

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

可燃性ガス発生の要因として、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いないため、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部空間(12m³)

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

100℃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

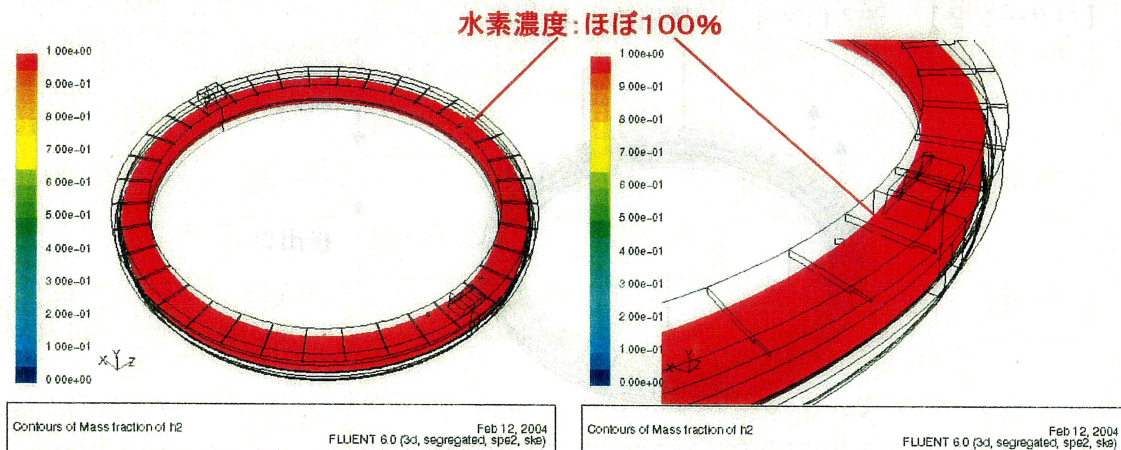
1-1-1. 3次元流体解析による爆発防止対策案の検討

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

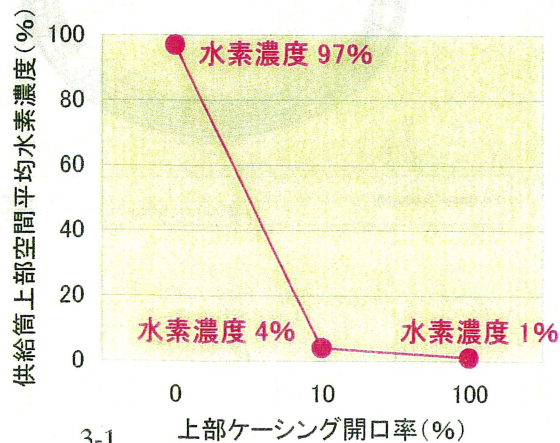
解析条件は、供給筒下部で $1\text{mg-H}_2/\text{kg-waste.hr}$ の水素が発生しその水素が全量供給筒上部空間に下部から流入したと仮定し、供給筒上部空間は上部ケーシングに大気開放状態の穴(100A)を空けた状態とした。この条件下で計算した供給筒上部空間の水素測定分布を下図に示す。



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)

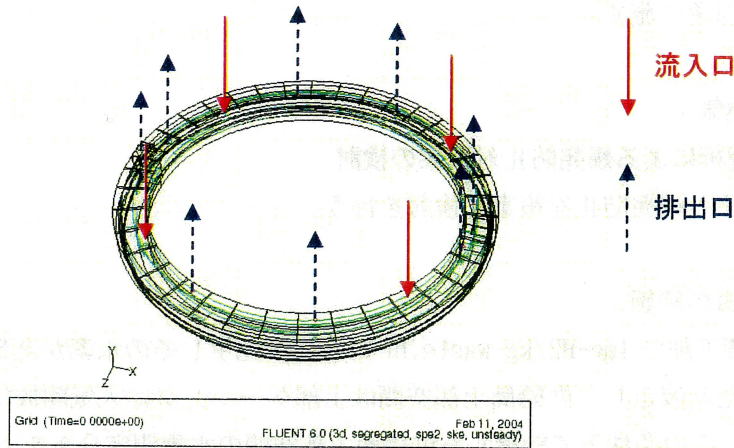
上部ケーシング開口率と供給筒上部空間の平均水素濃度との関係(2次元解析)



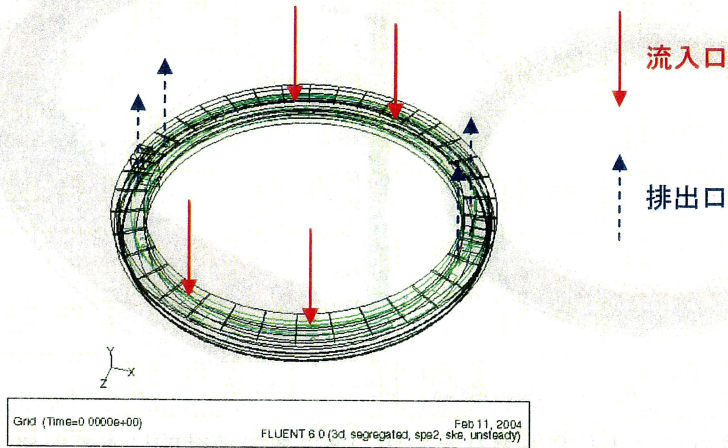
b)強制パージによる換気の評価

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いた)

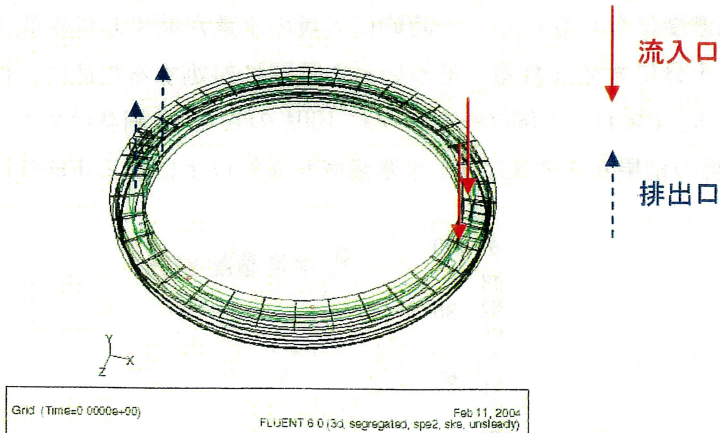
【パターン1】 流入口×4、 排出口×8



【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

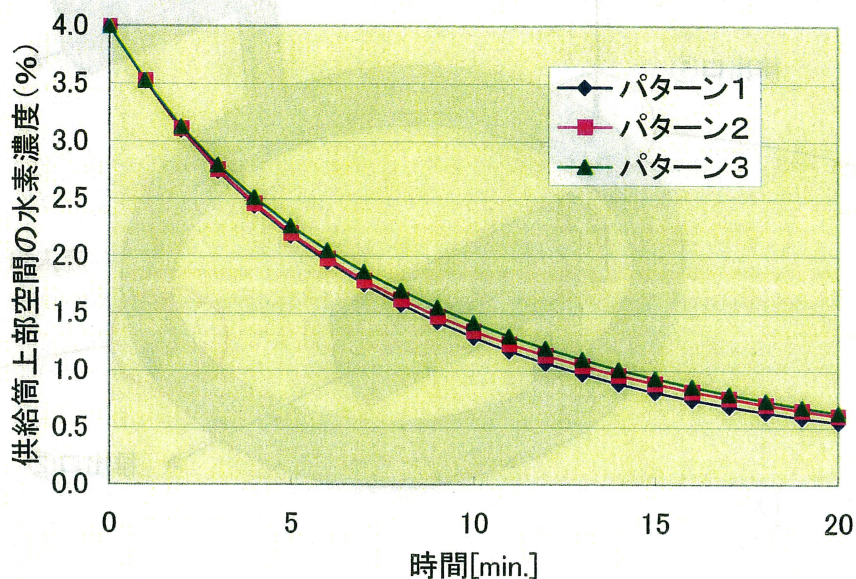


それぞれのパターンにおける換気能力を検討するために以下の解析を行った。

- 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 m³）を一時間あたり5回換気できる量（140 m³/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。

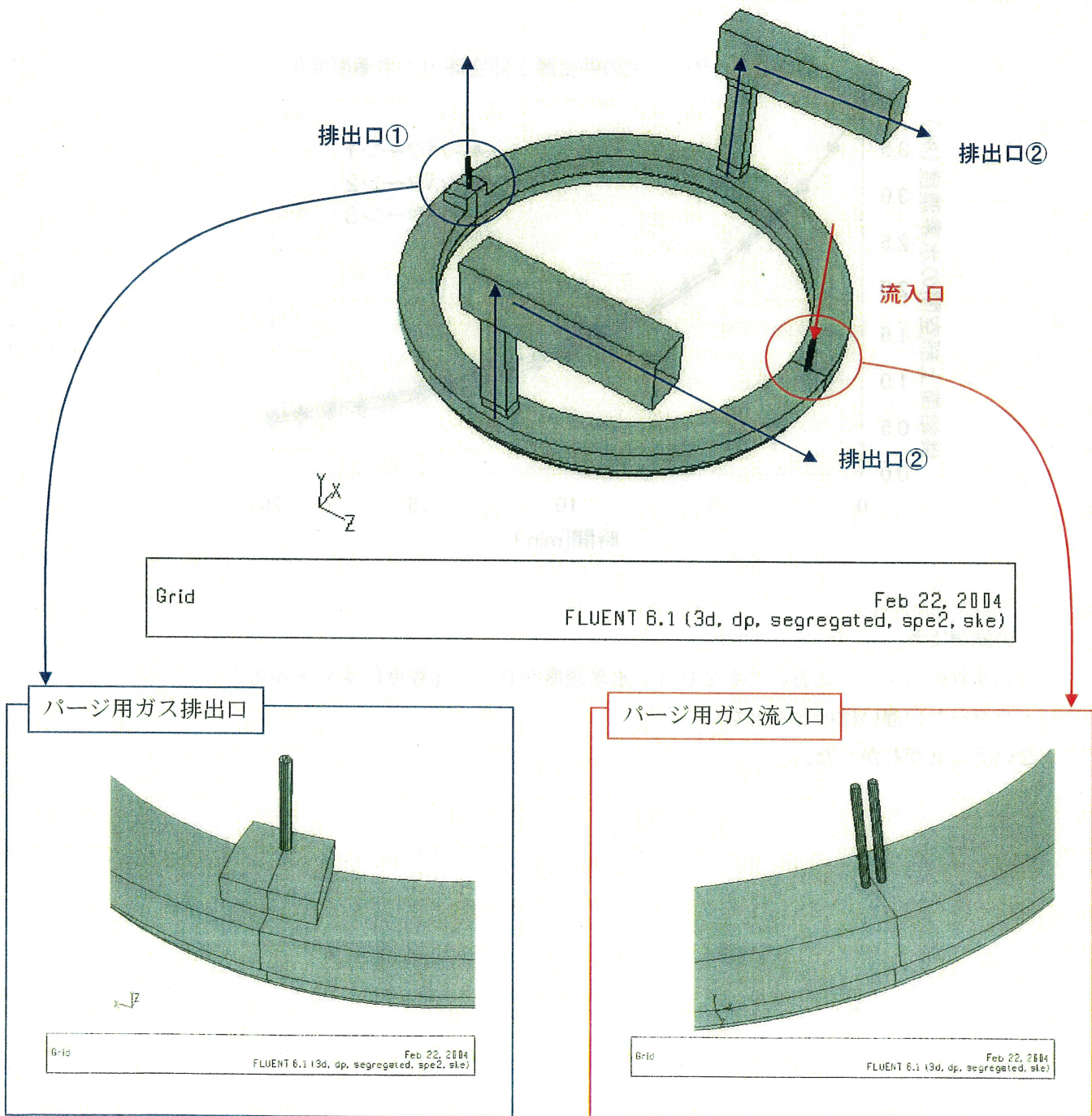
c)対策例 (供給筒上部+第3 溶融炉投入コンベア上部のモデル)

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】

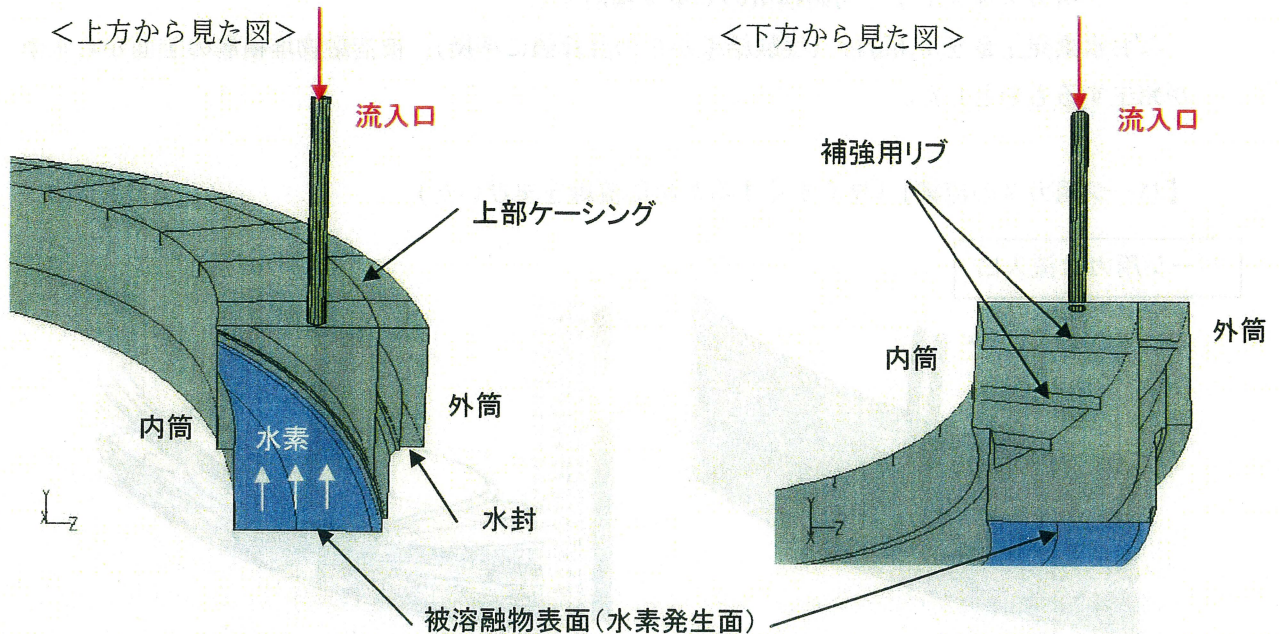
①概観

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】

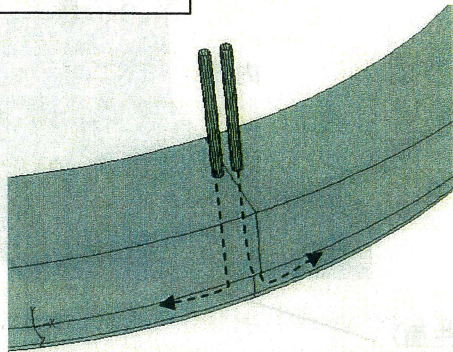
①常時換気

パージ用ガス流入による常時換気の効果を検討する。

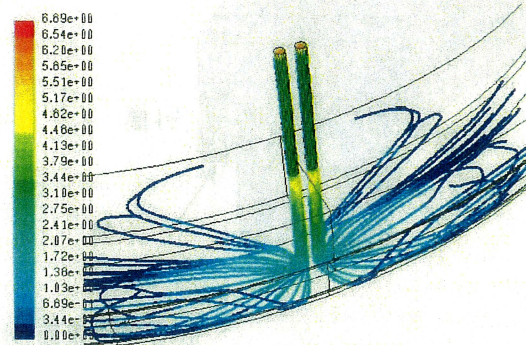
なお水素発生量を 5.5L/hr (実験結果からの計算値に準拠)、被溶融物堆積層の全面から水素が発生するものとした。

【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

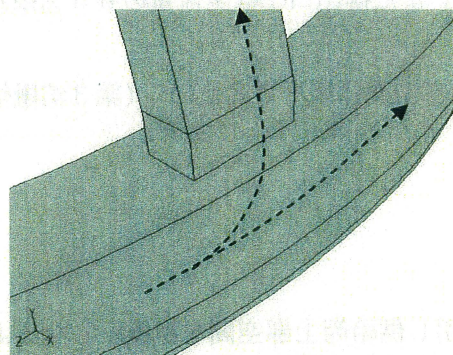


Grid Feb 22, 2004
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, s1c)

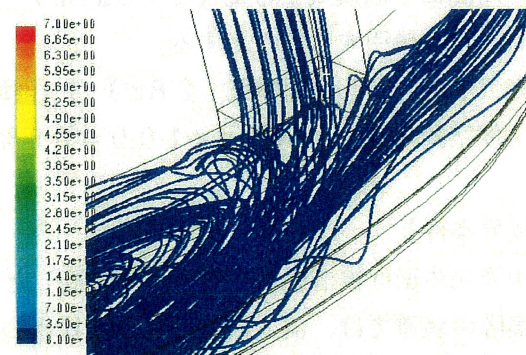


Path Lines Colored by Velocity Magnitude (m/s) Feb 22, 2004
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, s1c)

被溶融物投入口

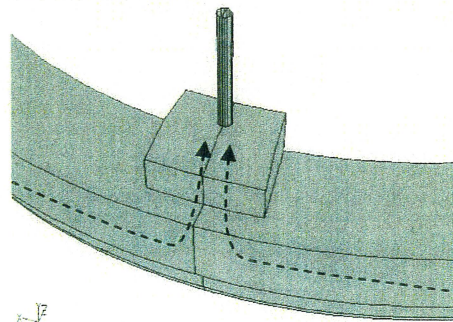


Grid Feb 22, 2004
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, s1c)

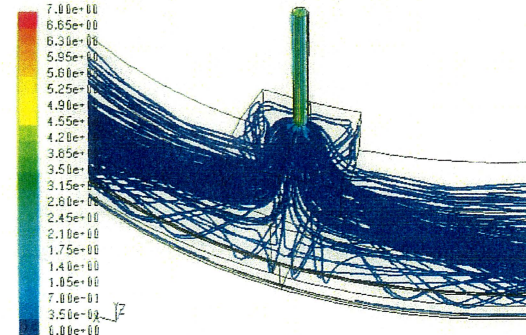


Path Lines Colored by Velocity Magnitude (m/s) Feb 22, 2004
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, s1c)

パージ用ガス排出口



Grid Feb 22, 2004
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, spec2, s1c)

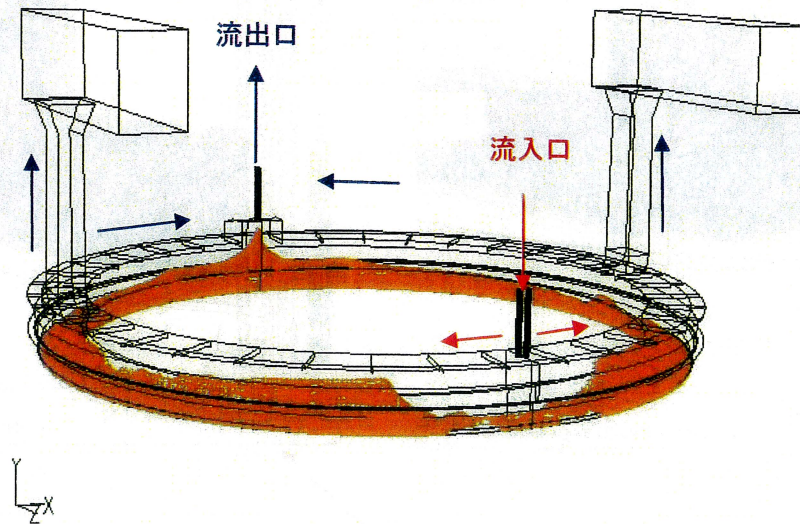


Path Lines Colored by Velocity Magnitude (m/s) Feb 22, 2004
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, spec2, s1c)

【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。



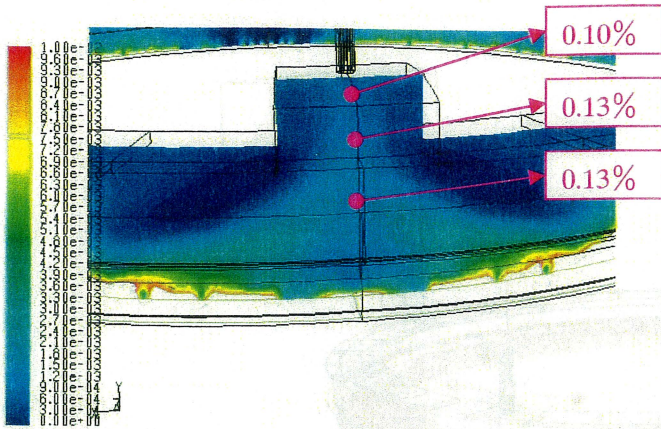
Grid
Feb 22, 2004
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, spe2, ske)

