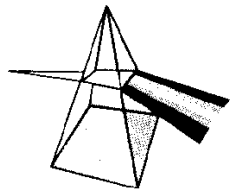


【技術報告】



アスファルト固化処理施設の火災爆発 事故における爆発原因の検討

大森 栄一 鈴木 弘 加藤 良幸
北谷 文人* 小杉 一正* 菊地 直樹**

アスファルト固化処理施設火災・爆発事故原因究明・再発防止対策班

*東海事業所 核燃料技術開発部
**東海事業所 再処理工場工務部

資料番号：107-4

Causal Study of the Explosion in the Fire and Explosion
Incident at the Bituminization Demonstration Facility

Eiichi OMORI Hiroshi SUZUKI Yoshiyuki KATO
Fumito KITATANI* Kazumasa KOSUGI* Naoki KIKUCHI**

Investigation Group for Bituminization Demonstration Facility Incident
*Nuclear Fuel Technology Development Division, Tokai Works
**Technical Service Division, Tokai Reprocessing Plant, Tokai Works

1997年（平成9）3月11日に発生したアスファルト固化処理施設の火災爆発事故では、午前10時頃に発生した火災の後、同日夜8時頃に爆発が発生した。この爆発により施設の窓や扉等が破損して開口部ができ、施設の閉じ込め機能が失われた。事故後、施設内被害状況や運転記録の調査を行い、各種試験、解析を実施し爆発原因の検討を行った。その結果、火災時の水噴霧が不十分でドラム内部のアスファルトが酸素不足の室内で可燃性ガスを発生したこと、換気フィルタの閉塞による換気不足により可燃性ガスが室内に滞留したこと、その後、槽類換気系からの押し出し空気により酸素が供給されたこと、加熱したドラムの自然発火により可燃性ガスと空気の混合気体に着火したことが火災後に爆発を生じた原因である可能性が高いものと評価した。

The explosion occurred about 10 hours after the fire at the Bituminization Demonstration Facility (BDF) in the Tokai Reprocessing Plant (TRP) of Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation (PNC) on March 11, 1997. We have investigated the cause of the explosion through facility observations, evaluation of operation records, experiments and analysis. From the results of the investigation, the cause of the explosion is considered to have been as follows. After insufficient spraying of water during the fire fighting, the bitumen mixture in the drums released in flammable gases into a low oxygen atmosphere. The in flammable gases could not be vented due to clogging of the filter and so gradually mixed with the air that reversed out from the outlet of the vessel ventilation system. The premixed gases were ignited by self-ignition of another heated drum.

キーワード

アスファルト固化、爆発、事故、原因、ガス爆発、可燃性ガス

Explosion, Incident, Bituminization Facility, Flammable Gas, Premixed Gas, Ignition, Gas Explosion

1. はじめに

アスファルト固化処理施設では、1997年（平成9）3月11日の午前10時頃に起きた火災の後、同日20時頃に爆発が生じた。ここでは、火災の後に爆発が生じた原因について、検討した内容及びその結果について報告する。報告内容は以下のとおりである。

- ① 事故の概要
- ② 爆発原因究明上重要と考えられる過去の知見
- ③ 運転記録等の検討

- ④ 施設内状況調査結果の検討
- ⑤ 爆発原因の検討

2. 事故の概要

1997年（平成9）3月11日10時6分頃、アスファルト充てん室（以下、充てん室）内のアスファルト固化体（以下、固化体）に火災が発生した。10時12分頃から約1分間の水噴霧による消火作業を行った後、10時13分頃に、セル換気系排気フィルタの目詰まりによると考えられる換気系異

常警報が吹鳴し、建家換気系は給気系、排気系とも排風機1台ずつ運転する制限運転（通常は2台ずつ運転）となった。10時23分頃に、建家内負圧バランスの乱れによる汚染拡大の恐れがあるため、セル換気系及び建家換気系は全停止された。

20時4分頃に起こった爆発により、アスファルト固化処理施設の窓、シャッタ等が破損して開口部ができ、施設の閉じ込め機能が失われた。同時に火災が発生し、2～3時間程度燃焼した後に自然鎮火した模様である。

3. 原因究明上重要と考えられる過去の知見等

爆発原因究明のため、動燃事業団において過去に行った試験で得られた知見や設計情報等を調査した。その結果、今回の事故に関連があると考えられるものを以下に示す。

- ① ドラムに収納したアスファルト模擬固化体が燃焼した場合、火災の大きさは火災底部で直径0.6m、高さ3.5～4.0mとなり、燃焼速度は3.59 kg/minであった。固化体内部温度は底部付近で1,000℃を上回った（図1）。また、ドラム上面には灰が山状に盛りあがった¹⁾。
- ② 水噴霧消火実験では実設備と同様の降水量で消炎したが、消火と同時に多量の煙を発生した。また、この水量で数分間放水しても固化体内部は冷却できず、放水停止直後に再度炎上した（図1）¹⁾。
- ③ CO₂消火実験ではCO₂濃度：24～28%（酸素濃度：10～12%）で消炎したが、CO₂濃度が低下すると再度炎上した¹⁾。
- ④ 模擬混合物の示差熱分析では、不活性雰囲気でも380～400℃付近で発熱ピークが認められた（図2）²⁾。
- ⑤ 充てん室の通常の換気は、室内容積約530m³に対して約11,300m³/hで行われており、1時間20回以上の割合で行われていた。充てん室の排気口は200mm×700mmのものが室内上部に3カ

