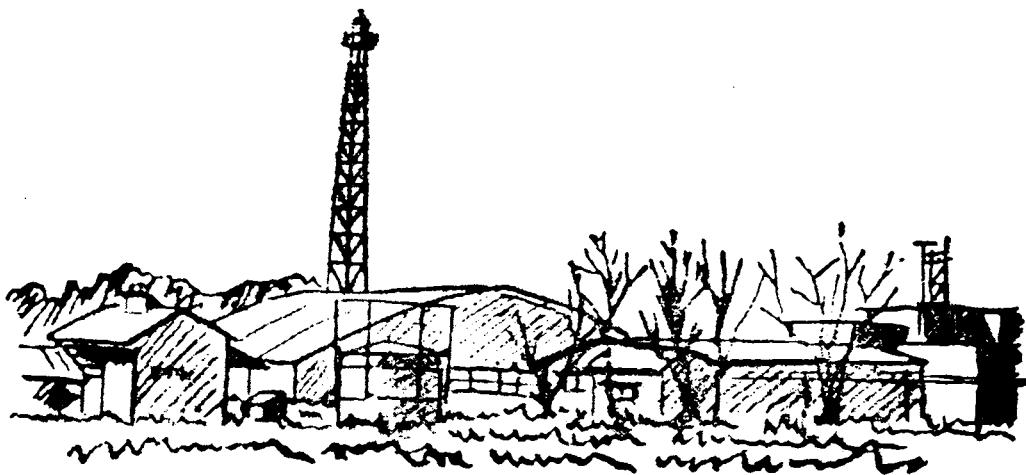


消研輯報

23



昭和46年4月

消 研 輯 報

第 23 号 目 次

第17回全国消防技術者会議報告

I. 会議の概要.....	(1)
II. あいさつ.....	(2)
III. 総合講演.....	(4)
IV. 防炎および地下鉄火災実験に関する特別講演.....	(12)
V. 研究発表.....	(33)

第17回全国消防技術者会議報告

I 会 議 の 概 要

第17回全国消防技術者会議は、会場を新宿西口の朝日生命ホールに移して、昭和44年10月15日（水）および16日（木）の2日にわたり開催された。両日とも好天気に恵まれ、参加者も475名に達しこれまでの最高を記録したが、会場が広かったため、ゆったりした雰囲気の中に会議が進められた。

会議第1日目は、消防庁長官のあいさつについて、消防研究所長の研究概要の報告があったのち、新しく発足した第3研究部の研究項目の一つとして空中消火についての講演が、部長によって行なわれた。

午後は本年4月1日から実施されるようになった防炎規制の問題をとり上げ、規制の趣旨、防炎技術、試験法について特別講演が行なわれたのち、地下鉄火災実験結果が報告された。

第2日目は、研究所および各都市からの研究発表が行なわれた。また昼の休憩時には、神戸市消防局提供の高膨張泡消火を中心とした火災実験記録映画が上映された。

会議のプログラム

第1日

午前の部（10.00～12.00）

挨拶

あいさつ

消防庁長官 松島 五郎

消防研究所長 中田 金市

総合講演

空中消火と山林火災への適用例について

第3研究部長 名雪 健一

午後の部（13.00～16.30）

特別講演

(1) 消防からみた防炎

消防庁 矢筈野義郎

(2) 繊維製品の防炎について

東洋レーヨン 小寺 海蔵

(3) 防炎試験について

消防研究所 上原 陽一

(4) 地下鉄火災実験について

消防研究所 渡辺 彰夫

第2日

研究発表（09.30～16.00）

(1) 粉末消火剤の消火効果

消防研究所 山鹿 修蔵

(2) 東亜合成化学工業(株)名古屋工場の火災について	名古屋市消防局	田中 太郎
(3) 碧光ホテルの火災の概要	郡山市消防本部	武田 久夫
(4) 火災危険度の算定について	横須賀市消防本部	堀ヶ谷光利
(5) 乾式小屋裏隔壁の防火力実験結果について	京都市消防局	塚田 勝造
(6) 高発泡消火について	神戸市消防局	森岡 幸一
(7) 東消式発泡器の試作ならびに消火効果	東京消防庁	沼田 勇治
(8) 避難用呼吸器具について	消防研究所	高橋 哲
(9) 煙中方向探知器について	東京消防庁	大熊 順三
(10) 静電気と火災について	消防研究所	川崎 正士
(11) 危険物移動タンク貯蔵所の転倒、燃焼等の実験結果	名古屋市消防局	塚本 典生
(12) 石油タンク通気口からのガスの拡散	消防研究所	上原陽一 佐藤公雄

Ⅱ あ い さ つ

消防庁長官あいさつ

一言御挨拶を申し上げます。

最近東京の街を歩いてあちらこちらでブルドーザーとかパワーシャベルなどが仕事をしているのを見かけまして、大変感無量のものがあります。戦争中のことを申しましてはどうかと思いますが、飛行場を作るといっても日本はスコッパー、ツルハシ一丁で仕事をした、それに對してアメリカはブルドーザーとかパワーシャベルを使ってどんどん仕事をしていた。これが日本とアメリカとの戦力の違いであったといわれています。のみならず日本では最後に竹槍で戦争をしようではないかというようなことまで考えられました。日本が戦争に負けた原因は、いろいろあるでしょうが、一番大きなのは、何といっても科学技術の相違であったと思います。

一方、日本の戦後の経済は、最近においては、国民総生産が世界第二位であるといわれるほどの躍進を遂げましたが、これはいったいどういう理由によるのかを考える必要があります。鉄、石油をはじめとする天然資源は、日本の国には全くありません。にもかかわらず、戦後わずかの間に世界第二位の国民総生産を得られた理由として——これもいろいろあろうかと思いますが——一番大きなものは、技術革新の時代といわれる、その世界の趨勢に、いちはやくのったからだと思います。このようなことから私は、科学技術に対する認識をもっともっと持たねばならないと考えます。このことは消防の分野においても同様で、いつまでも竹槍戦法式な消防技術であってはならないわけであります。世の中はどんどん進んできており、したがって火災の様相も、非常に大きく変ってきていることは、私が申し上げるまでもなく専門の皆さんのが一番よく知っておられることと思います。この事態に対応してゆくための消防は、いつまでも竹槍式消防であってはならず、当然新しい科学技術を採り入れた消防体制をとのえてゆかねばなりません。その意味において消防における技術者の皆さんの、新しい技術の研究をどん

どん進めてゆかなければならぬと考えます。

幸いにして、この技術者会議も17回を迎え、年々参加される方々もふえてきて盛会になってきており、まことに喜ばしいことであると考えます。どうかこの機会を利用して、充分新しい時代の消防における科学技術がいかにあるべきか、またどのように進んできているかを検討され、明日の消防技術発展のために、さらに努力されるよう心からお願いする次第であります。

皆さん、非常にたくさんお集まりをいたいたとはい、日本の全消防人から見ればごくわずかの方々です。したがって、皆さん、今日、あるいは明日ここでいろいろご研究、ご検討されることを自分の知識とされると同時に、全消防人に伝えて、新しい発展を図っていただき任務を負っておられるわけです。この点も充分にお考えいただいて実のある会議とし、成果を得られるよう心からお願い申し上げてご挨拶といたします。

III 総合講演

航空消防の必要条件と林野火災の一適用例

消防研究所 名雪 健一

1 はじめに

空中消火の可能性に対する期待は久しい以前からあった、米国、カナダではすでに24年以前に林野火災を対象として研究に着手し、現在ではそれぞれに航空消防隊の組織をもつに至っている。このほかソ連、フランスなどヨーロッパでも詳細不明ながら空中消火の航空情報を散見する。わが国では、かって新潟災害の際に消火薬剤の空輸を空中消火と誤認するほど一般的には期待されつつも、実際には未着手であった。これら彼我の相違は帰するところ、航空事情の相異にある。

2 航空機利用による消火法の研究経過

当所では昭和39年から空中消火の研究に着手した。研究の端緒は大都市が再び関東大震災程度の災害に遭遇すると仮定した場合の対策樹立である。避難者の混乱、道路橋梁の破かいによる交通マヒ、消火栓の破損等で地上消防力の極度の減衰が予想されるところから航空機による立体的機動性とその高速性に着目して、「航空機利用による消火法の研究」を過去5カ年にわたり実施した。

3 航空消防の問題点

a 一般的な事項

(1) 航空消防の関係範囲

従来、一般に空中消火として、もっぱら航空機利用による消火作業のみがその航空消防の使命であるが如くに理解されていた。しかしこれはあやまりであって、現在市中における都市消防車の活動の如く、航空消防においても、火災発生に対して最初の覚知通報、連絡、出勤の初動体制から、つづいて空中消火作業に入る。

一連の航空機による作業の系列がなされねばならない。更にこれに加えて空中とする偵察、指揮、連絡、誘導、救助等の一連の作業も航空機を使用して行なうと同時に、最も重要なものは、地上では行ない得ない初動時の人員資器材の搬送、現地上空での刻々の全般情況把握、観測偵察等、一連の関係範囲全般にわたっての航空機による消防活動であることを忘れてはならない。

(2) 飛行の安全性

航空機の製作並びに運搬その他関係する一切について、その根幹をなすものは飛行の安全性である。航空消防といえどもこの前提条件に立って行なわざるを得ない。そこで特に空中消火作業における飛行の安全性についての諸条件を次に列記する。

(イ) ヘリの操縦安定

ヘリは固定翼機に比べてその操縦安定が、きわめて不良であり、高度の技術をより要求される。その理由は、固定翼機においては機速による飛行安定を得られるが、

ヘリの場合これを犠牲にして垂直上昇、降下を行なう。この場合ヘリは従来固定翼機の機能を備えると共に更に、一系統増加の複雑な操縦系になるので、より高度な操縦技術を必要とする。

(ロ) 火点直上飛行

航空機は（ヘリコプターを含む）その安全性確保のために、本来火点の直上を飛行することは許されない、空中消火ではあえてこれを行なうために、その高度を適当に選定し、かつ、火熱による気流変化に対応して安全な飛行を行なう必要がある。そのためにも航空機自体としての火点接近飛行の問題点について、実験研究を行なう必要がある。

このほか、大火災直上飛行の場合においては火災中期以後の特殊熱気流上昇における飛行限界の問題もある。

(ハ) 放出による浮力の急変

空中消火では塔載限度量に近い液剤荷重を、火点上空において一挙にこれを放出する場合もある。この場合当然航空機自体の浮力は急増し、そのため安定姿勢を失うことになる。したがって瞬時放出は極力これをさけるべきであるが必要な場合においては、迅速、敏感な操縦処置がとられねばならない。

(3) 空中消火用機の選定

(イ) 大きな塔載量

空中消火の場合できるだけ多量の消火液剤を塔載する必要がある。この場合航空機の塔載限度量から、乗員、作業員の重量を除いたものが塔載液剤となる。又長距離輸送の場合は、特に多量の燃料を塔載する必要から、おのずから消火液剤の塔載限度量は、制限を受ける。一方火災の見地からは、多量の消火液剤の投入が望まれるので、空中消火用機の選定にあたっては出来るだけ多量の塔載量をもつ航空機が望まれる。

(ロ) 床面開口部

空中消火のために設計製作された機体は別であるが、一般の航空機を応用する場合においては、その機体に、ある種の加工工作を行なう必要がある、この場合特に航空機においては、その各部とも工作加工することにおいて、厳密な構造検査および航空法により規制され、安易な工作加工は許されない。このため、消火用機の選定に当っては、すでに必要個所に必要寸度の開口部が存在する機種を選定せねばならない。

(ハ) 最低機速

一般的航空機は、高速性が基本条件であるが、空中消火用機においては、現地までは高速接近すると共に、現地上空にあっては液剤散布を有効緻密に行なう必要から出来るだけ低速に転換する必要がある。これは航空機の特性の上からは、相反する二条件であるが、空中消火用機においては、その機速範囲の広い航空機を選定すべきである。この意味では、ヘリコプターはまことに適切である。こうした条件から現在、米国、カナダ、で使用している空中消火用機は、すべてプロペラ機または

ターボプロップ機であり、しかもこれら大型機の生産が行なわれていない現在では両国とも、第二次大戦に使用した老朽機の改造をもってこれに充当している様相である。これとても戦後20数年廃棄の段階にあり、ごく最近これに代わるべきものとして、カナダにおいて始めて新造された P B Y 6 A (カタリーナ) 水陸両用機があるのみである。

(ニ) 高度性能

プロペラ機は本来高度と共に、その出力性能を低下する。これに対処して高度飛行のためには、特別に過給器を備えることが原則である。(ガスタービン機はこの限りでない。) 空中消火用機においては、都市火災のみの適用機であるならば、高度性能は不用であるが山林火災等では、2,000~3,000mの高所において消火活動を行なう必要から、十分な高度性能を保持する用機を選定せねばならない。このために過給器を装備した航空機を選定すべきである。

(ホ) 検査規定

前節(ロ)においてものべたが航空機はその一時的使用においても、一切の工作加工はすべて航空法にもとづく検査を受けねばならない。現在航空機検査官の定員数の過少がきわめて大きな問題となっているが、検査の過程が綿密厳重であり、これに要する日時も多く必要とし、又、検査官の巡回着手の待機のための日時も相当に必要とすることから、短時日の進行は望めない、これに反し航空機に既設の機外フックを使用する限りにおいては、いかなるものを懸吊しても支障がない現状である。

b 空中消火作業

(1) 薬液迅速補給

(イ) 薬液迅速混合

目下の消防活動では、火災制圧の効果はその投入注水量に比例する。航空機による消火活動においてもこの原則は変らない。この水は消火効果を高めるためにある種の薬剤を混入するのが普通である。そこで短時間のうちに、可及的大量の薬液を補給する場合において、薬液混合の迅速化は、重要な条件となる。一方、使用消火薬液の搬送は、出来るだけ軽量であることが望ましい。このためには粉剤として現地に搬送し現地において、迅速混合を行ない。使用薬液とすることが望ましいが、粉剤自体は溶解困難な場合が多く、粉剤消火剤の速解性の研究も重要であると共に、現地での機械的混合溶解機構においても迅速化が計られねばならない。

(ロ) 裝着タンクへの迅速補給

現在米国における航空作戦行動の際、多数機出動に対する短秒時の燃料補給の方法が問題となっている。これと同じく、空中消火作業時の装着タンクへの消火薬液補給の迅速化も又、火災制圧効果に対し、重要な役割をもつ、前節(イ)と共に空中消火作業においては、特殊な消火薬液混合補給器材の開発が望まれる。

