



消防法で定める「危険物」に該当しない物質の 火災調査を通して見た事業所指導の重要性

平山 雅晴
(東京消防庁)

1. はじめに

本稿は、昨年、東京消防庁管内において亜鉛が燃焼する火災が発生したことから、その危険性及び火災予防対策について考察するものである。

亜鉛は、その用途の広さから様々な場所で使用されている。代表的なものとしては、真ちゅうや洋銀などの合金や亜鉛めっきであり、近年では、有機亜鉛化合物の穏やかな反応性が見直され、有機合成の分野で多く使用されている。ノーベル賞を受賞した根岸教授がクロスカップリング反応に有機亜鉛化合物を使用していたことも記憶に新しいところである。

亜鉛は、第12族の元素で、第三類危険物のアルカリ土類金属と同じく2個の価電子を持ち、かつでは遷移元素に分類されていた典型元素である。

消防法において、亜鉛の有機化合物は、自然発火性物質及び禁水性物質として第三類危険物に指定されており、また、金属粉は第二類危険物として指定されている。一方で、その他に亜鉛に関連する規制はないものの、同様の危険性がないと断定できるだろうか。

実際、亜鉛と水の組合せによる火災は発生している。亜鉛めっきの実験後、亜鉛生成物を蒸留水で濡らし、乾燥が不十分なままペーパータオルにくるみゴミ箱に捨てたところ、数時間後に出火した事例がある。出火原因は、生成物に含まれる未反応のまま残存していた亜鉛が水に触れ、長時間酸化発熱して蓄熱した結果、ペーパータオルが発火したものであり、実験によっても確認されている。

本稿で取り上げる亜鉛関連火災においては、①火災が再び発生する危険性、②亜鉛を含む物質の取扱い及び管理の重要性、③金属火災特有の初期消火時の危険性、④鎮火までの時間の長期化及び⑤消火活動時の活動危険が明確に認められている。このような事実をかんがみて、事業所に対して有効な再発防止策を指導することは予防行政に携る者として喫緊の課題であった。しかしながら、亜鉛に対しては消防法の危険物として法的な規制がないことから、有効な防火管理指導を行うための調査と検討が長期にわたって行われることとなった。

法令と実態の狭間で頭を悩ませるのは予防行政の常ではあるが、今回のように実火災の発生を受け、具体的な火災危険が認められる非危険物に対する防火管理について頭を悩ませる機会は、その重要性に比べて意外に少ないと言える。本稿では、最終的な調査内容及び指導内容のほか、その過程での検討内容を踏まえて考察する。

2. 火災について

2-1. 概要

本火災は2016年7月の夜間、亜鉛を精錬するリサイクル工場内の、外気に開放されている平屋建て倉庫内に保管されている亜鉛等の入っているコンテナバック付近から出火し内壁若干等を焼損した建物ほや火災である（写真1参照）。

なお、本火災により、初期消火を実施した守衛が飛散した高温の粉体により右足部に熱傷（中等症）を負っている。



写真1 出火箇所外観及び初期の延焼状況

出火原因としては、コンテナバック内の亜鉛灰に含まれる亜鉛が水と触れて酸化発熱し、何らかの要因により酸化発熱が継続した結果、周囲のコンテナバックに着火した可能性が高いものの、再現実験により立証できないことから、不明とした。

2-2. 発見通報状況

火元建物の守衛は、敷地内を巡視中、倉庫内に置かれたコンテナバック付近から炎が出ているのを発見し、携帯電話で119番通報した。

その後、金属火災用消火器3本を使用し初期消火を実施したが、火勢が強くなり火を消しきれなかった。

2-3. 消火活動及び活動時の見分

- (1) 覚知時間 平成28年7月20日0時18分
鎮圧時間 平成28年7月20日13時18分
鎮火時間 平成28年7月22日17時09分
- (2) 延べ隊数及び人員：78隊318人
- (3) 消防隊使用機材：金属火災用消火器50本強
乾燥砂2,500L 強
- (4) 東京消防庁と協定を結んでいる専門家等による助言を得ながら、長時間の消火活動を実施した。
- (5) 消防隊の活動内容及び見分状況
 - ア 出場指令時、禁水性物質出火との情報あり。
 - イ 火元建物に到着時、白煙が漂っていた。
 - ウ 関係者から、出火したのは亜鉛を含有した粉体であるとの情報を得たため、次のような消火活動が行われた。
 - ・火元建物周囲5mに毒劇物危険区域の設定