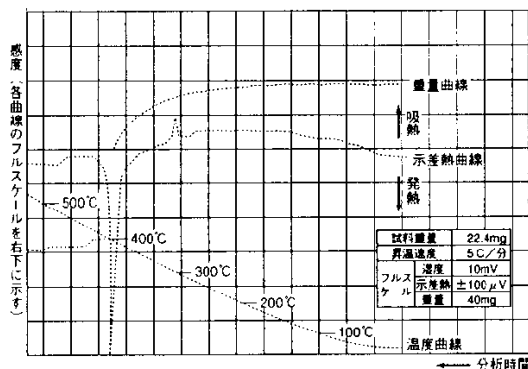


図2 硝酸ナトリウムアスファルト混合物の示差熱分析結果（アルゴン雰囲気）

所、隣室のエクストルーダ室も同じ3カ所の排気口が室内上部にあり、両排気口は700mm×700mmの排気ダクトでつながっている。また、エクストルーダ室の室内容積は約90m³であり、充てん室の約1/6の大きさである。

- ⑥ 充てん室とエクストルーダ室との間の仕切り板（シーリングウォール）は、パッキンにより気密をとっていた。充てん室と保守作業室との間の天井ハッチ（リムーバブルーフ）は自転車により設置されていた。
- ⑦ カスク保管室内には充てん室保守作業用のグリーンハウスが常設されており、紙、ビニール等の可燃物が置かれていた。

4. 運転記録等の検討

各種の運転記録、運転員の証言等から以下のことがいえる。

4.1 火災発生時の対応

10時6分頃に1本のドラムが炎上し、その数10秒後には窓から見えるすべてのドラムが炎上していたが、10時10分頃には室内に煙が充満しており火柱らしきものは見えなかった。また、水噴霧は

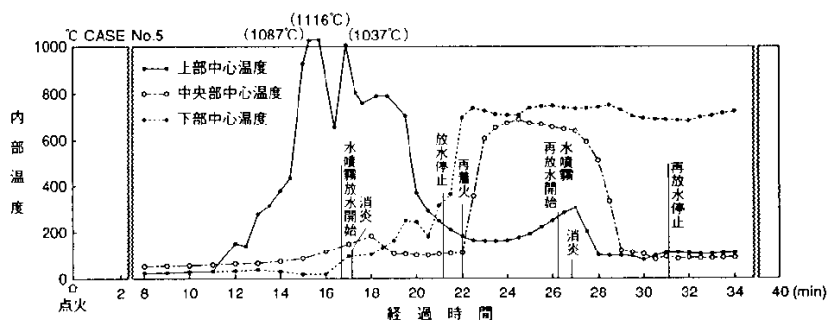


図1 模擬アスファルト固化体燃焼・消火実験でのドラム内部温度

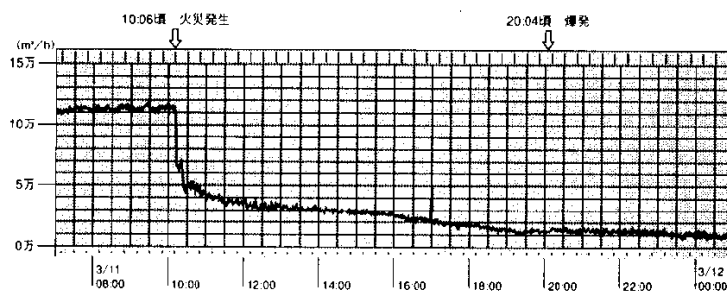


図3 第1付属排気筒流量計の記録

10時12分頃より約1分間行った。

4.2 換気系の状況

- ① 最初の火災の水噴霧後の10時18分頃、セル換気系排風機出口ダンパが閉止し、送風機1台と建家換気系排風機1台の制限運転となっていた。

これは、最初の火災及び水噴霧消火に伴う煤や水蒸気によりセル換気系排気フィルタに目詰まりを生じ、排気風量が低下したためと考えられる。

- ② 10時23分頃、施設内の負圧バランスの乱れによる汚染拡大を防止するため、建家換気系の送風機及び排風機をすべて停止した。一方、槽類換気系の排風機の運転はその後継続され、約100m³/hで換気された。

