

工場内での火災事例

リチウムイオン電池装着ライト充電中の出火

堺市消防局 予防部予防査察課調査係

1 はじめに

本件は大規模工場において、従業員が使用する複数のリチウムイオン電池装着ライトを充電中に発生した建物火災である。消防における火災調査の基本を忠実に実施したことで、意外な出火原因へと辿り着き、同工場内における類似火災の潜在的危険を排除させた一連の調査活動を紹介する。

2 火災概要

平成30年5月中旬の午前5時半頃、堺市内の橋脚用の鉄骨などを製造している大規模な2階建工場の1階喫煙スペースにおいて収容物が多数焼損した火災である（写真1参照）。

死傷者は発生しておらず、従業員のみで消火器と水道水で初期消火を成功させており、消防への通報は同日13時過ぎであったため、事後聞知とし



写真1 建物内の焼損状況

て覚知している。

3 関係者の供述

- (1) 発見時、喫煙スペース内のスチール棚周辺で炎が上がっていた。
- (2) スチール棚内には充電器があり、ヘッドライトやハンドライト、スタンドライトなど従業員個々が帰宅前に充電器に直接差し込んでいる。出火2日前の夕方17時半頃には既に20個近く充電されていたが、はっきりした数は分からない。
- (3) 出火2日前、従業員の1人が自身の使用しているヘッドライトのリチウムイオン電池を確認すると、1つが膨れ上がっていた。そのため、危ないと思い充電せずに産業廃棄物として処理した。
- (4) 工場内は殆どのコンセントが200Vであるため、変圧器を介して充電している。
- (5) 延長コードと充電器を複数使用して数多く充電できるようにしていた。延長コードも充電器もプラグを抜き差しすることはなく、長年コンセントに差したままである。
- (6) 消火後に分電盤を確認すると漏電ブレーカのみ作動していた。

4 第1回実況見分

建物外観に焼けはなく、焼損が確認できるのは

1階中央付近に設けられている喫煙スペースのみである。

喫煙スペースは、配置のスチール棚を起点として南北上方へ焼損している（図1及び写真2参照）。

スチール棚周囲には開口（ガス排出弁が開いた状態）及び開裂（ガス排出弁以外の箇所が裂け開いた状態）したりリチウムイオン電池が複数飛び散っており、脆くなっている銅箔やアルミニウム箔の飛散も確認できる（写真3、4参照）。

また、スチール棚の北側に灰皿が転がっており、中には吸殻も確認できる（写真5参照）。

従業員からスチール棚に入れて使用していた変圧器と同等の物があるとのことで、類似品を提示され確認すると、類似品のコンセント部分が焦げており過負荷及び接触不良による過熱痕跡が認められる（写真6参照）。

