

2. 煙火の原材料

煙火の原材料として、酸化剤、可燃剤、その他が挙げられる。

酸化剤は酸素を含む物質で、反応に際し酸素を遊離して他の物質を酸化し、自らは還元される。また、可燃剤は酸素を得て酸化されて燃焼状態に至る可能性を持つ物質である。

適当な酸化剤と可燃剤を選び、**一定の適切な割合**に混合して点火すれば、着火したときには激しい燃焼性、爆発性を示す。火薬類の**爆発爆発的反応**はほとんどこのような酸化還元反応が基本になる。その際、多量の熱と、水蒸気(H₂O)および二酸化炭素(CO₂)を主とする多量のガスを発生し、外部に対して大きな仕事をする。**同時に**、煙火組成物の多くは、**同時に**固体の生成物**が**を多量に生成される**する**。

2.1 酸化剤

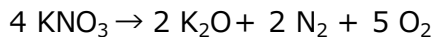
煙火に用いられる主な酸化剤は次のとおりである。

(1) 硝酸塩類

[硝酸カリウム (KNO₃)]

硝酸カリウムは歴史のある酸化剤で、硝石とも呼ばれる。吸湿性は低いが水に溶けやすく、湿気、水分等には注意しなければならない。

47.5wt%の酸素を含み、高温では下式により分解し酸素を放出する。



この反応は強い吸熱反応であるが、可燃物との反応では強い酸化作用を示し、発熱する。

硝酸カリウムを含有する煙火組成物の着火性は良好である。この着火性は硝酸カリウムの低い融点(334℃)と関連している。また、硝酸カリウムと良好な可燃剤（木炭または活性な金属）とを含む組成物は燃焼しやすいので、残火薬またはこれが付着し、混合された塵(じん)粉等の**燃焼による廃棄**には十分注意しなければならない。

硝酸カリウムを含有する煙火組成物はもともと燃焼温度が低いために、色火としての利用には制限がある。火薬類の成分として爆発に関与した際は、固形残渣を生じる。黒色火薬、割り薬、発煙剤等の主要成分である。

[硝酸バリウム (Ba(NO₃)₂)]

硝酸バリウムは、吸湿性を示さない無色（実際には微小結晶片が集積した場合が多いので、白色に見える。）の結晶で、融点は約 592℃であり、毒性がある。

比較的安定度の高い酸化剤で、打揚煙火用の星には緑色炎の色火剤として使用される。

アルミニウムやマグネシウム等の金属粉と混合して燃焼させると光輝を放って燃焼するので、光輝薬または火花組成物の酸化剤に使用される。

硝酸バリウムは高温で次式により分解して酸化バリウム (**BaO**) の光輝ある白色光を出す。これが照明剤として利用される所以(ゆえん)である。



通常の燃焼反応では緑色の炎色を示すので、煙火では他の酸化剤と併用してよく使用される。

より低温では硝酸ストロンチウムと同様に窒素ガスの代わりに窒素酸化物（NO **および** /または NO₂）を生成する。

4.2 製造方法

4.2.1 原料受入

原料薬品の受入(購入時)にあたっては、そのつど、銘柄、種類、品質等の確認を行う。特に、水分、不純物および異物について注意する。

4.2.2 原料調製

(1) 粉碎

原料の供給状態がよい原料薬品では通常この作業は行われない。ただし、目的とする粒度や粒度分布を得たい場合や、自家製の木炭粉等を得たい場合はボールミルや臼づき等で臼と杵を使って粉碎を行う。

また、夏期を経過して固化したロジン(松脂=まつやに)やセラック等の可燃剤もこの粉碎方法を用いることが多い。

一般に、酸化剤は時間の経過とともに固化する性質を有している。これらは簡単に木ロールで碎くことができる。固化した硝酸バリウム等、碎きにくく量が多い場合は機械式の粉碎機によることが一般的である。

(2) 乾燥

麻炭等は水分を 10%以上含むことがあり含み、配合作業のとき篩(ふるい)を通りにくいことがある。したがって天日等で乾燥しておく。硝酸ストロンチウム等多量の結晶水を含むものや吸湿性のあるものは、それらの分解温度以下のかなり高温で乾燥する。この作業を「焼く」という。

(3) 篩(ふるい)

原料は配合前に 40~50 メッシュ程度の篩を通すのが原則である。しかし、硫黄、ロジン、塩化ビニル等の帯電しやすいものや酸化第二鉄等の微粒子で塊粒になっているものは単独では篩を通りにくいので、あらかじめ塊状粉を崩しておく。また、このようなものは配合作業の際に他の粉状の可燃剤と混合して、篩を通して混ざりをよくする。

(4) 被膜処理

金属粉、特にマグネシウム粉や鉄粉を、これに触れる大気や薬品に対して保護するために行う作業である。被膜処理には通常、亜麻仁油、パラフィン等を用いる。他の樹脂類を用いる場合の効果は対象物によって異なる。

金属粉をパラフィンで被膜処理するには、湯煎など適当な方法で金属粉を加熱しておき、これに削ったフレーク状の固形パラフィンを外割で 3%程度加え、攪拌(かくはん)混合する。金属粒子が一樣に湿って見える状態になったとき、作業をやめ、金属粉をクラフト紙等の上に広げて放冷する。冷却したものは 30 メッシュ程度の篩(ふるい)を通す。

亜麻仁油で被膜処理する方法は上述パラフィンに準じるが、金属粉はの予熱しないで済む。被膜されたは必要ない。亜麻仁油を大気中の酸素により硬化させるさせて皮膜化するため、長時間(約一ヶ月一ヶ月間、ただし加工したボイル油の場合は一週間程度)室内で風晒(ふうせい)する。固まりを防ぐため毎日 1 回篩を通し、それが固まらなくなったときが風晒限度である。未乾なものは発熱防止のため積み重ねない。

過塩素酸アンモニウムと混合するマグネシウム粉を重クロム酸カリウム水溶液で処理する方法は、マグネシウムと水の反応を初期的には抑制する効果を持つ。しかし、乾燥すると重クロム酸カリウムをの結晶が表面の一部に析出して、抑制効果が全面的表面全面とはなり得ないので注意を要する。

措置を講ずること。乾燥状態が維持されていないと、水素等の可燃性ガスを発生して容易に着火するおそれがある。

(5) 注意しなければならない原材料および煙火組成物

[配合してはならないもの]

- 1) 塩素酸カリウムとアンモニウム塩（過塩素酸アンモニウム、硝酸アンモニウム等）
きわめて不安定な塩素酸アンモニウムを生成する。この化合物は熱に鋭敏で容易に爆発する。
- 2) 塩素酸カリウムと硫酸塩（硫酸銅等）
塩素酸カリウムは酸性物質と混合してはならない。二酸化塩素ガスを発生して自然発火することがある。
- 3) 過塩素酸アンモニウムと硝酸カリウム
特に水分があると吸湿性の硝酸アンモニウムが生成する。
- 4) 過塩素酸アンモニウムとマグネシウム粉またはマグナリウム粉
水素やアンモニアガスを発生し自然発火することがある。ただし、マグネシウム粉やマグナリウム粉に変質防止のための被膜処理をし、かつ、変質防止剤を添加した場合を除く。

[水分や湿気に注意しなければならないもの]

- 1) マグネシウム粉およびマグネシウム粉を含有する煙火組成物
水と反応し、発熱して水素ガスを発生し、発火することがある。
- 2) アルミニウム粉およびアルミニウム粉を含有する煙火組成物
アルミニウムと水との反応による発火の可能性のほか、特にこの煙火組成物に硝酸塩系酸化剤を含む場合、硝酸塩、アルミニウムと水が反応して熱が発生し、加速的に反応が進み発火に至る可能性がある。
- 3) マグナリウム粉およびマグナリウム粉を含有する煙火組成物
マグネシウム粉と同様の理由による。
- 4) 亜鉛末および亜鉛末を含有する煙火組成物
マグネシウム粉と同様の理由による。

[吸入しないように特に注意しなければならないもの]

- 1) 花緑青および花緑青を含有する煙火組成物(毒物)
- 2) 鶏冠石および鶏冠石を含有する煙火組成物(毒物)
- 3) 硝酸バリウム、蔞酸(しゅうさん)ナトリウム、硫酸銅、塩素酸カリウム、ピクリン酸塩類、炭酸銅、鉛化合物、重クロム酸カリウムおよびこれらを含有する煙火組成物(劇物)

[著しく危険(鋭敏)になるもの]

- 1) 塩素酸カリウムと赤リン
- 2) 塩素酸カリウムと鶏冠石
- 3) 塩素酸カリウムと硫黄

[器具および容器に明確に表記し、区分する必要があるもの]

- 1) 塩素酸塩および塩素酸塩を含有する煙火組成物
- 2) 赤リンおよび赤リンを含有する煙火組成物

4.2.4 保持成型

「保持成型」工程は、「成型工程」および「填薬工程」をまとめた一連の工程をいう。

(1) 薬燃(より)