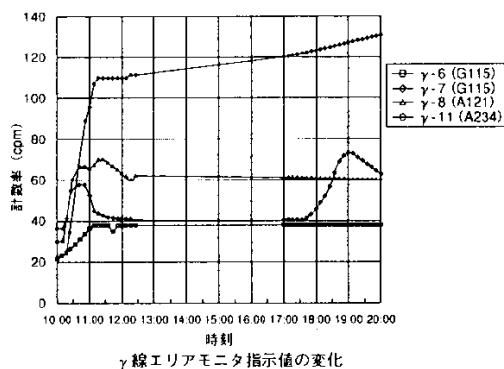
このため、最初の火災・水噴霧後爆発発生まで、充てん室を含む施設内全室の通常の換気が行われなかった状態となった。

- ③ 17時頃にセル換気系排風機3台のうち1台を再起動させ、続いて建家換気系排風機1台を起動させた。その30秒～1分後、セル換気系排風機出口ダンパが閉止していたため、セル換気系排風機、建家換気系排風機とも停止した。給気系は起動しなかった。再度別のセル換気系排風機、建家換気系排風機の起動操作を行ったが同様の結果であった。同時刻に第1付属排気筒の風量計に2回のピークが記録されており(図3)、施設内の放射線モニタのうち一部(A234のγ線エリアモニタ、R116のβダストモニタ、G115のβダストモニタ)の指示値が上昇した(図4)。

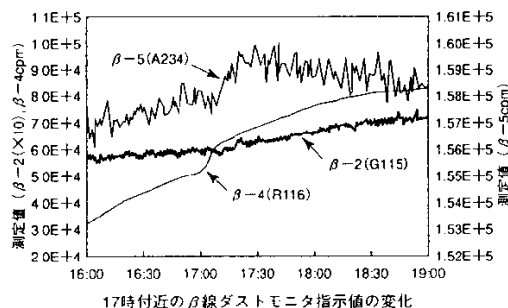
これらのことから、レッドセル*はあまり排気

*レッドセル、グリーン・アンバー区域

放射性物質閉じ込めのため、施設内を放射性物質による汚染の可能性の程度により区域を分け、空気の流れをグリーン区域→アンバー区域→レッドセルとなるよう換気系による負圧管理を行っている。レッドセルの換気はセル換気系で、グリーン・アンバー区域の換気は建家換気系で行っている。



γ線エリアモニタ指示値の変化



17時付近のβ線ダストモニタ指示値の変化

図4 施設内放射線モニタ指示値の変化(3月11日)

されず、グリーン・アンバー区域*はある程度排気される、という状態が30秒～1分間、2回にわたって生じたものと考えられた。施設内の圧力を考えると、セル換気系が引かず、建家換気系を給気のない状態で引いたため、圧力バランスとしてはグリーン・アンバー区域の方がレッドセルより負圧が深くなった。これによりセルから周辺の部屋に空気が流れることになるため、セル内の放射性物質を含む雰囲気*が周辺の部屋に移行し、γ線エリアモニタやβダストモニタが17時頃に上昇したものと推定された。

4.3 充てん室の温度変化等

① エクストルーダ**のゾーン8温度計の指示値は、エクストルーダ排出管内部に設置されており、直接充てん室内の雰囲気温度を示すものではないが、最初の火災時に鋭いピークを示しているのに対して、水噴霧後は緩やかに低下し、爆発まではほぼ一定値（通常の停止時温度約100℃）を示していた（図5）。このことから、最初の火災を生じたドラムの炎上が水噴霧後も継続していたとは考えにくい。

② 同じエクストルーダゾーン8温度計の指示値は、爆発後に約10分間程度低下してから急激に上昇し、約2.5時間にわたって2回のピークを含む高温を示していた（図6）。また、屋外カメラの映像に煙が約3時間写っていたことから、爆発後2～3時間の間火災が生じていたと考えられる。

5. 施設内状況調査結果の検討

爆発後の施設内状況調査は事故直後より開始し、

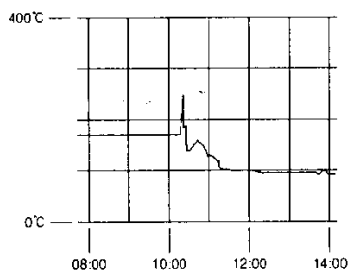


図5 エクストルーダのゾーン8温度計指示値の記録（1）（最初の火災前後）

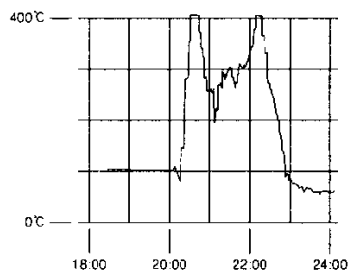
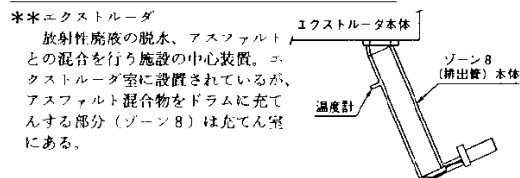


図6 エクストルーダのゾーン8温度計指示値の記録（2）（爆発前後）



施設の安全確保作業と並行して継続的に実施した。この調査作業において、高線量下のレッドセルについては、直接入室は必要最小限として隣室からのビデオカメラにより遠隔的に記録し、その他の各室については直接入室してカメラ等により記録した。調査結果は以下のとおりである。

