

平成 21 年 11 月 17 日
日本環境安全事業株式会社
北九州事業所

第 2 期処理施設プラズマ熔融分解設備 活性炭吸着塔の火災について

平成 21 年 8 月 8 日（土）13 時 24 分頃に、2 期処理施設内プラズマ分解炉室に設置しております活性炭吸着塔より火災が発生した件につきまして、原因と対策をまとめましたのでご報告致します。

1. 発生状況

平成 21 年 8 月 8 日（土）13 時 24 分頃、2 期施設プラズマ熔融分解炉ドラム缶投入室の排気処理用の活性炭吸着塔より火災が発生し（別紙－1）、消火器による初期消火により炎は直ぐに消し止め、119 番通報を行いました。

今回の火災による人的被害はなく、当該箇所以外への延焼はありません。また、PCB 等有害物の施設外への漏洩もありません。

災害発生後に実施した作業環境の測定結果を表 1 に示します。

表 1 作業環境測定結果

日 時		場 所	PCB 濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	備 考
8 月 8 日	15:30～17:45	プラズマ分解炉室内	<0.1	火災発生後
8 月 17 日	10:05～12:20	活性炭吸着塔内部	<0.1	活性炭吸着塔開放前
8 月 18 日	11:00～13:20	ドラム缶投入室内	0.3,0.7	ドラム缶投入室開放前

労働安全衛生法に基づく許容濃度：10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

8 月 4 日～11 日に実施しました周辺環境（大気）の測定結果を表 2 に示しますが、PCB、ダイオキシン類とも特に異常はありませんでした。

表 2 周辺環境（大気）測定結果

測定期間	測定項目		測定値	管理目標値
8 月 4 日～11 日	PCB	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.00029	0.5
	ダイオキシン類	pg-TEQ/ m^3	0.022	0.6

2. 発生原因について

自動運転から手動操作へ切り替えた際の操作マニュアルに不備があったため、手動操作による操作時に異常事態が発生した（別紙－２）。

- ①ドラム缶投入装置に不具合が発生し、ペール缶をプラズマ溶融分解炉へ押し込めない状態になった。
- ②そのため、気密ゲートを手動操作により閉止したが、プラズマ溶融分解炉の気密性を保つための気密ゲートの押し付け操作（※）を行っていなかったため、プラズマ溶融分解炉の高温のガスがドラム缶投入室へ逆流できる状態になった。
- （※）自動運転の場合は、この操作は自動で作動
- ③その後、ドラム缶投入室内の排気を制御する弁の操作を手動で行ったところ、弁の開閉操作を誤っていたため、ドラム缶投入室内が負圧になり、気密ゲートのすき間からプラズマ溶融分解炉の高温のガスがドラム缶投入室へ逆流した。
- ④ドラム缶投入室内のペール缶が加熱され内容物のビニールが熱分解し、可燃性ガスが発生し引火した。
- ⑤逆流した高温のガスにより、活性炭吸着塔内のスポンジに着火するとともに、活性炭吸着塔の塗装面に着火した。

