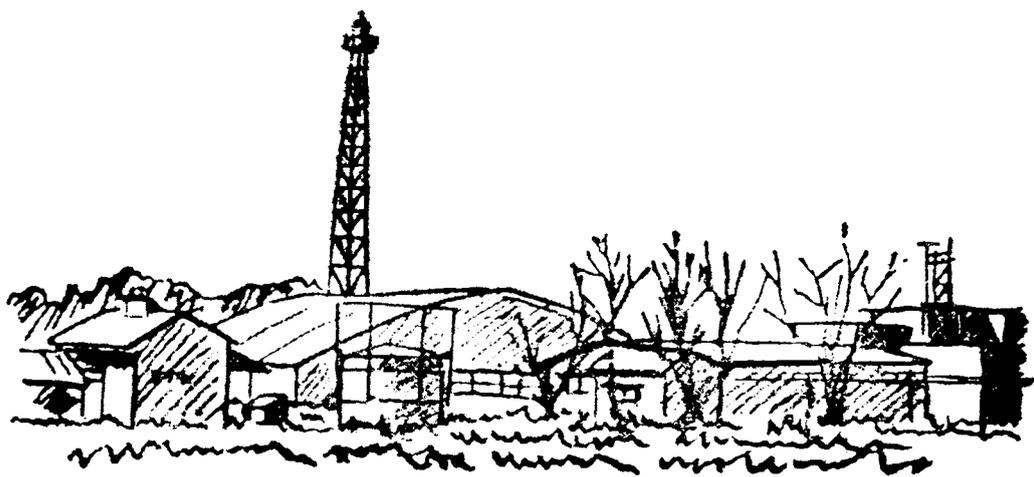


# 消研輯報

## 24



昭和47年11月

# 消 研 輯 報

第 24 号 目 次

## 第18回全国消防技術者会議報告

I. 会 議 の 概 要	( 1 )
II. 消防研究所の近況	( 3 )
III. 技 術 講 演	( 6 )
IV. 特 別 講 演	( 12 )
V. 研 究 発 表	( 26 )

# 第18回全国消防技術者会議報告

## I 会議の概要

第18回全国消防技術者会議は、昭和45年10月21日（水）および22日（木）の両日にわたり、東京新宿の朝日生命ホールにおいて開催された。参加者は消防研究所職員および消防大学校生徒を含め約700名で、そのうち全国各地よりの参加者は合計456名であった。

会議第1日目は、まず降矢敬義新消防庁長官の挨拶のあと中田金市消防研究所長より研究所の研究内容について説明があった。そのあと概要に述べるような技術講演と山林火災に関する特別講演があった。

第2日目は、研究所員および全国各都市の職員からそれぞれの研究についての発表13件があった。

### 会議のプログラム

#### 第1日

- |                  |          |       |
|------------------|----------|-------|
| ① 長官挨拶           | 消防庁長官    | 降矢 敬義 |
| ② 所長挨拶           |          |       |
| 消防研究所の近況         | 消防研究所長   | 中田 金市 |
| ③ 技術講演           |          |       |
| イ. 高膨脹泡について      | 消防研究所    | 新居 六郎 |
| ロ. 可燃性液体の危険性の評価法 | 消防研究所    | 中川 登  |
| ④ 特別講演           |          |       |
| イ. 林野火災対策の過去と将来  | 消防庁防災救急課 | 河西 信明 |
| ロ. 山火事消火の実態      | 千頭営林署    | 坂口 久尚 |
| ハ. 林野火災の消防技術について | 林業試験場    | 井上 桂  |
| ニ. 空中消火吹米視察談     | 消防研究所    | 名雪 健一 |

#### 第2日

- |                             |        |       |
|-----------------------------|--------|-------|
| ⑤ 研究発表                      |        |       |
| イ. ポンプ車泡液混合装置の開発について        | 東京消防庁  | 小林芳二郎 |
| ロ. 高分子物質の熱分解生成ガスについて        | 大阪市消防局 | 芝 康雄  |
| ハ. 装甲化学車について                | 川崎市消防局 | 田村 義和 |
| ニ. フォームダイク（FOAMDIKE）の開発について | 東京消防庁  | 島 光男  |
| ホ. ロープの結索による強度変化等について       | 京都市消防局 | 疋田 考三 |

ヘ. エアーカーテンによるしや煙について	消防研究所	山下	邦博
ト. 特定の熱線による炎感知器	消防研究所	山本	忠彦
チ. 石油火災における炎からのふく射	消防研究所	湯本	太郎
リ. 震災対策としての地下水の利用について	消防研究所	細野	義純
ヌ. 小型電動機の障害波電界限度について	東京消防庁	平野	茂
ル. 回転翼航空機による林野火災消防訓練について	八尾市消防本部	藤江	弘也
ラ. 地震による危険物の混合発火に関する実験	東京消防庁	後藤	繁
ワ. 故障消火栓の調査について	相模原市消防本部	杉崎	繁和

## II 消防研究所の近況

消防研究所長 中田 金市

第18回の全国消防技術者会議を開催致しましたところ、日本全国から多数の方々がお集まり下さいまして、まことに有難うございます。どうか良いお土産を持って帰られるよう心からお願い申し上げます。消防研究所の近況についてお話し申し上げるわけですが、研究テーマについては会議の資料にございますので、ここではこれにないものについて話をしたいと思います。

よく学者には国境があるけれども学問には国境はないといわれていますが、技術も同様でございます。技術者には国境があるがそこで開発された技術はどこでも世界共通に使われるものであります。われわれも外国のものを多く取り入れて参りましたが、取り入れるだけでなく逆に外国へ流すという立場に今後は立つべきで、技術の相互取引という形になって来ると思います。

経常研究、特別研究、原子力予算による研究の他に、特別研究促進調整費による研究があります。これはいくつかの省や庁と一緒に共同でやる研究に対して科学技術庁が支出するもので昨年度は3つやりました。

その1は林野火災の空中消火法に関する研究で、これは農林省の林野庁林業試験場と共同で陸上自衛隊の援助を受け、山火事の消火実験を九州の九重高原でヘリコプターを使用して行いました。将来はヘリコプターだけでなく翼のあるものでなくてはならないと考えて、外国の事情についても調査して参りました。また地上で使用する器材についても研究しております。

次にはローム台地における崖くずれに関する総合研究所を、通商産業省工業技術院地質調査所、建設省土木研究所、科学技術庁国立防災科学技術センターと一緒にやりました。われわれの所では地下水がどのような働きをするかについて調べました。崖くずれは地質構造を調べることによって予知することができるはずであります。

3つ目は、高圧酸素密閉室における火災の防止に関する研究で、これは昨年高圧酸素治療室の中で火災があり人が死にました。これを防ぐのにどのような消火装置をつけたらよいかということを研究するもので、このような問題は今後宇宙開発や海洋開発においても重要になってくるだろうと思います。非常に早く物が燃えるので非常に早く働く感知機と消火装置を用いなくてはならないのであります。これは労働省産業安全研究所と共同でやっております。

産業界において、産業開発には非常に投資するが防災関係には投資を好まないために、最近のように公害がやかましくなって始めていかに災害を防ぐことに民間も国も金を出さなかったかのはっきりして来たような状態なのであります。消防関係においてもこの投資ははっきりプラスにできるのではなく、損害を減らすということのために投資しにくいのですが、私はもっと予防の面に力をいれてほしいと思うのであります。

最後に研究所として、現在の三鷹でやっているだけでは大がかりなものができなくなって来ました。しかも実用化研究となりますと実物に近い火災実験をしなればいけないというわけ

で、どこか支所を作りたいと思って交渉したのですが昨年目当てにしていた所は現地の市の都合で駄目でした。研究予算は年に10～15%増加するのですが、人員の方は国の方針として定員の削減の方向にありますので今年も努力はしたのですが減らされるような状態であります。わずかに37名で多数のテーマをかかえているのですが、そうかといってテーマを減らしてやるものだけやるというのでは申し訳けないので頑張っているわけです。どうか皆様の御協力をいただいて一緒にやって行きたいと思っておりますので、どうぞ宜しく御支援いただきたいと思っております。

#### 昭和45年度研究項目

##### (A) 経常研究

1. フェーン現象の火災におよぼす影響に関する研究
2. 延焼現象の類推回路化に関する研究
3. 大火危険地域に関する研究
4. 放電に伴う火災現象に関する研究
5. 可燃性液体高压蒸気の噴出による帯電に関する研究
6. 煙中の見通し距離に関する研究
7. 有機物の燃焼熱分解生成物に関する研究
8. 熱像方式による火災の空中偵察法に関する研究
9. 可燃性液体の水面における流出燃焼現象に関する研究
10. 高分子物質の防災に関する研究
11. 高膨脹泡に関する研究
12. 合成空気泡剤の研究
13. 木材火災に対する水の効果的利用に関する研究
14. 不安定性物質の熱爆発に関する研究
15. 引火性ガスの拡散性状に関する研究
16. 水噴霧消火設備に関する研究
17. 航空機利用による林野消防技術の研究
18. 林野火災地上消防活動器材の研究
19. 火災時緊急避難用装備の研究

##### (B) 特別研究

1. 大震火災対策の研究
  - (1) 消防用自然水利に関する研究
  - (2) 大震火災の延焼性状に関する研究
2. 地下街高層建物の火災対策の研究
  - (1) 煙対策の研究
    - ア. 煙濃度表示装置に関する研究
    - イ. 煙感知器の性能評価に関する研究
    - ウ. エアーカーテンによる遮煙に関する研究
  - (2) 防災剤の技術基準に関する研究

- (2) 高性能呼吸器具の開発研究
- 3. 化学火災対策の研究
  - (1) 危険物の火災に対する消火剤適用基準の研究
- (C) 原子力予算による研究
  - 1. 火災時のR. I. による汚染に関する研究
  - 2. 核燃料R. I. 容器の耐火性に関する研究
  - 3. R. I. 施設火災消火法に関する研究

# Ⅲ 技 術 講 演

## Ⅰ 高膨脹泡について

消防研究所 新居 六郎

### 1. はじめに

高膨脹泡は1955年に英国で炭鉱火災として初めて実用化され、1958年、米国の Factory Mutual Lad. (工場相互保険研究所) の援助のもとに、消防用として現在の形の高発泡装置が実用化されてからは、広く世界的に使用されるようになった。わが国では、1963年頃、通産省工業技術院資源技術試験所 (現在は公害資源研究所) において、炭鉱火災用として実用化が行なわれ、1965年頃に、消防用として、東京消防庁を中心としてようやく実用段階に入ってきた。その後、東京、神戸、名古屋などの大都市消防において、実際のビル火災や船舶火災に適用して、そのすぐれた消火効果が実証され、すでに周知のとおり、この泡を消火泡として規格化する要望が高まっている。高膨脹泡の明確な定義は公にはまだ確立されていないが、約1000倍前後の膨脹率を有する泡のことであり、それは空気泡と不活性ガス泡の2種に分類できる。空気泡は周知のように送風機を有する実用高発泡装置から発生する泡であり、不活性ガス泡は、ガスタービンの排気ガスおよび炭酸ガスなどの不活性ガスを気体源とする泡である。後者の泡はわが国では実用化されていないが、英国およびカナダ等の諸国では実用化されている。したがって、ここでは高膨脹空気泡に限り、また、規格問題とは直接に関係させないで話しを進めたいと思う。

実用型高発泡装置には必ず送風機が附属している。したがって、送風機のない発泡機で高発泡装置と称しているのは、厳密には誤りである。送風機のない発泡機の膨脹率の最大限度は約300倍と考えられる。したがってこのような発泡機は中膨脹発泡機として区別すべきである。それ故、高膨脹と中膨脹の差界はもちろんその膨脹率であるが、それは泡剤の種類の違いによるのではなく、その発泡機構すなわち、発泡機の相異によることに注意すべきである。

実用高発泡機 (装置) の発泡方式は送風ダクト内の噴霧ノズルの前方にネットあるいは金属性多孔板があって、これに泡剤水溶液 (泡液) を噴霧状に放出すると共に後方から風を送ると、ネットの後方から発泡する仕掛けになっている。高発泡用泡剤はすべて合成系界面活性剤を原料としてつくられ、平たくいえば、家庭用洗剤中に含まれる成分の他に特に数種の泡安定剤を添加した濃厚な水溶液である。それをさらに1~2%の容積割合で水に薄めて使用する。その濃厚水溶液すなわち原液は水にくらべてやや粘稠な液体で、米国製のものには洗剤で赤色に着色したものがあ

### 2. 発泡機構と発泡効率

高膨脹泡の膨脹率（発泡倍率）に影響する要素としては約10箇、すなわち、泡剤の種類、その泡液濃度、泡液温度、噴霧ノズルの種類、ネットまたはその類似物の孔径と開口率、ダクト断面積、ネット面積、泡液供給率、ネット直前の平均風速、ネットと噴霧ノズル間の距離である。いま、ネットに供給する風量と液量の変換比を考えると、理論膨脹率  $E_T$  は(1)式で表わされる。

$$E_T = \frac{w \cdot 60 S_0}{Q} = \frac{w 60 S_0 / S}{Q / S} = \frac{w}{Q / 60 S} \cdot \frac{S_0}{S} \quad (1)$$

