

ニチアス 技術時報

No. 407

2024年 4号

CONTENTS

- **【製品・サービス紹介】**
半導体産業向け
TOMBO™ No.9003-PFA「ナフロン® PFAチューブ」
- **【製品・サービス紹介】**
医療用向けPTFEチューブの紹介
- **【技術レポート】**
TOMBO™ No.1839R
「グラシール® ボルテックス® ガスケット-L」の
液化水素輸送配管の口径拡大への適用性評価
- **【特別企画】**
フリーアクセスフロア製品で「SuMPO EPD」を取得

ニチアス技術時報

No.407 2024年 4号

目次

【製品・サービス紹介】

◆半導体産業向け

TOMBO™ No.9003-PFA「ナフロン® PFA チューブ」 1

高機能製品事業本部 樹脂技術開発部

【製品・サービス紹介】

◆医療用向け PTFE チューブの紹介

..... 7

工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

【技術レポート】

◆TOMBO™ No.1839R

「グラシール® ボルテックス® ガスケット-L」の液化水素輸送配管の口径拡大への適用性評価 11

基幹産業事業本部 プラント技術部 技術サービス課 一柳 寛

【連載】

◆「断つ・保つ」® 技術を支える分析（第2回）

..... 16

【特別企画】

◆フリーアクセスフロア製品で「SuMPO EPD」を取得

..... 18

送り先ご住所の変更、送付の停止などにつきましては、下に記載のフォームよりご連絡ください。
なおその際は、宛て名シールに記載されている7桁のお客さま番号を必ずお知らせくださいますよう、お願いいたします。

〈技術時報定期購読の宛先変更・停止 申し込みフォーム〉



ニチアス 技術時報 宛先

検索



本誌の内容は当社のホームページでもご紹介しております。
<https://www.nichias.co.jp/>

〈連絡先および本誌に関するお問い合わせ先〉

ニチアス株式会社 経営企画部広報課

TEL：03-4413-1194

FAX：03-3552-6149

E-mail：info2@nichias.co.jp

半導体産業向け TOMBO™ No.9003-PFA 「ナフロン® PFAチューブ」

高機能製品事業本部 樹脂技術開発部

1. はじめに

半導体市場は、2023年から2030年にかけて全世界の成長率は年平均10%であり、2030年には1兆ドル規模に達することがSEMIジャパンより2023年12月に発表されています。牽引ドライバーはデジタルトランスフォーメーションの推進やAIの普及加速が挙げられ、AIのクラウドサービスにおいてはデータサーバー需要が急拡大しており、またスマートフォンや車載などエッジ端末へのAI搭載もますます進むと予想されています。

半導体があらゆるアプリケーションに搭載されているように、ふっ素はまた半導体製造のあらゆるシーンで利用されています。半導体製造プロセスにおいては高純度のふっ素ガスがドライエッチング工程で基板の清浄化やガス雰囲気制御に使われます。半導体製造工場では高純度薬液を貯蔵する薬液タンクやバルブなどの流体制御機器、そしてそれらを繋ぐ薬液移送配管にふっ素樹脂が使われています。また、ふっ素樹脂やふっ素ゴムは、半導体製造装置のOリングやフィルター、ウエハーの処理が行われる周辺部品のノズルやプロセスチャンバーなどにも多く使われています。このように、ふっ素樹脂はその特性である純粋性、耐薬品性、耐熱性から半導体製造において欠かせない材料となっています。

半導体集積回路の微細化に伴い、半導体の歩留まりに影響する微小粒子や金属汚染の低減に向けたクリーン化への要求がますます高まっています。クリーン化については半導体製造工場をはじめ業

界全体で日進月歩の取り組みがなされています。弊社ではふっ素樹脂であるPFA（パーフルオロアルコキシアルカン）を使用した製品をいち早く半導体分野でご使用いただいております。クリーン化の要求に応えるべく製品開発をしております。そのなかで、本稿ではクリーン化をはじめ半導体製造におけるさまざまな要求に対応したTOMBO™ No.9003「ナフロン® チューブ」の中のPFAチューブ製品のラインアップと特長についてご紹介します。

2. 半導体産業向けPFAチューブに求められる特性

2.1 低汚染性

半導体製造ラインの立上げ初期においては、ライン全体が汚染された状態であるためフラッシングと呼ばれるライン洗浄が行われており、清浄度が安定するまでに多くの時間を費やすとともに大量の超純水や高純度薬液を消費しています。このことからPFAチューブには初期汚染が少ないことが求められます。初期汚染については弊社のPFAチューブ製造技術により金属汚染の低減に向けた取り組みを継続しております。汚染物の除去性についてはチューブ内表面の平滑性が寄与するため、平滑性の向上が求められます。

2.2 耐透過性

半導体製造プロセス、とりわけ洗浄工程などのウェットプロセスでは酸系の薬液が多用されてい

ます。酸の中でもHFやHClのような分子サイズが小さい薬液はPFAチューブに対する透過性が高く、透過した成分から成る塩化物が外表面に付着するなどの現象が有り、その対策が求められています。

2.3 導電性

一般的に、絶縁体に大きな電圧がかかった際に急激に抵抗値が低下し、電流が流れる絶縁破壊現象があります。絶縁体であるPFAチューブ内を薬液が流動する際に、その接触界面において電荷が分離し、液体とともに流れる電荷と管壁に残る対極電荷による流動帯電現象が起こり、チューブ内で電位差上昇が発生します。PFAに含まれるフッ素原子は電気陰性度が高いため、管壁に負の帯電を溜め、PFAチューブ内では電位上昇が起こりやすくなります。従って、チューブに導電性を持たせて電位上昇を抑制することで火花放電や絶縁破壊を防止することが求められています。

- 透明性の向上 (対一般PFAチューブ) (図3)
- 絶縁耐力の向上 (対一般PFAチューブ)
- 溶出ふっ化物イオンの低減化
- 応力環境下での耐ストレスクラック性向上 (対一般PFAチューブ)
(ex. 硫酸過水, 発煙硫酸)

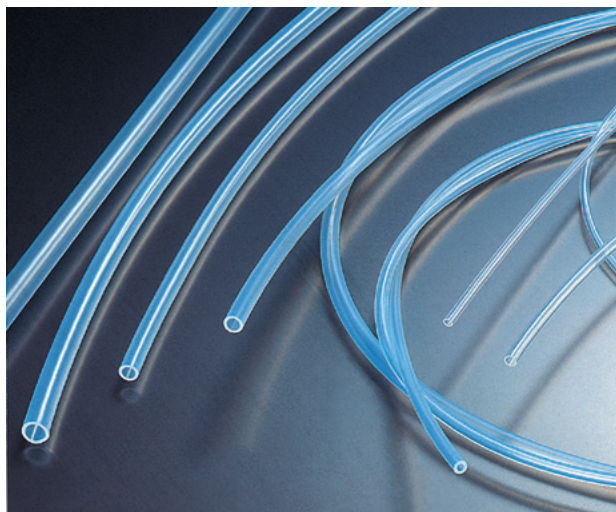


図1 TOMBO™ No.9003-PFA-HG [ナフロン® PFA-HGチューブ]

3. 製品概要

このような市場の要求に応えるべく多彩なラインアップを取り揃えており、以下に各製品についてご紹介します。

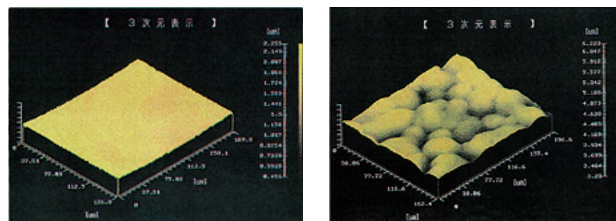
3.1 「ナフロン® PFA-HGチューブ」

3.1.1 概要

TOMBO™ No.9003-PFA-HG 「ナフロン® PFA-HGチューブ(以下, HGチューブ)」はフッ素イオン溶出の少ない末端基が安定化処理されたPFA原料を用い、かつPFAの高次構造(球晶の微小化)を制御することにより、チューブ内面の平滑化を可能にしたPFAチューブです(図1)。ウルトラクリーン化を要求される半導体・液晶産業分野での用途に最適です。

3.1.2 特長

- チューブ内表面の平滑性 ($R_t = 0.2 \mu\text{m}$) (図2)
- パーティクルや薬石の滞留低減化
- クリーンアップ (洗浄時間の低減)
- チューブ内の表面積減少による薬液浸透量の低減化



▲ナフロンPFA-HGチューブの内表面図 ▲一般PFAチューブ(他社品)のチューブ内表面図

図2 チューブ内表面のAFM (原子間力顕微鏡) 観察画像

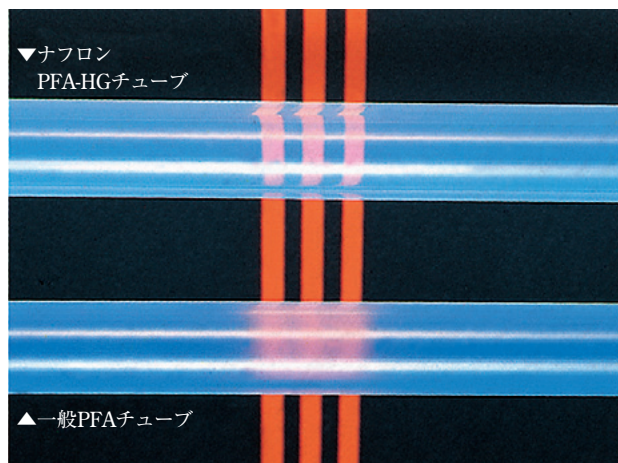


図3 透明性の比較 (PFA-HGは一般PFAチューブに比べ、裏側の赤色ラインがはっきりと視認できる)