- ・金属火災用消火器及び乾燥砂による消火
- ・くすぶっている粉体を小分けすることによる延焼拡大防止（写真2参照）
- ・定期的な温度測定の実施



写真2 小分け作業

- エ 粉体の小分け作業のため塊を崩すと、時折その断面から緑色又はオレンジ色の炎があがる。
- オ 消防隊員が小分けした粉体を水没させると、可燃性ガスが継続的に噴出した。

2-4. 火元事業所の概要

2-4-1. 作業工程

り災しているのは亜鉛の精錬工場である。都内のめっき工場等で廃棄される亜鉛ドロス（鉄と亜鉛の合金）を熔解し、融点の違いを利用して亜鉛を分離している。亜鉛ドロスを溶解する際に発生する焼却灰（以下「亜鉛灰」という。）は、バグフィルタにより集塵され、コンテナバック内に袋詰めされる（写真1参照）。袋詰めされた亜鉛灰は、一部外壁のない倉庫内に4段積みになされ、密に置かれている（写真3参照）。

今回焼損したのは亜鉛灰が袋詰めされているコンテナバックである。

2-4-2. 火災履歴

火元の事業所では、過去2件亜鉛灰を詰めている袋付近から火災が発生しているほか、2015年に

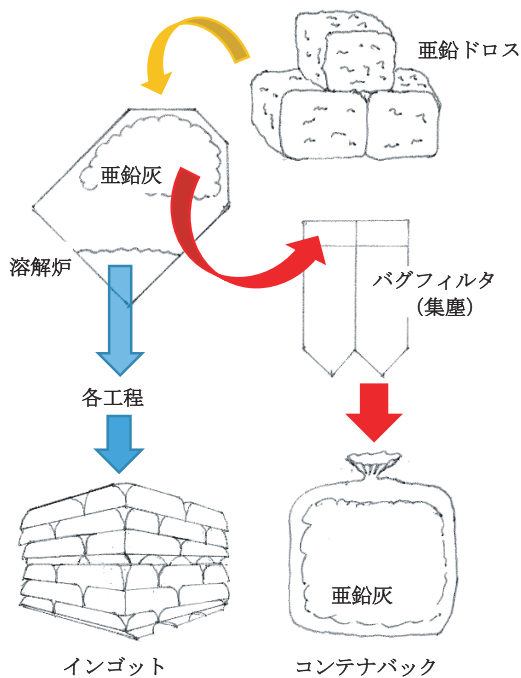


図1 工程略図



写真3 亜鉛灰保管状況

は、亜鉛の精錬過程で発生する物質を一時保管していたドラム缶付近から火災が発生している。

過去の火災の出火原因は、付近の状況から明らかだと判断し、再現実験はせず、コンテナバック内の亜鉛灰中に、溶解工程で分離しきれなかった亜鉛が残存していたため、外部から浸入した水分に触れ、酸化発熱して出火したものと判定しているものもあるが、再現実験をしたが立証に至らなかったため不明としたものもある。

3. 火災調査

焼損物件は倉庫内の内壁若干及び焼損してい

る内壁付近のコンテナバックであり、出火箇所をコンテナバック付近とすると出場時の見分及び関係者の説明と矛盾しないことから、出火箇所は倉庫内のコンテナバック付近と判定している。

出火箇所付近の物品の配置状況、亜鉛の性質及び過去の火災での出火時の状況を踏まえると、亜鉛灰からの出火が強く疑われた。そこで、火災現場での調査のみならず、再現実験を入念に行い、亜鉛灰の燃焼性状を調査した。出火原因は、結果的には不明としているものの、一定の知見が得られた。

3-1. 現場見分状況及び関係者の供述

亜鉛灰の袋詰め時に使用される鋼板製ダクトに亀裂の補修跡が認められ、亀裂部の下部は変色し、変色部を含め、広範囲にわたり叩き跡が認められる(写真4参照)。また、亜鉛灰には一部黄色又は褐色に変色しているものが認められる。