紙片に少量の煙火組成物をすり込む方法で、黒色火薬系の煙火組成物を用いる線香花火の製造等、がん具煙火等に用いられる。

(2) 薬巻き

固まると爆発しなくなり、本来の機能を失うおそれがある煙火組成物、例えば雷粒（「らっきょう」ともいう。）を製造する方法である。雷薬を薄葉紙等の和紙で包み、一端に点火薬を付けた導火(みちび)を差し込む。この外側をクラフト紙で適当な厚さになるまで巻く（「らっきょう」という）。このとき雷薬を強く押しつけると爆発しにくくなるので注意を要する。この後は糊(のり)の付いたクラフト紙で巻き上げる仕上げ工程になる。

過塩素酸カリウム系の雷薬の場合は、時間の経過とともに火薬がしだいに固まり爆発しにくくなる。この現象を「吹く」という。このような火薬には次項の薬詰めによる方が望ましい。

(3) 薬詰め（填薬）

導火線の付いた直径 40mm 程度の小さな玉皮（球または筒状）に、「薬巻き」と同じ目的で雷粒や小割用の火薬等を詰める方法である。

また、がん具煙火等で多数の筒(紙パイプ)に一度に火薬を詰めるため、筒を六角形に集めて束ねて作業台上に置き、その上に火薬を山盛りし、振動により落とし込む方法もある。これを「篩(ふるい)込み」という。

薬詰めは、粉塵(じん)で工室を汚染しやすいので、火薬を飛散させないように工夫しなければならない。あらかじめ火薬を造粒（4.2.4(9)項参照）するなど、工室を汚染しないようにすべきである。造粒してトレミ方式(容量方式)で計量、填薬する**とことにより比較的正確な填薬が可能であるに填薬できる。**

(4) 手填薬

仕掛煙火のランス（色火薬を詰めた細長い管状部品。1.3.1 項参照）や水中金魚（水中花火で火の粉を出す細長い管状部品。1.3.4(2)項参照）の製造等、粉薬を紙パイプに詰める作業である。上記の「薬詰め」と異なるところは、火薬が爆発しないように固く密に詰めることにある。

多くの場合、紙パイプを黄銅（真鍮(しんちゅう)）製の筒等の型にはめ、その上にロートを当て少量ずつ火薬を筒に流し込んで、そのつど木または竹製の杵(きね)（細長い丸棒）で突き固める。

少量ずつ数度にわたり行うことにより圧填は均一になる。火薬はあらかじめ造粒しておいた方が作業を均一に行うことができる。この方法は通常直径約 10mm 以下の紙パイプに填薬する場合に用いられる。

(5) 薬打ち

木槌(づち)と黄銅（真鍮）製の杵を用い、8%程度の水で湿らせた煙火組成物を少量ずつ紙パイプ等に打ち込む作業であり、直径 10～30mm 程度のやや大きな紙パイプに詰めるのに適している。水分の量は煙火組成物が固まるのを限度として、なるべく少なくする。

また、水分が**あまりあまり**に少ないと発火または爆発の危険性が**高い高くなる**薬種もある。例えば、アルミニウム入り煙火組成物の銀龍（煙火玉に付けて上昇の際銀色の火の粉の尾を表すもの）等である。

紙パイプを用いずに、黄銅（真鍮）製の型を用いて作った星を「打星」といい、この作業を「星打ち」という。これを広義には「打抜き」という。

(6) 薬掛け

その原因としては、親導の伝火薬装着不良、伝火薬として薬紙のみを巻いた不良、大きい煙火玉に必要な伝火薬を付けない不良、等が考えられることから、填薬作業における伝火薬の取付け、玉込作業における仕込み等においては、上述の原因とされる事項に留意する必要がある。

- 4) 雷等のほか物で、打揚げの衝撃で親導末端が割り薬包を破り突き破って飛び出し、親導の末端と割り薬とが接触不良となり着火しなかった場合：

玉込工程の親導および割り薬の取付けに注意する必要がある。

- 5) 小割の場合、着火線や薬紙、着火薬の不具合により導火に不着火となったり、導火の不具合により小割が開発となったりする。小割の製造と煙火玉組立時に注意する必要がある。

(2) 煙火玉の筒内開発(筒ばね)

煙火玉が打揚火薬の点火と同時に打揚筒（以下、「筒」という。）の内部で開発する現象をいい、打揚従事者が筒の破片等で死傷したり、筒の破片（特に鉄筒の破片）が思わぬ距離想定外の長距離を飛んで観客を負傷させたりすることもある。また、星が筒の周辺に飛散して、打揚げ準備中の煙火等に着火することがある。その原因と製造上の留意点を次に示す。

- 1) 親導(おやみち)の芯薬に空隙があるため、燃焼速度が異常に大きくなった場合：

煙火玉が筒の中の最下部で開発することがあるので、玉込工程の親導作業において親導の点検を確実にを行う必要がある。

- 2) 親導の取付け部と外殻に隙間がある場合：

打揚火薬の火炎が煙火玉内部に入り発火することがあるので、親導の取付部と外殻との密着に留意する必要がある。

- 3) 星と割り薬が直接接触しないような措置（例えば、紙等で仕切る。）を講じていない場合や、星表面の着火薬（黒色火薬による最終被覆）が薄い場合（特に牡丹(ぼたん)や銀星等）：

打揚げの衝撃や摩擦によって打揚げ時に打揚火薬の燃焼生成ガスの圧力で煙火玉が横長楕円の形状にゆがむことにより、星と割り薬との間や星と星との間の摩擦で発火することがあるので、製造段階において注意する必要がある。

- 4) 打揚火薬の装着作業時に打揚火薬の計量を誤ったり、装着することを忘れた場合：

点火しても打ち揚がらず、親導に着火して煙火玉が筒の中の最下部で開発するので、打揚火薬の装着には特に注意する必要がある。

- 5) 煙火玉の外径が大き過ぎた場合：

煙火玉と筒との隙間の関係土が小さすぎると、親導に過剰な圧力がかかって燃焼速度の増加を促し、筒の中で開発することがあるので、玉皮のサイズや玉貼りの枚数と使用する玉皮のサイズを調整して、煙火玉の外径を筒の内径に対して適正に合わせることが必要である。

- 6) ほか物の玉皮(外殻)の強度が極端に弱い場合：

打揚げの衝撃(圧力)で煙火の外殻が破れ、または隙間が生じ、煙火玉内に火が入って筒の中で開発することがあるので、玉貼りの加減や紙の重ね枚数等により、適正な強度の玉皮（外殻）とするよう留意する必要がある。

(3) 過早発および低空開発

過早発とは、煙火玉が筒から発射された直後に開発することをいい、低空開発は、打ち揚げられた煙火玉が上空で頂点に達しても開発せずそのまま落下を開始し、地上に危険を及ぼすような低い高度で開発することをいう。その原因と製造上の留意点を次に示す。

- 1) 親導の芯薬に空隙があって速燃し、煙火玉が筒から発射された直後に開発する場合（過早発）：

玉込工程における親導の取付け前に親導の点検を確実に行う必要がある。

- 2) 親導が損傷し、火薬（芯薬）の燃焼速度（火炎の伝播(ば)速度）が急に大きくなって、または親導の取付部不良による隙間から火が入って筒から発射された直後に開発する場合（過早発）：

玉込工程の親導作業時には、親導に損傷がないか注意するとともに、親導取付部にわずかな隙間も生じないように注意して作業する必要がある。また、乾燥工程でも同様に注意して作業する必要がある。

- 3) 親導が所定の長さより短い場合（過早発）：

親導切断作業時において親導の切断長さが間違っていないか確実に点検する。また、親導取付作業時には当該煙火玉に必要な親導の長さであることを確認する必要がある。

- 4) 親導が所定の長さより長い場合（低空開発）：

親導切断作業時において親導の切断長さが間違っていないか確実に点検する。また、親導取付作業時には当該煙火玉に必要な親導の長さであることを確認する必要がある。

- 5) 親導が吸湿または水濡れして燃焼秒時が著しく長くなり、予期した高さで開発せず、降下中に低空で開発する場合（低空開発）：

親導の保管管理、玉込工程の親導作業時等における吸湿、水濡れ等に注意する必要がある。

- 6) 打揚火薬の薬量が所定の量より少ない場合（低空開発）：

打揚火薬計量作業時において計量が正確かつ確実に行われるよう特に注意する必要がある。また、打揚火薬の装着作業時には薬包が破損しないよう丁寧に取扱う必要がある。

参考文献

- (1) エネルギー物質ハンドブック 火薬学会
- (2) 火薬類取締法令の解説 日本火薬工業会
- (3) エネルギー物質の科学 基礎と応用 J・A・コンクリン著 吉田忠雄 田村昌三 監訳
- (4) 花火 清水武夫著 一橋書房刊
- (5) 火薬学 日本火薬工業会
- (6) 煙火の安全な取扱い（火薬類保安教本シリーズ6(改訂版)）全国火薬類保安協会
- (7) 花火の科学 細谷政夫、細谷文夫著 東海大学出版会

第2章 煙火製造所の保安管理技術

1. 総論

1.1 一般

1.1.1 煙火製造所の工室配置の原則

工室は、生命や財産等保護しなければならないものからできる限り離し、かつ、万が一、工室で発火、爆発した際に被害を極小にするように配置するという基本的な考え方で一貫されている。

