ {（供給筒上部空間体積： 2.8 m^3 ）+（第3 溶融炉コンベア上部空間体積： 1.5 m^3 ）} $\times 100 = 65\%$

【境界条件】

水素発生面は被溶融物表面全体（全周）とした。

実際の装置では、流入口で押込み、排出口で吸引し供給筒上部空間を微負圧となるよう調整する。コンピュータ上でこの状況を模擬するために、流体を非圧縮とし、内部に入った流体が供給筒上部のガス排出口から65%、第3コンベア上部から35%排出されるように設定した。

【解析結果】

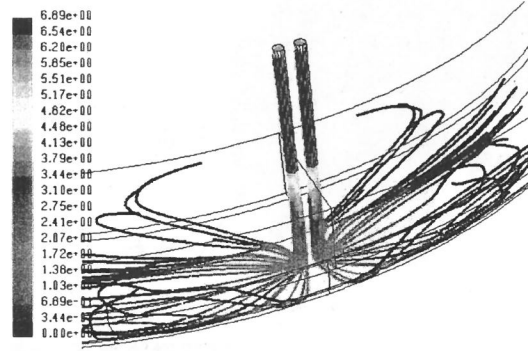
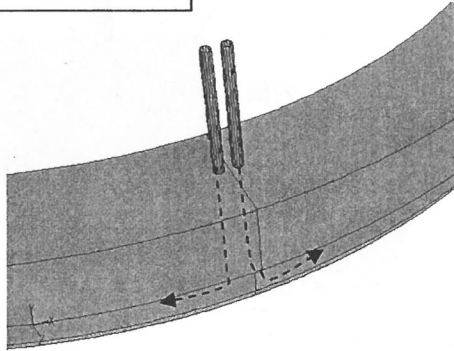
①常時換気

パージ用ガス流入による常時換気の効果を検討する。

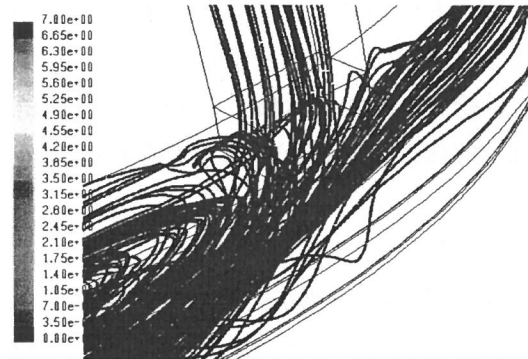
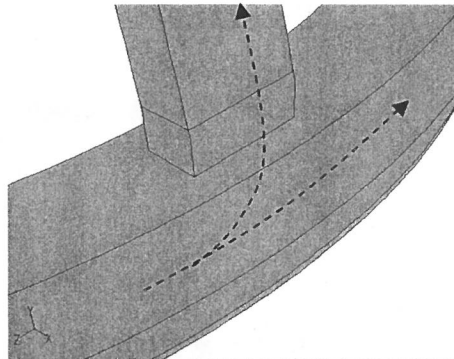
なお水素発生量を 5.5L/hr (実験結果からの計算値に準拠)、被溶融物堆積層の全面から水素が発生するものとした。

【パージ用ガスの流線】(見やすくするために流線をまびいた)

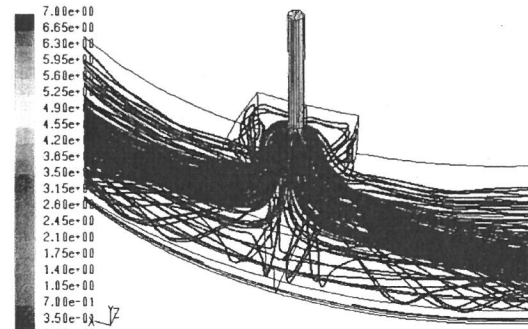
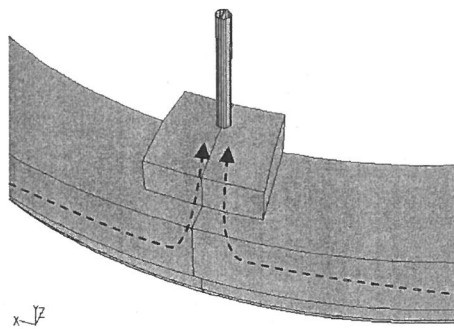
パージ用ガス流入口



被溶融物投入口

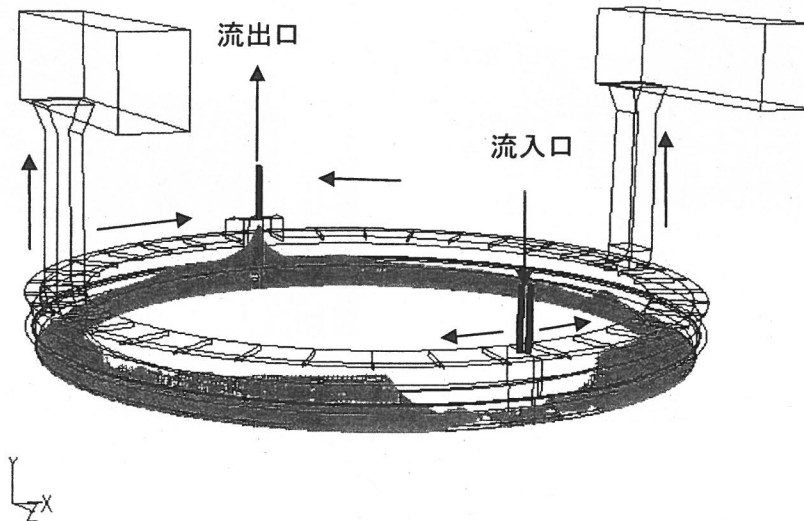


パージ用ガス排出口



【水素濃度の分布】

以下の図は水素濃度 0.1%以上のエリアを示したものである。
大部分が、発生源として計算上設定した廃棄物表面上であった。



Grid

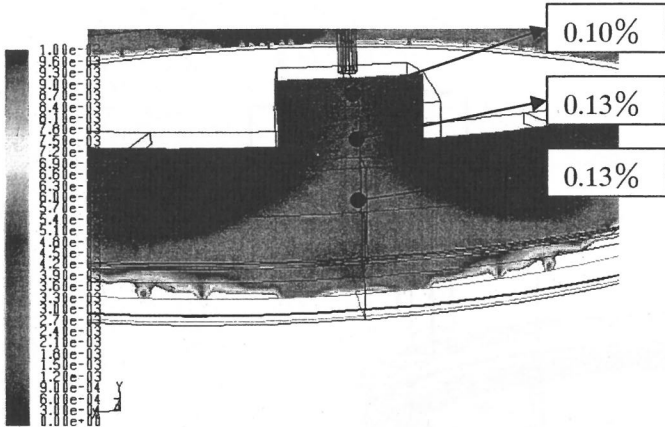
Feb 22, 2004
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, spe2, ske)

この図から水素発生源を起点に水素が上部に広がっている様子がわかる。また、上部ケーシング部直下、ならびに第3 溶融炉投入コンベア部には水素濃度が 0.1%以上の空間が存在しないことを確認できる。

流入口付近、流出口付近の様子を比べてみると、流入口付近では水素を両側に押しやることで水素濃度が低いエリアが形成され、逆に流出口付近では流出口の誘引により水素が吸引されている様子がわかる。

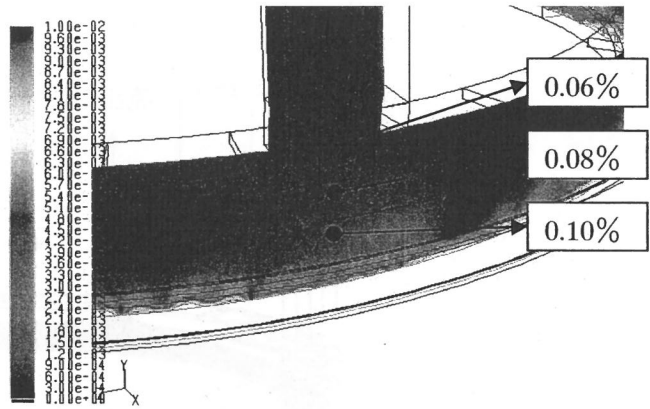
各位置での水素濃度分布ならびに任意のポイントの水素濃度を示す。

パージ用ガス排出口

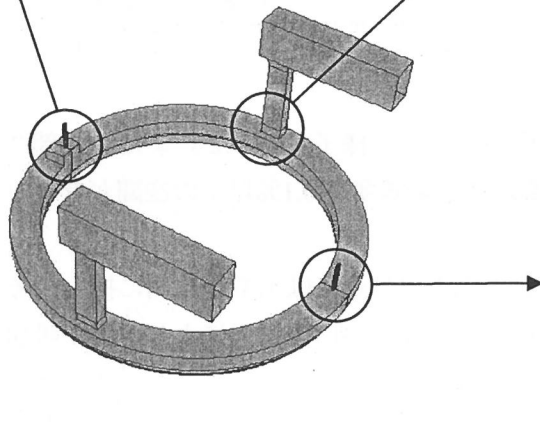


Contours of Mole fraction of h2
Feb 22, 2004
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, spe2, ske)

被溶融物投入口

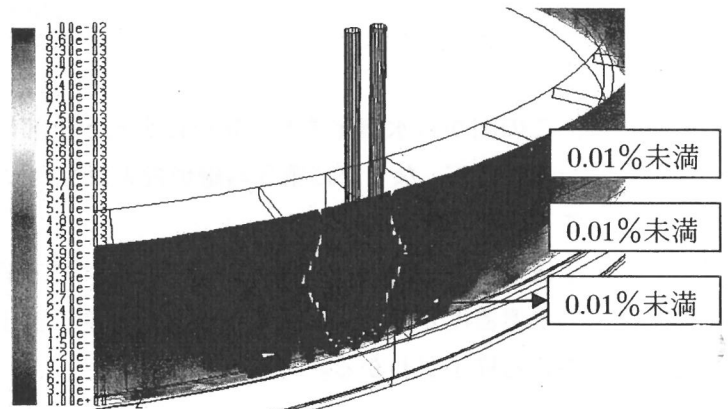


Contours of Mole fraction of h2
Feb 22, 2004
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, spe2, ske)



Grid
Feb 22, 2004
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, spe2, ske)

パージ用ガス流入口



Contours of Mole fraction of h2
Feb 22, 2004
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, spe2, ske)

以上の結果より常時換気を行った場合

- ・ パージ用ガス排出口付近で水素濃度が高くなる傾向がある
- ・ 供給筒上部空間、第3 溶融炉投入コンベア共に大部分で水素濃度が0.1%未満になることがわかった。

②断続換気

断続換気の効果を検証した。その結果を表 3-2 に示す。

(パージ用ガスを流したときの水素濃度 (初期濃度: 4%) の時間変化を調べた。)

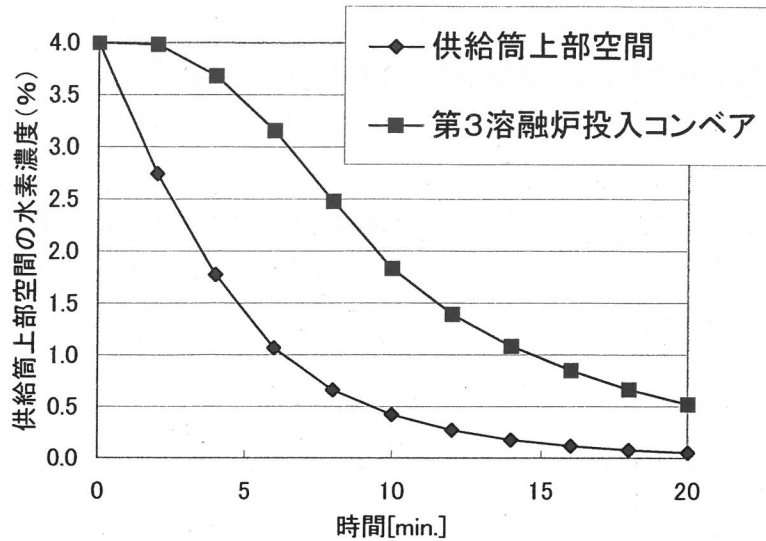
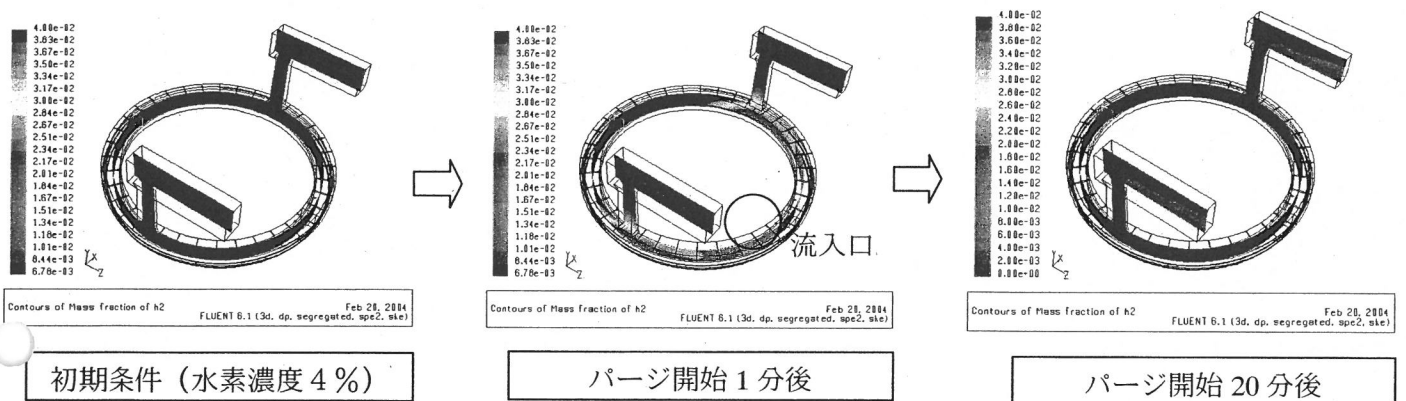


表 3-2 断続換気による水素濃度の時間変化

この解析から供給筒上部空間、第3溶融炉投入コンベア上部空間共に、20分間後には水素濃度0.5%程度にまで換気でき、断続換気でも対応可能であると考えられる。

【水素濃度の変化】



1-1-1-2. まとめ

供給筒、第3溶融炉投入コンベアをモデル化した流体シミュレーションにより、

- ・ 大気開放のみでは水素濃度が上がり続ける危険性がある。
- ・ パージ用ガス流入口の個数は換気性能にさほど影響しない。
- ・ 一時間に5回換気する量のパージ用ガスを流入することにより、常時換気の場合水素濃度を0.1%未満にすることができ、また断続換気した場合でも約20分で水素濃度を4%から0.5%に希釈することができる。
- ・ パージ用ガスの押込みと誘引による排出量調整で供給筒上部空間と第3溶融炉投入コンベア上部空間を同時に換気することができる。

1-1-2. 可燃性ガスの換気

1-1-1. の流体解析結果をもとに、以下の方法で供給筒及び溶融炉投入コンベヤの換気を行う。

- ・供給筒内を強制パージ（空気の押し込み）して供給筒上部及びコンベヤ頂部からそれぞれ吸引する
- ・押し込み量と吸引量とをバランスさせて供給筒上部空間の内圧を微負圧に調整する
- ・併せて、ロータリーキルンのコンベヤを換気する
- ・1時間あたりの換気量は、供給筒、第1～第3溶融炉投入コンベヤの空間容積の5倍分とする
- ・運転中は常時換気する

換気フロー及び吸引部の概略を図 3-1 に示す。供給筒から吸引したガスは後燃焼室に送り込み排ガスと合流させる。第1及び第3溶融炉投入コンベヤ頂部から吸引したガスは室内換気が行われているホッパーステージ（ピット室）に送り込む。吸引部はガス貯まり（吸引フード）を設ける。

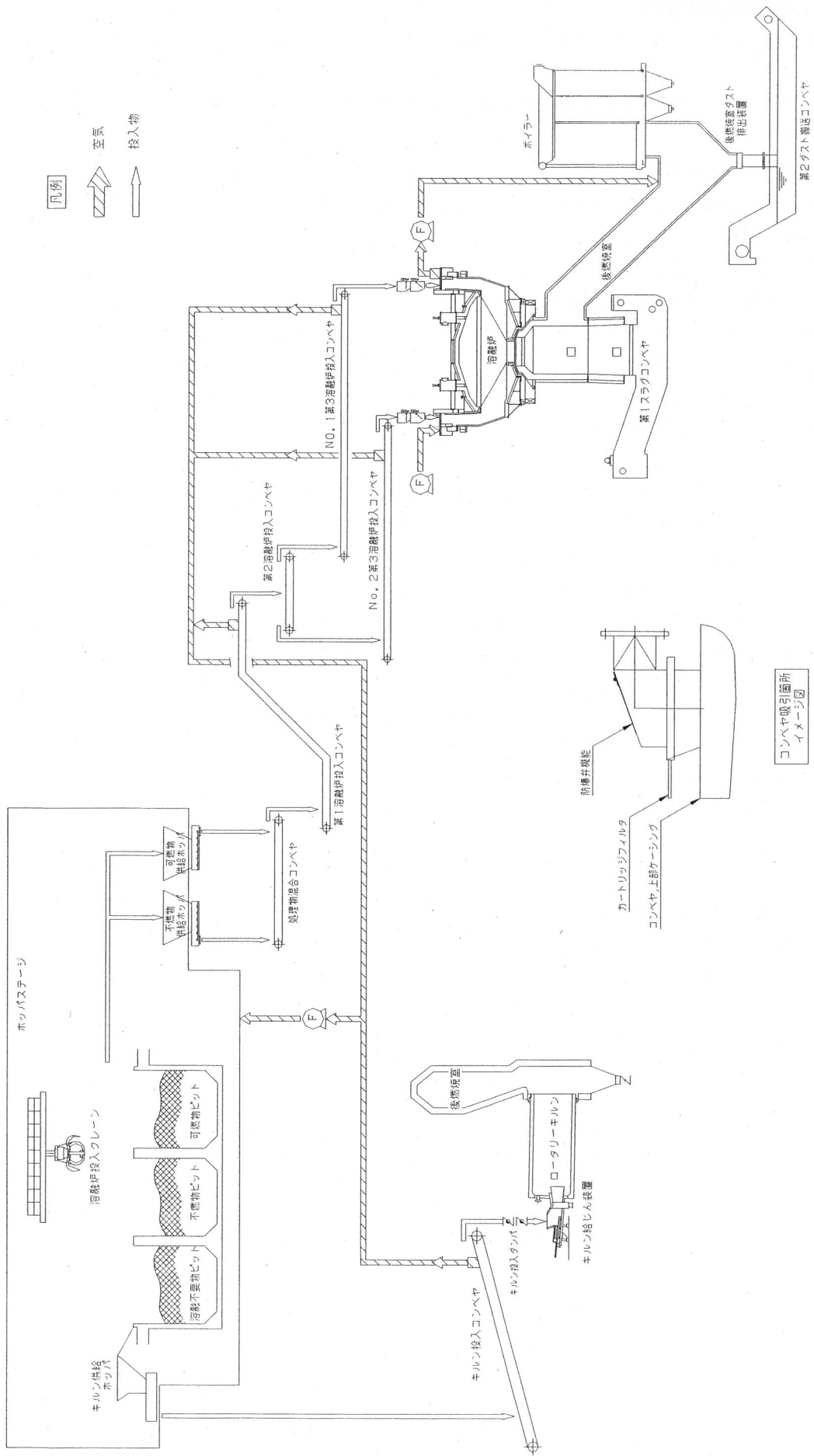


図 3-1 換気フローと吸引部の概略

1-2. 溶融炉供給筒の状態監視

1-2-1. 供給筒内温度測定

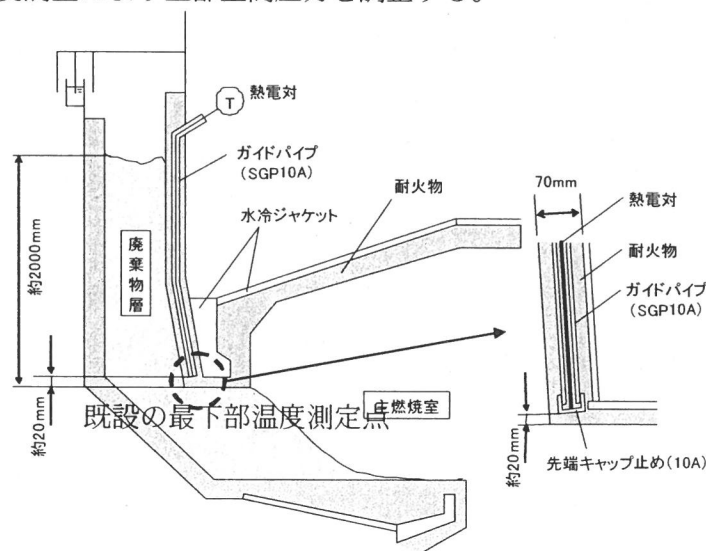
- 供給筒内垂直方向3ヶ所に熱電対を設置する。今回新設の測定点と既設の測定点とを図3-2及び図3-3に示す。既設の場合、厚さ20mmの耐火物を隔てて廃棄物層を測定しているのに対し、新設では直接廃棄物層を測定するようにした。設置場所を既設点の対角に設定する。
- 廃棄物供給量を調整することによって、新設の供給筒最下部の温度を調整する。設定温度は、確認試験で決めるものとし、また、実際に監視指標として管理・調整できるかも確認する。
- 供給筒上部、中間部の温度は常温であることを監視する。

1-2-2. 供給筒内可燃性ガス連続モニタリング

- 水素用と可燃性ガス用の測定装置をそれぞれ設置する。可燃性ガス測定装置の測定対象ガスは、水素、一酸化炭素、メタン、エタン、プロパン、ブタンの6種であり、その合計濃度が測定される。
- ガスサンプリング口を解析結果で最も濃度の高かったガス吸引部（吸引フード）に設置する。図3-3及び図3-4に示す。
- 供給筒上部空間の水素ガス及び可燃性ガスを連続測定する。供給筒中間部（廃棄物層中）に別途サンプリング口を設け（中間部温度測定用ガイドパイプを流用）、試験的にガス採取を上部空間から切り替えて測定し濃度レベルを調べる。
- 上部空間の水素ガス濃度の監視設定値を0.4%とする（爆発下限値4%の1/10レベル）。
- 可燃性ガスの監視設定値に関して、確認試験で上部空間のガス分析を行い、上記6種のガス比率を調べて爆発下限値を算出し、それより設定する。
- 上部空間での水素濃度または可燃性ガス濃度が設定値を越えた場合、警報を発生し低減操作を実施するようガイダンスを行う。低減操作は、炉内圧の低下、炉回転の停止とする。

1-2-3. 供給筒上部空間圧力の調整及び測定

- 炉内圧と同様、供給筒上部空間における圧力を測定する。サンプリング口を図3-3及び図3-5に示す。
- 大気圧>供給筒上部空間圧力（=微負圧）>炉内圧になるように、吸引ファンと押込ファンのダンパ開度調整により上部空間圧力を調整する。



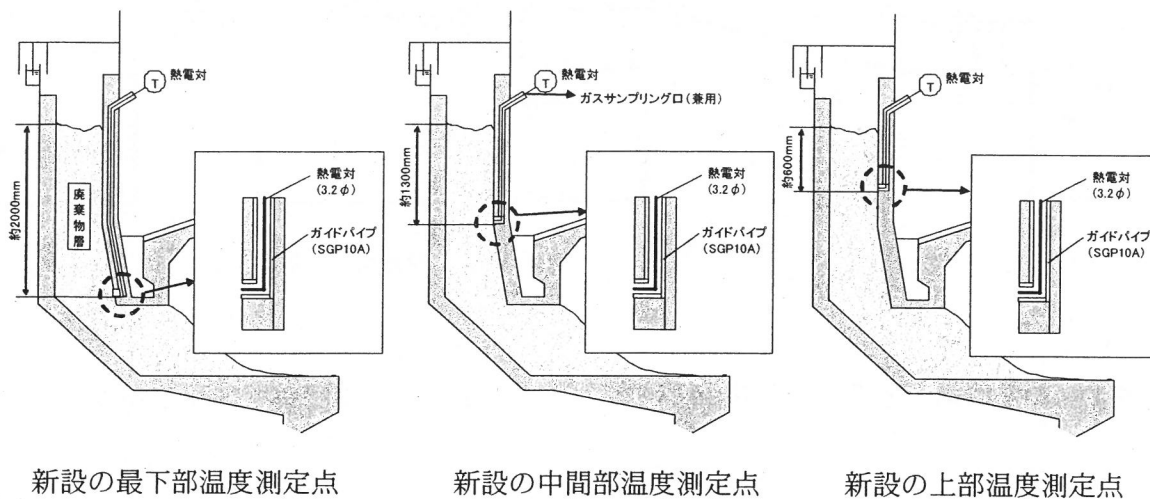


図 3-2 供給筒内温度測定点断面図

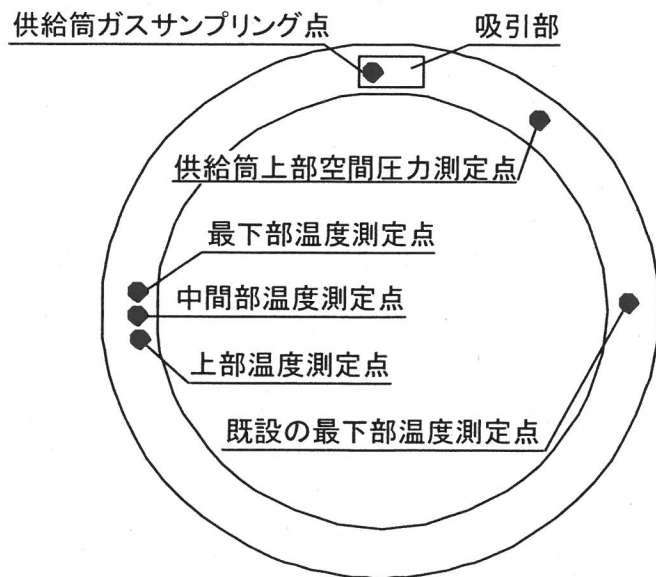


図 3-3 供給筒測定点平面図

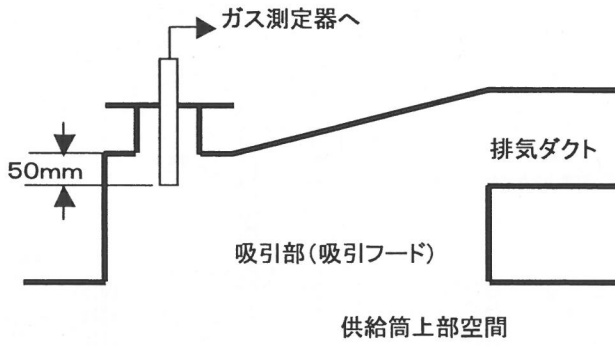


図 3-4
供給筒上部空間サンプリング口断面図

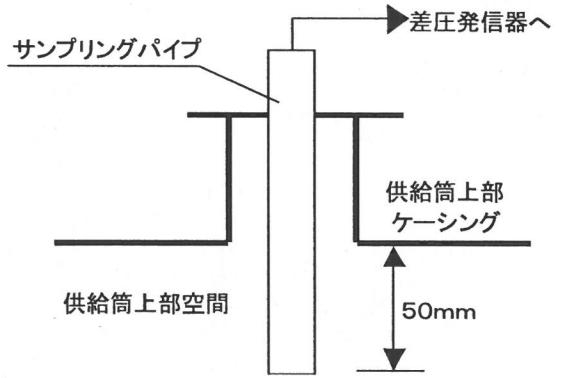


図 3-5
供給筒上部空間圧力測定口断面図

1-3. 溶融炉投入コンベヤ内の状態監視

溶融炉投入コンベヤ頂部空間の可燃性ガス連続モニタリングを実施した。

- ・ 第1 溶融炉投入コンベヤ頂部の水素ガス及び可燃性ガスを連続測定する。
- ・ 第3 溶融炉投入コンベヤ頂部と第1 溶融炉投入コンベヤ頂部とを切り替えて測定できるようにしておき、確認試験で両測定点でのガス分析を行い、適切と判断される方をモニタリング点と決める。
- ・ ガス濃度の監視設定値を、供給筒と同一とする。
- ・ 溶融炉投入コンベヤ頂部空間での水素濃度または可燃性ガス濃度が設定値を越えた場合、供給筒と同一の低減操作を行う。

サンプリング口を図 3-6 に示す。

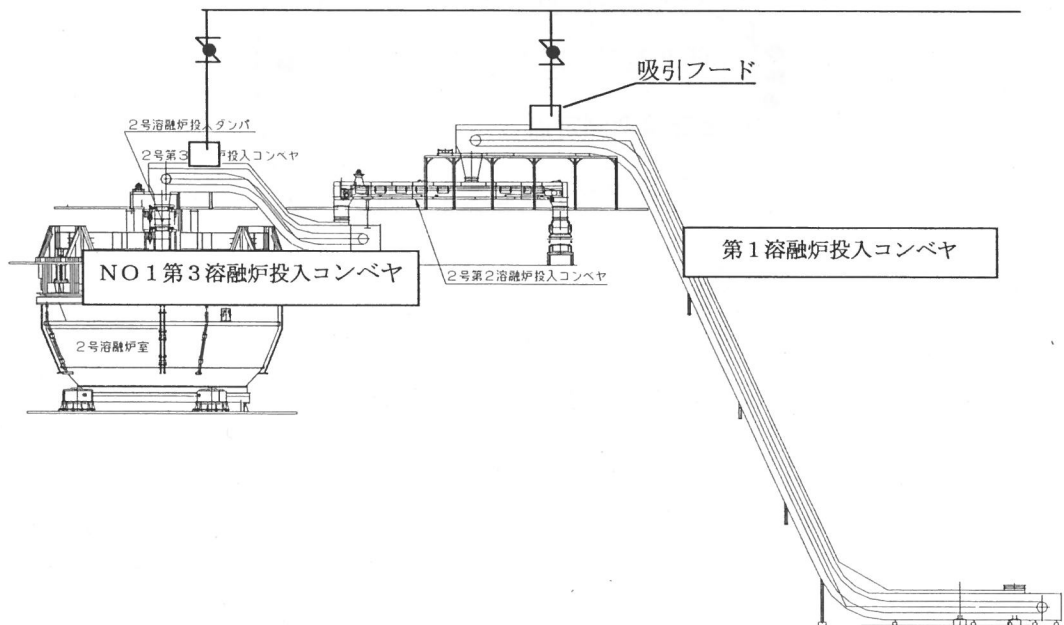


図 3-6 溶融炉投入コンベヤのガスサンプリング口

1-4. 炉内圧制御

- ①主燃焼室炉内圧制御の設定値を変動範囲最大値でもマイナス圧となるように設定する。
- ②瞬間正圧状態が1時間に2回生じたら、警報を発生し炉圧の設定を下げるようガイダンスを実施する。
- ③正圧を30秒間維持した場合、自動的に炉回転を停止し、警報を発生しガイダンスを実施する。

1-5. 映像監視

主燃焼室上部及び溶融炉投入コンベヤを常時録画更新できる撮影システムで撮影し記録に残すようにする。

1-6. 日常監視・点検と安全確認方法

中央制御室において、以下のデータを日常的に監視する。

- ① 供給筒上部空間及び第1溶融炉投入コンベヤ頂部空間の水素ガス濃度、可燃性ガス濃度（DCS画面）
 - ② 供給筒内温度4点（上部、中間部、最下部、既設の最下部）（DCS画面）
 - ③ 供給筒上部空間圧力1点（DCS画面）
 - ④ モニター画像による主燃焼室上部の外観及び溶融炉投入コンベヤの外観
- 主燃焼室上部には炉内目視点検のため、定期的に運転員が立ち入る必要がある。そのときは、以下の内容を3F部に設置したデータ表示盤で確認した上、点検に行くこととする。コンベヤ点検時も同様とする。また、必要なく5Fに立ち入らないこととする。

- ① 供給筒内水素濃度及び可燃性ガス濃度が設定値を下回っていること
- ② 炉内圧，供給筒上部空間圧力が大気圧以下であること

これらの作業及び非常時・緊急時対応は、運転維持管理マニュアルを改訂し、訓練を実施して運転員に徹底を図る。非常時・緊急時対応及び警報発信後の処置方法を表3-3、表3-4に示す。

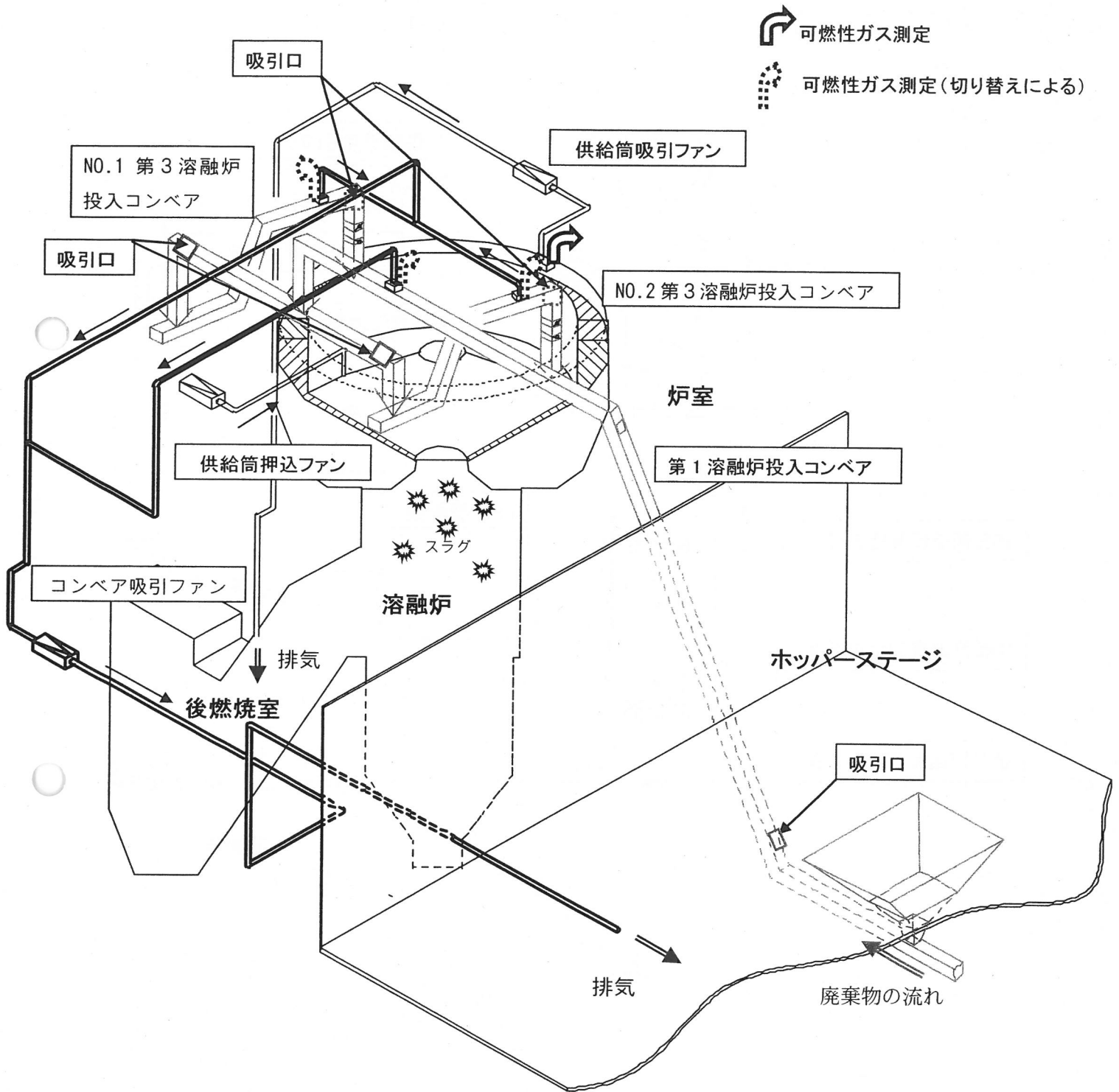
表3-3 非常時・緊急時の対応一覧表

状況	停止機器	対応
故障による停止	供給筒押込ファン	当該溶融炉の通常停止操作に入る。 通常停止後、復旧・修理にかかる。
	供給筒吸引ファン	同上
	コンベヤ吸引ファン	同上

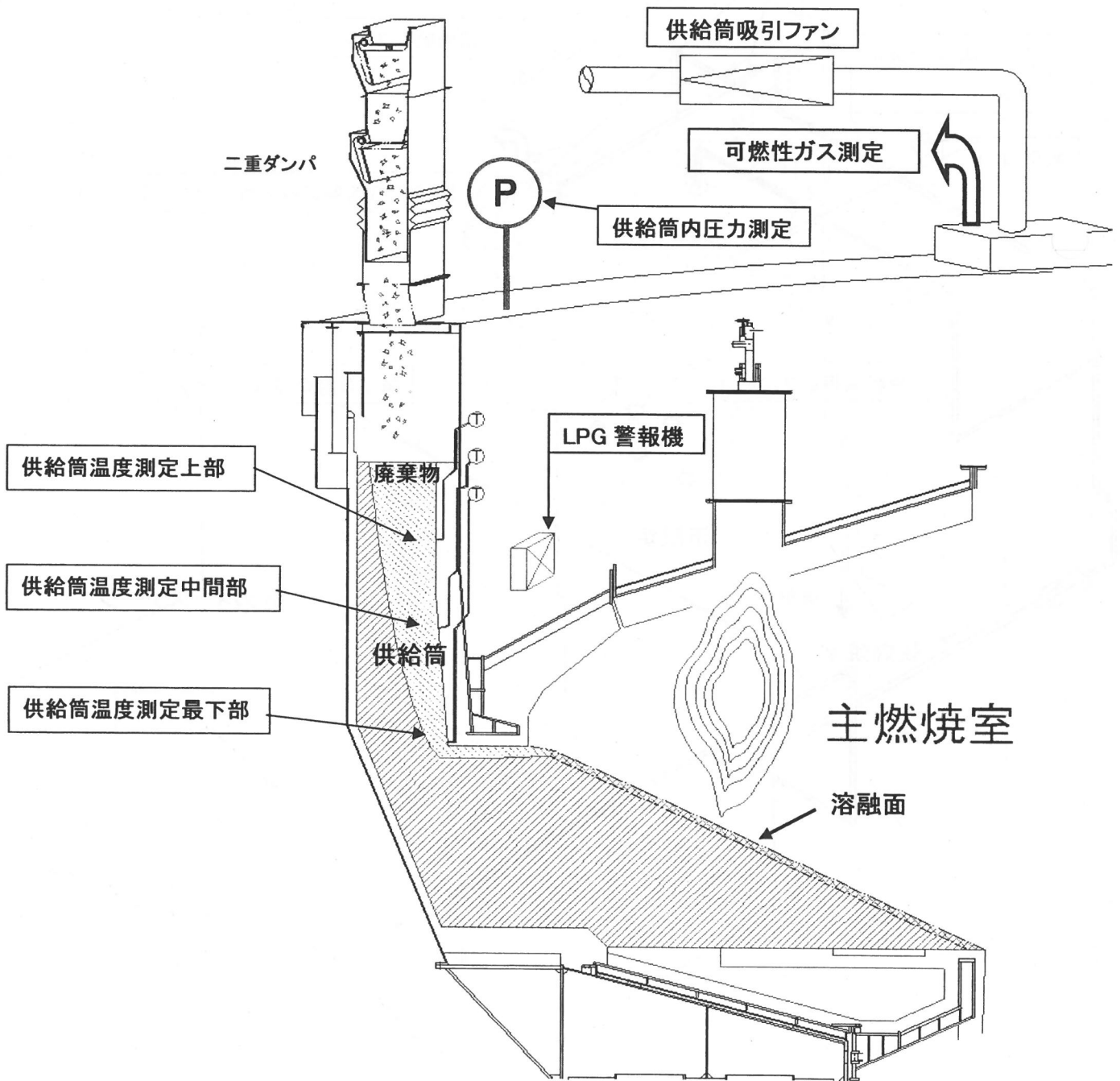
表 3-4 警報発信後の処置方法一覧表

警報発信項目	警報発信後の処置方法
供給筒内水素または可燃性ガス濃度	<p>換気流量を定常状態から2倍に増加させる。 増加1分後ガス濃度が低下しない場合、炉内圧を20Pa低下させる。 炉内圧が-200Paになってもガス濃度が低下しない場合は炉回転を一時停止する。 その場合でも、ガス濃度が低下しない場合は通常のシャットダウン操作にはいる。</p>
コンベヤ頂部内水素または可燃性ガス濃度	<p>換気流量を定常状態から2倍に増加させる。増加1分後ガス濃度が低下しない場合、投入系を停止する。 投入系停止1分後ガス濃度が低下しない場合は、炉の通常シャットダウン操作にはいる。</p>
炉内圧	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1時間に2回正圧になった場合、供給筒内のガス濃度をチェックし、その濃度が設定値の1/2を越えている場合は炉内圧を20Pa低下させる。その操作は炉内圧が-200Paになるまで繰り返すことができる。 ・ -200Paでガス濃度が設定値を越えた場合は、供給筒内水素または可燃性ガス濃度が設定値を越えた場合の対応とする。 ・ 炉内圧が正圧となって30秒以上経過した場合、自動的に炉回転が停止するが、停止後1分間経過しても炉内圧が負圧にならない場合、通常のシャットダウン操作に移行する。

溶融炉廻りの換気設備概要図



溶融炉廻りの温度等監視概要図



2. 安全対策の検討

1. の中間処理施設における再発防止対策以外に、水素や加熱による可燃性ガスを対象とした安全対策として、掘削から熔融までを網羅した総合的な取り組みが重要であり、工程ごとの安全対策を以下に示す。

2-1. 廃棄物掘削・均質化工程

2-1-1. 水分低減方法の見直し

現行の生石灰添加による乾燥対策から事前に雨水浸透抑制と自然乾燥を行い、掘削物の水分低減を促進したうえで、できる限り少量の生石灰を添加することにより、水素ガス発生量を抑制しながら、廃棄物の含水率を30%以下に抑える方法に変更する。

