ごみ処理施設の
火災と爆発
事故防止対策マニュアル

社団法人 全国市有物件災害共済会

発刊にあたって

ごみ処理施設は、私たちが快適な生活環境を維持するために必要不可欠な施設です。ごみは日々の生活から連続して排出されるものであり、ごみ処理施設に火災や爆発事故が発生しますと、作業員等の人身事故や施設の損壊が生じるだけでなく施設が稼働停止する場合があり、市民生活にも大きな影響を及ぼすことになります。

本会では、頻発しておりますごみ処理施設の火災・爆発事故の防止対策として、平成5年3月に「破砕処理施設の爆発事故防止対策マニュアル」を、次いで平成10年10月に「破砕処理施設の火災と爆発事故防止対策マニュアル」を刊行するとともに、テキストを使用した事故防止対策セミナーを開催するなど、事故防止対策の普及にも努めてまいりました。

平成10年の「破砕処理施設の火災と爆発事故防止対策マニュアル」の刊行から早10年経過しました。この間「大量生産、大量消費、大量廃棄」型の経済社会からの脱却を目指し、生産から流通、消費、廃棄に至るまで資源の効率的な利用やリサイクルを進めることにより、環境への負荷を少なくする「循環型社会」を形成するため、「循環型社会形成推進基本法」が施行され、「家電リサイクル法」等の個別の廃棄物・リサイクル関係の法律が相次いで整備されました。

このように、ごみ処理施設を取り巻く社会環境が大きく変化する中で、本会では平成19年度から3ヶ年にわたる中期の事業計画として、全国都市のごみ処理施設の火災・爆発事故の実態やその原因を新たに検証し、今後の事故防止対策のあり方について、具体的な提言と各種事故防止機器に関するノウハウの提供を目的とした「廃棄物処理施設の安全化に関する調査研究」を実施いたしました。

平成19年度においては、会員各市の皆様のご協力をいただきながら、ごみ処理施設における事故実態と管理運営状況に関する詳細なアンケート調査を実施することで、近年の火災・爆発事故の実態や事故原因の究明を行いました。引き続き平成20年度からは、アンケート結果に基づく施設の運用上の対策ならびに技術上の対策について検討してまいりましたが、この度その最新の成果を「ごみ処理施設の火災と爆発事故防止対策マニュアル」としてとりまとめ、会員各市にご提供することといたしました。

このマニュアルが、会員各市ならびにごみ処理作業に携わる方々の安全作業の指針となり、末永く事故防止対策の確立にお役立ていただければ幸いです。

最後になりましたが、調査研究にあたり、アンケート調査への回答や施設調査等でご協力をいただきました各自治体、施設の皆様方に厚くお礼申し上げます。

平成21年7月

社団法人　全国市有物件災害共済会

はじめに

地方自治体が運営しているごみ処理施設は、私たちの日常生活に不可欠の施設として重要な役割を担っています。特に近年は、循環型社会の構築の観点から、ごみ処理施設の中でもリサイクルセンター等の資源循環に寄与する施設の重要性は、これまで以上に増してきています。これらの施設は、常に安全でかつ、安定した運用が求められていますが、市民生活で不要となったさまざまなものを処理することから、爆発事故や火災事故発生の危険性と常に隣り合わせで運用されているのが現状です。特に破砕処理を伴う施設は、火災や爆発の発生の可能性が高く、被害の程度も甚大になる場合があります。その上、こうした事故に対して対応が適切でない場合には、被害がより大きくなり、復旧にかかる時間や費用にも大きく影響を及ぼすことになります。

これらの施設でひとたび事故が発生すると、施設や職員等の被災に加えて、施設の長期休止期間中のごみ処理を他の施設で代替することが必要となります。しかし、多くの場合、自区内での処理能力が十分でないため、市長自らが近隣自治体へ処理協力要請を行うなど、事故による影響は広く深刻なものとなります。

このような状況をできる限り回避させたい、抑制したいとの思いから本書「ごみ処理施設の火災と爆発事故防止対策マニュアル」を作成いたしました。本マニュアルは、平成５年３月刊行の「破砕処理施設の爆発事故防止マニュアル」と平成10年10月刊行の「破砕処理施設の火災と爆発事故防止対策マニュアル」を踏襲しながら、社会情勢の変化や新たな知見などを取り入れて、より広範囲の施設の事故防止に役立つようとりまとめています。

また、このマニュアルは、平成18年12月に出された環境省の「事故防止対応マニュアル作成指針」に基づき、全国の自治体に策定が求められている「事故防止対応マニュアル」の作成にも役立つものとなっています。

本マニュアルは、(社)全国市有物件災害共済会の委託を受けて作成されたもので、有識者からなる調査研究委員会及びその下部組織として設置された専門部会の研究成果を基礎としています。また、平成５年の最初のマニュアル作成以来、現在に至るまで専門部会を構成する組織によって自主的な研究が継続されてきたことも、本マニュアル作成に大きな力となっていることを忘れることはできません。

２年間にわたりご尽力いただいた委員の方々をはじめとする関係各位に深く感謝申し上げます。また、アンケート調査や現地調査等にあたっては、自治体の方々に多大なご協力を賜りました。併せて、心からお礼申し上げます。

最後に、ごみ処理施設の火災事故及び爆発事故の防止のために、本書が広く活用されますことを期待しております。

平成21年７月

廃棄物処理施設の安全化に関する調査研究委員会

委員長　永田勝也（早稲田大学　環境・エネルギー研究科教授、研究科長）

本書の内容

- ●本書は、自治体のごみ処理施設における総合的な防火対策と防爆対策のマニュアルです。
- ●本書は、管理職向けに要約した第１編と、専門職向けに詳述した第２編と構成されています。
- ●本書は、ごみ発生段階での危険物混入防止対策から、ごみ処理施設の事故防止対策まで、ソフトウェア、ハードウェア両方の対策について、総合的に記述しています。
- ●また本書は、既設施設の対策にも施設建設時の対応にも使えるよう配慮しています。

第１編

管理職向けとして、事故防止対策が、概括的に理解できるよう工夫されています。また、事故の具体例や、アンケートから見た事故の実態を示して、事故の恐ろしさや、事故防止対策の重要さを理解できるようにしています。

セクション	概　　要
§１　総論	ごみ処理施設の事故防止への取組み方の基本的な考え方を説明しています。
§２　対象施設	ごみ処理施設や破砕機の説明とともに、これらが火災や爆発にどのように関連しているのかを説明しています。
§３　事故の実態	火災事故事例とアンケートから浮び上がった事故の実態について示し、事故を実感として捉えられるようにしています。
§４　事故防止対策の概要	事故を概括的に捉え判断するのに必要な知識について、発生源対策から施設の技術対策まで、ハードウェアとソフトウェアの両面から総合的に説明しています。

第２編

専門職向けにデータを交えて、詳細かつ具体的に説明しています。

火災や爆発事故防止に、広く活用頂ければ幸いです。

セクション	概　　要	特に読んでいただきたいセクション	
		新　設 計画時	既　設 対策時
§１　燃焼(火災と爆発)の理論	火災や爆発事故を予防し、また、事故の被害を最小限にするために必要な理論的知識について説明しています。		
§２　ごみの排出・収集時の危険物除去対策	収集部門や住民啓発に携わる部門が、防火・防爆対策の面で、どのようなことを配慮する必要があるかを説明しています。	○	○
§３　施設運用時の防火・防爆対策	技術対策の効果を十分に発揮し、また、技術対策では対応困難な部分を補完するために、運用面で配慮すべき対策について、説明しています。	○	○
§４　施設建設にあたっての対策	施設建設時に留意すべき防火防爆設備仕様の明示について説明しています。	○	
§５　施設の技術対策	技術対策について設備毎に、具体的かつ詳細に説明しています。	○	○
§６　既設施設の事故対策	既に運用されている施設の防火・防爆対策について記述しています。既設施設の改造には、多くの制約条件がついているのが一般的ですが、これへの対応のあり方も説明しています。		○
§７　法規制	建築基準法や消防法で決められている防火面での規制内容と規制対象外のプラント設備との関係について、ごみ処理施設を重点に説明しています。	○	
§８　防火と防爆の機器	防火や防爆上有益な機器類の主なものについて、説明しています。	○	○
§９　社会動向の変化と今後の課題	ごみ処理施設の防火・防爆の視点からの社会動向の変化と今後のごみ処理のあり方、課題を記述しています。		
参考資料	爆発性、可燃性物質の性状や、爆発の種類と特徴、ガス検知器の原理と特徴等を添付して、利用者の用に供しています。		

廃棄物処理施設の安全化に関する調査研究委員会

（敬称略　50 音順）

委員長　永　田　勝　也　早稲田大学　環境・エネルギー研究科教授、研究科長
（早稲田大学　環境総合研究センター所長）

委　員　井　上　　求　㈱環境戦略研究所　代表取締役

今　田　文　芳　㈳全国市有物件災害共済会　業務部長

大久保　　徹　㈳全国市有物件災害共済会　業務部共済事業課長（平成 20、21 年度）

長　田　守　弘　㈳日本環境衛生施設工業会　技術委員会委員長

切　川　卓　也　早稲田大学大学院　環境・エネルギー研究科　助教
（環境総合研究センター　永田勝也研究室）

栗　原　英　隆　㈳全国都市清掃会議　技術部長

古　積　　博　総務省消防庁
消防大学校消防研究センター技術研究部危険性物質研究室長

澤　地　　實　㈳全国市有物件災害共済会　参与

清　水　　歩　大阪市環境局　技術監兼舞洲工場長

秦　　康　之　環境省　廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課課長補佐

平　賀　　良　元㈶大阪市環境事業協会　常務理事（平成 21 年度）

堀　本　　昇　㈳日本環境衛生施設工業会　技術委員会委員

水　越　龍　夫　㈳全国市有物件災害共済会　業務部調査課長（平成 19 年度）

事務局　㈱環境戦略研究所

井　上　　求　代表取締役

桧　垣　忠　宏　コンサルティング部部長

専 門 部 会

（敬称略　50 音順）

名誉部会長	澤　地　　實	㈳全国市有物件災害共済会　参与
部 会 長	平　賀　　良	㈶大阪市環境事業協会　常務理事
	阿　部　盛　一	JFE エンジニアリング㈱ エネルギー本部エコパワーシステム部資源化技術室室長
	井　上　　求	㈱環境戦略研究所　代表取締役
	大久保　　徹	㈳全国市有物件災害共済会　業務部共済事業課長
	大　原　雄　治	㈱ IHI 環境・プラントセクターエンジニアリング統括部廃棄物処理グループ主査
幹　事	神　尾　研　一	日立造船㈱ 環境・ソリューション本部ソリューション設計部大阪設計第 2 グループ課長
幹　事	川　人　英二郎	㈱クリモトテクノス　環境本部技術部マテリアル技術グループ主任
	切　川　卓　也	早稲田大学大学院　環境・エネルギー研究科助教 （環境総合研究センター　永田勝也研究室）
幹　事	佐　藤　誠　二	㈱タクマ　プラント建設センター環境技術 2 部専任副部長
	島　村　正　勝	㈱ IHI 環境・プラントセクターエンジニアリング統括部廃棄物処理グループ主査
	清　水　政　美	㈶大阪市環境事業協会　技術部整備担当課長
	白　井　淳　彦	㈱クボタ　リサイクル製造部機器設計グループ課長
幹　事	田　所　智　宜	極東開発工業㈱　環境事業部建設部技術課課長
	中　村　明　弘	能美防災㈱　エンジニアリング本部第 2 営業部課長
幹　事	福　本　俊　一	新明和工業㈱ 環境システム事業部エンジニアリング部リサイクルシステムグループ技師
幹　事	堀　本　　昇	極東開発工業㈱　環境事業部建設部部長
幹　事	山　本　隆　之	新明和工業㈱ 環境システム事業部エンジニアリング部リサイクルシステムグループチームリーダー
	吉　光　範　雄	三菱重工環境エンジニアリング㈱ 都市環境事業本部エンジニアリング事業部環境エネルギー部技術グループ主任
事務局	桧　垣　忠　宏	㈱環境戦略研究所　コンサルティング部部長

執筆協力　㈳環境衛生施設維持管理業協会

ごみ処理施設の火災と爆発事故防止対策マニュアル
目　　次

第1編　総括編（事故の実態と事故防止対策の概要）
§1　総論：上流部から始める事故防止対策……1
§2　対象施設
2.1　対象施設……5
2.2　破砕機……8
§3　事故の実態
3.1　事故事例……13
3.2　アンケートから見た火災・爆発事故の実態……22
3.3　アンケートから見た火災事故の実態……24
3.4　アンケートから見た爆発事故の実態……29
3.5　アンケートから見た施設の運用実態……31
3.6　事故の実態から見た課題……32
§4　事故防止対策の概要
4.1　施設の事故防止対策の考え方……33
4.2　排出及び収集段階での対応……35
4.3　施設運営……36
4.3.1　マネジメントのあり方……38
4.3.2　施設搬入時のチェック……43
4.3.3　施設の技術対策……44
4.3.4　施設の運用管理……46
4.3.5　事故発生時の対応……47
4.4　事故防止対策上の課題と今後の方策……48

第2編　実務編（防火と防爆対策の実際）
§1　燃焼（火災と爆発）の理論
1.1　燃焼とは……49
1.2　火災関連物質とごみ……56
1.3　火災と爆発の制御……63
§2　ごみの排出・収集時の危険物除去対策
2.1　可燃性・爆発性危険物の流通と回収の実態……67
2.2　消費段階やごみ排出段階での危険物混入防止対策……71
2.3　ごみ収集時の危険物除去対策……75
2.4　事業系ごみ対策……79
§3　施設運用時の防火・防爆対策
3.1　防火防爆対策に向けた施設運用の基本……83
3.2　人手による危険物の点検・除去……84
3.3　事業系ごみからの危険物除去……90
3.4　爆発防止装置の限界と操作上の注意……91
3.5　設備運用のポイント……92
3.6　施設の維持管理……94
3.7　安全衛生委員会……98
3.8　事故発生に備えた事前の対応策……104
3.9　事故原因の調査と再発防止対策……109
3.10　職員参加と職場の改善活動（QC サークル活動）……113

§4　施設建設にあたっての対策……117
§5　施設の技術対策
5.1　建物と設備の対策の関係……119
5.2　受入設備……121
5.3　供給設備……126
5.4　破砕設備……128
5.5　防爆装置……132
5.6　搬送設備……141
5.7　選別設備……144
5.8　貯留設備……145
5.9　集じん設備……146
5.10 電気計装設備……147
5.11 プラスチック減容設備……150
5.12 その他のプラント設備……151
5.13 ごみ固形燃料化施設特有の設備……154
5.14 建築設備……157
5.15 消火設備……161
§6　既設施設の事故対策
6.1　既設施設の対策の考え方……163
6.2　予防的防火・防爆対策……167
6.3　運用上の対策……169
6.4　設備機器の維持管理……170
6.5　事故発生時の対策……171
§7　法規制
7.1　建築基準法と消防法の関係……173
7.2　建物構造面における防火に係る法規制……174
7.3　設備面における防火に係る法規制……176
7.4　ソフト面での防火に係る法規制……179
§8　防火と防爆の機器
8.1　消防法に基づく防火・消火設備と機器……181
8.2　その他有効な防火・消火と防爆の機器……203
8.3　防火・消火支援機器……210
§9　社会動向の変化と今後の課題
9.1　社会の動向とごみ処理施設……213
9.2　技術的課題……215
9.3　先進的な安全対応策……217
9.4　業界団体による事故防止への取り組み……219

参考資料
技術資料……221
引用文献・参考文献……233

総論：上流部から始める事故防止対策

Section

1

1.1 総論：上流部から始める事故防止対策

- ●事故防止対策は、ごみ発生時の住民による危険物の混入防止や事業者による自主回収に始まり、ごみ収集時の発見除去へと、上流から順に下流に向かって対策を行うのが基本である。
- ●危険物の除去を行政や住民だけで実現するのは困難であり、「企業の社会的責任」の観点からも事業者や業界を巻き込んだ取り組みが強く望まれている。
- ●ごみ発生時や収集時の対策に続き、ごみ処理施設において運用面と技術面の対策を充実させる必要がある。
  - ①混入した危険物の検出・除去
  - ②危険物が混入しても火災や爆発を起こさない対策
  - ③火災や爆発が発生しても、被害が局所に止まり、最小限となる対策
  - ④事故発生を予測し、事前に事故への対応策を確立し、常日頃から訓練しておくこと。
- ●適正な施設の維持管理は、防火・防爆関連設備の性能維持と故障を防止するため重要である。
- ●施設の建設や改造等の計画段階では、防火・防爆仕様を明確に示すことが強く求められている。

事故が発生すると、施設の被害や休止に止まらず、ごみ処理を継続して行うための仮置場の確保や近隣市町村に処理協力の要請を行うなど、他の部門も巻き込んだ深刻なものとなります。

ごみ処理システムは、ごみの排出からごみ処理施設へ搬入されるまでの収集・運搬の部分と、施設に搬入されてからのごみ処理施設の部分に大別して考えることができます。ごみ処理施設の事故防止対策は、以下に示すようにごみの収集・運搬部分も巻き込んだごみ処理システム全体でとらえる必要があります。そして対策は、上流部から順に下流部に向かって行います。

1）ごみの排出と収集における対策

（1）危険なものをごみに混入させない対策が優先する

火災や爆発事故を防止するためには、まず、火災や爆発の原因物質がごみとして排出されないよう、また収集しないようにすることが基本です。

ごみ発生時の危険物の混入防止は、排出者のモラルに頼る部分が多くなりますが、技術的な問題も少なく、より簡単で安価にできるという面から、第一に考えるべきでしょう。

排出者（住民）の啓発を図ることによって、カセットボンベやスプレー缶のガスを完全に使いきり実質的に危険物でなくしたり、危険物の分別ができるなら理想的です。しかし、このような住民への啓発とモラルに頼るだけでは十分な分別が期待できないため結局はなお、事故発生の原因となっているのが実態です。

二番目に考えられるのが収集時の危険物の除去です。住民への啓発やモラルに頼るのでは排出時の十分な分別を期待できないため、収集側（収集作業員）がその不完全なところを補う方法を考える必要があります。例えば、戸別収集や申告制にすると、収集作業時に比較的効果的に危険物の除去や違反した住民への啓発等を行うことが期待できます。

（2）事業者の責任として、危険なごみへの対応が望まれる

自治体は危険物の処理を拒否するだけでなく、回収ルートを設定して、危険物が安易にごみに混入しないよう配慮することも必要です。しかし、自治体だけで危険物の回避・除去を行うには限界があります。爆発や火災の可能性があるごみとなる製品の製造者や販売者は、拡大生産者責任（EPR）の観点からも、自主回収ルートの設定やその利用推進、廃棄時に製品の危険性を容易に除去できるようにするなど、今以上に積極的な関与が求められています。

2）施設運用上の事故防止対策

（1）施設運用面での対策

施設の事故防止対策は、設備の改善等ハードウェアの対策とともに、運転方法や維持管理方法の見直し等、与えられた施設を適切に運用するためのソフトウェア技術の充実にも十分配慮することを忘れてはなりません。

①施設搬入時に、まず危険物を除去する

ごみ処理施設へ搬入後の事故防止対策では、まず第１にごみ受入時の危険物除去が重要です。中でもプラットホームでの人手による除去や別に選別ヤードを設けて除去する方法は、多くの自治体で採用されており、かなりの効果をあげています。しかし、完璧を期すほど、多くの人員と時間が必要であり、また処理能力にも限界があるため、大規模施設にこの方式を導入する場合には、危険性の高い事業系ごみを対象に行うなど工夫が必要です。

②危険なごみが持ち込まれても、火災や爆発が発生しないようにする

人手による危険物の除去は効果的ですが、完璧ではありません。危険物が処理工程に入っても火災や爆発をさせない対策が必要です。特に防爆面で効果が高いのは、水蒸気吹込式防爆装置ですが、酸素濃度を規定値以下に保つなど、機器の性能を十分発揮するための適切な運転管理を行わなければなりません。

③万一事故がおきても、被害の極小化と局所化が図れるようにしておく

どのような防爆対策をしても、爆発事故発生の可能性を皆無にすることは困難です。そこで最後の砦として考えなければならないのが、いかに事故の被害を小さくし、速やかに運転を再開できるかを追求することです。例えば、爆風逃し口は効果が大きいため、設置場所や大きさを配慮して必ず採用される装置です。また、電気計装や給水（消火水）等の設備が火災や爆発の被害を受けると、消火活動に支障をきたし、復旧に時間がかかるため、火災や爆発の影響を受けにくい配置とするなど、十分配慮した設備配置とすることが大切です。加えて、消防隊の活動が容易に行えるよう、消防隊の突入口や歩廊を計画すること等、さまざまな対策が求められます。

④事故を事前に予測し、対応策を立てて訓練しておく

事故には施設特有の傾向があり、ある程度予測が可能です。過去の事故情報やヒヤリハット情報、他の施設の事故事例等を基に、どのような場所でどのような事故が発生する可能性があるのかを予測し、事故への対応策を準備しておくことが重要です。また、事故発生時の対応策に基づいた定期的な訓練等も欠かせません。

（2）機器類の維持管理

一般に機器類は、施設運用に伴って性能が劣化します。検知器等の機器類が、初期性能を維持し、故障を起こさず、正常な状態で機能するためには、機器の調整や交換、定期点検等計画的な維持管理が不可欠です。

（3）設備機器の改善

施設を運用していると、使用環境の変化や事故を契機として、機器類の改善が必要となることがあります。このような場合には、事故の原因分析や施設のリスク分析等を行い、最も効果的と考えられる事故対策を重点的に行うことが重要です。

3）施設建設時や改造時に防火・防爆仕様を明確にする必要がある

ごみ処理施設の新設や改造を計画しようとする場合は、防火・防爆対策を行う最も良い機会となります。計画段階によく考慮された防火・防爆仕様を明確に示すことで、事故を防ぎ、事故の規模を小さくすることが可能なのです。しかし、事故を経験した施設へのヒアリング調査では、以下の

ような状況が判明することが少なくありません。

- 危険物が混入しないことを前提とするなど、非現実的で安易な条件設定で施設の計画を行った。
- 計画が、実務担当者と切り離されて立案され、現場の知識や経験が生かされなかった。
- 計画立案者が実質的な仕様設定を行わず、コンサルタントに一任した。
- 仕様書に、「火災と爆発事故防止対策マニュアル」（本書のこと）に従う」とのみ記載されており、要求仕様が確定していなかった。

これでは、事故が防げる訳がありません。十分に考慮された仕様を明確に示すことは、非常に重要でありながら、十分認識されず、事故の可能性を増やしているのは残念なことです。

施設計画段階において、ハードウェア面の事故対策とソフトウェア技術面の事故対策を仕様書に明確に示すことによって、以後の実施設計が適切に行えるようにすることが強く求められます。

このように、施設を安全･安心に運用していくには、施設の「ハードウェアの整備」とともに「施設運用のソフトウェア技術の充実」も重要です。そして、これらを抜けなく効果的かつ適切に行い、安全で安心な施設運営をしていくために、ごみ処理施設へのマネジメントシステムの導入が望まれます。また、ごみ処理全体を視野に置いた事故防止のマネジメントシステムの必要性も無視できません。これは、火災や爆発事故の発生原因を究明し、上流側を含めた事業や施設の実態を十分把握した上で、事故防止に向けた対応策を重点的効果的に実施することであり、施設運営責任者はもちろん、職員一人一人に至るまで事故への認識を深め、安全対策への意識を高めて取り組むことが求められます。

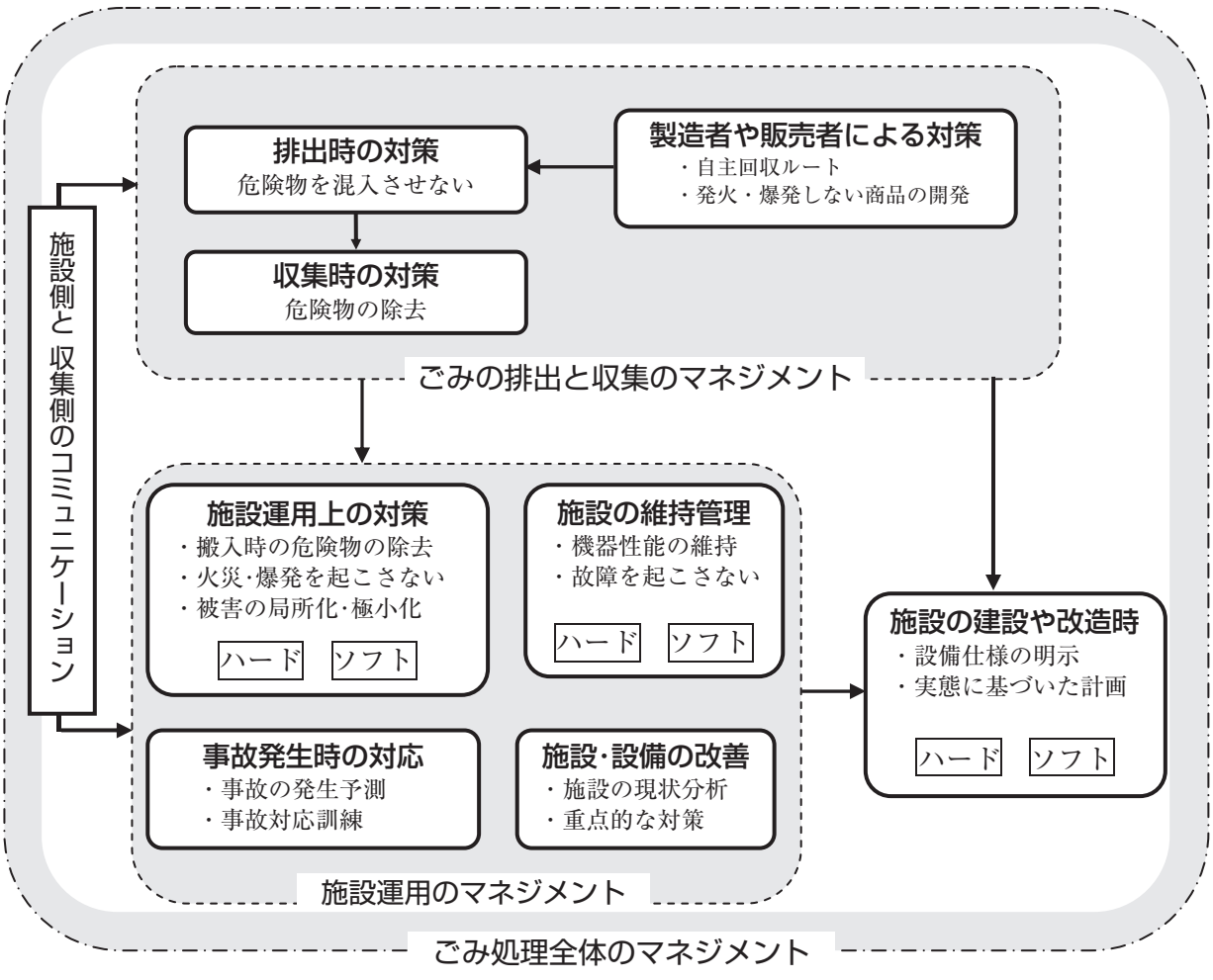


図 1.1.1.1　防火防爆対策の全体像

対象施設

Section

2

2.1 対象施設

●火災や爆発事故防止の観点から第一に焦点を当てるべき施設として、粗大ごみの破砕処理を主とするリサイクルセンターがあげられる。
●ごみ焼却施設ではごみピットでの火災にも注意が必要である。

一般廃棄物を処理する施設には下記の施設があります。

マテリアルリサイクル推進施設	容器包装リサイクル推進施設
	リサイクルセンター
	ストックヤード
	焼却残さ溶融施設
エネルギー回収施設	ごみ焼却施設
	ガス化溶融施設
	ガス化改質施設
	ごみ固形燃料化施設
	炭化施設
	ごみメタン化施設
有機性廃棄物リサイクル推進施設	ごみ高速堆肥化施設
その他	廃棄物運搬中継・中間処理施設

ごみ処理施設における火災や爆発事故は、粗大ごみの処理を行うリサイクルセンターで一番多く発生しています。

リサイクルセンターとは、可燃性・不燃性の粗大ごみ、不燃物及びプラスチック類、資源ごみを主な処理対象とし、廃棄物資源化関連事業（不燃物処理・資源化事業、及び可燃物処理・資源化事業）を行う施設、及び不用品の補修、再生品の展示又は保管等の事業を行う施設です。

リサイクルセンターでは、搬入ごみにボンベ等の爆発物が混入し、破砕機の衝撃により発生した火花により爆発あるいは発火する場合があります。近年の粗大ごみ処理施設の整備状況は、表 1.2.1.1 のとおりです。

また、ごみ焼却施設等では何らかの火種が搬入されごみピットで燃え上がる事故も発生しており注意が必要です。

表 1.2.1.1　粗大ごみ処理施設の整備状況（平成 3 年度～平成 15 年度）

型式	併用施設		破砕施設		圧縮施設		合計	
年度末	施設数	能力 t/ 日	施設数	能力 t/ 日	施設数	能力 t/ 日	施設数	能力 t/ 日
平成 3	295	12,653	240	9,778	53	1,243	588	23,674
4	337	14,529	217	8,674	56	1,259	610	24,462
5	314	12,977	233	9,355	50	1,113	597	23,445
6	354	14,518	228	9,436	50	1,096	632	25,050
7	372	15,541	228	9,020	54	1,156	654	25,717
8	397	16,350	218	8,773	55	1,159	670	26,281
9	412	16,839	210	8,339	58	1,276	680	26,454
10	429	17,201	203	8,728	54	1,071	686	27,000
11	429	16,928	200	8,375	51	1,149	680	26,452
12	441	17,181	201	8,201	53	1,226	695	26,608
13	439	17,038	202	8,702	57	1,611	698	27,350
14	436	16,695	210	8,804	50	1,331	696	26,830
15	434	16,644	210	8,413	44	1,388	688	26,445

（資料）環境省総合環境政策局環境計画課「環境統計集」より抜粋

参考として、リサイクルセンターの設備構成の一例を、図 1.2.1.1 に示します。

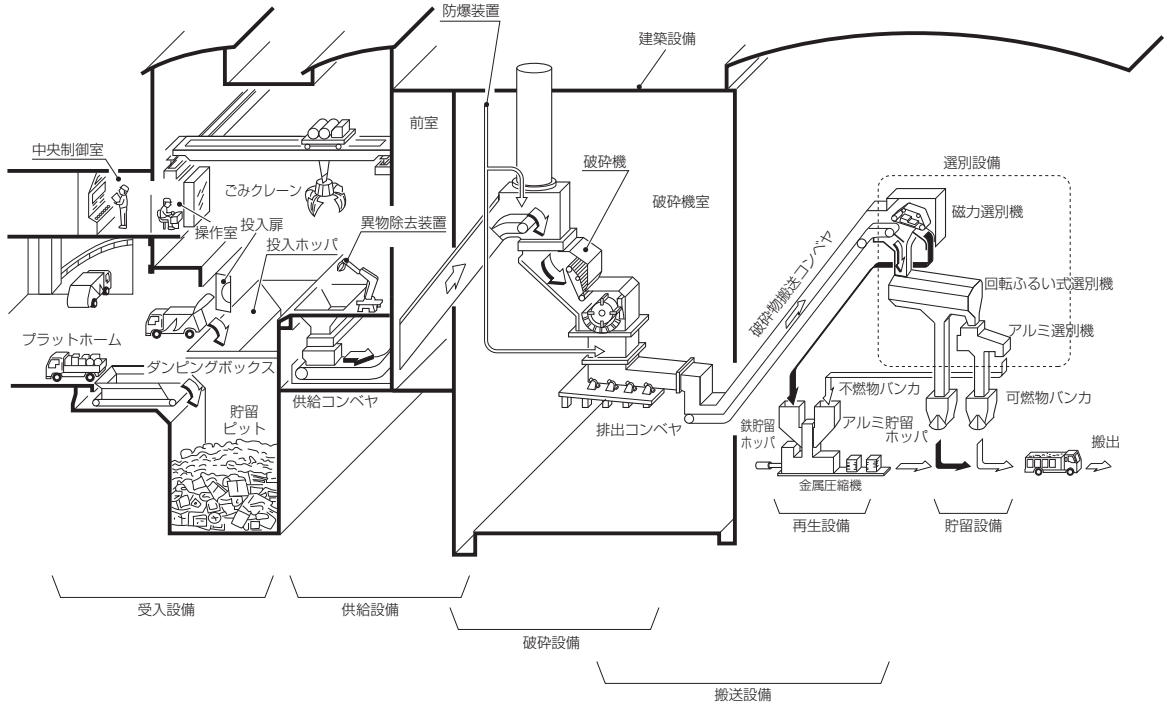


図 1.2.1.1　リサイクルセンターの一例

(1) 受入設備

施設が破砕対象ごみを最初に受入れるところで、搬入ごみの受入チェックを行い、搬入ごみ量の変動を吸収します。受入設備には、プラットホーム、貯留ヤード、投入扉、ダンピングボックス、貯留ピット等があり、防火・防爆対策上、重要な設備となっています。

(2) 供給設備

搬入された破砕対象ごみを、定量的に破砕設備に供給する設備で、危険物の検出や除去を行うこともあります。供給設備には、ごみクレーン、供給コンベヤ、危険物除去コンベヤ、有価物回収コンベヤ等があります。

(3) 破砕設備

破砕対象ごみを破砕する設備で、リサイクルセンターでは中核をなすものです。破砕設備に用いられる破砕機には、高速回転式、低速回転式、切断式等のタイプがあります。中でも、高速回転式は、特に防爆対策を考慮する必要がある破砕機です。

(4) 防爆設備

破砕対象ごみにカセットボンベ等が混入していると、破砕によって可燃性ガスが噴出し、条件によっては破砕機内で爆発が発生する場合があります。蒸気防爆設備は、水蒸気を破砕機内へ吹き込み、破砕機内を不活性状態にすることで、爆発を防止するものです。この他には、大量に空気を吹き込み、可燃性ガスを希釈するもの、破砕機の外に洩れた可燃性ガス対策や、爆発事故発生時の被害極小化対策としての爆風逃し口等もあります。

(5) 搬送設備

破砕されたごみを、選別設備まで搬送します。搬送手段としては、一般的には、ベルトコンベヤや急傾斜コンベヤが用いられています。搬送設備は、比較的出火の可能性が高く、防火対策上、重要なポイントの一つとなります。

(6) 選別設備

搬送設備で運ばれてきた破砕ごみを、鉄類やアルミ類、不燃物、可燃物、プラスチック類等、目的に合った成分に選別します。磁選機、アルミ選別機、回転式選別機または振動ふるい機、風力選別機等で構成されています。

(7) 貯留設備

破砕選別された処理物を、一時貯留します。貯留ホッパや貯留ヤード、コンパクタ・コンテナ等の設備があります。

(8) 集じん設備

施設の各所において発生した粉じんの捕集を行います。一般に、サイクロン、バグフィルタ、排風機等で構成されています。

(9) 電気計装設備

電気計装設備は、電気設備と計装設備より構成されています。

電気設備は、受電した電力を、必要とする電圧に変圧し、負荷設備に供給するものです。

計装設備は、各設備の状況を把握し、目的とする処理が達成できるように制御するものです。事故対策上から特に留意するものには、中央制御室、クレーン操作室、電源装置、動力盤、制御盤等があり、事故発生時に作動すべき機器類が正常に作動するよう配慮する必要があります。

(10) 建築設備

火災や爆発事故発生時には、プラント機器類と作業員等を保護する必要があります。そのため、建物は、火災が拡大しないよう、防火面の配慮が必要です。また、破砕機室は、爆風圧に耐える強度を持ち、かつ、爆風を適切に外部へ誘導するよう計画します。

(11) 消火設備

火災検知と消火を行います。消火設備には、スプリンクラーのように自動消火を行うものと、自衛消防隊や消防機関が利用する消火栓等があります。

消火設備には、法規制に基づいて設置するものと、法規制対象となっていないプラント設備に対して設置するものがあります。

2.2 破砕機

●リサイクルセンターで広く使われている高速回転式破砕機は、過熱金属や火花を発生するため、防火・防爆上の十分な配慮が必要。

自治体で使用されている破砕機は、構造別に「切断式破砕機」「回転式破砕機」「圧縮式破砕機」に大別されます。

また、破砕を目的としたものではありませんが、主に、回収金属の圧縮加工や廃プラスチックの減容化を目的とした圧縮機も使用されています。

図 1.2.2.1 はよく使用されている破砕機の分類を示したものです。

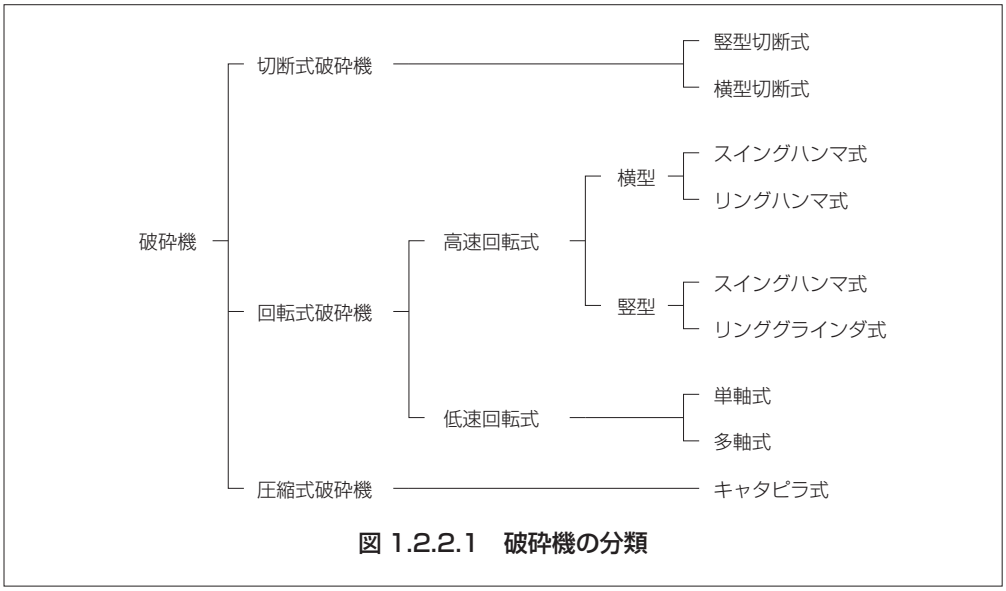


図 1.2.2.1　破砕機の分類

以下に、リサイクルセンターで多用される、切断式破砕機と回転式破砕機について説明します。

1）切断式破砕機

切断式破砕機は、切断刃でごみを押し切る方式の破砕機で、特に可燃性の粗大ごみ、家具、畳、布団等の軟性物や延性物の処理に適しています。

切断式破砕機は、刃の動く方向によって、竪型、横型に分類できます。

切断式破砕機は、破砕時の衝撃が少ないことから、爆発の危険性が少ないことが特徴とされています。

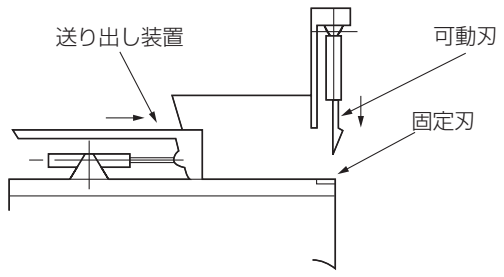


図1.2.2.2　竪型切断式破砕機 [1)]

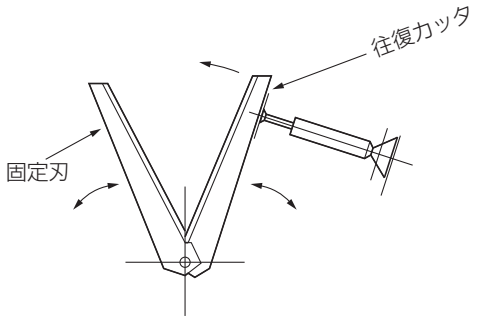


図1.2.2.3　横型切断式破砕機 [1)]

2）回転式破砕機

回転式破砕機は、高速回転式破砕機と低速回転式破砕機に大別され、防火や防爆の観点から、その性状は大きく異なっています。

（1）高速回転式破砕機

一般的に、高速で回転するロータにハンマ状のものを取付け、ケーシングに固定したバーや衝突板との間の衝撃やせん断、すりつぶし作用によって破砕するものです。

高速回転式破砕機は、ロータの軸の方向によって、横型と竪型に、また、ハンマまたはグラインダの違いによって、リングハンマ式、スイングハンマ式、リンググラインダ式等に分類されます。

高速回転式は、一般的に、固くてもろいものを破砕するのに適しており、大容量の処理が可能な破砕機です。但し、このタイプの破砕機は、繊維製品やマットレス等の柔らかいものの破砕には適していません。

切断式では、ごみはほぼ一定の大きさに切断されますが、回転式では、固くてもろいものは細かく砕かれ、柔らかいものは粒度が大きくなります。この性質を利用して、破砕ごみを粒度や比重によって、不燃性のものとプラスチックや紙類等の可燃性のものに選別を行っています。また、鉄類やアルミ類（非鉄金属）等は、磁選機やアルミ選別機を利用して選別しています。

高速回転式の破砕機は、破砕原理上、破砕によって、粉じんばかりでなく、火花の発生や破砕金属の加熱があるため、爆発や火災の原因になることがあります。

従って、高速回転式破砕機を組み込んだ施設では、事故防止のための周到な計画が要求されます。

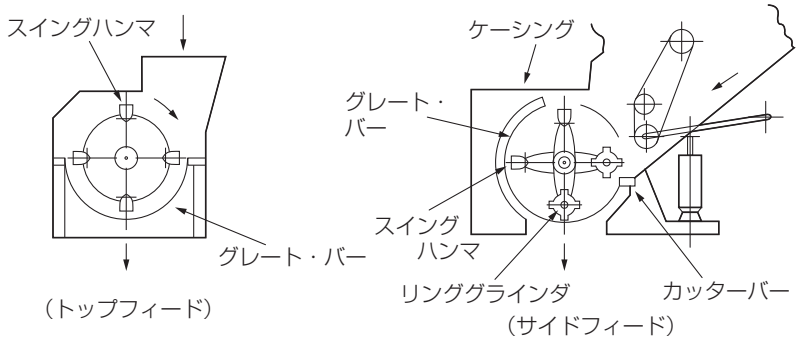


図1.2.2.4　高速回転式破砕機（横型）[1)]

(2) 低速回転式破砕機

低速回転式破砕機は、低速で回転する回転刃と固定刃またはもう一つの回転刃との間でせん断する機構を持った破砕機で、最近多く使用されています。

この形式の破砕機は、大きな金属片やコンクリート塊等の処理は困難ですが、可燃性粗大ごみや軟質のごみを破砕するのに適しています。

低速回転式破砕機は、爆発や火災の危険性は高速回転式ほど高くはありませんが、搬入ごみの危険度や破砕機の使用目的に合わせた対策が必要です。例えば、カセットボンベ等のガス抜きを目的として破砕機を設置した場合は、他の目的で設置したもの以上に慎重な対策が必要です。

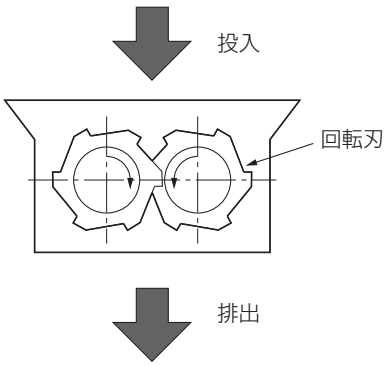


図1.2.2.5　低速回転式破砕機（2軸）

(3) 破砕機の普及状況

平成 19 年度、全国の市と関連一部事務組合を対象（697 団体）にアンケート調査を実施した結果、574 団体（有効回答数）、765 施設（破砕機所有施設）から回答を得ました。

765 施設の種類別の内訳では、リサイクルセンター（粗大ごみ処理施設含む）が 379 施設 50%と最も多く、次いで、ごみ焼却施設の 310 施設 41%、ガス化溶融施設･ガス化改質施設が 41 施設 5%、ごみ固形燃料化施設の 22 施設 3%となっています。

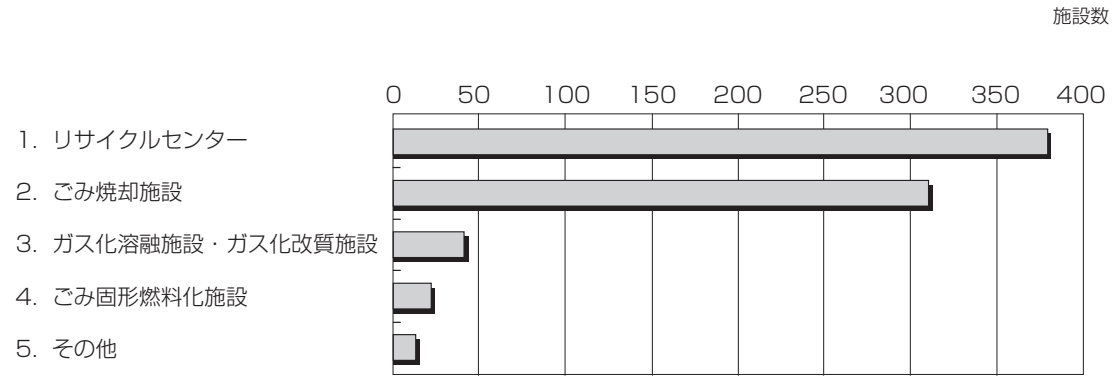


図1.2.2.6　破砕設備を有する種類別施設数

破砕設備を数多く有するリサイクルセンターにおいて、設置されている破砕機の種類別では、横型高速回転式が164基33%、竪型高速回転式が138基28%で、合計302基61%が回転式破砕機となっています。この他、低速回転式が114基23%、切断式が59基12%となっています。

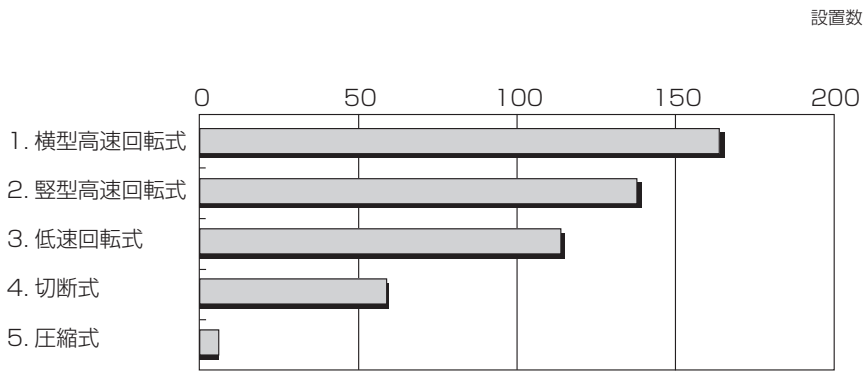


図1.2.2.7　リサイクルセンターにおける破砕機の種類別設置数

事故の実態

Section

3

3.1 事故事例

事例 1：夜 24 時頃に不燃性粗大ごみピットより出火。消防車が出動したが、消火に手間取り、ピットを水没させて約 5 時間後に鎮火。原因特定できず。復旧費約 6 億 2,500 万円。
事例 2：夜間自動火災報知器により破砕物搬送コンベヤからの発火を確認。煙のため、消火活動進まず、鎮火までに 1 時間を要す。原因は過熱金属片の可能性も。復旧費約 5 億円。
事例 3：昼休み終了時に破砕物搬送コンベヤから出火。消火器による初期消火で火勢衰えず。消防車出動し約 2 時間後に鎮火。原因は過熱金属片の可能性も。復旧費約 1 億 3,000 万円。
事例 4：プラスチック減容機排出部からの出火を自動火災報知器により発見。職員が消火器と水道栓により鎮火。原因は昼休み中も減容機のヒーターの通電しっぱなしに関係か。復旧費不明。
事例 5：アセチレンガス切断機を使用した改修工事中に風力選別用集じん機内に引火し、その後ダクトを通って風力選別用脱臭装置内の活性炭にも引火した。復旧費約 1,400 万円。

事例 1：A 市粗大ごみ処理施設のごみピット火災

ごみ焼却施設（全連続焼却式）に隣接している粗大ごみ処理施設で、夜間にごみピットより火災が発生した。

1）火災発生時間　23 時 45 分頃

2）火災発生場所　不燃性粗大ごみピット

3）火災発生から鎮火までの経過

(a)　23 時 45 分頃、破砕施設のガードマンが詰所で火災警報を聞き、破砕施設事務所の自動火災警報盤でごみピットの火災を確認した。

(b)　直ちにプラットホームに駆けつけ、火災の発生を確認するとともに初期消火を開始した。しかし、消火困難と判断し、焼却工場の職員に消防機関への通報を依頼した。

(c)　焼却工場の職員は、0 時 1 分消防機関に通報後、管理職等に電話連絡し、消火活動のために破砕施設に駆けつけたが、煙がひどく近寄れない状況であった。

(d)　消防機関による消火活動でも、火元がピット貯留ごみの内部であったため、上側の粗大ごみが傘の役割を果たして消火水が届かず火がなかなか消えなかった。最終的にはピットを水没させて、5 時間以上経過後の、朝 5 時頃に鎮火した。

4）火災の原因

消防署の現場検証が行われたが、火災原因については特定できなかった。

5）被害状況

(a)　人的被害：なし

(b)　施設の被害概要：下記の設備が焼損した。

機械設備

- 危険物取り出し装置（旋回ローダー式）　5 基
- ごみ供給クレーン　2 基
- 危険物コンベヤ
- せん断式破砕機のダクト

電気計装設備

- 中央制御室の操作・制御盤
- 投入監視室の操作・制御盤及びピット内の配線と機器
- コンベヤ室のピットに隣接の電線

建築関係
- クレーン操作室
- クレーンランウェイのブラケット
- ピット天井の鉄骨屋根及びその付属品
- ピットの柱及び壁

(c) 復旧費　　約 6 億 2,500 万円
(d) 休止期間　　約 3 カ月

6）対策

復旧工事の他に、防火性能向上のため、次の対策がなされた。

(a) 火災検知装置の強化
- ピット内の温度上昇を検知できる赤外線式の火災検知装置を 2 基設置し既設の煙感知装置、光電管式検知器、自動火災報知器と連動させた。
- 光電管式検知器 1 基増設した。
- ピット天井の煙感知機 5 基増設した。

(b) ピット監視用モニタを焼却施設中央制御室と警備員室に設置した。

(c) 火災警報表示
- 隣接の焼却施設中央制御室と警備員室に火災警報ベルと火災内容を確認できる警報表示盤を設置した。

(d) 消火散水装置の強化
- 専用消火ポンプを設置した。
- 専用消火ポンプの電源は保安動力にした。
- プラットホームとクレーン操作室に手動の起動スイッチを設けた。
- 消火用水確保のため量水器を 80A から 150A にアップした。

(e) ピット天井に消火活動効率化と職員等の安全を確保するため、換気扇とトップライトを設置した。

(f) ピット入口部シャッターの作動方式変更
- 停電対策としてシャッターの作動方式を電動、水圧、手動の 3 方式とした。

(g) 中央制御室のピット側の窓を廃止し、クレーン操作室との間を防火扉で区切って防火区画構造とした。

7）事例からの教訓

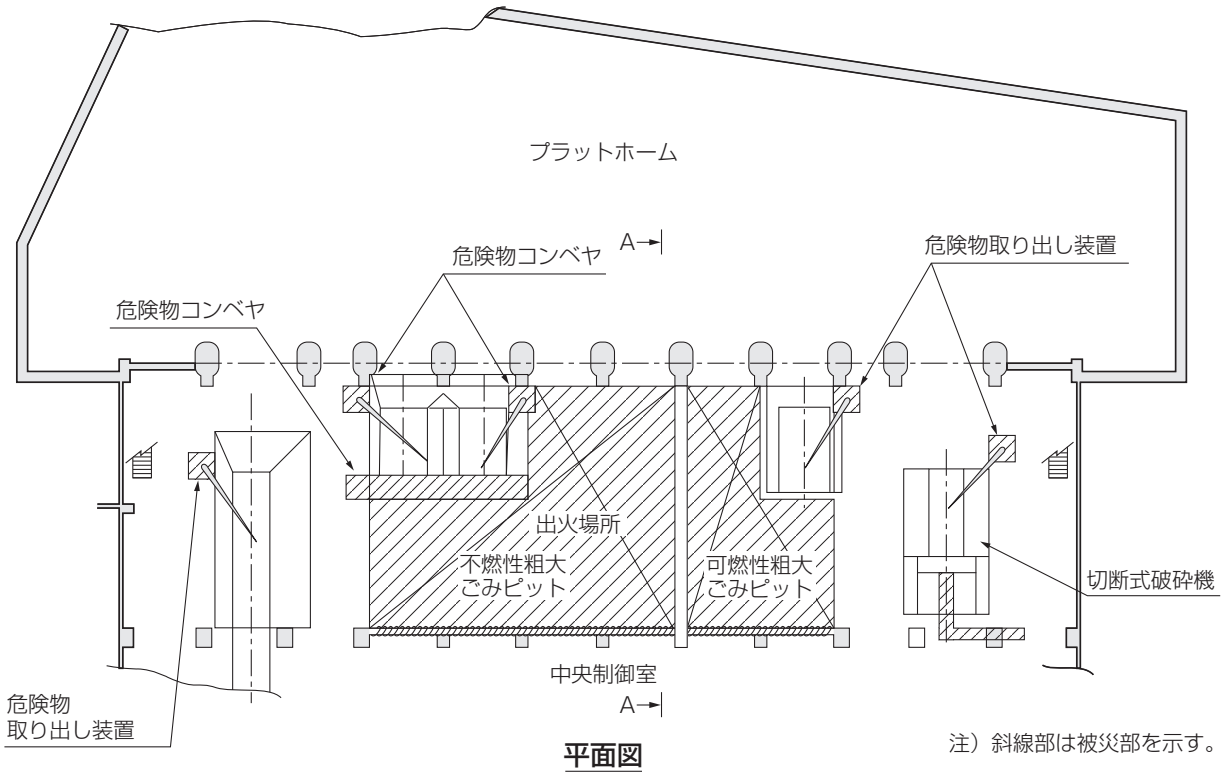
(a) 不燃性粗大ごみは燃えないと思いがちだが、家電品によっては、プラスチック等の可燃物組成が 40％程度もあるため、火種があれば火災となりうる。しかもいったん火がつくと、なかなか消火しにくいことを事例は示している。

(b) 火災を比較的早い時期に発見しても、煙が蔓延して火元の確認が難しく、消火活動に支障を生じる場合がある。

(c) ごみピットのように貯留量が多い場所で火災が発生し、そこに設備類や油圧配管、中央制御室、電気計装設備の配線等が面していると広範囲に被害が及ぶとともに、これによって、非常用の設備が作動せず大事故となる場合があるので、プラント機器の配置計画では慎重に検討する必要がある。

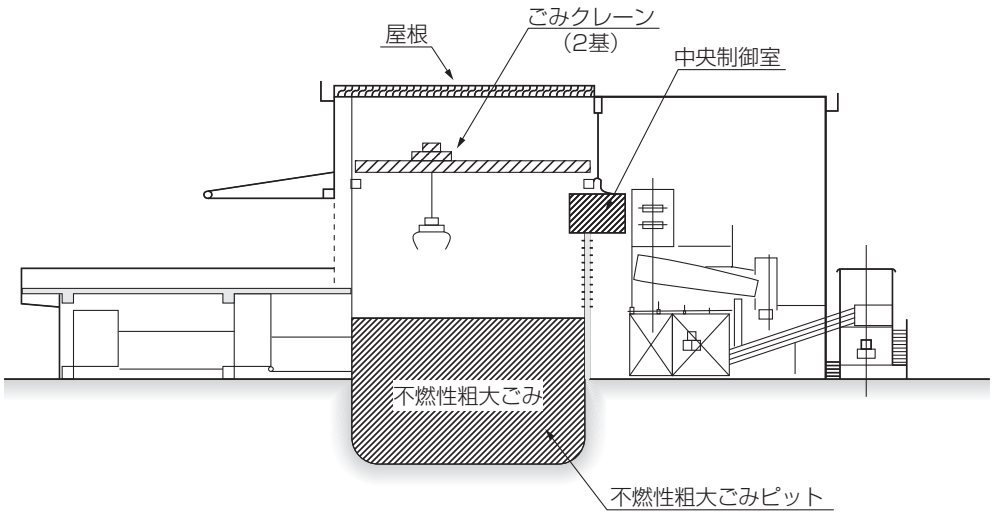
(d) ごみの火災はくすぶり時間があった後、一気に燃え上がるといわれている。ごみを大量に貯留しておく施設等では、消防法で規定されている感知器のほかにも他の種類の感知器を設け、火災をくすぶりの段階の早期の内に発見することが大切である。また、停電時や作業終了後でも、感知器や消火設備類が作動するよう配慮しておくことが望まれる。

(e) 搬入ごみはその日のうちに処理し、ピット内に残さないことが望ましい。



平面図

注）斜線部は被災部を示す。

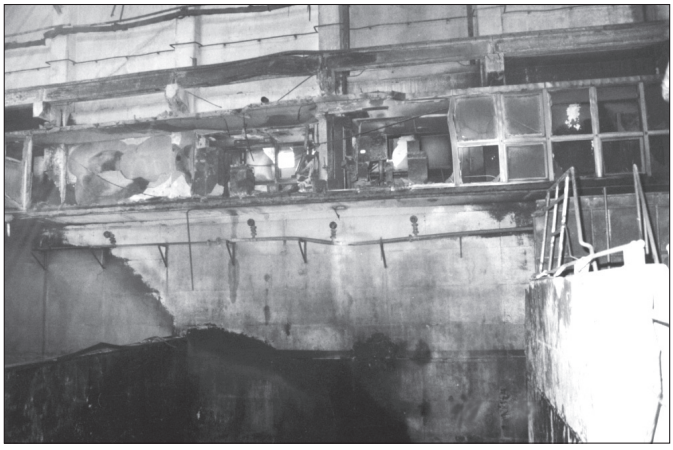


注）斜線部は被災部を示す。

A-A　断面図

図1.3.1.1　被災状況図

貯留ピット上部天井
天井フレーム、クレーン、クレーン操作室、中央制御室等が被災した。



中央制御室、クレーン操作室の被災状況
ごみ貯留ピットに面していたこれらの設備が被災した。

ごみ貯留部の状況
不燃性粗大ごみピットから出火して、大きな災害となった。

図1.3.1.2　被災状況写真

事例２：Ｂ市粗大ごみ破砕処理施設・破砕物搬送コンベヤの火災

焼却施設(全連続焼却式)に隣接している破砕処理施設の破砕物搬送コンベヤ付近から夜間に出火し、被害が後続の選別設備にも及ぶ大きな火災となった。

1）火災発生時間　21 時頃

2）火災発生場所　破砕物搬送コンベヤ付近

3）火災発生から鎮火までの経過

夜 21 時頃、自動火災報知器が作動、隣接の焼却施設の職員が直ちに現場に駆けつけたところ、建屋内には煙が蔓延しており、破砕物コンベヤ棟から煙が出て、破砕物搬送コンベヤの火災は選別設備にまで達していた。既に、危険な状況で、自力で消火活動ができる状態ではなかったため、消防機関に連絡した。消防車が到着して消火活動を開始したが、煙によって火元がはっきりしなかったため、有効な注水ができず、鎮火したのは 1 時間後の 22 時であった。

4）火災の原因

火災の原因は確定できなかったが、残存破砕ごみ中の赤熱した破砕金属片が長時間可燃物を加熱し、着火させた可能性もある。

5）被害状況

(a)　人的被害：なし

(b)　施設の被害概要：

- 破砕物搬送コンベヤ焼損
- 磁選機、トロンメル焼損
- コンベヤ棟、選別棟の上部が焼損

(c)　復旧費　約 4 億 9,000 万円

(d)　休止期間　約 3.5 カ月（暫定復旧工事期間）

6）対策

復旧工事の他に、施設の防火性能向上のため、次の対策がなされた。

(a)　火災感知機の強化

- 排出コンベヤの上方に煙感知機、選別室に熱感知機を増設した。

(b)　消火散水装置の強化

- 建物の外側に連結送水口を設け、プラント機器専用の送水配管を設けた。
- 破砕機まわりや破砕物搬送コンベヤ、貯留ホッパの消火散水量を増量した。
- 建物の外側に消火散水用の手動スイッチを設置した。

7）事例からの教訓

本事例の他にも、高速回転式破砕機に続く破砕物搬送コンベヤの火災事例は、数多く報告されている。運転管理上注意すべき事項として次の項目があげられる。

(a)　終業時コンベヤ上の破砕物は空にしておく。

(b)　コンベヤ廻りの清掃を励行する。

(c)　作業終業時コンベヤ上に散水しておく。

また、火災発生時の被害極小化対策としては、次の項目があげられる。

(a)　早期発見装置及び自動消火散水装置の設置
(夜間不在となる施設においては、特に必要)

(b)　破砕物搬出コンベヤには、消火散水ノズルを設け、消火活動がしやすいよう、ベルトカバーの一部は簡単に脱着できる構造とする。

(c)　桟付きベルトは、ベルト面を水が流れにくいので、散水ノズルの取り付けピッチを小さく

したり、水が流れやすい構造にする等の配慮が必要である。

(d)　ベルトカバーを設けた傾斜コンベヤは、煙突効果により延焼を早める場合があるので注意が必要である。本事例では破砕物搬送コンベヤの火炎を遮断できる機構があれば、被害が小さくて済んだものと思われる。

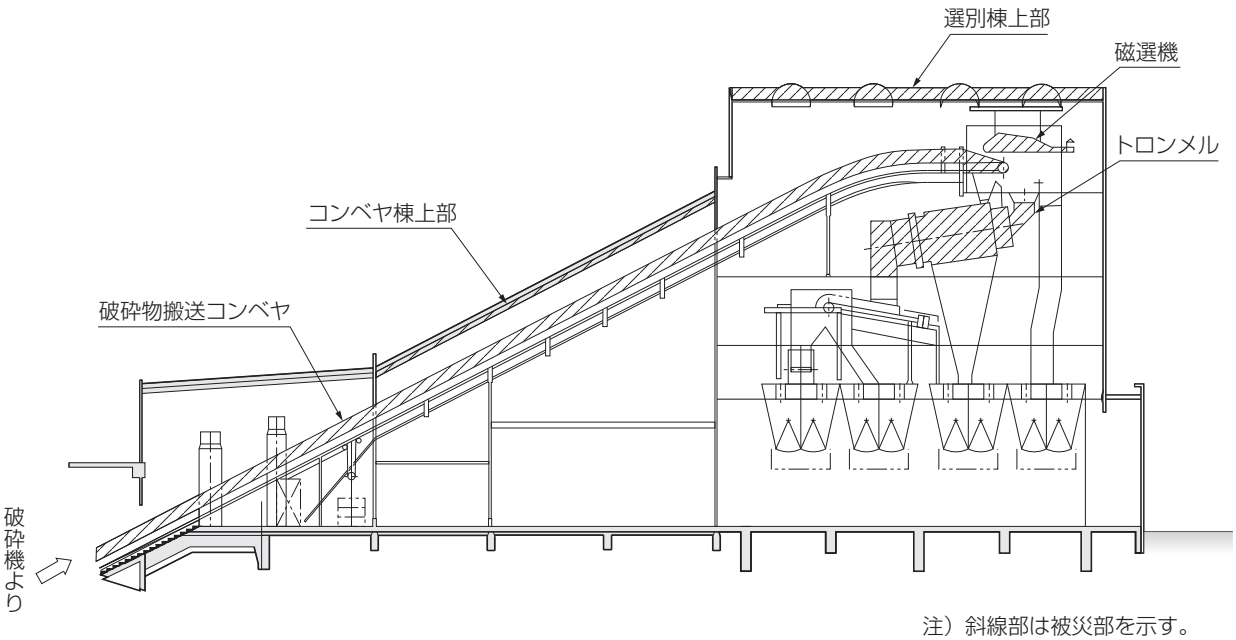


図1.3.1.3　被災状況図

事例３：C市粗大ごみ処理施設のコンベヤベルトの火災

破砕物搬送コンベヤから、昼休み時間に火災が発生し、選別設備にまで延焼した。

1）火災発見時間　　13時2分

2）火災発生場所　　破砕物搬送コンベヤ

3）火災発生から鎮火までの経過

11時55分頃午前中の操業を終了し、プラントを停止した。13時2分職員が火災を発見、直ちに消火器による初期消火を行った。火勢が衰えないので13時8分頃消防機関に通報した。13時20分消防車が到着、14時51分鎮火した。

4）火災の原因

火災の原因については特定できなかったが、残存破砕ごみ中の赤熱した破砕金属片が可燃物等を加熱し、時間をかけて着火させた可能性も考えられる。

5）被害状況

(a)　人的被害：なし

(b)　施設の被害概要：

- №1破砕物搬送コンベヤ上部焼損

- No.2 破砕物搬送コンベヤ全損
- 磁選機全損
- トロンメル入口部焼損
- バグフィルタ半焼（濾布）
- 照明機器、及び 3 階より上階の動力配線、制御系統の配線全損

(c)　復旧費　　約 1 億 3,000 万円

(d)　休止期間　　約 1 カ月

6）対策

復旧工事の他、防火性能向上のため、次の対策を行った。

(a)　消火散水の強化

- 受水槽に、火災検知と連動した送水ポンプを増設。
- No.1, No.2 破砕物搬送コンベヤを中心に、散水範囲を広げ、散水量を増加。
- No.1, No.2 破砕物搬送コンベヤを中心に、火災検知で一斉散水する方式に変更。

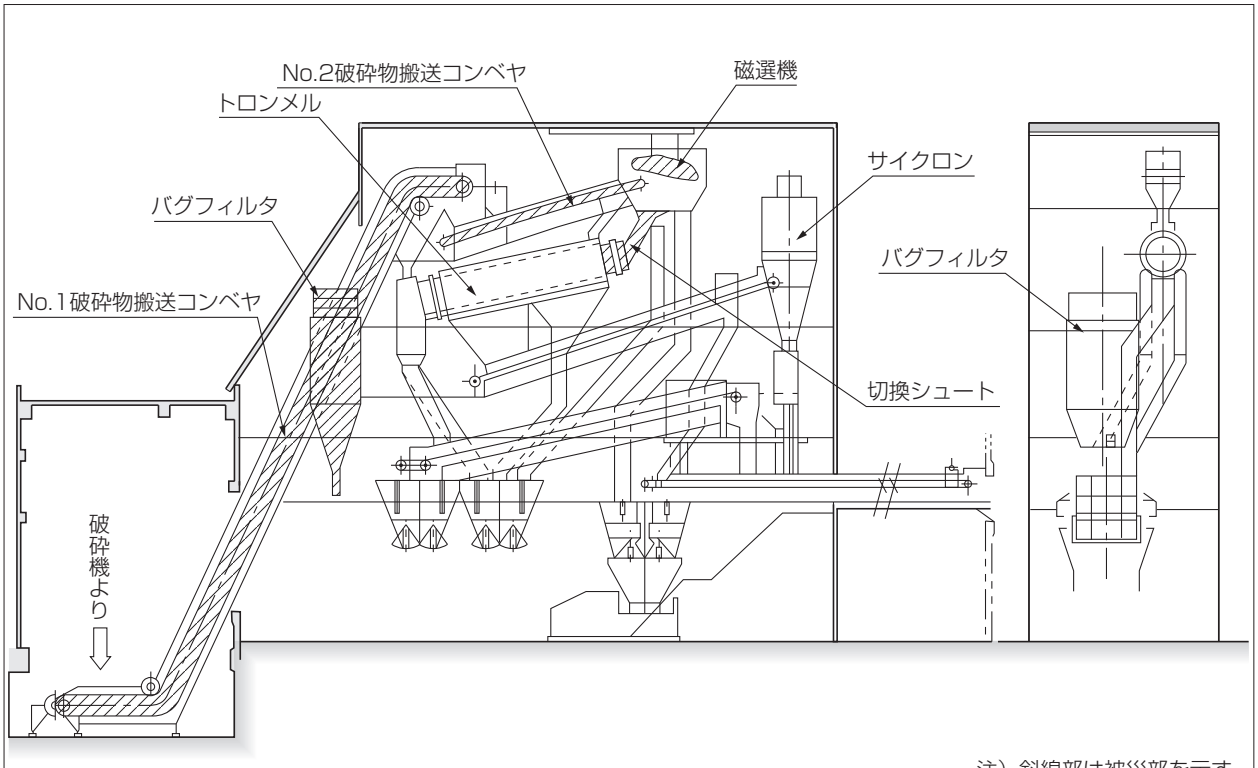
(b)　No.1 破砕物搬送コンベヤ用 ITV をカラーに変更し、視認性を向上。

(c)　選別棟の 3 ヶ所のはめ殺し窓を排煙窓に改造。

7）事例からの教訓

(a)　本事例は破砕ごみがコンベヤ上に残っていた状態で火災が発生したものである。発火が昼休みにかかっていたため、発見が遅れ、就業時間中にもかかわらず被害が大きくなったものである。

(b)　プラント設備の停止は、投入したごみが、搬送・選別設備の各機器を通過し、処理が完了したことを確認してから行う。



注）斜線部は被災部を示す。

図1.3.1.4　被災状況図

事例４：D組合　プラスチック減容機に関係した火災

スクリュー式のプラスチック減容機排出部で火災が発生した。

1）火災発生時間　　13時頃

2）火災発生場所　　プラスチック減容機排出部

3）火災発生から鎮火までの経過

(a)　13時頃火災報知器により職員が火災発見

(b)　消防機関に出動を要請し、消防車到着前に職員がマスクをして減容機室に入り、消火器と水道栓の水で消火した。

4）火災の原因

火災の原因については特定できなかったが、昼休み時間も減容機のヒーター（440V/5kw）だけは通電していたので、このことがなんらかの関係があったのではないかと思われる。

5）被害状況

(a)　人的被害：なし

(b)　施設の被害概要：

- 脱臭装置プレフィルタ及び活性炭フィルタ焼損
- 蛇腹ホース焼損
- 天井の火災報知器センサー損傷

(c)　復旧費　　不明

(d)　復旧期間　　不明

6）対策

(a)　減容機の冷却水量を増加した。

(b)　昼休み時間にも火災が発生し得ることについて、関係者に注意を喚起した。

事例５：E市　集じん設備に関係した火災

コンベヤ取替え工事においてアセチレンガス切断機を使用した際に風力選別用集じん機内に引火し、その後ダクトを通って風力選別用脱臭装置内の活性炭にも引火した。

1）火災発生時間　　9時30分頃

2）火災発生場所　　風力選別用集じん機

3）火災発生から鎮火までの経過

コンベヤ取替え工事において工事業者がアセチレンガス切断機を使用した際に風力選別用集じん機内に引火し、その後ダクトを通って風力選別用脱臭装置内の活性炭にも引火した。直ちに作業員及び市職員にて水ホース、消火器にて消火活動を行い、12時50分頃鎮火した。

4）火災の原因

火災の原因は確定できなかったが、工事業者が修繕中、引火した可能性がある。

5）被害状況

(a)　人的被害：なし

(b)　施設の被害概要：

- 風力選別用集じん機焼損
- 風力選別用脱臭装置焼損
- ダクト焼損

(c)　復旧費　　約 1,400 万円
(d)　休止期間　　約 2 カ月

6）対策

復旧工事の他に、施設の防火性能向上のため、次の対策がなされた。

一般改修工事を実施する際には、個々の工事における安全計画を策定し、その安全対策に努め、施設職員及び工事実施者相互が十分な認識の下に安全工事を実施することとした。

7）事例からの教訓

(a)　集じん設備の近くで火花の発生を伴う工事を行わない。
(b)　施設の清掃を徹底して、ダスト類を堆積させない。
(c)　改修等の工事における危険要因を抽出把握し、工事を実施する際に安全対策を講じる。

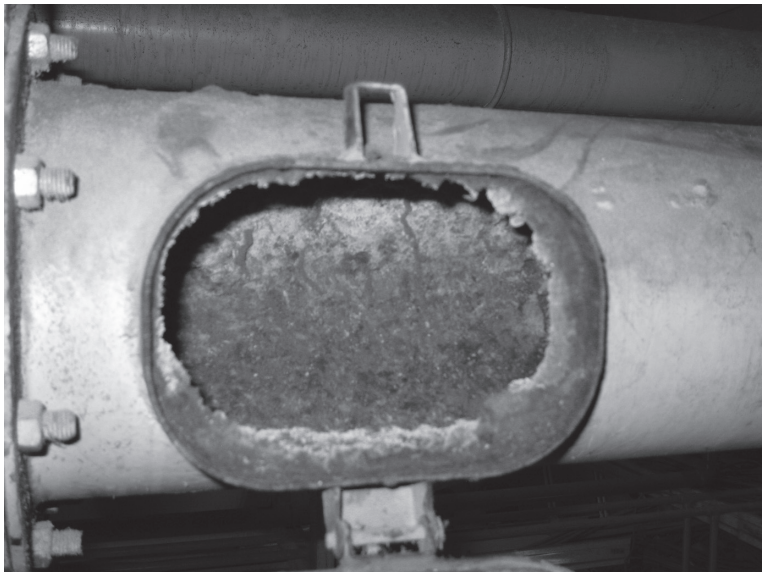


図 1.3.1.5　ダクト内部のほこりの堆積状況

3.2 アンケートから見た火災・爆発事故の実態

- 過去5年間にリサイクルセンター、ごみ焼却施設、ごみ固形燃料化施設では10%を超える施設で火災事故が発生。特にごみ固形燃料化施設での火災事故が多い。
- 過去5年間にリサイクルセンターの約13%で爆発事故が発生。
- 施設の新旧に関わらず火災・爆発事故が発生している。
- 規模の大きい施設ほど事故が多くなる傾向にあるが、5t/5h未満のリサイクルセンターにおいても過去5年間に約15%の施設で火災事故が発生。

平成19年度に、全国の市や関連一部事務組合を対象（697団体）にごみ処理施設の事故実態と管理運営状況に関するアンケート調査を実施しました。以下、回答のあった574団体（331市、243組合）765施設について、火災・爆発事故の実態をみてみましょう。

1）ごみ処理施設別の事故発生率

平成14年度から平成18年度の過去5年間で、火災事故は、ごみ固形燃料化施設の約40%、リサイクルセンターの約12%、ごみ焼却施設の約11%、ガス化溶融施設・ガス化改質施設の約9%の施設で発生しています。なお、事故とは、設備の破損があり施設の停止1日以上、又は消防を呼んだ、又は後日事故として報告した爆発又は火災の発生としました。

爆発事故は、リサイクルセンターの約13%、ごみ処理施設の約8%、ごみ固形燃料化施設の約5%の施設で発生しています。

表 1.3.2.1　ごみ処理施設別の過去５年間の事故発生率

施設種類	有効回答施設数	爆発事故発生率（件／施設）	爆発事故発生率（施設／施設）	火災事故発生率（件／施設）	火災事故発生率（施設／施設）
リサイクルセンター	307	0.19	13.0%	0.17	12.4%
ごみ焼却施設	243	0.12	8.2%	0.11	10.7%
ガス化溶融施設・ガス化改質施設	35	0.00	0.0%	0.09	8.6%
ごみ固形燃料化施設	20	0.05	5.0%	0.50	40.0%
全施設	605	0.14	10.1%	0.15	12.4%

※事故発生率（件／施設）　＝事故発生件数／有効回答施設数
※事故発生率（施設／施設）＝事故発生施設数／有効回答施設数

2）施設稼働開始時期と事故発生率

施設の稼働開始時期と火災･爆発事故の関係を見ると、それほど顕著な関係は見られません。また、新しい施設で、古い施設よりもはるかにすぐれた設備を装備している場合であっても、事故は発生しています。

このことは、むしろ新しい施設では施設に対する過信があり、事故防止のためのきめ細かい対応が十分されていないために、事故が起こっているといえるかもしれません。

表 1.3.2.2　施設稼働開始時期と過去 5 年間の事故発生率

ごみ処理施設の稼動開始年度	有効回答施設数	爆発事故発生率（件／施設）	爆発事故発生率（施設／施設）	火災事故発生率（件／施設）	火災事故発生率（施設／施設）
昭和 56 年以前	81	0.16	9.9%	0.16	13.6%
昭和 57 年～昭和 60 年	58	0.21	12.1%	0.10	10.3%
昭和 61 年～平成元年	78	0.14	9.0%	0.18	15.4%
平成　2 年～平成　5 年	79	0.25	15.2%	0.18	10.1%
平成　6 年～平成　8 年	93	0.13	10.8%	0.13	12.9%
平成　9 年～平成 12 年	129	0.09	8.5%	0.14	14.0%
平成 13 年～平成 16 年	113	0.06	6.2%	0.25	15.0%
平成 17 年以後	31	0.06	6.5%	0.10	9.7%

※事故発生率（件／施設）　＝事故発生件数／有効回答施設数
※事故発生率（施設／施設）＝事故発生施設数／有効回答施設数

3）リサイクルセンター処理能力と事故発生率

リサイクルセンターの処理能力別の事故発生状況をみると、爆発事故は 30t/5h 以上の施設で多くなる傾向にあります。このことは、処理量が増えるほど、爆発の原因物質の混入する確率が高くなり、事故につながりやすいことを意味しています。なお 100t/5h 以上の施設で爆発事故発生率が低いのは水蒸気吹込式防爆方式の導入率（約 47%）が高いためと考えられます。

また、火災事故も規模の大きい施設ほど多くなる傾向にありますが、5t/5h 未満の施設においても過去 5 年間に約 15%で火災事故が発生しており注意が必要です。

表 1.3.2.3　リサイクルセンター処理規能力と過去 5 年間の事故発生率

処理規模（5h 当たり）	有効回答施設数	爆発事故発生率（件／施設）	爆発事故発生率（施設／施設）	火災事故発生率（件／施設）	火災事故発生率（施設／施設）
5t 未満	14	0.00	0.0%	0.15	15.4%
5 ～ 10t 未満	20	0.14	7.1%	0.04	3.6%
10 ～ 30t 未満	41	0.15	11.5%	0.20	13.8%
30 ～ 50t 未満	83	0.27	18.1%	0.11	9.6%
50 ～ 70t 未満	87	0.20	14.6%	0.22	19.5%
70 ～ 100t 未満	28	0.35	20.0%	0.55	15.0%
100t 以上	13	0.07	7.1%	0.29	28.6%
全リサイクルセンター	286	0.19	13.3%	0.19	13.3%

※事故発生率（件／施設）　＝事故発生件数／有効回答施設数
※事故発生率（施設／施設）＝事故発生施設数／有効回答施設数

3.3 アンケートから見た火災事故の実態

- ●受入貯留部と破砕処理に伴う火災トラブルが多い。火災発生件数も年々増加の傾向。
- ●リサイクルセンターでは処理終了後の夜間にも火災の約 15%が発生、注意が必要。
- ●復旧費 3,000 万円以上の大規模被害も多く発生。早期発見と適切な対応が重要。
- ●火災の約 4 割を作業員が発見し、約 3 割を火災感知器で発見。
- ●出火場所の多くは、受入貯留部、破砕機、搬送設備。これらの設備には、特に注意が必要。
- ●火災発生原因は、破砕機による火花と可燃ガス類や過熱金属片が多い。破砕機直後の防火対策がポイント。
- ●市民啓発、ごみ収集方法の改善、防火訓練等ソフトウェア技術面の対応も必要。同時に、消火装置や各種感知器等のハードウェアの対策も重要。

1）火災トラブルの発生状況

トラブルの発生について把握・分析していると回答のあった 441 施設の内、火災トラブルは、平成 14 年度から 18 年度までの 5 年間に延べ 571 施設 2,742 件発生しています。5 年間平均で、毎年約 26%の施設で火災トラブルが発生していることになります。なお、トラブルとは、施設の停止 1 日以内で消防を呼んでいない、かつ後日事故として報告していない火災の発生としました。

火災トラブルの発生場所は、破砕機が約 22%、受入貯留ピットが約 20%と多くなっています。次いで、破砕物搬送コンベヤが約 13%、供給コンベヤが約 10%となっています。

なお、リサイクルセンターでは破砕機が約 24%、焼却施設では受入貯留ピットが約 26%と最も多くなっています。

2）火災事故発生件数

平成 14 年度から平成 18 年度までの 5 年間に 96 施設 120 件の火災事故が発生しています。5 年間平均で、毎年 2.5%の施設で火災事故が発生しています。なお、事故とは、設備の破損があり施設の停止 1 日以上、又は消防を呼んだ、又は後日事故として報告した火災の発生としました。

火災事故発生件数は平成 14 年度以降、増加の傾向にあり、平成 18 年度は平成 14 年度の約 2 倍となっています。

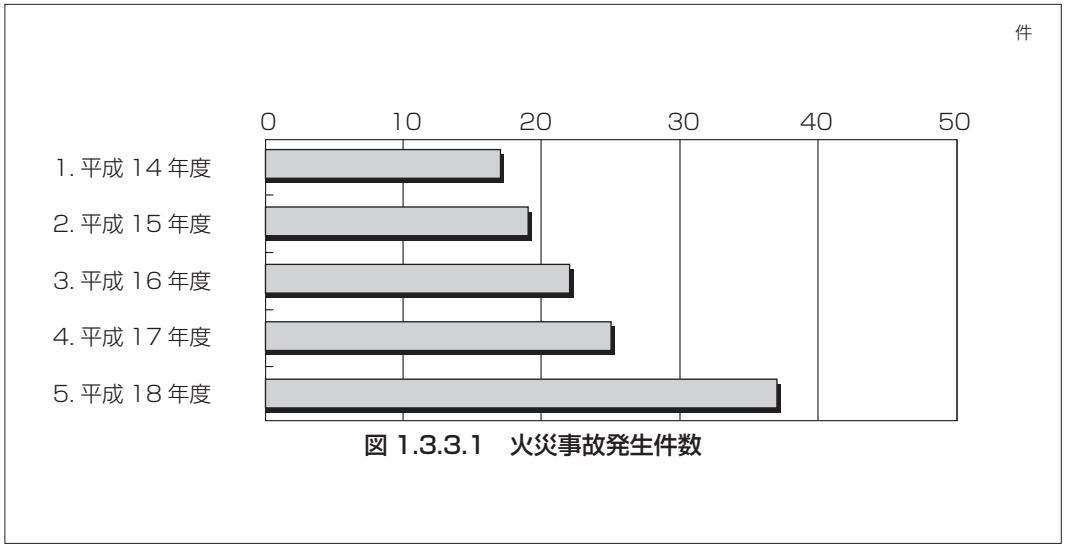


図 1.3.3.1　火災事故発生件数

3）火災発生時刻

リサイクルセンターでの火災発生時刻は、9 時～ 12 時までの時間帯に全火災発生件数の約 38%が発生しています。18 時までの発生件数を合わせると、約 85%が操業時間内に火災が発生しています。

