RIIS-RR-23-3 UDC 614.838

產業安全研究所研究報告

RESEARCH REPORT OF THE RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

RR-23-3

火炎防止器に関する研究

(第2報)

―多層金網による爆轟の阻止―

林年宏

労働省産業安全研究所 MINISTRY OF LABOUR THE RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

火炎防止器に関する研究(第2報)

-多層金網による爆轟の阻止--

Interruption of Explosions by Flame Arresters (2nd Report)

-Quenching of Gaseous Detonations by Wire Gauzes----

by Toshihiro Hayashi*

林

年

宏*

Detonation, a shock wave supported energetically by chemical reactions in flames, is a most dangerous form of flame propagation through explosive media. Interruption of detonation is, therefore, an important technique to prevent serious disasters in such processes as flammable gas conveying pipelines. Gases are seldom premixed with air, but atmospheric air often invades into gas lines through various leak processes. It would be better to consider that an ignition of explosive mixture leads finally to a detonation in a long line, and to insert effective detonation arrester in such pipelines to minimize the resulting damages.

This report describes about the decaying of a detonation wave by inserting a perforated plate in a detonating tube, and the direct interruption of detonation by layered wire gauzes supported with a perforated plate. Experiments are carried out in a 1-inch tube (Fig.1), and the arrester housing (Fig. 2) contains wire gauzes and/or a perforated plate under test. Combustible mixture used is that of stoichiometric hydrogen-air with initial pressures below 1kg/cm^2 (G). After the ignition of the mixture at the far end of the tube, flame is so accelerated by a spiral insertion as to develop to an incidental detonation wave onto the arrester housing.

To determine the effect of perforated plate on detonation decaying, plates in Fig.3 are tested. Each plate is specified by a diameter of one hole D_0 and a number of equi-diameter holes N. An average flame speed $V_{a\cdot b}$ between two points, one before and the other after the tested plate, is measured by the ion-gap method. If detonation is decayed through the plate, $V_{a\cdot b}$ differs from the detonation velocity depending on the degree of decaying. Main results are as follows;

(1) For each plate $V_{a\cdot b}$ is not effected by the initial gas pressure. For plates with one hole, D_0 can be related with $V_{a\cdot b}$ as shown in Fig.7. From this relation, a corresponding single hole diameter (\bar{D}_E) of each plate with $N \ge 2$ can be given; D_E is defined as a hole diameter of the plate with N=1 which gives the same $V_{a\cdot b}$ as that measured for the plate under consideration.

* 化学研究部 Chemical Engineering Research Division

産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-23-3

- (2) The relation between \overline{D}_E and $\overline{D}(=\sqrt{N}D_0)$ shows that the degree of decaying is determined by a total open asea of holes for plates with rather larger \overline{D} , and that plates with smaller \overline{D} decay detonations more effectively than estimated from N and D_0 of those plates. Thus, \overline{D}_E can be used to denote the relative degree of detonation decaying by any perforated plate (Fig.8).
- (3) \overline{D}_E is also related to the flow resistance of each plate, but because of the dependency of the flow resistance on N and D_0 , the relation between \overline{D}_E and the flow resistance is found to be nearly same as that between \overline{D}_E and \overline{D} .
- (4) As a whole, a perforated plate with a large number of holes of smaller diameter may practically be useful from the standpoints of the effect on detonation decaying and the flow resistance to gas flows.

Flame quenching abilities of wire gauzes are studied for commercial filter gauzes (Table 1). They are not so strong as to stand against repeated shock pressures by themselves that they must be supported by a perforated plate. As flames more easily pass through gauzes for higher initial gas pressures, the maximum initial pressure which gives three successive quenchings is defined as the Limiting Safe Pressure (L.S.P.) to compare a relative quenching ability of gauzes. Thus, a high L.S.P. means a high quenching ability of gauzes.

Main results on detonation quenchings are as follows;

- (1) The open area of holes of a supporting perforated plate effects largely on the flame quenching: decreasing \overline{D} always increases the L.S.P. (Fig.9).
- (2) Effects of the thickness of layered gauzes on the L.S.P. are more distinct for larger holes in supporting plates (Fig. 10). The rate of increasing the L.S.P. gradually decreases as the thickness of the gauze layer increases. Five packs of gauze supported by an adequate perforated plate will quench all flames of hydrogen-air detonations under studied conditions.
- (3) Flow resistances of packed gauzes with a perforated plate can be related with the L.S.P (Fig. 13). For more than three packs of gauze, the flow resistance gives a little influence on quenching abilities.

From these results the mechanism of detonation quenching may be roughly assumed; the first process is a decaying of a detonation wave at the entrance into the surface of wire gauzes, and the second is a process of flame quenching or heat losses to gauze metals. Thus, detonation arresters are said to be flame arresters with mechanical structures for detonation decaying.

- 2 -

1. 緒 言

爆轟(デトネーション)は、爆発性混合ガス中を火 炎が伝播する形態のひとつであり、破壊力と伝播速度 が極めて大きいのがその特徴である。配管等の内部で の発火により生じた火炎は、ゆるやかな燃焼、爆燃 (ここまでの過程を爆発とよぶことにする)をへて次第 に加速される。これが爆轟に転移するか否かは混合ガ スの組成,配管の寸法等によるため一律には定めがた いが、ひとたび爆轟に転移するとこれを伝播途上にお いて阻止することは困難であり、しばしば大規模な災 害につながるところとなっている。

前報¹⁾では, 固体の細隙における消炎現象を利用し て爆発火炎の伝播を阻止する火炎防止器について報じ た。同じ原理は爆轟の阻止にも応用できるが, そのた めには構造的に更に微細な空隙と大きな強度が要求さ れるので,爆轟抑止器(デトネーション・アレスタ) は火炎防止器の一種であるとみなすにしても, 安全上 はこの両者は明確に区別されねばならない。

爆轟のうちでも混合ガスの 圧力が それほど高くな い、可燃性ガスー空気系の爆轟は比較的容易に阻止で きると考え,消炎素子として金網を用い,ゲージ圧1 kg/cm² 以下の水素一空気当量混合物の爆轟の阻止に ついて実験したところ,実用性を示唆する結果をえた。 本報ではまた、管路に挿入した多孔板による爆轟の 中断についても検討した。消炎素子を衝撃圧力から保 護するためには多孔板で補強するのが適当であるが、 こうした多孔板は管路における一種のオリフィスであ る。オリフィス(単一孔)によって爆轟が一時的に中 断することは既に知られており2)3),また,前報の結果 からはオリフィスの径が消炎に影響することも予測さ れている。従って、多孔板を単に補強用としてでな く、爆轟の中断あるいは消炎効果増長の目的に利用す ることが考えられるが、これらについての多孔板の特 性はまだ知られていないので実験により確認した。

