

Valqua Technology News

バルカー 技術誌

2018年 夏号
No.35 Summer 2018

- ご挨拶 1
常務執行役員 研究開発本部長 青木 睦郎
- カスタマー・ソリューション
国際条約 (STCW条約) 準拠の
海技訓練用シールトレーニングの紹介 2
H&S事業本部 山本 隆啓
- カスタマー・ソリューション《寄稿》
低圧複合水流洗浄機 (キャビテーションクリーニング) による
プラント設備洗浄の可能性 5
ブルーエンジニアリング株式会社 北川 将
- 技術論文
ダイナミックペローズ® の設計指針及び
設計トラブルとその対策 8
営業本部 テクニカルソリューショングループ 伊奈 正文
- 技術論文
ライニングタンク (基礎編) 14
機能樹脂PM付 菊川 智志
研究開発本部 第2商品開発部 岩田 敦利
- 製品の紹介
リフラクトリーセラミックファイバー代替シール材 21
研究開発本部 第1商品開発部 濱出 真人
- 製品の紹介
高温用シートガスケット
バルカーヒートレジストシート™ No.HRS 25
研究開発本部 第1商品開発部 高橋 聡美
- テクノロジーニュース 直近のバックナンバー 29
- 商号変更のお知らせ 30



日本バルカー工業株式会社

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

ご挨拶



日頃のValqua Technology Newsのご愛読にこころより感謝申し上げます。

当社グループは、本年度より新たに第8次中期経営計画である“NV・S8”をスタートいたしました。この新たな中期経営計画では、“NV・S7”でも取り組んでまいりました、H&S企業として顧客価値最大化を目指しシールエンジニアリング・サービスにおいてトータルでのソリューションを提供する活動を強化継続してまいります。そして、この新たな中期経営計画の中ではこの活動を進化させて、H&Sを基本コンセプトに据えたイノベーションを通して、皆さまと共に健全で持続的な事業成長が期待される新たなソリューションをグローバルな市場で創出してまいりたいと考えており、当社の社名もその覚悟を明確にするため“日本”と“工業”という言葉を取り“株式会社バルカー”へと変更いたします。

継続して環境変化の激しいグローバル市場の中で、当社はイノベーション創造を目指して積極的な技術開発活動を展開しておりますが、顧客の皆さまからの要望にお応えできる技術開発の成果を出来る限り早くお届けしたいと常に努力しております。その視点から、当社グループにおける技術開発活動においても、オープンイノベーションのような手法も積極的に取り入れて、自社に蓄えられた技術ノウハウとグローバル視点で先端的な技術を融合させて、顧客視点から見て価値のある新たなソリューションを創出してまいります。そして、そのような活動を通して、真のH&Sカンパニーとして顧客感動を常に提供させていただけることを、技術開発活動全体のゴールと定め創意工夫してまいっている覚悟です。

今号からは、1) カスタマー・ソリューション、2) 技術論文、3) 製品紹介、という3項目で内容を構成することといたしました。当社グループは、高い技術に裏付けされた、新たな製品の開発を行い、H&Sの視点に立ってそれらを展開させてカスタマー・ソリューションを提供してまいります。このテクノロジーニュースではこのような構成を通して、それぞれの要素において実際にどのような成果が生み出されているかを、いくつかの事例を通してご紹介してまいることいたします。ここでお届けする内容を通して、当社グループが顧客の皆さまの「安心・安全」に貢献するH&Sソリューションを生み出す過程を御理解いただくと共に、個々の内容につきましては技術情報として読者諸兄のご参考にご供することができれば幸いです。

今後とも、当社製品・サービスともども、このバルカーテクノロジーニュースを引き続きご愛顧頂けますようお願い申し上げます。

常務執行役員 研究開発本部長 青木 睦郎

国際条約（STCW条約）準拠の 海技訓練用シールトレーニングの紹介

1. はじめに

当社はシールエンジニアリングをコア技術に、時代の変化の中でお客さまが抱える課題に応じたソリューションの開発に取り組んできました。近年、我々はお客さまが『真に求められるシールエンジニアリング・サービス』の提供を目指し、独自サービスの開発と提供を積極的に進めている。

技能訓練サービスとして展開しているシールトレーニングは、現在様々な業界や地域への着実な定着を目指している。今回はその活動の一環として2017年10月に開発完了した海技訓練用シールトレーニングについて紹介する。

当トレーニングは、一般財団法人 日本海事協会（以下、ClassNK）から海技教育訓練認証（Figure 1）の取得に至ったものである。当トレーニングは国際条約であるSTCW条約に準拠しており、現在2ヶ所のトレーニング拠点（東京都町田市、奈良県五條市）で認証を取得している。

本報では認証取得先のClassNKの紹介、及び船員の人材強化に関する国際条約制定に至った背景から、本認証の有効性を基に当トレーニングについてご紹介する。



Figure1 ClassNK 海技教育訓練認証の証書

2. 一般財団法人 日本海事協会について

日本の船級協会である一般財団法人 日本海事協会とは、ClassNKの通称で国際的に広く知られている。ClassNKは海上における人命と財産の安全確保及び海洋環境の汚染防止の使命のもと、船級協会としての役割である船級登録や船級検査の他、ISOなどの国際規格に基づくマネジメントシステムの認証や国際条約に準拠した海技教育訓練認証など多種多様な事業展開をしている。また、同協会は創立後110年以上の歴史を持ち、全世界50以上ある船級協会の約20%（2018年3月末現在）というトップシェアの船級登録数を誇り、国際的な権威を持つことで知られている。

3. 国際条約 STCW条約について

船員の船舶運航の技術不足に起因する海難事故防止のため、技能や知識水準を設定したSTCW条約（The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978）と呼ばれる国際条約が採択され、船員の能力水準が定められた。過去、船員技能と能力に関する資格制度は、国ごとに異なるため船員の能力に差があった。しかし、1967年の事故を契機として、国際海事機関のIMO（International Maritime Organization）を中心に船員の技術基準を見直すこととなった。そして、1978年7月にSTCW条約が採択され、船員に関する訓練と資格の国際基準が定められた¹⁾（Figure2）。

STCW条約のコードA項は船員義務能力が示されており、この中のA-3-1項にはシールに関する技能や知識の記述がある²⁾。さらに、この条約を基にIMOでは効果的な訓練を奨励するため、基本的な訓練プログラムとしてIMO Model Courseを発行し、この中にはより詳しい訓練方法が紹介されており、シール技能の知識は船舶の安全運航には欠かせないものと言える³⁾。

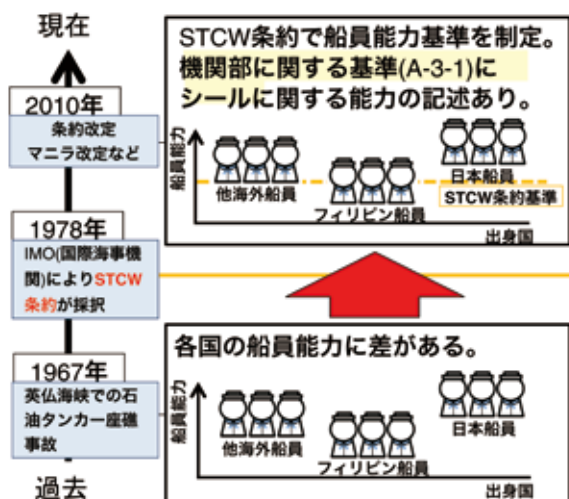


Figure2 STCW条約制定の流れ

4. 海技訓練用シールトレーニングについて

船員になるには海技免状を発行してもらうため、大学機関などで専門教育を受ける必要がある。しかし、船員にとっての必須知識と技能は様々であり、専門教育の中でシールの講義に割かれる時間は限られている。

そのため、各海運企業は船員を採用したのち、外航中のOJTとしてシールの取り扱いや知識を独自に教育している。新入社員のような経験の浅い船員にとって、シールに関する技術や知識は先輩社員からの伝承に頼っている。

当社は長年にわたり自社並びに顧客現場の経験で得たシール材に関する様々な知見を基に、シールエンジニアリングを培ってきた。これを基に生み出されたシールトレーニングは、適切なシール材の施工方法及び最適なシール材の選定方法の習得を目的としており、知識で学び実技で技能を身につける実践的なトレーニングとなっている。また、他にはない特徴として独自システムによる個人技能の見える化や様々な現場技能を模擬した施工体験教育を準備しており、OJT教育を越えたOFF-JTとして各海運企業の船員（航海士、機関士、部員）に対し有効であると、ご高評を得ている。

前述の通り、当トレーニングの受講対象は主にSTCW条約に関連する船員（航海士、機関士、船員）の方を対象としているが、海運企業のみならず船舶に関連するすべての方に対し、安心・安全を担保する必要性をClassNKより認められた。これより、船員以外の受講対象として船舶関連業務に従事している方（造船業、船舶メンテナンスに関連する企業、海事教育訓練機関などの公的機関なども含む）や船舶機器

及び設備を取り扱う方も受講いただける内容となっている。

カリキュラム概要としてはガスケット及び回転用シールであるグランドパッキンやメカニカルシールなどに関する座学と実技訓練を2日コースで実施する。講習終了後には確認テストによる受講成果確認を実施し、講習修了者に対しClassNK認証の修了証書を発行する（Figure 3）。

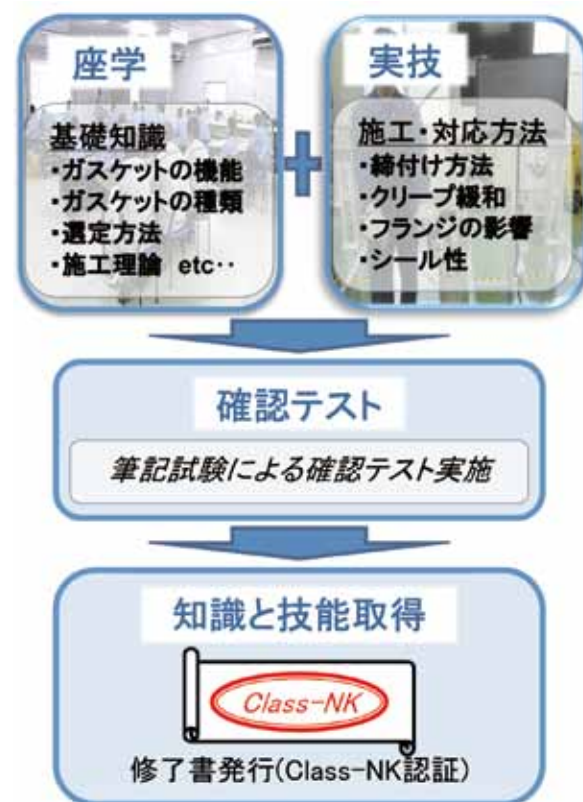


Figure3 カリキュラム概要

5. おわりに

当社のClassNK認証トレーニングが受けられる拠点は、現在、東京都町田市、奈良県五條市の2拠点であり、国内海運企業を対象に受講件数を拡大すべく取り組んでいる。また、当社は中国、台湾、ベトナム、タイ、韓国にも日本と同様のトレーニング拠点を持っており、今後これら拠点でも認証トレーニングが受講出来るよう受講環境を整えていく予定である。

当社は技能訓練サービスであるシールトレーニングを初めとしたシールエンジニアリング・サービスを基に、世界の海運船舶市場の発展と業界の安心・安全に引き続き貢献したいと考えている。

6. 参考文献

- 1) 国土交通省STCW条約に基づく船員の資格証明等
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kotsu/bunya/kaiji/stcw.html>
- 2) 英和対訳 2010年STCW条約(マニラ改正)【正訳】
国土交通省海事局監修 出版社:成山堂書店
- 3) (Model course 7.04) Officer in charge of an Engineering Watch, 2014 Edition



山本 隆啓
H&S事業本部

低圧複合水流洗浄機 (キャビテーションクリーニング) によるプラント設備洗浄の可能性

1. はじめに

低圧複合水流洗浄機は、高圧水、薬品、化学的变化などを一切使用せず、水とエアで物理的な方法にて水管内部に付着したスラッジを除去する。これにより従来必要としていた分解、薬液の管理や廃液など高コストをかけずに、分解せず薬品未使用にて低コストでかつ環境にやさしい洗浄を実現する。

2. 洗浄方法

対象物のINとOUTに0.8MPa以上の耐圧ホースで接続し、0.4MPaにて水を送水、そこにキャビテーションの核になるように細かいエアを混ぜ、更に水流方向を急激に反転させることで衝撃波を発生させ、微細エアが膨張収縮することでキャビテーションが発生する。また、エアの粒がダンパーとなることでキャビテーション力をコントロールしているため、対象物を傷めることなく洗浄することが出来る。

3. 樹脂成型金型水管の洗浄効果事例

850Tクラスの成型機でパネル部品を成型している顧客での事例を紹介する。今回洗浄した金型は、新規製作し、生産開始から約7年経過している金型である。現場での洗浄方法は水管をエアで吹き飛ばすという方法のみであったため、導入時の成型サイクルは113秒で生産していたにも関わらず、現状123秒でないと成型が出来ない金型である。まず洗浄前と洗浄後と比較するために、金型の通水流量と初期条件の113秒で生産し型温が安定したところで金型をサーモグラフィ測定し、金型の温度分布と成型品の不良状態を比較する。