亀裂及び叩き跡について関係者に説明を求めたところ以下の事実が判明した。①出火の9日前に鋼板製ダクトの溶接部に亀裂を発見し、翌日に補修したこと。②亜鉛灰をコンテナバックに袋詰めする際、亜鉛灰がダクトの形状からダクト内に堆積すること。③作業員は、日常的にダクトの溶接部周辺をハンマー等で叩き、溜まった亜鉛灰をコンテナバックに落としていること。④亀裂発見時、ダクトの亀裂箇所周辺は変色し、素手で触れられない状態であったこと。⑤補修後、異常は認められなくなったこと。⑥亀裂発見前の数日間は曇天又は雨の気象状況



写真4 ダクト亀裂部

で、湿度も90%から100%の多湿であった。

3-2. 現場での状況再現

通常の作業と同様に亜鉛灰をコンテナバックに封入し、コンテナバック内の上、中、下段各点で12日間温度を測定したが、温度上昇は見られない(図2参照)。

最高温度は、開始直後の中段で52度、上段は実験開始から3時間45分後の46℃、下段は2時間40分後の41.9℃であった。いずれも最高温度まで達した後は緩やかに温度が下降し、外気温と等しくなる。

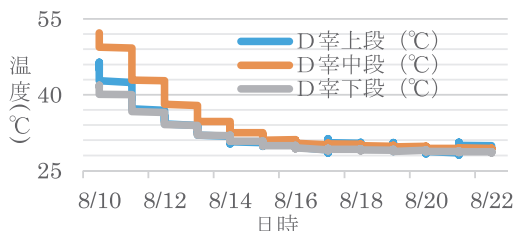


図2 現場での再現実験

3-3. 鑑定

3-3-1. 外部検査機関による鑑定

外部検査機関に亜鉛灰の成分分析を委託したところ、以下の結果であった。

(1) 亜鉛灰に含まれる金属元素

検出元素及び推定濃度範囲 (参考値) 単位: 質量%濃度			
>10	10~1	1~0.1	0.1~0.01
Zn	Al, Fe	Na, Si, Pb 等	Ca, Ni 等

(2) (1)で検出された亜鉛の内訳は、亜鉛27.7%、酸化亜鉛40.8%であった。

3-3-2. 消防技術安全所による鑑定結果

東京消防庁消防技術安全所に亜鉛灰の成分及び発熱性状について鑑定依頼したところ、以下の結果となった。

(1) 亜鉛灰中の亜鉛化合物内訳は、亜鉛、酸化亜鉛及び水酸化亜鉛塩化物などであった。

(2) 亜鉛灰をそのまま500℃まで加熱しても発熱反応は起こらない。

(3) 亜鉛灰を30℃、湿度80%で24時間以上放置した場合の発熱量を、示差熱分析装置により測定すると、約25J/gであった。

また、亜鉛灰を室内環境下で24時間放置した場合の発熱量は、約6 J/gであった。

3-4. 再現実験

現場の状況及び関係者の説明から、出火原因として、亜鉛灰に含まれる亜鉛が、ダクトの亀裂部から浸入した雨水等と混ざりながらコンテナバックに袋詰めされ、酸化発熱が継続した結果、コンテナバックが発火するに至ったことが考えられる。そこで亜鉛粉と水の混合による出火危険を再現実験により検証した。

3-4-1. 実験1

(1) 実験方法

紙タオルを外側に巻き保温している500ccビーカー内に入れた20gの水に、150gの亜鉛灰を加えた後、105℃の恒温器に入れ、温度変化を測定する。

温度は、亜鉛灰の上面から約2 cmの位置で、湿っている亜鉛灰と乾いている亜鉛灰の境目付近に熱電対を差し込むことで測定する(写真5参照)。

なお、恒温器に入れるのは蓄熱を想定して熱を加えるためである。

(2) 結果

測定開始直後から亜鉛灰の温度が上昇し、12分経過後に100℃に達し、18分経過後に最高温度である104℃に達する。実験を開始して60分が経過し、実験を終了するまでの間、亜鉛灰は102℃付近を維持した(図3参照)。

