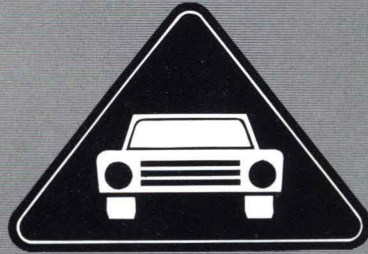




予防時報



1967 68



交通事故相談所

——どなたでもお気軽にどうぞ——

この*ポスターが目じるし

損害保険会社のサービスです

交通事故のことでお困まりの方に、耳よりなニュースです。全国2,100余店の損害保険会社(火災保険会社)の窓口に開設した《交通事故相談所》をご利用することです。あなた

の身になってお答えします。ご来店はもちろん、お電話、おハガキでも結構です。お近くの損害保険会社の支店・営業所へお気軽にどうぞ。もちろん、無料です。

社団法人
日本損害保険協会

(五十音順)
朝日火災海上
共栄火災海上
興亜火災海上
住友海上火災
大正海上火災
大成火災海上
太陽火災海上
第一火災海上
大東京火災海上
千代田火災海上
東京海上火災
東洋火災海上
同和火災海上
日動火災海上
日産火災海上
日新火災海上
日本火災海上
富士火災海上
安田火災海上

YS11 機が松山沖で墜落

昨年 4 たびの旅客機事故

乗客ら全員 50 人が死亡

(1966年11月13日)

京葉道路で狂気の追い越し競争

昨年11月28日深夜、京葉有料道路で、トラックとタクシーが時速100km ちかい猛スピードで追い越し競争をしたあげく接触し、トラックがタクシーをあおむけにひっくり返した（写真 向こう側）。そのショックで、トラックはセン

ターラインをオーバーし、前方から走って乗用車に乗りかかるようにぶつかり、ガードを壊してたんぼに落ちた。このため、車は屋根をもぎとられ（写真 手前）、とちりを受けたこの車の運転手は即死した。

衝突!!

昨年11月20日午前3時半ころ、神奈川県小田原市の県道で、鉄材を積んだ大形トラックと砂を満載した大形ダンプカーが衝突し、トラックのガソリンタンクから火を吹き運転席とエンジンが焼けた。

この事故で、両方の車の運転手と助手4人全部が死んだが、原因はダンプカーの運転手のいねむり運転か、前の車をむりに追い越そ

災害の論理

空中写真を利用した雪害研究

高速道路の思わぬ災害

原子力利用施設の災害防止

都市防火の盲点

イオン式煙感知器

坪井 忠二…………… 4

斎藤 博英……………36

大久保 柔彦……………41

藤井 正一……………46

藤田 金一郎……………51

土居 順……………60

【特集・空の交通安全】

設計者からみた航空機の安全

空の交通安全と人間工学

航空交通管制とその将来

パイロットと空の安全

航空の安全に夢をのせて

堀越 二郎…………… 8

大島 正光……………15

泉 靖二……………18

平本 宏明……………22

井上 赴夫……………26

1966年は、航空界にとって、まさに魔の年であった。①“2月4日、ボーイング727型機東京湾に墜落”②“3月4日、ダグラスDC8型機羽田空港着陸失敗”③“3月5日、ボーイング707型機富士山に墜落”④“11月13日、YS11型機松山沖に墜落”。これら4件の事故の死者は371名をかぞえた。

①②④の事故はいずれも着陸態勢時に起こっている。過去数年の日本の航空事故統計でも、飛行中の事故を1とすると離陸時には3倍、着陸時には12倍の発生率となっている。つまり、航空事故は着陸時に集中的に発生しているのである。

これは、物理的にみるならば、3次元の運

動をしている物体が2次元の運動に移行するさいに問題が起こっていることになる。飛行機には人類の夢と知恵が傾注されてきたといつてよいが、これらの相つぐ事故をかえりみると、人類はみずから生みだした機械に、ふくしゅうされているかのようなのである。

防災時評

人間の心理的・生理的機能には平均的な限界がある。どんなに優秀なパイロットであっても

あらゆる事態に対処できる能力をもっているわけではない。人間のミスがそのまま事故につながってしまうような“人間-機械”系に対しては、これを“管制機械-運行機械”系の方向に進めて事故対策をはかるべきである。
(塚原政恒)

災害の論理

坪井忠二

?????

災害はどういうときに起こるか

?????

たとえば豪雨による山くずれを例にとってみよう。この災害は、雨がたくさん降ったということだけでは起こらない。平地に降った雨は、山くずれを起こすはずはないからである。また、山の斜面があるということだけでも、この災害は起こらない。雨が降らないときには、なにごともないからである。豪雨によって山くずれが起こるとするのは、豪雨がふり、かつくずれるべき山の斜面があるときにかぎるのである。これは、あまりにもあたりまえきまわることであるが、災害というものの本質は、じつは、ここにあると思う。

悪いことが重なるというが、重なるから悪いのである。平地に豪雨が降っても、まあぶじである。山に急な斜面があっても、豪雨が降らなければ、まあぶじである。

{ 雨↔山, 雨↔平地, 晴↔山, 晴↔平地 }

という4つの組み合わせがあるうちで、雨↔山という第1の組み合わせだけが、災害につらなるのである。この関係は、遺伝の法則に似ている。劣性のものが2つ重なったときにだけ、子孫にその性質があらわれる。

実際の山くずれは、もちろんもっと複雑な現象であろう。同じように急な斜面に豪雨が降っ

ても、すべてのところで山くずれが起こるとはかぎらない。そうだとすれば、山くずれが起こる地質的な条件というものもあるにちがいない。また、この山くずれが災害であるためには、そこに部落があるとか、道路があるとか、災害を受けるものがなければならぬ。だれひとり住んでいない荒涼たるはげ山に山くずれという現象が起こったとしても、それは災害の仲間にははいらない。

災害が災害であるゆえんは、豪雨とか、斜面とか、地質とか、部落とか、そのほかにそういうたくさんの因子がみな悪いほうに重なったところにあるのである。

それらのたくさんの因子のうち、1つだけでもそれを無視したのでは、災害の説明にならない。豪雨が降って山くずれがあって災害を生じたとき、“あれは急な斜面に雨がたくさん降ったからだ”などという簡単な説明が下されることが多い。

しかしこの説明では、どの山でも山くずれが起こらなければならないことになる。豪雨とか、急な斜面とかいうことは、この災害が起こるための必要条件にはちがいがなくても、けっして十分条件ではないのである。災害の起こるための必要条件が全部すっかりわかったとすれば、それ全体がそろうということが、必要でしかも十分な条件になるわけであろう。だから、そのたくさんの条件のうちの1つでも取り除くことが

できれば、災害はけっして起こらない。

人間が住んでいるということが、災害というものの起こる必要条件である。だから、ある地域には、人間はひとりも住まないということにして、この必要条件を取り除けば、災害というものはなくなる。これはまことにふざけたいい方であるが、論理的には、こういうことにならざるをえない。

これをつきつめていうと、たとえば自動車による交通事故を絶滅させようとするばあいには、自動車というものをいっさいなくしてしまえばよい、ということになる。こんなばかげたことはないけれども、災害の起こる必要条件を1つでも取り除けば災害はなくなる、という原理論的な例としては効果があるだろう。

アメリカのネバタ州に大地震が起こったことがある。そのエネルギーからいうと、1923年の関東地震よりもはるかに大きいものであったが、砂漠のまんなかで、だれひとり住んでいないところだったので、死者はむろんゼロであった。小さな小屋が1軒倒れただけで、災害にはならなかった。日本では、関東大地震と関東大震災とが同義語のように使われることがあるが、これは砂漠のばあいには通用しない。

このようなわけで、災害を防ぐためには、災害の起こるための必要条件を1つでも取り去ってしまえばよい。しかし、その必要条件を取り去るのに、取り去りにくいものと、取り去りやすいものがある。先の例で、自動車による交通災害を絶滅させるには、自動車というものを

なくしてしまえばよいというものも、必要条件を取り去ることである。しかし、そんなことはできない。それゆえ、実際問題としては、必要条件を全部ならべてみたうえで、そのうちでいちばん取り去りやすいものから取り去っていくということが、唯一の解決法であると考えられる。
?????

災害が起こるための必要条件

?????

いま、ある災害が起こるための必要条件が

$ABcdef$

の6個であったとしよう。そして、この6個がそろろうということが、災害の起こる必要十分条件であったとしよう。つまり、必要条件はこれ以外にはないとしよう。 AB というように、大文字で書いたのは、たとえば自動車というものがあるとか、人が住んでいるとかいうような条件であって、それを取り去ることが、とうてい不可能なようなものである。 $cdef$ というように、小文字で書いたのは、人工的・技術的に、それを取り去ることが可能であるものとする。したがって、もしもそれを取り去ることができたとすれば、この災害は起こらなくなるはずのものである。実際問題としては、 $cdef$ のうちの、いちばん取り去りやすいものを取り去ればよいわけである。

もしも災害のおこる条件というものが、全部すっかりわかっているとすれば、災害を絶滅する方策は、このように論理的には、簡単である。小文字の条件を取り去ることが、技術的にあるいは財政的にどんなにたいへんなことであっても、論理的には上のように考えてよいわけである。

?????

災害の必要条件の発見

?????

しかしながら、実際問題としては、こうはいくまい。それは、上の議論では、災害の起こる条件というものが、全部すっかりわかっているとされているが、そういうことは、ほとんどありえないからである。上の $cdef$ の4つのほかに、まだ g という未知の条件があったとする。

雨をなくすか？ 山をなくすか？

災害は“積の形”で考えよう………，“雨×山”，“人×車”のように………

そして g を取り去るということは、比較的やさしいことであるというようなばあいがあったでしょう。しかし、その g という条件がまだわかっていないばあいには、災害を防ぐために、 c か d か e か f か、そのいずれかを取り去る努力をしたとする。 c か d か e か f かという必要条件を取り去るということは、災害を防ぐということに対しては、十分ではあるけれども、必要ではない。 g を取り去ればよいのに、そのことをわれわれがまだ知らないためにむだをすることになってしまうわけである。

災害を防ぐためには、災害の起こるための必要条件のどれか1つを取り去れば十分である。しかし、これは災害を防ぐために唯一の必要なことではない。他の必要条件を取り去ってもよいからである。

それでは災害を防ぐ方策としていちばん有効なことはなんであろうか。上のように考えてくれば、その答えは、公式的には簡単である。災害の起こる必要条件を全部すっかりさがし出してしまうことである。もちろん、これは容易なことではない。しかし必要条件がすっかり全部さがし出されたとすれば、そのなかでいちばん取り去りやすいものを取り去ればよいことになるのは明らかである。

未知の必要条件をさがし出すための1つのよい方法は、災害の起こらなかったところを調べることだと思う。同じ豪雨が降った山の急斜面でも、山くずれが起こるところと、起こらないところとがある。起こったところを調べて、地質がどうだったとか、地下水がどうだったとか、

いろいろ並べ立てることは、比較的簡単である。それが必要条件だからである。

しかし、同じ豪雨が降った山の急斜面でも、山くずれの起こらなかったところがあったとすれば、そこでは起こらなかったことの説明がされなければならない。つまり、地質とか地下水とかいうものは、はたして山くずれに対する必要条件なのか、十分条件なのか、そこがはっきりしなければ、説明にはならない。

?????

災害を積の形で考える

?????

しかし、上のような議論では、まだまだ簡単すぎて十分ではない。いままでの議論では、おのおのの条件が、いわゆる“1次独立”であって、災害の発生に対して個々にはたらいているとみなしているからである。いちばんはじめにもいったとおり、豪雨による山くずれという現象が生じるためには、“豪雨だけ”、“急な斜面だけ”ではいけないので、“豪雨と急な斜面”という2つの条件が重ならなければならない。つまり、一種の“積の形”になるわけである。

豪雨による山くずれをなくすためには、豪雨をなくし、山の急斜面をなくせばそれにこしたことはない。しかし、それは、1次独立の考え方である。それを豪雨が急斜面に降るという組み合わせとして考えるのが、ここでいう一種の積なのである。日本中のどこにも豪雨が降らないようにするなどということは、できるものではない。また、日本中のどこにも山の急斜面がないようにけずってしまうなどということも、

できるものではない。しかし、豪雨が山の急斜面に降らないようにするということは、前の2つにくらべれば、困難さは1けた下である。

このように考えてみると、災害の起こる必要条件というものが、1次の個別のものだけでなく、積のようなものも考えなければならぬことになるが、解決はすこしはやさしくなる。自動車による人身事故を絶滅させるために、自動車というものをなくしてしまえ、道路を人間が歩くことをやめてしまえ、という乱暴なこともいえないこともない。しかし、自動車による人身事故というものは、自動車と人間という組み合わせが、つまり一種の積が必要条件になっている。したがって、自動車をなくすのでもなく、人間の歩行を禁ずるのでもなく、自動車と人間とが共存することをやめさえすればよいという理屈になる。つまり、自動車の道と人間の道とをまったく別にしてしまう、自動車道と人道とは全部立体交差にしてしまおうかすれば、自動車と人間とはけっして共存しないから、自動車による人身事故というものは、なくなってしまうはずである。

つまり、災害の条件として、前に A, B, c, d, e, f の6個のものの1次独立の項だけ考えたが、まだそのほかに

$$\begin{aligned} &A \cdot B, A \cdot c, A \cdot d, A \cdot e, A \cdot f \\ &B \cdot c, B \cdot d, B \cdot e, B \cdot f \\ &c \cdot d, c \cdot e, c \cdot f \\ &d \cdot e, d \cdot f \end{aligned}$$

という積も考えなければならぬ。そして、たとえば $(c \cdot d)$ という組み合わせ条件を取り去ることが、 c だけを取り去ることよりも、 d だけを取り去ることよりも、ずっとやさしいということもありうると思う。

悪いことが重なれば災害になるが、その災害を防ぐのに、“悪いこと”を取り去るよりも、“重なること”を取り去るほうがずっとやさしいということがあると思う。

?????.....

災害とエントロピー

.....?????

じつは、上のような議論でもまだ不十分であ

る。それは、かりに災害の起こる必要条件を1つ取り去ることができたとしたときに、これを取り去ったというそのことが、また新しい災害発生条件を生み出すことがあるかもしれないからである。たとえば、かりに豪雨が急な斜面に降るということをなんとかして防ぐことができ、山くずれという災害を絶滅することができたとしてみよう。それはそれでけっこうである。しかし、急な斜面に降らなくなった雨はどこへいくであろうか。それは平地に降って、川をはらんさせるかもしれない。1つのことを押えようと、それがどこかに魔手をのばすかもしれないのである。

自然界ではあらゆる現象があらゆる組み合わせでからみあっている。それが悪いほうへ悪いほうへと重なると災害になる。平均的にはなかなか起こりにくいことが生じたとき、それが災害となってわれわれの上ののしかかってくるのだと思う。原点から出発して、それぞれまったくでたらめのむきに1mずつ歩いていく。そのとき100歩歩いたら原点からどれだけ離れているか、確率的・平均的にいえば、原点から10mのところにいるはずである。しかし、たまたま、その100歩が全部東向きだったとすれば、そのときには、原点から東へ100mのところきてしまっている。原点から東への距離というものを災害の程度と考えてみれば、100歩がこういうふうにならざるを得ない。平均化ということがふつうの自然現象の原則であって、ものごとは確率の高いほうへ高いほうへと移っていく。これを物理学では“エントロピーがふるむきに移る”ということばでいいあらわしている。しかし災害というものは、この大傾向に反逆して、エントロピーの低い状態へ移ったことの結果である。エントロピーが高くなるような現象には、われわれはなれているのであるが、低くなるような現象にはなれていない。また、それに対しての用意もない。これが災害というものが生じる根本的な原因だと思うのである。

(筆者：東京大学名誉教授)



設計者からみた航空機の安全

堀越二郎



コメット機（イギリス）

1966年は、日本の航空史上において、忘れない年となった。2月4日のボーイング727機の墜落事故で死者133名を出したのをはじめとして、3月4日にはダグラスDC-8機が羽田空港に着陸失敗して死者64名、あくる日の3月5日にはボーイング707機が富士山に墜落して死者124名、そして11月13日にはYS-11機が松山沖に墜落し死者50名を出した。

日本の上空で、いずれも優秀機と定評のある旅客機がなぜ事故を起こしたか。この特集で、航空の安全をさまざまな角度からみていただくことによって、一面だけみていたのでは真理をつかめない、複雑な現在の航空の立体像をつかんでもらえれば幸いである。

安全性と効率の基礎

航空機の設計の仕事は、安全を確保しつつ“効率”と“娯楽性”（乗ることの楽しさ、快適さ）を追求することである。効率とは、運航に要する“総経費”に対する“生産性”を意味する。総経費とは、航空機の原価、維持費、運航に必要な直接、間接いっさいの経費の総和をいう。生産性とは、年間または月間何人の乗客および何トンの有料貨物を距離何キロはこべるといふ能力のほか、運航の規則性をくずさないことの利益とか、速度そのものや乗心地の値うちなどを金に換算した額の総和をいう。娯楽性は、乗心地、乗客へのサービス設備、好きなときに好きな所へ行ける性能などから生れる。

こうしてみると、効率とは、だいたいコスト対性能および信頼性（故障率の裏返し）であり、安全性はだいたい性能、強度、信頼性から生まれるといえる（ここでは性能の中に安定操縦性、

失速性および構造・装備の機能をも含める）。性能の発揮と故障率の低減には、パイロット、乗務員および整備員などの人的要素、航法援助施設（飛行場を含む）、および気象予報など外部ファクターが直接関与し、航空会社の運営や広く社会相というものまで間接に影響する。すなわち、航空機持ちまへの性能・信頼性に上記のいろいろのものが影響して、効率と安全性が生まれるのである。本稿はできるだけ設計だけの立場から説明を試みる。

航空機の安全性の基礎である性能、強度、信頼性の確保については、設計、製造、試験などをしる“基準”が法律に準じて公布されている。パイロット、乗務員および整備員の資格は、一定の基準の国家試験に合格しなければ与えられない。わが国でもこれらの基準は、国際的の基準とほとんど変わらないものが制定されている。ところが、国際線でない飛行場施設、航空会社の運営方法および社会相となると、国によってある程度の差がある。すなわち、国際線で

ない航路では、たとえ国際的標準の航空機や乗務員を使っていたとしても、効率や安全性に対しては、国や運航方法などによる差が出る可能性は否定できない。

さて、空の交通安全を、航空機の運航の安全性といいかえて話を進めよう。日本には前記のように、航空機の性能、強度、信頼性の確保のために、航空法の施行規則として、主として設計および試験に適用される「航空機および装備品の安全性を確保するための技術上の基準」が、また航空機製造法の中に主として製造に適用される別の規則が、それぞれ制定されている。前者の長い名前の規則の内容は、ほとんどアメリカの現行規則と同じである。その理由は、世界の民間航空機の過半の需要者であるアメリカに持っていても、あるいはその他の多くの国に輸出しても、審査をやり直さないで日本の証明がそのまま通用し、またその逆も通用することの利益をすなおに認めたことにある。

交通機関における航空機の特異性

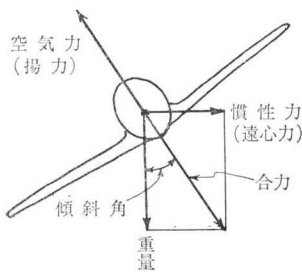
以下、航空機を飛行機に限定して話を進める。

性能、強度、信頼性に関して、飛行機は他の交通機関と量的のみならず質的にもちがっている。

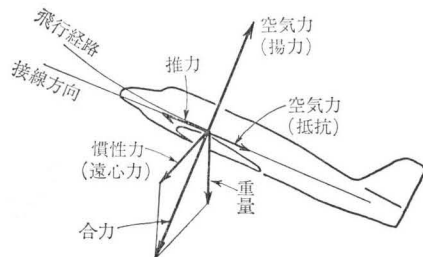
その要点は、

- 1) 空中に浮いているためには、失速度以上の速度を持っていなければならない。したがって、浮いているだけである程度の空気抵抗に打ち勝つ馬力が必要である。

- 2) 失速すると、昇降舵およびエルロン（横のかじ）は、じゅうぶん効果が出せなくなり、飛行機は不規則な姿勢となって落下する。高度に余裕があるばあいのみ、速度がついて回復できる。失速まぎわの操縦を伴う離着陸操作は、パイロットに極度に正確な判断と動作を強要する。
- 3) 前・上下および左右に進み、かつその3つの軸のまわりに回転することができる。また、これら各運動を加速的にあるいは減速的にかつ緩急自在におこなうことができる。回転、加速あるいは減速運動に伴って、慣性力という力が生じる。慣性力は、自動車の高速せん回時や急ブレーキ時に経験する力と同じ性格のものである。加速、減速、せん回の強さと方向にしたがって、慣性力の大きさ、方向がきまる。
- 4) 上記の慣性力と飛行機の重量との合力（大きさと方向）は、見かけの重量のようにはたらく。飛行による空気力（だいたい真上方向からすこしうしろに倒れた方向にはたらくが、状態によってつねにそうとはきまっていない）、発動機による推力および上記合力がつり合えば、飛行機はそのままの速度・姿勢で定常飛行をつづける。つり合わなければまさった力の方向に加速される。合力の大きさは、運動や突風の強さによって、実際の重量の数倍になりうる（第1図参照）。合力を重量で割った数を荷重倍数といい、 n



せん回



引き起こし

第1図 飛行の力関係

で表わす。

- 5) 運動あるいは突風で重量が増したことになるれば、前記失速速度もそれだけ高くなる。したがって、浮いているだけに要する馬力もそれだけ多くなる。
- 6) 速度、加・減速度および状態の変化が速いため、操縦・制御は敏速を必要とし、高速で飛ぶほどそうである。したがって、飛行機の操縦・制御に対する反応（操舵応答・制御応答）が、人の肉体的および感覚的特性によくマッチしないと、安全、正確、容易な操縦・制御は不可能である。この面の抽象的談義は別としても、実際は飛行機設計の穴となっている。
- 7) 浮くための馬力のほか、速度の3乗に比例する前進のための馬力を要し、また、失速速度は、おおまかに“重量÷主翼面積”の平方根に逆比例するから、飛行機の重量を軽くすることが、性能ならびに性能を通じて安全性を高めるための第1重要事である。
- 8) 以上のうち、失速現象、3次元行動力、敏速な操縦・制御の必要性および離着陸という一種の危急操作は、飛行機に対しては安全操縦に、パイロットに対しては判断・反応および操縦技術に、独特のきびしい要求を課している。これが飛行機と地表の交通機関との間の相異点であろう。

安全性を確保する技術上の基準

地表の交通機関とこのように違っている飛行機の安全性は、具体的にどういふふう追求されるかをこれから記す。

さきに記した「技術上の基準」では、航空機をつぎの6つの項目に分け、航空機のうち飛行機だけでも合計数百か条の条文で要求をいい表わしている。

- 1) 飛行特性 {性能
 (飛行性(安定操縦性, 失速))
- 2) 強度



- 3) 構造
- 4) 動力装備
- 5) 諸装備
- 6) 標識

このうち、4)の動力装備に使われる発動機、プロペラ、補機類、および5)の諸装備に使われる大形の装備品に対しては、航空機の「基準」から独立した別の各「基準」が設けられている。また計器類や、航空機および装備品に使われる材料や標準部品に対しては、JIS航空規格がある。本稿では、発動機、プロペラ、補機類、装備品、計器、標準部品および材料に立ち入って述べることは割愛する。

あらゆる交通機関が、いかなる状態でも安全を保証されているわけではない。気象とか、速度とか、積荷とか、運転のしかたなどにある制限が設けられており、その中で効率や、寿命や、安全が保証されているのである。まして上に述べたように地表の交通機関に比べて、きびしい要求を課されている飛行機に、いかなる運航状態でも安全を保証することは、飛ばない飛行機か、飛んでも効率のひじょうに低い飛行機を生むことになる。

そこで、「基準」は理論的・实际的な「予想される運用状態」というわくを飛行機の耐空類（カテゴリー）別に設定し、そのうえ、メーカーは設計（形式）ごとに「基準」のわくの中でさらにいちだんせまい運用状態のわくを申請することができるようになっている。すなわち、

「基準」の耐空類別ごとのわくと、設計（形式）ごとのわくの両者で定められる運用状態でのみ安全が保証される仕組みになっている。

2つものわくでがんじがらめにされている航空機の運航は、さぞ不自由だろう、と想像するむきもあろうが、そうではない。「基準」に合格した人や事業体にとっては、それは合理的で効率を保証するガイド・レールでもあり、利用者にとっては安全と効用を保証するお守りでもある。

● 飛行機の耐空類別と強度

飛行機の耐空類別は、A類（曲技）、U類（実用）、N類（普通）およびT類（輸送）の4つある。前の3者は離陸重量5700 kg以下の小型機で、おもに個人用、自家用、事業用に使われる。T類は航空輸送事業用に適する双発以上のものである。前3者間の最大のちがいは、運動荷重倍数 n のちがいにある。

A類では $n=6$ 、U類では $n=4.4$ 、N類では重量によって $n=3\sim 4$ 、T類では $n=2.25$ 。 n のきめ方は、経験上、これだけの荷重をかけてよければ、各機種の実用に困ることはないし、これ以上の強度を与えれば、飛行機の重量増加で経済運航の限界をこえるという妥協点である。

