

水噴霧による間接消火法について

関 口 清 太 郎*
 大 熊 順 三*
 武 居 貢*
 池 辺 昇 一*

1. はじめに

噴霧消火法は少量の水を活用し水損の少ない、すぐれた消火法といわれている。特に地下室、倉庫等の開口部の少ない屋内火災に有効とされている。

アメリカの元消防署長、ロイド・レイマン氏は屋内火災の消火戦術として水噴霧による間接攻撃法について説いている。

ここでは間接攻撃法の成立し得る条件を見出すべく、一、二の実験をこころみたのでその結果を報告する。

2. 水噴霧による間接消火法の概要

火災防ぎょにおける注水手段としては、

注水位置による区分 { 直接注水
 { 間接注水

注水型による区分 { 直流注水
 { 噴霧注水

に分類することができる。これらの注水手段はその場に応じて、それぞれを組み合わせることで消火を達成させるのであるが、レイマン戦法による屋内火災の消火法は、水噴霧による間接注水が効果的とされている。その要素は、開口部の少ない屋内火災において、室内の高熱が集中、蓄積されているところに噴霧注水して気化を促進させる、すなわち水の特質一気化、膨脹、吸熱を最も有効に活用して消火を達成させるものである。

3. 実 験

1. 小規模実験(その1)

(1) 実験概要

間接注水による消火法は、室内の高熱部への噴霧注水による気化促進を主眼としていることから、注水箇所の変化する効果の変化について実験した。

- (a) 電気炉の側面に小さな開口部を設け、炉内中央床上に都市ガスの炎をとます。
- (b) 炎の前面に鉄板のしゃへいを設け、その鉄板に注水を行う。(間接注水)
- (c) 電気炉を加熱(注水するしゃへいも加熱される)して、効果発生所要時間を測定して注水箇所の温度変化をみる。

(2) 実験結果

注水箇所が200°C以上に加熱されていれば所要時間がほぼ一定で消火した。

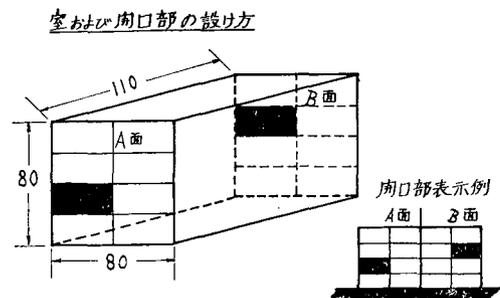
注水箇所が高温なほど気化効率がよいためであるが、この種、小型ノズルで有効に消火させるためには、200°C以上の高熱部に注水すべきとの結果を得た

2. 小規模実験(その2)

(1) 実験概要

- (a) 内容積 0.7m³ のコンクリート・ブロック造の室内壁体を200°C以上に加熱する。
- (b) その室内中央床上で、杉板井げた組み重量約 1.7kgの燃料を燃焼させる。
- (c) そのとき、室の対向両側面または一側面に開口部を位置と大きさを変えて設ける。
- (d) 放水量の異なる4種類の小型噴霧ノズルで、ノズル圧 6kg/cm² の注水を燃焼直上壁体に向けて行う。