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。

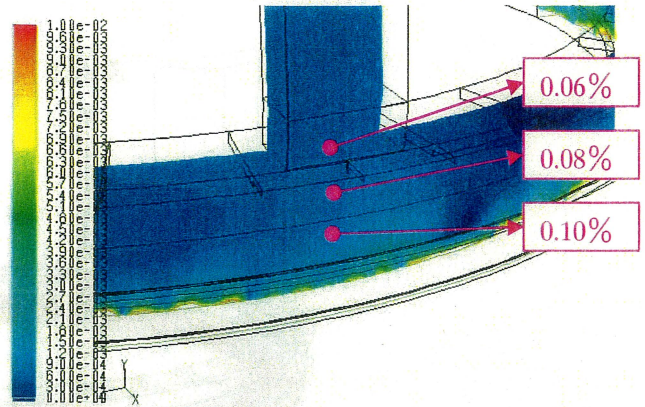
各位置での水素濃度分布ならびに任意のポイントの水素濃度を示す。

パージ用ガス排出口



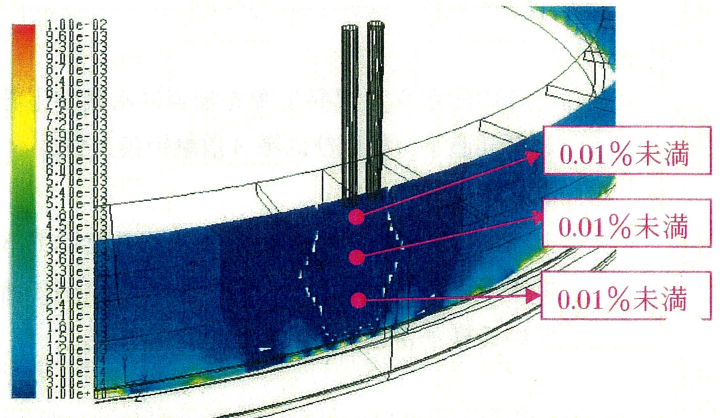
Contours of Mole fraction of h2
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, spe2, ske) Feb 22, 2004

被溶融物投入口

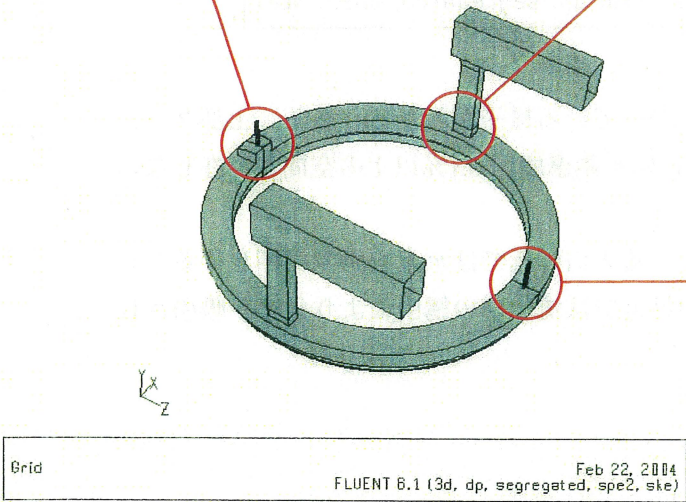


Contours of Mole fraction of h2
FLUENT 6.1 (3d, dp, segregated, spe2, ske) Feb 22, 2004

パージ用ガス流入口



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



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

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。)

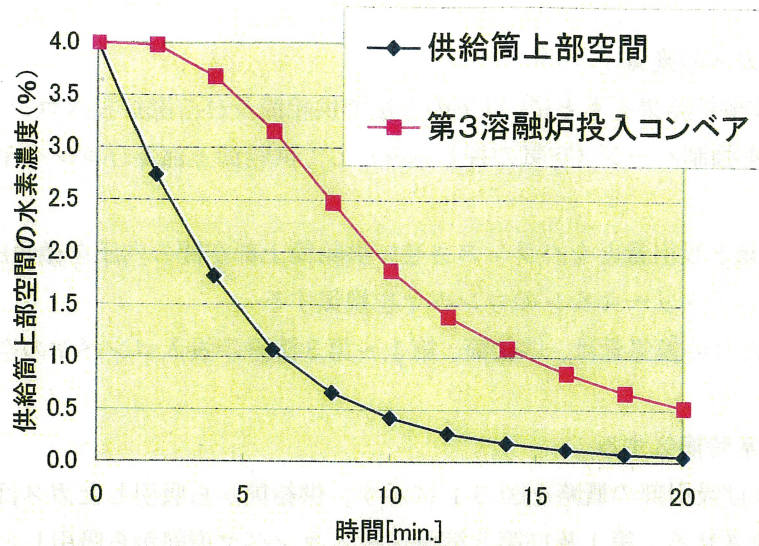
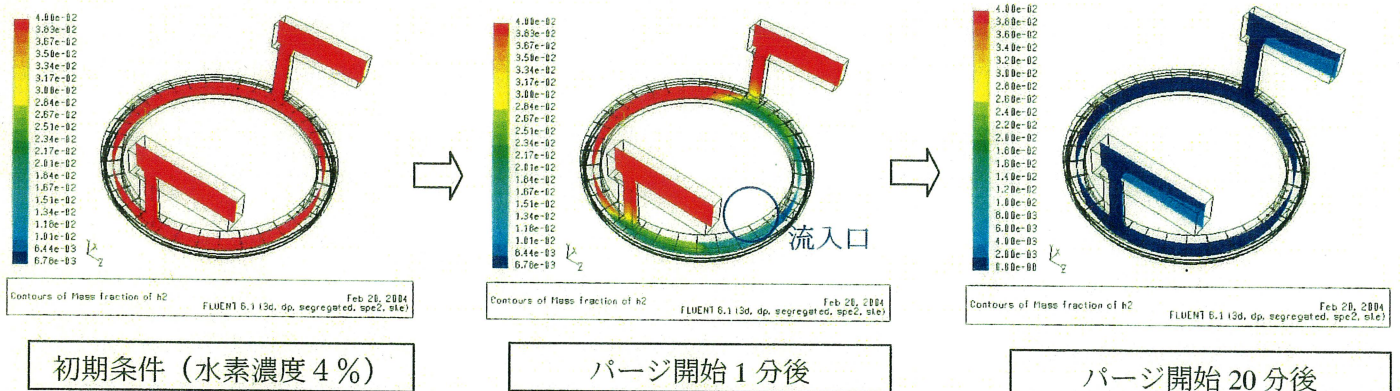


表 3-2 断続換気による水素濃度の時間変化

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。

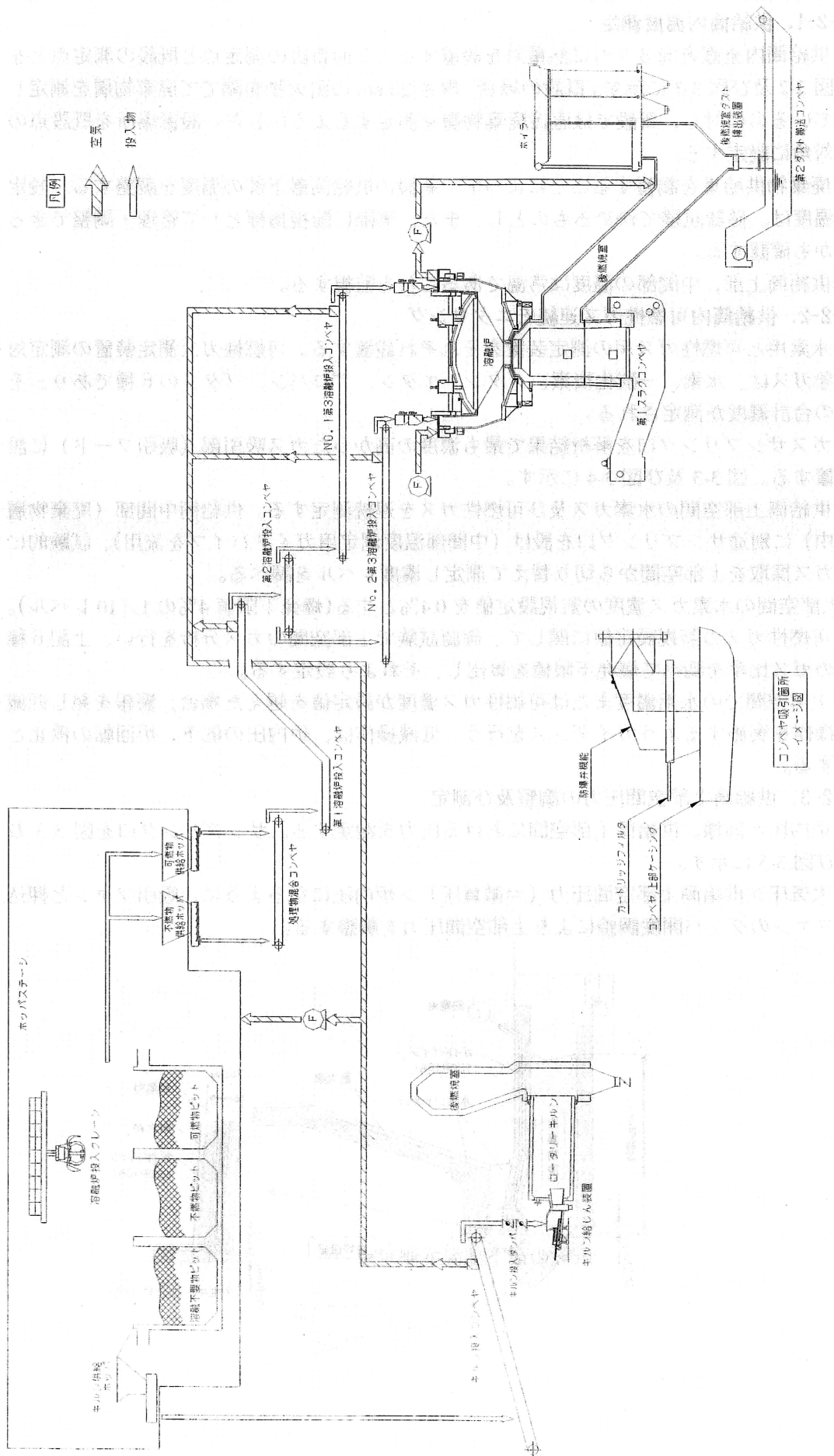


図 3-1 換気フローと吸引部の概略

1-2. 溶融炉供給筒の状態監視

1-2-1. 供給筒内温度測定

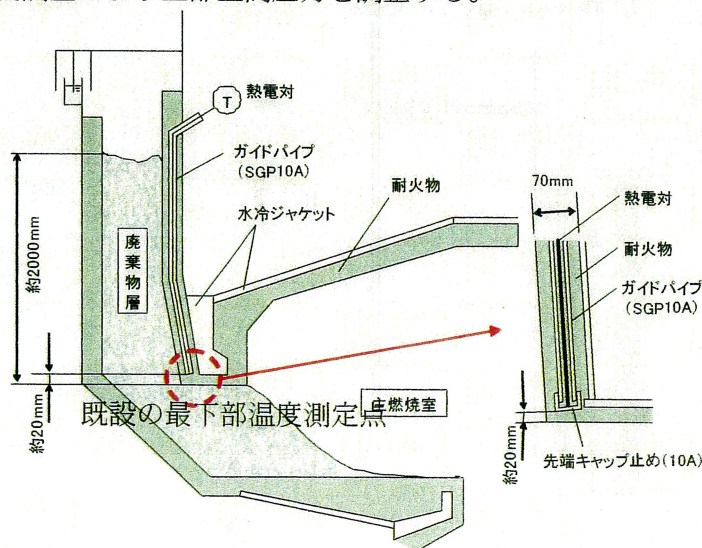
- 供給筒内垂直方向3ヶ所に熱電対を設置する。今回新設の測定点と既設の測定点とを図3-2及び図3-3に示す。既設の場合、厚さ20mmの耐火物を隔てて廃棄物層を測定しているのに対し、新設では直接廃棄物層を測定するようにした。設置場所を既設点の対角に設定する。
- 廃棄物供給量を調整することによって、新設の供給筒最下部の温度を調整する。設定温度は、確認試験で決めるものとし、また、実際に監視指標として管理・調整できるかも確認する。
- 供給筒上部、中間部の温度は常温であることを監視する。