① 充てん室内の個々のドラムで、大きく破壊しているものは見られなかった（写真1）。また、エクストルーダが破壊した様子はなく（写真2）、エクストルーダ内の混合物にも燃焼痕は見られなかった（写真3）。これらのことから、アスファルト固化体を起点とする固体の爆発は



写真1 充てん室内の状況



写真2 エクストルーダ室内の状況

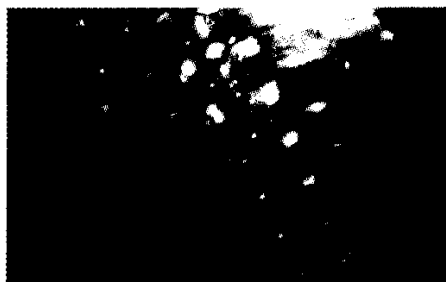


写真3 エクストルーダ内アスファルト混合物の状況

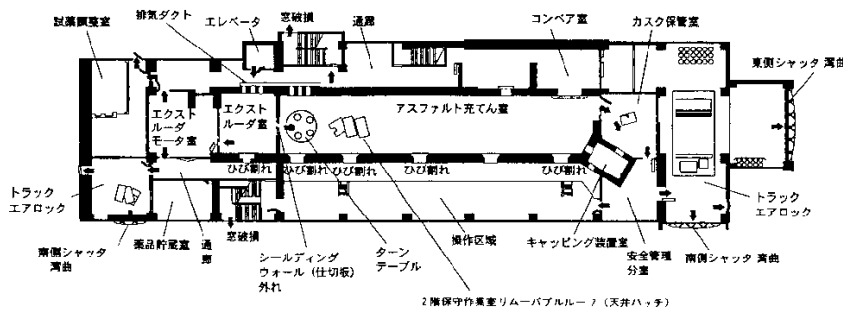


図7 各室境界部材の被害状況（1階）

考えにくい。

- ② 各室の境界部材（扉、ドア等）が破損、飛散していること、及びこれら飛散した部材による考えられる被害が多く、室内機器の被害はほとんど見られなかった。これらは、着火源付近で大きな被害がないといわれるガス爆発特有の状況に似ている。
- ③ 各室の境界部材（扉、ドア等）の破損、飛散の方向は、1階のエクストルーダ室及び充てん室からその外へと向かっていた（図7）。このことから、圧力はエクストルーダ室及び充てん室からその周辺へ伝わったものと考えられる。
- ④ 充てん室とエクストルーダ室との間のシールディングウォール（仕切板）が、充てん室側に数メートル飛ばされており、その上にリムーバブルーフ（天井ハッチ）が落下していた。これらのことから、シールディングウォールの飛散時にはエクストルーダ室から充てん室に圧力

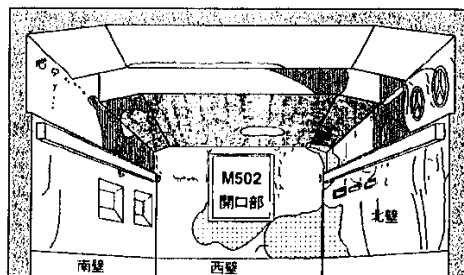


図8 充てん室内壁面の状況

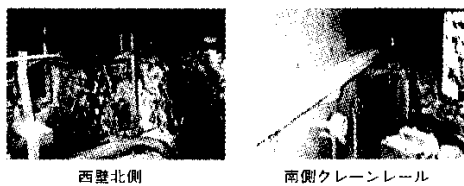


図9 充てん室内壁面の状況

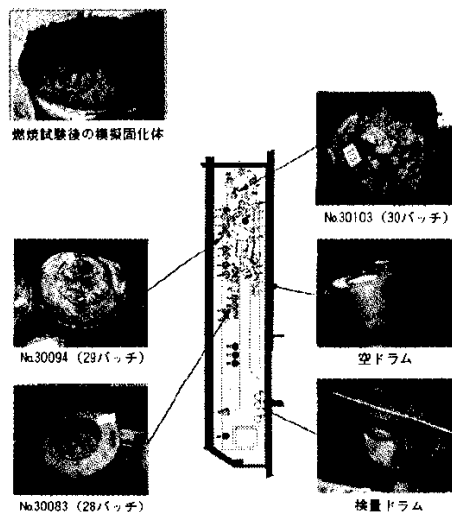


写真4 充てん室内ドラムの状況

がかかったものと考えられる。

- ⑤ ドラム上部の状態を燃焼消火実験後の模擬固化体の上部開口部の状態と比較すると、ターンテーブル上の3本のドラムについては実験と類似の炎上が推定される灰の盛り上がりがある一方、コンベア上のドラムについては灰の盛り上がりがなく（写真4）、炎上した様子はなかった。
- ⑥ 充てん室の壁面については、ターンテーブル後部の西側壁及びターンテーブル近傍の北西側の隅に塗装の焼け焦げ、鱗状の剥がれが認められた。この焼け焦げについては、充てん室内のこの部分にのみ認められた（図8）。さらに、最初の火災が発生したコンベア上ドラムの近傍の南側壁には焼け焦げは認められなかった。
- ⑦ 充てん室内クレーンレール受梁は2本とも

