

アルミパウダー製造工場において 粉じん爆発が発生

業種：非鉄金属製造業
被災：死傷者なし

労働省安全課

1. 災害発生状況

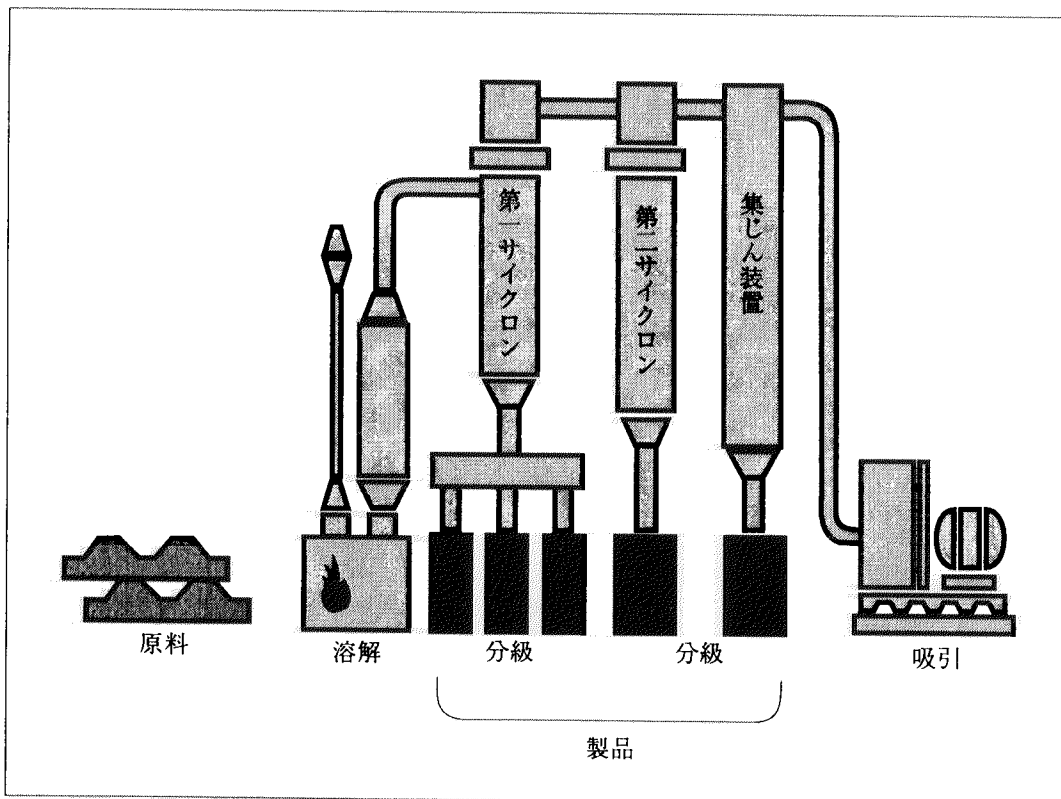
本爆発災害は、アルミパウダー製造工場の、純アルミパウダー製造ラインにおいて発生したものである。

この工場では、塗料や印刷インキとなるアルミペーストや粉末冶金用合金粉、耐火レンガ、ロケット燃料などに用いられる様々な粒径のアルミパウダーの製造を行っている。

災害のあった製造工程は、溶融したアルミ地金（溶融温度750～850℃）をノズルから霧状に噴霧し微粒子にし、2つのサイクロンにより粒径の異なるアルミパウダーを分級し回収する工程である。

製造ラインはサイクロン(第1, 第2), 集じん装置及び吸引室で構成され, 微粒子となったアルミパウダーは, 第1サイクロンで粒径が25~50ミクロンのものを集積し, 第2サイクロンで10ミクロン程度のものを集積したのち集じん装置にて集じんされる。

