

# ニチアス 技術時報

# 2017

No.379

4号



**紹介: 技術展示室“Innovation Gallery”開設**

**製品紹介: 断熱材にアルカリアースシリケートウールを使用した**

TOMBO™ No.9999-NA「NAベローQ®」

クッション材にアルカリアースシリケートウールを使用した

TOMBO™ No.1841/1861「NAメタルジャケットガasket」シリーズ

**解説: 医療用マルチルーメンチューブ成形技術**



ニチアス

## 目 次

### 【巻頭言】

- ◆浜松研究所の新棟竣工にあたって ..... 1  
執行役員 浜松研究所長 佐藤 清

### 【紹介】

- ◆技術展示室 “Innovation Gallery” 開設 ..... 2

### 【製品紹介】

- ◆断熱材にアルカリアースシリケートウールを使用した  
TOMBO™ No.9999-NA 「NA ベロー Q®」 ..... 4  
工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部
- ◆クッション材にアルカリアースシリケートウールを使用した  
TOMBO™ No.1841/1861 「NA メタルジャケットガスケット」 シリーズ ..... 7  
工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

### 【解説】

- ◆医療用マルチルーメンチューブ成形技術 ..... 11  
工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

### 【連載】

- ◆シール材 Q&A (第9回) ..... 16

### 【トピックス】

- ◆共同住宅の界壁の遮音構造に対応した「ホームマット® F」発売 ..... 18
- ◆展示会 ご来場のお礼 ..... 19
- ◆社外発表 ..... 19

**表紙写真：**弊社浜松研究所の航空写真。  
中央の建物が本年5月に竣工した第五開発研究棟である。弊社の基盤である「断つ・保つ」の技術の中核拠点として今後も技術の深化と、先進技術への進化に努めてまいります。



1994年 浜松研究所開設当初



2017年 第五開発研究棟竣工

送り先ご住所の変更、送付の停止などにつきましては、下に記載の連絡先までご連絡ください。  
なおその際は、宛て名シールに記載されている7桁のお客様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。

〈連絡先および本報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: info@nichias.co.jp

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。  
<http://www.nichias.co.jp/>

## 浜松研究所の新棟竣工にあたって

執行役員 浜松研究所長 佐 藤 清



AI（人工知能）が将棋の名人に完勝してしまうことに象徴されるように、情報技術の進化が急激に進み、それが広く産業界にも変化をもたらす時代を迎えています。少し先の話だと思っていた自動車の自動運転も、情報技術の進化の結果として部分的にはあるにせよ実用化が進んでいます。製造業がこのような大きな変化に対応していくには、各企業がそれぞれの形で技術革新に挑む必要があります。「断つ・保つ」の技術で広く産業界に貢献する弊社も同じです。そこで研究開発を強化するアクションのひとつとして、鶴見と浜松の2つの研究所の設備や体制の強化を図っており、この5月に浜松研究所に新しく第五開発研究棟が竣工いたしました。

この新棟には、試験評価設備を集約し、将来最新設備の増設も可能な効率的なスペースを確保しました。そして弊社としては初めての技術展示室“*Innovation Gallery*”を開設しました。これは、新たな技術や製品を生み出して行くには研究開発の効率を高めるだけでなく、お客さまとのコミュニケーションを深めることがますます重要になると考えたからです。弊社の「断つ・保つ」の技術と製品は、さまざまな技術分野にまたがるため、お客さまが製品を見ても機能や使われ方を把握しづらい面があります。そこで、技術と製品を、視覚的、体感的に紹介することで、お客さまとニチアスの間での気づきが生まれる場を作ろうと考えました。“*Innovation Gallery*”という名前には、イノベーションの起点であれとの想いを込めております。皆さまのご来訪をお待ちしております。

なお今回の浜松研究所の新棟は、創立120周年に起工されたという経緯もございます。研究所の技術陣一同、その重さを理解し、皆さまの期待に応えられる研究開発に取り組んでいく所存です。

# 技術展示室“Innovation Gallery”開設

## 「断つ・保つ」の技術を実感



展示室全景

## 技術と機能を実感できる展示

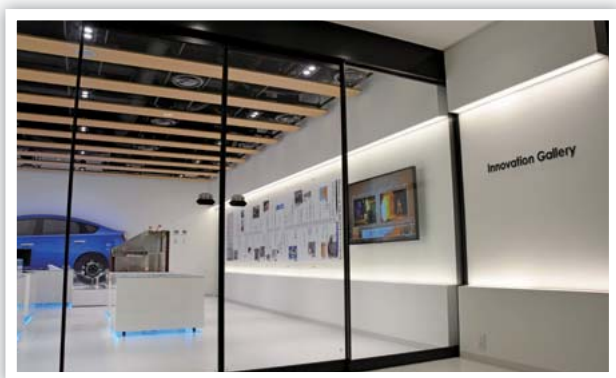


普段は見えない配管のシーリング材やライニングを可視化。その使い方、機能について理解いただけます



断熱材の組み合わせによる断熱性能の変化を体感できます

浜松研究所第五開発研究棟に、お客さまとニチアスの技術・製品の出会いの場となる技術展示室“Innovation Gallery”を開設しました。国産シール材・断熱材のパイオニアとして、1896年創業以来一貫した「断つ・保つ」の技術の歴史や、ニチアス製品が、どこで使われ、どのような機能を持っているかをイメージしやすいよう工夫して紹介しています。展示をとおして実感していただいた「断つ・保つ」の技術から新たな発見をしてください。お客さまとのイノベーションの起点になればとの想いを込めた“Innovation Gallery”のご利用をお待ちしております。