【考察】

全体流量は、Table1のように改善した。洗浄前はFigure1の丸印部分2個所に面ヒケが発生し、成型サイクル

は123秒必要であった。これに対して、洗浄後は、金型温度分布が良好になり、面ヒケは無くなり不良が解消した。また、全体的に温度が下がっているが、樹脂の流動が変化したことにより温度が上がっている部分があるため、該当箇所の温度を下げるために初期条件よりはサイクルを伸ばす必要があり、結果初期条件+2秒の115秒で問題なく生産出来ることが分かった。

【結果】

8秒間のサイクル短縮に成功した。

この金型を定期的に洗浄することで水穴のトラブルは無くなり安定して生産できることが分かった。また、薬品と異なり溶解させないため、高頻度に洗浄しても金型にダメージを与えることは無いということも分かっている。

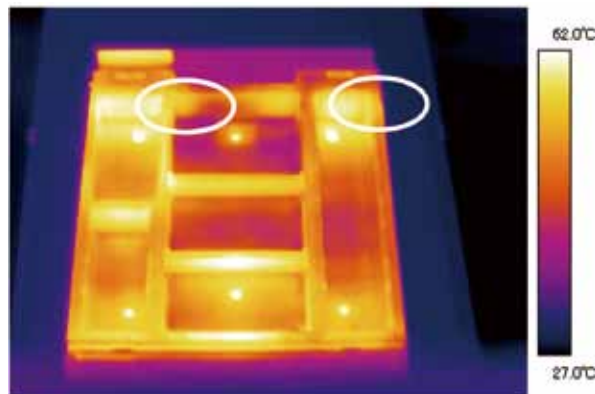


Figure1 洗浄前金型温度分布及び不良箇所

Table1 洗浄前・洗浄後の数値比較

項目	洗浄前	洗浄後
全体流量 (0.2MPa)	59.6L/min	74.6L/min
回路1	1.1L/min	4.2L/min
回路2	8.1L/min	10.3L/min
回路3	3.2L/min	5.3L/min
回路4	5.4L/min	7.0L/min
回路5	10.8L/min	12.5L/min
サブ回路1	16.9L/min	19.5L/min
サブ回路2	14.1L/min	15.8L/min
成型サイクル	123秒	115秒
成型不良 (初期条件にて)	面ヒケあり	不良なし

4. 洗浄機の販売実績

プラント向けの実績はまだ限定的であるが、樹脂成型業界向けでは多数の実績を持っており、特に自動車部品メーカーには多数の実績がある。金型だけではなく成型機のホッパー下、チラーの熱交換機の洗浄など、水管であれば洗浄出来るので、他用途としても利用可能である。最近ではペットボトル工場のプリフォーム成型金型、取り出し機の水管など、従来は、約3日間かけて分解洗浄していたところを、当該洗浄機にて洗浄することで24時間に短縮することが出来ている。更に金型だけではなく、生産設備のプリフォームネジ部分の焼結機、回転式ブロー機の水管洗浄に利用出来ることが分かり、ペットボトル業界への展開の可能性も期待出来る。他にはアルミダイカストなどの金型水管洗浄に利用されている。プラント向けは限定的であるものの顧客評価では薬品洗浄を100とすると80程度の洗浄効果があり、洗浄後生産運転した際に薬品洗浄したラインは薬品残留トラブルが発生することもあるが、当該洗浄機で洗浄した場合はトラブルがない。また、シェル&チューブ式熱交換機(シェル側)の洗浄は、高圧洗浄しても表面しか洗浄出来ないが、当該洗浄機の場合は、チューブ同士の隙間が洗浄出来ることに評価が得られている。また、プレート式熱交換機は、分解せずに洗浄出来るため、パッキン交換費用も削減出来ると評価をいただいている。

5. プラント設備の洗浄効果事例

5-1) シェル&チューブ式熱交換機(横型)の効果事例

Figure2のような横型シェル&チューブ式熱交換機を洗浄した。洗浄前は、Figure3のようにシェル側に赤褐色の付着物がついており、指で擦ると取れるレベルの付着物である。洗浄機のIN・OUTをハンドホールに接続し、そのまま洗浄を行った。洗浄中は、Figure4タンクに付着物が大量に析出し、Figure5フィルターもすぐに目詰まりする状態で、かなりの量の汚れが剥離出来たと予想される。また、Figure6の洗浄後の接続口の様子を確認すると、この部分は勢いがあるため綺麗にゴミが除去出来ていることが確認された。

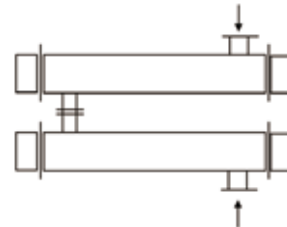


Figure2 熱交換機形状



Figure3 洗浄前の状態



Figure4 洗浄中タンクの状態



Figure5 フィルターの状態



Figure6 洗浄後の状態

5-2) 大型シェル&チューブ式熱交換機の効果事例

洗浄前はFigure7のように酸化物がチューブとチューブの間に閉塞するように詰まっているが、洗浄後はFigure8のように閉塞しているものが取れて無くなっていることが分かる。チューブ表面の酸化物は取り切れていないが、運転時の熱交換を計測したところ洗浄効果が出ていることが分かった。



Figure7 洗浄前の状態



Figure8 洗浄後の状態

5-3) 大型プレート式熱交換機の効果事例

プレート枚数410枚、伝熱面積391.7m²の大型のプレート式熱交換機を分解せずにFigure9のように接続して冷却水側50時間/循環水側70時間洗浄した。

結果、Table2のように、循環水流量が約45%向上し、熱交換量が約75%向上した。プレートを分解していないため、パッキン交換の必要がないというところに顧客は注目している。

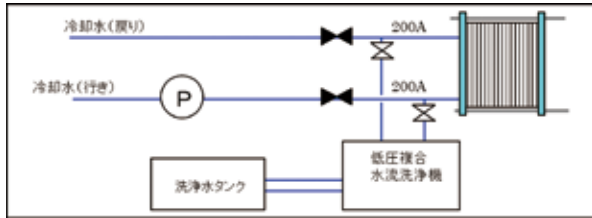


Figure9 接続概略図

Table2 大型プレート式熱交換機の洗浄前後数値比較

	冷却水温度 (°C)			循環水温度 (°C)			循環水量 m³/hr	熱交換量 Kcal/hr	熱貫流量 Kcal/mi・h・°C
	入側	出側	差	入側	出側	差			
洗浄前	28.7	35.3	6.6	47.0	42.3	4.7	150	705000	143
洗浄後	27.5	36.0	8.5	45.5	39.8	5.7	216	1231200	290



Figure11 洗浄前



Figure12 洗浄後

6. おわりに（プラントへの展開）

この度、日本バルカー工業様と大型機(NR-2000)の開発に着手しましたので、従来は、薬品、高圧洗浄しか工法がなかった個所、分解出来ないため洗浄出来ずに機器を更新していた個所に、当該洗浄機を利用して、プレート式熱交換機、シェル&チューブ式熱交換機(シェル側)の洗浄などの実績が出来ていくと思います。

また、プラント設備を洗浄する際は流路面積がかなり大きくなることが予想されるため、金型洗浄で発生しているキャビテーションで洗浄するというよりは、2層流体によるバブリング効果と流れ方向を切り替えた際の乱流効果で洗浄力が発揮出来ると考えており、洗浄効果に対しての物理的現象を更に追及していく必要があると考えております。

5-4) 温泉設備小型プレート式熱交換機インライン洗浄

プラントとは異なるが、温泉設備でもプレート式熱交換機が利用されており、目詰まりにより分解洗浄に悩まされている場合がある。そこでインラインタイプ(オフラインタイプより効果が低い)の洗浄機を利用して小型プレート式熱交換機を洗浄した際、プレートを開いて確認した。Figure10のように接続しプレートを2時間洗浄した。

結果、Figure11の洗浄前はプレート全体が付着物で覆われているが、2時間洗浄後は、Figure12のようにプレートの80%程度の表面が確認できるようになった。これにより熱交換量と圧力損失が回復し、正常に稼働できるようになっている。

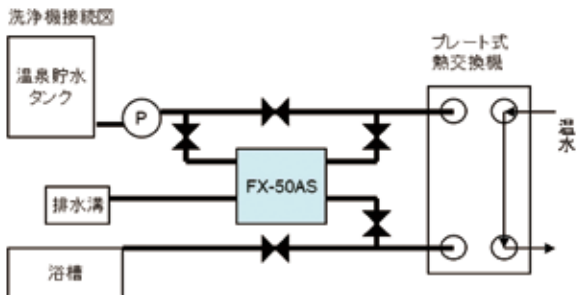


Figure10 洗浄機接続図



北川 将

ブルーエンジニアリング株式会社

ダイナミックベローズ® の設計指針及び 設計トラブルとその対策

1. はじめに

金属溶接ベローズであるダイナミックベローズ® (以下、ベローズ) の役割の多くは、気密性を保ちながらFigure1に示す軸方向変位や軸直角方向変位、曲げ方向変位を吸収することである。ベローズを選定するにあたり、軸方向変位を吸収するためのベローズについてはカタログから選定することが容易であるが、軸直角方向変位や曲げ方向変位については困難な場合が多い。

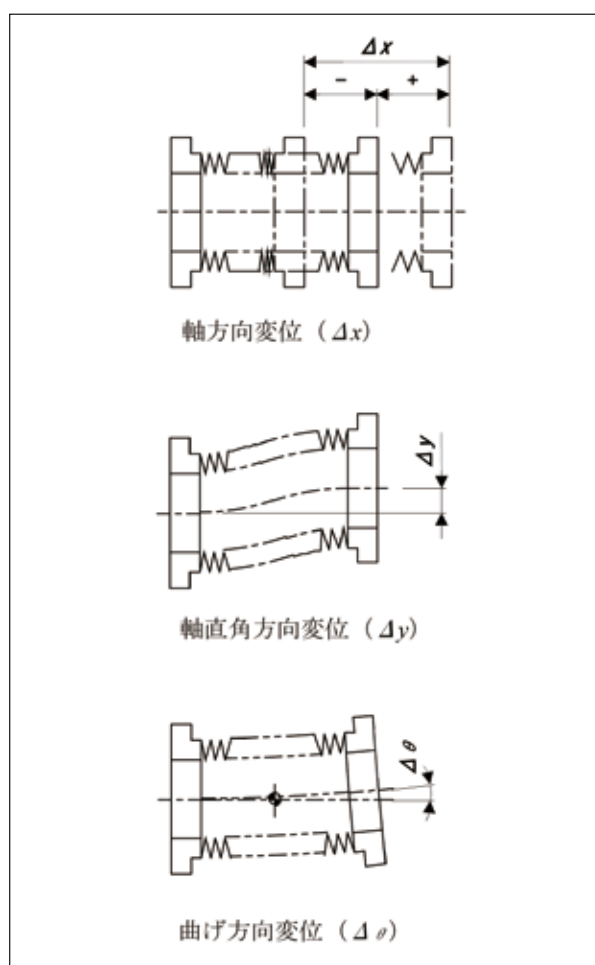


Figure1 変位の種類

また、気密を保つ際にベローズの内側の圧力が外側の圧力より高くなる場合はFigure2に示す座屈が生じることがあり、変形や破損に至る危険があるので設計に注意が必要である。

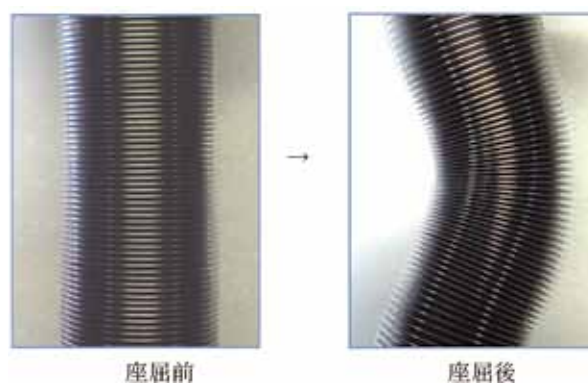


Figure2 ベローズの座屈

更に、ベローズを水平に取り付けた場合、Figure3に示す自重による水平たわみが生じるので座屈と同様に注意が必要である。

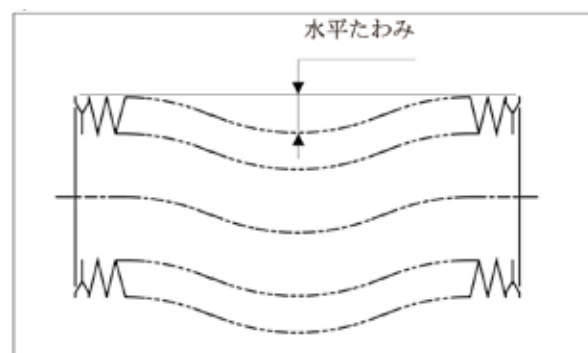


Figure3 ベローズの水平たわみ

本報では当社の標準品であるVシリーズ(カタログNo. PC08)において軸直角方向変位を吸収する場合の選定方法と座屈及び水平たわみに関する設計上の注意について解説する。

2. ペローズの設計指針

2-1) 軸直角方向変位の考え方

ペローズの軸直角方向変位を検討する場合は、軸直角方向変位量を軸方向変位量に換算し検討する。

その計算式は次式で表される。

$$\Delta x(y) = \frac{3 \times D \times \Delta y}{L} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $\Delta x(y)$ ：軸方向変位量換算値(mm)

D ：ペローズの外径(mm)

Δy ：軸直角方向変位量(mm)

L ：ペローズの長さ(mm)

