

RIIS-TN-77-8

UDC 614.839:534.222:536.46

産業安全研究所技術資料

TECHNICAL NOTE OF
THE RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1978

爆発および爆ごう抑止器の実用化に 関する研究(第3報)

——多孔板と金網を用いた爆ごう抑止器について——

林 年 宏

松 井 英 憲

労働省産業安全研究所

爆発および爆ごう抑止器の実用化に

関する研究(第3報)

—多孔板と金網を用いた爆ごう抑止器について—

林 年 宏*・松 井 英 憲*

Research on Flame- and Detonation-Arresters(3rd Report)

—Detonation-Arrester Model Composed of a Perforated
Plate and Wire Gauzes—

by T. HAYASHI and H. MATSUI

It has been well known that a flame originated in a long pipeline containing detonable gas mixture could transit to detonation after travelling some distances. Flames should be quenched as earlier as possible after their origin, but in many cases safety devices are required to come against detonations. Such devices are called as detonation arresters.

In this report, studies were made on quenchings of acetylene-air detonation waves travelling in 1-inch pipes, and some models of detonation arrester were proposed. Because of their simple design and low pressure drop, those arresters, composed of a perforated plate with narrow holes and a layer of 100mesh stainless wire gauzes, might be used in practical fields of application.

At first, direct quenching of detonations by wire gauzes only were tested, and then the effects of the perforated plate inserted in test pipe ahead of wire gauzes were studied. To decrease pressure drops across arresters, the diameter of arrester casing, which contains a perforated plate and wire gauzes, were enlarged up to 4 inches.

For atmospheric initial pressure, detonations were quenched directly by 30 gauzes and the quantity of gauze required for quenching was independent of casing diameter. When a perforated plate was inserted, such factors as the diameter and number of holes drilled in the plate, the distance between the casing entrance and the perforated plate, and the distance between the perforated plate and the layer of wire gauzes affected largely on detonation quenching behaviours. It was also found effective for quenching to blind some part of holes near the center of the plate so that predominant waves could not pass through the plate. For 4-inch casing with a perforated plate with 300 holes of 3mm diameter, detonation of atmospheric initial pressure was quenched by only 15 gauzes, and the corresponding pressure drop was below 10 mmAq for air flow of 100 l/min.

1. 緒 言

化学装置等の配管系においては、可燃性のガスや液体を移送する管路に空気などの支燃性ガスが混入したり、あるいは逆に、少量の可燃物しか存在しない管の管路に予測外の量の可燃性ガス・蒸気が流入して爆発性の混合ガスを生ずることが少なくない。このような混合ガスが発火すれば、管中を伝わる火炎は一般には次第に伝播速度を増し、条件如何では衝撃波を伴った爆ごう（デトネーション）へ転移することもあり、管路の破損により大きな災害をもたらすおそれがある。それ故、こうした危険性のある管路には、火炎がある範囲以上に広がらないようにするための安全装置をもうけることが必要である。

管中の火炎伝播を阻止する方法は二種類に大別され、ひとつは、火炎の発生を検出して管路を遮断したり火炎抑制剤を散布させたりする方法であり、他は、金網や焼結金属などの細隙を有する固体消炎素子を用いる方法である。これらの主な特徴は、前者は機構が複雑なことであり、後者は構造が単純ではあるが通常の使用状態においてガスの流動に対する抵抗となることは避け難い。

筆者らは、固体素子の消炎能力について、また、爆ごうに対してはこれを一時的に中断させる方法について、それぞれ既に幾つかの実験的研究を行ないその結果を報告してきたが¹⁾、本報では実際に使用するような爆ごう抑止器のモデルについて報告する。爆ごうの伝播を直接に阻止することは困難であると従来から考えられてきており、爆ごうを一時的に減衰（中断）させ、このとき衝撃波から分離した火炎を消滅させる方法が有効であろうと示唆されている²⁾。筆者らは従来得た知見³⁾から爆ごうの阻止そのものは充分可能であると考えてきたが、抑止器として実用化する際の圧力損失については検討していなかった。

本報では、1 インチ管中を伝播するアセチレン-空気当量混合物の爆ごう波を、細孔を有する多孔板と金網とを組合せた簡単な構造の抑止器（デトネーション・アレスタ）で阻止することについて検討し、一応の成果を得た。実験はまず、多孔板の孔の径や数、100メッシュ金網の枚数、多孔板と金網の間隔などが消炎挙動に及ぼす影響をしらべることから始め、次に、圧力損失を減ずるために、多孔板と金網を収納するハウジングの部分の管断面積を増加させ、その影響をしらべた。得られた抑止器モデルについては圧力損失を測定したほか、爆ごうへ転移する以前の火炎に対する消炎能力をも確認した。また、多孔板による爆ごうの中断が、かえって危険な状態を生み出すおそれがあることについても言及した。