エントランス



「断つ・保つ」の技術の歴史



「断つ・保つ」の6つの技術をアイコンでわかりやすく分類した展示



住宅、ビルに使用されるロックウールや各種建材製品の使われ方、機能を模型を使って紹介



製品開発を支える基礎研究、分析技術、シミュレーション技術を紹介

# 断熱材にアルカリアースシリケートウールを使用した TOMBO™ No.9999-NA 「NAベローQ®」

工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

## 1. はじめに

TOMBO™ No.9999-NA 「NAベローQ®」(以下、「NAベローQ」)は火力発電所やごみ焼却場などの煙風道の配管同士の継ぎ目をつなぐ伸縮継手として、多くのお客さまにご採用いただいております。

従来「NAベローQ」は断熱材にリフラクトリーセラミックファイバー(以下、RCF)を使用しておりましたが、2015年11月に特定化学物質障害予防規則(以下、特化則)が改正され、RCFは特定化学物質となりました。これに伴い、断熱材を弊社が独自開発した特化則適用対象外のアルカリアースシリケート(AES)ウール「ファインフレックスBIO®」<sup>注</sup>に変更しました。

本稿では、断熱材を変更した「NAベローQ」についてご紹介します。

## 2. 「NAベローQ®」の概要

### 2.1 「NAベローQ®」の特長

「NAベローQ」は、図1に示すように配管同士をつなぐ部品であり、一般的には伸縮継手、フレキシブルジョイントやエキスパンションとも呼ばれます。流体の熱による配管の熱膨張、圧力、および送風機などから発生する振動などによって生じる配管の伸縮変位や応力を吸収する目的で使用されています。「NAベローQ」に代表される非金属製伸縮継手は、ジャバラ状の金属性伸縮継手にはない数々の優れた利点があり、特に軸方向の伸

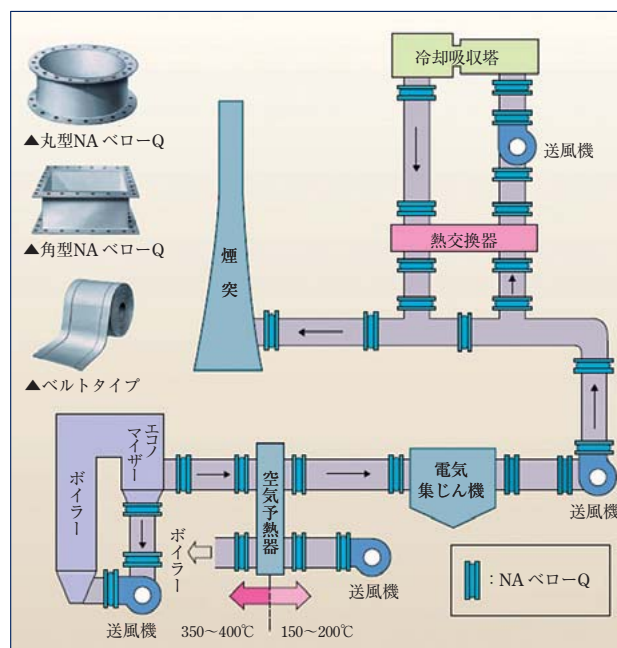


図1 使用例

縮にしか追従できない金属性伸縮継手では対応が不可能な箇所(下記参照)に使用されています。

〈「NAベローQ」の主な使用箇所〉

- ガスタービン発電設備の吸気排気ダクト、火力発電プラントの煙道風道
- ごみ汚泥焼却プラントの排ガスダクト
- 製鉄プラントの高温排ガスダクト
- その他、化学・セメントプラントのボイラー、排煙、排ガスダクト
- 送風機、集じん機の出入口ダクト
- 船舶の甲板貫通部シール

## 2.2 「NAベロー-Q」の構造

図2に「NAベロー-Q」の基本構造を示します。

①伸縮変位を吸収するベロー本体、②流体からベロー本体を保護するスリーブ、③ダクトに固定する押え板で構成されています。

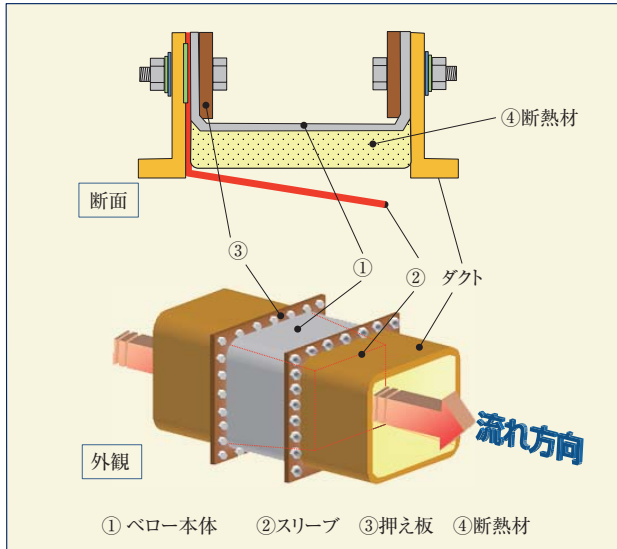


図2 「NAベロー-Q」(フレアタイプ)の基本構造

主要構成部位であるベロー本体は耐食性に優れたポリテトラフルオロエチレン (PTFE) フィルムとガラスクロスを熱融着させた構造になっています。内部流体温度が250℃を超える場合は、PTFEが劣化するため、断熱材を併用します。今回この断熱材の材質をRCFから特化則適用対象外のAESウール「ファインフレックスBIO®」へ変更しました。

