

木粉の粉体爆発について

安藤直次郎・木村義男

ON EXPLOSIONS OF THE SAW DUST

By *Naojiro* ANDO and *Yoshio* KIMURA

Synopsis

This paper is concerned with saw dust explosions which occurred at the factories treating various over-sea woods, Lauan and Apiton.

According to the conclusion of our investigation, it bursts into fire by the electric leak. And the cause of this leak is the salinity included in saw dust which was absorbed while the material woods was pooled in the sea.

We hope that this paper will contribute to a safe treatment of this kind of wooden powder.

1. 緒 言

従来、粉体爆発災害の代表的なものとしては、炭坑における炭じん爆発があげられていた。しかし近年になって、化学工業分野においても、しばしば粉体爆発災害を発生し、安全対策が論じられてきた。また最近の著しい木材加工技術の開発とその発展は、この分野においても木粉に関する爆発災害を発生し、人的および物的損失が出るようになってきた。そして企業の大規模化は、今後更にこの災害を増していくものと考えられる。そこで、最近発生したこの種の災害に関し、それが爆発と火災災害を起すに至った原因と経過について、直接詳細に検討する機会を得たので、防災上の立場から、その災害実態と検討結果を紹介しようと思ふ。

2. 粉体爆発（粉じん爆発）

可燃性物質が微粉化し、空気中に浮遊している状態にあるとき、これに着火すると爆発が起る危険性がある。一般にそのままの状態では燃えにくい物質でも、微粉化されると燃え易くなり、また空気中に浮遊し易くなる。浮遊した粉体の濃度がある限界になったとき、何らかのエネルギーが作用し、粉体が発火点以上に加熱されると、燃焼が起り、更に周囲の粉体が加熱されて可燃性の分解ガスを発生する。この分解生成ガスの着火により、火災伝ばんして爆発現象が起る。このような爆発現象を粉体（粉じん）爆発といわれている。しかしアルミニウムまたはマグネシウムなどの金属は分解生成物の燃焼でなく、粉体の表面酸化によって燃焼が継続されるものと考えられる。木の場合は比較的低温で分解ガスを発生するから、爆発は起き易い。

爆発圧力は爆発に伴う破壊力となるもので、粉体の燃焼で生成した炭酸ガス、一酸化炭素および水蒸気などの体積増加と、燃焼によるこれらの生成物および窒素ガスの膨張などによって、発生するものと考えられる。

一般に粉体爆発は、ガスおよび引火性液体の蒸気などの爆発に比較して、緩るやかであるが、浮遊分散した状態で爆発が起るため、燃焼量が多くなり、それに伴って発熱量も大きくなるから、爆発圧力の持続性が

大きくなる。粉体爆発は、爆発圧力とその作用時間の積が大きいため、ガス爆発の圧力より低くても、その破壊力は無視できない。また設備の損害の割に火傷者が多く出るといわれ、一酸化炭素中毒者も出ている。

3 粉体の爆発危険性

粉体は微細なほど単位重量あたりの表面積が増し、空気（酸素）との接触面積が増大する。また粒子が細かく、軽いものは空気中に浮遊し易い。したがって、比重が小さく、微細なものほど危険性は大きい。一般に粉体の粒度は100ミクロン（0.1 mm）以下になれば爆発の危険性があるものと考えられている¹⁾。

一般に水分は粉体の浮遊性を抑制する。水分の蒸発によって、点火に有効なエネルギーの増加が必要とされ、また水蒸気が不活性ガスとして作用する。したがって、水分の存在は粉体爆発にかなりの抑制作用があるものと考えられる。

粉体が爆発を起す場合も、可燃性ガスの爆発と同じように、その濃度に爆発限界があり、また最小発火エネルギーが測られている。しかしその測定方法は、可燃性ガスの場合に較べてかなり困難とされている²⁾。大体爆発の下限界は 25~45 mg/l、上限は 80 mg/l ほどであり、また最小発火エネルギーは可燃性ガスの場合に比較して、約100倍大きいエネルギーが必要とされている²⁾。

木粉の200メッシュ全通の粉体爆発に関して、浮遊粉体の発火点 430°C、爆発の下限界 40 g/m³、最小発火エネルギー20ミリジュールとした実験報告がある¹⁾。

4. 災害事例

この事例は南洋産木材、ラワン (Lauan: Shorea SPP,) およびアピトン (Apiton: Dipterocarpus grandiflorus BICO,) などを原材とする製材、加工工場で発生した、木粉の粉体爆発災害に関するものである。

