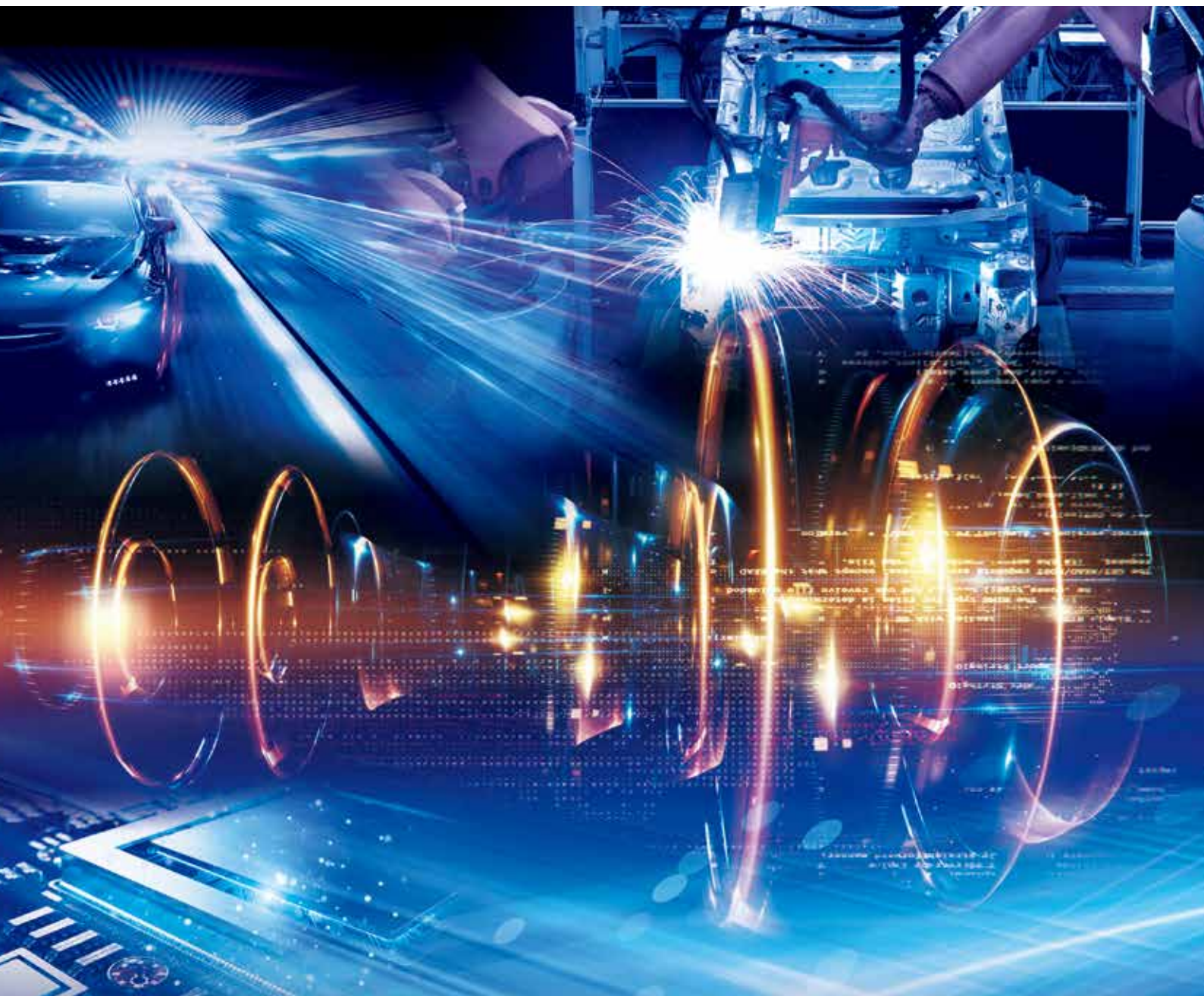




- ご挨拶 1
取締役CTO 青木 睦郎
- カスタマー・ソリューション
使用検討における注意事項及び
使用トラブルとその対策(フレクター®) 2
- 技術論文
耐プリスター材料BLISTANCE®のシリーズ化 6

- 製品の紹介
振動測定による設備の予知保全技術の報告
ネットワーク型予知保全システムの紹介 12
- 製品の紹介
圧電シートを利用したマットセンサー 16
- 製品の紹介
耐熱性アクリルゴムL6070 19

- 製品の紹介
高濃度薬液・オゾン用エラストマー
「ARCURY®(アーキュリー)シリーズ」 23
- テクノロジーニュース 直近のバックナンバー 26

ご挨拶



皆さまには、日頃からValqua Technology Newsをご愛読いただき、心より御礼を申し上げます。

2021年も半ばへと差し掛かってまいりましたが、昨年からのCOVID-19 の世界的な蔓延状況は継続しており、ワクチン接種の進展などにより収束への道筋に光が見えつつありますが、まだ油断が出来ない日々が続いております。一方で、このような困難な状況でも、国際情勢の変化や環境関連への対応は、適格になされていくことが社会全体にとって必要とされ、読者の皆さまにおかれましてもこのような、従来とは全く異なる“New Normal” のビジネス環境下において、新たなかじ取りに様々な工夫をされていることと推察いたします。

当社は、昨年より開始いたしました、3か年中期経営計画“New Frontier 2022”（NF2022）で掲げている成長目標の達成、更には2027年の創業100周年に設定した大きな目標の実現に向けて、本年をコーポレートトランスフォーメーション(CX) 元年と位置付けて数々の取り組みを推進しております。これらの活動の目指すところは、既に前々回の中期経営計画である NV・S7の時より開始した、単なるハードの提供に留まらず更に付加価値を与えるサービスとともに顧客の皆さまにお届けするH&S企業への進化が基本となっております。そして、その上にNF2022でのCX活動においては、当社が提供するデジタルソリューションを組み込んだサービス技術商品が、顧客の皆さまとともにトータルのビジネスに対して革新的なデジタルトランスフォーメーション(DX) を引き起こすトリガーとすべく、国内外の先端技術を取り入れながら当社の伝統的なシールエンジニアリング及びその周辺技術を次世代化技術へと進化させる活動を進めております。また、この活動が生み出していく開発成果として、コロナ禍が引き金となり、全ての産業界でニーズが加速化しているオペレーションの省人化に対しても大きく貢献していくことを期待しております。

世界の産業界が直面するもう一つの大きな課題として、カーボンニュートラルやサーキュラエコノミーと言った言葉によって表現される、気候変動抑制に対する取り組みが挙げられます。この問題については、当社としても産業界の中で応分の責任を果たしていくために、技術開発活動の創出すべき成果としてもR&Dの活動内容に反映をさせる努力を行っております。そのような活動を推進することは、既にメディアでも広く報じられておりますように当社がTCFDに賛同していることにも整合しており、その活動の成果によって当社のESG価値の向上が実現され、ステークホルダーの皆さまからご満足いただける事業成果に繋がっていくことを期待しております。

このような背景の下、今号のテクノロジーニュースでは、特定分野において今後重要性が増して来ることが予想される非常に特長のある高性能シール品、IoTを活用した予知保全技術への展開が見込まれるシステム化商品、そして新たなエネルギー素材として注目が高まる水素関連施設に大きなメリットを与えることが期待されるシール材などの製品について紹介するテーマ内容をメインのトピックスとして取り上げております。

今後とも、当社製品・サービスとともに、バルカーテクノロジーニュースを引き続きご愛顧いただきますよう、よろしくお願い申し上げます。

取締役CTO 青木 睦郎

使用検討における注意事項及び 使用トラブルとその対策（フレクター®）

1. はじめに

過去より各種プラントでは、配管継手の一種である伸縮継手が多数使用されている。伸縮継手とは、構造体間の相互変位による影響を吸収するための部材であり、各種プラントの安全操業には不可欠な部材である。そのため、設計を誤った製品を装着・運転すると設備の破損、ひいては重大事故に繋がりがねないので、選定は慎重に行う必要がある。伸縮継手には金属製と非金属製があり、当社が製造する「非金属伸縮継手」のことをフレクター®と呼ぶ。

本報ではフレクター®の簡単な製品紹介と、本製品の使用検討における注意事項及び使用トラブルとその対策を紹介する。

2. 製品紹介

2-1) No.FLEX (フレックス)

金属部品（フランジなど）と非金属カバーを組み合わせた製品である（Figure1）。カバー部はゴムと補強布を一体成形しているため、繋ぎ目がなく、気密性、長期柔軟性、耐放射線性に優れている。

主な実績例：原子力発電所の換気設備など。

2-2) No.XP-221

有機・無機クロス、フィルムなどを用いて、縫製・接着加工して形作るカバーと金属部品（フランジなど）を組み合わせた製品である（Figure2）。設計的自由度が高く、汎用性が高いので、幅広い産業で使用されている。

主な実績例：各種プラントの排ガス、ボイラ、集塵機ラインなど。

2-3) No.PRBT (ラバーブーツ)

No.FLEXと同様のカバー材質で、両端にファスナーを縫付けた扇型のカバーを配管貫通部に巻き付けて、ファスナー



Figure1 No.FLEX 製品外観写真



Figure2 No.XP-221 製品カット写真



Figure3 No.PRBT 製品外観写真

を閉じて、不定形シール材で封止した上で、両端を金属バンドで固定し、取り付けの製品である（Figure3）。配管貫通部の配管との隙間をシールし、配管変位の吸収という用途に特化している。

主な実績例：発電所の壁、床の貫通配管など。

3. 使用検討における注意事項

Figure4に製品仕様書を示す。ピンク色で塗りつぶしている項目は最低限必要な情報である。情報が不十分、誤りがある場合は製品の性能・寿命に大きな影響を与えるため、注意が必要である。ではなぜ、必要なのか、項目ごとに詳しく説明する。

3-1) 呼称寸法（取合寸法）

取合寸法が間違っていると取り付け出来ないで、最も重要である。図面の改廃管理不足で現場との相違問題もあるので、現況確認も重要になってくる。

3-2) 設置場所、流体

屋外であれば雨、紫外線、寒暖差など、周囲環境が屋内と比べ過酷であるため、相応の対処を講じる必要がある。流体については腐食性、ダストの有無によって、カバー構成、内筒有無の判断に繋がり、寿命にも大きく影響するので、重要である。

3-3) 設計条件、流速、流量、取り付け面間

温度、圧力はカバー選定に必要な重要な項目である。設計値と運転時の両方を確認することで最適な設計が出来る。変位量と取り付け面間は相関性があるため、組み合わせによってはどちらか対応出来ない可能性もある。

3-4) 流れ方向、取り付け位置

流れ方向、取り付け位置によっては設計断面が変わる可能性もある。また製品にも流れ方向を印字するため、情報の開示は必要である。

バルカーフレクター製品仕様書

		年 月 日		
代理店・取扱店		営業所・担当営業名		
需 要 家 名		数 量		
御使用先・販売ルート (輸送案件の場合は必須)		前該の有無 有・無 場 (前該あり)		
納 入 場 所				
呼称寸法 取合寸法が決まっている場合は別途、図面等にて指示願います。				
使用条件	用途(使用目的)			
	設備又は機器名称			
	装 着 箇 所	設置場所	屋内 ・ 屋外	
	流 体 名 称 (成分)	ダスト：有(量) ・ 無 腐食性：有・無		
	設計条件	温度(℃)		運転時 温度(℃)
		圧力(kPa)		圧力(kPa)
		変位量	軸方向(X)	
			軸垂直(Y)	
	軸水平(Z)			
	流速又は流量	取付面間		
流れ方向	水平・垂直(上→下、下→上) その他			
材料	フランジ(接続ガス部)	内筒(接ガス部)		
	取付用ボルト類	ガスケット		
	禁止材料	その他		
塗装	下処理			
	下塗り			
	中塗り			
	上塗り			
	仕上げ色			
その他特記事項				

Figure4 製品仕様書

4. トラブル事例とその対策

前述のように、情報が不十分、誤った取り付けなどでトラブルになった事例を紹介する。

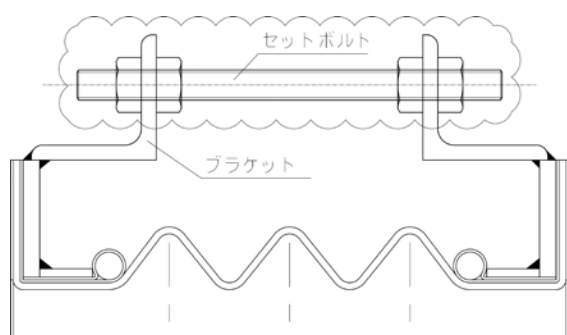


Figure5 セットボルトを装着したXP-221の半断面図

4-1) セットボルトの取り外し忘れ

セットボルトを装着したXP-221の半断面図をFigure5に示す。セットボルトは輸送、保管時に製品形状を保持する目的で取り付けられており、製品装着時には外すよう指示しているが、外さずに運転してしまうことがある。伸縮継手は伸縮による変位吸収が最大の役割なので、可変しないセットボルトを取り付けたままでは意味がない。

