

一般廃棄物焼却施設における水素ガス爆発

【1995年7月6日 神奈川県伊勢原市】

若倉正英（神奈川県産業技術総合研究所）

小林光夫（東京大学大学院 新領域創成科学研究科）

田村昌三（東京大学大学院 新領域創成科学研究科）

1995年7月6日（木）午前10時頃、神奈川県伊勢原市にある秦野市伊勢原市環境衛生組合清掃工場の処理能力90トン/日の焼却炉で爆発事故が起こった。作業中の作業員3名が点検口から吹き出した高温ガスにより火傷を負い、その内の1名が10日後に亡くなった。事故は焼却炉の灰落としダンパー異常のために炉内の点検と作業を行っている時に発生した。作業では詰まりを除去するため水を注入したが、この注入水と炉内にあったアルミニウム等の焼却灰とが反応して水素を生成し、その水素が爆発したと考えられる。

施設の被害はさほど大きなものではなかったが、清掃工場が保有する焼却炉3基の内、発災炉を含め2基が同じ構造のため、原因が分かるまで使用できず、近隣各地区の清掃工場に臨時に焼却を依頼する羽目になった。

事故原因は想像すらしなかった水素ガスの発生であり、さらにその原因は大量のアルミニウムを含むゴミが焼却ゴミとしても持ち込まれた事によると推定された。一般ゴミの焼却炉で燃焼処理不可能なものは多数あるが、その全ての受け入れ検査をして処理不適物を分離することは、実際には不可能である。その意味では不可避的な事故ではあろうが、同様の事故が1983年2月にも発生している。長期の裁判が終わり、事故の原因や焼却炉運転上考慮すべき事などが、1994年に廃棄物学会誌に報告されている。この報告に配慮を払い、作業員教育に活かされていればとの思いを禁じ得ない。しかし、報文は電気集塵機に溜まった焼却灰に付いてであり、爆発の原因が焼却灰中の金属アルミニウムで同じとはいえ、関連づけて考えることは難しかったかも知れない。

1. 事象

午前1時ごろ運転中の連続ストーカ式1号焼却炉の灰落としダンパーで異常が認められた（図1参照）。ホッパーに投入されたごみは先ず乾燥帯で水分を取り除いたのち燃焼帯に移動するが、その乾燥帯および燃焼帯の下部からは高温空気が供給されている。炉内モニターの観察で後燃焼部分での灰の堆積が認められた。そこで後燃焼部下部の灰押出機を手動操作したが完全には作動せず、燃焼継続をあきらめた。燃焼炉へのゴミの投入を中断し、埋火と呼ばれる操作を開始し、午前4時ごろ完了した。

日勤班に引き継ぎ後、点検作業を始めた。最初に点検口を開けたところ、全面壁のように灰が詰まっていた。点検口からスコップで灰の除去を行おうとしたが、直ぐにクリンカ

ーと思われる固い層に当たり僅かしか進めなかった。クリンカーとは高熱で溶けたアルミニウムなどの金属に焼却灰が付着してまるで火山岩のように固まったものである。このクリンカーを除去しようとして、断続的に水を流しながら、長い突きノミで突き崩していた時に灰落としシュート内部で爆発が起こった。なお、この爆発時には水の注入は行っていなかった。この爆発で点検口から吹き出した高温のガスと灰を浴びて、作業中の従業員3名が熱傷を受けた。