災害発生当日は4ラインあるアルミパウダー製造ラインのうち1号ライン、2号ラインの2つが稼働していた。1号ラインは午前中から稼働し、2号ラインは午後から稼働したが、2号ラインを稼働させた約30分後に突然「ドーン」という爆発音が2度鳴り、2号ライン、1号ラインの順に爆



アルミパウダー製造ライン

災害事例

発し火災となった。

爆発により1号ライン、2号ラインともに第2サイクロン、集じん装置及び吸引室が全壊し、第1サイクロンが半壊した。

事業場では当該製造ラインへの稼働中の立ち入りを禁止し、監視室から制御を行っていることから死傷者はなかった。

また、火災については、発生後約1時間40分後に鎮火したが、放水による消火は水蒸気爆発を招くおそれがあるため、事業場に備えてある石綿布と乾燥砂による窒息消火の方法で行われた。

2. 災害発生原因

- (1) 吸引室にアルミパウダーの堆積があり、室内が爆発下限限界値を超えていたこと。また、着火源としては、アルミパウダーとダクト等の接触により静電気が発生したこと、吸引室の吸引ファンに損傷があり回転中に接触することによ

り火花が発生したことが考えられる。

- (2) アルミパウダー製造ラインに係る設備の点検基準は作成されていたが、集じん装置のフィルターの交換頻度や堆積粉じんの除去について、定められていなかったこと。
- (3) 安全衛生管理規定が作成されておらず、職制による安全衛生管理責任が明確化されていないなど安全衛生管理に不備があったこと。

3. 再発防止対策

- (1) 堆積粉じんについては定期的に除去を行い、製造設備に損傷等があった場合には速やかに修理すること。
- (2) 点検基準の見直しを行い必要事項の明確化を図るとともに、当該基準による点検等を確実に実施すること。
- (3) 安全衛生管理規定を作成し、責任体制を明確にすること。

硬質ウレタンフォーム吹付け 断熱工事における酸素欠乏症

業 種：建設業
被 災：死亡2名

労働省労働衛生課

1. 災害発生状況

本災害は、木造家屋新築工事現場において、1階床下部分に硬質ウレタンフォーム吹付け断熱工事を行っていた労働者が、発泡剤として使用されていたフロン及び代替フロンが作業場所の空気と置換して生じた酸素欠乏空気を吸入して被災し、救出に入ったと思われる別の労働者も同様に被災したものである。

硬質ウレタンフォーム吹付け断熱工事では、原料としてポリオールとポリイソシアネート（ポリメチレンポリフェニルポリイソシアネート99%以上）が用いられるが、ポリオールには、あらかじめ

め発泡剤としてジクロロフルオロエタン（代替フロン）、その他整泡剤、難燃剤等が混合されている。現場においてこれらの原料をミキシングガン（スプレーガン）に送り込んで混合し吹き付けると、化学反応によってウレタン樹脂の骨格が形成され、その時の反応熱によって発泡剤が気化し、ウレタン中に閉じ込められたフォームが形成される。ただし、吹付け中に発泡剤の一部が外部に漏れ出ることによって、酸素欠乏空気が生じる原因となる。図1に、本災害に係る吹付け工事での硬質ウレタンフォーム生成のフローを示す。本災害では、発泡剤として、代替フロンに加えてクロロ