$w$  はネット直前の平均風速 (cm/s),  $S_0$  はダクト断面積 (cm<sup>2</sup>),  $S$  はネット面積 (cm<sup>2</sup>),  $Q$  は泡液の供給率 (l/min) をあらわす。ここで、

$$Z = Q / 60 S \quad (2)$$

を考える。 $Z$  はネットの 1 cm<sup>2</sup> につき 1 秒間供給される泡液の厚みで、単位は cm/s である。(1)と(2)から

$$E_T = w S_0 / Z S \quad (3)$$

をうる。さらに、発泡効率  $\varepsilon$  を(4)式のように定義する。

$$\varepsilon = E / E_T = E Z S / w S_0 \quad (4)$$

ここで、 $E$  は実際の膨脹率で、それは泡剤の種類、泡液の温度に依存すると考える。

泡剤の種類、ネットの種類、ネット面積、ネット直前の平均風速および泡液供給率について、それらの適当な組合せによって 400 回以上の発泡実験を行ない、つぎのような結論をえた。

発泡倍率に一次的な影響を及ぼすのは、適当な噴霧ノズルとネットを使用する限り、使用泡剤の種類とその泡液濃度である。100 倍以上の膨脹率をうるためには薬剤の水に対する実質濃度が約 0.3wt% 以上必要であり、2000 倍以上の膨脹率をうるためには約 1.5wt% 以上必要である。 $w = \text{約} 0.9 \text{ m/s}$  の所で発泡効率は最大で、それ以上に風速を増加しても発泡効率は低下する。実用高発泡装置で到達できる膨脹率は理論膨脹率の計算から約 5000 倍と推定される。また、 $Z = 0.07 \text{ cm/s}$  のとき、発泡効率が最も良いことがわかった。

海水を使用した場合、市販の高発泡剤の中には全く発泡不能になるものがあり、発泡の良好なものも、50% も膨脹率が低下する。したがって、高膨脹泡は、淡水を用いるとき、液温が 20°C で、少なくとも 800 倍以上の膨脹率をもつ必要がある。その理由は、上述の条件で、膨脹率が 500~600 倍の泡を高膨脹泡と認めた場合、原液中の薬剤の実質濃度を低下させて販売されるおそれがあるからである。

### 3. 高膨脹泡の特徴、消火性能および警防上の注意

高膨脹率泡は従来の低膨脹率泡にくらべ水分の含有量は 1/100 以下で、極めて比重の小さい泡であり、一名、<sup>\*</sup>軽い泡、とも呼ばれている。また、真白な、清潔な泡であり、それが口の中に入らない限り、人体に対する生理的影響も問題になっていない。この泡は送泡ダクトを利用すれば、かなりの長距離を効率良く輸送できる。この泡の輸送の際、送泡ダクト内の水平距離 1 m を移動するのに圧力損失が水柱約 1 mm、重直距離 1 m では水柱約

2mmあるといわれている。また発泡機のネット前後における発泡圧力損失は水柱10mm前後である。いま、発泡機の送風機の送風圧力を水柱50mmとし、発泡圧力損失を水柱12mmとすれば、19mの高さまで泡を送りうる計算になる。しかし発泡機から直接または送泡ダクト末端から噴出するこの泡の射程は3～4mと短いのが欠点である。従来の消火法にくらべて水損が極めて少なく、また、初めから火煙のたちこめる空間内に立ち入って消火する必要がないのが特徴である。ビル火災や船舶火災のような閉じこめられた空間の火災のほか、400m<sup>2</sup>以上の大規模地上油火災、直径約10mの石油タンク火災および大規模な防油堤内の油火災の消火実験のとき、この泡を使用して効率良く消火した数例を外国の情報としてお伝えできる。すなわち、屋外火災にも有効である。ただし、接近法としては、風上から泡のかげに入ってダクト末端を現場に近づけるやり方をとる。あるいは、水噴霧を併用して接近する方法をとる。屋内の油火災や固体燃料火災のときの実例や実験から、予燃時間が分10以内で、固体燃料の燃料荷重が20kg/m<sup>2</sup>のときは、対象火災空間の容積の3～5倍の泡量でほとんど消火している。この泡は、これまでのタンパク泡のように消火後も燃料上に堅固な泡層を維持するのではなく、再燃がおこった時にはその泡は比較的早く消滅する。ただし、屋内、常温のときは、2～3時間たっても数%が消泡しているにすぎないから、必要ならば、水噴霧で破壊すればよい。われわれの研究結果では、この泡の消火効果は、酸素不足による窒息効果ではなく、主としてその含有水分による冷却効果であるとの結論をえている。要するに、この泡による消火法は、火災のコントロールを主目的とする一種の水消火法といえる。

この泡の中での警防活動上の注意としては、泡の中で、じっと静止していると人間自体の呼吸運動により酸素不足になるので、泡中では絶えず移動するか、あるいは、泡をつぶして、泡から酸素を絶えず供給するよう心がける必要があるが、それ以上に重要なことは泡の中に入ったときは全く方向感覚がなくなるから、外部とは何らかの方法で必ず連絡をとりつつ行動することが極めて重要である。海水を使用しない限り、交流電圧200Vでは感電の危険はない。

この泡の火災時の消泡の外的原因は、熱的な作用が主なものと考えられるが、火災空間における発泡時の発泡性能低下の内的な原因については、新鮮な空気でない、特別な気体や種々の燃焼生成ガスを吸込んだためと考えられ、現在、固定設備との関連においてこの問題がメーカー側によって検討されつつある。気体燃料火災に対しては、不活性ガスとの併用が考えられている。

#### 4. 高膨脹泡の多目的の使用と将来

将来の高膨脹泡の用途としては、消火という本来の目的の他に、防火用として種々の用途が考えられている。例えば、建築現場、および船舶修理中の溶接作業時に火災発生危険防止のため、予めこの泡を一定の高さに積みあげておく、林野火災のうち、灌木類や笹原に防火帯としてこの泡をしきつめる、ビルまたは地下街火災における防火壁としての利用および爆薬の爆発時の防護壁としての利用などが考えられている。したがって、1970年代

には、高膨脹泡の輸送技術の確立とともに実用範囲もさらに拡大すると思われる。

## ロ 可燃性液体の危険性の評価法

消防研究所 中川 登

消防法で危険物が規制されてから既に20年以上になり、その間に新しい危険物も数多く開発され、消防法別表も今のままでは実情にそぐわない所もでて来た。将来もこの傾向は続くものと考えられるので、消防審議会でもこの問題を討議した結果、別表の類別方法を改正すると共に危険物は品名で指定するのではなく、それぞれの危険性を何らかの数字で表わしこの数字により判定すべきことを勧告している。そこで危険物中最も使用量の多い可燃性液体（現行第4類危険物）について危険性を評価する方法と、その実用性について紹介する。

消防法に定める危険物とは消防的危険性が他の通常の可燃物に比べ著しく大きいものと解すべきである。消防的危険性とは火災になり易さ、火災になった時の被害の大きくなり易さ、消火の困難さから考慮すべきものであろう。これには次の如きものがある。

### 1. 発火性

他に高温の火源なしに発火する性質で極めて危険であるが、これらは発火性物質として別類の危険物として規制し、可燃性液体とは別にするのが適当であらう。アルキルアルミニウム等が之に該当する。

### 2. 着火性

可燃性液体は着火し易いことが一つの特徴であるが、着火するには蒸気が空気と燃焼範囲内の混合気体を作り、且つ着火するに十分な火源に接触する必要がある。これに関係する要素に次の如きものがある。

#### 燃焼範囲（爆発限界）

燃焼範囲を測定するには燃焼筒に組成を測定した混合気体を入れ、これに点火して燃焼が継続するか否かをみる。米国の Bureau of Mines の装置が最も代表的なもので、直径 5 cm、長さ 150cmの燃焼筒に混合気体を入れ、その下端で着火し、炎が上端迄伝わるか否かを観察する。組成を変えて伝播する限界を求める。燃焼範囲は広い程、下限界は低い程危険である。但し臭化メチルの如く燃焼範囲はあっても消火剤に用いられたことのあるものもある。

#### 引火点及び燃焼点

液体は温度が低い程発生する蒸気は少く温度が上昇するに従って発生する蒸気もふえる。燃焼下限界に達する蒸気を発生する最低温度が引火点である。引火点の低い程危険である。引火点測定法は大別して密閉式と開放式がある。その主なものは次の通りである。

表 引火点測定法

方式	型 式	加 熱 方 式	J I S	使 用 温 度
	アーベルペンスキー	水 浴	削 除	室温～50°C

密閉式	タグ密閉式	水浴	あり	～80°C
	ペンスキー・マルテンス	空気浴	あり	50°C～
開放式	タグ開放式	水浴	なし	～80°C
	クリーブランド	直火	あり	80°C～

引火点では一瞬もえるだけでよく燃焼が継続する必要はない。燃焼が継続する温度は燃焼点でクリーブランド引火点測定器で着火後5秒以上燃焼を継続する温度と定めている。

引火点測定に関するJISは石油製品を対象としたもので、これを可燃性液体全体に適用するには若干の問題点がある。

**着火エネルギー** 可燃性蒸気に着火するには或大きさ以上の火源が必要であり、これを着火エネルギーという。この大きさは蒸気の種類のほか蒸気と空気との混合比によっても異なり、通常当量比附近で最小となる。この大きさは石油蒸気では0.2mj程度で非常に小さく、最小の炎や電気スパーク等僅かな火源によって容易に得られるから、これの大小によって危険性を云々することは通常の場合必ずしも適当とは思われない。

**発火点** 火源を示すにはその大きさ (mj) のほか、その質も問題となる。これを表わす今一つの数字として発火点がある。発火点を測定するにはルツボ法、流通法等があり、方法、条件、装置等により著しく異った値が得られる。発火点は低い方が危険であるが、正確な値の得られない欠点がある為危険物の制定基準に採用するには問題がある。

### 3. 燃焼性

液体火災による被害は延焼によるものとガス爆発によるものがある。延焼力は放射熱(火勢)、炎の伝播速度(沿面延焼)炎の長さ(接炎延焼)等に影響される。爆発危険性は爆発のし易さと、ガス爆発による破壊力に関係する。ガス爆発は一種の燃焼であるから爆発のし易さは引火点、爆発限界、着火エネルギー等により、爆発による被害は爆発圧力等により示される。

**放射熱** 炎からの放射熱は大きい程延焼力は大きくなり危険である。放射熱は放射計で測定できるが、炎の大きさ、温度のほか炎から受熱部(測定位置)迄の距離、受熱面積等によって変わり kcal/m<sup>2</sup>h 等で示される。

**炎の長さ** 炎が可燃物に接触して延焼する危険性は炎が長い程大きい。石油系統では炎の長さは液面直径の2倍程度とされているが、常に伸縮するため正確には測定できない。又炎の長いもの程放射熱も大きくなるから、この測定は放射熱に含めてしまえばよいであろう。

**火炎伝播速度** 液面の一端に着火した炎が全体に拡がって行く速度が火炎伝播速度である。これは細長い容器に液体を入れ、その一端に点火し、その炎が液面の二点を通過する時間を測定して求める。この速度は液温が引火点に比べずつと低いうちはおそく、温度が上昇

するにつれて徐々に増加する。引火点附近からは急激に増加し、その後略一定になる。その時の温度は液体の飽和蒸気圧が空気と当量比の混合物を作る温度であり、その速度は2m/sec 程度のもが多い。この結果炎の液面伝播速度は引火点により大きい影響を受けるとい得る。

**流動性** 液体火災による延焼にはタンク火災によるもののほか液体が燃焼しながら流出することによるものがある。この場合は液体の流動性が関係する。流動性の著るしく小さいものは延焼危険も小さくなる。

**爆発圧力** 爆発時の圧力を測定するには密閉耐圧容器に可燃性混合ガスを入れ、之に電気スパーク等により点火燃焼させ、その時発生する圧力は歪式圧力変換器等で電気信号に変えて測定する。通常の炭化水素の場合爆発による最大圧力は  $8 \text{ kg/cm}^2$  程度である。しかし爆発圧力がゲージ圧  $0.1 \text{ kg/cm}^2$  程度で通常の家屋の壁、天井、窓等は破壊されるから、数  $\text{kg/cm}^2$  の圧力での大小は、安全の面からみれば五十歩百歩であり、考慮する必要は少ないと考えられる。

#### 4. 消火困難性

可燃性液体の消火に水は使用出来ず特殊消火剤消火法を使用する必要がある。しかもこれら消火法も液体の性質によりいずれも得手・不得手がある。例えば泡は通常の油には極めて有効であるが、水溶性液体には特殊な泡剤を使用しなければならない。二硫化炭素はドライケミカルでは消火困難であるが、水で覆って消すことができる。引火点の高い液体は噴霧等により冷却して消火出来るが、ボイル・オーバー、スロップオーバーを起す危険性がある。このように消火の難易を評価するのは相当困難なことである。

以上の結果可燃性液体の危険性の評価には引火点が最も重要であり、輻射熱や流動性も併せ考慮するのが適当であろう。

## IV 特別講演

### I 林野火災対策の過去と将来

消防庁防災救急課 河西 信明

1. 昭和44年11月11日、消防審議会は、消防庁長官の諮問にこたえ、林野火災対策に関する答申を行なった。この答申は、近年における林野火災の増加傾向にかんがみ、国および地方において講ずべき林野火災対策の基本的考え方を明らかにしたものであるが、林野火災対策について総合的視点にたつて統合網羅し組織、計画、実施の諸段階における主要施策をまとめた点で、まさに画期的なものであった。

