

# 廃棄物処理工程における火災・爆発事故解析

化学技術部 環境安全チーム 内田 剛 史  
清水 芳 忠  
災害情報センター 若倉 正 英  
京都大学 大下 和 徹  
横浜国立大学 三宅 淳 巳  
立命館大学 武田 信 生

最近では電子機器など高機能商品のように、ライフサイクルが短く、多くの物質で構成される製品が増加し、大量に多種の廃棄物が排出されている。一方では環境保全への対応として廃棄物処理工程は、焼却だけでなく資源化や無害化工程へと複雑化しており、工程によっては廃棄物が火災や爆発を引き起こす危険性を有している。このような災害を防止するためには個別に事故原因を調査し、安全対策を講じていくことが必要であり、さらに事故調査によって得られた知見や教訓を他の施設での安全対策に活用していくことも重要である。そこで本研究では廃棄物処理工程における事故事例を解析し、火災や爆発事故の原因となる物質や装置を分類した。そして、事故を起こしやすい起因物質と装置の組み合わせを検討したところ、火災、爆発事故の起因物質と装置には高い相関性が見られることが明らかとなり、これに対応する安全化対策の実行により、効率的な事故対策を講じることが可能となった。

キーワード：廃棄物処理，事故，火災，爆発

## 1 はじめに

最近の廃棄物処理施設においては、社会の環境問題への関心の高まりにより、リサイクル、エネルギー回収などのプロセスが施設内に加わるとともに、従来のプロセスやその構成機器類が複雑化し、多様で、高度な維持・運転管理が求められるようになってきている。厚生労働省が毎年公表している労働災害統計<sup>1)</sup>より国内の全産業における労働災害度数率（延べ100万労働時間における、労働災害による1日以上の休業者数）を図1に示す。

廃棄物処理業において労働災害度数率は減少傾向にあるものの10~15であり、全産業と比較して10倍近く高い値を示している。

廃棄物処理業における労働災害度数率が高い原因として、一般産業と異なり組成が複雑で不均一である廃棄物を取り扱うため安全対策を標準化することが難しいこと、焼却やエネルギー回収のように物質に熱などのエネルギーを加えるプロセスが多いため、潜在的な危険性が大きいことなどが考えられる。

最近では、ごみ固形燃料（RDF）発電所の貯蔵施設で発生した発熱・発火事故や生ゴミ処理施設での火災、堆積産業廃棄物の蓄熱火災など様々な火災や爆発事故が発生し、大きな社会問題となっている。この様な廃棄物処理施設の事故を防止するためには、事故解析により得られた知見や教訓を同種の廃棄物処理施設における安全対策に生かす必

要がある。

そこで、本研究では事故要因や起因事象などを知識化し、事故を未然防止するための安全管理手法を構築することを目的とし、国内における廃棄物処理施設における火災・爆発・中毒事故を調査し、事故の起因装置や起因物質の組み合わせを解析することにより、事故防止のために重点的に安全化対策を講じるべき物質や装置を抽出した。

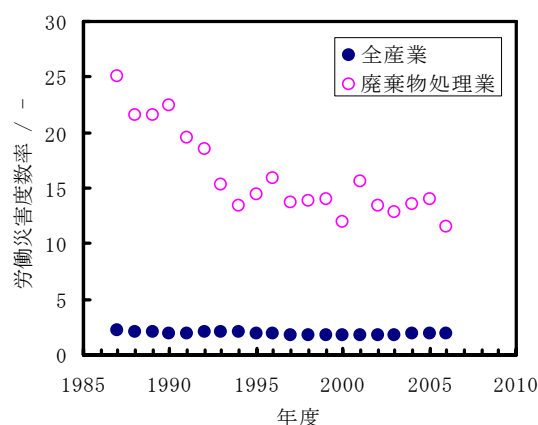


図1 労働災害度数率の推移（事業所規模100人以上）

## 2 事故事例解析手法

多発する廃棄物処理施設における事故を効果的に防止するためには、事故事例解析による事故原因の抽出が重要である。さらには事故情報を活用し、分類、知識化して提供

することが必要である。そこで、事故調査結果を基にして廃棄物処理施設での火災・爆発・中毒事故の解析を行った。

日本廃棄物処理施設技術管理者協議会が実施している事故事例調査結果の報告書<sup>2), 3)</sup>を基に事故事例の解析を行った。この報告書の調査対象は主に地方自治体が管理する焼却施設などの処理施設や資源化施設、最終処分場で発生した事故である。