リサイクルセンターにおいて夜間の 18 ～ 6 時の時間帯に約 15%発生しており、夜間運転をしていない施設が多いことを考えると、防火対策の充実が望まれます。

他施設の 9 時～ 18 時までの発生状況は、破砕処理のある焼却施設で約 79%、破砕処理のない焼却施設で約 67%、ごみ固形燃料化施設で約 45%となっています。

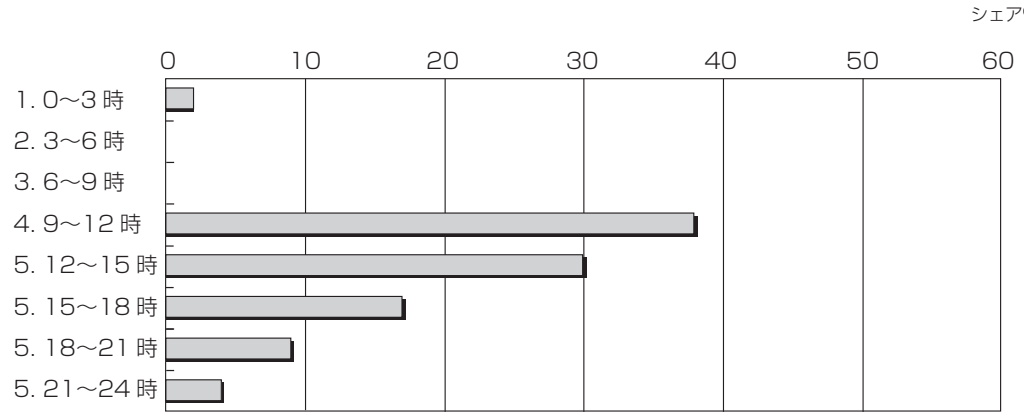


図1.3.3.2　火災発生時刻（リサイクルセンター）

4）火災事故の被害

火災事故による施設の休止期間は、1 日以下が約 47%と比較的小さな事故が多いことを裏付けています。しかし、1 ヶ月を越える事故も多く 17 件、約 18%もあります。

復旧費は、100 万円未満のものが約 47%で、復旧費が大きくなるに伴って件数は概ね減少しています。復旧費が 3,000 万円以上の大規模な火災は 24 件、約 24%もあります。

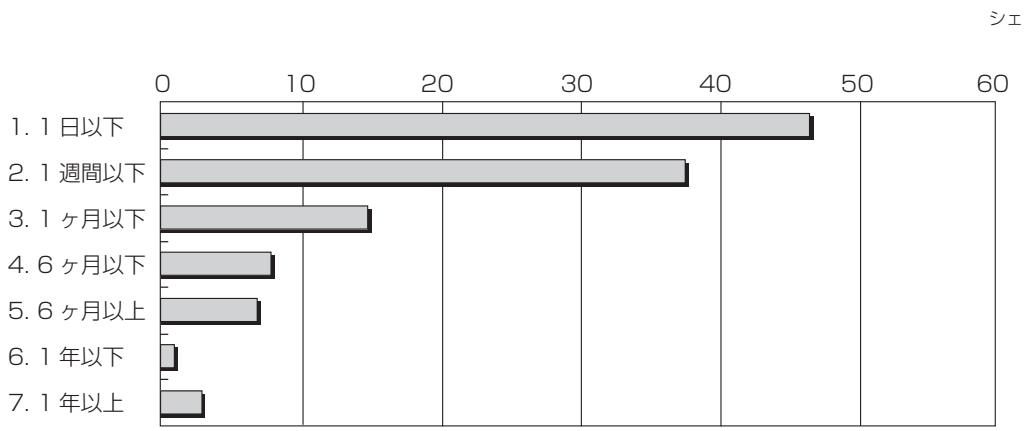


図1.3.3.3　火災による休止期間

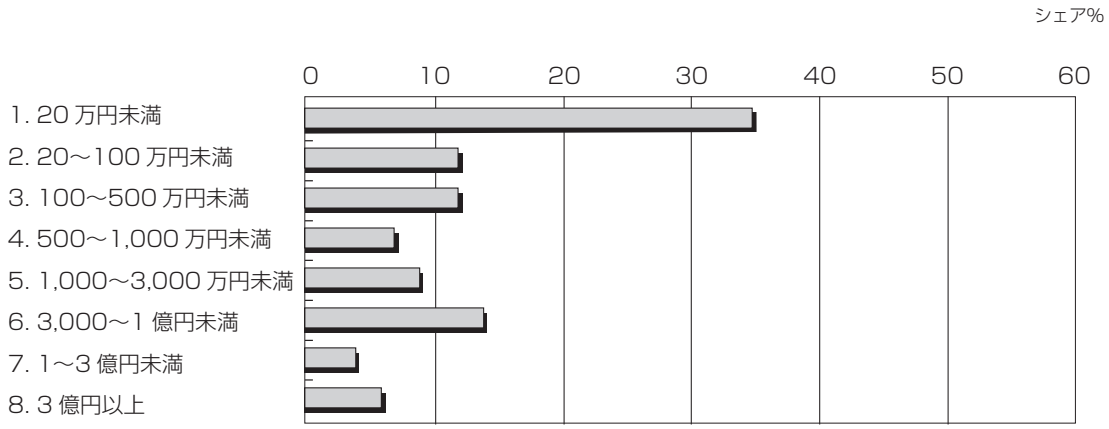


図1.3.3.4　復旧費

5）爆発火災と単純火災

リサイクルセンターにおいて爆発事故が多く発生することはよく知られています。62 件の火災の内、爆発から火災になったもの（以下、「爆発火災」という。）は 11 件で、火災事故の約 18%が爆発に伴って発生しています。

6）火災の覚知手段

火災の発生を何で分かったかをみると、作業員によるものが約 37%あり、次いで火災感知器が約 33%、モニタカメラが約 11%となっています。

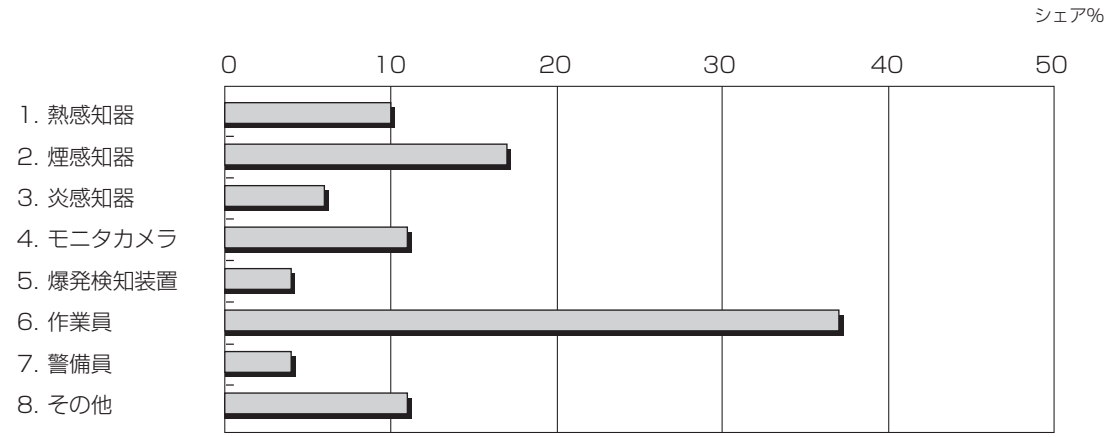


図1.3.3.5　火災の覚知手段

7）火災の発生場所

火災の発生場所は、破砕処理と直接関連の強い破砕機、排出コンベヤ、破砕物搬送コンベヤの 3 ヶ所で計約 34%、受入貯留ヤードと貯留ピットが計約 34%となっており、防火対策の重点設備として考慮する必要があります。

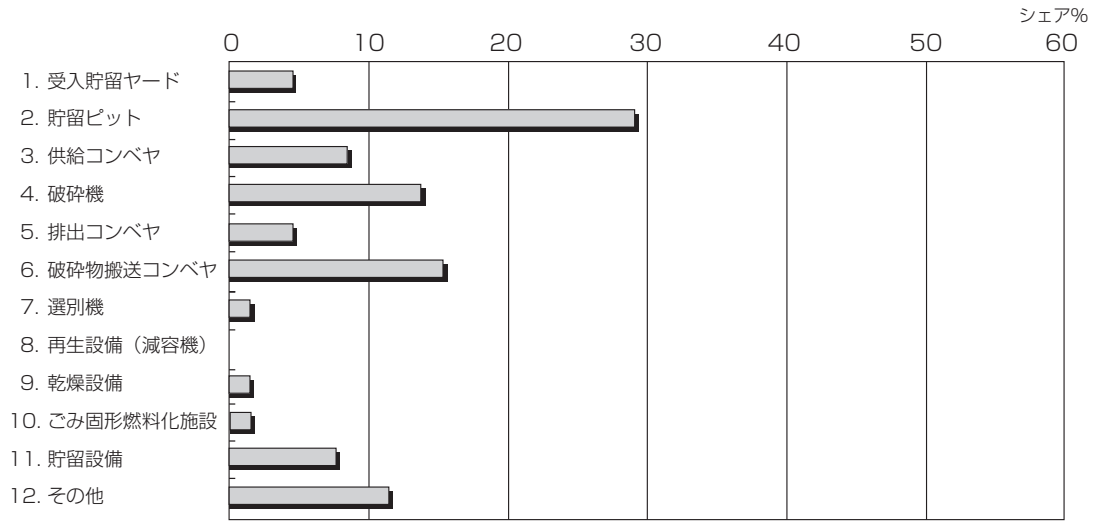


図 1.3.3.6　火災の発生場所

8）火災の発生原因

推定火災原因は、原因不明が 119 件中 65 件（約 55%）、発火源として破砕機からの火花が 16 件（約 13%）、過熱金属片が 8 件（約 7%）あり上位を占めています。その他 24 件（約 20%）の内訳は自然発火、溶接作業やグラインダーの火花、発煙筒、溶融スラグ、タバコの不始末等となっています。

着火物は、原因不明が 116 件中 46 件（約 40%）、ガスボンベ・スプレー缶が 28 件（約 24%）、可燃ごみが 12 件（約 10%）と上位を占めています。その他、粉じんが 7 件（約 6%）、塗料類（塗料やシンナー等）が 6 件（約 5%）等となっています。

9）被災設備

火災により被害を受けた設備は、破砕物搬送コンベヤが約 17%と最も多く注目されます。次いで制御配線が約 11%、破砕機が約 9%、貯留設備が約 8%となっています（複数回答）。特に、制御配線の被害は、消火設備が稼働できなくなるケースもあるため注意が必要です。

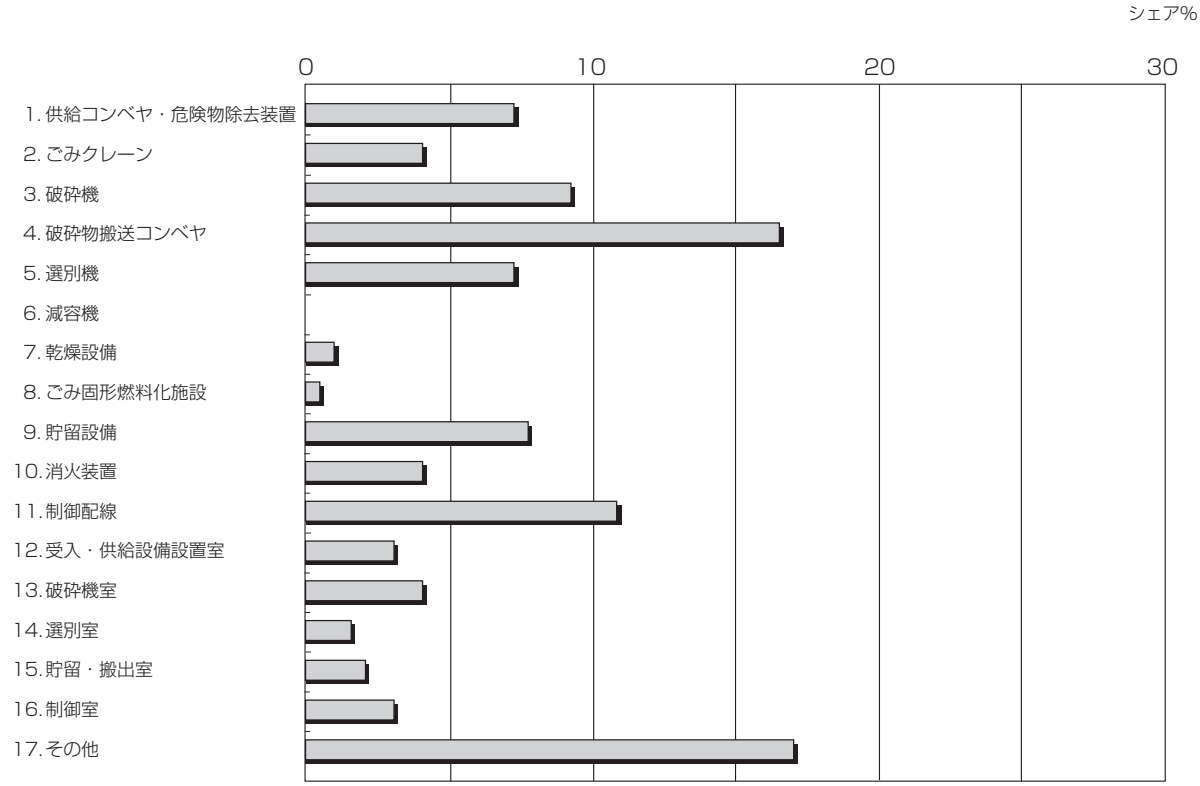


図1.3.3.7　被災設備

10）事故後の改善項目

火災事故の後改善した点は、事故発生時の対応方法と市民啓発や収集方法が各々約 15%ともっとも多く、いずれもソフトウェア技術面での改善です。ハードウェア面では、消火装置が約 12%、装置・機器類が約 11%の順となっています。

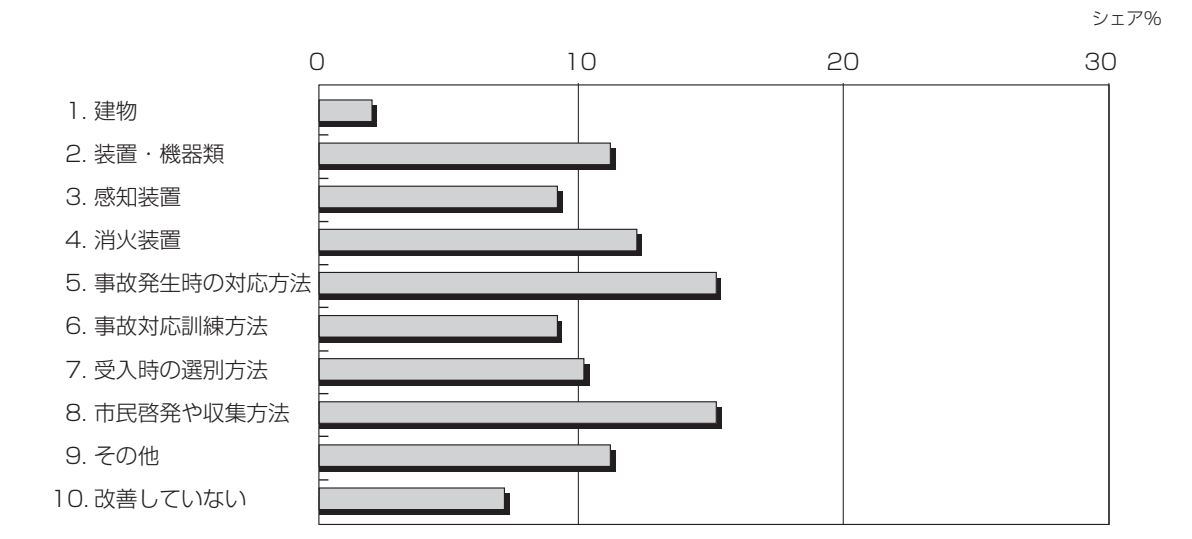


図1.3.3.8　事故後の改善項目

3.4 アンケートから見た爆発事故の実態

●過去 5 年間にリサイクルセンターの約 13%で爆発事故が発生している。
●爆発事故の 10 件に 2 件は、火災事故につながっている。
●高速回転式破砕機は、他の形式の破砕機に比べ爆発事故の発生率が高い。
●爆発の主な原因物は、LP ガスボンベとエアゾール缶。

1）爆発事故の発生状況

平成 14 年度から平成 18 年度までの 5 年間に 69 施設 95 件の爆発事故が発生し、毎年約 2%の施設で爆発事故が発生しています。なお、事故とは、設備の破損があり施設の停止 1 日以上、又は消防を呼んだ、又は後日事故として報告した爆発の発生としました。

リサイクルセンターに限定すると 5 年間に約 13%の施設で爆発事故が発生しています。爆発事故の内、約 20%が火災事故につながっています。

火災につながった事故は損害も大きくなり、原因調査や施設の復旧に要する停止期間も当然長くなっています。従って万一爆発事故が起きた場合でも、施設、機械の設置等に工夫を施すなど、延焼につながらないよう対策が必要です。

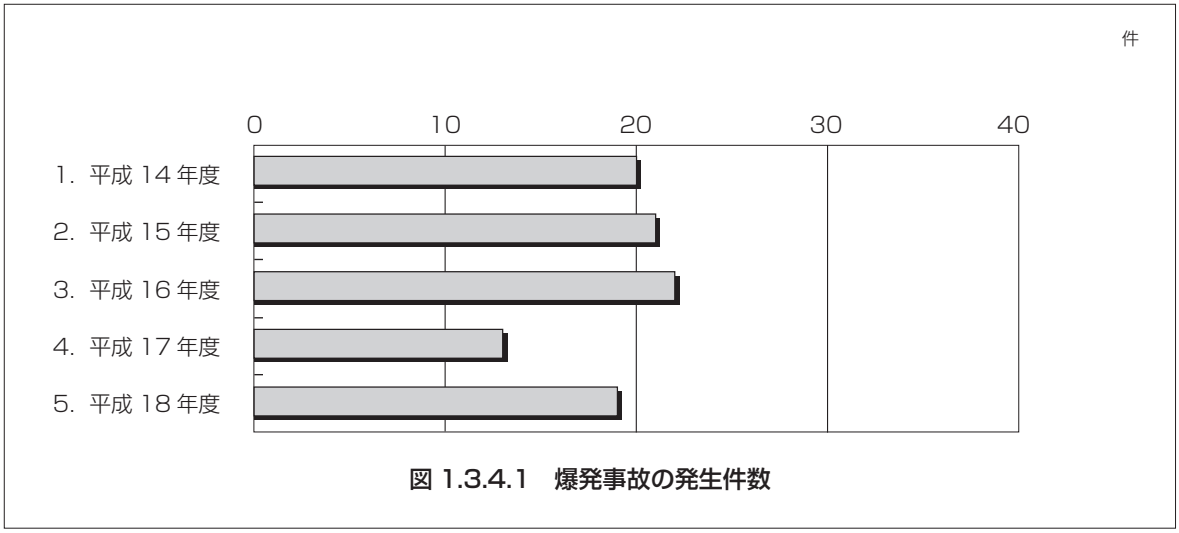


図 1.3.4.1　爆発事故の発生件数

2）事故の傾向

機種別の事故発生率（各方式の破砕機を所有する施設数中の事故発生施設数の割合）をみると、横型高速回転式破砕機が約 16%（165 施設中 27 施設）、竪型高速回転式破砕機が約 13%（115 施設中 15 施設）と、その他の種類の破砕機に比較して事故発生率は非常に高くなっています。

これは、高速回転式破砕機がハンマの衝撃によってごみを破砕するため、他の形式の破砕機に比べ、破砕金属片が加熱されたり、ハンマと金属類の衝撃で火花が発生しやすいため、引火しやすいものや粉じんを大量に発生するごみが混入した場合は爆発が起こりやすくなるためです。

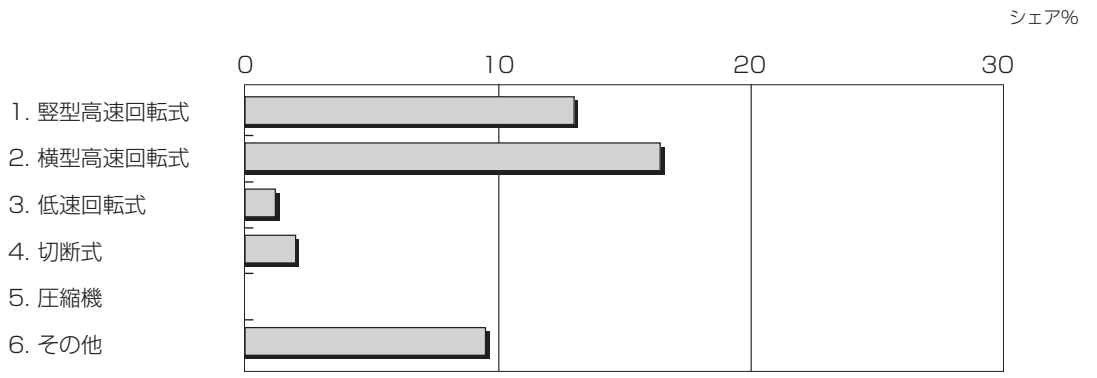


図 1.3.4.2　破砕機の種類と爆発事故の発生状況

3）爆発事故の原因物

爆発原因物をみると、ブタン、プロパン等のＬＰガスボンベとエアゾール缶が、過去５年間の爆発事故総数の約 61％を占めており、圧倒的に多くなっています。

特に大きな事故につながる可能性のあるものとして、小型ＬＰガスボンベ、カセットボンベがあります。

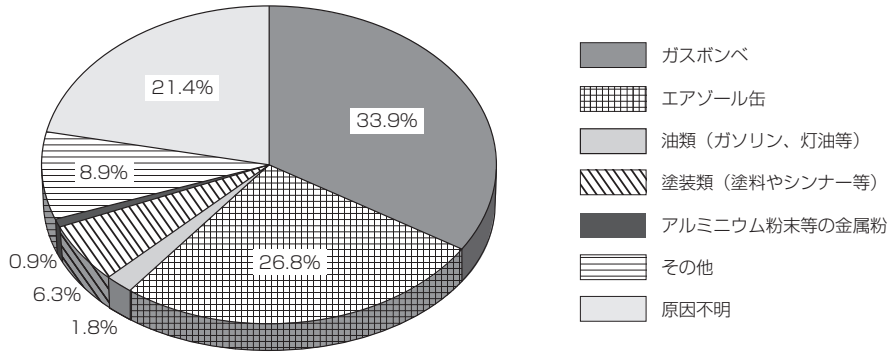


図 1.3.4.3　爆発事故の原因物

3.5 アンケートから見た施設の運用実態

- ●施設の運転を民間業者に委託している施設は約 54%。委託先における安全教育が効果的なものとなっているかどうか管理者として確認することが必要。
- ●安全衛生委員会またはこれに準ずる活動を行っている施設は約 74%。
- ●火災・爆発につながる危険物の混入をさけるために、施設側で抜き打ち検査・指導を含め何らかの特別な工夫や対策を行っている施設は約 68%。
- ●事故対応マニュアルを整備している施設は約 75%。しかし定期的な教育・訓練が実施されていない施設が約 3 割もある。
- ●事故に係るリスクアセスメントの実施率は約 35%。但し内容が不十分な施設も多々見受けられる。

1）施設の管理主体

ごみ処理施設の管理者は、ほとんど（約 99%）が自治体・組合ですが、運転を民間業者に委託している施設は約 54%と過半数です。

この委託先の従業員の安全教育を直接自治体・組合が行っている施設は約 11%でした。委託先における安全教育が効果的なものとなっているかどうか管理者として確認することが必要です。

2）事故防止対策の推進組織

安全衛生委員会またはこれに準ずる活動を行っている施設は約 74%で、四分の一の施設では活動されていません。また小集団活動（QC 活動や KYK）はほぼ半数の施設で行われています。職員にやる気を持たせ、職場の人間関係の形成や事故防止のため、さらに活発な活動が望まれます。

事故後に事故調査委員会等を編成した施設は約 22%でした。収集から処理まで広い視野で検討できる事故調査委員会等の設置が事故防止に大きな成果を上げた事例も見られます。

3）施設運用上の事故防止対策

火災・爆発につながる危険物の混入をさけるために、施設側で収集業者に対する抜き打ち検査・指導を行っている施設は約 29%あり、その他人手による中身の確認・除去等何らかの特別な工夫や対策を行っている施設は約 68%です。

また事故防止のための作業マニュアルやチェックリストを整備している施設は約 70%、事故対応マニュアルを整備している施設は約 75%でした。しかし現地調査の結果では整備されていない施設や日常的に活用されていない施設も見受けられました。

さらにマニュアルを整備していても教育・訓練を行ったことがない施設が約 10%もあり、マニュアル作成時のみに行った施設も約 23%でした。事故発生時は錯綜するため、事故対策マニュアルは必ず作成し、それが機能するよう定期的に教育・訓練する必要があります。

4）事故に係るリスクアセスメント

施設における事故防止対策としてリスクアセスメント（事故の可能性のある作業や設備を特定し、それぞれの事故の発生の可能性と結果の重大性を評価したリスト等の作成及び対策の立案）を実施していると回答のあった施設は約 35%でした。

リスクアセスメントの実施内容についてより詳細な確認を行ったところ評価リストを作成されていないなど、不十分な施設も多々見受けられました。リスクアセスメントを通じて的確に特定された優先的に取り組むべき事故要因は、限られた経営資源を有効に活用するための重要な情報となります。リスクアセスメントの効果的な導入が望まれます。

3.6 事故の実態から見た課題

●事故の根本原因の約 7 割が“爆発 / 発火危険物の混入”、約 2 割が“施設の運用管理が不適切”。
●事業者（製品メーカー）に対策が求められる廃棄物の上位は、“エアゾール缶”“ガスボンベ”“ライター”“バッテリー”で、その対策としては“自主回収システムの整備”と“製品の改善（中身排出機構のような危険性を緩和する機能の付加や改善）”が多く求められている。
●処理施設における課題は下記のとおり。
— 感知器の設置不足等、検知・警報設備や施設構造が事故リスクを考慮したものとなっていない。
— 運転・作業マニュアルの周知が不十分等、適切な施設運用がされていない。
— 緊急時の対応手順や訓練が不十分で、事故発見後の迅速な初期活動ができない。

全国の市や関連一部事務組合を対象に平成 19 年度に実施したアンケート調査や訪問調査、文献調査等から明らかになったごみ処理施設の事故の実態からみた課題について下記にまとめます。

表 1.3.6.1　事故の実態（とりまとめ）

火災・爆発事故の発生状況	• 過去 5 年間にリサイクルセンター、ごみ焼却施設、ごみ固形燃料化施設では 10%を超える施設で火災事故が発生し、リサイクルセンターの約 13%で爆発事故が発生している。また爆発事故の 10 件に 2 件は、火災事故につながっている。 • 施設の新旧に関わらず火災・爆発事故は発生している。 • 規模の大きい施設ほど事故が多くなる傾向にあるが、5t/5h 未満のリサイクルセンターにおいても過去 5 年間に約 15%の施設で火災事故が発生している。 • 出火場所の多くは、受入貯留部、破砕機、搬送設備。これらの設備には、特に注意が必要。 • 夜間運転が通常ないリサイクルセンターにおいても、処理終了後の夜間に火災の約 15%が発生、注意が必要。 • 復旧費 3,000 万円以上の大規模被害も多く発生。早期発見と適切な対応が重要。
火災・爆発の直接的原因	• 発火源は、破砕機による火花や過熱金属片が多く、着火物は、ガスボンベ･スプレー缶や可燃ごみが多い。破砕機直後の防火計画がポイント。 • 爆発の主な原因物は、LP ガスボンベとエアゾール缶。高速回転式破砕機は、ハンマの衝撃によってごみを破砕するため破砕金属片が加熱されたり、ハンマと金属類の衝撃で火花が発生しやすく、他の形式の破砕機に比べ爆発事故の発生率が高い。

1）事故の根本原因と望まれる対策

事故の根本原因と望まれる対策に関する処理施設からの意見は次のとおりです。

- 事故の根本原因の約 7 割が“爆発 / 発火危険物の混入”、約 2 割が“施設の運用管理が不適切”。
- 事故の根本原因に対する望まれる対策として最も多いのが“住民に対する啓発”と“施設の運用上の工夫”。
- 事業者（製品メーカー）に対策が求められる廃棄物の上位は、“エアゾール缶”“ガスボンベ”“ライター”“バッテリー”で、その対策としては“自主回収システムの整備”と“製品の改善（中身排出機構のような危険性を緩和する機能の付加や改善）”が多く求められている。

2）事故に係る処理施設における課題

事故に係る処理施設における課題として次が挙げられます。

- 感知器の設置不足等、検知・警報設備や施設構造が事故リスクを考慮し適正に設置されていない。その結果火災の早期発見ができない。
- 危険物の選別スペースがなく危険物の除去ができない、制御線が焼損し散水装置が作動しなかった等、事故リスクを考慮した施設構造となっていない。
- 運転・作業マニュアルの周知が不十分等、適切な施設運用がされていない。
- 緊急時の対応手順や訓練が不十分で、事故発見後の迅速な初期活動ができない。

事故防止対策の概要

Section

4

4.1 施設の事故防止対策の考え方

施設の防火・防爆対策は、計画部門や収集部門等を巻き込んで、上流のごみ排出・収集段階から下流のごみ処理施設の対策へと総合的に行う必要がある。

1. ごみの排出・収集段階は、ごみ排出時の危険物の排出抑制と収集時の発見・除去対策を行う。
2. ごみ処理施設の防火・防爆対策は、以下の技術面の対策と運用面の対策をバランス良く行う。
   ①施設の技術的対策
   - ごみを施設に搬入する際に、まず危険物の発見・除去を行う。
   - 次いで、危険物が混入しても火災や爆発を起こさない対策を行う。
   - 火災や爆発が発生しても、被害が局所に止まり、最小となるよう対策を行う。

   ②施設運用面の対策
   - 事故を起こさない運転方法や適切な維持管理方法の開発等のソフトウェアの充実及びこれらの取り組みを総合的にマネジメントするシステムの確立が重要である。
3. 施設建設時や改造時の対策：
   - 施設建設時や改造時は、総合的な視点で根本的な対策が行える絶好の機会である。特記仕様書等には、防火・防爆仕様を明示し、実施設計担当者が迷わず詳細設計ができるようにすることが大切である。
   - 専門的な知識や技術を持った人材の確保が困難な中小自治体では、本書や外部の人材を活用して、計画立案や検討ができる体制を整える。

火災事故や爆発事故の発生を防止し、被害を小さくするには、施設の運転や維持管理を担当する部門ばかりでなく、収集部門や計画部門も巻き込んだ総合的な取り組みを行う必要があります。関連するすべての部門が事故防止に対する役割をきちんと果たすことによって、火災や爆発事故発生の可能性を、最も小さくすることが可能となるのです。また、事故防止対策は、最上流部のごみの排出・収集段階から順に下流部に向かって行います。

1）ごみの排出と収集時の対策

ごみ処理の最も上流に位置する収集部門は、住民のごみ排出時の指導や収集時の危険物除去、事業者団体等による危険物の自主回収ルートの開発や危険性の除去対策等、火災や爆発事故の真の原因を除去できる重要な位置づけにあります。そのため、施設で発生した事故であっても、ごみの排出や収集を担当する部門の協力が不可欠であるのはいうまでもありません。

2）施設の技術的対策

(1) 施設の入り口での危険物を除去

ごみ処理施設での最初に行う事故防止対策は、ごみ受入時の危険物除去です。プラットホームでの人手による除去や選別ヤードを設けて除去する方法は、最もよく見られ、効果をあげることができます。しかし、選別には多くの人員が必要であり、処理能力や安全面の検討が必要です。大規模施設では、処理能力面で、人手による選別には限界があるため、人手による対策は危険性の高い事業系ごみを対象に行うなどの工夫が必要です。

(2) 危険ごみで火災や爆発をしない工夫

収集時や施設での危険物の除去は効果的ですが、完璧ではありません。危険物が処理工程に入っても火災や爆発を起こさせない対策も必要です。防爆面では、希釈空気吹込式や水蒸気吹込式の

防爆装置が多く用いられています。効果が高いのは水蒸気吹込式ですが、希釈空気吹込式に比較して費用が高くより緻密な運転管理が必要となります。

(3) 事故による被害の極小化と局所化

どのような事故防止対策を行っても、火災事故や爆発事故を皆無にすることはできません。そのため、事故が発生しても、被害が小さく、速やかに運転を再開できる対策が必要です。

例えば、爆風逃し口は、爆風を外部に解放することによって、被害の極小化と局所化の目的を達成します。あまり目立ちませんが、爆風を受ける部分や火災の可能性の高いところから電気計装関係の機器や配線を離すこともこのような対策の一つです。消防隊が円滑に消火活動をできるよう消火栓を適正に配置することや消防用の突入口を設置すること、出火時や爆発時の緊急対応訓練等、被害を極小化と局所化するためのさまざまな対策が可能です。

3）施設運用上の対策

防火防爆関連の装置も地域消防署の指導やプラントメーカーの違いによって、使用する機器や取りつけ位置等に特徴があります。施設の運用者は、これらの特徴を理解した、施設運用が求められます。

施設の運用者は、基本的に与えられた施設を用い、事故による施設の被害や休止をすることなくいかに適切に運用するかが課題となります。そのためには、過去の事故データやヒヤリハット、他施設の事故事例等を基に、施設のどのプロセスにどのような事故リスクが潜在しているのかを検討・分析することが大切です。事故リスクの高い部分に対して、重点的に運転管理や維持管理を行うことによって、ハードウェアの対策だけでは限界がある事故発生のリスクを更に低減することが可能となります。このような運用上の工夫には、人手による危険物除去や事故リスクが高い部分の監視の強化、運転方法の工夫、事故発生時等の緊急時の行動手順の策定と訓練、消防署との連携等が挙げられます。また、施設の運用過程では、陳腐化した装置の改善を行うことも必要です。

これら設備面や運用面の対策が個別的、場当たり的に行われたのでは、事故防止の効果は限られたものとなります。事故防止対策が最も有効に機能するためには、考えられる対策の中で、総合的にみて最も効果的であると判断されたものから採用することが重要です。そして、このような行動をとるためには、マネジメントシステムの存在が強く求められます（図 1.1.1.1（3 頁）参照）。

4）仕様書の策定

施設の建設や改造にあたっては、提案図書作成条件書や発注仕様書に、その段階に応じ、できるだけ詳しく設備仕様を記述することが大切です。「『ごみ処理施設の火災と爆発事故防止対策マニュアル』に従う」、「適切な防火対策、防爆対策を行う」、「メーカー決定後調整」等と記載するのは、問題を先送りし事故のリスクを増大させるので戒めなければなりません。

プラントメーカーは、発注仕様書に基づき、実施設計の一環として後述するような防火・防爆対策設備の設計を行い、プラントを建設します。入札等によって受注者や金額が決定した後に、設備金額が高い蒸気吹込式防爆装置に仕様変更するようなことは、費用面・設備面で大幅な変更を伴い困難です。発注仕様書は、防火・防爆性能を決定する重要な位置づけにあることを忘れてはなりません。

なお、多くの中小自治体では、ごみ処理施設の火災事故や爆発事故防止対策に精通した人材を確保するのが困難で、仕様策定に支障があることも少なくありません。このような場合であっても、先進都市の事例を研究する、組織外の専門家を一時的に活用する、本書を基に学習し事故防止の基本を理解して施設計画にあたるなど、設備仕様を明確にするための努力を怠らないことが大切です。

4.2 排出及び収集段階での対応

- ●危険物の排出規制とともに、業界等の回収ルートの設定が大切。協定等の締結事例もある。
- ●使用法やごみ排出方法を周知し、内容物を使い切り、危険物でなくすることも可能。
- ●申告制・戸別収集は、排出してはいけない危険物の発見・除去や排出者への指導が容易。
- ●危険物の明示と危険物が排出された時の取扱いをマニュアルに明示することが大切。
- ●危険物を収集する場合は、容易に危険物を区別できる工夫が必要。
- ●あきらめず、根気強い啓発活動の展開が期待される。

1）ごみ排出前の危険物の混入防止対策

事故を防止するためには、危険物がごみに混入しないようにすることが重要です。しかし、危険物の排出禁止だけでは十分ではありません。ごみとして排出される前の段階で、適切な回収ルートを設け、万一ごみとして排出する場合の条件を住民に周知するよう工夫をしなければなりません。

例えば、特に問題の多いLPガスボンベは、購入先の販売店が回収を行っており、容器ごと販売されている小型ボンベも、販売店に持ち込めば、引取り、回収されることになっています。このような回収ルートを確保し、住民に周知することによって、回収ルートに流れやすくします。これを確実にするために、業界団体と、協定や覚書きを取り交わすのもよいでしょう。

危険物によっては、住民に使用方法やごみとしての排出方法を周知し、内容物を使い切ることによって、実質的に危険物でなくすることも可能です。

発生源対策は住民のモラルに頼るため、完璧を期すことは困難です。しかし、教育や啓発を行うことにより、危険物の混入割合が減少し、隠して危険物を排出しなくなることによって、後段での対策が非常に容易になります。また、特に大規模な設備も不要で、直ぐにでも対策を行えることを考えると、あきらめず、根気よく努力することが大切です。

図 1.4.2.1　不燃ごみに混入していた小型LPガスボンベとカセットボンベ

2）収集時の危険物除去

収集時の対策の基本は、排出してはいけない危険物の発見・除去を確実に行うことです。そのために、まず考えられるのが、申告制の戸別収集です。これによって、排出者が特定できるため、危険物の混入の可能性が減少するとともに、混入した場合の排出者に対する指導も容易です。

また、地域の世話役や収集作業員に対して、何が危険物か直ちに判断ができるだけの教育を行い、マニュアルを整備することが大切です。そして、危険物が排出された時に、これをどのように取り扱うのか、きちんと明示されていなければなりません。あいまいな指示は、結果的に危険な結果を招くことになります。

場合によっては、危険物を収集するケースもあります。この場合、危険物専用の収集袋や危険物であることを示すステッカーを配布し、新たに危険物という分別品目を増やすなど、危険物を容易に区別できる工夫が必要です。

4.3 施設運営

- ●事故防止のための施設運営には、いろいろな取組みを総合的に実施する必要がある。
- ●施設の管理者は、事故防止の取組みを継続的に実施するため、施設で働く人たち全員を巻き込み、総括的な向上を目指す仕組み作りを考えねばならない。
- ●最近、マネジメントシステムが普及しつつあり、ごみ処理施設の運営にも役立つ手法である。
- ●一方、ボトムアップの事故防止対策として、施設で働く人たちによる自主的な事故防止活動も効果的である。

ごみ処理施設の運営責任者（管理者）の責務は、施設に搬入された廃棄物を計画どおり安全に処理することですが、ごみ処理施設では爆発・火災等の事故が懸念され、人の命に係わるリスクがありますから、周到かつ綿密な施設運営が求められます。

ごみ処理施設の事故には、いろいろな要因や原因があり、一つや二つの対策だけで事故がなくなるようなものではありません。安全に施設を操業するためには、様々な場面を想定し、いろいろな取組みが必要です。それらの代表的なものには次のようなものがあります。

- 安全パトロール等を実施し、危険な部位や作業方法をチェックする。
- 問題を発見すると改善を行い、全員に周知徹底する。
- 点検・操作マニュアルや事故防止・事故対策マニュアルを整備し、全員に教育し実施する。
- 事故やヒヤリハット事象がおこれば、その原因を追究し、対策を実施する。

これらの取組みを効果的に行うためには、施設で働く全員が一つの組織として、事故ゼロ等の目標に向かって継続的な活動を推進する必要があり、管理者はそのやり方や仕組み作りを考えねばなりません。さらに、どのような取組みが効果的かを従業員に考えさせ、改善活動を行わせることにより、部下の育成や、生き生きした職場作りを目指す必要があります。

このような運営・取組みの手法として、最近マネジメントシステムが注目され普及しつつあります。これは、目標に向けていろいろな取組みを有機的･総合的に行うための手法で、4 つのプロセス（PDCA サイクル）、① Plan「計画」、② Do「実施」、③ Check「結果の確認･評価」、④ Action「評価後の処置･改善」に則り、継続的な改善を目指すものです。上述した安全に関する取組みに PDCA サイクルを利用したマネジメントシステムのイメージを次図に示します。

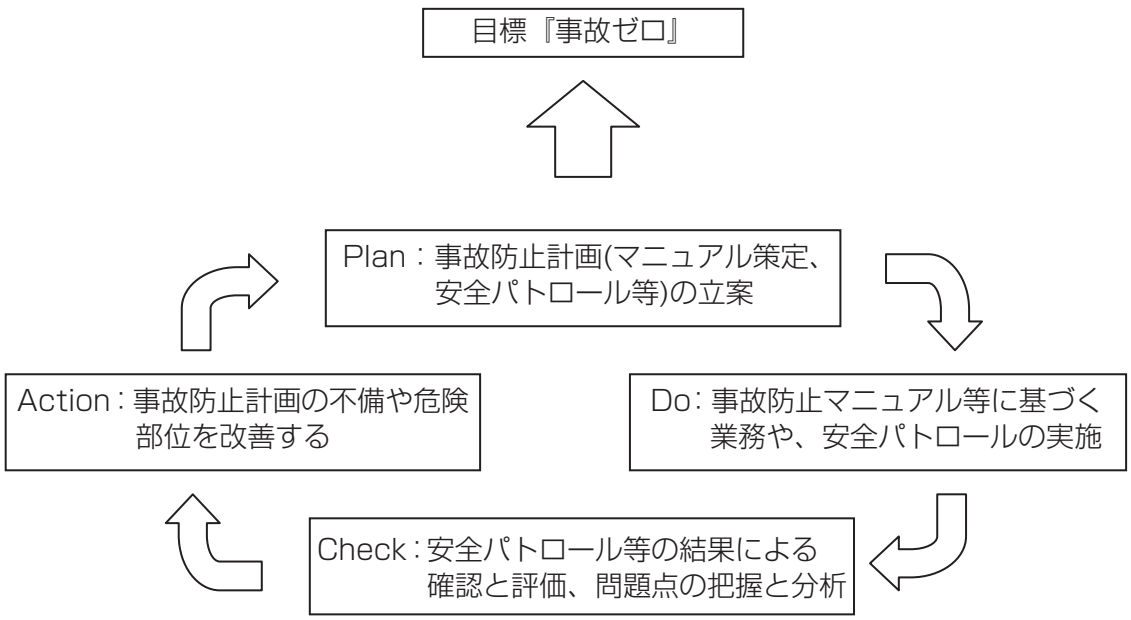


図 1.4.3.1　PDCA サイクルを使用したマネジメントシステムのイメージ

施設の管理者は事故がなく計画どおりに廃棄物が処理できるよう、業務やそこに働く人たちを管理せねばなりません。マネジメントとはこのような管理とか経営の意味です。そしてマネジメントシステムとは、いろいろな方策や取組みを総合して、目標に向けて改善を続ける仕組みと言えます。管理者はこのようなマネジメントシステムを利用し、職場の全員を巻き込みリードし、安全に関するいろいろな取組みや、さらなる改善を継続的に推進していく必要があります。

一方、施設で働く人たちが自主的に行う事故防止の取組みもあり、従業員自らが危険を予知し、それらを避ける危険予知活動（KYK）や、自主的な業務改善を目指す QC サークル活動等があります。施設管理者はそれらの自主活動を促すとともに、実施しやすい雰囲気づくりに努め、その施設で働く全員のやる気・意欲を向上させねばなりません。

4.3.1 マネジメントのあり方

- ●マネジメント手法には画一的な方法があるわけでなく、施設や状況に応じて柔軟に応用すればよいが、総合的な効果や継続性を考え、さらなる改善を目指して行われるべきものである。
- ●労働安全衛生マネジメントシステムはごみ処理施設の事故防止・対策に役立つ手法である。
- ●危険予知活動や QC サークル活動等の自主活動は、事故防止に役立つだけでなく、従業員のやる気にもつながる有用な活動である。

1）マネジメントのあり方

マネジメントシステムの特徴は、管理者が目標やビジョンを明らかにし、それを目指して PDCA サイクルを利用していろいろな取組みを効果的に実施し、継続的な改善を行うものですが、特に決まった方法があるわけではなく、施設の現状や、現在進行している取組みの延長線上から始めるなど、柔軟に対応すべきものです。このようなマネジメントは管理者が主導して行うもので、業務の改善だけでなく、従業員の管理や育成にも気を配らねばなりません。それには下記のような点に留意する必要があります。

- ●管理者一人で全てを決めて、部下に命令するのではなく最初の段階から職場の全員を巻き込む
- ●管理者は職場のメンバーが何をやるかの方向性を示すため、ビジョンや目的を明確にし、皆に示す必要がある
- ●参加者の意見が出やすい雰囲気作りに努め、ブレーンストーミングの要領で多くの意見をださせる
- ●仕事を分担して部下に与え、達成感を持たせるなど、チームメンバーのやる気を高揚させる
- ●意見や決まったことは記録し、漏れなく着実に改善を目指す
- ●最初から完璧さを求めず、できるところから始める。すなわち、ゼロからのスタートの必要はなく、今まで行ってきた取組みの延長線上から始める
- ● PDCA サイクルを常に念頭に入れ、さらなる改善を目指す

安全安心のごみ処理施設実現のための取り組みには様々なものが考えられますが、取り組みに必要な活動要素を体系化してとりまとめたものとして「労働安全衛生マネジメントシステム」が最近注目されています。図 1.4.3.2 には、火災事故防止に焦点を当てたマネジメントシステムのフロー図を参考として示しています。

また、事故防止マネジメント手法には、労働安全衛生マネジメントシステム、リスクマネジメント、事業継続マネジメントシステム等が、指針としては、労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針（改正　平成 18 年 3 月 10 日　厚生労働省告示第 113 号）、廃棄物処理設備事故対応マニュアル作成指針（平成 18 年 12 月　環境省廃棄物・リサイクル対策部）、事業継続ガイドライン第一版（平成 17 年 8 月　内閣府防災担当）等があります。

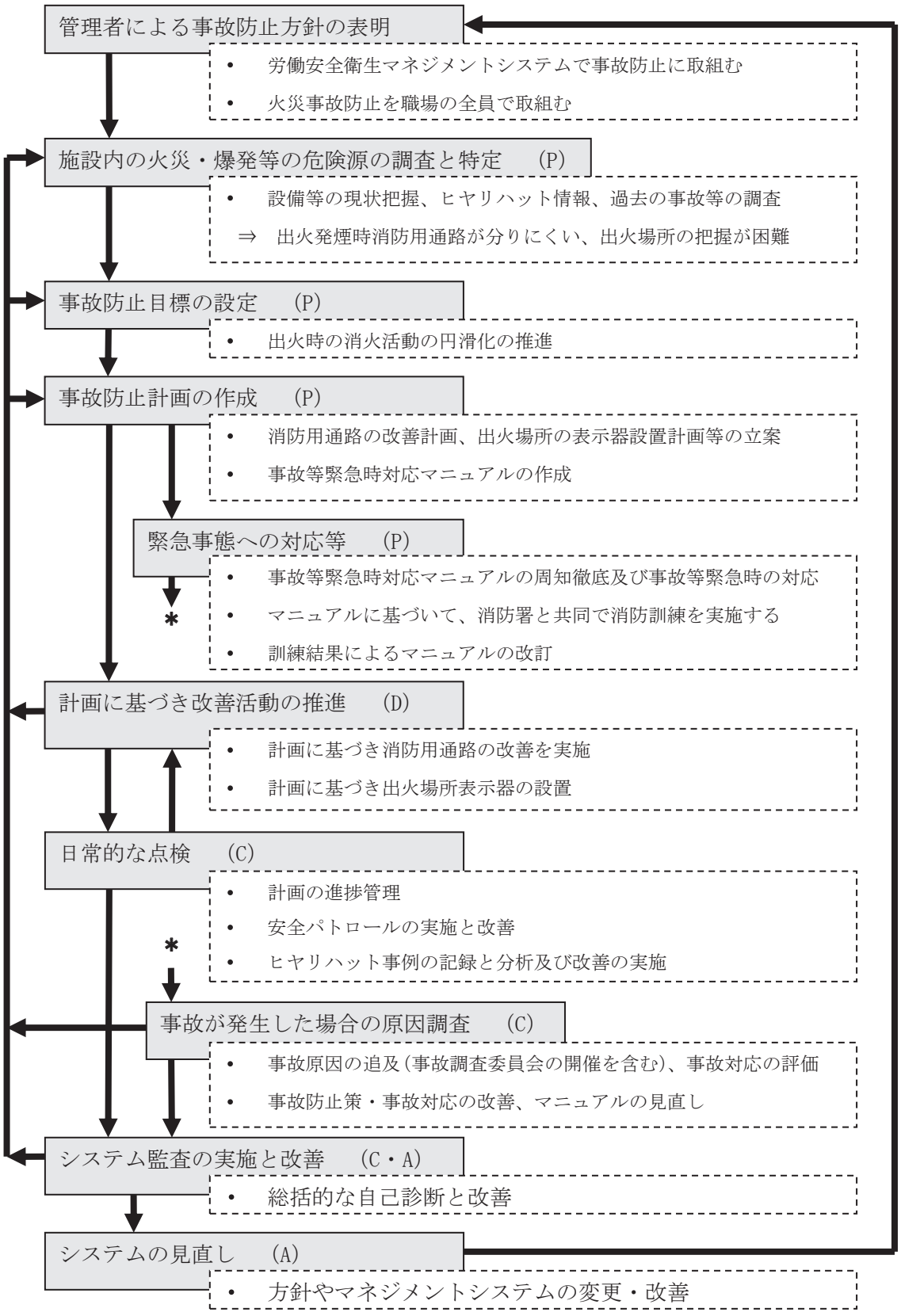


図 1.4.3.2　事故防止マネジメントシステムフロー図の例

2）マネジメントの事例

次に、今回の調査で参考になるマネジメント事例を以下に示しますので、参考にしてください。

（1）事例 1：良好なマネジメント例

①施設概要

S 市容器包装リサイクル推進施設（113t/5h）と、ごみ固形燃料化施設（28t/8h）

②マネジメント内容

（ⅰ）経験豊富な工場長の指揮のもとに運転・危険防止のノウハウを蓄積しており、このノウハウに基づき、安全と危険の限度をわきまえた運転を行っている。

（ⅱ）安全管理対策マニュアルには、安全作業遵守事項、安全管理チェックリスト、安全管理計画、火災防止対策、緊急時の通報連絡体制、緊急時の連絡優先順位、自衛消防組織、消防訓練実施要領、場内配置図、消火栓・消火器等配置図、危険物一般取扱所指定区域内における火気使用施工位置図が網羅されており、使いやすいように編集され、これらに基づいた運用が行われている。

（ⅲ）安全管理関係記録には各種の作業基準（電気取扱安全作業基準、試運転安全作業基準、電気溶接安全作業基準、ガス溶接・溶断取扱い安全基準、グラインダ安全作業基準等）が使いやすいようにチェックリスト形式で編集されている。

（ⅳ）作業日誌には安全作業指示事項を記入するように編集されており、点検記録とともに記録されている。

（ⅴ）作業前には KYK（危険予知活動）を行っており、KY（危険予知）ミーティング日報に記入している。

（ⅵ）施設毎に安全管理チェック項目とチェック頻度を決め、実施記録を残している。

（ⅶ）整備工事前後の管理を、チェックリストを用いて確実に実施し、工事中は市担当者の立会いを行っている。

（ⅷ）整備工事施工業者に毎日の安全管理、安全ミーティングを行わせている。

（2）事例 2：労働安全衛生マネジメントシステムの取組み例

①施設概要

K 市焼却施設（2 施設：350t/ 日と 250t/ 日）

②取組み内容

（ⅰ）平成 17 年 8 月に、自治体として初めての労働安全衛生マネジメントに関する認証「OHSAS18001」を取得した。

（ⅱ）施設の全作業の中から想定される危険作業を拾い出し、過去の事故事例等から許容できないリスク（危険源）325 件を特定し、平成 17 年度～平成 19 年度の 3 年間で 150 件以上を削減するよう長期目標を設定した。

（ⅲ）平成 19 年度には 37 件のリスクを改善し、平成 17 年度～平成 19 年度の 3 年間で計 157 件のリスクを削減した。

（ⅳ）当初目標（平成 17 年度～平成 19 年度）による活動を終えたので、平成 20 年 7 月に新たな長期目標として、平成 20 年度～平成 22 年度の 3 年間で 134 件以上のリスク削減目標を設定し、継続的な改善活動を行っている。

- 長期目標（平成 20 年度～平成 22 年度）では、著しいリスクの内、ランク A、B を 9 件改善し、併せて著しいリスクの内ランク C を 125 件以上改善する。
- 平成 20 年度目標として著しいリスク（ランク A、B）を 6 件、著しいリスク（ランク C）を 40

件以上改善する。

（ｖ）活動内容（平成 17 年度）の紹介

《設備の改善例》

- 灰クレーンバケット用安全フックの設置
- プラント冷却塔周辺すべり防止
- ごみ投入扉安全帯取付具設置
- ローリングタワー手摺設置
- 灰クレーン自動停止装置設置
- 灰クレーン抵抗器廻り安全柵設置等

《手順書の作成例》

- 灰クレーン点検手順
- 搬入車両錯綜場所作業手順
- タワー作業手順
- ごみクレーン点検手順
- チェーンブロック取扱い手順等

（vi）改善の方法

- リスク改善計画として、年間のリスク削減目標を立て、改善を実施する。
- ヒヤリ事例や事故発生による改善では、リスクアセスメントを実施し、事故の起きないよう早急に改善を実施し、ヒヤリ事例はリスク評価点から計画的に実施していく。

（vii）管理部門と現業部門の職員のコミュニケーションが良くとれており、継続的に教育、訓練、監査が行われている。

《教育・訓練》

- 労働安全教育として一般研修（机上説明）
- 現業作業員が講師となり、現場で手順書を繰り返し教育
- 技能職による工具・器具の使用講習
- 資格取得・講習等の受講
- 緊急時訓練

《監査》

- 内部監査では、活動記録の確認評価、現場の確認、内部監査の指摘事項に対する改善後の確認が行われている。内部監査員は二つの焼却施設の職員で構成され、お互いの施設を相互に監査している。
- 外部監査は認証機関による審査が行われる。

3）自主活動

ごみ処理施設に従事する人は、管理者、運転員、夜間休止時のガードマン等多様です。さらに、事故はいつ起こるか分からず、管理者のいない時に起こることもあるため、トップダウンの事故対策マネジメントのみでなく、事故対策や仕事の改善を従業員自身が考え、行動する訓練を常日頃から行っておけば、いざ事故が起きた場合に迅速に対処でき、マニュアルにない出来事がおこっても、自分自身でフレキシブルに考えて行動することが期待できます。さらに従業員仲間同士での自主活動を行うことは、より良い職場づくりに貢献できます。

このような自主的な活動を誘導するには、従業員にやる気を持ってもらうことが大切です。そのために管理者は、従業員が仕事の意義を感じられるよう工夫し、メンバーに創意工夫させ、その結果として自分たちの能力の向上を実感させ、達成感を味わわせるよう指導する必要があります。

職場を望ましいチームに育てるためには、良い人間関係が保てる明るい雰囲気作りが大切で、お互いに意見が言いやすく情報交換が活発で、仕事に熱中して面白みを感じ、自ら仕事に関する自己啓発に努め、我々意識とも言うべき一体感があるものに育て上げる必要があります。

このような従業員の意識高揚策には、管理者はOJT（On the Job Trainingの略）として、仕事を通じて各従業員を指導･育成し、事故対策ではマニュアルの作成や教育･訓練の全員参加を促して、従業員自身が主導するようにし､さらに危険予知活動（KYK）やQCサークルによる改善運動を薦め、事故防止のみならず、より良い職場雰囲気作りや、従業員自身の自己啓発に役立てます。これらの活動は、気恥ずかしい思いから従業員自らがやり始めるのは困難ですが、管理者は各従業員の能力や性格を把握して、適切に指導していき、軌道に乗ればマンネリにならないような工夫も必要です。

4.3.2 施設搬入時のチェック

- ●施設搬入時に危険物を除去することは事故防止に大きく寄与する。
- ●小規模施設での危険物の発見・除去は、プラットホーム展開方式が効果的。
- ●事業系ごみはまとまって大量の危険物が混入される可能性が高いため重点的にチェックすることが望まれる。
- ●プラットホームにごみを広げての人手による危険物の点検・除去が、中小規模の施設を中心に広く用いられているが、作業手順書を整備し、安全衛生上の対策を十分に行う必要がある。

施設搬入時に危険物を除去することは事故防止に大きく寄与します。特に事業系ごみはまとまって大量の危険物が混入される可能性が高いため重点的にチェックすることが望まれます。

施設での機械による危険物の検知は技術的に非常に困難であるため、その主要な部分を人間が担うことになります。

人手による危険物の点検方法には、モニタカメラによるものや目視によるもの、人手による全数チェック等があり、人手を掛けるほど点検除去の精度は高くなります。

プラットホームにごみを広げての人手による危険物除去が、中小規模の施設を中心に広く用いられています。中でも、小規模施設は、ごみ量が多くないため、プラットホームでの人手による危険物の展開チェックでも、比較的高い危険物除去精度が期待できます。この方法は危険物の除去精度は良いのですが、ごみを作業員が直接点検するため、安全衛生上の対策を十分に行う必要があります。安全で確実な作業のあるべき姿を示すため、作業の標準化とこれにもとづいた作業手順書も必要です。

比較的大量のごみの危険物除去作業を人手で行う場合は、ごみの搬入が一時に集中しないようにするなど、点検が必要なごみ量を少なくするための工夫が必要となります。

大規模施設では、人手による危険物除去作業は能力的に困難です。そのため、ピットアンドクレーン方式を採用して、破砕機への供給コンベヤ部での監視と比較的信頼性の高い水蒸気吹込式防爆装置との組み合わせで運転するシステムが広く採用されています。なお、防爆装置がどのような危険物にも対応できるレベルではないため、まず収集段階に重点を置いて、危険物の混入防止や除去を行うなど、総合的なチェックシステム設計が望まれます。

4.3.3 施設の技術対策

- ●水蒸気吹込式防爆装置は、中規模以上の施設に多く用いられ爆発予防効果が高いが高価。
- ●希釈空気吹込式防爆装置は、プラットホーム展開方式との併用で小規模施設に多用されている。
- ●爆発を想定して、破砕機と破砕機室には、低圧で開放する十分な面積の爆風逃し口が必要。また、破砕機室の壁の耐圧強度も確保すること。
- ●防火対策は、早期発見と適切な消火活動によって、火災が拡大しない内に鎮火するのが大切。
- ●特に出火の可能性が高い、貯留ピット部、破砕機と破砕物搬送コンベヤ部は重点的対策場所。
- ●爆発や火災で停電しても投入扉や消火設備等の緊急時に必要な機器類が作動するよう配慮が必要。

1）防爆対策

施設の防爆対策は、破砕機に防爆装置を設けて行います。一般的な防爆装置には、希釈空気吹込み式と不活性ガス吹込み式があります。前者は、プラットホーム展開方式と組み合わせて、小規模施設を中心に多く使用されています。後者は、不活性ガスとして水蒸気を用いる水蒸気吹込式が一般的ですが、蒸気発生源や断熱工事等に費用が掛かり、制御も比較的複雑になるので、中規模以上の施設に比較的多く用いられています。水蒸気吹込式は、適切な運用を行うことが前提ですが、希釈空気吹込み式に比べ防爆性能が優れています。

また、爆発事故発生時の対応として、機器や建屋の損傷を防ぎ、作業員の安全を確保するための対策が必要です。主な対策として、爆発時の圧力が直接作用する破砕機室の壁の耐圧強度を確保します。また、破砕機と破砕機室に、爆発圧を屋外に誘導するため、十分な面積の低圧開放式の爆風逃し口を設けます。

2）防火対策

防火対策は、できるだけ早く発見して、火災が拡大しない内に、有効な消火を行い鎮火することに力点を置いて行います。混入した危険物が火災を起こす可能性が高いのは、受入設備の貯留ピット部です。ピット投入以前に危険物を除去し、ピット投入時に散水を行うのが一般的な防火対策です。防火対策は、適切な火災感知装置の設置と貯留ピットの大きさに合わせた消火散水装置を設けます。

また、高速回転式の破砕機は、加熱された金属片や火花を発生するため、下流の破砕物搬送コンベヤ部で火災を発生するケースがあります。その上、破砕物搬送コンベヤには、通常、急傾斜コンベヤが多く使用されているため、ドラフト効果で火災が拡大する危険性があります。このため、破砕物搬送コンベヤ部は、最も防火対策上注意を要する部分です。破砕機下流側に、過熱金属や燃焼物の検知装置やモニタカメラ等を必要に応じて設置し、火災の早期発見に努めるとともに、効果的な消火散水装置を設置します。

また、火災や爆発によって、近傍の電気計装設備が被災し、緊急時に必要な機器類が作動しないこともあります。火災や爆発の可能性の高い場所から電気計装設備の配線を迂回させるなどの対策が大切です。貯留ピット投入扉等も、停電時に作動可能となるよう計画します。

施設の重点的防火・防爆対策を施設フロー図で示すと図 1.4.3.3 のようになります。

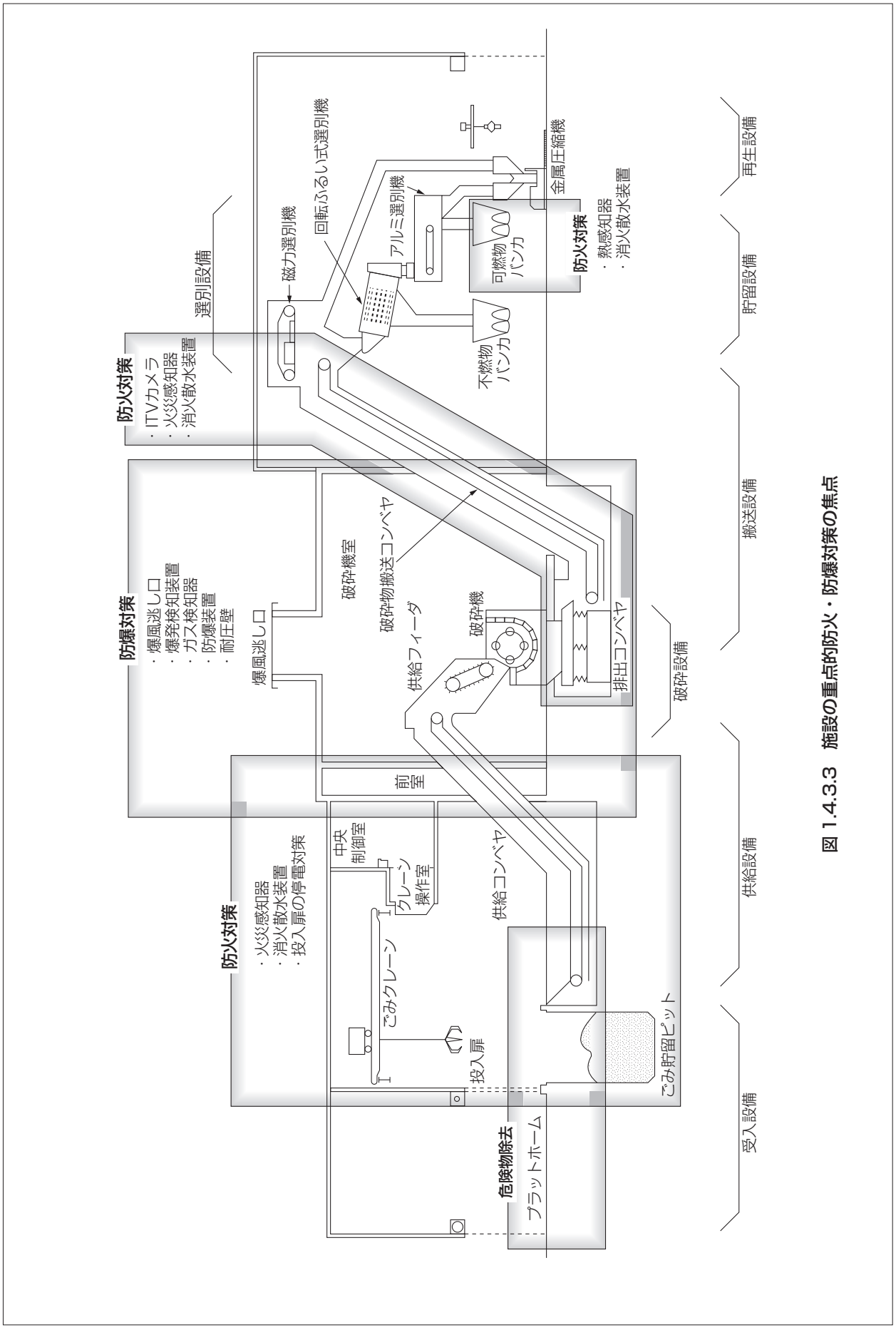


図 1.4.3.3　施設の重点的防火・防爆対策の焦点

4.3.4 施設の運用管理

- ●事故防止には、設備の整備とともに、運用管理技術（ソフトウェア技術）の充実が大切。
- ●機械の性能を維持するには、適切な施設の維持管理が重要。
- ●危険物の除去や防爆装置の運用等の、マニュアルの整備と教育訓練が大切。

ごみ処理施設の火災や爆発事故の対策は、ハードウェアだけの整備では不十分です。機器類の性能を確保したり、機械で足りないところを補うための運用管理技術（ソフトウェア技術）が必要です。

例えば、搬入ごみ中の危険物の機械による検知は、技術的に非常に困難です。このため、精度の高い方法として、プラットホームでの人手による危険物の展開除去方式がありますが、どのような施設でも行えるものではありません。このため、多くの大規模施設では、防爆効果が高い水蒸気吹込式防爆装置を採用しています。この防爆装置が性能を維持し、要求される機能を果たすには、運転条件に合致させるため、計画的で適切な維持管理を行うことが必要です。

このように、ごみ処理施設の事故防止には、いろいろな部分で、運用管理を適切に行うことが要求されます。逆に、運用管理を適切に行わなければ、いくら良い設備の施設でも、事故防止を達成するのは困難です。このため、必要なマニュアル類を整備して、作業に関わる誰もが、安全で適切な施設運用を行えるように教育訓練しておくことが大切です。

組織を活性化させる方策の一つとして、作業員が自主的に行うボトムアップの職場改善活動（ＱＣサークル活動）があります。この活動を通して、内部から職場の改善に取組むことも大切です。

4.3.5 事故発生時の対応

- ●被害を最小限にし、原因究明を容易にするためには、事故発生時の対応を適切に行うことが重要。
- ●日頃から組織的な活動を通して、事故対応マニュアルにもとづいた教育・訓練を行うことが大切。
- ●突っ込んだ原因究明により、真の原因の追求が重要。事故調査委員会の設置検討も。

平成 16 年 4 月に廃棄物処理法が改正され、第 21 条の 2 に、ごみ処理施設で「生活環境の保全上の支障が生じ、又は生ずるおそれがあるときは、直ちに、引き続くその支障の除去又は発生の防止のための応急の措置を講ずるとともに、速やかにその事故の状況及び講じた措置の概要を都道府県知事に届け出なければならない。」と定められました。

また、平成 16 年 4 月の廃棄物処理法の改正を受けて、環境省は、平成 18 年に「廃棄物処理施設事故対応マニュアル作成指針」を公表しました。その中では、ごみ処理施設において、発生の恐れのある事故を事前に想定し、事故に対する適切な予防措置や対処方法、関係機関への報告、事故後の対応等のマニュアルの基本的方向を取りまとめています。

このようにごみ処理施設には、事故発生への準備と対応が強く求められています。

事故発生時に、適切に行動することによって、施設の被害を最小限に食い止め、事故原因の追求を容易にすることが可能となります。このことは、施設の改善を、事故の原因に対応した適切な内容にするとともに、同様の事故の再発を防ぎ、復旧に要する費用や期間を最小限にします。

しかし、事故発生時に適切な行動をとるのは容易なことではありません。安全衛生委員会等の組織を通して日頃から組織的な活動として、事故対応マニュアルの整備や教育・訓練を行うことによって、適切な行動ができるようになるのです。

事故原因の究明と対策は、表面的な原因にもとづいて行われがちです。真の事故原因を得るため、突っ込んだ究明を行い、2 度と同じ種類の事故を起こさないようにしなければなりません。このためには、組織から独立して、収集から処理まで広い視野で検討できる事故調査委員会の設置も考慮する必要があります。

4.4 事故防止対策上の課題と今後の方策

- 近年、事故防止対策が叫ばれている割には、事故は減少していない。この事故発生原因の一つは、本著で述べている事故防止対策が確実に行われていないことが挙げられる。
- 事故を発生させないためには、施設の内部に安全に対する文化を醸成する必要があり、そのためには、マネジメントシステムの導入が推奨される。
- しかし、自治体側での対策には限界があり、危険なごみとなりうる製品の生産者や販売者が、製品廃棄時の危険性除去や回収ルートの設定等の根本的な対策を更に積極的に行うことが求められている。

事故防止のためにまず行う必要があるのは、本著の考えに沿った火災や爆発事故防止対策を確実に行うことです。しかし、アンケートや施設訪問調査等の結果では、以下のような課題が見られました。

- 事故リスクに対応した対策が十分とられていない。
- 運転管理方法が誤っているなど、運転方法の教育訓練が不十分又は不適切である。
- 事故対応マニュアルの整備や周知が不十分で、事故発生後の対処が適切でない。
- 担当者は適切であると思っているが、実質的な事故対策になっていない。
- 仕組みでなく人に依存した施設運営が行われており、施設毎の取り組み内容に差がある。

上に示したような事故防止の課題を排除するには、本著で記述した内容に沿った対策を確実に行うことであり、それが結果的に事故発生防止につながるものとなります。

今まで事故対応が十分できていない自治体が変わっていく為には、個人の能力に依存した対策からシステムに依存した対応への切り替えが必要です。労働安全衛生マネジメントシステム (OHSMS) 等のマネジメントシステムは、施設運営に不可欠な要素を組み込んでおり、システムの理念を理解して導入すると非常に有益です。このようなシステムの導入・定着によって、組織の安全文化を醸成することができれば、効果ある事故対策へとつながることが期待できます。

また、施設の事故防止対策をすべて行ったとしても、住民の意識レベルや事故防止機器類の能力等の限界等によって、事故が発生する可能性があります。このような事故への対応は、事故被害の局所化や極小化を図るしかありません。

加えて、拡大生産者責任の一環として自主的に課題の解決を図ることが生産者や販売者に強く求められます。製品が廃棄される段階で、危険性を容易に除去できる、危険であることを確実に認識させる、自主的な回収ルートを設定するなど、事業者側には、事故防止の根本的な対策が強く求められます。アンケートによると、事業者側に対策が求められる廃棄物として、エアゾール缶、ガスボンベ、ライター、バッテリー等が挙げられています。

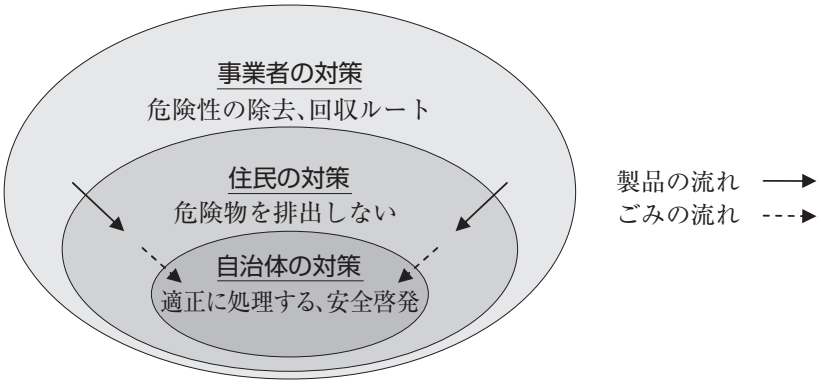


図 1.4.4.1 各主体に求められる対策

防火と防爆対策の実際

第２編 **実務編**

燃焼（火災と爆発）の理論

Section

1

1.1 燃焼とは

●燃焼（火災や爆発）には、可燃性物質、酸化剤（酸素）、着火源の燃焼の３条件が必要である。
●燃焼させないためには、燃焼の３条件のいずれか１つを除く。
●火災が急激に拡大するフラッシュオーバーになるまでに、鎮火することが大切である。
●そのためには、早期発見と適切な初期消火が重要である。

燃焼とは、物体が一定の温度以上に加熱されて酸素と結合する、酸化の化学反応で、急激に反応して、大きな発熱と発光が伴うものをいいます。

この燃焼がより急激に発生すると発熱や発光とともに爆風が発生し、爆発と呼ばれます。爆発も基本的には燃焼の一種ですが、気体又は粉体の場合に発生し、爆風を伴うことが大きな特徴です。

燃焼が起こるためには可燃性物質、酸化剤（酸素）、着火源の3つの条件（燃焼の3条件）が揃わなければなりません。

- 可燃性物質‥‥‥‥‥‥‥‥ごみ中の可燃物及び設備や建物に使用している可燃物（酸化されやすい物質）
  例）木、紙、布、プラスチック、RDF（ごみ固形燃料）、ゴム、油、ほこり、プロパンガス、ブタンガス、アルミニウム粉、小麦粉等
- 酸化剤‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥空気中の酸素
- 着火源‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥過熱鉄片、破砕時の火花、たばこ火、灰中の残火、マッチ、ライター、リチウム系電池（主に熱エネルギー源）

反対に、3つの条件の内、いずれか１つを除くことで、燃焼を止めることができます。

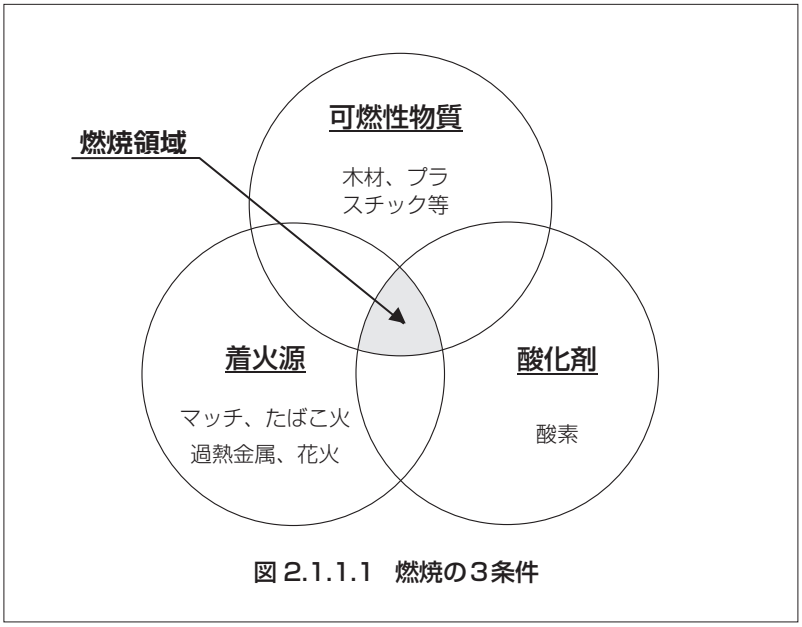


図 2.1.1.1　燃焼の３条件

前述のように、可燃物が着火し、燃焼が進行するためには、着火源からの十分な熱エネルギーを受けて生じた燃焼反応を継続させることが必要です。ごみ処理施設において、可燃性物質が熱エネルギーを受ける着火源には、次のようなものが挙げられます。

- 炎に触れる。……マッチ、ライター等
- 高温の固体に触れる。……過熱鉄片等
- 火花に触れる。……破砕時の火花、ガス器具の着火器等
- 摩擦熱を受ける。……破砕機内でのごみと回転部との接触、摩擦や破砕による発熱
- 光（熱線）の放射を受ける。……投光器、電球等

可燃性物質が燃焼するためには、熱の伝わりやすさや、蓄熱されやすさに大きく影響を受けます。このことは、細かい枝等を積み重ねて下から火をつけると、小枝の間に熱がたまり同時に上方へ熱が伝達されて燃えやすくなることからもわかります。

従って、破砕処理設備内に蓄積されたごみの小片や綿ぼこり等は熱がたまりやすく、着火しやすいのです。

また、急傾斜コンベヤのベルトは、いったん燃えだすと、ドラフト効果により、上方に熱が伝わるため、燃焼は急速に広がります。

燃焼によって生じる煙は、主としてすす等の固体微粒子、水滴等の液体微粒子や一酸化炭素等の燃焼生成物質を含む気体等から成っています。特に気体成分中には多くの有害物質が含まれ、一酸化炭素の他、可燃性物質の構成物質によってハロゲン化水素やシアン化水素等が発生する場合もあるため、消火活動を行う場合には注意が必要です。

1）燃焼形態

燃焼現象は、可燃性物質の相形態によって、次のように分類できます。

(1) 気体の燃焼

プロパン及びブタン等の可燃性ガスが、空気中に拡散し、酸素と混合されて燃焼するもので、拡散燃焼ともいわれています。破砕機で多く発生している爆発事故は主にプロパンやブタン等の気体の急激な燃焼によるものです。

(2) 液体の燃焼

ガソリンや、灯油等の石油類の一般的燃焼形態であり、液体表面から蒸発した可燃性蒸気が燃焼し、その燃焼熱により、蒸発が促進されて、燃焼が継続していくもので蒸発燃焼ともいわれています。ごみ処理施設でも、時々、燃料の残ったストーブが投入されて、火災が発生することがあります。

(3) 固体の燃焼

固体の燃焼は、複雑であり、外部から熱エネルギーを受けて生成される熱分解ガスによる燃焼（分解燃焼）と、木炭、コークスのように固体が蒸発や熱分解をせず、表面においてのみ燃焼（表面燃焼）するものがあります。

ごみ等の可燃性固体は、一見、固体自体が燃えているようですが、多くのものは前者に属するもので、熱分解、液化及び気化等の現象が混在した経過をたどって可燃性気体になってから燃えています。

2）燃焼特性に影響を与える因子

可燃性物質の燃焼特性に対する影響因子（引火点や燃焼範囲、燃焼速度等）を知ることによって、その物質の火災に対する危険性を知ることができます。

(1) 引火点

液体、固体からの可燃性ガスが、着火源があると着火する温度で、その値が低いものほど危険性が大きくなります。特に、引火点が、その物質が取り扱われている温度以下のものは注意を要します。ごみ処理施設では、常温以下の引火点のものについては注意が必要です。

(2) 発火点

伝熱による温度上昇で、自然着火するときの最低温度です。これは伝熱の条件によって大きく異なるため、測定値よりも低い温度で着火する場合もあります。発火点の低いものほど危険性が高いといえます。

(3) 燃焼範囲

可燃性気体が着火し得る濃度範囲で、低い方を下限界、高い方を上限界といいます。燃焼範囲の下限界が低いものほど、また、燃焼範囲が広いものほど危険性が大きくなります。防爆対策では、この危険性の高いものの搬入・投入を抑制することや、設備では空気を多量に吹き込むまたは不活性ガスを吹き込むなどで可燃性ガスの燃焼範囲域を回避することが重要です。

(4) 燃焼速度

可燃性ガスが燃焼する場合、火炎面の移動速度を燃焼速度といいます。燃焼速度は、理論混合比付近で最大値となり、この濃度より可燃性気体の濃度が濃くなったり、薄くなったりすると、燃焼速度は遅くなります。また、温度が高くなると燃焼速度は速くなります。速度の速いものほど火炎の伝播が速く、危険性が高いといえます。

(5) 最小着火エネルギー

着火に必要な最小エネルギーをいいますが、同じ可燃性物質でも、着火源（着火方式）によって、その値は変ります。都市ガスでは、火花放電式に比べ熱線式の方が大きな着火エネルギーを必要とします。最小着火エネルギーの小さいものほど着火しやすく、危険性が高くなります。

(6) 発熱量

可燃性物質が完全に燃焼したときに発生する熱量で、発熱量が高いと周囲に及ぼすエネルギーも大きくなり、火災が拡大する危険性も増加します。

表 2.1.1.1 に気体をはじめ、液体、固体、粉体状の代表的な可燃性物質の燃焼特性を示しています。

表 2.1.1.1　代表的な可燃性物質の燃焼特性

物質名	引火点	発火点	燃焼範囲			層流燃焼速度	最小着火エネルギー	発熱量		備考
			燃焼下限界		燃焼上限界					
	℃	℃	%	g/m³	%	cm/sec	J	kJ/kg	kcal/kg	
メタン	−	537	5.0		15.0	37.0	0.00023	44,940	(11,930)	有機物の発酵時に発生する
プロパン	−	432	2.1		9.5	43.0	0.00031	46,300	(11,060)	燃料の他、スプレー缶に封入
ブタン	−	257	1.6		8.4	37.9	0.00038	45,630	(10,900)	燃料の他、スプレー缶に封入
ガソリン	−43	約 300	1.4		7.6	38.0		41,860	(10,000)	
灯油	50	255	0.7		6.0					
大豆油	282	462								
水素	−	550	4.0		75.0	27.0	0.000019	98,870	(23,620)	
ポリエチレン	340	350		20				43,530	(10,400)	容器、シート、フィルム製品
ポリプロピレン	350	360		20				43,950	(10,500)	容器、シート、フィルム製品
ポリスチレン	345	470		15			0.015	39,770	(9,500)	発砲スチロール製品
ポリ塩化ビニル	300	455						17,160	(4,100)	パイプ、電線被覆、シート製品
ナイロン 66	420	430		30				33,490	(8,000)	
シリコンゴム		653								パッキン、電線被覆
綿	255	255								
麻		220		40			0.035			
セルロース	300	260		45			0.035			繊維素、植物の細胞、繊維の成分
紙粉	270	270		55				15,710	(3,753)	
木材	260	250		20			0.02	20,000	(4,778)	
木炭		300						30,000	(7,167)	
石炭		160		35				25,000	(5,972)	
アルミ粉		230		25			0.015	10,720	(2,560)	
マグネシウム粉		340		20			0.04	10,880	(2,600)	
フェノール樹脂		180		15			0.01	26,050	(6,700)	電灯ソケット、軸受等の機械部品
小麦粉		220		20			0.04			
コーヒー		240		85			0.16	23,570	(5,630)	

3）爆発の種類

前述のように、爆発も燃焼の一部ですが、「爆発とは、圧力の急激な発生や開放の結果、容器が破損したり、または、気体が急激に膨張して、爆発音や破壊作用をともなう現象」と定義されています（理化学辞典）。