そこで「過去の林野火災対策」としては、明治初年以降この答申に至るまでの間における対策について国の施策を中心に概観し、「林野火災対策の将来」としては、この答申以後これに基づく諸施策の展開という視点から述べることにする。

2. まず、明治年間の林野火災対策であるが、明治初期には藩政時代における各藩の厳正な山林保護取締が一時に弛緩し、各地に山林火災が頻発した。そこで政府は、明治7年3月2日、「茅場秣場等火入ノ節取締方」の布達を発し、山林への延焼警戒を府県に命ずるとともに出入者に区長に対する届出を義務づけた。また、明治11年2月1日には「人民所有山ニ火入及官林下草刈取等保護取計方」を発し、官林保護のため火入取締の強化を図っている。

その後明治21年3月15日には農商務省訓令第5号で「山野火入取締規則標準」を定め、各地方の旧慣も考慮して山野火入取締規則を定めるよう各府県に命じている。

しかし、その実施結果にかんがみ、統一的規定の必要性を認め、明治30年4月成立した森林法においては、火入の許可および防火設備に関する規定を設けた森林法施行後、官民の林業経営意欲は漸次高揚してきたが、明治37年日露戦役が始まるや戦勝祈念造林事業が各地で実施されたため、同年12月農商務省訓令第14号で「林野火災ノ予防取締ノ件」を示達している。

3. 大正年間に入ると森林火災保険に対する関心が林業関係者の間に急速に高まってきた。その結果、まず大正年10年6月東邦火災保険会社が森林を保険対象に加え、これにならう保険会社がでてきた。しかし、火災危険度をもっとも高い幼令林にあっては、保険料率が高い等の理由で営利保険の普及は困難であった。そこで農林省は、大正末期から国营森林火災保険制度の創設を検討し、う曲折を経た後、昭和12年森林火災国营保険法および森林火災保険特別会計法を成立させた。

一方戦前の消防体制は、明治27年2月9日消防組規則が制定され、公設消防組が警察官の指揮下に消火活動にあたることとなったが、内務省警保局に戦前ついに消防専任の課が設置されなかった一事からもうかがわれるように消防体制は未発達で、林野火災の消防面においても概して低調に終始した。ただわずかに戦争末期の昭和19年12月「林野 警防要典」が内務省訓として府県に発せられている。

4. 戦後に入ってから、国の林野火災関係の施策は昭和27年度から国営森林保険事業の中で巡視人の配置、標板の設置等の火災予防事業がはじめられたことが目新しい程度であったが、昭和40年代に入ると、林野火災が急増し、年間6,7千件に達するようになった(昭和22年～29年平均1,716件)、一方、林野火災の消防に中核となって働く消防団は、経済成長に伴う人口の都市集中により団員数が年々減少し、とくに山林をかかえた農山村部では深刻な影響を受けた。こうした事態にかんがみ、林野庁と消防庁は、昭和42年ごろから連絡協議し、林野火災対策研究会を設置する等林野火災対策の積極的な推進を開始した。こうした矢先、44年5月岩手県下に被害面積3,742ヘクタール、損害額約9億円に及ぶ林野火災が発生した。この火災は、国会でも大きな論議をよび、林野火災に対する国の対策の貧困と不統一が問題となり、これが契機となって、消防庁では、6月2日、消防審議会に林野火災対策について諮問し、消防審議会は林野火災対策部会を設置して審議を重ね、11月11日、答申を行なった。この答申は、①広域的総合体制の確立 ②出火防止の徹底 ③消防戦術および装備の近代化 ④地域の実情に応じた林野火災対策の実施 を基本方針としてそれぞれ具体的方策を掲げている。
5. 答申後、林野庁および消防庁においては、①林野火災特別地域対策事業の推進に関する共同通達 ②林野火災対策関係予算の増額 ③地方交付税措置 ④空中消火に関する研究の推進等の施策を講じており、今後さらに答申の線に沿って林野火災対策を推進するよう努力している。

## ロ 山火事消火の実態（朝日岳山火事の消火）

東京営林局 千頭営林署 坂口 久尚

### 1. 山火事の概況

場所 静岡県榛原郡本川根町奥泉 朝日岳（1872m）（南アルプス連峰最南端、大井川源流、寸又峡約15km地点）

期日 出火期日 昭和45年2月18日  
 覚知時刻 " 12時30分  
 消火活動 昭和45年2月18日～2月22日

出火原因 パルプ運搬用取材線ワイヤーの過熱

火災被害額	共有林	100ha	1,650万円
	国有林	44ha	1,350万円
	計	144ha	3,000万円

出動人員及び経費 消防団2（本川根町、中川根町）その他部落民、営林署関係 計延べ2,600名 出動経費 450万円

出火当日気象\* 9時現在 気温 2°C  
最高 13.5°C 最低 -3°C  
湿度 69% 風速\*\* 0 m/s

## 2. 一般的状況

朝日岳(1827m)は、南アルプス連峰の最南端に位置しており、3000m級の山山に囲まれ、それ等を一様に包む国有林等は、急峻な斜面(30°~36°)上に展開されている。火災現場における状況は、共有林にあっては、杉、ひのきの3年生から7年生のもの、国有林にあっては、ひのき、から松5年生よりなり、その他杉、ひのきの20年生のもの、さらには、岩石地帯には、天然林とブナ、モミ、ツガなどが密生している状況であった。

火災は、昭和45年2月18日、朝日岳中腹熊平沢近傍約700m地点の西方斜面にて発生、杉林を急速度で延焼通過し、西部尾根に向って拡大、19日未明までには、約100haを焼失、同日午前11時頃、風向の変化によって、中腹部を西より東へ横断延焼、東部尾根に進行した。火は、1500mの斜面を1時間で通過する勢いであって、同方向の杉、ひのきの造林、美林約2300haが危険になった。加えて二日にわたる地上消火活動は、消火作業効率を著しく低下せしめ、同日、空中消火実施を対策本部決定とした。翌20日、ベル204B、およびKH4によって薬剤(第一リン酸アンモニウム水溶液)散布を数十回にわたって実施、火災前線への直接消火、間接消火にかなりの効果を取め、延焼阻止に成功した。

## 3. 消火活動上の焦点

- 1) 情報、指揮 通行人が火災は発見通報して後、有線放送にあっては、消防団等出動指令など、現地対策本部設定による火災現場における指揮指令連絡調整の主たる方法は、消防無線、および営林署関係の携帯無線等によった。
- 2) 地上消火 主たる防火作業は、約150名~300名を一隊とした人海戦術による防火線設定のための伐開であって、チェーンソー、手ノコ等によるものである。防火線は、幅20mほどに屋根上に数段設定され、風向等によっては、火線の反転などかなり効果が発揮された。しかしながら、決定的な消火作業とはならなかった。
- 3) 空中消火 空中消火は、ベル204Bにあっては、41回投射、KH4は23回投射で、前者は中型ヘリであるので、主たる延焼面への散布とし、特に、位置的に高い所、時間的に隔った所へであったが、後者は小型ヘリであって、部分的な火災あるいは、警戒的散布に用いられた。消火薬剤としては、第一リン酸アンモニウム混合肥料6号を使用し、4ton程が用意された。特に散布用器材として、ベル204Bについては、コンクリート搬送用バケツ2ヶが用意され、他に給水用諸器材として可搬式ポンプ、ドラム缶、バケツなどが必要数確保された。消火活動は午前8時30分から午後2時半まで、6時間あまりにわたって実施され、主に、火線への直接消火、あるいは延焼阻止のための間接消火

\* 本川根町より大井川8km下流地点についての千頭営林署記録による

\*\* 現地尾根すじにあっては、かなりの風

が行われた。結果は延焼速度を遅らせ、又夜半に入って、間接消火による延焼阻止が達せられた。

- 4) その他、残火処理などが人力によってなされ、21日未明の降雨によって大部分が鎮火された。

#### 4. 消火活動における反省

##### 1) 山火事消火合同模擬訓練の必要性

- ① 情報活動、及び報動活動にあつた位置変化態勢の確立
- ② 指揮者統制力、指導力の確立
- ③ 交通規制
- ④ 空中消火活動、及び地上消火活動の有機的使用

##### 2) 保護樹帯、防火林の設定

##### 3) 装備、機械器具

食糧、保安帽、水筒、小型チェーンソー、クマデ、コシノコなど

反省会において以上の各点が論点となり活発な討議がなされた。今回の火災にあつては、現場が遠く、あるいは地形的に急峻な場所で、個々に多くの問題点が生じたが以上がその実態である。

## ハ 林野火災の消防技術

林業試験場 井上 桂

林野火災の消防は年と共に著しく減少する消防団に多く依存してきたため目下重大な危機にある。これに対処するには能率的な予防活動と省力的な科学消防の確立が急務である。適切な予防には、まず火災の実態を正しく認識することが第一である。最近の出火状況を第1表の1と2とに示す。

火災1件当りの焼失面積が100ha以下が全体の98%をしめしている。したがって100ha以上の火災は2%でその内500ha以上の大火災は0.4%にすぎない。このような大火の消防は多くの市町村に、短時間に拡がるので問題である。また100ha以下の内訳は1ha以下が、30%、1~5haが31%でこの位の小火が多い。しかしこのような小火で終るのは消防力によって、初期消防に成功した結果とも思われる。今後は500ha以上の大火災の危険を早期に予測し、消防体制をどうするか等が問題である。明治以来今日までにこんな大火災は255件あつたので、約1ヶ年2件半の頻度で発生したことになる。大火災の月別、県別の発生ヶ所を第2表に、場所を第1図に示す。

1月には和歌山県の太平洋岸と四国の瀬戸内側に始まり、2月には太平洋岸は茨城県、3月には岩手県まで北上し、4月には日本海岸や東北山地を除く本州各県と北海道の南半分、5月には北海道全域と本州内陸の高地、日本海側、6月には北海道の北まで発生する。普通の年は6月で大火は終るが、年により夏や秋にも起ることがある。第1図のように北海道では根釧原野、オホーツク海沿岸が、岩手県の三陸沿岸、三重県、和歌山県の沿岸に大火災が繰り返された。

第1表 焼失面積別出火率

その1 (1945年～64年の計)

焼失面積(町歩)	出火件数	出火率(%)
100以下	36,868	98
100～200	366	1
200～500	195	0.5
500～1,000	70	0.2
1,000～2,000	29	0.1
2,000～5,000	8	
5,000～10,000	6	
10,000～20,000	—	0.1
20,000～30,000	2	
30,000～50,000	1	

その2 (1945—46年の計)

焼失面積(町歩)	出火件数	出火率(%)
1以下	1,241	38
1～5	1,025	31
5～10	343	11
10～100	544	17
100以上	106	3
合計	3,259	100

第2表 大火災（1件焼失面積500ha以上）の月別県別発生回数  
明治～昭和45年

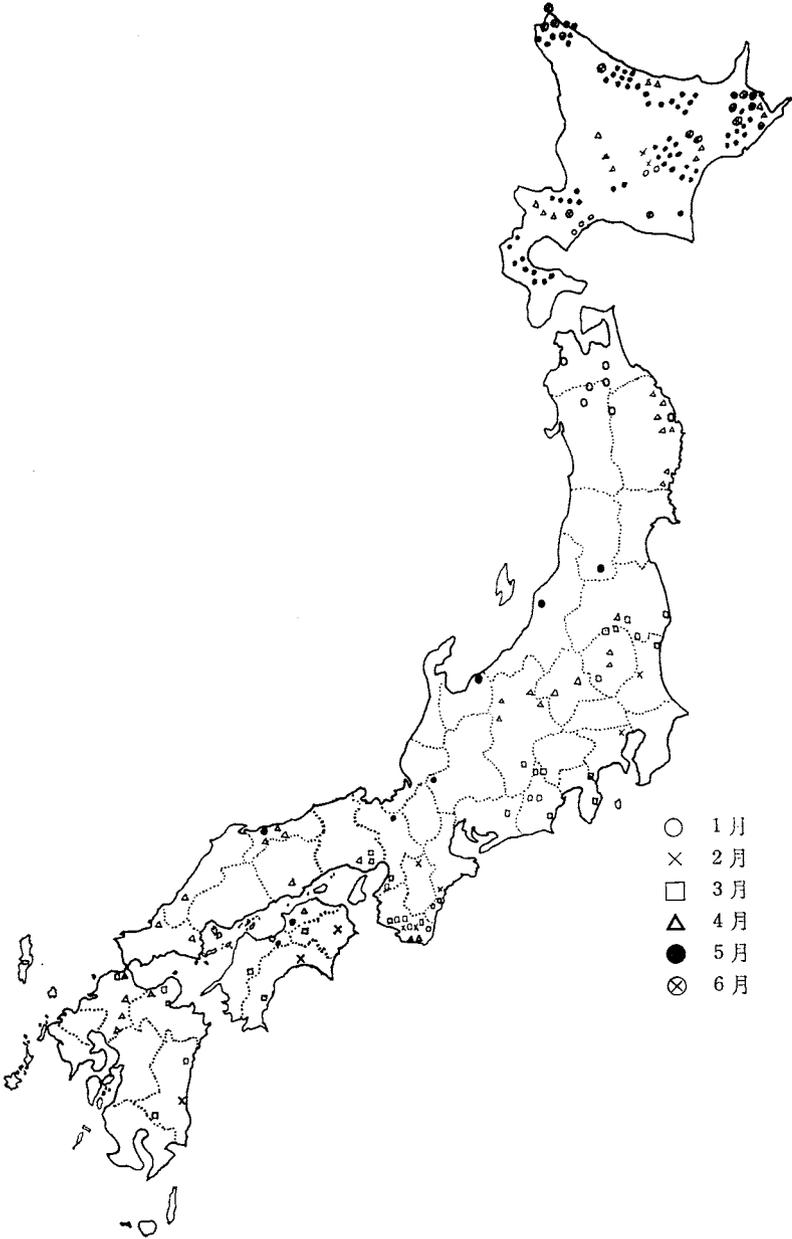
月別	件数	県別
1	5	和歌山3, 愛媛, 香川
2	11	茨城, 神奈川, 埼玉, 和歌山2, 奈良, 三重, 徳島, 高知, 香川, 宮崎,
3	37	大分3, 宮崎2, 福岡, 高知2, 愛媛, 徳島, 兵庫2, 大阪, 和歌山7,
4	51	三重2, 愛知, 静岡5, 神奈川, 山梨, 茨城2, 栃木2, 福島2, 岩手,
5	122	大分, 福岡3, 愛媛, 香川, 島根, 鳥取3, 山口3, 岡山, 兵庫2, 和歌山, 三重, 岐阜, 富山, 山梨, 長野4, 栃木2, 群馬2, 福島, 宮城3, 岩手4, 北海道14,
6	23	愛媛, 鳥取, 兵庫, 京都, 岐阜, 長野4, 山梨, 富山2, 群馬2, 栃木, 新潟, 山形, 秋田3, 岩手7, 青森2, 北海道93,
7	1	香川, 北海道22,
8	2	北海道,
9	1	富山, 北海道,
10	2	山口,
11	—	長崎, 北海道,
12	—	
計	255	

