不燃・粗大・リサイクル処理施設において全国的に多発する リチウムイオン電池を主要因とする火災の防止対策

メタウォーター株式会社
サービスソリューション事業本部 資源環境事業部
〒101-0041　東京都千代田区神田須田町一丁目 25 番地 JR 神田万世橋ビル
TEL 03-6853-7281
FAX 03-6853-8757

1. はじめに

近年、全国の不燃・粗大・リサイクル処理施設において、携帯モバイルやコードレス掃除機等の普及に伴い、リチウムイオン電池（以降「LIB」）に起因した発熱・発火事故が多数発生している。

環境省（環境再生・資源循環局）においても令和元年 8 月付で各都道府県一般廃棄物行政主管部（局）長宛に LIB の適正処理対策をとるよう周知を行った。

このような背景から、弊社では不燃・粗大・リサイクル処理施設において近年発生した発火事故の特徴について調査した。

また、令和元年 5 月に金属などの発熱物が主要因と推定される火害を受けた稲沢市環境センター粗大ごみ処理施設において火災復旧工事の一環として実装した制御ロジックと機能増設の内容についてここに紹介する。

2. リチウムイオン電池の特性

LIB は、アルカリ電池、ニッケル水素電池に比べ、発熱・発火リスクが高く[1]、強い衝撃が加わると電池ケースが破損し、可燃性の有機溶媒が漏れ出て、発熱・発火に繋がる。特性として次項が挙げられる。

1）電解液が引火性の液体である
2）密閉構造のため破裂リスクが高い
3）エネルギー容量が大きく、内部抵抗が小さいため、短絡電流が大きく発煙・破裂リスクが高い
4）化学反応による熱暴走のリスクがある

3. 発火事故調査

2019 年度において消防署が駆けつける火災となった不燃・粗大リサイクル処理施設は確認できるだけで 12 件あった。また、複数の自治体への調査結果を**図 1** に示す。年間約 1,000 件の発火の内、LIB に起因すると回答した割合は 98% を超えていた。以前から火災事故はあったが、主な原因はスプレー缶やライターであった。これらに対しては、「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　全国市有物件共済会、平成 21 年 7 月 1 日発行）」[2]（以降「マニュアル」）で対策方法が示されており、従来蒸気防爆等での火災対策で十分であっ

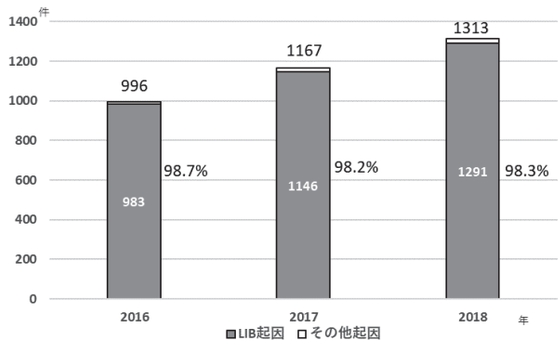

図 1　調査自治体・組合における発火件数と LIB 起因の割合

表１　火災事故防止対策分類

Ⅰ 危機の回避	危険物を廃棄物としない生産段階、排出段階での対策
Ⅱ 危機の排除	廃棄された危険物を処理工程において取り除く、予防散水など発火予防対策と適正な処理
Ⅲ 危機の克服	火災の早期検知、自動消火システム等による火災発生後の対策

表２　制御ロジックと機能増設一覧

実装項目		マニュアル記載	対策分類
ロジック変更	火種検知時 火種水没ロジック	無 （弊社特許）	Ⅲ
	機器故障時 払出しロジック	有 （改良）	Ⅱ
	湿潤化散水機能追加	有 （改良）	Ⅱ
機能増設	散水能力増強 ※	有 （改良）	Ⅲ
	サーモカメラ増設	無	Ⅱ、Ⅲ
	焼却設備中央制御監視側へ移報	無	Ⅲ
	ITV 装置増設	無	Ⅲ
その他	磁選機仕様変更	無	Ⅱ
	難燃ベルトの採用	有	Ⅲ
	耐熱電線・耐火電線の採用	有	Ⅲ
	ろ布保護の空気式ダンパ増設	有	Ⅲ