- 1) 製造施設とは、火薬類の製造作業を行うために設けられた建築物その他施設の総合体をいい、機械設備や土堤のような工作物を含めたものである。言い換えると危険工室や火薬類一時置場等およびその付属施設であって、これらの施設が製造所の基幹である。
- 2) 製造所の敷地は、危険区域と危険区域外（無危険区域ともいう。）とに明瞭に区分し、危険区域には製造施設およびこれと切り離して設けることのできないその付属施設を配置する。保安の精神からも危険区域内には製造に直接関係のない施設を設けてはならない（表 2.1 参照）。

表 2.1 製造設備の概念

製造所	危険区域	火薬類の製造施設	危険工室	爆発の危険のある工室
				発火の危険のある工室
			火薬類一時置場、日乾場、仕掛け準備場、星打ち場、星掛け場、廃棄焼却場等	
	危険区域外	火薬類の製造施設以外の施設	危険工室等の付属施設、休憩所、便所等	
			火薬庫、がん具煙火貯蔵庫、資材倉庫、原料薬品貯蔵所、資材倉庫、事務所、駐車場等	

- 3) 危険工室とは、危険区域内にある爆発の危険のある工室と発火の危険のある工室の両者をいい、この危険工室に、火薬類一時置場、日乾場、仕掛け準備場、星打ち場、星掛け場、爆発試験場、燃焼試験場、発射試験場および廃棄焼却場を加えて「危険工室等」という。
- 4) 危険工室は、原則として作業の流れに従って系統的に整然と配置する。万一の爆発のときに与える被害の程度は、おおむね工室に停滞する火薬類の量に比例するが、同一薬量であっても火薬類の種類とその状態によって異なる。また、爆発の起こりやすさも考慮しなければならない。すなわち、鋭敏な火薬類は鈍感なものに比べて危険性が高いといえる。そこで、停滞量（1.2.3 項参照）と危険性と作業の流れを考慮して、原則として危険性が高い工室を危険区域と危険区域外との境界からできるだけ離し、危険性が比較的低い工室をその境界に近く配置する。
- 5) 危険区域外の施設については、薬品貯蔵所や資材倉庫のように製造作業に直接強関係するのは危険区域に近く、事務所や駐車場のように直接関係の少ないものは危険区域からできるだけ離して配置する（表 2.1 参照）。
- 6) アルミニウム粉、マグネシウム粉、チタン粉およびマグナリウム粉のうち、消防法で規定する危険物に該当する金属粉は粉塵(じん)爆発の危険性が高いことから、これら金属粉を貯蔵する原料薬品貯蔵所を危険区域内に設けない。

1.1.2 危険工室の構造等概要

(1) 爆発の危険のある工室と発火の危険のある工室に共通する基準

- 1) 非常の際の避難に便利のようにできるだけ多くの窓および出入口を設け、それらの扉は原則として外開きとし、出入口、窓はできるだけ広く多く設けて、手元を明るくして作業することが保安上必要である。また、いつ、いかなる場所から爆発または発火が起こるかわからないので、とっさの場合には手近の窓が避難口になり、体当たりによって容易に窓を開くためには外開きにすることが必要である。その金具は、直接鉄と接触して摩擦する部分には、銅、黄銅（真鍮（しんちゅう））等を使用する。
- 2) 日光の直射を受ける部分の窓ガラスは、不透明のものを使用するか日射調整フィルムを貼る。窓ガラスの破片による負傷者が見られるので、不透明の金網入りガラスや半透明プラスチック板を使用している例がある。
- 3) 工室の内面工室内面は、土砂類壁や天井から土砂類が剥げ落ちて火薬類の中に混入することがあってはならない。耐火性で表面が滑沢、衝撃や摩擦に対し安全で、水洗ができる（例えばプラスチック系の剥落および飛散を防ぐ構造とし）塗料で塗装すべきである。また、床面には鉄類を表さない。
- 4) 火薬類の飛散のおそれがある工室の天井および内壁は隙間のないようにし、かつ、水洗に耐え、表面が滑らかになるような措置を講ずる。
- 5) 床面には、鉛板、ゴム板、ビニル床シート等の軟質材料を使用する。ただし、煙火等の製造所にあつては、床材として木材を使用することができる床面の材料として木板を使用することができる。ただし、仕掛準備工室のように、火薬類の飛散のおそれがない場合または火薬類が床に落下しても発火・爆発のおそれがない場合は、コンクリート打ちモルタル仕上げまたはコンクリート打ち塗装仕上げの床面で構わない。なお、床面の導電性が確保されるようにすることが望ましい。

(2) 爆発の危険のある工室

- 1) 爆発の危険のある工室は、別棟に建てることを原則とする。一工室内の爆発によって隣接工室の従業者に重大な被害を与えることがあってはならない。ただし、火薬類の種類および停滞量によりよっては、工室間を堅固な隔壁をもって隔離し、接続して建てた場合には別棟に建てたものとみなされる。
- 2) 爆発の危険のある工室内で爆発が起こると、その建物は破壊され、破片を遠方まで飛散させる。飛散物によって思わぬ遠方の工室に火災または爆発を起こした事例も多々ある。飛散物による被害は、その質量に比例して大きくなるので、爆発の危険のある工室は、鉄筋コンクリート造は不適當で、堅固な木造が適している。ただし、木造は、火災の類焼を防止する目的にはそえないので、建物の外面には有効な防火塗装を施す等の措置が必要である。
- 3) 屋根板は、飛来物防護のため木板を張るが、その上をトタン板などの鉄板で葺（ふ）くことは好ましくない。爆発に際して破壊されず遠方に飛翔して被害をもたらすからである。一般的には波板セメントスレートのようなスレート板は適度な強度があり、かつ、爆発によって細かく破碎され、軽量の飛散物になるので良い材料といえる。
- 4) 床面は、表面が滑沢で、弾力性があり、水洗しやすい軟質材料を使用することが原則であるが、コンクリート打ちモルタル仕上げまたはコンクリート打ち塗装仕上げの床面も、規定に基づいて

~~使われている。床面の導電性が確保されるようにすることが望ましい。~~

- ~~5) 床下は、コンクリートのような堅固なものにするよりも、爆発の衝撃に対して緩衝効果のある軽量コンクリートを採用しているところがある。~~
- ~~6) 工室内面は、壁や天井から土砂類が剥げ落ちて火薬類の中に混入するようなことがあってはならない。床面同様、耐火性で表面が滑沢、当たりが柔らかく、水洗のできる（例えばプラスチック系の）塗料で塗装すべきである。~~
- ~~7) 出入口、窓はできるだけ広く多く設けて、手元を明るくして作業することが保安上必要である。また同時に、いつ、いかなる場所から爆発または発火が起こるかわからないので、とっさの場合には手近の窓が避難口になり、体当たりによって容易に窓を開くためには外開きにする必要がある。また、窓ガラスは、他工室の爆発によって破壊され、作業者がその破片によって負傷することもあるので、プラスチック板あるいは網入りガラスを使用することもある。~~

(3) 発火の危険のある工室

発火の危険のある工室は、爆発の危険はほとんどなく、発火によって火災発生のおそれがある工室であるから、コンクリート造、コンクリートブロック造等耐火性を具備する必要がある。

1.1.3 保安物件

火薬類の万一の発火または爆発による影響から保護しなければならない物件を保安物件という。~~もつとも~~保護法益の大きい~~ものまたは危険度の高いもの~~から順次、第一種保安物件、第二種保安物件、第三種保安物件、第四種保安物件の 4 種類に分類され、それぞれ対象となる物件が具体的に次のように定められている。

第一種保安物件：国宝建造物、市街地の家屋、学校、保育所、病院、劇場、競技場、社寺および教会

第二種保安物件：村落の家屋および公園

第三種保安物件：家屋（第 1 種保安物件または第 2 種保安物件に属するものを除く。）、鉄道、軌道、汽船の常航路または係留所、石油タンク、ガスタンク、発電所、蓄電所、変電所および工場

第四種保安物件：国道、都道府県道、高圧電線、火薬類取扱所および火気取扱所

火薬類の発火または爆発による災害の拡大を防止するためには、常に、製造施設周辺の保安物件を把握しておかなければならない。

1.1.4 保安間隔および保安距離

危険工室等に同時に存置することができる火薬類の最大数量を停滞量（1.2.3 項参照）という。危険工室等がその停滞量に応じて他の製造施設との間に保有する距離を保安間隔といい、製造所外の保安物件に対して保有しなければならない距離を保安距離と呼んでいる。

火薬類の爆発の影響は、爆発した火薬類の量と爆発の中心からの距離によっておおむね定まるので、停滞量は、より少なく、保安間隔または保安距離は、より大きくすることが、爆発による災害軽減の原則である。火薬類の製造施設はこの原則に基づき設計し、維持管理しなければならない。

なお、火薬庫については、同時に貯蔵することができる火薬類の最大数量を最大貯蔵量といい、最大貯蔵量に応じて付近の保安物件に対して保有しなければならない距離を保安距離と呼んでいる。

1.2 煙火製造所における一般保安管理

1.2.1 日製量および月製量

製造施設にはおおむね一日に危険なく製造し得る能力の限界がある。一日に安全に製造し得る最大数量をあらかじめ定め、どのような場合においてもこの限度を超えて作業してはならない。

煙火等の製造所においては、一日に製造する最大数量（日製量）に加えて一ヶ月に製造する最大数量（月製量）についてもあらかじめ定めておいて、**これらを**厳守して作業を行う必要がある。