3.2 「ナフロン® PFA-SGチューブ」

3.2.1 概要

TOMBO™ No.9003-PFA-SG 「ナフロン® PFA-SGチューブ（以下、SGチューブ）」は、弊社HGチューブの特長を備えつつ、さらに薬液・ガスの透過量を低減させたチューブです(図4)。半導体・液晶製造工程において、透過・浸透性の高い薬液(塩酸、フッ酸、硝酸、オゾン、アンモニア過水、アミン系薬液、ふっ素系界面活性剤など)や高温プロセスでの透過ガス低減による逆浸透や雰囲気中のケミカル汚染低減に効果が期待されます。



図4 TOMBO™ No.9003-PFA-SG「ナフロン® PFA-SGチューブ」

3.2.2 特長

- 薬液の透過量が少ない
HGチューブに対して透過量60%（塩酸、窒素、酸素で測定）に低減（一般PFAチューブに対しては約30%）
- ふっ化物イオンの溶出が少ない
- チューブ内表面の平滑性（HGチューブと同等）

3.2.3 特性評価

- 塩酸透過量の評価
〈評価方法〉

1tのシート*を用いて、図5のような試験装置を組み立てて、真ん中の直管に35%塩酸を入れ、両端の直管にクリーンエアを封入し、ヒーターで70℃を保持する。7、14、30日後にそれぞれ封入したエアを純水中に捕集し、Cl濃度をイオンクロマトグラフィにて測定し、塩化水素累積透過量を算出した。

*チューブ形状の代替として同一原料で成型したシートで評価。耐薬液透過性は原料特性に基づく性能であるため、チューブにおいても同等の傾向を示す。

〈評価結果〉

塩酸透過量の評価結果を表1に示す。試験期間のいずれのタイミングにおいてもHGチューブに対してSGチューブの塩酸透過量は60%程度を示している。

3.3 「ナフロン® PFA-NEチューブ」

3.3.1 概要

TOMBO™ No.9003-NE 「ナフロン® PFA-NEチューブ」は、HGチューブの外表面部にストライプ状の導電性PFA部を備えたチューブです(図6)。

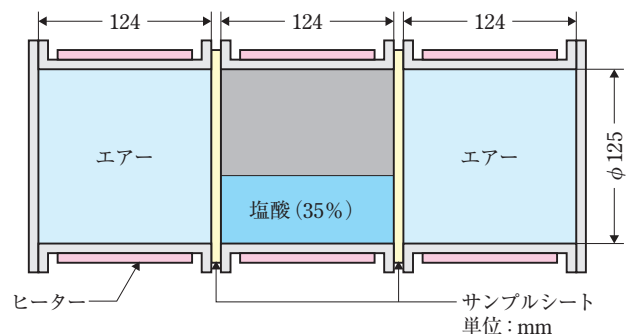


図5 塩酸透過試験概略

表1 塩酸透過量の評価結果

単位：(10⁻² μg/cm²)

試験期間	PFA-SGチューブ	PFA-HGチューブ	透過量比
7日	4.47	7.17	62%
14日	8.86	13.8	64%
30日	17.7	27.2	65%

測定機関：ニチアス

従来、PFAチューブに導電性被覆材を巻いて使用していたチューブの作業性改善と、安全性向上を目的に開発されたチューブです。導電性PFA部の遮蔽効果により、可燃性ガス雰囲気中からチューブ外表面への火災事故防止に最適です。

3.3.2 特長

- 導電性PFA部の遮蔽効果により
 - 着火危険に結びつくような火花放電を防止
 - 電気絶縁雰囲気中からの放電によるチューブ絶縁破壊を防止
- 接液部はHGチューブであるため
 - 液体中へのふっ化物イオンの溶出が少ない

- 薬液の透過，滞留が少ない
- PFAと同じ耐薬品性・耐熱性・強度を備える

3.4 「ナフロン® PFA-ASチューブ」

3.4.1 概要

TOMBO™ No.9003-PFA-AS 「ナフロン® PFA-ASチューブ」は，HGチューブの内・外層にストライプ状の導電性PFA部を備えたチューブです(図7)。有機溶剤，冷媒，粉体，蒸気などの移送によるチューブ絶縁破壊を防止でき，かつ内部流体が見えるチューブです。

3.4.2 特長

- PFAチューブと同等の耐薬品性，耐熱性，耐候性を備える
- 帯電防止機能を備えており，流体との摩擦帯電によるチューブ絶縁破壊を防止
- 内部流体が見える

3.5 「ナフロン® PFA-UGチューブ」

3.5.1 概要

TOMBO™ No.9003-PFA-UG 「ナフロン® PFA-UGチューブ (以下，UGチューブ)」は，従来のPFAチューブと異なる分子形態をもつPFA原料を

用い，HGチューブ，SGチューブに対して，耐薬液透過性，内面平滑性を向上させたチューブです(図8)。半導体・液晶製造工程における腐食性高温流体の薬液配管や半導体製造工程の中でも，高純度薬液の汚染低減が求められるハイエンド用途に最適です。

3.5.2 特長

従来の弊社PFAチューブと比較して，下記の特長があります。

- 塩酸透過量が少ない
- チューブ内面平滑性に優れる

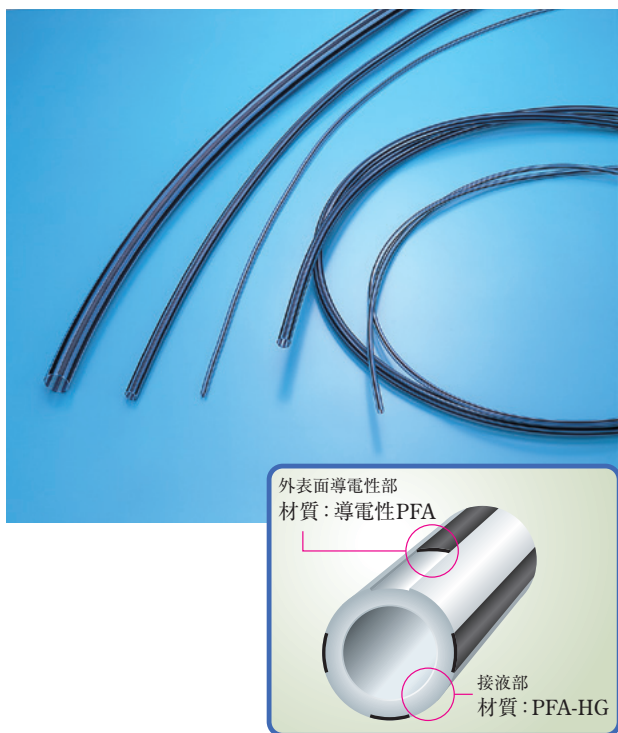


図6 TOMBO™ No.9003-NE 「ナフロン® PFA-NEチューブ」



図7 TOMBO™ No.9003-PFA-AS「ナフロン® PFA-ASチューブ」



図8 TOMBO™ No.9003-PFA-UG 「ナフロン® PFA-UGチューブ」

- 液切れ性に優れる
- ふっ化物イオン溶出量が少ない
- 透明性の向上 (図14)

3.5.3 特性評価

- 塩酸透過量の評価

〈評価方法〉

図9に示すように試験装置を組み、チューブ内部に37%塩酸を満たした後、試験装置に超純水を入れ70℃に保持する。試験開始から14, 28日後の超純水中の塩素イオン濃度を測定し、塩酸透過量を算出する。

〈評価結果〉

塩酸透過量の評価結果を図10に示す。UGチューブはHGチューブに比べて約40%の透過量が低減したSGチューブに対して、さらに約85%低減していることがわかる。従って、半導体製造工場における環境負荷の低減や安全面の向上に対し効果が期待できる。

- チューブ内表面粗さ評価

〈評価方法〉

サンプルの内表面を走査型白色干渉顕微鏡で観察し (観察範囲: □50 μm), それぞれの観察デー

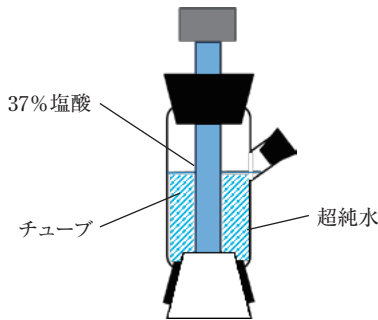


図9 試験装置概略

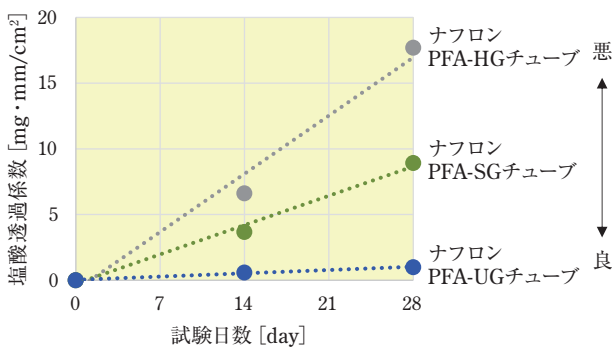


図10 各チューブの塩酸透過係数

タの凹凸情報からチューブ長手方向に算術平均粗さ (Ra) を解析した。(評価長さ: 50 μm)

〈評価結果〉

表面粗さの観察結果を図11に示す。UGチューブのRaは他チューブと比較して1/3以下となっている。観察画像を比較するとHGチューブおよびSGチューブにおいては、チューブ内表面に球晶による凹凸が確認されるのに対して、UGチューブは球晶同士の境界がなく、内表面が平滑であることが確認できる。

- 液切れ試験

〈試験方法〉

図12に示すように円柱状の治具にチューブを巻きつけた後、真空ポンプを用いてチューブの下部から上部に向けて着色したイソプロピルアルコール (IPA) を吸い上げ充填させた。その後、真空ポンプを切り、廃液を開始してIPAの残留状態を確認した。

