

# 予防時報





わが国の損害保険業界は、火災・交通などの事故防止のため、各種の防災事業に力を注いでおります。

たとえば、損害保険会社の拠出金で、全国の都市に消防自動車や火災報知機・防火貯水槽などを毎年寄贈し、消防力の強化に協力しています。そのほか、秋の火災予防運動では、防火ポスターを 50 万枚 製作し、全国の市町村にはん布するなど、防火思想の高揚に努めております。

**各保険会社**は、防災課・技術課をもつ多数の専門家をおいて、保険契約者の防火診断や防災上のご相談に応じたり、また技術的な指導をしています。そのほか、参考文献など各種の印刷物も発行しています。

**損害保険料率算定会**では、技術研究部が災害の基礎研究に努力しています。また、大学・研究所などの諸先生がたを委員とする災害科学研究会を毎月 1 回開催し、災害に関係のある諸問題の研究発表と討論をしていただいています。この研究会には、気象・地震・建

物・消防・爆発など10部会がありますが、創設以来20年になり、その成果は直接・間接に保険業務に取り入れられています。

**日本損害保険協会**は、予防広報部の予防課を中心に、約20年前から発行している季刊総合防災誌 **予防時報** をはじめ、各種の防火指針・資料や防火のしおりなどを発行し、防災映画・スライドも制作しております。さらに、防火研究会・防火講習会などを各地で開催して、災害予防事業を推進しています。

崩落した〃白魔の峡谷〃

<なだれ>

福井県今庄市付近

共同通信提供

# 火を突いた食堂車

11月15日、愛知県蒲郡市内の東海道線で、東京発広島行き急行「安芸」の食堂車が燃え、従業員2名が死亡した。出火原因は、石炭レンジの過熱によるものとみられている

# 予防時報 72

豪雪災害	亀井幸次郎……………8
船体着氷による海難	沢田照夫……………14
いま、関東地震が起こったら	河角 広……………36
地震・建物・地盤	高橋 博……………42
<随筆> 災害の切手	畠山久尚……………4
災害をめぐる知識と経験	炭谷不二男……………19
フランスの消防	永瀬 章……………48
都市ガス火災と消火実験 (上)	坂本 正……………23
静電気による災害事故	萩原 隆 一……………53
アルコフォーム	沖山博道……………59
LPG 製造装置の爆発	……………28
災害をくいとめたスプリンクラ設備	……………27

全日空のYS11機が、松山沖で遭難してから、1年以上を経過した。昨年は、さいわいに航空機事故は皆無の状態であったが、それにしても思いだされるのは、航空界の“魔の年”といわれた1昨年のことである。なんと、357名もの犠牲者が、わが国の空に散っていったのであった。

ところで、松山沖事故は、もう過去の事故とっていいだろうか。いや、いまだに発見されない遺体が4柱もあることを考えれば、まだ、“過去の受難帳”に事故をおさめてしまうわけにはいかない。

松山事故の直後、航空界が取り組むべきいくつかの課題について、論議をよんだもので

ある。たとえば、航空機の性能、操縦士の教育、空港施設の整備などである。しかし、今日、そのうち、どれだけ問題が解決されたであろうか。改善をみたのは、遺族補償の増額だけではないかと皮肉をいう人があるくらいだ。

## 防災時評

松山事故のばあい、滑走路がもう少し長かったら、あるいは事故は発生しなかったかもしれない。問題の滑走路の長さは1200mであるが、それを1500mに延長することになったものの、そのための用地買収さえ、まだまともでないという。困ったことである。昨年にひきつづき、ことしも空の遭難のおこらないよう、祈りたいものである。(H)

# 災害の切手

畠山 久尚



ロンドン大火の切手 (原寸 4.6cm×2.9cm)

編集者の注文は「各国の郵便切手にあらわれた、火災や海難その他の自然災害を見せてください」というのであった。筆者の切手収集の歴史はまだそんなに長くないので、いろいろな種類の災害を網羅できるのかしらんと心配だったが、調べてみたら、だいたい各種災害のひとつおりのものは選び出すことができた。読者といっしょにそれを見てゆこう。

## セントヘレナのロンドン大火の切手

まず第1にロンドン大火の切手を見よう。ロンドンの大火は、1666年9月2日から6日にかけてのことであった。この大火の翌年、被災者の一部を英領セントヘレナの島に土地を与えて移住させたことがあり、その300年の記念切手が、1967年9月にセントヘレナで発行された。1ペニイ（赤と黒）は大火に包まれたロンドン市、3ペンス（青と黒）は東インド会社の代表的な帆船、3本マストのチャールズ号、6ペンス（暗い紫と黒）はボートで首都ジェームズタウンに上陸する被災者、かれらはこの地で一家族当たり15エーカーの土地を与えられた。1シル6ペンス（緑と黒）は、新しい住宅を構えて開墾をはじめたところを示したものである。

ロンドンでは、1212年7月にも、南区、北区を焼く大火があり、テムズ河で水死したも多く、死者は12000人にのぼっている。こ

のときの風は南風で、英国では夏がいちばん湿度が低いのである。

1666年の大火は13200むねを焼いた世界的なものであったが、死者はわずかに6人というのも記録的なものであった。9月2日の1時すぎ、ロンドン橋のたもとの狭い小路のパン屋の炉から出火した。ロンドン橋を焼いてから風は東で強くなり、炎はウェストミンスター寺院にも達したという。5日目、すなわち9月6日の朝になって、ようやく完全鎮火に持ちこんだ。1ペンスの切手の大火の光景を見ると、木造3階建の家なみが見えて、さすがに昔のロンドン市は、こうでもあったのかと思わせる。

この大火が機縁となり、ロンドン市内には木造家屋の建築が禁止され、不燃都市の建設にふみきった。また、この大火は火災保険のほうでもエポックメイキングなものであった。火災保険の芽ばえは、遠くバビロニア時代にさかのぼるといわれるが、中世では同業組合とか地域組合での被災者の救済として行なわれていた。しかし、近代的な火災保険は、このロンドン大火ののち、同市当局が行なった火災保険がそのはじめである。

セントヘレナの島というのは、あの失意のフランス皇帝ナポレオン一世が流された島だというのは周知のことだが、その島がこういう歴史を持っていたとは、この切手が出るま

で知らなかった。

### アルジェリア図書館炎上記念切手

火災に関係したものとして、つぎにはアルジェリア図書館炎上記念切手を出そう。



アルジェリア図書館炎上記念切手  
(原寸 4.3cm×2.6cm)

アルジェリアは1962年の初頭から革命活動がおこり、その年7月に独立を宣言、10月には国連の新しいメンバーとなった。その間、6月7日にはO. A. S. (秘密軍事組織) のテロによってアルジェリア大学もねらわれ、60万冊の蔵書を誇る図書館と化学、および理学部門の建物が焼失した。同年12月には国際委員会が組織されて、経済的援助と図書の寄贈によって再建が計画された。

1965年の同じ日付で、アラブ連合エジプトなどアラブ諸国で、ここにだしたと同じ図案、あるいは別の図案で、その記念切手が発行された。国によっては寄付金つきの切手にして、図書館復興の一助とした。切手の図案



パナマ消防省創立50年切手 (原寸のまま)

は左上に炎に包まれたアルジェリア図書館を描いている。

### パナマ消防省創立50年記念切手

パナマでは、1937年に同国消防省創立50年記念切手9種1組(普通郵便用6種、航空郵便用3種)を発行している。

2センチモスの赤だいたい色刷りは消防活動に従事しているところで、群衆は交通シャ断で左下隅に押しつめられ、中央には消防隊員がホースを延ばして火掛りしているようすが見える。5センチモスの青色刷りは近代的な消防自動車、航空郵便用5センチモスも青色で刷ってあるが、図案は消防の記章である。そのほかの金額のものは、記念碑や消防功労者の肖像が図案になっている。

以上3種の切手とも火災の炎の描きかたがあまりじょうずでないのは残念である。

### ウルグアイの火の用心切手

ウルグアイでは、1966年10月に防火宣伝切手1種を発行した。図案はさし絵に見よう



ウルグアイの火の用心切手  
(原寸 3.9cm×5.6cm)

に、防火服に身を固めて筒先をかまえる消防士、バックには、はしど車と火炎が見える。刷り色は消防士が黒で、バックが赤である。連刷のタブには、消防隊の記章と火の用心の標語が入れてある。

### フィリピンのタール火山噴火記念切手

火山切手は発行されている数が多い。たとえば、ほかの雑誌にすでに紹介したものであるが、アイスランドの南沖の海底火山サートシーの切手などは、その火山の活動の3つの

すいひつ



タール火山噴火記念切手 (原寸 4.9cm×2.9cm)

時期を図案に、3種1組として発行した興味深いものである。ここには最近のもの1種を紹介しておく。

フィリピンでは、1967年9月8日に、1965年同月同日のタール火山噴火満2年を記念して切手を発行した。図案はタール火山噴火の模様と、小舟に乗って避難する人びとを描いたものである。

筆者がこのタール火山を訪れたのは、1953年11月にマニラに隣接したケソン市で開かれた第8回太平洋学術会議に出席して、タガイタイ・リッジ行きのエクスカーションに参加したときであった。

タガイタイ・リッジは、マニラからまっすぐ南へバスで約1時間半の所にある。道路は最初、海岸に近い所をとおり、それから水田のあいだを行くが、りっぱに舗装されたいい道である。農家は床下を高く、人のせいくらいにして、吹き抜けにしているのが眼につく。タガイタイに近づくと、少し丘がかってきて、田はなくなり、ヤシ畑やバナナ畑になる。300~400mの丘を登りつめると、これが外輪山で、眼のしたに広いタール湖の水が見え、そのなかにかくつかの火口丘が島になって見える。そのなかのひとつは、1911年にも活動して、犠牲者を出しているのである。

#### モロッコのアガディル震災復興記念切手

地震の切手はわりあい少ない。ここにはモロッコで1963年10月に発行された、アガディル震災復興記念切手を出しておいた。近年の

地震切手には、このほかにユーゴスラビアで1964年に発行したスコピエ地震(1963年7月26日)復興記念切手があるが、それはすでにほかの場所に紹介した。

モロッコ王国はアフリカの北西部にあるのだが、アガディル市は大西洋岸で、かなり南のほうにある。ここで、1960年2月29日に大地震がおり、市街はほとんど壊滅した。この切手はそれから2年半たって、同市街が面



アガディル震災復興記念切手  
(原寸のまま)

目一新の復興ぶりを見せたことを記念して発行されたものである。切手は3種1組で、20サンチームは地震前のアガディル市街、30サンチームは大震災を表現したもので、20サンチームと同じ図案のうえに赤の太いばっ点と、1960年2月29日の文字が加刷されている。50サンチームは復興した同市街風景である。いずれも市街地は茶色、遠景の山はくすんだ青で刷ってある。

#### ダニューブ川こう水記念切手

つぎには、こう水被災者の救済の切手を出



ハンガリアのダニューブ川こう水記念切手

(原寸 4.4cm×3.4cm)

しておこう。ヨーロッパには国際河川が多いが、なかでもダニユーブ川は、もっとも顕著なものである。西ドイツからはじまって、オーストリアを流れ、チェコとハンガリアの国境をなし、ユーゴの東北部を流れ、ルーマニアとブルガリアの国境となつて、黒海に流入しているが、この間の長さ 2850 km で、ヨーロッパ第2の大河である。

1965年ダニユーブ川は、こう水をおこしたか、ハンガリアでは寄付金付きの被災者救済の記念切手を同年8月14日に発行している。図案は小舟で避難する人びとを描いてある。刷り色は人と舟が茶、水が青、バックの水に沈む家屋は青に灰がかさねてある。



チェコでは、9月6日に2種1組のものを発行した。30h青紫色のものは被災した親子に救済の手がさしのべられるところ、2K黄緑と黒は罹災者を舟に助けあげるところを描いている。



チェコのダニユーブ川洪水記念切手2種1組  
(原寸：上 2.7cm×4.5cm, 下 4.5cm×2.7cm)

### 西ドイツの海難救助事業年記念切手

つきには海難の切手であるが、これは古くからいくつもの切手が出ている。日本でも本誌64号(1966年1月)に紹介された日米修好



西ドイツの海難救助事業100年  
記念切手(原寸 3.3cm×2.9cm)

100年記念切手のなかの1枚、威臨丸が高波で難航している図は、これに近いものである。近年のものでは西ドイツで1965年5月に出した海難救助事業100年記念切手がある。図は現用の救助艇で、刷り色はバックが赤、艇が白ぬきになっている。

### 台風やハリケーンの切手

あとは台風やハリケーンの被災者救済、あるいは防災宣伝切手である。中華民国(台湾)では、1962年の世界気象の日の記念切手3枚1組のなかの1枚に、台風災害防止宣伝切手を発行した。刷り色は濃青色、図案の左下には台湾省気象所のアンテナ塔、5階屋上の測風塔、および台風警報標識が描かれ、中央にはこの前年1961年9月12日、台湾北部を襲って、大きな災害をもたらしたボメラ台風の天気図が示してある。

西サモア(1962年独立)では、1966年9月にハリケーン災害救済の寄付金つき切手を発行している。首都アピア郊外の飛行場の普通切手に「ハリケーン救済6ペンス」と加刷したものである。

ハリケーン災害救済寄付金つき切手は、ほかにも英領ホンジュラスのハリケーン・ハッティの場合のものなどがあるが、それも普通切手に文字を加刷したものであった。上記種類の切手は別の雑誌で紹介したことがあるので、ここにその切手をふたたび出すことはしなかった。

(筆者：日本気象学会 理事長)



これにたいして、ウラジオストックから北陸までの季節風は約 800 km の海面を渡ってくるのである。この事実だけでいちおうの想像はつく。しかし、これだけではじゅうぶんな説明とはいえない。水分を補給する場合は、日本海のどのへんであるかが解明されなければならない。

かりにウラジオストックを出た季節風が、海水温などの影響で途中ほとんど水分の補給をうけず、北陸地方の沿岸近くまできてようやく補給をうけはじめたとしたら、日本へ運ばれてくる水分はそれほど大量のものにならないはずである。逆に日本海の大陸に近づいたあたりから早くも水分の補給が始まるとしたら、北陸地方の豪雪はまぬがれられないことになる。したがって北陸地方の豪雪の要因をとくかぎのひとつは、日本海のどのへんの海上に「湯気」が立っているかをたしかめることである。

**蒸気霧** 日本海には、対馬海峡からはいって日本の沿岸ぞいに北上する対馬海流（暖流）と、大陸ぞいに南下するリマン海流（寒流）とが流れている。このふたつの海流のあいだに、日本列島に沿う方向で温度のちがう海水が接しているところに不連続線が生じる。そして、この不連続線の強さと場所が日本に吹きつける季節風の水分に関係してくる。日本海を航行するソ連船が打電する水温の資料を気象庁で傍受したり、気象衛星タイロスによる日本海雲の分布などから1966年の不連続線が「北緯41度，東経137度」の点から「同39度，同134度」の点を結ぶ線に近いことが推定された。その点のひとつを観測船「凌風丸」が1966年1月16日から20日まで観測したが海面からもうもうと蒸気霧が立ち昇っているのを目撃した。これが「蒸気霧」の現象である。

この「湯気の立つ海」は、海流の変動によって毎冬変わるのである。対馬海流の分流が幅10マイルから20マイルにわたって、強く日本海中部へ向かう年と、その分流が弱い年とがある。そして、分流が強い冬は日本海の水温の不連続線が日本から遠く強くなり、季節風に大量の水分が補給される。分流が弱い冬は、水分の補給

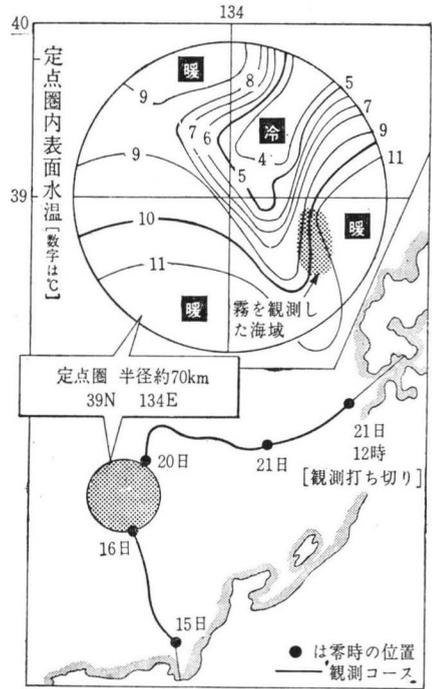


図2 「凌風丸」の行動図

線は短くなり、北陸豪雪の心配は少なくなる。これは対馬海流の源流である黒潮の消長とも関係がある。1966年の冬、「凌風丸」が目撃したように、この冬は対馬海流の分流は強く、「凌風丸」をもみくちやにしながら日本海でじゅうぶんに水分を補給した季節風が一路日本へ吹きよせたのである。そのとき、上層部には、ケタはずれに強い寒気が流れ込んでいた。このような条件が北陸地方に「さと雪」を降らせることになるのである。このとき（1月20日）の石川県輪島の地上気温は氷点下4°Cであった。ところがラジオゾンデによる5500 m 上空では氷点下41°C という北極なみの寒気であった。1月中の輪島における地上と上空5500 m の気温差は平均27°Cくらいだが、この日はなんと、37°Cの差異があったわけである。

このような温度差が猛烈な上昇気流を起こすのであって、冷たく重い空気は下へ、暖かく軽い空気は上へということになる。しかもその上昇気流のなかで、日本海から吸いあげられた水分は積乱雲となって発達する。そして雪のなかでカミナリが鳴りひびくのである。このため、

表 1 新積雪の深さ別日数の平年との比較

県名	地名	昭和38年1月			33～37年平均		
		以上 20cm	以上 30cm	以上 50cm	以上 20cm	以上 30cm	以上 50cm
山形	羽前沼沢	23日	20	11	14	7	3
新潟	新塚土園高	8	5	2	4	1	0
		16	12	6	8	3	1
		11	4	2	12	8	4
		8	2	0	9	6	3
		7	5	1	7	3	2
富山	富猪山	9	4	1	3	1	1
		14	11	4	8	5	3
石川	金沢	9	5	1	2	1	0
福井	福井(国鉄)敦賀今	13	8	2	3	1	0
		6	3	3	2	1	0
		15	11	6	6	4	1
岐阜	打保原	17	14	7	7	5	2
		6	4	2	2	1	1
兵庫	鎧	13	11	6	4	2	1
島根	出雲坂根	17	10	5	6	4	1

豪雪調査研究会：豪雪被害概報

北陸地方では、むかしからこのカミナリを大雪の前ぶれであるとして、「雪おこし」と名づけられている。ちなみに前記輪島での地上と上層との温度差が37°Cを記録した翌々日、高田市では一昼夜に105cmを記録する豪雪となった。

このようにみえてくると、日本海の水温分布を正確につかむことは、北陸地方に精度の高い「豪雪予報」をだすための重要なかぎとなるばかりでなく、具体的な雪害対策を樹立するうえにも寄与することにもなる。

◆ 1693年の記録的豪雪 ◆

**豪雪の被害概況** 上記のような大規模な観測を実施し、豪雪の実態をつかむことになった直接のきっかけは、なんとといっても1963年（昭和38年）1月から2月にかけて北陸地方を中心として東北・山陰にいたる日本海が各地域の豪雪による被害があまりに甚大であり、それを調査・検討することができたからである。

このときの豪雪は、12月30日から1月末日までの約1か月にわたって降雪が持続し、降雪地域も東北地方から九州にいたる、すこぶる広範囲であった。その特徴は、気象庁予報部速報第4号によると、つぎの10項目に要約できる。

- 1) 西高東低の冬型気圧配置が1か月以上

表 2 最深積雪の記録を更新したおもな地点

	長岡	伏木	金沢	福井	敦賀
昭和30年1月31日までの最深積雪cm(起日)	318 (1月30日)	225 (1.27)	181 (1.27)	213 (1.31)	148 (1.31) 154 (2.1)
過去の累年最深積雪cm(起日)	295 (昭和20年2月26日)	182 (15年1.30)	180 (15年1.27)	209 (2年2.12)	147 (大正6年1.11)

前掲同書

にわたって持続したこと。

- 2) この間、異常に低温が続いたこと。平年よりも3°C低かったこと。

- 3) 長期間の冬型気圧配置のなかで、日本海でしばしば小低気圧や小不連続線が発生したこと。

- 4) 以上の気象条件によって「さと雪」型の降雪が顕著で、北陸4県の平野部や山陰地方に降雪が多かった。

- 5) 北陸平野部では、降雪する日が持続し、日降雪量30cm以上の日が平年の2～3倍も多かった(表1参照)。

- 6) 北陸4県の平野部、福井、石川県山間部、山形県山間部は異常な積雪となり、平野部の各地で過去の最深積雪の記録を更新した。

- 7) 上信越山間部、富山・岐阜県境山間部の一部では1月31日現在の降雪は、平年の最深積雪より少ない(表2参照)。

- 8) 山陰の山沿いの山間部では平年より100cm以上の積雪となった。

- 9) 九州・四国方面では降雪日数が多く、九州山間部では30～60cmの積雪となった。

- 10) 北海道では1月31日現在の積雪はかなり少なくなっている。

**建築物の被害** この豪雪による建築物への被害は、北は青森から南は鹿児島までの広域にわたっており、全壊・半壊あわせて1631件、非住家4155棟におよんでいる。

◆ 雪の性質 ◆

**雪の密度** 積雪の密度は、降雪時の雪質によっても異なるが、地上に積もってからの時間

および気象状態に大きく左右され、たえず変動し、上部に新雪があればその重さで圧密され、沈降する。一般には積雪の下層部のものほど変化しやすく密度も大きい、表面付近は上層部の圧力よりも気象によるものの影響が大きく、順序が逆転するばあいもしばしばある。

**積雪の力学的性質** これは粘土と一脈通ずる性質がある。だいたい積雪中の下層のものの方がせん断、引張り、いずれの耐力も大きい。これらの耐力は雪中の含水率が増加すると急激に減少する。雪中の含水率は温度が上昇するにともなって大きくなるので、春さきなどの暖かい日に雪の耐力と外力とのつりあいが破れて山岳地帯では、なだれ現象をおこさせる。積雪が沈降にともなって樹木の太枝を折り、鉄棒をまげるなどの破壊作用をおこなうことがあるので注意が必要である。この作用は、地表より遠いほど顕著である。

**積雪地の地温** 雪の熱伝導率はきわめて小さいので、積雪下の土壌の冷却を防ぎ、凍結をまぬがれさせる。このため、積雪下の地表面の温度変化はきわめて少ない。

### ◆ なだれについて ◆

**なだれが起こる理由** 積雪層をすべろうとする重力が他の応力（抗力）にうちかつばあいに、なだれが起こる。

**なだれの分類** ①粉なだれ 気温が低く雪が急にたくさん積もるほど起きやすい。雪びさしや木の枝からの落雪が“引き金”になり、かわいた新雪が雪けむりをあげながら落ちてくる。斜面が30度を越すと、おきやすい。

②板なだれ 斜面全体の雪がずり落ちるような大規模のもので、もっとも恐ろしい。斜面の林が埋まるほど雪が積もったあと急に気温があがると表面の雪がとけ粒のあらい「ざらめ雪」となり、このうえに北風が運んできたやわらかい雪が積もると、ざらめ雪層となじみにくく、50 cm から 200 cm もの厚みの板状となってずり落ちる。スキーヤーが雪面を横断してすべったりするばあいも、そのきっかけになりやすく、と

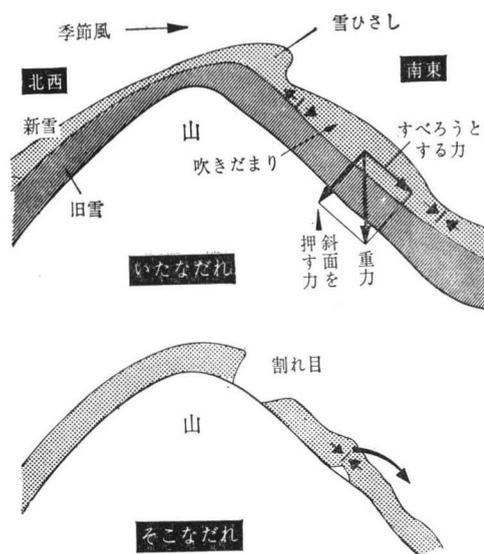


図3 なだれの発生のしかた

表3 雪の密度

雪質(名称)		密度 gr/cm <sup>2</sup>
新雪	乾雪 灰粉綿玉	0.01~0.05
	雪雪雪	0.05~0.2
	濡雪 もち雪潤	0.1~0.3
旧雪	締雪 小締雪硬締雪	0.1~0.30 0.2~0.55
	濡締雪粗目雪	0.2~0.55
	小粗目雪大粗目雪	0.35~0.7
	ただし極湿では0.8程度	
凍雪	小凍雪硬凍雪氷板	0.4~0.6 0.5~0.7 0.9 前後

