

資料 2

鋼滓スラグ破砕加工設備の 火災事故について

株式会社宇部スチール

1. 事故の内容

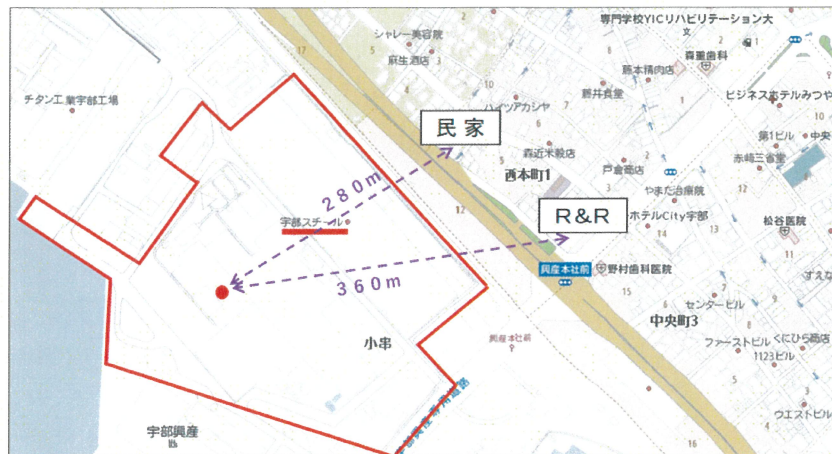
1-1 所在地、事業所名

山口県宇部市小串沖の山1978番地の19

株式会社宇部スチール 本社工場

発生日時：令和5年 4月 21日(金曜日) 8時 28分

発生場所：製鋼工場 K棟 スラグ加工場



1-2 施設、工程の概要

- ・製鋼工場では、鉄スクラップを60T電気炉で約1600℃の高温で溶解してビレットを製造している。
- ・溶解すると炉内の溶鋼上面に、分離した酸化スラグ(鋼滓)が生成浮遊する。
- ・浮遊している酸化スラグを炉または取鍋を傾動させて、スラグポットに移し換える。(除滓)
- ・除滓以降の概略工程は、下記の通り。
 1. スラグポット内の酸化スラグをスラグ処理場にて排滓
 2. 排滓された酸化スラグをブルドーザーで、スラグ冷却場に運搬し、散水冷却する
 3. 2時間(以上)冷却した酸化スラグを、ブルドーザーで加工設備のホッパーに投入する
 4. 投入された酸化スラグは、コンベアで破砕機に運ばれ粉砕される
 5. 規定の大きさ以下になった酸化スラグは、製品として出荷する

1-3 事故状況のまとめ

(1) 事故の概要

スラグ加工場において、破砕機エンジン部から発火し、設備全体が焼損した。

火災により、破砕機 ベルトコンベアのベルト及び、制御盤、電気配線などが焼損したが、作業者や周辺建屋、他の設備への被害はなかった。



鎮火後の加工設備

(2) 経緯

* 酸化スラグの加工処理は、株式会社 宇部貨物の請負業務

4時45分 宇部貨物作業員が、スラグ冷却場にブルドーザーで鋼滓スラグを運入した

5時 鋼滓スラグに散水冷却を開始した * 冷却時間 約2時間

7時30分 宇部貨物作業員が加工設備の始業点検後、破碎機を運転し、設備を稼働させた

8時28分 破碎加工設備から出火 * 消防局による公式見解

8時30分 破碎機の動作音がしない事に気が付いた宇部貨物作業員が確認に行くと、破碎機のエンジン部より炎が上がり、設備が停止しているのを発見した
直ちに消火活動を開始し、宇部貨物の作業責任者が、消防局へ通報した。

8時54分 公設消防隊が現着

* 消防隊が現着した時点で、火勢が弱まっていたので、消防隊は現場指揮本部を設置したが、消火活動は消防隊の指導の下、自衛消防組織が行った。

9時 火災の鎮火を確認したが、消防隊の指示で機器冷却のため放水は継続した

10時40分 公設消防隊が、鎮火を宣言

1-4 環境への影響調査

1. スラグ加工場に排水溝がなく、近くの排水口にも油や濁り水の流入は認められなかった
2. 軽油や作動油の流出対策として、消火活動中に中和剤を散布した
3. 火災発生時の黒い煙に関する調査