1.2.2 定員

危険工室は、爆発または発火の危険のある工室であるため、製造作業を行う上で必要な人員の最小限をその工室の定員として定め、**特に**必要がある者以外は立ち入らせないようにする。

危険工室等には、法令（昭和 49 年通商産業省告示第 58 号別表）に定められる「定員の範囲」の人数範囲内で、危険工室等ごとに定員を定めることになっている。

定員は、作業者、運搬者、試料採取者に分けられる。保安責任者等の監督者や見学者等については「特に必要がある者」として認められるが、見学者等についてはいたずらに多数を工室に入れるようなことがあってはならない。

1.2.3 停滞量

危険工室等に同時に存置することのできる火薬類の最大数量を定めることになっており、この数量を停滞量という。火薬類の爆発による被害は、その数量の増加に比例して増大するため、製造作業上どうしても必要な数量は停滞量の範囲内で存置せざるを得ないが、それ以上は停滞すべきでない。先に述べた保安間隔および保安距離は、この停滞量によって定められるのであるから、この停滞量を超えるようなことがあってはならない。

1.2.4 火気の制限、発火物の携帯

煙火等の製造所においては、あらかじめ指定された休憩所や事務所および火薬類製造保安責任者**が**認めた場所以外の場所では喫煙し、または火気を取り扱ってはならない。

また、危険区域内には製造業者の承諾を得ないでマッチ、ライターその他発火しやすいものを携帯し、立ち入ってはならない。

1.2.5 電波を発する機器の制限

電流により作動する機構を持つ火工品を取り扱う危険工室等には、電波を発する機器を携帯してはならない。やむを得ず携帯する場合には、火工品が発火・爆発することがないように、当該機器の電源を切る、火工品に対して間隔をとる等の適切な措置を講じなければならない。

1.2.6 物品の持込み

危険工室等には作業上必要と認められた物品**のほか**以外は**持ち込まない持ち込んで**はならない。

1.2.67 火薬類の持出し

従業者はその職務上必要な場合**のほか**以外は火薬類を製造所外に**持ち出さない持ち出して**はなら

ない。

1.3 被害局限化のための施設

1.3.1 土堤

- 1) 煙火の製造所の場合、爆発の危険のある工室または火薬類一時置場は、原則として、土堤、簡易土堤または防爆壁で囲むこととされている。万一、事故が発生した場合、その被害を当該発生箇所のみに留めて、周辺にいる人と施設を爆風や飛散物による被害から保護する。
- 2) 工室または火薬類一時置場内の火薬類爆薬が爆発すると火薬類爆薬のあった場所の中心をおおむね中心として漏斗孔ができる。その漏斗孔の外周が堤脚にかかると、その範囲だけ土堤の頂上が低下する。したがって、漏斗孔の外周が堤脚にかからない程度においてなるべく土堤に接近して建物を設けた方が建物の破片の飛散を防ぐ上にも爆発の威力を緩衝させる上にも効果がある。
- 3) 堤脚の土留めは、できるだけしない方がよい。土留めをすれば土堤の強度は低下する。土留めをする場合には建物に対して土堤の外側にすべきである。内側にやむを得ず土留めをする場合、**十**できるだけ軽量な飛散物となる**もの十**材料を用いる。例えば木の板等があるが、木の板では耐久力がなく土堤を崩壊させる原因になる。セメント板は実験の結果、その妥当性が認められている。
- 4) 土堤の維持管理として、定期点検のほか、暴風雨または地震後においては、必ず法(のり)面等を点検し、損傷等が見受けられるときは、速やかに修復する。

1.3.2 簡易土堤

- 1) 簡易土堤の勾配は 75°より急でないこととされている。勾配が 75°であると傾斜が急なので、十分な強度を有する側壁板および支柱を用いて堅固に土留めしなければならない。
- 2) 側壁板には土堤の土留めの場合と同様セメント板を用い、支柱にはコンクリート柱を使用することで十分な強度が確保できる。
- 3) 土堤の頂部は、**薄い木板**、金属板または合成樹脂板等で覆って雨水の侵入による土の流出を防止しなければならない。
- 4) 簡易土堤は、側面が板で覆われているため内部の土が流失しても一見してわからない場合があるので、時々点検する必要がある。

1.3.3 防爆壁

- 1) 防爆壁の基準は昭和 35 年通商産業省告示第 76 号に、次のように示されている（主要点のみ）。
 - ・ 防爆壁の内面の壁脚から煙火火薬庫の外壁まで 2 m（爆発の危険のある工室または火薬類一時置場の場合は 1m）以上の距離においてできるだけ接近して構築する。
 - ・ 鉄筋コンクリート造または補強コンクリートブロック造とし、基礎を堅牢(けんろう)にする。
 - ・ 高さは、煙火火薬庫、爆発の危険のある工室または火薬類一時置場の軒の高さ（爆発の危険のある日乾場に設ける場合は 2.5m）以上とする。
 - ・ 厚さは、鉄筋コンクリート造の場合は 15cm（煙火火薬庫以外に設ける場合は 10cm）以上、補強コンクリートブロック造の場合は 19cm（煙火火薬庫以外に設ける場合は 15cm）以上とする。

危険工室には、非常の際に避難しやすいようにできるだけ多くの窓および出口を設け、それらの扉は原則として外開きとする。

(2) 避難経路

- 1) 製造所内の見やすい場所に掲示板を設け、爆発または発火に関し必要な事項を明記する。この掲示板には、従業員の避難方法、消火活動をする場合の注意事項の概要を記載する。
- 2) 各危険工室においても、万一の災害が発生した場合の避難経路を明示しておくことが従業員の人命を守ることになる。

1.4.2 作業の方法と避難

- 1) ~~いかに安全な作業をさせるかの安全性~~を考えるとともに、万一の場合~~いかに速やかに~~の迅速な避難~~できるか方法~~を考慮することが~~肝要重要~~である。
- 2) 作業者の作業位置、作業台の配置は、避難の際の所要時間に~~大きな大きく~~影響を~~もって~~お~~りす~~るため、できるだけ~~短時間で~~避難に~~便利可能~~な位置で作業することを心がけたい。
- 3) 製造作業の原則として、製造時の薬量~~はできるだけ少なく、また、~~および作業の人数~~もできるだけ少なくは、~~ともに最小限とするよう配慮する。
- 4) 作業を開始する前に、窓、扉、非常口~~の鍵をはずし~~解錠し、速やかに避難できるようにしてから作業に従事する。

1.4.3 避難の具体策

- 1) 工室内において事故が発生した場合、~~なるべく早く~~迅速かつ確実に爆発や火災を避けるよう、壁の陰に入る等の対処の方法を工室ごとに策定しておく。~~そのため策定には当たって、~~取り扱う火薬類の種類や数量等を勘案~~した対処の方法を、~~工室ごとに策定~~しておくことも重要である。~~
- 2) 他の工室で事故が発生した場合を想定して、あらかじめ危険工室ごとに具体的避難の方法等を定めておき、それを守る。
- 3) 避難途中は、爆発による飛散物に注意する。
- 4) 事故発生時における連絡体制と応急措置および1)から3)の要領を策定しておく。

1.4.4 避難方法の教育と訓練の実施

- 1) 保安教育やその他の機会を利用して、以上述べたことを従業員によく教育する。その際、避難の~~失敗例、~~良い例や想定事故例や~~良い例、~~失敗例による避難方法等を併用することも効果がある。
- 2) 教育~~によって知識として得た~~された避難方法が実際に身につくように~~するため、~~避難訓練を適時実施しておくことが大切である。

1.5 作業者の安全、保護

1.5.1 危険工室における人員の配置の原則

- 1) 人命の尊重を第一とする。
- 2) 作業性をよくすることで安全性が~~損なわれるような場合に損なわれては、~~作業性と作業者の保護の両立を図るため、~~ならない。~~防護設備や保護具等の設置を~~考えるにより~~作業者の保護を確保しつつ、作業性の向上に取り組むべきである。
- 3) 特に危険性が高い作業には、~~なるべく~~遠隔化、自動化、機械化を取り入れることに努める。

1.5.2 発火の危険のある工室における作業者の安全と保護

- 1) 発火の危険のある工室において作業者の安全と保護を図るためには、定員ならびに停滞量を適正にするほか、消火設備や避難経路に留意し、発火の危険から作業者を防護する設備を考慮しなければならない。
- 2) 発火の危険に対する防護設備には、避害板や保護具のように、至近距離において火薬類の発火の危険から人体を防護する設備と、防爆壁や防火壁、耐火構造間仕切りのような避害壁により設備火薬類から作業者を隔離する方法がある。

1.5.3 爆発の危険のある工室における作業者の安全と保護

- 1) 爆発の危険のある工室においても、作業者の安全と保護を図る場合に考慮すべき点は、発火の危険のある工室の場合と同様である。
- 2) 工室内において人体を防護するためには、十分な強度を有する隔壁等を設ける。
- 3) 火薬類の状態を常時監視しなければならない場合には、必要に応じてモニターテレビモニター、鏡等を用いて間接的に監視する。
- 4) 覗(のぞ)き窓による直接監視の必要がある場合には、その覗き窓の強度および構造に特に留意しなければならない。