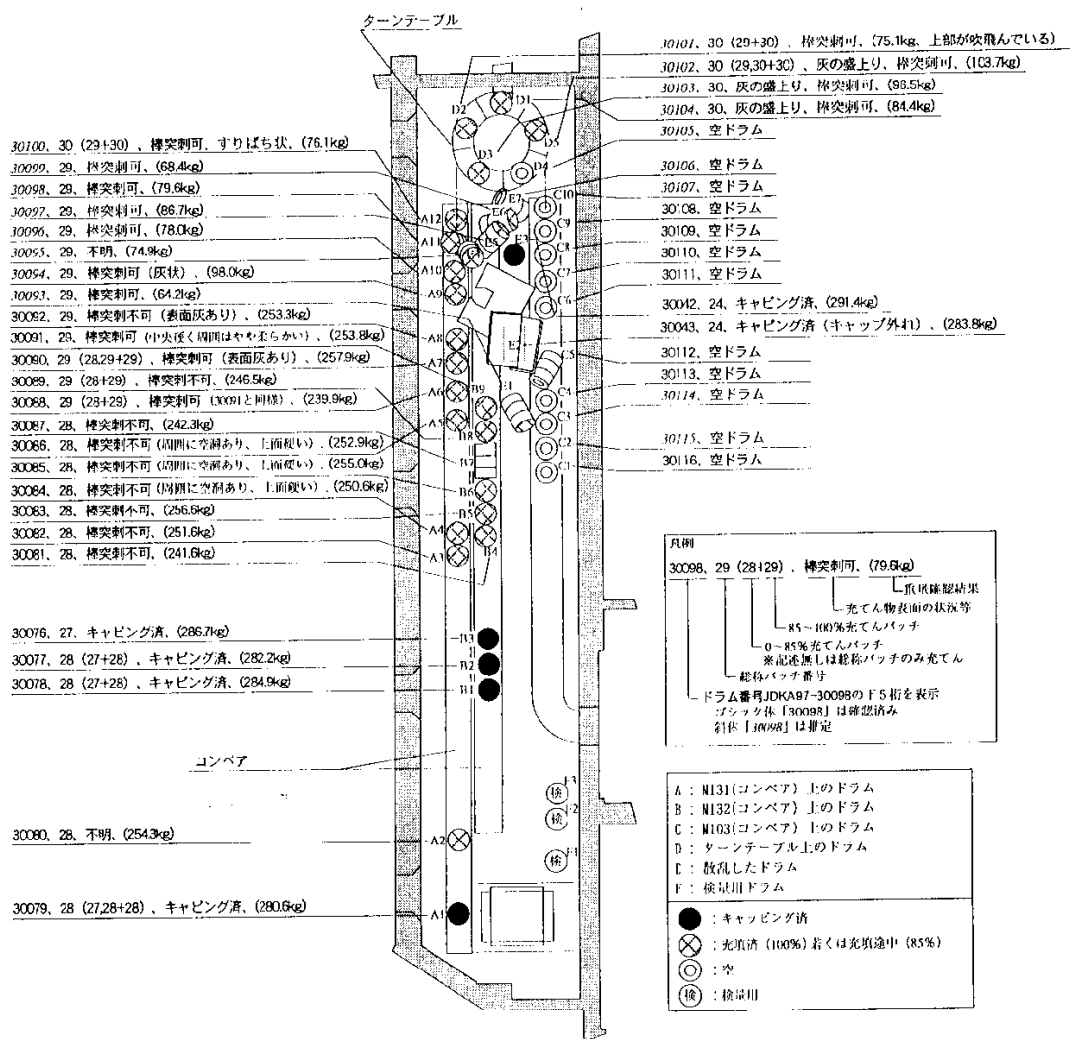


図9 アスファルト充てん室内のドラムの燃料状況の調査及び重量測定結果

ターンテーブルに近い部分で大きく変形、蛇行していた(図8)。爆発後続いて生じた火災による輻射熱等により同受梁が膨張し、膨張した受梁が壁で押さえられた状態で変形を生じたものと推定される。

上記⑤～⑦から、最初の火災を生じたドラムは、消炎後には再度炎上することはなかったものと推定される。

- ⑧ エクストルーダ室には着火源と考えられるものは発見されなかった。しかし、室内下部には紙テープやビニール類に熱影響と考えられる焦げが認められた。カスク保管室、安全管理分室、保守作業室、保守エアロック室にも可燃物に対して熱影響と考えられる焦げが認められた。