4.1 災害の概況

(1) 発生日時

昭和42年4月20日、7時41分頃。

(2) 発生場所

大阪市住吉区平林南之町15番地、横尾木材株式会社。

(3) 破壊、焼損程度

木造スレートふき板張、平家建1むね 158 m² のうち 79 m² 破壊および1部焼損。

(4) 死傷者

重傷 1名：入院加療中5日後に死亡。

中傷 3名：顔面、両手足に第1～第2度の火傷。

軽傷 1名：爆風で飛ばされ、左足首打撲。

(5) 気象状況

天候：くもり、風位風速：南西 7 m/s、気温：16.3°C、湿度：81%

4.2 工場の概要

この工場は大阪市平林木材コンビナートの1角にあり、主として上述の南洋産木材の製材および加工をしており、この地区には同業の工場が200以上も建ちならんでいる。工場の敷地面積は約 13,300 m²、敷地内の大半は製材と加工の工場が占め、他に事務所、倉庫、目立工場、従業員休息室およびおがくず分離室などがあり、各建物間の空地には製品の1部が野積乾燥されている。

4.3 被災建物

爆発が発生した被災建物は木造スレートふき板張平家建 158 m² で、この建物の内部を天井より下はモルタル塗、上はベニヤ板で仕切り、北側の2/3にあたる 99 m² を従業員休息室、南側の 59 m² を集じん（おがくず）分離室としていた。

4.3.1 集じん分離室

集じん分離室に集められるおがくずは、同室より西へ約 20 m 離れた製材工場から、ダクトを通り、同室屋上に設置されている分離機から室内に捕集されていた。室内に捕集されたおがくずは、別に燃料業者によって運び出されていた。

分離機は製材工場で一般に広く使われているプロ式のもので、おがくずは室内に落下、空気は室外に排出する仕組となっている。しかしこの分離機はおがくずのみを完全に分離することは不可能で、多少の飛散はやむを得ないものとされていた。したがって、微細なおがくずの 1 部は、建物の周囲に飛散すると共に、間仕切のすき間から北側の屋根裏に浸入し、休息室の天井裏にたい積されていた。(Photo. 1 参照)

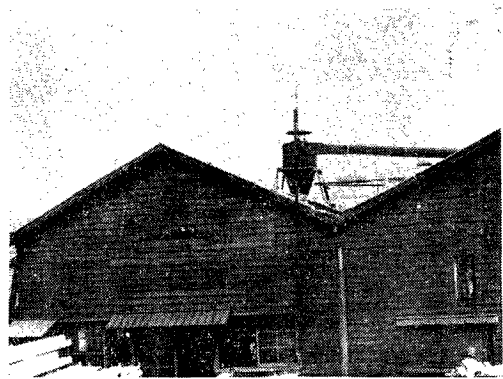


Photo. 1 Separator of saw dust on the roof.

4.3.2 休息室

この室は従業員専用のもので、主として更衣、食堂、休息などに使用され、室の西側はモルタル壁で目立工場に接していた。室内では西北すみの 1 角を区切って組合の事務室が設けられ、その南寄りにテレビおよび木製ロッカーが置かれていた。北側にはガラス窓 2 ヶ所とガラス戸の出入口が設けられ、東側にはガラス窓 4 ヶ所、南側の集じん分離室との境には西側と同様の木製ロッカーが置かれていた。室内はコンクリート土間で、そのほぼ中央に薪ストーブ 1 基が設備され、その周囲に食卓および長いすなどが置かれていた。室の天井は耐火ボード格子のつり天井で、ストーブの煙突は天井の下方約 80 cm の空間を、東側板壁のめがね石を通して外側に出、そこから上方に立ち上っていた。

5. 爆発時の状況

爆発が起きたときは始業前であり、休息室では当時出勤した従業員 4 名（うち 1 名更衣中）がおり、隣室の集じん分離室では燃料業者 1 名がコンベヤを使用して、トラックにおがくずの積み込み作業をしていた。したがって、爆発が起きたときには、この建物には 5 名しかいなかった。

爆発が起きたときの状況は、突然休息室南側西寄りの天井の 1 部が落下し、その下で更衣中の 1 名（死亡）は天井裏にたい積していたおがくず（火がついていた）の下敷になって埋れ、室内は一瞬にしておがくずの粉じんが立ちこめ、他の在室者 3 名が危険を知らせるため外に出ようとしたとき、天井の開口部から爆発音と共に火災が吹き出し、その爆風で 3 名が吹き飛ばされ、同時に火傷した。また南側の集じん分離室で作業中の燃料業者 1 名も、爆風で吹き飛ばされ、その際に打撲した。そして負傷者 4 名は、爆発音と地響きおよびスレートなどの飛散で、事故を知ってかけつけた人達によって救出されている。また救助にかけつけた人達は、2～3 回遠雷のような爆発音と地震のような地響がしたと言っている。

