REPORT OF FIRE RESEARCH INSTITUTE OF JAPAN

Vol. 4 No. 2～3 Oct. 1953

消防研究所報告

第 4 巻　第2～3号　1953年10月

目　次

研　究

点在型感知器と分布型感知器の感度の比較……高　瀬　晋　一……(1)

高温気体中を落下する水滴及び
　噴霧の蒸発（第3報）……秋　田　一　雄……(9)

　VI. 蒸発してゐる水滴の温度

　VII. 蒸発速度を支配する因子について

消防用噴流の有効射程について（第2報）……新　居　六　郎……(16)

火災報知装置検定用自動機について……中内俊作・広沢重男
　高瀬晋一・渡辺彰夫……(25)

チューブ火災実験報告（第1報）……村　上　勝　幸……(32)
　四塩化炭素消火器によるガソリン消火

防火上よりみた熱海市の都市構成について……今　津　博……(37)

14405
研究所

消　防　研　究　所

東　京　都　三　鷹　市

REPORT OF FIRE RESEARCH INSTITUTE OF JAPAN

Vol. 4, No. 2～3 Oct. 1953

Contents

MEMOIRS

On the Comparison of the Sensitivity of Spot Type Detector & Distributed Type Detector ..... S. TAKASE ..... (1)

Study of Evaporation of Water Drops Falling down through the Air of High Temperature (3) ..... K. AKITA ..... (9)

Effective Range of Fire Stream (2) ..... R. NII ..... (16)

Automatic Testing Machine for Fire Alarm Equipment ..... S. NAKAUCHI, S. HIROSAWA, S. TAKASE & A. WATANABE ..... (25)

About Tube Fire Test (1) ..... K. MURAKAMI ..... (32)

Construction of ATAMI City Seen from Fire Defence ..... H. IMAZU ..... (37)

Published by

Fire Research Institute of Japan

700 Shinkawa, Mitaka-shi, Tokyo, Japan.

14.4.05

研究

點在型感知器と分布型感知器の感度の比較

高　瀬　晋　一

On the Comparison of the Sensitivity of Spot Type Detector and Distributed Type Detector

S. TAKASE

The rate of rise type fire detector may be divided into two classes according to their characteristics ; namely, spot type detector and distributed type detector.

This experiment is made for finding the equivalency of both types from burning of alchol.

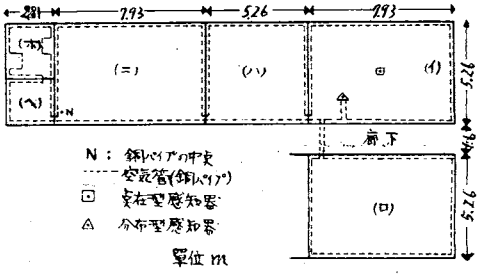
It was found by this experiment that the sensitivity of distributed type detector varies enormously (L. M. H class) with length of tubing, gap of contact point, and number of room.

1. 緒　　言

点在型感知器（感熱部が一点に集中しているもの）と分布型感知器（感熱部が広い範囲にわたつて分布しているもの）はその性質上機能が異なり夫々の特長を持つておるが，その感度の比較を，温度の上昇を容易に得ることが出来る燃焼皿によるアルコールの燃焼によつて実験を行つた。燃焼点及び燃焼皿の大きさを種々変化して感度の比較を試みたのであるが室温，湿度，感知器の加熱実験後の冷却時間等により同一条件のもとで行うことが困難であり，加へて感知器自体が非常に微妙なものである為，今迄の実験のみで夫々の感度の比較を決定することは早急であり，今後共残された問題は多いのであるが一応今迄に得た結果を報告する。

2. 実験に供した場所

消防研究所技術課南側の棟の部屋で壁はモルタル上塗，天井面はテツクス張りで防火塗料が塗つてあり床面はコンクリートである。（第1図参照）



第 1 図　感知器配置図

3. 実験に用いた感知器

点在型感知器8ケ（L級1ケ，M級5ケ，H級1ケ），* 分布型感知器1ケ，計8ケを用いた。何れも国家検定に合格した代表的なもので，点在型は（イ）部屋の中央天井面に取付け，分布型は空気管式のもので第1図の如く5室にわたつて銅パイプを天井面から約3 cm下方壁にそつて張りめぐらしてあり，パイプは全長120m. 露出長は117.5m（全長の98%）で温度上昇によ

* L級は感度の最も敏感なもの。
M級は中感度のもの。
H級は比較的感度の鈍いもの。

るパイプ内の圧力を受ける検出器は電気接点を有し（イ）部屋に取付けてある。（第1図参照）（第1表参照）尙L級，H級は種類がごく少いので参考程度に用いた。又差動式感知器のみで実験し定温式感知器** は使用しなかつた。

第　1　表

(イ)部屋のパイプ長	29.5m	全長120mに対する%	24.6	面　積 42m²
(ロ)　〃	26.4m	〃	22.0	42m²
(ハ)　〃	21.0m	〃	17.5	28m²
(ニ)　〃	26.4m	〃	22.0	42m²
(ホ(+)ヘ)　〃	11.0m	〃	9.15	15m²
廊下のパイプ長	3.2m	〃	2.67	—
かくれてるパイプ長	2.5m	〃	2.08	—

4．実験に用いた燃焼皿

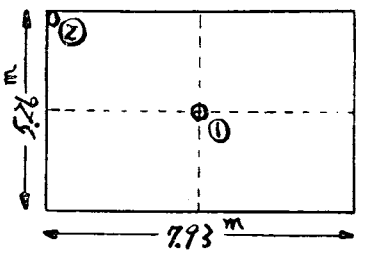
燃焼皿は第2表の如く記号で表はす。

第　2　表

記　号	燃　焼　皿　の　大　き　さ	
A	10cm×10cm×2cm	(100cm²)
B	15　×　15　×　3	(225cm²)
C	20　×　20　×　3	(400cm²)
D	25　×　25　×　3	(625cm²)
E	30　×　30　×　3	(900cm²)
F	35　×　35　×　3	(1.225cm²)
G	50　×　50　×　6	(2.500cm²)

5．温度測定個所及び測定装置

第1図（イ）部屋を第2図の如く4等分して，銅，コンスタン線の熱電対を用いてD−3型E級線輪抵抗4.3Ω外部臨界制動抵抗14Ω，周期3秒の横河製検流計により2ケ所測定した。尙測定点は天井面より約3cm下方である。

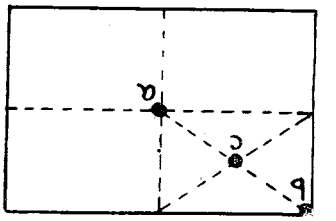


第 2 図　温度測定点

** 差動式感知器とは温度上昇率が一定の値をこえた時に働くものをいう。
定温式感知器とは一定の温度以上になつた時に働くものをいう。

6．燃　燒　点

第3図の左上の部分で実験すれば点在型に対しては総ての燃焼条件を満足する（点在型は殆んど方向性がない）が分布型は熱の感応部分である銅パイプが5室に分布して配管してあるため検出器からの距離によつて感度が変つてくる為，左上の部分だけの燃焼では不充分であり，（イ）（ロ）（ハ）（ニ）（ホ）（ヘ）の各部屋で種々燃焼点を変へて実験せねばならないのであるが，点在型と対応する為燃焼場所は（イ）部屋のみに限定し左上の部分のみで実験した。



第 3 図　燃　燒　点

7．アルコール燃燒による実験

燃焼皿とアルコールの量と燃焼点の三者の変化によつて今迄に約120回の燃焼実験を行つたがその内から代表的なものについて考察してみよう。実験の目的は点在型と分布型感知器の感度を比較し，その等価性を求めることであるが実験に供した分布型は一種類だけであり，又点在型も最も種類の多い且つ最も利用率の高いM級の感知器を主に用いたが同じM級でも感度に相違があり，両型を比較するということは困難であるがL級，H級も補助的に用い以下の実験を行つて見た。

7. 1. 異常温度上昇（火災）を主とした実験

第3図の左上の部分で次の三種類の実験を行つた。

i）点在型に対しては最も有利なa点で燃焼し，分布型に対しては非常に有利なb点で燃焼したときの感度の比較。

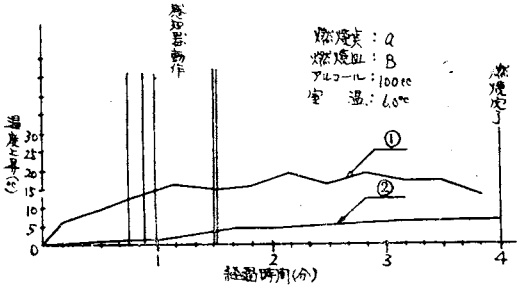
ii）点在型に対しては最も不利なb点で燃焼し，分布型に対しては非常に不利なa点で燃焼したときの感度の比較。

iii）両型の中間位置である（a点とb点の中間

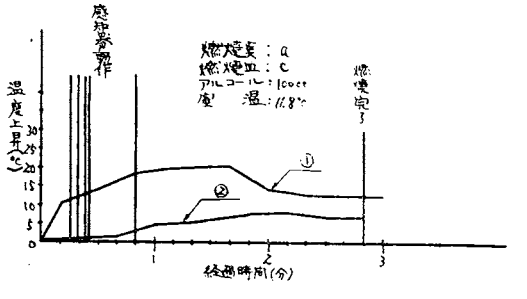
点）c点で燃焼したときの感度の比較。

以下これについて述べる。

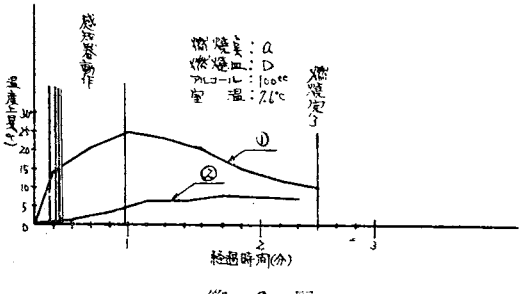
7.1.1.a点及びb点での燃焼による両型の比較（両型に有利な場合）



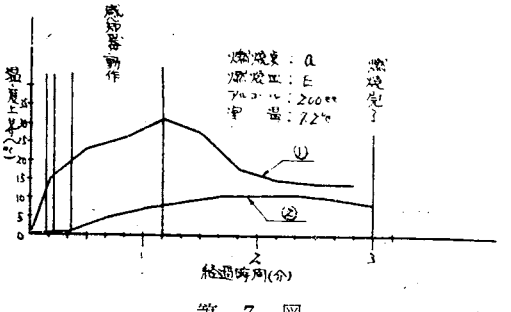
第 4 図



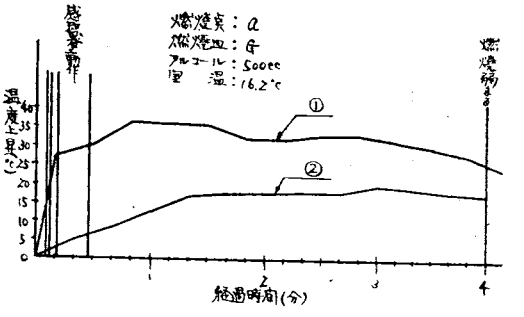
第 5 図



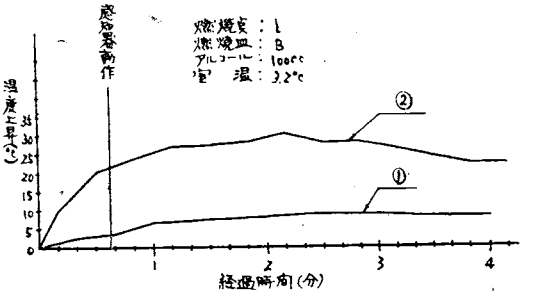
第 6 図



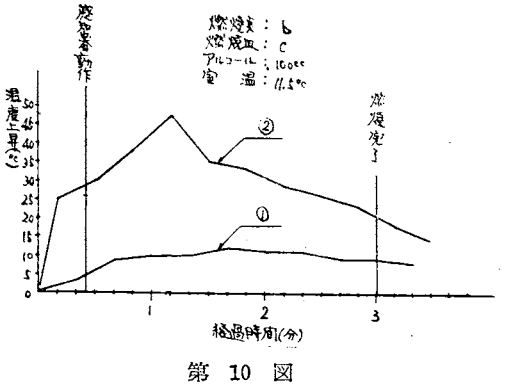
第 7 図



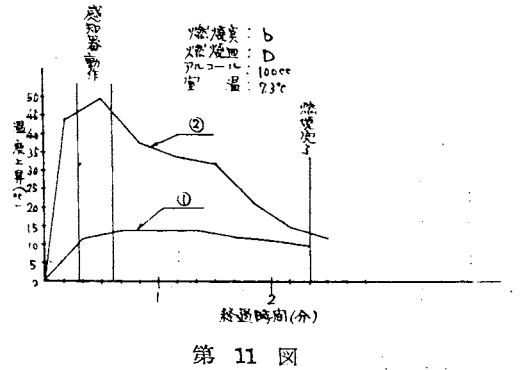
第 8 図



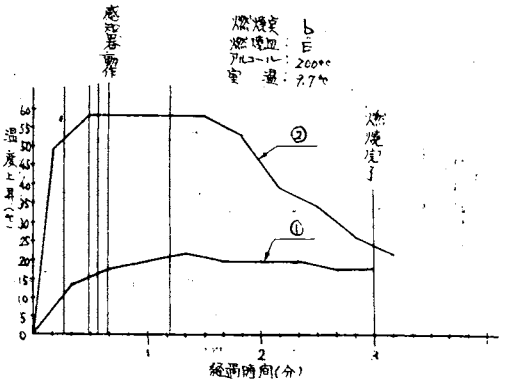
第 9 図



第 10 図



第 11 図

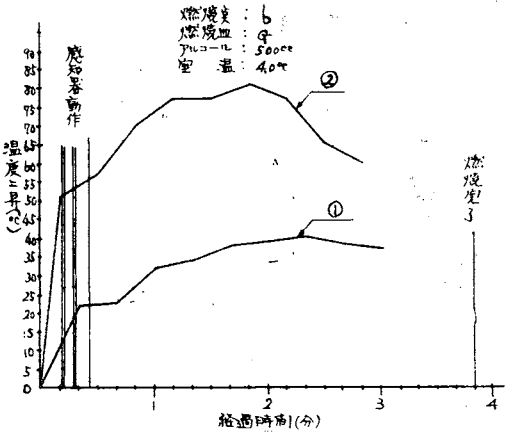


第 12 図

各種の燃料皿によつて種々実験した結果点在型と分布型の動作時間を第3表に示す。

動作時間：アルコールに点火して感知器が動作する迄の時間

接点間隙：接点（固定接点と移動接点）の間隙を10とした時の接点間隙の値（例へば接点間隙2.0とは最大間隙の1/5のこと）



第 13 図

第 3 表

燃焼皿	燃焼点 a 室温(°C)	点在型(M級)動作時間	参照図	アコールル(cc)	燃焼点 b 室温(°C)	分布型動作時間 接点間隙 0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0	参照図	アコールル(cc)
A	13.5	不動作		100	19.0	不動作							100
B	6.0 18.5 7.2	30″ 45″ 59″ 1′20″ 1′53″ 43″ 58″	4図	100 100 100	3.2 19.3 18.0	38″	1′22″	不動作				9図	100 100 100
C	11.8	15″19″23″25″	5図	100	11.5		25″					10図	100
D	7.6 14.2 30.4 26.0	8″ 11″ 13″ 8″12″13″20″ 9″ 11″ 15″ 9″10″13″22″	6図	100 100 100 100	9.5 26.0 7.3 12.0	12″	17″	18″		不動作		11図	100 100 100 100
E	7.2 7.8	8″ 12″ 21″ 9″ 12″ 21″	7図	200 100	9.7 1′5			16″ 24″				12図	200 100
F	7.0	7″ 9″ 10″		200	1.6		11′				28″		200
G	16.2	5″ 7″ 11″	8図	500	4.0			11″				13図	500

第 4 表

燃焼皿	分布型が点在型と同感度になる接点間隙
A	0.5以上
B	0.5～0.7
C	0.5～0.7
D	0.5～1.0
E	0.5～1.0
F	0.5～1.0
G	0.5～1.0

この実験の結果を綜合すると次のことが云へる。即ち各燃焼皿によつて分布型が点在型と同程度の感度になる接点間隙は第4表の如くになる。両型が，等価になる接点間隙が一定の数値にならないのはM級の点在型でも感度に差があり，遅く動作する感知器は早く動作する感知器の2倍以上の時間を要していることもあり，点在型感知器の動作時間を一つの値に決められないので，従つて分布型の接点間隙の値も一定値を