本研究では、事故を火災、爆発、中毒とそれ以外の労災事故の4つに分類し、さらに火災、爆発の事故について、事故の起因物質と起因装置に整理、分類、集計した。さらに、起因物質と装置との組み合わせを解析することにより、事故の起因物質がどのような操作により発災するかを明らかにした。これにより、事故防止のために安全化対策を要する物質や装置を抽出することが可能となる。

### 3 火災・爆発事故解析

#### 3.1 事故発生割合

図2に1996～2003年における事故調査結果の総事故件数に占める労災、火災、爆発、中毒などの事故割合を示す。1996～1999年の4年間で725件と2000～2003年の4年間で722件であり、ほとんど変化がなかった。その中で爆発事故の割合が減少しており、スプレー缶などの危険物の分別や、搬入物のチェックが徹底されてきたことによると考えられる。一方、労働災害に関しては、他産業と同様に労働災害発生率が一定の値で停滞してそれ以上は一向に減少しない傾向を示している。対策としては、安全教育や安全活動と並行して機器の本質的な安全化をさらにすすめる必要がある。

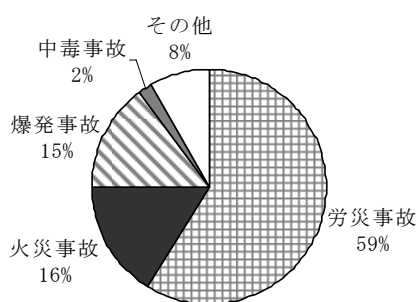


図2 廃棄物処理施設の事故発生割合

#### 3.2 廃棄物処理施設の火災、爆発事故解析

廃棄物処理施設における火災、爆発事故解析の対象施設として、し尿処理施設および最終処分場を除いた一般廃棄物および産業廃棄物処理施設における火災、爆発事故について事故解析を行った。

#### 3.3 事故の起因物質

廃棄物処理施設における事故の起因となる物質を表1

の18種類に分類した。これは廃棄物処理施設で取り扱う物質を、その性質の違いによって分類したものである。ただし、これらいずれの分類にも属しないと判断したものは「その他(物質名)」として、その物質名を示すこととした。

表1 事故の起因物質

物質名	物質名
一般廃棄物可燃ごみ	廃金属粉, 金属化合物
一般廃棄物不燃ごみ	廃酸, 廃アルカリ
汚泥	廃タイヤ
化学処理薬剤	廃プラスチック
ごみ固化燃料	廃油, 廃溶剤, 揮発油
シュレッダダスト	木片, 木粉
焼却灰	その他(物質)
特別管理廃棄物	その他
生ごみ	不明

#### 3.3.1 火災事故

火災事故は1996～1999年の4年間で105件、2000～2003年の4年間で99件の計204件が発生している。火災事故の起因物質の解析結果を表2に示す。

この結果より、火災事故件数はそれほど変化していないが「一般廃棄物可燃ごみ」、「ガスボンベ」、「廃油、廃溶剤、揮発油」が大きな割合を占めていることが明らかになった。特に「ガスボンベ」が起因物質として11件から37件に急増している。一方で、「その他ごみ」、「不明」は減少している。これは、最近の廃棄物処理施設での事故への関心の高まりから事故調査がしっかり行われ、今まで原因不明とされていたものが、「ガスボンベ」であると断定された結果であると推測される。

火災事故の原因となる物質の多くは引火性気体および引火性液体であり、火災事故の多くは処理不適物の混入により発生していることから、持ち込まれた廃棄物の処理前選別作業の徹底や、ごみの排出者への分別の周知、徹底を行うことが必要である。

表2 火災事故の起因物質

物質名	事故件数			割合 %
	1996-1999	2000-2003	総数	
一般廃棄物可燃ごみ	14	14	28	14
一般廃棄物不燃ごみ	2	1	3	2
廃金属粉, 金属化合物	1	3	4	2
廃酸, 廃アルカリ	0	1	1	1
廃プラスチック	1	3	4	2
廃油, 廃溶剤, 揮発油	5	7	12	6
その他(ガスコンロ)	1	0	1	1
その他(ガスボンベ)	11	37	48	24
その他(発火物)	0	1	1	1
その他(粉じん)	1	2	3	2
その他(油圧機械内容物)	1	0	1	1
その他ごみ	31	10	41	20
不明	37	20	57	28
合計	105	99	204	100

