

危険物製造所等における火気使用工事の安全対策

(改訂版)

平成26年12月

川崎市危険物保安研究会

はじめに

過去に産業界で発生していた単純な可燃性液体や可燃性気体による爆発・火災事故は、規制の強化や各企業における教育訓練の強化等により減少して来ているものの、近年は、特に化学産業で取り扱われる物質が複雑化し、また、設備はより高度化する中で各種工事が施工されていることから、危険物製造施設等の工事中における爆発・火災事故のリスクは過去にも増して高まって来ていると想定される。

本書は、産業界において設備の近代化や大型化に伴うスクラップ・アンド・ビルドや改造工事が頻繁であった昭和47年3月に、危険物製造所等の火気使用工事中における爆発・火災事故の防止を目的として、当研究会の前身である川崎市危険物保安審議会によってまとめられたものであるが、既に制定から40年以上が経過し、その間、可燃性液体や気体漏洩時の拡散予測の技術も進展したほか、各企業においては工事安全対策に関する新たな手法の導入や改良が進められて来た。

以上の情勢に鑑み、当研究会において『危険物製造所等における火気使用工事等の安全対策（昭和47年3月）』の見直しを行った。

本書の見直しに当たっては、以下の項目にポイントを置いた。

- ・現在使用されない用語や単位の修正
- ・可燃性ガス漏えい防止対策の具体的な漏れ試験方法等の紹介
- ・漏えいガス拡散シミュレーターの発達並びに拡散文献の入手が容易なことから、拡散実験データ等の本書からの除外
- ・火気使用工事管理フロー図等の掲載による工事管理の流れの明示と、実施すべき安全対策事項の明確化

更に、各企業において火気使用工事管理に有用と思われるリスク評価手法、工事施工要領書、火気養生方法等の具体的事例を参考資料の形で掲載することとした。

審議の過程で最も苦慮した点は、取扱物質や火気使用工事の内容、作業環境の違いによってその危険性も一様ではなく、統一的な基準を設定することが非常に困難な中で、本書を安全管理の実務において如何に効果的に活用してもらうかと言うことであった。そこで、これらの危険物製造所等における火気使用工事に際し基本的に把握しなければならない危険性と、各事業所で実際に用いられ、かつ、実効を上げている具体的な工事安全対策を体系的にまとめた。

川崎市危険物保安研究会 委員名簿

( ) 内は、前任者

会 長	昭和電工(株) 川崎事業所 ( 同 )	窪田 浩二 稗田 隆紀 )
副会長	JX 日鉱日石エネルギー(株) 川崎製造所 あすか製薬(株) 川崎事業所 ( 日本冶金工業(株) 川崎製造所 ( 日本ヴォパック(株) 川崎事業所	永溝 勇 武笠 浩志 池田 佳隆 ) 服部 行知 )
委 員	J F E スチール(株) 東日本製鉄所 東亜石油(株) 京浜製油所 旭化成ケミカルズ(株) 川崎製造所 ( 同 (株)NUC 川崎工業所 ( 日本ユニカー(株) 川崎工業所 (株)東芝 小向事業所 ( 同 ( 同 東燃ゼネラル石油(株) 川崎工場 ( 同 日本冶金工業(株) 川崎製造所 (株)日本触媒 川崎製造所 ( 同 日本ゼオン(株) 総合開発センター ( 日本ゼオン(株) 川崎工場 日立マクセル(株) スリオンテック事業部 ( 同 味の素(株) 川崎事業所 ( 同 ( 同 出光ルブテクノ(株)	池田 雅晴 古森 光一郎 澤井 茂樹 日高 彰彦 ) 岡沢 真 佐藤 隆 ) 黒田 憲一 中代 克彦 ) 藤嶋 進 ) 佐久間 孝光 宮脇 一繁 ) 寺井 利彦 流 浩一郎 田邊 弘彦 ) 米田 育弘 牧野 学 ) 水津 大助 向山 秀樹 ) 遠藤 由和 山田 年男 ) 吉田 剛 ) 長弘 政之

## 目次

第1章 総説	4
第2章 危険物施設等の危険性	6
第1節 取扱物質の危険性	6
第2節 可燃性ガス・蒸気の滞留危険性	10
第3節 拡大の危険性	12
第4節 有毒・有害性物質、核燃料物質・核原料物質及び放射性同位元素の危険性	15
第3章 火気使用工事の安全対策	17
第1節 装置対策	17
第2節 防護対策（ガス・蒸気の遮断・拡散）	32
第3節 工事制限	35
第4節 ガス検知	44
第5節 工事の安全管理	48
第6節 緊急時の対策	58
参考文献等	60

### 本文中の重要な図表類

P27	第3・1・5図	ページ用フローシート
P28	第3・1・6図	仕切り板管理リスト
P28	第3・1・7図	仕切り板
P29	第3・1・8図	仕切り板挿入中札
P29	第3・1・9図	機器の洗浄作業工程
P54	第3・5・1表	防火規則
P55	第3・5・2表	危険地区作業許可証に記すべき事項
P56	第3・5・3表	火気使用工事管理フロー
P57	第3・5・4表	火気使用工事管理フロー（簡易版）

火気使用工事管理フロー（第3・5・3表）に係る参考資料・・・・・・・・・・別添

## 第1章 総説

### 1 目的

危険物施設等において設備の補修・改修・改造などの工事に際し、火気工事を伴う場合がある。その工事において、工事の火気が可燃性物質に引火し災害を引き起こすことが、安全が最優先と叫ばれる現在も発生している。

そこで本書は危険物施設等において火気工事に関わる災害を予防する手段をまとめたものである。

本書は、可燃性の気体や液体に特に注目し、危険物などを取り扱う施設において、火気工事が発生する過程における労働安全衛生上はもとより、周辺環境を含む設備の災害を防止することを目的としている。安全に工事を完遂する為には、無理のない全体計画の立案と評価、工事実施前の危険物の排除と確認を中心とする安全の作り込み、安全な作業の実施が必要である。並行して法申請や検査が必要とされる場合もあるため、川崎市内の各事業所がこれまで作り上げてきた安全システムを、参考資料として多く取り上げた。

危険物施設等を取り扱う事業者並びに火気工事を担当する事業者は、本書を参考にして安全な作業を実施してほしい。

### 2 本書の使い方

第2章「危険物施設等の危険性」には、燃焼の3要素をはじめとする火災の原理を記している。可燃性物質の持つ特性を平易にまとめているため一読をお願いしたい。

第3章「火気使用工事の安全対策」には、より具体的に火気工事を安全に行う手順を記してある。まず、可燃性物質を漏洩させない装置の対策、抜けの無い排除方法を記しているため、火気工事の有無に関わらず日常管理の一助に利用してほしい。次に、火気工事を行う際に使用する火気の種類限定などの制限や、排除後の有効なガス検知の方法を記しているため、最低限これを活用してほしい。更に、工事における保安の管理方法や、万一緊急時に事業者が実施すべき事項を記しているため、事業所の規模に応じて取り組みを強化してほしい。

第3章以降には、安全な作業に活用する資料を添付している。何れも川崎市内の各事業所から提示されたもの、研究会で作上げたものが掲載してある。特に、以下の内容は安全の工夫として取り上げてほしい。

#### (1) パージのフロー、仕切り板の活用 [P27～29]

火気工事を行う配管を通じて、可燃性物質を侵入させないよう物理的に縁を切る。

#### (2) 機器の洗浄作業工程 [P29]

可燃性物質を安全に排除し、確認し、その作業中に有害ガスの吸引を起こさないための手順。

#### (3) 火気使用工事管理フロー [P56]

危険物製造所など大規模な事業所で、安全管理ができる組織を構築し、火気工事を行う場合の手順。安全管理を高度化しようと考えている中規模の事業所は参考にしてほしい。

#### (4) 火気使用工事管理フロー（簡易版） [P57]

(3)に比べて安全を管理する組織が専任されていない場合を想定し作成した。手順は(3)と同一であるが、担当部門を簡素化しながら安全を担保出来る手順を記してあるため、小規模事業所もこのフローを参考に工事を実施するようにしてほしい。

(5) 工事における安全の作り込みのための仕掛けの例 [別添：P2～35]

以下を例示したため、具体的工事案件に際し参照してほしい。

- ・ 工事前に行うリスクアセスメントと危険の低減
- ・ 作業手順書又は工事施工要領書（どの様な施工を行うのかを明確にする）
- ・ 安全対策書及びその手順などの計画・実施集（設備を運転・維持管理する者が、施工者が安全に作業できる工事環境を整える）
- ・ 火気工事の選定・実施手順・足場仮設の方法・火気養生の仕方などの計画・実施集（施工者が準備段階で行うべき作業）
- ・ 重要工事チェックリスト、安全な運営手順、工事許可の手順、作業許可申請書など（工事の安全担保をより厳格に管理する為の手法）

(6) 申請の具体例として消防法の変更許可申請など 参考資料（別添）[P9～22]

法的要求事項に対し抜けなく申請し、工事を円滑に進めるため社内PR資料として手順を解り易く記した例。

## 第2章 危険物施設等の危険性

危険物とは、消防法に定める危険物第1類から第6類までの物質である。左記と物質の多くが重複している労働安全衛生規則第256条に定める労働安全衛生法施行令別表第1の危険物を含む場合もある。

危険物施設とは、消防法に定める危険物の製造所・貯蔵所（屋内外タンク・屋内外など）・取扱所（一般・給油など）を言う。本書では危険物施設等として、これら危険物製造所等のほか、高圧ガス保安法に定める可燃性の高圧ガス・液化石油ガス等を製造・取扱・消費する施設、毒物及び劇物取締法に定める有毒・有害性物質も対象とし、放射性同位元素等も考慮した。

工事が行われる危険物施設等のリスクを概念的に判定することは危険であり、科学的に分析することが必要である。そのためには危険性物質の物性を根拠として、作業工程から来る危険性、装置、建物等による滞留を評価・測定し、周囲の環境による拡大の恐れ、また、万一事故が発生した場合の防御に支障が生じる有害・有毒物質、放射性同位元素等についてリスク評価し、その危険性を十分に理解し対策を取ることが必要である。第1節以降にその指標となるべき事項を記載した。

これらの危険性評価に加えて、操業工程から来るリスクも評価しておく必要がある。

操業工程には高温、高圧の下で反応させるような、非常に厳しい条件で行われるものや、単なる貯蔵タンクのようなものがあり、操業方式にも自動制御によるものや、自動・手動併用のもの、手動のみのもの、又は秤量器による重量測定のみであるものなど多様である。

さらに、装置の中でも開発したばかりの技術を用いた装置は、多年の経験によって運転されてきた装置に比べると未確認の危険性があるとみるべきである。

また、同一の装置でもスタート直後等で不安定な場合と正常な運転を継続している場合とでは、著しくその危険性は異なってくる。

工事を行う際には、これらの評価を行った上で、適切な対策を実施し、着工する必要がある。

### 第1節 取扱物質の危険性

危険物施設等で取り扱う物質には危険性を持つものが多く、また、それ自体には危険性がなくても他の物質と混合したり接触すると危険性が顕在化するものもある。

物質の危険性としては、物理的な危険性として、高温、低温、高圧、低圧、高速などの状態に起因するものと、化学的性状による、火災、爆発、混合危険などの化学反応に起因するものがあるが、危険物施設等で各物質が実際に取り扱われる条件は、複雑多岐にわたるものが普通であることから、物質の物性を十分に理解しておくことが重要である。

#### 1 燃焼の3要素

燃焼とは、熱と光の発生を伴う酸化反応のことである。燃焼を起こすには、3つの要素が必要であり、その3つの要素とは、「可燃物（可燃性物質）」、「酸素供給源（支燃物）」、「点火源」で、これを「燃焼の3要素」という。

##### (1) 可燃物（可燃性物質）

燃える物であり、多くの有機化合物、一酸化炭素などが該当する。

##### (2) 酸素供給源（支燃物）

酸素の供給源となる燃焼を助ける物質であり、酸素の他、「酸化剤中の酸素」や「可燃物中の酸素」などが該当する。

(3) 着火源：燃焼のきっかけとなる熱源であり、火気、火花、静電気、摩擦熱などが該当する。

## 2 引火点

引火点とは、「空気中の液体もしくは昇華性固体がその表面近くに引火するのに十分な濃度の蒸気を生ずる最低温度」であり、爆発下限界と密接な関係を有する。したがって引火点の低いもの程、引火の危険が大きく、特にエーテル、二硫化炭素及びコロジオン等の特殊引火物アセトン・ガソリン等の第1石油類又は可燃性ガスの殆ど全部は、引火点が常温よりも低いため、これらが存在する場所では常に引火の危険があると言ってよい。

また、高引火点物質であっても、現にその温度が引火点よりも高い場合は、低引火点物質と同様に引火の危険性があり、引火点より低いときでも、霧状に噴出する場合は、引火の危険がある。

## 3 発火点

他から火災又は電気火花などの点火源を与えずに、物質を空気中で過熱した場合に発火又は爆発を起こさせる最低温度である。一般に発火点は物質の加熱容器の表面状態や過熱温度、固体においてはそれらの物理的状态によって影響を受けることが多く、物質特有の常数ではないという説もあるが、発火点の低いもの程発火の危険が大きく、二硫化炭素（100℃）、エチルエーテル（180℃）、アセトアルデヒド（185℃）などは発火危険が大きい。（過熱蒸気管によってアセトアルデヒドが発火した例もある）また、発火点は酸素過剰雰囲気又は加圧下で低下することを忘れてはならない。

## 4 自然発火性

自然発火性があれば、その物質自体が点火源となり、危険性は極めて大きい。可燃性液体、可燃性ガスにはアルキルアルミニウムその他空気に接触して発火する有機金属化合物等を除くと、自然発火性物質は少ない。しかし、セルロイド、含油物（植物油ボロ）、石炭、黄りん、硫化鉄など、危険物施設等での取扱いの過程で自然発火性物質が生ずることがある。また、消防法危険物第5類の自己反応性物質を第4類に溶解・希釈した可燃性液体を、高温で長時間放置するなどした場合、自己反応による昇温によって第4類の発火点に達して発火することがあるため注意しなければならない。

## 5 混合危険性

二種以上の物質を混合又は互いに接触したために爆発、火災の危険が生ずることを混合危険と言い、これらの物質を混合危険物質と呼ぶ。物質に混合危険性がある場合は、異種物質との接触によって、発熱、発火などの現象を生じ、或いは直接発火するに至らなくても、不安定な化合物、混合物を生成し、爆発・火災の潜在危険性を保有するようになり、危険性は極めて大きくなる。

## 6 可燃性ガス、蒸気の燃焼範囲（爆発範囲）

可燃性ガス、蒸気が空気（又は酸素）と混合し、混合ガスの組成がある濃度範囲にある場合、これに着火すれば、火炎が混合ガス中を伝播し、ガス燃焼を起こす。この濃度を可燃性ガス、蒸気の燃焼範囲又は爆発範囲と言い、その燃焼範囲の最低濃度を下限界、又最高濃度を上限界と言い、物質によって定まった値がある。下限界未満又は上限界を超える混合ガスは燃焼を継続しない。

大部分の可燃性ガス、蒸気は、空気（酸素）との混合状態で燃焼するが、空気（酸素）との混合なしに燃焼するもの（酸化エチレン等）、分解爆発するもの（加圧アセチレン等）、重合爆発するもの（シアン化水素等）のような例もあるため取り扱いに注意しなければならない。

可燃性ガス、蒸気の燃焼（爆発）危険性は下限界値が低い程、また、燃焼範囲が広い程大である。下限界値が低ければ少量のガス、蒸気が漏洩した場合でも燃焼範囲の混合ガスを形成し、燃



焼範囲が広ければ、爆発の機会が多くなる。下限界値の低い例を挙げると、ガソリンの空ドラムに爆発事故が多く、実入りドラムに少ないのは、空ドラムの場合は僅かに残ったガソリンが蒸発し、ガソリンの燃焼範囲の下限界値（1.4 対空気 vol%）に入ることが多く、実入りの場合は上限界値（7.6 対空気 vol%）を超えているからである。

## 7 固有電気抵抗

液体が流動・ろ過されるときは静電気が発生するが、固有抵抗値の大きい液体の場合は、静電気は次第に蓄積され、結果、放電によって発火・爆発の火源となることがある。これに反し固有抵抗値の少ない液体では発生した静電気も系外に流れ去り、この危険は少ない。

一般には  $10^{10}\Omega\text{cm}$  以下の固有抵抗値を有する液体は、静電気による発火・爆発の危険は少ない傾向にあると言われている。

## 8 最小着火エネルギー

可燃性ガス、蒸気が着火するためには、ある程度以上のエネルギーが与えられることが必要であり、エネルギーの大きさは物質によって異なった値を持つ。このエネルギーを最小着火エネルギーと言う。

可燃性ガス、蒸気の最小着火エネルギーは、その物質と空気との混合比によって異なり、また、空気中の酸素が多い場合及び加圧下では小さくなる。

最小着火エネルギーの小さいもの程、危険が大きい、ただ最小着火エネルギーの大小が問題となるのは、衝撃、静電気を含む電気火花など比較的小さな単位のエネルギーが放出される場合であって、溶接・溶断などの火気は、どの物質であっても一様に危険と考えるべきである。

## 9 沸点

低沸点のものは容易に沸騰して気化し、その蒸気が拡散することにより、危険範囲は拡大する。この点ガスは既に沸騰した状態であり、また、液化ガスや沸点以上に加熱された危険物も同様の危険がある。

重油・潤滑油のような高沸点物質の場合であっても、火災によってその温度が水の沸点以上に上昇したとき、消火に使用した水が高温油に混入して急激に蒸発・膨張し、油を溢出させることがある。これをスロップオーバーと言う。

原油タンクの火災が継続し、表面に生じた高温重質油層が油中に下降してタンク底部近くに達すると、底部に溜っている水分を熱して沸騰させ、気化膨張によって発生した圧力が上部の油をタンクから溢出させる。これをボイルオーバーと言う。

## 10 粘性

粘度の小さいもの程流動し易く、危険範囲は拡大する。火災のときには熱のため粘度は更に小さくなるため注意しなければならない。

## 11 液体の比重

液体の比重が水より小さく、水に不溶性のものは、水の表面を流れ危険範囲が拡大する。火災のときは特に消火に用いた水により火災が拡大する危険もある。

なお、殆どの可燃性液体の比重は、水より小さいことに注意すべきである。

## 12 ガス・蒸気の密度

ガス・蒸気の密度が空気よりも小さい場合は、漏洩した可燃性ガス、蒸気は空気中を上昇して拡散し、希釈される。

しかし、ガス・蒸気の密度が空気より大きい場合には地表面を這って流動し、多くの場合、低所に滞留する。

ピットなどがある場合は、それに沿って流動する。このような現象から漏洩箇所より離れた火源によって着火し、火災が伝播することがある。従って可燃性ガス・蒸気の密度の大なるものは注意しなければならない。

建屋の換気口の位置を決定する場合又は不活性ガスでタンク内をパージするような場合、各々の密度の差を考慮しなければならない。

最も注意が必要なのは爆鳴気の形成である。6に示した可燃性ガスの燃焼範囲にある酸素との混合ガスが相当体積で存在し、万一着火した場合は爆発が伝播して広範囲の被害をもたらす場合がある。過去には、家庭用のプロパンガスが漏れて爆発した例、燃焼炉で着火前の炉内パージが不十分で可燃性ガスが滞留した状態で点火し爆発に至った例、可燃性ガスが漏れて暗渠に滞留し何らかの着火源により爆発に至った例がある。

### 13 燃焼熱

可燃性物質の火災によって発生した熱は、直接設備などを破壊すると共に周辺の可燃物を延焼させて、連鎖的に火災が拡大される。可燃性ガス・蒸気の爆発等における破壊力は、爆発前の混合ガス量に比較して、燃焼生成ガスのモル数が増加すること及びそれが燃焼熱によって膨張するため発生するものであるが、ガス爆発の場合には、生成したガスのモル数増加による発生圧力が、全体の発生圧力に占めるのは僅かであり、大部分は燃焼熱による生成ガスの温度上昇による体積膨張が原因である。したがって可燃性ガス・蒸気と空気（又は酸素）との混合ガスの爆破の場合には、発生する圧力は混合ガス量と生成ガス量との比、生成ガスの比熱などの差による影響はあっても、一般的には燃焼熱に比例する。

### 14 水溶性

もし可燃性液体が水と容易にあらゆる割合で混合するならば、水で希釈し着火の危険性の除去もでき、また消火もできるが、水に不溶の液体の場合にはその比重も関係して水に浮き広範囲に拡がり、火災になれば一気に拡大する。

また、水と反応する物質（禁水性物質）であれば、水と接触して発熱発火又は爆発を起こす。

以上その主たる物性について爆発火災等との関連を述べたが、これらの考察をもととして危険度の分類をしたのが第2・1・1表である。この分類はダウ・ケミカル社の物質係数と同様な考え方をとり、6以下をCとし、6を超え15未満をB、15以上をAとしたもので、一応の危険性を知る目安として作成したものである。

第2・1・1表 物質による危険度の分類

分類	物質係数	例
A	15 以上	20 アセトアルデヒド、二硫化炭素、アセチレン (147kPaG 以上)、アルキルアルミニウム
		18 アセチレン (147kPaG 未満)、アミレン、ブタジエン、ブチレン、ジメチルアミン、シアン化水素、水素、硫化水素、イソブタン、イソペンタン、エチレン、塩化エチル、酸化エチレン、ペンタン、プロパン、プロピレン、酸化プロピレン、メタン、塩化メチル、塩化ビニル、ビニルエチルエーテル、コロジオン、メチルエーテル、エチルエーテル
		16 ヒドラジン
		15 アクロレイン、アセチルクロライド、シクロヘキサン、ジクロルエチレ

		ン、酢酸エチル、ヘプタン、ヘキサン、イソオクタン、酢酸イソプロピル、メチルエチルケトン、ナフサ、石油エーテル、酢酸プロピル、トルエン、ガソリン
B	6を超え 15未満	12 アセトン、アセトニトリル、アリルアルコール、エチルアルコール、メチルアルコール 10 ブチルアルコール、酢酸ブチル、エチルベンゼン、イソプロピルアルコール、灯油、スチレン 7 氷酢酸、エチレンジアミン
C	6以下	6 アンモニア、一酸化炭素、硫化カルボニル 5 酢酸セロソレブ、エタノールアミン、エチレングリコール、グリセリン、ニトロベンゼン、プロピレングリコール

## 第2節 可燃性ガス・蒸気の滞留危険性

可燃性ガス・蒸気による爆発・火災は、容器、配管などから、噴出または漏洩した可燃性ガス・蒸気が滞留し、何らかの火源によって起こることが多い。したがって爆発・火災を防止するためにはその滞留性について考えなければならない。

### 1 屋内における可燃性ガス・蒸気の滞留

屋内で可燃性ガス・蒸気が漏洩した場合、滞留危険性を考えることが必要である。

屋内における可燃性ガス・蒸気の滞留は、気温、風速、気流等の気象条件にそれ程支配されないが、可燃性ガス・蒸気の密度が軽いものであっても、十分な通風・換気を行い、常に燃焼範囲の下限値よりも低くし、滞留危険性を考えることが必要である。

### 2 屋外における可燃性ガス・蒸気の滞留

屋外で可燃性ガス・蒸気が漏洩した場合、気温、風速、気流等の気象条件や漏洩量により状況は大幅に変化する。

可燃性ガス・蒸気の滞留危険性については、総括的には次のように言える。

- (1) 空気より小さい密度比の可燃性ガス・蒸気は建物の天井沿いに滞留するおそれがある。
- (2) 空気とほぼ等しい密度比の可燃性ガス・蒸気でも均一化には時間がかかる。
- (3) 密度比が 0.5 又はそれより大きいものは急激に上昇しない。特に冷たい場所では横に長く低迷する。
- (4) 密度の差によるガスの拡散は緩慢であるので、多くの場所が危険区域となるおそれがある。

また、建屋内や容器内に可燃性ガス・蒸気は燃焼範囲内に滞留している場合に着火すると、度々爆轟（ばくごう）状態の燃焼を起こす。一般には燃焼速度 1,500~3,500m/sec を爆轟と言っている。この爆轟は屋外でも起こることがあると言われている。この爆轟を起こす範囲は燃焼範囲内において第2・2・1表に数種のガスについて示す。また、爆轟波の伝播速度についての一例を第2・2・2表に示す。

第2・2・1表 混合ガスの爆轟範囲

(vol%)

混合ガス		爆発下限界	爆轟範囲		爆発上限界
ガス	空気 (酸素)		下限界	上限界	
水素	空気	4.0	18.3	59.0	75.0
〃	酸素	4.7	15.0	90.0	93.9
一酸化炭素	酸素	15.5	38.0	90.0	94.0
アンモニア	〃	13.5	25.4	75.0	79.0
アセチレン	空気	2.5	4.2	50.0	81.0
〃	酸素	2.5	3.5	92.0	—
プロパン	〃	2.3	3.2	37.0	55.0
エチルエーテル	空気	1.85	2.8	4.5	48.0
〃	酸素	2.1	2.6	> 40	82.0
エチレン	空気	2.7	6.0	9.0	34.0

第2・2・2表 爆轟波の伝播速度

反応式	伝播速度 (m/sec)
$H_2 + 1/2O_2 = H_2O$	2.819
$CO + 1/2O_2 = CO_2$	1.680
$C_2N_2 + 2O_2 = 2CO_2 + N_2$	2.321
$CH_2 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$	2.322
$C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$	2.368
$C_2H_4 + 3/2O_2 = 2CO_2 + H_2O$	2.391
$2NH_3 + 3/2O_2 = N_2 + 3H_2O$	2.390
$C_2H_6 + 7/2O_2 = 2CO_2 + 3H_2O$	2.363
$CS_2 + 3O_2 = CO_2 + 2SO_2$	1.800
$C_3H_8 + 5O_2 = 3CO_2 + 4H_2O$	2.280

滞留したガス・蒸気の爆発・火災の危険性について第2・2・3表に分類した。

第2・2・3表 滞留による危険度の分類

分類	滞留現象	例
A	爆発を起こすおそれのあるもの	タンク、容器類内部、 通風（換気）の悪い建物内
B	爆発のおそれはないが 火災のおそれのあるもの	各種屋外装置（蒸気密度が大なるものを取扱うもの） 通風（換気）の良い建物内
C	火災のおそれが少ないもの	各種屋外装置（蒸気密度が小さいものを取扱うもの）

### 第3節 拡大の危険性

火災が拡大するのは、湿度や風などの気象条件が最も大きく影響するが、ふく射熱または物質の物性、量、設備の配置状況等も拡大の要素となる。

#### 1 業種別出火原因と拡大危険

業種別における出火危険と拡大危険を第2・3・1表に示した。

第2・3・1表 業種別出火危険と拡大危険

業種別	出火危険		拡大危険
	火源	媒体	
化学工場 (石油工場)	1 加熱炉 2 乾燥炉 3 電気設備 4 静電気火花 5 爆発 6 自然発火 7 熔融物 8 混合発火 9 注水発火 10 粉砕機 11 高温物体	1 爆発性化学薬品 2 可燃性ガス 3 可燃性液体 4 熱媒（ダウサム等）	1 爆発 （爆発性化学薬品ガス引火物） 2 液体化学薬品の溢流、飛散 3 水消火による滞留、溢流、爆発 4 毒性ガス発散による消火困難 5 輸送用ポンプによる拡大
金属工場	1 アセチレン酸素の爆発（発火） 2 熔融金属 3 切削屑の自然発火 4 油ボロの自然発火 5 研磨作業の火花 6 機械の過熱	1 塗料、溶剤 2 油類 3 木型類 4 木屑類	塗料・溶剤・油類による拡大
化学繊維工場	1 乾燥機 2 二硫化炭素溶解機の爆発	1 ステープルファイバー 2 二硫化炭素、アセトン等の引火性溶剤 3 包袋材料	1 ダクト、乾燥機、通風用ブロワーによる拡大危険 2 引火性溶剤の爆発、溢流等による拡大危険
製紙・パルプ工場	1 鉋削中摩擦過熱 2 コンベヤー軸受過熱 3 硫黄粉砕作業中の異物混入による発熱 4 高速度折紙機カレンダーのメタル過熱 5 カレンダーの静電	1 チップ 2 ワラ、ボロ、麻、紙屑 3 硫黄	損紙、ボロ、麻屑の選別室の拡大危険

	気火花		
ゴム工場	1 こて加熱炉 2 スプレッダー静電気 3 電気設備 4 自然発火 (再生ゴム)	1 ガソリン 2 ベンゼン 3 硫黄 4 ゴム 5 蠟類 6 カーボンブラック 7 油類 8 塗料	1 ガソリン・ベンゼンの引火爆発 2 加硫缶の破裂 3 カーボンブラックの粉塵爆発
油槽場 (給油場)	1 エンジン逆火 2 電気設備 3 静電気火花	1 可燃性ガス 2 可燃性液体 3 油ボロ	1 引火・爆発 2 発熱量大 3 溢流
製粉工場	1 機械の摩擦 2 電気設備 3 静電気火花	1 粉塵 2 原料精選屑	粉塵爆発
倉庫	1 電気設備 2 自然発火	1 各種易燃性物質 2 包装材料	大量可燃物
塗料工場	1 加熱釜 2 乾燥装置 3 電気設備 4 自然発火 5 爆発(硝化綿) 6 静電気火花	1 引火性溶剤 (希釈剤) 2 乾性油 3 樹脂類 4 製品(塗料)	1 引火性溶剤・製品等の引火爆発 2 油類の溢流・飛散 3 水消火による沸騰、溢流
油脂工場	1 原料破碎機 2 乾燥機 3 自然発火(ろ過布 ・搾油粕、油含布 等) 4 静電気火花 5 電気設備 6 加熱缶	1 動植物油 2 ベンゼン・ガソリン 3 原料精選中の粉塵	1 抽出缶の爆発 2 油の溢流・飛散 3 水消火困難 4 輸送用ポンプによる拡大 5 ベンゼン・ガソリン等の拡大危険

(注) 出火危険の着火源として修理中の溶接作業による火花等は、全てに適用されるため業種別のそれぞれの欄から除いてある。

## 2 ふく射熱、気象等による影響

火災が拡大する要素のうち、物理的なふく射熱、熱伝導や、気象の影響による拡大について次に簡単に記す。

ふく射は対流や伝導と異なり、中間の流体や固体の力を借りずに伝播するものである。

ごく一般的にその影響を考えると、木造建屋の火災時に見られるように、一瞬にして隣接建屋が火災に包まれることがあるが、これは明らかにふく射熱の影響で隣接建屋の木部が熱せられて熱分解し、分解ガスが発生して、それに着火するからである。ふく射熱を受ける度合いは、表面

の色、粗面度材質及び形状によって異なるものである。第2・3・2表では完全黒体の場合の煙及び火災により受けるふく射熱を示した。

第2・3・2表 ふく射熱（完全黒体）

	色と温度		ふく射熱 (kcal/m <sup>2</sup> h)
	色	温度	
煙	黒	400°C以下	10.1 × 10 <sup>3</sup> 以下
	初期の赤熱	500°C以下	17.7 × 10 <sup>3</sup>
火災	赤色	700	44.4 × 10 <sup>3</sup>
	橙赤色	900	93.7 × 10 <sup>3</sup>
	鮮明な橙赤色	1,000	130.0 × 10 <sup>3</sup>
	橙黄色	1,100	176.0 × 10 <sup>3</sup>
	鮮明な橙黄色	1,200	232.5 × 10 <sup>3</sup>
	白熱	1,300	302.0 × 10 <sup>3</sup>
	眩しい白熱	1,500	490.0 × 10 <sup>3</sup> 以上

また、ふく射熱と同時に考慮するものに、受ける物体の熱伝導がある。これらの熱伝導率は金属は大きく、非金属は小さい。

ふく射熱や熱伝導のほかに火災時には熱気流が生ずる。熱気流は熱源の表面での気体の強制対流により生ずる場合と、熱源からの自然対流による場合とがある。また、高温の気体そのものの噴流による場合もあり、各々複合したものもある。このような熱気流により炎の速度は増大し12~14m/sec位になることもある。

火災の拡大の要素には上記のほか気象条件による影響が大きい。風が強ければ流れ込む空気量が増し、燃焼が激しくなる。強風時に大火が多いのは明らかである。風とともに温度の影響もあることは周知の通りである。