## 2.3 取付部分の構造

取付部分の構造は、図3に示すようにフレアタイプとベルトタイプの二種類があります。フレアタイプは、両端をフレア加工しているため面間を小さくすることができ、軽量になります。ベルトタイプはダクトフランジから金物全体を取り外すことなく断熱材やベロー本体を現場で交換することが可能で、既設メタルベローの補修としても有効です。

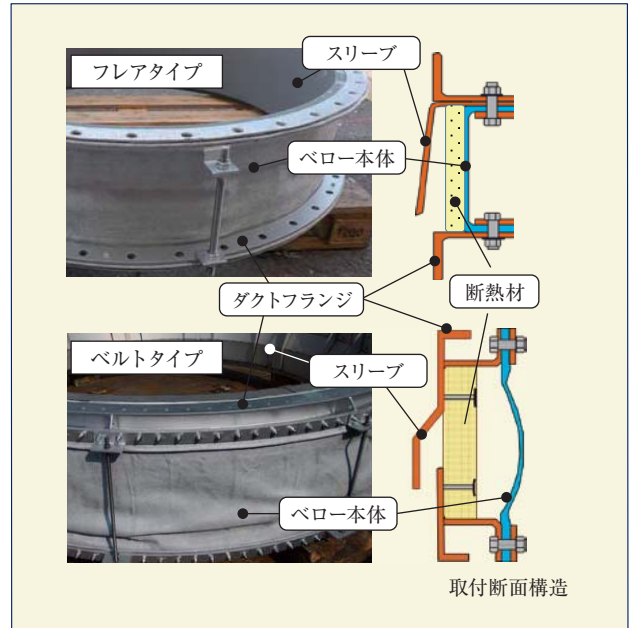


図3 取付部分の構造

## 3. 断熱材の変更に伴う評価

従来「NAベロー-Q」に使用していたRCF製断熱材（以下、従来品）と、今回変更したAESウール製断熱材（以下、変更品）の評価結果を以下に示します。

### 3.1 断熱材の特性

表1に各断熱材の特性比較を示します。

変更品は、加熱収縮率が従来のRCFよりも小さく、また熱伝導率が同等の特性であることがわかります。

表1 断熱材の特性比較

|                |                                | 従来品  | 変更品  |
|----------------|--------------------------------|------|------|
|                |                                | RCF  | AES  |
| 化学組成 [wt%]     | SiO <sub>2</sub>               | 53   | 76   |
|                | CaO + MgO                      | —    | 22   |
|                | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 47   | —    |
| 加熱収縮率 [%]      | 1000℃ × 8hr                    | 1.4  | 0.5  |
| 熱伝導率 [W/(m・K)] | 400℃                           | 0.11 | 0.11 |
|                | 600℃                           | 0.17 | 0.17 |
|                | 800℃                           | 0.21 | 0.22 |

### 3.2 断熱材の伸縮性

「NAベローQ」は配管の伸縮変位および応力をベロー本体の伸縮によって吸収するため、付随する断熱材にも伸縮に対する耐久性が求められます。そこで以下の条件で伸縮試験を行い、断熱材の外観変化と、固定ボルト穴の広がり状況を比較しました。表2に伸縮試験の結果を示します。

伸縮試験の結果、変更品、従来品とも断熱材に亀裂、割れ、剥離、飛散などは生じず、変化はありませんでした。また、固定ボルト穴の広がり量は変更品が少ないことがわかりました。

以上の試験結果から今回変更した断熱材の特性は、従来品と同等であることがわかりました。したがって新設または交換の際、設計変更することなく断熱材を変更した「NAベローQ」への切り替えが可能<sup>注</sup>です。

#### 〈試験体〉

従来品（密度100kg/m<sup>3</sup>、130kg/m<sup>3</sup>）

変更品（密度100kg/m<sup>3</sup>、130kg/m<sup>3</sup>）計4種

#### 〈試験条件〉

- ・伸縮回数：3000回（DSS\*運転約10年相当）
- ・伸縮ストローク：300mm⇔240mm（図4）  
（圧縮率20%：設計許容圧縮率に相当）
- ・伸縮速度：400mm/min

※DSS：日間起動停止（daily start stop）。毎日起動停止を繰り返す運転のこと。

表2 断熱材の伸縮試験結果

| 試験体 | 密度<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | 固定ボルト穴の<br>広がり量[mm] | 3000回後の<br>状態     |
|-----|----------------------------|---------------------|-------------------|
| 従来品 | 100                        | 6                   | 試験前後で変化は<br>見られない |
|     | 130                        | 9                   |                   |
| 変更品 | 100                        | 2                   |                   |
|     | 130                        | 6                   |                   |