具体的な自然乾燥方法を以下に示す。

- ① 1ロット分のSD及び仮置き土の山を数個、事前に掘削して作っておく。山の状態を1週間程度保持しておき、その間の降雨の着水面と着水量を減らす。加えて、重力排水を促す。山の表面は重機によって締め固めておき、浸透を抑える。
- ② さらに、5m四方のパネルをいくつか作成して、重機を使って山に被せる（降雨時に混合直前の山に対して）。

これらの作業手順を「廃棄物等の均質化マニュアル」に追記する。

2-1-2. 攪拌による水素ガスの放散促進

生石灰混合後、重機によって廃棄物を十分に攪拌する。混合当日は終日混合・攪拌作業を行い、翌日から中間保管ピット運搬日までは、他の作業工程を見ながら午前と午後1回ずつ程度の攪拌作業を行う（雨天日を除く）。作業手順を「廃棄物等の均質化マニュアル」に追記する。

2-1-3. マニュアルの遵守

「廃棄物等の均質化マニュアル」に定められた発生水素対策を遵守する。

- ・仮置き土と生石灰とを混合した後にSDを混合する
- ・混合から3日後まで現場で放置する

併せて、火災対策として

- ・混合日の午前中までに生石灰混合を完了させる
- ・混合当日は混合物内部温度を定期的に測定し、発熱が収束したことを確認する（収束するまで混合作業を続ける）。測定結果を記録に残す

2-2. 中間保管梱包施設 廃棄物保管・梱包工程

2-2-1. 可燃性ガスの換気

天井に設置の換気口から吸引した室内滞留ガスをガス処理装置を経て排気する。

「豊島廃棄物対策事業の安全性再評価に関する報告書」参照。

2-2-2. ホッパ上部、特殊前処理室、積込室の可燃性ガス濃度測定

「豊島廃棄物等対策事業における作業環境管理マニュアル」に基づき、現在毎朝1回水素ガスを測定している。今後は、可燃性ガス（一酸化炭素、炭化水素（メタン））を測定項目に追加する。また、試験的に1日の測定回数を増やして各作業場所のガス滞留状況を把握し、最適な測定回数と測定時間帯を決め、実施する。変更ある場合は、マニュアルを改訂する。作業環境測定地点を図3-8に示す。

2-3. 輸送工程

2-3-1. 可燃性ガスの排気

中間保管梱包施設で荷積みされたコンテナトラックにおいて、豊島のコンテナトラック待機ヤードで廃棄物輸送船「太陽」に乗船するまでの間、コンテナの天蓋を雨が入らない程度(5cm)に開けておく。マニュアル等を改訂して本作業の徹底を図る。

2-4. 中間処理施設 廃棄物受入・前処理工程

2-4-1. 可燃性ガスの換気

天井に設置の換気口から吸引した室内滞留ガスをガス処理装置を経て排気する。

2-4-2. 廃棄物投入プラットホームの水素ガス濃度測定

「豊島廃棄物等対策事業における作業環境管理マニュアル」に基づく本測定の徹底を図るとともに、今後は、可燃性ガス（一酸化炭素、炭化水素（メタン））を測定項目に追加する。また、試験的に1日の測定回数を増やしてガス滞留状況を把握し、最適な測定回数と測定時間帯を決め、実施する。変更ある場合は、マニュアルを改訂する。測定場所を図3-7に示す。

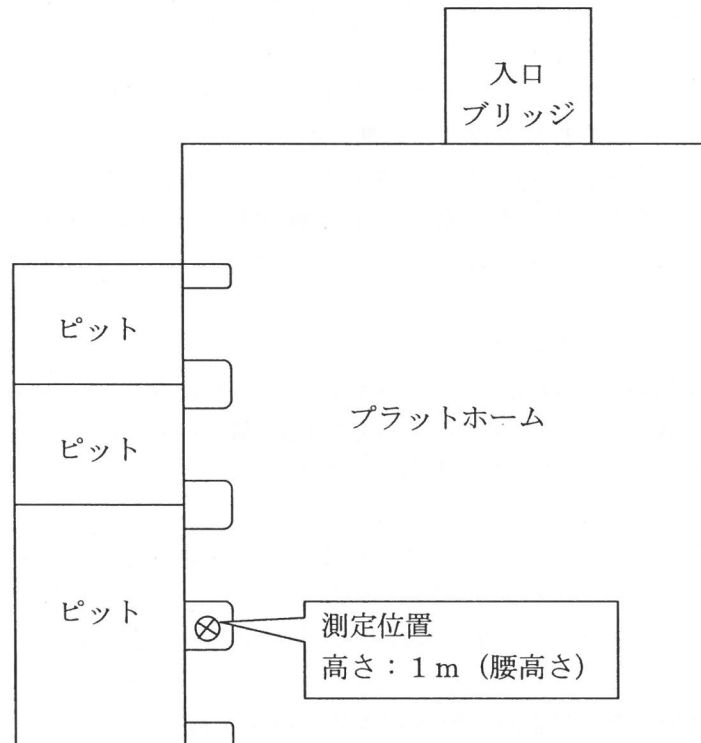


図 3-7 中間処理施設 プラットホーム測定位置

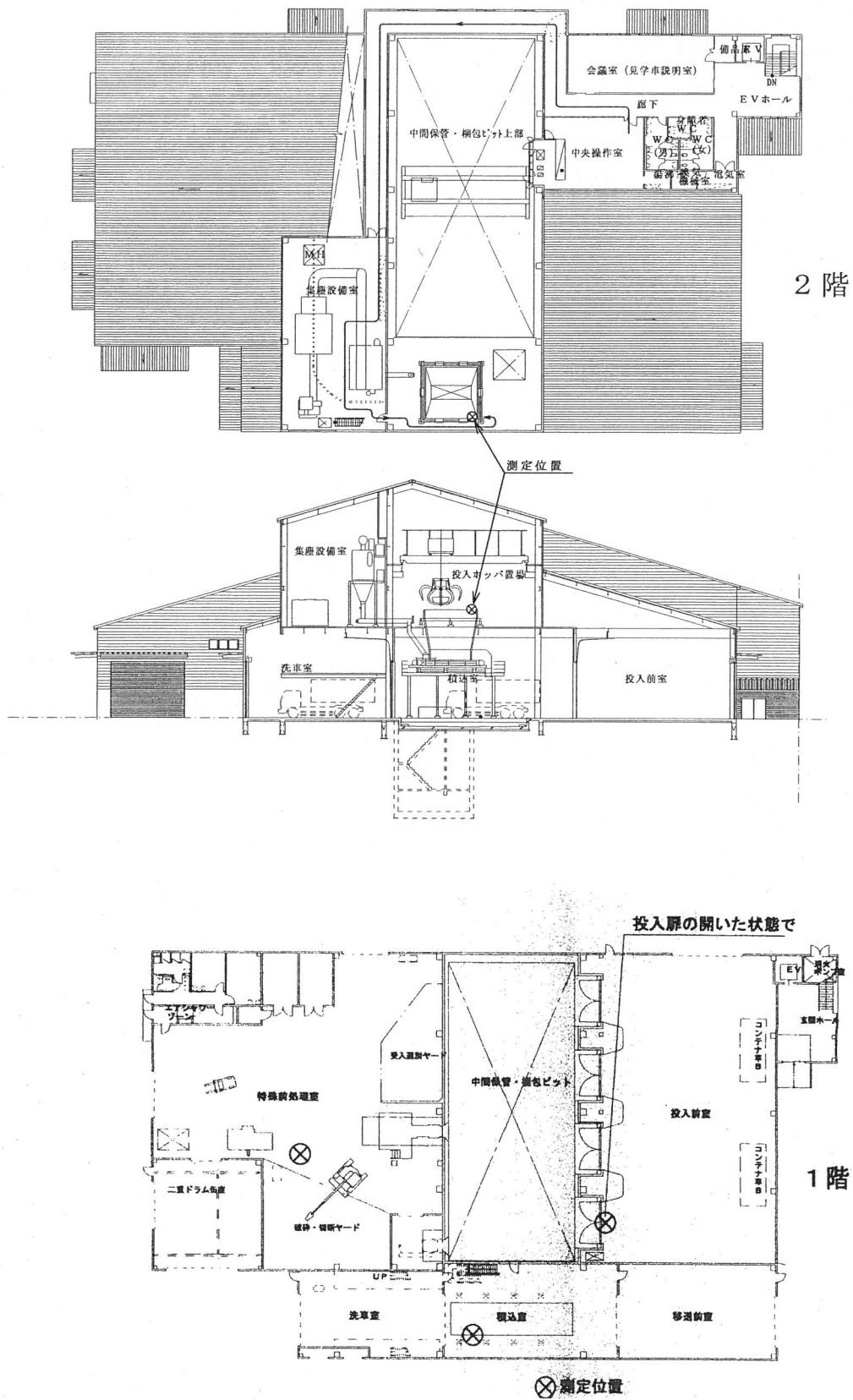


図 3-8 中間保管・梱包施設における作業環境測定地点

第4章 再発防止対策確認試験

1. 再発防止対策確認試験

平成16年1月24日に発生した小爆発事故に対し、直後から事故原因の調査が行われ、その調査結果と再発防止策が平成16年2月に開催された事故対策検討会で報告、承認された(第2章、第3章)。平成16年3月5日より対策工事が行われ3月14日に終了した。3月11日から21日まで再発防止対策の確認試験が行われた。また、3月28日に開催された第20回技術委員会における審議を踏まえて追加シミュレーションも行っており、それを含めた確認試験の内容を本章にまとめた。

1-1. 確認試験要領

1-1-1. 確認試験項目

確認試験項目は表4-1のとおりである。

表4-1 確認試験項目

試験項目		確認項目	
性能確認	換気効果	供給筒、No.1、No.3 投入コンベヤ、キルンコンベヤの換気量は設定通りか 供給筒内、投入コンベヤ内の水素、可燃性ガス濃度は設定値未満を保持するか	
	供給筒上部空間圧力調整	大気圧 > 供給筒上部空間圧力 > 炉内圧を保持するか	
	炉回転停止効果	炉回転を停止すると炉内圧は下がるか	
	炉内圧	-200Paの炉内圧で運転できるか	
	供給筒内温度	定常運転時、温度分布はどうか また、監視指標として実際に管理・調整できるか	
動作確認	警報発信	供給筒上部空間水素濃度設定値オーバー	0.4%以上になると警報が発信されるか
		供給筒上部空間可燃性ガス濃度設定値オーバー	設定値以上になると警報が発信されるか (設定値未定のため、疑似信号で確認)
		コンベヤ頂部内水素濃度設定値オーバー	0.4%以上になると警報が発信されるか
		コンベヤ頂部内可燃性ガス濃度設定値オーバー	設定値以上になると警報が発信されるか (設定値未定のため、疑似信号で確認)
		炉内圧	1時間に2回正圧になると警報が発信されるか 1分間正圧を保持すると自動的に回転が停止するか
	監視データ表示	ガス濃度等所定のデータが中央制御室及び炉室3F部で表示されるか	
	監視映像表示	主燃焼室上部と第1投入コンベヤ頂部画像が中央制御室で表示・録画されるか	
作業確認	通常点検作業(訓練を兼ねる)	点検手順は決められた通りに行われるか	
	非常時・緊急時対応(訓練を兼ねる)	非常時・緊急時の対応は決められた通りに行われるか	

1-1-2. 確認試験用廃棄物

確認試験用廃棄物としては通常運転時の廃棄物と同一とし土壌比率 30~35%、塩基度 0.45 とした。そのため豊島掘削現場において概ね豊島廃棄物 700t に対し、生石灰 15t、炭酸カルシウム 60t 添加し直島プラント側で塩基度 0.45 になるよう炭酸カルシウムを約 40t 添加した。

1-1-3. 確認試験期間

確認試験を実施した平成 16 年 3 月 11 日から 21 日までの主要な確認内容は次の通りである。

作業確認：平成 16 年 3 月 11 日~14 日（冷間）、18~21 日（運転時）

動作確認：平成 16 年 3 月 15 日

性能確認：平成 16 年 3 月 15 日，18 日~21 日

※溶融炉立上：平成 16 年 3 月 16，17 日

1-2. 確認試験結果

作業確認は冷間（溶融炉運転停止状態）及び運転時の両方で行い、動作確認は冷間時の 3 月 15 日に実施し、性能確認は運転時の 3 月 18 日から 21 日で行った。ただし、ヘリウムガスを使った換気性能確認試験のみは冷間時の 3 月 15 日に行った。

1 号、2 号溶融炉の溶融運転状況を図 4-1、図 4-2 に示す。

1-2-1. 作業確認結果

通常点検作業及び非常時・緊急時の対応について、運転員全員を対象に訓練を実施し、作業手順の習得を確認した。

1-2-2. 動作確認結果

動作確認試験結果一覧を表 4-2 に示す。

警報発信、監視データの表示等全項目で正常に動作することが確認できた。

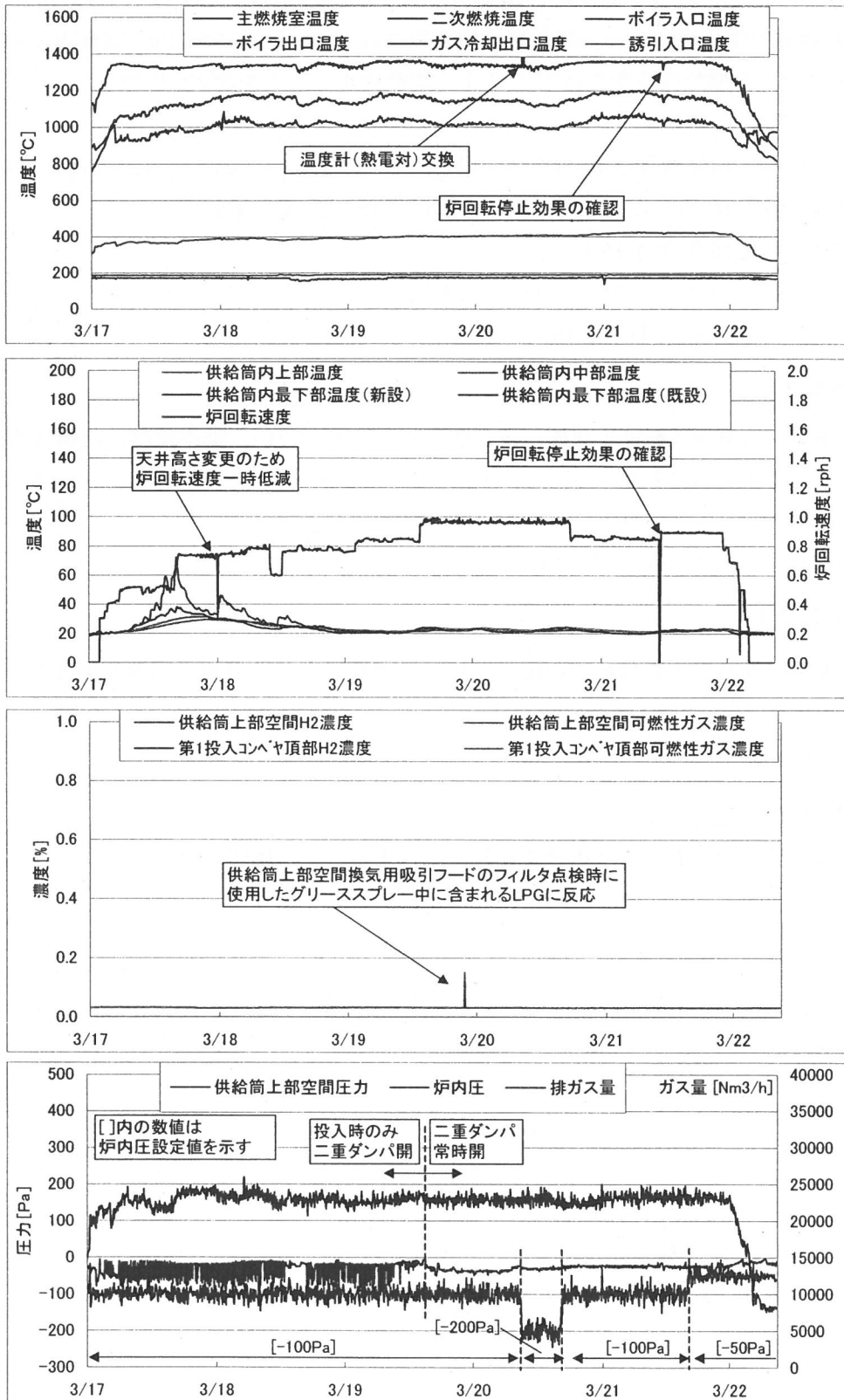


図 4-1 1号溶融炉の運転状況

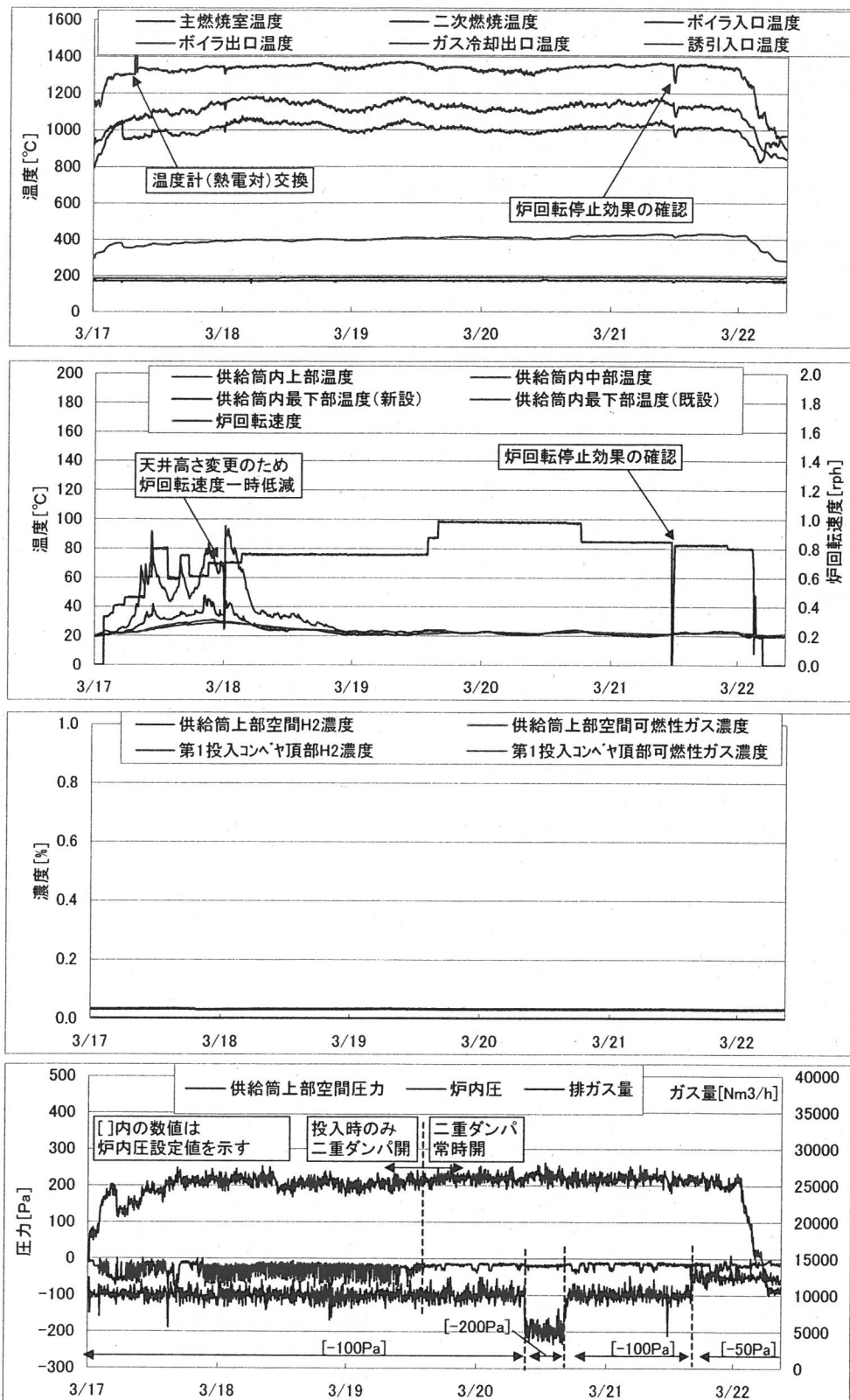


図 4-2 2号溶融炉の運転状況

表 4-2 再発防止対策 動作確認結果一覧表

項目		確認内容	県確認日	結果		
警報発信と動作確認	1号溶融炉	供給筒内水素ガス濃度設定値オーバー	ガスモニタリング装置の濃度信号出力系統にキャリブレータを使って模擬信号を入力し、擬似的に設定値以上の数値を中央制御室に出力し、警報発信するかどうかを確認する。	3月15日	○	
		供給筒内可燃性ガス濃度設定値オーバー	同上	"	○	
		コンベヤ頂部水素ガス濃度設定値オーバー	ガスモニタリング装置の濃度信号出力系統にキャリブレータを使って模擬信号を入力し、擬似的に設定値以上の数値を中央制御室に出力し、警報発信するかどうかを確認する。	"	○	
		コンベヤ頂部可燃性ガス濃度設定値オーバー	同上	"	○	
		炉内圧正圧回数(2回/時間)	差圧発信器の差圧発信信号出力系統に模擬信号を入力し、擬似的に正圧を5分間に2回中央制御室に出力し、警報発信するかを確認する。	"	○	
		炉内圧正圧維持(1分間)	炉内圧用の差圧発信器の差圧信号出力系統に模擬信号を入力し、擬似的に1分間以上の正圧を中央制御室に出力し続け、炉回転自動停止信号が出力されるかどうかを確認する。	"	○	
	2号溶融炉	供給筒内水素ガス濃度設定値オーバー	ガスモニタリング装置の濃度信号出力系統にキャリブレータを使って模擬信号を入力し、擬似的に設定値以上の数値を中央制御室に出力し、警報発信するかどうかを確認する。	"	○	
		供給筒内可燃性ガス濃度設定値オーバー	同上	"	○	
		コンベヤ頂部水素ガス濃度設定値オーバー	ガスモニタリング装置の濃度信号出力系統にキャリブレータを使って模擬信号を入力し、擬似的に設定値以上の数値を中央制御室に出力し、警報発信するかどうかを確認する。	"	○	
		コンベヤ頂部可燃性ガス濃度設定値オーバー	同上	"	○	
		炉内圧正圧回数(2回/時間)	差圧発信器の差圧発信信号出力系統に模擬信号を入力し、擬似的に正圧を5分間に2回中央制御室に出力し、警報発信するかを確認する。	"	○	
		炉内圧正圧維持(1分間)	炉内圧用の差圧発信器の差圧信号出力系統に模擬信号を入力し、擬似的に1分間以上の正圧を中央制御室に出力し続け、炉回転自動停止信号が出力されるかどうかを確認する。	"	○	
監視データ表示	1号溶融炉	中央制御室	供給筒内水素濃度	"	○	
			供給筒内可燃性ガス濃度	"	○	
			コンベヤ内水素濃度	"	○	
			コンベヤ内可燃性ガス濃度	"	○	
			供給筒上部温度	"	○	
			供給筒中部温度	"	○	
		供給筒下部温度	"	○		
		供給筒下部温度(既設)	"	○		
		供給筒上部空間圧力	"	○		
		炉室3F現場表示盤設置場所	供給筒内水素濃度	"	○	
			供給筒内可燃性ガス濃度	"	○	
			供給筒上部空間圧力	"	○	
	炉内圧		"	○		
	2号溶融炉		中央制御室	供給筒内水素濃度	"	○
				供給筒内可燃性ガス濃度	"	○
		コンベヤ内水素濃度		"	○	
		コンベヤ内可燃性ガス濃度		"	○	
		供給筒上部温度		"	○	
		供給筒中部温度		"	○	
		供給筒下部温度	"	○		
		供給筒下部温度(既設)	"	○		
		供給筒上部空間圧力	"	○		
		炉室3F現場表示盤設置場所	供給筒内水素濃度	"	○	
			供給筒内可燃性ガス濃度	"	○	
供給筒上部空間圧力			"	○		
炉内圧	"		○			
監視映像	1号溶融炉		主燃焼室上部及び第1投入コンベヤ頂部の画像が中央制御室に設置のモニターに表示され、かつ録画がされるかを確認する。	"	○	
	2号溶融炉		主燃焼室上部及び第1投入コンベヤ頂部の画像が中央制御室に設置のモニターに表示され、かつ録画がされるかを確認する。	"	○	

1-2-3. 性能確認試験結果

1-2-3-1. 換気効果

換気効果の確認は、換気流量の設計根拠としたコンピュータ解析結果を検証するためのヘリウムガスによる換気性能確認試験と実際の熔融運転時に換気システムを稼働させ、その状態で供給筒上部空間と投入コンベヤ頂部の可燃性ガスを測定することによる2方法で実施した。

(1) ヘリウムガスによる換気能力確認試験結果

設計根拠としたコンピュータ解析結果に見合う換気能力（20分で供給筒内水素ガス濃度4%→0.5%）を有しているかを確認するために、ヘリウムガスを用いて調べた。実験条件は以下の通りである。

- ・二重ダンパを全閉し、供給筒を密閉
- ・換気装置停止状態で供給筒上部空間及び第1投入コンベヤ頂部空間にそれぞれヘリウムガスを計算上濃度が5.5%になる量を注入
- ・注入完了後ただちに換気装置起動

結果を表4-3に示す。供給筒の結果を、本条件と同一条件下でのシミュレーション結果と併せて図4-3に示す。シミュレーション結果とよく一致していた。またコンベヤ頂部での結果を図4-4に示す。いずれも15分後には0.3%以下となり、供給筒上部空間の換気と同等以上の能力であった。

表4-3 ヘリウム実験結果

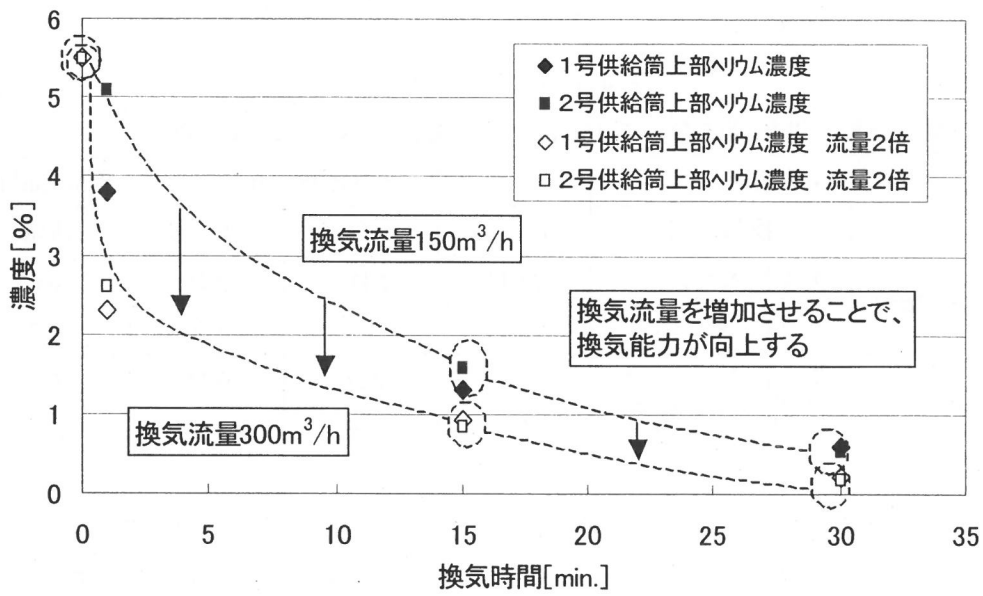
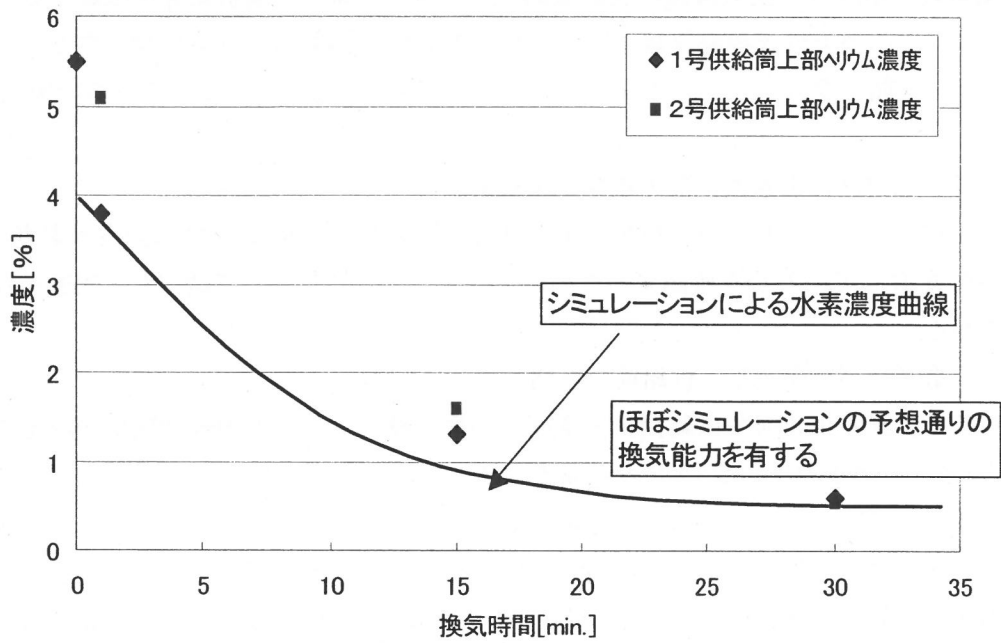
- ・所定の換気流量（供給筒において150 m³/h）の場合のヘリウムガス濃度

ガス採取箇所	換気時間	ヘリウムガス濃度 (%)			流量 (m ³ /h)
		1分後	15分後	30分後	流量
1号熔融炉	第1投入コンベヤ	0.014	ND*	ND	65
	供給筒	3.8	1.3	0.60	162
2号熔融炉	第1投入コンベヤ	3.0	0.26	0.11	62
	供給筒	5.1	1.6	0.54	165

- ・換気流量を2倍（供給筒において300 m³/h）にした場合のヘリウムガス濃度

ガス採取箇所	換気時間	ヘリウムガス濃度 (%)			流量 (m ³ /h)
		1分後	15分後	30分後	流量
1号熔融炉	第1投入コンベヤ	0.27	ND	ND	140
	供給筒	2.3	0.92	0.21	300
2号熔融炉	第1投入コンベヤ	2.3	0.097	0.004	135
	供給筒	2.6	0.85	0.20	290

※ NDは“検出限界値未満”を表す。なお、ヘリウムガス濃度の検出限界値は0.004%。



※) 初期値 (開始0分) は計算値

図 4-3 実験結果とシミュレーション結果との比較

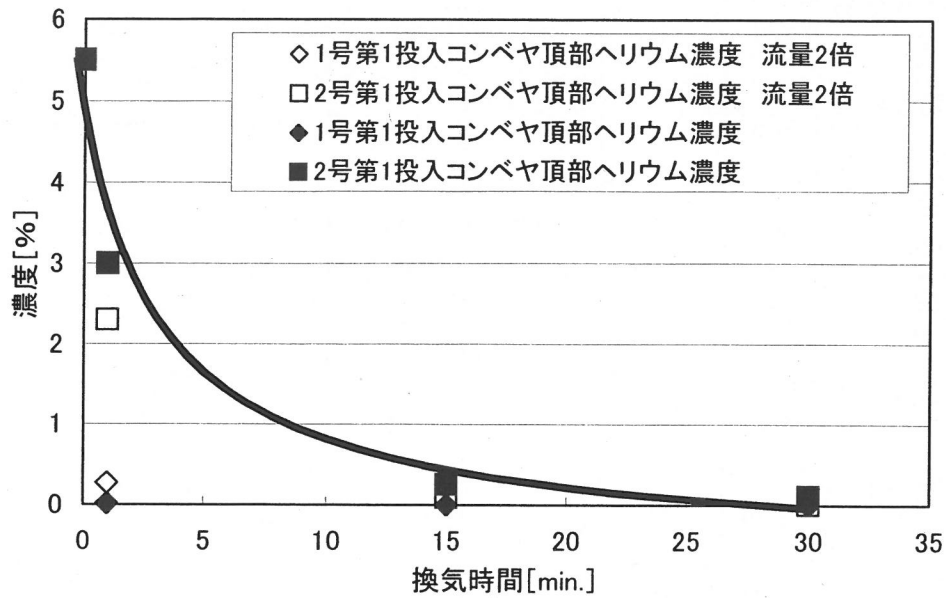


図 4-4 コンベヤ頂部での実験結果

(2) 溶融運転時の換気能力確認試験結果

①換気流量

換気流量の設定値はそれぞれの換気箇所（供給筒上部空間、第 3 投入コンベヤ頂部空間、第 1 投入コンベヤ頂部空間）の容積を 1 時間に 5 回換気できる量とした。供給筒上部空間については設定値の約 2 倍の換気量が得られるか調査した。また、投入コンベヤについては設定値以上の換気量が得られるか調査した。

表 4-4 に供給筒上部空間の換気流量測定結果を示す。設定流量の約 2 倍の換気流量が得られることが確認できた。

表 4-5 に投入コンベヤ頂部空間の換気流量測定結果を示す。いずれも設定流量以上の換気流量が得られることが確認できた。

表 4-4 供給筒上部空間の換気流量測定結果

系統	位置	単位	設定値	設定流量を 目標に調整		設定流量の 2 倍を 目標に調整		
				3/17	3/18	3/19	3/20	3/21
1号炉	供給筒	m ³ /h	150	177	171	227	263	292
2号炉	供給筒	m ³ /h	150	195	186	284	288	310

表 4-5 投入コンベヤ頂部空間の換気流量測定結果

系統	位置	単位	設定値	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21
1号炉	第1投入コンベヤ	m ³ /h	60	65	60	93	91	90
	No.1第3投入コンベヤ	m ³ /h	45	45	45	64	77	73
	No.2第3投入コンベヤ	m ³ /h	45	46	45	45	45	47
2号炉	第1投入コンベヤ	m ³ /h	60	68	65	72	68	72
	No.1第3投入コンベヤ	m ³ /h	45	45	45	81	76	57
	No.2第3投入コンベヤ	m ³ /h	45	45	45	45	47	52
キルン	コンベヤ	m ³ /h	15	30	30	30	30	36

②可燃性ガス濃度測定結果

3月18、19日に表4-4、表4-5の換気流量条件下で、新設のガスモニタリング装置及びガスクロマトグラフィ測定（以下、“ガスクロ”）によって、水素及び可燃性ガスの濃度を測定した。ガスクロによるガス濃度測定中はその地点のガスをガスモニタリング装置に導入し、同一ガスを測定するようにした。

ガスモニタリング装置の特性を表4-6に、結果を表4-7及び表4-8に示す。ガスクロ分析の結果、供給筒上部空間及び投入コンベヤ頂部空間で水素及び可燃性ガスはほとんど検出されなかった。

ガスモニタリング装置の測定値はいずれも非常に低いレベルで、検出下限を下回る数値であった。

表 4-6 ガスモニタリング装置の特性

項目	水素	可燃性ガス
検知原理	熱線型半導体式(水素選択性) (金属半導体(SnO ₂)表面でのガス吸着による電気伝導度変化をコイル両端の抵抗値変化として測定するガスセンサ。さらに、半導体粒子表面がシリカ膜で覆われており、これが分子ふるいの役割を果たし、分子サイズの小さい水素のみ選択的に吸着することから、水素のみを選択的に検知することができる。)	接触燃焼式 (酸化触媒上で可燃性ガスが燃焼する際の発熱量(白金コイルの抵抗値変化)を利用して測定)
検知範囲	0 - 1%(5倍希釈後)	0 - 5%
精度	指示値の±25%	指示値の±25%
検知限界	0.05%	0.3%

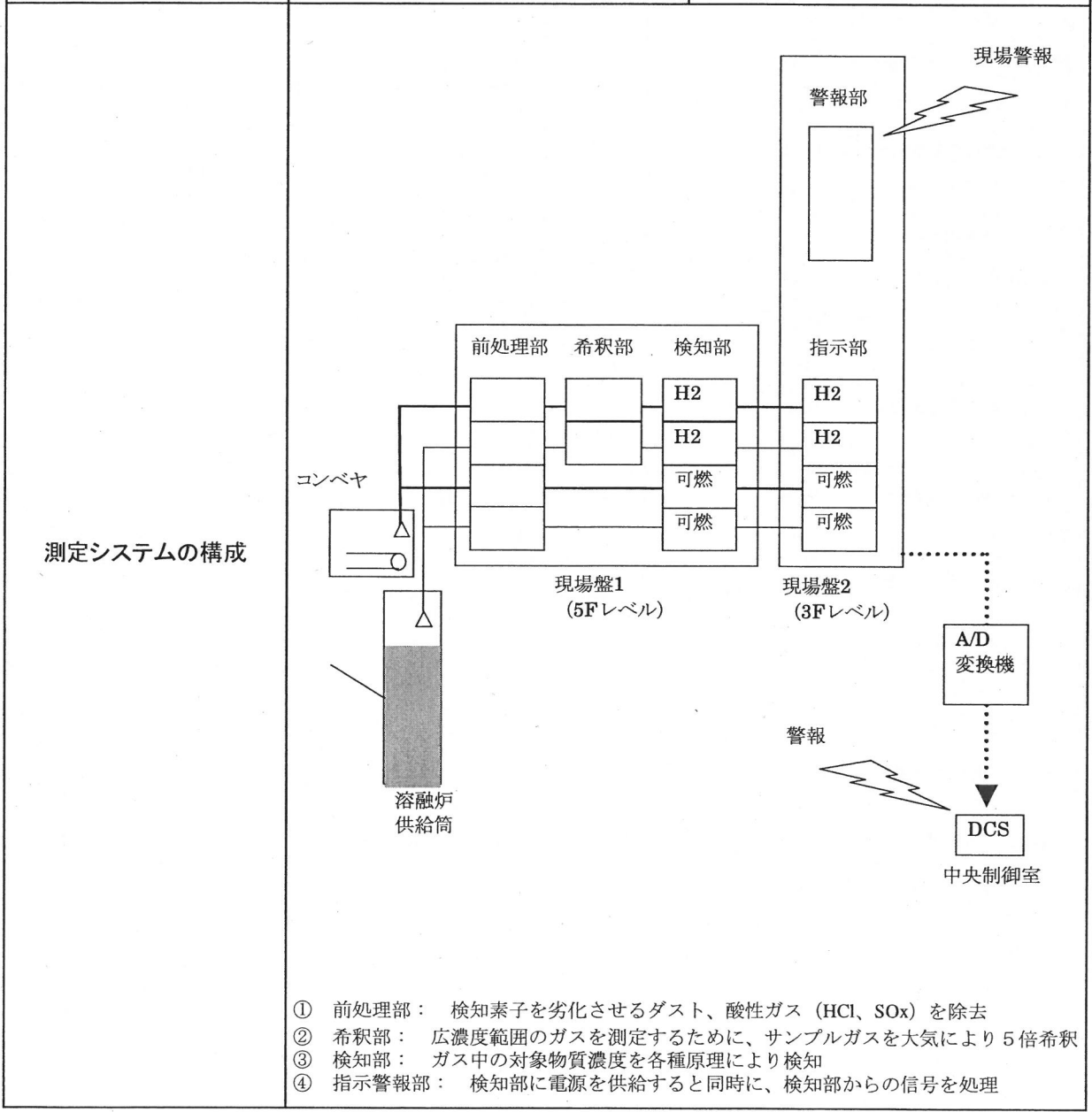


表 4-7 3月18日のガス分析結果

ガス採取箇所	採取時間	ガスクロによる分析						ガスモニタリング装置による測定		
		水素 (%)	CO (ppm)	メタン (%)	エタン (%)	プロパン (%)	ブタン (%)	水素 (%)	可燃性ガス (%)	
1号 溶 融 炉	1.供給筒① 位置：投入口付近	10:05～ 10:08	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
	2.供給筒②	10:11～ 10:13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND
	3.第1 溶融炉投入 コンベヤ	10:16～ 10:19	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND(※)
	4.No.1 第3 溶融炉 投入コンベヤ	10:38～ 10:41	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND(※)
	5.No.2 第3 溶融炉 投入コンベヤ	10:57～ 11:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND(※)
	6.供給筒温度測定 点 (最下部)	11:26～ 11:28	0.011	—	0.001	ND	ND	ND	ND(※)	ND
2号 溶 融 炉	1.供給筒① 位置：投入口付近	10:22～ 10:25	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
	2.供給筒②	10:26～ 10:29	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND
	3.第1 溶融炉投入 コンベヤ	10:31～ 10:34	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	4.No.1 第3 溶融炉 投入コンベヤ	10:50～ 10:53	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5.No.2 第3 溶融炉 投入コンベヤ	11:10～ 11:13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	6.供給筒温度測定 点 (最下部)	11:32～ 12:00	0.005	3	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND
各機器の検出限界値			0.001	1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.05	0.3

注 1) 1号溶融炉の「6.供給筒温度測定点」は、テドラーバックによるガス採取が困難であったため、キャニスターで採取した。

注 2) 表中の ND は検出限界値未満であったことを示す。

注 3) 表中の (※) 印の ND は機器の指示値が 0 であったことを示す。

表 4-8 3月19日のガス分析結果

ガス採取箇所	採取時間	ガスクロによる分析						ガスモニタリング装置による測定		
		水素 (%)	CO (ppm)	メタン (%)	エタン (%)	プロパン (%)	ブタン (%)	水素 (%)	可燃性ガス (%)	
1号溶融炉	1.供給筒①	10:36～ 10:39	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
	2.供給筒②	10:28～ 10:32	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND
	3.第1溶融炉投入コンベヤ	10:45～ 10:50	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND(※)
	4.No.1 第3溶融炉投入コンベヤ	11:10～ 11:14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND(※)
	5.No.2 第3溶融炉投入コンベヤ	11:29～ 11:32	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND(※)
	6.供給筒温度測定点 (最下部)	11:47～ 13:00	0.006	5	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND
2号溶融炉	1.供給筒①	10:36～ 10:39	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
	2.供給筒②	10:31～ 10:38	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND
	3.第1溶融炉投入コンベヤ	10:54～ 10:58	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	4.No.1 第3溶融炉投入コンベヤ	11:17～ 11:21	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5.No.2 第3溶融炉投入コンベヤ	11:35～ 11:39	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	6.供給筒温度測定点 (最下部)	11:49～ 13:00	0.006	37	ND	ND	ND	ND	ND(※)	ND
各機器の検出限界値		0.001	1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.05	0.3	