〈試験結果〉

廃液開始後のチューブの様子を図13に示す。チューブ内のIPA残留量を比較すると、HGチューブよりもUGチューブの方が少なく、液切れ性に優れていることがわかる。

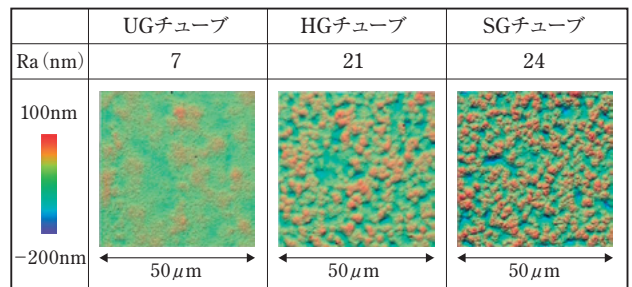


図11 各チューブの内表面粗さおよび観察画像

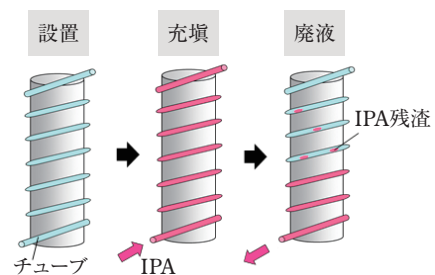


図12 液切れ試験概略

従って、例えば使用薬液の変更や流路の組み換え時など、チューブ内の高純度薬液の切り替えの必要性が生じた際に、チューブ内表面に残留した薬液の影響を低減させる効果が期待できる。

3.6 まとめ (各チューブの特長比較)

3項で紹介した5製品の特長を表2にまとめました。



図13 廃液開始から5分後のチューブの様子(図12の中心部写真)
左:HGチューブ 右:UGチューブ

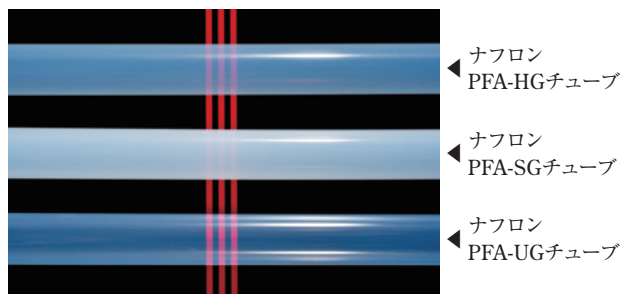


図14 各チューブの透明性比較

4. おわりに

本稿では、半導体産業用途に使用する「ナフロン®チューブ」についてご紹介させていただきました。今後ともお客さま各位の声を製品の開発と改良に反映させていく所存ですので、ご意見、ご要望をお聞かせいただければ幸いです。本稿で紹介いたしました製品に対するお問い合わせは、高機能製品事業本部 樹脂技術開発部までお願いいたします。

- *「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。
- *「ナフロン」はニチアス(株)の登録商標です。
- *本稿の測定値は参考値であり、保証値ではございません。

表2 各種チューブの特長比較^{*1}

分類		クリーンチューブ			導電チューブ	
TOMBO No.		9003-PFA-HG	9003-PFA-SG	9003-PFA-UG	9003-NE	9003-PFA-AS
製品名		ナフロン® PFA-HGチューブ	ナフロン® PFA-SGチューブ	ナフロン® PFA-UGチューブ	ナフロン® PFA-NEチューブ	ナフロン® PFA-ASチューブ
特性	耐薬液透過性	○	◎	◎	○	○
	内面平滑性	○	○	◎	○	○
	液切れ性	○	○	◎	○	○
	低溶出イオン	◎	◎	◎	◎	○
	低溶出金属	◎	◎	◎	◎	○
	透明性	○	△	◎	○ ^{*2}	○ ^{*2}
	外面除電	—	—	—	○	○
内面除電	—	—	—	—	○	

※1 表中の評価はあくまで各種ナフロンチューブの相対的な比較となります。

※2 導電性PFA部以外の透明部の評価となります。

医療用向けPTFEチューブの紹介

工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

1. はじめに

医療用向けのプラスチックチューブには、ポリエチレン・塩化ビニル・シリコンなどさまざまな材質が使用されますが、耐薬品性・クリーン性・耐熱性・柔軟性に優れた特性を有するふっ素樹脂もよく利用されております。

ふっ素樹脂を原料とした弊社の製品ブランドはナフロン®です。ナフロン®は、お客さまの用途に応じてさまざまなふっ素樹脂を用いております。ふっ素樹脂のなかでも、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）はすべり性（低摩擦）に特に優れておりますので、医療用途に適応されています。

本稿では、医療用向けに適応させた製品TOMBO™ No. 9003-PTFE「ナフロン® PTFEチューブ（以下、ナフロンPTFEチューブ）」について、特徴および種類などを紹介します。

2. ナフロン® PTFEの特徴

ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）は世界で最初に発見・上市されたふっ素樹脂で、生産量も一番多いため代表的な品種といえます。

PTFEは炭素原子（C）とふっ素原子（F）のみで成り立ち、化学構造はポリエチレンの水素原子（H）をFで置き換えた直鎖高分子です（表1）。ふっ素原子は水素原子よりも直径が大きく、PTFEの主鎖C-C結合をすき間なく覆い隠す構造になります（図1）。また、側鎖C-F結合はC-C結合よりも強く、物理化学的に安定する理由と考えられます。

表1 ふっ素樹脂の構造式

略称	名称	構造式
PTFE	ポリテトラフルオロエチレン	$\left[\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n$
FEP	テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体	$\left[\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n \left[\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{CF}_3 \end{array} \right]_m$
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	$\left[\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n \left[\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{ORf} \end{array} \right]_m$

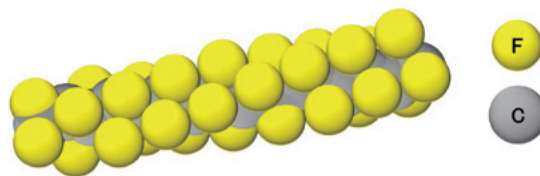


図1 PTFEの分子構造イメージ

上記の構造は、ふっ素樹脂の優れた耐薬品性や耐熱性を生み出していると考えられます。しかし、同時にPTFE分子鎖の曲がりにくい剛直さも生み出しますので、融点以上に加熱しても流動せず、一般的な溶融成形が難しい原因にもなります。

そのため、PTFEの成形性を改良したFEP（テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体）や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）などが開発・上市されております。ただし、医療用途に求められる下記の特性は、PTFEが最も優れておりますので、FEPやPFAといった溶融成形可能なふっ素樹脂への置き換えは進み難いと考えております。

①すべり性（低摩擦）

PTFEはその他のふっ素樹脂に比べ摩擦係数が小さく、すべり性に優れています（図2）。そのため、ガイドワイヤーを内部に通すようなチューブにPTFEを使用すると、摩擦抵抗が小さくなり、操作性が良くなります。

PTFEのすべり性が良い理由は、化学構造の側鎖C-F結合が強く、他材料との分子間凝集力が小さいためといわれております。また、FEPやPFAのように大きな側鎖は存在しませんので、PTFE分子鎖の凹凸が小さく引っ掛かり難いことが、その他ふっ素樹脂よりもすべり性に優れる理由と考えられます。

②フレックスライフ

PTFEはその他のふっ素樹脂に比べフレックスライフ（疲労強度）に優れています。そのため、繰り返し曲げが必要な内視鏡用チューブ等に適すると考えられます。

PTFEのフレックスライフが良い理由は、分子量が100万以上と大きく、破壊の起点となるポリマー末端が少ないためといわれております。

フレックスライフをさらに高めるため、異なるふっ素樹脂成分を極少量導入した変性PTFEも上市されています（図3）。

③柔軟性

PTFEはその他のふっ素樹脂に比べ硬度が低く、曲がりやすく柔らかい材料といえます。また、PTFEは延伸により空隙が生じ多孔質化する特徴があり、柔軟性をさらに上げることもできます。多孔質PTFEの空隙は連続的に繋がっていますので（連続気泡）変形時に空気が逃げやすく、柔らかい感触になります。

その他のふっ素樹脂も、溶融成形時の発泡押出によって多孔質化は可能ですが、それぞれ独立した空隙になりやすいため、比較すると硬い感触になります。

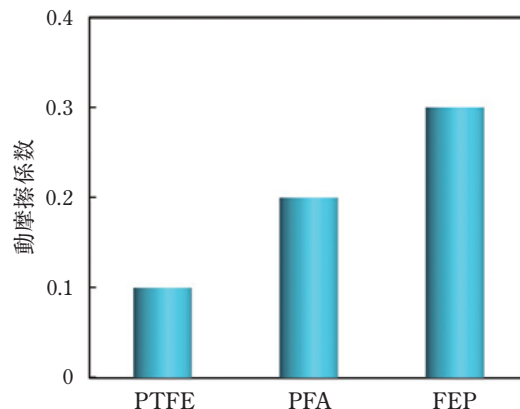


図2 ふっ素樹脂種類とすべり性¹⁾ (ASTM D1894)

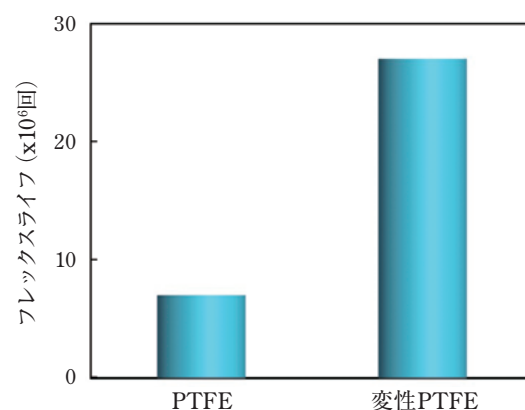


図3 変性PTFEによるフレックスライフ向上 (ASTM D2178)