とり得ないのである。この実験では燃焼点bの直上のパイプの位置は検出器から約21mの個所でパイプ全長の中央点Nの燃焼（最も不利な点）に比し相当有利であるばかりでなく，隅での燃焼である為急激な温度上昇を受けるパイプは隅以外の燃焼よりも長い極めて有利な条件の下にある。若し燃焼点がパイプの中央点Nで検出器から最も遠く離れてゐる点であり，その中央点が隅以外の場所である様な燃焼で分布型が点在型と同程度になるには接点間隙の値は第4表より小になり接点間隙はせまくしなければならない。ここでは（イ）部屋での燃焼のみを考へて燃焼皿全部について満足出来る接点間隙は0.5～0.7で点在型のM級と大体同感度であることを知つた。但し第3表でも分る通り接点間隙が2.0の場合には小燃焼では動作せず，点在型に比べて甚だしく鈍感であり大燃焼でも2倍以上の動作時間を要している。故に2.0以上には出来ない。

7.1.2. a点及びb点での燃焼による両型の比較（両型に不利な場合）

各種の燃焼皿によつて種々実験した結果点在型と分布型の動作時間の比較を第5表に示す。

第　5　表

燃焼点 b					燃焼点 a								
燃焼皿	室温 (°C)	点在型 (M級) 動作時間	参照図	アコールル (cc)	室温 (°C)	分布型動作時間 接点間隙 0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0	参照図	アコールル (cc)
A	7.0	不動作		100	9.5	不動作							100
B	3.2	不動作	9図	100	6.0	不動作						4図	100
C	11.5	不動作	10図	100	11.8	50″	不動作					5図	100
D	7.3	不動作	11図	100	7.6	48″	不動作					6図	100
E	9.7 5.5 6.8	29″, 34″, 39″, 1′12″ 40″, 1′7″, 1′14″ 1′7″, 不動作	12図	200 200 200	7.2 7.8 18.2	45″		1′10″		不動作		7図	200 100 200
F	1.4	21″, 34″, 45″		500	28.5		27″		43″		不動作		500
G	4.0	12″, 17″, 18″, 26″	13図	500	16.2			28″			1′21″	8図	500

第　6　表

燃焼皿	分布型が点在型と同感度になる接点間隙
A	0.5以上
B	0.5以上
C	0.7以上
D	0.7以上
E	0.7～1.5
F	0.7～1.2
G	0.7～1.0

この実験の結果を綜合すると次のことが云へる。即ち各燃焼皿によつて分布型が点在型と同程度の感度になる接点間隙は第6表の如くになる。

こゝで（イ）部屋での燃焼のみを考えて燃焼皿全部について満足出来る接点間隙は0.7～1.0で点在型のM級と大体同感度であることを知つた。但し第5表でも分る如く大きい燃焼で接点間隙が2.0の場合には点在型に比べて著しく動作時間が遅れたり，動作しなかつたりしているので2.0以上には出来ない。

7.1.3. C点での燃焼による両型の比較（中間の場合）

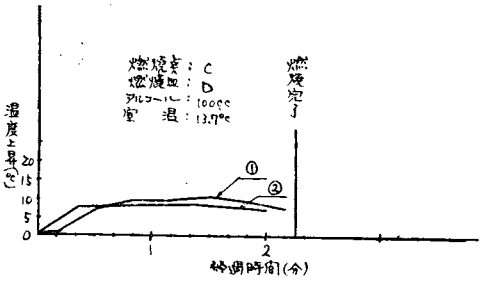
各種の燃焼皿によつて種々実験した結果点在型と分布型の動作時間の比較を第7表に示す。この実験の結果を綜合すると次のことが云へる。即ち各燃焼皿によつて分布型が点在型と同程度の感度になる接点間隙は第8表の如くになる。こゝで（イ）部屋での燃焼のみを考へて，

第　7　表

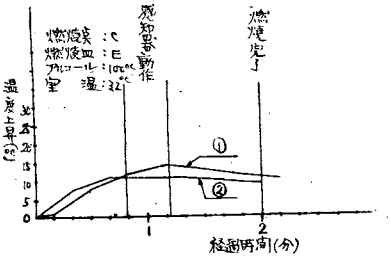
燃焼点 c								
燃焼皿	点在型（M級）動作時間	参照図	アコールル (cc)	室温 (°C)	分布型動作時間 接点間隙 0.5	0.7	1.0	1.5
A								
B								
C	不動作		100	28.5			不動作	
D	不動作 不動作1′10″	14図	100 200	13.7 27.3			59″	不動作
E	不動作1′12″ 45″,50″58″	15図	100 200	3.2 13.2			49″	1′3″
F								
G	18″22″27″46″	16図	500	5.8				27″

第　8　表

燃焼皿	分布型が点在型と同感度になる接点間隙
A	—
B	—
C	1.0以上
D	1.0〜1.5
E	1.0〜1.5
F	—
G	1.0〜1.5



第 14 図　1/2

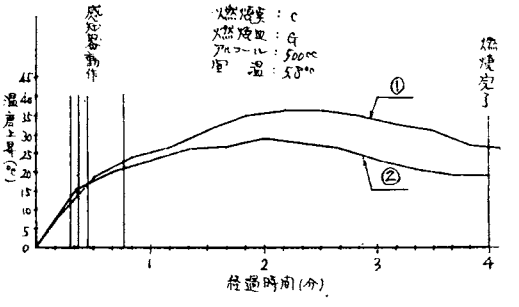


第 15 図　1/2

燃焼皿全部について満足出来る接点間隙は1.0〜1.5で点在型のM級と大体同感度であることを知つた。

7.2.　正常温度上昇（煖房）を主とした実験

煖房による緩慢な温度上昇に対する感知器の状態を考察する為，（イ）部屋の中央a点で燃焼して検流計を見つゝ部屋の天井中央が2°C/分，天井の隅が1°C/分の温度上昇になる様燃焼皿の燃焼部分を少しずつ広げて20分続けて見た。その結果第18回の様に天井の中央（①点）で大体2.3°C/分隅（②点）で1°C/分の温度上昇が得られたが，これを一応煖房による温度上昇と考えて見た。点在型の感知器は2ケ11分50秒と12分で動作しているがこれは急激に燃焼面積を広げ過



第 16 図

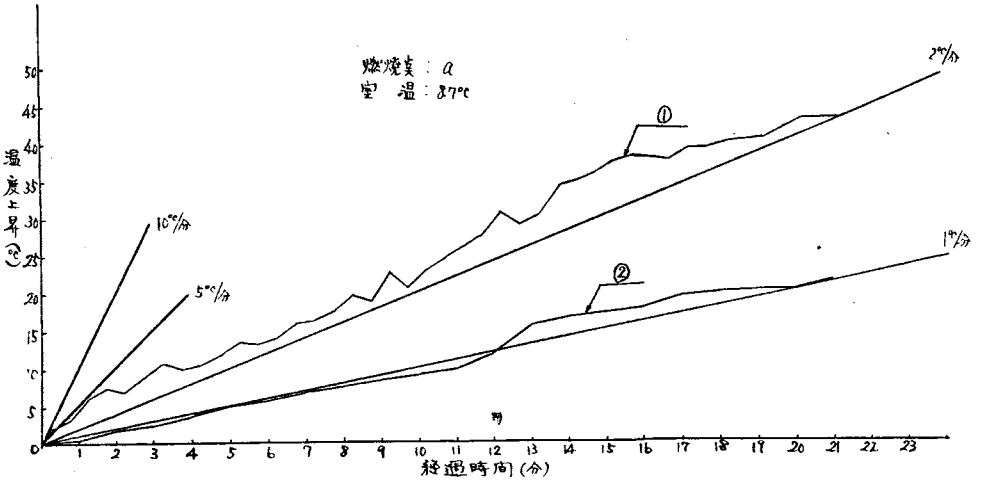
ぎたためにピークで動作したのであつて，直線的な上昇では不動作である。* 隅の温度は13分以後は燃焼面積の広げ方のため高くなつているが，分布型の接点間隙は最高0.5までになつた。依つて一斎暖房の温度上昇を1°C/分と見做せば分布型の感知器は接点間隙を部屋数に応じて多くしてゆかぬと，いくつかの部屋での同時の煖房の時に誤報を出す結果になる。各種各様の建物の煖房による温度上昇のデーターを求め，一斎暖房を毎分何度にするのが妥当であり又総ての場合に対して安全であり得るかを決めなけ

* 火災報知装置規格ではM級感知器は毎分2°Cの温度上昇を15分続けても動作しないこと，毎分10°Cの温度上昇では3分以内に動作することとなつてゐる。

ればならないのであるが，こゝでは一斎煖房は毎分1℃としておく，部屋数と接点間隙の関係は第9表の如くになりこうしておけば煖房による誤報はまあまあ避けられると考へてよいと思う。

第 9 表

部屋数	接点間隙
1	0.5
2	1.0
3	1.5
4	2.0
5	2.5



第 17 図

8．そ　の　他

パイプの中央点に於ける燃焼で検出器の感度を調整しておけばパイプの末端の加熱（パイプの末端とは結局検出器のところになる）では感度が良くなるのであるからこの点も考慮に入れなければならない。パイプが長くなればなる程感度は鈍くなるので従つて接点間隙は小さくせねばならない。無制限にパイプを長くし接点間隙を大にし，部屋数を多くすれば感度は非常に鈍くなるばかりでなく，差動式である為定温式の感知器よりも悪い結果をまねくことも考へられる。さりとて接点間隙を小にすればする程煖房，振動，気圧の変化その他による誤報の機会も多くなつてくるのである。この点からもパイプの長さと警戒部屋数及び接点間隙はある範囲内に限定する必要があるわけである。点在型に最も有利なa点での燃焼で点在型が動作する最小の燃焼皿はB皿で動作時間は30秒～2分6秒でばらつきがあり動作，不動作の限界である。不動作の最大燃焼皿はA皿である。分布型に有利なb点での燃焼でB皿で30秒～2分6秒に動作する接点間隙は0.7，A皿で不動作の接点間隙は0.5以上である。同様に点在型に最も不利なb点での燃焼で点在型が動作する最小の燃焼皿はE皿で動作時間は59秒以上，又は不動作でばらつきがあり動作不動作の限界である。不動作の最大燃焼皿はD皿である。分布型に不利なa点での燃焼でE皿で59秒以上で動作し又は不動作である接点間隙は1.0でD皿で不動作の接点間隙は1.0である。以上から0.7～1.0で分布型は点在型と同感度なることが云へる。

9．結　　論

7.8.を綜合すると次のことが考へられる。

1．煖房による誤報を避けるには1部屋に対し接点間隙を0.5とすれば殆んど安全である。
2．接点間隙は2.0以上には出来ない。
3．3室の場合で最高接点間隙は2.0従つて4室以上の警戒には不適当である。
4．パイプの長さも従つて制限される。即ち1室のパイプを50mとすれば3室では150m迄張れることになる。
5．接点間隙は0.7～1.0で点在型のM級の平均感度となる。故に分布型を点在型と等価にす

るには部屋数，接点間隙，パイプ長は第10表の様に決められ。るとれに準じて分布型を取付け

第　10　表

警戒部屋数	接点間隙	許容パイプ長	感度
1	0.5～2.0	50mまで	接点間隙の変化でL.M.H.級の各感度になる
2	1.0～2.0	100mまで	〃 M.H.級の各感度になる
3	1.5～2.0	150mまで	H級程度の感度
4	2.0	200mまで	H級以下の感度
5	2.5	250mまで	H級以下の感度

れば点在型とほぼ同格の性能を有する感知器として使用出来ることと思う。1室警戒の場合はL. M. H. 或はそれ以上に各級に応じた感知器となり甚だ便利である。但し接点間隙は最低0.5最高1.5で警戒部屋数は3室迄とし許容最大パイプ長は150mとなる。ここにH級よりも鈍感であることを認めるならば4室迄は警戒可能である。従つてもし300m以上もパイプを張りめぐらすと煖房による温度上昇を考慮せねばならないので，接点間隙は多くなり非常に鈍感なものとなる。例へば1室のパイプ長が50mであるとすれば300mでは6部屋警戒していることになり，接点間隙は煖房による温度上昇を考慮して0.5×6＝3.0となり相当に感度が悪いものになつてしまう。1部屋のパイプ長を30mにするか40mにするか或は50mにするかによつてパイプ長は当然異つてくるわけであるが，安全率をとつて30m乃至50m位にするのが最も妥当の様に思はれ50m以上にするのは一般的でないと考へられる。こゝに於て煖房を全然考慮に入れない夏季には警戒部屋数も多く出来，かつ接点間隙を最低0.5からそれ以上にすることによつて各種の感度をとり得るわけである。即ち煖房を考慮せねば分布型は点在型と同程度にすることは容易であるが，煖房を考へるために接点間隙を部屋数に応じて大くせねばならないので感度に影響してくるわけである，今迄述べた一斎煖房とは警戒部屋全部を同時に一斎に煖房した場合のことで時間をずらして煖房すれば一部屋に対して接点間隙を0.5の割に多くして3室ならば1.5という様にする必要はない。しかし実際には煖房は多少時間的に遅れはあつても余程10分なり15分なりの遅れでなくてはその効果はなく一斎煖房を考へる場合には全部の部屋が同時と考へてよいと思う。又この方がずつと安全である。

10. 結　　び

以上長々と述べたが勿論これだけの実験ではまだまだ不足であり，鉄筋コンクリートの部屋に於ける実験，小部屋での実験，或はパイプが直接コンクリートに接して配管してある場合と木部に接している場合との感度の比較，パイプに塗を施してある場合の感度の変化，気圧による変化，湿度による変化，露出パイプ長の短い場合の実験，L級，H級との感度の比較，煖房による実験，感知器のリークの問題，同じ分布型でも幾種類かあるのでその比較等々今後残された問題は多々あるが，これらの諸問題に関しては別の機会に研究発表することにする。

終りに本研究について種々御指導御協力して頂いた電気係の方々に深く謝意を表します。

(1953. 8. 6)

高温氣体中を落下する水滴及び噴霧の蒸發 (第3報)

——噴霧消火に関する理論的考察——

秋　田　一　雄

Study of Evaporation of Water Drops Falling down through the Air of High Temperature (3rd Rep.)

K. AKITA

VI. Temperature of evaporating water drops.

We calculated the temperature of water drops evaporating in the high temp. atmosphere under the condition that heat transfer and diffusion is analogous.

The following results are obtained:

(1) Temp. of drops atains an equilibrium temp. rapidly.

(2) Drops are kept in a temperature lower than the boiling point of water.

VII. Rate-determining step in evaporation of small water drops.

In this report, we discussed the problem that the factor controlling evaporation of small water drops in high temperature atmosphere is either diffusion of water vapour into air or heat transfer to the drops from atmosphere.