(2) 反復投射散布の簡便化

(イ) 操作方式

空中消火活動を効果あらしめるためには、短時間のうちに大量の消火液剤散布を必

要とし、このためには航空機の搭載限量液剤を、反復投射することになるが、前節にのべた消火液剤の混合補給の迅速化と共に、搬送液剤タンクの反復投射操作も、短秒時に迅速に行ない得るものでなければならない。このためには使用航空機の特性を熟知し、出来れば航空機は投射完了ごとに接地する煩をさけるべきであり、搬送消火液剤タンクの所用条件として重要である。固定翼機はこの点、きわめて不便であるが、カナダでの消火用飛行艇は湖水の水上走行中、そのラム圧で機内に給水し、直ちに浮上する。又ヘリコプターはホバーリングで接地なしで液剤タンクに補給することもあるが、これは突風に対し不安定であると共に、直下の視界不良から操縦上、高度の技術を必要とする。いずれにしても容易に補給、又は交換しうる方式が消火液剤タンクの器材の上で望まれる。

(ロ) 応急処置

消火液剤タンクは反復投射を簡易に行ない得るものでなければならないが、同時に機体の安全確保の条件をも備えねばならない。航空機自体が不慮の危険、例えは気流の急変による安定不良、エンジンの急変不調、等に対し常に応急処置を適切に行ない得る配慮が必要であり、機体のほかに消火液剤タンクといえども、この配慮を加える必要がある。緊急危険の際にあたっては機体を可及的軽量にする必要から、消火液剤を急速に投棄すること、あるいは液剤タンク自体を切りはなし投棄する等、応急処置は欠かすことの出来ない条件である。現地への急行接近にあたっても、このことを予想し、街区、人家、上空の飛行をさける等の配慮は、この種作業には重要な条件である。

(3) 所要散布火点の明示化

林野火災は一般に広域にわたる。特に空中消火に当っては散布の目標火点に重点的に投射する必要がある。極言すれば、上空から何処を見ても火の海と見える中から目標火点を選定して、機上要員に適確に指示しなければならない。

このためには空中消火活動開始に当っては、先ず本部員により空中偵察を行ない状況の全体把握を行なうとともに、攻撃目標を決定して機上要員に明確に指示して置く必要があり多數機活動の場合には更に指示を明確にしなければならない。

過去数回の実践経験によると、不適確な指示のためその目標を誤って、不必要個所に散布する場合が多々あった。

(4) 消火液散布の有効条件

(イ) 所要散布高度

消火液散布を効果あらしめるために第1の必要条件は高度である。

機上から液剤を散布する場合、高度が高きに過ぎると液剤自身は雲散霧消してしまう。従って低高度程、散布は有効であり分散は少ないが、これまた必要以上の散布密度となり、液剤の浪費ともなる。加えて過度の低高度飛行は飛行の安全性からこれを避けるべきであり、このため機種により、散布量により、適切な高度が選定されねばならない。然し実際には火災現場は平坦地のみでなく、むしろ複雑な高低起伏の地形が多く、かつ斜面である。従って飛行の安全を顧慮しつつ平均的高度を維持せざるを得ない。

(ロ) 散布投射時の機速

これは前項高度条件とともに重要な散布条件である。地上可燃物堆積量に対応し、消防液剤の散布量はこれに比例して増減せねばならない。このためには機上液剤タンクの一定放出速度を持つ放出開口部であるならば、地上可燃物に対する所要散布密度を適確に得るために、適切な航空機の機速が選定されるべきである。従来の実験結果から、地上の散布密度はほぼ主として機速変化により操作し得る事が判っている。

(ハ) 消火液剤の粘度条件

前項(イ)(ロ)に記述した高度と機速によっては、消防液剤は地上到達時雲散霧消して消火に有効な散布密度に至らない恐れがある。このためには液剤自体に粘稠剤を添加し、凝集力を与えて散布し、霧化を防ぐ配慮が望ましい。また特に林野火災では散布消防液剤を草木の枝葉に附着滞留させるためにも、粘稠剤を添加する。その添加量は高度、機速、により増減の必要があり、有効散布条件の重要な要素の一つである。

(ニ) 散布投射量（単位時間当り）

これは本質的には地上可燃堆積の状態、火災の様態によって必要量が定まり、火災制圧のための最小散布所要量を投射すれば良い。然し投射に対しては前項各種条件を調整する事で可能であるから、ここでの問題はむしろ液剤タンクの放出開口部の大小が問題になるであろう。

そこで開口部が過大であれば、散布投射は短秒時となり、従って機速による調整の場合は高速側で散布する必要があり、また開口部が過小の場合は散布時間が延長し、機速調整は緩速側となる。

この両者何れを採ろうとも所要量を散布し得るが、必要個所に適確に投射する条件からすれば、飛行針路修整の時間的余裕を保ち得る開口部過小が、得策といい得る。但し、火点によっては一挙に全量投射放出の効果ある場合もあるので、できれば、放出開口部は各種の場合に応じ得る可変型式が望ましい。

(ホ) 散布の偏流とヘリコプター降流

上述諸条件を適確に選定して散布を行ない、火災制圧を期する時、現地の自然風は無視できない。特に強風に対しては散布液剤が風下側に大きく偏流し、必要火点外に投射する事になるので、この風向、風速に対し予め飛行経路、散布投射開始時期を精密に修整して置くことが重要である。

またヘリコプターは機上ローターの回転によって浮上し、大型になる程その吹降し風(Down Wash)が強い。我々の実験では大型ヘリコプター(バートル107型)の場合、高度20mで地上20m/s以上の吹降し風の影響を受け、このため地上火災はより火勢を強烈にした経験をもつ。

大型の場合吹降し風の影響限高度は無風の場合70~80mである。然し若干の自然風横風があると吹降し風は横に偏流し、横風の強い程、直下は影響圏を外れる傾向が見られる。

岩手県山形村山林火災における空中消火活動

火災の概要

(1) 出火日時 昭和44年5月6日 7時10分

(2) 出火場所と附近の状況

場所：岩手県山形村平庭国有林156林班

附近の状況

火元附近の現場は30度以上の南東向き急傾斜地で、林況は主として山腹沢筋に広葉樹、尾根筋に針葉樹が繁茂しており、地元農家による数基の炭釜で構築されている。

(3) 出火原因

炭釜の飛火（推定）

(4) 火災発見時刻 5月6日 8時40分

〃 通報時刻 〃 10時35分

(5) 焼失面積

国有林 約2,150ha（赤松、唐松、杉、広葉樹）

民有林 約1,050ha（同上）

(6) 人畜被害 なし

(7) 建物被害

全焼 住家21棟（815坪）23世帯 非住家17棟（196坪）

(8) 損害見積額

建物および内容物 約1,500万円

山林 約6億円

(9) 消火活動出動

（イ） 消防団	ポンプ自動車	可搬式ポンプ	人員
山形村	3台	9台	
久慈市	3	4	
葛巻町	3	4	
九戸村	2	1	
			450名

（ロ） 営林署

出動人員 262名

可搬式ポンプ 4台

（ハ） 自衛隊

人員 487名（八戸駐屯部隊）

出動合計

人員 1,199名（5月6～13日、1日当り）

ポンプ自動車 11台

可搬式ポンプ 22台

(10) 火災状況

当日は連続約2週間におよぶ晴天続きに加えて気温約23度、湿度9%と異常に乾燥し現地近くでは最大風速25m/sに達するフェーン現象に近い状態にあった。東北地方のチベットといわれる奥地の故に、出火から出動にやや時間を経過しこの間強風による飛火が連続し延焼速度4~6km/mにおよんで拡大した。10日午後に至り空中消火活動等により、一応鎮火と断定されたが、古横木で同残火をもとに再び強風にあおられ、火災は急速に再度拡大した。

(11) 空中消火活動

青森営林局要請により林野庁、消防庁より係官現地急行、7日深夜現地着、8日早朝行動開始

(イ) 所要資器材

夜間手配により関係資器材現地集積

使用航空機：小型ヘリコプターベル47G 2型 1機（農薬散布機装着）

小型ヘリコプターベルKE-4 型 2機（同上）

散布消火薬剤：第1磷酸アンモニア 4 Ton

薬剤混合補給器機：ドラム罐4本 パケツ20個

(ロ) 小型ヘリコプターによる消火活動

8日5時30分 現地附近霜烟小学校校庭にヘリコプター離着補給基地を設営

小型ヘリコプターベル型3機は何れも農薬散布機でありこれを消火用機に転用するための放出口改修を行なう。（農薬機は液剤塔載量約120lit~100lit 放出時間2分であり。消火用として多量放出を必要とし、放出口改修により20秒放出とする。）

6時00分 3機により火災現地状況把握、攻撃地点確認の偵察飛行により深田地区川又地区岡沢東地区を散布目標とする。

6時30分 散布消火活動開始

3機により反復散布消火活動を行ない、10時30分までに28回散布投射する。未明における散布投射は明らかに効果を示したが、次第に白昼に至り効果を失う。

11時00分 突風15m/sを生じ、悪気流によりヘリコプター飛行不能、待機

8日夜に至るまで強風8~10m/s取まらず、飛行不能

9日3時30分 行動開始

附近現地の下草状況徒歩確認によれば、煙草投棄により着火可能な程、乾燥しているが、その推積少なし。

4時30分 散布飛行開始

未明における散布消火は目視確認可能な程の効果を示す。8時00分まで32回の散布を行ない、地上部隊協同において、ついに大部分の地域にわたって火災制圧、特に深田地区完全制圧発煙点在するのみとなる。

8時10分 気温上昇とともに気流悪化しヘリ飛行可能

10時00分 既に空中消火により火災制圧を得、地上部隊により残火処理に移る。空中消火活動を完了。

(ハ) 空中消火活動に対する所見

本来消防活動は軍の戦闘活動に類似し、関係資材の大量投入なしには達成し得ない。故に農薬散布機転用のような小型機による小量投入は効果を期待し得ない。然しこれらを有効ならしめるためには次の諸条件併合により達成し得たものであり、常時期待し得るとは限らない。

a 推積可燃物の確認

現地は可燃物（下草）が極度に乾燥しているが、推積が少ない。

b 未明、薄暮の気流静穏

小型ヘリは元来悪気流に脆弱であり、現地は特に昼夜の気温差著しく（夜間8°C 昼間25°C）従って気温上昇により強風を生じ、未明、薄暮において静穏に至る特性あり。このため小型ヘリにても火災現地に低空接近可能であり、適確注水を得た。

c 夜間降霧の利用

夜間の気温低下はまた夜間降霧を助長し、特に未明の降霧は顕著であり空中消火散布を助勢した。

d 散布器材の応急改修

農薬散布材の放出口は特に液剤霧化を目的として製作してあり、これを凝集散布し得る放出口に応急改修する必要があり、改修は機種により不能の場合もある。

IV 特 別 講 演

(1) 消防からみた防炎について

消防庁 矢筈野義郎

特殊な場所に使用されるある種の物品をできるだけ燃え難くすることは火災予防上賢明な考え方である。建築材料の点からみれば、耐火構造等防火性能の高い構造で建物を作ったり、壁や天井の内装材料を不燃化すること等がそれであり、法律で必要な規制が行なわれている。可燃性物品でも特に危険なもの、例えば危険物やLPG、火薬等は特別に法的に規制されている。しかし我々の生活の中にある家具、調度品等については、法律で規制するのには難しい問題が多いのであるが、特定の用途に使用される特殊物品を不燃化の方向で規制を強化することは考えてみなければならない。

昭和37年火災予防条例が市町村で制定されたとき、準則の中で劇場、映画館、演芸場、観覧場、公会堂、集会場、キャバレー、カフェ等で使用されるどん帳、造花、その他装飾物品、大道具小道具等で可燃性のものには防炎処理を施すことを規範として出している。ところがそれ以後の規制の実態をみると特殊な物品だけが一部の都市で実績をあげているだけで、中々全国的には実効が上らなかった。建設省の工事用シートに対する指導のあり方、繊維類に対するJIS化による防炎の動向をみると消防上の条例規制のあり方も真剣に論ぜざるを得ない情勢になってきた。また防炎関係業界や学界も研究開発と実用化に対して動きが活発になってきた。更に昭和42年12月14日は、米国で可燃性繊物法の改正法が成立して日本の繊維業界もその影響を受けることになった。

消防審議会では高層建築物と地下街に対する防災対策の諮問に対し、特定場所における可燃物の使用制限とともに、劇場や旅館のほかに高層建築物や地下街に使用されるカーテン類の不燃化や防炎化も規制すべきことを答申している。法的に規制した場合の受入態勢の問題として防炎関係業界の動きをみながら機の熟するのを待ちつつ前述の答申を尊重しての検討が各面から進められてきた。

昭和43年に消防法の一部改正をして全国的に規制を徹底することとし、本年4月1日から施行されることになった。法律では防炎規制の対象となる特殊の防火対象物を高層建築物、地下街、劇場、キャバレー、旅館、病院その他政令で定めるものとして政令に委任し、物品もどん張、カーテン、展示用合板その他これに類する物品で政令に定めることとして政令委任し、防炎性能も政令で定める基準以上の防炎性能を有することとして、性能も政令に委任しており、この政令は去る3月10日公布され、4月1日施行された。

防炎は炎の立ち上る時間をかせぎ、天井に燃え拡がるのを抑え、その間に火災を覚知し通報し避難をしようとするのであり、立ち上りの状態で使用されるものだけが防炎の必要な物品として指定されている。展示用合板や、プラインド、襖、障子等は今後の対象として考えなければならない。又立ち上り状態に普通の繊維類、例えば敷布、座蒲団、ソファ、カーペット類に対し如何にして防炎の普及をはかるかが問題である。

防炎効果の試験法としてはJIS-Z2150の繊維製品の試験法、工事用シートの試験法、消防試験法等を考慮し、判定基準も今迄は焼けた長さを測ったが面積を測るのに変え、

具体的には省令で規定した。

試験基準もやがては強化する方向で改正するつもりであるが、さし当っては今迄の2級製品程度のものとし、将来市場での普及程度をみてこれを1級程度に引き上げるつもりである。

また防炎効果の有効期間、耐洗濯性、更には煙の問題も研究しなければならない。

防炎試験に合格したものを表示するにはラベルを貼付する方式でやるつもりである。全国的に一本化した業界の団体を指導育成し、これが製品を管理し、消防はこれを検査することにする。この日本防炎協議会には薬剤部会、繊維業会、加工業会、クリーニング業会等がこの中に含まれる。これの前提として日本消防検定協会の鑑定を受け、鑑定品として第一回の合検品は5月に一覧表を通達したが、これらは防炎鑑定品のラベルが貼られる。