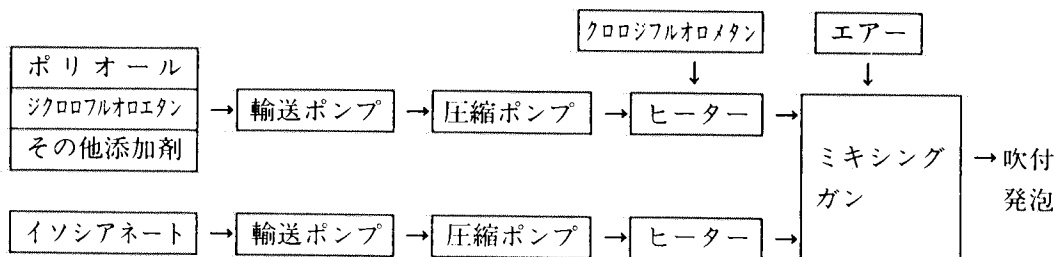


図1 硬質ウレタンフォーム生成フロー

ジフルオロメタン（フロン）を用い、ミキシングガンの目詰まり防止のためにエアを供給していた。

本災害が発生した木造家屋新築工事では、被災者の所属事業所は、天井部分のブローイング（天井裏にほぐしたグラスウールを吹き込む作業）と1階床下部分の硬質ウレタンフォーム吹付け工事を請け負っており、災害発生当日で当該工事は終了する予定であった。

災害発生当日は、午前7時30分頃、作業員9名が事業場に集まって打合せを行い、その日の仕事の割り振りを行った。その際、被災者A及びBに災害発生場所である1階床下部分の硬質ウレタンフォーム吹付け作業が割り当てられた。

被災者2名は、打合せ終了後、硬質ウレタンフォーム発泡装置1台、原料の入ったドラム缶、

フロンガスボンベ、送気マスク等を積んだトラックに乗って、現場に向かった。

現場に到着後、Aが現場代理人から、1階床下に入るための点検口の位置、硬質ウレタンフォーム吹付け箇所及び厚さ、火気厳禁、マスクの着用等について指示を受け、9時30分頃から作業に取りかかった。

作業場所であった1階床下は、底がコンクリート製で、基礎コンクリートで30程のセルに分けられており、各セル間は縦横60cmの人通孔を通して行き来するようになっていた。当日の作業方法としては、発泡装置及び原料を屋外に駐車したトラックの荷台に据え付け、そこからホースを1階窓、点検口、人通孔を通してミキシングガンまでつなぎ、当該ミキシングガンを用いて各セルを順番に施工していくものであった。被災者発見時の