消炎素子(金網)および多孔板のガス流動に対する 圧力損失は,実用上の重要な特性である。また,多孔 板による爆轟の中断および金網による爆轟の阻止は, いずれも気体力学的にみてこれらの流量抵抗と関連す るのではないかと考えられるので,これらの関係につ いても考察し,合理的なデトネーション・アレスタの 基本構造を示唆した。

2. 実 験

2.1 実験装置(爆轟管)

内部で爆轟を生ぜしめる爆轟管は、呼び径 1 インチ の配管用炭素鋼管 (全長約 244 cm) からなる (Fig. 1)。点火側 (Ignition chamber) と引火側 (Protected chamber) の間には、テストする金網および多孔板を 組込んだアレスタ・ハウジング (Fig.2) を接続する。 点火側にはスパイラル状の針金 (線径 0.9mm, スパ イラル外径 15mm, 長さ約 30 cm) を挿入し、点火 後の爆轟への転移を促進させた^{*1}。管にはこのほか爆 速測定用イオンギャップ、ガス送排用配管、点火用ヒ ータ、引火側に火炎の生じたことを確認するための熱 電対をとりつける。

アレスタ・ハウジング (引火側に固定) には, Fig. 2 の順序*2で多孔板からスペーサ・リングまでを組込 んだあとネジつきグランドで押え, ハウジング全体を 点火側に接続する。スペーサ・リングの厚さは可変 で, 多孔板からグランドまでが丁度ハウジング内に納 まるようにでき, このリングおよびガスケットの内径 は管内径にあわせて 28mm とした。

2.2 消炎素子としての金網

従来から金網には消炎能力があるとされているが, ふつう入手できる金網で消炎効果の期待できるメッシ っのものは素線径が小さく,熱的・機械的強度の面で 難点があり,実験的にもその消炎能力の把握が困難で あった。本報の実験に用いた金網は構造的には特殊な ものであるが,強度的にすぐれており,また実験に供 する上での加工性がよく,金網の消炎特性についての 基礎的データをえるのに適する。

この金網は一般にはフィルター等に使用されている が、その特徴は一定メッシュの金網を5枚重ねて成型 した*⁸ところにあり、供試品はシート状の成型品から 打ちぬいたものである。本報ではこの5枚重ねた成形

^{*1} 爆轟に転移するまでの間の火炎面に先行する圧縮波による未燃 ガスの圧力上昇は無視した。

^{*2} 一部の実験では多孔板と金網の順序を逆にした。また、多孔板 による爆轟の中断実験では金網を除いてセットする。

^{*3} カタログでは diffusion bonding あるいは vacuum sintering という表現がなされている。また、顕微鏡での観 察によれば、成型時の網目の重ね方には特に規則性はみられな い。

産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-23-3



○ a,b:Ion gap

Fig.1 Schematic showing of detonation tube 爆轟実験装置



Fig.2 Arrester housing and its components アレスタ・ハウジングとその組立て図

Table 1	Specifications	of	wire gauze
	金網の仕様		

Stainless steel (SUS 27)		
4g/cm ³		
150 μ (when used as filters)		
1.66 mm/pack		
Five plain weave wire cloths are sintered to form one pack of		
 gauze. One wire cloth is specified by 60 mesh/inch and mesh width of 300 µ. Test pieces of 40 mm diameter are cut off from a sheet of packed gauzes by a press machine 		

- 4 -

品を「1枚(1 pack)の金網」と呼ぶこととし、これ を何枚か重ね合せたときの厚さは1枚の厚さの整数倍 で示される。金網の仕様を **Table 1** に示す。 (この金網の選択はまったく実験上の要求によるもの であって、デトネーション・アレスタに用いる金網が この種の構造のものでなければならないと考える必要 は毛頭ない。筆者も、この研究によって金網による消 炎に関連する諸因子を明らかにした上で、一般に入手

できる各種の金網についてその消炎特性を明らかにし たいと考えている。)

2.3 補強用多孔板

多孔板は厚さ 6 mm, 外径 40 mm の円板に径 2~28 mm の孔を1~13個うがったものである。 孔の配置は Fig.3 に示す5 種類で, パターン1 および 2 はいずれ も孔数は 1 であるが, 孔の中心が板の中心と同じであ るか否かで区別される。パターン3 と 4 は板の中心に 対称に複数個の同一径の孔を有し, パターン4 は更に 中心にも孔がある。パターン5 は径 2 mm の孔が 2 つ のピッチ円周上に配置されている。 Table 2 には孔の 径 D_0 とその数 N, およびピッチ円の径を各パターン 毎に示した。なお, 円孔群に外接する円の直径は常に 28 mm 以下である。

N=1 のものも便宜上多孔板に含めて考えるが、特 に必要のある場合には単一孔板と呼んで区別する。 $D_0=28$, N=1 の多孔板とは、金網に対して何ら補強 の役を果さず、またオリフィスとしての効果もない場 合に相当する。



Fig.3 Perforated plates: their patterns of hole arrangement 多孔板の孔の配置

Table 2Dimensions of perforated plates
(refer to Fig. 3)

Pattern	Number of	Dia. of one hole	Pitch circle dia.
	holes N	$D_0 \text{ mm}$	$D_1(D_2)$ mm
1	1	2, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28*	·
2	1	0	6
		2.	16
		6	12
3	2	0	6
		2	16
		4,8	16
		6	12
		10	14
	3	6	18
		10	16
	4	2, 4, 8, 10	16
	6	4	22
4	5	6	18
	7	6	20
	9	.4	20
5	8 ** 13***	2	10 (20)

* Hole diameter 28 mm means no supporting or no perforated plate.

