

◇ ミニ特集 2 : 「バルブに係わる素朴な疑問」 ◇

## フレームアレスターに関わる疑問

坂本 保行\*

### 1. はじめに

プラントには廃ガス処理用のフレア・スタック、可燃性ガス貯蔵用タンクへの通気管、溶剤蒸気を回収装置へ導くダクト系、バーナ・炉・トーチなどへのガス輸送配管、内燃機関の排気など、そして最近増えてきている燃料電池関連の水素ガス配管も含めて、さまざまな可燃性ガス・溶剤・燃料関連の設備があります。

このような設備には万が一火災が発生しても、配管内を炎の伝ばをくい止める又消炎するための機器が必要になってきます。

フレームアレスターは、このような可燃性ガス・溶剤・燃料関連の配管設備に対する安全対策として不可欠な機器であります。

フレームアレスターに対しても、さまざまな疑問がお客様から寄せられています。

我々バルブに係わるものとして、お客様の疑問にお答えしたもののなかから例の多いものを、よくあるご質問とその回答例として記述致します。

フレームアレスターに対するご質問は、次のように分類して記載しています。

フレームアレスターの基礎的なご質問。

- Q1 フレームアレスターとはどのようなものですか。
- Q2 フレームアレスターの種類について教えてください。
- Q3 金網式フレームアレスターと波板式フレームアレスター「クリンプリボン式」はどこが違うのですか。
- Q4 フレームアレスターはなぜ火を止められるのですか。

Q5 フレームアレスターに関する法規は、どのようなものがありますか。

Q6 フレームアレスターの規格はありますか。

Q7 フレームアレスターの構造を選択する条件は何がありますか。

フレームアレスターに係わる主な用語の説明。

Q8 爆轟「デトネーション」とは何ですか。

Q9 爆燃「デフラグレーション」とは何ですか。

Q10 インラインフレームアレスターとは。

Q11 ライン終端フレームアレスターとは。

Q12 フレームアレスターエレメントとは。

Q13 爆発ガスグループⅡA、ⅡB、ⅡCとは何ですか。

Q14 EN12874とは、どのような規格ですか。

お客様のご質問例

Q15 フレームアレスターはどこに設置するのが一番良いのですか。

Q16 輸出物件でユーザーから認証品のフレームアレスターと要求されたが。

Q17 一酸化炭素の火炎速度は分類ⅡAのガスなので5m/S以下ですか。

Q18 天然ガスの排気として、フレア・スタックの先端にクリンプリボン式フレームアレスターを設置予定だが、デトネーションは発生するのか。

Q19 水素ガス配管の排気用としてフレームアレスターがほしい。

Q20 プロパンガス配管にフレームアレスターを使用するが、口径選定はどのようにするのか。

Q21 アセトンのタンクを設置するが、フレームアレスターは必要なのか。

Q22 ATEX認証とCEマーク。

\*金子産業株

2. フレームアレスターの基礎的なご質問

Q1. フレームアレスターとはどのようなものですか？

A1.

フレームアレスターは逆火防止装置の事です。最近では燃料電池を初めとして可燃性ガスを扱う配管が多いので、このような質問も多くなっています。

バルブとしてならば、「配管に取り付けられる装置であって、流れは許容するが、火炎伝達を防ぐ機能をもつ」ものとなります。

Q2. フレームアレスターの種類について教えてください。

A2.

フレームアレスターは、火炎抑止部の構造により「金網型」及び「波板型」、他に、多孔板型、平行板型、又焼結金属をもちいたものもあるが、実用上から一般的なフレームアレスターとしては、「金網型」及び「波板型」の2種類になります。

金網式フレームアレスターは、そのままフレームアレスターの名称で言われるケースが多いですが、金網式フレームアレスターと構造を示して言う表現もあります。

波板型のフレームアレスターは、一般的な言い方としてクリンプリボン式フレームアレスター、又はクリンプ・メタル式フレームアレスターの名称で市販されています。

Q3. 金網式フレームアレスターと波板式フレームアレスター「クリンプリボン式」はどこが違うのですか？<sup>1)</sup>

A3.