注 1) 1号溶融炉、2号溶融炉の「6.供給筒温度測定点」は、テドラーバックによるガス採取が困難であったため、キャニスターで採取した。

注 2) 表中の ND は検出限界値未満であったことを示す。

注 3) 表中の (※) 印の ND は機器の指示値が 0 であったことを示す。

1-2-3-2. 供給筒内圧力調整

供給筒内が炉内圧（-100Pa）より弱い負圧に保持されるかを確認した。結果は図 4-1 及び図 4-2 の熔融運転状況に併記している。第 3 投入コンベヤ下の二重ダンパを投入のたびに開く現状方式と常時開の方式とを行った。3月19日15時頃から常時開方式とした。前者の方式では、概ねダンパ閉で-60Pa、開で-15Paであった。後者の方式では概ね-15Paで一定であった。いずれも炉内圧より弱い負圧を保持していた。

二重ダンパは投入指令信号で開く。二重ダンパ開閉のタイミングと圧力の関係を図 4-5 に示す。供給筒上部空間圧力は、二重ダンパ閉時には主燃焼室圧力の影響を受けて負圧が強くなり、二重ダンパ開時には負圧が弱くなる。

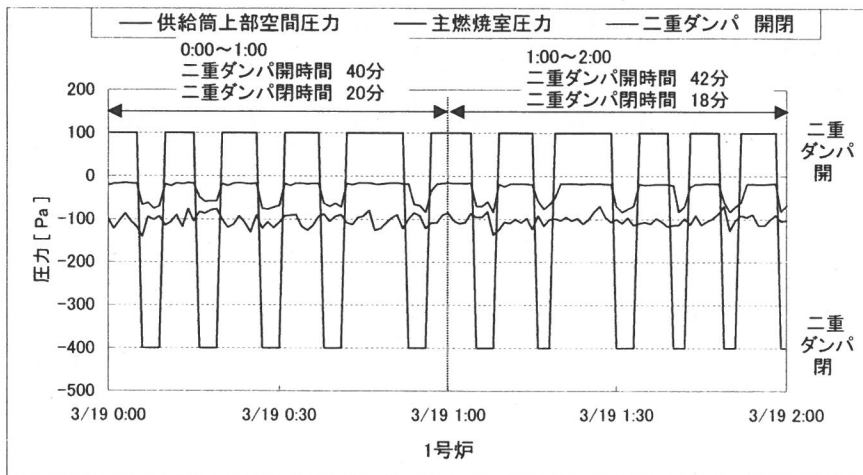


図 4-5 二重ダンパ開閉と圧力の関係

1-2-3-3. 炉回転停止効果

炉回転を停止すると、炉内圧が低下するかどうかを確認した。結果を図 4-6 に示す。炉回転停止によりすみやかに炉内圧が低下し始めることが確認できた。

1号炉よりも2号炉の方が炉回転停止後の炉内圧低下量が大きいのは、停止直前に主燃焼室内で燃焼状態にある可燃物量が多いことによる。

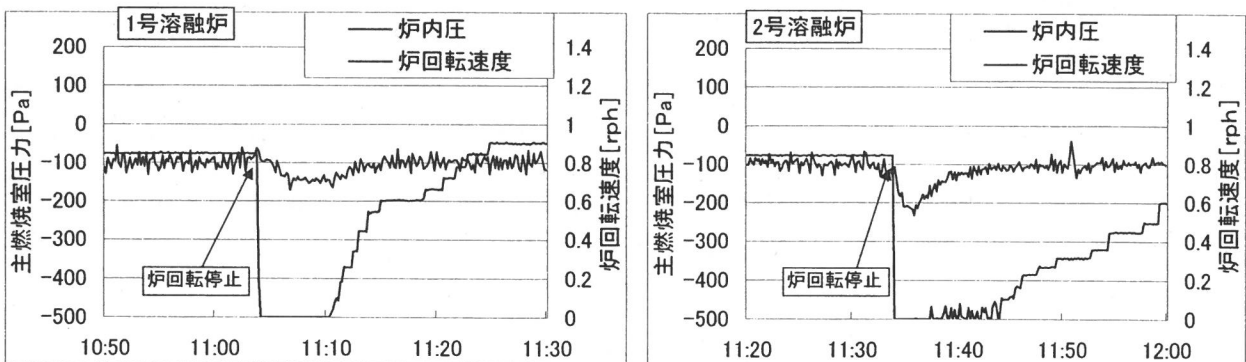


図 4-6 炉回転停止効果

1-2-3-4. 炉内圧調整

炉内圧を-200Pa まで下げた際の運転が可能かどうかを確認した。結果は図 4-1 及び図 4-2 の熔融炉の運転状況に併記している。-200Pa における排ガス量と排ガス温度の変動は通常範囲内であり、ガスモニタリング装置による水素及び可燃性ガス測定値にも変化は見られず検出下限値以下であった。燃料使用量については後述する。

また、事故発生時の炉内圧設定値-50Pa での運転状況について調査した。結果は図 4-1 及び図 4-2 の熔融炉の運転状況に併記している。-100Pa での運転と比較すると、供給筒上部空間圧力と炉内圧の差が小さくなったが、ガスモニタリング装置による水素及び可燃性ガス測定値に変化は見られず検出下限値以下であった。

1-2-3-5. 供給筒内部の温度

供給筒内部温度は図 4-1 及び図 4-2 の熔融炉の運転状況に併記している。上部、中部温度はほぼ常温で推移した。下部温度については立上げ直後に下部温度 2（既設）が最大 90℃程度まで上昇したものの、定常運転時はほとんど変化なくほぼ常温を維持していた。立上げ直後の温度上昇時においても供給筒上部空間の水素及び可燃性ガス測定値に変化は見られず、検出下限値以下であった。

1-3. 性能確認試験結果のまとめと管理数値等の検討

以上の性能確認結果の一覧を表 4-9 に示す。

表 4-9 再発防止対策 性能確認試験一覧表

項目及び確認内容		技術アドバイザー立会結果		県確認日 (ガス採取日)		
1号溶融炉	換気効果	水素及び可燃性ガスが設定値よりも低い濃度を保持することを確認する。同時にガスモニタリング装置の精度確認を行う。	供給筒内水素濃度 供給筒内可燃性ガス濃度 第1投入コンベヤ頂部水素濃度 第1投入コンベヤ頂部可燃性ガス濃度 No.1第3投入コンベヤ頂部水素濃度 No.1第3投入コンベヤ頂部可燃性ガス濃度 No.2第3投入コンベヤ頂部水素濃度 No.2第3投入コンベヤ頂部可燃性ガス濃度	○ 表7、8で確認	(3月18日,19日)	
		換気量が設定以上であるか確認する。	供給筒上部空間 第1投入コンベヤ頂部 No.1第3投入コンベヤ頂部 No.2第3投入コンベヤ頂部	○ 表4、5で確認	3月21日	
		ヘリウムガスを用いてコンピュータ解析と同等の換気能力を有していることを確認する。	供給筒上部空間 換気流量: 設定値 注入停止直後15分後 30分後 換気流量: 設定値の2倍 注入停止直後15分後 30分後 第1投入コンベヤ頂部 換気流量: 設定値 注入停止直後15分後 30分後 換気流量: 設定値の2倍 注入停止直後15分後 30分後	○ 表3、図4、5で確認	(3月15日)	
	供給筒内圧力調整	供給筒押込ファンと吸引ファンによって供給筒内が炉内圧以上大気圧以下の負圧	○	中央制御室で確認	3月19日	
	炉回転停止効果	炉回転を停止すると炉内圧が低下するかどうかを確認する。	○	図7で確認	3月21日	
	炉内圧	炉内圧を-200Paまで下げて運転できることを確認する。	○	図2、3で確認	3月20日	
	供給筒内部の温度	定常運転時の供給筒内部温度を測定して供給筒内部温度分布を確認する。さらに、監視指標として、実際に管理・調整できるかも確認する。	○	図2、3で確認	3月21日	
	水素及び可燃性ガス濃度の設定	ガスクロ等の結果より、供給筒内の水素及び可燃性ガスの比率を求め、爆発下限値を算出する。	○	ガスクロ等の結果を表7、8で確認。水素及び可燃性ガス比率はこれまでの	3月21日	
	2号溶融炉	換気効果	水素及び可燃性ガスが設定値よりも低い濃度を保持することを確認する。同時にガスモニタリング装置の精度確認を行う。	供給筒内水素濃度 供給筒内可燃性ガス濃度 第1投入コンベヤ頂部水素濃度 第1投入コンベヤ頂部可燃性ガス濃度 No.1第3投入コンベヤ頂部水素濃度 No.1第3投入コンベヤ頂部可燃性ガス濃度 No.2第3投入コンベヤ頂部水素濃度 No.2第3投入コンベヤ頂部可燃性ガス濃度	○ 表7、8で確認	(3月18日、19日)
			換気量が設定以上であるか確認する。	供給筒上部空間 第1投入コンベヤ頂部 No.1第3投入コンベヤ頂部 No.2第3投入コンベヤ頂部	○ 表4、5で確認	3月21日
ヘリウムガスを用いてコンピュータ解析と同等の換気能力を有していることを確認する。			供給筒上部空間 換気流量: 設定値 注入停止直後15分後 30分後 換気流量: 設定値の2倍 注入停止直後15分後 30分後 第1投入コンベヤ頂部 換気流量: 設定値 注入停止直後15分後 30分後 換気流量: 設定値の2倍 注入停止直後15分後 30分後	○ 表3、図4、5で確認	(3月15日)	
供給筒内圧力調整		供給筒押込ファンと吸引ファンによって供給筒内が炉内圧以上大気圧以下の負圧	○	中央制御室で確認	3月19日	
炉回転停止効果		炉回転を停止すると炉内圧が低下するかどうかを確認する。	○	図7で確認	3月21日	
炉内圧		炉内圧を-200Paまで下げて運転できることを確認する。	○	図2、3で確認	3月20日	
供給筒内部の温度		定常運転時の供給筒内部温度を測定して供給筒内部温度分布を確認する。さらに、監視指標として、実際に管理・調整できるかも確認する。	○	図2、3で確認	3月21日	
水素及び可燃性ガス濃度の設定		ガスクロ等の結果より、供給筒内の水素及び可燃性ガスの比率を求め、爆発下限値を算出する。	○	ガスクロ等の結果を表7、8で確認。水素及び可燃性ガス比率はこれまでの	3月21日	
キルン		換気効果	キルンコンベヤ頂部の水素及び可燃性ガスが設定値よりも低い濃度を保持することを確認する。	水素濃度 可燃性ガス濃度	○	ロータリーキルン炉稼動時に確認すること。
			キルンコンベヤ頂部の換気量が設定以上であるか確認する。		○	表5で確認

性能確認の中で管理値等を算定できなかった項目や性能確認の過程で新たな検討が必要になった以下の4項目について検討した。

- ① 供給筒内部温度の管理値
- ② 水素及び可燃性ガス濃度の管理値
- ③ コンベヤ内の流れの検討
- ④ 炉回転自動停止の正圧時間の検討

1-3-1. 供給筒内部温度の管理値

供給筒内温度は上部・中部温度は常時常温、下部温度 1（新設）は立上げ後最大 50℃まで上昇したがその後は下降し常温で推移、下部温度 2（既設）は立上げ後最大 90℃まで上昇したがその後は下降し常温で推移した。立上げ直後の下部温度上昇時においてガスモニタリング装置による測定値の上昇は見られず、検出限界値以下で推移したことから、当面管理値を以下の通り仮設定し引き続き調査を継続していくものとする。

上部・中部温度：常温（40℃）、下部温度 1（新設）：60℃、下部温度 2（既設）：100℃

1-3-2. 水素及び可燃性ガス濃度の管理値

今回のガスクロ測定（表 4-7、表 4-8）では、供給筒最下部を含め、水素などの可燃性ガスはほとんど検出されず、供給筒内の可燃性ガス比率を求めることはできなかった。そこで、爆発下限値を算出するにあたり、原因調査の一環として行った加熱ガス発生実験結果を参考にした。実験結果及びそれをもとに算出した爆発下限値を表 4-10 に示す。下限算出値は 5～8%であった。これらを可燃性ガスのガスモニタリング装置での一酸化炭素換算値に計算しなおした結果を表 4-10 に併記した。可燃性ガスのガスモニタリング装置ではいずれの場合も 13%の指示値となることから、その 1/10 レベルの 1.3%を可燃性ガスの管理値（警報設定値）とする。

ガスモニタリング装置の精度は指示値の±25%、検出下限値は水素が 0.05%、可燃性ガスが 0.3%であるが、管理値がそれぞれ 0.4%、1.3%であることから問題ない。

表 4-10 加熱ガス発生実験結果と爆発下限算出値

項目	水素	一酸化炭素	メタン	エタン	混合可燃性ガス 爆発下限値 (%)	ガスモニタリング 装置における 指示値(%)	
各成分の爆発下限値(%)	4	12.5	5	3			
め加 た熱 成実 分験 比結 率果 %か ら求	100℃	25	0	75	0	5	13
	150℃	66.7	20	13.3	0	5	13
	200℃	37.7	56.6	5.7	0	7	13
	300℃	18.9	75.5	4.4	1.3	8	13
	1000℃	42.3	51	6.3	0.4	6	13

注 1) “混合可燃性ガス”とは水素、一酸化炭素、メタン、エタンを混合したガスを表す。

2) 混合可燃性ガスの爆発下限値(%)=100÷Σ(成分の比率%÷各成分単独での爆発下限値%)

3) ガスモニタリング装置における指示値(%)=混合可燃性ガスの爆発下限値%×

Σ(成分の比率%×各成分の一酸化炭素に対する感度比)÷100

一酸化炭素に対する感度比 水素：一酸化炭素：メタン：エタン=3.3：1：2.5：3.6

4) プロパン、ブタンは未測定

1-3-3. コンベヤ内の流れの検討

今回の再発防止対策では可燃性ガスの滞留防止と換気を目的として複数箇所から強制排気している。投入コンベヤの流れは複数箇所から吸引していることから容易には予測できない。そこで流体解析を用いて、二重ダンパ開閉など流れに影響を与えそうな外部環境変化が生じたと

きのコンベヤ内の流れがどのように変化するかを予測した。

流れに影響を及ぼす現象として次の2ケースを想定し、解析条件を設定した。

- ① 二重ダンパが開閉している
- ② ホッパ内の投入物層厚によりコンベヤ内の圧力が負圧に保たれているピット室の影響を受ける（コンベヤ内の圧力変化）

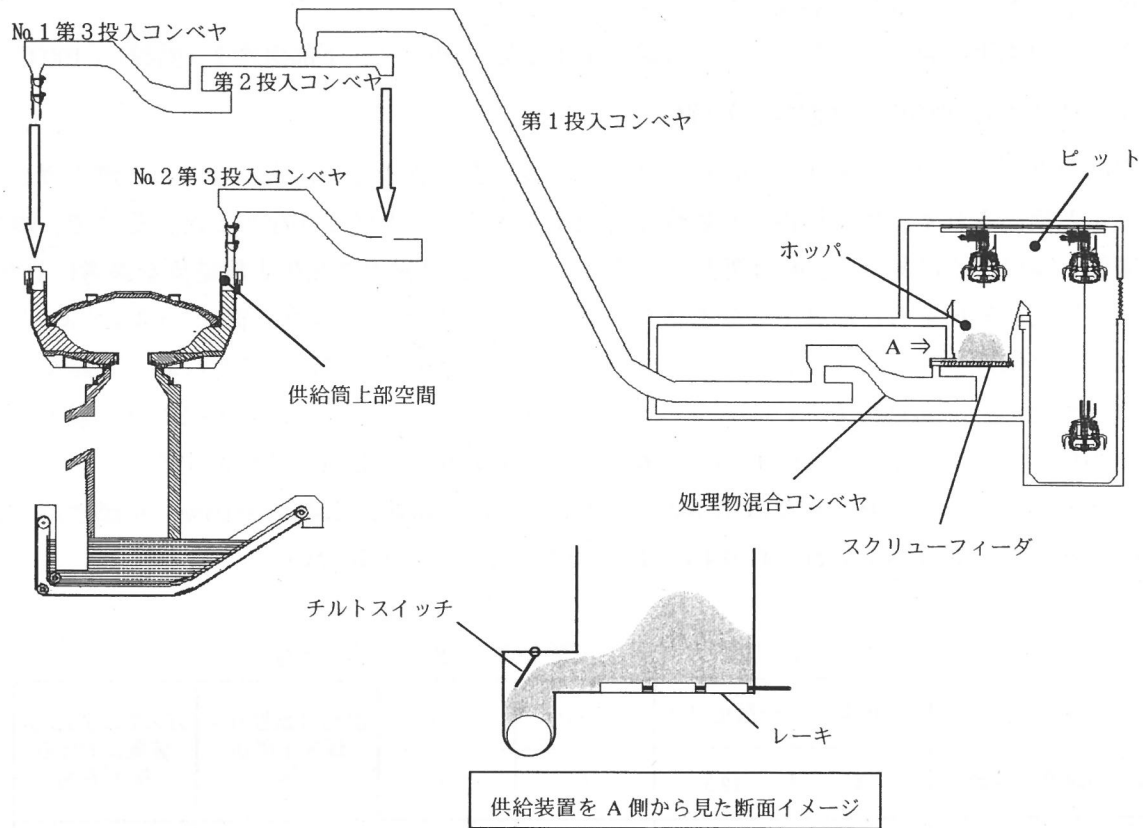
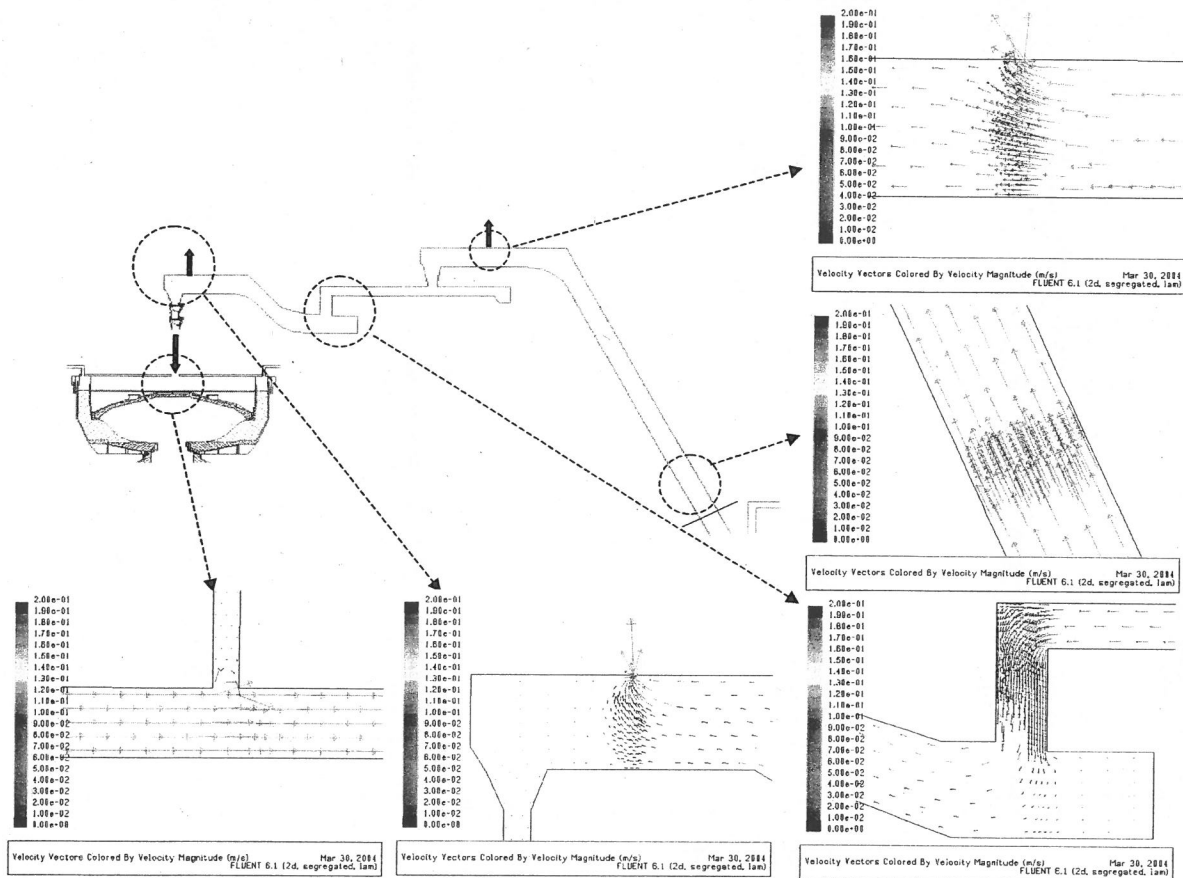


図 4-7 ピット室から供給筒までのイメージ図

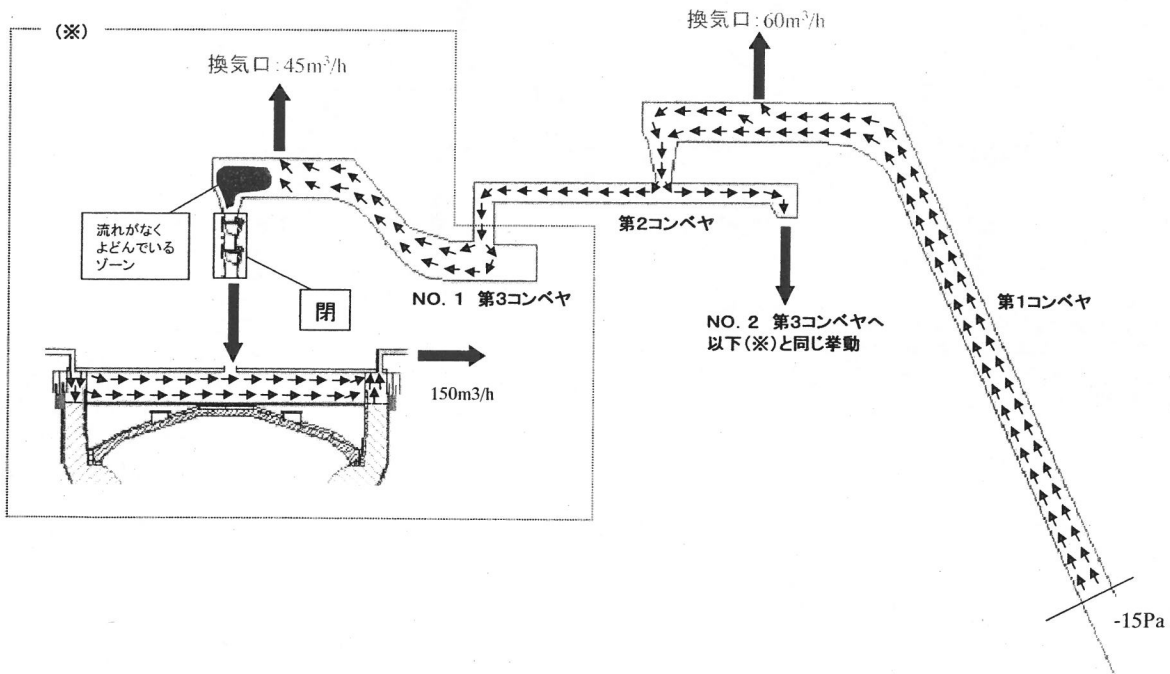
解析条件を表 4-11 に示す。第 1 コンベヤ下部圧力は実測値を、また各部の吸引量は設定値を用いた。解析結果を図 4-8～4-10 に示す。

表 4-11 解析条件

解析条件	二重ダンパ	各部吸引流量	第 1 コンベヤ下部圧力 (Pa)
条件 1	閉	所定の吸引量 (結果に併記)	-15
条件 2	開	所定の吸引量 (結果に併記)	-15
条件 3	開	所定の吸引量 (結果に併記)	-80

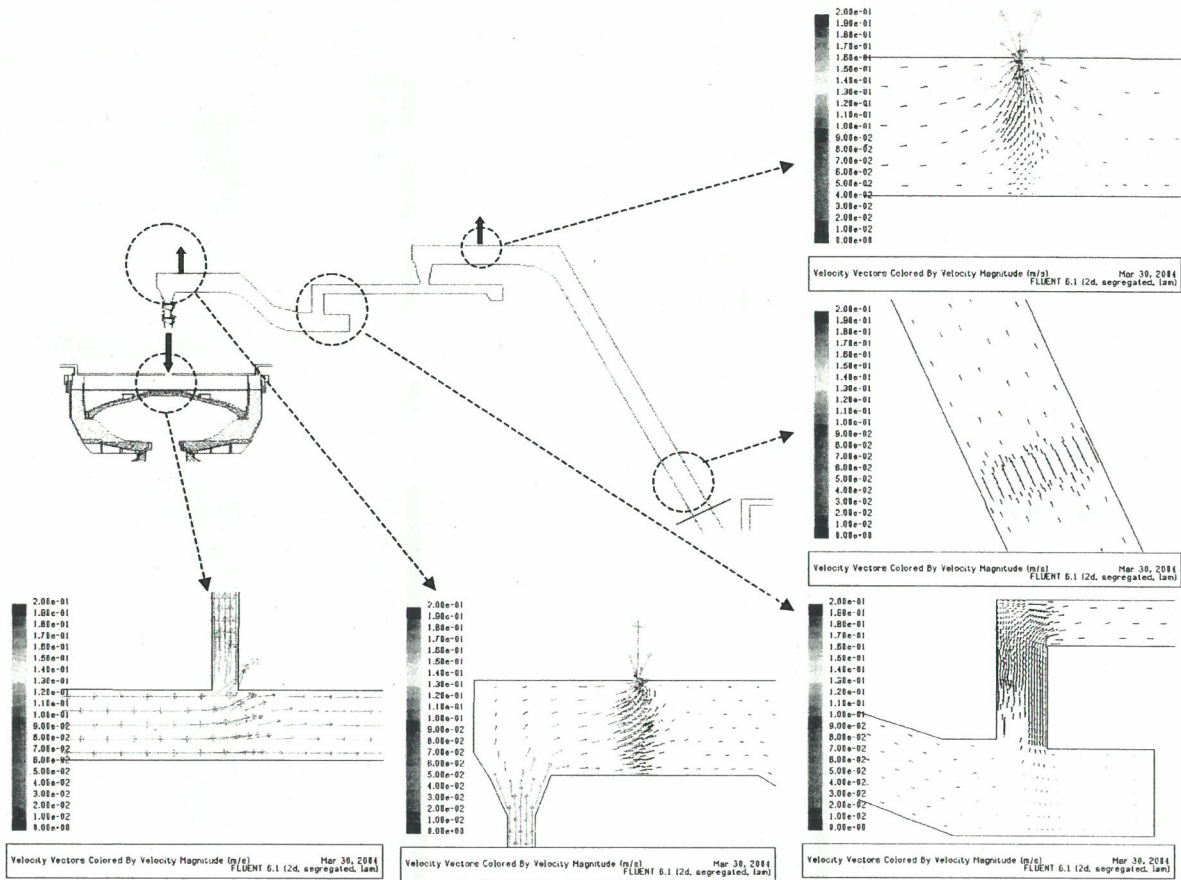


(1) 解析結果

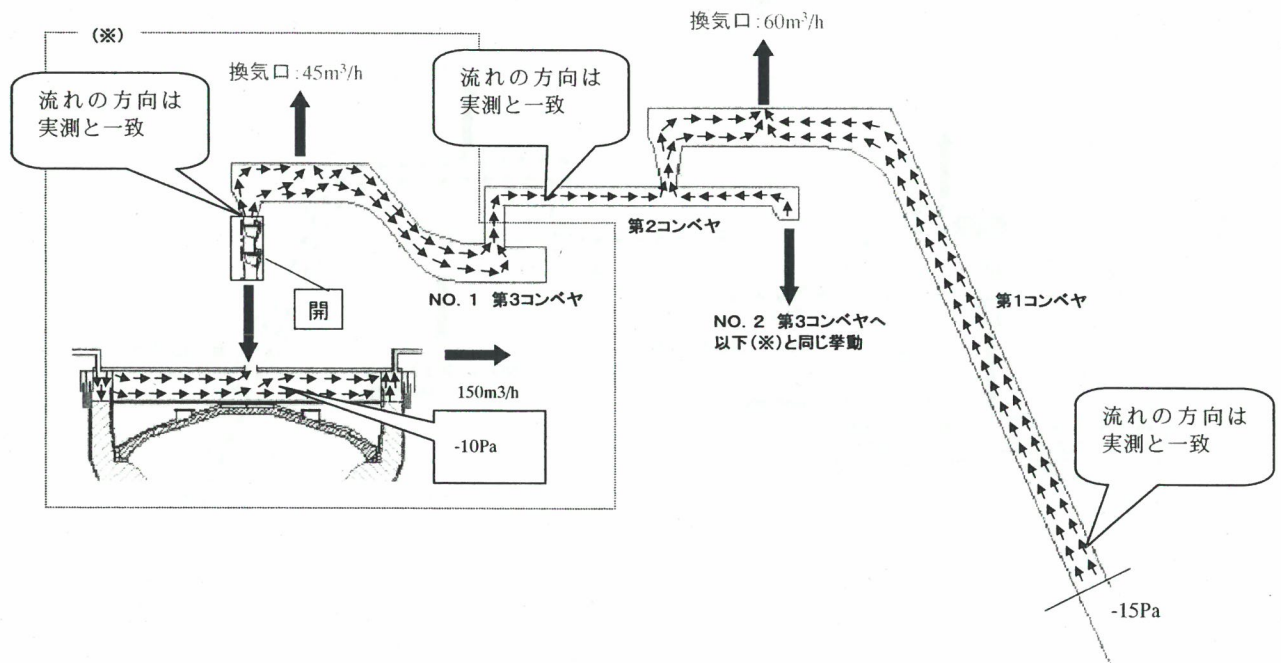


(2) 解析結果をもとに図示した流れの方向

図 4-8 条件 1 の結果

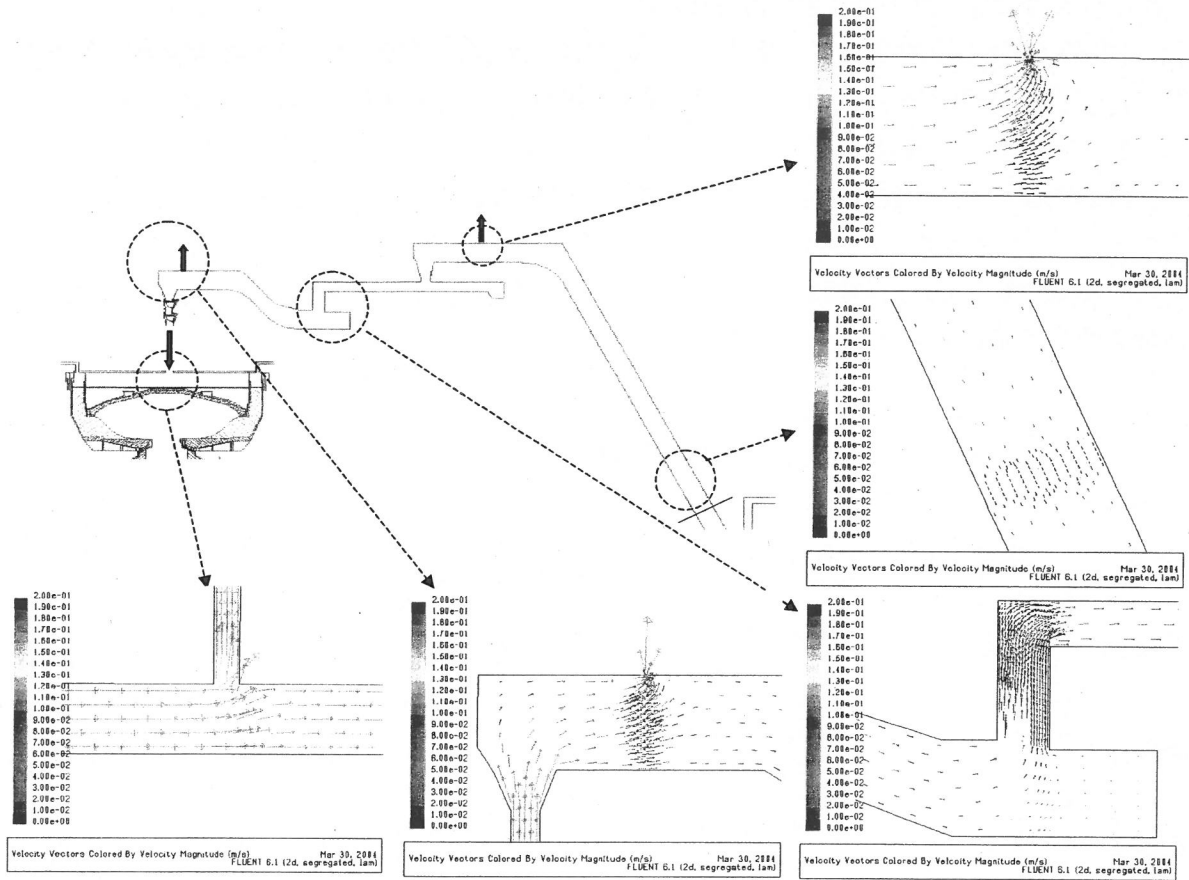


(1) 解析結果

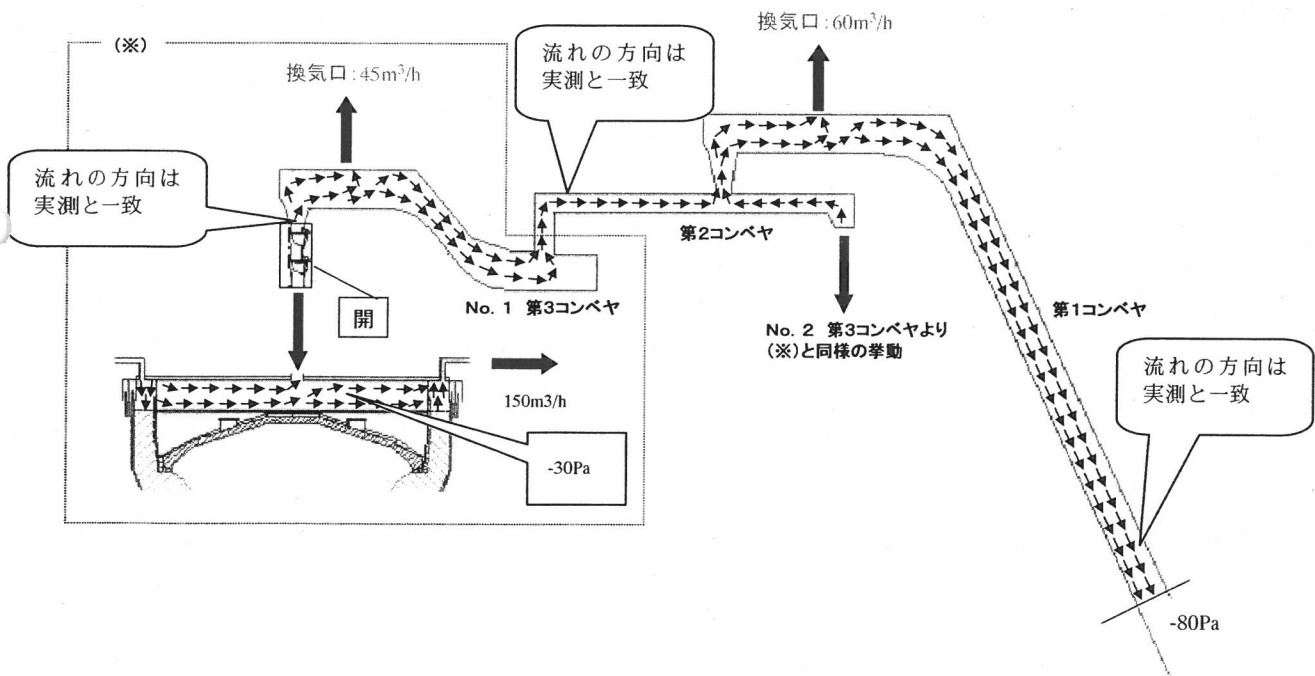


(2) 解析結果をもとに図示した流れの方向

図 4-9 条件 2 の結果



(1) 解析結果



(2) 解析結果をもとに図示した流れの方向

図 4-10 条件 3 の結果

流体解析により、以下の結果が得られた。

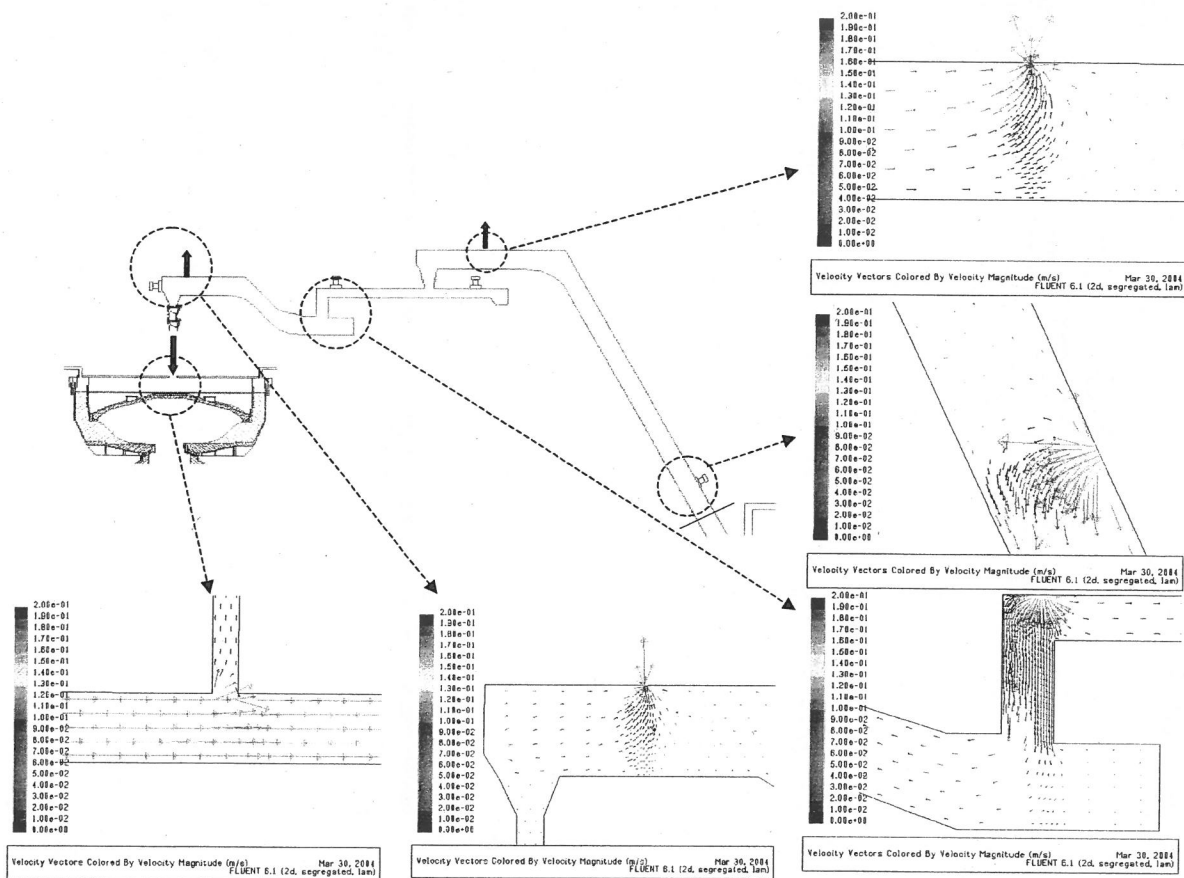
- ① 二重ダンパを閉じた場合、二重ダンパ上部に流れがほとんどなくよどんだ空間が存在する。
- ② ピット室の影響を受けてコンベヤ内の負圧が強くなると第1投入コンベヤ内の流れ方向が変化し、不安定である。

上記②については、投入コンベヤで複数箇所吸引しており、コンベヤ内で引っ張り合いをすることから、圧力変動などの外部変化に対して流れが不安定になっているものと考えられる。そこで換気空気の流れを積極的に作るために空気の吸引口を設けた場合の解析を実施した。解析条件を表 4-12 に示す。

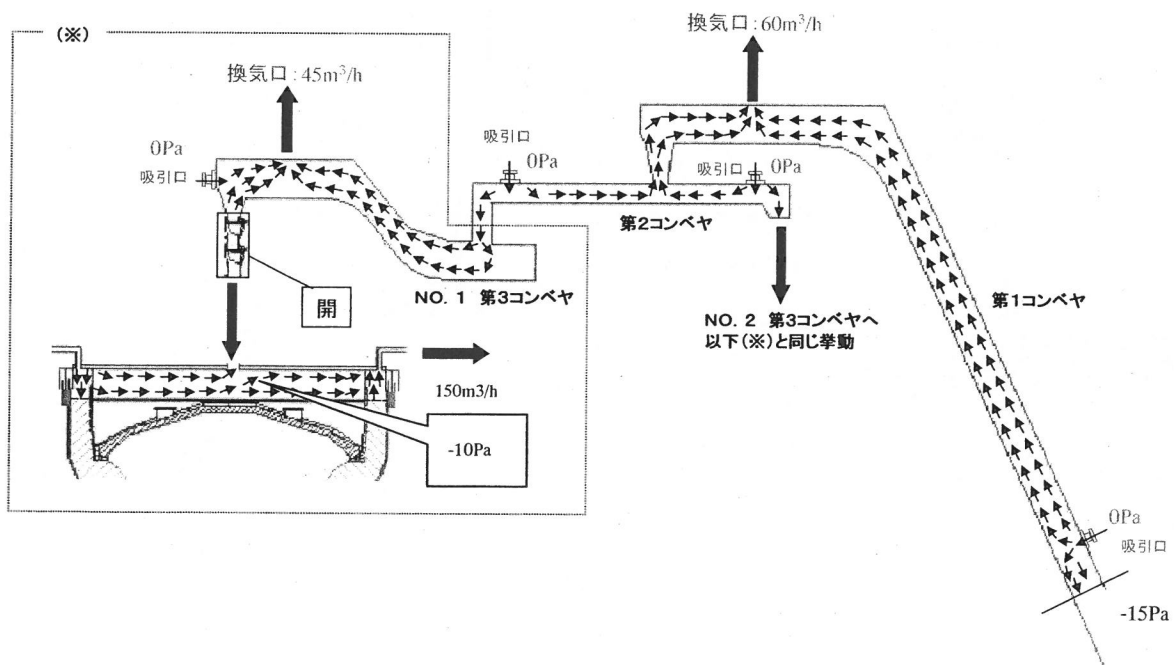
表 4-12 解析条件

解析条件	二重ダンパ	各部吸引流量	第1コンベヤ下部圧力 (Pa)	吸引口	備考
条件4	開	所定の吸引量 (結果に併記)	-15	開	改善案
条件5	閉	所定の吸引量 (結果に併記)	-15	開	改善案
条件6	開	所定の吸引量 (結果に併記)	-80	開	改善案