### 3. 3. 2 爆発事故

爆発事故は 1996～1999 年で 130 件、2000～2003 年では 81 件が報告されている。爆発事故の起因物質調査結果を表 3 に示す。起因物質としては「ガスボンベ」が 1996～1999 年で 80 件（全体 62%）、2000～2003 年では 48 件（全体 59%）と大きな割合を占めていることが明らかになった。爆発事故件数は減少しているが、これは分別作業や設備の防爆対策によるものである。このように爆発事故の多くは、火災事故と同様に処理不適物の混入によるものであり、持ち込まれた廃棄物の処理前選別作業の徹底や、ごみの分別の周知徹底を行うなどの更なる対策が求められる。

### 3. 4 事故の起因装置

廃棄物処理施設における事故の起因となる装置を以下表 4 のように分類した<sup>4)</sup>。この装置群は、一般廃棄物処理施設および産業廃棄物処理施設で取り扱う処理装置であり、その特性によって分類した。この分類に属しないと判断したものは「その他（装置名）」として、固有名称を示した。また“設備”は個々の装置を示すものではなく、その設備が対応する処理工程全てを含んでいる。

#### 3. 4. 1 火災事故

火災事故の起因装置の調査結果を表 5 に示す。この結果より「コンベア」、「破碎機」、「投入設備」が増加傾向であり大きな割合を占めている。「貯留設備」における事故が 66 件から 29 件へ激減する一方で、「コンベア」での事故は 13 件から 20 件に、「破碎機」での事故が 12 件から 29 件に、「投入設備」での事故が 4 件から 11 件に増加しており、貯留設備から、その後の工程へと発災場所が拡大する傾向が見られた。「貯留設備」は廃棄物の滞留時間が長いと、搬入時にくすぶっていた廃棄物の発火や蓄熱火災が想定され、「破碎機」では衝撃や火花を発生するため、火災の着火源となる可能性を有している。一方で「コンベア」については滞留時間が短いため、危険性を認識しにくいと、事故例が多いことは注意すべき点である。「投入設備」と同様に「貯留設備」や「破碎機」に付帯している場合が多く、コンベアの摩擦熱などの着火源の他に、搬送されてきた発熱物により火災を起こす危険性があることが明らかとなった。今後は、「コンベア」、「貯留設備」、「破碎機」、「投入設備」に重点的に火災検知および火災拡大防止のための安全化対策を講じる必要がある。

表 3 爆発事故の起因物質

物質名	事故件数			割合 %
	1996-1999	2000-2003	総数	
一般廃棄物可燃ごみ	0	1	1	1
一般廃棄物不燃ごみ	1	0	1	1
焼却灰	1	1	2	1
廃金属粉、金属化合物	1	2	3	1
廃酸、廃アルカリ	1	0	1	1
廃油、廃溶剤、揮発油	7	6	13	6
その他（ガスボンベ）	80	48	128	61
その他（水蒸気爆発）	1	1	2	1
その他（爆発物）	0	1	1	1
その他（負圧）	0	1	1	1
その他（バイク）	1	0	1	1
その他（粉じん）	1	0	1	1
その他ごみ	3	0	3	1
不明	33	20	53	25
合計	130	81	211	100

表 4 事故の起因装置

装置名	装置名
圧縮機	貯留設備固体の貯留
汚泥処理設備	貯留槽液体の貯留
ガス化溶融炉	投入設備 (ホップ、フィーダ)
ガス化炉	熱分解炉
乾燥機	焼却炉
コンベア	排ガス処理設備
集塵機	灰処理設備
消化槽、発酵槽	排水処理設備
蒸留塔	灰溶融炉
浸出水処理設備	破碎機
成型機	油化炉
脱臭設備	冷却設備
脱水設備	その他（装置）
炭化炉	不明
中和設備	

#### 3. 4. 2 爆発事故

爆発事故の起因装置の調査結果を表 7 に示す。この結果より、「コンベア」での事故が 15 件、12 件と全体の約 15%、「破碎機」が 105 件から 55 件で全体の 70～80%と大きな割合を占めていることがわかった。特に、爆発事故の場合には、「コンベア」に分類された装置の多くが破砕物搬送コンベアであり、破碎機に関連する装置であった。これは、爆発現象が「破碎機」による廃棄物の破壊と、衝撃や火花を発生する構造に起因しているため、ほとんどの爆発事故が破碎機周辺で発生していると考えられる。そのため、「破碎機」への危険物混入を徹底的に防止する対策が重要であると考えられる。特に、2000～2003 年で破碎機での事故件数が 1996～1999 年の半数にまで減少していることは、破碎処理前の選別などによる危険物除去の効果であると推測される。