### 3 危険物等の保有量

過去における大きな火災事例から見ても、危険物等の保有量が大きな要素となっていることは明らかである。石油類の貯槽群の設置にプラント等から一定の距離を持たせたり、地区を別にして配管で接続するなどの措置は拡大を防止するためと考えてよい。

以上、拡大の危険性について述べたが、これらを第2・3・3表に分類した。

第2・3・3表 拡大危険度の分類

分類	拡大要因	例
A	燃焼がし易い	海岸等強風の起こり易い位置にあり、かつ危険物等の保有量の大きなものが近くにある場所
B	燃焼のおそれあり	近接してプラント、貯蔵タンク群等の設備があるなど、周囲の環境が延焼を起こし易い場所
C	燃焼のおそれなし	独立したプラント、貯蔵タンク等で周囲に十分な空地を有する場所

## 第4節 有毒・有害性物質、核燃料物質・核原料物質及び放射性同位元素の危険性

化学工場等で使用される原料・製品等には可燃性のほか、有害・有毒性のものもある。また、最近では液面や粉状物質の量の覚知その他に核燃料物質・核原料物質、放射性同位元素の使用が増加している。これらの物質は一旦火災になった場合の消火に大きな支障をきたし、かつ前記の拡大につながる。また、中毒等により人身事故の発生をも引き起こすおそれもあるため、十分にその危険性を把握しておかなければならない。

### 1 有毒・有害性物質

有毒・有害性物質にはシアン化水素、アセトンシアンヒドリン、エチレンイミン、四エチル鉛、ニトロベンゼンなど化学工場で多量に取り扱われている可燃性液体、塩素やホスゲンなどの毒性ガス、クレゾールや無水フタル酸等固体のもの、その他一酸化炭素、窒素のような窒息性ガスなど種々あり、その毒性・有毒性についても異なる。

なお、中毒は蒸気吸入、接触による皮膚からの吸収等がある。

有害・有毒性物質の危険度について第2・4・1表に分類した。

第2・4・1表 有害・有毒性物質の危険度の分類

分類	身体の影響	例
A	猛毒のもの	シアン化水素、ホスゲン
B	中毒・障害が起きても直ちに手当可能なもの	アンモニア
C	特異な体質者のみ中毒を起こすもの	体質的に弱い物質

### 2 核燃料物質・核原料物質及び放射性同位元素

核燃料物質・核原料物質及び放射性同位元素である放射性物質は特に身体に感じることなく、障害を起こすおそれがあるため、関係法令に従った標識等の表示をし、関係者以外の取り扱いあるいは立入を制限し、平素から線量の測定等の管理についても確実に実施しておかなければならない。

また、大量の放射線を浴びたり（外部被ばく）、大量の放射性物質を飲み込んだり（内部被ばく）すると放射線障害を起こす。放射線障害は大別すると身体的影響と遺伝的影響に分けられるが、身体的影響は放射線を受けた本人に現れる影響で、遺伝的影響は子孫に現れる影響である。（人間への遺伝的影響が確認された例は今のところないが、子孫に伝えられるものであるため、放射線防護の立場から重要である。）

身体的影響には、放射線を受けてから数週間以内に現れる早期効果と数年から数十年後に病状が現れる晩発効果があり、前者には白血球減少、脱毛、不妊などがあり、後者にはガン発生、白内障などがある。

なお、放射線を一時に浴びたときは第2・4・2表のような急性影響がみられる。



第2・4・2表 一時に大量の放射線を浴びた時の症状

被ばく線量	症 状
250 ミリシーベルト以下	臨床的症状はほとんど現れない
500 ミリシーベルト	白血球（リンパ球）一時減少
1,000 ミリシーベルト	吐き気、おう吐、全身倦怠
1,500 ミリシーベルト	50%の人に放射線宿酔
2,000 ミリシーベルト	5%の人が死亡
4,000 ミリシーベルト	30 日間に 50%の人が死亡
6,000 ミリシーベルト	14 日間に 90%の人が死亡
7,000 ミリシーベルト	100%の人が死亡

(1) 放射線障害の防止

放射性物質の事故を防止するには平常から十分な管理を行うとともに、その危険性と事故発生時の処理について手引書等を作成しておき関係法令に従った的確な処置をとらなければならない。事故が発生した場合の対応として主な事項を次に記す。

ア 通報の原則（原子力規制委員会、消防機関等）

イ 放射線障害を防止するため必要がある場合には、施設の内部にいる者又はこれらの付近にいる者に避難するよう警告すること。

ウ 放射線障害を受けた者又は受けたおそれのある者がいる場合には、速やかに救出し、避難させる等緊急の措置を講ずること。

エ 測定器の準備

(2) 火災時の対応

危険物施設等で利用される放射性物質は、放射性物質が拡散可能か否かにより、密封線源と非密封線源に大別される。密封線源とは、金属・ガラス・セラミックスなどの容器の中に放射性物質を封入したものをいう。放射線を利用した工業用計測機器の多くは密封線源を封入した容器を腐食環境や機械的な外力に耐え、かつ放射線の遮蔽能力がある収納箱におさめている。収納箱には放射性物質が放出する放射線を利用するシャッターが設けられ、使用時のみシャッターを開けて液面計や厚み計として利用する。一方、非密封線源とは密封線源以外のものであり、容器の外に放射性物質を取り出して研究その他に利用する形態のものをいう。

火災時の対応として非密封線源に消火用水をかけると、放射性物質が拡散して周辺を汚染するおそれがあるため、ホースで高圧の水を使用することは禁物である。非密封線源の近辺で消火活動の必要性に迫られた場合には、泡消火器、粉末消火器などを用い拡散を防止する。一方、密封線源を利用した工業用計測機器は耐放射線・耐熱性の収納箱に収められている場合が多いため、所定の操作によって放射線を利用するシャッターを閉めることが出来れば、放水が可能である。但し、高温により収納箱が溶けて放射性物質が漏出する場合があるため、その場合は、非密封線源と同様の対応をする。

密封線源・非密封線源の何れも利用に際しては法的許可がなされ、取扱主任者が選任されているため、火災時の対応は予め消防計画に織り込んで明確にしておかなければならない。

### 第3章 火気使用工事の安全対策

火気とは、火炎等を直接視認できる直接火気と、着火源となりうる温度を保持する間接火気を対象とし、火気使用工事とは、これを伴う工事及び作業とした。

直接火気とは、電気溶接・ガス溶接・溶断・バーナー等、火炎等を直接視認できる火気を言う。更に電動工具・開閉器類の電気火花、研磨機・サンダー等による火花やハンマー等による衝撃火花（重量物の落下によるものを含む）及び静電気火花等を含む。

間接火気とは、内燃機関・塩化ビニル溶接機器・電熱器および機械・工具類の過熱・摩擦熱等を言う。

これらの工事を行うに際して考慮しなければならない事項は次のものである。

- ・ 施設等の危険性（物質、操業工程等）
- ・ 火花の飛散範囲
- ・ 可燃性ガス、蒸気の滞留若しくは拡散範囲
- ・ 気象状況

工事を行う場所は出来る限り安全な場所を選定しなければならないことは当然であり、新設工事などで隣接施設と保安上十分な空地を維持出来る場合は問題ないが、増設、改造、補修等の工事は危険物施設等の周辺や内部において施工されることが多い。したがって、このような場所では工事から起こる火花の飛散が可燃性ガス・蒸気とどのような相関関係になるかを綿密に検討し安全を確認することが安全対策の基本となる。本章ではこれらの安全対策に必要な留意事項を記載した。

#### 第1節 装置対策

##### 1 漏えい防止

可燃性液体あるいはガス体を取扱う装置からの漏えいは時には予測し得ない箇所からも起こり得るが、過去の経験から大部分は表3・1・1表に述べる部分から起きている。

##### (1) 漏えい箇所とその原因

装置のどの部分に漏えいが生ずるにしても、装置内の流体と外気との間に圧力差が存在し、流体が漏れ出る間隙がなければならない。理論上では漏れ出る間隙がないように設計・製作されるのであるが、実際にはバルブのグランドのように漏れを防止することが困難な箇所もあり得る。漏えいの生じ易い箇所を挙げるとこのほか、継手面、溶接部分、材料そのもののピンホールなどがあり、また、作業中の熱膨張や、収縮に基づく疲労、取扱流体による腐食、磨耗等による原因から二次的に発生するものもある。第3・1・1表はこれらの漏えい箇所とその原因について表したものである。

第3・1・1表 漏えい箇所とその原因

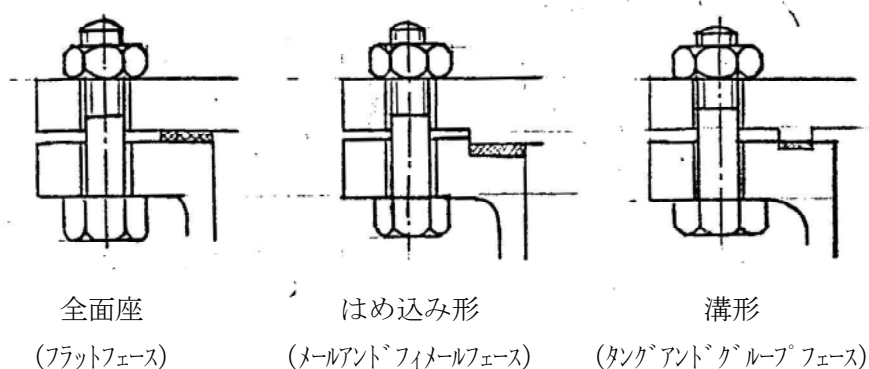
漏えい箇所	原因	問題点
ガスケット	材料不足 面圧不足 キズ・破損 変形 形式不良	耐食、耐熱、耐圧 最小残留圧縮応力、圧縮－縮み回復曲線、硬度 異物混入、取付不良 疲労、内圧、振動、熱応力、繰り返し荷重 最小面圧、面座形式、仕上精度
フランジ	締付力不足 面平行度不良 変形 キズ・破損	フランジ強度、ガスケット厚み、振動による緩み、面座形式、熱変形、疲労、内圧 製作誤差、面の粗さ、ガスケット厚み、熱変形、外力 フランジ強度、製作、熱変形、耐食、取付不良 製作・取付不良、疲労、熱応力、温度・圧力のレーティング選定、外力、局部応力、クリープ、耐食
メカニカルシール	破損・キズ 腐食 軸ぶれ 直角度不良 内圧力不足	許容面圧、異物除去、取付不良、温度、圧力、振動、劣化、シール液 材質選定、劣化 回転数、仕上精度、外力によるゆがみ、取付方法 型式選定、仕上精度、製作、取付 型式選定、シール液圧力、装置内圧力の変動
ネジ込み部	ゆるみ 締付力不足	振動、ネジ込み深さ、嵌合精度、熱膨張 取付場所、異物混入、シール材選定、締付工具
溶接線	溶接不良 腐食	溶接棒、溶接姿勢、天候、応力除去、溶接方法 材質選定、残留応力、耐熱、疲労
エキスパンダー部	ゆるみ 破損	拡張率、温度勾配、熱膨張、疲労、振動、クリープ、 拡張率、繰り返し荷重、熱応力、材質、仕上精度、ウォータハンマー

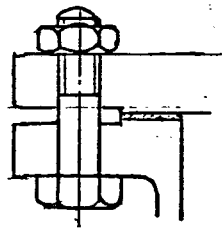
(2) 漏えいの防止

ア ガスケット・パッキン

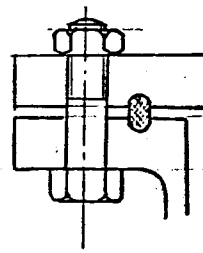
配管又は容器類のフランジ面（フランジフェース面）の形状による種類は第3・1・1図のものが多く使用されている。

第3・1・1図 フランジ面の種類





平面座  
(レイズドフェース)



リングジョイント座  
(リングジョイント)

ガスケットの材料は使用目的によって異なるが、一般には非石綿繊維、ゴム（ふっ素、シリコン他）、ふっ素樹脂、膨張黒鉛、金属（軟鋼、銅、ステンレス鋼、クロムモリブデン鋼、モネルメタル、チタン、ニッケル、アルミニウム、鉛など）がある。

フランジ部の漏えい防止には適正な締付力が必要であり、締付力の適正值を求めるにはASMEコード（アメリカ機械工学会基準）に次式がある。

必要な初期締付力  $W_{mz} = 3.14bGy \dots \dots \dots (1)$

運転下における必要な締付力  $W_{mi} = 0.785G^2P + (2b \times 3.14GmP) \dots \dots (2)$

$W_{mz}$ 、 $W_{mi}$ ；締付力 [N]

$G$ ：ガスケットの締付作用点の径 [cm]

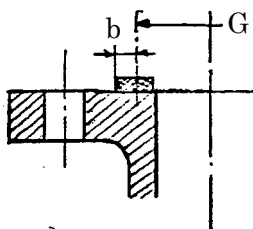
$p$ ：最高使用圧力 [Pa]

$b$ ：ガスケットの締付幅 [cm]

$m$ ：ガスケット係数

$y$ ：ガスケット最小締付力 [Pa]

第3・1・2図



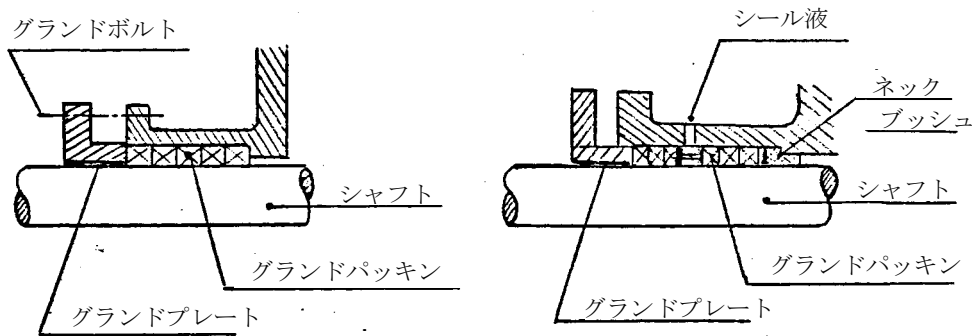
※ ガスケットの取扱いに注意しなければならない事項

- ① 古いガスケットは完全に取り除き、フランジ面を清浄にして取り付ける。
- ② 板状のものは裁断してガスケットとするが、寸法を正しくとることが必要で、フランジ面に黒鉛等を塗布して紙をあて現物大の形をとり、これに合わせて切断する。
- ③ ガスケットを挿入するには、セロテープ等で片面に貼り付けるなどして正しい位置につける。
- ④ 許容締付力以上に締め付けないこと。また締付力は均一になるように心掛ける。

## イ グランドパッキン

グランドパッキンは回転軸や往復動軸の軸封に用いられるものであるが、ガスケットと異なり漏れのおそれが多分にある。回転軸の軸封には、後述のメカニカルシールが主流であるが、往復動ポンプ及びバルブなどには広く用いられている。

第3・1・3図 グランドパッキンの構造図



グランドパッキンの材料には、ふっ素樹脂、炭素繊維、膨張黒鉛などがある。

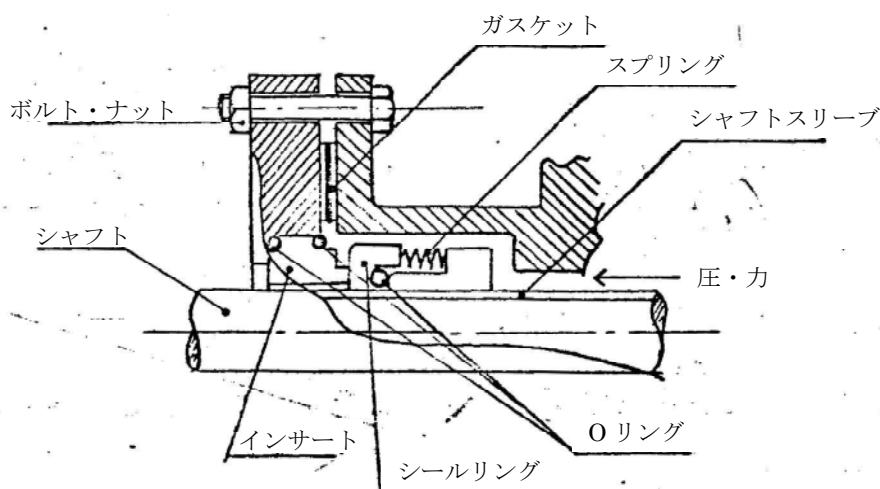
グランドパッキンはその構造から見ても完全に漏えいを防止することは不可能と考えなければならぬ。特に高速で回転する軸に対しては、摩擦熱による軸への焼付きを防ぐため、ある程度の漏れが必要である。また、増し締めを忘れて、増し締めしろのないものを継続使用すると漏れ量が増大し、思わぬ事故を招く恐れがあるため日常点検等注意が必要である。

## ウ メカニカルシール

圧力のある液体やガス体を取扱う機械のケーシングの回転軸貫通部の漏えい防止に広く用いられてきているものにメカニカルシールがあり、その使用範囲は年々拡大し続けている。

メカニカルシールはグランドパッキンと異なり、漏えい量は極めて少なく、長寿命で、動力損失が少ない。しかし、機械の据付状態が悪いと軸振れや振動、使用流体の圧力の変動によるシールバランスのくずれなどにより、摺動部の破損、漏えいの危険がある。

第3・1・4図 メカニカルシール



### (3) 漏えいの検査

漏れ試験方法は、液体を用いる方法、空気などの気体を用いる方法及び特定なサーチガスを用いる方法に大きく分けられる。さらに、漏れ物質、漏れを検出する原理・手段（発色，発泡，圧力計，質量分析計，半導体センサなど）によって、具体的な試験方法の種類に分類される。一方、漏れを生じさせる加圧、減圧の方法、検出ガスを採取する方法などによって、多くの適用方法がある。

#### ア 液体を用いた漏れ試験

液体を用いて漏れを検出する方法には次の方法がある。ただし、水圧試験で漏れた液体をそのまま目視などで観察する方法は、この規格の漏れ試験方法から除外する。

##### (ア) 光染料を添加した漏れ試験

試験体内に蛍光染料を添加した液体を入れ、漏れを暗所にて紫外線照射しながら検出する方法。

##### (イ) 現像剤を使用した漏れ試験

液体の入った試験体の表面に現像剤を塗布し、漏れ部から毛管現象で液体を吸い出すことによって、識別性のよい拡大した指示模様を形成し、漏れを検出する方法。現像剤は、JIS Z 2343-1 に規定するもの、及び液と接触することで発色するか又は蛍光色になるものがある。いずれの場合も、対象とする液体に適した現像剤を用いる必要がある。

##### (ウ) 浸透液を使用した漏れ試験

JIS Z 2343-1 に規定された浸透液及び現像剤を用いて漏れを検出する方法。試験体の片側の面に浸透液を塗布し、反対側の面に塗布した現像剤で漏れ部から浸透液を吸い出し、白地に赤色又は暗所で蛍光の浸透指示模様を形成させることによって漏れを検出する方法。

#### イ 空気などの気体を使用する漏れ試験

試験体の漏れを発泡現象、試験体内の圧力変化、漏れ部から発する超音波などを利用し検出する方法で、次の方法がある。

##### (ア) 液没試験

内部を気体で加圧した試験体を水などの液体の中に浸せきし、試験体内部から出てくる泡で漏れを検出する方法。一般的には液体に水を用いる場合が多く、その場合を水没試験という。水が試験体に対し悪影響を及ぼす場合は、フロンなどの有機溶剤を使用する場合もある。

##### (イ) 発泡漏れ試験

試験体表面に界面活性剤などを含む溶液（発泡液）を塗布し、気体の漏れを発泡現象で検出する方法。加圧法では試験体内部を空気などで加圧し、外側に発泡液を塗布し、内部から出てくる気体を泡として検出する。真空法では試験体内部はそのまま、外部を真空箱などを用いて減圧し、その部分に発泡液を塗布して外部に引き出される気体を泡として観察する。試験方法は、JIS Z 2329 による。

##### (ウ) 圧力変化による漏れ試験

試験体内部を加圧又は減圧し、漏れによる圧力変化を測定することによって漏れを検出する方法。圧力変化を直接圧力計で測定する方法と、基準とする容器と試験体との間の差圧変化を差圧計で測定することによって、微少な漏れを短時間に検出する方法がある。試験方法は、JIS Z 2332 による。

(エ) 流量測定による漏れ試験

試験体の内部を加圧容器とつなぎ、漏れによる損失量を補うために流入する気体の量を流量計で測定することによって漏れを測定する方法。

(オ) 超音波漏れ試験

漏れ箇所を気体が漏れ出るときに発生する超音波、又は試験体内部に置いた超音波発信器から漏れてくる超音波を超音波検知器によって検出する方法。超音波は漏れを電気信号にして、dB 表示又はスピーカ音として表示する。

ウ サーチガスを用いた漏れ試験

特定のガスをサーチガスとして使い、そのガスの漏れを高感度で検出できる分析装置（リークディテクタ）又は薬剤を用いて漏れを検出する方法。試験の種類、サーチガス、検出器・検査剤及び適用方法は、次による。

(ア) 主な試験の種類

① ヘリウム漏れ試験

ヘリウムガスをサーチガスとし、ヘリウムディテクタを用いて漏れを検出する方法。試験方法は、JIS Z 2331 による。

② 水素漏れ試験

水素ガスをサーチガスとし、水素ディテクタを用いて漏れを検出する方法。

③ ハロゲン漏れ試験

ハロゲンガスをサーチガスとし、ハロゲンディテクタを用いて漏れを検出する方法。

④ アンモニア漏れ試験

アンモニアガスをサーチガスとして使い、アンモニアガスに触れるとその箇所が化学反応で黄色から青色に変化する検査剤を試験体表面に塗布することによって、漏れを青色指示模様として検出する方法。試験方法は、JIS Z 2333 による。

(イ) サーチガス

漏れ試験に使用されるサーチガスには、ヘリウムガス、水素ガス、ハロゲンガス、アンモニアガスなどがある。サーチガスの概要は、次の通りである。

① ヘリウムガス

大気中のヘリウムガス濃度は、体積分率  $5 \times 10^{-6}$ 、不活性なガスであり、また、分子径も小さいため、微少な漏れの検出に優れている。

② 水素ガス

大気中の水素ガス濃度は体積分率約  $5 \times 10^{-7}$ 。爆発の危険性があるため、漏れ試験では安全性の点から窒素ガスなどに混合して非可燃性の濃度で使用する。

③ ハロゲンガス

塩素、フッ素などのハロゲン元素を含むガスで、大気に放出するとオゾン層破壊の原因になるものが多い。毒性及び地球の温暖化に影響を与えることを含め、取扱いには十分注意する必要がある。主には、冷媒などの目的でハロゲンガスが封入された試験体の封入ガスの漏れ試験として利用される。

④ アンモニアガス

高濃度では爆発の危険性があるため、漏れ試験では一般的に体積分率  $1 \times 10^{-1}$  ~  $1 \times 10^{-2}$  のアンモニア濃度で窒素混合ガスとして使用する。非常に強い刺激臭をもち、毒性も高いため、取扱いには十分注意をする。

(ウ) 検出器及び検査剤

質量分析計、半導体センサなど漏れ試験に使用する検出器は、サーチガスに適したものを選定し、適正に校正されたものを使用する。また、検査剤はサーチガスに対して、検出感度が十分に確認されたものを使用する。

(エ) 適用方法

サーチガスを用いた漏れ試験は、ガスの種類による試験方法とは別に、目的によって多くの適用方法があり、どの適用方法を採用するかが重要な要素となってくる。サーチガスを用いた漏れ試験に使用される。主な適用方法は、次の通りである。

① 真空法（試験体へのガス流入法）

試験体内部を真空にし、外側をサーチガスで覆い、流入するガスを検出する方法であり、主なものは次の通りである。

a 真空外覆法（真空フード法）

試験体内を真空に排気し、試験体の一部又は全体をサーチガスで覆い、試験体内へ流入するサーチガスを検出する方法。

b 真空吹付け法（スプレー法）

試験体内を真空に排気し、サーチガスを試験体の外側にスプレープローブで吹き付け、試験体内へ流入するサーチガスを検出する方法。

② 加圧法（試験体からのガス流出法）

試験体内にサーチガスを封入し、外部に流出するサーチガスを検出する方法。主なものは次の通りである。

a 吸込み法（スニッフ法）

試験体内にサーチガスを入れ、試験体の外側に流出するサーチガスをスニッフアプローブで吸い込み、漏れを検出する方法。

b 吸盤法（サクシジョンカップ法）

試験体内にサーチガスを入れ、試験体の外側に流出するサーチガスを、押し当てたサクシジョンカップで吸い込み、漏れを検出する方法。

c 真空容器法（ベルジャー法／チャンバ法）

試験体を真空容器内に置き、試験体の内部にサーチガスを入れ、試験体から真空容器へ流出したサーチガスを検出する方法。

d 加圧積分法

試験体内にサーチガスを入れ、試験体の一部又は全部をフードで覆い、試験体の外側に流出するサーチガスを一定時間フードの中にため込み、スニッフアプローブを用いて検出する方法。

c ボンピング法（試験体へのガス流入流出法）

サーチガスで加圧されたチャンバ内で、試験体にサーチガスを浸み込ませた後、試験体の外側を排気し、試験体の外側に流出するガスを検出する方法。

※ 出典：日本工業規格 JIS Z 2330 「非破壊試験－漏れ試験方法の種類及びその選択」



## ◎ 運転中火気工事の危険

化学工場での火気工事は、大別すると定期整備工事と運転中工事に分けられる。運転中工事は突発的に行われることが多く、潜在的リスクが高い。このため、運転部門、工事監督部門、保安管理部門、工事施工会社により事前打ち合わせを行い、これに基づき工事の実施、安全管理を行う。

特に、運転中工事を実施する場合は、工事立会い者を選任し、工事場所や周囲の状況を確認し、安全上の問題が生じたときは直ちに工事の中止を命じ、関係者と打ち合わせを行い安全対策の変更を行う。なお、工事立会い者は、危険物や有害ガスの漏れを早期に発見する為、測定用器具等を常時携帯しておくこと。

### 【工事立会いの業務】

#### I 工事着工前

- i 工事目的、工事内容、工事箇所、縁切り、圧抜きの確認を行う。
- ii 周囲の養生（火花の飛散防止等）の確認と工事箇所および周囲のガス検知を行う。

#### II 工事中（危険潜在箇所を確認する）

- i 付近に、危険物や有害ガスが漏れる恐れのある箇所はないか。（第3・1・1表参照）
- ii 排水、トレンチ（溝）、ブローダウンなどを伝わって危険物や有害ガスが流入する恐れはないか。
- iii 堆積物、付着物、硫化鉄、吸着剤はないか。
- iv 工事の周囲でどのような作業、操作を行っているか。
- v 装置が緊急停止したとき、工事環境にどのような影響があるか。
- vi 付近に、突然スチームトラップが吹き出す場所や、熱水が吹き出るベント管はないか。

#### III 工事終了

- i 作業場所の安全確認（開口部、障害物、飛散物等）
- ii 作業場所の片付け（使用機材・工具等）

## 2 パージ

工事の種類・規模等により施設内の危険性物質のパージを全面的に行う場合と、タンクやポンプまわりなど一部について行う場合とがある。パージとは施設内の危険物などを排除・洗浄・置換し、系内を安全な状態にすることであって、パージ不完全に起因する爆発・火災・中毒・窒息等の事故・災害がないように計画・実施・確認しなければならない。

### (1) パージの基本

可燃性液体やガス、毒劇物など人体への有害物をパージし、人が立ち入って安全に作業を行い、火気を使用しても火災を起こさないための基本は、以下5点である。

- ア パージ範囲の適切な設定（安全な作業に終始できる境界を作る）
- イ 範囲内外の物理的な区分（内通を排除できない弁では区切らない）
- ウ 範囲内の危険物の排除（火災を防止する）
- エ 範囲内の洗浄（危険な薬液を残さない）
- オ 範囲内を空気への置換（火災も酸欠労災も起さない）

### (2) パージの考え方の詳細

ア パージの範囲を決定することが安全を含むすべてのスタートになる。

火気工事を行う設備を包括する範囲で、パージ作業のし易さを考慮してパージ範囲を決定

する。一般的に範囲が狭い方が作業は容易で、期間を短縮できるが、下記イにおける作業の増加、ウ・エにおける液処理の煩雑化も考えられる。また、火気工事中に対象設備以外から可燃性液又はガスが範囲内に流入又は範囲外から漏洩し、工事の安全性が損なわれる可能性もある。従って火気工事の対象設備を含む範囲のパージが必須であるが、火気工事を安全に行うことができる環境の確認も必要である。

イ 火気工事を行う装置と行わない装置を物理的に区分することで、危険を排除する。

危険物製造所などの大規模な定期修繕工事前には、周到な準備を行って施設内のパージを全面的に行っている。タンクやポンプ周りなど一部の火気工事を行う場合も、工事対象外の設備に危険物を保有している場合があるため、対象装置を弁閉止のみならず、仕切り板の挿入や、配管取り外しなどにより物理的に区分することが必要である。油を取り扱う設備は勿論、可燃性ガスを取り扱う設備では特に、この物理的な区分を完全に実施しなければ、火気工事中の火災・爆発は防止できない。

ウ 危険物などを装置内から排除することで、火気工事中の火災・爆発を防止する。

タンク・ポンプ・主配管は当然として、末端配管を含めて火気工事を行う装置を含むパージの全範囲から第4類引火性液体を排除しておかなければ、火災は防止できない。第4類引火性液体の他にも、第3類自然発火性物質及び禁水性物質・第5類自己反応性物質・第6類酸化性液体も、同様に排除しなければ作業の安全性は確保できないため、それぞれの性状に応じた排除を実施する。排除した内容物は他工程で有効利用する、産業廃棄物として処分するなど適切に処理する。この段階ではパージ範囲に存在した内容物をパージ範囲外に移したことを、量で把握することが重要である。しかし、パージ範囲内に残留していないかの確認は下記オまで実施しなければ判明しない。

エ 装置内を洗浄することで、工事中の火災や薬液障害などの労働災害を防止する。

水・蒸気・親和性溶媒を用いて、装置の表面に付着・残留する有害物を除去する。酸・アルカリなど人体に有害な物質も残らないよう十分洗浄し、洗浄完了を判断する必要がある。親和性溶媒は油と水の両方を溶解させる特性を持つため、水には溶解し難い・水と比重差が大きい油を排除・洗浄する際に用いる場合がある。この場合、その後に水で十分洗浄することは言うまでもない。排除した内容物は他工程で有効利用する、産業廃棄物として処分する、排水処理工程に送るなど適切に処理する。洗浄完了の判断は、水であれば、貯留して油膜無を確認する、pH計や試験紙で確認する等が考えられる。

オ 洗浄後に水などを排出し、空気に置換することで人が立ち入って作業ができる状態にする。

十分水洗し油が残っていないと確認したつもりでも、水の排出に空気を導入するのは危険である。内容物が危険物第4類である場合は、一旦窒素などの不活性ガスを装置の上部から導入することで、装置から水を排出する。窒素置換を装置容量の3倍以上導入後に、排気口で可燃性ガス検知器にて爆発下限界濃度（LEL）25%以下を確認する。この時酸欠に注意して作業することは言うまでもない。25%以下を確認できない場合は、末端部などに油が残留しているとみなし、イまたはウに戻る。25%以下を確認出来たら、同様なルートで空気を導入し排気口で酸素濃度18%以上を確認する。

### (3) パージの準備

ア 責任者の指名と打合せ

パージは他の部門との関連が多く、不完全なパージの後に火気工事を行うと重大事故につながる可能性がある。まず担当者と責任者を指名し、その他の関係者と会議等を開いて細目

を検討し、パージ作業の内容と手順を作成・検討・決定することが必要である。

#### イ 手順の作成

上記（２）に従って手順を作成する。手順書にはパージ範囲・排除ルート・洗浄方法・置換ルート・縁切り方法などをフロー図及び文書として明示する。作業は計器室と現場に分かれて実施したり、現場だけでも複数での作業となることも多いため、指揮者を定めた体制図が必要となる場合もある。また、工期や試運転を含めた完了目標を考慮し、関係先と調整しながら工程表が必要となる場合もある。手順作成時に注意せねばならないのは、パージ範囲の物理的な区分が、範囲内の洗浄又は空気への置換の後になる場合が多い点である。一旦、範囲内外を分ける弁閉止で区切り、危険物の排除・洗浄・置換まで行わなければ、仕切り板を入れる又は配管を取り外すなどの物理的な区分は出来ない場合が多い。排除完了の確認工程も合わせて手順を作成する。