(3) 考察

実験1では温度が102℃付近で一定となり、最高温度が104℃を超え



写真5 実験1測定状況

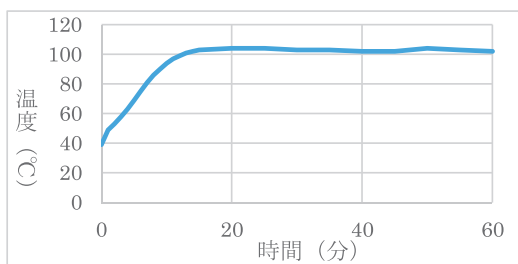


図3 実験1温度変化

ないのは、亜鉛灰中に含まれる亜鉛が水に触れ、酸化したことにより発生した熱が、水の蒸発熱に使われてしまっているためだと考えられる。

3-4-2. 実験2

(1) 実験方法

紙タオルを外側に巻き保温している500cc ビーカー内に入れた63°Cで150gの亜鉛灰に、上から21gの水を加え、よく攪拌した後105°Cの恒温器に入れ、温度変化を測定する。(写真3参照)

温度は3点で測定し、1点目はビーカーの下部に接するようにチャンネル1のデータロガーを、2点目はビーカー中央の亜鉛灰の層の中間付近にチャンネル2のデータロガーをそれぞれ差し込み、3点目はチャンネル3のデータロガーを外気に晒して測定する。

(2) 結果

水を加えた時点から温度上昇が始まるが、恒温器に入れてから、時間測定を始める。測定時の開始時の温度はチャンネル1で87.55°C、チャンネル2で89.75°Cである。

チャンネル1は34分後に最高温度の107°Cに達し、その後3分間107°Cを維持した後温度が下降し、100°C付近に収束した。

チャンネル2は30分後に最高温度の113°Cに達し、その後6分間113°Cを維持した後、緩やかに温度が下降し100°C付近に収束した(図4参照)。

(3) 考察

実験2で、いずれのチャンネルにおいても温度が100°C~110°C付近で推移し、最高温度が113°Cを超えないのは、実験1と同様に、亜鉛の

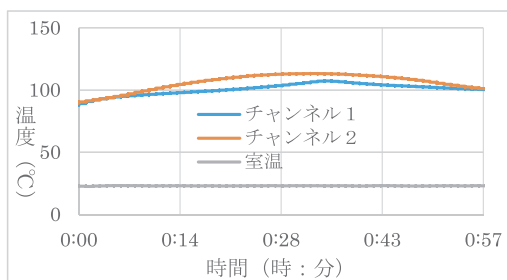


図4 実験2温度変化

酸化熱が、水の蒸発熱に使われてしまっているためだと考えられる。

実験1よりも実験2の最高温度が高いのは、攪拌したことにより、内部での反応が活発になったため、熱を外気に奪われるビーカー付近よりも温度が高くなったものと考えられる。

実験1及び実験2において最高温度が113°Cを越えなかった理由としては、外部機関による鑑定結果のとおり、亜鉛灰には亜鉛以外の不純物が多く含まれているため、本実験用に採取した亜鉛灰に含まれる亜鉛の割合が小さかったことが考えられる。

また、使用した亜鉛灰の量は出火時の亜鉛灰の量と比較してかなり少ないことから、恒温器の熱により補ったとはいえ、蓄熱の効果が小さかったことも要因である。

3-4-3. 実験3

蒸発熱による影響を除くため、水蒸気及び亜鉛灰を反応させるための実験を行う。

(1) 実験方法

丸底フラスコに入れた水をマントルヒータにより温め、発生した水蒸気をガラス管を通じて、72.5°Cに予熱した亜鉛灰154gの入っているガス吸収瓶の下部から放出させる。

温度の測定位置は、ガス吸収瓶内の水蒸気が放出される穴から約4 cm上方とし、ガス吸収瓶の上部の管から熱電対を差し込むことで測定する(写真6参照)

(2) 結果



写真6 実験3 測定状況

測定開始後1分30秒で亜鉛灰は100℃に達し、4分経過後に110℃に達した後、15分経過までの間、温度は100℃まで下降を続ける。

また、測定実施中、ガス吸収瓶につながるガラス管内で結露した水がガス吸収瓶の上部にたまり、内部へと滴り落ちている。

(3) 考察

水蒸気が反応前に結露することを防げなかったため、亜鉛灰に液体の水がかかり、蒸発熱の影響を除くことができなかった。同じ目的で、条件を変え何度か実験を行ったものの、いずれも成功に至っていない。