火災の延焼拡大には地況、林況、気象の三要素が関係するので、一度大火が発生した付近は再発する危険性が極めて大きい。平坦な地形で風裏のない所や、山の南や西向の斜面長の長い、火山の山麓地帯は危険地形である。このような所の原野や採草地、放牧地が富士山、ハッ岳など各地の火山にみられる。林型と火災危険の関係を第3表に示す。

樹木の火熱に対する抵抗性には防火性と耐火性とがある。防火性は樹冠の発火抵抗性であって、一般に針葉樹は広葉樹より防火性は大きい。樹葉の防火性の難易を第4表に示す。

常緑広葉樹で葉肉が厚く、水分含有量の大きいもの程、防火力は大きい。これにはサンゴジュ、ヤマモモ、シノギ、カン類、サザンカ、ヤツデ、ユズリハなどである。落葉広葉樹のカエデ、ナラなど葉も薄いものは防火性は小さい。

第1図 林野大火災月別発生ヶ所



第3表 林型の火災危険の分類

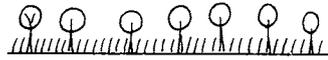
最危険



草, ササ

地表火

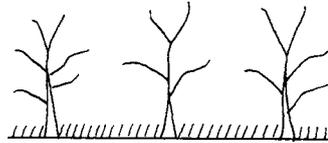
最危険



幼令広葉樹林, 林床にササ, ススキ等

地表火+樹冠火

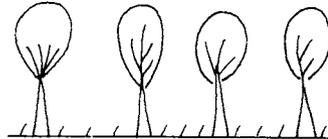
最危険



老令広葉樹林, 林床にササ, ススキ等

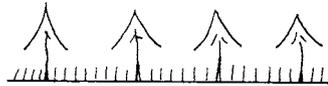
地表火+樹幹火

安全



常緑広葉樹林, 林床に下草少ない,

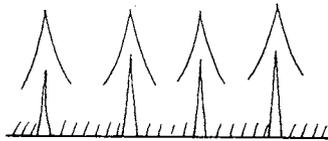
最危険



幼令針葉樹林, 林床に下草多い,

地表火で全滅

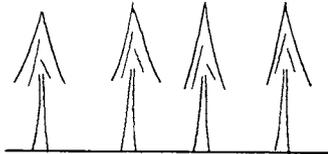
危険



針葉樹林, 林床に下草残る,

地表火+樹冠火

安全



壮令針葉樹林, 林床下草なし,

やや危険



老令針葉樹林, 下草生える,

第4表 本州産樹木の防火順位

強い樹木	シイノキ、イチョウ、シラカシ、タブノキ、ツバキ、モッコク、アカガシ、 タラヨウ、ヤブニッケイ、カラマツ、ミズキ、マキ、アオキ、サンゴジュ、 ユズリハ、シキミ、
中の樹木	プラタナス、キリ、アオギリ、ヒマラヤシーダー、カシワ、ミズナラ、コ ウヤマキ、
弱い樹木	クロマツ、アカマツ、ヒノキ、ケヤキ、ポプラ、ニセアカシア、サルスベ リ、スギ、カキ、イヌツゲ、

針葉樹の葉は針状の突起をしたものが多く葉に凸凹がある程着火し易く、また樹脂を含むのは発熱量も高い。カラマツは葉の中に樹脂がなく火災期に落葉中なので防災性は大きい。耐火性とは葉や小枝の一部が焦げても根や幹の一部が焼け残り、後日回復して生返る性質をいう。針葉樹は耐火性はない。広葉樹のうち、樹皮の厚い、カン類が耐火力が大きい。樹種による耐火性を第5表に示す。

第5表 樹種による耐火性

北海道産樹木の耐火性順位
1. ナナカマド、2. シナノキ、3. ハリギリ、4. イチイ、5. イタヤカエデ、6. エゾヤマザク ラ、7. ホオノキ、8. エゾマツ、9. トドマツ、10. シュウリザクラ、11. ハンドイ、12. ミズナラ、13. アカエゾマツ、14. ユバノシラカバ、
本州産樹木の耐火性順位
1. イチョウ、2. ケヤキ、3. エノキ、4. キョウチクトウ、5. モクレン、6. アカガシ、7. シ イノキ、8. カナメモチ、9. マサキ、10. ツバキ、11. サザンカ、12. イヌツゲ、13. ア オギリ、14. アジサイ、15. トウカエデ、16. ニセアカシア

防火樹には耐火性と防火性とを共に持つものがよいが、両方かねるものはないので、防火性のすぐれたものが使われる。本州中部以南のシイノキ、カンノキを主とする常緑広葉樹林がある所は伐採せずに残して防火樹とする。新しく植栽するには、本州中部以南ではヤマモモ、サンゴジュ、シイノキ、カン類、クヌギを、北海道や東北地方の寒地にはカラマツ、カシワ、

ミズナラ、ナナカマドなどがよく、下木にはヤツデアオキ、ユズリハなどを植込む。防火樹帯は峯筋に作る事が多いので、植栽を成功さすことは仲々骨が折れる。手入れを十分にしないと成林は望み薄である。

気象条件は時々刻々に変化する。火災との関係では湿度や実効湿度が小さい程、火災の危険性の高いことが明らかにされ、このとき風速が強ければ火災は極めて速かに延焼する。雨の降り方は可燃物の含水量に関係があるので、寡雨の程危険である。昭和44年末から本年1月にかけて記録的な無降雨が続き、各地に大火災が多発したことは記憶に新しい。

火災予防にはこのような火災危険の状態を適確に予知して警戒を厳重にすることが大切である。出火した火災の拡大予測を即座に知ることが、消防力の大きさを決める上にも必要である。そこで従来は各要素毎に求めていた火災危険の関係を将来はすべての関係要素を総合勘案した予知方法の確立に切りかえる必要がある。針葉樹の一斉造林は火災上最も危険なもので、目下世界林業試験機構の火災防止部会でもその防火方法が取り上げられている。これには道路や隣接森林との間に防火林を作るとか、道路沿いの林床可燃物を清掃する必要がある。又沿道火災予防のため、ハイウエー沿線の斜面の緑化の「牛の毛草」は常緑の草に代えた方が良い。火災の多発日や大火災の起り易い日には、予防活動を集中的に行う。

消火作業で科学的消火が今日程要求されていることも少ないだろう。ヘリコプターによる空中消火は日本のような急峻な地形には大きな威力を発揮する。火災の発見、偵察、人員機材の運搬、初期消火等で将来大いに活用されるだろう。しかし空中からの消火剤投下はその塔載量に限度もあり、未だ機数も不十分で、これだけでは消火は無理である。まして天然林内の倒木中にくすぶる残処理にも地上消火は絶対に必要である。地上消火が消火活動の主体であるので、この近代化も必要であるために薬剤の機械散布による消火実験を行った。実験に使った消火剤は国内外で使われているもののうち室内実験で使えるものを選定して野外実験に使った。野外実験は北海道の根釧原野の国有林で行った。可燃物はミヤコザサを主とし、ハギを混じえ、その量は $15\sim 5\text{kg}/\text{m}^2$ であり、実験半月前に伐倒して乾燥させた。使用した薬剤と機材は第6表に示す。

直接消火において火線10mを消火するのに水（棒状で $2.6\ell$ 。噴霧で $1.2\sim 1.7\ell$ ）を要した。また、ABC消火剤も効果があった。

間接消火ではMAPとDAPには効果差はほとんどなく、MAPの方が価額が安い。PHが4位で機械金属を腐蝕するおそれがあるので、使用後はよく洗滌する必要がある。

MAP15%、CMC1%の夫々水溶液を混ぜたものを、幅 $3\sim 5\text{m}$ 、 $1\sim 2\ell/\text{m}^2$ まくと、延焼阻止が可能である。このときの傾斜角45度以下、風速 $4\text{m}/\text{s}$ 以下であった迎風であれば風速でも十分であるが、追風 $4\text{m}/\text{s}$ で、傾斜角30度の昇り斜面では阻止できなかった。

CMCを混ぜることは粘度を増加させて、附着を多くするためであるが、それは今までの放水ポンプではまきにくいので、薬剤の攪拌散布が出来る林野火災用重粘消火剤散布機を試作した。この性能は動力噴霧機は3連式ピストン強制弁式高圧で、吸水量、常用 $68\ell/\text{分}$ 、圧力、常用 $35\text{kg}/\text{cm}^2$ 、薬剤混合機はジェットポンプ、吐出量 $200\ell/\text{分}$ 、揚程 $6\text{m}$ 、液剤タンクは $300\ell$ が二個、ミキサ付、ホース $200\text{m}$ 車輪2ヶ付きで、ジープで引張れるし、動き乍ら散布も出

第6表 林野火災用の消火剤と散布機械

	消 火 剤	散 布 機 械
直接消火	粉剤（ABC消火剤） 水	ABC消火器 ジェットシューター
間接消火	第1 リン酸アンモニウム(MAP)15%液 第2 " " (DAP)15%液 MAP15%+CMC1%水溶液 DAP15%+CMC1%水溶液 硼酸塩の水溶液	ジェットシューターおよび 林野火災用重粘剤散布機
残火処理	石 鹼 水	ジェットシューター

来る。この車が走れない所はビニール製のタンクを置いて防災スプレーで散布する。これも、出来ない山地には背負式散布器で行く。谷から峯への荷物の運搬には簡易なスカイラインがよい。これは自動携帯用鋸の3馬力のエンジンを使う。150mの架線張りに6人で10分で出来るし、運搬時間も1分強である。残火処理の不十分からの出火は林内推積物の多い北海道の天然林に多い。滲透剤は有効であろうがまだ研究は不十分である。空中消火は44年度から消防研究所との共同試験で開発中で、1年目は大型ヘリコプターによる地表火の消火に目途がえられたので、今後は樹冠火を伴った荘老年林の火災についての開発を中型機を含め開発する予定である。また空陸一帯の消防戦術の確立の開発も必要である。

## 二 空中消火欧米視察談

消防研究所 名 雪 健 一

### 1. 米 国

#### ア ロスアンゼルス市

地勢；北部 西部にわたって高さ600~700mの花崗岩質山系。

林相；Brush と呼ぶ灌木帯（林木として無価値）。

気象；年間雨量300mm。12~5月洪水期8~10月乾期。

雨量の少ないにも拘らず雨期は非含水地質の故に洪水多発し、夏期は気温35~40°C湿度20%以下であって市を囲む山地に山火事が多発し林木そのものは無価値に等しいが、山麓高級住宅地への延焼被害が度々ある。この為消防対策は関連する洪水対策を含めて広範な総合的対策を着実に実行しており、関係諸機関の災害に対する協調が見事にう

かがえる。

(1) 水害対策

- a 山地下部に堤防設置。
- b 谷沿い各地に階段状ダム建設。

前記は水害による土砂流出を防ぐ一方、貯水々利となる。

(2) 空地対策

- a 山麓家屋点在地域の空地は徹底して刈払い処理。
- b 緑地散水育成（回転スプリンクラー散水，簡易扁平ゴムホース散水）

(8) 山中水利施設

- a 10～20m直径の被覆水塔施設を随所に設置。
- b 山麓住宅は水泳プール設置を義務づけ。

(4) 見張塔設置

山中死角なき程に見張塔を設け，夏期のみ勤務し覚知通報，気象連絡施設完備。

(5) 防火帯

尾根筋に幅10～20mの防火帯完備。

大幅林道これに通ずる。

以上のほか消防本部には中型小型ヘリコプタ7機を配して航空消防隊を組織し，指令室にコンピューターを導入して作戦指令を行い，覚知通報，連絡，偵察，指揮誘導，消火活動，資器材補給，救助活動の一連の作業を徹速に行っている。

