

検討の具体的な対象及び実大施設規模の検証実験の方法について（案）

本検討の方針を踏まえ、検討の具体的な対象及び検証実験の方法について検討する。

1. 検証対象とする危険物施設

高発泡消火設備の建築物の区画内を泡で埋め尽くすことにより消火するという特性に着目し、現状で設置ニーズがあると想定される屋内貯蔵所を対象として検討を進める。

対象施設のうち、構造上最も消火が困難となるのは、泡の流動時の障害物が多く、高層で出火した場合、泡が到達するまでに時間がかかるラック式倉庫にドラム缶が隙間なく積みまれているものが想定される。

※ 製造所、一般取扱所等にあつては、多様な設備形態があること等から、当面の検討対象とはしないが、倉庫等と同等の形態をとらえるもの（例：付属倉庫）については排除するものではない。



実大実験に用いる模型

- 高層で出火する可能性があるラック式倉庫を対象とする。
- 危険物の保管に多く用いられており、かつ泡の流動性の障害となると考えられるドラム缶を設置した状態で検討する。

2. 対象とする危険物の種類

泡消火設備が有効とされる全ての危険物を貯蔵する施設が設置対象として想定されるが、検証は泡消火設備の有効性が最も期待される第四類危険物を対象として検討を進める。

対象危険物に対し、高発泡消火の消火性能が低発泡消火と同様に十分な有効性があるか確認する必要がある。



検証実験に用いる危険物

- ノルマルヘプタン（第4類第1石油類）
- 第4類アルコール類
- ※ 泡消火薬剤の検定においては、上記2つを代表として消火性能を検証しているが、火災モデルの詳細検討において、他の危険物についても実施する必要があるかも含め検討する。

3. 泡の放射方式

(1) 放出口及び泡消火薬剤の種類

泡の膨張比の違いによる積泡速度及び流動特性を検証するため、膨張比の異なる放出口について、当該危険物施設に対して利用可能か検討する。泡消火薬剤については、発泡器ごとに適合するものを使用する必要があるが、現状のところ高発泡泡消火設備に用いられる泡消火薬剤は合成界面活性剤泡消火薬剤が主流であり、合成界面活性剤泡消火薬剤は第4類の非水溶性の危険物への消火に用いることが出来ないとされていることから、他の種類の泡消火薬剤の開発状況を勘案しつつ、将来性も含めて幅広く検討を進める。



検証実験に用いる放出口及び消火薬剤

- 消防法施行規則第18条第1項第3号イ（イ）に規定する第1種、第2種及び第3種の3種類を基本とする。
- 使用する具体の放出口が想定している泡消火薬剤を用いる
- 合成界面活性剤泡消火薬剤以外の泡消火薬剤を用いることができる場合、必要に応じて実験条件に加える。

(2) 放出口の位置

放出口は区画上部に設置し、泡を下方に放出させる方法とする。（上部以外に設置する場合は泡を押し上げる能力が積泡の特性に大きな影響を与えられと考えられるが、設備の性能や区画の状況による詳細な検証が追加で必要となると考えられるため、今回の実験では対象としない。）

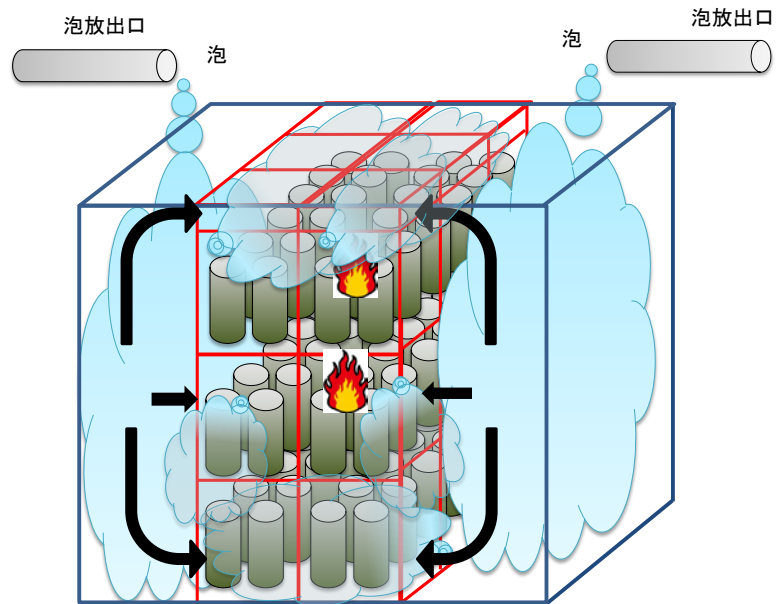
配置については、ドラム缶等の隙間に対する流動性を十分に得られない場合、複数箇所に設置し、障害物の周囲から挟み込むことも検討の対象とする。