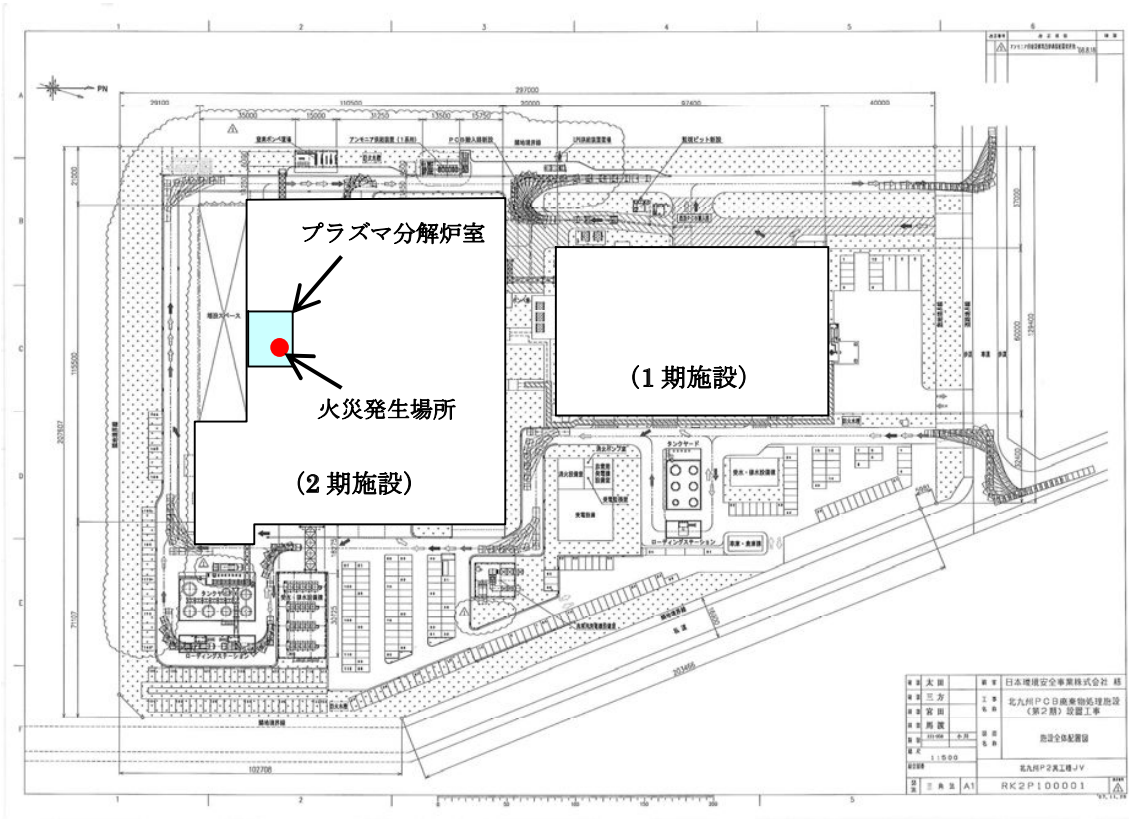
3. 対策について

手動操作の際に、安全側へ働く仕組みを追加するとともに、操作手順の徹底を図る（別紙－３）。

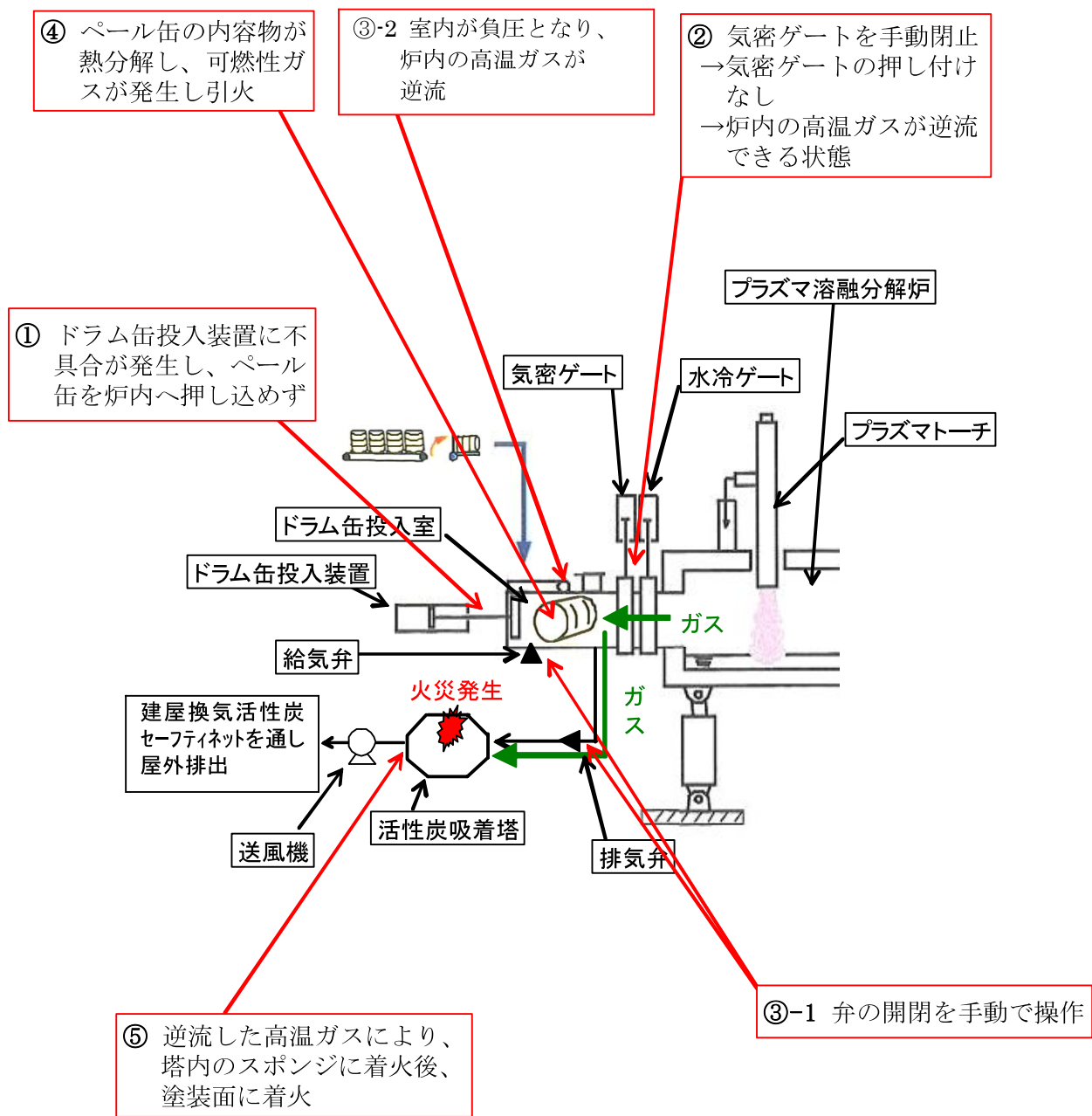
- ①ドラム缶投入室内の清掃が容易にできるようにする。
 - ②気密ゲートを手動で閉止操作する際に、気密ゲートを押しかける装置が同時に作動するようにする。
 - ③ドラム缶投入室内の排気を制御する弁の操作を手動で行う際に、ドラム缶投入室内が負圧になることがないような制御にする。
 - ④ドラム缶投入室に圧力計及び温度計を追加し、設定値を超過した場合には排気用の送風機を自動停止する。
 - ⑤活性炭吸着塔のスポンジの使用をやめる。
- 以上の手動操作のマニュアルを整備するとともに、この徹底を図る。

