

<p>PSB (Process Safety Beacon) 2014年10月号 の内容に対応</p>	<p>SCE・Net の 安全談話室 (No.) http://www.sce-net.jp/anzen.html</p>	<p>化学工学会 SCE・Net 安全研究会作成 (編集担当: 澁谷 徹)</p>
---	---	---

今月のテーマ: 粉じん爆発—この危険を一掃しよう!

(PSB 翻訳担当: 竹内亮、澁谷徹、小谷卓也(纏め))

司会: 今月のテーマは PSB で過去にも取り上げられている「粉じん爆発」です。中の記事にもありますように、繰り返し発生し、且つ大きな災害ともなる事故ですが、皆さんは事故の経験はありますか。

小林: ポリエチレンの生産では、通常取り扱うポリエチレン粒径は1mmから数百マイクロン程度ですが、十マイクロン以下の微粉が混じっています。粉体輸送などの工程で、微粉を捕集するバグフィルターを定修などの時に開放掃除しますが、このとき空気雰囲気下で静電気などにより小さな粉塵爆発を起し、発着火することがあります。通常運転時は窒素雰囲気での操作をおこなっていますが、プロセスによっては空気雰囲気となる場合があります。このようなところでは破裂板を以前はつけていました。空気中に溶媒が含まれている場合には、溶媒に着火して粉塵爆発にもつながる場合があります、更に危険性が増加します。着火源としては静電気が多いですね。間接的要因としては、粉体の粒径や、濃度、帯電性などです。

防止策としては、完全な窒素雰囲気を取り扱うことができれば別ですが、金属を通しての接地や水が使える場合は水を噴霧するなど徹底的な除電対策、粉体濃度などは粉体の爆発範囲から外した操作条件とするなど、平均的には、安全範囲で取り扱うのは勿論としても、静電気や粉体ということで、事故発生要因の局在性を排除することは困難で、本質安全を保証する対策は取れませんでした。やむを得ず、破裂版など設置したのはこのためです。しかし、私自身はこのことによる火災の経験はありませんでしたが、この種の事故は良く聞きました。以上は典型的な非導電性有機物固体のポリエチレンの話ですが、他の物質でも本質的な対策がとりにくいという事情は変わらないと思います。

三平: 私自身はポリオレフィンを扱ったことはありませんが、バグフィルターの開放掃除の際に小火を出したのを知っています。開放時に残っていた溶剤蒸気がおそらく静電気着火し、フィルターに付着していたポリマーの微粉も一緒に燃えたようでした。フィルター内に微粉が浮遊している状態ならば、粉塵爆発を引き起こす可能性があるため、開放時に付着粉を飛散させないように十分な注意が必要だと思います。私が担当していたポリ塩化ビニルは難燃性なので空気中でもこの種の心配はありません。

牛山: アントラキノンに空気酸化で製造する際、バグフィルターでアントラキノン捕集しますが、帯電しやすい物質であり空気中ですので、バグから粉末を落とす際、静電気によりよく火災を起こしたものでした。

竹内: ビスフェノール A を仕込む作業で、何らかの火が引火して粉じん爆発を起こした事故が報告されています。バッチプラントなどでは粉体のマニュアル投入は比較的頻繁に行われると思いますが、粉じんの飛散防止の為にベンチレーションフードから吸引している場合には水平ダクトの中に微粉が溜まり、粉じん爆発の温床になる可能性があります。目につきにくい場所なので注意が必要です。

長安: 金属の粉末を入れるホッパーから排出時に、空気に触れて高温になった粉末を被る事故がありました。不活性ガス中あるいは液中で粉砕されて空気に触れない条件で取り扱われている金属粉が突如大気中に出た場合は非常に危険です。

牛山: 高温の金属微粉は空気中の水分と反応し水素を発生させるので、それが爆発する事があるようです。今回の PSB の事故でははっきりとは言えないがその可能性も否定できないと CSB の事故報告書にあります。

三平: 金属でも微粉になって空気中に漂うようになると非常に危険な状態になると思います。中国昆山の爆発は、ダイキャスト法で作ったアルミホイールの研磨作業で発生したアルミの微粉が、工場内に浮遊し着火して大きな事故になったということです。

牛山：携帯電話のアルミケース研磨の際も微粉が発生し、それによる事故が一時多発しました。このため日本アルミニウム協会から安全対策の報告書が平成 20 年に出されています。アルミニウムのような金属では空気中で酸化しやすく、表面は金属酸化物となって安定しますが、研磨などによって金属表面が出ると非常に参加発熱や水との反応をし易くなることに気を付ける必要があります。

三平：アルミニウム粉は水と接触して水素を発生させるので、この面からも取扱いに注意を払う必要があります。アルミニウム粉の製造ではアトマイジング法と粉砕法があります。メーカーより聴取したところでは、ステアリン酸を混ぜて粉砕したものは粒子が細かく、ステアリン酸を飛ばした後は高活性で水と反応しやすくなります。この高活性の製品を飛散させると粉塵爆発の危険性があると思いました。粉砕法によるアルミニウム粉をコンクリートに混ぜて発泡させ、軽量の建材ボードが作られています。

渡辺：石油化学プラントでは粉体の取扱いはメインでないため、引火性液体に比べて、注意して丁寧に扱っている状況ではなかったです。そのため、粉体をバッチで仕込む作業のオペレーターに、微粉粒径・濃度等のデータ、粉じん爆発の危険性を示して現場の教育を行っていました。身近なものでないと粉じん爆発は忘れられ易いので教育が大切です。設計でも、少量で頻度が少ない粉体のバッチ投入による危険性は忘れがちです。基本的なデータも社内の研究所から得られず、専門の会社に測定してもらいました。それらを設備の設計・改良などには用いていました。