#### ウ 承認および周知

作成と検討が終了したら必要な承認を経て関係者に周知する。周知の中には実施日や、その時の立ち入り禁止区域なども含まれる。

### （４）パージの実施

#### ア 作業の実施

手順書に従って一連の作業を実施する。内容によっては開始前に場内放送を行うなど最終的な周知の工夫を行う。禁止区域を設定する場合はトラロープを用いるなど現場での表示を実施する。パージ不完全の箇所が無いように、排除や水洗の段階で末端の弁を開放してブローする。作業を実施しながら手順書のフロー図に作業がどこまで完了したか、色分けなどで記入し、必要に応じて作業員間で進捗状況を確認できるようにする。

#### イ 作業安全の確保

作業中の作業員の安全を確保する為に、常設又は可搬式の可燃性ガス検知器、タンク内の温度計や圧力計、投入する蒸気や窒素などの流量測定などによりパージ中の滞留・拡散状態を把握する。

#### ウ 完了の確認

装置のパージ完了は、可搬式の可燃性ガス検知器などを、排除する物質の性状に合わせて選定する。有害ガスを発生する物質であれば、ガス検知管など定量的な測定器を必ず利用し、その測定結果を記録として残す。作業が終了したら指揮者に報告の上、立ち入り禁止の表示を解除し、必要なら終了の放送を行う。

### （５）パージの一般的注意事項

ア パージは慎重に行い、バルブ等の開閉は徐々に行う。万一事故が発生した場合の処置方法を検討しておく。

イ 多量にガスや蒸気を放出する場合は、フレアースタックで燃焼させる。

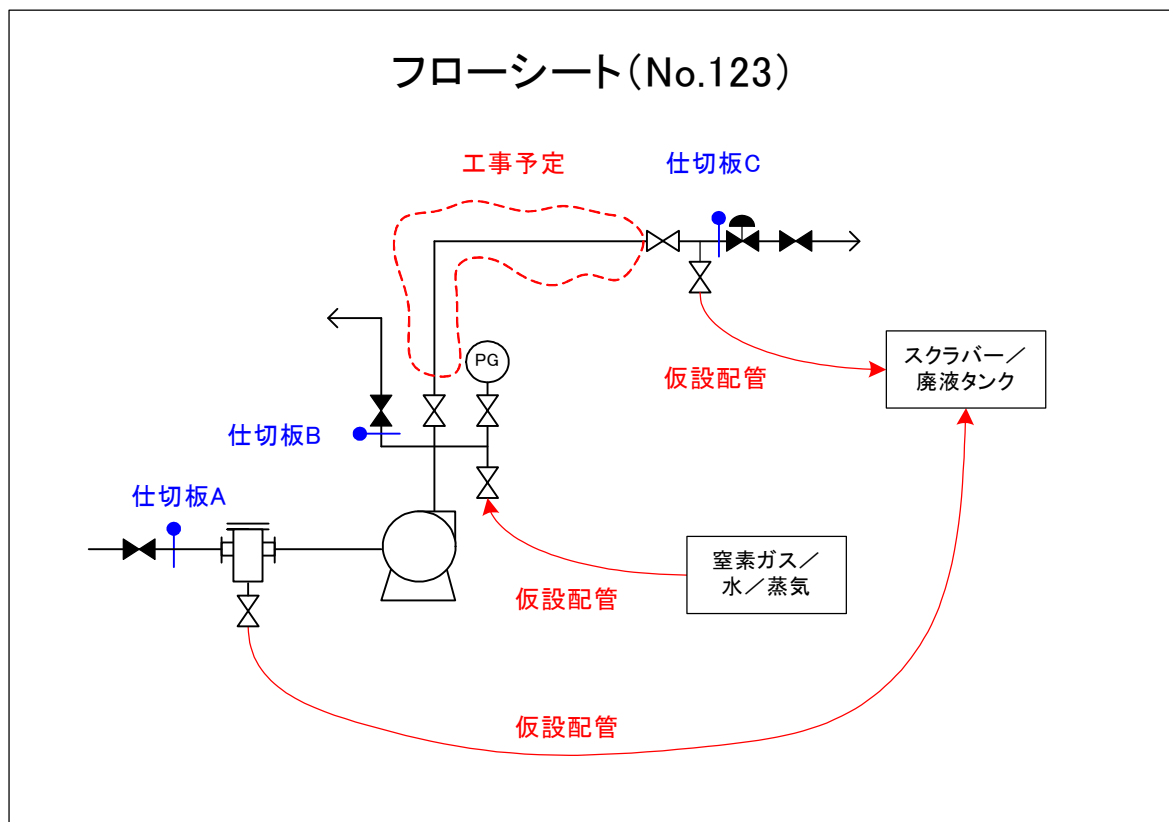
ウ 液状の危険物を排除・洗浄する場合は、常設又は仮設配管を使用したり容器に受けるなど措置を講じ、排水溝への直接流出させない。なお、危険物第４類第１石油類を容器に受けることは、着火防止の観点からなるべく回避し、やむを得ない場合は確実な静電気防止対策を実施する。

エ 空気より密度が高いガスや蒸気をパージする場合は、付近の排水溝・ダクト・ピット等に流入しないよう、不燃シート等で覆うなどの処置を講ずる。

- オ 可燃性ガスや蒸気を配管から放出する場合は、流速を落とし静電気による事故の発生を防止し、低圧の蒸気や窒素を利用し希釈・拡散を行うなど安全な状態を維持する。
- カ パージ開始段階では特に火気の使用の有無について十分に点検し、安全であることを確認する。
- キ 圧力のある流体をパージした後はまず圧力計により残圧の有無を確認する。しかし、圧力計には計器の許容誤差があるため、小口径のドレン弁などを開いて残圧なしの確認を行う。
- ク 蒸気をパージに利用する場合の注意事項
- (ア) 蒸気で容器内のガスをパージする場合は、下部より吹き込み、頂部から放出する。
  - (イ) 蒸気の放出口が小さい場合、蒸気の吹き込みを止めてそのまま放置しておく、凝縮して内部が負圧（蒸気が凝縮すると1/1600の容量になり容器を破壊することもある）になるため、蒸気パージが終了したら速やかにマンホールを開放する。
  - (ウ) 蒸留塔など高低差が大きい容器内を蒸気で加熱し、内容物を揮発させて除去する方法もある。除去終了後に上下のマンホールを開放する場合は、高所を先に低所を後に開放する。逆にすると高所の開放時に一気にドラフトがかかり火傷する。
- ケ 水により容器内を水洗する場合
- 底部から水を入れ最頂部から溢流（いつりゅう）が望ましい。溢流した液は安全な場所に導く措置を実施する。
- コ 不活性ガスを利用する場合
- パージする物質と不活性ガスとの密度差を考慮して出入口を決める。

## 事例

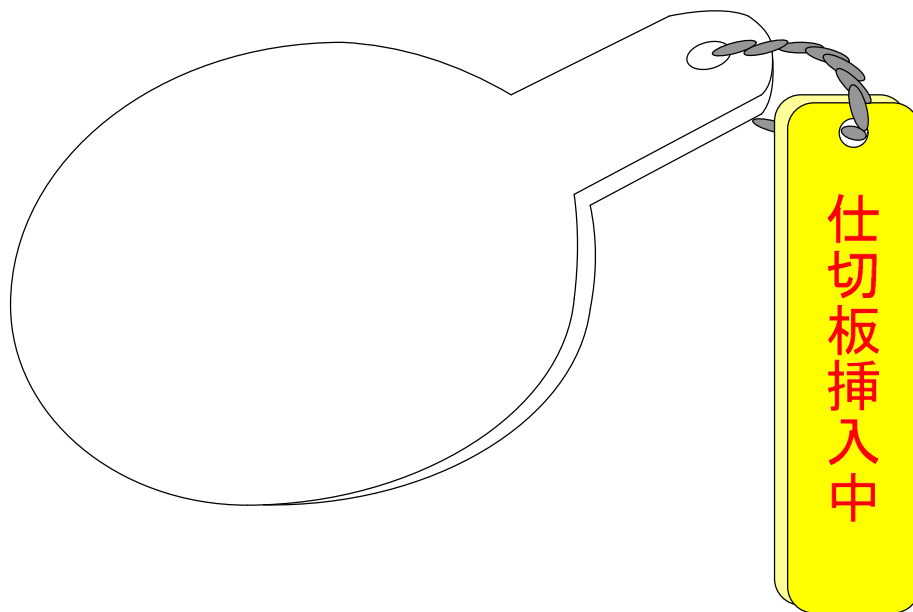
第3・1・5図 パージ用フローシート（例）

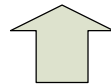
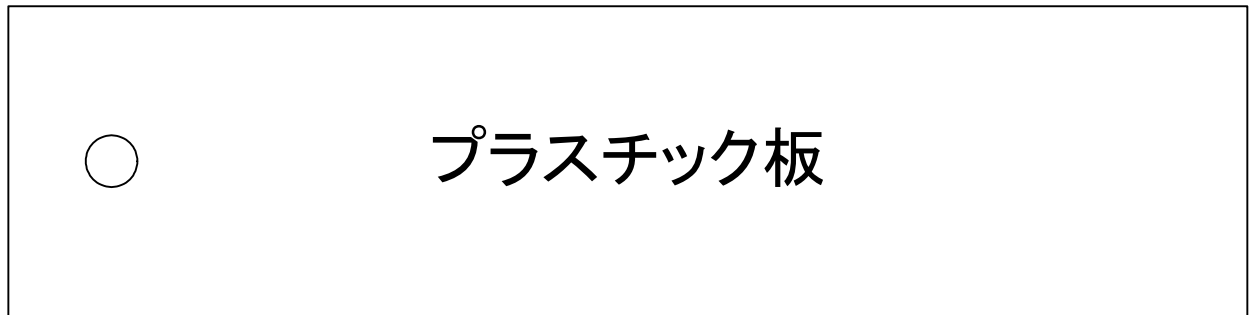


第3・1・6図 仕切り板管理リスト (例)

フローNo.	仕切板No.	挿入日	承認者	場所(サイズ)	取外し日	承認者
123	A	8月5日	大島	M-** 吸込み配管(50A)		
123	B	8月5日	大島	M-** 吐出しサイクル配管(25A)		
123	C	8月5日	大島	M-** 吐出配管(40A)		

第3・1・7図 仕切り板 (例)

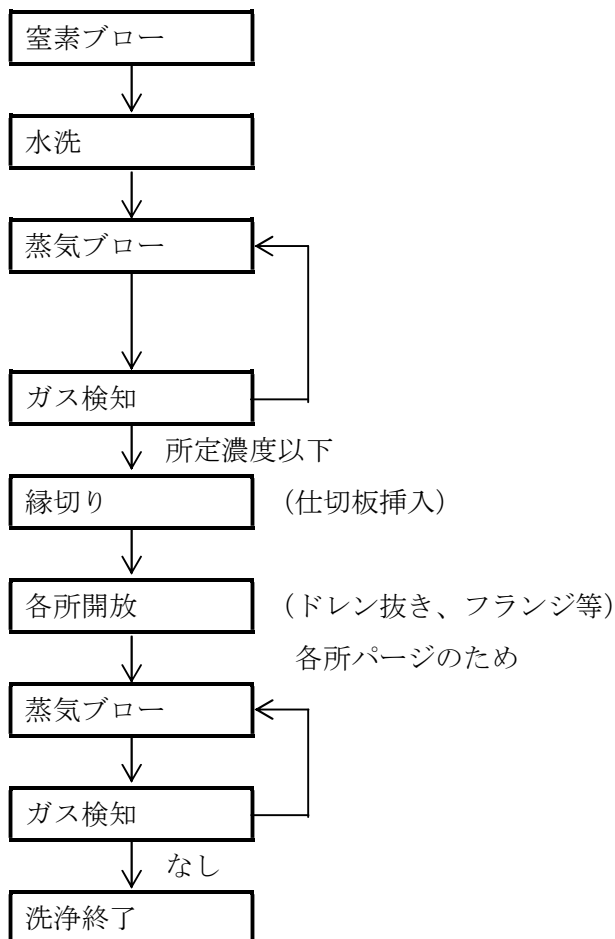




貼り付け

仕切り板挿入中	
管理No.	123
目的	〇〇配管改造工事
担当者	山下
洗浄実施	済み / 未了
挿入期間	2014年8月5日 ~ 2014年8月12日
備考	

第3・1・9図 機器の洗浄作業工程（例 引火性液体の配管）



### 3 ガス・蒸気噴出時の静電気火花

#### (1) 静電気の発生

静電気は性質の異なる物質が接触し、剥離する時に発生する。このような状態は固体と固体、固体と液体、固体と気体、液体と液体、液体と気体の何れの場合にも発生するが、その強弱は物質により異なり、導電性の良い物質より非導電性の物質の方が帯電し易い。

粉体、液、ガス、蒸気が配管等の中を流れる時に管壁との接触、分離によって静電気が発生し流体は帯電する。この場合帯電する電荷は流速の二乗に比例するとされている。これらの流体が電荷を帯びたまま放出されたり、腐食孔、クラック等より噴出し、その帯電した静電気の電圧が電界強度を超えた場合、あるいは帯電したまま、放出され分散し浮遊して一種の雷雲を形成し、大量に供給蓄積すると遂には破壊値を超えて、コロナ放電又は火花放電をする。また、低温の液、ガスが噴出する際空気中の水蒸気を凝縮する。なお液化二酸化炭素を噴出、放出する際に二酸化炭素は昇華してドライアイスになるが、このような場合にも帯電し、コロナ放電あるいは火花放電することがある。

これらの放電が滞留している爆発範囲内にある可燃性ガス・蒸気の中で行われ、その放電エネルギーが最小着火エネルギーを超えた場合引火・爆発する。

#### (2) 静電気火花の発生防止

静電気火花の発生を防止するためには次の2つが考えられる。

##### ア 帯電の防止

物質が静電気すなわち電荷を帯びなければ放電して火花を発生するおそれは全くない。したがって帯電を防止するためには次の方法がある。

##### (ア) 物体を接地する

これは物体表面に帯電する静電気を逃がしてしまうのに最良の方法である。もし物体の接地抵抗が高くと、何らかの原因で帯電した物体に他の接地した物体が近づけばそこで放電して火花を発生することがある。このような物体の表面の静電気を逃がすには地表に水を撒く等して大気の湿度を上げることは効果がある。

電気絶縁性の高い液体が流動すると静電気を発生するが、静電気の発生度合は、その液体の固有抵抗により異なり、固有抵抗が  $10^8\Omega\text{m}$  より大きい液体は帯電しやすいとされており、静電気除去設備を設ける必要がある。

一般的な対策としては、接地する方法がとられているが、帯電すると認められる引火点  $40^\circ\text{C}$  未満の危険物を移送する配管を溶接以外の継手で接続する場合又は配管の接続部に不導体を使用される場合には、接続する相互の配管をアースボンディングして接地し、その接地抵抗値は  $100\Omega$  以下とすること。

##### (イ) 流速の減少

上記(ア)の方法で、物体の表面に帯電した電荷を逃がすことが出来ても、流速が速い場合には余り効果がない。

したがって、管路の途中の一部管径を太くして流速を落とし、電荷の蓄積を防ぐ方法もある。

しかし、流体が噴出した場合、接地は噴出流体に帯電した電荷を逃がすことには全く役に立たない。

なお、ガソリン、灯油などの液体は流速  $1\text{m}/\text{sec}$  以上になると帯電量が増加する。また、静電気はガスよりも液、液よりも液体と気体の混合した状態（液化石油ガスで液体とガス

が混在している場合など)、可燃性ガスに水分その他鉄さび、ごみ、炭素等が混入している状態などが帯電し易く、漏えい噴出時に火災・爆発を誘発する。したがって帯電を防止するためには管の材質、内面の状態、管径の大小、流速、流体の物性などを考慮しなければならない。

#### イ 放電の防止

帯電した電荷雲（帯電雲）が漂った場合、周囲の設置物のどこかに電荷の集中をもたらす棒状突起、アングル、チャンネル、フランジ、弁、ハンドルなどの曲率半径の小さな突起物や角などがあると、その最大表面電界強度がそれぞれの形状とガスや蒸気の種類で定まる臨界値を越え易くなり、これを越えるとコロナ放電が発生し、更に雷状火花放電に至る。

このような場合に放出するエネルギーの一部又は全部が熱エネルギーとなり、その熱エネルギーがその物質の最小着火エネルギーを上回る場合は直ちに引火、爆発を誘発する。帯電雲を形成する空間では針状のものより曲率半径が **22mm φ** 以上のもの方が着火し易いと言われている。前項のパージの場合にはこのような理由から突起物のない安全な場所か、ホース等を用いて安全な場所へ誘導放出することが必要となる。

水素、アセチレン、二硫化炭素は他の炭化水素に比べ約 1/10 の低いエネルギーで着火するため注意を要する。

#### (3) 水蒸気の静電気

従来より言われているように静電気の除去の目的でスチームを使用することは、スチーム自体が静電気を帯びやすい物質であるから逆効果になるおそれもある。しかし、スチームは可燃性ガス・蒸気を拡散・希釈して爆発範囲外にすることは効果があるため、可燃性ガス・蒸気の拡散・パージ等にスチームがしばしば用いられるが、このような場合には高圧のスチームをそのまま放出したり、他の物体に吹付けることは絶対に避けるべきであり、低圧のスチームを使用すべきである。

窒素をパージ拡散の目的に用いることは前述したスチームを使用することによる種々の危険がなく安全である。しかし、同じ不活性ガスでも二酸化炭素を使用する際は、一部がドライアイスに変わり、静電気を帯びることが明らかであり、かつ事故例もあるため十分注意する必要がある。

#### (4) 噴出時の着火危険

高圧の装置・配管等が腐食等の原因により穿孔し、そこから高圧の可燃性の液・ガス・蒸気が噴出した場合には、流体の圧力、孔の大小すなわち噴出する流速により異なるが、不純物の混入などにより静電気火花による着火の可能性が高いことを予想しておかなければならない。

### 4 放射線障害の防止

放射性物質の事故を防止するには平常より十分な管理を行うとともに、その危険性と事故発生時の処理について手引書等を作成しておき的確な処置をとらなければならない。事故が発生した場合の処置として必要な事項を次に記す。

#### (1) 人体安全保持

#### (2) 通報の原則（文部科学省、消防署等）

#### (3) 放射線危険度の表示（予め第三者にも分かるように表示しておくこと）

ア 種類・形状・数量

イ 事故時の飛散推定と立入禁止区域

ウ 事故時の総量測定者の氏名



(4) 測定器の準備

(5) 緊急用防護具の常備

放射性物質は特に身体に感じることなく、障害を起こすおそれがあるため、警戒標識等の表示をし、関係者以外の取り扱いあるいは立入を制限し、平素から線量の測定などの管理についても確実に実施しておかなければならない。

以上の安全対策について、その大要を記したが、工事に最も関連の大きいページを主としたものを第3・1・2表に分類した。

第3・1・2表 装置安全対策の分類

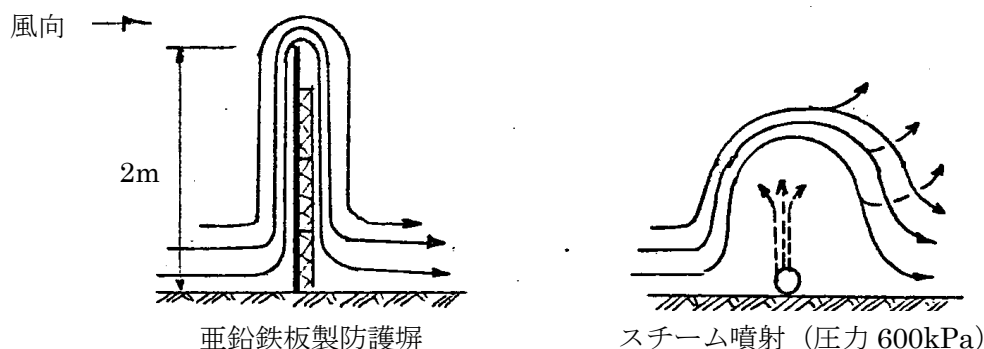
分類	装置対象	例
A	全面的な危険性物質のページ	装置全体に渡る工事
B	局所的な危険性物質のページ	塔・槽・熱交等単体機器の工事
C	漏えいの防止を主としたもの (小部分のページを含む場合もある)	ポンプ、バルブなどの交換

## 第2節 防護対策（ガス・蒸気の遮断・拡散）

可燃性の流体のうち、流体の流出に対しては防油堤などにより他地域への溢流は防ぐことができるが、これらの液体から発生する蒸気あるいはガスなどに対しての流動防止は極めて困難である。

これらの蒸気やガスの中、密度が空気に比べ0.1という水素のように小さい場合には、大気中の拡散が早く滞留しにくいですが、ガソリンの蒸気やプロパンガスなどの密度は空気よりはるかに大きいため、ある程度の風速下でも、なかなか拡散せず長時間の滞留現象が見られる。第3・2・1図はガスの遮断・拡散効果の実験例である。

第3・2・1図 プロパンガスの遮断、拡散実験図（風速3～5m/sec）



上図に見られるようにスチーム噴射の場合は、防護塀の場合に比べ、ある程度のガスや蒸気の希釈・拡散の効果のあることが判った。(川崎市危険物保安審議会を実施した可燃性ガス等に対する防火塀の効果実験並びに川崎コンビナート高圧ガス研究会で行なった可燃性ガスの拡散・遮断実験より)

一般に工事防護対策を必要とする理由としては、次のような条件が重なった場合である。

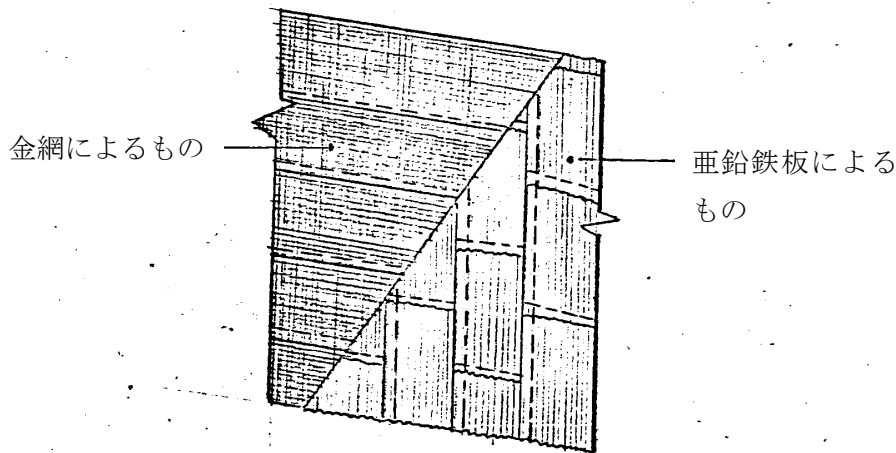
- ・ 工事区域の隣接部の装置等から、可燃性流体の漏えいが予想される場合
- ・ 工事区域で発生する火花や高熱物が隣接装置等へ飛散するおそれのある場合

従って工事中に可燃性の液体・ガス体が漏えいした場合、工事区域への流入を一時的に遮断し、工事区域内での爆発・火災を避けることと、装置内へ火花や高熱物が飛び、装置での漏えい流体あるいは装置外部の保冷・保温材、ペンキ塗装箇所などの可燃物の着火を防ぐことが必要となる。

このような目的に完全に合致したものの設置は前述の通り施工上困難であるため、可燃性ガス検知器の併用等により、効果を挙げなければならない。

防護塀について次にその例を示す。

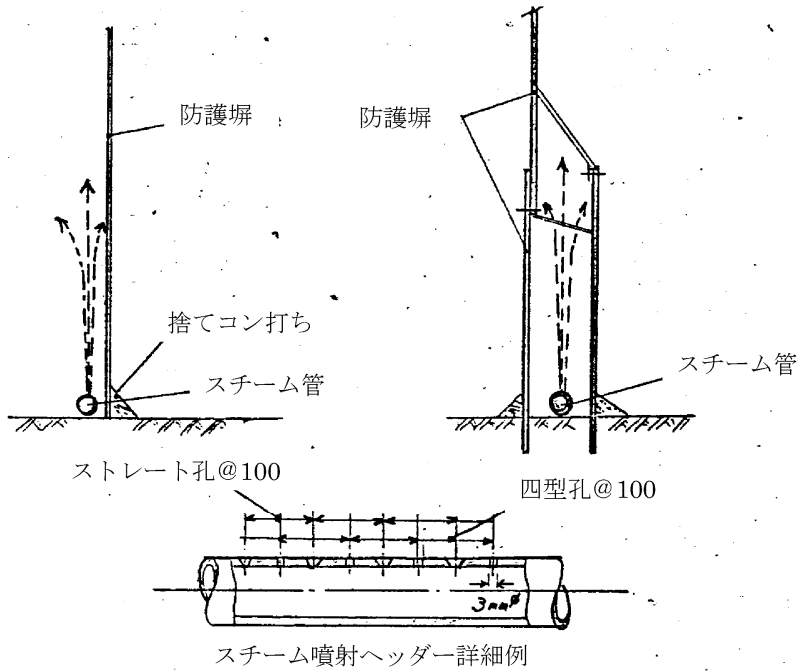
第3・2・2図 防護塀



※ 設置上の注意事項

- ① 重ね部は十分に取り隙間を設けないこと。
- ② 工事中の破損（配管、ジンプールのトラワイヤー等）に注意すること。
- ③ 電気配線等による貫通部を設けないこと。
- ④ 風圧等による転倒・倒壊又は飛散に注意して施工すること。
- ⑤ 台風シーズンにかかる場合は、強風時の風抜き等を予め準備しておくこと。
- ⑥ 金網は稀薄濃度のガスに対する一時的な逆火防止効果（40メッシュ以上）は、ある程度認められるが火花に対する遮断効果はないことに注意すること。
- ⑦ 防護塀を設けたため、逆に蒸気やガスが滞留することのないよう風の流通に配慮すること。

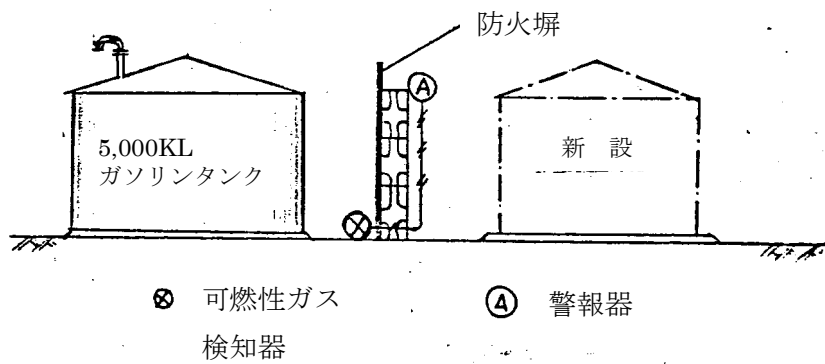
第3・2・3図 蒸気・ガスの拡散用にスチームを併用したもの



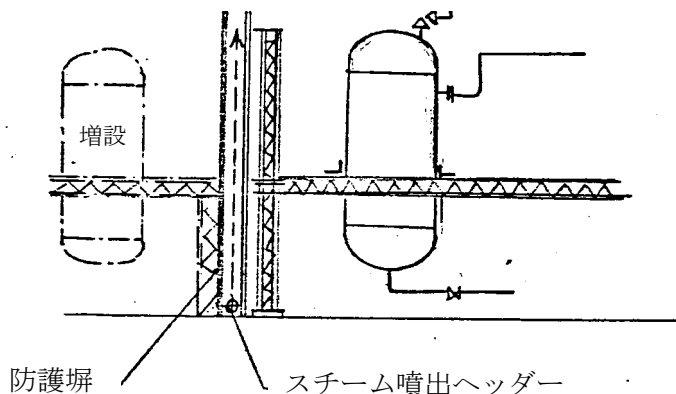
事例

実際に防護塀を設ける場合は防護塀単独のものは比較的少なく、可燃性ガス検知器の併用例が多いため、事例では検知器を含めて表した。

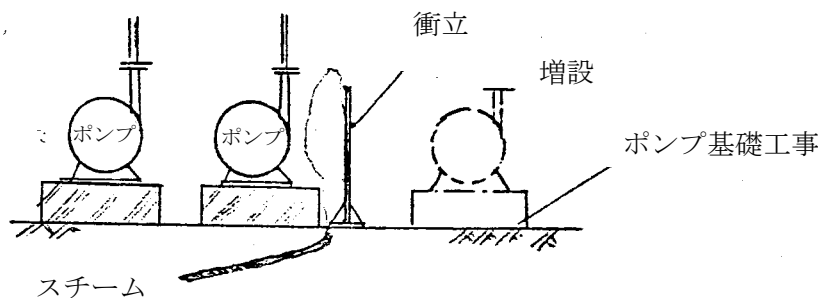
第3・2・4図 既設タンクに隣接したタンク設置工事



第3・2・5図 防護塀とスチームカーテンを併用したもの



第3・2・6図 簡単な防護塀



以上防護対策について述べたが防護塀による安全対策を第3・2・1表に分類した。

第3・2・1表 防護塀の分類

分類	防護塀の種類	例
A	拡散用スチーム管併用の防護塀に可燃性ガス警報機を備えたもの	密度の大きな可燃性ガスや蒸気を貯蔵し又は取扱、突発的に漏えいが発生するおそれのある装置等で溶接・溶断による火花の飛散防止と可燃性ガス・蒸気の遮断を考慮しなければならない場合
B	防護塀に緊急、拡散用スチーム管又は可燃性ガス警報機を備えたもの	漏洩した流体を検知できるもの又は取扱流体の圧力の低い装置等上記に準じた場合
C	防護塀又は防油堤のみで十分なもの	蒸気の発生するおそれの少ない液体を取扱っている装置等で溶接・溶断による火花の飛散を火花を防止することで十分な場合

### 第3節 工事制限

#### 1 工器具、機械等の火花とその防止方法

##### (1) 工器具類の摩擦衝撃火花

工器具類が摩擦あるいは衝撃によって生ずる火花は大別して次の三つに分けられる。

ア 金属の直接衝撃によって出る火花

イ かすり打撃から出る火花

ウ 金属が他金属に対し押し付けられて持続してラッピングされる時発する火花

この場合の火花とは摩擦・衝撃などによって金属体から破片となって飛散した金属の過熱した小粒子である。この小粒子は摩擦又は衝撃によって酸化開始温度まで温度上昇して酸化が起こり、更に過熱されて特有の光を発する。

エ 火花による着火

火花によって可燃性混合物に着火するためには火花のエネルギーが可燃性混合物の最少着火エネルギーを超えることが必要である。火花の発生は物質の成分、衝突面の状態、衝突の角度などによって異なり、可燃性物質への着火は発生した火花の質量と伝ば速度が影響する。

着火能力を持った火花が発生し易いものに次のようなものがある。

- (ア) 軽金属、特にマグネシウムを含有するもの
- (イ) 錆びた鋼板上のアルミニウム塗装面
- (ウ) 岩石

#### イ 着火の防止

摩擦、衝撃の火花による着火を防ぐには次の考慮が必要である。

- (ア) 全ての工具、たとえ無火花工具であっても使用する際に、周囲に可燃性ガス・蒸気がないようにしておくことが最も重要である。
- (イ) 工具はいつもきれいに手入れをし、軽金属や砂が付着していたり、錆びたものは使用を避けなければならない。無火花工具であっても、砂や石の破片、金属粉等が付着したまま使用することのないようにしなければならない。
- (ウ) 高所で工具を使用する場合は、紐等を付けて落とさないようにすること。またボルト等の落下防止にシートを張る配慮が望ましい。
- (エ) グラインダー等を使用する場合は火花を防止するため、不燃シート（水で濡らしながら使用）、亜鉛鉄板などにより、他に飛散しないよう防護しなければならない。
- (オ) 岩石、コンクリート等をはつるような場合は、水で濡らして火花の発生を防止する。
- (カ) 軽金属、特にマグネシウムを含んだ工具は火花が出やすいため、可燃性ガス・蒸気の存在する場所及びそのおそれのある箇所では使用しないこと。これらの場所で工具を使用する場合は無火花工具を使用すること。
- (キ) 錆びた鋼板上のアルミニウム塗装面は火花が発生し易いため、周囲に可燃物がないことを十分認識しなければならない。
- (ク) 作業区域内の工具使用制限等あらかじめ作成しておくことが望ましい。