以上

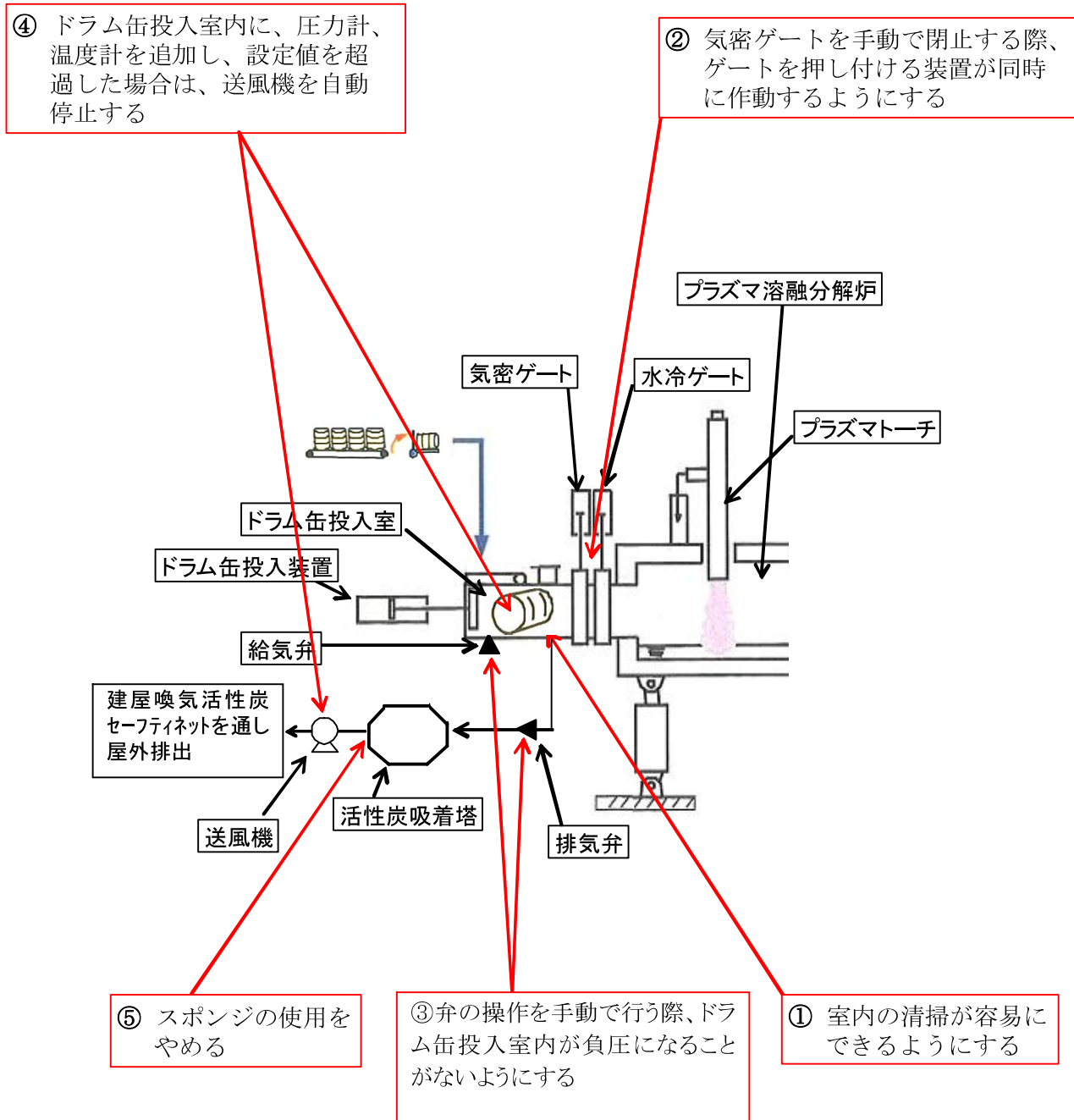
火災発生の場所



《 原 因 》



《 対 策 》



プラズマ分解炉室内での火災の原因と対策について

1. 火災の状況

1-1. 火災発生状況

平成 21 年 8 月 8 日(土)13 時 24 分頃、2 期施設プラズマ溶融分解設備ドラム缶投入室の排気処理用の活性炭吸着塔(1650mm×1260mm×高さ 1300mm、1 階プラズマ分解炉室内に設置)より火災が発生し、消火器による初期消火により炎は直ぐに消し止め、119 番通報を行った。