1.6 消火設備とその操作

- 1) 発火の危険のある設備には、設備の必要箇所に対してできるだけ近くに有効な消火設備、例えば自動消火設備や消火器等を設ける。これは、爆発の危険のある場合と異なり初期消火が有効だからである。
- 2) 危険工室の付近には、貯水池、貯水槽、消火栓等の消火設備を設けなければならない。これは、外部火災から危険工室を守るためあるいは室内での初期消火後の二次的な消火のための設備として必要なためである。
- 3) 消火設備についてもっとも重要なことは、消火設備に関する作業者等の知識と使用消火訓練である。火薬類の危険工室における火災は、火源の発生後きわめて急速に広がるものが多く、その際作ため作業者が冷静に事態を処理することが困難な場合が多い。したがって、工室ごとに消火設備等の取扱いの訓練をできるだけ多く実施しなければならない。

1.7 危険工室内における静電気対策

1.7.1 危険工室における静電気の危険性

- 1) 電気の絶縁体（電気抵抗の大きな物質）をは摩擦したりや剥離（破碎、破断）したりするとき物体により帯電する。このとき生じた電気(電荷)を静電気という。帯電した物体は、空中の塵(ちり)や不純物を引きつけたり、近くに他の物体が接近したりするとその間の抵抗を介して放電する。
- 2) 静電気が急激に放電する現象は静電気スパークと呼ばれ、スパークによる加熱等の作用で可燃物を発火、燃焼、爆発させることがある。
- 3) 帯電防止には、物体表面を高誘電率を有する物質や電気抵抗の小さな物質で被覆することが有効である。
- 4) 危険工室での静電気発生は、工室内で取り扱われる火薬類等の物質に起因する場合と、工室内

で作業する人体に起因する場合の両方を考慮する必要がある。

5) 危険工室内において取り扱われる物質で静電気スパークに注意すべき対象は、

- ・火薬類（特に粉状の起爆薬類）
- ・火薬類の原料となる粉体（絶縁体）
- ・電気抵抗の大きな液滴（ミスト）
- ・可燃性気体（溶剤の蒸気を含む。）

等である。

6) 煙火の製造所にあつては、水分含有率 10% wt.%以下の煙火組成物の配合工程、填薬工程または乾燥工程の作業を行う危険工室あるいは火薬類一時置場は、とりわけ静電気対策が必要とされる。特に、雷薬や滝用煙火組成物（以下、「滝剤」という。）は一般に静電気感度が高いので、その配合および填薬を行う危険工室は静電気対策を確実に行う必要がある。

1.7.2 静電気対策

静電気対策には次の二つがある。

- ・静電気の発生を防ぐ。
- ・発生した静電気を放出させる（しかるべき抵抗を介して瞬時でなく穏やかに放電させる）。

具体的対策は以下のとおりである。

(1) 火薬類や原料への帯電防止剤の添加

水で湿状にして扱うのもよい。

(2) 工室内の湿度管理

工室内の湿度を一定以上に保つ。火薬類や原料薬品の性能の低下を起こさない限り湿度が高いのが望ましい。例えば、湿度計等により常に工室内湿度を観測して、必要に応じて加湿の措置（散水、加湿器の活用等。）をとる。

(3) 導電性の床張り

床には必ずアースが設置されていること。例えば、雷薬または滝剤の配合および填薬を行う危険工室の床には、導電性マットを敷設し、かつ、接地する。接地抵抗は定期的に測定し、基準値以内であることを確認する。

(4) 設備、機器類の確実な接地(アース)

例えば、雷薬または滝剤の配合および填薬を行う危険工室の作業台には、導電性マットを敷設し、かつ、接地する。また、篩(ふるい)、たらいおよび小分け用スコップも導電性のもの（鉄製を除く。）を使用する。

(5) 服装、靴類等の低抵抗化

特に靴について導電性床と電氣的につながるように注意する（低抵抗回路の形成）。例えば、雷薬または滝剤の配合および填薬を行う際には、履物および手袋は導電性のものを着用する。

なお、静電気対策については、上記の(3)から(5)の三つの措置を同時に実施しなければならない。いずれかが欠けると危険度が高まるおそれがあるので注意を要する。

(6) 身体静電気の除去

工室入り口に放電棒または放電板等を設置し、入室時に触れることにより人体に帯電した静電気を除去する。作業者が動くとふたたび帯電するので、放電棒や放電板のみに頼ることは問題である。

(7) その他

アースバンド等の装着。

1.8 暖房設備と温湿度調整装置

1.8.1 暖房設備

- 1) 危険工室等の暖房設備には、蒸気、熱気または温水を使用する。ただし、火薬類が飛散するおそれがない危険工室は、エアコンディショナを使用することができる。
- 2) 工室内に設置する暖房設備は、燃焼しやすい物と隔離し、その熱面に火薬類の粉末または塵埃(じんあい)が付着しないように密閉するか覆いをする必要がある。覆いをする場合は、掃除のしやすい構造とする。
- 3) 蒸気または温水による暖房を採用する場合は、熱面への粉塵(じん)等の付着を防ぐため、熱効率を重視した工口フィンパイプ（放熱面積を増やすため、パイプの外周にフィン(帯状の金属板)をらせん状に巻きつけて加工したもの。**ひれ付き管ともいう。**）は避けて、スムーズパイプ（**直管**）を採用することが望ましい。温水を利用した暖房には、床下にめぐらせた配管に温水を循環させる、いわゆる床暖房もある。熱源が露出していないため温水暖房としては安全性が高い。
- 4) エアダクトにより温風暖房を行う場合は、粉塵等の飛散、浮遊を助長するおそれがあるので、風速（1 m/秒以下）、吹き出し口を考慮しなければならない。
- 5) 暖房設備の設置箇所近傍の壁や設備は、寒暖の差が特に大きく、材質の劣化や疲労が著しいため、定期的な点検と補修が必要である。
- 6) 暖房ユニット等を使用する場合、室内の空気を還流して使用することは保安上好ましくない。

1.8.2 温湿度調整装置

危険工室の温湿度調整装置は別棟に設けるのを原則とする。ただし、故障を生じても**爆発火薬類の発火**または**発火爆発**を起こす危険**が**ないもので、常時従業者が監視または操作する必要のない**小型**のものは、**同じ棟内の**火薬類の浸透またはその粉末の侵入を防止した別区画に据え付けることができる。

1.9 熱源を使用する装置

火薬類の製造作業は危害予防上、温度の制限を受けることが多い。作業中**わずかなに**温度**の**調節を**誤った誤り**、**わずかに温度が上昇した**ために、火薬類を爆発させた例がある。火薬類の製造作業がすべて厳密な温度の調節に左右されるというわけではないが、危害予防上**厳密な温度管理が必要な場合には**、この**作業については何度温度**以上になったら危険であるという**温度は、**具体的な**温度**を定めて厳守しなければならない。

1.9.1 乾燥装置設備

- 1) 火薬類を乾燥する工室内の加温装置は、当該火薬類と隔離して設置する。ただし、温水加温装置で、その温度が乾燥温度とほぼ同一のものは、この限りでない。
- 2) 乾燥温度の管理は範囲を設け、できるだけ自動温度測定装置を取り付け、警報装置および温度を自動的に調整できるような措置をする。
- 3) 火薬類の乾燥温度は、特に定めのない場合は原則として 50℃以下を基準とし、乾燥を強制通風により行う場合は、特別の場合のほかは、薬面上の風速を火薬類が飛散しない風速とする。また、

温度が常温まで下がってから火薬類を取り扱うようにする。

1.9.2 温度測定装置

- 1) 乾燥設備等、保安上温度に特に関係のある設備には、温度測定装置を取り付ける。
- 2) 温度測定装置は、温度の自動記録やが可能で、温度の逸脱に対して警報を出せるものがよい。
最近では抵抗温度計により測温できる防爆型のものであるので、これを使用するとよい。
- 3) これらの温度測定装置は、期間を定めて点検する。

1.10 排気対策および防塵(じん)対策

1.10.1 排气对策

- 1) 可燃性ガスまたは有毒ガス $\oplus$ が発散するおそれ $\oplus$ がある工室には、ガスの排気装置を設けなければならない。
- 2) 可燃性ガスの排気装置については、吸引、排出の過程で凝縮された危険物が生ずる可能性があり、軸流吸引式等の摩擦部分を生ずる可能性のある排気方式は避け、シロッコファン（多翼ファン）やターボファンのような遠心方式が望ましい。

1.10.2 防塵(じん)対策

- 1) 火薬類およびその原料の粉塵が飛散するおそれがある設備には、カバーや排気装置等、粉塵の飛散を防ぐ措置を講じなければならない。これらの防塵設備は、水洗が容易である等、付着した危険物火薬類を簡単に除去できるものでなければならない。
- 2) 排風装置により粉塵を吸引する場合のフィルタやクリーナ等については、危険物火薬類が蓄積しないよう点検、掃除および更新に留意しなければならない。
- 3) 乾燥した雰囲気の中でガスの排気や粉塵の排風を行うと、静電気が発生しやすいので、導風管設備（ダクト）の各所に静電気が滞留しないような措置を講じなければならない。

1.11 日乾場

- 1) 日乾場の乾燥台は、ほぼ 60cm の高さとする。
- 2) 日乾場は、その他の施設に対する距離が 20m 以下の場合には、その施設との間に、爆発の危険のある日乾場にあつては簡易土堤または防爆壁を設け、発火の危険のある日乾場にあつては防火壁の設置その他延焼を遮断する措置を講じなければならない。
- 3) 必要に応じて、日乾作業終了後、火薬類を放冷するための設備を設けなければならない。