金網式フレームアレスターは、細目の金網を何層も重ねて火炎抑止部としているものです。

波板式フレームアレスターは、薄い金属製リボンの平らなものと、クリンプ（折りひだ）をつけたものを交互に重ね、断面がほぼ三角形の多数の細隙からなるセル状の構造により火炎抑止部としているものです。

各方式のフレームアレスターの特徴は次のようになります。

Q3-1. 金網式フレームアレスター

細目の金網を何層も重ねて火炎抑止部としてい

るものです。

金網式の利点としては、安価で入手しやすく、取付が容易であることです。

欠点は消炎効果に限度がある、損傷を受けやすい、細かい金網ではふさがれる面積がおおくなり、流れに対して抵抗となることです。

構造は図1を参照。

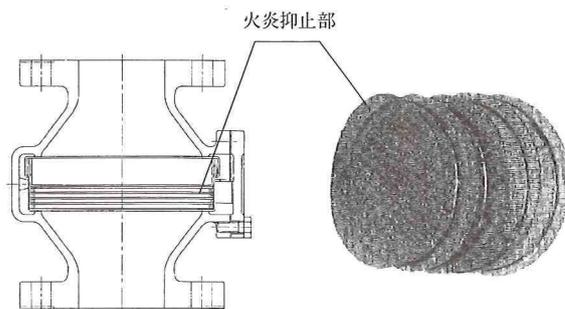


図1 金網式フレームアレスター

Q3-2. 波板式フレームアレスター

薄い金属製リボンの平らなものと、クリンプ（折りひだ）をつけたものを交互に重ね、断面がほぼ三角形の多数の細隙からなるセル状の構造により火炎抑止部としているもので、主に配管系に用いられるフレームアレスターになります。利点としては金網式に比べて高い消炎能力を有しており、機械的及び熱的な衝撃に耐えるに十分な強度があることです。又細隙を小さくしてもふさがれる面積が金網式に比較して少なく、流れに対しての抵抗が小さくなるのが特徴です。

構造は図2を参照。

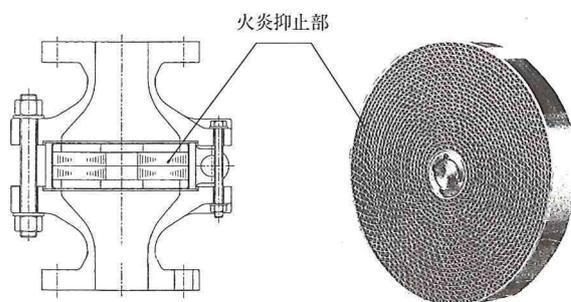


図2 波板型フレームアレスター

Q4. フレームアレスターはなぜ火を止められるのですか？

A4.

フレームアレスターが火炎を消炎する原理としては、流体通過部の構造が火炎を通過させないすきまをもつ構造であることであり、又火炎を冷却「熱交換」して消炎出来る構造であることです。

火を止められる構造は次のように理解されるとよい。

A4-1. 流体通過部の構造が火炎を通過させないすきまをもつ構造であること。

火炎は一定のすきま以下は通過することが出来ません、対象となる可燃性ガスの種類によって、流体が通過する部分を火炎が通過出来ないすきま以下になるような構造にしているのが、フレームアレスターになります。

A4-2. 火炎を冷却「熱交換」して消炎出来る構造であること。

配管内を伝播してきた火炎は、フレームアレスターの火炎抑止部を通過しようとしたとき、冷却されます、このため炎は力を失い消炎されるようになります。

クリンプリボン式フレームアレスターの方が構造的に、この炎を冷却する効果は高くなります。

Q5. フレームアレスターに関する法規は、どのようなものがありますか？<sup>1)</sup>

A5.

フレームアレスターに対する国内法規としては、消防法の危険物規則20条に「第四類の危険物の屋外貯蔵タンクのうち圧力タンク以外のタンクに設ける通気管は、無弁通気管又は大気弁付き通気管とし、その構造はそれぞれ次の各号のとおりとする」との記載があります。

無弁通気管の説明の「ハ」に文章の一部抜粋ですが「細目の鋼網等による引火防止装置を設けること。」の記載があり、これがフレームアレスターになります。

大気弁付き通気管の大気弁とは、ブリザーバルブのようなタンク呼吸弁をさしています。

消防法では、一定数量以上の危険物を貯蔵し取り扱う場合には一定の技術上の基準に従わなければならないとされており、これがフレームア

レスターに対する国内の法規制にあたります。

フレームアレスターを配管に設置する用途のお客様も多くいますが、こちらについては、構造とか、タイプとか、どこにつけるかなどについて国内法規制はありません。

Q6. フレームアレスターの規格（基準）はありますか？<sup>2)</sup>

A6.