また、多少ボルトを緩めた状態で取り付けられることがあるが、セットボルトがある状態では最大変位量の吸収が出来ないため、必ず製品装着後は外す必要がある。

原則、当社から提出する納入図にセットボルトの取り外しを明記するよう徹底している。

4-2) 取り付け位置の情報不足によるダスト溜まり問題

通常、特に指示がなければ、地面と平行に取り付ける前提で製品を設計する。今回の事例では流体が粉体ということで内筒を取り付けた設計にしていた。内筒付きXP-221の運停止時のイメージ図をFigure6に示す。地面と垂直に取り付けたことで運停止時に粉体がカバーと内筒の間に溜まった。取り付け方向と負圧という情報がなかったことでこのような事象となった。粉体がカバーと内筒の間に溜まるとカバーの変位吸収に影響する上、変位時に粉体とカバーが擦れて、カバー破損に繋がる。

対策としては、流体が入る隙間を無くす目的で、内筒とカバーの隙間に断熱材を詰めたり、内筒を両方取り付けたりするなど、流体が入る隙間を無くす対策を講じている。

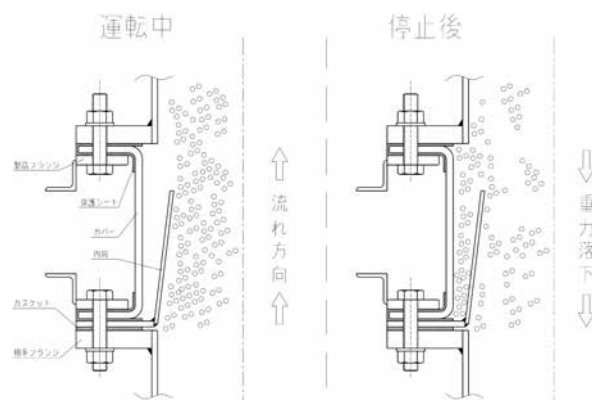


Figure6 内筒付きXP-221の運停止時イメージ図

4-3) 製品外面への保温材の施工

当社では、製品への保温材を取り付けることを推奨していないが、設備の熱効率を下げたくない理由から、伸縮継手にも保温材を巻付けるケースが見受けられる。保温材を装着したXP-221の半断面図をFigure7に示す。保温材を取り付けると流体の熱が殆ど外気に排出されず、熱がこもる。保温材を巻くことで、伸縮性の低下、熱によるカバー劣化も進み、破損に繋がる。熱効率を優先するのであれば、製品寿命の短命化、破損は事前に考慮しておく必要がある。

対策としては、屋外装着ということで、最外層に耐候性の良いCRターポリンを選定したが耐熱性が低いため、熱に強い無機クロスとPTFEフィルムのカバー構成で対応した。

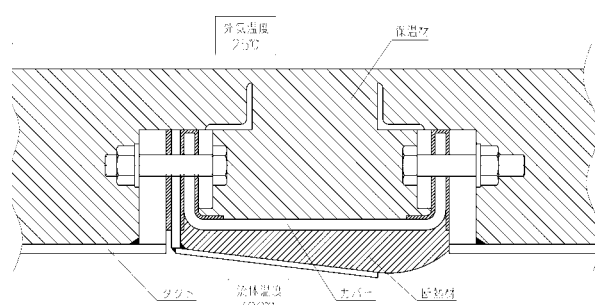


Figure7 保温材を装着したXP-221の半断面図

4-4) 設置設備の現況情報不足による不具合

設備を長期間使用し、地震、経年劣化により、新設当初の設計書の情報と実際の現況に差が生じ、取り付け不具合、運転後の破損に繋がったことがある。また、面間が長くなっていたり、ボルト位置が数度ズレていたりすることなどがある。設計時にはこのようなズレは考慮していないため、仮に取り付けることが出来たとしても、設備運転後には破損する可能性が高いため、現況確認は必ず必要である。

5. ご使用の際の注意事項

前述で述べたが、Figure4のピンク色部の開示があれば、設計は可能である。しかし、情報不足により前述のようなトラブルも発生するため、当社からの積極的な確認及び、お客さまから詳細な情報を開示いただくことは重要である。その中でも装着のトラブルは他と比べて多い上、お客さまによる取り付けになるため、次のことには特に注意が必要である。

- 1) セットボルトは製品装着後外す。
- 2) 内筒付の場合は流れ方向を考慮し、装着を反転させない。
- 3) 保温材を巻かない。

6. おわりに

今回紹介したフレクター®はプラントの安全・安心操業に直結する製品であるため、製品設計は慎重に行う必要がある。そのためには十分な情報が不可欠であり、当社の長年の知見を活かし、積極的なヒアリングの徹底、ソリューション提案を行っていきたい所存である。

※「フレクター」は(株)バルカーの登録商標です。



坂本 貴紀

H&S営業本部
テクニカルソリューショングループ

耐ブリスト材料 BLISTANCE[®]のシリーズ化

1. はじめに

Oリングをはじめとするエラストマー製シール材(以下シール材と記載)の原型は、19世紀後半から20世紀前半より存在していると言われており、ここ100年余りの人類の発展を支えた、自動車・航空機・化学工業・鉄鋼業などの幅広い産業で使用されている配管を流れる液体や気体が、継手などの接続部から漏えいすることを防止するための部材の一つである。

先に挙げた産業の発展はめまぐるしいものであり、それに伴いシール材が曝される環境も併せて日々厳しく、複雑化している。

上記の複雑化した環境の要素を分解した場合、エネルギー因子と環境因子の二つの項目に分けられる¹⁾。エネルギー因子は熱・応力・光・放射線などが該当し、環境因子は空気・水・酸・アルカリ・油・有機溶剤といった流体が該当する。

そのような因子が組み合わさった環境下で、シール材を使用すると、特性は時々刻々と変化し、初期状態と比べ機械的強度や化学的特性の低下、あるいは製品の外観に変化が見られ、そのような現象を経じて劣化と呼び、劣化の進行により、シール材は流体の漏えい防止を果たさなくなり、やがて寿命を迎える。

上記の通り、劣化は様々な因子が絡み合い発生し、その種類は多岐にわたるが、本紙ではブリストと呼ばれる劣化に着目し、その発生機構の説明と併せて弊社で新しくラインナップした、ブリストに耐性を持つ製品群“BLISTANCE[®]”シリーズを紹介する。

2. ブリスト²⁾

シール材における劣化の一種であるブリストについて、発生に至るまでのメカニズムを本項に示す。

ブリストとは、装置や機器内のOリングをはじめとするシール材が、ガスや揮発性液体といった流体と高温・高圧環境下で接触する状態で、急激な圧力変動が行われた場合と

いう限定的な条件下において発生する劣化である。

はじめに、エラストマーはミクロな視点で見た場合、分子鎖の絡まり合いにより構成されており、比較的ポーラスな材料である。そのため、高温・高圧環境下ではガスや揮発した液体は、分子鎖の隙間からシール材の内部に浸透しやすくなり、その一部は透過せずに滞留する。

更に、流体がシール材内部に滞留した状態から、急激に減圧が行われると、ガスや揮発性液体はシール材の内部で体積膨張を起こし、シール材の表面から外部へと逃げようとする。

上記のような現象が発生、または複数回繰り返された場合、流体が外へと逃げようとする力がシール材の機械的強度に勝り、内部や表面に発泡・亀裂を生じさせる(Figure1)。

このように、内部に滞留した流体が減圧時にシール材を物理的に破壊する劣化を、エラストマーを取り扱う業界では“ブリスト”と呼んでいる(Figure2)。

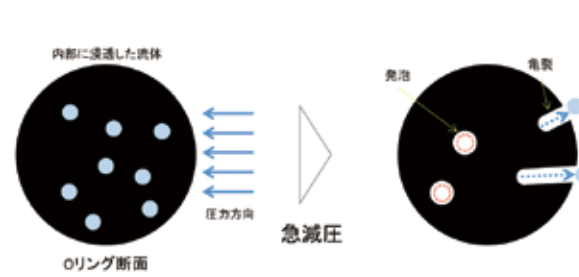


Figure1 ブリスト発生機構の模式図



Figure2 ブリストが発生したOリング例

ブリスターが発生すると、該当の個所がリークパスとなる場合や、亀裂部に圧力がかかることで破断するといった事象が発生し、シール材が流体の漏えい防止という機能を果たせなくなる。

ブリスター発生により想定される被害の例として、一つに高圧水素ガス環境下が挙げられる。仮にシール材のブリスターの発生が原因で漏えいが発生すると、周辺で発生した静電気などをきっかけに爆発を起こし、人命にかかわる重大事故に至ることも想像出来る。

また揮発性流体の代表例としては、冷媒（フロンや代替フロン）雰囲気下が挙げられ、こちらもブリスターの発生が散見される流体の一つである。近年冷媒はR134aをはじめとする代替フロンが主流となっており、それまで使用されていた特定フロンと違い、オゾン層の破壊こそしないが、地球温暖化係数に大きな差はなく、漏えいした場合、地球温暖化への影響は大きいと考えられる。

これらブリスター起因の漏えいを未然に防止するためには、環境に最適なシール材を選定することが重要となる。その指標の一部を以下に記載する。

- ①高硬度・高い機械的強度を有するシール材を選定する。
- ②流体と相溶性の低いシール材を選定する。
- ③シール材の断面径を小さくし、内部の流体滞留量を少なくする。

その他、使用環境の調整として、「使用温度を下げる」「減圧速度を遅くする」といったことがブリスター発生防止に有効であると言われている。

3. “BLISTANCE®” シリーズ製品紹介

前項2で挙げた①・②を指標として、「高圧水素ガス」・「高温水蒸気」・「冷媒+冷凍機油」・「その他環境」において、ブリスターの発生を懸念、またはお困りのお客さまがシール材選定しやすくなるよう、開発新製品だけでなく、以前より販売しているブリスターに耐性のあるシール製品も含め、新たに“BLISTANCE®”というシリーズとし販売を始めた。

本項では以下の4種の特徴をそれぞれ紹介する。

1. 水素ガス環境の使用に適した“BLISTANCE®-Hシリーズ”。
2. 高温蒸気環境下での使用に適した“BLISTANCE®-Stシリーズ”。

3. 冷媒+冷凍機油環境下での使用に適した“BLISTANCE®-Rfシリーズ”。
4. その他様々な環境での使用を想定した“BLISTANCE®-Muシリーズ”。

3-1) BLISTANCE®-H シリーズ

BLISTANCE®-Hシリーズは水素ガス環境下での使用に適したシール材である。現在、低圧（2MPa以下）用のBLISTANCE®-HST、中圧（35MPa以下）用のBLISTANCE®-HMP、高圧（95MPa以下）用のBLISTANCE®-HLTの3種類をラインアップしており、全てベースはEPDMのシール材である。

現行の水素ステーションで取り扱われる水素ガスの最大圧力は82MPaであり、その機構としてはカードルと呼ばれる容器から、コンプレッサ・蓄圧機を経て、プレクーラーにて冷却されたのち、デイスベンサから自動車へと充填される。デイスベンサから自動車への水素ガスの充填は差圧を利用して行われるため、コンプレッサでの圧縮は充填速度に関係する。また充填速度確保のために圧力を高くするほど、充填時の断熱圧縮による発熱が大きくなる。

そのため常温で水素ガスを充填した場合、自動車内部の水素タンクの耐熱温度（CFRP製のType IVで85℃と言われている）を超過する恐れがあるので、防止策としてプレクーラーで-40℃まで水素ガスを冷却する必要がある（Figure3）。



Figure3 水素ステーションの機構 模式図

この場合、最もブリスターが発生しやすい状況としては、85℃付近まで温度が上がった状態で、82MPaから大気圧までの急減圧が発生したときであり、汎用シール材ではブリスターが発生する可能性が極めて高い。更に同一のシール材で-40℃の温度で82MPaの圧力をシールすることが出来るという特性が必要となる。

また小型水素ステーションでは35MPa、水素ガス検知のセンサでは2MPa程度の圧力で水素ガスが取り扱われており、これらの設備にはプレクーラーは搭載されていないので、低温特性の有無が問われることはない。

BLISTANCE®-Hシリーズの紹介にあたり、初めに高圧かつ低温に曝される個所で使用されるシール材に、最も適し

ているBLISTANCE[®]-HLTの特徴を紹介する³⁾。

最大の特徴は90℃雰囲気下において、圧力90MPaで水素ガスの急加減圧を11,250サイクル行った場合でも、サイクル試験中に水素ガスの漏えいが検知されることはなく、試験後のシール材にプリスターの痕跡は確認されなかった。(圧力サイクル試験は水素エネルギー製品研究試験センター(以下HyTReC)にて実施)