解析結果を図 4-11～図 4-13 に示す。

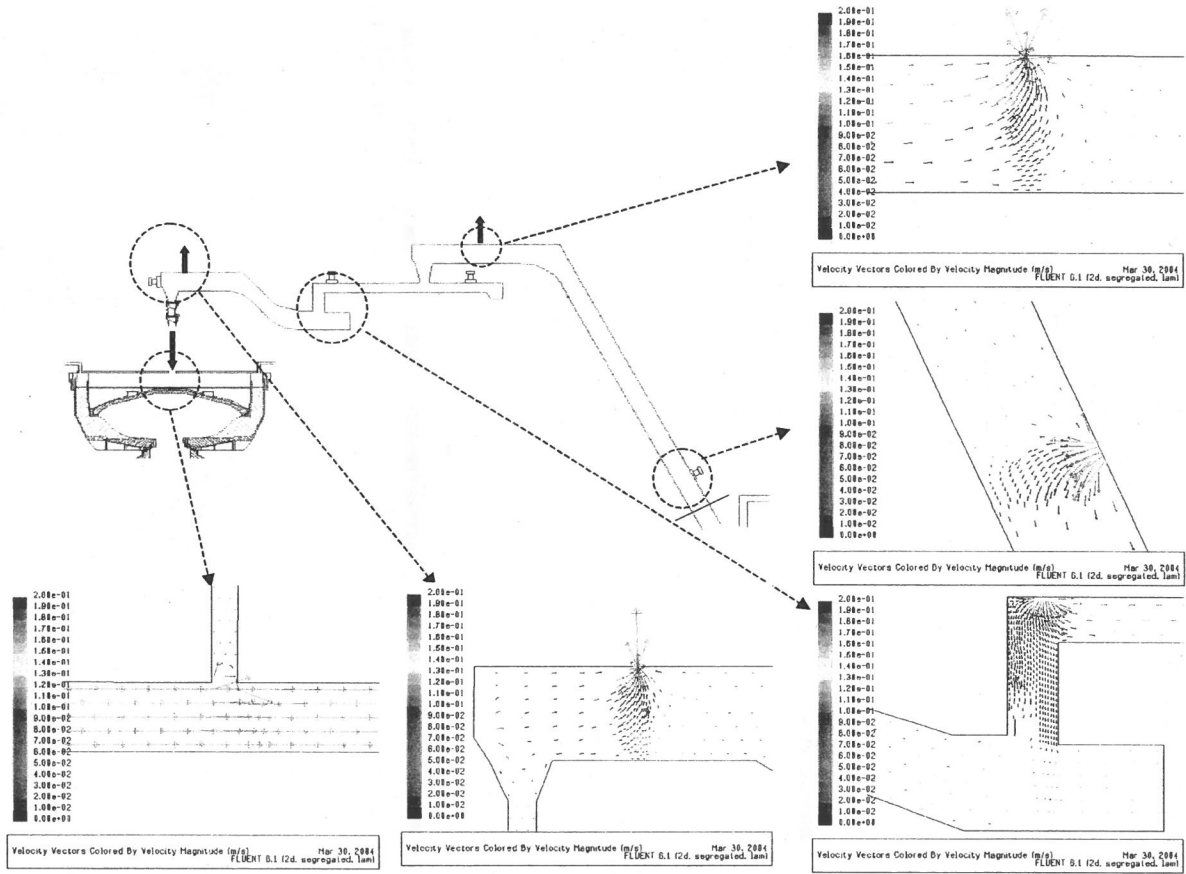


(1) 解析結果

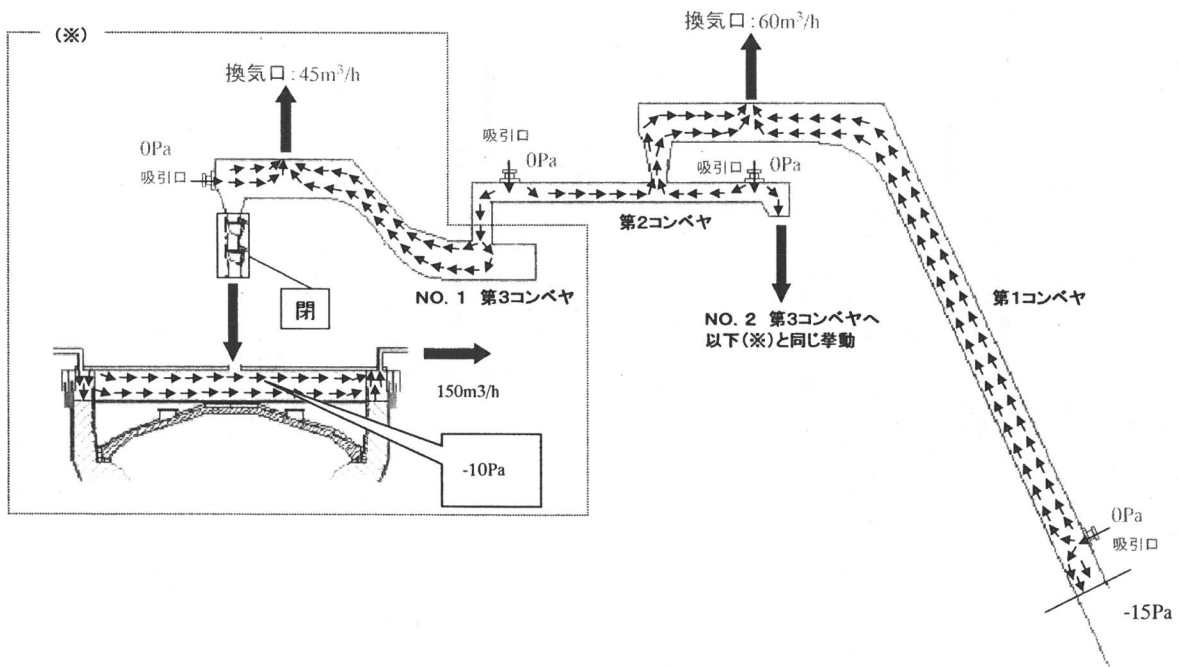


(2) 解析結果をもとに図示した流れの方向

図 4-11 条件 4 の結果

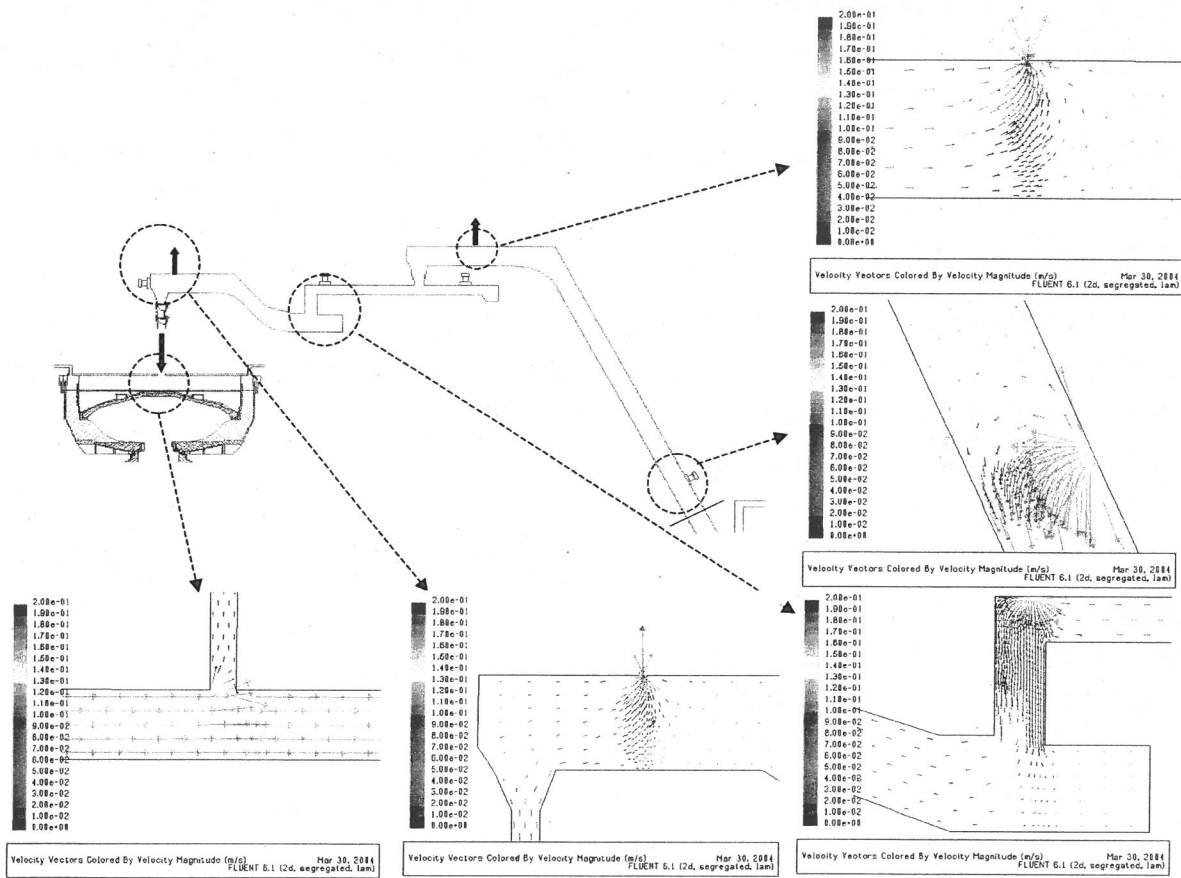


(1) 解析結果

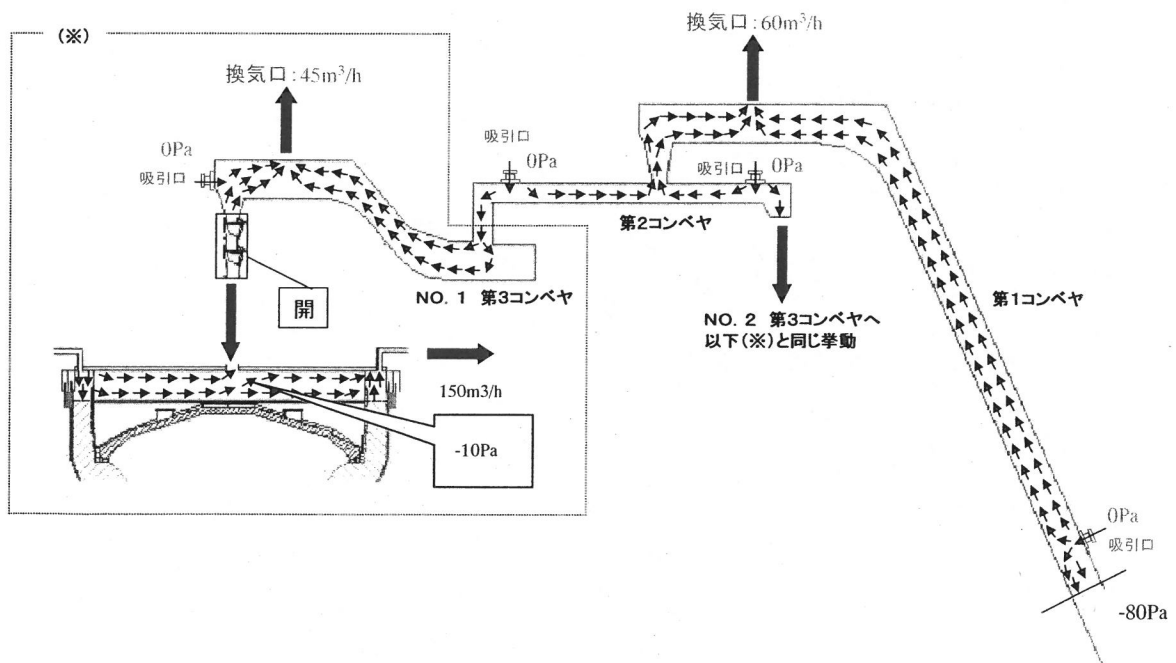


(2) 解析結果をもとに図示した流れの方向

図 4-12 条件5の結果



(1) 解析結果



(2) 解析結果をもとに図示した流れの方向

図 4-13 条件 6 の結果

二重ダンパ閉時でも吸引口より空気を吸い込むため、よどみがなくなっていることが確認できた。また、ホッパ内廃棄物層厚みが少なくなりピット室圧力の影響を受けて第1投入コンベヤ内の圧力が変化しても流れ方向に変化がなく安定した流れが得られることが確認できた。

これらの解析結果から、コンベヤ内のよどんだ空間を作らず、かつ換気流れを安定化させるために、各コンベヤに空気取り入れのための吸引口を設けることとする。(吸引口の箇所は解析結果の図4-13参照)

1-3-4. 炉回転自動停止の正圧時間の検討

正圧が一定時間継続した場合、炉圧低減対策として炉回転を自動停止することとしている。確認試験ではこの正圧継続時間を仮に1分と設定していたが、その設定時間について、過去に実施したラボ実験結果と事故当日の正圧状況から検討した。

1-3-4-1. ラボ実験結果からの検討

(1) 熱分解実験結果からの検討

炉内が長時間正圧になることで、供給筒上部に可燃性ガスが移動する。ここでは熱分解実験結果を用いて可燃性ガスの爆発下限濃度到達時間を算出した。計算ではもっとも供給筒上部の可燃性ガス濃度が上がりやすい条件を想定した。

(設定条件)

- 100t/dペースで廃棄物全量が1000℃無酸素条件下において熱分解(可燃性ガスが出やすい条件)

- 発生した可燃性ガスの全量が圧力差により供給筒に移動

以上の条件下で供給筒上部空間における可燃性ガス濃度の経時変化を計算した。熱分解ガス発生量は、平成15年8月の異常燃焼時発生ガス推定のために実施した熱分解ラボ実験結果を用いた。結果を図4-14に示す。

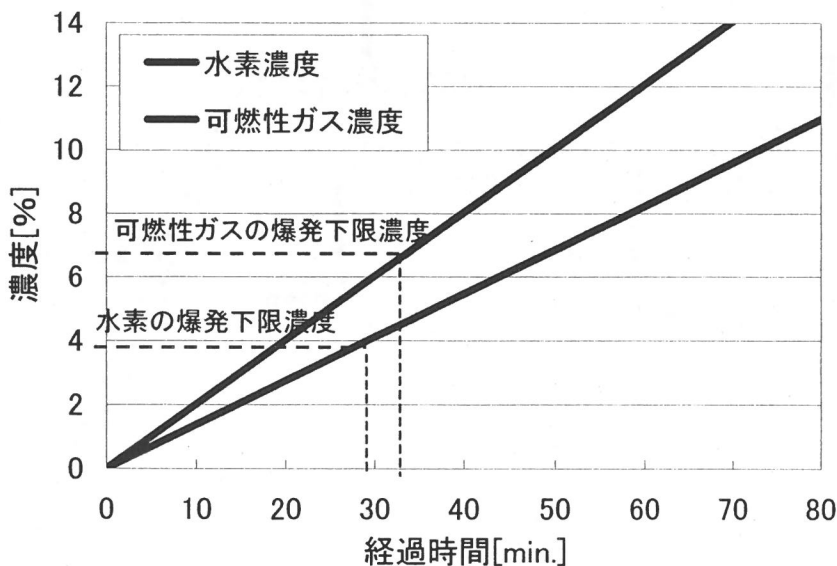


図4-14 供給筒上部空間における可燃性ガス濃度の経時変化
(定格の100t/dの廃棄物が全量熱分解して供給筒に充満すると仮定)

熱分解ガスが全量供給筒内に充満したとしても爆発下限濃度に至るまでに水素、可燃性ガスのいずれの場合も約30分を要する。

(2) 供給筒ラボ実験結果からの検討

平成16年2月の事故対策委員会資料記載の供給筒内可燃性ガス挙動調査実験における炉内正圧条件結果を図4-15に示す。

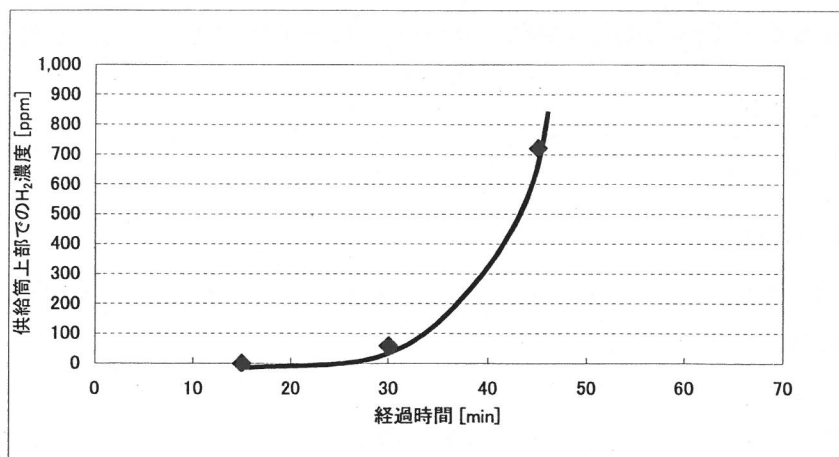


図4-15 供給筒ラボ実験結果（炉内正圧条件）

供給筒下部に水素を 300cc/min、一酸化炭素を 450cc/min ペースで注入開始してから供給筒上部空間においてこれらのガスが検出されはじめるまでに約30分を要する。

1-3-4-2. 事故当日の正圧状況

事故発生日（平成16年1月24日）の正圧発生時間を表4-13に示す。表中のデータは事故発生までのものである。

表4-13 事故発生日の正圧状況

	正圧時刻	正圧時間 [sec]	備考
1号 溶融炉	1:05:23 ~ 1:05:30	7	
	4:26:37 ~ 4:26:44	7	4時台：正圧回数2回/h
	4:47:40 ~ 4:47:43	3	
	5:58:04 ~ 5:58:09	5	
	6:23:30 ~ 6:23:34	4	
	8:03:32 ~ 8:03:42	10	8時台：正圧回数2回/h
	8:15:17 ~ 8:15:27	10	
	10:10:04 ~ 10:10:11	7	10時台：正圧回数4回/h
	10:28:21 ~ 10:28:29	8	
	10:32:58 ~ 10:33:04	6	
	10:36:50 ~ 10:36:57	7	
11:00:44 ~ 11:00:49	5		
2号 溶融炉	0:37:40 ~ 0:37:45	5	
	3:58:51 ~ 3:59:04	13	
	4:42:03 ~ 4:42:10	7	4時台：正圧回数2回/h
	4:58:54 ~ 4:59:00	6	
	5:38:00 ~ 5:38:07	7	
	6:18:24 ~ 6:18:38	14	6時台：正圧回数3回/h
	6:56:49 ~ 6:56:53	4	
	6:58:03 ~ 6:58:19	16	
	8:09:06 ~ 8:09:19	13	8時台：正圧回数2回/h
	8:59:37 ~ 8:59:55	18	
	10:02:24 ~ 10:02:31	7	10時台：正圧回数2回/h
	10:50:45 ~ 10:50:51	6	
11:41:29 ~ 11:41:51	22	事故発生	

注) 事故発生までのデータを記載

小爆発事故により発生した正圧時間は22秒であった。事故発生時刻以前の運転時の瞬間正圧時間は概ね20秒以下であった。

過去に実施したラボ実験結果より主燃焼室内が正圧状態となり、可燃性ガスが上部に移動して供給筒上部空間が爆発下限値に達するまでには約30分以上の時間を要することから、炉回転を自動停止させる正圧継続時間は現状の仮設定値(1分)でもよいと考えられるが、事故当日の正圧時間が最大22秒であったことから、安全性を高めるために設定値を1分から30秒に短縮し、運転状況を監視していくこととする。

1-4. その他の考察

再発防止対策の確認試験は当初の予定通りの結果が得られたが、その過程で次の2項目に対する検討、考察が必要になった。

① 炉内圧と燃料使用量との関係

炉内圧の負圧を強くする程、リーク空気の増加が予想されるが、それが燃料使用量に与える影響を検討する。

② 供給筒上部空間圧力の不規則な変動の調査

供給筒上部空間の圧力が不規則に20Pa程度変動する原因を調査する。

1-4-1. 炉内圧と燃料使用量との関係

炉内圧の負圧を強くする程、リーク空気の増加が予想されるが、それが燃料使用量に与える影響を検討した。

1-4-1-1. 実測値を用いた比較

今回の運転で得られた炉内圧設定値-50、-100、-200Paの運転データを表4-14に示す。

表 4-14 炉内圧ごとの運転データ

炉内圧		-50 Pa		-100 Pa		-200 Pa	
		1号炉	2号炉	1号炉	2号炉	1号炉	2号炉
系統							
不燃物/可燃物 投入量比率	-	2.6	2.4	3.9	3.7	3.9	3.7
投入物の 低位発熱量	kJ/kg	5800	5970	5020	5134	5020	5134
助剤供給量 (投入量に対する 助剤供給割合)	ton/d (%)	5.4 (5.8)	5.3 (7.6)	7.7 (7.1)	8.1 (7.3)	7.3 (7.2)	6.9 (7.2)
処理量	t/d	108	94	114	117	98	104
重油使用量	L/h	472	455	552	542	599	598
トン当たりの 重油使用量	L/t	105	117	116	111	146	138

注1) 投入量、助剤供給量はデータ採取期間の値を日量換算した。

2) 投入物の低位発熱量は不燃物と可燃物の代表的な低位発熱量と不燃物/可燃物投入量比率から算出した。

3) 処理量は熱収支計算により算出した。

不燃物／可燃物投入量比率および処理量が変動することから重油使用量を単純に比較することはできない。そこで、性能試験時（炉内圧設定値：-70Pa）の投入物の発熱量と燃料原単位（処理物 1ton 当たりの重油使用量）の関係で比較した（図 4-16）。図中の仮想曲線は他プラントでの過去実績から求めたものである。

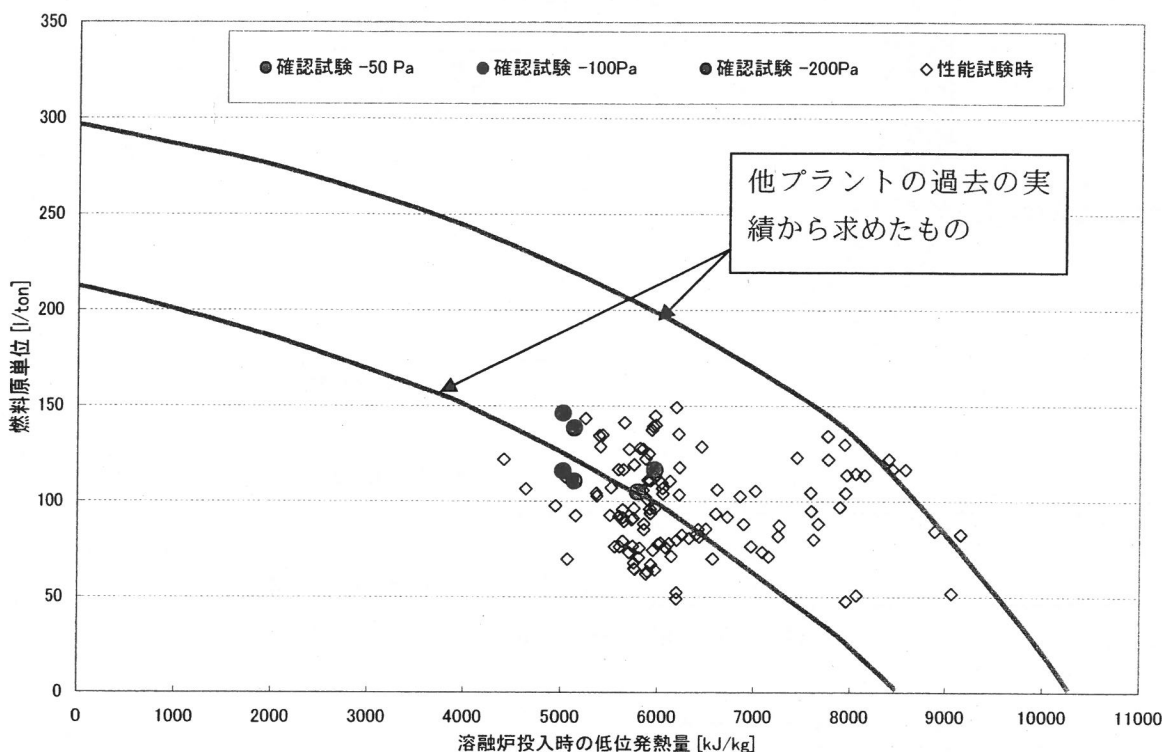


図 4-16 性能試験時と確認試験時の燃料原単位の比較

-50Pa と-100Pa では燃料原単位はほぼ同程度であり、処理物性状など炉圧以外の通常の変動幅に比べて、ほぼ無視できる結果であった。また、-200Pa では燃料原単位がやや高くなった。

1-4-1-2. 流体解析を用いた計算

実測値では炉内圧以外の変動により炉内圧が重油使用量に与える影響を比較することは容易ではない。そこで流体解析を用いてリーク空気量を求め、リーク空気を 1350°Cまで昇温するために必要な重油量を求めた。流体解析の条件と結果を図 4-17、表 4-15 に示す。

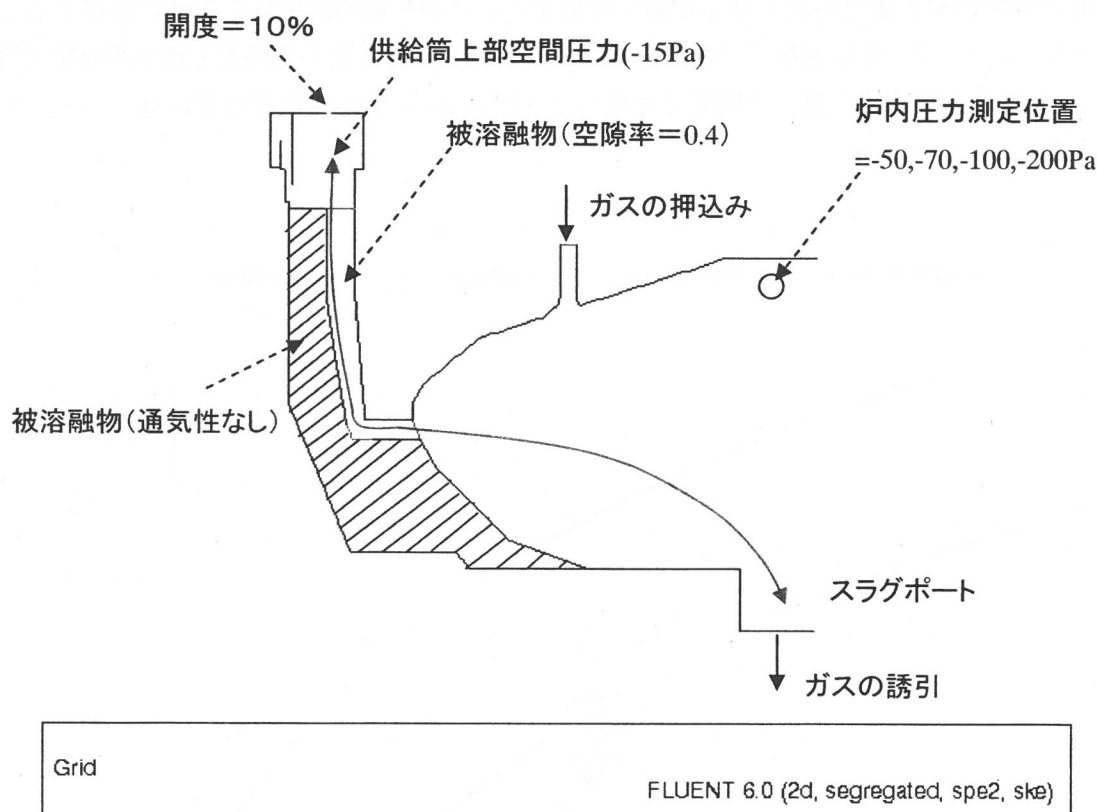


図 4-17 解析モデル化

表 4-15 解析条件と結果

炉内圧 [Pa]	リーク空気量 [Nm ³ /h]	燃焼空気量 [Nm ³ /h]※1)	燃焼空気量に対する リーク空気量の割合 [%]
-50	39	10,500	0.4
-70	171	11,000	1.6
-100	347	10,600	3.3
-200	775	10,600	7.3

※1) 燃焼空気量は確認試験時(炉内圧: -50Pa、-100Pa、-200Pa)の実測値を用いた。
ただし、-70Paについては性能試験時の平均値を用いた

リーク空気量は炉内圧が低くなるほど大きくなり、全体の燃焼空気量から見ると-100Pa で 3.3%、-200Pa で 7.3%の増加であった。

解析で得られたリーク空気量および今回の-100Pa 運転時の値を基準に重油使用量を算出した結果を図 4-18 に示す。計算方法は以下の通りである。

- ① 解析で得られたリーク空気を常温 (20℃) から 1350℃まで昇温するのに必要な熱量、およびそれによる重油増量分を次式により算出する。

$$\text{計算式} \quad \text{リーク空気昇温熱量} = \text{空気の比熱} \times (1350 - 20) \times \text{リーク空気量}$$

$$\text{リーク空気による重油増量分} = \text{リーク空気昇温熱量} \div \text{重油の低位発熱量}$$

- ② 今回の-100Pa 運転時の重油使用量を基準に①で算出した重油量増減分を加減算して各圧力での重油使用量を求める。

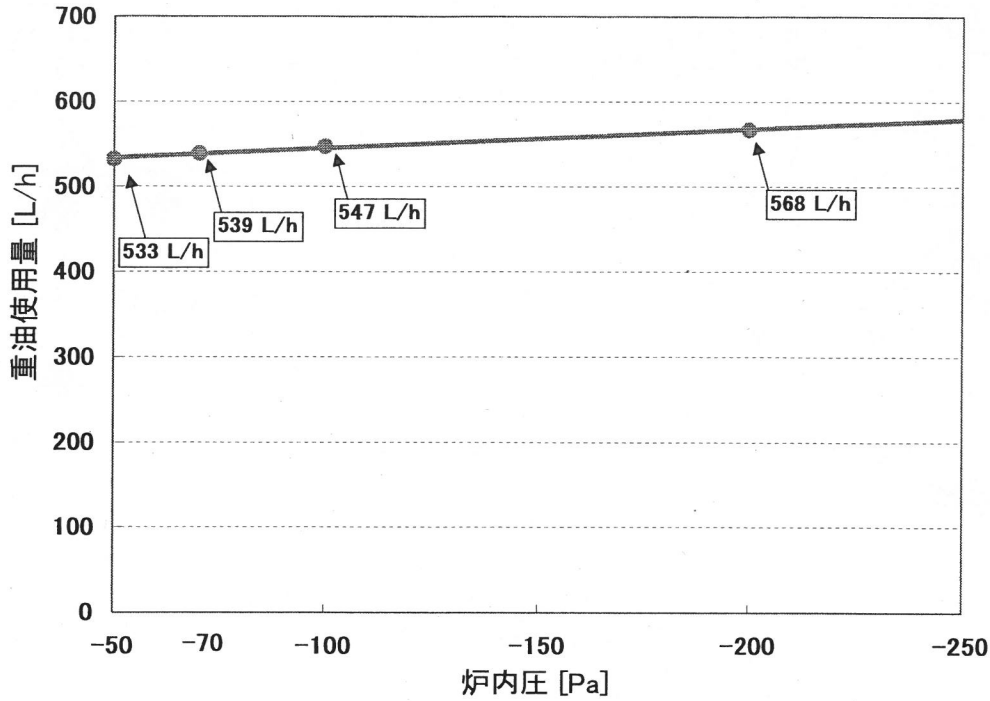


図 4-18 炉内圧と重油使用量

-50Pa 時の重油使用量と比較すると-100Pa で 14L/h、-200Pa で 35L/h 増加し、全体の重油使用量から見るとそれぞれ 2.4%、6.1%増加することとなる。

1-4-2. 供給筒上部空間圧力の不規則な変動の調査

図 4-2 の熔融運転状況の圧カトレンドで供給筒上部空間圧力が二重ダンパ常時開のとき不規則に 20Pa 程度変動している。この原因としてピット室の投入ホッパ内廃棄物層厚が少なくなると、燃焼空気の吸引により負圧になっているピット室の影響を受ける可能性がある。

図 4-19 にピット室から供給筒までのイメージを示す。投入物はクレーンでホッパレベルに応じて自動的にホッパ内に投入され、レーキで前面に押し出された後、スクリーフィーダで供給される。レーキはスクリーフィーダ上部に設けたティルトスイッチにより運転制御されている。供給筒上部空間は各投入コンベアを経てピット室に通じているが、ホッパ内の投入物により軽くシールされている。ピット室は燃焼空気の吸引を行っており、負圧となっている。これらのことから、ホッパ部での投入物の層厚により供給筒上部空間の圧力が変化すると推測し、供給筒上部空間圧力と投入クレーンでの投入タイミングの関係を調査した。図 4-20 に供給筒上部空間圧力と投入量の関係を示す。

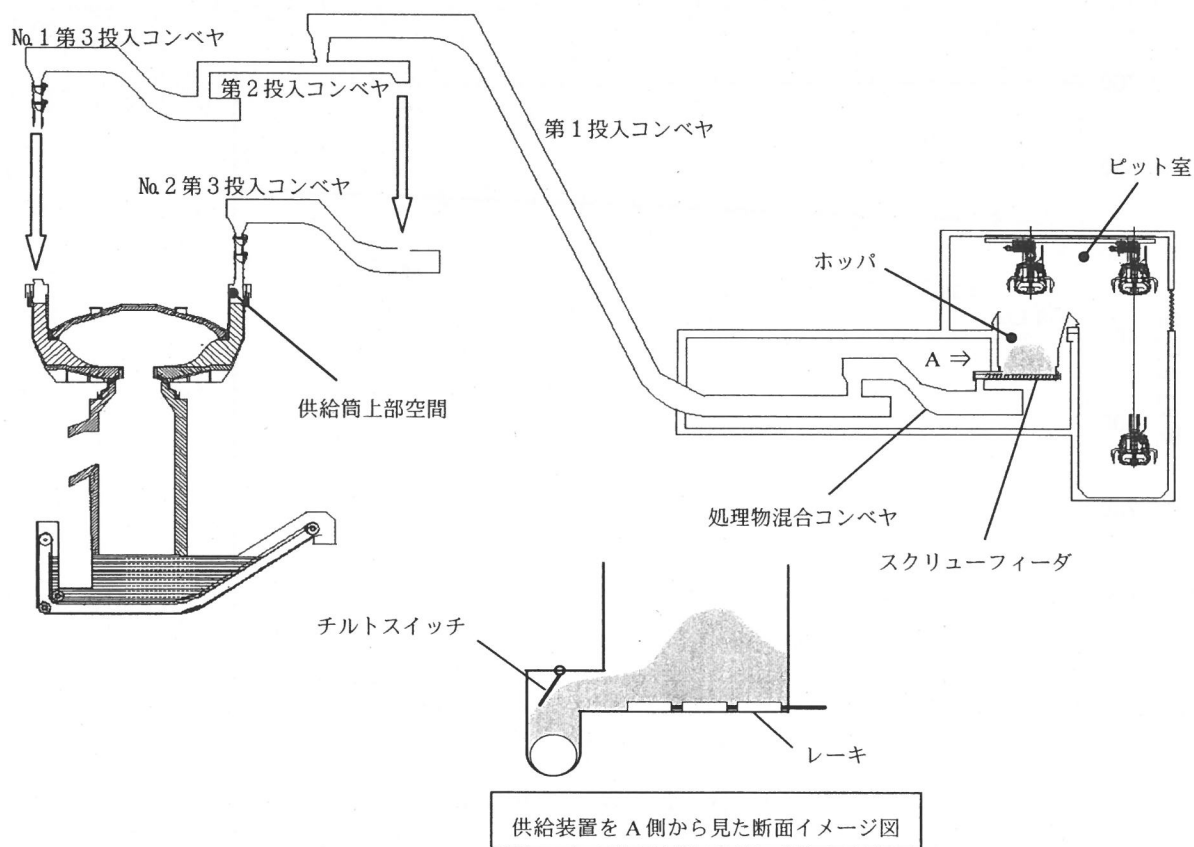


図 4-19 ピット室から供給筒までのイメージ図

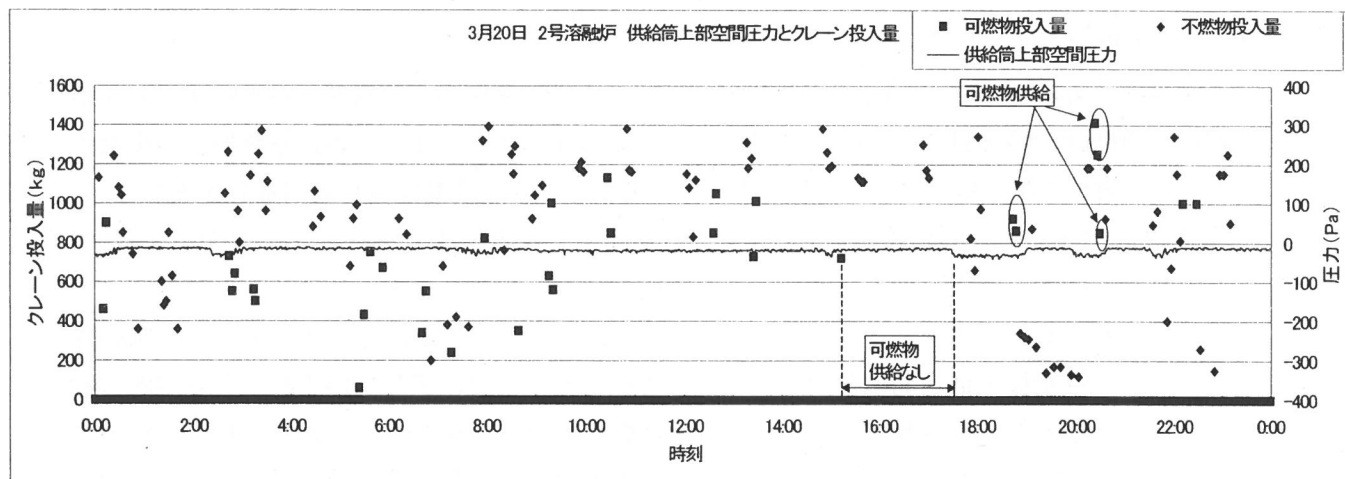


図 4-20 供給筒上部空間圧力とクレーン投入量の関係

可燃物の投入がない期間が続くと供給筒上部空間圧力が下がり、供給筒上部空間圧力が下がっている期間に可燃物の投入があると供給筒上部空間圧力が上がる傾向が見られる。このことから供給筒上部空間圧力変動の原因は次の通り考えられる。

- ① クレーンによる投入がない時間が続くとホッパ内の投入物レベルが下がり、負圧に保たれているピット室の影響を受けてコンベヤ内および供給筒上部空間圧力が下がる。
- ② ホッパへの投入頻度と量が多くなるとホッパ内の投入物層厚が大きくなり、ピット室の影響を受けにくくなる。

1-5. 今後の運転

再発防止対策の確認結果とその後実施した運転方法に関する検討考察の結果から今後の運転方法をまとめると以下ようになる。なお記載した各種設定値は仮設定値としての位置づけであり、運転によってより良い管理数値が得られればその数値に置き換えていくものとする。

1-5-1. 換気方法と換気量

換気方法はピット室内圧力の影響を排除し、かつ二重ダンパ閉時の二重ダンパ上部よどみ部分をなくし全体の流れを単純化させるためコンベヤ空気吸引口から新鮮空気を吸引できるようにする。そのとき、コンベヤ空気吸引口からダストが機外に出ないように対策を講じる。

なお、2重ダンパ駆動条件等の廃棄物投入システムは変更しない。

換気量に関しては所定の換気量で可燃性ガスが検出されず換気効果が確認できたため、通常運転の換気量は下記の流量とする。

供給筒：150m³/h、第1投入コンベヤ：60m³/h、No.1・2第3投入コンベヤ：45m³/h

1-5-2. 炉内圧

炉内圧が-50～-100Paの範囲では排ガス温度、排ガス量、重油使用量など通常の変動範囲内で問題なく運転できた。-200Paでは重油使用量がやや増加するものの運転可能であることが確認できた。したがって炉内圧の設定値は-100Paとし、1時間に2回正圧が発生した場合は炉内圧設定値を20Paずつ下げていき最大-200Paまでの運転を可能とする。さらにその状態で1時間に2回の瞬間正圧状態が発生する場合は炉回転を停止して炉内圧の低下を図る。また、正圧が30秒以上継続した場合は、自動的に炉回転を停止するものとする。炉回転停止後、炉内圧が制御設定値の-100Paを回復したら炉回転を再開するものとする。

1-5-3. 供給筒内部温度

供給筒内上部・中部温度は常時常温で下部温度1（新設）は立上げ後最大50℃まで上昇したが、その後は下降し常温で推移した。下部温度2（既設）は立上げ後最大90℃まで上昇したが、その後は下降し常温で推移した。このことから当面管理値を以下の通り仮設定し、引き続き調査を継続していくものとする。