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。



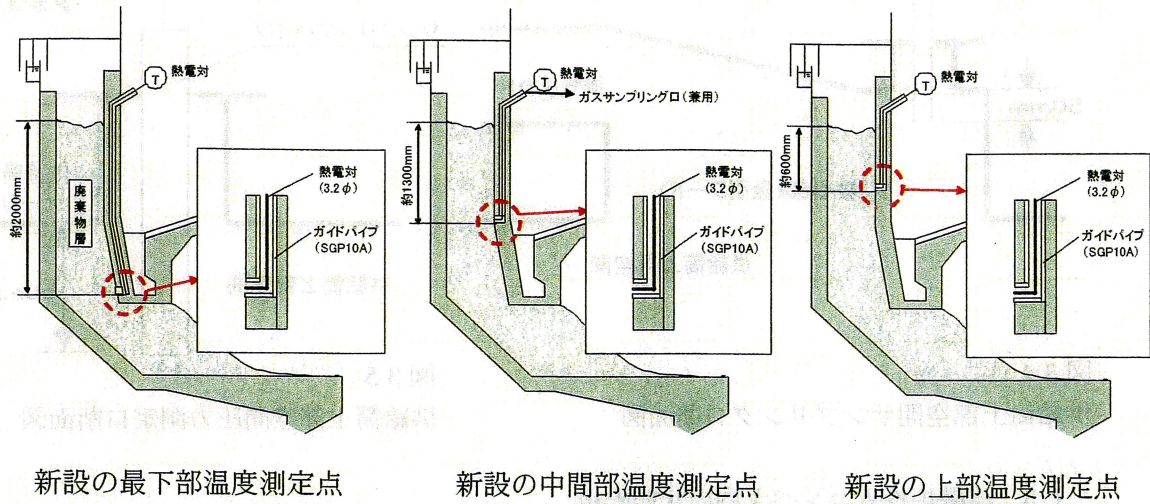


図 3-2 供給筒内温度測定点断面図

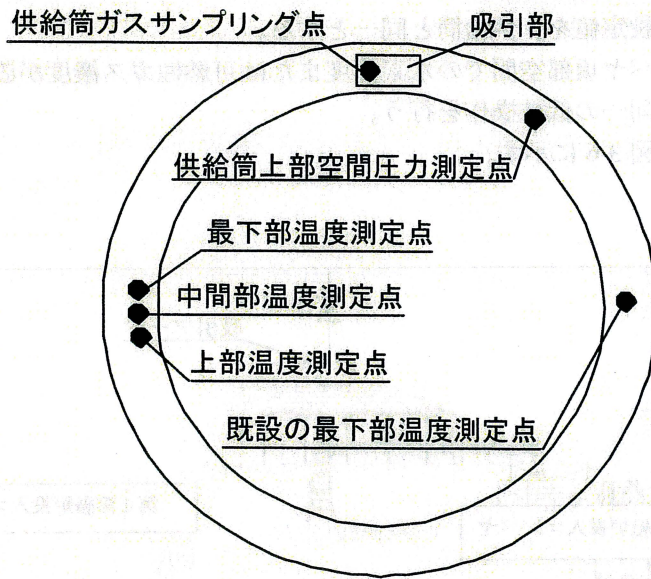


図 3-3 供給筒測定点平面図

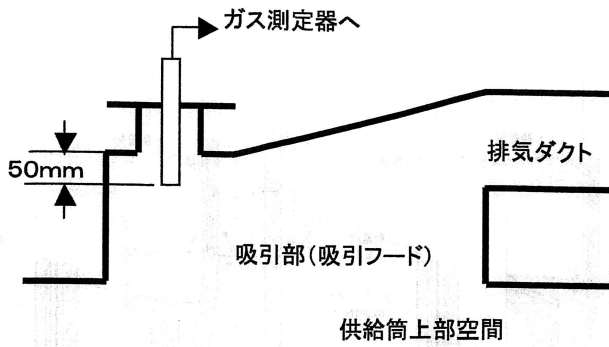


図 3-4
供給筒上部空間サンプリング口断面図

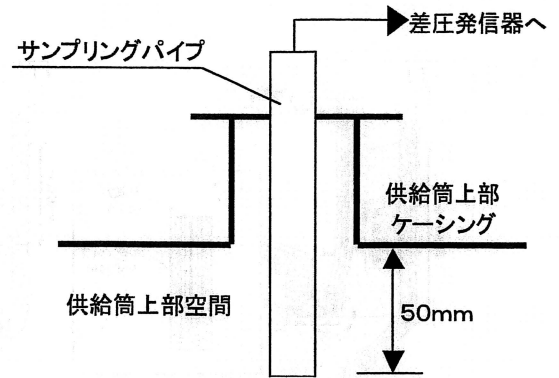


図 3-5
供給筒上部空間圧力測定口断面図

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。

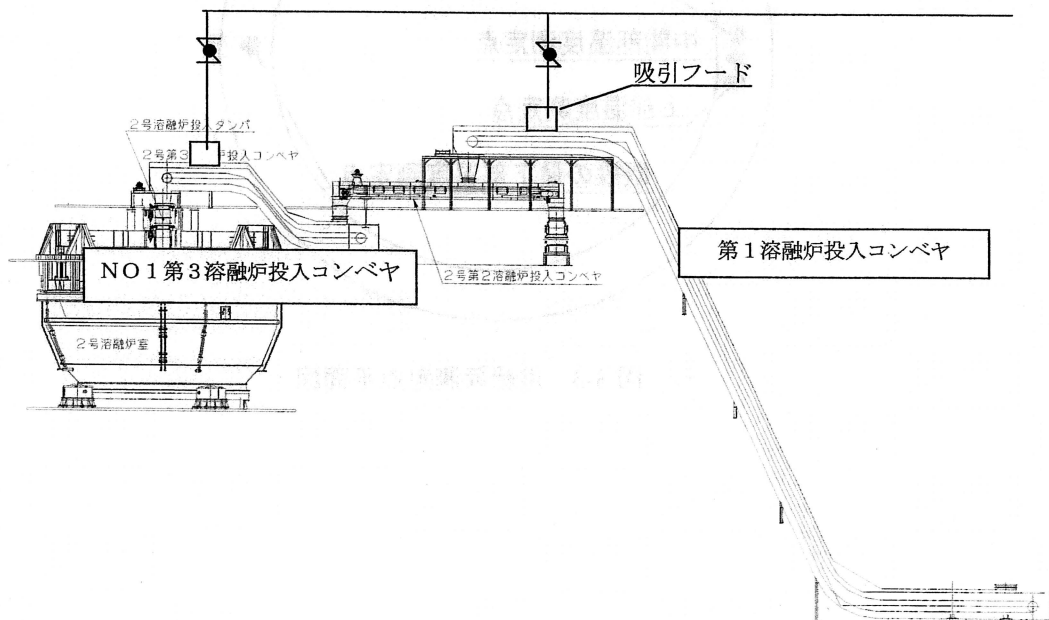


図 3-6 溶融炉投入コンベヤのガスサンプリング口

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。

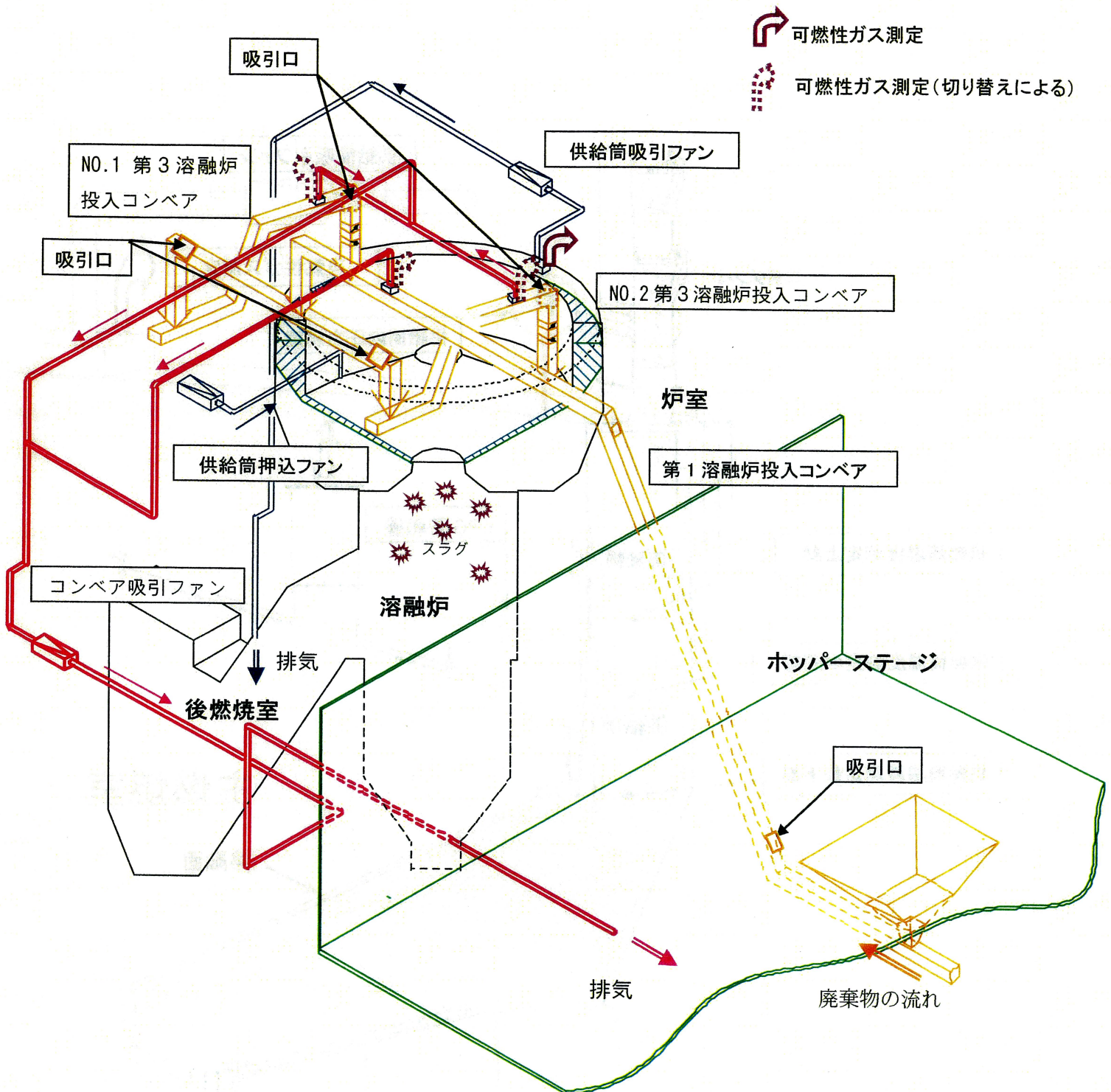
表3-3 非常時・緊急時の対応一覧表

| 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 |

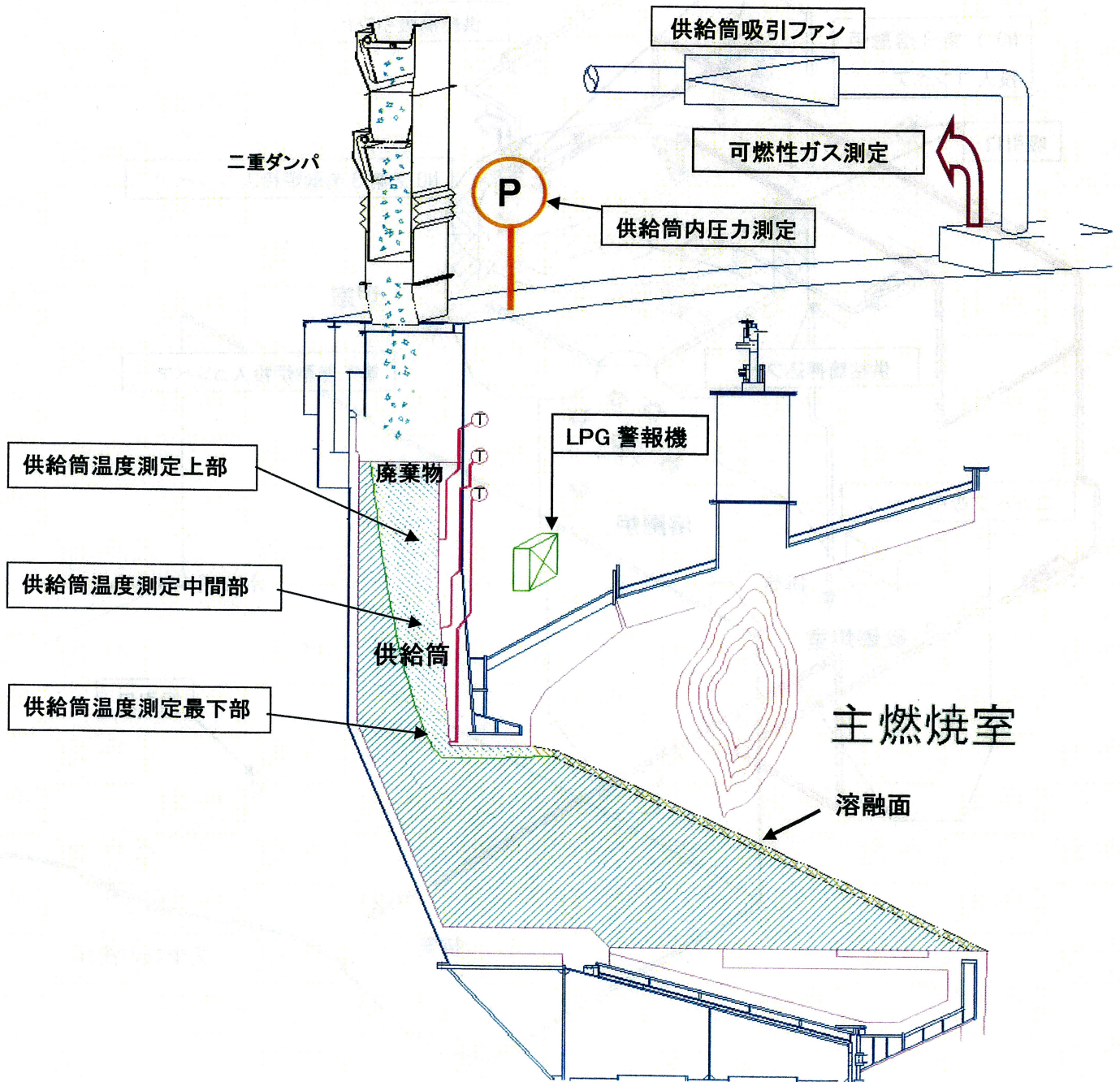
表 3-4 警報発信後の処置方法一覧表

| 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。

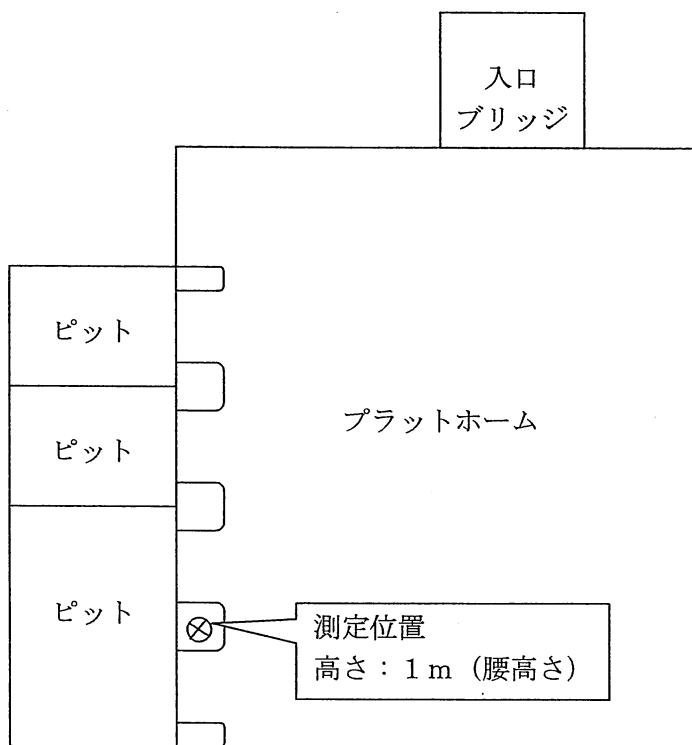


図 3-7 中間処理施設 プラットホーム測定位置

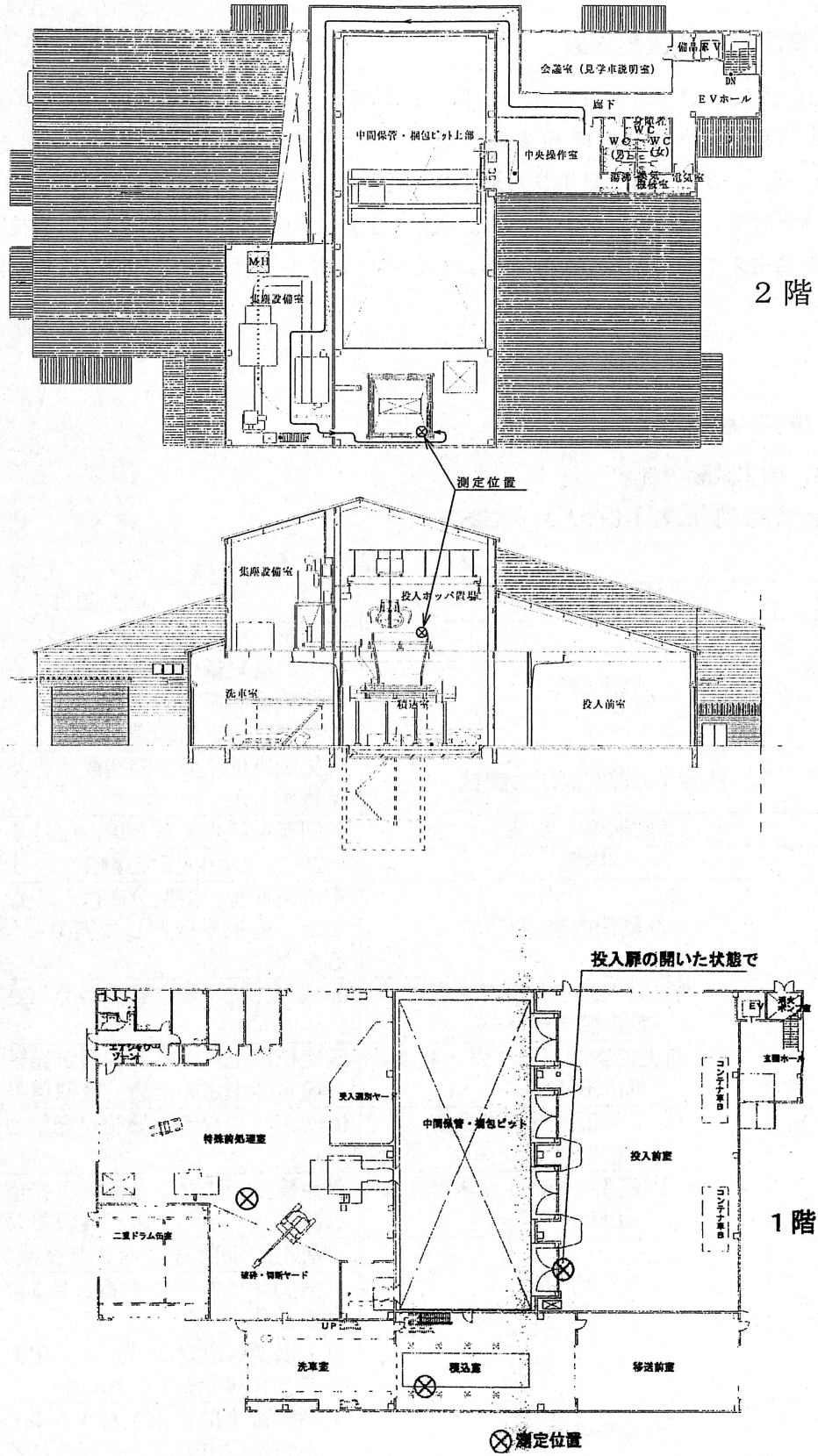


図 3-8 中間保管・梱包施設における作業環境測定地点

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。

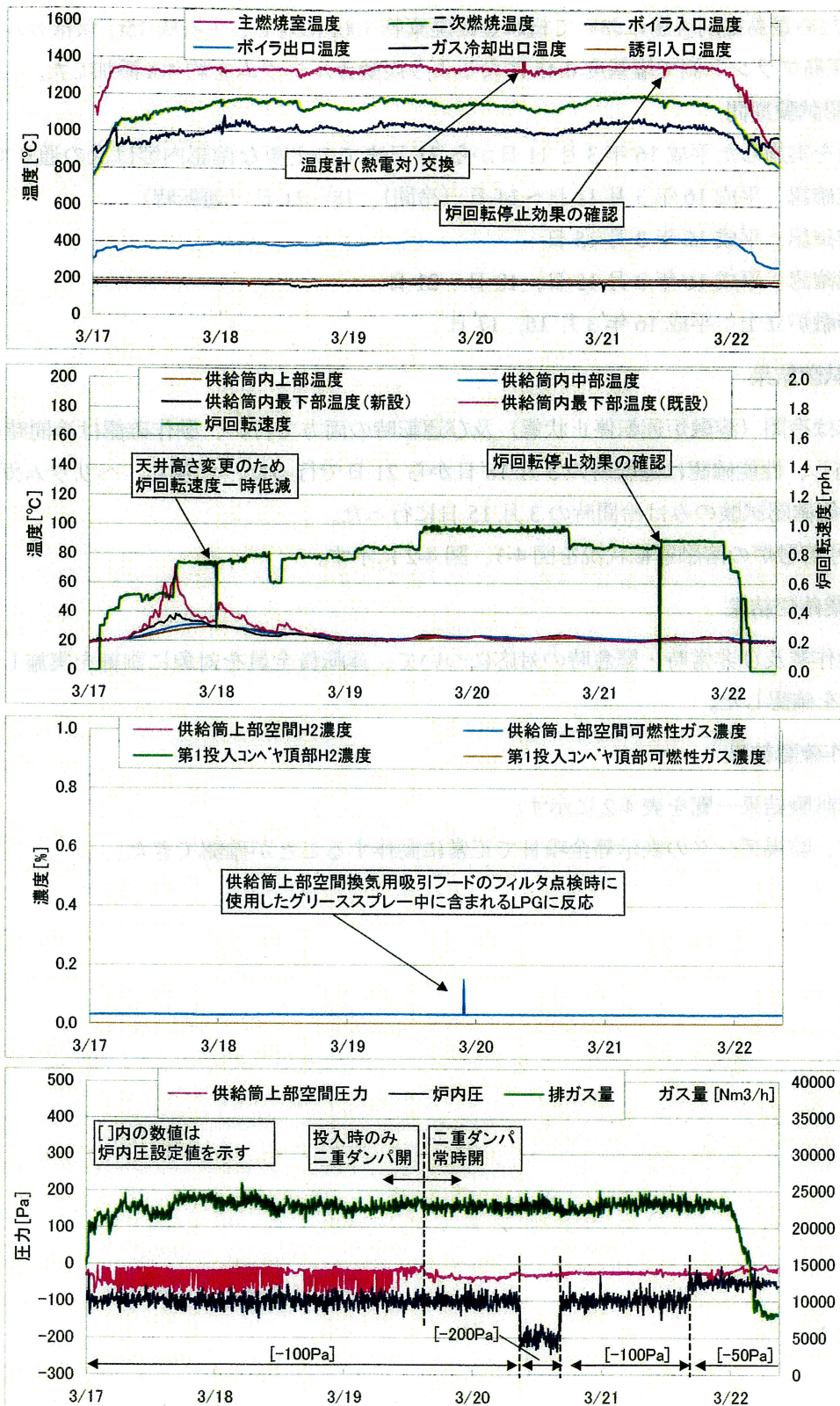


図 4-1 1号溶融炉の運転状況

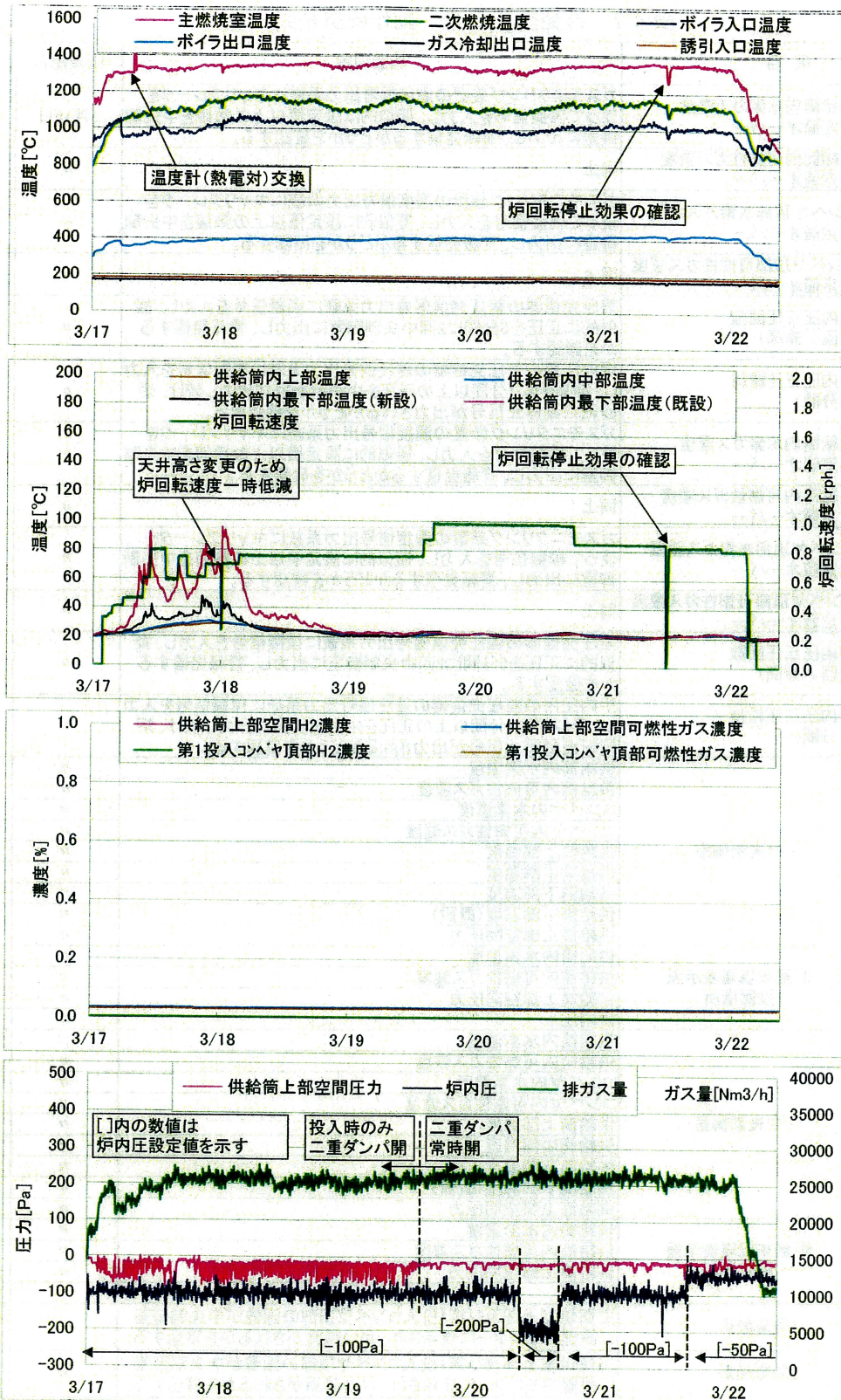


図 4-2 2号溶融炉の運転状況

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ション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ション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ション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ション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) | " | ○ |
| | | 炉室3F現場表示盤設置場所 | 供給筒上部空間圧力 | " | ○ |
| | | | 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 | " | ○ |
| | 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) | " | ○ |
| | | 炉室3F現場表示盤設置場所 | 供給筒上部空間圧力 | " | ○ |
| | | | 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 | " | ○ |
| 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溶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

