

【公開版】

M O X 燃 料 加 工 施 設 に お け る 新 規 制 基 準 に 対 す る 適 合 性

指摘事項に対する回答
第5条：火災等による損傷の防止



日本原燃株式会社

令和2年7月10日

MOX燃料加工施設における消火に係る設計方針

第351回審査会合（令和2年5月26日）の第5条に関する審査会合における指摘事項を踏まえ、MOX燃料加工施設の特徴を考慮し、グローブボックス内火災及び工程室火災の消火に係る設計方針を再度整理し説明する。

- ✓ MOX燃料加工施設では、工程室から可能な限り水を排除する観点から消火剤にはガスを使用する。消火ガスによる消火では、酸素濃度を低下させるために多量の消火ガスを放出することにより窒息消火を行う。
- ✓ 上記のガスによる消火では、消火ガスを放出する先での圧力上昇が生じる。そのため、核燃料物質を取扱うグローブボックスの閉じ込め機能が喪失しないよう、消火ガス放出時の圧力上昇を緩和しながら消火ガスを放出する必要がある。そのため、以下の対策を講ずる。
 - グローブボックス内火災では、消火ガスの放出時の圧力によってグローブボックスの閉じ込め機能を損傷させないよう、グローブボックス内の負圧を維持し、また、早期に空気を消火ガスに置換するため、グローブボックス排風機の運転を継続しながら消火ガスを放出する。
 - 工程室内火災では、消火ガスの放出時の圧力によってグローブボックスの閉じ込め機能が喪失しないよう、消火ガス放出時における工程室の圧力上昇を緩和するため、隣接する工程室に消火ガス圧を逃がすとともに、グローブボックスの給気系に設置する自力式吸気弁を介して消火ガス圧をグローブボックスを経由して逃がし、また、核燃料物質を取扱うグローブボックスの負圧を維持するため、グローブボックス排風機の運転を継続する。

MOX燃料加工施設における消火に係る設計方針 (グローブボックス内火災)

第351回審査会合(令和2年5月26日)

- グローブボックス内に消火ガスを放出する際、グローブボックスを排気しており、確実に窒素置換することが可能か。(試験モデルで実機を全て包絡できるのか)
- グローブボックス内に消火ガスを放出することで、気流が発生すると思われる。給気口、排気口、火災源の位置、消火ガスの位置関係について、すべてのグローブボックスにおいて任意の場所に設置したとしても確実に消火できるという認識か。設置位置を許可で担保する必要はないのか。
- or回路とすると誤作動する可能性が高くなると思うが、グローブボックス内に消火ガスを吹いた際に核燃料物質がグローブボックス内に舞い上がる可能性があるのではないか。通常時よりも悪い状況となるのではと懸念しており、整理して回答すること。

グローブボックス消火装置は、火災感知器の信号と連動して、自動で消火ガスを放出する装置である。

消火にあたり、消火剤の選定及び放出方法を以下の通りとする。(b. の(b), (c)については、5月26日審査会合において説明済み)

a. 消火剤の選定

- (a) 消火ガス放出後の作業員の現場状況確認時における万一の消火ガス漏えいを想定し、不活性ガスの中でも人体に影響が少ないことに加え、隙間に対して浸透性がある窒素ガスを選定する。

b. 放出方法

- (a) 消火ガス放出時は、グローブボックスへの給気を遮断するとともに、給気口付近に消火ノズルを設置して消火ガスを放出することで、流線を確認する。また、消火ガスの放出口には消火ガスが拡散しやすい形状のノズルを設ける設計とする。

グローブボックスに対して、酸素濃度を消炎濃度(12.5vol%)以下にできる量の消火ガスを放出する設計とする。

- (b) グローブボックス排風機により排気した状態で消火ガスを放出し、負圧維持を達成するとともに消火ガスの経路(流路)を形成することでグローブボックスの一次閉じ込め機能を喪失させない設計とする。さらに、非火災グローブボックスへの消火ガスの廻り込み、工程室への消火ガスの漏えいを防止する設計とする。

- (c) 消火ガス放出後にピストンダンパ及び延焼防止ダンパを閉止することで、グローブボックスからの消火ガス流出経路を閉止し、酸素濃度が低下した状態を継続できる設計とする。

