

Solstice[®] (ソルスティス) 噴射剤

別名 : Solstice[®]1234ze、HFO-1234ze(E)、および 1234ze

燃焼性(引火性)評価

Solstice[®] (ソルスティス) 噴射剤(化学名1,3,3,3-テトラフルオロプロパ-1-エン(E)またはトランス-1,3,3,3-テトラフルオロプロペン)は、ハネウェルが開発したGWP(地球温暖化係数)が非常に低い液化ガス噴射剤です。ソルスティス噴射剤の沸点は-19°C(-2.2°F)、蒸気圧は21°C(70°F)で、国連番号ではクラス2.2(非引火性)その他液化ガス(Liquefied Gas N.O.S.)に分類されます。

1. ガスの引火性について – 定義と測定方法

GHS(化学品の分類および表示に関する世界調和システム)において可燃性(引火性)ガスとは、標準気圧101.3 kPa(1気圧)、20°C(68°F)の環境において、空気との混合気が爆発範囲(燃焼範囲)を有するガスと定義され、DOT(米国運輸省)、IATA(国際航空運送協会)、IMDG(国際海上危険物規程)、および欧州エアゾールディスペンサー指令(2008/47/EC)においても同様に定義されています。

燃焼下限界(LFL)や燃焼上限界(UFL)などの燃焼範囲を有しているガスは、可燃性(引火性)を有しているとみなされます。LFLは燃焼に至る最も低い空気中のガス濃度で、UFLは燃焼を起こす空気中のガス濃度です。

ガス燃焼範囲の測定においては、2つの方法が一般的です。一つはASTM E-681で、もうひとつはISO 10156(ガスに関する ISO 規格)です。各試験法の概要は以下に記す通りです。Solstice[®] 噴射剤は、所定の試験環境20°Cおよび1気圧にて実施したこれら2つの試験法での検証の結果、燃焼範囲を持たないことが認められました。これに加えて、欧州EC 試験法A11:ガスの燃焼性においても燃焼範囲を持たないことが認められました。したがってSolstice[®] 噴射剤は、GHS、DOT、IATAおよびIMDGにて非引火性液化ガスと分類されています。

ASTM E-681試験: 試料ガスを12リットル丸底フラスコに充填。圧力は空気を用いて最大1気圧まで調整可能。均質化が得られるまでガスを十分に混合し、スパーク着火を行う。混合気体の燃焼(引火)性は、炎がフラスコの壁に達し、90°を超える角度に広がった場合にその燃焼性が認められる。LFLおよびUFLを得るには、相対湿度50%環境で異なる混合気体配合にて試験を行う。

ISO 10156試験: 試験方法はASTM E-681とほぼ同様であるが、直径5cm x 高さ100cmの垂直ガラス管を使用する。混合気体の燃焼(引火)性は、炎が着火源から分離し管内を上昇した場合にその燃焼性が認められる。

Solstice[®] 噴射剤は、ASTM E-681試験法およびISO 10156試験法による測定結果同様GHS、DOT、IATAおよびIMDGにて非引火性液化ガスと分類されていますが、以下の条件においては非常に少ない燃焼範囲(LFL~UFL間)8.0-8.5空気中 Vol%を有します。

温度30°C(86°F)

相対湿度≥50%

高エネルギーの着火源もしくは裸火の近くにある場合

高エネルギーの着火源についての詳細を得るため、ハネウェルではSolstice[®] 噴射剤の最小点火エネルギー(MIE)の測定を外部機関に委託しました。

2. 最小点火エネルギーおよび自動発火温度について

物質の最小点火エネルギー(MIE)とは、当該物質が点火に至る最小限のスパークエネルギーです。MIE測定に際しては、5リットルガラスフラスコに、異なるエネルギー量の静電気の生成が可能な電極を配置し試験を実施しました。この測定結果にはJ(ジュール)またはmJ(ミリジュール)単位を用います。この試験は、Solstice® 噴射剤の濃度が空気中6 Vol%から13 Vol%以上の混合気体について実施されました。通常の試験温度20°C(68°F)においてはSolstice® 噴射剤に測定可能なMIEは認められず、また着火しませんでした。試験温度54°C(130°F)におけるMIEは61,000mJから64,000mJの間であると結論づけられました。

他物質とのMIE比較:プロパンのMIEは0.25mJ、HFC-152aが0.38mJ、メタンが0.47mJであることに比べると、Solstice® 噴射剤は前項に示した条件においても非常に着火しにくいことができます。例えば、人体から発生する一般的な静電気エネルギー量は10mJ未満であり、Solstice® 噴射剤が着火に至るに十分なエネルギーではありません。

自動発火温度は、外部の着火源が存在しない状態で物質が自己発火する最小限の温度です。Solstice® 噴射剤の自動発火温度は、368°C(694°F)であると結論付けられました。