建築学大系20巻から

きには幅数百mにわたってひび割れがはいり、一気にくずれおちるときもある。

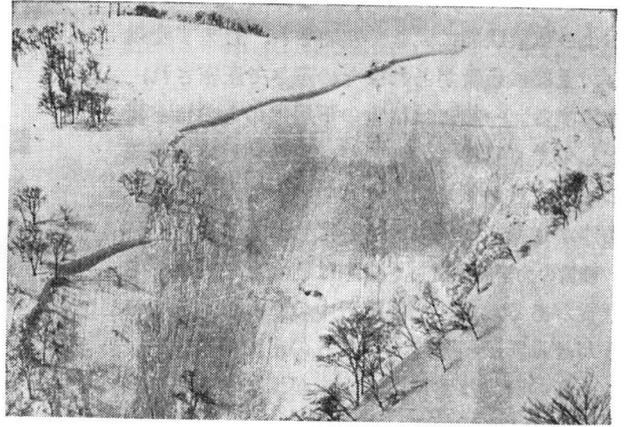
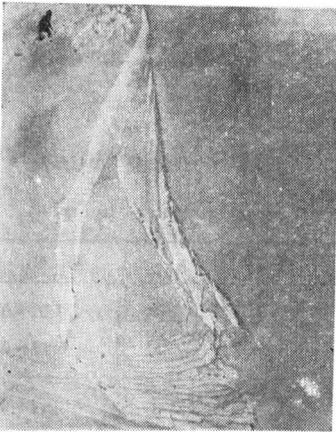
③濡上(ぬれうわ)なだれ まえより積もった雪のうえに新雪が20~30 cm くらいかさなり、そのあとすぐ好天気になったばあい、表層が溶けてべとついてくる。こうして新旧雪のさかいに2~3 cm の水たまり層ができると、なだれの危険が迫ってくる。なだれて落ちるとき、のり巻き状になり、ある程度大きくなると、ひとりできくずれてすべる。スキーヤーのストックなどが、しばしばこのようななだれのさそいになる

〔なだれの分類〕

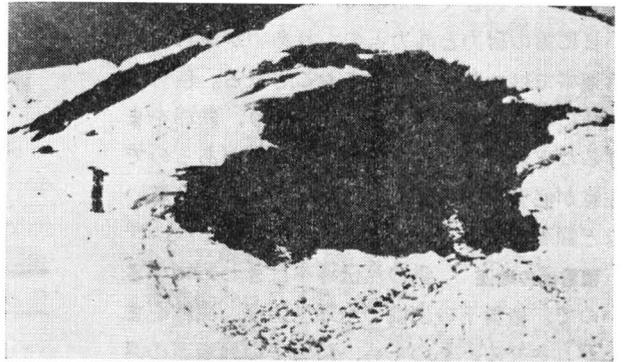
④ 粉なだれ (点発生乾雪表層なだれ)



⑤ 濡れうわなだれ (点発生湿雪表層なだれ)



⑥ 板なだれ (面発生乾雪表層なだれ)



⑦ 底なだれ (面発生湿雪全層なだれ)

\* カッコ内名称は、日本雪水学会の分類(昭和41年1月)による正式名称。写真=同学会提供

といわれている。

⑦底なだれ 春季に多く発生する。だが冬季でも気温が高まると起きやすい。山の尾根に近い雪の表面から地面まで深い割れめができ、じわじわと下にしまり、地面のでこぼこを乗り越えたときがたいへんである。石のようにかたまっただのがすっ飛んでくる。まい年、起こる場所がほぼきまっており、斜面のふもとですべることが多い。

なお、なだれは運動の状態によって「煙型」と「流れ型」に分類できる。

**なだれ危険地帯の避難への注意** なだれそのものは、いまのところ防ぎようがない。したがって、そのようなときには家ですて身ひとつになって避難するのが第1である。日本の地形は急な傾斜の山ひだが複雑にいきりこんでいて、山村の人びとはその山すそ、山ふところなどにし

がみつくようにして住んでいる。なだれ危険地帯の人びとは思いきりよく避難の時機を誤らぬようにすることがたいせつである。

◆ 融雪 こう水 ◆

河川の上流、集水区域内の積雪が春とともに融けだし、河川に流れ込む。台風や梅雨の大雨による出水で、水量が急激に上昇し、たちまち警戒水位を突破するのが常であるが、雪どけのばあいは、ゆるやかに水位があがり、1~2か月の長期にわたって警戒水位の状態が続くのである。ここで暖気を増して雪どけを促進したり豪雨があったりすると、危険水位すれすれだった河川は、いっきにはらんし、土砂くずれや山津波(または、なだれ)などを誘発し、広域にわたる、こう水禍をひきおこすことになる。

雪どけに拍車をかけ、こう水を引きおこす暖

気について、気象庁は、(1)発達した低気圧が朝鮮方面から日本海へはいる、温暖前線が中心から北東に伸び、この低気圧に流れこむ暖気流が強いとき、(2)日本を南北からはさむように日本海と太平洋に低気圧があらわれ、このふたつの低気圧が九州から本州ぞいを北東進するとき、(3)低気圧が九州付近から本州ぞいに、あるいは本州を東進するとき、(4)帯状の高気圧が本州を通り、一両日晴天となって気温が上昇したとき、といったように4つのばあいをあげて、それぞれ暖気とも雨を降らすのであるといっている。さらに低気圧があいついで本州付近を東進して、ちょうど梅雨前線のように不連続線が停滞するときも雨を降らせて雪どけを促進するといわれている。

北陸地方では、融雪こう水が、なだれ以上に恐れられている。なぜならば、新潟・富山・石川・福井の四県の平均積雪を1.5cmとするなら、それは、全東京の下町地域を深さ5mの水底に沈めうるほどの水量に匹敵するという勘定になるからである。

#### ◆ 積雪による建築災害例 ◆

**屋根および軒さき** 積雪地方の建物の修理の実状を調べてみると、その多くが屋根および軒さきにかんする部分が圧倒的である。そして破損もしくは破壊をうける状態にもいろいろあるが、そのおもなものは積雪の荷重によるもの、あるいは雪の沈降によって生じる局部的破壊、雪の滑落ともなう屋根表面の破損やいたみ、雪おろしのさいの人間による破損、上方から落下する雪のかたまりによる衝撃破壊、その他菅洩(すがもれ)など屋根の水もれによる損傷がある。このような被害を軽減するためには、すみやかに屋上の積雪をなくするか、あるいは積雪をおこさせないようにすることが第1である。それには、1)屋根こう配を急にして自然落下しやすくする。2)屋根ぶき材料は金属板など、雪のすべりやすいもの、また屋根ぶき材料は、ずれなどのおこりにくいものを用いる。3)屋根上の雪と地上の積雪とが一連となって大きな沈降圧を

表4 なだれの種類

雪の性質		乾いた雪	湿った雪
軟	い	紛なだれ	ぬれうわなだれ
硬	い	板なだれ	底なだれ

あたえないように、この間の縁を切ること。4)軒さきに氷堤のできる構造をさける、などの注意が必要である。

**菅洩(すがもれ)** 氷堤は菅洩(または、ガスもれ)現象の原因となる。すなわち、軒さきの雪が日射とか室内温度の影響で融け、その先端が朝がたの寒冷な温度の影響で凍り、氷の堤を生じたときに上部で融けて、そこにたまった水が屋根のすきまを通過して、もれる現象を菅洩という。また、菅洩と同様に融雪と凍固とのくりかえしによりおこり、融雪水が流下する途中で凍って、つららがしだいに生成してできたもので、風があると形がまげられるという巻きだれ、または象鼻現象の生じるばあいもある。

**沈降による損傷** 大雪後は屋根上の雪の荷重のほかに沈降にもなう荷重が付加されることがある。この沈降の荷重(沈降圧)は、積雪がしまつてねばり強いばあいは、機械体操用の鉄棒がまがるほど強力である。これは沈降雪がその部分だけに阻止され、その周囲の雪層の重量までがここに集中的に加えられるからである。これが軒端をよく破壊する素因となっている。

このような損傷や破壊作用を防ぐためには、雪の凍るのを防ぐことが肝要である。たとえば建物を高床式にして大雪時にも雪に埋まらないようにするなどの根本的の改良が必要であるが、既存のものにたいしては、軒に支柱を設けたり、軒の出しかたを最少限にするとか、あるいは軒にこう配をつけるなどのくふうが必要である。また下屋・さしかけ部分などは、とくに強風の吹く地方では、吹きだまりを生じてもそれに耐えうるように、じょうぶにつくっておかなければならないし、除雪は自然落下とともに、屋根、軒さきばかりでなく、建物全体にとっても有利である。

(筆者：損害保険料率算定会技術参与、工博)

# 船体着氷による海難



船首部分をおおった船体着氷

沢田 照夫

## 〈着氷による漁船の遭難例〉

昭和40年12月15日、この日の日本海北部一带は、図1のような低気圧の北上につれて、午後から北よりの風が次第に強まり、夜にはいと風速20 m/secをこえる大シケとなった。

当時沿海州沖の漁場へ出漁していたタラ底引漁船8隻は、高波のために操業不能となり、近くのソビエト領海へ避難のため各船いっせいにベルキーナ岬にむかったが、夜半すぎから天候はさらに悪化して風速35 m/sec、波高4～5 mに達し、そのうえ気温が急にさがって、噴水のように船上に降りかかる波シブキが、みるみるうちに船体のいたるところに凍りつきはじめたので、2時間ごとに船を止め、氷を落としながらからろうじて航海をつづけていた。

翌16日の04時38分、稚内海上保安部では避航中の「第32天祐丸」（96 t、19名乗組み）から、「着氷がひどく、船体が30度傾いたままもどらない、救助たのむ」という緊急通信をうけたが、それ以後同船との交信はぱったりと絶えてしまった。いっぽう、同じく付近の海上を避航しているはずの「第23妙宝丸」（92 t、15名乗組み）も、15日午後から僚船の懸命の呼びかけにもまったく応答がなく、ようやく遭難の

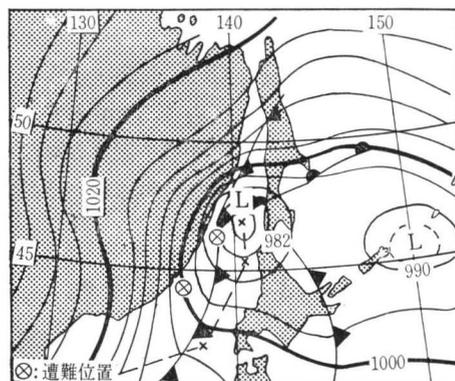


図1 沿海州沖遭難時の天気図  
(昭和40年12月15日21時)

事態が予想されるにいたった。稚内基地からはただちに巡視船2隻が出動し、僚船も協力して現場付近をくまなく探したが、一片の漂流物さえみあたらず、20日には、ついに、「両船とも船体に着いた大量の氷の重みで一瞬のうちに沈没し、乗組み員計34名は脱出するいとまもなく、全員船と運命をともにした」と断定のうえいっさいの搜索を打ち切った。

明けて41年1月30日、図2のようにオホーツク海南部を北東進した優勢な低気圧の影響で、千島列島周辺の海上では午後から風波が次第に高まってきた。

おりから千島近海の漁場で操業中のタラ漁船（タラ底引船およびタラ延べなわ船）58隻はそれぞれ

れ操業を中止して、もよりの島かげに緊急入域したが、たまたま深夜の16日00時35分、底引漁船「第6明神丸」(84 t, 13名乗り組み)がラシヨワ島の西80kmの地点から、38分同じく「金栄丸」(84 t, 15名乗り組み)が北ウルップ水道から、いずれも「転覆寸前、助けてくれ」との悲痛な緊急連絡をさいごに、あいついで消息を絶った。

遭難当時の気象状態を僚船の報告からひろってみると猛ぶぶきをまじえた30m/secの北西の暴風、波高8~9mという大シケに加えて、夜半まえから気温が一気に(-10°C)までさがり、

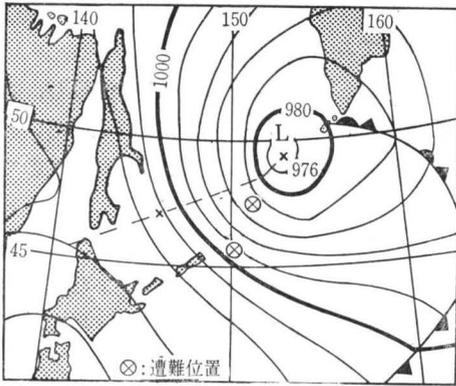


図2 千島近海遭難時の天気図  
(昭和41年1月30日21時)

各船とも1時間に約10cmのわりあいでもどんどん厚くなる物すごい着氷に見舞われ、まるで「氷ダルマ」のようになり、操船の自由さえままならぬ惨状のなかで難航をつづけていた。

したがって、これらの両船も前回と同じく、急激に厚さをました氷の層の重みで、極端な「頭でっかち」の状態になったところを、強い横風にあおられて横転、「あっ」というまに海中に沈み去ったことは、ほぼ確実と推定される。

### 〈船体着氷とその障害〉

これらの痛ましい海難事故の直接原因である船体着氷とは、シケ(荒天)と寒気(低温)のため、船上に打ち上げられた海水のシブキが、そのまま船体の上部構造、とくに船首部分やハ

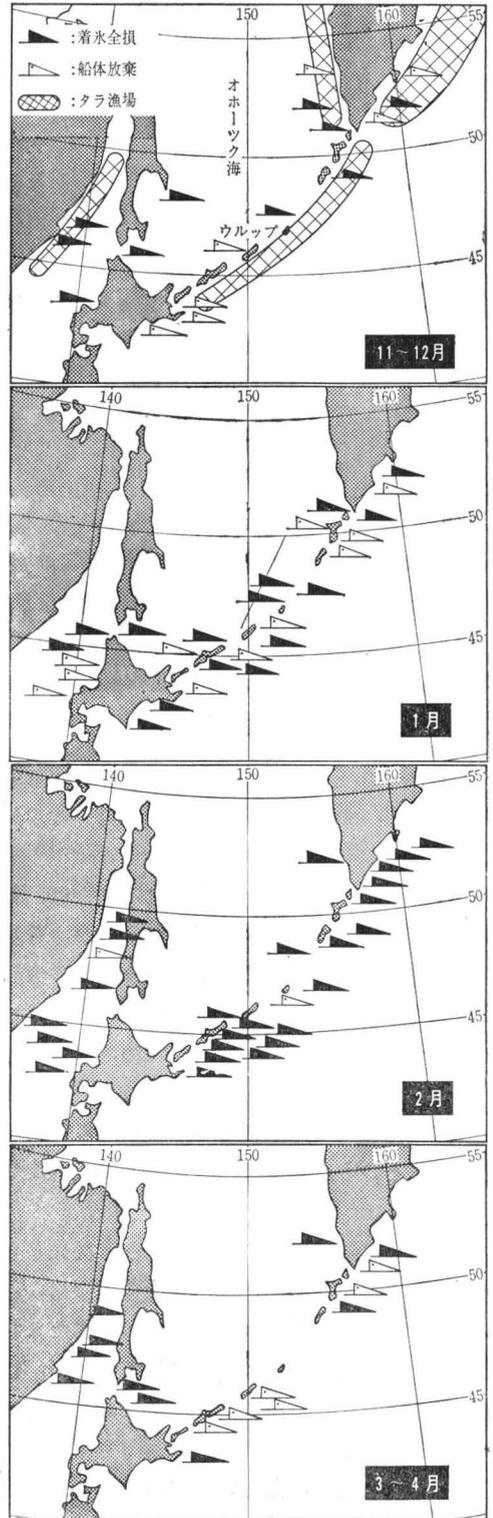
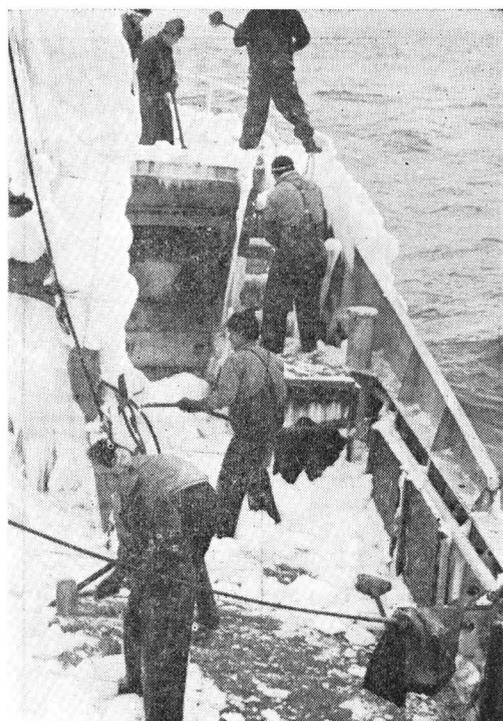


図3 着氷海難の発生分布



総出で氷落とし作業

ンド・レール、マストなどにびっしりと凍り着く、冬季間、北の海だけでみられる特殊な現象である。

この着氷でさいしょにあらわれる障害は、普通マストの水結による交信不能であるが、着氷がさらにすすむにつれて、その重みで船の復原力が急速に失われてゆき、そのうえ着氷分だけ風圧をうける側面積が増大するため、ついには操船の自由さえまったく奪われてしまい、突風や巨大な横波にたたかれると、瞬間的に転覆・沈没するという、悲惨な結果を招くことになる。

このような障害を未然に防ごうと、従来から電熱や温水による融解・発水性塗料の採用などさまざまな方法が試みられてきたが、まだこれといった決定的な対策は開発されておらず、物理的にこれを砕いて落すのが現在なお経済的で最良の方法とされている。

そこで漁船では、激しい着氷に見舞われるとそのつど船を止め、乗組み員が総出で木づちで氷をたたき落とす作業を繰り返して事故がおこ

るのを防ぐわけである。

ところが、わが国でもここ10年あまり、おおむね北緯45度以北の、いわゆる北洋海域へ出漁するタラ漁船やニンシ刺網漁船のあいだで、船体着氷による海難事故が年を追って増加の傾向にあり、関係者を憂慮させている。

では、つぎにその実態を紹介してみよう。

## < 着氷海難の実態 >

ここでは船体着氷による漁船の遭難（以下、着氷海難という）でも、とくにその結果が重大な、つぎのふたつの海難事故に限って、その発生状況をのべてみる。

**着氷全損** 全損とは、船体は沈没し、さらに乗組みの全員が死亡しているばあいをいい、海難のなかではもっとも重大なものである。

ただしここでは、大量の着氷のため救助を求めたのち消息を絶ったもの、または当時の付近海面の気象・海況の状態からみて、着氷が原因で遭難したことが確実と判断されるものだけを取り上げた。

**船体放棄** 着氷の重みで船体が傾むきはじめ、ついに転覆寸前にまで追い込まれたため、やむなく乗組み員が船をすててポートなどで脱出したばあい、またはかろうじて陸地近くまでたどりついたものの、いぜん転覆のおそれがあるため、船体をわざと海岸に乗り上げて沈没を防いだのち脱出したばあいをいう。

昭和32/33～41/42年の冬のあいだに、北洋海域で発生した着氷海難のうち、少なくとも船体の喪失をともなった遭難件数をあげてみると、表1のようなおびただしい数にのぼる。

すなわち、さいきん10冬間だけで、船体着氷のために失われた漁船は、なんと87隻、計7723tをかぞえ、これに各船が積んでいた漁獲物まで加えると、その物的被害の総額はおどろくべき数字に達するものと思われ、着氷海難のすさ

まじさをはっきり物語っている。

だが、船はまた造れるし、魚はこれからも獲れる。しかし、氷海にのみ込まれてしまった943名の乗り組み員たちは、けっして帰ってはこないのである。そして、われわれは、この痛ましい現実から眼をそむけることは許されないだろう。

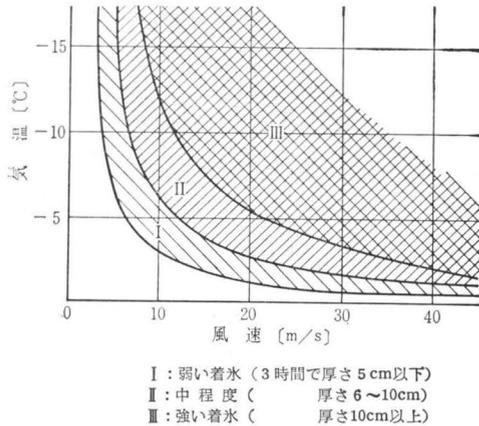


図4 気温・風速と着氷程度の関係

〔発生期〕

表1にあげた件数の、各月ごとの発生率を求めてみると、

11月と4月が5%前後、12月と3月が15%前後、1月と2月が30%前後と、いずれもほぼ均等に発生しており、これらの結果からみても、この海域を航行する船舶が、船体着氷に注意しなければならないのは、おおよそ11月～4月のあいだとみてよく、とくに1月～2月の厳寒期には嚴重な警戒が必要といえよう。

表1 さいきん10冬間の着氷による漁船の遭難

年次	着氷全損			船体放棄		
	隻数	t数	死者	隻数	t数	死者
32/33	15	1 110	235	2	102	
33/34	4	358	62	3	183	
44/35	8	622	124	2	213	
35/36	6	528	102	4	323	
36/37	1	75	16	4	541	
47/83	2	167	33	1	49	
38/39	7	671	103	5	625	
39/40	10	184	133	2	156	
40/41	7	910	117	1	84	
41/42	1	84	13	2	185	
合計	61	5 212	938	26	2 511	5

〔発生分布〕

前掲の図3は月ごとに遭難の発生地点を示したものであるが、総じて千島近海における発生が圧倒的に多くて全体の48%を占め、ついで日本海北部(23%)カムチャッカ半島近海(17%)、北海道沿岸(12%)の順となり、やはり着氷の本場は千島周辺といえる。

(オホーツク海の内部は、冬のあいだはほぼ全域にわたって流水が漂流しており、11月と4月を除いて、船舶の航行は全面的に停止する)

< 着氷の発生条件 >

船体着氷に関する気象・海況のおもな要素としては、気温、水温および海面状態(風向・風速)があげられる。

筆者の調査によれば、北洋海域では、

- (1) 気温 0°C以下にさがれば、一応着氷するものと考えてよいが、普通(-6°C)以下になると、激しく着氷するようになる。
- (2) 水温 (-4°C)以下の海面では、他の条件さえそろえば着氷はおこり得る。水温が氷点(-1.8°C)に近づくほど、着氷しやすくなるのはもちろんである。
- (3) 海面状態 船が風上にむかってすすむとき、風力:4(風速5.5~8.0m/s,参考波高1.5m)をこえると、船体にはかなりシブキがかかるようになり、軽い着氷がはじまる。風力:6(10.8~13.9m/s,4m)以上では、風向のいかんにかかわらず、激しい着氷がおこる。

なお図4は、千島漁場で操業中、実際に測られた資料にもとづいて、気温・風速と着氷の程度のあいだの関係をあらわしたものである。

< 着氷の発生海面 >

前述の諸条件がじゅうぶん満たされるような海面は、図1,2の遭難地点の例でもわかるように、おおむね低気圧後面の南西側にあらわれることが多い。

図5は昭和29年2月19日の午後、ベーリング海東部にすすんだ、発達した低気圧の後面に出現した発生海面を示したもので、斜線を施した範囲内の海上では、船舶はいたるところで激しい着氷に見舞われている。図中の点線は等水温線をあらわしており、発生海面内では、気温： $-12\sim-18^{\circ}\text{C}$ 、水温： $+2.5\sim-1^{\circ}\text{C}$ 、海面状態は北西の風 $18\sim 25\text{ m/sec}$ 、波高 $5\sim 10\text{ m}$ であった。

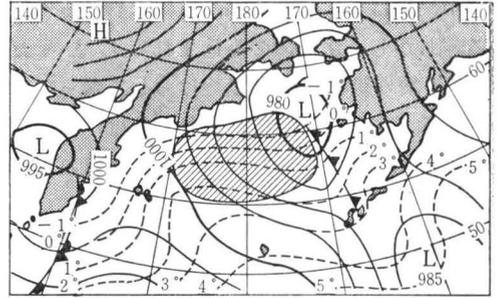


図5 低気圧の南西側にあらわれた着氷の発生海面（昭和29年2月19日15時）

## < 世界の着氷海域 >

北半球における船体着氷の発生海域といえば当然、北極海に隣接した諸海がまず考えられるが、結氷や流氷のための船舶航行の全面停止や寒暖両海流の力関係などの事情から、必ずしも地理的に一律には決められない。

そこで古くから船体着氷の名所として知られている海域をあげてみると、まず北大西洋では、グリーンランド海、ノルウェー海、北海、バルト海、白海、バレンツ海があり、また北太

平洋ではベーリング海、オホーツク海と日本海があげられる。その他中緯度地方のカスピ海、黒海、アゾフ海でも、まれに着氷することが報告されている。

このうちとくに激甚地として有名なのが、北海と千島近海で、前者では昭和30年にイギリスの1200 tの大型トロール漁船2隻が着氷で沈んでおり、また後者では、表1にかかげた遭難船のなかの、150 t級8隻、300 t級2隻の中型漁船が含まれている。

（筆者：函館海洋气象台）

## ブックガイド

### 実務家の必携書

安田火災海上保険防災課 編

#### 「工場防火の実務」

わが国の戦後経済は、海外から奇跡的といわれるほど、めざましい発展ぶりを示しているが、その背景には技術革新の急激な進展という大きな要素が横たわっている。

ところで、技術革新が促進される過程では、たえず新しい危険が登場して、その種類や規模も大きくなるいっぽうである。せっかく新技術を使ってつくられた施設も、いったん災害をひきおこせば、産業規模が巨大化しているだけに、物的にも人的にも大きな被害を残す。