第1図を見るとわかるように、つり合ったせん回をしているときは、飛行の横の傾斜角は合力と重量との比、いかえればせん回の強さによってきまる。たとえば、 $n=2$ のせん回をしているときは、傾斜角は80度よりすこし深い。 n の大きいせん回を垂直せん回と呼ぶのはこのためである。

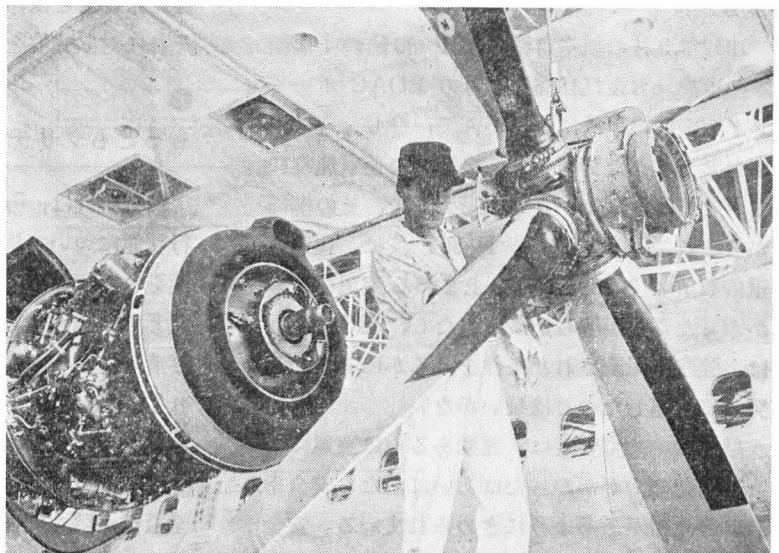
つぎに、突風をうけたときの強度の考え方を説明しよう。

突風は、飛行機を突風の方向に急激に押すわけであ

る。突風の直接の力（空気力）と、突風による飛行機の運動状態の変化による慣性力とが、いままでの定常状態ではたらいっていた空気力と重力のうえに追加される。いままで飛行機が水平に定常飛行をしていたとすれば、荷重倍数 n は1である。このときとつぜん下から風が吹いたとすると、飛行機の手がかりが急に減るひまのないうちに、主翼や水平尾翼の迎え角（急流に対する角度）が急増し、主翼や水平尾翼には、いままでの定常飛行状態の空気力のほかに、新たに突風による空気力が加わり、かつ、同時に飛行機のあらゆる部分の見かけの重量が急に（重量+慣性力で）何倍かに増したと同然になる。

このとき主翼の空気力の倍率と見かけの重量の倍率とはほぼ等しく、突風荷重倍数と呼ばれる。これを $1+ng$ で表わせば増し分 ng は空気密度、突風の鋭さ、飛行速度、および突風速度の積に比例する。突風のばあいも「予想される突風の強さと飛行機がそれをうける方向」に「基準」のわくがきめられており、飛行機が突風をうけるとき飛行速度に設計ごとのわくが認められる。

強い突風は気象が異常なときに、山岳の風下に、あちこち局部的に起こり、かつきわめて短時間持続しては消える、などのことが飛行機その他の観測によって知られている。「基準」が



プロペラ部は航空機の生命である（三菱重工で）

設計する、およそ地球上に起こると予想されるどんな突風にも耐える飛行機をつくるのではなくて、気をつけた使い方をしても、その飛行機の一生のうちには遭遇する可能性があるという程度の突風以下で強度を保証するのである。

耐空類別による使い方の差を考慮し、A、U、N類に対しては、巡航速度で9 m/sec、急降下速度で4.5 m/secの鋭い突風に耐えることを要求し、T類に対しては巡航速度で15m/sec、急降下速度で7.5m/secの鋭い突風に耐えることを要求している。ここでは突風速度の表示は、地上では上記数値のとおり、上空では空気密度の平方根に逆比例して増すように表わしてある。これ以上の強さの突風の起こる可能性がある場所と時刻が確実に予想できれば、気象警報を出したいのはやまやまだが、いままではデータ不十分でそれができなかった。はげしい突風が起こるかもしれない場所と時刻はきわめて局限されているので、異常気象の時刻には、そういう地域へは近づかないという運航態度にまかせてきた。

1962年3月の航空自衛隊のF-86Fの4機編隊の事故、および1966年3月のBOAC ボーイング707機の事故にかんがみて、ひじょうに大事をとりすぎた警報でも、自発的な運航態度にまかせるよりはよいという考え方で、その準備がなされていると聞く。F-86Fでは、運動荷重倍数 $n = 7.33$ をかなり上まわる突風荷重がかかったことが明らかにされたし、BOAC機は、強度が保証された条件をはるかに上まわる突風に遭遇したことは疑いが無い。

航空機のもつ強度は、運動あるいは突風によって前記の力がかかったばあいには、なお安全率1.5の余裕があるようにきめられている。安全率は、飛行機にかかる力の算定の誤差、材料強



離陸するボーイング727機（羽田空港で）。これと同型の機が、1966年2月4日、東京湾に墜落し、死者133名を出した。

度のバラつき、規定の n をわずか越えたばあいへの備え、および n 以内の力がくり返えしかかっても各部に永久変形が残らず、かつ疲労破壊に至らないための余裕率である。

さらに、取り付け金具など力の伝達が正確に計算できないもの、摩耗する部分、鋳物のようにでき方によって強度のバラつきの多いものに対しては、上記安全率に特別係数をかける規定になっている。

航空機各部のうち翼類、胴体などは、以上のよう強度を保証し、与圧胴体、脚、座席、諸操作系統などは、それぞれにかかる力を計算し、それに対し強度を保証する。

● もっともクリチカルな離着陸

飛行特性は、「基準」のわく内の代表的な飛行状態について検討し、わく内のすべての安全性を包含するようになっている。その中で、もっとも興味があり、かつ重要なT類の離陸および着陸を説明しよう。

T類では、エンジン故障にさいしても安全を確保するめに、双発以上が認められている。そして、2つのエンジンが故障したばあいの安全な離着陸を問題とし、飛行場の滑走路の長さもそれできめている。ただし、故障のさいにも

っとも不利となるエンジンが故障したばあいを指定している。

離陸の出発点は滑走路の端にきめる。滑走しはじめてから、どこで1つのエンジンが故障しても、その地点から先に残っている滑走路の長さ、故障の時点までに獲得した速度をもって、残りのエンジンで安全に離陸できるなら、そのまま離陸操作をつづける。1つのエンジンの故障が比較的手前で起こり、獲得した速度が小さいばあいは、離陸を断念して残りのエンジン全部をしぼり、ブレーキをかけて停止する。

離陸距離とは、出発点から車輪が地面を離れる地点までの距離ではなくて、車輪が地面からタービン輸送機では10.7m、レスプロ輸送機では15mの高さに達する地点までの距離と定義する（第2図参照）。

1発故障の地点によっては、この定義の離陸距離と飛行機が停止するまでの距離（加速停止距離）とが等しくなる地点があるが、その地点を臨界点といい、臨界点で到達する速度を臨界点速度という。臨界点、臨界点速度は、パイロットが試験によって選定し、その型の固有の性能としてメーカーが申請するものであり、1発故障のさいに離陸を断念するか、離陸をつづけるか、どちらかに決心する地点または速度である。

前記の離陸距離と、全エンジン運転（正規離陸）で規定の高度に達するまでの出発点からの距離の1.15倍とのうち、いずれか大きいほうを必要離陸距離と名づける。加速停止距離と必要離陸距離とが等しくなるように臨界点を選ぶことができるが、そのときの距離をバランス・フィールド・レンジスという。必要離陸距離の一部は舗装しなくてもよいことになっている。

1エンジン故障のままで離陸をつづけるのは、商業

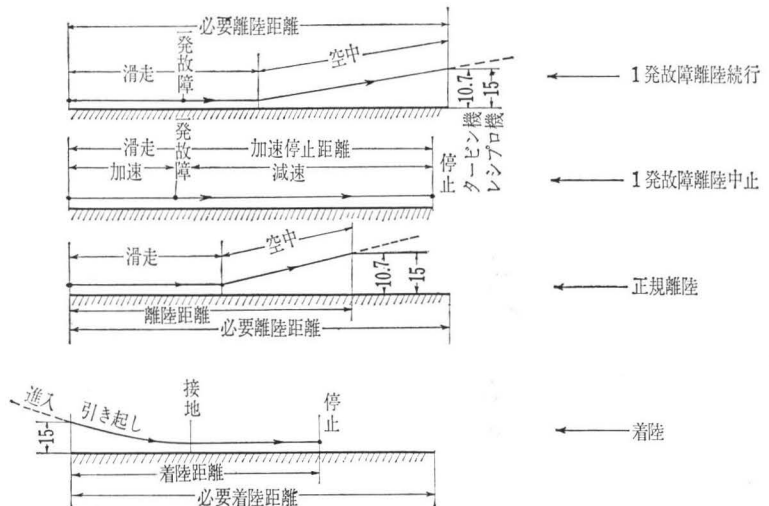
運航のばあいは、その飛行場に引き返して着陸する準備である。必要滑走路の末端における上昇性能の最小限として、タービン輸送機に対しては正のこう配を、レスプロ輸送機に対しては地面効果（有利に作用）なしで15m/minの定常上昇率を要求している。ただし、このとき飛行機の重量は認められた最大離陸重量、重心位置は、そのばあい許容されるもっとも不利な位置、フラップは離陸位置、脚は下げの位置、プロペラは風車状態（これはもっとも不利な状態）にあるものとする。

着陸距離とは、着陸の用意をして滑空進入し、高度15mになった地点から接地・滑走・停止するまでの距離をいう。ただし、高度15mになったときの速度は、フラップ・脚が着陸状態にあるときの失速速度の1.3倍以上とし、かつ着陸の操縦に特別の技倆または過度の注意力を必要としてはならない。

タービン輸送機のばあいは、この距離に10/6（代替飛行場として使うばあいは10/7）をかけたものを必要着陸距離とする。

離陸も着陸も、個人差のある飛行操作であるので、上記2つの距離に余裕をもたせ、それ以上の長さの飛行場でのみ使用が許される。

1966年11月13日の松山空港におけるYS-11の事故では、パイロットが着陸復航に移ったと



第2図 着陸および離陸距離

たんに、万一フラップが全開で片発が故障したとしたら、きわめて困難な条件におかれたことになる。

● 飛行機の構造の安全性

構造関係で、安全性と関連しない項目は皆無といえるが、例として操縦系統、非常設備中の非常脱出口、および火災防止について説明しよう。

操縦系統の強度は、一般構造部よりも念入りに設計され、摩耗に対するじゅうぶんな余裕が考慮される。主操縦面（昇降舵、方向舵、エルロン）の操作に動力操縦装置（通例、油圧を使用）が採用されるときは、故障に備えて手動装置、あるいは予備動力装置ならびに手動装置の両方が設備される。だから、操縦系統の故障にもとづく事故の例はほとんど聞かない。不時着用非常脱出口は、定員数に応じて必要な数とサイズの最小限ならびに配置が規定され、起こりそうな局部圧力の下で容易に開くことができ、火災のさいにも到達可能、乗客への標識などがことこまかに指定されている。

火災防止については、客室・乗員室・荷物室に用いる材料の耐火性、配線・配管・艙装が破損しても火災発生の危険がないようなしゃへい、携帯用ならびに固定消火装置・担当乗組員用防護呼吸装置・燃焼式加熱器などに対することこまかい規定がある。しかしながら、燃料放出のひまがなく不時着大破したばあいの火災を防ぐきめ手がないようにみえるのは、なんとしても残念なことである。

● 飛行機の動力装備の安全性

動力装備の安全については、つぎのような備えを要求されている。

まず、各動力装置は、どのエンジン、またはエンジンに影響するどの系統（燃料系統を含む）が故障しても、残りのエンジンの安全運動ができるように、互いに独立装備されなければならない、ときめられている。

また、タービンロータが破損飛散しても、飛行機の安全性を害さないような配置または防壁を設けなければならない。プロペラの防水・除氷は、主翼・尾翼の前縁のそれとともに、輸送機一般に要求される。

逆推力系統については、他の部分の故障によって不用意に逆推力になったり、1つか2つの逆推力装置の故障によって危険な状態にならないことが要求される。

エンジン区画は、耐熱金属の防火壁によって飛行機の他の部分から仕切られる。その他たくさん項目にわけて要求がある。

● 飛行機の諸装備

諸装備は計器、電気系統、通信装置、燈火、油圧系統、保安装備（着氷防止、消火装置、安全バンド、救命筏、救命具、酸素装置、信号照明弾など）などに分けられ、いちいちこまかい規定がある。

☆ ☆ ☆

以上すべての部分にわたって、予想される運用状態において、有効確実に機能を果たすように設計・製作することが要求される。それはすべて試験により、または試験にもとづく信頼できる計算によって証明しなければならない。

1つの設計が型式証明を交付されるまでには、じつに多種の予想される運用状態を再現した飛行または地上の試験にパスする必要がある。

近代の飛行機は、じつに複雑な構造および装備品からなっているため、型式証明を得るまでの試験も大変であるが、航空事業者に渡ってからの整備、運航にも、いかに合理的にして多大の労力と注意が要請されるかが想像できよう。

（筆者：防衛大学教授）



空の交通安全と人間工学

大島正光

● 事故はどこで起こるか

交通と名のつくものについては、いかながら事故がつきものである。しかし、乗り物といっても地上を走るもの、海上を走るもの、そして空を飛ぶものとそれぞれの特徴をもっている。前2者は1次元あるいは2次元のものが主である。このごろの新しいエアーカーとか水中翼船とか3次元に近いものもないではないが、空を飛ぶ乗り物は、その点完全な3次元運動をするものといってよいものであろう。

◇事故は着陸時に多い

航空機事故の特徴は、よくいわれるように、死亡者が比較的に多いことである。他の乗物の事故のばあいは死亡者よりは負傷者のほうが多いのがふつうである。そして、航空事故の統計(表参照)をみて気のつくことは、飛行中の事故を1とすると、離陸時に発生する事故が約3倍であり、着陸時の事故は約10倍であって、事故は着陸の際にもっとも多いことである。これを次元についていえば、2次元から3次元の運動にきりかわるときよりも、3次元から2次元の運動に変化するばあいには、約3倍

ぐらいの事故が発生することがわかる。

◇着陸時に多いパイロットのミス

なおこのほかに、着陸時の事故の原因は、パイロットのミスによるものが技術的なシステムの作動不良の事故よりも多く、その比は1:4の比率である。また離陸時の事故の場合にはこれと反対にシステム作動不良にもとづく事故のほうが多く、パイロットのミスにもとづく事故の約50%増しとなっていて、着陸時と逆の関係にあることが指摘される。そして本来空を飛ぶ目的につくられた航空機が、その目標にあった活動をして空を飛んでいるばあいには、特別に飛行を阻害する天候不良の条件がなければ、まず安全であるともみることができる。

◇システムの中の“人間-機械”系

このような特性をもった航空機事故を、航空機とそれを操縦するパイロットとの関係という“人間-機械”系の立場からながめてみると、この人間-機械系のひずみから生ずる種々の不

航空事故の発生別原因 (1959~1964)

原因 年度	着陸時に発生			離陸時に発生			飛行中に発生				
	パイロットのミス	システム作動不良	不明	パイロットのミス	システム作動不良	不明	パイロットのミス	システム作動不良	天候不良	空中衝突	不明
1959	6	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
1960	12	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
1961	17	2	0	2	4	1	0	0	1	0	0
1962	10	6	1	2	3	1	0	0	0	0	0
1963	6	3	0	1	1	1	0	0	3	0	1
1964	9	3	0	1	3	0	0	0	0	0	0
計	60	15	1	8	12	3	1	1	4	1	1
総計	76			23			8				

ヘリコプター事故の原因 (J.M. Blumberg ら)

1	構造、エンジンまたはコントロール失敗	29%	10	着陸時障害物にあたる	2%
2	不明	16	11	空中火災	2
3	障害物がみえず	12	12	ディスオリエンテーション	2
4	天候	11	13	電線に接触	1
5	判断の誤り	8	14	重心不良	1
6	回転プロペラにあたる	6	15	空中でドアが開きプロペラにあたる	1
7	空中衝突	3	16	接地不良	1
8	燃料欠乏	2	17	その他	1
9	オーバーロード	2			

具合事項をなくして、航空機事故を極力減少しようとする努力がおこなわれている。しかしそれでも、耳目を衝動させるような事故がときどき生じて、安全対策をさらに強力に推進することをしいられるわけである。

もともと飛行ということは、種々のネットワークの頂点に位するできごとであって、このネットワークの中には飛行場はもちろんのこと、航空管制、天気予報、航空会社の経営の問題など広範なネットワークを含んでいる。その中のどれか1つに欠陥を生じて、それがネットワークの頂点に位する飛行ということにひびいてくる。その意味では、このネットワークは、広範なシステムを形成しているものである。このような広範なシステムの良い点は、どこかに欠陥があっても、相互にある程度カバーし補うことができる点にあるが、ばあいによると、どこかの欠陥が全体に影響して、そのためにネットワークの頂点にある飛行に影響し、航空機事故につながるという悪い点もある。

● 人的原因による事故とその調査

航空機事故の防止対策としては、あらゆる角度から考えなければならないし、総合的な施策が進められなければならないが、人間の側については、“human factors”として事故原因の50%以上を人的原因で占めていることが古くから指摘されている。もちろん、この人的原因による事故の中には、純粹の人的原因による事故がどの程度あるかは、なかなかつかみにくいものである。たとえば連鎖反応的に、1つの錯誤

がつぎの錯誤を引き起こし、それが技術的な障害を生じてまた錯誤を生むというようなばあいもあるであろう。また、初めて生じた技術的障害に対して、パイロットが適正な処理をとれなかったとして、その事故が人的原因として分類されるばあいもあるであろう。そうすると、事故分析の結果から事故の原因をはっきりさせることは、なかなか困難なことになる。

◇潜在事故と損傷調査

事故調査は、事故防止のうえからもきわめてたいせつなものであるが、とくに“human factors”にもとづく事故の調査は、上記のように種々困難な問題を含んでいる。しかし、事故にはならないが潜在事故としてチェックされなければならないものも、事故数の何倍かあるいは何10倍かありうるわけである。それらをも調査の対象として事故対策をたてることが事故防止にきわめて有効な方法である。また、事故調査のばあいに、人体損傷の程度と特徴(表にヘリコプターの例をあげる)とが、事故原因を推定するうえで、機体の損傷調査とともにひじょうにたいせつなことである。したがって、死体検査も事故調査の有力な資料として役だつものとして進めてゆく必要がある。

ヘリコプター事故の致死性傷害

(J.M. Blumberg ら) (1961)

1	中枢神経系傷害	47%
2	心臓血管損傷	39
3	火傷	17
4	内臓または四肢損傷	17
5	各部外傷	11
6	でき死	9
7	内臓突出	3
8	肺臓エンボリー	2
9	急性冠状動脈不全	1

◇原因とその救済

航空自衛隊では、航空事故のばあいの心理学的原因として、岩瀧氏(1960~1962)が、錯誤、経験不足、注意水準の低下、態度、操作のあやまり、情緒不安定、性格、自己過信、錯覚などをあげている。また、アメリカ空軍(1957~1961)の調査結果として、黒田氏は、視覚障害、疲労、めまい、こだわり、あるいは一点集中、情緒障害(パニックを含む)、G(操縦不能)、

煙の発生、低酸素症、風圧、G(傷害)、混乱などをあげている。

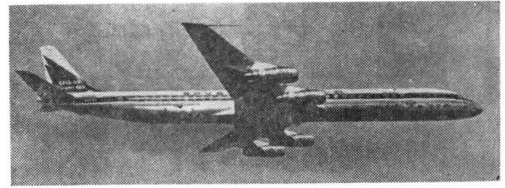
これらの航空事故の人的原因は、必ずしもそれを人間の責任としてのみかたづけられないものを含んでいる。人間-機械系として航空機を考えるならば、単に人的原因のみを追求するのではなく、系全体の問題として技術的にそれをカバーすることを考えることが必要である。そして、それらの人的原因が事故にいたらないような条件をつくってやるが必要になってくる。

● 人間工学からみた航空の安全

航空の安全を考える際に、人間工学的に問題となる事項として、事故に直面したばあいに、乗員が全員死亡することが多いことが航空事故の特徴としてあげられている。そして、それが事故時に発生する大きな衝撃力による人体の損傷によることが指摘されている。このようなばあいに、人命をどこまで助けようかということも安全の問題の第2段階として考えてゆくことが必要である。自動車に関しても、このような方向の課題がそろそろわが国でも問題となりつつあるが、航空機に関しても種々の研究が進められつつある。

◇座席と姿勢

事故時には、後方から前方に向う力をうけることが多いので、(1)頭骨の損傷をふせぐために、座席が頭部をも支えることのできるような高さに背もたれをすること、(2)座席の強度をじゅうぶんとして、できるかぎり衝撃にたえるようにすること、(3)背もたれの後面には、そのうしろの席の乗客に損傷を与えるような突出物のないようにすること、(4)安全バンドをとりつけ使用させること、(5)座席の方向を衝撃時に人体を支えることができるように後方に向けておくこと、(6)衝撃が予想されるばあいにできるかぎり衝撃力を緩和できるような姿勢をとらせること、(7)衝撃が予想されるばあいに、ものの四散による人体の損傷をふせぐために、固縛あるいは移動することなどがある。なお最近では、エアバッグをとりつけて衝撃緩和の役に立てようとする



ダグラス DC-8機(羽田空港に着陸失敗した機と同型)

研究が進められつつあり、将来これが実用化される可能性のあることも追加しておかなければならない事項である。

なおこれに関連して、人体の衝撃に対する耐久限度の研究も進みつつあり、これを基礎にして種々の対策を講ずる根拠となりつつある。この方面の研究の進展も大いに期待されている分野である。

◇パイロットの課題

航空安全の問題のうち、“human factors”の問題として考慮すべき人間側の問題は、(1)適性の問題、(2)適性維持向上としての教育訓練の問題、(3)生活管理の問題などである。

適性検査およびその功罪については、種々の経験と実験とから今日はその必要性を疑うものはいないが、それが完全な形で実施されるには、そのシステムが確立されることが必要であり、またその採用時の適性検査だけでなく、それが“follow up”されることが必要である。適性はただ一時の問題ではなく、毎日の問題となるわけであって、その意味からも、生活管理の問題とも関連して日常の問題として、専門家と責任者とを常置させておくことがぜひ必要であろうと思われる。航空機そのものの定期チェック検査は規則正しくおこなわれても、パイロットらの乗員の健康管理などの面で、人間工学的なチェックが進められてゆくことが必要であり、人間-機械系の中の人間の一時的な欠陥の問題が大きく影響することがありうることを考えなければならない。

以上、航空安全の問題について、主として人間側の問題を人間工学の立場から論じたが、事故は、総合施策のうえに立ってのみ減少しうるものであることを最後に強調しておきたいと思う。

(筆者：東京大学教授)



航空交通管制とその将来

泉 靖 二

現在の管制とその航空における地位

飛行機が飛びはじめたころ、パイロットは完全な王者であった。地上からは何の制限も加えられることなく、風を測り、地図の中に位置を求め、目的地の天候が悪くなれば川をつたい鉄道をはっても、すべての判断は機上で自分だけでやってきた。

♣やがて管制業務が発達した

やがて飛行機の数がふえ、飛行機自身も雨に耐えるように進歩したので、計器飛行によって雨や霧の中を安全に飛べるようになったが、飛行機は雲の中や視界の悪いときには、他機との衝突の危険が生じ、なんらかの形で地上から位置と方向を指示してもらい、かつ他機との間に衝突を防止してもらう必要が生じた。そのために生れたのが航行援助施設であり、地上と機上をつなぐ通信施設であり、それらを使用しておこなうのが管制業務である。

管制は最初は飛行機に天候を伝え、情報を提供する援助業務として発達した。そして不特定多数の航空機を対象とすることにより、航空機間の衝突を防止し、航空交通の流れを促進するいわゆる“管制”業務へと発展していったのである。

しかし、管制業務はあくまで航空交通の管制であり、運航の規制が目的ではない。しかも管制は一定の約束下におこなわれるので、“いつでもどこでも”おこなわれるわけではない。

♣有視界飛行と計器飛行

有視界気象状態というものがある。天気がよく、視程がじゅうぶんあるので、パイロットが他機を見て、また他機から見られて衝突を防止できる気象状態をいい、これよりも天候が悪いときは、パイロットは計器飛行をおこなわなければならない。有視界気象状態の中で、計器飛行方式で飛ぶことはできるが、この際は、計器飛行は強制はされない。

パイロットは、計器飛行をしようとするときは、あらかじめ管制機関に飛行計画を通報する。これには機種・速度・希望飛行高度・ルート・出発予定時刻・燃料搭載量などが記入されている。管制機関——この際は、ルート部門を担当しているもの——は、この飛行計画という形で表わされた操縦士の意志をできるだけ尊重して、そのうえで他の航空機との間に衝突の危険のない高度・ルート・時間を選定して管制承認（クリアランスという）をつくり、通信によってこれをパイロットに伝達する。パイロットは、これにしたがって飛行しなければならないが、もしこのクリアランスにもとづいて飛行できないと思えば、変更をもとめることができる。飛行