** 4 and 4 holes on first and second orbit respectively.

*** 4 and 8 holes on first and second orbit respectively, with one central hole.

2.4 実験ガス

水素は市販ボンベ入りのものを用い,分圧方式によ り大気条件の空気と混合して実験に供した。水素濃度 は 31±1 vol. % とし, 混合ガス調整時に干渉計式ガ ス検知器(水素0~100%用,有効室長 20 mm)でチェ ックした。実験ガスに水素を選んだ理由は,爆轟に転 移しやすく,爆轟の伝播速度(爆速)が比較的大きい こと,炭化水素系ガスのように実験あとガスによる金 網の目づまりのないこと,などである。

2.5 爆速測定法

爆速の測定はイオンギャップ法によった。イオンギ ャップとしては自動車用点火プラグを用い,その位置

- 5 —

産業安全研究所研究報告





イオンギャップ回路

(測定点)は Fig.1 のaおよびbである*4。信号回路 の2ユニットを Fig.4 に示す。火炎中のイオンにより ギャップ間が導通状態になるとパルス状の電圧を生ず るので、2つの回路からの出力の時間差からギャップ 間の平均爆速がえられる。

時間差の測定にはユニバーサルカウンタ(タケダ理 研製 TR-5104 型)の時間間隔測定機構(ディジタル 表示)を用いた。この方法は従来のオシロスコープと 写真撮映に よ る測定よ り も格段に簡便かつ正確であ る。なお,計時の開始と終了の信号の大きさ(トリガ レベル)は -500mV (Fig.4 の 回路からの出力は負 電圧)とし、この出力に達したときを火炎面の到達時 と定義した。

2.6 実験の手順

セットしたアレスタ・ハウジングを点火側に接続 し、管全体の気密性を確認する。毎回の実験では管中 を2mmHg(以下,圧力はすべて水銀柱による絶対圧 で示す)以下の真空とし、予混合ガスを所定の圧力に まで満して点火する。点火時のガス圧力(初圧)は最 高 1400 mmHg,最低は点火後に火炎が伝播しない圧 力までとした。点火はニクロム線ヒーターによっ た*5。

爆発火炎の阻止は初圧の高いほど困難であるが,爆 轟の場合も同様であろうと予測し,金網の消炎特性を 求める実験ではまず引火側に火炎の生ずる(引火する)

*4	その他にも測定点をもうけたが,	その測定結果は本報の内容と
	け直接関係1.たいので省略する。	

- *5 家庭用ガス点火器を改造したもの。ニクロム線抵抗約1.5オー
 - ム,印加電圧DC 3V。

RIIS-RR-23-3

初圧を求め,次第に圧力をさげて引火しない初圧を定 めた。ガス圧力が 250 mmHg 付近では 10~20 mmHg ごとに初圧をかえ たが,大部分の実験では初圧は 50 mmHg 刻みで変えた。その結果,同一の初圧で3回 連続して引火しないときは,これをその金網について の非引火初圧 (Limiting Safe Pressure,以下 L.S.P. と略すことがある)と定義して金網の消炎能力を比較 する基準値とした。

なお,実験はすべて密閉管中において火炎が水平方 向に伝播する条件下で行なった。

2.7 流量抵抗の測定

多孔板または多孔板と金網を重ねたものの流量抵抗 は、爆轟テストと同じ状態で多孔板と金網を管中に保 持して測定した。コンプレサーからの空気は圧力調整 器、コントロール・バルブをへて点火側管中に入る。 アレスタ・ハウジング、引火側 をへた空気は流量計 (ロータ・メータ) をへて大気中に放出する。流量計 およびコントロール・バルブはホトコン式流量計(日 新科学製)を用い、10~1001/min の流量調節が可能 である。

流量抵抗は,爆速測定点 a および b の圧力差を差圧 U字管(水封,最大差圧 1000 mm)で測定し,一定流 量に対する差圧(mm Aq)で示した。

実験結果および考察

3.1 測定時間差の有意性

爆轟および爆轟が中断したあとの火炎に対するイオ ンギャップ回路の出力波形の例を Fig.5 に示す。爆轟 の場合は波形の立上りは急峻かつ直線的であって(約 2V/5µs),トリガレベルが時間差測定に与える影響は 小さい。2 測定点をいずれも爆轟で通過し,かつ回路 定数が同じであれば2点における出力波形は同一,従 ってカウンタのトリガレベルを同じに設定すれば時間 差はトリガレベルの大小に関係ないとみなすことがで きる。

一方,爆轟中断後の火炎の伝播は時間に関して非定 常であり,火炎面の導電性も一様ではない。一般に, 同じ回路定数に対しては弱い火炎ほど立上りの傾きと 最大値の小さい出力波形となる。それ故,計時開始の 測定点 a で爆轟であったものが計時終了点 b で弱い火

- 6 -

火炎防止器に関する研究(第2報)





炎に衰えたとすれば、トリガレベルの設定が同じとき には b 点での火炎が弱 い ほ ど 測定時間差は大きくな る。このため厳密な意味での時間差(従って a, b 2 点間の平均爆速)は求め得ないが、爆轟中断の度合が 大きいほど火炎は弱められ、それに応じて測定時間差 は大きくなるので、逆に時間差の測定から中断の度合 を相対的に比較することは可能である。

本報ではこれらの考察にもとづき,測定点 a, b間 の平均爆速は爆轟の中断の度合を比較する尺度として 用いることとした。

3.2 多孔板による爆轟の中断

3.2.1 爆轟の中断について

爆轟の中断という語は必らずしも明確に定義されて はいないようである。爆轟波はある種の条件下ではそ の波面特性を失ない、一般には次第に減衰しながら伝 播する。このときの伝播速度が定常な爆轟の速度の 1/2 になったときを「中断した」とみなす研究者もあ る。しかし本報では、爆轟波の特性のうち伝播速度の みを対象として、測定点 a,b 間の平均爆速が定常爆 轟波の伝播速度に対して有意な減少を示したときに は、この2点間のある地点において波面特性が変った とみなし、これを爆轟の中断と定義した。従って、中 断の度合とは、爆速の変化が爆轟波の減衰と関連する と仮定したときの相対的な減衰の程度を意味するもの であって、いわば定性的な指標であると解されたい。

ところで、管路の縮少(オリフィス)あるいは拡大 による爆轟の中断に関する研究⁴⁾によれば、 中断の度 合の大きいほど爆轟へ再転移しにくく、従ってこの間 における火炎伝播の阻止が容易である。オリフィスに 関しては径の比較的小さい単一孔について研究されて いるにすぎない。 実用上は、多孔板による中断を考えるにしてもその 多孔板による流量抵抗は小さいほど好ましい。流量抵 抗が多孔板の孔の断面積の和(以下,開口面積という) に反比例するとして,開口面積が一定に制限されると きにはどのような多孔板(孔径,数,配置)とすれば 最も中断効果が大きいか、換言すれば、中断効果が同 じであれば最も大きな開口面積をとるにはどのような 多孔板を選択すべきか、についてのデータはデトネー ション・アレスタの設計に有用である。

多孔板による爆轟の中断は単に孔径や開口面積とい うよりも,爆轟管径や引火側の大きさとの相対的関係 で論ぜられるべきである(例えば孔径が一定なら,爆



初圧と V_{a·b} の関係 (中心単一孔板) D₀: Hole diameter of Pattern 1 plates (Fig. 3) V_{a·b}: Average flame velocity between points a and b (Fig. 1)