この爆発現象は次のように分類できます。

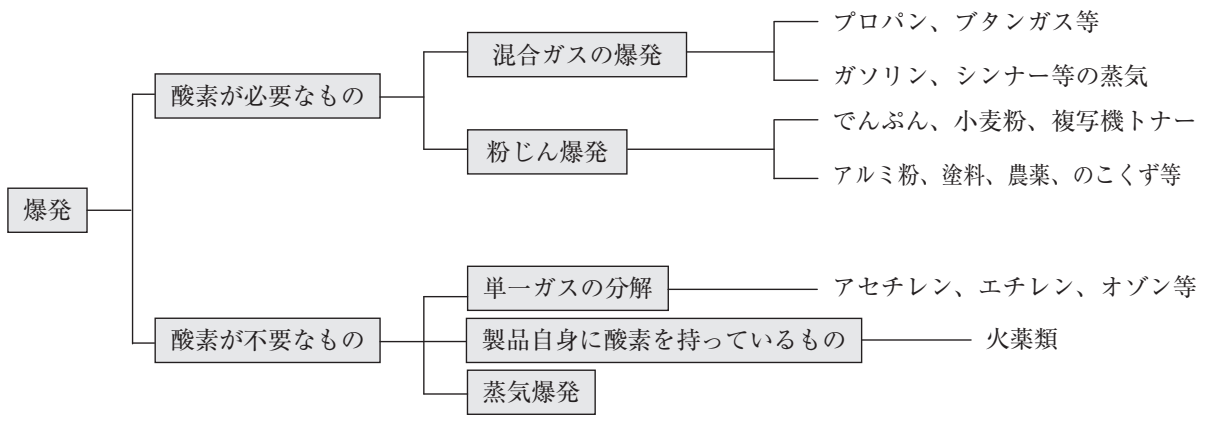


図 2.1.1.2 爆発の種類

（1）爆発に空気（酸素）が必要なもの

①混合ガスの爆発

プロパンガスやガソリン等の気体と空気の混合ガスの爆発が破砕機爆発事故の大半を占めています。混合ガスが爆発するには空気中のガス濃度が一定範囲に入っており、着火源となる火種が必要となります。このようなガスとしては、以下のものがよく知られています。

- プロパンガス
- ブタンガス
- ガソリンの蒸気
- シンナーの蒸気
- 水素ガス

また、ごみ焼却施設等においては、灰に金属アルミが存在する場合、アルカリ性で水分が存在すると水素が発生しますので、注意が必要です。

②粉じん爆発

可燃性粉体と空気の混合体の爆発で、小麦粉やおがくずのような普通は危険物と思われていないものでも、爆発の原因物質となります。

代表的な原因物質としては、次のようなものがあります。

- 農作物……でんぷん、小麦粉、砂糖、飼料、綿くず
- 化学物質……硫黄、複写機用トナー、ゴム粉末、粉体塗料粉末
- 石炭、石油……微粉炭
- 金属……アルミ粉、マグネシウム粉
- 薬品……結晶類、塗料、農薬

• 高分子類……高分子粉末類
• 木材……のこくず、チップ、木皮、紙粉

主要な可燃性粉じんの爆発に関する性状は前掲の表 2.1.1.1 に示しています。

(2) 空気が無くても爆発するもの

①単一ガスの分解爆発

空気（酸素）が無くても、ガス自身が分解爆発して発熱反応を起こすものです。この反応は空気と無関係のため、水蒸気吹込式防爆装置のように酸素濃度を制御しても防爆効果は期待できません。分解爆発性のガスとしては、次のようなものがあげられます。

これらの物質は通常、家庭用ごみとしては排出されませんが、事業系の廃棄物として搬入されてくる可能性があります。

• アセチレン
• エチレン
• オゾン　等

その他、一般的ではありませんが、以下のようなものもあります。

• 亜酸化窒素（笑気ガス）
• 酸化窒素
• 硝酸メチル
• 硝酸エチル　等

②製品自身に酸化化合物をもっているもの

実際には、酸素が必要な燃焼（爆発）作用ですが、火薬のように、製品自身が燃焼に必要な酸素を持っているため、外部からの酸素（空気）の供給を必要としないものです。

本来は、(1)の酸素が必要な爆発に分類されるものですが、防爆対策的には単一ガスの分解爆発と同じため、こちらに分類しています。

(3) 蒸気爆発

焼却施設では、炉底灰ホッパのつまり解除の為に誤って散水を行ったために、水が瞬間的に蒸発して爆発に至るケースがあります。このように、燃焼や分解等の化学的な変化を伴わず、液体の気化による急激な体積の膨張を蒸気爆発といいます。

4）建物の火災

建物の火災の進行過程は、概ね次のようになります。

この状態を、防火対策も含めて図示すると図 2.1.1.3 のようになります。

火災が発生したときは、火災が急激に拡大するいわゆるフラッシュオーバーになるまでに消火することが必要です。そして、火災の早期発見と適切な初期消火活動が、フラッシュオーバーになるまでに消火することを可能とするのです。

しかし、通常、我々は図の「有炎着火」附近になって初めて「火災」と認識する場合が多く、このことが、火災初期での消火対策を困難にし、被害の拡大につながっています。

従って、火災の発生防止対策、次いで、出火後できるだけ早期に火災を検知して消火を行うことが重要であり、火災検知時に適切な消火が行える設備と、その運用技術の向上を心がける必要があります。

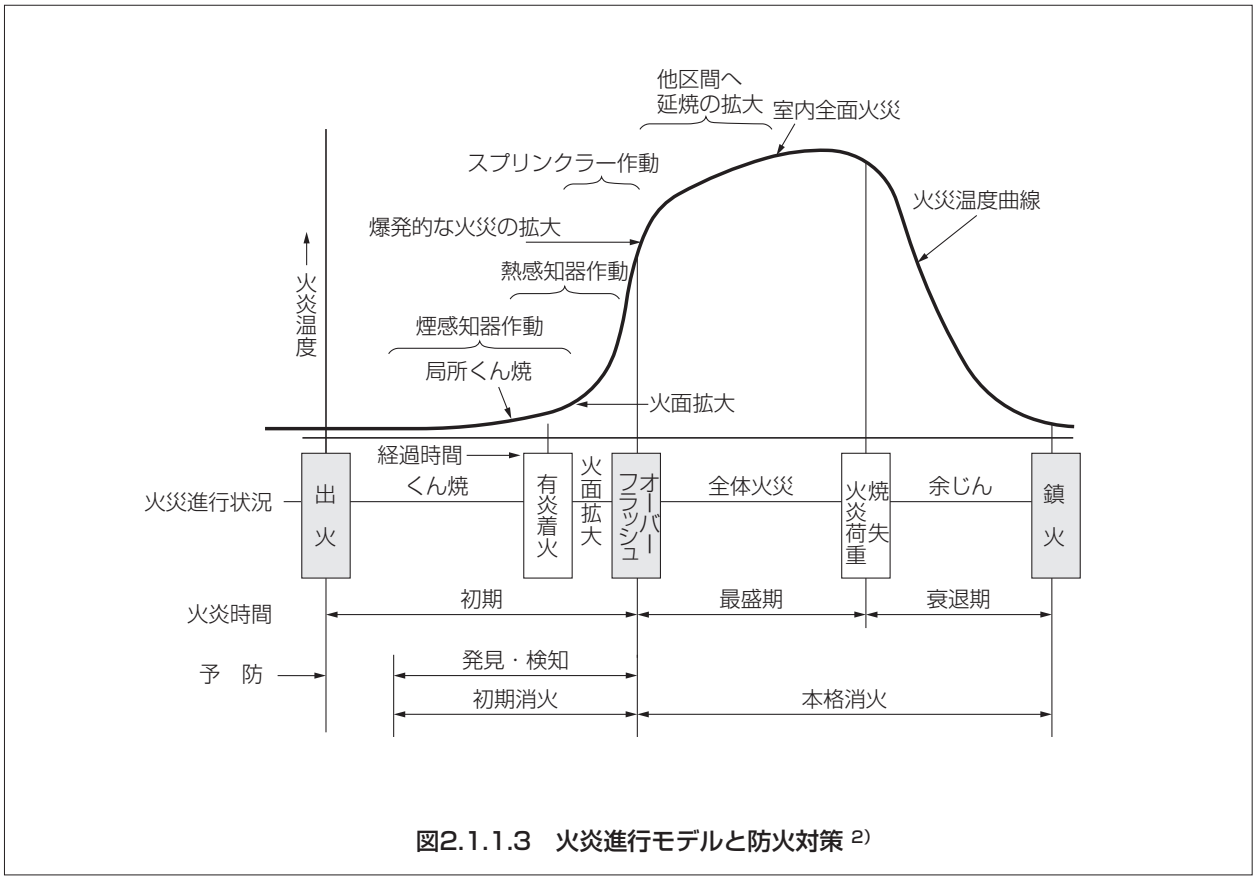


図2.1.1.3　火災進行モデルと防火対策 [2)]

1.2 火災関連物質とごみ

- ごみ処理施設には、可燃性の構成材料やごみがあるため、防火面での留意が必要。
- ゴム製の急傾斜コンベヤは、発熱量が大きく煙突効果も生じるため、燃え出すと火災拡大の危険性が大きい。
- 木材は、比較的低温で発火する可能性があるので、要注意。
- 不燃性粗大ごみには、可燃物の組成割合が40%前後のものもあり、火種があれば燃焼するので要注意。
- ガスコンロの着火源やLPG等が引き金となり、ごみ等の可燃物に延焼、火災の可能性もある。
- 破砕によってごみの粒度が小さくなるため、小さな火種で発火する可能性が増大する。

1）火災事故の関連物質

施設の火災では、建物が燃えるだけでなく、機械設備やごみが燃えることによって、被害の程度に大きな影響を及ぼしています。

防火が必要な建築物は、用途、規模、建築場所等によって、耐火建築物、準耐火建築物、防火構造建築物に区別され、多くのごみ処理施設は準耐火建築物に属しています。また、建物が耐火構造であっても、内装材や書類等、多くの可燃性材料が使用・保管されており、これらの延焼が火災を拡大する大きな原因のひとつになっています。

設備機器も機能上、次のような可燃性の材料が使用されており、火災の発生や拡大の可能性を増大させている例も多くあります。

- ゴム　（コンベヤ、ローラ、防音防振用ゴム等）
- プラスチック　（パイプ、電線、カバー等）
- 油脂類　（潤滑油、作動油等）

中でも、コンベヤにはゴムベルトが使用されることが多く、たくさんの延焼事例が見られます。

処理のため、施設に持ち込まれるごみも火災に大きく関与しています。ひとつは、搬入ごみ中の発火性や爆発性の危険物であり、もう一つは、過熱金属等によるごみ中の可燃成分の延焼です。以下に発火性・爆発性の危険物の例をあげます。

- 発火性の危険物：石油ストーブ、ライター（着火器）、マッチ、リチウム系電池等
- 爆発性の危険物：スプレー缶、ライター、ガスボンベ、塗料等

ごみ中には、石油ストーブや使い捨てライター、マッチ、リチウム系電池等、本来別ルートで処分する必要があるもので、施設に搬入してはいけないものも搬入ごみに混入している場合があり、火災の原因にもなっています。また、場内に飛散したごみや、機器まわりに堆積したダスト類も被害の拡大につながる恐れがあるので、施設の清掃にも十分配慮が必要です。破砕対象となる搬入ごみは、プラスチック類、木、竹、わら、紙、綿、ゴム、皮等いろいろな可燃性物質で構成されています。

2）素材の性状

（1）コンベヤベルト等のゴム

設備機器類の構成材料の内、防火上特に留意が必要なのが、コンベヤベルト等に使用されているゴムです。材質は、ベルトの膨潤による変形を防止するため、一般に、重耐油仕様のものが使用されており、また最近では、用途によっては難燃仕様のものを使用することがあります。

引火点は、360 ～ 410℃と、木材や紙ほど低くはないため、着火の可能性は低いといえます。しかし、一旦燃えだすと発熱量が大きく、特に、急傾斜コンベヤでは、ベルトが急傾斜に配置されているため、延焼速度が速く、火災拡大に対する注意が必要です。また、火災時には有毒ガス（一酸化炭素、シアン化水素ガス等）や分解ガスを発生し、ガス中毒や爆発事故を誘発するので消火活動には注意が必要です。

最近では、耐油性と難燃性を兼ね備えたコンベヤベルトが開発されています。

（2）木材[3)]

木材は家具類等に多く含まれています。木材が着火に至る形態は、以下のように分類できます。

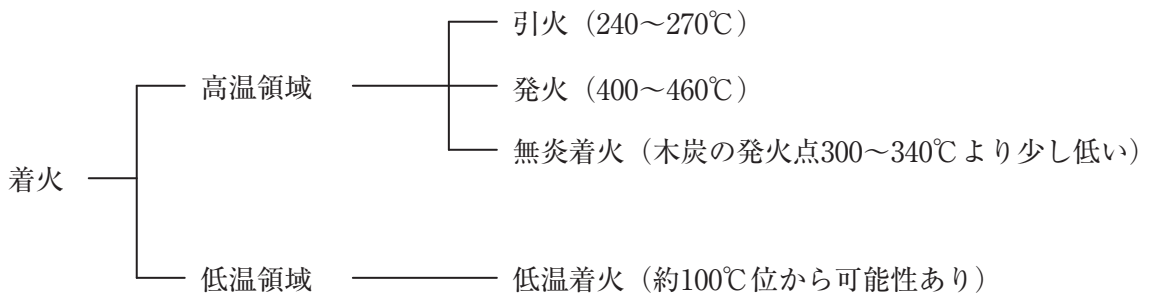


図 2.1.2.1　木材の着火に至る形態

木材を加熱すると、木材の内部に熱が伝わり、100℃付近で水分を放出して乾燥状態になり、120℃ではのこくず等が酸化発熱を始めます。

加熱温度が低かったり、酸素が不足していたり、分解生成ガスの散逸が激しいと、いくら加熱しても着火せず木材自身が消し炭状になります。これが無炎着火と呼ばれるもので、更に加熱温度を上げることによって有炎燃焼へと移行します。

木材を低温で長時間加熱すると、乾燥して多孔質となります。その結果、木材自身の断熱性が向上し、内部で発生した熱は蓄積されて温度上昇が激しくなります。

多孔質になった木材は、周囲の条件にもよりますが、約 100℃の低温でも、熱分解の内部発熱との相乗効果により着火することが考えられます。このように通常の引火温度より低い温度で着火することを低温着火といいます。

従って、長時間 100℃付近の温度条件下で使用されている木材（例えば、蒸気配管が貫通する板壁、熱風や強い輻射熱を直接受ける木材等）でも、徐々に多孔質となって低温着火による火災発生の可能性は否定できません。

(3) プラスチック

近年、製品に占めるプラスチックの割合が増加し、ごみ処理施設での取扱量も増えています。

プラスチックは一般的に燃焼速度が速く、発熱量も大きく、また、熱分解温度が低く、発火点は 300 ～ 500℃です。発煙量が多く、すすと共に多種類の有毒ガスを発生するものもあるので注意が必要です。

大量のプラスチックを含む廃棄物を保管する場合においては、プラスチックとともに付着・混合している発酵性の有機物が低温度域で発酵し、プラスチックの高い断熱性で放熱よりも発酵熱が勝り、その内部で蓄熱し温度上昇し、発火にいたる事例があります。

3）ごみの性状

(1) 破砕対象ごみ

搬入された破砕対象ごみのように、種々の物質が混在した状態についての詳細な燃焼特性データはありませんが、発火危険物等が混在しているため、取扱いには注意が必要です。また、これらのごみには、ごみとしては、規制対象にはなっていませんが、単独で集積してある場合には、指定可燃物として規制対象となるプラスチックや木くずが多数混在しています。

破砕対象物の内、不燃性粗大ごみや不燃ごみについては、可燃成分が含まれていますが、一般に燃えないと思われており、逆にこれが火災の危険性を高めているケースも見受けられます。また、可燃性粗大ごみについても、その性状を十分理解されていないケースも見受けられますので、十分その性状を把握しておくことが大切です。

①可燃性粗大ごみ

可燃性粗大ごみとは、木材・木製家具（たんす、椅子、ベッド、机、食堂セット、応接セット等）、畳、じゅうたん、マットレス等大型で、主に可燃性材料で構成されているものをいいます。

N市の例では、可燃ごみの低位発熱量は生ごみの倍の 16,744 ～ 18,837kJ/kg（4,000 ～ 4,500kcal/kg）にものぼると報告されており、いったん火災が発生すると大きな熱エネルギーを放出するため、大火災に発展する恐れがあります。

また、破砕前の貯留ピットで、セルロイドを含む可燃ごみが、水の作用等により分解反応をおこして発熱し、自然発火した例もあります。[4)]

②不燃性粗大ごみ

鉄製家具（机、椅子、ロッカー等）、自転車、オートバイ、流し台、ガス器具、ストーブ等比較的大型で、主に不燃性材料で構成されているものをいいます。

不燃性粗大ごみ中には鉄類が多く含まれ、破砕処理の過程において過熱金属片を排出することもあります。この過熱金属片が着火源となり発火に至る場合があるので注意が必要です。特に石油ストーブにおいて灯油の除去が完全でない場合は、着火源と可燃性物質を併せ持つ状態となり発火・爆発の可能性が非常に高まります。

③不燃ごみ

ガラス類、金属類、缶類、陶磁器類、コンクリート片、がれき類、その他類似のものをいいます。

また時としてプラスチックや合成繊維、合成ゴム、皮革等を、不燃ごみに含める場合もあります。

N市のごみ分析の結果では、低位発熱量が5,023kJ/kg（1,200kcal/kg）（不燃分約78％）と報告されており、これは生ごみの半分程度の発熱量で、一度火が付くと、十分自燃できます。

このように、家庭から排出される不燃ごみは、可燃物比率が高く、不燃ごみという名称であっても、火種があると着火、燃焼する可能性は高いのです。例えばガスコンロや石油ストーブ等に使用されている圧電式や電池式の着火装置がごみの収集運搬や貯留の過程で作動し、それが火源となって火災が発生することは良く知られています。

なお、破砕対象物には、破砕にともなう爆発や火炎の原因となるガスボンベ、石油タンク、バッテリー、引火性スプレー缶、溶剤、揮発性物質、塗料等のような危険物が混入している場合があります。最近ではフロンガスが使用禁止となり、スプレー缶の充填剤にブタンガス等の可燃性ガスが使用されているため、これらの混入が特に問題になっています。これらの破砕危険物は本来別ルートで処理されるべき物で誤って混入している場合には、破砕処理前に除去する必要があります。

（2）破砕後のごみ

破砕されたごみは搬送され、選別機によって鉄類、アルミ、不燃物、可燃物、プラスチック等に選別されます。

①破砕後選別前のごみ

ごみ処理施設では、破砕処理後の破砕物搬送コンベヤで多くの火災が発生しています。この搬送コンベヤでは、ごみ中の金属類の破砕によって発生した衝撃火花や過熱金属等が、破砕後の可燃物を加熱し、火災に至る可能性があります。破砕処理後の過熱金属の温度計測結果では、200℃を越えるものも観測されています。

②破砕選別後のごみ

破砕後の廃棄物は資源回収や処分のため、可燃物、不燃物、磁性物、アルミ、プラスチック等の3～5種類に選別されます。

図2.1.2.2はK市の選別フローと選別種毎の組成を示しています。例えば、選別後の可燃物中には鉄類が3％含まれており、破砕時の金属類の加熱によって廃棄物に着火する可能性が考えられます。

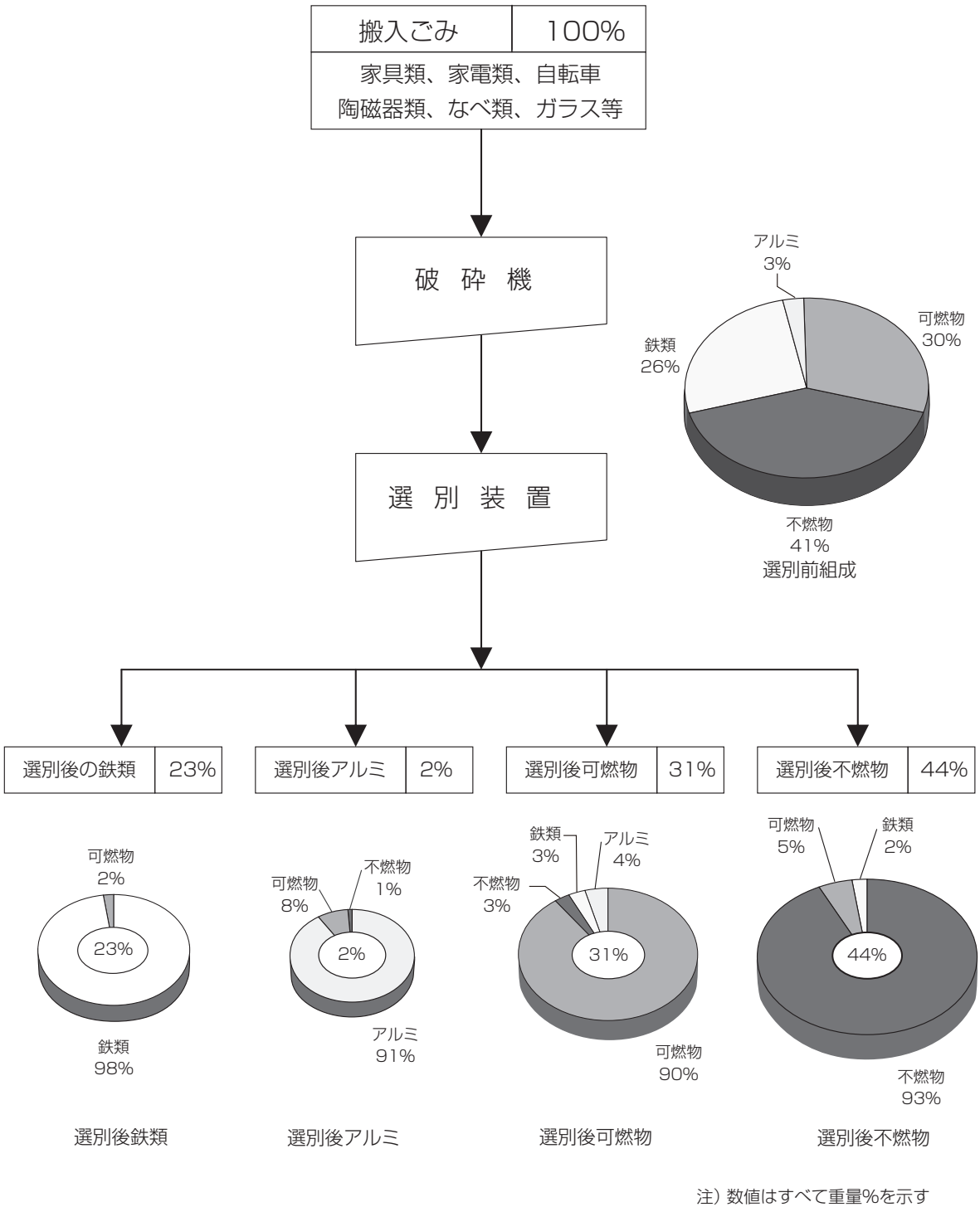


図 2.1.2.2　破砕選別のフローと組成の変化の例

一方、選別後の不燃物や鉄類にも、可燃物や過熱金属が混入していますが、可燃物の量が少ないため、火災発生の可能性は低いと考えられます。

③破砕物粒度からみた火災の危険性

破砕機を通過した廃棄物は、図 2.1.2.3 に示すように、50％が 50㎜以下と破砕によって粒度が小さくなり、破断面は無数の突起を有するので、わずかなエネルギーの火種で着火可能となります。

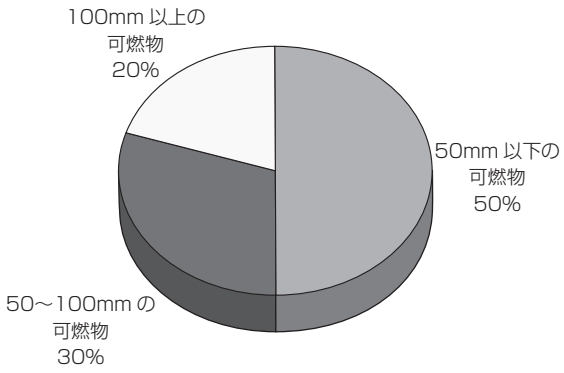


図 2.1.2.3　破砕後の可燃物における粒度分布

④粉じん（ダスト類）

老朽化した施設や維持管理が不十分な施設では、コンベヤ内部、機器周辺や換気ダクト内にダスト類が堆積している場合も見受けられます。これらのダスト類は微細で綿くず状であるなど、小さな火種で容易に着火しやすい性質を持っています。従って、火災防止の観点から、施設の清掃を徹底して、ダスト類を堆積させないことも非常に重要です。

(3) その他の危険物

①リチウム系電池[5)]

家電製品の小型化・高性能化に伴い、リチウム系電池の需要が高まるとともに生産量及び廃棄量も増加しています。

リチウム系電池とは、リチウム電池、リチウムイオン電池の総称です。リチウム電池は、ボタン電池等小型の電池が多く、デジタルカメラ、腕時計等に使われ、使い捨てされます。リチウムイオン電池は、パソコン、携帯電話等で使われ、やや大きく充電が可能です。

リチウム系電池は金属リチウムや引火性の高い有機溶媒を電解液に使用しているため、通常の使用では安全でありますが、誤ってごみ処理施設で処理された場合、処理工程において発火等の危険性が高くなります。

一般電池においては、分解、電極短絡、加圧変形、加熱等の誤った取扱いをした場合には、発熱・破裂等を引き起こすことがありますが、リチウム系電池の場合は、発熱が発火にまで至ることがあります。さらにリチウム金属は水と接触することで発火することがあるので注意が必要です。

本来、リチウム系電池はごみ処理施設で処理するものではありませんが、誤って搬入された場合には、前述により火災及び爆発の要因となりますので、処理前には確実に除去することが重要です。

②ごみ固形燃料（RDF）[6)]

ごみ固形燃料はRDF（Refuse Derived Fuel）ともいわれ、ごみを破砕、乾燥、選別、成形（固形化）したものです。RDFは通常のごみと比べ、減容化･減量化されるため、運搬性が良く、形状･発熱量がほぼ一定となるため安定した燃焼が可能である特徴を有しています。しかしRDFは貯蔵設備において大規模な火災・爆発を起こした事例があり、また消防法では指定可燃物（指定数量1トン）の扱いを受けるもので、取扱いには様々な注意が必要です。以下に火災となる要因及び取扱い上の注意点と対策を記載します。

＜火災の要因＞

（ⅰ）原料が廃棄物であることから有機物が含まれており、酸化・発酵による発熱がある。（発熱）
（ⅱ）熱伝導率が低く、蓄熱しやすい。（蓄熱）
（ⅲ）強度が不足している場合や輸送・保管において粉化する。粉化したものは酸化や発酵を促進し、より蓄熱の促進要因になりうる。（発熱・蓄熱）
（ⅳ）上記の発熱と蓄熱による温度の上昇により、有機物の化学的酸化による自己発熱で高温となり発火に至ると考えられている。

＜注意点と対策＞

（ⅰ）腐敗防止の観点から、含水量は10%以下とする。[6)]
※吸湿しないよう室内に保管し、雨水の浸入を遮断する。
（ⅱ）外気温度（概ね40℃を上回らないこと）まで十分に冷却した状態で、保管をする。[7)]
（ⅲ）消石灰及び生石灰を添加することでpHを上げ､微生物の活動を抑制する。（RDF製造時）
（ⅳ）粉化の進んだRDFは長期保管をしない。
（ⅴ）貯蔵形態に応じ温度、可燃ガス（メタン、水素、一酸化炭素等）の監視を行う。[8)]
（ⅵ）集積高さを制限する（一定規模以上の集積の制限）[8)]

③生ごみ

生ごみの発熱・発火の可能性については、次のことが考えられます。

- 発酵による初期発熱
- 酸化による発熱
- 処理工程で加えられる熱等

生ごみの発火温度は、170～175℃であり[9)]、これらの要因だけでは発火・火災に至る可能性は低く、これらが大量に保管・積み上げされた際の放熱不足（放熱＜発熱）の場合、さらに反応が進み、温度上昇から発火に至る可能性があります。大量貯蔵時は、管理（積み上げ量・温度管理・換気）が重要です。

また、生ごみ処理機（発酵槽）の場合、過加熱・過乾燥の防止、管理が重要です。

1.3 火災と爆発の制御

●消火には、可燃性物質の除去、酸素の供給遮断、冷却の３つの方法がある。
●爆発抑制の３つの方法同様に、可燃性物質の除去、空気（酸素）供給遮断、着火源の除去。

1）火災の抑制

(1) 可燃性物質の除去

燃焼に関与する可燃性物質を完全に除去することができれば､効果的な消火が可能です｡しかし､ごみ処理施設の火災では、大量のごみが貯留されており、状況によっては火元の確認も困難であるため、効果的に可燃性物質を除去することは難しいのが現状です。可燃性物質の貯留量を最小限にしたり、できるだけ貯留しないことが、対策の1つとして挙げられます。

(2) 酸素の供給遮断

燃焼は、可燃性物質の酸化反応であり、燃焼を継続するのに必要な濃度の酸素の供給を遮断することによる消火方法です。例えば、水蒸気、二酸化炭素、窒素あるいは燃焼排ガス等を用いた不活性ガスの吹込み、引火性液体の火災における泡消火、金属火災における乾燥砂の使用等は、いずれも酸素の供給遮断による消火方法として挙げられます。しかし、化合物中に酸素を含有する酸化剤や有機過酸化物、ニトロ化合物等の物質の火災では、この消火方法は効果が期待できません。

また、対象可燃物に生石灰、消石灰を含む場合、二酸化炭素を吹込むと、石灰と反応して発熱しますので、RDF の消火に二酸化炭素吹込みは適用できません。

$CaO+H_2O \rightarrow Ca(OH)_2+15.59\,kcal/mol(65.26\,kJ/mol)$

$Ca(OH)_2+CO_2 \rightarrow CaCO_3+H_2O+26.9\,kcal/mol(112.6\,kJ/mol)$

(3) 冷却

燃焼は、燃焼反応に伴ない発生する燃焼熱によって未反応部分が活性化されることで継続します。すなわち、燃焼熱は引き続く燃焼反応のための熱源として働くのです。この熱を除去して可燃性物質が冷却により着火温度以下になれば、燃焼が継続せず消火されることになります。最も一般的に消火に使用されている水は、比熱及び気化熱が大きいため、冷却効果が高く、非常に有効な消火剤です。

2）爆発の抑制

(1) 可燃性ガスと爆発限界

アンケート結果によると、爆発事故の原因物質は、原因のはっきりしているもののうち約80%がプロパンやブタン等の可燃性ガスとエアゾール缶で占められています。

このため、防爆対策は、プロパンガスやブタンガスを重点として行われることになります。

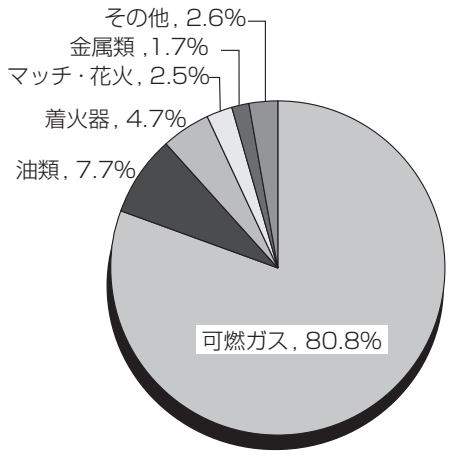


図 2.1.3.1　爆発の原因物質

空気が必要な爆発は、その爆発の原理より、可燃性（爆発性）物質、空気（酸素）、着火源（火種）の3つの条件がそろわなければ発生しません。したがって爆発を防止するには3つの条件のうち、どれか1つを除けばよいことになります。

爆発性物質の除去や希釈を目的として、空気を多量に吹込む希釈空気吹込式の防爆装置は、爆発性物質のガス濃度を爆発限界域以下にすることによって爆発を防止します。例えば、プロパンガスは空気中では 2.1 ～ 9.5%の濃度で着火源があれば爆発しますが、多量の空気を吹込み、プロパンガス濃度を 2.1%以下に希釈すると爆発は発生しません。

水蒸気や窒素ガス等の不活性ガスを吹込み、酸素濃度を爆発限界域以下に下げて、爆発を防止するのが、不活性ガス吹込式の防爆装置です。図 2.1.3.2 はメタンガス濃度と水蒸気濃度との爆発限界図を示しています。この図より水蒸気濃度を 27%以上にするとメタンガス濃度に関係なく、爆発が発生しないことがわかります。

また、図 2.1.3.3 はプロパンガスと窒素ガスとの爆発限界図を示しています。この図より、爆発限界域は予熱温度によって変化し、予熱温度が最も低い 100℃のケースでも、爆発を防止するには 55%以上の窒素ガスを充填しなければならないことが分かります。

以上の防爆対策はいずれも完全なものではありませんが、現在では水蒸気吹込式が希釈空気吹込式に比べ信頼性が高いと考えられています。希釈空気吹込式の信頼性はやや落ちますが、建設費、維持管理費ともに安価であるため小規模な施設で多く用いられています。いずれの方式を用いるにしても、爆発事故を未然に防止するには、搬入されるごみの中から各種のガスボンベや爆発物質を人手によって除去する作業を併用して行うことが安全性の向上を図る上からも最も必要なことです。

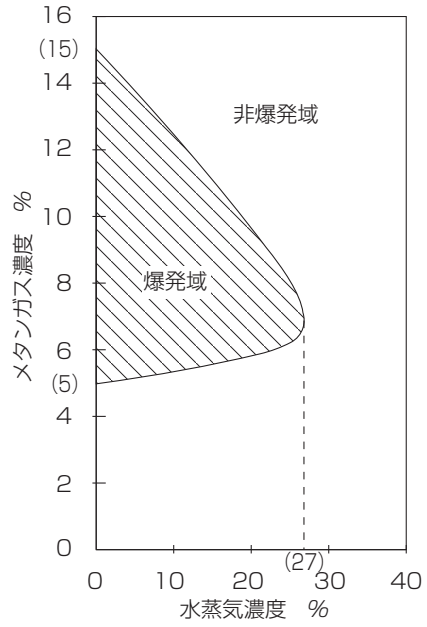


図2.1.3.2　メタンガスと水蒸気との爆発限界図

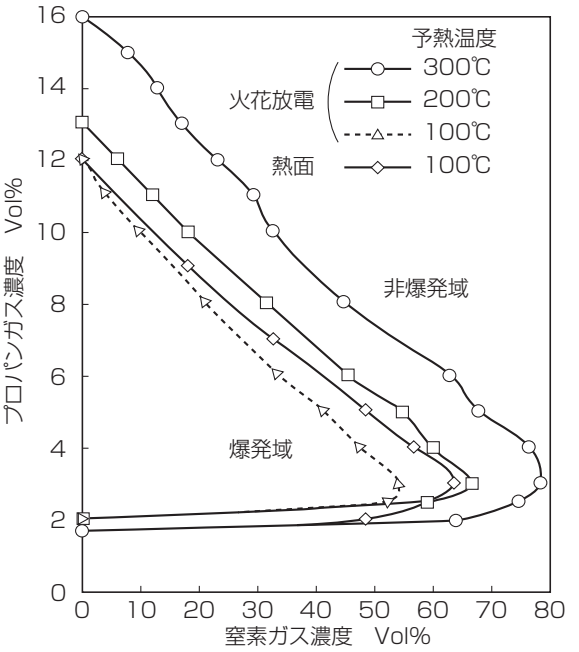


図2.1.3.3　プロパンガスと窒素ガスとの爆発限界図[10)]

(2) 爆発力の軽減

建物や容器のような閉じられた空間での爆発が避けられない場合、爆発の被害を軽減するため、一部分の強度を他の部分よりも小さくした爆風逃し口を設けて、内部で発生した爆発による圧力が上昇しないうちに爆発圧力を大気へ放出します。(図 2.1.3.4)

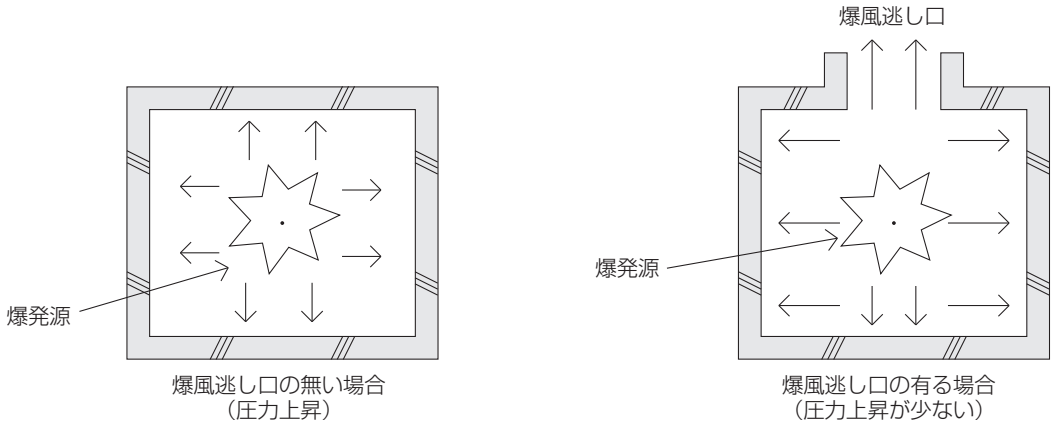


図2.1.3.4　爆風逃し口

一般に、建物容積に対し、爆風逃し口の面積を大きくとる方が爆風圧力が逃げやすいため、圧力の上昇が緩和されます。

図 2.1.3.5 に開口部の大きさによる圧力挙動の違いを示します。

図のように、一般的に開口部が大きいほど圧力上昇は小さくなります。したがって、爆発による被害を最小限とするには、爆風逃し口の面積と開放作動圧力を適切に設計することが非常に大切です。

爆風逃し口の詳細については、第 2 編 5.14 建築設備の項に示しています。

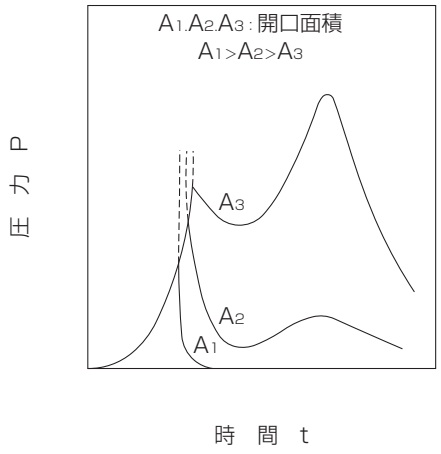


図2.1.3.5　開口部の大きさによる圧力挙動の違い

ごみの排出・収集時の危険物除去対策

Section

2

事故防止のためには、なによりも事故の原因となる危険物を処理施設に持ち込まないことが重要です。そのためには、次の対策が重要です。

- 消費段階やごみ排出段階での対策（発生源対策）
- ごみ収集時の対策
- 事業系ごみ対策

まず、発火性・爆発性を有する商品（危険物）の流通と回収がどのようになっているか、実態から見てみましょう。

2.1 可燃性・爆発性危険物の流通と回収の実態

- ●最適の対策をたてるためには、まず危険物の流通等の実態把握が重要。
- ●内容積が 8 リットル以下（2 ～ 3kg）の LP ガス容器は、容器のままでの販売が可能。
- ●家庭で一般に使用されている LP ガス容器は、販売店が容器を取り替え、再充填して使用されている。
- ●カセットボンベやエアゾール缶は、使い切ってから他のごみと区別して捨てることになっているが、収集車の火災事故の原因となることも多い。

ごみ処理施設の爆発事故の原因物質は、ガスボンベとエアゾール缶が圧倒的に多いのが実情です。また、カセットコンロ用の小型ボンベ（カセットボンベ）の生産量は、10 年前に比べると、ほぼ倍増しています。

本節では、これらの製品の生産、流通の現状についてふれておきます。

1）LP ガスボンベ

（1）LP ガスボンベに対する法規制

LP ガスのような高圧ガスは、災害防止のためにその製造、貯蔵、移動（運搬）容器の取扱いについて、「高圧ガス保安法」で厳しく規制されています。また、高圧ガスの中でも LP ガス（プロパン、ブタン等を主成分とするガス）の販売は、「液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律」によって規制されています。

家庭で使用される LP ガス容器には、2kgから 50kg用までさまざまなタイプがあります。高圧ガス保安法によって、容器は充填前に検査が義務づけられており、検査に合格した容器には容器製造業者、ガスの種類、内容積等を刻印する他、容器所有者の氏名（名称）、住所、電話番号を明示しなければならないと規定されています。高圧ガス保安法では、ガスの種類によって容器の色が決められており、LP ガス容器はねずみ色に塗装しなければなりません。

LP ガスを販売する時は、容器を配管に接続することになっていますが、屋外で移動して消費する設備で使う場合や、内容積が 8 リットル以下（2 ～ 3kg）の容器は、販売店によって配管に接続しないで容器のまま販売できます。（液化石油ガス法施行規則第 16 条第 3 項）

通常、家庭で使用される LP ガスは、販売店が供給管や配管に接続した容器を取り替える形で販売され、空の容器は再充填されて使用されています。平成 10 年 4 月 1 日以降に製造した容器については、製造後の経過年数が 20 年以上の容器は 2 年ごとに検査、製造後の経過年数が 20 年未満の容器は、内容積が 25 リットルを超えるものは 5 年、25 リットル以下のものは 6 年で再検査を受けなければならないとされ、検査に合格しなかった容器は、法律では「くず化」し、容器として使用

できないよう処分することが定められています。実際には穴を開けて鉄スクラップとしてリサイクルされています。

(2) 小型ガスボンベの回収について

容器ごと販売される 2 ～ 3kg程度の LP 小型ガスボンベは、購入した販売店に持ち込めば引き取ってくれることになっています。

LP ガスボンベには、「容器の取扱いについて」というラベルが貼付されており、購入者に販売店または LP ガス協会へ連絡するよう促しています。また、各都道府県の LP ガス協会では、LP ガス消費者相談所を設置し、購入者に処理方法・処理先を案内しています。

ごみとして排出される可能性が高いのはこれらの小型容器で、中にはコンロ付きのものもあり、屋外のキャンプやバーベキュー等で使用され、そのまま廃棄される例も少なくありません。

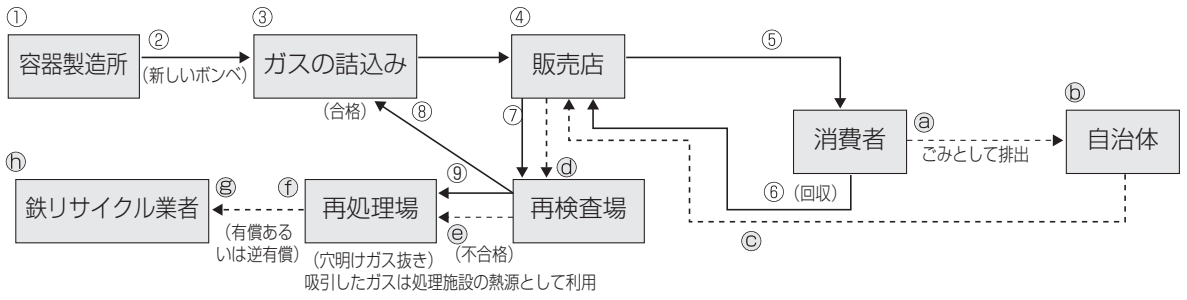


図2.2.1.1　小型ガスボンベのフロー

■ LPガス容器標準寸法（重量にはバルブ・プロテクタは含みません）

型　式	2kg	5kg	8kg	10kg	15kgG付
外　径 (mm)	210.6	249.5	284.2	300	320.2
高　さ (mm)	206	339	395	451	552
全　高 (mm)	291	451	511	570	680
底　部 (mm)	6	8	12	20	15
内容積 (ℓ)	4.8	12	19	24	36
標準重量 (Kg)	3.3	5.9	9.2	12.0	19.3

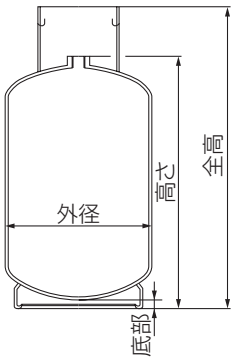


図2.2.1.2　LPガスボンベの種類

資料提供：富士工器 (株)

2）カセットボンベ

カセットボンベは、主として卓上で使用するカセットコンロに用いられます。卓上型のカセットコンロの年間生産台数は、約 200 万台(平成 19 年度実績)です。

(1) カセットボンベに対する法規制

カセットボンベは､「高圧ガス保安法施行令関係告示」(平成 9 年通商産業省告示第 139 号）によって高圧ガス保安法の適用除外となっています。

液化石油ガスの保安確保及び取引の適正化に関する法律に基づく省令の中で容器の構造や安全性に関する規定がある他、JIS に性能、構造、検査、表示等が定められています。

業界団体である社団法人日本ガス石油機器工業会では、「カセットボンベは必ず使いきって、振って音がしないことを確かめてから捨てる」ことを周知しています。また「カセットボンベお客様センター」を設置し、カセットボンベの処理についての消費者からの問い合わせに対応しています。

(2) カセットボンベの生産・流通の現状

カセットボンベの年間生産台数は平成 19 年度統計で約 1 億 2,500 万本です。業界団体では今後も同程度の需要が続くと推定しています。カセットボンベの流通フローは、下図のとおりです。

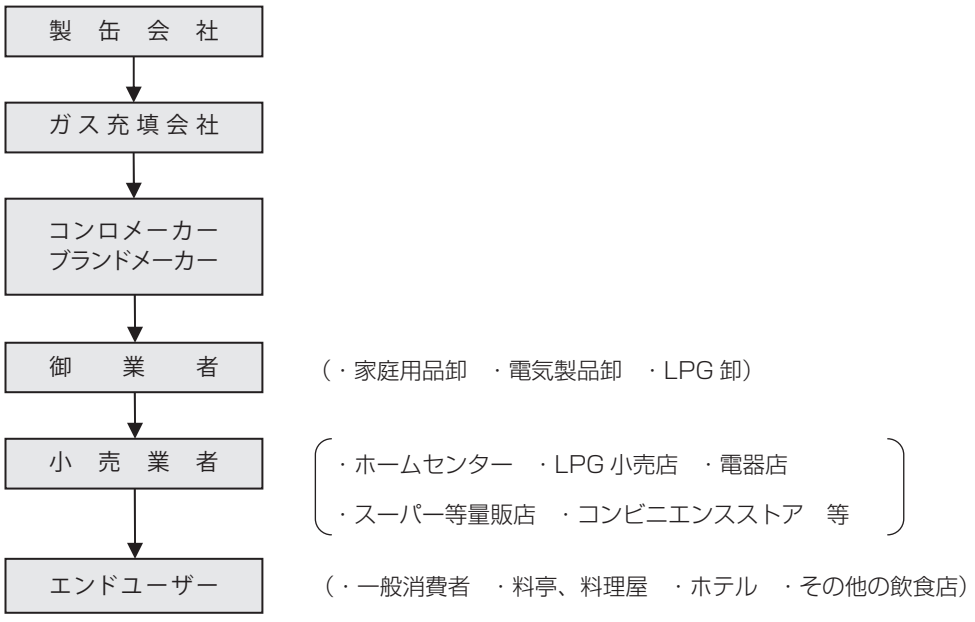


図 2.2.1.3 カセットボンベの流通フロー

3）エアゾール缶

エアゾール製品は、原液と液化ガスを容器に充満し、液化ガスの蒸気圧力によって、内容物を霧状にして放出するもので、構造は図 2.2.1.4 のようになっています。

従来、人体に使用する製品の噴射剤としてのガスは、可燃性ガスでないことと規定され、主にフロンガスが使用されていました。しかし、平成 2 年 8 月から、オゾン層保護の国際的な動きに呼応して、わが国でもフロンガスの使用規制が行われた結果、LP ガス等の可燃性ガスが使用されています。

(1) エアゾール缶に対する規制

エアゾール製品に関わる法律は、噴射剤には高圧ガス保安法、内容物には消防法、薬事法、毒物劇物取締法、農薬取締法、家庭用品品質表示法等さまざまな法律が関係します。

エアゾール製品は、通産省の告示によって高圧ガス保安法の適用を除外される液化ガスに該当しますが、この告示には表示に関する規定があり、廃棄方法については、一般には「使い切って捨てること」と表示することになっています。

(2) エアゾール製品の生産・流通の現状

エアゾール製品には、人体用品（ヘアスプレー、化粧品等）、家庭用品（クリーナー、洗剤、消臭剤等）、塗料、殺虫剤、工業用品（防錆剤等）、自動車用品（くもり止め等）等の種類があります。

エアゾール製品の生産量は、平成 18 年では年間 5 億 6,600 万本、国民1人当たり約 4.4 本の消費量となっています。

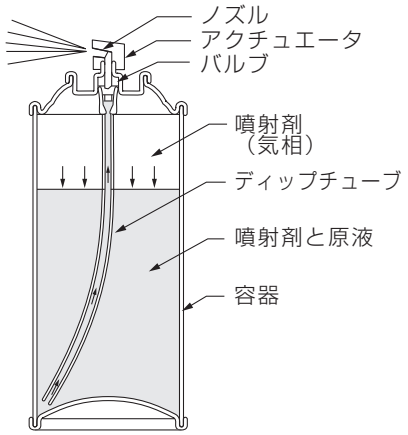


図2.2.1.4　エアゾール缶の構造

出典：社団法人日本エアゾール協会

4）塗料、溶剤容器

塗料の中でもシンナー等の有機溶剤を含有しているものや、廃油、有機溶剤が残留する容器も事故の原因物質として重視しておかなければなりません。

塗料の生産量は約 193 万トン（平成 19 年度実績）で、うち家庭で使用されるものは 2%程度に過ぎず、全体に占める割合はごくわずかです。

塗料の成分には、顔料（着色や錆止め等の性質をもたせるためのもの）、樹脂（塗膜を形成するためのもの）、添加剤（顔料の沈殿防止や塗膜に柔軟性をもたせるためのもの）、溶剤（樹脂を溶解するためのもの）等があります。

溶剤の中には、引火性の高い石油系の溶剤が使用されているものがあり、こうした塗料については、少量でも容器内に残ったまま破砕機に入れると爆発や火災の原因となります。塗料や溶剤の容器は、一斗缶、ドラム缶が主流で、業務用のものはほとんどが大きい容器にはいっているため、一般家庭ごみへの混入はまれと思われますが、事業系の持ち込みごみとして持ち込まれることが多々あります。

2.2 消費段階やごみ排出段階での危険物混入防止対策

下記のような対策によって、危険物をごみ処理施設へ持ち込まない様にすることが最も重要。
- ごみとして排出される前の段階で適切な回収ルートに乗せる。
- 危険物になりやすい商品の正しい使用法や、ごみとして排出する場合のルールを消費者（住民）に周知する。

危険物がごみに混入しないようにするためには、消費段階やごみとして排出されるまでの対策（発生源対策）や分別排出や収集時点での対策が必要です。いったんごみに混入してしまったものについては、爆発原因となる危険物等は破砕機への投入前に除去せざるを得ませんが施設での危険物除去作業は、いわば水際での対策であり、予防的な対策としてはごみ収集以前の対策がきわめて重要です。

発生源対策とは、ごみとして排出される前の段階、すなわち消費者の段階で適正な回収ルートに乗せ、ごみになった後の爆発や火災を回避するために適正な処理を消費者に講じさせることです。

エアゾール製品については、平成 18 年に、エアゾール製品等業界と市町村の間で、エアゾール製品等業界はエアゾール製品の充填物を容易に排出できる装置（中身排出機構）が装着されたエアゾール製品の転換を進める一方、市町村とエアゾール製品等業界が協力して、エアゾール製品等をゴミとして排出する際は、中身排出機構を利用して充填物を出し切るよう、消費者に対し周知活動を行うこと等が決定されています。

また、カセットコンロにはヒートパネルの装着が進み、ガスを最後まで消費することができるようになってきました。

1）商品選択に際しての啓発

ごみ問題に対する有効な対策の一つとして、消費者の消費行動や、商品選択において、リサイクル型の商品等「環境にやさしい商品」の選択を促し、適正な処理が困難な商品をできるだけ買わないよう啓発していくことが挙げられます。たとえばエアゾール製品をむやみに多用しないよう啓発し、代替の商品を推奨すること等が考えられます。

これらの商品の使用を規制し、または禁止することはできないまでも、消費者に適切な商品知識や情報を提供することによって、ごみになった時、爆発火災の危険性があるような商品を濫用しないよう啓発することを考えていくべきです。

2）適正な使用方法やごみとしての排出の仕方を周知する

ごみ処理施設で爆発や火災事故で問題となっているエアゾール缶やカセットボンベには、以下のような表示がしてあります。

エアゾール缶
- 「ガスが出なくなるまでボタンを押し続けて下さい」
- 「中身を使い切ってから捨てて下さい」

カセットボンベ

- 「容器は完全に使い終わってから、他のごみと区別して捨てて下さい。また火中に投じないで下さい」

ごみ処理施設の防火や防爆の観点から最も望ましいのは、これらの容器に可燃性ガスが残っていないことです。このため、多くの自治体では以下のような指導が行われています。

- 中身排出機構を活用するなど中身を使い切ってからごみとして排出する
- 他のごみと区別して排出する
- 古いエアゾール缶については安全な方法で容器に穴を開けて排出する

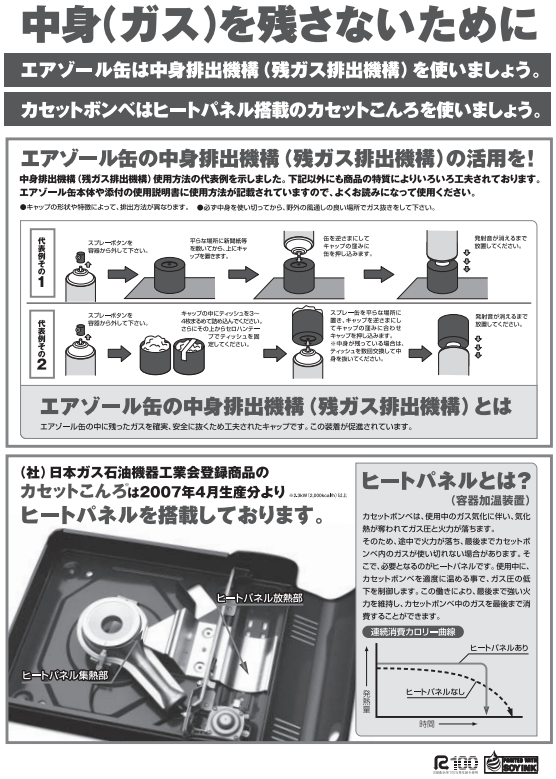


図　2.2.2.1　業界作成の啓発チラシ作成の例
資料提供：中央適正処理困難指定廃棄物対策協議会

しかし、中身排出機構が装着されていない古いエアゾール缶については、メーカーや消防機関では容器に穴を開けることによって発生する人身事故を懸念し、むしろ穴を開けるべきではないと主張しています。カセットボンベやエアゾール缶の穴開けによる事故には火のそばで穴を開けて可燃性ガスに引火して火傷したり、内容物が顔にかかり負傷や凍傷を負うなどの例があります。

このように、穴開けによる事故は、火傷等の人身事故につながることが多いため、穴開けを指導する場合、その方法についても適切な PR をする必要があります。

なお、比較的安全な穴あけ器も市販されており、静岡県 K 市や奈良県 N 市等では希望する家庭に配布しています。しかし、穴あけ器を使用する場合でも、特に次のような注意を呼びかける必要があります。

- 中身が残ったまま穴を開けない。必ず中身を使い切ってから穴を開けること。
- 火気の側では絶対に穴を開けない。火気のないことを確認した上で穴を開ける。

特に台所は火気があるため、台所での穴開けは行わないなど厳重な注意が必要です。

- 穴を開ける場合は、風通しのよい屋外で行う。

その他、火災事故につながりやすいバイクや石油ストーブ等は、燃料がタンクに残っていないことを確認するなど、爆発火災の危険性があるごみの排出の仕方を具体的に例示（タンク内の燃料を抜いた後、タンク内に水を入れておくなど）し、自治体で収集しないごみについては、その種類や処理の方法(販売店返却等)をできるだけ具体的にわかりやすくPRすべきです。バイクや石油ストーブの残油の引取りはガソリンスタンドで引取ってくれる事例もあります。バイクや消火器も原則的には販売店で引き取ることになっているため、販売店への返却をPRする必要があります。

家庭用の塗料や消火器では、容器等に次のような表示をして、事故の防止に取組んでいます。

- 水性塗料の場合：「やむを得ず塗料を捨てるときは、新聞紙等に塗り広げ、乾かしてから一般ごみとして処分して下さい」
- 溶剤型塗料の場合：「やむを得ず塗料を捨てるときは、火気のない屋外で、新聞紙等に塗り広げ、完全に乾かしてから一般ごみとして処分して下さい」
- 消火器の場合：「不用になった消火器は事故防止のために、必ずお買い求めになった販売店か専門業者にお引き渡しください」「分解・廃棄の処理には、時間がかかりますので、有料処理にご理解とご協力をお願いいたします」

廃棄物処理センターからのお願い

不燃ごみ、事業系一般廃棄物について、下記要領にてご協力をお願いします。

☆不燃ごみ（危険物）

次のようなものは、処理する機械が爆発して危険ですので、ごみ集積場には絶対に出さないで下さい。

- プロパンガスボンベ（特にカセットボンベ）
- ガソリン、シンナー、灯油、塗料の使い残り
- 農薬のあき缶・空きビン等
- 花火、化学製品、消火器等
- エタノール製剤缶（魚、肉消毒用）
- ドライクリーニングかす（産業廃棄物）
- エアゾール缶（殺虫剤、化粧品）［穴を開けた場合は持ち込み可］
- 卓上カセットボンベ［穴を開けた場合は持ち込み可］

☆事業系一般廃棄物（事業をしている者から出るごみ）

ごみ集積場には出さず、次の方法を守ってごみを処理して下さい。

- 必ず指定の袋に入れてください。（環境局で購入できます）
- 自分で廃棄物処理センターに持ち込むか、許可業者に委託して下さい。

図 2.2.2.2　危険物への啓発例

3）LP ガスボンベ等の業界回収

(1) LP ガスボンベ

LP ガスボンベは、LP ガス販売店が回収を行っています。ボンベごと販売されている 2 ～ 3kgの小型ボンベも、販売店に持ち込まれた場合、回収されることになっています。しかし、販売店も自分で売ったものしか引取らないことが多いのが実情です。従って、自治体が積極的に業界に自主回収を申し入れるなどの対策を講じて行く必要があるでしょう。

このような回収をさらに積極的に推進するためには、LP ガス協会や販売店組合等と覚書や契約を締結することも有効な方法です。

(2) エアゾール製品・カセットボンベ

エアゾール業界側と市区町村側との間で、廃エアゾール製品等の適正処理とリサイクルの促進に向けた取組について協議がなされました。

その結果、エアゾール業界はエアゾール製品の充填物を容易に排出できる装置（中身排出機構）が装着されたエアゾール製品に転換を進める一方、市区町村とエアゾール業界が協力して、消費者に対し、エアゾール製品等をごみとして排出する際は、中身排出機構を利用して充填物を出し切るよう周知活動を行うこと等が決定されています。

(3) 二輪自動車

廃二輪自動車の回収については、環境省が、廃棄物処理法に基づく一般廃棄物の広域認定制度の対象品目に指定した結果、ほとんどのメーカーによるリサイクルシステムが確立しています。

(4) 消火器

廃消火器の回収については、環境省が、平成 17 年に、廃棄物処理法に基づく一般廃棄物の広域認定制度の対象品目として廃消火器を加えた結果、廃消火器のメーカーによるリサイクルシステムが整いつつあります。

(5) インクカートリッジ・トナーカートリッジ

廃インクカートリッジの回収については、廃棄物処理法に基づく一般廃棄物の広域認定制度の対象品目となり、また廃トナーカートリッジについても各メーカーによるリサイクルシステムの整備が進んでいます。

(6) その他

廃棄物処理法に基づく一般廃棄物の広域認定制度の対象品目として、環境省が指定した対象品目には、廃スプリング入りマットレス、廃密閉型蓄電池（リチウムイオン電池等）、廃開放型鉛蓄電池もあります。

これらに対するメーカーによるリサイクルシステムは、今後整備されていくものと考えられますので、常に最新情報を入手し、対応を決めていくことが重要です。

※参考：巻末の技術資料編に LP ガスボンベ、カセットボンベ、エアゾール缶等の業界団体の連絡先を掲載しています。

2.3 ごみ収集時の危険物除去対策

ごみの排出時や収集時に、住民や職員が危険物をチェックする体制づくりが必要。
●戸別収集申告制等、排出者の特定や教育しやすい収集体制とする。
●危険物が排出された時の取扱いを、教育やマニュアルを通して明確にする。
●危険物が排出された時は、住民にフィードバックできるような体制を整備する。
●止むを得ず危険物を収集する時は、収集区分や収集袋、ステッカー等で区別しやすくする。

カセットボンベやエアゾール缶、ライターが原因の収集車の火災事故も報告されています。ごみ収集時の対策としては、危険物の分別方法の工夫と収集作業員によるチェック体制の工夫が必要です。平成 19 年度に実施したアンケート調査では、約 60%の施設が収集車における火災事故が年間1件以上発生していると回答しています。

1）火災危険物の分別収集の方法

LP ガスボンベ等、明らかに自治体のごみとして処理できないものは販売店にきちんと返却できるようなルート整備を行うことが必要です。しかし、エアゾール缶やカセットボンベ等は、ごみを排出する時点で分別して収集することが最も効果的といえます。

なお、自治体によってはごみ排出に使用する袋を透明な袋にして、危険物の混入を減らそうという考えのところもあります。しかし、他のごみの中に混入させて排出する場合には、外から見ただけでは分かりにくく、また収集時点でいちいち袋から取り出すことも困難なため、事故防止効果はあまり上がっていません。

そこで、現行の収集体系を前提として、危険物だけを分別する方法として、次の様な方法を提案します。

- 危険物用に赤や黄色等の目立つ色の袋を配布し、それで排出するように指導する。
  乾電池や体温計等は、色付きの袋を配布して収集している例もあります。
- 普通の袋で排出する場合は、「危険物」の表示をして排出するように指導する。
  表示用のステッカー等を配布して、ごみ袋に貼って排出させるのも一案です。
- 資源ごみの分別を行っている場合は、空き缶や空きビンの他に、新たに危険物という分別品目を増やして収集する。たとえば、神奈川県 Y 市では、ライターを不燃ごみの日に透明の別袋に分けて排出するルールに変更することによって、火災トラブル件数が減少したことが報告されています。

なお、これら危険物は、圧縮による事故を防止する為、パッカー車ではなく、平ボディートラックで収集することを勧めます。

また、資源ごみ収集を行っている都市でも、エアゾール缶やカセットボンベを「不燃ごみ」として出すよう指導している都市がありますが、不燃ごみを破砕処理している場合は、むしろ資源ごみに分別して出すほうが事故対策上も効果があります。これは手選別ラインがある場合は、人手でチェックするなどの安全対策を講じているからです。

また、一般的に資源ごみとして集められた空き缶類は、磁選機で選別されたあとプレス加工され、残留ガスはほとんど放出され、プレス機での事故はほとんど報告されていません。ただし、プレス加工せず、民間のシュレッダー（破砕）業者等に引き渡す場合は、ガス抜きしていない缶を混入させないようにしなければなりません。

溶剤入りの一斗缶や消火器、ガスボンベ、ストーブ等の危険物は粗大ごみとして収集されることが多いため、比較的発見は容易ですが、事業系のごみが家庭の粗大ごみに混入すると思わぬものが出されて大きな事故につながる可能性があります。このため、戸別収集や申告制の導入等、排出者が特定できるような収集方法が望ましいと考えられます。

2）収集作業員によるチェック体制

ごみ運搬中に収集車が火災をおこす事故が、K 市では平成 16 年度に 31 件、平成 17 年度に 52 件、平成 18 年度に 58 件と発生しています。これらはごみに混入したカセットボンベやスプレー缶等の危険物が原因の一つと考えられます。このようなごみがピットへ投入されると、ごみピットの火災が発生する恐れがあります。従って、危険物をごみに混入させないことが重要であり、収集作業員によるチェック体制の強化が大切です。

そのためには、作業員に対して的確な情報や知識を提供するとともに、危険物に対してどのような対応をすべきかをマニュアルとして示していくことが有効です。

多くの自治体が LP ガスボンベや消火器等を、取り扱えないごみとして、パンフレット等を通じて住民に告知していますが、こうしたごみの取扱い方針を明確にしておくことも大切です。

特に LP ガスボンベ等、市で収集しないものがステーション（ごみの指定集積場所）に排出されたときの対応が、重要なポイントです。こうしたものがステーションに出された場合、ルール違反ごみとして取り残す対応をしているところも多いのですが、取り残されたものをわからないようにして再び出される恐れがあり、チェックできないまま収集し破砕機に投入されてしまうこともあります。

そこで、ルール違反ごみとして出された危険物については次のような対応をすることが事故防止につながります。

- ステーションに排出された危険物はとりあえず行政が回収し、ごみとは別のルートで処理する。ただし、出されたものをそのまま収集するのではなく、当該ステーションを利用している住民に注意するなどの啓発を合わせて行う。
- 収集作業員が危険物か否かの判断をすぐ下せるように、作業員向けの教育や指導、マニュアル作成等を行うなど。

また H 市では、危険物がステーションに排出された場合は、監督員（ステーションでの分別指導や住民啓発を担当し、地域ごとに担当が決まっている）がチェックし、当該地域の自治会役員等に注意した後、監督員が事務所等に持ち帰っています。

このように、職員がステーションの指導にあたれるような体制がとれることが理想ですが、とれない場合は、収集作業員が現場でチェックできるよう体制を整備する必要があります。

なお、委託収集の場合は、収集作業員に情報が十分伝わっていない場合が見受けられますので、収集作業員に対する教育が確実に行えるよう工夫する必要があります。

図 2.2.3.1 は、爆発性や発火性の危険物に対する収集作業員のための作業手順書（マニュアル）の一例です。このような手順書は、画一的なものではなく、各自治体の実情に応じたものとする必要があります。

手順書を策定する場合には次のような点に配慮する必要があります。

- 現場での判断に困らないよう、対象とするごみをできるだけ具体的に指示する。
  商品名、メーカー名などを具体的に示しておくとわかりやすい。
- 収集作業員が危険物をステーションで発見した場合の報告と、管理部門での対応の手順を具体的に取り決めておく。
- ステーションの管理を住民が行っている場合は、住民向けの指針を作成する。

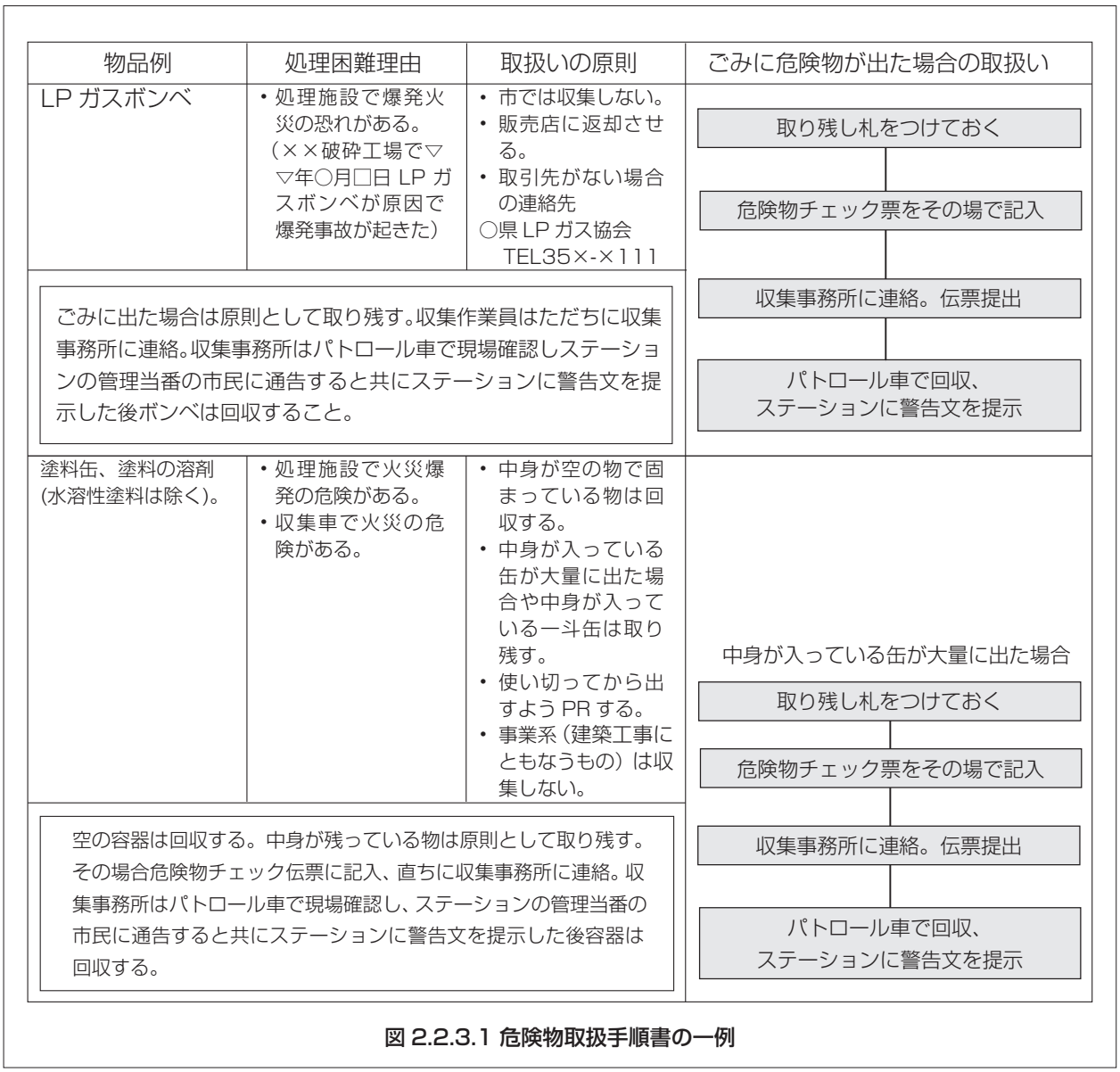


図 2.2.3.1 危険物取扱手順書の一例

次に、住民用のマニュアルと PR 用チラシの一例をあげておきます。LP ガスボンベの引取り先やスプレー缶穴明け時の注意事項等を明記することが大切です。

危険物の取扱いについて

次のようなごみは、爆発や火災事故の危険性がありますので、ごみとして出された場合は、次のように取扱いをお願いします。

[ごみの種類]

- LP ガスボンベ
- 中身の入った塗料缶、塗料の溶剤
- シンナー、ベンジン、ガソリン、灯油
- 中身の入ったカセットボンベ（カセットコンロ用、キャンプ用）
- 石油ストーブ
- 消火器

[ステーションに持ち出される現場を確認したとき]

- ごみ処理施設で爆発や火災事故につながっていることを説明し、市では収集できない危険物なので持ち帰らせて下さい。
- LP ガスボンベ、消火器は販売店に返却するよう指導して下さい。近くに販売店がないときは、収集事務所に連絡するよう伝えて下さい（市で近くの販売店を紹介します）。
- 塗料缶、溶剤、石油系の可燃性物質等の容器は、中身が空になっていることを確認して、「蓋を開けて」出すように指導して下さい。
- 中身の入った容器は回収しないので、持ち帰らせて下さい。

[ステーションにすでに排出されていたとき]

- 爆発の危険性のあるごみがすでにステーションに出されているときは、他のごみと分けておいて下さい。
- 収集車が来るまで立ち会って頂ける場合は、収集作業員に口頭で報告して下さい。後の処理は市で行います。
- 収集車が来るまで立ち会えない場合は、「危険物」と表示しておいて下さい。

図 2.2.3.2　ステーション管理当番の住民用マニュアルの一例

2.4 事業系ごみ対策

事業系ごみは、事故対策上、下記の点で特に注意が必要。
●事業系ごみは、危険物等の分別が徹底されないケースが多い。
●危険物がまとまって排出される可能性がある。
下記のような収集方法の工夫や収集業者への指導が重要。
●事業系ごみ専用の透明な袋の使用や排出事業所名の記入等をさせる。
●施設搬入時に、事業系ごみを重点にチェックする体制をとる。
●違反した収集業者には、以後搬入時に危険物チェック等のペナルティを課すのも一案。

(1) 発生源対策

事業系のごみは、しばしばまとまって危険物が排出されたり、許可業者が収集しているところが多いために、十分なチェックがなされないまま処理施設に持ち込まれ、大きな事故の原因となっていることがあります。

事業系ごみとしてまとまって排出される可能性のある危険物には、次のようなものがあります。

主な危険物の種類	主な発生源	注意点
カセットボンベ	旅館 料亭 ホテル 飲食店	• 基本的に産業廃棄物に分類される。一般廃棄物と一緒に投棄しないよう指導する。 • あわせ産廃として、収集する場合は、中身が入ったまま大量に廃棄される可能性があるため、注意が必要である。必ず中身を使い切ってから出すように指導する。
小型 LP ガスボンベ	旅館、料亭、ホテル 飲食店	• 必ず販売店に返却するように指導する。
塗料、溶剤容器	建設業 内装業 塗装業	• 金属缶や、内容物の廃油、廃溶剤は産業廃棄物であるため、一般廃棄物と一緒に投棄しないよう指導する。
ガソリン、オイル等	ガソリンスタンド 自動車整備工場	• 廃油は産業廃棄物である旨の指導をする。
マッチ、ガスライター	旅館、飲食店 メーカー等	• ごみとして出さないよう指導する。

事業系ごみは、発生源が特定されるために、むしろ発生源対策が行いやすいものですが、民間業者が収集する場合、事実上収集時のチェックは行いにくいために、発生源対策と施設での受け入れ時のチェックを厳重に行う必要があります。また、危険物の発生が予想される業界に対しては、個別に指導、啓発することも有効と考えられます。

事業系ごみの発生源対策としては、次のようなことを行う必要があります。

- 同業者団体等を通して適正な処理方法を啓発する。特に冬のシーズンには、カセットボンベが大量に排出される可能性があり、飲食店組合や旅館組合等に対する指導が重要である。
- 事業者自らが適正な処理をするルートがない場合は、行政側が引取りルートを紹介するなどの具体的な対応が必要である。

なお、産業廃棄物に該当するものについては、都道府県や政令指定都市の産業廃棄物指導部門と十分な連携を取り、家庭ごみに混入しないよう、指導を徹底する必要があります。

産業廃棄物を家庭ごみとして出した場合は、不法投棄として処罰することも十分可能です。不法投棄の取締まりは、実質的には警察の生活課等が担当していますので、指導が受け入れられない場合には、都道府県等の産業廃棄物指導部門や警察との連絡調整も重要な方策のひとつです。

(2) 収集時の対策

事業系ごみを一般家庭ごみと同じように収集する場合は、家庭ごみの扱いに準じた分別の指導を行いますが、許可業者収集の場合は分別が徹底していないことがあります。

宮城県S市では、事業系ごみについては、許可業者が製造している専用袋を購入してもらい戸別に収集しています。この方法により、家庭ごみと事業系ごみの区別がはっきりし、事業者の負担の適正化にもつながるとともに、排出者が特定しやすくごみに責任を持つという効果もあります。

このような例を参考に、民間収集ごみの分別を徹底するためには次のような方策が考えられます。

- 事業系ごみの袋を使用し、袋に事業所名を明記させる。
- 袋は透明のものとし、内容物が外から見えるようにする。
  (実際に外から見ただけでチェックは難しいが、心理的な歯止めになります。)
- カセットボンベ等の危険物専用の袋を用意し、この専用袋で排出させる。
- 施設搬入時に、事業系ごみを重点にチェックする体制をとる。

許可業者に対しても、危険物の混入を避けるよう指導を徹底する必要があります。許可業者の指導に際しては､危険物に対する適切な情報の提供や危険物の分別が徹底していない場合のペナルティの適用方法等を検討します。

例えば、処理施設で LP ガスボンベや産廃系の危険物の搬入が確認された場合、持ち込んだ業者に対して警告や注意を行います。搬入許可の取り消しや営業規制等はなかなかできませんが、違反以後、その業者のごみをかならずチェックするようにすれば、事実上のペナルティとして効果的に機能します。図 2.2.4.1 はこのような方法の 1 例です。

様式第 2号

所長	担当	決裁

平成　年　月　日

様

○○市長
（環 境 事 業 局）

警　告　書

平成　年　月　日に貴殿が搬入された一般廃棄物を検査した結果、○○市ごみ適正処理事業実施要綱第 X 条の規定に基づくごみの搬入基準に違反し、かつ過去再三にわたる注意指導にもかかわらず改善されていません。

今後ごみの搬入基準に違反した場合は、ごみの搬入を禁止することもありますので、早急に改善するよう○○市ごみ適正処理事業要綱第 X 条第 Y 項の規定に基づき警告いたします。

受領者	
発行者	

様式第 3 号

平成　年　月　日

○○市長
（環 境 事 業 局）

ごみの搬入禁止処分書

貴殿から搬入された一般廃棄物を検査した結果再三の警告にもかかわらず改善されていないので、○○市ごみ適正処理事業実施要綱第 X 条第 Z 項の規定に基づき、下記の期間市のごみ処理施設への搬入を禁止いたします。

記

1.禁止期間

平成　年　月　日　から
平成　年　月　日　まで

図 2.2.4.1 処理困難物の持ち込み違反者に発行されている警告書、処分書の例

施設運用時の防火・防爆対策

Section

3

3.1 防火防爆対策に向けた施設運用の基本

事故防止に向けた施設運用のためには、以下のような取り組みが求められる。
- どのような工程・設備にどのような事故のリスクがあるのか特定する。
- 特定されたリスクを低減するための設備改善や手順等を策定する。
- 施設運営や機器操作が正しくできるよう教育・訓練を行う。
- 設備機器が性能劣化や故障を起こさないよう適切に維持管理を行う。
- 事故発生時の対応手順の策定と構成員への教育や訓練を行う。

施設の運用者にとって、防火・防爆対策を適切に行うための方策は、既設であっても、新設であってもそれほど大きな差はありません。基本的には、以下のような項目を適切に行える基礎として、施設構成員全員を巻き込んだマネジメントの存在が必要です。

これは事故のリスクについて認識を深めると同時に、こうした作業に取り組むことにより所内全体での安全意識を高めるのに有効です。

・どのような工程・設備にどのような事故のリスクがあるのか特定する

年に１回等定期的な頻度や事故発生を契機に、施設運用時のどのような工程や設備にどのような事故が発生する可能性があり、事故が発生した場合、どの程度の被害が想定されるかを見極めます。この際、施設運転管理のレベルや維持管理の程度等現実の状況を基に行うことが大切です。次いで、これらの事故の内、リスクが高く許容できないものを特定します。

・特定されたリスクを低減するための設備改善や手順等を策定する

特定された許容できないリスクを許容できるレベルまで低減するための設備の改善や維持管理や運転方法等の手順を定めます。

・施設運営や機器操作が正しくできるよう教育・訓練を行う

策定された手順が正しく運用されるよう、施設運営や機器操作等に関する正しい知識と正しい運転方法を教育訓練し、施設が適切に運用されるようにします。また、運転等に携わる要員も、交代することが考えられるため、適切なタイミングでの定期的な教育訓練が欠かせません。

・設備機器が性能劣化や故障を起こさないよう適切に維持管理を行う

防火防爆関連の機器は、性能劣化や故障発生の可能性を起こさないよう、適切に維持管理を行います。また、適切に維持管理を行うには、定期的な部品交換や修理、点検、校正等を行う必要があり、財政的な裏付けも求められます。

・事故発生時の対応手順の策定をし、教育や訓練を行う

設備の改善や十分配慮した運転を行っていても事故が発生することがあります。不幸にして事故が発生した場合に、適切に対応できるよう予め事故発生時の手順を定め、職員に訓練を行い、各人の役割や責任を周知させます。

3.2 人手による危険物の点検・除去

- ●荷降し前の受入チェックで、搬入不許可や点検・除去の必要性を判断。
- ●人手による危険物の点検・除去作業は、労働安全衛生面での配慮が必要。
- ●ごみを時間的に分散処理したり、粗大ごみのみを点検・除去するのも効果的。
- ●効果的で均一な作業が安全にできるよう、手順を標準化し、手順書を作成する。
- ●手順書は作っただけでは役に立たない。教育・訓練が必要。
- ●手順書は環境の変化に応じて、適切なタイミングで見直しを行う。
- ●緊急事態を想定し、手順を定めて訓練する事も適切な行動のために重要。

1）作業上のポイント

施設での機械による危険物の検知は、技術的に困難であるため、一般的に人間が担うことになります。人手による危険物の点検方法には、モニタカメラや目視による全数チェック等があり、人手を掛けるほど精度は高くなります。しかし、後で述べるように、これに比例して作業員の労力は増大し、労働環境は悪くなるため、その対策が必要となります。

一般に、ごみ受入時には、ごみを収集車より降す前にチェックを行います。

危険物を発見した場合には、搬入不許可や、除去の要否、施設内での別途処理等、施設の状況や全体の処理システムに合った適切な方法を採用します。

ごみ収集車側も、収集時点で発見した危険物を施設に搬入した場合は、施設側の担当者に直接危険物を手渡しするなど、危険物であることを明確にする必要があります。このように、収集側と処理施設側とが連携して、事故防止に取り組むことが大切です。

収集車積載状態でのごみのチェック終了後、プラットホームにごみを広げての人手による危険物除去を行う方法があります。これは中小規模の施設を中心に広く用いられています。この方法は危険物の除去精度は高いのですが、ごみを作業員が直接点検するため、以下のような安全衛生上の対策を十分に行う必要があります。

- ほこり対策 …… 例）散水や換気及び防じんマスクの着用
- 騒音対策 …… 例）ショベルローダのエンジンの低騒音化
- 排ガス対策 …… 例）換気とショベルローダの電動化
- 有害ごみ対策（誤混入した薬品や注射器等）…… 例）防護手袋等の保護具の着用

また、人手による危険物除去作業では、ショベルローダや収集車の動線と作業員の動線が交差すると危険なので、交差しないよう、時間的、配置的に工夫する必要があります。

一般に、施設へのごみの搬入は、午前と午後の2回の短時間に集中するため、人手による危険物除去作業は非常に過酷なものとなります。従って、人手による危険物除去作業で、比較的大きな処理能力を確保するには、ごみの集中化の防止や点検が必要なごみ量を少なくするための次のような工夫が必要となります。

- 一度ピット等に仮置きした後、破砕機投入前に危険物チェックを行うなど、時間的に分散して処理できるように工夫する。
- 高速回転式破砕機へ投入するものと、切断式破砕機へ投入するものを分離して、除去作業が必要なごみ量を減少させる。
- 粗大ごみだけを点検除去後破砕し、不燃ごみは点検せずに資源回収ラインで処理し、点検除去作業が必要なごみ量を減少させる。

人手による危険物除去方法や手順を決定する際には、特に次の点に留意することが必要です。

- 精度の高い危険物の除去作業が行えるように、チェック対象ごみを減らす、ごみ層を極力単層にする。
- 作業員の疲労が少なく、最小の労力で最大の効果が上るように、工具の工夫、交代要員の確保、作業環境の改善等の対応をする。
- 作業上の安全衛生を十分配慮した作業が行えるように、作業場所に起伏や転落の危険性のある場所がないようにする。