Ⅵ. 蒸発してゐる水滴の温度

§ 1. まえがき

前報迄の所で筆者は水滴及び噴霧が高温度の気体中を落下する時の蒸発時間，落下速度等を本研究の始めに列記した仮定[22]の状況下に求めた。而るに既に記した通り，之等の仮定は目的としてゐる現象を最も簡単化するために採用されたものに過ぎないから，実際の状況とは直接の関連がない。そこで本報以降では之等の仮定を順次改めて実際に近づけ，その場合前記の結果が如何に修正されるかを求めることにするが，その第1として茲では仮定（7）で記した水滴温度は一定と云ふ条件を吟味する意味から高温場に入れられた水滴の温度が時間的に何う変化するかを検討してみることにする。

尚このような微小水滴の温度計算は霧や雨滴の場合について1～2の研究[13]があるが，何れも我々の求めるものとは大部異なり，役に立たない。

§ 2. 温度計算の基礎式

気体中に孤立して浮ぶ球型水滴の温度変化を示す微分方程式は単位時間に水滴に入つてくる熱量をQ，単位時間に水滴から逸散する熱量をq．水滴の熱容量を$\frac{4}{3}\pi\rho r^3 . C_d$（$r$：水滴の半径 C_d：水滴の比熱）とすると次式によつて与へられる。

§ 4. 水滴径が大きい場合の温度の計算

水滴径が大きい場合の蒸発速度式としては，Ⅱ章に扱つた如く（VI—7）式の $f(R_e, \xi)$ を $(1+\beta'\sqrt{r}\sqrt{u})$ と云ふ型に置いた半実験式を用ひることにするとこの場合の q は

$$q=\lambda\frac{dm}{dt}=4\pi rD(C_s-C)(1+\beta'\sqrt{r}\sqrt{u})\lambda \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(\text{VI—17})$$

茲に u：水滴の落下速度，$\beta'\equiv a'D^{-\frac{1}{3}}\nu^{-\frac{1}{6}}$，$a'$ 定数，ν：動粘性係数

となり，従つて水滴に入る熱量 Q は

$$Q=4\pi rK(T_f-T)(1+\beta''\sqrt{r}\sqrt{u}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(\text{VI—18})$$

茲に $\beta''=a''k^{-\frac{1}{3}}\nu^{-\frac{1}{6}}$，$a''$：定数，$k$：温度拡散率 ν：動粘性係数

となる。

そこで之等の式を（VI—1）式に入れると次の基礎式を得る。

$$\frac{\rho C_d}{3}r^2\frac{dT}{dt}=[K(T_f-T)(1+\beta''\sqrt{r}\sqrt{u})-D\lambda(C-C)(1+\beta'\sqrt{n}\sqrt{r})]\cdots(\text{VI—19})$$

かくて，水滴径が大きい場合についても（VI-19）式を前と同様に解けば求める温度と半径の関係が得られるわけであるが，式中に含まれる落下速度 u は水滴径に応じて異つた型を用ひた方が都合が良いので，茲では便宜上更に之を水滴径が $8\times10^{-3}\sim2\times10^{-2}$cm の時と 2×10^{-2}cm 以上の時とに分け，且つ $\beta'=\beta''$ と云ふ特殊の場合**）のみについて考へることとする。

（1）水滴径が $8\times10^{-3}\sim2\times10^{-2}$cm 位の時

水滴が此の位の大きさの時，その落下速度は重力と気体の抵抗が釣合つてゐるとして中間型の（Ⅱ－9）式（Ⅱ章参照）により与へられる。故に

$$u=k_m r.\ k_m \fallingdotseq Const \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(\text{VI—20})$$

之を（VI—19）に入れ，$\beta=\beta'=\beta''$ とおくと

$$\frac{\rho C_d}{3}r^2\left(\frac{dT}{dr}\right)\left(\frac{dr}{dt}\right)=(1+\beta\sqrt{k_m r})[K(T_f-T)-D\lambda(C_s-C)]\cdots(\text{VI—21})$$

更に蒸発速度式

$$\frac{dm}{dt}=\frac{4}{3}\pi\rho(R^3-r^3)=4\pi rD(C_s-C)(1+\beta\sqrt{k_m r})\cdots\cdots\cdots(\text{VI—22})$$

から $\left(\frac{dr}{dt}\right)$ を出して（VI—21）式に入れると次式を得る。

$$-\frac{dT}{dr}=\frac{3K(T_f-T)-3\lambda D(C_s-C)}{C_d\ D(C_s-C)}\frac{1}{r} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(\text{VI—23})$$

（VI—23）が求める微分方程式となるが，此の式は明かに水滴径が小さい場合に得た式（VI—13）と全く一致する。従つて此の場合も以下前と全く同様にして，水滴温度は計算され，結果も全く同じになる。

（2）水滴径が 2×10^{-2}cm より大きい時

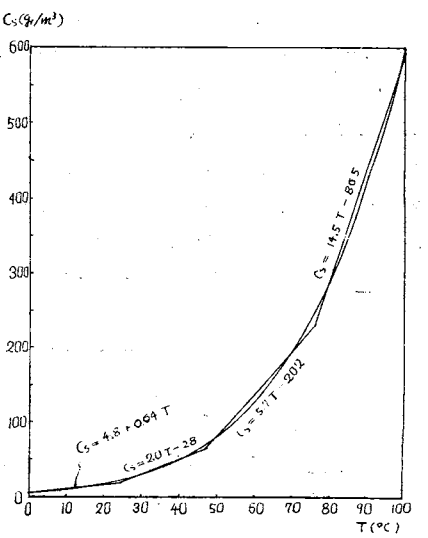
此の時，水滴の落下速度は（Ⅱ－10）より

$$u=k_n\sqrt{r},\ k_n\fallingdotseq const \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(\text{VI—24})$$

*）水滴の周りの気体の温度 $T_f=540°C$，水蒸気密度 $C=8{,}0\times10^{-6}$ gr/cm³，始めの半径 $R=1\times10^{-3}$ cm，始めの温度 $T_0=20°C$ とし，且つ水滴の飽和水蒸気密度 C_s は図，VI—2. の如くに之を 4 つの直線式の接続で近似した。ちなみに各直線式を示すと次の通りである。

$0°\sim25°C \rightarrow C_s=10^{-6}(4.8+0{,}64T)$，$25°\sim46°C \rightarrow C_s=10^{-6}(2.0-28)$，$46°\sim75°C \rightarrow C_s=10^{-6}(5.7T-202)$，$75°\sim100°C \rightarrow C_s=10^{-6}(14.5T-865)$，但し，$C_s$ (gr/cm³) T (°C)

**）一般には $\beta'\neq\beta''$ であるが，熱傳達と蒸発の相似性が 1:1 に対応するものなら $a'=a''$ 故に近似的に $D\approx k$ とみて $\beta'\fallingdotseq\beta''$ とおいた。尚こうした理由は $\beta'\neq\beta''$ の時に前のような計算法が取れず，比較がしにくいためにそうしたものである。



図，VI－2．水滴の飽和蒸気密度と温度の関係

により与へられる。故に此の式を（VI—19）に入れ，且つ$\beta=\beta'=\beta''$とおくと

$$\frac{\rho C_d}{3}r^2\left(\frac{dT}{dr}\right)\left(\frac{dr}{dt}\right)=(1+\beta\sqrt{k_n}r^{\frac{3}{4}})$$
$$[K(T_f-T)-D\lambda(C_s-C)]\cdots(\text{VI}-25)$$

次に前と同様蒸発速度式

$$\frac{dm}{dt}=\frac{4}{3}\pi\rho(R^3-r^3)=4\pi rD(C_s-C)$$
$$(1+\beta\sqrt{k_n}r^{\frac{3}{4}})\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(\text{VI}-26)$$

からdrを求め（VI—25）に入れると

$$-\frac{dT}{dr}=\frac{3K(T_f-T)-3\lambda D(C_s-C)}{C_dD(C_s-C)}\frac{1}{r}$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(\text{VI}-27)$$

となつて，又々水滴径が小さい場合の式（VI—13）と全く同じものが得られる。従つて之等の結果からみて水滴径が相当に大きい場合にも$\beta'=\beta''$と置く限り水滴の温度は同じであると云ふことが分る。

§ 5. 結果の考察

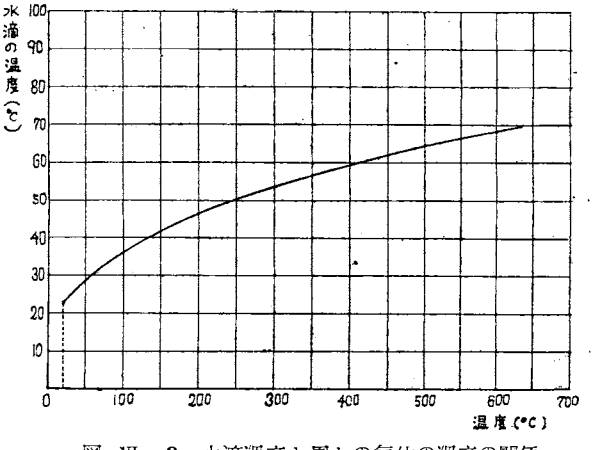
さて以上の計算結果からすると蒸発してゐる水滴の温度は水滴が大きくても，小さくても熱伝達と蒸発の相似を1対1に取る限り大体同じであると云ふことになるが，一般に熱伝達と蒸発の対応は正確に等しいとは云へないものゝ，夫程異つたものとになりさうにも思はれないから，結局近似的には之等の結果は相当に普通的なもので，水滴温度は水滴の始めの大きさによつて大して異つた値は取らないものとみて良さそうに思はれる。

而も水滴温度が時間の変化に伴ふ水滴径の変化と如何なる関係にあるかをみると§. 3. の示す所により始めの温度から最初急上昇し，後ゆるやかに上昇することが分るから，若し此のゆるやかな温度上昇を温度一定とする程度の近似を取り，更に温度が急上昇する期間をそれ以外の期間即ち水滴が完全に蒸発するに要する期間と較べて小として無視するならば，*) 水滴温度は水滴径の如何に拘らず始めから一定，云ひかへれば水滴は半径に関係なく常に熱平衡を保つとみることが出来るわけで，こうなつてくると水滴温度の計算も前のような複雑な操作をする迄もなく，（VI—11）式に於いて右辺を零と置いた次式から之を求めることが出来る。**)

$$K(T_f-T)=D\lambda(C_s-C)\cdots\cdots\cdots\cdots(\text{VI}-28)$$

唯，此の場合に（VI—28）式は既に記した通りK, λ, D, C_s等が皆求める温度の函数であるため，之は一種の超越方程式となり，其の儘ではTは得られない。そこで，之を求めるにはちよつとした工夫がいる[5]が簡単には式の両辺を各温度について合せてゆくTry and Error法によるのが良い。

最後に，このような略近的扱ひをした時の気体の温度と水滴の温度の関係を求めた例を図，VI—3. に示しておいた。



図，VI－3．水滴温度と周りの気体の温度の関係

§ 6. むすび

以上，本報では蒸発してゐる水滴の温度が水滴の蒸発に伴つて何う変るか，始めの水滴径によつて如何に変るかを検討してみた訳であるが，今迄のことをまとめてみると大体次の如くになる。

1．（VI—13）（VI—23）（VI—27）式の一致

*) 図，VI—1. は横軸に半径を取つてゐるが，若し時間を取るならばrとtの関係は（VI—12）式で與へられてゐるから定常状態に達する時間に此の図に見えるよりも長くなることに注意する必要がある。

**) 水滴が大きい場合には（VI—19）式の右辺を零とおいて，之からTを求める方がいくらか精度が良いわけである。

からみて，水滴温度は始めの径の大小によつて余り変らず，何れも半径の減少，云ひかへれば時間の経過につれ始め上り後一定値に近づく。

2．水滴温度の急上昇期は全蒸発期間に較べて短いので，近似的には始めから一定温度とみても無理でない。

かくて，之等の結論よりすれば，特に厳密なことを要求しない限り，水滴温度は水滴径に無関係に常に一定と云ふことになり，前記の仮定（7）で採用した"水滴温度は常に一定"と云ふ条件は略々我々の問題にしてゐる状況を満足してゐることが之から了解される。終りに本計算をするに当り種々の御教示を仰いだ熊野技官に感謝する次第です。

参 考 文 献

22) 秋 田：消 研 報 3 4 (1952)

23) 萩 原：気象集誌II 22 4 (1944) 149, II. 25 4, 6, (1947) 60～67

24) Frössling : Beitr. Z. Geophys 52 170～216 (1930), 萩 原：気象集誌II 25 1～3 (1947) 1～11 22 4 (1944) 134, 142 Fuchs : Phys. ZS. d.Sowj 6 224 (1934) 等によるが，尙II章，22) を参照されたい。

25) 例へば押田："蒸発と乾燥" P. 33. 等

Ⅶ. 蒸発速度を支配する因子について

§ 1. ま え が き

筆者はI－V章に於いて低温場（常温附近）で成功した蒸発の拡散理論を高温場にも其の儘拡張して，落下してゐる水滴及び噴霧の蒸発の問題を取扱つた。所が，水滴の蒸発速度を支配する因子は周りの気体の温度が低い時には蒸気の拡散速度であるが，周囲気体が高温の時には拡散でなく，その気体から水滴への熱伝達の速さであると云ふ考へ方[26]によると，前記の計算は根本的に誤りであることになる。そこで本章では我々が問題にしてゐる温度領域で蒸発速度を支配する因子は果して何であるかを改めて検討してみることにする。

§ 2. 水滴の温度と律速因子

このためには，先ず水滴の温度と蒸発速度を支配する因子との関係を調べてみると，水滴が温度の低い気体中に存在する時には水滴温度は沸点より遙かに低く，そして周囲の気体から熱伝達に依つて入つて来た熱は一部蒸発に費され，一部は水滴の温度上昇に使はれる。従つて此の場合蒸発速度を支配する因子は水滴から蒸気が拡散してゆく速さとなり，同時に水滴温度も次第に上るのであるが，このような過程が続くと，気体の温度が一定である限り水滴温度はやがて一定の平衡温度に達するから，こうなれば最早入つて来た熱量は全て蒸発に費されることになり，此の時は蒸発速度を支配する因子は拡散とみても良く熱伝達とみても良くなる。之に反して周囲温度が極めて高く水滴温度が沸点にあるような場合を考えると，此の時は周囲温度の変化に無関係に水滴は沸点と云ふ平衡温度を常に維持するから，蒸発速度を支配するものは拡散ではなく熱伝達と云ふことになり，熱伝達に依つて入つた熱量に相当する量だけ蒸発することになる。かくて，こう考へてくると蒸発速度を支配する因子が拡散速度であると云ふのは水滴温度が沸点以下の場合で，熱伝達速度であると云ふのは沸点にある場合のことであつて共に周囲の温度とは直接の関係がないことが分る。

§ 3. 高温場の蒸發を支配する因子

そこで次に我々の扱つてゐる温度領域については何うなるかであるが，我々の場合前章で行つた計算の結果からも分る通り，一般に水滴の温度は余り高くなく沸点には遙に及ばない。してみると此の際，蒸発速度を支配する因子は前節の始めに記した場合に相当し，蒸気の拡散速度とするのが妥当で，決して本質的に熱伝達の速さではない。[*] 但し，此の場合も前記の如く水滴は一種の平衡温度に達するからその部分の

みを考へれば，何れの因子を取つて考へても差支へはないことになる。尙，蒸発してゐる水滴の温度に関しては河合，馬淵両氏の筆者のそれより遙かに嚴密な計算[27]の結果によつても決して高くはなく，周囲温度が500°Cで65°C程度，1000°Cで70°C弱位の温度を取るもののようである。

§4. むすび

以上，簡単な考察であるが，之から高温場に於ける水滴の蒸発を支配する因子も元来，低温場のそれと同じ拡散速度であること，唯，実際には水滴温度は短時間で平衡温度に達するから過渡期を除けば拡散支配としても熱伝達支配としても良いことが了解されると思ふ。かくて問題は之で解決したことになるが，本研究では，その中心課題を落下してゐる水滴の蒸発速度に置いてゐる関係で，水滴温度の上昇期は之を無視してゐるから**) 律速因子は何れでも良いわけで，今後は蒸発速度の拡散表現を主とし一気象方面で此の取扱ひ方が進んでゐるから一必要に応じて熱伝達表現を用ひることにする。

尙，以上のような考へ方によると水滴に対する熱伝達は余り用がないようにみえるが，実際には拡散理論を使用した場合にも水滴温度の計算に之は不可欠である。

参考文献

26) 熊谷清一郎・磯田　浩：機械の研究　4　6 (1952) 337，5　2 (1953) 78
岡崎卓郎・五味丸典：機械学会誌　55　400 (1952) 295

27) 河合　望・馬淵幾夫：機械学会論文集　18　67 (1952) 70

*) 熊谷氏等の誤りの原因は水滴温度を推察のみで沸点近くにあるとした所にあるように思はれる。

**) 之を考へに入れると嚴密には熱傳達の微分方程式，等温系の蒸発速度式，水滴の運動方程式を聯立しなければならないが，之は複雑すぎる。

消防用噴流の有効射程について（第2報）

新　居　六　郎

Effective Range of Fire Stream (2)

R. NII

In the 1st report, the writer introduced a formula of effective range of fire streams discharged at a certain angle θ ($32^\circ > \theta > 0^\circ$) and at $\theta = 90^\circ$.

In this report, a practical formula of parabolic curve of fire stream was introduced based on the results of FREEMAN'S tests as follows:

$$y = \tan(\theta + 1.8)\, x - \frac{0.0974 e^{0.007\theta}}{p \cos^2\theta} x^2,$$

within the range of $x \leqq \dfrac{p \cos^2\theta \cdot \tan(\theta + 1.8)}{2 \times 0.0974 e^{0.007\theta}}$

where x is a coordinate of horizontal distance in feet, y is a coordinate of vertical distance in feet, the nozzle is at the origin, which is (0, 0), θ is a discharge angle and p is a nozzle pressure in lbs. /□′.

And then the effective range of fire streams at $\theta = 32^\circ$, 60° and 75° from nozzles 1/2 to 7/8 inch in diameter, at the nozzle pressures 40 to 90 lbs. /□′ were determined by the coordinates of points at which the parabolic curves of fire streams at $\theta = 32^\circ$, 60° and 75° intersect with the concentric elliptical curves. Whether max. effective horizontal distance (a certain angle θ, $32^\circ > \theta > 0^\circ$) or max. effective vertical distance ($\theta = 90^\circ$) of the fire stream can be regarded approximately as a major axis or minor axis of the elliptical curve respectively.