今回の火災による人的被害はなく、当該箇所以外への延焼はなかった。また、PCB 等有害物質の施設外への漏洩もなかった。

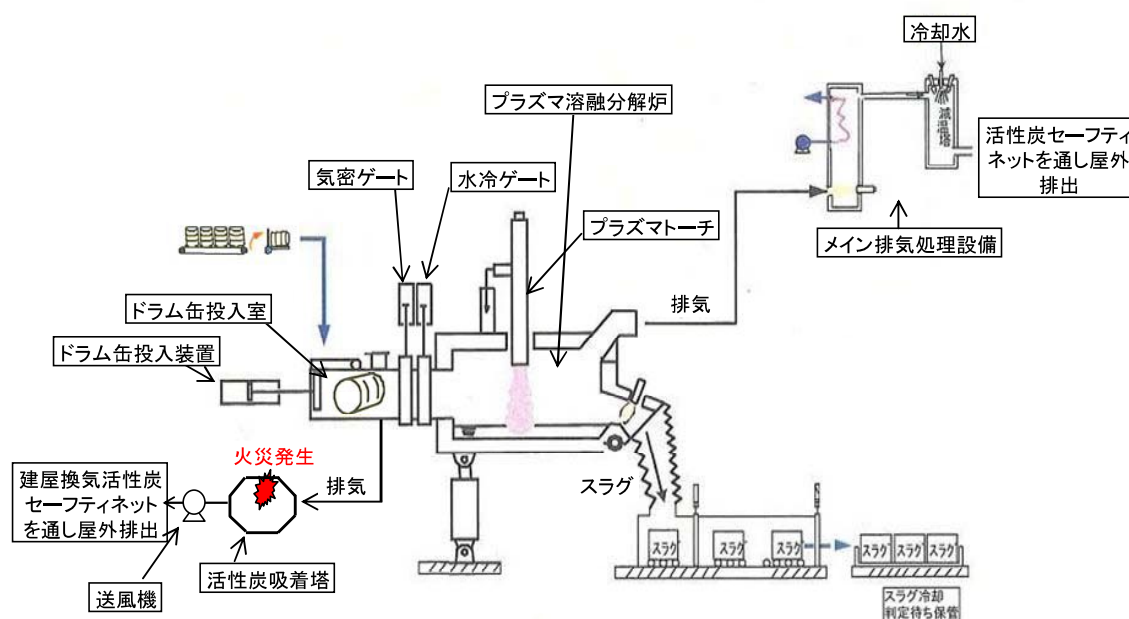


図 1-1 火災発生箇所のフロー図



図 1-2 活性炭吸着塔(ガス入口側)



図 1-3 活性炭吸着塔(ガス出口側)

1-2. 火災に至る当日の経緯

火災発生の経緯は以下の通りである。

- 1) 9:00 頃 施設内で発生した運転廃棄物のプラズマ溶融分解処理作業を開始
- 2) 9:02 ドラム缶投入装置に不具合(*)があり、プラズマトーチを消火
- 3) 9:03 プラズマ溶融分解炉の水冷ゲート及び気密ゲートを手動にて「閉」操作実施
- 4) 10:35 挿入ゲートを開き、ドラム缶投入室内を点検(ペール缶が留まっているのを確認)
- 5) 11:30 ドラム缶投入装置の不具合の手直しを完了し、挿入ゲートを閉止。
- 6) 12:17 処理再開に向けて、プラズマトーチを点火
- 7) 13:24 プラズマ分解炉室にある自火報が発報。プラズマ制御室より現場確認に向かう。
- 8) 13:27 現場にて炎を確認し、消火器により炎は消し止める。
- 9) 13:27 プラズマトーチを消火
- 10) 13:35 119番通報並びに所内緊急連絡通報開始
- 11) 13:50 公設消防到着
- 12) 14:05 公設消防により鎮火確認

(*)ドラム缶投入装置不具合については、別紙-2「ドラム缶投入室のプッシュャートラブルの状況と原因について」を参照。

2. 活性炭吸着塔及びドラム缶投入室等の開放点検結果

火災は活性炭吸着塔の外表面塗装が焼けたことによるが、外表面塗装着火の原因は機器内部にあると予想されたため、活性炭吸着塔の温度が自然冷却にて十分に下がるのを待って、8月20日(木)に北九州市消防局の立会の下で、活性炭吸着塔及びドラム缶投入室の開放点検を実施した。

2-1. 活性炭吸着塔の開放点検結果 (別紙-1「活性炭吸着塔の構造概要」)

①活性炭層の上部

蓋の裏のウレタンスポンジ及び塗装が焼け落ちていた(図2-1)。活性炭層はガス入口側の表層が若干落ち込んでいて、パンチングプレートの上端が覗いていた(図2-2)。



図 2-1 活性炭吸着塔の蓋(内面)



図 2-2 活性炭吸着塔の活性炭層上部

②活性炭層の入口部

活性炭層のガス入口側のパンチングプレートから約 10mm の部分は上から下まで白化していた(図 2-3)。白化炭は、新炭に比べ細かい粒の重量比率が大きくなっており、部分的に燃焼したものと考えられる。