スチール棚内を起点に燃え広がっている様相であるため、スチール棚周辺及びスチール棚内は翌日に発掘及び復元していくことになる。



写真2 スチール棚周囲の焼損状況



写真3 開口しているリチウムイオン電池



写真4 飛散している銅箔



写真5 転がっている灰皿



写真6 変圧器（類似品）

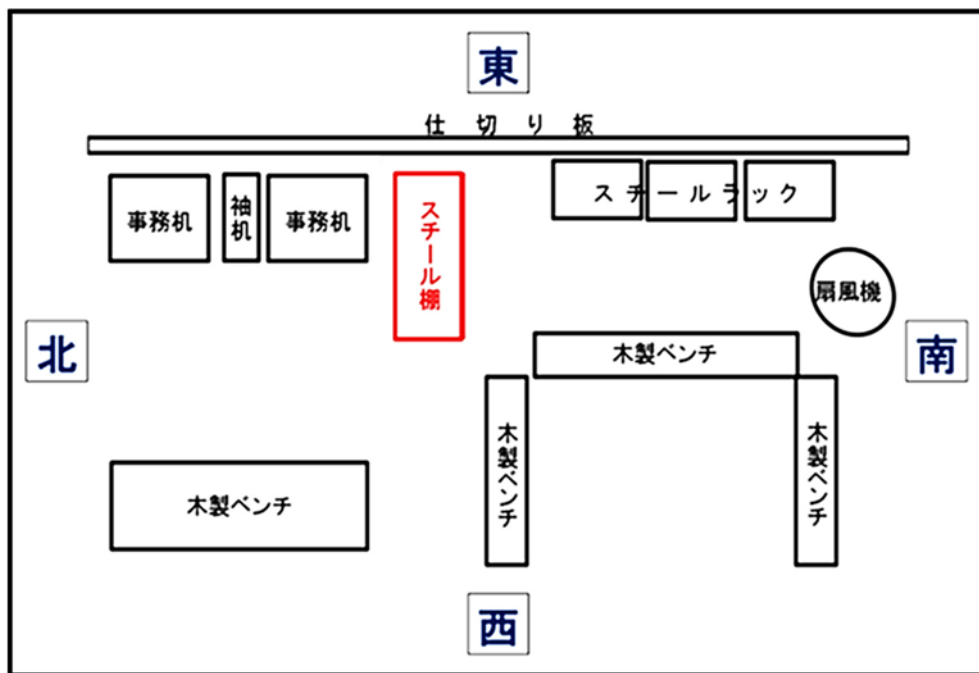


図1 喫煙スペースの平面図

5 第2回実況見分

(1) スチール棚

スチール棚周辺には南東側のスチールラックからの落下物が多く堆積しているが、全て表面的な焼損に留まっている。関係者に確認すると、初期消火時にスチールラック内で収容物が焼つていたために掻き出して消火したため、当初、落下物は無かったとのことである。

スチール棚内は西側下部から東側上方へと塗装が焼失している。この西側下部周辺は煤が焼失し白色化が認められる上、大量の焼損しているリチウムイオン電池が飛散し、一部は開口及び開裂し内部の銅箔が飛び散っている。また、スチール棚内には樹脂製ケースが熔融し、西側へ傾いている状態で焼損しているが、樹脂製ケース内の東側に焼損している変圧器が確認できる（写真7参照）。



写真7 スチール棚及び周辺

(2) 充電中の製品

関係者の供述どおり、複数のヘッドライトやハンドライト、スタンドライトの残骸が確認できる。しかし、大半は樹脂部分が焼失し原形を留めているものがない。また、装着しているはずのリチウムイオン電池は第1回実況見分のとおり、スチール棚内に収まらず周囲へ飛散し焼損しており、どのリチウムイオン電池がどの製品に装着されていたかを復元することは不可能である（写真8参照）。



写真8 スチール棚内の状況

(3) リチウムイオン電池

スチール棚周辺やスチール棚内には開口及び開裂しているリチウムイオン電池が散在しており、銅箔やアルミニウム箔が飛散し、外装缶だけが残っているものもある（写真9参照）。

また、飛散している銅箔やアルミニウム箔は

原形を留めた状態で飛散しているものがある一方で、脆くなり散らばっているものも多く認められる。さらに、周囲を広範囲に確認すると、銅箔の一部が粉々の破片となり多数散在している。

なお、銅の溶融温度1,083℃に比べ、アルミニウムの溶融温度は659.6℃であることから、アルミニウム箔にあっては火災熱で焼失していても不思議ではない。



写真9 飛散しているリチウムイオン電池

(4) 充電器

アダプターの基板の一部が認められるのみで原形を留めていない。

(5) 延長コード

5つのテーブルタップと1つの1口延長コードが認められる。5つのテーブルタップからは変圧器側へと配線が延びている。なお、配線の被覆は焼失しているが素線に溶融痕は認められない。

5つのテーブルタップから延びている配線を2次側から順に1次側へ確認すると、最も2次側に位置するテーブルタップ受け刃の1箇所にも両刃が溶断し、差さっているプラグが認められる。受け刃周辺の樹脂が炭化しながらも僅かに残存していたため、テスターにて導通測定を実施すると、100Ωを超過する5.56kΩ表示であることから参考値とするが導通は認められる

(写真10～12参照)。

さらに、両刃が溶断しているプラグが認められるテーブルタップのコードが接続される1次側にある別のテーブルタップの1箇所根元に片刃だけ溶融し、受け刃に差さっているプラグが認められる(写真13～17参照)。