目　次

§ 1. 緒　言
§ 2. 消防用噴流の実用的な放水曲線式
A. 単純な抛物体運動の抛物線の近似式
B. FREEMANの放水試験結果による，放水曲線の実験式
C. 実用的な放水曲線式の決定
§ 3. ある放水角度 θ (32°, 60°, 75°) で放水した場合の筒先径 ϕ ($^7/_8$″～$^1/_2$″)，筒先圧力 p (40～90 Lbs/□′) に対する有効射程
§ 4. 検　討
§ 5. 結　語
§ 6. 第1報の誤りの訂正

§ 1. 緒　言

本研究第1報[1]に於ては，噴流の放水角度 $32^\circ > \theta > 0^\circ$ のある角度及び 90° の場合の筒先径，筒先圧力を変数とする有効射程に関する実験式を導き，筒先径 $\phi = {}^7/_8 \sim {}^1/_2$″，筒先圧力 $p = 20 \sim 90$ Lbs/□′ の場合について，噴流の有効水平距離（最大有効水平距離）及び有効垂直距離（最大有効垂直距離）を計算したが，この報告に於て取り扱かおうとするのは，噴流をある放水角度 θ (32°, 60°, 75°) で放水した場合の有効垂直距離，有効水平距離を計算によつて求め

ることである。このためまず消防用噴流の実用的な放水曲線式を求め，次にある放水角度の場合の放水曲線と一定の筒先径，筒先圧力の場合の有効射程を表わす曲線（同心楕円）との交点を図上に於て求め，その点の座標から，それぞれの筒先径，筒先圧力，放水角度の場合の有効射程をえたのである。

§ 2．消防用噴流の実用的な放水曲線式

A．単純な抛物体運動の抛物線の近似式

質量Mなる物体を$\vec{v}$なる速度で抛げたときの運動方程式は，

$$M\frac{d\vec{v}}{dt}=\vec{F}-M\vec{g}\cos(\vec{g},\vec{v}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

で表される。こゝに$\vec{F}$は物体にはたらく抵抗を示し，一般に$\vec{F}\propto Mf(\vec{v})$で，

$$\vec{F}=KMf(\vec{v}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

であらわされる。こゝに比例常数Kは，物体にはたらく抵抗の係数と呼ばれるものである。$f(\vec{v})$が$\vec{v}$に関する簡単な函数で表わされぬ場合には微分方程式（1）を解くことは困難であるが，今物体にはたらく抵抗が，次のような単純な法則にしたがう場合について考える。

（i）物体にはたらく抵抗がない場合。

（2）式に於て，$\vec{F}=0$，$\therefore K=0$この場合は物体を真空中に抛げた場合である。

（ii）物体にはたらく抵抗が，物体の速度に比例する場合

（2）式に於て，$\vec{F}=KM\vec{v}$

（i）の場合の運動方程式は

$$M\frac{d\vec{v}}{dt}=-M\vec{g}\cos(\vec{g},\vec{v})$$

物体を抛げた点を原点にとり，水平方向にx座標，垂直方向にy座標をとれば，

x方向の成分の運動方程式：

$$M\ddot{x}=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(a—1)$$

y方向の成分の運動方程式：

$$M\ddot{y}=-Mg \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(a—2)$$

微分方程式（a—1），（a—2）を解き，tを消去して，x，yで表わすと，

$$y=\tan\theta.\ x-gx^2/2v_0^2\cos^2\theta \quad \cdots\cdots\cdots(a—3)$$

をうる。こゝにθは物体を抛げた方向の水平面となす角（抛射角），v_0は物体の初速度を表わす。

（ii）の場合の運動方程式は

$$M\frac{d\vec{v}}{dt}=-KM\vec{v}-M\vec{g}\cos(\vec{g},\vec{v})$$

（i）の場合と同様にx，y座標をとれば，

x方向の成分の運動方程式：

$$M\ddot{x}=-KM\dot{x} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(a—4)$$

y方向の成分の運動方程式：

$$M\ddot{y}=-KM\dot{y}-Mg \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(a—5)$$

微分方程式（a—4），（a—5）を解き，tを消去して，x，yで表わすと，

$Kt<<1$の場合，近似的に

$$y\fallingdotseq\tan\theta.\ x-x^2(g+Kv_0\sin\theta)/2v_0^2\cos\theta \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(a—6)$$

をうる。

（iii）の場合として，物体にはたらく抵抗が速度の自乗に比例する場合についても，筆者は（a—3），（a—6）式と類似のyに関するxの二次の近似式が得られると期待したが，この場合の微分方程式を解くことは，（i），（ii）の場合のそれを解くにくらべて遙かに複雑であることがわかり，残念乍らこの報告で示すことができなかつた。以上に於て得た非常に単純な抛物体運動の計算結果と噴流に対する実用的な放水曲線式をつくるという目的とを考えると，（a—3）式を修正するやり方が最も簡単で便利であると考えられる。

B．FREEMANの放水試験結果による，放水曲線の実験式

ノズルを原点，水平方向にx，水直方向にyなる座標軸をとり，筒先径$\varphi=1^1/_8''$，$p=50$Lbs/□′，放水角度$\theta=32^\circ$，60°，75°の場合に，FREEMANの行なつた放水試験の結果の図及び，これからの計算に必要な数値を，第1図及び第1表に示す。噴流の場合は，物体が抛げた場合と異なり，ノズルから遠くに行くにつれて複雑な変形，分裂により小水塊又は小水滴となつて，噴流の主な流れから脱落するものがあるから，実際噴流の途中の単位時間の水塊の質量Mは，ノズルを出た時の単位時間の水塊の質量

第3表 種々の筒先圧力，放水角度の場合のa.bの数値

p \ θ	a 32	a 60	a 75	p \ θ	b 32	b 60	b 75
40	0.00424	0.01433	0.06157	40 ~ 90	0.6703	1.868	4.275
50	0.00339	0.01186	0.04926				
60	0.00282	0.00938	0.04105				
70	0.00242	0.00847	0.03518				
80	0.00212	0.00741	0.03079				
90	0.00188	0.00659	0.02737				

水平距離x=10～100にfeet対する垂直距離y feetの計算値を第4表に示す。又FREEMANの実測値との比較を第5表に示す。

第4表 (C－15)式より水平距離x=10～100Feetに対する種々の筒先圧力，放水角度の場合の垂直距離yの計算値

p	40			50			60			70			80			90		
x \ θ	32	60	75	32	60	75	32	60	75	32	60	75	32	60	75	32	60	75
10	6	17	37	6	17	33	6	18	39	7	18	39	7	18	40	7	18	40
20	12	31	61	12	33	66	12	33	69	12	34	71	13	34	73	13	35	75
30	16	43	73	17	45	84	18	47	91	18	43	97	18	49	101	18	50	104
40	20	51		21	56	92	22	59	105	23	61	115	23	63	122	24	64	127
50	23	56		25	64		27	69	111	28	72	126	23	75	137	29	77	145
60	25	59		23	69		31	77		32	82	130	33	85	146	34	88	158
70	26			30	73		33	82		35	89		37	95	148	38	99	165
80	27			32	74		36	86		38	95		49	102		42	107	
90				33			38	88		41	100		43	108		45	115	
100													46	113		48	121	

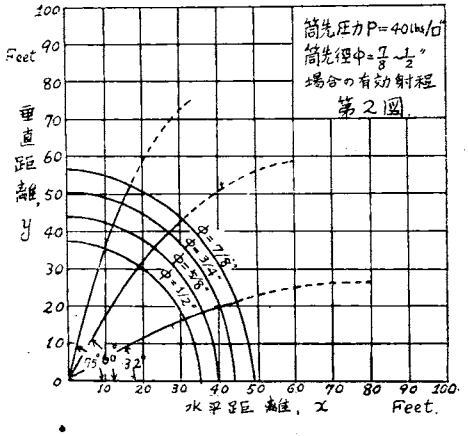
第5表 放水曲線に関するFREEMANの実測値と計算値との比較

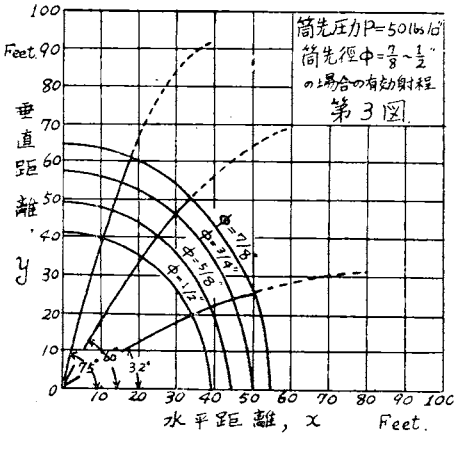
θ	y \ x	10	20	30	40	50	60	70	80	90
32	実測値	8	13	16	21	24	27	30	31	32
	計算値	6	12	17	21	25	23	30	32	33
60	実測値	16	33	46	58	65	72	76	78	
	計算値	17	33	45	56	64	69	73	74	
75	実測値	39	67	83	93					
	計算値	38	66	84	92					

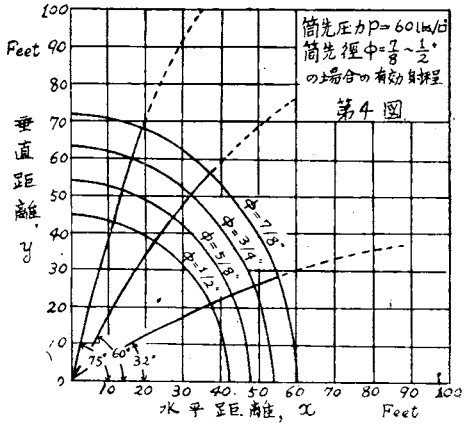
§3. ある放水角度θ(32°, 60°, 75°)で放水した場合の筒先径ϕ(7/8″～1/2″)，筒先圧力p(40～90Lbs/□)に對する有効射程

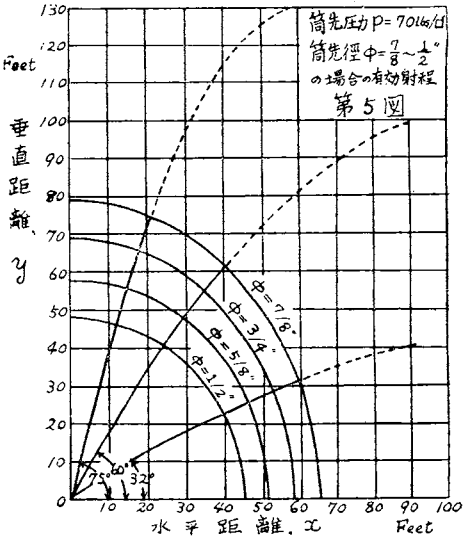
任意の放水角度θ(0°<θ<90°)の場合の有効射程，即ち有効垂直距離，有効水平距離を示す点の座標は，近似的に最大有効垂直距離（第1報に於ては有効垂直距離と呼んだ）及び最大有効水平距離（第1報では有効水平距離と呼んだ）をそれぞれ長軸又は短軸とする楕円上にあり，この場合，筒先径，筒先圧力は楕円の主軸の長さの変化を与える助変数と考えられ，従がつて筒先径，筒先圧力の相異による有効射程を示す曲線は同心楕円にてあらわされる実験事実[2]により，筒先径，筒先圧力を助変数とする同心楕円の方程式を導き，これと放水曲線式とを聯立させて，x，yの値が求まるわけであるがx，yのいづれかを求める場合，助変数を含む4次の代数方程式の根を求めなければならなくなるので，計算は相当めんどうになる。そこで上述のような方法によらないで，一定の筒先圧力p=40～90 Lbs./□，筒先径ϕ=7/8″～1/2″の場合の有効射程を示す曲線（同心楕円）とある放水角度θ=32°，60°，75°の場合の同じ筒先圧力の放水曲線をぐらふ上に画がき，この両曲線の

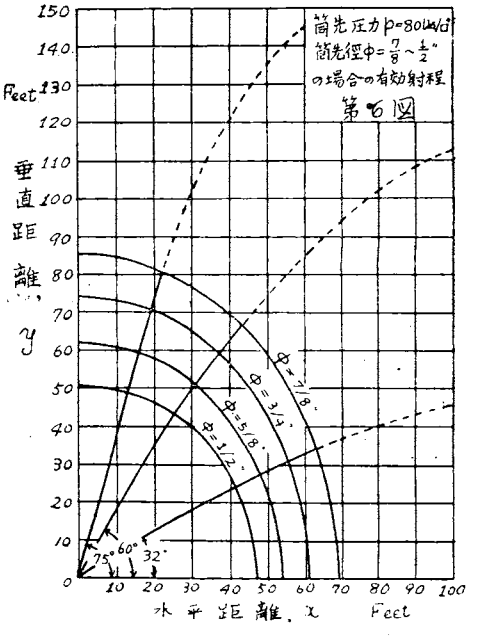
ぐらふ上の交点の座標より，それぞれの筒先径筒先圧力，放水角度の場合の有効射程をえた。（第2図～第7図及び第6表を参照の事）







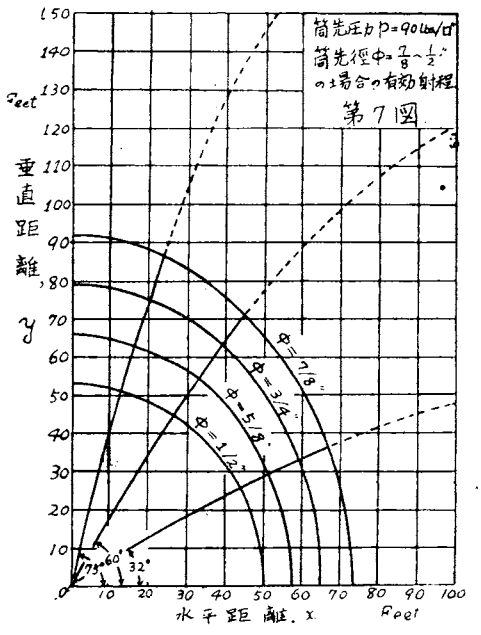




§4．検　　討

（1）先ず実用的な放水曲線式（C—16）は単に筒先径 $\phi=1^1/_8''$，筒先圧力 $p=50$Lbs/□の場合の実測値より導いたものであるから，$p=50$Lbs/□以外の筒先圧力の場合の実測によつて一般的に成立する事を確める必要がある。

（2）最近筆者は，消防機器便覧[3]に有効水平



距離（この本では有効水平射程と呼ばれてゐる），有効垂直距離（この本では有効直上射程と呼ばれる）に関する実験式及びこの実験式より計算した有効射程の表が記載されてゐるのを知つた。この実験式の根拠となつてゐる実測値は，筆者も引用したFREE MANの実測値であるらしい。この実験式は計算が簡単にできるように，だいぶまわりくどく表現されてゐて，普通の実験式のように簡潔に書かれてゐないきらいがあるが，一応筆者の方で，できるだけ簡潔にかくと，

$$\text{有効水平距離}=0.5p+26+5\times(\phi-\frac{3}{4})\div\frac{1}{8}$$
$$=0.5p+40\phi-4 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$$\text{有効垂直距離}=\sqrt{240p-p-1900-15}$$
$$=\sqrt{239p-1915} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

（2）式は筒先径 $\phi=1''$ の場合に成立する式

第6表 ある放水角度θ(32°, 60°, 75°)で放水した場合の筒先径φ($^7/_8$～$^1/_2$)″，筒先圧力p(40～90)Lbs./□に対する有効射程x_e, y_e (Eeet)

p		40			50			60			70			80			90		
ϕ	x_e \ y_e \ θ	32	60	75	32	60	75	32	60	75	32	60	75	32	60	75	32	60	75
$^7/_8$	x_e	45	31	17	51	34	18	55	37	20	60	41	21	65	43	23	67	45	24
	y_e	21	43	53	25	50	61	28	56	68	31	62	75	34	67	80	37	71	87
$^3/_4$	x_e	40	27	15	45	31	16	49	32	17	53	35	18	55	37	19	60	40	20
	y_e	20	40	43	24	46	54	26	50	60	28	55	65	31	59	71	33	63	75
$^5/_8$	x_e	37	23	12	39	26	14	43	27	14	46	29	15	48	31	16	51	33	17
	y_e	18	36	42	21	40	47	24	44	51	25	43	56	27	51	59	29	55	63
$^1/_2$	x_e	31	19	10	34	22	11	37	22	11	40	24	12	42	25	13	44	27	13
	y_e	12	31	36	19	34	40	21	37	43	23	40	41	24	43	49	26	45	51

のようである。（1）式による計算値は$\phi=1''$～$1^1/_4''$, $p=40$～90 Lbs./□に対して非常によくFREEMANの実測値と合致する。これを導いた方法等は全くわからないが，$\phi=1^3/_8''$以上に対しては，実測値よりの偏差大きく，想像するに$\phi=1''$～$1^1/_4''$, $p=40$～90 Lbs./□の場合により導いたように思える。次に（2）式のpに値を入れて実際に計算しても，ミスプリントのせいか？表に記載されてある数値にならないので批判の外にする。$\varphi=^7/_8''$. に於ける筆者の数値とこの実験式による数値とは非常に異なり，殊に$\phi=^3/_4''$の場合に於て著しいが，$^7/_8''$以下の場合の実測がなく，又この本の実験式の根拠も不明瞭であるので，正確な比較検討は無理であつた。

（3）第1報 §5(ii)で述べたように，筆者の導いた実験式の筒先径ϕに対する適用について明確な解答は実測にまつ以外に方法がないが，筆者の考えでは，FREEMANは，消防用噴流が15″の巾があれば，窓その他の開口部より注水でき且つ風からうける影響も少くその上燃焼物に対する注水効率（単位時間.