2. 実 験

2.1 実験装置（爆発管）

図1に爆発管を示す。ハウジングを除く部分は呼び径1インチの配管用炭素鋼管から成る。ハウジングの種類および寸法を図2に示すが^{*1}、呼び径1インチで、多孔板と金網の距離が大きいときは、二個のハウジングを用い、その間に1インチ管を接続した(図1(a))。1インチのハウジングに組込む多孔板の円孔群は、直径28mmの円の内側にはいるように配置されており、呼び径2および4インチの場合には、円孔群の外接円の直径はそれぞれ53および105mmであって、こ

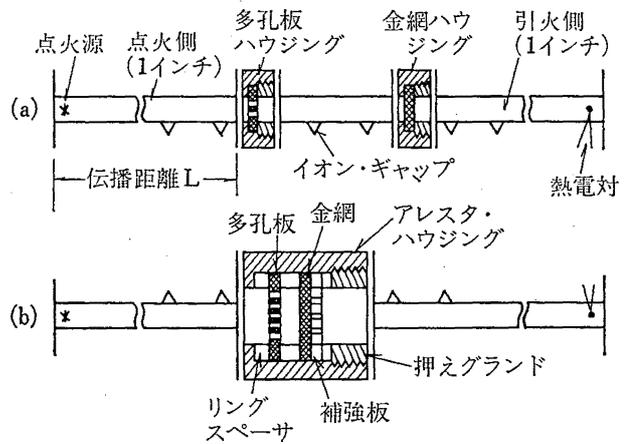


図1 爆発管概略図

呼び径 (インチ)	d ₁	d ₂	d ₃	t ₁	t ₂
1	41	95	28	8	27 42 92
2	66	130	53	10	120
4	131	200	105	10	60

押えグランド用メネジ

(単位mm)

図2 ハウジング各部寸法

*1 多孔板、金網、スペーサリングを組込み、押えグランドで固定する方法は既報と同じである。

れらは相応する呼び径の管の内径に等しい。2 および 4 インチのハウジングでは常に、また 1 インチ・ハウジングでも多孔板と金網の距離の小さいときは、多孔板と金網をひとつのハウジングに組込むようにしたので、これらの場合にはアレタス・ハウジングと呼ぶことがある (図 1 (b))。管の各所には、火炎速度測定用のイオン・ギャップとして自動車用点火プラグが取り付けられている。伝播距離 L は、安定な爆ごう波が多孔板 (多孔板のないときは金網) に入射するに十分な長さ (2.5m 以上) としたが、爆ごう転移前の火炎に対する挙動をしらべるに際しては、 L を短かくして実験を行なった。

2.2 金網およびその補強

消炎素子として用いた金網は市販の平織金網 (SUS 316 製) で、称呼 100 メッシュ、目開き 0.152mm、素線径 0.1mm の仕様のものである。金網は、シート状のものからそれぞれのハウジングの内径に合わせて円板として打抜いて実験に供した。爆発圧力による変形を防ぐため金網を背後から支える補強板は、厚さ 10mm の鋼板に直径 10mm の孔を幾何学的に均等に配置したもので、孔数は 2 インチ用が 12 ケ、4 インチ用が 61 ケである。これらの円孔群の外接円の直径は上述の多孔板の場合と同じである。1 インチ・ハウジングの場合には補強なしでも金網に著しい変形はなかったため、補強板は用いなかった。

なお、金網をハウジングに組込むに際しては、相隣り合う金網の素線が相互に 45 度をなすようにして、密着して重ね合せた。金網の枚数は m で示す。

2.3 多孔板

多孔板は、表 1 に示すようにハウジングの呼び径によって異なるが、円孔群の配置が中心に対して対称であることは共通している。1 インチ・ハウジング用の多孔板の種類は多いが、本報ではひとつの孔の直径 (D_0) と、その数 (N) のみを表示することとし^{*2}、孔の配置については既報⁴⁾を参照されたい。なお、 $N=1$ のもの (単孔板) も多孔板として扱おうが、これらの孔の位置はいずれも円板の中心である。また、4 イン

チ・ハウジング用の多孔板は、その中心部を部分的に円形シャ閉板で覆って実験に供した場合がある。

2.4 実験ガス

実験ガスは 8% アセチレン-空気混合物である。アセチレンは可燃性ガス・蒸気のうちでは最も火炎伝播を阻止しにくいもののひとつであり、かつ、容易に爆ごうへ転移するので実験ガスに選んだ。混合ガスは市販溶解アセチレンと空気とを分圧方式により調整し、干渉計式ガス検定器により濃度をチェックしたのち実験に供した。

2.5 火炎伝播速度の測定

火炎 (伝播) 速度の測定はイオン・ギャップ法によった。この方法は既報で用いたものと同じであるので省略するが、距離が既知の二点間を火炎が伝わるに要する時間からこの間の平均速度を求めるもので、火炎速度は主としてハウジングの前後において測定した。