本書は、こうした視点にたつて、理論と実際の双方から、「工場防火」にメスを加えている。「経営と防火」

に大きくわけて、それぞれの問題点をほりさげ、さいごに、管理資料および管理規定・計画例や法令・規則一覧表、消火設備設計資料および設備費、物質の危険性数値表などの“消防計画資料”を織り込み、実務にたずさわる人びとの便宜をはかっている。図解や表も随所にたくさん盛りこまれおり、文章も簡潔でわかりやすい。

じつは、本書は、昭和28年に、安田火災海上保険株式会社防災課編で、同名の刊行物として出版されたものの改訂版の形式をとっている。編者のことばによれば、あれから14年も経過していることであり、その

“工場の火災予防”にはじまり、“工場の自衛消防”“火災現象および水力学の基礎”の四つ

間に、技術革新による産業界の進展、変ぼうぶりには目をみはるものがあるので、新しい事態に対処できるように配慮して、改訂版を刊行することにしたという。

たしかに、このことばのとおり、28年に刊行されたものとはちがって、新しい災害の危険性について、克明に焦点をあて、改訂の意図がみごとに成功しているように思われる。この方面の実務家にとって、必携書とするにふさわしい内容である。

各章の末尾には、参考文献や引用文献がかかげられており、より詳しく勉強したい人たちは、本書を土台に、それらの文献を併読されるのもよいことであろう。

（A5判上製本、本文592ページ、編者：安田火災海上保険株式会社防災課、発行所：ダイヤモンド社、¥2000）

# 災害をめぐる理論と経験

—石油産業の現場から—

炭谷不二男

わたしは、石油災害の実際の経験から、いくつかの基本的な考えかたを、以下に記してみたいと思う。

**経験の意義** 石油災害を問わず、すべての災害に対処するには、経験がひじょうにたいせつである。とくに応急措置を必要とする緊迫した状態のもとでは、経験者がいるかないかでは、大きな差異が生じる。実際の災害にたいしては、理論どおりに、ことは運ばないからである。

では、ここでいう経験とは、なにか？ それは、基礎知識のほかに、みずから体得した、知識と体験の総合された、実証性のある科学的な感覚とでもいえようか。そうしたものが、実際の災害に直面して実効をあげるのである。

石油産業は、代表的な装置産業であり、運搬・配送の面まで含めると、社会にあたえる影響は絶大である。ひとつ、ひとつの装置や施設に、巨大な資本が集約されており、いったんそこに災害が発生すれば、被害もまた、はなはだ大きい。こんにち、石油産業への若い人の進出がめざましく、それ自体は喜ばしいことではあるが、いっぽうでは、現場の経験者が漸減しており、実際経験の不足が生じがちである。災害に直面してからはじめて、災害の悲惨さを知るのではおそい。経験を積んだ人による、災害の予防と適切な措置が望ましいのである。

石油災害は、爆発災害を必ずともなう。爆発

は、“瞬間のできごと”であり、これを予防するためには、たんなる理論的な知識だけではたりない。経験と理論の融合が必要である。

科学文明が発達し、人類はいま、宇宙開発にのりだしている。かつては夢物語とされていたものが、現実化しようとしているのである。この結果、人びとの考えかたは、合理的・科学的となってきた。しかし、その半面、理論に偏重するあまり、経験が軽視されることがないだろうか。そもそも科学とは、経験を通して得た実証の学問であり、その意味で、経験と遊離しては科学性を失うことになる。科学性を尊重しているようで、じつは科学性を否定していることがある。もっと、ものごとを安全的見地に立って見なおさなければならない。経済的見地からだけ、ものごとをながめるといふ、商業主義の強いなかにあっては、予防のためには、なおさら安全的見かたが必要である。

**知識の実際** 基礎知識をもっていないながら、とんでもないことから事故をおこす例が少なくない。たとえば、ガソリンライターの取り扱いを誤って大災害を誘発した事例がある。ガソリンは引火性が強い。だからライターの燃料に用いられるのである。こんな初歩的なことは、だれでも知っている。ところが、ガソリンの取り扱い場所で、ライターにガソリンを補給した。このようなときに、たいていが行なうように、うっかり点火のテストをした。そ

の作業員は、ガソリンがよく引火することを知っていたながら、いっぼう、引火がまわりのガソリンの蒸気にもおよぶことを、忘れていたのである。

もうひとつの例をあげてみよう。石油でよごれた作業服は、ガソリンで洗うと、きれいになる。そこでガソリンで洗い、そのガソリンのしみこんだ作業服をはやく乾かそうとして電気ストーブの火に近づけたところ、たちまち作業服に引火して大やけどを負った。ガソリンはあたたまると、いっそうはやく蒸発することを承知しながら、実際の場面では、このような大きな失敗をする。災害というものは、いつでも、こうした理論と実際、あるいは、理論と経験の遊離した事態があるときに発生する。災害という“伏兵”は、理論と実際のすき間をうかがって、たちあらわれるのであろう。

ガソリンを扱った容器の修理で、火を使用するばあい、かならず、なかのガソリンなり蒸気を追いださなければならぬことは、こんにち、だれでも知っていることとおもうが、よく爆発をおこす。重油は、ガソリンにくらべて着火しにくい、ということをなまじ知っていたため、大丈夫だろうと火気を使用して爆発させた例がある。

断片的な知識や、なま半可な知識は、ときには、かえって危険なものである。むしろ、極端にいうと、知識がないと、災害にたいする用心と警戒心が生まれるから、そのほうがよいくらいである。

#### 偶然性の考えかた

ところで、「いままで事故がなかったのだから大丈夫だ」という考えかたが、頭のなかに根をおろしがちである。じつは、これが問題なのである。いままでになかったということは、これからはもないということにはならない。無事故であったという経験は、事故のおこらない条件が積み重ならなかつただけのこともあり、それは無事故の永続性を意味しない。

わたくしは、まえに経験の重要性を強調したが、それは、経験万能論を主張したのではな

い。理論偏重もよくないが、がんこな経験主義もよくない。というのは、個人の経験は、一面の真実性があるとしても、なんといっても狭いものである。自己の経験した以外の、別の場所や時間におこる事実には、そのまま自己の経験が適用できるとは限らない。だから、自己の経験した事実を、かたくなに固守すべきではなく、他の経験をじゅうぶんに尊重して、自己の経験と似ている点や、異なる点を検討し、そのなかにある科学的な要素をつかみ、実際に活用していくことが不可欠であろう。そうして得た判断や知識が、事故の偶然性を防止する、ひとつの有力な要素となり、また、それが災害防止の科学の確立に貢献することになる。

#### 希望と実際

市内のガソリンスタンドで、タンクローリーから地下槽へガソリンをうけいれるときに、監視の目をはなしてあふれさせ、これに引火して火災となった例がある。いろいろ原因もあるが、いままでやっていたのだから事故はおこるまい、と安易に考えたことにも原因がある。

とにかく人間は、自己に都合のいいように事態を解釈しがちである。そして、平穏な事態がしばらくつづくと、事態の変化さえ予測できなくなる。火災はあってはならないと思うことが、火災はないものだ、と、できとくに思いこんでしまう。もちろん、たえず事故を予測していたのでは、おちおち仕事に手がつかず、ノイローゼになってしまい、逆にそれが生産の障害につながっていくだろう。問題は、過去の無事故の経験から、考えかたが安易な方向に流れてはならないということである。

人間の考えかたは、たしかに進歩発展してきた。しかし、まわりにある、いろいろな物質は、性質そのものに変化をきたしてはいない。いま全国で、ガソリンスタンドは2万軒近くあるであろう。この敷地の一隅に通行人の通る所があり、自由に喫煙して通ることがある。スタンドの事務所の人も、くわえタバコをすることがある。よく火災がおこらないものだと思う。給油所では喫煙は厳禁であり、エンジンはとめなけ

ればならない。知っているの喫煙か、知らないでの喫煙か、ふしぎにさえ思われる。あるべきでない、とする希望と、あるはずはないとする状態とは同一ではない。したがって、物質世界にたいして客観的で科学性のある状態で接触しなければならない。

### 統計と対策

しばしば火災統計が作成される。統計は過去の実績の記録であり、それ自体はたいせつな意義もっている。そこから対策をひねりだすことにも意味がある。しかし、そのばあい、統計の表面にあらわれない災害の潜在的要因を、統計の背後からつかみだすことを忘れてはならない。事故のあとで、「じつは予期しないことであった」とよくいわれる。しかもそれが、人智・学問の限界外にあったかのようにいわれることさえある。やむを得ないことだとして、改善されることなく葬られる危険性がある。

だが、考えてみれば、これは問題の本質を究明することを怠っていたことの告白にすぎない。つまり、究明が不足し、科学的な対策に欠けていたことの証明にほかならない。いまだ研究の段階で未知のばあいもあるであろうが、少なくとも実用の段階では、安全性に対して未知であるはずはない。製造者側で、それについて、発表したり教えたりしないというばあいは、それは、商業的政策の立場に追いこまれているのかもしれない。

しかし、統計数字のうえからは、「予測できなかった」というような事故は見いださないのである。現代の物理学の統計力学的な思想の導入を、ここで持ちだすわけではないが、新しい物質や手法が発見・開発されて、それが、部分的に学問的解明に不足しているばあいでも、生産工程や商品の流通段階、あるいは消費の段階の各部分で、複数の検査ができる。また、生産段階で、安全係数を大きくとっていく方法もある。このような仕組みや構造によって、災害



規模の巨大化とともに、災害予防対策も巨大化を要する

の予測は、たいてい、たてることが可能なのである。したがって対策もとり得るはずである。

### 規模の巨大化

技術革新にもなって、設備は巨大化の傾向をたどり、陸上には10万kl容量の石油タンクが、海上には20万klのマンモスタンカーが登場している。もし、これらから火災が発生したらどうなるか？ 過去の経験だけでは対処しきれない面がそこにある。

巨大化は、形ばかりではなく、災害の性質も変えるであろう。生産の巨大化だけでなく、災害予防の巨大化をも考えなければならない。

油が海上に流れたばあい、目で見ることのできる限度の油の層は、100万分の1インチ程度で、この程度では火災の危険性はない。また、計算によると、12万tの油が東京湾に流出したばあい、全体が0.06mmの層となるが、この程度では火災危険性は全体にあるとは思われない。しかし潮流の方向、風向、風力、あるいは、小さな要因としては、波浪、うねり、油の粘性、付近の陸地の存否などによって、油の層に変化がおこる。場所によっては、その層が数cmになり、火災危険の局地的現象をおこす。これを防止するためには、油の表面張力を利用して、凝集させて処理するか、不燃性の化学剤で処理するかなど、こんごの研究課題が残されている。

こんにちの経済社会では、残念ながら利潤追

求への先行投資が優先され、保安関係が一步遅れがちである。その日ぐらしの保安対策を考えないで、もっと先見的に、いいかえれば、技術革新の時代に沿った大局的で客観的なもの見かたが肝要となっている。企業間の競争ははげしく、それにともなって企業規模はますます巨大化し、中間的な存在が許されないほどになっている。そのような時代に災害が発生すれば、その規模も大きい。関係者はもっと科学的な態度をもたなければならぬ。

経験をいかす意味で、原因を調査するのはよいことであるが、調査をする側だけの見かたとなつては、結論はかたよる。調査される側の利害関係もあって、その発言や協力が作為に加わることもある。調査は、こうした欠陥をなくし、専門的な第三者を加えるなどして、公正を保ちたいものである。

### スピード化の時代

科学技術の進歩の時代は、スピード化の時代でもある。いまの1年は昔の10年あるいはそれ以上に相当するかもしれない。対策にもスピード化が必要な理由はここにある。研究には長期の時日を必要とするものもあるので、応急措置をたてる必要もでてくる。研究するだけで、行動に移せないのでは困る。

日本人は、とかく熱しやすく、さめやすい。災害直後は、騒ぐが、日がたつと忘れてしまう。この欠点を防ぐために、過去の経験にかんする資料とか、情報を集収したセンターを設け、研究・調査を系統的に推進してもらいたいと思う。すくなくとも、火災資料については、日本損害保険協会あたりが中心になって整備してもらえたらと考える。そして、予防活動に従事する人が広く活用できたら幸いである。現在のところ、ひとつの火災事例を調べるにも、あちらこちらと歩きまわっているのが現状である。広く社会の発展に寄与するためにも、協会自体の発展のためにも、ぜひセンターを確立してもらいたいものである。

### 保安技術の教育

家庭でプロパンガスを使っているところへ、屋外のガ

スボンベの取りかえ作業にきて外のバルブをしめたため、火が消えた。作業後、バルブをあけたので、ガスが開放しになった。家の人があわてて点火しようとして、爆発をおこした。

この話を、ある保安関係の学識経験者の集まりでしたところ、「そんなばかなことがあるか」と笑われた。こういうことを無視するようでは、なんの対策ぞ、といたいだが、ともあれ、災害原因は、このようなばかげたことが行なわれることになかにあるのである。高等な理論や哲学論は理念としては必要であろうが、実際の予防上ではあまり効果がない。つまり、作業員には、燃焼理論や作業管理哲学は直接には役立たない。取りかえ作業のさいは、必ず家人に連絡してから行なうようにする、という、ありふれた常識が必要なのである。

日本人は、とかく理屈ずきである。しかし災害予防の第一線には、実際のことを知った人が、実際上の基盤にたつて研究討議をして、対策をたてなければ効果はない。形式の論理や整備で災害はなくなるならない。にもかかわらず、それが横行する。災害をなくするには、はなやかな理論よりも、科学性がたいせつである。

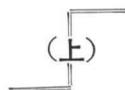
よく、学識経験者といわれるように、学識ある経験者ならばよい。これが、学識だけで、実際とのつながりがなかったら効果がない。企業・社会に活用すべき方法、手段に欠けるからである。重要なのは、いかに教え、いかにして実行させるか、である。

以上、経験の尊重を強調したが、それは広い意味の経験であり、基礎知識を無視したものではない。実際を無視しての論議が、いかに無意義であるかをいいたいのである。さらに愚かなのは、人間を尊重すべき保安管理において、人間不在のままになされる論議である。

こんど、ますます必要となるのは、保安技術である。保安管理の目的は、人命の尊重にある。したがって、その対策もまた、人間不在であってはならない。

(筆者：三菱石油(株) 設備検査役)

# 都市ガス火災と消火実験



坂 本 正

## ••ま え が き••

産業と科学の発達により、わたくしたちのうける思恵は絶大である。しかし、その反面、予想外の大災害がさまざまな形で発生している。

石油化学から生まれる各種の物質は、燃焼によってぼう大な量の発煙をしたり、有毒ガスを発生したりする。このなかには、自消性や難燃性のもも多少はあるが、これらの物質も高熱にあうと容易に燃焼し、濃煙などが発生する。

戦後の燃料革命とまでいわれた液化石油ガス(LPG)の進出は、めざましいものがある。

他の燃料にくらべて容量が小さいが、熱量が高く、手がるに使用できる点が最大の利点であろう。数年まえの西宮市の事故や山形駅の事故など、大きな事故がつつぎと発生しており、家庭内で起こる小さな事故にいたっては相当数

にのぼる。

これから、季節的に火災多発期を迎えるが、石油燃焼器具や、その他のガス器具類からの出火もあいかわらずの高率を示すものと予想される。

ガス類の特異な火災や、ドーバー海峡、新潟駅構内の列車火災などのように表面にあらわれた事故は比較的少ないが、将来、この種の事故を絶無にできるとは断言できない。

## 1. 都市ガスの組成と特性

液化石油ガスの燃焼特性、およびその消防対策などについては、各種の雑誌などに、わたくし自身も発表しているので、今回は、石炭と原油の“あいの子”である都市ガスについて、過去の災害事例を検討しながら、反省し、実験結果などをもとにして、消火効果、および一般的な消火対策などについて述べてみたい。

都市ガスと、LPGの常識的なガス構成比をくらべてみると、都市ガスの組成は、表1のとおりであって、時間や季節により一定ではない

表1 都市ガスの組成

分子式	一般名	%	分子式	一般名	%
CO <sub>2</sub>	炭酸ガス	10	CO	一酸化炭素	5~6
CmHn	炭化水素類	5	H <sub>2</sub>	水素	3~5
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	エタン	6	N <sub>2</sub>	窒素	14
O <sub>2</sub>	酸素	1~2	CH <sub>4</sub>	メタン	26

(注) 発熱量5000 Kcalとし、全体を100%としたばあい

### 目 次

まえがき

1. 都市ガスの組成と特性
2. 都市ガス火災の発生と原因
  - (1) 事故の概況
  - (2) 事故からの反省
3. おもな事故例
  - (1) 深川の都市ガス火災
  - (2) 東京ガス豊洲工場火災
  - (3) 湯島のガス漏れ火災
4. こんごの消防対策

—以下次号—

5. 都市ガス火災消火実験概要
  - (1) 実験の目的
  - (2) 実験場所
  - (3) ガス噴出口の形成
  - (4) 放射熱の測定
  - (5) ガス濃度の分布状況
  - (6) 消火実験
    - a) 実験結果
    - b) 考察

が、LPGのうち、げんざい家庭用として使用されているのは、プロパン、N-ブタン、I-ブタンなどの低級炭化水素を主成分とし、一酸化炭素は混入されていない。しかし、不完全燃焼のばあいは、一酸化炭素が極端に多く出る。ガス自殺をはかるため、LPGを部屋に引き込み、ガスを放出させたが、その目的を果たさないうちに電気冷蔵庫の火花から爆発を起こしたという笑えない話もある。

都市ガスの比重は、空気の半分ぐらいであるところに、それぞれの事故の性格が異なってくる。一般家庭の室内にガスが充満するばあい、都市ガスは上方から、LPGは下方から全体に広がる。いっぽう、屋外では、都市ガスは上昇が早く、ガスの拡散範囲もせまいが、LPGは、地表をはうように広がるため、低いところに滞留する。これが地下のばあいは、おのおのの性質から地表面にでてくるさい、前者は上に向かってどんな小さなすきまからでも噴出し、後者は地下水と同じように低いところから流出するのがふつうである。

## 2. 都市ガス火災の発生と原因

### (1) 事故の概況

昭和38年以降、東京に発生した都市ガス火災は、表2に示すとおりである。これらの事故の

表2 都市ガス火災状況

年度別 区分	昭和38年	39年	40年	41年	42年 10月末
件数	552件	624	697	676	530
死者数	8名	6	8	3	5

原因を大まかに分類すると、

- (ア) 地盤沈下によるもの
- (イ) 重量物運搬によるもの
- (ウ) 各種工事によるもの
- (エ) ガス導管理設工事不良によるもの
- (オ) 家庭内における取り扱い不良・不注意によるもの

などであるが、大規模な火災は、ガス本管の地中折損が多く、地盤沈下によるひびわれなど

は、ごくまれで、電触、導管の腐食による事故も比較的すくないが、くい打ちなどにより、不注意に破損されたものが多く、一般家庭のガス事故は、ガスそのものの漏れによる事故よりも、熱源のガスが落下物や周囲にある可燃物に二次的に着火して火災となっているばあいが多い。冬期になると、ガス暖房器具の使用放置や、付近にあった洋服などに接炎して火災になる例もすくなくない。

このように、ガス火災も、その原因は、不注意によるものが大部分であり、ガス器具などの使用取り扱いにさいして、細心の注意と点検が必要である。

### (2) 事故からの反省

(a) ガス管の地中折損のばあいは、広範囲にガスが拡散するので、その地域においては、いたるところで爆発火災の発生危険がある。したがって、火気の厳禁が必要であり、とくに拡散地域内の電源をきることが必要である。

(b) 下水管などから各家庭の台所、便所、雨どい、押入れ、天井うらまで潜入し出火することが考えられるので、多少でも臭気のあるばあいは、細心の注意が必要である。

(c) ガスの臭気がしたら、ただちに部屋を開放して換気し、屋外のばあいは、ガス会社または消防署へ連絡する。

(d) ガス器具は、よく点検し手入れをする。

(e) ガス器具を使用するばあいは、他の可燃物との距離などに注意して使用する。

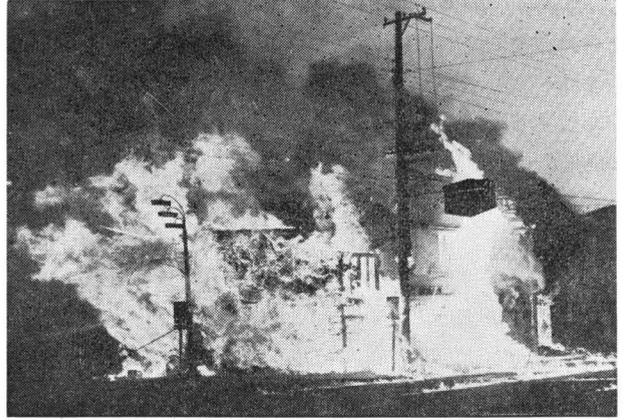
## 3. おもな事故例

都市ガス火災のうち、大きな事故を数例説明しておこう。

### (1) 深川の都市ガス火災

この火災は昭和38年1月24日6時47分ごろ、東京都江東区深川三好町、および平野町一帯に発生した都市ガスによる爆発火災で、連続5回にわたって爆発を起こし、うち2回が約150mの範囲内で集中的な延焼火災となったものである。

災害発生の原因をみると、都市ガスの高圧導管 650 mm の溶接部分に、ひびわれが生まれ、ここから漏れたガスが下水道を伝走し、周辺約 500 m<sup>2</sup> にわたって拡散し、これが電氣的な火源によって爆発し、瞬間的に大火面となったものと推定されている。さらに二次以降の火災については、ガス管のひびわれ箇所から、下水管に漏れたガスが、歩道下の下水管を通じて付近いったいに流れたため、使用中の炊事火、電気器具などの火源によって連続的に爆発状況となって拡大したものと考えられる。



深川の都市ガス火災第1次災害現場の延焼状況

表 3 災害発生経過

災害区分	発生時分	程 度	死 傷 者
第1次災害	6時47分頃	全・半焼8棟495m <sup>2</sup>	死者 6名 傷者 35 一般26名 職員 9
2 "	7・05	" 6棟1346m <sup>2</sup>	
3 "	9・00	半壊1棟、小壊65棟	
4 "	6・46	マンホールの爆発、 板塀4m <sup>2</sup> 焼失	
5 "	6・48	雨どい多少焼損	



第2次災害現場の延焼状況

この火災の災害発生経過は、表3に示すとおりであるが、この火災には消防隊が合計77隊（消防艇2を含む）が出動し、消火活動などに従事した。

## (2) 東京ガス豊洲工場火災

この火災は、昭和42年3月29日18時52分ごろ、東京都江東区深川豊洲6丁目8番の東京ガス株式会社豊洲工場構内において、都市ガスの精製作業中に発生したものである。

通常、都市ガスは、石炭乾留ガス、発生炉ガス、または油ガスなどを変成混合してつくられているが、この混合ガスは、酸化窒素、酸化水素などの有害不純物を多くふくんでいるため、これを高圧精製装置により除去し、熱量調節のち、各地の整圧所に圧送している。

事故発生箇所は、高圧精製装置のひとつである一酸化窒素除去塔の配管部分で、振動その他の衝撃によるものか、ひびわれを生じてガスが漏れ、それが操作室内のガストーブの火で引火したものと推定されている。

この事故で、焼損したのは、未精製都市ガス約1000m<sup>3</sup>をはじめ、工場2棟・壁体20m<sup>2</sup>および窓などの物的損害で、人的被害としては、傷者2名をだしている。

出動した消防隊は、29隊で、うち15隊が消火活動に従事した。

## (3) 湯島のガス漏れ火災

この火災は、昭和42年3月22日23時42分ごろ、東京都文京区湯島3丁目31番地先車道に埋設されている400mmの中圧管にひびわれが生じ、古道具商A方が全焼し、死者が発生している。

災害発生の原因は、前述のA方まえの車道下に埋設されていた口径400mmの中圧管が老化していたため、車両の通過のさいの振動などにより、ひびわれを生じ、漏れたガスが下水管をとって、A方の店舗部分に充満しているのを、その臭気から気がつき、ガス会社に電話をしようとして、店の電灯のスイッチをひねったとこ

ろ、スイッチの火花に引火し、瞬間的に同店舗部分が火災につつまれたというものである。

1棟67m<sup>2</sup>（店舗）が全焼し、1棟63m<sup>2</sup>（同）が半焼するという損害をうけたほか、死者1名（焼死）・傷者1名（火傷）を出した。

消防隊は、12隊が出動し、10隊が消火作業などにあたった。

以上の事故例は、さいきんの代表的なものであるが、ガス漏れ事故にたいしては、消防隊の積極的な予防措置は困難なばあいが多い。

消防隊は、現場到着と同時に周囲への延焼防止を最重点とし、ただちに消火活動にあたるのは当然であるが、燃焼中のガスをどのように処置するかがもっとも重要な問題となる。

#### 4. こんごの消防対策

通常ガス漏れ事故などにたいしては、関係者において細心の注意をほらい、処置されているばあいが多いので、消防対策の概要についてだけ述べてみよう。

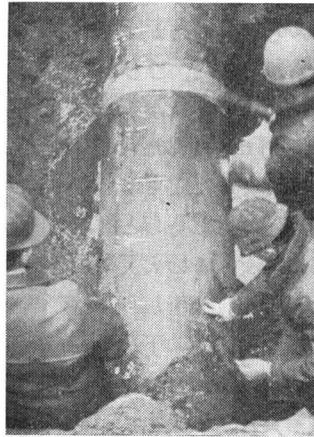
(1) 都市ガス漏れ事故を消防機関が覚知したばあいは、ガス関係者にすみやかに連絡するとともに、その出動を要請することが必要である。