薬剤の鑑定はどの製品に対しどのように使用すべきかを加えて行ない、合格品もそろそろ出廻ることであろう。またそのうち加工品も出廻るであろう。これは原反段階で加工する鑑定品と区別し、加工品として出ることになる。

鑑定品のうちいくら洗濯してもよい素材を使ったものにはラベルを縫いつけ、薬剤加工によったものでクリーニングによって効果の落ちる可能性のあるものはステッカーを貼ることにする。

加工品に対しては設備と加工技術者に対し認定を行なう。適合施設として認定したものはリストを作つて現地へ知らせる。設備は甲、乙にわけ、甲は工場加工、乙は現場加工を行なうものとする。加工技術者は講習により認定する。薬剤は鑑定品として容器に表示する。

現地に対しては講習のときは講師として参加を、設備に対しては検査した結果の報告を、技術者に対しては検査のとき居たかどうか、資格証があるか否かをしらべて報告して頂きたい。認定登録番号はラベルについているが、基準以下のものがあれば報告して頂き、これにより登録取消処分等を行なうこととする。通達で防炎関係の各問題について示す予定があるのでこれにより理解され、防炎規制の実効があるよう関係者のご協力をお願いする。

なお各国の防炎の事情をみると、最も規制の強いのは米国であるが、法律により防炎の規制を行なっているのは我が国のみである。

質 疑 応 答

質問——技術の認定講習はどこでどの程度行なうか

答——今迄に札幌、福岡、大阪等で行ない、名古屋、東京等で行なう予定をしている。装置、クリーニング等を中心に行なう。時間は最低16時間（2日）でこのほか実技の試験を行ない、一定基準に達しなければ再講習する予定である。試験内容は繊維の見分け方、防炎薬剤の理論、薬剤の取扱、保管方法等である。

質問——適合施設以外のものについて今後規制されるか。

答——会員の自主管理にまかせる。会員以外のものについては出来るだけ協会に吸収されるよう指導されたい。

(2) 繊維製品の防炎について

東洋レーション(株) 小寺 海蔵

1. はじめに

昭和44年4月からの消防法改正を転機として、防炎性繊維がクローズアップされてきた。消防法の規制範囲は、今後もますます拡大される方向にある。

また国鉄や私鉄のカーテンや、椅子張りなども、防炎性繊維を使用する気運にあり、このような社会情勢の中で、消費者の防炎性素材に対する関心も高まりつつあるのが現状である。

2. 防炎の必要性

最近における全国火災発生状況を第1表に示したが、火災の発生は相変わらず多く、損害額も著大である。特に最近旅館やホテルなどでの大火灾が日立ち、多くの人命被害をだしたことで、防炎対策が大きな社会問題になってきている。これらの出火原因については、化粧合板、カーテンやどん帳などの室内内装品が、火災拡大の媒体となった例が約3割になっている。

第2表は、防炎処理の検討を要する総合火災件数を示した。

第1表 全国火災発生状況¹⁾

	昭40	昭41	昭42	昭43	昭44(1~6月)
火 災 件 数	54,157件	48,057	54,506	53,184	31,421
損 害 額	512億	489	533	538	383
死 亡 者	965人	1,111	1,106	1,138	787
負 傷 者	9,308人	8,210	9,370	9,043	5,282

第2表 防炎処理の検討を要する対象物の総合火災件数²⁾

	昭37	昭38	昭39	昭40	昭41
主として合板類	3,200	3,078	3,060	3,126	3,047
カーテン類	255	221	271	270	264
ソファ類	229	191	230	283	284
その他繊維類	5,509	5,686	5,674	5,803	5,555
紙類	1,709	1,776	2,022	2,253	2,093
小計	10,902	10,952	11,257	11,735	11,243
建物火災	37,855	37,996	38,108	38,859	37,244
全国火災件数	49,644	50,478	49,020	54,157	48,057

2.1 国内の法的規制

今回の消防法改正にともなって、高層建築物や、地下街または、不特定多数の人が集まる場所で使用するカーテンや、どん帳類がまず防炎規制をうける。

さらに運輸省が防炎基準の作成を、船舶技術研究所に依頼し、規制の方向に進んでいる。

第3表 国内における防炎規制

関連法規	対象物	備考
消防法の改正 (自治省)	カーテン・暗幕・どん帳など、高層建築・地下街・劇場・病院・ホテル・百貨店など	45度法による試験法、溶融するものには、コイル法併用
建築基準法の改正 (建設省)	建材・テント構造物	発煙・発ガス性を重視試験法検討中
児童福祉法 (厚生省)	保育所の室内用品	
車輛用品の規制法検討中 (運輸省)	車輌用のモケット・カーテン	船研法(45度アルコール法) 国鉄・私鉄では自主規制

2.2 海外の法的規制

海外の法的規制で、とくにその動きが注目されるのは、米、英である。米国における可燃性織物改正法が1967年12月14日から施行されている。これに刺戟され欧米諸国では、防炎性織維の必要性が急速に増大しており、各國での研究が活発化してきている。英国でも火災焼死者の統計から、まず13才以下の子供寝着を防炎規制しているが、この規準を65才以上の老人にも拡大しようとする動きが出てきている。

第4表 海外における防炎規制

国名	関連法規	内容
米	可燃性織物法 1967. 12施行	1953年制定の「可燃性織物法」の改正法 (A) 適用範囲の拡大 「衣料品、織物、室内用品および関連物質」等織維に関係する全製品に適用。 (B) 商務長官の権限拡大基準の制定、修正の権限 (C) 基準に不適合な商品の輸入防止をするための連邦取引委員会の権限を明確化。
英	ナイトドレス(安全性)規制法 1967. 9施行	「子供用ナイトドレス規制法」の改正法ナイトドレス全般に適用。

2.3 繊維の燃焼性

防炎性が必要と考えられる衣類や、インテリア製品に、可燃性や易燃性の繊維が、これまで主体に用いられていたことは衆知である。燃焼性による繊維の分類を行なったのが第5表である。

第5表 燃焼性による繊維の分類

分類		燃焼性	繊維
防炎性素材	不燃性繊維	着炎しない。	ガラス繊維、金属繊維、アスベスト、ホウ素繊維、炭素繊維。
	難燃性繊維	接炎時は発炎燃焼するが除炎すると自己消炎性を示す。	フッ素繊維、ポリ塩化ビニリデン ポリ塩化ビニル、ポリクラール 塩ビ(塩化ビニリデン)系モダクリル 防炎性改質レーヨン 「ノーメックス」 アセテート
防炎化の対象	可燃性繊維	発炎燃焼するが着炎し難いかまたは、燃焼速度が遅い。	ポリエステル、ポリアミド ビニロン・アセテート 羊毛、絹
	易燃性繊維	容易に着炎し燃焼速度が速い。	ポリプロピレン、アクリル レーヨン、木綿、麻

防炎規制の強化とともに、この可燃性および易燃性繊維が、防炎化の対象となるわけである。

ポリアミド、ポリエステル繊維などの熱溶融性繊維は、火炎に接した場合、収縮および溶融の現象をともなうため、素早く熱源から遠ざかり一見難燃性に見える。このため繊維製品の燃焼性について、比較的厳しい法的規制を行なっている欧米各国においてすら、これらの合成繊維は、防炎性繊維として扱われている。

合成繊維は、このように素材そのものを難燃性であるが、ある種の条件下、たとえば染色あるいは、各種加工剤による後処理、または異種素材との混紡、混織交撚、あるいは張り合せなどにより、複合化した最終製品では、溶融体の形態が炎源中に保持され、激しく燃えることが多い。このように合成繊維は、加熱された時に溶融塊が形態保持されるような状態にある時は著しく可燃性を増大させる。

第1図に、各種繊維の加熱特性を示したが、これは溶融し、収縮する繊維でもある条件下では、燃焼することを暗示している。

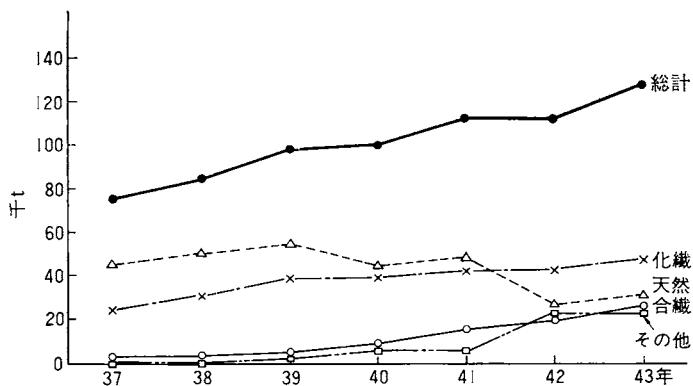
第1図 各種繊維の加熱特性³⁾

繊維	温度 ℃							
		100	200	300	400	500	600	700
綿			分解			着火		
アセテート				軟化	溶融		着火	
ナイロン6				軟化	溶融		着火	
アクリル				軟化	分解		着火	
ポリプロピレン				軟化	溶融		着火	
ポリエステル				軟化	溶融		着火	
ウール			分解			着火		

3. 防炎性繊維製品の需要動向

防炎規制の強化について、防炎化が要求されてくる用途は、当然乍ら増大する。参考のため防炎化が特に必要とされる内装用繊維について、最近の消費量とその推移を第2図に示した。

第2図 国内内装用繊維消費量



また米国において、防炎性繊維製品の必要とする用途についての統計を第6表に示した。

第6表 米法規の適用をうけ、規制強化が予想される繊維製品の米国生産量 (1966)⁵⁾

単位: ton

用 途	繊 維 製 品	綿	他繊維	合 計
自動車用品	シートカバー・カーリンテリア カーペットなど	29,030	55,793	84,823

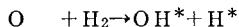
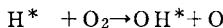
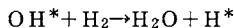
家庭用品	椅子掛, とばり 毛布, 夜具, キルティング 寝具かけ ふとん地 カーテン	155,585	189,151	344,736
衣料用品	小児服, パジャマ ねまき, 浴衣, ガウン	118,390	45,814	164,203
作業服・手袋類		10,886	907	11,794
合 計		313,891	291,665	605,556

4. 燃焼の化学機構と、防炎機構

4.1 燃焼の化学機構

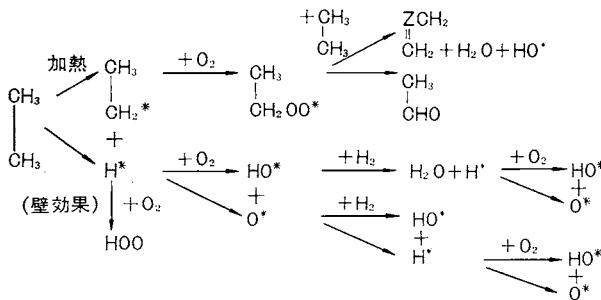
燃焼における化学変化は複雑であり、最も簡単な水素の燃焼の場合でも、次のような化学変化が起る。

(1) 水素の燃焼

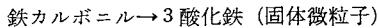
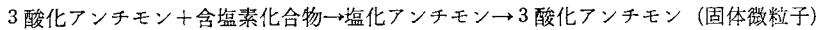


燃焼において OH^* (ラジカル) が増殖しこれが燃焼を継続させる役割を果す。

(2) エタンの燃焼



壁効果の例



このように、いずれの場合も OH^* は、非常に高エネルギーのラジカルであり、反応性に富んでいるために、このような連鎖反応を起すものである。

上記例のように、 H^* は O_2 と反応して OH^* を生ずるが、もし H^* が何んらかの壁面に衝突した場合には、そこでエネルギーが吸収され、 OH^* よりは一段とエネルギーの低い HO_2^*

が発生し、連鎖の進行は鈍る。

これを壁効果と呼んでいる。

以上は燃焼の化学変化を示したものであり、繊維の場合にも同様の化学変化が起るものと考えられている。

合織関係についても、同様の機構が考えられる。

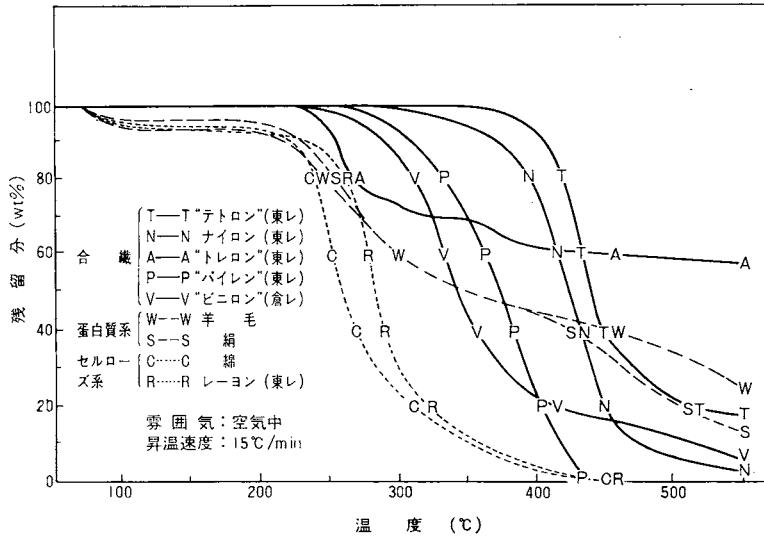
また各種繊維の加熱減量曲線を示したのが、第3図である。繊維によってこれらの挙動が異なっており、これは3つに大別できる。

すなわち (1)加熱により低温で分解して、急激に減量するもの。(綿、レーヨン等)

(2)初期には急激な分解を示すが、分解と同時に架橋等により、残渣が耐熱化されるもの。(アクリル、羊毛、絹等)

(3)溶融が分解に優先し、分解温度が比較的高いもの。(ポリエステル、ポリアミド)