3-4-4. 実験4

外部から補う蒸発熱を増やすため、実験1、2よりも恒温器内の温度を上げ、温度変化を測定する。

(1) 実験方法

150gの亜鉛灰及び60gの水をビーカー内で攪拌した後220℃の恒温器に入れる。

温度測定は、ビーカーに接するように差し込んだチャンネル1のデータロガー及び亜鉛灰の層の中央部に差し込んだチャンネル2のデータロガーにより測定する。

(2) 結果

恒温器に入れる直前の亜鉛灰は37℃である。

チャンネル1は、測定開始後約12分で106℃に達し、その後27分間106℃を維持する。106℃を超えると温度上昇が早くなり、直線状に温度が上昇する。170℃付近で温度の上昇率は小さくなるが、その後も202℃まで上昇する。

チャンネル2は、20分後に104℃に達し、その後21分間104℃を維持する。104℃を超えると、温度の上昇が徐々に早くなり、その後199℃まで上昇する（図5参照）。

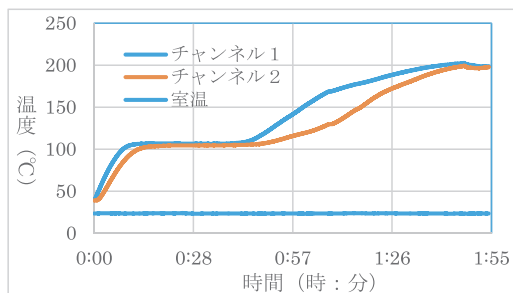


図5 実験4 温度変化

(3) 考察

顕著な温度変化は見られないため、110℃を超えての温度変化は雰囲気温度によるものと考えられることから、立証の根拠になる結果とはいえない。

なお、アルミ箔をビーカーにかぶせ、水蒸気が対流する環境で実験も行ったが、変化は見られなかった。

3-4-5. 実験5

亜鉛灰が炎に晒された際の変化を調べる。

(1) 実験方法

亜鉛灰を湿らせ直径3cmほどの塊にガスバーナーの上に置き、直火で1時間熱する。

(2) 結果

亜鉛灰に着火することはないが、炎に接している面に黄色の変色が認められる。

3-5. 実験6

出火時の状況と比較するため、亜鉛を裸火により燃焼させる。

(1) 実験方法

亜鉛を平板の上に薄く広げ、端にライターを用いて着火する。

(2) 結果

灰色の亜鉛は、裸火に当てられると、赤熱しつつ、緑色の炎を上げながらゆっくりと燃え広

がった。亜鉛の色は、燃焼直後は黄色だが、徐々に白色に変化した。(写真7、8参照)

(3) 考察

化学大辞典によると、亜鉛は「空气中で高温に熱すれば、帯緑白光を放ち、燃焼して酸化物を生ずる」とあることから、実験7において観察される緑色の炎は亜鉛の燃焼に伴う炎だと考えられる。

これは、火災現場で見分された緑色の炎が亜鉛のものである可能性を示唆している。しかし、前述のとおり、亜鉛灰には不純物が多く含まれていることから、断定はできない。

一方で、亜鉛の燃焼を観察すると、1箇所に着火すると連鎖的に隣の亜鉛へと緩やかに燃焼が拡大している。

これに対し、亜鉛灰を炎に晒す実験5では亜鉛灰に着火しなかった。その理由としては、採取してきた亜鉛灰に含まれる亜鉛の量が少なかったことが考えられる。

なお、亜鉛灰に含まれる亜鉛の量が少なくなる理由としては、採取から実験までの時間で酸化が進んだこと及び採取した亜鉛灰の元になった原料に含まれる亜鉛がそもそも少なかったことが考えられる。



写真7 亜鉛着火状況（開始時）



写真8 亜鉛着火状況（終了時）

3-6. 火災調査結果

コンテナバック内の亜鉛灰には、亜鉛が含まれることまでは立証できたことから、出火時、コンテナバック内の亜鉛灰に含まれる亜鉛が、ダクトの亀裂から浸入した水と混合し、酸化発熱したことは十分に考えられる。しかし、再現実験では亜鉛灰と水の混合による酸化発熱によってコンテナバックが発火するほどの温度上昇は認められなかった。

また、リサイクル工場であることから、原料の成分が不均一であり、精錬過程において亜鉛灰に含まれる化合物の内訳を全て把握することは不可能である。

以上のことから、亜鉛灰に含まれる不純物による何らかの影響で出火した可能性を否定することはできないが、本火災の出火原因は不明とした。

4. 亜鉛灰の危険性について

4-1. 亜鉛灰粉体の危険性評価

本火災はコンテナバックの下部からの出火であり、爆発が発生した形跡もなく、爆発音を聞いた関係者もいないことから、粉塵爆発が発生した可能性はない。しかし、亜鉛灰の火災危険を詳細に調査することは、今後の予防業務上の資料になるため、粉塵爆発の危険性について試験する。