2.6 爆発実験の手順

多孔板と金網を組込んだハウジングを、水平に設置した爆発管に接続する。毎回の実験では、管中を真空としたのち所定の圧力にまで混合ガスを満し、管端においてニクロム線ヒータで点火する (点火するときの爆発管内の混合ガスの圧力を初圧と呼ぶ)。金網と多孔板のそれぞれの組合せについては、密閉管内の初圧をゼロ (大気圧) として点火し、引火側に爆発が生じた (引火した) か否かを、熱電対の出力から判定する。もし引火しなければ、初圧を 100mmHg 刻みで高めつつ実験をくり返し、初めて引火する初圧を求め、これを最低引火初圧と定義する。初圧は最大 500mmHg までとした。一方、初圧ゼロで引火した場合には、初圧をいったん -400mmHg まで下げてテストし、そのあとは同様に 100mmHg ずつ高めて、引火する最低の初圧を求める。このようにして求めた最低引火初圧は消炎能力の尺度として用いられ、この圧力の高いほど実験に用いた多孔板と金網の組合せの消炎能力が大きいことになる。

2.7 流量抵抗の測定

金網、多孔板あるいはこれらを組合せたものの流量抵抗は、これらをハウジングに組込んで爆発管に取付けた状態で測定した。流量抵抗 (圧力損失) は空気流

*2 $N=1$ については $D_0=2\sim 28$ のもの 12 種類、 $N=2$ では $D_0=2, 4, 6, 8$ および 10、 $N=3$ では $D_0=10$ 、 $N=4$ では $D_0=2$ および 4 のものを用い、このほか $D_0=2$ で $N=8\sim 33$ のもの 5 種類、 $D_0=4$ で $N=6$ および 9 のもの、 $D_0=6$ で $N=5$ のもの、あわせて 28 種類を用いた。

表 1 多孔板（鋼製，円板状）の種類

ハウジング呼び径	外径 mm	厚さ mm	孔径 D_0 mm	孔数 N	多孔群の外接円の最大直径 mm	全開口面積 mm^2
インチ 1	40	8	2~28	33~1	28	$D_0=28, N=1$ のとき 616
2	65	10	2	241	53	757
			3	97		686
			4	69		876
4	130	10	3	405	105	2,863
			367*	2,594		
			307**	2,170		

* 多孔板の中心部を直径 31mm のしゃ閉板で覆った場合。

** 同じく，しゃ閉板の直径が 50mm の場合。

量 100l/min のときのアレスタ・ハウジングの前後の二測定点間における差圧で示した。なお，空気流の方向が火炎伝播の方向と同じ場合を順方向，逆の場合を逆方向として区別することができる。

3. 実験結果および考察

3.1 1インチ・ハウジングにおける実験

3.1.1 爆ごうの直接阻止に要する金網枚数

金網層に直接入射した爆ごう波が，入射側の何枚かの金網により一時的に中断し，分離した火炎が残りの金網層により消炎されるという爆ごう阻止のメカニズム⁴⁾を仮定すれば，金網の目開きより小さい空間を爆ごう波として伝播しうる場合を除けば，金網層の厚さを十分に大きくとれば爆ごうの阻止は可能である。しかし，層の厚さと流量抵抗は比例するので，この両者を満足するような実用上の抑止器を得るのが当面の課題である。

この項では基本的なデータとして，爆ごうの直接阻止に要する 100 メッシュ金網の枚数を求めた。結果を図 3 に示す。金網枚数，消炎能力（最低引火初圧）および流量抵抗は相伴って増加するため，このような構造では圧力損失が余り問題とならない管路にしか使用しにくいかもしれない。なお，図には伝播距離が約 1m で，まだ爆ごうに転移していない火炎に対する挙動も併せて示した。

図 3 によれば，初圧ゼロの爆ごうの直接阻止に必要な金網枚数は 27~30 枚である。従って，今後の論議

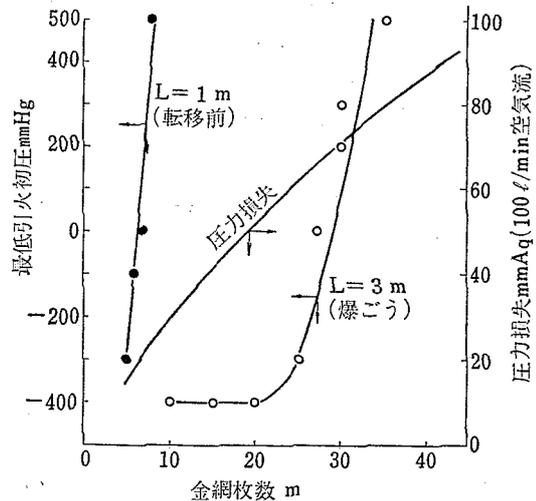


図 3 金網枚数と消炎能力および圧損の関係（1インチ・ハウジング）

においては，金網が 30 枚のときより流量抵抗が小さく，かつ初圧ゼロの爆ごうを阻止できるような抑止器のモデルを得ることを目的として検討をすすめる。

3.1.2 金網の手前に多孔板を置いた場合

管路に置かれた多孔板に入射した爆ごう波は，その直後には一時的に爆速の減少を示し，この意味では爆ごうの一時的な中断が起こる⁴⁾。中断の度合（爆速減少の度合）は多孔板の種類によって異なるが，中断したあとの火炎の阻止の方が爆ごうの直接阻止よりも容易であろうというのがひとつの考え方である。