表5 火災事故の起因装置

装置名	事故件数			割合 %
	1996- 1999	2000- 2003	総数	
圧縮機	1	1	2	1
乾燥機	1	0	1	1
コンベア	13	20	33	16
焼却炉	5	0	5	3
集塵機	0	2	2	1
選別設備	1	3	4	2
貯留設備	66	29	95	47
投入設備	4	11	15	7
破碎機	12	29	41	20
その他（低圧電動機盤）	1	1	2	1
その他（ストーブ調整装置）	0	1	1	1
その他（ニクロム線カット場）	0	1	1	1
その他（油圧シリンダ）	1	1	2	1
合計	105	99	204	100

表6 爆発事故の起因装置

装置名	事故件数			割合 %
	1996- 1999	2000- 2003	総数	
コンベア	15	12	27	12
集塵機	1	0	1	1
焼却炉	6	3	9	4
貯留設備	1	3	4	2
投入設備	1	0	1	1
排水処理設備	0	1	1	1
灰溶融炉	1	2	3	1
破碎機	105	55	160	76
その他（補助ボイラ室内）	0	1	1	1
その他	0	4	4	2
合計	130	81	211	100

### 3. 5 事故の起因物質と起因装置の組み合わせ

前項までの解析結果より、廃棄物処理施設における事故の起因物質と起因装置の組み合わせを調査した。これによって、事故の起因物質が持つ危険性がどのような操作により具現化されるかが明らかとなり、処理施設の安全対策に重要な情報を得ることができる。

#### 3. 5. 1 火災事故

火災事故の起因物質と起因装置の組み合わせ調査結果を表7に示した。この結果から、1996～1999年では「貯留設備」に「一般廃棄物可燃ごみ」または「その他ごみ」が混入した場合の事故が大きな割合を占めていることがわかった。2000～2003年においては、「コンベア」に「ガスボンベ」が混入した場合の事故と「貯留設備」に「その他ごみ」が混入した場合の事故が大きな割合を占めている。

このように廃棄物処理施設における火災事故は、引火性液体および引火性気体などの処理不適物の混入だけでなく、一般的に廃棄物として扱われる物質も貯留設備に堆積、貯留されることにより、蓄熱発火や自然発火あるいは発酵ガスが発生し、着火するといった事象によっても発生してい

ることが明らかとなった。これは貯留設備の装置が他の装置に比べて、長期間廃棄物を保持すること、大量の廃棄物を貯蔵することなどの特性によるものである。以上のように装置の特性と物質の特性が合致したときに事故が発生することが明らかとなり、発生場所と発生事象が明確になることで火災検知設備や消火設備の設置場所など安全化対策が明確となる。

表7 火災事故の起因装置と起因物質の組み合わせ

装置名	事故件数			割合 %
	1996- 1999	2000- 2003	総数	
物質名				
圧縮機				
不明	1	0	1	1
その他（ガスボンベ）	0	1	1	1
乾燥機				
その他ごみ				
不明	1	0	1	1
コンベア				
一般廃棄物可燃ごみ	3	1	4	2
廃油、廃溶剤、揮発油	1	1	2	1
その他（ガスボンベ）	2	13	15	7
その他（粉じん）	1	2	3	2
その他ごみ	1	0	1	1
不明	5	2	7	3
焼却炉				
一般廃棄物可燃ごみ	2	0	2	1
その他ごみ	1	0	1	1
不明	2	0	2	1
集塵機				
一般廃棄物可燃ごみ	0	1	1	1
不明	0	1	1	1
選別設備				
一般廃棄物可燃ごみ	0	1	1	1
廃油、廃溶剤、揮発油	1	0	1	1
その他（ガスボンベ）	0	1	1	1
不明	0	1	1	1
貯留設備				
一般廃棄物可燃ごみ	5	4	9	4
廃酸、廃アルカリ	0	1	1	1
廃油、廃溶剤、揮発油	2	4	6	3
その他（ガスコンロ）	1	0	1	1
その他（ガスボンベ）	4	3	7	3
その他（発火物）	0	1	1	1
その他ごみ	28	9	37	18
不明	26	8	34	17
投入設備				
一般廃棄物可燃ごみ	2	4	6	3
廃金属粉、金属化合物	0	2	2	1
廃プラスチック	1	1	2	1
廃油、廃溶剤、揮発油	0	1	1	1
その他（ガスボンベ）	1	1	2	1
その他ごみ	0	1	1	1
不明	0	1	1	1
破碎機				
一般廃棄物可燃ごみ	1	2	3	2
一般廃棄物不燃ごみ	2	1	3	2
廃金属粉、金属化合物	1	1	2	1
廃プラスチック	0	2	2	1