単位面積に対する注水量のノズルからでた水量に対する割合）からいつても，実用的に適当であると考えての事だと推察されるので，例えば 1/8″以下の小口径ノズルは，現在使用されてゐるのは，消火器（水槽付ポンプ消火器）に限られてゐるようで，大体屋内又は準屋外で使用される場合が多いから，風に対する考慮は殆んどいらないにしても，注水効率からいつて，15″の円の内部を約90%の水が通過する垂直及び水平距離という有効射程に関する FREEMAN の定義は，このような小口径ノズルに対しても妥当をかいてゐるとは思えぬが，将来特に小口径ノズルに対する実験により，筒先径，筒先圧力の変化による噴流の巾（拡がり）の変化及び有効射程は検討すべきであると思う。

§ 5. 結　　語

第1報及び第2報はアメリカに於ける実験結果を根拠として，一応以上に報告の如く計算をまとめたものであるが，問題の多くは今后の実測にゆだねられてゐる。将来実測が行なわれる際に，又は消火活動の立案に際してこの計算結果が幾分でも役立てば幸いだと思う。この報告を終るにあたり，種々の有益なる御批判を戴き誤りを指摘して下さつた熊野氏に末筆乍ら御礼申上げる。尚第1報に於て相当重大な誤りがあつたので§6に於て訂正すると共にお詫びする。この第2報に於ても取急いで脱稿したので再び誤りを犯してゐるかも知れない。今後の御批判を待ち，誤りがあれば正して完全なものに致し度い。

§ 6. 第1報に於ける誤りの訂正について

第1報に於て重大な誤り及び数箇所誤植があつたので，次の正誤表（第7表）により訂正する。

文　　献

（1）消研報告　VoL. 4., No.1, Jun. (1953), 1

（2）N. F. P. A. : Hand BooK of Eire Pre-Vention p. 1281 (1948)

（3）東京消防機器研究会編：消防機器便覧　p. 300（昭25）

（4）（2）に全じ。P.1320.

第 7 表　第 1 報 に 於 け る 正 誤 表

訂正すべき箇所	誤	正
P.2, 右らん 下より4行目	（註）有効垂直距離，有効水平距離とは，それぞれ噴流の水平面に対する放射角度が0°及び90°の場合の有効射程の事である。	（註）こゝに有効垂直距離，有効水平距離とは，一定の筒先径，筒先圧力の場合，最大の有効垂直距離（放水角度$\theta=90°$）及び最大の有効水平距離（放水角度$32°>\theta>0$のある角度と考えられる）の事である。
P.3, 第1図	横軸の有効垂直距離。	有効水平距離。
P.10, 左らん (iii)実験式 上より4行目	即ち有効水平距離貰（流の放射角度$\theta=0°$の場合）	即ち有効水平距離x_e（噴流の放水角度$32°>\theta>0°$のある角度の場合）
P.12, 左らん 下より7行目	噴流の放射角度$\theta=0°$, 90°の場合の有効射程である。	噴流の放水角度$32°>\theta>0°$のある角度及び$\theta=90°$の場合有効射程と考えられる
P.12, 左らん 下より6行目	任意の放射角度の場合には第5表及び第6表に於ける$x_e(\phi)$, $y_e(\phi)$をそれぞれ長軸又は短軸とする楕圓となることは	任意の放水角度（$90°\geqq\theta>0°$）の場合には，第5表及び第6表に於ける$x_e(\phi)$, $y_e(\phi)$を近似的にそれぞれ長軸又は短軸とする楕圓上の点の座標として求められることは
P.1, 目次右らん 上より2行目	係数 $i\log_{10}\beta_1$	係数 $\log_{10}\beta_1$
〃 上より4行目	C. 定筒先圧力	C. 筒先圧力
P.4, 左らん 下より7行目	d. 筒先径一定の場合…	b. 筒先径一定の場合…
P.8, 右らん 上より4行目	ぐらふ上プロットすれば	グラフ上にプロットすれば
P.10, 第5表 $\phi=1$, $p=65$の所の$x_e(\phi)$の数値	58.4	68.4

P.11, 第6表 $p=80, \phi=3/4$ の所の有効水平距離の数値	51.5	61.5
〃 $p=90, \phi=7/8$ の所の有効垂直距離の数値	9.20	92.0
P.1, 英文ナブストラクト下より3行目	wnich	which

(1953. 8 .15記)

火災報知装置検定用自動機について

中内俊作・広沢重男
高瀬晋一・渡辺彰夫

Automatic Testing Machine for Fire Alarm Equipment

S. NAKAUCHI S. HIROSAWA
S. TAKASE A. WATANABE

We made a few types of automatic testing machines for fire alarm equipment, such as electric switches, fire detectors, and sounding devices.

The construction of the machine for testing electric switches is shown in Fig. 1~3.

The machine can test three switches simultaneously at the rate of 55 operations per min..

For the switches under test, the machine supplies the load currents, the capacity of which is 24V, 0.1~3A, DC..

In Fig. 4~9, is shown the construction of the testing machine for fire detectors.

This machine can test 20 detectors simultaneously.
The machine heats the detectors for 5 min. in the hot air which is (30±5)°C higher than the room temperature, and then cools them in the forced air current of the room temperature for 5 min.. This is all done automatically by the machine, the motors in it being controlled by an electric clock to put the detectors in and out of the hot air at intervals of five minutes.

The third we described here is the testing instrument for sounding devices.

The circuit diagram of the instrument is shown in Fig. 10.

This is designed for the intermittent operation test of the sounding devices.

This instrument can operates two or three test pieces at the same time.

1. 緒　言

火災報知装置の検定は業務開始後既に四ケ年になるが，その間必要上から種々の自動式検査機械が考案され実用化されて来た。こゝにそれ等のうち当所で使用中の代表的なもの三種類について，その概要を説明してかゝるものを必要とされる方或は興味をもたれる方の参考に供したいと思う次第である。

こゝにあげる三種類の機械は，電気開閉器，火災感知器及び音響装置の繰返動作試験機である。これらは総て当所の電気係及び試作工場の共同設計にかゝるもので，電気関係は電気係で機械的部分は，モーター，リレー，計器類をのぞき総て試作工場で製作されたものである。

各試験器についての電気的部門の製作主任は，電気開閉器試験機は広沢技官，火災感知器試験機は高瀬技官，音響装置試験器は渡辺技官で，機械的部門は総て試作工場の宮田技官である。

以下その各々について簡単に概要を報告する。

2．電気開閉器繰返試験機

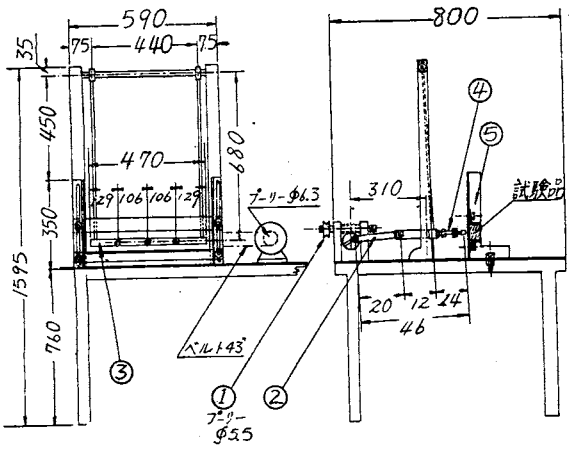
2.1. 本機の目的は火災報知装置用に用いられる各種のスイッチ類について，その開閉の確実性及び壽命について検査しようとするものである。

本機は電動機を動作源として，各種のスイッチ類を適当な電気的負荷のもとに一万回乃至十万回繰返し動作させ，その動作させた回数とスイッチの電気接点が実際に開閉した回数とを比較してその確実性と壽命を知らうとするものである。

試験に供せられるスイッチ類としては，受信盤の動作復旧用スイッチ，音響装置停止用スイッチ又はボタン，手動報知器用押ボタン等であり，何れも受信盤の確実な動作の為には重要な役割を果すものである。

2.2. 機械部分の構造及び機能

本機の構造はFig. 1に示す通りである。Fig. 1



開閉器試験機

Fig. 1 機械的部分構造図（単位ミリメートル）

についてこの機械の動作を説明する。プーリー①は200Wの電動機により駆動され，毎分1430回転する。この回転は減速比26:1のウォームギアにより減速され毎分55回におとされてクランク②を動かす。このクランクは③のロッド台座を動かす。このロッド台座は半径680mmの円運動をするのであるが，現在使用している程度のロッドの振巾では，ロッド台座は水平に前後運動をすると考えて差し支えない。このロッド台座に水平運動のみを許すガイドを設けて，クランクの運動を完全な水平運動に変える方式もあるが，わざわざ円運動をするような方式にしたのはこの方式が最も磨擦部分が少なく従つて機械的磨耗の心配が少ないからである。このロッド台座に，ロッド④が取付けられる。このロッドは内部にスプリングを具えてをり，その頭部は試験されるスイッチの種類により，丸形，カギ形等種々の形式のものに変えられるようになつている。⑤はスイッチの取付盤で上下前後することが出来る。又ロッドのストロークの調整は，クランクが可動円板に取り付けられる点を移動し，その半径を調節することにより行うようになつている。なほ本機駆動用の電動機は同じ台の反対側に取り付けた振動試験機と共用している。本機のロッド面における駆動力は，約100～1000kgである。

本機附属の回転計及び度数計（スイッチの動作回数を測るもの）は五桁のもので，十万回目にもとの指示数に戻る。

本機の動作速度は一分間に55回で，同時試験可能ケ数は3ケ，ストロークは0～70mmの範囲である。又被試験スイッチにかける力は人間の指先圧力から割り出して約6kgになるようにロッド内のスプリング及びストロークにより調整してある。試験可能なスイッチの大きさは100mm角のもの迄である。

2.3 電気回路とその容量

電気回路はFig. 2の通りである。直流側出力は36V8Aである。

整流器にはセレン整流器を用い，平滑用には3000 μFの電解コンデンサーを用いてをり，直流出力の脈動率は全負荷で約2％である

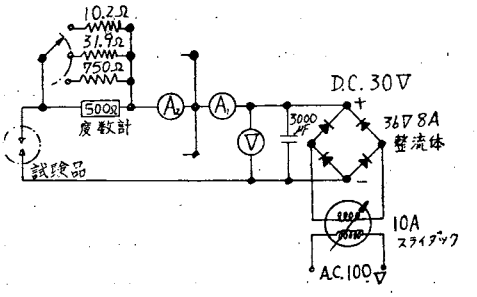
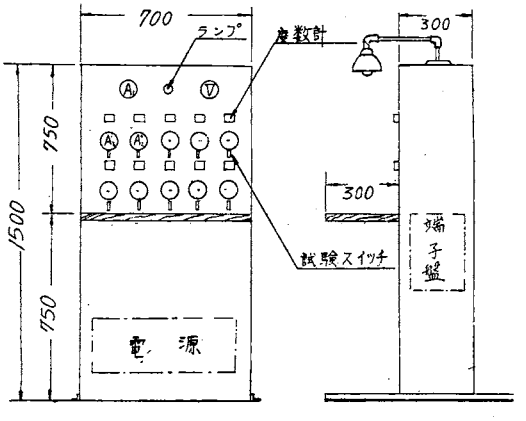


Fig. 2 電気開閉器試験機電気回路図

脈動を出来るだけ小さくするのは，電池電源で使用する受信盤のスイッチを試験するとき，出来るだけ使用状態と同じにして試験したいためである。このフイルターがないときには，試験品にかかる電圧が最小発弧電圧より小となつている瞬間を生じ，直流用スイッチの試験としては条件が甘きに失することとなる。猶正確には使用状態と同じだけのインダクタンスも挿入して試験すべきであるが，現在の所これは行つてをらない。

度数計は（5 L型米国製）を用い，当所において4桁のものを5桁に改造し，十万回迄計測可能として使用している。猶この度数計は内部抵抗500Ω，最低感動50mAである。

配電盤の外観はFig. 3の通りで，同時に接点



開閉器試験機

Fig. 3 配電盤外観図（單位ミリメートル）

10組の試験可能とした。度数計及び電流計は各試験回路毎に挿入されている。

2.4 試験結果の実例

本機による各種スイッチの試験結果の代表的なものを第1表に示す。本表中備考欄で，弾性不足とあるのは，スイッチの動作或は復原のため

第 1 表

受信磐復旧用ボタン又はスイッチ……7組

整理番号	型式	繰返回数 No. 1	No. 2	No. 3	備考
1	押込型	7,887	7,715	2,098	接点酸化(3個)
3	188－B	O.K.	O.K.	O.K.	
5	375－A	80,774	O.K.	O.K.	弾性不足(1個)
7	ユニバサル	O,K.	O.K.	O.K.	
18	押込型(I)	O.K.	21,216	O.K.	バネ折れ(1個)
36	〃 (II)	37,154	O.K.	O.K.	弾性不足(1個)
20	押切型	84,137	O.K.	39,538	バネ折れ(2個)

受信盤音響装置停止用スイッチ……8組

整理番号	型式	繰返回数 No. 1	No. 2	No. 3	備考
2	スナップ	500>	500>	—	バネ折れ(2個)
4	タンブラ	8,665	8,026	1,158	同上 (3個)
6	スナップ	50,000	O.K.	28,957	同上 (2個)
8	ユニバサル	O.K.	O.K.	O.K.	
9	〃	O.K.	O.K.	O.K.	
10	〃	O.K.	O.K.	O.K.	
11	〃	O.K.	O.K.	O.K.	
12	〃	O.K.	O.K.	O.K.	

手動報知器用押ボタン……15組

整理番号	型式	繰返回数 No. 1	No. 2	No. 3	備考
13	ASS－I	22,671	22,659	6,099	弾性不足(3個)
22	〃－II	25,091	25,898	O.K.	同上 (1) 接点防水(1)
26	〃－III	O.K.	O.K	O.K.	
14	スナップ	7,925	2,854	4,035	接点酸化(3個)
15	押込型I	396	1,773	291	軸面取不良(3)
24	〃 III	9,261	5,777	O.K.	バネ折れ(2個)
25	〃 III	42,464	42,598	42,648	同上 (3個)
16	スナップ	558	569	1,300	接点酸化(3個)
17	押込型	32,872	30,512	22,645	同上 (3個)
19	ユニバーサル	O.K.	O.K.	O.K.	
21	押込型	O.K.	O.K.	O.K.	
23	押切型	4,766	8,284	18,406	接点酸化(3個)
27	SW－9(I)	52,001	3,737	5,489	軸面取不良(3)
29	〃 (II)	6,309	88,753	O.K.	接点除(1) スプリング折れ(1)
28	スナップ	49,544	53,631	2,558	スプリング折れ(3)

のバネの材料不良又は設計不良等のために，途中で動作或は復原しなくなるものである。このうち特にバネの折損迄いつたものはバネ折れとして表示してある。接点除れとあるのは，接点合金が彈条よりとれたものである。軸面取不良とあるのは押込型スイッチなどで，軸のガイドの内面の面取り不良のために動作を繰返すうちに除々に機械的摩擦を増加し，遂に6kgの力では動作させることの不可能となるものである。（　）内に示した数字は3ケ中不良になつた個数である。

第1表の30組の試験品総ケ数89ケのものを各用途毎に整理すれば第2表のとをりである。

第　2　表

繰返試験回数（回数）	不良となる個数及び不良率					
	復旧用(7×3)		停止用(8×3)		手動用(15×3)	
	個数	%	個数	%	個数	%
1.000	0	0	3	12.5	4	8.9
10.000	3	14.3	6	25	18	40.0
20.000	3	14.3	6	25	19	42.1
30.000	4	19.0	7	29.1	24	53.3
40.000	5	23.8	7	29.1	26	57.8
50.000	6	28.5	7	29.1	29	64.4
100.000	8	38	8	33.3	33	73.5
10万以上	21	100	24	100	45	100

繰返試験回数の所で1,000とあるのは，1,000回で試験をうち切つた場合と言う意味であり，以下総て同じ意味にとられたい。又10.000とある所の不良ケ数は，10,000回の試験により発生する不良ケ数総計であり，1,000以上10,000以下の所で出る不良ケ数を示すものではない。本機自体は，ウオームギアが205万回で磨耗し使用不能となつた。又④のロッド内のスプリング（ツル巻バネ）も200万回で折損した。

2.5　本機で改良すべき点

本機で更に改良すべき点は次の諸点である。

（1）試験品取付後の調整

現在のものは試験品取付後これを上下前後に微動する装置がないので，ストロークの調節を取るのに時間がかかる。

（2）回転計の確実性

回転計は1ケを用いているが，繰返し回数を正確に測るには不確実であるから回転計を3ケ用いるか，確実な電気接点3ケとして度数計で電気的に計測する必要がある。

2.6　試験品に課している検定標準

現在の所検定品に課している規格は次の通りである。これ等の規格については，壽命をどの程度にみるか，確実性をどれだけ確保すべきか等について未だ考究すべき点が多く，提出される見本ケ数ともからんで規格の線をきめるのは甚だ困難な問題であるが，現在の所は一応下記の通り行つている。我々の考え方では，この程度におさえれば相当きつい使用条件のものでも検定品全部について十年以上の壽命を保証できるのではないかと考えている。