上部・中部温度：常温(最大40℃)、下部温度1（新設）：60℃、下部温度2（既設）：100℃

1-5-4. 可燃性ガスの警報設定値

今回の計測では可燃性ガスがほとんど検出されなかったため、可燃性ガスの爆発下限値は原因調査の一環として行った加熱ガス実験結果で得られたガス組成から求めた。計算の結果、混合可燃性ガスの爆発下限値は5～8%、可燃性ガス検知装置における一酸化炭素濃度換算の爆発下限値は13%であった。警報設定値は爆発下限値の1/10レベルとし、水素：0.4%、可燃性ガス：1.3%とする。

可燃性ガスの警報が出た場合は以下の手順で対応することとする。

- i) 場内放送で運転員の炉室からの退避を放送
- ii) 換気空気量の設定流量の倍に増やす(このとき2重ダンパは閉とし、換気効果を高める)
- iii) それでも低下しない場合は炉内圧を20Pa下げる
- iv) 炉内圧が-200Paになっても下がらない場合は炉回転を一時停止する
- v) それでも下がらない場合は立下げ操作に移行する

1-5-5. 換気装置故障時の対応

供給筒押込ファン、供給筒吸引ファン、コンベヤ吸引ファンのいずれかが故障して停止した場合は当該溶融炉の通常停止操作に入り、シャットダウン後復旧、修理にかかる。

第5章 安全性再評価

1. 安全性再評価の概要

小爆発事故を契機として、その再発防止に万全を期すだけでなく、豊島廃棄物等処理事業全体の安全を見直すことを目的として、事業全体の様々なリスクを洗い出して再評価を行った。(詳細については「豊島廃棄物等処理事業の安全性再評価に関する報告書」を参照のこと)

1-1. 再評価対象とした3つのリスク

再評価を行う上でのリスクは「施設の人に与えるリスク」、「地域社会に影響を与えるリスク」(環境負荷) および「施設の稼働停止につながるリスク」の3つとした。

○施設内の人に与えるリスク

異常発生、誤操作などにより人身事故につながるもの

○地域社会に与えるリスク

汚染発生、騒音・振動、異臭など環境負荷につながるもの

○施設の稼働停止につながるリスク

人身事故や環境影響にはつながらないが、機械や設備の重故障につながり、施設の安定操業に支障をきたすもの

1-2. リスク抽出項目

再評価の結果、対策が必要であるとされた項目は下記の12項目であった。これらに対して改善を施し、事業全体の安全強化を図った。

①中間保管ピットで可燃ガスが発生した際の作業員被毒対策

毎朝、作業前に可燃ガス等(①酸素濃度②メタンガス③一酸化炭素④硫化水素⑤水素)の測定を実施するように改善する。この測定の際に所定の濃度以上であれば、ピット内への立ち入りは禁止するとともに、換気による可燃ガス濃度が所定値以下になるまで掘削物の搬入を中断する。

②中間保管ピットで可燃ガスが爆発した際の煙による環境影響対策

万一、中間保管ピットで可燃ガスが爆発を起こした際のセーフティネットとして、場内に充満した煙を速やかにバグフィルターおよび活性炭脱臭装置で無害化して場外に排出するように、制御系の改造を行う。

③前処理スクリーンおよび磁選機の作業員負傷対策

前処理工程のNo.1、No.2前処理スクリーン(トロンメル)、各磁選機における作業員の巻き込まれ等の損傷時のセーフティネットとして、各機器の付近に非常停止スイッチを設置する。(図面1、図面2の箇所に設置)

④キルン投入コンベヤ内での可燃ガスの爆発、可燃性粉じんの発火対策

キルン投入コンベヤ内に可燃ガスや可燃性の粉じんが滞留して、キルン炉由来の熱等で爆発や発火が起こる危険を回避するために、キルン投入コンベヤ内を吸引し換気する。

⑤溶融炉投入コンベヤ内での可燃ガスの爆発対策、可燃性粉じんの発火対策

各溶融炉投入コンベヤ内に可燃ガスや可燃性の粉じんが滞留して、溶融炉由来の熱等で爆発や発火が起こる危険を回避するために、各溶融炉投入コンベヤ内を吸引し換気する。

⑥溶融炉供給筒での可燃ガスの爆発対策、可燃性粉じんの発火対策

溶融炉供給筒に可燃ガスや可燃性の粉じんが滞留して、溶融炉由来の熱等で爆発や発火が起こる危険を回避するために、供給筒内を吸引し換気する。

⑦溶融炉天井でのLPガスの滞留・爆発

熔融炉バーナの点火用燃料として使用しているLPGガスが熔融炉天井部分で漏れた場合には構造上炉天井内に滞留する可能性が高い。(他のバーナーは構造上滞留する可能性は低く、また熔融炉室は17.5回/時間換気している。)

LPGボンベ内のLPGガスが全量および大部分が熔融炉天井内に滞留すると、爆発濃度に達するため、熔融炉天井内にLPG警報機を設置して、中央制御室に警報が出るようにする。

(図面3、図面4の箇所に設置)

⑧熔融炉消石灰・活性炭ラインつまりによる酸性ガス除去能低下による環境影響対策

熔融炉バグフィルター前に噴霧している消石灰・活性炭の噴霧ラインで閉塞が発生する場合があるが、その場合は酸性ガスの除去能が低下して環境影響を及ぼす可能性がある。消石灰・活性炭ラインをより閉塞しにくいように変更するか、消石灰種類を変更して流動性の良いものに変更する。

⑨ガス冷却塔の苛性ソーダノズル清掃時の薬品被毒対策

ガス冷却塔のノズルの清掃時に作業者が苛性ソーダ水溶液を浴びると被毒する可能性があり、ノズル点検時に配管をはずさなくても行えるように配管を改造する。

⑩ガス冷却塔の水噴霧ノズルの詰まりによる排ガス温度異常からの環境影響対策

ガス冷却塔の水噴霧用のノズルに詰まりが発生した場合、排ガス温度異常による環境影響を与える可能性がある。ノズルは複数本化されるなどプリベンションは取られているが、フェイルセーフとして迅速なメンテナンス対策が必要である。ノズル点検時に配管をはずさなくても行えるように配管を改造する。(図面5)

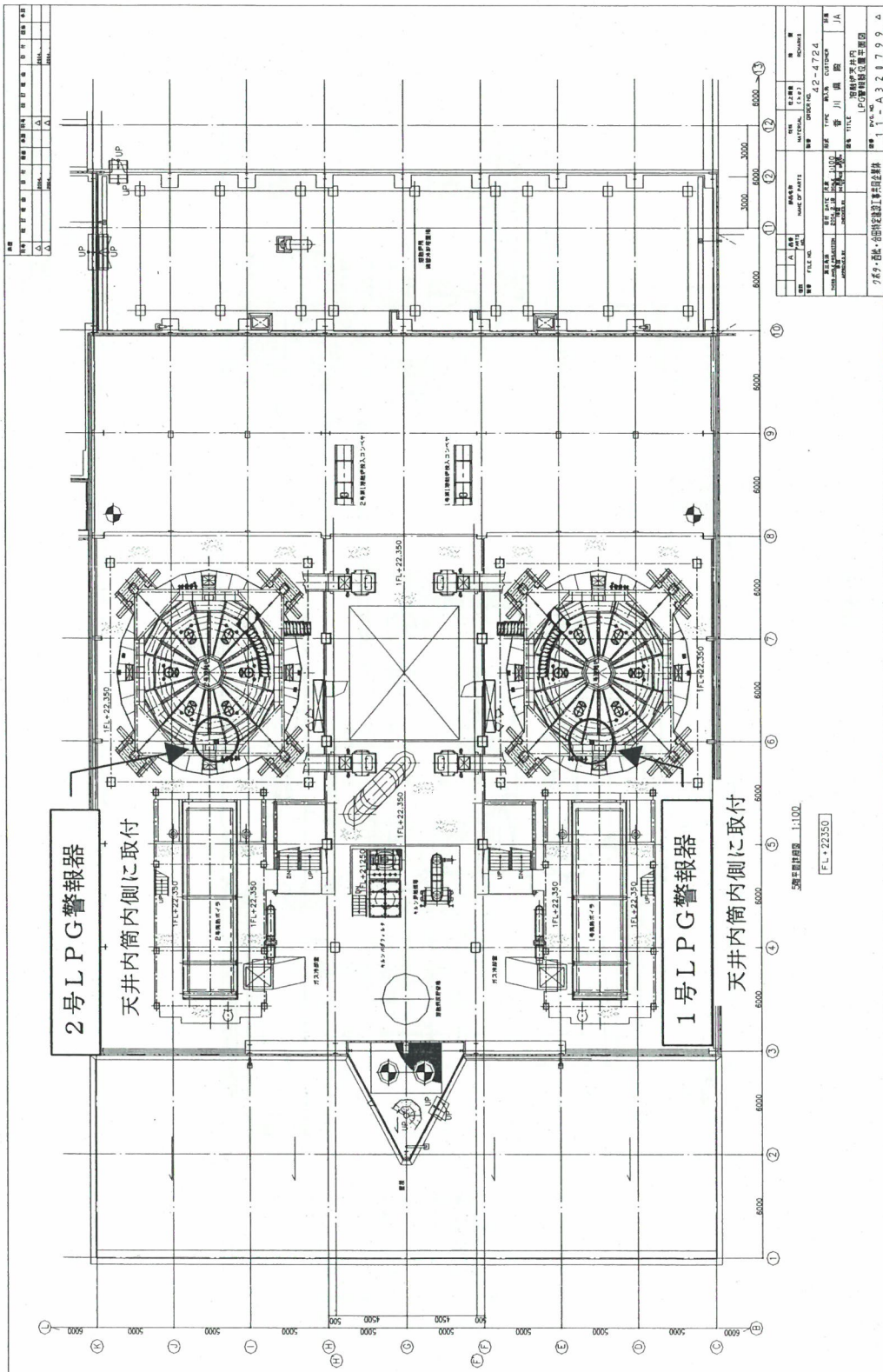
⑪スラグ製砂工程の凝集沈殿槽、スラリータンクからの水素ガス発生による爆発対策

スラグ製砂工程において、集沈殿槽、スラリータンクからの水素ガス発生した場合、換気などのプリベンションは取られているが、フェイルセーフとして定期的な水素ガス濃度の測定が必要である。

⑫スラグ給排水処理工程のフィルタープレスにおける機械由来の作業員負傷対策

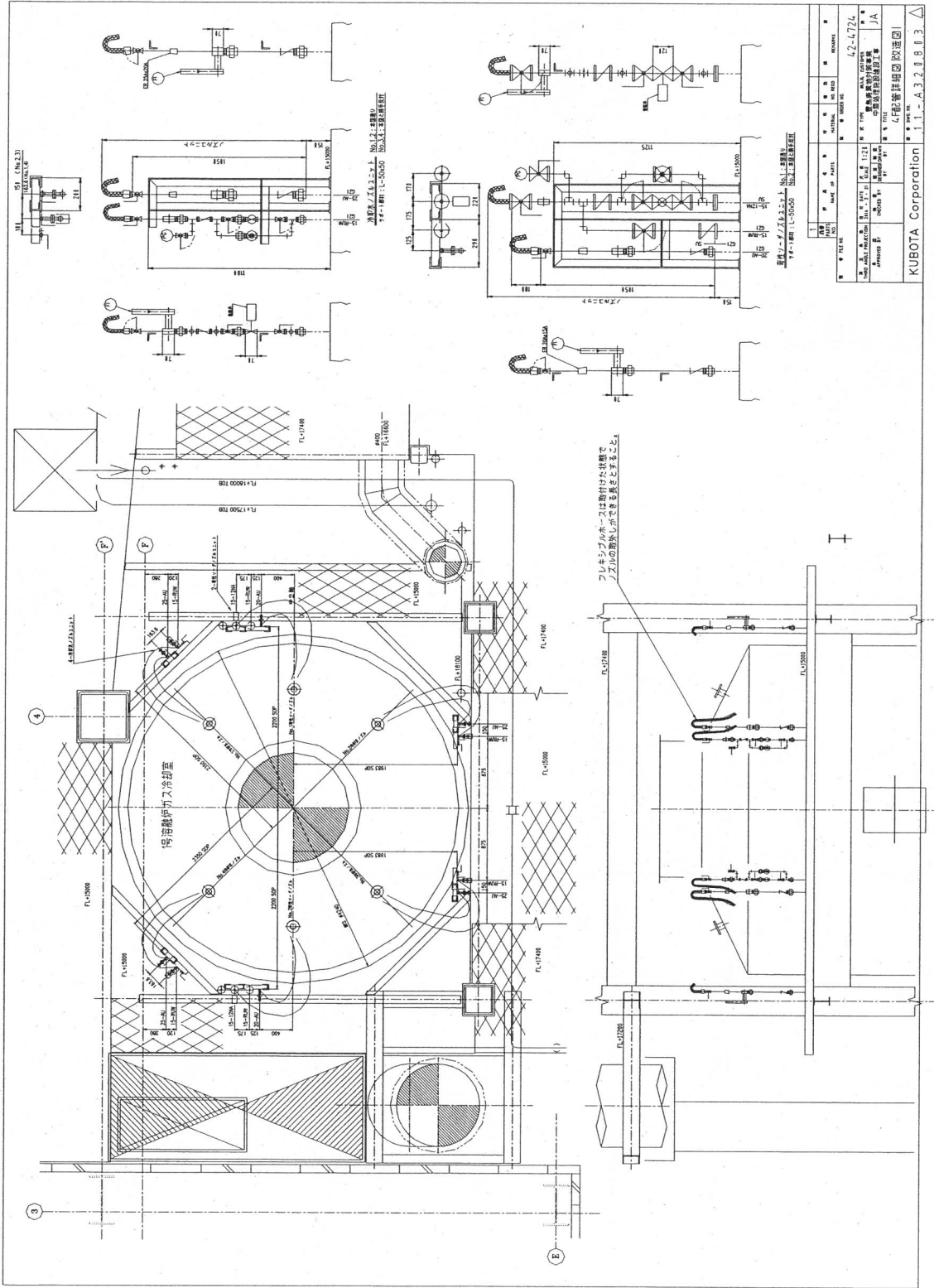
フィルタープレスは稼働中でも稼働であることがわかりにくく、プレスの動作時に作業員が付近で作業していると負傷の可能性がある。プレス動作時の警告としてパトライトを設置する。(図面6の箇所に設置)

図面 4



ガス冷却塔ノズル配管改造後

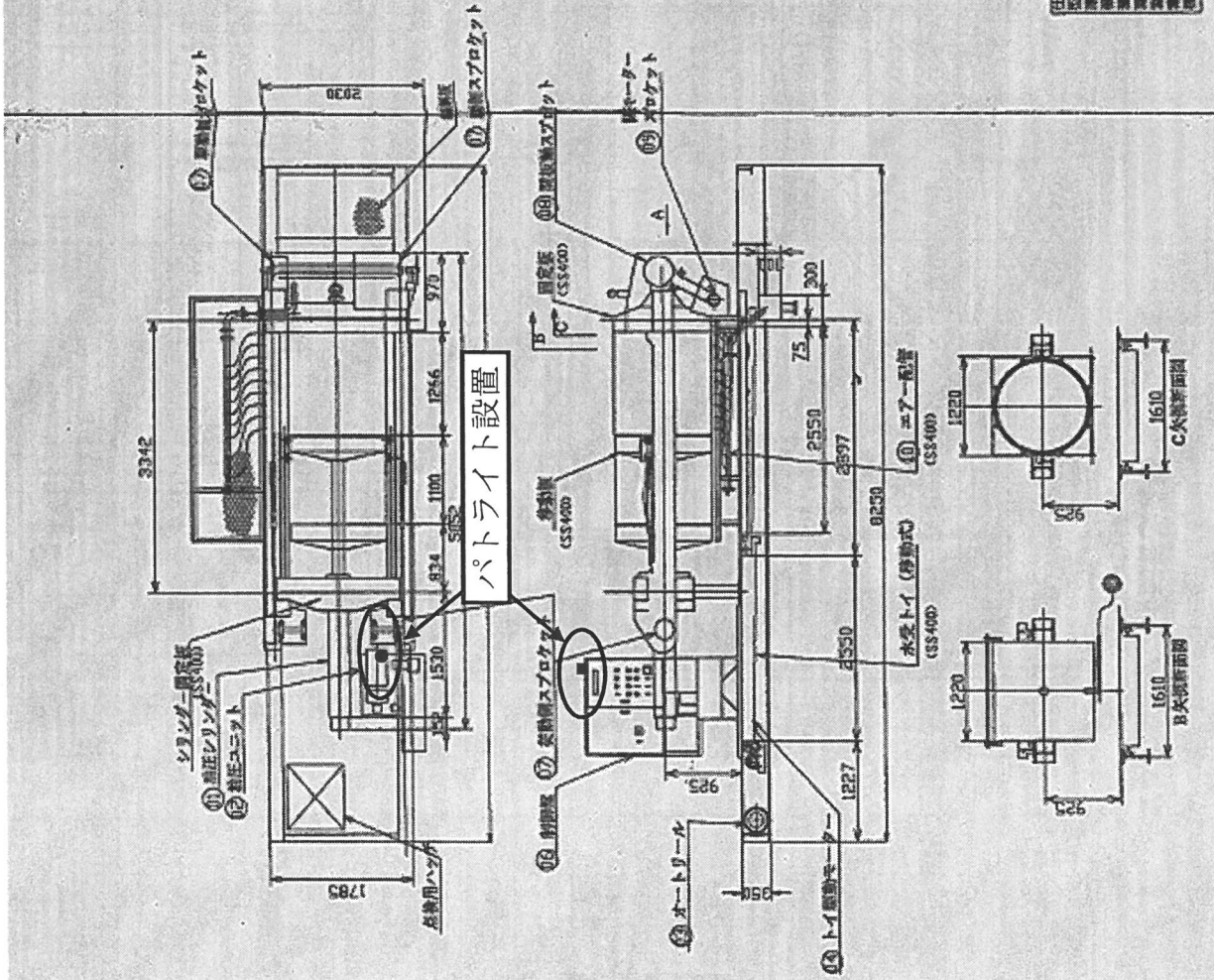
図面 5



図面番号	42-4724
設計者	〇〇〇〇
校核者	〇〇〇〇
承認者	〇〇〇〇
日付	〇〇/〇〇/〇〇
プロジェクト名	4-階管柱組立図
会社名	KUBOTA Corporation
図面コード	1.1-A.3.2.0.8.3.3

名称	名称	数量	部号
01	耐圧シリンダφ200×1400ST	1	不二鋼 0M
02	耐圧ユニット100LX6.8KW	1	不二鋼 0M
03	オートレールCGN-1DDR	1	伊藤精工 0M
04	制御箱φ56-700-0.4-1/50	1	伊藤精工 0M
05	制御箱φ56-700-0.4-1/50	1	三友電機 0M
06	制御箱	1	
07	スプロケット (標準品2-重歯面2)	4	#80X29J
08	制御箱スプロケット	1	#60X60J
09	制御箱スプロケット	1	#60X30J
10	エア配管	1	SCP30A

フィルタープレス仕様	
形式	フィルタープレス
容量	1.5t
駆動力	電動機-ギヤ駆動/直下
寸法	φ200×1400mm/100kg
駆動方式	制御シリンダ



仕様	
形式	フィルタープレス (標準品方式)
容量	1.5t
駆動方式	電動機-ギヤ駆動/直下
寸法	φ200×1400mm
駆動方式	制御シリンダ
駆動力	電動機-ギヤ駆動/直下
寸法	φ200×1400mm
駆動方式	制御シリンダ

項目	内容	単位	数量	備考
納入先	N-1200-60-185 1.6層 12t			
名称	フィルタープレス組立機			
作成	伊藤精工	設計	伊藤精工	
2020年11月	1/40	水書	伊藤精工	

ITO 伊藤精工製作所 11480

2. 安全対策確認試験

2-1. 確認試験要領

2-1-1. 確認試験項目

1. の安全性再評価により抽出し、対策を施した以下の12項目について確認試験を行った。

- ①中間保管ピットで可燃ガスが発生した際の作業員被毒対策
- ②中間保管ピットで可燃ガスが爆発した際の煙による環境影響対策
- ③前処理スクリーンおよび磁選機の作業員負傷対策
- ④キルン投入コンベヤ内での可燃ガスの爆発、可燃性粉じんの発火対策
- ⑤溶融炉投入コンベヤ内での可燃ガスの爆発対策、可燃性粉じんの発火対策
- ⑥溶融炉供給筒での可燃ガスの爆発対策、可燃性粉じんの発火対策
- ⑦溶融炉天井でのLPガスの滞留・爆発
- ⑧溶融炉消石灰・活性炭ラインつまりによる酸性ガス除去能低下による環境影響対策
- ⑨ガス冷却塔の苛性ソーダノズル清掃時の薬品被毒対策
- ⑩ガス冷却塔の水噴霧ノズルの詰まりによる排ガス温度異常からの環境影響対策
- ⑪スラグ製砂工程の凝集沈殿槽、スラリータンクからの水素ガス発生による爆発対策
- ⑫スラグ給排水処理工程のフィルタープレスにおける機械由来の作業員負傷対策

なお、④～⑥は再発防止対策項目としても取り上げており、これらの確認試験結果に関しては第4章に記述した。

2-1-2. 確認試験期間

- 運転前確認（直島） 平成16年3月15日（項目③、⑦、⑨、⑩、⑪、⑫）
運転前確認（豊島） 平成16年3月16日（項目①、②）、20日（項目②）
運転後確認（直島） 平成16年3月16日～18日（項目⑧）

2-2. 確認試験結果

試験結果一覧を表5-1に示す。また、溶融炉消石灰・活性炭ラインつまりによる酸性ガス除去能低下による環境影響対策の確認試験として実施した薬剤ブロー突出圧力測定（48時間）結果を図5-1に示す。

確認試験と併行して、安全対策関連の作業訓練を3月18日～21日に実施し、運転員の理解と習得を図った。

（作業環境測定の基準値について）

現状の基準値は、作業員の健康管理の面から決められた数値であり、今回爆発を考慮した数値に変更するものとする。可燃性ガスのメタン及び水素の基準値を爆発下限値の1/10レベルの0.5%とする。なお、水素の爆発下限値は4%であるが、検知管の検出下限値が0.5%であるため、0.5%とする。

測定ガス	現状	変更後
酸素	18%以上	変更なし
メタン	5%未満	0.5%未満
一酸化炭素	50ppm 未満	変更なし
硫化水素	10ppm 未満	変更なし
水素	4%未満	0.5%未満

表 5-1 安全対策確認試験結果一覧表

項目及び確認内容		技術アドバイザ立会結果	県確認日	県確認結果
中間保管・梱包ピットで可燃ガスが発生した際の作業員被毒対策				
可燃ガス等の計測器(ガス検知管)が揃っていること、現場点検用チェックリストを確認する。			3月16日	○
作業環境測定地点で測定を行い、基準値以下であることを確認する。 基準値 酸素：18%以上 メタンガス：5%未満 一酸化炭素：50ppm未満 硫化水素：10ppm未満 水素：4%未満	中間保管梱包ピット(ホッパ上部)	酸素		○
		メタンガス		○
		一酸化炭素		○
		硫化水素		○
	中間保管梱包ピット(投入扉より)	水素		○
		酸素		○
		メタンガス		○
		一酸化炭素		○
	特殊前処理室	硫化水素		○
		水素		○
		酸素		○
		メタンガス		○
	積込室	一酸化炭素		○
		硫化水素		○
		水素		○
		酸素		○
中間保管・梱包ピットで可燃ガスが爆発した際の煙による環境影響対策				
非常停止ボタンを押して、排ガス処理装置が稼働していることを中央制御室及び集塵設備室にて確認する。			3月16日	○
火災検知信号を模擬的に中間保管・梱包施設だけに発令し、排ガス処理装置が一旦停止すること、及び火災検知信号発令中に「強制換気モード」で排ガス処理装置が稼働再開することを確認する。			3月20日	○
前処理スクリーンおよび磁選機の作業員負傷対策				
所定の位置に非常停止スイッチが設置されていることを確認する。	No.1前処理スクリーン		3月15日	○
	No.2前処理スクリーン		"	○
	不燃系磁選機		"	○
	第1可燃系磁選機		"	○
無負荷運転を行い非常停止ボタンにより停止することを中央制御室及び現場にて確認する。	No.1前処理スクリーン		"	○
	No.2前処理スクリーン		"	○
	不燃系磁選機		"	○
	第1可燃系磁選機		"	○
溶融炉天井でのLPGの滞留・爆発				
所定の位置にLPG検知機が設置されていることを確認する。	1号溶融炉	○	3月15日	○
	2号溶融炉	○	"	○
LPG検知機の信号出力系統に疑似信号を送り、中央制御室にて警報が発信することを確認する。	1号溶融炉		"	○
	2号溶融炉		"	○

溶融炉消石灰・活性炭ラインつまりによる酸性ガス除去性能の低下による環境影響対策					
消石灰・活性炭ラインが2FLに移設されていること、及び急激な曲がりや放熱の激しい部分がないこと、曲がり箇所や水平箇所は点検用足場が設置されていることを目視にて確認する。	1号溶融炉	○	3月15日	○	
	2号溶融炉	○	"	○	
薬剤吹込ブロワのと出圧力を薬剤吹込直後から3時間毎に48時間記録し、右記の項目を満足するか確認する。 (図1に測定結果を示す)	吐出圧力初期値 : 0.033MPa以下	1号溶融炉	/	3月19日	○
		2号溶融炉	/	"	○
	吐出圧力上昇率 : 0.005MPa以下	1号溶融炉	/	"	○
		2号溶融炉	/	"	○
	48時間中央制御室に警報がでないこと	1号溶融炉	/	"	○
		2号溶融炉	/	"	○
ガス冷却塔の苛性ソーダノズル清掃時の薬品被毒対策					
所定のルートに配管が改造されていることを確認する。	1号溶融炉	○	3月15日	○	
	2号溶融炉	○	"	○	
ノズル点検作業と同じ手順を実演して、配管をはずさなくても作業が行えるかを確認する。	1号溶融炉	/	"	○	
	2号溶融炉	/	"	○	
ガス冷却塔の水噴霧ノズルのつまりによる排ガス温度異常からの環境影響対策					
所定のルートに配管が改造されていることを確認する。	1号溶融炉	○	3月15日	○	
	2号溶融炉	○	"	○	
ノズル点検作業と同じ手順を実演して、配管をはずさなくても作業が行えるかを確認する。	1号溶融炉	/	"	○	
	2号溶融炉	/	"	○	
スラグ製砂工程の凝集沈殿槽、スラリータンクからの水素ガス発生による爆発対策					
水素ガスの計測器(ガス検知管)が揃っていることを確認する。		/	3月15日	○	
現場点検表があることを確認する。		/	"	○	
作業環境測定地点より動作確認を行い、基準値以下であることを確認する。	スラグ破碎選別室(凝集沈殿槽設置箇所)	/	"	○	
	脱臭装置室(スラリータンク設置箇所)	/	"	○	
スラグ給排水処理工程のフィルタープレスにおける機械由来の作業員負傷対策					
パトライトが所定の箇所に設置されていることを確認する。		/	3月15日	○	
フィルタープレスを無負荷運転して、ろ板作動前にパトライトが動作することを確認する。		/	3月15日	○	

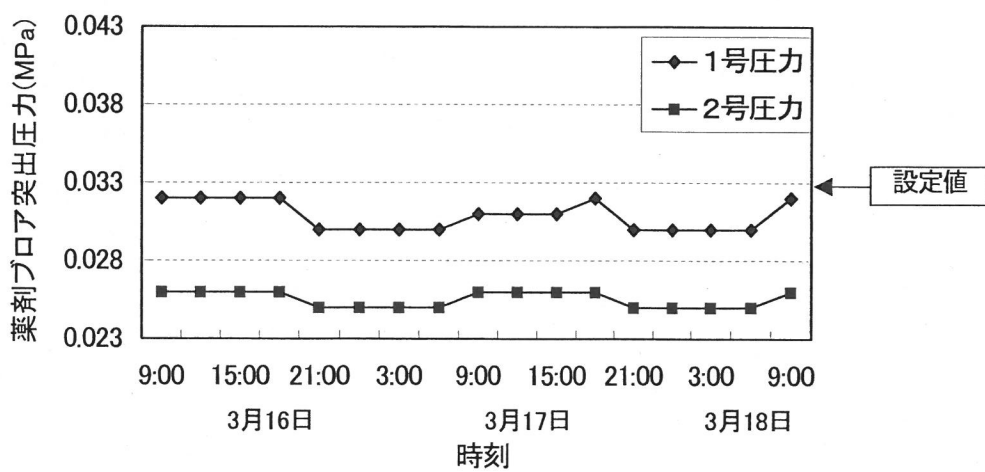


図 5-1 薬品ブロー突出圧力測定結果 (48 時間)

第6章 今後の対応

平成16年1月24日の中間処理施設における小爆発事故の発生から、技術委員会の指導を得ながら、表6-1のとおり、事故原因の究明と再発防止対策、さらには事業全体の安全性再評価と設備改善に努め、4月2日に運転を再開したところである。

豊島廃棄物等処理事業は、瀬戸内海的环境保全を図るという目的だけでなく、21世紀における循環型社会を実現していくための重要にして、かつ大きな一歩であり、今後も、その進捗状況に関する情報の共有を図り、関係者の理解と協力の下に、安全を第一に進めることが必要である。

そこで、各施設の運転及び管理、廃棄物等の輸送並びに各種モニタリングにおいて、2月28日に設置した豊島廃棄物等管理委員会及び技術アドバイザーによる指導、助言、評価等をいただきながら、安全と環境保全を第一に着実に事業を推進することとしている。

<豊島廃棄物等管理委員会>

委員長	永田勝也
副委員長	武田 信生
委員	岡市 友利
委員	河原 長美
委員	堺 孝司
委員	鈴木 三郎
委員	高月 紘
委員	中杉 修身

<技術アドバイザー>

技術アドバイザー	猪熊 明
〃	岡市 友利
〃	小野 芳朗
〃	河原 能久
〃	河原 長美
〃	堺 孝司
〃	坂本 宏
〃	鈴木 三郎
〃	高月 紘
〃	武田 信生
〃	田中 勝
〃	富田 栄二
〃	中杉 修身
〃	永田 勝也
〃	門谷 茂
〃	横瀬 廣司

表 6-1 2号溶融炉小爆発事故発生から再稼動までの経緯

		1月			2月			3月			4月																															
		24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2
再開までのステップ		<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-bottom: 5px;"> 調査・改善検討段階 改善実施段階 改善確認・審査段階 </div>																																								
事故発生	1月24日11:40頃、2号溶融炉の供給筒上部及び投入コンベヤ頂部で小爆発が発生																																									
事故調査	事故原因の究明と再発防止対策作りを目的に、調査試験を実施																																									
点検復旧工事	溶融炉及びコンベヤの点検と復旧工事を実施																																									
再発防止	対策検討と承認	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">検討会で承認</div>																																								
	設備改善計画と承認																																									
	設備改善工事																																									
安全性	安全性再評価																																									
	設備改善計画と承認																																									
	設備改善工事																																									
確認試験	再発防止対策と安全対策の改善工事に対する確認試験を実施																																									
その他	消防検査																																									
技術委員会	確認試験結果を審査し、運転再開を協議																																									
処理開始	運転を再開																																									
		<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> 作業・動作確認 性能確認試験 追加シミュレーション 許可 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> 技術アドバイザーの立会い確認 技術委員会開催 技術アドバイザーの了承 </div>																																								

中間処理施設における小爆発事故
資料集

平成 16 年 4 月

香川県・(株)クボタ

1. 事故対策検討会（平成 16 年 2 月 15 日開催）資料

- ・ 会次第
- ・ 2号溶融炉における小爆発事故 調査結果及び再発防止対策報告書
- ・ 技術アドバイザー等専門家による指導事項
- ・ 事故発生直後の対応状況（平成 16 年 1 月 24 日）
- ・ スラグ破碎処理設備 改造の概要
- ・ ガス冷却塔 改造の概要
- ・ 別冊 1 「2号溶融炉及び溶融炉投入コンベヤ 損傷状況報告書」
- ・ 別冊 2 「2号溶融炉及び溶融炉投入コンベヤ 点検報告書」
- ・ 豊島廃棄物等対策事業の安全性再評価に関する報告書（案）

2. 豊島廃棄物等処理事業の安全性再評価に関する報告書（平成 16 年 2 月 20 日）

3. 技術アドバイザー立会（平成 16 年 3 月 21 日立会）資料

- ・ 立会次第
- ・ 確認試験チェックシート（再発防止対策＜性能確認試験、動作確認＞、安全対策確認試験）
- ・ 2号溶融炉における小爆発事故 再発防止対策確認試験要領書
- ・ 安全性再評価によるリスク抽出項目 安全対策確認試験要領書
- ・ 確認試験工程表（別紙）
- ・ 2号溶融炉における小爆発事故 設備改善計画書
- ・ 安全性再評価による改善項目 設備改善計画書
- ・ スラグ破碎設備 設備改善計画書
- ・ 溶融炉ガス冷却塔 設備改善計画書

4. 第 20 回豊島廃棄物等技術委員会（平成 16 年 3 月 28 日開催）資料

- ・ 会次第
- ・ 2号溶融炉における小爆発事故再発防止対策 確認試験結果報告書
- ・ 安全性再評価によるリスク抽出項目安全対策 確認試験結果報告書
- ・ 廃棄物等の均質化マニュアルの修正について
- ・ 中間保管・梱包施設の運転・維持管理マニュアル及び特殊前処理物処理施設の運転・維持管理マニュアルの修正について
- ・ 陸上輸送マニュアルの修正について
- ・ 作業環境管理マニュアルの修正について
- ・ 溶融炉運転要領書

5. 技術アドバイザー報告用資料（追加シミュレーション結果）

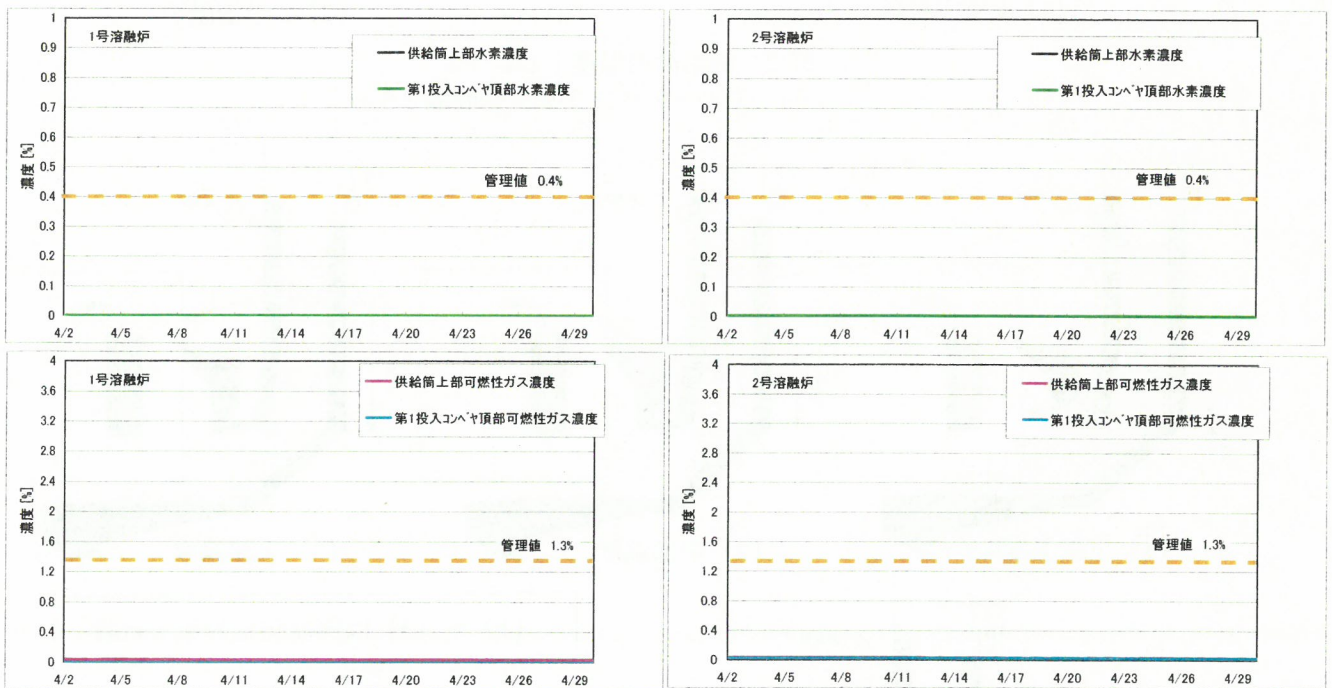
- ・ 中間処理施設における小爆発事故再発防止対策 確認試験結果報告書（平成 16 年 3 月 31 日）

溶融炉再稼働後の運転状況について

中間処理施設における小爆発事故再発防止対策実施後の運転状況について、以下のとおり報告する。

1. 可燃性ガス濃度

供給筒上部および第 1 投入コンベヤ頂部でモニタリングしている水素濃度、可燃性ガス濃度の立上げ開始（4 月 2 日）からのトレンドデータ（データサンプリング間隔：5 分）を図 1 に示す。



(1) 1号溶融炉

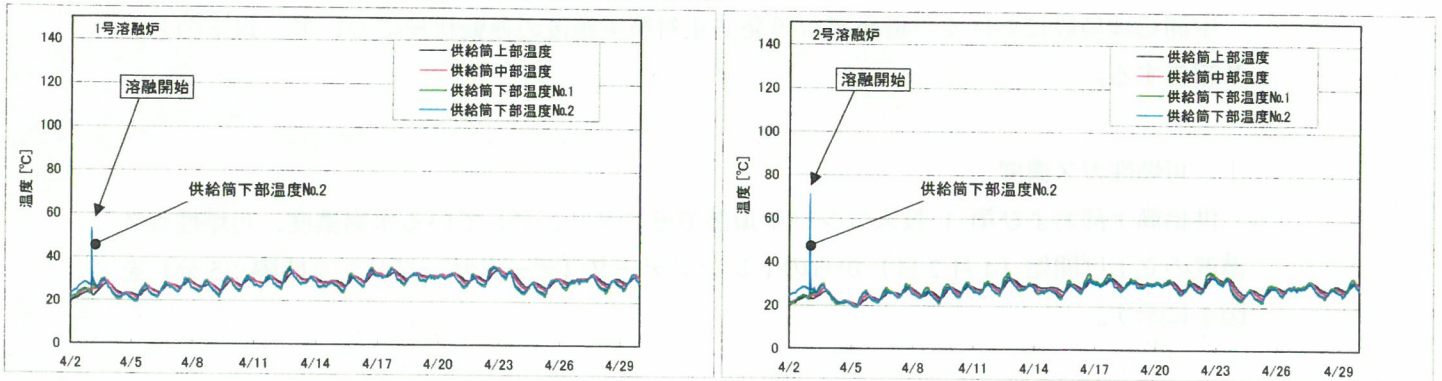
(2) 2号溶融炉

図 1 供給筒上部、コンベヤ頂部の水素濃度、可燃性ガス濃度トレンド
(データサンプリング間隔：5 分)

供給筒上部および第 1 投入コンベヤ頂部の水素濃度、可燃性ガス濃度はいずれも 0%で変動は見られない。換気をはじめとする再発防止対策の効果によるものと考えられる。

2. 供給筒内温度

4月2日立上げ開始からの供給筒内温度のトレンドデータ（データサンプリング間隔：5分）を図2に示す。（温度測定位置は図3参照）



(1) 1号溶融炉

(2) 2号溶融炉

図2 供給筒内温度トレンド
(データサンプリング間隔：5分)

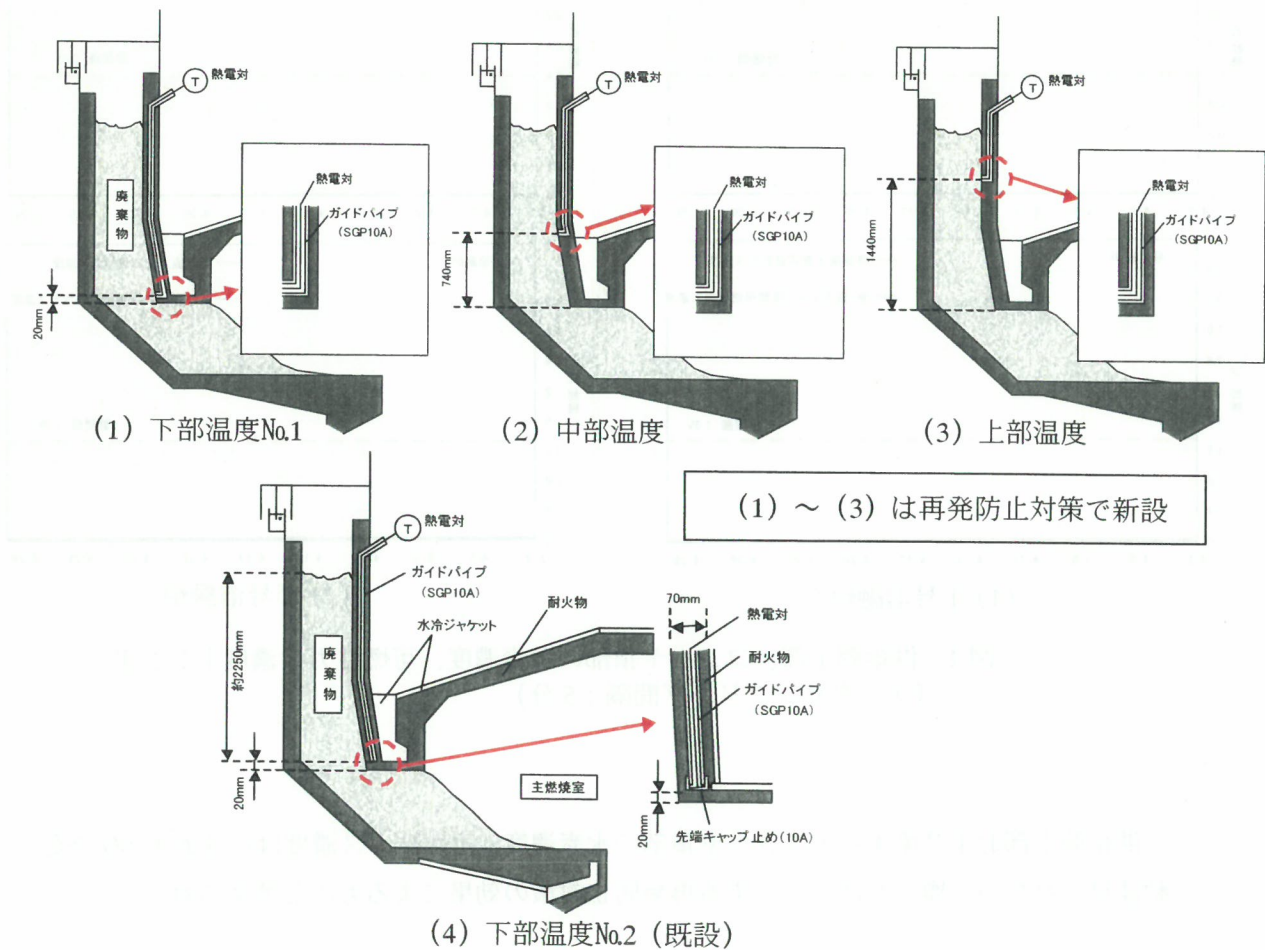


図3 供給筒内温度測定位置

供給筒内温度は立上げ時に下部温度No.2 で 50～70℃程度まで上昇が見られ、その後はいずれも約 20～40℃の範囲で推移している。

立上げ時に下部温度No.2 が上昇するのは、炉高を上昇させた際、一時的に内筒下部に廃棄物のない空間ができ炉内の熱の影響を受けるためである。下部温度No.1 は供給筒側を測温しているため、下部温度No.2 よりも影響を受けにくい。