3. 製品概要

ナフロンPTFEチューブには、医療用途のさまざまなニーズに対応するため、いくつかラインアップしておりますので、以下に各製品を紹介いたします。

3.1 「マルチルーメンチューブ」

マルチルーメンチューブは、一本のチューブに複数の通り穴があるチューブです（図4）。マルチルーメンチューブの用途はさまざまですが、主にカテーテルに使用されます。

それぞれの通り穴には、ガイドワイヤー挿通・薬液注入・エア供給・粘液吸引といった役割を与えることができます。そのため、一本のチューブで複数の医療操作を実現できますので、医療器具の小型化に繋がり、手術術・検査に伴う患者さんの身体への負担を減らすことが可能になります。

マルチルーメンチューブはその製法上、通り穴が長さ方向にむかって螺旋を描くように捻じれます。通り穴の捻じれは、気体や液体の通過にはそれほど影響しませんが、ガイドワイヤー等を通す際の抵抗が大きくなりますので、問題になることがあります。弊社では、製造方法を改良することで、通り穴の捻じれ量のある程度コントロールすることができます。

マルチルーメンチューブは用途・お客さまによって形状がすべて異なり、標準的な寸法はございません。詳細はお問い合わせください。

3.2 「造影剤入りチューブ」

造影剤入りチューブは、PTFE原料に硫酸バリウム等の無機充填材を配合したチューブです（図5）。

無機充填材はレントゲン等によるX線を吸収しますので、撮影時にチューブを造影させることが可能になります。そのため、造影剤入りチューブ



図4 マルチルーメンチューブ写真

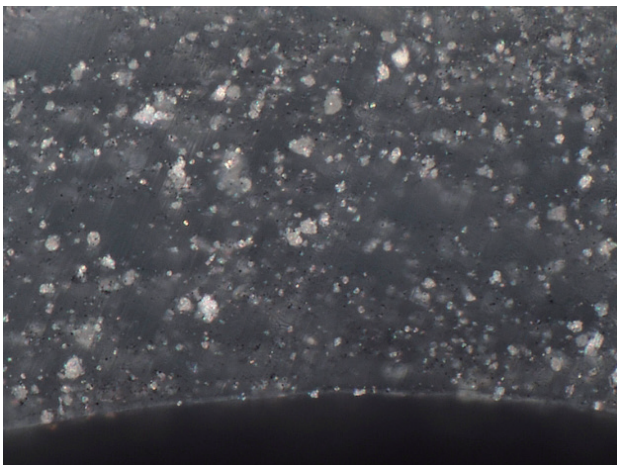


図5 造影剤入りチューブ拡大写真

をカテーテルに使用することで、人体内に挿入したチューブの位置を把握することができます。

造影剤は弊社でPTFEと混合しておりますので、ご要望に基づいた造影剤を選択していただくことが可能です。また、成形条件を変化させることで、曲げ強さ・引裂き強さ等の特性も調整できます。

3.3 「ドローイングチューブ」

ドローイングチューブは、成形後のPTFEチューブ先端を絞り、外径を細くしたチューブです（図6）。PTFEチューブの先端のみを細くすることで、先端の柔軟性が上がり、体内の細長い部位にアクセスしやすくなります。

チューブ外径の絞り率は70%、絞り長さは100mmまでの加工実績がございます。詳細はお問い合わせください。

3.4 「多孔質チューブ」

ナフロンPTFEチューブの中に、延伸方式で製造された多孔質チューブがあります（図7）。このチューブは曲がりやすく柔軟なため、ケーブルの保護材などに使用されます。

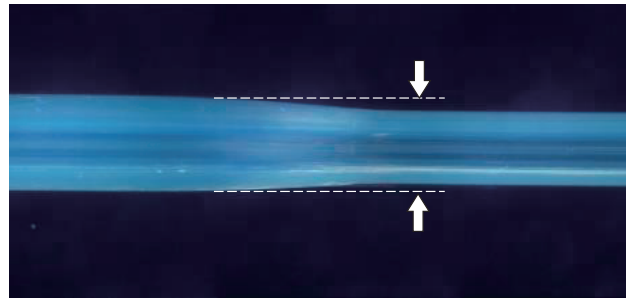


図6 ドローイングチューブ写真

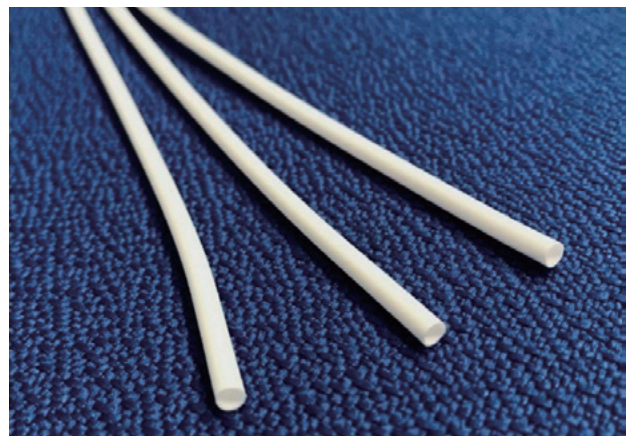


図7 多孔質チューブ写真

多孔質チューブは、PTFEが繊維化しやすい性質を利用して作られており、PTFE繊維と集合体の繰り返し構造となります（図8）。

多孔質チューブの柔軟性は空隙の割合（空孔率）の影響が大きく、空孔率は延伸率を変えることで調整できます。長さ1m以上の場合、空孔率は最大50%程度となります。その他の寸法につきましては、外径2～5mm、肉厚0.2mm以上を目安としております。

その他の仕様として、気密性を有した内層と多孔質な外層を組み合わせた2層構造のチューブや、部分的に気密性を有したチューブ（図9）などお客さまのご要望に合わせた製品設計も可能です。

3.5 「異形チューブ」

PTFEチューブは専用装置（ペースト押出装置）により押出成形で製造しますが、吐出口の金型形状を変更することで、円形以外の異形チューブを製作することができます（図10）。

カテーテルや手術支援ロボットは、患者さんへの負担を減らす低侵襲治療に必要な技術ですが、小型・微小な部材を利用しますので、製造・組み立ては難しいと考えられます。異形チューブは、さまざまな機能を付与させることができますの

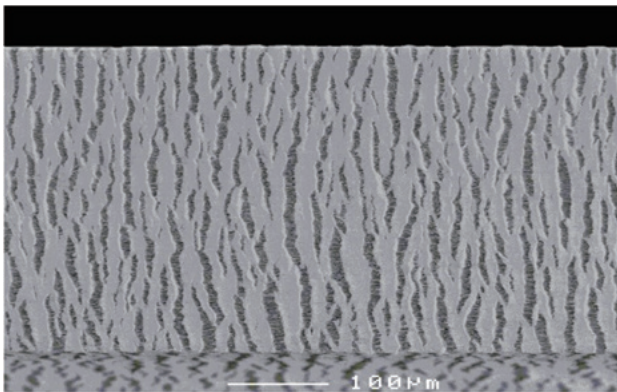


図8 多孔質チューブ断面SEM



図9 先端を気密処理した多孔質チューブ

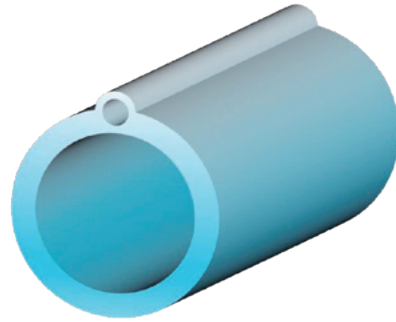


図10 異形チューブのイメージ

で、カテーテルなど医療機器の設計性・組み立て性の改善に寄与できるものと考えております。

異形チューブの標準的な寸法はございませんので、試作依頼などにつきましてはご相談ください。

4. おわりに

本稿では、弊社の医療用途向けナフロンPTFEチューブについて紹介させていただきました。

弊社は1966年にナフロンPTFEチューブを上市して以来、さまざまな仕様のふっ素樹脂チューブを開発してまいりましたので、その経験に基づき細かな仕様調整などの対応を可能としております。

今後も、医療の発展に少しでも貢献するため、新しい技術の開発・品質向上を目指していく所存です。今回ご紹介した製品を含め、医療用にふっ素樹脂製品をご採用いただく際は、工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部まで必ずご相談ください。

参考文献

- 1) 「ふっ素樹脂ハンドブック」日本弗素樹脂工業会

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

*「ナフロン」はニチアス(株)の登録商標です。

TOMBO™ No.1839R 「グラシール® ボルテックス® ガスケット-L」の 液化水素輸送配管の口径拡大への適用性評価

基幹産業事業本部 プラント技術部 技術サービス課 一 柳 寛

1. はじめに

2050年のカーボンニュートラル実現に向け政府が定めたグリーン成長戦略のなかで、水素の利活用が改めて注目されている。水素は、燃焼時にCO₂を排出しないことに加え、地域的な偏在性が小さく、製造時に再生可能エネルギーを利用できるなどの特長がある。すでに発電やモビリティ分野での利用や合成メタンや合成燃料への活用などの技術開発が進められているが、一方で水素の供給コストが高いことが、商用化・普及へのひとつの障害となっている¹⁾。

水素の利活用における供給の低コスト化を可能とする手段のひとつとして、-253℃の極低温で「液化」して「大量輸送」するサプライチェーンの構築が挙げられる。当社でも低温用途に向けた製品をラインアップしており、液化水素を内部流体としたフランジ締結部のガスケットとしてTOMBO™ No.1839R「グラシール® ボルテックス® ガスケット-L」（以下、「GRボルテックス-L」）の適用性を評価し、現在のさまざまな設備で使用されてきた²⁾。一方で、現在の液化水素設備は配管サイズが50A程度の小口径であり、口径がより大きな配管で液化水素を輸送することに対して適用性を評価するに十分な事例がない。そこで、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）の協力のもと、能代ロケット実験場にて200Aサイズの輸送配管を模擬した試験装置に液化水素を通路させ、「GRボルテックス-L」の適用性を評価することとした。本稿では、JAXAで行った実験の