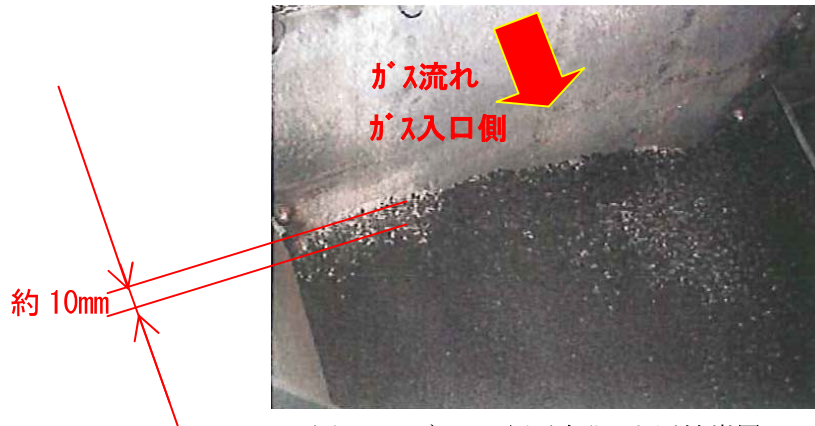


図 2-3 ガス入口側が白化した活性炭層

③活性炭吸着塔本体の内側

活性炭吸着塔の本体の内側は、上部は塗装が焼け落ち(図 2-4)、下部はほとんど焼けていなかった(図 2-5)。



図 2-4 ガス入口側上部 内面



図 2-5 ガス入口側下部 内面

2-2. ドラム缶投入室の開放点検結果

①ドラム缶投入室内の状況

ドラム缶投入室の内壁は特に異常はなかった(図 2-6)。ドラム缶投入室内に留まっていたペール缶(処理物)の表面塗装は炉に近い側が茶色く変色していたが、ペール缶そのものの溶損及び著しい熱変形はなかった(図 2-7)。

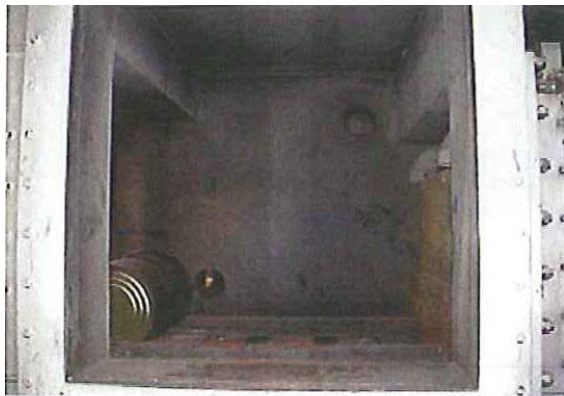


図 2-6 ドラム缶投入室内の状況



図 2-7 ドラム缶投入室内のペール缶

②ペール缶の蓋周辺

ペール缶の蓋のポリエチレン製のプラスチック栓が無くなっており(図 2-8)、蓋の下部の底板上に液のにじみ痕や樹脂状の塊があった(図 2-9)。



図 2-8 ドラム缶の蓋



図 2-9 蓋下部の樹脂状の塊

③ペール缶の内容物

蓋の栓付近では黒く炭化物が見られた(図 2-10)。ペール缶の内容物は溶けて内壁に付着していた(図 2-11)。4つの部位からサンプルを採取し分析した結果、内容物はニトリルゴム、ポリスチレン、ポリエチレン樹脂であり、内容物が熱分解する温度である約 400℃以上に加熱されていたことがわかった。



図 2-10 ペール缶の蓋開口から覗く炭化物



図 2-11 ペール缶の内容物とサンプリング箇所

2-3. フレキシブルホースの内部点検結果

フレキシブルホースの内面には、ほぼ均一に黒色の煤(すす)が付着していた(図 2-12)。すすの成分分析をした結果、塩化ビニルやポリスチレンの可塑剤成分であるフタル酸エステルが検出されたことから、ペール缶の内容物が熱分解して発生した物質がドラム缶投入室からフレキシブルホースまで到達していたことがわかった。



図 2-12 傾動吸収フレキ内面

3. 活性炭の分析結果

活性炭層の 24 箇所からサンプルを採取し分析を行なったところ、活性炭に大量の有機物・無機物が吸着されていないことから活性炭の発火点低下は生じていなかったことがわかった。また、吸着性能の低下はなかった。

ドラム缶投入室のペール缶内容物が熱分解して発生した物質が、ガス入口側パンチングプレートの付着物及び活性炭の微量吸着物に検出されたことから、活性炭吸着塔まで到達したことがわかった。

4. 活性炭吸着塔の着火原因

4-1. 分解炉からドラム缶投入室への高温ガスの逆流

火災当日の運転記録より、午前中に発生したドラム缶投入室の不具合の処置を終了した 11:30 から火災が発生した 13:24 頃までの約2時間、ドラム缶投入室が閉め切りで吸引ファンが稼動状態になっていたことがわかった(図 2-13)。