第3図 可(易)燃性繊維の加熱減量曲線



4.2 防炎機構

物質を燃焼させるためには、

- (1) 可燃物 (可燃性分解ガス)
- (2) 空気 (酸素)
- (3) 発火温度 (発火エネルギー) が必要である。

防炎化には、これらのいずれか、または全部を除去する方法をとればよい。各種防炎剤の作用として、次の方法が考えられる。

- (1) 不燃性気体による可燃性ガスの希釈。(可燃物を取除く作用)
- (2) 溶融被覆による酸素の遮断。

(3) 吸 热

(4) 発火温度の上昇

第7表 紙の発火温度⁷⁾

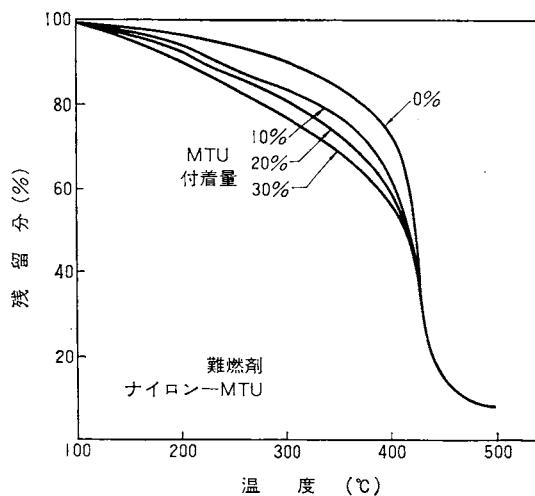
塩類	発火温度 (°C)	塩類	発火温度 (°C)
なし	450	炭酸カリウム	490
塩化ナトリウム	450	硫酸 第2鉄	410
硫酸ナトリウム	470	塩化パラジウム	410
硫酸アンモニウム	480	硫酸 第2銅	380
水酸化カリウム	>550	塩化 第2鉄	380
水酸化ナトリウム	>550	塩化 第2銅	370

第7表は、紙に各種塩類を加えた場合の発火温度を示したが、水酸化カリウムや、水酸化ナトリウムは、発火温度を上昇させるが、 Cu^{++} , Pd^{+++} , Fe^{+++} は発火温度を低下させる。

(5) 热分解温度の低下

雰囲気の温度が、着火に達する前に、熱分解温度をできるだけ下げて、可燃性ガスを系外に出してしまうというものである。

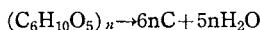
第4図は、MTU処理ナイロンの加熱減量曲線を示したが、メチロール化チオ尿素(MTU)は、ナイロンの防炎剤として、古くから知られている。このMTUのナイロンに対する防炎機構には、種々の説があるが、Drip効果が主たる要因であると考えられている。すなわちナイロンにMTUを付着させると、その加熱減量曲線から推定されるように、ナイロンの熱

第4図 MTU処理ナイロンの加熱減量曲線⁸⁾

分解点が低温側にずれ、更にこの点での分解速度が速められる。しかも分解はランダムに起るので、分解物はガス化するまえに、粘度の低い溶融物になり Drip 現象が表われる。したがって見掛け上接炎附近のナイロンの溶融粘度が著しく低下され、その溶融物はそのまま存続できず、下に垂れて炎を消したり、炎源もろとも下に落ちて、延焼を防ぐことになる。この Drip 効果は、繊維製品の形態によっては、非常に有効である。

(6) 炭化促進

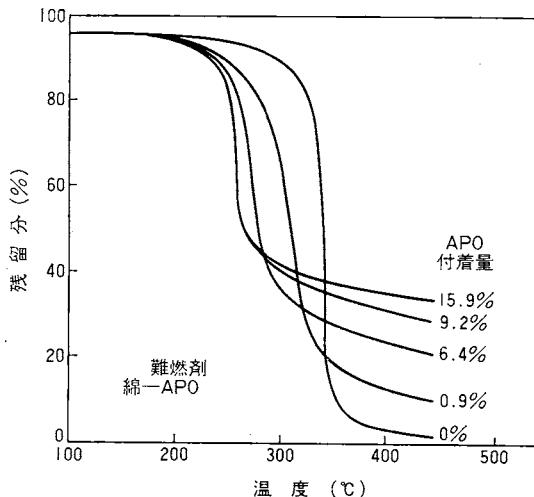
加熱されたとき、防炎剤が分解して、酸や塩基を生じ、それが繊維素を脱水炭化して燃えなくなるというので、防炎剤なしの場合は、繊維素は高温で分解すると、可燃性ガス、揮発性タール物質などを発生して燃えるが、防炎剤が介在すると、これらのガスやタール物質を発生する過程を経ずに、すぐさま最終の炭素と水に分解してしまうというものである。



この説は、他の説にくらべて比較的有力視されている。

第5図は、綿にセルローズ系繊維の代表的な防炎剤である A P O で処理した場合の加熱減量曲線を示す。A P O 付着量を増すことによって、炭化が促進されていることがわかる。

第5図 A P O 処理綿の加熱減量曲線⁹⁾ (空気中15°C/mm)



(7) 酸化燃焼機構の妨害

- i) ラジカル連鎖の切断
- ii) 炭酸ガス/一酸化炭素ガス比の抑制。

炭酸ガスは、一酸化炭素ガスより燃焼時の生成熱が大きいため、燃焼ガスが、炭酸ガスにならないようにすることが望ましい。

- iii) 壁効果

5. 各種繊維の防炎化方法

各種繊維の一般的な防炎化方法を第8表に示した。

第8表 各種繊維の防炎化方法

素 材		防 炎 化 方 法
セルローズ系	木 紡 レ 一 ヨ ン	一時性：リン酸アンモニ系無機塩配合物 耐洗たく性：THPC・THPOH・APO
合成繊維	ポ リ ア ミ ド	メチロール化チオウレア処理
	ポ リ エ ス テ ル	ハロゲン化リン酸エステル処理
	ポリアクリロニトリル	含ハロゲンモノマー共重合によるモダクリル
	ポ リ オ レ フ イ ン	ハロゲン化ポリオレフィン /3酸化アンチモン処理
	ビ ニ ロ ン	リン酸アミノプラスト処理
蛋白質系	羊 毛	特に防炎化の必要はないがセルローズ系防炎剤適用、

セルローズ系繊維の防炎化方法は、その研究の歴史も古く、技術レベルはかなり高い水準にある。THPC, THPOH, APOは、その代表的な防炎剤としてすぐれたものである。ポリアミドは、先に述べたようにメチロール化チオウレア処理により、Drip効果が主たる要因である。

ポリエステルは、ハロゲン化リン酸エステル処理により、主鎖の切断と（溶融粘度が低下してDrip効果が出る。）自己消炎効果がある。

また羊毛などの蛋白質系のものは、形態によっては防炎化の必要はないが、防炎の必要な時には、セルローズ系防炎剤が適用できる。

6. 代表的な防炎化技術

防炎化の代表的な技術レベルにあるものを挙げると第9表のとおりである。

第9表 代表的な防炎化技術

(1) 後加工段階での防炎処理。

○セルローズ系繊維の耐久性処理法。

i) Pyrovatex-CP 処理 (CIBA 社)

ii) Proban 加工 (Albright & Wilson 社)

(2) 既存繊維の防炎改質。

○リン系化合物をプレンド紡糸

Avisco-PFR レーヨン (FMC 社)

(3) 防炎性ポリマーの纖維化

○芳香族ポリアミドを纖維化。

Nomex (Dupont)

Pyrovatex-cp は、Ciba 社が開発したセルローズ系繊維用の耐久性防炎剤である。

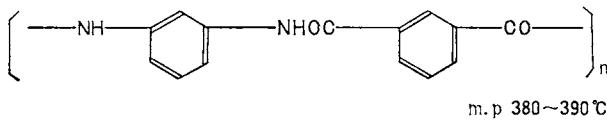
Proban 加工は、先に示した THPC のアンモニアキュア法である。

Avisco-PFR レーヨンは、米国の FMC 社のアメリカン・ビスコース部門が最近開発した防炎性レーヨンである。防炎剤のねり込み技術であるともいわれ、25%のコストアップで販売されているときいている。

しかしその技術は高く評価されている。

この種の技術は、すでに英国のコートルズ社でも開発しているといわれている。

Nomex は、Dupont 社が開発した耐熱性有機高分子で、すでに工業化されている。



単独では染色も困難でありコストも高いので、一般的の用途には使用することができないが、他の防炎素材と交織交撫、混紡することにより、防炎性の増強効果が認められているので、今後は他の素材との組合せによる複合化によって、防炎素材としての用途をひらいていくものと思われる。

この種の耐熱性有機高分子の研究は、宇宙開発の研究が刺戟となり、国内外で活発化している。

したがってこの分野から、近い将来防炎性の新規な繊維素材が開発されてくる可能性も大きい。

7. 今後の防炎性繊維のあり方

(1) 防炎性繊維としての必要条件

- i) 美観：風合い。染色性、光沢。
- ii) 安全性：燃えない。煙・ガスが出ない。

繊維の可燃性問題を考える場合、常に上記の2つの性質を対比して考える必要がある。この2つの性質は現在の技術レベルでは、一般に相反しているが、繊維産業は、感覚産業であるといわれているように、美観さを重んじられてきたが、今後は安全性を併備した方向に進むべきであろうと考える。

(2) 本質的な防炎性繊維の開発

- i) 耐久性。
- ii) 見掛け上の防炎性でないもの

耐久性があり、自己消炎性または、着炎しない本質的な防炎性繊維の開発が必要である。

(3) 防炎性繊維製品の開発方向

防炎規制は、今後とも拡大される方向にあるが、防炎性繊維製品の開発に当っても、次に挙げるような方向に指向すべきであろう。

- i) 多数の人の集まる場所。
- ii) 高速車両

- iii) 寝装具。
- iv) 老人や子供用衣料

8. むすび

繊維製品の防炎化に関しては、まず「木綿より燃えにくいくこと」に端を発し、次いでより防炎性であること。自己消炎性であること、着炎しないこと、更には煙、ガスを発生しないことへと目標が高く進みつつある。そしてこの目標達成のためには、より高度な技術の開発が要求される。

繊維の防炎化は、世界的な要求であるにもかかわらず、技術的には多くの未解決の問題を残している。

しかし人命尊重の立場から考えるところに、社会的意識があり、繊維メーカとしては、どうしても解決せねばならない課題である。

参考文献

- 1) 大阪市消防局調査
- 2) 自治省消防庁統計
- 3) L. W. Sayers, Textile Inst. & industry, July 1965
- 4) 化繊協会調査
- 5) 小林：繊維の難燃と防煙 13, 1943
- 6) 東レデータ
- 7) 立花, 日化, 63, 927 (1942)
- 8) 東レデータ
- 9) R. M. Perkins et al. J. APPL. Polymer Sci. 10, p.1,041~1,066 (1, 966)

(3) 防炎試験について

消防研究所 上原陽一

せんいの防炎性能を求めるに当って先ず問題となるのは、それがどういう火災を対象としており、そのためにはどのような試験をすればよいかである。

いま対象とするせんい製品の火災時の役割を考えてみると、何か小さな火源があって、それがせんい製品、たとえばカーテン、どん帳のようなものに接すると一気に火勢を拡大して、出火にみちびくという場合が多いと考えられる。したがって試験のねらいとしては、小さい火源を大きい火源にしないという点にしほられる。

一般に物質の姿勢としては垂直、傾斜および水平の三つがあげられるが、いまでもなく垂直が最も燃え易く、傾斜がそれに次ぎ、水平が最もおそい。したがって垂直法で試験をするのが、最も苛酷なので、試験法としてはこれが望ましいが、今度は判定の問題がつきまと。方法がいかによくても、判定できなければも何もならない。

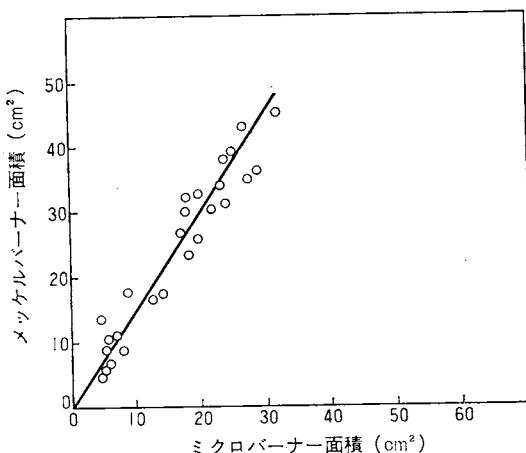
これら二つの点を考慮して、消防研究所では種々のテストをくり返した結果、 45° にした傾斜法が最も適当であるとし、アルコールランプによる加熱で生じたせんいの炭化面積をもって防炎性能を判定することとし、いわゆる消研法として制定した。

一方、これとは別にJISにおいても同様の判定方法が採用され、JIS Z 2150として制定された。この方法と前記消研法との相違は、煙道が中央から端によったこと、加熱源としてガスバーナーを用いたことおよび炭化長をもって判定の基準としたことである。

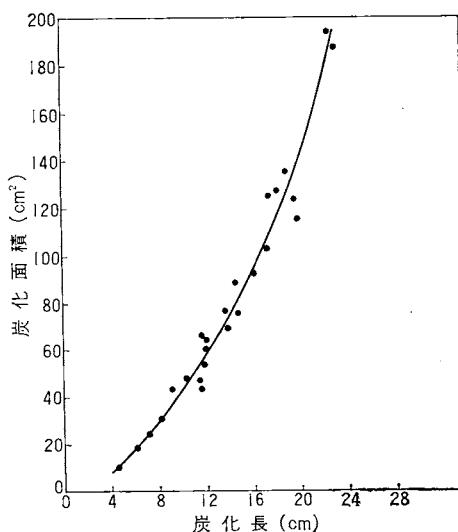
今回の消防法の改正で、防炎試験法を定めるに当っては上記二法の長所をとり入れ、より正確に判定が行なえるよう考慮を払った。これら三つの方法の比較を第1表に示す。

第1表により新しい試験法の概要がお分り願えると思うが、今少し詳しく新方式判定の技術

第1図 メッケルバーナーとミクロバーナーによる炭化面積



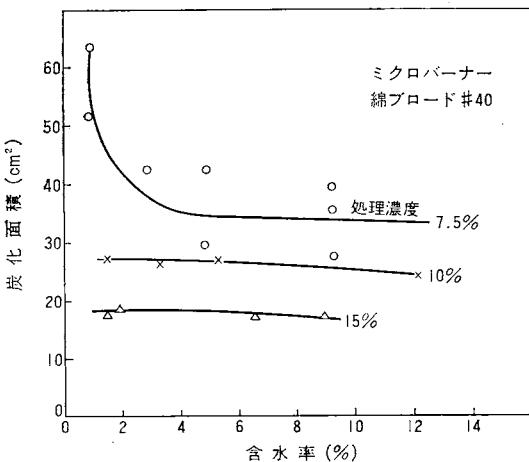
第2図 JIS Z 2150 (メッケルバーナー) による炭化面積と炭化長の関係