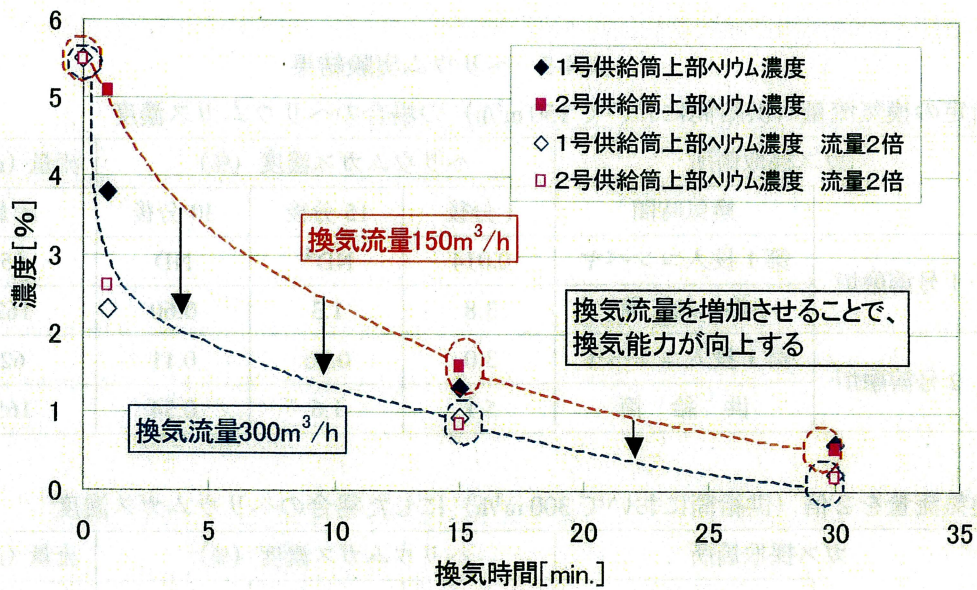
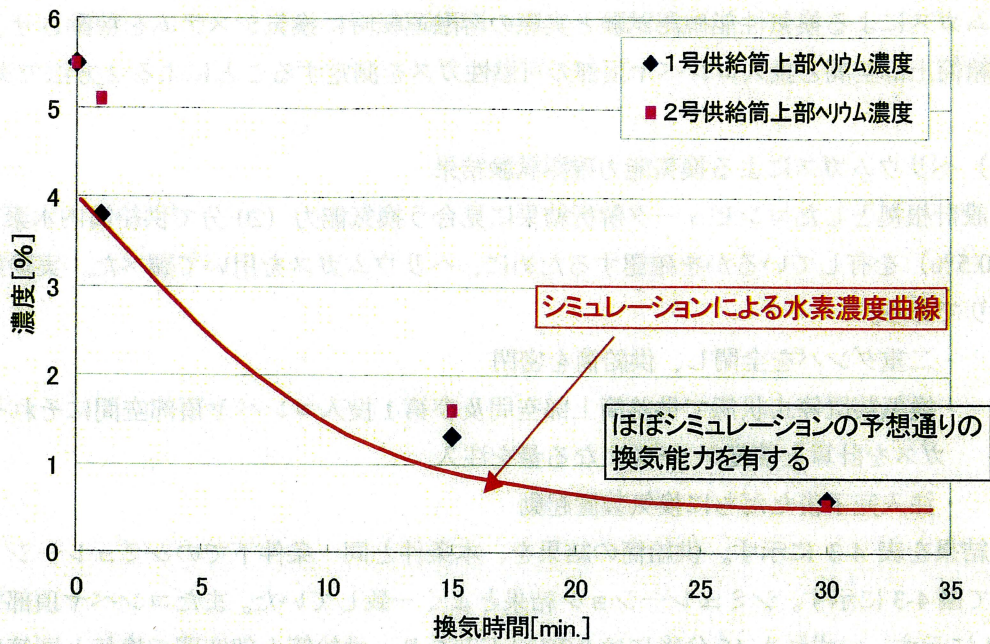
- ・所定の換気流量（供給筒において150 m³/h）の場合のヘリウムガス濃度

| ガス採取箇所 | | ヘリウムガス濃度 (%) | | | 流量 (m ³ /h) |
|--------|----------|--------------|------|------|------------------------|
| 換気時間 | | 1分後 | 15分後 | 30分後 | 流量 |
| 1号溶融炉 | 第1投入コンベヤ | 0.014 | ND* | ND | 65 |
| | 供給筒 | 3.8 | 1.3 | 0.60 | 162 |
| 2号溶融炉 | 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 | | ヘリウムガス濃度 (%) | | | 流量 (m ³ /h) |
|--------|----------|--------------|-------|-------|------------------------|
| 換気時間 | | 1分後 | 15分後 | 30分後 | 流量 |
| 1号溶融炉 | 第1投入コンベヤ | 0.27 | ND | ND | 140 |
| | 供給筒 | 2.3 | 0.92 | 0.21 | 300 |
| 2号溶融炉 | 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

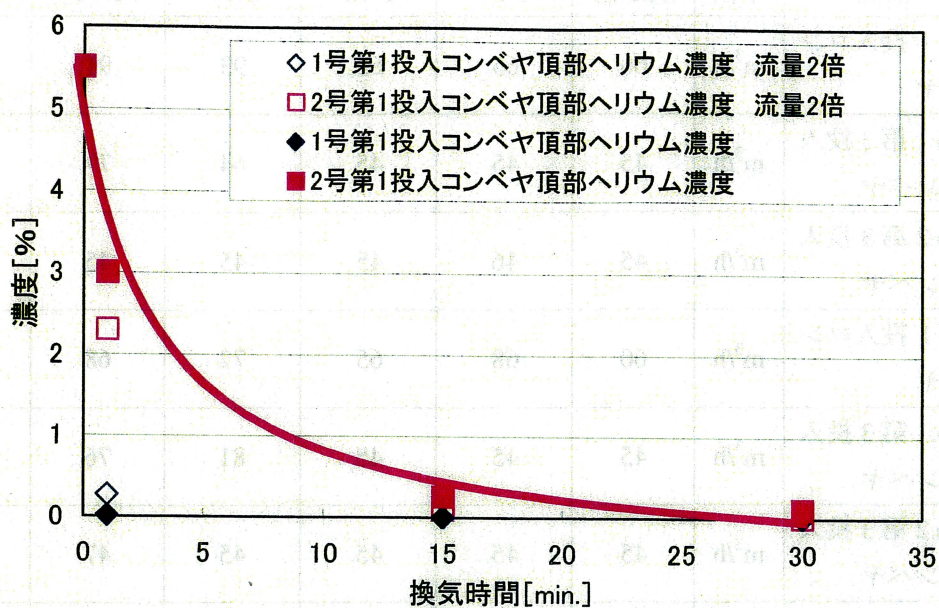


図 4-4 コンベヤ頂部での実験結果

(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% |

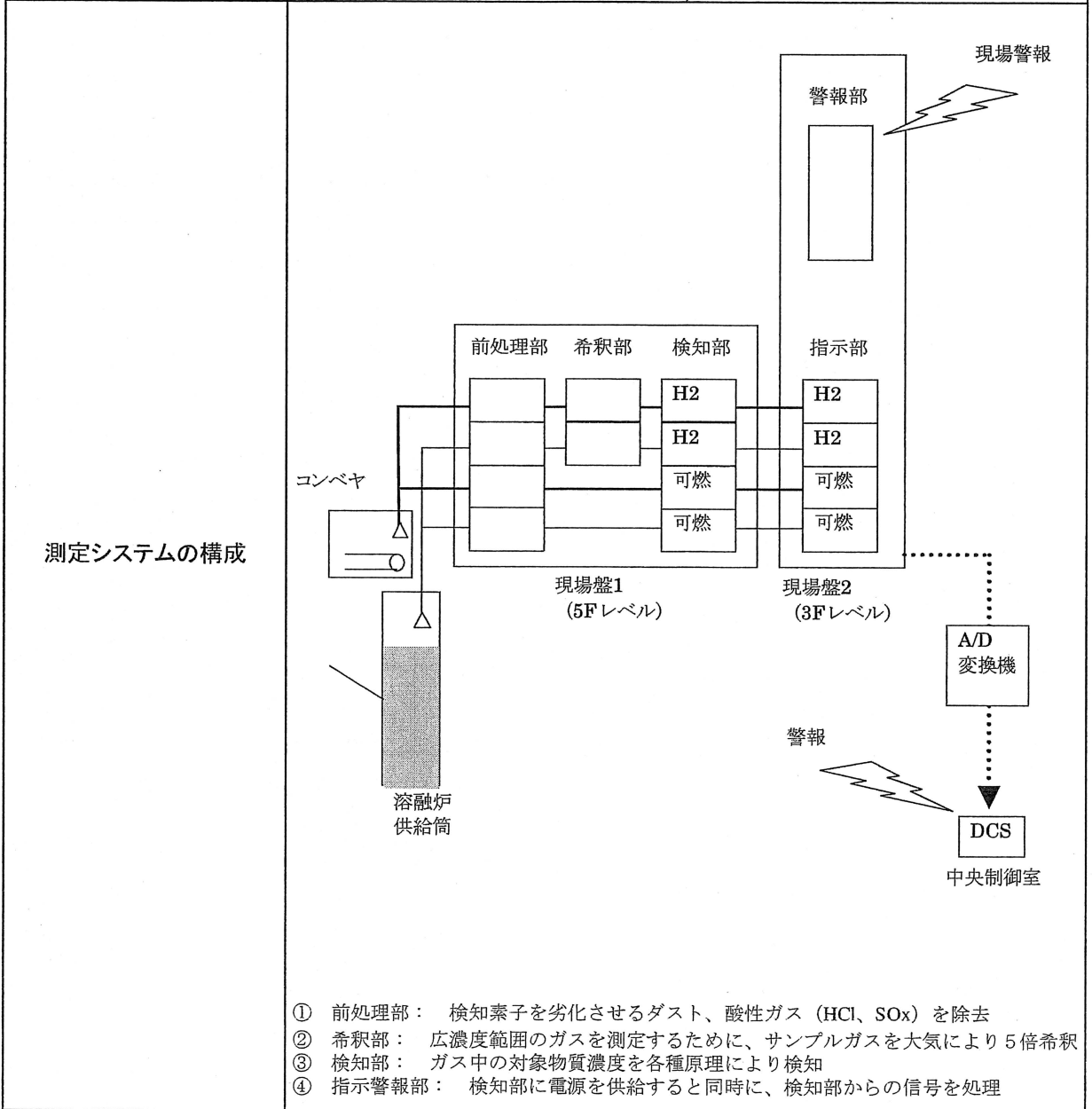


表 4-7 3月18日のガス分析結果

| 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 | 0.001 | 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 の溶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。

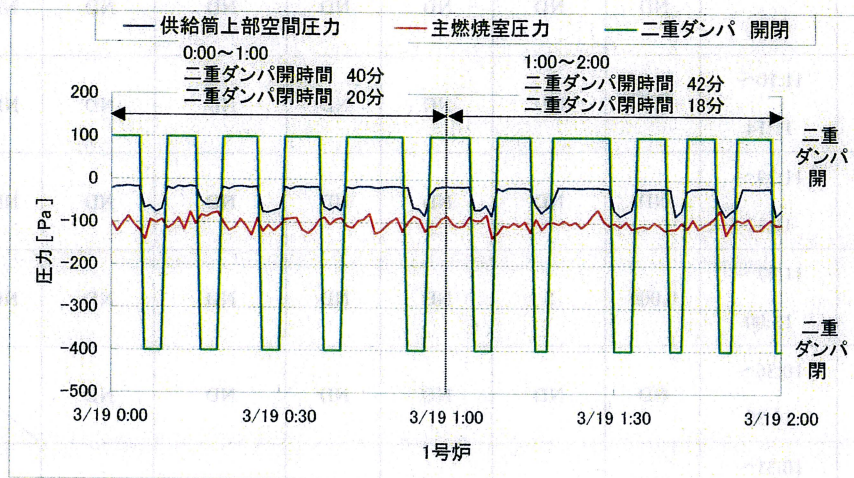


図 4-5 二重ダンパ開閉と圧力の関係

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。

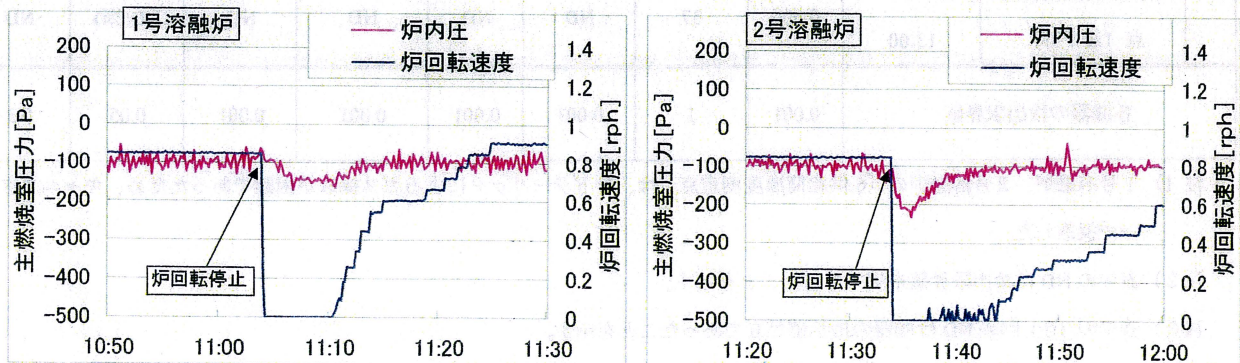


図 4-6 炉回転停止効果

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 の溶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 の溶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 の溶融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 15分後 30分後 換気流量: 設定値の2倍 15分後 30分後 第1投入コンベヤ頂部 換気流量: 設定値 15分後 30分後 換気流量: 設定値の2倍 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 15分後 30分後 換気流量: 設定値の2倍 15分後 30分後 第1投入コンベヤ頂部 換気流量: 設定値 15分後 30分後 換気流量: 設定値の2倍 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 | 3月20日 |

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

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）

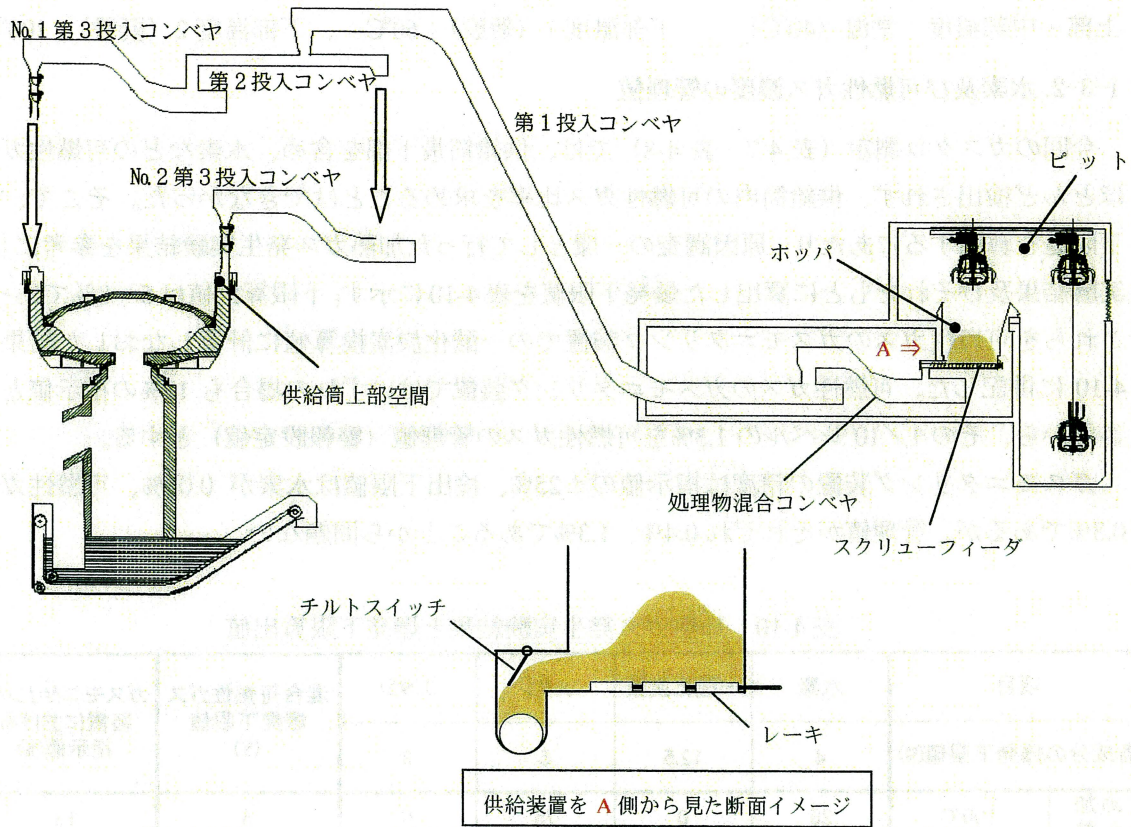
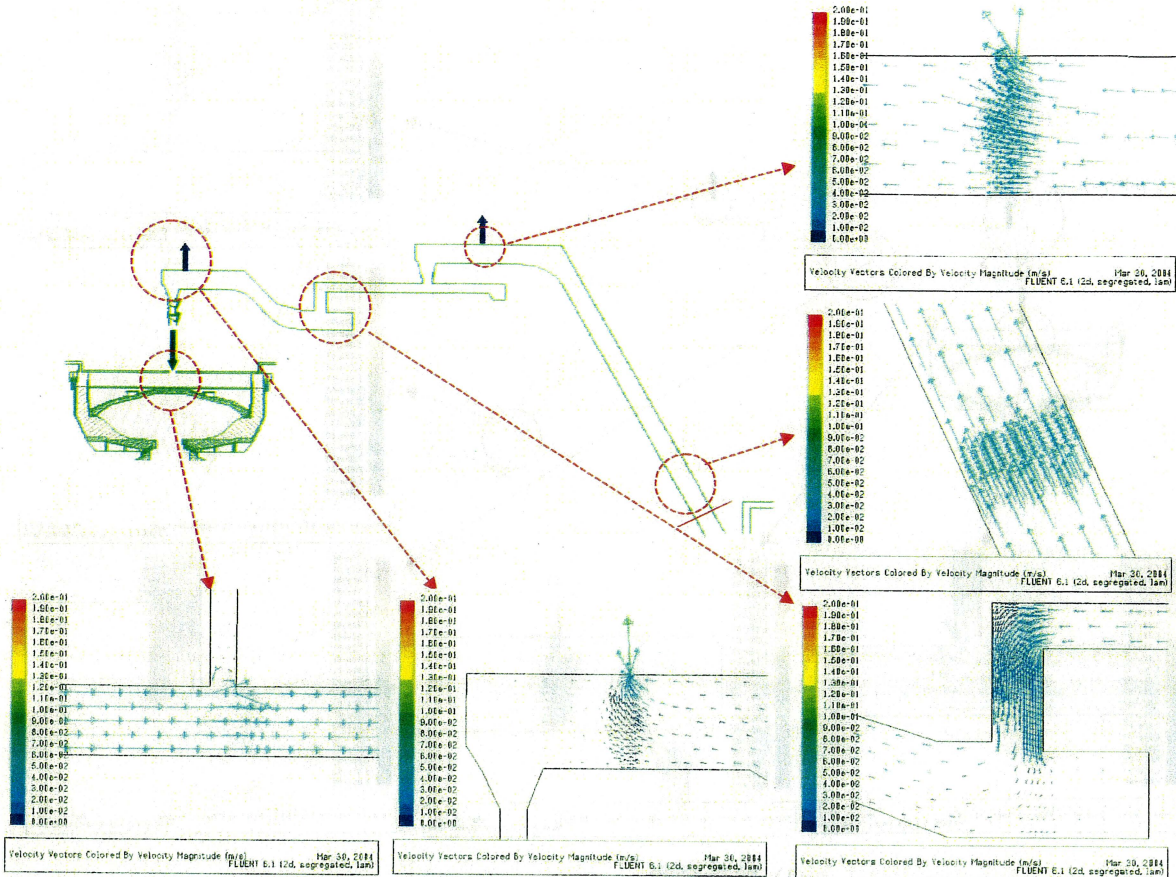


図 4-7 ピット室から供給筒までのイメージ図

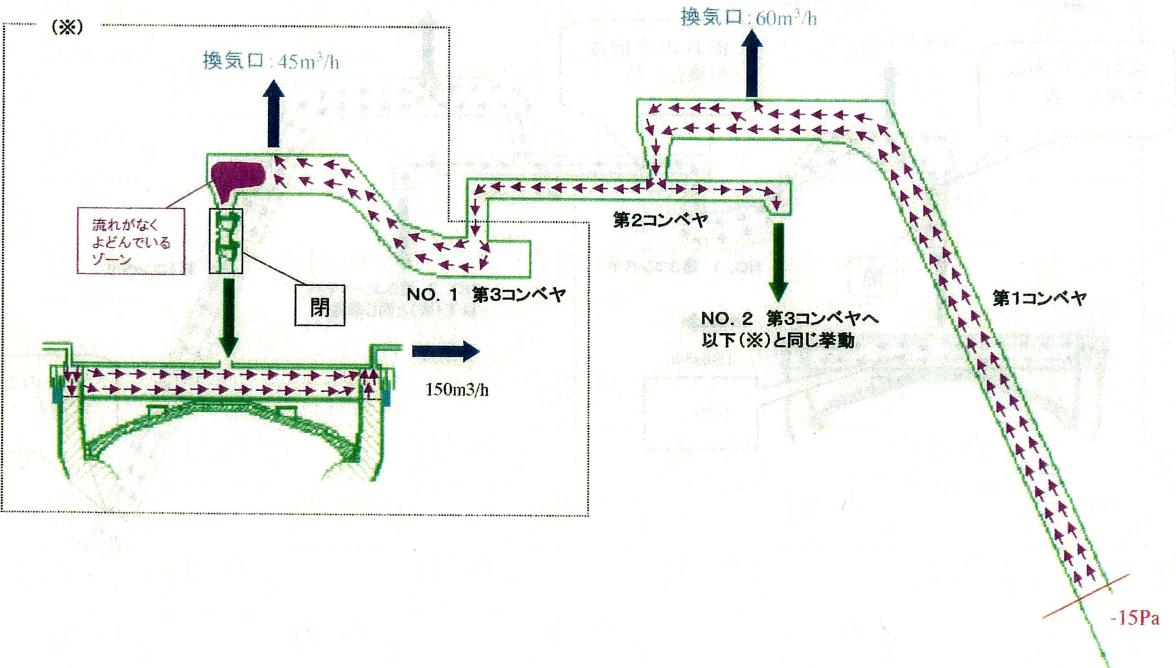
解析条件を表 4-11 に示す。第 1 コンベヤ下部圧力は実測値を、また各部の吸引量は設定値を用いた。解析結果を図 4-8～4-10 に示す。