- ⑨ 充てん室内のドラムは、コンベア上の8本

(No.30093～No.30100) 及びターンテーブル上の4本 (No.30101～No.30104) は、すべて燃焼し、重量はほぼ100kg以下に減少していた。これ以外のドラムは、通常時の充てんドラムと同様にすべて250kg程度の重量があるため、著しい燃焼はしていないと考えられる。ターンテーブル上のドラム3本 (No.30102～No.30104) に灰の盛り上がりが認められた。ターンテーブル上の他の1本 (No.30101) は上部の灰がなかった(図9)。

- ⑩ 充てん室の四側に煤の付着が多かった。エクストルーダ室では、排気口高さ(約3m)より上部に煤付着が認められた。カスク保管室、保守作業室、保守エアロック室では、室内すべてに煤が付着していた。安全管理分室、2階の通廊には室内上部に煤付着が観察された。採取し

た煤の分析結果では、カスク保管室の煤は充てん室や保守作業室の煤に比べて放射能濃度が低かった。

- ⑪ 換気系の被害状況では、セル換気系排気ダクトのうち、充てん室及びエクストルーダ室の出口からフィルタに至るまでのダクトが膨らみ、一部破断していた。破断した箇所はダクト後流側に集中している他、フィルタにも濾材の破損や変形が見られた。

6. 爆発原因の検討

前章の①、②から爆発様態はガス爆発と考えられる。ガス爆発は、可燃性ガスの発生・滞留、空気等の支燃ガスとの混合による予混合気体の生成、着火源の存在が必要である。以下、それぞれについて検討した。

6.1 可燃性ガスの発生

(1) 混合物からの発生ガス成分

事故後の施設内では可燃性ガスの存在は認められなかったため、少量の模擬混合物を加熱する試験を行ってそのとき発生するガスの観察及びガスの分析を行った。その結果以下のことがわかった。

- ① 試料温度300℃程度から白色の薄い煙が、380～400℃程度で濃い白煙が急激に発生した。この後直ぐに試料が発火、燃焼し煙に着火した。その後黒色の煙が大量に発生した。
- ② 空気雰囲気、300℃での発生ガスは二酸化炭素、一酸化炭素が主成分であり、その他は少量の高沸点炭化水素であった。
- ③ 空気雰囲気、500℃での発生ガスも二酸化炭素、一酸化炭素が主成分であり、その他は少量の低沸点炭化水素及び高沸点炭化水素であった。
- ④ 窒素雰囲気、300℃での発生ガスは、水素が主成分であった。
- ⑤ 窒素雰囲気、500℃では水素、一酸化炭素、二酸化炭素、低沸点炭化水素及び高沸点炭化水素の混合ガスであった。

これらのことから、加熱された固化体からは水素、一酸化炭素、低沸点炭化水素及び高沸点炭化水素の可燃性混合ガスが発生し、酸素があれば固化体の発火等により燃焼して大部分は二酸化炭素等になることから、可燃性混合ガスの発生は雰囲気中の酸素濃度が低い状態もしくは固化体の発火前に生じたことが考えられる。

(2) 最初の火災後の充てん室の酸素濃度

最初の火災後に雰囲気中の酸素濃度が低い状態になりうるかどうかについて検討するため、模擬

混合物加熱時の発生ガス分析結果等から酸素量を評価した。その結果、空気中でアスファルト混合物が燃焼する時に必要な酸素量は、混合物に含有される塩の熱分解より発生する酸素量より多く、雰囲気空気中の酸素を消費することがわかった。このことから、充てん室でのドラムの燃焼が継続し、室内の換気が停止すれば室内の酸素濃度は低下すると考えられる。このときの酸素濃度は、過去の燃焼消火実験において酸素濃度10～12%で消炎していることから充てん室内でも10～12%程度であったものと推定される。

(3) 消炎後のコンベア上ドラムからの可燃性ガス発生

最初の火災後の水噴霧及び雰囲気酸素不足により、ドラムの炎上が停止したが、水素、一酸化炭素、高沸点炭化水素及び低沸点炭化水素の可燃性混合ガスを発生するためには、アスファルトが揮発または熱分解を生ずるための熱が必要となる。この熱源としては、アスファルトと塩の酸化反応の継続が考えられる。模擬固化体の示差熱分析によれば、不活性雰囲気下で380～400℃で発熱ピー