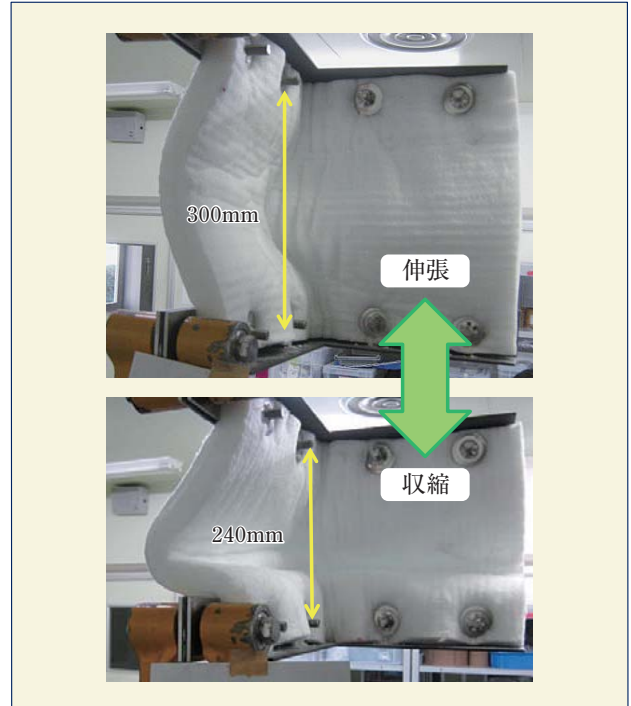


図4 伸縮試験

## 4. お わ り に

「NAベローQ」は煙突のある工場には必ず使用されていると言われるほど多くの実績と信頼のある製品です。

今回、「NAベローQ」の断熱材を特化則適用対象外のAESウールに変更しましたが、従来どおり設計、施工を行えることをご紹介します。

各業界における設備の性能アップに伴う高温化など、使用条件が厳しくなっている中で、今後ともお客さまのニーズに対応していけるように製品の改良と開発に努力していく所存です。

本製品に対するお問い合わせは工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部までお願いいたします。

注：断熱材に「ファインフレックスBIO®」を使用した場合、流体温度900℃までの対応となります。900℃を超える場合は別途ご相談ください。

\*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

\*「ベローQ」、「ファインフレックスBIO」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ありません。

# クッション材にアルカリアースシリケートウールを使用した TOMBO™ No.1841/1861 「NAメタルジャケットガスケット」シリーズ

工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

## 1. はじめに

TOMBO™ No.1841/1861「NAメタルジャケットガスケット」シリーズ（図1）は耐熱性の高い無機質のクッション材を中芯とし、金属薄板で被覆したメタルと軟質ガスケットの特長をあわせ持ったガスケットです。低温低圧から高温高压の広範囲な条件に対応し、主に大口径の熱交換器や反応器などのフランジに使用されています。

2015年11月に特定化学物質障害予防規則（以下、特化則）が改正され、リフラクトリーセラミックファイバー（以下、RCF）が特定化学物質となりました。従来品のTOMBO™ No.1841「NAメタルジャケットガスケット」およびTOMBO™ No.1861「NA波形メタルジャケットガスケット」はクッション材にRCFを使用していましたが、このたびRCFを含まない材料に変更しましたのでご紹介します。

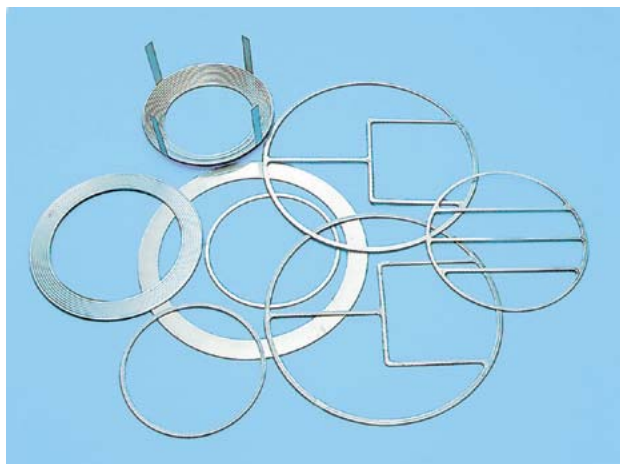


図1 「NAメタルジャケットガスケット」の外観

## 2. 「NAメタルジャケットガスケット」の概要

TOMBO™ No.1841「NAメタルジャケットガスケット」およびTOMBO™ No.1861「NA波形メタルジャケットガスケット」（以下、「NAメタルジャケットガスケット」と総称）は金属被覆材による高い耐熱性（400～1150℃）と、クッション材の作用によりシール性と圧縮復元性に優れたガスケットです。図2のような構造を持ち、用途や使用箇所により被覆金属、クッション材、形状（平型、波形）を適宜選定し使用します。

クッション材は耐熱性のある無機質繊維と無機質充填材で構成されており、530℃を超える条件での使用には、高温用クッション材を用います。従来、クッション材は無機質繊維にRCFを使用していましたが、今回特化則適用対象外のアルカリアースシリケートウールに変更しRCFを含まない材料としました。