フレームアレスターの技術基準として、(社)日本高圧力技術協会が発行する「石油類貯蔵タンクの通気装置及び配管系に設置されるフレームアレスター」HPIS-G-109-1998があります。

この技術基準のなかには、フレームアレスターの構造、消炎性能、火炎抑止部の仕様などが記載されています。

Q7. フレームアレスターの構造を選択する条件は何かありますか？<sup>2)</sup>

A7.

フレームアレスターは、対象とする可燃性ガスの種類、組成、取付位置等を考慮してどのような構造のフレームアレスターを設置するか選定します。

前項目Q6でフレームアレスターの技術基準を紹介していますが、このなかの「消炎性能」項目a)に「金網型と波板型の消炎性能は波板型の方が優れている。そこで伝ば速度が5m/sまでの火炎に対しては金網型が使用できるものとし、それ以上の高速で伝ばする火炎を対象とする場合は波板型を用いるものとした」との記載があります。

配管途中に使用する場合は火炎伝ばの速度を出すことは、配管条件も影響するため事実上困難です。この技術基準には「タンクの通気装置の開放端には“金網型”又は“波板型”を、また、配管系には“波板型”を用いる」とあります。筆者としては、配管系に使用する場合は波板型のフレームアレスター（クリンプリボン式フレームアレスター）を選定することをすすめています。

### 3. フレームアレスターに係わる主な用語の説明

(用語の定義としてはEN12874を参照して記述しています。)

Q8. 爆轟「デトネーション」とは何ですか？

A8.

爆轟「デトネーション」とは、音速または音速以上の速度で伝搬する爆発であって、燃焼波面に衝撃波が結合することを特徴とする。

言葉で書くと表現はこうですが、音速を超える爆発と認識されるのが簡単です。

Q9. 爆燃「デフラグレーション」とは何ですか？

A9.

爆燃「デフラグレーション」とは、音速以下の速度で伝搬する爆発であってエンクロージャの影響を受けた速度でエンクロージャ（注1）内で伝搬する、極限された爆発または遮るものがない大気中を自由に伝搬する、極限されない爆発。

本文も表現が解りにくいですが、音速以下の爆発と認識されるのが簡潔です。

爆発（火炎伝播）は、フレームアレスターが設置される装置の条件により変わりますのでこのような表現になります。

（注1）エンクロージャ：本文の場合はフレームアレスターを設置する対象とする装置と解釈してください。

Q10. インラインフレームアレスターとは？

A10.

インラインフレームアレスターとは、管接続部を2つそなえ、管沿いの火炎伝達（爆燃又は爆轟）を防止する。

配管途中に設置するフレームアレスターのことを言っています。

配管途中に設置するため、火炎が配管内を走るうちに加速度がついて早くなり、爆燃又は爆轟を発生する可能性があります。これらの火炎伝達を設置した位置で防止できるフレームアレスターの意味です。

Q11. ライン終端フレームアレスターとは？

A11.

ライン終端フレームアレスターとは、管接続部を1つそなえ、容器内部から外部又は接続配管への火炎伝達を防止する。これはライン終端又はインラインフレームアレスターでありうる。

配管開放端又は終端に設置されるフレームアレスターをいいます。

使い方で管接続部を1つそなえといていまず、両側に接続部（2つ）があっても配管開放端設置又は終端設置なら同じことです。

火炎が走る距離がないので、爆燃又は爆轟は起こらないといえます。

一般的にはエンドオブラインフレームアレスターといわれています。

Q12. フレームアレスターエレメントとは？

A12.

フレームアレスターエレメントとは、火炎伝達防止を主機能とする、フレームアレスターの部分にあたります。

流れは許容するが、火炎伝達を防ぐ機能をもつものになりますので、金網式のフレームアレスターなら金網がフレームアレスターエレメントとなります。

波板式フレームアレスター（クリンプリボン式フレームアレスター）なら、リボン又はバンクあるいはエレメントと言われている部分がこれにあたります。

Q13. 爆発ガスグループⅡA、ⅡB、ⅡCとは何ですか？

A13.

