

1. はじめに

テレビニュースや新聞などで知る「爆発災害」としては、都市ガスの漏えいによる爆発、テロ行為による爆発、さらには化学工場の異常反応による爆発がある。演題の粉じん爆発という活字や言葉を見聞きすることは21世紀に入ってからまれになってきている。

粉じん爆発とは、可燃性の微粒子の堆積物が何らかの力がはたらき空気中へ巻き上がり、電気火花や炎によって着火・爆発する現象である。粉じん爆発災害の歴史は19世紀の製粉工場、炭鉱の爆発から始まり、20世紀に至っては化学産業、金属粉製造業、食品製造、製材業、更には農作物の大型サイロなどいろいろな分野で爆発災害が起こっている。粉体の種別粉じん爆発割合を図1に示す^{1),2)}。

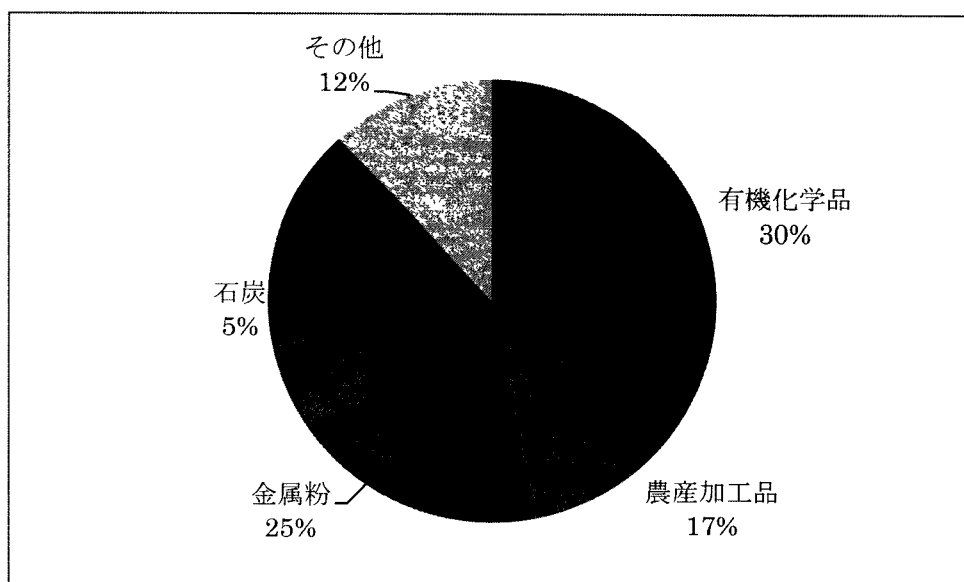


図1 粉体の種別粉じん爆発割合

Dust Explosion

Yoshiaki Iizuka (PHA Consulting, Ltd.)

Dust explosion is a phenomenon where combustible fine particles in the air are ignited and exploded by electric sparks or flames. In this presentation, occurrence conditions, mechanism, characteristic, safety measure and examples of the dust explosion are explained.

2. 粉じん爆発発生条件とメカニズム

可燃性粉体が粉じん爆発を起こすには、以下の条件が必要である。

- ① 粉体粒子径が 1 mm 以下であること
- ② 空中に限界値範囲内 ($30\text{g}/\text{m}^3$ – $10\text{kg}/\text{m}^3$) 濃度で浮遊していること
- ③ 雰囲気中の支燃性ガスが限界値を超えた濃度で存在すること
- ④ 着火源が存在すること

酸化・燃焼反応という化学的な観点からは可燃性ガスや蒸気の燃焼爆発と基本的な違いはない。可燃性粉じんと可燃性ガスとは、以下の違いがあげられる。

- (ア) 粉じんは、ガス化または気化するためのエネルギーと時間を必要とする
- (イ) 発生したガスまたは蒸気と支燃性ガスとが混合し、酸化・燃焼反応を継続可能な組成に至るまでの時間を必要とする
- (ウ) 粉じん雲は短時間で均一性が変化し、特殊な粉じん以外は沈着する

可燃性溶媒の蒸気や可燃性ガスの燃焼・爆発災害に比べて粉じん爆発事故が少ない背景にはこれら要因も影響していると言える。

3. 粉じん爆発特性データ

粉じん爆発特性値は、爆発下限界 L.E.L、爆発圧力 P_{max} 、最大昇圧速度 K_{max} 、粉じん雲の発火温度、最小発火エネルギーなどがある。これらのデータは、電気設備の安全基準や爆発防止策の設計資料として使用されるが、予防対策ためのプロセス設計資料としては重要ではない。