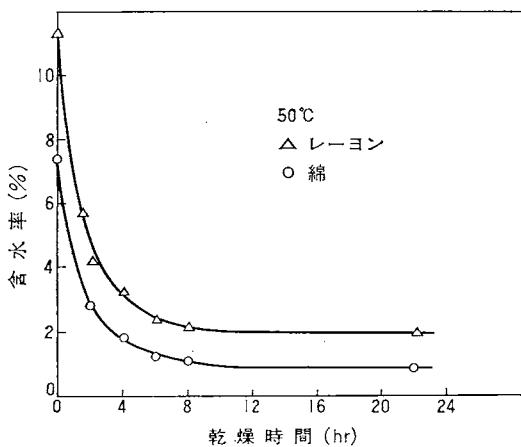
的根拠を明らかにしておく。まずJISでは、炎の長さ65mmのメッケルバーナーを用いているが、消防法ではこれをせんいの重量に応じて、45mmのミクロバーナーと65mmのメッケルバーナーを使いわけている。このうちミクロバーナーの方は消研法に準拠したものであり、メッケルバーナーはJISによっている。これは薄物にあってはミクロバーナー程度のものが適当であり、厚いものではメッケルバーナー程度のものが望ましいからである。同一材料について両バーナーを用いて測定した炭化面積の関係を第1図に示す。両者は大体相関しており、基準のとり方をかえれば別段支障がないことが分る。

次に今回の基準とした炭化面積とJISの炭化長の関係であるが、これは第2図に見られると

第3図 含水率と炭化面積



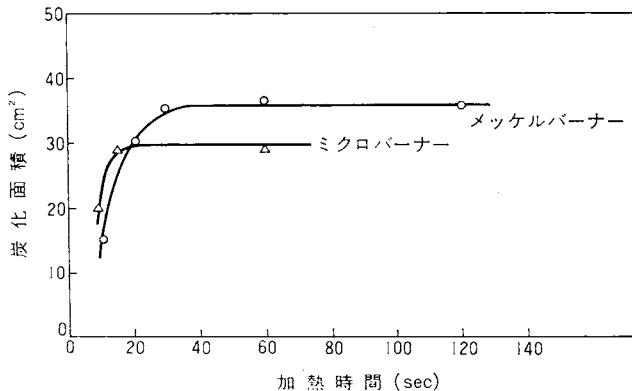
第4図 乾燥時間と含水率



おりで一般に炭化面積の方が厳しく出ており、過去にテストをくり返した経験では炭化面積をとった方が精度がよかつたので、今回はこれを採用した。第1表および第2図から明らかのように消防法はJISの防炎2級程度の能力をもつ製品をねらいとしている。

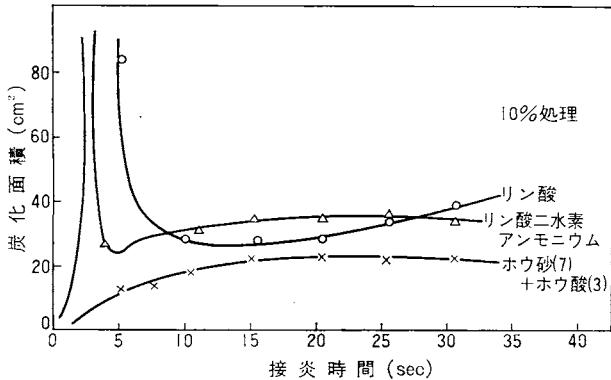
燃焼にはせんいに含まれている水分が影響すると思われる所以、その関係を第3図に示した。これによると、防炎性のないものは、大いに含有水分の影響を受けるが、性能のよいものは、ほとんど影響をうけないことが分る。つまり性能のよい防炎せんいについては、含有水分率をそんなに斟酌に考えなくてもよいといえる。消防法の規定ではせんいの前処理として50°C 24時間の乾燥が要求されており、これはJISの50°C 48時間と大きくちがうが、実際に前者の条件でせんいを乾燥させたときの含水率は第4図のとおりであり、8時間後にはほとんど一定となるので、48時間も行なう必要がないことが分る。24時間を使ったのは、時間に余裕をもたせたのと、前日のたとえば9時に乾燥器に入れておけば翌日の9時に取り出せるという作業

第5図 加熱時間と炭化面積



上の利点があるからである。加熱時間と炭化面積の関係は第5図のようになり、ミクロ、メッケル何れのバーナーを用いても20~40秒で炭化面積がほぼ一定となるので、余裕をみて1分

第6図 接炎時間と炭化面積



第1表 各種試験法の比較(45°法)

項目	消研法	JIS Z 2150	消防法
前処理乾燥 デシケータ中で放冷	50°±2°Cで24時間シリカゲル デシケータ内48時間	50°±2°Cで48時間シリカゲル デシケータ内48時間	50°±24時間、又は105°±2°Cで1時間 開、シリカゲルデシケーター内2時間
バー＝ および 炎の大きさ	アルコールランプ 炎の長さ 45mm 燃料 エチルアルコール(99.5%)	メッケルバーナー 炎の長さ 65mm	メッケルバーナー、炎の長さ 65mm (試験体重量>450g/m ²) ミクロバーナー、炎の長さ 45mm (試験体重量>450g/m ²) コイル法
バー＝ と 試験体の距離			
加熱時間	5秒、10秒、20秒、30秒 3分の6種	10秒、20秒、30秒、1分、2分 3分の6種	2分および着炎後6秒の2種 (試験体重量>450g/m ²) 1分および着炎後3秒の2種 (試験体重量<450g/m ²) 溶融するものは加熱後消炎するまで
測定項目	炭化面積、残炎、残じん	炭化長、残炎、残じん	炭化面積、残炎、残じん 溶融するものは加熱回数
判定	A級 <30cm ² B級 31~35cm ²	炭化面積 残炎 残じん 防炎1級 <5cm なし 1分 " 2級 <10cm <5秒 " " 3級 <15cm " "	炭化面積 残炎 残じん <40cm ² <5秒 <20秒 <30cm ³ <3秒 <5秒 溶融するもの 加熱回数3回以上

および3分としてある。

ここで一つ問題となるのは、加熱時間を上述のように $450\text{g}/\text{m}_2$ のせんいでは1分間、それ以上の重さをもつものでは3分間と規定しておきながら、もしせんいに着炎すれば、3秒又は6秒後に炎を消すという規定が追加されていることである。これは中途半端な防炎処理をしたせんいをチェックするために設けたもので、第6図をみていただきたい。ここでは横軸に加熱時間、縦軸に炭化面積をとっているが、処理程度の十分でない、つまり防炎性能が完全でないものは2~6秒程度の加熱をしたときには炭化面積が無限大になるにもかかわらず、さらに加熱時間を増加すると今度は却って炭化面積が小さくなり合格範囲に入るという現象がみられる。この理由は明らかでないが、防炎剤の作用機構と加熱との間に何か関係があるためだと思われる。このような現象は十分な処理を行なったものでは起らない。これで3秒および6秒加熱規定を設けた理由がお分かり頂けたと思う。

その他新規定では、これまでどの規定にもなかった溶融性せんいの判定をコイル法で行なうことにしているのが特長である。この方法は一部の溶融性せんいの判定について、多少検討の余地を残しており、一層の改良が望まれている。

以上新しく消防法にもとづいて制定された試験法について概説したが、現在関心がもたれている内装材料からの煙および有毒ガスならびに経時変化をした材料の防炎性能試験についての検討が残されている。これについては昭和44、45年度の2年度に亘って当研究所で研究が行なわれることになっているので、そのデーターをもとに近い将来これらの規定が改正又は追加されることになるだろう。

(4) 地下鉄火災実験について

消防研究所 渡辺 彰夫

1. はじめに

昭和43年帝都高速営団日比谷線で地下鉄火災が発生したことに関連して、この度、科学技術庁より特別研究促進調整費によって、船舶技術研究所と共同で地下鉄火災実験が行なわれた。その最終目的は出火防止の立場から車両材料および構造をどう改造すればよいのかという資料を得ることにある。

地下鉄車両は従来からできるだけ可燃材の使用を避けているが、東武電鉄車両の場合、約800kgの可燃材が使われ、塩化ビニルがその大部を占める。塩化ビニルは家庭のすみずみまで入り込み、建物では床材や電気材料としてひろく使われている。ヨーロッパ諸国では塩化ビニルが燃えたとき、機械・電気機器等の金属部、モルタル、スター、コンクリート等に被害を与える事例が多く、本年塩化ビニル火災についてのシンポジウムが開かれた。

したがって、地下鉄火災実験の結果が塩化ビニルを多量に用いた建物、地下街、列車、共同溝等の火災性状を類推するに役立つと思われる所以ここに紹介する。

2. 実験の概要

2.1 車両材料の実験室的吟味

実験はまず難燃材といわれている車両材料からどの程度有毒ガスや煙が発生するか、電線がどの程度の高温で使用できなくなるかを調べた。

10数種の車両内装材のうち、塩化ビニル系のものが最も多く。ついでゴム糸のものがこれに次ぐ。このような材料をヘリウム気流中で熱分解させ、発生したCO、CO₂はガスクロマトグラフにより、HClは水に吸収させ定量した。

その結果、塩化ビニル、サラランなど塩素を含む高分子化合物を主成分とするものの場合多量のHClが、また難燃加工された座席シートの場合木材なみのCOおよびCO₂が検出された。なお、塩化ビニルの場合、最高58%程度のHClが放出されるはずであるが、加熱温度、混和物の影響で15~45重量%にとどまった。また電線被覆、床材など無機質混和物を含むものでは当然残渣が多くあった。

車両材料の発煙性の試験は有効空間約0.6m³の木箱に煙濃度計およびルツボ炉を入れて行った。煙濃度は煙層による光の減少をセレン光電池で測ってランベルトの法則から1m当たりの減光係数を求めた。うすい煙では減光係数と減光度はほぼ一致する。すなわち、煙により光量が1割減少すると、減光係数、減光度ともに0.1となり、煙がないときは0となる。また発煙性は、ルツボ炉に入れた材料1g当たり1m³の空間をどの程度の濃さの煙で満たすかで示すこととした。

実験の結果、座席クッション用に用いられているヘア・ロック（クロロプレンゴム処理の豚毛）がもっとも、煙を発生すること、類似の処理をしたガラス繊維も煙を発生すること、床コーリング材において骨材を固めるために用いられていたエポキシ樹脂接着剤はかなりの量の煙を発生すること、地下鉄に使用されている難燃材は、平均して、1g当たり1m³の空間を減光係数0.2/mの煙を低湿度において発生することなどがわかった。

塩化ビニルについては試験箱内の湿度をかけて実験した結果、60%以下の湿度では余り煙を出さないが、90%程度の湿度では分解した塩化水素ガスが水蒸気と結び付いて塩酸粒子滴をつくり、著るしく多量の煙を発生し、試験箱の下半分に濃い煙の層をつくることがわかった。

以上から地下鉄車両1台が全焼すると、低湿度の場合でも減光係数0.1/mの煙に換算して160万m³煙を発生すること、すなわち、煙が失なわれることなく均一に12m²の断面積の単線墜道に拡がったとすると、長さ130kmにわたって避難不能にしてしまうことが予測された。

電線については、2mm²の低圧(600V)ビニル電線および100mm²の高圧用クロロプレンシース・天然ゴム絶縁電線を電気炉内で極めて緩慢に温度を上昇させ試験を行なった。

その結果、ビニル電線は高圧電線より低い温度で急速に絶縁抵抗が減ること、一度高温に加熱した後大気中に放置すると吸湿して絶縁抵抗は著しく減少し、絶縁耐力についても同様の傾向がみられること、300°C程度で電線を加熱した際生ずる熱分解ガスは6~7mJ程度の放電エネルギーで容易に着火することなどがわかった。

2.2 実車両火災実験

実験は長さ30m、断面は単線地下鉄墜道と同じにした模擬トンネルの中央に実車両を置き、2回にわたって行なわれた。

日比谷線の火災は制御器の故障等で主抵抗器に過大電流が流れ800°C程度の温度になったためと推定されていたので、これを再現することとした。

第1回の実験は、旧型車両の主要部の材料、および配線を事故車両と同じように改装したのち、行なった。当日の気象条件は気温8°C相対湿度80%、小雨であった。

主抵抗器に通電30分後にその温度は700°Cとなり、この時点でトンネル内に煙が確認された。44分後に車体の中央軸線上の配線棚に着炎し、60分以降最盛期に入った。一方、車内床面は61分ごろ200°Cをこえていることからこの時点で車内に着炎したものと推定される。66分以降トンネル付近の屋外では煙の異臭で測定できなくなった。実験終了後の調査によれば、車外で焼損した部分は4m²、すなわち、ビニル電線被覆および硬質塩化ビニル30kgとクロプレンシース・天然ゴム電線被覆10kg、計40kgであり、車内では1m²相当の塩化ビニル床材および床コーティング材が焼損した。

これらを測定結果からみると、まず、車両の下では木材火災と同程度のCOおよびCO₂が検出された。しかし、当日小雨であり、発生した塩化水素ガスが塩酸粒子滴となつたため、当初はほとんど塩化水素は認められず、60分以降急速に100PPM以上の塩化水素が検知された。

車両外のトンネル両端の温度は実験を通じ最大25°C程度であった。煙は通電55分後までの火災初期には地面に近いところに濃煙の層をつくり、59分以降逆に天井面付近に濃煙の層を形成した。トンネル内の気流速度は北口において風速とほぼ同様平均23cm/s程度、また煙の移動速度は10~30cm/s程度であった。これらから、トンネルから外部へ流れ出した煙の量は、減光係数1/mの煙にして約9,000m³であり、燃焼量と室内実験からの推定値8,000~15,000m³とほぼ一致する。この煙がトンネル外へ逃げずに同一断面積のトンネルに拡がったとすると、たった4m²燃えただけで3kmの長さを避難不能にしたといえる。

車両内の測定は、車両の窓、戸を閉め切った状態で行なわれた。その結果、温度の最高値は主抵抗器直上の床面でえられ、濃煙層は、車外同様、初期には床面付近で、最盛期には天井面付近で形成された。なお、CO濃度は0.2vol%程度であり、エポキシ樹脂接着剤の熱分解の結果と推定される。

主抵抗器直上の電線群の絶縁測定も行なわたが、ビニル線は熱に弱いこと、電線管に着火した50分ごろにはkΩ程度になることなどが確かめられた。

2回目の実験は、主抵抗器の上に大型の防熱板をつけたり、配線を金属管や遮熱ダクト内に収容したため、800°Cになって20分経過しても頗著な発煙および着炎は認められなかった。

3.まとめ

塩化ビニルを主な可燃材とする車両火災の特異点および実験からいえることはつぎのとおりである。

- イ) 塩化ビニルは比較的低温度の火災初期にも著しく多量の煙を発生し、とくに地面附近に濃煙層をつくることは避難対策上大きな問題となろう。
- ロ) このような火災では、人命安全上、煙、CO以外にHClの影響を考える必要がある。
- ハ) 地下鉄火災では車両を最寄りの駅を持ってゆくこと、および駅舎の排煙設備をできるだけ完備しておくことが必要である。