6. 建物の破壊状況

爆発があった建物の破壊状況は、火災による被害は少なく、ほとんどが爆発圧力の破壊によるものである。

6.1 屋根

屋根の破壊は火災によるものでなく、爆発の圧力に基づいている。その状態は Photo. 2 を参照すれば明らかのように、建物の内部屋根裏から作用した爆発圧力で、野地板が破られ、その上のスレートを吹き飛ばしている。その残がいの 1 部は建物の付近、スレートの破片の 1 部は約 30 m 北西の方向に飛散している。そ

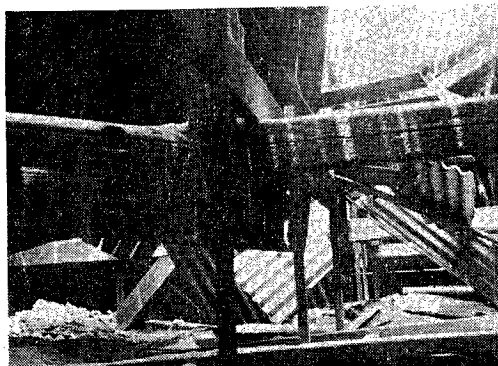


Photo. 2 After explosion—Broken roof.

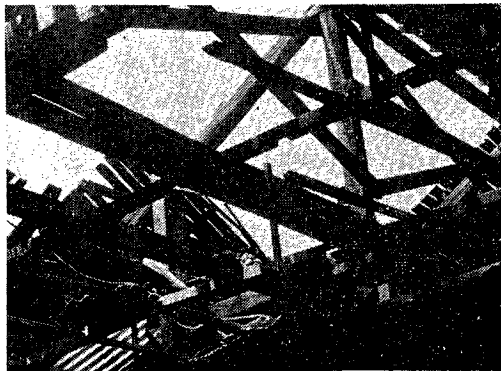


Photo. 3 Scene after explosion in the ceiling.

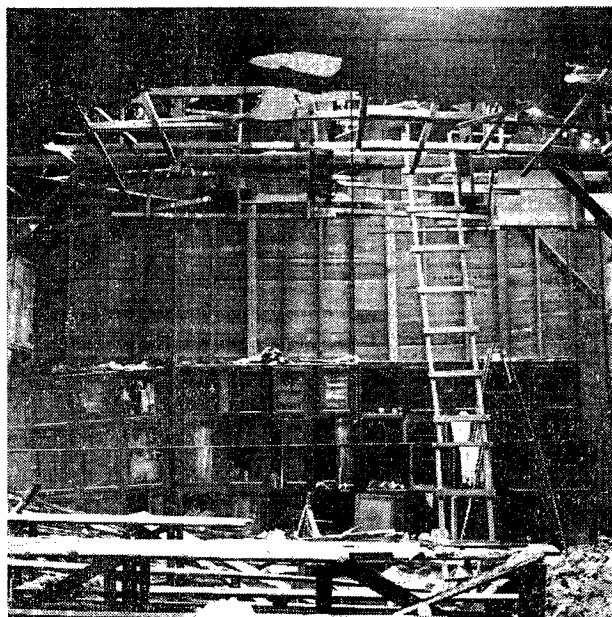


Photo. 4 Scene after explosion in the room.

して最も高度に破壊されている部分は休息室西寄りである。

6.2 側 壁

建物の側壁は、集じん分離室の南側の屋根裏に相当する部分のみが破壊されている外は、異常がなかった。

6.3 内 部

建物の内部は Photo. 3 および Photo. 4 を参照すれば明らかなように、集じん分離室と休息室との境界で、休息室の西寄りが特に高度な破壊と焼損を被っている。すなわち、その位置の天井は、さおおよびつり木が天井の裏側で焼切れ、そのために天井裏にたい積し、1部に着火していた、おがくずが天井と共に落下し、その下のテーブルおよびロッカーなどを2次的に焼いている。