中に新たなルート・高度を要求すると、管制機関はふたたび他機との衝突防止の基準にもとづいて安全なクリアランスを航空機に伝える。

一般的にいて、ルートを飛んでいるときは計器飛行方式で飛んでいる航空機が管制の対象となり、有視界飛行方式で飛んでいるものは管制されていない。ターミナルにおいても、飛行場に近接した——場周径路に近づいた航空機を除いては同様である。

♣位置通報とレーダ

「国際民間航空条約第二付属書 航空規則」によれば、“航空機の機長は、航空機の行動に関して最終的な責任を有する”。つまりいぜんとして航空におけるパイロットの地位は王者である。しかし、どんなすぐれた王者といえども、すべての必要な知識を同時にもてるわけではない。とくに他機との衝突防止など、地上でしかわからない情報は地上から伝達され、その指示にしたがうのである。

航空機が1度離陸すると、その位置は航空援助施設の上空または交点で求められる位置通報点のうえでなされる位置通報の形でしか、管制機関にはわからない。この位置通報にもとづいて、航空機の相対的な位置をはあくし、管制がおこなわれるのである。いいかえれば、位置通報の入手ひん度と正確さが管制の能力に著しく影響するので、いわばこれが管制の地位づけに影響することになる。

その意味で、航空機からの通報を待たずに航空機の位置を知ることのできるレーダの導入は、管制能力の拡大に大きな役割りを果たした。レーダは耳と口によって管制をおこなっていた管制官に目をあてたからである。

レーダは、実に便利な管制の道具であることは疑いないが、他のすべての精密な道具と同様に、一定の制限のもとにしか使用できない。まずレ

ーダスコープの上に映った映像は、これがどの航空機であるかを識別しなければならない。さらに、その特定の航空機に話しかけ、相手が応答し、意志が通じあうことが管制の前提となる。この条件は同時に満足されなければならない。またスコープ上に映った航空機数のうち、1人の管制官が識別し、話しかけ、管制できる数には限度がある。スコープの数をあまり増すと、その間の連絡調整がうまくゆかない。したがっていまはレーダ管制も計器飛行を対象として使用されている。

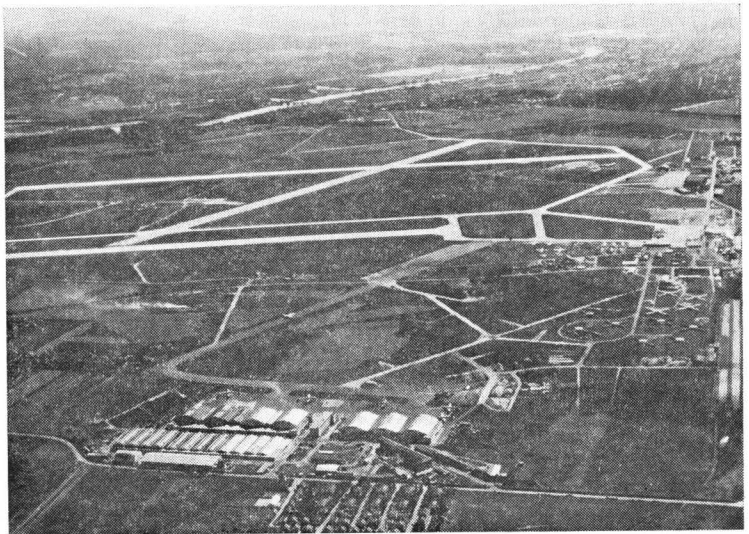
♣現在の管制

現在のところ管制は国際的に計器飛行だけを管制し、有視界では操縦士に衝突防止をまかせるシステムをとっているの、航空におけるその地位も衝突防止についてはパイロットとその責任を分担しているといい得よう。

将 来 の 管 制

♣現在の管制の欠点

現在の管制の欠点はなんであろうか？ 有視界気象状態の中では、計器飛行方式でルート上を飛んでいる航空機相互間には、管制によって



日本の空港施設は、東京・大阪の2空港を除いては、世界の水準からひじょうに遅れているという。写真はパリ近郊のオリオール空港。

衝突防止がなされているが、計器飛行をおこなっているものと、有視界飛行をおこなっているものとの間には、管制はなされていない。有視界飛行をおこなっているものの相互間も同様である。したがって衝突防止に関しては、管制の誤りがない限りは雲中飛行がもっとも安全ということになる。

航空機の高度化・高高度化にともなって、衝突防止においてパイロットの責任を持つ分野はどうしても減少してゆく傾向にある。複雑な機上計器と装置、高速・高高度の大気的光学的影響、限られた視界などにより、物理的にパイロットは衝突防止ができにくくなる。将来、この欠点を補うためには管制の負担する衝突防止の分野を広げる必要がある。

♣ 2つの管制方式

将来の管制方式には、多くの議論があるが、大別してつぎの2つがある。

1) ポジティブ・コントロール

ある空間においてはすべての航空機を計器飛行で飛ばせる方式。

2) エクステンデッド・コントロール

有視界飛行も許されるが、この際も管制をうける方式。

1)の方式は直截簡明であるが、全面的にこの方式を採用すると構造上計器飛行のできない小型機や、計器類を持たないパイロット、捜索救難、写真撮影飛行のように、有視界飛行が原則として必要な航空機は飛べなくなる難点がある。そのため、ある高度と範囲を限定して空域を設定する必要がある。

2)の方式はパイロット側は、現在と大差ないが管制側には重い負担がかかる。

♣ 航空審議会の結論

昨年当初のあいつぐ航空事故により、運輸大臣は航空審議会に航空安全のための諮問をおこなった。

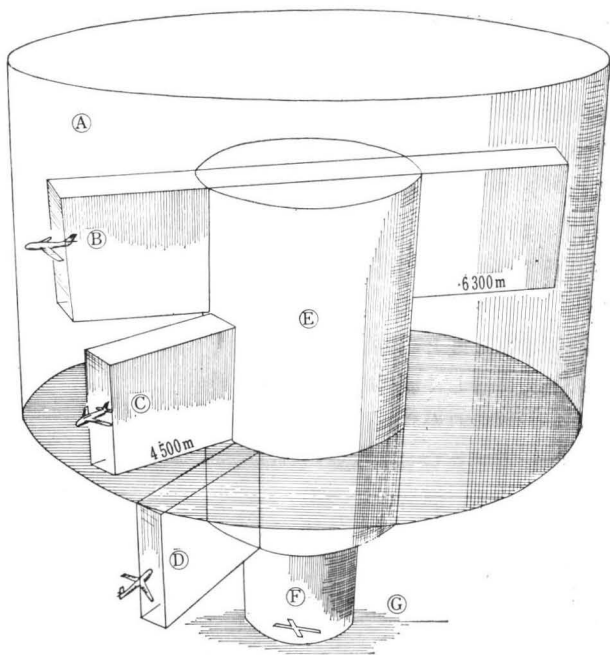
審議会は、空港、管制保安施設、航空従事者の3分科会に分かれ、この問題を討議したが、管制に関しては、日

表 将来の管制のために要する施設

管制空域	地上施設	機上施設
特別管制空域 ポジティブ・コントロール	VHF, UHF による 通信系 VOTAC または VO R, DME による航行 援助施設	VHF, UHF による 通信系 VOR, DME または TACAN による受 信器 第2次レーダ
特別管制空域 エクステンデッ ト・コントロール	第1次レーダおよび 第2次レーダ	VHF, UHF による 通信系 VOR, DME または TACAN による受 信器 第2次レーダ*
管制空域 従来どおりのもの	VHF, UHF による 通信系 NDB, VOR による 航行援助施設 第1次レーダ**	VHF, UHF による 通信系 NDBを受信する ADF受信器 VOR*

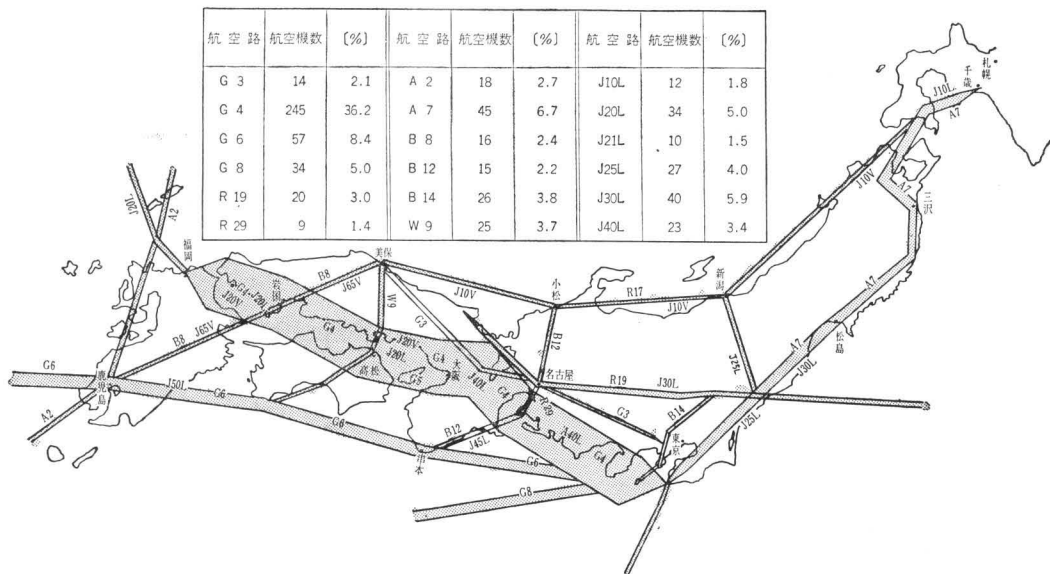
* 印は整備することが望ましい施設

** 印は部分的併用もある施設。



- ④広域管制区
- ⑤エンルート POSITIVE 管制区
- ⑥エンルート EXTENDED 管制区
- ⑦管制区
- ⑧ターミナル POSITIVE/EXTENDED 管制区
- ⑨ターミナル EXTENDED 管制区/圏
- ⑩非管制空域
- ⑪⑫⑬⑭は特別管制空域

第1図 特別管制空域・管制区などの設定の一例



第2図 主要路線交通分布図（昭和40年11月30日）

本周辺の航空交通の集中する東京－大阪－福岡の国内幹線および東京－串本－鹿児島への香港むけ国際線の一定の幅の空域の高度 6 500m 以上にポジティブ・コントロールをまず実施すべきであるという結論に達した。東京－仙台－青森－札幌がこれにつづく（第1図参照）。東京・大阪・名古屋・宮崎・鹿児島・仙台など繁忙な空港でレーダを設置する所は、施設の整備と要員の確保を待ってポジティブまたはエクステンデット・コントロールを実施する計画である。このような空域を設定するためには、表のように地上および機上施設を要する。なお、空域は第2図のように設定する。そのためには、下記のような施設などの準備を必要とする。

◇レーダ施設

現在設置済みの東京地区レーダのほか、福岡・大阪に長距離レーダ（有効半径 380km、高度 15 000m）を設置し、ついで札幌・仙台にも設置する。このうち大阪レーダは東京管制部（ルートの管制をおこなう機関）と福岡管制部に映像を電送し、仙台レーダは札幌管制部と東京管制部に電送して、3 管制部のレーダ管制に使用する。空港レーダは現在整備中の東京国際空港、大阪国際空港、名古屋・宮崎・鹿児島・仙台の

各空港レーダの整備を推進し、新東京国際空港・瀬戸内海地区の主要空港にも空港レーダ（有効半径 110 km、高度 8 000m）を設置する。なお、これらのレーダは明室用にする。

◇管制の自動化

ルート部門に関しては、すでに開始されている東京管制部の自動化を推進し、福岡・札幌の管制部の自動化をおこない、ターミナル部門に関しては東京国際空港・大阪国際空港・名古屋空港および新東京国際空港の自動化をおこなう。

◇通信無線施設の改善

管制、運航監視等のため対空通信施設、テレタイプ回線、管制用電話回線などの通信施設ならびに現在 21 か所にある VORTAC、DME、など、近代的航行援助施設の整備をおこなう。

◇航空保安職員の養成訓練体制の強化


管制体制を強化し、空港・保安施設の整備をおこなうために、航空保安大学校を設立し、高校卒業者を採用して広いすそ野から人材を求め、多数の新人に徹底した技術訓練をおこなう。

以上のように施設と要員の確保ができて初めて有視界飛行の管制にとり組むことが可能となる。有視界飛行の管制は、従来の管制の大改革である。

（筆者：運輸省航空局管制課）



パイロットと空の安全



—事故の発生は偶発か—

平本 宏明

犠 牲 者 数 375 名 に

全日空 YS-11 型機“オリンピア号”(森保男機長ら乗員5人、乗客45人)が松山沖で遭難した惨事の日から5日目の11月17日昼さがり、東京羽田国際空港の全日空乗務管理室を訪れてみた。あの苦い思い出から、いまださめきっていないためか、また同僚パイロットをうしなった痛みのためか、室内には沈んだ空気が流れていた。

2月の全日空ボーイング727型機の羽田沖墜落事故を筆頭に、3月のカナダ太平洋航空、英国海外航空機、8月の日航訓練用ジェット機の事故と、あいついで発生した“空の遭難”のあと、こんどの松山沖の惨事である。そしてさらに、松山沖で遭難した YS-11 型機の捜索作業中に起きたヘリコプター衝突事故を含めると、実に、ことしにはいってから375名もの犠牲者が、わが国の空に散っていったことになる。このほか、自衛隊関係の遭難を含めると、その数はもっと多くなる。ふたたび遭難を繰り返してはならないと事故のたびに叫ばれてきたというのに……。

航空機の事故の大部分は、離着陸時に発生している。松山沖の遭難もそうであった。パイロットたちは、それだけに離着陸時に神経を集中させる。平素から航空の原理・原則を学び、細

心で、ち密な注意を払い、私生活にも乱れが生じないように摂生に努めているのであるが、それでも偶発的な事故が発生する、とパイロットたちは述懐する。たしかに、事故の原因をパイロットの不注意にだけとめるのは残酷であろう。そこには、種々雑多な要素がある。

さる2月の全日空ボーイング727型機遭難の直後、同機の高橋機長の死をいたんで、ひとりのパイロットが綴ったつぎの一節に耳を傾けてみよう。

「私は高橋機長の人格と技りょうを絶対に信頼したいのです。彼は少なくとも、長い間、自分自身を偽ることを許さない大空によって修練を経たパイロットなのです。それにもかかわらず事故というものは、絶対的の信頼性のうえにさえ惹起する可能性をもっているのです。偶発というものは恐るべきものです。経験も、歴史も、理論も、真理のすべてを瞬間に否定するからです」(日本航空機操縦士協会刊「pilot」1966年第3号)。

科学技術の高度に進んだ今日の段階においても、この偶発の事故の克服は困難なのであろうか。通常、航空安全については、3つの要素があげられている。第1は空港施設、第2に航空機の性能、そして第3にパイロットの技術能力である。このうち、どの1つが欠けても、それはそのまま航空機の悲惨な事故に結びつく。年を追って大型化とスピード化に向う航空機——。

それにひきかえ、やや立遅れぎみなのが、わが国の空港施設だといわれている。つまり“機械の急速な進歩と保安施設の立遅れ”の間隙をぬって不測な惨事が発生するのだというのである。

パイロットたちの願い

日本航空機操縦士協会（東京都品川区西五反田42-15-7、会員1200名、会長大関昇氏）は、運輸大臣あてに「航空機安全運転に関する意見」を具申したことがある。この具申書は、全国のパイロットたちが考えている“空の安全”についての集約的な意見だけに、その内容は興味深い。要点をかいつまんでながめてみよう。

1. 地方空港の滑走路 現在の高速大型機では気象条件が悪化したばあい、地方空港への離発着の操作に困難を感じる。滑走路は最低限、幅45メートル、長さ1800mに延長する必要がある。

2. 地方空港運用時間の延長 現行の地方空港の運用時間は、空港によって若干異なっているが、8時～17時、あるいは8時～20時となっている。しかし、この時間では、天候および機体の整備状況によっては、到着および出発が困難となることがあり、その結果、運用終了時間帯に地方空港を出発した航空機が、やむをえず、東京、大阪などの主要空港に帰投せざるを得なくなり、航空交通がこれら主要空港で輻輳することとなり、安全運航に悪影響をあたえている。地方空港の運用時間を延長していただきたい。

3. 航空路・航空保安施設の整備 わが国の気象条件の特殊性から、現在のカラーエアーウェイとともにビクターエアーウェイの速やかな完成が必要である。また、防衛庁の既施設の利用による全国レーダー管制を実現してほしい。さらに、現在のところ、航空路上の周波数割当がすくなく、相互混信のため安全上に障害が生じ

ている。たとえば、岩国上空の高々度で、岩国・福岡・鹿児島・高松・美保・大阪のほか、遠く韓国からの空地通信までが同時に聴取されるといったぐあい。周波数の増加と地上通信機の増加が緊要である。

4. 気象観測施設 地方空港での気象観測のうち雲高および視程観測は目測に頼っているのが実情である。シロメーター、トランスミットメーターなどの観測器具の設置を要望したい。

5. 訓練飛行場の新設 現在、大型ジェット機、中型ターボプロップ、小型多発機の訓練専用飛行場がなく、国内主要飛行場を使って訓練しているが、国内航空交通が輻輳したばあいには訓練に制約が生じ、訓練の能率も低下している。このさい、計器飛行進入諸施設を完備した訓練飛行場の新設を切望する。

「あの松山空港の滑走路が、1200mより、あと数百メートル長かったらと惜まれます。そうしたら、あるいは事故は防げたかもしれません。地方空港の滑走路の拡張と施設の充実を願う声は、パイロットの共通した声です」。こんどの松山沖遭難事故に関連して、全日空のパイロットたちは、このような感想をもらしている。また、こんな言葉をきくこともできた。「高速道路をつくったり、国鉄新幹線を走らせたりするのも国の発展のために結構なことです。しかし、それとともに、もっと空の安全を守るため



計器・スイッチ類でいっぱいの操縦席

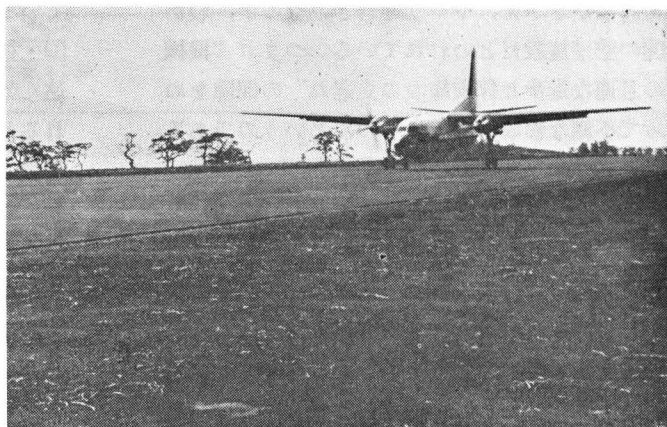
に費用をかけてほしいものです。わが国の運輸行政は、陸海空の序列でおこなわれています。ジェット機時代が到来しているのですから、陸運、海運に劣らぬ空運行政の強化を望んでやみません」と。

急がれる空港施設の改善

運輸省の発表によれば、昭和39年度のわが国交通関係投資額は、国鉄2580億円、港湾664億円であるが、空港は、わずかに25億円である。25億円といえば、地下鉄1kmの建設費にすぎない。たしかに空港関係投資額は低すぎる。現在、地方空港の滑走路は大部分が長さ1200mである。1500m以上の滑走路をもつ空港は宮崎と高知だけである。そして、滑走路の幅は、いずれも30m程度。もともと、この地方空港の滑走路は、10年まえの30人乗りプロペラ機DC-3型機が就航していたころに、有視界飛行による着陸をたてまえにして建設されたものなのである。パイロットたちが指摘するように、ジェット機時代には、もう不適當となってきたのである。

現在、ジェット機や大型機の着陸に、じゅうぶんな施設をもつ空港は羽田国際空港のほか伊丹、板付、千歳の4空港である。この4空港には、ILS（計器着陸装置）やGCA（地上着陸誘導装置）などの補助装置も整備され、保安施設は全般に完備されている。

空港は空港整備法により、1種、2種、3種の3つに区分されている。1種は国際航路、2種は主要国内航路に、3種は地方の航空運送を確保するために必要な空港で、1、2種は運輸省が管理し、3種は地方公共団体の管理となっている。そして国内航路は、1種の羽田国際空港や大阪国際空港を座軸にした幹線に、ローカル線が接続する形態をとり、幹線には中距離ジェット機が、ローカル線にはおもにプロペラ機が就航しているのであるが、近い将来、航空需要が急速に増加するものと予想され、主要ロー



地方空港は滑走路の長さも施設もたりない

カル線にも短距離ジェット機が登場することであろうし、その他のローカル線にも中型ターボプロップ機が主力機として導入されてくることであろう。したがって、こうした面からみても、いまの地方空港の施設は貧弱すぎるのである。

運輸省では、さる10月7日の航空審議会（会長・石坂泰三氏）の「航空保安体制の整備」をめぐる答申にもとづき、向う5か年間の計画として、1)大型化される航空機を受け入れるため、また降雨時、追風時の安全強化のため主要地方空港の滑走路を2000m級に延長し、その他の空港でも1500m級にする。2)定期的な航空輸送以外に、将来は産業航空、自家用航空などの活発化が予想されるので、機能別空港をつくるとともに小型機専用の空港も整備する。3)照明施設については、精測進入用無線施設の整備とあわせて、進入灯、高光度滑走路灯などを完備していく、などの対策をたてている。

この5か年計画にもとづき、さしあたって41年度から松山・宮崎・鹿児島・熊本・広島・仙台・函館の7空港の滑走路を1500m級に延長する計画を実施に移すことにしている。松山空港も、この計画に組みこまれていたわけで、こんどの遭難は、そのやさきの事故だったのである。

滑走路は空港の生命である。ところが航空審議会も答申のなかで強調しているように、わが国の空港、とくに地方空港のそれは、大幅な改善に迫られているのである。いや地方空港ばか

りではない。たとえば、昭和34年度に国際空港に昇格したはずの大阪空港でさえ、いまだに滑走路は1830mのものが1本あるだけ。この1本の滑走路に1日平均240機が飛来してくる。そのため、現在、昭和43年春を完成のメドに長さ3000m、幅60mの大型機専用滑走路の建設が急がれているのが実情である。また、名古屋空港のばあい、民間と自衛隊が共用しており、1か月間の離着陸機数は、ざっと8000機といわれているが、うち6割までが自衛隊関係機で占められている。ところが、自衛隊機は、演習のない日には、わずか40～50機しか離着陸しないのに好天の日には400機も飛来してくるといふ不均衡な状態である。このため全長2700mの、1本の滑走路は発着順をめぐって奪いあいさえ演ぜられる。

一方、誘導施設についてみれば、2、3種の36地方空港のうち、VOR（超短波全方向式無線標識）を整備しているのは4空港で、残る32空港は未整備となっている。余談になるが、アメリカでは、航空機が年にわずか数回しか離着陸しない片田舎の空港でもVORは整備されているという。あるパイロットは、つぎのように嘆いている。「地方空港の施設が貧弱なため、夜間着陸が困難なときがあります。照明も満足なため、そんなばあい危険な“鳥目飛行”をしなければならぬのです」。松山空港にはADF（自動方向装置）しかなかった。

アンケートにみる問題点

ここに、ひとつのアンケートの集約表がある。ヘリコプター（回転翼機）のパイロットたち120名を対象に事故原因などを調べたものである。もちろん、ヘリコプターのばあい、大型機や単発機と、乗務条件は大きな違いをもっており、このアンケートの結果をそのまま大型機などに類推するわけにはいかない。しかし、いくらか空の事故についての示唆をあたえてくれるものと思う。

パイロットたちは飛ぶときに、なににいちばん注意するか——。①障害物に注意48%、②天

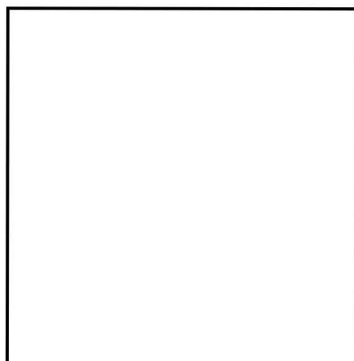
候に注意20%、③エンジンおよび計器類に50%、④不時着場所に50%、⑤その他（緊急時の措置など）15%。

不注意がなければ事故は発生しないか——。

①注意しても人間が感知できない故障が発生して何件かの事故が起きている。②万全の注意をしても人間の思考、視力に限界がある、③パイロットひとりの能力に頼りすぎ、事故原因をパイロットの不注意ときめつけるのはきびしすぎる、④事故は、いろいろな要因が累積されて起きるもので、注意力だけでは解決しない。

羽田国際空港の片隅で

まだ昼だというのに、どんより曇った灰色の空は、付近の臨海工業地帯から休みなく吐きだされてくる煤煙を吸いこんで、黒く染まり、まるで夕闇がそこまでやってきているかのようによどんでみえた。ときおり襲ってくるしぐれが、潮風に乱れて縞模様を描き、あたり一帯を濡らし、空港の施設も航空機も、にぶい光りをたたえて立っていた。そうした寒々とした風景のなかに、ひときわ視線をひいたのは松山沖で遭難したのと同型のYS-11型機の姿であった。やがてアナウンスがあり、関西から飛来してきた機体から松山沖で遭難した犠牲者の遺骨が遺族の胸にかかえられて2柱、3柱降りたち、全日空の控室に安置された。肩を落した遺族たち。沈痛な面持ちで黙礼するパイロットたち。事故よ、ふたたび起こるなという気持ちが胸にこみあげてきた。