(1) 実験方法

使用するのは吹き上げ式粉じん爆発試験装置である。これは粉じんを1.2Lの筒内で吹き上げ、均一に分散させたところで火花を発生させ、爆発が起きるかを試験する装置である(写真9参照)。

試料は $36\mu\text{m}$ 及び $300\mu\text{m}$ のふるいにかけて亜鉛灰各0.6gずつを、タンク内圧力50kPa、着火遅延時間0.1s、温度 $20\pm 5^\circ\text{C}$ 、湿度 $65\pm 10\%$ 、の条件下で5回ずつ試験する。

なお、爆発性は以下の基準で評価する(図6参照)。

(2) 結果

いずれにおても不爆であった。このことから、亜鉛灰の飛散による、粉じん爆発のリスク



写真9 吹き上げ式粉じん爆発試験装置

爆発下限濃度 (g / m ³)	爆発性
40以下	高
40～100	中
100以上	低
500以上	不爆

図6 爆発性基準

は小さいと考えられる。

4-2. 亜鉛灰の危険性について

本火災を通じて、①火災が再び発生する危険性、②亜鉛灰の取扱い及び管理の重要性、③金属火災特有の初期消火時の危険性、④鎮火までの時間の長期化及び⑤消火活動時の活動危険が浮かび上がってきた。それぞれの要因に至るまで、以下詳細に検討する。

(1) 火災が再び発生する危険性について

3-5.(2)に記載したとおり亜鉛の燃焼は緩やかであること、亜鉛灰に着火するかについての確証がないこと及び本火災を含め4件もの火災が発生していることを踏まえると、火元事業所の亜鉛灰に対する防火意識は低いものと考えられる。

従って、亜鉛灰にこだわらず施設全体の防火意識の向上を促すことは必要だと考えられる。

(2) 亜鉛灰の取扱い及び管理について

亜鉛灰には亜鉛が含まれる。1.で紹介したとおり、亜鉛及び水の混合により出火した事例があることから、亜鉛灰に含まれる亜鉛及び水の

混合により出火する危険性は否定できない。

従って、出火原因は不であるものの、今後の火災予防のために、亜鉛灰に水が混入しないよう配慮を求める必要がある。

(3) 金属火災特有の初期消火時の危険性について

本火災において初期消火者が負傷したのは、放射距離が極端に短い等の金属火災用消火器の特性によるものと考えられる。

また、金属火災に限らず、火災による傷者は初期消火時に発生しやすい。

東京消防庁管内の火災状況がまとめられている、『平成28年版 火災の実態』によると、平成27年中に発生した火災による負傷者804人のうち、その原因が初期消火に関連しているもの（「火に接近しすぎた」「消火に手間取った」「消火のために燃焼物に触れた」）は、342人を占め、全体の42.5%を占める。

以上のことから、金属火災は、通常よりも例外的な要因が多いため、初期消火時に負傷しやすい火災と考えられ、初動措置等について事前の検討及び訓練が必要である。

(4) 鎮火までの時間の長期化について

本火災は鎮火までに64時間51分を費やし、延べ78隊318人を要したが、このように多数の消防隊を長時間出場させることは地域の消防力の低下につながる。また、仮にコンテナバックを車に積載し運搬している最中に延焼した場合、燃料タンクへの延焼危険を考えると、消火活動を長期化できないなどの、具体的な危険性が考えられる。

一方、本火災がこれほど長期化した要因には、亜鉛灰を詰めているコンテナバックが密集していたことが挙げられる。密集しているコンテナバックに対する不用意な放水は被害を拡大する危険があるため、普段の亜鉛灰の保管方法について対策が必要である。