第1図 室および開口部の設け方

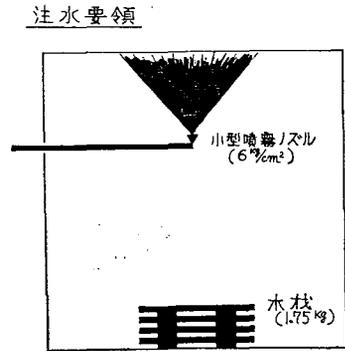


* 第一研究室

第1表 小型噴霧ノズルの放水量

ノズルの型別			放水量(cc/sec)
小	1	口	9.3
小	3	口	23.0
大	1	口	39.0
大	2	口	51.0

第2図



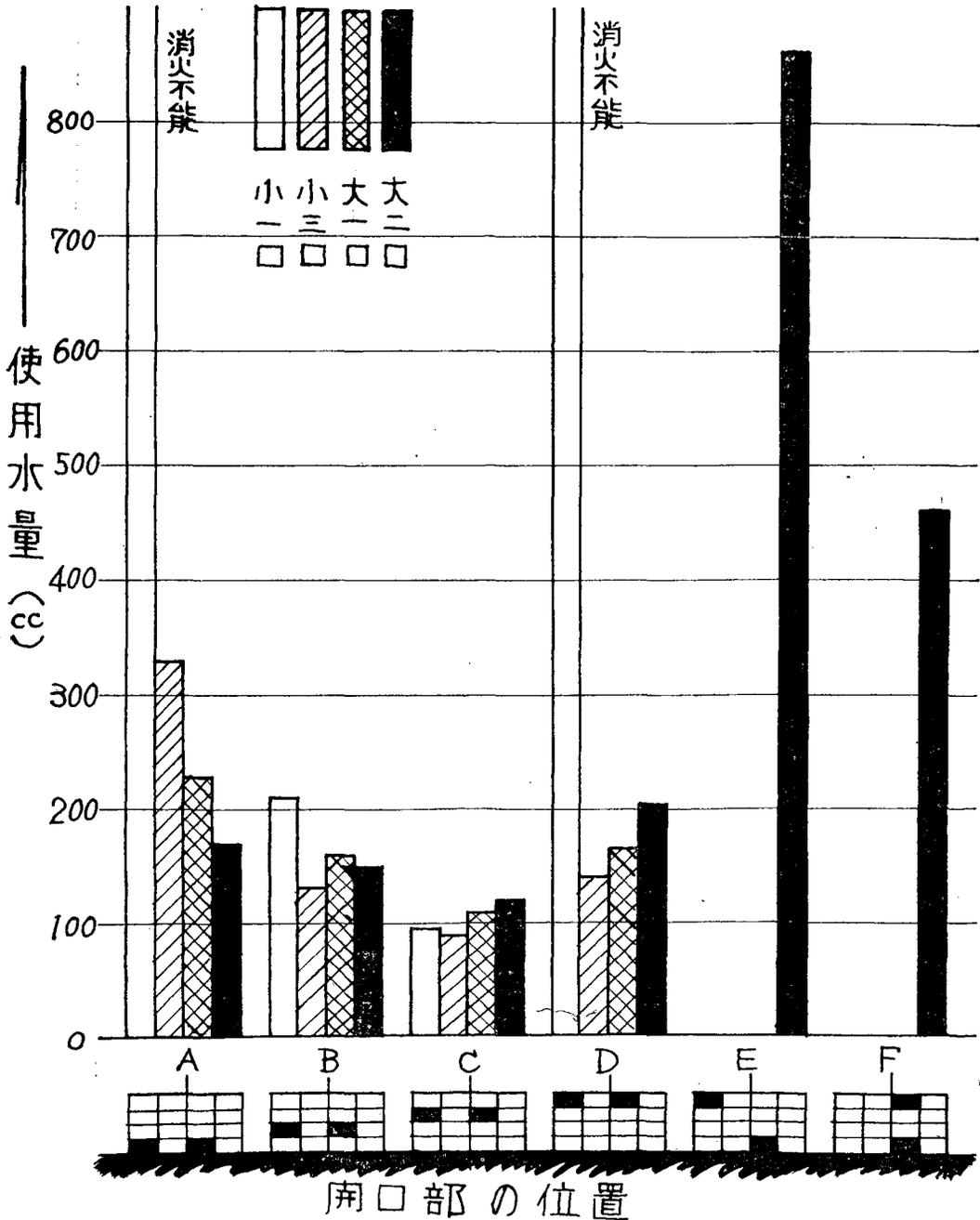
- (2) 測定項目
- (a) 注水効果の限界
- (b) 開口部の大きさと効果発生までの所要時間、および使用水量。
- (c) 開口部の位置と効果発生までの所要時間、および

第2表 開口部と効果の状況

設けた開口部	測定項目	使用ノズル				
		小1口	小3口	大1口	大2口	
0.16m ² (m ² /M ² ≒0.18, m ² /M ² ≒0.23)	A	消炎時間(秒)	消炎不能	14.2	5.8	3.3
		使用水量(cc)		328	227	168
	B	消炎時間(秒)	22.7	5.7	4.1	2.9
		使用水量(cc)	211	132	160	148
	C	消炎時間(秒)	10.2	3.8	2.9	2.4
		使用水量(cc)	95	88	110	122
	D	消炎時間(秒)	消炎不能	6.1	4.2	4.0
		使用水量(cc)		141	164	204
	E	消炎時間(秒)	—	—	—	16.9
		使用水量(cc)	—	—	—	862
	F	消炎時間(秒)	—	—	—	8.9
		使用水量(cc)	—	—	—	457
0.06m ² (m ² /M ² ≒0.07, m ² /M ² ≒0.09)	a	消炎時間(秒)	12.4	4.6	2.6	1.6
		使用水量(cc)	114	106	102	82
	b	消炎時間(秒)	3.7	3.4	2.5	1.4
		使用水量(cc)	34	79	88	71
	c	消炎時間(秒)	8.9	3.7	2.3	1.8
		使用水量(cc)	83	85	90	91
	α	消炎時間(秒)	消炎不能	3.1	2.1	1.8
		使用水量(cc)		72	82	92
	α	消炎時間(秒)	—	—	—	4.1
		使用水量(cc)	—	—	—	209