※破砕物と可燃物の搬送コンベヤ全てに増設

た。近年は可燃性ガスの脅威よりもLIBの自己発熱･発火に対する備えが必須となっている。

4. 火災防止策

稲沢市環境センター粗大ごみ処理施設では、設備故障で停止した破砕物搬送コンベヤ(1)上の破砕物が発熱・発火し、ベルトを延焼、煙突効果による拡散燃焼で高速回転破砕機からアルミ選別機までを含む大規模火災に至った。主要因は金属などの発熱物との消防署の推測であるが、特定には至っていない。金属などの発熱物に対してだけでなく、全国的にLIBが主要因の発火・火災が増える中でその蓄積的・持続的発熱によるごみやベルトコンベヤ等への延焼を防止すべく新たに火災防止対策を見直した。

新規施設の火災防止対策として**表１**の通り、「**Ⅰ危機の回避**」、「**Ⅱ危機の排除**」、「**Ⅲ危機の克服**」が有効とされるが[1)]、既存設備の制限からマニュアルの対策を参考に「**Ⅱ危機の排除**」、「**Ⅲ危機の克服**」に特化した制御ロジックの変更や機能増設を実施した（**表２**）。

4-1. 火種検知時　火種水没ロジックの実装

フロー図を**図２**に示す。火種検知（炎検知、熱検知、爆発検知、サーモカメラ検知）時、火種は系外への早期排出を目的として破砕物搬送コンベヤ(2)が逆転起動することで、緊急排出シュート（**図３**）を通り、貯留ホッパへ排出される。その間各コンベヤ及びシュート、貯留ホッパへは散水が行われ、貯留ホッパにて火種を水没させる。これは火災検知器と連動する防火ダンパを設置し、火種をシュート内部で水没させる、という弊社特許（特許第6148910号）を応用したものである。

排出先の貯留ホッパは対策実装以前には使用されていなかった可燃物貯留ホッパを火種消火用の専用ホッパとして有効活用した。

4-2. 機器故障時　払出しロジックの実装

火種からコンベヤベルト等の機器への引火リスクを低減させるため、火種検知時だけでなく機器故障時においても破砕物を滞留させないよう、破砕物搬送コンベヤ(1)以降の運転継続可能機器については払出しが行われる。本火災は設備故障時に発生したことから運転終了時だけでなく火種検知時、機器故障時においても払出しを行うよう改良した。