1.12 機械装置とその動力および照明

- 1) 危険工室内には原則として原動機を据え付けてはならないとされている。したがって、工室外部から動力軸や動力ベルト等により、必要最小限の空間を通じて工室内機器の動力とすべきである。すなわち、空圧作動、油圧モータ等の非電気式の動力を機器に取り付け、そのポンプ、コンプレッサ類を工室外に設置することが望ましい。
- 2) 最近では安全な原動機が開発されているので、機器の作動要件その他の理由により機器に直接原動機を取り付けても保安上支障がない場合もある。この場合の原動機は、漏電、可燃性ガス、粉塵(じん)等に対して安全なものを採用しなければならない。

- 3) 動力のスイッチ、コンセント、動力線についても、原則として工室内に設けるべきではないが、工室内に設けなければならない場合は、同様に電氣的に安全なものを採用しなければならない。
(「電気設備に関する技術基準を定める省令」第 68 条、第 69 条、第 70 条、第 71 条参照)
- 4) 電灯を危険工室や火薬類一時置場の室内に設ける場合については、漏電、可燃性ガス、粉塵等に対して安全な防護措置を講じた電灯および電気配線とする。
- 5) 危険工室内に据え付ける機械装置は、作業上やむを得ない部分のほかは、鉄と鉄との接触による摩擦のないものを使用し、すべての摩擦部には十分に滑剤を塗布し、かつ、動揺、脱落、腐食または火薬類の粉末の付着もしくは侵入を防ぐ構造とする。
- 6) 危険工室内の機械装置または乾燥装置の露出した金属部は、静電気を除くためと漏電による事故を防止するため接地すべきであり、接地が機能しているか否か点検することが大切である。

1.13 運搬

1.13.1 運搬容器

- 1) 煙火および煙火組成物またはその原料を運搬する容器は、火薬類が浸透または侵入しないようできるだけ緻密で、衝撃、摩擦等に対し当たりの柔らかい安全で、かつ、収容物と化学作用を起こし、より危険な物質を生成しない材料(例：アルミニウム)を使用する。
- 2) 運搬中等に火薬類の転落を防止するためと異物の混入を防止するため、確実に蓋のできる構造とする。

1.13.2 運搬車

- 1) 危険区域内で煙火および煙火組成物を運搬する運搬車は、手押し車、蓄電池車、ディーゼル車またはガソリン車とする。手押し車にあっては火薬類に摩擦、衝撃を与えないような構造とし、蓄電池車等は、法規で定める基準による構造とする。
- 2) 手押し車の車輪はゴム車輪のものを使用するとよい。ディーゼル車等を使用する場合は、特に、その性能の維持がきわめて重要である。原動機関係装置から火花や火炎等を出さないよう常に整備しなければならない。

1.14 配合機(混和機)

- 1) 配合機(混和機)は煙火組成物またはその半製品等の火薬類が摩擦を受ける機器であるため、その装置の保守管理は十分注意しなければならない。
- 2) 配合機(混和機)として用いるボールミルまたは回転ドラム等の回転数が保安上重要である。一般に、回転数が大きくなると過熱、発火のおそれがあるので、適正な回転数の設定、維持が必要となる。
- 3) 同一機で異種の煙火組成物を配合(混和)する場合はもちろんのこと、作業終了後の装置の清掃はきわめて重要である。
- 4) 配合機(混和機)の攪拌(かくはん)翼と機壁あるいは攪拌翼相互間の間隙が機能上も保安上も重要である。間隙は、大きくとるほど危険性が低下することになるが、作業効率が低下することとなり好ましくない場合もある。適正な間隙の維持が保安上重要であることから、常に点検する。
- 5) 攪拌翼の固定ボルト等は脱落しない措置をする。

1.15 機器の清掃と維持、保守管理

- 1) 煙火（煙火組成物を含む。）の製造に使用する機器は、作業終了後の清掃が不徹底の場合、煙火組成物等の火薬類や原料が機器内に残留し、その後の製造作業における危険要因の増加を招くこととなり危険である。
- 2) 特に、マグネシウム粉やアルミニウム粉を含有する煙火組成物は、水分があると水との反応によって発熱、発火に至る危険性があるので、使用する機器に対して清掃に万全を期す必要がある。
- 3) 煙火（煙火組成物を含む。）を製造する機器に関しては、点検が重要であり、作業前後の点検や作業中の異常チェックのほか、期限を定めた定期点検等各種の点検が必要である。そのため、点検の時期と点検作業の内容をマニュアル化する等、あらかじめ定めておく必要がある。
- 4) 点検の時期と同様に、消耗期間を考慮した機器の更新期間についても定めておく必要がある。とりわけ自動計測機器類のメータやセンサ等については点検、校正を十分に行い、精度を保証しておく必要がある。配合機(混和機)類の攪拌(かくはん)翼や軸その他の材質の疲労のように、外観点検でチェックが不可能なものについては定期更新をすることが保安上重要である。
- 5) 点検作業は、危険工室において行わなければならないことがほとんどであるので、このような場合には点検対象機器等を十分安全化したのちに実施しなければならない。

1.16 機器の修理、工室の修繕、改築

1.16.1 機器の修理

- 1) 危険工室の内部には、製造作業中はもちろんのこと、作業していないときでも思いがけない場所に火薬類が浸透したり侵入したりしていることがあるので、原則として工室内で修理作業をしてはならない。
- 2) やむを得ず工室内で修理作業を行う場合は、室内および機器に浸透あるいは侵入した火薬を除去するかまたは分解して、十分に安全化したあとでなければ作業に着手してはならない。
- 3) 修理作業については、火薬類製造保安責任者の指示によらなければ作業に着手してはならない、と危害予防規程に規定することが必要である。

1.16.2 危険工室等の修繕、改築

- 1) 危険工室等には、その構造材料や間隙等に火薬類が浸透または侵入している場合があるので、危険工室等の修繕または改築の工事を始める前には、火薬類の存在するおそれのある部分に十分に注水するかまたは洗浄し、安全化を図らなければならない。
- 2) その危険工室等の改築等の工事が他の危険工室等に及ぼす影響や火薬類の運搬作業に及ぼす影響等を総合的に検討し、火薬類製造保安責任者の指示に従って、適切な危害予防の措置を講じたあとでなければ工事に着手してはならない。

1.17 鉄製工具の管理

- 1) 鉄製工具類はできるだけ作業室以外の所定の場所に保管し、必要な場合以外はみだりに使用できないよう確実に管理されなければならない。
- 2) 工具は使用後、作業台等に放置せず、所定の位置場所に返すことが肝要重要である。工具が落ちて原料に混入し、篩(ふるい)にかけたときに出てきた事例もある。
- 3) 工具棚に工具の絵を入れる表示する等の工夫を施し、どの工具が戻っていないか直ちにわかる

ようにすることが望ましい。

- 4) 修理作業は、必ず火薬類製造保安責任者の指示を仰ぎ、必要な措置を確実に行ったのちに実施する。火薬類製造保安責任者は、使用する工具についても適切な注意を与えることが**大切に重要**ある。
- 5) 修理作業終了後は、火薬類製造保安責任者に報告し、使用した工具は所定の**位置場所**に戻しておく。

1.18 試製

1.18.1 試製工室の概念

- 1) 煙火（煙火組成物を含む。）の製造の試験を行う工室は試製工室と称し、いまだ市場に出ない新しい煙火（煙火組成物を含む。）を試験的に造ってその性質や性能を研究したりする。
- 2) 製造試験であるから停滞量は少ない場合が多いが、製造条件等の把握がされていない段階にあることから危険の程度はむしろ高いので、当然危険区域内の試製工室で行うこととされている。同一工室内で平常作業と並行的に行うことは、厳に禁じなければならない。
- 3) 新たに試製工室を設置することができない場合には、その目的に沿った既存の危険工室の使用区分を変更したのち、製造試験を行う。（製造施設等の変更許可を得ておく必要がある。）

1.18.2 試製の際の留意事項

試製する煙火（煙火組成物を含む。）は、その性質や性能が十分解明されているわけではないので、留意すべき事項がいくつかある。

- 1) 研究室での試験データや各種情報等を参考にする。ただし、試験条件等が異なるのでそのまま採用すべきではない。すなわち、量の効果が出てくるので、保安管理面ではそうした点を念頭において製造設備や製造方法を考えなければならない。特に量が多くなれば次の点に注意を要する。
 - ・ 燃焼から爆轟(ごう)へ転移することがあり得る。
 - ・ 製造作業中の密閉条件が異なる（ガラスの試験管から混和機等の機械に変わること等）。
 - ・ 温度条件や圧力条件が変わる（特に、煙火(組成物)の中心部において）。
- 2) 製造試験における薬量と作業者の人員はなるべく少なくする。