開口部の位置と使用水量の関係

開口部 0.16 m^2 ($\text{m}^2/\text{M}^2 \doteq 0.18, \text{m}^2/\text{M}^3 \doteq 0.23$.)



使用水量。

(d) 注水前および効果発生時の内気温度、および酸素濃度。

(e) その他、効果の状況を見る。

(3) 実験結果、

(a) 水噴霧による間接注水の効果は、消炎(炎の消滅)までが限度であった。

(b) 消炎の達成できる開口部の大きさは 0.16 m^2 以下であった。

(c) 開口部の位置が上になるほど、消炎が容易であっ

た。ただし開口部が最上段の場合は効果は薄らいだこの傾向は開口部が大きいほど、また使用ノズルが小さいほど顕著である。

(d) 内気の温度は注水前より消炎時は、約100°C降下して350°~400°Cとなったが燃焼物体は発火点以下には冷却されなかった。

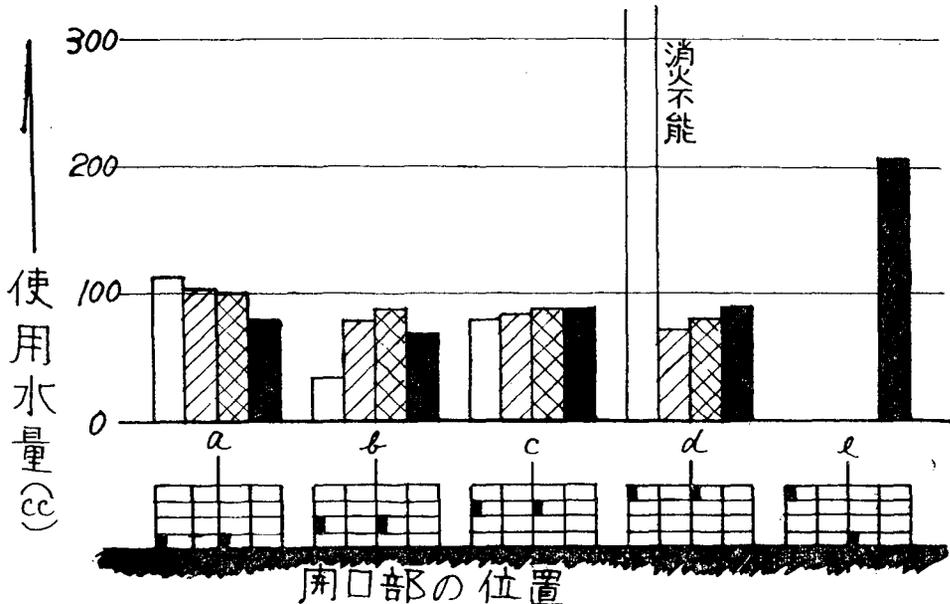
(e) 内気の酸素濃度は注水前すでに低下していた。そして消炎時は木材の発炎燃焼に必要な酸素濃度を下回って希釈されていた。

(f) 消炎後、直ちに注水を停止すれば再燃(発炎燃焼)しやすく、燃焼中期以前はしばしば煙爆発を起こした。

第4図

開口部の位置と使用水量の関係

開口部、0.06 m² ($\frac{m^2}{M^2} \doteq 0.07, \frac{m^2}{M} \doteq 0.09$)

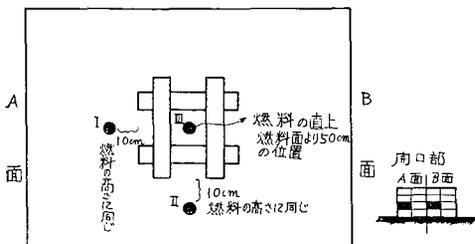


第3表 注水前および消炎時の内気酸素濃度測定結果

内容	位置 経過	I		II		III	
		注水前	消炎時	注水前	消炎時	注水前	消炎時
酸素濃度 (%)		18.5	15.6	18.5	13.6	16.5	13.6