類似条件での試験にはなるが、汎用シール材を用い試験を行った場合との外観を比較すると、その差は明らかである(Figure4)。

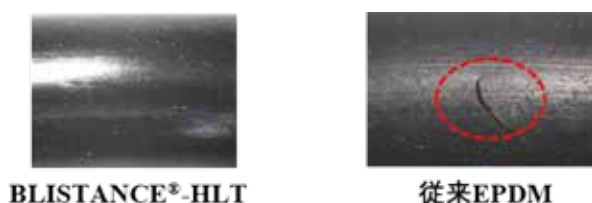


Figure4 高圧水素サイクル試験後のOリング表面状態

次にBLISTANCE[®]-HLTは低温特性にも優れている。

BLISTANCE[®]-HLTと同じくEPDMをベースとする汎用シール材の低温特性の比較をする。低温特性はJIS K6261-4に則り、低温弾性回復試験(以下TR試験)を実施し評価した。以下にその結果を掲載する(Figure5・Table1)。

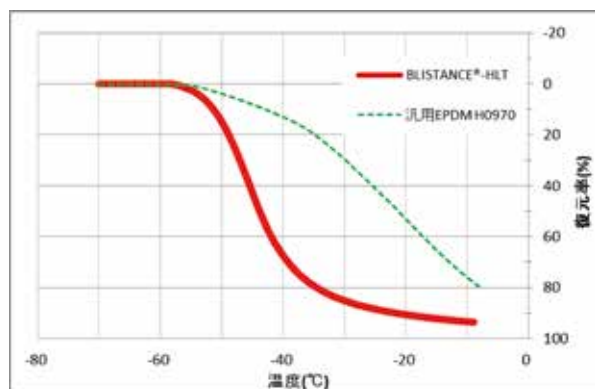


Figure5 BLISTANCE[®]-HLT TR試験測定結果(比較 汎用EPDM)

Table1 BLISTANCE[®]-HLT・H0970 TR値比較

	BLISTANCE [®] -HLT	汎用EPDM H0970
TR10 (°C)	-51	-43
TR30 (°C)	-47	-30
TR50 (°C)	-44	-21
TR70 (°C)	-39	-13
-40℃時の収縮率(%)	67.4	12.8

掲載したグラフは、横軸が右に向かうにつれ、温度が常温方向に向かい、縦軸が下方に向かうにつれ、シール材が弾性を取り戻すことを示すグラフである。この結果から、汎用EPDMが-43℃付近で弾性を10%取り戻すのに対し、BLISTANCE[®]-HLTは-51℃付近で同等の弾性を取り戻していることが確認され、材料としての低温性が優れていることが分かる。

HyTReCにて-40℃環境下で90MPaの圧力負荷を1,000サイクル、更に-50℃環境下で90MPaの圧力負荷を20サイクル実施したが、水素ガスの漏えいは検知されなかったことから、BLISTANCE[®]-HLTは低温高圧の水素ガス環境下で使用されるシール材に適していると言える。

上記の通り、BLISTANCE[®]-HLTは低温に曝される可能性のある高圧水素ガス環境下で、その能力を発揮する製品であるが、低温にならず、圧力も35MPa以下の中圧水素ガスや、2MPa以下の低圧水素ガスでの雰囲気下での使用には、オーバースペックとなるため、そのようなお客さまへ向けでは、中圧水素ガス用のBLISTANCE[®]-HMPや、低圧水素ガス用のBLISTANCE[®]-HSTを推奨させていただく。

最後にBLISTANCE[®]-HLTの特性や試験の詳細については、バルカー技術誌 No.39 (2020年)にも掲載されているので、そちらも併せてご覧いただきたい。

3-2) BLISTANCE[®]-St シリーズ

BLISTANCE[®]-Stシリーズは、高温高圧蒸気環境下におけるプリスター耐性を有するシール材であり、現在のラインナップとしてはBLISTANCE[®]-StHTの1種類のみとなっている。

一般的に、空気雰囲気下における高温環境では、2元系ふっ素ゴム(FKM)をベースとしたシール材が用いられるが、雰囲気が水蒸気環境となると、一転して加水分解を起こし、機械的強度が低下することが知られている。

それに加え、高圧環境下で使用された場合、シール材内部に浸透・滞留した水蒸気が減圧時に膨張することで、プリスターを発生させるという事例が散見される。

実際に食品・飲料メーカーの設備に組み付けられているシール材は、そのような環境に曝されており、プリスターが問題視されることがある。

上記のような問題をお抱えのお客さまに向けて推奨させていただきたい製品が、BLISTANCE[®]-StHTである。本製品は一般的なビニリデンフロライド(VDF)とヘキサフルオロプロピレン(HFP)から構成される2元系FKMとは異なる分子構造を持つ、テトラフルオロエチレンプロピレンゴム(FEPM)

をベースとし、その分子構造は耐水蒸気性や耐薬品性に優れていると言われている⁴⁾(Table2)。

Table2 FEPMと2元系FKMの分子構造

種類	分子構造
FEPM	$\text{-(CF}_2\text{-CF}_2\text{)}_p\text{-(CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{)}_q\text{-}$ TFE Pr
FKM (2元系)	$\text{-(CF}_2\text{-CH}_2\text{)}_p\text{-(CF(CF}_3\text{)-CF}_2\text{)}_q\text{-}$ VDF HFP

このFEPMをベース材料として、当社の配合技術を活用し開発された、BLISTANCE®-StHTの最大の特徴は、230℃の水蒸気環境下でも圧縮永久ひずみ率の値が従来のFEPMベースのシール材料よりも小さく、かつ機械的強度が向上していることにより、減圧時にプリスターが発生しないという点である。

従来150℃未満の水蒸気環境下においては、EPDMやHNBRをベースとしたシール材が使われることが多かったが、それ以上の温度でのシールは困難であったところを、大幅に上回る実力を示している。

実際に230℃の水蒸気環境下に圧縮状態で72h暴露し、急減圧させた圧縮永久ひずみ試験片の写真と200℃の水蒸気環境下に72h暴露した圧縮永久ひずみ率の実測値を掲載する(Figure6・Table3)。



BLISTANCE®-StHT

従来FEPM

Figure6 230℃蒸気中で72h圧縮した試験片の断面

Table3 BLISTANCE®-StHTと従来FEPMの圧縮永久ひずみ率比較

	BLISTANCE®-StHT	従来FEPM
圧縮永久ひずみ率(%) 200℃×72h 蒸気中	18	36

上記結果をより、BLISTANCE®-StHTは従来のFEPMではプリスターが発生していた環境下でも発生しておらず、更に蒸気環境下での圧縮永久ひずみ率も小さく良好である。

また本項の冒頭に示したようにFEPMは耐酸性・耐アルカリ性も良好である。そのためBLISTANCE®-StHTは水蒸

気に限らず、酸性・アルカリ性蒸気雰囲気下における長寿命化も期待出来るため、蒸気環境下でのプリスターや、高温環境下での酸・アルカリ性流体のシールに関する懸念や、お困りごとがあるお客さまはご使用を検討願いたい。

3-3) BLISTANCE®-Rf シリーズ

BLISTANCE®-Rfシリーズは、冷凍機油と混合させた冷媒を使用する環境下において、プリスター耐性を発揮するシール材であり、現在のラインアップとしては、BLISTANCE®-RfSTの1種類のみである。

一般的に冷媒(代替フロンを含むフルオロカーボン)が流体として使用される状況は、熱交換が行われる個所である。熱交換は気化熱により周囲から熱を奪う過程と、液化する際の熱放出を利用して行う。冷媒は圧力を負荷すると液体に、圧力を下げると気体に変化する性質を持つことから、熱交換時は頻繁に圧力変動を行い、冷媒が液体から気体、気体から液体へと状態変化させる必要がある。その結果、冷媒を扱う個所のシール材においても、プリスターの発生は散見される。

冷媒雰囲気下のシール材の選定の指標としては、圧力変動によるプリスター発生に耐えうる高い機械的強度を持つことが第一条件であるが、加えてシール材内部への流体浸透量を減らすために、冷媒や潤滑剤として用いられる冷凍機油に対して、親和性が低いことも重要である。

本項で紹介する、BLISTANCE®-RfSTはHNBRをベースにしたシール材であり、高い機械的強度を持ち、更に冷媒・冷凍機油(鉱油・合成油)に対しての親和性が低いシール材である。

実際に冷媒と冷凍機油を入れた圧力容器に、当社の従来HNBRとBLISTANCE®-RfSTを投入し、温度を上昇させ内圧を上げた状態で72h保持し、減圧後に圧力容器から取り出したサンプルの写真を以下に掲載する(Figure7)。



BLISTANCE®-RfST

従来HNBR

Figure7 冷媒浸漬試験後の試験片表面の比較

当社の従来HNBRではプリスターが発生しているが、同条件で冷媒雰囲気暴露したBLISTANCE®-RfSTでは確認されなかった。

この事例からも、BLISTANCE®-RfSTは冷媒雰囲気下

での使用に適していると言える。

また冷凍機油の主成分がポリアルキレングリコールなどの、いわゆる合成油を用いる場合に関しては、3-1)で紹介したBLISTANCE[®]-Hシリーズ、中でもBLISTANCE[®]-HMPも推奨させていただきたい材料となる。

3-4) BLISTANCE[®]-Mu シリーズ

BLISTANCE[®]-Mu シリーズは、ここまでで紹介した高圧水素ガス・高温蒸気・冷媒雰囲気のようなピンポイントな環境下でのプリスター耐性を持つシール材ではないが、いずれも

高い機械的強度を持つことから、ご使用の流体との相溶性に問題が無ければ、プリスター発生を抑制する製品であると考ええる。

現在ラインアップとしては全3種類をご用意しており、硬度70のHNBRベースのBLISTANCE[®]-MuST、硬度95のHNBRベースであるBLISTANCE[®]-MuHP、硬度90のFKMベースのBLISTANCE[®]-MuHTとなっている。

あらゆる環境において、最適なシール材をご使用いただけるよう、プリスター発生が懸念される場合には、BLISTANCE[®]-H・St・Rfシリーズと併せて検討願いたい。

4. BLISTANCE[®]シリーズ環境適合性・基本物性

まとめとして、本報で紹介したBLISTANCE[®]シリーズの環境適合性と基本物性をTable 4・5に掲載する。

Table4 BLISTANCE[®]シリーズ環境適合性一覧

主用途			高圧水素ガス環境			高圧水蒸気環境	冷媒環境	その他環境		
シリーズ名称			BLISTANCE [®] H Series			BLISTANCE [®] St Series	BLISTANCE [®] Rf Series	BLISTANCE [®] Mu Series		
製品名称			BLISTANCE [®] -HST	BLISTANCE [®] -HMP	BLISTANCE [®] -HLT	BLISTANCE [®] -SHT	BLISTANCE [®] -RST	BLISTANCE [®] -MuST	BLISTANCE [®] -MuHP	BLISTANCE [®] -MuHT
材質			EPDM	EPDM	EPDM	FEPM	HNBR	HNBR	HNBR	FKM
呼び硬度 (HA)			70	80	90	90	80/85	70	95	90
サービス温度 (°C) ※最高と最低			-40~120	-40~130	-50~100	0~200	-20~120	-20~120	-15~120	-30~200
用途適合性	水素	高圧(〜95MPa)	×	×	○	×	×	×	×	×
		中圧(〜35MPa)	○	○	○	○	○	○	○	○
		低圧(〜2MPa)	○	○	○	○	○	○	○	○
	水蒸気		○	○	△	○	○	○	○	△
	天然ガス		×	×	×	○	○	○	○	○
	冷媒※	冷凍機油として鉱油	×	×	×	×	○	○	○	×
		冷凍機油として合成油	○	○	○	×	○	△	○	×