MOX燃料加工施設における消火に係る設計方針 (グローブボックス内火災)

a. 消火剤の選定

不活性ガスの中でも人体に影響が少ないことに加え、隙間に対して浸透性がある窒素ガスを選定する。

空気と消火ガスに使用する窒素ガスの密度は以下のとおり。(出展:機械工学便覧)

- ・空気・・・1.2754kg/m³ (大気圧, 0°Cにおける密度)
- ・窒素・・・1.2340kg/m³ (大気圧, 0°Cにおける密度)

空気に対する窒素の密度比は約0.968となるため、密度に大きな差が無いことから浸透性を有する。

したがって、希釈対象となる空気の比重と同程度の比重の窒素ガスを使用することで、内装機器や架台の障害物による隙間に対しても消火ガスを浸透させることができる。

なお、MOX粉末は化学的に安定しているという特徴を有している。また、不活性の消火ガスを使用することで、グローブボックス内に消火ガスを放出しても、MOX粉末は化学変化を生じることはない。したがって、誤作動によって消火ガスが放出しても、MOX粉末に変化は生じない。

MOX燃料加工施設における消火に係る設計方針 (グローブボックス内火災)

b. 放出方法

消火ガス放出時は、グローブボックスへの給気を遮断するとともに、給気口付近に消火ノズルを設置して消火ガスを放出することで、流線を確保する。また、消火ガスの放出口には消火ガスが拡散しやすい形状のノズルを設ける設計とする。

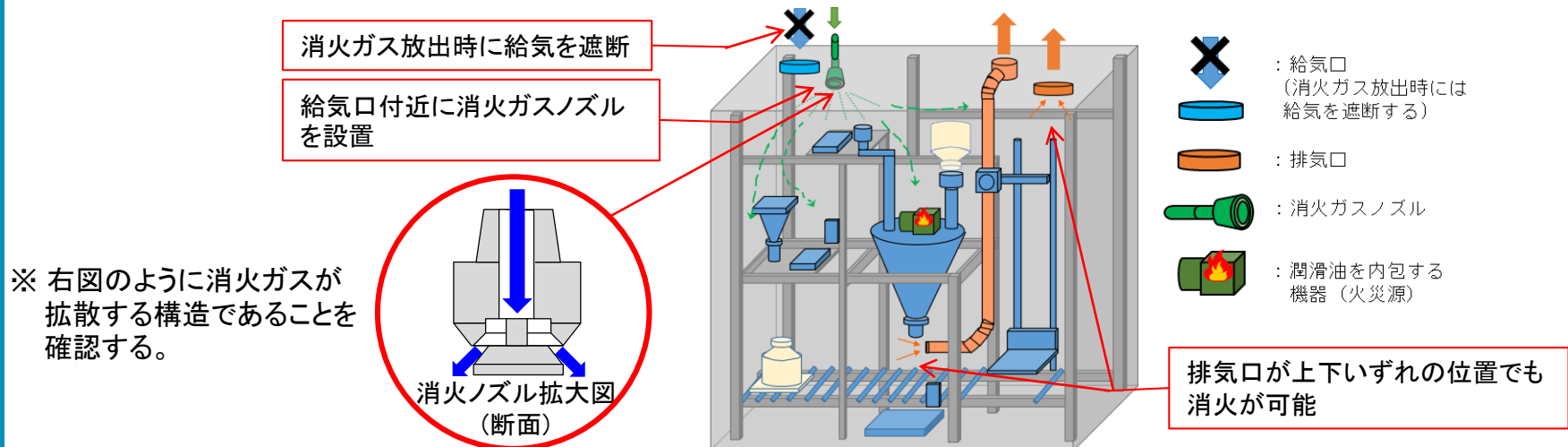
粉末状の核燃料物質を非密封(蓋がない状態での容器の移送等による)で取り扱うグローブボックスについては、通常運転時に想定される微粉の舞い上がりを防止する観点で、流線がダウンフローとなるよう排気口をグローブボックス下部に設ける。

給気口の付近に消火ノズルを設け、消火ガスを放出する設計とすることにより、排気口(1箇所)が上下いずれの位置でも消火ガスが拡散し、酸素濃度が低下することを確証試験にて確認している。【補足説明1-5 添付資料1 別紙2】