(1) 主な燃焼物質と生成物質 (SDSより)

軽油 : 煙、一酸化炭素、亜硫酸ガス等が生成される

作動油 : 一酸化炭素、二酸化炭素が発生する可能性がある

バッテリー : 電解液(希硫酸)は不燃性であり、助燃性もない

コンベア用ベルト : 熱分解、不完全燃焼により黒煙、一酸化炭素等が発生する

(2) 環境影響への考察

- ① 軽油の燃焼による一酸化炭素、亜硫酸ガスは、燃油供給の構造(吸い出し)から、ゲージパイプが溶けて漏れた量は少量である事と、大気解放状態なので、人体に影響を与える濃度にならない。
- ② 作動油の燃焼による一酸化炭素、二酸化炭素は、大気解放状態なので、人体に影響を与える濃度にならない。
- ③ バッテリーケースが溶けて電解液が漏れ出たが、少量である事と消火水により希釈された。
- ④ 黒煙は、有機化合物が不完全燃焼した際に発生する煙で、主成分は炭素で、直接吸引していないので人体への影響はない。

(3) まとめ

以上の考察と、消火活動にあたった人員に体調に違和感を訴える者がいなかった事。又、消防局によるガス検知で異常値が検出されていないことから、人体や環境に影響を与える濃度の有毒ガスは排出されていないと考える。

2. 原因調査について

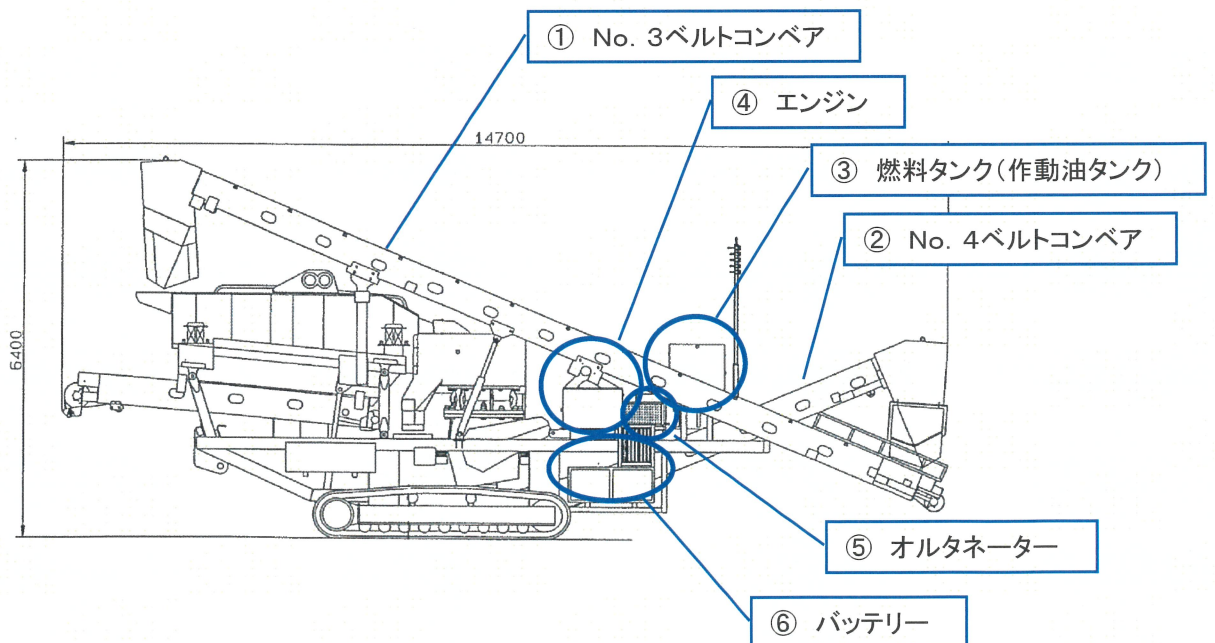
4月28日(金)の打ち合わせで原因究明は消防局立会いの下で行うこととなり、5月11日(木)に消防局、UBEマシナリー(UMC)、(株)宇部スチール(UBS)3者で合同調査を行う事とした。