※R134a、R245fa、R32、R400系、R1234系などの冷媒が該当

Table5 BLISTANCE[®]シリーズ基本物性一覧

主用途			高圧水素ガス環境			高圧水蒸気環境	冷媒環境	その他環境		
シリーズ名称			BLISTANCE [®] H Series			BLISTANCE [®] St Series	BLISTANCE [®] Rf Series	BLISTANCE [®] Mu Series		
製品名称			BLISTANCE [®] -HST	BLISTANCE [®] -HMP	BLISTANCE [®] -HLT	BLISTANCE [®] -SHT	BLISTANCE [®] -RST	BLISTANCE [®] -MuST	BLISTANCE [®] -MuHP	BLISTANCE [®] -MuHT
材質			EPDM	EPDM	EPDM	FEPM	HNBR	HNBR	HNBR	FKM
常態物性 JIS K 6251 (JIS3号ダンベル)	硬度	—	75	80	93	90	80	73	94	92
	引張強度	MPa	17.1	22.4	14.3	26.9	21.9	30.6	28.8	22.7
	伸び	%	200	180	110	120	185	240	90	110
	100%引張応力	MPa	6.4	9.4	10.4	23.0	10.1	7.9	—	20.0
熱老化試験 JIS K 6257 (JIS3号ダンベル)	硬度変化	—	±0 ^{※4}	+1 ^{※4}	+2 ^{※4}	±0 ^{※6}	+3 ^{※5}	+3 ^{※5}	+1 ^{※5}	±0 ^{※4}
	引張強度変化率	%	+5 ^{※4}	-4 ^{※4}	+4 ^{※4}	-1 ^{※6}	+8 ^{※5}	+8 ^{※5}	+4 ^{※5}	-3 ^{※4}
	伸び変化率	%	+15 ^{※4}	-4 ^{※4}	-9 ^{※4}	±0 ^{※6}	-4 ^{※5}	-11 ^{※5}	-14 ^{※5}	-3 ^{※4}
圧縮永久ひずみ試験 JIS K 6262 (φ29.5×12.5)	圧縮永久ひずみ率	%	12 ^{※5}	7 ^{※5}	16 ^{※4}	20 ^{※6}	14 [※]	-13 ^{※5}	19 ^{※5}	9 ^{※4}

※環境適合性・基本物性ともに参考であり、保証するデータではない。

5. 謝辞

BLISTANCE®シリーズの中でも、BLISTANCE®-HLTの開発にあたり、イハラサイエンス株式会社 開発統轄室の皆さまは、当初よりともに開発・評価に携わっていただいた。ここに厚く御礼を申し上げ、深謝の意を表する。

6. おわりに

今回、BLISTANCE®シリーズは耐ブリストマー性のあるシール材として紹介したが、そこには機械的強度が高いシール材という背景がある。そのためブリストマーの発生を想定していない環境下においても、その特徴に着目し幅広く使用いただければ幸いである。

BLISTANCE®シリーズの拡充はもちろんのこと、それに限らずお客さま各位への要望に対して迅速にお応え出来るよう、新たなエラストマー材料の開発や既存材料の改良に努めていく所存である。

7. 参考文献

- 1) 中内 秀雄, エラストマーの劣化・寿命の考え方, マテリアルライフ6 [3], 113-124, (1994)
- 2) 圖師 浩文, 高圧ガス、高揮発性液体によるブリストマーの原因と解決方法, バルカー技術誌 No.31, 17-21 (2016)
- 3) 西原 亮平, 高圧水素ガス用シール材料, バルカー技術誌 No.39, 16-20 (2020)
- 4) 圖師 浩文, 長寿命FEPM TOUGHUORO, バルカー技術誌 No.36, 25-28 (2019)

※「BLISTANCE」は(株)バルカーの登録商標です。

※「TOUGHUORO」は(株)バルカーの登録商標です。



西原 亮平

研究開発本部 商品開発部
エラストマーチーム

振動測定による設備の予知保全技術の報告

ネットワーク型予知保全システムの紹介

1. はじめに

生産工場などにおける設備や機器の保守保全のあり方が、定期や定時で保全を行う予防保全や、故障もしくは生産能力の低下や不良品が発生した後にメンテナンスと修繕を行う事後保全から、故障の兆候を事前に検知して適切なタイミングで修理やメンテナンスを行う「予知保全」へとシフトが進んできている。当社においても、これまでにタブレット型の異常振動検知システムの開発¹⁾を行ってきた。巡回式で保全活動をする現場において、その場で保全対象の振動状態をセンサーにより計測して解析を行い、状態の時系列的変化をチャートと数値で確認して、異常の際にはその度合いに応じた表示により予知保全を計画的に実施できるシステムである。いわゆるポータブル式の予知保全システムであるが、市場ではセンシングとIoT技術の進歩によりネットワークを介してサーバーやクラウドにデータを蓄積して解析するモデルによるサービスが広く始まっている。ネットワーク先の遠隔から状態確認と予知保全が可能となるものであるが、実際のお客さまの現場においては、多様な事情により、センシングデータを外部のネットワーク先やクラウドにアップすることが出来ない、または許されてない場合も多いという現実がある。そういった現場においても、ローカルのネットワークを使って予知保全の導入を進めていくことができるシステムの開発を行った。

本報では、ネットワーク型予知保全システムの紹介と搭載している予知保全技術を紹介する。

2. 予知保全システムの概要

2-1) システムの構成

ネットワーク型予知保全システムの運用時の模式図をFigure1に示す。基本的な構成は、「振動センサー」と「センサーユニット」、「予知保全解析プログラム」(PCにインストールして使用する)である。センサーとユニットは付属のローノイズケーブルで接続する。ユニットとプログラム(PC)は、LANネットワークを用いて接続する。LANは既設のネットワークを利用することも可能である。基本構成だけで運用を開始することができて、取り扱い性の良い構成としている。なお、スイッチングハブを用いて、センサーユニットの台数を増やすことで、保全対象やセンシングポイントを増やしたり、ネットワーク先から別PCにてWEB画面を通して状態を確認したり、保全対象の異常度に応じたアラートをメールで受ける(メールサーバーは必要となる)ことも可能となる。

2-2) 構成要素

以下に、構成要素3点を紹介する。

2-2-1) 有機圧電型振動センサー

振動センサーには、有機圧電素子²⁾を用いた薄型・小型軽量で、レトロフィットによる後付けも容易な振動センサーの開発を行った。相手面に張り付けて固定するが、柔軟性があるため、少しの曲面であれば固定が可能であり、専用のマグネッ

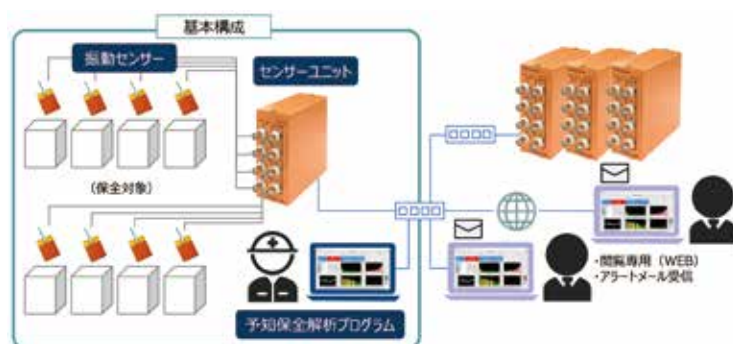


Figure1 予知保全システムの模式図

ト式ブラケットを用いれば磁力による固定も可能となる (Figure2)。

2-2-2) センサユニット

1ユニットに8chの入力を備え、全入力にチャージアンプを内蔵しているため、電荷出力型のセンサーがそのまま接続可能である。そのため、前述の有機圧電型振動センサー以外にも、市販の振動・加速度センサーも使用可能である。ユニットにおいて、センサー信号がデジタル変換され、LAN端子からネットワークを通じて解析側のPCに伝送される。LAN接続により、ユニットの分散配置も可能であり、多点センシングの環境構築に柔軟に、またコストを抑えて実施することが可能である (Figure3)。

2-2-3) 予知保全解析プログラム

振動のセンシングデータからオクターブ解析をし、そのデータから「MT法 (異常度解析)」と「トレンド分析 (状態解析)」をすることで予知保全を行う。画面のダッシュボードにて、計測ポイント毎に「時間波形」「FFT解析」「オクターブ解析」「MT法」「トレンド分析」が確認出来る (Figure4)。

また、環境からのバックグラウンド振動を外乱信号として除去するため、データを差分する機能 (Figure5) を持ち、保全対象の現状確認については、しきい値に対応した状態表示とアラートレベルが画面に表示され、異常時 (Caution, Maintenance, Danger の状態に変化するたび) には保全

担当者にアラートメールの配信が可能である。

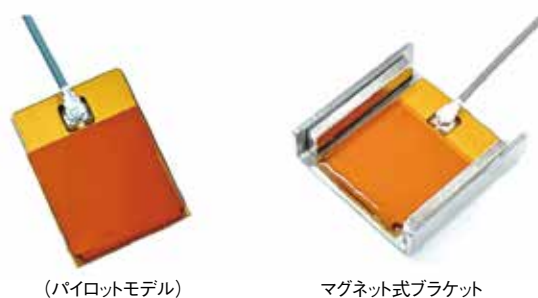


Figure2 有機圧電型振動センサー

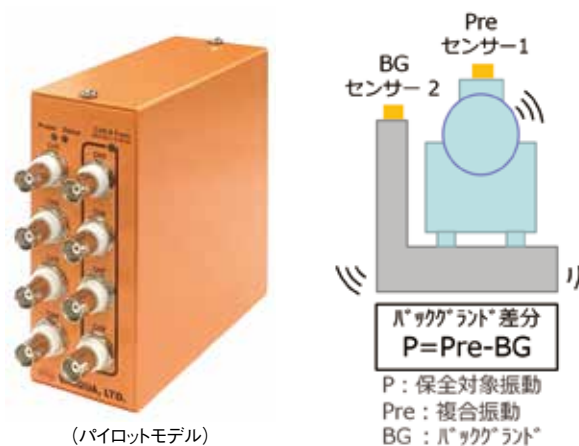


Figure3 センサーユニット

Figure5 バックグラウンド振動の除去

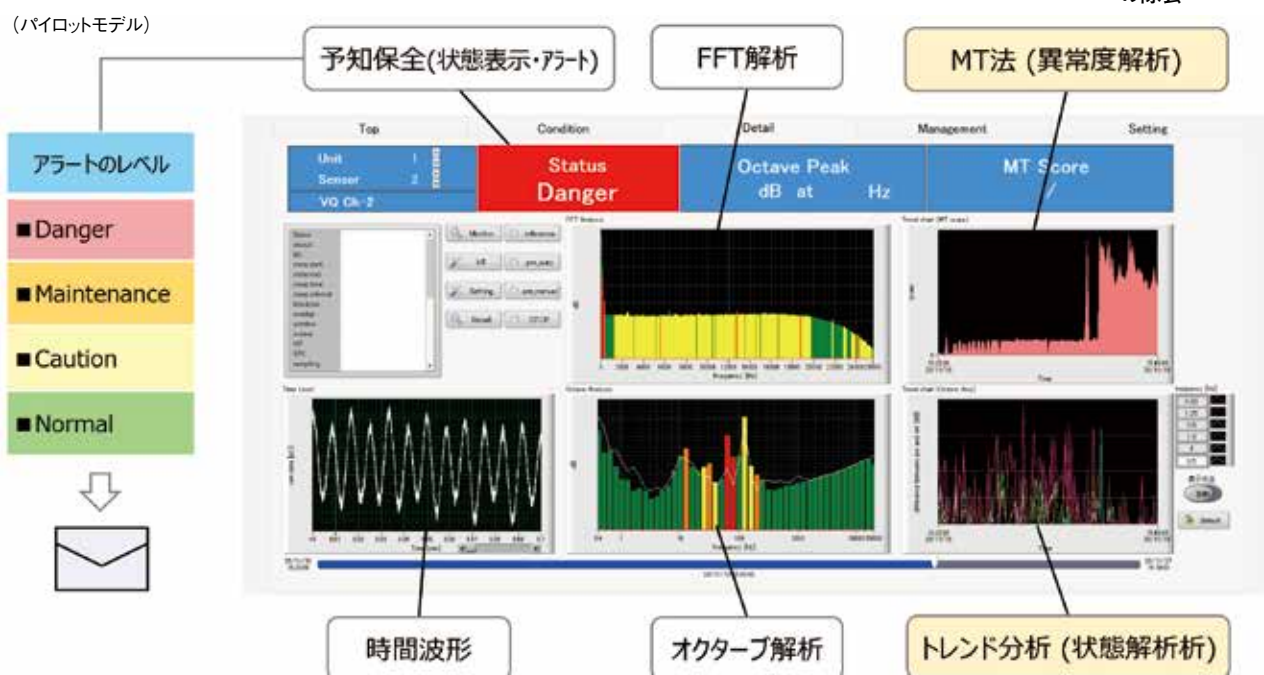


Figure4 予知保全解析プログラム

3. 予知保全の手法

保全対象の振動状態の変化から予知保全を行うため、保全対象の振動の状態変化をセンシングデータから捉える必要がある。本システムにおいては、振動データをオクターブ解析したものを用いている。振動解析で広く使われるFFT解析のデータ量と比べて非常にコンパクトとなり、後述するトレンド分析とMT法で解析するのに適していることから採用している。

3-1)トレンド分析(状態解析)