また、実機では排気口が複数存在する場合があるが、給気及び排気のバランスが上記試験と同じであることから、消火ガスが拡散し酸素濃度は低下する。

消火ガスが拡散しやすいよう、消火ガスの放出口にディフレクタを有する消防認定品※の消火ノズルを取り付ける設計とする。

なお、消火ガスのノズルは消火ガスを拡散させる構造となっており、真下に蓋の無い容器があった場合でも直接MOX粉末に消火ガスが当たらず、MOX粉末は舞い上がらない。



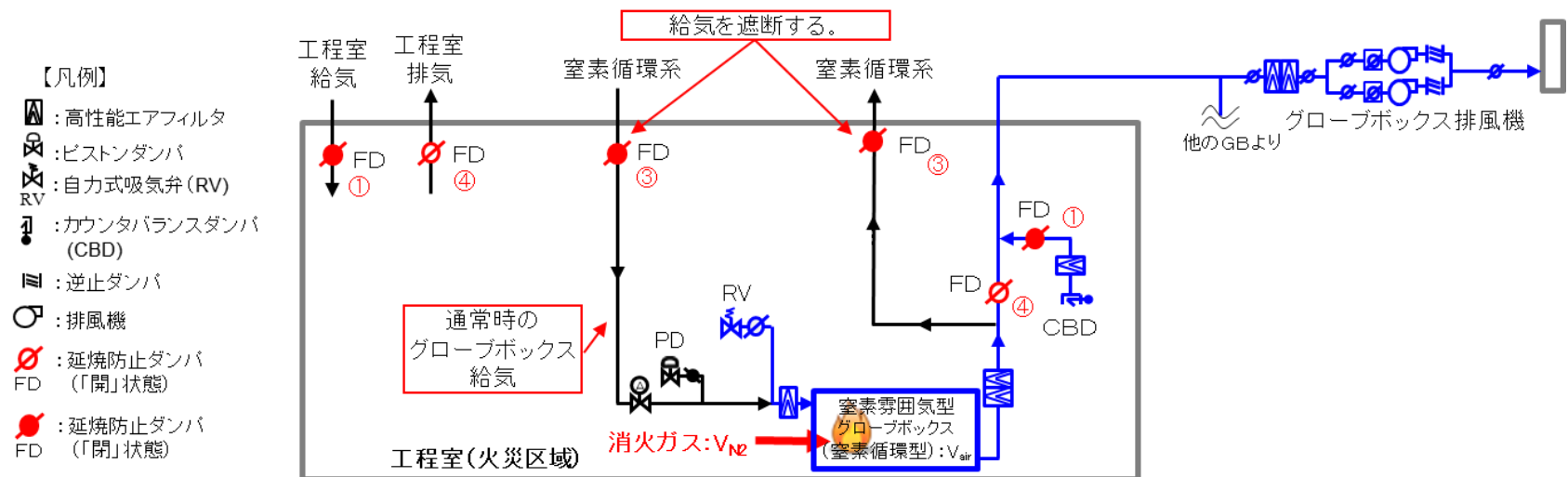
MOX燃料加工施設における消火に係る設計方針 (グローブボックス内火災)

b. 放出方法

グローブボックスに対して、酸素濃度が消炎濃度(12.5vol%)以下にできる量の消火ガスをグローブボックス内に放出し、グローブボックス内全域の酸素濃度を低下させる設計とする。

グローブボックス内の消火ガス量の計算にあたっては、グローブボックスの容積に対して、消炎濃度12.5vol%以下となるように消火ガス量を確保することで、酸素濃度が低下できる設計とする。

なお、グローブボックス内に対する消火ガス放出時の圧力挙動試験において、グローブボックスの給気系を遮断せず空気の流入がある状態で、消火ガスを給気量の80%の流量で放出し、グローブボックス内の酸素濃度が均一に低下できることを確認している。実機においては、より酸素濃度を低下しやすい環境を構築する観点で、グローブボックス給気系を遮断し空気の流入を防止したうえでグローブボックス空気の消火ガス量を給気量の95%とすることから酸素濃度を低下できる。



通常時のグローブボックス給気量の95%に相当する消火ガス量を放出する。

MOX燃料加工施設における消火に係る設計方針 (グローブボックス内火災)