大規模の施設では、人手による危険物除去作業での対応は処理能力的に困難です。そのため、ピットアンドクレーン方式を採用して、破砕機へごみを搬送する供給コンベヤ部での監視と比較的信頼性の高い水蒸気吹込式防爆装置との組み合せで運転するシステムが広く採用されています。なお、防爆装置がどのような危険物にも対応できるレベルにはないため、収集段階に重点を置いて、危険物の混入防止や除去を行うなど、総合的な対策が望まれます。

2）作業手順書の作成と訓練

人手による危険物除去作業を効果的に、また継続的に行うためには、作業手順書を作ることが重要です。プラットホームや供給コンベヤでの危険物除去作業には、車両との接触事故をはじめ、転落事故、切り傷・刺し傷、危険物の除去もれによる爆発や火災事故の発生等、多くの危険な要素が含まれています。このような危険な要素を排除して、安全で確実な作業のあるべき姿を示すため、作業の標準化とこれに基づいた作業手順書が必要です。この手順書に基づいて作業を行うことによって、作業員個人個人の作業の質が均質化し、長期間経過後でも変化することなく同じ水準の作業が可能となります。手順書は、作業環境に変化が生じた場合は、それに応じて見直しを行います。

しかし、手順書を作成しただけでは、不十分です。作業員が、作業手順書に基づいた安全で確実な作業を行えるようになるためには、教育・訓練の実施が不可欠です。教育・訓練の結果として、均一で質の高い作業が行え、爆発事故や作業員への災害を未然に防止することが可能となります。緊急時の対応も、どのような緊急事態の可能性があるか特定し、手順を定めて、十分訓練しておかないと、適切な行動はなかなかとれません。

作業手順書の作成にあたっては、次の点に留意しなければなりません。

(1) 設備や作業環境の適正化

作業手順は、設備や作業環境が適正に整備され、整理整頓された作業場を前提として作成します。従って、このような作業環境が整っていない場合は、作業手順書の作成に先立って、作業環境の整備を行わなければなりません。

(2) その事業所に適応したものであること

事業所は、それぞれ設備や作業環境が異なります。それによって作業手順も変わってきます。

従って、作業手順書を新たに作る場合は、他の事業所のものをそのまま使用するのではなく、自分の事業所の作業内容に合うように修正することが大切です。

(3) 正しい作業をするための手順書であること

作業手順は「安全に」「確実に」「速やかに」「疲労が少なく」行うためのものです。この中の1つだけを目的とする手順では、良い手順とはいえません。この4つの要素のバランスがとれた

作業手順書を作成する必要があります。

（4）現場に合った、分かりやすく使いやすい手順書であること

作業手順書は、現場の作業員が十分理解でき、分かりやすい内容と表現にすることも忘れてはなりません。できれば、現場で実際に作業を行う者が主体となってまとめられれば、使いやすく、実効のあがる手順書となります。

以下に手順書や指針の例を示しておきます。

資料１：プラットホームにおける危険物除去作業の手順書の例です。
手順書では、この例のように作業の流れを要素ごとに分割し、その要素ごとの急所を示し、誰が見ても間違いなく目的とする作業が行えるようにします。

資料２：その作業手順書に基づいて行う作業日報の例です。
作業日報では、危険物の量や搬入車両を明確にして、その結果が次の作業の安全につながるようにします。
また、危険物の除去作業では、除去すべき危険物の種類を明確にしておく必要があります。これが不明確な場合は、その判断は作業員個人個人に任されることになり、作業の質が不均質となり、事故防止の効果が半減します。

資料３：危険物除去作業を行う場合の、危険物を含む処理困難物の取扱手順書（抜粋）の例を示しています。

資料１　危険物除去作業の手順書の例

標準作業手順書

**破砕処理センター		承認			作成
制定	平成**年**月**日	承認	承認	確認	日付
改訂	平成**年**月**日				

作業名		投入ステージ内破砕不適物除去作業
作業条件	取扱い対象物	粗大ごみ
	使用機械	ショベルローダ
	使用機具	不適物除去棒
	使用保護具	保護帽、安全靴、保護手袋、保護マスク
	作業人員	7名［A:ローダー運転手2名、B:除去作業者5名］
法定	荷下し作業指導者	要［　　］・不要
	作業主任者	要［　　］・不要
	免許等	要［A:車両系建設機械、B:大型特殊自動車技能講習終了］

単位作業	作業者	要素作業（主なステップ）	急所	急所の理由
準備作業	B	所定の作業服を着用		
	B	保護帽、安全靴、保護手袋、保護マスク点検着用		
	B	不適物除去棒を点検		
	B	搬入車より粗大ごみが全部降ろされるのを離れて待つ	①作業員は積荷の中に危険物が含まれているか監視 ②搬入車両側は作業員の挙動を監視	破砕機の損傷防止 事故やけがの防止
本作業	B	ごみの山に近づく	①搬入車がその場を離れたのを確認 ②他の車両の動きに注意しながら	積荷の投げ捨てによるけがの防止 他の車両への巻き込み防止
	B	ＬＰＧボンベ等、危険物を優先的に取出す	①足元の安全を確認 ②大型の物、重量物は２名以上で共同作業	転倒防止 腰痛等の防止
	B	作業員の手で取出せない場合は、ショベルローダにかきならしを指示	ショベルローダより離れて待つ	巻き込み防止
	B	誘導位置につく	ローダー運転手から良く見える所に	
	B	誘導する	①手による合図で ②安全な誘導位置を保ちながら	呼笛は使用不可 巻き込み防止
	A	指示された場所に前進し、ショベルを下げる	①不適物を目視しながら ②徐行して静かに運転	
	A	ローダーを前進・後退させ、不適物を取出す	近づく人や車両がいないか確認して	
後作業	A,B	搬入車両１台分の作業完了を確認し合う	両者の合図によって	
	A	取出した不適物を所定の位置まで移動		

資料２　危険物除去作業・作業日報の例

受入監視日報

平成＊年＊月＊日　＊　曜日

総括	班長	班長
○	○	○

不適切物の種類						昼間自己搬入台数			
区分		名称	数量	名称	数量	時間	8:30～17:00		
早朝家庭系ごみ	可燃物	布団･毛布･マット	30	じゅうたん	1	投入台数	66台		
		畳	0	タイヤ	2	投入証明票	4枚		
						毎週土曜日	地下ごみ汚水ピット換気扇の吸引機能の確	良　否	
	不燃物	スプリングベット	9	ＬＰボンベ	0	切換日スイッチの位置	汚水ポンプ	No 1　自･交　No 2	
		スプリングソファ	1	酸素ボンベ	0		中間ポンプ	No 1　自･交　No 2	
		ホイル付タイヤ	2	その他ボンベ	0				
		バイク	0	バッテリー	0	―早朝摘要欄―			
		中身入オイル	2	中身入り塗料	1				
		中身なしオイル	0	中身なし塗料	0				
		灯油缶	0	接着剤缶	0				
		洗剤缶	0	中身入り缶	1				
		ワイヤー等	0	浴槽	0				
		金庫	0	消火器	0	―持ち帰り分―			
		ブロック	0						
ピットからの取出し		スプリングベット	2	LPガスボンベ	1				
		スプリングソファ	0	タイヤ	0				
		布団･毛布･マット	0	ドラム缶	0				
		畳	0						

	始業	終業
1．受入監視コンベア点検		
チェーン給油状況	良　否	良　否
自動給油器の補充	0ℓ	0ℓ
運転速度10m/min時の電流	8A	―
運転中の異音	有　無	―
ホッパテール部ゴムスカートの破損	―	有　無
2．ピックアップ装置の点検	始業	終業
動作確認	良　否	良　否

―備考―

資料３　処理困難物の取扱手順書（抜粋）の例

粗大ごみ処理困難物の取扱手順書（抜粋）

1．粗大ごみ処理困難物の基本的な考え方

(1) 処理困難物の定義

市が行なっている通常の処理方法では適正に処理することが困難であり、支障を生じる恐れのある廃棄物をいう。

(2) 客体の範囲

一般家庭から排出される粗大ごみと、事業活動に伴って排出する商品を除く粗大ごみで一般家庭から排出されるものと同一あるいは同類似のものとする。

(3) 処理体制

① 収集車両は、現在保有している車種、形式とする。

② 処理施設は、現有の回転破砕機とせん断破砕機を使用して処理するものとする。

2．要因別判断基準

(1) 収集･破砕業務に支障を及ぼすほど多量なもの（説明略）

(2) 単体の重量・容積・長さがきわめて大なもの（説明略）

(3) 作業上危害を生じたり、処理施設を損壊するもの（説明略）

爆発物や油脂、薬品類は、破砕不能・不適物であるだけでなく、収集作業員や選別作業員に危害を及ぼす恐れがあるので処理困難物とする。

(4) 無害化・防除が困難な有害物質を含む部分を有しているもの。（説明略）

(5) 環境上・有害物質を生成しうる物質を含むもの。（説明略）

(6) その他破砕対象外物品及び同類似品（説明略）

3．処理工程上の困難要因

(1) 収集運搬に係ること（説明略）

(2) 破砕選別に係ること

① 破砕不能・不適

② 破砕機の定格能力をこえる

③ 硬質物で破砕機が著しく損傷する

④ 選別作業員に危害を及ぼす恐れがある

⑤ 爆発や火災等を起こし破砕設備を損傷する恐れがある

(3) 焼却処理に係ること（説明略）

(4) 埋立処分に係ること（説明略）

4．品目別取扱い一覧表（抜粋）　　○ 適　　● 不適

物品例	処理工程				処理困難要因	取扱い
	収集	破砕	焼却	埋立		
オートバイ	○	●		●	・破砕不能・不適	◎資源回収業者が引取り ◎収集品は、予め指定した場所におろす
ガスボンベ	●	●		●	・収集作業員、選別作業員に危害を及ぼす ・爆発を起こし破砕設備を損傷する ・火災を起こし破砕設備を損傷する	◎販売店に返却させる ◎引取り先がない場合は下記に照会 *アセチレン･酸素等高圧容器 △県溶材組合TEL…… *プロパンガス容器 △県プロパンガス協会TEL…… ××燃料店TEL…… 総括 △市環境部TEL……
消火器	●	●		●	・収集作業員、選別作業員に危害を及ぼす	◎内容物を除去してから出してもらう

3.3 事業系ごみからの危険物除去

●事業系ごみは、まとまって大量の危険物が混入しやすく、大事故の原因になる可能性がある。
●重点的にチェックする等、事業系ごみ向けに特別の事故防止対策も必要である。

施設へ搬入される事業系ごみは、家庭系のごみに比べて、下記のように、大事故を引き起こす可能性が高く、特別な配慮が必要です。

1）量がまとまって排出される

飲食店等では、鍋物用にカセットボンベを一定期間使用すると、ガスの残量の有無に関係なく、一度に廃棄されることがあります。ガスの残量が少なくても、廃棄されるボンベの数が多いため、爆発時の威力も大きなものとなります。

2）新品の商品が捨てられる

販売店等より、ブタンガスや火薬、マッチ等の、爆発性物質を含んだ商品が、何らかの理由で不要となり、未使用のままごみとして排出されることがあります。このような場合は、通常、多量の品物が、段ボール箱等に梱包されたまま捨てられることも多く、見逃すと、施設にとって非常に危険なものとなります。

3）気化性の液体が排出される

これは事業系のごみに限ったことではありませんが、いろいろな事業所で、塗装等で残ったシンナー等の揮発性溶剤が容器に入ったまま排出されることがあります。このような液体は、少量であっても、気化すると大きな体積を占め、破砕機内部ばかりでなく、破砕機室内部のような閉鎖空間では容易に爆発限界濃度に達します。

このように、事業系ごみは、爆発事故発生の可能性の高さとともに、爆発した時の威力が非常に大きいため、特別に事故防止対策を行うことを推奨します。

事業系ごみ対策として、施設側で一般的に行われているのは、受入時の検査と、プラットホームでの人手による爆発危険物の点検除去作業です。危険性の低い家庭系ごみは投入ピットへ直投し、危険性の高い事業系ごみはプラットホームで重点的に点検を行います。この方法は、すべての搬入ごみを検査、除去する方式に比べて、人手も少なくてすみ、爆発防止の効果も期待できるものと考えられます。もちろん、家庭ごみの爆発防止についても、施設の規模に応じた、最低限の対策を行わなければならないのは、いうまでもありません。

事業系ごみの中には、カセットボンベの容器や塗料缶のように、金属くずとして、産業廃棄物に分類されるものもあります。しかし、自治体によっては、併せ産廃として収集する場合があり特に留意が必要です。

3.4 爆発防止装置の限界と操作上の注意

- ●爆発防止装置は、一定の条件下では非常に効果的だが、性能面での限界もあるので、装置固有の特性や機能上の限界をよく理解した上で運転することが必要である。
- ●水蒸気吹込式は、アセチレンや火薬等空気が必要ないものの爆発は防止できない。
- ●希釈空気吹込式は、一度爆発限界内を通過する可能性があるため、水蒸気吹込式より信頼性は低い。
- ●可燃性ガス検知器には、30 秒程度の検出遅れがあり、急激なガスの放出には対応困難である。
- ●勝手に設備や機器類の改造や設定値等の変更をすると、かえって危険である。

爆発防止装置には、水蒸気吹込式防爆装置をはじめ希釈空気吹込式防爆装置、可燃性ガス検知器、酸素濃度計、炎感知器、熱感知器等があります。これらの機器類は一定の条件下では非常に効果的に働きますが、条件が異なれば、期待通りの効果が得られない場合があることに十分留意しておく必要があります。

たとえば、水蒸気吹込式防爆装置は非常に効果的な装置と期待されていますが、アセチレンや火薬等、空気を必要としないものの爆発には効果がありません。また、空気が必要な爆発危険物でも、危険物の種類によって爆発限界酸素濃度が異なります。水蒸気吹込式防爆装置では主にプロパンガス、ブタンガスを対象に調整してあるため、他の種類の危険物に対しての効果は、これらのガスに比べて低くなる場合があります。このため、防爆装置でどのような爆発危険物にも対応できると考えて不注意な作業をしていると、思わぬ爆発事故を招くことになります。

希釈空気吹込式の防爆装置では、破砕機内で可燃性ガスが放出された場合、一度爆発限界内を通過後、安全な濃度に希釈されます。このため、水蒸気吹込式に比較して爆発が発生する可能性は高くなります。

可燃性ガス検知器は 30 秒程度の検出遅れがあるため、破砕機内の爆発制御の効果は期待できません。しかし破砕機室内地下ピット等に徐々にたまってくる可燃性ガス（ブタンガスのように空気より重いガス）を検知して、排気ファンを作動させるような用途には十分な性能を備えており、その効果が期待されます。

可燃性ガス検知器等が作動すると、通常、第一段階として、破砕機へのごみ供給を停止するように制御されています。そのため、搬入ごみの危険物を十分除去せずに破砕すると、検知器が作動して、破砕機へのごみの供給が停止する頻度が高くなります。また、一度停止すると、ガス濃度が下がった後、再起動するまでに長時間を要するため、稼働率が低下します。このため、使用者が検知器の設定値を変更して、稼働率が低下しないようにするようなことが行われることもあります。しかし、これは検知器本来の目的である爆発防止の効果を奪ってしまうことになります。基本に立ち返って、爆発危険物の混入防止対策や、除去対策等を行い、安全な施設運営に心がけなければなりません。

一般に、熱感知器や炎感知器は、埋もれた火種の検知には役立ちません。火災が大きくなって、ごみの表面にあらわれて初めて検知できます。

このように、それぞれの機器は、固有の特性をもっているため、その特性を十分把握して施設を運用することが大切です。このようなことは、メーカーの取扱い説明書にも明記されていますが、通常の運転は、もっと簡単な操作手順マニュアル等に基づいて行われているため、見落としがちです。

やはり、安全衛生委員会の活動の一環として、教育の機会を設け、機器類の運用上の特性についても作業員全員が十分理解するようにしておく必要があります。

また、前項では爆発危険物の除去について述べましたが、爆発危険物の性状について理解を深めておくことも爆発の防止や抑制の面からも大切なことです。

3.5 設備運用のポイント

ごみ処理施設を安全に運用するには、ハードウェアの充実だけでは達成できない。爆発や火災を起こさない、爆発や火災が発生しても適切に対処し被害を拡大させないよう、以下のような施設運転におけるソフトウェア技術の充実を図ることが重要である。

- 施設運転上の工夫
- 適切な維持管理
- 手順書やマニュアルの充実
- 教育訓練の実施

ごみ処理施設の火災や爆発事故への対応策として、設備（ハードウェア）の充実を図ることは当然ですが、設備の運用方法や維持管理方法等のソフトウェア技術を充実させることも忘れてはならない対応策です。「爆発や火災を起こさない」、「爆発や火災が発生しても被害を拡大させない」ための施設運用のソフトウェア技術には、施設運転上の工夫・ノウハウ、維持管理、手順書やマニュアルの充実、教育訓練等が挙げられます。

1）施設運転上の工夫・ノウハウ

安全運転のための施設運転上の工夫やノウハウを収集、とりまとめた情報を職員全員が共有し、火災が爆発を起こさない、起きても深刻な被害が生じないよう運転します。このような取り組みを抜けなく着実に行っていくことが火災や爆発事故を防止するために必要なのです。

(1) 危険なごみの把握と検出・除去

火災や爆発の危険性があるごみの種類と性状についてとりまとめ、図示化して示すことにより、職員の理解を促進します。その上で、施設受入時に危険なごみが容易に検出・除去できるよう工夫します。例えば、プラットホームやダンピングボックス、コンベヤ等を用いて危険なごみの検出・除去を行う場合は、危険なごみが発見しやすいよう、ごみの層が厚くならないよう留意するとともに、コンベヤ速度を発見しやすい速度に調整します。また、危険なごみが混入しやすい事業系ごみは、家庭系のごみより慎重に受入時のチェックを行います。

(2) 火災や爆発事故への対処方法

- 過去の事故やヒヤリハットのデータを分析し、火災や爆発事故が施設のどの場所でどのような状況で起きる可能性が高いかを見つけ出します。
- それらの火災や爆発事故が設備や運転方法の改善で防止できる場合は、遅滞なく改善します。
- 改善が困難で火災や爆発事故が避けられない場合は、事故が起きても被害が最も小さくなる対応策を決定し、手順として職員に周知します。

(3) 作業開始前の点検作業

- 始業時の点検表に従い、破砕機やコンベヤ及び防火防爆関連機器類に、異常がないことを確認します。また、始業前までの夜間監視記録等を確認、問題があれば解決後運転を開始します。
- 異常事態発生時に適切な対応が可能なよう、装備品類、マニュアル類が所定の場所にあることを確認します。

(4) 運転中の留意事項

- 異常事態が発生していないことを常に確認しながら運転し、異常事態発生時には、即時適切な行動が取れるよう配慮しておきます。
- また、そのための緊急事態の対応訓練を怠らないようにします。
- 初期の火災では検知器類で検知できないこともあるため、巡回点検を怠らないようにします。

• 火災発生の危険性の高い可燃物は、散水した後に処理を行います。
• 可燃性ガス検知器は約 30 秒程度検知に遅れが生じるので、破砕機室内の防爆用のセンサーとして使用してはいけません。

（5）作業終了時の点検・清掃作業

• 点検表を用いて作業に抜けがないよう実施し、気づいた点は漏れなく点検表に記入します。
• 破砕機やコンベヤ等の機器類に発火等の異常がないことを確認します。
• コンベヤ上に破砕くずが残らないよう、散水を行いながら一定時間空運転を行います。
• 破砕機の排出口及び周辺には、破砕くずが残らないよう、清掃や確認を行い、必要に応じて散水します。
• 貯留ホッパ等に処理物を貯留したまま終業する場合は、出火の可能性が高いため、十分時間をかけて発火源がないか確認し、必要に応じて散水を行います。

2）設備の維持管理

（1）維持管理計画の立案

機器類は、運用に伴って性能が劣化し、故障発生の可能性も増加します。これらの性能の低下や故障発生を起こさせないために、適切な維持管理を行うことが施設運用上重要です。維持管理は、良く考慮された維持管理計画に従って行うことが求められます。維持管理計画では、維持管理を行うべき機器類とその点検項目及び点検や交換頻度、管理値等についてどのように行うかを決定します。

（2）点検・整備

消防設備等法規制で決められている機器は、少なくとも規制の頻度と内容を守って点検・整備します。その他の機器は、その機器の特性や重要度を考慮して点検頻度や整備内容を決定します。例えば、可燃ガス検知器は、使用環境によって劣化の程度が異なるため、使用環境を配慮した点検内容とすることが必要です。

これらの点検項目や整備内容が決まると、（定期）点検表を作成し、その後点検表に基づき適切に実施できるよう、担当職員に具体的な点検整備方法について教育します。

3）手順書やマニュアルの整備

施設の運用や機器の維持管理を行うにあたっては、誰もが同じ水準で行えるよう一定の方法を決めて実施します。その実施を行うには、運転や維持管理の要点をとりまとめた手順書やマニュアルを整備することを推奨します。なお、これらの文書には、写真や図、フロー図等を積極的に用い、見やすく理解しやすいものとなるような工夫を忘れてはなりません。これらの文書を整備することによって、運転や維持管理に携わる職員に効果的に質の高い教育を行うことが可能となります。なお、これらの文書類は、ごみ質や運転体制の変化等に応じて修正が必要となる場合があるため、必要に応じて内容の見直しを行います。

4）教育訓練の実施

施設を安全かつ効果的に運転するには、それぞれの業務内容に合った力量を職員各員が持つことが求められます。教育訓練は、適切に作成された手順書等に基づき、Off-JT と OJT を適切に組み合わせて行うことによって、高い教育効果を挙げることが期待できます。その様な訓練が必要な作業には、設備の運転、危険物除去作業、緊急時対応、維持管理、点検・整備、清掃・整備等が挙げられます。

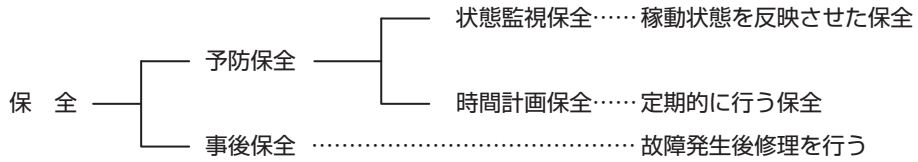
3.6 施設の維持管理

●故障を起さず、常に正常な状態で施設を稼動するには、計画的な点検・保全・整備が必要。
●予防保全をベースに、時間計画保全だけでなく、状態監視保全も導入すべき。

爆発事故発生の直接の原因は爆発危険物が破砕機に投入されることですが、爆発防止装置があっても適切な整備を行わないと、性能の劣化等によって正常に作動しなくなり、爆発事故発生の可能性が飛躍的に増加します。

保全は、設備と機械の性能の劣化を防ぎ、適切な時期での部品交換等によって故障を発生させずに、常に正常な状態で施設を稼動させるために行います。

保全は、決まった手順で計画的に点検、検査、再調整等を行い、稼動中の故障を未然に防止する予防保全と、故障が発生した後に行う事後保全に分けられます。火災や爆発事故防止に関連する設備や装置類は、安全に関連しているため、予防保全をベースに計画すべきです。



従来は、予防保全の中でも定期的に保全を行う時間計画保全が主流で行われていました。今後は、稼働中の設備類の状態をモニタして、その結果を保全に反映させる状態監視保全も取り入れて、より信頼性の高い施設の運用を行うよう努める必要があります。

このためには、設備の状態を把握している維持管理業務遂行者と、技術的に熟知しているメーカーとの間の役割分担と連携の良さが大切になってきます。

つまり、維持管理業務遂行者は日常点検を通して、常に設備の状況の観察把握と軽微な整備を行い、メーカーはその観察結果と各々の設備や機器の寿命を参考にして作成した保全計画に基づいて整備を行うなど両者の役割を明確にして連携を密にします。

資料 4：防火防爆に関する点検整備表の例です。
表に示した防火・防爆上の点検項目に加えて、防火・防爆以外の点検項目も付け加えることが必要です。

資料 5：運転執務日誌の例です。
この例では、水蒸気式防爆装置の運転状況を把握するようになっています。
また、予防保全の考え方に沿って、長期的な視野に立った保全計画を立てることも大切です。

資料 6：施設稼動後 10 年間の保全計画（標準メンテナンスサイクル）の例を示しています。

資料４　防火・防爆に関する点検整備表の例

機器名称		点検箇所	点検項目	点検期間						備考
				毎日	1週間	1ヶ月	3ヶ月	6ヶ月	1年	
1. 受入供給設備	プラットホーム	プラットホーム	注意銘板(火気厳禁等)の汚れ、破損		○					
		ストックヤード	危険物一時貯留箇所の整頓		○					
		入口・出口扉	作動状態	○						
	監視コンベヤ ダンピングボックス 危険物除去装置	本体	損傷の状態			○				
		駆動装置	給油状態			○				
			回転音	○						
		ITV 装置	作動状態	○						
	ごみ貯留ピット	火災検知器	作動状態				○			
		消火ノズル	散水状態				○			
2. 破砕設備	破砕機	爆風放散口	放散口、放散ダクトの状態			○				
		爆風検知装置	作動状態			○				
		可燃性ガス検知器/酸素濃度計	定期点検整備						○	校正 1回/月
			吸引口の目詰り確認			○				
		火災検知器	作動状態			○				
		消火散水装置	散水状態			○				
	破砕機室	建屋爆風放散口	放散口の状態			○				
		破砕機室扉	運転中閉の確認	○						
3. 排出設備	排出コンベヤ	可燃性ガス検知器/酸素濃度計	定期点検整備						○	校正 1回/月
			吸引口の目詰り確認			○				
		火災検知器	作動状態				○			
		消火散水装置	散水状態				○			
4. 搬送・貯留設備	コンベヤ類 選別機器(磁選機、アルミ選別機等) 貯留ホッパ	火災検知器	作動状態				○			
		消火散水装置	散水状態				○			
		ITV 装置	作動状態	○						
5. 集じん設備	排風機	入口ダンパ	作動確認	○						
6. 給排水設備	散水ポンプ	本体	作動確認			○				
	受水槽	本体	レベル計確認				○			
7. 電気・計装設備	計器盤	警報表示灯/警報ブザー/ITV モニタ	作動確認	○						
		電気接点	端子ボルト(ビス)のゆるみ確認				○			
	放送設備	マイク	作動確認	○						
8. 建築建屋	消火設備	消火栓/消火器	法定点検					○		専門業者
	自動火災報知器	自火報	法定点検					○		専門業者

資料5 運転執務日誌の例

破砕機防火・防爆運転執務日誌

平成　年　月　日（ ）

所長	補佐	係長	主任	班長

搬入物のチェック

危険物の種類					
	名称	数量		名称	数量
爆発性危険物	プロパンボンベ		発火性危険物	石油ストーブ(電池付)	
	カセットボンベ			ガスコンロ(電池付)	
	エアゾール缶			化学薬品	
	化学薬品			マッチ、ライター	
	火薬類			焼却灰（火種）	
				吸殻（火種）	
	その他			その他	
	合計			合計	

昼間自己搬入台数

時間			
搬入台数			
搬入証明票枚数			
搬入量	kg		
	点検項目	始業	終業
受入監視コンベヤ	チェーン給油状況	良否	良否
	運転中電流値	A	A
	運転中の異音	良否	良否
ピックアップ装置	動作確認	良否	良否
	給油状況	良否	良否
	運転中の異音	良否	良否
備考			

破砕機運転状況

運転時間	: ～ :		
運転状況			
測定時間	蒸気量	破砕機温度	高温空気温度
9:00	kg／h		
10:00			
11:00			
12:00			
14:00			
15:00			
16:00			

運転状況

火災の発生	有（　時　分）無
爆発の発生	有（　時　分）無
電気使用時間	電気使用量計
: ～ :	kw

作業終了時の点検

点検項目			備考
ごみピット内の煙の発生	有	無	
ごみピット内への散水	有	無	
プラットホーム内よりの煙の発生	有	無	
受入ホッパ及び供給コンベヤ内のごみの有無	有	無	
破砕機内の煙の発生	有	無	
破砕機内のごみの有無	有	無	
排出コンベヤ内の煙の発生	有	無	
排出コンベヤ内のごみの有無	有	無	
搬送コンベヤ内の煙の発生	有	無	
搬送コンベヤ内のごみの有無	有	無	
選別機器内の煙の発生	有	無	
選別機器内のごみの有無	有	無	
貯留ホッパ内の煙の発生	有	無	
貯留ホッパ内のごみの有無	有	無	
貯留ホッパ内への散水	有	無	
自火報の警報発信可能状態	良	否	
消火栓の使用可能状態	良	否	
火災検出装置等の計装電源	入	切	

資料６　長期保全計画の例

標準メンテナンスサイクル

＜凡例＞　☆点検　●部品交換　◆分解整備

点検整備項目＼年	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	備　考
1. 受入コンベヤ	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
・ゴムノレン交換		●		●		●		●		●	
・ギヤードモータ分解整備							◆●				
・グランドパッキン交換				●				●			
・コンベヤチェーン交換									●		
・エプロンパン交換					●	●	●	●	●	●	毎年 10%
2. 粗破砕機											
1）粗破砕機本体	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
・ブロックカッター交換、カッタースペーサ交換				●				●			
・遊星減速機オイル交換			●			●			●		
・本体軸受交換							●				
2）粗破砕機油圧駆動装置	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
・油圧ポンプ分解整備・軸受&シール等交換							◆●				
・電動機開放点検&軸受交換										●	
3. 破砕機（回転式）	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
・電動機開放点検								◆			
・ハンマ反転交換、カッティングバー反転交換	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3ヶ月目反転、6ヶ月目交換 9ヶ月目反転、12ヶ月目交換
・ロータアームライナ交換、ハンマピン&ロータピン交換		●		●		●		●		●	
・ロータディスクライナ交換		●		●		●		●		●	
・本体軸受交換						●					
・駆動軸&ロータ軸のオイルシール / ロータ軸の Ｖリング Ｆパッキン交換						●					
4. 破砕機用油圧装置	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
・ポンプユニット / 電動機交換						●					
5. 計装機器（圧力計）	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
・ガス検知	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
指示計ユニット警報確認	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	1回／月
検知部流量点検	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	☆× 12	1回／月
検知部実ガス動作テスト	☆× 4	☆× 4	☆× 4	☆× 4	☆× 4	☆× 4	☆× 4	☆× 4	☆× 4	☆× 4	1回／３ヶ月
・炎検知	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
・酸素濃度	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	

3.7 安全衛生委員会

・事故防止対策を推進するため、安全衛生委員会の積極的な活用が望まれる。
・安全衛生委員会の設置は 50 人以上の事業所に義務づけ。規模の小さな組織でも、積極的に設置し、組織の活性化を図ることが大切。

1）安全衛生委員会

労働安全衛生法や清掃事業における安全衛生管理要綱では、労働者 50 人以上の事業所については安全管理者と衛生管理者を置き、安全衛生委員会の設置を義務づけています。

また、労働者が 10 人以上 50 人未満の事業所（清掃業）では安全衛生推進者の選任と安全や衛生に関しての労働者の意見を聴く機会を設けるよう求めています。この機会とは、例えば安全衛生の委員会、職員の常会、職場懇談会等の労働者の意見を聴くための措置を講ずることです。

平成 19 年度のアンケートの結果では、74%の施設が安全衛生委員会もしくはそれに準ずる活動が実施されていました。

安全委員会や衛生委員会でも同様ですが、意見を聴くべき事項として、私たちの目的に関係のあるものをあげると次のようになります。

- 安全衛生についての基本的対策に関すること
- 発生した労働災害の原因調査と再発防止対策に関すること
  例）事故調査委員会等の活動
- 安全衛生に関する規定の作成に関すること
  例）標準作業手順（マニュアル）の作成
- 安全衛生教育の実施計画に関すること
  例）年間安全衛生計画の作成
- 新規に採用する機械機具や設備、原材料にかかる危険や健康障害の防止に関すること
  例）新設、既設施設の防火・防爆対策の検討等
- 化学物質の有害性の調査及びその結果に対する対策の樹立に関すること
  例）発火性・爆発性危険物の調査と対策
- 作業環境測定の結果及びその結果の評価に基づく対策の樹立に関すること

以上のように、安全衛生委員会（50 人未満の場合も含めて）では、爆発や火災等の事故防止についての大部分の活動をカバーしています。

自発的改善の促進や委員会活動を形骸化させず有効に活用するため、後述の「3.10 職員参加と職場の改善活動（QC サークル活動）」に示す手法を活用するなどにより、次の点にもっと積極的に取組むことが大切です。

- 安全衛生委員会の組織率の向上
  事業規模の大小に関係なく、安全委員会を設置して、計画的な活動を行う。
- 安全衛生委員会の活性化
  例年通り計画をこなせばよいといった考えでなく、作業員の自主的で意欲的な活動を積極的に支援する。その過程で職場における事故防止の雰囲気づくりを行う。
- 自主的な職場改善活動や職員参加により、職場の安全確保を確実なものにする。

資料7は粗大ごみ処理施設における安全衛生委員会の要綱の例です。

この事業所では職員数が50名未満ですが安全衛生委員会を設け、活発な活動を行い、効果を上げています。

資料７　安全衛生委員会要綱の例

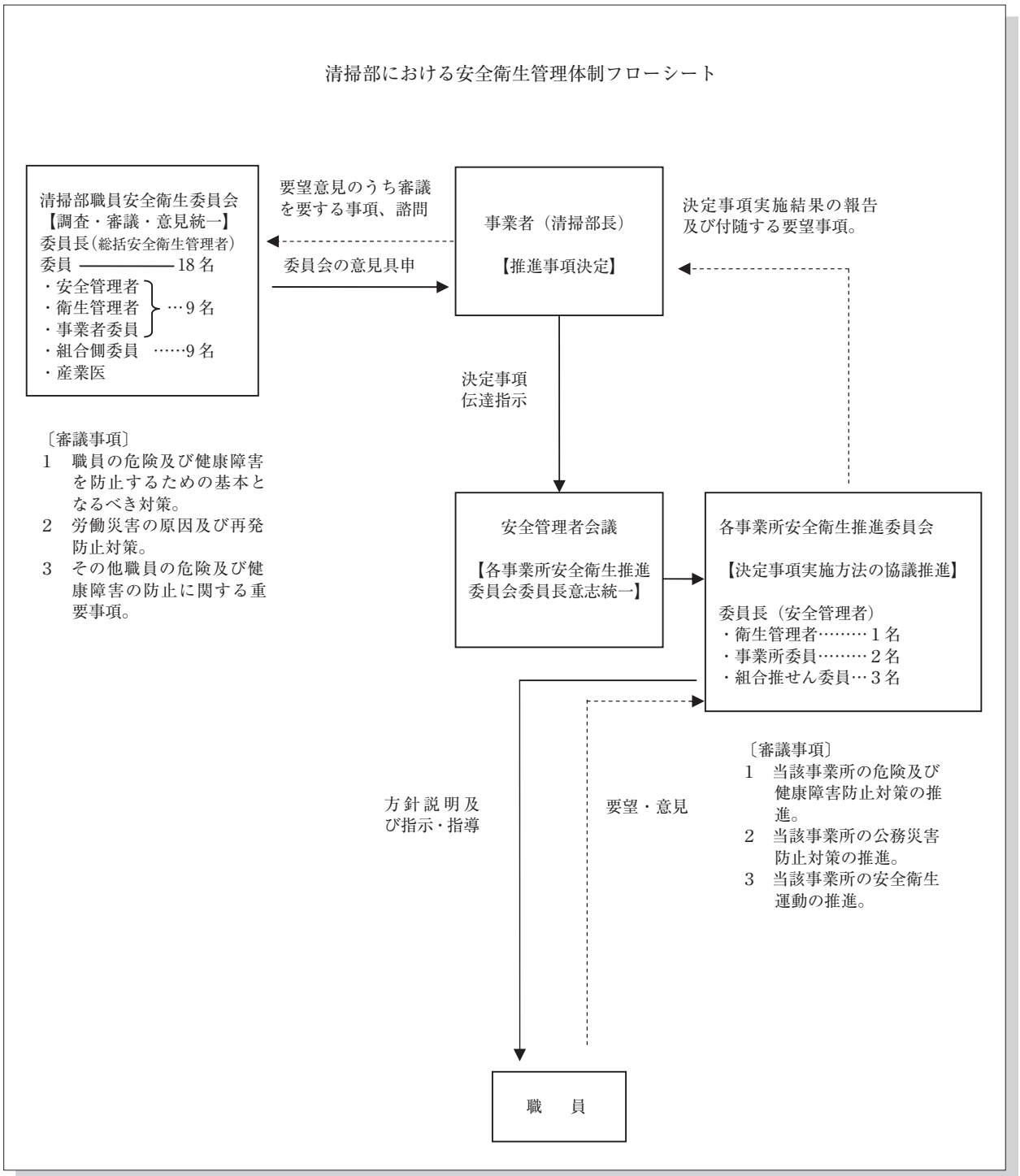
粗大ごみ処理事業所　職員安全衛生委員会要綱

（趣　旨）
第１条　この要綱は、粗大ごみ処理事業所の人命尊重を第一義に、労働安全衛生に関する事項を調査審議し、安全管理及び衛生管理の円滑な推進を図る為、市職員安全衛生委員会規程（昭和＊＊年＊月＊日訓令第９号、以下「規程」という。）第２条・第２項の規程に基づき安全衛生委員会の設置について必要な事項を定めるものとする。
2. この要綱に定めのない事項は法令及び規程の定めるところによる。
（設　置）
第２条　前条第１項に定める安全衛生委員会は粗大ごみ処理事業所安全衛生委員会（以下「委員会」という。）とする。
（所掌事務）
第３条　委員会は次の事項について調査審議し、所長に意見を述べるものとする。
(1) 職員の危険及び、健康障害を防止するための基本となるべき対策に関すること。
(2) 職員の健康の保持増進を図るための基本となるべき対策に関すること。
(3) 労働災害の原因及び、再発防止対策で安全及び衛生に関すること。
(4) 前３号に定めるもののほか、職員の危険、健康障害の防止及び、健康の保持増進に関する重要事項。
（組　織）
第４条　委員会は委員長及び、委員若干名で組織する
2. 前項に定める委員のうち、委員長を除く半数については、＊＊市職員組合清掃支部を代表するものが推薦した者とする。
3. 委員長は所長をもってあてる。
（委員の任期）
第５条　委員会の委員の任期は２年とする。但し再任を防げない
2. 補充の委員の任期は前任者の残任期間とする。
（委員長の職務）
第６条　委員長は、会務を総理し、会議の議長となる。
2. 委員長に事故があるときは、委員長があらかじめ指名した委員がその職務を代理する。
（委員会の招集）
第７条　委員会は毎月１回開催し、委員長が招集する。
2. 前項の規程にかかわらず、委員の３分の１以上の要請があるときは委員長は委員会を招集する。
（定足数）
第８条　委員会は委員の半数以上が出席しなければ開くことができない。
（参考人等の出席）
第９条　委員長は必要があると認めたときは、委員会に参考人として関係職員等の出席を求め、その説明または、意見を聞くことができる。
2. 委員長は必要があると認めるときは、委員会に産業医の出席を求め意見を聞くことができる。
（幹事及び書記）
第10条　委員会に幹事及び書記を置き、清掃局長が指名する者をもってあてる。
（事務局）
第11条　委員会の事務局は、＊＊粗大ごみ処理事業所に置く。
（委　任）
第12条　この要綱に定めるもののほか、委員会の運営について必要な事項は委員長が委員会にはかって定める。

付則
（施行期日）この改正要綱は、平成××年11月25日から施行する。

資料8には安全衛生管理体制の例を示しています。
この例では、事業規模が大きいため、各事業所の安全衛生推進委員会の上に総括した清掃部職員安全衛生委員会を設け、事業所間の調整や基本方針の決定を行っています。

資料８　安全衛生管理体制の例

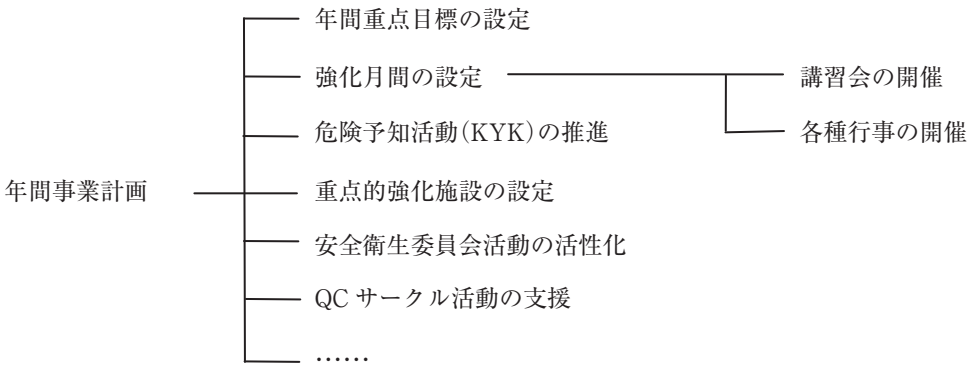


2）年間事業計画の策定

資料9には安全衛生委員会の年間事業計画の例（抜粋）を示します。このように、活動にあたって年間の事業計画を決め、その計画に基づいて組織的に実施するのが効果的です。

特に、爆発事故防止は、夏季のキャンプやバーベキューのシーズンのプロパンガスやカセットボンベと、冬期の飲食店での鍋もの等に使用するカセットボンベ等を主体とする事業系のごみの対策が重要な対象となると思われます。したがって、キャンペーン等もその時期と発生が予測される地域に合わせて行うのが効果的です。

資料 10 には、その強化月間の実施要綱の例を示します。この例のように、目的や実施項目の具体的な内容が明示されていなければなりません。



資料９　年間事業計画の例（抜粋）

平成　年度　＊＊粗大ごみ処理事業所
安全衛生管理計画（抜粋）

〈行事〉

標題	実施月	目的	実施要料
車両事故防止月間	4月 9月	全国交通安全運動の実施される月を左記月間と定め、安全運転の徹底による事故の防止と交通安全意識の高掲を図る。	1．重点目標の設定 （過去の事故内容を参考に設定） 2．広報 （1）安全管理者から職員へ趣旨徹底の呼びかけ （2）立て看板の掲示 （標題・期間・目標・標語等） （3）ステッカーの使用（全車両に貼付） （4）リボンの着用 3．標語の募集 月間前に職員から募集し使用する。 （使用標語３点を局長に報告） 4．安全教育（４月、９月） （1）交通安全講習会の受講 安全運転の順守と交通安全意識の高揚を図るため、所轄警察署担当官を講師として、◆◆もしくは他の事務所で行われる交通安全講習会に参加する。 （2）勉強会の開催 安全管理者が事故事例等を参考に事故防止策の勉強会を開催する。 （月間行事としてだけでなく、必要に応じて随時開催する。） 5．「安全運転のしおり」の見直し （当月間だけでなく、随時見直し是正する。）
作業機器点検強化月間	5月 10月 2月	当事業所は、破砕機本体をはじめ車両・クレーン・各種コンベヤ類・選別機・バンカー等多種多様な作業機器を使用しており、これらの点検を強化することにより故障や事故の未然防止を図る。	1．重点目標の設定 2．広報 （1）安全管理者から職員へ趣旨徹底の呼びかけ （2）立て看板の掲示 （標題・期間等） 3．点検強化日の設定 作業機器の点検は日常の業務を通じて実施しなければならないが、一斉点検強化日を毎週木曜日に設定する。 4．安全教育及び勉強会 安全管理者は実施に先立って、安全教育を実施するとともに実施結果について勉強会を行い、各自が作業機器の操作点検に係わる安全対策について認識を深めるようにする。
全国安全週間（全国統一行事）	7月 1日 ～ 7日	安全意識の高揚と安全作業の実践を図る。	
危険破砕物点検強化月間	11月 3月	他都市の粗大ごみ処理施設において爆発事故が頻発しており、爆発物混入等の危険性について、職員の認識を高め爆発事故の未然防止を図る。	1．搬入物の監視、事前選別の強化 プロパンボンベ、オートバイ、石油ストーブ等を事前に選別除去し、破砕機に入れないようにしているが、タンス等の中に石油ストーブ、プロパンボンベ等を入れて出してくる例もあり、搬入物の監視及び投入前の選別を強化する。 2．広報 （1）安全管理者から職員へ趣旨徹底の呼びかけ （2）立て看板の掲示 （標題・期間等） 3．安全教育及び勉強会 安全管理者は爆発物混入の危険性について講習を実施し、他都市の爆発事故を事例に職員と防止策を検討する。
年末年始安全運動	12月 10日 ～ 1月 20日	作業条件及び交通事情の最も悪化する時期に職員の安全作業意識の高揚を図り、公務災害及び車両事故の防止を図る。	1．重点目標 年間を通じて作業量が最も増大する時期であることから、作業条件悪化を念頭に設定する。 2．広報 （1）安全管理者から職員へ趣旨徹底の呼びかけ （2）立て看板の掲示 （標題・期間・目標等） 3．安全作業の強化 安全作業運動は日常の業務を通じて実施しなければならないが、期間を通じて安全作業の強化を図るとともに、月曜日を重点強化日に設定し、職員の安全に対する意識を高揚する。 4．安全教育及び勉強会 安全管理者は運動の実施に先立って安全教育を実施するとともに、実施結果について勉強会を行い、各自の意識の高揚を図る。
	＊局計画は、12/20～１/10となっているが、当所粗大ごみが多くなる 12/10 より設定		
安全作業月間	3月	業務内容が災害発生の危険性の高い施設であるとの認識に立ってこれまでに行った各月の安全対策について総括し、全職員が作業の安全性について認識を高める。	1．重点目標 各月の安全対策の中から設定する。 2．安全作業の強化 本月間において、これまでに行った各月の安全対策を総括する意味で日常業務における安全対策を図るとともに、月曜日を安全対策強化日に設定し、職員の安全意識の高揚を図る。 3．広報 （1）安全管理者から職員へ趣旨徹底の呼びかけ （2）立て看板の掲示 （標語・期間・目標等） 4．安全対策検討会 安全管理者と職員は安全対策検討会を開催し、これまで行った各月の安全対策について検討し、以後の安全対策に資する。

資料 10　強化月間実施要綱の例

破砕危険物点検強化月間実施要綱

○○粗大ごみ処理センター

平成××年度安全管理計画に基づく、破砕危険物点検強化月間の実施に当り要綱を定める。

1．目的

昨年度、破砕危険物点検強化月間中の○月×日、回転式破砕機内で大爆発事故が発生した。このような事故を未然に防止するために、以下の次項の徹底を図ることとした。

○破砕危険物の混入を防止するため、市民に対し、啓蒙活動を行う
○収集時の破砕危険物チェックができるよう、収集作業員の教育を行う
○施設搬入時の受入チェックを徹底する
○破砕危険物の施設での選別をより綿密に行う
○人災を防ぐため、機器の点検は施設休止時間に行う

2．期間

平成××年×月×日～1ヶ月

3．協力機関

センター内安全衛生委員会
本庁関連課
＊＊、△△収集事務所

4．混入破砕危険物の監視、事前選別の強化

LPG ボンベ、オートバイ、石油ストーブ等を事前に選別除去し、破砕機に入れないようにしている。しかし、タンス等の中に LPG ボンベや石油ストーブ等を入れて出してくる例もあり、収集時のチェックや施設受入検査、投入前の選別を強化する。

＊　収集時でのチェックの事務所側への要請として、期間中の土曜日の午後に、収集事務所、当センター、本庁との話し合いの場として、安全対策連絡会を開催し、相互理解を図る。また、その機会に、関係者全員に対する安全講習会にて、当センター安全管理者より爆発物混入の危険性と、先般の爆発事故を事例に、職員と防止策を検討する。

5．広報

⑴　安全管理者から職員への趣旨徹底の呼び掛け
⑵　立て看板の掲示

6．安全教育及び勉強会

⑴　職員向け：上記の安全講習会にて対応する
⑵　市民向け：住民側世話役への啓蒙講習会の実施

3.8 事故発生に備えた事前の対応策

・事故発生時に適切な行動をとることによって、事故の被害を最小限にし、復旧も容易になる。
・自衛消防体制と事故対応マニュアルを整備し、日頃より十分な教育・訓練を行う。
・訓練時に消防署の立会いを求めることも非常に効果的な方法である。

平成 16 年 4 月に廃棄物処理法が改正され、第 21 条の 2 に、ごみ処理施設で「生活環境の保全上の支障が生じ、又は生ずるおそれがあるときは、直ちに、引き続くその支障の除去又は発生の防止のための応急の措置を講ずるとともに、速やかにその事故の状況及び講じた措置の概要を都道府県知事に届け出なければならない。」と定められました。

また、平成 16 年 4 月の廃棄物処理法の改正を受けて、環境省は、平成 18 年に「廃棄物処理施設事故対応マニュアル作成指針」を公表しました。その中では、ごみ処理施設において、発生の恐れのある事故を事前に想定し、事故に対する適切な予防措置や対処方法、関係機関への報告、事故後の対応等のマニュアルの基本的方向を取りまとめています。

このようにごみ処理施設には、事故発生への準備と対応が強く求められています。

1）事故発生時の現場での対応

施設管理は事故を防止するために、財政的に許される最善の技術的対策を施設に施します。そして、技術的対策でカバーできない部分は、運用管理（ソフトウェア）を適切に行うことによって達成しようとします。しかし、事故はこれらの努力をかいくぐって発生します。

事故が発生すると、事故の規模が拡大しないよう、早期発見や事故の局所化と極小化に努めます。しかし、過去の事故事例を見ると、火災の発見が遅れたため、大事故になったり、また、事故発生時の対処方法が十分周知されておらず、適切な事故対応ができなかったこと等が報告されています。

このため、事故が発生した時に適切な対処ができるよう、体制の整備を行い、日頃から教育や訓練を行うことが大切です。

緊急時の組織（自衛消防体制をとる場合が多い）とその役割分担及び役割ごとの行動規準を決めます。そして、その決まりごと（事故対応マニュアル）に従い、日頃から十分な教育訓練を行うことによって、緊急の場合でも慌てず、適切な対処が行えるようになります。

爆発事故発生時の行動では、特に以下の点について留意してください。

- 爆発を伴って火災の発生する可能性が高い

  爆発事故の場合は、引き続いて火災が発生する可能性があるので、事故後の警戒が重要です。場合によっては、爆発事故が発生して数時間たって火災が発生するケースもあります。爆発事故の処置だけではなく、火災発生の予防処置として十分に散水をしておくことも必要です。その上で、火災に対する監視を継続して行うことが推奨されます。
- 爆発発生後はよく状況を観察した後、行動しなければならない

  破砕機室には、下記項目を確認、必要な処置を行った後、入る必要がある。急いで破砕機室に入って、2次災害を発生させてはならない。

  －可燃性ガスの滞留や火気の存在による二次爆発の恐れはないか。
  －不活性ガスによる酸欠事故の恐れはないか。
  －火災が発生し、危険な状況になっていないか。

2）事故対応マニュアルの作成

前述のとおり、「廃棄物処理施設事故対応マニュアル作成指針」が公表されていますので、「事故対応マニュアル」の作成に当って参照してください。

なお、「事故対応マニュアル」は、形式的な内容とならないように、現場実態を十分反映し施設の状況や想定される事故に合致した内容とすること、また実際に行動する職員が理解し易いものとなるようにすることが重要です。

また、定期的な教育・訓練を実施した後や事故やトラブルの発生後には、特に「事故対応マニュアル」の見直しを行うことも重要です。

資料 11：自衛消防体制の例を示します。この例のように、指揮系統と個人個人の役割が明確になっている必要があります。また、指揮者、班長不在時の代行順位についても明確にしておきます。通報連絡はその連絡先が具体的に（電話番号も含めて）明示されなければなりません。

資料 12：行動手順（火災発生時の対応）が示された例です。

資料 13：各行動手順及びサンプル文の例です。

注）自衛消防隊の活動については、退避命令発動の判断基準を設けることも重要です。

3）教育・訓練

教育・訓練を軽視すると、非常事態の発生時に適切な行動をとることが困難になります。各職員が「事故対応マニュアル」に規定された対応を確実に実行できるように、教育・訓練を計画的に実施します。

教育・訓練実施後には、当初の目的どおりの成果が得られたか等の評価を行い記録に残し次回以降の教育・訓練に活用することが望まれます。

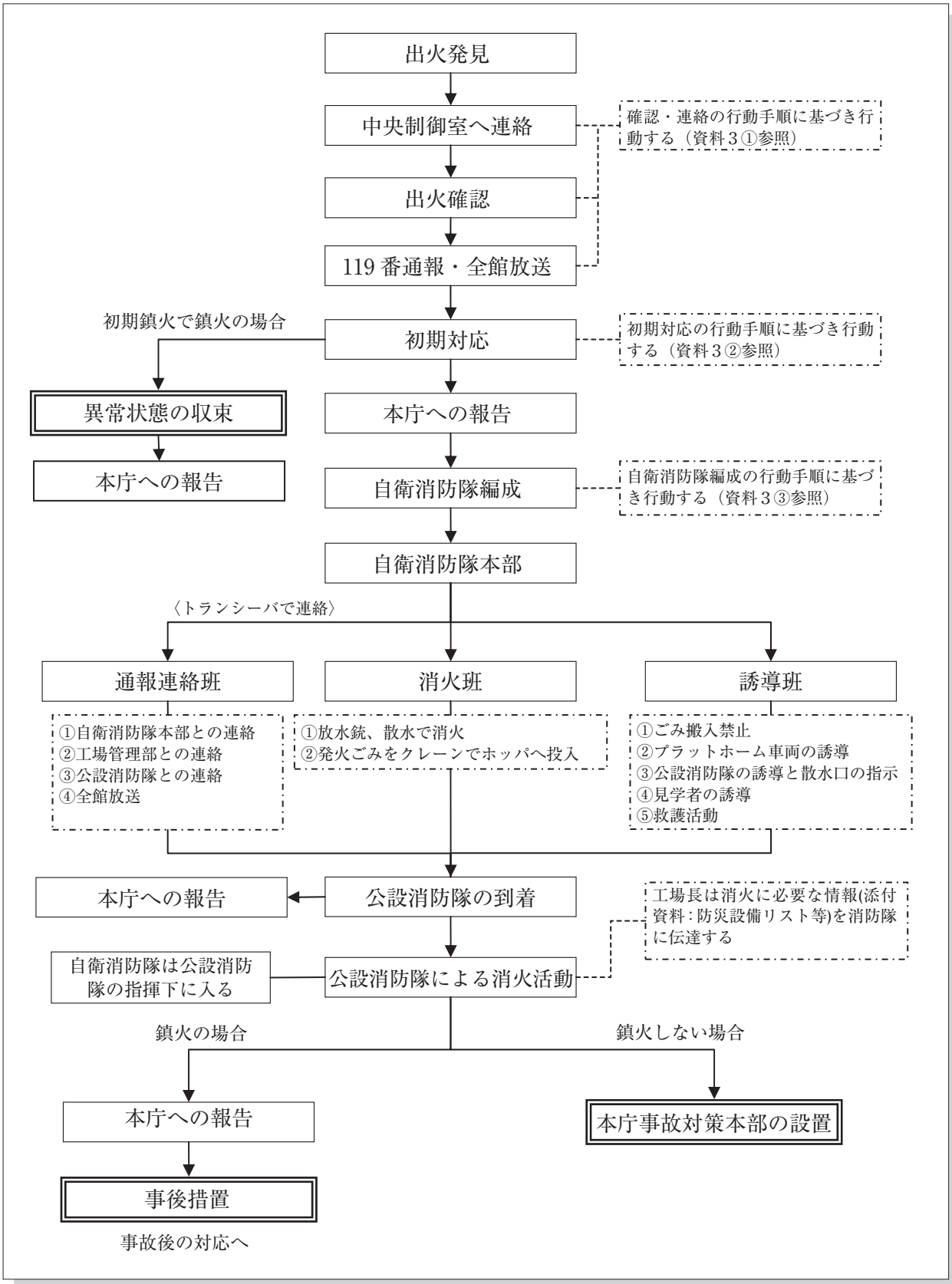
また、訓練時に消防署の立会いを求めることも非常に効果的な方法です。対応手順に対する専門的な助言を得られるとともに訓練に緊張感を与え、さらに消防署職員の処理施設に対する理解を深めることもでき非常時の迅速な活動に役立ちます。

資料 11　自衛消防体制

自衛消防組織編成表

- 隊長
  - 副隊長
    - 指揮班
      - ◎ 各班への指示伝達、各班相互間に必要な連絡調整にあたる。
    - 通報連絡班
      - ◎ 火災発生を消防機関に通報するとともに、場内放送とかけつけ通報により、職員に周知する。
      - ◎ 危険性の有無、また不必要に恐怖の念を抱かせたり群集化することのないよう注意する。
    - 消火班
      - 管理棟担当
        - ◎ 消火器・屋内消火栓等により、初期消火にあたる。
      - ごみ処理施設担当
        - ◎ 消防隊（公設）が到着した後は、消防隊の指示に従い消火活動に協力する。
    - 防護安全班1
      - ◎ 電気、ガス、機械、危険物設備、その他諸設備の安全措置を火災の状況及び避難の状況に応じ適確迅速に行う。
      - ◎ 適切な判断により防火扉を閉鎖し、延焼及び煙、有毒ガスの拡散を防止する。
    - 防護安全班2
      - ◎ 負傷者及び被救護者の応急処置にあたり、必要に応じて救急隊と連携する。
    - 防護安全班3
      - ◎ 出火時等における建物内部の人命検索と、要救助者の救助にあたり、災害の状況を的確に判断し、それに応じて安全かつ機敏に避難誘導する。
    - 防護安全班4
      - ◎ 重要書類、重要物件の非常搬出にあたる。
      - ◎ 搬出は災害状況に応じ必要最小限にとどめ、水損及び延焼防止のため必要な措置をとる。

資料 12　行動手順（火災発生時の対応）の例



※「廃棄物処理施設事故対応マニュアル作成指針」を基に簡略化し作成

資料 13　各行動手順及びサンプル文について

①確認・連絡の行動手順

◎発見者は中央制御室（平日昼間は技術係長、夜間休日は運転係長）に連絡する。
◎発見者は出火を確認し、その状況を時系列的にメモしておく。
◎運転係長は 119 番通報を行う。
《サンプル文》
「火事です」住所は……です。90mの赤白の煙突が目安です。
◎管理係長は全館包装を行う。
《サンプル文１》
緊急連絡。只今、ごみピットで火災が発生した模様です。初期消火体制を執ってください。
《サンプル文２》
緊急連絡。只今、ごみピット火災発生。只今より、中央制御室に自衛消防隊本部を設置する。エレベータは使用禁止です。ごみクレーン操作室に前線本部を設置するので隊員は指定場所に全員集合せよ。
◎技術係長は（夜間休日は運転係長）現場の状況を工場長に報告する。
◎事故発生時の連絡ルートは原則緊急連絡網によること。

②初期対応の行動手順

◎運転係長は運転員に緊急操作（クレーン退避等）を指示する。
◎初期消火は、照明や換気が停止して現場の危険性が高まる場合があるので、安全に十分に確認し行う。
◎火災により、停電になった場合は停電時の非常停止手順に従う。
◎工場長（防火管理者）、運転係長が不在の場合は、予め定められた者が対応する。

③自衛消防隊編成の行動手順

◎工場長(防火管理者)は、自衛消防隊を招集する。
◎自衛消防隊の本部は中央操作室に、前線本部をクレーン操作室に設置する。
◎自衛消防隊員は予め定められた自衛消防隊組織図により所定の位置に付く。

3.9 事故原因の調査と再発防止対策

●原因の究明は必ず行う。大事故では、事故調査委員会を組織する。
●事故調査委員会は、専門家を加えて中立的立場で調査する。
●まず、客観的な事実（証拠）をできるだけ集めるのが基本。
●責任の追及より、原因の追及を優先する。
●原因の究明は、表面的な原因から真の原因究明へ、深く掘り下げて行う。
●真の原因にもとづいた再発防止策の立案・実施と、その効果の確認が必要。
●統一したフォーマットで事故・トラブル・ヒヤリハット事例を収集する。
●事故事例だけではなく、トラブルやヒヤリハット事例を蓄積することが重要。

1）事故調査組織

事故の発生にともない、その被害が深刻な場合には、通常、安全衛生委員会と連携し、市や清掃部局をあげての事故調査委員会が組織されます。この委員会の目的は、事故の原因となった不安全な状態や行動を発見し、これを分析、検討して、同じ種類の事故を二度と繰り返さないように、適切な対策をたてることにあります。関係者の責任を追及することや調査そのものが目的ではありません。そして、事故調査委員会は、その調査した原因や新たに立案した対策が誰にでも納得できるものでなければなりません。このため、施設運営組織から離れた中立的な組織とするのが一般的です。

小さな事故では、施設の復旧作業が優先し、原因究明や対策が行われないこともあります。しかし、前項で述べたように、小さな事故の時に十分な検討と対策を行うことが、大きな事故を未然に防ぐことになるのです。このためには、事故が発生した場合の調査手順をあらかじめマニュアルとして作成しておき、事故発生時に、効率的な調査を行って、早期復旧ができるよう日頃から準備しておくことが大切です。

このような目的のために選任する事故調査委員会のメンバーには、専門的知識と広い視野だけでなく、中立的な立場が必要なため、自治体の職員以外に学識経験者や専門家で構成されるのが一般的です。

この事故調査委員会の活動は、委員会が独自で調査、研究を行う場合と、作業部会での調査検討を正しい方向へ導いて行くための検討を行う場合とがあります。通常は後者の例が多く見受けられます。

また、ある市の例では、事故調査委員会は、消防署、メーカー、市の三者の調査結果報告をもとに原因究明を行っています。

資料1：委員会開催状況の報告書を示しています。

2）事故の原因の究明

事故調査は、それ自身が目的ではなく、対策を実行し、同種の事故が二度と発生しないようにすることです。したがって、事故が発生した場合には、事故の大小に関わらず、常に徹底的にその原因を究明する習慣を身につけたいものです。

「安全衛生推進者必携」（中央労働災害防止協会発行）では災害調査の方法及び注意事項を次のように述べています。[11)]

（1）事実を集める

事実をできるだけ集めるため、次のことを行います。

・調査は災害発生直後に行う。

災害現場は、変更されやすく、また、細かいことは忘れやすい。

- 物的証拠を集め保管する。
  災害に関係のある物の中には、材料試験や化学分析を要するものがある。
- 災害現場の状況を記録にとどめるため、写真を撮る。
- 目撃者及び職場関係者の協力のもとで、調査を進める。
- 可能な限り被害者（関係者：執筆者追記）の話を聞く。

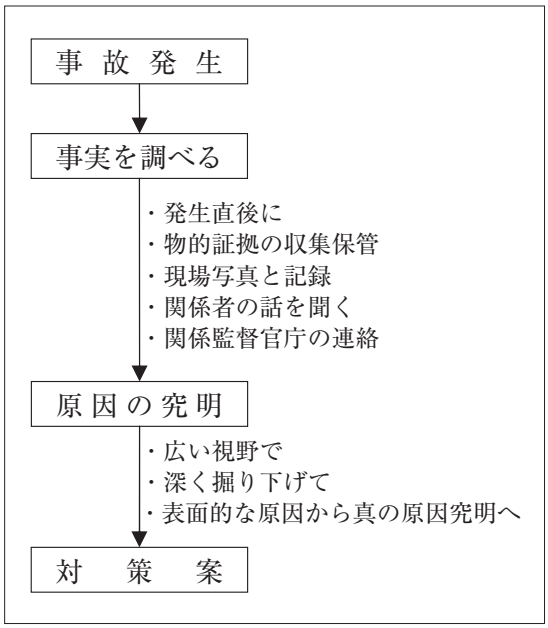
(2) 災害調査上の留意点

災害調査にあたる場合は、特に次の事項に留意することが必要です。

- 「なぜ」はあとまわしにして、「どうであったか」という事実を集めるように心がけること。
- 目撃者がいう「これに決まっている（断定）」「こう思った（憶測）」「なぜ（原因）」は、事実とは区別し、参考として記録すること。
- 責任を追及する態度をとると、そのために関係者が警戒し、事実を包み隠すことがあるから、責任の所在を決めるよりも、再発防止の方が大切だという基本的態度を堅持すること。
- 災害現場は散乱しており、長く放置しておくと、次の災害を起こすおそれがあるから、調査は迅速に行うこと。
- 「だれそれの不注意による」というような人的要因だけを取りあげることがないようにすること。このような場合には、物的要因が見逃されていることが多い。
- 第三者の立場で公正に調査を進めること。そのためには、できるだけ2人以上で調査を行うことが望ましい。
- 災害の種類や程度によっては、消防署以外に、労働基準監督署、警察署等による実地調査が行われる場合があるので、関係者と十分連絡をとり、必要な対応を怠らないようにすること。

このようにして、事実を集めると事故の原因が明らかになってきます。この時注意しなければならないことは、広い視野での原因追求と、表面的な原因だけで満足せず、その奥にある原因を2段、3段、と深く掘り下げ、真の事故原因を追求することです。原因追求の例としては次のようなものがあげられます。

- **技術的**：（例） 爆発防止装置の不備
- **管理的**：（例） 作業標準マニュアルの不備
- **属人的**：（例） 作業員の不注意、無関心



また、見方を変えると、次のような原因追求も可能です。

収集システム：a　住民対策の不足
　　b　収集システムの問題
処 理 施 設：a　施設受入時の不備
　　b　施設の技術的対策の不備
　　・防爆装置
　　・事故の局所化、極小化装置
　　・監視装置
　　c　施設運営上の問題点
啓　　発：作業員の仕事に対する取組みかたの問題

以上のように多方面から深く掘り下げた追求を行い、表面に出ている直接的な原因だけでなく、その背景となっている真の原因を把握します。

表 2.4.9.1 は事故原因の追求例です。ここでは、すべての事故は、災害の原因、事故の要因、不調・故障の要素に分解できるとして、追求を行っています。このようにして原因（一次原因）→要因（二次原因）→要素（三次原因）と追求することによって、事故が発生した真の原因を見つけ出し、もっとも有効な事故防止対策を行うのです。

表 2.4.9.1　事故原因の追及例 [12)]

	事故・災害	災害原因	事故要因	不調・故障要素
	現　　象	（一次原因）	（二次原因）	（三次原因）
1	爆　　発	異常昇温・昇圧	酸素吸い込み	水封器の水切れ
2	爆　　発	異常昇温・昇圧	原料の配合比率の狂い	計装の誤作動
3	爆　　発	機器外漏えい	人の錯覚及び誤作動	設計配慮不足
4	機器の溶融損傷	原料配合比率が変動し部分的に異常温度上昇	混合圧力の一方が低下した	原料圧縮機の不調
5	高圧容器の破裂	強度不足	腐食による肉厚減少	設計時材質のあまさ
6	パイプの破断	低温による収縮	収縮吸収機構の不備	①設計技術未経験 ②事故資料活用不足
7	タンク火災	静電気による着火	①サンプル採取管の位置、構造不備 ②液間アース機構の欠如	①設計技術未経験 ②事故資料活用不足

3）再発防止策

以上のようにして、直接的原因だけでなく、背景となる原因も判明すると、再発防止対策を立てることになります。この対策の立案では、技術上の問題以外に予算上、敷地、要員数、周囲環境等々多くの制約条件があり、なかなか理想通りにはできないのが通常かもしれません。しかし、その制約条件の中で、最も良い結果が得られる解決策を選択するように努めなければなりません。

実際にも収集部門と処理部門との業務調整等の問題で、十分な対策が取れずに運転を再開し、爆発事故を再発させてしまった例も見うけられます。やはり、対策の立案にあたっては、対策の直接の目的は爆発防止であり、これは住民サービスの向上と、職員の安全確保を保証するものだという認識を共有する必要があります。その上で、個々の部署の都合はできるだけ排除して、何が目的達成にとって最良かを考えて対策を立てるべきでしょう。

そして、対策の実行にあたっては、試行期間を設けてその効果を確認し、対策内容に不足があればこの期間に修正します。この試行運転で効果が確認できれば正常運転に移行します。

資料 14　事故調査委員会の開催状況報告書

事故調査委員会の開催及び報告について

平成××年○○月△△日

調査委員の構成メンバー（4名）
― 美化センター　所　　長 ―― 、課長補佐 ―― 、（庶務）
― 環境事業室　　主　　幹 ―― 、係　　長 ――

〔1〕第1回事故調査委員会
開催日時　平成××年9月2日（月）AM 9時00分
開催場所　 ― 美化センター応接室に於いて
議　　題　事故調査及び現況報告について
1．事故発生原因について　①　発生原因について
②　メーカーの見解書について
2．現況報告について　①　事務打合せについて
②　工事工程表について
3．標準作業マニュアル作成について　①　標準作業マニュアル（案）の検討
4．その他　①　施設の改良について
②　他都市の現況視察について

〔2〕第2回事故調査委員会
開催日時　平成××年9月9日（月）AM 9時00分
開催場所　環境事業室会議室に於いて
議　　題　事故調査及び今後の対策について
1．事故発生原因の推定について　①　爆発物は
②　爆発物の量は
③　爆発場所は
④　爆発原因は
2．硝煙臭について
3．その他　①　事故調査報告書（私案）の検討
②　回収したプロパンガスボンベの破片、布及びカバンについて検証

〔3〕第3回事故調査委員会
開催日時　平成××年9月30日（月）AM10時00分
開催場所　 ― 美化センター応接室に於いて
議　　題　事故調査報告書について（結論）
1．事故調査報告書ついて　①　―― 消防署の報告書（10月4日以降？）
②　―― ㈱の報告書
③　事故調査委員会の報告書（三者の報告書を比較）
2．その他　①　プロパンガスボンベの重量変更について
②　今後の委員会について

〔4〕第4回事故調査委員会
開催日時　平成××年10月29日（月）AM11時00分
開催場所　環境事業室会議室に於いて
議　　題　報告書を比較表作成（検討）（ ―― 消防署の報告書提出10月28日）

〔5〕連絡会議
①―― 消防署と ―― との連絡会議　・爆発事故の概要説明
・爆発事故報告作成者の説明
②―― 消防署と ―― 美化センターとの連絡会議　・― 消防署立入り（4回）
・― 消防署と連絡会議（5回）
・― 工大教授立入り（3回）
③― 美化センターと ―― との連絡会議　・爆発事故被害調査（3回）
・復旧工事打合せ（6回）
④その他　・爆発時のごみ分析調査（破片採集）（4日間）

3.10 職員参加と職場の改善活動（QC サークル活動）

- ●職員自らが、「自分の職場の安全は自分で確保する」といった視点で、自発的で積極的な職場の改善活動を進めることを考える。
- ●自主的な職場改善活動である QC サークル活動は、事故防止への貢献が期待される。
- ● QC 手法は、やさしくてみんなで使える手法で、問題解決に役立ち、利用価値が高い。

1）職場と生きがい

私たちは一日の大半を職場ですごしています。この職場での生活が生きがいのある楽しいものであれば、組織の運用はスムーズに行われ、現場作業への積極的な取組みとなり、火災・爆発事故の減少にもつながることになります。そのためには、次のような考え方で仕事に取組むことが大切です。

（1）職場の仲間と明るい人間関係をつくる

私たちは1人だけでは生きていけません。また仕事もできません。同僚や上司との人間関係が良く、お互いに何でも話合え、信頼し合える明るい職場にしたいものです。

（2）仕事に積極的に取組む

毎日上司の指示に従い、受け身で機械的に仕事をしたのでは、あまり働き甲斐は感じられないものです。自分の知識や工夫をいかしてこそ、積極的に仕事に取組むことができます。

（3）仕事を通じて自分を成長させる

私たちはいつも自分を成長させたいと願っています。仕事の中でも、自分を成長させることができないと感じはじめたら、まったくつまらないものになってしまうでしょう。仕事を通じて、自分を成長させるようなやり方を考え、実行することです。

（4）仕事をした結果に満足感を味わう

私たちはいつも仕事を一生懸命しています。その結果、同僚や上司に喜ばれ、ひいては市民の人々に喜ばれ、そのことによって自分自身の満足感を味わいたいと願っています。

そのためには、昨日より今日、今日より明日へと向上させて行くことが大切です。このような考え方や仕事の仕方は、皆で力を合わせてやっていく方が効果が大きいのはいうまでもありません。指示されたことだけを行うのではなく、自主的、積極的に職場を改善する活動を通して、満足のできる仕事のやり方を身につけ、明るく、生きがいのある職場をつくっていくことも大切です。このような活動は、民間では「ＱＣサークル活動」として広く行われており、事故防止の効果も大きいため、ここに紹介しておきたいと思います。

2）ＱＣサークル活動の基本

ＱＣサークル活動において、ＱＣサークルとは、同じ職場で、品質管理活動を自主的に行う小グループを指します。また、この小グループは全事業所的な品質管理活動の一環として、自己啓発や相互啓発を行い、ＱＣ手法を活用して、職場の管理・改善を全員参加で、継続的に行うものです。

品質管理（Quality Control）というと、何か自治体の事業とは関係ないように思われるかもしれません。しかし、QC サークル活動は、自治体のごみ処理施設の問題点の改善等にも活用できる取

り組みとして導入が期待されます。

(1) 品質（Quality）とは

普通、「品質」という言葉は、品物そのものの質に限定して考えられていますが、ここでいう品質とは「仕事の質」や仕事を生み出す「人の質」、さらには「組織（職場）の質」等広く「質」全般を指して品質といいます。

品質	品物の質 サービスの質 仕事の質 人の質 組織の質

例えば、自動車を買う場合、自動車そのものの品質の他に、サービスが良いとか、セールスマンの感じが良いとか、あの店なら安心だとかいったことで、全体の善し悪しを判断するのと同じ事なのです。そのような調査、研究、計画、検査、サービス、財務教育等の全般にわたり、管理者、監督者、作業者等の全員の参加と協力で行われるものを、一般に総合的品質管理、またはＴＱＣ（Total Quality Control）と呼んでいます。

(2) 管理（Control）とは

ここでいう管理とは、「あるもの（製品や活動、サービス等）をこうあって欲しいと思う状態（品質要求）にすること」であり、「良い状態のものは、その状態を維持すること」です。そのためには、計画をただ単に実行するだけでなく、その結果を確認し、計画とのずれがあれば修正するといった、一連のサイクルで業務を行っていくことが必要です。この一連のサイクルを管理のサイクルと呼んでいます。

職場では、目的実現のために、仕事を PDCA のステップで進めます。これは、品質管理だけでなく、あらゆる分野で共通する仕事の進め方です。この PDCA のステップを「管理のサイクル」と呼んでいます。

なお、最近多くの組織に導入されている品質マネジメントシステムは、品質要求を満たすための経営的な仕組み（マネジメントシステム）を規定するものとして、品質管理とは区別して用いられています。

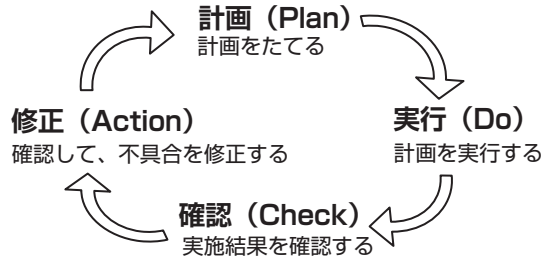


図 2.4.10.1　PDCA サイクル

以上のように、QC サークル活動は、企業の製造現場の製品品質管理のためだけにあるのではありません。もっと広く事務所でも、また自治体でも十分活用できるものとして考えることが大切です。

3）ＱＣ手法

QC 手法は、業務を通して集めたデータを用いて、問題となっている結果とそれに影響を与えていると考えられる原因との関係をつかみ、解決するための手法をいいます。

QC 手法には多くの種類がありますが、

- 簡単に作成できる
- 容易に理解できる
- みんなで使える

手法から始めれば良いと思います。

自治体の中にも、種々の職場改善活動の一環として、QC サークル活動を取り入れて効果をあげているところもあります。

その活動で活用している特性要因図の一例を図 2.4.10.2 に示します。特性要因図とは、結果（事故＝特性）が起こるに至った原因（要因）を整理し、お互いに関連付けて、魚の骨のような図にまとめたものです。この図は、QC 7 つ道具の 1 つとして、問題解決に大変役立つ利用価値の高いものです。

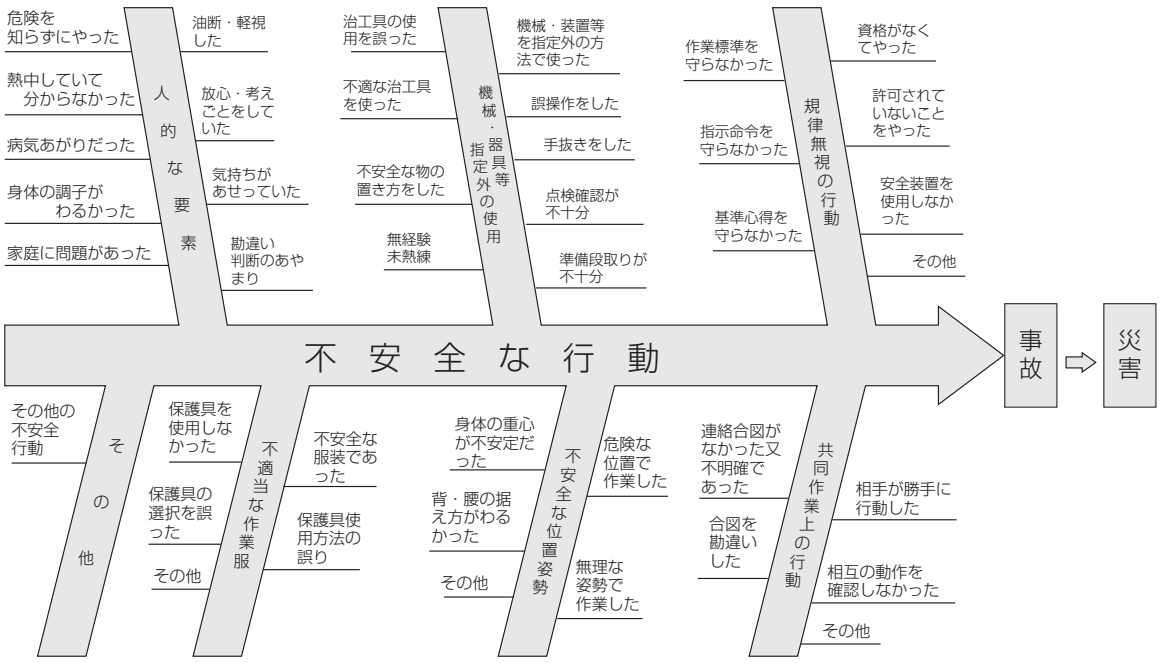


図2.4.10.2　特性要因図の例

QC7 つ道具には、この他、問題点や悪い結果を原因別に分類し、棒グラフを累積曲線で表したパレート図、互いに関連している複数のデータの関係を表すグラフ、データ収集のためのチェックシートや層別、ヒストグラム、散布図がありますが、このあたりは専門の書籍に譲りたいと思います。

図 2.4.10.3 はパレート図の一例を示しています。この図からは事故発生に対する原因物質のウエイト付けが読みとれるため、重点的に行うべき項目が容易に把握できます。

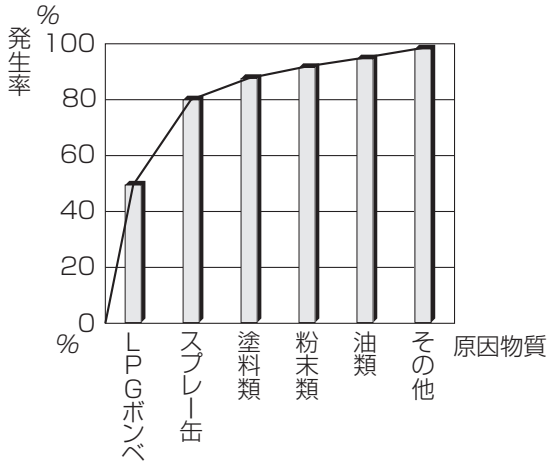


図2.4.10.3　パレート図の例

4）ＱＣサークル活動の手順

QC サークル活動は、職場での問題点（例えば破砕機の爆発事故）をテーマとして取り上げ、自発的な改善活動を、手順に従って行います。その手順の概要を図 2.4.10.4 に示します。この図の手順を見ると大変な作業と思われるかも知れませんが、企業での普及状態からもわかるように、それほど難しいものではありません。気軽な気持ちで取組めばよいと思います。

以上のように、QC サークル活動は、企業の製品管理や生産性向上のためだけにあるのではありません。もっと広く、事務所でも、事業所でも、また自治体でも十分活用できるものです。

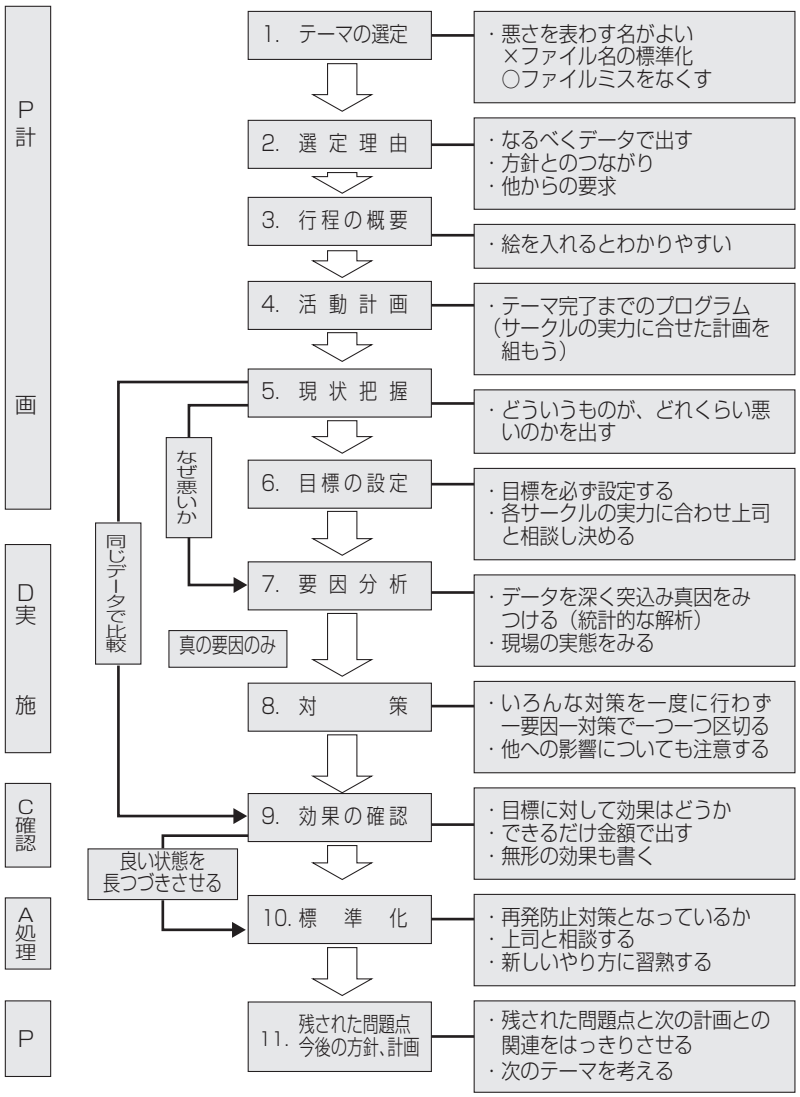


図 2.4.10.4　QC サークルの活動手順 [13)]