保全対象の正常(定常)稼働時の振動データをリファレンスとして初期計測を行い、その後の振動計測データとの差分値を用いて、どれぐらい振動強度が変化／相違したかトレンドチャートを描画しながら、しきい値と比較して予兆を捉える方法である。絶対値的な変化よりも相対変化に注目して分析するのがトレンド分析の特徴であり、このような振動の状態解析により異常の予兆を捉える。分析に使用する周波数は、オクターブ解析のデータから振動強度の変化が大きいTop5+1(1つは任意で選択可能)が自動選択される。あるいは、全て手動で選択することも可能である(Figure6)。

3-2) MT法(異常度解析)

MT(マハラノビス・タグチ)法³⁾は、マハラノビス距離に基づいて、正常と異常の判断をすることを目的としたパターン認識手法である。各種の判定に広く使用されており、シンプルでありながら異常度の検知が容易に出来るため、上述のトレンド分析とともに、予知保全解析プログラムに取り入れている(Figure7)。

保全対象が正常(定常状態)に稼働しているときの振動データから単位空間を作成し、その後の振動をデータ空間としてマハラノビス距離(MT score)を算出していくことで、異常度を捉えるものであるが、データを前処理して解析の次元数を調整することで、異常度を示すMT scoreの出現時期を変えることが出来る点を見出した。予知保全解析プログラムには、この次元数を調整する機能を搭載しており、MT scoreによる異常の予兆を保全対象の故障前の間際、もしくは時間的余裕を持って検知出来るようになるため、お客さまの保全活動のスタイルに合わせて有効に使用していただける機能となる(Figure8)。

以上の「トレンド分析」と「MT法」の解析手法を本システムに搭載して、同時に解析を行っている。振動状態の変化と異

常度を数値的に捉えることで、予知保全の確度を高めている。

4. 使用機会と事前検証活動

本予知保全システムで想定している保全対象は、ポンプやモータ、機関などと言った、振動により状態センシングが可能なものである。しかしながら、実際にお客さまの現場において、本当に保全対象の予知保全が可能な対象かどうかの事前検証は非常に重要となるため、導入を検討されているお客さまのご協力を得ながら、事前に試用計測をさせていただき、予知保全の可否と導入後の費用対効果も併せて検討をお願いしている。

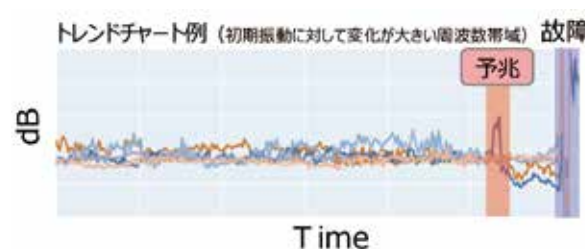


Figure6 トレンド分析の概要

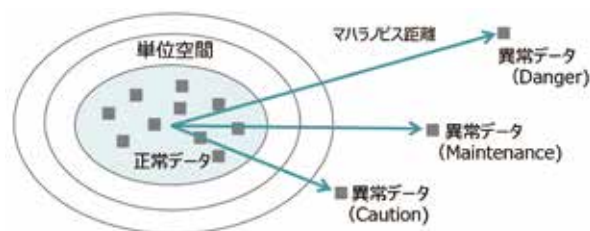


Figure7 MT法の概要

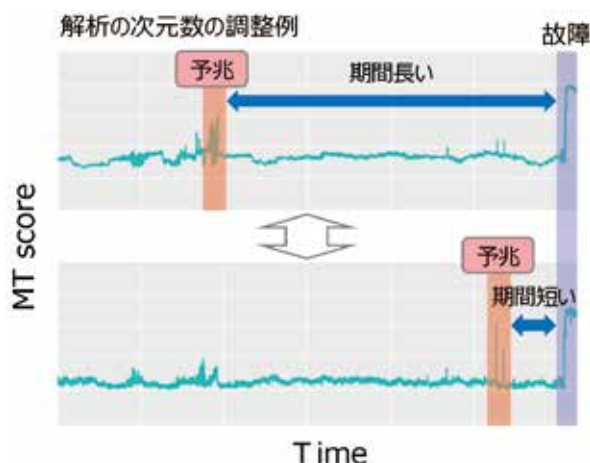


Figure8 解析次元の調整と予兆時期の概要

5. 仕様

有機圧電型振動センサーの仕様をTable1、センサーユニットの仕様をTable2、予知保全解析プログラムの仕様をTable3に示す。実際の使用にあたっては、ユニット数とセンシング数によって、予知保全解析プログラムの実用的な計測設定とPC台数なども決まるため、データ収集の頻度とセンシング規模について、お客さまとの確認と計画が必要となる。

*仕様値はパイロットモデルのデータのため、製品と異なる場合がある。

Table1 有機圧電型振動センサーの概略仕様

素 子	有機圧電素子、厚み0.1mm	(参考値)
感 度	0.1pc/m/s ²	(参考値)
周波数範囲	0.4～10,000 Hz	(参考値)
外形寸法	24×20×0.5mm	(参考値)
ケーブル	ローノイズタイプ 3m、延長可	(参考値)
重 量	本体 1g程度	(参考値)

Table2 センサーユニットの概略仕様

入 力	8ch、チャージアンプ内蔵
A/D変換	24bit、8ch同時サンプリング
サンプリング周波数	51.2kHz
入力周波数範囲	0.16Hz～20kHz
通信プロトコル	UDP/IP
イーサネット	1ch、10/100/1000Mbps、RJ45コネクタ
トリガー入力	フォトカプラ(電流供給の外部電源24V必要)
電 源	DC24V
寸法、質量	W:52×H:126×D:128mm、450g程度
使用環境	0-55℃、95%RH以下(結露なき事)

Table3 予知保全解析プログラムの概略仕様

解 析 機 能	FFT解析、 オクターブ解析(1/1、1/3、1/6、1/12、1/24)
予知保全機能	トレンド分析(状態解析)、MT法(異常度解析) しきい値によるアラート表示とメール配信
そ の 他 機 能	バックグラウンド信号の除去、トリガーによる計測、 WEBブラウザによるリモートパネル接続
解析データの 保 存 容 量	[例] 約160GB/年 8ch、1/3オクターブ解析、10分毎計測の設定 ※時間波形データの保存をしない場合
動 作 環 境	Windows10、Intel Core i5相当以上
接 続 ユ ニ ッ ト	バルカー製センサーユニット 及び NI9234 (National Instruments) が接続可 ※接続台数は計測設定とネットワーク環境によるため 事前の計画が必要

6. おわりに

今回紹介した「ネットワーク型予知保全システム」は、すぐにも製造現場で使い始めることが出来るシステムをコンセプトとして開発したものであり、導入検討の指標として検討いただけると幸いである。なお、本システムは、当社におけるValqua Predictive Maintenance Systemのラインアップの一つとなるものであり、今後も各種産業の生産現場における保守保全に貢献していきたいと考える。

7. 参考文献

- 1) 羽根田 誠(商船三井テクノトレード株式会社), 佐藤 央隆, 米田 哲也, 油谷 康: バルカー技術誌, No.36, 3-6 (2019)
- 2) 田實 佳郎, 米田 哲也: バルカー技術誌, No.26, 12-17 (2014)
- 3) 鈴木 真人, “独習 信号処理”, 秀和システム, (2017)



佐藤 央隆

研究開発本部
先行技術開発部 新領域開発チーム

圧電シートを利用したマットセンサー

1. はじめに

当社ではこれまでにふっ素材料を用いた有機圧電シートの開発¹⁾及びその応用品として異常振動検知システムの開発²⁾を進めてきた。

当社のふっ素系有機圧電シートは、ふっ素材料自体の特徴と圧電特性を発現させるシート構造の工夫によって、従来の有機系(ポリマー系)圧電材料では実現出来なかった100℃以上での高温でも利用可能となっている。また、高温高湿環境(85℃・85%RH)においても圧電特性が失われないといった特徴がある。更に、有機系圧電材料共通の特徴である大面積化が容易であり、これらの特徴を生かしたアイテムとしてマットセンサーを開発したので紹介する。

2. 検知メカニズム

2-1) 圧電シートの機能

最初に圧電シートの機能を簡単に説明する。圧電シートは圧電材料の一つの形態であり、圧電材料には多くの無機系・有機系材料が存在する。また、機能発現メカニズムも数種類あるが、ここでは簡単のために、当社の有機圧電シートの機能発現メカニズムを例に説明する。

Figure1に示すように、圧電材料には、力を加えると電圧が発生するという圧電効果と、電圧を加えると変形するという逆圧電効果がある。今回のマットセンサー用途では、圧電効果を利用し、圧電シートに力を加えることによって発生する電圧を信号として利用している。

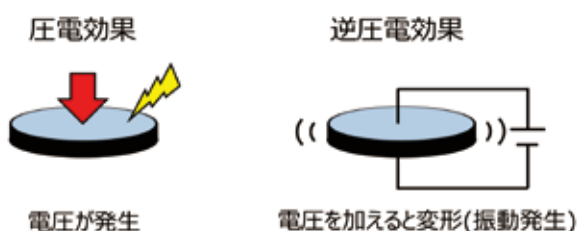


Figure1 圧電シート機能発現メカニズム

2-2) 従来型マットセンサーの検知メカニズム

多くのマットセンサーは、Figure2に示すような接点式と呼ばれる手法を採用している。接点式は、センサー内部に設けられた接点同士が押圧によって接触することで導通が起これ、押圧を検知するといったものである。検知メカニズムとしては非常にシンプルであり、理にかなった方式であると言える。一方、この方式では接点同士を隔てる構造(例えばスペーサー)が必要であり、大面積のセンサーの場合は構造が複雑になることが想定される。また、構造の経時劣化による影響も考慮しなければならないと考えられる。

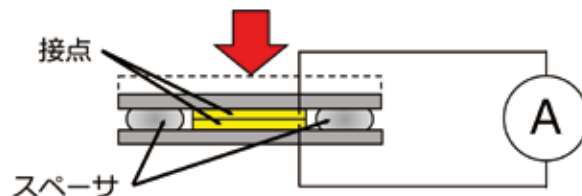


Figure2 接点式センサーの検知メカニズム

2-3) 圧電シートによる検知メカニズム

Figure3に圧電シートによる検知メカニズムを示す。センサーは、圧電シートとその両面に配置した電極といったシンプルな構造であり、押圧を受けて圧電シート自体が厚さ方向に歪むことで発生する電圧を検知する。スペーサーを必要とせず、また、薄型の大量センサーを比較的容易に作製することが出来る。

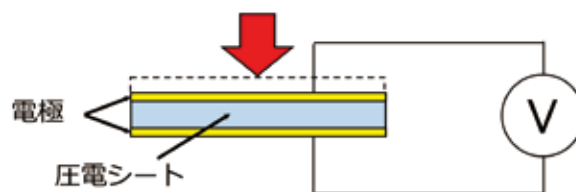


Figure3 圧電シートの検出メカニズム

当社の圧電シートは、シート面に対して垂直方向から力を検知する。一方、他の圧電材料には、面方向への力(引

張り・圧縮・ねじり)の力を検知するタイプも存在する。マットセンサーとして利用する場合は、当社のタイプのように、垂直方向の力のみを検知出来ることも用途によっては利点となるのではないかと考えられる。

次に、圧電シートによる力の検知方法について補足する。

一般に無機系・有機系を問わず、圧電材料は力が加わった瞬間に電圧を発生し、それによって力を検出することが出来る。逆に、力が加わり続けた状態では電圧を発生せず、静的な力の検知が出来ない。

一方、マットセンサーとして利用する場合には、力が加えられた瞬間に加え、力が加えられている状態(=人・モノが乗った状態)も継続的に検知したいというニーズも存在する。

Figure4は、圧電材料の応答性と、マットセンサーとして利用する場合に求められる応答性の違いを図示したものである。図のように、継続的な力を検知するためには、圧電材料からの出力電圧波形をマットセンサーに適した形に変換する必要がある。今回は、専用制御回路を設計して波形変換を行うことで対応した。

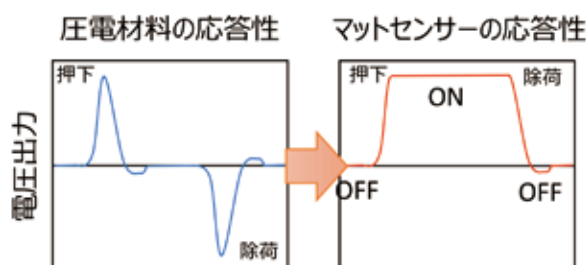


Figure4 圧電材料の応答性とマットセンサーの応答性

3. 開発内容

3-1) 目標性能の設定

マットセンサーの性能指標として、JIS B 9717-1:2001 (機械類の安全性-圧力検知保護装置-第1部:圧力検知マット及び圧力検知フロアの設計及び試験のための一般原則)を参考とした。これは工場などに設置するマットセンサーに対する要求特性をまとめたJISである。今回は本JISを参考に、Table1に示す特性を満足するマットセンサーの開発を進めた。