ニ) 運転操作に必要な設備の集中する車両床下はできるだけ温度を下げるとともに、使用材料の再吟味等を行なう必要がある。

V 研究発表

(1) 粉末消火剤の消火効果

消防研究所 山鹿修藏

消火剤を用いて消火をする場合には、使用対象に対する適応性と、必要量に対する予知が必要である。ここではこれらを決めるために行なっている一連の実験のうちから、粉末消火剤について述べる。

粉末消火剤はその効果によって次の三種類に分けることができる。

分類	主成分	効果と適応性
炭酸水素塩系	炭酸水素ナトリウム またはカリウム	消炎力をを利用して可燃性液体と気体の火災に使用できる
リン酸塩系	リン酸アンモニウム	消炎力をを利用して上記と同様に使用できるほか、防炎力をを利用して一般火災にも使用できる。
塩化物系	共融塩化物 (T E C) または塩化ナトリウム	消炎力をを利用して上記と同様に使用できるほか、適当な融点を利用して金属火災にもある程度使用できる。

このうち炎を消滅させる効果について評価を行なうに当って、実験室的な方法である燃焼限界のピーク濃度と、実際の消火実験における限界供給率を関連づけることを試みた。そのため市販の粉末消火剤を用いて十数種の燃料と空気の混合ガスの燃焼限界曲線を求めた。

当然消火効力のすぐれた粉末ほど小さいピーク濃度を持っていたが、中には燃料と粉末消火剤の組合せによって燃焼限界曲線に異常なふくらみが観察された。また、粉末消火剤の種類によって曲線の形状に特徴があり、それは抑制作用を持つといわれているハロゲン化炭化水素消火剤の場合のそれとも異なる点が見いだされた。これらは粉末消火剤の消火作用について何らかの示唆を示すものと考える。

ピーク濃度の測定値と燃料の燃焼速度から、消火に必要な粉末の限界必要量を次式によって求め、実際の消火実験と比べて見ると、実際の消火実験の方が2~40倍の値となった。これは一種の安全係数ともとれる。数字の開きについても考察を行なった。

$$E = \frac{P}{C} \cdot V = \frac{P}{C} \cdot \frac{22.4}{M} \cdot W = \frac{P}{C} \cdot \frac{22.4}{M} \cdot S \cdot v \cdot \rho$$

ここでEは粉末の必要限界供給量 (g/min), Pはピーク濃度 (g/l), Cはピーク濃度における燃料-空気系の燃料濃度, Vは蒸発燃料量 (l/min), Mは燃料の分子量 (g/mol), Wは蒸発燃料量 (g/min), Sは燃料の燃焼表面積 (cm²), vは燃料の燃焼速度 (cm/min), ρは燃料の密度 (g/cm³) である。

(2) 東亜合成化学工業(株)名古屋工場の火災について

名古屋市消防局 田 中 太 郎

近時、化学工業の進展は目ざましく、その形態も複雑多岐にわたり、有事に際しはかりしない二次災害もまた予想されるところである。

ここに、化学工場におけるプラント設備の一部において発生した火災において、火災防ぎよ中に洩れたニッケルカルボニルによって多数の人が中毒した事例を報告し、その問題点を考えてみたい。

1. 合成工程

発災したのは、2-エチルヘキシルアルコール、アセチレン、一酸化炭素および塩酸を使用してアクリル酸2-エチルヘキシルエステルを合成していた工程である。反応を促進するためには、触媒としてニッケルカルボニルが用いられるが、この際ニッケルカルボニルは塩酸と反応して塩化ニッケルとなる。しかし実際には全部が塩化ニッケルとなるのではなく、粗エステル中にはニッケルカルボニルが含まれている。

2. 出火個所

出火個所は1階フロアに設けてある高揚程メカニカルシール型磁製ポンプ（液造循環ポンプ）の周辺であり、ここにはアクリル酸2-エチルヘキシルエステル、ニッケルカルボニル、塩化ニッケル水溶液、2-エチルヘキシルアルコールの混合液が循環している機器およびパイプラインがあり、ポンプで次工程へ送るパイプ接合部分（フランジパッキング）より洩れがあったものと認められ、これが何らかの原因で発火したものと推定される。発生原因は調査中であるが、化学反応熱またはスチームドレン配管の熱が考えられる。

3. 火災概要

- (1) 出火日時 昭和44年1月27日（月）5時50分頃
- (2) 覚知日時 同日 6時08分
- (3) 鎮火日時 同日 8時27分
- (4) 出動車輛 消防隊および人員、化学車1、屈折車1、無線付ポンプ車3、タンク車1、消防艇1、その他4、計15輛（隻）69名
自衛消防隊、化学車3、ポンプ車5、計8両、70名
- (5) 気象状況 天候霧、風向静穏、風速0m/sec、気温10.1°C、相対湿度99%、実効湿度85%，濃霧警報発令中
- (6) 被害程度
 - ア 物的損害 間口6m奥行12m合成工場の1～5階部分の機器装置、危険物など焼損、損害額3,300万円
 - イ 人的損害 ニッケルカルボニル中毒 109名
- (7) 覚知別 火災報知専用電話（109）
- (8) 出火前の状況 深夜の0時前、合成反応系に故障を生じ、運転を停止し、復旧作業を行ない、3時間をへて再開準備中に出火した。

(9) 出火当時の状況 作業員が巡回中に発見し、操作室に連絡した。現場に急行し、最初に火災の状況を確認した作業員が、手提式消火器（粉末、四塩化炭素）を6～7本使用したが消火できなかった。

(10) 火災を大きくした原因 ア、配管のフランジに耐熱性の乏しいテフロンパッキングがなされていた。イ、架構の各床には危険物の流下する隙間があった。ウ、出火場所近くにアルコールを充填したガラス管製流量計があった。

(11) 消防隊の活動状況、先着隊が工場正門に到着して保安係員より爆発の危険が考えられることを聞き、保安係員1名の同乗を求めて、火災工場に急行し、水利部所についた。工場従業員からの説明で、燃焼物がアルコール系であることがわかったので、注水消火での防御活動を開始した。消火活動中に消防隊員が現場責任者から有毒ガス発生を聞知したので直ちに現場消防指揮者に報告し、各消防隊に連絡した。その後、指揮者に対して工場技術責任者から正式に報告があるので、消防隊および自衛消防隊に撤退を指示し、無水放水銃による消火活動を行ない鎮火させた。

災害防止に対する今後の課題

本次火災より経験した教訓は次のとおりである。

- (1) 消火活動に重大な支障を生ずるおそれのある物質を保有する事業所の関係者は、危険区域を設定して明示する。
- (2) 地域住民の安全を確保するため毒劇物を取扱う事業所の防災上の規制を強化する。
- (3) 危険物を取扱う配管の接手、バルブ、コック、造液ポンプ等のパッキングに耐熱措置をする。
- (4) 危険物を取扱うタンクおよび配管には一定の着色をする。
- (5) 危険物の性質により、火災その他事故発生によって、二次的災害が予想されるものについては、貯蔵又は取扱う設備に緊急排液設備を設ける。
- (6) 危険物を取扱う反応そうや貯蔵そうが設けてある製造所などは、著しく消火困難な製造所とし、第3種固定消火設備を設ける。

(3) 磐光ホテルの火災の概要

郡山市消防本部 武田久夫

1. 火災の概要

- (1) 出火日時 昭和44年2月5日（水）21時頃
- (2) 気象状況 気温-3°C、瞬間最大風速25mで強風注意報発令中
- (3) 死傷者 死者31名（男21名、女10名）、負傷者37名（男26名、女11名）
- (4) 出火原因 金粉ショーに使用する「タイマツ」（棒の両端に布を巻き、エンジンをひいたもの）を反射式石油ストーブの近くに置いたため、引火したものである。当時その場所には出演者4名がいたが、短時間に燃え広がり、火勢が強くなつたため簡単に消火できなくなり消火器を探しに行っているうちに火勢が激しくなつて拡大した。

2. ホテルの概要

(1) 建物面積 磐光パラダイス（3階建）—延7,200m², 磐光ホテル本館（3階建一部4階建）—延7,028m², 磐光ホテル別館（2階建）—1,528m², ニュー磐光（3棟）—3,400m², 総計21,116m²

(2) 従業員 379名（男161名, 女218名）

(3) 収容人員 磐光ホテル1,000名, ニュー磐光と合せて1,300名, 220室

3. 火災発生後の燃えひろがり

金粉ショーアンサンブル準備室において出火した火災は、ステージ間のベニヤ板を燃やし、ステージのカーテンおよびどん帳より天井各部に拡大し、天井裏の暖房用ダクトの断熱材を媒介として天井裏に燃えひろがった。天井裏に燃えひろがった火災は、ダクトの間隙を抜け、従業員用階段および設置予定のエレベータ室より各階に拡がった。

一方、ホテルとパラダイス大宴会場をしきる襖はホテル大広間の天井落下とフラッシュオーバによる圧力で倒され、猛烈な火流で大宴会場に拡大した。この火流は大宴会場内を燃焼させ避難するために開放された各襖から火勢を強めナイトクラブ、パラダイス玄関へと燃焼経路をたどった。

4. 火災の燃えひろがりと避難状況

当日の宿泊者は295名で5名は当夜帰宅し290名（消防本部の確認では282名）だった。このうち約260名の生存者の中から協力が得られそうな207名に対してアンケートをとったところ、125名から詳細な回答がよせられ、12名は宛先不明で戻り、70名からは回答を得られなかつた。

アンケートから出火当時、150～160名はパラダイス大宴会場に、隣の食堂には8～10名（従業員を含む）がいた。生存者の避難は

- パラダイス正面玄関から避難した者が最も多く49名（60.5%）
- パラダイス大浴場の戸を破って出た者が12名（14.8%）
- 非常口が5名（6.2%）

ここで注意すべき点は、非常口を破壊するのに時間を要し、あきらめて引き返した者が階段付近で混乱を起し、約20名が焼死し、脱出者は10名位であったこと、また客室にいた者の脱出口がニュー磐光の非常口であったことである。

5. 火災の燃えひろがりと焼死者の状況

出火場所に従業員が消火器を持ってかけつけた頃はすでに手遅れだった（金粉ショーアンサンブル4名のうち2名死亡、1名重傷、1名無事脱出）。この時点では隣のパラダイス大宴会場の観客は出火に気づいてなく、ステージの歌手の知らせで一斉に避難した（この場所にいた者のうち15名死亡）。

この頃は、まだ火点に遠い食堂にいた10名位のうち7名が死亡した。この位置の人々が火災を知った時はすでに遅く脱出の機会を失っており、火点から遠いほど死亡率が高いという特異

な現象が現われている。さらに内部の人々が瞬時に判断した避難の方向が、この場合明暗をはっきり分けていることがうかがわれる。

(4) 火災危険度の算定について

横須賀市消防本部 桐ヶ谷 光利

従来、火災統計は「出火件数、損害額、出火原因」等のように個々の要素のみ扱われ、これからは眞の危険性はわからない。たとえば、たばこの出火件数は高く、損害額もおおい。それ故、たばこは危険性が高いと言ってもさしつかえないだろうか。火災の危険性は「出火件数、損害額、出火割合」の三つの要素を加味して得られるのではないかと考え、火災危険度に関する一つの算定を行ない、考察を行なった。

ここで「出火割合」とは、たとえば、「石油コンロ」が何台使用され、何件火災になったかを示す割合である。もし使用期間が6カ月の場合、同じ出火件数、損害額なら2倍となる。昭和42年の横須賀市の火災記録をもとにして策定した「出火割合」は下に示すような結果となつた。

出火原因	使 用 数	出火件数	出 火 割 合
石油コンロ	125,830台	32件	0.025% 3,932台に1件
プロパン、コンロ	1,045,800台	50件	0.064% 20,916台に1件
タバコ	9,344,000,000本	458件	0.000005% 2,040万本に1件
危険物施設	17,983所	27件	0.15% 660所に1件

「たばこ」は「出火件数」は大きいが「出火割合」が小さく、他は逆に「出火件数」が小さく「出火割合」は大きいという結果を得た。

「出火件数、損害額、出火割合」の三つの要素から下式を用い「火災危険度」を算出した。

$$\text{火災危険度} = \left(\frac{\text{出火件数}}{\text{全出火件数}} + \frac{\text{損害額}}{\text{全損害額}} \right) \div 2 \times \text{出火割合}$$

その結果は

出火原因	石油コンロ	プロパンコンロ	たばこ	危険物施設
火災危険度	283	63	6	2,775

である。

したがって「危険物施設」は極めて危険であり、次に「石油コンロ」がつづき「たばこ」はそれほど危険でないことがわかる。

(5) 乾式小屋裏隔壁の防火力実験結果について

京都市消防局 塚 田 勝 造

共同住宅、長屋住宅等で小屋裏に防火隔壁がないために、火災が延焼拡大することがしばしばある。これらの既存建物は、建築基準法に規定された防火構造に改修するのが建前になっているが、現実には、居住者が居たり建物が老朽していたりするため、工事による汚損や重量の点で改修が促進されないことが多い。

京都市の場合を考えると、火災発生後5分ないし10分後には消火活動に入る現状であるから、火災発生後5分ないし10分間、延焼を食い止める力のある乾式材料を防火隔壁として用いることができれば、改修工事も促進され、また、火災の延焼拡大を防ぐことができるわけである。

こういう観点から、パーライト板、石綿スレート板等の4種類の乾式材料を、プレハブの実験建物の小屋裏に防火隔壁として打ちつけ、模型火災により、できるだけ実火災に近い状態での程度防火効果があるかを実験している。

実験家屋としては、軽量鉄骨のトタン葺2階建のプレハブ（20m²）の2階の部分を3間に仕切って、長屋住宅に模したものを用いている。天井はベニヤ板仕上げ、間仕切りにはサンドイッチボード、試料の乾式材料は小屋裏部分に各種打ちつけて実験を行なっている。

模型火災用の燃料としては、廃材を220kg、井桁状に積んだものを用い、点火にはの10ℓのガソリンを使っている。火災温度曲線はJISの基準曲線と類似の傾向を示しているが、最高温度に2分早く達している。したがって、実際の火災の場合よりも過酷な条件となっている。

試料の乾式材料は45cm間隔に設けた杉材の胴縁（3cm×9cm）に釘付けし、試料の乾式材料と杉材胴縁の間に熱電対を挿入して試料裏面の温度を測定している。その他、測定したものは、天井面の火災温度、下地材の炭化深度、さらに、写真、映画による一般観測も行っている。