イ モンタナ州，ミズーラ市

北部方面森林火災研究所，森林航究消防本部スモークジャンパー訓練所。

いずれも市飛行場周辺に並ぶ。研究所は6部門に分れ ①可燃物 ②火災物理 ③防火剤 ④火災制御 ⑤火災監守 ⑥落雷の専門研究部があり ①では林相樹種の性態学燃焼特性の研究 ②では発火の経路，延焼性状 ③では火災に応じた剤種，薬量 ④では林野火災用器材，⑤では覚知システム 火災発展想像図作成予防面での火災危険度の研究を行っていた。

北部方面森林消防隊

担当区域は米大陸を東西に縦断した西部の3億エーカーの森林で，空中警防隊と隊員訓練所とで構成される。ここはむしろスモークジャンパーと称する消防空挺隊ともいうべき所で，火災覚知とともにわずか5秒で25人一組の空挺隊員が装備を携行してスクランブルし，同時にエアタンカーと称する消火専用機が現地に急行する基地であり，常備の機数はエアタンカー7機，ヘリコプター13機で，エアタンカーは2.5ton～4ton積の大型機が待機していた。火災の最盛期にはこのほか時に応じて100～200機をチャーターする由であり，空挺隊員を全米各地区から1時間に3000人を動員投入し得るとも称していた。訓練生は年間500人，夏季に終了するスケジュールとして火災期に対応し先兵として出動するが，火災現地に対する補給は全て空輸投下であり，可搬ポンプその他器材は

勿論、食料、天幕、野外便所に至るまで一切が投下用に梱包されて倉庫に収納されている。

#### ウ ワシントン市

スミソニアン博物館

米国に於ける消防ポンプ車の歴史の変遷について実物とそのモデルが懇切に展示されておりまた、内燃機関についても同様であり特に航空用ガスタービンの初めからアポロに至る実物が展示されていて、アポロについては専門技術者がいかなる質問にも応じていた。ここでは宇宙服の詳細が消防用として非常な参考となった。

#### エ ニューヨーク市

数年前同市で試作されたスーパーボンバーを視察、2400PSディーゼルのポンプ車、ホース車、放水砲車の3輛から構成され、1分間32000ℓの水を200m射程で放水可能であり世界最大を誇っていた。このポンプを用いての摩天楼火災活動を行うものとの推測に対し、当局は超高層火災の活動は原則として専らスプリンクラー設備に依存する由であった。

### 2. カナダ

セントリオール、オタワ

カナダエア航空機製造会社、カナダ森林消防研究所。

従来、米国、カナダでは森林航空消防には専らピストンエンジン装着機を使用し、特に両国とも第2次大戦に使用した中古爆撃機を活用していた。その理由は現地急行は高速で行い、火点上空での消火剤投入は最低速で行うための広範な速度が要求されるためであった。戦後20年余これらの機種も枯渇してきたため、新たに専用機として試作されたのが同社のCL-215型機で水陸両用の消防専用飛行艇であり、火災現地近くの湖面を滑水中5tonの水を機体内に吸収し火点に投射する型式である。

### 3. フランス

マルセイユ、シビルプロテクション航空隊、

前記カナダ製CL-215型消防飛行機を10機同地に配備している。南仏ニース近辺はロスアンゼルスに相似した林相で山火事地区であり、夏季最盛期にはこの10機を以てもなお不足する現況にあり、近く更に10機を増強する計画であった。

### 4. バリー市消防隊。

同隊では試験的に航空隊を組織していた。中型ヘリコプター4機を配置した活動は主として救助であるが、特に高速道路での衝突事故に出動して空中から消火し接地して傷者を救出し同時に事故車を切断分解してこれを吊下げ、路上から撤去することに効果を

上げている由であり、その操作法基準も整備され訓練を参観した。

5. ドイツ及び北欧諸国。

これらの各国とも特に航空消防隊としては組織されていない。しかしいずれも有時には敏速に必要機数を借上げ投入して処理するその柔軟性は見事であった。従って専用機配置は勿論ないが、大規模な山火事は少なく、関係器材の常備も十分ではなかった。

以上、世界各国を一巡して航空消防隊の活動は米国、カナダ、フランスが充実にあり、いずれも山火事対策として配置している。しかし各国とも関係器材において驚嘆すべき新兵器は見当らない代わり、常識的装備が実に緻密に配備され有時に当って敏速大量に動員し得る体制が整備されている一方、山火事処理に対する総合的対策が各省庁協同の上に完備していることは括目に値する所であった。

# V 研究発表

## イ ポンプ車泡液混合装置の開発について

東京消防庁 小林 芳二郎

この度当庁で試作した泡液混合装置について特にこの装置用に検討試作した流量計と伴に発表したい。

東消式発泡器の開発に伴ない、今後、一般ポンプ車に同発泡器を積載し、警防上多目的に使用されるものと思われる。しかしながら、一般ポンプ車には混合装置がないため、放水量に適合したラインプロポーションナーを使用しているのが現状である。しかし周知のごとく、混合方式をラインプロポーションナーとした場合平面火災では使用上支障ないが背圧のある高層建物火災時には吸液が困難となる。またプロポーションナーを先端部のホース間にセットし、泡原液を搬送しなければならないという欠点がある。

以上の理由により一般ポンプ車でも容易に泡原液を混合させることができる装置として開発したものが本装置である。構造は極めて簡単で、ポンプの吸水管の一部に泡原液の吸入口を設け、これに吸液部（逆止弁、吸液コック、目盛板、ゴムホース、ピックアップ）を取りつけ、その他吸口コックに目盛板を付したものである。ラインプロポーションナーと比較することの装置にはベンチュリーが不要な為に、経済的にも非常に低廉で済むという利点がある。

吸液の原理は有圧水の場合、吸口コックの操作及びポンプの吸水によって吸水管内を負圧にして泡原液を吸入せしめ、混合液を作成するものである。

なお無圧水（自然水利・貯水そう等）の場合は、落差、およびポンプ吸水によって吸水管内が常時負圧になるので吸液が可能である。

操作要領は使用時の負水圧力に相応して吸コックの開度を定め、東消式発泡器使用の場合は、放水量を毎分 550ℓにして、その時生成される負圧に基づき、吸液コックの開度を設定すれば必要な混合液が作成される。吸口コックの目盛板には1, 2, 3, 5(キロ)のメモリが付いているが、例えば目盛を3にセットした場合流量を500ℓにすると圧力差が0になるので、500ℓ + 50ℓ を流せば、吸水管内が減圧になって原液を吸うことになる。なお混合液はポンプの吸水側であるから、泡液の搬送が不用となり、背圧によって吸液が困難になることはありえない。

流量については、各種摩擦損失を考慮して必要ポンプ圧力を選定すればよいが、当庁で試作実験が完了した簡易流量計を使用した方がより正確であった。当庁で試作した流量計で、後方コックまえ、オリフィス前後の圧力差を付属の水銀柱で測定し、流量に換算するわけであるが、45, 50, 55mmのオリフィスの中では55mmのものが最適のようである。500ℓ 放水の場合、基準より8cmの値を示す。

この流量計も市販のものと比較すると、かなり低廉にできる。

当庁では現在、試験用ポンプ車に当混合装置ならびに流量計を取りつけ、各種の実験に供し

ている。

## ロ 高分子物質の熱分解生成ガスについて

大阪市消防局 芝 康 雄

最近、都市の建築物の高層化や地下街の建設に伴なって、これらの火災時における死者が年々増加しており、その原因として、近年非常に多量に用いられるようになった塩化ビニル板、合板等の建材やマットレス、カーペット等の合成高分子物質が燃焼する時に発生する有毒ガスがあげられる。

そこで、合成高分子物質の中で、特に広範囲に使用されているポリ塩化ビニルが、熱分解するときに発生する有毒ガスの定性及び定量分析を行ない、この物質の火災時における発生ガスの危険性を見い出そうとした。

本研究は、空気中での閉鎖系と流通系について行ない、それぞれ、300°Cから100°C間隔で800°Cまでポリ塩化ビニルを熱分解させ、定性分析は質量分析計とガスクロマトグラフで、定量分析はガスクロマトグラフで行なった。

閉鎖系、流通系の両系とも、ガスクロマトグラフによる定量分析には、カラム充填剤として、活性炭、ポリエチレングリコール6000、モレキュラシーブ5A等を用い、一酸化炭素、炭酸ガス、塩化水素、エチレン、エタン、ベンゼン、トルエンを測定した。

なお、試料に用いたポリ塩化ビニルは、分子量が1万のもので、0.3gを採取し、加圧してペレット状にし、充填剤を一切添加しなかった。

閉鎖系および流通系における結果を、それぞれ第1表および第2表に示す。いずれの系においても発生するガスは共通しており、塩化水素、炭酸ガス、一酸化炭素、エチレン、エタン、ベンゼン、トルエン等が検出された。

### a. 閉鎖系

第1表 閉鎖系におけるポリ塩化ビニルの分解生成物の組成 (重量パーセント)

生成物 \ 温度 (°C)	300	400	500	600	700	800
塩 化 水 素	21.8	42.8	44.1	60.3	64.4	66.1
一 酸 化 炭 素	0.4	1.0	3.8	8.8	17.0	18.4
炭 酸 ガ ス	0.8	2.3	5.7	6.4	8.2	9.4
メ タ ン	痕 跡	0.1	2.5	6.0	10.4	10.3

エチレン	0.1	0.5	1.0	1.5	2.0	1.3
エタン	痕跡	0.5	0.9	0.6	0.4	0.1
ベンゼン	1.9	3.6	4.6	3.7	2.8	1.7
トルエン	痕跡	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1
残渣	47.8	35.5	32.2	27.0	24.6	23.4
生成ガス量 (ml/g)	360	386	398	432	475	504

(注) 塩化水素の600°C以上の値は、疑問に思う。というのは、理論値を計算しても約57%であるから

閉鎖系においては、第1表を見てもわかるように塩化水素が他の分解生成物より極端に多く、発生している。また、これは300°Cから出始め、温度が上昇するにつれて増加し、800°Cまでにはほとんど分解が終って、分子内に存在する塩化水素がすべて放出されている。一酸化炭素については、低温において炭酸ガスより多く、高温になると炭酸ガスより少なくなっており、これは高温になるにつれて他のガスの生成が増加するため系内の酸素が希釈されることから起るものと思われる。ベンゼンやトルエンは、500°Cの所で最高値を示し、メタンやエチレンは、700°Cで最高値を示している。

#### b. 流通系

第2表 流通系におけるポリ塩化ビニルの分解生成物の組成 (重量パーセント)

生成物 \ 温度 (°C)	300	400	500	600	700	800
塩化水素	23.8	44.4	49.0	43.3	44.9	40.0
一酸化炭素	痕跡	0.1	0.6	1.9	1.5	2.0
炭酸ガス	0.4	0.7	1.1	4.4	4.0	6.6
メタン	痕跡	0.1	1.1	2.7	2.6	6.2
エチレン	痕跡	0.1	0.3	0.9	0.8	4.3

エタノン	痕跡	0.1	0.3	1.4	1.1	1.9
ベンゼン	痕跡	3.8	2.8	4.9	7.7	11.3
トルエン	痕跡	痕跡	痕跡	0.1	0.2	0.4
残渣	49.9	39.5	35.0	28.9	22.4	21.0
生成ガス量 (ml/g)	285	330	375	450	510	540

閉鎖系と同様に、一番多量に発生したのは塩化水素であり、他のガスに比べると問題にならないほど多い。他のガスについては、閉鎖系と異なり高温になるにつれて増加している。また、空気量が理論値より少ないため、くん焼状態となり、低温において白煙を生じ、高温になると黒煙が発生した。

ここで、両系を比較してみると、高温においてペンゼン、エタン、エチレン、トルエンについては、流通系の方が多く、塩化水素、一酸化炭素、炭酸ガス、メタンについては、閉鎖系の方が多くなっている。また、塩化水素に注目してみると、低温では流通系の方が多く、高温になると閉鎖系が多くなっている。特に、ベンゼンについては、閉鎖系より流通系の方が80°Cにおいて約5倍になっている。

ポリ塩化ビニルの熱分解には、ホスゲン、塩素、アセトン、アルデヒド等が発生するものと思われていたが、これらの物質は全く検出されず、閉鎖系、流通系の何れも主成分は塩化水素で、約300°Cから発生しはじめ800°Cまでにはほとんど分解を完了する。これは火災の比較的初期の段階で分解が終り、大量の塩化水素を放出することを意味している。したがって火災におけるポリ塩化ビニルの危険性は、ホスゲンや塩素や一酸化炭素でなく、塩化水素であることが確認できた。

なお、今後ポリ塩化ビニル以外の物質についても実験を行ない、また実際の家屋内に使用されている何種類かの製品の熱分解生成ガスの複合的な影響をも併せて、研究を進める予定である。