実施結果を報告する。

2. 「GRボルテックス-L」の特長

「GRボルテックス-L」の外観写真と構造図を図1に示す。本製品は、テープ状の膨張黒鉛と薄鋼板を交互に重ねたうず巻形ガスケットであり、通常の膨張黒鉛フィラーうず巻形ガスケット（TOMBO™ No.1834R「グラシール® ボルテックス® ガスケット」）、以下「GRボルテックス」と比べてとくにシール面の膨張黒鉛テープが多いこと

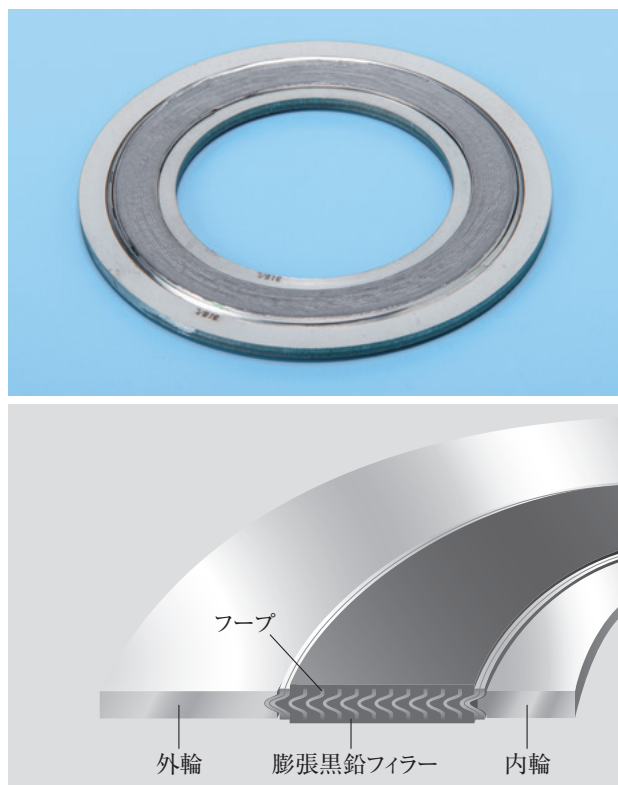


図1 「GRボルテックス-L」の外観写真と構造図

で、低い締付面力でもフランジへ高いなじみ性を得ることができる。

ここで、両者の気密試験条件を表1に、気密試験結果を図2に示す。「GRボルテックス-L」は、「GRボルテックス」に比べて低い締付面圧でシール性に優れている。このため、「GRボルテックス-L」はフランジやボルトなどの鋼材としてハイテンション鋼材が使えない極低温用途に適しており、 -162°C の液化天然ガス（以下、LNG）サプライチェーンで600A以上の大口徑配管を含め、多数実績がある。

表1 気密試験条件

寸法	ASMEクラス 300 2B (50A)
温度	$23 \pm 5^{\circ}\text{C}$
試験ガス	ヘリウム 4MPa
締付面圧	12.5→25→50 N/mm ²
漏れ量測定方法	石けん膜流量計およびヘリウムリークディテクター

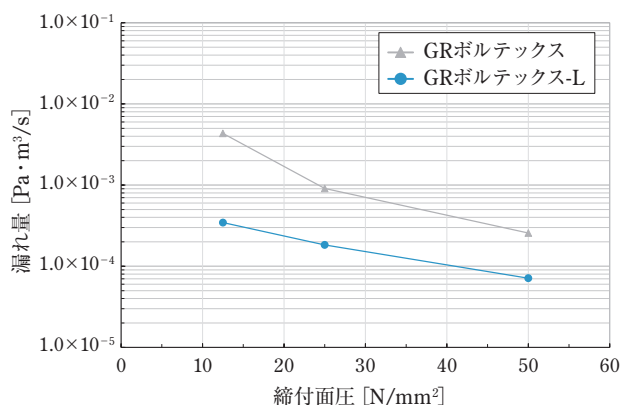


図2 気密試験結果

3. 「GRボルテックス-L」の200Aサイズでの液化水素通液試験

実施した試験について以下に説明する。

3.1 試験目的

実際の液化水素配管では、送液時に外部入熱の影響で液化水素が気化するボイルオフガス（以下、BOG）が発生するため、配管内は気体と液体が混ざった気液二相流となる（図3）。BOGは、液化水素に比べて温度が高いため、配管内は上下で

温度差が生じることが想定される。上下で温度差が生じると、フランジの熱膨張差により、ガスケットに加わる締付力が変化する懸念がある。そこで、意図的に液化水素とBOGが半分ずつ流れる試験装置を製作し、これに「GRボルテックス-L」を用いて密封し、液化水素を繰り返し通液させてシール試験を行った。本試験は液化水素配管への「GRボルテックス-L」の適用性を確認することを目的とした。

3.2 液化水素通液試験

3.2.1 試験条件

試験装置の外観写真を図4、構造概略図を図5に示す。試験装置は、配管中央から液化水素を供給し、液面が配管中央まで到達すると、排出口へ流れる構造とした。なお、排出口への液化水素の流通は、排出口側の配管内に設けた測温抵抗体が液化温度（ -253°C ）に到達したことをもって確認した。また、配管およびフランジの上下に測温抵抗体を設けて伝熱状況を確認した。フランジ部

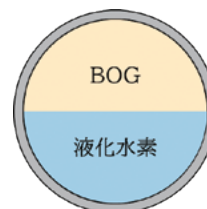


図3 気液二相流のイメージ図

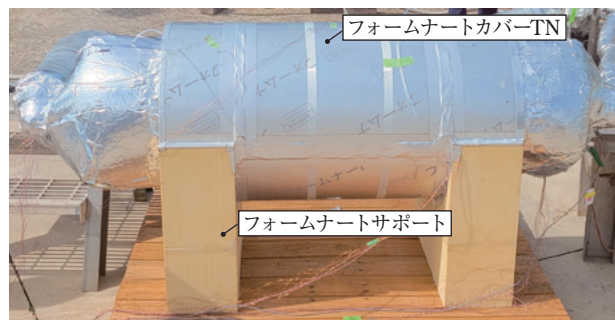
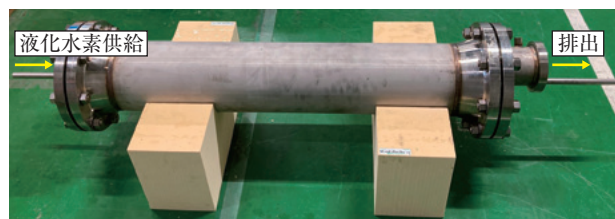


図4 試験装置の外観（上：断熱前、下：断熱後）

には水素ガス検知器のプローブを設置し、漏えいを測定した。

その他の試験条件を表2に示す。なお、試験中の入熱を防ぐために、当社ならではの保冷技術で配管を断熱し、試験系を組み上げた。配管の断熱材はTOMBO™ No.5001-TN（フォームナート® カバー TN）、配管サポートはTOMBO™ No.5010（フォームナート® サポート）を使用した。また、フランジ締結部は、柔軟弾性発泡ゴム保温材を巻き付け、上からアルミテープで目地止めする簡易断熱を行った。

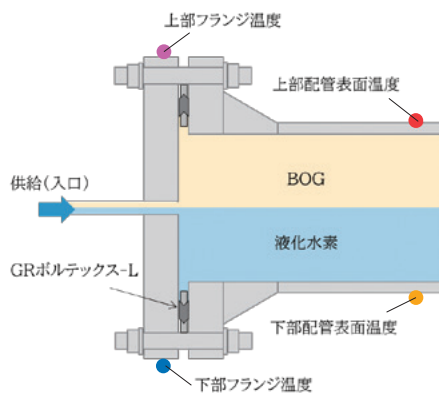


図5 試験装置の構造概略図

表2 試験条件

試料	GRボルテックス-L
試料サイズ	JPIクラス 150 8B (200A) 4.5t
内外輪・フープ材質	316L 鋼
配管・フランジ材質	316L 鋼
ボルト材質	A193 B8M CL2
内部流体	液化水素
最大封止圧力	1.0MPaG
冷却保持時間	10分
通液回数	10サイクル
漏えい検知	水素ガス検知器 検知範囲：0～100% LEL* 警報設定値：20% LEL
締付トルク	165Nm（最小締付面圧×安全率1.5）

※ LEL：爆発下限値。水素において、100% LEL = 4.0vol% = 40000ppm

3.2.2 試験手順

試験手順を以下に示す。

- (1) フランジ部に「GRボルテックス-L」をセットする。

- (2) プリセット型トルクレンチを用い、JIS B2251:2008³⁾の手順で締付けを行う。
- (3) フランジ締結部の簡易断熱を行う。
- (4) 系内のガスを置換した後、開放系のまま液化水素の供給を開始する。
- (5) 水素ガス検知器を起動し、フランジ締結部周辺の水素ガス濃度を連続測定する。
- (6) 系内温度が -253°C に到達した後、系を閉鎖して1.0MPaGまで昇圧し、10分間保持する。
- (7) 系を開放して常圧に戻し、復温させる。
- (8) 以降、(4)～(7)を合計10サイクル繰り返す。

3.3 試験結果

3.3.1 温度測定結果

温度測定結果を図6、1サイクル目の拡大を図7に示す。まず配管の温度に着目すると、すべてのサイクルにおいて、最初に下部配管表面温度が水素の液化温度（ -253°C ）に到達したのち、排出口側配管内部温度、上部配管表面温度の順に低下した。これより、冷却過程における配管内部の水素は、以下の状態にあったと考えられる。

- ①供給された液化水素は、配管下部に熱を奪われてBOGとなった。
- ②液化水素の供給がつづき、配管下部が徐々に冷却され、液面が上昇した。
- ③液面が排出口に到達して通液した。