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 |

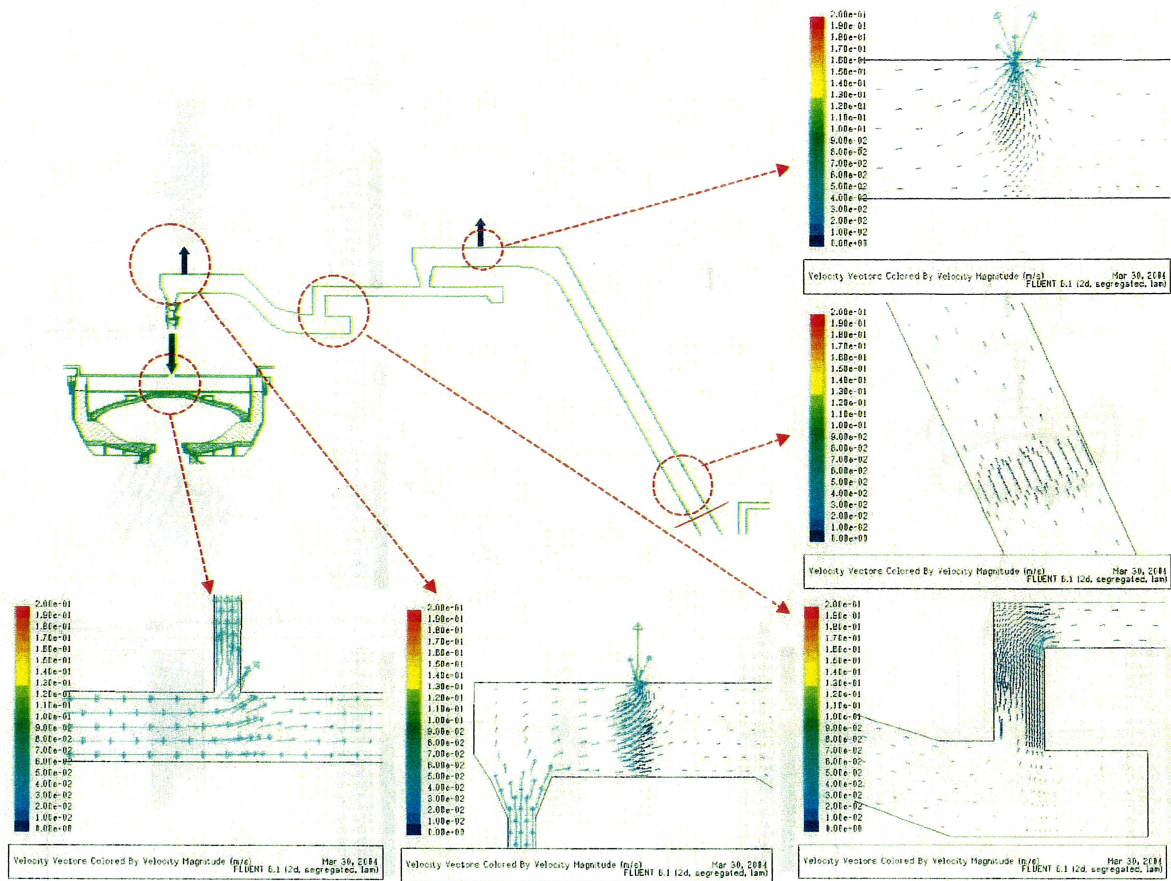


(1) 解析結果

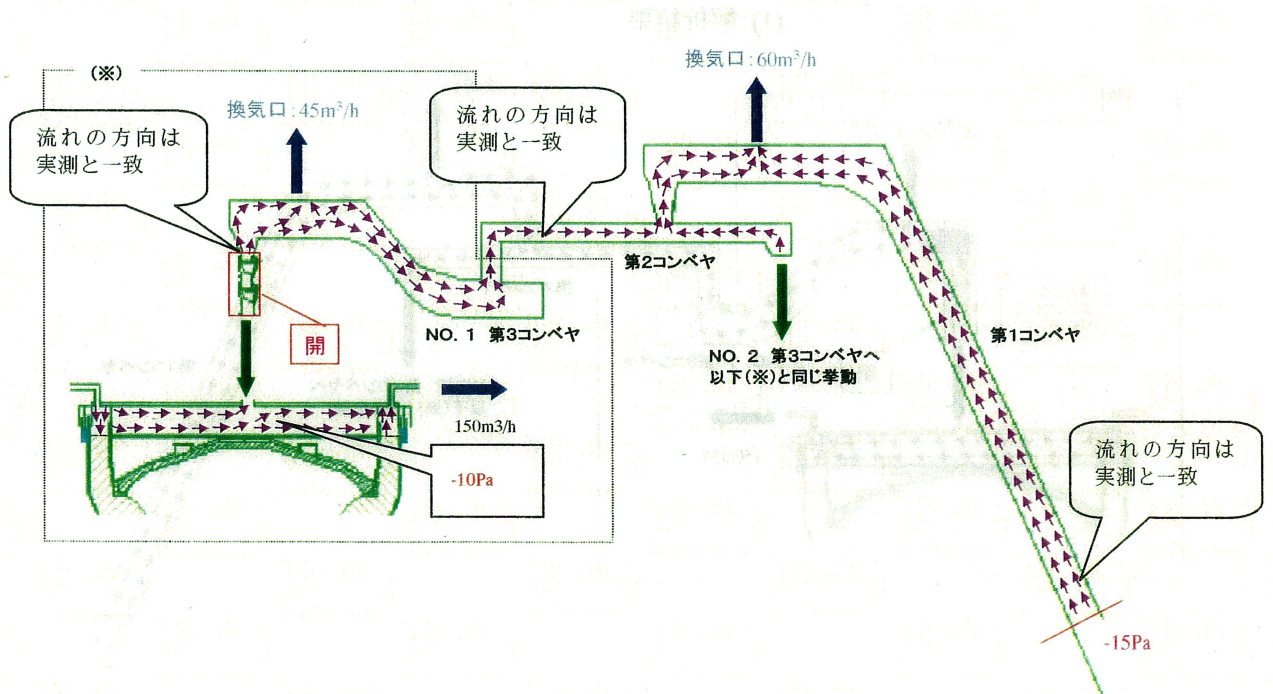


(2) 解析結果をもとに図示した流れの方向

図 4-8 条件 1 の結果

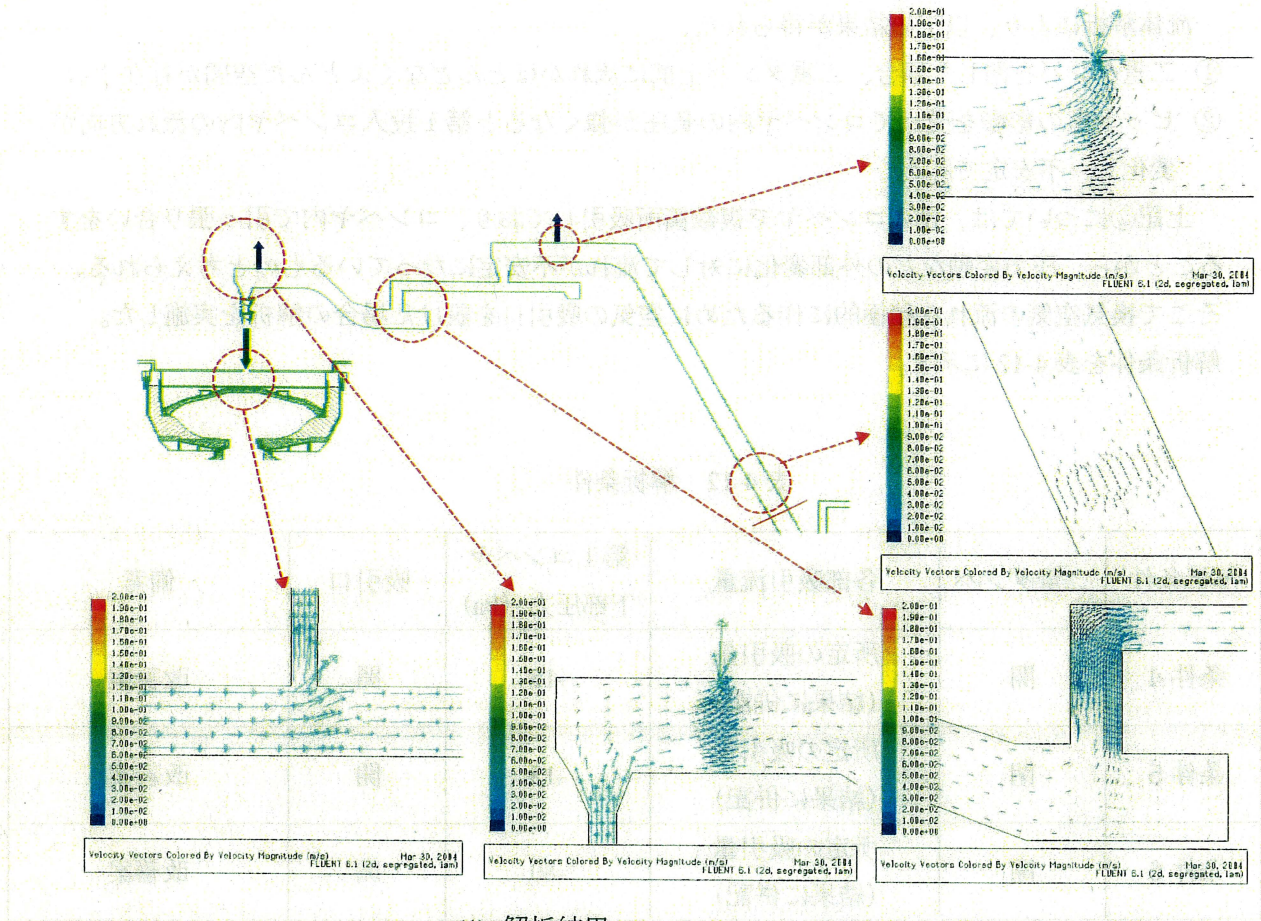


(1) 解析結果

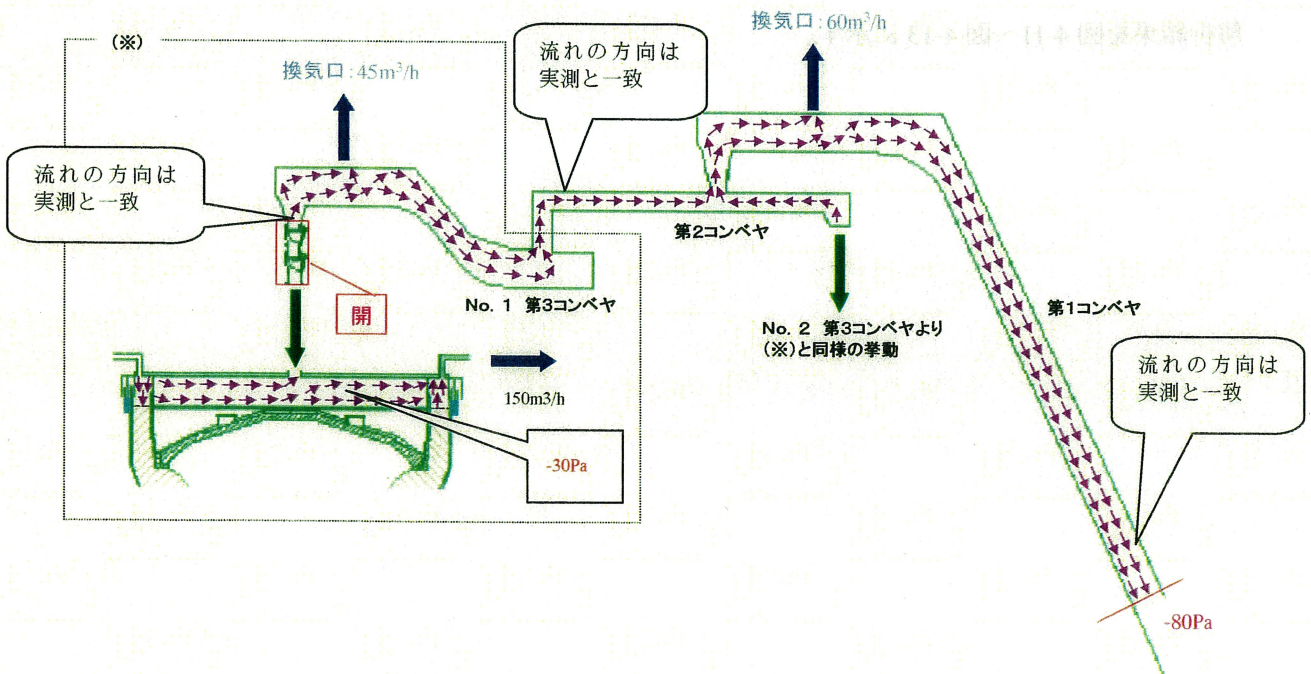


(2) 解析結果をもとに図示した流れの方向

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。

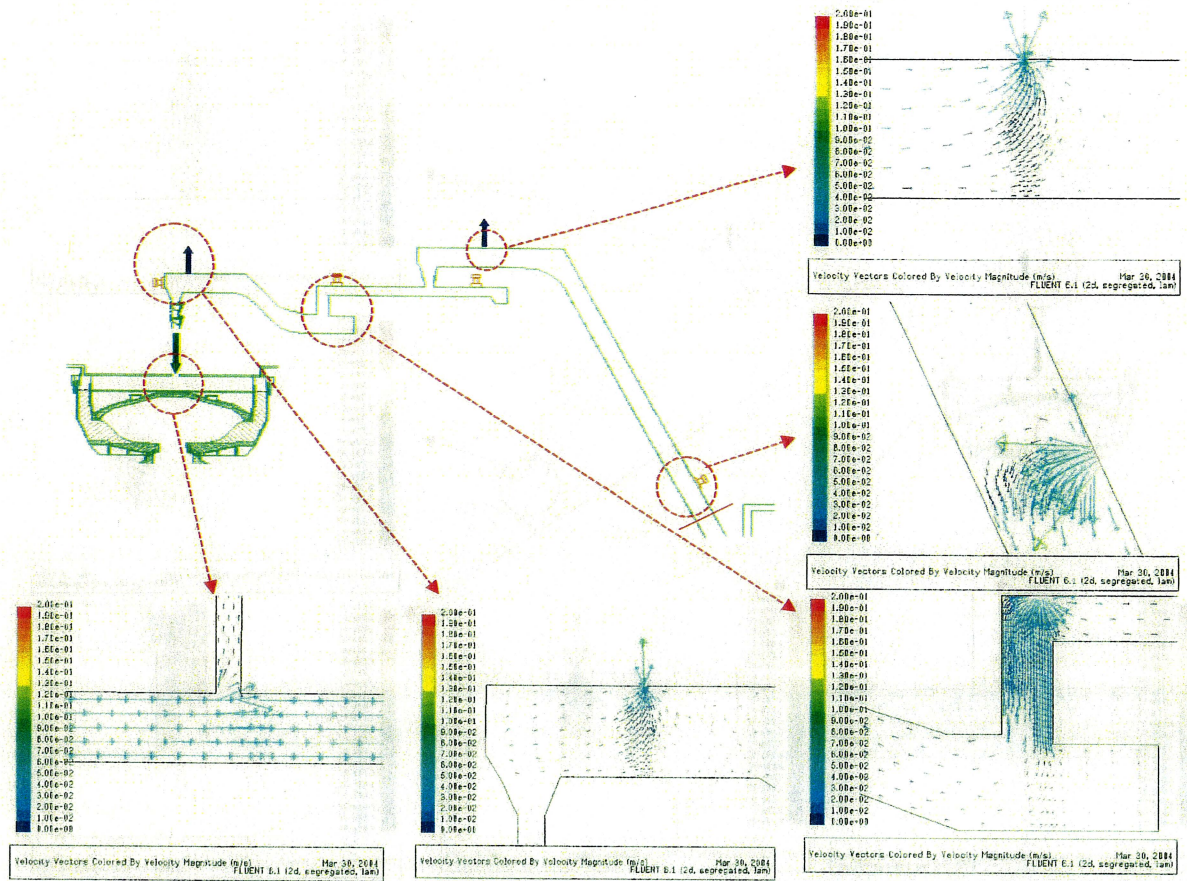
- ① 二重ダンパを閉じた場合、二重ダンパ上部に流れがほとんどなくよどんだ空間が存在する。
- ② ピット室の影響を受けてコンベヤ内の負圧が強くなると第1投入コンベヤ内の流れ方向が変化し、不安定である。