## ハ 装甲化学車について

川崎市消防局 田村 義和

川崎市の臨海地域には、近代科学の発展を象徴するように、石油化学工場群が集結し、一大コンビナートを形成しており、これら施設が貯蔵、精製、分解、移送等処理する石油類の量は、約600万キロリットルに及んでいる。しかもこのコンビナートの中核をなす東燃石油化学、日石化学等をはじめ、多数の化学工場は、また各種高圧ガス及び電気施設、並びに有毒物

質を大量に取扱うところから、火災、その他の火害発生時には、その被害拡大の速度と、規模はまことに大なるものが予想されます。そこでこれが対応施策として、3000型泡放射砲、化学消防艇、装甲化学車等、特殊消防機械を整備し、消火泡原液の大量備蓄と、その輸送計画を含む警防計画を策定、これに基づく訓練、あるいは、消火実験をくり返し実施する等、川崎市における特徴ある防災課題として、平素から研究しているところであります。偶々本年2月21日、扇町所在の昭和石油川崎製油所、精製装置の蒸溜塔2基を中心に、極めて猛烈な石油施設火災を現出、これが鎖匠のため特2号出場の大部隊が集結しました。特に、新造早々の装甲化学車が特殊災害に初出場したほか、3000型泡放射砲の集中防禦、原液の短時間内大量輸送等の経験をえた訳で、この結果から、この装甲化学車がこの種の火災に対処する最低限の戦力であると考えます。今後にあるべきこの種の災害対策の方向性研究上いささかでも参考の資となることを期待して、本市建造の装甲化学車について建造の目的、設計に当たっての検討事項、主要諸元を紹介するものであります。

### I 建造の目的

上述のような災害に遭遇したときに爆風や落下物から隊員と機械を守りながら火点に近づき一挙にこれを鎮圧したり、大量の冷却放水を行ったり、時として負傷者の救出を行なうこと等を目的とする。

### II 設計に当たっての検討事項

1. 耐爆性を強めるということから車体全部を鋼板で覆うこと。
2. 3000型の泡放射砲を搭載し、化学車として十分活躍できること。
3. 単独放水できること。
4. 他車の中継を受けて先ポンプとして放水や泡の放射が思うようにできること。
5. これらの操作を手動、隊員室の中で油圧によるリモコン装置、消防無線の利用によるリモコン操作ができること。
6. 強力な自衛装置をもつこと。
7. 大型の粉末装置を積載できること。
8. 照明装置をもつこと。
9. 緊急車としてつかえること。(速度が80km/h以上出せるかどうか。)

なお、設計に入る前に車輛を作るに当たって、道路運送車輛法の保安基準の自動車のわく内に入るかどうか、入るとすれば余裕があるか、その余裕はどのようなものがあるか、単一目的の車輛として作るか、多目的の車輛として作るか、最終的に予算的には可能かどうか等について検討した。

### III 主要諸元

1. 車体鋼板及び寸法 前部(運転室及び隊員室) 4.5mm高張力鋼板 後部(ポンプ室、タンク室) 3.2mm高張力鋼板 全長9,830mm, 全巾2,500mm, 全高3,490mm
2. 総重量 19,135kg 定員 5名
3. シャーシー 日野TC30改造, エンジン 日野DK-10型
4. ポンプ 高圧バランスタービン, 放水量 3,800ℓ/分

5. ニャフォーム装置 自動比例混合装置, 混合液放射量 600~3,000 ℓ/分, 原液 そう容量 1,200 ℓ
  6. 放水能力 放水砲(スームスノーズル) 1 最大 5000 ℓ/分 射程 80~100m 泡射砲 3000型 1, 射程 65~80m
  7. 砲塔特殊装置 放水砲, 泡射砲切替油圧リモコン方式, 砲塔旋回 360度, 仰角0~80度, 操作方式 ①無線リモコン方式, ②油圧リモコン方式, ③手動方式; エンジン制御方式 ①無線リモコンの場合は無線, ②その他の場合はリンク式, ③エンジンガバナ一付
  8. 自衛装置 自衛噴霧ノズル車体前面上部 3, 下部 2, 車体両側面各 3, 水タンク 1500 ℓ, プースターホース 1 (30m ノズル付)
  9. 粉末消火装置 消火薬剤量 460kg, 大量窒素ガス放射方式, ターレットノズル 1 射程50m, ハンドノズル 1 (30mホース付) ガス圧起動方式
  10. 照明装置 6 P S/kw 交流発動発電機 1, 100V・500W投光器 2
- この装甲化学車は44年7月22日に発注, 同年12月29日に検収, 配置した。

## ニ フォームダイク (FOAM DIKE) の開発について

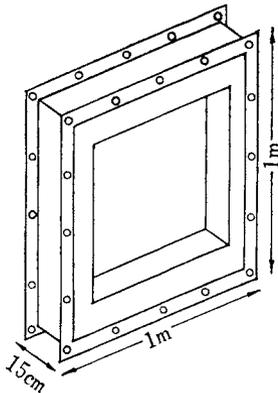
東京消防庁 島 光 男

高膨脹泡が各種の火災の消火に広く使われるようになり, 消防効果の向上と能率化の方策としてその成果が認められてきている。当庁研究所では, 建築物の中で発生した火災において高膨脹泡を火災室内に満ちし, 燃焼実体を泡で包囲被覆して消火する場合, 室出入口, 窓その他の開口部から泡の流出漏えいするのを防止し, 効果的な消火を行なうために必要な器材の研究をすすめてきたが, 東消式発泡器の開発実用化にあわせて容易に火災現場に携行できて短時間に組立設置することができる気密材質を使用したエアマット構造の「空気膨脹泡の流出漏えいの防止器」を開発するに至ったものである, フォームダイク (FOAM DIKE) という名称については, FOAMは泡, DIKEは堤防とか, 堤防を築いて防ぎよすという意味である。

フォームダイクの構造は, 気密性の布地, ゴム地またはビニールフィルムを使って, これをマット状に接着加工してその周囲に空気充てん部を設け, 使用時にこれに空気を充てん膨脹させて型を保つようにしたもので, 空気充てんは, 東消 3 型空気呼吸器用のポンペ (4 ℓ, 150 kg/cm<sup>2</sup>) を利用した充てん器を使えば, 約20秒以内に使用できる状態に充てんを完了し, ポンペ 1 本で試作した大ききのフォームダイクならば 5~6 個充てんできる。現場におけるフォームダイクの設置については, 直接開口部に挟み込む方法, 数個を組合せる方法, その他, ロープ, とび口等の器材を併用して取付けるなど, その現場の開口部の構造に合わせて最も能率のよい確実な方法で行なうことが必要である。なお, 本考案は当消防庁科学研究所において実用新案出願中である。フォームダイク試作器の型式および諸元表を次に示す。

フォームダイク試作器諸元表

	種 別	材 質	(大きさ(縦,横,厚さ))	空 気 充 て ん 部	重 量	加工方法
A 社 製	A-1	0.5 m/m 綿	1 m × 1 m × 15cm	76.5 ℓ	3.4kg	ゴム接着
	A-2	0.5m/m ビニロン 外面 ゴム加工	80cm × 80cm × 15cm	58.5 ℓ	2.6kg	"
	A-3	0.5m/m ナイロン	80cm × 80cm × 15cm	58.5kg	1.8kg	"
B 社 製	B-1	0.5m/m ビニロン ターポリン ビニールフィルム	1 m × 1 m × 15cm	76.5 ℓ	2.8kg	ウエルダ ー 接 着



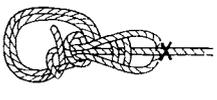
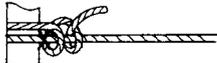
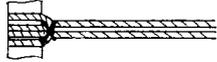
ホ ロープの結索による強度変化等について

東京市消防局 疋 田 考 三

救助活動にロープを用いる場合、なんらかの結索を行なうが、この結索によるロープの強度変化。次にロープブリッジを展張する際、ロープにかかる荷重とロープの径及び長さ伸びの変化等、これらのことを解明することは、ともにロープ操作の安全上重要であるので試験を行なった。その結果、次のことが明らかになった。(表1参照)

1. 結索による強度変化のもっとも大きいのは、もやい結びである。
2. ロープ結着に用いる結索法としては、二廻り二結びがもっとも強度低下が小さい。
3. 蝶結びは、ロープの強度低下が大きい。したがってロープブリッジ展張破断するとすればこの部分である。

表 1 ロープの結索による引張り強さ（破断荷重）の変化

試験項目	破断箇所図	結索種目	ロープ種別	ロープ結索前の破断荷重	ロープ結索後の破断荷重	結索前の強度を100とした場合の変化率
命綱用結索部の破断荷重及び変化		もやいび結	ナイロン	2,710kg	1,310kg	48%
			クレモナ	1,380	680	49
		コイル巻きもやいび結	ナイロン	2,710	1,500	55
			クレモナ	1,230	680	55
ロープ結着用結索部の破断荷重及び変化		二廻り二結び	ナイロン	2,710	2,310	85
		巻き結び	ナイロン	2,710	2,050	75
		ブルジック結び	ナイロン	2,710 (ロープW=5,420)	4,020	74
ロープ接合用結索部の破断荷重及び変化		本結び	ナイロン	2,710	1,160	42
			クレモナ	1,020	500	49
		つなぎ結び	ナイロン + ナイロン	2,710	1,350	49
			クレモナ + クレモナ	1,230	500	40
ロープ展張用結索部の破断荷重及び変化		蝶結び	ナイロン	2,710	1,770	65
		ブルジック結び (主ロープに対する把握)	クレモナ (主ロープナイロン)	(1)通常の方法 (2)通常より1回巻き回数増加	(1)130kgすべり抜ける (2)1,130kg破断	

4. ロープブリッジ展張時の安全対策として、小綱によるプルジック結びを用いる場合
- (1) クレモナの場合は、通常の結びより1回巻き付け回数を増し、箇所を増し、2箇所以上とる必要がある。
  - (2) プルジック結びにも若干荷重のかかるようにしておくこと。
5. ロープの長さや径の変化
- ナイロン製12mmφの1年間使用したものは、2.5tonの引張り荷重で破断寸前43%伸び、径は2.7mm減少した。同じく2年間使用したもので、50%の伸び、径は1.7mm減少した。
- (1) 試験ロープ ナイロン(12mmφ)ロープ
  - (2) 試験条件等 試験ロープの原長は1mとし、測定標点は、ロープ中心部10mmに赤色印を付して各引張り荷ごとのロープ長さ及び径について測定した。

表 2

種 別	項 目	引張荷り重 (kg)							破断時
		0	250	500	1000	1500	2000	2500	
1年使用 ロープ	伸び(cm)	0	16	23	32	35	40	43	45
	径(mm)	12.6	11.6	11.0	10.7	10.4	10.2	9.9	
2年使用 ロープ	伸び(cm)	0	20	30	39	45	48	50	52
	径(mm)	11.5	11.5	11.0	10.8	10.4	10.0	9.8	

## へ エア・カーテンによる遮煙について

消防研究所 山下 邦博

エア・カーテンによって防煙、安全区画の設定、避難路・避難場所の確保が可能であることが実験的に確かめられた。しかし、これを確実にかつ安全に行うにはプッシュ・プル形のエア・カーテンで吸込風量を吸出風量よりも多くする必要がある。エア・カーテンによる遮煙の特徴は人間は自由に通過できるが煙とか熱は遮断されるという「半透明性」と安全区画と危険区画が明確に区別される点にある。

エア・カーテンは流れの方向およびリターンダクトの有無等によって分類される。流れの方向により水平形、垂直形があり、リターンダクトの有無によってプッシュプル形（吸出および吹込あり）、ループ形（循環式）および簡易形がある。簡易形のエアカーテンは吹出だけのものであり一番よく利用されているが遮煙には適していない。

プッシュプル形エア・カーテンの吹出および吸込口の相対的な配置の代表例を図に示す。各

配置のエア・カーテンを遮煙に利用するには長所・短所があるので煙の流動性状・場所に応じて遮煙効果の高いものを選ぶ必要がある。一般には図の(c)と(d)が適当であるが、(c)の場合にはエア・カーテンの吹出部にゴミが入ってエア・カーテンの作動を困難にさせないように工夫が望まれ、また(d)の場合には天井の近くのエア・カーテンの吹出および吸込を強くする等の工夫が必要である。

遮煙エア・カーテンを設計するには対象とする火災の特徴が必要になるのでここで簡単に触れる。火災によって発生する気体が少ない場合には、中性帯は次式で表わされる位置に生ずる。またこの結果を利用して外部と廊下内の最大圧力差も求められる。

$$h_1 = \frac{\sqrt[3]{T_0}}{\sqrt[3]{T_b} + \sqrt[3]{T_0}} \times L$$

$$P_m = 1.293 \times \left( \frac{273}{T_0} - \frac{273}{T_b} \right) \times \frac{\sqrt[3]{T_b}}{\sqrt[3]{T_b} + \sqrt[3]{T_0}} \times L$$

火災が発達してフラッシュ・オーバーになれば、中性帯は廊下の下方向に移動するか消滅する。

簡易性エア・カーテンのような吸込口を有さないエア・カーテンによる遮煙は不可能であるが、煙の動きを一時的に遅滞させることは出来る。この遅滞はエア・カーテンの吹出が下から