最も点火しやすいガスとしての分類です。

フレームアレスターとしてならば、EN12874による分類があります。

各爆発ガスグループに分類される主なものとしては、次のとおりです。

ガスグループⅡA

プロパン、トルエン、ナフサ、メタノール、アセトン、アンモニア、メチルアミン等。

ガスグループⅡB

エチレン相当（詳細のグループわけとしてはⅡB、ⅡB1、2、3に分類されています）。

ガスグループⅡC

水素、アセチレン。

防爆電気機器の国際標準方式で、可燃性ガス・蒸気を防爆電気機器のグループⅡとして、ⅡA、ⅡB、ⅡCに分類していますが、これとほぼ同等の分類になります。

Q14. EN12874とは、どのような規格ですか？

A14.

この規格は、欧州委員会と欧州自由貿易連合が

CENに与えた権限に基づいて作成されたもので、配管内に燃性のガス／空気又は蒸気／空気混合物が存在するときに、火炎伝達を防止する為の保護装置として使用されるフレームアレスターに関する、用語の定義、構造に対する要求事項、火炎伝達試験を含む各試験条件（方案）等を定めた欧州規格です。

#### 4. お客様のご質問例

Q15. フレームアレスターはどこに設置するのが一番良いのですか？

A15.

可燃性ガスに点火した火炎は配管内を伝播していくうちに、加速度がついて伝播速度が速くなるといわれています。

伝播速度が速くなれば、デトネーション（爆轟）、デフラグレーション（爆燃）の発生も考慮しなければいけません。

その意味でフレームアレスターを取り付ける位置として推奨するのは、配管ライン終端（開放端）又は想定される火元近くに取り付けることが出来れば火炎が走らないので、リスクを小さくする良い条件と言えます。

可燃性ガス設備では、フレームアレスターを配管内に取り付ける場合もあります。

その場合にはQ10で説明致しました、インラインフレームアレスターを設置することが必要になってきます。

インラインフレームアレスターは、ライン終端フレームアレスターと比べて当然その構造上、流量に対しての圧力損失は高くなりますので、可能なときはライン終端に取り付けることを考慮すべきです。

又フレームアレスターの取り付けられる位置として、配管ライン終端などの想定される火元から口径の50倍を超す位置に取り付けると、フレームアレスターとはいわないともいわれていますので、この範囲内で取り付けられることを推奨致します。

Q16. 輸出物件でユーザーから認証品のフレームアレスターと要求されたが。

A16.

フレームアレスターは、配管内で発生した火災

を早い段階で消し止め、火災の延焼を防止する為の装置ですが、残念ながら我が国にはこの装置の安全性、信頼性に対し、性能確認、評価を行う国家機関もしくは第三者機関はありません。

認証品のフレームアレスターというならば、外国の検定機関の認証を取得しなければいけないこととなります。

フレームアレスターの検定機関としては、アメリカのUL、ドイツのBAM、オランダのTNO、イギリスのHES等があります。

ただ輸出物件を初めしてこのような要求される場合もありますので、例として当社がフレームアレスターの認証を取得した理由とその内容を次に記述致します。

様々な分野のプラントの安全性を確保するために、重要な役割を果たすこの装置の消炎性能、信頼性をより確実に評価するため、当社としては代表的な検定機関であるドイツのBAM（ドイツ連邦材料研究試験機関）よりEN12874の認証を取得しています。

内容はデフラグレーション（爆燃）対応、ガスグループⅡAに対応のフレームアレスター認定を取得しています。

Q17. 一酸化炭素の火炎速度は分類ⅡAのガスなので5m/S以下ですか？

A17.

一酸化炭素の火炎速度についてのご質問です。

Q7のFAQでフレームアレスターの技術基準を引用して、「火炎伝播速度が5m/S以下場合は金網型が使用できる」と記述していますが、その意味合いで顧客が金網型か波板型（クリンプリボン式フレームアレスター）のフレームアレスターを選択する条件として聞いてきています。

一酸化炭素が大気中で燃焼する場合は、燃焼速度とも言いますが、火炎が伝播していく速度は5m/S以下になります。

ただ配管途中に取り付けられたときは、その時の配管形状、条件でこれより遙かに超えたスピードで火炎が伝播する場合があります。

フレームアレスターの取り付けられる位置が配管途中のケースでしたので、この場合はガスグループⅡA用のフレームアレスターとして、波

板型のフレームアレスターが選定されています。

Q18. 天然ガスの排気として、フレア・スタックの先端にクリンプリボン式フレームアレスターを設置予定だが、デトネーションは発生するのか？

A18.