(2) ガスは漏れているが、着火していないばあいには、呼吸保護器などを装着して、ガス中毒患者などの検索・救助・輸送などをおこなう。噴出音および検知器などにより、拡散濃度などを検討して損傷個所の発見に努める。

また、付近住民などにたいしては、拡声機などで、火気の使用を禁止するとともに、中毒予防および避難などについて、宣伝をおこなう。

ガス拡散推定範囲内においては、拡声機、無線機など、スパークの生ずるおそれのあるものの使用を禁止する。

(3) ガスが漏れ、これに着火しているばあいには、消火活動は周囲への延焼防止を第一義とする。現場最高指揮者（消防）とガス会社の現場責任者のあいだで、その火災をバルブ閉鎖に



高圧導管ひびわれ個所の応急修理

より消火するか、消防隊の活動により消火するかを協議して決定する。

上記の結果、バルブを閉鎖するばあいは、周囲への延焼防止にあたるとともに、急激にバルブ

を閉鎖すると漏れた個所からの吸気により管内爆発などの二次的災害を起こすおそれがあるので注意する必要がある。

バルブの閉鎖は、広範囲にわたってガスの供給が停止されるので、事故に影響のない地域では、使用中のガス器具なども開放のまま、その機能を停止することとなる。したがって、復旧後のガス漏れ事故なども懸念されるので、できるかぎり、バルブを閉鎖することなく、折損個所などの修理をおこなうよう努力することが必要である。

ガス自体の消火をするばあいは、応急修理の準備完了をまっておこなう。

消防隊の筒先部署は、風上がもっとも安全であるが、風上に部署できないばあいは、呼吸保護器を装着して行動する。

(4) ガス漏れの拡散調査は、つとめて広範囲におこなう。

また、地中折損のばあいは、拡散区域およびその周辺のマンホールのふたは、つとめて開放する。さらに、応急修理は、バルブ、ゴム玉、ビニールテープ、木せんなどでおこなう。

ともかく、都市ガス火災事故は、大災害となる素因を含んでいるので、この種の施設にたいする、じゅうぶんな維持管理はもとより、その取り扱いには細心の注意をほらい、その絶無を期することがたいせつである。

（筆者：東京消防庁警防部長）

## 災害をくいとめた

# スプリンクラ設備

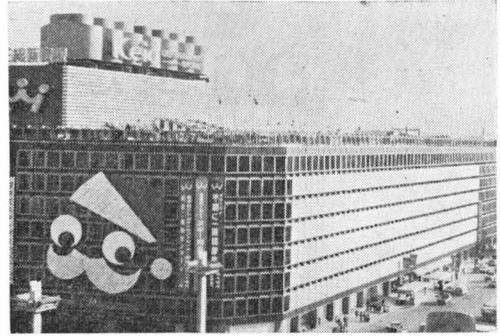
### —京王百貨店の火災—

さる11月中旬，“第2の都心”とよばれる東京・新宿駅西口前の，わが国最大のデパート，京王百貨店から火災が発生したが，スプリンクラ設備が的確に作動し，わずかの商品を焼損しただけで火はたちまち消えた。これは，スプリンクラ設備が火災防止にいかにか大きな役割を果たすものであるかを実証した事例である。以下，この火災の概要を紹介してみよう。

#### 京王百貨店の火災概要

- ▷出火日時 昭和42年11月19日午後9時29分ころ
- ▷出火場所 東京都新宿区角管2丁目71番地  
株式会社 京王百貨店 6階中央部分の家具売場
- ▷気象条件 雨 北北西の風 風速2m 気温11.8°C  
湿度95%
- ▷建物構造 1等耐火構造 地上8階・地下3階  
敷地7569.37m<sup>2</sup> 建築面積7153.75m<sup>2</sup>  
延べ面積80478.3m<sup>2</sup>
- ▷焼失程度 ショーケース棚1個 木箱3個  
枕（化繊わた入り）20個
- ▷出火経過 出入り商人などの「監視」にあっていた警備員のひとりが，火災報知機受信盤のベルの鳴るのとスプリンクラの作動する音を確認したので，室内放送設備を使って店内に火災の発生を告げ，3・4階を見回り中の警備員全員に出火場所の6階に集まるようよびかけた。スプリンクラはきわめて良好に作動し，警備員たちがかけつけたころには，6階には煙がちこめていたが，出火場所にあった枕や棚の火はスプリンクラの水ですでにほとんど消えていた。このときにも，各警備員は，パイプのなかを通水するスプリンクラの作動音を耳にしている。出火原因は，たばこの火ではないかとみられている。警備員たちは，スプリンクラからはきだされ，床上にたまっている水に，まだくすぶっている枕などの燃焼物を投げこみ，足でもみ消し，完全鎮火にあった。

なお，同百貨店は，開店してまだ数年しか経過しておらず，その売場規模は，わが国で最大といわれているが，もし，この火災で消火設備が完全に働かなか



京王百貨店全景

ったなら，延焼拡大により，数年まえの西武百貨店火災の二の舞になるおそれがあった。西武百貨店のばあいは，7階から出火し，7・8階を焼いたわけであるが，燃焼防止までに約2時間31分，鎮火までに7時間39分かかり，ポンプ車44台，ハシゴ車9台，その他78台の消防車が出動するという騒ぎであったが，今回の京王百貨店の火災では，わずか数分間で火が消え，消火設備の有効さを物語る貴重な経験を残した。

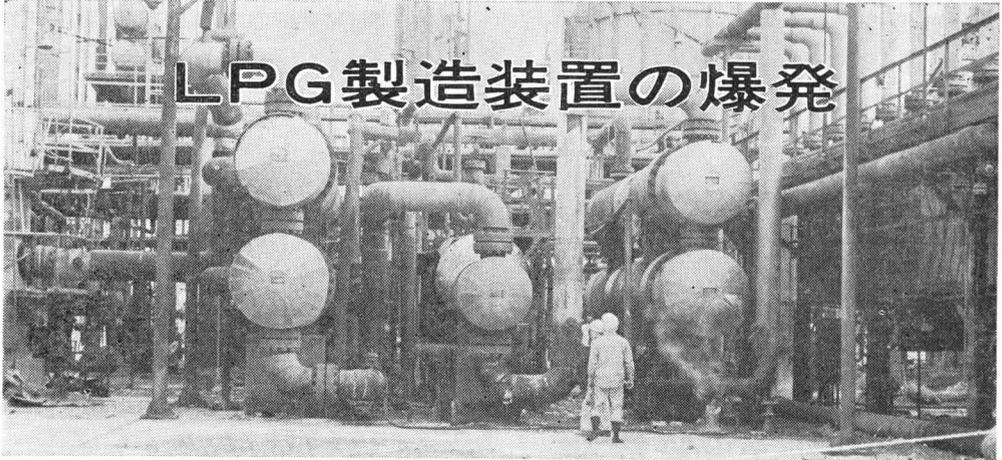
〔問題点〕こんどの火災について，現場に出動した東京・淀橋消防署の予防査察係長木村八十彦氏は，つぎのように問題点を指摘している。

1. 出火時刻が，残業も終わり，店内が消灯された直後のことであり，昼間のように店内に客のたてこんでいない時刻であったことが，ひとつの幸運であった。もし，買物ラッシュ時であれば，かなりの混乱が予想されたとし，火災外の災害も考えられた。

2. 京王百貨店は，代表的な近代ビルで，消火設備も完備されていた。スプリンクラヘッドが4765個，屋内消火せん66個，消防隊専用放水口52個，防火せん・連結送水管各3個，そして，自動火災感知器は差動式351個，定温式56個といったぐあいに取りつけられていた。百貨店は，サービスを信条とするものである以上，いざというときに客に動揺をあたえないように，日ごろから，消火設備に資金をうんとかけておくべきである。

3. もし，6階から上階に延焼していたら，その損害額はばく大なものであったろう。少なくとも，あの百貨店の設備費と同額の損害をこおむったかもしれない。スプリンクラのおかげで，設備費全額がまもられたようなものである。

4. といっても，場所によっては，スプリンクラが高すぎる場所についていたり，棚などのかげになつたりしている部分もあった。管理の改善が必要である。



ガス漏れした熱交換器と冷却器間の配管エルボ

## LPG製造装置の爆発

さる9月24日、横浜市内で石油精製会社のLPG（液化石油ガス）製造装置が爆発事故をおこした。危険物の製造・貯蔵・取り扱いについては、消防法規に基づいてきびしく規制され、監視・保守がおこなわれているが、運転中の製造所とくにプラントの検査については各社の自主検査にまかされており、消防署の立入り検査は、そこまでおよんでいないのが実状である。

こんどの事故は、さいわいに被害を最少限に食い止めることができたものの、こうした施設の火災は、初期消火に失敗すれば、つぎつぎに爆発の連鎖反応をおこす危険性がある。

石油精製施設の火災事故としては、数年まえの新潟地震のさいの昭和石油株式会社製油所の事故があるが、こんどの横浜市内の事故も、処置をあやまれば、昭和石油事故の二の舞にならないとも限らなかった。そうした意味で、こんどの事故は、いくつかの教訓を残したと思われるので、以下、事故の概要を紹介してみよう。

### □ 事故の概要 □

1. 日時 昭和42年9月24日午前8時5分
2. 場所 横浜市鶴見区大黒町9番1号  
アジア石油株式会社横浜製油所内  
LPGアイソマックス装置
3. 事故発生場所と付近の運転条件 (1)発生場所 熱交換器と冷却器のあいだの配管エルボ  
(2)運転条件 温度100°C、圧力約106 kg/cm<sup>2</sup>、

流体反応塔・反応生成物および直前に注入する洗浄水（1.2kl/hr）、流速617m/sec

4. 災害発生状況 配管エルボに破裂が生じ、爆発するとともに白煙（水素、LPG、ガソリンの混合物）が、ポンプシェルター側へ約15m横に噴出した。それと同時に主道路側へも少量の白煙と熱をおびた保温材などが飛び散った。約30秒後にポンプシェルター側へ火炎が広がり、その火炎が約15m程度上昇した。炎はほとんど瞬間的に熱交換器周辺で5～6mくらいになり、約20～30分間にわたる消火活動の結果、しだいに火炎は弱まり、出火から約53分後の午前8時58分に鎮火した。

なお、事故発生直前の午前6時、同7時40分ころの2回にわたって現場点検がおこなわれているが、そのときは装置そのものも、また計器にも異状がみとめられなかった。

5. 災害の原因 災害後にチューブを切断して、その肉厚、材質などを綿密に検査したところ、熱交換器の下部エルボ内部に肉厚の劣化している部分があり、その部分が破裂し、大量のガスが噴出拡散して、約10m離れた位置に設けられてあった加熱炉3基のうち、もっとも近距離の位置にあった炉のバーナーの火に引火し、放散していたガスに瞬時に着火・爆発したものと推定されている。

6. 措置 火災（爆発）発生後、ただちに警防係員は、化学消防車で現場に急行し、消

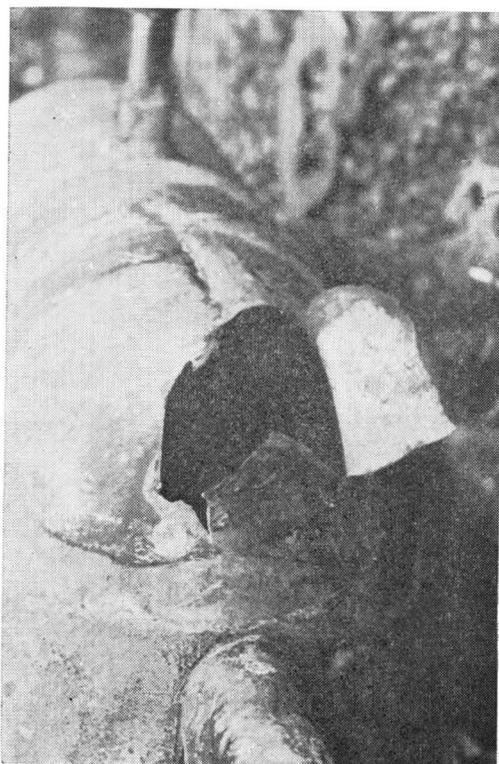
火活動に着手すると同時に、119番に午前8時7分に通報し、市消防部隊の来援を依頼した。自衛消防隊は、消火せんを使って消火作業をおこなった。また、1隊は海水ポンプ室に急行し、消火専用ポンプとエアフォーム原液ポンプを駆動し、海水消火せん、およびあわ消火せんの各ラインに最大限に通水（エアフォーム原液を含む）した。その間、かけつけた人員は自衛消防隊に編入し、市消防部隊と協力して消火活動にあたった。

鎮火後約30分間、冷却注水ならびにスチーム吹きつけをおこない、再燃を防止した。

使用したあわは、3%あわ固定装置より5600l、3%原液は1000lで、計6600lである。

7. 結 語 問題となっているのは、なぜ配管の肉厚が減少をおこしたかであるが、いまのところ、腐食よりも機械的な侵食が原因ではないかとの説が有力である。つまり、流体、反応塔、反応生成物および直前に注入する洗浄水の注入角度が侵食を促進したと推測されているのである。

こんど、対策を強化しなければならないのは、(1)プラントの定期点検の実施、(2)従業員の避難・待避方法の検討、(3)日曜・休日の消火態勢、などである。



劣化し、うすくなった配管

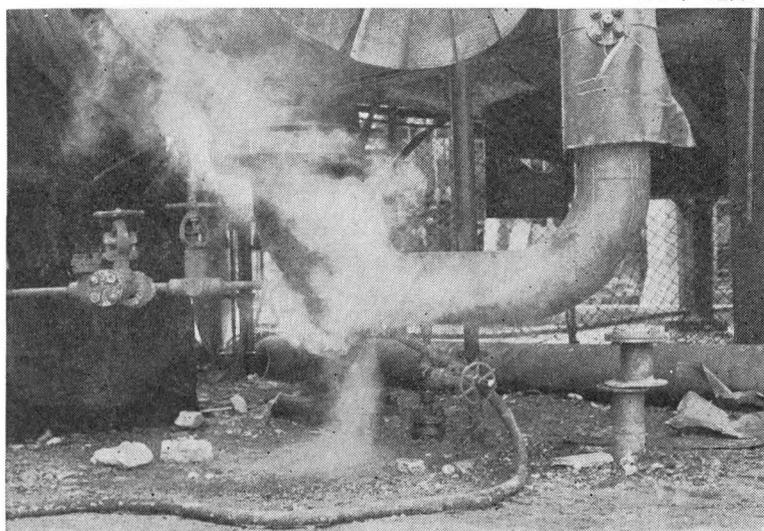
まず、定期点検についてであるが、とくに高圧タンクおよびそれらの配管の肉厚の検査は、レントゲン検査をし、要所要所について記録しておくようにすることがたいせつである。

つぎに、避難・待避は、可燃性ガスの漏れな

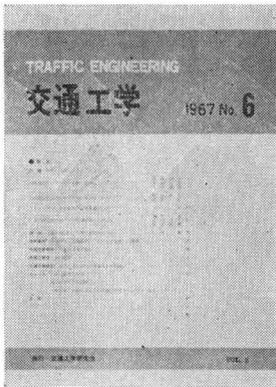
どのあったばあいのことを考え、常時配慮しておく必要がある。さいごの日曜・休日の消火については、今回のように休日に発生したばあいには、人員も少なく、消火の態勢が弱いため大火に発展するおそれがあるので、自衛消防隊の確保などについて、いまいちど検討してみる必要がある。

<付 記>

災害資料は、いずれもアジア石油株式会社横浜製油所保安課提供



ガス漏れしたとみられる箇所



## 交通工学研究会

交通事故は、いまや、人災というよりも天災といったほうがよいのではないかと極論するひともある。それほど、交通事故は、大きな社会問題となってきている。増大の一途をたどる自動車輸送需要、それにひきかえて、整備の遅れがちな道路事情など、交通事故の発生要因はさまざまであり、事故防止をめぐる、工学の見地から、あるいは法制の立場から、いろいろ対策が急がれている。

そのため、交通問題についての研究組織や機関が、全国にいくつも生まれているが、「交通工学研究会」（菊地明会長、会員1000名）は、わが国の著名な学者や、大企業の技術者、あるいは建設省など関係官庁の技官などを中心にした、もっとも学術的な権威のある研究会である。

設立の目的は、①交通工学の基礎研究の促進 ②交通技術の向上・普及と交通の安全確保、の二大項目におかれ、日本道路協会、高速道路調査会および全日本交通安全協会が協力にあたっている。誕生してまだ日が浅く、設立総会の開かれたのは、昭和41年1月14日であった。

具体的な事業としては、交通工学に関する研究発表会や講演会をはじめ、機関誌「交通工学」（隔月刊）や各図書の刊行のほか、交通工学に関する文献・資料の収集、および官庁などからの研究受託があげられる。また、海外の学者や研究者との交流も、さかんにおこなわれている。

たしかに、この研究会は、わが国の権威者の集まりであるが、そうかといって、一般性のないアカデミックな組織ではない。交通問題に関心をもつひとであれば、だれでも個人として入会できるし、あるいは団体加入ができるよう、大いに門戸が開放されている。いわば、交通工学のセンターなのである。

発足いらい、研究講習会がいくどか開催されたが、そこでは、交通工学概論にはじまって、交通心理、幹線道路の事故分析とその対策や、道路設計の問題点、交通計画など、国内の交通問題はもちろん、ヨーロッパの交通安全施設などもテーマにとりあげ、多面的な研究がすすめられている。

さいきんでは、とくに自動車交通量の増大にともなってクローズアップされてきている、騒音や排気ガスなどによる公害問題にも焦点をあてた研究が広く海外から研究者を招いたりして活発におこなわれている。

また受託研究としては、広域交通信号制御方式、高速道路の車線幅、首都高速道路の混雑時交通流の各研究がすすめられており、注目すべき貴重な成果と資料が発表されている。付言すると、万国博

覧会の交通対策も、この研究会で取り組まれている。

さいごに、入会を希望されるかたのために、その手続きを述べておくと、会員は、正会員と特別会員のふたつにわけられ、前者は「交通工学の研究または実施に関心をもつ個人」とされ、後者は「会の目的に賛同し、協力を希望する法人および団体」と会則で定められている。会の財政は、会費と寄付金その他でまかなわれており、会費は年額で正会費のばあい1000円、特別会員は1級10万円、2級5万円、3級2万円となっている。

<連絡先>事務局所在地は、東京大学生産技術研究所内（東京都港区麻布新竜土町10）、電話は（402）6231 内線469



この欄は、研究会・研究所（室）・グループなどの防災活動を紹介するページです。ご投稿を歓迎します。



# 薬局たちまち“火薬庫”

10月27日、東京都墨田区緑  
3丁目の薬局に小型自動車が  
飛び込み、薬品類が炎上  
した（朝日新聞提供）

# 異常乾燥！ あいつぐ火災

11月16日、東京都新宿区下落合の携帯燃料工場が  
ガス爆発し、付近の民家にも延焼した

令11月14日、東京都荒川区西日暮里のマットレス加工工場から出火。たばこの火が接着剤に引火し、ウレタンに燃えつき広がった

11月11日、東京都板橋区大原町の印刷製本所の独身寮・作業所の二階付近から出火し、二階の寮を焼いた  
↓

# “走る凶器” きょうも事故

11月12日、名古屋でダンプカーと電車が衝突し、線路までひん曲がった

10月5日、修学旅行バスが衝突し、車体がえぐりとられた

# 救

▶東京消防庁発表によると、さる11月24日現在、都内の火災発生件数は、7191件で、前年同期よりも593件ふえ、けがをした数は1471人で、これも108件ふえている。これに反し、焼死者は71名で、前年同期の100名よりも29名も減っている。▶ご承知のように、ここ3年間、焼死者数は年間いずれも119人を

記録してきたが、このように、焼死者数がかなり減少したことは喜ばねばならない。しかし、手ばなしで喜んでばかりはいられない事情がある ▶というのは、高層建築や地下街が急増し、いったん火災になると焼死者の発生率がたいへんに高くなる危険性が強まっているからである ▶新宿西口ターミナルには全国最大の百貨店や、10万m<sup>2</sup>におよぶ大地下街などがあり、1日あたり100万に近い人が動

いている。もし、ここで、さきにブラッセル市の百貨店で発生した火災と同じ規模の火災が起こったらどうなるであろうか。建造物をつくるさいには、必ず消防の見地にとって、事前に関係当局とじゅうぶん打ち合わせることが必要であろう。防災観念を抜きにした建造物の建設ほど危険なものはない ▶あわただしい歳末や年始の大売出しの混雑を思うと、つくづく、その必要性が感じられる。(S.T)

▶さる11月5日、朝日新聞主催の第3回こどもの国全国会議が横浜市のごどもの国中央広場で開催された。これには、青森から鹿児島にいたる、全国の健康優良小学校代表ら約100人が参加し、「どうして交通事故から身をまもるか」を中心テーマに話しあった ▶こどもの交通事故は、統計によると、全国の総事故数に対し、昭和37年には死者16.9%、傷者17.3%を占めていたが、41年には死者15.2%、傷者12.4%とやや減少してい

# 急

る。しかし、学校児童の事故率は、いぜんとして高い ▶こども全国会議に集まった児童たちは、体験談を織り込んで熱心に討論をくりひろげたが、①道路を横断するときは運転手の目をみよう、②自分の行動には自分で責任をもつ、③事故のおそろしさを知ろう、④身体にあった自転車に乗る、の4項目の“誓い”をきめた。これは見かたに

よっては交通戦争に対することもたちの、いたいけないう“自衛宣言”ともうけとれる ▶ついさいきん、都内の交通の難所に、ようやく歩道橋が建設され、それを通学の途次とする児童たちが満面に喜びをたたえて、なにか、たいへんに貴重な贈り物をもらったかのように、いっせいに、ばんざいを叫んでいる写真を新聞でみて複雑な気持ちになった。交通問題は、いま、こどもの世界にまで大きく影を落しはじめている。(K.H)

▶災害といえば、昔は風水害・震災・津波・ひでり・凶作など、いずれも自然災害であったし、火災でさえも大火災といえば強風や乾燥が主役だった。だから、災害にあえば不運とあきらめざるをえなかった ▶ところが、科学技術が進歩し、防災技術の進んだ今日では、ほんとうの自然災害はひじょうに減り、ほとんどの災害は対策をおこたったために起こっているように見える。昨年7月の佐世保・広島・神戸に起こった水害は、前例は絶無ではないが、とにかく新しい都市水害であるし、新潟県の

加治川こう水も手抜きだった ▶いっぽう、文化や産業が急速に発展すると、そのための生活や社会条件のひずみによって、いろいろの事故が生ずる。各種交通事故や各種産業にともなう事故は、近年驚くほどの件数に達している。そして、実質的には事故も災害も区別はなく、産業災害などという言葉さえさかんに用いられているのである。ところが、今日ではこの種のひずみの影響が不特定多数の人びとにまでおよびはじめ、公害とよばれ、各地でその対策処置になやまされるようになって

# 車

きた ▶こうなってくると、災害の大部分の原因は自然条件ではなく、人的・社会的のものがある。それなら、その対策がでないはずはない。文化の発展、産業の振興、いずれもたいせつではあろうが、そのために人間が被害をうけてよいはずはない。要するに、社会がある方向に傾いてバランスを失ったからで、これを正常化するのには政府の責任であろう。

(K.K)

# いま、関東地震が起こったら



河 角 広

## □ 関東地震の思い出 □

いまから44年まえの大正12年9月1日午前11時58分、関東地方は、ひじょうに強い地震に見舞われました。この地震で、12万8000戸という多数の家が倒壊し、45万戸にのぼる家が焼け、800余戸が津波に流されました。そして、10万余人が死に、4万余人が行くえ不明になったのであります。

当時、旧制高校の2年生だったわたくしは、東京・本郷でこの地震にあいましたが、立っているのも困難なくらいでした。しかし、山手方面では100軒に1軒程度の割合で家が倒れただけで、歩いて見ても、倒れた家は見られないほどでありました。

この地震で、火災が3日も続き、東京全市内で焼けた家屋は、倒壊家屋の約20倍近いものでした。地震が発生しますと、倒壊による被害よりも、火災による被害が、いかにおそろしいかを示しています。関東地震の犠牲のほとんどが火災によるものでした。たとえば本所被服廠1か所だけで、約4万人が火災の犠牲になりましたし、このほか火に追われて水にはいり、水死した人も多数いました。

悪夢のような、まっ赤な入道雲が空を染め、隅田川に多数の死体がただよっていた当時の状況が、いまでも、わたくしの目に浮かんできます。わたくしは、この災害の“洗礼”をうけた