1.19 工室内の整理、整頓と清掃

1.19.1 清掃、散水

- 1) 鉄片や砂れき等が煙火（煙火組成物を含む。）の中に混入するとその後の作業がきわめて危険になるので、工室や火薬類一時置場は常に清潔を維持するように清掃する。煙火の製造所において清掃は常にもっとも重要な作業の一つになっている。
- 2) 清掃は鉄片や砂れき等、異物の混入防止が**目的の一つの目的**であるが、危険な作業は常に清潔で整頓された環境の下において行うことが危害予防上もっとも大切なことであり、また、能率的なことにもなる。
- 3) 強風の日には工室の窓を閉めたり、砂塵(じん)の舞い立つのを防ぐために工室の周囲に散水したりするのは当然のことである。
- 4) 清掃により飛散する火薬類が除去されていれば、万一、火災が発生した場合でも火の回りが遅くなるので、作業者にとっても助かりやすくなる。

である。

- 3) 火薬類一時置場は、以上述べた趣旨から火薬庫代わりに使用することはできない。したがって、当然出荷できる状態に包装収函(かん)されたものを火薬類一時置場に相当期間存置することを認める趣旨ではない。
- 4) 煙火の製造所における火薬類一時置場は、多種類の煙火組成物をはじめ各種煙火の仕掛品が一時存置されることから、存置量を把握するために記録をとる等数量管理を正確に行う必要がある。
- 5) 停滞量の遵守は保安確保の大原則であり、停滞量を超えて存置していたことによる災害事故が悲惨なことは、過去の幾多の事故例に見られる。また、存置期間には常に注意し、長期の存置はしないようルール化しておくことが必要である。
- 6) 窓がある場合は直射日光を受ける部分の窓ガラスは直射日光が入らないよう措置し、煙火組成物および仕掛品等の容器は火の粉等が容易に入らないよう蓋等で確実に覆うよう努める。

1.21.2 火薬類一時置場の構造

火薬類一時置場の構造については、法令では特に定められてはいないが、次のような構造とすることが望ましい。

- 1) 存置する火薬類の種類および周囲の状況に応じて、鉄筋コンクリート造、コンクリートブロック造、木骨ラスモルタル仕上げ等耐火性構造とし、盗難を防ぎ得るよう措置を講ずる。
- 2) 小屋組は木造とし、屋根の外側は金属板、セメントスレート板、瓦等の不燃材料を使用する。
- 3) 床面は、火薬類の種類に応じ、コンクリートモルタル塗装または板張り等とする。

1.22 廃薬、不良品、廃材の処理

1.22.1 廃薬、不良品、廃材の処理

- 1) 製造作業終了後の清掃中に機械の中に付着して残った火薬類や、工室内を随時掃除中に集められた塵埃(じんあい)等の異物の混入した火薬類(廃薬)、また、著しく商品価値を失ったもの等(例えば、床に落として原形を損じたものや性能が規格に合格しないもの等。不良品。)は、いずれも工室内またはその付近に備えられた所定の廃薬容器に収納し、可能ならば毎日廃薬焼却場所において確実に廃棄しなければならない。(火薬類取締法第 27 条(廃薬) および第 27 条の 2(廃薬の技術上の基準)は、煙火に対してはその適用が除外されている。したがって「廃薬焼却場」以外の適切な場所においても廃薬作業をおこなうことができるため「廃薬焼却場所」と記載したが、「廃薬焼却場」も含まれる。また、「廃薬焼却場」を設けることが望ましい。)
- 2) 火薬類の製造作業に直接使用した布類等(廃材)はおおむね火薬類が付着しているし、機械類の手入れに使用した布類等はおおむね油類が付着しており、いずれも不始末によって放置されれば自然発火の原因となることがある。したがって、これらは必ず一定の容器に収め、作業終了後工室外に搬出して所定の場所で、**廃薬や不良品とは別に**燃焼処理する。

1.22.2 廃薬処理作業における留意点

- 1) 廃薬処理作業中の事故例は多いので、廃薬処理作業の監督者は、適宜廃薬処理中の作業者と**接触連絡**を保ち、定められた作業方法を守らせることが大切である。
- 2) 作業内容が廃薬処理という作業従事者が安易な考えを持ちやすいため、監督者は廃薬処理の作業が重要で危険性が高い作業であることを作業者に理解させる**ようなための**教育と訓練の必要が

ある。

- 3) こうしたことを理解させるためにも、廃薬を出した作業の責任者が廃薬処理作業に立ち会い、注意事項をよく守って廃薬処理作業を行うことが望ましい。

1.22.3 廃薬処理の方法

注意すべき主な事項を挙げると次のとおりである。

(1) 燃焼処理

- 1) 1回の最大処理量を、火薬類の種類により定め、それを守る。
- 2) 異種の火薬類が混じらないように特に注意をする。
- 3) 強風の場合や異常乾燥の場合など、天候に応じて周囲に散水する等の保安上の措置を施す。
- 4) 点火は風下から遠隔点火(電気点火)する等、安全な方法による。
- 5) 火薬類の付着した薬包紙等を焼却する場合は、周囲に燃焼物が飛散しないよう、上面および側面を金網で囲む措置をする。
- 6) 焼却後、完全に燃焼したことを確認する。
- 7) **引き続き連続して**燃焼処理を行う場合には、原則として同じ場所で行わない。やむを得ず同じ場所で燃焼処理を行う場合は、鉄板等の燃焼面を水等で冷却し、常温になってから処理作業を**開始再開**する。

(2) 水溶解処理

- 1) 水溶解処理は、所定の場所で行う。多量の廃薬を処理する場合は、溶解分離槽等を設置する。
- 2) 廃薬を所定量の水を入れた廃薬バケツまたは溶解分離槽に入れ、攪拌(かくはん)して**水溶性の水溶成分**を溶解させる。
- 3) 不溶性の物質は所定の容器に入れ、所定の場所で焼却するか、または安全化したのち、もしくは火薬類が混入または付着していないことを確認**しそののち**、廃棄物処理業者に処分を依頼する。
- 4) 水溶性の成分が溶け込んだ水は、多量の水とともに所定の場所に流す。なお、廃水は、その水質が所定の排出基準に適合するように措置する。

2. 製造工程における保安管理技術

2.1 配合工程

(1) 危険工室内の点検

- 1) 種類の異なる薬種の配合を行うごとに、工室内が清掃され、工具や器具等がきれいに拭かれていることを確認する。
- 2) 危険工室内の履物は専用となっていること、または、土砂の侵入を防ぐためのマットを敷く等の措置がなされていることを確かめる。
- 3) 雷薬または滝剤の配合作業を行う場合は、床および作業台に導電性マットが敷設され、かつ、接地されていることを確かめる。

(2) 器具等の点検

- 1) 計量器が正常に作動することを確認する。
- 2) 異なる酸化剤の混用は危険であることから、篩(ふるい)およびその他の器具は専用であることを確かめる。

- 3) 雷薬または淹剤等の配合作業は静電気による発火の危険があるので、それらの配合作業に使用する篩、たらいおよび小分け用スコップは、導電性のもの（ただし、鉄製のものは使用してはならない。）であることを、また、履物および手袋についても導電性のものであることを確認する。
- 4) 酸化剤等原料薬品および煙火組成物の収納容器は、緻密軟質で収容物と化学作用を起こさない材料を使用し、かつ、確実に蓋のできる構造であることを確認する。
- 5) 塩素酸塩を含む組成物を取り扱う器具または容器には**専用のものとし**、その旨が明記されていることを確かめる。

(3) 原料薬品の搬入

- 1) 当該作業に必要な数量とする。当該配合工室に同時に存置**することが**できる火薬類の原材料の最大数量以下（法令で定められている最大数量は 0.5 日分以下）とする。

(4) 原料薬品の確認および計量

- 1) 硝酸塩と過塩素酸塩は、**ともに白色粉末で見た目が似ているために**間違いやすいことから、種類、数量は作業指示のとおりであることを確認し、計量は正確に行う。
- 2) 金属粉が入る配合では、配合後の水と反応して発熱したり発火したりするのを防止するため、必要に応じ金属粉の表面を被膜**処理**するか、適当な酸化防止剤を添加する等自然**発熱**・発火を防止する方法がとられていることを確かめる。
- 3) 湿式法で配合する場合は配合に水等を用いるので、指示された原料薬品の確認には特に注意しなければならない。

(5) 配合作業

- 1) 配合作業は、あらかじめ定められた順序に従って行う。摩擦等により発火のおそれがあるため、酸化剤は原則として最後に添加する。
- 2) 硫黄を含む煙火組成物については摩擦**や**打撃に特別の注意を払う。雷薬は特**に摩擦や打撃**に注意する必要がある。
- 3) 塩素酸塩に可燃剤とくに硫黄が配合されると打撃や摩擦に対してきわめて鋭敏となるので、注意が必要である。
- 4) 赤リンを含む組成物を取り扱う場合は、他の危険工室と隔離された専用の危険工室で行い、かつ、器具、容器、作業衣および履物は、専用のものを使用する。
- 5) 赤リンを含む組成物を取り扱う配合工室および鶏冠石と塩素酸カリウムとを配合する工室は、毎日 1 回以上水洗掃除する。
- 6) 発火した場合の被害をできるだけ小さくするため、1 回の配合量は必要最小限の量とする。
- 7) 湿式法で配合する場合は、水の量が少なすぎると作業中に発火することがあるので指示された水分量を厳守する。また、作業中容器の壁等に付着した泥薬が乾燥して発火するおそれがあるので注意が必要である。
- 8) 作業中は、導電靴、手袋と導電マットの使用や湿度の管理など静電気に注意する。
- 9) 配合工室に存置されている煙火組成物が停滞量以下であることを常に確認する。停滞量以下の場合でも、万一の発火の際の被害を最小限にとどめるよう配合の終わった煙火組成物の存置量はできるだけ少なくする。