なお、1口延長コードはプラグ周辺だけの焼損に留まっており、南側区画内へと延びた先のタップには業務用扇風機が接続されている。

その他のプラグ及びテーブルタップ受け刃には溶断や溶融は認められない。



写真12 テスターでの導通測定



写真10 両刃溶断プラグ周辺



写真13 片刃溶融プラグ

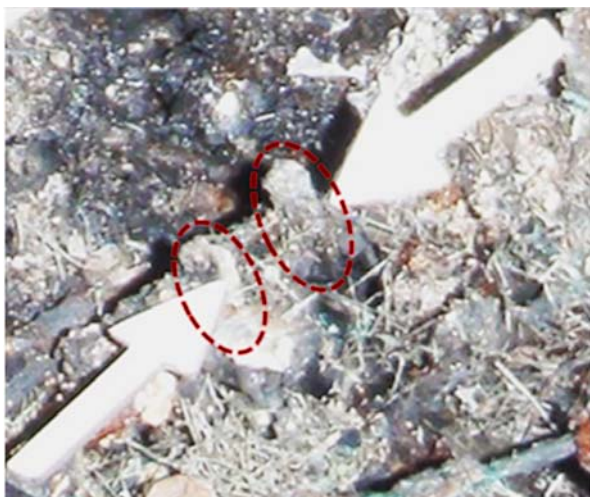


写真11 両刃溶断プラグ



写真14 変圧器から2次側の配線状況



写真15 異状プラグの位置関係

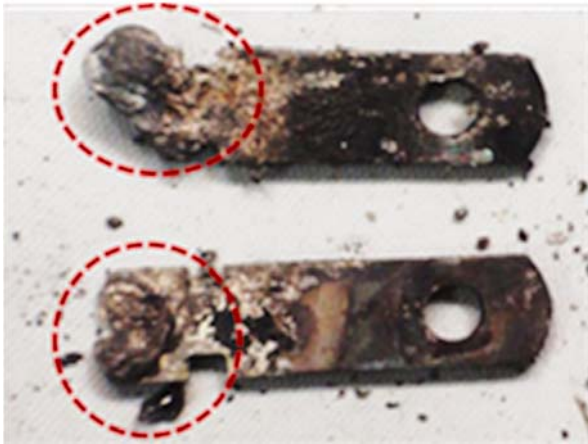


写真16 両刃溶断プラグ



写真17 片刃溶断プラグ

(6) 変圧器

樹脂部分が焼失しており、金属枠が焼け焦げ錆びている。出力側コンセントには受け刃が4箇所確認できるが、いずれの受け刃も熔融しておらず、うち1箇所には先に見分している延長



写真18 変圧器（焼損品）

コードのプラグが差さっている。他の受け刃3箇所中2箇所は受け刃が開いておりプラグが差さっていた痕跡が認められ、直近に延長コード2本のプラグが落ちている。変圧器自体の配線は被覆が焼失し途中で断線しているが、熔融痕はなく、断線先には建物側の200Vコンセントから延びている断線した配線が認められる（写真18参照）。

6 出火箇所の判定

建物内外の焼損箇所は1階中央付近に設けられている喫煙スペースのみであり、スチール棚内を起点に燃え広がっている様相であり、スチール棚内からの出火とすると、焼けの方向性に矛盾がない。関係者も発見時にスチール棚周辺で炎を認めている。これらのことを総合的に考察し、出火箇所はスチール棚内と判定する。

7 出火原因の判定

出火箇所と考えられる発火源としては、放火、たばこ、変圧器、コード及びテーブルタップ、充電用アダプター、充電中のライト（リチウムイオン電池）、プラグである。

このうち、放火、たばこにあっては見分状況や関係者の供述から否定できるため、スチール棚内の機器類に的を絞る。また、変圧器、コードには特段の異状が認められず、充電用アダプターは原形を留めていないが基板が残存しているため、異状が認められるリチウムイオン電池、プラグに重点を置き検討する。

(1) リチウムイオン電池

開口及び開裂状態のリチウムイオン電池が多数飛散しており、銅箔が外装缶から飛び抜け粉々の破片が多数周囲に散在している。

充電中のリチウムイオン電池に何かしらの不

良があった場合や保護回路の故障などにより過充電が防止できなかった場合、それが要因となり内部短絡を引き起こせば出火する。

これらのことから、リチウムイオン電池から出火した可能性がある。

(2) プラグ

両刃が溶断しているプラグと片刃が溶融しているプラグが見つまっている。プラグが両刃溶融もしくは溶断している場合はトラッキング、片刃のみ溶融もしくは溶断している場合は接触部過熱が出火原因であることを示す特徴である。

東京消防庁監修の新火災調査教本第3巻と火災鑑識ポケット必携の掲載内容を参照し、プラグとコンセント間でのトラッキングと接触部過熱の発生条件及び特徴に合致するか今一度確認する。

ア トラッキング

プラグとコンセント間でのトラッキングの発生条件は、電圧印加状態であり、長期間（例外的に短い場合もある）プラグがコンセントに差し込まれ、水分等の導電性物質や埃が付着しやすい場所にあることである。