また、気密ゲートの押し付けシリンダが作動しておらず、気密ゲートと壁の間に約 1mm の隙間が開いていたことがわかった。

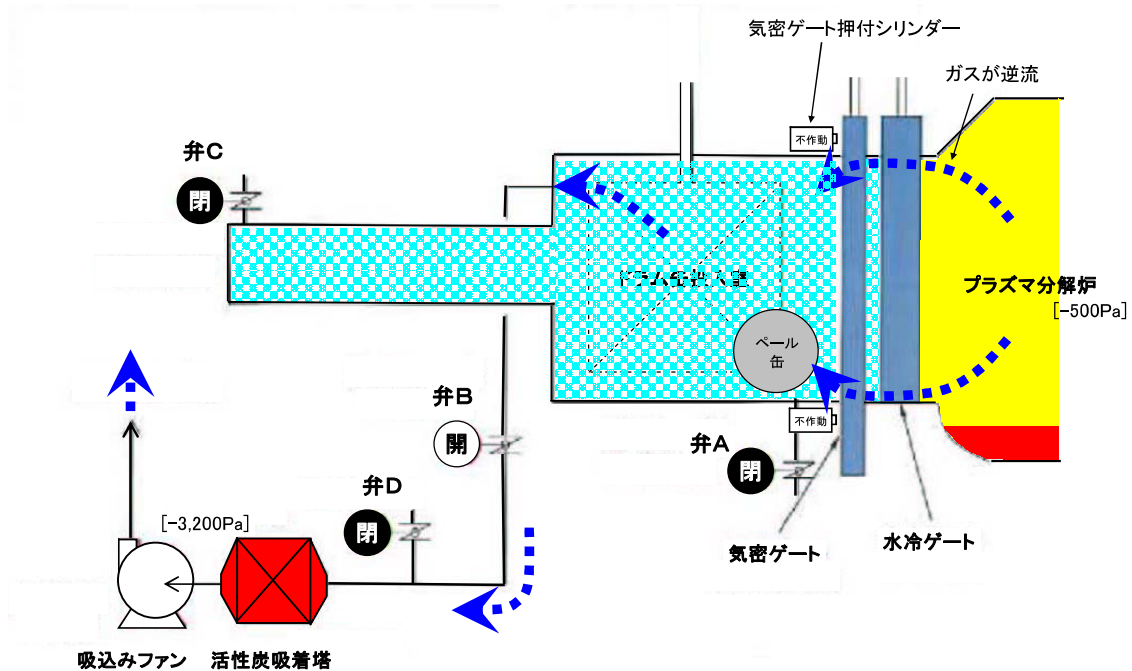


図 2-13 火災発生直前のドラム缶投入室のガスの流れ

上記の条件下でのガスの流れを解析したところ、約 280m³/hr 程度の風量でプラズマ分解炉内のガスがドラム缶投入室に逆流し、さらに活性炭吸着塔へ流入していたことがわかった。

4-2. 活性炭吸着塔の入口温度について

ドラム缶投入室内の温度を約 400℃、風量を約 280m³/hr として、活性炭吸着塔に到達するガス温度を推算したところ、逆流が発生して約 1 時間後には 260℃に到達することがわかった。

4-3. 活性炭吸着塔内の部材の着火について

①活性炭吸着塔着火の部位について

ポリウレタンスポンジについて発火点試験を行ったところ 340～355℃であり、活性炭吸着塔内の使用部材の中では最も発火点が高いことから、活性炭吸着塔の上部に設置したポリウレタンスポンジが最初に着火したものと推定される。

②活性炭吸着塔外面塗装着火の熱源について

ポリウレタンスポンジの着火源について検討したところ、分解炉ガスの逆流により 260℃に加熱された後

に、ペール缶の内容物の燃焼熱が加われば、ポリウレタンスポンジの発火点である 340～355℃に到達することがわかった。

また、活性炭吸着塔の外表面塗装の着火源について検討したところ、活性炭吸着塔内のポリウレタンスポンジと内面塗装の燃焼熱で外表面塗装(ポリウレタン塗料)の発火温度である 370℃に到達することがわかった。