また、許容できる軸方向変位量換算値が判っている場合は、その変位量から許容できる軸直角方向変位量を求めることが出来る。

その計算式は次式で表される。

$$\Delta y(\max) = \frac{\Delta x(y) \times L}{(3 \times D)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $\Delta y(\max)$ ：許容軸直角方向変位量(mm)

2-2) 軸方向変位と軸直角方向変位の組み合わせ

前項は軸直角方向変位のみが与えられる場合であるが、一般的には軸方向変位と組み合わせで使用する場合が多い。式(1)からは L が小さいほど軸方向変位量換算値 $\Delta x(y)$ が大きくなることが判るので、軸方向変位によって最小長となる長さで計算する必要がある。

その場合の式(1)は

$$\Delta x(y) = \frac{3 \times D \times \Delta y}{(L - \Delta x)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式(2)は、

$$\Delta y(\max) = \frac{\Delta x(y) \times (L - \Delta x)}{(3 \times D)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

ただし、 Δx ：縮み側軸方向変位量(mm)となる。

2-1)、2-2)項共に注意すべき点は、軸直角方向変位を与えられたペローズはFigure4に示すような形状になり、伸びと縮みの組み合わせになるため、軸方向変位量換算値 $\Delta x(y)$ は伸び側と縮み側の各々に許容範囲を設ける必要がある。

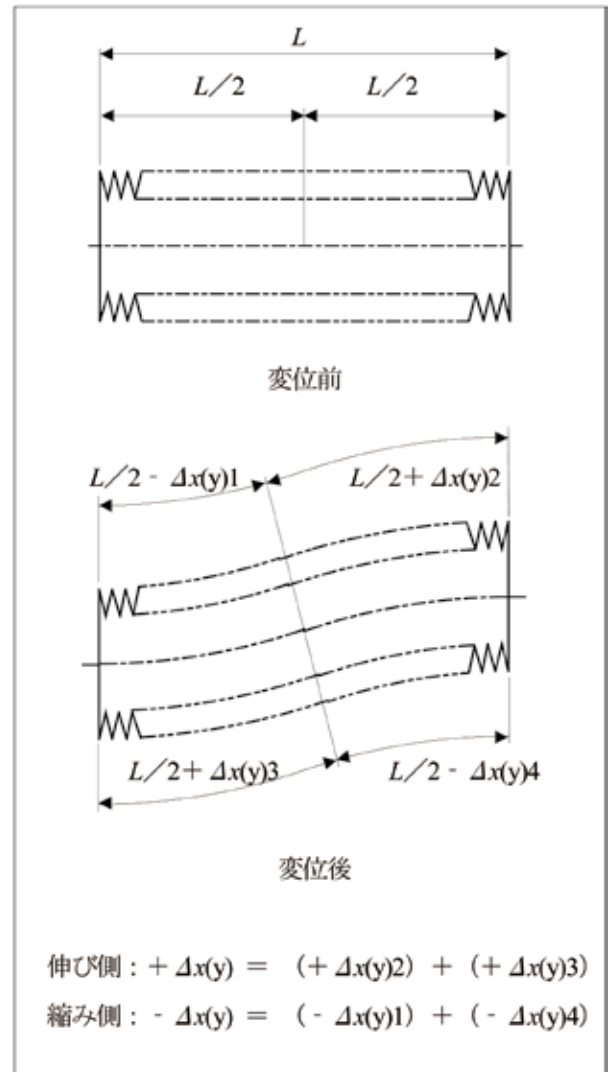


Figure4 軸直角方向変位形状

従って、長さ L のペローズは $+\Delta x(y)$ と $-\Delta x(y)$ が与えられる。

3. Vシリーズの選定手順

3-1) 軸直角方向変位のみ

以上の設計指針に基づきVシリーズ(カタログNo.PC08)の選定例を紹介する。カタログと併せてご覧いただきたい。

選定の流れをFigure5に示す。なお、各Stepの詳細については以降に示す。

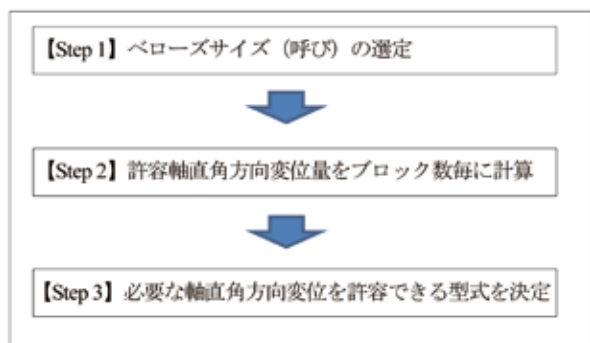


Figure5 Vシリーズの選定手順

【Step 1】ベローズサイズ(呼び)の選定

ベローズを取り付ける機器などのスペースからベローズサイズ(呼び)を選定する。ここではV20を選定した事例を紹介する。

V20のカatalog数値(1ブロック仕様)

内径:20mm、外径:40mm

伸縮量:10mm、伸長:15mm、縮長:5mm

【Step 2】許容軸直角方向変位量をブロック数毎に計算

選定したサイズ(呼び)について、許容できる軸直角方向変位量をブロック数毎に計算する

- 1ブロックの場合 -

伸縮量:10mm、伸長:15mm、縮長:5mm

ベローズ長さ $L=10\text{mm}$ 、 $\Delta x=\pm 5\text{mm}$ とする。

式(2)より、

$$\Delta y(\text{max}) = \frac{5 \times 10}{(3 \times 40)} \approx 0.4\text{mm}$$

- 2ブロックの場合 -

伸縮量:20mm、伸長:30mm、縮長:10mm

ベローズ長さ $L=20\text{mm}$ 、 $\Delta x=\pm 10\text{mm}$ とする。

式(2)より、

$$\Delta y(\text{max}) = \frac{10 \times 20}{(3 \times 40)} = 1.6\text{mm}$$

同様にブロック数を増やしていき計算しTable1にまとめる。

Table1 V20のブロック数と変位量

ブロック数	1	2	3	4	5
L (mm)	10	20	30	40	50
$\Delta x(\text{mm})\pm$	5	10	15	20	25
$\Delta y(\text{max})(\text{mm})$	0.4	1.6	3.7	6.6	10.4

【Step 3】 必要な軸直角方向変位を許容できる型式を決定

必要な軸直角方向変位を許容できるブロック数を選定し、型式を決定する。

例えば軸直角方向変位量が5mm必要であった場合、

Table1 からブロック数は4ブロックとなり、型式はV20-111-4となる。

なお、ベローズ長さ L は両端のフィッティングを含まない長さであるため注意する必要がある。V20-111-4の場合は両端のフィッティングの長さが各3mmなので全長は46mmとなる。

3-2) 軸方向変位を伴う軸直角方向変位

軸方向変位を伴う場合は、2-2) 項で説明したように軸方向変位によって最小長となる長さで計算する必要がある。

選定の流れはFigure5と同様である。

【Step 1】ベローズサイズ(呼び)の選定

ベローズを取り付ける機器などのスペースからベローズサイズ(呼び)を選定する。ここではV30を選定した事例を紹介する。

V30のカatalog数値(1ブロック仕様)

内径:30mm、外径:50mm

伸縮量:10mm、伸長:15mm、縮長:5mm

【Step 2】許容軸直角方向変位量をブロック数毎に計算

選定したサイズ(呼び)について、軸方向変位量に対して許容できる軸直角方向変位量をブロック数毎に計算する。ここでは必要な軸方向変位量が10mmであった場合、1ブロックでは軸方向変位量換算値 $\Delta x(y)$ は0となるため、最低2ブロックは必要である。

- 2ブロックの場合 -

伸縮量:20mm、伸長:30mm、縮長:10mm、

ベローズ長さ $L=20\text{mm}$ 、軸方向変位量の場合は $\Delta x=\pm 10\text{mm}$ まで許容できる。

必要な軸方向変位量10mmを $\Delta x=\pm 5\text{mm}$ とすると、軸直角方向変位により許容できる軸方向変位量換算値 $\Delta x(y)$ は $10\text{mm}-5\text{mm}=5\text{mm}$ とすることができる。式(4)より、

$$\Delta y(\text{max}) = \frac{5 \times (20-5)}{(3 \times 50)} = 0.5\text{mm}$$

- 3ブロックの場合 -

伸縮量:30mm、伸長:45mm、縮長:15mm、

ベローズ長さ $L=30\text{mm}$ 、軸方向変位量の場合は $\Delta x=\pm 15\text{mm}$ まで許容できる。

必要な軸方向変位量10mmを $\Delta x=\pm 5\text{mm}$ とすると、軸直角方向変位により許容できる軸方向変位量換算値 $\Delta x(y)$ は $15\text{mm}-5\text{mm}=10\text{mm}$ とすることができる。式(4)より、

$$\Delta y(\text{max}) = \frac{10 \times (30-5)}{(3 \times 50)} = 1.6\text{mm}$$

同様にブロック数増やしていき計算しTable2にまとめる。

Table2 V30のブロック数と軸方向変位量、軸直角方向変位量

ブロック数	2	3	4	5	6
L (mm)	20	30	40	50	60
Δx (mm)±	5	5	5	5	5
$\Delta x(y)$ (mm)±	5	10	15	20	25
Δy (max) (mm)	0.5	1.6	3.5	6.0	9.1

【Step3】必要な軸直角方向変位を許容出来る型式を決定

必要な軸直角方向変位を許容出来るブロック数を選定し、型式を決定する。

例えば、必要な軸直角方向変位量が5mm必要であった場合、Table2からブロック数は5ブロックとなり、型式はV30-111-5となる。なお、両端のフィッティングを含む長さは56mmである。

4. 設計トラブルとその対策**4-1) ベローズの座屈の検討**

ベローズの設計上のトラブルのひとつにベローズの座屈が挙げられる。ベローズは柱やスプリングと同じように圧縮力によって座屈現象を生じ真直性を失う。Figure2参照。

この座屈限界値は、一般的に用いられるオイラーの公式により近似することができる。

$$F_{cr} = \frac{4 \times \pi^2 \times EI}{L^2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここで、 F_{cr} : 座屈限界荷重 (N)
 EI : ベローズの曲げ剛性 (N・mm²)
 L : ベローズの長さ (mm)

※ EI についてはバルカーレビュー第40巻第1号を参照¹⁾。

4-2) ベローズの座屈圧力

ベローズが内圧を受けた場合に座屈が始まる限界圧力すなわち座屈圧力は、ベローズの有効面積に受ける圧力により発生する推力が座屈荷重に相当するものとして計算できる。

$$P_{cr} = \frac{4 \times \pi^2 \times EI}{(A \times L^2)} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$A = \left(\frac{d+D}{2} \right)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \quad \dots\dots\dots (7)$$

ここで、 P_{cr} : ベローズの座屈圧力 (MPa)
 A : ベローズの有効面積 (mm²)
 d : ベローズの内径 (mm)
 D : ベローズの外径 (mm)

ここで、ベローズ長さ L は長いほど座屈圧力は小さくなり、座屈に対する強さが低下するので計算するときは使用上の最大長さ(伸長)で計算する。

この限界圧力を大きく超えるとベローズは座屈し、伸縮しなくなり、結果として変形・寿命低下・早期破損に至る場合がある。

Figure6は座屈による破損事例である。



Figure6 ベローズの座屈による破損

4-3) Vシリーズの座屈検討

当社の標準品であるVシリーズ(カタログNo.PC08)における座屈について検討する。カタログと併せて参照いただきたい。

カタログのブロック数制限を記載している欄は、Vシリーズの許容圧力である0.1MPaの圧力が外圧の場合と内圧の場合のブロック数制限を記載している。この内、内圧の場合のブロック数制限は前項の座屈圧力から決定している。

以下に座屈圧力の計算事例を紹介する。

例1) V20のブロック数制限である4ブロックの計算式(6)より、

$$P_{cr} = \frac{4 \times \pi^2 \times 15477}{(706.86 \times 60^2)} = 0.24 \text{ MPa}$$

ここで、ベローズの長さ L は伸長で計算する。

EI の詳細については割愛させていただく。

4ブロックの場合の L は、伸長15mm×4ブロック=60mmである。

ペローズの有効面積 A は式 (7) より、

$$A = \left(\frac{20+40}{2} \right)^2 \times \frac{\pi}{4} = 706.86 \text{ mm}^2$$

例2) V100のブロック数制限である6ブロックの計算式 (6) より、

$$P_{cr} = \frac{4 \times \pi^2 \times 485068}{(10386.89 \times 90^2)} = 0.22 \text{ MPa}$$

ここで、ペローズの長さ L は6ブロックの場合は伸長15mm×6ブロック=90mmとなる。

ペローズの有効面積 A は式 (7) より、

$$A = \left(\frac{100+130}{2} \right)^2 \times \frac{\pi}{4} = 10386.89 \text{ mm}^2$$