表1、2にラインアップおよび、被覆金属と最高使用温度の対応を示します。

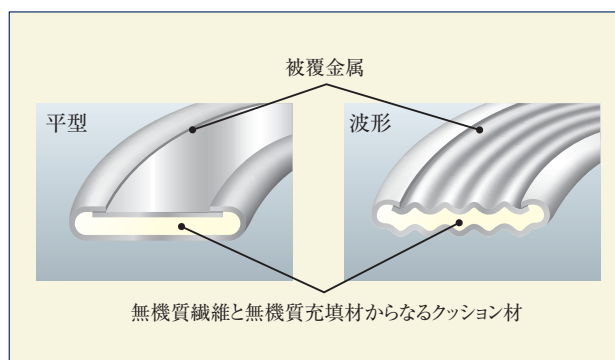


図2 「NAメタルジャケットガスケット」の構造

表1 「NAメタルジャケットガスケット」の種類

| TOMBO No. | 製品名                  | クッション材              | 耐熱性*        | 標準厚さ<br>[mm] | 最高使用圧力<br>[MPa] |
|-----------|----------------------|---------------------|-------------|--------------|-----------------|
| 1841      | NAメタルジャケットガスケット      | RCF不含有<br>クッション材    | 最高<br>530℃  | 3.0          | 6.0             |
| 1861      | NA波形メタルジャケットガスケット    |                     |             |              |                 |
| 1841-FI   | NA高温用メタルジャケットガスケット   | RCF不含有<br>高温用クッション材 | 最高<br>1150℃ |              |                 |
| 1861-FI   | NA高温用波形メタルジャケットガスケット |                     |             |              |                 |

\*耐熱性は被覆金属の材質によって異なります。

表2 被覆金属と最高使用温度

| 被覆金属    | 温度 [℃] |
|---------|--------|
| 炭素鋼     | 530    |
| SUS304  | 800    |
| SUS316  | 800    |
| 銅       | 400    |
| アルミニウム  | 400    |
| SUS310S | 1150   |
| モネル     | 800    |

表4 TOMBO™ No.1841-FI/1861-FI用高温用クッション材の評価結果

| 試験項目                      | 従来品 | 変更品<br>(RCF不含有) |
|---------------------------|-----|-----------------|
| 強熱減量<br>850℃×30min [%]    | 5.7 | 6.0             |
| 引張試験 [N/mm <sup>2</sup> ] | 1.3 | 1.5             |
| 密度 [g/cm <sup>3</sup> ]   | 0.8 | 0.8             |
| 応力緩和率<br>200℃×22h [%]     | 31  | 33              |

※クッション材の厚さは2.0mm

### 3. クッション材の変更に伴う評価

クッション材を変更した「NAメタルジャケットガスケット」について、従来品と特性比較試験を行いました。試験方法と結果を以下に示します。

#### 3.1 クッション材の評価

クッション材は、圧縮復元性とシール性に影響を与えるため材料特性の評価を行いました。

「NAメタルジャケットガスケット」のクッション材について、従来品および変更品の特性比較結果を表3、4に示します。

クッション材の材料特性は、従来品と変更品とで同等なことがわかります。

表3 TOMBO™ No.1841/1861用クッション材の評価結果

| 試験項目                      | 従来品 | 変更品<br>(RCF不含有) |
|---------------------------|-----|-----------------|
| 強熱減量<br>850℃×30min [%]    | 12  | 12              |
| 引張試験 [N/mm <sup>2</sup> ] | 1.7 | 1.7             |
| 密度 [g/cm <sup>3</sup> ]   | 0.8 | 0.8             |
| 応力緩和率<br>200℃×22h [%]     | 28  | 29              |

※クッション材の厚さは3.0mm

#### 3.2 加熱サイクルシール試験

熱サイクルがかかる場合などのシール性を確認するため試験を行いました。試験法は、試験フランジにガスケットをセットし、加熱・冷却した後、図3に示す装置で水上置換法により漏えい量を測定しました。