施設建設にあたっての対策

Section

4

4 施設建設にあたっての対策

施設建設にあたって、計画段階から防火防爆設備仕様を明示するのは、発注者の責務であり、最も重要な事故防止対策の一つである。

- 施設計画段階で防火防爆に関する仕様を明確にすることは、事故の発生や拡大を防止するための最も良い機会の一つである。
- 発注仕様書等に記載する設備仕様は、施設担当者の知識や経験を基に設定し、業者決定後に仕様設定を行うような記述は、できるだけ避ける。

ごみ処理施設の火災事故や爆発事故の主な発生原因には、以下のようなものが挙げられます。

①防火・防爆設備が不十分であった。
②危険物が混入しないなど現実と異なる条件で施設の計画を行った。
③新たな危険物の出現によって、設備的に対応できなくなった。
④防火防爆設備の運用が不適切であった。

事故の拡大原因には、次のようなものが、挙げられています。

①消火設備や爆風逃し口等が不十分であった。
②火災の検知が遅れた。
③消防の突入口がなく、機械室の通路が複雑で消火活動等が困難であった。
④重要な設備が被災しやすい場所にあった。
⑤事故発生時の対応が不適切であった。

これらの事故原因の多くは、施設計画段階で設備仕様を明確に示すことによって、原因が解消され事故防止や規模を小さくすることが可能なのです。

また、事故を経験した施設へのヒアリング調査では、以下のような状況が判明することがあります。

①計画時の仕様書に「『ごみ処理施設の火災と爆発事故防止対策マニュアル』に従う」、「適切な防火対策、防爆対策を行う」などと記載し、計画立案者が実質的な仕様設定を行わなかった。
②施設計画が実務担当者と切り離して立案され、実務経験者の知識や経験が仕様に反映されなかった。

仕様書には、「ごみ処理施設の火災と爆発事故防止対策マニュアル」(本書のこと)が示されることがありますが、本書には様々な対応策が示されており、この中から求められる防火・消火方式や防爆方式等の仕様を示すのは、発注者の責務なのです。これを怠っては、事故が防げる訳がありません。

ごみ処理施設の防火設備や防爆設備の仕様を明確にすることは、事故に対する発注者の考え方を明確にすることであり、施設計画段階で行える事故防止の根本的な対策が可能な重要な機会なのです。計画段階で仕様を決定せずに後工程でこれらの仕様を決めようとすると、様々な制約条件のために十分な対策が困難となります。また、計画段階で設備仕様が明確になることによって、メーカーは確信を持って入札に参加でき、以降の実施設計が容易になります。水蒸気吹込式等の防爆方式や火災検知・消火設備等の仕様決定は、事故の発生や拡大のリスクを左右する重要な要素です。特に水蒸気吹込式防爆装置への変更のような技術的な検討と多額の費用が伴うものを、落札後にメーカーとの調整で変更・決定するような事態は、避けなければなりません。

仕様設定にあたっては、発注者の許容できるリスクの範囲となるよう、火災検知や消火方式、防爆方式等の設備仕様を設定することが重要です。その際、人手による危険物の除去や運転方式、監視の方式等の採用すべきソフトウエア技術についても明示することが強く望まれます。

防火と防爆対策の実際

第２編 **実務編**

施設の技術対策

Section

5

5.1 建物と設備の対策の関係

- ●建築物は法規に基づいて、プラント設備は規制に応じて、出火の可能性の高さや危険度に応じた防火対策を行う。
- ●防爆対策は、破砕機や破砕機室を中心に行う。
- ●対策は、施設の規模や収集システム等を考慮して、適切な内容とする。

建築物は建築基準法や消防法等の規制を受けて防火対策が行われます。プラント設備については、一部の自治体では規制を設け、防火対策が行われる場合があります。これら防火対策の実施に際しては、防爆対策も配慮しながら、対策の効果とコストの整合性についても同時に検討する必要があります。全ての設備について対処しようとすると、過大な費用がかかるとともに、過剰設備となる可能性があるので、十分に検討した上で必要な設備を採用することが重要です。また、採用にあたっては、ハードの対策に偏重することなく、ソフト面に関する対策も採用し、効果的な防火・防爆体制を作り上げることが大切です。なお、定期的に訓練を実施し、緊急時には的確に行動できるようにすることも忘れてはなりません。

具体的な対策の要点は、以下の通りです。

1）建築物

法規にもとづいて消火設備を設置するとともに、出火の可能性の高いごみ貯留部や破砕機室周り（排出コンベヤ部を含む）に対して重点的な防火対策を行います。

爆発対策としては、破砕機室の強度の確保と爆風を外気に開放する爆風逃し口が特に重要です。

2）プラント設備

プラント設備における防火対策の重点部分とされ、出火の可能性の高いごみ貯留部や破砕機及び排出コンベヤ部に対して、その火災の特徴に応じた対策を行う必要があります。

防爆対策としては、破砕機の防爆方式が重要です。信頼性の高い防爆方式である不活性ガス（水蒸気）吹込式は建設時及び稼動時には維持管理費用がかかるため、大規模施設を中心に普及しています。小規模施設では受入設備での危険物除去が比較的容易なため、希釈空気吹込式が多く採用されています。しかし、受入設備で十分な危険物の除去が期待できない場合には、小規模施設であっても、不活性ガス（水蒸気）吹込式を採用することも必要です。また、爆発が発生した場合の爆風逃し口の計画も重要です。

表 2.5.1.1 に、設備毎の主要な対策項目を示しています。

表 2.5.1.1　設備毎の主要対策項目

			予防		事故検知と事故発生時	
			火災	爆発	火災	爆発
発生源対策			• 業界等の回収ルートの設定 • 商品選択に対する啓発 • 適正な使用方法の周知 • ごみとして排出する方法の周知			
収集時			• 分別方法の明確化 • 危険物分別収集の実施 • 危険物用の収集袋やステッカ • 収集作業員等によるチェック体制 • マニュアルの整備 • 事業系ごみ対策 • 許可業者に対する教育 • 申告制・戸別収集			
処理施設	ハードの対策	受入設備	• 表示 • 搬入時の受入外観チェック • 危険物の別途受取り • 人手による展開チェック • ダンピングボックスや監視コンベヤによる危険物除去		• 煙感知器　• 熱感知器 • 炎感知器　• モニタカメラ • 投入扉停電対策　• 警報 • 屋内消火栓　• 消火器 • 消火散水装置　• 放水銃	
		供給設備	• コンベヤでの危険物除去 • （X 線式破砕不適物検出装置）		• 煙感知器　• 熱感知器 • 消火器　• モニタカメラ • 屋内消火栓	• 爆風遮蔽壁
		破砕設備	• （防じん用）散水装置	• 水蒸気吹込式防爆装置 • 希釈空気吹込式防爆装置 • 地下部強制換気装置 • 可燃性ガス検知装置 • ガス抜き用前処理破砕機	• 熱感知器 • 炎感知器 • 消火散水装置	• 爆風検知装置 • モニタカメラ • 爆風逃し口 • 破砕機室の壁の耐圧
		搬送設備	• （防じん用）散水装置 • 難燃性ベルトの採用		• 熱感知器　• 炎感知器 • 散水装置　• 消火散水装置 • モニタカメラ	
		選別設備			• 熱感知器　• 炎感知器 • 散水装置　• 屋内消火栓 • 消火用通路 • モニタカメラ	
		減容設備	• 冷却用散水装置		• モニタカメラ • 消火散水装置	
		貯留設備			• 熱感知器　• モニタカメラ • 消火器　• 注水口 • 消火散水装置	
		集じん設備			• 屋内消火栓 • 集じんダクトしゃ断	
		電気計装設備	• 配線材料の選定 • 金属管等による配線耐熱化 • 配線ルートの選定		• 非常用電源の分離 • 投入扉の停電対策 • 電気室、非常用電源室の配置	• 配線ルートの選定
		建築設備	• 不燃化 • 防火区画		• 消火設備の適正配置 • 消火活動用通路 • 突入口確保 • 排煙口の設置	• 破砕機室の壁の耐圧強度 • 破砕機室の内開き戸 • 前室の設置 • 爆風逃し口
		その他			• 必要部への不燃性配管材料 • 消火隊用連結口 • 非常散水回路の工夫 • 消火用歩廊	
	ソフトの対策		• 運転終了時にごみを残さない • マニュアルの使用 • 安全衛生委員会の活用 • 計画的な保全・点検整備 • 教育訓練の徹底 • チェックリストの使用 • 小集団活動の活性化 • 外部専門家の活用		• 事故調査委員会 • 自衛消防隊 • 緊急時マニュアル	

5.2 受入設備

●受入設備では、プラットホーム展開方式等で、危険物の発見・除去を行う。
●貯留ピットでは、危険物の発見・除去は困難なので、防火対策に重点を置く。
●防火対策は概ね下記による。
　―危険物の搬入禁止や危険物リスト等に関する表示を行う。
　―感知器やＩＴＶによる火災の早期発見を行う。
　―効果的な消火のため、消火栓や消火器等を設置する。
　―投入扉の停電対策等、緊急時の消火活動に支障を来たさないようにする。

防火と防爆の観点からは、受入設備は「発火性、爆発性危険物の発見・除去」の機能が基本となります。受入設備には、ピットアンドクレーン方式、受入コンベヤへの直接投入方式、傾胴式ダンピングボックス方式、プッシャ式ダンピングボックス方式、監視コンベヤ方式等があります。

傾胴式及びプッシャ式ダンピングボックス方式及び監視コンベヤ方式は、危険物を発見しやすくするため、ごみ層が浅くなるよう設計されています。ピットアンドクレーン方式や受入ホッパへの直接投入方式は、収集車からピットへごみを直接投入するため、危険物の発見は困難です。

このため、収集車からのごみをプラットホームに展開して検査し、危険物を除去するプラットホーム展開方式が多く採用されています。

しかし、大規模施設では、ごみ量が多く、プラットホーム展開方式での人手による危険物除去は物理的に困難であるため、通常ピットアンドクレーン方式を採用し、防爆機能は破砕機側の水蒸気吹込み式防爆装置が普及しています。

1）危険物の点検除去方式

（1）プラットホーム展開方式

プラットホームは、本来、収集車がごみを受入設備に投入するための走行スペースです。最近ではこのプラットホームを利用して、搬入ごみ中の危険物の除去作業を行うよう計画された施設が多くなっています。

この除去方法は、プラットホームに収集車から排出されたごみを、人力または機械で展開し、破袋、開箱して、危険物を除去します。危険物を除去した後、ごみは受入ホッパ等に投入します。

収集車から荷下ろししたごみは、ごみ層の厚さがおおむね 30cm 以下になるように展開し、危険物除去作業を行います。

この時ごみの占める広さは、次のようになりますが、同じクラスの車両でも車種によって異なりますので、注意願います。

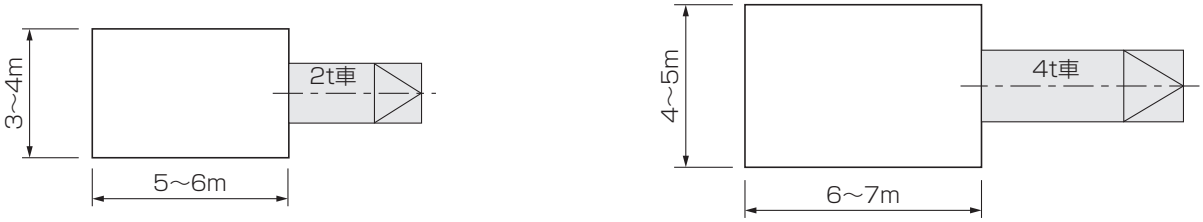


図2.5.2.1　荷下ろししたごみの占める広さ

プラットホームでの危険物除去作業の特徴は、以下の通りです。

- 危険物の発見は、ダンピングボックス、監視コンベヤ、供給コンベヤでの危険物除去作業に比べて、精度が高く、摘出も確実にできる。
- 2t 車（定積載 4m^3）1 台分を処理する時間は 2 ～ 3 人の作業員で 5 ～ 15 分となる。従って 30t / 日規模のプラントでは、全量チェックするには 3 ～ 5 人の作業員が必要となる。
- 荷下ろし時に発生する粉じんや臭気によって作業環境が悪いことやごみの散乱等によって足場が悪いこと、重量物の除去が必要なこと等、作業員の労働安全衛生面での改善が必要である。
- 投入にショベルローダを使用する場合は、動線が作業員と交差しないよう安全作業に十分留意する必要がある。
- 30t / 日以下の小規模施設に多く採用されている。

(2) 貯留ピット方式と貯留ヤード方式

貯留ピット方式は、搬入量の変動を吸収し、破砕処理設備への供給を調整するために、一時的にピットにごみを貯えた後、クレーン等にて受入ホッパに投入する方式です。通常、ごみは収集車から破袋や開箱が行われないまま直接投入されますので、ピット内での危険物の発見は、非常に困難で、実際的ではありません。従って、危険物の発見・除去は、ピットより持ち出した後に行う必要がありますが、それが、不可能な場合は、ピット投入前に発見除去するよう、システムを工夫する必要があります。

このため、ごみ中に発火性の危険物が混入している可能性が高い貯留ピットの事故防止の重点は、火災の防止と被害の極小化となります。

貯留ヤード方式は平面上にごみを大量に貯留する方式で、ごみの取り扱いは、ショベルローダ等で行います。

危険物の除去や発火の可能性に関しては貯留ピット方式・貯留ヤード方式とも、以下のような点に注意が必要です。

- これらの設備は、大量のごみを貯留しており、大火災を発生した例も多い。工場職員が不在の夜間や休日にも、火災が発生したケースが見られる。
- 処理終了時には、貯留部に残留物がないよう、搬入したごみはその日の内に処理してしまうよう、運転管理を行うことが望ましい。
- 危険物のチェックが困難な貯留ピット方式では、ピット内のごみを選別ステージやダンピングボックス上で、選別・除去することも行われる。この場合、人手による選別作業とクレーンの動線が重なるため、安全上の配慮が必要である。

2）受入設備の防火・防爆対策

(1) 表示

危険物や火種を施設に搬入しないよう、搬入部の要所に「発火･爆発危険物の搬入禁止」や「火気厳禁」、「禁煙」等の表示板を設置し、搬入車や工場作業者及び外来者に注意を促すことが効果的です。

また、破砕危険物のリストやこれらによって、どのような問題が発生しているのかを具体的に表示することも推奨されます。表示は、搬入作業にたずさわる者が直感的に理解できるよう図示することによって、さらに効果を高めることが可能です。

(2) 火災の早期検知

①煙感知器

一般に、火災が発生すると、まず煙が発生した後、炎が立上ってきます。このため火災の早期発見には煙感知器による検知が効果的です。感知器の設置に当たっては、ごみ貯留ピット室は天井が高く、クレーンとの干渉の問題がありますが、できるだけ貯留ごみに近づけて設置するよう計画します。また、煙感知器の種類によっては、ほこりで誤作動するものもあるので、誤作動の恐れのない形式の感知器を選定することが必要です。

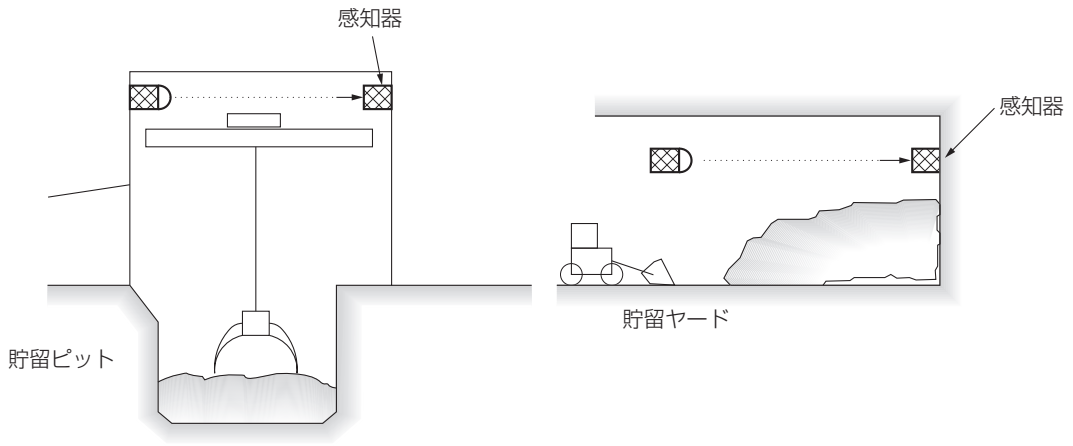


図 2.5.2.2　煙感知器（光電式分離型）設置例

②熱感知器

火災によって発生する熱を検知します。温度上昇を検知するものが一般的ですが、最近では赤外線放射エネルギーを検知するものもあります。

ごみ貯留ピットのように、広い面積をモニタする必要がある場合には、一点を検知するものより広範囲を検知できるタイプのものが効果的です。

感知器のタイプや制御方式によって設備費が大きく異なりますので、施設の規模、処理物、運営管理体制等に合ったものを採用します。

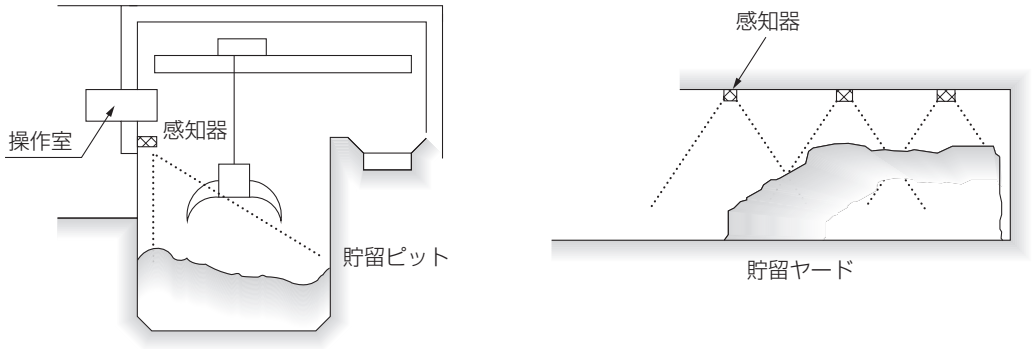


図2.5.2.3　熱感知器設置例

③炎感知器

火災の炎から放射される赤外線や紫外線を検知します。普通、炎は火災がかなり進行してから発生します。また､貯留されたごみ層の内部での火災が発生した場合､表面から炎が見えないため､煙感知器や熱感知器に比べて、検知が遅れることも考えられます。

④火災検知による警報

通常、警報の通報先は、中央操作室や管理事務所です。隣接して焼却施設等があれば、その中央操作室や管理事務所にも同時に通報することで、適切で速やかな対応が期待できます。リサイクルセンター等では、通常昼休みや夜間、休日等は処理を行わないため、施設内が無人になる場合がありますので、焼却施設等、職員が常駐している施設を火災発生の警報先として選択することが望まれます。その他、警備保障会社と契約して、夜間や休日に警備員を配置したり、機械監視による警報を電話回線によって送信するなどの方法が考えられます。これらの方式を選択する場合は、施設の規模や管理運営体制等を考慮して最も効果的なものを選択します。

⑤ ITV 装置による監視

貯留ピットや貯留ヤードの運転状態を監視するため、ITV 装置を設ける場合があります。特に人の目が行き届かない場所の監視に有効です。また、広い範囲を監視する場合には、電動ズーム式のカメラを採用することも必要です。

(3) 消火対策

火災の初期の段階では充分な水量を一気に放水し消火をする必要があります。少量の放水にて消せずにくすぶると煙が充満し火元が分からなくなり、大惨事に発展する可能性があります。そこで、貯留ピットや貯留ヤードでは放水ノズル装置や放水銃装置が大変有効です。

これらの装置の操作は貯留ピットや貯留ヤードが見渡せるクレーン操作室等に計画します。

また、定期的に消火訓練を行って、緊急時に適切な対応がとれるようにすることが重要です。

①放水ノズル装置

ごみ貯留ピット等の側壁に設置した放水ノズルで、発火監視装置や赤外線3波長式炎検知器の信号により自動またはクレーン操作室より遠隔手動により放水します。

小規模の施設では放水ノズル方式が適しています。赤外線3波長式炎検知器装置と連動して自動放水を行うことも可能です。大規模な施設では、ごみピット内の必要な区画を選択して放水できるように計画します。また、発火監視装置と連動して区画放水を自動で行うことも大変有効です。

②放水銃装置

大規模施設で一斉放水を行うと広範囲に放水することになるため、水の使用量に比較して効果は高くありません。このような場合はスポット的に放水が可能な放水銃装置が有効です。また、発火監視装置により火災点を3次元で確認し放水銃装置と連動して無人で自動放水を行うシステムも貯留ピットでの消火装置には最適です。

③屋内消火栓・消火器

屋内消火栓は、消防法の規定によるほか、火災発生の可能性の高い場所に対して安全かつ迅速に消火活動ができるように設置します。屋内消火栓には高い水圧がかかるため、取扱いには慣れておくことが大切です。消火器は火災が小さく、出火場所が近い場合は効果的です。ただし、煙が充満していたり、火勢が強いなど、危険を感じた場合は無防備に消火活動を行うことは避けなければなりません。

④消火散水に対する計画上の注意事項

ごみ貯留ピットの火災では、規模が大きく、消火も困難なため、ごみ貯留ピットを水没させて、消火をする場合があります。このような事態を計画段階で想定する場合には、ごみ貯留ピットの構造をピットが水没した場合の荷重に耐えられるようにする必要があります。

また、貯留ヤードの場合は、水びたしになるため、排水溝、排水槽、排水ポンプの容量等を考慮し、溢れ出た水で二次的な被害が起きないよう計画します。

⑤ごみ貯留ピット投入扉

貯留ピットへ収集車からごみを投入する部分に設けられた扉で、主に、油圧や電気によって駆動されています。火災時に発生する停電で扉が開かず、消火活動に支障を生じるケースも起きているため、非常電源や水圧、手動等で開放できるように計画しておく必要があります。

5.3 供給設備

- ●目視やITV装置による危険物の発見と除去を行う。
- ●人手による危険物除去では、爆風からの作業員の安全を確保する。
- ●防火対策は、消火器や屋内消火栓が一般的。

粗大ごみ／不燃ごみを処理する施設では、受入設備から破砕機へごみの定量供給を行う設備として、供給コンベヤを用いる方式が一般的です。受入設備で危険物除去が十分行えない場合、コンベヤの途中で危険物の選別除去を行います。

資源ごみに代表されるびん、缶等の有価物選別設備を併用する施設では、破袋機を設置する場合、破袋されたごみを危険物摘出コンベヤや有価物回収手選別コンベヤに流し、手選別で危険物を除去することも行われます。

1）供給設備の危険物除去方式

（1）供給コンベヤ

粗大ごみ／不燃ごみを処理する施設における供給コンベヤには、一般的に、鋼板製エプロンコンベヤが採用されています。このコンベヤで、人手による選別除去を行うためには、搬送物ができるだけ薄くなるように計画して、危険物を見つけやすくします。コンベヤの速度は、搬送量の調節や作業者の熟練度に対応するために、可変速とすることが望まれます。

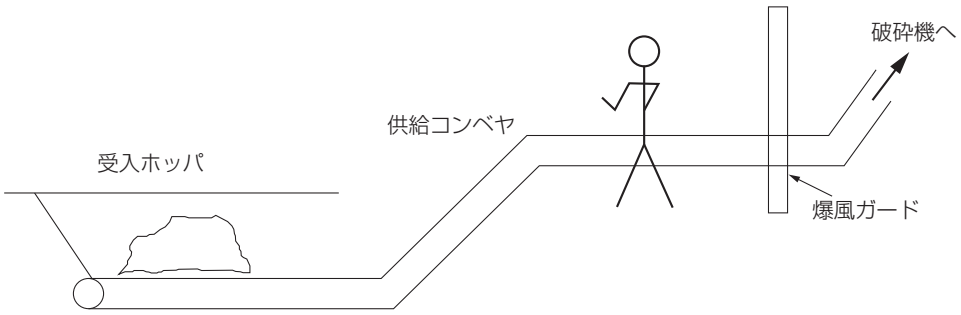


図2.5.3.1　手選別部実施例

危険物を除去する場所は、コンベヤに水平部分を設け、作業が行いやすいようにします。また、手選別部が破砕機に近くなる場合には、前室や爆風ガードを設け、爆風に対して作業員の安全を確保する必要があります。

コンベヤに接して行う手選別作業は、コンベヤへの巻き込みが起きないよう、安全な構造とするとともに、作業員が楽な姿勢や良い環境で作業が行えるような機器やレイアウトを計画します。また、除去した危険物を一時貯留し、搬出できるような設備を計画します。

手選別作業は、処理量に応じて作業員が必要です。有価物の選別とは別に、処理不適物の除去を行う場合、処理規模やコンベヤの型式にもよりますが、一般的には3.5～4t/hのコンベヤに対し、２～３名の作業員が必要となります。

参考として、以下にコンベヤの処理規模に関する計算式を明記します。
コンベヤの計算式＝ 1.2 m（幅）× 0.15 m（層厚）× 5m/min（速度）× 60min
× 0.7（搬送効率）× 0.1（比重）＝ 3.78t/h

また、作業員の負荷を軽減するため、機械式の異物除去装置を併用することも検討が必要です。

(2) 危険物摘出コンベヤ

びん、缶等の有価物選別設備を併用する施設においては、有価物の回収ラインへ危険物が混入すると、発火や爆発の恐れがあるので、危険物摘出コンベヤを磁選機の上流側に設置することが望ましいレイアウトとなります。従って、供給コンベヤ→（破袋機）→危険物摘出コンベヤ→磁選機→手選別→（アルミ選別機）といったレイアウトが一般的です。危険物摘出コンベヤは、一般的にベルトコンベヤを使用します。

危険物摘出コンベヤの仕様例を以下に示します。

- ベルト幅は、手選別コンベヤと同様、作業員が片側に配置する場合 600mm 前後、両側に配置する場合 900mm 前後が望ましい。
- ベルト速度は、通常の手選別コンベヤと同様、1.5 ～ 15m/min（可変）程度とします。
- 人員配置ピッチは 1.2m 程度とします。
- 通常、2t 車 1 台分を処理する時間は、1 ～ 2 人の作業員で 5 ～ 10 分かかります。

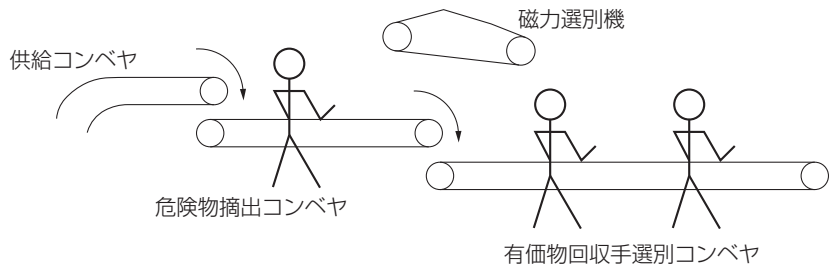


図2.5.3.2　手選別コンベヤラインでの危険物除去実施例

2）供給設備の防火・防爆対策

供給設備での火災発生の件数は少なく、コンベヤ等も開放型で監視が行いやすい構造となっています。万一の火災や火種の発見に対しては、供給コンベヤ等を停止して、消火器や屋内消火栓で対応します。

5.4 破砕設備

- ●高速回転式破砕機は、防火・防爆の面から、貯留ピットや搬出コンベヤとともに重点的に対策を行う必要のある設備（防爆装置は次項で詳述）。
- ●高速回転式による火花の発生や電池の発熱・発火、金属片の発熱が爆発や火災の大きな原因となっている。
- ●切断式破砕機や低速回転式破砕機等の破砕機は、処理する破砕対象物の危険度に応じて、防火・防爆対策を行う。

1）高速回転式破砕機の防火・防爆対策

高速回転式破砕機は回転するロータにハンマ状のものを取付け、これとケーシング側の衝突板やグレートバーとの間で、ごみを破砕するもので、ロータ軸の取付け方向により横型と竪型との2つの型式があります。更にハンマにもスイング式とリング式との2つの型式があります。

高速回転式破砕機は、その破砕機構の関係上、衝撃や摩擦等による火花や発熱が生じています。そこにごみに混入してエアゾール缶やカセットボンベ等の危険物が投入されると、可燃性ガスが爆発する可能性が高くなるため、機内に充満しないよう速やかに換気する必要があります。また、排出コンベヤ設置の有無、ハンマ速度やハンマ形状、排出口の形状等が換気性能に影響します。

この防爆対策として、不活性ガス（水蒸気）吹込式や希釈空気吹込式等があり、前者は主に大規模施設に採用されています。詳細は次の防爆設備の項にて説明します。

また、この形式の破砕機は、電池の発熱・発火や金属片の発熱を引き起こし、これが後続のコンベヤ上に排出され、コンベヤ部での火災の原因となることがありますので、この対策も必要です。

ちなみに、平成10年7月に実施した破砕テストでは、破砕金属を毎秒1枚の割合で撮影した熱画像2,048画面中、破砕機出口での破砕金属の推定最高温度は267℃でした（テスト条件：不燃性粗大ごみの処理能力140t/5時間の破砕機にて負荷率94％で処理時）。これは、概ね木材の引火点（240～270℃）に相当する温度です。また、リチウム系電池発火試験において、リチウム系電池が切断されることにより発火することが報告されています。[14)]

このように、高速回転式破砕機の火災と爆発防止対策は、他の形式の破砕機より慎重に計画する必要があります。

この他、必要に応じて以下のような対策を行います。

①熱感知器（温度検知器）

発火による温度上昇を検知するため破砕機出口付近に取付けますが、破砕物が直撃する場所に取付ける場合は、破損防止のためのカバーが必要です。周囲温度の上昇を検知する方式のため、応答速度が遅いが信頼性が高く誤検知が少ない方式です。

②炎感知器

炎から放射される赤外線や紫外線を検知するものですが、常時発生している破砕の火花を検知しない位置で破砕物の直撃を受けない、下流側の破砕物搬送コンベヤに設置します。着火火災を早期に発見でき、誤検知の少ない方式ですが、くすぶっていたり埋もれた火種は検知することができません。

③防じん用散水装置

破砕後の粉じん防止のため、破砕機内にスプレー散水を行うことがあります。この散水はごみに水分を与えるため、火花の発生を抑制したり、火花が生じてもごみに着火しにくくなる効果も期待できます。

散水量は破砕機の種類や、ごみ質、処理能力によって変わりますが、6t/h ～ 10t/h の処理能力に対し 5 ～ 15 ℓ /min 程度の散水量が一般的です。散水しすぎると破砕物の水分が多くなりすぎ、下流側のコンベヤや選別機へのダストの付着が多くなり、清掃に手間が掛ったり、選別能力が低下することがあります。

図 2.5.4.1 と図 2.5.4.2 は高速回転式破砕機の防火対策実施例と不活性ガス（水蒸気）吹込式防爆装置実施例を示しています。これらの対策内容は破砕機の機種や破砕機前後に取合わせる設備の種類によって変動します。

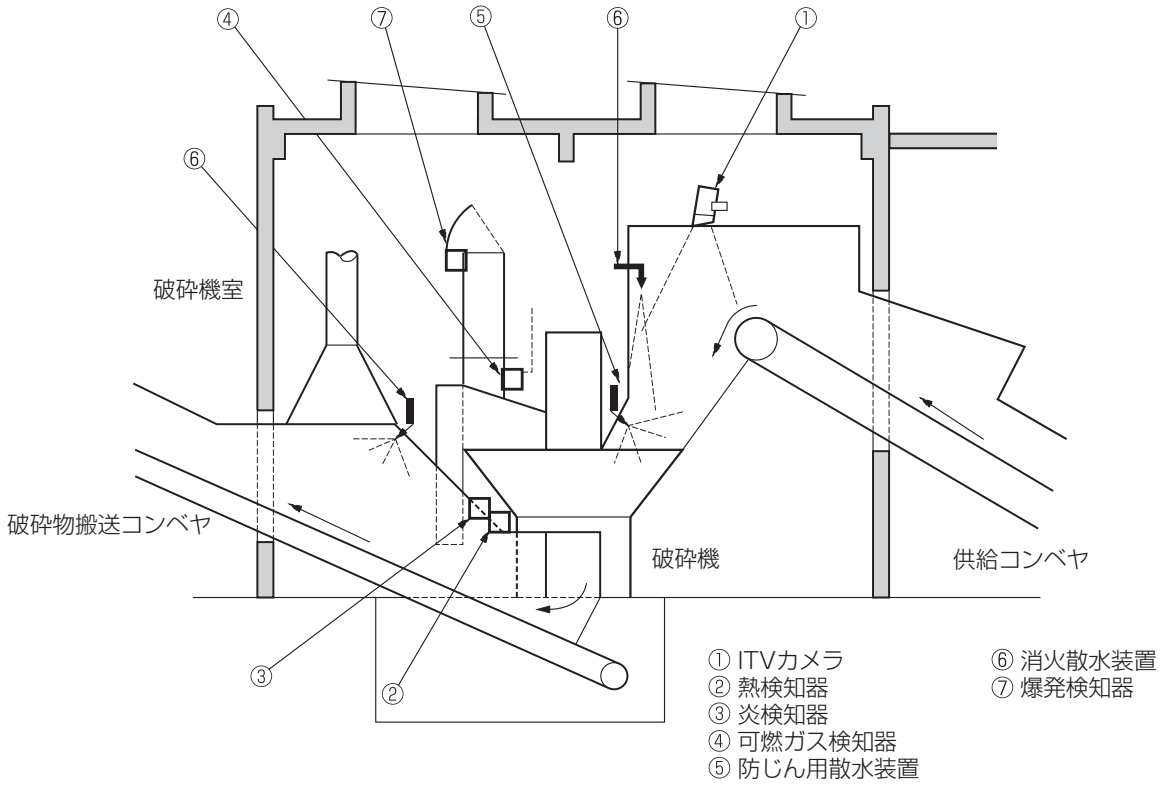


図 2.5.4.1　高速回転式破砕機の防火対策実施例

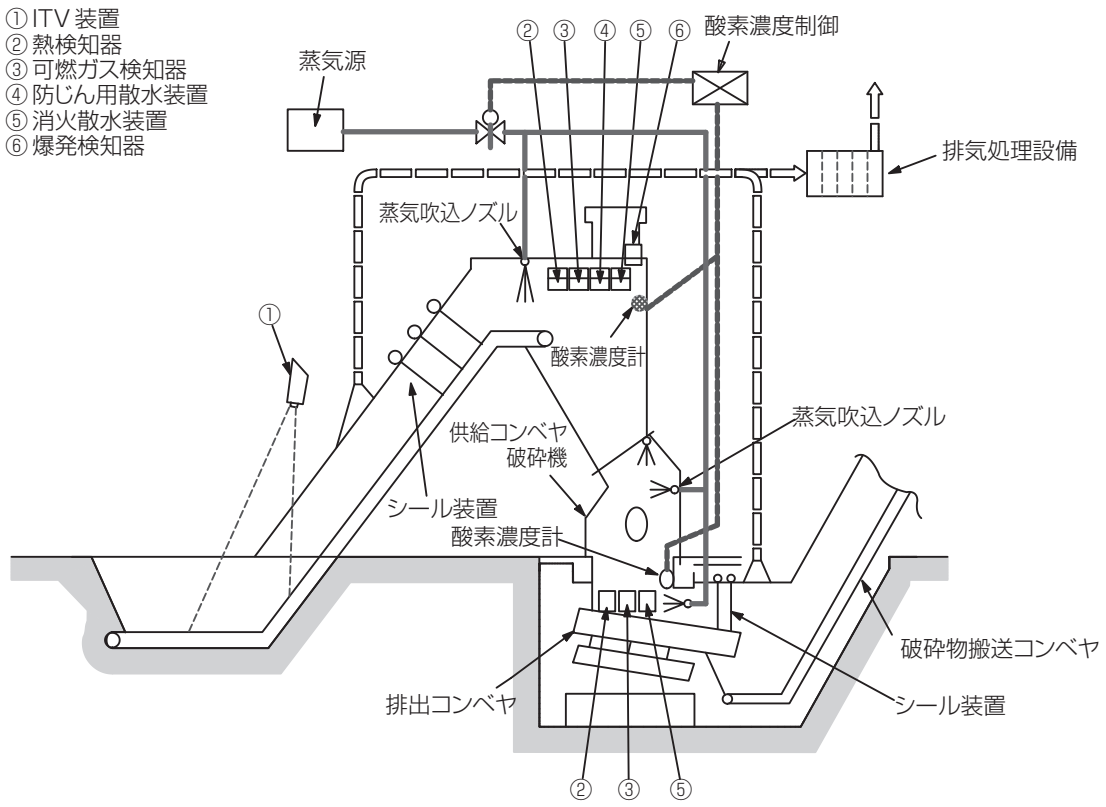


図 2.5.4.2　不活性ガス（水蒸気）吹込式防爆装置実施例

2）切断式破砕機の防火・防爆対策

切断式破砕機は固定刃と油圧駆動により上下する可動刃により圧縮せん断破砕します。破砕寸法は調節可能ですが、通常は可燃性粗大ごみを 40cm 程度以下に粗破砕するのに適しています。

切断式破砕機は高速回転式破砕機と異なり、低速で圧縮せん断破砕が行われるので、破砕時の火花の発生は少なく、爆発の可能性も低くなります。また破砕作業がバッチ式で、受入ホッパ部での危険物の発見、除去が比較的容易なため、防爆のための特別な装置は必要としていません。

しかし、家電製品や自転車等の金属類を処理する時に稀に発火した例があります。発火の可能性は低いのですが、付近に消火器の設置が望まれます。また、スプリング入マットレスのように比較的発熱しやすいものを処理するなど、特に防火対策を必要とする処理対象物の場合は、規模や構造等に応じて ITV 装置や熱検知器又は炎検知器、消火装置等より、選択的に採用することも必要です。

3）低速回転式破砕機の防火・防爆対策

低速回転式破砕機は、平行して設けられた回転切断刃の相互作用で被破砕物を切断するもので、軟質材や可燃性粗大ごみの破砕に適していますが、高速回転式破砕機の前処理としても使用されています。しかし、廃モーターや大きな金属片、石、がれき等は破砕できないので除去する必要があります。

このように、本方式の破砕機は、熱や火花の発生が少なく、高速回転式破砕機と比べ爆発の危険が少ない破砕機と考えられています。この特徴を利用して衝撃破砕の前処理として、エアゾール缶等のガス抜きを行おうとする場合も多くあります。

なお、採用にあたっては次のような課題に留意する必要があります。

- 金属類を処理する場合、火花が発生する場合がある。
- エアゾール缶等のガス抜きのために刃幅を細かくするとガス抜きに有効である。しかし、幅広いごみ質への対応ができなくなり、かつ処理能力も低下するため、刃幅は 50 ～ 75mm にされる場

合が多い。

- ガス抜きを目的で使用する場合、破砕機本体は可燃性ガスの爆発下限界以上の雰囲気にさらされる可能性があるので、防爆・防火対策や事故時の安全対策を行っておく必要がある。
- 抜かれたガスが停滞する恐れが十分あるため、可燃性ガス検知器の設置やガス排気装置が必要となる。

高速回転式破砕機に比べ、発火や爆発の可能性は低いですが、金属類の処理による摩擦によって火花や発熱物が生じる場合があることを忘れてはなりません。低速回転式破砕機の防火・防爆対策は、破砕処理の危険度に応じて以下に示すものの中から選択して採用します。

- ITV 装置
- 熱感知器
- 炎感知器
- 可燃ガス検知器
- 可燃性ガス滞留防止（排気）装置
- 防じん用散水装置
- 消火散水装置

4）各種破砕設備の消火対策

前述の3種類の破砕機の消火対策は、概ね以下の通りです。

(1) ITV 装置

ITV 装置によって火災を発見した場合は、手動でプラントの停止や消火散水装置の作動操作を行うことができるようにします。

(2) 消火散水装置

①消火散水装置は、手動操作及び自動作動の両方ができるものとし、自動作動後、適当な時間が経過した後、手動停止ができるように計画します。

②消火散水は、破砕機の規模や機種、散水の範囲に合わせて、散水ノズルの数や能力を決定します。

③消火散水は、破砕機の種類によって供給フィーダ部と破砕機部の少なくとも一方に設置します。一般的に、散水量は供給フィーダ部 20 ～ 60 ℓ/min、破砕機部 30 ～ 100 ℓ/min が採用されており、破砕機の規模等に合せてポンプ水圧やノズル仕様を設定します。

④消火散水時間は 20 分以上を目安として、ポンプ、水槽容量等を計画することが望ましい。

⑤消火散水された水は、破砕機内や下流側の破砕物搬送コンベヤ等に多量に流れるので、これによって支障を生じないように、排水ルートや排水対策等を考慮しておきます。コンベヤの形式により、下流側（選別設備）へ排水が搬送される場合があるため、特に注意が必要です。

⑥熱感知器や炎感知器及び消火散水装置の回路は、運転終了後も安全のために電源を入れたままにしておきます。なお、メンテナンス等で、機器内部でガストーチや溶接機を使用すると、これらの感知器が作動して、作業員が水びたしになり危険な場合があります。これらの感知器のある点検口には、安全標識を付けたり、作業員に対する取扱い指導を行うことが必要です。

⑦消火散水装置を設置していても焼損によって電磁弁ユニットが作動しなければ役に立ちません。従って、電磁弁ユニットは、爆発、火災によって被害の及びにくい場所に設置することが望ましいと言えます。

5.5 防爆装置

- ●希釈空気吹込式防爆装置は、小規模施設に多く用いられている。
- ●不活性ガス（水蒸気）吹込式は、大規模施設を中心に用いられ信頼性が高い。
- ●地下部強制換気装置は、空気より重い可燃性ガスの漏れに効果的。
- ●可燃性ガス検知装置は、30 秒程度の時間遅れがあり、急激なガスの放出を瞬時には検知できない。
- ●爆発を完全に防止できないため、爆発の被害を最小限にするための対策も重要。
- ●建屋の耐圧強度の確保と爆風逃し口は、被害の拡大防止に大きな効果を期待できる。

以下に主要な防爆装置と爆発の2次災害防止装置について説明します。

図 2.5.5.1 に示すように、希釈空気吹込式は、破砕機内部に希釈空気を供給し、破砕機内部の可燃性ガスを爆発下限濃度（図中の下限Ｌ）未満に保つものです。

不活性ガス（水蒸気）吹込式は、破砕機内部に水蒸気等の不活性ガスを供給して、酸素濃度を可燃性ガスの爆発限界酸素濃度（臨界濃度：図中の ⋰⋰ 部）外に保持することにより爆発を抑制します。不活性ガスには、コストの安い水蒸気が多く用いられています。

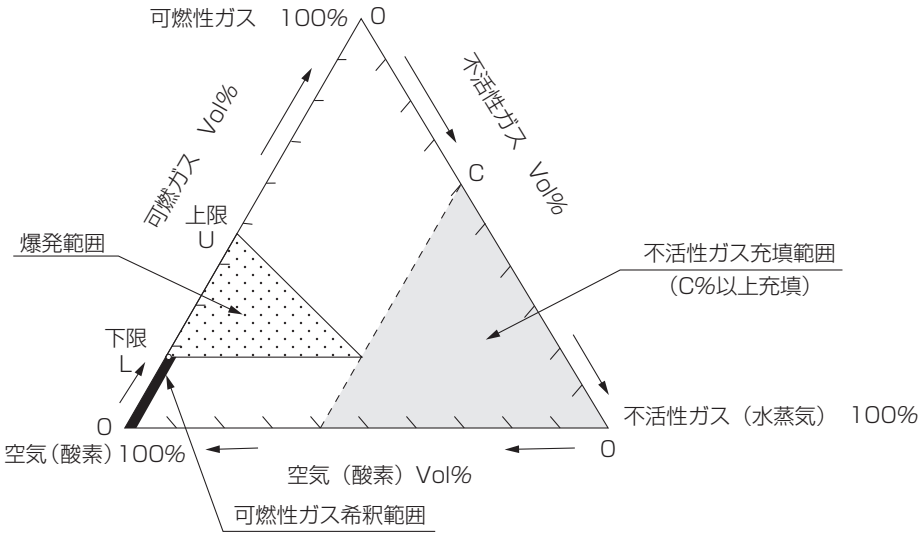


図 2.5.5.1　爆発防止の原理

1）希釈空気吹込式

この方式は、破砕機内部に多量の空気を吹込み、可燃性ガスの濃度を爆発下限界未満に希釈し、爆発を未然に防ごうとするものです。図 2.5.5.2 にそのシステム例を示します。

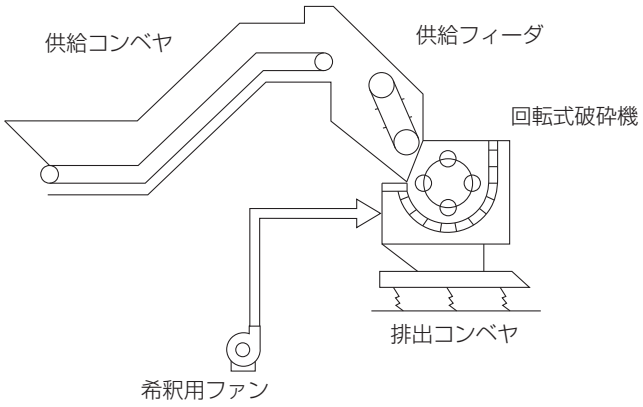


図 2.5.5.2　希釈空気吹込式防爆装置の例

この方式は、多量の空気を吹込むため、可燃性ガスが破砕機内に滞留する恐れは少ないですが風量が増えるため、集じん設備が大型になるのが欠点です。

本装置は、可燃性ガスが希釈される段階で、短時間ですが、爆発領域（爆発上限界から爆発下限界の間）を通過することから信頼性の点で問題があります。爆発領域をできるだけ短かい時間で通過させることにより、爆発発生の確率を低下させます。

本装置は、希釈用ファンとダクトから構成される簡単な構造で、安価であるため、小規模設備で広く使用されています。希釈空気量は、破砕機の型式によって異なりますが、おおむね 50 ～ 100m^3/min です。希釈用ファンには、プレートファンやターボファンが多く使用され、ダクトも鋼板製の一般的なものが用いられます。希釈空気の吹込口には、破砕物が飛び込むのを防止するため、ルーバー、飛込み用シュート、清掃用マンホール等で構成される下記のような対策がとられる場合があります。

なお、竪型では、破砕機本体の回転により発生する自然排気風により、希釈用ファンなしで同等の換気性能（希釈性能）を有する機種もあります。

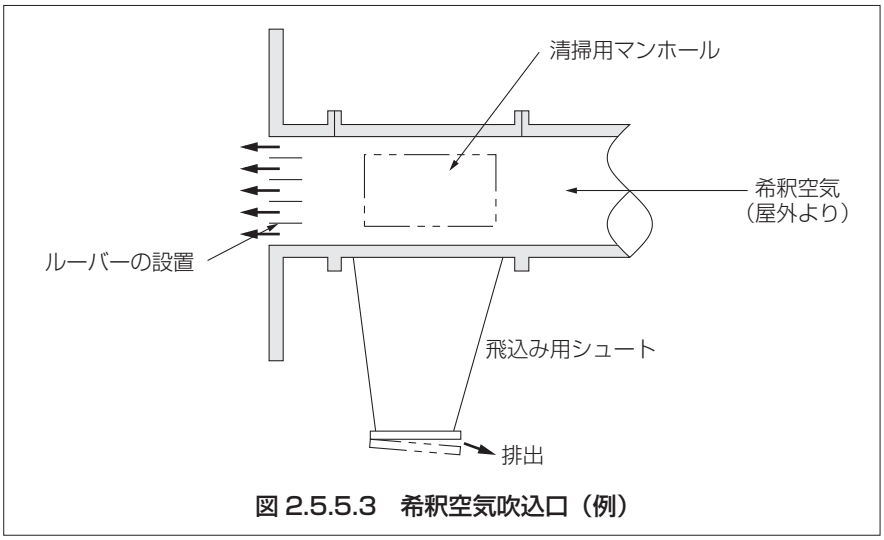


図 2.5.5.3　希釈空気吹込口（例）

2）不活性ガス（水蒸気）吹込式防爆装置

この方式は破砕機内部に水蒸気を吹込み、破砕機内部の酸素濃度を下げて不活性化し、爆発を抑制するものです。

破砕機内で放出された可燃性ガスが爆発しない酸素濃度は、可燃性ガスの種類、不活性ガスの種類によって異なります。メタンガスの場合の特性を図 2.5.5.4 に示します。

メタンガスの場合、不活性ガスが無い状態（横軸の左端）では、爆発上限界約 15%、下限界約 5% の範囲で爆発の可能性がありますが、水蒸気（図の H_2O）を吹込み、水蒸気量が約 27% に達すると、爆発領域を外れ爆発しないことがわかります。その他の可燃性ガスについても同様に、プロパンガスについては約 30%、ブタンガスについては約 32% に水蒸気が達すると爆発領域を外れます。

この状態における酸素濃度（臨界濃度）を表 2.5.5.1 に示します。

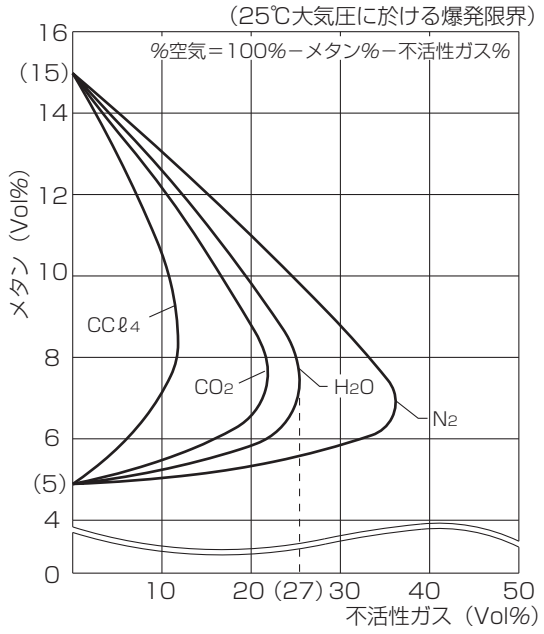


図2.5.5.4　メタンガスと不活性ガスの爆発限界図

表 2.5.5.1　爆発限界と臨界酸素濃度（vol.%）

可燃性ガス	水蒸気	窒素	酸素（臨界濃度）
メタンガス	27	57.7	15.3
プロパンガス	30	55.3	14.7
ブタンガス	32	53.7	14.3

本方式は理論的には十分な防爆効果が期待できます。しかし、下記のような問題があることを理解しておく必要があります。

- 他の方式に比べて信頼性は高いが、破砕機内のごみの挙動が複雑で、高速回転するハンマによるファン効果による空気の動きのため、部分的に爆発限界濃度内となる可能性もあり、完全とはいえない。
- 可燃性ガスの種類によって、爆発限界濃度の範囲が異なる。

この防爆方式は、水蒸気供給設備や排気処理設備等のイニシャルコストだけでなく、水蒸気発生のための熱源等のランニングコストも大きくなります。吹込む水蒸気については、生蒸気を直接吹込む機械的ノレン方式のほか、高温乾燥空気に水蒸気を混合する高温乾燥エアカーテン方式があります。水蒸気の吹込み量のコントロールは、酸素濃度により行う方式と水蒸気の飽和温度を測定して行う方式とがあります。

酸素濃度計はジルコニア式が一般的であり、粉じん、水分の多い所での計測に適しています。しかし、吸引空気中に可燃性ガスが存在すると酸素濃度を低く表示し、水蒸気量を低い方向へコントロー

ルする恐れがあるので、酸素濃度が低く表示されている場合でも、常に一定量の基本水蒸気量は吹込むように制御します。

不活性ガス（水蒸気）吹込式防爆装置の設置に際しての留意点は、以下のようなものがあります。

- 水蒸気供給源の確保（ボイラの設置または熱回収施設側からの供給）
- 大気に排出される水蒸気による白煙防止対策
- 結露による集じん系統への影響
- 必要に応じて、臭気発生による脱臭対策
- 破砕機室内の温度上昇による電気計測部品の耐熱対策
- 結露水による排水処理設備への影響
- 機器の腐食防止対策

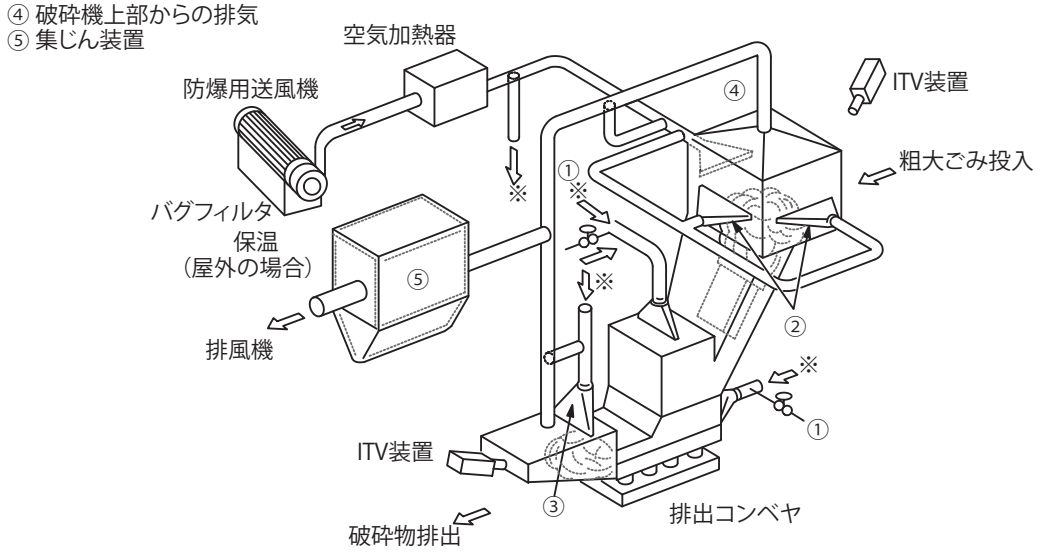


図 2.5.5.5　高温乾燥エアカーテン方式

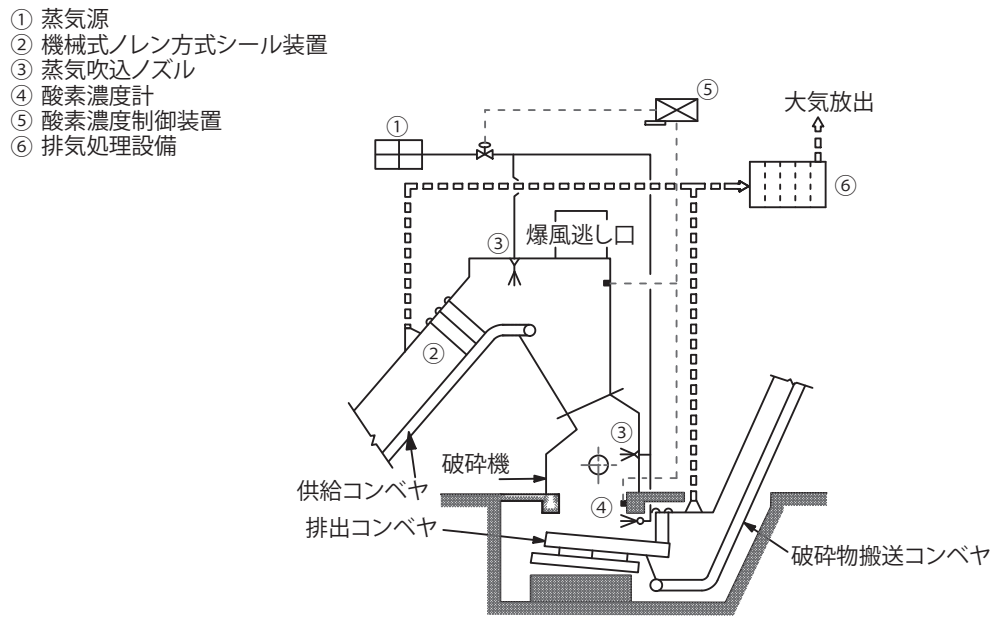


図 2.5.5.6　機械式ノレン方式

破砕機内部に吹込む不活性ガスには、水蒸気、窒素ガス、炭酸ガス、燃焼排ガス等があります。しかし、水蒸気以外のガスには、酸欠の恐れがあること、経費が高いこと等の問題があるため、通常、水蒸気が使用されています。

表 2.5.5.2 には、希釈空気吹込式と不活性ガス（水蒸気）吹込式との比較表を示します。

表 2.5.5.2　爆発防止対策比較表

項　　目		希釈空気吹込式	不活性ガス（水蒸気）吹込式
防爆原理		可燃性ガスを爆発限界濃度以下に希釈	酸素濃度を爆発限界濃度以下とする
信頼性		低	高
危険物の事前除去		必要性大	必要
爆発の規模		事前除去が不十分な場合は、大規模爆発の可能性がある	大規模爆発の可能性が低い
操作性		非常に簡単	簡単
制御方法		ガス検知によりごみ供給停止	酸素濃度検知により蒸気量調整（T、J 社） 温度検知により蒸気量調整（M 社） 排風機により破砕機内静圧調整（T、J 社）
運転準備		不要	蒸気発生まで 10 ～ 15 分必要
保全		容易	複雑
運転経費		小	大（蒸気発生用燃料費）
設備費		小	大（ボイラ、計測制御装置、保温）
総建設費		小	中
適用施設規模の目安		小～中	中～大
必要設備	押込送風機	必要（希釈用）	不要
	蒸気発生装置	不要	必要（ボイラ等）
	集じん設備	乾式（大型） サイクロン、バグフィルタ、排風機	乾式または湿式（小型）バグフィルタまたは集じん装置、排風機、脱臭装置等の排気処理装置

3）地下部強制換気装置

可燃性ガスは空気より重い気体が多く、地下ピット部等低い場所に溜まりやすい傾向があります。特にトルエンを主体としたシンナー系溶剤はびんや缶の破損により液がこぼれて気化し、地下部に溜まって爆発する場合があります。溜まったガス量によっては破砕機内部での爆発同様、大きな事故となる場合があります。このような爆発を防止する装置として、「地下部強制換気装置」があり、常時換気方式と可燃性ガス検知時換気方式とに分類されます。このような装置の設置が望ましい場所には受入棟地下ピット部や破砕機汚水ピット部等があげられます。

いずれのタイプにしろ、爆発下限界濃度に達してからの排気を行うべきでなく、常時換気するか（常時換気方式）、可燃性ガス検知器からの信号により、下限界濃度の 25％前後の安全領域で起動させる（可燃性ガス検知時換気方式）必要があります。

換気のための集じんフードはガスが溜まりやすい地下室の最も低い部分、できれば排水集合マスの上や破砕物搬送コンベヤのテール部附近に設置するのが効果的です。排気方法は、専用のファン（一般的には軸流ファン）による方法と、集じん系統から分岐する方法とがあり、夜間及び単独換気を行う場合は専用ファンを採用することになります。地下部分の排気風量は、換気回数毎時 10 回程度を目安とします。

図 2.5.5.7 にその使用例を示します。

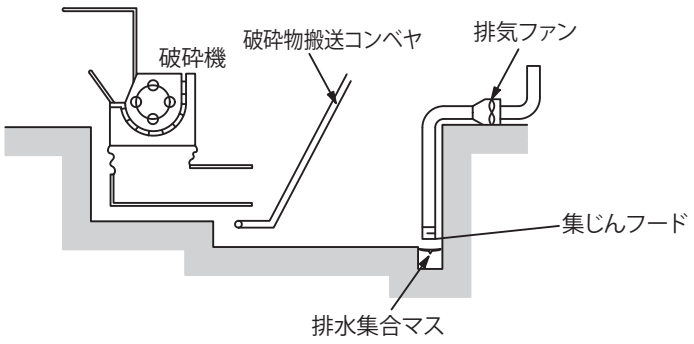


図 2.5.5.7　地下部強制換気装置の使用例

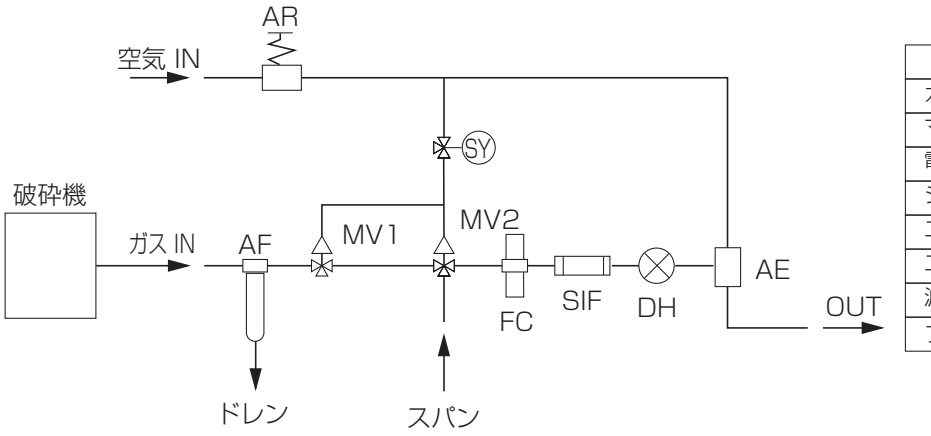
4）可燃性ガス濃度検知装置

可燃性ガスを検知します。破砕処理施設では、破砕機内部、空気より重い可燃性ガスが溜まりやすい地下ピット部のガスの検知によく用いられます。

地下ピット部のガス濃度計は接触燃焼式を用いるのが一般的です。取付場所は、ピットの低い場所で粉じん、散水の悪影響がおよばない部分が良く、必要に応じ通気性のあるカバーを取り付けます。

この可燃性ガス濃度検知装置は、破砕機内部ガス濃度の指示には約 30 秒の時間遅れがあるので、破砕による瞬間的なガスの放出に対してはあまり効果があるといえません。しかし、通常の運転時における可燃性ガスの発生頻度やその濃度を知ることである程度の危険度を把握することができます。また徐々に上昇する場合もあり、この場合はごみの供給を停止する、あるいは破砕機自体を停止させるなどの制御上での対策が可能です。なお、不活性ガス（水蒸気）吹込式防爆装置と組み合わせて、可燃性ガス濃度が高くなった時に、水蒸気吹込み量を増やすなどのコントロールにも利用できます。地下部のガス検知については、可燃性ガスが徐々に溜まっていくため、作動遅れの心配も少なく、予防の効果は大きいと考えられます。通常は爆発下限界濃度の 25%の値で信号を出すようにするとよいでしょう。

破砕機内部のガス濃度の計測は、一般的に熱線型半導体式が多く用いられています。このシステム例を図 2.5.5.8 に示します。



名称	記号
ガス検知部	DH
マスターバルブ	MV1.2
電磁弁（3ポート用）	SV
シリコン除去フィルタ	SIF
エアーフィルタ	AF
エアーエゼクタ	AE
減圧弁	AR
フローチェッカ	FC

図2.5.5.8　可燃性ガス濃度検知装置のシステム例

破砕機から吸引されたガスは、フィルタで比較的大きな異物や湿気等が除去され、ガス濃度検知装置に送られます。通常、フィルタで取り切れない細かい異物と湿気によるガス濃度検知装置の誤認を防ぐためにドレンセパレータを設けますが、ドレンセパレータのフィルタに付着した異物を除去するための逆洗装置も必要です。また、ガス濃度検知装置の検知精度を維持するため、定期的な校正や毎日数回のエアパージ等適正な維持管理は不可欠です。

5）２次災害防止装置

爆発による破砕機及び周辺機器内部、破砕機室内の圧力の急激な上昇は、これらの機器を破損させると同時に、隣接する部屋へも波及し、人身事故の危険性もあります。

被害の発生を極力押さえるためには、まず爆風を安全な方向へ導くことが必要です。なお、高速回転式破砕機の本体は、爆発に対して十分な強度を有しています。

(1) 爆発検知装置

爆発検知装置は、爆風圧を受けやすい位置に設置し、爆発を検知すると、警報を出し、同時に、機器を停止させてごみの流れを止め、自動的に消火を行います。構造的には、図 2.5.5.9 に例示したように、爆風圧によってフードの一部に取り付けたダンパを押し開き、リミットスイッチを作動させるものも採用されています。

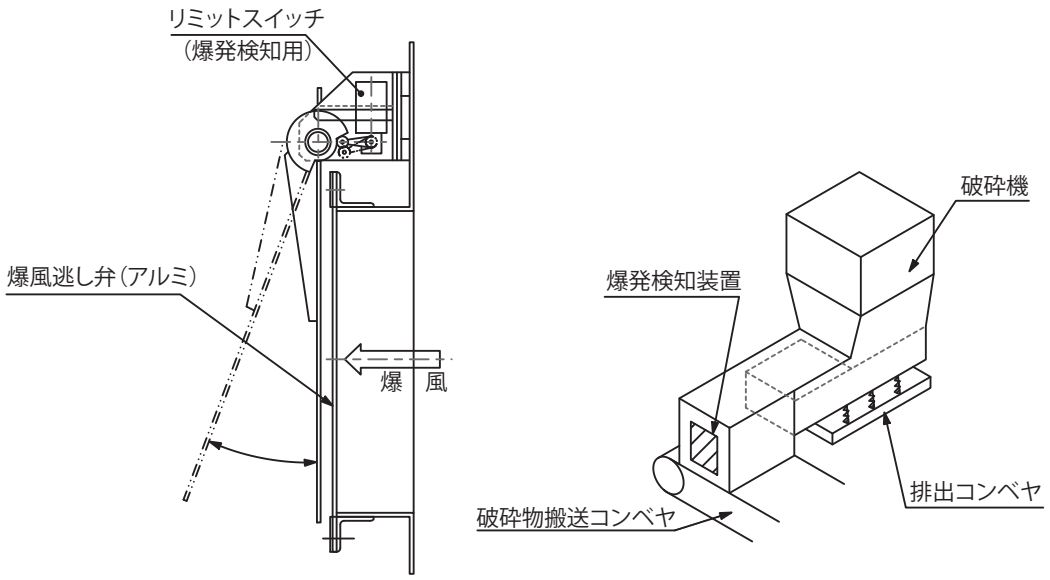


図 2.5.5.9　爆発検知装置の設置例

(2) 爆風逃し口

爆風逃し口は、破砕機の爆風を直接的に開放するため、破砕機の周辺機器に取り付けるものと、建屋（破砕機室）の天井に取り付けて外気に開放するものとに大きく 2 つに分けることができます。

爆風の伝播経路の概要を図 2.5.5.10 に示します。

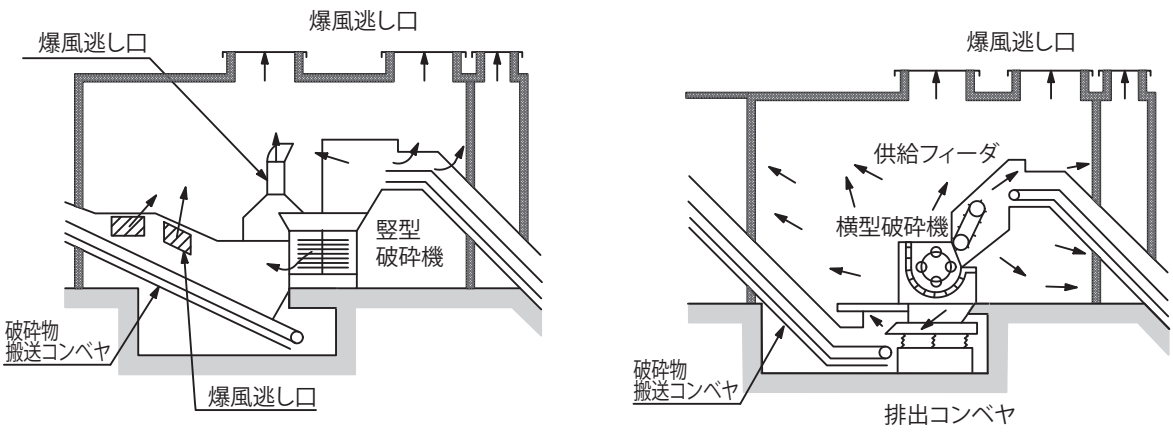


図 2.5.5.10　爆風逃し口と爆風の伝播経路

破砕機内部で発生した爆風圧は、投入口側と排出口側の2つの開口部から逃げようとします。この投入側と排出側には、周辺機器として集じんフード、カバー類及び搬送機器（排出コンベヤ、破砕物搬送コンベヤ）があります。破砕機の下部に設置されている排出コンベヤや破砕物搬送コンベヤは爆発で被害を受けやすい設備です。

これらの機器の保護のために、フードやカバー類に可能な限り大きな爆風逃し口を設けて爆風圧が機器の内部にこもらないようにします。破砕機室内に解放された爆風圧は、破砕機室の天井に設けた爆風逃し口で外気に誘導します。また、破砕機よりダクトを用いて直接破砕機室の爆風逃し口へ誘導するものもあります。

爆風逃し口は、できるだけ爆発部に近く、また直接爆風が当る場所に取付けます。材質は破れやすく、かつ復旧しやすいキャンバス製、ゴム製、アルミ製、ダンパ鋼板製等がよく使用されます。

爆風逃し口が小さかったり、開放圧が高いと、破砕機や破砕機室に圧力がこもり、この圧力が施設の他の部分に爆風として伝わり、被害を拡大することになります。

従って、破砕機で発生した爆風を、できるだけスムーズに施設外に開放することが大切です。図2.5.5.11と図2.5.5.12に爆発逃し口の設置例と構造例を示します。

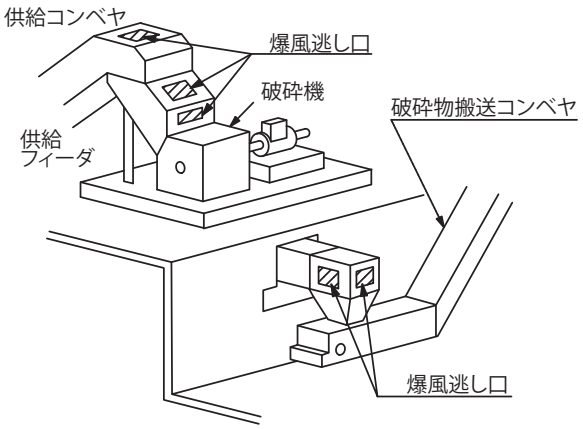


図 2.5.5.11　爆風逃し口の設置例

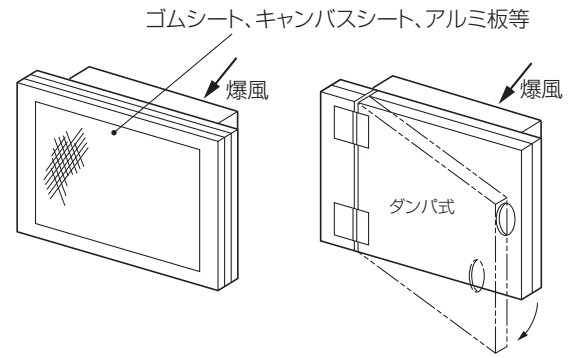


図 2.5.5.12　爆風逃し口の構造例

5.6 搬送設備

●排出コンベヤは、爆発圧の影響を受けやすいので、強度の確保と十分な爆風逃し口を設ける。
●破砕物搬送コンベヤは、火災発生と拡大の可能性が高く、防火対策上ポイントとなる設備である。
―炎や熱感知器、ＩＴＶによる火災の早期発見と適切な散水計画による消火散水が必須。
―破砕機室貫通部分の延焼対策に留意。
―消火散水装置は、設備容量が必要以上に過大なものとならないよう有効な初期消火が行われる合理的な方法の下で、散水量が破砕物搬送コンベヤ搬送面の面積 1㎡ あたり 10 ℓ/min 程度となるように計画する。
―高所に設置されるコンベヤ等には消火活動に有効な歩廊の設置が重要である。

破砕機で破砕された破砕物を選別設備やその他の設備へ搬送します。主にゴム製のコンベヤが用いられますが、目的によっては、鋼板製のエプロンコンベヤを使用する場合もあります。

破砕機で発生した着火物や過熱鉄片、爆発等によって、火災が発生した事例も多く、防火対策を充実させると共に、ソフト面の対応として、終業時や昼休みには、搬送設備の処理物を排出し、搬送設備に処理物を残さないこと、さらに空運転をしながら散水設備により搬送設備上に散水し、湿潤することが望ましい。また、終業点検の一環として各機器内部の目視による安全確認も重要です。

1）搬送設備の防火対策

（1）破砕物搬送コンベヤ

破砕機からの破砕物を搬送するコンベヤです。横型破砕機では、破砕機直下の排出コンベヤの下流に破砕物搬送コンベヤを設けます。竪型破砕機の場合は、破砕機の下流に直接破砕物搬送コンベヤを設置します。破砕物搬送コンベヤには、鋼製コンベヤを使用する例もありますがゴム製のベルトコンベヤが多く用いられており、火災発生時に有毒ガスや黒煙の発生が問題となる場合があります。

近年、難燃性のベルトが製造されており、火災発生時に火災拡大の可能性の高い破砕物搬送コンベヤには難燃性（日本工業規格 K6324 に基づく 3 級以上）の適用が望まれます。

平成 10 年 7 月に、不燃性粗大ごみの処理能力 140t/5h の破砕機に負荷率 94％で破砕処理テストを実施しました。磁選機部の破砕金属を毎秒 1 枚の割合で撮影した 2,048 画面の熱画像の解析結果では、破砕機出口での破砕金属の推定最高温度は 267℃でした。これは、概ね木材の引火点（240 ～ 270℃）に相当する温度ですが、多くの場合、木材等を発火させるのに必要なだけの熱エネルギーを破砕金属片が持っておらず、また、コンベヤ上で急速に冷却されるため、発火には至っていないものと推定されます。

しかし、より高温の金属片の発生や破砕による燃料油や可燃ガスの漏出等、悪条件が重なると、発火する可能性は、高くなります。

このように、破砕機から着火物や発熱金属が排出されると、通常は、自然に鎮火したり、温度低下によって火災に至ることは少ないのですが、悪条件が重なると、火災が発生することがあります。

コンベヤ部で火災が発生すると、ベルトコンベヤ全長にわたって延焼し、被害を大きくすることがあります。このため、コンベヤを 2 つに分割した乗り継ぎ式のコンベヤとして、延焼防止対策を行うこともあります。また、急傾斜コンベヤで防火区画を貫通するものは、施工事例は少ないですが、延焼防止ダンパを設けたり、散水装置を設置する例もあります。

また、当該貫通部に延焼防止用のためのドレンチャー設備を設け、遠隔操作で作動させる火災検知器を設置し、火災検知器と自動連動させる場合もあります。

コンベヤ火災で、コンベヤの防じんカバーが密閉式や半密閉式となっているため、消火活動が有

効に行えないケースもあります。従って、初期消火等の消火活動に有効な歩廊を設置すると共にカバーは、できるだけ開放式にしたり、上面または側面が容易に開放できる構造や、部分的に着脱（破壊）できるものとし、火災時の注水作業ができる構造にする場合もあります。

また、火災時の煙による消火活動が阻害されないよう排煙設備等の設置が望まれます。

破砕物搬送コンベヤは防火区画を貫通するケースも多いため、建築行政機関や消防機関の指導を得ながら構造を決定することが必要な場合もあります。

破砕物搬送コンベヤ以外のコンベヤについては、搬送物の発火の危険度に応じた対策を講じます。破砕選別された鉄分やアルミニウム及び不燃物等種類別に搬送する場合は、発火の可能性は低いですが、可燃物やプラスチックフィルム、プラスチックフィルム減容物等は、火種があれば発火し易いので、このようなものを搬送するコンベヤには、防火対策を行うことが望まれます。

防火対策は、「破砕物搬送コンベヤの防火対策実施例」を参考に、状況に応じて必要なものを選択して設置します。

① ITV 装置による監視

火災等の発生を監視するため火災の発生が懸念される個所にはITV 装置を設けます。

破砕設備の項でも述べたように、破砕設備に火災等の発生を監視するためにITV 装置を設ける場合は、カメラをコンベヤ部のできるだけ破砕機に近い位置に設けるようにします。水蒸気吹込式防爆装置が設備されているものは、破砕機に近い所では濃霧状態となってカメラ監視ができないことがあるので取り付け位置は留意が必要です。

②炎感知器、熱感知器

できるだけ破砕機に近い位置に設け、火災を早期に発見ができるようにし、火災を検知した場合は、警報を発します。

設置にあたっては、コンベヤ速度、搬送物の種類、搬送物の量及び搬送面の粉じんや蒸気等の雰囲気を考慮して適切な検知方法の採用が重要です。

一般的に、設置場所は雰囲気が湿潤で、ごみが付着し易いので、定期的に清掃点検、保守及び作動確認が必要です。

③散水装置

防火のための散水が行える装置を設け終業時や昼休み等の停止時には、搬送設備の処理物を排出すると共に空運転をしながら散水設備により搬送設備上に散水し、湿潤することが望まれます。

④消火散水装置

また、これとは別に、消火用の散水装置を設け、コンベヤに必要個数散水ノズルを設置します。急傾斜のベルトコンベヤはサン付ベルトやヒレ付ベルトを使用しているため、サンやヒレが邪魔になってコンベヤの全長にわたってまんべんなく散水できないケースもあり留意が必要です。

廃棄物を搬送する部分に対して有効に散水できるようにノズルの配置や設置数を決定します。散水ノズルは、現場手動操作、中央操作盤による遠隔手動操作及び炎検知器や熱検知器による自動作動を行えるようにします。

散水量は、コンベヤ面での散水量が破砕物搬送コンベヤ搬送面の面積1m^2 あたり 10 ℓ /min※程度となるよう計画します。但しコンベヤ全長に渡り散水性能を確保すると設備容量が非常に大きくなるため、有効な初期消火が行われる合理的な方法を採用する必要があります。例えばコンベヤ上の複数箇所に火災検知器を設置し、検知箇所から散水範囲を限定して散水量を抑制するなど

の方法が考えられます。

水圧は 1kg/cm^2（0.098MPa）以上が望ましく、コンベヤ部でのノズルの間隔は、散水のパターンと散水量を検討して決定します。そして、タンクの容量は十分に消火ができるだけの散水時間が確保できるよう決定します。

消火散水を行うと多量の排水が発生しますので、排水ルートや排水方法を配慮しておきます。機械架台上に据付けられたコンベヤは排水受けや排水管を設ける必要があります。

※参考：消防法施行規則第 13 条の 4 において高天井部分に適した放水型スプリンクラーヘッドに係る放水性能として 10ℓ/min（指定可燃物を貯蔵し取り扱う部分）が規定されています。

⑤緊急停止装置

搬送設備には火災発生に際し、自動または遠隔操作が可能な緊急に停止する装置を設けます。

火災発生に伴い搬送設備が緊急停止した場合には当該装置だけが停止するのではなく保安設備機器を除く処理施設内の関連する機器を停止します。

⑥負荷停止装置

過負荷が生じたときに作動する警報装置及び過負荷停止装置を設けます。

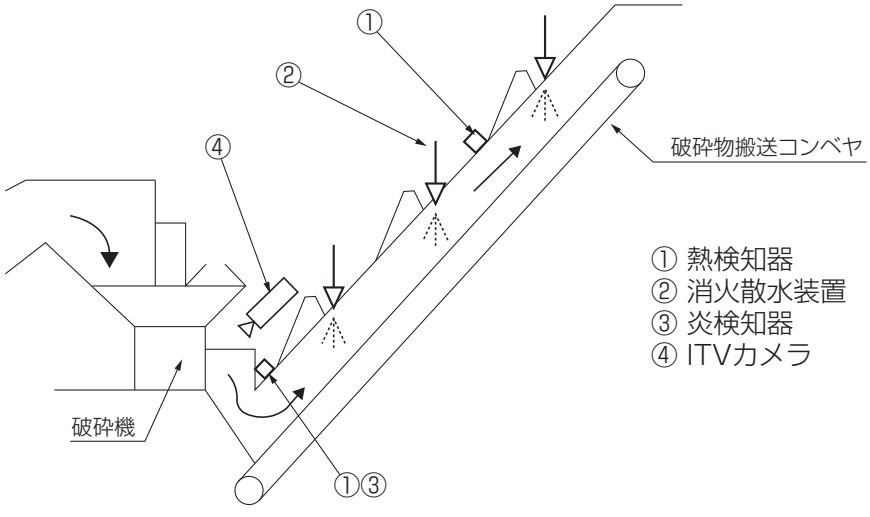


図2.5.6.1　破砕物搬送コンベヤの防火対策実施例

5.7 選別設備

●搬送設備からの延焼対策を重点に考える。
●感知器類と消火器や消火栓を備え、消火活動を容易にするよう通路を確保する。

破砕されたごみと鉄、アルミ、びん、不燃物、可燃物等に選別する設備で、磁選機、アルミ選別機、回転式選別機（トロンメル）、振動ふるい式選別機、風力選別機等で構成されています。

選別設備から発火する可能性は低いのですが、搬送設備で発生した火災から延焼するケースがあります。

終業時や昼休みには、搬送設備の処理物を排出し、搬送設備に処理物を残さないこと、及び空運転をしながら散水設備により搬送設備上に散水し、湿潤することが望まれます。

また、終業点検の一環として機器内部の目視による安全確認も重要です。

1）選別設備の防火対策

一般的に選別機は、運転管理のために行われている ITV 装置による監視によって火災も監視されています。

びん、缶等の有価物の回収ラインは、破砕せずに選別処理を行いますが、収集ごみにマッチやライター等が混入していると着火する恐れがあります。通常は、万一に備えて消火器や屋内消火栓を設けますが、収集ごみに危険物等が入っている可能性が高い場合は、炎感知器や熱感知器を設置して防火対策を行います。

いずれにしろ、万一に備えて消火器や屋内消火栓を設ける他、容易に消火活動を行えるように通路等を計画することも大切です。

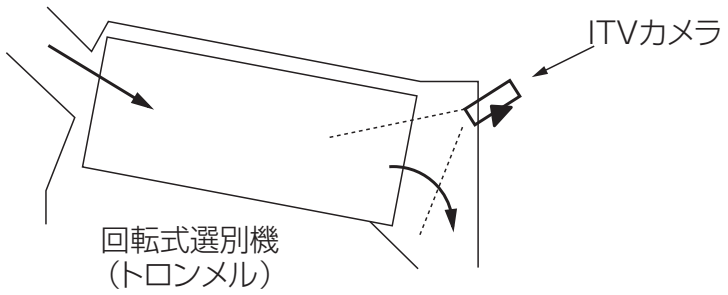


図 2.5.7.1　選別機の ITV 装置による監視実施例

5.8 貯留設備

●貯留物はできるだけその日の内に搬出する。
●可燃物のホッパ等を対象に、必要に応じて下記の防火対策を行う。
―貯留状況と火災の監視を兼ねてITV装置を設置する。
―熱感知器と消火器や屋内消火栓を設け、消火活動が可能な点検口を設置する。