検証実験における放出口の位置

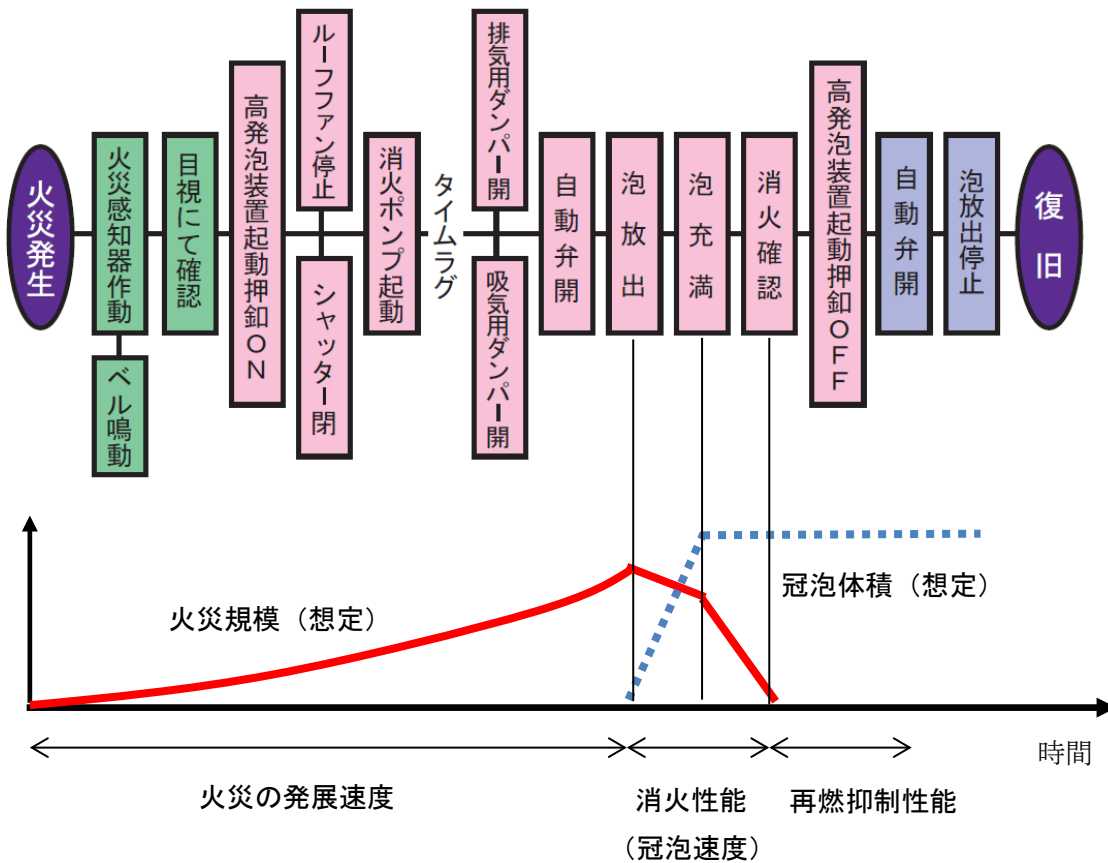
- 放出口の位置は建物上部とする。
- 泡放出口1台を用いたドラム缶等の障害物に対する流動性及び破泡特性の検証を実施し、十分な泡の展開が見られなかった場合には、泡放出口2台を用いて火源の両側から泡を埋め尽くすことによる検証も実施する。

泡流動のイメージ



3. 想定する火災シナリオと火源モデル

非常時操作チャート



(1) 火災の発生

過去の火災事例及び今後想定される火災から、次の火災発生シナリオが考えられる。

- ① 危険物容器内の危険物の化学反応等による出火
- ② 地震等による容器転倒に伴う出火
- ③ 倉庫スペースにおける少量の容器の詰め替え作業時等の誤操作による出火

ただし、③については基本的に少量の取扱いであることから流出量は少ないと考えられ、万が一流出量が多かったとしても、①②の火災に対応する性能があれば十分対応可能と考えられるため、想定火源とはしない。