また、フランジの温度に着目すると、配管表面温度に比べて温度が高く、下部は -200°C 付近で下限値に達した。これは、フランジ締結部まわりの空気が液化したためである。さらに、フランジの温度は、配管と同様に下側のフランジが先に冷え、配管よりもその温度差が大きい結果を得た。

3.3.2 シール試験結果

シール試験結果をフランジ温度とともに図8に示す。通液開始時点から復温時まで連続してフランジ締結部の水素濃度を検知したが、すべてのサイクルにおいて検知濃度は1% LEL未満であった。

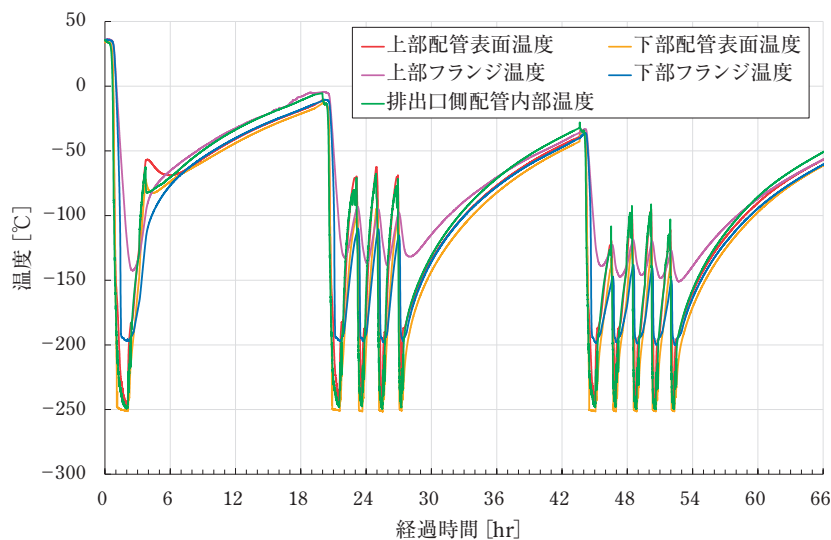


図6 温度測定結果

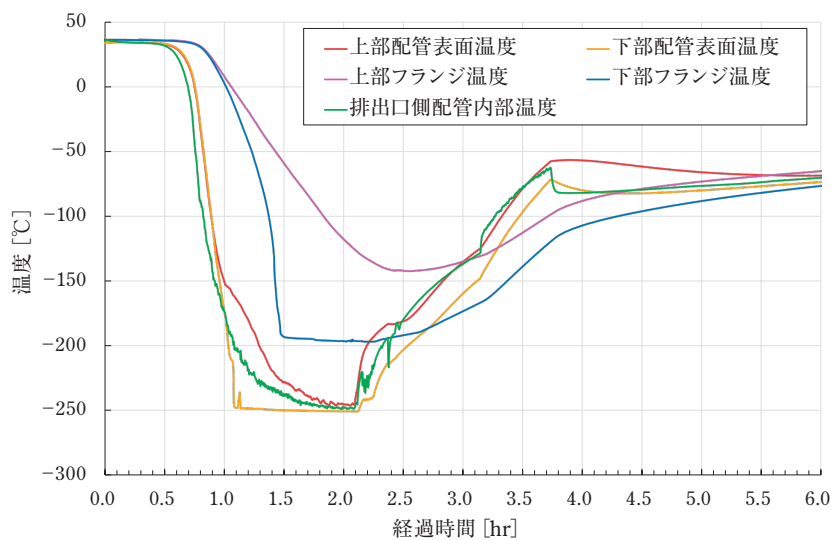


図7 温度測定結果 (1サイクル目拡大)

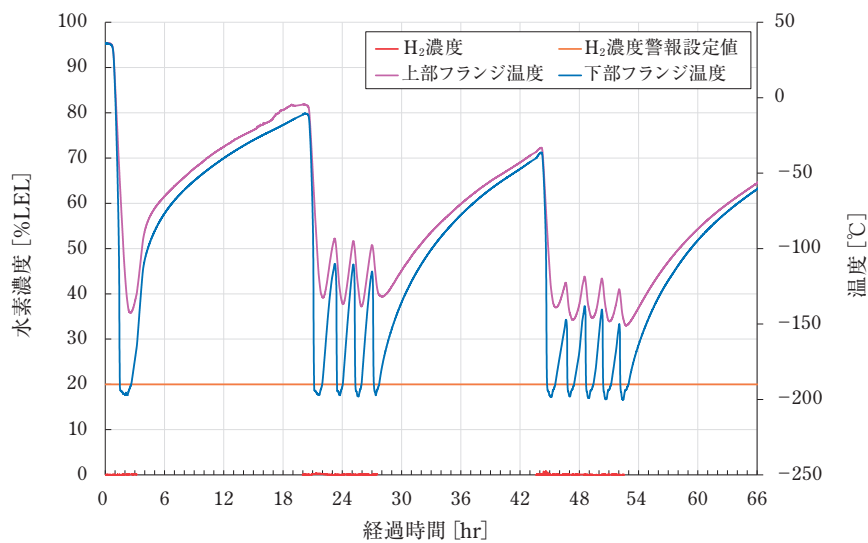


図8 シール試験結果

4. おわりに

本稿では、200Aサイズの液化水素輸送配管に対して、「GRボルテックス-L」の適用性を評価した。

本試験により、「GRボルテックス-L」は200Aサイズの液化水素輸送配管に対し、十分な適用性があることを確認した。

また、配管・フランジの温度測定結果から、冷却過程で上下に温度差が生じることがわかった。より長期的な安全操業のため、液化水素の通液におけるフランジ締結部の応力挙動の解明についても検討していく所存である。一方、今後の水素サプライチェーン構築には、LNGサプライチェーンのように輸送配管のさらなる大口径化が必要になると見込まれる。引き続き、大口径化に対する「GRボルテックス-L」の適用性についても、あわせて検討していく所存である。

また本稿の試験では配管の断熱材としてTOMBO™ No.5001-TN（フォームナート® カバーTN）と、サポート材としてTOMBO™ No.5010（フォームナート® サポート）を使用し、液化水素を繰り返し通液させても、健全に断熱機能を維持することを確認した。

引き続き、液化水素の断熱として工法開発・改良を進め、お客さまのニーズに応じていく所存である。

謝 辞

このたび、JAXA 能代ロケット実験場のご協力により、試験を実施するに至りました。関係者の皆さまにはご尽力をいただき、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 水素基本戦略, 令和5年6月6日, 再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議
- 2) 「液化水素使用条件における当社シール材の評価」ニチアス技術時報, No.395, p.6-9 (2021)
- 3) JIS B 2251:2008, フランジ継手締付け方法

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

*「グラシール」はニチアス(株)の登録商標です。

*「ボルテックス」はニチアス(株)の登録商標です。

*「フォームナート」はニチアス(株)の登録商標です。

*本稿の測定値は参考値であり、保証値ではございません。

筆者紹介



一柳 寛

基幹産業事業本部 プラント技術部
技術サービス課

「断つ・保つ」[®] 技術を支える分析

ニチアスにおける分析は、研究・開発部門および製造部門でそれぞれ特化した技術を保有し、新製品の開発や品質の維持管理に役立っています。ここでは、弊社の分析技術について事例を通してご紹介します。

第2回 保温材の腐食性評価

工場やプラントの金属部材に保温材が使用される際、保温材に含まれる成分が金属部材の腐食の原因となる場合があります。プラントの配管において、このような腐食が発生すると薬液の流出といった事故に繋がる可能性があります。そこで、弊社では保温材の腐食性を評価し、お客さまに安心して使用していただける製品の開発に役立っています。

今回は保温材の腐食性を評価するための可溶性成分の分析についてご紹介します。

腐食性評価のための可溶性成分の分析

腐食性評価のための測定方法として、ASTM C871 が定められています。ASTM C871 に記載の手順に従い、保温材から可溶性成分を抽出し、各種分析装置により定量的な評価を実施しています。弊社の原子力関連製品では、この評価により製品から溶出する腐食成分の量を管理しています。

測定方法

可溶性成分量は、保温材を水に煮沸溶出させたときの単位重量あたりの溶出量で表します。図1のように粉碎した保温材を水で煮沸溶出させ、ろ過した液を検液として指定された方法で測定します。弊社では塩化物、フッ化物、ナトリウムイオンはイオンクロマトグラフィにて、ケイ酸イオンはモリブデンイエロー吸光光度法にて定量しています。塩化物、フッ化物イオンは腐食成分、ナトリウムイオンとケイ酸イオンは腐食を抑制する成分と考えられており、後述のASTM C795による防食判定図では、これら4成分にて腐食性を評価します。



図1 前処理（溶出）

イオンクロマトグラフ (IC) は、水溶液中のイオン成分を分析する装置です (図2)。ppb~ppmの定量が可能です。試料を装置に導入し、カラム中でイオン交換樹脂との相互作用により成分ごとに分離します (図3)。各成分は順次検出器に送られて図4のようなクロマトグラムが得られます。このクロマトグラムのピーク強度を解析することで、イオン成分の定量を行っています。

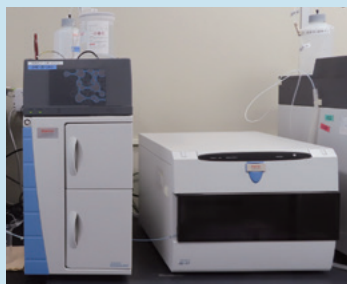


図2 イオンクロマトグラフ (IC)