以上の計算結果より内圧0.1MPaは、座屈圧力を越えないので座屈は発生しない。

必要な軸方向変位量に使用できるブロック数を選定したときにこのブロック数制限を超えた場合は、カタログに記載しているガイドを設ける必要がある。次項より紹介する。

4-4) 座屈防止対策

ブロック数制限を超えた場合はガイドを設ける必要があるが、その構造事例を紹介する。

【例1】ペローズの内部にシャフトがある場合

Figure7が多く実施される事例である。

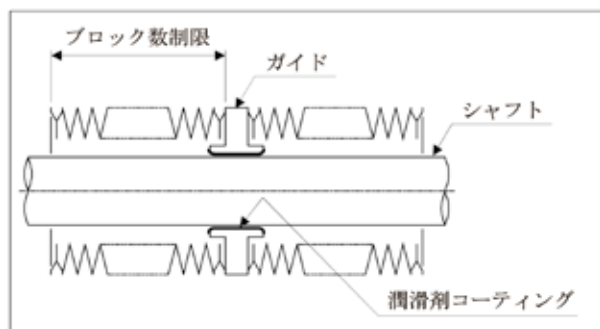


Figure7 ガイド内面に潤滑剤コーティング

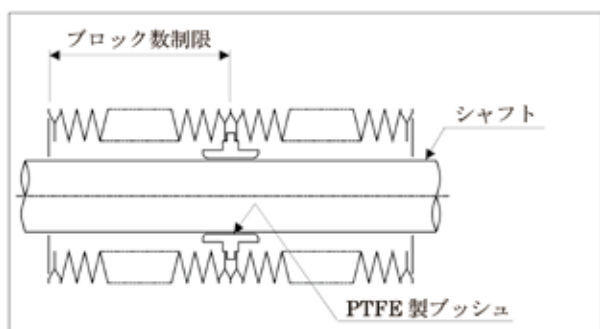


Figure8 ガイド内面にPTFE製ブッシュ

【例2】ペローズの内部にシャフトがない場合

構造が複雑になりガイドロッド位置の精度確保が必要となる。

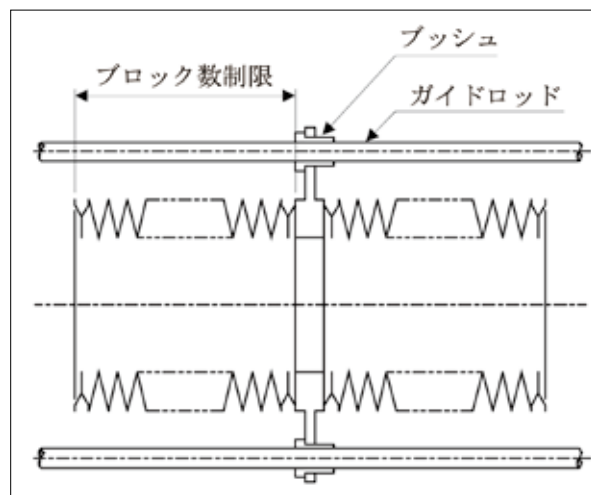


Figure9 周囲にガイドロッドを設置

以上のようにブロック数制限以下毎にガイドを設ける必要がある。

なお、軸直角方向変位がある場合はガイドを設けることが出来ないため、ブロック数制限を超えるような軸直角方向変位は許容出来ない。

4-5) 外圧によるブロック数制限

Vシリーズのブロック数制限は外圧0.1MPaの場合も記載している。この場合は座屈圧力ではなくペローズの水平たわみ (Figure3参照) が1mmを超えないように決定している。

その計算式は次式で表される。

$$y(\max) = \frac{9.8 \times W \times L^3}{(384 \times EI)} \quad \dots (8)$$

ここで、 $y(\max)$: ペローズの水平たわみ (mm)

W : ペローズの重量 (kg)

L : ペローズの長さ (mm)

EI : ペローズの曲げ剛性 (N・mm²)

なお、この計算式は外圧の影響は考慮していない。外圧が加わった場合はペローズのたわみ量は小さく考えられるので、ここではペローズの内部・外部とも大気圧の場合の値を求めることにしている。

例1) V20のブロック数制限である9ブロックの計算

式(8)より、

$$y(\max) = \frac{9.8 \times 0.13 \times 135^3}{(384 \times 15477)} = 0.53 \text{ mm}$$

ここで、ベローズの長さ L は伸長で計算する。

EI の詳細については割愛させていただく。

9ブロックの場合の L は、伸長 $15\text{mm} \times 9\text{ブロック} = 135\text{mm}$ である。また、ベローズの重量 W は 0.13kg である。

例2) V210のブロック数制限である20ブロックの計算

式(8)より、

$$y(\max) = \frac{9.8 \times 5.32 \times 300^3}{(384 \times 5653926)} = 0.65 \text{ mm}$$

ここで、20ブロックの場合の L は、伸長 $15\text{mm} \times 20\text{ブロック} = 300\text{mm}$ 、また、ベローズの重量 W は 5.32kg である。

4-6) 水平たわみ防止対策

ブロック数制限と超えた場合はガイドを設ける必要があるが、その構造例は4-4)座屈防止対策と同様である。

5. おわりに

本報にて当社の標準品であるダイナミックベローズ®Vシリーズ(カタログNo.PC08)における、軸直角方向変位を吸収する場合の選定方法と、ブロック数制限に関する設計上の注意について紹介した。

文中にも述べたが、ブロック数制限を越えたまま使用すると変形や寿命低下、破損に至る危険があるので十分な注意が必要である。

本報がVシリーズを選定する際の設計上のトラブル回避に繋がれば幸いである。

6. 参考文献

- | | | |
|------------|---------|-----------|
| 1)バルカーレビュー | 第39巻第4号 | シール講座(23) |
| | 第39巻第5号 | シール講座(24) |
| | 第39巻第6号 | シール講座(25) |
| | 第39巻第7号 | シール講座(26) |
| | 第40巻第1号 | シール講座(27) |
| | 第40巻第9号 | シール講座(28) |



伊奈 正文

営業本部
テクニカルソリューショングループ

ライニングタンク（基礎編）

1. はじめに

ふっ素樹脂は、抜群の非粘着性、耐薬品性、滑り特性、電気特性、非汚染性などから幅広い分野で利用されている。

当社は、ふっ素樹脂ライニングタンクを1972年日本で製造販売を開始し、約45年が経過した。現在、台湾(1997年)、中国(2017年)、米国(2017年)で事業展開しており、海外のお客さま、日本国内のお客さま向けに、蓄積したライニング技術について、3回特集で、ライニングタンクの基礎編、応用編、将来の方向性としてまとめ、紹介する。

2. ライニング材料の種類

市場で流通しているライニング材料の種類は、ゴム、フェノール樹脂、ポリエチレン、エポキシ樹脂、塩化ビニル、ガラス(ガラス)、FRPなどの多岐にわたるが、ここでは、ふっ素樹脂と比較検討される樹脂として、塩化ビニル、ガラス、ふっ素樹脂に絞り、大まかな特徴を、Table1にまとめた。

使用範囲(温度、圧力)では、ガラスライニングが、一番適用範囲が広く、塩化ビニルライニングが、適用範囲が一番狭い。一般論として、接着剤の耐熱温度120℃以上の高温領域では、ガラスライニングが使用され、負圧仕様でもガラスライニングが選定される傾向にある。一方でガラスライニングは、割れ易い、温度衝撃に弱いという弱点があるが、ガラスライニングメーカーは、その対策材料を上市している。

ライニング材料の選定に当たっては、耐食性、汚染性、洗浄性、成型性、コストなどを考慮し、最適な材料を選定する必要がある。

Table1 ふっ素樹脂、塩化ビニル、ガラスライニングの特徴

	ふっ素樹脂	塩化ビニル	ガラス
最高使用温度	120℃ (150℃)	60～70℃	230℃
使用圧力 正圧側	缶体の強度による	缶体の強度による	缶体の強度による
負圧側	バランスタイプ	—	FV
流体	ほとんどの薬品に不活性	—	アルカリを除く薬品に適用
主な市場	半導体	水道、下水道	製薬
	化学	化学	化学
コスト	中間	安価	高価
その他	—	—	耐衝撃用材料有
			耐アルカリ用材料有
			耐熱衝撃用材料有

上記Table1のふっ素樹脂の最高使用温度、バランスタイプについては、後述する。

3. ふっ素樹脂ライニングの種類と特徴

現在ライニングに使用されているふっ素樹脂は、Table2に示す5種類があるが、それらが持つ特性からPTFE(ポリテトラフルオロエチレン)とPFA(テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体)とETFE(テトラフルオロエチレン-エチレン共重合体)が使用量の大半を占めている。

この3種類のふっ素樹脂の特性を要約すると

- ① 耐薬品性に極めてすぐれている。
- ② 抜群の耐熱性を備えている。
- ③ 非粘着性である。
- ④ 電気特性に優れている。
- ⑤ 低摩擦性を有している。
- ⑥ 不燃性である。
- ⑦ 耐候性に富んでいる
- ⑧ 純粋性である。

などが挙げられるが、ふっ素樹脂は、このような個々の特性が優れていると言うだけでなく、全てを兼ね備えている点から優秀な材料と言え、多くの分野で利用されている理由でもある。ふっ素樹脂がこのような特性を示すのは、その分子

構造によるもので、Figure1に示すようにPTFEは、炭素(C)とフッ素(F)の原子で構成され、化学結合中最強のC-F結合からなり、F原子がC-C結合の周囲を緻密に覆い、C-C結合に対する攻撃を受け難い構造となっている。このため耐薬品性や低浸透性を有している。

そして、異種分子に対する分子間引力の小さいことが、非粘着、防汚特性を示す。更に原子の配列が緻密で曲がり難い直鎖状の剛直な直鎖状の構造を持ち、表面が滑らかであること、特異な結晶構造を形成して、外力により結晶及び結晶間で容易にすべりが発生し易いことなどから低摩擦特性を有している。また、分子の対象性が高く、無極性であるため非常に低い誘電率を示し、高い絶縁抵抗を有している。

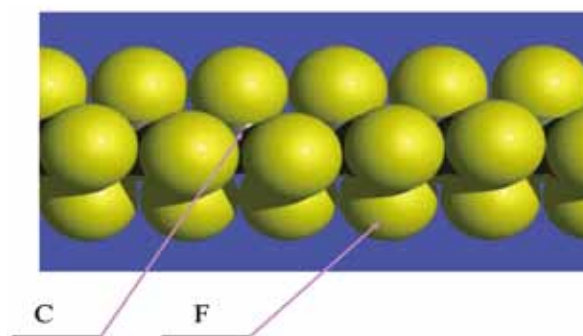


Figure1 PTFE分子構造図

Table 2 ライニングに使用されるフッ素樹脂の特性一覧表

△：使用可能 ○：すぐれている
◎：非常にすぐれている ●：◎よりすぐれている

特 性		単 位	ASTM試験法	PTFE	PFA	FEP	ETFE	PVDF
構 造 式				$-(CF_2-CF_2)-n$	$-(CF_2-CF_2)-m$ $-(CF_2-CF)-n$ OR CF_3	$-(CF_2-CF_2)-m$ $-(CF_2-CF)-n$ CF_3	$-(CF_2-CF_2)-m$ $-(CH_2-CH_2)-n$	$-(CF_2-CH_2)-n$
物理的	融点	℃	—	327	310	260	270	156-170
	比重	—	D792	2.14-2.20	2.12-2.17	2.12-2.17	1.70	1.75-1.78
機械的	引張強さ	MPa	D638	27.4-34.3	24.5-34.3	21.6-31.4	45.1	34.3-43.1
	伸び	%	D638	200-400	300	250-330	100-400	80-300
	圧縮強さ	MPa	D695	11.8	16.7	15.2	49	66.6-96
	衝撃強度 (アイゾット)	J/m	D256A	160	破壊せず	破壊せず	破壊せず	160-374
	硬度 (ロックウェル)	—	D785	—	—	—	R50	R77-83
	硬度 (ショアー)	—	D2240	D50-55	D60	D55	D75	D75-77
	曲げ弾性率	MPa	D790	550	660-690	650	1400	2000-2480
	引張弾性率	MPa	D638	400-550	—	340	820	1310-1500
	動摩擦係数	—	0.69MPa 3m/min	0.10	0.2	0.3	0.4	0.39
熱的	熱伝導率	W/(m・K)	C177	0.25	0.25	0.25	0.24	0.10～0.13
	比熱	J/(g・K)	—	1.0	1.0	1.2	1.9-2.0	1.4
	線膨張係数	$10^{-5}/^{\circ}C$	D696	10	12	8.3-10.5	5.9	7-14
	ボールプレッシャー 温度	℃	—	180	230	170	185	—
	熱変形温度 { 1.81MPa 0.45MPa	℃	—	55	50	50	74	87-115
		℃	—	121	74	72	104	149
	最高使用温度	℃	(無荷重)	260	260	200	150-180	150
電気的	体積抵抗率	$\Omega-cm$	D257 (50% RH,23℃)	$>10^{18}$	$>10^{18}$	$>10^{18}$	$>10^{16}$	2×10^{14}
	絶縁破壊の強さ (短時間)	kV/mm (3.2mm厚)	D149	19	20	20-24	16	10
	誘電率 { 60Hz 10 ³ Hz 10 ⁶ Hz	—	D150	<2.1	<2.1	2.1	2.6	8.4
		—	D150	<2.1	<2.1	2.1	2.6	8.4
		—	D150	<2.1	<2.1	2.1	2.6	6.43
	誘電正接 { 60Hz 10 ³ Hz 10 ⁶ Hz	—	D150	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0006	0.049
		—	D150	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0008	0.018
		—	D150	<0.0002	0.0003	<0.0005	0.005	<0.015
	耐アーク性	s	D495	>300	>300	>300	75	50-70
耐久性その他	吸水率 24h	%	D570	<0.01	<0.03	<0.01	0.029	0.04-0.06
	燃焼性 3.2mm厚	—	(UL-94)	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
	限界酸素指数	—	D2863	>95	>95	>95	30	44
	直射日光の影響	—	—	なし	なし	なし	なし	なし
	酸			●	●	●	◎	○
	アルカリ			●	●	●	◎	○
	溶剤			●	●	◎	△	