2-1 合同調査までに確認した事実

- ① 7:30の破碎機運転開始後、異音もなく正常に運転を行っていた。
- ② 8:30 動作音がしなくなって詰所の外に出ると、設備が停止し、エンジン部から炎が立ち上がっていた。
通常保護装置作動での停止であれば警報が鳴るが、今回は警報が鳴っていない。
* 制御用のケーブルが焼損したため、異常警報を出せなかった。
- ③ 作動油タンクのホース(樹脂製)が溶け落ち、作動油タンク(420L)内はほぼ空になっていた。
- ④ 破碎機下のベルトは、排出側(エンジン側)は燃え落ちていたが、入り側は燃えていない。
- ⑤ 制御盤内は、樹脂製のラックカバーが溶けていないなど、大きな損傷が見られない。
- ⑥ 破碎機は1992年製の中古品を2015年7月にUBSに導入している。
以来、使用方法の変更はなく、過去に同様な事故の発生はない。

2-2 合同調査における、消防局からの調査予定項目

- ① コンベアベルトのローラー固着に伴う摩擦熱による着火について
- ② スラグ(破碎後)によるコンベアベルトへの着火について
- ③ 燃料・潤滑油タンクからの漏れによる出火について
- ④ エンジン本体からの出火について
- ⑤ オルタネーターからの出火について
- ⑥ バッテリーからの出火について



酸化スラグ破碎設備の調査機器配置

2-3 UBSによる原因調査：消防局からの調査予定項目①、②

* 設備を解体しない範囲で行った調査

(1) ローラー固着に伴うコンベアベルトの摩擦熱の可能性

・コンベアベルト裏面に摩擦熱で劣化した痕跡は見当たらなかった

➡ この結果から、調査予定項目①の可能性は低いと考えられる。



ベルトコンベア表側



ベルトコンベア裏側

(2) スラグによる発火の可能性

① 酸化スラグの温度を、ノロバック排滓時、冷却場に移動時、2Hr散水冷却後の3回温度測定実施

No.	日時,天候,気温	1. スラグ処理場		2. 冷却場	
		運搬直後	運搬直後	散水後	
				スラグ表面	内部
1	2023/4/26 曇り 気温14°C	1177°C	944°C	60°C前後	72-62°C
2	2023/4/27 晴れ 気温15°C	1145°C	944°C	25°C前後	60-36°C
3	2023/4/28 晴れ 気温16°C	1285°C	945°C	63-31°C	61-32°C

② 加熱スラグによるコンベアベルトの耐火検証テストを実施

ゴムベルト：許容温度 80°C

発火温度 350°C



約450°C(変化な)



約675°C(30秒後白)



約900°C(5秒後燃焼.黒)

➡ この結果から、コンベアによる搬送時はスラグが転がることと合せ、調査予定項目②の可能性は低いと考えられる。

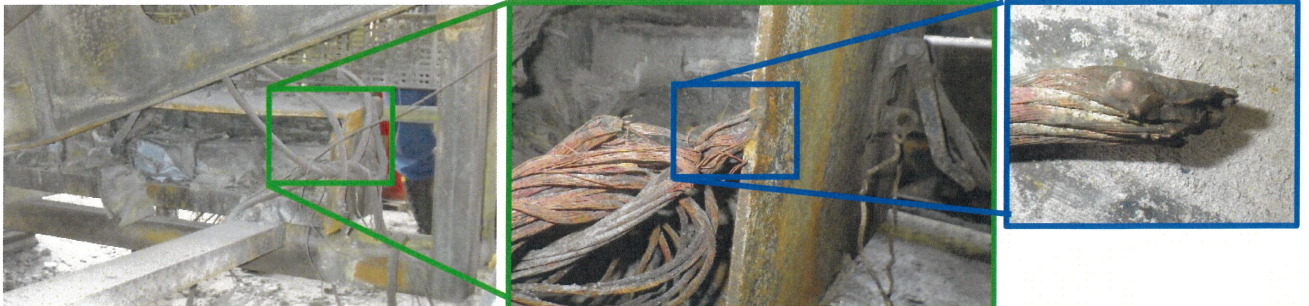
3. 5月11日 合同調査を実施

- 1) 調査メンバー： 消防局 3名、 UMC 1名、 日本キャタピラー社 4名、 UBS
- 2) 調査時間： 13時30分 ～ 16時
- 3) 調査項目： 消防局からの調査予定項目 ③、④、⑤、⑥
- 4) 調査結果： **消防局の公式見解**

バッテリーのケーブルとバッテリーケースに溶融痕が、発火源との結論になった。

5) 推定される延焼経路：

- ① バッテリーケーブルの劣化などの原因で、動力線とバッテリーカバーが接触し、スパークが発生
- ② ケーブルが燃え、その炎が近くの堆積した粉じんに含まれていた、作動油やグリスに燃え移った
- ③ 燃焼熱或いは、炎で作動油用ホース(樹脂製)が溶け、漏れ出た作動油に燃え移った
- ④ 漏れ落ちた作動油で破碎機下のベルトコンベアが燃え、そこから設備全体に延焼した



4. スラグ破碎設備の火災事故の原因

- 人
- ・スラグの加工を請負っている、協力会社 作業者による、始業前点検の不備
 - ・スラグ加工設備に、大量の粉じん堆積と、漏洩した作動油の未回収があった
- 物
- ・バッテリーケース内にあるケーブルの被覆が、こすれや劣化で損傷していた
 - ・油圧機器や配管からの油漏れの処置をしていなかった
- 管理
- ・複数あるケーブルのこすれや劣化点検要領が明確になっていなかった
 - ・スラグ加工設備の老朽化に対する診断と計画的な補修計画がなかった
 - ・貸出し設備に対する、点検・整備に関する責任区分が明確になっていなかった

5. スラグ破碎設備の再発防止対策と復旧

5-1 復旧方針

現在、スラグ加工設備の破碎設備のメーカーであるメッツォ社では、エンジン駆動設備は製造しておらず、補修機材・部品も限られていることから、火災事故の主原因であるエンジン駆動による復旧はせず、電動化して復旧させることとする。

5-2 再発防止

- 人 協力会社 作業者に対する日常点検や清掃に関する教育を行う
物 電動化するにあたり、電気系統には漏電検出を装備し、異常時の電源遮断回路を設ける
管理 ① UBS所有の貸出し設備に対する、点検・整備に関する責任区分を明確にする
点検項目と頻度、担当を決める
② UBS所有の他のエンジン機に対する調査：バックホー、フォークリフト
③ 請負い会社所有設備の管理状況の確認
：レッカー、トレーラー、ダンプ、ランマ(炉修)、ユニック、ブルドーザー
④ 社内展開
1. 工場建屋および他設備のケーブルについて、老朽化・劣化点検を毎年6月に行っている経年設備に対する点検項目に追加して実施する
2. 老朽化設備に対する長期的な保守・更新の計画について、3ヶ年の主要設備投資計画でフォローしているが、スラグ破碎設備はまだ補修で維持できると判断していたため、判断基準(使用年数、故障頻度、故障状況)を見直す。

5-3 本復旧

- ① 9月20日から、稼働開始。再稼働後の、主な機器仕様は下記の通り。
・クラッシャのエンジン駆動は止めて、電動モータで駆動する方式へ変更(バッテリーは不要)
・スクリーン、コンベヤは既存機を修理し流用
・スクリーンとクラッシャは別に油圧ユニットを設置
・制御と操作は、スラグ加工設備と離れた制御室から行う方式に改めた
- ② 再発防止の実施状況
・スラグ加工設備に対する、点検項目と頻度、担当決めは完了
・UBS所有の他のエンジン機(バックホー、フォークリフト)は、定期点検を受けており、問題なし
・請負い会社所有設備についても、定期点検を受けており、問題なし
設備：レッカー、トレーラー、ダンプ、ランマ(炉修)、ユニック、ブルドーザー