落下した位置の天井裏の焼け状態は、Photo. 3 を参照すれば明らかなように、小屋組、桁および電気配線

などは、Photo. 2 と比較すれば明らかなように高度に焼けており、天井が落下する前に、既にその位置においては、出火して焼けていた状態を示している。また、この下方で更衣していた従業員の一人は、落下してきたおがくずを全身に被り死亡している事実、上述したロッカーおよびテーブルなどが2次的に焼けている事実などは、その間の実状を物語っている。したがって、この位置で出火し、次で爆発が起きたことは明らかである。

7. 出火と爆発の原因

7.1 出火原因の究明

出火位置にある木骨類の炭化状態は、Photo. 5 を参照すれば明らかなように、他の位置に較べて著しく高く、しかも局部的に深く炭化している状態が認められることは、漏電火災の現場で見られる特有の現象であって、また、その位置で局部的に緩慢な燃焼が持続していたことを意味するものである。

発火源にあっては、出火位置が天井裏であることを考えると、一般火気との関連は考慮の余地がない。そこで、出火位置における発火源について検討してみると、その位置には Photo. 3 を参照すれば明らかなように、電気配線に不完全な分岐工作がしてある（この分岐工作は、テレビの電源にするため仮工事したもの。）、しかもその位置付近には、局部的な炭化部分がある。そしてこの位置付近は微粉状のおがくずの多量が一面にたい積しており、電気配線は完全におがくず中に埋没していたことを考慮すると、漏電による出火ではないかと考えられる。そこで、これらに関して、出火可否の検討を行なった。

7.1.1 漏電火災

通常、電気回路に漏電火災が起きる場合電氣的に考察すると、次のような2つの場合が考えられる。

低圧配電線よりの漏電

高圧配電線よりの漏電

この災害事例の場合、漏電火災に起因するものとする、前者に該当する。

低電圧配電線からの漏電火災は、電流が電気施設の1部から漏洩し、建物の導電性物体を通して、大地に流入する過程で、抵抗の高い部分で発熱し、出火にいたる火災である。一般にこの火災の対象となる建物の導電性物体としては、トタン板、金属製の雨とゆ、ワイヤー、ラス、金属性の煙突などが挙げられている。したがって、漏電火災の対策として、上述の導電性物体に関しては、電気工作物規程で技術上の基準が規定されている。

7.1.2 おがくずの導電性

この災害事例の場合、出火位置において漏電の媒体となるものとしては、既に述べたように、電気配線を埋没し、天井裏、桁、小屋組、壁体内などに、たい積しているおがくずの導電性が問題になる。そこで、そ

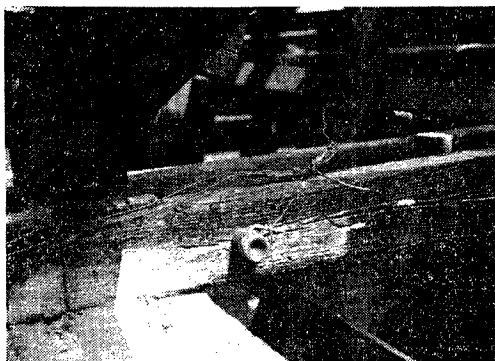


Photo. 5 Branch point of power line.

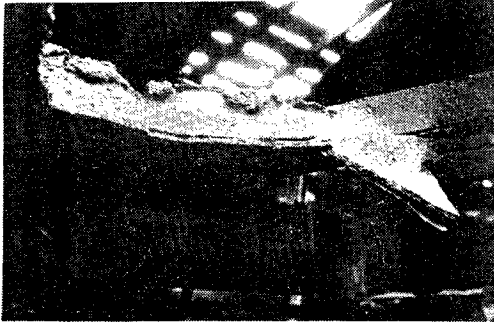


Photo. 6 Scene of accumulateing saw dust in the ceiling.



Photo. 7 Scene of the saw dust in layers in the ceiling.

れらのおがくずを採取し、それを導電性実験試料とし、次の測定器具および装置を用いて、導電性に関する実験を行なった。

7.1.2.1 測定用器具および装置

手廻し式メガ (MegOhm meter) 1台: 横河電機株式会社製

ホイットストンブリッジ 2台: 鳥津製作所製

回路試験器ユニバーサルテスター (360Y・T・R) 2台: 三和精器株式会社製

低抵抗測定器 1台: 横河電機株式会社製

交流100V 1.5級 2台: 横河電機株式会社製

交流20A 1.5級 2台: 横河電機株式会社製

実験用サンプル箱 (木製) 80 cm × 80 cm × 40 cm 自製

抵抗測定用長箱 (木製) 110 cm × 14 cm × 14 cm 自製

1.6 mm, 2.0 mm の被覆銅線 各 10 m

ノツブがいし (Knob insulator)

絶縁台

絶縁用ベークライト板

7.1.2.2 固有抵抗値の測定

(1) 試料⁹⁾

実験に供した試料は 2.1.2. に述べた 出火位置付近から採取したもので、その粒度分布および含水率は Table 1 および Table 2 に示すものである。

Table 1 The rate of hydrous of the saw dust.