（イ）復旧用開閉器

30V. 3Aの無誘導負荷で十万回の繰返動作に耐えること。

（ロ）音響装置停止用開閉器

30V. 1Aの無誘導負荷で十万回の繰返動作に耐えること。

（ハ）手動報知器用押ボタン

30V. 0.1Aの誘導負荷で三万回の繰返動作に耐えること。

以上の規格は未だ正式に公布したものではなく，内規として試験品に課しているものであるが，なをこの上合理性について研究した上何れ近く正式の規格として取り上げる予定である。

3．火災感知器繰返動作試験機

3.1　本機は私設火災報知装置規格中の第5条第2項の試験を行うように設計製作されたものである。

この試験項目は，火災感知器を室温より30°C高い気流中で5分間加熱し，しかる後これを室温と同じ温度中で5分間冷却し，この合計10分間の試験をもつて，一試験サイクルとしてこれを千回繰返した後火災感知器に異状を生じないことを規定したものである。従つてこの試験を一回行うには約166時間，即ち昼夜連続で約一週間を必要とする。

この試験は火災感知器の耐久性を検査する上

に非常に重要なもので今迄提出された数百種の火災感知器のうち約7割はこの試験で不合格となつている。

この試験をする方式として現在迄に実用化されたものは，火災感知器を試験箱に固定し，この箱の温度を5分おきに30°Cづつ上下してやる方式と，常に室温より30°C高い試験箱を作り，5分おきに試験品をこの箱から出し入れする方式との二つである。ここに紹介するものは後者の方式によるもので，前者の方式に比して試験箱の熱感応の時定数による誤差を少なく出来る長所があり，大型の試験器に適した方式である。その代り前者に比して装置全体が復雑化する欠点はまぬがれない。

3.2 機械部分の構造及び機能

本機の機械部分の構造はFig. 4～6に示す通りである。

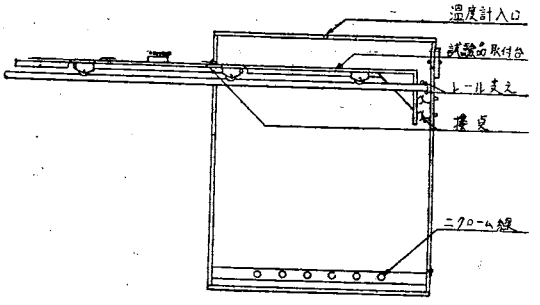


Fig. 5 感知器試験機側面図

熱箱内の構造はFig. 5～6に示してあるが，Fig. 5に接点とあるのは，加熱開始と同時に感知器に電流を通じ感知器の動作するか否かを試験するためのものである。加熱は下部に設けられたニクローム線により行われ，熱箱内の温度分布は出来るだけ一様になるように設計されている。

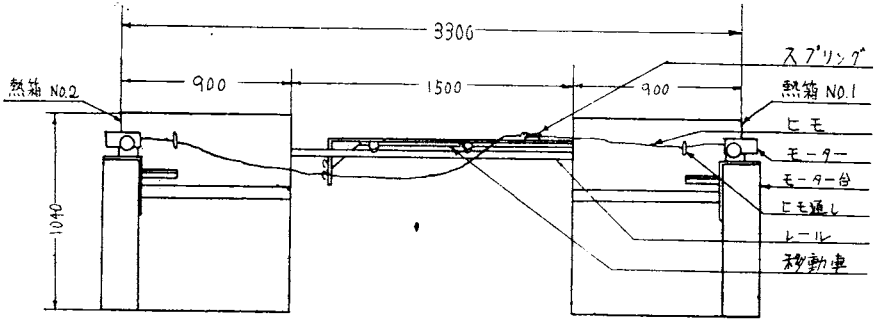


Fig. 4 感知器試験機側面図

Fig 4についてその構造及び動作の概要を説明する。試験箱（熱箱）は右左に二つあり，一ケの感知器収納数は最大10ケである。試験品は移動車上に取り付けられ，レール上を5分おきに，左右にとりつけられた二ケのモーターにより移動させられる。移動車上にとりつけられる試験品個数は20ケである。今20ケの試験品の中の10ケが熱箱No. 1内で加熱されているとすると，残りの10ケは二つの熱箱の中間に位し扇風機で強制冷却される。5分後には今迄冷却されていた10ケが熱箱No. 2内に入り加熱され，熱箱No. 1内にあつた10ケは熱箱から引出されて冷却される。これを繰り返して行くわけである。

モーターは100V 40Wのインダクションモーターである。

移動車の移動速度は約5秒間に全行程を移動し終る程度に設計されている。

加熱，移動制御は総て交流電源によつてをり停電時は総ての動作が一齊に留まり，このうちの一部のみ動作して他は停止する等のないようになつている。

3.3 電気回路

制御盤の構造はFig. 7～9に示す。

度数計は全体の繰返し度数及び感知器の動作個数がすべて出るように取り付けられている。

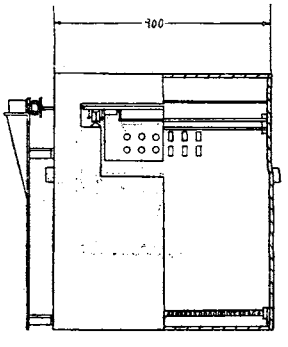


Fig. 6 感知器試験機側面図

電流計は各感知器回路毎に挿入されている。

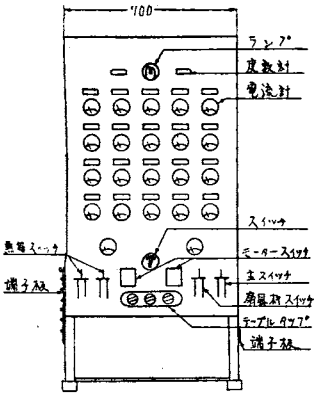


Fig. 7
感知器試験機配電盤正面図

感知器に課せられる負荷は24V100mAであるが，このうち20mAはリレー電流として消費される。従つて誘導を含む負荷である。

制御回路は電気時計及びリレーによつて構成されてをり，二つのモーターを制御する回路は互に他を監視する回路となつてをり決して二個のモーターが同時に動作して互に引きあうことのないようにされている。モーターの始動は電気時計接点により，停止は熱箱内に納められた機械的接点による。これらの接点の負荷は24V20mA以下である。

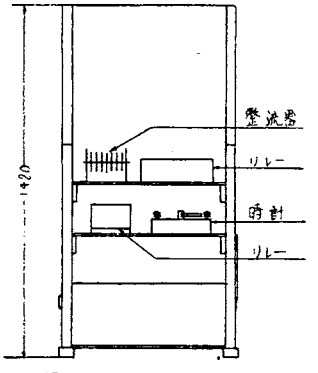


Fig. 8
感知器試験機配電盤背面図

3.4 本機の欠点

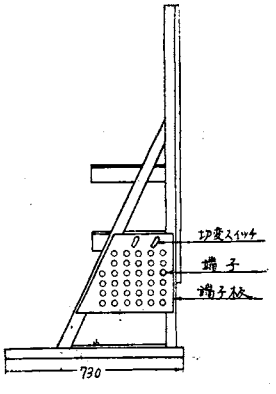


Fig. 9
感知器試験機配電盤側面図

現在迄使用して判明している欠点は，移動車を引張るヒモが切れた時に全体の動作を中止させる装置のないことである。従つてヒモの切れたときは移動が行われず加熱のみ行われるので一定の感知器は加熱だけ，一定の感知器は冷却だけが行われると言う現象が起る。これは将来ヒモに一定以上の張力がかゝると切れるスイッチを設けて防止する予定である。

4．音響装置繰返動作試験器

4.1 本機は主として受信盤に用いられる音響装置（ベル・ブザー等）の試験用として作つたものである。

ベルやブザーの故障の中には，スタート不良と言うのがある。それは一度鳴り出すと調子はよいが，最初の鳴り始めは外部から何かの衝撃を与えないと鳴り出さぬと言う故障である。このような不良は連続鳴動試験では発見が困難である。一方連続試験は実際の使用状態では発生しない程度の温度上昇を試験品のコイルに起しその為に不良となるものが出るが，これは試験条件が必要以上に苛酷だと言えるであろう。そこで従来行つていた連続24時間の鳴動試験の代りに，間歇24時間の鳴動試験に更めることにし，この試験で可否を決することにした。その為に設計されたのが本機である。

4.2 本機の構造及び機能

本機は機械的な可動部分を具えずたゞ，電気時計によつて制御される三組のリレーを具えてをり，これによつて二組又は三組の回路に交互に通電して間歇的にベルを鳴らそうとするものである。

電気回路はFig. 10の通りである。Fig. 10に於て，A_1～A_4，B_1～B_3，C_1～C_3は夫々A.B.C.リレーの接点であり，S_1は3回路を使用するときと2回路を使用するときの切替スイッチ，S_2は電源スイッチである。$T^1/_3$，$T^1/_2$，$T^2/_3$，T_1は夫々10分間1回転の電気時計の指針上に設けられた可動接点と，それの描く円周上$^1/_3$回転，$^1/_2$回転，$^2/_3$回転，1回転（原点）の所にある固定接点とで構成されるタイム・スイッチである。これらのT接点は接点回数が多いため1号合金を使用し，回転接点は固定接点にふれたときに，50g以上の圧力をうけないように適当なスプリングの緩衝装置を具えている。これは3項にのべた火災感知器試験機に使用している制

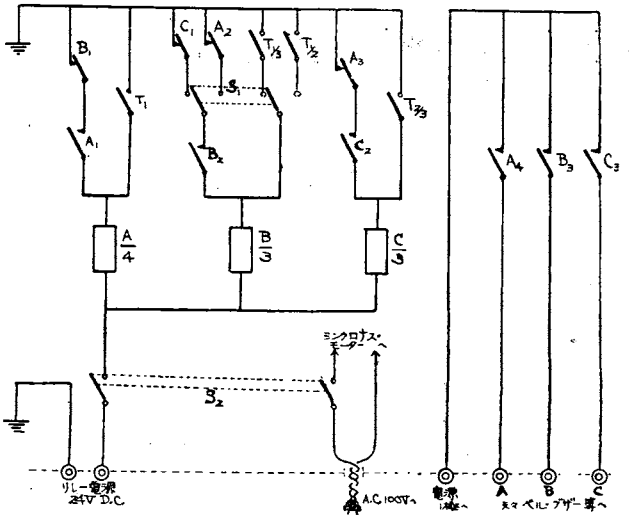


Fig. 10 音響機器試驗機配線図

御電気時計の接点にも具えられている。

Fig. 10についてこの回路の動作を説明する。図は電気回路の開路状態を示し各リレーは動作していない。今S_2が閉ぢられ，S_1が左へ倒されベル・ブザー端子にA. B. C. 三ケのベルがつけられているとする。このとき時計の回転によりT_1接点が先づ閉ぢられたとすると，Aリレーが動作し，A_1が閉ぢ，T_1が時計の回転につれて開路されたとしてもAリレーの動作は保持される。一方A_1閉路と同時にA_4が閉ぢられベルが鳴り始める。その後$3^1/_3$分経過すると$T^1/_3$が閉じられBリレーが動作し，B_1は開きAリレーの保持は離され従つてA_4が開路してAベルは鳴りやむ。同時にBリレーはB_2によつて保持され，B_3によつてBベルが鳴り出す。以下同様にして常にA. B. C. 三ケのベルのうち必らず一ケが交替に鳴つていることになる。

S_1を右に倒すと同様に5分おきにA. B. 二ケのベルが交互に動作する。

なおT接点が接触している時間は6～24秒程度で触れて殆んどすぐに10g以上の接触圧力がかゝる。

リレー電源は蓄電池によらず交流をセレンで整流して得ている。これは停電時に時計が停止する結果或る特定のベルが停電中鳴らされつゞけるのを防止するためである。

ベル又はブザー電源としては，その種類により交流又は直流の3，6，12，24V等の電源を外部から供給する。

三ケのベルを試驗するのに必要な時間は72時間であるが，この間にベルに異常が生じたときはベル回路に挿入された記録電流計により検出される。

又回路中タイムスイッチ接点以外の総ての部品配線は夫々密閉されたシヤーシー中に納められ，塵埃等による障害を防止している。

現在迄の所本機には欠点が発見されてをらず製作後順調に働らいている。

5. 結　　言

以上当所で火災報知装置の試驗用に使用している機械三種を御紹介した次第であるが，かゝる装置に興味ある方々の御参考になれば幸である。

これ等の機械は猶改良すべき点が多々あり，現在もこの改良に努力中であるが，読者諸士におかれても改良について何かの示唆を給われば幸甚である。

チューブ火災實驗報告（第1報）

── 四塩化炭素消火器によるガソリン消火 ──

村　上　勝　幸

About Tube Fire Test (1)

K. MURAKAMI

This is a report of the test conducted to determine the extinguishing ability of a stored-pressure-type carbon tetrachloride extinguisher, ¼ gallon in capacity, as used in a tube gasoline fire. Although we could not come to any definite conclusions, owing to the limited number of tests, we were able to present the following three points:

1. The effective extinguishment depends upon the quality rather than the quantity of the gas produced, as far as a certain amount ot gas is available.
2. With this type of extinguisher, the efficiency does not increase in proportion to the capacity, for there is a certain limit in area beyond which the extinguisher cease to be effective.
3. Efficiency of the extinguisher in this type of fire greatly depends upon the skill of the user of the device.

木材等の燃焼と異なり油脂類の燃焼はその速度及び状態等がほゞ一定しているので，この再現性のあるチューブ火災が油火災に於ける手提式消火器の消火能力の判定及び比較等に最も良く利用されている。従来此の種の消火実驗では消火に要した時間及びこれに消費した消火藥液量，それに消火を担当した者の熟練の度合等が兎角問題にされたものである。然しもう一歩突込んで放射された消火藥液は火焰に逢い如何に作用し如何に変化するのであろうか。この放射液の行方を探究し解析したらチューブ火災の消火に関し，何か有力な手懸が得られるのではなからうか。

先づ実驗に使用した器具に就いて説明すれば

消火藥液：四塩化炭素液

消 火 器：1/4ガロンの蓄圧式消火器

蓄圧力は120 lb/D″でノズル口径は1.7粍，放射持続時間は33～34秒でバルブの開閉が自在に瞬時に出来るレバー式のものを採用した。

燃　　料：ガソリン

消 火 槽：直径18吋～24吋のチューブで高さ23糎で底部に3糎の深さに水をはり，その上のガソリンの厚味が約6粍になるようにガソリン量を調整した。

チューブ内のガソリンは着火後20秒にして確実に定常燃焼するところから，着火後消火開始まで20秒予燃焼させることにした。

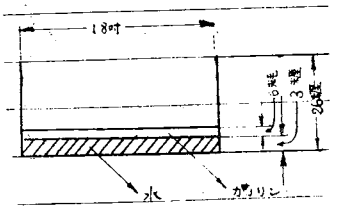
18吋チューブの消火実驗

〔消火方法〕

消火のやり方としてはチューブの内壁の中頃に出来るだけ射線が側壁に直角にぶつかるように放射し，やゝあつてから除々に右方に移動し

頃合いを見はからつてて射線を左方に逆転させて，火焔の渦巻を停頓させて窒息効果を高めるよう心掛けた。

第1図



チューブ内径 ： 18吋
チューブ面積 ： 1630糎²
ガソリン量 ： 1立
予燃燒時間 ： 20秒

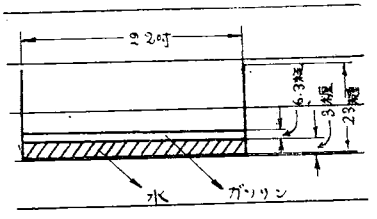
適要＼回数	1	2	3
要消火時間	20sec	27sec	12sec
消費量	503cc	778cc	364cc
消費率	54%	82%	38%
沈降せる混合液量	113cc	213cc	93cc

〔考　察〕

上記の如く3回実験し夫々上記の如きデーターを得た。こゝで沈降せる混合液量と云うのは，放射終了後チューブの底に放射液の一部が沈積しているのを発見その量を測定したものでこれは放射液でガス化せず，液状のまゝで沈下した四塩化炭素とガソリンの混合液である。この沈降せる混合液量は大体消火時間に比例していた。

22吋チューブの消火実験

第2図



チューブ内径 ： 22吋
チューブ面積 ： 2450糎²
ガソリン量 ： 1.67立
予燃燒時間 ： 20秒

適要＼回数	1	2	3
要消火時間	消火不能	消火不能	
消費量	943cc	943cc	
消費率	100%	100%	
沈降せる混合液量	240cc	370cc	