なお、PFAは、PTFEの欠点である加工性を改善した熱溶融タイプの樹脂であり、極限では若干の差は見られるが、PTFE同等のふっ素樹脂と言ってよい。

4. ふっ素樹脂シートライニングとコーティングとロトライニング(回転成形)の違い

ライニングとは、“裏張り”の意の通り、予め別に用意された容器や配管の内側に裏張りする工法である。

ふっ素樹脂シートライニングとコーティングとロトライニング(回転成形)は、製法により特徴が変わってくる。その違いをTable3にまとめた。

ふっ素樹脂シートライニングについては、後程詳しく述べる。

コーティングは、焼成温度の違いにより、大きく2種に識別でき、非粘着用途(炊飯釜、フライパンなど)の時、融点まで焼成温度を上げていないため、樹脂面にピンホールが存在する。

耐食用途の時は、コーティング材料の融点以上で焼成を実施し接液面には樹脂膜を形成させるため、ピンホールは無い。

本報では、耐食用途のコーティングのみを扱うこととする。

また、コーティングは、膜厚を厚くすることに限界があり、同一条件下での、長寿命という点では、ふっ素樹脂ライニングとロトライニング(回転成形)より劣る。

コーティングで膜厚を厚くするには、複数回の吹付けと焼成工程を繰り返すが、初回に吹付けた膜は、数回の熱履歴を受けることにより剥がれ易くなるため、3回程度が限界と言われている。

ロトライニング(回転成型)は、缶体の脱脂・空焼き後、製品となる缶体の内径側に所定量(膜厚と表面積から算出)の樹脂を投入し、缶体を2軸に回転させながら外部より融点以上の温度で加熱する。樹脂は、溶融している状態で回転させられることにより、缶体内面を覆う。均一な樹脂層が出来るまで十分に回転・加熱し、缶体を回転させながら冷却する。本製法は、ふっ素樹脂の中でも溶融系のPFA、FEP、ETFEなどでしか製造することは出来ない。

ベーパー管などの複雑な形状を製造するのに適しており、厚みも都度調整することも可能である。

以上のように、コーティングとロトライニングは缶体内で金属面に密着した状態で冷却されるために十分な樹脂の収縮が出来ず樹脂内に歪(残留応力)が生じ、厳しい仕様条件下ではトラブルの原因となる。

また、別工程で成形されたシートを用いるシートライニング

に比べると樹脂密度は低く、製品寿命を短くする原因となっている。

Table3 ロトライニング、コーティング、シートライニングの特徴

	ロトライニング (回転成形)	コーティング	シートライニング
製法	機械にセットし 2軸に回転	吹付→乾燥 →焼成→冷却	接着剤による 張り付け
被熱による金属の 選定	約380℃	約380℃	200℃以下
特徴	膜厚調整が可能。 密閉状態に出来ること。 複雑な形状が可能。	素地の仕上げに 注意が必要。 膜圧が薄い時、 素地の状態がそ のまま塗装面に 出る。	膜厚が均一。 複雑な形状は、 不向き。
大きさ	電気炉の大きさ の制約あり	電気炉の大きさ の制約あり	各国の道路輸送 の大きさまで
膜厚	一番厚く出来る	約 30μm~1 mm	2T~4T
寿命	中間	短い	長い

5. ふっ素樹脂シートライニングの耐熱性と耐薬品性

耐熱性

ふっ素樹脂シートライニングの耐熱温度について当社の基準は、以下の2通りである。

120℃：接着ライニング(接着剤の耐熱温度による)

150℃：ルーズライニング(PFA溶接の耐熱温度による)

ルーズライニングはライニング配管のようにライナーと缶体を接着しない施工方法であるため、限られた条件下での使用となる。また、このルーズライニングを利用し負圧に耐えられるように工夫されたものがルーズライニングのバランスタイプとなる。これは、バントホールから真空引きしライナーの陥没を防止する手法であり、120℃~150℃の高温域、負圧での使用条件下でよく用いられる。

耐薬品性

酸・アルカリ・溶剤がPTFEに重量増加に及ぼす影響についてTable4に示す。ほとんどの工業薬品、溶剤に対して不活性であり、極めて優れた耐薬品性を有するが、例外的に次の薬品には反応を示す。

- ① 溶融状態のアルカリ金属(ナトリウム、カリウム、リチウムなど)は、ポリマーからFを奪い取る。
- ② 高温下でのふっ素ガス、三ふっ化塩素などと反応する。
- ③ 80%NaOH、KOH、B₂H₆のような金属水素化合物、塩化アルミニウム、アンモニアなどが高温になると浸食が見られる。
- ④ 加圧下、250℃の硝酸に徐々に侵される。

使用される流体や何をもって使用不可能かの判断により、その使用可能温度は、どのようにでも設定出来るが、一般的な解釈は、以下の通りである。

ETFEは、これら以外の薬品でもストレスの加わった状態においてはクラックが発生する場合がある。また、PVDFは、全体的に耐薬品性は劣り、特に極性の強い溶剤には、侵される。

Table4 化学的性質

a) 酸、アルカリの影響

酸、アルカリのテフロン® PTFE重量増加に及ぼす影響

試 薬		暴露温度℃	浸せき時間	重量増加%
塩酸	10%	25	12ヶ月間	0
		50	12ヶ月間	0
		70	12ヶ月間	0
	20%	100	8時間	0
		200	8時間	0
硝酸	10%	25	12ヶ月間	0
		70	12ヶ月間	0.1
硫酸	30%	25	12ヶ月間	0
		70	12ヶ月間	0
		100	8時間	0
		200	8時間	0.1
水酸化 ナトリウム	10%	25	12ヶ月間	0
		70	12ヶ月間	0.1
	50%	100	8時間	0
		200	8時間	0
水酸化 アンモニウム	10%	25	12ヶ月間	0
		70	12ヶ月間	0.1

- ・これ等は、実質的に平衡に達した時の値。暴露時間を更に伸ばしても、値が著しく増加する事は、ないであろう。
- ・0.2%以内の重量変化は、実験誤差範囲内である。
- ・試薬の沸点以上の試験は、密閉した容器内で行われたので、その圧力はその温度の蒸気圧におけるものである。

b) 溶剤の影響

溶剤のテフロン® PTFE重量増加に及ぼす影響

溶 剤	暴露温度℃	浸せき時間	重量増加%
アセトン	25	12ヶ月間	0.3
	50	12ヶ月間	0.4
	70	2週間	0
ベンゼン	78	96時間	0.5
	100	8時間	0.6
	200	8時間	1.0
四塩化炭素	25	12ヶ月間	0.6
	50	12ヶ月間	1.6
	70	2週間	1.9
	100	8時間	2.5
	200	8時間	3.7
エチルアルコール (95%)	25	12ヶ月間	0
	50	12ヶ月間	0
	70	2週間	0
	100	8時間	0.1
	200	8時間	0.3
酢酸エチル	25	12ヶ月間	0.5
	50	12ヶ月間	0.7
	70	2週間	0.7
トルエン	25	12ヶ月間	0.3
	50	12ヶ月間	0.6
	70	2週間	0.6

- ・これ等は、実質的に平衡に達した時の値。暴露時間を更に伸ばしても、値が著しく増加する事は、ないであろう。
- ・0.2%以内の重量変化は、実験誤差範囲内である。
- ・試薬の沸点以上の試験は、密閉した容器内で行われたので、その圧力はその温度の蒸気圧におけるものである。

※テフロン® 実用ハンドブック 三井・デュボンフロケミカル(株)¹⁾

耐薬品性を樹脂別に比較すると、

PTFE=PFA>FEP※>ETFE>PVDF

※FEPのライニングは少ない。

施工別に比較すると、

シートライニング>回転成形>コーティング

また、耐食の観点から最高使用温度を判断すると、

コーティング製品：80～100℃

ETFE回転成形：100℃

PFA回転成形：120℃

PTFE・PFAライニング品

接着ライニング：120℃（接着剤限界）

ルーズライニング：150℃（溶接接合品）

※特殊な薬液仕様はこの限りではない。また、長期での寿命差は別途ある。

6. ふっ素樹脂シートライニングの工程

ふっ素樹脂シートライニングの大半は、接着ライニング工法が採用されている。

ふっ素樹脂は、非粘着であり、接着剤をふっ素樹脂表面に塗布しても弾いてしまい缶体と接着することは出来ないため、予め接着表面を表面改質する必要がある。表面改質する方法は、①化学的処理（以下表面処理という）②ガラスバックングシート ③プラズマエッチングなどがあるが、ライニングシートに採用されるのは、主に①、②である。

表面処理は、金属ナトリウムをアンモニア溶液またはナフタレン溶液に溶かし、本溶液で表面のエッチング処理を行う。ナトリウムイオンとふっ素分子を反応させNaFを生成し、カーボン層を表面に析出させる。表面処理後の接着面は、黒褐色となり非粘着性を失う。カーボン層—（接着剤）—金属の接着構造となる。

ガラスバックングシートは、PFAシートを融点以上まで加熱し、ガラスクロスシートを圧入し、冷却して一体化するラミネート製法である。PTFEシートの場合はPTFEの溶融粘土が高く、前述の圧入が出来ないため、PFAフィルムを介在させてラミネートを行う。

ふっ素樹脂シートライニングの工程をFigure2に示す。

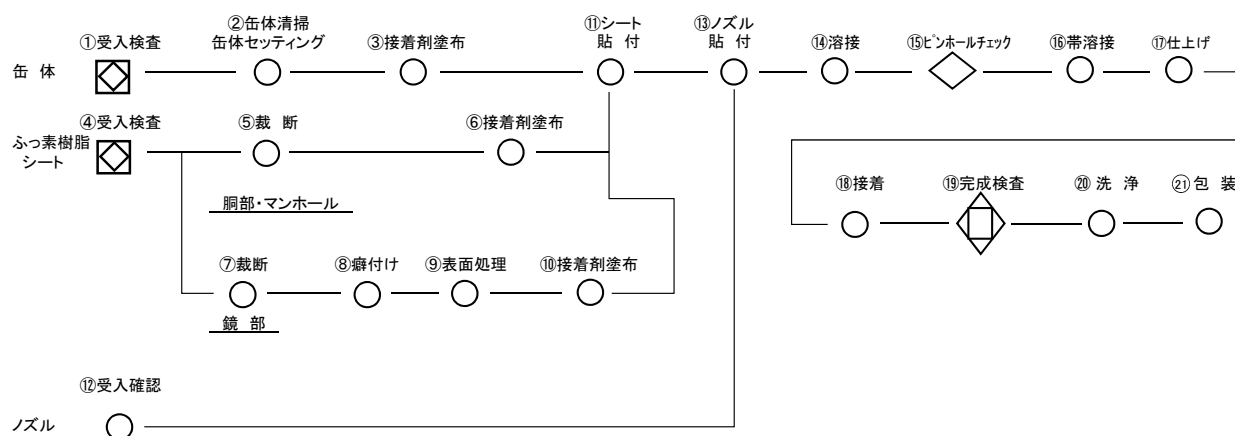


Figure2 ライニング工程

- ① 缶体受入検査：缶体完成後の検査。特にノズルなどの取り合い位置、方向の確認は重要である。内面のプラストは、検査完了後実施する。
- ② 缶体清掃：接着剤を塗布する面の清掃は、接着力に影響を与えるため、重要である。
- ③ 接着剤塗布：缶体に接着剤を塗布する。
- ④ ふっ素樹脂シートの受入検査：書類確認。
- ⑤ ふっ素樹脂シートの裁断：所定の大きさに裁断する。
- ⑥ ふっ素樹脂シートへの接着剤塗布。
- ⑦ 鏡部の裁断：鏡部の端部を裁断する。
- ⑧ 鏡部の癖付け：真空成型により癖付けする。
応用編で詳細を紹介する。
- ⑨ 鏡部の表面処理
- ⑩ 接着剤塗布
- ⑪ 缶体にライニングシートを貼り付ける。
- ⑫ ノズルの受入検査：所定の寸法に仕上がっているか検査する。
- ⑬ ノズル貼り付け：ノズルを缶体に貼り付ける。
- ⑭ 溶接：溶接で接合する。(手動)
- ⑮ ピンホールチェック：溶接欠陥が無いかを検査する。
- ⑯ 帯溶接：(ロボット溶接 応用編で詳細を説明する)
- ⑰ 仕上げ：フランジ部の溶接部を中心にシール面を仕上げる。
- ⑱ 接着：缶体とライニングシートを貼り付ける。
- ⑲ 完成品検査：社内基準の検査を実施する。
- ⑳ 洗浄、梱包、出荷。