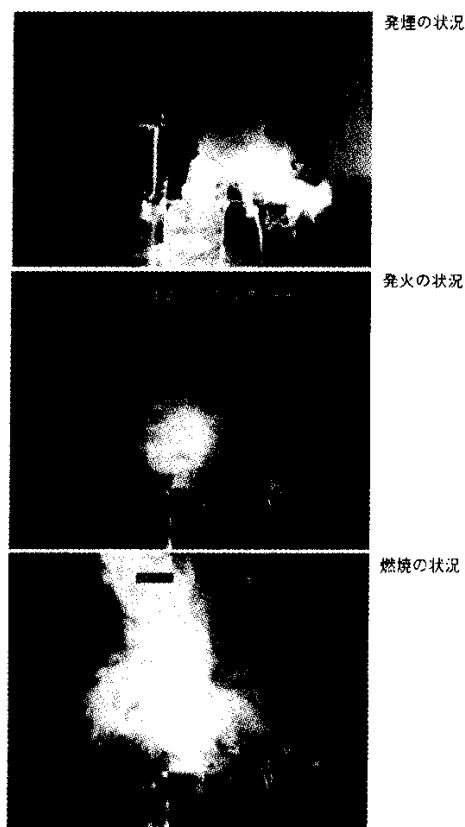


写真5 開放状態での燃焼試験

クが認められており、ドラム内部の温度がこれ以上であれば雰囲気中に酸素がない状態でも反応が継続する可能性がある。水噴霧後のドラム内温度分布についてはわからないが、過去の燃焼消火実験において数分間の放水ではドラム内温度はこれを超えている部分がある（図1参照）。

以上のことから、アスファルトと塩の酸化反応が継続することにより発生する反応熱により、アスファルトが揮発または熱分解し、可燃性混合ガスを発生した可能性が考えられる。

(4) ターンテーブル上ドラムからの可燃性ガス発生
固化体が発火する前の可燃性混合ガスの発生について検討した。小規模（模擬アスファルト混合物試料2g）の爆発試験によれば、約400℃で急激に発生した白煙が、試料の発火により着火し、火炎の伝播が認められたことから（写真5）、充てん室内で少なくとも局所的には爆発を発生するだけの可燃性混合ガスの発生があった可能性が考えられる。

6.2 可燃性ガスの滞留、予混合気体の生成

(1) 可燃性ガスの滞留

最初の火災・水噴霧後には、充てん室を含む施設内全室の通常の換気が行われない状態となった。このため、ドラムから発生した可燃性混合ガスは排気されず、充てん室内に滞留したものと考えられる。

(2) 可燃性ガスの他室への移行

ドラムから発生した可燃性混合ガスがどのように室内に滞留していったかについてはわからないが、ガス発生による雰囲気気体の隣室への押し出しや17時頃の換気系再起動による周辺室の圧力低下により、充てん室上部の隙間や排気口等から、可燃性混合ガスが周辺の室に移行した可能性がある。

(3) 予混合気体の生成

充てん室は、最初の火災によって室内雰囲気中の酸素濃度が低下したが、槽類換気系からの逆流空気量は、充てん室容積530m³に対して約30～90m³/hの流量があったものと試算された。これにより充てん室雰囲気中の酸素濃度が徐々に上昇し、可燃性混合ガスと混合して予混合気体を生成した可能性が考えられる。

6.3 着火源

(1) 各室の熱影響

室内可燃物の焦げ等の有無、煤付着の状況から各室の熱影響の有無について調査した。充てん室

に爆発後のドラム火災によると考えられる壁面の焦げがある他、エクストルーダ室、カスク保管室、安全管理分室、保守作業室、保守エアロック室の室内備品の一部にも焼け焦げが見られた。また、充てん室で煤の付着が多かった他、エクストルーダ室では排気口高さ（約3m）より上部に煤付着が認められ、カスク保管室、保守作業室、保守エアロック室では室内すべてに煤が付着していた。安全管理分室、2階の通廊には室内上部に煤付着が観察された。

カスク保管室にはグリーンハウスが常設され、可燃性備品が多く保管されていたこと、この部屋で採取された煤の放射能濃度が低いことから、カスク保管室及びその隣室である安全管理分室では、爆発後にグリーンハウス及び可燃性備品が燃焼し、両室に煤付着及び熱影響を及ぼしたものと推定される。一方、保守作業室、保守エアロック室、2階の通廊及びエクストルーダ室の上部の煤付着及び熱影響については、充てん室内で爆発後に生じたと考えられるドラム火災による影響であったものと推定された。

(2) 各室の境界部材の飛散状況

施設内各室の境界部材（扉、ドア等）の破損、飛散の方向から、圧力はエクストルーダ室及び充てん室からその周辺へ伝わったものと考えられた。さらに、充てん室とエクストルーダ室との間のシールドングウォールが充てん室側に飛ばされた時には、圧力はエクストルーダ室から充てん室に向かって作用したものと考えられた。

また、施設内各室の境界部材の破壊に必要な圧力を計算した。その結果、充てん室は0.38kg/cm²以上、エクストルーダ室は0.55kg/cm²以上となった。

以上(1)及び(2)から、エクストルーダ室内で着火したものと想定されたが、立入調査の結果、エクストルーダ室には着火源と思われるものは発見されなかった。

一方、充てん室は最初の火災、可燃性混合ガスの発生、爆発後の火災を生じたと考えられるドラムが存在するため、充てん室内のドラムについて検討した。

(3) 充てん室内のドラムの燃焼状況

爆発後2～3時間にわたって火災を生じたと考えられるドラムは、ドラム上部の灰の盛りあがりの状態、充てん室の壁面塗装の焼け焦げ状況、クレーンレール受梁の熱変形を受けた場所等から、ターンテーブル上のドラムと考えられる。