上部・中部温度については、今後夏季に雰囲気温度の上昇に伴い供給筒内温度も上昇が予想されることから、管理値を 40℃から 50℃に変更し、引き続きデータの蓄積を図ることとする。

下部温度No.1 に関しては上部・中部温度+10℃、即ち 60℃を管理値としてデータの蓄積を図る。また、下部温度No.2 は炉高変更などの操作によって影響を受けるため、参考値としてデータの蓄積を図る。

管理値の変更に伴い運転要領書を図 5 の通り改訂する。

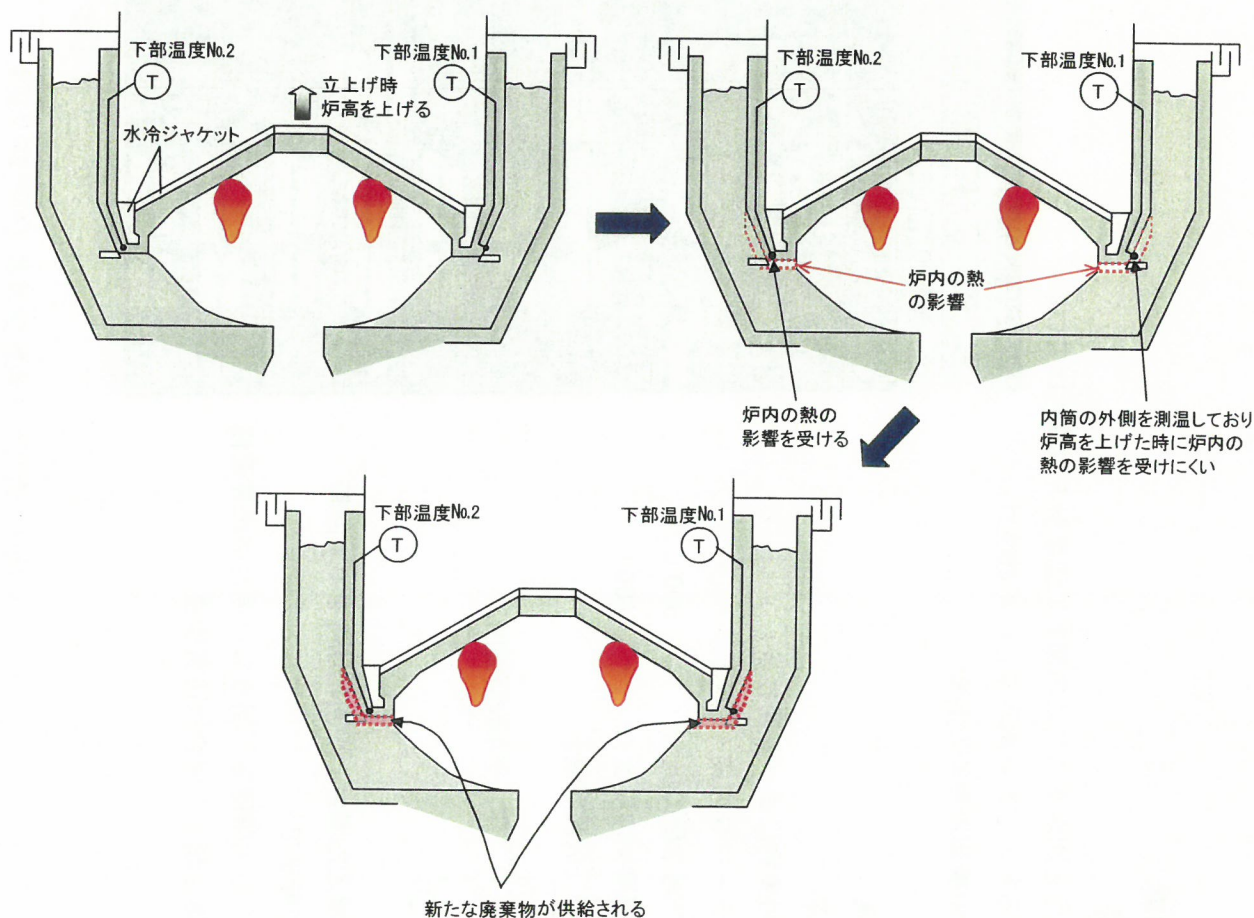


図 4 立上げ時の供給筒下部温度No.2 の上昇イメージ図

10. 供給筒内温度

供給筒内温度

- 供給筒の廃棄物温度を測定するため内筒側に温度計を取り付けている
廃棄物温度が上がるとそこから水素などの可燃性ガスが発生するため、その検知が目的である

(1) 通常運転範囲

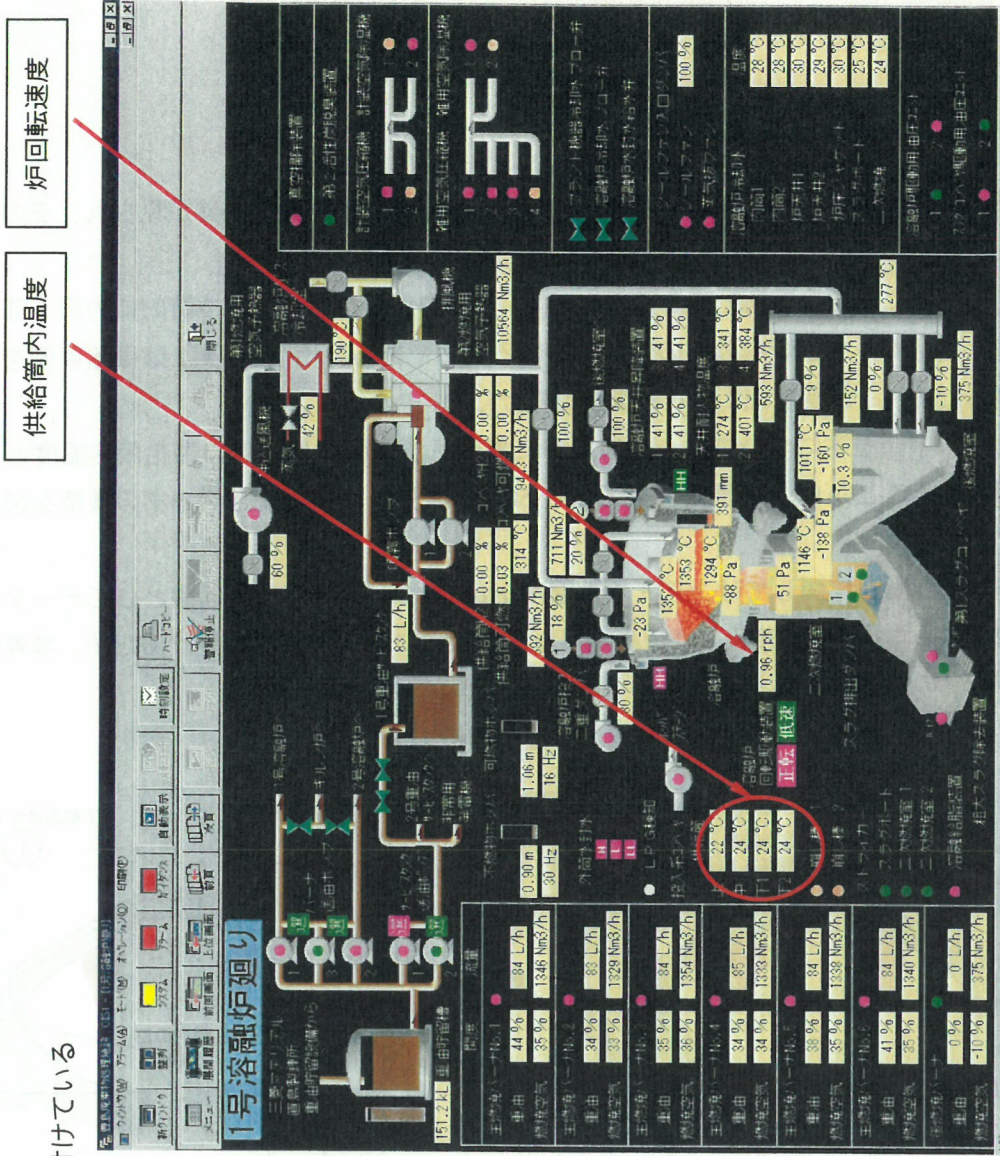
- 上： 常温程度
- 中： 常温程度
- 下1： 溶融対象物によって変わる
今後データを収集
- 下2： スラグ再溶融の場合 ~ 500℃
豊島廃棄物の場合 ~ 200℃

(2) 上限値 (管理値) 【仮設定値】

- 上： 50℃
- 中： 50℃
- 下1： 60℃

(3) 異常時対応

- 下1が上限を超えた場合、炉回転速度を0.1回転上げる (1.4回転まで)
- 上限回転速度でも上限値を下回らない場合は班長連絡
- 上、中が上限値を超えた場合は班長連絡

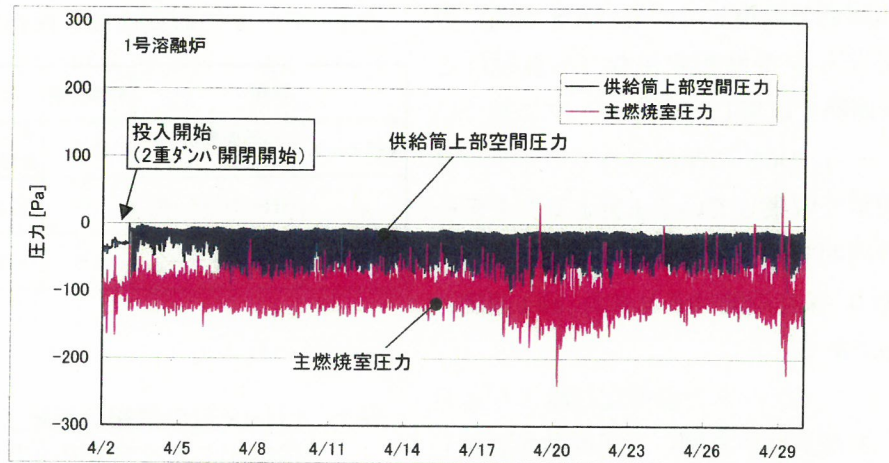


本紙は小爆発事故後の平成16年3月に追加したものである

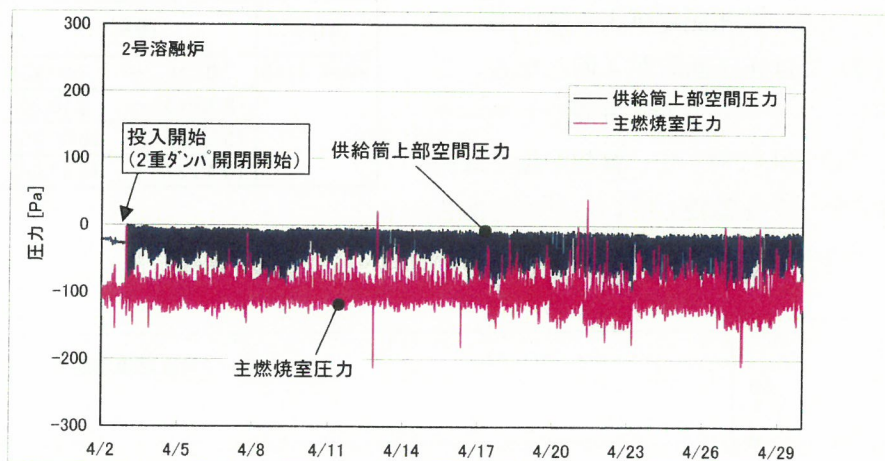
図5 改訂した運転要領書 (供給筒内温度)

3. 主燃焼室圧力（炉内圧）

4月2日立上げ開始からの供給筒上部空間圧力と主燃焼室圧力（炉内圧）のトレンドデータ（データサンプリング間隔：5分）を図6に示す。



(1) 1号溶融炉



(2) 2号溶融炉

図6 供給筒上部空間圧力と炉内圧のトレンド
(データサンプリング間隔：5分)

期間中の正圧状況について、調査方法と調査結果を以下に示す。

3. 1 正圧状況の調査方法

中央制御室の DCS で監視しているデータは約 1 秒周期で収集している。DCS 画面に表示されるデータや警報発生などの監視はこの約 1 秒周期で収集しているデータに基づいている。一方、DCS に保存されているデータは 1 分周期で収集している 1 分トレンドデータと 5 分周期で収集している 5 分トレンドデータがあり、保存期間はそれぞれ、約 1 週間、1 ヶ月強である。

1 分トレンドデータと警報記録紙より 4 月 18 日の 2 号溶融炉を例に正圧回数を調査した。図 7 のトレンドデータでは正圧回数は 0 回である。一方、警報記録紙より拾い出した場合（表 2）では正圧回数が 4 回となる。これは 1 分トレンドデータが 1 分周期でデータを収集しているのに対して、警報記録では約 1 秒間隔でデータを監視しているためである。

このことから正圧状況の調査は警報記録紙を元にデータを収集した。

表 1 データの収集周期と保存期間

種類		収集周期	DCSに保存される期間
監視データ	DCS画面表示	約1秒	データは残らない 警報記録は記録紙に出力
	警報記録 etc		
保存データ	1分トレンドデータ	1分	約1週間
	5分トレンドデータ	5分	1ヶ月強(約35日)

表 2 4 月 18 日の警報記録紙より
拾い出した 2 号炉の正圧時刻
(データサンプリング間隔：約 1 秒)

日付	時刻	正圧時間 [秒]
2004/4/18	7:07:19 ~ 7:07:23	4
	8:13:13 ~ 8:13:20	7
	15:00:15 ~ 15:00:20	5
	16:43:37 ~ 16:43:50	13

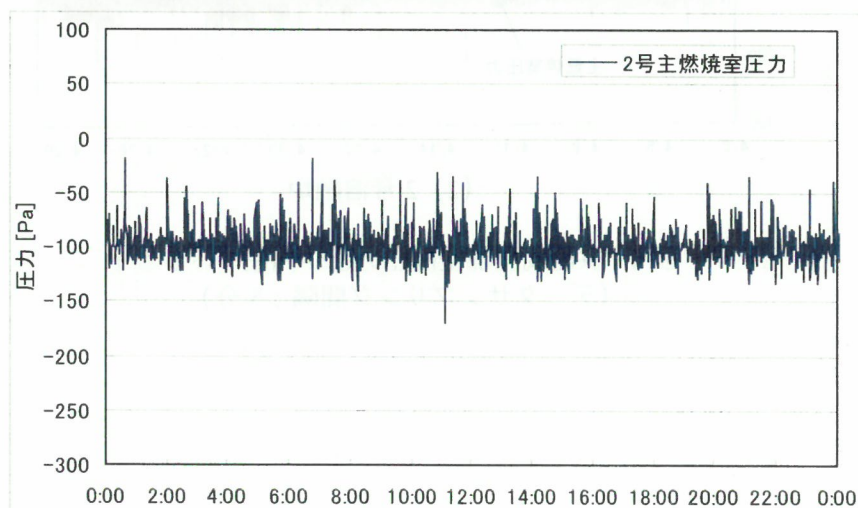


図 7 4 月 18 日の 2 号主燃焼室圧カトレンド
(データサンプリング間隔：1 分)

3. 2 正圧状況調査結果

表3に立上げからの正圧状況とその対応を示す。正圧回数は警報記録紙から拾い出した。点検等により炉内圧の変動が伴うものについては変動原因を併記した。

通常運転範囲で1時間に2回正圧が発生した場合については、運転要領書に従い、炉内圧設定値を20Pa低減して対応した。また、炉内圧の変動が伴う操炉条件の変更やメンテナンス等、正圧になる原因が明らかな場合は長時間正圧とならない範囲で炉内圧設定値を維持した。個別の対応状況例として、表中の色塗り箇所について詳細を示す。

表3 立上げからの正圧状況とその対応

年月日	1号炉					備考	2号炉					備考
	正圧回数[回]	1時間に2回正圧になった回数と対応状況		備考	正圧回数[回]		1時間に2回正圧になった回数と対応状況		備考			
		通常運転時での変動	点検等による変動				通常運転時での変動	点検等による変動				
	1時間に2回正圧になった回数[回]	対応	1時間に2回正圧になった回数[回]	変動原因と対応		1時間に2回正圧になった回数[回]	対応	1時間に2回正圧になった回数[回]	変動原因と対応			
2004/4/2	1	0		0		立上げ	0	0	0		立上げ	
2004/4/3	0	0		0			0	0	0			
2004/4/4	0	0		0			0	0	0			
2004/4/5	0	0		0			0	0	0			
2004/4/6	0	0		0			0	0	0			
2004/4/7	1	0		0			0	0	0			
2004/4/8	0	0		0			0	0	0			
2004/4/9	0	0		0			0	0	0			
2004/4/10	0	0		0			1	0	0			
2004/4/11	1	0		0			1	0	0			
2004/4/12	0	0		0			1	0	0			
2004/4/13	0	0		0			0	0	0			
2004/4/14	0	0		0			5	0	0			
2004/4/15	3	0		0			1	0	0			
2004/4/16	3	0		0			6	0	3	炉高変更による炉内圧変動。炉内圧設定値変更せず。		
2004/4/17	8	4	炉内圧設定値を下げて対応。	0			2	1	炉内圧設定値を下げて対応。	0		
2004/4/18	6	1	炉内圧設定値を下げて対応。	0			4	1	炉内圧設定値を下げて対応。	0		
2004/4/19	10	2	炉内圧設定値を下げて対応。	2	ガス冷下部点検のため炉内圧変動。炉内圧設定値変更せず。		7	2	炉内圧設定値を下げて対応。	0		
2004/4/20	7	0		2	炉内圧計測用導圧管清掃のため指示値変動。炉内圧設定値変更せず。		4	0	0			
2004/4/21	10	1	炉内圧設定値を下げて対応。	0			6	1	炉内圧設定値を下げて対応。	0		
2004/4/22	6	2	炉内圧設定値を下げて対応。	0			2	0	0			
2004/4/23	9	1	炉内圧設定値を下げて対応。	0			1	0	0			
2004/4/24	5	0		0			0	0	0			
2004/4/25	3	1	炉内圧設定値を下げて対応。	0			3	0	0			
2004/4/26	4	0		0			6	1	炉内圧設定値を下げて対応。	0		
2004/4/27	5	0		0			7	0	0			
2004/4/28	11	6	炉内圧設定値を下げて対応。	0			5	0	0			
2004/4/29	23	6	炉内圧設定値を下げて対応。	10	ハクフィルタ入口煙道点検のため炉内圧変動。負圧確保のため炉内圧設定値低減。		4	2	炉内圧設定値を下げて対応。	0		

注) 表中の色塗り箇所は対応状況を本文に記載

(1) 通常運転時の正圧対応状況

4月17日の1号炉を例に通常運転範囲で正圧になった場合の対応状況を図8に示す。

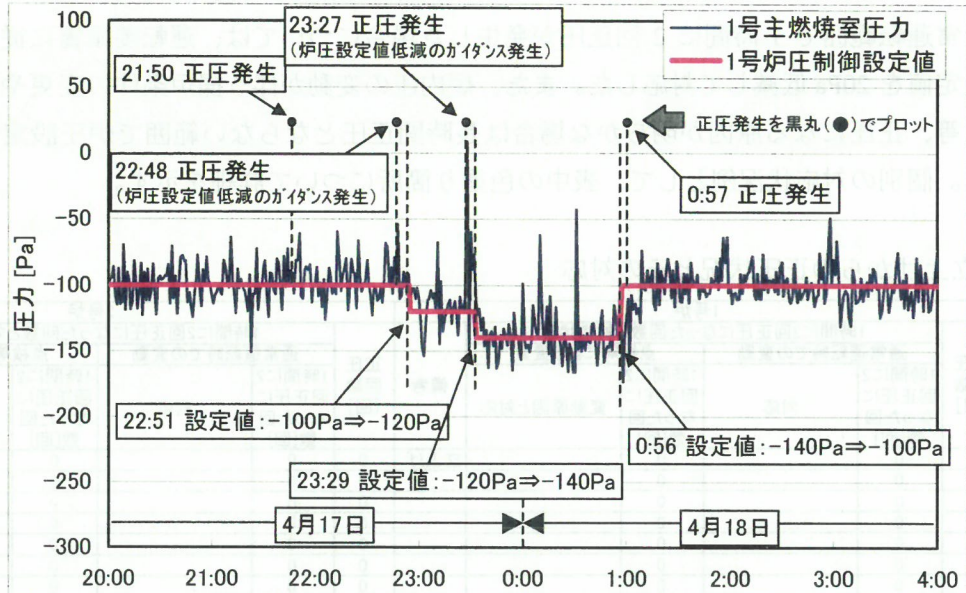


図8 通常運転範囲での正圧状況とその対応

〔 データサンプリング間隔：トレンドデータは1分
正圧発生プロットは約1秒 〕

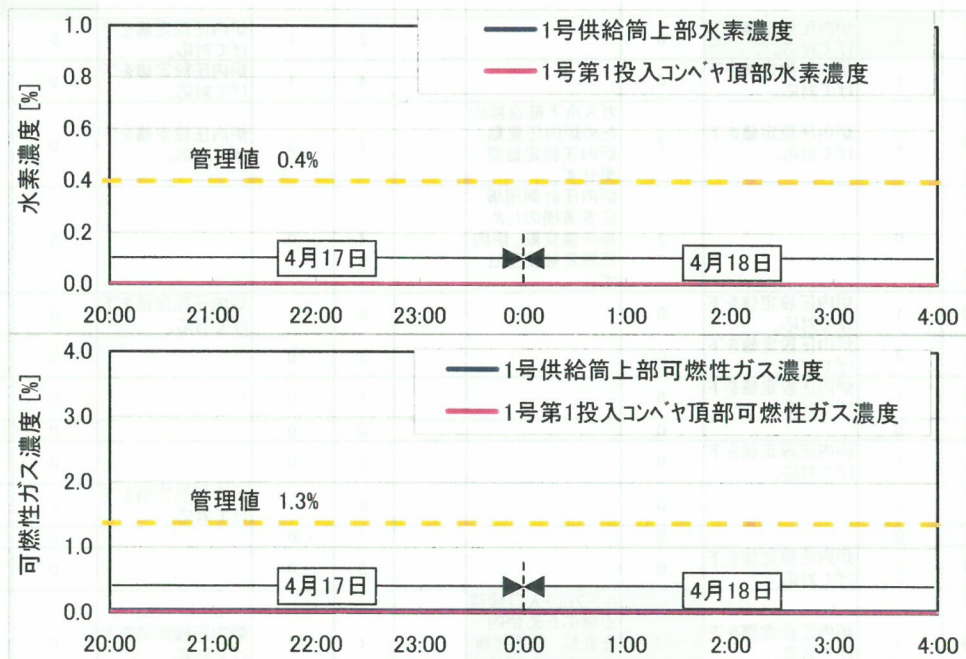


図9 供給筒上部およびコンベヤ頂部の水素、可燃性ガス濃度

〔 1号溶融炉 4月17日20:00～4月18日4:00 〕
〔 データサンプリング間隔：1分 〕

21:50 に正圧が発生しているが過去 1 時間以内に正圧になっていないので炉圧設定値は -100Pa のまま維持している。22:48 に正圧になり、21:50 から計算すると 1 時間以内であるため、炉圧設定値低減のガイダンスが発生し、設定値を -120Pa に低減した。23:27 に再び正圧が発生し、22:48 の正圧発生から 1 時間以内であるため、設定値を更に -140Pa に低減した。このように通常運転時では、1 時間以内に 2 回正圧が発生すると都度 20Pa ずつ炉圧設定値を低減して対応している。

その後、しばらく（約 90 分）正圧の発生がなく、変動幅の最大値が -40Pa（設定値低減分）以下であったため、設定値を -100Pa に戻した。

炉内圧設定値の戻し方については規定していなかったため、以下のように仮決めし、運用する。

『炉圧設定値を下げた状態で過去 1 時間の変動幅最大値が炉圧設定値 +100Pa 以内であった場合は、2～3 分毎に 20Pa ずつ増加させて設定値を -100Pa に戻す。』

この内容で運転要領書を改訂する（図 16）。

（2）操炉条件変更やメンテナンス等に伴う炉内圧変動時

① 炉高変更に伴う炉内圧変動状況

4 月 16 日 2 号炉で炉高を変化させたときの炉内圧変動状況を図 10（次ページ）に示す。

炉高を変更した直後の 4 分間で 4 回の正圧が発生している。炉高を変化させた場合、内筒下部付近から新たな廃棄物の供給が一時的に増加し、炉内圧が変動することがある（図 12）。これによる正圧発生であること、および供給筒上部空間の可燃性ガス濃度（ガスモニタリング装置による測定値）に変化が見られなかったことから炉内圧の制御設定値は -100Pa のまま維持した。

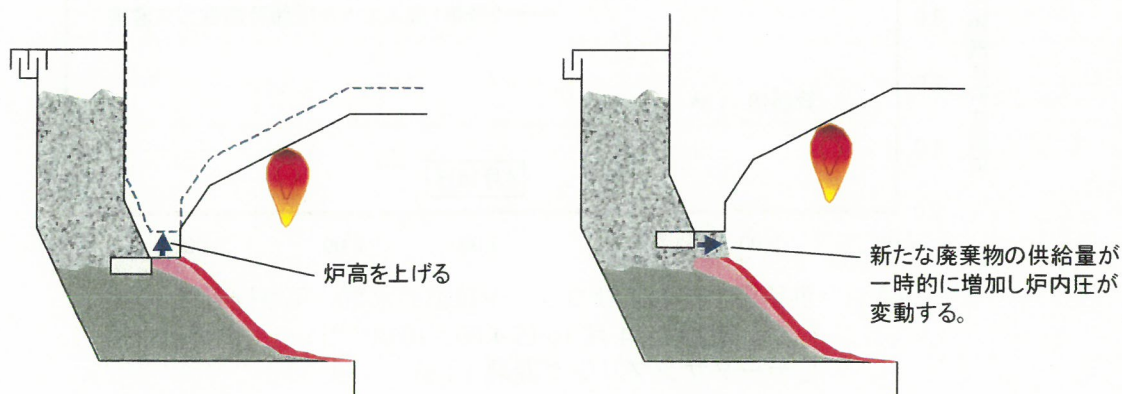


図 12 炉高変更に伴う炉内圧変動のイメージ図

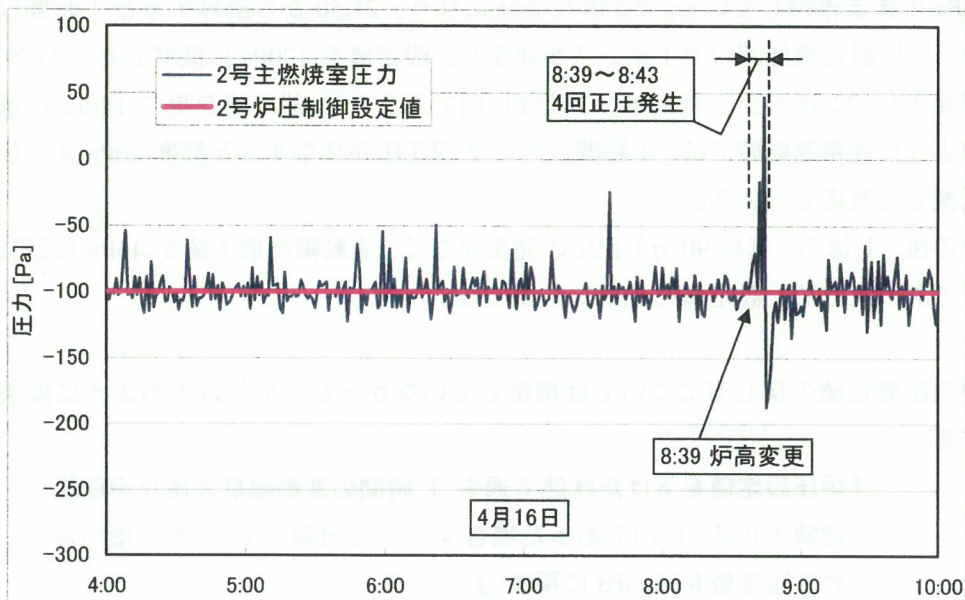


図 10 炉高変更に伴う正圧発生状況
(データサンプリング間隔：1分)

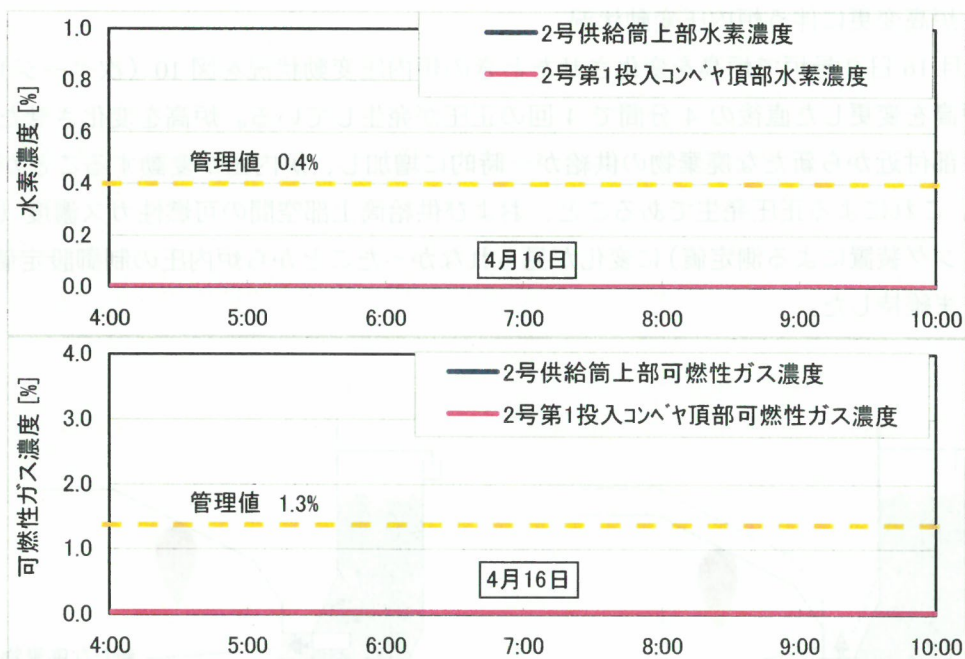


図 11 供給筒上部およびコンベヤ頂部の水素、可燃性ガス濃度
〔 2号熔融炉 4月16日 4:00~10:00 〕
〔 データサンプリング間隔：1分 〕

② 煙道点検による炉内圧変動状況

4月29日1号炉でガス冷出口煙道の点検、メンテナンスを実施したときの炉内圧変動状況を図13に示す。

1:55 から 2:35 の約 40 分間ガス冷出口煙道の点検口を開けて、つつき棒により付着ダストを除去する作業を実施し、その間、炉内圧が変動して正圧が 11 回発生した。炉圧設定値は、炉内が 30 秒以上正圧にならない程度の負圧を確保するため段階的に -100Pa から -120Pa に低減した後、供給筒上部空間の可燃性ガス濃度に変化が見られないことを確認しながらそのまま維持した。

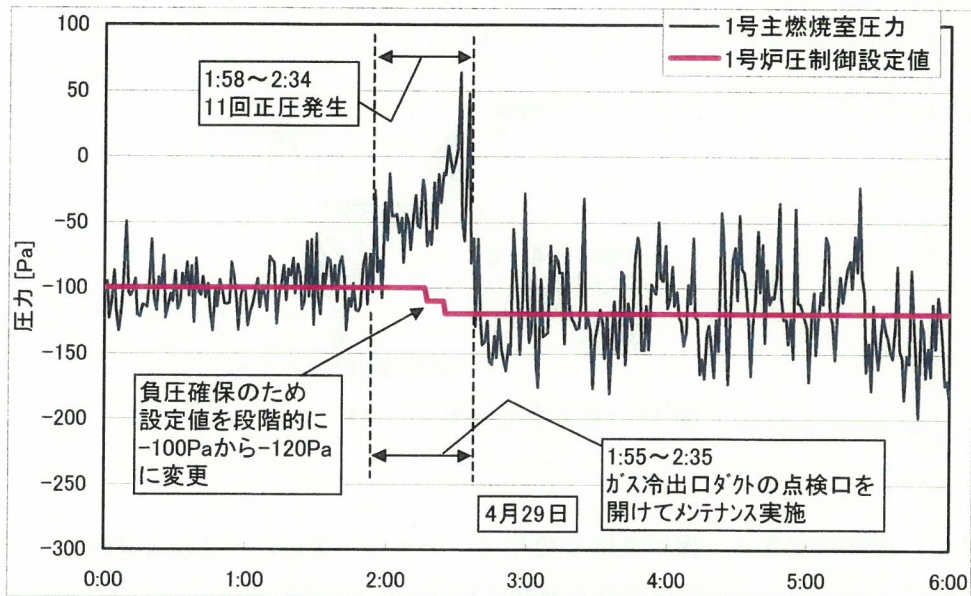


図13 煙道点検による正圧発生状況
(データサンプリング間隔：1分)

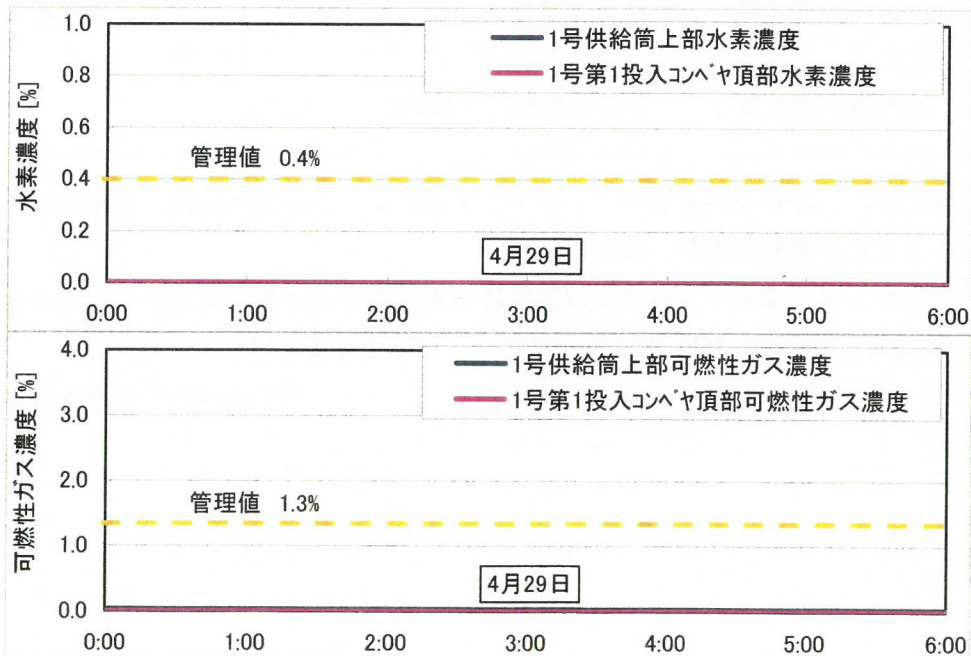


図14 供給筒上部およびコンベヤ頂部の水素、可燃性ガス濃度
(1号溶融炉 4月29日 0:00~6:00)
(データサンプリング間隔：1分)

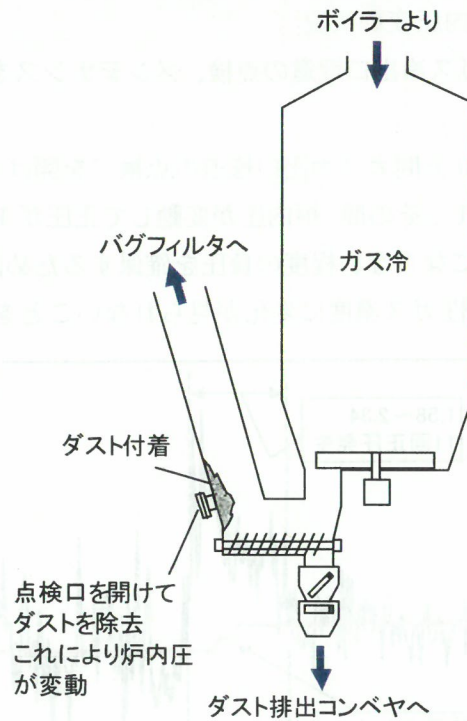


図 15 ガス冷出口煙道の点検イメージ図

以上の運転状況から、操炉条件変更やメンテナンス等に伴う正圧発生時は、通常運転時と分けて、炉内の負圧が確保できる範囲（30 秒以上の連続正圧にならない程度の負圧）で炉圧設定値を維持することとする。理由は以下の通りである。

- ① 供給筒上部空間で可燃性ガス濃度を連続モニタリングしており、変化を検知できること
- ② 通常運転時と異なり、正圧発生原因が判明していること

これに伴い、操炉条件変更やメンテナンス等による正圧発生時は、通常運転時と分けて対応することを運転要領書に追記する。

メンテナンス作業の中でも点検口開放は必ず炉内圧が上昇するため、次回からは点検口解放前に炉圧設定値を 20Pa 下げることとし、運転要領書に併せて記述する。

（図 16 改定した運転要領書参照）

重要

6. 炉内圧

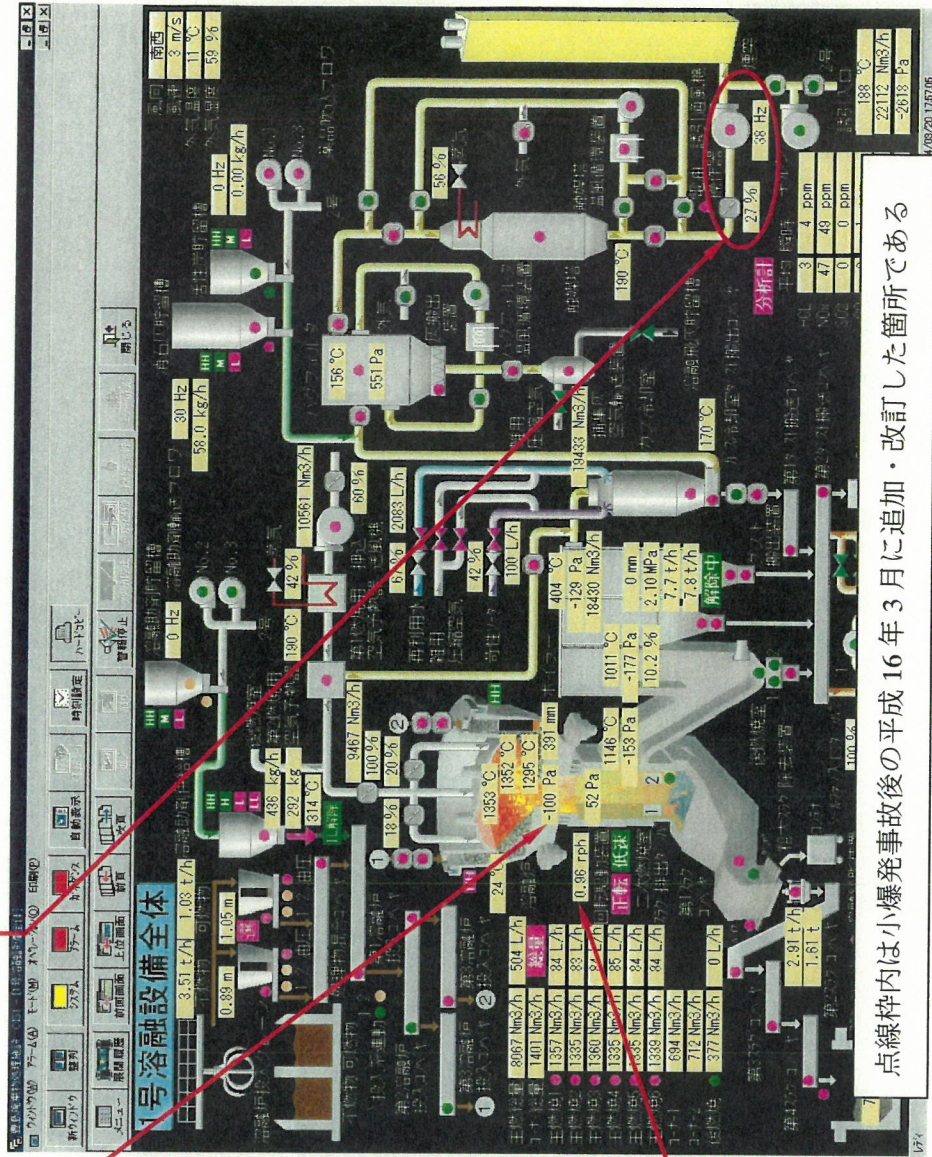
主燃焼室圧力

負圧（マイナス圧力）が基本
 正圧（プラス圧）になると炉内の可燃ガスが上部に
 漏出し爆発の危険性を生じる

- (1) 制御設定値：-100 Pa（仮設定値）
 ただし、メンテナンスのため点検口を開放する場合は、作業前に設定値を20Pa下げ、点検口の閉鎖作業は、現場と中央制御室で連絡を取り合いながら、徐々に（炉圧制御が追従する程度）行う。作業終了（点検口閉）後に設定値を戻す。
- (2) 通常運転範囲：-150~-50 Pa
- (3) 上限値：0 Pa
- (4) 異常時対応
 ① 通常運転範囲で1時間に2回正圧警報が出たら設定値を20 Pa下げ（手動設定）。その後1時間監視を行い、正圧が発生した場合は更に20Pa下げる（最大-200Paまで。その状態でも1時間に2回正圧が発生した場合は炉回転を停止して炉内圧の低下を図る）。設定値を下げた状態で過去1時間の変動幅最大値が炉圧設定値+100Pa以内であった場合は、2~3分毎に20Paずつ増加させて設定値を-100Paに戻す。
 ただし、以下のように炉圧の変動が予想される操作を実施する場合は負圧が確保できる範囲（30秒以上連続正圧とならない程度の負圧）で設定値を維持する。
 - ・メンテナンスのため点検口を開放する場合
 - ・炉高の変更で一時的な処理物供給量の増加が予想される場合
- ② 30秒間連続で正圧になったら炉回転が停止（自動）
 ※ 炉回転停止後は炉内圧が制御設定値に回復した時点で炉回転を再開、徐々に増加させて所定の回転数とする。
- (5) 下限値：-350Pa
 むやみに負圧を強くするとリーク空気が流入し排ガス量が増える