分な時間を取るよう工期を設定している。

7. ふっ素樹脂ライニングタンク設計上の注意点

以下にライニングタンク設計上の注意点を説明する。

ふっ素樹脂ライナーを金属のバリ、溶接により損傷しないこと、接着力を保持するための角Rの取り方が、金属タンクだけの施工と大きく違う点である。

7-1) タンクの種類

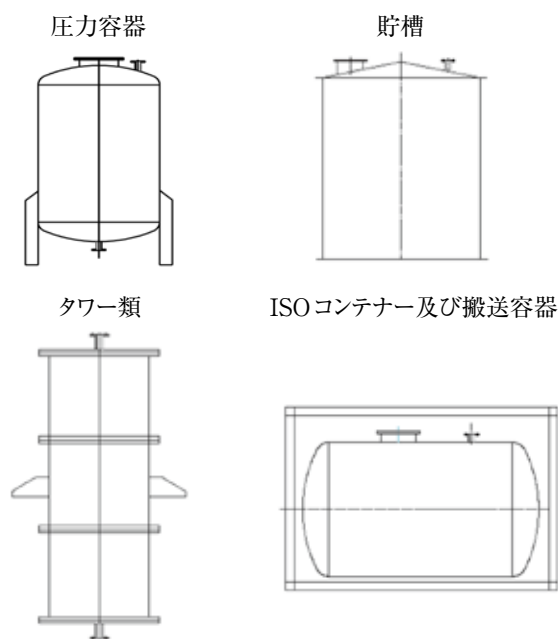


Figure3 タンクの種類

本工程で特に品質について重要なのは、溶接工程である。溶接工数は、長さとは比例関係にあり、この工程には、充

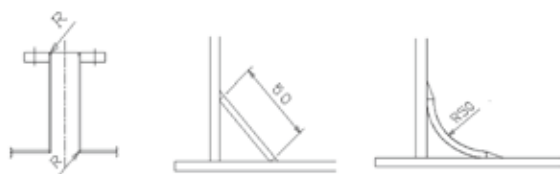
7-2) 製作範囲

金属の缶体設計製作手配、及びタンク内面のふっ素樹脂シートライニングを実施する。

缶体が第一種压力容器や第二種压力容器、消防法などに該当する場合は、ライニング前に所管官庁の検査を受験する。

7-3) ライニング設計の概要

- ・ 胴（胴体）と上蓋部、及び胴と胴で分割された場合は、フランジ接続を原則とする。
- ・ ライニングタンクは一般的な金属タンクとは異なり、ライニング施工面は、なだらかで凸部や凹部が無いことが必要である。タンク内面側の金属溶接ビードは、平滑である必要がある。
- ・ 施工面の凸角となる部位はR状に、凹角については斜めの面や大Rを配する必要がある。また、ノズルの角Rについては各サイズでR3～R5の基準がある。



ノズル凸角の例

底部の凹角の例

Figure4 コーナー凸凹部の施工例

- ・ 缶体にベントホールの設置が必要となる。タンク内の薬液がライニング材を透過し、ライニング材裏に溜るガスの排出口としての機能と、ライニングが破損した場合の漏洩検知穴としての機能を有する。
取付位置及び数量については打ち合わせによる。
- ・ 鏡板は原則として、 $\phi 500 \sim \phi 2000$ までは10%皿形鏡板を使用する。
その他の形状及び大きさの缶体は別途打ち合わせとなる。
- ・ タンク内に人が入り施工するため、本体フランジでの開口若しくは、 $\phi 500$ 以上のマンホール設置が必要である。
また、 10m^3 以上のタンクでは、マンホール2個の設置を標準としている。
- ・ タンク内部の構造は単純な構造とし、バッフルやサポートを取り付ける場合は、打ち合わせによる。
- ・ 缶体内にノズルの金属パイプを突き出した形状はシートライニングでは不可なため、前述のノズル凸角の例で図示する形状である必要がある。
また、ノズルの高さは缶体外面から100mmを標準としている。

- ・ ノズルフランジ面のライニングは、施工の都合上から全面座ライニングでは無く、ボルト内側でのシール座形状が基本である。
- ・ ライニング施工はターニングローラー上での施工が基本となるため、ノズルや付属物が回転で干渉してしまう場合は、設置場所の移設をお願いする場合がある。

8. ふっ素樹脂シートライニング容器の取り扱い上の注意点

1. 使用温度は、反応熱、希釈熱を含み 120°C 以下でご使用のこと。 $(120^\circ\text{C}$ を越える場合は、別途打合せのこと)
2. 原則負圧では使用できない。
負圧で使用する場合は負圧対策が施された容器でなければならない。
よって、容器内液を抜く際は加圧廃液またはベントの開放など容器内が負圧にならない操作が必要である。
また、加温状態で使用する場合は、温度が常温に下がるまでは加圧状態またはベントの開放などが必要である。
3. ライニング後の塔槽への溶接は、絶対に避けること。
また、付近で溶接作業を行う場合は、火花がライニング面に飛散しない様に防炎布などで覆いをするか、溶接施工場を移転するなど対策を講じること。
4. ①ライニング機器の接合フランジ部には、バルフロンジャケットガスケット(No.N7030-T5N、No.N7035-T5N、No.N7031-T5N)を推奨する。
②ガスケット締付面圧(推奨値) $14.7 \sim 19.6\text{MPa}$ の範囲で管理し、数回に分け均一にボルトを締め付けること。
この際、面圧 29.4MPa を超えるとガスケット及びフレアー部が破損する恐れがある。
③バルフロンジャケットガスケットNo.N7030-T5N、No.N7035-T5Nのガスケット係数は $m=3.5$ 、最小締付圧力 $y=14.7\text{N}/\text{mm}^2$ である。
④ガスケットの初期締付面圧は、フレアー部を含めて応力緩和が生じるので、下記の時期に必ず増締めを実施のこと。
 - ・ 初期締付後3～4時間後
 - ・ 運転に入る前
 - ・ 特に温度勾配のある再運転開始時
- ⑤ボルトには、スプリングワッシャーを併用すること。

9. おわりに

当社のライニングタンク製品は20年以上使用されている製品が多くあり、性能と寿命からみれば、決して高価であるとは言えない。

次号応用編では、当社のライニング施工の特徴、薬液透過はどのような仕組みで起こるのか、その対策として有効なことは何かを中心に紹介する。

10. 参考文献

- 1) テフロン®実用ハンドブック 三井・デュポンフロケミカル(株) 2001年版

※「テフロン®」は米国ケマーズ社の登録商標。



菊川 智志
機能樹脂PM付



岩田 敦利
研究開発本部
第2商品開発部

リフラクトリーセラミックファイバー 代替シール材

1. はじめに

アスベストの代替として、様々な人造鉱物繊維が開発され使用されてきたが、一部に発がん性が懸念されるものがあり、各国で規制が実施されている。日本国内においても、2015年11月にリフラクトリーセラミックファイバー（以下、RCF）が特定化学物質障害予防規則（以下、特化則）の管理第二類物質及び、特別管理物質に位置づけられた。主な規制内容は以下のとおりであり、主に製造において種々の管理が必要となった¹⁾。

＜主な管理項目＞

- ① 局所排気の設置
- ② 作業主任者の選任
- ③ 掲示、作業記録の作成・保存
- ④ 作業環境測定の実施
- ⑤ 健康診断の実施

しかし、バインダーで固定化された成形品やRCFが密封された製品は規制の対象外であるが、当該品を切断、研磨などを行う場合には、RCFなどの粉塵が発散するおそれがあるため、特化則が適用される。

RCFは1,000℃以上の高温域でも使用できる耐火材・断熱材として、鉄鋼・石油・化学などの各種プラントで広く使用されてきた。シール材においても、その優れた耐熱性から、ガスケット、グランドパッキンなど、様々な製品に用いられていた。当社は法規制に伴いRCFに替えて、生体内で溶解性がある無機繊維を採用することで、安全面と性能を両立させた製品を開発した。これらの繊維は呼吸器系に吸入されても、体内で溶けやすく、健康影響へのリスクが低いと考えられており、法規制対象外となっている。

Table1にRCF代替対象製品を示す。本報では、うず巻形ガスケット、メタルジャケットガスケット、ゴム引き織布ガスケット、グランドパッキンにおいての代替品を紹介する。

Table1 RCF代替対象製品

対象製品群	当社品番
うず巻形ガスケット	No.8590シリーズ
メタルジャケットガスケット	No.N510、N520、N530、N570、N580、N6520、N6580
ゴム引き織布ガスケット	No.P-N314
紡織品	No.P-101S、P-102SF、P-102S、P-105S、P-105SN、P-112S、P-112S-N
グランドパッキン	No.N340G-F、N340M-F

2. うず巻形ガスケット

うず巻形ガスケットは、高温高压用として設計されたセミメタリックガスケットであり、シール性及耐熱性に優れていることから、一般配管、機器など広い用途で使用され、蒸気や熱媒などのシールに用いられている。V字形状にくせ付けした金属帯（フープ）と軟質密封帯（フィラー）をうず巻状に巻き合せたものであり、使用条件により、金属製内外輪を装着したものが一般的に用いられる。

うず巻形ガスケットに使用しているフィラーの一つである無機質紙は、有機・無機繊維、充填材、及びゴムバインダーを混合、抄紙したもので、最高使用温度は500℃である。無機質紙フィラーには、アスベストに替わる無機繊維としてRCFが使用されていた。

当社は、RCFの代替繊維として生体溶解性ロックウールを使用した無機質紙フィラーうず巻形ガスケット（No.8590シリーズ）を開発した（Figure1）。生体溶解性ロックウールは、特化則の規制対象外の繊維であり、EU指令97/69/EC「人造非品質繊維の発がん分類と包装表示」のNote Qにより、発がん性分類から除外されている。

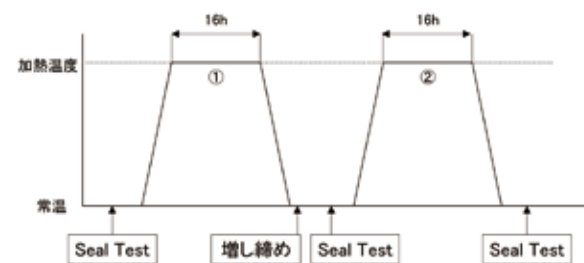
以下に生体溶解性ロックウールを用いたRCF代替品（以下、RCF代替品）の性能を示す。Table2は高温のシール特性評価として、ガスケットをフランジに締結した状態で加熱し、常温に冷却後のシール性を評価した結果である。ライン入りとは膨張黒鉛フィラーの酸化消失を防ぐため、両端に無機質紙フィラーを配置した製品である。RCF代替品に漏れはなく、

十分な高温シール性を有していることが確認された。



Figure1 No.8590シリーズ(RCF代替品)

Table2 No.8596V、No.8596VLの高温特性比較



サイクル数	試料	漏えい量 [Pa・m³/s]		
		No.8596V (RCF代替品)		
		400°C	500°C	600°C
0		漏れなし	漏れなし	漏れなし
1		漏れなし	漏れなし	漏れなし
2		漏れなし	漏れなし	漏れなし

※試験条件

内圧 : 4MPa(400°C、500°C)、1MPa(600°C)

締付力 : 面圧70MPa相当のボルト締め

Table3に示すのは耐蒸気性の評価結果である。一般的に生体内で溶解性を持つ繊維は、蒸気や水と接する条件下で繊維の強度が低下すること懸念される。耐蒸気性を評価するため、蒸気暴露後に窒素ガスでシール性評価を行い、劣化を確認した。その結果、RCF代替品に漏れは見られず、RCF含有品と同等のシール性能であった。

なお、繊維を変更したことによる、m、y値等の設計データに変更はなく、従来のRCF含有品と同様に使用することが可能である。

Table3 No.8596Vの耐蒸気特性比較

蒸気暴露期間	シール評価 内圧 [MPa]			
	No. 8596V (RCF含有品)		No. 8596V (RCF代替品)	
	2.0	4.0	2.0	4.0
暴露前	漏れなし	漏れなし	漏れなし	漏れなし
1week	漏れなし	漏れなし	漏れなし	漏れなし
3week	漏れなし	漏れなし	漏れなし	漏れなし

※試験条件

暴露流体 : 30K蒸気(230°C、3MPa)

締付力 : 面圧70MPa相当のボルト締め

3. メタルジャケットガスケット

メタルジャケットガスケットは、フェルト(無機材料からなる厚板)の外側を金属薄板で被覆したセミメトリックガスケットである。複雑な形状や幅の狭い寸法が製作できるため、塔槽類や熱交換器などに使用されている。

メタルジャケットガスケットは、500°C以上で使用されることも多く、中芯材となるフェルトには耐熱性が優れたRCFが使用されていた。メタルジャケットガスケットはフェルトが完全に金属に被覆されているため、暴露する恐れは少ない。そのため、先に述べたように法規制の対象外となるが、より安心・安全に使用していただくため、特化則規制対象外物質である無機繊維に代替したメタルジャケットガスケット(No.N510、N520など)を開発した(Figure2)。

RCF含有品、RCF代替品の比較データとして、600°Cの熱サイクルシール特性結果をFigure3に示す。これは、ガスケットをフランジに締結し、温度サイクルを複数回与えた後の常温シール性を比較した結果である。Figure3より、RCF代替品はRCF含有品と比較して、加熱サイクルを与えた後も同等以上のシール性を有していることが分かる。

なお、うず巻形ガスケットと同様、各種設計データに変更はなく、RCF含有品と同様に使用することが可能である。



Figure2 No.N510、N520など(RCF代替品)