図 4 は孔径 $D_0, N=1$ の単孔板から 520mm 離して金網層を置いたときの， D_0 と最低引火初圧の関係である。単孔板による爆ごう中断効果は D_0 の小さ

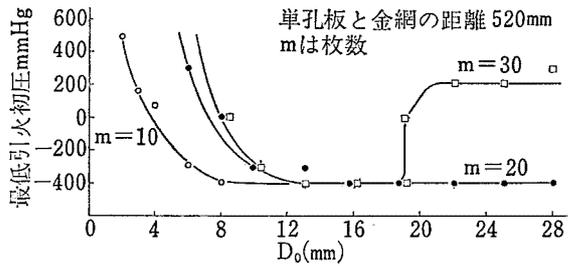


図4 単孔板の孔径 (D_0) が消炎能力及び影響 (1 インチ・ハウジング)

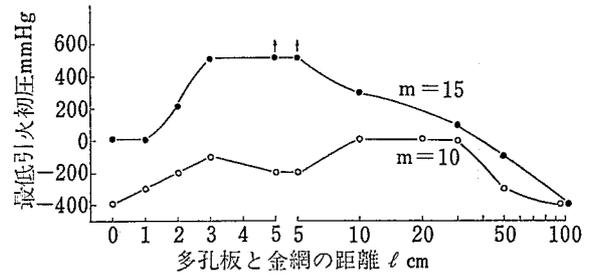


図5 多孔板と金網の距離が消炎能力及び影響 (1 インチ・ハウジング, $D_0=2$, $N=33$)

いほど大きいことから、 D_0 の増すにつれて引火しやすくなると予測されたが、この関係が成立するのは D_0 の小さい範囲のみであった。その理由は単孔板から金網までの間の火炎伝播の様相にある。これを $m=30$, $D_0=19$ の場合について考えると、最低引火初圧が -400 と 100 (mmHg) というように極端に異なることがある。このときの金網直前の火炎速度をみると、前者の場合は 990 m/s、後者のときは $1,830$ m/s である。つまり、後者の場合には金網直前で既に爆ごうへ転移してしまっており、単孔板がなくて爆ごうが直接金網に入ると同じと解される*3。一方、爆ごうへ転移する過程においては、火炎速度が約 $1,000$ m/s に達した直後にオーバーシュートが生じ、次いで安定な爆ごうに達するとみられる*5)。上述の 990 m/s という速度はこうした限界の速度に相応するので、火炎はオーバーシュートあるいはこれに近い状態で金網に入ったと推定され、容易に引火したことが理解される。このような挙動は D_0 が $8\sim 19$ mm の範囲でしばしば見られた*4。オーバーシュートに対しては金網層はほとんど無力で、たとえば $D_0=8$ のとき、 $m=25\sim 80$ ではいずれも初圧が大気圧で引火し、 $m=90$ によりやく火炎は阻止された。 m が 20 以下でも同様の挙動を示すとみられるが、この枚数では定常爆ごうも阻止できないので、 D_0 が大きくなっても $m=30$ のときのような曲線の立上りはない。なお、 $D_0\geq 22$ では単孔板の中断効果は無いに等しく、単孔板の直後ではもう既に爆ごうに再転移しているとみられる。

このように、多孔板と金網の距離が大きいときには一般に、多孔板による中断効果よりも、中断後に爆ご

うへ再転移する際の危険性に注意せねばならない。

図5は多孔板と金網の距離 (l) と最低引火初圧の関係を示す例である。図の曲線は単に測定値を結んだものであるが、 l の変化による多孔板と金網間の火炎伝播の様相が複雑であるため、 l の効果を明確に指摘することはできない。多孔板の爆ごう中断特性からみれば*4) (多孔板と金網の間で爆ごうへ再転移しない範囲内では) 開口面積の小さいほうが消炎に有利であるが、 D_0 が異なる多孔板相互の関係を開口面積の和のみから論ずことは困難である。図6には $D_0=2$ の場合の孔数の影響を示した。孔数が少なければ 20 枚以下の金網でも十分な消炎能力が期待できることがわかる。

このように、多孔板は消炎に寄与するが、1 インチ・ハウジングを用いる限りは多孔板の開口面積が1 インチ管の断面積より必ず小さくなるので、流量抵抗の増加は避けがたい。図7は種々の多孔板の流量抵抗であるが、金網を重ねれば圧損は更に増すであろうから、実用上はハウジングの断面積を増すことが必要である。1 インチ・ハウジングを用いての実験は、金網枚数、多孔板の種類、金網と多孔板の距離などが多岐

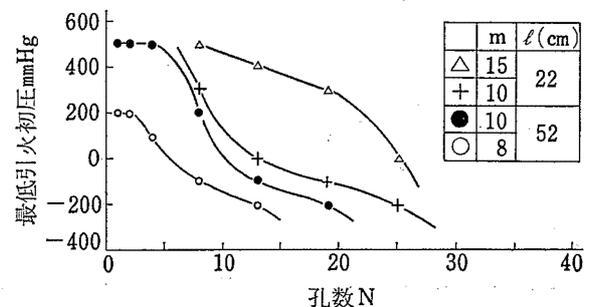


図6 多孔板の孔数と消炎能力の関係 (1 インチ・ハウジング) ($D_0=2$ の場合。 l は多孔板と金網の距離)