炉内圧の手動制御

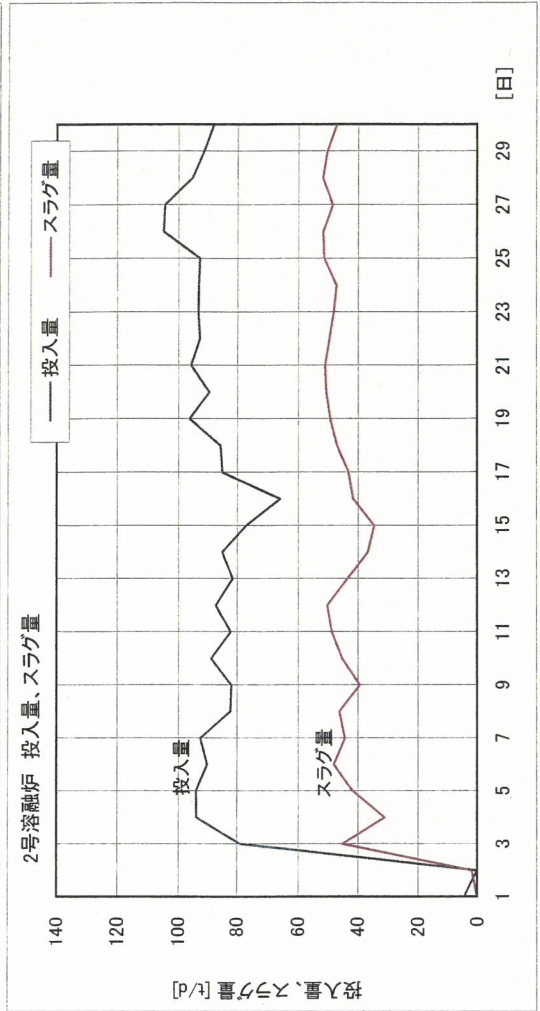
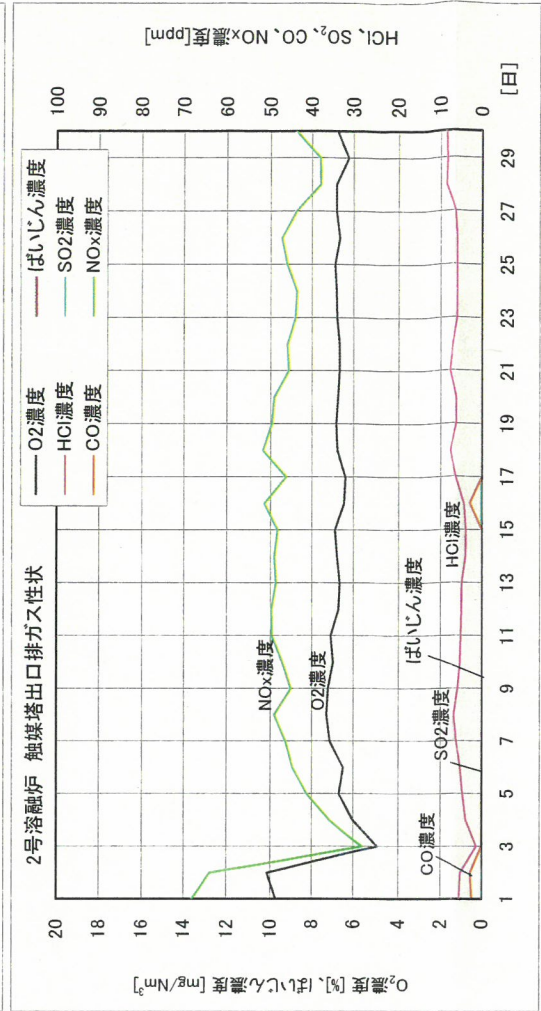
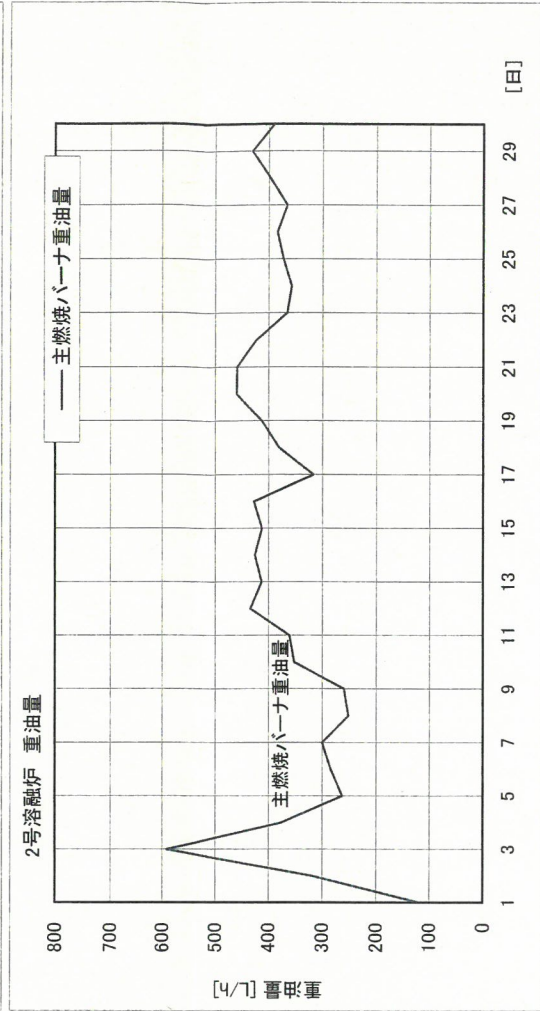
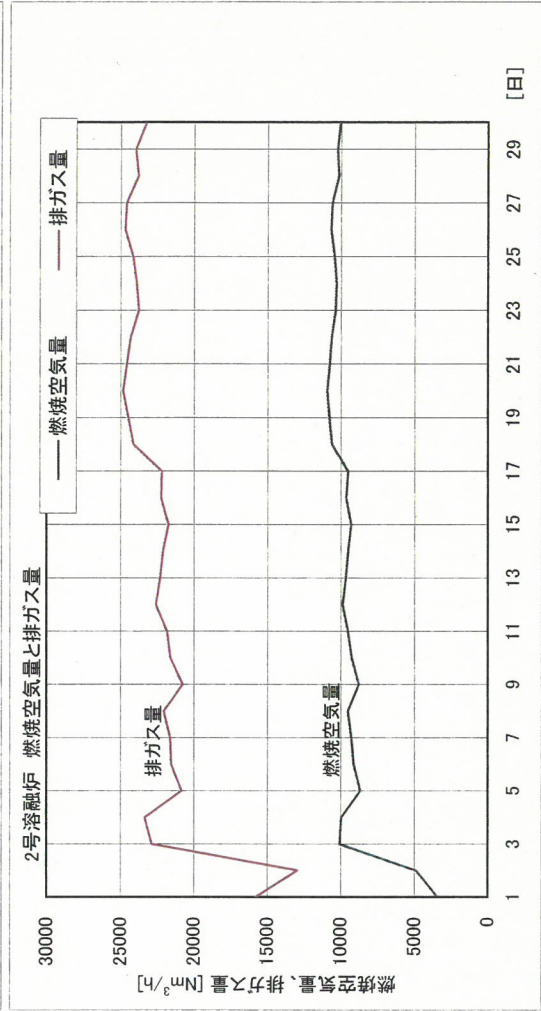
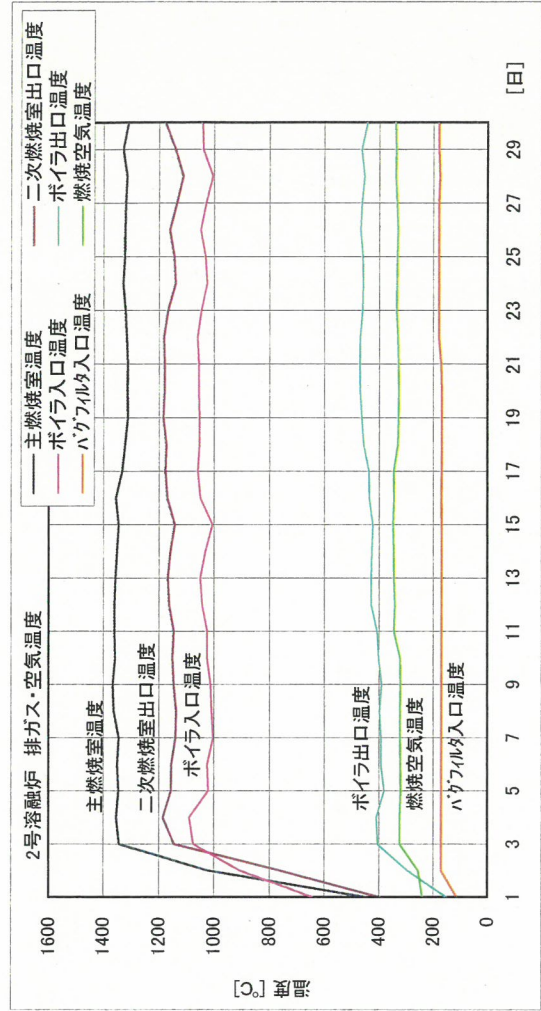
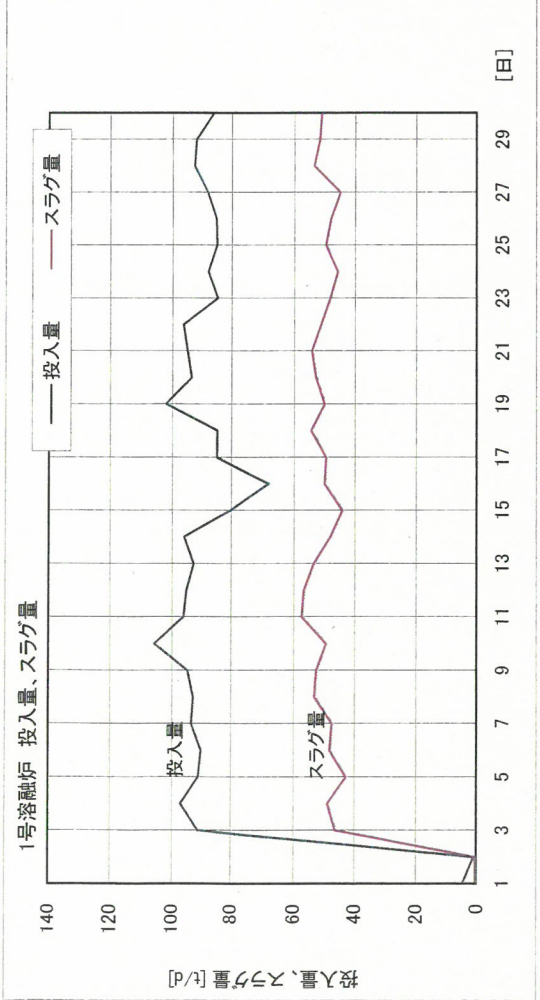
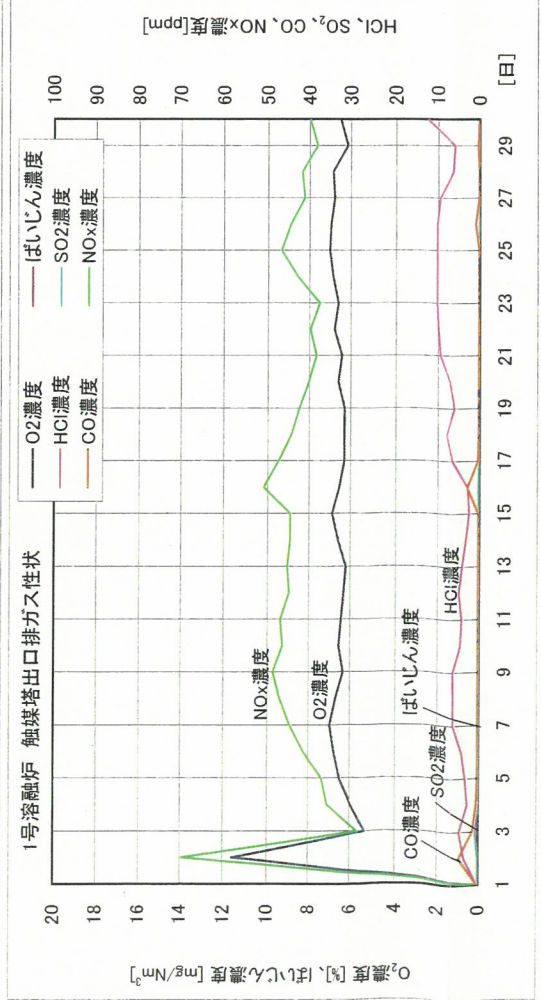
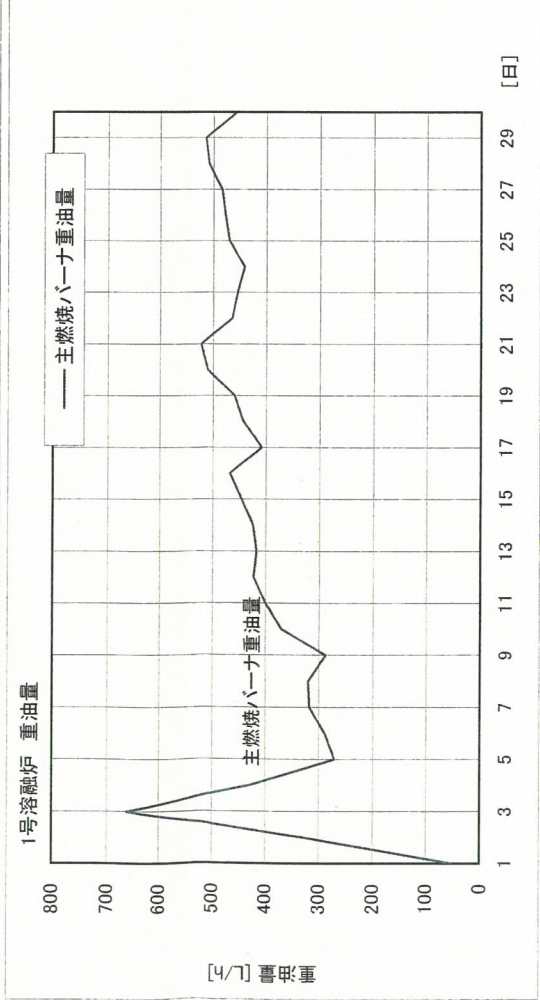
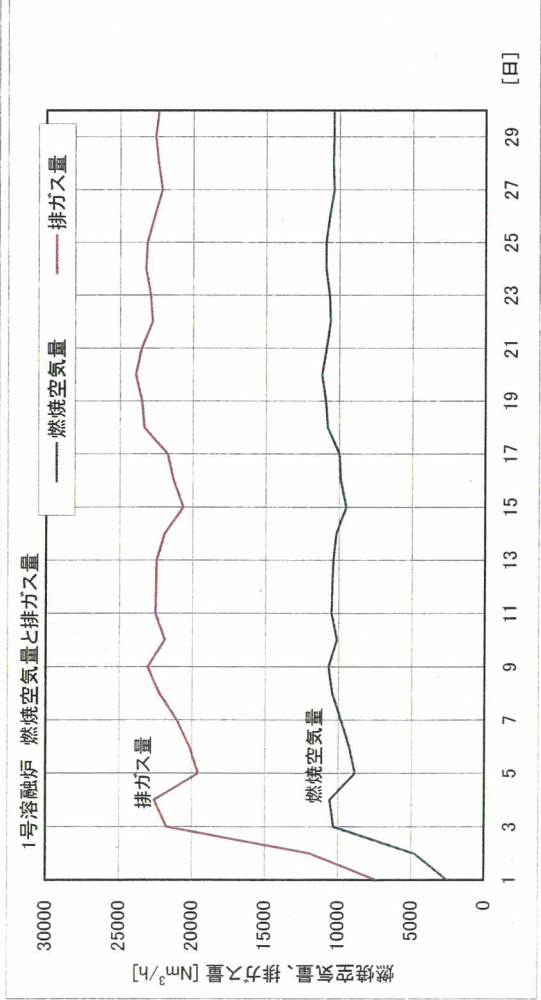
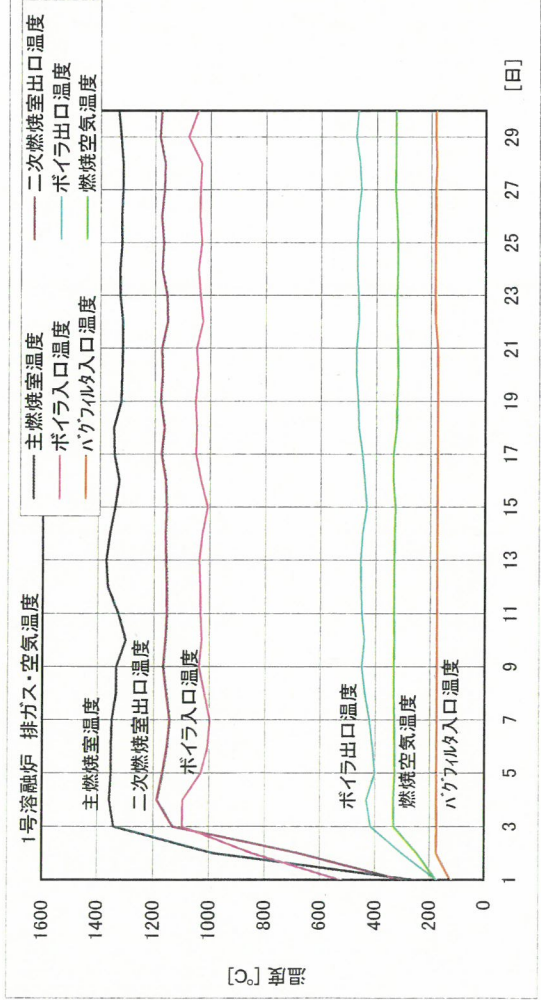
- 誘引通風機入口ダンパを開くと負圧が強くなる
- 誘引通風機回転数をあげると負圧が強くなる



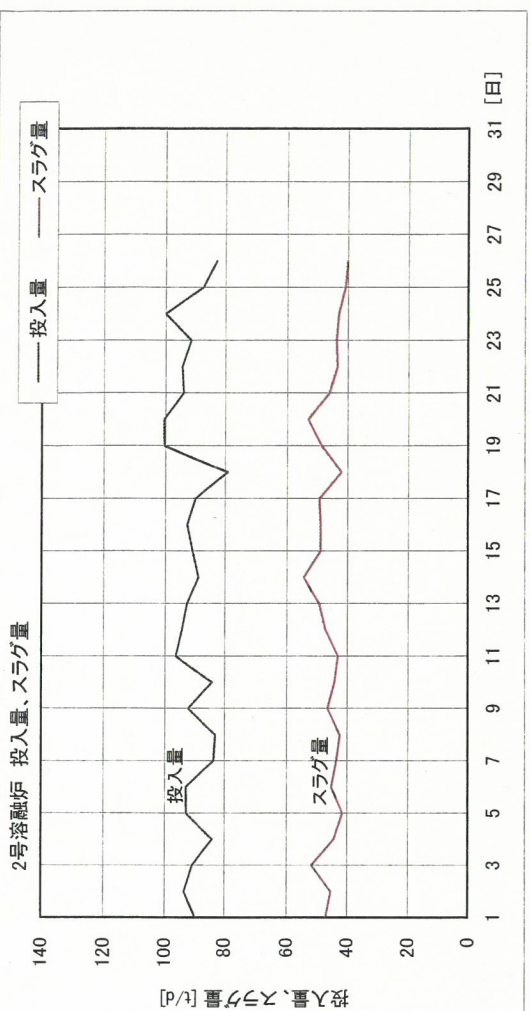
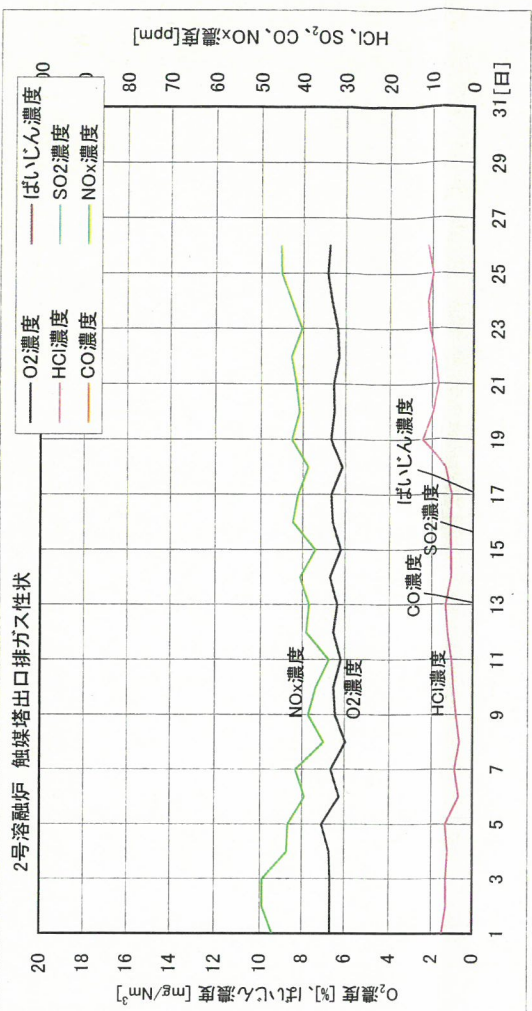
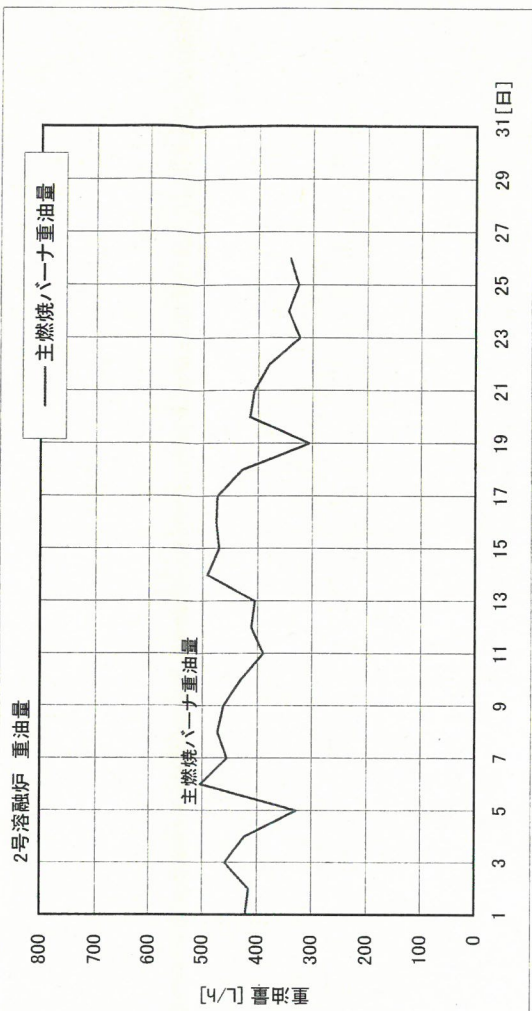
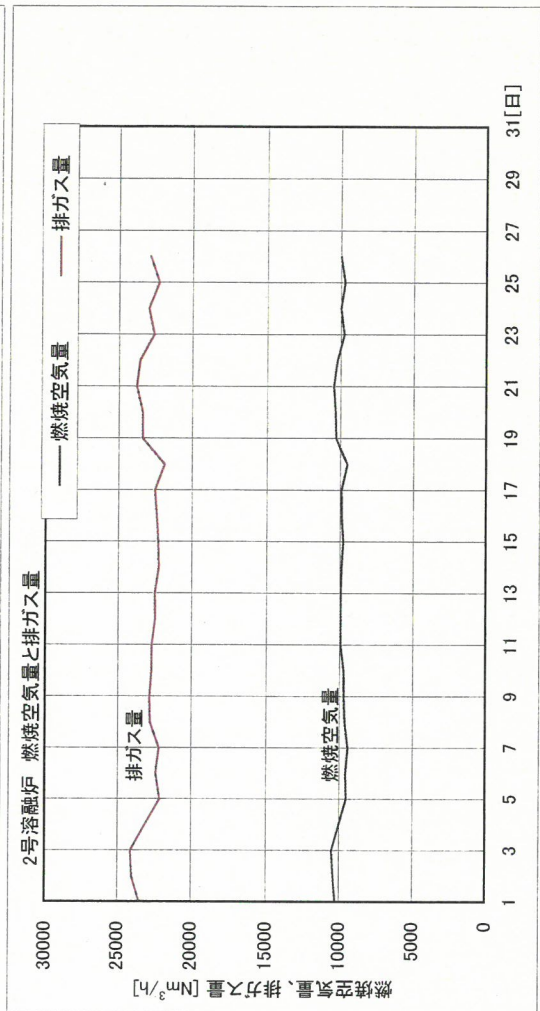
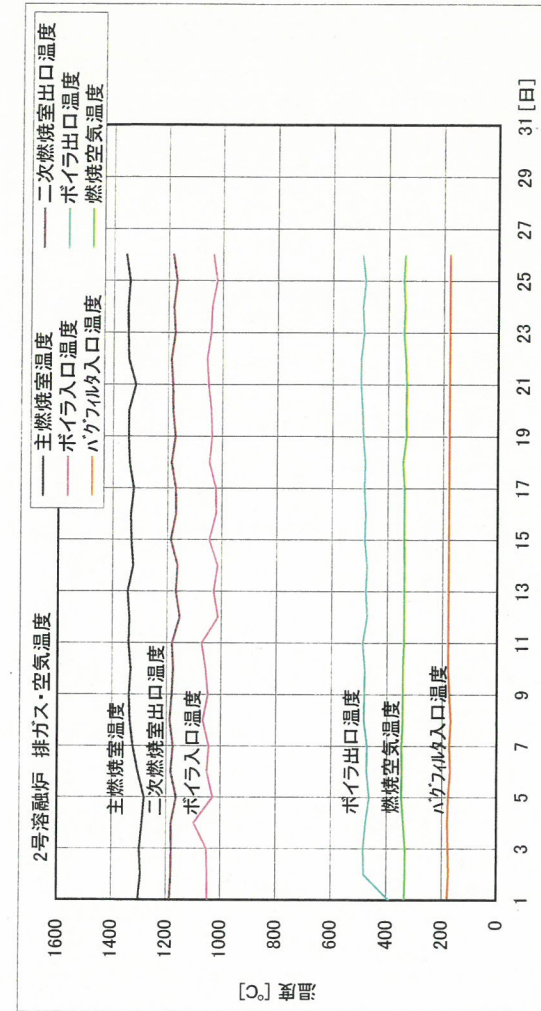
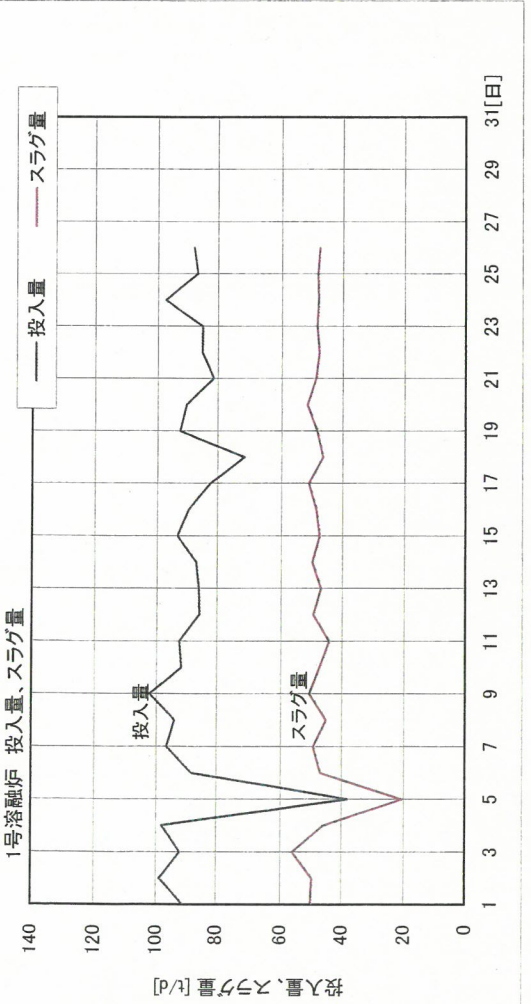
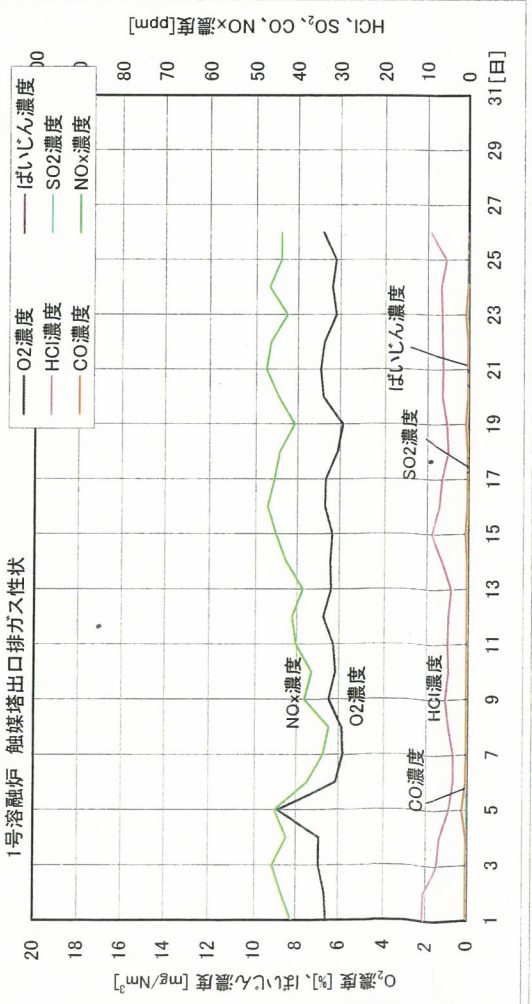
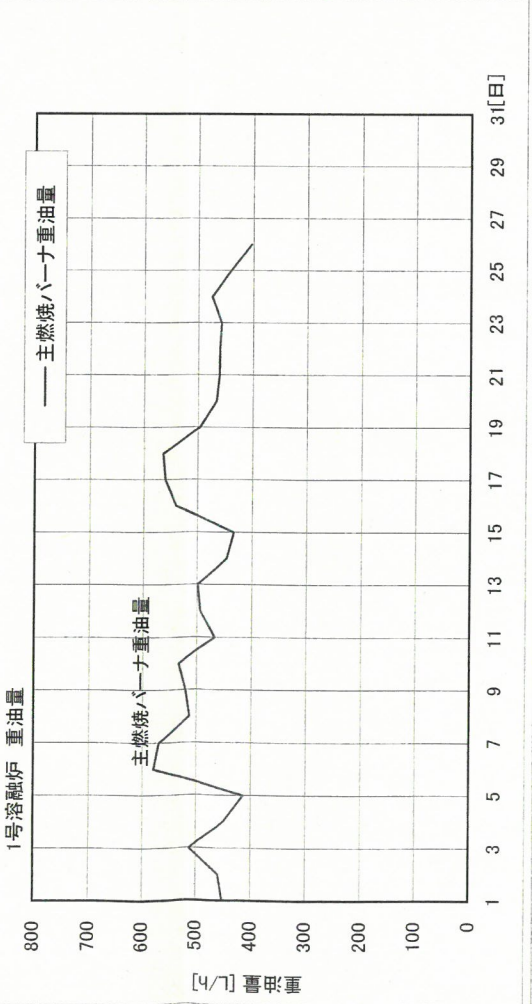
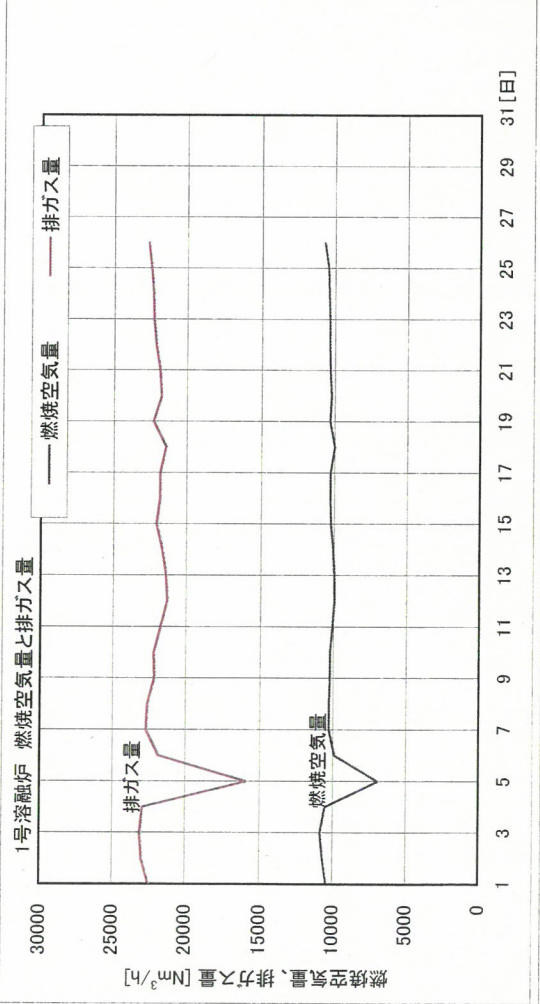
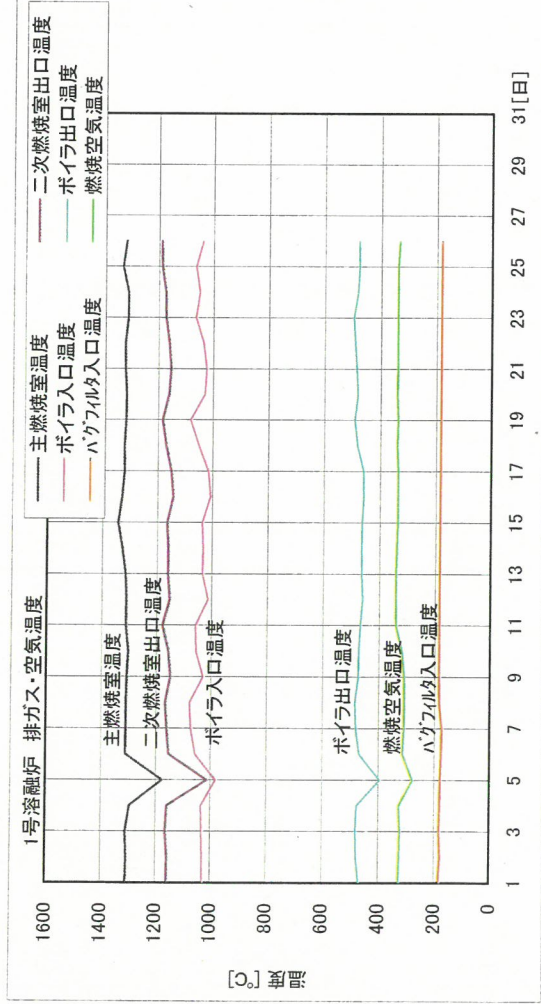
点線枠内は小爆発事故後の平成16年3月に追加・改訂した箇所である

図16 改訂した運転要領書（炉内圧）

平成16年4月 溶融運転データ



平成16年5月 溶融運転データ



可燃性ガスに係る測定結果について

1. 経緯

中間処理施設で発生した小爆発事故再発防止対策として、第 20 回豊島廃棄物等技術委員会（平成 16 年 3 月）において、「豊島廃棄物等処理事業における作業環境管理マニュアル」を改正し、それに基づく作業環境測定を、中間処理施設の稼動再開後より実施した。

2. 調査地点及び測定項目等

作業環境管理マニュアルの改正内容に基づき、次のとおり調査を実施した。（調査者は各施設の運転作業員）

(1) 中間処理施設

①調査地点：プラットホーム、フィルタープレス、スラグ製砂室（図 1）

②測定項目

プラットホーム：酸素濃度、一酸化炭素、硫化水素、メタンガス、水素

フィルタープレス、スラグ製砂室：水素

③調査方法：各調査地点において、ガス検知器及びガス検知管により、1 日 2 回定時に測定した。

(2) 中間保管・梱包施設

①調査地点：積込室、特殊前処理室、保管ピット（図 2）

②測定項目：酸素濃度、一酸化炭素、硫化水素、メタンガス、水素、粉じん

③調査方法：各調査地点において、ガス検知器及びガス検知管により、1 日 2 回作業中に測定した。保管ピットについては、作業開始前及び作業終了後に測定した。

3. 測定結果（表 1～表 4）

中間処理施設の稼動再開以降、2 ヶ月間（4 月～5 月）の測定においては、中間処理施設のプラットホームにおいて硫化水素が検出されたが、管理基準を満足していた。その他の項目については、全て検出されず管理基準を満足していた。

4. 今後の対応

これまでの結果から、水素ガス、メタンガス等の発生は確認されなかった。作業環境管理マニュアルの内容に基づき、当分の間、毎日 2 回作業時に測定を行い、データを蓄積して安全が確認できたことから、今後は毎日 1 回の測定を行いガスの発生状況の監視を行う。

表1 ガス検知管による測定結果 (中間処理施設)

調査年月日	調査時刻	調査地点	水素	作業状況
H16. 4. 3	16:20～	プラットフォーム	ND	
	21:30～	プラットフォーム	ND	
	16:50～	スラック処理室	ND	
	21:30～	スラック処理室	ND	
H16. 4. 4	9:00～	プラットフォーム	ND	
	21:00～	プラットフォーム	ND	
	11:00～	スラック処理室	ND	
	20:30～	スラック処理室	ND	
H16. 4. 5	9:00～	プラットフォーム	ND	
	21:00～	プラットフォーム	ND	
	9:00～	スラック処理室	ND	
	21:00～	スラック処理室	ND	
H16. 4. 6	9:00～	プラットフォーム	ND	作業なし
	21:00～	プラットフォーム	ND	作業なし
	9:00～	スラック処理室	ND	スラック処理中
	21:00～	スラック処理室	ND	スラック処理停止
H16. 4. 7	9:00～	プラットフォーム	ND	
	21:00～	プラットフォーム	ND	作業なし(シャッター閉)
	9:00～	スラック処理室	ND	
	21:00～	スラック処理室	ND	スラック処理停止
H16. 4. 8	9:00～	プラットフォーム	ND	投入前
	21:00～	プラットフォーム	ND	作業なし(シャッター閉)
	9:00～	スラック処理室	ND	運転中
	21:00～	スラック処理室	ND	スラック処理運転中
	9:00～	フィルタープレス	ND	
	21:00～	フィルタープレス	ND	
H16. 4. 9	9:00～	プラットフォーム	ND	シャッター、窓開
	21:00～	プラットフォーム	ND	シャッター閉
	9:00～	スラック処理室	ND	運転中
	21:00～	スラック処理室	ND	スラック処理運転中
	9:00～	フィルタープレス	ND	停止中(攪拌機運転)
	21:00～	フィルタープレス	ND	運転中(攪拌中)
H16. 4. 10	9:00～	プラットフォーム	ND	シャッター、窓閉
	21:00～	プラットフォーム	ND	シャッター、窓閉
	9:00～	スラック処理室	ND	運転中
	21:00～	スラック処理室	ND	スラック処理運転中
	9:00～	フィルタープレス	ND	停止中(攪拌機運転)
	21:00～	フィルタープレス	ND	停止中
H16. 4. 11	9:00～	プラットフォーム	ND	シャッター閉
	21:00～	プラットフォーム	ND	シャッター閉
	9:00～	スラック処理室	ND	運転中
	21:00～	スラック処理室	ND	運転中
	9:00～	フィルタープレス	ND	停止中
	21:00～	フィルタープレス	ND	停止中
H16. 4. 12	9:00～	プラットフォーム	ND	シャッター開
	21:00～	プラットフォーム	ND	シャッター開
	9:00～	スラック処理室	ND	運転中
	21:00～	スラック処理室	ND	運転中
	9:00～	フィルタープレス	ND	運転中
	21:00～	フィルタープレス	ND	運転中
H16. 4. 13	9:00～	プラットフォーム	ND	シャッター、窓開
	21:00～	プラットフォーム	ND	シャッター閉
	9:00～	スラック処理室	ND	停止中
	21:00～	スラック処理室	ND	停止中
	9:00～	フィルタープレス	ND	停止中
	21:00～	フィルタープレス	ND	停止中
H16. 4. 14	9:00～	プラットフォーム	ND	シャッター開
	21:00～	プラットフォーム	ND	シャッター閉
	9:00～	スラック処理室	ND	運転中
	21:00～	スラック処理室	ND	停止中
	9:00～	フィルタープレス	ND	停止中
	21:00～	フィルタープレス	ND	停止中
H16. 4. 15	9:00～	プラットフォーム	ND	シャッター閉
	21:00～	プラットフォーム	ND	シャッター開
	9:00～	スラック処理室	ND	運転中
	21:00～	スラック処理室	ND	運転中
	9:00～	フィルタープレス	ND	停止中
	21:00～	フィルタープレス	ND	停止中