一方、コンベア上のドラムについてはアスファ

ルトはほとんど灰となっており、ドラム上部の灰の盛りあがりがなく、付近の壁面にも焼け焦げは見当たらず、近傍のクレーンレール受梁も熱変形を受けた様子がなくことから、炎上はしなかったものと考えられ、爆発前にドラム内のアスファルトを揮発または熱分解により消費し尽くしたものと推定された。

ターンテーブル上ドラムの火災発生時間については、エクストルーダージン8温度計の指示値が、爆発直後に急激に上昇していることから、爆発発生時(20時4分頃)と考えられる。

最初の火災・水噴霧から約10時間後に再度別のドラムで火災が発生した原因についてはわからないが、ターンテーブル上ドラムの火災発生が爆発発生時とすれば、これは爆発の着火源として有力な候補と考えられる。

(4) 着火源とシールドイングウォール飛散方向との関係

着火源が充てん室内のドラムであると考えられること、充てん室で可燃性混合ガスが発生した可能性が高いこと、充てん室とエクストルーダ室との間のシールドイングウォール以外の境界部材の飛散状況から、充てん室で爆発が発生したと見られる。一方、このシールドイングウォールの飛散方向から圧力はエクストルーダ室から充てん室にかかったものと考えられ、エクストルーダ室でも爆発が生じたと推定される。

この2つの部屋での爆発とシールドイングウォールの飛散状況について、以下のように検討した。

充てん室とエクストルーダ室が排気ダクトでつながっていることに着目し、充てん室内で爆発が発生した場合、爆発火炎がエクストルーダ室に伝播しうかどうかについて、小規模試験を行った(写真6)。試験においては模擬アスファルト混合物試料を加熱して発生する可燃性混合ガスを、同じ試料の加熱を継続し自己発火により着火させた。

その結果、ガス発生から発火までの時間がさま



写真6 小規模爆発試験装置

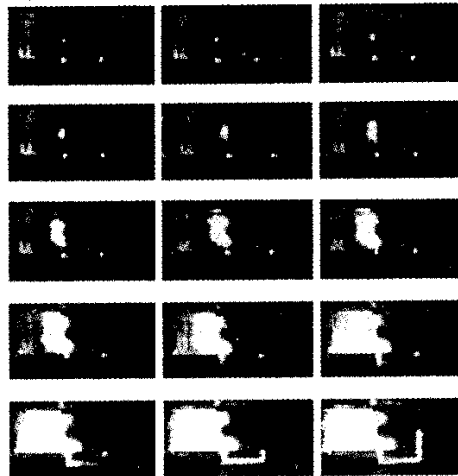


写真7 小規模試験での火炎伝播の様子

ざまであったため再現性はないが、燃焼火炎がダクトを通じて充てん室からエクストルーダ室へ噴出すること、その際の火炎伝播速度は充てん室内の速度の数倍あることがわかった(写真7)。このことから、充てん室内の爆発火炎がエクストルーダ室に素早く伝播し、ほぼ同時に爆発が発生した可能性が考えられる。

爆発圧力の上昇速度は室内容積の立方根に反比例すること²⁾、エクストルーダ室の容積は充てん室の容積の約1/6であることから、両室で同時に爆発した場合には圧力上昇速度はエクストルーダ室の方が高いものと予想される。また充てん室内の爆発火炎がエクストルーダ室に素早く伝播した場合には、伝播した火炎の乱れが生じると考えられるため、エクストルーダ室での爆発では圧力上昇速度が充てん室に比べて高いものと予想される。これらのことから、充てん室とエクストルーダ室がダクトを介してほぼ同時に爆発した場合、エクストルーダ室の方が圧力が速く上昇し、シールドイングウォールを充てん室側に飛散させたものと推定される。

7. おわりに

爆発はガス爆発であり、その原因は以下のように考えられる。

- ① 最初の火災時の水噴霧時間が短く、ドラム冷却不足のためドラム内部の蓄熱及び酸化反応の継続により、加熱されたドラム内のアスファルト成分が酸素不足の室内で揮発/熱分解し、可燃性混合ガスが発生。

- ② セル換気系排気フィルタの閉塞に端を発する換気不足により可燃性混合ガスが滞留。
- ③ 槽類換気系の逆流空気により室内の酸素濃度が上昇し、室内の一部で爆発範囲内にある予混合気体を生成。
- ④ 加熱されたドラムの自然発火による予混合気体の着火（あるいは静電気による着火）。

参考文献

- 1) “アスファルト固化体の燃焼、消火実験報告書” PNC TJ8710 97-001, (1997).
- 2) 星野他：“放射性廃棄物のアスファルト固化処理 アスファルト固化体の安全性評価試験” PNC TN841-73-17, (1973).
- 3) J.Swift: “NFPA 68 Guide for Venting of Deflagrations: What's New and How it Affects You”, *Journal of Loss Prevention Process Ind.*, vol.2, p5-15, (1989).