ことにより、このようないまわしい災害を防ぐためにすこしでも役にたちたいと思い、このときを契機に生涯を地震の研究にあてようと考えたのであります。

## □ 日本の地震学 □

日本は、世界で有数の地震国です。全世界でおこる地震の10分の1、あるいは6分の1までが日本とその隣接地域に発生するといわれているくらいです。このため、日本での地震の研究はひじょうにさかんであります。

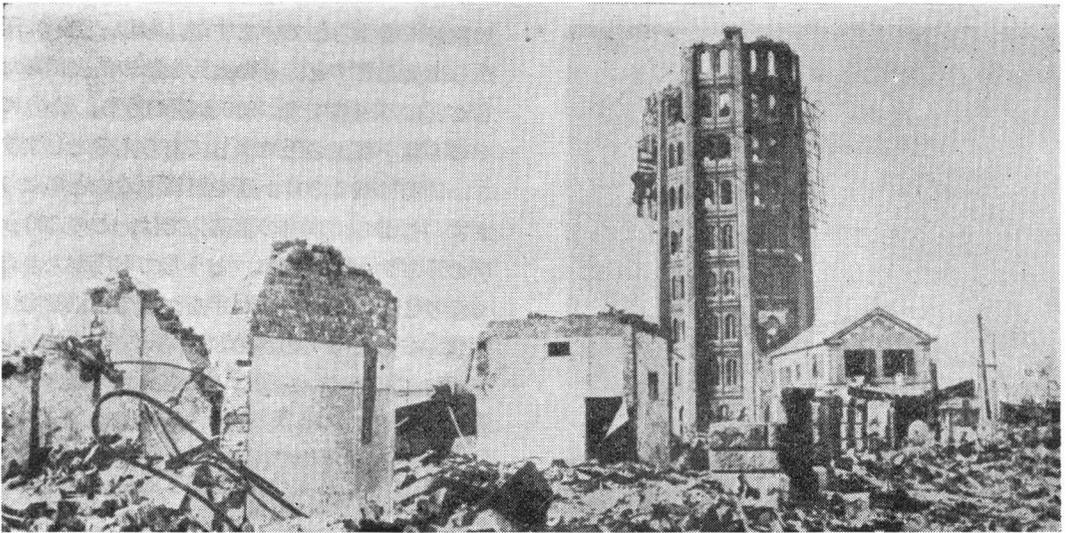
明治13年に、世界で最初の地震学会が日本に生まれ、英文の報告書が出版されたりしました。地震の波を研究することにより、地球の内部構造がわかりますので、諸外国では地球物理学の一部門として、地震学は大きな興味をもって研究されるようになりました。

わが国で地震の研究がはじまってから約百年になるわけですが、震災予防の面にもいちじるしい進歩がみられ、世界の注目を集めるような成果もあがっています。

しかし、この成果がそのまま実際の災害の軽減に役立っているかどうかについては反省しなければならぬ面もあります。

## □ 関東地震の周期 □

“災害は文明とともに増大する”ということばがあります。文明の進歩とともに、思いも



関東地震で倒壊した凌雲閣（俗称浅草12階）とその付近

よばない新しい災害がおきことは一面ではやむをえないことですが、しかし、その現象について深く注意して対策をたてれば、恐れることはないといえます。

さて、東京地震の予想についてですが、東京はまだ歴史が浅く、江戸時代のすこしまえから発展したわけで、残念ながら古い時代の地震の記録が残っていません。

そこで、東京に隣接する歴史の古い鎌倉の記録を土台に東京地震を予知してみることによりますと、鎌倉の記録では、西暦818年以降こんにちまでに、建物に被害をあたえた地震は、31回あります。しかも、これらの地震は、ほぼ69年の周期をもって起きていることが統計学的に知られました。

つまり、西暦818年を起点に69年ごとに区切られていきますと、大正12年の関東地震のばあいは、69年よりも1年遅れた時期に発生していますし、安政年間の江戸の地震は69年目よりも2年遅れた時期に起きています。また、天明の地震はちょうどその年で、元禄の地震は12年早く、多少の誤差がありますが、69年周期に近い時期に起きているのであります。

地震のおこる原因は、なにか自然の力によるものでありますから、一定の周期で、それがくりかえされるものと思われまます。そこで、鎌倉に近い東京でも地震は、69年を周期としている

のではないかと考えるのであります。

#### □ 地震対策の現状 □

現在、全国各地に建てられている新しい鉄筋コンクリートのビルなどモダンビルは、関東地震の東京における揺れかたを基準にして、あれと同程度の震度でも建物内の人命には影響がないような強度につくられています。

地震学、あるいは地震工学は相当に進歩しまして、地盤の状態さえわかれば、地震のときに都内のどこでどんな揺れかたをするかが電子計算機を使って推定できるようになってきました。

東京都には、現在、知事のもとに防災会議というのがあります。そして、同会議の一部門として地震部会が3年まえにつくられました。

地震部会は、地震地質作業班、建築作業班、土木・地下埋設物作業班、火災作業班、危険物関係作業班の5つの班をもっています。各班が任務を分担して、過去のいろいろな資料をできるだけたくさん集めて、地盤図の作成などの作業を続けてきましたが、まもなく、それが完成します。また同時に各建築物や土木構造物の性質を調べたり、地震のときの揺れかたを計算したり、あるいは地震にともなう火災の推定など、多面的な検討をおこなっていますが、いまかりに、大正12年の関東地震と同程度の地震が

東京に起こったらどのような被害が生じるでしょうか。

### □ 出火は 800 か所から □

端的に言って、関東地震と同じ強さの地震が起きますと、約 2 万戸の家が倒れるものと推定されています。では、2 万戸の家が倒れれば、どれくらいの人的被害が生じるかといいますと、普通、地震で家屋が倒壊しますと、10 軒に 1 人の割合で死亡するといわれていますから、約 2000 人が死亡することになります。

しかし、忘れてならないことは、火災による損害です。関東地震のときよりも、危険物の取り扱い場所も多くなっていますし、石油こんろとか、プロパンガスなどがたくさん使われていますので、火災危険度がひじょうに高くなっています。関東地震のときは、約 130 か所から出火しましたが、こんどは 800 か所から出火するものと推測されます。もちろん、これは、真冬の夕食時という、いちばん悪条件のときを基準にした計算ですが、関東地震と同じ真夏の昼どきですと、これよりも 2.5 分の 1 に減る勘定になりますし、真夏の夜明けですと、7 分の 1 の 100 か所程度と推定されます。

しかし、対策をたてるためには、最悪の事態を想定しなければなりません。

ところで、現在の消防力は、関東地震当時の

10 数倍に増強されていますが、もし、800 か所から出火しますと、その火元全部の消火にあたることは不可能です。800 か所のうち、かりにその 6 割を都民の手で消してもらえとしますと、消防は残る 300 か所を担当することになります。しかし、現有の消防力では、この 300 か所のうち約 100 か所は、どうしても手がたりなくなります。また消防が手をつけても消せないで残ってしまうものが約 50 か所あります。したがって、約 150 か所がどんどん燃え広がることになります。

### □ どのように避難するか □

家の焼けるのを防ぐことができないにしても、人命だけは絶対にまもらなければなりません。では、どんな対策があるのでしょうか。

都内に安全だと思われる避難場所は、42 か所あります。いちおう、そこに逃げれば、1 人あたり 1m<sup>2</sup> くらいの面積を割りあてるとして、1200 万人の避難場所だけは確保できたことになります。地域ごとの避難場所をきめ、警察や区役所の人たちの指導にしたがって避難していただくようになっています。また、その避難場所まで、どの道を選んで逃げるかについては、現在検討中であります。

ところで、避難場所の大部分は、皇居の周辺とか、東京湾の埋め立て地、あるいは東京都と

千葉県・埼玉県との県境、神奈川との境目の多摩川など、場所によっては、避難地まで 10 km も歩かなければならない遠隔地もあります。この点をもっと検討が必要です。また地震のあと、5 時間ぐらいたちますと、消防が全力をあげて消火にあたって、すでにまわりが火の海になってしまうところが多くであると予測されますから、避難は消火作業の 5 時間まえに完了する必要があります。

地震がおこりますと 1 時間く



関東地震でひび割れた市電道路

らいのちに、東京都の防災会議の組織ができ、避難命令がだされ、3時間くらいで避難を完了させないと危険です。ですが、実際に、3時間ばかりのあいだに、10 km の道を歩いて避難を完了させることはできないのではないのでしょうか。そのためには、新しく避難の道をつくらなければならないと思います。たとえば、荒川放水路の下流のあたりは、火勢によって、避難の余地はなくなるとみられていますから、川の両側に高層の耐火建築を建てつらね、河川敷に避難地をつくる方法などを考える必要があります。あるいは、耐火建築の帯を都内に作り、安全地帯をつくるか、いろいろな対策がとられなければならないと思います。これらの問題をじゅうぶん検討し、早く結論をだして、都としての政治的対策がたてられるよう要望したいと考えています。

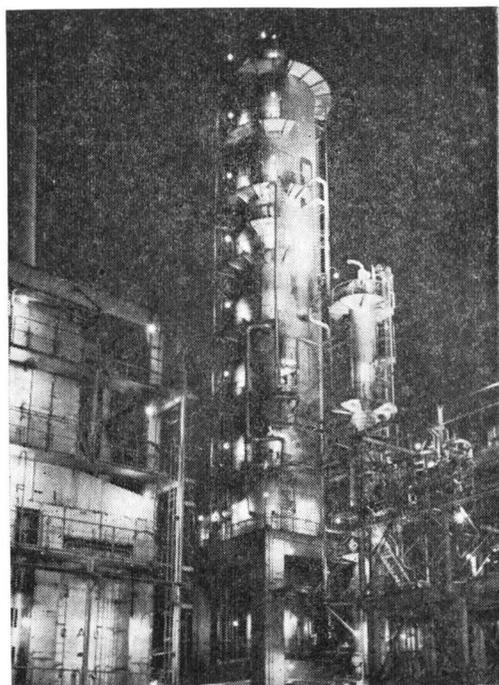
#### □ 危険物施設の対策 □

つぎに化学薬品など危険物を取り扱っている事業所のことについてですが、各事業所との共同調査などをおこないました結果、地震直後にその事業所のなかから災害がおこっても、まわりの住民に大きな被害がおよぶ可能性はないことがわかりました。

しかし、前述のように、地震ののちにおこる火災については、ひじょうに心配な事態が残ります。火災が、まわりから逆に事業所のほうに向かって燃え広がっていったとしますと、大きな災害になるおそれがあります。たとえば、危建物の爆発といった事態が生じないとはいえません。この点につきましては、早急な対策をたてなければならないと思います。

#### □ 地震後に起こる火災 □

以上、申しあげましたことから、みなさんは、疑問や不安を抱かれるのではないかと思います。しかし、地震でいちばん心配なのは、ただひとつ、火災なのです。火災さえなんとかできれば、大災害をくいとめることができると思います。



このような近代装置は関東地震なみの震動では倒れない

したがいまして、地震後の火災についてみなさんご自分の問題として、じゅうぶん考えていただきたいと思うわけです。

地震後におこる火災というものは、普通の民家からおこるばあには、それほどいっきに大火災に発展するものではありません。

倒壊家屋の下で、ある程度くすぶっていて、それから火の手が上がるものでありますから、早目に消せば消えないことはありません。

大正12年の地震のときの、わたくしの経験から申しますと、あの当時は、ちょうど消防自動車が登場してきたばかりの時期で、消防自動車に市民は絶対の信頼をおいていました。ですから火災といえば消防が消火してくれるものだとの考えが根強く、一般市民は、消火に手をださない傾向がありました。

しかし、いまのような危険な状態があるときには、みなさんとしては、本当に覚悟をあらたにして、消火に従事していただきたいと思うのであります。

## □ 地震の危険時間は 1~2 分 □

ご承知のように、大正12年のあの地震は、かなり長く揺れたのですが、こんどもし起こるかもしれない地震もまた、あのときと同じ震源からおこるものとしますと、やはり、揺れはかなり長いのではないかと考えられます。といいますが、本当に強い震動というのは、だいたい1分か2分間ぐらいなものです。それが過ぎてしまえば、あとはたいした危険な震動はやってきません。地震学者は、「地震は1分過ぎたらもう安心」というふうにっています。

ですから、1分過ぎたら、すぐに火を消すほうにかかってください。最初、地震は初期微動ではじまります。初期微動といえますのは、地震の震源から進行方向に地面をゆすりながらつたわってくるタテ波です。これがはじめにやってきます。また震動は震源から遠くはなれておればおるほど弱くなります。つまり、震源の真上の所が震源にいちばん近いわけですから、そこが危険度が高いわけです。この真上の部分に

くる最初の震動は、下からつきあげ、つき下げる上下の揺れかたをします。この最初の上下動が驚くほど強く、たなの上の物が落ちるなどという現象が最初から起こったときは、危険な証拠です。つぎにつづくいちばん大きな震動、つまり主要動はさらに強くなるからであります。

このほか、初期微動がわからない程度のもので、水平に揺れる地震もありますから、ともかく、最初に、ズンと下から強くつきあげてくる震動のときは、近いところにおこった大地震だと考えていただいてまちががありません。そのほかの震動のばあいは、それほどあわてなくてもよいでしょう。

## □ ドシンと揺れたときには □

このような大地震と考えられる震動がやってきたときには、あわてないで、丈夫なものかげに頭をかくすとか身体を寄せるとかして、上から落ちてくる物の危険を避けることを考えてください。

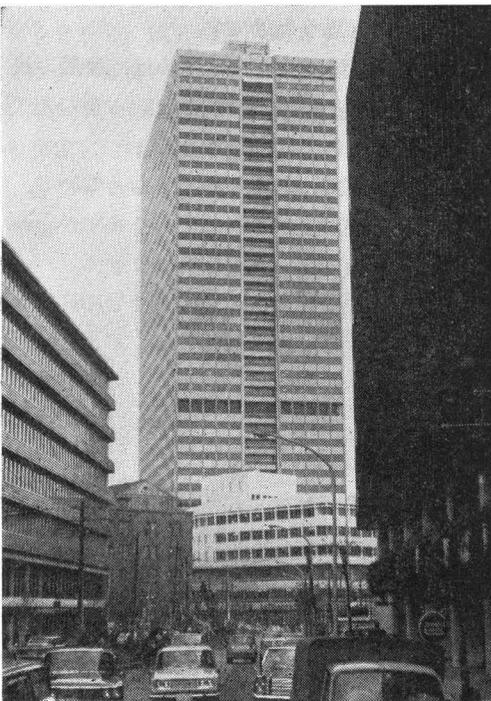
普通の木造家屋のばあいですと、1階と2階の境目で折れ、2階の部分がそのまま地上へ落ちてくることが多いのですから、2階が安全だと考えて、あわててかけ上がったたり、あるいは階段をかけおろすことはしないようにしてください。また、1階から外へ逃げだすことができないばあいは、必ず丈夫なものかげに身体を寄せるようにしてほしいと思います。

関東地震のとき、鶴沼か茅ヶ崎かの、震源地にひじょうに近い地帯で、家がぺちゃんこにつぶれたのに、そのとき藤イスの間に身を伏せたために、死ななかったという例もあります。

ですから、震動のさいになにかの丈夫なものかげに身体を寄せておけば、よほどの不幸な状態がないかぎり、生命はままめれると考えられるのであります。

## □ 近代ビルや地下街のばあい □

それから、モダンビルのばあいですと、建築基準法に基づき、関東地震程度の震動がやってきても、じゅうぶんに耐えられるようにつくら



超高層ビルは耐震力に富んでいる

れていますから、よほど運の悪いばあいでないかぎり、生命の心配はありません。どの階にいても、モダンビルのばあいは安全ですから、絶対に外に逃げだすようなことはしないでほしいと思います。

ただ、天井のしっくいが落ちてくるとか、壁がすこし落ちてくる程度でしょうから、あわてないでそれらの落下物から身体をまもるようにしていれば安心です。

また、地下鉄のホームや地下街などにおいて、地震にあったときには、構造物自体は地震でこわれてしまうということはないはずですから、やはり、あわてないことがたいせつです。地震の直後は、必ず停電しますので、電車内にいたばあいでも、なかにじっとすわっていて、1分間を過ごせば、あとは大丈夫です。

いっぽう、地下街のばあいですと、1分間ぐらいたったら、なにかの明かりがつけられ、避難出口の場所が拡声器などで知らされますからそれにしがたって避難することができます。地下鉄や地下街で危険なのは、火災だけです。

### □ みんなで火災を防ごう □

わたくしは、地震にともなう火災の危険について、いくども強調いたしました。地震のあとの火災というものは、戦時中の焼夷弾による火災よりは、ずっと始末がいいと、申しあげておきたいと思います。

ここにお集まりの若いかたには、記憶にないことかもしれませんが、戦前の修身の教科書に出ていた話ですけれど、昭和2年の2月7日に発生しました丹後地震のさい、小学校4年生の男の子が、自分の家が地震で倒壊して、家族みんながその下敷きになったとき、自分ひとりが天窓を抜けて外に逃げだし、雪を玉にして家のなかに持ち込んで火を消したため、家が焼けずにすみ、家族全体が救われたのであります。

その町は、震源に近く、震動が強かったため、大部分の家がつぶれ、その結果、多くの家が焼けてしまいました。しかしこの子どもの家だけは助かったのです。地震のときに、適切な

措置がいかんたいせつであるかを物語っているわけです。

いま、お話ししましたように、子どもでも消せる地震後の火災は、かなりあると思いますので、わたくしたちおとなは、ここで覚悟をきめて、地震のさいの火災を共同で消すようにしたいものと思います。

みんなが、“自衛手段”として、本気になって火を消すように心がけたら、地震後の火災は、ほとんどが防げるのでないかと、わたくしは考えています。

ですから、もし、いま、関東地震と同程度の地震が起こったとしても、事態はけっして悲観したものではありません。もちろん、都民のみなさんがたにだけ、責任をおっていただいて、政治の担当者のほうに対策を望まないわけではありません。

わたくしたち地震部会のメンバーは、都や国のほうにも、できるだけ、いまのうちから対策をたててもらおうようにいたしますから、みなさんも、本当に火を消しとめるという決意をかためていただきたいと思うのであります。

### □ おわりに □

わたくしは、最初に、69年くらいの周期で大地震が関東地方に起こりやすいと申しました。それで見ますと、つぎの周期まで、あと24~5年くらいあります。その前後の10数年間が危険だとしても、まだ12~3年の期間があります。それまでのあいだに、できるだけの対策をつくりあげる必要があります。

みなさんは、自分の住んでいる地域がどんな地域であるか、とくに危険度の高いとみられています東京・江東地区などのかたがたは、自分自身の問題として、都など関係方面に対策の確立を強く要望してくださるようお願いするだけです。

(筆者：東京大学名誉教授、理博)

〔付記〕 これは、東京・千代田区の日比谷公会堂でおこなわれた講演要旨を編集部でまとめたものです。



# 地震・建物・地盤

新潟地震に焦点をあてて

横倒しになった新潟市川岸町県営アパート

高橋 博

## はじめに

昨年の夏、開港100年と震災復興を祝う大博覧会が新潟でひらかれた。これは新潟が、その3年まえの震災の大きな痛手から、りっぱに立ちなおったことを示すものであった。

ところで、新潟地震（昭和39年6月16日）で、いまなお人びとの記憶にとどめられているショッキングなできごととはといえば、石油施設の火災をはじめ、できたばかりの昭和大橋が落ちたこと、鉄筋コンクリートの建物が横倒しになったこと、などであろう。そして、これらが、いずれも近代的建造物の顕著な被害であったことから、たんにその外観的な被害状況から直接うけた印象によってではなく、これからの日本における地震被害の見本をみせられた思いがして、われわれの脳裏に強くやきつけられたものと思う。これらはいずれも、ゆるがせにできない問題であるが、ここでは、鉄筋コンクリート建物の被害に限って、新潟地震でわかった興味深い事実を紹介しよう。

## 建物被害の特徴—軟弱地盤

新潟地震における建物の被害の特徴は、新潟市内において典型的にみられたように、日本家

屋の象徴である“弱くて”火災をおこしやすい、木と紙とで作られた木造建屋の被害よりも、“耐震的”なはずの鉄筋コンクリート建物の被害のほうが、いちじるしかったことである。

明治このかた、わが国は、濃尾地震（明治24年10月28日）と関東大地震（大正12年9月1日）とによって、大きな被害を2度もうけたため、建物の耐震技術の分野においてはいちじるしい進歩をみせた。したがって、わが国の鉄筋コンクリート建物は、ころがしても壊れず、ユーゴスラビアのスコピエやアラスカのアンカレッジなどの地震のさいにみられたような、崩壊にひんするような被害は生じないものと信じられてきた。それが、新潟地震で木造家屋より激しい被害をこうむったわけは、結論からいうと、地震に弱い地盤に問題があったからで、橋のおちたことや、その他の被害も、おおかたは、この弱い地盤に原因をもっていた。

しかし、地盤の弱さということが、まったくわかっていなかったわけではなかった。そもそも弱い地盤—軟弱地盤には、大別すると、粘土質のものや草炭質のものと、さらに砂質のものがあり、砂質のものは、これらのなかでは、静的な力に対して比較的強いが、振動をうけると、のちに述べる液化現象をおこす危険のあることも知られていた。ただそれが、定量的にというか、実体的に完全には知られていなか

ったところに問題があった。

そこで、鉄筋コンクリート建物の被害と砂質の軟弱地盤の性質との関係について、建築研究所の大崎順彦氏の調査結果を骨組みに、他の人びとの成果をもあわせて紹介することにした。

## 被害の状況

そもそも新潟市には、大火(昭和30年10月1日)にみまわれたところは、鉄筋コンクリートの建物は74棟しかなかった。それが、地震にみまわれたときには、1530棟ほどにふえていた。ただ、そのほとんどが2~4階建てで地下水位の浅い関係もあって、地下室のないものが多かった。地震によって4棟半につき1棟の割合で被害を受けたが、被害建物には、地下室のないものの方が多く、また被害の度合いも大きい傾向がみられた。

これら被害建物のうち、上部構造にまず被害のおよんだのは半数にもみえず、しかもそれらは、地震の強い振動そのものによって被害を生じたと思われるものは、ほとんどなく、地割れや地盤の流動化によって、地盤の支持力が失なわれて生じた不同沈下のため、上部構造に、引っぱり、曲げ、ねじれなどの力がはたらき、損傷を生じたものである。残りのものは、上部構

造にはまったくといっていいほど損傷がなく、ただ、基礎まわりに異常が生じたため、建物が、そのまま沈下したり、傾いてしまったわけである。

その、もっともいちじるしいものは、すっかり有名になってしまった川岸町の県営アパート(写真)で、空中写真による測定では、その最大のものは、 $67^{\circ}35'$ も傾いていた(図1)。そして、筆者自身の調査によっても壁にひびわれはひとつもなく、傾いたままでも建具はほとんど完全で、たとえば、とびらのホゾも、きちんとはまる状態であった。のちに、これらアパートは、こわされて海に沈められ、魚の“アパート”となったが、ほんとうにもったいないほど完全であった。

このように、地震によって、上部構造に損傷がなく、多数の建物が、傾斜や沈下によって大きな被害を生じたことは、過去に例がなく、これが新潟地震の特徴である。

地震による建物被害の度合いは、ふつうは、上部構造の被害程度によって分類されるのであるが、新潟地震のばあいは、上述のようなわけで、建物の沈下や傾斜の度合いによってわかるほうが、実際にあっているといえよう。そして、沈下量は傾斜角にほぼ比例していることから、傾斜の度合いによって被害を分類することとする(表1)。

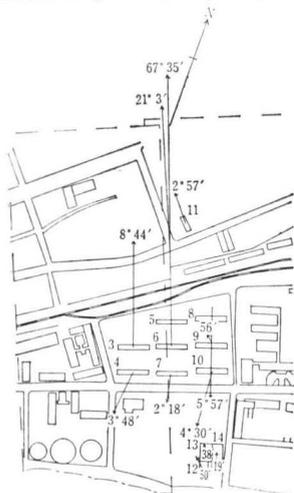


図1 川岸町県営アパートの傾斜角と傾斜方向(被災5日目、空中写真より測定)

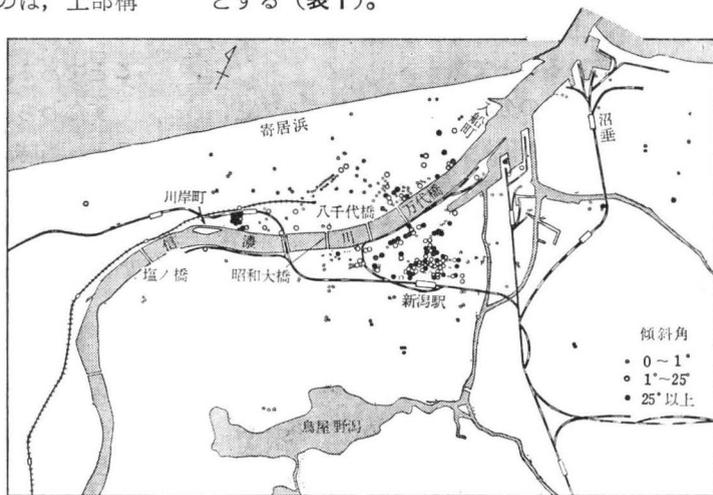


図2 建物被害の分布(建設省建築研究所・大崎順彦氏原因による。以下同じ)

表 1 鉄筋コンクリート建物の被害状況 (大崎順彦氏の調査資料から作成)

被害分類	傾斜角	被害棟数と比率					被害延べ面積	棟当たり延べ面積(比)
		上部構造も被害	基礎だけの被害	計	被害建物中	全建物中		
小被害	0~1°	92棟 (46.2%)	107棟 (53.8%)	199棟	58.5%	13.0%	310 600m <sup>2</sup> (69.8%)	1 561m <sup>2</sup> /棟 (1)
中被害	1~2.5°	37 (43.0)	49 (57.0)	86	25.3	5.6	87 800 (19.7)	1 021 (0.65)
大被害	2.5°以上	22 (40.0)	33 (60.0)	55	16.2	3.6	46 800 (10.5)	851 (0.55)
計		151 (44.4)	189 (55.6)	340	100.0	22.2	445 200 (100.0)	1 309

なお、傾斜の度合いといっても、1°と2.5°というような“わずか”な角度でわけることに、合点のいかないむきもあると思う。だが、たとえば、1.5°という26/1000こう配に当たり、鉄道では急なこう配であり、電話交換機などの機械設備には有害であり、住宅・事務所としても、人の平衡感覚は以外に敏感なため、神経的・心理的に、ほんとうにたまらないものであることが、医学的調査によっても確かめられている。“わずか”に傾いた建物のおおかたは、それが巨大でないこともあって、そのご、ジャッキなどを用いて、水平になおされた。

表1をみると、小被害のものが、もっとも多く被害建物中の棟数で6割、延べ面積で7割も占めている。これはまったく当然のことであるが、ここで注目されるのは、被害の大きかったものほど、基礎だけの被害を多くうけており、面積からみると、わりあい小さい建物に集中していることである。被害の小さかったものは、これと反対に、建物自体が、平均的にみても倍程度も大きく、しかも、基礎だけの被害の比率が下がり、上部構造にも被害を生じたものが、多くなっていることである。

つぎに、被害の分布状況(図2)をみると、被害は全市に及んでいるが、中被害以上となると、砂丘地帯には、まったくなく、川沿いの低地帯に限られ、大被害のものとなると、さらに限定された地区に集中している。しかも、これら被害度合いの分布地域の境が、ひじょうにはっきりしているので、市内を、

- A: 被害がないか軽微であった地区
- B: “ が顕著とまではいかなかった地区
- C: “ がはげしかった地区

の三つにわけられる(図3)。

では、このような、被害分布にいちじるしい

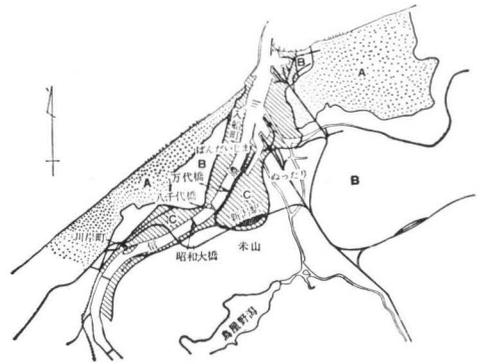


図 3 建築被害区の分布 (前掲・同)

差が生じたのは、なぜであろうか? いったい新潟の町はどのようにしてでき、その地下はどうなっているのでしょうか?