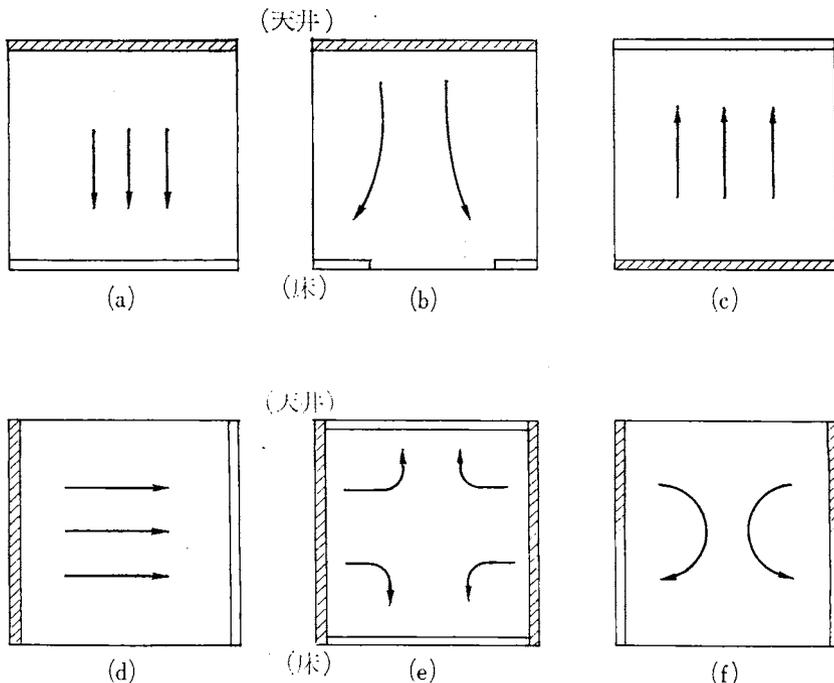


図 エア・カーテンの吹出口・吸込口の配置例

上への場合と上から下への場合で異なる。エア・カーテンの噴流が衝突する壁の部分が開口になっておれば、簡易形のエア・カーテンでも遮煙に対してかなりの効果が期ができる。

遮煙エア・カーテンに利用する吹出空気として次の種類が考えられる。①建物外の新鮮空気 ②廊下内の新鮮空気 ③廊下内の汚染空気。以上の空気を吹出空気を利用するのに長所・短所があるために遮煙が安全に行なわれるようなものを選ぶ必要があるが、これは火災そのものによっても異なる。

遮煙エア・カーテンの吸込口の役割は重要で、圧力、温度、煙濃度の上昇を抑制しかつエア・カーテンの噴流を強める。汚染空気を効果的に排気するために吸込口の近くに垂れ壁の設置等の工夫が望まれる。

遮煙エア・カーテンの吸込幅・吸込風量・吹出風量の最低値は次式で求められる。

$$Q_0; \frac{\rho_0 Q_0^2}{A_0 \ell^2} \times \frac{\cos \theta_0}{1 - \sin \theta_0} = \left( \frac{1}{2} \rho_f U_s^2 + P_s \right) L$$

$$Q_1; Q_1 = 0.55 \times \sqrt{\frac{L}{A_0}} \times Q_0$$

$$A_1; A_1 = A_0 + 2L \tan \theta_1$$

設計する風量は上式をもとにして吸込風量を主体にしてより多くする必要がある。

伝熱が主に対流でなされているとき（火源が遠い）は遮煙エア・カーテンで熱の遮断は必要十分に行なえるが、輻射による伝熱が強いときはエア・カーテンことウォーター・スプレイ・カーテンを併用して行なえばよい。

以上で

$h_1$ ; 中性帯の位置 [m],  $T_0, T_b$ ; 廊下, 外部の温度 [°K]

$L$ ; 廊下の高さ [m],  $Pm$ ; 圧力差の最大値; [mm Aq]

$Q_0, Q_1$ ; 吹出, 吹込風量 [m<sup>3</sup>/min],  $\rho_0, \rho_f$ ; 空気および煙流体の密度 [kg · s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>],

$\ell$ ; 廊下の幅 [m]  $A_0, A_1$ ; 吹出幅, 吸込幅 [m],  $\theta_0, \theta_1$ ; 吹出角および展開角 (=10°),

$U_s$ ; 煙の速度 [m/s],  $P_s$ ; エア・カーテンの両側の圧力差 [mm Aq]

## ト 特定の熱線による炎感知器

消防研究所 山本忠彦

炎の放射を利用した感知器には、現在炎のチラッキを感知する方式と、炎の熱放射を強度的に感知する方式の二方式が使用されている。これらの感知素子は可視域から2.5μ程度までの波長の放射を感知するものであり、おもに炎の灰色放射部を利用している。ところがこの波長域は他の高温物体による放射の波長域と同じものであるため、他の高温物体からの放射が誤動作の原因となりがちである。一般に、高温ガスの放射中には共鳴放射が存在し、かなりの強度をもっといわれている。そこでまず、この高温ガス体からの共鳴放射が、炎の場合どのような

波長域に分布しているかを調べてみた。その結果、種々の燃料について、波長約  $4.4\mu$  の炭酸ガスによると思われる共鳴放射が強力に存在することが認められた。

そこで、この波長域に高感度をもつ感知器を作るならば、従来の感知器において避けられなかった誤動作を除くことが可能ではないかと考え、赤外共鳴放射を利用した感知器を試作し、実用上の問題点について検討を加えた。

完成した試作器は、新聞全紙の  $1/8$  枚を二つ重ねにしたものを燃やしたときに、距離  $5\text{m}$  の位置で動作した。これは従来の炎感知器に比べ、警戒距離にして約  $1/2$  となるが、設計自体がこの感度を目標としてなされ、実用上十分な感度であると考えられる。試作器は  $500\text{W}$  電球を感知器から  $0.5\text{m}$  の位置で点滅しても誤動作することはなかった。そこで通常の熱源や光源による誤動作はほぼないものとみられる。しかし、最大の誤動作源となる太陽の放射エネルギーは、実測によれば夏季の地上において約  $50\text{mWcm}^{-2}$ 、検出回路に使用した赤外バンドパス・フィルタを通過した後においても  $1.6\text{mWcm}^{-2}$  であった。この値は標準火災発見条件の炎のチラツキ成分  $0.1\text{mWcm}^{-2}$  を上まわる値であるが、実際には検出ヘッドを上向きに設置しないので反射による誤動作だけを考えればよい。参考のため、ガラス鏡、水面、アルミニウム板の三者を振動させながら太陽の反射光を試作ヘッドに入射させたところ、誤動作する可能性があることがわかった。したがって、遮閉板の使用、取り付け位置の選定などで誤動作を防ぐことが必要と考えられる。

なお、この検知方式は中島清技官による研究成果で、日米特許出願中であり、来年度中には製品化される見通しである。

## チ 石油火災における炎からのふく射

消防研究所 湯 本 太 郎

石油火災における炎からのふく射熱を知ることが消防活動上、大変重要である。そこで次のような実験を行なった。

1) 無風に近い状態で、ヘキサン、ガソリン、ベンゾール、カフジ原油を直径  $0.64\sim 6.0\text{m}$  のオープンタンクで燃焼させ、炎から周囲へのふく射熱をタンク直径の  $3\sim 12$  倍の距離に配置したふく射計によって測定した。2) 無風に近い状態で、同心円タンクの内筒と外筒（直径  $1.5\text{m}$ ）との間にヘキサンを入れ、リング状火災をつくり、内筒の直径を変えることにより、ふく射熱と相当直径との関係を調べた。3) 大型送風機を用い、ふく射熱の風による影響および風速と炎の傾きとの関係を調べた。

無風時のオープンタンク火災実験の結果、炎からのふく射熱はタンクから受熱面迄の距離とタンク直径との比が同じであれば、タンクの直径に関係なく同じ値をとることが分った。各燃料についてのふく射熱をあらわす実験式を表に示す。

表 炎からのふく射熱に対する実験式

燃 料	実 験 式		
ヘキサン	$E=24500 (L/D)^{-1.82}$	*	
ガソリン	$E=14100 (L/D)^{-1.71}$	*	
ベンゾール	$E=22000 (L/D)^{-1.84}$	*	
カフジ原油	$E=17000 (L/D)^{-2.00}$	**	

ここに \*印は適用範囲が  $3 < L/D < 12$ , \*\*印は  $L/D > 10$ ,  $E$ はふく射熱 ( $\text{Kcal/m}^2, \text{h}$ ),  $L$ はタンクの中から受熱面迄の距離,  $D$ はタンクの直径である。

リング火災実験の結果, 炎からのふく射熱をあらわす次の実験式が得られた。

$$E/E_0 = 10.65 \{ (D_0 - D)/D_0 \}^{2.43} \quad (1)$$

ここに,  $E$ はリング状火災のふく射熱,  $E_0$ はオープンタンク火災でのふく射熱,  $D_0$ は外筒の直径,  $E$ は内筒の直径である。ただし, この式の適用できる範囲は  $(D_0 - D)/D_0 < 0.3$ である。(1)式は大直径の浮き屋根タンクでは, 無次元の相当直径  $(D_0 - D)/D_0$ は非常に小さいため, 火災が生じた場合, ふく射熱はオープンタンク火災にくらべてずっと小さいことを示している。その反面, 浮き屋根が沈んだり, 破壊されたりした場合, 炎からのふく射熱は急激に増すことも, この式は示している。

大型送風機を用いた実験 (タンク直径 0.6m) の結果, ふく射熱は風下ではかなりの差がつくことが分った。また, 風による炎の傾きを示す次の実験式が得られた。

$$\tan \theta = 0.721 (U^2/D)^{0.583} \quad (2)$$

ここに,  $\theta$ は垂直方向から測った炎の傾き角度,  $U$ は風速 ( $\text{m/s}$ ),  $D$ はタンク直径 ( $\text{m}$ )である。(2)式からタンクの直径が大きくなると炎の傾きは小さくなるので, その時は風上と風下におけるふく射熱の差は縮まることが想像される。

以上の結果から次のような結論が得られた。

1) 浮き屋根タンク火災では浮き屋根が正常の状態にある時は, ふく射熱は非常に小さい。しかし, いったんこれが沈んだり, 破壊されたりした時は, ふく射熱による危険は指数的に増大する。

2) タンク直径が非常に大きい場合は, 風による炎の傾きは小さくなるため, 風上と風下におけるふく射熱の差はなくなってくる。したがって, 無風時のデータを使っても大過ないと思われる。

## リ 震災対策としての地下水の利用について

消防研究所 細野 義 純

大きな地震が発生した場合, 水道等の給水施設が破壊され易いことは, 古くは関東大震災の

報告をはじめ、最近のいくつかの事例からみて明らかであり、その場合の対策を平時から考えておかねばならないことはいうまでもない。

この場合、水の供給の仕方については、大きく分けて二通りの方法がある。その第一は、比較的被害の少ない周辺の地域から、適当な方法によって、被害地へ水を送り込むことであり、第二は、現地（被害地）において、水を直接に得ることである。前者の例として米国 Kansas 州 Wichita の計画を参考として示すと、\* 人口30万程の規模であるこの町の水供給に必要な基地は、周辺の半径50マイルにわたり、これは関東地方一帯が、ほぼおおわれる面積に相当する。筆者は、都市の場合、とくに大都市になればなるほど、後者の立場をとるような対策をたてねばならないものと考える。

被災地で直接に水を得るためには、1) 人工的な貯水槽を必要量完備させる。2) 河川、地下水等の自然水利の活用をはかる。のいずれかを、または、その双方を考えねばならない。このうち、1) については、用地難があり、加えて貯水可能量は有限である。2) の場合には、貯水量（継続取水可能時間）は一定限度量以下の取水を続ける限り無限である利点があるが、都市化現象が進行していくと、河川や井戸の存在が否定されるようになる。\*\* 現に、わが国のいくつかの大都市では、すでに自然水利が得られる環境は、表面上は失なわれてしまったところが少なくない。

したがって、震災対策としての恒久的な水利を、都市において確保するためには、独自に施設を行なった水の供給基地を整備しなければならない。

このような供給基地の水源として、地下水を利用することにつき検討するべく、調査および実験を行なってきた。

その結果、現在までに明らかとなった諸事実は、つぎのとおりである。

1) 消防水利として、1000  $\ell$ /min 以上の揚水を行なうためには、帯水層のもつ水理定数の一つである透水量係数は $\text{cm}^2/\text{min}$  の単位で $10^4$  のオーダーとなることが必要である。透水量係数を算出するためには、揚水試験を行なうことが望ましいが、揚程、揚水量、排水路等の関係で、大規模な動力、施工が得られない場合には、注入法によっても透水量係数の算出は可能である。

2) さく井の工法は、大口径さく井機（例えばベント機など）を用い、帯水層の全層厚にわたってスクリーンを施すことが必要である。このことは、従来、手掘りで行なったさく井が、排水可能な湧出量と、掘さく可能な湛水深の関係で決定されていたことにくらべ、大きく異なるところであり、これにより多量の揚水が可能となる。

具体的な例を示すと、武蔵野市吉祥寺駅前では、3000  $\ell$ /min の揚水を40時間継続し、帯水層厚10mのうち、水位降下わずかに80cm余の成果を得た。この水量は「消防水利の基準」の実に3倍に相当する。