Picking place		Percentage
In the ceiling	Upper layer	22.5
	Middle layer	12.4
	Lower layer	14.3
	Average	16.4
Near the explosion point		9.1
Gather dust room		52.1

Table 2 Dispersion condition of particle size of accumulate saw dust.

Particle size (μ)	<50	50~100	100~150	150~200	
In the Ceiling	Upper layer	6(%)	12(%)	26(%)	46(%)
	Middle layer	22	34	28	6
	Lower layer	20	56	10	8
	Average	16	34	21	20
Near the explosion points	34	30	12	14	
Gather dust room	5	16	24	35	

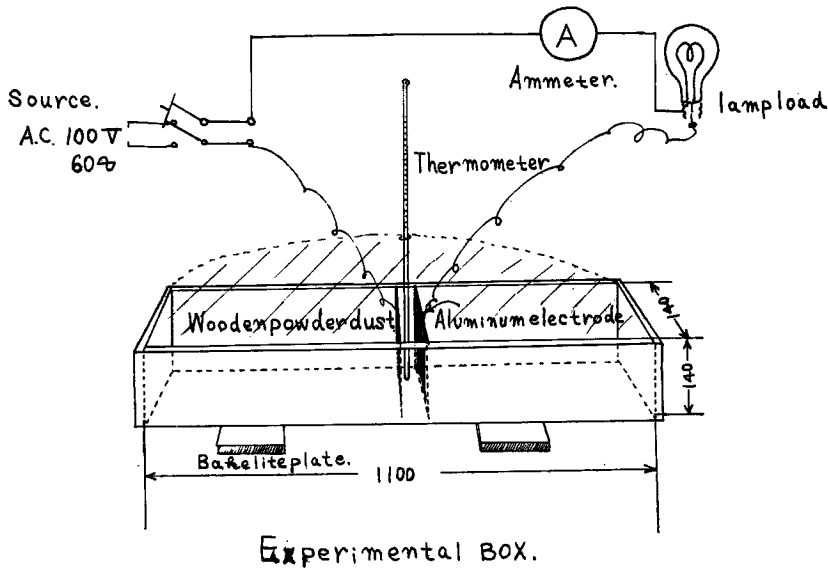


Fig. 1 Measurement of natural resistivity.

(2) 測定方法

Fig. 1 に示すように、絶縁用ベークライト板上に測定用長箱をのせ、箱の中に試料を詰め、測定点の間隔を 10 cm および 40 cm を基準とし、高抵抗から低抵抗の各種測定器を使用して、固有抵抗値の測定を行った。

(3) 測定結果

最初試料について測定したところ、極間 10 cm で 50 Ω ~120 Ω 、40 cm で 70 Ω ~130 Ω の抵抗値を示した。この数値は、おがくずとしては異常と思えるほどの高い導電性を示している。そこで、別に用意した日本産木材のおがくずについて、同実験方法に基いて、その固有抵抗値を測定してみた。その結果は、10 cm で 40 k Ω ~1 M Ω 、40 cm で 150 k Ω ~2 M Ω であった。

これらの実験数値は、測定の対象が粉体であり、含水量が多かったためか、測定器の測定範囲中のいずれの段階においても、不安定であったので、最大指針時の指度と、最小指針時の指度を記録した。

この測定結果を比較してみると、両者の間に著しい差異がある。この差異は、含水量の相違によって生じたのではないかと考えられたので、それを確認するため、これら 2 種類のおがくずを乾燥し、含水量をほぼ同

一(約15%)にして、前回と同方法で固有抵抗を測定してみた。その結果は、前者は 10 cm で 20 k Ω 、40 cm で 50 k Ω を示し、後者は 10 cm で 10 M Ω 以上、40 cm でも 10 M Ω の固有抵抗値を示した。この試験結果を比較しても、両者間に著しい差があることが分かる。

すなわち、この⁴⁾試験結果では、前者(ラワン、アピトンなどの南洋材混合おがくず)と後者(和材のおがくず)とでは導電性が著しく相違し、含水量が多い場合には激げしい抵抗変化を示す。そこで、われわれはこの疑問を解明するために、次のような実験を行なった。