### ■.....新潟の地盤

新潟平野は、信濃川と阿賀野川などのもたらした土砂と、日本海の波浪や潮のながれによって打ちあげられた海砂(砂丘)によって形成されたもので、それらが、げんざいのような形になったのは、歴史的にみると、ごくさいきんのことである。

すなわち、寛治3年(1089年)の古文書によると、当時、日本海は、村上一新発田一新津一三条まで湾入していたという。元禄12年(1699年)ころになると、げんざいの新潟にかなり近い形となっていたようで、流作場(新潟駅北側、作物が流れるとの意)が陸となったのは、その40年くらいあとという。あたかも時計の振り子のように、むかしから、あるいは合流したり、あるいは別の河口をみつけたりしてきた。阿賀野川と信濃川が、げんざいみるように、最後の?に分流したのは享保16年(1731年)で、その分流の川筋が、いまみる通船川である。

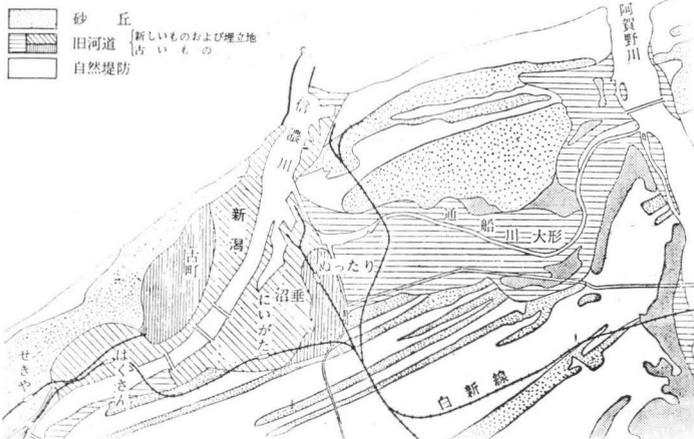
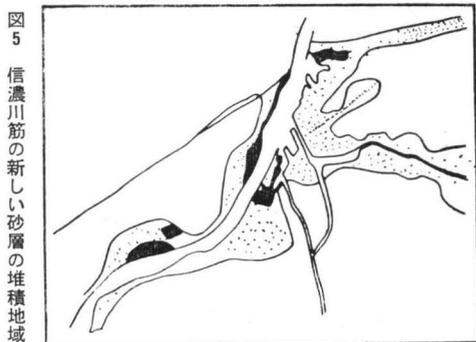


図4 新潟市付近表層地質 (通商産業省地質調査所・黒田和夫氏原図による)



黒塗り部分は、昭和6年以降、人工および自然に埋め立てられた部分

今回、鉄筋コンクリート建物の被害のいちじるしかった地区は図4にみるように、この300年ほどまえには、まだ、信濃川の河中にあったもので、なかでも、白山付近——戦前は白山公園といい、信濃川がはいりこみ、ボートを浮かべ、水泳ができたところである——や、河口西岸は、盤台島付近とともに、それらが埋め立てられて陸地となったのは、ほんの、この30年ほどの間のことなのである(図5)。

第2図と第3図をみくらべてみて注目すべきことは、新しい砂の堆積域(図4)と、被害のいちじるしかった区域(図3)が、かなり合致

表2 砂の分析例 (川岸町地表下50cm, 土木研究所調査)

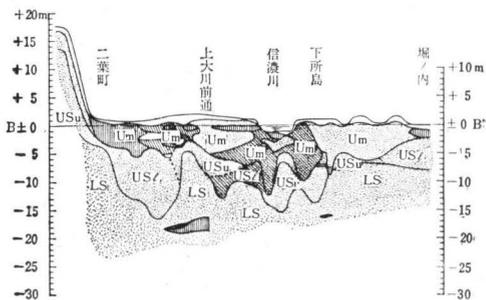
比重	2.652	粘土分	0%	均等係数	2.05%
れき分	0%	最大径	2mm	フルイ全通率	420μ
砂分	99%	60% "	0.37mm	402μ "	68.19%
シルト分	1%	10% "	0.18mm	74μ "	0.11%

していることである。このような成因の土地であるから、信濃川沿いの低地、とくに、さいきん新しく川から陸地と化したところは、地下水水位も浅く、掘ればすぐに水がでて、地下室などはつくりにくい土地がらである。事実、地震のさい、市内各所で、多量の湧水・噴砂現象をみたが、新しく陸化した地区では、とくにそれが激しかったのである。

さらに、これら3地区を横切る地盤の断面をしらべてみよう。図

6にみるように、そのほとんどが砂からなっており、おなじ砂でも新しい堆積層は、C地区などでは、10ないし10数mくらいの深さまで分布していることがわかる。これらの砂の一例を表2に示すが、ひじょうに粒が良く、そろっており、また、丸みをおび、間隙率で約40%、N値<10という、ゆるさをもつものである。このN値というのは、きまった形の鉄製の筒を、一定の重さのおもりで、きまった仕方打ちこみ、30cm貫入するのに要した打ち込み回数で、地盤の良い悪い、軟弱の度合い、を示す指数である。すなわち、N値が小さいほど地盤はやわらかいのである。

それでは、地盤の深さとともに、やわらかさ



表土・埋土  
砂 Um; 最上層, N < 20 沖積世新期  
US; 上部砂層, N = 10 ~ 20 (秒) 沖積世中期  
LS; 下部砂層, N = 20 ~ 50 (秒) 洪積世最新期  
シルト質腐食物まじり砂  
シルト

図6 地盤断面 (前掲・大崎氏の資料から)

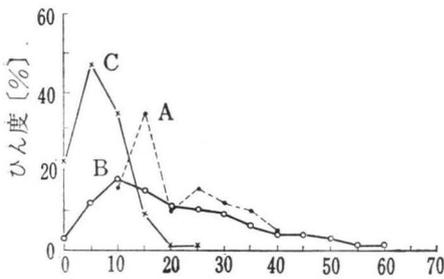


図7 N値のひん度分布(前掲・同)(深さ5~10m)

がどう変わるかを、N値の深さによる、ひん度分布でみてみよう。たとえば、深さ5~10mのばあい、各地区のN値のピーク(モード)は、 $A > B > C$ の順となり、C地区はとくに低い(図7)。同様のことを各深度ごとに行なって調べたところ、土質的には、つぎのようなことがわかった。

- (1) B地区とC地区では、N値に差があるが、せいぜい深さ15mまでで、それ以上には差がない。いずれ、影響しているのは、深さ15mくらいまでの地盤の性質のようである。そして、深さ15mまででは、C地区のN値は、B地区よりもかなり小さいことから、地区で大きな被害を生じた原因は、この砂のひじょうなゆるさにあったものと考えられる。
- (2) 砂丘(A地区)と低地帯(C地区)の砂の性質には、ほとんど差がないが、ただ砂丘では、標高もたかく砂が乾いているのに対し、低地帯の砂は、その生いたち上、地下水で満たされている。したがって、後者の条件が、大被害を与える重要な条件と考えられる。

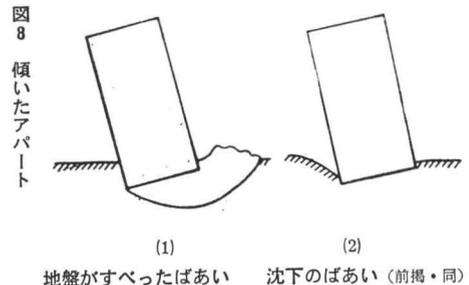
以上をまとめると、砂質軟弱地盤で大被害を生ずる地盤は、まず、粒のよくそろった丸い砂粒からなり、そのしまりぐあいは、深さ15m程度までで、N値でいえば10かそれ以下という、いたってゆるいものであり、しかもそれが、地下水ですっかり満たされているところということになる。

それでは、そのような地質・土質的条件のところでは、なぜ鉄筋コンクリート建物が、地震

のさい、横倒しになるのであろうか? 水に満たされたゆるい砂は、地震のさい、いったいどのような挙動をとるのであろうか?

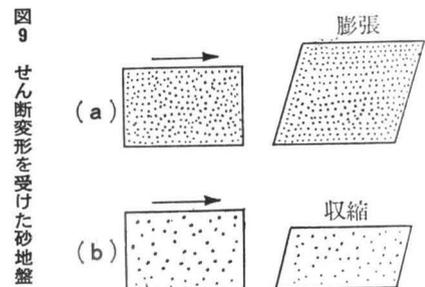
## ■ 軟弱地盤と建物

鉄筋コンクリート建物が地震で横倒しになった例は、外国にはかなりあるが、いずれも、粘土質の地盤がすべって、傾いた反対側の地面が盛り上がるという地盤の破壊のしかたをみせている(図8-1)。新潟地震のばあいは、このようなことはまったく観察されず、川岸町のアパートのように、建物の片側が地面の中に沈没したような形態をとっている(図8-2)。いっぽう、



地下埋設物で軽いもの(マンホールなど)は、反対に、地震によって浮かび上がっている。これらのことから、新潟では、地震のさい、ある程度の深さまでの砂質が、地震動により支持力を失い液体のような状態を示す、いわゆる液化現象・流動化現象をおこしたのと考えられる。

そもそも砂地盤がものをささえることができるのは、砂の粒子同士がかみあっている接触抵抗による。そして、砂が地下水面以下にあるばあい、その間隙は、ふだんは静水圧をもった地



(a)砂のダイヤランシー, (b)逆ダイヤランシー(前掲・同)

下水で満たされている。そこへ、なんらかの原因で水の圧力に急にたかまりが生じると、粒子間の接触抵抗がとつぜん失われ支持力も失ってしまう。これが液化現象である。

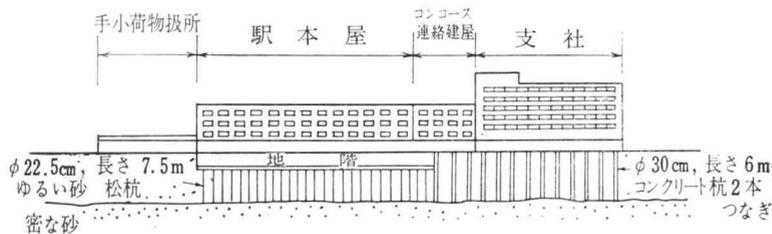


図10 新潟駅正面建屋（鉄道技術研究所・斉藤迪孝氏原図による）

砂にせん断変形を与えると、よくしまった砂のばあいは体積をまし、ゆるい砂のばあいは逆に収縮する（砂のダイラタンシー、逆ダイラタンシー）性質を示す（図9）。地盤が地震動をうけると、地盤中にせん断変形が生じ、ゆるい砂地盤であれば体積の収縮が生じる。そのさい、もし砂の間隙が地下水で満たされていたとすると、水は圧縮されないから、わずかな収縮によっても、一時的にきわめて高い水圧が生じよう。新潟地震では、かなり大きなせん断変形が生じたらしいから、体積収縮も大きく、異常な地下水圧の上昇がおきたと思われる。事実、市内に多数の噴砂・噴水をみることができ、それも、被害の大きかったところでとくにいちじるしかった。

おなじ地点での地震前後のボーリング資料をみると、N値でみて、砂のしまったところは地震後ゆるくなり、ゆるかったところは、しまったことが観察され、上述のような砂の性質がはたらいたことを示している。

これらのことから、新潟地震によって鉄筋コンクリート建物が、上部構造に損傷が生まれずに、ただ、沈下・傾斜によって大きな被害をこうむった原因は、地下水で満たされた、丸い、粒のそろった、ゆるい砂の堆積層が、地震によって体積の収縮をおこし、そのさい、異常に高い間隙水圧を生じ、地盤が液化現象をおこしたためと考えられる。

## 対策が講じられていた新潟駅

ところで、その液化現象のおこりうることを予期して施工された建物もあった。それは国鉄新潟駅で、新駅をつくるに当たり土質試験を行

なったところ、地表から12mまでは、きわめてゆるい砂で（間隙比0.87～0.90）、液化現象をおこすおそれがじゅうぶんにあると、調査に当たった鉄道技術研究所の斉藤迪孝土質研究室長が判定した。

それで施工のさい、末口22.5cm、長さ7.5cmの松丸太を745本、平均1.5m間隔で、ベタ打ちをした（図10）。当時、杭をこれほど打っても、地面はすこしも盛り上がりせず、しめ固めにかなり役立ったと思われた。ホームをつらねる地下道も、荷重では問題はなかったが、おなじ理由で、末口18cm、長さ7.2mの丸太を1.5m間隔で打ちこんだ。

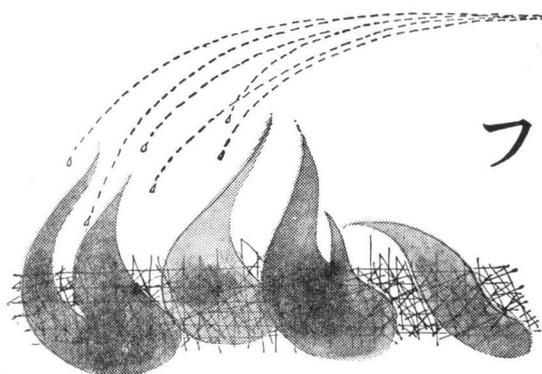
結果は、地震によって駅前は、おびたしい噴水と沈下を生じ（そのさい噴出した砂の組成は土質試験のさいとまったくおなじものであった）、駅前のビルはいずれも傾いたが、駅本屋と地下道は、ほとんど被害を生じなかった。ただ、駅左手につけたされた手小荷物取扱所は、こうした処置がまったくなされてなかったため、いちじるしい被害を生じた。また、駅右手の新潟支社と、それと本屋とをむすぶ連絡建屋とは、地階もなく、基礎工法も異なり（直径30cm、長さのコンクリート杭2本つなぎ）、多少の被害を生じたのであった。

新潟地震の結果、これまでは定性的にしか知られていなかった砂質軟弱地盤の液化現象が、かなり具体的にわかった。したがって、こんどは、砂質軟弱地盤に対する工法に、明確な進歩がみられるであろう。これが、関東大震災以後の地震として、新潟地震が、地震被害防止のうえで果たした、積極的役割と考えられる。

（筆者：国立防災科学技術センター地震防災研究室長）

# フランスの消防

永瀬 章



## <消防の組織>

フランスの消防は、軍隊消防のような印象が伝えられているが、じっさいは自治体消防である。パリでは軍隊、陸軍砲兵隊が消防を担当している。しかし、これも自治体消防で、兵隊が雇われているような形である。

1858年以來、100年以上も地方自治体が消防にかんする責任をもっており、内務省がこれらの自治体の統括をやっている。消防は警察の一部にはなっているものの、警察とは別組織である。

大都市には、職業消防がおかれており、小都市や町村では義勇消防団がおかれている。パリとマルセーユでは火災の危険性と都市の重要性から歴史的に軍隊が消防にあっている。パリは陸軍砲兵隊、マルセーユは海軍の海兵隊が担当している。維持費は市から支払われ、市長の命令のもとに行動する。

フランスの消防の使命は、第1に人間すなわち人命を保護し、救うことである。第2に財産を保護することである。したがって、人命・財産が危険な状態におかれないようにし、危険を排除する。山岳遭難、海難、車両事故にたいしても出動する。このため、火災の危険を排除する火災予防活動に第一の重点がおかれている。

消防に要する費用は、とうぜん、地方団体の負担であるが、さいきん、国から消防機械の購入に補助金を最高75%だすようになった。従来の消防機械は形式が不定で、ホース

のふとさやカップリングの形式も不同で互換性に欠け、機械能力、大きさもまちまちである。これらの形式を統一する理由から補助金が出されることとなった。いっぽう、国からの補助を受ける以上、国の監督を受けることはとうぜんであり、補助金の支出いらい、市町村にたいする監督権を国がもつようになり、しだいに中央集権化に向かい、機械とともに消防行政も均質化されつつある。

火災予防について、市長がじゅうぶんな査察を行なっているかどうかを県または郡の知事が監査している。このため各地方の県に専門機関がおかれているが、小都市などで援助を求める必要が起きれば、県の専門家の要請に応じて出向き、さらに専門的な経験・知識・判断などが必要なときは内務省から専門家が出かける。

1917年に、危険を生じ、または他に危険をおよぼす建物・施設などに関する法律ができたが、これには公害や産業災害もふくまれている。建物・施設の危険性に応じ、設置場所や設備が定められており、許可を受けなければ設けることはできない。さいきん消防法および関係法規が改正され、地方ごとにまちまちであった法規制が、統一されつつある。とくに公共建物・劇場などは、公共危険に関連して、一年ごとに査察し、危険の発見とその排除について努力されている。火災の原因の調査も消防がおこなうが、このばあい、内務省の警察権力があわせて行使されている。

第2次大戦ののち、従来の制度が改められ

消防職員は、一定の資格・教育が必要となった。士官は兵や下士官に比べ、とくに多くの知識を必要とするので、一定の学歴を必要とし、すべて消防の教育を受けなければならない。下士官も試験を受けて合格することが必要で、下士官としての消防教育を受けなければならない。この結果、消防職員のもつ知識の差はなくなった。ただ義勇消防団員は、まだじゅうぶんな教育をうけるまでにはいたっていない。

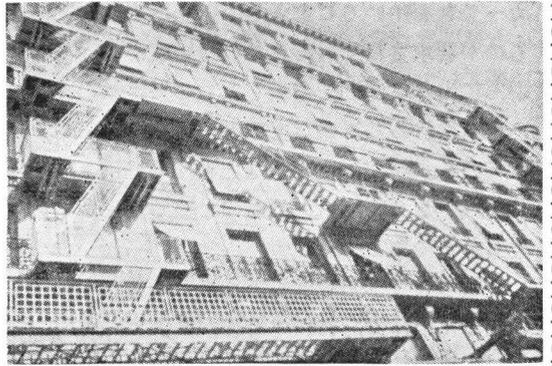
### <火災の予防>

火災を防止するということは、危険な原因をさがしだして、事前に危険を排除する措置をとることである。

まず第1には、火災を起こさないことであるが、すべての原因を排除することは、ひじょうに困難である。火災の75%は人間の過失によって起こっていると考えられるが、注意を喚起してもすぐにはいうことをきいて実行はしてくれない。したがって、防火措置が必要となる。しかし、公私をとわず火災の原因とその防止についていかにして知り、また知らせなければならないかが問題である。



フランスの屋外避難階段の1例



屋外避難階段の外観

人命保護という観点から火災時の避難はひじょうにたいせつなことである。とびら、階段、廊下の位置や広さが問題であり、避難にじゅうぶんだけの幅や広さがなければならない。避難にはさらに明かりが必要であるが、火災時は煙などで暗くなることが予想されるので明るくし、また避難口にはみんなにわかるくらいの明るさの安全灯がついていなければならない。また、火災が起きてから1~2時間は人が逃げられるように火災の広がらない建物構造でなければならない。

財産保護の面からは建物の防火上の規制が第1に必要なのである。どんな建築材料をどこに用いるかがたいせつで、たとえば漏電しても火災にならなければよい。すなわち材料の選択と建てかたが問題なので、壁、天井、床に大きく分類して使用上の規制をしている。建築材料には、火をよびやすいもの、燃えがたいもの、火に耐えるものがあり、建物内に収容される物と建築材料との関係を考えなければならない。したがって、建築材料の性質により規制が定められている。

劇場には、多数の観客がはいっており、また、舞台は火災危険が大きい。したがって、舞台で事故が起こったときにも、火が客席に延びないことがたいせつであり、この間の仕切りは2時間耐火のものでなければならない。このためには壁が必要であり、この壁は完全でなければならぬ。しかし、全部を壁にすることはできないので、その部分は鉄の

カーテンを用いることとし、1時間半耐火のものが要求されている。これは観客がじゅうぶんに出れる時間を考慮したもので、鉄のカーテンは、しなやかなものを用いている。学校、映画館なども仕切壁は1時間半ないし2時間耐火のものとする規定がつくられつつある。

これら火災予防をほんとうに有意義なものにするためには、材料の吟味が必要で、建設前に検討する必要がある。また工場や一般大衆の集合する建物の工事は、工事中つねに検査されていて、適合しないところがあればただちに許可を取り消す。これらは建設中や、できあがる前に検査しなければ意味がなく、できあがってからではよくわからない。また建設後、使用直前に完成検査が実施される。

フランスでは、建築関係の官庁が建築規制の権限をもっているが、消防との協力がゆきとどいているので、防火上の規制もうまく運ばれている。しだいに大きな高層建築物が建設されるようになり、これに対する対策もたてられ、そのための規制も実施されている。建物が大きく、高くなると火災が起こったばあい財産を火災から隔離するため火災の拡大を防ぐ囲いを作ることがいっそうたいせつとなる。このための規制もある。

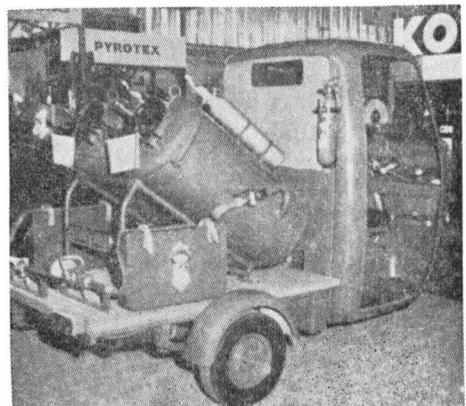
火災時の避難についての構造規制はひじょうにやっかいな問題であるが、面積の小さな建物を除いて、建物には必ず2個以上の階段を設けさせ、その階段が火災の煙で阻害されないよう考慮されている。煙が避難上、いちばんの障害であるので、廊下を10~15m行けば階段に達することが必要である。部屋に煙がこもることは危険であるので、室にふたつくらいの逃げ口を作らせ、さらに空気を送りこむ口も作らせている。

階段には、前室を作ることが必要とされ、温度が60~70°Cに達すれば自動的に前室のドアが閉鎖されるようになっている。前室のドアおよびエレベータのドアは1時間半耐火のものとなっている。この前室にも同様に排