4-3. 湿潤化散水機能追加

火災リスクを減らすため、機器故障時においても破砕物搬送コンベヤ(1)へ払出し後の機器停

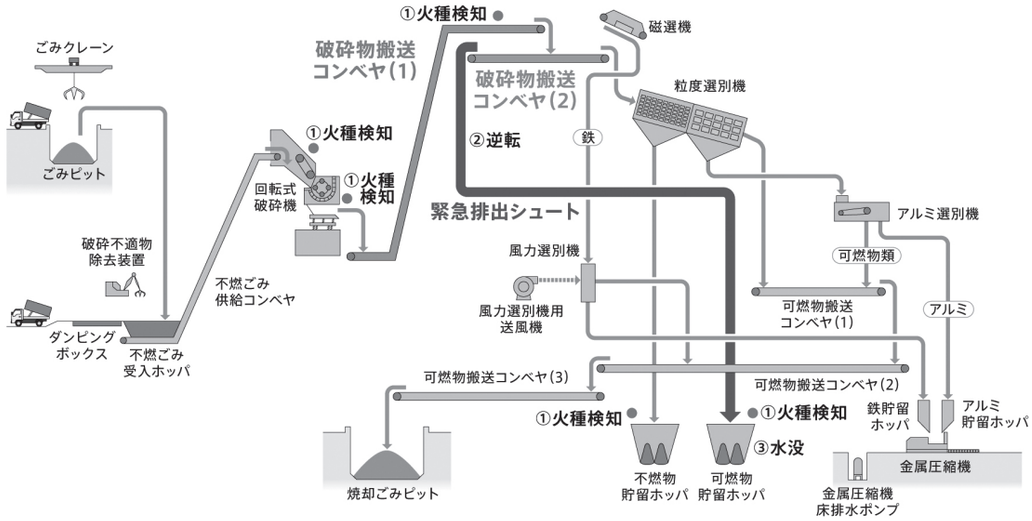

図２　稲沢市環境センター粗大ごみ処理施設　フロー図

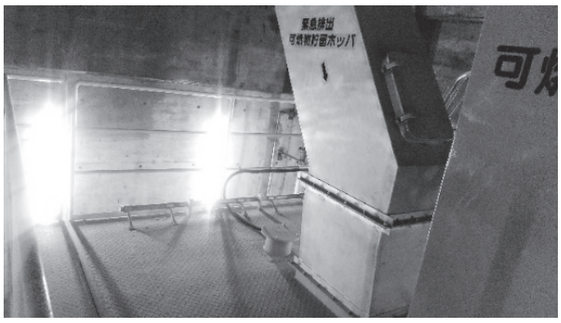

図３　緊急排出シュート（火種払出し用シュート）

図４　可燃物搬送コンベヤ(2)散水ノズル設置状況

止時にベルト全体を濡らす湿潤化散水を行う。

4-4. 散水能力増強

従来、破砕物搬送コンベヤ(1)及び貯留ホッパのみに散水していた。「破砕物搬送コンベヤ搬送面の面積 1㎡あたり 10L/min 程度」[2] へ増強だけでなく、選別設備後の可燃物搬送コンベヤにおいても散水設備を増設した（**図 4**）。

4-5. サーモカメラの増設

貯留ホッパでは長時間破砕物が滞留する。破砕直後最大 250℃ [2] ともされる金属類が貯留ホッパで周りの可燃物への引火や、蓄熱による発火をさせる可能性があり、サーモカメラで常時温度監視を行う。監視は三点検知（H：警報、HH：貯留ホッパ散水、HHH：ライン一斉散水）であり、予防と消火を段階的に処置できる。

また、温度グラフ、温度分布画像の表示（**図 5**）により火種検知時には散水中、散水停止後に問題なく鎮火されたかを確認でき、散水停止後の再発火防止に繋がる。

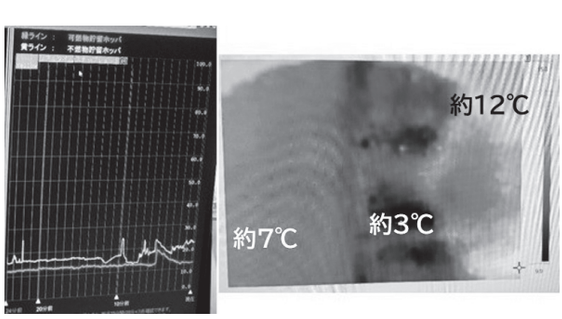

図５　サーモカメラ温度グラフと温度分布画像

4-6. 焼却設備中央制御監視側への移報

LIB の蓄積的・持続的発熱に対し、粗大処理設備が休止している時間を含めて、24 時間監視を行っている焼却設備側へ火種検知の移報を行い、発報を認知できるようにした。

4-7. ITV 装置の増設

従来の機器単体への ITV カメラ設置だけでなく、発火場所と推定される破砕物搬送コンベヤ(1)を中心に設備全体を監視できるように 1F と最上階に ITV カメラを増設した。

4-8. 磁選機仕様変更

選別設備側も被害が大きく、磁選機の油も火災を拡大させた要因の一つと考えられたため、絶縁油不使用タイプの磁選機へ更新した。

4-9. 難燃ベルト採用

破砕物搬送コンベヤ(1)、(2)、磁選機及びアルミ選別機の搬送ベルトに発火・引火が起こりにくい難燃性のベルトを採用した。

4-10. 耐熱電線・耐火電線の採用

火種検知に関わる計器や散水に関わる電磁弁等への配線を耐熱ケーブルに、散水ポンプへの配線を耐火電線へ更新した。

4-11. ろ布保護の空気式ダンパ増設

バグフィルタろ布への延焼を避けるため、作動時間が短い空気式ダンパを増設した。火種検知時にダンパが閉作動し、火炎を物理的に遮断する。

5. おわりに

LIB に起因する発火事故、火災が増える中で施設の安全稼働の基礎となる安心・安全をどのように提供するかがプラントメーカとして問われている。本施設の消防検査において、火災防止策として十分な機能を有していることを確認いただいた。今回実施した対策や考え方は LIB 以外の火災要因に対しても有効であり、他の新規・既存施設へ積極的提案を図っていきたい。

【参考文献】

1) 橋本治：廃棄物の適正処理と安全管理計画 その 2 ―リチウム電池の廃棄危険性と対策―, 第 19 回廃棄物学会研究発表会（2008）
2) 社団法人全国市有物件共済会：ごみ処理施設の火災と爆発事故防止対策マニュアル（2009）