- 7 -

轟管径の大なるほど中断したときの効果は大きいと推 定される)が、本報では管径は一定としたので孔の大 きさはその径あるいは開口面積で比較し、管の内径や 断面積との比というパラメータは導入しなかった。

爆轟中断の度合は多孔板をはさむ2点(Fig.1 のa およびb)間の平均爆速(以下, $V_{a\cdot b}$ と略記する)で 示した。 $V_{a\cdot b}$ の小さい多孔板ほど中断させやすいこ とを意味する。実験はまず最も単純な多孔板である中 心単一孔板について行ない,この結果を偏心単一孔板 および $N \ge 2$ の多孔板の中断効果と関係づけた。さら に、多孔板の流量抵抗が中断効果とどのような関連性 を有するかについても考察した。

3.2.2 単一孔板の中断効果

Fig.6 は中心単一孔板 (Fig.3 のパターン1) につ いて初圧と $V_{a,b}$ の関係をプロットしたもので,図の 破線は平衡計算にもとづく30%水素一空気混合ガスの 理論爆速である。理論爆速は殆んど初圧の影響をうけ ないとみなされ、この実験では $D_0=28$ (mm) のとき の $V_{a,b}$ がこれに相当し、その速度は平均 1930 m/sec と測定され初圧の影響はみられなかった。この傾向は $D_0=2$ のときもみられ、孔径が小さくとも $V_{a,b}$ は初 圧によらない一定値とみなせる。なお、図の直線は初 圧の影響を無視したときときの平均爆速である。

これらの結果から、中断実験はすべて初圧を 800、 700 および 600 mmHg で行ない、 各初圧について測 定した 2 点 a, b 間の時間差の平均値から $V_{a,b}$ を算 出した。

(初圧 300 mmHg 以下では、多孔板の直前で爆轟に 転移するためと思われるが、図の値より大きい爆速の RIIS-RR-23-3

えられることがあった。また 230 mmHg 以下では爆 轟に転移しないことが多く,更に 220 mmHg では点 火後に火炎伝播しないこともあった。点火側を火炎が 伝播したときは、1 例を除いてすべて火炎はオリフィ スを通過した。 $D_0=2$ 、初圧 230 mmHg で引火しなか った例では、爆轟への転移はなく、弱い燃焼波が伝播 してオリフィスで消炎したものである)。

中心単一孔板について孔径と $V_{a,b}$ の関係を Fig.7 に示す。図から明らかなように D_0 の小なるほど中断 効果が大きく、 $D_0 \ge 25$ では殆んど中断しないとみな すことができる。偏心単一孔板の中断特性は Fig.7 の 曲線とは一致せず、むしろ $N \ge 2$ の場合と同様の考え 方を適用した方が説明しやすいので次項に含める。

3.2.3 多孔板の中断効果

多孔板の爆轟中断効果は単一孔板の結果との関連に おいて考察する。すなわち、単一孔板の中断効果は Fig.7 に示すような形で比較的容易に求められるが、 ある任意の多孔板の中断効果が(その多孔板の孔の径 や数から)孔径がいくらの単一孔板の場合に相当する かを予測できれば極めて有用であるとの立場に立って 考える。ここでは最も単純な形状因子として開口面積 を考え、径 D_0 の孔が N 個あいている多孔板は径 \overline{D} の孔が1個中心にある単一孔板と同じ開口面積を有す るとして、次式により多孔群の面積平均径 \overline{D} を定義 する。

$$(\pi/4) D_0^2 \cdot N = (\pi/4) \overline{D}^2$$

 $\bar{D} = \sqrt{N} D_0$

次に、ある多孔板について測定した Vab が単一孔

あるいは,

(1)



Fig.7 Effect of hole diameter of Pattern 1 plates on flame velocity $V_{a\cdot b}$; This velocity shows the relative degree of detonation decay. 孔径と $V_{a\cdot b}$ の関係 (中心単一孔板)

- 8 -

板の孔径いくらの場合に等しいかを Fig.7 から求め る*6。例えば $D_0=4$, N=6 の多孔板の $V_{a\cdot b}$ は 980 m/sec であり、これに相当する単一孔の径は 9.2mm となる (Fig.7 の破線参照)。このようにして求めた、 中断特性からみた多孔群の平均径を中断平均孔径 \bar{D}_{B} と定義する。

Fig.8は種々の多孔板について求めた \bar{D}_{B} を式(1) による \bar{D} の計算値に対してプロットしたものである。 $\bar{D}_{E}=\bar{D}$ なる直線は中心単一孔板の場合を意味する。 また下の直線は $\bar{D}_{E}=0.5\bar{D}$ を示すが、多孔板につい てのプロットはほぼすべてがこの2直線の間にあると いってよい*⁷。

N=1 (中心孔) では $ar{D}=D_0=ar{D}_B$ であって, 孔径





 \overline{D} is calculated for each perforated plate by the equation $\overline{D} = \sqrt{N}D_0$

 \overline{D}_E of a perforated plate is defined as a single hole diameter which gives the same $V_{a\cdot b}$ as that for the plate under consideration.

Thus, when a plate $(D_0=4, N=6)$ gives $V_{a\cdot b}$ of 980 m/sec, \vec{D}_E of this plate is read to be 9.2 mm from Fig.7 (broken line).

- *6 Va., が孔とイオンギャップの相対的な位置関係の影響をうけ るときは、多孔板を30~40度ずつ回転させて測定し、そのうち の最大の Va., を採用した。
- *7 孔の配置,偏心度などを考慮した形状因子 α を導入すれば $\overline{D_E}$ と \overline{D} の関係はもっと簡単な形に整理できるかもしれない。例 えば $\overline{D} \ge 10$ では $\alpha = 1$, $\overline{D_E} = 0.5\overline{D}$ なる直線上にプロットさ れる多孔板では $\alpha = 2$, その他については $1 < \alpha < 2$ となる α を求めるのは興味ある問題であろう。

の大なるほど中断効果は小さかったが、多孔板では \bar{D}_B が中断効果の目安となり、 \bar{D}_B の大きいほど爆轟 を中断させにくいことになる。また、 $\bar{D}_B = \bar{D}$ なる直 線上の点は式(1)から明らかなように、開口面積さ え等しければ単一孔であろうと多孔群であろうと中断 効果は同じであることを意味する。この直線より上側 にある点は、中断特性からみれば実際の開口面積より も大きな開口面積をみかけ上持つことになり、爆轟中 断の目的にはむしろ不適である。実験の範囲内では、 孔の配置のバランスがとれていて $\bar{D} \ge 10$ となるよう な $N \ge D_0$ の組合せの多孔板では、単に開口面積の みが中断効果を決定する因子であると考えてよい。