フランスの屈折消防車

煙口、給気口をつける。建物には、10m<sup>2</sup>にひとりの割で居住しているものとして階段などの避難路を計算する。面積の大きい建物では、火と煙について安全な区画(ユニット)を設け、ひとつのユニットから他のユニットに行けるようにし、そして火災が大きくなっても、ひとつのユニット内でとまるよう措置され、それぞれのユニットごとに安全な階段をつけさせる。この階段は、最大75フィートの



フランスの消防車の1例



空港消防の一風景

間隔とする。

煙の処理について、各階ごとに屋上に達する排煙筒付の排煙口を設ける必要がある。もし、この排煙装置が建物内部に設けることができなければ、建物の側方から外部を通過して屋上に達するようにつけさせる。排煙口は、床面積の1/100~1/150の面積が必要である。排煙筒または排煙口のふたは、温度が上昇すれば自動的に開くものであることが必要である。窓用の排煙口で、排煙筒をもたないものも用いられている。

### <パリの消防>

パリ市消防は軍隊があたっており、砲兵隊に属する。この制度は1811年、ナポレオンによって創設され、以来、軍隊が担当している。マルセーユは港町であり、重要な町であることから、パリにつづいて海軍の海兵隊が消防を担当することになり、現在もこの2市は例外的に軍隊の担当範囲となっている。現在のパリ市の消防は、軍人で構成され、身分上の監督権は陸軍大臣がもっているが、消防業務についてはパリ市長の指揮・監督下であり、さらに内務省の監督をうける。消防機械器具はパリ市が負担し、所有している。

兵はだいたい三年間勤めるが、士官は軍隊から派遣される。しかし、いずれも消防の特

別教育をうける。人員を軍隊から借りてパリ市が消防をおこなっているといった形である。

管轄区域は、パリ市とその周辺のセーヌ県全域であり、この区域の人口は550万人、面積は400km<sup>2</sup>であるが、ここに4500人の士官・下士官がおり、全地域を4つのバタリオンにわけ、バタリオンごとにバタリオン・チーフのもとに約1000人の人員が配置されている。市の北部は石油精製地帯で他の工場もあり、ここには重点的に600人以上が配置され、消防出張所も60ある。また、セーヌ川には水上消防署があり、消防艇が配備されている。

消防本部には、300人いる。事務所棟・待機室棟・車庫・技術棟が中庭をかこんで三角形の形に配置され、車庫は道路に面している。出勤して帰ってきた車は中庭から車庫にはいり、またただちに出勤できるよう道路に向かっておかれるようになっている。機械修理工場は、道路の向かいがわにある。車庫の道路側の戸は平時は閉鎖されていて、出勤のさいに開く。

消防本部といっしょに第5消防隊がおり、ここには、普通ポンプ車、はしご車、救急車、排煙車、照明車、発電機車、クレーン車、サルベージ車のほか、有名な100m射程の放水砲車(トレーラー)が4台ある。

パリ市全体で消防車は600台ある。はしご車は45mのものもあるが、30mのものが多く、じっさいには30m以上使うことはない。はしご車は、全体で6台ある。

普通ポンプ車には、下士官1名を加えて6名乗車し30秒で出勤する。500lの水と耐アルコール性の4%型空気あわ原液を積載している消防ポンプ車もある。火災の80%は普通ポンプ車だけでまにあい、各詰所から1台あて出勤し、通常の火災では7台出勤する。火災の発生場所、すなわち市街地の各所について計画されたカード(ランニングカード)があって、出勤する車の種類・数・経路・水利部署がきめられており、これにしたがって出勤し、活動する。ホースは、綿・ナイロン交織



空港消防の用具の一部

製で200mのもの5本づつ搭載している。別に直径110mmのホースも持つが、これは遠いところから送水するとき用いる。ポンプ車の多くは、車を持ち上げるジャッキ、鉄板を焼き切る溶断器も積んでおり、車は大形でいわば工作車をかねている。

排煙車は、サクション方式で、クレーン車は、12tのつり上げ能力をもっている。サルベージ車は、シート、おのなどを積んでおり、もちろん火災時に出動するが、他の災害にも出動する。

消防本部には医師が2人いて、隊員の健康管理・医療をおこなうほか、必要に応じ救急車に乗って火災現場にも出動する。バッテリーの車は黒塗りであるが緊急車である。

パリにはオルリーとル・ブルージェのふたつの国際空港がある。空港自体でそれぞれ数台の普通ポンプ車と化学車をもち、通常は、この民間消防が航空機火災に対処するが、必要があれば市の消防が応援する。飛行場とはつねに連絡をとっており出動するケースと出動する車両はあらかじめ計画されている。

パリ消防の予防については、1917年に危険を生じ、または危険をおよぼす建物に関する法律ができた。これには、建物の危険の度合い、性質により、建てる場所・設備などが定められ、許可がなければ建てられない。この

取り締まりの内容は、産業公害防止にもおよんでいて、この取り締まりのために担当係がいて、つねに見まわって違反を監視しているが住民の苦情などがあれば調査も行なう。

### <建築研究所>

政府所管の建築研究所が、パリ北東約30kmの郊外にある。この研究所には火災研究部があって、かなり大がかりな研究をおこなっている。

長さ10m余、幅7~8mの試験体(壁体)を水平に置いて下からバーナーで加熱する大型の耐熱試験炉があり、じまんの施設である。試料をつりあげるのに10tのウインチがあり、試験体には1m<sup>2</sup>当たり200kgの圧力をかけ、1200°Cまで加熱する。

れんが造りの実験家屋が大小3棟ばかりあり、内装をかえて試験する。2階建ての実験家屋もあり、いっぽう側の壁・窓を種々の材質、構造のものにかえて、窓・壁から炎が外側に出て上階へ延焼する試験にも用いている。恒温恒湿室もあり、木材の温度・湿度による変化および燃焼性の試験をおこなう。防火壁を垂直に立て、試験する耐熱試験炉も2~3基ある。

ちょうど訪問したとき、グラスウール入りのプラスチック製半透明波型屋根板の耐火試験を屋外で見せてくれた。約3cm角で長さ約30cmの角材を井げた3段に組んで、これにガソリンをかけて点火し、木材が屋根板を抜いて落ちては不合格になるという実験であった。これは飛び火によって、燃え抜けるものは屋根板として用いられないので、そのための試験である。

この研究所は、基礎研究もおこなうが、火災の実体と家屋構造、建物内装材の耐火性などの実用研究のほか、各種の建築材料、構造体の試験をしているように見うけられた。

(筆者：自治省消防庁調査官)

【付記】本文は、筆者が昭和40年5月25日26日の両日、フランス内務省、パリ警視庁(パリ消防)建築研究所を訪問、調査した事項を記したもので、考えちがいなど、不備な点はおゆるし願いたい。

# 静電気による災害事故

萩原 隆

## は し が き

紀元前 600 年ころのギリシア時代からふたつの異なった物体を、たがいに摩擦すると、羽毛などを吸引する現象が現われて、物体に正・負の電荷が発生し、静電気の起きることが知られている。

このような現象は、日常、われわれが寒い冬の日などにテトロンやナイロンのはだ着などをぬいだりすると、“パチパチ”音をたてて吸引、あるいは反発したりするときなどにしばしば見うけられ、そして、ときには暗いところで見ると、青白い火花を観察できることさえある。

ところで、さいきん、いろいろな原因で発生する火災あるいは爆発などのような災害事故のなかには、しばしばこのような物体間の摩擦によって起きた静電気が原因となって生ずるものがある。

そして、とくにこの種の災害事故は、われわれの日常生活において、プラスチックや合成繊維などが、いちじるしく発展して広く利用されるようになると同時に、ガソリン、あるいはベンゾールのような可燃性液体などの需要が急速に多くなるにつれて、こんごますます増加する傾向がある。

そこで、今回はとくにこのような静電気が原因となって発生する火災や爆発などの災害事故について、災害事故の起きる原因や、実際に起きた静電気の災害事例、あるいは災害事故の予防対策などいろいろ説明してみたいと思う。

## 静電気事故の発生原因

ガラス棒を絹布と摩擦するとガラス棒は正に、また絹布は負に帯電するが、一般にふたつの物体を摩擦すると、それぞれ正負たがいに反対符号をおびた静電気を発生する。そしてこのように発生する静電気は物体を摩擦するときの条件がよいと、数千ボルト、あるいは数万ボルトにもおよぶ高電位に帯電するばあいがある。そのため、もし近くに接地した金属導体などがあると、帯電した物体の電荷が大気中を通じて放電し、このときの放電火花が着火源となって可燃物に引火し、火災あるいは爆発などを生ずることになる。これが静電気によって発生する災害事故である。

なお、このばあい、静電気による災害事故には、ゴムやビニールなどのような固体どうしの摩擦によって帯電した電荷が放電して、付近に存在する可燃物に着火して生ずるばあいと、ガソリンやベンゾールなどのような可燃物自体が

金属などの固体と摩擦して帯電し、それ自体の発生した電荷により直接放電着火するばあいとがある。

しかしながら、いずれにしても発生する静電気は、条件いかんによっては高電位に帯電するが、通常、帯電した物体の電荷を蓄積する容量が小さいため、放電時に火花となって放出されるエネルギーが比較的小さい。

したがって、一般に静電気による災害事故は、発生する放電時の火花のエネルギーが小さいため、微小な着火源によって引火する可燃性液体や引火性ガス、あるいは粉じんなどの可燃物が存在する場所において起きるといえる。

### 帯電性物質と可燃物

静電気は、ふたつの物体を摩擦することによって生ずるものであるが、このばあい、物体には静電気をおびやすいものと、おびにくいものがある。たとえば、エポナイトや絹布などは摩擦すると帯電しやすく、空気が乾いていると発生した電荷は帯電状態をいつまでもつづけてなかなか逃げないが、それはこれらの物体がいずれも絶縁物であるからである。いっぽう、銅や鉄などのような金属では、これらをいくら強く摩擦してもほとんど帯電しないが、それはこれらの物体が導体であるため、電荷が発生してもすぐに逃げてしまつて電荷が蓄積されないためである。

このように、物体には静電気をおびやすい性質のものと、おびにくい性質のものがあるが、これらの性質は、それぞれの物体のもつ電気抵抗と重要な関係をもっている。

そして、一般に導体のように電気抵抗の低い物体は帯電しにくく、絶縁物のように電気抵抗の高い物体ほど帯電しやすい。そのため、物体を帯電させるには、絶縁物どうしを摩擦するか、あるいは絶縁物に導体をのせて摩擦することが必要である。

なお、通常、帯電しやすい物体は、いずれも $10^9$  オーム/cm以上の高い電気抵抗をもった絶

表 1 いろいろな絶縁物の電気抵抗値

固 体	電気抵抗 [オーム/cm]	粉 体	電気抵抗 [オーム/cm]
ソーダガラス	$10^7 \sim 10^{15}$	黒カーリット	$1.8 \times 10^{13}$
エポナイト	$2.7 \times 10^{14}$	TNT (トリニ トロトルエン)	$6.9 \times 10^{11}$
ベークライト	$1.3 \times 10^{13}$	けい化石灰粉	$10^{12} \sim 10^{14}$
天然ゴム	$2.0 \times 10^{15}$	小麦粉	$2.4 \times 10^{12}$
塩化ビニール	$2.5 \times 10^{12}$		
ポリエチレン	$4.5 \times 10^{16}$	液 体	電気抵抗 [オーム/cm]
尿素樹脂	$1.5 \times 10^{13}$	ガソリン	$2.5 \times 10^{13}$
ナイロン布	$10^{11} \sim 10^{13}$	ベンゼン	$4.2 \times 10^{12}$
紙	$10^4 \sim 10^{10}$	灯油	$7.3 \times 10^{14}$
羊 毛	$10^{10}$	軽油	$1.3 \times 10^{11}$
アクリル繊維	$10^{10} \sim 10^{12}$	シレン	$2.4 \times 10^{12}$
木 綿	$10^9$	ヘンプ	$4.9 \times 10^{13}$
		トルエン	$1.1 \times 10^{12}$
		石油エーテル	$8.4 \times 10^{14}$

縁物体である。

表 1 はいろいろな絶縁物の電気抵抗の値を示したものであるが、これらは、いずれも抵抗値が高く帯電しやすい性質がある。なお、ここでとくに注目すべきことは、可燃性の液体や爆発性の粉じんなどは、それ自体が電気抵抗が高くきわめて帯電しやすい性質をもっているということである。

そのため、ガソリンなどの液体は、パイプ中を流動したりすると、しばしば大きな帯電を示し、それ自体の帯電した電荷により放電して着火することになる。

### 放電火花と可燃物の着火

静電気による災害事故は、帯電した物体より発生する放電火花が着火源となって生ずるものであるから、放電火花によって可燃物が着火するためには、帯電した物体が大気中で放電するときの火花の強さが、その可燃物の蒸気、またはガスなどが空気(酸素)と最良の混合状態にあって、これらの可燃性混合ガスが着火に必要な火花の強さの最低値、すなわち最小着火エネルギーよりも大きなことが必要である。

そのうち、まず放電火花の強さについては、帯電体の帯電電位をVボルト、その静電容量をCファラッドとすると、帯電体より放電時に火花の強さとして放出される放電エネルギーは

表 2 可燃性ガスまたは粉じんの最小着火エネルギーの値

物 質	最小着火エネルギー [ミリジュール]
プロパン	0.28
メタン	0.26
ブタン	0.25
ベンゾール	0.2
アセチレン	0.019
水素	0.018
アルミ粉	10.0
小麦粉	50.0
ビニール樹脂粉	10.0

$$W = \frac{1}{2} CV^2 \text{ジュール}$$
 としてあらわされる。
   
 いっぽう、可燃性混合ガスが着火しうにに必要な最小着火エネルギーは、それぞれ可燃性ガスの種類によって異なった

値を示し、その測定例によると表 2 のとおりである。これより最小着火エネルギーの値は、いずれも小さく、ガスはほぼ 0.2 ミリジュール、また粉じんは 50 ミリジュール程度のわずかなエネルギーで着火しうることがわかる。

たとえば人間が合成ゴム底靴をはいて地上に立ち、化繊の衣服などを着脱したりすると、人体が 3000 ボルト程度に帯電する。このばあい、人体の静電容量はだいたい  $200 \times 10^{-12}$  フェラッド程度であるから、人体が放電したとき、火花に変わる放電エネルギーの値は  $W = \frac{1}{2} \times 200 \times 10^{-12} \times (3000)^2 = 9 \times 10^{-4}$  ジュール = 0.9 ミリジュールとなる。

したがって、この計算例によると、前記表より可燃性のガスでは着火しうの危険性のあることが知れる。なお、実際には放電時に他にいろいろ複雑な条件が加わり、なかなか最小着火エネルギーの値で着火するようなことはなく、これよりもかなり大きな値である。

### 静電気事故の発生状況

表 3 は労働省産業安全研究所が各種の工場ならびに事業場において、静電気による災害と障害事故の発生状況について行なった調査資料である。

そこで、以下この資料を参考にして、これらの個所のどのような生産工程や作業工程などで実際に静電気が発生し、どの程度、災害事故の危険性が存在するかということ、および実際に静電気により放電着火し、引火爆発した事例な

どをあげて、その概要を説明することにする。

(1) 可燃性の液体を取り扱うばあい 石油工業、ゴム工業、その他印刷工業などにおいて、可燃性の液体を流動、かくはん、汙過、あるいは噴出などさせる工程で静電気が発生し、放電着火することがある。たとえばガソリン、ベンゾールなどの液体がパイプ中を流動すると、液体とパイプの内壁とが摩擦して、たがいに静電気を発生する。そのためタンクローリに油を充てんするようばあい、タンクローリは、電気抵抗の高いゴムタイヤで絶縁されているから、注意しないと充てん用のパイプ中を流動した油の帯電によりタンクの電位が上昇し、放電着火することがある。

その災害事例を示すと、JP-4 燃料貯蔵タンク内の残留分を汙過するため、貯蔵タンクからセミトレーラー、タンクローリまでビニールホース(内径 3 in, 長さ 30 m)を用いて、ローリのマンホールまで挿入、移送を開始し、

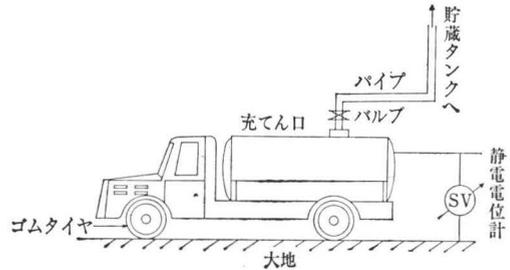


図 1 タンクローリの帯電

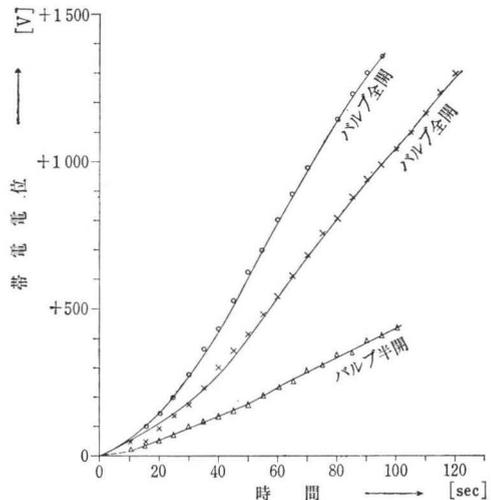


図 2 ガソリンの帯電電位

表 3 昭和37年以降の静電気災害・障害の発生状況

調査事業場数 業種別	調査区分	作業者が電撃を受けた					放電火花が発生した										静電気による生産障害があった	作業者が静電気による電撃をおそれ生産能率に影響した				
		頻度			結果		頻度			結果												
		まれに	ときどき	ひんぱんに	直接死傷災害を発生した	間接に死傷災害を発生した	まれに	ときどき	ひんぱんに	可燃性ガスに引火した			可燃性ガスに引火した									
																				小計	小計	小計
合計	363	133	54	7		194	87	21	13	50	2	4	18	26	10	1	3	1	5	124	37	
化学工業	190	58	23			81	46	10		29	1	3	10	15	6	1	3		2	54	19	
(化学肥料製造業)	(13)	(8)				(8)	(5)			(1)			(1)							(1)		
<無機工業薬品製造業>	(22)	(2)				(2)	(1)	(3)		(2)	(1)	(1)	(1)					(1)		(3)	(2)	
<有機工業薬品製造業>	(50)	(16)	(6)			(22)	(16)	(3)		(10)	(1)	(3)	(5)	(2)	(2)					(16)	(4)	
<化学繊維製造業>	(29)	(10)	(7)			(17)	(11)			(1)		(1)	(1)	(2)	(1)			(1)		(1)	(5)	
(動植物油脂製造業)	(8)	(2)	(2)			(4)	(1)	(1)													(1)	
(油脂加工品、塗料製造業)	(16)	(8)	(1)			(9)	(3)			(6)	(1)	(2)	(3)								(1)	(3)
(医薬品製造業)	(39)	(7)	(1)			(8)	(3)	(1)		(4)		(2)	(2)	(1)	(1)						(8)	(3)
(その他の化学工業)	(13)	(5)	(6)			(11)	(6)	(2)		(5)		(3)	(2)								(7)	(1)
石油製品、石炭製品製造業	16	9				9	3			2		2								1	1	
ゴム製品の製造業	28	12	8			20	10	5	2	12		4	8	2		1	1			3	1	
パルプ・紙・紙加工品製造業	32	19	6	2		27	12	1	10	4	1	1	1	1							13	3
出版・印刷・同関連産業	13	3	3			6	2			2		1	1								8	1
繊維工業	57	20	9	5		34	0	4	1	1		1	1	1				1		38	10	
食品製造業	24	10	4			14	3	1							1				1	6	2	
その他	3	2	1			3	1													1		

さいしょの油がローリ内に流入した瞬間、爆発し、作業員4名が死傷した。原因調査した結果、タンク内にガソリンの残留ガスが爆発限界内にあり、そこへビニールホース内の流動により帯電したJP-4の油が流入して、内部で放電着火したためと考えられた。

なお図2は、タンクローリに金属パイプを通じ、ポンプを用いてガソリンを充てんしたばあいの静電気の発生状況を測定した実験例である。

(2) 引火性の気体を取り扱うばあい 水素ガス

やアセチレンガス、あるいはプロパンガスなどのような高圧ガスを取り扱うばあい、ボンベなどからのガスの漏えい噴出により帯電し、放電着火することがある。とくにさいきんプロパンは、その需要が急速に増加しているが、液の流動やガス状となって漏えい噴出したりするときに帯電し、着火する危険性があるから注意すべきである。また、気象観測用のゴム気球や広告用のアドバルーン、あるいはゴム風船なども取り扱い中に帯電し、内部の水素ガスに引火し爆発することがある。

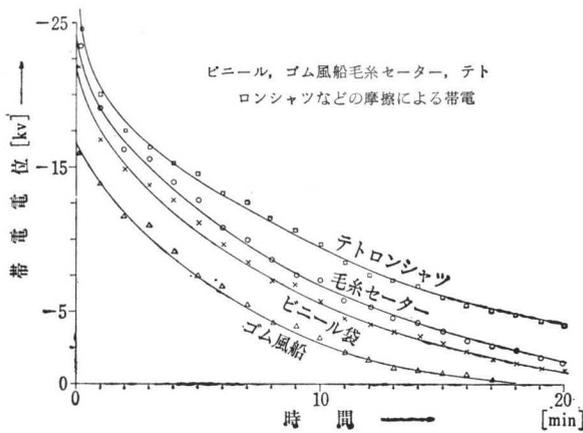


図3 ゴム風船の帯電特性

その1例を示すと、ある行事でゴム風船を放流するため、ビニールの袋に入れて送られてきた水素ガス入りのゴム風船100個を係員が袋を押えながら、なかから取り出して配りはじめ、3個から4個目ぐらいの風船を取り出そうとして手を袋のなかに入れた瞬間、爆発した。そして、この事故で周囲にいた数人が顔や手にやけどした。なお、調査によると、同様な爆発事故が同時に他の個所でも発生し、火傷者を出したという。

原因調査を行なった結果、ゴム風船はビニールの袋から取り出すさい、ゴム風船どうしやゴム風船とビニールの袋、あるいは取扱者の着衣などと摩擦して、帯電し、条件いかんによっては図3に示すように、きわめて高電位に達することが認められた。そして実際に水素ガスへ着火させることはできなかったが、かなり大きな放電火花が観測され、引火爆発する可能性のあることが考えられた。

(3) 爆発性の粉じんを取り扱えば

化学薬品や医療薬品などの薬品工業、あるいは殿粉、粉乳などの粉体食品工業、その他、石灰粉、合成樹脂粉、火薬などを処理する各種の粉体工業などにおいて、粉碎・ふるいわけ・捕集などを行なう工程で、しばしば静電気が発生して高電

位となり、放電火花が発生して粉じん爆発をすることがある。

その事例をあげると、某工場のけい石灰灰粉鉋の処理室で破碎されたけい石灰灰をインペラー(羽根)で粉碎し、微粉化したものを吸引送風機を使ってサイクロンに送風し、捕集作業を行なっていたところ、とつぜん爆発し、この事故で死傷者5名を出した。

なお、図4は、このさい行なったけい石灰灰粉の帯電実験例を示したものである。

また、この他、静電気により人体が電撃を受けるばあいがあるが、これには帯電した物体に人体が接近したりしておきるものと、衣服の着脱や床上の歩行などにより人体が帯電して生ずるものがある。しかし、通常、発生電荷のエネルギーが小さいため、直接、電撃死するようなことはないが、電撃のさいの放電火花により付近の可燃性ガスなどに引火する危険性があるから注意する必要がある。

静電気災害の予防対策

静電気は摩擦いがいに接触・はく離、あるいは衝突作用などによっても起きる。そのため静電気災害の予防方法としては、まず、これらの作用状況をよく調査し、同時に電荷の発生、漏えい、および蓄積などの実態をたしかめて、蓄積した電荷による放電条件や、放電火花による

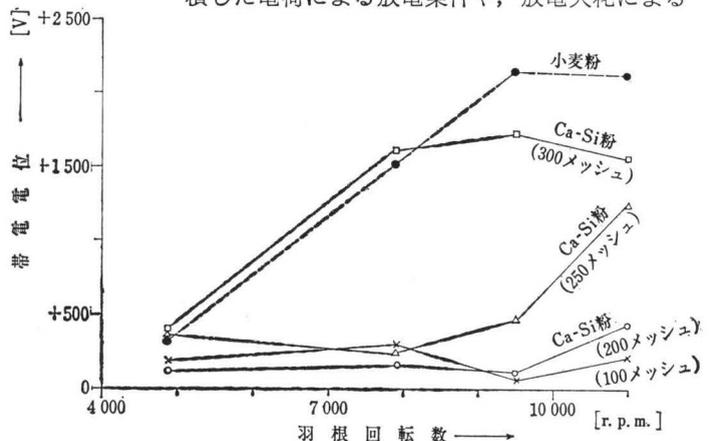


図4 けい石灰灰粉の粒度別帯電特性

可燃物への引火の危険性などについて、じゅうぶん検討しておくことが重要である。

なお、現在の段階では、静電気による災害事故を完全に防止することは不可能で、こんごの研究に期待すべきであるが、予防対策として用いられている、おもな方法をあげると、つぎのとおりである。