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。

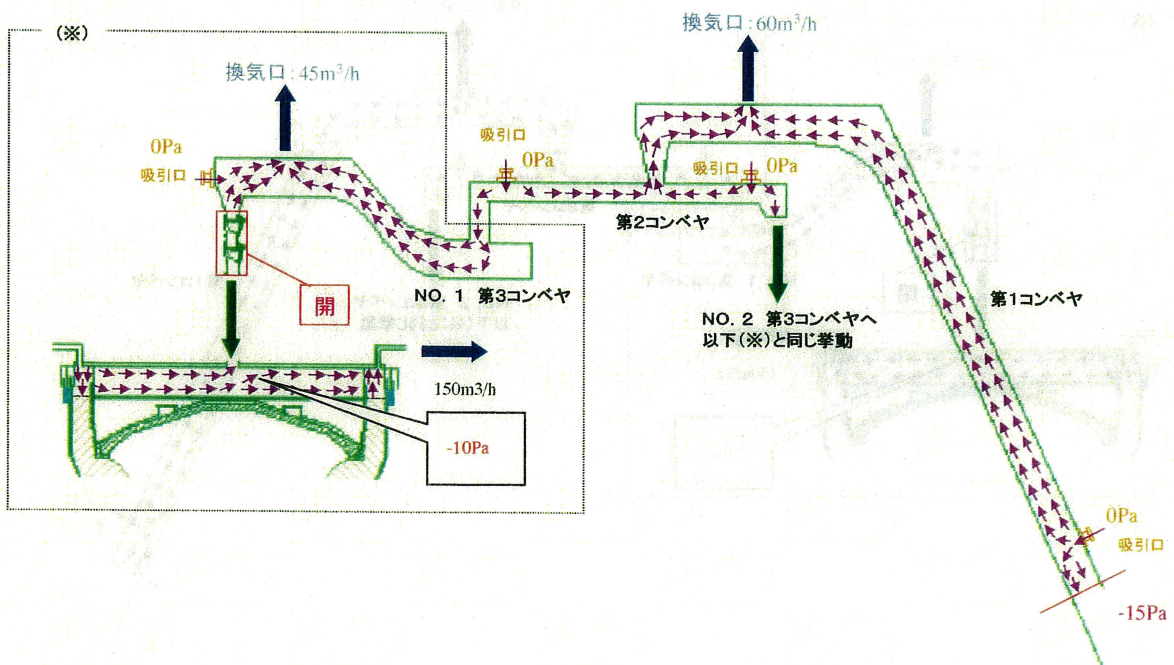
表 4-12 解析条件

| 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。

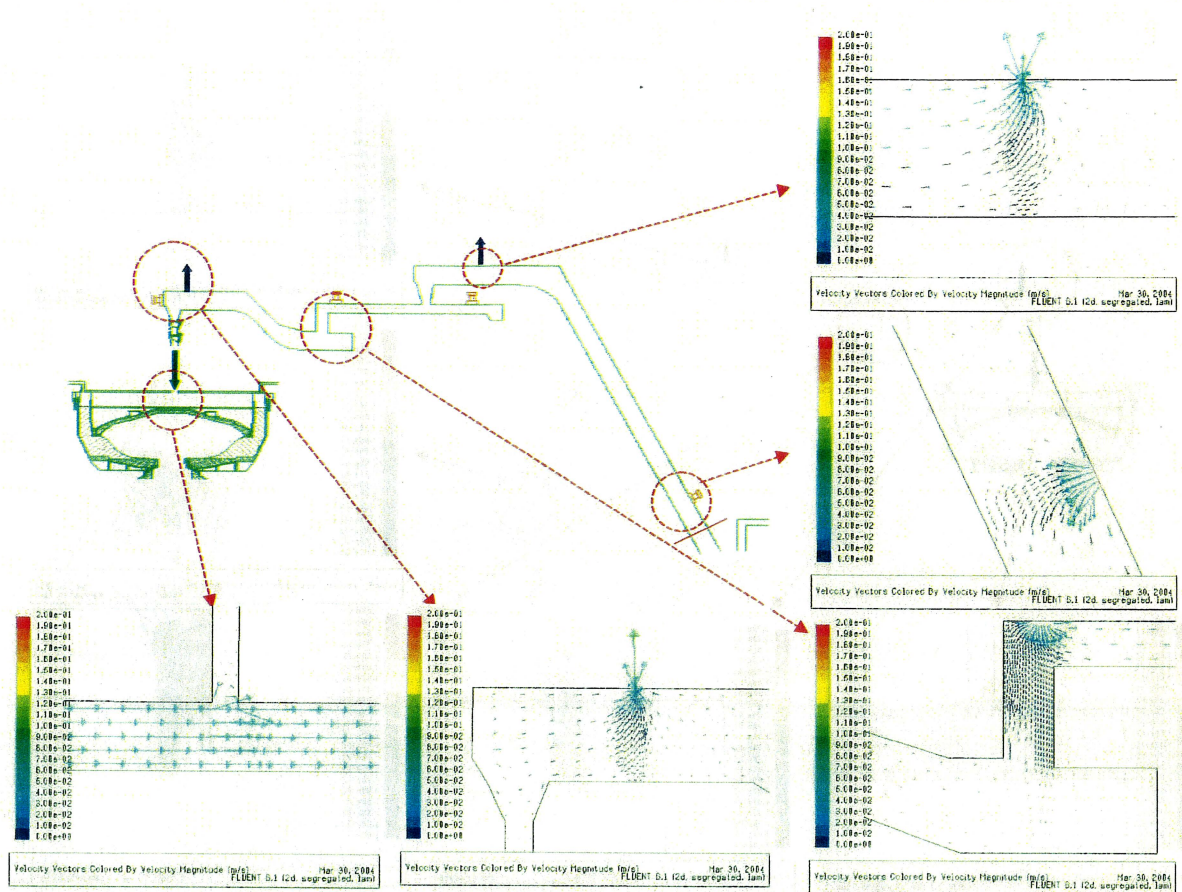


(1) 解析結果

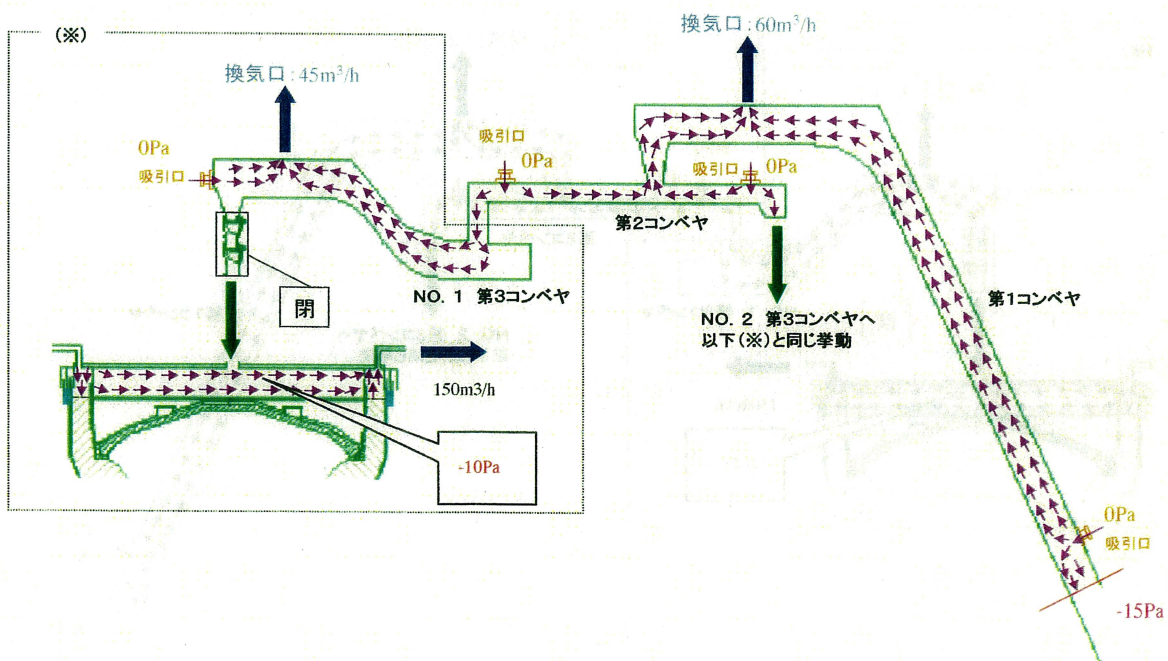


(2) 解析結果をもとに図示した流れの方向

図 4-11 条件 4 の結果

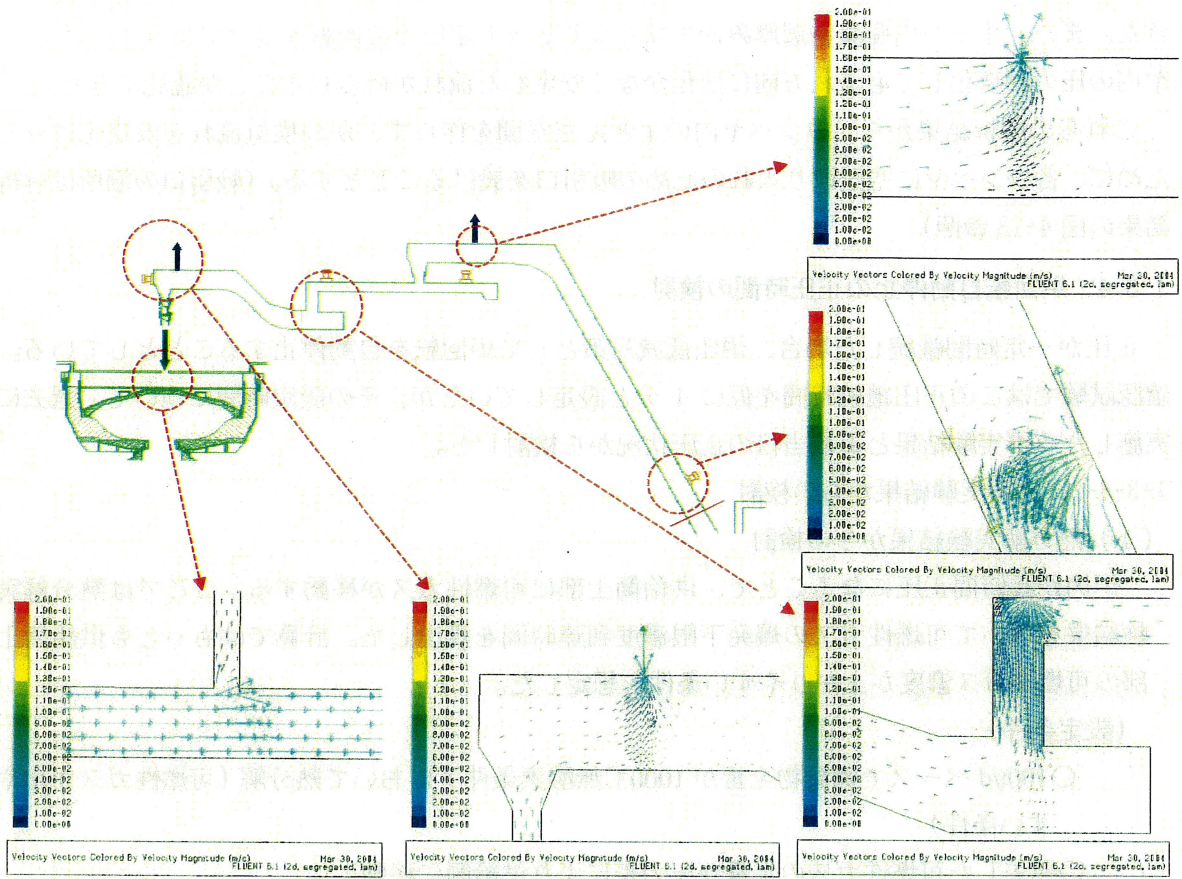


(1) 解析結果

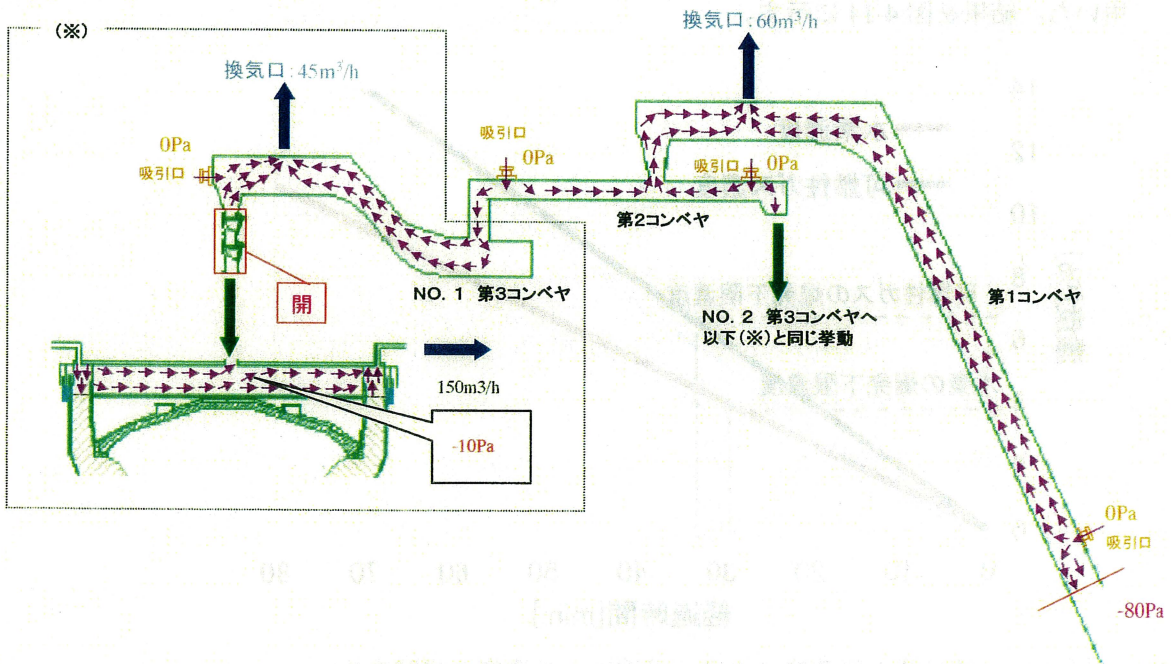


(2) 解析結果をもとに図示した流れの方向

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。

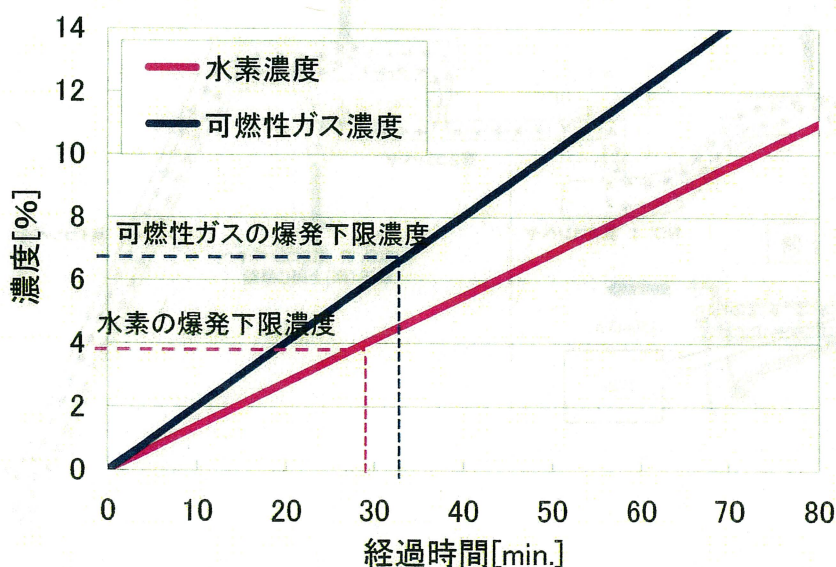


図4-14 供給筒上部空間における可燃性ガス濃度の経時変化
(定格の100t/dの廃棄物が全量熱分解して供給筒に充満すると仮定)

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。

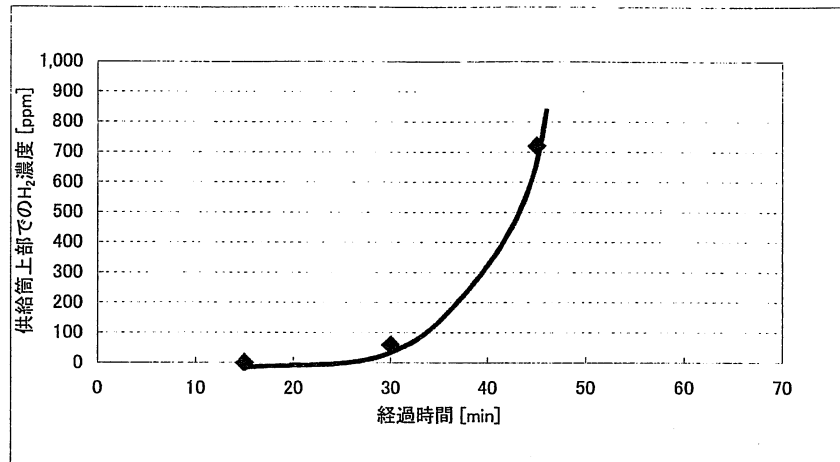


図4-15 供給筒ラボ実験結果 (炉内正圧条件)

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

事故発生当日(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

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 | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 系統 | | 1号炉 | 2号炉 | 1号炉 | 2号炉 | 1号炉 | 2号炉 |
| 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。

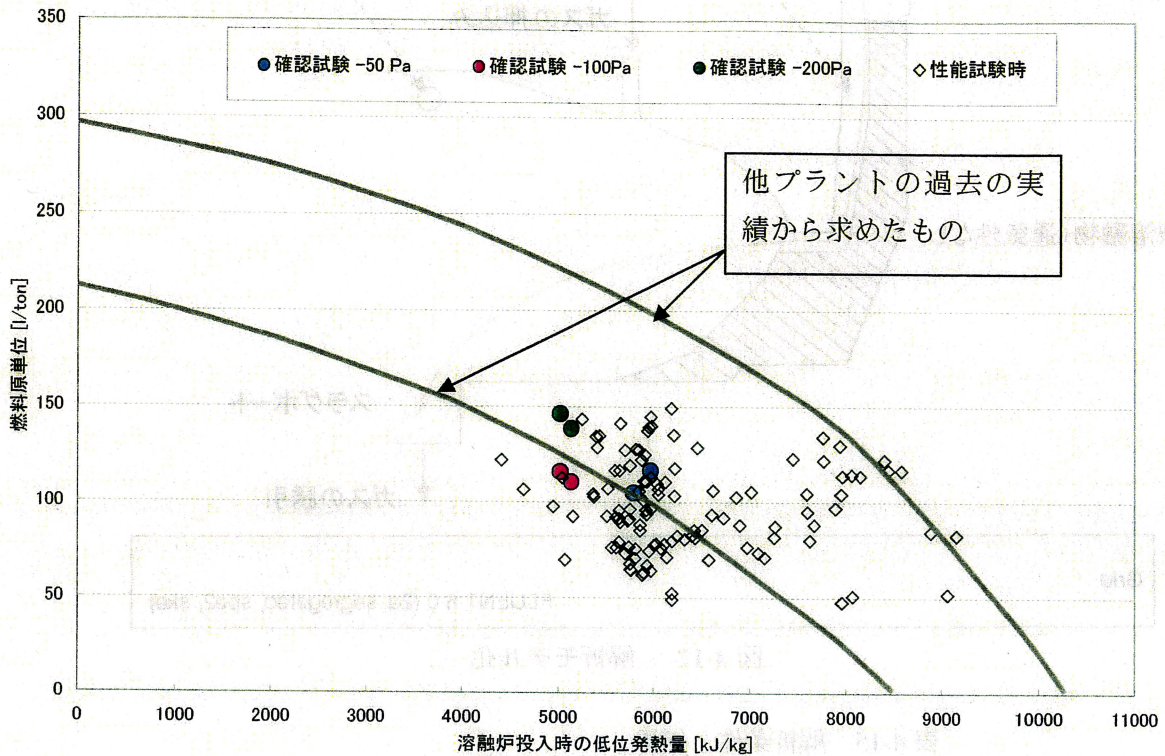


図 4-16 性能試験時と確認試験時の燃料原単位の比較

-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。

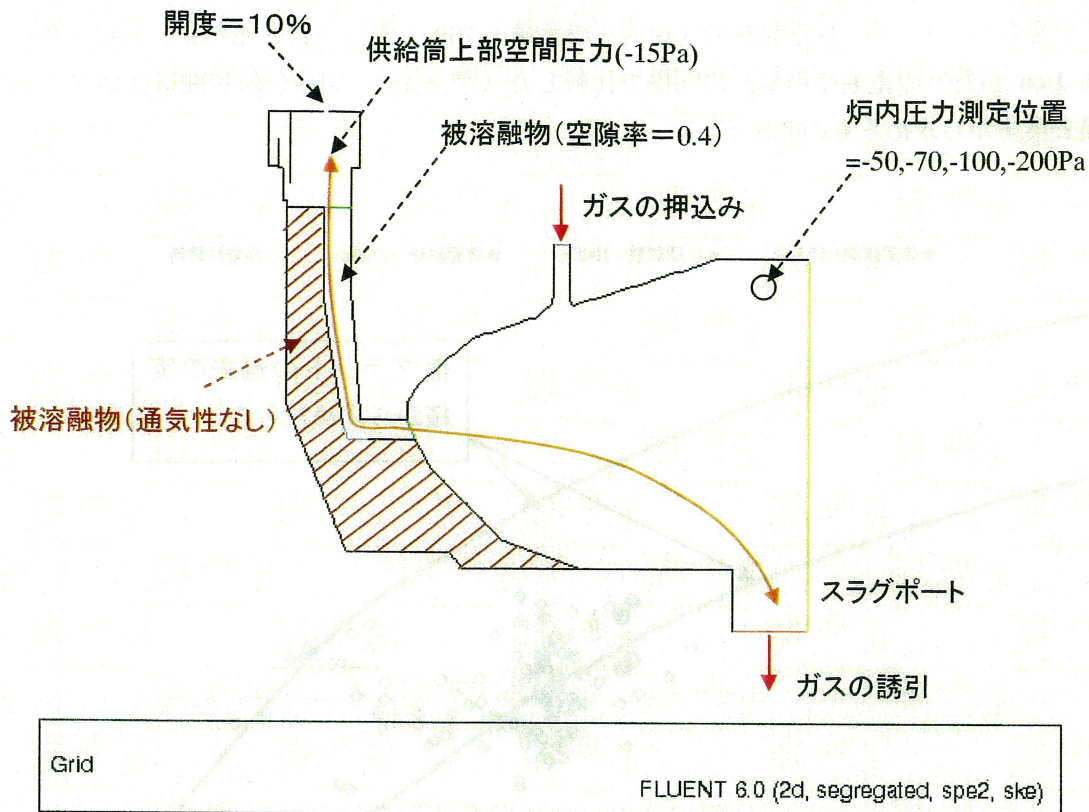


図 4-17 解析モデル化

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。

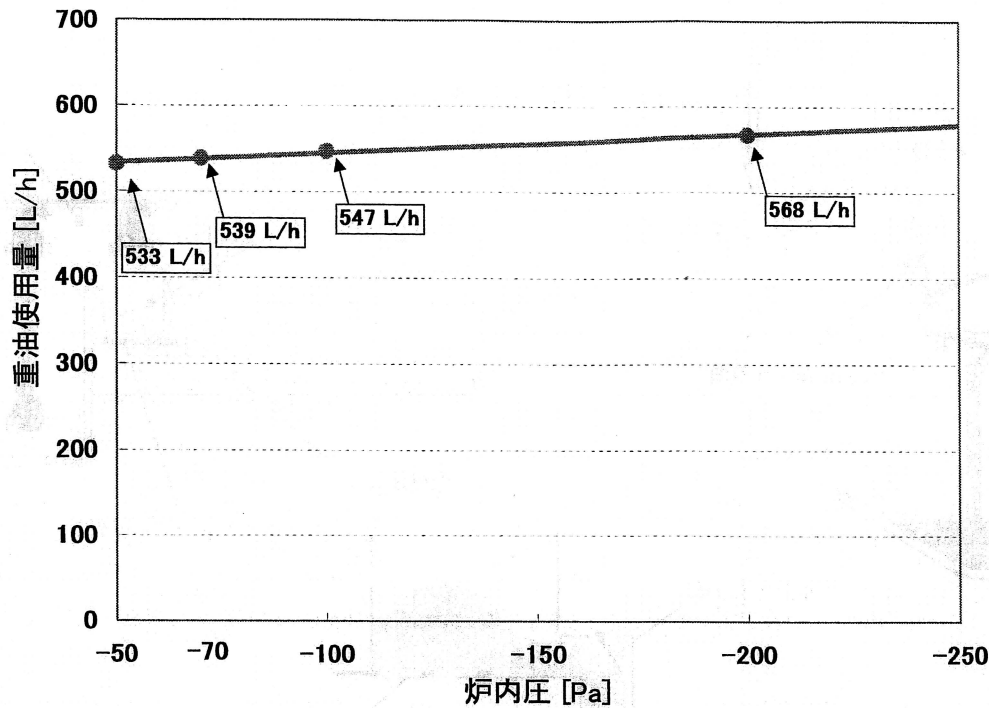


図 4-18 炉内圧と重油使用量

-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力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、燃烧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、スクリーフイーダで供給される。レーキはスクリーフイ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。ピット室は燃烧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。