一方, $D_E = \overline{D}$ なる直線より下側にプロットされる 多孔板は,開口面積の等しい中心単一孔板に比して中 断効果はより大きい。例えば,径4mmの孔2個を有 する多孔板は径3mmの単一孔板と同程度の中断効果 を示すが,開口面積は3.5倍以上となり流量抵抗は大 きく滅ずる。Fig.8 では $\overline{D} < 10$ となる多孔板がこう した特性を示したが,一般に径の小さい(2~3mm の)孔を数多くあけた多孔板が爆轟の中断および流量 抵抗の両面からみて実用に適する。このような多孔板 の中断特性が単一孔板の場合と異なるのは,幾つもの 孔から噴出する火炎が相互に作用しあう機構が介在す るためであると考えられる。

孔の偏心度が爆轟の中断に与える影響についてはデ ータは十分でないが、 $N=1\sim2$ では孔が板の中心から はずれるほど $V_{a,b}$ は減じ、中断効果は増す(Fig.8 の圖)。また同図で \triangle_2 はピッチ円径 $D_1=6$ mm のと きの推定値であるが、 $D_0=2$ mm では偏心度の影響が 特に著しく、N=2 のときの $V_{a,b}$ は $D_1=6$ で 510, $D_1=16$ で 455, N=1 では $D_1=6$ で 450, $D_1=16$ で 400(m/sec) といずれも径 2mm の孔が中心にある とき (540m/sec) より低い $V_{a,b}$ が測定され、中断平 均径 \bar{D}_{B} は 1.8~1.2mm と推定される。 D_0 にもよ るが、一般に偏心度の大きいほうが中断効果の大きい ことが明らかである。

3.2.4 多孔板の流量抵抗との関係

オリフィスの流量抵抗は開口面積の大なるほど小さ いが、実験に用いた多孔板の流量抵抗の大きさおよび これが爆轟の中断とどう関係するかをみるため、流量 Q=10~1001/min の範囲で流量抵抗を測定した。

多孔板による差圧 L(mmAq) と Q の両対数プロットはいずれの多孔板についても直線関係を示し,両者

- 10 -

の関係は直線の傾き A および Q=10 のときの差圧 C から次式により与えられる。

$$L = \left(\frac{Q}{10}\right)^A \cdot C \tag{2}$$

しかし $ND_0^2 \ge 64$ の多孔板では Q=10 において,また $ND_0^2 \ge 361$ では Q=100 においても差圧は数 mm 以下となったので、これら測定不能の範囲については次により推定した。まず、 $ND_0^2 \le 169$ では $Q=10\sim 100$ について実測値と殆んど差のないようなAおよび Cが求まるので、これらのA (22種類の多孔板について $A=1.67\sim2.0$ であった)の平均値 \overline{A} ですべての 直線の傾きを近似させることとした。すなわち、

$$L = \left(\frac{Q}{10}\right)^{\overline{A}} \cdot C' \tag{3}$$

ここで \bar{A} =1.86 であり, C' は直線の傾きを \bar{A} と してそれぞれの多孔板について最適直線をひいたとき の Q=10 における差圧である。式(3) による近似 は実測値と大差なく, このようにして求めた C' は $ND_0^2 \leq 169$ では Q=10 における実測差圧とみなすこ ととした。次に N=1 (中心孔) のみについて孔径 D_0 と C' の関係を両対数プロットするとひとつの曲線に のり, かつ $D_0 \geq 3$ ではほぼ直線となった。直線部分 は次式で近似される。

$$C' = (0.126 D_0)^{-4.4} \tag{4}$$

 $N \ge 2$ および N=1 で偏心の場合について式 (4) の C' に最初の実測値 C を代入して算出した D_0 の 値を多孔板についての圧力損失平均径 \bar{D}_P と定義す る。面積平均径 \bar{D} とこの \bar{D}_P を比較すると、ほぼ

 $\bar{D}_P = \bar{D}$

であることがわかり, $D_0=2$, N=1 で偏心の場合*8を 除けば両者の差は $\bar{D}=10.4$ のときの 0.6 mm が最大 であって, 殆んど差はなかった。

このことから、多孔板の流量抵抗は殆んどの場合単 に開口面積のみによると考えてよいことがわかった。 また、爆轟中断特性との関係は、 $\bar{D}=\bar{D}_P$ とすれば \bar{D}_P と \bar{D}_E の関係は Fig.8 で \bar{D} の代りに \bar{D}_P としたと きと同じであることからして次のようにいえる。一般 に流量抵抗の大きいほど爆轟を中断させる能力が大き

RIIS-RR-23-3

い。流量抵抗が比較的小さい場合には、多孔板の中断 特性を流量抵抗から推定することができる*³。一方, 流量抵抗の大きい多孔板では、流量が 1001/min まで の流量抵抗と中断特性の関係は単純ではないが、流量 抵抗の小さい場合の両者の関係を延長してあてはめれ ば、それにより予測されるよりも中断効果は大きい。

3.3 多層金網の消炎特性

この実験では、3.2 でのべた多孔板を補強用として 用いたので、金網による消炎といっても多孔板の影響 も含まれている。また、多孔板についての D_0 , \overline{D} , N, D_1 などはここでも同じ意味をもつものとする。

3.3.1 予備実験の結果

予備実験により明らかとなった主要な点は次のとお りである。

- (1) 金網において消炎するか否か*10は金網と多 孔板の組合せが同じであるならば混合ガスの初 圧によって決まり、初圧の高いほど引火しやす い。Palmer⁵) は爆発火炎の消炎は金網に向っ て接近する火炎の速度で決まるとのべている が、爆轟については爆速は初圧によりそれほど 変化しないので、爆速が消炎を支配する第一の 因子だとは考え難い。
- (2) 点火源側に多孔板を置き、そのうしろに金網 を密着させるほうが(この逆の重ね方よりも) 消炎しやすい。しかしこの方法では多孔板は補 強の目的を果さず、例えば $D_0=2$, N=1 では 初圧が 1400 mmHg で、また $D_0=6$, N=5 で は 500 mmHg の初圧でも引火側へふくらむと いう変形を示した。従って金網は多孔板の前に おいてテストせねばならない。
- (3) 引火テストに使用したあとの金網の流量抵抗 は、テスト前に比して幾らか増大する。もし流 量抵抗と消炎能力を関係づけようとするなら、 1回のテストごとに流量抵抗を測定せねばなら ないが、極めて数多くのテストを必要とする実 験では実際上無理である。従って、予め非引火 初圧(L.S.P.)の大まかな値を求めたのち新し い試料金網を用いて比較的少数回のテストで L.S.P. を確認し、流量抵抗の増加が消炎能力 の増加に影響したとしてもそれを相殺する安全 率のとり方を検討すればよいと考えられる。
- 3.3.2 金網の枚数(重ね厚さ)と非引火初圧の関係