(4) 通電実験による導電性の検討

Fig. 1 に示すように、ベークライト絶縁板上に抵抗測定用の長箱をのせ、箱の中に試料を詰め、そのほぼ中間に途中が断線している電気回路を入れ、負荷 100 V・100 W の電球を取り付け、電源電圧 100 V を加えてみた。この場合電球はうす赤く点灯し、回路に入れてある電流計の指針は 0.12 A~0.4 A の範囲を振り、電球は不定時的に点滅する不安定な状態を示した。そこで、正確な導電値を求めるために、10 cm×10 cm のアルミニウム板 2 枚を回路に取り付け、その間隔を 3 cm とし、同様の実験を行なった。この場合電流は 600 mA(0.6 A) を示し、暗いが光を出して安定した。

この実験結果は、試料が導電性であり、漏電の媒体となることを明確に示すものである。

7.1.3 試料中の含有塩分の検討

7.1.2 で行なった導電性の実験結果に基づく、災害現場から採取したおがくずは、一般のおがくずに比較して、大きい導電性があることが分かった。そこで、導電性の大きい理由として、海水に長く貯木されているため木材が自然に塩分を含んだためではないかと考えた。そこで、おがくずの電気伝導に関係すると思われる、含有塩分を Na⁺ と K⁺ について蛍光光度計で定量した。Na⁺ と K⁺ を定量した理由は、海水中のカチオンの存在比が Na⁺ が圧倒的に大きく、K⁺ の約30倍に相当する。そこで、海水に浸漬されたラワンおよびアピトン材の、しかも潮風に常時あたっているおがくずを、ひの木材を対照として、これらのカチオンの含有量を検討してみた。

試料おがくずの分解には湿式分解法の 1 つである硫酸一塩酸法を採用した。この方法で得た塩分溶液を Na⁺ の場合波長 589 m μ 、K⁺ の場合 768 m μ で蛍光光度計によって定量した。その結果は Table 3 の通りである。

海水、潮風に接したことのないひの木のおがくずに較べて、災害現場から採取した試料のおがくずは、23 倍の Na⁺、爆心付近のおがくずでは約30倍の Na⁺ を含み、K⁺ においては大差がない。

このような含有塩分の分析結果は、われわれが予想したように、災害現場のおがくずの導電性の大きい理由を明らかにしている。

7.1.4 抵抗熱の測定

Table 3 Sodium and potassium contents of the saw dust.

Sample	Sodium	Potassium	$\frac{\text{Sodium}}{\text{Potassium}}$	
In the Ceiling (Lauan, Apiton) mixture	Upper layer	0.163(%)	0.081(%)	2.01
	Middle layer	0.106	0.068	1.68
	Lower layer	0.152	0.076	2.00
	Average	0.142	0.075	1.87
Near the explosion point	0.177	0.089	1.99	
Gather dust room	0.124	0.097	1.38	
Japanese cypress	0.006	0.095	0.63	



Photo. 8 View of wood pool.

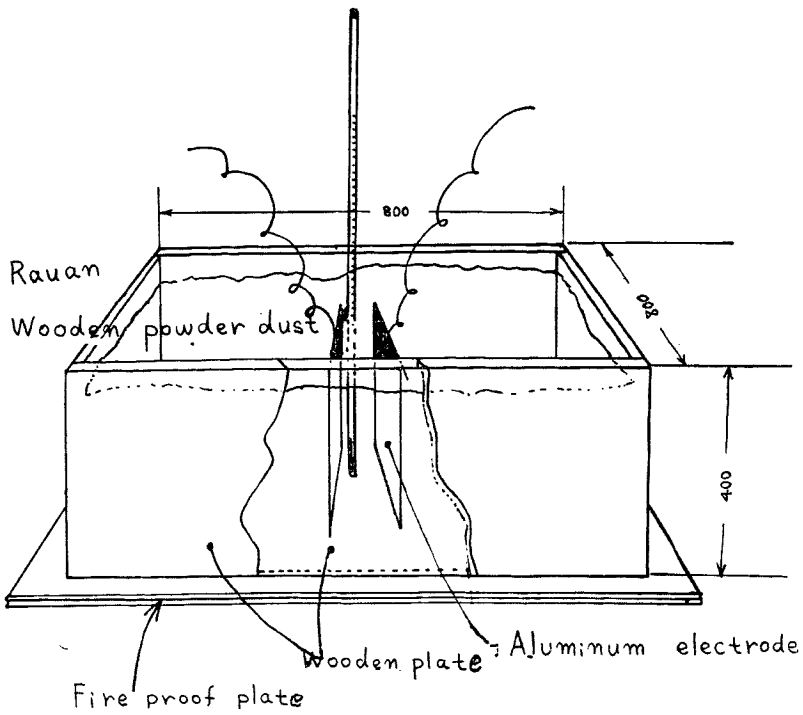


Fig. 2 Model test. Test equipment for the measurement of temperature rise.