破砕後選別された処理物は、貯留設備に一時貯留され、適時搬出車に積み込まれて搬出されます。貯留設備には、貯留ホッパ（バンカ）、コンパクタ＆コンテナ、貯留ヤード、ピット＆クレーン等の設備があります。

一時貯留されているものの内、可燃物、プラスチック類、及びプラスチック減容物は可燃物であるため、必要に応じて防火対策を行います。

また、不燃物及び金属類の場合も、可燃物の混入により火災の発生が懸念されることから必要によりITV監視装置や消火設備等を設置することが望ましい。

終業時や昼休みには、散水設備によりホッパ内に散水し、湿潤することが望ましい。

また、終業点検の一環として機器内部の目視による安全確認も重要です。

貯留物はできるだけその日の内に搬出して、翌日まで残さないようにすることも大切です。

1）貯留設備の防火対策

(1) 貯留ホッパ

ホッパ内の貯留状況を確認するためにITV装置による監視を行う場合があります。また、熱感知器を設置して、火災によるホッパ内の温度上昇を検知して警報を発すると同時に消火散水装置を作動させることも行われます。

また、消火器や屋内消火栓が使用できるよう、密閉式となっているホッパ上面カバーには、ワンタッチ開閉式の点検蓋を設けておくなどの工夫が必要です。

(2) コンパクタ＆コンテナ

必要に応じて熱感知器を設置します。設置場所はコンパクタの投入ホッパ部分が適しています。

(3) 貯留ヤード、貯留ピット

可燃物を大量に屋内貯留する場合は、前述の受入設備と同様の防火対策を講じることが望まれます。

また、指定可燃物の貯留量が消防法上の規定量を超過する場合は、防火及び消火設備に関して所轄の消防機関との協議が必要です。

5.9 集じん設備

●バグフィルタのろ布は可燃性のため、火種によって出火する可能性がある。
●消火の方法は、空気の流れを遮断し酸欠にする方法と散水による方法がある。
●酸欠による方法では、不用意に点検口を開けると火炎の吹き出しや火災の拡大で危険。

施設の各所において発生した粉じんの捕集を行います。集じん設備は一般に、サイクロン、バグフィルタ、排風機等で構成されています。

集じん設備は常時施設内の空気を吸引しているので、火災や爆発時の火炎や着火物を吸引することがあります。通常は吸引されても長い配管中を移送されている間に鎮火してしまうことが多いのですが、悪条件が重なると火災に至るケースが無い訳ではありません。火災の発生件数は極めて少ないですが、必要に応じて防火対策を行うことが望まれます。

1）集じん設備の防火対策

バグフィルタは、一般に可燃性のろ布を使っているので、一旦着火すると空気の流れにあおられて火災が拡大する恐れがあります。

鎮火には、火災検知器の信号で排風機の入口ダンパを閉じるか、排風機を停止し、空気の流れを止めて、酸欠状態にして鎮火する方法と散水による方法の２つが行われています。

酸欠による方法では、不用意に点検蓋を開けると、火炎が吹き出したり、空気が流入して火災が拡大する恐れがあるので十分注意が必要です。

消火散水は、側面や上面の点検蓋から屋内消火栓等で行いますが、散水しにくい構造となっているので、状況によっては点検蓋を閉じて酸欠状態にする方が効果的なこともあります。

また、ダクト内のダストに着火しないようにダクト内の定期的な清掃も重要です。

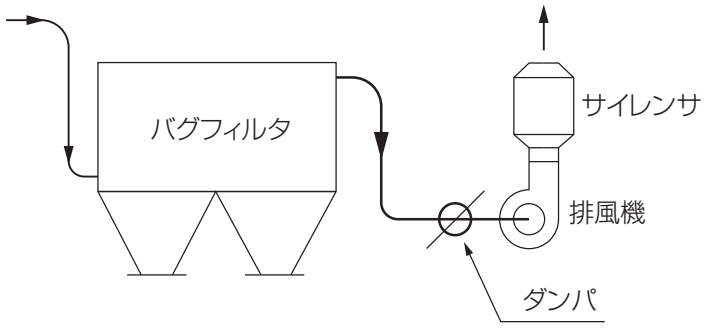


図2.5.9.1　集じん設備の設置例

5.10 電気計装設備

●爆発や火災の影響を受けやすい場所は回避して配線する。
●火災検知や消火等事故に関連する電源は、他と分離したり、非常用電源を使用する。
●事故による停電に対応するため、ごみ投入扉や出入口の開放手段を複合化する。
●電気室や中央制御室を、火災や爆発の影響を受けない位置に設ける。

1）電気計装設備の防火対策

電気計装設備の火災発生を防止する方法として以下のものが挙げられます。

(1) 機器や電線の発熱による火災の防止

電気計装に使用する機器は負荷容量や、配線距離、使用特性に合ったものを使用します。また、振動や曲がり等の布設条件や布設状態、及び塵芥の多い場所や周囲温度の高い場所等の環境条件に対応して適正な施工を行うことも大切です。

(2) 漏電やショートによる発熱の防止

動力盤等を設置する周囲及び上部には水廻りの設備を配置しないようにします。また、どうしても水がかかる恐れのある場合には、盤に漏電遮断器等の設置による漏電対策を行います。

屋内に施設する低圧用の配線器具は、その充電部分が露出しない構造が必要です。

電線、ケーブル等は乱雑な配線をさけ、ケーブル同士の重なりや、無理な張力による発熱・ショート等に対する事故対策を講じ、電線管やラック等に収納した配線とします。鼠等によるケーブルの破損の恐れがある場合には、電線管を使用するなどの対策も必要です。

(3) 欠相及び端子のボルトのゆるみに起因する発熱防止

動力盤、制御盤、中継盤等の盤類の各端子部の配線固定用のボルト類の締め付け不足や、モータ・制御器・検出器の端子ボルトのゆるみにより発生する欠相や短絡等による発熱を防止するために、工場製作時や、現場配線完了時、受電、通電前には必ず締め付けチェックを行います。また、定期点検時にも締め付けチェックを行うことも大切です。

(4) 配線材料

比較的火災事故の発生しやすいごみ貯留ピット、破砕機室、破砕物搬送コンベヤ付近を通過する配線には難燃性のケーブルを使用することが望まれます。このような場所や防火区画貫通部に一般的なケーブルを使用する場合には、下記に示す適切な仕舞いをするように配慮します。また、火災警報装置・防火シャッター用等のケーブルは法規則に準じるか、耐熱性を有するケーブルを使用することが望まれます。

①難燃性ケーブル

一般のケーブルに比べて難燃性があり、ケーブル自体が火災の伝播をしないものをいいます。

②耐熱電線

消防設備に関する設備のうち主に通信、制御等の弱電部分に使用する電線で、詳細な使用区分は法規制によります。耐熱電線は消防庁の告示による基準に合格したもので認定マークの入ったものを使用します。

③耐火電線

消防設備に関する設備のうち非常用電源と起動装置モータ等の強電部分に使用する電線で、詳細な使用区分は法規制によります。耐火電線は消防庁の告示による基準に合格したもので認定マークの入ったものを使用します。

(5) 配線方法

ごみ処理施設の一般的な配線方式としてラック方式やダクト方式、電線管方式等の配線方式があります。特に破砕機室内や、ごみピット室及び搬送コンベヤのある部屋やその附近を通過する場合には、配線が直接熱や火にあたらないようダクトや電線管を用いて施工することが必要です。またこれらの部屋の防火区画を配線が貫通する部分には、延焼防止のため適切な処理を行います。

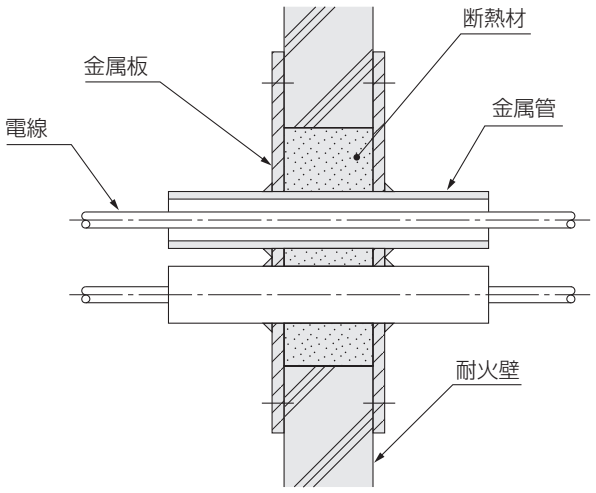


図2.5.10.1　防火区画貫通部の施工例

(6) 配線ルート

爆発や火災事故発生の可能性が高く、さらに一度火災になるとその被害が大きくなる恐れのある場所には、可能な限り電源等の主幹用電気配線や非常用の配線は通過させないようにすることが望まれます。

これは、火災によってこれらの配線が損傷を受けた場合には、消火活動に支障を生じる恐れがあるためです。

このような場所として、以下のような所が挙げられます。

- 破砕機室内
- ごみピット上部
- 受入コンベヤ上部
- 破砕物搬送コンベヤ部分

(7) 電源の分離と非常用電源の使用

ごみ処理施設の火災事故は、作業終了後の夜間及び昼休み等、作業者や監視者のいない時間帯にも多く発生しています。

このことより、火災感知器、消火設備等の電源は常時通電をして24時間常時監視とします。このため、火災感知システム用及び消火設備用の電源は、夜間休止するプラント電源とは別の単独の回路とすることが望まれます。また、無停電電源や非常用電源等がある場合には、その電源から取ることが望まれます。

(8) 扉の開閉方式の複合化

火災事故の起こり易いごみピット等の投入扉やシャッターや出入り口の扉が作動せず、消火活動に支障を生じるケースが発生しています。火災時の消火活動を円滑に行うため、非常用電源や消防用放水圧そして手動等にて開閉できるようにすることが望まれます。但し、火災発生時に扉を開放すると、空気（酸素）が供給されて火の勢いが強まることもあるため、扉の開閉には十分注意して行う必要があります。

(9) 電気室、非常用発電機室のレイアウト

非常用発電設備は、受電設備に異常が発生した時の補充的役割をはたすものであるため、両設備は位置的に離したり、不燃材料で造った壁、柱、床及び天井で区画され、かつ、窓及び出入り口に防火戸を設けるなどの防火区域で隔離した配置にするよう考慮が必要です。電気室や中央制御室は火災の恐れの少ない場所や消火のしやすい場所に設けるようにします。

また、水が浸入、浸透するおそれのない場所に設けるようにします。

5.11 プラスチック減容設備

●加熱して減容固化するため、火災発生の可能性がある。
●火災予防と消火を兼ねて、散水を行う。
●また、必要に応じて、ITV 装置や熱感知器と消火散水装置を設備する。

見掛比重が小さく嵩張るプラスチック類を減容固化するものです。スクリューの摩擦熱やヒーターで加熱して溶融減容化するため、排出された減容物は加熱されています。

プラスチック減容機への供給量の増減や、混入した金属類による摩擦熱や、ヒーターの制御トラブル、運転上の不具合等、色々な要因が作用して着火した減容物が排出され、貯留ホッパや搬送コンベヤの火災が稀に発生しています。

終業時や昼休みには、搬送設備の処理物を排出し、搬送設備に処理物を残さないこと、更に空運転をしながら散水設備により搬送設備上に散水し、湿潤することが望ましい。

また、終業点検の一環として機器内部の目視による安全確認も重要です。

プラスチック減容設備の防火対策として以下のような対策が挙げられます。

1）プラスチック減容設備の防火対策

(1) ITV 装置による監視

減容機の排出口部やその周辺に ITV カメラを設置して、運転状態や火災の監視を行うことが望まれます。

(2) 減容物冷却散水装置

減容機の排出口部やシュート、またはプラスチック減容物搬送コンベヤへの落下部等に散水等を行い、減容物の冷却と万一着火物が排出された場合の消火を行います。

(3) 消火散水装置

プラスチック減容物搬送コンベヤや貯留ホッパには、状況に応じて熱感知器を設置します。熱感器が作動した場合は、自動で設備を停止させ、消火散水装置が作動するように計画することが望まれます。

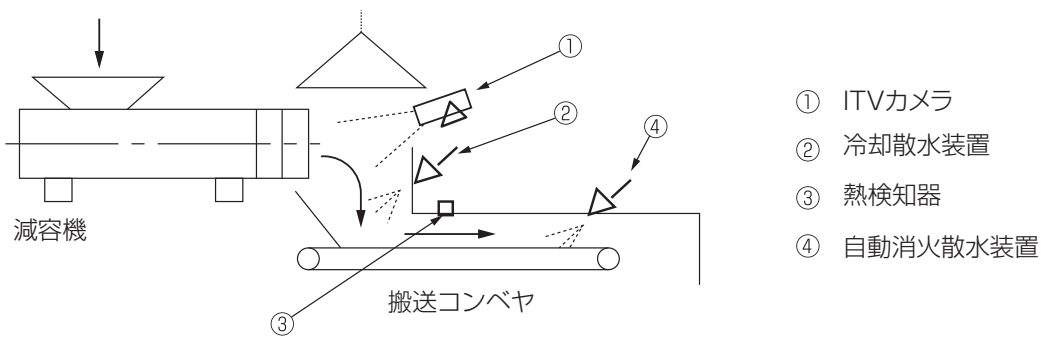


図 2.5.11.1　プラスチック減容設備の防火対策実施例

5.12 その他のプラント設備

●歩廊や階段の使用材料の選定によって、防火・防爆性能を向上することも可能。
●メンテ時等に消火散水回路の止め弁の開放を忘れ、散水が不能とならない対策も。
●機器やごみの状態の監視用 ITV 装置は、事故防止目的への活用も可能。

その他のプラント設備についても、火災防止のために下記のようなことを考慮する必要があります。

1）歩廊

施設内には各階の床や機械周辺の点検スペースや歩廊が設けられます。

高所に設置されるコンベヤ等には、初期消火活動に有効な歩廊の設置が重要です。

ごみ処理施設はごみを乾燥状態で処理するため、ちりやほこりが発生し、各部に堆積することが避けられません。

始業、運転中及び終業点検時に各部に堆積したちり、ほこりの清掃が容易にできる歩廊と各機器の内部点検が可能な点検窓等の計画が重要です。

床や歩廊にグレーチングやエキスパンドメタルを使用すると、防火上や作業上で次のような問題点があるため、必要な部分には、縞鋼板（チェッカープレート）の使用が推奨されます。

- ごみが各階の床面やケーブルラック、機械の上面等に落下・堆積し、火災を拡大させる要因となるとともに、清掃範囲を広くし、清掃も困難である。
- グレーチングの目の間にごみが詰まって清掃しにくい。
- 点検時に部品や工具が階下に落下し危険である。

なお、爆風が通過する部分には、爆風の通過を容易とするように、グレーチングを使用する。

2）配管

（1）不燃性材料の使用

プラントで使用する配管類のうち、火災や爆発の被害を受けやすい部分は、下記のような不燃性材料を採用することが望まれます。

（例）塩ビ配管　→　SGP 配管
　　ゴムホース　→　金属製ホース

電磁弁ユニットは、弁体の固着により作動不良が懸念されるため、定期的な作動点検及び火災感知器との連動点検が重要です。

消火散水を手動操作する場合の操作スイッチは、非常時、通常時の区分を明確にし、誤操作しない位置に設けます。

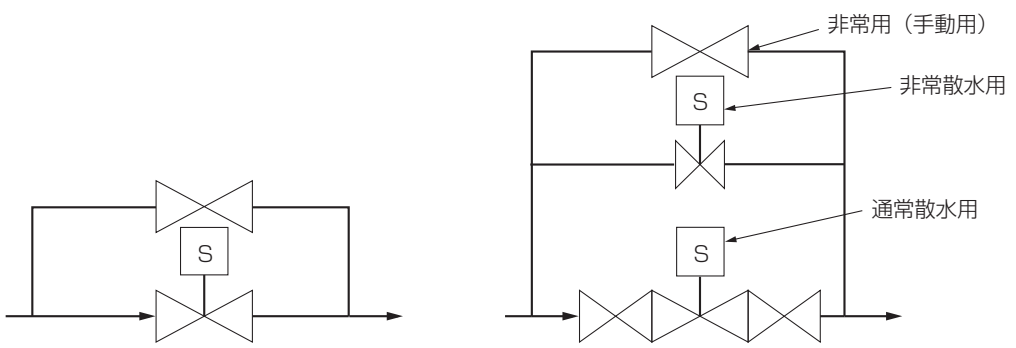


図 2.5.12.1　消火散水電磁弁ユニットの組み合わせ例

(2) 消火散水回路の工夫

火災発生率の高い破砕物搬送コンベヤの消火散水用の電磁弁ユニットは、メンテナンス時止め弁を締めたまま忘れ、火災時に散水できない可能性があります。このため、図 2.5.12.1 のように、非常散水用電磁弁の前後に止め弁を設けない回路構成とする例もあります。

(3) ITV 装置による監視

危険物を破砕前に除去したり、火災の早期発見、爆発による被害の状況把握等のために、ITV 装置を使用します。

ITV 装置の使用にあたっては、確実な監視ができるよう監視部の雰囲気に応じた照明、集じん及びエアパージ等の設備が必要です。

ITV 装置は通常、下記の場所に必要台数配置され、投入ごみの流れや破砕物の流れ、手選別状況、搬出状態等を中央操作室で一括管理できるようになっています。これを、事故防止の目的に兼用することも多く採用されています。

- プラットホーム
- 受入ホッパ部
- 供給コンベヤ部（粗大ごみ、不燃ごみ系）
- 破砕機入口部（供給フィーダ）
- 破砕機出口部（排出コンベヤ）
- 機械選別部
- 手選別ライン

しかし、ITV 装置による長時間にわたる常時監視作業には見落としがあり、またモニタ画面による遠隔操作ではごみの表層しか確認できないこともあり、危険物を識別できる確率は高くありません。そのため、モニタでは、コンベヤ上のごみ層厚の監視、運転時の異常監視が主となっています。一方、受入コンベヤのヘッド部でのごみの切り出し、乗り継ぎ部においてのカメラによる監視は、比較的効果的で、特に石油ストーブ、プロパンガス等は発見しやすいようです。(図 2.5.12.2)

通常、ITV 装置のカメラやモニタは、カラーの標準仕様のものを使用し、必要に応じて広角、ズーム、首振り等の機能を追加して用います。

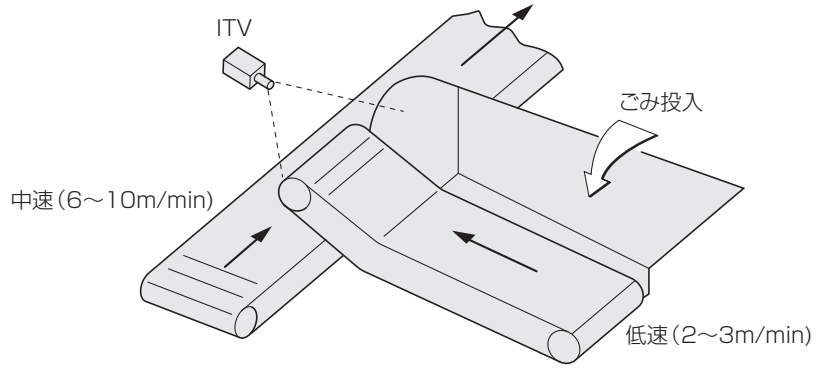


図 2.5.12.2　ITV 装置の設置例

5.13 ごみ固形燃料化施設特有の設備

- ごみピットには必要に応じて、炎検知装置及び放水設備を設ける必要がある。
- ほとんどの施設では乾燥設備を備えており、乾燥工程では処理対象ごみを加熱するため、発火の危険性を有している。
- 破砕工程では、引火性・爆発性危険物の混入による火災及び爆発の危険性があり、破砕機の特徴を考慮した上で防爆設備または爆風逃し口の設置、消火用散水設備等の対策が必要である。
- ごみ固形燃料（RDF）は消防法で指定可燃物の扱いを受けるものであり、製造設備以外の貯留設備等においても、火災対策が必要である。

ごみ燃料化施設は、主に可燃ごみを破砕、乾燥、選別、成形（固形化）し、ごみ固形燃料（以下「RDF」といいます）を製造する設備のことをいい、代表的な設備構成は、「受入設備」「供給設備」「破砕・選別設備」「乾燥設備」「選別設備」「固形化設備」「貯留設備」からなっております。

すでに当該セクションにおいて前述されている設備及び後述されている設備も含まれますが、当項では、ごみ燃料化施設特有の設備及び、既に述べられている設備において特にごみ燃料化施設について注意すべき点について取り上げます。

RDF 貯蔵設備においては、過去に大規模な火災・爆発を起こした事例があり、また RDF は消防法で指定可燃物の扱いを受けるので、特に取扱いには注意が必要です。

1）受入設備

ごみ燃料化施設では貯留ピット方式を採用している場合が一般的です。この貯留ピットでは、製造工程での不安定要因をなくすため、よく攪拌して極力均一な性状にしておくことが重要です。

またピット火災の事例もあることから、ごみピットには必要に応じて、火災検知装置及び放水設備を設ける必要があります。

2）破砕・選別設備

§5「5.4 破砕設備」及び「5.7 選別設備」を参照ください。

3）乾燥設備

ごみを乾燥し、製造される RDF の目標とする水分量以下にします。乾燥方式は一般に受熱の方法の違いにより直接受熱乾燥方式と間接受熱乾燥方式の二つに大別されます。

この乾燥設備では、熱風の温度及び乾燥時間の管理が十分でない場合、ごみの性状の不均一さと相まって、過乾燥の状態になりやすく、乾燥機内で発火する危険性が高いため、乾燥機出口の排ガス温度及び乾燥ごみの水分量指標の連続監視、停止時には残留物の除去及び残留物への散水を行うことが重要です。また定期的に排気ダクト内を点検・清掃し、発火の原因となるちりの除去を行うことが重要です。

4）固形化設備

(1) 薬剤添加工程

貯蔵施設及び貯留設備での発火の要因の一つとして、RDF の発酵（微生物の発酵による発熱）があげられます。

RDF にカルシウム（消石灰）を添加することで pH を上げ、発酵を抑制させるということを踏まえれば、適切な量のカルシウムを添加することが望ましく、また添加する際には、ごみ量と添加剤との混合割合が均一となるような設備計画が必要です。

(2) 成形工程

スクリューやローラによる押し出し力により、ダイ（ダイスともいう）孔から対象ごみを押し出して成形（固形化）します。この工程では、成形機への供給量や温度等の管理が適切でないと、成形時の摩擦熱等により、RDF は発火及び燻りを起こすことがあります。

また高温等の適切でない状態で後工程の冷却や貯留工程へ搬送されると、後工程で発熱や発火の原因となるので以下の対策を講じる必要があります。

- 成形機出口排気等の温度や一酸化炭素濃度の連続測定。[15)]
- 成形機への適切な量のごみの供給。[15)]
- 適切な硬さ（粉化対策）となる成形。[15)]
- 機器設置室内には煙感知器・熱感知機を設置する。[15)]

(3) 冷却工程

RDF を貯留する際には、十分に冷却しておくことが重要です。これは RDF は、蓄熱しやすく、十分な冷却がなされていないと、酸化・発酵が進行し、更に温度が上昇して発火にいたることが考えられるからです。

また成形時の異常により炭化物（火種）の混入や冷却用送風が停止した場合等の発火防止を考慮し以下の対策を講じる必要があります。

- 十分な冷却を行う。（高温状態での保管の禁止）[15)]
- 入口及び出口の空気温度を連続測定し、厳密に管理する[15)]
- 機内の温度・一酸化炭素濃度を連続測定する。（発火や燻りを事前に検知する）[15)]
- 停止時は機内には残留物を残さない。残る場合は自動水噴霧設備等により発火防止対策を講じる。[16)]
- トラブル等によりやむをえず除去した残留物を保管する場合は、他の RDF とは分離し、少量ずつ保管する。[16)]
- 機器設置室内に煙感知器・熱感知器を設置する。[15)]

5）保管・搬出工程

製造されたRDFを保管・搬出する設備で、RDFは指定可燃物であること、熱伝導率が低く蓄熱しやすいこと、酸化・発酵により高温となり発火する恐れがあること等、RDFの性質について十分留意し、以下の通り適切に管理する必要があります。

- 吸湿しないよう室内に保管、雨水の浸入を遮断する。（吸湿防止）[15)]
- 保管場所は槽内及び室内の温度に偏りがないよう換気を行う。[15)]
- メタン、水素、一酸化炭素等の可燃性ガスの監視[16)]
- サイロ等で長期間（7日間を超えて）に貯蔵する場合、不活性ガスを充てんして、サイロ内を希薄酸素環境で維持することや、固形燃料の入れ替え等により放熱させるなど、固形燃料の酸化による発熱及び蓄熱を防止する為の適切な処置を講じる。[17)]
- サイロ等の閉鎖型の設備で保管する場合は、一酸化炭素及び温度の連続監視を行う。[15)]
- フレコンバックの場合、バック毎に温度測定を行う。[15)]
- ピット等の開放されたエリアでの保管の場合、表面温度を連続監視するとともに保管設備内の温度を連続測定・記録を行う。[17)]
- 保管期間は概ね1週間以内とする。(長期保管の回避)やむをえず保管期間が長期に及ぶ場合には、冷却工程への返送や、切り返し、入れ替え等により放熱させる。[15)]
- 出火に備えて、散水装置、消火栓、消火器等を配置しておく。[15)]
- 消火設備等の補完設備として連結散水設備を設ける。[16)]
- 搬出トラックへの積み込みは、雨天時に吸湿することのないよう屋内で積み込み、車両はシート等の降雨対策を講じる。[15)]
- 集積高さの制限　4～5m以下とする。（一定規模以上の集積の制限）[16)]
- 迅速に排出できる構造とする。（緊急時の排出）[15)]

5.14 建築設備

法規に従って防火対策を行った上で、下記の対策の実施がポイント。
- ごみ貯留ピットと破砕機及び搬出設備は火災の可能性が高く、重点的な防火対策が必要。
- 破砕機室の壁の耐圧強度は 1.5t/㎡（14.7kPa）程度とする。
- 爆風逃し口は、0.15t/㎡（1.5kPa）程度の圧力で開放するように計画し、爆風を速やかに開放するに十分な面積とする。なお、マシンハッチと兼用でもよい。
- 人に災害を及ぼさないよう、爆風経路に配慮した建築計画を行う。

1）防火対策

(1) 建築構造物の不燃化

特に火災が発生しやすく、爆発の可能性の高い破砕機室の建築構造物を鉄筋コンクリート造とします。また、万一出火しても、その他のエリアへの延焼を防止できるよう、やむを得ないコンベヤ貫通部を除き、防火区画で仕切ることが望まれます。

(2) 清掃しやすい構造

ごみ処理施設は処理作業上の性格上ちりやほこりが発生しやすいため、清掃を十分に行い、着火源を無くすことも大切です。その為には、段差や窪み、細い隙間等を無くし、清掃しやすい環境を整えるよう配慮します。

(3) 施設規模の最小化

ごみ貯留部の火災の被害を小さくする為には、ごみ貯留ピット等の貯留容量を極力小さくしたり、貯留ヤードを別棟として設置することも検討が必要です。

(4) ごみピットに面した部屋への防火シャッター等の設置

クレーン操作室、中央制御室、見学者ホール等は、その機能上、ごみ貯留ピット側に面して窓を設けられます。特に、クレーン操作室や中央制御室は、火災の発生時においても重要な役割を果たすところです。

これらの部屋は、ごみ貯留ピットから出火すると、火にあおられ焼損する危険性が高いので、消防と協議し、防火区画を設定することになります。

なお、防火区画での対処には、以下のような例があります。
- ピットに面する窓（防火区画）に、防火シャッター等の延焼防止対策を行う。
- ピットに面したクレーン操作室と中央制御室の間（防火区画）に防火扉等を設置し、非常の際にも機能を確保する。

(5) 防火区画の形成

ごみ貯留ピット、破砕機室等の工場ゾーンと、常時人のいる居室ゾーンとは、施設内の人員の安全確保及び、大規模火災を防止するために、建築基準法に規定する耐火構造の壁や床及び防火扉等で、防火区画を形成します。

(6) 消火設備の適正配置

ごみの貯留ヤード等やごみ貯留ピット等のごみ貯留部、破砕部及び破砕物搬送コンベヤ部において、多くの火災が発生しています。

法令に基づく消火設備の基準は、消防法に規定されています。しかし、このような施設の特殊性を考慮して、消防法の規定によるほか、出火の可能性の高さに応じて、消火設備をさらに増強するようにします。

(7) 消火活動の円滑化

ごみ処理施設は平面形状や立面形状が複雑で、消火活動の支障になったり、相当の人命危険を伴う可能性があります。このため、出火場所への安全な進入経路となるよう、非常用進入口や誘導灯を効果的に配置します。同時に、見学者、作業員等が安全に避難できるよう、簡明な避難経路を設定するとともに、防火扉、誘導灯、床面表示等を効果的に配置し、避難経路が明瞭に分かるようにします。また、設備機器の配置や通路、レイアウト等を決める際には、処理作業が効率的に行えるよう考慮すると同時に、消火活動もスムースに行えるように計画します。

さらに、設備機器の配置・計画に際しては、火災時に発生する大量の熱や煙を排出するための措置を検討する必要があります。

なお非常用進入口には、消火活動の通路を示した図面や、建物内の配置図を設置しておきます。

(8) 機器の停止

プラント設備や建築設備の各機器は、延焼防止のため、火災発生時には全て停止させることを原則とします。しかし、ルーフファンのように排煙等消火活動支援用に運転した方が良いものもあります。しかし、運転することにより新鮮な空気が流入し、火の勢いが強くなることもあるため、設定にあたっては、リスクと必要性を十分に考慮して決定します。

2) 防爆対策

(1) 構造体

破砕機室は危険物の破砕に伴う爆発に耐える鉄筋コンクリート造りとします。少なくとも次のことを考慮したものとします。

- 壁の強度は、静的な耐圧強度が 1.5t/㎡（14.7kPa）以上になるように、壁、柱、梁を計画する。
- 屋根は防水性、施工性を考慮したものとする。
- 安全のため、供給側には、前室を設けることが望ましい。

(2) 出入口

破砕機室出入口は最小限とします。

破砕機室に取付ける扉は、爆発時の危険防止のため内開きを原則としますが、構造上内開きが許されない場合は、カンヌキ構造にするなどして、爆発時扉が容易に開かないようにします。

最近は破砕機の大型化に伴ない、出入口扉はメンテナンス時の消耗品、予備品の搬入のために幅広になっており、扉本体の強度はもとより、把手の強度やＲＣ壁と扉との取付け部の強度を十分チェックする必要があります。

(3) 爆風逃し口

ごみ機の屋根には、危険物が投入され爆発した場合、爆風圧を速やかに逃すための爆風逃し口を設けます。

この爆風逃し口は、爆風圧によって速やかに開放すると共に、爆風逃し口が飛散して二次災害を生じないようにする必要があります。また、時として、破砕ごみの破片等が爆発によって飛散し、作業員が負傷した事故も報告されています。ごみや機械部品等の破片が、開放された爆風逃し口より飛散しないよう、目の細かな網やネット等を設けることも必要です。設置場所としては、破砕機ごみ投入口からの爆風が直接あたる部分及び破砕機直上附近に設け、安全な方向（空に向かって）に爆風を開放します。爆風逃し口の大きさは、破砕機の能力によって変わりますが、極力大きい方がよく、マシンハッチとの兼用で必要面積を確保することも一案です。

また、爆風逃し口はできるだけ低い圧力で開放されるのが望ましいですが、強風による開放を避けるため、圧力 0.15t/㎡（1.5kPa）程度の開放圧力で計画することが望まれます。

主要材質別にその形状の例を以下に示します。

- キャンバス製、ウレタン製等のもの
  爆風逃し口は飛散するが、飛散しても二次災害が生じないよう、帆布及びスポンジ等で構成されたもの。

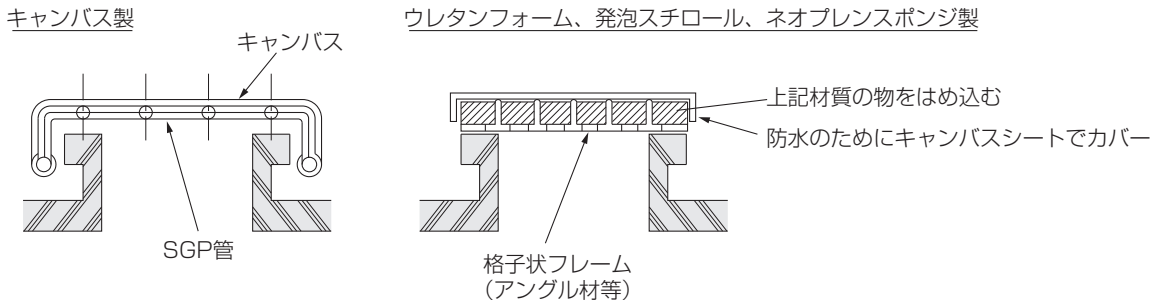


図5.5.14.1　キャンバス製、ウレタン製等の爆風逃し口

- 鋼板製のもの
  爆風逃し口は鋼板製ヒンジ方式とし、爆風圧で開口しても飛散しない構造のもの。

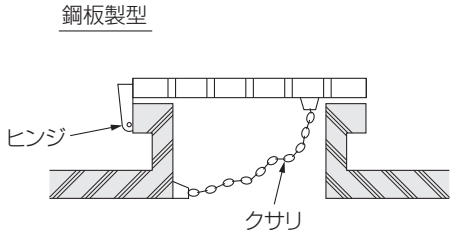


図5.5.14.2　鋼板製の爆風逃し口

• 開閉弁構造のもの
爆風逃し口が開閉弁の構造をしており、爆発と同時に爆風圧とスプリングにより速やかに開放する構造のもの。

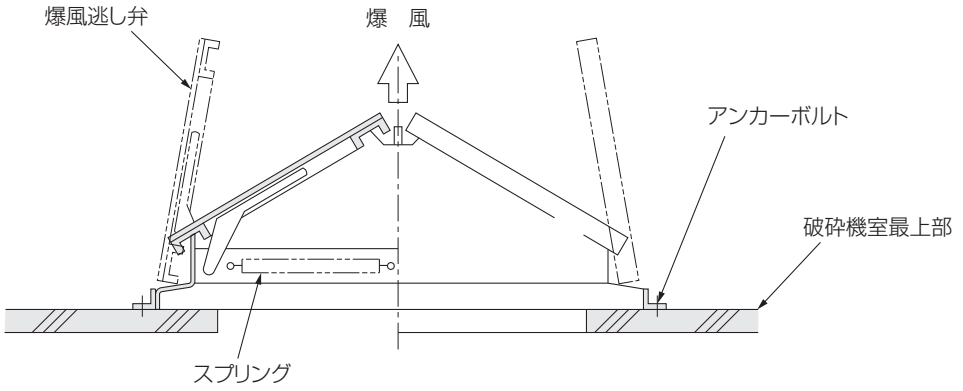


図5.5.14.3　開閉弁構造の爆風逃し口

5.15 消火設備

●第一に、法規制に従って、消火設備等を設けるのが基本。
●その上で、施設の特殊性を考慮して、法規制以上の対策を建物やプラント設備に講じる。

消火設備は、火元を早く検知し、効率よく、安全に消火するために設けられています。

まず、第一に、建築基準法や消防法の規制[注)]に従って消火設備等を設置するのが基本です。

その上で、ごみ処理施設の特殊性を考慮して、法規制以上の消火設備等を建物やプラント設備に附加して対策を講ずることが望まれます。

注）建築基準法、消防法に従って計画する項目と設置する建築設備側の消火設備等については、各監督官庁と事前に協議する必要がありますが、その項目リストについては、表 2.5.15.1 に概略を示しますので参照願います。

表 2.5.15.1　建築基準法、消防法に従って計画する項目と設置する建築設備側の消火設備等

建築基準法

項　　目
防火区画
内装の制限
非常用進入口
排煙設備
非常用の照明装置
避雷設備
換気設備

消防法

項　　目
防火対象物の指定
無窓階
屋内消火栓設備
スプリンクラー設備
泡消火設備
二酸化炭素消火設備
ハロゲン化物消火設備又は粉末消火設備
水噴霧消火設備
屋外消火栓設備
自動火災報知設備
消防機関へ通報する火災報知設備
非常警報設備
避難器具
誘導灯設備
消防用水
連結散水設備
連結送水管設備

注）計画に当たっては、追加、変更、削除等を確認し、最新のものを反映すること。

以下に、消火設備計画上の要点を示します。

1）感知器等や消火設備の適正配置

ごみの貯留部分（ごみ貯留ピット、ごみ貯留ヤード）や破砕機部、コンベヤ部等火災発生の可能性の高い所には、必要数設置します。

建築設備としても感知器等や消火設備を法規制に従って必要個数配置しますが、施設の特徴や、機械の配置と機能を考慮して、施設全体としての適正な防火システムを構築するように計画します。

このような観点から、法規制による一般的な消防用設備の他に、主要な場所には、次のような対策を講ずることが望まれます。

表 2.5.15.2　消防用設備の他に主要な場所に行う対策

設　備　名	感　知　手　段	消　火　設　備　等
受入設備 ・ごみ受入ヤード ・ごみピット	・ＩＴＶ ・炎感知器 ・温度感知器、熱感知器 ・煙感知器 ・目視確認（収集車内ごみ）	・屋内消火栓 ・放水ノズル ・散水装置 ・発火危険物の取り出し
破砕設備 ・破砕機	・ＩＴＶ ・炎感知器 ・温度感知器・熱感知器 ・煙感知器	・散水装置 ・屋内消火栓 （破砕機室の出入り口付近（外部）に消火栓箱等を設ける）
搬送設備 ・破砕物搬送コンベヤ	・ＩＴＶ ・炎感知器 ・温度感知器・熱感知器 ・煙感知器	・散水装置 ・消火器 ・屋内消火栓
貯留設備 ・破砕物貯留ホッパ ・破砕物貯留ヤード	・温度感知器・熱感知器	・散水装置 ・屋内消火栓

2）消火設備の設置場所の表示

中央制御室等に、消火器等の消火設備の配置図を常備しておき、日常の管理はもとより、火災等の発生時にも迅速かつ円滑に対処できるようにします。

既設施設の事故対策

Section

6

6.1 既設施設の対策の考え方

- ●事故の発生や施設の老朽化、ごみ質の変化等に伴い、施設の事故防止対策の評価見直しと対策が必要。
- ●対策はハードに偏ることなく、ソフト面での対策も含めて総合的な見地から行うことが大切。
- ●最も重要で効果的な対策に、重点的な予算配分を行うことが大切。
- ●既設施設での安全対策も基本的には、施設初期計画段階と同様。

既設施設の場合は、立地条件や設備規模、また施設の新旧により、防火設備や防爆設備に大きな差が見られます。特に 20 年以上前に建設された古い施設では、防火対策や防爆対策等が十分でないことも多くあります。

また、容器包装リサイクル法や家電リサイクル法の施行、住民の生活様式の変化、新たに排出されるようになってきた処理危険物の発生に伴って、ごみの性状が変わってきつつあり、これが、事故の危険性や発生の可能性を増大させることも考えられます。

事故が発生すると、人身事故や施設の損傷、長期間にわたるごみ処理の停滞等、最悪の事態に陥ることも少なくありません。そして、施設やその運用方法等に、事故が発生するための何らかの問題点があったと考えなければなりません。

従って、事故対策は、今まで事故がなかった施設においても、火災や爆発事故発生のリスク評価と設備の見直しを行い、防火や防爆に対する設備改善計画を立案して、段階的に整備するなど、積極的に行うことが大切です。

このような既存のごみ処理施設の防火・防爆対策を考える場合、次のような視点が考えられます。

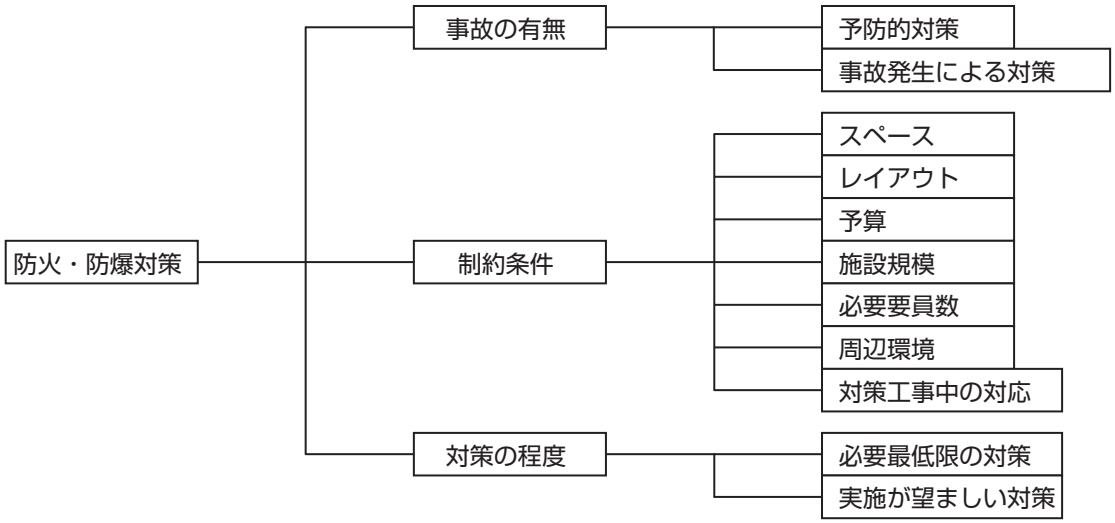


図 2.6.1.1　既設施設の事故対策の視点

事故防止対策は、技術面の対策に偏りがちですが、収集システムやごみ投入前の事前選別の確立、普段からの機器の点検、整備の徹底、消火訓練の実施、対応マニュアルの整備、周知徹底等、施設運営方法であるソフト面の対策とも併せて総合的に行い、事故発生の可能性を低くすることが必要です。

これまでの運用方法を最良と考えず、視点を変えた確認、検討、対策を実施することが大切です。

従って、最新の設備の施設であっても、ハードに偏ることなく、以下に示すような施設運用面での対策を強化することは非常に重要です。この中でもごみ投入までに受入ごみのチェックをすることは最も効果のある防火、防爆対策です。

(1) 受入ごみのチェック（危険物の発見・除去）
(2) 操業中の監視体制の強化
(3) 作業終了時の点検・清掃及び予防的防火散水
(4) 機器や設備の定期点検
(5) 定期的な防火訓練
(6) ごみの排出方法に関する市民啓蒙

1）対策の程度

対策の立案にあたっては、必要最低限の対策に加えて、施設の状況に応じた実施が望まれる効果的な対策を行うことによって、十分な防火・防爆効果を確保できるようにしなければなりません。

(1) 必要最低限な対策

設置スペースが小さく、コスト面でも低廉でかつ操業運転に殆ど支障を及ぼさない程度の対策として、受入ごみの危険物チェックシステムや、破砕後のコンベヤ部の消火散水設備、ピット内の湿潤と換気、各検知器（煙、温度、炎、可燃性ガス）の設置等があります。

被害の極小化対策としては、消火設備の再検討、爆風逃し口の見直し、破砕機室の出入口扉の強化等があげられます。

(2) 施設の状況に応じて実施が望ましい対策

希釈空気吹込式や水蒸気吹込式等の防爆装置を破砕機に設けることは、改造の規模は大きいですが、長期的に大きなメリットがある対策といえます。このような対策には、この他、貯留ピットの火災監視装置と自動放水システムの設置があげられます。

被害の極小化対策としては、発火防止対策としての破砕後のコンベヤ部への散水装置の充実、可燃性ガスが局所的に滞留するのを防止するための建屋内の換気設備の整備等があげられます。

2）制約条件下における対策

既設のごみ処理施設に事故防止対策を行うとすると、種々の制約条件があることに気付かされます。

このような制約条件として、施設内及び敷地内スペース（特に破砕機室のスペース)、レイアウト(機器配置及び運用動線の確保)、予算、施設規模、必要要員数（作業工数、人員増加の有無)、周囲環境（公害対策)、改造工事期間中のごみ処理の停滞（施設運営方法）等が想定されます。これらの制約条件の下で、最適の対策案を選定し、改造工事を行う必要があります。

(1) スペース上の制約

- スペースに比較的無関係にできる対策
  各検知器（煙、温度、炎、可燃性ガス）、消火散水設備の設置
  地下部強制換気装置（ブロワは低圧で良い）

- スペースが狭い場合の対策
  希釈空気吹込式や、水蒸気吹込式等の防爆装置を採用するのが平面的に困難であっても、ブロワ等を架上式にするなど立体的に設備できるかどうかを検討する必要があります。
  また、集じん設備等は、機能面や公害対策面から考えると、屋内設置にこだわらず、屋外の空きスペースを利用するのも良いと考えられます。

- その他
  種々の対策において、配管やダクトスペース等の検討が不十分なため、運用時に配管やダクトの閉塞、メンテナンスができないなどの問題が発生し、防爆装置の機能が低下したり、停止したりすることもありますので、事前に十分チェックする必要があります。

(2) レイアウト上の制約

ごみ処理施設では、レイアウトを変更することはまず不可能です。しかし、供給側、搬出側に機器を追加することは可能です。例えば、ごみピットやごみ供給コンベヤ（受入ホッパ）前に、危険物除去用の低床エプロンコンベヤを設置して、事故防止対策を行うこともできます。

(3) 予算上の制約

予算的な制約がある場合は、年次計画と重点的な対策の実施で対応できます。予算面で可能な対策で、問題が深刻で効果が期待できるものから順に、年次計画に基づいて、順次計画的に改善されるよう配慮して下さい。

(4) 施設規模上の制約

ピット内換気や可燃性ガス検知器、火災感知器等は、規模の大小によらず設置する必要があります。破砕機の防爆対策は施設規模の大小により考え方が異なります。

①大規模施設の場合

施設規模が 50t/ 日以上のプラントでも、受入ごみの事前チェックは最も効果が高い手段であるため、収集形態の改善と併せて、検討をする必要があります。しかし、ごみに混入した危険物が見落とされて破砕機に投入される恐れがあるため、水蒸気吹込式防爆装置を設け、破砕機内を不活性雰囲気にして爆発の可能性を少なくすることも有効な手段です。

水蒸気吹込式は、ボイラ等の水蒸気発生源、燃料タンク、蒸気配管、保温工事、酸素濃度計を始めとする計装機器等の追加機器が必要です。また、破砕機室内が高温多湿になるため、電気設備の耐熱対策、結露防止対策が必要となります。

防爆対策として効果のある水蒸気吹込式防爆装置を配備している施設においても、その防爆機能は絶対的なものではありません。

②小規模施設の場合

受入ごみの事前チェックが比較的容易です。事前チェックがきちんとできることを前提にすると、チェックにもれる危険物は、小型で少量と考えられ、破砕機内に放出される可燃性ガスも爆発限界域以下の比較的少量と推測されます。従って、水蒸気吹込式に比較すると信頼性は落ちますが、改造工事費が比較的低廉な希釈空気吹込式防爆装置が現実的です。

しかし、集じん機側とのバランスが必要であるので、吹込装置の設置に応じて集じん装置側の増強も求められ、設置スペースの確保や電気設備等を考慮した計画が必要です。

(5) 必要要員数（作業工数）

①運転要員が増えない対策

希釈空気吹込式防爆装置、可燃性ガス検知システム、地下部強制換気装置、貯留ピットや破砕後のコンベヤ部の炎感知器や消火散水装置等は、要員数が増えずに改善可能な対策です。

②運転要員が増える対策

プラットホームでの受入ごみからの危険物の展開除去方式や水蒸気吹込式防爆装置（ボイラの管理に人手が必要な場合等）は、一般的に他の方式より多くの要員が必要ですが、大きな防爆効果を期待できます。

(6) 周辺環境への影響

防火・防爆対策を行うことによって、直面している問題は解消し、深刻さは減少します。しかし、これらの対策によって、二次的な公害を発生することがあります。対策を計画する場合には、このような二次的な問題を発生させないように考慮しなければなりません。

例えば、希釈空気吹込式の集じん装置の完備、ブロワや水蒸気吹込式防爆装置用ボイラの排ガス規制の遵守や騒音規制等があげられます。

(7) 改造工事中の問題

改造工事にあたっては、施設休止期間の短縮化と安全作業の確保が最も重要な事項となります。

このため改造工事中は、溶接やガス切断等による火花発生が避けられず、設備の養生が必要となりますので、運転しながらの工事は、安全性が確保できる場合以外は避けるべきです。また、施設が休止している夜間にのみ工事を行うなどの断続的な工事方法も、無理を生じがちであり、安全管理や作業効率の面で好ましくありません。

即ち、既存施設の解体・改造を最小とし、更にプレハブ化を図り、現地工事量と工事期間を最小限に留めるための綿密な設計と工事計画が求められることになります。

また、改造工事中には一定期間施設を停止する必要がある場合には、その間のごみの処理については、住民や周辺自治体の協力が必要となりますので、十分な検討、計画、説明が必要です。

6.2 予防的防火・防爆対策

●まず、施設の火災事故や爆発事故が発生拡大する可能性についてリスク評価する。
●最近の事故例や傾向等を分析して、総合的に対策を立案する。

施設の老朽化やごみ質の変化に伴って、事故発生の可能性は高くなります。このため、火災や爆発事故を予防するための対策を行うことになります。

予防的な事故対策は、自施設の設備毎に事故発生のリスクと事故拡大のリスクを、評価します。評価は、施設の防火・防爆設備の程度や収集運搬システム、施設の運用システム等によって行います。評価によって現れた弱点に対し、対策を立案します。立案にあたっては、最近の事故の傾向や事故例とその対策等も参考にします。

事故発生と拡大のリスク評価 → 対策案の立案

（参考）• 設備の程度
• 収集運搬システム
• 施設の運用システム
• 危険物の混入の程度

ごみ処理施設の火災事故原因には、爆発事故に起因するもの以外に、爆発に起因しない火災事故があり、近年は事故発生件数の半数を超えています。火災事故の発生場所の調査結果では、ごみ貯留ピットと破砕機・破砕後のコンベヤ部の合計が火災発生件数の 60％を占めています。

この原因について大半は不明となっていますが、調査結果から下記の点が考えられます。

①不燃ごみ、不燃性粗大ごみでも、プラスチック等の可燃分を多く含む複合製品が多くなっている。
②着火器を有するストーブ、コンロ等や使い捨てライターの普及で、着火源を持つごみが増えてきている。
③スプレー缶やカセットボンベ等可燃性ガスを使用した商品の普及や、石油ストーブのタンクの中身が残ったものが混入している。
④破砕時に発生する火花や破砕後の過熱金属片が発火源となっている。
⑤自己発火性のあるリチウムイオンを使用した電池が普及してきている。

ごみ貯留ピットで火災が発生すると、ごみの貯留量が多いため、火災規模が拡大する傾向があります。また、破砕機内での可燃性ガス等の爆発や破砕時の火花、過熱鉄片の発生によって破砕機や後続のコンベヤ等での火災事故も多く発生しています。

従って、予防的に既設施設の防火・防爆対策を行う場合、まず、破砕機の防爆対策と共に、受入設備の貯留ピット部と破砕機部、破砕後のコンベヤ部の防火対策を重点的に考えることが望まれます。100t/ 日を越える大型の施設では、破砕後のコンベヤ及び貯留ピットでの火災が多く、30 ～ 70t/ 日の中規模施設では、破砕機と貯留設備での火災事故が多いことも対策を考える上で考慮すべき事項です。

この場合、煙検知器、熱感知器、炎感知器等の内、適切なものの併用設置と散水設備の設置が望まれます。散水装置については、使用水量に見合う水源確保の検討が必要です。特に大規模施設の貯留ピットでは、赤外線カメラを使用した高性能な火災検知システムやこれらのシステムと連動した自動消火システムの設置も考えられます。

また、貯留ピットに投入扉を設けている施設では、火災発生時の停電対策として、投入扉の動作方式の多様化（電動、油圧、水圧、手動）が望まれます。さらに、クレーン操作室や中央制御室が貯留ピットに面して窓がある場合は、防火シャッターの設置も検討する必要があります。

図 2.6.2.1 に横型回転破砕機の散水設備の例を、また図 2.6.2.2 に竪型回転破砕機の散水設備の例を示します。

このような重点的な防火･防爆対策は、比較的少ない予算で、大きな効果が期待できます。このため、限られた予算の中で対策を行わなければならない大多数の施設においては、有効な考え方と言えます。

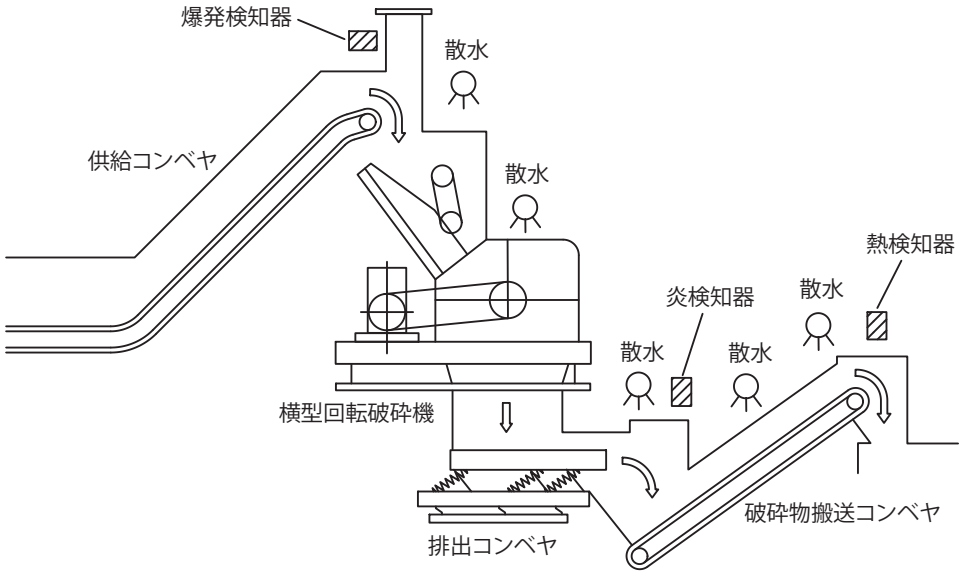


図 2.6.2.1　横型回転破砕機の散水設備の例

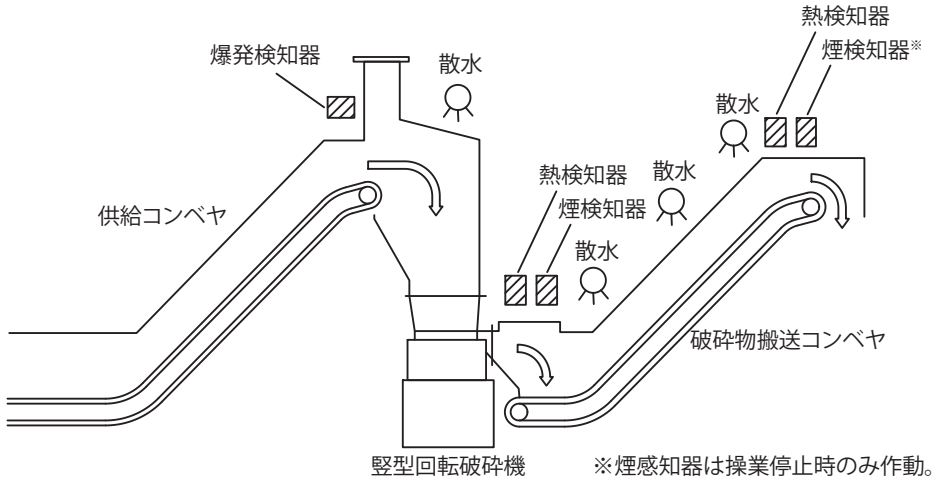


図 2.6.2.2　竪型回転破砕機の散水設備の例

6.3 運用上の対策

- ●機器類の取付などのハードウェア面の防火・防爆対策だけではなく、施設の運営方法等のソフトウェア技術面の対策は、制約条件が少なく、対応しやすいうえ効果が大きいので、第一に検討が必要。
- ●現状の施設の運用方法が最善の方法ではないという観点から見直しを行うことが大切。

既設施設での対応の場合、スペースやレイアウト、予算等の制約条件があり、ハードウェア面による効果的な対策を全て実施することができません。そのような場合でも、収集システムや施設運営方法等のソフトウェア技術面の対応は比較的制約条件が少ないものです。以下には、そのようなソフト技術面で特に効果がある対策について紹介します。

①受入ごみを人手で確認し危険物の除去作業を行うことが、火災・爆発事故を未然に防ぐには最も効果のある対策です。処理ラインに危険なものを投入しないことで、事故や機器の故障の発生を低減することができます。特にごみの搬入量が通常時よりも多い時には、過去のごみ処理量の実績から人員を増員して見過ごしが発生しないようにすることが重要となります。

②ＩＴＶカメラ及び人手により機器、処理ラインの異常の有無の監視を行い、事故の早期発見に努めます。事故を発見した場合の対処方法を施設運営員に浸透させるために、対応マニュアルの整備、定期的な勉強会、訓練等を行うことがいざという時に生きてきます。

③処理終了時には、処理ラインの空運転を行い、処理ライン上にごみが残らないようにすると共に、予防的散水を行うことで火災を防止します。また、処理ライン停止時の終業点検時には、機器内部のごみの残留、機器の異常の有無等を確認することが、防火対策となります。

④機器や設備の定期点検は大変重要ですが、防火、防爆対策のために設置されている各検知器（煙、温度、炎、可燃性ガス等）や消火散水設備は異常時に確実に作動するように保守・点検することが最も重要です。定期点検予定表に基づいて、作動確認を確実に行うことが大切です。

⑤屋内消火栓や消火器を設置し、初期消火を確実に行うためには、その設置場所、設置器具、操作方法を熟知することが重要です。そこで、定期的な消防訓練を実施し、各設備の使用方法の習得、異常時の連絡方法の確認、避難経路の確認を行うことが大切です。

⑥住民から排出されるごみの分別状況を確認し、処理不適物や危険物の混入がなくなるように、継続的に啓発活動を行うことが大切です。事故の発生の危険性や住民生活への影響をアピールすることも必要です。

6.4 設備機器の維持管理

- ●既設の防火・防爆設備が適正に作動するように日頃からの保守・点検実施が重要。
- ●設備の予防保全も大切であり、老朽化した設備の更新を計画的に実施することが必要。
- ●施設の長期延命化に伴い、防火・防爆を含む安全対策を重視し、効果的防火・防爆設備の方式、各設備の新機種の導入検討も重要な方策。

保守、点検とは、適切な時期に作動試験を行い、必要な部品交換等を行うことによって設備性能の劣化と故障を未然に防ぎ、常に正常な状態で施設を稼働させるために行うものです。

そのために日頃からの保守、点検の実施が大変重要で、防火・防爆設備については重点的に保守、点検を行い、記録に残しておく必要があります。

特に重要な防火・防爆設備の点検項目について、表 2.6.4.1 に示します。

表 2.6.4.1　防火・防爆設備点検整備表（例）

※法定点検周期とは異なります。

点検箇所	点検項目	点検周期※
可燃性ガス感知器	定期点検整備	1 年
炎感知器	作動確認	3 ヶ月
熱感知器	作動確認	3 ヶ月
煙感知器	作動確認	3 ヶ月
温度センサー	作動確認	3 ヶ月
酸素濃度計	定期点検整備	1 年
爆発検知器	作動確認	3 ヶ月
消火散水ノズル	作動確認	3 ヶ月
破砕機室扉センサー	作動確認	3 ヶ月

これらのセンサーは平常時には作動することがないために、定期的に保守、点検を行うことにより、設備の性能低下、故障等を未然に発見することができます。それら定期点検の結果をもとに、計画的に設備更新を行い、防火・防爆対策設備を常に万全に保つことが必要です。

また、計画的に設備更新を行う中で、既設設備よりも性能の向上したセンサー類についても調査、検討を行うことが必要です。性能の向上により、施設の安全性の向上、維持管理費の低減、保守・点検の容易化等のメリットがあります。

各施設の稼動年数、稼動状況に応じてこれまで行ってきたやり方を再確認し、安全性を向上させるために柔軟な考えと、新たな視点で対応することも大切です。

6.5 事故発生時の対策

●事故発生の真の原因を究明して、本質的な対策を行うことが大切。
●直接的な事故対策だけでなく、併せて、予防的な事故対策も考慮する。

ごみ処理施設で事故が発生した場合、その原因分析を行い、対策を立案します。

事故対策を立案するには、単に表面的な事故原因だけでなく、2段階、3段階と事故原因を遡って根本的な原因を掌握して、真に必要な対策を実施することが大切です。また、これを契機として、総合的に事故対策を見直し、予防的な事故対策も併せて実施することも忘れてはなりません。

ごみ処理施設における火災・爆発事故の場合、原因が不明である場合も少なくありません。

これは、ごみ処理施設に搬入されるごみは大量かつ雑多であり、すべてをチェックすることは困難であり、また火災による燃焼や爆発により証拠が残りにくいためです。従って、火災や爆発の状況から総合的に判断し、火災や爆発の原因を推定することも行わなければなりません。

ごみ処理施設の火災・爆発事故の原因として特徴的なものは、下記のようなものが挙げられます。

(1) 火災

①搬入ごみ自体に関わるもの（発火源を持つ搬入ごみ（バッテリー、マッチ、ライター、スプレー缶、電池等）の混入）
②破砕機に関わるもの（破砕により発生する火花や摩擦により加熱された金属類によるもの）
③施設運営に関わるもの（点検、清掃が不十分により必要な設備が機能しなかったり、埃等の可燃物に発火源より引火）
④アクシデントに関わるもの（機械の故障、予期せぬごみの混入等によるもの）

(2) 爆発

①搬入ごみ自体に関わるもの（爆発危険物（カセットボンベ、スプレー缶、可燃性ガス等）の混入）
②破砕機・設備に関わるもの（防爆装置の有無、処理フローの防爆に対する配慮の有無）
③施設運営に関わるもの（受入ごみからの異物、危険物の除去作業、設備、機器の点検、確認の徹底）
④アクシデントに関わるもの（機械の故障、予期せぬごみの混入等によるもの）

一般的にこれらの火災・爆発原因に対して、設備別には、次のような防火・防爆対策がとられています。詳細については、§5に記載されておりますので、そちらを御参照ください。

受入ごみ選別装置 ―― 人手による搬入ごみの確認、処理不適物・危険物除去

ごみ貯留ピット・受入ヤード
- 散水ノズルの増設
- 感知器との連動による散水
- 火災感知器、煙感知器等の設置
- 監視モニタ等の監視設備の改善

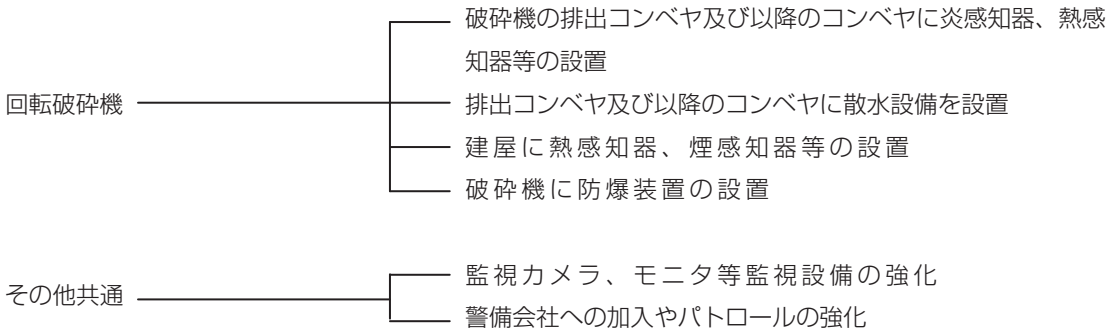


表 2.6.5.1 に、ごみ処理施設における火災事故の原因及び事故後の対策の事例を示しておきます。

表 2.6.5.1　ごみ処理施設における火災事故の原因及び事故後対策

No.	発火場所	原因	事故後の対策
1	ごみ貯留ピット	不明	・貯留ピットへの散水ノズルを増設 ・火災検知信号による自動放水 ・貯留ピットに面する操作室に防火シャッターを設置
2	ごみ貯留ピット	バッテリーからの引火	・温度検知器による監視及び散水装置の設置 ・貯留ピット天井部に熱検知器設置 ・貯留ピット部にスプリンクラー設置 ・警報装置設置 ・焼却炉側操作室に監視モニタを設置
3	破砕機	金属屑の摩擦熱	・破砕物搬送コンベヤに炎感知器設置
4	破砕機モータ盤	ダスト堆積	・月１回の点検清掃の徹底
5	破砕物搬送コンベヤ	不明	・建屋に熱感知器、煙感知器設置 ・警備会社に加入
6	破砕物搬送コンベヤ	破砕により赤熱した金属	・コンベヤに消火散水装置設置 ・監視用ＩＴＶ増設
7	鉄分コンベヤ及び 鉄分貯留バンカ	破砕時の摩擦熱で引火	・モニタの追加、カメラの場所変更 ・メンテナンス用照明の追加 ・定期パトロールの実施
8	可燃物搬送コンベヤ	破砕時の摩擦熱で引火	・破砕機排出口、振動ふるい、搬送コンベヤに散水設備設置
9	可燃物搬送コンベヤ	破砕時の摩擦熱で引火？	・建屋に火災報知器設置
10	アルミ選別機投入コンベヤ	破砕により赤熱した金属〔蒸気防爆施設〕	・施設停止後のパトロールを実施
11	プラスチック搬送コンベヤ	プラスチック減容機による過熱	・減容機に散水ノズル設置（検知器と連動）
12	プラスチック減容機室	温度センサーの故障	・搬送コンベヤを鋼製に変更（常時散水） ・ヒータ温度検出部を二重化
13	破砕後ごみピット	花火が混入したと推定	・搬送コンベヤの散水ノズルを増設

防火と防爆対策の実際

第２編 **実務編**

法規制

Section

7

7.1 建築基準法と消防法の関係

●建築基準法は、建築構造や建築設備等の建築物の規制を行っている。
●消防法は、消防設備に関して、建築基準法に優先し、詳細に規定している。

現在、日本において、個々の建物側と設備側の防火に関する規制は、主として建築基準法と消防法という2つの法体系によって行われているといっても過言ではありません。

そこで、まず建築基準法と消防法の関係等、その概要について述べるとともに、建物側や設備側の規制概要等について説明します。

建築基準法と消防法の関係を端的に述べると、建築基準法は言わば建築物の安全確保を、一方、消防法は個別のものや事柄に対する安全確保を行っているものであり、両方が相まって総合的に安全を確保する関係にあるといえます。

例えば、建築基準法を建築物等に関して建築構造や建築設備に関する一般的な規制を行う「一般法」と位置づけると、消防法は消防設備に関して建築基準法の「特別法」としての性格を有しており、消防設備に関して消防法は、建築基準法に優先します。つまり、建築基準法の中で「消火設備」という用語が使われていますが、その「消火設備」自体の詳細について、建築基準法上では特に定めはなく、設置対象や技術基準等の詳細は消防法令の中で詳しく規定されています。

また、消防法では、先に述べた建築基準法で技術基準が定められていない消火設備も含めて消防設備全般についての規制を行うほか、建築基準法にはない部分での、カーテン・じゅうたん等の防炎規制、危険物規制、さらには防火管理制度といったソフト面にもわたる各種規制も行われています。

次に、ごみ処理施設における建築基準法と消防法の関係について、例をあげて述べることにしましょう。建物内部にボイラ室を設置する場合、例えば準耐火建築物とすれば、内装材料を準不燃材にすることが建築基準法によって求められます。一方、消防法では、床面積が200平方メートル以上の場合は、不活性ガス消火設備、ハロゲン化物消火設備もしくは粉末消火設備等の設置が義務付けられています。このように建築基準法ではボイラ室以外への延焼拡大を防止するとともに、消防法では、さらにボイラ室が広くなった場合に、消火設備を設置させることによって火災の局所化を図るようになっています。

また、建築基準法に従って防火区画する場合で、スプリンクラー設備等の自動消火設備が設けられている場合は、区画すべき面積が緩和されます。

油圧機器の作動油等、危険物の取り扱いに関しては、建築基準法では都市計画法に基づく用途地域ごとに数量等の制限が行われており、工業専用地域と工業地域以外の地域にあっては数量に応じて建築制限を行っているとともに、一定数量以上の危険物を貯蔵したりする場合は耐火建築物又は準耐火建築物にしなければなりません。このことにより住民等への人的被害等の影響をマクロな面で局限化しようとしています。一方、消防法では、個々の危険物の貯蔵取扱いごとに安全性を確保しようとしており、実際には、消防法第10条に定める危険物の規制（位置、構造、設備、貯蔵取扱い）を受け、市町村長等の許可が必要です。

このように建築基準法と消防法は互いに密接な関係を持ちながら、相乗的に安全を確保しようとしているのです。

7.2 建物構造面における防火に係る法規制

●建築基準法は、下記の目的のため、建築構造の規制を行っている。
　―火災の拡大抑制と人命の安全確保。
　―火災によって建物が簡単に倒壊や市街地大火に発展しないこと。
●建築基準法による構造面の規制項目は、以下のとおり。
　―構造制限、内装制限、防火区画、階段、避難階段、屋外への出口。

建物構造面での法規制については、主として建築基準法令において規制が行われています。

建築基準法が目的とするところは、「火災を発生させない」といったことではなく、第1には、火災が発生した場合に急激に火災が拡大することを抑制して人命の安全確保を最優先としていることです。第2には火災が発生・拡大しても簡単に建物が倒壊したり、市街地大火に発展することを防止することであると言われています。

その規制項目としては、広義の防火（防火と避難）に関する項目として、耐火建築物や準耐火建築物等といった建物構造に係るもの、あるいは階段・廊下・出入口等といった避難施設、防火区画、外壁に設けられる開口部や内装制限等、建物側における規制です。

これらについては、建物・施設の用途、建物構造、面積（延べ面積、階の床面積、用途に供される部分の面積）、階数、建築基準法上の無窓の居室（有効な開口部を有しない居室をいう。）、歩行距離、火気使用室、有効採光面積等の状況に基づいて規制されています。

次に、ごみ処理施設における規制内容としては、表 2.7.2.1 に掲げる建物側に係る規制が及びます。

ところで、防火区画については、前述のように建物形態・規模によって防火区画することが求められる場合があるほか、建築基準法上、排煙設備の設置義務免除を受けるための条件として防火区画をする場合があります。また、逆に内装制限をすることにより、区画すべき面積が緩和されるようになっており、各規制項目間での関連についても留意する必要があります。

表 2.7.2.1　建築基準法によりごみ処理施設に及ぶ建物構造規制

項　　目	規　制　対　象
構造制限	○耐火建築物としなければならないもの • 防火地域内で、階数 3 以上又は延べ面積 100㎡を超える場合 • 準防火地域内で、階数 4 以上又は延べ面積 1,500㎡を超える場合 ○耐火建築物又は準耐火建築物としなければならないもの • 防火地域内で、階数 2 又は1、かつ延べ面積 100㎡以下の場合 • 準防火地域内で、延べ面積 500㎡を超え 1,500㎡以下のもの
内装制限	○階数 3 以上の場合 ○床面積が 50㎡を超える居室で、排煙上有効な開口部を有しない場合 ○作業室等で、採光上有効な開口部を有しない場合 ○延べ面積 1,000㎡を超える場合 ○火気使用設備・器具を設ける場合
防火区画	○面積区画（一定面積以下に防火区画すること）が必要な場合 • 主要構造部を耐火構造としたもの又は準耐火建築物で延べ面積が 1,500㎡を超えるもの • 準防火地域内で、法の規定に従って準耐火建築物としたもので、延べ面積が 500㎡を超えるもの • 11 階以上の部分で、各階の床面積の合計が 100㎡を超えるもの ○竪穴区画（階段、吹抜き他の竪穴を防火区画すること）が必要な場合 • 主要構造部を耐火構造又は準耐火構造とし、かつ、地階又は 3 階以上の階に居室があるもの
階　　段	○すべて（階段及びその踊場の幅は、75㎝以上とすること） ○すべて（階段のけあげの寸法は 22㎝以下、踏面の寸法は 21㎝以上とすること）
直通階段の設置	○避難階（直接地上へ出られる出口のある階）以外の階に居室を有する場合（居室から階段までの歩行距離を基準に適合するよう直通階段（避難階に誤りなく容易に到達できる階段）を設置すること）
2 以上の直通階段	○ 6 階以上の階でその階に居室を有する場合
避難階段の設置	○ 5 以上の階又は地下 2 階以下の階に通ずる場合（避難階段又は特別避難階段とすること） ○ 15 階以上の階又は地下 3 階以下の階に通ずる場合（特別避難階段とすること）
屋外への出口	○すべて（避難階において、階段から屋外への出口までの距離を基準に適合させること） ○避難階において、避難上有効な開口部を有しない居室を有する場合（当該居室の各部分から屋外への出口の一に至る歩行距離を基準に適合させること）

注：上記の表は、一般的なごみ処理施設を想定して、これに及ぶ建築基準法上の規制内容について記したものである。

7.3 設備面における防火に係る法規制

- ●消防法で規制対象となる消防用設備は、以下のとおり。
  - ―消火設備:消火器、屋内消火栓設備、スプリンクラー設備、水噴霧消火設備等、屋外消火栓設備、動力消防ポンプ設備
  - ―警報設備:自動火災報知設備、漏電火災警報器、消防機関へ通報する火災報知設備、非常警報器具、非常警報設備
  - ―避難設備:避難器具、誘導灯、誘導標識
  - ―消防用水
  - ―消火活動上必要な施設:連結散水設備、連結送水管
- ●建築基準法で規制対象となる設備は、以下のとおり。
  - ―排煙設備、非常用の照明設備、非常用の進入口、中央管理室
- ●消防設備と他の設備や機器との接続や兼用は、原則的には認められていないが、条件によっては特例も可能。

消防法では、各種の消防設備については法令上「消防用設備等」という用語を用い、消防法施行令の別表第一において分類されている建物・施設の用途、建物構造、面積（延べ面積、階の床面積、用途に供される部分の面積）、階数、消防法上の無窓階（避難上又は消火活動上有効な開口部を有しない階をいう。）、収容人員、火気使用設備、電気設備等により規制されています。一般的にごみ処理施設では表 2.7.3.1 に掲げる消防用設備等に係る規制が及びます。

ごみ処理施設については、消防法施行令の別表第一では 12 項(イ)の「工場・作業場」もしくは、15 項「前各項以外」の防火対象物に該当するものと考えられます。したがって、この用途と当該施設規模等に応じて消防用設備等の設置義務が生じることになります。ただし、市民に開放する啓発施設等を併設する場合、当該用途部分の内容や規模によっては消防用設備等の規制等も強化される場合があるので注意しなければなりません。

また、ごみ処理施設において外壁部に水圧開放装置付きシャッターが設けられている場合があります。これは先に述べたように、消防法上、避難上又は消防活動上有効な開口部を有しない「無窓階」に該当した場合には消防用設備等の規制がさらに強化されるようになっていますが、特に外壁開口部が一般的に少ない場合にこの水圧開放装置付きシャッターを設け、基準以上に「避難上又は消防活動上有効な開口部」を確保することで、設備規制の強化から回避することが可能となります。

なお、危険物施設に該当する場合は、消防法に関しては先に述べた消防用設備等の規制の代わりに、別途、危険物施設としての消火設備・警報設備・避難設備をはじめ、防火に関係する設備規制等を受けることになります。

ところで、消防法令で定める消防用設備等と他の設備や機器等との接続や兼用等は原則的には認められていませんが、消防法施行令第 32 条では、各市町村の消防長又は消防署長が防火対象物の位置、構造及び設備の状況から判断して消防法令上の消防用設備等の基準によらなくても支障がないと認める場合や予想しない特殊な消防用設備等その他の設備を用いることにより同等以上の効力があると認めるときは法令上の規定を適用しないという「基準の特例」も定められています。

例えば、ごみ処理施設のプラント側に設置される、法令の規定によらない設備に関して、プラントの検知システムを消防法に基づいて設置される自動火災報知設備に接続したり、あるいはプラントの消火設備を消防法令に基づく消火設備の水源、ポンプ、配管等と兼用したりする場合において、この消防法施行令第 32 条の規定の適用を受けることができるかどうかについては、その接続状況、使用する各機器の内容や消防用設備等への影響等についても検討を必要とします。

次に、建築基準法では、排煙設備、非常用の照明装置、高層建築物における非常用の昇降機（非常用エレベーター）や3階建て以上の建築物における非常用の進入口といった、直接、避難や消防活動に関係する建築設備に係る規制を行っていますが、例えばごみ処理施設では表 2.7.3.2 に掲げる建築設備に係る規制が及びます。

表 2.7.3.1　消防法によりごみ処理施設に及ぶ設備規制

単位（㎡）

<table>
<tr><th colspan="4">消防用設備等</th><th>12 項（イ）</th><th>15 項</th><th>備考</th></tr>
<tr><td rowspan="18">消火設備</td><td rowspan="4">消火器</td><td>一般</td><td></td><td>150</td><td>300</td><td></td></tr>
<tr><td>地階・無窓階・3 階以上の階</td><td></td><td colspan="2">50</td><td></td></tr>
<tr><td>少量危険物</td><td></td><td colspan="2">貯蔵・取扱う場合</td><td></td></tr>
<tr><td>指定可燃物</td><td></td><td colspan="2">指定数量以上を貯蔵・取扱う場合</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">屋内消火栓設備</td><td>一般</td><td></td><td>700　(1,400)　〔2,100〕</td><td>1,000　(2,000)　〔3,000〕</td><td rowspan="3">( ) : 準耐火建築物で内装制限のもの、耐火構造のもの
〔 〕: 耐火構造で内装制限のもの</td></tr>
<tr><td>地階・無窓階・4 階以上の階</td><td></td><td>150　(300)　〔450〕</td><td>200　(400)　〔600〕</td></tr>
<tr><td>指定可燃物</td><td></td><td colspan="2">指定数量 750 倍以上を貯蔵・取扱う場合</td></tr>
<tr><td rowspan="2">スプリンクラー設備</td><td>地上階数 11 以上の建物</td><td></td><td colspan="2">11 階以上の階に設置</td><td></td></tr>
<tr><td>指定可燃物</td><td></td><td colspan="2">1,000 倍以上を貯蔵・取扱う場合</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">水噴霧消火設備等</td><td>電気設備室</td><td></td><td colspan="2" rowspan="2">床面積≧ 200m^2</td><td rowspan="3">固定式不活性ガス又は粉末消火</td></tr>
<tr><td>ボイラ室等</td><td></td></tr>
<tr><td>通信機器室</td><td></td><td colspan="2">床面積≧ 500m^2</td></tr>
<tr><td>指定可燃物</td><td></td><td colspan="2">指定数量 1,000 倍以上を貯蔵・取扱う場合</td><td>スプリンクラー・水噴霧・泡消火・不活性ガス・粉末消火</td></tr>
<tr><td rowspan="2">屋外消火栓設備</td><td>1 階～ 2 階の合計床面積</td><td></td><td colspan="2">3,000　(6,000)　〔9,000〕</td><td rowspan="2">( ) : 準耐火建築物で内装制限のもの、耐火構造のもの
〔 〕: 耐火構造で内装制限のもの</td></tr>
<tr><td colspan="3">但し、同一敷地内にある 2 以上の建築物で外壁相互間の中心線からの距離が 1 階 3m 以下、2 階 5m 以下の部分のある時は 1 の建築物とみる（耐火・準耐火を除く）</td></tr>
<tr><td rowspan="7">警報設備</td><td rowspan="5">自動火災報知設備</td><td>一般</td><td></td><td>500</td><td>1,000</td><td rowspan="5">スプリンクラー・水噴霧・泡消火等でいずれも閉鎖型スプリンクラーヘッドを備えている設備がある部分は設置免除</td></tr>
<tr><td>地階・無窓階・3 階以上の階</td><td></td><td colspan="2">300</td></tr>
<tr><td>11 階以上の階</td><td></td><td colspan="2">全部</td></tr>
<tr><td>通信機器室</td><td></td><td colspan="2">500</td></tr>
<tr><td>指定可燃物</td><td></td><td colspan="2">指定数量 500 倍以上を貯蔵・取扱う場合</td></tr>
<tr><td rowspan="2">漏電火災警報器</td><td>一般</td><td></td><td>300</td><td>1,000</td><td></td></tr>
<tr><td>契約電流容量</td><td></td><td>－</td><td>50A 超えるもの</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">消防機関へ通報する火災報知設備</td><td>500</td><td>1,000</td><td>電話設備あれば免除</td></tr>
<tr><td colspan="3">非常警報器具（収容人員）</td><td>20 ～ 49 人</td><td>－</td><td>自動火災報知設備又は非常ベルあれば免除</td></tr>
<tr><td colspan="3">非常ベル・自動式サイレン又は放送設備（収容人員）</td><td colspan="2">50 人以上（地階・無窓階は 20 人）</td><td>自動火災報知設備あれば免除</td></tr>
<tr><td colspan="2">非常ベル及び放送設備又は自動式サイレン及び放送設備</td><td>階　数</td><td colspan="2">（地階を除く）階数≧ 11　又は 地階の階数≧ 3</td><td>自動火災報知設備あれば免除</td></tr>
</table>

単位（㎡）

消防用設備等			12項（イ）	15項	備考
避難設備	避難器具	3階以上又は地階	150人（地階、無窓階のとき100人）		
		3階以上	避難階又は地上に直通する階段が2以上ない階で収容人員10人以上		
	誘導灯 誘導標識	避難口誘導灯・通路誘導灯	地階・無窓階・11階以上の部分		避難口誘導灯・通路誘導灯があれば誘導標識免除
		誘導標識	全部		
消防用水	消防用水	敷地面積20,000m^{2}以上で下記のもの			1個の有効水量は20m^{3}以上ポンプ車が2m以内に接近できること ( ):準耐火建築物で内装制限のもの、耐火構造のもの 〔 〕:耐火構造で内装制限のもの
		1階～2階の合計床面積	5,000 （10,000）〔15,000〕		
		又は建築物の高さ＞31 mかつ延面積（地階を除く）≧25,000			
		但し、同一敷地内にある2以上の建築物で外壁相互間の中心線からの距離が1階3m以下、2階5m以下の部分のある時は1の建築物とみる			
消火活動上必要な施設	連結散水設備	地階床面積合計	700		スプリンクラー等ある部分免除
	連結送水管	（地階を除く）階数≧7又は （地階を除く）階数≧5で延面積≧6,000			3階以上の階に設置

注：上記の表はごみ処理施設の用途を消防法施行令別表第1に掲げる12項（イ）と15項の場合の一般的な設備規制内容について掲げたものであり、市町村の火災予防条例でさらに規制の強化が図られている場合がある。また危険物施設に該当した場合は、別に定める基準に従い設備等の規制を受ける。
表中の数字は法令による下限値を示す。