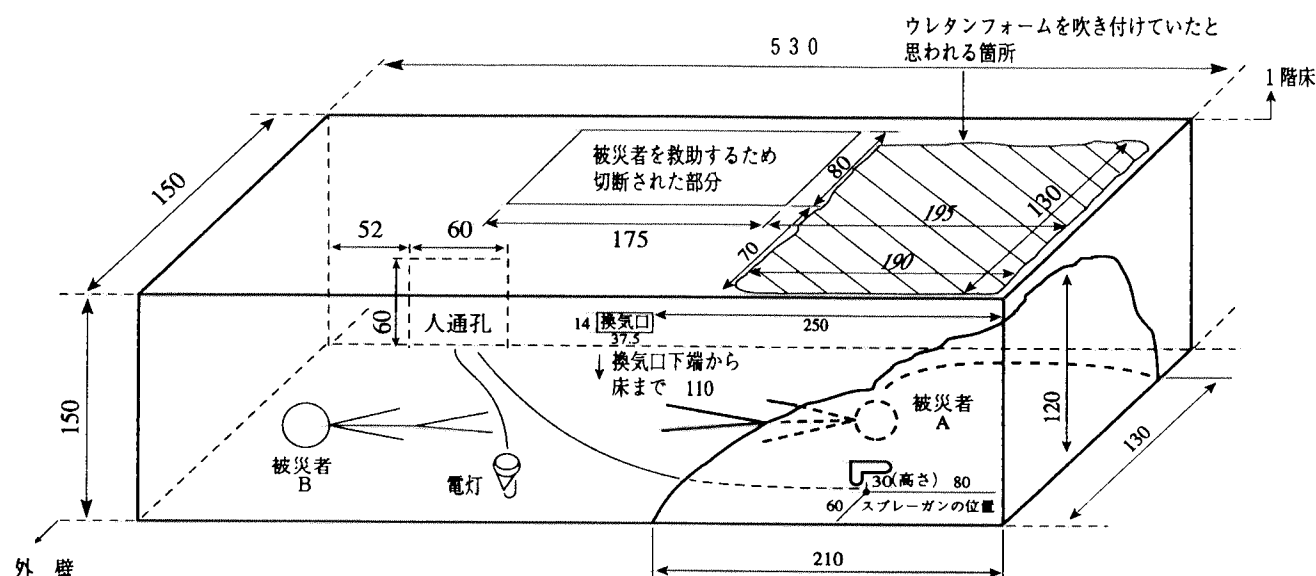


図2 被災者発見時のセルの状況

災害事例

状況から、実際の作業では、Aが吹付けを行い、Bが外で段取りや監視を行っていたと推定される。

午後6時頃になって、現場代理人が、硬質ウレタンフォームの原料を入れていたドラム缶が空になり、ドラム缶に差し込んであった原料を汲み上げるトランスファーポンプが暴れだし、大きな音を立てているのに気付いた。そのため、様子を見ようと点検口から床下に入ったところ、白煙が充満していたため途中で引き返し、救急車を呼んだ。

救急隊が現場に到着し、午後7時30分頃、床下の人通孔近くで倒れていたBが搬出され、それから約5分後に硬質ウレタンフォームに上半身が埋もれた状態で倒れていたAが搬出されたが、2名とも搬出された時点で既に死亡していた。また、2名が搬出されてから5～6分後、災害発生場所の硬質ウレタンフォームの塊から出火し、火災となった。

図2に、被災者が発見された時のセルの状況を示す。被災者が発見された時点で、既に約3分2のセルの吹付けが完了していた。

2. 災害発生原因

(1) 酸素欠乏が発生した原因

作業員2名の死因は、酸素欠乏による窒息死である。発泡剤として用いていたフロン及び代替フロンが吹付けの際に気化し、作業場所の空気と置換して酸素欠乏空気が生じ、吹付け作業を行っていたAがまず被災し、救出しようとして作業場所に立ち入ったBも、同様に被災したものと推定される。

(2) 火災が発生した原因

Aが倒れた後も、ミキシングガンのスイッチがONのままの状態では硬質ウレタンフォームが生成され続けたために原料のドラム缶が空になり、その後発泡剤のフロンガスのみが放出され続け、白煙となって床下に充満した。その時に生成された硬質ウレタンフォームが大きな塊となり、中心部分が反応熱によりかなりの高温になったため、それが発火源となったものと考えられる。

(3) 管理上の原因

直接の死因は上記(1)のとおりであるが、それに至った管理上の原因として次の点が挙げられる。

- ① 床下という通風が不十分な場所で、換気を行うことなく、又は送気マスク等を使用することなく、フロン及び代替フロンを発泡剤とする硬質ウレタンフォームの吹付け作業を行ったこと。
- ② 救出に当たり、送気マスク等を使用しなかったこと。
- ③ 酸素欠乏症の危険性、安全な作業方法、事故発生時の措置等に関する教育が不十分であったこと。
- ④ 異常発生時の通報等のための連絡体制が不十分であったこと。

3. 再発防止対策

通風が不十分な場所で硬質ウレタンフォームの吹付け作業を行う場合には、次の措置を講じること。

- (1) 酸素欠乏症の防止について必要な知識を有する者のうちから作業指揮者を選任し、その者に作業を直接指揮させること。
- (2) 作業場所の酸素濃度を18%以上に保つよう換気を行うこと。ただし、ウレタンフォームの急速な燃焼性にかんがみ、換気には純酸素を使用しないこと。
- (3) 作業の性質上、上記(2)の換気を行うことが困難な場合には、当該作業に従事する労働者に送気マスク等を使用させること。
- (4) 当該作業に従事する労働者に対し、酸素欠乏症の危険性、安全な作業方法、事故発生時の措置等について教育を行うこと。
- (5) 酸素欠乏による事故が発生した場合、救出作業に従事する労働者には、送気マスク等を使用させること。
- (6) 異常発生時等に早急な措置がとれるよう、作業場所と外部との連絡体制を整備すること。