本件は、長期間電圧印加状態であり、工場であるため、金属粉が周辺に多く付着していたことからトラッキングの発生条件が整っていたと考える。

また、両刃が溶断したプラグの存在と、1 cmあたり100Ω以下ではなかったものの導電路の形成が確認できていることから、トラッキングの特徴との合致が認められる。

イ 接触部過熱

プラグとコンセント間での接触部過熱の発生条件は、通電状態（負荷を接続し電流を流した状態）であり、長期使用でプラグとコンセント間に緩みが生じていたり、許容電流以上の電流を流したりといった状態での使用があることである。

本件は通電状態であり、延長コードの継ぎ足しをしていることや類似品として提示された同工場で使用している変圧器のコンセント部分が焦げており過負荷状態での使用が日常的であった可能性もあり、接触部過熱の発生条件が整っていたと考える。

また、片刃のみ溶融しているプラグの存在によって接触部過熱の特徴との合致が認められる。

ウ プラグの考察結果

変圧器から2次側の延長コードのコンセントとプラグ間において、トラッキング及び接触部過熱のいずれもが生じていたと考えるのが妥当であり、トラッキングもしくは接触部過熱により出火した可能性がある。

(3) 結論

出火原因としては、リチウムイオン電池からの出火と、プラグとコンセント間でのトラッキングもしくは接触部過熱による出火が考えられる。

そこで、それぞれのプラグの状態を考察すると、両刃が溶断に至っているプラグの存在がトラッキングの最終段階を示しており、片刃溶融のプラグを進行途上と考えると出火原因から接触部過熱が排除できる。

トラッキングが2次的に発生することはあり得ず、日本電池工業会ホームページには、リチウムイオン電池が火中などで加熱されると、液もれ、破裂・発火などが起こり得ることが掲載されていることから、リチウムイオン電池は2次的影響で開口及び開裂し、飛散したと考えるのが妥当である。

これらのことから、本件事案は、長期間に渡り電圧印加状態であったプラグとコンセント間でトラッキングが発生し出火したものと結論づけた。

8 火災予防対策の実施

本件の出火原因はトラッキングであったが、焼損品の類似品として提示された変圧器が過負荷及び接触部過熱による過熱痕跡があることなどを踏まえると、類似火災の潜在的危険要素が他に複数ある可能性があった。

そこで、出火原因を説明後、工場内の潜在的火災危険を排除すべく、コンセントやプラグ周囲の状況調査を実施した。結果、他にも接触部過熱寸前のプラグとコンセントや一部外装が破損しているプラグ、埃が溜まった状態のプラグとコンセント、過負荷状態での接続を複数発見する（写真19～22参照）。

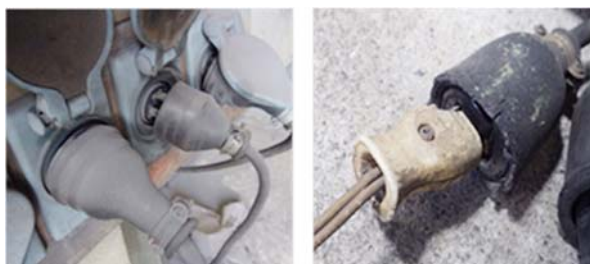


写真19 接触不良での接続（左）

写真20 外装が破損しているプラグ（右）



写真21 清掃不足での接続（左）

写真22 過負荷状態での接続（右）

このことから、管轄消防署の予防課と連携し、それら潜在的火災危険を早期に改善するよう指導した。また、リチウムイオン電池を使用した製品の取扱いやコンセントの取扱いに関しても、充電したままの長時間放置や最大許容電流を超える使用が無いように指導し、火災調査最大の目的である類似火災の防止に努めた。

10 おわりに

本件は、慎重かつ丁寧な実況見分を実施することで、焼けの方向性をしっかり見極め、出火箇所を導き、出火箇所内における発火源の一つひとつを丁寧に探った結果、リチウムイオン電池からの出火ではなく、トラッキングという意外な出火原因へと辿り着けた。

さらに、火災予防対策の実施まで行ったことで、未来の火災を消火させることができた。

火災調査は「調べて終わり」ではなく、調べた上で「類似火災の防止」に努めていくことで「未来の火災を消火」してこそ、最大の目的が達成される。

今後も火災調査の基本を忠実に実施し、火災原因を究明した上で、「未来の火災を消火」していきたい。

（文責：遠藤）