^{*8} これらについては、むしろ $\overline{D}_P = \overline{D}_E$ という結果がえられた。 *9 $ND_0^2 \ge 8$ の多孔板の流量推抗の近似計算は次によればよい。式 (4) の D_0 に $\overline{D}(=\sqrt{N}D_0)$ を代入し、C' を求める。次に 両対数グラフ上に Q=10, L(滏圧)=C' なる点をプロットし、 この点をとおり傾き 1.86 の直線をひけばこれが差圧一流量の特 性曲線である。

^{*10} 厳密には、引火側において火炎を生じないか否か と いうべきで あるが、便宜上このような表現を用いる。

多孔板の面積均平径 \overline{D} と非引火初圧 (L.S.P.) の 関係を金網の枚数ごとに示せば Fig.9 の (A)~(D) のとおりである。図で●は中心単一孔板, 〇はその他 の多孔板についての結果であり, 同じ \overline{D} で L.S.P. が2つプロットされているのはパターン2の多孔板の 場合であって L.S.P. の高い方が孔の偏心度 (D_1) が 大きいものに相当する。 また, L.S.P.=1400 mmHg とは, この初圧で引火のないことを示すもので, より



Fig.9 Effect of open area of holes on the Limiting Safe Pressure 非引火初圧に対する多孔板の開口面積(面積平 均孔径)の効果

高い初圧で引火させたのちに求めた他の L.S.P. とは 意味が異なる。

図の曲線はいずれも L.S.P. が低くなるよう Oを結 んだものであるが,他の多孔板の結果もほぼこの曲線 に近いことから,同じ金網枚数では多孔板の \bar{D} と消 炎能力には関連があるとみなせる。図の(A)(B)か らわかるように,ある \bar{D} 以上では爆轟する限り常に 引火するが,この限界の \bar{D} は金網の枚数の増すほど 大きくなる。この限界径より \bar{D} が小さくなると不連 続的に消炎能力が向上する結果,L.S.P. と \bar{D} の関 係はZ字形の特性曲線で示される。

金網を3枚にするとZ字が鈍化したなめらかな曲線 となり、枚数の増すにつれて \bar{D} の影響が小さくなる ことを示す。また、金網が3枚以下では L.S.P. の最 大値は $\bar{D} \leq 4$ でほぼ 1000 mmHg と一定しており、 この範囲では金網の消炎能力自体より多孔板の形状効 果のほうが影響するとみなせる。

金網が4枚では L.S.P. は更に高くなり, \bar{D} =28 (補強なし)での引火には著しい変形を伴なった。補 強用としては最も開口面積の大きい多孔板 (D_0 =10, N=4, \bar{D} =20)を用いたときの L.S.P. は 1350 mmHg であるが,これは金網を4度新しくとりかえ,初圧 1400 mmHg で合計23回テストしたうち1回引火した もので, \bar{D} <20 ではこの初圧での引火はないとみな してテストしなかった。



Fig.10 Effect of gauze piling on the Limiting Safe Pressure 非引火初圧におよぼす金網枚数の効果

- 12 -

産業安全研究所研究報告

Fig.9 の各曲線から 2,3 の多孔板について金網の 枚数(重ね厚さ)と L.S.P. の関係を示せば Fig.10 のとおりとなり,多孔板によりその傾向は異なるが枚 数を増すほど消炎しやすくなることは明らかである。

なお、金網の前(点火側)に多孔板をおいたときの 結果を比較のために記せば、金網3枚のとき $D_0=2$ であれば孔数に関係なくいずれも初圧 1400 mmHg で 引火しなかった。

3.3.3 金網の流量抵抗と非引火初圧の関係

金網に多孔板を重ねたときの流量抵抗は,多孔板単 独の場合のような近似式ですべてを表現することはで きなかった。これは主として,多孔板の開口部のみが 金網で覆われるのではなく多孔板全体が金網と重なる ことによると思われる。爆轟にさらされない金網につ いて流量抵抗を測定した結果は次のとおりである。

(1) 1枚の金網の流量抵抗は、10枚の測定による 平均値の±2%以内にあった。また、4枚重ね 合せたときは網目のならびを考慮して種々の組





RIIS-RR-23-3

合せで測定したが平均値の±1%以内であった。 これらは $D_0=28$, 流量 Q=100l/min の結果 であるがいずれも実験誤差の範囲内であり, 流 量抵抗の面からみれば試料金網の均一性を意味 し, また金網の重ね方が流量抵抗に影響しない ことを示すものである。流量および金網枚数を かえたときの測定結果の一部を Fig.11 に示す。 枚数と流量抵抗の間 に は 一次の比例関係はな く, 圧力損失の増加率は枚数の増すにつれて滅 ずる。

(2) 多孔板の流量抵抗は開口面積のみの関数とみ



Fig.12 Influene of the hole diameter of perforated plate on pressure drop by gauzes supported by the plate (Flow rate Q=100 l/min with plates of Pattern 1) 中心単一孔板と金網を重ねたときの流量抵抗

なしてよかったが、金網を重ね合せると多孔板 の開口部の孔径や位置の影響が鈍化し、この傾 向は金網の枚数の増すにつれて著しい。このた め多孔板の \bar{D} と流量抵抗の順序に乱れが生じ (\bar{D} の大きいほど多孔板と金網を重ねたときの 圧損が小さい筈なのに、逆に \bar{D} の大きいほう が圧損が大となる) たり、 \bar{D} の値が接近して いる幾つかの多孔板について圧損がいずれも殆 んど同じになることがある。

一方、Dが小さい(4mm 程度以下)ところ では孔の影響の方が大きく、金網の枚数は圧損 に余り影響しなくなる。Fig.12 は中心単一孔 板を用い金網の枚数をかえたときのQ=100l/min における圧損と孔径 D_0 の関係を両対数 プロットしたものである。