航空の安全に夢をのせて

井上 赳夫



1966年は日本の空の魔の年とされるほど、ボーイング 727、ダグラス DC-8、ボーイング 707、コンベア 880、そして YS-11 と世界の優秀機ばかりが、日本国土で大惨事を生じました。

そのほとんどが、いまのところパイロットに起因する事故とされています。どんな優秀機も、人的錯誤の前には無力なのではないかと思われるほどです。

航空機事故を人の面から考えればあいには、パイロット、航空管制官、気象職員という重い責任のある人の錯誤が大きな問題になります。錯誤が起らないようにするにはどうしたらよいのでしょうか。

錯誤と気象条件

ベテランといわれるパイロットになぜエラーが起こるのでしょう。

着陸時にいちばんたいせつなことは、

1. 空港の風向き
2. 空港の気圧

ということになります。

日本の気象は、台風、低気圧、不連続線、高温、低温と、世界のどこよりも急変する性格を持っています。

不連続線のときなど、“いまは北風”と北風に向かって離陸しようとする時、たちまち南風に変わるので、追い風離陸できもを冷やすことがし

ばしばあります。また、出発地の気圧と着陸地の気圧が10ミリバール程度違うことも、低気圧のときにはむしろ普通ですが、気圧で計っている高度計を使っているため、そのさいには100mもの差が生じ、“まだ100mもあると思って雲から出たら海面スレスレ”というきわどいことがあります。

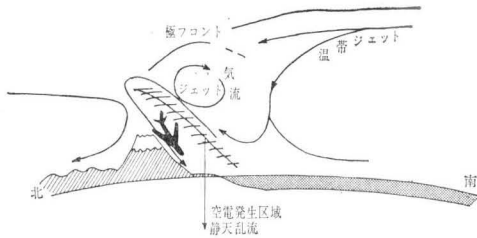
そこで、風向きと気圧が気象職員—管制官—パイロットへ電話で伝えられることが、ひじょうに重要であります。

人から人への伝達の正確さを保つことの困難さは、デマの伝わり方からもわかるものですが、1966年の重大事故は、気象の変化にさいして、その情報伝達の困難さがパイロットのエラーに連結したのではないかと考えられます。

静天乱流

東海の天に、気高くそびえる富士山は、冬から早春にかけて、時速 100 km に達するジェット気流の急流にかかっています(第1図参照)。この静天乱流に BOAC のボーイング 707 型機がたたき落されたのです。

名古屋大学空電研究所の前所長・金原博士の空電の研究によりますと、この静天乱流の中からは 10 kc 程度の空電が発生しているということですから、空電をキャッチし、ジェット気流



第1図 静天乱流図

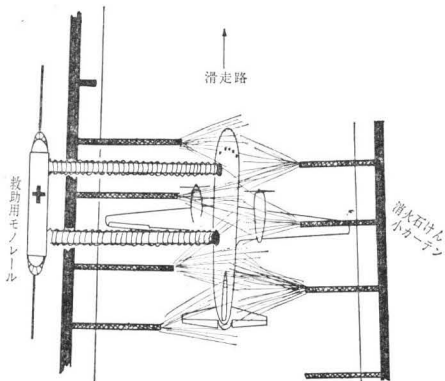
を追跡するようにすれば、静天乱流の予報と警報ができることになります。

こうした航空気象の予報警報には、さらに、60 km というような高空の温度変化を知ることが必要で、将来は気象ロケットが利用されるはずです。

空港の安全施設

旅客機が積んでいる大量のジェット燃料のために、事故時の空港の火災が大きな問題であることは、1966年3月4日のカナダ航空のDC-8型機のさいや、同年8月26日の日本航空コンベヤ880型機のばあい、如実にあらわれています。

数台の消防車とタンク車では、とうていこのような大量の燃料には、まにあいません。とくにマンモス機では、その量は、ずっと大量になりますので、滑走路の両側から石けん水のスコールを浴びせることが望まれ、客室ドアと密着して旅客の避難を可能にする耐火通路を両側に用意することも開発されるべきであります（第



第2図 消火カーテン

2図参照)。

超音速旅客機やマンモス機のための新空港は、管制・誘導などの施設の完備とともにこうした火災に対する安全面も忘れてはならないことです。

錯誤と気温・湿度の関係

“あのベテランの機長が、どうしてエラーを起こしたのだろう” “最高の名パイロットが、なぜ錯誤を起こしたか” といった、“魔がさした” としか思えないような事故が、今日までの事故の大部分を占めているのは不思議なことでした。

こうした人的エラーは、整備や航空管制、あるいは設計製作についてさえ起こっているのです。

さいきんのこうした事故を、気温と湿度の関係から分析してみますと、第3図のような水蒸気の圧力にして6~7 mm 水銀柱の範囲に集中するものと、20 mm 水銀柱以上のものとなることを、発見しましたが、これは、海難などの他の交通事故や、いろいろな火災事故にも共通でありました。そこで、不思議とされたベテランの事故も、その原因が、まわりの水蒸気圧力によって錯誤を生ずるという自然条件におおに関係あることが明らかになったのです。

この錯誤圏は、植物の開花・落葉時とも密接な関係があります。桑の発芽は、水蒸気圧力6~7 mm 水銀柱の線で全国ほとんど一致しますし、高尾楓(たかおかえで)の紅葉の時期もだいたい一致しています。木の芽どきに頭が変になること、紅葉のころ淋しさに自殺が多いことなども、この気温と湿度の関係からみた水蒸気圧力に原因があると思われます。

有名人が急逝した日を調べても、6 mm 水銀柱を切った日に多く、この圧力がデッドライン(死線)というわけです。松山沖の全日空機事故の11月13日も死線でした。

錯誤圏を避けるように操縦室内を空気調節し、脳の栄養である酸素を豊富にするなどして、より安全に人的錯誤の起こらないような条件づくりをすることも、空の交通安全のためにはたいせつなことであります。

べてみることにします。

——オリンピアの強健さ——

このYS-11は、“オリンピア”の愛称のとおり強健ですが、その秘密はどこにあるのでしょうか。

まず空を飛ぶつばさの強さが、厚いじょうぶなものであり、繰り返し荷重試験に耐えた疲労強度の高いことがあげられます。YS-11のつばさは、ジェット機の主翼が大きく曲がってゆれているのとは段違いに、しっかりしていますから、台風の中心へ出入りしてもビクともしないDC-6Bと同等の頑健さです。

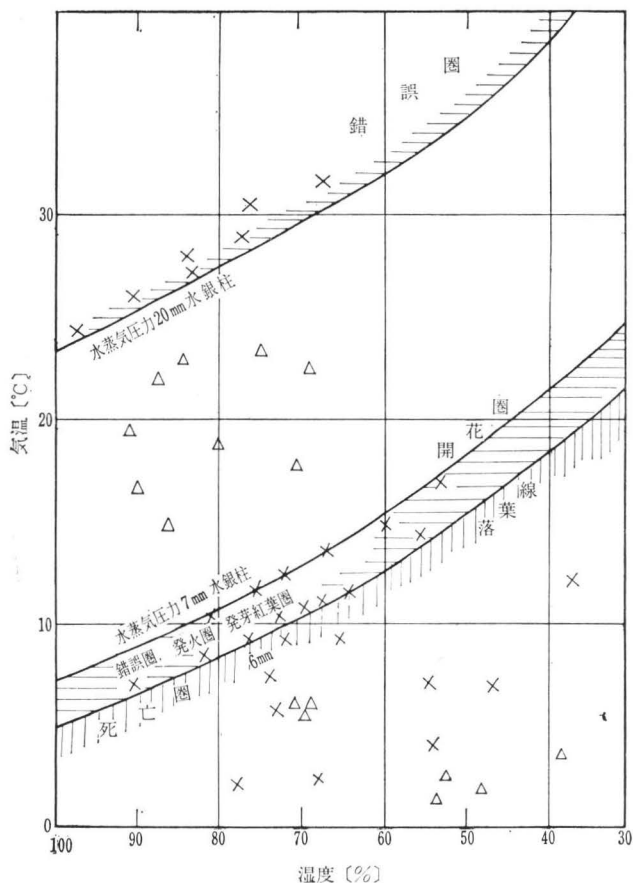
エンジンは、簡単な構造の遠心型ターボプロップ方式のダート10型で、イギリスのロールスロイス社の傑作であり、ほとんど故障が起こらず、整備の手数も少なくすみ、しかもオーバーホールまでの時間もいちばん長いものです。

プロペラをまわすのは一見旧式のようなのですが、じつは、ジェットエンジンよりも高級な高圧縮エンジンなので、完全燃焼しますから、ジェット機の離陸時に黒い不完全燃焼の煙が出るようなむだがなく、経済的であり、空気を汚染することはありません。

“どうも、エンジンとつばさとのつながりがぶかっこうだ”といわれるとそのとおりですが、これは主輪の脚がむりをせず納められるので、脚がじょうぶなことを示しています。

プロペラは“ふぶき”や“あられ”のなかを飛ぶときに、ちょうどロータリー除雪車のように氷雪を飛ばしていくので、ジェット機のように雪を吸い込んでエンストすることがありません。

そして、プロペラの先と胴体の距離が1mもあることはあまり知られていない秘密ですが、このためプロペラの先から遠心方向に流れる空気が、胴体に弱く当たり、胴体が振動しないで

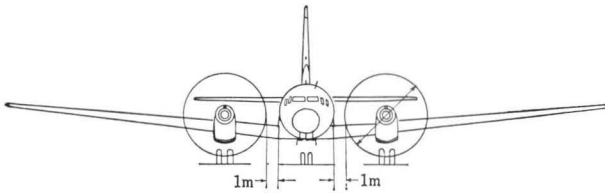


×→大事故 △→小事故
第3図 錯誤による航空事故 (錯誤圏気候図)

オリンピアに夢をたくす

航空機事故はひとたび起これば、その結果があまりにも悲惨であるために、人は、航空機の安全性に疑いをもったり、あるいは航空機そのものをのろったりしがちであります。しかし、技術の歴史は、欠点を完全に克服しようとする努力によって、つねに新しい発展をとげてきました。このことを信ずれば、事故の問題と同時に、将来の航空機に対してもっと夢をもちこんでいくこともたいせつだと思われます。

以下では話題を一転して、わが国最初の国産旅客機であるYS-11について、その現在の姿と、わたくしなりの夢をたくした未来の姿をの



第4図 静かさの秘密——YS-11のプロペラ空間

すみます。胴体の外板はリベットで止めてありますが、プロペラのこの振動で、変形してきますから、ふつうの飛行機ではだんだんリベットの線が曲がってきますが、YS-11はピンとしています。オリンピアが静かで好評なのは、この1mの距離にありますし、外板の疲労もほとんどないことになります(第4図参照)。

離着陸の距離が短くてすむことも、安全性の高い証拠で、設計施工に失敗のあった三宅島空港にさえ降りてみせたほどでした。

スピードは遅くても、台風にも強く、経済性が高く、故障のないエンジン、振動と騒音がすくなくて、離着陸が容易というのですから、強健なマラソンの王者というところでしょう。

以上がYS-11の安全性の特徴ですが、もっともっと安全性を高めることが期待できる“オリンピアの将来”の姿を想像してみることになります。

——オリンピアに続くもの——

まず、YS-11の主翼と中部胴体をそのままにして、前部に垂直上昇用のVTOLエンジンを付け、後部にもVTOLエンジンと、前進用のジェットエンジンを増加して、滑走距離を、200mまで短くすることを目標にしてみます。

これらのエンジンは、航空宇宙技術研究所などで、開発されたものを利用できるでしょうから、あまり改造せずすむことになります。

VTOLは流行っていますが、翼のあることの利点をいかして、短い滑走をするSTOLのほうが、ずっとエンジンのパワーが少なくすみ、エンストのさいでも主翼で滑空ができますから、VTOLよりずっと安全です。

ヘリコプターはVTOLの代表的なものですが、エンストのとき、ロータの自由回転で、か

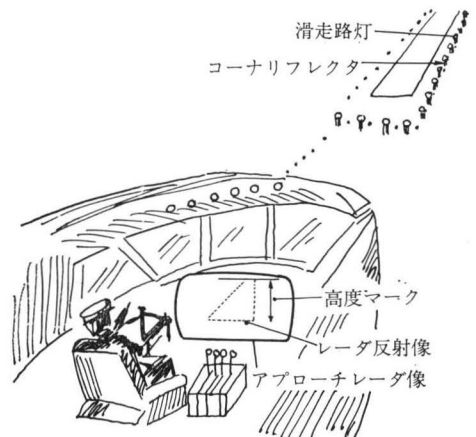
ろうじて着陸できるのですが、オートローテーションという、この落下状態は、まことに気味の悪いもので、50m半径の直下に空地(運動場や畑など)がないと危険になります。

垂直上昇機には、このほか横風や突風に弱い欠点もあるので、むしろ200mの滑走で離陸できる翼のあるものの開発に努力すべきだと思います。

YS-11もそうですが、軽ジェット練習機TIFIも短い離着の特徴を持ち、現在開発中のPXという哨戒用飛行艇も短い離着の性能が期待されているように、日本の開発機種は全部STOLなので、このすぐれた特徴をいかすことが最良の方向であることは、いうまでもありません。

こうして、YS-21型ともいふべき200m離着機が開発され、新しいアプローチレーダが開発装備されるならば、安全性はぐっと向上するでしょう。

アプローチレーダというのは、日本で開発中のものですが、ミリ波のレーダで、滑走路灯と同様に、レーダ面にコーナリフレクター(レーダー反射体)の像が見え、飛行機の高度が指示されるので、パイロットは、滑走路灯を認めると同様にして着陸できます。これは、自動着陸装置のような複雑・高級きわまる計器ではなく、安価で、目で見えると同じ状態のままの有利さ・簡単さが特徴であり、実用にいたる日も



第5図 アプローチレーダ

近いと考えられます。霧のなかでもアプローチレーダで、安全な着陸ができるようになるでしょう（第5図参照）。

—YS-31型は巨大化—

マンモス化する傾向に応じて、YS-31型ともなるべきものは、エンジンを4発にして、いまの60人から100人乗りにすることができます。

このときには、胴体を改造して前後に延長するほか、主翼の延長もなされますが、21型での開発に応じて、すくなくともアプローチレーダが装備されることが望めます。

巨大化のため、構造強度の増加、脚と車輪を適当に強化することは、もちろんです。

—YS-41型は巨大短離着—

巨大化が成功すれば、つぎは21型での短距離離着を、巨大機でも可能にすることです。VTOLエンジンと、ジェットエンジンの装備によって、大量の貨物を離れ島に運搬することも容易になり、修学旅行なども安上がりになるというわけです。

スピードも、ジェットエンジンの装備によって、毎時100kmは増加できますから、巨大化と高速化も合わせて実現できましょう。

—YS-51型は射出ケビン装備に—

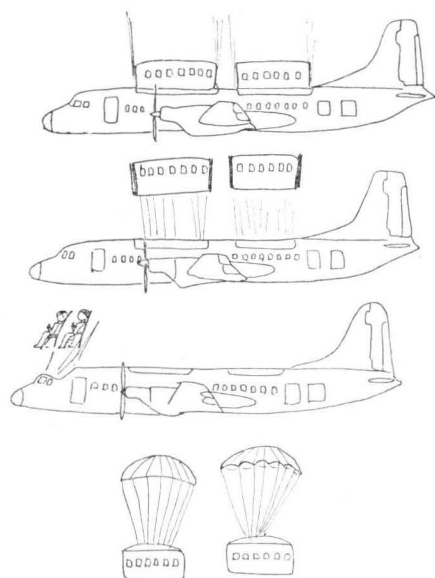
つぎには、多年の夢であった、絶対安全のための射出ケビンを考えます。

宇宙飛行士のケビンが、安全に着水回収されている技術の応用で、いよいよというときに、パラシュートまたは、パラグライダーを装備したケビンが射出されて、婦人子供室から安全に着水・着陸するようにしようという計画です。

ジェット戦闘機では、射出座席（エジェクションシート）で飛び出していますが、適当なケビンごとに射出して、安全に帰還することを51型で実現したいものです（第6図参照）。

射出の必要がないほどに安全なYS機ではありますが、さらに、ここまで考えることが望ましい姿ではないでしょうか。

エジェクションケビンが実現すれば、ジェッ



第6図 射出ケビン

ト機全部に、とくに超音速輸送機は必ず、これを装備するようになるでしょうから、その第一着をYS-51型がとめることになります。

こうして離着陸の安全性は、数段の飛躍を上げることができるようになるでしょう。

（筆者：科学技術庁科学審議官）

☆ ☆ ☆

予防時報のお申し込みについて

本誌は、わが国の損害保険業界が推進している災害予防事業の一環として、17年ほど前から発行されている季刊誌です。本誌をご覧になっておわかりのように、火災をはじめ交通事故・地震災害・気象災害・公害など、広範囲の災害と事故の防止を目的とした“防災総合誌”です。

本誌にご関心をお持ちの方がございましたら無料でご贈呈いたしますので、ぜひ下記にお申し込みくださるよう、お伝えください。

東京都 千代田区 神田 淡路町2の9

日本損害保険協会 予防広報部

予防課 予防時報 係

タンク車炎上!

スタンド給油中・ストーブの火が原因か

東京・目黒のガソリンスタンドで、タンクローリーから地下の貯油タンクに給油中、とつげん地下タンクのガソリンに引火、あたり一面が火の海となった。現場は住宅密集地帯で消防庁は第三出場を指令、化学消防車8台をはじめ計26台の消防車を出動させ、3mの防火壁を越えて飛び移った火を、隣家2むねの全焼、出火点裏1むねの半焼でくいどめた。原因は、出火当時のスタンド事務室の石油ストーブの火が、窓があけられていたため、2mほど離れた給油中のガソリン蒸気に引火したものと考えられている。(’66年11月18日午後1時)

(写真・朝日新聞社提供)

一家六人が焼け死ぬ

密集地帯で大火

大阪

火元は木工所

風にあおられて21むね

昨年10月21日午前0時半ごろ、大阪市住吉区北加賀屋町2丁目の松崎木工所付近から出火、西風にあおられて、火はみるまにひろがった。同木工所など工場10むね、アパート4むね、文化住宅など7むね、計21むねを全半焼し、同2時半ごろ鎮火した。焼失面積は5900㎡にのぼり大阪市では戦後3番目の大火となった。

この火事で、91世帯約250人が焼け出されたが、松崎木工所東側の道路1つへだてた文化住宅の2階に住んでいた、武田政一さん(37)一家6人は焼死体となって発見された。また、消防士6人が軽いけがをした。

大火になった原因は、①空気がかわききっていたこと ②西風があったこと ③出火の知らせがいったのが遅く、消防車41台が出動したときには火はかなりひろがっていたこと ④火元が、ベニヤ板・塗料など可燃物で埋まっている木工所であったこと ⑤上の写真にみるように、火元付近は工場・住宅などの密集地帯であったことなどがあげられる。

火元の木工所では社員が毎日夜警をしていたが、寝入ってから出火で、原因はまだわかっていない。なお、焼死した武田さん一家の周囲には空地が少なく、逃げ場がなかったという。

文化住宅全焼

東京・大田区の二階建て文化住宅で、シメチ
しをつからせて壁のよこれを落していたところ
とつぜん爆発がおこり、またたくまに火がひ
ろがった。室内に充満していたシンナーガス
に、電気のスイッチの火花が引火したものと
みられている。写真・東京消防庁提供

ガス本管が破損

道路が燃え出した

86年11月10日午後5時20分ごろ、東京・日
本橋の道路上で、ドーンという大きな音とど
もに20mもの火柱があがった。火はさらに路
面のきれつ3箇所からもふきあがり、小爆発
をくりかえしたが、へたに火を消すとさらに
ガスがもれ、大爆発するおそれがあるので、
ガス本管の閉鎖を待って消火した。現場近く
の高速道路基礎工事で、ガス本管を破損した
のが原因とみられている。火点近くの商會
社132㎡と車2台が半焼した。

救

▶東京消防庁広報課では、昨年11月末日現在で、東京の火災は、前年同期にくらべて562件も減少し、焼失面積も27981m²もへっているとっている。▶昨年の1月は、1か月で32名もの焼死者があって、“毎日1名ずつ焼死者を出した”などと新聞にはでに扱われた。しかし焼死者数のほうも、11月30日現在で101名で、前年同期にくらべて

10人へっているようだ。これで、前3年間、毎年119名という、不思議に因縁的に続いた焼死者の数字も、どうやら下まわることができそうだ。▶昨年の火災が少なかった原因として、まず第1にあげられるのは気象の関係である。1月に32名もの焼死者を出したが、これは、晴天がつづいて空気が乾ききっており、最悪の条件であったようだ。その後は湿度の高い日が多く、気象条件にはめぐまれた。▶いっぽう、一般に火災予防思想が普

及したことも、火災件数減少に力があつた。火事はちょっとした人間の不注意から発生するアクシデントである。だから、家庭なり職場なりで、いま以上に防火管理がされれば、さらに火災件数の減少を期することができる。▶ことしは、このちょっとした不注意の性質をさらに分析・研究して、火災予防運動により具体的なプログラムを盛ってほしい。消火技術の向上も大切だが、それ以上に予防運動に知恵と金をつぎこみたい。(MT)

▶「地獄通信・1967年1月1日発。えんま大王は、旧来の八熱地獄および八寒地獄に加えて、車地獄を創設するように指令を出された。これは、地上の交通事故死亡者が、近年ますます増加し、地獄の定員をオーバーしはじめているためである。ちなみに新設の車地獄は、1千万人の収容能力をほこり、無終点の円環道路に罪人を追い込み、火災の車でこれを追走するものである」▶交通事故で亡くなった人が、すべて地獄の世話になるの

かどうかわからないが、実際昨年は、史上最高の交通事故死亡者を出した。1月1日から11月25日までの集計では12474人であった。昨年の交通関係者の目標のひとつは、事故死者数を13000人以下におさえることだった。しかし、12月中旬にこのラインは突破され、期待は裏切られた。▶なによりも悲憤にたえないのは、死亡者事故原因の

なかで、酔っ払い運転が12%でトップを占めていることである。“酒を飲むなすすめるな”これは鉄則である。運転者の安易な態度！これの前には道路整備も安全車開発も無力である。▶守るべきことをそのまま守る。ことしの事故対策の大きな目標をここにおきたい。交通問題は国民の共通の課題である。国家的事業として安全思想の徹底をはかってもらいたい。それとも、みんなそろって、地獄の火の車の責め苦を味わおうか。(YH)

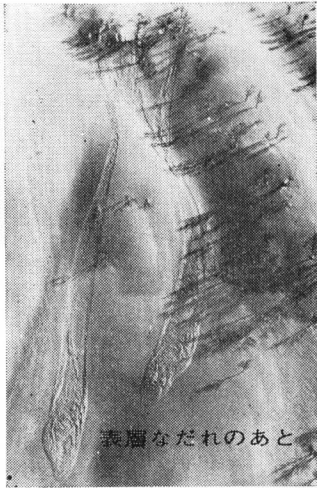
▶大都市・工業地帯などの住民にとって、冬はまったくやりきれない季節である。空を見あげても空がない。灰色のベールがあつくおおっている。しかも、としま女の化粧ではないが、このベールは年々濃くなっていくばかりだ。▶スモッグは、ばいじんのほかに、亜硫酸ガス・二酸化窒素・炭化水素などの有毒ガスを含んでいる。工場・事業場などが出すばいじん(黒い霧)の降下量は、1963年の東京の調査では、26.4トン/km²に及

んでいる。せんとく物が黒くなるのもとうぜんである。▶亜硫酸ガスは、イオウ分を含んだ石油・ガソリンの燃焼から生ずる。わが国の石油は、イオウ分の多い中近東産が大部分だが、脱硫されるのは10%程度である。コスト高になって採算がとれないから、脱硫できないというのである。昨年の都庁前の調査では、1月から8月にかけて亜硫酸ガス濃度0.5PPMの最悪の状態を8回も記録している。▶これに加えて新しい恐怖は、炭化水素

(白い霧)の増加である。プロパン車がまき散らしているが、燃料に不良ガスが含まれているためという。▶大気汚染のおそろしさは、自殺者まで出した四日市の例をみるまでもなく、あきらかである。政府は公害基本法の成立を急いでほしい。それもザル法でなく願いたい。公害は地域・国家単位で根強く解決をはかるほかない。(KE)

急

車



表層なだれのあと

空中写真を利用した 雪害研究

齋藤博英

災害の報道には、空中写真がよく利用されるようになった。列車の衝突事故、バスの転落事故などは、空中写真で見ると、車の位置・姿勢などから、その事故の生じ方が想像できるし、こう水のばあいなどでは、はん濫した水が広大な面積をおおう状況もはっきりとわかる。地震その他の災害についても、その様相の大勢をつかむには、空中写真が便利である。航空機は、その広い視野と、卓越した機動性により、地上からでは求め得ない貴重な資料を、写真によって、われわれに示してくれる。

雪害対策を考えるときにも、低高度からの空中写真は、街の中の雪におおわれて困っているようす、交通障害のありさまなど、災害時の状況をはっきりつかめるので、後の対策計画の資料として、なくてはならない貴重なものである。