3-2) マットセンサー構造の検討

前記の要求特性を満たすマットセンサーの構造を検討した。押圧のセンシング自体は、前記の通り圧電シートと電極からなるセンサーというシンプルな構造で実現することが出来る。

しかし、このセンサー自体は数百ミクロンという非常に薄いものであり、また、機械強度も十分ではない。機械的特性、耐候性(防水性能)、電気特性を満足するための種々の構造を検討することによって最適構造を確定した。

Table1 試験項目・条件

試験項目	試験条件
力学特性	
耐久性試験	200万回 垂直・斜め 室温
	100万回 斜め14.5度 -20℃、50℃
振動試験	1⇄30Hz/上下・左右・前後/5分間ずつ
静荷重試験	Φ11/750N/8h、Φ80/2000N/8h
耐衝撃試験	R:10mm/1kg/落下高さ:1000mm
耐候性	
防水試験	IP6X
サイクル試験	-20℃(12h)⇄50℃(12h)×10
熱老化試験	66℃/90日 室温8年暴露相当
高温高湿試験	40℃/90-95%RH/56日
高温試験	50℃/72時間
低温試験	-30℃/72時間
電気特性	
絶縁耐圧試験	AC0.72kV/1mA、DC1kV/100MΩ以上

3-3) 性能評価方法と結果

性能試験は前出のJISに準拠して実施した。各試験前後及び試験中にマットセンサーに力を印加することで出力される電圧を測定し、マットセンサーの押圧検知性能を評価した。

耐久性試験については、JISに準拠した試験装置を作製し試験を実施した。Figure5はその一例であり、これは垂直方向の荷重に対する耐久性試験機であり、200万回の耐久試験を実施した。

今回開発したマットセンサーは、Table1に示す特性を満足していることを確認している。

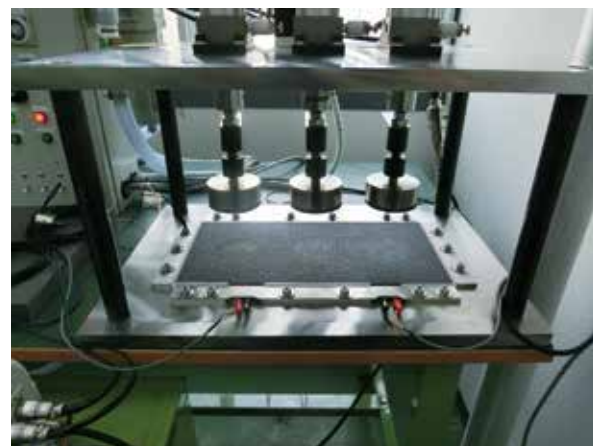


Figure5 耐久試験機(一例)

4. 開発品の特徴

Figure6に開発したマットセンサーシステムの外観を示す。本システムは、マットセンサー（右側）と制御回路（左側）から構成され、制御回路は出力波形変換を行うためのものである。

本システムでは、マットセンサーに押圧が加わると制御回路のLEDランプが点灯する仕組みとなっている。制御回路は、更なる小型化や機能拡張が可能である。

制御回路の機能拡張性としては、例えば、しきい値設定機能を追加することで任意の大きさの力に関してのみ検知することが可能となる。また、圧電シート両面に設置する電極をパターン化することにより、力の分布を検知することも可能となる。更に、ワイヤレス通信機能を内蔵すれば、IoTデバイスとして利用出来、遠隔地でのモニタリングも可能となる。



Figure6 開発したマットセンサーシステム

5. まとめ

ふっ素系有機圧電シートを利用したマットセンサーについて紹介した。今回はJIS B 9717-1:2001の要求特性に準拠したマットセンサーを開発することが出来た。圧電シート自体はメカニカルな機構がなく長期に亘って利用することが可能で、マットセンサーとしても長期の性能安定性が期待出来る。

用途に応じて大きさや形、検出感度などの設計も可能であり、また、圧電センサー自体は数百ミクロンと非常に薄型でフレキシブルであるので、薄型マットセンサーとしての応用も考えられる。これらの特徴を活かし、安全・安心に関わるセキュリティ分野、ヘルスケア分野などへの活用が考えられ、読者の皆さまからのご要望にも応えていきたいと考えている。

6. 謝辞

今回のマットセンサー開発においては、出力電圧波形の変換回路の設計・開発において、関西大学 田實佳郎先生（システム理工学部電気電子情報学科教授・関西大学理事）から多大なるご協力をいただきました。感謝申し上げます。

7. 参考文献

- 1) 田實 佳郎, 米田 哲也: バルカー技術誌. No.26, 12-17 (2014)
- 2) 羽根田 誠, 佐藤 央隆, 米田 哲也, 油谷 康: バルカー技術誌. No.36, 3-6 (2019)



米田 哲也

研究開発本部
先行技術開発部 新領域開発チーム

耐熱性アクリルゴムL6070

1. はじめに

自動車には、オイルシールをはじめ、ベルト、ホース、パッキン、Oリング、ダイヤフラムなど、数多くのゴム製品が重要な機能部品として使用されている。その理由は、ゴム材料が持つ、①大変形が可能である、②フレキシブルである、③ダンピング特性がよい、など他材料では代替出来ない特有の性質のためである¹⁾。

近年、自動車向けエンジン周辺部で使用する用途では、耐油性、耐フルード性だけでなく、メンテナンスフリーによるロングライフ特性、エンジンルームの省スペース化、高性能高出力化などによる耐熱性など、これまで以上に過酷な環境で使用されることからシール材への要求はますます高まってきている。Table1に各種オイルにて使用されるシール部品と使用材料を示す。

Table1 自動車用耐油、耐フルード系ゴム部品²⁾

オイル分類	部品名	使用材料
エンジンオイル	クランクオイルシール	VMQ、FKM
	カムオイルシール	VMQ
	バルブステムシール	FKM
	オイルパンパッキン	NBR、ACM
	ヘッドカバーパッキン	NBR、ACM
	オイルクーラーホース	NBR、ACM
ATF ミッションオイル	Oリング類	NBR、ACM
	ミッションオイルシール	ACM、VMQ
	オイルクーラーホース	NBR、ACM
	Oリング、パッキン類	NBR、ACM
PSF	パワーステアホース	NBR
	ラックエンドシール	U、NBR
	オイルポンプオイルシール	NBR
	Oリング、パッキン類	NBR
フューエル	フューエルホース	NBR
	エバポホース	NBR
	フューエルポンプダイヤフラム	NBR
	チェックバルブ類	NBR、FKM
	高圧フューエルホース	NBR、FKM
	レギュレーターダイヤフラム	NBR、FKM
	インジェクターシール	FKM
	Oリング、パッキン類	NBR、FKM
クーラント ブレーキフルード など	ラジエーターホース	EPDM
	ヒーターホース	EPDM
	ブレーキホース	NR、SBR、CR
	マスターシリンダーカップ	SBR
	ホイールシリンダーカップ	SBR
	キャリバーシール	EPDM

アクリルゴムは、耐油性と耐熱性を同時に要求される用途において、ふっ素ゴム、シリコンゴムに次ぐ、ゴム材料に位置付けられている。各種ゴム材料の耐油性、耐熱性の位置づけをFigure1に示す。

これまで耐油性ゴムとして幅広く使用されてきた、アクリロニトリルブタジエンゴムは、高機能化が進む自動車向け用途としては耐熱性が不足、またふっ素ゴムは価格上の問題から、性能とコストのバランスによりアクリルゴムへの転換がますます進んできている。

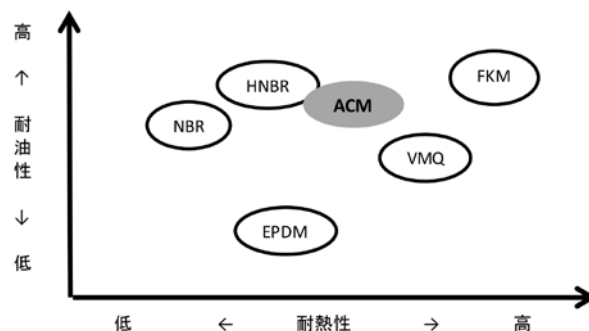


Figure1 各種ゴム材料の耐熱性と耐油性

2. 開発品L6070の特徴

アクリルゴムは、アクリル酸エステルを主成分とするコポリマーであり、ASTM略号はACMと示される。アクリルゴムの化学構造をFigure2に示す。

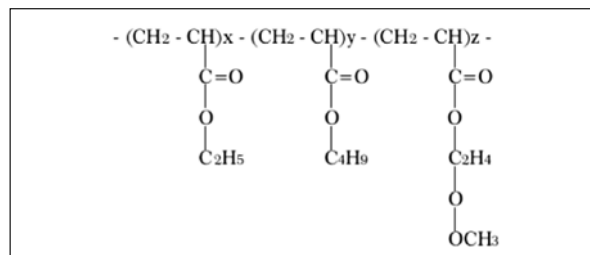
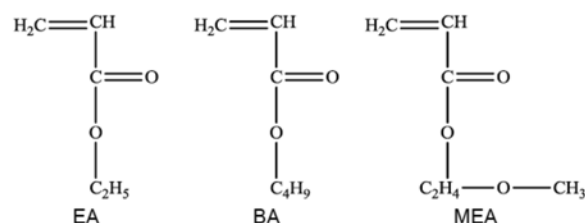


Figure2 アクリルゴムの化学構造

アクリルゴムの特性は、側鎖の異なる3種類のモノマー（アクリル酸エチル:EA、アクリル酸ブチル:BA、アクリル酸2-メ

トキシエチル(MEA)の組み合わせにより異なる。主成分モノマー種の化学構造と、その特性をFigure3に示す³⁾。



	耐熱性	耐油性	耐寒性
EA	◎	○	△
BA	○	△	◎
MEA	△	◎	○

◎：優良 ○：良好 △：劣る

Figure3 アクリルゴムのモノマーの化学構造と各特性

アクリルゴムは主鎖が飽和結合のみで構成されているため、架橋点を有する官能基を導入する必要がある。アクリルゴムの架橋サイトの違いによる特徴について、Table2にまとめた。

Table2 各種架橋サイトにおける官能基の種類と物性³⁾

架橋サイト	架橋速度	加工性	貯蔵安定性	圧縮永久ひずみ特性	耐熱性
活性塩素基	○	×	△	○	○
エポキシ基	×	○	○	○	○
カルボキシル基	○	○	○	○	○

アクリルゴムは、その特徴から自動車のエンジン周辺部で、オイルシールやホース用途で使用されてきた。当社の既存アクリルゴムL1270も、オイルシールやガスケットとして、これまで多くのエンジン周辺部で採用されてきたが、近年のエンジン近傍の高温環境下では仕様を満足出来なくなっている。

当社では、これまで培ってきた独自の配合設計技術を活用することで、アクリルゴムが持つ耐油性を維持したまま、耐熱性を向上させたアクリルゴムL6070を開発した。以下に、開発材料L6070と従来材料L1270の各種特性について記載する。

2-1) 圧縮永久ひずみ特性

シール材の耐熱性の指標として、圧縮永久ひずみ率が用いられている。同一環境下においては、圧縮永久ひずみ率が小さい程、良好なシール材として、より長期間の使用が期待出来る。

圧縮永久ひずみ率の測定、及び算出方法をFigure4に示す⁴⁾。

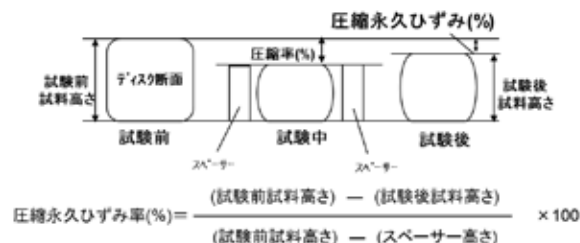


Figure4 圧縮永久ひずみ率の測定、及び算出方法

一般的に圧縮永久ひずみ率80%が、シール材に用いられる材料の寿命として用いられている⁵⁾。

本報では、エンジン周辺部のシールに要求される150℃環境下におけるシール寿命、圧縮永久ひずみ率80%到達時間を算出するため、L6070とL1270の圧縮永久ひずみ率をプロットし、近似式から圧縮永久ひずみ率80%到達時間を算出した。150℃空気中における圧縮永久ひずみ試験の結果をFigure5に、近似式と算出結果をTable3に示す。