#### (2) 内燃機関

最近では工事の大型化、効率化に伴ない内燃機関を持つ機器の使用が益々増加しつつある。しかし、往々にして内燃機関が重要な着火源であることが失念されて扱われている例がある。

内燃機関はその排気が着火源となるのみならず、加熱された排気管、発電機、スターターモーター等の電気系統、特にガソリンエンジンにあっては点火系統のように高圧の電気を発する部分があり着火源となる箇所は多い。

従ってその取扱については他の火花を発するものと同様な取扱をしなければならない。

また、整備が十分でないとガソリン等が漏えいし着火するなど、それ自体が火災となる例もあるので日常の十分な点検整備が必要である。

参考例として内燃機関を使用した機械類を第3・3・1表に示す。

第3・3・1表 内燃機関の分類（建設機械）

分類	例
掘削運搬機械	ブルドーザー、モータースクレーパー、レーキ
掘削機械	パワーショベル、トレンチャー
積込機械	クローラー式ローダ
グレーダ路盤用機械	モーターグレーダー
運搬機械	トラック、ダンプトラック、フォークリフト、コンベヤー、ト レーラー、スキップホイスト

締固め機械 (突固め機械)	ロードローラー、タイヤローラー、平板振動式、ランマー
穿孔、注入機械	削岩機、アースオーガ、ボーリングマシン
基礎工事用機械	ディーゼルパイルマシン、スチームハンマー、パイルエクストラクター
砕岩機械	ジョークラッシャー、ロードミル、スクリーン
コンクリート機械	バーチャープラント、コンクリートミキサー、コンクリートバイブレータ
アスファルト機械	アスファルトプラント、エンジンプレッシャー
クレーン物上機械	トラッククレーン、ホイールクレーン、ウインチ
道路維持機械	モーターシーパー
除雪機械	ロータリー除雪車
コンプレッサー	定置式コンプレッサー、移動式コンプレッサー
ポンプ	水中ポンプ、スラリーポンプ
作業船	起重機船、ポンプ浚渫船
その他	エンジンウェルダ、発電機

### (3) その他の機械、器具の火花と熱

#### ア 換気設備、排気設備等のファンの破損

換気設備や排気設備のファンの羽根が、周囲のガードに接触したり、羽根が破損して飛散し、ケーシング、ダクト等の金属部に当たって火花を発生し、この火花から可燃性蒸気、ガス等に引火・爆発することがある。これらの設備は定期的な検査・整備を行うことや、使用開始時のファンの取付ボルトの緩み、ケーシング、ガードとの間隙のチェック等に日常点検整備を励行することが大切である。

#### イ ベルトの過熱

ベルト駆動の機械にあつてはベルトが緩み、スリップして摩擦により過熱し、燃え出すこともある。可燃性ガスや蒸気の滞留するおそれのある危険地域内で使用するものはスリップ止めのベルトの使用又はスリップ止めのワックスの常時塗布等が必要である。

#### ウ 機械の摺動部の過熱

圧縮機のピストンロッド等の摺動部が給油不良のため過熱し、その熱により、シリンダー内部で圧縮中のガスが分解爆発した例もある。また、メタルが給油不良のため過熱して剥離飛散し、その飛散金属から周囲に存在していた可燃性ガスに引火・爆発した例がある。定期検査の実施と給油、各部の温度チェック等日常の保全の励行と、適合した潤滑油の選定も事故防止には必要である。

## 2 電気設備とその対策

危険場所における電気設備は、電気工作物に係る法令によることとされており、特に危険物施設等においては可燃性蒸気の発生又は滞留するおそれがあるため、電気設備を使用する際、これが可燃性蒸気等の着火源とならないよう注意が必要である。

### (1) 危険場所の分類

危険場所の分類については、従来の危険場所の区分（0種場所、1種場所及び2種場所）に替えて、JIS C 60079-10（爆発性雰囲気で使用する電気機械器具—第10部：危険区域の分類）

及び工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆 2006）により、危険性の度合いによってゾーン0、ゾーン1及びゾーン2に分類されている。ゾーンを判定する場合は、爆発性ガスの特性のほか、放出源の等級、放出量の大きさ・範囲、換気の種類等、総合的な判断が重要となる。

第3・3・2表 危険場所の分類表

分類	区分
ゾーン0	爆発性雰囲気は通常の状態において、連続して又は長時間にわたって、若しくは頻りに存在する場所
ゾーン1	通常の状態において、爆発性雰囲気をしばしば生成する可能性がある場所
ゾーン2	通常の状態において、爆発性雰囲気を生成する可能性が小さく、また生成した場合でも短時間しか持続しない場所

(2) 工事用電気機器の安全措置

工事用の電気機器は前号の危険場所の分類に従がい設備基準に合格したものを使用することは勿論であるが、特に工事中は定常時と異なり場所的にも輻湊をきたすため次の点に留意する。

ア 移動電線

ハンドランプその他の移動灯や可搬器具などに附属する移動電線は、接続点のない3種キャブタイヤケーブル、又は4種キャブタイヤケーブルを使用し、機械器具との引込部にガスの侵入のないよう施工し、ケーブルの損傷等のないものを使用すること。

イ 絶縁の測定

電気機工具の事故のうち最も多いのが絶縁不良のためショートすることである。特に可燃性ガスや蒸気を取り扱っている場所へ持ち込むものは絶縁を測定し不良のものの持込を禁止すべきである。

ウ 移動灯

多くの移動灯はカバー付きであるが、電球の破損がないとは言えないため、破損されない位置に保持するよう注意しなければならない。また、危険箇所では耐圧防爆構造のものを使用すること。

第3・3・3表 防爆構造の記号

記号	d	o	f	e	s	I
構造	耐圧防爆	油入防爆	内圧防爆	安全増 防 爆	特殊防爆	本 質 安全防爆

3 高熱物その他の火源の対策

溶接、溶断作業のように非常な高熱物を飛散するもの又はハンダコテ、塩化ビニール溶接器などのように火炎又は火花を発生することはないが、高温の加熱された状態で使用されるものがある。このような高熱物は可燃性ガス・蒸気の発火点を超えている場合が多く、したがって着火源となる可能性を持っているため、これらの工器具の使用は他の火源と同様な注意が必要である。

(1) 溶接・溶断火花の飛散防止

一般の工事においては電弧溶接、エアーガウジング、ガス溶接、溶断の作業が多く行われて

いる。この場合のアーク、あるいはガス炎の温度は3,000℃前後に達し着火源としては第1級のものである。

また、この際飛散する溶融金属は周囲に飛散し、これがまた着火源となる。

第3・3・4表 ガス切断による火花の飛散距離

高さ [m]	板厚 [mm]	作業の 種類	火花の飛散距離 [m]				風速 [m/sec]	備考	
			向 風		追 風				
			1次火花	2次火花	1次火花	2次火花			
8.25	4.5	横向	4.5	6.5	7.0	9.0	1~2	材質 SS400	
		下向	3.5	6.0	—	—			
11.25	4.5	横向	5.5	7.0	6.0	9.5	1~2		ガス圧力 酸素  0.5MPa  アセチレン 0.05MPa
		下向	3.5	6.0	—	—			
15	4.5	横向	4.5	6.0	8.0	11.0	2~3		
	9		6.0	12.0	8.5	12.0			
	16		5.5	7.0	9.0	12.0			
	25		6.0	8.0	9.0	12.0			
	4.5	下向	3.0	6.0	—	—			
	9		4.0	7.0	—	—			
	16		5.0	8.0	—	—			
	25		6.0	9.0	—	—			
20	4.5	横向	4.0	6.0	8.0	12.0	4~5	火口 #2.3	
	9		4.5	6.0	9.0	15.0			
	16		4.5	6.0	10.0	15.0			
		下向	6.5	14.0	—	—			
			7.0	10.0	—	—			
			8.0	10.0	—	—			

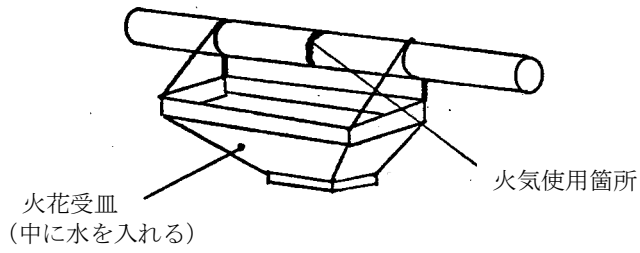
※ 2次火花：1次火花が地面などに落下し、はねかえって2次的に飛散する火花。

前表のように火花が広範囲に飛散し、思わぬ事故の発生をみることが多い。これらの火源対策として最も大切なことは、出来る限り飛散範囲を縮めることである。

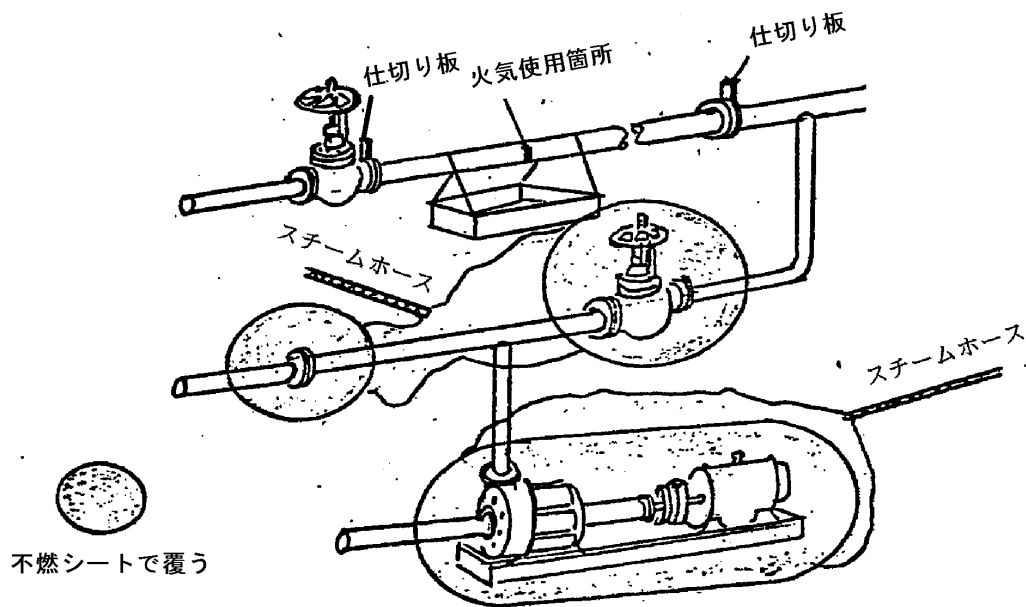


事例

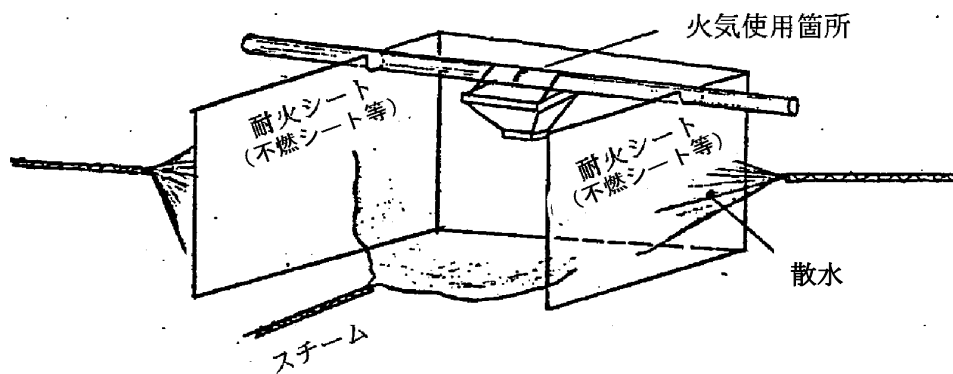
第3・3・1図 火花受皿によるもの



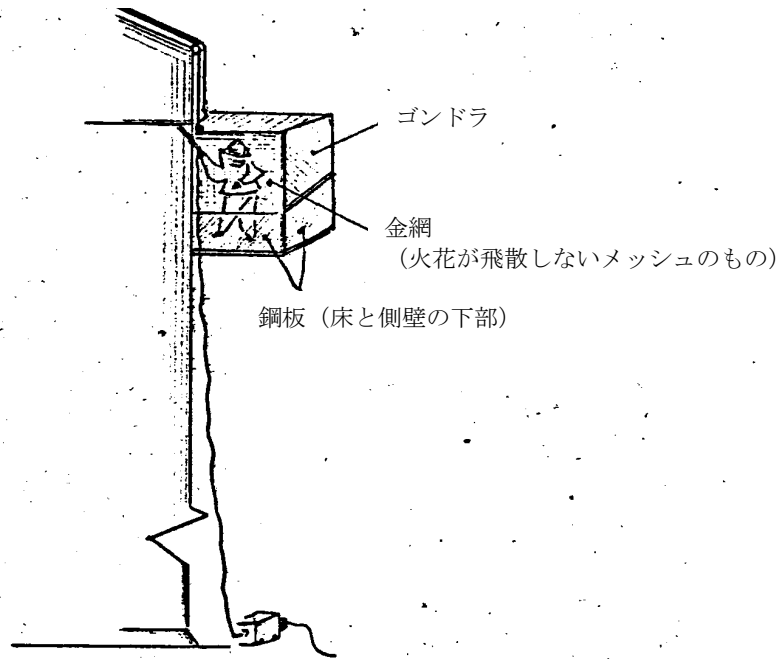
第3・3・2図 周辺を防接するもの



第3・3・3図 火花を局部的にするもの



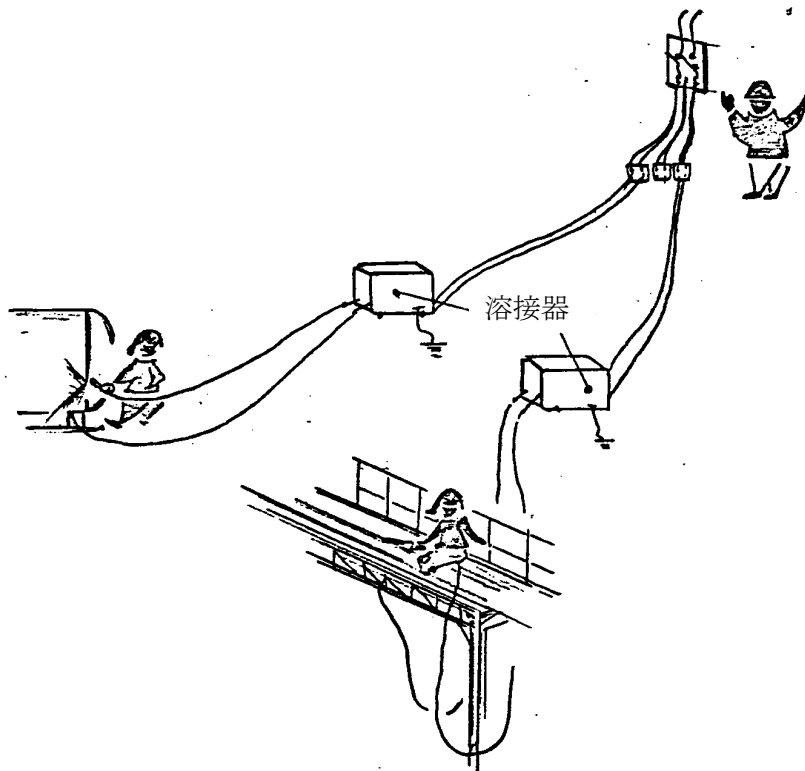
第3・3・4図 大型タンク製作時のゴンドラ工法による火花の飛散防止



(2) 電弧溶接装置の集中遮断方法

溶接作業中、突発的に可燃性ガスや蒸気が漏えいした場合、作業所全域の電源を一斉に遮断し、着火源にならないようにする方法である。特別な設備は不要で遮断員の常置のみで可能であり火源対策の一つとなる。ただし、適確に可燃性ガスや蒸気の検知が伴わなければならない。

第3・3・5図 電弧溶接作業の集中遮断方式

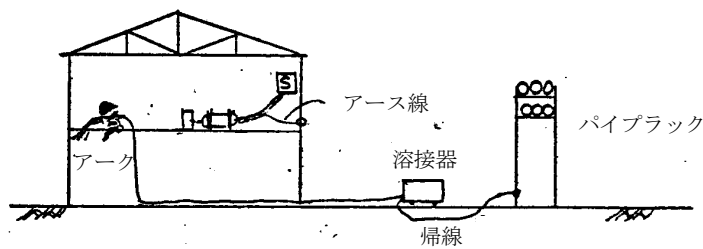


### (3) 電弧溶接作業時の迷走電流

電弧溶接を行う場合には電流の流れについて十分な注意が必要である。普通ホルダー側の線は正しく延長されるが、帰線側の線は溶接器（抵抗器）の近くにある鉄骨などにつないでしまうことをしている場合が多い。帰線側は被溶接材に接続し、電路をつくらなければ事例に見られるように迷走電流による事故発生のおそれがある。また、迷走電流は地下埋設管を局部的に腐食させる危険がある。

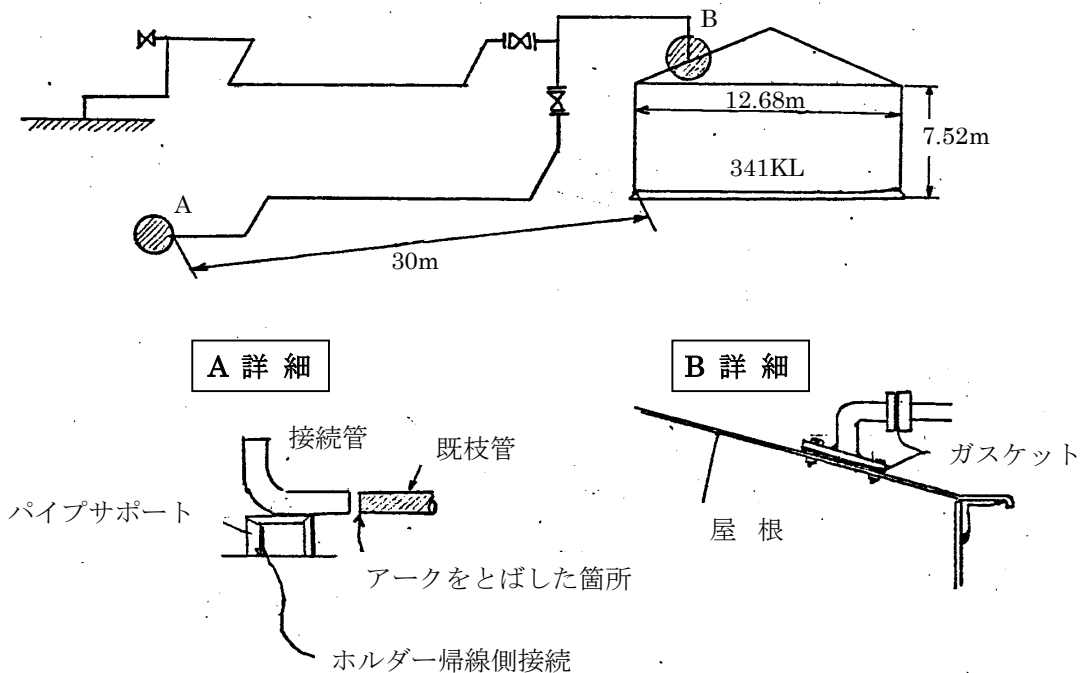
#### 事例

第3・3・6図 モーター配線の接続



図のように電弧溶接器のホルダーの帰線側を被溶接材に接続せず、溶接器付近のパイプラックのサポートを取ったまま溶接を行ったところ、迷走電流が作業箇所の近くにあったモーターのアース線に流れ配線を焼損した。

第3・3・7図 タンクの爆発



A 部で配管延長を行うため、配管内をスチーミングし、タンク前のフランジを開放して水洗し、ガス検知を行い、接続部の配管を切断した。切断機接続エルボの仮付けを行うため、アークを飛ばした瞬間タンクが爆発した。

原因として推定した結果はホルダー帰線側の線がアークを飛ばした箇所と確実に接続してい

なかったため、迷走電流が既設配管を流れ、タンク頂部のノズルフランジの電氣的不完全な接合箇所火花を発生し、タンク内部の蒸気に引火爆発したものと判定した。

(4) その他

工事の途中作業場を離れる際、電源を遮断することも事故防止に必要なことである。

以上、工事に使用する工器具、機械から発生する火花を主とした対策について述べたが、危険区域別の工器具の使用制限例を第3・3・5表及び第3・3・6表に分類した。

第3・3・5表 工器具の使用制限

分類	使用制限	例
A	火炎・火花を発生する工器具の使用禁止	ゾーン0に相当する作業場
B	火炎・火花を直接外気に出さない処置をした工器具以外 の使用禁止	ゾーン1に相当する作業場 ゾーン2のうち漏えいにより直に爆発・火災の危険が生じる作業場
C	一般的な注意事項の遵守により使用可	ゾーン2のうち、上記以外のもの及び前A・Bに該当しない作業場

第3・3・6表 地区別に工器具の使用制限の一例

工器具名		地区別		
		A	B	C
内燃機関付	パワーショベル ブルドーザー ダンプトラック ミキサー車 バイブレード トラック ベルトコンベヤー コンプレッサー	×	×	○
	レッカー	※	※	
電動機械	スイッチ ベルトコンベヤー ウインチ 電気ドリル バイブレード ポンプ	防爆型	全閉型	○
	グラインダー	×	×	
溶接・溶断		×	×	○
ハンダ		×	×	○
投光器 懐中電灯		防爆型	カバー付	○

空気機械	エア・ドリル エア・ブレーカー	△	△	○
手工具	ハンマー タガネ	安全工具	安全工具	○
	パイプレンチ スパナ スコップ	○	○	○
	金槌	△	△	○
	つるはし	△	△	○

○：可、×：不可、△：切り口等に濡油・濡水、※：条件付き許可（特別許可を必要とする）

工事制限には今まで述べた工器具・機械類に対する使用制限と、気象状況あるいは日没までというように管理の徹底を期するためからの制限がある。気象条件によるものとしては火災警報、強風注意報が発令された場合、高所での溶断、溶接作業の制限等が実際に行われている例である。工事制限にはこのような配慮も含めて定めなければならない。

#### 第4節 ガス検知

ここで言うガス検知とは、危険物施設内又はその周辺で工事を行うに先立って、危険性ガス、蒸気による災害を未然に防止するために、ガス、蒸気の存在の有無を測定するとともに、その結果を適正に判断して作業の可否、防護対策の良否を確認する作業を言うものである。

具体的に、可燃性のものについては火災及び爆発の危険を、中毒性のものについては作業員に対する中毒の危険を、それぞれ測定・判断して作業の実施許可やページの再実施等の指示を与えるものである。

従って危険区域での工事では絶対欠くことのできない作業である。検知の方法又は検知結果に基づく判断指示を誤ると思わぬ災害を引き起こすことになるため、次に述べる事項に留意して検知体制を確立しておかなければならない。

##### 1 ガス検定員

ガス検定員の任務は非常に重大であるため、だれにでも委ねられるものではない。検定員は施設に関する知識、検定作業に関する経験などを有している者を指名し、その責任、権限を明確に定めておかなければならない。

検定員の所属・人数などは、工場の構成によってそれぞれ異なり、保安担当課あるいは運転担当課に置くなどの別はあるが、いずれにしても検定結果による指示伝達が関係者に迅速に行えるようにしておくことが必要である。また、その人員にしても、あまり多数のものを指名すると混乱を起し指示の徹底を欠くことが起こり得るため、例えば責任範囲を看視し得る装置の大きさで決定するなど配慮しなければならない。

このように工事を安全に遂行するために欠くことのできない業務であるため、検定員の不在時は工事を行うことができないなどの強い規制をとることが望ましい。

##### 2 ガス検定作業

検定作業は正しい方法を基準化しておかなければならない。工場としての検知基準を予め作成しておくことが望ましい。

検知基準には使用する検知器の指定、検知する場所と頻度、検知濃度と作業許可、検知結果の

連絡手順等定めておかなければならない。以下にこれらの基準を定める際必要な注意事項を記述する。

#### (1) 使用するガス検知器の種類

ガス検知器とは、大気中に漏えいしている可燃性ガス又は毒性ガスの有無及びその濃度を測定する器具である。ガス検知器の目的は、火災爆発事故を起こしやすい可燃性ガスと、人体に障害を起こし、場合によっては生命を危険にする有毒ガスの発生と存在を早期に発見することである。ガス検知器は固定式と持運び式があり、固定式は主に石油タンクや危険区域の漏洩を検知するために設置され、持運び式は固定式ではカバー出来ない範囲のガスを検知するために常備されている。

##### ア 可燃性ガス検知器

可燃性のあるガスが存在しているか検知するための機器である。可燃性ガスには、水素、アセチレン、エチレンを始め、LPG・LNG から気化したブタン、メタン、及びガソリン、トルエンなどがあり、空気と混合するとわずかな火気を着火源として引火、爆発を引き起こす。そのため、状況に応じ、度々ガス検知を行う必要がある。

##### イ 酸素濃度検知器

閉鎖された区画内などの酸素濃度を測定する機器である。長期間閉鎖されていた区画内では、発錆のため空気中の酸素が欠乏している危険があることから、予め酸素濃度を測定する必要がある。空気中の酸素が不足すると人体への影響が大きく、作業内容にもよるが、およそ14%以下では呼吸数が増し、10%前後では呼吸困難、意識不明など生命に危険をもたらすと言われている。

##### ウ 毒性ガス検知器

毒性ガスを検知するための機器である。毒性ガスとは、空気中に微量のものが存在しても、人体に有害な作用をおよぼすガスのことである。塗装、剥離作業で発生する有機溶剤の蒸気、ねずみ、虫類を駆除するための燻蒸ガス、有害物質の積荷からのガス漏えい、原油ガスなど、ガス発生直後の濃度は極めて高濃度で、可燃性ガスであるものについては、むしろ引火、爆発の危険性を考慮しなければならない。

##### エ 複合ガス検知器

可燃性ガス・酸素・一酸化炭素・硫化水素の4つのガスがチェックできる複合型のガス検知器である。

ガス検知器はガス、蒸気の種類・濃度を考慮して、その種別・型式を指定しなければならない。特に混在又は副生する有毒ガス、不活性ガスあるいは酸素の有無等を充分調査の上決定することが必要である。このような配慮はしばしば疎かにされがちで事故を起こした例も少なくない。

#### (2) 検知を行う場所と頻度

検知を行う場所は装置の種類・建物の構造等により異なるが、従来の経験などから漏えいし易い箇所とか滞留を生じ易い所を選定することが必要である。勿論工事の方法により測定点の増減が定められなければならないが、また、検知頻度にも同様なことが言えるため、装置の種類等により著しく変わってくることになる。特に注意しておきたいことは、作業の開始（作業にかかる直前、中断後の作業開始等）に当たって、その都度ガス検知を行うことが重要である。また、可燃性ガス・蒸気の確認は可燃性ガス測定器を用いるが、比較的長期となる工事・作業場所はガス検知警報装置を設置するべきである。

### (3) 検知濃度と作業許可

有毒ガスの場合、許容濃度限界値以下、酸素欠乏による事故防止には酸素量 18%以上のように法令で定められているが、可燃性ガス・蒸気の存在する箇所での火気使用に関しては上記のように数値で定められてない。従ってこの許容範囲を決定することが特に問題となる。理論上からは可燃性ガス・蒸気の燃焼範囲の下限界値以下であれば良いことになるが、測定点の誤り、測定の誤差などを考えると甚だ危険があるため、ある程度の安全率を採る必要が生じてくる。一般に使用されている可燃性ガス検知器では下限界値の 25%以下を安全として表示しているため、この数値を採ることが妥当と思われるが、工場自体の安全の考え方により（装置の種類等にもよる）決定しなければならない。

火気使用工事や塔・槽内に立ち入るなどの場合に最も望ましいことは、残存するガス、蒸気を皆無にすることである。パージが充分行えない構造のものや、壁に液が付着・残留している場合もあり、完全にゼロにすることが難しいこともあるが、その場合にも可能な限り皆無に近づけることに努めなければならない。以上のような事項を考慮して作業許可するガス・蒸気の濃度を決定することが必要である。その値は作業環境や作業方法によって決定するが、例えばガソリンに対する火気使用作業では 0.03vol%以下、火気を使用しない作業では 0.05vol%以下とした事例もある。

第 3・4・1 表 燃焼範囲（爆発範囲）

気体（蒸気）	爆発範囲		気体（蒸気）	爆発範囲	
	下限	上限		下限	上限
アセチレン	2.5	81	メチルアルコール	6.0	36.0
水素	4.0	75	エチルアルコール	3.3	19.0
メタン	5.3	14	ガソリン	1.4	7.6
一酸化炭素	12.5	74	アセトン	2.1	13.0
エチレン	2.7	28.6	トルエン	1.4	7.1
二硫化炭素	1.0	50.0	灯油	1.1	6.0
ジエチルエーテル	1.9	36.0	軽油	1.0	6.0

### (4) 作業地域周辺の状況

火気使用作業を行う場合は、勿論その周辺における火災・爆発の危険性についても考慮すること。

従って作業の許可条件として周辺の状況に応じた措置を講じさせなければならない。措置としては、例えば火気使用場所の周辺に漏油、滞油している場合は工事開始前にこれを撤去・除去させたり、また、付近のピット等の養生を行わせたりすることなどがある。

### (5) 検知結果の連絡

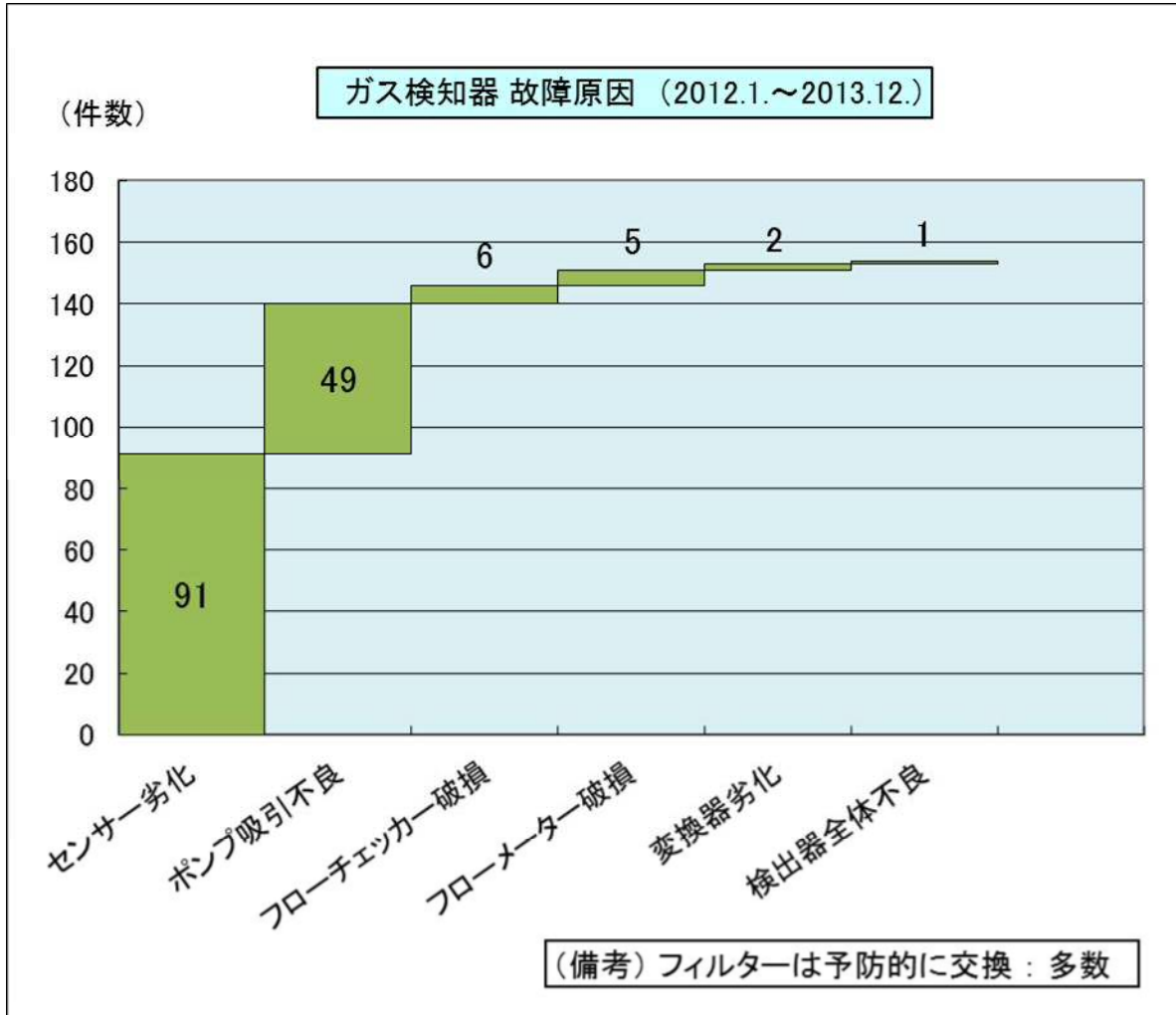
ガス・蒸気の検知は単に検知し、記録しておくだけでなく、その結果に基づいて、工事着工の可否、工事中断、装置内の再パージの実施等の措置につながらなければならない。従ってその連絡を迅速に行えるよう定めておかなければならない。