実験に用いた乾式材料は次の4種である。

パーライト板	厚さ	10mm
石綿スレート板	"	9mm
石膏ボード	"	9mm
トタン板	"	0.3mm

実験結果のうち、主なものは

- 天井温度が1,000°Cに近い状態、すなわち火災発生後約5分で、トタン板は裏面温度が約800°Cに達し、防火壁としての効果はほとんど認められない。
- パーライト板と石綿スレート板では、その裏面温度が約400°Cに達するのに約10分を要し、かなりの防火効果を有している。
- しかし、石綿スレート板の方は、亀裂、変形が多い等の問題がある。
- 石膏ボードの場合は、約7分までは100°C以内にとどまり、パーライト板、石綿スレート板

とほぼ同等の防熱効果を示しているが、材質が脆弱なためか、約8分で800°C近くに裏面温度が上昇し、壁から脱落している。

その他、各部に用いた下地木材の炭化深度の測定もかなりくわしく行なわれ、また、間仕切りに使用したサンドイッチボード類の焼損状況等についても、豊富な写真、映画を利用して細かく観察されている。

以上の実験結果から、結論として次の4項目をあげている。

- (1) パーライト板が最も防火力がある。
- (2) トタン板は、木造下地の場合は効果がない。
- (3) 石綿スレート板はかなり効果があるが、亀裂、変形がおこるのでながく持ちこたえられない。
- (4) 石膏ボードも初期は効果があるが、材質が脱落するので両面貼りの効果について再実験する必要がある。

(6) 高発泡消火について

神戸市消防局 森 岡 幸一

まず、神戸市消防局における高発泡消火の実例について、つぎに、本年8月に実施したビル火災実験のうち、高発泡消火実験のみについて述べる。（この消火実験の詳細は、神戸市消防局ビル火災実験報告として約30分間、講演当日昼食時に映画上映により説明があった。）

使用した高発泡器の種類は、キディP-500とジェットX-2型であった。使用した泡剤はハイホーム（深田工業製）の1.5～2.0%であった。発泡倍率は、前者の発泡器を使用した場合は約800、後者の場合は約430であった。

実例1では、貨物船明寿丸の5番船倉内のこんばう原綿204箇焼損火災に対し、キディP-500型（以下キディ型と略す）2基を用い、約20分で消火した。 V_s/V は約4.0であった。ここで V_s は発生泡容積（m³） V は泡を充てんした空間容積（m³）をあらわす。消火時には V だけ残存したので、75%の泡が破壊したことになる。実例2では、市内のパチンコ店地下機械室（容積30m³）の電気設備火災に対し、キディ型1基を用い1分間で消火した。 V_s/V は約1.5であった。

火災実験の方は第1～第4実験まで4回行なったが、このうち、第2～第4実験で、高発泡消火を行なった。第2実験は、耐火ビルの一室（床面積63m³）に井げた状に、積み上げた木材880kg、新材400kg、塩ビおよび発泡スチロール等73kgに着火し、着火後7分40秒で送泡を開始した。スノーケル上からジェットX-2型発泡器1基を用い、16分後消火した。 V_s/V は約5.5であった。第3実験は、木造モルタル建物の2階の床面積84.3m²の室内で着火、着火後1分50秒で、キディ型1基に送泡管を連結し、送泡を行なった。送泡開始後5分で消火した。 V_s/V は約3.0であった。第4実験は、体育館の内部の一つの側壁を劇場舞台と想定し、ここに木材を積み上げて着火し、その火災がある規模に達したとき（予燃時間不明）キディ型2基お

よりジェットX-2型1基を用いて送泡を開始、10分で消火した。 V_s/V は約1.0であった。

実例と実験結果との考察から次の結論をうる。(1) 耐火造の密室では、高発泡消火は効果的であるが、木造では、屋外え泡が流出しないように工夫する必要がある。(2) 泡を高所から流下させる方が消火効率が良い。(3) 中高層ビル消火には、高発泡装置とスノーケルの併用を考えるべきである。(4) 可燃性液体および気体の流出拡散の等の事故の際の事故現場での危険防止用または熔接火花からの防護用として将来利用できる。

(7) 東消式発泡器の試作ならびに消火効果

東京消防庁 沼田勇治

現場用として構造が簡単で、取り扱いが容易、しかもいかなる火災にも対処できるように東京消防庁で試作開発したのがこの発泡器である。構造は、東京消防庁で消火用として使用している21型噴霧ノズルの前方1mの位置に3本の鉄製支柱を用いて固定した直径1mの鉄製リングにナイロン製ネットを取り付けたものである。その噴霧ノズルから泡剤水溶液をネットに放射すると泡が発生する。その噴霧ノズルは、噴霧の展開角度を自由に変えることができるのでの展開角度を変えることにより、発泡倍率および射程を自由に変えることができる。

泡剤は東京消防庁で開発したA.T.剤（三愛石油製）を1.5vol%の水溶液濃度にして使用し射程、発泡倍率および発泡量と噴霧の展開角度（またはネット面にあたる噴霧の直径）との関係をしらべた。

噴霧の展開角度が $11^{\circ}40'$ （直径20cm）のとき発泡倍率は40倍（最低の倍率）、射程は12m（最大の射程）をえた。展開角度をそれより増加させると、射程はしだいに低減していくが、発泡倍率の方は射程とは逆にしだいに増大し、展開角度が $38^{\circ}40'$ （直径70cm）のとき、射程は約4mで、発泡倍率は250倍（最大の倍率）になる。さらに展開角度を増してもかえって発泡倍率も低下し、射程も4m位になる。

この発泡器を用いて、地上の油火災に対する消火実験を行ない、その実用性能をしらべた。油火災の規模は、 100m^2 と 300m^2 の2種、使用燃料はガソリンで、油層の厚みは約5.0cmであった。 100m^2 の火災に対し、この発泡器1基を用い、46秒で消火した。また、 300m^2 の火災に対しては、この発泡器2基を用い、1分24秒で消火できた。

上述の発泡性能試験および消火実験から本器の特徴を要約するとつきのようになる。

- (1) 発泡倍率が自由に変えられるので、いかなる火災にも対処できる。
- (2) 射程が大きいので、火点から離れた位置から送泡できる。
- (3) 発泡準備および発泡操作が簡単で軽量である。
- (4) 製作費が安価である。

(8) 避難用呼吸器具について

消防研究所 高 橋 哲

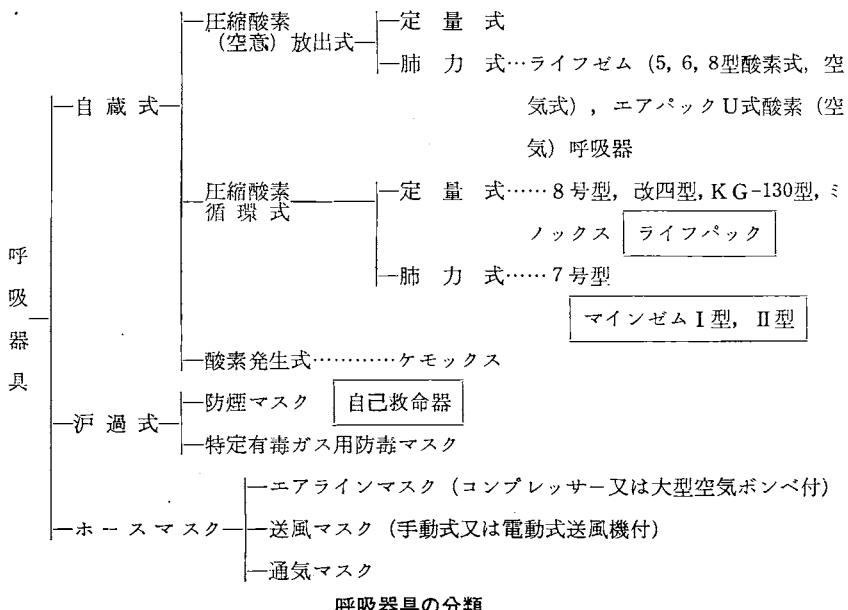
はじめに

避難用呼吸器具は元来、炭鉱における爆発、火災に伴い多くの人命が失なわれる事を防ぐ為につくられ始めたものであり、1950年頃からドイツで本格的なものが実用に供され、それ以来、世界各国で多数の人命を救っている。炭鉱で汎用されるものはCO沪過式の自己救命器と呼ばれるものであり、沪シンとCOの無毒化を主性能とする。これは現在なお主流として使用されているが、近時酸素欠損による欠陥がようやく指摘され始め、酸素循環式救命器の開発の必要性がさけばれるようになった。

消防にあっては、密室火災による死傷者の増加、ガス漏れ、地下街工事の火災等の増加に伴って、このような簡易呼吸器の必要性の高まっている事は、炭鉱以上のものがある。

1. 避難用呼吸器具の分類

このものは、単に脱出用として用いられるだけでなく、窒息環境化した場所で発見された被災者の救助用として、又消防隊の補助呼吸装置としても近時装備され始めているが、その本質的構造は他のいわゆる呼吸器具と同様であるので、その分類を次に示す。ホースマスクを除き各項に対応するものが存在する。



この種のものの本来の起源からして、最も主体となるのは圧縮酸素循環方式および酸素発生式のものである。特に後者には、海外ではわずか2kgで30分以上の耐用時間を有するものまでつくられている。

そこで、この両方式のものの機能を次に三つに分けて説明する。

- (1) 耐圧容器に高圧酸素を充てんした自己救命器であって、再充てん可能な呼吸用ソーダ石灰清浄缶をもち、2~1.8l/minの定速度で酸素が供給される。いくらか大きい体格の人の作業ではこの供給率が必ずしも必要を充足しないから、手動式の供給弁が必要となる。

呼吸器具の性能諸元

名 称	重 量	耐 用 時 間	酸 素 又 は 空 気 量	製 作 所
ライフゼム 5型	11kg	15~20分	600・	川崎航空機 K.K.
" 6型	14	25~30	900	"
" 8型	16	30~40	1,200	"
エアパック	13.6	25~30	1,700	スコット社
U式酸素(空気)呼吸器	11	15~20	600	伊藤精機 K.K.
8号型酸素呼吸器	10.5	1時間30分	200	川崎航空機 K.K.
KG130型 "	11.6	"	150	"
改4型 "	"	"	"	"
ミノックス	10.6	1時間以上	350	シープ・ゴーマン社(英國)
ライフパック	1.4	10分	13	重松製作所
7号型酸素呼吸器	13.7	3時間	220	川崎航空機 K.K.
マインゼム I型	4	10~15分	150	"
" II型	6	15~25	300	"
ケモックス	6.1	1時間以上	—	M.S.A.社(米国)
防煙、防毒マスク	約3	"	—	興研K.K. 重松製作所
自己救命器	0.6	"	—	"
エアラインマスク	10	無限		興研K.K., 重松製作所
送風 "	"	"		"
通気 "	6	"		"

- (2) 前者に類似するが、 $1.2\sim1.5l/min$ で定速供給され、かつ肺力供給式となっている。この肺力式のものは定速供給を越えたあらゆる酸素要求を満足させ、それゆえ定量供給率は少くしてある。
- (3) 薬剤缶に化学的に結合した酸素を充てんせるもので、この酸素は呼吸に伴い放出される。缶の中の薬剤は同時に、呼気中の炭酸ガスも除去する。この方式では呼吸量に応じて、酸素供給も増えるため一度呼吸袋に呼気を吹込んだ後は、常に十分に酸素供給が行なわれ、あらゆる酸素要求をみたす。

2. 性能について

避難用呼吸器具の特徴とするとところは

- (1) 小さいこと
- (2) 軽いこと
- (3) 脱出時容易かつ迅速に装着出来ること
- (4) 作動、保存性良好
- (5) 作業の軽重にかかわらず楽に呼吸出来ること

等であって、酸素の貯まった呼吸袋や装置類を火や、衝撃から保護するために、他の呼吸器具のようにカプセルに包むような処置はとられていないが、その性質上やむを得ないであろう。

最後に避難用呼吸器具の性能を、他の呼吸器具と比較して掲げておく。

(9) 煙中方向探知器について

東京消防庁 大熊順三

近年、建築技術の進歩は著しいものがあるが、消防、防火という面からみると好ましくないものが相当ある。

地下室、地下街および無窓階建物などの火災時の人命の危険性および消防活動のむずかしさについては、数多くの火災事例が示しているように、その熱気と濃煙が消防活動を阻害する大きな要素となっている。ことに、濃煙中では照明效果もなく、盲目同様となって、隊員自身出口の方向がわからなくなる心配さえある。

そこで、われわれが濃煙中で人命確保のため有効な探索を行なうには、われわれ自身の方向を常に確実に把握していることが必要である。

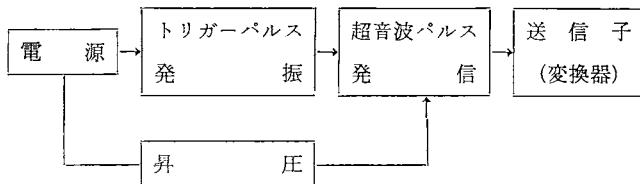
本器は煙中において消防隊員が進入口の方向を知ることができるよう超音波を利用した機器を試作したものである。

1. 概要

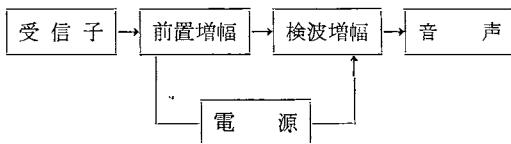
この方向探知器は、超音波送信器、交換器および受信器から構成され、煙の充満した室内などに進入する場合、入口付近に送信器を設置し、超音波信号を受信しながら進入、また必要なときに受信してその方向を確認するものである。

送受信器の、ブロックダイヤグラムを第1図に示す。

○ 送 信 器



○ 受 信 器



第1図 ブロックダイヤグラム

2. 電気的特性および性能

(1) 送信器

発振周波数 30KHz

尖頭出力 1KW以上

トリガーパルス繰り返し周波数 10Hz

電源 DC24V, AC100V両用

(2) 変換器

使用振動子 P Z T 30KHz 250Ω

(3) 受信器

利得 90dB

音声出力 0.1W

電源 DC 6 V

3. 実験の結果

空中における最高感知距離は、直進の場合51mであり、煙濃度が増すとそれにつれ減衰する。

受信器は当該発振器を使用した場合-70dBで感知するが15%程度の安全率を見込み-60dBとした場合次のことが推察できる。

(1) 杉の気乾材の燃焼による煙中では

煙濃度 $C_s=0.5$ (見透し距離 5 m) の感知距離……36m

煙濃度 $C_s=1.0$ (見透し距離 2.5m) の感知距離……25m

煙濃度 $C_s=1.6$ (見透し距離 1.5m) の感知距離……21m

(2) 発煙筒の煙中では

煙濃度 $C_s = 0.5$ (見透し距離 5 m) の感知距離……23m

煙濃度 $C_s = 1.0$ (見透し距離 2.5 m) の感知距離……20m

煙濃度 $C_s = 1.6$ (見透し距離 1.5 m) の感知距離……13m

(C_s は減光係数)