グローブボックスは、取り扱うMOXの形態に応じて、その内部を空気雰囲気を使用する空気雰囲気型グローブボックスと、窒素雰囲気中に置換できる窒素雰囲気型グローブボックスに分類する。窒素雰囲気型グローブボックスはさらに、窒素循環型と窒素貫流型とに分類する。

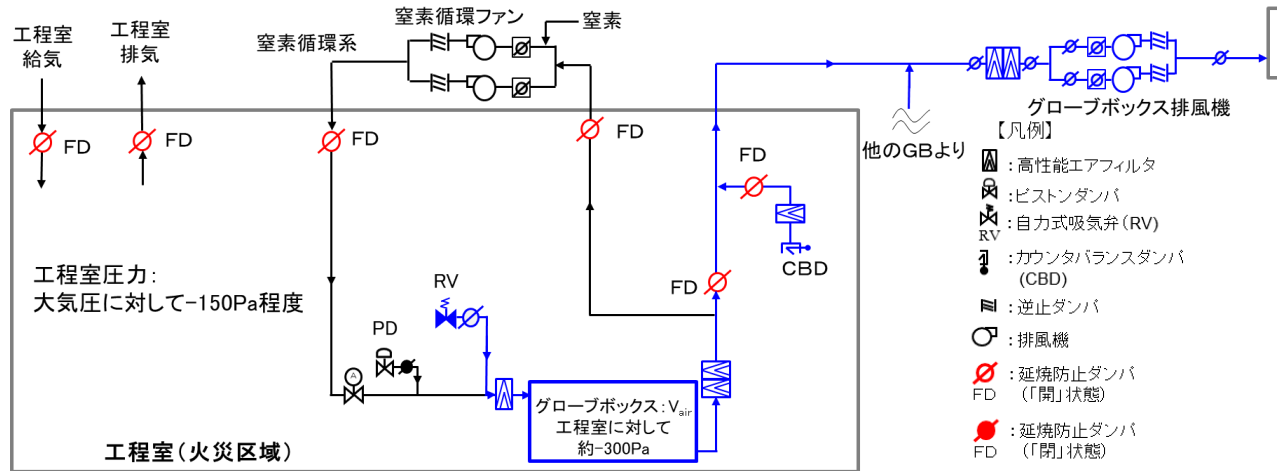
- 空気型雰囲気型グローブボックスは、雰囲気に影響されないペレットを取り扱うグローブボックスに適用する。
 - 窒素雰囲気型循環型グローブボックスは、MOXの酸化防止及び水分管理の観点から、成形施設のうちMOX粉末又はグリーンペレットを取り扱うグローブボックス、グリーンペレット及びペレットが混在する一時保管設備、被覆施設のうち乾燥後のペレットを取り扱うグローブボックス並び小規模試験設備の一部を収容するグローブボックスに適用する。
 - 窒素貫流型グローブボックスは、換気風量が少ない分析設備のグローブボックス並びに空気雰囲気型グローブボックスとの境界に位置するグローブボックスに適用する。
-
- ✓ 空気雰囲気型グローブボックスは、工程室の空気を吸込みグローブボックス排気系で排気する。
 - ✓ 窒素循環型グローブボックスは、窒素循環ファンで窒素を供給し循環するとともに一部をグローブボックス排気系で排気する。
 - ✓ 窒素貫流型グローブボックスは、窒素供給系から窒素を供給しグローブボックス排気系で排気する。