3) 採水適地の判定については、水文学的手法を用いるのがよく周辺地域の地下水位の測定によって作成する地下水面等高線図の形態的な特長、降水による地下水位の上昇状況、年間における豊水期と渇水期の水位の差の大小、等の水文環境の比較検討によって判定することが可能である。地下水面の形態から判定する場合には谷状に凹んだ部分、降水による地下水位の上

昇は、きわめて小さいか、または、まったく認められない部分、年間における豊水期と渇水期の水位の差は、その基底水位の差の大きい部分、が相対的に周辺の地域よりも透水量係数の大きな部分にあっている。

4) 実際に水の供給基地として利用するためには、揚程を大きくするために水中ポンプを用い、同時に予備電源を備え、井戸管等の防錆等の措置をとるとともに、定期に連続揚水を行ない目づまりを防止することに努めなければならない。

\* C. W. Lane, E. L. Reavis, G. J. Stramel : Emergency Water Supplies in the Wichita area, Kansas (1962). U. S. Geological Survey, Hydrologic Investigations Atlas HA-58

\*\* T. Savini, J. C. Kammerer ; Urban Growth and the water Regimen : U. S. Geological Survey Water-Supply Paper 1591-A (1961)

## 又 小型電動機の障害波電界限界について

東京消防庁 平野 茂

移動用消防無線電話機は電車のスパーク等周囲の電氣的雑音により影響を受ける。通話の聞きやすさ、了解度は、送信電力及び基地局からの距離などで決まる受信地点での到来電波の強さ、及びそこでの雑音電波の強さ、すなわち搬送波対雑音比、C/N比で主に決まる。この際、これら雑音の発生源が消防自動車自身にあるならば問題であると考え、その程度を実測して、改善策をたてるに役立たせることとした。

いま了解度3、すなわち聞きづらいが内容が理解できる状態について考えると、経験的に耳で聞こえる信号音と雑音の強さの比、S/N比が6 dB以上必要であるとされている。そこで、東京消防庁基地局から移動局までの距離と電界強度の関係を調べてみた。まず都市雑音は実測値から15 dB/m、5.6  $\mu$ V/mであった。次に当庁職員による実験の結果、上述の了解度3の状態に相当する電界強度としてC/Nが9 dBあればよく、従って通常の場合15+9=24 dB/m必要であることがわかった。

次に上述の都市雑音のほかに消防自動車自身からどの程度雑音が発生するかを赤色回転灯を例にして調べてみた。

(1) 原則として消防自動車又はそれと同寸法の鉄板上に現用の周波数変調無線機を置き、空中線から0.5~2 m離れた位置に赤色回転灯を配置し、電源の1線を共通にして接地した。

(2) 標準信号発生器SSGから実験用空中線を介して無線機の受信周波数に相当する無変調の電波を供給し、受信雑音出力が、電波を供給しないときに比べて1/100、すなわち20 dBに減る状態までSSGの出力を増加させた。

(3) このようにして電波の強度をいわゆる25 dB雑音抑圧状態にしたのち、30%の変調をか

け、信号音の強さを読み取った。

(4) 再び無変調の電波を受信している状態に戻し、赤色回転灯を動かし、音声雑音出力の強さを求め、耳で聞える信号音と雑音の強さの比、SN比がどの程度劣化したかを求めた。

4種類の赤色回転灯及び改良品についての実験結果を要約すると、赤色回転灯を動作させた場合、耳で聞える雑音の強さは5～17.5dB、すなわち3.2～15倍増加した。また受信空中線と赤色回転灯の距離を20～70cmに変えた結果、60cmの雑音の強さは20cmのその約半分となることがわかった。

ごくおおざっぱに上述の雑音増加によるSN比の劣化で通達距離にどの程度影響するかを計算することとする。了解度4、すなわち雑音があるが理解できる状態の通達距離を、自由空間における電界強度と距離の関係から求めると、都市雑音が13dBの場合12～20km、さらに改良した赤色回転灯(SN比5dB劣化)が動作している場合9～15km、改良されないもの(SN10dB劣化)の場合7～12km、程度と予測される。このようなことは、消防自動車の赤色回転灯だけでなく、自動車の点火回路、クラクション、バックブザー等の場合にも予測される。

上述の対策として、

- (1) 雑音電波を発生する回路に雑音防止回路を挿入したり、機器自体を改善する。
- (2) 業務に支障のない限り、雑音発生源、たとえば赤色回転灯の動作を停止する。
- (3) 無線機のスケルチつまみを設定するとき雑音源の影響に惑わされて通達距離を短縮させることのないよう配慮する。

## ル 回転翼航空機による林野火災消防訓練について

八尾市消防本部 藤江弘地

林野火災は毎年多発化の傾向を示しており、鎮圧活動も長時間にわたり、その被害を毎年増加している。

本年5月大阪市消防局に配置された回転翼航空機(川崎ヒューズ500S型)を林野火災に対し有効に活用するため、大阪府大東市周辺の林野において、その特性に応じた運用の実戦的訓練を実施した。その結果今後の鎮圧活動に多大の成果をあげることが確認されたのでここに報告する。なお500S型機の最大全備重量は1157kg、乗員2名、燃料満載時における吊り下げ可能重量は245kg、同じく航続時間は2.5時間である。

### (1) 拡声器による指令訓練について

現場指揮者が航空機に搭乗し、機体にとりつけたマイク装置を使用し、偵察しつつ地上隊に指示命令を発し、またこれを受ける地上隊員が簡単な動作で搭乗指揮者に確認の信号を伝えることが可能である。拡声装置として、川崎式回転翼航空機用拡声器(一式53kg)を用い、飛行しつつ放送内容を地上隊員に確認させた結果、高度50～20mでは確認不能、高度120～150mではやや不確実、高度180～210mでは確認可能であった。

なお、飛行中機内より携帯無線を利用し、地上隊無線と交信を行ったところ受発信とも良好

に行なうことができることが分った。これにより広域に分散して作業する地上隊員に対し個人単位で適切な指示命令が伝達できることが明らかになった。

### (2) 散水器による放水試験

散水器は府消防救助課の考案作成になるもので、自重22kg、積載可能消火剤約200kgである。機体より吊下げ、飛行中に底部の散布口を開くことにより放水し、火勢を制圧するものである。このたびは散布口の形状、口径は一定とし、航空機の高度及び速度と、地上における散水密度、散布面積の関連を調べた。

高度は20m及び30mの2通り、速度は7km/h～15km/hの範囲で計6回の実験を行った。一例として、高度30m、機速7km/h（放水時間11秒）の場合には巾約5.5m、長さ約22mの細長い長円形の図形になり、面積約125m<sup>2</sup>、密度は平均1.36ℓ/m<sup>2</sup>であった。

### (3) 人員、資器材の搬送

可搬式動力ポンプ一式（吸水管、ホース共重量115kg）、消防用2吋水漏れホース20本（総重210kg）量等を機外吊下げ搬送用具により輸送した。

搬送用具は主に16cm、6.5cmナイロンロープで作った2000mm×2000mmのモッコ状のものである。なお、回転翼式航空機は消防自動車の行動困難な地点へ隊員を迅速に移動配置すること及び消火用水のう（ジェットシューター）の用水補給等の目的にも効果的に使用できる見通しである。

## ヲ 地震による危険物の混合発火に関する実験

東京消防庁 後 藤 繁

地震による出火原因の一つとして、危険物収納容器の転倒転落により容器が破損し混合発火または使用火による引火等があり過去の地震災害においてもその事例は確認されている。しかし、この対策としては経験的な指導にとまり、地震の各震度階における容器の転倒転落についての資料はなく、地震発生時におけるこれら危険物の混合発火等による火災発生が憂慮される。

このため容器の転倒、転落による破損および混合発火の実態を実験によって、把握し資料を得て予防対策に活用することにした。

- (1) 静的実験 倒斜板上のいろいろの容器のすべり出し角度ないし転倒角度を床材をかえて測定した。
- (2) 落下破損実験： 薬品ビンをいろいろの高さから、床材をかえ落下させ破損の割合を調べた。
- (3) 振動実験；水平方向の正弦波および地震波を起こす振動台の上に床台および壁を設け、実験台・戸棚をセットし、各種容器をいろいろに配列し、振動による影響を調べた。
- (4) 混合発火実験；500gビンを高さ2mのところから落下させ、破ビン、混合、発火の一連の様子を調べた。

実験結果から検討すると概ね震度4, 5の中, 強震程度で容器の移動, 転倒が認められ, 落下時の破損状況等からみて混合発火の危険性は充分考えられ現在の薬品等の危険物の貯蔵取扱状況からみて次の対策を考慮する必要がある。

(1) 落下破損実験から

- (イ) ポリ容器は比較的安全であり, 他の条件が許せば切替が望ましい。
- (ロ) 容器の蓋は確実に閉め, かつ中蓋の使用が望ましい。
- (ハ) 容器の蓋は衝撃により破損または離脱しない材質構造とする。
- (ニ) 収納器具の前には罐, びん類は置かず, 付近は整理しておく。
- (ホ) 床は緩衝性のある材質が望ましい。

(2) 振動実験から

- (イ) 棚等の収納器具自体の転倒防止措置を講ずる。
- (ロ) 容器の転倒防止措置を講ずる。
  - (a) 防止棚はカーテンワイヤー等のたるみを生ずる材質を避け, 木ずり等の板または棒状のものの使用が望ましい。
  - (b) 特に危険性の多い薬品類は砂箱内に収納することが望ましい。
  - (c) 棚等に罐類を収納するときは段積はさける。
  - (d) 理想的な形態としては, 容器1本ごとのセパレート型が望ましい。
- (ハ) 容器の多段積は転落の恐れが有り, 避けること。
- (ニ) 収納器具は木製より金属製が望ましい。
- (ホ) 戸棚の戸は必ず閉めておくこと。
- (ヘ) 危険性の大きい薬品類の上段収納は避ける。

(3) 混合発火実験から

- (イ) 転倒, 落下による混合発火を避けるため類別ごとの収納区分を考慮する。
- (ロ) 自然発火性のある薬品の保護液は充分に満たしておく。
- (ハ) 薬品等の危険物貯蔵所付近での火気使用は引火等の火源とならないような場所を選定する。

## ワ 故障消火栓の調査について

相模原市消防本部 杉崎 繁和

消火栓の故障のため消火が遅れることがよくある。そこで当市で発生した消火栓の故障事例にもとづいて, 消火栓調査を行った。

現在, 使用されている消火栓は戦前の旧型東京市型(事故を起したもの)と新型県企業庁の二種であり, その違いは

- (イ) 弁棒ねじ山のねじが切ってある部分の長さが旧型は新型より2cm短い。
- (ロ) 新型のねじの切り方はねじしまいであるが旧型はねじしまいでない。

(ハ) 新型の弁棒ねじ受けは凸型で厚いが旧型は平型でうすい。  
 などである。旧型と新型の弁棒ねじ強度を求めると下表の通りである。

比較箇所	旧型(東京市型)	新型(県企業庁型)
弁棒ねじ受けの許容剪断荷重(W) (kg/cm <sup>2</sup> )	2山のと き 2,694 1山のと き 1,347	4山のと き 3,803 1山のと き 951
Wの荷重を受けて回転する ねじのトルク(回転かけ山)(kg/cm <sup>2</sup> )	2山のと き 1,427 1山のと き 713	4山のと き 1,468 1山のと き 367
Tの値から消火栓大箱 ねじ廻しに加える力(kg)	2山のと き 57 1山のと き 29	4山のと き 59 1山のと き 14

表より、弁棒ねじ受け許容剪断荷重は旧型より新型の方が重い荷重に耐えられることがわかる。しかし、トルクや加える力に差はなく、めねじ全部におねじが噛んでいれば強度の差は新型と旧型でほとんどないと言える。

次に弁棒ねじ受けのめねじ全部におねじが噛み合うかが問題である。そこで、消火栓断面図を作成し、旧型消火栓を用いて、ねじの噛みぐあいを実験した。その結果

- (1) 旧型消火栓について、弁棒ねじ受けに1山しか噛み合わない。表から、大箱ねじ廻して29kg以上の力で廻すとねじ切れを起すことがわかる。
- (2) 新型消火栓は弁棒ねじ受けに4山全部が噛み合い、50kg以上の力でねじ切れる。旧型に比べ倍ほど強い。

ということがわかった。旧型、新型の各消火栓の材質は異常がなかった。

以上の結果より、消火栓の構造上に問題点があり、それが故障につながったと言える。各都市消防本部27都市に消火栓事故例を照会した結果、下記の故障が多く発生している。

- (1) 消火栓の枠ずれ、枠移動、破損に伴って
- (2) 弁パッキンよりの漏水
- (3) 放水口のカップリング破損
- (4) 消火栓本体パッキン不良による漏水
- (5) スピンドルキャップピンの折損、および腐蝕
- (6) 地上式放水口キャップねじの損傷
- (7) スピンドルよりの漏水
- (8) 放水口キャップの腐蝕

なお、特異な事故は5例あった。故障消火栓の対策として、

- (1) 定期点検による故障消火栓の早期発見
- (2) 発見に伴う即時補修
- (3) 冬期(寒冷地)完全排水により凍結防止
- (4) 消火栓の改良

などがある。なお、相模原市で発生した事故と同じ事故は、長崎市と日立市でも発生していた。

消 研 輯 報 第 24 号

昭 和 47 年 11 月 印 刷

編 集 者 兼  
發 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