いっぽう、豪雪がどの範囲に、どのように降り積もったのか、なだれなどの現象がどのように生じたかなど、広範囲の積雪の状況を調べるには、かなり高い高度からの空中写真がひじょうに役にたつ。

いままでにも、雪や氷の害を防ぐための研究に航空機を利用した例は、日本でもいくつかある。はじめに、それを少しながめてみよう。

航空機による流氷の研究

オホーツク海の流氷の航空観測は、すでに30

年も前に、当時の中央气象台（いまの気象庁）で行なった。これは、昭和6～7年および同9年の北海道や東北地方の大冷害が、“オホーツク海高気圧の発達によって、冷たい北東の風がつづくために生じ、この高気圧はオホーツク海の水温が低いときに強くなるが、オホーツク海の夏の水温は、春から初夏にかけて流氷が融けるのに費やされる熱量だけ、上昇が妨げられる”と考えられたためである。すなわち、春先にオホーツク海の流氷の量が多ければ、“東北地方や北海道で凶冷の心配がある”として、冷害予想の資料を求めるのが目的であった。

いまでは、オホーツク海高気圧の原因は、5000m以上の上空の気流の状態によることが明らかになったので、冷害予想の資料としての流氷調査は行なわれないが、オホーツク海沿岸漁民の経済問題と海難防止のために、流氷の動態を予想することが要望され、8年ほど前から、気象庁・防衛庁・海上保安庁などが協力して、航空機観測を行ない、空中写真による解析を行っている。

このばあいの写真解析は、流氷のおおっている範囲を求め、2枚の写真から、その間の移動量を知ることであり、斜めの空中写真を撮影し、それを海面の平面図に再投影する方法でやっている。これにより、オホーツク海の氷の流動のようすが、かなりわかったことは、大きな成果である。

空中写真による融雪出水の研究

雪国では、夏の集中豪雨によるこう水ももちろん恐ろしいが、それにもまして、融雪期にこう水が多い。融雪期といっても、平地の融雪期ではない。一般に、平地の雪が消えてしまって、やれやれと仕事にかかるときに起こる。山岳地方では、雪の量が多く、気温が低いので、融雪の時期が遅れるからである。

融雪期には、毎日毎日雪のとけた水が放出されるので、雨の日がつづいていると同じことで、河川の水位は一般に高まっているし、地面は水で飽和している。そこへ、低気圧が近づいてくると、南寄りの暖かい風が強く吹き、融雪量が急に増す、それに雨が加わると、一気に増水して災害となる。

こうして生ずる融雪こう水の水量は、主として気温によって流域の海拔高度別に融雪量を推定し、それに流出率や降雨量などを勘案して予想される。そのさい、単位面積当たりの融雪量が推定されても、そこに雪がなければ実際の融雪水は出てこない。とうぜん、積雪のある範囲が広ければ、融雪水量は多く、それが狭くなれば、それだけ、融雪水量は少なくなる。積雪のおおっている範囲は、毎日の融雪量の推定値を積算して、それがその積雪水量に達したら、積雪はなくなった、と推定する。このばあい、山岳地の積雪量も直接観測できないので、一般には推定値を使うことになる。したがって、積雪の範囲が実際にどうなっているかは、気象台の予報者にはわからないのが現状である。

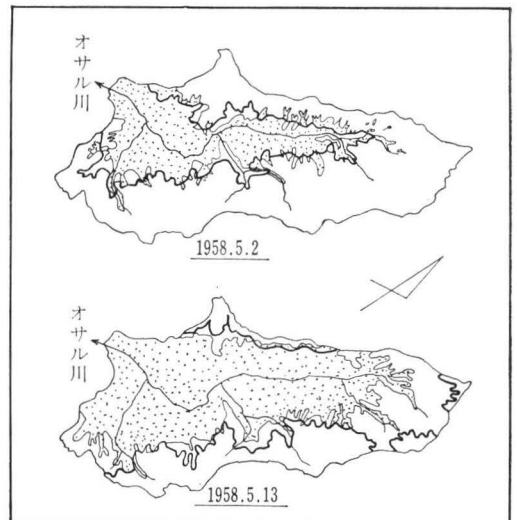
昭和33年、札幌管区気象台の石井幸男氏が、北海道の長流川の流域について、融雪状況を研究したさい、セスナ機によって流域全域について、高度1～2 km から斜めの空中写真を撮影して、この写真から積雪被覆範囲を定めている。そして、上に記したような融雪推定値による雪線の移動の計算値と比較した。

この比較の一部を第1図に示した。この図の中の白い部分には積雪があり、陰影をほどこした部分はとけて雪がない所である。太い線は計

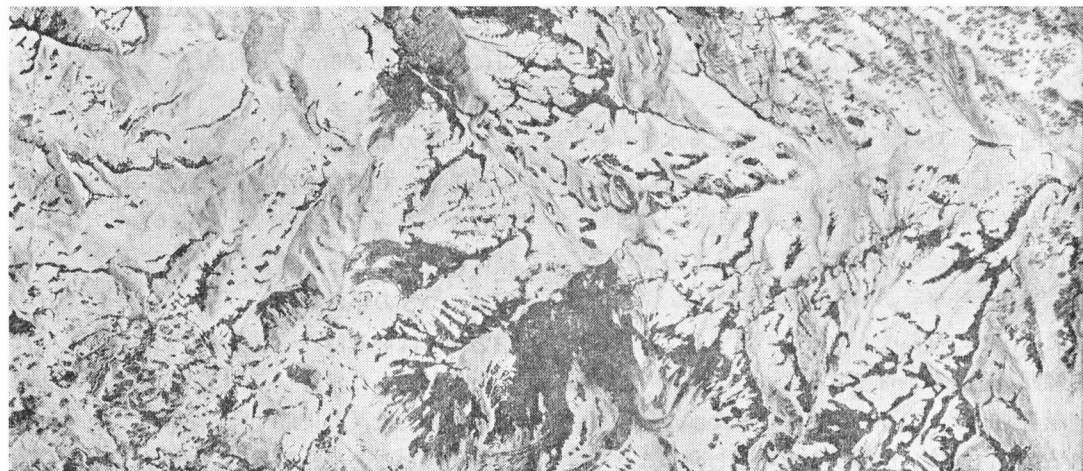
算によって求めた積雪の境界線である。5月2日には、海拔400mの等高線まで雪がなくなり、このときには、上の図のように、計算値がだいたい実際の値に近いが、その下の5月13日の図を見ると、右側のほうで、計算値では雪はほとんどなくなっているのに、実際はまだ大きな面積にわたって、雪が残っている。この誤差の原因は、つぎの年の調べによって明らかになり、融雪期にはいる前の積雪量の推定が誤っていたことがわかった。そして、このことから、この地域の中では、北東部(図の右端)でとくに降雪量が多いこともわかった。もし、流域の積雪の量も空中写真によって解析できるならば、こういう問題は解決されることになる。

空中写真による積雪深の解析

垂直方向に向けてとった2枚の空中写真によって、地形の高低を求められ、そういう方法によってくわしい地形図が作られることは、ご存じのとおりである。それなら、積雪のあるときの空中写真で、積雪面の等高線をえがき、積雪のないときの写真から求めた等高線と比べると、その差は雪の深さになるだろう。これはまことに単純な想像で、もしも、空中写真から、雪面の高度がじゅうぶんの精度で求めうるなら、き



第1図 長流川流域の雪線移動(石井氏による)



空中写真の例

わめて確かなことである。しかし、このじゅうぶんな精度という仮定は、じつはたいへんなことであるため、問題はそう簡単ではない。ひじょうに低い所からの、比較的大きなスケールでの空中写真であれば、いまの解析技術と機械とを駆使すれば、cm 単位の高度でも区分できるであろうが、それでは大きな面積を対象とすると、ばく大な枚数になるので困る。また、山や谷を含んでの地域で、垂直写真をとるための水平飛行を安全に行なうには、どうしても、3000 m 以上の飛行高度が必要である。それで、いまは縮尺2万分の1に相当する大きさの写真を作って調べている。

このページの空中写真は、昭和40年春の異常残雪の調査のために、新潟県北魚沼郡入広瀬村のあたりを撮影したものの一部分である。5月5日の撮影で、時期が遅いが、雪のない黒い部分が多いので見やすい。

無雪期の写真と積雪期の写真とで、同じ地点の高度をできるだけ精密に測定し、その高度差を求めて積雪の深さとする方法が考えられる。しかし、無雪期の写真で空中三角測量を行ない、積雪期の写真を同じように標定して測定しなければならず、1級図化機・2級図化機を使うので経費と時間がかかる。こうして求めると、機械誤差による精度は±60cm くらいとなるが、無雪期と積雪期の写真で厳密に同一地点を測ることはむずかしく、位置がわずかずれても、誤

差はすぐ大きくなり、急な斜面などではとても正確な値は望めない。

つぎには、積雪期の写真から、雪の割れ目や露出している建て物などをさがして、雪の表面と地面、水面や建て物との高さの差を比べて、それから雪の深さを推測できる。この方法は、位置の厳密さは必要ないし、簡単に行なえるので、利用しやすい。しかし、ほしい所に、うまく利用できる目標があってくるとよいが、なかなかそうつごうよくはゆかない。

そこで、適当な要所所に対空標識を設置して、その写真から、その地点の正確な雪の深さを求めて、チェックする方法が考案され、実際に行なわれた。これは、垂直写真で見ると、積雪の深さが変わるにつれて、その形が変わるように設計するとよいわけである。たとえば、はしごを南と北から斜めに立て寄せた形を考えていただく。それをを上から写真にとり、何段目まで雪に埋まっているかがわかると、雪の深さが求まるわけである。こういうことでも、実際につくるとなると、写真判読に必要な大きさ、白黒写真の被写体として、夏も冬も付近の地物と判別しやすいように、形や色についての考案と実験が必要となる。

山奥へ行って、相当の大きさの対空標識を設置することは、実行の段になるとたいへんな苦勞であるから、できるなら、簡単な標識で間に合わせたいし、送電線の鉄塔などは、そのまま

で利用したい。そのために、ヘリコプターで、比較的近接した斜め上空からの写真を撮り、それから雪の深さを求めて、補助資料とすることも行なわれている。

こうして、ある程度の数の地点の積雪の深さが求められると、空中写真の上で、積雪表面の形、積雪の上に出ている植物の状態、地物の露出のぐあいなど、写真の表情として、雪の深さの同じ程度の区域を判断することができる。また、ある地域の写真の表情を、すでに雪の深さのわかった所での表情と比べて、だいたいの積雪深を判断することもできる。ここまできて、はじめて、点積雪から地域積雪の測定に進んだわけである。

こうしてみると、空中垂直写真によって、雪の深さの分布を知るには、なかなか手の込んだ作業が必要であり、それだけに、実例を数多く作り、経験を積むと、判読の資料が整備され、精度も能率も向上するはずである。

空中写真による積雪深解析の将来

広い地域の積雪水量を求める方法としては、いままではスノーサーベーターによっていた。これは昭和25年ごろから、ダム建設に伴う流域水量の推定やダムコントロールのための融雪水量予想などの要望によって、急速に、全国的に流行した技術方法である。長い円筒を雪の表面から地面まで刺し込んで、引き抜くと、雪の円筒が取り出せる、それを調べて、雪の重さはもちろん、各層の密度、雪質の違いなども求めることができるので、はなはだ便利である。この円筒はスノーサンプラーと呼ばれて、ご存じのとおり、いろいろな雪質に使える、使用に便利のように改良されてきた。

この方法は、すでに技術的に確立され、定形化している。しかし、人間が観測器具を持ち、雪深い山奥へはいらなければならないので、

- ①機動性にとぼしく、ある方向に限られ、大量の地点を観測することはできない。
- ②少ない実測値から全流域を推定するのであるから、誤差も大きい

③なだれや融雪出水に出会う危険性も大きいなどの欠点がある。

また、空中写真によって積雪深を測定するばあいには、先に述べたことからわかるように、

- ④雪の深さが求まるだけで密度はわからない
- ⑤雪の深さの精度はどの地点でも確かでない
- ⑥林の中は測定不能である

などの欠点がある。しかし、雪の密度は積雪の深さ、降ってからの日数、その地の気温・風などによって異なるが、ある程度推測でき、また林の中の雪量は、その周辺の雪量分布からおよその推定ができる。したがって、流域の全雪量を求めることでは、スノーサーベーターと同じ程度の精度を持たせうかと思われる。

このように、両方法は一長一短であるため、並用すると、測定精度を上げることができる。したがって、空中写真にスノーサーベーターおよび対空標識観測などを補うと、実用でき、しかも、その回数を重ねることによって、空中写真からの判読技術も進歩させることができる。

このように、垂直写真による積雪深の解析は、精度はまだじゅうぶんではないが、補助手段を活用すれば、実用になる見込みはある。そして、これが実用になれば、豪雪のばあいの降雪分布・水資源利用計画など、広大な地域にわたる積雪の基本的な資料を作ることができる。また、この利用により、融雪こう水予報の精度を上げることもでき、つぎに述べるなだれの調べなどにも、大いに効果を上げられることを思うと、この方法の将来性も大きいといってよいであろう。

なだれの空中写真解析

なだれは、空中写真によって、よく観察することができる。前ページの写真は、融雪期もかなり進んでからのものであるから、全層なだれしか見えないが、中央部の下方には、2つの大きな全層なだれの跡が黒々として見え、その流れ下がった先は曲がって、薄墨色の雪のたい積（デブリ）が見えている。その左には、幾条かの小さいなだれがあり、その上側、中央部と上

部に、やはり黒い流れの跡と、薄黒いデブリとが、それぞれはっきりと見られる。

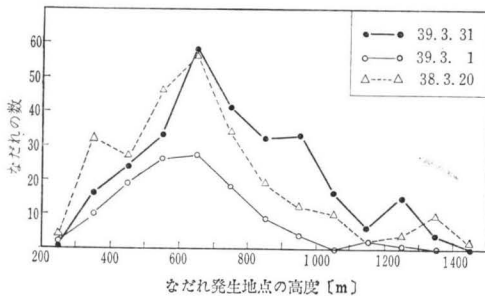
このような全層なだれと、白い雪の流れた跡は見えるが、発生地点がめいりょうでなく、デブリもはっきり見わけにくいばあいの多い表層なだれとは、だいたい判別できる。

空中写真は、そう何回も撮影できないので、そこに見えているなだれが、いつ生じたのかはわからない。また、1度なだれても、その上に雪が降って白くなり、はっきり見えないこともある。また融雪期の写真では、なだれたのか、単に早くとけたために黒くなっているのが判断できなかつたりすることもある。それでも、かなり確かななだれの分布図を作ることができるので、なだれの統計的研究も行なえる。

魚野川地域の3回の空中写真から、瀬戸玲子氏など国土地理院の方が調べた、なだれの高度別発生件数の分布図を示すと、第2図のようになっている。この図を見ると、同じ地域でも年によりかなり違うこともわかるが、時期を追って高度の低い地点から高い地点へと、なだれの発生するひん度が動いてゆくことがわかる。

すなわち、昭和39年3月1日の写真では、なだれの数は少なく、600m内外の高さで最も多いが、1か月後の3月31日では、500mまでは増加が目だっていないが、600m以上の高度での増加が目だっている。また、昭和38年の曲線では、500m以下の地域では、39年3月31日より多いが、600m以上の地域では逆に少なくなっている。これは、昭和38年のものは3月20日で、時期が11日早いためと考えられる。

個々のなだれの研究のためには、もっと低い



第2図 魚野川流域のなだれ数(瀬戸氏らによる)

高度からの大きな写真が必要となる。36ページのカット写真は鉄道技術研究所・塩沢実験所の庄田幹夫氏がヘリコプターから撮影されたもので、ひじょうに美しい流動の跡がよく現われている。これは、点発生乾雪表層なだれの代表的写真といえる。

吹きだまりや風の方向などの解析

38ページの写真をルーペで見えていただく、雪の表面に、風による吹きだまりや吹き払いのしま模様が見える。これは時期が遅いので、少し不明りょうになっているが、3月ごろの写真では、もっとはっきり見られる。こういう雪表面の模様と地物から、風向と吹きだまりや吹き払いの関係がわかり、またそれによって、風が、山や谷の複雑な地形をどのように吹いてゆくかも判読できる。そして、年が変わり、雪の深さが違って、これらのパターンの大勢はあまり変わって見えない。すなわち、その山の風の特徴、雪の特徴が知れるわけである。

このような見方をすると、空中写真は登山者のためにひじょうによい資料を提供してくれる。山岳クラブなどでは、登山予定地域の写真をあらかじめよく調べておくともよいであろう。また、山岳地帯に自動車道路を建設するばあいなどには、このような写真解析をくわしく行なって、吹きだまりやなだれ発生地点などを知って、事前にその対策を立てておく必要がある。

以上のように、空中写真による積雪のおおづかみの諸現象の解析は、いろいろと使うことがわかったので、いまは、ヘリコプターを使って、やや大きなスケールの垂直写真をとって、それを解析することを試みている。

なお、紙面のつごうで割愛したが、多くの雪害の前提条件となる降雪現象の問題でも、最近では航空機による雪雲の空中写真を解析して、多くの新しい知識が得られている。そして、さらに、人工衛星からとった空中写真? も利用される段階にはいりつつある。

(筆者:雪害実験所長)



高速道路の思わぬ災害

——ハイドロプレーニング現象について——

大久保柔彦

名神高速道路が開通して早や3年を経過した。わが国でもようやく自動車の高速走行の時代がおとずれたようである。これにともなって、わが国の自動車メーカーのほうでも、しだいに高速走行性能の高い車両を目標として改良が加えられている。自動車交通の発達は、その需要目的の側からも、車両数の絶対増加とあいまって、走行速度の高速化は、必然の結果として受け取らなければならない時代になりつつある。

ここに、自動車交通の高速化に対する安全性をいかに解決すべきかという点において、いろいろと問題が発生してくるのである。

高速走行と安全工学

まずその第1は、高速走行の場を提供する道路構造、および交通方法を定める側における安全工学の問題であり、第2の問題としては、高速走行を行なうところの車両の性能の側における安全工学の問題である。

これらの両面における問題点は、専門工学技術の場において、多角的な技術対策が進められつつあるが、交通の安全技術の1つの柱である運転技術、すなわち、道路および自動車を利用する側における安全技術の面においては、一般的に著しい立ちおくれを見せている傾向がある。

高速走行の技術がおくれているにもかかわらず

ず、ただ、人間の必然の欲求だからと主張して、いたずらに高速走行のみを追っていると、ドライバーは思わぬおとし穴に、自分自身で飛びこんでしまう結果となることに気がつかなければならない。

上にのべたことの1つの現われが、名神高速道路で発生した急行バスの転覆事故であろう。

原因不明の事故

ことしの夏のある日の午後、はげしい夕立の中を京都から大津に向かって走っていた高速バスが、山科バスストップ付近に差しかけたとき、とつぜん蛇行走行を始めたと思うと、転覆してしまったという事故が発生したのである。この結果、乗客の1名は死亡し、ほかは重軽傷を負うという災害が発生した。不幸中の幸いで、乗客はわずか7名であったので、大きな災害にはならなかったが、もし、満員の乗客を乗せていたら、いったいどんなことになったであろうか、と想像すると、なんと不安な世の中になったものだと考える人も少なくはないであろう。ことに、こんな事故が発生した原因は、いったい何であろうか、と心配になるのはただバス会社のみではなからうと思う。

原因調査から…

そこで急拠、事故原因についての検討が、現

地で行なわれたのであるが、さっぱり見当がつかないという実情であった。そのいきさつの大要は、つぎのようなものであった。

1. 道路側になんらかの欠陥があったのではなかろうか？

事故発生地点は、名神高速道路山科バスストップ付近のわずか3%の下りこう配をもつ見通しのよい直線コースである。したがって、道路としてなら問題となるような要因は考えられない。ただ、あるとすれば、当時夕立があり、にわか雨の降雨中で、路面としては濡れた状態にあった。それで、路面タイヤ間の摩擦係数は乾燥時の $\mu=0.9\sim 0.8$ に比べると、いくぶん低い値 $\mu=0.6\sim 0.5$ 程度を示していたであろうと考えられる点である。

しかし、この程度の摩擦係数の低下では、自動車の走行に対して不安定を招くには至らないと考えてよい。したがって、道路側から見ては、事故が起こるような要因は何も考えられない。

2. 車両側になんらかの欠陥があったのではないか？

これに対しては、事故車両について詳細な調査を行なった結果、現時点において使用されているバスなどの構造・性能上からの規格としては、なんら欠陥は発見されない。とくに、使用タイヤについても高速バスタイヤが使用されており、タイヤの摩擦状態にも異状は発見されていない。したがって、使用された車両としては、なんら欠陥はなかったと考えられるので、事故発生の要因が車両構造の側にあったとは考えられない。

3. 運転側になんらかの操縦上の欠陥があったのではないか？

これについても、事故車両の運転者は、バス運転者という、いわゆる職業運転者であり、15年のキャリアを有するベテランドライバーであって、運転上のミスなどありようはずはない。したがって、運転側における事故要因など全く考えられない。

はたしてナゾの事故か？

このように、道路・車両・人の3者の側からの見解においては、この転覆事故発生の原因となる要因は、何1つ考えられないということであった。こうなると、この事故は原因なくして発生した事故ということになってしまったのである。

待ってましたとばかり、マスコミの週刊誌などは、“魔の名神高速道路・山科地区”などと書き立て、高速走行時代にはいつつある自動車交通に対して攻撃をかけてくることになってしまった。いったい現代社会の中で、もっともポピュラーな自動車交通の中に、科学性をまったく無視したような事故が起こりうるであろうか。このような疑心暗鬼的な態度が、いろいろな問題にチラリチラリすることこそ、むしろ“魔”的であって、知識の後進性を見せることは本当に悲しい姿といえるのではなかろうか。

閑話休題

そこで、この転覆事故の原因の究明について、京都府警本部からわたくしのところに相談がもちこまれたわけであった。

事故原因の真相は？

わたくしは、このバス事故についての、事故当時の資料を事故解析の手法にのせて検討をはじめた。解析の手法としては、やはり同様の手法をとらざるを得ない。まず

1. 道路側からの検討
2. 車両側からの検討
3. 運転側からの検討

である。

しかし、事故の解析に当たっては、もう1つの重要な要素がある。

4. 車両の運動特性からの検討

がこれである。これを見おとしておいては、事故の解析において困難なばあいしがしばしば発生する。

自動車が比較的低速で走行しているばあいには、車両の運動特性など、ほとんど問題にする余地が生じてこないのであるが、高速走行時ともなれば、これはほおってはおけない問題にまでなっているのである。

そこでいま、名神高速道路におけるバス事故のばあいについて考えてみよう。与えられた事故資料と、現地における調査の結果では

- A. 道路の側の諸条件としては、直接的な事故誘発要因は考えられない。
- B. 車両側においても、現在の実用車両として、事故車両については、直接的な事故誘発要因となる条件もなにひとつ発見されない。
- C. 運転側においては少しばかり、問題が残るようである。
 - a. 運転者にいわゆる運転適性というものが欠けているというようなことは考えられない。
 - b. 運転者が、一般的運転技術に未熟であったとも考えられそうもない。
 - c. しかし、運転者が高速走行技術において、はたしてじゅうぶんな運転技術をもっていたと考えてよいであろうか。

この点に関しては、おおいに疑問が残るのである。

- D. 車両の運動特性における問題点
 - a. 事故発生車両であるバスは、当時 100 km/h (98 km/h とタコグラフは記録していた) 近い速度で雨中走行をつづけていた。
 - b. 事故発生当時、路面上には、にわか雨のため 5~10mm の深さに水がたまっている状態であった。
 - c. 事故発生直前、運転者はバス前輪が突然油の上に乗ったようなフィーリングを感じたと報告している。

以上の諸条件を検討すると、このバス転覆事故は“ハイドロプレーニング現象”の発生のため、運転を誤った事故であることが端的にうかがえるのである。

では、ハイドロプレーニング現象とは、いったいどのような現象のことであろうか？

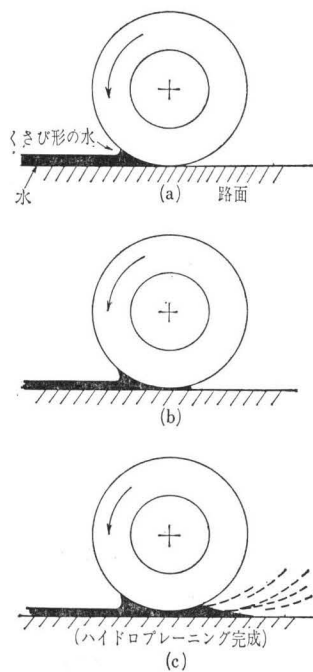
ハイドロプレーニング現象とは

雨中の高速走行の状態では、路面とタイヤと

の間でどんな現象が起こるかをクローズアップしてみよう。

いま、路面上に雨のために 10mm 前後の水深で水がたまっているばあい、ここをある速度以上の速度で走行しているとする。

- A. 最初のうちは、転動するタイヤ前面に、路面にたまった水が、くさび状になってためられている状態が現われる。この水のたまりは、タイヤトレッドの溝の機構によって、つぎつぎと破られて、タイヤの下面には食い込んでこない。
- B. しだいに速度を高めて行くと、この水のたまりがタイヤの転動によって、タイヤ下面に引きずり込まれてくる。
- C. ついに、ある速度に達すると、このくさ