フレア・スタックの先端にフレームアレスターが設置されますので、この場合は万が一排出された天然ガスに点火したとしても、大気燃焼の状態になります。

この条件では、デトネーション（爆轟）は発生しないといえます。

天然ガスのガスグループはⅡAになります、具体的にいうとガスグループⅡAのガス対応でエンドブライン（終端）に設置するフレームアレスターということです。

Q19. 水素ガス配管の排気用としてフレームアレスターがほしい。

A19.

水素を使用する設備に安全対策としてフレームアレスターを設置する、この関連のお話は最近特に多くなってきています。

水素ガス対応のフレームアレスターは、構造的に波板型（クリンプリボン式フレームアレスター）のフレームアレスターになります。

水素ガスは消炎直径（混合ガスに特有な値であって、静止した混合ガス中を火炎が無限に伝播し得る管の最小直径のこと。）が小さく、又フレームアレスターの消炎部のすきまは、消炎直径の1/2を超えてはならないとされていますので、水素ガスでは相応に流体通過部が小さなすきまになります。

水素ガスは火炎が走行するとデトネーションを生ずるであろうといわれます。

フレームアレスターを取り付ける位置は、Q15で記述したように火炎が走行しない配管ライン終端に取り付けることを考慮すべきです。

配管ライン終端に取り付けられないときは、水素用のインラインフレームアレスターを使用することになります。

Q20. プロパンガス配管にフレームアレスターを使用するが、口径選定はどのようにするのか？

A20.

プロパンガス配管に使用するので、この場合は波板式のフレームアレスターでお答えしています。

フレームアレスターの口径選定は、通過する流量と装置として許容できる圧力損失で決まります。

プロパンガスはガスグループⅡAです、このガスグループを対象としたフレームアレスターの流量と許容できる圧力損失で口径を選定することになります。

フレームアレスターの流量に対する圧力損失は、ガスグループでいえば、小さいほうからⅡA、ⅡB、ⅡCの順です。

取り付ける位置からいえば、ライン終端フレームアレスターのほうが、インラインフレームアレスターより流量に対する圧力損失は小さくなります。

フレームアレスターを取り付ける位置も口径選定に関係しますので、そのような条件を考慮してフレームアレスターの口径選定します。

Q21. アセトンのタンクを設置するが、フレームアレスターは必要なのか。

A21.

アセトンのタンクは消防法の危険物（Q5参照）に該当します、フレームアレスターの設置が必要になります。

引火防止としてのフレームアレスターの設置ですが、タンクの爆発防止対策として大気より僅か高い圧力で、微圧窒素を封入して空気遮断（酸素）するシステムもあり、多くところで採用されています。

Q22. ATEX認証とCEマーク。

A22.

このご質問は最近多くなってきていますので最後のFAQとして付け加えています。

ATEX指令はCEマーキング適合指令の1つとして、1996年3月に制定されました。

制定当初は任意制定でしたが、2003年7月からは「強制」となる新たな命令です。

ATEXは「Atmospherss Explosibles」（フランス語）の意味であり暴発性雰囲気と言った意味です。

強制日以後は、EU加盟国で製造・販売・流通・設置される暴発性雰囲気での使用を目的とした電気機器や防災システムは規制の対象となり、現在CENELEC防爆規格適合品であってもEUにおいてはATEX指令に適合していなければ一切使用及び取扱はできなくなります。

ATEX認証はどこがちがうのか、

- (1) CEマーキングが追加されます。
- (2) マーキングの変更（防爆構造記号の変更）
- (3) 工場認証

該当工場はATEX指令に適合していることを管理するために、定期的にヨーロッパ認定機関による審査を受け認証されていることが必要です。

例として当社のケースを記述しますと、CENELEC防爆で電磁弁、BAM認証でフレーム

アレスターの認定をされましたが、ヨーロッパ認定機関による工場審査を受けています。

このため該当製品は、CEマークをつけて出荷できることとなります。

## 5. おわりに

燃料電池などの発展により、産業が大きく変化してきていますが、設備に対して安全で安心な対策をとることは不可欠なことであり、フレームアレスターは必要な装置のひとつにあげられるので、ここにフレームアレスターに対する一般的な疑問として記述致しました。

（原稿受付 2003年7月14日）

### <引用文献>

- 1) 消防法 危険物規則より
- 2) (株)日本高圧力技術協会：「石油類貯蔵タンクの通気装置及び配管系に設置されるフレームアレスター」HPIS-G-109-1998

### <参考文献>

- 1) (株)産業安全技術協会：フレームアレスター・及び爆発放散孔