Fig. 2 に示すように、実験用サンプル箱を絶縁台上にのせ、箱中に試料を詰め、回路に 10cm×10cm のアルミニウム板 2 枚を取り付け、板の間隔を 10 cm として試料中に入れ、室温 20°C で外部負荷に 1 A～30 A の電流を流して通電状態の温度上昇を測定した。その結果は、実験開始後10分間で 42°C の温度上昇を示し、2 時間後に 98°C に上昇した。この時点において、試料の表面から水蒸気が発散するようになり、電流も一定になり安定した。そこで負荷電流を減らして、温度変化を観察したところ、8°C の温度降下が見られたが、それ以上の温度降下はなかった。次に負荷電流を流がさずに、電圧を加えて 5 時間実験を継続した後、実験を中止し、アルミニウム板およびそれに接触する試料の状態を検討した。その結果は、アルミニウム板においては著明な電食があり、また電食部位に付着する試料には炭化している状態が認められた。

7.1.5 出火原因

7.1.2～7.1.4 で述べた結果を総括すると、出火位置にたい積していたおがくずが導電体となり、漏電現象を起こして、出火するにいたったことは明らかである。

7.2 爆発原因の究明

7.2.1 爆 発

爆発反応が起るためには、可燃性物質と空気（酸素）とが、適当な濃度範囲に混合されること、外部から何らかの方法でエネルギー（点火源）が与えられることが必要とされる。

この事例の場合、爆発を起したもとしては、おがくずの細かい木粉以外に考慮の余地がない。

木粉が爆発を起すためには、3. で述べたように、粒度、浮遊濃度、含水率および発火源などに関連する。

7.2.2 たい積木粉の粒度分布

爆発中心付近、集じん分離室の天井裏および集じん分離直後のたい積木粉について、次の方法で粒度分布を求めた。

すなわち、適量の試料をスライドグラスにとり、顕微鏡および万能投影機の視野にある各粉体の長径をマイクロメーターで測定し、径級別に個体数の分率を求め、これを粒度分布とした。なお、1 試料あたり 3 視野について測定し平均値を求めた。結果は Table 2 である。Table 2 の粒度分布は静止状態のものであるが、新しく分離された生産直後のものおよび天井裏にたい積している上層のものは、粗粒のものが多く、長径 150 μ 以上のものが過半数を占めている。これに反して天井裏にたい積している中、下層のものは、100 μ 以下の微粒である。これは建物の振動で沈降し、長径が 100 μ 以下の微粒が中層で 66%、下層で 76% にも達し、しかも、これらの微粒は天井が落下したとき、粉じんとして空気中に飛散している事実から、空気と適当な濃度範囲に混合し、浮遊粉じん系を形成することは明らかである。

7.2.3 木粉の含水率

粉体が爆発を起す場合、3. で述べたように、水分によって影響される。そこで、災害現場から採取した木粉の含水率を炉乾法で求めてみた。その結果は Table 1 である。

すなわち、天井裏の上層および集じん室のものは含水率は高いが、爆心付近と天井裏の中、下層のものは低く、爆発し易い状態にあったことを示している。

7.2.4 発火温度の測定

粉体が爆発を起す場合、浮遊状態での発火温度以上に加熱される必要がある。そこで、爆発が起きた天井裏で採取した。木粉の浮遊状態での発火温度を、Fig. 3 に示す装置で測定した。この装置は別に組立てたもので、電気炉で一定温度に加熱したガラス容器中に、圧縮空気で木粉試料を浮遊状態にし、発火したときの温度を測定する仕組のものである。測定した発火温度は 402.7°C であった。

7.2.5 爆発下限界の測定

爆発下限界の測定は 3. で述べたように、実測者によって必ずしも一致した値が得られない²⁾。しかし、この災害事例の場合は、災害が起きた天井裏の木粉が、爆発が起きるか否かを判定すればよいわけである。そこで、爆心付近に残っていた木粉を採取し、Fig. 4 に示す爆発下限界測定装置で、爆発下限界の測定を行った。