(5) 消火活動時の活動危険について

2-3.(5)ウに記載のとおり、本火災の消火活動において、小分けした亜鉛灰を水没させると、

可燃性ガスが継続的に噴出している。このことから、消防活動を一步誤ると被害を拡大する可能性があり、事前の対策等が必要である。

5. 亜鉛に関連する法令について

亜鉛は、1.でみたとおり、消防法令上、危険物に該当せず、指定可燃物にも指定されていない。

非危険物の貯蔵又は取扱いに関する規定は東京都では唯一、火災予防条例（以下「条例」という。）第59条にあり、消防活動に重大な支障を生ずるおそれのある物質で、消防総監の指定するものを業として貯蔵し、又は取り扱おうとする者は、あらかじめその品名、数量その他貯蔵又は取扱いに関して消火活動上必要な事項を届け出ることが義務付けられている。ここで示す消防総監の指定するものとは、東京消防庁火災予防規程で定められている各放射線物質、高圧ガス、毒劇物、火薬類及び病原体を指す。

なお、条例第59条の主旨は、全ての消防活動に重大な支障を生ずるおそれのある物質について、貯蔵又は取扱いの実態を把握し、火災の予防及び消防活動面から適切な指導を行うほか、効果的な活動対策を樹立する点にある。そのため罰則の適用はなく、届出の義務にとどまる規定となっている。

6. 安全対策に対する防火管理指導について

本火災では、出火原因が不明であるため、ピンポイントな安全対策の樹立こそできないが、4-2.(1)に記載したとおり、防火意識の低さは看過できない。消防法による規定がないことから、次のとおり防火管理面からの指導を重点的に行った。

6-1. 作業機器の点検について

亜鉛灰に水が混入することは、4-2.(2)に記載したとおり、危険要因の1つと考えられる。従って、水分の混入防止及び異常な発熱の早期発見のため、以下の指導を行った。

(1) 集塵機のホッパー部分の点検

集塵機のホッパー部分の亀裂の有無について、作業開始前に目視点検と温度測定を実施し、温度が異常に上昇していた場合は作業を中止することとした。また、温度測定のためのサーモグラフィを新たに購入させた。

(2) 浸透深傷検査の実施

同部位について、半年ごとに浸透深傷検査を実施して、異常の早期発見に努めることとさせた。

6-2. 亜鉛灰燃焼時の初動措置・訓練について

初期消火時に傷者が発生する危険性については、4-2.(3)に記載したとおりであるが、これを踏まえ火元事業所に対し、以下の指導を行った。

(1) 自衛消防訓練について

ア 消防計画の中に、普通火災と亜鉛灰火災とに区別した自衛消防訓練を盛り込ませ、定期的を実施するよう改正させた。

イ 工場地区の自衛消防隊長を工場長とし、指揮命令システムの強化を図らせた。

(2) 初動措置について

ア 休日、夜間時の手薄な時間帯で火災が発生した場合を想定して、工場近隣に居住する社員の緊急連絡網を整備し、迅速な初期対応ができる体制を整えさせた。

イ 通報時に必ず「亜鉛灰が燃えている。禁水性である。」旨を付け加えるよう周知徹底し、初動時の対応を迅速に行えるよう指導した。

(3) 消防用設備等の増強

ア 亜鉛灰を貯蔵している場所全てに金属火災用消火器を25本に増強させるとともに、1袋850kg入りの乾燥砂を10袋配備させ、初期消火体制を強化させた。

イ 亜鉛灰用として金属火災用消火器が配置されていたが、当該消火器は通常の消火器と比べて放射距離が極端に短く、サイズや重さが倍近くあることから取り扱うのが困難である（**図7**参照）。

しかし、本事業所では金属火災用消火器

を使った消火訓練を実施したことがなかったため、今回の火災において初期消火を試みた際右足部に熱傷を負うこととなった。

このことから、金属火災用消火器の諸元・性能の周知徹底を社員全員に図るとともに耐熱安全ブーツを配備し、自衛消防隊員の安全管理に配慮させた（写真10参照）。

6-3. 亜鉛灰の管理について

亜鉛灰の不適切な管理が延焼拡大危険を有し、鎮火までの時間の長期化を招くことは4-2.(4)に記載したとおりであるため、以下の指導を行った。

(1) 温度測定結果に基づく保管

集塵機からコンテナバッグに袋詰めした亜鉛灰は平置きし、3時間毎に温度測定を実施して24時間経過後も温度上昇がなければ、3段積みで保管することとさせた。

(2) 防火処理缶の製作

温度が異常に上昇している場合や24時間経過しても80℃以下にならない場合は、コンテナバックごと、防火処理缶に投入し、他の亜鉛灰と隔離することとした。そのための防火処理缶は、再発防止のために新たに製作させた。（写真11参照）