グローブボックス内の火災の消火方式は、上記のいずれのグローブボックスにおいても同様である。

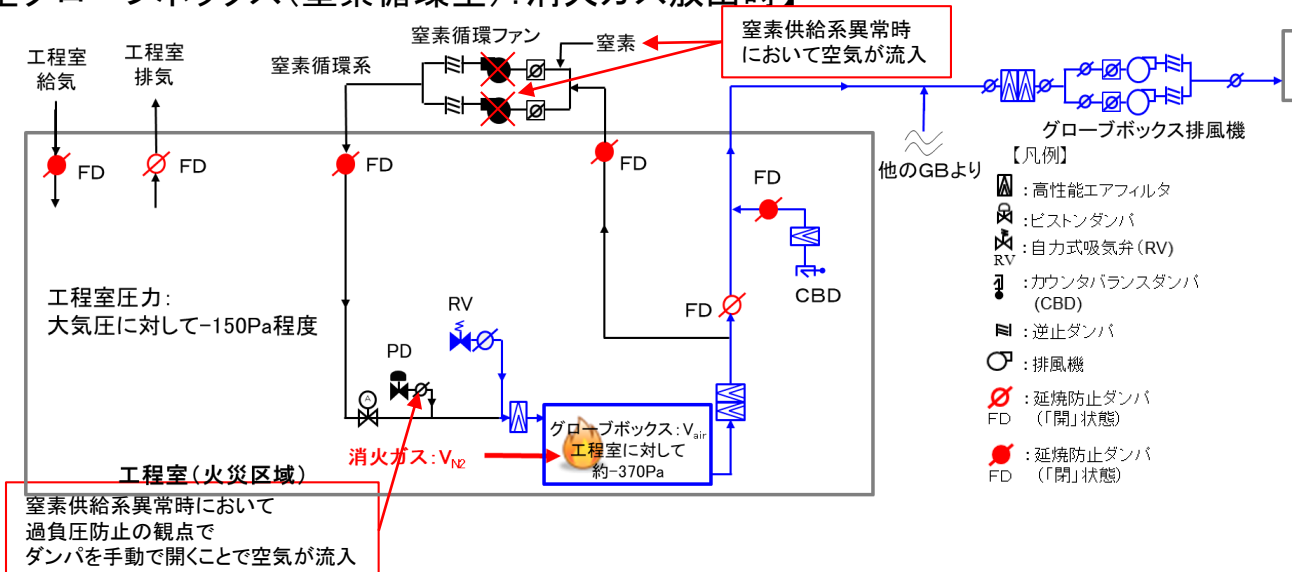
詳細はP8～P10に示す。

参考：MOX燃料加工施設における消火に係る設計方針 (グローブボックス内火災)

【窒素雰囲気型グローブボックス(窒素循環型)：通常時】

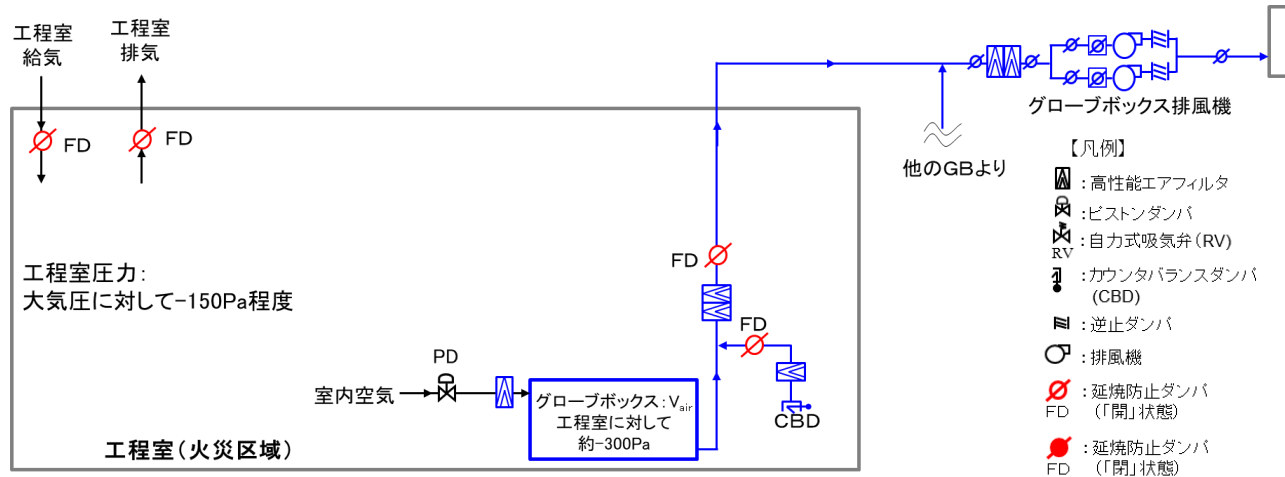


【窒素雰囲気型グローブボックス(窒素循環型)：消火ガス放出時】



参考：MOX燃料加工施設における消火に係る設計方針 (グローブボックス内火災)

【空気雰囲気型グローブボックス：通常時】



【空気雰囲気型グローブボックス：消火ガス放出時】