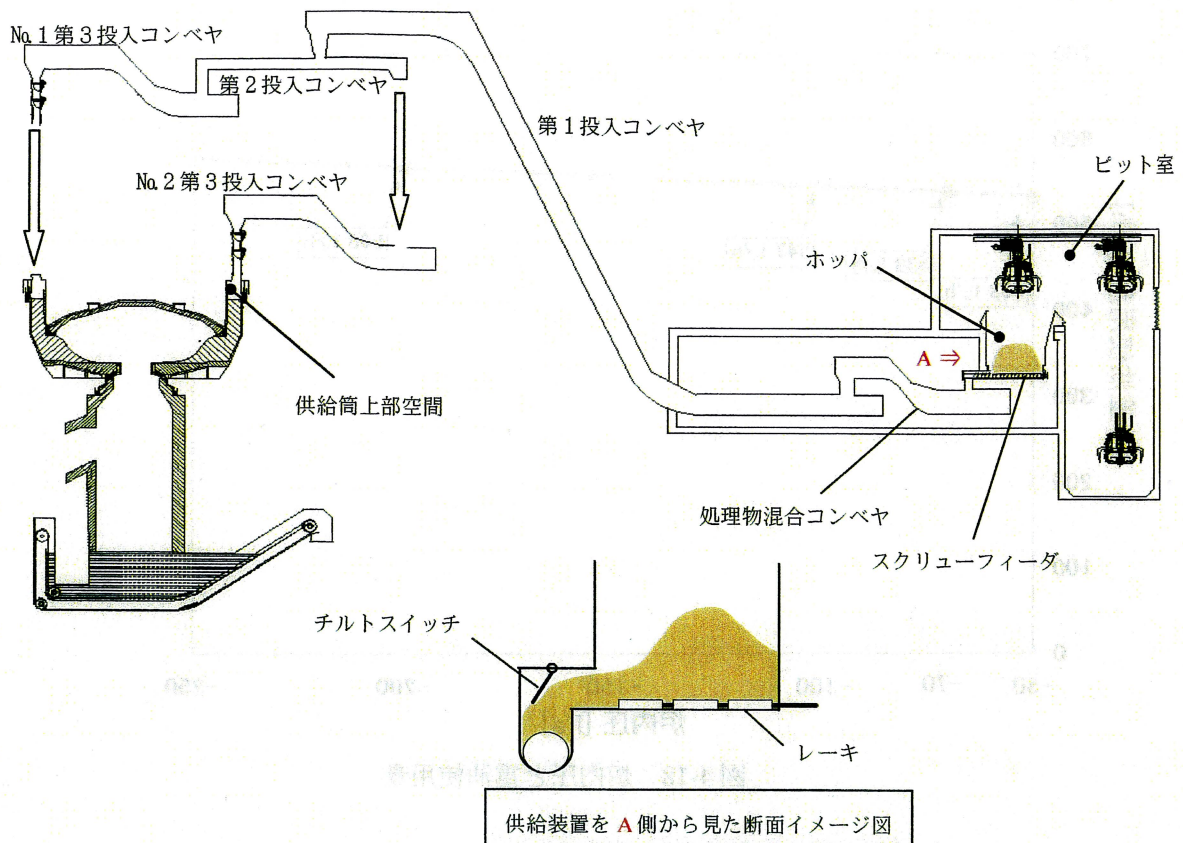


図 4-19 ピット室から供給筒までのイメージ図

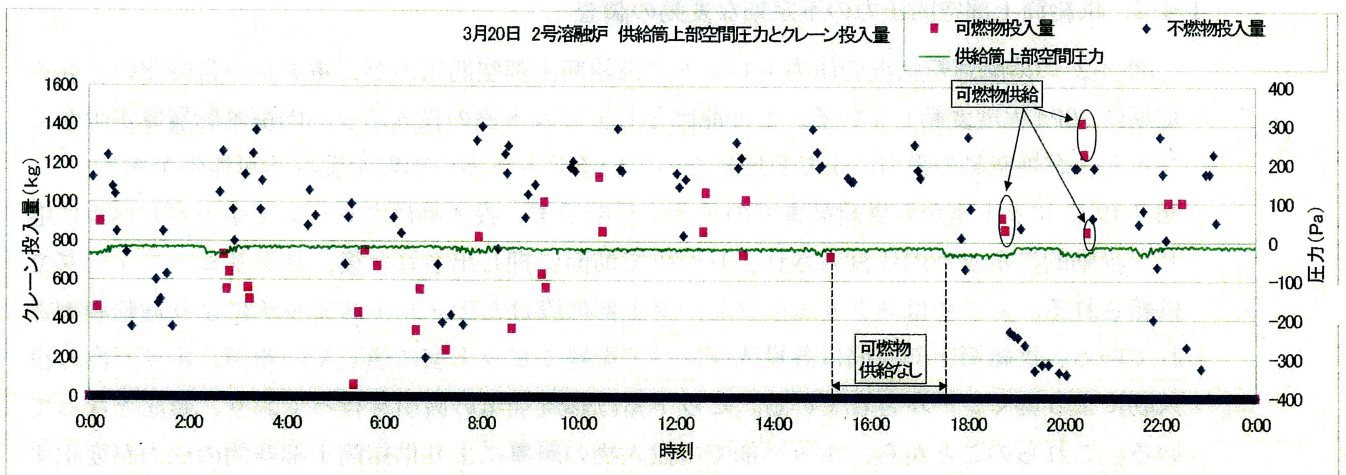


図 4-20 供給筒上部空間圧力とクレーン投入量の関係

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ーネットとして、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ーネットとして、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熔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

各熔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、熔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、各熔融炉投入コンベヤ内を吸引し換気する。

⑥熔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

熔融炉供給筒に可燃ガスや可燃性の粉じんが滞留して、熔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熔融炉天井での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)

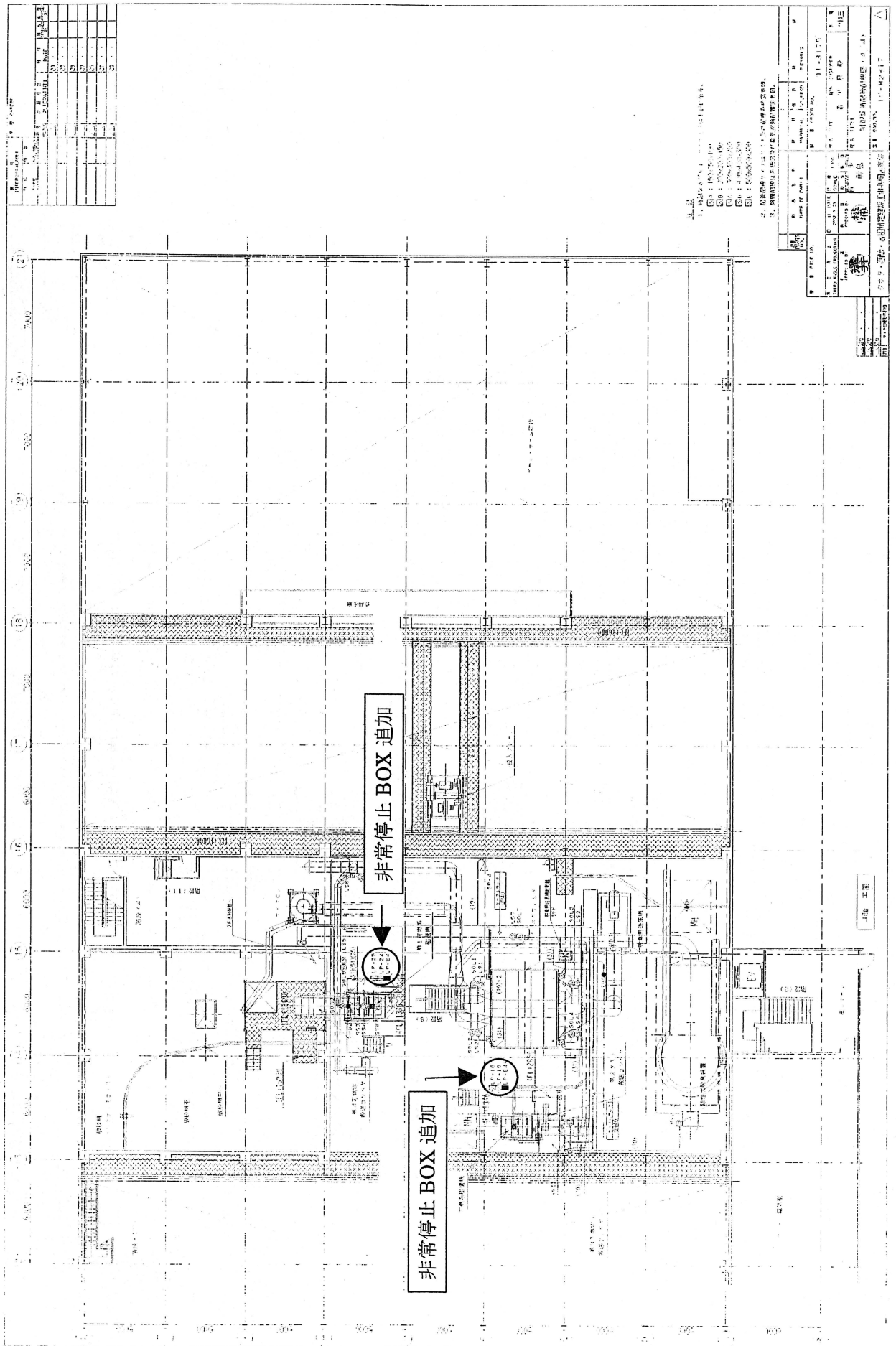
⑪ スラグ製砂工程の凝集沈殿槽、スラリータンクからの水素ガス発生による爆発対策

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 1



1. 図面内容
① 非常停止BOX
② 非常停止BOX
③ 非常停止BOX
④ 非常停止BOX

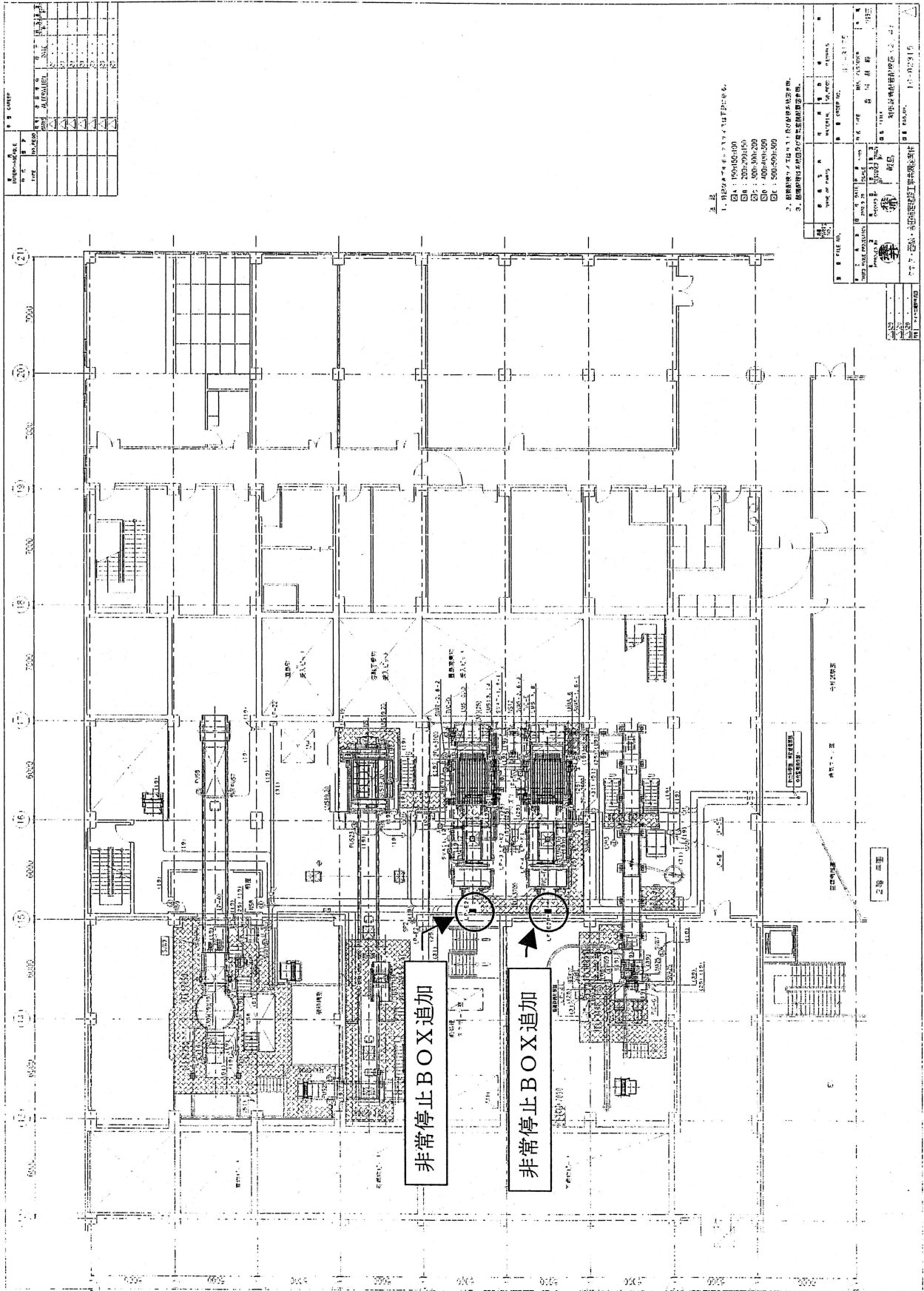
| シート番号 | 面積 (㎡) |
|-------|---------|
| 1-1 | 11.2117 |
| 1-2 | 11.2117 |
| 1-3 | 11.2117 |
| 1-4 | 11.2117 |
| 1-5 | 11.2117 |
| 1-6 | 11.2117 |
| 1-7 | 11.2117 |
| 1-8 | 11.2117 |
| 1-9 | 11.2117 |
| 1-10 | 11.2117 |
| 1-11 | 11.2117 |
| 1-12 | 11.2117 |
| 1-13 | 11.2117 |
| 1-14 | 11.2117 |
| 1-15 | 11.2117 |
| 1-16 | 11.2117 |
| 1-17 | 11.2117 |
| 1-18 | 11.2117 |
| 1-19 | 11.2117 |
| 1-20 | 11.2117 |
| 1-21 | 11.2117 |
| 1-22 | 11.2117 |
| 1-23 | 11.2117 |
| 1-24 | 11.2117 |
| 1-25 | 11.2117 |
| 1-26 | 11.2117 |
| 1-27 | 11.2117 |
| 1-28 | 11.2117 |
| 1-29 | 11.2117 |
| 1-30 | 11.2117 |
| 1-31 | 11.2117 |
| 1-32 | 11.2117 |
| 1-33 | 11.2117 |
| 1-34 | 11.2117 |
| 1-35 | 11.2117 |
| 1-36 | 11.2117 |
| 1-37 | 11.2117 |
| 1-38 | 11.2117 |
| 1-39 | 11.2117 |
| 1-40 | 11.2117 |
| 1-41 | 11.2117 |
| 1-42 | 11.2117 |
| 1-43 | 11.2117 |
| 1-44 | 11.2117 |
| 1-45 | 11.2117 |
| 1-46 | 11.2117 |
| 1-47 | 11.2117 |
| 1-48 | 11.2117 |
| 1-49 | 11.2117 |
| 1-50 | 11.2117 |

非常停止 BOX 追加

非常停止 BOX 追加

1/100

図面 2

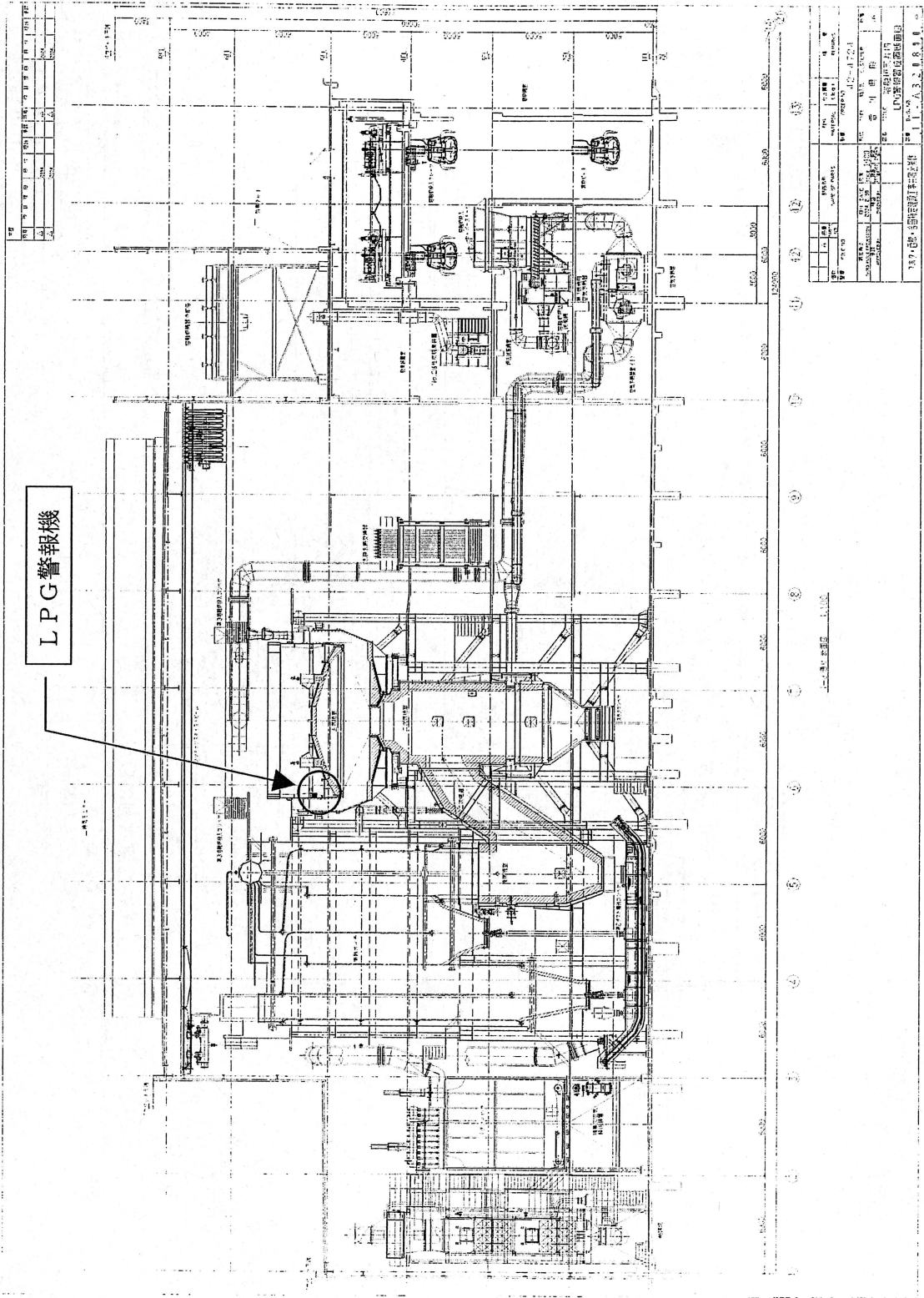


| 区画 | 用途 | 面積 | 備註 |
|----|-----|---------|----|
| 1 | 1F | 1000.00 | |
| 2 | 2F | 1000.00 | |
| 3 | 3F | 1000.00 | |
| 4 | 4F | 1000.00 | |
| 5 | 5F | 1000.00 | |
| 6 | 6F | 1000.00 | |
| 7 | 7F | 1000.00 | |
| 8 | 8F | 1000.00 | |
| 9 | 9F | 1000.00 | |
| 10 | 10F | 1000.00 | |
| 11 | 11F | 1000.00 | |
| 12 | 12F | 1000.00 | |
| 13 | 13F | 1000.00 | |
| 14 | 14F | 1000.00 | |
| 15 | 15F | 1000.00 | |
| 16 | 16F | 1000.00 | |
| 17 | 17F | 1000.00 | |
| 18 | 18F | 1000.00 | |
| 19 | 19F | 1000.00 | |
| 20 | 20F | 1000.00 | |
| 21 | 21F | 1000.00 | |