また、検定員の判定が困難な場合も起こり得るため、その際の最終判定責任者についても予め定めておくべきである。

### (6) その他

使用するガス・蒸気検知器の取扱い保守管理についての基準を作成しておくことが必要であり、故障原因パレード図（第3・4・1図）、点検表（第3・4・2表）、可燃性ガス検知器検査成績表（第3・4・2図）を参考として添付した。

第3・4・1図 故障原因パレード図（2012.1.～2013.12.データ）



第3・4・2表 点検表

点検内容	点検周期	点検実施者
サンプルガス流量	1回/日以上	運転担当
外観検査	1回/日以上	運転担当
配線（防爆型） 表示灯 浸水、その他 配管の破損 他 環境ガス、空気の状況		
定期指示テスト	2回/年	保全担当
定期精密検査	1回/年	保全担当



第3・4・2図 可燃性ガス検知器検査成績表

定期検査

漏洩ガス検知器検査成績表（可燃性ガス）

指示計部型式：GP-621A(XA-LAB001, 02, 05, 06) / GP-631A(XA-LAB003, 04, 07)  
 検出端部型式：GD-A43(XA-LAB001, 02, 05, 06) / GD-A8(XA-LAB003, 04, 07)  
 指示計の目盛：0～100%LEL, 0～1.8vol%<sub>iC<sub>4</sub></sub>  
 爆発下限界：1.8vol%<sub>iC<sub>4</sub></sub>  
 検知方式：接触燃焼式  
 検知素子：HW-6219(XA-LAB001, 02, 05, 06) / HW-6211(XA-LAB003, 04, 07)  
 試験ガス：iC<sub>4</sub>H<sub>10</sub>  
 検査の結果：○良 ×否 ✓調整後良 △交換後良

装置名：品質管理課

年 月 日			
管理責任者	検査責任者	検査担当者	検査組織員

検査日 年 月 日

検査会社名

責任者 印

検査者 印

No.	TAG No.	検出場所	運転表示	ZERO 0± 21%	試験時 濃度値 %LEL	計器の指示		センサー	設定値 %LEL	精度	警報の作動						検出端部			調整箇所及び交換部品	判定					
						調整前 %LEL	調整後 %LEL				遅れ (s)	ラック	ブザー	保持	解除	外部 警報	構造	ポンプ	フィルター			検査 結果				
1	XA - LAB001	1階 ドラフト室							25																	
2	XA - LAB002	1階 一般試験室							25																	
3	XA - LAB003	1階 L P G室							25																	
4	XA - LAB004	1階 組成分析室							25																	
5	XA - LAB005	1階 ガスクロ室							25																	
※1 警報設定値は設置場所における周囲の雰囲気温度において、爆発下限界の1/4以下の値（高濃度）、並びに1/10以下の値（低濃度）を確認 ※2 警報精度は、設定値に対して、±2.5%以下であることを確認 ※3 応答速度は警報設定値濃度の1.6倍において3.0秒以内であることを確認											記事															

第5節 工事の安全管理

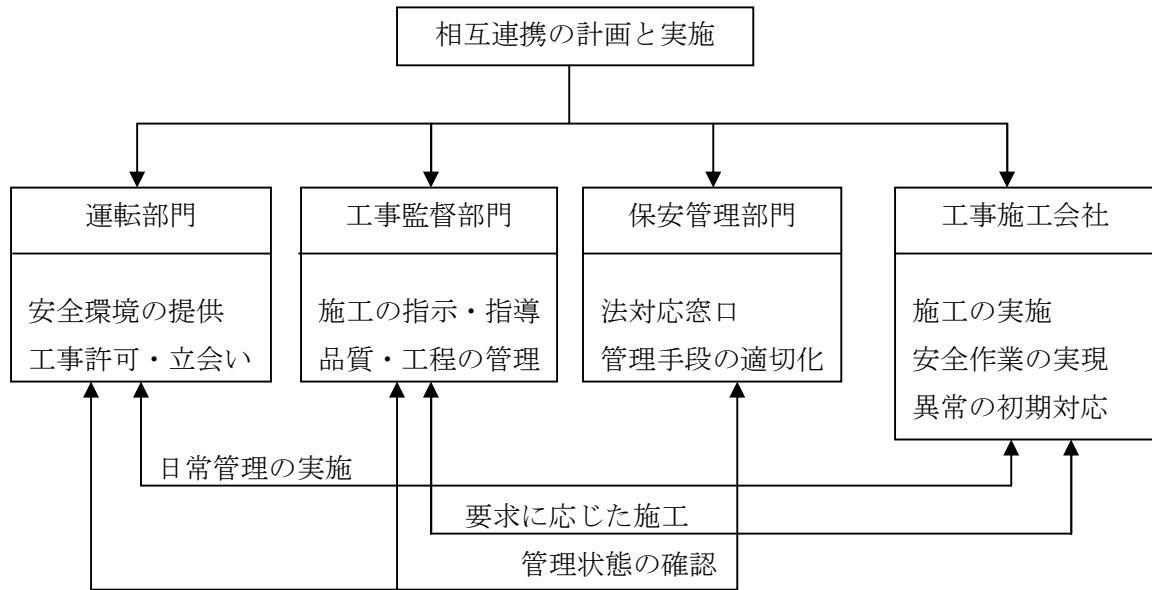
工事の安全管理はどんな工事でも大切であるが、特に火気使用工事においては、その災害の及ぼす範囲が広がるため綿密な計画を立案して安全管理を実施しなければならない。

安全管理を徹底するには、管理体制を確立し、工事の許可手続等を明確にし、工事業者を含む当事者全員に対する教育を十分に行わなければならない。

1 安全管理組織

火気使用工事の保安管理に万全を期するためには、前述したような装置対策、防護対策及び工事制限などについての指導、監督が必要である。その基本となるものは、安全管理組織の樹立にある。工事に際してこの組織が明確でないと判断、指令の不統一に起因する災害の発生のおそれも出てくる。

第3・5・1図 担当業務分担表



工事の管理組織はその工事の形態、規模等によっても異なるが、第3・5・1図に示したように、その担当業務分担を明確にし、全ての工事関係者に知らせることが必要である。

安全管理組織を作るに当たっては、一般に採用される方法には3通りある。第1は運転管理部門、設備管理部門と同列に保安管理部門を設ける方法、第2は運転管理部門に安全管理業務を担当させる方法、第3は設備管理部門に安全管理業務を担当させる方法である。何れの方法も社内の組織等によって異なってくるが、最も重要なことは責任の分担を明確にし、かつ相互の連絡を綿密に行える様に組織化することである。第4節のガス検知の検知員の所属も組織の構成によって異なってくる。

安全担当業務としては次の事項に留意しなければならない。

- (1) 火気使用工事は全て許可制として、必ずガス検知を作業前に行い、安全を確認して許可すること。
- (2) 設備管理部門は、運転管理部門、保安管理部門と綿密な調整、連絡をとり、適確な工事指令を出すこと。
- (3) 防火養生等を施工する場合は、施工方法をはっきりと指示し施工後の検査、また、保守・点検等に関して定めておくこと。同時に強風豪雨時の措置についても予め定めることが必要である。
- (4) 思わぬ所からの、ガス、蒸気の漏えいや、停電などの異常や緊急事態が発生した場合の措置連絡方法などを定め、周知徹底をはかること（第6節に詳述）。

## 2 火気使用工事管理の流れ

工事許可の手続きは、その手順を明確にし、許可者の権限及び工事施工会社の役割を明らかにし、工事関係者に第3・5・1表にみられるように周知徹底しておかなければならない。

工事許可の基準については、工器具の使用制限（第3・3・5表）及び第3章第4節に述べるガス検知における許可の範囲等を工事着工に先立ち基準化し、工事関係者に充分周知・徹底させておくことが必要であるが、工事の進捗に伴い工事方法に変更が出た場合は、関係部署の間で安全対策等を再協議する必要がある。

また、その工事がどのような許可条件によって実施されているかを明らかにするため、許可証の工事現場への掲示も重要なことである。(許可証の例：第3・5・2表参照)

工事案件の発生から工事完了・試運転開始までの間に工事関係部門が実施すべき事項について、「火気使用工事管理フロー」を作成し、工事に係るリスク評価例、火気使用工事における安全対策の具体例、日々の工事安全管理運営、火気使用工事中の事故事例等を添付し第3・5・3表にまとめた。

この「火気使用工事管理フロー」の内容について説明する。

#### (1) 火気使用工事管理フローの概要

ここでは工事管理に関係する部門を「運転部門」、「工事施工会社」、「工事監督部門」及び「保安管理部門」として、工事案件の発生から設備引き渡し・試運転までの流れと主管部門を明確にしたフローを作成した。消防等の関係機関へ申請等が発生する場合も記載した。また、フローの各段階で作成する書類についても関係書類等として明記した。各段階での実施事項や注意事項及び添付資料についてまとめた。

#### (2) 火気使用工事の流れ

危険物製造所等における設備の補修や改造工事を行う必要が発生した場合は、「火気使用工事管理フロー」に従って火気や可燃物の管理を行い火災事故の発生を防止するとともに、大きな災害につながることをないように工事を管理しなければならない。

##### ア 法的検討

消防法をはじめとする法規制については保安管理部門による検討が行われ、必要に応じて関係官庁にヒアリングを行う等により、必要な申請・届出を把握する。

##### イ 工事計画作成

運転部門は、装置の検査結果に基づく補修工事や運転改善のための改造工事について、運転状況・現場状況や施工上の注意点を確認し、工事計画を作成する。この工事計画に基づいて、当該工事を実施する上でのリスクを関係部門間で評価を行う。(リスク評価の手順・事例については、添付資料を参照)

##### ウ 工事施工要領作成

工事監督部門は、策定された工事計画書及びリスク評価書をもとに工事施工要領書をまとめる。実際には、工事施工会社が作成し工事監督部門に提出し承認を受ける場合が多い。抽出されたリスクについて、現場で現物を確認した上で安全対策を考えることが重要である。

##### (ア) 工事内容の概要

##### (イ) 工程表

##### (ウ) 工事詳細手順

##### (エ) 工事関係図面

##### (オ) 工事安全対策（工事施工上のリスク評価結果を反映）

##### (カ) 火気監視の方法

##### (キ) 工事組織表

##### (ク) 工事関係者への安全教育

##### (ケ) 緊急時の通報・連絡体制

##### エ 各種申請等

保安管理部門は工事施工要領書をもとに、消防法や高圧ガス保安法等の関係機関に必要な

申請・届出を行った後、許可を受けて工事を開始することになる。(申請書の具体例・消防機関ホームページを参照。)

#### オ 工事会議

工事施工部門は、関係する全部門（運転部門、工事監督部門、工事施工会社、保安管理部門）を招集して、以下の内容を確認し、施工要領書で提案された安全対策が充分であるか協議する。全部門による認識を共有することが重要である。

(ア) リスク評価の再確認

(イ) 工事施工要領書の内容確認と内容の確定

「工事施工要領書」の火気工事における安全対策については、現場図面、現場の状況、写真等と対応させながら、作業環境（仕切、パージ、可燃性ガス濃度、周囲の可燃物の有無、清掃状況等）及び防護措置（火気養生、保護具、消火器等）について、適切かどうかを再確認する。

(ウ) 運転部門からの情報提供（設備の停止条件、設備内危険有害物質の情報）

(エ) 「化学設備の非常作業における安全衛生対策のためのガイドライン」の要求する事項の再確認

(オ) 工事内容に関する、過去の事件事例と再発防止対策の確認

#### カ 設備引き渡し

運転部門は「オ 工事会議」の結果を踏まえた上で、工事施工要領書に基づき作業環境に関する安全対策（仕切り、パージ、設備内の清掃等）を実施し、工事監督部門へ設備の引き渡しを行う。

#### キ 工事許可

保安管理部門は、工事監督部門から明らかにされた工事内容や安全対策の内容から、工事監督部門に対して工事許可を行う。工事許可は、工事内容・工事方法・安全対策等に対する許可であり、工事着工の許可は運転部門が「ケ 着工承認」で実施する。

#### ク 安全対策実施

火気使用工事の安全対策として、仕切板による配管の縁切り、防火シートによる養生、ガス検知器の設置、散水、消火器の設置等があり、この安全対策の良否が火気使用工事の成否に直結する。

(ア) 運転部門協力のもと、工事施工会社にて安全対策を実施する。

(イ) 工事施工会社は、二次請、三次請の作業者にも当該火気工事の安全対策を教育し、周知徹底する。

#### ケ 着工承認

着工前の3部門（運転部門、工事監督部門、工事施工会社）の確認により、「オ 工事会議」にて決定した安全対策が確実に実施されているか確認し、運転部門が着工を承認する。

#### コ 立会い・着工

「ク 安全対策実施」が全て実施された状態で、工事施工会社が工事を開始する。決められた安全対策が工事实施の過程でもきちんと維持されていることを監視しながら工事を進める。

(ア) 工事施工会社にて工事を実施する。

(イ) 必要に応じた火気使用状況を監視する。(火気飛散状態等)

(ウ) 火気使用終了後の工事個所及び周囲の残火を確認する。(30分間以上)

(エ) 工事施工中に、工事計画、安全対策、設備運転状況等に変更がある場合は、4部門（運

転部門、工事監督部門、工事施工会社、保安全管理部門)で協議し、法的検討、工事施工計画、安全対策等について見直しを行う。

#### サ 工事の完了確認

工事が仕様通りに完了したことを4部門で確認する。検査記録等は必要に応じてエビデンス(検証可能な資料)として作成する。

#### シ 完成検査

関係機関による完成検査がある場合は、必要なエビデンスを取りまとめ完成検査を受ける。

(ア) 保安全管理部門が関係機関に対し、必要な検査の申請を行う。

(イ) 工事施工後に必要な検査を行い、関係機関の検査を受検する。

上記ア～シまでの手続きが全て完了し、完成検査合格後、工事監督部門より運転部門へ設備の引き渡しを行う。運転部門では試運転等を経て本運転へ移行する。

### (3) 別添資料(火気使用工事管理フローに係る参考資料)

#### ア リスク評価(リスクアセスメント)

まず、「リスクアセスメント手順の事例」を添付しリスク評価の具体的手順を記載した。この手順に従ってリスク評価を行い実施記録表にまとめる。

#### イ 工事施工要領書の目次の具体例

事例1に工事施工要領書作成のための目次を、事例2に施工要領書を受領する際のチェックリストを添付した。

#### ウ 火気使用工事による安全対策の具体例

火気使用工事による安全対策の具体例を添付した。簡略図を火気養生の参考にしていただきたい。

#### エ 危険物製造所等変更許可申請書の具体例

危険物製造所からの変更許可申請書の具体例を掲載した。変更許可申請から変更許可証受領まで及び完成検査申請書から完成検査済証受領の流れを示した。

#### オ 重要工事安全対策書

工事会議等を経てリスク評価書・工事施工要領書等の確認後、重要工事安全対策書を作成する事例を掲載した。これにより、工事内容が許可される。

#### カ 化学設備の非正常作業における安全衛生対策のためのガイドライン

本ガイドラインは、平成20年2月28日に厚生労働省労働基準局長から改訂版として発出されたもので、化学物質を製造し取り扱う設備における非正常作業に必要な措置について定めたものである。各社はこのガイドラインに基づき、必要な措置を講じている。

#### キ 工事安全管理運営

各事業所での工事安全管理に関する運営方法・作業許可の流れ及び火気使用作業許可申請書等を掲載した。事故事例集は、記載のホームページを参照願いたい。

### (4) 簡易版フロー

これまで述べた火気使用工事管理のフローは、事業所内の組織が運転部門・設備監督部門・保安全管理部門等に分割された事業所に対するもので、上記のような分類ができない組織体制になっている事業所のために簡易型のフローを掲載した。危険物製造所等と規模が異なっても、安全管理上のポイントは不変である。

工事管理の要諦は、安全な施工と作業の計画・実施・確認である。工事内容が原状復帰以外の場合は法申請と完成検査が追加される。フローの目的とするところは、作業者に怪我をさせ

ず、火災などの設備破損を招かず、消防法などの関係諸法を遵守することにある。

以下にフローの詳細を手順ごとに記す。(第3・5・4表参照)

#### ア 法的検討

補修・改造など工事が必要と設備の所有者が判断した際に、届出の要否に迷う時は、届出している消防署に相談する。

#### イ 工事会議

工事発注者が、依頼される業者と工事の範囲・方法・期間など、要求事項を打ち合わせる。

#### ウ 工事施工要領作成

工事を請け負った業者が施工方法を検討し、発注者に提示する。工事における安全対策の一環として、リスクアセスメントを実施する。

#### エ 各種申請等

法の届出が必要な場合は申請する。届出書類として現在の図面に基づいた変更予定図面、上記施工要領書からの抜粋資料などを添付し、設備の所有者が申請する。

#### オ 工事着工前打合せ

工事を請け負った業者が作成した施工要領書が提示されるため打ち合わせる。工事の難易度により範囲や期間が拡大したり、方法が複雑になったりすることがあるため、十分な意思疎通が必要である。また、施工の安全上必要な事前準備が提示されるため、着工前に設備の所有者・発注者・工事業者の何れがなすべきかをお互いに明確にしておく。

#### カ 工事許可

工事業者の施工内容で良い事が確認されたら工事を許可する。この段階では工事を受発注し材料手配など工事準備にかかっても良いという意味での許可であり、現場施工を開始して良いとの意味ではない。法申請が必要な場合は届出書類が受理され、改造しても良いとの許可を受けることも当然必要である。

#### キ 安全対策実施

工事を安全に行うための対策を実施する。施工範囲を含む施設の可燃物や有害物(可燃性液体・可燃性ガス・毒性ガス・酸アルカリなどの薬液などを含む)の除去、配管などで縁が切れる箇所への仕切り板の挿入、火気を使った作業を安全に出来るよう周辺の清掃などが必要である。過去の事故はこの段階の計画と実施が不十分で発生した場合が多く、火気工事を安全に実施するためには最も重要な作業である。

#### ク 立会い・着工

準備工事・火気工事・仕舞工事などの段階があるため、必要な工事許可と立会いを行い、安全を確保する。準備として火気工事中に火の粉を拡散させない養生を行ってから、火気工事を開始する。最初の切断箇所は、切断時に相互確認したり火気工事の開始前に開放箇所の可燃性ガス検知を行う等、当初定めた安全確認を確実に実施することが事故防止の最後の砦となる。溶接方法やフランジに挿入するガスケットに間違いはないかの確認も立会いには重要である。

#### ケ 工事の完了確認

火気工事が完了したら工事発注者と工事を請け負った業者が互いに計画通り施工されているかを、現場及び書類にて確認する。耐圧気密検査や非破壊検査などの結果も互いに確認し、関係機関による完成検査がある場合はこれに備える。

コ 完成検査

関係機関による完成検査がある場合は完成検査を受ける。

サ 試運転

試運転計画を作成・実施し、設備の所有者に引き渡す。

事例

第3・5・1表 防火規則

〇〇〇(株) 防火規則

1 この工場の構内は可燃性のものを取り扱っているので次のことを守ること。

- (1) マッチ、ライター類は出入口の守衛所に預けて入場すること。(所属会社名と氏名を申し出る)
- (2) 喫煙は所定の場所のみ可能です。
- (3) 構内の掲示板に注意し、その指示に従うこと。

2 構内のうち危険地区の標示のある場所で作業するときは次の手続が必要です。

会社で発行した「危険作業許可証」を持っていなければなりません。

3 危険場所では次のことは認めません。

- (1) 車両での乗入れ
- (2) 安全工具以外のハンマー、タガネの持込み
- (3) 底に鋌の打った靴の着用

4 その他

- (1) 消火器は消火以外に使用してはいけない。
- (2) 火災を発見したら付近の火災報知機のベルを押すか、付近の人に知らせること。
- (3) 緊急時には会社の人の指示に従って下さい。

-----切り取り線-----

私は工場内にて作業するときは、この防火規則を厳守致します。

年 月 日

業 者 名

本人署名

第3・5. 2表 危険地区作業許可証に記すべき事項

(許可者が記入するもの)

- 1) 許可ランクに応じた許可印と許可期間(通常1日以内)

(申請者が記入するもの)

- 1) 作業件名
- 2) 申請者(会社)名、施工責任者名、作業指揮者名、連絡先
- 3) 作業全体の日時、作業場所、作業内容
- 4) 要許可作業の日時、場所、内容、要資格者名
- 5) 使用する火気の種類(直接火気・間接加熱火気の別)
- 6) 同時に行う危険作業(クレーン・高所・槽内・回転体近接・残留物除去等)
- 7) 作業終了および残火確認の実績

(監督者が記入するもの)

- 1) 監督部署名、監督責任者名、施工担当者名、連絡先
- 2) 作業保護具の指定(特殊保護具としての防火手袋・遮光眼鏡・防火面体・その他)
- 3) 工具等の指定(施工品質上または安全上の指定)
- 4) 作業安全上の指示(足場架設、監視人配置の要否、などの指定)
- 5) 防火養生の指定  
(火の粉受け・防災シート・可燃性ガス侵入防止囲いの架設、散水、その他)
- 6) 防火用品の指定(消火バケツや消火器など通常用品以外の指定)
- 7) 緊急時の措置(連絡・電源遮断・避難場所・その他)

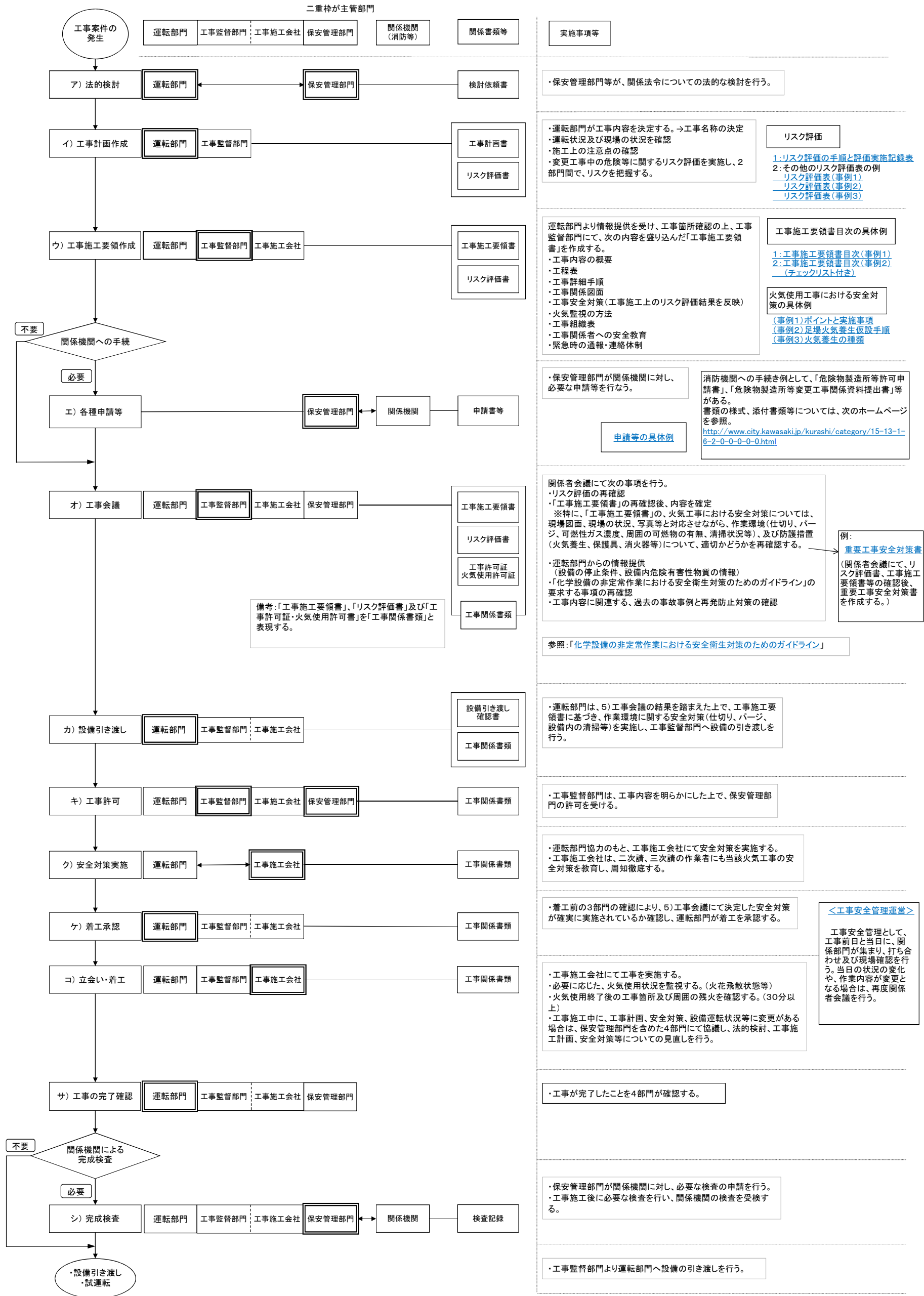
(現場管理者が記入するもの)

- 1) 許可部署名、許可責任者名、連絡先
- 2) 立会い要否(常時または随時など)および立会い者名
- 3) 化学物質による危険排除の手段および方法の計画と実績  
(縁切り範囲、ページの範囲・方法、ページ完了の確認方法、その他)
- 4) 作業に対する危険排除の手段の予備方法の計画と実績  
(装置の停止範囲、電源などの動力源の停止・施錠、自動弁などの駆動源の停止・固定)
- 5) 安全確認実施者の氏名・日時
- 6) 作業終了確認者の氏名・日時、残火確認の実績
- 7) 作業制限(時間、場所、風速、その他)
- 8) 周囲の化学物質等の使用状態(高温を含む設備の運転状態)
- 9) 特別な指示または禁止事項(立ち入り禁止場所、散水禁止設備、その他)
- 10) 緊急時の措置(第1連絡先・その他)



### 第3・5・3表 火気使用工事管理フロー

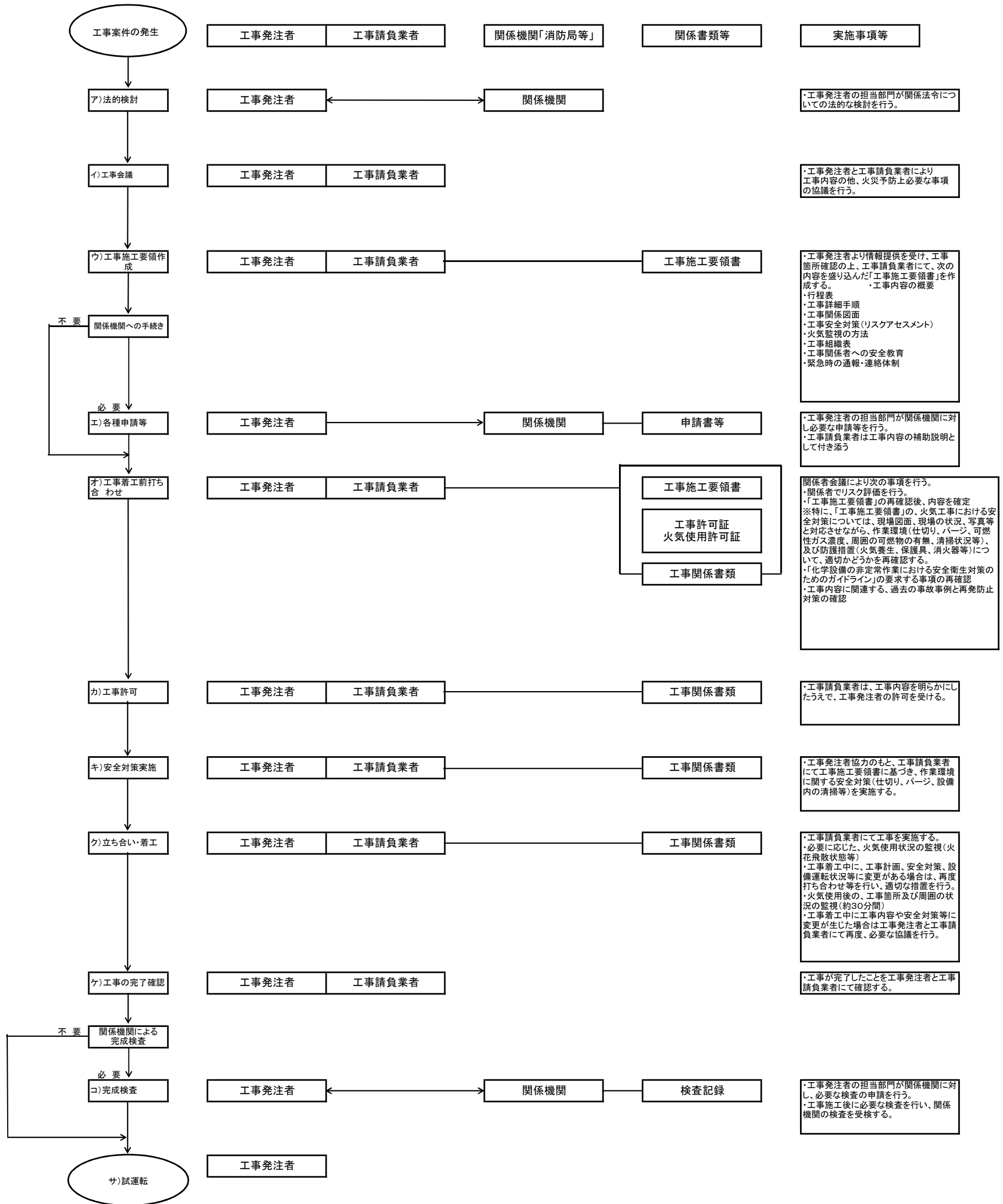
工事管理フローの簡易版



(その他)  
火気使用工事に関連する事故事例の参照

- 事故事例集1 (危険物保安技術協会ホームページ、「危険物総合情報システム」より引用) (<https://www.khk-syoubou.info/sougou/>)
- 事故事例集2 (消防防災博物館ホームページ、「火災・事故防止に資する防災情報データベース」より引用) (<http://www.bousaihaku.com/cgi-bin/bousaiinfo/index.cgi>)
- 事故事例集3 (畑村創造工学研究所ホームページ、「失敗知識データベース」より引用) (<http://www.sozogaku.com/fkd/>)

第3・5・4表 工事管理のフロー(簡易版)



### 3 工事施工業者の教育

火気使用工事に伴う火災・爆発災害は、他の工事よりも極めて大きな被害を招くおそれがあるため、工事に関係する業者全般に対する災害防止の教育は欠かせない。常駐する業者には普段の教育の機会において、臨時に就業する業者には作業開始前にいずれも保安上必要な知識について教育しなければならない。火災爆発防止に必要な火気使用工事上注意する事項に重点を置き、装置独特の危険性があるものは、そのことについて周知徹底しなければならない。

## 第6節 緊急時の対策

工事中思わぬところに可燃物が残存していたり、タンク内の錆被覆内の液の蒸気が工事により発生したり、隣接プラントよりのガス・蒸気の浸入又誤操作や誤った作業を行ったため、火災・爆発の危険のおそれが生ずる場合があるため、予めこのような異常事態に備えて緊急時の対策を定めておかなければならない。