廃油, 廃溶剤, 揮発油	1	0	1	1
その他 (ガスボンベ)	4	18	22	11
不明	3	5	8	4
その他 (低圧電動機盤)				
一般廃棄物可燃ごみ	1	0	1	1
その他 (ストーブ調動装置)				
不明	0	1	1	1
その他 (ニクロム線カット場)				
一般廃棄物可燃ごみ	0	1	1	1
その他 (油圧シリンダ)				
廃油, 廃溶剤, 揮発油	0	1	1	1
その他 (油圧機械内容物)	1	0	1	1
不明				
不明	0	1	1	1
合計	105	99	204	100

表8 爆発事故の起因装置と起因物質の組み合わせ

装置名 物質名	事故件数			割合 %
	1996- 1999	2000- 2003	総数	
コンベア				
廃金属粉, 金属化合物	0	2	2	0.9
廃酸, 廃アルカリ	1	0	1	0.5
廃油, 廃溶剤, 揮発油	1	0	1	0.5
その他 (ガスボンベ)	10	6	16	7.6
その他 (可燃性ガス)	0	1	1	0.5
不明	3	3	6	2.8
集塵機				
集塵機焼却灰	1	0	1	0.5
一般廃棄物可燃ごみ	0	1	1	0.5
焼却灰	0	1	1	0.5
その他 (負圧)	0	1	1	0.5
その他 (ガスボンベ)	4	0	4	1.9
その他ごみ	1	0	1	0.5
不明	1	0	1	0.5
貯留設備				
一般廃棄物不燃ごみ	1	0	1	0.5
その他 (ライタ)	0	1	1	0.5
不明	0	2	2	0.9
排水処理設備				
汚泥	0	1	1	0.5
投入設備				
不明	1	0	1	0.5
その他 (水蒸気爆発)	1	1	2	0.9
不明	0	1	1	0.5
破砕機				
廃金属粉, 金属化合物	1	1	2	0.9
廃油, 廃溶剤, 揮発油	16	6	22	10.4
その他 (ガスボンベ)	66	34	100	47.4
その他 (バイク)	1	0	1	0.5
その他 (粉じん)	1	0	1	0.5
その他 (爆発物)	0	1	1	0.5
その他ごみ	2	0	2	0.9
不明	18	13	31	14.7
その他 (補助ボイラ室内)				
その他 (可燃性ガス)	0	1	1	0.5
不明				
その他 (ガスボンベ)	0	4	4	1.9
合計	130	81	211	100

### 3. 5. 2 爆発事故

爆発事故における起因装置と起因物質の組み合わせの調査結果を表8に示す。この結果から、1996～1999年においては、「コンベア」に「ガスボンベ」が混入した場合と、「破砕機」に「ガスボンベ」が混入した場合の事故が大きな割合を占めている。また爆発事故の場合、「コンベア」に分類された装置の多くが破砕物搬送コンベアであり、破砕機に関連する装置である。

このように、廃棄物処理施設における爆発事故は、そのほとんどが破砕機、およびその周辺機器に「ガスボンベ」が混入することにより発生していることがわかった。このことから、破砕機のせん断、圧縮を廃棄物に加える前段での選別作業を重点的に行うことが事故防止に必要であり、さらに可燃性ガス検知器の設置や放圧弁など防爆対策などの安全化対策が必要であることが示された。

## 4 おわりに

事故事例解析結果より、事故形態別に固有の原因が存在することが明らかとなった。

火災事故では貯留設備内への引火性物質の混入や、ごみ保管中の蓄熱発火および可燃性ガスの発生が主な事故原因となっている。爆発事故の場合は破砕機へのガスボンベの混入が事故の主な原因となっていることが明らかとなった。