この現象は速度、道路の表面状態、水深、タイヤ空気圧に大きく関係する。

- (a) タイヤ全部にくさび形の水が作られる。
- (b) 水のくさびがしだいにタイヤ下面に食い込んでくる。
- (c) 水のくさびが、ついにタイヤの下面全面に成長して、最終的にはタイヤはこの水の厚い膜の上によって完全に分離して、路面タイヤ間の粘着力が失われる。

ハイドロプレーニング現象の機構

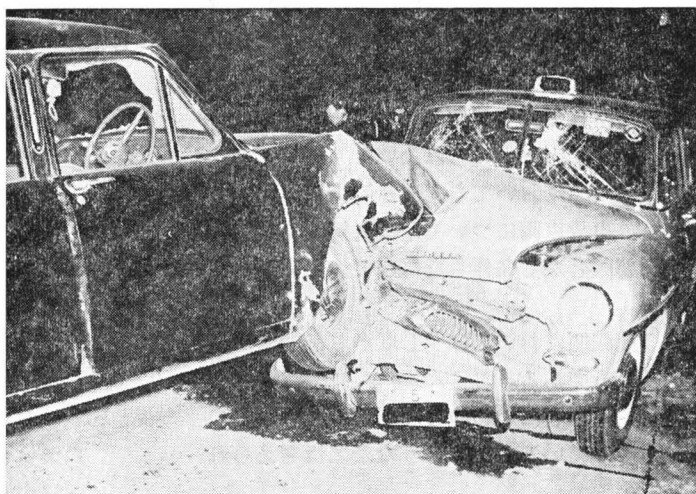
び状の水がタイヤの転動によってタイヤ下面全面に食い込んできてしまう。

D. ここに至ると、タイヤは輪荷重があるにもかかわらず、完全に水の層の上に乗り上げた状態になり、路面とタイヤは、水の層によって完全に分離されてしまう。

この状態にまでなるとすると、この水の層によってタイヤの路面に対する粘着力は、ほとんど失われてしまって（見かけ上の路面タイヤ間の摩擦係数は約0.1程度になってしまう）、タイヤは路面上で縦方向にも、横方向にもきわめて滑りやすい状態におちいてしまうのである。

この現象を“ハイドロプレーニング現象”と呼ぶのであって、この現象が発生したときには、走行車両は、風圧や、アライメントのアンバランスなどの影響によって、車両の進行方向と一致しない方向に滑走することが発生する。このとき、運転者は車両が「横滑りした」とか「風に流された」とかいう感覚を感ずるのであって、「急に油の上に乗ったような感じがした」というのはまさにこの現象を指しているのである。

この現象は、機械工学におけるブレンベアリングにおける潤滑理論における潤滑機構とま



“荒いハンドル操作”が事故につながる

ったく同じ原理による現象にすぎない。また、この現象は、車両が低速で走行しているときには発生しないが、速度を高めて行くと、路面上の水の深さ、タイヤトレッドの状態、タイヤ空気圧などによって、発生する臨界速度が決まるのである。この値は、通常のばあい90~100km/hのところであって、自動車としてはきわめてありふれた速度帯域であるために、警戒しなければならないことがわかるのである。

室内実験の結果によれば、この臨界速度 V_c は、つぎの実験式で表わされる(図参照)。

$$V_c = 10.35 \sqrt{p}$$

ここに V_c : マイル/時

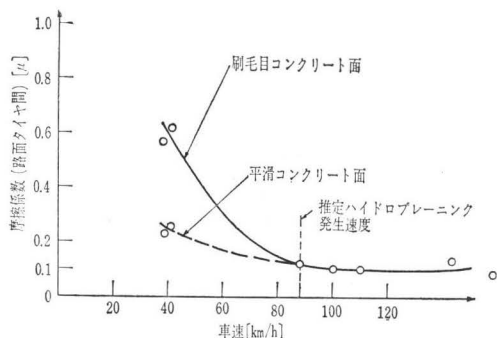
p : タイヤ空気圧(psi)

(ポンド/in²)

ハイドロプレーニング現象が発生したときの、見かけの路面—タイヤ間の摩擦係数は $\mu=0.1$ 程度であるので、これはちょうど氷板上に乗ったときとほとんど同様であって、きわめて滑りやすい状態といわざるを得ない。

“荒いハンドル操作”をすると…

しかし、このハイドロプレーニング現象だけで自動車は転覆したりするものではない。「思わぬ横滑りを感じた」というだけで、運転者があわてて、高速走行姿勢にあっては、けっして操作をしてならない“荒いハンドル操作”をすれば、車両の運動特性と人間の操作特性とが合



(注) SAE Jour, Dec. 1965 に報告されている実験結果

条件 タイヤ: 6.50~13, 空気圧: 1.9kg/cm², 4本リフトレッド水深: 8mm (0.3m)

ハイドロプレーニング試験結果

成されて、車両の運動を修正できるどころか、必ず蛇行運動は助長されて（これを運動状態の発散と呼ぶ）路外に逸脱するか、転覆することは絶対にさけようがないのである。これは車両の運動特性として力学的に証明されるのである。

先にのべたバスの転覆の直接的原因は、ハイドロプレーニング現象の発生が、誘発要因となったことには間違いないが、これにおどろいての“荒いハンドル操作”が直接的な原因となったことはきわめて明らかであったのである。

路面に応じた基本的運転技術を。

自動車を運転するとき、比較的低速走行のばあいでも、路面の状態次第では、結果的には同様の横滑り現象はしばしば遭遇する問題である。これに対処する基本的技術を知らなければ、たとえ低速走行でも、路外逸脱や、転覆はまぬがれないであろう。まして高速走行のばあいはなおさらのことである。車が滑ったらひと呼吸お

いて、静かにコースを修正するという技術ぐらいもう一度考え直してみることである。

一流ドライバーへの道

最後にもう1つのべなければならぬことがある。これは、ハイドロプレーニング現象を起こしてまでも、高速で走らなければならないものであろうか、ということである。

雨が降ったら警戒せよ!! とは運転技術の基本である。ましてにわか雨のような瞬間的降雨量の多いばあいでも同じことである。下りこう配・直線コースというだけで、これにわけもなく引きずられて、他の条件はどうであろうと、おかまいなしに、ギアをオーバードライブに入れたままで走ってみたり、ある人は、ギアを抜いて走ったりする。このような安易な運転技術に、いつまでもあぐらをかいていたのでは、一流ドライバーへの道はほど遠い。微妙なアクセル操作による速度コントロールの本質的運転技術をぜひ身につけたいものである。

（筆者：科学警察研究所・交通部）

防災スポット

避難橋

ビル火災で、逃げ場を失った人の焼死するのを防ぐ方法として、東京消防庁では、ビルの屋上から隣のビルへ橋をかけることを呼びかけてきた。

10月6日、東京消防庁と隣接する4つのビルに避難橋がかけられ、その“渡りぞめ”が行なわれた。これというもの、川崎駅前の金井ビルで、下から燃えてきた火事に逃げ場を失って、12名が焼死した事故から考え出されたものである。

現在、東京都内に70か所の避難橋が設けられている。都内には2万軒に近い鉄筋ビルがあるが、避難橋が設けられれば、い

つ下から燃えてきても、屋上へ逃げて隣のビルに渡れるので、もう安心ということになる。

金庫破りなど“泥棒に便を供する”と心配する向きもあるが、まずは命を守ることが第1とふみきったのである。



原子力利用施設 の 災害防止

藤井正一

原子力利用施設の種類

原子力利用施設と一般にいわれているものには、いろいろの種類のもがあり、それぞれひょうにちがった特徴をもっている。これを分類するとつぎのように分けられる。

(a)原子炉関係施設 原子炉建物・燃料製錬加工施設・使用済み燃料再処理施設がこれに属する。

原子炉建物は、原子炉をおおっている建物で、原子炉の種類に応じて各種の形状のものがある。使用済み燃料再処理施設は、原子炉で使用された燃料を取り扱う施設であるが、使用済み燃料にはばく大な放射性物質を含んでいるので、施設の性能的な分類では、むしろつぎの項目の放射性物質取扱施設に属するともいえる。

(b)放射性物質取扱施設 放射性物質を取り扱う施設であるが、その目的によって2つに分けられる。

第1は照射施設であって、放射性物質からの放射線を利用して、これでいろいろの物体を照射させるのを目的としている。線源になる放射性物質としてはコバルト60、セシウム137などが用いられるが、線源はステンレス板などで厳重に密封されていて、使用時以外は鉛容器の中に取められている。

第2は放射化学実験などの施設であって、放

射性物質からの放射線をたよりにして、物質の移動をトレース(追跡)する作業をおこなうものである。使用される放射性物質の量がわずかであることが多いが、近年、しだいにその量が増加しつつある。一般の化学実験室に似た構造の施設が使用される。

(c)放射線発生装置施設 高電圧X線装置、ファンデグラフ、サイクロトロン、リニアックなどの荷電粒子加速装置を取り扱う施設である。放射性物質は取り扱わないが、放射線そのものを取り扱うので、原子力利用施設の一つと考えられている。性能的には(b)のうちの照射施設と同一と考えてよい。

原子力利用施設の災害

原子力利用施設の災害が他の災害に比して特殊なのは、放射線による障害が関連しているからである。

放射線が人体にあたると障害を及ぼすことは周知のとおりであるが、その程度は放射線の量が大きいほどひどいことはもちろんで、それ以外に放射線の種類や被爆する人体の部位によって差がある。すなわち、 γ (ガンマ)線、X(エックス)線、 β (ベータ)線による害を1とすれば、 α (アルファ)線や速い中性子線は10倍ぐらいの被害を与える。またからだの部位の中でも、造血臓器、生殖線、水晶体は障害を受けやすく、

皮膚や筋肉はそれほどでもない。したがって放射線障害による症状は主として白血病などの血液障害や生殖能力の減退という形であられる。

放射線が人体にあたる方法に2種類ある。第1は体外にある線源からの放射線であって、これはその線源をさきぎることによって避けることができ、一般に外部照射と呼んでいる。第2は放射性物質が飲食や呼吸によって体内にはいり、これから出る放射線によって臓器が障害を受けるばあいである。これを内部照射と呼び、放射性物質が体内にはいらないようにする以外に防止の方法がない。

前記の諸施設のうち、照射施設では、放射性物質は完全に密封されているので、これが体内にはいりこむ心配はなく、また、放射線発生装置施設では、一般には放射性物質がないので、体内照射は起こり得ない。しかし、多量の放射線を発散しているので、うっかりすると外部から照射される危険は大きい。これらの施設は、発生する放射線のエネルギーを利用して、照射された物になんらかの変化を与えようとするものであるから、放射線の量はひじょうに大きく、大規模な施設では、人体が数分間照射されれば、死を招くようなものもある。これを防止するには、放射線をしゃへいして人体に放射線をあてないようにすることであって、施設にはがんじょうなしゃへい壁が設けられている。

これに反して、放射化学実験室などでは、普通はごくわずかの放射性物質しか用いないので、外部照射はわりあいに簡単に防止できる。しかし、放射性物質が密封されていないので、取り扱っているうちに、実験装置・衣類・手先などに放射性物質が付着して、これが体内に侵入する危険がある。またばあいによっては、放射性物質が粉みじんになったり、ガス状になったりして、空気中に混合し、呼吸により体内にはいりこむこともある。また、放射性物質が水に溶解して施設外に流出し、その周囲の人びとの体内にはいるおそれもある。

このように、放射性物質があちこちに拡散することを放射性汚染と呼び、物の表面に付着することを表面汚染、空中に混入することを空気

汚染、水中に混入するものを水汚染といっている。すなわち、放射化学実験室で主要な問題は放射性汚染であり、これを防止しないと内部照射による障害が起こる危険がある。

原子炉施設における災害は、もちろん放射線による災害ではあるが、他の施設におけるよりも、その中に内臓されているエネルギーが巨大であるために、万一制御ができなくなってそのエネルギーがいきよに放散されたばあいを考えると、ひじょうに大きな放射線障害を広範囲にわたって与える心配がある。

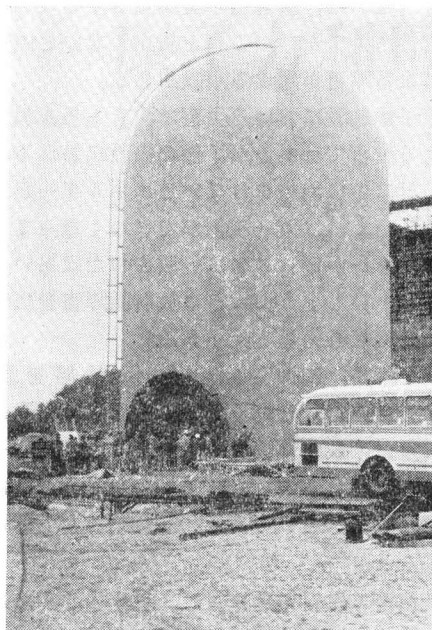
原子炉が、制御できなくなった状態を暴走(excursion)というが、このときは爆発とともに多量の放射性物質を噴出し、これが原子炉の周囲に流れるので、原子炉からそうとうにはなれた場所においても致命的な被害を受けることになる。

使用済み燃料処理施設は、暴走の心配はないけれども、そこで取り扱われる放射性物質の量は、一般の放射化学実験室に比べてけた違いに多いので、万一の事故で装置が破壊することがあれば、やはり多量の放射性物質が施設外に流出するおそれがあり、原子炉に準じて取り扱われるべきものである。

上記のような災害が生ずる原因はいろいろあるが、これを人為的と自然的に分けることができる。施設自体は、このような災害が生じないようにじゅうぶん注意して設計されているが、装置の取り扱いの誤り、装置の思わぬ欠点、火災など人為的な原因によって災害が起こるときと、地震・暴風・こう水などの自然的原因によって災害が起こるばあいとがある。これらの中でわれわれのもっとも心配しているのは火災である。これはそうとうの確率をもって発生するので、火災によって生ずる放射線障害の防止はとくに念入りに検討しておかなければならない。

原子炉の災害防止

原子炉の災害は、前述したように、内包するエネルギーが巨大なので、ひじょうに大きく広範囲に及ぶ。したがって、原子炉の設計にあた



日本原子力研究所のJPDR コンテナ

っては、あらゆる災害の起こる可能性のある要素を追及して、それぞれに対する対策が考えられている。これらの検討結果はハザードレポートと呼ばれ、原子炉の設計においてはくわしい報告書として発表されるが、これを基礎として原子炉建設の可否の審査がおこなわれる。

原子炉は、いかなるばあい（地震、火災、故障など）においても暴走することのない安全なものであることが第1の要件であるが、それでも万にひとつは暴走の可能性がないとはいえない。そのばあいに、被害を最小限にとどめるように、建物および各種の建築設備が用意されている。すなわち、建物を完全な気密にして、事故時に原子炉から発散する放射性物質をおさえ、換気設備その他によってこれを処理するように考えられている。原子炉が円筒形や球形の鋼製の建物に格納されているのはこのため、これを一般にコンテナと呼んでいる（写真参照）。

このほか、原子炉の災害防止については、いろいろの設備が考えられ、また使用されているが、あまり専門的になるので、ここでは省略する。

原子炉以外の比較的安全と考えられる放射性物質取扱施設でも、火災や地震のときには、危険な放射性ガスや蒸気が四散するおそれがあるから、防火その他の安全対策をたてておかなければならない。

◇安全装置と警報装置◇

いかなる事態が発生しても、すぐに対処できるように、自動放射能警報装置、使用状態表示装置、事故時の避難経路、予備電源などはじゅうぶんに設けておくとともに、平常時から作業員の訓練を怠らぬようにしなければならない。たとえば、照射室においては、放射線が出ているときは、そのとびらが自動的に動かないようになっていて誤まって強い放射線に人員がさらされないようにするとか、換気設備の空気の流れに不つごうが生じたときこれを警報する装置をつけるとか、事故が発生しないようにあらかじめ計画しておく必要がある。

◇防火対策◇

防火対策は、一般の建築物よりいっそう厳密にすることはもちろん、万一火災が起こっても、放射性物質の貯蔵場所には絶対に火がはいらないようにすることがたいせつである。法律（放射性同位元素などによる放射線障害の防止に関する法律）によっても、この種の施設は耐火構造であることを規定しており、放射性物質貯蔵場所の防火についてはとくに厳密な規制が設けられている。

(a) 施設または管理区域の境界の防火区画について：施設外に発生した火災が施設に延焼しないように、その境界部分に耐火構造の壁や床を設けて防火的に独立させなければならない。また、この境界に設ける甲種防火戸は、できるだけ熱性のある防火戸とし、火災の拡大を完全に阻止できるものとするのがたいせつである。さらにこのような開口部の数は、なるべく少なくなるように留意すべきである。

なお、熱力の不じゅうぶんな甲種防火戸が設けられているばあいには、防火戸に近接し

て可燃物を置かないようにしなければならない。

(b) 施設の外壁開口部の防火戸について：施設と周囲の隣接建物が相互に近接していて、延焼のおそれがある部分の窓には防火戸を設け、延焼を阻止する必要がある。この防火戸には、隣接建物がいちじるしく接近しているときは、甲種防火戸を用いるようにする。

(c) 貯蔵室：貯蔵室には、一般に多量の放射性物質が格納されていると考えられるから、これが万一火災になったばあいは、ひどい放射性汚染が発生する危険がある。また、貯蔵室以外に起こった火災で貯蔵室内の温度を上昇させ、可燃物があればそれを発火させる危険も考えられる。これらの危険を防止するため、貯蔵室は必ず耐火性の壁でおおい、出入口のとびらに設ける甲種防火戸は、しゃ熱性のあるものにする必要がある。

(d) 火災警報装置および消火設備：施設内に火災が発生したばあいに、ただちにこれを感知する警報装置、ならびに火災の発生を必要な個所に通報できるような火災報知機を備えておかなければならない。また、適当な消火設備を準備しておくことも必要である。とくに火災発生の危険度の高い場所には、スプリンクラなどの自動消火設備を設けることが望ましい。

空気汚染についての対策

密封されていない放射性物質を取り扱う施設では、空気汚染のおそれがあるから、換気設備をもうけて施設内の空気を換気し、内部を清浄に保つとともに、空気浄化装置によって排気をつねに浄化して、外部の公衆に対して汚染した空気を呼吸させないようにしなければならない。この換気設備は、事故時も考慮して設計しておく必要がある。

事故として考えられるものは、作業中誤まって放射性物質を空气中に四散させることである。とくに化学的作業では引火や爆発を起こしやすい。また施設の一部に火災が発生して放射性物質が煙とともに拡散するばあいもある。

(i) フード：放射性物質は必ずフードの内

部で取り扱うようにして、汚染した空気が室内にひろがらないようにする。誤って放射性物質が空中に飛散しても、フードの内部に閉じ込めて、徐々に排気する。

(ii) 高性能フィルタ：施設からの排気は十分に浄化して排出しなければならない。事故時にも備えて、一般にひじょうに高性能のフィルタが用いられている。粉じんを捕集する効率は 0.3μ の粉じんに対して99.9%以上の性能を有している。

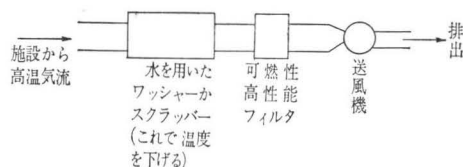
(iii) フィルタとダクトの不燃性について：火災時排気設備を停止するかどうかは問題であるが、放射性物質が室内にひろがったことが明らかであるとか、発煙がはげしくて、消火活動に支障をきたすばあいには、換気設備を作動させるほうがよいと判断されるばあいもあるので、フィルタやダクトが不燃性であることが必要である。現在の高性能フィルタは一般に可燃性であるが、不燃性の高性能フィルタが開発されつつある。また第1図に示すような方法で、可燃性のフィルタを保護することもできる。

ダクトには硬質塩化ビニルが多く用いられているが、これは燃えるので、あまり望ましくない。

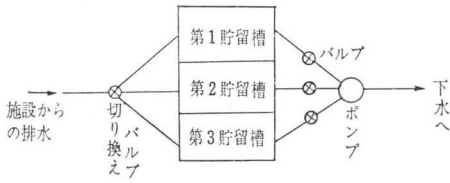
排水設備

放射性物質を含んだ排水をそのまま外部に放流すると、施設の周辺に放射線障害を及ぼすおそれがあるので、排水はいったん貯留槽にためて、その危険性を検査してから放流するようになっている。

貯留槽の大きさは、施設からの排水の10日ないし15日分くらいをたくわえられるものを2ないし3個設けてあるのが普通である(第2図)。普通の規模の施設では1個の貯留槽の大きさは



第1図 可燃性高性能フィルタの火災からの保護



第2図 排水設備

15m³から 20m³ くらいである。

事故として問題になるのは火災である。火災のとき施設内で注水することの可否については、個々の施設の状況によって異なるが、普通には注水して早く消しとめることが有利である。このときの注水は全部前記の貯留槽に流入する。もし貯留槽が溢れて、周囲に汚染した水が拡がると面倒なことになる。

(イ) 消火時の注水量について

碓井氏の研究によると、消火時の注水量は大略次式で与えられる。

小火の場合 $m = 2.616A$

全焼および半焼の場合 $m = 2.497A$

延焼の場合 $m = 1.900A$

ただし、 m ：注水量 (m³)、 A ：焼失面積 (坪)

これらからみると、たとえば10坪くらい焼失

した火災では、注水量は約 20m³ となる。しかし、これは普通の消火法によってじゅうぶん水を使用したばあいであるから、噴霧消火などで注水量を少なくするものとすれば、10m³ くらいの水量で多くのばあいは消火できるであろう。

(ロ) 貯留槽からの排水について

貯留槽からの排水は、一般にポンプによっておこなわれるようになってきている。火災時において貯留槽が満水になったとき、その濃度を検査しないで、ただちにポンプを作動させて排水し、貯留槽からのいっ流を防止すべきかどうかは問題である。都会地においては、下水がただちに地下水にはいって飲料に供されることはまず考えられないし、下水中での稀釈も考えれば、現場付近を汚染させて始末に困るより、下水に放流してしまうほうがよいと考えられる。

しかし、施設が郊外にあって、排水がただちに耕作地に流入するばあいとか、井戸水にはいるおそれのあるときは別であって、このばあいは、消火用の水が全部貯留槽に収容できるだけの大きさの貯留槽をあらかじめ用意しておく必要がある。 (筆者：建設省建築研究所第二研究部)

前号(67)の目次

水害はなぜ減らない 鯉沼寛一

崩壊災害 亀井幸次郎

気象衛星の利用 土屋清

高層ビルの防火設計 星野昌一

座談会・産業の発展と安全工学 今井金矢

超巨船時代をむかえたタンカーの安全メモ

ソビエトの消防

爆発物の安全管理 崎川範行

Fire Boss について 上原博美

都市防火の盲点

その6・ひん発するビル火災

藤田金一郎

はしがき

関東大震災および戦災による全面的壊滅以後、わが国の建築界は「耐震・耐火の鉄骨・鉄筋コンクリート造」の都市不燃化運動をすすめてきた。その結果、新築建物の不燃化率は、すでに数年前に50%をこえた。ところが、近年いわゆる耐火造建物が着々と増大するにつれて、一つの大きい盲点が目だつ事件がおこってきた。それは、木造を市街地から追放するために、そしてコンクリート造を普及させるために、コンクリート造の火災に対する安全性の盲点を見のがした傾向があったことである。

建物内に火災が発生したときの、収容人員の避難計画については、いままでにあまり大事故がおこらなかったため、耐火造でさえあればという過信もあって、現在のビル、とくに地下商店街には、おそるべき危険と盲点（消防上、拡大防止上、人員の避難上の）が都市の各所に、各ビル内に累積されてきた。わが国では、以前は木造密集地の大火災が最大の火災危険であったが、いまでもその危険度はそれほどへったとはいえないが、新しい大きな火災危険が加わったのである。

第1表は、最近ひん発した火災のうちからいくつかを選び、そこから、盲点と教訓とを読みとろうとするものである。原記録は、当該消防署の報告で、火災学会誌、一部は日本科学防火協会誌に掲載されたものを筆者が抄記したもので、消防当局の報告そのままではなく、筆者の判断が一部加味されている。

ビルの火災危険とその防止の要点 (一般的原則として)

a) 可燃物制限 建物内に可燃物（木材・繊維類・プラスチック材・油脂類、その他引火性薬品など）の収蔵量が多いほど、出火危険、拡大危険が大きく、消防も困難になる。また、火災継続時間が長くなり、構造体への被害もいちじるしくなる。

しかしながら建物の天井・床・壁・建具・造作・家具・書類・窓掛など極力不燃化し、可燃量を極力制限することによって、危険を少なくすることができる。これがビル防火の基本である（日本のビルは、木製家

具が多いばかりでなく、室内仕上はホテルの和室、会社の重役室天井・壁に木材が多量に用いられている）。

b) 消火および報知装置 自動消火装置（スプリンクラー）・手動消火装置（消火栓・消火器・ドレンチャー）・火災報知装置などによる早期報知および消防設備の整備が重要である（これらの細部とその関連事項は多々あるが、ここではふれない）。

c) 防火区画 火災による煙および火炎の拡大を防止するため、建物内部を防火的に区画することはきわめて有効であり、重要である。区画にはつぎの2種がある。

1) 平面的拡大防止のためには、壁で区画する。区画壁は必要な耐火性を有し、区画壁に設ける出入口、通路には必要な耐火性を有する防火戸・防火シャッターを用い、区画壁を貫通する穴・ダクト・配管類の内部には、自動防火ダンパー・耐火性充てん物で気密に詰め、高熱と煙とをしゃ断することなどが必要である。