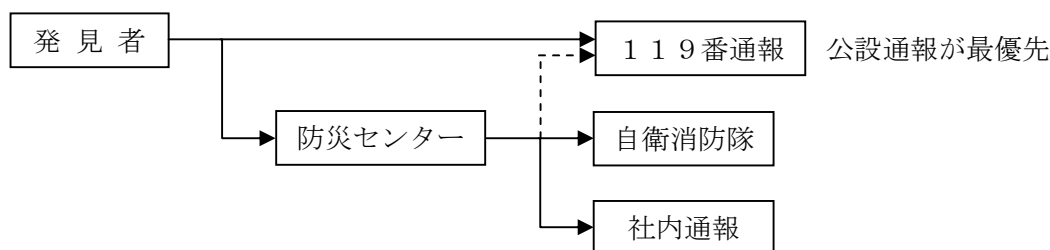
### 1 連絡・通報

火災・爆発、危険物の大量漏えい、その他緊急事態を発見した者（工事関係者は勿論、工事関係者以外も含む）は、速やかに関係機関に通報するようにしておかなければならない。

また、緊急事態の発生した場合の措置については、工事、生産、保安それぞれの担当部門において協議決定し、迅速、確実に措置できるようにしておかなければならない。

緊急時の通報・連絡の方法は、平日、休日、夜間等それぞれの区分毎に定めておくことが必要で、第3・6・1図にその要領を示した。

第3・6・1図 緊急連絡要領



### 2 消火活動

不幸にして発生した火災に対しては、単に消火機材の使用方法を知っているだけでは消火はおぼつかない。

特に驚きあわてて事故発生時の措置を誤って事故の拡大を招く事例が多い。従って、普段から実情に即した訓練や教育を行うことが必要となってくる。事故発生時にとるべき措置が予め訓練されていれば驚きあわてることもなく確実に措置がとれるからである。

事故が発生した際は、事故を起こしたことより、いかにしてその被害を少なく留めるかを考えなければならないことから、十分に措置を考えてから行動しても決して遅くはない。

一般に火災の炎は極めて大きく見え、消火が困難と感ずるものである。しかし、実際に火を消してみると、容易に消火できる場合が多い。

特に可燃性液体の炎は、一般にふく射熱が大で近寄りがたく感じられ、多くはその黒煙に幻惑されがちであるが、平常の消火訓練により消火機材の使用方法に馴れ、火災に対し消火方法

を知っていれば、消火はそれほど困難ではない。しかし、実際に火を消し又は火を消すのを見て会得しなければ消火に失敗することが多いため、訓練による経験に基づいて自信を付けておくことが大切である。

### 3 避難

火災・爆発に伴う死者は年々増加の傾向にある。特に危険物を取扱う施設にあつては、危険物の連鎖的かつ拡大危険性を有するものが多いため、即時に状況を判断して、避難すべきか否かを決定する必要がある。

そのためには、平素から取扱う物質や、構内の分布状況、工事場の周辺における危険物の所在等を十分に把握しておき、避難計画を立てておかなければならない。

避難計画には次の事項が考えられる。

#### (1) 緊急避難

ア 避難する経路（風向・風速を考慮する）

イ 避難場所

ウ 避難の方法（例えば、姿勢を低くする、手拭で鼻口を抑える、二次爆発を考慮し遮蔽物を利用しながら避難する等）

#### (2) 避難命令

火災拡大の危険、若しくは二次的な爆発等の危険があり、周辺の者にも危険が及ぼすおそれのある場合には、プラントの一部又は工場全部について避難を命ずる必要がある。（消火活動要員を残して）このような場合の避難指揮者を定めておき、次のことについて計画しておくことが必要である。

ア 事故概要と避難命令の伝達方法（放送又は信号）

イ 避難方向又は避難場所の指示（風向等を考慮して予め2箇所以上定めておくこと）

ウ 避難の方法

エ 携行品

なお、避難後の人員把握や、応急措置若しくは医療品の支給、給食等についても考慮すべきであり、救急隊出動要請も生じることもあり得る。（消防機関通報時、併せて要請するとよい。）

また、コンビナート等の避難については各社間に渉る問題も多く、本対策からは削除するが基本となる事項は同じである。

## 参考文献等

- 1 日本損害保険協会；石油化学工業の防火、防爆指針（1970）
- 2 消防庁予防課；改訂 危険物の解説（1968）
- 3 日本化学会；防災指針（1962）
- 4 星野；日本損害保険協会 防災指針“タンク類の防火”（1970）
- 5 柳生；混合ガスの爆発範囲 安全工学 1.27
- 6 北川；化学安全工学（1969）
- 7 N. I. Sax；Dangerous Properties of Industrial Materials  
2nd Edition（1963）
- 8 安全工学協会；第3回研究発表
- 9 神奈川県プロパン協会；実験報告
- 10 通産省；エチレンガス野外実験報告
- 11 石油学会；石油学会誌
- 12 日本原子力会議；放射線取扱技術者講習会テキスト
- 13 日本原子力会議；放射線障害防止法規の解説
- 14 日本原子力会議；ラジオアイソトープ便覧
- 15 増田閃一；高圧ガスの噴出に伴う帯電について（高圧ガス Vol.6 No.5 1969）
- 16 安全工学協会；安全工学（Vol.5 No.2）
- 17 日本火災学会；火災便覧

（以下、改訂版参考文献）

- 18 東京法令出版；図解危険物施設基準の早わかり
- 19 消防庁；スタート！RI199 消防職員のための放射性物質の事故対応の基礎知識（2011）
- 20 神奈川労務安全衛生協会；火気使用作業（平成23年11月）
- 21 四日市市危険物規制審査基準
- 22 独立行政法人 産業安全研究会；工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆2006）
- 23 中央労働災害防止協会 安全衛生情報センター；  
労働災害事例／死亡事故災害事例データベース（<http://www.jaish.gr.jp>）
- 24 高圧ガス保安協会；高圧ガス事故事例データベース  
（[http://www.khk.or.jp/activities/incident\\_investigation](http://www.khk.or.jp/activities/incident_investigation)）
- 25 消防防災博物館；火災・事故防止に資する防災情報データベース  
（<http://www.bousaihaku.com/cgi-bin/bousaiinfo/index.cgi>）
- 26 畑村創造工学研究所；失敗知識データベース（<http://www.sozogaku.com/fkd/>）

(初版) 川崎市危険物保安審議会 委員名簿

( ) 内は前任者

会 長	東京応化工業(株)	鶴見 好雄
副会長	東燃石油化学(株) 川崎工場	安藤 実
	日本ユニカー(株) 川崎工業所	藤田 敏雄
委 員	(株)電光社製作所	藤田 博
	日本鋼管(株) 京浜製鉄所	羽鳥 勝久
	三菱化成(株) 中央研究所	橋爪 源次郎
	日本石油化学(株) 川崎工場	一条 晃
	日本オレフィン化学(株) 川崎工場	五十嵐 昭之助
	千代田化工建設(株) 川崎工場	金井 俊夫
	昭和電工(株) 川崎工場	小泉 包一
	( 同	新木 芳男 )
	( 同	永田 勉 )
	日本電気(株) 玉川事業所	小林 正
	三菱石油(株) 川崎製油所	久保田 福三郎
	旭化成工業(株) 川崎支社	西村 進
	日網石油精製(株)	松平 定陽
	( 同	児玉 英一 )
	味の素(株) 川崎工場	前田 文男
	( 同	小原 政治 )
	東京芝浦電気(株) 本社勤労部	砂川 雅映
	三楽オーシャン(株) 川崎工場	田口 嘉郎
	( 昭和電線電纜(株) 川崎工場	大野 清 )
	( 長谷川香料(株) 川崎研究所	小清水 茂 )
	( 帝国臓器製菓(株) 川崎工場	高林 準平 )
	( (株)松下電器 東京研究所	大野 茂 )
	( 東京芝浦電気(株) 堀川町工場	市瀬 弥 )
	( 三菱石油(株) 川崎製油所	北井 哲 )
協力者	千代田化工建設(株)	星野 藤六

## 火気使用工事管理フローに係る参考資料

## 目次

リスク評価の手順と評価実施記録表	2
リスク評価表	
事例1 リスク評価表	6
事例2 リスク評価表	7
事例3 リスク評価表	8
工事施工要領書目次の具体例	
事例1	9
事例2(チェックリスト付き)	10
火気使用工事における安全対策の具体例	
事例1 ポイントと実施事項	12
事例2 足場火気養生仮設手順	13
事例3 火気養生の種類	15
申請の具体例	18
・変更許可申請までの手続きのうち軽微変更資料提出	
・変更許可申請までの手続き	
・変更許可申請 添付資料	
・変更許可申請書 変更許可証	
・完成検査申請書から完成検査済証	
・変更許可申請添付資料 現場火気養生一般例	
・変更許可申請添付資料 工事施工要領書 目次	
重要工事安全対策書	23
化学設備の非定常作業における安全対策のためのガイドライン	25
工事安全管理運営	32



## リスク評価（手順・評価実施記録表）

（リスクアセスメント等の手順）

手順	具体的方法
1 資料の入手	安全管理者は、リスクアセスメント等を適正に行うために必要な資料を収集する。
2 危険有害要因の特定（危険性または有害性の特定）	資料等により危険有害要因を書き出し特定する。特定にあたっては、単調作業の繰り返しや深夜労働による集中力の欠如等も考慮する。
3 災害の予測	特定された危険有害要因によって予測される災害を書き出す。
4 リスクの見積りと優先順位の設定（リスクの評価）	<p>① 予測される災害が発生した場合の被災の程度（重篤度）を「負傷または疾病の重篤度の区分表」（表1）により定める。</p> <p>② 災害の発生の可能性（頻度）を「負傷または疾病の発生の可能性の区分表」（表2）により定める。</p> <p>③ 上記の区分の組み合わせから「リスクの見積表」（表3）によりリスクの大きさを定める。</p> <p>④ リスクの大きさから「優先度の決定表」（表4）により優先度を決定する。</p>
5 リスク低減措置の検討と実行	<p>① 法令に定められた事項は必ず実施する。</p> <p>② リスク評価（表4）の結果を踏まえ、リスクの高いものから順次、次の優先順位によりリスク低減措置の内容を検討し実施する。</p> <p>第1位 危険作業の除去や見直しなどにより仕事の計画段階から行う除去または低減の措置</p> <p>第2位 機械・設備の防護囲い・安全装置の設置、作業台の使用などの物的対策</p> <p>第3位 教育訓練・作業管理等の管理的対策</p> <p>第4位 安全帯、保護マスク、保護手袋などの個人用保護具の使用</p>

表中、手順1「資料の入手」の具体的方法に記載の「必要な資料」は、次のものとする。

- 1 作業標準書、作業手順書等。
- 2 機械・設備等の仕様書、化学物質等安全データシート（SDS）等、機械・設備・材料等の危険性または有害性の情報。
- 3 機械・設備等の設置場所の周囲の状況図面。
- 4 災害事例、災害統計。

(1/4)

5 その他必要な資料（職場巡視記録、ヒヤリ・ハット・キガカリ報告書、作業環境測定結果等）

リスクアセスメント等を実施した場合は次の事項等を所定の用紙（表5）に記録し保存する。

- ① 調査等を実施した日付
- ② 実施者
- ③ 洗い出した作業または行程
- ④ 特定した危険性または有害性
- ⑤ 見積もったリスク
- ⑥ 設定したリスク低減措置の優先度
- ⑦ 実施したリスク低減措置の内容

表1 負傷または疾病の重篤度の区分

重篤度	内容の目安
致命的・重大 ×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・死亡災害や身体の一部に永久的損傷を伴うもの</li> <li>・休業災害（1カ月以上のもの）</li> </ul>
中程度 △	<ul style="list-style-type: none"> <li>・休業災害（1カ月未満のもの）</li> </ul>
軽度 ○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不休災害やかすり傷程度のもの</li> </ul>

表2 負傷または発生の可能性の区分

発生の可能性	内容の目安
頻度・可能性が高いか 比較的高い ×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・毎日頻繁に危険性または有害性に接近するもの</li> <li>・かなりの注意力でも災害につながり回避困難なもの</li> </ul>
時々・可能性がある △	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非定常的な作業で危険性または有害性に時々近接するもの</li> <li>・うっかりしていると災害になるもの</li> </ul>
ほとんどない 可能性が殆どない	<ul style="list-style-type: none"> <li>・危険性または有害性の付近に立ち入ったり、近接することが滅多にないもの</li> <li>・通常の状態では災害にならないもの</li> </ul>

表3 リスクの見積り

		負傷または疾病の重篤度		
		致命的・重大 ×	中程度 △	軽度 ○
発生 の 可 能 性	頻度・可能性が高いか 比較的高い ×	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ
	時々・可能性がある △	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
	ほとんどない 可能性が殆どない ○	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ

表4 優先度の決定

リスク	優先度	
Ⅲ	直ちに解決すべきまたは重大な リスクがある	措置を講ずるまで作業停止する必要がある。 十分な経営資源（費用と労力）を投入する必 要がある。
Ⅱ	速やかに低減措置を講ずる必要 のあるリスクがある	措置を講ずるまで作業を行わないことが望 ましい。 優先的に経営資源（費用と労力）を投入する 必要がある。
Ⅰ	必要に応じてリスク低減措置を 実施すべきリスクがある	必要に応じてリスク低減措置を実施する。

表5 リスクアセスメント等実施記録表

リスクアセスメント対象工事	
リスクアセスメント実施日	年 月 日 (~ 年 月 日)
リスクアセスメント実施者	

検印	検印	検印	検印

作業名 設備名	危険有害要因	予測される災害	リスクの見積り			リスク低減対策	措置後のリスクの見積り			対応措置	
			被災の程度	発生の可能性	優先度		被災の程度	発生の可能性	優先度	対策実施日	次工事検討事項

工事安全対策リスク評価表(例) <コミュニケーションツール>  
 工事(作業)名称: 危険物屋外貯蔵タンク補修(火気)工事 工事期間(7~8月)

	気掛かり事項	原因・影響	対策前 リスク	具体的なリスク低減対策	対策後 リスク
1	火気使用時の火災	原因: 火気工事現場周囲に可燃性ガスの存在 影響: 火花が可燃物に着火、小火災の発生		・運転部門は作業前ガス検知を実施し、可燃性ガスが無いことを確認 ・底板取替部は切断前に穿孔を実施し、運転部門がガス検を実施し可燃性ガスがない事を確認 ・施工会社は火気工事着手前に周囲の可燃物を予め除去する ・施工会社は火花飛散対策養生(防火壁・防災シート)を実施する ・火気工事終了時には周囲に散水し、火種を残さないようにする	
2	タンク内作業時の酸欠	原因: 換気不十分のまま入槽する 影響: 作業員の酸欠		・運転部門及び施工会社は入槽前に酸欠測定を実施し酸素濃度が大気相当であることを確認する ・施工会社は朝昼の入槽前の他、休憩後の再開時に自主的に酸欠を測定し環境変化がない事を確認 ・施工会社は槽内火気工事時には換気装置を動作させ強制換気を実施	
3	電動工具での切れ・擦れ災害	原因: 電動工具(グラインダー等)使用中に手・指等を切る 影響: 作業員の受傷		・施工会社は始業前点検を実施し、定められた工具・安全具を装着しているか、作動に問題ないか確認 ・施工会社は安全な姿勢・動作で作業を実施する ・施工会社(監督)は作業者の工具の取扱い状況等の施工状況及び足場位置等の作業場所が適切かの確認を実施し、作業員への指導を行う	
4	足場設置解体時の墜落・落下災害	原因: 足場受け渡し時にバランスを崩す 影響: 作業員の墜落		・作業者は相互声掛けを行い、バランスの良い姿勢で作業を実施 ・作業者は「ハーネス又は安全帯(2丁掛け)」を確実に使用して作業を実施 ・作業者は手渡しで物の上げ下げを行う際には、双方必ず声を出して合図を行って作業を実施	
5	高所作業時の墜落災害	原因: 保護具の不適切な使用 影響: 作業員の墜落		・高所作業者は高所作業中は確実に「ハーネス又は安全帯」を着用し、フックを掛ける。フックを掛ける場所がない場合は、事前に親綱を設置する ・転倒の原因となるような物は都度整理する	
6	クレーン作業時の落下衝突災害	原因: 吊物の落下 影響: 落下物に作業員が当たり受傷		・作業半径及び吊り荷の荷重に合ったクレーンを選定する ・クレーンでの吊り作業時に吊物の下に人が入らない対策(拡声器等での注意喚起、周囲の縄張) ・タンク吊時には本体吊治具の健全性を事前に目視確認。また周囲道路の通行禁止を実施 ・玉掛け者とクレーンオペレーターとが相互声掛けで作業を実施(コミュニケーションの徹底) ・吊物を確実に固縛する	
7	熱中症の発生	原因: 気温の上昇 影響: 作業員の熱中症発症		・作業者は現場にて適時水分・塩分を補給できるように飲料・塩分を準備する ・施工会社(監督)は作業員の体調チェック及び声掛け確認を行い、体調不良者に作業をさせない	
8	作業中の地震発生による災害	原因: 自然現象 影響: 作業員の墜落		・地震発生時及び緊急地震速報発令時は直ちに作業を中止、運転部門の指示に従う	

工事安全対策リスク評価表(例)の作成方法

- ・工事に潜む「気がかり事項」を抽出後、原因・影響を明確にし、具体的なリスク低減対策を検討・記載する。
- ・リスクを定量的に表す指標として、リスクの大きさと発生確率からランク分けしリスクの視える化を行う。\* 対策前のリスクを低減対策によって、対策後リスクに低減させる
- コミュニケーションツール活用目的
- ・工事管理フローの「5) 工事会議」に反映する
- ・非定常作業のリスク評価およびKYシートとして使用することも可能
- ・運転部門、工事監督部門および工事施工会社間のミーティング資料として使用することも可能

# 作業手順書 兼 安全対策書

記入時の確認事項  
にレを入れる事  
 ①作業手順は具体的な作業方法を記入すること。  ②試運転確認項目についても記載すること。   
 ③安全上の要点、注意点には具体的な対策を記入すること。  ④終了後は本手順書を当社担当者へ提出すること。

終了確認	※電圧400V以上の電気工事等については、電気主任技術者印が必要です。		電気主任技術者	承認	審査	起案	施工業者	印		
件名	作業責任者	工場名	代理店							
	実施期間	ライン名								
No.	作業手順 *具体的な作業方法まで記入すること。 (何を使用して(重機、工具等)、何を(対象物)、どうする。)	安全上の要点・注意点(急所)	危険有害要因(予測される危険)	有害性の分類	程度	可能性	評価	危険有害要因の防止対策 及び確認方法(判定基準)	確認者 (左記対策)	チェック
備考欄										

有害性の分類(以下から選択し、記号を上記記入欄に入れる事)  
 H:はさまれ・巻き込まれ T:転倒 B:爆発・破裂・火災 G:激突 J:無理な姿勢・重筋作業  
 K:切れ・こすれ D:有害物(化学物質・ガス等) Y:やけど(高温・低温) M:おぼれ  
 R:飛来・落下 O:転落・墜落 I:感電 C:交通事故

## 工事におけるリスクアセスメント

### ●負傷又は疾病の重篤度(災害の程度)

重篤度 (災害の程度)	災害程度・内容の目安
×:致命傷・重大	・死亡災害や身体の一部に永久的損傷を伴う ・休業災害(1ヶ月以上)、一度に多数の被災者を伴う
△:中程度	・休業災害(1ヶ月未満)、一度に複数の被災者を伴う
○:軽度	・不休災害や、かすり傷程度

### ●リスク評価

重篤度	致命傷・重大	中程度	軽度
可能性	×	△	○
×:高いか比較的高い	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ
△:可能性あり	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
○:ほとんどない	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ

### ●負傷又は疾病の発生の可能性

発生の可能性	内容の目安
×:高いか比較的高い	・毎日頻繁に危険性又は有害性に接近する ・かなりの注意力でも災害につながり、回避困難
△:可能性あり	・危険性又は有害性に時々接近する ・うっかりしていると災害になる
○:ほとんどない	・危険性又は有害性の付近に立ち入ったり、接近することは滅多にない ・通常の状態では災害にならない

### ●リスク程度

Ⅲ:重大	・安全措置を必ず実施してから作業を行う
Ⅱ:低減措置が望ましい	・安全措置を講じてから作業を行うことが望ましい
Ⅰ:問題なし	・必要に応じて安全措置を実施する

【施工要領書】		〇〇〇株式会社			〇〇事業所		施工会社		
工事名称	△△△設置工事			部長	室長	担当者	管理者	監督	担当者
件名	支柱取り付け作業								
<p>[施工要領図]</p> <p>作業のポイントをまんが等で分かりやすく図解</p>		作業内容 (手順/施工上のポイント)	危険有害要因 (予想される災害)	リスク一次評価 頻度 重大性 可能性 評点 レベル	対策事項 (除去・低減対策)	リスク二次評価 頻度 重大性 可能性 評点 レベル	実施 責任者		
		<p>(記入例)</p> <p>支柱設置</p> <p>1 各支柱にカセットプレートを溶接で設置</p>	<p>火粉飛散による 火災・火傷</p>	<p>2 10 2 14 IV</p>	<p>火粉飛散養生を実施 周辺の可燃物の除去 手元に消火器、水バケツ準備 選任の火気見張り人を配置</p>	<p>2 1 3 6 I</p>			
条件設定	作業条件	主要設備	特記事項	施工検討会					

**リスク一次評価**

頻度	重大性	可能性	評点	レベル
----	-----	-----	----	-----

**リスク二次評価**

頻度	重大性	可能性	評点	レベル
----	-----	-----	----	-----

## 変更許可申請添付資料 工事施工要領書 目次

- 1.適用範囲
- 2.工事名称
- 3.工事場所
- 4.施工期間
- 5.適用法規、規格及び基準
- 6.配管仕様
- 7.工事内容
  - 1)配管製作
  - 2)溶接
  - 3)諸検査
  - 4)足場仮設
  - 5)配管取付
  - 6)サポート取付
  - 7)保温
  - 8)塗装
  - 9)足場解体
  - 10)片付け・清掃
- 8.施工要領
  - 1)配管製作要領
  - 2)溶接要領
  - 3)諸検査要領
  - 4)足場仮設要領
  - 5)配管取付け要領
  - 6)サポート製作・取付要領
  - 7)保温要領
  - 8)塗装要領
  - 9)足場解体要領
  - 10)片付け・清掃要領
- 9.工事行程表
- 10.工事安全管理組織表
- 11.災害・事故発生時の緊急通報体系
- 12.リスクアセスメント
- 13.安全対策書
- 14.その他
  - ・作業員名簿、有資格者名簿 等



(事例2) 工事施工要領書目次の具体例  
(チェックリスト付き)

施工要領書の作成(例)

No.	項目	記入者
1	工事名称	施工会社(監督)
2	工事期間	施工会社(監督)
3	適用法規	施工会社(監督)
4	工事内容	施工会社(監督)
5	除外項目及び支給品の一覧	施工会社(監督)
6	足場の仕様(組立寸法等)	施工会社(監督)
7	重機の配置図	施工会社(監督)
8	重要工事区分(有無)	施工会社(監督)
9	入槽・火気・足場・重機・断熱・塗装・MOV/AOVの有無	施工会社(監督)
10	施工検査内容	施工会社(監督)
11	テスト実施に必要な情報	施工会社(監督)
12	構内許可申請必要事項	施工会社(監督)
13	組織表	施工会社(監督)
14	内部流体情報(品名・温度・圧力等)	工事監督部門
15	内部流体に対するMSDS	工事監督部門
16	工事着工前打ち合わせによる確認事項	工事監督部門 運転部門 施工会社(監督)
17	その他	
	1) 工事手順	施工会社(監督)
	2) 施工要領	施工会社(監督)
	3) 施工業者	施工会社(監督)
	4) 危険ポイント	施工会社(監督)
	5) 安全対策	施工会社(監督)
	6) 運転状況(運転中・停止・縁切り)	工事監督部門 運転部門 施工会社(監督)
	7) 立会区分	工事監督部門 運転部門 施工会社(監督)

チェックリスト: 施工要領書受領

チェック項目	YES	NO	不要	解説
工事範囲は仕様書と相違ないか	<input type="checkbox"/>	—	—	別途工事は明確になっているか
施工手順を確認したか	<input type="checkbox"/>	—	—	施工手順に沿って安全対策・品質のポイントが記載されているか(リスクアセスメント型施工手順書添付のこと。)
数値管理をしている場合、判定値が記載されているか	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	ボルト締付管理値等
検査要領は工事仕様書、工事連絡書と相違無いか	<input type="checkbox"/>	—	—	高圧ガス申請に注意のこと、30m以内に ・ローリー車1基orポンベ50本(カードル3基)から届出必要 ・ローリー車3基orポンベ492本(カードル25基)から変更許可必要
支給資材を確認したか(工事仕様書を確認)	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	
悪天候による作業中止の条件は定められているか NO : 当社要領によることが明らかな場合 不要: 屋外作業が無い場合	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	構内常駐でない施工会社の場合には特に注意のこと
工事組織表、作業員名簿、緊急連絡体制表は記載されているか	<input type="checkbox"/>	—	—	名簿からは個人情報を削除のこと <input type="checkbox"/> 別途提出済み(一式まとめて受領している場合、等)
酸欠場所作業での安全対策は詳細な記述があるか	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	【最低限の記載項目】 酸素・ガス濃度測定時期、記録と作業主任者の掲示 入槽者の掲示 入槽時の当社員の立会の時期 関係配管縁切り箇所の記載 監視人配置 換気設備 使用するマスクの種類と取替頻度
クレーン等の重機計画は記載されているか NO : ユニック等での小範囲での積み降ろし 不要: 使用計画が無い場合	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	【設備保全G担当者の検討項目】 作業半径と吊上げ能力に問題はないか 立入禁止範囲を定めているか 他工事と錯綜しないか 道板鉄板、地盤養生は必要か アウトリガーは完全に張り出しできるか ラック越しのレッカー作業はレベル3重要工事(安対必要)
アスベスト含有の場合対策は明確になっているか	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	申請終了後、請負者から申請書コピー(表紙のみ)をもらいファイリングするとともにISO14001の管理台帳に記入すること
有毒ガス、劇毒物に対する安全対策は明確になっているか	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	レベル2重要工事のうち、以下を取り扱う場合はISO14001の管理台帳に記入すること。 キシレン、アンモニア(含有10%以上)、水酸化ナトリウム(含有5%以上)、トルエン、メタノール(希釈されたものは除く)
建設廃棄物リサイクル法に該当するか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	該当する場合、ISO14001の管理台帳に記入すること。
工程表は添付されているか	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	不要: 1~2日程度の作業で工程表は不要
官庁立会検査日が明記されているか	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	
施設管理Grへの引渡し予定日が記載されているか	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	
本件はチェックリストを使用しない案件である	<input type="checkbox"/>	—	—	Y: 運用手順書で「使用しない案件」に該当の場合

火気取扱工事安全対策

火気取扱作業とは、裸火、火花発生及び加熱のおそれのある作業で、次の作業をいう。

- |                |                       |
|----------------|-----------------------|
| ①電気溶接作業        | ②ガス溶接、溶断作業            |
| ③テルミット溶接等の火薬作業 | ④ロー付け、半田付け作業、ホットジェット  |
| ⑤トーチランプの使用     | ⑥アスファルト溶解             |
| ⑦電熱器具の使用       | ⑧電動ドリル、グラインダー、サンダーの使用 |
| ⑨鋳打機、杭打機の使用    | ⑩エア駆動のドリル、グラインダーの使用   |

<ポイント>

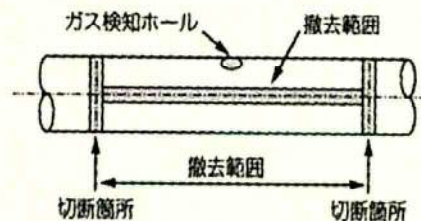
◎関係者等は、作業中も作業環境の変化を監視する措置を講じ、可燃性ガス検知器、視覚、臭覚等により周辺からの可燃ガス流入等に注意する。

<実施事項の例>

- 1、工事責任者は、作業環境測定結果等に問題ないことを確認し着工する。
- 2、火気使用開始時には、製造部門・設備部門・協力会社が立ち会う。
- 3、消火器(粉末ABC10型以上)を2本以上火気使用場所の近くに設置する。裸火使用の場合は、消火器以外に水バケツ1個以上設置する。
- 4、火花が飛散しないように防火シート、火花受け皿、トタンシート、防火壁等で確実に養生する。
- 5、裸火及び火花を生じる火気作業には火気監視人を指名し、監視業務に専念させる。火気監視人は、腕章等を着用し、風向き、監視等について常時報告する。
- 6、作業場所周辺で、脱圧、パージ、洗油、カラーチェック等の作業は行わない。また関係者へ連絡し徹底する。
- 7、作業中断時、終了時は電源遮断、ガスの元栓の閉止等行う。
- 8、作業中、危険を感じたら作業を中断させ、作業方法の見直しを行う。
- 9、個別の安全対策等
  - ①溶接、溶断、切断作業での共通事項
    - ・周辺のガス配管等は作業前に石鹼水による漏れ確認を行う。
    - ・煙(ヒューム)、ガス等で中毒の危険性がある場合は、換気を行うか保護具を使用する。
  - ②電気溶接機の場合
    - ・交流アーク溶接機には、自動電撃防止装置を取り付ける。
    - ・アースは、十分な通電容量のものを用い、取り付けは接触を完全にして被溶接物に直接行う。アースは、大地、配管、鉄骨等を使用しない。
    - ・溶接ケーブルの引き伸ばしは短くし、通路確保のため吊金具、スタンション、カバーを用いるかピットに入れる。特に水溜まり場等では漏電防止措置を入念に行う。
  - ③ガス溶接・溶断の場合
    - ・アセチレンボンベ調整器へ逆火防止器(安全器)を取り付ける。
  - ④配管切断の場合
    - ・配管内の可燃物の除去範囲、方法、除去完了の確認方法、遮断方法等について確認し工事方法、安全対策を協議する。
    - ・事前に切断箇所の色別等の表示を行い、その表示内容を切断箇所ごとに現場で確認する。
    - ・配管を切断する前に切断箇所へノコ引き又はキリ穴開けをして、配管内にガスが無いことを確認する為、ガス検知及び着火テストを行う。

[切断箇所の色別表示例]

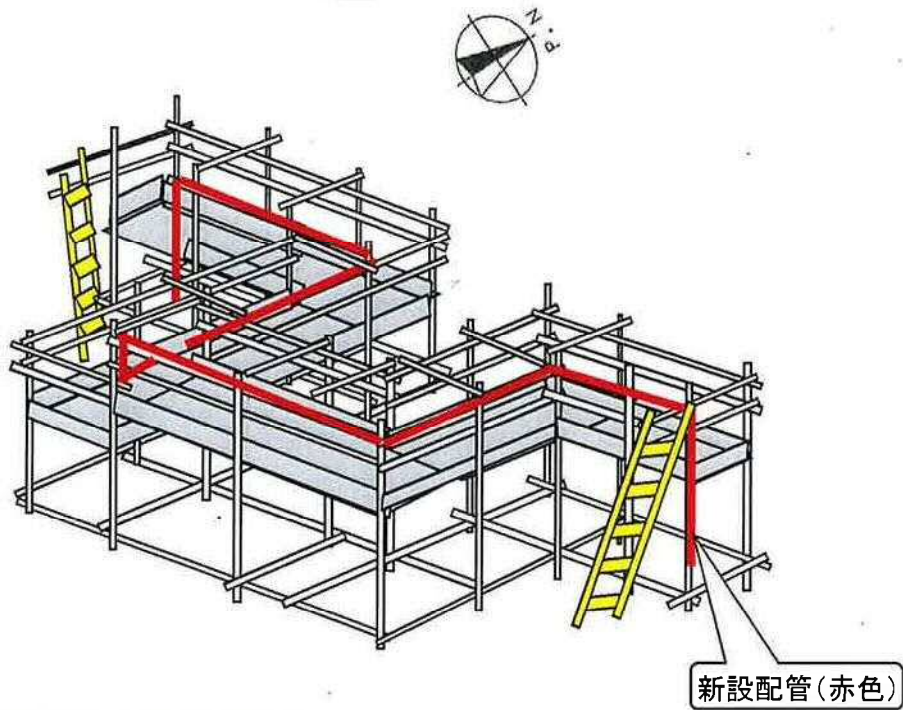
- ・切断箇所:配管全周に実線で塗色する
- ・撤去範囲:長手方向に実線で塗色する
- ・ガス検知ホール:開孔位置に塗色する。