事故事例から、事故の形態、事故の起因事象の形態、あるいは事故の発生要因について、どのようなものが存在するか知見が得られたことから、今後の事故事例に関する情報管理へ利用することが可能となった。

これらの事故事例解析結果を参考にすることで、的確な安全化対策を提案し、効率的な事故対策を講じることが可能となる。以下に各設備の安全化対策の例を示す。

〈火災発生防止対策〉

- ・コンベアダクト内の閉塞のカメラ監視および過負荷発生時の警報装置を設置し、摩擦熱による火災発生を防止
- ・汚泥ピットから可燃性ガスの発生可能性の認識と周知、ならびにその教育
- ・遠隔操作型緊急停止装置の設置により、プロセスに異常が発生した際の早期対策
- ・赤外線センサによる温度検出により、異常時には自動的に水噴射を実施
- ・可燃性ガスの発生および滞留の恐れのある場所への温度、可燃性ガス濃度の測定機器の設置
- ・静電気発生の危険性がある電気機器および照明器具等の防爆化
- ・安全作業規定点検作業等を確定と徹底
- ・定期パトロールの実施
- ・火種混入防止の徹底

- ・残り火の確認の徹底
- ・火気取扱時の飛び火防止，ごみを発火源から十分な隔離
- ・危険物の分別の徹底  
(火災拡大抑制対策)
- ・コンベアダクト内火災に対し，消火を容易にするダクトの設計
- ・火気点検の実施，必要であれば散水
- ・自動火災報知機設備，および自動消火装置等の消火設備の設置
- ・監視カメラの設置および定期パトロールの実施
- ・難燃性の材質の使用  
(爆発発生防止対策)
- ・破砕機内を常時通気し，給排気を徹底
- ・火気点検の実施，必要であれば散水
- ・可燃性ガスの発生，滞留の恐れのある場所での温度，可燃性ガス濃度の測定機器の設置
- ・静電気発生の危険性のある電気機器，および照明器具等の防爆化
- ・安全作業規定の点検作業等を確定し徹底
- ・酸素濃度低減のための蒸気吹き込み装置の設置
- ・火災報知器，温度測定装置，監視カメラの設置
- ・分別収集の徹底とガスボンベを使いきることを要請  
(爆発被害抑制対策)
- ・破砕機に破裂板を設置

- ・破砕機室および周辺機器室の防爆構造化
- ・自動火災報知機設備，および自動消火装置等の消火設備の設置

## 文 献

- 1) 厚生労働省：労働災害動向調査，厚生労働省統計表データベースシステム（2006）.  
<http://www.dbtk.mhlw.go.jp/toukei/kouhyo/indexkroudou.html#rou12>.
- 2) 日本廃棄物処理施設技術管理者協議会；廃棄物処理事業に伴う事故事例調査結果報告書（平成 8～11 年度）（2001）.
- 3) 日本廃棄物処理施設技術管理者協議会；廃棄物処理事業に伴う事故事例調査結果報告書（平成 12～15 年度分）（2005）.
- 4) 新環境管理設備事典編集委員会；“廃棄物処理・リサイクル”，産調出版，111-467（1995）.
- 5) 廃棄物学会；“廃棄物ハンドブック”，オーム社，178-230，317-323，467，498，537-556，619-620，721-824（1996）.
- 6) 廃棄物処理・リサイクル事典編集委員会；“廃棄物処理・リサイクル事典”，産調出版，45-171（2003）.
- 7) 平岡正勝；“廃棄物処理”，技報堂出版，188，238，762，764（1979）.

## Accident Analysis of Fire and Explosion in Waste Treatment Process

Takashi UCHIDA, Yoshitada SHIMIZU, Masahide WAKAKURA, Kazuyuki OSHITA, Atsumi MIYAKE and Nobuo TAKEDA

In Japan, the amount of the waste increases every year because of heavy consumption tendency. Besides, the waste treatment needs more complicate process with the potential of accidental hazard because of avoidance of incineration treatment with dioxin emission and increase of the recycle or the resource recovery processing for resources recycling policy.

In order to prevent the accidents, especially fire and explosion, we investigated the accident cases based on the results of the surveys conducted by the Japan Society of Engineering Managers for Waste Disposal Facilities and analyzed the frequency and tendency of accidents in waste treatment process.

The analysis of the relation between the materials and the equipments of accident cause, it was clarified that they were mutually, concerned and will contribute for the effective safety management.