防火区画は、これを密に配するほど、火災危険（物的および人的損害について）を減少させることができる。とくに、つぎのばあいには、可燃物と収容人員の密度に応じて、区画密度を強化することが合理的である。ただし、やむをえないばあいには、自動消火設備を整備することによって、ある程度緩和してもよい。

i 可燃物量、引火性物品の量の多い場所（書類格納室・木製家具や書類の過密な事務室・ホテルや居住部分や飲食店の和風室、商品の多量にある店舗など）

ii 重要物品の多い場所

iii 収容人員密度の高い場所（多人数の集合室のある建物、百貨店・マーケットなど）

iv 室の用途上出火危険の多い場所（調理室、油脂、火気の多い室）

v 避難・脱出または消防隊の進入や消防作業上不利な場所（一般地下室・とくに地下飲食店・地下商店街・百貨店の地下売場と高層ビルの上層部）

vi 避難路として使用すべき廊下が長いばあい

2) 垂直的防火区画 垂直的区画のためには、階

第1表 最近のビル火災の例

名 称	出 火 点	出 火 時 刻	損 害	出 火 原 因	被 害 拡 大 事 情	避 難	設備の不備な点など	
仙台東宝ビル 鉄筋コンクリート8階	地下室(地下1階)(同階に飲食店3店)	飲食店、饅天(中華料理)の飾り付けに引火、拡大	昭39.3.7 2時27分 鎮火5時30分 異常乾燥注意報 発令中	死亡者1人(消防士)軽傷者28人(CO)燃損845m ² (地下1,026m ² のうち)2,375万円(建物)1,800万円(内容)	壁布はり、天井テックス、防火合板など、木ついで立って、ほか可燃物多量、食卓に引火、ナフキン炎上	清掃員は警報ベルを聞いたが酔客のいたずらと思つた。間もなく炎を認めたが濃煙のため防火断念消火器、消火栓使用無知シャッター開け放し、黒煙で使用不能	夜中のため客は不在、当直3人黒煙中消防士は救助、6階の居住者救助袋で救助。	消火器、消火栓(消防隊専用とも)自動報知器はあったが、有効に用いられなかった。地下排水ポンプ能力不足のため消火注水の水が溜り、注水を手控えた。
仙台まるしん マーケット(長町) 鉄筋コンクリート4階	3階(大部屋のスーパーマーケット)	2階階段室に天井近くまで積み上げたマットレス(ポリウレタン・フォーム)	昭41.2.7 8時52分 H=52%	3階美容院で死亡者2人(CO)火傷者2人、燃損建物520m ² 1,233万円2階~4階損傷	電灯熱であわづラスチックマットレスに着火	猛黒煙(CO)と悪臭(HCN)のため発見者は消火困難で通報おくれる。自動報知器に無知。消火器、消火栓の操作が訓練されていない。商品の過大な集積、店内の通路せまい。	死亡者は物を取りりに引返したため、(耐火性の過信による)避難路が確保されていない。	消火設備標識、誘導設備標識、避難誘導灯、LPGボンベ配管の不燃化、室内整頓、出入口駐車規制、階段室に物品陳列、室内スプリンクラー
滋賀県庁別館 鉄筋コンクリート4階	空調ダクト室内の吸音(ポリウレタン)とそのはり付け。セメダインに短絡スパーク着火。	4階会議室へ煙と火炎噴出	昭和40.10.1 11時26分 H=48%	死亡者3人(飛び降り)重傷者2人、中傷者1人、軽傷者7人	電気工事作業失火(短絡)	建物の周囲に駐車のため消防車近接困難。電線(架空)のためはしご車操作不能。入居直後のため消火訓練、救助器具未整備。	避難や誘導の計画と訓練の欠陥(とくに外来者があつた)	
水上温泉(菊富士ホテル) 鉄筋コンクリート3階	1階(夜警室)	北向の玄関から風がはいり、耐火建築であるが内装は不造であるため、火炎は火元から火勢を強め、ロビーから階段へと広がった。消防が到着したときは1階は全部、2階は202、203号室が同じ状態で火炎が窓から出て、その他黒煙がモウモウと出た。	昭41.3.11 午前 3時30分、鎮火 午前6時0分	死亡者30人、負傷者・重傷者5人、軽傷者22人11,525万円(設備什器)8,400万円(建物)	夜警員が休憩中居眠りをして石油ストーブを倒し、床に流れ出した石油に引火。	水利関係は良好ではあるが山間地のため地の利が悪く消防活動の不利。	定期的に訓練はあったが、防火責任者の教育不じゅうぶん。	
川崎・金井ビル 鉄筋コンクリート6階	3階	3階から出火して吹き抜けになっている4階へ延焼。そこから開放式の階段を伝わり5階以上に焼え移った。	昭41.1.19 午前 0時58分、鎮火 午前4時38分	死亡者12人(一酸化炭素中毒)負傷者14人(うち消防士6人)焼損691.5m ² 半焼1棟損害額4,190万円	吹き抜け部があつたため煙拡散がすみやかであつたであろう。	上階に居住客があつたが、独立専用階段がない		

段その他、上階へ通ずるすべての開口を防火とびらなどで適当に区画することが必要である。

ある階で、火災の煙と炎とは上階へ昇り、上階を煙で充満させて人員の救助や避難を困難にしたり、上階へ延焼したりする。

出火点から廊下を経て、階段室やエスカレーター、または空調用のダクトあるいはダクトスペースやパイプシャフトをはじめ、すべて上階へ通ずる。上階への出口を持つものは、それが小さい穴やとびらのすき間でも煙や炎が噴き出す経路となる。この経路またはすき間を完全に閉鎖・密閉すればよいわけである。しかし、実際問題としては、完全な閉鎖・密閉は困難なばあいが多い。完全閉鎖のためには、廊下などや階段室、エスカレーター・エレベーターのとびらやダクト・シャフトなどにあるダンパー類が、いずれも出火と同時に全部が確実に気密的に閉鎖するのを期待する。そのためには、細部設計と保守のうえにおおきい努力が必要である。そして、この点は重要であると同時に、後に述べる各種の対策と総合した計画を要する。

1か所でも故障または不じゅうぶんな閉鎖があればもちろん、シャッター、引戸、ダンパー類は通常、すき間の多いものである。欠点があると、煙や炎が上階へ侵入するのは比較的短時間を要するだけである。このような事例は数多い。

他方、出火した階の人員は、脱出のために階段室に一時に殺到する。それで、階段室とびらは、かなりの時間開け放しになり、追いかける煙はどんどん階段室へ流れこむ。出火の発見・避難ベル・避難行動の三拍子がそろって、迅速でなくてはならないのに、不特定多数の外来客を収容する建物で、とくに老人、婦人や酔客（ホテル・宴会場・料亭・百貨店・劇場などに多い）が混っているばあいなど、行動が敏速と統一を欠き、パニックがおこりやすく、その誘導は至難をきわめる。

電線の短絡、故障があれば暗くなり、また、電気装置が動作しなくなるなどを考えると、おそろしい有様が想像される。騒ぎや悲鳴・パニックがおこれば、無統制な群集の行動が自滅行為に導くことはいうまでもない。建物が巨大化するほど事態は重大となる。逃げおくれで煙が廊下に充満したとき、階段や避難路を見失い、追い詰められた室の窓にぶらさがって、救助が間に合わなければ力つきて高い所から落下した例は、アメリカのホテル火災、昨年の滋賀県庁火災などで記憶に新しいところである。ホテルの就寝後の出火では、避難命令の徹底がおくれるであろうし、劇場の上階やキャバレー・宴会場など、不特定多数の人員を収容するばあい、上階に就寝室を設けているばあいには、避難設計はとくに慎重でなくてはならない。

この種の用途のものをビルの高層上階に設けること自体、慎重な決定を要する事項であるが、やむをえず設けるばあいには、明快で安全な避難設計とともに、

安全避難とじゅうぶんな幅員を持つ専用避難階段（建物の他の部分とは常時防火的・防煙的にしゃ断または隔離されている階段室）がとくに必要である。

なお、避難を困難にする煙と熱流を避難路に侵入させないための基本的対策は後で述べる。

d) 窓から上階の窓への延焼 窓から噴出した火災が真上階の窓のガラスを加熱破壊して、上階の天井や窓掛などを引火させる問題がある。

その十全の防止のためには、窓の上部にある壁と開口部をその窓からの噴出炎に対し、窓からの距離に応じて、じゅうぶんに耐火的なものとしなければならない。これを具体的に述べると、窓上部の壁の表面壁の耐火性がじゅうぶんでないばあいは、耐火的な裏壁を設けるなどの方法によって、所要の耐火性を与えればよい。

また、開口部（窓・換気口など）は網入りガラス・自動防火シャッターまたは自動ドレンチャーなどによる冷却装置を装備しなければならない。

上記の壁や開口部の所要耐火度を定めるには、噴出炎の上方の壁面や開口部面が、どれだけの温度を毎分間継続してうるかは、筆者の研究によって明らかである（建築研究所報告、昭29、拙者報告「耐火造建物の火災と防火工法」多数耐火試験）。

最近、普及している窓面は大きく、窓幅が大きいばあい（総ガラス式はその代表的なもの）ほど、窓上部の温度が高温になること、出火室の可燃物量が多いほど、高温の継続時間が長いこと、の2点を設計者はまず頭において考える必要がある。

けっきょく、通常の事務所ビルで、外壁窓のガラス面積が大きいばあいを標準として考える。ビル内火災の最旺期間の窓からの噴出炎の温度は、火災室の窓の上部で850°C、窓から上方にゆくにつれて温度が低下するが、噴出窓上端から上方へ1mの壁面付近で450°C、2mで250°C程度となる。このことは設計上少なくとも考慮しなくてはならない。窓上方の壁や開口部は、この温度で加熱されても破壊したり、上階の室内へ延焼がおこらないだけの耐火性と延焼防止能力とを持つ必要がある。通常、もっとも弱点となりやすいところは窓ガラスと考えられる。普通の窓ガラスは、その大きさと厚きにもよるが、約700°Cで溶融するが、表面温度が200~300°C程度で大破するおそれが多い。大破すれば落下し、噴炎が室内へ吸い込むおそれが大きいので、網入ガラスを用いることが通常有利と考えられる。

上階延焼防止の他の方法としては、外壁外部に各階ごとにひびきしとか、バルコニー（避難路にもなる）をさうとう突出させて、噴出炎の高温部が窓面に接触することを防止する方法がある。噴出炎の幅が広いばあいは、突出深さをかなり深くしないと効果が少ない（現行の建築法規の突出50cm程度では、不じゅうぶんと考えなくてはならない）。

e) 向かい側ビルの火災によるふく射熱延焼 最近の都心・副都心のように大小のビルが密集し、近接して建ち並ぶことになると、たとえ個々のビルが完全な耐火構造であっても、隣接ビルの出火により、向かい側の窓からこちらの窓への延焼の危険が問題となる。相互の対向壁間距離が10m以下のばあいは火炎の先端がこちらの窓に達するおそれがあるのはもちろん、火元室の窓面率（壁面に対する窓ガラス面積の比率）が大きく、火災が桁行多張間に拡大する。さらに上層にも拡大したばあいには30m以上の距離があっても、向かい側ビルの窓から延焼することがありうる（筆者の詳細計算は昭30、火災学会研究発表会）。つまり、火元からの噴出火災および火災室から放射するふく射熱によって、ガラスが高温（200～300°C）になれば破れる（火の粉が吹き込む）し、ガラスが破れなくても、ガラスを透過したふく射熱が窓掛・天井・室内羽目板などの可燃材に引火し延焼をおこす。ガラスの熱線透過率は、窓用ガラスの厚さと品種とによるが、ふつう透明ガラスで $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ となる。

同様に耐火造建物の内部でも、ふく射熱による火災（品川専売局煙草倉庫）による拡大の例がある。防火戸で区切られた一区画に火災が発生して、鉄とびらが赤熱化し、熱せられた鉄とびらが放射するふく射熱のために、隣室の煙草の原料に着火したわけである。これは理論的に明確に計算予測できる現象であり、倉庫の防火とびら設計上の重要事項である。今日でも、防火区画設計上の盲点となっていることのひとつである。倉庫内のこのようなとびらは、2重鋼板構造として、内部に無機粉末を充てん（重くなる）するか、高温断熱層（金属薄板多層式にすれば軽量ですむ。詳細は省略）を入れるなどの方法を採用すればよい。

f) 防火被覆 火災中の隣接室への延焼防止や各部の構造強度の保持、火災後の構造体の再使用確保のために、耐火造の設計上などに必要である。その詳細は多くの理論的・実験的データの文献がすでに発表されている。（拙者のものは「耐火造建物の火災とその耐火工法」建築研究所報告、昭29、第1号、防火J-1号には火災時間、最高温度、その他いろいろの条件に対する所要コンクリート被覆厚さの理論値、各種材料による被覆厚さの実験値、中空ブロックによる所要厚さ、など）（川越邦雄氏論文でコンクリート層が水分を含むばあい、水の蒸発を計算に入れたときの被覆厚さが示されている。）

g) その他 火災保安の強化のために、すでに周知の事項ではあるが、前記各項のほか、現行法規の規定にかかわらず、下記事項が一般に必要である。

i) 廊下・階段室・広間・安全室など、避難路または避難に必要なスペースに面する壁・天井・床と、その仕上材料およびとびらなどは、必要な耐火性・気密性とを有しなければならない。外壁を除きガラス窓・通風ガラスその他の開口は防煙・防火上さしつかえな

い構造のものでなければ用いてはいけぬ。

ii) 防火区画壁はもちろん、各室の間仕切壁・天井・床およびその下地と仕上材とは、不燃材料を用いなければならない。多量にベニヤ板など可燃材を用いるばあいは、自動スプリンクラーと自動報知装置を設けなければならない。

iii) 空調用ダクトやパイプの断熱、消音材料やダクト・スペース、パイプ・シャフトなどの仕上、そのとびらなどについても、上記各項に同じである。

iv) 一般地下室・地下商店街・地下車庫・各種密閉建物については、上記各項をとくに厳密にすること。家具・商品・書類、その他物品の可燃物量制限とスプリンクラー設置を強化すること。防火区画単位の面積を小さくすること。排気設計は衛生上の必要換気量のほかに、出火時の排煙必要量を考慮すること。階段は閉鎖階段とし、階段出入口は防火とびらとして、潜戸付きとすること。

v) 消防関係の諸設備や避難の誘導設備（スピーカー・誘導灯・避難管制装置）については、本報告ではほとんどふれぬが、消防隊の進入路、消防隊専用エレベーターの類についてはとくに考慮する。防火とびら・シャッター・ダンパー類の開閉と避難管制装置には、火災熱気流温度感知器のほかに、煙感知器を必要に応じて連動させること。

平面形式別の検討と対策のポイント

耐火造建物内の火災初期における煙の伝ばと屋内火災の性情や、その対策設計の一般的な原則事項については、以上にその要点を記した。具体的に、個々の建築防火設計に際しては、一律的原則の適用では必ずしもよい設計とはならない。たいせつなことは、平面形式に適応した方式を比較検討のうえ適用して、効果的な防火設計をすることであるから、以下、代表的と思われる平面形式について、若干の考察をつけ加え、参考に供する。

地上階については、第2表と第1図において、平面形式別におもな主眼点を図と表に示した。

地下階、地下街については、第2図に示す原理（その説明とも）を参照し、たとえば第3図に示すような対策と前節の c), e) 項に示す対策をとればよい。要するに、地下のばあいの避難路を煙と熱流とから安全に保ち、延焼拡大を防止するための基本的にもっとも重要なもの（しかるに現在それが欠陥しているゆえに、大きい危険をはらんでいるもの）は排煙・排火炎のためのじゅうぶんな設備（排気筒・排気ダクトとその関連設備）である。

避難設計（煙と炎の流れの建築的制御）

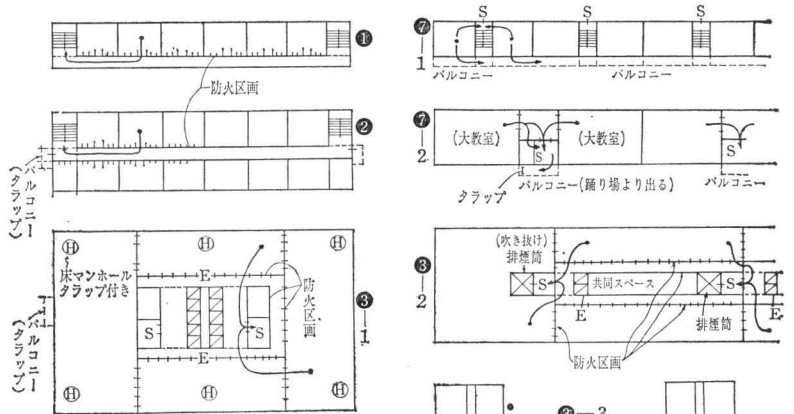
避難設計の内容は、避難路とその付帯関連設備（防火・防煙とびら・シャッター・排気設備・報知設備・誘導設備・隣接建物への避難橋・避難用ケーブル・非

第2表 各種平面形式避難の難易・その改善要点(地上階のばあい)

	平面形式の型	代表的な建物の種類	煙の機械的排気を考慮しないばあいの平面形式の優劣概評	改善要点
①	片廊下式	教室建築に多い	②よりよい(廊下窓開放できるとき)B	
②	中廊下式	事務所ビル・ホテル・教室・研究室・宿泊所	③よりよい。B ⁻ ~C ⁺	局部にバルコンおよびタラップ
③-1	中央コア式	高層事務所ビル	C	吸き抜け排煙筒
③-2 ③-3	吹き抜け排煙筒付き階段を持つコア式	中廊下棟が十字交さる平面(事務所ビル)	A	
④	側コア式	同上	③-1よりよい。B ⁻	バルコンとタラップ
⑤	外周バルコニー式	同上, 教室・アパート(ただし, テラス)	B	階段を閉鎖式
⑥	外周廊下式	劇場・映画館・公会堂・オージトリウム	廊下から地上への避難路が判定のポイント	
⑦	区画別階段式	公団アパート・公営アパート・大教室建築	階段室が開放窓のばあいはB	バルコンおよびタラップ
⑧	大広間	デパート・集合点館・スーパーマーケット	D	吹き抜け部をふさぐ
⑨	別棟階段式	Crown Zellerbachビル(高層事務所)	A	

〔表注〕

A~Dは避難の難易度を表わす(Aは最良, Dは最悪)。

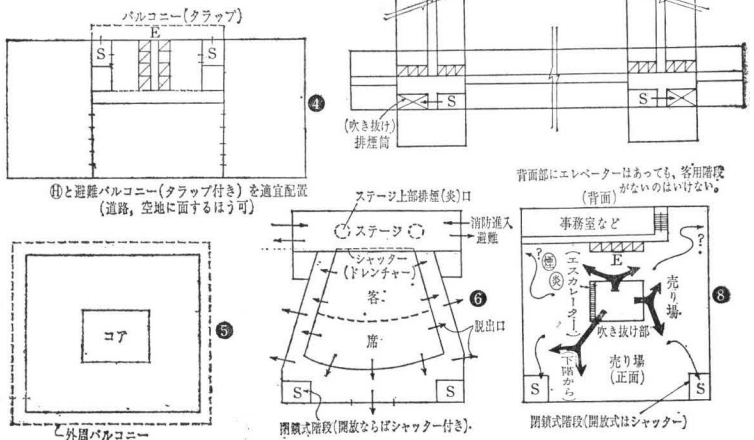


〔図注〕

- ☒ 排煙筒(スモーク, タワー), 煙感知器に連動する自動開閉ガラリ付き
- S: 階段室
- E: エレベーター
- H: 床マンホール(下階へのタラップを付置)
- コア: 階段やエレベーターやダクト・スペースの集合している区画

第1図 各種平面形式に対する避難路計画(要点図)・第2表参照

(いずれも地上階のばあい。地下階のばあいは本文の要領参照)



常時専用階段・救助袋・タラップ等々可燃物のある部分の天井にスプリンクラー、消防水の排水溝と排水ポンプ、避難路の斜路部にはすべり止め床仕上が絶対必要)に分けられるが、以下は平時に用いる廊下、階段を避難路として安全に利用するためにとくに設計上考慮しなければならない点について、その要点を列挙指摘する。その細部については、今後の細部設計的検討を必要とする部分もあるし、また、別の着想の設計方式もありうるが、以下は近年のビルの避難上の事故例と、その対策研究のためのわれわれの実験結果などを参照して、私案として提示するものである。

避難は主として、火災初期においてのみ可能であり、避難を妨げるおもな原因は熱気をとまなう煙である。つまり、廊下・階段室など避難路に熱気と煙との流れ込むのをいかに防ぐかに設計上のポイントがある。

熱気をとまなう煙の流れも火災の流れも類似であるが、おもな相違は煙濃度と熱量密度とのちがいであって、ともにそれらの量の乱流拡散の問題であり、それに浮力を含む問題である。

a) 細長い廊下を流れる熱煙の流れの流末へゆくにつれての拡散を考える。

熱気を持つ煙は浮力によって、ビル内ではまず天井下に達し、つぎに水平に匍い進みながら、下部の空気層へ拡散・混合しつつ、流末への濃度と温度とが低下する。その拡散速度は煙と下部空気層との相対速度に正比例すると推定しうるから、水平距離 Δx を流れる間の煙の拡散幅(天井から下方への煙層の厚さ)の増加 Δd は(相対速度) \times (Δx 間の煙の移動時間, Δt)に比例するものと考えられる。すなわち、

$$\Delta d = a \cdot (v_s - v_a) \times \Delta t = a \cdot (v_s - v_a) \cdot \Delta x / v_s$$

$v_s - v_a$: 煙流と下部流入空気流との相対速度の速度こう配

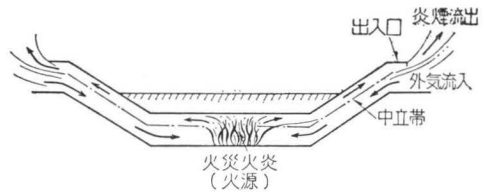
v_s : 煙源から廊下長手方向への水平速度

v_a : 下部空気流入速度

a は天井の凸凹度(はりやたれ壁のセイを含めての平均的な値)と煙発生源における煙の初始乱れ(煙の初始乱れは煙発生源の規模と温度差に基本的には比例すると推定される)に比例する定数である。

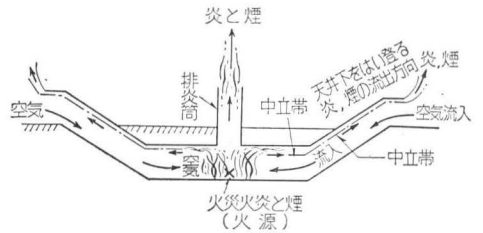
上式で、煙の流れ方向と下部空気の流れ方向とが逆のばあい、火元の燃焼にとまなう煙はよくあるが、このばあいには相対速度 $(v_s - v_a)$ は大となり、煙の下方拡散 Δd は大となり、煙が下方へ舞い下る。煙の温度が低いほど密度が大きく、煙の下方への拡散はよりいちじるしくなり、視野をふさぐし、排気が発煙源近くにあると、煙が逆流に舞い下がる。また、煙流温度が高いほど浮力上昇のために、下方への拡散は少なくなるが、他方、熱気が150°C程度以上で天井を一面に流れると、そのふく射熱のため歩行避難は困難になる。

煙が階段室や、ダクト・スペース、パイプ・シャフトへはいると、ふつうの上昇火災や煙と同じく、温度差による浮力によって上昇するが、その上昇速度に比べて、天井下水平走行速度はいちじるしく低い(温度



地下に火災が発生すると、火災と煙は、外部に通じる階段に向かって流れ、階段の天井下をはい登って、階段出口の上部から屋外へ流出する。それと同時に、階段出口の下部からは外気が流入し、その流入空気が火災燃焼に作用して燃焼が継続し、安全脱出を期待することはできない。

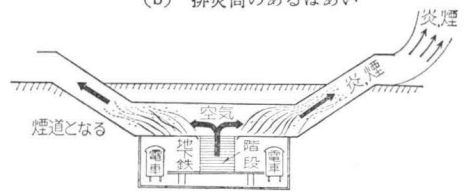
(a) 排炎筒のないばあい



大部分の火災ガスや煙は、排炎筒から排出されるが、排炎筒の規模がじゅうぶんでないばあいはもちろん、かなりじゅうぶんに近いものであっても、排炎筒の位置と火点との相互位置のいかんによっては、炎や煙の一部は階段出口のほうへ流れ、階段の天井下をはい登る。

しかし、このばあいは、図(a)のばあい比べて、熱流の厚さがうすく、出口へ向かっての温度低下がいちじるしいから、避難者の脱出、消防の進入はだいぶ容易になると考えてよい。

(b) 排炎筒のあるばあい



このばあいは、下階から階段を通じて上昇する空気で火源が燃焼をつづけ、外部への階段はもっぱら排炎(煙)筒として作用するから、消防の進入・避難とも、噴出する熱流・煙流に妨げられて、一般には不可能になると考えられる。

(c) 地下街の下階に地下鉄乗り場のあるばあい
第2図 地下街のモデルの各種(1/4 模型実験)