この超音波方向探知器は完全なものではないが、超音波を利用して方向探知ができるここと、および煙の濃度により超音波の減衰をみせることなどが明確になった。

(10) 静電気と火災について

消防研究所 川崎正士

1. はじめに

統計によると、近年わが国の全火災件数の内、静電気火災は約0.2%で、これはあまり多くない数であるが、発生する場所が危険物取扱い施設、化学工場などに多く、3年前、市原市の石油コンビナートで起った爆発事故でもわかるように、火災を発生すると莫大な損害と人的被害を出す可能性が含まれている。科学の発展について石油類を使用するチャンスが増加する傾向からいって、ここで静電気と火災について考えてみたいと思う。

物質が静電気の放電火花によって着火するには、その放電に費された電気エネルギーが、物質の最小発火（着火）エネルギーを上まわることが必要である。

固体に着火させるには、一般に気体に比べてかなり多くのエネルギーを必要とする。しかし粉体になっている場合には通常の静電気放電エネルギーで着火することもある。

ある物体に帯電した電気量 Q (単位: クーロン) のもつエネルギー J (単位: ジュール) は式

$$J = \frac{1}{2} Q V = \frac{1}{2} C V^2$$

で計算することができる。ただし、 V は帶電電位 (ボルト)、 C は物体の静電容量 (ファラード) である。

物体に帯電した電気量が同じであっても、移動などで物体の静電容量が変化すると電圧が変り、エネルギーも変化する。電圧は静電容量に反比例し、電気量に比例する。

十分に帯電した絶縁体表面からの一つの火花放電によって、その絶縁体の全電荷が消費され、着火に十分なエネルギーを与えるようになることはまれである。それに反して、絶縁された導電導体からの火花放電は、導体の全電荷を消滅できる。

2. 固体の帯電

異種の二物質 (同一物質でも温度などの条件が異なる場合も) の摩擦、接触、分離などにより互に異符号の帯電をする。帯電は帯電列の離れている物質の間ほど強い。粉体がパイプ中を輸送されるような場合、フィルムなどをローラーで加工するような場合、などは強く帯電するこ

とがある。

3. 液体の帶電

液体がパイプ中を流動したり、容器の中で攪拌されたりするとパイプや容器と液体の間で帶電が起る。液体の導電率が高いときには帶電した電荷は、直ちに管壁や容器に流れるので現象としては帶電が現われない。導電率が約 $10^{-9}\Omega/cm$ より小さい場合は帶電は顕著となる。発生量は層流の場合は流速に比例し、あまりひどくない乱流では流速の $7/4$ 乗に比例する。ガソリンやベンゼンなどは強く帶電する。この他、液体が噴霧などで分裂するときにも帶電するものもある。水などは強く帶電するものの一つである。

4. ガス・蒸気の帶電

ガス・蒸気が噴出する場合帶電し、それが可燃性のものであれば火花放電によって着火し、爆発することがある。気体の場合一般に全く不純物が混入していないときには帶電しないといわれているが、その中に微量でも固体や液体が混入していると強く帶電することがある。水素やアセチレンがポンペから噴出した時、これが原因で着火した例がある。

水蒸気やメチルアルコール蒸気などは噴出により強く帶電する。筆者の測定した結果では、60気圧で0.5mm径のステンレス製ノズルから噴出した水蒸気中に3mm径の金属片を入れ、それに発生する電気量は $0.8\mu C/sec$ を記録した。ベンゾール蒸気ではほとんど帶電しない。

5. 対策

静電気の発生は火災だけでなく、高電圧のため電撃を受けて人体にけがをするなどの事故も起るので注意が必要である。対策としては、静電気を発生させない方法と、発生しても高電圧にならないように電荷を逃がしたり中和させる方法などが考えられるが、一つの方法でどんな場合にも利用できるようなきめ手はまだない。

まず静電気を発生させない方法は、帶電を起す物体を帶電を起さないか、またはおこしにくい物質に変えることである。

電荷を逃す方法には、先ず接地、ボンディングがあげられる。機械等の導体が帶電している場合には、導体で機械装置相互間を結び（ボンディング）それを接地して大地電位より上げないようにする。接地抵抗は $10^6\Omega$ 以下であれば効果があるといわれている。しかし、この方法は絶縁体が帶電している場合には効果がない。このために相対湿度を上げるとか、除電剤を使用するとか、空気のイオン化により中和するなどにより電荷を際去する方法がとられている。

(11). 危険物移動タンク貯蔵所の転倒、燃焼等の実験結果

名古屋市消防局 塚 本 典 男

最近の交通事情を反映して、移動タンク（以下タンクローリーといふ）の転覆などの事故が多く発している。名古屋市ではローリーの構造規則、安全性の確保のため各種の実験を行なった。第1は静電気帶電量測定実験、第2は転倒、第3は燃焼実験で、昨年7月22日から4日間広い公園で行なった。

1. 帯電量測定

静電気帯電量測定実験の目的はタンクローリーが油槽所で給油をうけている時に、どの程度の静電容量、静電電圧があるかを調べ、これから発生するエネルギーを求めるにあつた。このためタンクローリー2台を用い、1台を測定車、1台を給油車とし、5つに区分されたタンク室のうちの1室に2000ℓのガソリン、灯油をそれぞれ交互に給油した。給油の際も、実際の油槽所で行なっている流速にもとづき、毎分、200ℓ、300ℓ、400ℓ、500ℓというように流速を変えた。まず、タンクローリーを2m間隔におき、アース線の入った65mmのゴム管を接続して、測定車のマンホール上部からパイプを入れ、電極を一番底、底から0.3、0.5および1m上った位置においた。当日の気象は風速0.8m/s、湿度52%、気温36°Cであった。その結果、まず抵抗率平均値は灯油が $10^{13}\Omega$ 、ガソリンが $10^{18}\Omega$ 程度であった。

一方、静電容量は、測定車および給油車の車輪の下に発泡スチロールを敷いて大地と完全に絶縁をした上で、静電容量測定計を用いて測定したが、計器が故障したので、この方法では求めることができなかつた。このため、減衰曲線から時定数を出し、それから測定車の静電容量として30P Fを得た。この値は予想より非常に小さかつた。次に流速を変え、給油車から測定車の方へ、ガソリンあるいは灯油を給油し、静電電圧を測定した。電位計は1KVのものを使用した。その結果、静電電圧は最高で200Vであった。この値は小さすぎると思われたので今年の2月にもう1度実験を行なつたが、この時も最高300V位であった。これらの値から放電エネルギーを計算すると、非常に小さいものとなる。大体静電容量が800P F、電圧が700Vあれば0.2mJになるが、この実験の30P Fという小さい値からは、タンクローリー相互間の給油に関しては、ほとんど危険がないといいう結論が出た。しかし、現に名古屋で、約2年前に、油槽所で給油中、静電気火災がおきているので、この実験を契機として実際の油槽所で行なう給油方法を想定して、再度実験を行ないたいと考えている。

2. 転倒実験

7月24日に同じ場所で転倒実験を行なつた。2台の車両にそれぞれ約7400ℓの水を張り、コンクリート舗装上で20トンレッカーカー車を用いて転倒させた。倒す前に防護枠の適否を調べるために1台には角型のプロテクターを、他の1台にはマンホール周囲にクラウン型のプロテクターをつけた。実験結果によると、クラウン型はほとんど破損したため、角型のものを設けるよう行政指導している。

3. 燃焼実験

最後に25日に燃焼実験を行なつた。まず、タンクローリーが走行中に火災をおこしたと想定してその周辺に約100ℓのガソリンをおき、点火30秒後に常備していると思われる小型の4ℓ型四塩化炭素消火器2本で消火に当たつたが、消火できず、ただちに8kg入りの粉末消火器を放射したところ、約5秒で消火した。この実験から名古屋市ではタンクローリーに、薬剤量が3.5kg以上の粉末消火器2本をもうけるよう指導している。次に行なつた燃焼実験は1台のタンクローリーの5つの区画室の各々に400ℓのガソリンを入れ、3mはなれた場所に他の1台のローリーをおき、それには水を7400ℓ入れた。そして前者を横転させ、その周辺に600ℓのガソリンをまき、点火した。この目的は燃焼によるタンクローリー本体の温度上昇、ふく射熱および炎の具合を測ることである。タンク本体には3点のアルメルクロメル熱電対を設置

した。1点はタンク最後部5室目、1点は3室目、1点は1室目のマンホール付近にもうけた。その他16点の熱電対を風横、風上、風下に3m、5m、10m、20mの距離をおいて設置した。その結果、5室目のマンホール付近の温度は1分30秒で約55°C、最高は7分30秒で590°Cであった。その他1室目と3室目は引火しなかったため、温度が上らなかった。ふく射熱による温度上昇は風下5mで3分後360°C位、風下10mで3分後148°C、風横は平均して65°C内外であった。また炎は1分後、風下10m位、7分後は12m位までのびた。最後に横転させたタンクローリーの燃焼状態を観察したところ、タンク本体はほとんど損傷はなかったが、タイヤはほとんど焼失し、運転台も座席だけが焼失し、3mはなれたタンクローリーはタイヤのみが焼失していた。以上からこの実験では火災になった場合に、消防隊がどの程度接近して消火活動ができるかということ、また、この種の火災は死角が多いので消火活動がし難いということがわかった。

(12) 石油タンク通気口からのガスの拡散

消防研究所 上原陽一, 佐藤公雄

石油タンクへ石油を入れる際に、通気口から放出される石油蒸気は地表面上を広がり、かなり離れた所でも引火の危険があるといわれているが、その実態はあまり明らかにされていない。この蒸气回が周囲の空気によって希釈されるのは、風のない時が最もおそく危険だと考えられるので、無風時に通気口から放出した石油蒸気がどのように広がり、どの程度の濃度になるか実験を行ない検討した。

実験は濃度20%のガソリン蒸気—空気混介気を直径1cmの通気口より下向き、上向き、横向きの三方向へそれぞれ200l/min, 100l/min, 50l/min, の割合で放出し、その濃度分布を連続的に測定した。なお放出口の高さは下向きの時が8mと4m、上向きの時が1m、横向きの時が3mであった。

その結果によれば、同じ高さから放出したとき地表面での危険性は、上向き、横向き、下向きの順で高くなることがわかった。下向きに放出した時は、放出口から地表面までの濃度分布は、時間に関係なく定常であるが、地表面に到達後は時間とともに刻々と同心円状に広がって行く。地表面での濃度は放出口の直下が一番高く、遠く離れるにしたがい徐々に低くなる。

ここで最もふつうに用いられている下向きの放出について、詳しく検討してみよう。下向きの放出についてはこれまでに、熱気流・無機ガス・食塩水等で小規模な実験が行なわれ、地表面に到達するまでの濃度分布は次のような式で表わすことができるといわれている。

$$\frac{C_{xr}}{C_0} = K_1 \frac{d_o}{x} \left(\frac{\rho_{xo}}{\rho_o} \right)^{1/2} \exp \left[- \left(\frac{K_2 r}{x} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (1)$$

\times ……放出口からの垂直距離

r ……放出口の中心からの半径方向の距離

do……放出口の直径

C_0 ……放出気の初濃度

C_{xr} ……放出口からの距離 x 、半径方向への距離 r の点での平均濃度

ρ_0 ……放出気の密度

ρ_{xo} ……放出口からの距離 x での平均密度

K_1 ……放出口でのレイノルズ数によって決まる定数で、 Re 数=28,000までは徐々に増加するがそれ以上では大体5.3である。

K_2 ……これも Re 数によって決まる定数で、本実験の範囲では大体8.0である。

(1)式による計算値をわれわれの実験値と比較すると、垂直方向の濃度が非常に良く一致することがわかる。

今までの結果を用い、現在の屋外タンクの通気口の基準について検討してみる。我国での屋外タンクの内部の最高温度は40°C程度であるから、その時の蒸気濃度は80%程度にまでなる。このタンクへ、直径2.5インチの管を用い、1 m/sec の速度でガソリンを送った時、高さ4 mの気気口より放出される蒸気の濃度分布を推定する。口径1 cm の通気口から放出すると蒸気は地表面上1.7mの所で既に爆発下限界以下になる。前述のように、放出時間がいくら長くとっても、その位置は変わらない。直径3 cm の通気口から放出した蒸気は、通気口の直下の地表面でも爆発下限界以上となり、地表面上を広がってゆき、2,000 ℥の蒸気が放出された直後では、水平方向に約4.5mまで危険領域が拡がる。

前述のように水平方向の濃度は放出口直下の地表面上の濃度より高くなることはないので、放出口直下の地表面の濃度が爆発範囲内以下になるようにすれば放出口直下以外は安全になる。この高さは直径3 cmの通気口では約7 m、直径1 cmの通気口では約2.3 mである。このような大きな違いは、式(1)で示されるように、垂直方向の濃度は口径に比例するが、放出速度にはあまり影響されないためである。従って、通気口の口径は3 cm以上でなければならないと定めている、危険物の規制に関する規則は、この点からいえばあまり適当でないと考えられる。

結論として、地表面上での安全ということのみからベントからの蒸気の放出を考えれば、もし雨水等の侵入が防げるなら、放出口は上向きにするのが最も良い方法である。どうしても下向きにしなければならないなら、放出口の高さを十分に高くするか、口径を小さくすべきである。

編集あとがき

前号に続いて、本号も全国消防技術者会議（第17回・昭和44年度）の特集号とした。会議開催から本誌刊行までにまたまた1年余の時間的空白をおいてしまったことを、編集責任者として心からお詫びしたい。この再度にわたる遅滞は、2年前から私に負わされているある対外的用務の繁忙が大きな原因となっているが、この用務もあと3カ月すれば私の手を離れる見込みなので、次号からは正常の軌道に復して刊行することに期している。

なお、今回の編集には、会議運営幹事をつとめた第1研究部R I 研究室、ならびに第2研究部燃焼研究室の諸君に非常な尽力を頂いた。ここに付記して謝意を表する。

（第2研究部長 熊野陽平）

消研輯報 第23号

昭和46年3月印刷

編集者兼
発行者

消 防 研 究 所

東京都三鷹市中原3丁目14-1
電話武藏野(0422)44局8331