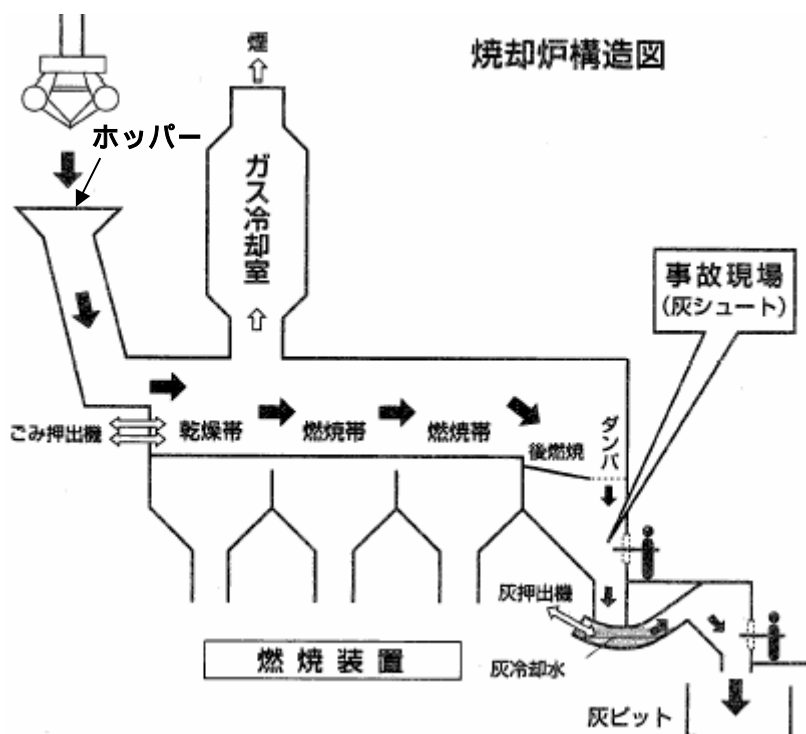


図1 焼却炉概略図

2. 経過

7月6日午前1時頃に灰落としダンパーに異常の発生を認めた。直ちに炉内モニターで燃焼灰の堆積が認められた。燃焼灰を灰ビットに押し出す灰押し出機を作動させたが、作動しなかった。燃焼の継続は不可能と判断した。1時45分頃にゴミの投入を停止し、炉内点検のため、埋火作業の準備を開始した。

午前4時頃に埋火作業終了した。このまま日勤番に引き継いだ。

午前8時20分頃から炉を開放して点検作業を開始したところ、9時59分頃に爆発事故が発生した。

3. 原因

灰落としシュート及び灰押し出し機内で発生した水素ガス主体の可燃性ガスが、シュート内点検口から供給された空気と混合して可燃性混合気を作り、高温のクリンカー等の着火源により引火し、燃焼爆発したものと推定された。クリンカーとは焼却炉に持ち込まれたアルミニウムなどの金属が溶融し、そこに焼却灰が付着して固まった、まるで火山岩のような固まりをいう。

水素の発生源はクリンカーや灰中に含まれる高温のアルミニウムと注入した水から化学反応で発生したと推測され、実験により確認された。アルミニウムは本来燃焼処理の可燃

物には入れてはならない物質にもかかわらず、ゴミの分別が正しく行われていないため大量に混入されていた。

水を注入した理由は、灰落としシュートの詰まりを突いて除去するための補助手段として取られた。詰まりを生ずる原因はクリンカーの発生であることが多い。クリンカーの生成機構については十分な説明は行われていなかったが、経験的には、発熱量が高くアルミニウムの含有量が多い破砕物を焼却したときに生成しやすいと報告されている。この焼却炉で焼却されていた破砕物の不燃カスも高カロリーでアルミニウム含有量が 24%もある。(アルミニウムを大量に含有する破砕物が何であるかは情報がない。)

事故の間接的な原因として、灰落としシュートの詰まりと詰まりを誘発したトリガーとして灰押出機が十分に作動しなかったことも指摘されている。発災時の燃焼灰の嵩密度が灰押出機設計値の数倍大きかったとされている。嵩密度の大きいことの原因は明確に記されていないが、アルミニウム含有量の高いごみにあったとも考えられる。

以上から本質的には、一般ゴミに混入するアルミニウム等の金属の存在と燃焼処理を避けるべき破砕物の処理を行っていたことが真の原因である。さらに言うと、発熱量が大きくアルミニウム含有量が多い物質はクリンカーを生成しやすいとの情報もあり、さらにはこの焼却炉の事故に近い爆発事故の報告が前年にあったことを考えると、管理者や技術者が強い安全意識を持って情報収集と自らが関与する施設の運転管理にあたっていたら防止可能だったのではないかと推測される。

4. 原因解明のプロセス

爆発状況から、高温のクリンカーによる水蒸気爆発と可燃性ガス発生によるガス爆発が考えられた。以下の理由から水蒸気爆発ではなく、ガス爆発と判断された。

- 1) 破損部分のうち変色部分は焼けによる錆止め塗料の変色、剥離および鋼板そのものの焼けから燃焼爆発があったと推測された。水蒸気爆発なら、燃焼爆発による高温と酸化が起こらないので、このような変色は起こらないと考えられる。
- 2) 注水開始から 1 時間半以上経過してから爆発が起こっており、爆発発生時には注水されていない。
- 3) 現地調査から爆発発生位置が灰落としシュート内で起こったと推定される。この位置は水注入位置より高く、焼却灰の冷却用水部よりも高く水との接触は考えにくい。