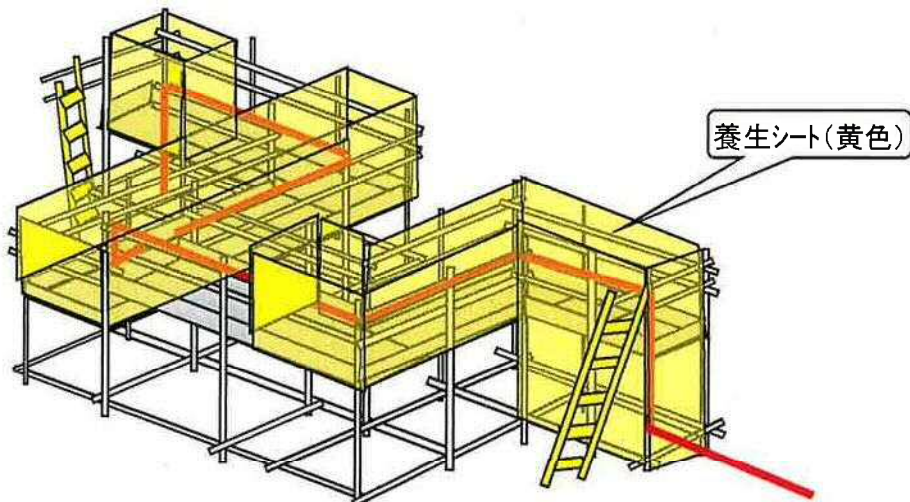
<災害事例>

既設の化学プラントを解体する工事において、プラントの配管をガス溶断により切断し始めたところ、配管内に残留していたトルエンの蒸気が配管下部にあるピット内に流れ出て滞留しこれにガス溶断の火花が落下し、請負業者3名が火傷を負った。

# 足場火気養生仮設手順 1/2



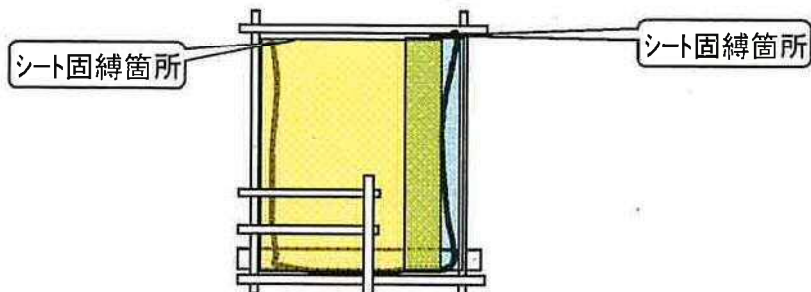
①新設配管設置箇所に足場を仮設します。



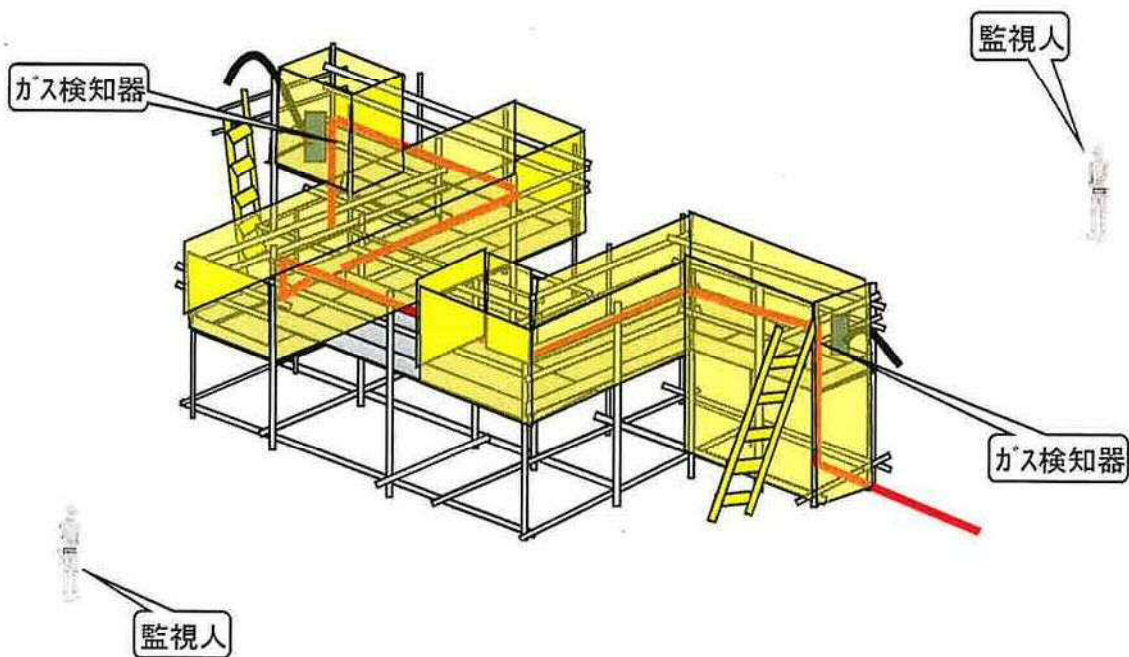
②火気養生用シートは全面(周囲5面 上部は開ける)を囲います。

## 足場火気養生仮設手順 2/2

- ③足場材に確実に固縛します。
- ④出入口は2ヶ所設置します。(昇降階段付近)開閉出来るように重ね合わせます。



- ⑤ガス検知器を設置します。
- ⑥作業を行なう際監視人を配置し作業します。異常や養生の施工不良を発見した場合は作業を中止し工務担当者に連絡いたします。

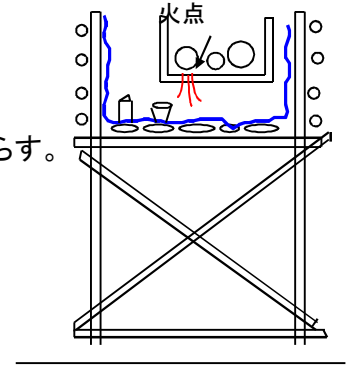


## 火気養生の型・種類

## 【A型養生】

[火点が風の影響を受けやすい屋外の場合]

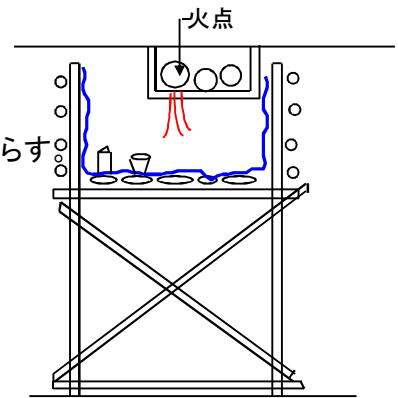
- \* 4側面を火点より高くカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防災シートで囲う。
- \* 床面はカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防災シートを敷き詰めて水で濡らす。
- \* 必要に応じて、換気装置を設置するか、防塵マスクを着用する。
- \* 火点の近くに消火器・消火用水バケツを準備する。



## 【B型養生】

[火点が風の影響を受けない室内等の場合]

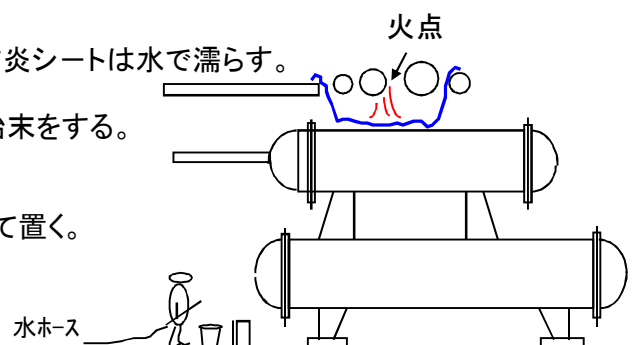
- \* 4側面をカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防災シートで囲う。
- \* 床面はカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防災シートを敷き詰めて水で濡らす  
① ピットあるいはマンホール、トラフ内に溶断片や火粉が落ちないように、当該部にカーボンフェルト(耐炎繊維)や防災シート又はタン板等で覆いをする。
- \* 火点の近くに消火器・消火用水バケツを準備する。



## 【C型養生】

[火気養生スペースが狭い場合(足場カーボンフェルト(耐炎繊維)又は防災シート等の設置が困難な場所)]

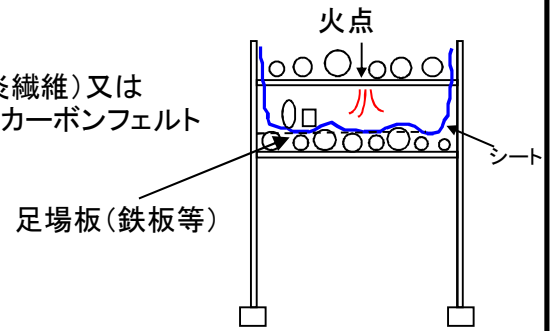
- \* 火点直下の局部にカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防災シートを広げて極力この部分で火の粉・溶断片を受ける。
- \* カーボンフェルト(耐炎繊維)又は防災シートは足場材又は既設の配管や架台等で支える。
- \* 火点の下の面のカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防災シートは水で濡らす。
- \* 監視人を配置し地上・床上に水を撒くなどして火の始末をする。
- \* 監視人の近くに消火器・消火用水バケツ等を準備して置く。



### 【D型養生】

[火花の飛散がラックの範囲内に収まる場合]

- \* ラックの支柱・横梁等を利用して側面にカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防火シートを張り、下面には足場板(鉄板等)を敷きその上にカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防火シートを敷き詰めて水で濡らす。
- \* 火点の近くに消火器・消火用水バケツを準備しておく。

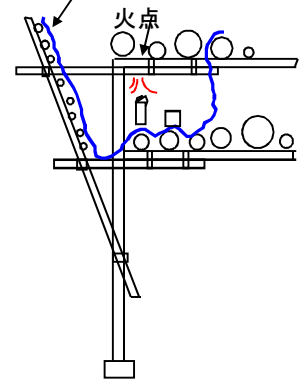


### 【E型養生】

[火花の飛散・落下範囲がラックより外にでる場合]

- \* 張り出し足場を架設してカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防火シートを張り、下面にはカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防火シートを敷き詰め水で濡らす。
- \* カーボンフェルト(耐炎繊維)又は防火シートは火の粉の飛散を防止できる範囲とする。
- \* 火点の近くに消火器・消火用水バケツを準備しておく。

カーボンフェルト(耐炎繊維)又は防火シート



### 【F・G型養生】

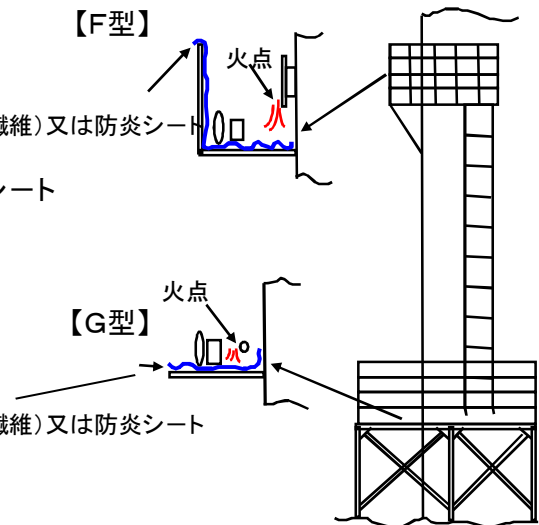
[塔・槽・デッキ等の高い火点の場合]

- \* 3~4側面及び床面にカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防火シートを敷き水で濡らす。
- \* 塔とデッキの間隙にカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防火シートを詰めて水で濡らす。
- \* 火点の近くに消火器・消火用水バケツ等を準備しておく。

【F型】

【G型】

カーボンフェルト(耐炎繊維)又は防火シート



## 【H型養生】

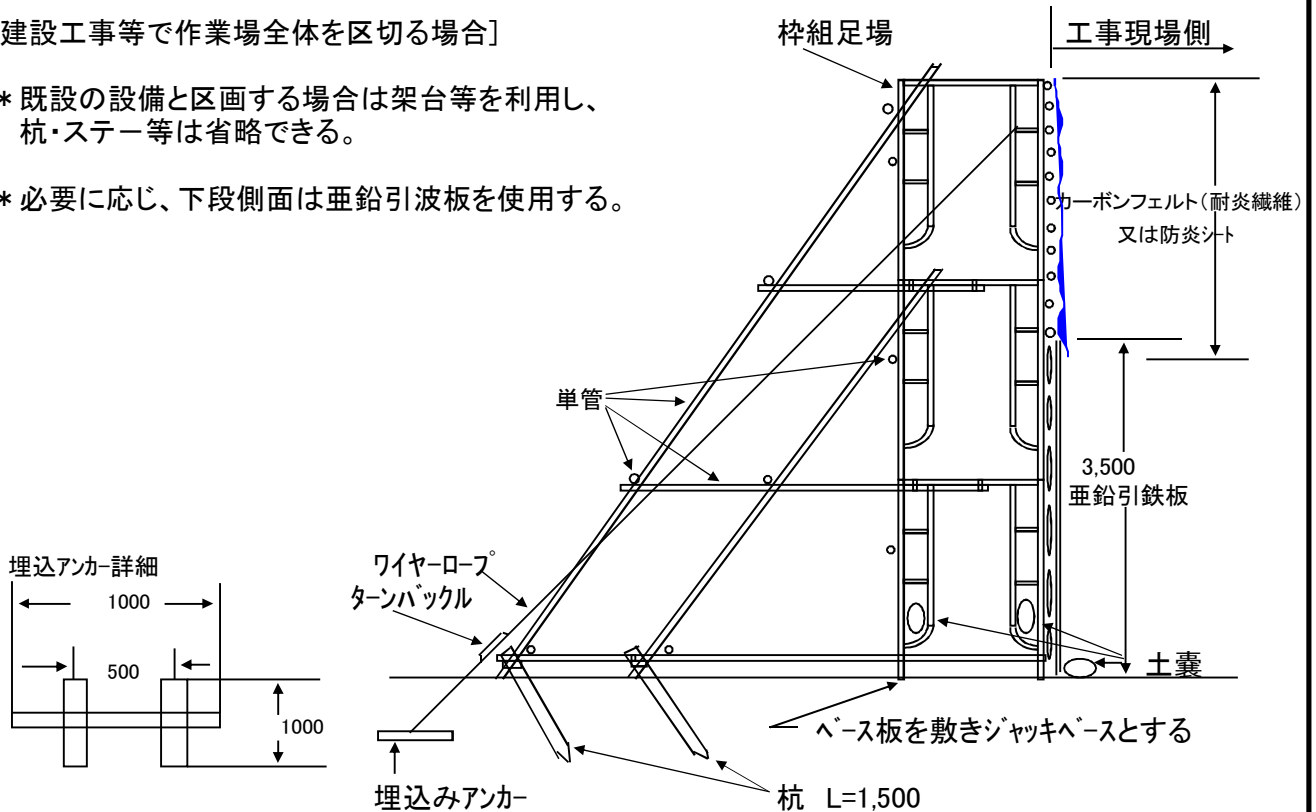
[混在作業の場合]

- \* それぞれの持ち場で火花の飛散を防止する為、カーボンフェルト(耐炎繊維)又は防災シートで周囲を遮断する。
- \* 下にある機器はカーボンフェルト(耐炎繊維)又は防災シートで養生して水で濡らす。  
注) 電気・計装の操作盤、制御盤へはカバーをつけても水をかける事は原則として禁止。
- \* 火点の近くに消火器・消火用水バケツを準備しておく。

## 【I型養生】

[建設工事等で作業場全体を区切る場合]

- \* 既設の設備と区画する場合は架台等を利用し、杭・ステー等は省略できる。
- \* 必要に応じ、下段側面は垂鉛引波板を使用する。





# 変更許可申請までの手続きの内軽微変更資料提出

## 代表例 既設配管へ流量計を新設するための一連工事

### 1. 既設配管への枝出し工事

「危険物製造所等軽微変更工事関連資料提出書」により、配管枝出し／フランジ／バルブの取り付けを先行工事で実施。

危険物製造所 装置内において、先行工事の枝出しを以下のとおり行うものであります。尚、枝出し工事に伴う危険物の取り扱いに変更はありません。

### 1. 目的

- 1) 保稅運輸を行うための準備として、保稅メーター(流量計:FS-903)を設置するため、既設配管より枝出しのバルブを2箇所及び保稅メーター側に油を流すための縁切りバルブ1箇所を取り付けるものであります。尚、保稅メーターの流量計設置は、別途変更許可申請とします。

### 工事内容

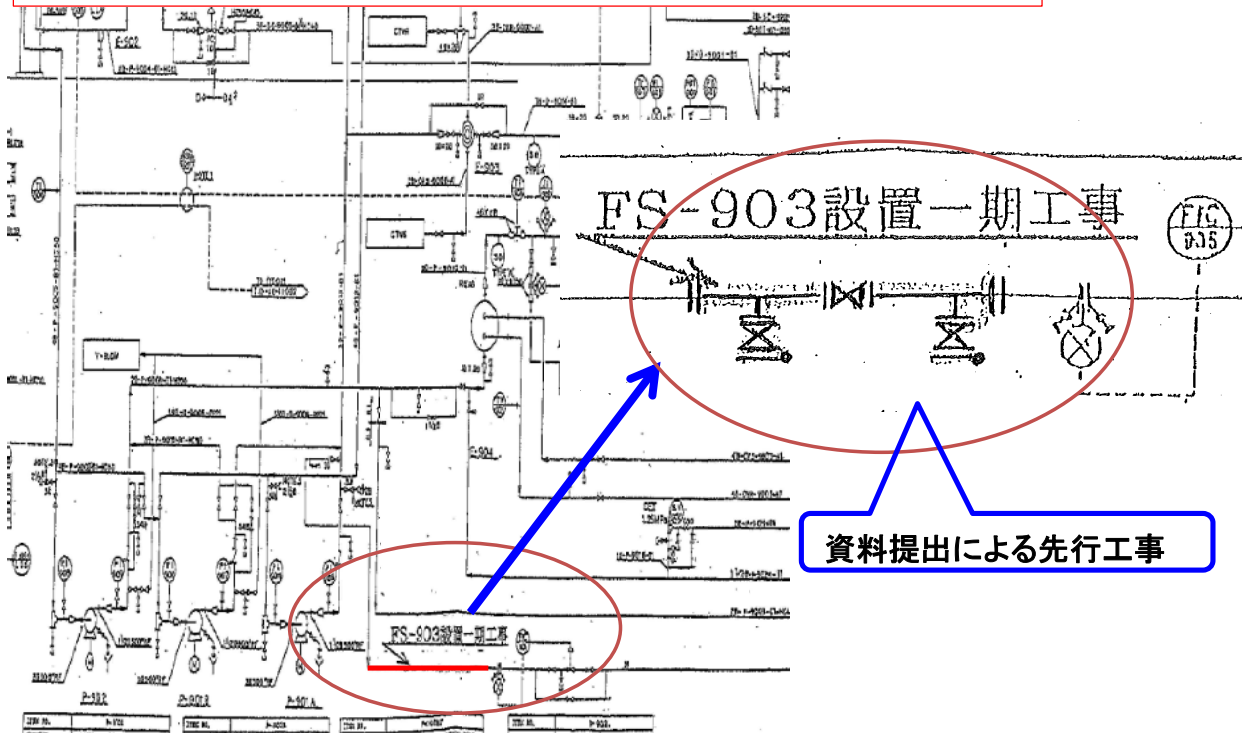
- 1) 保稅運輸実施に伴うFS-903設置一期工事
  - (1) 配管工事
 

LTCN配管	3B	STPG370S Sch40	5 m
	3B	仕切弁(材質:SCP2)	3箇所
	3B	フランジ(材質:SFVC2A)	8 枚

 最高使用圧力:1.0 MPa
- 2) その他付帯工事
  - (1) 検査工事(PT検査 最終層100%, RT検査20%, 耐圧気密検査)
  - (2) 塗装工事

# 変更許可申請までの手続きの内軽微変更資料提出

## 先行工事により、配管枝出し／フランジ／バルブの取り付け工事





# 変更許可申請 添付資料

## 工事施工要領書(抜粋)

### 工事施工要領

- 1 足場工事
  - 1 配管施工場所に足場組立を施工します。
  - 2 塗装工事完了後、足場解体を施工します。
- 2 配管製作/搬入/取付
  - 1 配管製作は、工場にて全て施工します。
  - 2 配管製作後、耐圧テスト及び気密テストを実施します。
  - 3 配管テストの仕様は、下記の通りで実施します。
    - a 最高使用圧力 ----- 1.0Mpa
    - b 耐圧テスト(工場) ----- 1.5Mpa (使用媒体=水 最高使用圧力×1.5倍)
    - c 気密テスト(現場) ----- 1.1Mpa (使用媒体=窒素 最高使用圧力×1.1倍)
  - 4 計装弁取付
  - 5 ストレーナ類及び一般弁取付
  - 6 配管取付の際の、現場での直接火気使用は有りません。
    - ※ 配管サポート取付用のホールインアンカー打設の電動ドリルによる間接火気はあります。
- 3 非破壊検査
  - 1 PT-検査 ----- 溶接最終層 × 100%
  - 2 RT-検査 ----- 突合溶接部 × 20%
  - 3 全て工場検査での施工とします。
- 4 塗装工事
  - 1 総合気密テスト完了後、錆止×2回/上塗×2の塗装工事を実施します。
  - 2 文字書は、指定場所に施工致します。

# 変更許可申請 添付資料

## 施工方法(抜粋)

### 7. 施工方法

#### 1) 電線管配管

- 既設JB(JB-43)から現場計器(流量計及び温度計)への電線管配管を行う。
- 電線管仕様は下記  
電線管:厚鋼電線管(めっき)  
耐圧パッキン式フレキシブルチューブ:NSTPS-716(島田電機製)

#### 2) ケーブル敷設工事

- 既設JB(JB-43)から現場計器(流量計及び温度計)へケーブル敷設を行う。
- ケーブル敷設に際し、既設ケーブルダクトを使用する。
- ケーブル仕様は下記  
流量計:CVVS-1.25-1P(芯線色:赤/白)  
温度計:CVVS-1.25-3G

#### 3) 導圧配管工事

- 新規スタンプに 現場差圧指示計及び三岐弁を取り付ける。
- 取出しフランジより現場計器までの導圧配管を行う。
- 配管後、耐圧気密テストを行う。
- 導圧配管仕様は下記  
パイプ:1/2B STPT370 SCH160  
フランジ:1/2B 150# SFVC2A SCH160 RF  
ガスケット:1/2B 150# 内・外:SUS 3.2t SCH160 RF  
チューブ:12/9φ SUS316TP SMLS  
チューブ継手:12φ スーパーダブルバインド(フジキン製)  
スタンプ:2B SGP-W

#### 4) 検査

- ケーブル:導通絶縁抵抗試験  
計器室から現場計器間の導通絶縁抵抗試験を行う。  
絶縁抵抗試験は100Vメガーを用い、20MΩ以上を合格とする。
- 導圧配管:耐圧気密テスト(使用流体:水・窒素)  
テスト圧力:耐圧検査(水) 1.5Mpa 気密検査(窒素) 1.0Mpa
- 外観検査  
電線管、サポート、計器取付に於ける外観検査を行う。

#### 5) その他

- 指定場所に内作場を設ける。

### 8. 工事上の注意

- 施工方法を検討し、問題がある場合には工事担当者 と、よく協議し、問題解決を図ります。  
(報告、連絡、相談の徹底)
- 作業前、工事担当者 へ当日の作業予定を連絡すると共に、その作業について注意事項の指示を受けます。
- 担当者 の 立会を必要とする作業について、立会時間と場所を取り決めるものとします。

# 変更許可申請書(仮使用含む) 変更許可書

様式第7の2 (第5条の3関係) 製造所  
危険物貯蔵所変更許可及び仮使用承認申請書  
取扱所

川崎市長 阿部 孝夫 殿 平成23年 8月15日

申請者 氏名 株式会社  
住所 川崎市川崎区  
代表取締役社長

設置場所 川崎市川崎区 番号

設置場所の地域別 防火地域 指定なし  
用途地域別

設置許可年月日 昭和43年 3月  
及び許可番号

製造所等の別 製造所 貯蔵所  
合計 12.3

危険物の類、品名(指定数量)、最大数量

位置、構造及び設備の基準に係る区分

変更の内容

変更の理由

施工予定期日

その必要な事項

仮使用の承認申請書等部分

川崎市長 阿部 孝夫 殿 平成23年8月22日  
仮使用承認番号 第187号

危険物製造所等変更許可書  
川崎市指令消危第209号  
住所 川崎市川崎区 番号  
氏名 株式会社  
代表取締役社長  
川崎市川崎区 番号  
付付けで申請のありました。  
危険物製造所については消防法第11条第2項の

**変更許可申請 から 許可書**

**仮使用承認申請  
既に完成検査を受けて使用している施設の一部で、変更の  
工事を行う場合に「仮使用承認申請」が必要となる**

# 完成検査申請書から完成検査済証

様式第8 (第6条関係) 製造所  
危険物貯蔵所 完成検査申請書  
取扱所

川崎市長 阿部 孝夫 殿 平成23年 9月17日

申請者 氏名 株式会社  
住所 川崎市川崎区  
代表取締役社長

設置場所 川崎市川崎区 番号

設置場所 川崎市川崎区 番号

設置又は変更の許可年月日及び許可番号

備考

設置許可年月日 昭和43年3月30日  
設置許可番号 川崎市指令消保第291号

設置又は変更の完成検査番号 川崎市証明消危第227号  
平成23年10月4日  
川崎市長 阿部 孝夫 殿

**完成検査申請 ・ 完成検査合格後 ・ 完成検査済証**

川崎市長 阿部 孝夫 殿 平成23年 9月17日

申請者 氏名 株式会社  
住所 川崎市川崎区  
代表取締役社長

設置場所 川崎市川崎区 番号

製造所等の別 製造所 貯蔵所又は取扱所の区分 危険物製造所

設置又は変更の許可年月日及び許可番号

製造所等の完成期日

使用開始予定期日

※受付欄 ※経過欄 ※手数料欄

川崎市長 阿部 孝夫 殿 平成23年 9月17日  
検査年月日  
検査番号

422,750-



# 重要工事安全対策書 (例)

年 月 日

		所長	副所長	環境安全課長	課長	課長	課長
工事エリア							
配布先	工事名称	予算番号					
	作業場所	期間			自	年	月
	アロット図添付 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	至			年	月	日
	施工会社	工程表		添付	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	

<b>工事区分</b>		安全対策会議開催およびリスク評価を必要とする工事					
承認者		所長 : レベル1 副所長 : レベル2 (足場高さ10m以下等・移動式クレーン・作業エック車作業を除く)、レベル3、4					
レベル1	<input type="checkbox"/> 【火気】 (赤地域)	<input type="checkbox"/> 溶接・溶断 <input type="checkbox"/> サンダ (パイプラック、貯槽外面) <input type="checkbox"/> その他					
	<input type="checkbox"/> 【酸欠・有害ガス吸引】	<input type="checkbox"/> 触媒充填 <input type="checkbox"/> 不活性ガス雰囲気 <input type="checkbox"/> 残留物パージ不完全 (スラッジ・硫化鉄・ポリマー) <input type="checkbox"/> 海水タンク内 <input type="checkbox"/> 排・下水タンク内 <input type="checkbox"/> 有機溶剤使用 <input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/> 【感電】 (特別高圧・高圧)	<input type="checkbox"/> 活線 <input type="checkbox"/> 近接 (第1種) <input type="checkbox"/> ケーブル切断					
	<input type="checkbox"/> 【高所】	<input type="checkbox"/> 作業床なし (仮設足場・梯子)					
	<input type="checkbox"/> 【飛来・落下】	<input type="checkbox"/> 吊作業を伴うタンク内作業 <input type="checkbox"/>					
レベル2	<input type="checkbox"/> 【掘削】 (1m以内)	<input type="checkbox"/> 動力・制御・計装ケーブル <input type="checkbox"/> 可燃物質取扱い配管					
	<input type="checkbox"/> 【火気】 (装置停止)	<input type="checkbox"/> ヘキサプラグ <input type="checkbox"/> CAR-BER工法 <input type="checkbox"/> タンク内溶接・溶射等					
	<input type="checkbox"/> 【有害ガス吸引】	<input type="checkbox"/> 仕切り板脱着 <input type="checkbox"/> 【巻込まれ】 <input type="checkbox"/> ウインチ・ベルトコンベア					
	<input type="checkbox"/> 【装置停止・出荷影響】 (装置稼働中)	計装	<input type="checkbox"/> インタロック回路 ( <input type="checkbox"/> プラント全停止 <input type="checkbox"/> プラント部分停止 ( ))				
	電気	<input type="checkbox"/> 計装電源活線作業 <input type="checkbox"/> 緊急遮断弁の機能停止					
レベル3	<input type="checkbox"/> クレーン類 (赤地域)	<input type="checkbox"/> 杭打機 <input type="checkbox"/> ハイドロ <input type="checkbox"/> その他 ( )					
レベル4	<input type="checkbox"/> 高所作業 (足場作業)	<input type="checkbox"/> ( )					
その他	<input type="checkbox"/> ブローダウン工事 (オフサイト)	<input type="checkbox"/> 新規工法採用工事					
その他	<input type="checkbox"/> 関係課長、副所長が認める工事 ( )						

<b>工事概要</b>	添付書: <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	災害情報: <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	夜間・休日作業: <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
	高所作業: <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	MSDS等の情報提供 <input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	

<b>安全対策会議 開催</b>	日時	年	月	日	時	分	～	時	分	場所:
出席者	運転		区域管理		保安管理		工事監督		施工会社	

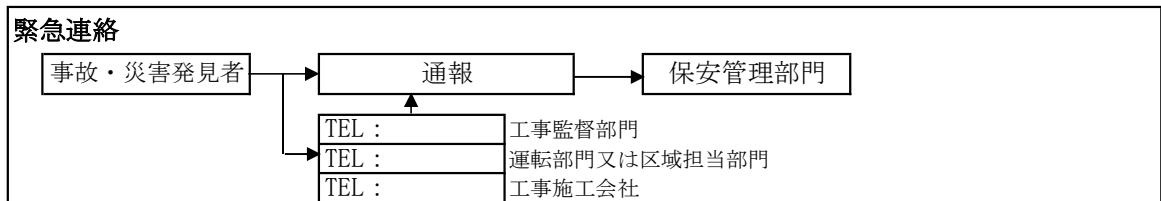
<b>作業指揮等</b>	作業指揮者	副作業指揮者	作業責任者	作業主任者
	課長			
	課長			
	課長			
	施工会社			

<b>安全確認体制</b>	組織	<input type="checkbox"/> 通常	<input type="checkbox"/> 定修	<input type="checkbox"/> チーム設置	添付書の有無 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		
	立会	着工時		作業時		終了時	備考
		初日		2日目以降			
		運転部門	<input type="checkbox"/> 立会	<input type="checkbox"/> 立会	<input type="checkbox"/> 常時 <input type="checkbox"/> 適時	<input type="checkbox"/> 立会	
		区域管理	<input type="checkbox"/> 立会	<input type="checkbox"/> 立会	<input type="checkbox"/> 常時 <input type="checkbox"/> 適時	<input type="checkbox"/> 立会	
		工事監督	<input type="checkbox"/> 立会	<input type="checkbox"/> 立会	<input type="checkbox"/> 常時 <input type="checkbox"/> 適時	<input type="checkbox"/> 立会	
施工会社	<input type="checkbox"/> 立会	<input type="checkbox"/> 立会	<input type="checkbox"/> 常時 <input type="checkbox"/> 適時	<input type="checkbox"/> 立会			
監視人			<input type="checkbox"/> 常時				

<b>作業環境</b>	内容物	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 空気 <input type="checkbox"/> 窒素 <input type="checkbox"/> 水蒸気 <input type="checkbox"/> 薬品 <input type="checkbox"/> 炭化水素					
	ページ方法	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 空気 <input type="checkbox"/> 窒素 <input type="checkbox"/> 水蒸気			ページ図添付 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		
	仕切板挿入	<input type="checkbox"/> 有 (仕切図添付 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無) <input type="checkbox"/> 無					
	換気	<input type="checkbox"/> 有		<input type="checkbox"/> 無		電源施錠 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
	その他						