*3 理論爆速は初圧が大気圧のとき $1,876$ m/s である。初圧が -400 mmHg でも爆ごうへ転移するが、爆速は $1,700$ m/s 台となった。

*4 金網直前の火炎速度が 900 m/s 台であっても、金網に入るときにオーバーシュートの状態にない場合もあるようだが、火炎速度のみからはこの区別はできない。

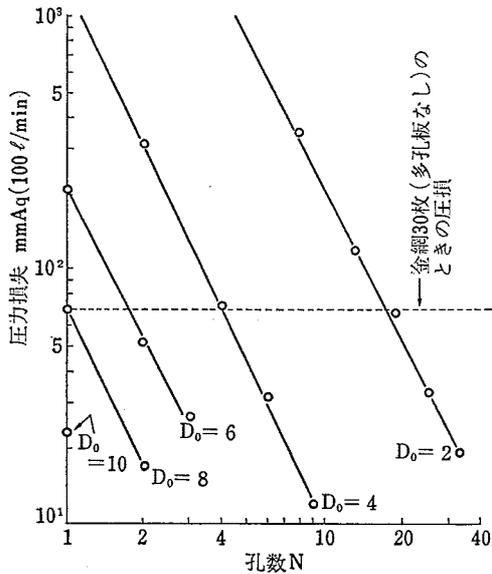


図7 多孔板による圧力損失 (1インチ・ハウジング)

にわたり、それらの結果をすべて示すことはできないが、主要な結果は次のとおりであった。

- (1) 多孔板の開口面積の小さいほうが消炎効果は大である。開口面積が同じであれば、 D_0 の小さいほうが有効である。
- (2) 多孔板と金網の距離については、この両者の間における火炎伝播の様相を定量的に示すことが困難なので、明確な結論はできぬが、両者の距離が数 cm の範囲では規則性が期待できそうである。
- (3) 爆ごうに転移する際のオーバーシュートに対しては、金網層による消炎はかなり困難である。火炎速度が 500m/s 程度以下であれば、爆ごうよりも容易に阻止できるであろう。

3.2 2インチ・ハウジングにおける実験

ハウジングの径を拡大すれば流量抵抗は減るが、この際に消炎の挙動がどのような影響を受けるかは前節の結果からは予測できない。ここでは金網と多孔板が管路の拡大部分に対して置かれる位置、および多孔板と金網の間隔が小さい場合の両者の距離が消炎にどう影響するかという観点から、図8に示すモデルについて実験した。

図9は多孔板の無い場合(タイプA)の結果である。 $l_1=0$ の結果は1インチ・ハウジングの場合(図

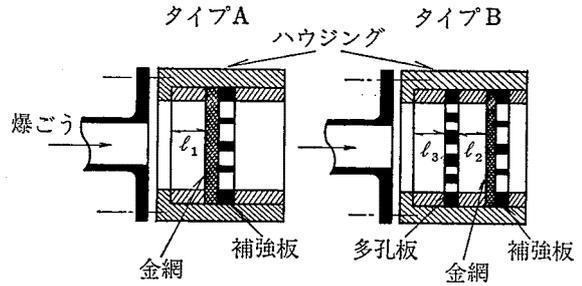


図8 2インチおよび4インチ・アレスターのモデル

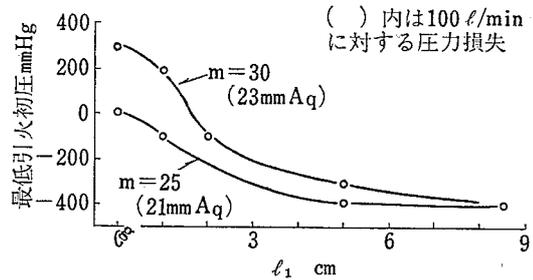


図9 ハウジング入口から金網までの距離(l_1)と消炎能力の関係(2インチ、タイプA)

3) とほぼ同じであることから、点火側管とハウジングの接続部の管径に差があっても金網に入る爆ごう波には影響のないことがわかる。また、金網背後に補強板を置いても消炎には無関係なようである^{*5}。金網までの距離 l_1 が増すほど引火しやすくなるが、大気圧下の爆ごうを阻止するには1インチの場合と同様に30枚の金網が必要である。しかし、図9に示したように流量抵抗は大きく減るので、この意味ではハウジング径の拡大は有効である。なお、タイプAでは l_1 の大小および空気を流す方向によって流量抵抗は変らなかった。

タイプBのモデルでは金網の手前に三種類の多孔板(表1)を置いた。図10は $l_3=0$ のときの l_2 の影響を示すもので、いずれの多孔板についても l_2 の増すにつれて消炎が困難になり、多孔板による差は小さいが、どちらかと言えば開口面積の大きいほど引火しやすいことがわかる。この理由は次のように考えられる。