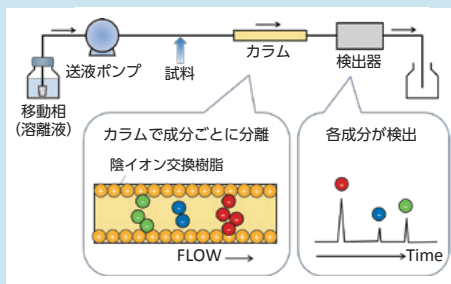


図3 IC概略図

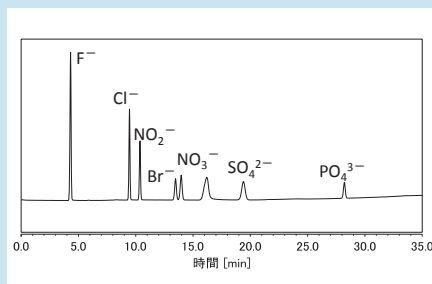


図4 クロマトグラム

モリブデンイエロー吸光度法は、ケイ酸イオンがモリブデン酸と反応して、モリブデンイエローと呼ばれる黄色の錯体を生成することを利用した比色分析です(図5)。この錯体は400nm付近で吸収を示すため、分光光度計で吸光度を測定することによりケイ酸イオンを定量します。

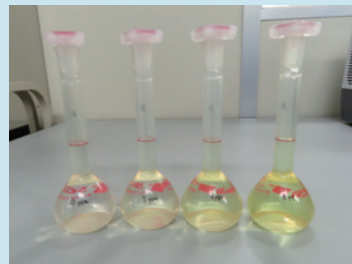


図5 モリブデンイエロー法の検液

今回は上記の方法を用いて、弊社の原子力向けロックウール保温材であるNU MGフェルト®とNU MGワイヤードブランケット®を分析した結果をご紹介します。

製品概要

NU MGフェルト®

NU MGワイヤードブランケット®

ロックウールは高炉スラグや鉱石などの原材料を高温で溶解し、遠心力で繊維化した人造鉱物繊維です。MG製品は、ロックウールを用途や施工箇所の形状に応じて、ボード状、フェルト状などの形状に成形したものです(図6)。断熱性・保温性、耐熱性、吸音性などで優れた性能を有しており、幅広い分野の保温材として使用されています。NU表示は原子力関連製品であることを示しており、今回ご紹介する評価方法を用いて腐食成分の溶出量を規制・管理しています。



図6 NU MGフェルト®, NU MGワイヤードブランケット®

結果

NU MGフェルト®とNU MGワイヤードブランケット®の可溶性成分の分析結果を表1、図7に示します。図7はASTM C795による防食判定図で、保温材のオーステナイト系ステンレス鋼への腐食性評価では広く用いられています。縦軸は腐食性成分である塩化物イオンとフッ化物イオンの合計、横軸は腐食を抑制する成分と考えられているナトリウムイオンとケイ酸イオンの合計となります。図中の境界線は経験的に見出されたもので、境界線より下側の領域が使用許容範囲です。図7に示すとおり、NU MGフェルト®とNU MGワイヤードブランケット®の単位重量あたりの溶出量は、防食判定図の使用可能範囲に入っていることを確認しています。

表1 分析結果

試料	F ⁻	Cl ⁻	Na ⁺	SiO ₃ ²⁻
NU MGフェルト	15	7	110	900
NU MGワイヤードブランケット	17	5	120	870

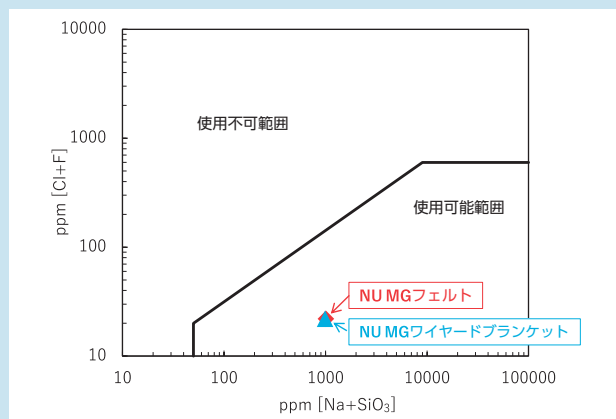


図7 分析結果 (防食判定図)

まとめ

腐食性評価のための可溶性成分分析について、今回はNU MGフェルト®とNU MGワイヤードブランケット®を分析した事例をご紹介しました。MG製品の用途は多岐にわたりますが、使用環境に応じた腐食性の評価をしています。今後も分析技術でご要望にお応えしていく所存です。

*®が付されている名称はニチアス(株)の登録商標です。

フリーアクセスフロア製品で 「SuMPO EPD」を取得

ニチアス株式会社は、電気ケーブルや通信配線を収納することを目的とするフリーアクセスフロア「ニチアスNOAフロア[®] M300A」「ニチアスオメガフロア[®] M300A」「ニチアスパットフロア[®] M300A」について製品の全ライフサイクルステージにわたる環境情報を定量的に開示する「SuMPO EPD」を取得いたしました。

SuMPO EPDとは

EPD (Environmental Product Declaration) は、各製品の環境情報がISO14040および14044によるLCA (Life cycle assessment) 手法を用いて定量化され、ISO14025に基づく第三者検証に合格した製品環境情報のみ、EPDプログラムのウェブサイト上に有効な情報として開示されるものです。日本ではSuMPO (一般社団法人サステナブル経営推進機構) が「SuMPO EPD」を運営しております。

「SuMPO EPD」は、あらゆる製品・サービスを対象とする環境情報開示の枠組みであり、製品やサービスの種類や形態、製造拠点や仕向け先等に関わらず、世界中の事業者が利用可能です。製品のライフサイクル全体を対象とした評価はもちろん、製品ライフサイクルの上流のみを切り出した評価も可能となっております。また、ISOに準拠した透明性および第三者性の高いプロセスを経て策定される、製品群ごとのLCA算定共通ルール (PCR) に基づき算定・検証・情報開示が行われます。

「SuMPO EPD」を取得した製品は、建築物1棟建設時に要するCO₂排出量 (ホールライフカーボン) の算定ツールなどにも反映され、活用されることが見込まれております。

フリーアクセスフロアのEPD (タイプⅢ) (※1) 取得

今日の温暖化の影響による環境の変化が著しいなか、各国の2050年カーボンニュートラル実現に向けた動きが活発化しております。全世界のCO₂排出量のうち約37%は建設部門から (※2) といわれ、現在、建築業界ではZEHやZEBを推進し「くらすときのCO₂排出量 (オペレーショナルカーボン)」の削減を進めています。一方「建てるときのCO₂排出量 (エンボディドカーボン)」は削減が進んでおらず、現在建築業界全体でホールライフカーボンの見える化に取り組んでいます。このホールライフカーボンを算定するためには、使用する建築資材それぞれのCO₂排出量を明確にする必要があります。

こうした背景から、「ニチアスNOAフロア[®] M300A」 (図1)、「ニチアスオメガフロア[®] M300A」 (図2)、「ニチアスパットフロア[®] M300A」 (図3) について弊社初となる「SuMPO EPD」を取得し、製品の環境影響をCO₂排出量のみならず大気や水域への影響などを多面的に評価し、質の高い環境情報を提供することといたしました。ライフサイクル影響評価結果を表1, 2, 3に示します。

弊社グループでは、2050年カーボンニュートラル実現に向け、自社のCO₂排出削減に加え、サプライチェーンでのCO₂排出削減に取り組んでおります。今回の「SuMPO EPD」取得を機に、弊社建材製品のさらなる環境負荷低減に取り組み、建築業界のCO₂削減に一層貢献してまいります。

【問い合わせ先】 ニチアス (株) 建材事業本部 TEL : (03) 4413-1161

※1: タイプⅢ (ISO 14025): 製品のライフサイクル全体の定量的環境情報

製品やサービスのライフサイクル全体における環境負荷レベルを、LCA (ライフサイクルアセスメント) という算出方式で定量的に算出し、表示した環境ラベルです。このタイプの環境ラベルは、企業に製品やサービスの一生の環境負荷を開示する義務と努力が求められることとなります。算出した数値は独立した検証システムで行われ、信頼性の高い環境ラベルとなります。

※2: global alliance for building and construction (2022)



表1 ライフサイクル影響評価結果（ニチアスNOAフロア® M300A）

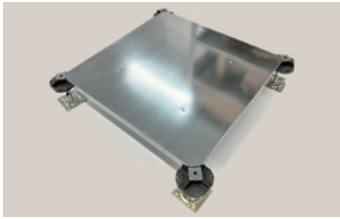


図1 ニチアスNOAフロア® M300A

構成：パーティクルボード+鋼板

内訳	項目	単位	合計	① 製造段階	② 建設段階	③ 使用段階	④ 廃棄 リサイクル 段階
気候変動 IPCC 2013 GWP 100a		kg-CO ₂ eq	34	30	1.5	—	2.6
オゾン層破壊		g-CFC-11eq	3.9 × 10 ⁻³	3.8 × 10 ⁻³	3.9 × 10 ⁻⁷	—	9.0 × 10 ⁻⁵
富栄養化		g-PO ₄ ³⁻ eq	1.2	1.2	6.2 × 10 ⁻⁶	—	3.4 × 10 ⁻³
酸性化		g-SO ₂ eq	48	36	4.0	—	7.7
光化学オキシダント		g-C ₂ H ₄ eq	3.3 × 10 ⁻¹	3.1 × 10 ⁻¹	9.1 × 10 ⁻³	—	1.3 × 10 ⁻²



表2 ライフサイクル影響評価結果（ニチアスオメガフロア® M300A）

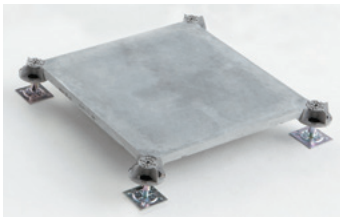


図2 ニチアスオメガフロア® M300A

構成：セメント+鉄筋

内訳	項目	単位	合計	① 製造段階	② 建設段階	③ 使用段階	④ 廃棄 リサイクル 段階
気候変動 IPCC 2013 GWP 100a		kg-CO ₂ eq	38	26	9.7	—	1.8
オゾン層破壊		g-CFC-11eq	1.6 × 10 ⁻³	1.5 × 10 ⁻³	5.6 × 10 ⁻⁶	—	6.3 × 10 ⁻⁵
富栄養化		g-PO ₄ ³⁻ eq	1.0	1.0	2.0 × 10 ⁻⁴	—	1.3 × 10 ⁻⁴
酸性化		g-SO ₂ eq	37	24	5.7	—	6.5
光化学オキシダント		g-C ₂ H ₄ eq	2.0 × 10 ⁻¹	1.6 × 10 ⁻¹	2.6 × 10 ⁻²	—	1.8 × 10 ⁻²