〔考　察〕

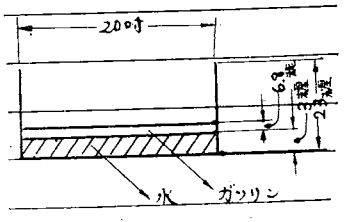
前回18吋チューブ火災を容易に消火し得たので今回は22吋チューブの消火実験を行つた。消火の方法は18吋チューブ火災の消し方と全く同じにしたが，結果は上記の如く2回共失敗に終つた。

観測したところに依ればこの種のこの型の消火器ではこの規模の火災の消火は無理なように思はれた。たゞチューブ底に沈降した混合液量は両者一致せず5割近くも差が有ることが判明し，同じ人間が同じやり方で消火に当つてもこれだけ差が生じ得ることが判つたことは一つの収獲であつた。

20吋チューブの消火実験

22吋チューブに引続き20吋チューブの消火実験を行い，上記の如く2回消火出来ず3回目に93%消費してやつと消火し得た。消火方法及び消火担当者は前回と全く同様。

第3図



チューブ内径 ： 20吋
チューブ面積 ： 2020糎²
ガソリン量 ： 1.4立
予燃燒時間 ： 20秒

適要＼回数	1	2	3
要消火時間	消火不能	消火不能	34sec
消費量	943cc	943cc	880cc
消費率	100%	100%	93%
沈降せる混合液量	155cc	285cc	240cc
混合液の内容 ガソリン	68.3cc,44%	105cc,37%	
混合液の内容 四塩化炭素	86.7cc,56%	180cc,63%	
混合液の内容 ガソリン比重	0.748	0.748	
混合液の内容 四塩化炭素比重	1.591	1.591	
混合液の内容 混合液比重	1.220	1.281	
放射液の有効消比率(ガス化)	90.8%	81%	
放射液の浪費率(液状)	9.2%	19%	

〔考　察〕

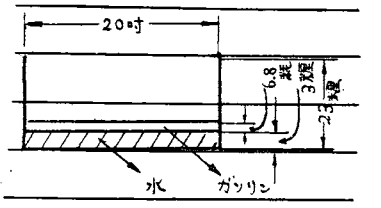
残留せる混合液を見較らべて見ると消火不能

に終つた第一回目の155ccの方が消火し得た第3回の240ccよりは遙かに少い値を示していることに気が付く。これは一見矛盾しているように感ぜられるが，然しこれは火焔渦巻と発生ガス（四塩化炭素）との微妙な関係に依るもので発生ガスの絶対値の多寡よりも，発生ガスがどれだけ消火に役立つかと云う事の方が消火により強く影響する為であると考えられる。即ち火熱に逢つてガス化した四塩化炭素は全部が全部消火には役立つものではなく，火焔の渦流に抗して発生ガスが如何に有効に作用したかゞ消火の極手になるものであるから，かゝる数値も当然得られるわけで消火技術の難しさが改めて痛感された次第である。

次に特筆大書すべき事柄としてはチューブの底に沈積した混合液の成分比率が明確にされた事である。この算定方法は混合液を比重計で測定するとその比重が判明する。そこで当然使用せる四塩化炭素とガソリンの比重が判つているから，$x+y=A$, $ax+by=cA$ なる聯立二元一次方程式で簡単に算出することが出来る。この算式により算出された混合液の成分の数値は，放射された消火薬液が火焔と作用して如何に役立ち，又無駄になつたかを教えるもので，消火方法の検討の上から云つても，チューブ火災実験としては一大収獲と云うべきであらう。一寸考えるとガソリンに比し四塩化炭素の比重は倍以上も重く，且つガソリンの厚さがたつた6粍そこそこであるから，沈降せる混合液の大部分は四塩化炭素と考えられ勝ちであるが，上記のデーターで4割前後もガソリンが含まれていると云う事実がこれで判明し，認識を新たにした次第である。この混合液中には煤等も混入していると思われるが極く微量と見て問題外とした。又放射の初めと終りに放射液が多少チューブ外ははみ出るわけであるが，これも除外して計算した事を御了承され度い。又上記でデーター中第3回目の混合液の成分が空欄になつているのは容器の破損で測定出来なかつた為で，この回は消火していたゞけに誠に残念であつた。

20吋チューブの消火実験

第4図



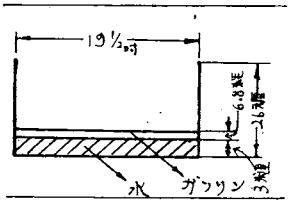
チューブ内径 ： 20吋
チューブ面積 ： 2020糎²
ガソリン量 ： 1.39立
予燃焼時間 ： 20秒

適要＼回数		1	2
要消火時間		消火不能	消火不能
消費量		943cc	943cc
消費率		100%	100%
沈降せる混合液量		310cc	226cc
混合液の内容	ガソリン	140.5cc,45%	100cc,44.3%
	四塩化炭素	169.5cc,55%	126cc,55.7%
	混合液比重	1.212	1.220
	ガソリン比重	0.715	0.715
	四塩化炭素比重	1.588	1.588
放射液の有効消費率（ガス化）		82%	86.6%
放射液の浪費率（液状）		18%	13.4%

上記の如く放射液の8割以上がガス化しているにも抱らず2回共消火するに至らなかつた。然し観測によれば2回共もう一息と云う所まで追いつめていた。それで半吋ちゞめて19.5吋チューブで実験してみることになつた。

19.5吋チューブの消火実験

第5図



チューブ内径 ： 19½吋
チューブ面積 ： 1930糎²
ガソリン量 ： 1.32立
予燃焼時間 ： 20秒

適要＼回数	1	2	3	4
要消火時間	消火不能	16sec	13sec	14sec
消費量	943cc	686cc	409cc	466cc
消費率	100%	72%	43%	94.3%
沈降せる混合液量	246cc	50cc	65cc	41cc
混合液の内容 ガソリン	93.3cc,38%			17.3cc,42%
混合液の内容 四塩化炭素	152.7cc,62%			23.7cc,58%
混合液の内容 混合液比重	1.217			1.220
混合液の内容 ガソリン比重	0.715			0.715
混合液の内容 四塩化炭素比重	1.588			1.588
放射液の有効消費率(ガス化)	90.1%			94.9%
放射液の浪費率(液状)	9.9%			5.1%

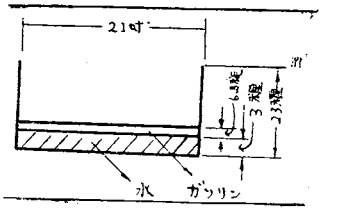
上記の如く4回実験したが最初の1回は失敗に終つた。この原因を考えて見ると，消火のやり方が従前通りある時間一定の箇所に当て稍々たつてから除々に移動して，火焔を不要に渦巻きにする弊害を避けることばかりに吸々としてガスの発生を効果的にやらなかつた為であることに気が付いた。それで2回目からは放射開始と共に直ぐさま右方に適当に廻りながら過熱した壁から壁へと直射して出来るだけ，ガス発生を有効ならしめるような方法に切り換えた。この作戦が図に当つて，第2回目は16秒，第3回目は13秒で消火し得て，この考え方が正しかつたことを裏づけた。

次に残留混合液を検討して見ると，第2回及び第3回の消火に要した時間は各々，16秒，13秒であつたが，混合液の残量は夫々50cc，65ccで残留混合液の量が放射時間に比例しない一見奇異な現象が起つた。

この原因は前々にも述べた如く発生ガス量の多寡よりも発生ガスが如何に有効に作用したか否かが，消火の決め手になる為と考えられる。又混合液の成分に就いて言及して見ると消火し得なかつた方の比率が四塩化炭素6.2に対し，ガソリン3.8であるのに較べ，消し得た方の比率は四塩化炭素7.2に対しガソリン2.8で，この数値も一見奇異に感ぜられる。常識的には消し得なかつた方はロスが多いだけに四塩化炭素の含有量が消えたものに較べて多い値を示さねばならぬ様に考えられそうなものであるが，この理由は消火し得なかつた場合の放射液は時間と共に圧力が低下し飛沫の大きさが次第に大きくなつて，ガス化効率が悪くなりガソリンの溶け込む度合が多くなる為，ガソリンの含有比率が増えたものと思はれる。

21吋チューブの消火実験

第6図



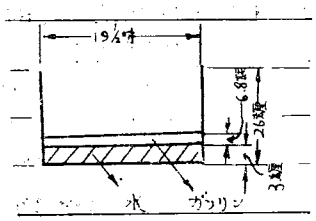
チューブ内径 ： 21吋
チューブ面積 ： 2255糎²
ガソリン量 ： 1.53立
予燃焼時間 ： 20秒

適要＼回数	1	2
要消火時間	消火不能	消火不能
消費量	943cc	943cc
消費率	100%	100%
沈降せる混合液量	243cc	
混合液の内容 ガソリン	91.4cc.38%	
混合液の内容 四塩化炭素	151.6cc,62%	
混合液の内容 混合液比重	1.261	
混合液の内容 ガソリン比重	0.715	
混合液の内容 四塩化炭素比重	1.588	
放射液の有効消費率(ガス化)	84%	
放射液の浪費率(液状)	16%	

放射と同時に廻る消火方法が以前の固定消火（完全ではないが）に較べ顕著な効果を示したので今回は21吋チューブで消火して見たが2回共失敗に終り，火勢が強く全然受け付けなかつたので消火技術を超越してこの種の消火器には消火可能の限界面積，換言すればある直径以上のチューブ火災では発生ガスで火焔の渦流を押えて完全に空気を遮断することが不可能になりいくら消火薬液を注入しても消火することが不可能な限界が存在することをはつきり知らされた様な思ひであつた。

19.5吋チューブの消火実験

第7図



チューブ内径 ： 19½吋
チューブ面積 ： 1930糎²
ガソリン量 ： 1.32立
予燃燒時間 ： 20秒

適要＼回数	1	2	3	4
要消火時間	3sec	10.55sec	7.5sec	5.7sec
消費量	88.4cc	34.7cc	20.8cc	151.5cc
消費率	9.4%	37%	22%	16%
沈降せる混合液量	25.5cc	68cc		
混合液の内容 ガソリン	5.1cc29%	29cc42.6%		
四塩化炭素	20.4cc71%	39cc57.4%		
混合液比重	1.420	1.230		
ガソリン比重	0.751	0.751		
四塩化炭素比重	1.585	1.585		
放射液の有効消費率(ガス化)	77%	88.8%		
放射液の浪費率(液狀)	23%	11.2%		

上記のデーターはこれ迄使用して来た¼ガロンの四塩化炭素消火器1本で19.5吋チューブ火災が何回消火出来るかを試験的に連続して実験して得たものである。消火は終始同一人が担当して来たゝめ，大部熟練して来たことも有力な一因であるが予期以上の記録が得られた。即ち上記の如く都合3回消火出来たわけで最初の回など3秒で消火することが出来た。こゝで興味あることは優秀な記録が得られたこの第1回目の実験で沈降せる混合液の比重が1.42で且つガス化効率が77%と云う数値を示めしている事柄で，これ以外の実験記録では混合液の比重が1.21～1.28ガス化効率，82～95%であるのに較べ一見矛盾した珍現象を呈していることである。これは消火実験の回数をより以上重ねて慎重に観測せねばならず：これだけの記録で軽々しく判断する事は嚴に慎しまねばならぬが，この実験に於ける発生ガスの隠蔽作用が際だつて良かつた為であることだけは強調出来る。この事実は不燃ガスによる窒息消火を唯一の武器とするこの種の消火器には重大な暗示を与えるものとして充分反省してみる価値がありそうだ。以上は十日間の短期間に連続実験して得た記録であるだけに，比較的信頼度は高いものと思われるが正直のところ記録された数値の裏付けと咀しやくにほん弄された形で，チューブ火災の消火実験として決定的な断を下だす段階には未だ程遠いが，従来の実験より放射液の行方を解析出来たゞけ一歩前進したわけで，これが足がゝりとなり早晩消火器とチューブ火災との関係を明確に突込めることが出来るものと思われる。チューブ火災は数ある火災の中の一つであるだけに，氷山の一角にやつと辿り着いたやうなものではあるが一旦しがみ着いた以上ヒマラヤ探検者と同様石にかじり附いても極はめるのが吾等初期防火研究者に課せられた使命と信ずる。かゝるさゝやかな実験の累積がやがては初期火災消火究明の鍵となることであろう。今回の実験で結論を出すのは速断に失するきらいはあるが

1．消火は発生ガス量の多寡により決まるものではなくガスの効果的な作用如何に依つて決す。
2．この種の消火器の消火能力は容量の多寡には比例せず消火不能になる限界面積が存在する。
3．この種の消火器では消火技術の熟練度合が消火に甚大な影響を及ぼす。

以上の3点に要約されるが何せ，実験回数が少なかつたゝめ決定的な事は云い得なかつたが，消火器の容量及びノズル口径を種々変え又消火担当者をも変えて相当回数実験を継続して，チューブ火災に於ける消火器の消火能力の範囲を明確化したい。

最後に今回の実験で桑原，鈴木，両君が記録の整理に当つて呉れた労に感謝すると共に，実験を手伝つて呉れた佐藤，田中，吉井，三君にも謝意を表する次第である。

防火上より見た熱海市の都市構成について

今　津　博

Construction of ATAMI City Seen from Fire Defence

H. IMAZU

When we examined the cities which have been visited by a conflagration, we found various factors contributing to large losses. Included are: a strong wind then prevailing; inferior fire defense; or inadequate water supply, and others. The most important among these is the prob'em of construction of a city - what kinds of buildings are to be adopted, and how these buildings laid out. This is a problem that we cannot lightly pass on, for, checking the spread of fire before it may develop into a conflagration is a great task for us.

With the object of studying fire hazards of the cities in Japan, the writer has been conducting a research concerning the construction of cities. Here we have picked up Atami for our first study, for the city has suffered a large loss in the recent conflagration, and the details are still fresh in our mind.

§1. まえがき

大火に見舞われた諸都市をみると，そのよつてきたる要因は種々あげられる。いわく風が強かつた。消防力が劣弱であつた。水利の悪い地点であつた。等々。しかしこれらの中見逃すことのできない大きな要素に，その都市の都市構成という問題がある。即ちその都市が如何なる建築物で，如何様に組み上げられているかということである。この問題は大火に至らないまでも，延焼火災を論ずる場合にも軽視することのできない要素である。筆者は都市の火災危険度を求めるため，全国市制施行地の都市構成に関する分析を行つているが，その中最近大火を発生し又比較的我々になじみの深いと思はれる熱海市の都市構成について記述する。

§2. 街　区

市街地は，種々の用途の建物が，或割合に建並んで形成されているものであるが，その建並び方は場所により区々である。都市構成を分析するに当つては，建物の建並び方が，ほゞ均等した部分を各単位として取上げる必要がある。この単位を街区といゝ，通常の場合巾員4m以上の道路・河川・鉄道等一連の適当な空地により囲まれた最少の一団地を取る。ほゞ均等している部分というのは，建蔽率が（1＋3）/2＝2という形でなく（2＋2）/2＝2ということで，そのためには，街区内で部分により建物の建ち方が著しくちがつたり大きな空地があつたりした場合，その境界線を道路等にとらわれず変更しなければならないこともある。

§3. 危険地区

市街地内の火災危険地区を考える場合，その条件として，次の3つがある。

1　燃焼速度からみた場合

2　消防活動上からみた場合

3　消防水利の分布状況からみた場合

1. 2は建築物の状況に直接関係ある事項であるが，3は直接関係がないので，こゝではふれな

いことにする。

§3.1 燃焼速度（註1）

市街地内の建築物の燃焼速度は，気象条件が一定とすると，粗悪な建物が密集している程速くなる，即ち燃焼速度は主に建築構造と建蔽率の2条件に左右されることになる。

今建築物の構造を

a. 耐火構造

鉄筋コンクリート造，コンクリートブロック造，レン瓦造等建築基準法にいう構造

b. 防火構造

外壁がモルタル塗，大壁漆喰塗，タイル張，土蔵造等建築基準法にいう構造で，屋根は瓦鉄板等不燃材料で被覆したもの

c. 木　造

土壁の類を有する（雨除等のため，可燃性材料で表面を覆つてあつてもかまわない）木造で，屋根は瓦，鉄板等不燃材料で被覆したもの

d. バラック造

内外壁とも不燃材料を持たぬ木造，屋根は燃質材料で被覆したもの。屋根，壁のいづれかでもこれに相当すればバラック造とする。

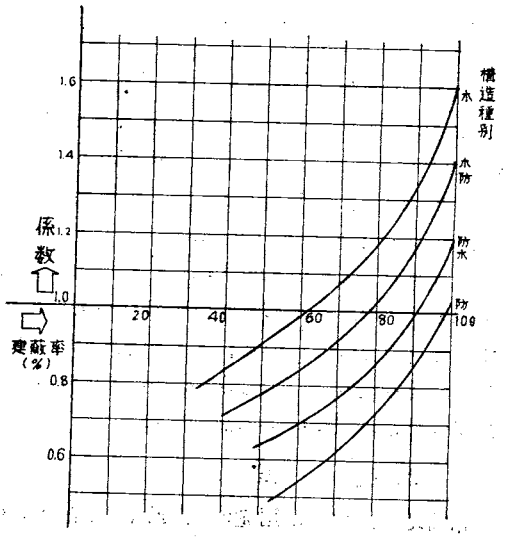
の4つに大別すると，すべての街区には，これらの1或は数種の構造の建築物が，或建蔽率の下で存在することになる。そして以上4種の構造の存在する割合により，次の10種類の組合せに大別する。但し耐火構造の建築物はそれ自体不燃性であると同時に，周辺の可燃性建築物への延焼を阻止する役目をはたすこともあり，これが耐火建築物による防火帯設置の基をなしているのであるが，現在の日本では，大都市の一部を除いては，これが有効に配置されている所は稀で，その数も非常に少いので，厳しい方の考え方をして耐火構造の建築物の建つている部分を空地と考え，構造割合は考えないことにする。