これらの多孔板は、孔のへりが互いに少なくとも1.5mm 以上は離れるようにして、できるだけ多くの

*5 補強板の孔径は10mm であるが、この径が数 mm であれば消炎に影響するであろう。

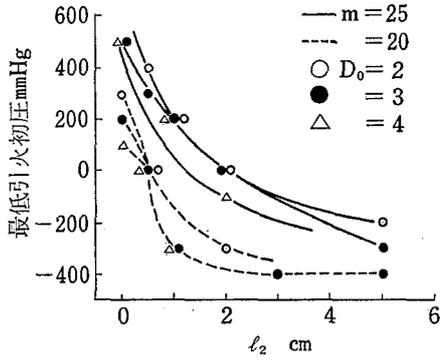


図 10 多孔板から金網までの距離 (l_2) と消炎能力の関係 (2 インチ, タイプ B, $l_3=0$ の場合)

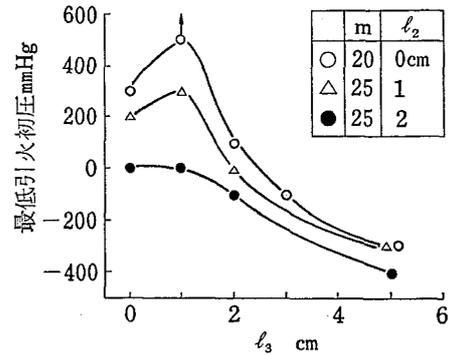


図 11 ハウジング入口から多孔板までの距離 (l_3) と消炎能力の関係 (2 インチ, タイプ B)

孔をあけたものであるが、開口面積が比較的大きいため多孔板による爆ごうの中断効果は少ないとみられる。従って、多孔板と金網の間に達したときの火炎はまだ十分に強く、その空間で生じた火炎のすべてを金網で消炎せねばならないので、 l_2 の大なるほうが消炎しにくい。一方、 $l_2=0$ であれば、多孔板のそれぞれの孔を通過した火炎のみが金網に入るの、消炎はより容易である。また、多孔群は互いに密に接近しているの、孔を通過したあとの分離した衝撃波と火炎が相隣りあう孔からのそれらと互いに干渉しあう状態を考えれば、孔径 D_0 自体はあまり重要ではなくなる (孔が無限に接近した場合を考えればわかるであろう)。この意味では、孔の径や数よりも開口面積の和の大きいほうが多孔板からあとでは強い火炎を生ずると推測される。なお、開口面積とは爆ごう波の通過し得る面積であり、その大小は、逆に見れば爆ごう波がシャ断される面積の大小ともなるので、 $l_2=0$ の場合には、多孔板による爆ごう波の中断という見方とは別に、通過し得る爆ごう波を制限することが消炎に大きく寄与すると考えることができる。

いずれにせよ $l_3=0$ の場合には、金網だけについて言えば 25 枚以下で ($l_2=0$ ならば 20 枚でも) 消炎効果が期待できる。流量抵抗は、多孔板があるためタイプ A よりも増加する。圧力損失は $l_2=0$ のとき最大となり、 $D_0=3, 2, 4$ について各々 29, 27, 25 (mm Aq, 100l/min) で、 $l_2 \geq 1$ では D_0 にかかわりなく一定値 (21 mmAq) となり、空気流の方向には無関係であった*6。

ハウジング入口から多孔板までの距離の影響については、 $D_0=3$ の多孔板のみを用いて実験した。結果を図 11 に示す。 l_3 が 0 と 1 では後者のほうが最低引火初圧が高くなったが、これよりも l_3 が増すと消炎能力は急速に低下した。 l_2 の影響については図 10 に関して述べたのと同じ傾向が確認された。流量抵抗は l_3 によって変わらず、 $l_3=0$ の場合とほぼ同じ圧力損失を示した。図 11 によれば、 $l_2=0, l_3=1$ のときには 20 枚の金網でも十分な消炎効果が期待できる。

このほか 2 インチ・ハウジングについては、伝播距離が 0.7m の場合についても実験した。この場合にはハウジング直前の火炎速度は 200~300 m/s で、まだ爆ごうには転移していない。爆ごう阻止に最も効果的な l_1, l_2, l_3 の組合せ (多孔板は $D_0=3$ のものを使用) については、いずれのタイプであっても初圧ゼロの火炎伝播の阻止に必要な金網枚数は 8 枚以下であった。

3.3 4 インチ・ハウジングにおける実験

本節では、ハウジング径を更に拡大して 4 インチ管相当とした場合について述べる。径の拡大により流量抵抗が大巾に減ずることは明らかであるから、同じ金網枚数で 2 インチ・ハウジングの場合と同程度に消炎能力が保持されるか否かが要点である。アレスターの基本構造は 2 インチのものと同じで、モデルとしては図 8 に示したタイプ A および B を考えることとする。多孔板の孔径は 3mm のみとし、多孔板を用いるときには (前節の結果から、消炎能力が最も高くなるように) 多孔板と金網とは密着して重ねた ($l_2=0$)。