4-4. 火災発生までの経緯

以上から、活性炭吸着塔の火災は以下のような経緯で発生したと推定される。

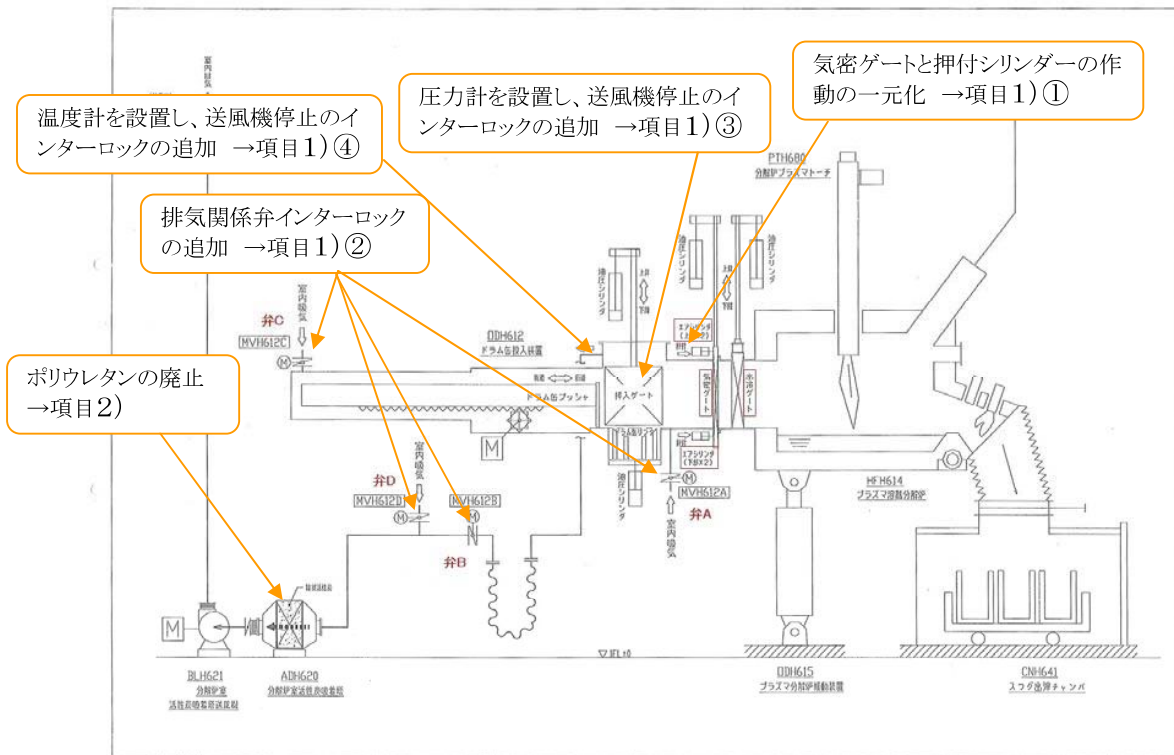
- 1) 9:00 頃から運転廃棄物のプラズマ溶融分解処理作業を開始したが、ドラム缶投入装置に不具合が発生し、ペール缶(運転廃棄物)を分解炉内に投入できなかったため、9:03 に分解炉の水冷ゲート及び気密ゲートを手動操作にて閉止した。
その際、本来は気密ゲートの気密性を保つために、気密ゲートの「押し付けシリンダ」を作動させなければならなかったが、それを行っていなかった。
- 2) 9:31 ドラム缶投入室内の点検に先立ち、ドラム缶投入室の換気を行うため、排気ラインの弁をプラズマ制御室より手動にて操作し、弁 B を「開」、弁 D を「閉」とした。(図 2-13)
(その際、弁 A 又は弁 C を「開」とすべきであったが、それを行っていなかった。)
- 3) 10:35 挿入ゲートを開いてドラム缶投入室内の点検を行い、ドラム缶投入装置の不具合の手直しを完了後、11:30 に挿入ゲートを閉止した。この時弁 B が「開」、弁 A、C、D が「閉」のままであったため、ドラム缶投入室内の圧力が低下し、分解炉側よりガスが逆流した。(分解炉内のガス温度は約 1,000℃)
- 4) ドラム缶投入室内の運転廃棄物(ビニール等)が入ったペール缶が加熱され、ペール缶の内容物が熱分解し、可燃性ガスが発生した。
- 5) 12:17 プラズマトーチを点火し、ドラム缶投入室内の温度が更に上昇し、ペール缶内の残留物が発火し、可燃性ガスに引火した。
- 6) 逆流した高温のガスの顕熱及びペール缶内容物の燃焼熱により、活性炭吸着塔内上部のスポンジ(ポリウレタンフォーム)に着火した。
- 7) 活性炭吸着塔内面の塗装に引火し、外表面の塗装に着火した。

5. 対策

以下の設備およびシステム改造を行う(図 2-14)。

- 1) 分解炉からドラム缶投入室へ高温のガスが逆流することを防止するために、次の対策を実施する。
 - ① 気密ゲートを手動操作する場合でも、押し付けシリンダが気密ゲートと連動して動作するように、操作回路を改造する。
 - ② 排気ラインの弁操作を手動で行っても、ドラム缶投入室内が負圧にならないようなインターロックを追加する。
 - ③ ドラム缶投入室に圧力計を追加し、ドラム缶投入室内の圧力が分解炉内の圧力よりも下がった場合に、排気ラインのファンを自動停止する。
 - ④ ドラム缶等入室の排気温度を測定するための温度計を追加し、温度が設定値以上になった場合に、排気ラインのファンを自動停止する。

- 2) 活性炭吸着塔の復旧に当たり、可燃物を極力使わないようするために、蓋裏のポリウレタンの使用をやめる。
- 3) 非定常作業時の作業標準の整備を行い、運転員のOJT教育を実施する。