(2) 火災覚知

無人状態で火災が発生した場合には、自動火災報知設備の鳴動により覚知するものと考えられる。この場合、危険物火災については、初期でも相当な熱量の火源となり（ドラム缶直径（約 60cm）程度のプール火源で 0.7MW の熱量）、すみやかに感知することが想定されるが、出火から自動火災報知設備の鳴動までにかかる時間については、文献調査を中心に検証する必要がある。

(3) 高発泡装置起動スイッチを押すまでの時間

危険物の泡消火設備は通例手動起動であり、自動火災報知設備の作動後に従業員が目視確認して、起動スイッチを押すことから、起動までに数分かかると考えられる。過去の事例では 6 分かかったものがあった。

(4) 延焼拡大

火災が発生し、泡が建物内を充満するまでの間に延焼拡大する規模については、過去の事例及び文献から次のように考えられる。

ドラム缶の内圧試験の条件は、収納する危険物の 55℃における蒸気圧の 1.5 倍の圧力から 100 キロパスカルを減じた圧力と 100 キロパスカル（危険等級 I の危険物を収納するものにあっては 250 キロパスカル）のいずれか高い方の圧力とされており、ドラム缶が一定以上の温度環境下に置かれると破裂・流出の危険性がある。

過去の実験においては、ガソリンのドラム缶は直接火炎にさらされると 1 分から数分に変形・亀裂を生じ噴炎すること、また、ドラム缶は輻射熱を受けた場合においては、ガソリン 100 リットルの漏洩を想定した火源においては、5m 程度離せば 20℃～68℃程度の温度上昇であるが、1～2m 程度の距離では 300℃～600℃まで温度上昇するとの実験結果が得られている。

過去の屋内貯蔵所の火災事例を調べると、貯蔵物質の反応熱等による爆発等の火災事故で、近接するドラム缶に延焼した火災が見られている。

表. 平成15年～平成24年の屋内貯蔵所の貯蔵スペースにおける主な火災事例

	事故の概要	被災影響範囲及び 拡大の状況	施設等の被害 状況	原因着火物	消火設備
1	ドラム缶入りの材料が自己 重合を起こし、ドラム缶内圧 が上昇して爆発したもの。 (ラック式倉庫)	爆発により飛散物 がパレット上に散 乱	ドラム缶2缶 を焼損	第4類第3石 油類 ジビニ ルベンゼン	ガス消火設備
2	ドラム缶入りの材料が自己 重合を起こし、ドラム缶内圧 が上昇して爆発したもの。 (ラック式倉庫ではない)	周囲のドラム缶を 加熱し、破裂させ る等により延焼拡 大	定温倉庫全焼 (ドラム缶25 本中20本程度 焼損)	第4類第2石 油類ジビニル ベンゼン	第1種消火設 備、第3種消 火設備、装置 の緊急停止
3	ドラム缶入りの材料が自然 発火したもの。火災の進展途 中で爆発あり。 (ラック式倉庫ではない)	火災により建屋半 焼	当該施設420m ² の内280m ² 焼損	第5類 ニトロセルロ ース	屋外消火栓

したがって、ある程度時間が経過した段階では、出火した容器に加え、隣接した容器にも延焼した状態が予想される。ただし、ラック間の延焼には時間を要すると考えられる。また、火源の大きさは流出量、ドラム缶やラックの形状等に大きく影響を受ける。

このことから、想定火源については、ラック1スペース分の容器の流出火災が発生し、さらに下方1スペースに延焼した状態を想定して、上下に隣接するラック2スペースにおいて、流出火災がプール火災となって継続している状況を想定する。

(5) 再燃性への検証

再燃防止のためには、消火に加えて冷却が重要であるが、高発泡においては、冷却効果が弱いことが想定されるため、冷却までに時間がかかることが想定される。このことから、一定の冠泡保持時間を求めることを念頭に、実験では火点周辺の温度変化も測定することとする。



検証実験で想定する火災シナリオ

- 火災が延焼拡大する可能性がある①②のような高発泡装置起動スイッチを押すまでに時間を要する火災発生シナリオを想定することとする。
- 近接するドラム缶に延焼した火災が見られたことから、ドラム缶複数本分からの流出火源を想定することとする。
- ラック間の延焼には時間がかかると考えられるが、比較的早い上下方向の延焼を想定し、上下に隣接するラック2スペース分のプール火源とする。
- 危険物への延焼は極めて早く進展することから、一定量の流出火災が定常状態となったものを想定することとし、消火は火災が定常状態となった時点から開始することとする。