山崎：粉じん爆発は、事故を起こす対象分野が非常に広いのが特長です。2012年6月に大竹市の化学工場で、エポキシ樹脂を製造する反応釜で原料の投入中に爆発が起き、建屋とタンクの一部が損傷し、重傷2名、軽傷1名を出しました。原因は、反応釜へ原料のビスフェノール A を投入する際に爆発を防止するために空気が入らないように送入する窒素が基準値より少なく、投入口周辺で静電気を着火源として粉じん爆発が起きたと推定されています。

最近も、大阪の薬品工場の試験室で重傷1名、軽傷2名、伊万里市のシリコンウェハ工場で軽傷1名、苫小牧市の飼料工場で重傷1名、軽傷6名、産業廃棄物処理工場でも犠牲者を出しています。今号のPSBで紹介されているOSHAの粉じん爆発防止のポスターでも、広い分野で粉じん爆発の危険性があると注意を呼びかけています。表1に、上記OSHAのポスターから、粉じん爆発に注意すべき各分野の取り扱い物質の抜粋を和訳しておきましたのでご覧ください。

山岡：私は粉体や粉じん爆発に関係する職場や仕事には縁がなかったので得た知識のみですが、最近の傾向を見ると、有機物の粉体と比べて金属を扱っている現場では微粉の危険性の認識が足りないように思えます。記事のブレンダーの修理でも、作業者は機械的な作業のことしか目が向いていなかったのではないのでしょうか。PSBの粉じん爆発の事例はこれで4回目で、前3回は爆発発生メカニズムや要件などでしたが、今回は粉じん爆発の危険性について改めて警告し、有機物だけでなく金属の粉じんにも関心を持って、爆発の再発防止に取り組んでほしいというメッセージだと感じました。

司会：粉じん爆発の基本的な防止策などは、我々が翻訳し始めてからも2006年5月号・2008年8月号で述べられていますので、それらを参考にして下さい。また、今月号の4枚の写真の元になっているCSB作成のビデオは、写真の備考のところに示されているURLのCSBのサイトで観ることができます。写真以上に、今回の事故の経緯が良く判りますので必見です。一般的な認識ではアルミなどの金属が燃えるとは思わないので、取り扱う現場の教育が大切です。本日はいろいろな知見を聞かせて頂き有難うございました。

表1、下記の物質を取り扱うときは、粉じん爆発の危険に注意（出典：OSHA のポスターより抜粋）

農産物	綿実	大豆粉	化学粉じん	エポキシ樹脂
卵白	ガーリックパウダー	スパイスダスト	アジピン酸	メラミン樹脂
ミルク、粉末	グルテン	スパイスパウダー	アントラキノン	メラミン、成形(フェノール - セルロース)
牛乳、無脂肪、ドライ	牧草ダスト	シュガー(10倍)	アスコルビン酸	メラミン、成形(フェノール -
大豆粉	グリーンコーヒー	ヒマワリ	酢酸カルシウム	ホルムアルデヒドを含んだ木粉とミネラル)
デンプン、コーンスターチ	ホップ(麦芽)	ひまわりの種ダスト	ステアリン酸カルシウム	(ポリ)アクリル酸メチル
デンプン、コメ	レモンピールの埃	お茶	カルボキシメチルセルロース	(ポリ)アクリル酸メチル、エマルジョンポリマー
デンプン、コムギ	レモンパルプ	タバコブレンド	デキストリン	フェノール樹脂
砂糖	亜麻仁	トマト	乳糖	(ポリ)プロピレン
砂糖、牛乳	ローカストビーンガム	ウォールナットダスト	ステアリン酸鉛	テルペン - フェノール樹脂
砂糖、ビート	モルト	小麦粉	メチルセルロース	成形された尿素 - ホルムアルデヒド/セルロース
タピオカ	エンバク粉	小麦粒ダスト	パラホルムアルデヒド	(ポリ)酢酸ビニル/エチレンコポリマー
乳清	オート麦粒ダスト	小麦のでんぷん	アスコルビン酸ナトリウム	(ポリ)ビニルアルコール
木粉	オリーブペレット	キサントガム	ステアリン酸ナトリウム	(ポリ)ビニルブチラール
	オニオンパウダー		硫黄	(ポリ)塩化ビニル/エチレン/ビニルアセチレン
農業粉じん	パセリ(脱水)	炭素質粉じん	金属粉じん	懸濁共重合体
アルファルファ	ピーチ	木炭、活性化した	アルミニウム	(ポリ)塩化ビニル/ビニルアセチレン
アップル	ピーナッツミールとスキン	木炭、木材	銅	エマルジョンコポリマー
ビートの根	ビート	石炭、瀝青	鉄カルボニル	
カラギーン	ポテト	コークス、石油	マグネシウム	
ニンジン	ジャガイモ粉	ランプブラック	亜鉛	
カカオ豆の埃	ジャガイモでんぷん	褐炭		
ココアパウダー	生ユッカ種子の埃	泥炭、22%H ₂ O	プラスチック粉じん	
ココナッツシェルの埃	ライスの埃	すす、松	(ポリ)アクリルアミド	
コーヒー粉	米粉	セルロース	(ポリ)アクリロニトリル	
コーンミール	米デンプン	セルロースパルプ	(ポリ)エチレン(低圧法)	
コーンスターチ	ライ麦粉	コーク		
コットン	小麦の粗引き粉	トウモロコシ		

【談話室メンバー】

井内謙輔、牛山 啓、加治久継、小谷卓也、小林浩之 齋藤興司、澁谷 徹、中村喜久男、長安敏夫、日置 敬、平木一郎、山岡龍介、山崎 博、渡辺紘一、竹内 亮、三平忠宏、菅原 仁

以上