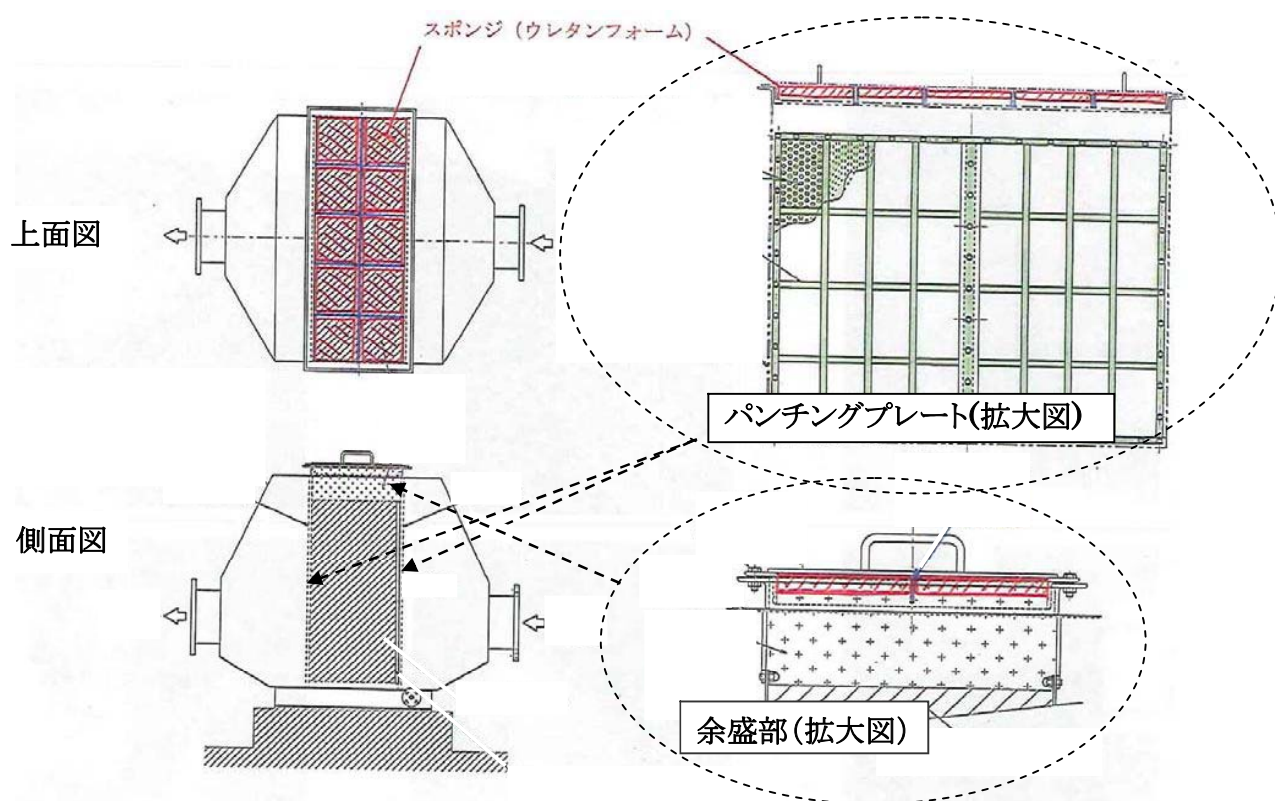
活性炭吸着塔の構造概要

活性炭吸着塔の内部構造は、以下の通り。

活性炭は、通気のためのパンチングプレートによって挟まれ、充填されている。

通気部分より上部にも余盛り充填され、更に蓋の裏に付けたウレタンスポンジ(t=30mm)で押し付けられることで、ガスのショートパスを防いでいる。

内外面ともに、ポリウレタン塗料による塗装を施している。

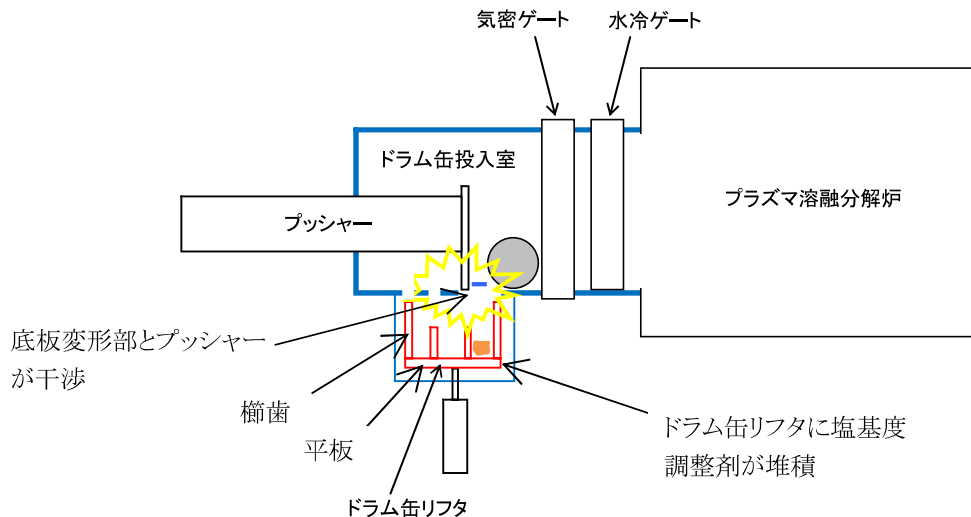


以上

ドラム缶投入室のプッシャートラブルの状況と原因について

1. トラブルの状況

8月8日午前中の点検の結果、ドラム缶投入室の底板が上方向に曲がっており、プッシャー前方の押し付け板の下部がドラム缶投入室の底板と干渉していたことが判明したため、ハンマリングにて曲がりを修理した。



2. トラブルの原因

開放点検の結果、ドラム缶リフタの平板上に多量の粉が堆積しており、リフタが上昇する際に、粉の高さ分だけドラム缶投入室の底板を押し上げたことがわかった(*)。

粉が堆積した原因は、分解炉内に舞い上がっている塩基度調整剤(砂と石灰石)が、ドラム缶投入時にドラム缶投入室内まで舞い戻り、底板の開口部からドラム缶リフタの収納部の平板上に少しずつ落下し、運転継続に従い堆積量が増加したものと考えられる。

(*)ドラム缶リフタは、ドラム缶をドラム缶投入室に搬入する時にドラム缶を荷降ろしするための装置で、ドラム缶投入室の底板の開口部をリフタの櫛歯が突き抜けてドラム缶を持ち上げるような仕組みになっている。

以上