表2.7.3.2　建築基準法によりごみ処理施設に及ぶ設備規制

項　　目	規　制　対　象
排煙設備	○階数3以上で、延べ面積500㎡を超える場合 ○政令で定める窓その他の開口部を有しない居室又は延べ面積1,000㎡を超える建築物の居室で、その床面積が200㎡を超える場合
非常用の照明装置	○階数3以上で、延べ面積500㎡を超える場合 ○政令で定める窓その他の開口部を有しない居室がある場合 ○延べ面積1,000㎡を超える場合
非常用の進入口	○3階以上の階を有する場合（高さ31 m以下の部分に限る。）
中央管理室	○高さ31 mを超える場合

注：上記の表は、一般的なごみ処理施設を想定して、これに及ぶ建築基準法上の規制内容について記したものである。

7.4 ソフト面での防火に係る法規制

- ●収容人員 50 人以上の施設では、防火管理制度により、防火管理者の選任と消防計画の作成、防火管理業務の実施が必要。
- ●啓発施設等を併設し、複合用途防火対象物になると、収容人員 30 人以上で規制対象。

消防法では、ソフト面での防火に係る法規制として「防火管理制度」が規定されています。これは、劇場、百貨店、ホテル、病院等で 30 人以上、その他の用途で 50 人以上の収容人員を有する建築物の所有者や管理者等は、資格を有する者のうちから防火管理者を選任し、防火上必要な事項を定めた計画書である「消防計画」を作成させるとともに、次の防火管理業務を行わせなければならないことになっています。

◎消火、通報及び避難の訓練の実施
◎消防用設備等の点検及び整備
◎火気の使用又は取り扱いに関する監督
◎避難又は防火上必要な構造及び設備の維持管理
◎その他防火管理上必要な業務

なお、ごみ処理施設では、50 人以上の収容人員を有する場合にこの規制が及ぶことになりますが、啓発施設を併設したことにより消防法施行令別表第 1 の 16 項（イ）に規定する複合用途防火対象物に該当した場合には、30 人以上の収容人員で規制が及ぶことになります。

防火と防爆対策の実際

第２編 **実務編**

防火と防爆の機器

Section

8

防火とは、火元をいかに早く検知するか、消火をいかに早くかつ効率よく行うかがポイントになります。この章ではごみ処理施設で使用する防火と防爆に役立つ設備、機器について紹介します。

8.1 消防法に基づく防火・消火設備と機器

消防法に基づく防火・消火設備と機器には以下のものがあげられ、基準に従って設置される。これらの設備や機器は定期的に点検整備が必要である。

- 自動火災報知設備
- スプリンクラー設備
- 屋内消火栓設備
- 屋外消火栓設備
- 消火器
- 消防用水
- 連結送水管

1）自動火災報知設備

自動火災報知設備は、火災の発生を自動的に報知する設備で、受信機、感知器、中継器、発信機、地区音響装置、表示灯で構成されます。感知器は熱や煙を感知し、受信機に火災信号等を送り、火災が発生したことを知らせます。受信機は警報を発し、火災地区を表示し、地区ベル等を鳴動させ建物内にいる人に火災の発生を知らせる設備です。

(1) 設置基準

ごみ処理施設における自動火災報知設備の設置基準は下記の通りです。

用途	全体	部分			
		地階・無窓階又は3階以上の階	地階又は2階以上	11階以上	通信機械室
12項（イ）	延面積500㎡以上について設置	延面積300㎡以上について設置	駐車の用に供する部分の床面積200㎡以上	11階以上の階	床面面積500㎡以上
15項	延面積1,000㎡以上について設置	〃	〃	〃	〃

注）本章では、ごみ処理施設が消防法施行令 別表第1の12項(イ)：工場又は作業場、15項：前各項に該当しない事業場の用途となった場合についての基準について明記します。

(2) システム構成例

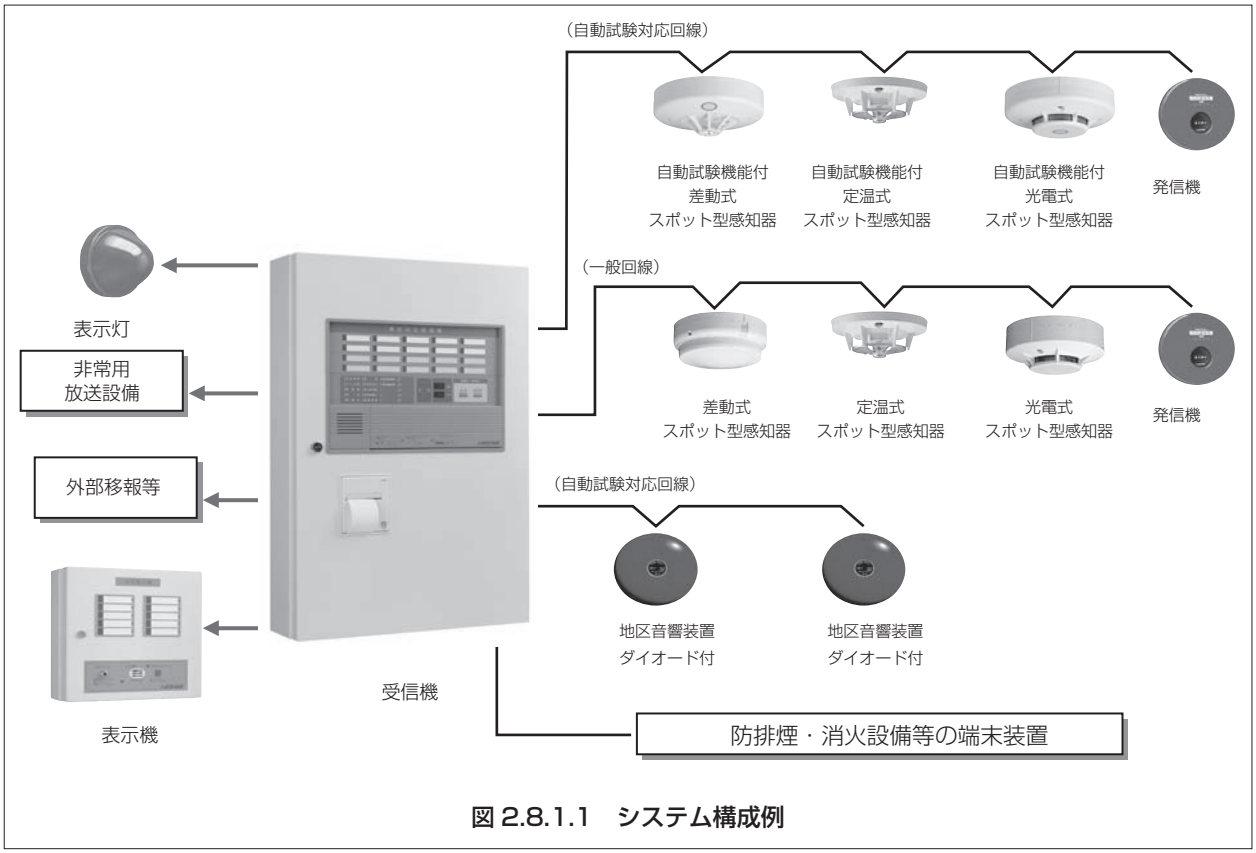


図 2.8.1.1　システム構成例

(3) 感知器

感知器とは火災により生ずる熱､燃焼生成物（煙）又は炎を利用して自動的に火災の発生を感知し、火災信号又は火災情報信号を受信機もしくは中継器又は消火設備等に送信するものをいいます。（火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令）

感知器は火災を感知する原理から、熱感知器、煙感知器、炎感知器の 3 種類に大別されます。

感知器は性能に応じた取付け高さの制限、天井等の高さに応じた感知面積、取付け間隔等が定められており、これらの基準に適合させるとともに、その機能を十分に発揮できるよう取付け場所の環境状態に適応した感知器を適正に設置しなければなりません。

なお、感知器の誤動作（非火災報ともいいます）を防止するため、機能を停止させてしまうと、火災を検知できず、火災を拡大させることになるため、電源 OFF、音響停止等の機能停止を行ってはいけません。

(4) 感知器の種類

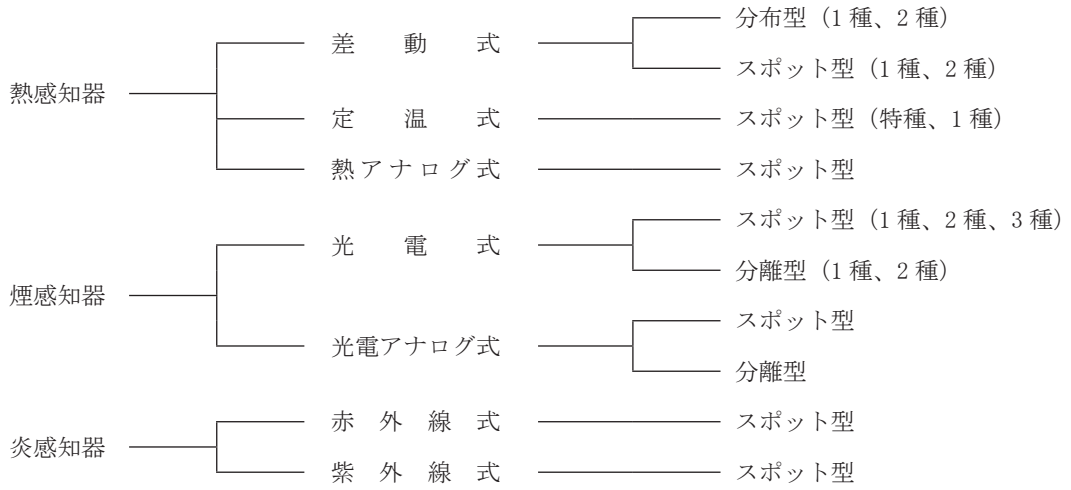


図 2.8.1.2　ごみ処理施設で使用されている主な感知器

(5) 設置基準

感知器は種別により適応可能な天井面の高さ、感知器1個当たりの感知面積が異なります。

表 2.8.1.1　天井の高さと感知器の種別

種　類	4m 未満		4m 以上 8m 未満		8m 以上 15m 未満		15m 以上 20m 未満	20m 以上
	耐火	非耐火	耐火	非耐火	耐火	非耐火		
差動式スポット型 1 種	90	50	45	30	×	×	×	×
〃 2 種	70	40	35	25	×	×	×	×
定温式スポット型 特種	70	40	35	25	×	×	×	×
〃 1 種	60	30	30	15	×	×	×	×
光電式スポット型 1 種	150	150	75	75	75	75	75	×
〃 2 種	150	150	75	75	75	75	×	×
〃 3 種	50	50	×	×	×	×	×	×
光電式分離型 1 種	○	○	○	○	○	○	○	×
〃　2 種	○	○	○	○	○	○	×	×
差動分布型空気管式 1 種	○	○	○	○	○	○	×	×
〃 2 種	○	○	○	○	○	○	×	×
炎スポット型	○	○	○	○	○	○	○	○

○は適応、×は不適応、数値は感知面積 ㎡／個を表しています。

(6) 感知器の設置を除外できる場所 [18)]

①施行令、施行規則によるもの

(a) 主要構造部を耐火構造とした建物の天井裏の部分。

(b) 天井裏で、天井と上階の床との間の距離が 0.5m 未満の場所。

②令第 32 条の特例によるもの

不燃材料で作られている防火対象物またはその部分で、出火源となる設備や物資がなく、出火のおそれが著しく少なく、延焼拡大のおそれがないと認められるもので、かつ、次の (a) ～ (c) までにあげるもの

(a) 浄水場、汚水処理場等の用途に供する建築物で、内部の設備が水管、貯水池または貯水槽のみであるもの

(b) 不燃性の金属、石材等の加工工場で可燃性のものを収納又は取り扱わない部分

(c) 便所、浴室及びこれに類するもの

(7) 構造と原理

①熱感知器

熱感知器は火災による周囲温度の上昇をとらえ火災を感知するもので、検出方法により差動式（分布型／スポット型）、定温式（スポット型）に分類されます。また、温度を火災情報信号として送信する熱アナログ式があります。

(a) 差動式分布型感知器

差動式分布型感知器は、周囲の温度上昇率が一定の率以上になったときに火災信号を送信するもので広範囲の熱効果の累積によって作動する熱感知器です。

差動式分布型感知器は空気管式と熱電対式がありますが、一般的に空気管式が使用されます。空気管はストローのような中が空洞になった銅管で、空気管内にある空気が温度の上昇に伴い膨張する原理を応用しています。

緩慢な温度上昇の場合には、膨張した空気をリーク孔から逃がしますが、急激な温度変化があった場合には、リーク孔から空気が逃げ切れず、ダイヤフラムがふくらみ接点を押し上げて火災信号を送信します。1感知区域の空気管は 20m 以上、100m 以内になるよう設置します。

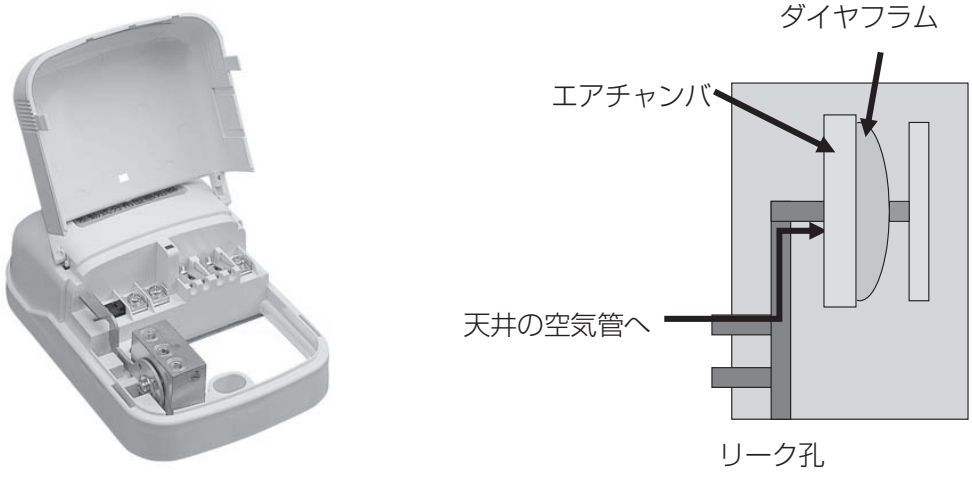


図 2.8.1.3　差動式分布型感知器の外観・原理

(b) 差動式スポット型感知器

差動式スポット型感知器は、周囲の温度の上昇率が一定の率以上になったときに作動するもので一局所の熱効果により作動する熱感知器です。緩慢な温度上昇の場合には、エアチャンバ内の空気がリーク孔から逃げるため、ダイヤフラムは膨らまず、接点は閉じません。火災の場合には、急激に温度が上がるため、リーク孔から抜ける以上にエアチャンバ内の空気が膨張し、ダイヤフラムを押し上げ接点が閉じ、火災信号を送信します。

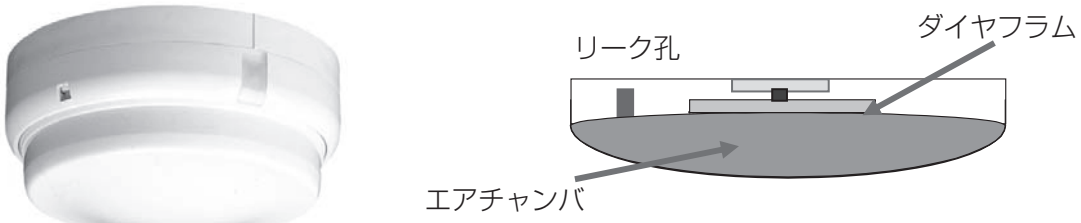


図 2.8.1.4　差動式スポット型感知器の外観・原理

(c) 定温式スポット型感知器

定温式スポット型感知器は、一局所の周囲の温度が一定の温度以上になったときに作動する熱感知器です。周囲の温度がある定温点に達するとバイメタルとよばれる金属板がそりかえって接点を押し上げ、火災信号を送信します。

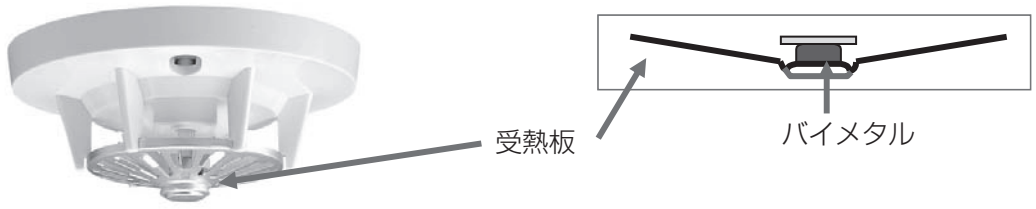


図 2.8.1.5　定温式スポット型感知器の外観・原理

(d) 熱アナログ式スポット型感知器

熱アナログ式スポット型感知器は、感熱素子（サーミスタ）を用いて熱を検出し、検出温度に応じた火災情報信号を送信します。サーミスタは温度変化により抵抗値が変化する素子で、一定周期で電流を流し、サーミスタの両端にかかる電圧を測定し、温度を検出します。

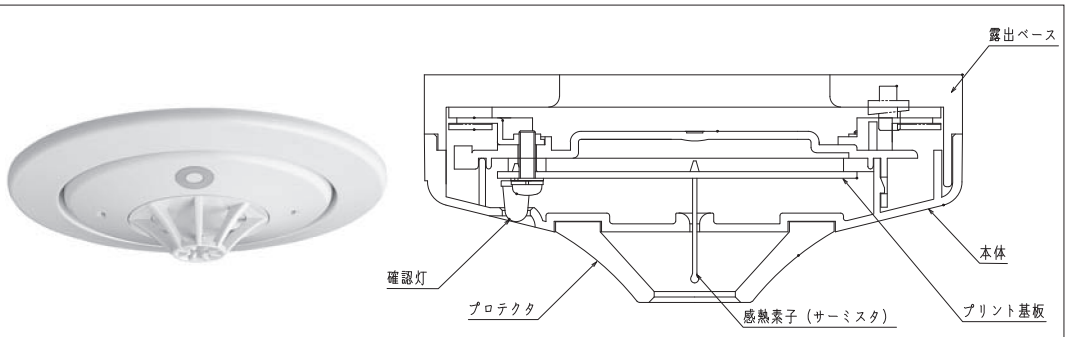


図 2.8.1.6　熱アナログ式スポット型感知器の外観・原理

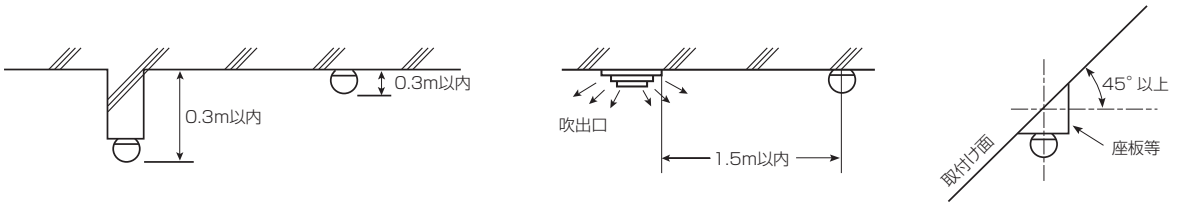


図 2.8.1.7　スポット型熱感知器の設置方法 [18)]

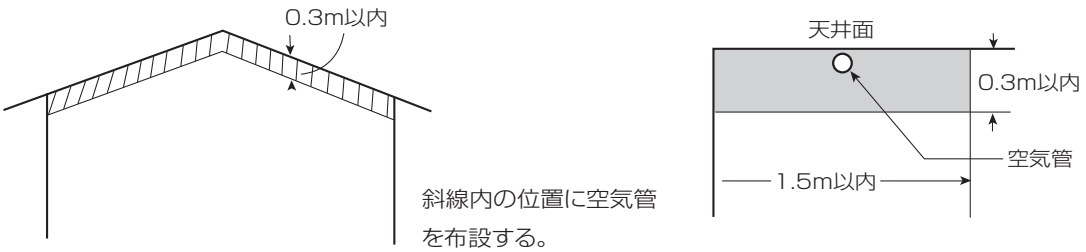


図 2.8.1.8　差動式分布型感知器の設置方法 [18)]

②煙感知器

煙感知器は周囲の空気が一定の濃度以上の煙を含んだときに火災を感知するもので、一局所の煙を捉えるスポット型と広く拡散した煙を捉える分離型に分類されます。また、火災信号を送信する光電式と煙濃度を火災情報信号として送信する光電アナログ式に分けられます。

(a) 光電式スポット型感知器

光電式スポット型感知器は、煙による光の散乱を利用して煙を感知します。煙が遮光室に入ると煙粒子により乱反射された光源の光が受光素子に達します。煙の濃度に応じて受光量が増加し、規定のレベルを超えた場合、感知器は火災信号を送信します。

感知器の煙が流入する部分には防虫網が設けられ、昆虫等が混入して火災が発生しないような防止策を施しています。

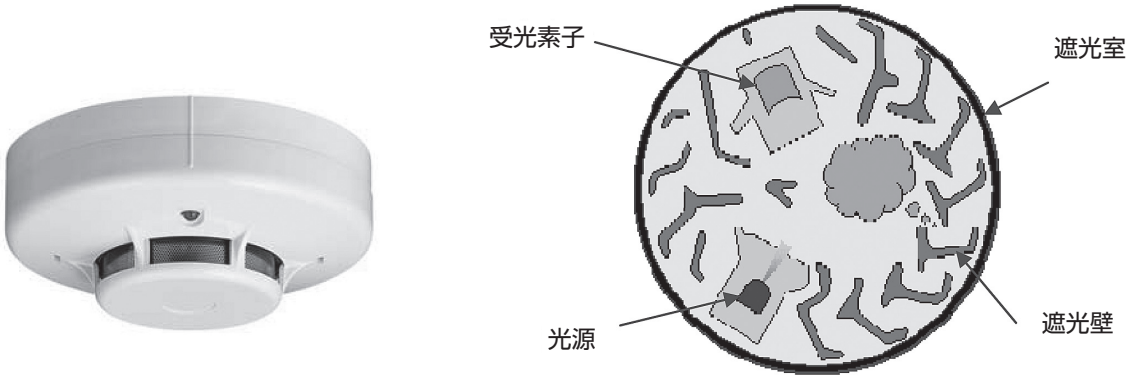


図 2.8.1.9　光電式スポット型感知器の外観・原理

(b) 光電式分離型感知器

光電式分離型感知器は、煙による光の減光を利用して煙を感知するもので、大空間において広く拡散した煙の感知を可能としたものです。光を発する送光部とその光を受ける受光部を分離して設置します。火災により煙が発生すると送光部からの光が遮られ、受光部の信号出力が変化する原理を利用しています。設置可能な距離は 5m ～ 100m です。

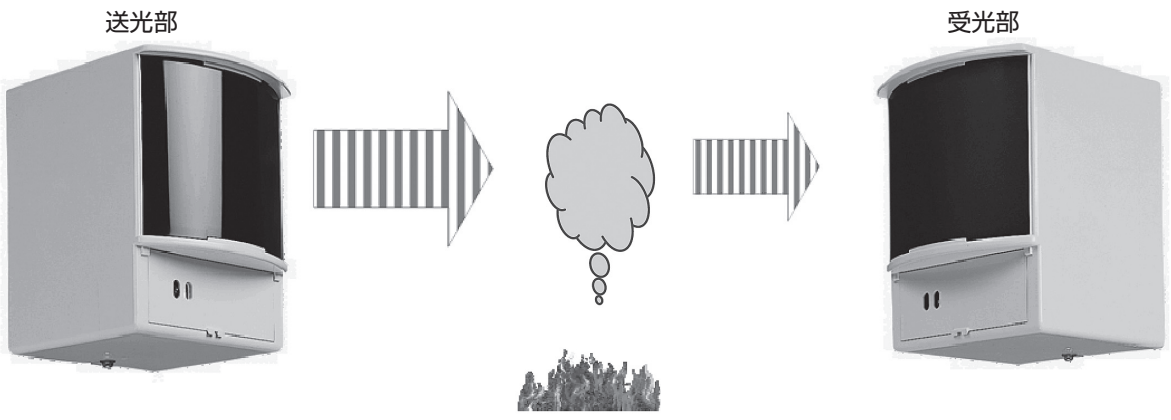


図 2.8.1.10　光電式分離型感知器の外観・原理

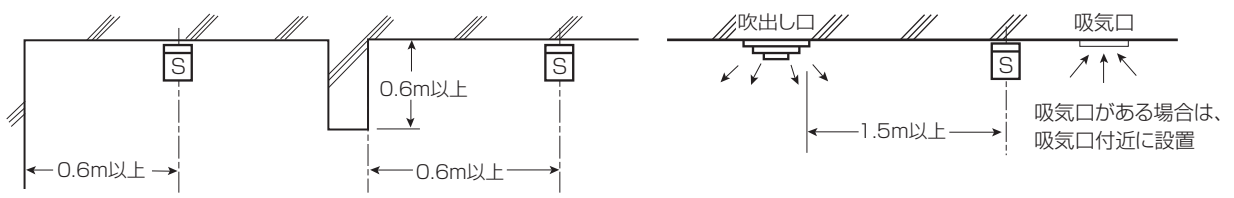
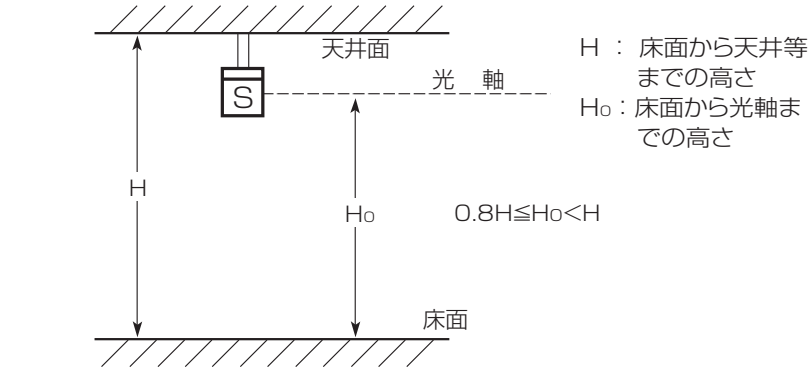


図 2.8.1.11　光電式スポット型煙感知器の設置方法 [18)]



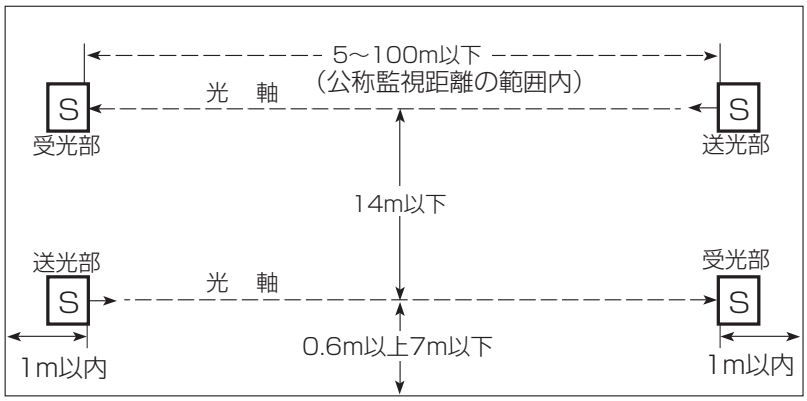


図 2.8.1.12　光電式分離型感知器の設置方法 [18)]

③炎感知器

炎感知器は火災によって発生する炎を捉えて火災信号を送信するもので、赤外線式と紫外線式に分類されます。赤外線式は受光部の汚れに対して非常に強く、紫外線式は赤外線式に比べ応答性が速いのが特徴です。

(a) 赤外線式スポット型感知器

赤外線式炎感知器は、炎から放射される赤外線の変化が一定の量以上になったときに火災信号を送信するものです。

火災時の炎から放射される赤外線には波長 4.4 μmにピークをもつ分光特性があり、CO_2 共鳴放射と呼ばれます。また、火災時の炎は 1Hz ～ 15Hz の範囲でちらつきながら燃焼する顕著な現象があります。これは一般の高温物体の特性と大きく異なり、物質の燃焼時にのみ現れる現象です。赤外線式スポット型感知器は CO_2 共鳴放射とそのちらつきを捉え火災を感知します。

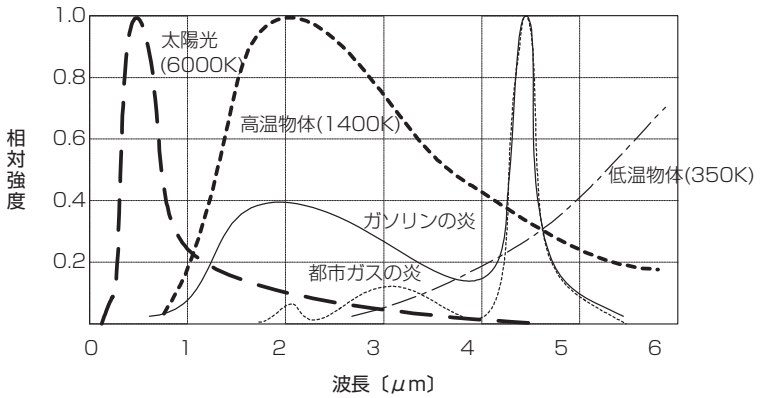


図 2.8.1.13　赤外線式スポット型感知器の外観・原理

(b) 紫外線式スポット型感知器

紫外線式炎感知器は、炎から放射される紫外線の変化が一定の量以上になったときに火災信号を送信するものです。紫外線検出管は、ＵＶガラスの中にプラス極のアノード、マイナス極のカソードが設けられ、特殊なガスが封入されています。アノード、カソード間に高電圧を印加した状態で、炎の紫外線がカソードにあたると、カソードの表面から光電子が放出されて管内のガス分子と衝突し、ガスが増大した状態になり電流が流れます。この原理を利用して紫外線を検出し火災を判断しています。

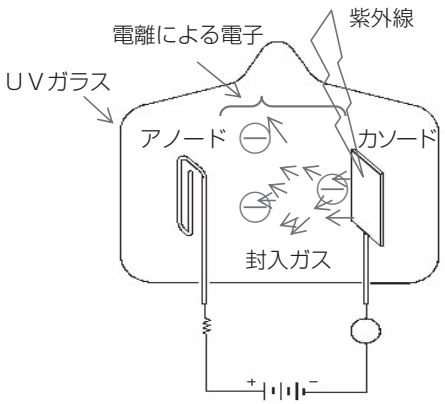


図 2.8.1.14　紫外線式スポット型感知器の外観・原理

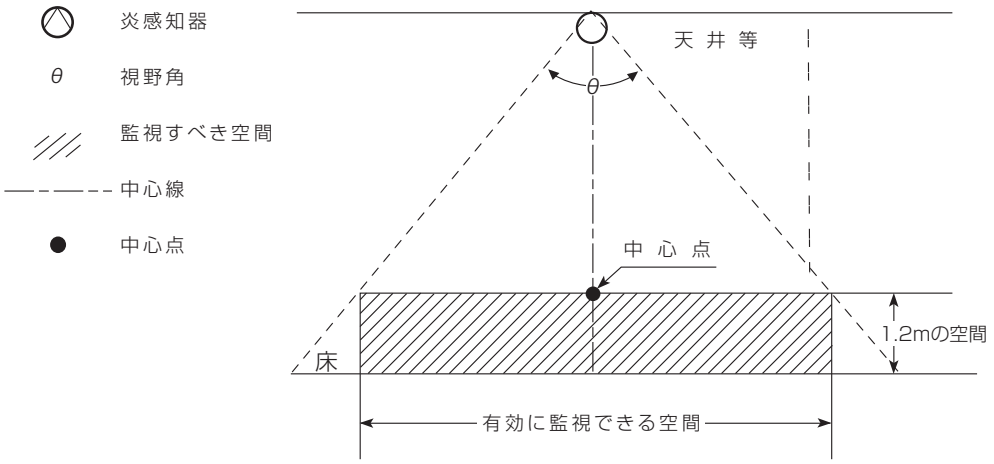


図 2.8.1.15　炎感知器の設置方法 [18)]

2）スプリンクラー設備

スプリンクラー設備は、建築物・工作物の屋根下または天井面にスプリンクラーヘッドを設け、これに水源から水を送る管を接続して、火災の際に自動的に散水して消火する設備です。火災の初期及び初期の段階を超えた消火を目的とするものですが、特に初期消火には非常に有効です。

（1）設置基準

表 2.8.1.2　ごみ処理施設におけるスプリンクラー設備の設置基準

関連法規 〔適用される用途〕	スプリンクラー設備を設置する部分	地　域
消防法施行令 〔12 項（イ）、15 項〕	11 以上の階	全　国
火災予防条例 〔12 項（イ）〕	地階・無窓階で 2,000㎡以上	札幌市、千葉市、東京都、川崎市、横浜市、名古屋市、京都市、大阪市、神戸市※、広島市、福岡市

※神戸市のみ、地階の場合は 1,500㎡以上

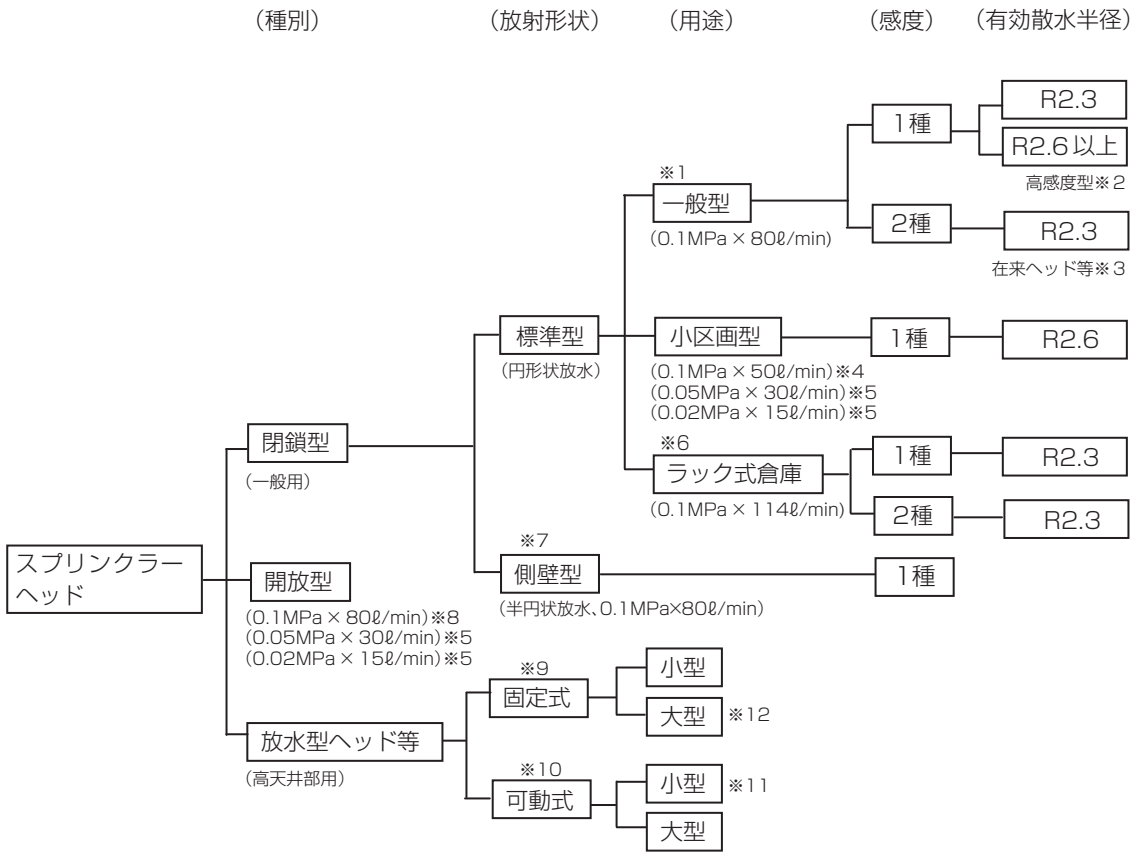
（2）技術基準

表 2.8.1.3　閉鎖型スプリンクラー設備の技術基準

<table>
<tr><th>区　分</th><th colspan="2">項　　目</th><th>技　術　基　準</th></tr>
<tr><td rowspan="5">閉鎖型スプリンクラーヘッド</td><td rowspan="2">水平距離</td><td>高感度型</td><td>2.6m 以上</td></tr>
<tr><td>2 種</td><td>2.3m</td></tr>
<tr><td colspan="2">放水圧力</td><td>0.1MPa ～ 1.0MPa</td></tr>
<tr><td colspan="2">放 水 量</td><td>80ℓ/min 以上</td></tr>
<tr><td colspan="2">設置基準</td><td>・天井高さ 10m 以下の部分に設置可。
・その他の設置基準は、図 2.8.1.17 を参照。</td></tr>
<tr><td>自動警報装置</td><td colspan="2">発 信 部
（流水検知装置）</td><td>各階又は放水区域ごとに設置。</td></tr>
<tr><td colspan="3">制 御 弁</td><td>階ごとに 0.8m 以上 1.5m 以下の高さで設置。</td></tr>
<tr><td colspan="3">末端試験弁</td><td>流水検知装置の配管系等ごとに 1 個、放水圧力が最低となる配管部分に設ける。</td></tr>
<tr><td>ポンプ等</td><td colspan="2">吐 出 量</td><td>90ℓ/min ×個数
（個数の算出は右の表による）
<table>
<tr><th>建築条件
ヘッド種別</th><th>地階を除く階数が 11 以上</th><th>地階を除く階数が 10 以下</th></tr>
<tr><td>高感度型</td><td>12</td><td>8</td></tr>
<tr><td>2 種</td><td>15</td><td>10</td></tr>
</table>
※乾式、予作動式の場合は、上記数値の 1.5 倍</td></tr>
<tr><td>配　管</td><td colspan="2">管　　材</td><td>JIS G 3442、JIS G 3448、JIS G 3452、JIS G 3454、JIS G 3459 若しくはこれと同等以上の性能のものを用いる。</td></tr>
<tr><td colspan="3">水源容量</td><td>1.6m^3 ×個数（個数の算出は、ポンプ吐出量の場合と同じ）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">非常電源</td><td colspan="2">種　　別</td><td>・非常電源専用受電設備（特定防火対象物で延べ面積 1,000m^2 以上のものを除く）
・自家発電設備
・蓄電池設備
・燃料電池設備</td></tr>
<tr><td colspan="2">容　　量</td><td>30 分以上</td></tr>
</table>

(3) スプリンクラーヘッド

①スプリンクラーヘッドの体系



※1　閉鎖型スプリンクラーヘッドの技術上の規格（昭和42年 1月12日 自治省令第二号）上「一般型」という分類はない。

※2　法令上、標準型（小区画型を除く）、1種、R2.6 以上のものを「高感度型」という。

※3　平成7年10月の規格改正以前に型式承認を受けていたヘッドは、2種、R2.3のものに該当する。

※4　特定共同住宅等、及び、令別表1、(5)、(6)項の防火対象物の宿泊室、その他これらに類する部屋に使用できる。

※5　令別表(6)項ロの防火対象物、延べ面積が275㎡以上1,000㎡未満の場合で、特定施設水道連結型スプリンクラーを設置するときに使用できる。

※6　呼び 20(圧力制御により、114ℓ/min以上の性能が確保できれば呼び15の一般型用も使用可)

※7　令別表1、(5)、(6)項の防火対象物の宿泊室等、及び廊下、通路、その他これらに類する部分に使用できる。

※8　舞台部用

※9　側壁型散水ヘッド等、放水範囲が固定されているもの。

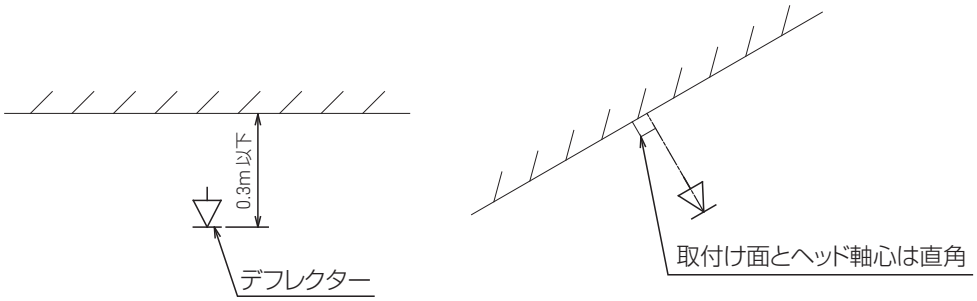
※10 放水銃等、放水範囲を変えることができるもの。

※11 一般用（指定可燃物以外）

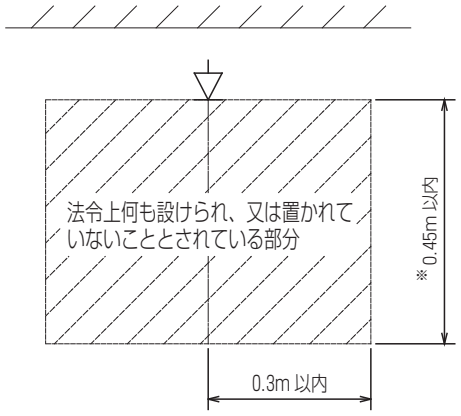
※12 指定可燃物用

図 2.8.1.16　スプリンクラーヘッドの体系

②閉鎖型スプリンクラーヘッドの設置基準

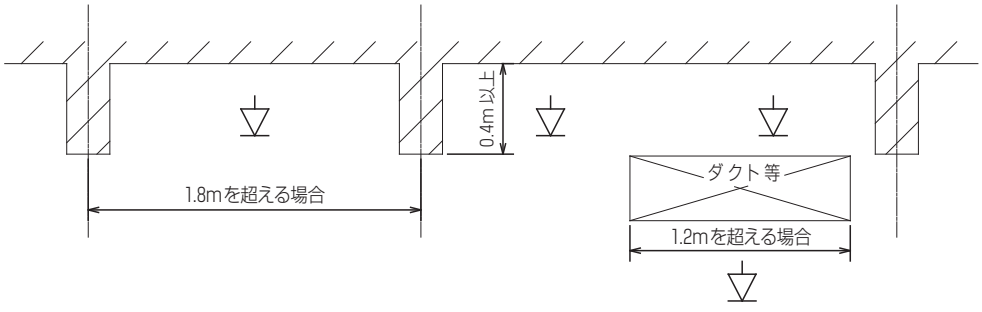


- スプリンクラーヘッドのデフレクターと取付け面との距離は、0.3m 以下とする。
- スプリンクラーヘッドの軸心が、取付け面に対して直角となるように設ける。



※易燃性の可燃物を収納する部分は0.9m

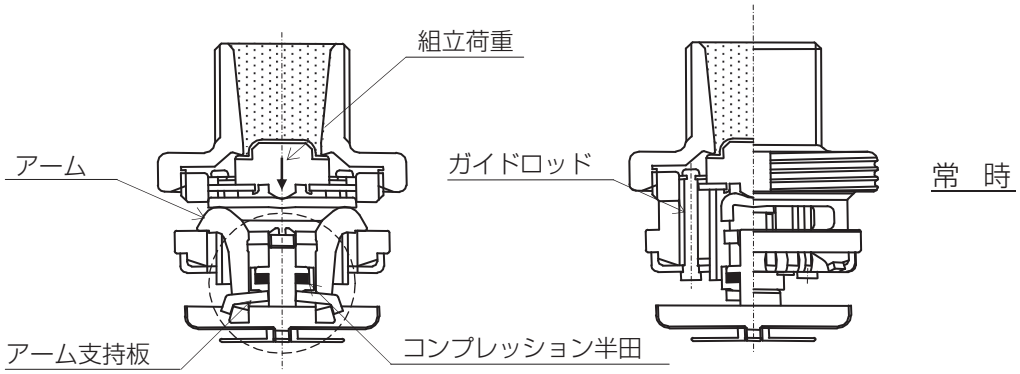
- スプリンクラーヘッドのデフレクターから下方 0.45m（易燃性の可燃物を収容する部分は 0.9m）以内で、かつ、水平方向 0.3m 以内には、何も設けられ、又は置かれていないこと。

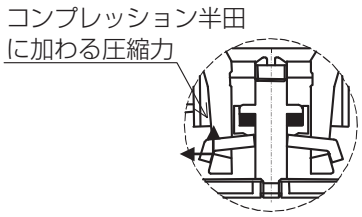


- 0.4m 以上突き出したはり等によって区画された部分ごとに設ける。
  （はり等の相互間の中心距離が 1.8m 以下の場合はのぞく）
- ダクト、棚等で幅又は奥行きが 1.2m を超える場合、当該ダクト等の下面にもスプリンクラーヘッドを設けること。

図 2.8.1.17　閉鎖型スプリンクラーヘッドの設置基準

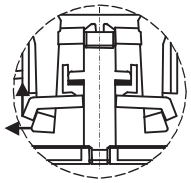
③閉鎖型スプリンクラーヘッドの作動原理





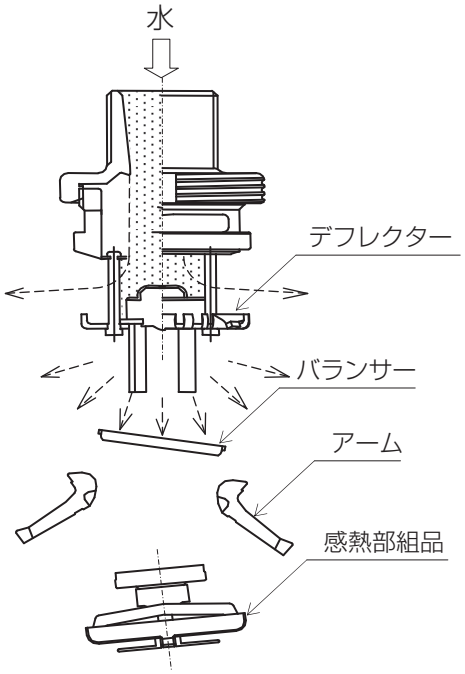
常　時

・ヘッドには水の封止力及び分解時の跳ね出し力を与えるため、予め組立荷重が加えられており、その荷重により常時水は封止されている。



火災時

・火災の熱によりコンプレッション半田が溶融すると、アーム支持板が上方向へ移動し、アームから外れてリンク機構が解離する。



火災時

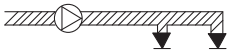
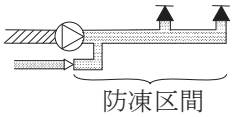
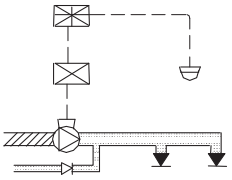
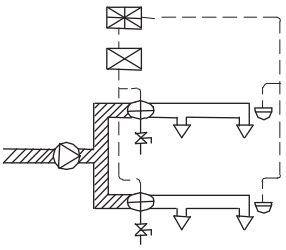
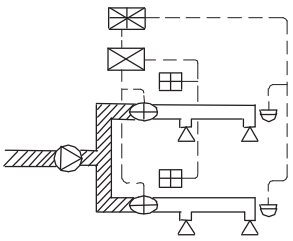
・火災の熱により感熱体（半田）が溶解すると、組立荷重による跳ね出し力によりリンク機構が解離して、分解部の部品が飛散するとともに放水を開始する。また、デフレクターが内蔵されているタイプのものは、水圧により同デフレクターが突出する。

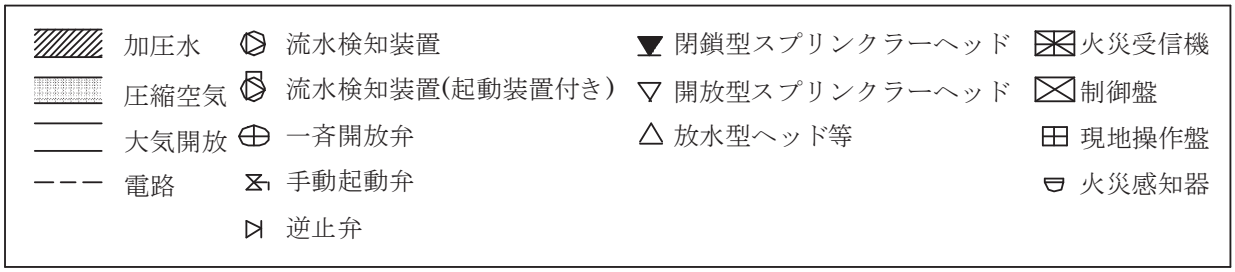
図 2.8.1.18　閉鎖型スプリンクラーヘッドの作動原理

(4) スプリンクラー設備の種類

スプリンクラー設備は、設置対象物及び設置場所等により、表 2.8.1.4 のように分類されます。

表 2.8.1.4　スプリンクラー設備の種類

種　類		概　略　系　統	作　動	用途、設置場所
閉鎖型スプリンクラーヘッドを用いる設備	湿　式		火災によりヘッドが作動すると直ちに散水する。	一般的な部分に設置される。
	乾　式		火災によりヘッドが作動すると、まず圧縮空気が排出され、続いて散水を開始する。	凍結対策用として、寒冷地等に設置される。
	予作動式		① 火災により感知器が作動すると、その信号により流水検知装置が開放し、2 次側に充水する。 ② 引き続いてヘッドが作動すると、圧縮空気が排出され、続いて散水を開始する。 （感知器またはヘッドのどちらか一方のみの作動では散水しない。）	不時放水対策用として、主にサーバー室、防災センター等に設置される。
開放型スプリンクラーヘッドを用いる設備			感知器等の作動と連動または手動起動弁により一斉開放弁が開放し、一斉開放弁に接続されたすべてのヘッドから散水する。	主に舞台部、スタジオ等に設置される。
放水型ヘッド等を用いる設備(固定式)			感知器の作動と連動または現地操作盤の押ボタン操作により一斉開放弁が開放し、一斉開放弁に接続されたすべてのヘッドから散水する。	高天井部分に設置される。



(5) スプリンクラー設備の構成

①湿式スプリンクラー設備

湿式スプリンクラー設備は、水源、加圧送水装置（ポンプ）、配管、送水口、流水検知装置、受信部、音響警報装置、起動装置、スプリンクラーヘッド、末端試験弁、及び非常電源等から構成されています。（受信部、音響警報装置は、一般的に自動火災報知設備により代替されます）

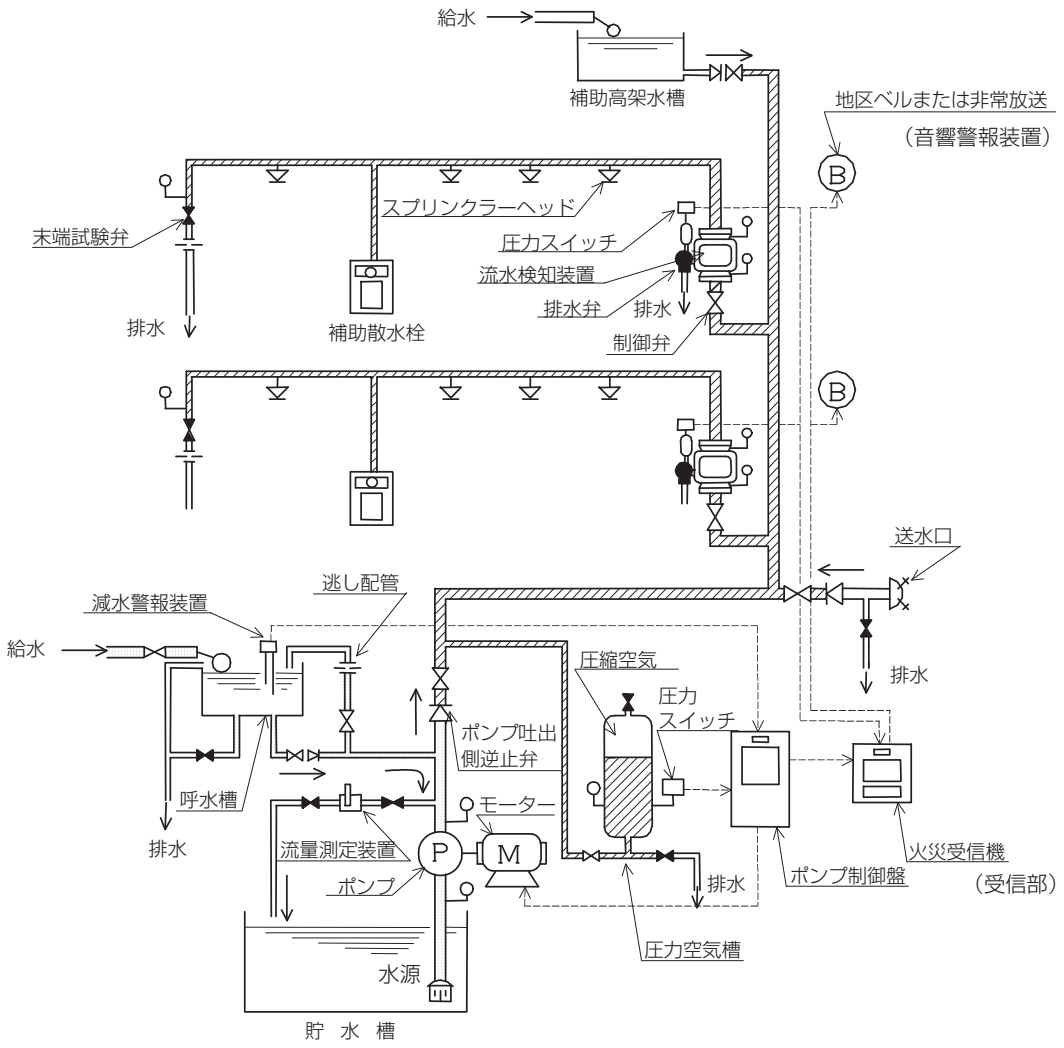


図 2.8.1.19　湿式スプリンクラー設備の構成例

②乾式スプリンクラー設備

乾式スプリンクラー設備は、湿式スプリンクラー設備の構成に対して流水検知装置を乾式のものとするほか、2 次側の配管に加圧空気を充満させるためのコンプレッサー及び配管等が必要となります。

③予作動式スプリンクラー設備

予作動式スプリンクラー設備は、湿式スプリンクラー設備の構成に対して流水検知装置を予作動式のものとするほか、乾式スプリンクラー設備と同様に2次側の配管に加圧空気を充満させるためのコンプレッサー及び配管等が必要となります。また、そのほかに予作動式流水検知装置を作動させるための感知器、受信機、及び専用制御盤等が必要となります。(感知器及び受信機は、自動火災報知設備を利用する場合もあります)

3) 屋内消火栓設備

屋内消火栓は火災の初期消火を目的とした設備であり、人が消火栓箱内のホース・ノズルを火災現場まで延長し、放水・消火を行う設備です。また屋内消火栓は、能力、操作方法及び構造の違いから、1号消火栓、易操作性1号消火栓及び2号消火栓に分類されますが、工場の用途〔12項(イ)〕に該当するごみ処理施設には、2号消火栓を設置することができません。屋内消火栓は、水源、加圧送水装置、配管、消火栓箱等により構成されます。

(1) 設置基準

表 2.8.1.5　ごみ処理施設における屋内消火栓の設置基準

用途	一　般	地階・無窓階または4階以上の階
12項(イ)	延べ面積 700㎡以上 (1,400) [2,100]	床面積 150㎡以上 (300) [450]
15項	延べ面積 1,000㎡以上 (2,000) [3,000]	床面積 200㎡以上 (400) [600]

( ) 内の数字は耐火構造の建築物又は準耐火構造で内装を制限した建築物に適用する。
[ ] 内の数字は耐火構造で内装を制限した建築物に適用する。

(2) 技術基準

表 2.8.1.6　屋内消火栓設備の技術基準

区　分	項　　目	技術基準	
		1号消火栓・易操作性1号消火栓	2号消火栓
消火栓	水平距離	25m 以下	15m 以下
	放水圧力	0.17MPa ～ 0.7MPa	0.25MPa ～ 0.7MPa
	放 水 量	130ℓ/min 以上	60ℓ/min 以上
	開閉弁の高さ	1.5m 以下	
	位置表示灯	赤色の灯火 15° 以上の角度で 10m 離れて識別できること。	
	ポンプ始動表示灯	赤色の灯火、消火栓の内部又は直近 位置表示灯の点滅で代替可	
	消火栓の表示	消火栓箱に「消火栓」と表示	
ポンプ等	吐 出 量	150ℓ/min×階別消火栓設置個数(最大2)	70ℓ/min×階別消火栓設置個数(最大2)
配　管	立上り管	呼称 50mm 以上	呼称 32mm 以上
	管　　材	JIS G 3442、JIS G 3448、JIS G 3452、JIS G 3454、JIS G 3459 若しくはこれと同等以上の性能のものを用いる。	
水源容量		$2.6m^3$ ×階別消火栓設置個数(最大2)	$1.2m^3$ ×階別消火栓設置個数(最大2)
非常電源	種　　別	・非常電源専用受電設備(特定防火対象物で延べ面積 $1,000m^2$ 以上のものを除く) ・自家発電設備 ・蓄電池設備 ・燃料電池設備	
	容　　量	30分以上	

4）屋外消火栓設備

屋外消火栓は、屋外に設置される設備であり、建物の外から消火活動を行うことのできる設備です。また、ホースを延長することにより、建物内部での消火活動も可能です。屋外消火栓のシステム及び構造は屋内消火栓に準じていますが、放水能力は屋内消火栓よりも高く1台あたりの水平警戒距離も長いため、1階、2階については屋内消火栓の代替設備として認められています。

（1）設置基準

表 2.8.1.7　屋外消火栓の設置基準

分　類	1階又は1階及び2階の合計床面積
耐火構造	床面積 9,000㎡以上
準耐火構造	床面積 6,000㎡以上
そ の 他	床面積 3,000㎡以上

※同一敷地内にある2以上の建築物（耐火建築物、準耐火建築物を除く）で相互の外壁間の中心線からの水平距離が、1階で3m以下または2階で5m以下である部分を有するものは、1の建築物とみなします。

（2）技術基準

表 2.8.1.8　屋外消火栓設備の技術基準

区　分	項　　目	技　術　基　準
消 火 栓	水平距離	40m 以下
	放水圧力	0.25MPa ～ 0.6MPa
	放 水 量	350ℓ/min 以上
	開閉弁の高さ（深さ）	・地上式 1.5m 以下 ・地下式 0.6m 以下
	ポンプ始動表示灯	赤色の灯火、消火栓の内部又は直近
	消火栓の表示	消火栓の直近に「消火栓」と表示
ポンプ等	吐 出 量	400ℓ/min ×消火栓設置個数（最大2）
配　管	管　　材	JIS G 3442、JIS G 3448、JIS G 3452、JIS G 3454、JIS G 3459 若しくはこれと同等以上の性能のものを用いる。
水源容量		7.0m^3 ×消火栓設置個数（最大2）
非常電源	種　　別	・非常電源専用受電設備（特定防火対象物で延べ面積 1,000m^2 以上のものを除く） ・自家発電設備 ・蓄電池設備 ・燃料電池設備
	容　　量	30 分以上

5）消火器

消火器の種類には、消火剤の種類に応じ水消火器、酸アルカリ消火器、強化液消火器、泡消火器、二酸化炭素消火器、ハロゲン化物消火器及び粉末消火器がありますが、その取り扱いやすさ等から粉末消火器が多く用いられています。

火災には、普通火災、油火災等の分類があり、それぞれの火災に適した消火剤を用いる必要があるため、消火器も、その適応火災について、「普通火災用」、「油火災用」、「電気火災用」と明瞭に表示することとされています。

(1) 設置基準

表 2.8.1.9　ごみ処理施設における消火器の設置基準

用途	一　般	地階・無窓階または 3 階以上の階
12 項（イ）	延べ面積 150㎡以上	床面積 50㎡以上
15 項	延べ面積 300㎡以上	床面積 50㎡以上

(2) 技術基準

表 2.8.1.10　消火器の技術基準

項　目			技　術　基　準	
歩行距離			20m 以下	
能力単位の合計数	12 項（イ）	一般	延べ面積又は床面積÷ 100㎡以上	スプリンクラー設備等、自動消火設備が設置された範囲は、左記計算式による数量の 1/3 まで、大型消火器が設置された範囲は、左記計算式による数量の 1/2 まで減少可能。
		耐火構造＋内装制限	延べ面積又は床面積÷ 200㎡以上	
	15 項	一般	延べ面積又は床面積÷ 200㎡以上	
		耐火構造＋内装制限	延べ面積又は床面積÷ 400㎡以上	

(3) 消火器の特徴

表 2.8.1.11　消火器の特徴

	強化液消火器	二酸化炭素消火器	粉末消火器	泡消火器
消火剤の主成分	炭酸カリウム	二酸化炭素	重炭酸ナトリウム	炭酸ナトリウム
加　圧　方　式	蓄圧式	蓄圧式	加圧式又は蓄圧式	反応式
消　火　方　法	冷却、窒息、抑制作用	窒息作用	窒息、抑制作用	冷却、窒息作用
放　射　時　間	約 30 ～ 70 秒	約 10 ～ 30 秒	約 7 ～ 16 秒	約 50 ～ 60 秒
放　射　距　離	約 4 ～ 16 m	約 3 m	約 3 ～ 8 m	約 6 ～ 12 m
適　応　火　災	普通、油、電気火災	油、電気火災	普通、油、電気火災	普通、油火災

(4) 消火器の適応性

消火器には色々な種類があり、火災の種類に応じて、選択して使用する必要があります。

表 2.8.1.12　消火器の適応性

対象物の区分＼消火器の種類			棒状の水を放射する消火器	霧状の水を放射する消火器	棒状の強化液を放射する消火器	霧状の強化液を放射する消火器	泡を放射する消火器	二酸化炭素を放射する消火器	ハロゲン化物を放射する消火器	消火粉末を放射する消火器			水バケツ又は水槽	乾燥砂	膨張ひる石又は膨張真珠岩
										りん酸塩類等を使用するもの	炭酸水素塩類等を使用するもの	その他のもの			
対象物の区分	建築物その他の工作物		○	○	○	○	○			○			○		
	電気設備			○		○		○	○	○	○				
	危険物	第1類 アルカリ金属の過酸化物又はこれを含有するもの									○	○		○	○
		第1類 その他の第1類の危険物	○	○	○	○	○			○			○	○	○
		第2類 鉄粉・金属粉若しくはマグネシウム又はこれらのいずれかを含有するもの									○	○		○	○
		第2類 引火性固体	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○
		第2類 その他の第2類の危険物	○	○	○	○	○			○			○	○	○
		第3類 禁水性物品									○	○		○	○
		第3類 その他の第3類の危険物	○	○	○	○	○						○	○	○
		第4類				○	○	○	○	○	○			○	○
		第5類	○	○	○	○	○						○	○	○
		第6類	○	○	○	○	○			○			○	○	○
	指定可燃物	可燃性固体類又は合成樹脂類※	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○
		可燃性液体					○	○	○	○	○			○	○
		その他の指定可燃物	○	○	○	○	○			○			○		

備考　1. ○印は、対象物の区分の欄に掲げるものに、当該各項に掲げる消火器具がそれぞれ適応するものであることを示す。
2. りん酸塩類等とは、りん酸塩類、硫酸塩類その他防炎性を有する薬剤をいう。
3. 炭酸水素塩類等とは、炭酸水素塩類及び炭酸水素塩類と尿素との反応生成物をいう。
4. 禁水性物品とは、危険物の規制に関する政令第10条第1項第10号に定める禁水性物品をいう。
※不燃性又は難燃性でないゴム製品、ゴム半製品、原料ゴム及びゴムくずを除く。

6）消防用水

消防用水とは、消火の目的で用いられる水のことで、大規模な建築物等において、延焼段階の火災を消火するため、消防隊が消火活動上の水利を得るためのものです。

消防用水には、防火水槽、プール及び池、河川等の流水を利用したもの等がありますが、常時規定量以上の水量が得られる必要があります。

（1）設置基準及び有効水量

表 2.8.1.13　消防用水の設置基準

消防用水を必要とする建築物			必要とされる有効水量
敷地の面積が 20,000㎡以上	耐火建築物	1、2 階の合計床面積が 15,000㎡以上	床面積 7,500㎡又はその端数ごとに・・・20 m^3
	準耐火建築物	1、2 階の合計床面積が 10,000㎡以上	床面積 5,000㎡又はその端数ごとに・・・20 m^3
	その他の建築物	1、2 階の合計床面積が 5,000㎡以上	床面積 2,500㎡又はその端数ごとに・・・20 m^3
高さ 31 mを超える建築物で、かつ、延べ面積（地階を除く部分）が 25,000㎡以上			床面積 12,500㎡又はその端数ごとに・・・20 m^3

- 1 個の消防用水の有効水量は、最低 20 m^3 必要。
- 地盤面下に設けられる場合、地盤面から高さ 4.5m 以内の部分を有効水量とする。
- 流水にあっては、毎分 0.8 m^3 の流量を 20 m^3 の水量に換算する。

（2）技術基準

表 2.8.1.14　消防用水の技術基準

区　分	項　　目	技　術　基　準
消防用水	有効水量	表 2.8.1.13 参照
	設置位置	・消防用水を中心とした水平距離 100m の半径内に建築物の各部分をおおうことができるように配置。 ・消火ポンプが 2 m 以内に接近できる位置に配置。
	水　深	消防ポンプ自動車の吸管を投入する部分の水深は、その消防用水の所用水量の全てを有効に吸い上げる深さとする。

7）連結送水管

連結送水管は、火災時消防ポンプ自動車からホースを持ち運ぶことが困難となるような高層建築物及びアーケード等において、建築物の外部から消防ポンプ自動車により水を送水し、ホース及びノズルにより消火活動を行う設備です。連結送水管は、送水口、配管、放水口及び放水用器具等から構成されます。

（1）設置基準

ごみ処理施設における連結送水管の設置基準は、以下の通りです。

・地階を除く階数が 7 以上の建築物

・地階を除く階数が 5 以上で、かつ、延べ面積 6,000㎡以上の建築物

(2) 技術基準

表 2.8.1.15　連結送水管の技術基準

区　分	項　　目	技　術　基　準
放 水 口	水平距離	50m 以下
	設置高さ	0.5m 以上 1.0m 以下
	そ の 他	11 階以上の部分に設置する場合は、双口形とする
ホース格納箱	設置条件	・11 階以上の階に設置 ・長さ 20 mのホース 4 本以上、ノズル 2 本以上を格納する ・一の直通階段について階数 3 以内ごとに、一の放水口から歩行距離 5 m以内で消防隊が有効に消火活動できる位置に設置。 ・非常用エレベータが設置され、消火活動上必要な放水用器具を容易に搬送できるものとして消防長又は消防署長が認める場合、放水器具を設置しないことができる。
ポンプ等	設置基準	地上 11 階以上、かつ、高さ 70m を超える建築物に設置。
	起動装置	直接操作できるものであり、かつ、送水口の直近又は中央管理室に設けられた操作部から遠隔操作できるものとする。
	吐 出 量	800ℓ/min ×隣接する 2 の階に設けられる放水口の最大設置個数。（最大 3 とする）
配　管	主管の内径	100mm 以上
	管　　材	JIS G 3442、JIS G 3448、JIS G 3452、JIS G 3454、JIS G 3459 若しくはこれと同等以上の性能のものを用いる。 配管の設計送水圧力が 1MPa を超える場合は、JIS G 3454、JIS G 3459 若しくはこれと同等以上の性能のものを用いる。
非常電源（ポンプを設置する場合）	種　　別	・非常電源専用受電設備（特定防火対象物で延べ面積 1,000m^2 以上のものを除く） ・自家発電設備 ・蓄電池設備 ・燃料電池設備
	容　　量	120 分以上

8）消防用設備の維持管理

消防法に基づき設置される消火器を始めとする消防用設備等については、消防法の規定により維持管理する義務があり、定期的に点検整備を行う必要があります。

延べ面積 1,000㎡以上のごみ処理施設については、消防長、消防署長が指定した場合、有資格者（消防設備士、消防設備点検資格者）が点検等を行わなければなりません。延べ面積が 1,000㎡未満の規模であっても、専門知識や特殊な点検器具が必要であるため、有資格者に依頼することが望まれます。

その他プラントや消火設備等についても、良好に維持管理するため、必要に応じて専門知識や特殊な点検器具を有する者に点検整備を依頼することが望まれます。

8.2 その他有効な防火・消火と防爆の機器

1）自動放水銃システム（発火監視装置＋自動放水銃装置）

ごみ貯留ピットでの火災には自動放水銃システムが最も適しています。天井に設置した発火監視カメラ、上部に設置した自動放水銃、クレーン操作室の発火監視盤・放水銃制御盤、そして消火ポンプ等により構成されています。火災のごく初期の段階に、発火監視カメラで火災発生位置を検出しその位置情報により自動放水銃が照準を合わせ、フルオートの放水・消火を行います。

※放水銃の代わりに放水ノズル（側壁型）を用いたものもあります。

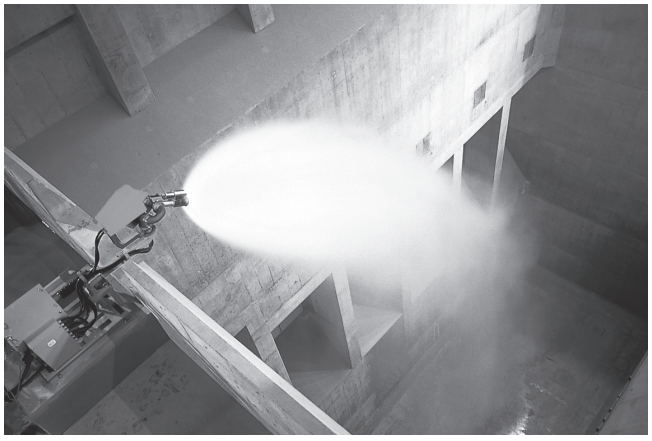


図 2.8.2.1　自動放水銃システム

発火監視画面

火災発生場所と検知温度が一目でわかるブロック温度表示画面

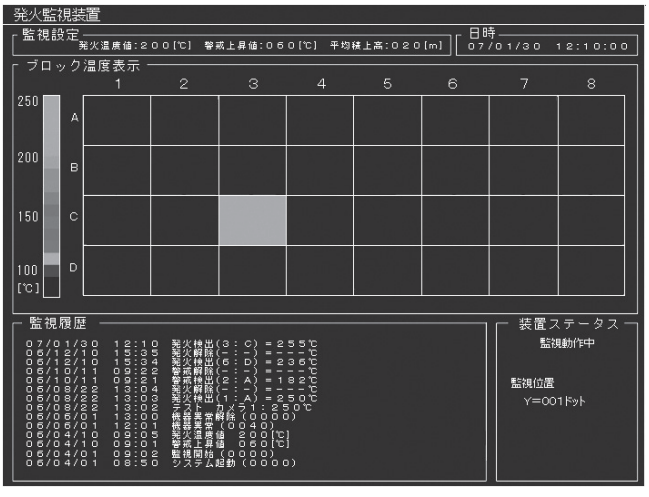


図 2.8.2.2　発火監視画面

2）パッケージ型泡消火剤添加装置

堆積したごみ内部の火災やプラスチック系ごみの火災では、放水銃設備による水だけの放水では消火が困難な場合があります。パッケージ型泡消火剤添加装置は、水に１％の泡消火剤を添加して、消火剤のごみ内部への浸透性と燃焼面への展開性を高め、消火・抑制効果を向上させます。

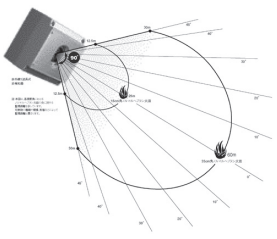
図 2.8.2.3　パッケージ型泡消火剤添加装置

3）赤外線３波長式炎検知器

赤外線3波長式炎検知器は、ものが燃焼するときに発生する炎からの放射エネルギー（CO_2 共鳴放射）と炎のちらつきを捉えることにより、炎を伴う火災を速やかに検知するものです。赤外線3波長式炎検知器は、従来の感知器が捉えにくかった換気流や外気流のある場所や、高天井の場所でも火災をすばやくキャッチします。

炎から放射される赤外線エネルギーには、波長 4.4 μm 帯域にピークを持つ分光特性があり、CO_2 共鳴放射と呼ばれています。これは下図のように、炎以外の物体から放射される赤外線の分光特性とは大きく異なるものです。

さらに他の特性として炎から放射される赤外線エネルギーは、周波数１～15Hz でちらつく現象があり、炎の呼吸作用によって常に放射量の変動を伴います。赤外線３波長式炎検知器は CO_2 共鳴放射帯域の３つの波長帯を監視し、これらのエネルギー強度、比率等を計算し CO_2 共鳴放射帯のピークと炎のちらつきを識別し、炎を捉えた場合のみ火災と判断します。



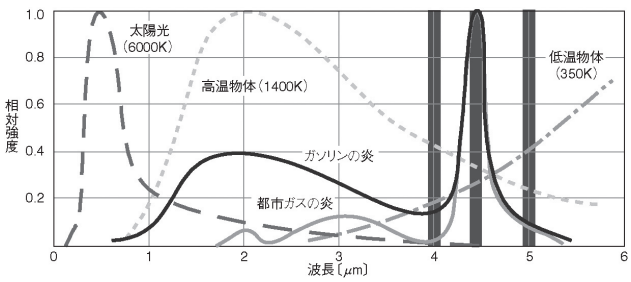


図 2.8.2.4　赤外線３波長式炎検知器

4）パッケージ型泡消火装置

パッケージ型泡消火装置は、可燃性液体による火災に適した泡消火装置です。強力な消火能力を持つ中膨張泡と、遠くまで放射できる低膨張泡の切換放射により、迅速かつ効果的な消火活動ができます。軽量なゴムホースと内巻き式ホース収納方式により、一人でも容易に、そしてどの方向でもスムーズにホースを引いて、火災現場に向かうことができます。また、パッケージ型のため配管工事、電源工事、水源、ポンプ等が不要で、必要な場所に容易に設置可能です。

図 2.8.2.5　パッケージ型泡消火装置

5）ガス検知警報器

破砕機内部において、破砕処理を行う際に破砕機の金属部分と搬入されたごみに含まれる金属が接触することで火花が発生し、そこにある一定以上の濃度の可燃性ガスが存在することで爆発事故を起こします。内部にガスが溜まっているかどうかは、人間の感覚だけでは判りません。

そこで、破砕機内に爆発を引き起こす濃度のガスが存在するかどうか、ガスの爆発に対する安全対策としてガス検知警報器で連続監視を行うことが重要になります。

ガス検知警報器は、センサー部で実際のガスを感知し、そこから電気信号という形で濃度表示部（指示計）等へ伝送して濃度として読み取ります。また、濃度表示部とブザーやランプ等の警報装置と一体になっているタイプでは、ある一定の濃度以上になった際に警報を発する仕組みになっています。

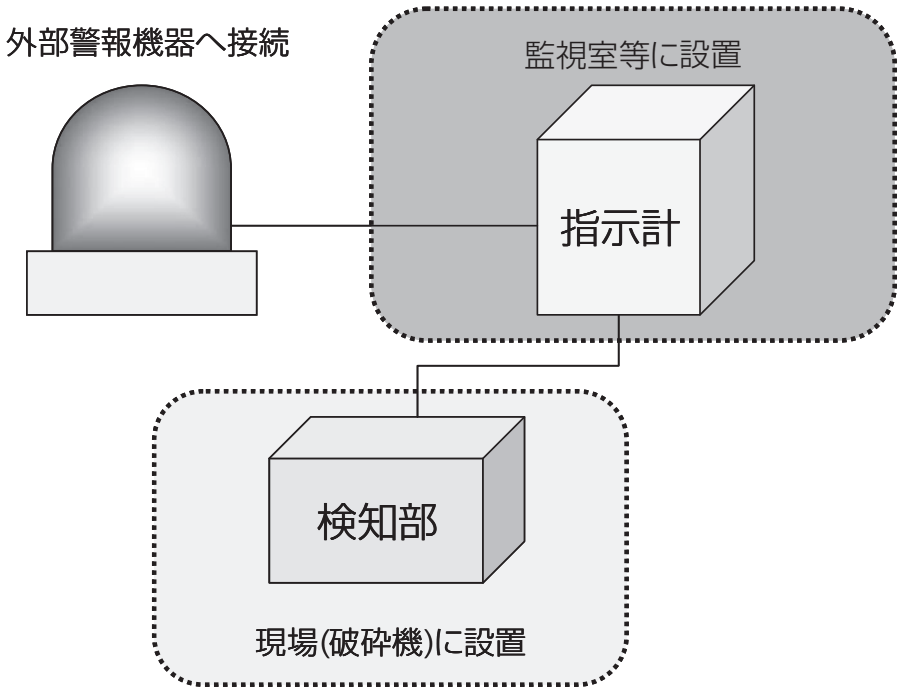


図 2.8.2.6　ガス検知警報器接続イメージ図

ガス検知警報器の役割は、破砕機内部の可燃性ガス濃度が爆発してしまう濃度に到達する前に警報を発して事故が起こらないように注意を喚起することです。つまり、各種感知器や消火設備等が事故発生の周知（避難指示）や事故の拡大防止を主目的としているのに対し、ガス検知警報器は爆発事故の元になる可燃性ガスの発生、充満状況を確認し、事故を未然に防ぐことが最大の目的となっております。

(1) 可燃性ガスセンサーの種類

可燃性ガス測定用のセンサーには以下のような種類があります。

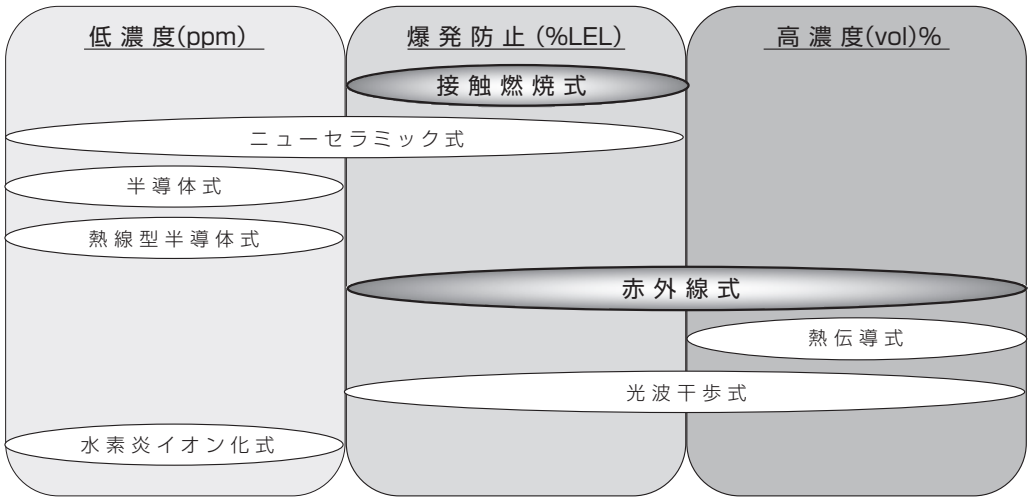


図 2.8.2.7　主な可燃性ガスセンサー一覧

用途に応じてセンサー（検知器）を使い分けることになりますが、ごみ処理施設では爆発防止を目的として検知警報器が設置されているため、主に「接触燃焼式」と「赤外線式」のセンサーが使われております。

以下にこの2種類のセンサーについて説明を致します。

①接触燃焼式センサー

酸化触媒上で可燃性ガスが燃焼する際の発熱量を利用したセンサーで、爆発防止用の可燃性ガスセンサーとしては最もポピュラーなものです。

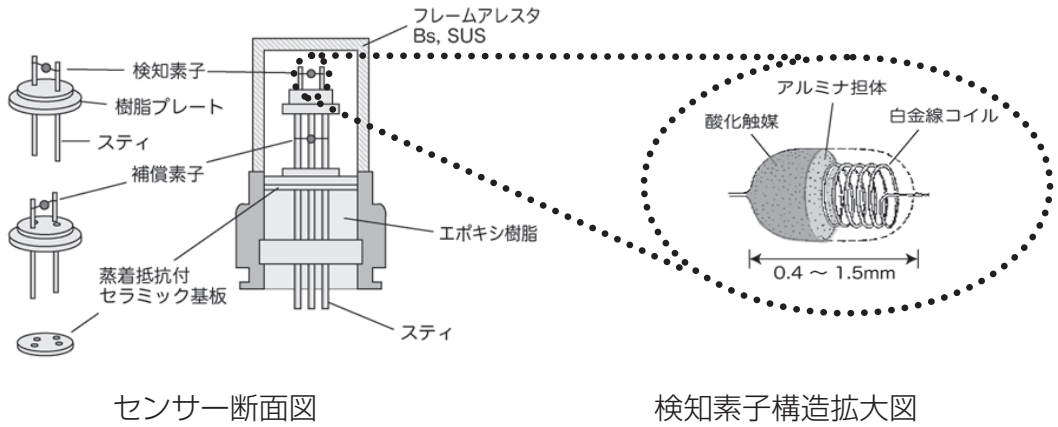


図 2.8.2.8　接触燃焼式センサー

②赤外線式センサー

光源となる赤外線が、ガスによって吸収される量がガス種・ガス濃度と密接な関係にあることを利用してガス濃度を測定するセンサーです。

測定に際してセンサーとの化学反応を伴わないのが赤外線式センサーの特徴です。

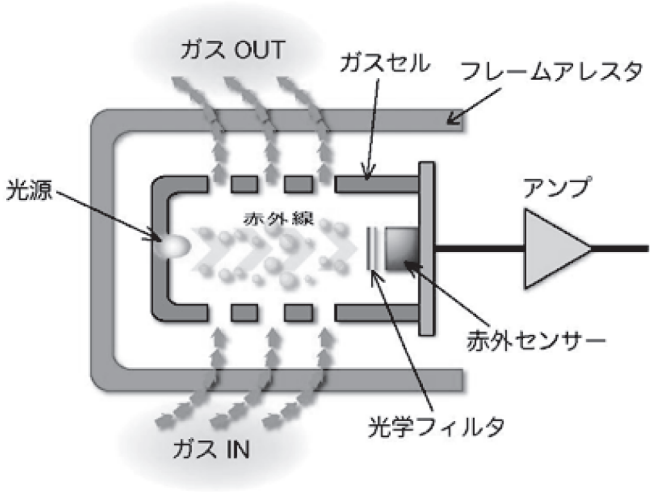


図 2.8.2.9　赤外線式センサー断面図

(2) ごみ処理施設向けで赤外線式センサーを採用することのメリット

はじめに前項までに紹介した2種類のセンサーを表で比較します。

表 2.8.2.10　センサー比較表

	接触燃焼式センサー	赤外線式センサー
環境耐性（Si・腐食ガス等）	×	○
精度	○	○
長期安定性（Si・腐食ガス等有り）	×	○
保守性	△	△
機器導入時コスト	○	×
ランニングコスト	△	○
その他	測定時に酸素が必要	測定に酸素を要さない