4. 安全対策

粉じん爆発の未然防止策は、微粒子を巻き上げて粉じん雲を形成させない工夫や着火源となる静電気対策、機械的火花および直火などの排除が基本であるが、粉じん雲の形成が排除できないケースは、雰囲気酸素濃度管理が重要である。一般的には空気を窒素や炭酸ガスなどで 50% 以下に希釈することで爆発はなくなるが、作業環境面の気配り必要である。また、限界酸素濃度に関する公開データは非常に少なく、個別に測定値を得る努力が必要とである。

以下に測定例を示す。

表 1 着火試験結果

O ₂ vol%	粉じん濃度 g/m ³							
	30	35	40	104	123	140	175	210
21	0/5	0/5	3/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5
12.5	-	-	-	5/5	5/5	5/5		5/5
11.1	-	-	-	-	2/5	3/5	0/5	-
10.3	-	-	-	0/5	1/5	0/5	1/5	0/5
10.1	-	-	-	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5

5.爆発事例

図 2 に発生割合を示す。粉体を扱う工程と集じん・分離工程での発生割合が目立つ²⁾。なお、粉じんの存在が見た目にはわからない作業室の排気ダクトの修理作業において、爆発事故が発生した事例がある。微粒子が付着・堆積したダクト配管を清掃のため軽く打撃した際にはく離れた微粉が粉じん雲を形成・爆発した事例である。

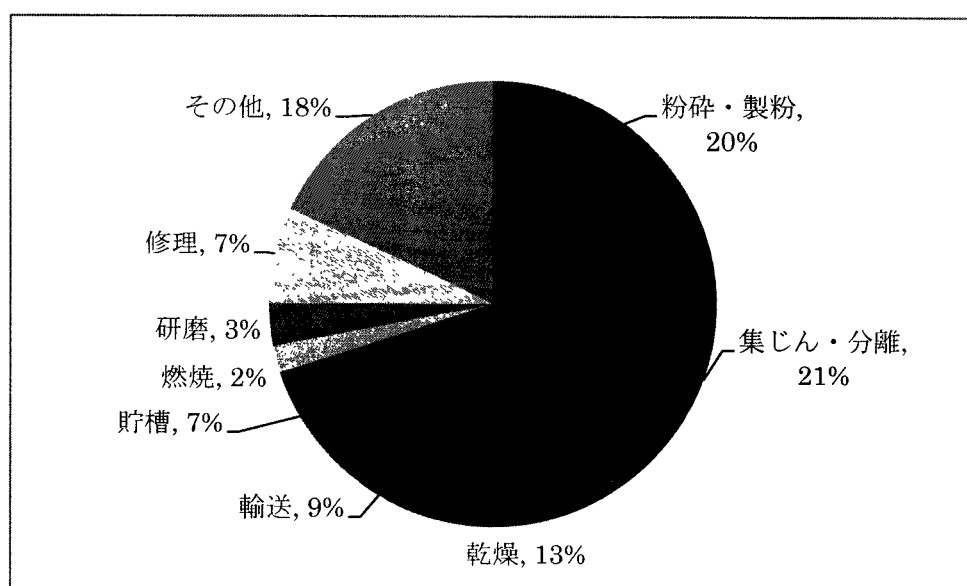


図 2 工程別の事故発生割合

また、本講演では、事故事例としてジェット粉砕工場の集じん機の破裂作動トラブルを紹介する。

6. 農薬製剤関係の検討事例

製剤関係の粉じん爆発危険性に関する事前分析事例2件を紹介する予定である。

- ① 原体の粉砕・気力輸送
- ② 水和剤製造

7. まとめ

粉じん爆発の概要と実施例の一部を紹介した。より詳細な情報が欲しい場合は、(社)日本粉体工業技術協会粉じん爆発委員会編、オーム社が発行する成書を参照して頂きたい。

文献

- 1) (社)日本粉体工業技術協会 粉じん爆発委員会編、粉じん爆発・火災対策、オーム社（平成18年10月）
- 2) (社)日本粉体工業技術協会 粉じん爆発委員会編、実務者のための粉じん爆発・火災対策、オーム社（平成21年9月）