

酸素システムの安全性

酸素システムの設計および操作はユーザーの責任です。ユーザーは酸素を安全に使用できるように、適切な資格を持った専門家のサポートを受けてください。

適用範囲

この技術情報は、酸素を安全に取り扱うために取り組まなければならない特有の問題についての概要を記載しています。弊社は酸素に関する専門企業や技術コンサルタントではございませんが、ご案内しております多くの文献から得た情報をもとにこの技術情報を作成し、サービスの一環として、お客さまにご提供いたします。

危険性

酸素は燃焼を促進するため、危険な火災の原因となります。酸素をわずか 21 %しか含有していない空気中においても、火災という重大な結果を招いてしまうことはよく知られています。酸素濃度が 21 %を超えると、火災の危険度が大幅に増加します。大気中では可燃性でない物質の多くが、酸素高濃度環境下では燃焼します。可燃性物質であれば、より発火しやすくなり、より速く、より高い温度で燃焼します。火災は一層速く広がり、多くの場合、爆発に似た結果を伴います。空気中では何の影響も及ぼさない発火源が、酸素システムにおいては非常に大きな重要性を持つ場合があります。

酸素システムの火災

火を起こすには、3つの要素、すなわち、酸化剤、燃料、発火エネルギーが必要です。大気中では、これらのうち1つの要素を取り除くことにより、火災を防止することができます。しかし、酸素システムにおいては、これらの3つの要素を切り離すことはできません。酸素はシステム内に閉じこめられ、通常、かなりの圧力がかけられています。酸素を閉じこめているバルブ、レギュレーター、配管、継手などのコンポーネントは、事実上、燃料となってしまいます。発火エネルギーはシステムの内部からもたらされますが、多くの場合、別の状況では発火しないメカニズムです。したがって、酸素システムでの火災の可能性を排除することはできませんが、危険性やリスクに対する入念な分析に基づいた危機管理により、火災を回避することができます。システムの操作やメンテナンスだけでなく、システムの設計、コンポーネントの選定、使用材料、システムの組み立て方法は、個々の目的に応じて入念に開発される必要があります。

連鎖発火

発火の連鎖は、少量のエネルギーがシステム内に放出され、発火温度の低い物質もしくは質量が小さく表面積の大きな粒子を発火させることによって始まります。いったん小さな物体が発火すると、その物体の発生する熱により、元の物体よりも大きく、さらに高い発火温度を有する物質を発火させます。そして、この反応が自続状態に至るまで、さらに大きな熱を発生させます。次に、4つの一般的な発火メカニズムについてご説明します。

機械的な衝突

ある物体が他の物体に衝突すると、ハンマーが何かの表面を打ちつけたときのように、衝突点に熱が発生します。機械的な衝突により発生した熱は、発火源として作用することがあります。たとえば、酸素システムの中で機械部品がはずれ、その機械部品が圧力のかかっている容器に当たると、当たった際に熱が発生する場合があります。もし、この容器の表面がオイルで汚染されていると、発火して、発火の連鎖を開始することがあります。

粒子の衝突

小さな粒子は、流動する酸素の流れとともに運ばれます。多くの場合、その流れは高速です。これらの粒子がシステム内の表面に当たると、衝突エネルギーが熱として放出されます。粒子は質量が小さいため、より大きな物質を発火させるのに十分な温度になります。

摩擦

2つの固体物質が互いにこすれ合うと、他の物質を発火させるだけの熱を発生します。

圧縮熱

気体がオリフィスを通して圧力の高いところから低いところへ流れる際、気体は膨張し、気体の流れる速度は音速に達することがあります。もし、この気体の流れが遮断された場合には、元の圧力まで再圧縮され、高温になります。この圧力の差が大きいほど、気体温度が高くなります。この作用は、自転車のタイヤに空気を入れる際によく見られる「タイヤ内の圧力が上昇するにつれ、ポンプが熱くなる」という現象です。酸素システムにおいては、酸素温度が発火の連鎖を開始するのに十分な温度になることがあります。