6-4. 消防活動面での対策

鎮火までに長時間を要することで地域の消防力に悪影響を及ぼすことは4-2.(4)、消防活動時における活動危険は4-2.(5)に記載したとおりであるが、これに対しては以下の対策を講じた。

(1) 亜鉛灰の貯蔵量及び場所の届出

条例第59条に準じて、亜鉛灰の貯蔵量及び貯蔵場所について任意で届出をさせた。

(2) 特殊消防対象物警防計画の樹立

亜鉛灰の危険要因、製造工程、貯蔵箇所、貯蔵量、金属火災用消火器及び乾燥砂等の配置場所を明記し、効率的な部隊運用が行えるよう特殊消防対象物警防計画を樹立した。

(3) 可燃性ガス対策



写真10 耐熱安全ブーツ



写真11 防火処理缶



種 別	金属火災用消火器	A B C 粉末消火器
写 真		
質 量	約 10.2 kg	約 5.1 kg
放射時間	約 40 秒	約 15 秒
放射距離	0.6 m	3~6 m

図7 消火器の主要諸元性能

消火活動として、小分けした亜鉛灰をドラム缶内に入れて水没させたが、その際、可燃性ガスが噴出している。このことから、防爆ライトの使用などについて周知徹底している。

6-5. まとめ

亜鉛灰は、消防法で定める「危険物」及び条例で定める「指定可燃物」等には該当しない。しかし、鎮火まで64時間51分を要し、消火方法としては一步誤ると被害を拡大する可能性がある等、明らかな危険性があった。そこで、法的規制のかからない物質で非危険物である亜鉛について、安全対策の樹立のため担当の消防職員が災害の危険を火元の事業所に対して根気よく説得した。これにより、防火管理指導のほか、消防隊のための警防計画を策定し、災害対策の実働能力を高めることができた。

7. 提言

これまで亜鉛に起因する火災件数は少なく、また、その燃焼速度が比較的緩やかであるため、その火災危険については注目されてこなかった。そのため、原因の特定には今回のように時間を要することになる。また、可能性の高い出火原因をある程度絞り込むことができて、反応が穏やかであることから出火時との条件の違いが影響し、再現実験でよい結果が得られず、出火原因を不明とするケースも少なくないと思われる。

出火原因が不明の場合、科学的見地から特定した出火原因に基づくピンポイントな火災予防対策の指導ができないが、「危険性がある」ことまで明確にできれば、消防法第8条に基づく防火管理指導を重点的に実施することができる。

ただ、非特定用途の工場又は倉庫等の場合、収容人員が50人以上で防火管理業務が義務となるが、自動化が進んだ工場ほど扱う物品の量が多くなり従業員は少なくなることから、事業所の潜在的な危険性は変わらないまま、防火管理

者が非該当となるケースもある。

本火災の調査を通じて、亜鉛灰に関して5点の危険性が明らかになったことは前述のとおりであり、その内4点に対して防火管理指導を実施した。

その結果、収容人員を危険性の尺度とし、防火管理義務の有無が決められる現状に対しては違和感を覚える。特に工場や倉庫の場合、取り扱う物品の危険性に依りて防火管理義務の有無を決めるべきだと考える。

今回は、収容人員の再算定により防火管理業務が必須となったため、消防法令にのっとり行政指導を行うことができた。しかし再算定ができなければ頼みの綱である防火管理指導すらままならず、事業所の危険性を放置することになってしまう。

そのようなことが起こらぬように、危険性のある物質を大量に取り扱うこと及び作業環境を踏まえ、亜鉛を含む物質に対する新たな規制又は消防法第8条の防火管理義務対象物の拡大などの検討が必要である。

8. おわりに

本火災には難しい点が2点あった。火災調査における原因の特定及び法令による確たる裏付けない中での防火管理指導である。亜鉛の精錬工場は全国にあることから、当庁に限らず、同様の火災が発生することは十分に考えられる。もし同様の困難に直面した時には、本稿を何らかの資料として活用していただければ幸いである。

9. 参考文献

- (1) 東京消防庁監修『8訂版 火災予防条例の解説』(平成27年3月10日)
- (2) 化学大辞典編集委員会編『化学大辞典』共立出版株式会社
- (3) 東京消防庁発行『平成28年版 火災の実態』(平成28年8月)