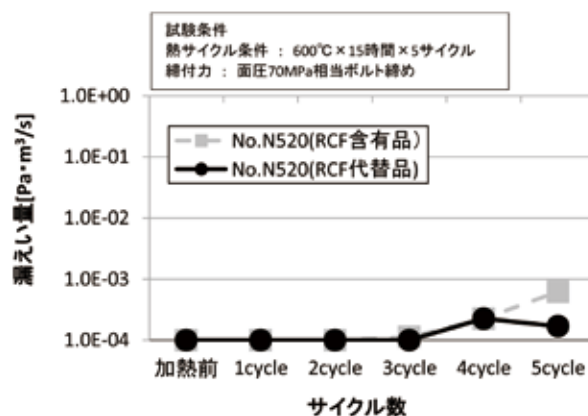


Figure3 No.N520の高温特性比較

4. 織布ガスケット

織布ガスケットは、布やリボン、ヤーンといった形状のガスケットでRCF素材は500℃以上で使用されている。中でも織布にゴムなどを含浸し、特殊な処理をしたガスケットは、主に機器のマンホール、排ガスのダクトのフランジなど、比較的漏れが許容される箇所に用いられている。

当社は、RCFに替え、生体溶解性繊維(BSF)を使用したガスケットの供給を開始した。BSFはRCFより生体内での滞留性が低い繊維で、特化則の規制対象外繊維である。RCF代替品はBSFを主原料に少量の有機繊維を加えた織布にゴムなどを含浸し、シール性を向上させた製品となっている。

RCF含有品、RCF代替品の比較データとして、800℃の熱サイクルシール特性結果をFigure4に示す。Figure4より、RCF代替品はRCF含有品と比較して、同等以上のシール性を有していることが分かる。

なお、ゴムを含浸した織布ガスケットの各種設計データに変更はなく、RCF含有品と同様に使用することが可能であるが、ゴムを含浸せず織布の紡織品としてクロスやリボンを使用する場合には、最高使用温度に注意が必要である。従来のRCFを用いた織布の最高使用温度が1260℃であったのに対し、BSFを用いた織布の最高使用温度は1000℃となる。これは、BSFの耐熱性がRCFより劣るためである。1000℃以上で使用可能な無機繊維にアルミナ繊維があるが、非常に高価であり、まだこの領域は課題が残る。

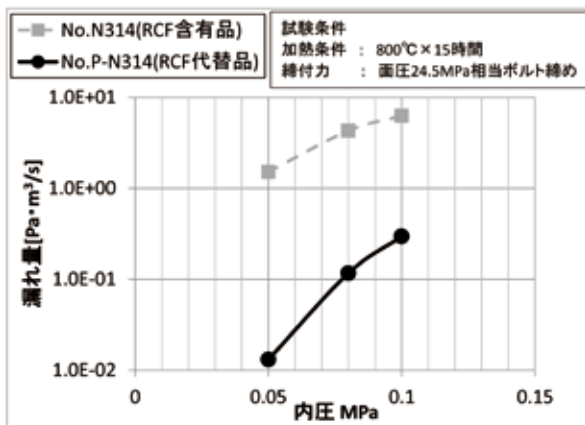


Figure4 No.N314、P-N314の高温特性比較

5. グランドパッキン

グランドパッキンは、バルブ、回転ポンプ、その他様々な機器の軸封用のパッキンとして幅広く用いられているが、断面

角形に編組されたロープのような形状であるため、シール材としての汎用性が高く、多少の漏れを許容可能で耐熱性が求められるボイラー・タービンの排熱ダクトの継手部分、マンホールなどの固定部などのシール材としても使用されている。

これらの用途の多くは400℃以上の高温であるため、グランドパッキンには耐熱性の高いRCFが使用されてきた。しかしRCFが特化則の規制対象となったため、規制対象外繊維であるBSFを使用したRCF代替グランドパッキンの供給を開始した(Figure5、6)。



Figure5 No.N340G-F (RCF代替品)



Figure6 No.N340M-F (RCF代替品)

No.N340M (RCF含有品)、N340M-F (RCF代替品)の比較データとして、500℃の高温シール特性結果をFigure7に示す。Figure7より、No.N340M-F (RCF代替品)はNo.N340M (RCF含有品)と比較して、同等以上のシール性を有していることが分かる。

一方、RCF代替品に使用しているBSFは生体溶解性を持つため、高炉ガスや排ガスなど、水分を殆ど含まない高温条件下(乾熱)では、従来のRCF含有品と同等の性能を発揮するが、蒸気や熱水などの条件下(湿熱)での耐性は不明であり、注意が必要である。

多少の水濡れであればすぐに分解は起こらないが、その場合十分乾燥させた後の使用を推奨する。

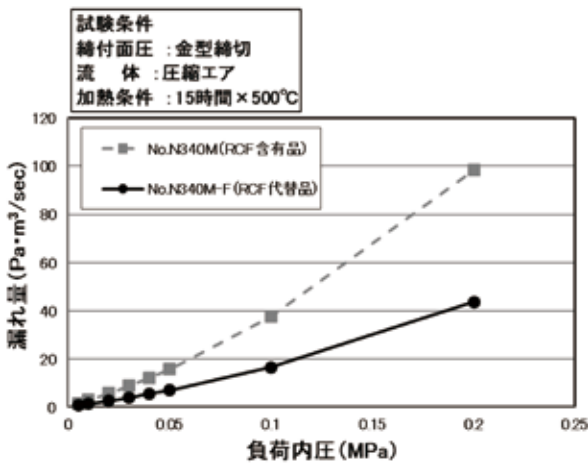


Figure7 高温時のシール特性比較

6. おわりに

シール材は様々な過酷な条件での使用に耐えられるよう、耐熱性、耐薬品性、高強度などの多種多様な特性を持った材料を組合せて構成されている。

しかし、環境負荷や人体への悪影響を軽減させるための国際的な規制が進み、更に使用可能な材料が限定されていくと考えられる。

我々シールメーカーはこれからも、顧客の安心・安全に貢献できるよう環境負荷を低減し、人体への悪影響のない製品を開発していく。

7. 参考文献

- 1) セラミックファイバー工業会 セラミックファイバー製品の取扱い 平成28年1月改定版



濱出 真人
 研究開発本部
 第1商品開発部

高温用シートガスケット バルカーヒートレジストシート™ No.HRS

1. はじめに

石油精製、石油化学などの分野における高温域では、うず巻形ガスケット、メタルジャケットガスケット、リングジョイントガスケット、ゴム引き織布ガスケットなどが使用されており、圧力クラスにより使い分けられている。

なかでも、低圧用途で使用されているゴム引き織布ガスケットは、内部が緻密でないため十分なシール性が得られず、また材料劣化により中長期的なシール性に不安がある。それに加えて、ゴム引き織布ガスケットの構成材料であるリフラクトリーセラミックファイバー(RCF)が2015年11月に特定化学物質障害予防規則の管理第二类物質及び、特別管理物質に位置づけられたことにより、材料メーカーからの供給が受けられなくなり、生体溶解性繊維(BSF)に代替されたものの、BSFの耐熱性はRCFに及ばず、1000℃以上の環境下では使用が困難である。

これらの課題を解決するために、当社は従来のゴム引き織布ガスケットからシール性を格段に向上させ、更に1200℃まで使用可能なシート系ガスケットである、バルカーヒートレジストシート™ No.HRSを開発した。No.HRSは高温・低圧用途におけるガスケットの課題を解決した製品である。ここにバルカーヒートレジストシート™ の特性を紹介する。

2. 構成及び特長

2-1) 構成

No.HRSは、無機物質からなる白色のシートである。膨張黒鉛シートNo.VF-35Eと同様に、ステンレス鋼薄板(厚さ0.05mm)の両面にシート素材を貼り付けた構成である。Figure1、2に外観写真、構成を示す。

2-2) 特長

①従来のゴム引き織布ガスケットと比較して格段にシール性が向上しており、燃焼ガスに含まれる NO_x や SO_x などの環境汚染物質の排出低減に効果的である。

- ②ゴムバインダーなどの有機成分の含有量を極限まで減らし、また耐熱性に優れた無機繊維を使用しているため、1200℃まで使用可能である。
- ③ゴム引き織布ガスケットと比較しフランジへの固着が少なく、清掃容易である。



Figure1 バルカーヒートレジストシート™ No.HRSの外観写真

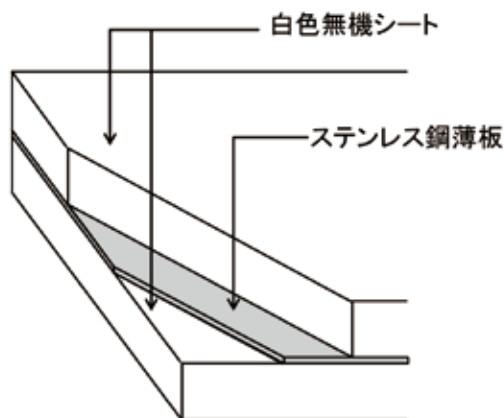


Figure2 製品構成

3. 使用用途

機器のマンホールや排気ダクトなど、内部流体は低圧であるものの、フランジ強度が低い箇所や、締付力をあまり負荷できない箇所のシール材として適している。また、オイルパーナーや高温送風装置、熱回収ラインのアクセスドアなどのシール材としても使用可能である。

なお、従来のゴム引き織布ガスケットよりシール性は格段に向上しているが、ジョイントシートなどのシートガスケットと比較すると漏れ量は多くなるため、使用する際は注意が必要である。

4. 製品仕様

4-1) 標準寸法

標準寸法をTable1に示す。厚さは1.5mm、3.0mmをラインアップしており、最大外径は900mmとなる。シートガスケットであるため、様々な形状に加工可能である。

Table1 標準寸法 (単位 mm)

厚さ	最大外径
1.5 3.0	900

4-2) 使用可能範囲

使用可能温度は-200～1200℃である。なお、No.HRSは排気ダクトなどの低圧用途向けであり、1MPa以上の高圧用途にはメタルガスケット、セミメタルガスケットを推奨する。

4-3) 推奨締付面圧・最大許容締付面圧

推奨締付面圧をTable2に示す。

Table2 推奨締付面圧

流体	推奨締付面圧 (MPa)
液体	20
ガス	20

備考 推奨締付面圧は流体圧力を考慮せず、一般的な条件に必要な締付面圧であり、ガスケットの接触面積についての面圧である。

5. 特性評価

5-1) 常温シール特性

常温シール性評価結果をFigure3に示す。従来のゴム引き織布ガスケットと比較して、漏れ量は100分の1以下となり格段にシール性が向上している。また、締付面圧10～20MPaでも漏れ量が少なく、フランジ強度などで締付力があまり負荷できない箇所でも良好なシール性を得られる。

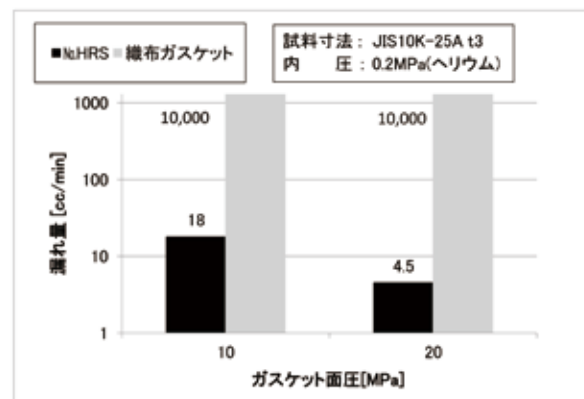
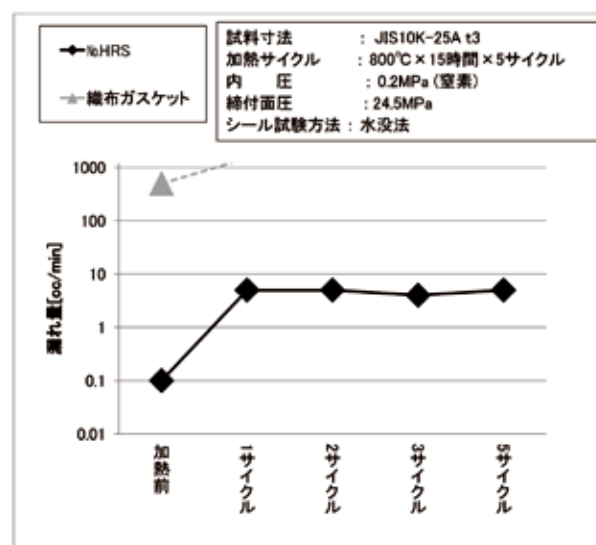


Figure3 常温シール特性

5-2) 熱サイクルシール特性

Figure4は高温のシール特性評価として、ガスケットをフランジに締結した状態で加熱、冷却を繰り返し、冷却後の常温シール性を評価した結果である。No.HRSは、従来のゴム引き織布ガスケットと比較して、加熱後も漏れ量が少なく、サイクル数を重ねても高いシール性を維持している。



(加熱サイクル条件)

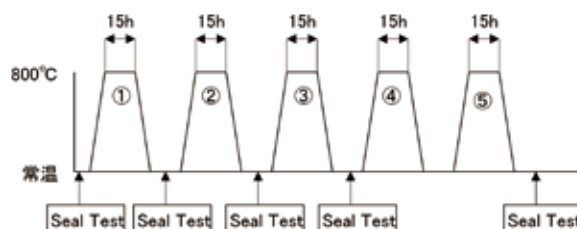


Figure4 熱サイクルシール特性

5-3) 接合品の常温シール特性

No.HRSの最大外径は900mmであるが、アリ溝加工による接合(Figure5)により、最大外径を超える大口径品にも対応可能である。この場合の継ぎ作業は、施工現場での実施となる。



Figure5 アリ溝加工

アリ溝加工の有無による常温シール性評価結果をFigure6に示す。接合①はペースト塗布なし、接合②は接合端面にガスケットペーストNo.M6を塗布している。接合なしと接合①の漏れ量の差は軽微であり、シール性は同等である。更に安全に使用するため、接合品の場合は接合端面にペーストNo.6Mを塗布することを推奨する。