図 12 は多孔板の無い場合 (タイプ A) の結果であ

*6 これらの多孔板および補強板それぞれが単独の場合の圧力損失は 1 mmAq であった。

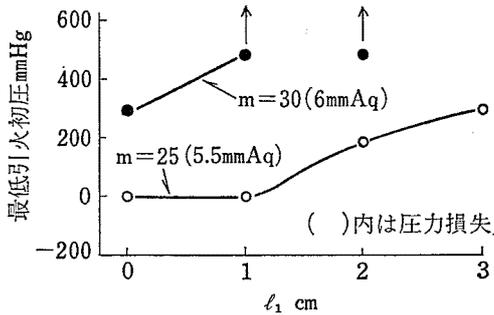


図 12 ハウジング入口から金網までの距離 (l_1) と消炎能力の関係 (4 インチ, タイプ A)

る。 $l_1=0$ では、1 および 2 インチ・ハウジングの場合と同じ消炎能力を示すことに留意したい。しかし、4 インチでは l_1 (l_1 は最大 3cm とした) の増すにつれて最低引火初圧がむしろ増大する傾向が見られた。ただし、 l_1 を更に増せば爆ごうへの再転移に際して既に述べたような危険性の生ずることが予測される。伝播距離 0.7m については、タイプ A のうち $l_1=0$ の場合しか実験しなかったが、初圧ゼロの火炎伝播の阻止に要する金網枚数は 8 枚で、2 インチ・ハウジングのときと同じ結果であった。

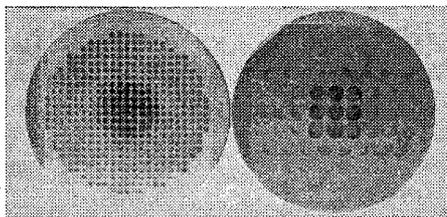


図 13 火炎による金網の変色 (左:多孔板側, 右:補強板側)

図 13 は、タイプ B のアレスターを用いて引火した場合の金網層のうちで、多孔板と補強板にそれぞれ最も近い金網の表面写真である。写真で黒く見える部分が多孔板と補強板の開口部に相応し、火炎の熱による変色と解される。この変色は金網の中心部において特に著しいが、このことは、その部分が他の周辺部分よりも強い火炎にさらされたこと、換言すれば、消炎するためにはこの中心部において他よりも多くの熱量を吸収せねばならなかったことを意味する。濃い変色部分の直径は約 30~45mm の範囲にあり、これは 1 インチ管の内径 (約 28mm) よりやや大きい値であり、管路の拡大により爆ごう波が幾らか弱められる場合であっても、この範囲には強い火炎がぶつかることがわかる。ところで、2 インチ・ハウジングでの実験結果

に関して述べたように、爆ごう波を部分的にしゃ断してやることは有効であると考えられたので、多孔板を用いる場合にその中心部を直径 31 または 50mm のしゃ閉板で覆い (表 1)、火炎のうちの強い部分が多孔板をぬけて金網に入ることを妨げた場合についても実験し、しゃ閉板の効果を比較した。

タイプ B のアレスターにおけるハウジング入口から多孔板までの距離の影響を図 14 に示すが、2 インチの場合と同様に $l_3=1$ としたときに最も高い消炎能力を示すという結果が得られた。

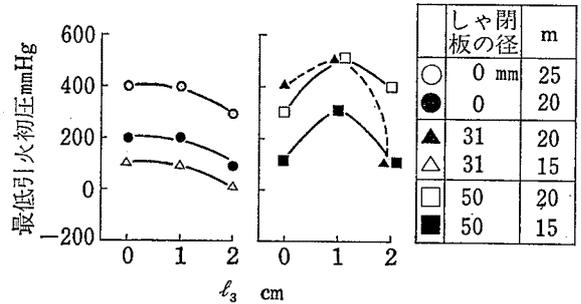


図 14 ハウジング入口から多孔板までの距離 (l_3) と消炎能力の関係 (4 インチ, タイプ B)

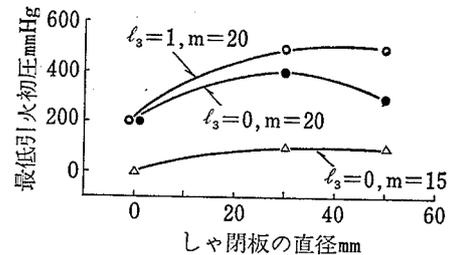


図 15 シャ閉板の直径と消炎能力の関係 (4 インチ, タイプ B)

図 15 は、しゃ閉板の効果を示す例である。予測したほどの効果は見られず、これは、しゃ閉板で覆われた部分を本来通過する管であった火炎が他の開口部を通らざるを得なくなっただけで、そのぶんだけ火炎は弱められたにしても全体として消炎するために奪われるべき熱量には大差がないことを示唆している。しかしながら、しゃ閉板の有るほうが最低引火初圧が高くなる傾向はみられるので (しゃ閉板の大きさによる差は著しくはないが)、その消炎に及ぼす効果は認め得るであろう。一方、径 50mm のしゃ閉板を取付けた場合でも、これが無い場合に比して圧力損失は 2mm Aq ($m=30$ のとき) 増す程度であるから、極端に圧