(6) 煙火組成物の計量

- 1) 配合成分の入れ忘れ、入れ過ぎなどの場合があるので、配合後の煙火組成物を計量し、設計数量と違っていないことを確かめる。違う場合には火薬類製造保安責任者に報告し、その指示を受

著しく高くないことを常に確かめる。高い場合は、扉、窓、換気口等を開放して空気を入れ換えるなどの措置を講ずる。

8) 直射日光を受ける窓のガラス等是不透明なものであること、あるいは、直射日光を遮断する暗幕等の措置が確実になされていることを確認する。

9) 煙火の仕掛品、煙火組成物等の入った容器の蓋は、異物の混入や不慮の着火を防止するため、確実にされていることを常に確認する。

2.10 廃薬等の廃棄

(1) 廃棄の準備

1) 配合、成型、填薬、玉込、乾燥等を行う各危険工室および日乾場等に備え付けられた廃薬容器は毎日回収し、廃棄に伴う危害予防上の観点から煙火組成物の種類、割り薬、導火線や速火線等、煙火玉、星や雷粒等に区分する。特に、煙火組成物等の組成が不明のものは、他の区分と明確に分ける必要がある。

2) 煙火玉および部品は水を含浸させるなどの危害予防上の措置を講じたのち安全な場所で解体する。

3) 火薬類、油類等の付着しているおそれがある布類その他の廃材(紙など)は、危害予防措置上の観点から、焼却処理、水溶解処理等に区分する。

(2) 廃薬処理

[準備および警戒等]

- 1) 作業開始が警報で工場内に周知されていることを確かめる。
- 2) 必要に応じて、周辺の第三者に周知されていることを確かめる。
- 3) 焼却場所付近の枯れ草等が伐採されていることを確認する。

[廃薬焼却場所への廃薬の搬入]

- 1) 危害予防の観点から雨、強風等、廃薬の燃焼作業に支障をきたすおそれがないことを確かめる。
- 2) 持込数量は、所定の数量を超えて持ち込まない。
- 3) 風のあるときまたは乾燥しているときは、周辺にあらかじめ散水しておく。

[燃焼処理作業]

- 1) 通行が遮断されていることを確かめる。
- 2) 1回の燃焼数量は少量とし、かつ、線状に並べ一端より点火する。点火するときは、火のあおりが少なくなるよう風下から行う。
- 3) 種類の異なる火薬を同時に燃焼してはならない。
- 4) 火の粉が舞い上がるような燃焼が想定される場合は、金網等で囲むなどの措置を講ずる。
- 5) 燃焼中は、予期しない爆発が起こることがあるので、できるだけ離れた場所にいる。
- 6) 1回の燃焼ごとに散水する。
- 7) 引き続き燃焼処理を行う場合には、原則として同じ場所で行わない。やむを得ず同じ場所で燃焼処理を行う場合は、鉄板等の燃焼面を水等で冷却し、常温になってから処理作業を開始する。

[後処理作業]

- 1) 焼却に使用した場所に火気および残火薬がないことを確かめる。
- 2) 廃薬焼却場所に持ち込んだ廃薬が残っていないことを確かめる。
- 3) 残った廃薬は、火薬類製造保安責任者に連絡し、その指示に従って安全な場所に保管する。

2.11 点滅薬の製造作業（過塩素酸アンモニウム／マグネシウム／硫酸塩）

(1) 原材料

- 1) マグネシウム粉は亜麻仁油、パラフィンまたは同様な物質で十分に被膜(コーティング)処理されたものを使用する。
- 2) 過塩素酸アンモニウムが含まれる煙火組成物に硝酸塩類が入ったり接触したりすると両者は反応を起こし、複分解により硝酸アンモニウムを生成する。硝酸アンモニウムは吸湿性がきわめて高く不着火の原因となるので、過塩素酸アンモニウムの吸湿および硝酸塩類の混入、接触に注意する必要がある。
- 3) 成型のための糊(のり)剤は非水溶性のもの（セルロイドまたはニトロセルロースをアセトンまたは酢酸アミルに溶かしたもの）を使用する。

(2) 配合作業等

- 1) 被膜(コーティング)剤処理剤として重クロム酸カリウムを使用する場合は、関係法令を遵守する。
- 2) こぼれ薬(煙火組成物)は、吸湿等により発熱、発火の危険があることから、そのつど所定の容器に収納し、原則として作業当日、廃薬焼却場所で廃棄する。
- 3) 配合順序は、規定に忠実に従う。原則として酸化剤の配合は最終工程とする。
- 4) 1回の配合量は必要最小限の量とする。
- 5) 作業中は静電気に注意する。
- 6) 終了後、配合剤が設計数量等と違っていないことを計量で確認する。
- 7) 使用する容器および器具は専用のものを使用する。
- 8) 工室は常に清掃し、他の薬品が混入したり、また、点滅薬が工室内に残り他の煙火組成物に混入したりしないよう注意する。

(3) 成型(星切り)作業

- 1) 危険工室内の点検、器具および保護具等の点検ならびに搬入は、2.2.1(1)、(2)、(3)項に準じる。
- 2) 当該煙火組成物は水分が加わると発熱、発火の危険があることから、糊剤は非水溶性のものを使用する。
- 3) 1回の練り合わせ量は必要最小限の量とする。
- 4) 型枠や容器等からこぼれた煙火組成物は、そのつど所定の専用容器に収納し工室内を汚さないよう丁寧に作業する。
- 5) 乾燥は日陰干しとし、十分に乾燥させる。

(4) 星掛け作業

星掛け作業は、切星に着火薬または伝火薬を掛ける作業で、2.2.2(3)項に準ずるほか以下に従う。

- 1) 糊剤は非水溶性のものを使用する。
- 2) 防湿層として点滅星の上に伝火薬(過塩素酸塩系)を十分に掛ける。
- 3) 着火薬はできるだけ過塩素酸カリウムを用いた煙火組成物を使用する。硝酸カリウムを用いた煙火組成物は使用しない。
- 4) 作業者は、作業中は身の回りを清掃しながら丁寧に作業する。
- 5) 乾燥は日陰干しとし、十分に乾燥させる。

(5) 玉込作業

玉込作業は、点滅星を玉皮に込める作業で、2.4 項に準ずるほか、以下に従う。

- 1) 点滅星に直接触れる星などにはできるだけ過塩素酸カリウムを用いた煙火組成物を使用する。
- 2) 危険工室内には余計なものを置かず、点滅星に硝酸塩を用いた煙火組成物が付着または混入しないようにする。
- 3) 工室内を汚さないよう丁寧に作業する。

(6) 玉貼作業

玉貼り作業は、2.5.2 項に準ずるほか、以下に従う。

- 1) 当日中に乾燥を終えることができる作業手順とする。

(7) 保管

- 1) 点滅星は、十分に乾燥したものを他の完成品や湿気から遮断できる容器に保管し、異常がないことを適宜点検する。
- 2) 点滅薬を使用した煙火玉を火薬庫に貯蔵中は、異常(異臭)がないことを適宜点検する。
- 3) 点滅薬を使用したもの(星および煙火玉)は経時変化が生じその保管、取扱中に発火、爆発する危険性があることから、そのシーズン中に消費する必要がある(製造後6ヶ月以内に消費することが望ましい)。

2.12 点滅薬等変質のおそれがある火薬または完成品の保安管理

(1) 過塩素酸アンモニウム系点滅薬

[原材料]

- 1) マグネシウム粉と過塩素酸アンモニウムの組成物は、水分の添加だけで直ちに発熱し、熱の発生が大きければ発火する危険性があるので、マグネシウム粉は、亜麻仁油、パラフィン等で酸化防止の被膜(コーティング)を処理したものを使用する。
- 2) 成型のための糊(のり)剤は非水溶性のもの(セルロイドまたはニトロセルロースをアセトンまたは酢酸アミルに溶かしたもの)を使用する。

[成型作業]

- 1) 乾燥は日陰干しとし、十分に乾燥させる。
- 2) 着火薬または伝火薬に硝酸カリウム系を使用すると過塩素酸アンモニウムと反応し、点滅星の性能が低下することから、過塩素酸カリウム系に限定する。硝酸カリウム系は使用してはならない。

[玉込作業]

- 1) 点滅星の性能の低下を防止するため、部品または割り薬に硝酸カリウムを含有したものを使用しないようにする。

[保管中]

- 1) 点滅薬(粉末)は、吸湿のしやすさおよび危害予防上の観点から、配合後できるだけ早く成型する。
- 2) 点滅薬をやむを得ず粉末状態で保管する場合は、毎日時刻を定めて点検する。
- 3) 点滅星および点滅星を仕込んだ煙火玉は、一週間に1回は点検し、アンモニア臭を発するものは速やかに廃棄しなければならない。点滅星の組成のうち硫酸ナトリウムを使用した黄光点滅星は、特に注意する。

(2) アルミニウム系およびマグネシウム系の発音薬または火の粉薬

[原材料]

- 1) アルミニウム粉と硝酸カリウムを含有する発音薬または火の粉薬には、水分による発熱を防止