(1) **電荷をできるだけ発生させない** 静電気は、物体間の摩擦・はく離、あるいは衝突作用などが発生原因となるから、できるだけこのような物理的な作用を起こさせないようにすることが望まれる。たとえば、可燃性液体をパイプ中に流動させたり、あるいはローラーでゴムなどを圧延するようなばあいには、できるだけ速度を遅くしてやることである。

また、もっとも簡単で一般的に用いられているものに接地方法がある。これは発生電荷を大地に速やかに逃がして蓄積させないようにする方法である。たとえば、ゴム、ビニールなどのような絶縁物だけでなく、金属導体も絶縁しておく、電荷が蓄積されて高電位となるから、導線を用いて接地する必要がある。なお、絶縁物のばあいには、この方法で電荷を取り除くことはむずかしく、また、ときには逆効果となるばあいがあるから、カーボンブラックなどの低抵抗の物質を入れた除電方法が必要である。

また、静電気は大気中の湿度が高くなると物質の表面に薄い膜ができて、導電性となり電荷が蓄積されなくなる。実験結果によると、湿度が80%以上になると相当の効果があるといわれている。なお、統計上、静電気災害が冬期より夏期のほうが少ないのはこのためである。

(2) **除電器の使用** これは人工的に空気をイオン化して帯電性物質に吸着させて発生電荷を中和し、強制的に電荷を取り除く方法である。そして現在用いられているものに、放電式とラジオアイソトープ式とがある。

コロナ放電式は針状電極に直流、または交流の高圧(6 kV~10 kV)を印加してコロナ放

電させ、帯電体と反対符号のイオン化分子を送って中和させる方法である。いっぽう、ラジオアイソトープ式は、ラジウム、ストロンチウム 90 などのような放射性物質から出る $\alpha$ 線や $\beta$ 線によって空気をイオン化させて除電する方法である。

なお、これらの除電器のうち、コロナ放電式のほうは、本質的に火花を発生する危険性があるため、可燃物を取り扱う場所では使用することはできない。

(3) **放電火花を発生させない** 静電気災害の根本的な原因は、放電火花が着火源となって可燃物に着火するためであるから、物体が帯電しても、できるだけ放電させないような条件をつくることが重要である。

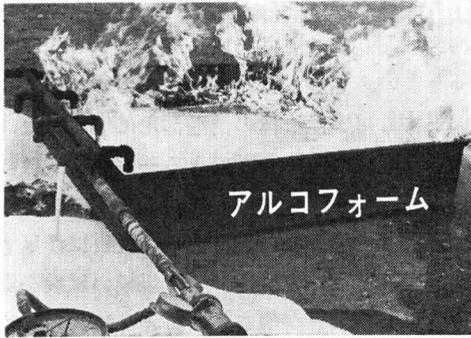
通常、放電火花は1気圧の大気中で1cm当たり約3万ボルトの電圧で発生するので、放電火花の防止対策として、だいたいこのくらいのわりあいで、帯電体を離すように注意すればよいであろう。また放電のさい発生する火花のエネルギーは帯電電位の2乗に比例して増加するから、この点もじゅうぶん考慮して可燃物に対する着火の危険性を考える必要がある。

いっぽう、可燃物についてはもちろん、できるだけ空気と混合して着火しやすい可燃性の混合ガスをつくらぬような状態にすることがたいせつである。

## あ と が き

静電気による災害事故は、日常、われわれがほとんど問題としないような接触・はく離、あるいは摩擦などの物理的な作用によって発生した、わずかなエネルギーが着火源となって生ずるものである。しかしこのような単純な物理的作用によって発生する静電気現象も、いろいろ複雑な因子が介入して、なお、未解明な点が多いが、さいきん各方面より重視されて積極的な実験研究が進められており、近い将来にじゅうぶん究明されるものと思われる。

(筆者：科学警察研究所)



アルコフォームというのは、エアフォームのうち、アルコール類など消泡作用をもっており一般のエアフォームでは消火できない液体可燃物の消火に用いるものの商品名である。ただし耐アルコール用エアフォーム消火液というような呼びかたをすべきであろう。

さて、さいきん、石油化学工業の発達とともに、その生成物の種類も多様となり、アルコールをはじめとする水溶性溶剤を原料や製品として取り扱うばあいが多くなってきて、そのほとんどが可燃性であるため、消火法も複雑となってきた。その取り扱い量が少量のばあいには水で消火することができるが、さいきんのように製造所における取り扱い量や種類が多くなると、水では消火できなくなってきて、固定設備としてのアルコフォームが必要となってきた。

#### ▷熱に強い膜◁

石油類に代表される炭化水素系の液体の消火に用いられる一般のエアフォーム原液は、たん白質の加水分解物を主成分とし、これに鉄塩を安定剤として添加したものが世界的に用いられている。このあわは、一般の界面活性剤のあわと異なり、発泡から消火のプロセスにおいて、あわを構成する、たん白質の膜がそれ自体、熱に強いばかりでなく、この膜が空気や熱によって変性して凝固し、さらに安定剤として添加している鉄塩があわ膜のうえで不溶性物となって、あわの皮膜を火炎から保護する役目をする。

石油類に対しアルコール類など消泡作用をもつ可燃物に対しては、このエアフォームの強固な膜も破壊されてしまって、液表面にあわがの

らない。そこで、なんらかの形でエアフォームの膜が、液体またはその蒸気に破壊されないようにしてやらなければならない。その手段としては、いろいろの方法が考案されて、たとえば、たん白質とまったく異なる方法によることもあるが、あわとして最良の耐火炎性を有するたん白質を用いることが有効である。

アルコフォームとして、げんざい一般的に用いられているものは、脂肪酸の金属石鹼を数種の乳化剤によって、たん白質加水分解物中に乳化分散させたものである。亜鉛、鉄、アルミニウム、カルシウムなどの脂肪酸の金属石鹼は不溶性であるが、乳化剤によってたん白質中に分散あるいは可溶化することができる。このようなアルコフォーム原液を3～6%の水溶液とすると、液中に含まれる金属塩は、その溶解度を減少して、あるいは乳化分散している系がくずれて、不溶性の塩となって解離析出し、発泡のさいあわの膜面に配列してアルコールに対しあわが破壊されないように保護する役目をする。

#### ▷消火の重要な因子◁

耐アルコール性を増すためには、金属石鹼の量を多くしてやればよいが、多量に加えると、乳化の方法が難かしくなり、また発泡性も低下する。液体火災をあわで消火するばあいの重要な因子のひとつは、液の表面をあわがよく流動することであるが、あわの耐アルコール性や耐火性は、あわの流動性と相反するものであり、一般にあわが火炎に対してあまり強すぎると、可燃物表面をよく流動してくれないので、消火時間がかえって長くなる。たん白質加水分解物を主成分とするアルコフォームは、いってみれば同種のエアフォーム原液に、発泡したときにエアフォームのあわの膜面の上に、さらに保護膜を付着させるように液中に金属石鹼を分散したものと考えてよいので、このような泡の特性や消火の機構、使用法、消火の原理、装置などについては、エアフォームと同一と考えてよく、これについては、早大井上教授が本誌第69

号にくわしくのべられている。

製造所などの形態からして、アルコール類を取り扱う所でも重油、軽油あるいはナフサなどといった炭化水素系の液体を同時に扱うばあいが多いので、アルコフォームはこれらの液体をも消火できるもののほうが便利である。この意味でもたん白質を主成分とするアルコフォームが実用されている。

しかし、一般にアルコール類の燃焼熱は、石油類のそれに比べて低いので、あわが熱によって破壊される度合いはかなり少ない。したがってアルコール類など水溶性溶剤専用のアルコフォームとして、界面活性剤を主成分とした消火液も外国では用いられるようになってきた。このようなものは、あわそのものの耐アルコール性の強さより、可燃物液面でのあわの消滅速度より多い供給量を提供することによって消火するものである。

わが国では、あわの耐アルコール性を重要視するため、アルコール類専用のものでも界面活性剤系のもはまだ用いられない。あわの耐アルコール性は液体可燃物の濃度によって極端に異なるばあいがあるので、水で希釈されるばあいのことを考えると対象物の貯蔵または取り扱う設備の形態によっては、消火性の方を重要視してもよいばあいもあるのではないかと思う。

#### ▷使いわけかた◁

液体可燃物の消火に用いる空気あわとして、どのようなばあいにエアフォームとアルコフォームを使いわけかたということはむずかしい問題もある。一般的な選択の基準は可燃物の水に対する溶解度である。溶解度が10%以上の可燃物については、ほとんどアルコフォームを使用することにされている。このようなことからアルコールだからといってアルコフォームをすべてに対して使用しなくてもよい。炭素数が10程度以上になるとアルコール類のほとんどが水にとけなくなるからである。また、水に完全に溶けるものばあいでも、エアフォームに対して

消泡作用がなければアルコフォームを用いなくてもよい。しかしながら、たん白質系の消火剤に対する可燃性液体の消泡作用については、その化合物の形から判断できる一定の公式はないので、これら可燃物の消火法の採用にあたっては、個々の可燃物の性質とその性質に満足すべき消火液の種類を選択できる規模の試験を実施して決めることが望ましい。とくに、可燃物の貯蔵もしくは取り扱う設備の形状はじゅうぶん考慮すべきである。対象設備の量の少ないばあいや水によって希釈冷却消火できるようなばあいについては、水のスプレーによる消火が有効なときもある。たとえば、酢酸のばあい、引火点は40°Cであるが、濃度が80%では引火点はもっているが燃焼継続の危険はない。また、75%以下では引火点もなくなる。ただし、水による消火のばあい、加熱されている可燃物に水をかけると液体の突沸による危険があるものもあるので、注水の方法、形状を考慮しなければならない。とくに粘性の大きい液体についてはこの傾向が大きい。

水溶性可燃物に対するアルコフォームの供給量は、引火の危険性に応じて単位面積あたりの吐出量を定めなければならないが、石油類のばあいと異なり、あわの消滅の仕方が一定でないためその決め方はむずかしい。したがって、そのつど消防機関など監督官庁の意見指示によるべきであるが、フルスケールになるべく近い実験によって、その消火法の適用および供給量の決定を行なうべきである。水溶性可燃物の試験は石油類と異なり、その燃焼表面積だけを考えればよいという考えかたができないため、消火試験に大量の可燃物が必要となるのが難点である。しかしながら、ドイツでは水に完全に溶解する可燃性液体では、引火点20°C以上のものは危険物から除いているようであるので、このような水溶性可燃物は濃度が希釈されるということから、消火法がかえって容易であるという考えかたもできるわけである。

(沖山博通：深田工業大宮研究室)

## 「予防時報」別冊を 読んで

大手の会社においては、アメリカよりは劣るが、爆発物の安全管理がなされている。したがって安全管理をめぐる、日本で問題とされるのは中小企業であろう。安全管理と生産コストの両立まで手がまわらず、爆発したらそれまでという感があるのである。つまり、化学の研究や良心の問題だけでは解決しにくく、科学者はもちろん、法律や経済面からの研究がなされ、社会的問題として総合的に検討されてこそ、はじめて完全な安全管理がなされるものと思う。「予防時報」においても、中小企業のプロセスの実態について特集されることをお願いいたします。（東工大Q生）

【お答え】ご意見ありがとうございます。さっそく検討のうえ、編集企画をたててみるつもりです。

## 文化財の防火のため

このあいだ、富山県の山峡にまいり、重要文化財とされている白河郷の合掌づくりを見学してきました。日本の木造建築物として世界に誇るそのつくりをみまして、つくづく感じましたことは、こうした文化財が火災から守られるようにしてほしいということ

でした。わたくしのみたのは、260年余を経過したものでしたが、大きなけやきの柱、はり、かものほか、ぶな材をあしらってつくられた、みごとな構造で、屋根はかやぶきの5階といったすばらしいものでした。

火災防止のため、外部にドレンジャー型の設備がしてあるそうですが、スプリンクラ設備としては、不備のように思いました。文化財保護の思地から、こうした施設にたいする防火指導を貴誌ですすめてくださればと念願します。

（尾崎藤吉・神戸）

## 購入方法を知りたい

寒さがいちだんときびしくなってきました。

こんど、小学5年生の子どもが学友から貴協会発行の新書版「やさしい火の科学」をみせていただき、ぜひ買ってほしいとのことで、市内の書店に見に行きましたが、本が見あたらず困惑しております。

貴協会に、その本がありましたら、ぜひ購入したいと思い、手順を教えてくださいたく、ここに手紙をさしあげたわけです。よろしく願います。（熊本繁三郎・京都市）

【お答え】ちかく、全国のおもな書店で一般販売する予定です。ご愛読くださればさいわいです。お

急ぎのようでしたら、こちらから直送いたします。

## 疋田先生にご質問

「予防時報」（別冊・産業の災害）の疋田強先生の「産業と爆発」に興味ぶかくよみました。

爆ごうにともなっておこる爆発の光の波の写真などがのっており、はじめてみるものだけに、参考となりました。

ところで、疋田先生に質問をさせていただきます。先生の論文のなかに引用されています爆発事故の死者数と、同じ事故について駒宮先生が述べられています数字とに違いがありますが、いったい両論文のどちらの数字が正しいのでしょうか。お教えてください。（八島千恵・事務員）

【お答え】疋田先生にさっそく問合わせてみます。

なお、疋田先生の論文については、文中に先生が引用されています文献類が、もし市販されていたら購入したいと旭ダウ川崎工場から問合せがあるなど、なかなか好評でした。

＜投稿歓迎＞この欄への、みなさんの投稿を歓迎いたします。  
▷テーマ：本誌への注文、および防火に関する意見  
▷字数制限：原則として2百字詰原稿用紙2枚程度  
（掲載のばあいには、薄謝をお送りいたします）

## 協会だより

熊本市山鹿市 2月9日午後  
防火講演会 1時から山鹿市主催・日本損害保険協会後援で「都市防火と山鹿市の防火診断」と題する講演会を開催します。講師は、二松学舎大学教授畠山久尚理学博士で、調査資料などに基づき、同市の防火の現状と防火上の問題点の指摘および防火改善の私案が発表されます。多数の聴講を希望します。

広島市で防災展 3月2日から8日まで  
広島平和記念館の1・2階およびホールを使って、“くらしのなかの災害”をテーマにした防災展を開催します。今日の災害を科学的にわかりやすく分析し、災害のおそろしさと予防を周知徹底させることに目的がおかれ、展示内容も大きくふたつにわけ、第1は、戦前の災害・戦後の災害・近代消防・火災原因と防火、

第2は、こちら110番・正しい運転・事故と救急・交通事故と賠償です。

なお、「広島市防火講演会」(演題“都市防火と広島市の防火診断”)および「高層建物の防火ゼミナール」(高層建物の管理者を対象とした研究会)、「防災テスト」「総合防災相談センター」「家財の評価診断」「血液検査のサービス」などを、あわせおこないます。防火講演会およびゼミナールは、防災展開催期間中の前半に予定しています。

防火映画「みんなで考える火災と避難」完成 この映画はデパート、ホテル、旅館、映画館などにおける万一のばあいの避難について解説したもので、東京消防庁の協力を得て完成しました。各地方へも無料貸出しています。申込みは、当協会あるいは各地の地方委員会か、もよりの損害保険会社に1週間まえにお願いします。(16mm、カラー全3巻、上映時間24分)

## 石油精製装置

石油精製装置は、現代におけるアラジンの“魔法のランプ”になぞらえることができよう。アラジンのランプは、おとぎの世界の夢物語にすぎなかったが、この装置は、それとはちがって、現実にはわたくしたちの望む品物なら、たいていなんでもかなえてくれる。夢の繊維から合成皮革、そして現代生活に不可欠の重油や軽油にいたるまで、ありとあらゆるものがそこから生みだされてくる。必要とあれば、石油を原料とした固型食物もつくりだせるという。まさに、科学技術が生んだ魔法のランプなのである。

銀色の衣に身をくろみ、広大な敷地にどっかと腰をすえて、空に抜け出るようにそびえたつこの巨大な装置に目をすえていると、その規模の雄大さと複雑さに圧倒されているつか空想科学の世界に迷いこんだかのような幻覚にとらわれそうだ。人類の知恵の結晶が織りなす、一種特有の造型美がそこににじみ出ているからであるうか。

(写真は日本石油精製株式会社根岸製油所)

## 編 後 集 記

白い水脈の輝きにも似た、あけぼのの光が新春の到来を告げてくれました。さて、ことしは“さる”年にあたりますが、さるは、人類にもっとも関係深い霊長動物で、わが国では山の神の使いであると考えられる風習がありました。また、“さる”は“去る”に通ずるとして、悪魔や災害から身を守ってくれる神聖な動物であるという縁起話も残っています。しかし、いっぽうでは、祝いの席上の忌みことばとして敬遠されています。それはともかく、ことしは、同じ“さる”でも“災害が去る”ようなよき年でありますように、年頭にあって念願してやまないしだいです。(Y)

## 第 72 号

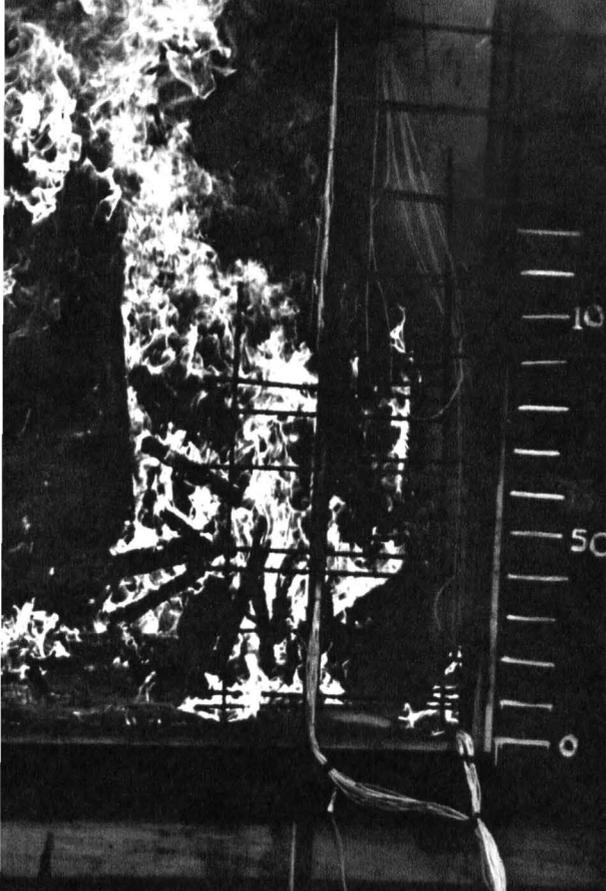
## Accident Prevention Journal No. 72

昭和 43 年 1 月 1 日 発行

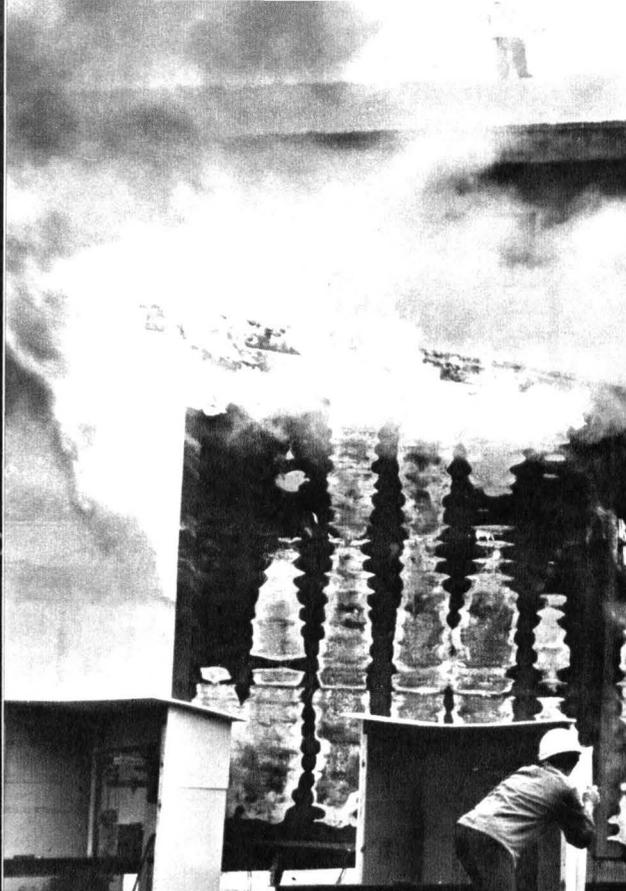
発行 東京都千代田区神田淡路町 2-9  
日本損害保険協会  
電話：東京 (255) 1 2 1 1

制作 東京都千代田区神田三崎町 2-20  
総合防災出版株式会社  
電話：東京 (263) 1 9 1 6

印刷 凸版印刷株式会社



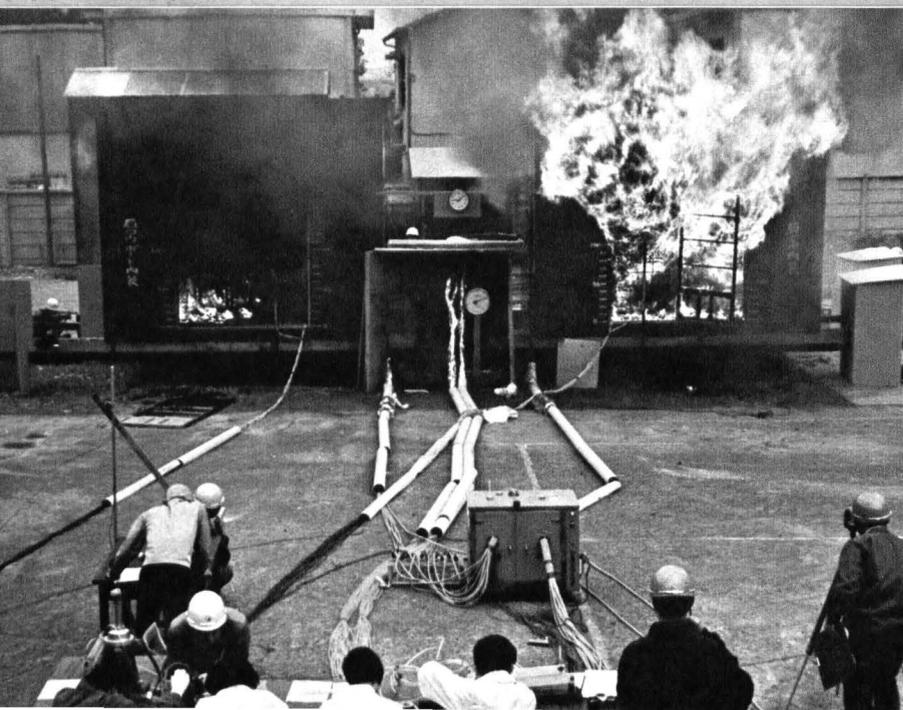
石膏ボードの内装



ベニア合板の内装

## 石膏ボードの火災実験

火災の実験風景



10月26日、建設省建築研究所で石膏ボードの火災実験がおこなわれた。実験目的は、石膏ボードを内装に使ったばあいの防火性能の調査・分析におかれたが、火災性状・温度と時間的経過との関係や煙の性状などの資料が得られた

東京湾埋め立て地で  
自動車火災実験

# 巨大な炎と黒煙



11月10日、東京湾の“夢の島”を舞台に、自動車火災実験がおこなわれた。これは東京消防庁が主催したもので、乗用車10、ライトバン2、小型トラック3、バス1の計16台の実験車を使用して、(1)バス乗客の避難、(2)自動車群火災の

二大項目にわけて実験をすすめ、気象観測、火災の温度、LPガスボンベの内圧、放射熱量の測定など、多面的な角度から資料が収集された。いまさらながら、自動車火災のおそろしさを教えてくれた一場面であった

# 刊行物 映画 スライドの ご案内



》書籍《	どんな消火器がよいか	5円	スーパーマーケットの防火指針	40円
	火災報知装置	10円	プラスチック加工工場の防火指針	60円
	プロパンガスを安全に使うために	5円	LPガスの防火指針	40円
	駐車場の防火指針	30円	危険物要覧	40円
	高層建物の防火指針(改訂中)	50円	やさしい火の科学	300円
	生活と危険物	5円	ビルの防火について	25円
	地下街の防火指針	50円		

「LPガスの防火指針」および「危険物要覧」は、20,000部発行されましたので、今回価格を改定いたしました。

》防火のしおり《	住宅／料理店・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)／公衆浴場／ガソリンスタンド／病院・診療所／理髪店・美容院	

各篇とも1部5円

—上記の各種刊行物は 実費配布・送料不要 少数の申し込みには 無償で提供することがあります—

》映 画《	一秒の価値	21分	赤い信号	カラー 27分
	タッチャン一家	カラー 40分	みんなで考える工場の防火	カラー 25分
	燃え上がる炎	カラー 30分	あぶない!! あなたの子が	カラー 27分
	日本の民家	カラー 60分	—母と子の交通教室—	
	みんなで考える家庭の防火	カラー 20分	みんなで考える火災と避難	カラー 24分

》スライド《	消火器(その選び方と使い方)	16分	国宝の防火設備(日光東照宮)	21分
	電気火災のお話	14分	危険物火災とたたかう	24分
	プロパンガスの安全ABC	13分	(ある査察員の日記)	
	石油ストーブの安全な使い方	16分	石油コンロ火災とその予防	14分
	火災にそなえて(職場の防火対策)	20分	消火装置	22分

季刊 **予防時報** 第72号

昭和43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)