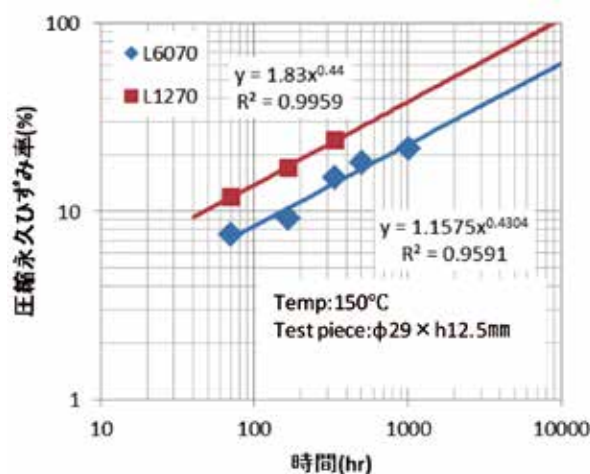


Figure5 150℃空気中における圧縮永久ひずみ試験の結果

Table3 150℃環境下での圧縮永久ひずみ率80%到達時間

材料記号	近似式	圧縮永久ひずみ率80%到達時間 (hr)
L6070	$y = 1.1575x^{0.4304}$	1.88×10^4
L1270	$y = 1.83x^{0.44}$	5.35×10^3

近似式から算出した150℃空気中における圧縮永久ひずみ率80%到達時間は、L6070が 1.88×10^4 時間、L1270が、 5.35×10^3 時間となり、L6070のほうが3.5倍以上の長寿命化が期待出来る。

L6070は、150℃以上の高温環境下においても良好な圧縮永久ひずみ特性を有する。同一試験時間で評価した場合、L6070の170℃とL1270の150℃の圧縮永久ひずみ率が同等

であることから、サービス温度の上昇も期待できる。高温環境下での圧縮永久ひずみ試験結果をFigure6に示す。

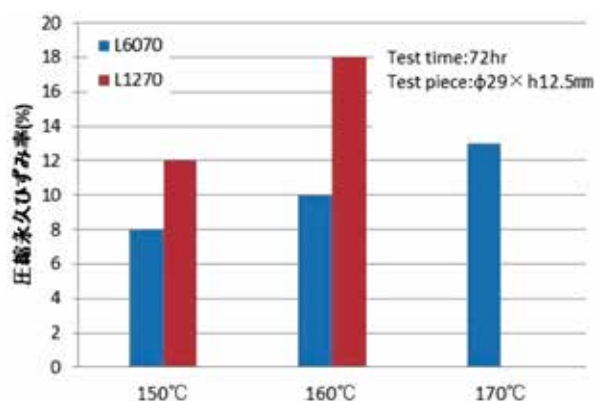


Figure6 圧縮永久ひずみ温度依存性

2-2) 耐エンジンオイル特性

自動車用エンジンオイルは、品質と粘度について、それぞれ規格で分類されている。各規格について、Table4に示す。

Table4 エンジンオイルの分類

種類	規格名称	内容
品質規格	API: American Petroleum Institute (アメリカ石油協会)	国際的に使用されるエンジンオイルの性能分類規格
	ILSAC: International Lubricant Standardization and Approval Committee (国際潤滑油標準化認証委員会)	APIより省燃費性能を要求される規格
粘度規格	SAE: Society of Automotive Engineers (自動車技術者協会)	オイルの粘度を分類する規格

品質を分類するAPI規格は、エンジンオイルの省燃費性、耐熱性、耐摩耗性を設定した規格で、SA～SPで分類されていたが、一部は2020年までに廃止されている。ILSACは、更に省燃費性を要求している規格で、APIのSH～SPをGF-1～GF-6に分類している。Table5に自動車用エンジンオイルの品質分類を示す^{6), 7)}。

Table5 API規格及びILSAC規格

API規格	ILSAC規格	性能
SA		低 ↑ 性能 ↓ 高
SB		
SC		
SD		
SE		
SF		
SG		
SH	GF-1	
SJ	GF-2	
SL	GF-3	
SM	GF-4	
SN	GF-5	
SNPlus		
SP	GF-6	

粘度を分類するSAE規格は、SAEが制定したSAE J300規格が使用される。例えば、5W-30と表記されている場合、左側表記は低温時の粘度、右側表記は高温時粘度を示す。いずれも数字が大きくなるほど、エンジンオイルが硬くなることを表している。Table6に自動車用エンジンオイルの粘度分類を示す⁸⁾。

Table6 SAE J300

SAE 粘度 グレード	低温粘度		高温粘度		
	CCS粘度 (cP) / 温度 (°C)	ボンピング 粘度 (cP) / 温度 (°C)	動粘度 (cSt) (100°C)		高せん断における 粘度 (cP) (150°C、 106S-1 最小値)
			最低	最高	
0W	6,200/-35	60,000/-40	3.8	—	—
5W	6,600/-30	60,000/-35	3.8	—	—
10W	7,000/-25	60,000/-30	4.1	—	—
15W	7,000/-20	60,000/-25	5.6	—	—
20W	9,500/-15	60,000/-20	5.6	—	—
25W	13,000/-10	60,000/-15	9.3	—	—
8	—	—	4	<6.1	1.7
12	—	—	5	<7.1	2.0
16	—	—	6.1	<8.2	2.3
20	—	—	6.9	<9.3	2.6
30	—	—	9.3	<12.5	2.9
40	—	—	12.5	<16.3	3.5 (0W-40, 5W-40, 10W-40 グレード)
40	—	—	12.5	<16.3	3.7 (15W-40, 20W-40, 25W-40, 40 グレード)
50	—	—	16.3	<21.9	3.7
60	—	—	21.9	<26.1	3.7

耐エンジンオイル特性の評価は、入手性の観点から、API: SN/CF (ガソリン車/ディーゼル車併用化)、ILSAC: GF-5 (省燃費・排ガス浄化・オイル劣化防止・耐熱・耐摩耗)、SAE: 5W-30 (外気温-30°Cでも使用可+高温時粘度中程度)を用いて評価を行った。

L6070、L1270のいずれの材料も150°C×70時間の浸漬試験後の体積変化率は10%以下と小さく、両材料共に耐性を有することを確認した。Figure7に浸漬試験後の体積変化率を示す。

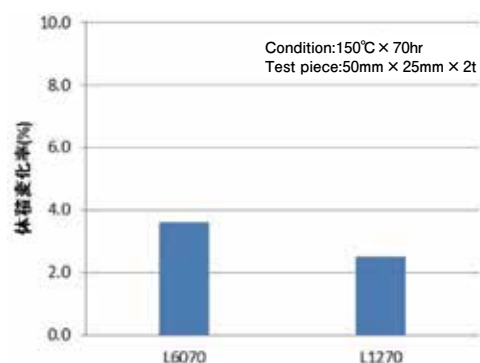


Figure7 ガソリンオイル浸漬後の体積変化率

2-3) 低温特性

低温特性は、低温弾性回復試験(TR試験)にて確認した。L6070は、L1270と同等のTR10値を示し、エンジン周辺部で使用するシール材として使用できる低温特性を有することを確認した。Table7にL6070とL1270のTR値を示す。

Table7 L6070とL1270のTR値比較

	L6070	L1270
TR10 (°C)	-21.5	-20.7
TR30 (°C)	-16.5	-16.1
TR50 (°C)	-12.9	-12.9
TR70 (°C)	-8.7	-9.3

2-4) 製品形状

アクリルゴムL6070は、一般的な合成ゴムと同等の加工性を有するため、Oリング(バルカーNo.640)、Vパッキン(バルカーNo.2631)、Xリング(バルカーNo.641)など、様々な断面形状や大口径製品についても製作可能である。

2-5) 機械的特性

L6070とL1270の常態物性及び各種耐久試験を実施した結果をTable8に示す。

Table8 L6070とL1270の物性比較

特性		試験方法	単位	L6070	L1270
硬度		JIS K 6253	SHORE A	71	72
引張強度		JIS K 6251	MPa	11.8	11.0
伸び			%	250	190
耐熱性	圧縮永久ひずみ率 25%圧縮 φ29×h12.5	JIS K 6262 150℃ x70h	%	7	12
	硬さ変化	JIS K 6257 150℃ x70h	POINT	+1	+2
	強度変化率		%	−3	+3
	伸び変化率		%	−6	−3
	耐油性		硬さ変化	JIS K 6258	POINT
耐油性	強度変化率	SN/CF, GF−5	%	+1	−6
	伸び変化率	5W−30 oil	%	−6	−12
	体積変化率	150℃ x70h	%	+3.6	+2.5
	低温性	TR10 値	JIS K 6261	℃	−21.5

※実測値であり、規格値ではありません。

3. 使用用途

開発品アクリルゴムL6070は、自動車市場向け(特にエンジン周辺部)への展開が期待出来る。

※オイルフィルターガスケット(自動車、建設機械、農産機など)
ヘッドカバーガスケット、オイルシール、オイルポンプ用ガスケットなど

4. おわりに

今回ご紹介したアクリルゴムL6070は、従来材料と同等の耐油性を維持したまま、ワンランクアップした耐熱特性を有する材料である。自動車向け用途では、使用環境はますます高温化になっていく傾向にあり、シール材には高い耐熱性が求められているが、充分に対応可能な材料と思われる。また、エンジンオイルの品質規格が2020年10月に改訂された。今回の改定により、これまでより環境に対する基準が厳しく、オイル性能が向上していることから、シール製品への要求内容も変化していくことが考えられる。われわれシールメーカーは、今後もユーザー各位へのご要望に対して、お応え出来るよう、市場の最新動向をいち早くキャッチし、新規材料の開発及び既存材料の改良に努めていく所存である。

5. 参考文献

- 1) 幸田忠士、日本ゴム協会誌、55、689-697、1982
- 2) 吉田宏、日本ゴム協会誌、58、141-147、1985
- 3) 杉山守、日本ゴム協会誌、89、22-27、2016
- 4) 圖師浩文、バルカーテクノロジーニュース、No.36、25-28、2019
- 5) 川村敏夫、バルカーレビュー、Vol.26、No.6、1982
- 6) American Petroleum Institute,2020
- 7) International Lubricant Standardization and Approval Committee,2020
- 8) SAE International, SURFACE VEHICLE STANDSRD、SAE J300、2015



圖師 浩文

研究開発本部
商品開発部 エラストマーチーム

高濃度薬液・オゾン用エラストマー 「ARCURY[®]（アーキュリー）シリーズ」

1. はじめに

様々な製品の製造プロセスにおいて、使用されるあらゆる材料は高機能化、クリーン化が要求される。

特に高機能部品の製造では、使用される洗浄薬液やオゾンなどについて、ますます高い純度が要求されると同時に洗浄接液部材から発生する微粒子やメタルコンタミネーション、有機物の管理も厳しいものになっている。

このような要求が強まる中、当社では耐薬品性や耐オゾン性に優れ、なおかつ、純粋性に優れたシール材料をラインアップしている。本報では各製品の概要及び特徴について紹介する。

2. 製品の概要

Table1 ARCURY[®]の基本特性

製品名称	ARCURY-AD (アーキュリーAD)	ARCURY-AL (アーキュリーAL)	ARCURY-OZT (アーキュリーOZT)	ARCURY-OZW (アーキュリーOZW)
特長	酸性溶液に対する耐性が優れ、金属・有機物溶出量が低減されているため、純粋性に優れている。	従来のふっ素ゴムでは使用困難であったアンモニアをはじめとするアルカリ溶液に対する耐性が優れている。	オゾンガス・オゾン水に対する耐性が優れ、金属・有機物溶出量が低減されているため、純粋性に優れている。	オゾンガス・オゾン水に対する耐性が優れている。OZTに比べると耐熱性が向上している。
外観色	濃琥珀透明	黒	透明	白
硬さ (Shore A)	67	75	60	68
引張り強さ (MPa)	12.0	23.8	17.0	13.0
伸び(%)	190	220	580	230
100%応力 (MPa)	3.3	7.5	1.7	3.4
圧縮永久 ひずみ(%)	25 ^{*1)}	31 ^{*2)}	48 ^{*2)}	37 ^{*1)}

表中の数値はすべて実測値であり、規格値ではない。

*1) 圧縮永久ひずみ率：200℃X72hr、圧縮率25%、AS568-214 Oリング使用

*2) 圧縮永久ひずみ率：150℃X72hr、圧縮率25%、AS568-214 Oリング使用



ARCURY-AD
(アーキュリーAD)



ARCURY-AL
(アーキュリーAL)



ARCURY-OZT
(アーキュリーOZT)



ARCURY-OZW
(アーキュリーOZW)

Figure1 ARCURY[®]各製品写真

3. 製品の特徴

3-1) 純粋性

Table2 ふっ酸、超純水における金属元素溶出量

ふっ酸 (25℃X30日) (ng/ml)

金属元素	ARCURY-AD	A社 FFKM	B社 FFKM
Na	0.6	1.6	1.3
K	0.6	2.8	0.4
Ca	0.9	<0.5	0.7
Mg	0.9	0.6	0.5
Al	6.7	13	21
Fe	2.0	5.8	3.5
Cu	<0.5	<0.5	<0.5
Pb	<0.5	<0.5	<0.5
計	<12.7	<25.3	<28.4

超純水 (80℃X30日) (ng/ml)