第1表 構造区分

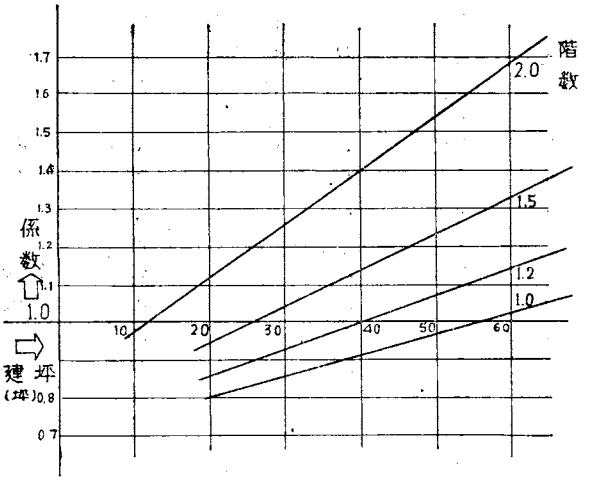
No.	構造種別	構造割合
1	耐火構造	
2	防火構造	防火構造が80%以上残りその他
3	防火構造 木　造	防火構造が過半数で次に木造が多いもの
4	木　造 防火構造	木造が過半数で次に防火構造が多いもの
5	木　造	木造が80%以上残りその他
6	木　造 バラック造	木造が過半数で次にバラック造が多いもの
7	バラック造 木　造	バラック造が過半数で次に木造が多いもの
8	バラック造	バラック造が80%以上残りその他
9	バラック造 防火構造	バラック造が過半数で次に防火構造が多いもの
10	防火構造 バラック造	防火構造が過半数で次にバラック造が多いもの

§3.2 消防活動

可燃性建築物が火災になつた場合，消防活動は，一棟当りの規模が大きい程困難になる。規模は建坪と階数で表はされ，街区内の平均値を取るのが都合がよい。そうすると，建坪はその街区内の建坪の合計を棟数で割つた値であり，階数は延坪の合計を建坪の合計で割つた値になる。又単独の建築物でも，学校，劇場，旅館等大規模の木造建築物は，消防活動に及ぼす影響は大である。以上の他，建築物とは別に，街区の面積が大きく，消防活動を行うための進入路に欠ける場合及び地形上断崖，丘谷等の高低差がある場合は，共に消防活動に支障を来たすことになる。



第1図 燃焼速度より見た危険度
係数1以上が危険地区である



第 2 図　消防活動上より見た危険度
係数1以上が危険地区である

§4. 都市構成

§3に説明した2条件を求めるため整理したのが第2表である。この調査は消防本部が予防査察のため作製した戸別のカードより集計することを原則としているが，熱海市の場合は，消防本部が所有している1/600の建物配置図を用い，街区面積及び建坪はその通り切抜き，重量を化学天秤で秤量し，単位の面積の同質紙片の重量と比較して算出したものである。延坪は特に不定形をなし又規模の大きい旅館，寮等その他防火対象物を消防本部の台張から調べ，その他については2階建の棟数を調べ，その形態より算出したものである。

§4. その他

都市構成の建築物に関する要素は以上の通りであるが，特殊条件として地形がある。熱海市の地形は海岸から僅かの平地があつて，直ちに傾斜地となつており39街区，市街地面積の58%が建築敷地として利用するため段丘地となつている。

地形が以上の通りであるから，市街地内の道路の状況も非常に急勾配且つ不整形のものが多く，自動車の運行には非常に困難である。

§5. むすび

熱海を構成する建築物の状況は以上の通りであるが，大火以前の中心街は，迷路の様に入り組んだ街区に粗悪な建築物が密集した，みるからに危険な街であつた。2度にわたる大火（駅前の大火及び中心街の大火）により，これら不良地区は焼失し，焼土の中から生れた熱海は，区画整理は行はれ，建築物の質に於て，建蔽率において，以前とは比べものにならない立派な町となつた。しかし大規模木造建築群を数多く持つて，消防活動上からみた危険は決して解消してはいない。不利な地形に加えて，峡隘な急勾配なそして不整形な道路網をかゝえ，熱海市の消防当局はやはり多くのなやみを持ちつゞけている。

註　1. 堀内三郎：市街地に於ける消防施設の基準消研報告　第2巻第1号

第　2　表

街区番号	街区面積(坪)	建坪(坪)	延坪(坪)	棟数(棟)	延200坪以上の木造建築物(棟)	耐火造建築物(棟)	建蔽率(%)	構造種別	規模(坪)	階数
1	962	406	534	28	1	4	52	防	14.5	1.31
2	1,330	565	625	61	0	0	41	防	9.3	1.33
3	2,760	1025	1371	42	1	0	37	木	24.4	1.34
4	10,002	455	664	19	0	0	45	木	24.0	1.46
5	1,037	570	762	29	0	0	55	木	19.7	1.34
6	2,458	887	1095	36	0	1	36	木防	24.6	1.24
7	7,130	2,530	3983	75	2	0	36	木	33.8	1.58
8	240	127	165	7	0	0	53	木	18,2	1.30
9	2,480	610	995	25	0	1	25	木防	25.4	1.63
10	4,500	935	1179	31	1	0	21	木	30.2	1.26

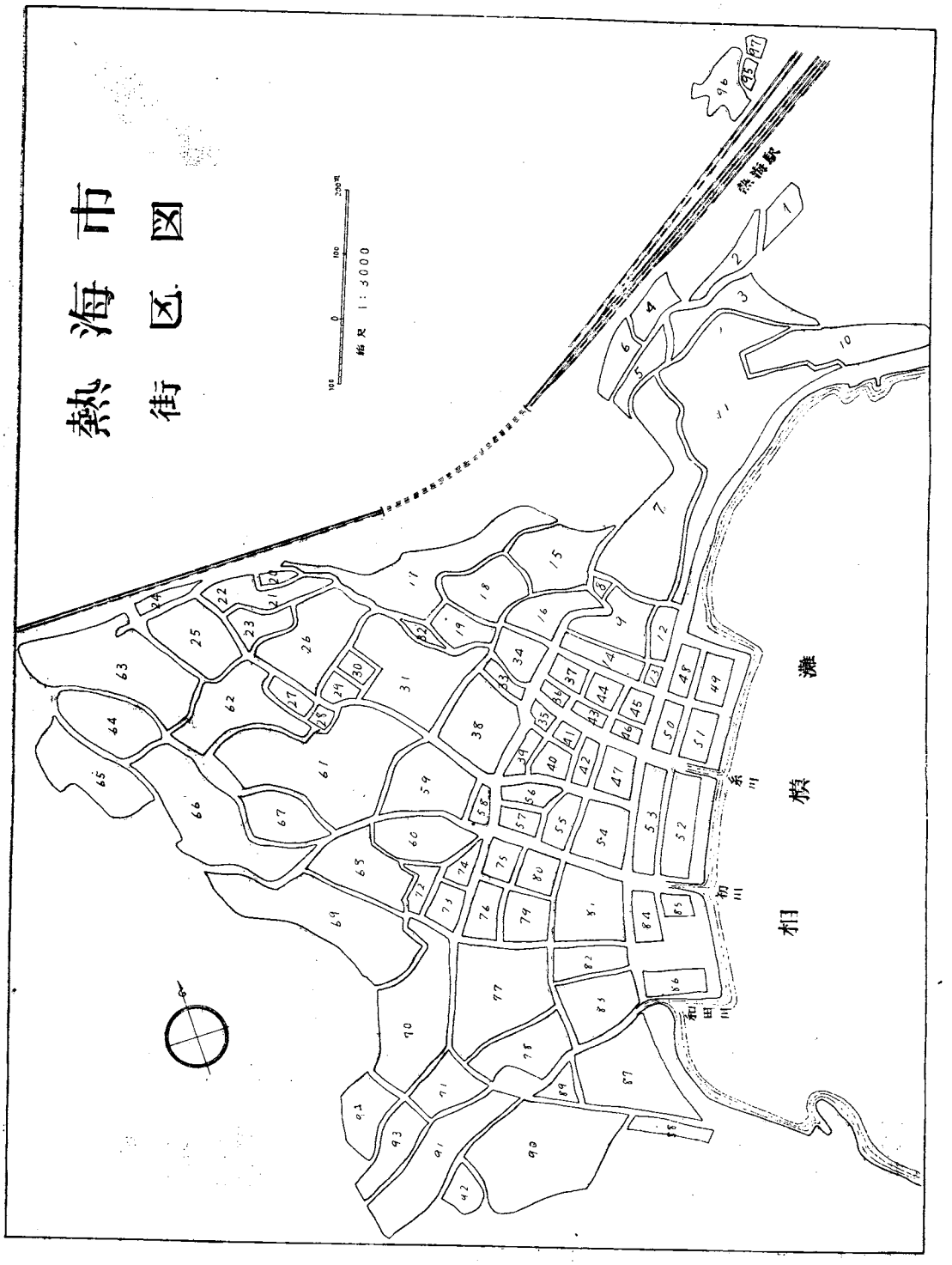
11	11,340	2710	4928	62	8	0	24	木	43.8	1.82
12	930	545	1257	11	2	1	59	木	49.6	2.30
13	225	—	—	—	0	2	—	—	—	—
14	1,060	—	—	—	0	9	—	—	—	—
15	3,220	1115	1659	43	0	0	35	木	26.0	1.49
16	1,800	789	1174	28	0	1	42	木 防	27.1	1.55
17	5,420	1255	1436	58	0	0	23	木	21.7	1.14
18	2,238	431	663	26	0	0	19	木 防	16.6	1.54
19	1,310	304	552	9	1	0	23	木	33.8	1.82
20	354	76	114	3	0	0	22	木	25.3	1.30
21	1,127	253	291	11	0	0	23	木	23.0	1.15
22	734	178	183	12	0	0	24	木	14.8	1.03
23	1.201	406	423	28	0	0	34	木	14.5	1.04
24	304	184	286	12	0	0	61	木	15.4	1.56
25	3,260	750	1327	35	1	0	29	木	27.1	1.40
26	4,160	1120	1307	65	0	0	27	木	17.3	1.17
27	772	165	184	7	0	0	22	木	23.6	1.12
28	354	127	163	4	0	0	36	木	31.8	1.29
29	645	165	203	11	0	0	26	木 防	15.0	1.23
30	545	215	377	6	0	0	40	木	35.9	1.75
31	5,980	2050	3220	67	1	1	34	木	30.6	1.62
32	291	165	228	9	0	0	57	木	18.3	1.38
33	430	291	441	13	0	0	69	防 木	22.4	1.52
34	1,230	545	905	15	1	5	44	木	36.4	1.66
35	380	190	362	13	0	0	50	防	14.6	1.90
36	304	215	406	10	0	0	71	木 防	21.5	1.88
37	912	734	414	16	0	6	45	木 防	24.8	1.02
38	3,560	—	—	—	0	5	—	—	—	—
39	632	406	678	25	0	1	65	防 木	16.2	1.67
40	907	500	1145	39	0	0	63	防 木	15.1	1.96
41*	481	370	732	17	0	0	79	防	21.7	1.98
42*	696	456	775	13	0	0	65	防 木	35.0	1.70
43	386	266	479	15	0	1	69	防	17.7	1.80
44	710	342	718	13	0	5	48	防	20.0	2.10
45*	760	496	786	23	0	5	65	木 防	21.5	1.58
46	405	228	449	15	0	1	57	防	15.2	1.99
47	1,367	595	843	16	1	0	44	防 木	37.2	1.42
48	767	380	455	28	0	1	50	木	13.5	1.19
49*	1,150	254	262	23	0	0	22	木	11.0	1.03
50*	797	403	481	19	0	3	50	木	21.0	1.20
51*	1,110	456	615	31	0	0	41	木	14,7	1.35
52*	2,250	824	1005	54	0	0	37	木 ハ	15.3	1.23
53*	2,010	836	969	49	0	0	42	木	17.1	1.16
54	2,020	1320	2353	41	2	0	65	木 防	32.3	1.78
55	1,201	470	665	23	0	1	39	木 防	20.4	1.42
56	715	304	368	21	0	0	43	防 木	14.5	1.21
57	544	203	265	12	0	0	37	防 木	16.7	1.31
58	532	371	592	11	0	3	70	防 木	28.6	1.59
59	3,420	496	728	10	0	0	15	木 防	14.7	1.47

60	2,410	310	419	14	0	0	13	木	22.1	1.35
61	10,021	1310	1604	59	0	0	13	木	22.2	1.22
62	3,840	632	674	28	0	0	17	木	22.5	1.07
63	7,320	747	747	48	0	6	10	木	15.5	1.00
64	3,228	922	1152	36	1	0	28	木	25.6	1.25
65	4,063	646	862	27	0	0	16	木	23.9	1.28
66	6,820	1340	1563	68	2	0	20	木	19.7	1.17
67	2,430	317	342	21	0	0	13	木	15.1	1.08
68	3,075	962	1084	57	0	0	31	木	16.9	1.13
69	5,320	1182	1601	48	0	0	22	木 防	24.6	1.36
70	5,380	1565	1766	75	0	0	27	木	20.0	1.13
71	1,940	785	850	47	0	0	41	木	16.7	1.08
72	862	222	296	14	0	0	26	木	15.8	1.33
73*	954	462	625	31	0	0	49	防 木	14.9	1.35
74*	620	184	269	9	0	3	30	防 木	16.7	1.46
75*	918	337	449	21	0	1	37	木 防	16.0	1.33
76*	1,305	601	747	43	0	1	47	木	14.0	1.24
77	4,903	1075	1217	59	1	0	22	木	30.0	1.13
78	3,847	762	1238	49	1	0	25	木	20.0	1.27
79	1,470	710	1061	28	0	0	48	木 防	18.7	1.50
80	1,030	443	862	11	1	0	43	木	40.2	1.95
81	3,310	1281	1996	68	1	2	39	木	18.9	1.56
82	2,167	610	730	29	2	0	28	木	21.0	1.53
83	2,325	862	1143	46	0	0	37	木	18.8	1.33
84	990	546	704	24	0	0	55	木	22.7	1.29
85	542	204	237	13	0	0	38	木	15.7	1.16
86	1,114	400	569	13	1	0	37	木	30.4	1.42
87	5,011	1890	3691	41	3	1	38	木 防	46.2	1.95
88	1,063	400	994	10	1	0	38	木	40.0	2.50
89	785	234	256	10	0	0	30	木	23.4	1.09
90	8,190	2280	2591	122	1	0	28	木	18.7	1.14
91	4,860	1230	1235	85	0	0	26	木	14.5	1.00
92	975	127	127	7	0	0	13	木	18.1	1.00
93	1,923	658	686	45	0	0	34	木	14.6	1.04
94	1,710	330	330	14	1	0	19	木	23.6	1.00
95	905	368	432	23	0	0	41	木	25.4	1.00
96	4,065	595	865	28	0	0	15	木	21.2	1.45
97	748	291	456	10	1	0	39	木	29.1	1.57

1. 建坪延坪の内には耐火造の坪数を含まず。　2. 棟数の内には耐火造の棟数を含まず。
3. * 印，街区割の際，街区中に道路を含む，故に実際の建蔽率はこれよりやゝ高い。

第3表 道 路 状 況 (m)

巾 員	全 長	舗装道路	勾配1/15以上
11以上	2,224	2,004	17,840
8～11	4,312	3,800	
6～8	7,189	4,598	
4～6	18,203	4,725	
4以下	10,193	4,190	


熱海市
街区図
縮尺 1:3000
熱海駅
相模灘
和田川
初川
糸川

消防研究所報告　第4巻　第2～3號
昭和28年10月15日印刷
昭和28年10月20日発行　【通巻11号】
編輯者兼発行者　消防研究所
発行所　国家消防本部消防研究所
三鷹市新川700
印刷所　株式会社温故堂
甲府市二十人町43—45番地