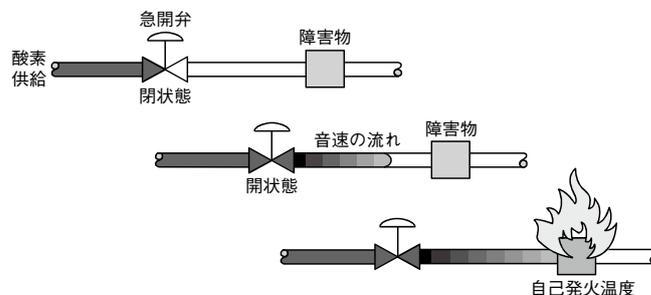


図 1

酸素システムにて圧縮熱の一般的な事例（図 1）が起きるのは、バルブ（特に急速な開閉が可能なボール・バルブやプラグ・バルブ）が急速に開かれ、気体の流れが二次側の酸素を障害となるものに押し付けて圧縮するときです。気体の流れに対して閉状態のバルブやレギュレーターが障害になり得ることは明らかです。しかし、バルブ内に障害となり得るものが存在していても、明らかには分からない場合がよくあります。たとえば、障害となるものが、バルブが開かれる際のバルブ・シート部や、わずかに開かれたレギュレーターの二次側、あるいはどこかの小さなオリフィス内に存在する場合があります。また、気体の流れがエルボー継手内のアングル部分で妨げられる場合もあります。

発火の連鎖が起こる可能性があるのは、気体の流れが微粒子を含んでいる場合、あるいは、ポリマー製バルブ・シート部やエラストマー製シール部、潤滑剤、有機物質で汚染された表面で圧縮熱が発生する場合などです。このような物質は、小さなスプリング、薄いダイヤフラム、あるいはフィルターを次々に発火させ、火災を自続状態に至らせることがあります。ASTM ビデオ『Oxygen Safety』では、よく発生するにもかかわらず見過ごされていることが多い、酸素火災を引き起こす圧縮熱のメカニズムについて説明しています。

酸素火災の回避

発火源や火災の可能性のある原因をすべて確認し、特定することは容易ではありません。NFPA 53 では、多くの産業や用途で発生した重大な酸素システム火災の事例を挙げ、それらの原因と回避方法に関する手引きを示しています。ASTM G128 では、これらの危険性、設計上の注意点、発火源についてさらに詳細に論じられ、ASTM G88 およびマニュアル MNL36 では、特定の設計に関する手引きが規定されています。また、ASTM G4 Standards Technology Training course『Controlling Fire Hazards in Oxygen Handling Systems』では、酸素システムに対する危険性の解析や危機管理に関する詳細な指示事項が規定され、入手可能な多くのツールおよび情報源の使用法について説明しています。

これらの出版物だけでなく、他の多くの出版物においても、次に示す酸素火災の回避の要点について重点的に扱っています。

- システムの設計
- コンポーネントの選定
- システムの組み立て
- システムの操作およびメンテナンス
- システムの清浄度
- 潤滑剤の適合性
- ポリマーおよびその他非金属の適合性
- 金属の適合性

酸素システムの安全性のために、何よりも重要なことは「**専門家に相談する**」ことです。酸素システムに関する ASTM では、専門家を次のように定義しています。

有資格技術者——教育、トレーニング、あるいは経験により、酸素と他の物質間の反応に伴った物理的および化学的法則を適用する方法を熟知しているエンジニア、化学者など。

酸素システムは、重大かつ通常では考えられないような危険性を伴いますが、傷害や経済的損失のリスクは管理や制御が可能ですので、産業界の至るところで安全に使用されています。

必要な知識や技術は十分に確立され、文書化されており、多くの公共の情報源を通じて入手可能です。これらの一部は参考文献としてご案内しています。ASTM course『Controlling Fire Hazards in Oxygen Handling Systems』では、システムや装置の設計者、仕様書の作成者、ユーザーなどを対象として、酸素の安全性に関する基礎を説明しています。いかなる用途においても酸素の使用に携わる方は、このような情報源を利用されることをお勧めします。

参考文献

National Fire Protection Association, Inc.
1 Batterymarch Park, Box 9101, Quincy, MA 02269-9101
www.nfpa.org

NFPA 53 Recommended Practice on Materials, Equipment and Systems Used in Oxygen-Enriched Atmospheres

ASTM
100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428-2959
www.astm.com

ASTM G128 Standard Guide for Control of Hazards and Risks in Oxygen Enriched Systems

ASTM G88 Standard Guide for Designing Systems for Oxygen Service

ASTM G-4 Standards Technology Training course *Controlling Fire Hazards in Oxygen Handling Systems*

ASTM video *Oxygen Safety*

Safe Use of Oxygen and Oxygen Systems: Guidelines for Oxygen System Design Materials Selection, Operations, Storage, and Transportation, Manual MNL36; H.D. Beeson, W.F. Stewart, and S.S. Woods, Ed., 2000–

参考

酸素システムに関するその他の情報源を、以下に出版社別にご案内します。酸素の安全な使用に関する出版物の最新リストにつきましては、各発行元までお問い合わせください。

American National Standards Institute
11 W. 42nd St., New York, NY 10036 www.ansi.org
 ANSI/ASME B31.3 Process Piping

ASTM
100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428-2959
www.astm.com

ASTM compilation: *Standards Related to Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres* PCN 03.704097.31.

This compilation contains all the standards published by ASTM relating to oxygen safety, as of the date of publication.

ASTM *Annual Book of Standards*, Volume 00.01, Subject Index; Alphanumeric List
 The annual Index of Standards lists all standards published through the year of issue, including those not yet included in the above compilation.

Alternatives to Chlorofluorocarbon Fluids in the Cleaning of Oxygen and Aerospace Systems and Components, STP 1181, C.J. Bryan and K. Gebert-Thompson, Ed., 1993

Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, STP 812, B.L. Werley, Ed., 1983

Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, Vol. 2, STP 910, M.A. Benning, Ed., 1986

Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, Vol. 3, STP 986, D.W. Schroll, Ed., 1988

Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, Vol. 4, STP 1040, J.M. Stoltzfus, F.J. Benz, and J.S. Stradling, Ed., 1989

Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, Vol. 5, STP 1111, J.M. Stoltzfus and K. McIlroy, Ed., 1991

Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, Vol. 6, STP 1197, D.D. Janoff and J.M. Stoltzfus, Ed., 1993

Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, Vol. 7, STP 1267, D.D. Janoff, W.T. Royals, and M.V. Gunaji, Ed., 1995

Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, Vol. 8, STP 1319, W.T. Royals, T.C. Chou, and T.A. Steinberg, Ed., 1997

Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, Vol. 9, STP 1395, T.A. Steinberg, B.E. Newton, and H.D. Beeson, Ed., 2000

American Welding Society
550 NW Lejeune Rd., Box 351040, Miami, FL 33135
www.aws.org

AWS Z49.1 Safety in Welding and Cutting and Allied Processes

Compressed Gas Association, Inc.
1725 Jefferson Davis Highway, Suite 1004
Arlington, VA 22202 www.cganet.com

CGA Video AV-8 *Characteristics and Safe Handling of Cryogenic Liquid Gaseous Oxygen*

CGA G-4 Oxygen

CGA G-4.1 Cleaning Equipment for Oxygen Service

CGA G-4.4 Industrial Practices for Gaseous Oxygen Transmission and Distribution Piping Systems

CGA P-39 Oxygen-Rich Atmospheres.

Handbook of Compressed Gases, 3rd ed., 1989

European Industrial Gas Association (EIGA)
Publication de la Soudure Autogene
32 Boulevard de la Chapelle, 75880 Paris Cedex 18, France
 email: info@eiga.org

EIGA 33/86/E Cleaning of Equipment for Oxygen Service

EIGA 6/77 Oxygen Fuel Gas Cutting Machine Safety

EIGA 8/76/E Prevention of Accidents Arising from Enrichment or Deficiency of Oxygen in the Atmosphere

EIGA 13/82 The Transportation and Distribution of Oxygen by Pipelines. Recommendations for Design, Construction and Maintenance

Factory Mutual Engineering Corp.
Box 9102, Norwood, MA 02062 www.affiliatedfm.com

National Fire Protection Association, Inc.
1 Batterymarch Park, Box 9101, Quincy, MA 02269-9101
www.nfpa.org

NFPA 51 Standard for the Design and Installation of Oxygen-Fuel Gas Systems for Welding, Cutting, and Allied Processes

NFPA 51B Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting and Other Hotwork

NFPA 55 Standard for Storage, Use, and Handling of Compressed Gases and Cryogenic Fluids in Portable and Stationary Containers, Cylinders, and Tanks

NFPA 99 Standard for Health Care Facilities

NFPA Health Care Facilities Handbook

National Technical Information Service
5285 Port Royal Rd., Springfield, VA 22161
www.ntis.gov

NASA *Safety Standard for Oxygen and Oxygen Systems—Guidelines for Oxygen System Design, Materials Selection, Operations, Storage, and Transportation*. 288 p., 1 January 1996.

NTIS Order Number: N96-24534/5INZ.

NASA Technical Report Server
<http://techreports.larc.nasa.gov/cgi-bin/NTRS>

Underwriters Laboratories, Inc.
333 Pfingsten Rd., Northbrook, IL 60062 www.ul.com

ご注意：他社部品との混用や互換は絶対に行わないでください。

本書類について

電子版製品カタログをダウンロードしていただき、ありがとうございました。本電子版カタログは、『Swagelok総合製品カタログ』（印刷版）から抜粋したものです。製品カタログの内容変更あるいは改訂の際は、印刷版カタログに先駆けて電子版カタログを更新し、ウェブサイト上で提供させていただく場合がございますので、ご了承ください。

スウェージロック社は、研究開発、計装、製薬、オイルおよびガス、発電、石油化学、代替燃料、半導体などの業界向け流体システム・ソリューション（製品、配管ユニット製作、サービス）の開発および提案を行っています。スウェージロックの製造工場、研究施設、技術サポートや流通などの拠点は、70カ国で約200カ所の指定販売会社で形成されるグローバル・ネットワークを支えています。

ウェブサイトにアクセスしていただくと、最寄りのスウェージロック指定販売会社を検索することができます。製品の特徴や、技術情報などの詳細につきましては、スウェージロック指定販売会社までお問い合わせください。ウェブサイトでは、世界各地域の指定販売会社とサービス拠点がお届けする幅広いサービスについてもご紹介しています。

製品保証

Swagelok製品には、Swagelokリミテッド・ライフタイム保証が付いています。詳細につきましては、www.swagelok.com/jpにアクセスいただくか、スウェージロック指定販売会社までお問い合わせください。

安全な製品の選定について

安全にトラブルなく機能するよう、システム全体の設計を考慮して、製品をご選定ください。機能、材質の適合性、数値データなどを考慮し製品を選定すること、また、適切な取り付け、操作およびメンテナンスを行うのは、システム設計者およびユーザーの責任ですので、十分にご注意ください。

警告

スウェージロック製品、または工業設計規格に準拠していないスウェージロック部品（Swagelok チューブ継手エンド・コネクションを含む）は、他社製品との混用や互換は絶対に行わないでください。

この日本語版製品カタログは、英語版製品カタログの内容を忠実に反映することを目的に、製作いたしました。日本語版の内容に英語版との相違が生じないように、細心の注意を払っておりますが、万が一相違が生じた場合には、英語版の内容が優先されますので、ご注意ください。

以下のすべての商標が、本カタログに適用されるものではありません。
15-7 PH—TM AK Steel Corp.
AccuTrak, Beacon, Westlock—TM Tyco International Services
アプラス—TM AGC株式会社
Alleima—TM Alleima
ASCO, El-O-Matic—TM Emerson
AutoCAD—TM Autodesk, Inc.
CSA—TM Canadian Standards Association
Crastin, デュボン, カルレッツ, クライトックス, テフロン, バイトン—TM イー・アイ・デュボン・ドゥ・ヌムール・アンド・カンパニー
DeviceNet—TM ODVA
ダイニオン, Elgiloy, TFM—TM ダイニオン社
Elgiloy—TM Elgiloy Specialty Metals
Festo—TM Festo SE & Co. KG
FM—TM FM Global
Grafoil—TM GrafTech International Holdings, Inc.
ハネウェル, MICRO SWITCH—TM ハネウェル
MAC—TM MAC Valves
Microsoft, Windows—TM マイクロソフト・コーポレーション
NACE—TM NACE International
PH 15-7 Mo, 17-7 PH—TM AK Steel Corp
picofast—Hans Turck KG
ピラー—TM 日本ピラー工業株式会社
レイケム—TM Tyco Electronics Corp.
Sandvik, SAF 2507—TM Sandvik AB
Simriz—TM Freudenberg-NOK
ソリッドワークス—TM ソリッドワークス・コーポレーション
UL—Underwriters Laboratories Inc.
Xylan—TM Whitford Corporation
Swagelok, Cajon, Ferrule-Pak, Goop, Hinging-Colleting,
IGC, Kenmac, Micro-Fit, Nupro, Snoop, Sno-Trik, SWAK, VCO,
VCR, Ultra-Torr, Whitey—TM Swagelok Company
© 2023 Swagelok Company