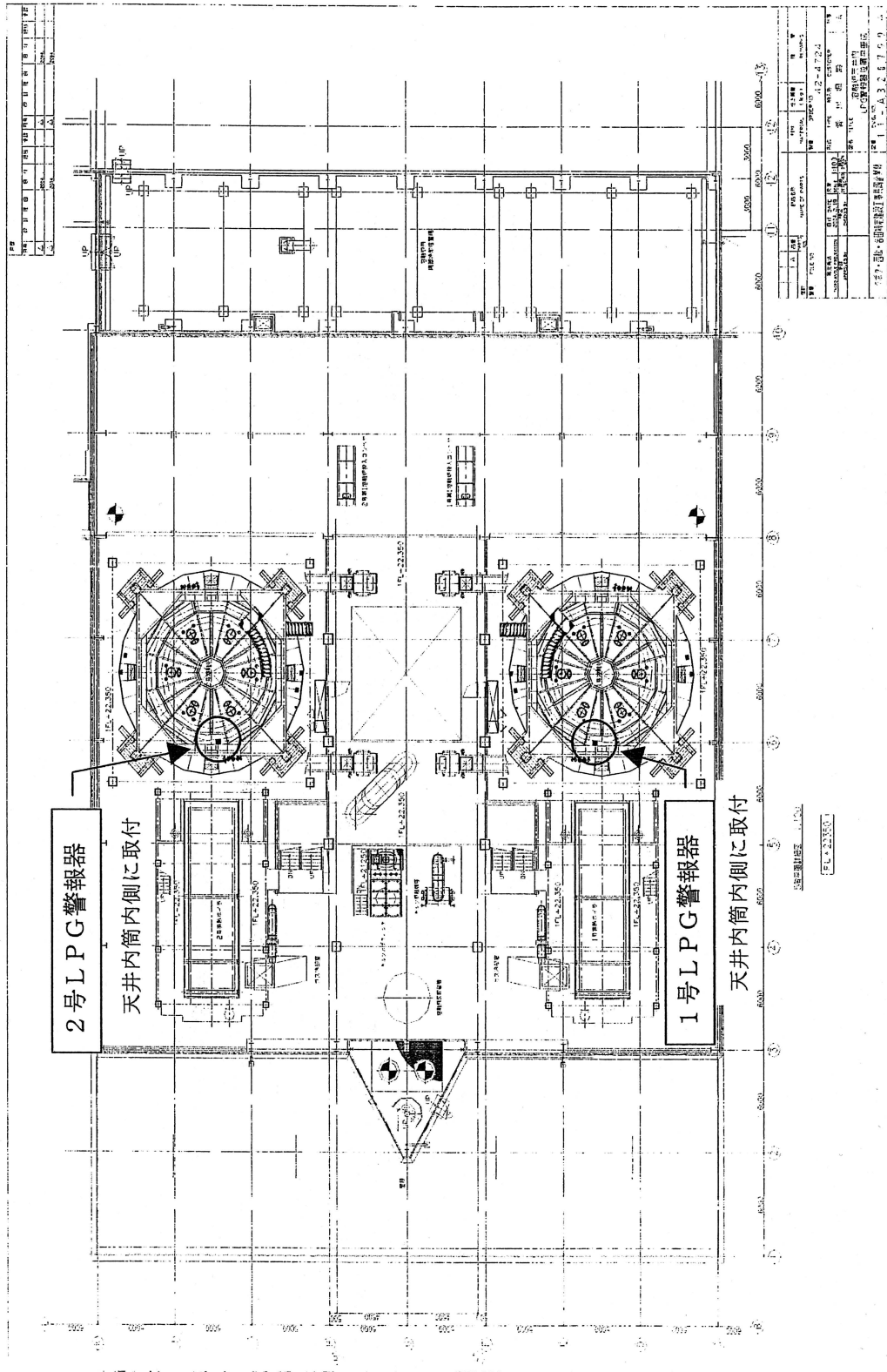
1. 1F 1000.00
 2. 2F 1000.00
 3. 3F 1000.00
 4. 4F 1000.00
 5. 5F 1000.00
 6. 6F 1000.00
 7. 7F 1000.00
 8. 8F 1000.00
 9. 9F 1000.00
 10. 10F 1000.00
 11. 11F 1000.00
 12. 12F 1000.00
 13. 13F 1000.00
 14. 14F 1000.00
 15. 15F 1000.00
 16. 16F 1000.00
 17. 17F 1000.00
 18. 18F 1000.00
 19. 19F 1000.00
 20. 20F 1000.00
 21. 21F 1000.00

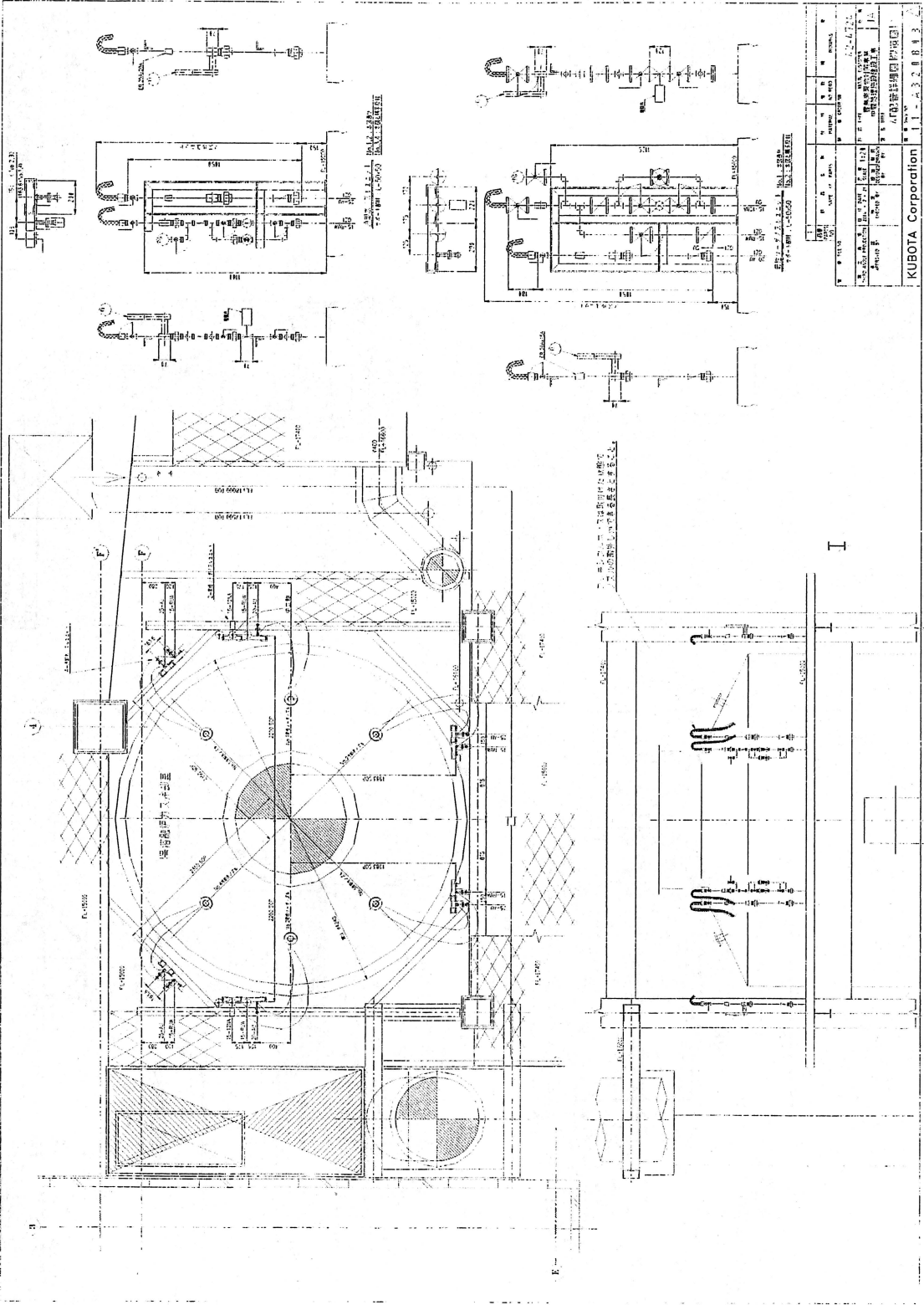
| 項目 | 内容 |
|----|-----|
| 1 | 1F |
| 2 | 2F |
| 3 | 3F |
| 4 | 4F |
| 5 | 5F |
| 6 | 6F |
| 7 | 7F |
| 8 | 8F |
| 9 | 9F |
| 10 | 10F |
| 11 | 11F |
| 12 | 12F |
| 13 | 13F |
| 14 | 14F |
| 15 | 15F |
| 16 | 16F |
| 17 | 17F |
| 18 | 18F |
| 19 | 19F |
| 20 | 20F |
| 21 | 21F |

図面 3



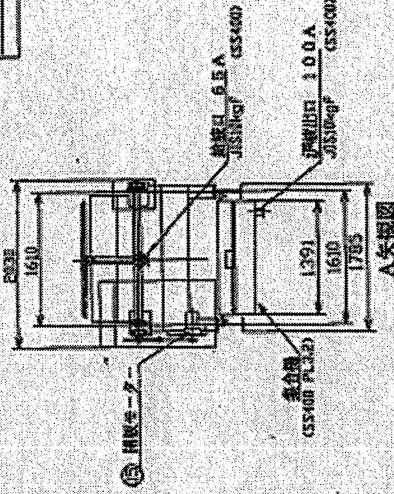
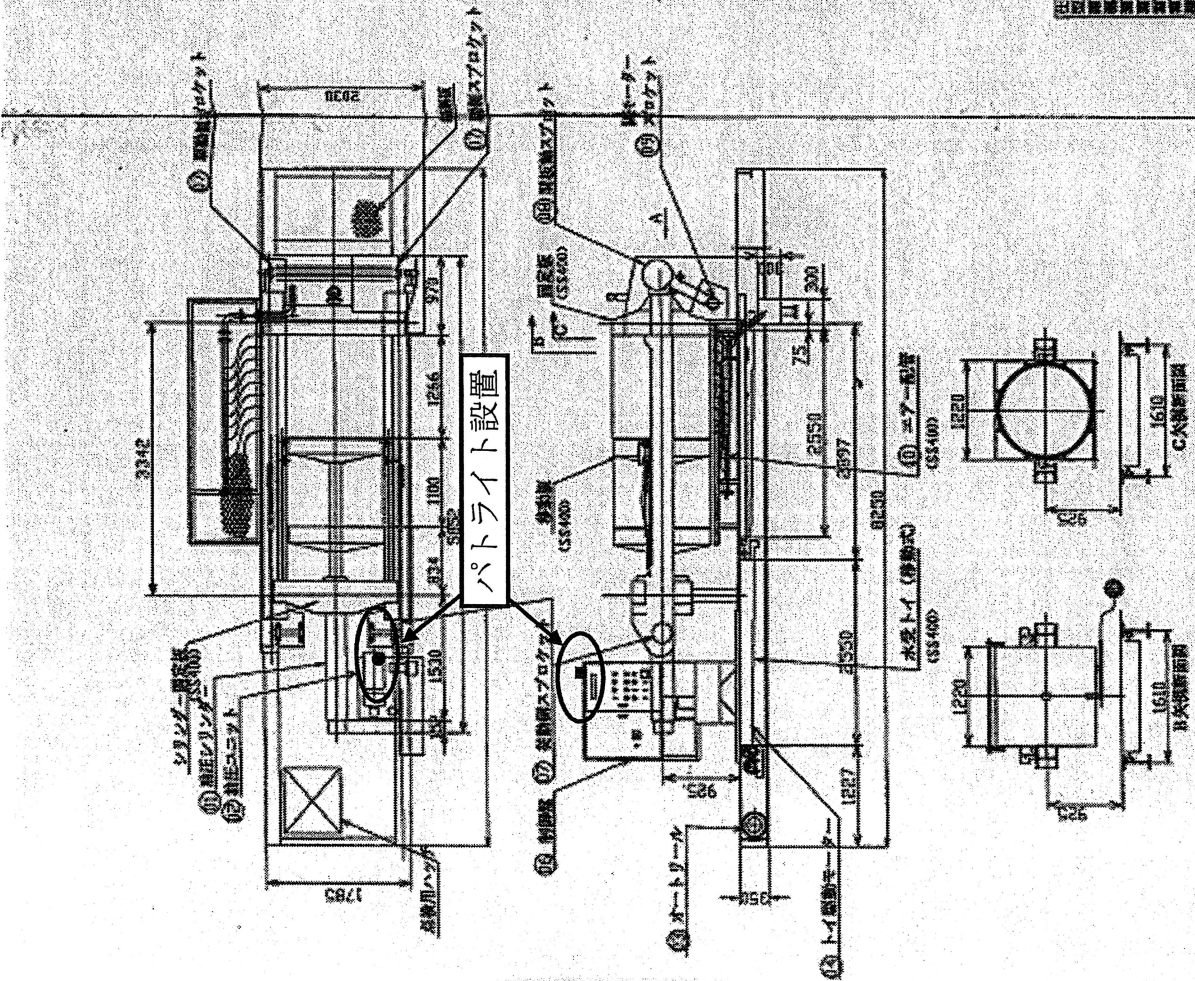
図面 4





| 番号 | 名称 | 仕様 | 数量 | 備考 |
|----|----------------|------------------|----|---------|
| 01 | 組立シリンダ | 200×140ST | 1 | 不二 |
| 02 | 組立モータ | 100LX5.5KW | 1 | 不二 |
| 03 | オートマールCSN-1DDR | | 1 | 特殊工業 |
| 04 | 組立モータ | 55-100A-0.4-1/10 | 1 | 7ヶ月前 |
| 05 | 組立モータ | 55-100B-0.4-1/10 | 1 | 3ヶ月前 |
| 06 | 制御盤 | | 1 | |
| 07 | スプリング | (図面参照2-調整用) | 4 | 880×297 |
| 08 | 組立スプリング | | 1 | 860×207 |
| 09 | 組立モータ | スプリング | 1 | 860×207 |
| 10 | エアー配管 | | 1 | SGF30A |

| 部品名 | 仕様 | 数量 | 備考 |
|----------------|------------------|----|----|
| 組立シリンダ | 200×140ST | 1 | |
| 組立モータ | 100LX5.5KW | 1 | |
| オートマールCSN-1DDR | | 1 | |
| 組立モータ | 55-100A-0.4-1/10 | 1 | |
| 組立モータ | 55-100B-0.4-1/10 | 1 | |
| 制御盤 | | 1 | |
| スプリング | (図面参照2-調整用) | 4 | |
| 組立スプリング | | 1 | |
| 組立モータ | スプリング | 1 | |
| エアー配管 | | 1 | |



| 項目 | 内容 | 単位 | 数量 | 備考 |
|----------------|------------------|----|----|----|
| 組立シリンダ | 200×140ST | | 1 | |
| 組立モータ | 100LX5.5KW | | 1 | |
| オートマールCSN-1DDR | | | 1 | |
| 組立モータ | 55-100A-0.4-1/10 | | 1 | |
| 組立モータ | 55-100B-0.4-1/10 | | 1 | |
| 制御盤 | | | 1 | |
| スプリング | (図面参照2-調整用) | | 4 | |
| 組立スプリング | | | 1 | |
| 組立モータ | スプリング | | 1 | |
| エアー配管 | | | 1 | |

| 項目 | 内容 |
|----------------|------------------|
| 組立シリンダ | 200×140ST |
| 組立モータ | 100LX5.5KW |
| オートマールCSN-1DDR | |
| 組立モータ | 55-100A-0.4-1/10 |
| 組立モータ | 55-100B-0.4-1/10 |
| 制御盤 | |
| スプリング | (図面参照2-調整用) |
| 組立スプリング | |
| 組立モータ | スプリング |
| エアー配管 | |

伊藤製作所 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③）

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) | 酸素 | 〃 | ○ |
| | | メタンガス | 〃 | ○ |
| | | 一酸化炭素 | 〃 | ○ |
| | | 硫化水素 | 〃 | ○ |
| | 特殊前処理室 | 酸素 | 〃 | ○ |
| | | メタンガス | 〃 | ○ |
| | | 一酸化炭素 | 〃 | ○ |
| | | 硫化水素 | 〃 | ○ |
| | 積込室 | 水素 | 〃 | ○ |
| | | 酸素 | 〃 | ○ |
| | | メタンガス | 〃 | ○ |
| | | 一酸化炭素 | 〃 | ○ |
| | 硫化水素 | 〃 | ○ | |
| | 水素 | 〃 | ○ | |
| | 酸素 | 〃 | ○ | |
| | メタンガス | 〃 | ○ | |
| 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 | ○ | |

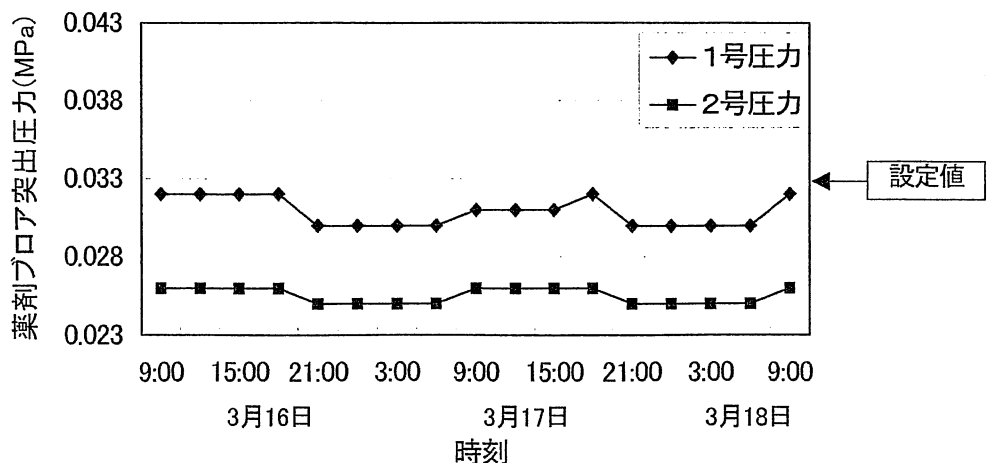


図 5-1 薬品ブロア突出圧力測定結果 (48 時間)

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;"> <div style="width: 25%; text-align: center;">調査・改善検討段階</div> <div style="width: 25%; text-align: center;">改善計画段階</div> <div style="width: 25%; text-align: center;">改善実施段階</div> <div style="width: 25%; text-align: center;">改善確認・審査段階</div> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 事故発生 | 再稼動 | 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 | 再稼動 | 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 | 再稼動 | 溶融炉及びひ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 | 調査結果をもとに調査対策報告書を作成し、事故対策検討会で検討・承認 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 設備改善計画と承認 | 対策向けの設備改善計画書を作成し、技術委員により検討・承認 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 設備改善工事 | 換気設備、ガスマモニタリング装置設置などの改善工事・試運転を実施 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 安全性 | 安全性再評価 | 事業全体を対象に、作業員や周辺環境などに對する安全性の再評価を実施 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 設備改善計画と承認 | 評価報告書を作成し、技術委員により検討・承認 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 設備改善工事 | 作業員負傷対策、環境影響対策などの改善工事・試運転を実施 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 確認試験 | 再稼動 | 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 | 再稼動 | 消防検査 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 技術委員会 | 再稼動 | 確認試験結果を審査し、運転再開を協議 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 処理開始 | 再稼動 | 運転を再開 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 25%;"> <p>検討会で承認</p> <p>作業員動作確認</p> <p>性能確認試験</p> <p>安全性確認試験</p> <p>追加シミュレーション</p> <p>許可</p> </div> <div style="width: 25%;"> <p>承認</p> <p>承認</p> </div> <div style="width: 25%;"> <p>技術アドバイザーの立会い確認</p> <p>技術委員会開催</p> <p>技術アドバイザーの了承</p> </div> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |