

スラグポット反転作業時の 水蒸気爆発事故について

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4年 12月 13日(火曜日) 4時 15分

発生場所：製鋼工場 J棟 スラグ処理場



工場(事故発生)位置図

1-2 施設、工程の概要

- ・ 製鋼工場は、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する。
 - ・ 溶解時に炉内の湯上面には溶鋼から分離した酸化スラグ(鋼滓)が生成浮遊する。
 - ・ 酸化スラグの部分だけを、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)
 - ・ 酸化スラグ(約1500℃の液状)を、スラグ処理場においてスラグポットを反転させ、排滓する。
 - ・ 排滓後、冷却固化させて塊状となった酸化スラグは、一定サイズに整形し、道路用路盤材等の製品スラグとして出荷する。
 - ・ 除滓後、取鍋内の溶鋼はLF炉で精錬し、連铸機による連続鑄造により製品ビレットとなる。
- 今回の事故は、酸化スラグの排滓工程で発生した。

1-3 事故状況のまとめ

(1) 事故の概要

スラグ処理場において、スラグポットを反転した際、水蒸気爆発が発生した。

爆風の影響で、建屋スレート、クレーン運転席窓ガラス等が破損したが、人的被害および火災はなかった。



建屋スレート 北壁破損

(2) 経緯

12月 12日(月曜日)

23時30分 | 当日1回目のスラグポット反転作業

12月 13日(火曜日)

1時20分 | 当日2回目のスラグポット反転作業

4時11分 | 当日3回目のスラグポットをスラグ処理場まで運搬

4時15分 | スラグポットを反転しスラグを排出開始直後、
爆発が発生



スラグポット反転、排滓作業

9時00分	警察署、消防局 入門（11時00分 出門）
9時30分	労働基準監督署 入門（11時30分 出門）
13時30分	山口県宇部環境保健所環境生活課 入門（15時30分 出門）

1-4 環境への影響

(1) 破損スレート材の影響

破損した建屋のスレート材は、平成16年(2003年)以前に据え付けられている物もあるため、アスベストを含有する可能性があり、建屋の破損物は全て回収し工場内に保管した。又、事故当日、山口県宇部環境保健所の立入の元、破損物の海域への流出はないことを確認した。



フレコン袋内に保管



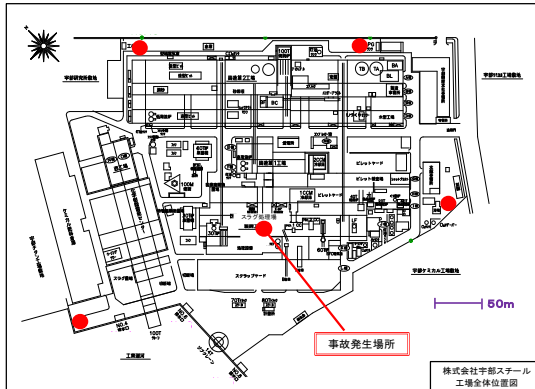
破損物保管場所

(2) 破損スレート材の分析結果

破損したスレート 3試料を分析した結果、2試料にアスベスト含有が認められた。アスベスト含有の結果を受けて、工場内に保管している全ての破損物は、非飛散性アスベスト廃棄物として産廃処分する。2023年7月末、処分完了。

(3) 大気中アスベスト測定結果

破損したスレートにアスベストが含有していた測定結果を受け、保健所の指示により工場敷地境界線の東西南北4か所における大気中のアスベストを測定したが、検出されなかった。



(4) 建屋から排出されるばい煙等排ガスの影響

大気中からアスベストが検出されなかった測定結果を受け、保健所の指示により爆発事故後のばい煙等排ガス濃度を測定し、爆発事故前の測定結果と比較、確認を行った。

測定結果は全て宇部市との協定値内であった。

又、排ガス流量、酸素濃度、水分量等の測定基本項目についても、事故前の測定値と有意な差異は認められなかった。

測定項目	測定項目	事故前	事故後	宇部市協定値
		2022年11月22日	2023年1月24日	
60T電気炉	ばいじん濃度 (g/m ³)	0.006未満	0.005未満	0.045
	窒素酸化物濃度 volppm	110	40	200
30T電気炉	ばいじん濃度 (g/m ³)	0.006未満	0.005未満	0.045
	窒素酸化物濃度 volppm	47	87	200

2. 水蒸気爆発事故の原因と再発防止対策

2-1 爆発の発生原因(推定)

爆発事故現場には、一般的に爆発事故原因物質となる可燃性ガス等はなく、高温の酸化スラグと破損した粉じん飛散防止用の散水配管があったので、水蒸気爆発事故について検証を行った。

- 1) 建屋南の壁にある、粉じんの飛散防止用散水配管に腐食・破損箇所があり、水が漏れていた。
- 2) スラグポット反転作業で排滓される酸化スラグは、高温で熔融状態であった。
- 3) 爆発モデルから導き出した、水蒸気爆発による被害相当のエネルギー発生に必要な水量は 約50L。以上により、水蒸気爆発が発生したものと、原因究明を行った。



散水設備用配管 破損部

2-2 原因

- (人) スラグポットの反転作業は、クレーン運転手と玉掛け作業者の2名で行う事としているが、事故発生時は玉掛け作業者と連絡がつかず不在で、クレーン運転手1名でスラグポットの反転作業を行った。
- (設備) 建屋南の壁にある、粉じん飛散防止用散水配管に腐食・破損箇所があり、そこから漏れた水が、壁を伝って床上のスラグ部に浸透し、表層下に帯水層を形成した。
- (管理) 1) 水漏れを起こしていた配管部分には、スラグ粉じんが固化してこびり付いていた為、スラグ処理場の始業前点検で行う設備点検で異常を見つけることができなかった。
2) スラグポット反転場に水分がない事を前提に、スラグポットを反転し溶けた状態の酸化スラグを排滓させていた。
3) アスベスト入りのスレートに関して、配置が明確になっていない事と、スレートの劣化の点検と爆発の危険性のあるエリアのスレートに対し、更新の計画がなかった。

2-3 再発防止対策の検討

- 1) 水蒸気爆発事故の原因調査において、判明した水蒸気爆発事故の主因と対策方針
 - ① スラグ排滓場所に、大量の水が浸透していた事に気付かなかった。
 - ➡ 建屋南の壁にある、使用していない粉じんの飛散防止用散水配管を撤去する。
 - ② スラグ反転場のスラグの表層下に帯水層が形成されていた。
 - ➡ 万一、水がスラグ反転場所に浸水しても、排滓するスラグに接触する事がないよう措置を講じる。
 - ③ 溶けた状態の酸化スラグを排滓していた。
 - ➡ 液相状態のスラグの排滓は止め、固相状態になるまで冷却してから排滓する。
固相であれば、水の中にスラグが入ったとしても、粘性が大きく微粒化しないので爆発に至らない。
- 2) 酸化スラグの冷却・固化に関する検証テスト
 - ・標準的な鋼種のスラグが固相となる温度は 約1300℃。
 - ・スラグポットに4t受滓。1時間後に更に4t受滓し、120分冷却後、スラグ処理場で排滓した。
スラグの排滓時温度は 1396℃、目視で確認できる液相のスラグは少量で広がらなかった。
シミュレーション上、液相は 11%。
- 3) スラグポットの運用
 - スラグを120分以上冷却するのに必要なスラグポットは3基。
 - 予備スラグポットを加えた3基体制で運用・操業を行い、作業管理を構築する。

2-4 対策

- (人) 1) 2人作業を徹底し、もし、玉掛作業者が不在の場合は、作業を中断し、上司に報告する。
(12月13日 周知完了)
- 2) スラグポットを反転する前に、必ずクレーン運転手と玉掛け作業者の2名で水分がない事を確認する。
(12月13日 周知完了)
- 3) 事故原因と改訂した手順書の内容について、教育を行い周知する。
(3月15日 周知完了)
- (設備) 1) 水漏れを起こしていた給水配管を撤去する。
(12月15日 完了)
- 2) 床上の水分を確認しやすいように壊れた照明を復旧して照度を確保する。
(3月8日 完了)
- 3) スラグポット反転場所に、鋳物定盤(SS製)を設置し、スラグと水が接触しないようにする。
(2月28日 完了)
- 4) スラグポット反転場所を視認し易くなるよう、壁のマークに加えて、レーザーマーカを設置する。
(7月20日 完了)
- 5) スラグ反転場の水分(帯水層)確認用に、浸透パイプを埋設し、点検確認を容易にする。
(6月28日 完了)
- (管理) 1) スラグポット反転作業時は2人作業の厳守等、作業手順書を改訂する。
(12月13日 周知完了)
- 2) スラグ処理場の始業前点検表を改定し、点検を徹底させる。
(1月20日 完了)
- 3) スラグポットを120分冷却する作業管理を構築し、作業手順書の作成と関係者への教育を行う。
(3月1日 周知完了)
- 4) アスベストを含有するスレートの定期的な点検実施と爆発危険エリアの更新を計画する。
- ① アスベストを含有するスレートの配置を明確にする。
(5月25日完了)
- ② 毎年6月に行っている経年劣化設備に対する点検項目に、スレートを追加する。
* 経年劣化設備の点検は、状態を A~D に分類し、高ランク部位をフォローする仕組み
(7月末 完了)
- ③ 爆発する可能性のある作業、工程を洗出し、影響範囲に対する更新計画を立案する。
(9月末 完了予定)