H16. 5. 19	9:00～	ﾌﾟﾗｯﾄﾎｰﾑ	ND	ｼﾞｬｯﾀｰ開
	21:00～	ﾌﾟﾗｯﾄﾎｰﾑ	ND	ｼﾞｬｯﾀｰ開
	9:00～	ﾌｨﾙﾀｰﾌﾟﾚｽ	ND	停止中
	21:00～	ﾌｨﾙﾀｰﾌﾟﾚｽ	ND	停止中
	9:00～	ｽﾗｸﾞ 処理室	ND	停止中
	21:00～	ｽﾗｸﾞ 処理室	ND	運転中
H16. 5. 20	9:00～	ﾌﾟﾗｯﾄﾎｰﾑ	ND	ｼﾞｬｯﾀｰ開
	21:00～	ﾌﾟﾗｯﾄﾎｰﾑ	ND	ｼﾞｬｯﾀｰ閉
	9:00～	ﾌｨﾙﾀｰﾌﾟﾚｽ	ND	停止中
	21:00～	ﾌｨﾙﾀｰﾌﾟﾚｽ	ND	停止中
	9:00～	ｽﾗｸﾞ 処理室	ND	運転中
	21:00～	ｽﾗｸﾞ 処理室	ND	停止中
H16. 5. 21	9:00～	ﾌﾟﾗｯﾄﾎｰﾑ	ND	ｼﾞｬｯﾀｰ開
	21:00～	ﾌﾟﾗｯﾄﾎｰﾑ	ND	ｼﾞｬｯﾀｰ開
	9:00～	ﾌｨﾙﾀｰﾌﾟﾚｽ	ND	停止中
	21:00～	ﾌｨﾙﾀｰﾌﾟﾚｽ	ND	停止中
	9:00～	ｽﾗｸﾞ 処理室	ND	運転中
	21:00～	ｽﾗｸﾞ 処理室	ND	運転中
H16. 5. 22	9:00～	ﾌﾟﾗｯﾄﾎｰﾑ	ND	ｼﾞｬｯﾀｰ閉
	21:00～	ﾌﾟﾗｯﾄﾎｰﾑ	ND	ｼﾞｬｯﾀｰ閉
	9:00～	ﾌｨﾙﾀｰﾌﾟﾚｽ	ND	停止中
	21:00～	ﾌｨﾙﾀｰﾌﾟﾚｽ	ND	停止中
	9:00～	ｽﾗｸﾞ 処理室	ND	停止中
	21:00～	ｽﾗｸﾞ 処理室	ND	停止中
基 準 値			0.5未満	—

注1) 単位は、%である。

注2) NDとは、検知限度値(0.5%)未満を示す。

注3) 基準値とは、第20回豊島廃棄物等技術委員会(平成16年3月)において定めたものである。

表2 ガス検知器による測定結果(中間処理施設)

調査年月日	調査時刻	調査地点	硫化水素	酸素濃度	一酸化炭素	メタンガス	作業状況
H16. 4. 3	16:20	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	
	21:30	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	
H16. 4. 4	11:11	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	
	20:55	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	
H16. 4. 5	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	
H16. 4. 6	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.5	0	0	作業なし
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	作業なし(シャッター開)
H16. 4. 7	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.0	0	0	
H16. 4. 8	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.1	0	0	投入前
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.0	0	0	作業なし(シャッター閉)
H16. 4. 9	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.2	0	0	シャッター、窓開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター、窓閉
H16. 4. 10	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター、窓閉
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター、窓閉
H16. 4. 11	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.6	0	0	シャッター閉
H16. 4. 12	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 4. 13	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.0	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.1	0	0	シャッター閉
H16. 4. 14	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 4. 15	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.0	0	0	シャッター閉
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.1	0	0	シャッター開
H16. 4. 16	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 4. 17	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 4. 18	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 4. 19	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 4. 20	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター、窓開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 4. 21	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 4. 22	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 4. 23	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 4. 24	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 4. 25	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター、窓閉
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター、窓閉
H16. 4. 26	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 4. 27	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.7	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 4. 28	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 4. 29	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.3	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 4. 30	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.7	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.3	0	0	シャッター閉
H16. 5. 1	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.1	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 2	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター、窓開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	21.1	0	0	シャッター開
H16. 5. 3	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 5. 4	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 5	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 6	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター、窓開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉

H16. 5. 7	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 8	9:00	プ ラットホーム	2.0	20.9	0	0	シャッター閉
	21:00	プ ラットホーム	3.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 9	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 10	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.6	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 5. 11	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.8	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 12	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 5. 13	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	
H16. 5. 14	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 5. 15	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 16	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 17	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 18	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 19	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 20	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
H16. 5. 21	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター開
H16. 5. 22	9:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
	21:00	プ ラットホーム	0.0	20.9	0	0	シャッター閉
基 準 値			10未満	18以上	50未満	0.5未満	—

注1) 単位は、硫化水素及び一酸化炭素はppm、酸素濃度及びメタンガスは%である。

注2) 硫化水素、酸素濃度、一酸化炭素の基準値は、作業環境管理マニュアルにおいて、作業環境評価基準及び日本産業衛生学会許容濃度等の勧告の数値を参考に定めたものである。

注3) メタンガスの基準値は、第20回豊島廃棄物等技術委員会(平成16年3月)で定めたものである。

表3 ガス検知管、デジタル粉じん計による測定結果（中間保管・梱包施設）

調査年月日	調査時刻	調査地点	水素	粉じん	作業状況
H16.4.1	8:27～	投入ホッパ	ND	—	作業前
	15:56～	投入ホッパ	ND	0.054	作業終了時
	9:43～	特殊前処理室	ND	—	コンクリート搬入作業中
	14:42～	特殊前処理室	ND	0.051	コンクリート洗浄作業中
H16.4.2	8:18～	投入ホッパ	ND	0.054	作業前
	15:30～	投入ホッパ	ND	0.063	作業終了時
	9:47～	特殊前処理室	ND	0.079	コンクリート洗浄作業中
	14:45～	特殊前処理室	ND	0.148	岩石小割作業中
H16.4.3	8:34～	投入ホッパ	ND	0.100	作業前
	15:30～	投入ホッパ	ND	0.383	作業終了後清掃前
	10:35～	積込室	ND	0.198	積込作業中
	14:50～	積込室	ND	0.183	積込作業中
H16.4.5	8:29～	投入ホッパ	ND	0.051	作業前
	17:25～	投入ホッパ	ND	0.406	作業終了後清掃前
	9:55～	積込室	ND	0.215	作業中
	14:32～	積込室	ND	0.156	作業中
	9:30～	特殊前処理室	ND	0.034	作業中
	14:45～	特殊前処理室	ND	0.183	作業中
H16.4.6	8:19～	投入ホッパ	ND	0.097	作業前
	15:48～	投入ホッパ	ND	0.241	作業終了後清掃時
	9:46～	積込室	ND	0.277	作業中
	14:39～	積込室	ND	0.182	作業中
	9:59～	特殊前処理室	ND	0.105	可燃物処理作業中
	14:50～	特殊前処理室	ND	0.116	可燃物処理作業中
H16.4.7	8:30～	投入ホッパ	ND	0.133	作業前
	15:47～	投入ホッパ	ND	0.412	作業終了時
	9:50～	積込室	ND	0.310	作業中
	13:54～	積込室	ND	0.223	作業中
	10:03～	特殊前処理室	ND	0.127	コンクリート搬入作業中
	14:41～	特殊前処理室	ND	0.072	コンクリート洗浄作業中
H16.4.8	8:20～	投入ホッパ	ND	0.063	作業前
	15:47～	投入ホッパ	ND	—	作業終了清掃時
	10:44～	積込室	ND	0.138	作業中
	15:03～	積込室	ND	—	作業中
	11:02～	特殊前処理室	ND	0.125	コンクリート洗浄作業中
	15:34～	特殊前処理室	ND	—	コンクリート小割作業中
H16.4.9	8:25～	投入ホッパ	ND	0.056	作業前
	15:55～	投入ホッパ	ND	0.672	作業終了清掃時
	9:47～	積込室	ND	0.202	作業中
	9:31～	特殊前処理室	ND	0.119	コンクリート洗浄作業中
	14:40～	特殊前処理室	ND	0.253	可燃物切断作業中
H16.4.12	8:19～	投入ホッパ	ND	0.148	作業前
	15:46～	投入ホッパ	ND	1.455	作業終了清掃時
	10:40～	積込室	ND	0.284	作業中
	14:25～	積込室	ND	0.292	作業中
	10:58～	特殊前処理室	ND	0.397	可燃物切断作業中
	14:50～	特殊前処理室	ND	0.485	可燃物切断作業中
H16.4.13	8:22～	投入ホッパ	ND	0.127	作業前
	15:45～	投入ホッパ	ND	1.813	作業終了清掃時
	10:40～	積込室	ND	—	作業中
	14:32～	積込室	ND	—	作業中
	10:48～	特殊前処理室	ND	—	可燃物切断作業中
	14:39～	特殊前処理室	ND	0.111	シート切断作業中
H16.4.14	8:17～	投入ホッパ	ND	0.210	作業前
	16:05～	投入ホッパ	ND	0.610	搬入
	10:45～	積込室	ND	0.277	作業中
	11:07～	特殊前処理室	ND	0.130	作業中
	14:50～	特殊前処理室	ND	0.082	作業中
H16.4.15	8:15～	投入ホッパ	ND	0.124	作業前
	16:20～	投入ホッパ	ND	0.375	作業終了清掃時
	9:46～	積込室	ND	0.340	作業中
	15:30～	積込室	ND	0.225	作業中
	9:24～	特殊前処理室	ND	0.230	作業中
	16:00～	特殊前処理室	ND	0.099	作業中

H16. 4. 16	8:28～	投入ホッパ	ND	0.068	作業前
	15:49～	投入ホッパ	ND	0.937	作業終了清掃時
	10:42～	積込室	ND	0.164	作業中
	14:35～	積込室	ND	0.221	作業中
	10:58～	特殊前処理室	ND	0.852	作業中
	14:49～	特殊前処理室	ND	0.124	作業中
H16. 4. 19	8:30～	投入ホッパ	ND	0.090	作業前
	15:29～	投入ホッパ	ND	0.095	作業終了清掃時
	10:57～	積込室	ND	0.203	作業中
	14:36～	積込室	ND	0.175	作業中
	11:11～	特殊前処理室	ND	0.048	作業中
	14:55～	特殊前処理室	ND	0.110	作業中
H16. 4. 20	8:18～	投入ホッパ	ND	0.055	作業前
	15:58～	投入ホッパ	ND	0.317	作業終了清掃時
	9:43～	積込室	ND	0.164	作業中
	14:29～	積込室	ND	—	作業中
	9:28～	特殊前処理室	ND	0.082	作業中
	14:35～	特殊前処理室	ND	0.089	作業中
H16. 4. 21	8:20～	投入ホッパ	ND	0.050	作業前
	15:53～	投入ホッパ	ND	0.332	作業終了時
	9:22～	特殊前処理室	ND	0.122	作業中
	15:42～	特殊前処理室	ND	0.274	作業中
H16. 4. 22	8:23～	投入ホッパ	ND	0.213	作業前
	15:54～	投入ホッパ	ND	0.344	作業終了清掃時
	10:42～	積込室	ND	—	作業中
	14:28～	積込室	ND	—	作業中
	10:49～	特殊前処理室	ND	—	作業中
	14:38～	特殊前処理室	ND	—	作業中
H16. 4. 23	8:25～	投入ホッパ	ND	0.207	作業前
	15:55～	投入ホッパ	ND	0.290	作業終了清掃時
	9:45～	積込室	ND	0.419	作業中
	14:27～	積込室	ND	0.187	作業中
	9:31～	特殊前処理室	ND	0.179	作業中
	14:48～	特殊前処理室	ND	0.058	作業中
H16. 4. 26	8:19～	投入ホッパ	ND	0.049	作業前
	16:05～	投入ホッパ	ND	0.483	作業終了清掃時
	10:35～	積込室	ND	0.198	作業中
	14:50～	積込室	ND	0.166	作業中
	9:55～	特殊前処理室	ND	0.065	作業中
	14:35～	特殊前処理室	ND	0.073	作業中
H16. 4. 27	8:28～	投入ホッパ	ND	0.018	作業前
	15:48～	投入ホッパ	ND	0.170	作業終了時
	11:10～	積込室	ND	0.163	作業中
	14:28～	積込室	ND	—	作業中
	11:25～	特殊前処理室	ND	0.054	作業中
	14:33～	特殊前処理室	ND	—	作業中
H16. 4. 28	8:26～	投入ホッパ	ND	0.031	作業前
	15:45～	投入ホッパ	ND	1.256	作業後
	10:35～	特殊前処理室	ND	0.096	作業中
	14:50～	特殊前処理室	ND	0.105	作業中
H16. 4. 29	8:27～	投入ホッパ	ND	0.099	作業前
		投入ホッパ	ND	0.770	作業終了清掃中
	10:50～	積込室	ND	0.210	作業中
	14:58～	積込室	ND	0.218	作業中
H16. 4. 30	8:21～	投入ホッパ	ND	0.124	作業前
	15:55～	投入ホッパ	ND	0.637	作業終了清掃中
	10:36～	積込室	ND	0.329	作業中
	15:00～	積込室	ND	0.285	作業中
	10:52～	特殊前処理室	ND	0.154	可燃物切断作業中
	15:30～	特殊前処理室	ND	0.091	可燃物切断作業中
H16. 5. 3	8:14～	投入ホッパ	ND	0.119	作業前
		投入ホッパ	ND	0.622	作業終了清掃中
	10:40～	積込室	ND	0.328	作業中
	14:54～	積込室	ND	0.279	作業中
H16. 5. 4	8:32～	投入ホッパ	ND	0.040	作業前
	15:47～	投入ホッパ	ND	0.126	作業終了清掃時
	10:47～	積込室	ND	0.419	作業中
	15:54～	積込室	ND	0.303	作業中
H16. 5. 5	8:38～	投入ホッパ	ND	0.027	作業前
	16:00～	投入ホッパ	ND	0.157	作業終了時

H16. 5. 6	8:29～	投入ホッパ	ND	0.088	作業前
	15:57～	投入ホッパ	ND	0.586	作業終了清掃時
	9:45～	積込室	ND	0.155	作業中
	14:00～	積込室	ND	0.166	作業中
	10:30～	特殊前処理室	ND	0.106	作業中
	14:18～	特殊前処理室	ND	0.112	作業中
H16. 5. 7	8:30～	投入ホッパ	ND	0.146	作業前
	16:10～	投入ホッパ	ND	0.448	作業終了時
	14:57～	積込室	ND	0.451	作業中
	9:35～	特殊前処理室	ND	0.283	作業中
	14:54～	特殊前処理室	ND	0.205	作業中
H16. 5. 10	8:17～	投入ホッパ	ND	0.039	作業前
	16:00～	投入ホッパ	—	0.425	作業終了清掃中
	11:03～	積込室	ND	0.313	作業中
	14:31～	積込室	—	0.347	作業中
	11:21～	特殊前処理室	ND	0.081	作業中
	14:43～	特殊前処理室	—	0.226	作業中
H16. 5. 11	8:20～	投入ホッパ	ND	0.202	作業前
	15:00～	投入ホッパ	—	0.535	作業終了清掃時
	9:46～	積込室	ND	0.299	作業中
	14:31～	積込室	—	0.270	作業中
	9:30～	特殊前処理室	ND	0.177	作業中
	14:43～	特殊前処理室	—	0.173	作業中
H16. 5. 12	8:23～	投入ホッパ	ND	0.162	作業前
	9:12～	特殊前処理室	ND	0.157	作業中
H16. 5. 13	15:40～	投入ホッパ	ND	0.344	作業終了時
	14:25～	積込室	ND	0.241	作業中
	14:40～	特殊前処理室	ND	0.138	作業中
H16. 5. 14	8:17～	投入ホッパ	ND	0.052	作業前
	14:36～	積込室	ND	0.233	作業中
	14:57～	特殊前処理室	ND	0.049	作業中
H16. 5. 17	8:22～	投入ホッパ	ND	0.034	作業前
	9:42～	積込室	ND	0.153	作業中
	9:21～	特殊前処理室	ND	0.024	作業中
H16. 5. 18	17:26～	投入ホッパ	ND	0.306	作業前
	14:27～	積込室	ND	—	作業中
	14:41～	特殊前処理室	ND	—	作業中
H16. 5. 19	8:28～	投入ホッパ	ND	0.185	作業前
	8:50～	特殊前処理室	ND	0.200	作業中
H16. 5. 20	13:45～	投入ホッパ	ND	0.170	清掃中
	10:50～	積込室	ND	—	作業中
	10:54～	特殊前処理室	ND	—	作業中
H16. 5. 21	8:24～	投入ホッパ	ND	0.064	作業前
	14:28～	積込室	ND	0.229	作業中
	14:43～	特殊前処理室	ND	0.086	作業中
基準値			0.5未満	3.6未満	—

注1) 単位は、水素は%、粉じんはmg/m³である。

注2) NDとは、検知限度値(0.5%)未満を示す。

注3) 粉じんの基準値は、作業環境管理マニュアルにおいて、作業環境評価基準を参考に定めたものである。

注4) 水素の基準値は、第20回豊島廃棄物等技術委員会(平成16年3月)で定めたものである。

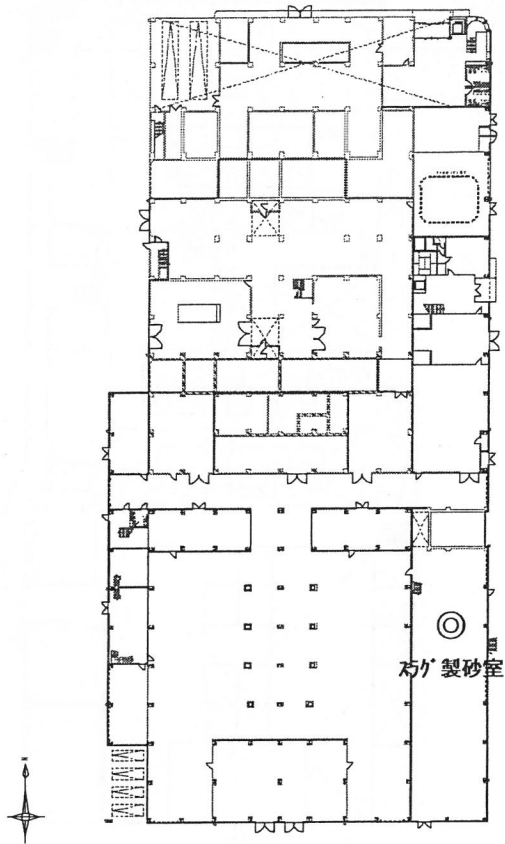
表4 ガス検知器による測定結果(中間保管・梱包施設)

調査年月日	調査時刻	調査地点	硫化水素	酸素濃度	一酸化炭素	メタンガス	作業状況
H16.4.1	8:27	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:56	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃前
	9:43	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	コンクリート搬入作業中
	14:42	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	コンクリート洗浄作業中
H16.4.2	8:18	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:30	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃前
	9:47	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	コンクリート洗浄作業中
	14:45	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	岩石小割作業中
H16.4.3	8:34	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:30	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了後清掃前
	10:35	積込室	0.0	20.9	0	0	積込作業中
	14:50	積込室	0.0	20.9	0	0	積込作業中
H16.4.5	8:29	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	17:25	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了後清掃前
	9:55	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:32	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	9:30	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:45	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16.4.6	8:19	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:48	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了後清掃時
	9:46	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:39	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	9:59	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	可燃物処理作業中
	14:50	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	可燃物処理作業中
H16.4.7	8:30	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:47	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了時
	9:50	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	13:54	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	10:03	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	コンクリート搬入作業中
	14:41	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	コンクリート洗浄作業中
H16.4.8	8:20	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:47	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃時
	10:44	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	15:03	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	11:02	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	コンクリート洗浄作業中
	15:34	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	コンクリート小割作業中
H16.4.9	8:25	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:55	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	ピット運搬作業中
	9:47	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	9:31	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	コンクリート洗浄作業中
	14:40	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	可燃物切断作業中
H16.4.12	8:19	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:46	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃時
	10:40	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:25	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	10:58	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	可燃物切断作業中
H16.4.13	14:50	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	可燃物切断作業中
	8:22	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:45	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃時
	10:40	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:32	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	10:48	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	可燃物切断作業中
H16.4.14	14:39	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	シート切断作業中
	8:17	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	16:05	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	搬入
	10:45	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	11:07	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16.4.15	14:50	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:15	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	16:20	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃時
	9:46	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	15:30	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	9:24	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
16:00	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中	

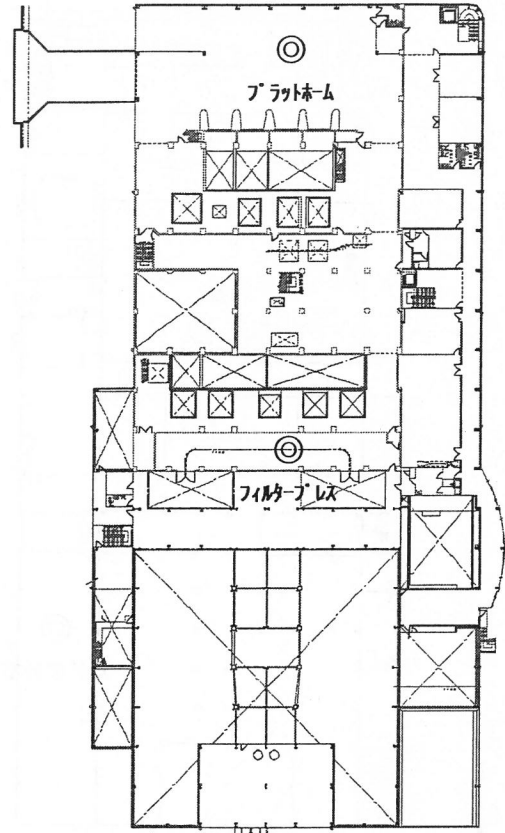
H16. 4. 16	8:28	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:49	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃時
	10:42	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:35	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	10:58	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 4. 19	14:49	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:30	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:29	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃時
	10:57	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:36	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 4. 20	11:11	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:55	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:18	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:58	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃時
	9:43	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 4. 21	14:29	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	9:28	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:35	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:20	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:53	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了時
H16. 4. 22	9:22	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	15:42	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:23	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:54	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃時
	10:42	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 4. 23	14:28	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	10:49	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:38	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:25	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:55	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃時
H16. 4. 26	9:45	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:27	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	9:31	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:48	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:19	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
H16. 4. 27	16:05	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃時
	10:35	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:50	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	9:55	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:35	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 4. 28	8:28	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:48	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了時
	11:10	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:28	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	11:25	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 4. 29	14:33	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:26	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:45	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業後
	10:35	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:50	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 4. 30	8:27	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
		投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃中
	10:50	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:58	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:21	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
H16. 5. 3	15:55	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃中
	10:36	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	15:00	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	10:52	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	可燃物切断作業中
	15:30	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	可燃物切断作業中
H16. 5. 4	8:14	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
		投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃中
	10:40	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:54	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:32	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
H16. 5. 5	15:47	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃時
	10:47	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	15:54	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 5. 5	8:38	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	16:00	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了時

H16. 5. 6	8:29	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	15:57	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃時
	9:45	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:00	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	10:30	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 5. 7	14:18	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:30	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	16:10	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了時
	14:57	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 5. 10	9:35	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:54	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:17	投入ホッパ	0.0	20.8	0	0	作業前
	16:00	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃中
H16. 5. 11	11:03	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:31	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	11:21	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:43	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	8:20	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
H16. 5. 12	15:00	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了清掃中
	9:46	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:31	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	9:30	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:43	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 5. 13	8:23	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	9:12	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 5. 14	15:40	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業終了時
	14:25	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:40	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 5. 15	8:17	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	14:36	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:57	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 5. 16	8:22	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	9:42	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	9:21	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 5. 17	17:26	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業後清掃時
	14:27	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:41	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 5. 18	8:28	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	8:50	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 5. 19	13:45	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	清掃中
	10:50	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	10:54	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
H16. 5. 20	8:24	投入ホッパ	0.0	20.9	0	0	作業前
	14:28	積込室	0.0	20.9	0	0	作業中
	14:43	特殊前処理室	0.0	20.9	0	0	作業中
基準値			10未満	18以上	50未満	0.5未満	—

- 注1) 単位は、硫化水素及び一酸化炭素はppm、酸素濃度及びメタンガスは%である。
注2) 硫化水素、酸素濃度、一酸化炭素の基準値は、作業環境管理マニュアルにおいて、作業環境評価基準及び日本産業衛生学会許容濃度等の勧告の数値を参考に定めたものである。
注3) メタンガスの基準値は、第20回豊島廃棄物等技術委員会(平成16年3月)で定めたものである。

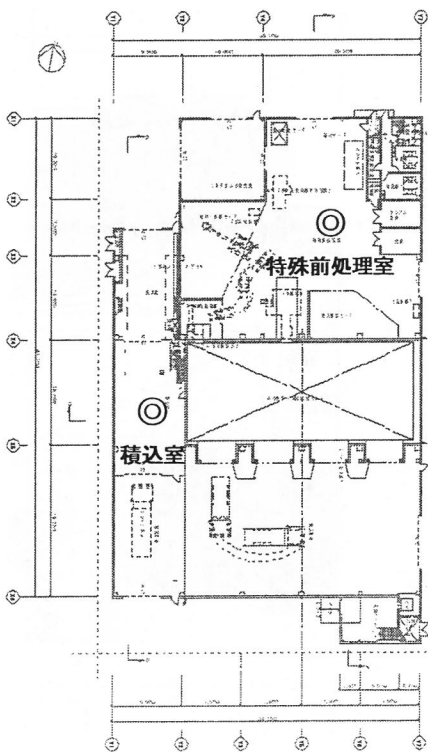


1階

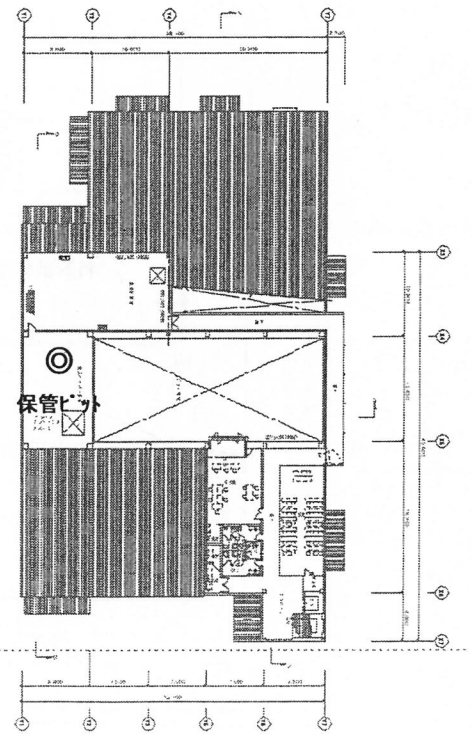


3階

図1 中間処理施設における作業環境測定地点 (◎：測定地点)



1階



2階

図2 中間保管・梱包施設における作業環境測定地点 (◎：測定地点)

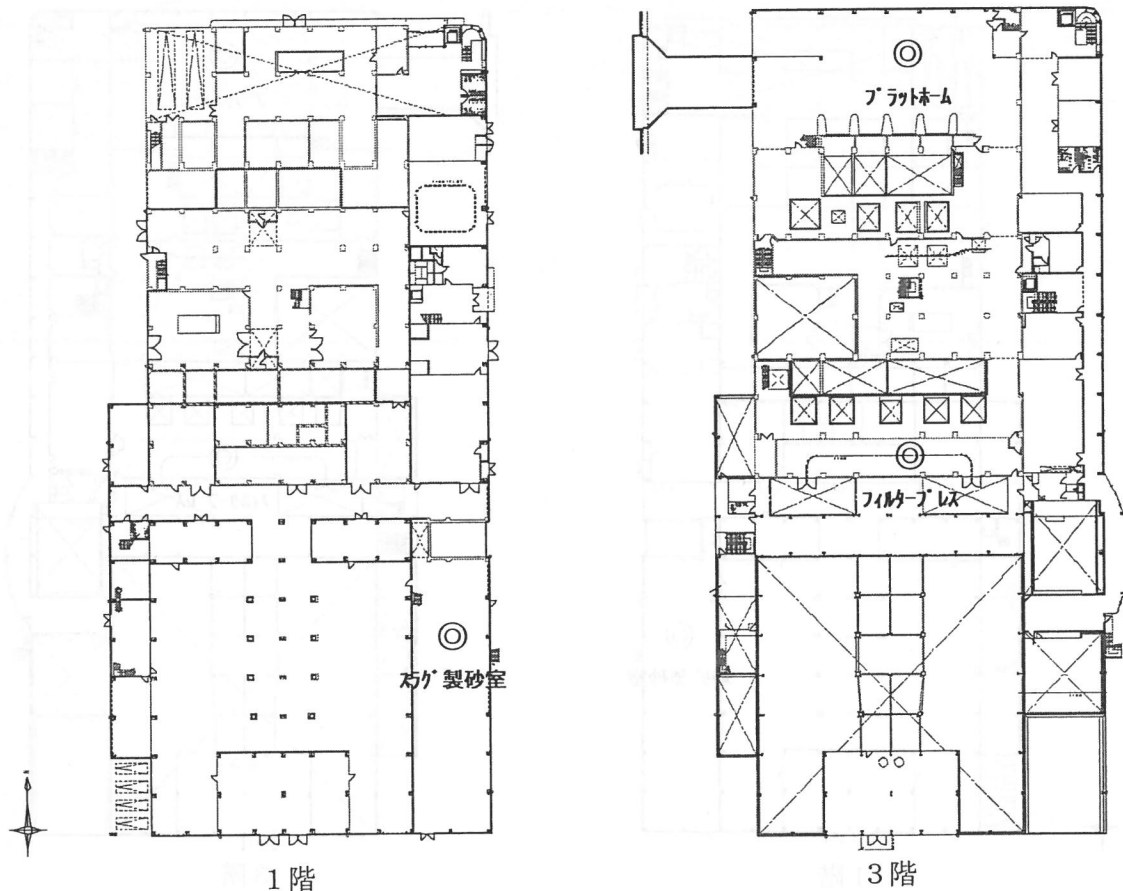


図1 中間処理施設における作業環境測定地点 (◎：測定地点)

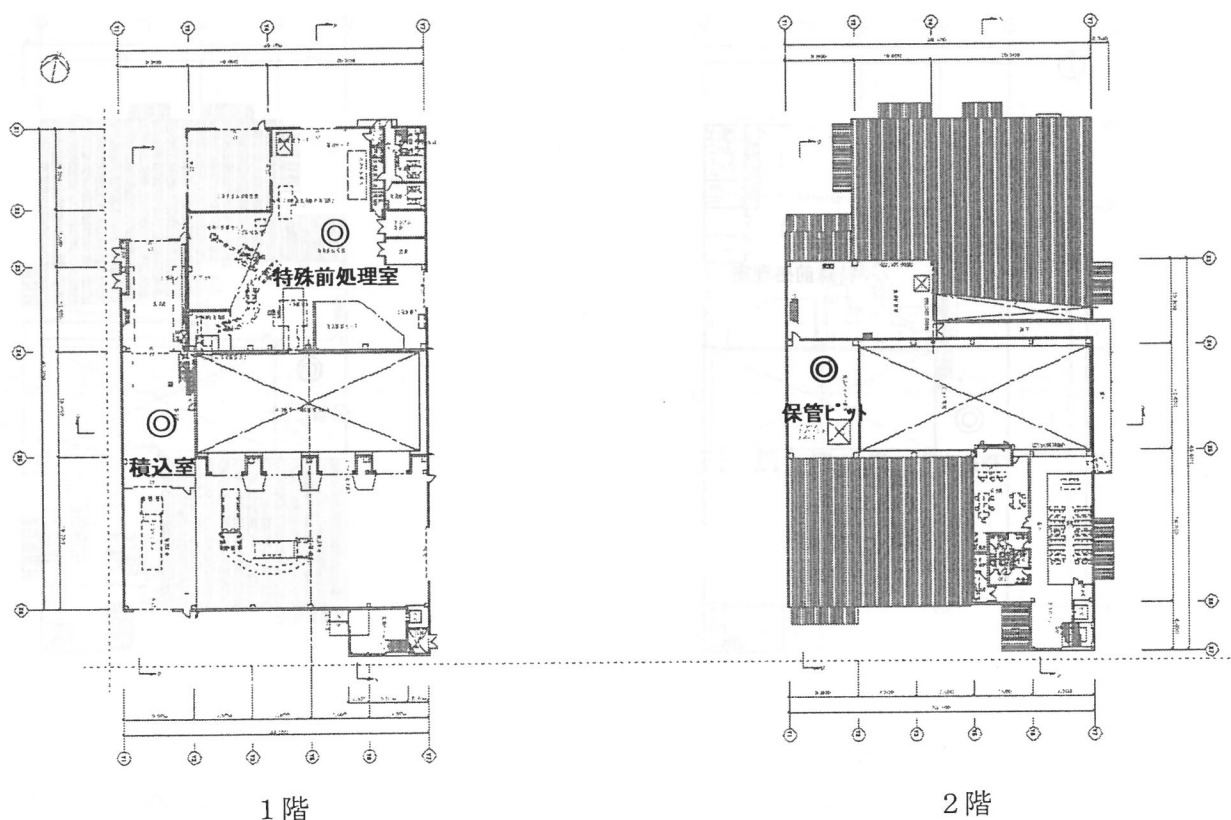


図2 中間保管・梱包施設における作業環境測定地点 (◎：測定地点)

豊島廃棄物等処理事業実績(平成 15 年度)について

「豊島廃棄物等処理事業管理マニュアル」第7(情報の公開及び提供)の5の規定に基づき、平成16年5月までの処理状況等について報告する。なお、平成16年2月分までは前回報告済みである。

1. 廃棄物等の処理実績について

①廃棄物等の中間処理量

平成16年5月までの中間処理施設における処理実績は、下表のとおりである。なお、直島の一般廃棄物は除く。

表 1

(単位：t)

区分		平成15年度			平成16年度		
		9月18日 ～2月	3月	本格稼動 後の合計	4月	5月	平成16年 度の合計
計画	処理量	28,600	6,820	35,420	6,000	6,200	12,200
実績	投入量	10,777	886	11,663	4,934	5,332	10,266
	処理量	11,205	953	12,158	5,287	計算中	計算中

*投入量とは、廃棄物の供給ホッパへの投入量(実測値)を示す。

*処理量とは、溶融炉内の熱収支計算により溶融処理量を推計し、この値から実測による蒸発水分量の減量及び溶融助剤添加に伴う増量分を補正した値である。

*試運転等期間を含む平成15年度の投入量は26,203トン、処理量は、27,631トンである。

②搬出量、積込量及び輸送量

中間処理施設の処理状況に対応して掘削量、中間保管・梱包施設での積込量及び海上輸送量を調整した。平成16年5月までの搬出量等の実績は、下表のとおりである。

表 2

(単位：t)

区分		平成15年度			平成16年度		
		9月18日～ 2月	3月	本格稼動後 の合計	4月	5月	平成16年 度の合計
掘削現場から の搬出量	実績	10,120	300	10,420	4,940	4,060	9,000
積込量	実績	10,477	736	11,213	5,153	4,535	9,688
輸送量	実績	10,612	588	11,200	5,138	4,530	9,668

*掘削現場からの搬出量は、トラック1台当たりの平均積込重量に台数を乗じて計算した。

③特殊前処理物の処理実績

平成16年5月までの特殊前処理物処理施設における処理実績は、下表のとおりである。

表 3 (単位:t、kg、本)

区分	平成15年度			平成16年度		
	9月18日～2月	3月	本格稼働後の合計	4月	5月	平成16年度の合計
岩石及びコンクリート(t)	42.18	20.57	62.75	13.68	2.37	16.05
金属物(kg)	0	0	0	0	0	0
ドラム缶(本)	142	0	142	0	18	18
可燃物(t)	166.06	22.73	188.79	36.21	38.98	75.19

④副成物の発生量

平成16年5月までの副成物の発生量は、下表のとおりである。

表 4 (単位:t)

区分		平成15年度			平成16年度		
		9月18日～2月	3月	本格稼働後の合計	4月	5月	平成16年度の合計
鉄	実績	6.2	0	6.2	42.6	19.7	62.3
銅	実績	104.3	6.8	111.1	38	49.8	87.8
アルミ	実績	51.3	5.8	57.1	2.1	2.3	4.4
溶融飛灰	実績	535	58	593	283	280	563
溶融スラグ	実績	6,599	609	7,208	2,677	2,831	5,508

⑤高度排水処理施設の処理

平成16年5月までの高度排水処理施設の処理量は、下表のとおりである。

表 5 (単位:t)

区分	平成15年度			平成16年度		
	9月～2月	3月	本格稼働後の合計	4月	5月	平成16年度の合計
処理実績量	11,172	1,917	13,089	1,768	1,937	3,705
海城への放流量	10,576	1,850	12,426	1,620	1,770	3,390
散水等に利用	596	67	663	148	167	315

* 散水等に利用とは、処理水を場内の粉塵抑制のための散水や特殊前処理物の洗浄用水としての利用をいう。

2. モニタリング等の実施状況

平成16年5月までの実施状況は、下表のとおりである。

表 6

項目				平成15年度			平成16年度				
				3月		備考	4月		5月		備考
				計画	実績		計画	実績	計画	実績	
豊島	環境計測	沈砂池1, 2 高度排水処理施	排水口水質		1のみ○			○	○		
			排水口水質					○	○		
		掘削・運搬	敷地境界 大気汚染				○	○			
			敷地境界 騒音								
			敷地境界 振動								
			敷地境界 悪臭								
			地下水								
	周辺環境モニタリング	水質汚濁									
		生態系			平成15年度で終了						
	作業環境測定	掘削・運搬	常時監視	○	○		○	○	○	○	
			定期監視				○	○			
			ダイオキシン類	○	×	掘削作業なし	○	○	○	●	
			個人暴露量	○	×	掘削作業なし	○	○	○	●	
		中間保管・梱包施 設	常時監視	○	○		○	○	○	○	
騒音						○	○				
高度排水処理施	常時監視										
直島	環境計測	中間処理施設	敷地境界 大気汚染					○	●		
			煙突 (ばいじん)				○	●	○	●	
			煙突 (CO)				○	○	○	○	連続測定
			煙突 (ダイキシン類)					1号のみ ●	○	2号のみ ●	
			水質汚濁						○		3項目実施
			敷地境界 騒音、振動、悪 臭						○	●	
	周辺環境モニタリング	最大着地点 大気汚染						○	●		
		排水口 水質・底質									
		最大着地点 土壌									
	作業環境測定	中間処理施設	常時監視	○	○		○	○	○	○	
			定期監視								
			常時監視 (排水処理施設)					○			
			騒音						○	○	
輸送	周辺環境モニタリング		海域 水質汚濁								

実績欄凡例 ○:分析済
●:分析中
△:時期を変更して実施
×:未実施

3. 薬品、ユーティリティの使用等実績

平成16年5月までの薬品、ユーティリティの使用実績は、下表のとおりである。

表 7

(単位: kg, l, kl, MWh, m³, t)

区 分			平成15年度			平成16年度		
			9月～2月	3月	本格稼働後の合計	4月	5月	平成16年度の合計
掘削・運搬	生石灰(kg)	実績	285,000	15,000	300,000	60,000	90,000	150,000
	炭酸カルシウム(kg)	実績	855,000	75,000	930,000	300,000	270,000	570,000
中間処理	炭酸カルシウム(kg)	実績	555,020	75,970	630,990	170,320	77,330	247,650
	苛性ソーダ(kg)	実績	60,600	20,190	80,790	20,180	19,750	39,930
	消石灰(kg)	実績	135,820	11,010	146,830	65,940	60,540	126,480
	PAC(kg)	実績	18,490	3,018	21,508	5,260	8,130	13,390
	次亜塩素酸ソーダ(kg)	実績	400	0	400	0	0	0
	高分子凝集剤(kg)	実績	550	0	550	200	100	300
	ボイラー清缶剤(kg)	実績	100	0	100	0	200	200
	ボイラー脱酸素剤(kg)	実績	400	0	400	200	0	200
	冷却水薬品(プラント機器)(kg)	実績	500	200	700	200	0	200
	冷却水薬品(溶融炉)(kg)	実績	1,200	200	1,400	400	400	800
	HCl試薬(l)	実績	300	0	300	0	150	150
	重油(kl)	実績	2,618	171	2,789	764	871	1,635
	電力(MWh)	実績	8,146	1,112	9,258	1,754	1,764	3,518
	上水(m ³)	実績	13,510	1,736	15,246	4,970	5,423	10,393
	純水(t)	実績	15,084	1,444	16,528	6,448	6,582	13,030
外部蒸気送り量(t)	実績	13,727	1,356	15,083	6,026	6,183	12,209	

4. 見学者数について

平成16年5月までの豊島、直島それぞれの見学者数は、下表のとおりである。

表 8

(単位: 人)

区分	平成15年度			平成16年度		
	9月～2月	3月	本格稼働後の合計	4月	5月	平成16年度の合計
豊島側	3,322	192	3,514	388	529	917
直島側	4,562	373	4,935	417	334	751

5. 防災(消防)訓練

平成 15 年度においては、豊島側で平成 15 年 10 月 26 日(日)に、直島側では平成 15 年 11 月 28 日(金)に、それぞれ防災(消防)訓練を実施した。

6. ヒヤリ・ハットの状況

平成 15 年度において報告のあったヒヤリ・ハットは、下表のとおりである。

表 9

施設名等	日 時	内 容	再発防止の対応
中間処理施設	H15.8.12	コンテナ車が投入扉に接触	誘導員の合図確認を徹底
専用栈橋(直島側) 海上輸送船	H15.9.18	「太陽」オーバーラン	余裕を持った入港態勢の確立
中間保管・梱包施設	H16.2.9	洗浄ドラムの脱落	吊り具、洗浄ドラムの改善
中間保管・梱包施設	H16.3.5	可燃物の切断中、塩ビパイプが飛び出した	混入している塩ビパイプを除去し、単独処理