〈試験条件〉

試料：TOMBO™ No.1841-E/1841-FI-E\*

試料サイズ：φ61×φ81×3.0mm

試験フランジ：JPI クラス900 2B 閉止フランジ

締付面圧：120.4N/mm<sup>2</sup>

加熱条件：500℃×17h

サイクル数：3回

漏えい量の測定時間：10分間

※試料番号末尾の記号Eは金属被覆材質がSUS304であることを示す。

試験結果を表5に示します。500℃の加熱サイクルシール試験において、従来品と変更品に差はありませんでした。

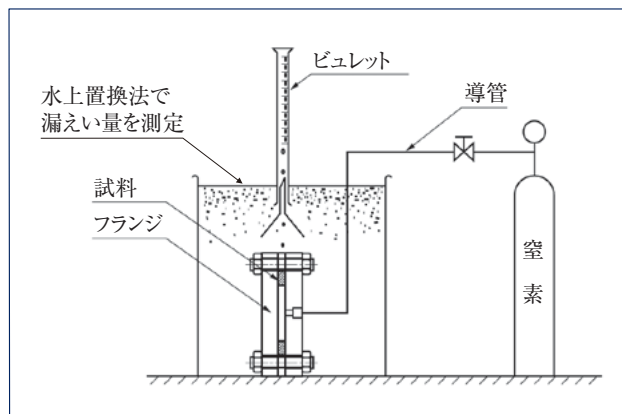


図3 シール試験装置の概略図

表5 加熱サイクル試験結果

| 試料                 |     | 漏えい量 [ml/min] |        |        |        |
|--------------------|-----|---------------|--------|--------|--------|
|                    |     | 加熱前           | 1サイクル後 | 2サイクル後 | 3サイクル後 |
| TOMBO No.1841-E    | 従来品 | 0.2           | 0.1    | 0.1    | 0.1    |
|                    | 変更品 | 0.1           | < 0.1  | < 0.1  | < 0.1  |
| TOMBO No.1841-FI-E | 従来品 | 0.2           | 0.1    | 0.1    | 0.1    |
|                    | 変更品 | 0.3           | 0.1    | 0.1    | 0.1    |

### 3.3 圧縮復元特性

フランジへのなじみやすさを表す基本特性として、圧縮復元特性があります。従来品と変更品で差がないか確認するために以下の条件で圧縮復元試験を行った結果（圧縮復元カーブ）を図4、図5に示します。従来品と変更品とで同等の圧縮復元特性を示していることがわかります。

以上の試験結果より、クッション材を変更した「NAメタルジャケットガスケット」は従来品と同等の特性を持ち、性能上の差はありません。したがって従来品から置き換えても問題なく使用可能です。

#### 〈試験方法〉

圧縮復元試験機に試料をセットし、下記条件で圧縮したときの圧縮復元カーブを測定。

#### 〈試験条件〉

試料：TOMBO™ No.1841, 1841-FI

試料サイズ：φ426 × φ468 × 3.0mm

試験機：森試験機製作所製 5MN圧縮試験機

荷重レンジ：5000kN

圧縮速度：1000kN/min

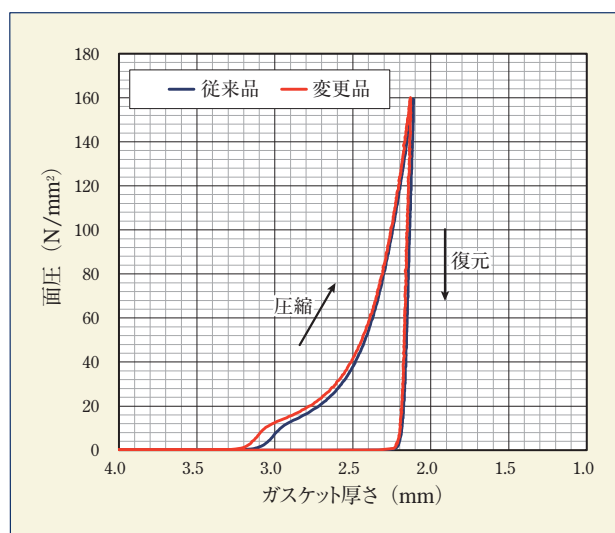


図4 TOMBO™ No.1841「NAメタルジャケットガスケット」の圧縮復元特性

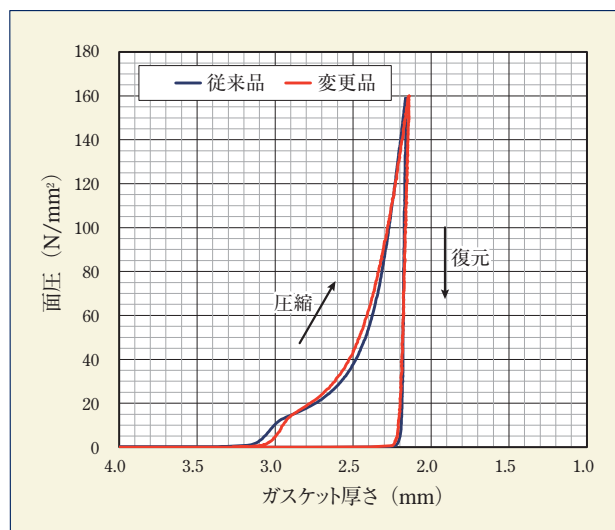


図5 TOMBO™ No.1841-FI「NA高温用メタルジャケットガスケット」の圧縮復元特性

## 4. おわりに

本製品は本稿で紹介したとおり使用条件に応じてクッション材、被覆金属材、表面材の選定が可能な他、熱交換器用としてさまざまな形状に合わせて製作可能です。ご希望の仕様、その他お問い合わせは工業製品事業本部 配管・機器部品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。

\*本稿の測定値は参考値であり保証値ではありません。



## 特化則<sup>※</sup>適用対象外の耐熱性に優れたウール

アルカリアースシリケート (AES) ウール

# ファイナフレックス BIO<sup>®</sup>

ファイナフレックスBIO<sup>®</sup>は、環境問題に対する意識の高まりを受け開発された耐熱性に優れたアルカリアースシリケート (AES) ウールです。

化学組成として、シリカ質、マグネシア質、カルシア質を主成分としています。断熱材・シール材・パッキング材・吸音材などとして、鉄鋼をはじめ、非鉄、石油化学、窯業など幅広い分野で使用できます。