同一として) (階段室では、階段板がその形状に応じて大きい摩擦を与えるから実験係数が必要である)。

天井下を流れる熱煙の流速は、階段やシャフト内の上昇速度とは異なって低い速度であり、上昇熱炎に比べ濃度や温度の拡散幅が小さい。したがって流末への天井下熱煙の濃度も温度も低下しにくい(熱風洞実験結果)。廊下のような幅員の狭い避難路では、流末長距離にわたり煙がうすくならない。

b) 発煙量が廊下断面積に比して大きいばあい(煙道のばあい)には、拡散余地がなく、廊下全体が煙になってしまうから、ふつうの煙道のばあいのような簡単な流速計算になる。

c) 廊下や地下室を流れる熱流・熱気煙流の途中に排気筒・排気口があるとか、別の廊下が交わると、流れの分流が生じて、流温と煙濃度はいちじるしく減少する。同様に、地下街に排気筒を設けたばあいや、地下2階目の車庫出火時は地上へ通ずる開放階段が排気路となって、下階の温度および煙濃度が上昇しない(丸ビル横地下車庫の $\frac{1}{600}$ 模型実験、藤田)ことを参照し、地下街のばあい(百貨店地下売店・地下車庫も同様)、内部の火災拡大による同時燃焼量についてじゅうぶんな安全率をとり、それに必要な排気装置または排気筒を設けるならば、地上への避難階段に煙と炎とを進入させない設計は可能であることをサゼストしている(藤田模型実験、昭40、火災学会)。

排気筒のばあい、自然換気によるならば、その排気能力を増すために、筒高さを許すかぎり大きくすると同時に、内径面積(多数の筒のばあいは合計内径面積)はかなり大きなものとなるから、ファンによる強制排気方法を考える必要が多くのばあいあるであろう。

d) 避難階段室には外気に面した窓を有し、開放しうることが必要である。万一階段に煙・熱気が充満したばあいを考えて、階段踊り場の外方にバルコニーを設け、さらにタラップで上または下階へ脱出、またはここから、ケーブル・救助袋などで脱出できる計画がのぞましい。やむをえず階段室が外壁に面しないばあいは、各階の階段室ごとに排気筒へ排気しうることが必要である。このばあい、各階と排気筒との接続口には、必要に応じてダンパーを設ける。

e) 下階への避難 火災や熱煙は上階へ上昇しやすいが、下階へ下降しにくいことは当然である。したがって、避難の方向は、途中で隘路、障害がないかぎり下階へ向かうようにするのが一般原則であるのは当然である。たとえば、廊下が煙や熱気で充満し、室内に閉じ込められたばあい、各室の床に設けた非常用のマンホールを開き、そのふたが開くと同時に、折りたたみ式タラップ(また、下階から開閉操作できる zig-zag 折りたたみはしごもある。)が下階の床まで達するようにしておけば下階へ容易に脱出できる。これをつぎつぎと下階へくり返せば任意の階まで、廊下や階段を用いなくて安全に避難することができる。ただし、その設置位置は、落下防止上、出入口付近を避けるとか、暗所でも位置が確認できるとか、使用後はあとから延焼経路となるのを防ぐために、自動閉鎖できるとかの付属装置その他が望ましい。

ビル外周やアパートにバルコニーを設けるとよい避難路になるが、アパートバルコニーは煙や炎に追いつめられることがあるから前項と同様な方法でタラップ(美観のためには、折りたたみ式)を設け、バルコニー

への避難をより安全にする。なお、バルコニーの真下階に火災があって、窓から火災が噴出するときは、そのバルコニーは使用できない。下階からの上昇火災がバルコニー内に巻き込むからである(模型実験、藤田)。

地下街火災のばあいに、火災階の下階に地下鉄があるばあいは、むしろ、地下鉄のプラットホームへの階段を利用して下り、地下鉄で脱出させるほうが有利なばあいがあり、少なくとも補助手段になる。それがためには、商店街からプラットホームへの下階階段を壁で囲み、閉鎖式階段室に改造することが安全である(現在、各所の地下鉄階段は全部開放階段である)。

このプラットホームへの階段が開放階段のばあいは、その上階にある地下街の火災に対して給気路になるから、出火初期を過ぎると、火災か所の燃焼は猛烈になって、地下街から路上へ階段は全断面が煙道となって、煙と炎が充満し、避難用としても、消防進入路としてもぜんぜん使用できなくなり、地下鉄プラットホームへの下降避難よりほかに道はなくなる(第2図(c))。消防進入路は下階から火点へ進む計画がこのばあい必要となる。なお、じゅうぶんな排気設備があるばあいは別である。

百貨店などの地下売場、ビルの地下映画館・地下飲食店などのばあいにも同様な原理で、計画が応用できる。たとえば、それら地下室の真下に前室を持つ気密な安全室を設け、外気を給気し、圧力を高めておき、専用の脱出階段で地上へ導くなどの方法がある。多層の地下室を持つビルでは、その上部の火災に対して、これに準ずる計画が必要と考えられる。

f) 排気天井 a)項では、細長い廊下のばあいを扱ったが、大広間内出火(百貨店売場・地下車庫・地下駅のコンコース・オージトリウムなど)のばあいは、ドラフトの強いほうへ流れるから、まず、火源真上天井下に昇った後、排気筒・排気ダクト・開放階段・エスカレーターへ、そのドラフト力に応じて分配され排気されると考えられる。しかし、広い広間のばあい、火源から排気口まで流れる途中で、燃焼点へ流れる空気の逆気流や天井下の吊し物、それと天井からの給気でいちじるしいかく乱をうけて煙や熱気が低い位置まで舞い下り(拡散)避難をおびやかす、パニックを生ずるおそれが多いから、このような所では、火元の早期鎮圧のため可燃物のある真上には、スプリンクラーを配するのはもちろんであるが、広間全体を不燃性天井張りとし、ある温度以上の熱気または煙を天井がうけたばあい、その真上部分の天井パネルが自動的に大きく開いて排気口となり、同時に天井給気は、中止または排気に転じ、天井裏が通路となって、排気路につながり、排出されるようにするなどの考案を実施するのもよいと考えられる。あるいはまた、大形の排気口を床面積に応じて多数等分布して設けるのがよい。

すべてのばあいを通じて、階段は開放的であることは絶対禁止、既在のものは改造すべきである。吹き

抜け部（第1図）禁止と既在の閉鎖についてもまた同様である。各地の中規模百貨店・スーパーマーケット類の多数が吹き抜け部をもったり、開放的階段になっていることを、ここでとくに指摘する。閉鎖した階段室にしても、階段は避難路として煙と炎の進入を少なくするため出入口の高さは2mを超えないものとし、幅員はじゅうぶんにとることはいうまでもない（とびらは閉鎖後の避難用・消防進入用・潜戸付き）。

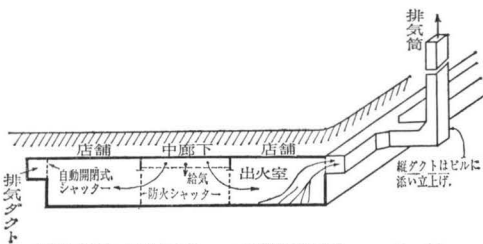
g) 廊下・階段など、避難路を居住用部分に比し高い気圧に保つように換気方式を計画することは、ホテル・アパートなどの居住部分の出火のさいは、安全な避難路を確保するひとつの方法となりうる。たとえば、階段室・廊下へ給気し、廊下壁を設けた放熱または冷却装置を通じて、各居室へ給気し、各居室の外壁側から排気するようにする。

ホテル・アパートの類は、寝た後の出火にさいしては、火災に気がついたときには廊下が煙で充満していたために、また、多数の室への早期通知と誘導が困難なために、多数の死者を出した記録がある。

いま、出火が、ホテル・アパートなど居室から出火したとすれば、上記の方法は廊下に煙を出すことを防ぐうえにおいて有効である。ただし、居室の外壁に適当な排気装置を設けなければならない。

なお、この計画にさいしては、居室以外の火気を使用する部分（調理室・食堂・バー・ダンスホール・集会室などのある区画から廊下・階段室への通気を嚴重に防火・防煙的に区画されていることが必要である。

この方式はまた、地下商店街の空調方法に適用することによって、地下街の中廊下を安全な避難路にすることができる。たとえば、地下街中廊下天井から給気し、両側の店舗へ流し、店舗の壁または天井に設けた開口からダクトを通じて排気する（第3図参照）。



店舗外側の排気ダクトの自動開閉式シャッターは、常時は手で適当に開閉できるが、火災時は、煙感知器および熱流感知器と連動して、排煙（炎）を要するか所のシャッターだけが自動的に開くと同時に、他のシャッターは閉鎖するよう装備される。

第3図 地下商店街の類の排気方式の一案

もちろん、出火店舗の廊下に面するシャッターは、出火と同時に煙感知器で閉鎖する装置を併用すべきではあるが、シャッターは気密性が低いから、この給排気方式とシャッターと相俟って、廊下を煙と熱気から守るうえに有効であると考えられる。この方式について、空調設計者の具体的検討を要望したい。

なお、熱気煙や火災の排気に金属製ダクトを用いるばあいの不燃性断熱層材料は、ダクトの熱膨張による伸びが高温のために大きくなるので、分岐ダクトの構造部への支持方法の細部を検討する必要がある。

以上各ケースについて、避難計画の考え方を列挙したが、建物の平面、形状に応じて、もっとも適当な方式を具体的に決定するには、いろいろの考慮が必要であるが、なるべく簡単明確な避難設計とすることがたいせつであると同時に、排煙と延焼拡大防止については、確実な方式を第一としなければならない。

また、工費の節減も考えなければならないが、可燃物量と煙発生量、同時に燃焼量の想定（排煙・排炎能力の算定の前提事項）については、建物の用途とその建物での事故の重要度に応じてじゅうぶんな安全率を見込むことも必要である。

これらの具体的な数値は、ここではふれてないし、調査・研究を要する事項も多々残されているが、かなり多くの既存データが利用できる。

防火設計と建築家

ビルは近来、年を逐ってデラックス化してきたのに、ビルの命取りともなる火災に対する防備は、なんら目だった向上を見せていない。この明らかなアンバランスは何を語るか。考えれば関連するところは広いが、イ) 建築法規に対する建築士の姿勢の消極性どでもいべき事実、ロ) 防火・保安投資が有利にペイするものであり、社会に対する使命であるという認識が建築士および施主側において不足しているためと推論される（保険料率の合理化による裏付けも必要）。

内外装や設備のデラックス化は、民度の向上を示し、また、商業主義のいたすところといえようが、一見、採算的效果を生みそうもない防災、防火投資に対しては消極的に傾きやすい事情はわかる。そこに建築法規と建築士の社会的使命があるが、法規の規制内容とその運用はその性質上、進歩性よりは固定性に傾きやすく、高い理想的水準を強制することは許されず、全国の平均化された民度を対象としなければならないのが実状である。この点、アメリカのように、地域ごとに規制内容の高下をつければ、ある程度解消する。基準法はおおむね現行のままでも、特別な建物や地区では、地方条例で地区別に大幅な強化できるような基準法に明記するなど、検討すべきであろう。

本来は建築士の見識によって前記の防火投資アンバランスの是正、向上を行ない、それによって施主の信頼にこたえる真の途であると考えられる。

建築界が、アンバランスな建物防火投資の是正に対して意欲を示し、デザインに対する同じように、高度の技術と創意と進歩性を示すことによって、声価を世に問う気運を作り上げることが念願する。

（筆者：東北工大教授）

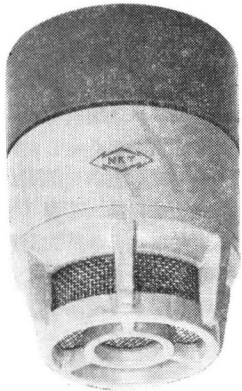


筆ぼう隊出重カ

おおぼ比呂司



「消すことはほくらの仕事です」



新製品紹介

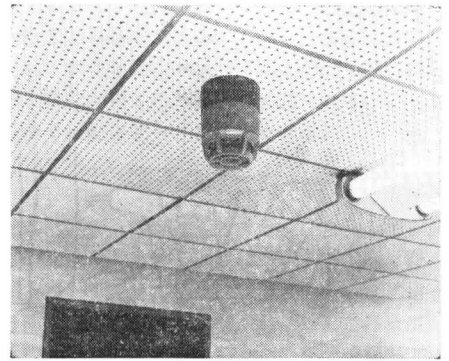
イオン式煙感知器

土居 順

火災を発見するのに、視覚・聴覚・臭覚などによる方法は、古くからおこなわれていた。昔なつかしい火の見やぐらは、人間の感覚によるもっとも確実な方法であった。しかし、都市の規模の拡大や生活環境の変化によって、このように原始的な人間の感覚にたよる方法は、もうあらゆる面で困難だし、近代都市においては、こっけいでさえある。また、火災にとって早期発見・初期消火はもっともおおきなポイントであるにもかかわらず、発見と通報が遅れたために大火にまで発展した例がたくさんある。ことしの川崎、三沢のばあいも例外ではない。

すでにごぞんじのように、火災感知器は、自動的に火災を発見して通報するものである。あらかじめ設置された装置は、四六時中火災監視をおこない、夜中であろうと、るす中であろうと、確実に火災を発見して警報し、通報する。現在使われている自動火災警報設備の火災感知方式には、温度式・煙式・赤外線式などがある。このうち、火災の早期発見には、火災発生の状況から考えても、煙式感知器がもっとも有効であろうと考えられる。

これからご紹介するイオン式煙感知器は、その名の示すとおり、煙式感知器に分類されるが、これまでの煙式感知器とはすこし違った原理と特長をもっている。いままでの煙式感知器は、煙による光の散乱や反射を利用した光学的原理に基づいていたが、イオン式煙感知器の特色は、放射線（主として α 線）によって空気をイオン化させ、この気体中のイオン電流が煙によって変化する現象に着目したことにある。



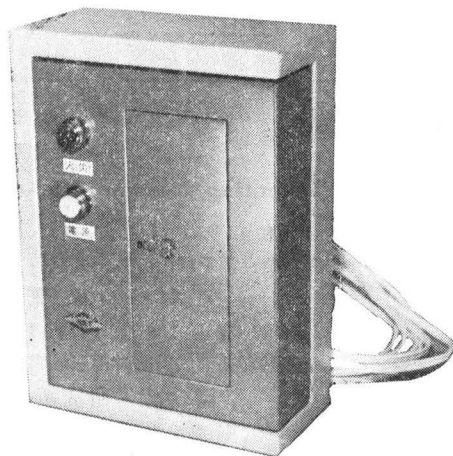
イオン式煙感知器設置の一例

よく知られているように、放射線は気体（もちろん空気も）をイオン化する性質がある。この性質を利用したものが、イオン室(Chamber)であるが、イオン式煙感知器は、その内部にイオン室を2つもっている。そのうちの1つは外気に露出していて空気をイオン化し、印加された電圧によってたえずイオン電流が流れている。もしも火災になって、煙がこのイオン室にはいってくると、煙の微粒子に放射線が吸収されたり、微粒子にイオンが吸いつかれたりするため、ぜんたいのイオン電流は変化する。しかし、もう1つのイオン室は、外からの煙には影響されず、イオン電流の変化は起こらない。煙によるイオン電流の変化は、このようなイオン室の構造と付属回路によって、火災信号となり、警報を発する。

また、ひとくちに煙式感知器といっても、光学的煙感知器とイオン式煙感知器とは、同一視できない。光学的煙感知器は、たくさんの煙によって光をさえぎり、散乱させ、反射して、電

氣的信号に変えるわけであるから、火災が発生したときの状況を考えてみればわかるように、そうとう時間がたってから警報が鳴るものと考えられる。一方、イオン式煙感知器は、目に見えないほどの煙の微粒子で警報が鳴るものであるから、火災のごく初期に発見できる。たとえば、実験室的（容積 125ℓ の煙箱を用いる）には、6 mg のタバコで、十数秒で動作することが確かめられている。6 mg のタバコといえば、ハイライトの切りクズ数個の量であるから、その感度のよいことは、光学的煙感知器とは比べものにならない。

とすると、オフィスやティールーム、家庭などにおいて、火事でもないのにタバコの煙などを感知して警報を発するのではないか、との疑問が生まれる。しかし、実験のための煙箱ではなく、実際にオフィスなどの天井にイオン感知器を取り付け、そのへやの中でタバコをすって煙が充満したばあいは、動作しないとされている。これは、ゆっくりと上昇した煙が天井に届くまでの長い間に、粒子の数が少なくなるからである。すなわち、最初は粒子の数が多く、ブラウン運動も盛んであるから、たがいに衝突する機会が多く、凝集が起こるため粒子数が急激に少なくなるからである。また、タバコをすった後、口から出た煙は、かなり白色で水蒸気を含んでいたり、あるいは煙の組成が最初の状態とはすこし違っているからかもしれない。



イオン式煙感知器用中継機

つまり、イオン式煙感知器の感度は、目に見える煙の量ではなく、単位時間あたりに燃えた物質の量によってきまるので、あまり心配はいらない。

つぎに、人体に有害な放射線源量についてはどうか。ニッタン製イオン式煙感知器のばあい、線源量はせいぜい 0.3 μ c（マイクロキュリー）で、 γ 線の線量は感知器の面で 0.08mr/h（ミリレントゲン／時間）である。これが天井に固定されているとすれば、高さ 3 m の室内の真下では、この値の 1/3 000 程度の強度となる。一方、一般人に対する許容被ばく線量は 0.05mr/h であるが、これと比較して問題にならないほど小さいわけであるから、そこに住んでいる人に対しても、まったく影響がないといえる。

また、天井の高いへやにおける燃焼実験では、温度式では動作しえなかったばあいも、イオン式煙感知器ではりっぱに動作している。

警戒面積は、たとえば消防法施行規則第23条に規定されている感知区域の耐火建築物では 100m²、その他のばあいは 50m² である。

使用上の注意としては、じんあい・粉末や水蒸気の多い場所、空気の流通がなく燃焼生成物が流通しにくい場所、腐食しやすいガスなどの発生するおそれのある場所、燃焼設備または器具を使用しその影響を受ける場所、工場または実験室などでつねに燃焼生成物が発生する場所などは避けなければならない。

最近、建物の不燃化や建築材料の革新がすすみ、火災の発生状況とその内容にいちじるしい変化が起こってきた。そのため、火災が発生しても、ただちに高温や多量の煙を期待することがむずかしくなり、火災の早期発見はますます困難になってきた。このようなばあい、イオン式煙感知器は、火災早期発見のひとつの強力な武器としてクローズアップされてくるであろう。

なお、イオン式煙感知器も、いままでの温度式火災感知器と同様、左の写真のような中継機をへて受信機に接続される。

（筆者：ニッタン(株)技師長室）



安全工学協会について

「予防時報」が発行されるたび、職場で愛読しているひとりであります。

67号に掲載された座談会記事「産業の発展と安全工学」をひじょうに興味深く読みました。そのなかに「安全工学協会」というのがしばしば出てきましたが、この団体についてくわしく説明いただきたく存じます。またその入会資格・方法などもお知らせください。

わたくしは災害防止に専従しておりますが、予防時報誌が、ますます多方面のより豊富な災害防止についての記事・キャンペーン等を掲載されることをのぞみます。(関根勝之輔・安全技師・東京)

【お答え】

本誌をご愛読いただきありがとうございます。御礼申し上げます。

安全工学協会は、各種の工業における火災・爆発・中毒・職業病・傷害・公害などの

災害予防のために、そこに横たわる技術的諸問題を研究討議することを目的とした団体です。

昭和32年に安全工学研究会として発足し、36年に現在の名称に改称しています。

会誌(季刊)の発行のほか、研究会(月1回)、講習会(年1回)、資料の配布などがおこなわれています。

入会資格は、とくに制限はなく、だれでも入会できます。個人の年会費は1000円です。会員になると、会誌その他各種催しの案内状が送付されます。現在の会員は1200名程度で、会社・工場などの産業人、学者・研究者が参加しております。

下記に申し込まれば、案内書が送付されます。

横浜市中区尾上町4-47

安全工学協会

電話・横浜(64)3213

より充実を!

「予防時報」を多年御惠贈いただいて、まことにありがとう存じます。今後とも引き続きお願い申し上げます。

なお「時報」の内容・外観とも昔日のそれに比較いたしますと著しく充実してまいり

ましたが、いくぶん固苦しさを感じる号もあるように存じますので、なおいっそうわかりやすく、やさしく、かつ親しみ深い方向にご推進下されば幸いと存じます。

(伊藤亀雄・気象台員・静岡)

表紙によせて

ことしの表紙は、さまざまな“尖われゆく日本独特の屋根”で飾る予定です。

風雪に耐えてきた屋根をみると、その郷土のにおいがしみこんでいて、世相・風俗・人情までがしのばれるほどです。しかし残念なことに、こうした郷土のにおいのしみこんだ屋根は、年々消え去ってゆきます。

この号の写真は京都・西陣の町の織物工場の屋根です。一枚一枚の瓦には機(はた)の音がしみこんでいて、それぞれのことばをもって語りかけてきます。瓦どうしがひそかに内緒ばなしをしていますにぶく、つつましく、あるいはおっとり光を放つこれらの瓦をみていると、この屋根の下に伝えられた西陣織の歴史をそのまま見ているような気がします。

編集後記

あけましておめでとうございます。出版物の洪水時代の中にあつて、本誌を熱心にご愛読くださる方々の多数いらっしゃる事が、われわれ編集スタッフには、なによりも心強く思われます。ことしは、従来にまして、見やすく、読みやすく、内容の質・量の向上をはかって、ご期待にむくいたいと決意を新たにしております。

本号では、昨年あいついだ航空事故の苦い経験から航空の安全像といったものを浮きぼりにすべく、各方面からご協力をいただいて特集をおこないました。

次号は公害問題の特集してお送りします。(K)

予防時報 第68号

Accident Prevention Journal No.68

昭和42年1月1日発行

東京都千代田区神田淡路町2-9

発行 日本損害保険協会

電話:東京(255)1211

東京都千代田区神田三崎町2-20

制作 総合防災研究所出版局

電話:東京(263)6924

印刷 凸版印刷株式会社

消防自動車合同寄贈式

全国30市に各種消防自動車寄贈さる

札幌市に贈られたスノーケル車

せいぞろいした火災保険号





消火実演・油火災には化学消防車が威力を発揮

晩秋の明治神宮外苑で、恒例の“消防自動車合同寄贈式”がおこなわれた。昭和27年から、損害保険業界は火災予防事業の一環として、全国各都市に消防自動車をはじめとする各種消防施設を寄贈してきた。いままでに、消防自動車が393都市に、公設火災報知機が22都市に、そして防火貯水槽、携帯用無線機がそれぞれ4都市

に贈られている。

今回は、札幌市へ寄贈されたスノーケル車1台をはじめ、化学消防車2台、水槽付き消防車5台、普通型消防車22台が30市に、また公設火災報知機54基、防火貯水槽20個、携帯用無線電話機66台が、東京都に贈られた。



任地へ向う火災保険号

日本損害保険協会

刊行物・映画・スライドのご案内

書 籍

「防火検査便覧」	80円	「乾燥装置の防火対策」	5円
「どんな消火器がよいか」	5円	「プロパンガスを安全に使うために」	〃
「火災報知装置」	10円	「駐車場の防火指針」	30円
「危険薬品類」	8円	「高層建物の防火指針」	50円
「危険薬品の保管取り扱いに関する注意」	5円	「地下街の防火指針」	〃
「とっさの防火心得帖」	6円	「スーパーマーケットの防火指針」	40円
「映画フィルムの火災危険と対策」	18円	「プラスチック加工工場の防火指針」	60円
「汽缶室および煙突・煙道などの防火対策」	2円		

防火のしおり（各篇とも1部5円）

「住宅」「料理飲食店」「旅館」「アパート」「学校」「商店」「劇場・映画館」
「一般事務所(木造)」「ガソリンスタンド」「病院・診療所」「理髪店・美容院」「公衆浴場」

（上記の各種刊行物は実費配布・送料不要、少数数の申しこみには、無償で提供することがあります。）

映 画

燃えない街	<20分>	ただいま勉強中	<30分>
私たちの家庭防火	〃	一秒の価値	<21分>
一人は万人の為に	〃	タッチャン一家	カラー <40分>
万人は一人の為に	〃	燃え上がる炎	〃 <30分>
音楽一家	<30分>	日本の民家	〃 <60分>
工場の防火	<20分>	みんなで考える家庭の防火	〃 <20分>
街を守る子たち	〃	赤い信号	〃 <27分>
修学旅行	〃	みんなで考える工場の防火	〃 <25分>
ともだち	<50分>		

スライド

消火器 ～その選び方と使い方～	<16分>	火災にそなえて ～職場の防火対策～	<20分>
火災報知機	<14分>	国宝の防火設備 ～日光東照宮～	<21分>
電気火災のお話	〃	危険物火災とたたかう ～ある査察員の日記～	<24分>
プロパンガスの安全ABC	<13分>	石油コンロ火災とその予防	<14分>
石油ストーブの安全な使い方	<16分>	損害保険の話	<13分>

社団法人 日本損害保険協会

東京都千代田区神田淡路町2の9
電話・東京 255-1211（大代表）

季刊 **予防時報** 第68号 昭和42年1月1日発行
発行所 社団法人 日本損害保険協会
東京都千代田区神田淡路町2の9
電話・東京 255-1211 (大代表)