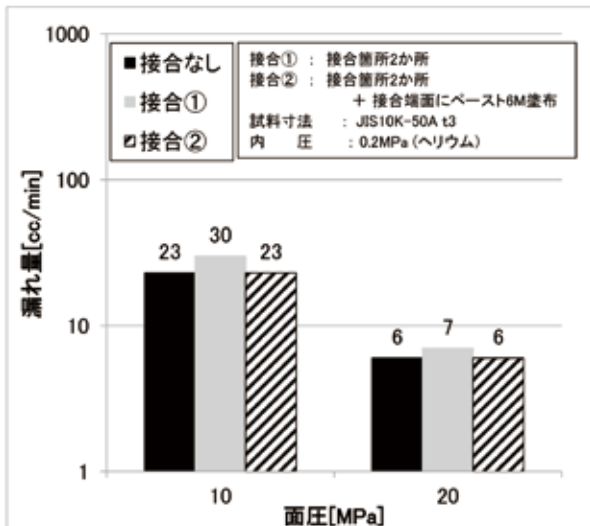


Figure6 接合品の常温シール特性

5-4) 耐熱性

耐熱性の評価として、加熱後の形状保持性を評価した。Figure7に1000℃、1200℃の空气中で加熱した後の外観写真を示す。No.HRSは加熱後も、形状の変化や粉体化がな

く、そのままの形状を保っていた。これより、高温での使用の際も内圧でガスケットが破壊されるなどの恐れは少ない。

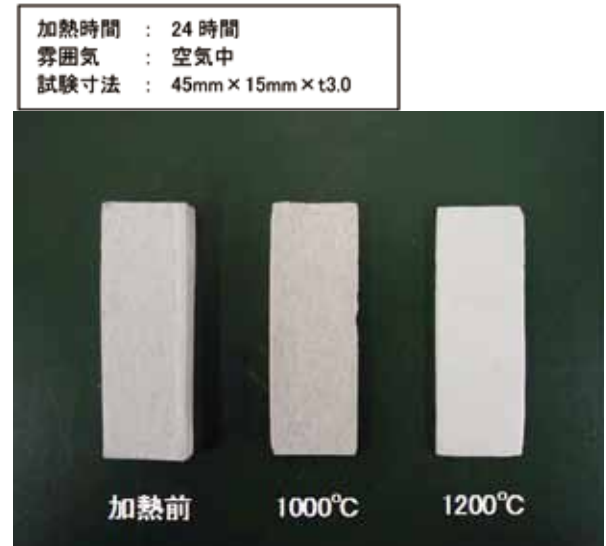


Figure7 加熱後形状保持性評価結果

5-5) 固着性

高温環境下では、ガスケットのフランジへの固着が激しく、取り外しの際、時間と労力がかかる課題がある。加熱サイクルを繰り返した後のフランジへの固着性をFigure8に示す。No.HRSはゴムバインダー量を極限まで減らしており、また平滑性の高い無機充填材を使用しているため、従来のゴム引き織布ガスケットと比べて、フランジへの固着が格段に少ない。フランジへの固着が少ないことが、結果としてフランジ清掃が容易となるため、施工時の工数低減に効果が期待出来る。

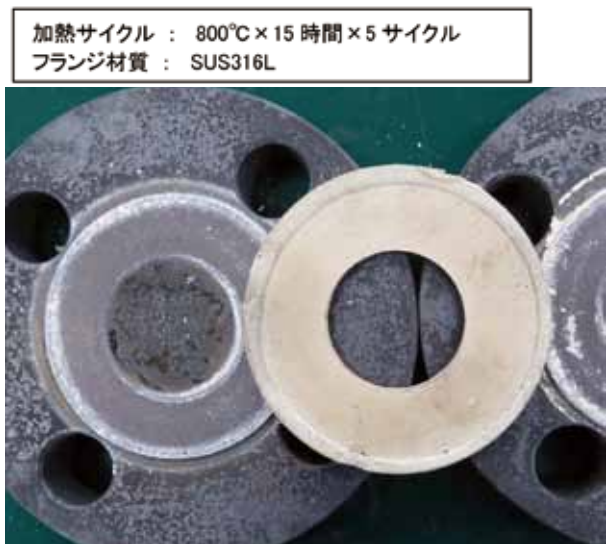


Figure8 フランジへの固着性

5-6) 耐圧壊性

ガスケットに過剰な締付力が負荷された場合、ガスケットが破壊される場合がある。面圧100MPaを負荷した場合のNo.HRSの外観写真をFigure9に示す。締付面圧100MPaを負荷しても、ガスケットが圧縮破壊されることはない。

試料寸法 : $\phi 100 \times \phi 64$
 負荷面圧 : 100MPa
 圧壊判定 : 亀裂の発生



Figure9 面圧100MPa負荷時の外観

6. おわりに

今回紹介したバルカーヒートレジストシート™ No.HRSは、高温・低圧用途で使用されてきた従来のゴム引き織布ガスケットより、シール性・耐熱性が格段に向上しており、長期的に安心・安全に使用することが出来る製品である。既に実機評価や採用いただいている箇所もあり、今後厳しくなる環境規制に対応できるガスケットとして、活用いただければ幸いである。



高橋 聡美
 研究開発本部
 第1商品開発部

テクノロジーニュース 直近のバックナンバー

No.34 Winter 2018

【カスタマー・ソリューション特集】

- **ご挨拶** 代表取締役社長 兼 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** 常務執行役員 研究開発本部長 青木 睦郎
- **解説** ASME PVP2016受賞論文の解説 H&S事業本部 村松 晃
- **技術論文** 配管曲げモーメントを受けるPTFEガスケット付き管フランジ締結体の力学挙動評価
研究開発本部 第1商品開発部 佐藤 広嗣
広島大学 澤 俊行
三菱ケミカル株式会社 森本 史一
沼津工業高等専門学校 小林 隆志
研究開発本部 第1商品開発部 元野 雄太
研究開発本部 第1商品開発部 鈴木 憲
中部電力株式会社 松田 真一
中部電力株式会社 杉村 卓哉
- 改良EPDM材料の高温環境特性の評価
- ガスケットの選定指針及び選定トラブルとその対策
営業本部 テクニカルソリューショングループ 松下 明日香
- **寄稿** 大口径フランジのボルト締結におけるツール選定と施工上の注意点
トルクシステム株式会社 代表取締役 北原 真一
- **事業紹介** H&Sデモカーのご紹介 H&S事業本部 野々垣 肇
- **製品の紹介** 改良版シールペースト 研究開発本部 第1商品開発部 濱出 真人
多用途ケミカル用グランドパッキン 研究開発本部 第1商品開発部 須川 修司
研究開発本部 第1商品開発部 濱出 真人

No.33 Summer 2017

【カスタマー・ソリューション特集】

- **ご挨拶** 常務執行役員 研究開発本部長 青木 睦郎
- **技術論文** ガスケットの使用条件不適合とその対策 海外統括本部 海外テクニカルソリューショングループ 江西 俊彦
金属平形ガスケット付き管フランジ締結体の基礎シール特性評価 研究開発本部 開発部 佐藤 広嗣
新興プランテック株式会社 近藤 康治
広島大学名誉教授 澤 俊行
研究開発本部 高橋 聡美
- ガスケット装着時のトラブルとその対策 営業本部 テクニカルソリューショングループ 秋山 聡
- シール・クイックサーチャージャー (SQS) の紹介と活用方法(エラストマー編) 研究開発本部 開発部 上田 彰
- 体験型シール施工研修センター シールトレーニングセンター H&S事業本部 村松 晃
- **寄稿** プラントにおけるフランジ締結体の締付け管理
三菱ケミカル株式会社 水島事業所 設備技術部 機械2グループ 森本 史一

【創業 90 周年特集】

●ご挨拶

代表取締役社長 兼 CEO 瀧澤 利一

●創業 90 周年特集号の発行によせて

常務執行役員 研究開発本部長 青木 睦郎

●90 周年特集号発刊にあたって

バルカーテクノロジーニュース創業 90 周年特集編集委員会

●バルカーの技術と顧客価値の変遷

シニアフェロー 西田 隆仁

●寄稿 日本バルカー工業創業 90 周年特集号に寄せて

広島大学名誉教授 澤 俊行

進化するガスケット及びシーリング技術

沼津工業高等専門学校 機械工学科 小林 隆志

バルカー創業 90 周年おめでとうございます

日本バルカー工業株式会社 元取締役技術本部長 岩根 孝夫

バルカーテクノロジーニュース 90 周年特集号の発刊によせて

日本バルカー工業株式会社 元常務取締役（技術・事業開発担当） 森 嘉昭

CTO 時代の思い出

日本バルカー工業株式会社 元 CTO 黒田 博之

●技術論文 PTFE に充填材を添加した材料の種類と用途の紹介

研究開発本部 開発部 機能樹脂製品開発グループ 和田 陽一郎

PTFE 加工品の精度と成型品の方向性の解説

研究開発本部 開発部 機能樹脂製品開発グループ 樹脂第3チーム 川井 成子

研究開発本部 開発部 機能樹脂製品開発グループ 樹脂第3チーム 太田 伸幸

シール・クイック・サーチャー（SQS）の紹介と活用方法（ガスケット編）

営業本部 テクニカルソリューショングループ 江西 俊彦

シリンダ用ピストンシールシステムの鳴きトラブルの原因と解決方法

研究開発本部 開発部 高橋 謙一

Oリングの固着トラブル要因と解決法

研究開発本部 開発部 岡崎 雅則

PTFE 系ガスケット付きボルトフランジ締結体の高温・長期特性評価

研究開発本部 開発部 佐藤 広嗣

●技術年表

日本バルカー工業株式会社から「株式会社バルカー」へ

グローバル化を進め、モノづくりにとどまらない
『モノ・コト・ヒトを通じた価値創造企業』に生まれ変わります。
2018年10月1日から新社名に変更。

地球に、そして人にやさしいモノづくり……

現代ガスケット概論



定価 3,000円＋税

近年の様々な環境規制に伴い、ガスケットの種類及びその材料は大きく変容し、ボルト締めフランジ継手の設計基準にも大きな動きが見られます。

そうした技術的情況を受け、JIS B 0116 “パッキン及びガスケット用語”も37年ぶりに全面改正されました。

このほど当社が刊行いたしました“現代ガスケット概論”は、JIS用語規格改正に至った技術的背景をたどるとともに、ガスケットとボルト締めフランジ継手の技術的基礎を分かり易く説明した初めての“ガスケット解説書”と言えるもので、ガスケットにかかわる多くの方々の参考になると信じております。

著者：日本バルカー工業株式会社
シニアフェロー 西田 隆仁
(にしだ・たかひと)



〒141-6024 東京都品川区大崎2-1-1 ThinkPark Tower 24F
お問い合わせ先：総務人事部 Email: sr@valqua.co.jp
TEL.03(5434)7370 FAX.03(5436)0560



■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

●札幌営業所	☎(011)736-5620	Fax.(011)736-5621
●仙台営業所	☎(022)264-5514	Fax.(022)265-0266
●日立営業所	☎(0294)22-2317	Fax.(0294)24-6519
●京浜営業所	☎(045)444-1715	Fax.(045)441-0228
●豊田営業所	☎(0566)77-7011	Fax.(0566)77-7002
●名古屋営業所	☎(052)811-6451	Fax.(052)811-6474
●北陸営業所	☎(076)442-0522	Fax.(076)442-0523
●彦根営業所	☎(0749)26-3191	Fax.(0749)26-7503
●大阪営業所	☎(06)6265-5031	Fax.(06)6265-5040
●姫路営業所	☎(079)241-9827	Fax.(079)241-8571
●岡山営業所	☎(086)435-9511	Fax.(086)435-9512
●中国営業所	☎(0827)54-2462	Fax.(0827)54-2466
●周南営業所	☎(0834)27-5012	Fax.(0834)22-5166
●松山営業所	☎(089)974-3331	Fax.(089)972-3567
●北九州営業所	☎(093)521-4181	Fax.(093)531-4755
●長崎営業所	☎(095)861-2545	Fax.(095)862-0126
●高崎駐在所	☎(027)341-8469	Fax.(027)341-6717
●厚木駐在所	☎(046)401-1554	Fax.(046)401-1553
●富士駐在所	☎(0545)87-2757	Fax.(0545)87-2213
●四日市駐在所	☎(059)353-6952	Fax.(059)353-6950
●堺駐在所	☎(072)227-1680	Fax.(072)227-1681
●広島駐在所	☎(082)250-7551	Fax.(082)256-8623
●宇部駐在所	☎(0836)31-2727	Fax.(0836)32-0771
●熊本駐在所	☎(096)364-3511	Fax.(096)364-3570
●延岡駐在所	☎(0982)92-0193	Fax.(0982)92-0192
●大分駐在所	☎(090)2502-6125	Fax.(097)555-9340

VALQUA TECHNOLOGY NEWS

夏号 No.35 Summer 2018

発行日・・・2018年7月31日
編集発行・・・日本バルカー工業株式会社
〒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 ☎(06)4801-9586 Fax.(06)4801-9588
●福山営業所 ☎(084)941-1444 Fax.(084)943-5643

■バルカー・ガーロック・ジャパン株式会社
●本 社 ☎(03)5510-2177 Fax.(03)3591-5377

<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。