※特化則：特定化学物質障害予防規則

### 品質特性

| 項 目       |                  | 品質特性 |
|-----------|------------------|------|
| 最高耐熱温度(℃) |                  | 1300 |
| 色調        |                  | 白    |
| 平均繊維径(μm) |                  | 4    |
| 化学成分(wt%) | SiO <sub>2</sub> | 76   |
|           | CaO+MgO          | 22   |
|           | その他              | 2    |

※上記数値は当社測定の実測値であり規格値ではありません。



※「ファイナフレックスBIO」はニチアス(株)の登録商標です。

# 医療用マルチルーメンチューブ成形技術

工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

## 1. はじめに

医学では生体に負荷となる刺激を侵襲<sup>しんしゅう</sup>と定義しており、術部を切開する従来の外科手術は高い侵襲性を伴う医療行為である。医療の低侵襲化は患者の身体的負担の軽減、早期回復のみならず、医療費の削減といった社会のニーズに対応する大きなテーマである。そのため、たとえば腫瘍の性状や位置などの情報を早期かつ正確に得ることができる高精度診断機器（X線CTやMRIなど）と、その情報に基づき患者の身体的負担を軽減した治療ができるさまざまな低侵襲治療機器が開発されてきた。このような低侵襲治療を実現する代表的デバイスとしてカテーテルや内視鏡がある。これらの機器には、患部へ直接薬物注入することを目的とした医療用チューブが使用されている。

本稿では、医療用チューブとしてさまざまな用途に使用されているふっ素樹脂製のマルチルーメンチューブについて、特長・成形技術について解説する。

## 2. マルチルーメンチューブの構造および用途

マルチルーメンチューブとは、図1のような一本のチューブに、図2のチューブ断面に示すように複数の通穴を持つものである。マルチルーメンチューブの用途はさまざまであるが、主にカテーテルや内視鏡に用いられており、それぞれの穴を

電極配置、ガイドワイヤー挿通、バルーン膨張、薬液注入、血栓吸引などに利用する<sup>1~3)</sup>。一本のチューブで複数のデバイスの使用や手技を実現できることから医療用具の小型化が可能であり、このことは治療時間の短縮、さらには手術後の痛み、手術侵襲の低減などにつながる。



図1 マルチルーメンチューブの外観



図2 マルチルーメンチューブの断面（4ルーメン）

なお、マルチルーメン (multi-lumen) のルーメンはラテン語の lumen (「light」「光」の意) が語源で、光束の単位として使われているが、カテーテルの通穴を意味する語としても使用されている。

### 3. マルチルーメンチューブの材料

医療用マルチルーメンチューブに要求される特性としては、

- (1) 滑り性 (処置具の挿通性)
- (2) 可とう性や剛直性
- (3) クリーン性 (生体適合性)
- (4) 耐薬品性
- (5) 繰返し曲げに対する耐久性

などがあげられる。これらの要求を満たす材料として、ふっ素樹脂の中でもポリテトラフルオロエチレン (以下、PTFE) 製チューブが使用されている。PTFE はあらゆるポリマーの中で最も低い摩擦係数を持っているため、処置具の挿通性確保に有利な材料である。これは図3の分子モデルに示すように主鎖の炭素原子にふっ素原子が緻密に覆われていることから分子間凝集力が小さいこと、分子鎖表面の凹凸が小さいことによるものである。相手材の材質にもよるが動摩擦係数はおおよそ0.06～0.10である。また、PTFE は重合時に不純物を含まず、成形時に添加剤を一切不使用であり、分子量も大きいため、ほとんど溶出する物質がない。このことから、生体に対する毒性は低く、医療用途の材料として適しているといえる。さらに、PTFEは図4に示すとおり高分子材料の中では比較的弾性率が低く、可とう性を兼ねそろえた材料であり、どちらかというとゴムに近い材料である。医療用チューブとして可とう性や繰返し曲げに対する耐久性は重要なファクターであり、このこともPTFEが広く使用されるに至った理由の一つである。その他の特長として、耐薬品性 (実質的にほとんどの工業薬品に不活性)、耐熱性 (連続使用温度は260℃)、難燃性 (UL94-V0相当) などがあり、過酷な条件下においても使用可能な材料である。