金属元素	ARCURY-AD	A社 FFKM	B社 FFKM
Na	0.6	2.1	0.5
K	0.6	1.8	<0.5
Ca	0.6	0.6	<0.5
Mg	<0.5	0.9	<0.5
Al	<0.5	9.8	18
Fe	<0.5	3.4	0.6
Cu	<0.5	<0.5	<0.5
Pb	<0.5	<0.5	<0.5
計	<4.3	<19.6	<21.6

3-2) 耐薬品性

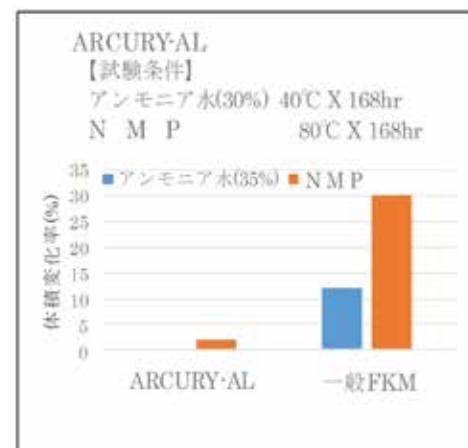
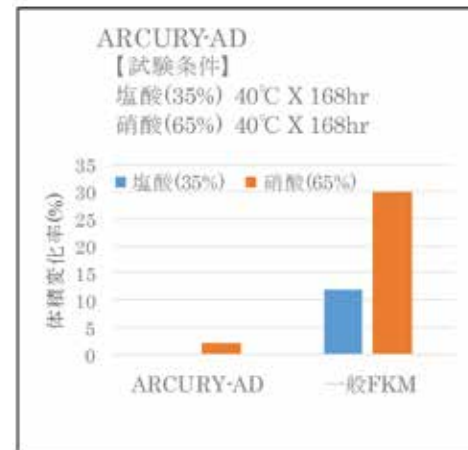


Figure2 各溶液浸漬後の体積変化率

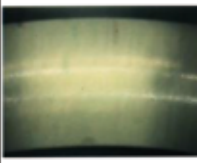
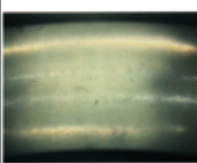
3-3) オゾンガス暴露試験後の表面状態

Table3 オゾンガス暴露前後の表面写真

	ARCURY-OZT	ARCURY-OZW	Black FKM A	Black FFKM A
試験前				
試験後 暴露時間：2000時間 O ₃ 濃度：160g/Nm ³ 温度：20℃				

3-4) オゾン水浸漬試験後の表面状態

Table4 オゾン水浸漬前後の表面写真

	ARCURY-OZT	ARCURY-OZW	Black FKM A	Black FFKM A
試験前				
試験後 浸漬時間：2000時間 O ₃ 水濃度：40mg/ℓ 温度：20℃				

3-5) 硬さ変化

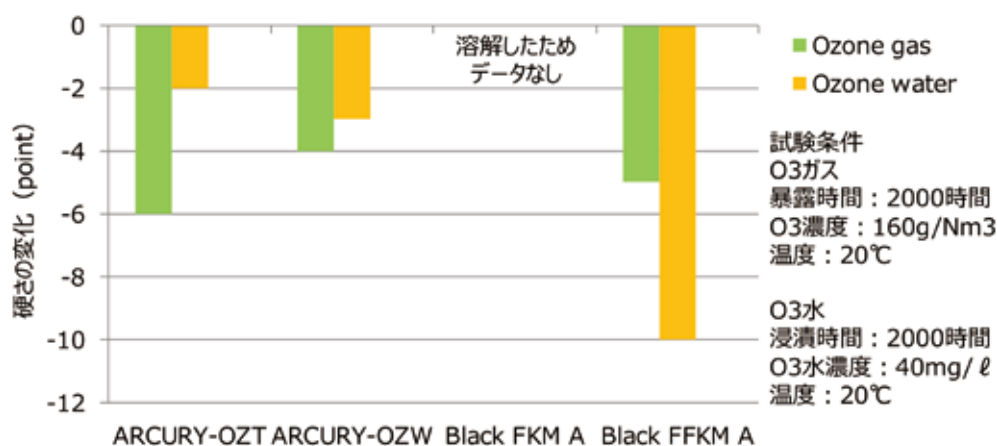


Figure3 オゾンガス暴露及びオゾン水浸漬後の硬さ変化

4. 製品の用途

ARCURY®シリーズは、以下の用途への展開が想定される。

- 1) 化学プラントにおける洗浄ラインのフランジ配管や薬液容器、配管継手などのシール。
- 2) オゾン発生装置、オゾン洗浄装置などのシール。

5. おわりに

シール材料には、これまで以上に高い要求が求められることが予測されるが、今回紹介した ARCURY®シリーズは、耐薬品性や耐オゾン性に優れおり、既存品の課題解決のために、今後ご活用を頂ければ幸いです。

6. 参考文献

- 1) 大下 龍宏：バルカー技術誌, No.4, 15-16 (2002)
- 2) バルカー：エラストマー製品カタログ, No.MA06, 9 (2020)

※「ARCURY」「アーキュリー」は(株)バルカーの登録商標です。



村木 弘昌

H&S営業本部
テクニカルソリューショングループ

テクノロジーニュース 直近のバックナンバー

No.40 Winter 2021

- **ご挨拶** 代表取締役会長 CEO 瀧澤 利一
- **バルカーテクノロジーニュース 冬号発刊にあたって** 取締役 CTO 青木 睦郎
- **カスタマー・ソリューション《共著》**
共通フランジ締結認定制度による施工品質改善の取り組み
ENEOS 株式会社 川崎製油所 定修計画グループ 古賀 洋介 株式会社バルカー H&S 営業本部 坂井 重夫
- **カスタマー・ソリューション《寄稿》**
台湾中油林園石化プラントのフランジ締結トレーニング実施の効果とバルカー H&S への期待
台湾中油股份有限公司 石化事業部林園石化廠 工安課 課長 林 欣正
- **技術論文** 過酸化物質架橋系エラストマーにおける圧縮永久ひずみへのカーボンブラックの影響
研究開発本部 商品開発部 エラストマーチーム 西 亮輔
- **製品の紹介** 高耐熱非シリコン粘着テープ (AGC グループ韓国 Taconic 社製 P-KT:6323)
高機能樹脂本部 プロダクトグループ 鈴木 健之
フランジギャップゲージの紹介 H&S 営業本部 テクニカルソリューショングループ 伊奈 正文
LFR SEAL® の往復動用途 適用事例 研究開発本部 商品開発部 徳丸 哲也

No.39 Summer 2020

- **ご挨拶** 取締役 CTO 青木 睦郎
- **カスタマー・ソリューション《共著》**
ハンドナットランナーを用いた施工品質向上への取り組み (プラグタイプ空冷式熱交換器)
昭和四日市石油株式会社 四日市製油所 製造一部 製造一課 長谷川 誠
H&S 営業本部 本部長付 山邊 雅之
- **カスタマー・ソリューション**
シール・クイックサーチャー (SQS) の紹介と活用方法 (グラントパッキン編)
H&S 営業本部 テクニカルソリューショングループ 松村 清裕
- **技術論文** ふっ素樹脂系ガスケット付きボルト締結体のゆるみ挙動評価
研究開発本部 商品開発部 ガスケット・グラントパッキンチーム 佐藤 広嗣
- **技術論文《寄稿》** PTFE のイオンビーム処理技術
住友ゴム工業株式会社 ハイブリッド事業本部 アジアメディカルラバービジネスチーム 中野 宏昭
- **製品の紹介** 高圧水素ガス用シール材料 研究開発本部 商品開発部 エラストマーチーム 西原 亮平
Valqua Predictive Maintenance System VALVESTA™-HE210 の紹介
研究開発本部 商品開発部 エラストマーチーム 永野 晃広

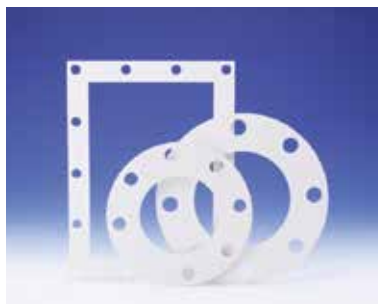
No.38 Winter 2020

- **ご挨拶** 代表取締役会長 CEO 瀧澤 利一
- **バルカーテクノロジーニュース 冬号発刊にあたって** 取締役 CTO 青木 睦郎
- **技術論文** ボルト締付け方法が大口径管フランジ締結体の密封特性に及ぼす影響について
中国総合研究所 シールエンジニアリングチーム 鄭 興 研究開発本部 商品開発部 佐藤 広嗣
研究開発本部 商品開発部 藤原 隆寛 広島大学 名誉教授 澤 俊行
グラントパッキンの圧縮方法によるシール性への影響評価 研究開発本部 商品開発部 濱出 真人
セメタリックガスケットの性能比較及びカンプロファイルガスケットシリーズの紹介
研究開発本部 商品開発部 高橋 聡美
- **製品の紹介** 急速開閉形シリンダバルブの紹介 営業本部 テクニカルソリューショングループ 村山 聡
タンク洗浄用スプレーボール®の開発 研究開発本部 商品開発部 本吉真由美

地球に、そして人にやさしいモノづくり……



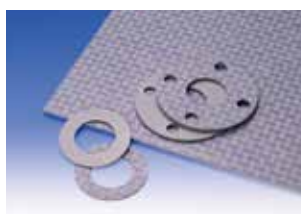
高性能ガスケット



バルカーヒートレジストシート®(HRS)

1000℃以上の高温で使用可能なシートガスケットです。従来の織布ガスケットより漏れにくく、排出ガス環境対応にも効果的です。RCF(リフラクトリーセラミックファイバー)を含まず労働安全衛生法規制対象外です。

- 使用温度範囲：-200～1200℃ ●最大圧力：1.0MPa
- ※詳細は当社カタログをご参照ください。



ユニバーサルハイパー®(UF300)

薬液ラインにおけるガスケットの統合を可能にするシートガスケットです。高温・長期安定性に加え、耐薬品性を向上させたことにより、適応流体が大幅に広がりました。

強酸、強アルカリ、どちらのラインにもご使用いただけます。

- 使用温度範囲：-200～300℃ ●最大圧力：3.5MPa
- ※詳細は当社カタログをご参照ください。

株式会社バルカー

〒141-6024 東京都品川区大崎2-1-1
ThinkPark Tower 24F
TEL.03(5434)7370(代) FAX.03(5436)0560(代)
<http://www.valqua.co.jp>



株式会社バルカー

■本社(代)	☎(03)5434-7370	Fax.(03)5436-0560
■M・R・T センター	☎(042)798-6770	Fax.(042)798-1040
■奈良事業所	☎(0747)26-3330	Fax.(0747)26-3340

●営業課(東京)	☎(03)5434-7374	Fax.(03)5436-0564
●カスタマーサービス課(東京)	☎(03)5434-7375	Fax.(03)5436-0565

札幌営業所
仙台営業所
日立営業所
京浜営業所
高崎営業所
厚木駐在所
富士駐在所

●営業課(大阪)	☎(06)6265-5031	Fax.(06)6265-5040
●カスタマーサービス課(大阪)	☎(06)6265-5032	Fax.(06)6265-5041

北陸営業所
堺駐在所
姫路営業所
岡山営業所
松山営業所

●名古屋営業所	☎(052)811-6451	Fax.(052)811-6474
---------	----------------	-------------------

豊田営業所

●北九州営業所	☎(093)521-4181	Fax.(093)531-4755
---------	----------------	-------------------

中国営業所
広島駐在所
周南営業所
宇部駐在所
長崎営業所
延岡駐在所
大分駐在所

●彦根営業所	☎(0749)26-3191	Fax.(0749)26-7503
●熊本営業所	☎(096)364-3511	Fax.(096)364-3570

VALQUA TECHNOLOGY NEWS

夏号 No.41 Summer 2021

発行日・・・2021年 8月 6日

編集発行・・・株式会社バルカー

〒141-6024 東京都品川区大崎2-1-1

ThinkPark Tower 24F

TEL.03-5434-7370 FAX.03-5436-0560

制 作・・・株式会社 千 修

グループ会社 国内販売拠点

■株式会社バルカーエスイーエス

●本社(千葉)	☎(0436)20-8511	Fax.(0436)20-8515
●鹿島営業所	☎(0479)46-1011	Fax.(0479)46-2259

■株式会社バルカーテクノ

●本社・東京営業所	☎(03)5434-7520	Fax.(03)5435-0264
大阪営業所		
福山営業所		

<http://www.valqua.co.jp>

※VALQUAの登録商標はVALUEとQUALITYを意味します。 ※本誌の内容は当社のホームページにも掲載しております。
※許可なく転載・複製することを禁じます。