ごみ処理施設、中でも破砕処理設備内部のガス測定を行う場合、通常の大気を測定する場合と大きく異なり、検知器にとって厳しい測定環境である場合が多くなっております。特に、ごみに含まれる水分による高湿度状態、ごみに含まれる硫化物やシリコン（Si）化合物等のセンサーへの悪影響が大きい物質の存在等によってセンサーが悪影響を受け、正確な測定ができない、センサーの劣化が極端に早くなるなどの事例が起こり易い傾向にあります。赤外線式センサーは、前述の通り測定に際して化学反応を必要としません。赤外線受光部の汚れ等により感度低下を招くこともありますが、接触燃焼式センサーに比べ上記の環境・物質による悪影響を受けにくい傾向にあるため、センサー交換等を必要とする故障が少なくなっております。

また、センサーの特性上、接触燃焼式等燃焼活動を必要とするセンサーでは、測定にあた

り燃焼活動に必要なだけの酸素の存在が不可欠です。赤外線式センサーは測定に酸素を必要とせず、極端に言えば酸素が全く存在しない箇所の測定も可能です。一部の破砕機では火災、爆発事故防止のため不活性ガスにより機械内部を強制的に低酸素状態としている場合もあります（可燃性ガス濃度が上昇しても酸素量を抑えることで事故の抑制を図る事を目的としています)。このような場合、接触燃焼式等のセンサーでは測定に必要な酸素を外部から吸引してくる必要があり、測定時の安定性に欠ける面があります。その点、赤外線式センサーは、元々測定に酸素を必要としていないため、安定した測定が可能です。

一般的に、接触燃焼式センサー等の固体式センサーよりも、光学式センサーと呼ばれる赤外線式センサー等は比較的高価です。同じような性能を持つ商品であれば、価格が安いものを採用したいと考えられると思います。しかし、センサーごとに特性が異なり、検知原理ごとに得意とする分野も異なります。ガスの測定条件に応じた適切な検知器を採用することが事故防止に繋がるのは言うまでもありません。

ごみ処理施設の場合、導入費用が多少高価であっても後々のことを考えると赤外線式センサーが選ばれるのは、こうした多くのメリットによるところが大きいためです。

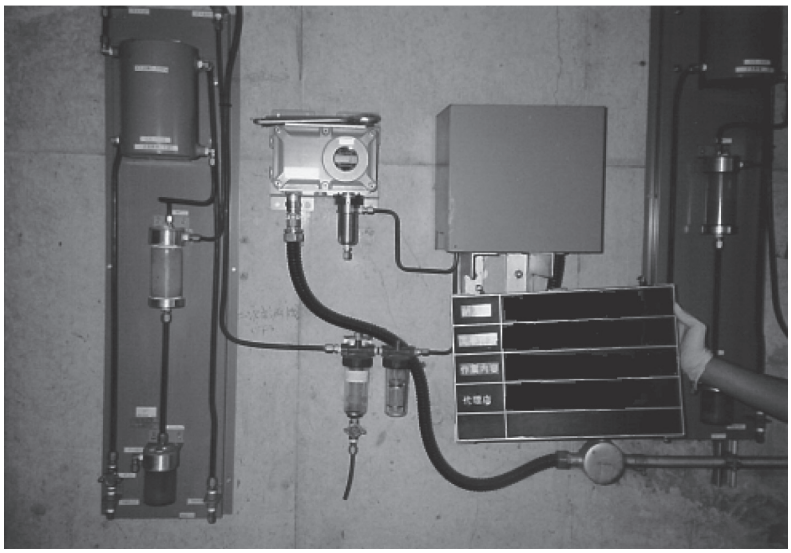


図 2.8.2.11　現場設置例

(3) ガス検知に際しての注意

冒頭に記載したとおり、ガス検知器はセンサーで感知した信号を伝送して濃度を読み取り警報を発する仕組みです。これにより、JIS 等の規格にも記載がありますが、ガスを検知してから警報を発するまでのタイムラグ（警報遅れ）は避けられないものとなっております。急激なガス濃度上昇の場合、ガス発生から爆発事故が起こるまでの時間は非常に短く警報を発する前に事故が起こってしまうこともあります。

このことからも、実際に事故が発生してしまった後に事故の発生を告げる装置（感知器)、事故の拡大を防ぐ装置（消火設備）との連携・併用が重要となります。

8.3 防火・消火支援機器

防火や消火活動の支援のための機器として、下記のものがあげられる。

- ●防火戸
- ●水圧開放装置付きシャッター
- ●非常用電源設備

1）防火戸

防火戸は、「特定防火設備」と「防火設備」に分類されます。

（1）防火戸の構造

①特定防火設備：告示第 1369 号

次の各項の一つに該当する構造の戸をいう。

（a） 鉄製で鉄板の厚さが 1.5㎜以上のもの。

（b） 骨組が鉄製で、両面にそれぞれ厚さが 0.5㎜以上の鉄板を張ったもの。

（c） 鉄骨コンクリート製又は鉄筋コンクリート製で厚さが 3.5㎝以上のもの。

（d） 土蔵造で厚さが 15㎝以上のもの。

②防火設備：告示第 1360 号

次の各項の一つに該当する構造の戸をいう。

（a） 鉄製で鉄板の厚さが 0.8㎜以上 1.5㎜未満のもの。

（b） 鉄骨コンクリート製又は鉄筋コンクリート製で厚さが 3.5㎝未満のもの。

（c） 土蔵造で厚さが 15㎝未満のもの。

（d） 鉄及び網入りガラスで造られたもの。

（e） 骨組に防火塗料を塗布した木材製で、屋内面に厚さが 1.2㎝以上の木毛セメント板または厚さが 0.9㎝以上の石膏ボードを張り、屋外面に亜鉛引鉄板を張ったもの。

（f） 防火塗料を塗布した木材及び網入りガラスで造られたもので、開口面積が 0.5 m^2 以内の開口部を設ける戸。

（2）設置基準（用途）

①防火区画には特定防火設備を設置。

②「耐火建築物または準耐火建築物の外壁の開口部」及び「防火地域内は準防火地域内の建築物の外壁」で延焼のおそれのある部分には防火設備を設置。

2）水圧開放装置付きシャッター

（1）設置基準

ごみ処理施設では部分的に無窓階になるケースがありますが、この様な場合水圧開放装置付きシャッターを設け、消火活動を容易にすることができます。また、ごみ貯留ピット投入部のシャッターに設置して、火災で電源が遮断された場合もシャッターを開閉して消火活動を容易にします。

表 2.8.3.1　消火設備の設置基準 [19)]

設　備　名	無窓階の場合	水圧開放装置付き
消火器	50㎡	150㎡
屋内消火栓設備	400㎡	2,000㎡
自動火災報知器	300㎡	1,000㎡

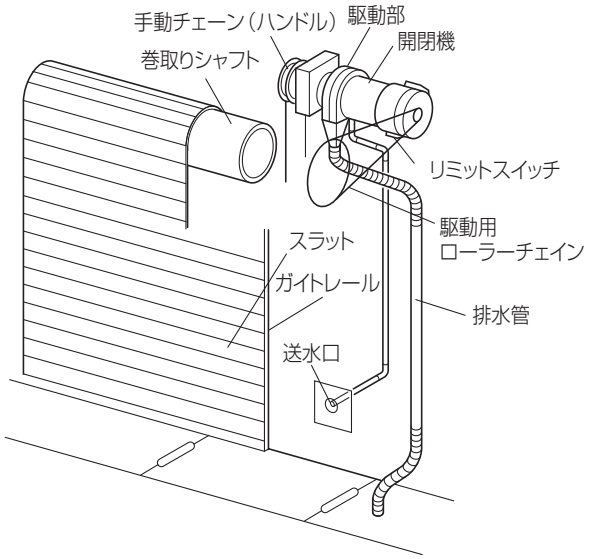


図2.8.3.1　水圧シャッター
出典：メーカーカタログより

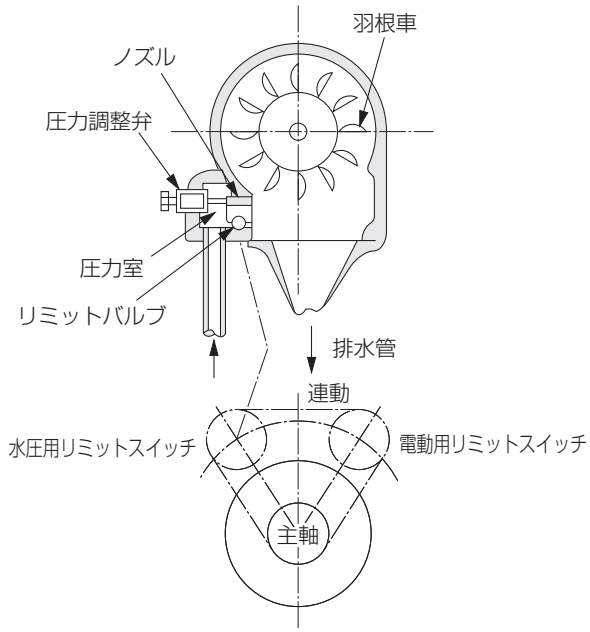


図2.8.3.2　駆動部断面
出典：メーカーカタログより

(2) 水圧単独型

火災により緊急に消火を要する場合、消防隊のホースの水圧によって開放し、消火活動、人命救助を容易にするシャッターです。水圧でシャッターの開閉機構を作動させ、人が自由に出入りできる高さまで開放します。

①特長

- 水圧は駆動部で 5kg /㎠（490kPa）、所要水量も 200ℓ /min（JSG-20）とごくわずかですむ。
- 人が入れる高さまでシャッターが開放されると、リミット機構が作動し、自動停止する。途中で送水をやめた場合にはその時点で停止するので、緊急の消火、救出作業にすばやく移れる。また、レバー操作によって閉鎖も容易である。
- 消防隊のホース以外の低水圧では作動しない。
- 送水口に消防隊のホース口金を直結できるため、水もれによるムダがない。
- 既設のシャッターへの取付けも可能である。

(3) 電源装置内蔵型

火災による停電のため、シャッターが開放できず、消火活動や避難に支障をきたす場合があります。消防隊のホースの水圧でスイッチを入れる水圧開放装置と非常電源装置を組み合わせたもので、停電時でもシャッター開放が可能になり消火活動や避難に有効な働きをします。また、火災報知信号でも、シャッター開放ができるので、遠方からの操作も可能です。本装置を使用することにより、消防設備の設置義務が大幅に緩和可能です。

3）非常用電源設備

（1）概要

消火設備等の消防用設備等を起動させるためには電源が必要です。しかし、火災により電源が遮断されたり、安全のために電源の供給が遮断されれば消防用設備等が有効に機能しないことが考えられます。

そこで、電源を必要とする消防用設備等に、常用の電源が遮断された場合でも、消防用設備等が有効に作動するように、非常電源を設けるものです。

①非常電源の種類

非常電源の種類は、非常電源専用受電設備、自家発電設備、蓄電池設備の3種類があります。延べ面積が1,000㎡以上のものは、自家発電設備または蓄電池設備でなければなりません。

②非常電源の容量

非常電源の容量は、消防用設備等の種類によって表2.8.3.2のように定められています。

また、連結送水管に加圧送水装置を必要とする場合には、屋内消火栓設備等の非常電源の容量に連結送水管の容量も加算します。

表2.8.3.2　消火設備に対して適用する非常電源の種類とその容量[20)]

消防用設備	専用受電	自家発電	蓄電池	容量
屋内消火栓設備	△	○	○	30分
スプリンクラー設備	△	○	○	30分
水噴霧消火設備	△	○	○	30分
泡消火設備	△	○	○	30分
二酸化炭素消火設備		○	○	1時間
粉末消火設備		○	○	1時間

△：特定防火対象物で延べ面積1,000㎡以上のものには設置が認められていない。

社会動向の変化と今後の課題

Section

9

9.1 社会の動向とごみ処理施設

●廃棄物処理をとりまく環境が変化してきており、安全安心の施設の実現が求められている。
●今まであまり研究されていなかったソフトウェア技術に焦点を当てた研究が急務である。
●処理施設の効果的な運営の基礎として、マネジメントシステムの導入が期待されている。
●ごみ質の変化に対応した施設計画や施設運営が望まれている。

1）ソフトウェア技術に焦点を当てた安全安心の施設の実現

近年、社会の様々な分野で安全・安心への取り組みが進められており、ごみ処理施設についても安全安心の施設実現への期待が高まっています。しかし、ごみ処理施設、特にリサイクルセンターの火災や爆発事故については、多くの組織が事故防止への努力を積み重ねてきましたが、未だ十分な成果が上がったとはいえないのが現状です。

従来ごみ処理施設の防火・防爆対策は、火災の早期検知や爆発・発火の可能性の高い危険物の検知除去等主にハードウェアに関する技術開発を行ってきました。しかし、プラントメーカや機器メーカによって、ハードウェアを中心に熱心に行われてきた技術開発は、一時期を境に大きな進展が見られていない状況が続いています。一方で、施設を適切に運用するためのソフトウェア技術の開発には、一部の自治体を除きそれほど熱心に取り組んできたとは言えませんでした。このような技術には、過去の事故事例の分析による危険箇所や危険度の特定、危険箇所の最適な監視方法の決定、事故予防や事故発生時の適切な対応手順、適切な施設運転や維持管理を行うための教育や訓練の方法等施設を適切に運転し、維持管理するための研究やそれらの優れたソフトウェア技術を後継者に継承するための研究は、最近になって始まったといっても過言ではありません。

以上のような状況から、安全安心の施設を実現するには、ハードウェアの技術開発はもちろんですが、施設の運転技術や維持管理技術等ソフトウェアに重点を置いた研究が急務といえます。そのためには、国や地方自治体、業界団体、大学等の研究機関等によって、ごみ処理施設のソフトウェア技術の研究や情報の交流が強力に進められることが期待されます。

2）マネジメントシステムの導入

これらの防火防爆のハード面での対策だけでは、十分な効果を期待できない現実を考えると、上述のような維持管理等を含めたソフトウェア面の研究の推進や別の項で述べている拡大生産者責任（EPR）としての事業者の積極的な関与が強く望まれています。それに加えて、防火防爆設備（ハードウェア）や設備の運用方法（ソフトウェア）を適切に管理運営していくための経営的な仕組みとして、マネジメントシステムの導入が望まれます。

近年、そのような仕組みである環境マネジメントシステム規格 ISO14001 や労働安全衛生マネジメントシステム規格 OHSAS18001 等のマネジメントシステムの自治体や事業者への導入が進んでいます。

マネジメントシステムとは、「様々な工夫をして、目的を達成するために必要とする取り組みの要素をお互いに関連付けながら取りまとめた（体系化した）もの」といったイメージのものです。マネジメントシステムの基本的な構造は、事業活動に伴う重大な環境影響や災害リスクを特定し、これらを改善していくために、重点的に経営資源を配分して、PDCA のマネジメントサイクルを用いて行っていく、予防的、継続的な取り組みを行うのに必要な要素で構成されています。

これらのマネジメントシステムは、認証審査に重点を置いていると、規格本来の考え方から逸脱

した非効率なシステム運営に陥ることもあるので注意が必要です。施設運営に規格本来が求めるマネジメントシステムを導入することによって、組織に明確な改善や管理の目標を提供し、効果的な施設運用を支援することが可能となります。

3）ごみ質の変化

各種リサイクル法や廃棄物処理法など法律や排出量の削減やリサイクルをベースとした自治体ごみ収集ルールの変更等によって、自治体が処理するごみの性状も変化してきています。

また、リチウム系電池に代表されるようなごみ処理にとって新たな脅威となりうる製品も使用・廃棄されるようになってきています。

このようなごみ質の変化は、火災や爆発の発生リスクを増大させることになります。ごみ処理施設の建設計画や改造計画では、このようなごみ質の変化を考慮し爆発や火災のリスクに対応した施設仕様の策定が求められています。

また、日頃の施設運営においても、ごみ質の変化に留意を払い、変化に対応した施設運営や施設の改造を行うことが重要です。

9.2 技術的課題

- ●遠隔操作や無人化ロボット等によって危険物の発見・除去が容易にできる機器や装置の開発が期待される。
- ●埋もれたごみの中の火種が検知できる装置の開発が求められている。
- ●低速回転式破砕機による前処理ガス抜きでは、安全性への配慮が必要。
- ●実用化されている防爆システムでも、可燃ガスの検知速度や対応可能な可燃ガスの拡大等、課題も多く、改善が期待される。

1）爆発危険物の除去（前処理除去）

ITV による危険物の監視は、プラットホームやごみ貯留ピット、受入コンベヤ等で行っています。しかし、ごみが絡み合っていてごみ層が薄くならないことや袋の形状がまちまちで、破袋が完全にできないため、結果として危険物の発見は困難です。

破砕機の改良はもとより、破袋せずに、中の危険物をチェックできる装置や無人ロボット、絡んだごみのならし装置、ごみの性状を遠隔監視・識別できる画像処理技術等の開発や実用化が望まれます。

また、プラットホームや監視コンベヤ上のごみは、人手で危険物を除去しますが、作業車両の走行や、粉じん、騒音等作業環境は良くありません。エアゾール缶等のガス抜き装置や危険物取出し装置を先端に取付けた装置も一部実用化されていますが、作業環境はあまり改善できていません。今後はごみに人間が近づかなくても遠隔操作や無人化ロボット等危険物を除去できるような技術開発が望まれます。

2）感知器等

ごみ処理施設の火災で被害が大きくなる理由の一つは、火種がごみに埋もれて、火災の検知が遅れることです。

貯留ピットで大火災となった例では、ごみの搬入時点で、火種がごみ層に埋もれていたため、消防法で規定する煙感知器や熱感知器では早期に検知できなかったものと考えられます。

そこで、前述の感知器以外にごみの火種等を直接検知する高性能の炎検知器や熱検知器を設けることや、ごみの温度分布を画像化し、火種位置を特定できる画像処理装置も実用化されています。しかしながら、これらはいずれもごみの表面を検知する方法であり、ごみ中の火種に対しての検知性能は十分ではありません。

また、破砕されたごみが搬送コンベヤ上を移動するときも、加熱されやすく比重の重い鉄類が振動等によってごみの下層に潜り込むため、上層のごみに邪魔されて検知が困難です。

このように、埋もれた火種を検知できるシステムは、現在実用化されておらず、早期の開発が待たれています。

運転中断時のベルトコンベヤ上の堆積ごみの中や、可燃物ホッパ、プラスチックホッパに加熱された鉄片等の火種が残ると、ごみが断熱材となって自然放熱による冷却が期待できず、また酸素不足の雰囲気で不完全燃焼し、一酸化炭素等可燃性ガスが充満し火災を誘引する可能性があります。ホッパ内の貯留ごみが多くなると、散水による冷却も容易ではありません。特に、熱伝達率が低く、吸湿性の少ないプラスチックごみでは、火種を消火することは非常に困難であり、形状が偏平でフィルム状のごみ層では、発生した一酸化炭素ガスが局部的に停滞して検出が遅れます。

今後、このような難題を克服して、一酸化炭素ガスを検知して火災の事前予防ができるようなシステムの開発も期待されます。

3）低速回転式破砕機による前処理ガス抜き

高速回転式破砕機の衝撃による火花や破砕時の熱の発生を低減させるために、低速回転式破砕機で代替させる場合があります。しかし、低速回転式は、処理対象物が制限され、高速回転式破砕機の代替機として、多種多様のごみを破砕するだけの性能を確保するには至っていません。このためには、粗破砕とカセットボンベ等比較的小型のごみの破砕という相反する機能が必要であり、より一層の改良が望まれます。

ただし、高速回転式破砕機の前処理として使用される低速回転式破砕機であっても、粗破砕したボンベ類からのガスの処理が不十分な場合、ＬＰＧボンベ等を破砕すると、一挙に大量のガスが充満し、爆発する恐れがありますので、可燃性ガス検知器や換気設備等の設置及び爆発による二次災害防止対策の実施が必要です。

4）防爆システム

(1) 防爆装置の運転制御と感知器の感度

可燃性ガスの放出に対する破砕機の運転制御は、可燃性ガス濃度の上昇によるガス検知器の信号で、ごみの供給を停止します。

しかし、ガス濃度の検知には 30 秒程度の時間遅れがあるため、検知時には、既に爆発限界濃度に達していることも多いと思われます。信頼性を高めるためには、時間遅れの少ない可燃性ガス検知方法の開発が望まれます。

(2) 水蒸気吹込式

プロパンやブタン等のガスには効果的な方式です。水蒸気の発生源は、ごみ焼却施設の廃熱ボイラの利用が費用的に有利ですが、廃熱ボイラが利用できない場合でも、専用のボイラを設置して、水蒸気吹込式を設置する施設が増えています。

本方式はアルミニウムの粉末等の禁水性物質には爆発抑制効果がなく、また、プロパンガスに合わせて調整すると、ベンゼンやトルエン等のガスに対しての爆発抑制効果が不十分です。この爆発抑制が可能な物質を拡大することが、この方式の今後の研究課題です。

また、水蒸気吹込式には、以下のような問題があります。

- 破砕機から漏れた水蒸気が結露して、電装部品等の破砕機周辺の機器に悪影響を及ぼす
- 破砕機出入口のごみのＩＴＶ監視は、水蒸気が邪魔をして、確認が難しい
- 酸素濃度計は、可燃性ガスが存在すると酸素濃度を実際よりも低く指示する

従って、下記のような改良や開発が望まれます。

- 破砕機出入口の水蒸気シール方法の改善
- 水蒸気雰囲気中でもごみの供給や排出状態が確認できるモニタ機器
- 可燃性ガス等の影響を受けない酸素濃度計

(3) 初期段階での爆発抑制技術

爆発発生初期の段階で圧力の上昇を検知して、瞬発的に消火剤を噴射して爆発を抑制するもので、粉じん爆発防止技術として実用化されています。

本装置は、破砕処理で多発する小規模な爆発をも感知して消火剤を噴射するため、消火剤の補充が頻繁になり、コスト高になります。また、プロパンガス等のガス爆発は粉じん爆発に比べて燃焼速度が速く、急激に上昇する圧力に抑制装置がついていかないため、現段階では破砕機の防爆装置としての適用にはかなり無理があります。

微少な圧力変動による誤動作や応答速度を改善することにより、効果的な爆発抑制装置となることが期待されます。

9.3 先進的な安全対応策

以下は国内の大学で研究が進められている安全対策の先進事例である。

- 施設の設計や大規模改修時等において、安全かつ経済的な安全配慮設計を行うための安全性の定量評価が可能な安全設計評価手法 SAD。
- 現場運転員に対して 3D － VR 技術を用いた効果的な安全教育を行い、事故の未然防止・拡大防止に努めるための運転員教育支援ツール APT。
- 事故等への適切な対応により事故の拡大防止を図る異常時・緊急時の迅速対応システム PRS。
- 上記の手法や支援ツールの基礎として、個別施設の安全向上につながる情報収集のための ICT 活用した情報収集ツール。

国内の大学で開発されている先進的な安全対策について示します[21]。安全・安心な施設の設計・運用実現のためには、施設の設計から操業（施設の長寿命化に向けた大規模改修も含め）までのさまざまな段階においてハードウェア・ソフトウェアの両面から安全対応策を行い、事故の未然防止・拡大防止に努めることが必要です。早稲田大学では、全国版の事故・トラブル・ヒヤリハット事例データベース（Accident & Trouble , HIYARIHATTO database；ATHDB-all　1992 年～ 2007 年に国内で発生した事故･トラブル･ヒヤリハット事例 3,262 件を独自のフォーマットで集約）を構築､ICT（情報通信技術：Information and Communication(s) Technology）を導入して、効率的に安全の向上につながる情報を蓄積し、実績をベースとした検討が行える研究が進んでいます。

1）安全設計評価手法：SAD (Safety design Analysis with Database)[22]

SAD は、個別技術の事故・トラブル・事例データベースを基礎に置いた施設の設計段階及び施設の大規模改修における安全配慮設計（工事計画の立案）を進めるための安全性の定量評価手法で、個別の施設や新技術適用の際に活用できます。この評価手法は、リスクを確率論的な被害額として定義し、式（1）により算出します。被害額は、“人身被害額”と“施設被害額”、及び“施設を停止したために発生する被害額（施設停止被害額）”の合計値とします。また、事故発生率は“事故やトラブルが 1 施設 1 年間当たりに発生する頻度”と定義し、データを蓄積した全期間または対象期間における平均発生件数として算出します。

$$R = A \times B \qquad (\text{ただし、} A = \alpha + \beta + \gamma) \qquad (1)$$

$$R' = R \times w = (\alpha \times a + \beta \times b + \gamma \times c) \times B \times d \qquad (2)$$

R：リスク［万円 / 施設・年］、A：事故被害額［万円 / 件］、B：事故発生率［件 / 施設・年］、
α：人身被害額［万円 / 件］、β：施設被害額［万円 / 件］、γ：施設停止被害額［万円 / 件］、
R'：安全向上策導入後のリスク［万円 / 施設・年］、
w：安全向上策導入によるリスク低減効果、a：人身被害の低減効果、b：施設被害の抑制効果、
c：事故の影響の拡大防止及び施設の早期復旧に向けた効果、d：事故等の発生抑制効果

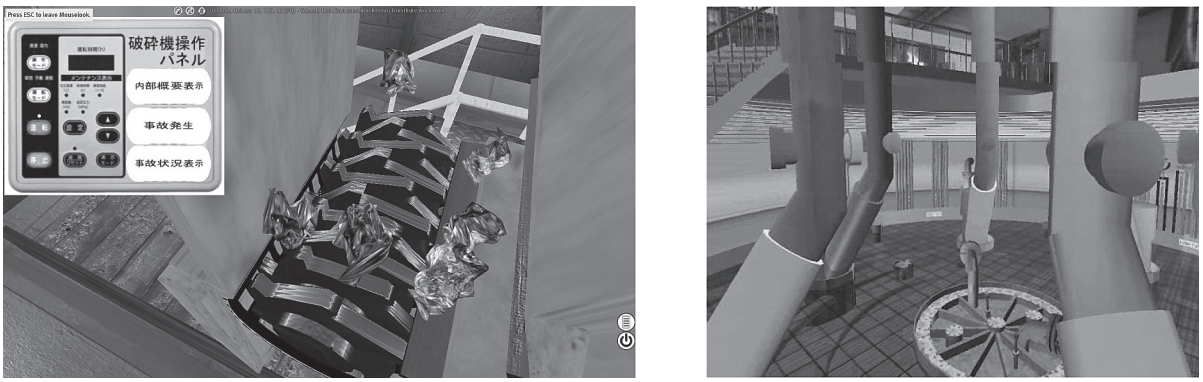
施設の設計段階において SAD を利用する際には、日本全国で発生した事故・トラブル事例を活用し、そこに当該技術や事例を収集することにより構築した個別技術の事故･トラブル･ヒヤリハット事例データベースと専門技術者の知見を集約した安全向上策データベースを活用します。SAD は、従来の手法よりも簡便に施設独自の安全性評価が実施でき、さらに安全性だけではなく、経済性も考慮した効果的な安全対策の導入が効率的に検討することができます。また同じ事故（国内外の他施設で発生したものを含め）を繰り返すことのない施設設計や施設の効果的な改修工事の計画立案等に寄与することができます。

2）VR 技術を用いた安全教育支援ツール：APT (Accident Prevention Training tool)[23)]

施設から安全対応等までさまざまな安全技術を 3D-VR（Virtual Reality）技術を用いて習得することが可能な運転員教育支援ツール APT が開発されています。APT は 3D 仮想空間内に作成した施設内で、教育プログラムを体験してもらうことで、安全教育を行うものです。例えば、稼働中の破砕機の中にスプレー缶を入れて、爆発事故が発生する過程を体験します。そのため、専門知識のない人や日本語が読めない外国人労働者でも、文字ではなく映像を主体として体験的に学習することで、誰でも効果的に教育が実施できます。さらに APT は周辺住民等への説明にも有効に活用できます（図 2.9.3.1）。

個別の施設で APT を用いる際は、設計段階に作成した 3D-CAD を活用することで、リアルに再現することが可能となっています。また施設の写真から作成してユニット化されている装置や機器を組み合わせ作成することもできます。これにより簡便に施設を視覚的に再現できるとともに、施設建設前から周辺住民への施設の説明等にも活用できます。

さらに、全国版の事故・トラブル・ヒヤリハット事例データベース（ATHDB-all）や ICT を用いた安全操業情報取得ツール（PDA（個人用携帯情報端末）等を用いて現場で技術者にヒヤリハット情報等を蓄積してもらうとともに、運転引き継ぎノート等の操業情報の電子化・ATHDB 等への自動入力が可能な開発中のツール）を活用して構築した個別施設の ATHDB と連携させることによって、現場の実情を的確に反映させた安全教育プログラムの作成も可能となります。



（a）破砕機の処理状況をアニメーションで再現　　（b）施設全体を 3D-VR を用いて作成

図 2.9.3.1　APT による運転員への安全教育の実施

3）異常時・緊急時の迅速対応システム：PRS (Promptly Response System to the accident)

事故が発生した際にはできるだけ迅速に適切な行動をとることが重要です。しかし、判断をする人がこれまでに経験したことがない事例に対して迅速な対応を取ることは難しいと思われます。そこで、異常時・緊急時の迅速対応システムとして PRS が開発されています。これは豊島廃棄物等処理事業で実際に行われている緊急連絡システムを高度化させたもので、過去に発生した事故やトラブルのレベルとその対応方法が記されているデータベース（異常時・緊急時対応 DB）を基に、現場から PDA（個人用携帯情報端末）等により報告された事故やトラブルのレベルを判断し、現場へ対応方法を連絡すると共に、関係者（管理者、消防署等）に対して状況を自動的に連絡するシステムで、事故の拡大防止を図るものです。

9.4 業界団体による事故防止への取り組み

- ごみ処理施設の火災事故や爆発事故発生の主な原因の一つとして、ガスボンベやリチウム系電池のような火災や爆発の可能性が高い製品が廃棄物として排出されていることが挙げられる。
- 防火・防爆対策の基本は、上流である排出や収集段階での対策だが、住民対策や収集時の対応には限界がある。また、下流側のごみ処理施設の対策でも、機器性能や運転管理面とも限界があり、事故を完全に阻止できる状況ではない。
- より根本的な対策として、廃棄物となる製品を提供している事業者や業界団体が製品の危険性の除去や回収ルートの設定や推進を図るなどの根本的な対策を行うことが強く求められている。
- このような取り組みの必要性は、アンケート結果にも現れているが拡大生産者責任(EPR)の観点からもより積極的な対応が事業者や業界団体に求められている。
- 事業者には、製品の安全性の向上を図ることによって、新たなビジネスチャンスの開拓につながるものとして、更に積極的な取り組みを期待したい。

1）危険性を有する製品の廃棄による事故の発生

ごみ処理施設には、リチウム系電池のように取り扱いによっては、発火の可能性がある新たな製品が廃棄物として排出されており、新たな発火や爆発の原因物質となって事故を増加させる可能性も否定できません。このように製品が廃棄物となった場合に発火や爆発の可能性があると考えられる主なものには、LP ガスボンベ、カセットボンベ、リチウム系電池、ライター、マッチ等多くのものが挙げられます。

防火・防爆対策の基本は、上流である排出段階で火災や爆発の可能性がある危険な物を排出しないことであり、収集時にそのような廃棄物を発見・除去することです。しかし、住民啓発や収集時の対応には限界があり、危険なごみの混入の可能性をゼロにすることは不可能です。

また、ごみ処理施設においても、防火・防爆関連機器の性能や運転管理面で限界のため、これらの事故を完全に阻止できる状況にはありません。

2）業界団体による事故防止の取り組み

一方で、製品が廃棄物になった場合の事故発生の可能性を低下させる業界団体の取り組みも行われています。例えば、エアゾール缶の中身排出機構がそれに当たります。しかしこのような取り組みも、幾つかの製品に限られていることや住民への周知が不十分な状況が散見されます。小型 LPG ボンベでは、平成 9 年の調査時より、販売店でのボンベ引き取り等の取り組みが後退していました。

今回のアンケート調査においても、事故の根本的な対策をメーカーや販売者等の事業者に求めたいものの上位には、電池を含むバッテリー、ガスボンベ、エアゾール缶、ライター等が挙げられています。廃棄される製品の危険性の除去や回収ルートの設定等、廃棄物となる製品を提供している事業者や業界団体による事故への根本的な対策が強く求められています。

3）EPR やビジネスチャンスとしての企業の取り組み

このような事業者や業界団体による製品の危険性の除去や回収ルートの設定と推進等の取り組みは､拡大生産者責任(EPR)の観点から求められるものです｡このような取り組みを推進するためには、情報機器や電気機器のメーカーがリチウム系電池の回収を支援する、たばこ製造・販売会社が喫煙者のために販売されているライターの回収を支援するなど、関連する業界を巻き込んだより広い視点での活動が求められます。

また、製品使用時や廃棄時の危険性の除去は、製品の安全性を増加することによって新たなビジネスチャンスの創出につながるものとして、事業者の更に積極的な対応を期待します。

参考資料

技術資料

1．爆発および爆発性物質資料

1）爆発の種類

<table>
<tr><th>爆　発　原　因</th><th>爆　発　の　条　件</th><th>爆　発　の　特　徴</th></tr>
<tr><td>1．混合ガスの爆発
●プロパンガスと空気
●ブタンガスと空気
●ガソリンと空気
●シンナーと空気</td><td>可燃性ガス（燃料ガス）と支燃性ガス（空気、酸素）からなる可燃性混合気の爆発である。
①空間内のある範囲の気相が、燃焼可能な状態になる。
②その部分で何らかの発火源によって発火する。</td><td>①発火に続いて火災（燃焼波）または爆ごう波（デトネーション）が気相中を伝播し、圧力が急上昇する。
②圧力上昇による破壊や衝撃により被害が、発生する。
③可燃性の混合ガスの爆発現象は、空間の状況によって大きく異なる。
④可燃性混合ガスの爆発の発生時には、ほとんどの場合圧力波が発生する。
⑤可燃性ガスと空気（または酸素）の混合物において可燃性ガスの濃度が低すぎても、高すぎても火災の伝播が起らなくなる濃度限界がある。濃度の低い方を爆発下限界、高い方を爆発上限界とよび、その間を爆発範囲と呼ぶ。</td></tr>
<tr><td>2．単一ガスの分解爆発分解爆発発生ガス
●アセチレン
●ビニールアセチレン
●メチルアセチレン
●酸化アセチレン
●エチレン
●四フッ化エチレン
●プロパジエン
●ヒドラジン
●オゾン
●亜酸化窒素（笑気ガス）
●酸化窒素
●硝酸メチル
●硝酸エチル</td><td>分解反応が発熱反応であるガスは、例えばアセチレンは酸素がなくても2 atm以上に圧縮して点火すると爆発が発生する。</td><td>（例）アセチレン
密閉したガラス管内の空気を排出したのち、アセチレンガスを圧入して、その一端に点火すると明るい黄色の火炎が発生して管中を伝播する。
アセチレンの圧力を上昇させると火災の速度は早くなり、発生する圧力も大きくなって、装置を破壊するようになる。
※メチルアセチレン、モノビニルアセチレン、四フッ化エチレン、プロパジエンなどについては、はっきりした分解機構がわかっていない。</td></tr>
<tr><td>3．粉じん爆発
粉じん爆発の原因となる物質例
<table><tr><th>分　類</th><th>例</th></tr><tr><td>農産物</td><td>でんぷん類、小麦粉、砂糖、小麦わら、飼料、綿くず、紙粉、その他</td></tr><tr><td>化学物質</td><td>いおう、粉体塗料用粉末、複写用トナー、ゴム粉末、その他</td></tr><tr><td>石炭·石油</td><td>微粉炭、オイルシェール、その他</td></tr><tr><td>金　属</td><td>アルミ粉、マグネシウム粉、チタン、水素化金属</td></tr><tr><td>薬　品</td><td>種々の結晶、塗料、農薬</td></tr><tr><td>高分子類</td><td>種々の結晶、塗料、農薬</td></tr><tr><td>木工·製材</td><td>のこくず、チップ、木皮</td></tr></table></td><td>粉じん爆発については、気体爆発と同時代に研究が開始されたにもかかわらず不明な点が多い。これは、粉じん爆発が不均一な固気混合系での反応によるためと思われる。
（例）高分子（プラスチック）粒子高湿状態では粒子表面は溶融を起こす。次いで溶融物の熱分散が起き、粒子の周囲には可燃性ガスの膜を生じる。
雰囲気中の酸素により、拡散火炎を生じる。火炎は浮力によって上方へ伸びた形を示す。</td><td>粉じん爆発は、高速燃焼反応であり、気体の爆発と同時に高い圧力の解放と高湿ガスの生成を伴う。粉じん爆発は、気体の爆発機構と同様に、発火とそれに続く火炎の伝播、火炎の成長、さらに爆ごうへの移転という過程を経て成長して行く。</td></tr>
</table>

爆　発　原　因	爆　発　の　条　件	爆　発　の　特　徴
4.液体および固体の爆ごう	爆ごう（デトネーション）とは、化学反応を伴う衝撃波のことである。爆ごうするものとしてよく知られているのは、水素やアセチレンなどの可燃性ガスと酸素の混合気ダイナマイトなどの爆薬である。 ―爆ごう諸形態― 酸素と水素の混合気やＴＮＴなどの爆ごうは、古くから知られている。	黒色火薬などは、デフラグレーションまたは爆燃と呼ばれる爆発的な燃焼しかしない。 爆ごうは、一般的に、1,000m/s以上の高速度で伝播し、空中に強い衝撃波（爆風）を発生させる。
5.火薬・爆薬類	火薬・爆薬および火工品を総称して、火薬類というが火薬類はいずれも発火爆発または燃焼して多量のガスと高熱を発生し、多くの場合その爆発反応速度が音速よりも大きくなって衝撃波を発生する。 黒色火薬やテルミットなどの燃焼においては、燃焼の進行に必要な酸素が燃焼物と密にまぜられた酸化化合物によって供給されるから、別に外界から空気または酸素の供給がなくても進行するし、また、酸素の供給が円滑に行なわれる関係上、燃焼が速やかに進行することを特徴とする。	
6.蒸気爆発	蒸気爆発「Vapor Explosion Dampfexplosion」とは、「液体が急激に蒸気化することにより、圧力が急上昇する現象である。」と広義に定義される。	蒸気爆発は、他の爆発とは異なり、化学反応や化学発酵を伴わない沸騰蒸発に関連する現象である。液体が水である場合を水蒸気爆発（Steam Explosion）と呼ぶこともある。

2）可燃性および毒性ガスおよび蒸気の危険性[24)]

ガスおよび蒸気	分　子　式（化学式）	燃焼（爆発）範囲（Vol%）	爆発等級	発火度	引火点（℃）	許容濃度（ppm）	ガス比重（空気＝1）
水素	H_2	4.0～75.6	3	G1	（ガス）	—	0.07
メタン	CH_4	5.0～15.0	1	G1	（ガス）	—	0.55
プロパン	C_3H_8	2.1～9.5	1	G1	（ガス）	—	1.56
n―ブタン	C_4H_{10}	1.5～8.5	1	G2	（ガス）	800	2.01
i―ブタン	C_4H_{10}	1.8～8.4	1	G2	（ガス）	—	2.01
n―ペンタン	C_5H_{12}	1.4～7.8	1	G3	＜－40	600	2.48
エチレン	C_2H_4二重結合	2.7～34.0	2	G2	（ガス）	—	0.97
プロピレン	C_3H_6	2.0～11.7	1	G2	（ガス）	—	1.49
ブチレン	C_4H_8	1.7～9.0	1	G2	（ガス）	—	1.93
アセチレン	C_2H_2三重結合	1.5～100	3	G2	（ガス）	—	0.90
トルエン	$C_6H_5CH_3$	1.2～7.0	1	G1	6	50	3.18
O―キシレン	$C_6H_4(CH_3)_2$	1.0～7.6	1	G1	30	100	3.66
メタノール	CH_3OH	5.5～44.0	1	G1	11	200	1.10
エタノール	C_2H_5OH	3.5～19.0	1	G2	12	1,000	1.59
アセトン	CH_3COCH_3	2.5～13.0	1	G1	＜－20	500	—
メチルエチルケトン	$CH_3COC_2H_5$	1.8～11.5	1	G1	－1	200	2.48
酢酸エチル	$CH_3COOC_2H_5$	2.1～11.5	1	G1	－4	400	3.04
酢酸ブチル	$CH_3COOC_4H_9$	1.2～7.5	1	G2	22	150	4.01
都市ガス	—	5.0～	2	G1	（ガス）	—	0.2～0.4
LPG	—	2.0～12.0	1	G1	（ガス）	1,000	1.5～2.0
ガソリン	—	1.0～7.0	1	G3	＜－20	100	3～4
灯油	—	0.7～	1	G3	35～50	—	5～
n―ヘキサン	C_6H_{14}	1.2～7.4	1	G3	－21.7	50	2.98
ブタジエン	C_4H_6	1.1～12.5	2	G2	（ガス）	2	1.87
アセトアルデヒド	CH_3CHO	4.0～57.0	1	G4	－37.8	C25	1.52
塩化ビニル	CH_2CHCl	3.8～29.3	1	G2	（ガス）	1	2.16
一酸化炭素	CO	12.5～74.0	1	G1	（ガス）	25	0.97
アンモニア	NH_3	15.0～28.0	1	G1	（ガス）	25	0.59
硫化水素	H_2S	4.3～45.5	2	G3	（ガス）	10	1.19
塩素	Cl_2	— —	—	—	不燃	0.5	2.5
二酸化硫黄	SO_2	— —	—	—	—	2	—
ベンゼン	C_6H_6	1.2～8.0	1	G1	－11	0.5	2.70
アクリロニトリル	CH_2CHCN	2.8～28.0	1	G1	－5	2	1.83
臭化メチル	CH_3Br	10.0～16.0	1	G1	事実上不燃	1	3.28
酸化エチレン	CH_2CH_2O	3.0～100.0	2	G2	（ガス）	1	1.52
シアン化水素	HCN	5.4～46.6	1	G1	＜－20	C4.7	0.93
ホスゲン	$COCl_2$	— —	—	—	不燃	0.1	3.41
塩化水素	HCl	— —	—	—	—	C2	1.27
アルシン	AsH_3	5.1～78	—	—	—	0.005	2.70
ホスフィン	PH_3	1.32～	—	—	—	0.3	1.18
シラン	SiH_4	0.8～98	—	—	—	5	1.11
シボラン	B_2H_6	0.8～98	—	—	—	0.1	0.96
ゲルマン	GeH_4	0.8～98	—	—	—	0.2	2.66

（注）：許容濃度値に“C”を付している値は、TLV－C（上限値）を示す。

燃焼（爆発）範囲……可燃性ガスが、空気または酸素と混合している場合、混合ガスの組成がある濃度範囲にあるとき、火源を近づけると爆発現象が起こります。この濃度の一定範囲を爆発範囲といい、その最低濃度を爆発下限界（LEL＝Lower Explosive Limit）、最高濃度を爆発上限界（UEL＝Upper Explosive Limit）という。

許容濃度……有毒ガス等が空気中に存在する職場で、1日8時間程度の作業を日々継続しても、健康に全く障害を及ぼさない濃度の限界として、ACGIH、日本産業衛生学会から勧告の形で示される値を許容濃度（TLV＝Threshold Limit Value）という。

■爆発等級の分類

爆発等級	スキの奥行25mmにおいて火災逸走を生ずるスキの最小値
1	0.6mmを超えるもの
2	0.4mmを超え0.6mm以下のもの
3	0.4mm以下のもの

※爆発等級は、爆発性ガスの標準容器による火炎逸走限界の値により、上記のように3等級に分類する。

■発火度の分類

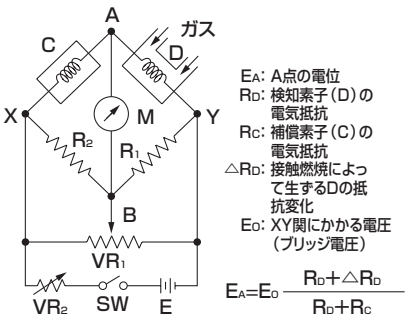
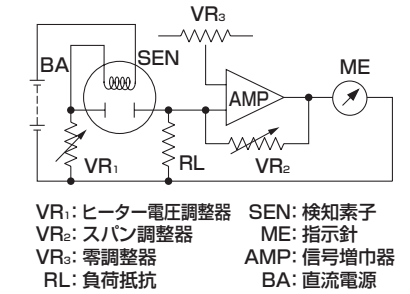
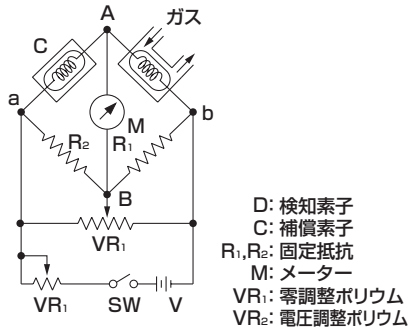
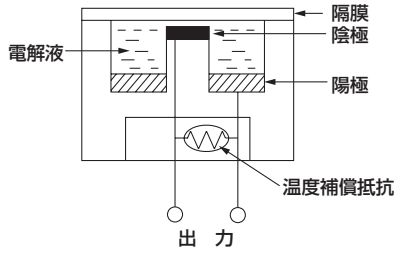
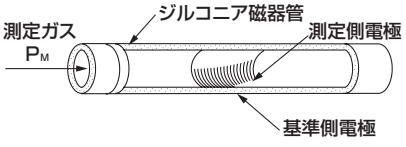
発火度	発火温度
G1	450℃を超えるもの
G2	300℃を超え450℃以下のもの
G3	200℃を超え300℃以下のもの
G4	135℃を超え200℃以下のもの
G5	100℃を超え135℃以下のもの
G6	80℃を超え100℃以下のもの

※発火度は、爆発性ガスの発火温度に従って、上記のように6等級に分類する。

3）爆風圧とその被害 [12)]

爆風圧△P	爆風圧の効果（被害）
（kgf/cm²）	
0.002	歪のある大きな窓ガラスが割れる。
0.003	ジェット機の衝撃音（約150ホン）
0.007	歪のある小さな窓ガラスが割れる。
0.01	窓ガラスが割れる。
0.02	爆風による破片飛来の限界。
0.03	軽微な家屋の損傷。
0.05	窓枠が外れ、ときには枠が壊れる。
0.06	屋根に損傷を受ける。
0.08	樹木の枝が折れる。修理しないと居住不能。
0.1	ストレート壁破壊、屋根浮上がり移動。
0.15	屋根が破壊、樹木が30%程度倒れる。鼓膜が破れる。
0.2	樹木の90%程度が倒れる。鉄骨造柱が曲がる。
0.3	油タンク割れる。鉄柱が倒れ、木柱が折れる。
0.5	貨車転覆。家屋全壊。肺に障害を受ける。
0.7	れんが壁全壊。
1.0	油タンク圧壊。

2. ガス検知原理[25)]

検知方式	原理と特徴	原理図	検知対象ガス
一、接触燃焼方式	白金フィラメントの周囲に、白金・パラジウム等の触媒を施し、耐久処理を加えた検知素子に、酸素を含む可燃性ガスが接触すると、可燃性ガスの濃度が爆発下限界（LEL）以下であっても接触燃焼反応を生起する。この反応熱で検知素子の温度が上昇し、電気抵抗が大きくなる。この電気抵抗の変化をホイートストーンブリッジの不平衡電圧として電流変化で取り出す。当社の素子は、独自の多層被膜触媒方式による製造を行なっている為、長期安定性に優れていると共に、出力特性、精度、応答特性が良く、素子寿命が長い。		可燃性ガス全般 水素（H_2） 一酸化炭素（CO） アンモニア（NH_3） 炭化水素ガス アルコール類 ケトン類 エーテル類 酸類 有機溶剤等
二、半導体方式	金属酸化物（SnO_2、ZnO等）焼結体に2つの電極（一つはヒータ兼電極）を埋め込み、加熱したものである。このガス検出素子は還元性ガスに接触すると化学吸着が起こり、半導体素子内で自由電子の移動が行なわれ、素子の電気伝導度が増大する。この増加量を金属酸化物内にある白金線コイル電極によって、出力として取り出す。素子は十分に精選し、特殊安定化処理を施しているので、動作が極めて安定している。又、湿度補償型は水蒸気の影響が極めて少ない。		水素（H_2） 一酸化炭素（CO） アンモニア（NH_3） 炭化水素ガス アルコール類 ケント類 エーテル類 酸類 ハロゲン化合物 有機溶剤等
三、熱線形熱電導方式	抵抗温度特性の顕著な金属抵抗の細線等を使用し、これを電気的に自己加熱させたセンサー（検知素子）に測定しようとするガスを当てたときに、センサーから奪われる熱量が、ガスの種類及び濃度によって変化し、これがセンサーの電気抵抗の変化として現れることを原理としたものである。一般に、検知素子に使用する金属抵抗体は2個のサーミスタでブリッジ回路を構成させ、一方のサーミスタを測定用とし、他方を密封構造にして温度変化による補正用としている。当社の素子は、サーミスタの替りに温度抵抗係数の大きい熱線を用い、さらに特殊貴金属で被膜を形成している。このため①ガス濃度対出力の関係が直線的である。 ②耐酸化性で安定性に優れている。 ③空気又は窒素、その他のバランス中の各種ガス、特に高濃度ガスの測定に適している。		原油ガス（HC） メタンガス（CH_4） 液化石油ガス
四、隔膜ガルバニ電池方式	貴金属（金）を陰極、卑金属（鉛）を陽極とした両極を電解液と共に容器でカバーした構造となっており、気体透過膜で外部と隔られている。隔膜を透過した酸素が、陰極に達すると電極上で還元され酸素濃度に比例した電流が発生する。この電流を増幅して、メーターに指示させる。当社の酸素センサーには、電解液中に特殊成分を混ぜ、粘性を持たせている為に方向依存性が少なく、且つ低温に強い。 又－10～＋40℃迄温度補償を行っているので急激な温度変化に対しても、指示の安定性が良い。		気体中の酸素 可燃性ガス中の酸素 不活性ガス中の酸素
五、ジルコニア式	酸化ジルコニウム粉末CaO等の安定化剤と共に焼結させたジルコニア磁器は高温下では、酸素分子だけをイオンの形で移動させる性質を持っている。 この性質を利用し、ジルコニア磁器に電極を持たせると、酸素濃度差に比例した超電力が得られる。当社のジルコニア式酸素センサーは、特殊製法によって製造された高均質、高純度のセンサーを使用している為、応答速度が速く、長寿命で、低温作動性に優れている等の特長を持っている。		気体中の酸素 不活性ガス中の酸素

3. 安全設計評価手法 SAD を用いた施設の安全配慮設計の実施例

安全設計評価手法（SAD：safety design analysis with database）に関しては実際に破砕・選別処理設備に適用し、その結果を通じて手法の高度化を図るとともに、普及を目指しソフトウェアを開発した。

対象とした破砕・選別処理施設の概要を表 1 に示す。ATHDB を出発点とし、SAD を用いて安全性の定量評価を実施した結果を図 1 に示す。これは事故被害額と事故発生率の関係によって、潜在リスクをマッピングしたものである。本研究では潜在リスクを、事故が発生した際に被る人身被害額、施設被害額、施設停止に伴う逸失利益の合計金額と、年間 1 施設あたりに発生する事故の件数の積とすることにより、確率論的な被害額として定義する。図 1 に示す曲線が等リスク線となる。

この施設で最も高いリスクは破砕機の爆発事故であり、約 7,500 万円 / 施設・年のリスクと算定される。これ以外にも合計で 312 件の事故シナリオが推定される。

表 1　安全配慮設計評価手法を適用した施設の概要

項目	諸元
処理方式	（横型）破砕・選別処理
処理対象物	券売機、複写機等
稼働率	9 h / D（年間 250 日）
処理能力	30 t / D
操業体制	直営

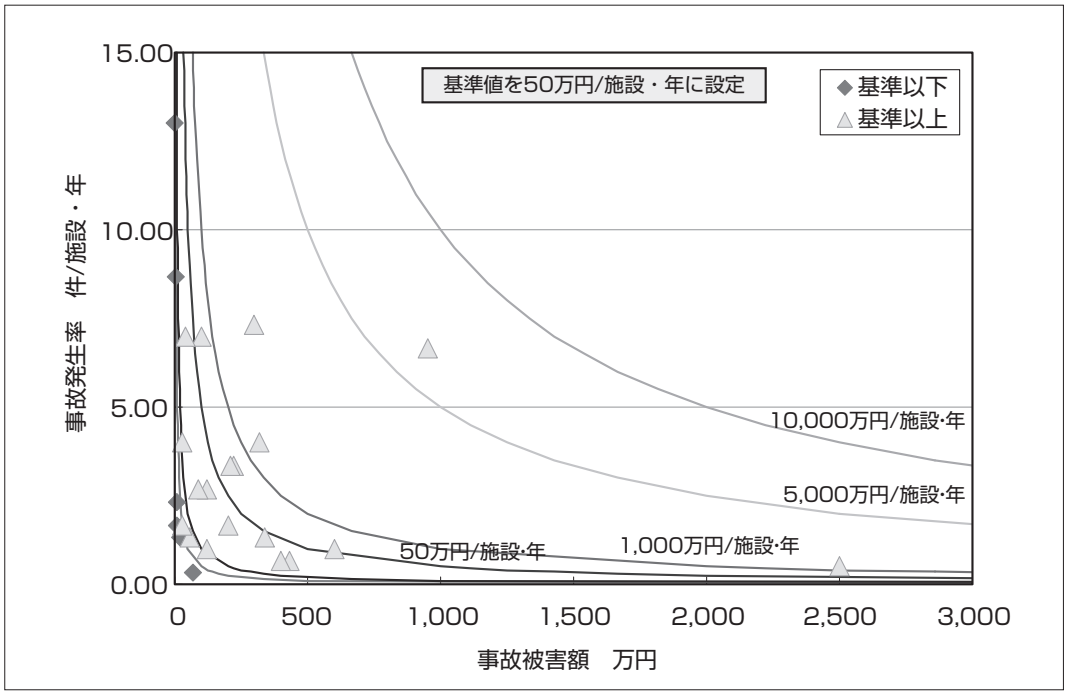


図 1　対象とした破砕・選別施設の安全向上策検討前のリスクマップ

これに対し専門技術者の知見を集約することによって構築した安全向上策 DB（STDB）を活用することで、表 2 に示すような安全向上策の導入を提案でき、これらを効率的に組み合わせて導入することによって、この施設の潜在リスクを 50 万円 / 施設・年以下に低下させ得ることを示した。

表２　提案する安全向上策の一覧

No.	名　称	効　果				イニシャルコスト 万円
		人身被害の低減	施設被害の低減	施設の早期復旧	事故の発生抑制	
1	安全ネット	1	1	1	0.01	300
2	転倒防止装置	1	1	1	0.3	50
3	吸引装置	1	1	1	0.01	50
4	人用の安全ネット	1	1	1	0.01	100
5	シャフトカバー	1	1	1	0.9	10
6	破砕機室の壁の難燃性化	1	1	1	0.1	200
7	難燃性コンベヤ	1	0.5	1	0.5	50
8	炎感知センサー	1	1	1	0.05	100
9	消火設備	1	0.1	1	1	100
10	散水装置	1	0.8	0.8	1	100
11	酸素マスクの装備	0.01	1	1	0.05	200
12	動線分離	1	1	1	0.2	50
13	車両用の安全装置	0.1	0.2	1	1	100
14	人感センサー	0.1	0.1	1	0.1	150
15	専用の避雷針	1	1	1	0.001	20
合　計						1,570

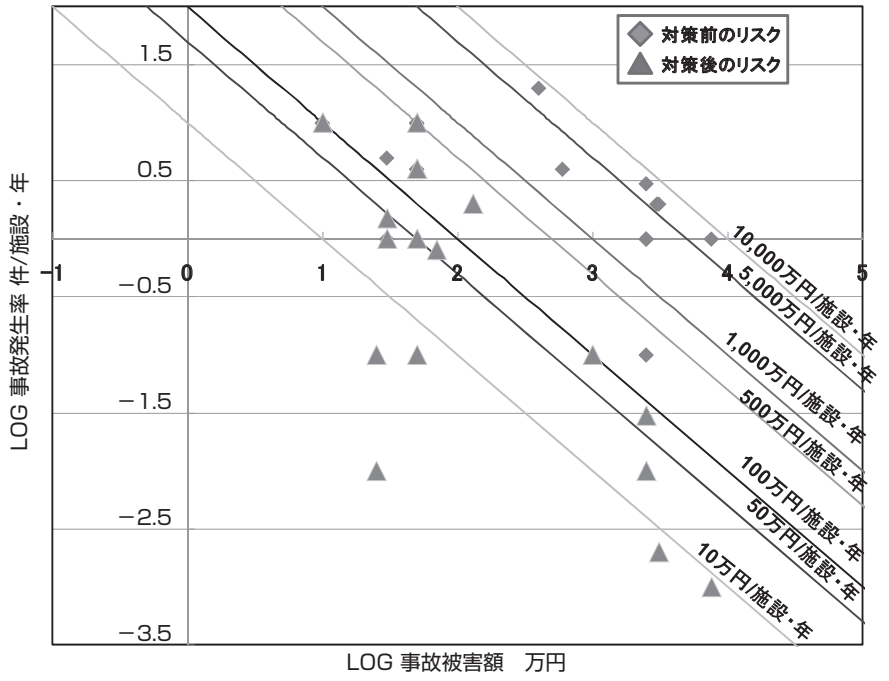


図２　安全向上策検討後の施設の安全設計の評価

さらに、安全設計評価手法 SAD の実用化を目指し、Adobe Air アプリケーションをベースにソフトウェアを開発した。これはソフトウェアに当該技術あるいは施設の ATHDB を読み込ませた後に、評価対象の作業内容や工程、設備等を選択することによって、自動的に評価対象シナリオを絞り込むと同時にリスクの算出可能な機能を有している。

本件に関する問合せ先：早稲田大学環境総合研究センター　切川卓也　宛
TEL：03-5286-8354　FAX：03-5286-8359

3．ごみ処理施設関連企業一覧表

（敬称略）

1）ごみ処理施設

会　社　名	担　当　営　業　部　門 担　当　技　術　部　門	連 絡 先 連 絡 先
㈱ＩＨＩ	環境・プラントセクター・国内プロジェクト統括部・営業グループ	03-3642-5661
	環境･プラントセクター・エンジニアリング統括部･廃棄物処理グループ	03-3642-8363
エスエヌ環境テクノロジー㈱	営業統括部	03-6404-0190
	技術本部・設計部	06-6569-7078
㈱荏原製作所	環境プラント事業本部・プロジェクト営業統括部	03-6275-8515
	環境プラント事業本部・エンジニアリング統括部	03-6275-8522
㈱川崎技研	東京支社	03-3211-2166
	技術本部・設計部	092-551-2121
㈱協和エクシオ	環境システム事業本部・営業部	03-5778-1043
	同　上	同　上
極東開発工業㈱	環境事業部・営業部	03-3435-5366
	環境事業部・建設部	0798-66-1010
㈱クボタ	環境リサイクルプロジェクトチーム・営業企画グループ	03-3245-3971
	同　上	同　上
三機工業㈱	環境システム事業部・熱エンジニアリング部	03-6361-8903
	同　上	同　上
ＪＦＥエンジニアリング㈱	都市環境本部・環境プラント事業部・技術部	045-505-7684
	同　上	同　上
㈱神鋼環境ソリューション	環境プラント事業部・営業部・第一営業室	03-5739-6517
	環境プラント事業部・第一技術部・技術室	078-232-8144
新日鉄エンジニアリング㈱	環境ソリューション事業部・営業部	03-6665-2810
	環境ソリューション事業部	03-6665-2805
新明和工業㈱	環境システム事業部・営業部	03-3842-6332
	環境システム事業部・エンジニアリング部	0798-56-5053
大同特殊鋼㈱	機械事業部・営業部・東京第一営業室	03-5495-1282
	機械事業部・設計部・環境設計室	052-613-6817
㈱タクマ	エンジニアリング統括本部・企画センター	03-3276-7243
	同　上	同　上
日立造船㈱	環境ソリューション本部営業部・東京営業部	03-6404-0831
	営業企画室・技術情報グループ	03-6404-0821
㈱プランテック	営業本部	06-6448-0141
	営業本部　東京支社	03-3517-5200
三菱重工環境エンジニアリング㈱※	都市環境事業本部・エンジニアリング事業部・環境エネルギー部	045-629-1563
	同　上	同　上
ユニチカ㈱	環境事業本部・環境営業第１部	03-3246-7618
	環境事業本部	03-3246-7627

（注）上記は、㈳日本環境衛生施設工業会の焼却施設分科会又は破砕リサイクル施設分科会所属会社の一覧です。
（但し※印の会社は所属外）

2）その他（計測機器、検知・感知器等）

会　社　名	住　　所	連 絡 先
新コスモス電機㈱	〒532-0036　大阪市淀川区三津屋中 2-5-4	06-6308-2111
能美防災㈱	〒102-8277　東京都千代田区九段南 4-7-3	03-3265-0211
理研計器㈱	〒174-8744　東京都板橋区小豆沢 2-7-6	03-3996-1111

（注）上記は、本マニュアルに資料提出のご協力を頂いた会社の一覧です。

5. その他関連団体

1）関連業界団体一覧

[廃棄物処理施設運転・維持管理]

○ ㈳環境衛生施設維持管理業協会　東京都港区浜松町 2-2-15　浜松町ゼネラルビル 5F
03-5777-6106

[LP ガスボンベ]

○ ㈳日本エルピーガス連合会　東京都港区新橋 1-18-6　共栄火災ビル 7 階
03-3593-3500

○ 全国 LP ガス消費者相談所　東京都港区新橋 1-18-6　共栄火災ビル 7 階
((社) 日本エルピーガス連合会内)
03-3593-1100

[カセットボンベ]

○ ㈳日本ガス石油機器工業会　東京都千代田区神田多町 2-11　ガス石油機器会館
03-3252-6101

[エアゾール缶]

○ ㈳日本エアゾール協会　東京都千代田区有楽町 1-7-1　有楽町ビル南館 1359（13F）
03-3201-4047

○ 日本エアゾール容器協議会　東京都千代田区有楽町 1-9-1　日比谷サンケイビル 7 階
03-3214-1504

[塗料]

○ ㈳日本塗料工業会　東京都渋谷区恵比寿 3-12-8　東京塗料会館 1F
03-3443-2011

[消火器]

○ ㈳日本消火器工業会　東京都台東区浅草橋 3-25-7
03-3866-6258

2）各都道府県ＬＰガス協会等の連絡先一覧表

平成 20 年 8 月 29 日現在
㈳日本エルピーガス連合会

	協会名	住所		電話番号	FAX 番号
01	（社）北海道エルピーガス協会	003-0013	札幌市白石区中央三条 3-1-40	011-812-6411	011-842-1586
02	（社）青森県エルピーガス協会	030-0802	青森市本町 2-4-10 田沼ビル内	017-775-2731	017-732-3630
03	（社）秋田県エルピーガス協会	010-0951	秋田市山王 3-1-7 東カン 秋田ビル 7F	018-862-4918	018-862-4469
04	（社）岩手県高圧ガス保安協会	020-0015	盛岡市本町通り 1-17-13	019-623-6471	019-654-2388
05	（社）山形県エルピーガス協会	990-0047	山形市旅篭町 3-3-36	023-623-8364	023-632-7214
06	（社）宮城県エルピーガス協会	980-0014	仙台市青葉区本町 3-5-22 宮城県管工事会館 5F	022-262-0321	022-215-4158
07	（社）福島県エルピーガス協会	960-1195	福島市上鳥渡字蛭川 22-2	024-593-2161	024-593-4240
08	（社）栃木県エルピーガス協会	321-0941	宇都宮市東今泉 2-1-21 栃木県ガス会館	028-689-5200	028-661-3309
09	（社）茨城県高圧ガス保安協会	310-0801	水戸市桜川 2-2-35 茨城県産業会館 12F	029-225-3261	029-225-3257
10	（社）千葉県エルピーガス協会	260-0024	千葉市中央区中央港 1-13-1（財）千葉県ガス石油会館内	043-246-1725	043-243-6781
11	（社）埼玉県エルピーガス協会	330-0063	さいたま市浦和区高砂 1-2-1-410 号エイペックスタワー浦和オフィス東館 4F	048-823-2020	048-823-2021
12	（社）群馬県エルピーガス協会	371-0854	前橋市大渡町 1-10-7 群馬県公社総合ビル 6F	027-255-6121	027-280-6170
13	（社）東京都エルピーガス協会	160-0022	新宿区新宿 1-36-4 丁子屋ビル 4F	03-5362-3881	03-5362-3884
14	（社）神奈川県エルピーガス協会	231-0003	横浜市中区北仲通 3-33 共済ビル別館内	045-201-1400	045-201-9810
15	（社）新潟県エルピーガス協会	951-8133	新潟市中央区川岸町 1-47-1 新潟県中小企業会館内	025-267-3171	025-233-6267
16	（社）長野県エルピーガス協会	380-0935	長野市中御所 1-16-13 天馬ビル 4F	026-229-8734	026-229-8735
17	（社）山梨県エルピーガス協会	400-0034	甲府市宝 1-21-20 山梨県農業共済会館 3F	055-228-4171	0552-28-4173
18	（社）静岡県エルピーガス協会	420-0064	静岡市葵区本通 6-1-10 静岡県プロパン会館 3F	054-255-2451	054-255-2474
19	（社）愛知県エルピーガス協会	460-0011	名古屋市中区大須 4-15-12 愛知県福利会館内	052-261-2896	052-261-2898
20	（社）三重県エルピーガス協会	514-0803	津市柳山津興 369-2	059-227-6238	059-229-4648
21	（社）岐阜県エルピーガス協会	500-8384	岐阜市薮田南 5-11-11	058-274-7131	058-274-8990
22	（社）富山県エルピーガス協会	930-0004	富山市桜橋通り 6-13 富国生命ビル内	076-441-6993	076-441-6996
23	（社）石川県エルピーガス協会	921-8005	金沢市間明町 1-198 トミオビル 2F	076-291-8689	076-291-8693
24	（社）福井県エルピーガス協会	918-8037	福井市下江守町 26-35-4	0776-34-3930	0776-34-3940
25	（社）滋賀県エルピーガス協会	520-0807	大津市松本 1-2-20 滋賀県農業教育情報センター内	077-523-2892	077-523-2884
26	（社）京都府エルピーガス協会	615-0042	京都市右京区西院東中水町 17 京都府中小企業会館 6F	075-314-6517	075-311-3067
27	（社）奈良県高圧ガス保安協会	630-8132	奈良市大森西町 13-12 奈良県エルピーガス会館 2F	0742-33-7192	0742-33-7193
28	（社）和歌山県エルピーガス協会	640-8341	和歌山市黒田 102-1	073-475-4740	073-475-4741
29	（社）大阪府エルピーガス協会	541-0055	大阪市中央区船場中央 2-1 船場センタービル 4 号館 405 号室	06-6264-7888	06-6264-7804
30	兵庫県プロパンガス協会	650-0004	神戸市中央区中山手通 7-28-33 兵庫県立産業会館 2F	078-361-8064	078-361-8073
31	（社）鳥取県エルピーガス協会	680-0803	鳥取市田園町 3-124 鳥取県消防会館内	0857-22-3319	0857-27-8189
32	（社）岡山県エルピーガス協会	700-0985	岡山市厚生町 3-1-15 岡山商工会議所 5F	086-225-1636	086-225-2762
33	（社）島根県エルピーガス協会	690-0852	松江市千鳥町 15 番地 コープビル 1F	0852-21-9716	0852-27-8050
34	（社）広島県エルピーガス協会	733-0812	広島市西区己斐本町 3-8-5 広島県ＬＰガス会館	082-275-1804	082-275-1788
35	（社）山口県エルピーガス協会	753-0074	山口市中央 4-5-16 山口県商工会館内	083-925-6361	083-923-8366
36	（社）徳島県エルピーガス協会	770-0941	徳島市万代町 5-71-15	088-653-8821	088-623-9649
37	（社）香川県エルピーガス協会	760-0020	高松市錦町 1-6-8 柳ビル内	087-821-4401	087-851-6486
38	（社）高知県エルピーガス協会	780-8031	高知市大原町 80-2　高知県石油会館内	088-805-1622	088-831-0404
39	（社）愛媛県エルピーガス協会	790-0003	松山市三番町 4-10-1 愛媛県三番町ビル	089-947-4744	089-947-8499
40	（社）福岡県ＬＰガス協会	812-0015	福岡市博多区山王 1-10-15	092-476-3838	092-476-0220
41	（社）佐賀県エルピーガス協会	840-0801	佐賀市駅前中央 1-7-18 池鶴ビル 3F	0952-22-5516	0952-22-5517
42	（社）長崎県ＬＰガス協会	850-0018	長崎市伊勢町 2-1 佐藤ビル内	095-824-3770	095-824-3771
43	（社）大分県エルピーガス協会	870-0901	大分市西新地 1-9-5 大分県エルピーガス会館	097-558-5483	097-551-5954
44	（社）熊本県エルピーガス協会	862-0951	熊本市上水前寺 2-18-4	096-381-3131	096-381-5837
45	（社）宮崎県エルピーガス協会	880-0912	宮崎市大字赤江字飛江田 774 宮崎県エルピーガス会館内	0985-52-1122	0985-52-1123
46	（社）鹿児島県ＬＰガス協会	890-0064	鹿児島市鴨池新町 5-6 鹿児島県プロパンガス会館 2F	099-250-2535	099-250-2534
47	（社）沖縄県高圧ガス保安協会	901-0152	那覇市字小禄 1831-1 沖縄産業支援センター 4F	098-858-9562	098-858-9564
	（社）日本エルピーガス連合会	105-0004	東京都港区新橋 1-18-6　共栄火災ビル	03-3593-3500	03-3593-3700

参考資料

引用文献・参考文献

引用文献

1）『ごみ処理施設構造指針解説（粗大ごみ処理施設)』（社）全国都市清掃会議（1987 年）

2）『建築材料（建築構造講座 7)』佐治泰次著、コロナ社（より修正転載）

3）『火災調査技術教本（第 2 巻)』東京消防庁、東京法令

4）『大阪消防』（財）大阪市消防振興協会大阪消防編集部（1997 年）

5）「破砕処理施設での事故原因調査」森美由紀ほか、東京都清掃研究所研究報告第 28 号（1998 年）

6）「ごみ固形燃料の適正管理方策について（平成 15 年 12 月 25 日)」ごみ固形燃料適正管理検討会

7）「廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則の一部改正について(通知)(平成 16 年 10 月 29 日)」環境省大臣官房

8）「ごみ固形化燃料等関係施設の安全対策調査検討報告書（平成 15 年 12 月)」総務省消防庁

9）「堆積廃棄物の蓄熱発火危険性評価に関する研究」清水芳忠ほか、第 18 回廃棄物学会研究発表会講演論文集（2007 年）

10）「廃棄物破砕処理システムにおける防爆に関する研究－事前除去システムの開発と不活性ガスによる着火抑制効果－」澤柳智明、早稲田大学大学院修士論文（1997 年）

11）『安全衛生推進者必携』労働省安全課労働衛生課編、中央労働災害防止協会

12）『爆発（安全工学講座 2)』安全工学協会編、海文堂（1983 年）

13）『ＱＣサークル活動の手引き』新明和工業（株）

14）「廃棄物の適正処理と安全管理計画」橋本治、三橋博巳、第 18 回廃棄物学会研究発表会講演論文集（2007）

15）「ごみ固形燃料の適正管理方策について（平成 15 年 12 月 25 日)」ごみ固形燃料適正管理検討会

16）「ごみ固形化燃料等関係施設の安全対策調査検討報告書（平成 15 年 12 月)」総務省消防庁

17）「廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則の一部改正について(通知)(平成 16 年 10 月 29 日)」環境省大臣官房

18）『自動火災報知設備工事基準書』（社）日本火災報知機工業会

19）『建築申請 memo2008』建築申請実務研究会編、新日本法規出版（2008 年）

20）『イラストでわかる防災･消防設備の技術』中井多喜雄／イラスト 木村芳子､学芸出版社（1993 年）

21）「廃棄物処理・リサイクルにおける安全・安心対応策に関する研究」永田勝也、切川卓也、廃棄物学会論文誌、Vol.16 No.2（2007 年）

22）「廃棄物処理・リサイクル関連施設における安全・安心対応策に関する研究－安全性評価手法 SAD の開発－」永田勝也、切川卓也ほか、労働安全衛生研究、Vol.1 No.3（2008 年）

23）「廃棄物処理・リサイクルにおける安全・安心対応策に関する検討（操業管理システム・運転者教育ツールの開発)」永田勝也、切川卓也ほか、日本機械学会第 17 回環境工学総合シンポジウム 2007 講演論文

24）『ガスセンサ概論』新コスモス電機㈱

25）『技術資料・理研計器ガスセンサ・検出器について』理研計器㈱

2 参考文献

1）『爆発防止技術の実際』F.T. ボダーサ著、海文堂

2）『燃焼学』平野敏右著、海文堂

3）『新版建築防火』堀内三郎著、朝倉書店

4）『建築材料』小野博宣著、理工図書

5）『はじめてのビル防災』次郎丸誠男著、オーム社

6）『防爆（設計・積算シリーズ 5)』鈴木健二著、（社）日本電設工業協会

7）『消防設備等関係法規早わかり』オーム社（2001 年）

8）『防火、防爆対策技術ハンドブック』上原・小川監修、テクノシステム

9）廃棄物処理施設の爆発事故の実態と対策（1)」井上求・山本耕平、第 4 回研究発表会講演論文集、廃棄物学会（1993 年）

10）「高速回転式破砕機内のガスの挙動」井上求・澤地實他、第 4 回研究発表会講演論文集、廃棄物学会（1993 年）

11）『容器の開口面積とＬＰＧの爆発圧力との関係』赤羽周作他、高圧ガス Vol.5 No.2（1968 年）

12）NFPA68“Venting of Deflagrations”,1988 Edition,National Fire Protection Association

13）「Flammability handbook for plastics」Technomic publication/U.S.A.（1969 年）

14）『建築消防 advice 2008』建築申請実務研究会、新日本法規出版（2008 年）

15）『建築申請 memo 2008』建築申請実務研究会、新日本法規出版（2008 年）

16）『図解建築基準法令早わかり』戸城正博著、オーム社（2006 年）

17）『消防設備士試験突破テキスト』オーム社（2007 年）

18）「粗大ごみ処理における蒸気防爆システム」（株）タクマ、環境技術 Vol.19 No.6（1990 年）

19）「回転式破砕機の防爆対策」宇野・玉出、第 4 回全国都市清掃研究発表会講演論文集（1983.2）

20）「破砕施設における蒸気式防爆について」武井他、第 10 回全国都市清掃研究発表会講演論文集（1989.2）

21）「不燃ごみの処理処分に関する調査研究（5)」松下他、第 18 回全国都市清掃研究発表会講演論文集（1992.2）

22）「粉塵爆発制御装置」那須貴司、安全工学 Vol.14（1975 年）

23）特許公報 公告 昭 58 - 13220「防爆形回転破砕機」発明者志垣政信

24）特許公報 公告 平 2 - 83421「防爆形回転破砕機」発明者宇野邦彦他

25）実用新案広報 平 3 - 56258「破砕機」発明者米澤富任

索　引

あ
RDF……62
ISO14001……213
ITV 装置……124,131,142,144,150,152,153
圧力挙動……65
安全衛生委員会……98,99
安全衛生管理体制……100
安全教育支援ツール（APT）……218
安全設計評価手法（SAD）……217
安全対応策……217

い
EPR……219
維持管理……2,92
引火点……51

う
受入設備……6,121,123,154
運転執務日誌……96
運用上の対策……169

え
エアゾール缶……70
LP ガスボンベ……67,68,74

お
OHSAS18001……40,213
屋外消火栓……197,198

か
改善項目……28
回転式破砕機……9
火災……25,26,27,63,123,169
火災関連物質……56
火災危険物……75
火災検知……124
火災事故……24,25,56
火炎進行モデル……55
火災トラブル……24
火災発生時刻……25
ガス検知……209
ガス検知警報器……206
カセットボンベ……69,74
可燃性ガスセンサー……207
可燃性ガス濃度検知装置……138
可燃性粗大ごみ……58
可燃性・爆発性危険物……67
可燃性物質……63
環境マネジメントシステム……213
乾式スプリンクラー設備……196
乾燥設備……154
感知器……162,182,183,215
管理（Control）……114

き
機械式ノレン方式……135
危険ごみ……33,92
危険性を有する製品……219
危険物……61,73
危険物混入防止対策……71
危険物除去……71,75,86,87,88
危険物摘出コンベヤ……127
危険物取扱手順書……77
希釈空気吹込口……133
希釈空気吹込式……133
既設施設……163
QC サークル活動……113,116
QC 手法……115
教育・訓練……105
供給コンベヤ……126
供給設備……6,126,127
極小化……34
局所化……34
緊急停止装置……143

け
啓発チラシ……72
煙感知器……123,187
建築基準法……173
建築設備……7,157
減容物冷却散水装置……150

こ
高温乾燥エアカーテン方式……135
高速回転式破砕機……9,128,129
光電式スポット型煙感知器……187,188
光電式分離型感知器……187
行動手順……107,108
小型ガスボンベ……68
固形化設備……155
ごみ固形燃料化施設……154
ごみ貯留ピット投入扉……125
ごみの性状……58
ごみの排出と収集……1,33
ゴム……57
混合ガス……53
コンテナ……145
コンパクタ……145

さ
災害調査……110
最小着火エネルギー……51
再発防止対策……109
作業環境……85
作業手順書……85
差動式スポット型感知器……185
差動式分布型感知器……184
酸化化合物……54
散水設備……168
散水装置……142
酸素……63

し
自衛消防体制……106
紫外線式スポット型感知器……189
事業系ごみ……79,90
事故事例……13
事故対応マニュアル……105
事故調査委員会……112
事故調査組織……109
事故の傾向……29
事故の原因……109,110
事故の実態……32
事故発生率……22,23

事故防止対策……1,2,31,33,34,48,90
事故防止マネジメントシステム…39
自主活動……41
施設運営……36
施設規模……157,165
施設建設……117
施設の維持管理……94
施設の運用管理……46
施設の技術対策……33,44
施設の事故防止対策……33
施設搬入時のチェック……43
湿式スプリンクラー設備……196
自動火災報知設備……181
自動放水銃システム……203
収集作業員……76
収集時……80
集じん設備……7,20,146
周辺環境……166
収集段階……35
手選別……127
主要対策項目……120
消火活動……158
消火器……74,125,198,199,200
消火散水……125,152
消火散水装置……131,142,150
消火設備……7,153,161,162,211,212
消火対策……125,131
蒸気爆発……54
小規模施設……166
仕様書……34
消防隊……2
消防法……173,176,179
消防用水……201
消防用設備……162,202
処理困難物……81,89

す

水圧開放装置付きシャッター……210
水蒸気吹込式……216
スプリンクラー設備……191,195,196
スプリンクラーヘッド……192
スポット型熱感知器……186

せ

成形工程……155
赤外線３波長式炎検知器……204
赤外線式スポット型感知器……189
赤外線式センサー……208
接触燃焼式センサー……207
切断式破砕機……8,130
設備運用……92
設備機器……2,170
設備規制……177,178
センサー比較表……208
選別設備……7,144

そ

粗大ごみ処理施設……5,13,17,18

た

耐火電線……148
大規模施設の場合……165
耐熱電線……148
竪型回転破砕機……168
竪型切断式破砕機……8
建物……55,119
建物構造規制……175
単純火災……26

ち

地下部強制換気装置……137
長期保全計画……97
貯留設備……7,145
貯留ピット……122,145
貯留ホッパ……145
貯留ヤード……122,145

て

定温式スポット型感知器……185
低速回転式破砕機……10,130,216
出入口……158
手順書……85,86
電気計装設備……7,147
電気室……149
点検作業……92
点検・除去……84
点検・清掃作業……93
点検整備表……95,170
電線……147

と

特定防火設備……210
扉の開閉方式……149
塗料……70

な

生ごみ……62
難燃性ケーブル……147

ね

熱アナログ式スポット型感知器……185,186
熱感知器……123,124,128,142,184
年間事業計画……101,102
燃焼……49,50
燃焼形態……50
燃焼速度……51
燃焼特性……51,52
燃焼の３条件……49
燃焼範囲……51

は

廃インクカートリッジ……74
廃トナーカートリッジ……74
配管……151
排出コンベヤ……6
配線材料……147
配線方法……148
配線ルート……148
爆発……53,63,171
爆発火災……26
爆発危険物……215
爆発限界……63,64,134
爆発検知装置……139
爆発事故……29,30
爆発の制御……63

爆発防止装置……91
爆発防止の原理……132
爆発抑制技術……216
爆風逃し口……65,140,141,159,160
破砕機……8,10,30
破砕設備……6,10,128
破砕選別……59,60
破砕対象ごみ……58
破砕物搬送コンベヤ……6,141,143
破砕物粒度からみた火災の危険性……61
発火監視画面……203
発火点……51
パッケージ型泡消火剤添加装置……204
パッケージ型泡消火装置……205
発生源対策……79
発熱防止……147
発熱量……51
搬送設備……7,141

ひ
PDCA サイクル……37
被災設備……28
非常用電源……149,212
非常用発電機室……149
品質（Quality）……114

ふ
負荷停止装置……143
不活性ガス吹込式防爆装置……130,132
復旧費……26
不燃化……157
不燃ごみ……58
不燃性材料……151
不燃性粗大ごみ……58
プラスチック……58
プラスチック減容設備……150
プラント設備……119
分解爆発……54
粉じん……61
粉じん爆発……53

へ
閉鎖型スプリンクラーヘッド……193,194

ほ
防火区画……148,157
防火シャッター……157
防火・消火支援機器……210
防火・消火設備……181
防火設備……210
防火対策……44,157
防火戸……210
法規制……173,174,176,179
防じん用散水装置……129
放水銃装置……125
放水ノズル装置……125
防爆設備……6
防爆装置……132,216
防爆対策……44,83,158
保管・搬出工程……156
炎感知器……124,128,142,189,190
歩廊……151

ま
マニュアル……78
マネジメント……38,40
マネジメントシステム……213

も
木材……57

や
薬剤添加工程……155

ゆ
有効水量……201

よ
溶剤容器……70
横型切断破砕機……8
予作動式スプリンクラー設備……197
予防的防火・防爆対策……167

り
リサイクルセンター……6,11,23
リスクアセスメント……31
リチウム系電池……61
臨界酸素濃度……134

れ
冷却……63
冷却工程……155
連結送水管……201,202

ろ
漏電……147
労働安全衛生マネジメントシステム……38,40,213

ごみ処理施設の火災と爆発事故防止対策マニュアル

平成 21 年 7 月 1 日　第 1 版第 1 刷発行

発　　行　　社団法人 全国市有物件災害共済会
〒 102-0093　東京都千代田区平河町 2 丁目 4 番 1 号
日本都市センター会館内
電話　03（5216）8734

編　　集　　株式会社 環境戦略研究所
〒 651-0086　神戸市中央区磯上通 8-1-29
カサベラビル C&M
電話　078（251）8561