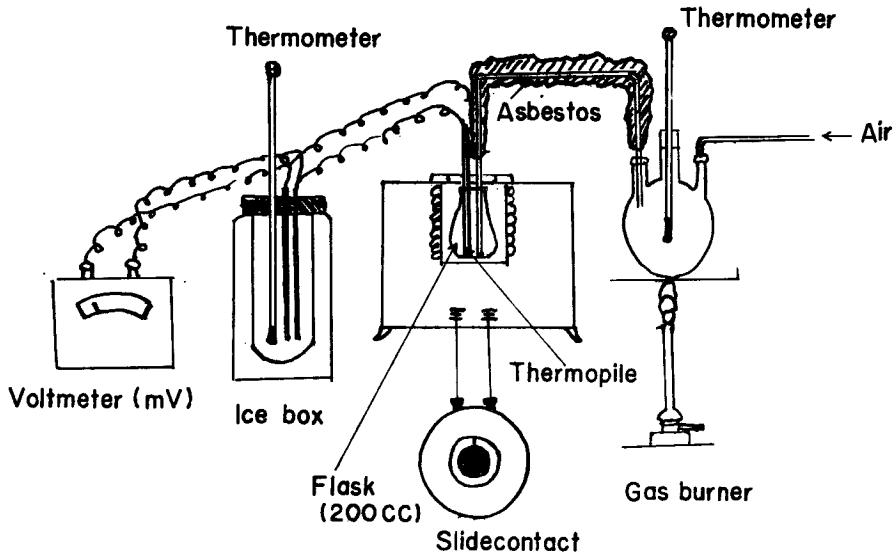


Fig. 3 Apparatus for measurement of ignition point.

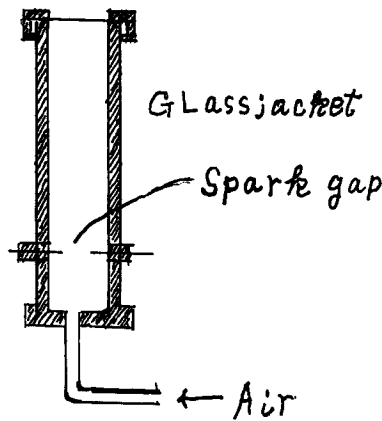


Fig. 4 Apparatus for saw dust explosion.

採取した試料の含水率は12.3%であり、実験は100~200メッシュにふるい分けしたものについて行なった。結果は 235 mg/l で爆発が起きた。この結果は正確な爆発下限界を示しているとは言えないが、災害現場の天井裏にたい積していた木粉は、粉体爆発をすることは明らかである。なお、この実験に使用した装置は、上部にダイヤフラムを付けた硬質ガラスの円筒内に、圧縮空気により試料粉体を分散し、9,000 V のネオントランスを使用して点火するものである。

7.2.6 爆発原因

7.1.5 で述べたように、天井裏では爆発が起る前に出火しており、その火気が天井の落下に伴って飛散浮遊した粉体に作用し、爆発するに至ったことは明らかである。

8. 考 察

ここに紹介した災害事例そのものは、製材工場に発生した単なる粉体災害に過ぎないが、それが爆発災害を発生した経過と原因に関し、以上の実験と検討の結果は、従来、全く予期されていなかった災害発生の実を明らかにした。すなわち、海水に浸漬された木材は、木質中に塩分を含むことになり、塩分の吸湿性と電気伝導性は、製材工場特有のおがくず飛散の関連と相まって、電気施設に漏電現象をもたらし、出火と爆発の原因を構成することを理論的に裏付するものである。

9. 結 言

以上の災害事例の原因と経過の検討および実験結果は、海水浸漬貯木を製材ならびに加工する業態においては、災害防止対策上、おがくず粉体の集じん設備、電気施設、建物の構造などに関し、別の観点から特別な考慮を必要としている。

本研究を行なうにあたり、資料の提供をうけた京都大学農学部林産工学教室 中戸教授・加藤弘之氏ならびに実験試料の提供をうけた横尾木材株式会社横尾薫氏に深く感謝する。

参 考 文 献

- 1) 若園吉一：粉じん爆発とその対策，日本火災学会誌，Vol. 16, No. 1, 60号，1966，pp.2-4.
- 2) 北川徹三：防爆工学，昭和35，p.38.
- 3) 北川徹三・長谷川和俊：粉じん爆発下限測定装置の研究，安全工学 Vol.5, No.4, 1966, p.291.
- 4) 松林神一：腕木用木材の研究，研究期報九州電力株式会社第五巻，昭和30年上 pp.174-183.
- 5) 電気学会：絶縁材料試験法。木材昭和27 pp.133-143 pp.187-188.