第5図

酸素濃度測定位置



(4) 考察

(a) 一般に木材等が燃焼する場合、酸素濃度が15%以下では発炎燃焼は不可能となり、いわゆるおき燃焼に移る。完全消火は燃焼物体を発火点以下に冷却することにより達成されるわけである。

加熱した室内に注水された水噴霧は、気化膨脹し燃焼に有効な内気を排出するとともに、開口部からの空気の供給を制限して内気を希釈した。内気温度は、注水により100°C降下したが燃焼物体は発火点以下には冷却されず消炎後もおき燃焼が継続した。結局間接注水の有効な限界は窒息消炎までで、完全消火は消炎後も燃焼物体を冷却するに有効な直接注水が必要と思われる。

(b) 室内高熱部への注水は気化の効率的なことから、燃焼直上壁体に向けて行った。この場合、最上段に開口部がある場合は注水による気化膨脹気体が燃焼気流とともに開口部から流出しやすく効果は薄らい

だ。水蒸気を室内に残存させ窒息効果をあげるには、開口部から離れたしかも火点に近い箇所への注水が望ましい。

- (c) 水噴霧による消炎が、内気の酸素濃度が15%以下に希釈されたための窒息効果によるものとみて、そのために要する最大水量（理論的水量）は、水の気化膨脹を1600倍とした場合、

$$Q = \frac{V \cdot \left(\frac{x}{15} - 1\right) \cdot 10^6}{1600}$$

（ここに、Q：理論的水量(cc)、V：室内容積(m³)、x：注水前の内気酸素濃度(%)）

となる。注水前の内気酸素濃度はすでに18%程度に低下していた。この場合の理論的水量は102ccとなる。窒息消炎に至らせるためには開口部が小さいほど容易のわけであるが、理論的水量に近い使用水量で消炎できる開口部の大きさは0.16m³が限度である。これは

$$m^2/M^2 \doteq 0.18, \quad m^2/M^3 \doteq 0.23$$

（ここに、m²：開口部の面積、M²：室内床面積、M³：室内容積）

と相当広い開口部である。

3. 実在建物による実験

(1) 実験概要

- (a) 木造モルタル平屋建、屋根スレート、天井板張り、床面積15m²、内容積36m³、開口部約1m²（開口部として設けたものは、前面ドア中央部の注水口0.09m²（30cm×30cm）であるが隙間等を加味して）の実在建物を用いた。
- (b) 室内中央床上に木材120kgを燃焼させた。
- (c) 内壁温度が300°Cに加熱したとき（燃料約1/3焼失）注水した。
- (d) 注水は、アプリケーションを用い、筒先圧力6kg/cm²として、燃焼直上に向けて間接注水した。

(2) 実験結果

- (a) 消炎までの所要時間、4秒、使用水量、12.7ℓ
(b) 消炎時の内壁温度、150°C
(c) 消炎後の再燃時間、5秒

(3) 考察

この実験における注水前の内気酸素濃度が不明であるので確実な理論的水量は算出できないが、注水前すでに18%程度に低下していたものとすれば、理論的水量は4.5ℓであり、使用水量はその約3倍を要した。開口部は1m²（m²/M²≐0.07、m²/M³≐0.03）と小さいものであったことから小規模実験に比べると効率はよくない。これは室内での水噴霧の気化効率が悪かったこと、すなわち高熱蓄積量に比べて噴霧粒子が大き過ぎたことと、単位時間当りの放水量が多過ぎたことに起因するものと思われる。ただし実火災の防ぎょにおける使用水量だけを比較するとき、効率はごくよいことになり、水噴霧による間接注水の効果が実証された。

4. む す び

開口部の小さい高熱室内の燃焼物に対して水噴霧による間接注水を行えば、内気が希釈されて窒息効果として消炎できる。この場合に理論的水量に近い使用水量で水損をなくすことも可能と思われる。

木材等のおき燃焼を呈する燃焼物に対しては消炎後直ちに注水を停止すれば再燃しやすい、完全消火を達成させるためには、おき燃焼を冷却消火させる必要がある。要すれば消炎後は燃焼物の冷却に有効な直接注水への切替えが至当であろう。

室内の大きさ、開口部の大きさ、位置、燃焼物体の質、量、燃焼状況等遭遇する条件による使用ノズル、放水量、注水位置等防ぎょ手段の画一的決定は困難である。本実験の結果はそのまま実火災の防ぎょに当てはまらないが、水の特質を活用できる屋内火災では有効な消火手段であることは確かである。