Fig.13 は、多孔板と金網を重ねたときの Q=10l/min^{*11} における差圧と、すでに示した非引火初圧との関係を両対数プロットしたもので、曲線は非引火初 圧が低くなるように引いてある。上記(1)にのべた ように金網枚数と流量抵抗は直線的に比例しないの で、枚数を無視して単に差圧のみをパラメータとして L.S.P. を示すことはできず、金網の枚数ごとに両者 の関係を示した。これらの曲線はいずれもS字形とみ ることができる。Fig.9 では横軸を \overline{D} としてZ字形 曲線をえたが、 \overline{D} と流量抵抗 の一般的関係を考えれ ば曲線の形状の反転は容易に理解される。しかしこの ことは、上述の流量抵抗の測定結果の(2)に示した ような \bar{D} と流量抵抗の順序の乱れがあるにしても、 それが比較的せまい範囲の \bar{D} についてであって、 $\bar{D}=$ 2~28 を全体的にみればやはり \bar{D} の増すにつれて流 量抵抗が減ずることを意味する点で重要な結果である。

これらのことから,次の結論が導かれる。

消炎能力を L.S.P. で示すとすれば、L.S.P. を決 定する因子は金網と多孔板を重ねたときの流量抵抗と 考えられるが、このときの多孔板の面積平均径 \overline{D} か らも L.S.P. を推定することができる。 \overline{D} の小なる ほうが消炎能力にまさることは共通するが、両者の関 係は金網の枚数により異なる。

また、金網の枚数が同じであれば流量抵抗は金網に 重ねる多孔板の \bar{D} によりほぼ定まるところから、金 網の消炎特性を比較するには単なる計算値である \bar{D} をパラメータとするのが最も簡便である。流量抵抗は むしろ異種の消炎素子 (例えば金網と焼結金属あるい は目のあらさの異なる金網)相互の消炎能力を比較す る際のパラメータとして導入するほうがより有効に利 用できると考える。

3.3.4 安全性の検討

3.3.1 では爆轟テストのくり返しにより金網の流量 抵抗の増すことが,また前述の実験からは金網の消炎 能力が流量抵抗と関連性を持つことが,それぞれ示さ れた。このことは,金網の消炎能力のパラメータとし



*11 D が小さい多孔板では Q が大きいと差圧が測定できず、Q=10 としたときに最も多くの多孔板について差圧のデータがえられた。

て求めた L.S.P. が高目の値である可能性のあること を示す。従って,流量抵抗の増加分を相殺する意味で 実験結果に対する安全性を検討しておく要がある*¹²。

爆轟テスト後の測定では、いずれの1枚の金網についても流量抵抗の増加が認められた。しかしながら、 例えばテスト後の金網2枚を重ねたときの流量抵抗は 新品の金網3枚を重ねたときの値より十分小さいこと がわかった。このことは、ある多孔板を併用してすで に求めたと同じL.S.P. を要求するならば、その時の 金網の枚数を1枚増してやれば安全であることを意味 する。すなわち、例えば Fig.9の曲線(D)は4枚の 金網についての結果であるが、もし毎回新しい金網を 5枚ずつ用いてテストしたとすれば曲線(D)よりも 高い L.S.P. がえられることになる。

(この考え方はあくまでも実験結果の安全性を確実 にするためであって、実用上のいわゆる安全率のとり 方とは無関係である)。

3.4 爆轟阻止のメカニズム

爆轟が固体細隙により消炎される機構は、定性的に は次のように理解される。

爆轟の消炎が可能であることは実験的に証明された が,このことは金網に入射してこれを通過する間に火 炎が爆轟波としての形態をとって伝播しえなくなった ことを意味するものである。爆轟波は火炎中の化学反 応によってエネルギー的に支えられた衝撃波であるか ら,消炎が生ずるためには金網内においてその波面特 性が失なわれなければならない。衝撃波は金網に入射 した時点でその一部が反射され,一部は金網中に入る がこれは網目状の細路における摩擦により運動量を失 ない,次第に減衰して圧縮波として引火側に伝わる。 この過程は入射後比較的早期に起るのではないかと思 われる。

一方,金網中の混合ガスは最初爆轟波の到達により 発火するにしても、それは金網の表面近くに限られ、 微細な細隙中を安定な火炎として伝播するとは考え難 い。また金網中の混合ガスはごく微量であり、この間 における化学反応による有効な発熱量は微少あるいは まったく無視できる程度であり、金網への熱損失のほ

RIIS-RR-23-3

うが大きいかもしれない。このことは、衝撃波を持続 するための熱エネルギーの供給がなされないのではな いかという推定を可能にする。

このように,爆轟波がその特性を失ない(中断し), 更に火炎としての伝播も起りえないとすると,消炎は 単なる高温ガスの冷却過程に帰結される。

いま金網のうしろに多孔板のある場合を考え, 混合 ガスの初圧および金網の枚数を一定とすると, 金網に おける熱収支は多孔板の種類にはよらないとみなせる ので, 孔を通過するときの円筒状側面への熱損失が多 孔板による差異となるにすぎない。この考えによれ ば, 中心単一孔板で D_0 の小なるほうが消炎しやすい ことの説明は可能であるが, D_0 が小さくても Nの大 なる多孔板が引火しやすいという実験結果に反する。 また, 同じ多孔板を用いたときに初圧の高いほうが引 火しやすいことも, 初圧による爆轟波面温度の差がそ れほど大きくないことを考え合せると単純な熱収支か らだけでは十分に説明できない。

ここでガスの動きを考えねばならない。金網中で爆 轟が中断し熱ガスが引火側へ噴出するとすれば、引火 側の混合ガスの状態を無視することはできない。少な くとも引火側未燃ガスの圧力や乱れの状態が再着火の 過程に影響するので、そこでは多孔板の Do, N, 孔の 偏心度や相互に接近している度合などが重要な意味を もつことになる。しかし、熱ガスの噴出における膨 張,冷却,噴出速度,噴出ガス相互のかかわりあいな どの解析は極めてむつかしい。実験によれば引火した ときのアレスタ・ハウジングをはさむ2点 a,b 間の 平均爆速 Va.b は、大まかにみて初圧の低いほど小さ くなることが明らかであり、また、a,b 間を火炎が 伝わるとしたときの所要時間がある初圧において 1~ 2msec をこえたときには、この初圧より 50mmHg 低い初圧では殆んどの場合引火しないという結果がえ られたが、これらの事実は消炎機構を予測するひとつ の手がかりとなろう。

金網による爆轟の阻止は結局のところ、金網表面付 近での爆轟の中断、金網中での熱収支、多孔板からの 熱ガスの噴出、および引火側における未燃ガスの挙動 という4つの相互に関連した現象の重なり合いが適切 な条件の範囲内に入ったときに可能であると推論でき る。これらの個々の現象の解明には熱量的な検討、光 学的な観察.金網前後の火炎伝播速度の詳細な測定な どが必要であろうが、全体としては、どのようにして

- 14 --

^{*12} L.S.P. は3回連続引火しない初圧としたが、 このテスト回数 は少なすぎるかもしれない。しかし、爆轟の定常性を考えると、 強度的な問題は別として引火の有無という点か ら はテスト回数 を増しても L.S.P. には著しい差は生じないとみられ、これに ついては特に検討しない。

消炎するかよりも,むしろ引火側における混合ガスの 発火の過程に重点をおいた考察が望まれる。

4. 結 言

.