次にガス爆発を起こす炉内の発生ガスの推定が行われた。文献等からの一般的な知見から灰中のアルミニウム含有量が測定された。クリンカーでは 11.6%、焼却灰では 9.0%であった。この数値は従来報告されている数値 6~8%より高い。この焼却灰に純水を注入して水素ガスの発生実験を行ったところ、焼却灰中のアルカリ成分で pH12 になった水が共存すると水素が発生することが確認できた。水素の広い爆発範囲を考えると、水素ガスによる爆発の可能性が高い。

5．対処

同組合の焼却炉 3 基の内、発災炉およびそれと同タイプの焼却炉 1 基計 2 基が原因の究明が終わるまで停止された。発災の翌日に事故調査委員会が設置され、事故原因の究明と防止対策が検討された。なお、ごみ処理能力が不足した分は近隣のごみ処理工場に委託処理された。

6．対策

運転関係では、クリンカーを生じ詰まりを作りやすいアルミニウム含有量の高い破砕物の焼却処理の中止、詰まり除去作業時の可燃性ガスをパージするための窒素の導入、詰まり除去作業を行う時には十分な冷却時間をおき安全を確認する、さらに注水は行わないこと等が実施された。設備面では早期の詰まり発見のため炉内カメラや温度センサーの設置、詰まり防止のための灰押出機的能力増強が、さらに管理面では作業要領の作成がされた。

また、行政では、市民広報誌を使い、ゴミの分別についての注意喚起を行い、可燃物、不燃物の分別徹底を呼びかけた。

7．教訓（知識化）

一般廃棄物処理に関しての事故は想像以上に多い。分別が実施されているが、守られないこともあり、危険な状態である。この清掃組合でもこの事故以外に大きな鍋が出てきたり、不燃物処理施設では農薬が混入してガスや異臭が発生したりしている。一般廃棄物処理施設も危険設備の意識が必要である。

この事故も全く同一ではないが、先行した事象があった。もし、危険設備の意識が管理者や技術者にあつたら、先行した事故情報から自分の関与している施設に照らし合わせて何らかの対応ができたのではないか。自分の失敗事例だけでなく、他社の失敗事例も参考にする姿勢とか、情報収集できる体制作りが重要である。

8．失敗の影響

ごみ処理場における人的被害としては、3 名が火傷を負って入院し、そのうちの 1 名が入院後 10 日目に死亡した。物的被害としては、灰落としシュート部分の変形、隣接の加湿機室内破損等があった。

行政の被害としては、同環境組合のごみ処理能力が不足し、近隣の自治体に焼却依頼をせざるを得なかった。そのための処理費用の増加があり、ゴミ収集サービスの質の低下もあったかと思われる。

9．よもやま話

一般ゴミ処理設備の事故は意外に多い。幾つかの事故例を表 1 に記す。1995 年に埼玉県のある処理施設では多量の紙ゴミの持ち込みから粉塵爆発を起こしている。他にも考えら

れないような事故が各所で起こっている。取り上げた事故と同種の水素ガスの爆発も 1983 年ごろ起こっており、これは事故原因などをめぐり 11 年も裁判が行われていた。裁判期間は原因などの技術的報告を控えねばならず、発表ができなかったと著者は記している。もし早く原因が公表され、PR がなされれば防止できた事故の可能性が大きい。

発生箇所	日付	施設の種類	事故の内容
東京都東久留米市	1981.1.4	公設、一般廃棄物焼却炉	運転再開時に焼却炉と電気集塵機の間で火災
埼玉県朝霞市	1995.3.7	公設、一般廃棄物焼却炉	段ボール箱に入れられた紙粉がごみ投入部で粉塵爆発
神奈川県川崎市	1997.8.15	私設、一般ごみ焼却炉	破碎しきれなかったごみがホッパーに止まり火災

表 1 一般ごみ処理施設の事故例

一つ一つの事故例も大切であるが、これらの事故に共通する概念...上位概念...を捉えて、そこから自らの持っている問題と対比して考えることで始めて失敗情報が活用できる。

また、裁判や公式事故調査の結論を待たなくとも、仮にそれが推測であるとしても、その失敗の原因を伝達し、受け取られて生かされることが重要なことではないだろうか。

参考文献

- ・安田憲二、竹生田秀夫、宮川隆、清水保夫、神奈川県的一般廃棄物焼却施設における水素ガス爆発事故、安全工学、No.198、PAGE183-187(1997)
- ・高月紘、集じん灰バンカー爆発事故の教訓、廃棄物学会誌、No.5、Page441-447(1994)
- ・伊勢原市衛生委員会便り 第 10 号 (1995)