表3 ライフサイクル影響評価結果（ニチアスパットフロア® M300A）

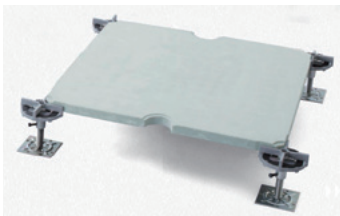


図3 ニチアスパットフロア® M300A

構成：セメント+鋼板

内訳	項目	単位	合計	① 製造段階	② 建設段階	③ 使用段階	④ 廃棄 リサイクル 段階
気候変動 IPCC 2013 GWP 100a		kg-CO ₂ eq	35	32	1.3	—	1.8
オゾン層破壊		g-CFC-11eq	2.2 × 10 ⁻³	2.2 × 10 ⁻³	5.0 × 10 ⁻⁷	—	6.2 × 10 ⁻⁵
富栄養化		g-PO ₄ ³⁻ eq	7.9 × 10 ⁻¹	7.9 × 10 ⁻¹	7.1 × 10 ⁻⁶	—	1.3 × 10 ⁻⁴
酸性化		g-SO ₂ eq	33	23	3.2	—	6.5
光化学オキシダント		g-C ₂ H ₄ eq	2.6 × 10 ⁻¹	2.3 × 10 ⁻¹	7.3 × 10 ⁻⁴	—	1.8 × 10 ⁻²

*®が付されている名称はニチアス(株)の登録商標です。

「断つ・保つ」[®] で明るい未来へ

さまざまな地球環境負荷の低減が求められています。

私たちはいろいろなステージで、
安全で快適な暮らしを作り出す製品・サービスを提供します。
ニチアスは、そんな明るい未来の実現に貢献していきます。



1896年、断熱分野のパイオニアとしてスタートしたニチアスグループは、120余年の歴史のなかで、電力、ガスをはじめ、石油精製・石油化学、化学、造船、鉄鋼、自動車、建築などの基幹産業からエレクトロニクス、環境関連などの成長産業分野へと活動領域を広げてきました。ニチアスはこれからも「断つ・保つ」[®] の技術で、社会に貢献し続けてまいります。



「ニチアス技術時報」 バックナンバー

No.406 2024/3号



- 〈寄稿〉 NanoTerasu (ナノテラス)
産学共創を革新する先端放射光実験施設
- 〈特別企画〉 NanoTerasu (ナノテラス) を活用したニチアスの創造型研究開発の展望
- 〈新製品紹介〉 溶剤吸着用ハニクル TOMBO™ No. 8800-HZ 「ハニクル® HZ-BO」
TOMBO™ No. 8804-HZ 「ハニクル® HZ-BX」
- 〈新製品紹介〉 巻付け耐火被覆貫通孔部用材料
TOMBO™ No.5520-SN 「マキベエ® スリーブ N」

No.405 2024/2号



- 〈製品・サービス紹介〉 「Thermofit®」省エネ診断システムの概要と事例紹介
- 〈製品・サービス紹介〉 電気加熱 (ヒータトレース) システムの紹介
- 〈製品・サービス紹介〉 リチウムイオン蓄電池保管用耐火クロス
TOMBO™ No.8300 「耐火クロス」
- 〈技術レポート〉 金属保温材の断熱設計手法の紹介

No.404 2024/1号



- 〈巻頭言〉 新年雑感
- 〈新製品紹介〉 TOMBO™ No.6485 「ニチアス NOA フロア®」新製品の紹介
～軽量で環境負荷の小さい新たなフロアパネル～
- 〈新製品紹介〉 溶融アルミ用不定形断熱材
TOMBO™ No.4722-R 「ルミキャスト® R」
- 〈技術レポート〉 TOMBO™ No.1891-NM
「カンプロファイルガasket -NM」の増し締め有効性評価

No.403 2023/4号



- 〈寄稿〉 液体水素実験施設の構築と最近の研究成果
- 〈製品紹介〉 金属キャスク用金属ガスケット
TOMBO™ No.NU1855 「ナフシル®」
- 〈共同研究〉 繊維系防音材の吸音特性に関する温度依存性を
考慮した繊維度の最適設計に関する研究
- 〈技術レポート〉 「断つ・保つ」® 技術を支える分析
～ニチアスの保有する分析技術の概要～

バックナンバーは当社のホームページ (<https://www.nichias.co.jp/>) でもご紹介しております。
次号 No.408 2025/1号は 2025年1月発行予定です。

* 本号に記載のTMおよび®を付したものはニチアス(株)の商標または登録商標です。

ニチアス株式会社

<https://www.nichias.co.jp/>

お問合せは最寄りの営業拠点までお願いします。

【東日本地区】

北海道支店	TEL (0144) 38-7550
北上営業所	TEL (0197) 72-8020
仙台支店	TEL (022) 374-7141
日立営業所	TEL (0294) 22-4321
鹿島支店	TEL (0479) 46-1313
宇都宮営業所	TEL (028) 610-2820
高崎営業所	TEL (027) 386-2217
千葉支店	TEL (0436) 21-6341
東京支社	TEL (03) 4413-1191
横浜支店	TEL (045) 508-2531
神奈川支店	TEL (046) 262-5333
新潟営業所	TEL (025) 247-7710
山梨営業所	TEL (055) 260-6780

【西日本地区】

京滋支店	TEL (0749) 26-0618
大阪支社	TEL (06) 6252-1371
堺営業所	TEL (072) 225-5801
神戸営業所	TEL (078) 381-6001
姫路支店	TEL (079) 289-3241
岡山支店	TEL (086) 424-8011
広島支店	TEL (082) 506-2202
宇部営業所	TEL (0836) 21-0111
徳山支店	TEL (0834) 31-4411
四国営業所	TEL (0897) 34-6111
北九州営業所	TEL (093) 621-8820
九州支社	TEL (092) 739-3621
長崎支店	TEL (095) 801-8722
熊本支店	TEL (096) 292-4035
大分営業所	TEL (097) 551-0237

【中部地区】

富山営業所	TEL (076) 424-2688
若狭支店	TEL (0770) 24-2474
静岡営業所	TEL (054) 283-7321
浜松支店	TEL (053) 450-2200
名古屋支社	TEL (052) 611-9200
豊田支店	TEL (0565) 28-0519
四日市支店	TEL (059) 347-6230

本 社 〒104-8555 東京都中央区八丁堀1-6-1

・基幹産業事業本部	TEL (03) 4413-1121
・工業製品事業本部	TEL (03) 4413-1131
・高機能製品事業本部	TEL (03) 4413-1141
・自動車部品事業本部	TEL (03) 4413-1151
・建材事業本部	TEL (03) 4413-1161

研 究 所

・鶴見 ・浜松

工 場

・鶴見 ・王寺 ・羽島 ・袋井 ・結城

海外拠点

・インドネシア ・マレーシア ・シンガポール ・ベトナム
・タイ ・中国 ・インド ・チェコ ・メキシコ

⚠️ カタログについてのご注意

本カタログを参照する場合、以下の点に注意してください。

- このカタログに記載の製品は、カタログに記載の用途をはじめとする一般的な用途での使用を意図しています。きわめて高度な品質・信頼性が要求され、本製品の不具合が直接人命に関わるような用途で使用される場合は、事前に必ず当社にご相談のうえ、お客様の責任で必要な対策を実施してください。
- 記載の物性値は、実際の使用環境や使用状況などにより変化しますので、あくまで目安としてご覧ください。
- 記載の内容は、製品単体での特性を表したものです。実際のご使用に際しては、必ず実条件での使用確認を行ったうえでご使用ください。
- 記載の内容は予告なく変更あるいは製造を中止することがあります。カタログの最新版を入手いただき内容をご確認ください。本カタログの発行時期は本頁に記載しております。当社ホームページのカタログダウンロードページにて最新版カタログの発行時期をご確認ください。なお、最新版ではないカタログの記載内容については保証致しかねますので、あらかじめご了承ください。
- 記載の規格、認定、法律などの条文は最新のものに準拠していない場合があります。
- 記載の情報について、複写、模倣、流用、転載などの著作権法によって保護されている権利を侵害する行為は固くお断りします。
- 記載の製品を使用したことにより、第三者の工業所有権に関わる問題が発生した場合、専ら当該製品

- に原因を有するもの以外につきましては、当社はその責任を負いませんので、あらかじめご了承ください。
- 記載されている製品のうち、外国為替及び外国貿易法にて規制される貨物の輸出、技術の提供に際しては、同法に基づく輸出許可が必要です。
- 当社は、当社製品に係る以下の損害については、一切の責任を負いませんのでご注意ください。
 - ・天災地変・災害および当社の責に帰すべからざる事故により生じた損害
 - ・当社以外の第三者による当社製品の改造・修理・その他の行為により生じた損害
 - ・お客様およびご使用者様の故意・過失ならびに当社製品の誤使用・異常条件下での使用により生じた損害
 - ・当該製品の使用条件・使用環境・使用期間等の諸条件を考慮した定期的な点検と適切な保守・メンテナンス・交換を怠ったことにより生じた損害
 - ・当社製品の使用または使用不能に起因して生じた間接損害（営業上の損害、逸失利益および機会損失などを含みます）
 - ・当社製品の出荷時の技術水準では予見不可能な事態により生じた損害
 - ・その他当社の責に帰すべからざる事由により生じた損害