固体細隙における消炎現象を利用した火炎防止器に 関する研究の一環として,多層金網を消炎素子とした ときの1インチ管中における水素-空気当量混合物の 爆轟の阻止について検討した。実験は,管路に挿入し た多孔板による爆轟の中断と,多孔板で補強した金網 による爆轟の阻止の2つの部分からなり,混合ガス圧 力1kg/cm²(G)以下において実用性を示唆する結果が えられた。また,実験結果にもとずき爆轟が阻止され る過程について考察を加えた。これらの結果は,実用 的なデトネーション・アレスタの基本的構造を考える 際に有益なものとなろう。

多孔板による爆轟の中断については次のことが明ら かとなった。

- (1) 中心に1個の孔を有する板による中断は孔径 D_0 によって決まり、 D_0 の大なるほど中断しに くい。1インチ管では D_0 が25mmをこすと 爆轟はもはや中断しない。孔が偏心している場 合は、偏心度の大きいほど中断の度合が大き い。
- (2) 孔径 D_0 , 孔数 N の多孔板では, 開口面積 (あるいは $\sqrt{N}D_0$) の小なるほど中断の度合は 大きい。開口面積が大きければ, $\bar{D} = \sqrt{N}D_0$ で 与えられる \bar{D} にひとしい単一孔が中心にある 場合と同程度の中断効果がえられるので,中心 単一孔板の中断効果が D_0 についてわかってい ればこれから多孔板の中断効果を予測できる。 開口面積の小さい多孔板ではこのように単純で はないが,計算値 \bar{D} から予測されるよりは中 断効果が大きい。
- (3) 多孔板の中断効果と流量抵抗は,開口面積の 大きい範囲では比例関係にあるが,開口面積が 小さい場合には流量抵抗が小さくても中断効果 は相対的に大きい。従って,実用上は径の小さ い孔を数多く有する多孔板が効果的である。

また,金網による爆轟の阻止についてえられた主な 結果は次のとおりである。

(1) 爆轟が阻止されるか否かは混合ガスの初田に

関係し,他の条件が同じであれば初圧の高いほ ど引火しやすい。また,金網の重ね合せ枚数の 多いほど消炎が容易である。

- (2) 補強用多孔板の開口面積が消炎に関係する。 \bar{D} の小さいほど消炎しやすいが,両者の関係 は金網の枚数によって異なり、枚数のふえるに 従って \bar{D} の影響は少なくなる。
- (3) 金網と多孔板を重ねたときの流量抵抗と消炎 能力の間にも関連性が認められ、一般に流量抵 抗の大きいほど消炎が容易である。このこと は、金網と多孔板を重ねたときの流量抵抗の大 小の順序が大まかにみて多孔板の D の大小の 順序と一致するという結果からも予測できるこ とである。
- (4) 爆轟の阻止は結局のところ,爆轟が中断した あとの火炎の消炎(あるいは熱ガスの冷却)という過程に帰結されると考えられる。従って、 デトネーション・アレスタは爆轟を中断させう る構造をもった火炎防止器としてとらえることができるので、より強い爆轟に対してはそれを どのようにして中断させ、かつその中断状態をいかにして持続させて爆轟への再転移を遅らせ るかについての方法の検討が必要である。

(昭和49年5月10日 受付)

参考文献

- 林, 鶴見, "火炎防止器に関する研究(第一報)", 産業安全研究所研究報告 RR-21-1 (1972)
- J.H.T. Wu et al., "Effect of Orifices on Detonation", Canadian Aeronautics and Space Journal, 13, 23 (Jan. 1967)
- B.H.K. Lee et al., "Transmission of Detonation Waves through Orifices", AIAA Journal 4, (2), 365 (Feb. 1966)
- 4) 松井, "管路の拡大による気体爆轟波の中断(第一報)", 産業安全研究所研究報告 RR-20-5 (1972)
- 5) K.N.Palmer, "The Quenching of Flame by Wire Gauzes", 7th Symposium (International) on Combustion (1958)

産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-23-3

昭和49年8月1日

発行所 労働省産業安全研究所

東京都港区芝5丁目35番1号 電話(03)453-8441(代) 印刷所新日本印刷株式会社

郵便番号 108

UDC 614.838 火炎防止器に関する研究(第2報) ---多層金網による爆轟の阻止----

林 年宏

産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-23-3, 1~15 (1974)

固体細隙における消炎現象を利用して伝播途上の爆轟波を阻止するデトネーション・ア レスタの設計基礎データをえるため、フィルター用多層金網を消炎素子として1インチ管 中において実験した。初圧 1kg/cm²(G)までの水素一空気当量混合ガスに対しては、金 網を多孔板により補強すれば爆轟の阻止は可能であった。金網の消炎能力は補強用多孔板 の開口面積の影響をうけることがわかったほか、流量抵抗と消炎能力の関係についても有 益な知見をえた。

また,爆轟は直接阻止するよりもいったん中断させたあとのほうがはるかに消炎させや すいが,爆轟中断の目的に多孔板を用いる新しい方法を提示し,多孔板の開口面積の小さ いほうが中断効果の大きいことを実験により確かめた。

(表 2, 図 13, 参 5)

UDC 614.838

Interruption of Explosions by Flame Arresters (2 nd Report) —Quenching of Gaseous Detonations by Wire Gauzes by T. Hayashi

Research Report of the Research Institute of Industrial Safety RIIS-RR-23-3, $1\sim15$ (1974)

Flame quenching ability of wire gauzes was studied for detonation of stoichiometric hydrogen-air mixture with initial pressure below $1 \text{kg/cm}^2(G)$ in 1-inch pipeline. Wire gauzes, when layered and supported by a perforated plate, were able to quench flames. Flame transmission mainly depended on the initial pressure of the mixture and the open area of a perforated plate used. The relation between the quenching ability and the flow resistance of wire gauzes were discussed.

It was also determined experimentally how the hole diameter of a perforated plate inserted in a pipeline could influence on detonation decaying.

(2 tables, 13 figures, 5 references)