3. エアゾール燃焼性試験

ハネウェルが自社ラボで実施した試験では、基本試験方法としてASTM D 3065-01火炎伸長試験を実施しました。この試験方法は、ろうそくの炎に対し規定距離である15cm(6インチ)の位置からエアゾール製品を噴射し、火炎が伸長する場合その長さを測定するものです。製品の燃焼性の判定は、火炎伸長が46cm(18インチ)以上の長さ、もしくは炎が噴射口にフラッシュバックする場合にその燃焼性が認められます。この試験では、液体噴射の目的で浸漬管(ディップチューブ)を装着したエアゾール缶にSolstice® 噴射剤を100%充填し、噴射口は2種類(ストリーム状噴射およびミスト状噴射)を使用しました。試験の結果、噴射口タイプに関らず、Solstice® 噴射剤による炎の伸長は認められず、実際には通常消火に至りました。この結果は、HFC-134aに対し実施した試験にて観測した挙動と全く同様のものでした。

ハネウェルが自社ラボで実施した試験では、基本試験方法としてASTM D 3065-01火炎伸長試験を実施しました。この試験方法は、ろうそくの炎に対し規定距離である15cm(6インチ)の位置からエアゾール製品を噴射し、火炎が伸長する場合その長さを測定するものです。製品の燃焼性の判定は、火炎伸長が46cm(18インチ)以上の長さ、もしくは炎が噴射口にフラッシュバックする場合にその燃焼性が認められます。この試験では、液体噴射の目的で浸漬管(ディップチューブ)を装着したエアゾール缶にSolstice® 噴射剤を100%充填し、噴射口は2種類(ストリーム状噴射およびミスト状噴射)を使用しました。試験の結果、噴射口タイプに関らず、Solstice® 噴射剤による炎の伸長は認められず、実際には通常消火に至りました。この結果は、HFC-134aに対し実施した試験にて観測した挙動と全く同様のものでした。

ASTM D 3065-01試験法にはまた「クローズドドラム試験」があり、これは基本的に欧州エアゾールディスペンサー指令(2008/47/EC)およびGHSにて密閉空間着火試験と呼ばれるものと同様です。この試験では、横転した容量208リットル(55ガロン)のドラム缶にエアゾール缶の全内容物を噴射します。ドラム缶内には長手方向距離の1/2地点に点火したろうそくを設置し、噴射物への着火が認められる場合、着火までの時間を計測します。この試験は3つの異なるドラム缶を使用し、3回実施します。Solstice® 噴射剤に対しては、浸漬管(ディップチューブ)を装着、および非装着のエアゾール缶にて、液状および気体状の噴射について試験を実施しました。結果、いかなる試験においても着火が観測されませんでした。

これらに加え、欧州エアゾール協会からの提案により、以下に記載した通常求められる範疇外についてもエアゾール燃焼性試験を実施しました。

- 密閉空間着火試験: 温度を45°C(113°F)に事前調整したエアゾール缶を用い継続試験を実施した。通常この試験は室内温度にて実施される。試験の結果、Solstice® 噴射剤は不燃性であることが結論付けられた。

- 着火距離試験: 事前に高い温度に調整したエアゾール缶を用いて実施した。通常はこの試験も室内温度で実施される。この試験法は火炎伸長試験に類似しており、違いは炎からの距離が移動することである。炎からの噴射距離は最大90cm(36インチ)から最小15cm(6インチ)まで、15cm(6インチ)間隔である。試験の結果、Solstice® 噴射剤は不燃性であることが結論付けられた。
- 高温表面への噴射による影響についても通常は行わない2つの試験を実施した。

[試験1] Solstice® 噴射剤をエアゾール缶から直接表面温度200°C(392°F)の高温板に噴射した。噴射は、液体(ディップチューブを装着したエアゾール缶)および気体(ディップチューブ非装着の缶)にて行った。結果、着火、引火、もしくは他の挙動は観測されなかった。

[試験2] さらに高温な環境についても上と同様の試験を実施、最大温度が630°C(1166°F)の坩堝の中に液体および気体のSolstice® 噴射剤を噴射した。結果、着火、引火、もしくは他の挙動は観測されなかった。

結論

Solstice® 噴射剤は、GHS、DOT、IATAおよびIMDGにて非引火性液化ガスに分類されています。

火炎伸長および着火距離試験は、エアゾール製品を火炎源に直接噴射した場合の燃焼性を評価するものです。これら火炎伸長および着火距離の両試験において、Solstice® 噴射剤は不燃性でした。密閉空間着火試験は着火源を有する密閉された空間で気体が充満する状態を模擬したもので、この試験においてもSolstice® 噴射剤は不燃性でした。

そして、エアゾールを非常に高温な表面に直接噴射した場合についても高温板および坩堝による試験を実施し、これら両試験においてもSolstice® 噴射剤は不燃性でした。

以上のことから、当社にて実施した全てのエアゾール燃焼性試験にて、Solstice® 噴射剤は不燃性であるとの結果を得ました。

記:

1. 本書1項に記載したASTM E-681(燃焼範囲の決定)、3項に記載したASTM D-3065-01(火炎伸長試験)および高温板および坩堝による試験は、ハネウエルのバッファローリサーチラボラトリー(米国)にて実施。
2. ISO 10156、欧州EC 試験法A11:ガスの燃焼性(本書1項)、最小点火エネルギーおよび自動発火温度(本書2項)の測定は、Chilworth Technology Ltd.により実施。試験結果レポートをご希望の際にはハネウエルまでお問い合わせください。
3. 着火距離および密閉空間着火試験(本書3項)は、Stresau Laboratory, Inc.により実施。試験結果レポートをご希望の際にはハネウエルまでお問い合わせください。