環境基準 酸素濃度: 20以上 21%以下、硫化水素濃度: 1ppm以下、可燃性ガス濃度: 20%LEL以下 (火気工事で検出されないこと)  
有毒ガス: 許容濃度の1/5以下、湿度・粉塵・臭気: 人体に影響がない程度、換気: 必要な換気がされている

防護措置				
養生	防火塀	<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	防火シート <input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	
	フレンジ・ハルアグラントのシール	<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	ヒットシール <input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	
	粉末消火器	<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	散水 <input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	
	固定ガス検	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	屋外消火栓 <input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	
	絶縁シート	<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	水バケツ <input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	
施工条件	20型： 個	50型以上： 個	コンパネ養生 <input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	
	停電・活線範囲区画	<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	（吸引型 <input type="checkbox"/> 拡散型 <input type="checkbox"/> ）	
	窒素スレーピング	<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	水シール <input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	
	ノコ切断	<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	ホットタツプマシン <input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	
	携帯ガス検連続測定	<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	ヘアロン工具 <input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	
	安全円盤	<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	ドリル穴明けガス検 <input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	
保護具	仮設回路	<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	手掘掘削（区分） <input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 否	
	インタック回路の安全措置	<input type="checkbox"/> 要（ <input type="checkbox"/> SAFTY SW <input type="checkbox"/> MAINTENANCE SW）	<input type="checkbox"/> 否	
	<input type="checkbox"/> エアラインマスク（ <input type="checkbox"/> ヤードエア、 <input type="checkbox"/> エアーマシ）	<input type="checkbox"/> 空気呼吸器	<input type="checkbox"/> 安全帯	<input type="checkbox"/> 静電靴
	<input type="checkbox"/> 静電服	<input type="checkbox"/> 絶縁保護具	<input type="checkbox"/> 絶縁工具	<input type="checkbox"/> コーグル
	<input type="checkbox"/> 安全カネ	<input type="checkbox"/> 防毒マスク	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



確認事項	
1. 運転部門 <input type="checkbox"/> パーツ作業の実施 <input type="checkbox"/> 工事許可申請書（準直火）の審査・許可 <input type="checkbox"/> 工事中における周囲の環境維持 <input type="checkbox"/> 作業環境測定の実施 <input type="checkbox"/> 工事の着工許可（作業責任者は現場で安全確認後）	2. 保安全管理部門 <input type="checkbox"/> 工事許可申請書（準直火を除く）の審査・許可 <input type="checkbox"/> 一般道路の環境安全確認
3. 工事監督部門 <input type="checkbox"/> 関係者へ工事方法・手順の周知徹底 <input type="checkbox"/> 作業環境測定値の確認 <input type="checkbox"/> 安全対策書を作成し承認を得る	4. 工事施工会社 <input type="checkbox"/> 関係者へ工事方法・手順の周知徹底 <input type="checkbox"/> 全ての作業員に対し災害防止の教育実施 <input type="checkbox"/> 当社作業責任者の指示に従う

その他

1. 工事安全対策リスク評価  済

2. 所内安全性評価会議  有  無 会議で決められた事項を下記に記載する

<現場着工時の安全確認>

- ① 本対策書で定めた、「作業環境」「防護措置」「その他」を実施する事、又は実施された事を、[安全確認体制]で定めた「着工時初日立会者」が現場でそれぞれの立場で点検しました。

年 月 日

- ② 運転部門は、工事の開始・継続する上で安全上支障ない事を、現場で点検しました。

運転	区域担当	工事監督	施工会社

# 化学設備の非定常作業における安全衛生対策のためのガイドライン

平成8年6月10日

平成20年2月28日改正

## 1 目的

本ガイドラインは、労働安全衛生関係法令と相まって、化学設備(労働安全衛生法施行令(昭和47年政令第318号)第9条の3第1号に規定する化学設備、同条第2号に規定する特定化学設備のほか、化学物質を製造し、又は取り扱う設備全般をいう。以下同じ。)の非定常作業(日常的に反復・継続して行われることが少ない作業をいう。)における安全衛生対策として必要な措置を講ずることにより、化学設備の非定常作業における労働災害の防止を図ることを目的とする。

## 2 対象とする非定常作業

本ガイドラインの対象とする非定常作業は、次の作業とする。

### (1) 保全的作業

不定期に又は長い周期で定期的に行われる改造、修理、清掃、検査等の作業

### (2) トラブル対処作業

異常、不調、故障等の運転上のトラブルに対処する作業

### (3) 移行作業

原料、製品等の変更作業又はスタートアップ、シャットダウン等の移行作業

### (4) 試行作業

試運転、試作等結果の予測しにくい作業

## 3 事業者等の責務

化学設備の非定常作業を行う事業者、注文者、元方事業者、関係請負人等は、それぞれ労働安全衛生関係法令を遵守するほか、本ガイドラインに基づき適切な措置を講ずることにより、化学設備の非定常作業における労働災害の防止に努めるものとする。

## 4 危険性又は有害性等の調査

「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」(平成18年指針公示第1号)、「化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針」(平成18年指針公示第2号)及び「機械の包括的な安全基準に関する指針」(平成19年7月31日付け基発第0731001号)の第3に基づき、化学設備の非定常作業について危険性又は有害性等の調査を実施すること。

また、危険性又は有害性等の調査を実施する際には、次の危険性又は有害性及びこれに対応する措置を考慮すること。

設備の管理権原を有する注文者は、注文する仕事に関する危険性又は有害性等の調査を実施するとともに、請負人(元方事業者及び関係請負人を含む。)が行う危険性又は有害性等の調査に必要な情報提供、指導及び援助を行うこと。

### (1) 爆発、火災及び破裂

ア 引火性液体又は可燃性ガスの除去、漏えい防止、遮断及び換気措置

イ 引火性液体又は可燃性ガスの漏えい時の検知及び対応措置



ウ 電気機械器具、工具等の防爆構造化、溶接、溶断等による火花の飛散防止措置及び静電気の除去措置

エ 異種の物が接触することにより発火等のおそれのある物の接触防止措置

オ 設備の内部圧力又は温度の異常上昇防止措置

(2) 高温物等との接触

ア 高温物等の除去、漏えい防止及び遮断措置

イ マンホール、バルブ、フランジ等を開放した際の内容物の流出防止措置

ウ 高温部分への接触防止措置

エ 液状物質の凝固による配管、ノズル等の内部の閉そく防止措置

オ 保護具の適切な使用

(3) 有害物等との接触

ア 有害物等の除去、漏えい防止、遮断及び換気措置

イ 酸素及び硫化水素その他予測される有害ガスの濃度の測定

ウ 溶断、研磨等により発生する有害物のばく露防止措置

エ 有害物等の漏えい等の異常時における対応措置

オ 送気マスクへの空気供給源の誤操作による酸素欠乏症又はガス中毒の防止措置

カ 保護具の適切な使用

(4) はさまれ、巻き込まれ

ア 回転機器等の電源の施錠等による誤作動の防止措置

イ 可動部分への手指等の接触防止措置

ウ 回転機器等に対する緊急停止スイッチの設置

エ 組立、解体作業の安全を確保するための固定治具、吊り具等の使用

(5) 墜落、転落

ア 昇降設備、作業床、手すり等の設置

イ 不安定な作業姿勢を避ける措置

ウ 移動足場、架台等の安定性を確保するための措置

エ 危険箇所への立入禁止措置

オ 親綱又は墜落防止ネットの取付け設備の設置

カ 安全帯の着用及び適切な使用

5 安全衛生管理体制の確立

(1) 非定常作業実施者の体制

非定常作業の実施に当たっては、労働安全衛生関係法令に定めるほか、非定常作業の種類、リスク等に応じ、あらかじめ作業の総括責任者、部門責任者、作業指揮者、立会者等を定め、その責任範囲及び業務分担を明確にするとともに、作業が複数の部門にわたる場合には、連絡会議を設置する等連絡調整の徹底を図ること。

また、元方事業者は、その業種に応じて、「元方事業者による建設現場安全管理指針」（平成7年4月21日付け基発第267号の2）又は「製造業における元方事業者による総合的な安全衛生管理のための指針」（平成18年8月1日付け基発第0801010号）（以下これらを「元方指針」という。）に基づき、必要な事項を実施すること。

ア 総括責任者

作業全般を統括するとともに、連絡会議を開催し、作業方法、工程等を決定する。

イ 部門責任者

部門の責任者として当該部門の作業を統括する。

ウ 作業指揮者

部門責任者の指示に従い、作業を指揮するとともに、毎日、作業の開始前及び終了時に作業の実施計画及び実施結果の報告を行う。

エ 立会者

火気作業、入槽作業、高所作業等の危険有害性の高い作業について作業の開始時及び終了時に立ち会い、必要な指示及び確認を行う。

オ 連絡会議

総括責任者、部門責任者、作業指揮者等が参加し、作業計画の検討立案、作業進捗状況等の連絡及び調整を行う。元方事業者は、元方指針に基づき関係請負人との協議を行う場を設置し、運営すること。

(2) 注文者の留意事項

注文者は、労働者の危険及び健康障害を防止するための措置を講じる能力のある事業者、必要な安全衛生管理体制を確保することができる事業者等労働災害を防止するための事業者責任を遂行することができる事業者に仕事を請け負わせること。

また、仕事の期日等について安全で衛生的な作業の遂行を損なうおそれのある条件を付さないように配慮する必要があること(労働安全衛生法(昭和47年法律第57号。以下「法」という。)第3条第3項)。

化学設備の改造等の作業における設備の分解又は設備の内部への立入りを請負人に行わせる場合には、作業が開始される前に、当該設備で製造し、取り扱う物の危険性及び有害性、注意すべき安全衛生に関する事項、当該作業について講じた安全又は衛生を確保するための措置、事故が発生した場合の対応等の事項を記載した文書等を作成し、当該請負人に交付する必要があること(法第31条の2)。

以上の事項は、仕事の一部を注文し自らもその仕事を行う事業者、仕事の全部を注文し自らはその仕事を行わない事業者、元方事業者及び注文者である関係請負人が実施するものであること。

なお、仕事の全部を注文し自らは仕事を行わない発注者(注文者のうち、仕事を他の者から請け負わないで注文している者をいう。)にあつては、一つの場所(製造施設作業場の全域、事業場の全域等)において行われる仕事を二以上の請負人に請け負わせている場合において、当該場所において当該仕事に係る二以上の請負人の労働者が作業を行うときは、請負人で当該仕事を自ら行う事業者であるものうちから元方事業者の義務を負うものを指名する必要があること(法第30条第2項及び第30条の2第2項)。

さらに、当該発注者は、元方事業者による元方指針に基づく措置が履行されるよう必要な指導及び援助を行うこと。

6 作業計画書の作成

非定常作業の実施に当たっては、危険性又は有害性等の調査の結果等を踏まえ、次の事項等を

記載した作業計画書を作成し、総括責任者(請負人にとっては、設備の管理権原を有する注文者)の承認を得ること。

また、作業計画の変更の必要が生じた場合には、その都度改めて承認を得ること。

なお、作業計画書は、予期されない作業を除き、あらかじめ作成しておくとともに、設備、作業方法等を新規に採用し、又は変更した場合等で危険性又は有害性等の調査を実施した場合のほか必要に応じ見直しを行うこと。

設備の管理権原を有する注文者は、請負人が行う作業計画書の作成に必要な情報提供、指導及び援助を行うこと。

- (1) 作業日程
- (2) 指揮・命令系統
- (3) 作業目的及び作業手順
- (4) 各部門(請負人を含む。)の業務分担及び責任範囲
- (5) 危険性又は有害性等の調査及びその結果に基づく必要な措置の内容
- (6) 保護具の種類
- (7) 作業許可を要する事項
- (8) 注意事項及び禁止事項

## 7 作業の実施

非定常作業は、次の事項に留意して実施すること。

- (1) 実施に当たっての基本方針
  - ア 指揮・命令系統の明確化
  - イ 作業手順の明確化
  - ウ 業務分担及び責任範囲の明確化
  - エ 連絡及び合図の方法の周知徹底
  - オ 注意事項及び禁止事項の周知徹底
- (2) 一般的留意事項
  - ア 作業内容を作業前のツールボックスミーティング、危険予知等により、作業に関わる者全員に周知徹底するとともに、あらかじめ作業の段取りを整える等、できるだけ事前準備を周到にしておくこと。
  - イ 作業の実施は、あらかじめ当該作業に係る必要な教育を受けた者が行う必要があること(法第59条)。
  - ウ 電源等の動力源を確実に遮断するとともに、施錠、札掛け等誤操作を防止する措置を講ずる必要があること(労働安全衛生規則(昭和47年労働省令第32号。以下「安衛則」という。)第107条)。
  - エ 作業の種類に応じ、呼吸用保護具、保護手袋、保護衣、保護めがね等の保護具を準備する必要があること(安衛則第593条から第598条まで等)。
  - オ 単独で実施することができる作業を限定するとともに、各個人の判断による単独作業を実施させないこと。
  - カ 単独作業を実施させる場合は、必要に応じ、作業者との間で随時連絡がとれるように通信機器等を携帯させること。

(3) 火気使用作業に関する留意事項

- ア 作業開始時及び当該作業中、随時、作業箇所の引火性の物の蒸気又は可燃性ガスの濃度を測定すること(安衛則第275条の2)。
- イ 作業場所へは、容器内部の可燃性ガス等の完全排気等爆発又は火災の危険が生ずるおそれがない措置が講じられている場合を除き、火気又は点火源となるおそれのある機械等を一切持ち込まないこと(安衛則第279条から第283条まで)。
- ウ 作業場所には、消火器等を配置するとともに、避難方法をあらかじめ定め、かつ、これを関係労働者に周知すること。
- エ 作業場所においては、必要に応じて不燃性シート等を用いて養生を行うこと。

(4) 入槽作業に関する留意事項

- ア 作業を行う設備から危険物、有害物等を確実に排出し、かつ、作業箇所に危険物、有害物等が漏えいしないように、バルブ若しくはコックを二重に閉止し、又はバルブ若しくはコックを閉止するとともに閉止板等を施す必要があること。また、バルブ、コック、閉止板等は施錠し、又は開放してはならない旨を表示する必要があること(安衛則第275条及び特定化学物質障害予防規則(昭和47年労働省令第39号。以下「特化則」という。)第22条)。

当該措置は、設備の管理権原を有する注文者自らが実施し、又は請負人の実施状況を確認するとともに、施錠等による開放禁止措置の履行状況についても必要に応じ確認すること。

また、設備の管理権原を有する注文者において作業対象関連設備の運転を休止したうえで作業が行われることが望ましいが、やむを得ず設備の一部を稼働しつつ作業を実施する場合にあつては次のことを行うこと。

- (ア) 異常発生時に特定化学物質等が作業場所へ逆流する事態等も想定し、作業対象設備につながる流路の確実な二重閉止措置を確認すること。
  - (イ) 稼働設備の運転状況について、作業の実施に影響を及ぼすおそれのある異常が認められた場合には、速やかに請負人に連絡するとともに、必要な場合には退避を勧告すること。
- イ 設備内部の残圧の確認は、圧力計によるほか、ベント、ドレン等の開放口を徐々に開けて行うこと。
  - ウ 設備内に入る直前に、可燃性ガス、酸素及び硫化水素その他予測される有害ガスの濃度の測定を行い、安全を確認した後に入槽すること。  
測定は、作業中断後、再入槽時も同様に行うこと(安衛則第275条の2、酸素欠乏症等防止規則(昭和47年労働省令第42号。以下「酸欠則」という。)第3条及び特化則第22条第1項第5号)。
  - エ 酸素及び硫化水素の濃度の測定は、それぞれ必要な資格を有する酸素欠乏危険作業主任者が行うこと(酸欠則第11条)。  
また、測定は原則として水平、垂直方向にそれぞれ3点以上行うこと。
  - オ 槽内は、可燃性ガス濃度は、爆発下限界の1/5以下、酸素濃度は18%以上、硫化水素濃度は10ppm以下、その他予測される有害ガスの濃度は、健康障害を受けるおそれのない濃度以下になるように常時換気すること(安衛則第577条及び酸欠則第5条)。
  - カ 監視人を置き、入槽作業者との連絡が途絶えることのないようにすること(酸欠則第13条)。
  - キ 作業開始前及び作業終了後に人員の確認を行うこと(酸欠則第8条)。

ク 適切な性能を有する保護具、救急用具等を使用できる状態にしておくこと(酸欠則第4条、第5条の2、第7条及び第15条)。

(5) 高所作業に関する留意事項

ア 昇降設備、作業床の設置、安全帯の使用等必要な墜落防止措置を講ずるとともに、必要に応じ監視人を置くこと(安衛則第518条から第521条まで及び第526条)。

イ 強風、大雨、大雪等悪天候のため危険が予想される場合は、作業を中止すること(安衛則第522条)。

ウ 上下での同時作業は、行わないこと。やむを得ず行う場合は、相互に密接な連絡を行うこと。

エ 高所作業中である旨を作業場所の下部に掲示すること。

オ 工具類は、落下しないよう必要な措置を講ずること。

(6) 作業許可

火気使用作業、入槽作業及び高所作業等の災害発生の危険性の高い作業は、あらかじめ部門責任者(請負人にとっては、設備の管理権原を有する注文者)の書面による許可を得ること。

ア 作業許可書には、次の事項等について記載すること。

(ア) 部門責任者(許可責任者)、作業指揮者、立会者、監視人、作業者

(イ) 作業内容

(ウ) 作業に係る注意事項及び禁止事項

(エ) 作業年月日、作業開始時刻、終了予定時刻

イ 作業内容の変更が必要な場合は、新たに作業許可を受けること。また、予定時間内に作業が終了しなかった場合は、改めて許可を受けること。

ウ 作業許可書は、作業場所に掲示すること。

エ 作業中に設備関連の異常(緊急事態を除く。)が発生したときには、直ちに部門責任者(請負人にとっては、設備の管理権原を有する注文者)に連絡し、当該異常への対処方法及び必要に応じ作業内容の変更等について指示を受けること。

8 緊急事態への対応

非常作業実施中に爆発、火災、危険物・有害物等の漏えい、労働災害の発生等の緊急事態が生じた場合に対応するため、次の措置を講ずること。

(1) 次の事項について、緊急事態対応マニュアルを定めること。

また、設備の管理権原を有する注文者は、請負人が当該マニュアルを定める際には、緊急時の連絡体制の整備、退避経路の明示、事故発生時の救助・事故処理体制についての設備の管理権原を有する注文者と請負人との役割分担について明確化を図る等必要な援助を行うこと。

ア 緊急事態発生時の連絡方法

イ 爆発、火災、危険物・有害物等の漏えい等に対する対応措置及び指揮・命令系統

(2) 消火栓、消火器、洗眼器、シャワー等を設置すること。

(3) 爆発、火災、危険物・有害物等の漏えい等の想定訓練、負傷者に対する救急措置訓練を実施すること。

(4) 取り扱う有害物の情報を産業医、救急措置を依頼する医療機関等にあらかじめ連絡しておくこと。

- (5) 緊急事態発生時には、直ちに緊急時の連絡体制により連絡(請負人にあつては、設備の管理権原を有する注文者に連絡)を行うとともに、被災者の救助に当たる者以外の人員は退避させ、二次災害の防止を図ること。また、救助に当たる者については、適切な保護具を着用させること。

## 9 安全衛生教育の実施

非定常作業に従事する作業者等の関係者に対し、あらかじめ次の事項等について必要な安全衛生教育を実施すること。

- (1) 取り扱う物質の性状及び取扱い上の注意事項
- (2) 製造工程及び化学設備の概要
- (3) 作業計画書及び緊急事態対応マニュアル
- (4) 作業許可を必要とする作業の種類、注意事項及び禁止事項
- (5) 保護具の種類及び使用方法
- (6) 類似作業の災害事例
- (7) 関連法令及び事業場の安全衛生基準

## 工事安全管理運営

### 1. 担当者会議

- 発注者主催（保安）：当日の作業実績と明日の作業予定、安全対策の打合せ
- 1) 出席者 製造・保安・環安の担当者(係長又は係長の指名者)、協力会社担当者
  - 2) 開催日 20\*\*年 8月\*\*日～20\*\*年 9月\*\*日の月～土曜日
  - 3) 場 所 ミーティングルーム
  - 4) 時 間 14:00～14:20

### 2. 連絡調整会議

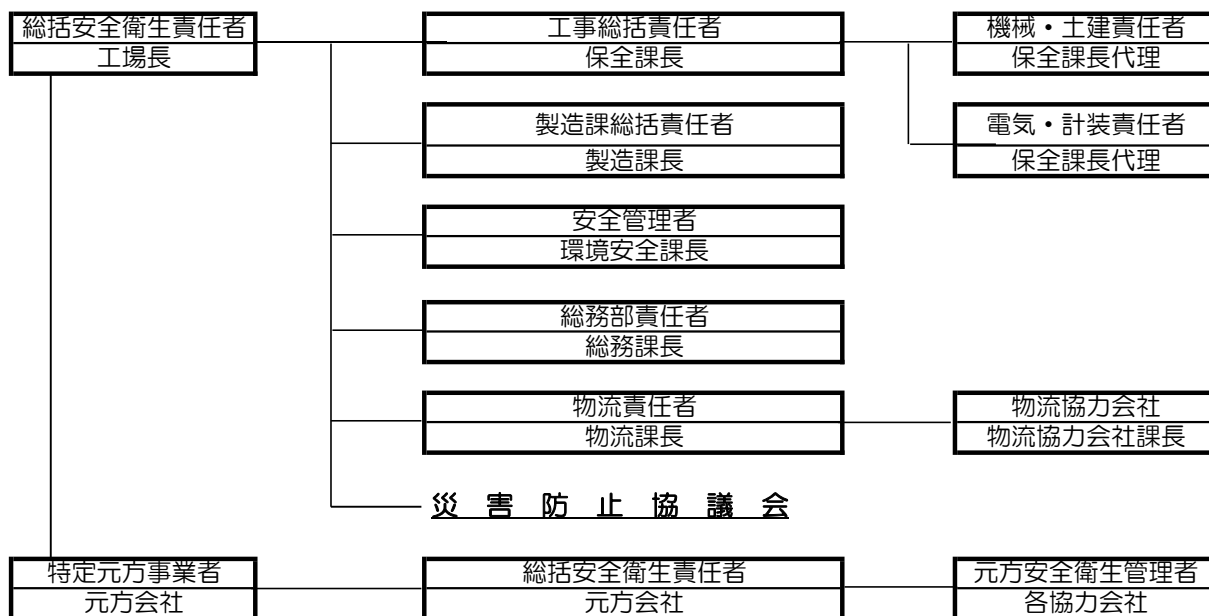
- 防災協主催（保安）：作業、工事の連絡調整、安全対策実施状況確認  
ヒヤリハット事例紹介、パトロール指摘事項と改善結果確認
- 1) 出席者 製造・保安・環安の課長クラス。物流、各協力会社の責任者又は監督。
  - 2) 開催日 20\*\*年 8月\*\*日～20\*\*年 9月\*\*日の月～土曜日
  - 3) 場 所 ミーティングルーム
  - 4) 時 間 15:00～15:30
  - 5) その他 毎週木曜日は週間工程を提出し、工程及び作業の調整を行う。

### 3. 着工前打ち合わせ

- 発注者主催（製造）：当日の作業予定、安全対策の確認・打合せ
- 1) 出席者 製造・保安の担当者(係長又は係長の指名者)、協力会社担当者
  - 2) 開催日 20\*\*年 8月\*\*日～20\*\*年 9月\*\*日の月～土曜日
  - 3) 場 所 ミーティングルーム
  - 4) 時 間 8:20～8:30

## 工事安全管理組織図

20\*\*年\*\*月\*\*日  
工場長

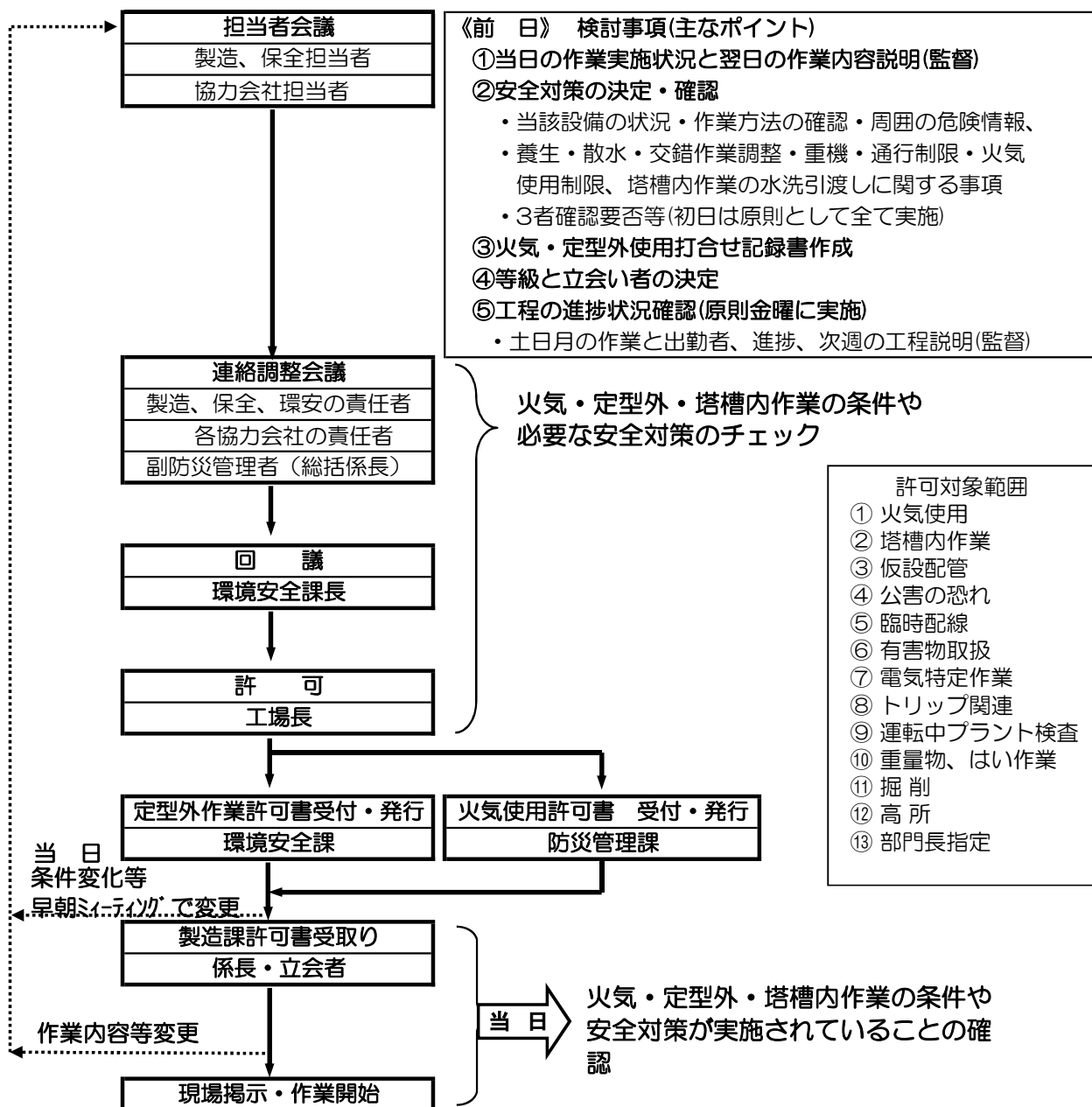


## 工事の作業許可

工事期間中の定型外・火気使用許可の手続きは次の通りとする。

### 定型外許可ルート

定型外・火気使用許可申請は作業担当者が申請書を発行する。



(2/4)



# 火気使用作業許可申請書

年 月 日 発行

作業許可申請	件名											打合記録	日時	年 月 日				
	内容	期間	自	月	日	時から	単位			No. 打合項目	1 責任者の決定	記録事項			実施(予)	確認		
			至	月	日	時まで	1日	1週	1月			作業責任者						
			作業地域			K-6, EA, GE, EI, IEID, 2EID, 3EID, 触媒工場 K-4, HA, 1EOA, 2EOA, 3EOA, ANS, O, X, G, H, タンクヤード, ラック, 付帯, CR, 事務, その他( )			2 協力会社			作業担当者						
			火気種類			直火 電気溶接、ガス溶接、溶断、トーチランプ、 サンダー、グラインダー、バーナー、喫煙、 その他( )			3 取扱物質の物性			現場責任者						
	申請管理区分			部長			課長			係長・担当			立会者					
	1級、2級、3級			施工						4 事前措置			会社名					
										5 保護具			責任者					
										6 防火養生			物質名( )					
										7 防火設備			高圧ガス、危険物、その他					
									8 ガス検知			運転停止(要・否)						
									9 その他			圧抜、液抜、降温						
												水洗、N <sub>2</sub> 置換、換気						
												配管切離し、閉止板、封印						
												可燃物の除去						
												メガネ、ゴーグル、手袋、長靴、マスク、命綱						
												防火扉、防災シート						
												散水						
												固定式ガス検知器						
												消火栓、消火器						
												着工前(可・O <sub>2</sub> )						
												作業中(可・O <sub>2</sub> )						

許可	工場長・部長	課長	係長	回 議			安全対策確認欄			継続用許可欄											
							着工前	作事中	終了	現場責任者											
管理区分	1級	特記事項					立会者														
	2級																				
	3級																				
単位	1日					作業責任者															
	1週																				
	1月																				
受付	許可No.	NO. —					その他														
発行日	年	月	日	AM	PM	受付者															
返却日	年	月	日	AM	PM																

件名				依頼No.		作業日時		年 月 日 時～ 月 日 時		長期 新規 継続		
定型外 作業名	1	火 気 使 用	8	トリップ関連		打合せ記録	日 時	年 月 日 時				
	2	塔 槽 内	9	プラント運転中検査			出席者					
	3	仮 設 配 管	10	重 量 物			作業責任者		現場責任者			
	4	環境汚染・騒音発生	11	掘 削 作 業			作業担当者		立 会 者			
	5	臨 時 配 線	12	高 所 作 業			作 業 者 (協力会社)		終了確認者		氏名	
	6	毒物,危険物質その他有害物	13	そ の 他			安 全 対 策		打合せ時の実施予定項目に○印を記入		日 時	
	7	電 気 特 定 作 業									月 日 時	
作業 地域	K-6, EA, GE, EI, 1EID, 3EID, 触媒工場, NVP K-4, HA, 1EOA, 2EOA, 3EOA, 1FC, 2FC, 3FC O, X, G, H, 付帯, CR, 事務, タンクヤード, ラック, その他 ( )											
部門	動機器	圧縮機, 送風機, ポンプ, 冷凍機, 攪拌機				No.	項 目	実 施 (予)	No.	項 目	実 施 (予)	
	静機器	塔, 槽, 熱交, 加熱炉, 反応器, エゼクター, 保温, 保冷				1	運 転 停 止		11	電 源 カ ッ ト, 標 示		
	配 管	パイプ, バルブ, フランジ, サポート				2	圧 抜, 液 抜, 降 温		12	キ ー ス イ ッ チ		
	計 装	調節弁, 調節・圧力・温度・流量・液面・分析計, DCS				3	水 洗, N <sub>2</sub> 置換, 換 気		13	配 管 分 離, 閉 止 板		
	電 気	電動機, スイッチ, 照明, 配線, 高圧盤, 低圧盤, (電圧 V)				4	可 燃 性, 毒 性 ガ ス 検 知	%	14	自 動 弁 の 駆 動 防 止 措 置		
	土 建	架台, 基礎, 土間, 道路, 建屋, 排水 (電力 kW)				5	酸 素 分 析	%	15	保 護 め が ね		
物質	EO, EG, EA, EI, GE, FC, HA, EOA, NVP, PVP 酸 ( ), アルカリ ( ), その他 ( )					6	監 視 人		16	手 袋, 長 靴		
状態	気体, 液体, 固体, 温度 °C, 圧力 MPaG					7	消 火 器 準 備, 散 水		17	防 塵, 防 毒, 通 気 マ ス ク		
受付番号	許可札番号		受付日時		月 日 時 分		変更管理 リスク評価NO.		該当 無し		該当 有り	
No.	No.		返却日時		月 日 時 分		要求日		年 月 日		E	
許 可	工場長・部長	回			受	返		その他 (危険 のポイント等)		発行番号		
	課長・主任	係長・AL	係・担当		付	却				要 求 課 係		
定型外作業 許可申請書								施 工	工場長・部長	課長・主任	係長・AL	係・担当

(初版：昭和47年3月 川崎市危険物保安審議会)