力損失を嫌うのでなければ、このようなしゃ閉板の使用が奨められる。

1 インチ・ハウジングの場合は、初圧ゼロの爆ごうの直接阻止には 30 枚の金網が必要で、そのときの圧力損失は 70mmAq であったが、図 14 および 15 からわかるように、金網の手前の適切な位置に多孔板を置けば、金網が 15 枚でも消炎が可能であり、しかも圧力損失は 10mmAq 未満とすることができた。ハウジングの径を更に増せば、消炎能力はあまり変わらずに、圧力損失のほうを事実上無規できる程度にまで減ずることが可能とみられるが、爆ごう抑止器のひとつの要素であるコンパクト性が失われることになる。ここでは、4 インチ程度が実用上の拡大の限度であるとみなして、これ以上に拡大した場合については実験しなかった。

4. 結 言

管中を伝播する爆ごう波を阻止するための爆ごう抑止器について実験し、多孔板と金網を組合せたモデルが実用に供し得ることを示した。爆ごう抑止器の要件としては、その消炎能力のほかに、通常の使用における圧力損失の小さいことと、構造が簡単で形状がコンパクトであることが挙げられるが、本報で示したモデルはこれらの要件を満すものと考えられる。

実験は、1 インチ管中を伝播する当量濃度のアセチレン-空気混合物の爆ごう波を、100 メッシュのステンレス金網を消炎素子として阻止することから始めた。次に、金網の手前に細孔を有する多孔板を置くことの効果を検討し、更に、多孔板と金網を収納するハウジングの径を拡大して圧力損失を減ずることを試みた。金網のみの場合、爆ごうの阻止には 30 枚の金網が必要で、ハウジングの径には関係なかった。多孔板を使用する場合は、細孔の径と数、金網との距離などの影響について調べたが、その種類や位置が適切であれば多孔板は大いに消炎に寄与することがわかった。ハウジング径を 4 インチ管相当に拡大した場合について例を挙げれば、金網枚数は爆ごう波の直接阻止に必要な枚数の半分の 15 枚で、そのときの圧力損失を 10 mmAq 未満とすることができた。

(昭和 53 年 2 月 28 日受理)

参 考 文 献

- 1) たとえば、産業安全研究所研究報告 RR-21-1, 24-5, 24-6, 20-5, 22-2 など。
- 2) 秋田, 石油学会誌, 14, (1), 21 (1971)
- 3) たとえば、産業安全研究所研究報告 RR-23-3 および 23-5, 同技術資料 TN-76-9
- 4) 前出, RR-23-3 (1974)
- 5) 林, 産業安全研究所技術資料 TN-76-6(1977)

産業安全研究所技術資料 RIIIS-TN-77-8

昭和 53 年 6 月 10 日 発行

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

UDC 614.839 : 534.222 : 536.46

爆発および爆ごう抑止器の実用化に関する研究 (第3報)

——多孔板と金網を用いた爆ごう抑止器について——

林 年宏・松井英憲

産業安全研究所技術資料 RIIS-TN-77-8, 1~9 (1978)

管中を伝播する爆ごう波を阻止するための爆ごう抑止器について実験し、多孔板と金網を組合せた抑止器モデルを提示した。実験は、1インチ管中を伝播するアセチレン-空気当量混合物の爆ごう波を100メッシュのステンレス網のみで阻止することから始め、次に、金網の手前に細孔を有する多孔板を置いて爆ごう波を一時的に弱めた場合の効果を調べ、更に、多孔板と金網を収納するハウジングの径を拡大して圧力損失の減少を試みた。多孔板の細孔の径と数、金網との距離などが消炎に大いに影響することがわかった。ハウジング径を4インチ管相当に拡大した場合の例では、金網15枚で大気圧下の爆ごう波が阻止され、その時の圧力損失は100l/minの空気流に対して10mmAq以下であった。

(図15, 表1, 参5)

UDC 614.839 : 534.222 : 536.46

Research on Flame- and Detonation-Arresters (3rd Report)

—Detonation Arrester Model Composed of a Perforated Plate and Wire
Gauzes—

by T. Hayashi and H. Matsui

Technical Note of the Research Institute of Industrial Safety, RIIS-TN-77-8,
1~9 (1978)

Studies were made on quenchings of stoichiometric acetylene-air detonations travelling in 1-inch pipes, so that some models of detonation arrester, which composed of a perforated plate with a number of narrow holes and a layer of 100 mesh stainless gauzes, were proposed. Direct quenchings of detonations by wire gauzes were tested firstly, and then the effects of various perforated plate inserted in test pipe ahead of gauzes were studied. To decrease pressure drops across arresters, the diameter of arrester casing was enlarged up to 4 inches.

(15 figures, 1 table, 5 references)