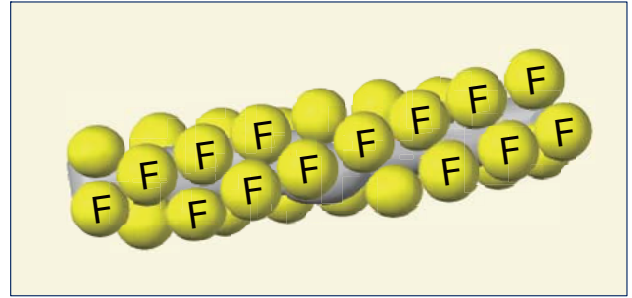


図3 PTFEの分子構造

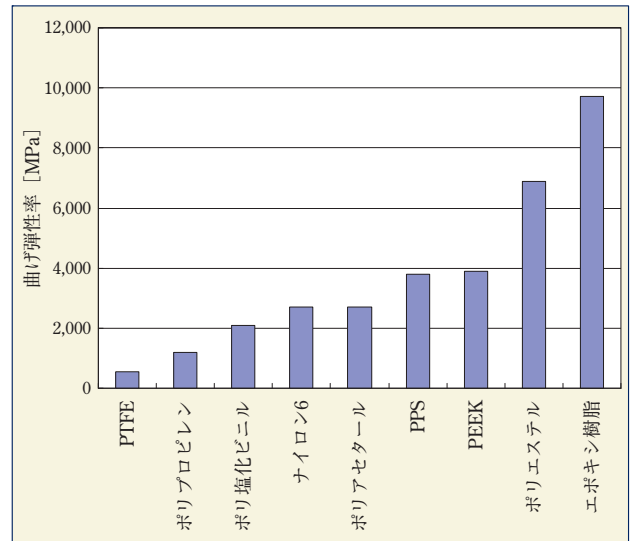


図4 各種プラスチック材料の曲げ弾性率  
(文献4を基に作成)

### 4. マルチルーメンチューブの成形方法

PTFEは、380℃における溶融粘度が約 $10^{10}$ poiseあり、一般の熱可塑性樹脂で行われる成形手段 (射出成形や溶融押出成形) を採用できない。そこで、PTFE製チューブの成形は、ペースト押出成形法で行われる。その製造プロセスを図5および図6に示す。まず乳化重合で製造したPTFEのファインパウダーに適当な有機溶剤を加えてペースト状にする。原料粉末に混合する有機溶剤は押出助剤とよばれ、PTFEを濡らし、かつ380℃程度の加熱によって完全に蒸発するものであればよく、ナフサや石油系炭化水素が多く用いられる。助剤の種類および量は押出圧力のみならず、成形品の特性にも影響する。

所定量の助剤はPTFEと同時にポリ瓶に入れて密栓し、数十分攪拌し均一に分散させる。時間

が長すぎると粉末が繊維化し、押出時に表面の肌荒れなどの不具合を生じる。攪拌後は所定の時間一定温度下で養生し助剤の浸透を均一にさせる。

次にコンパウンドを円筒状に予備成形する。予備成形品の外径寸法は図6に示す押出シリンダーの内径よりわずかに小さく、内径寸法は押出マンドレルの径よりもわずかに大きく成形する。この

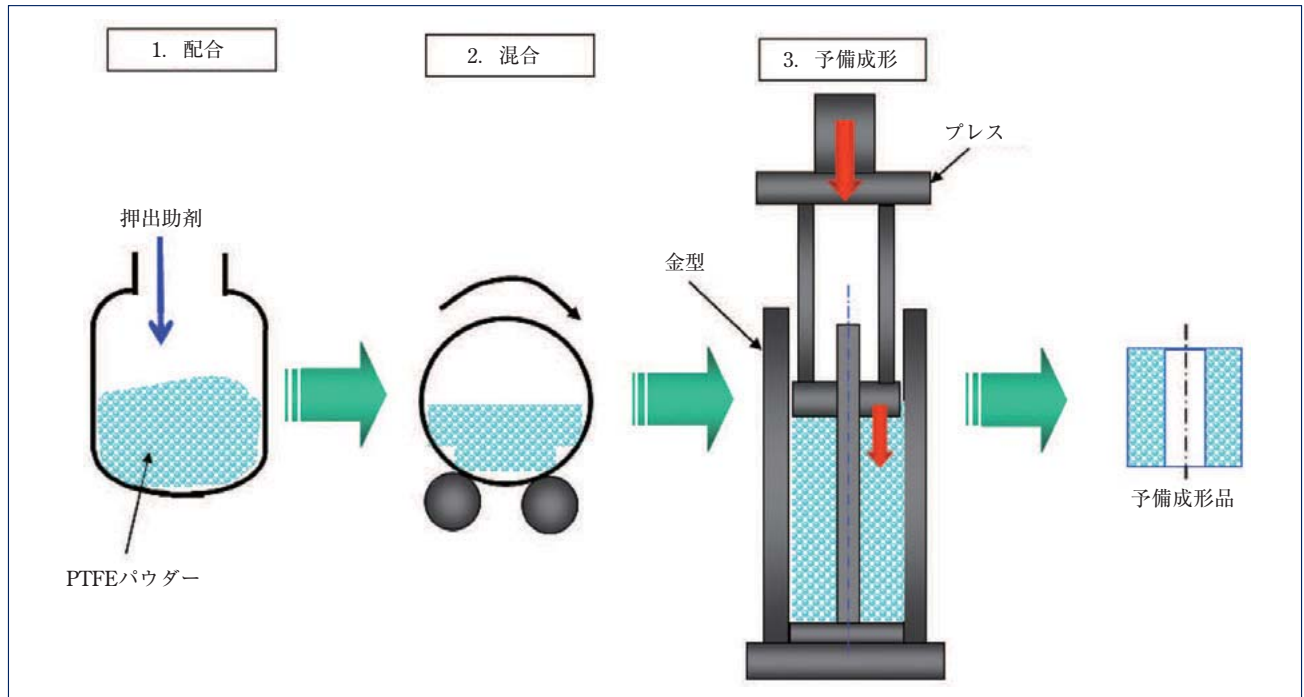


図5 ペースト押出成形の予備成形工程

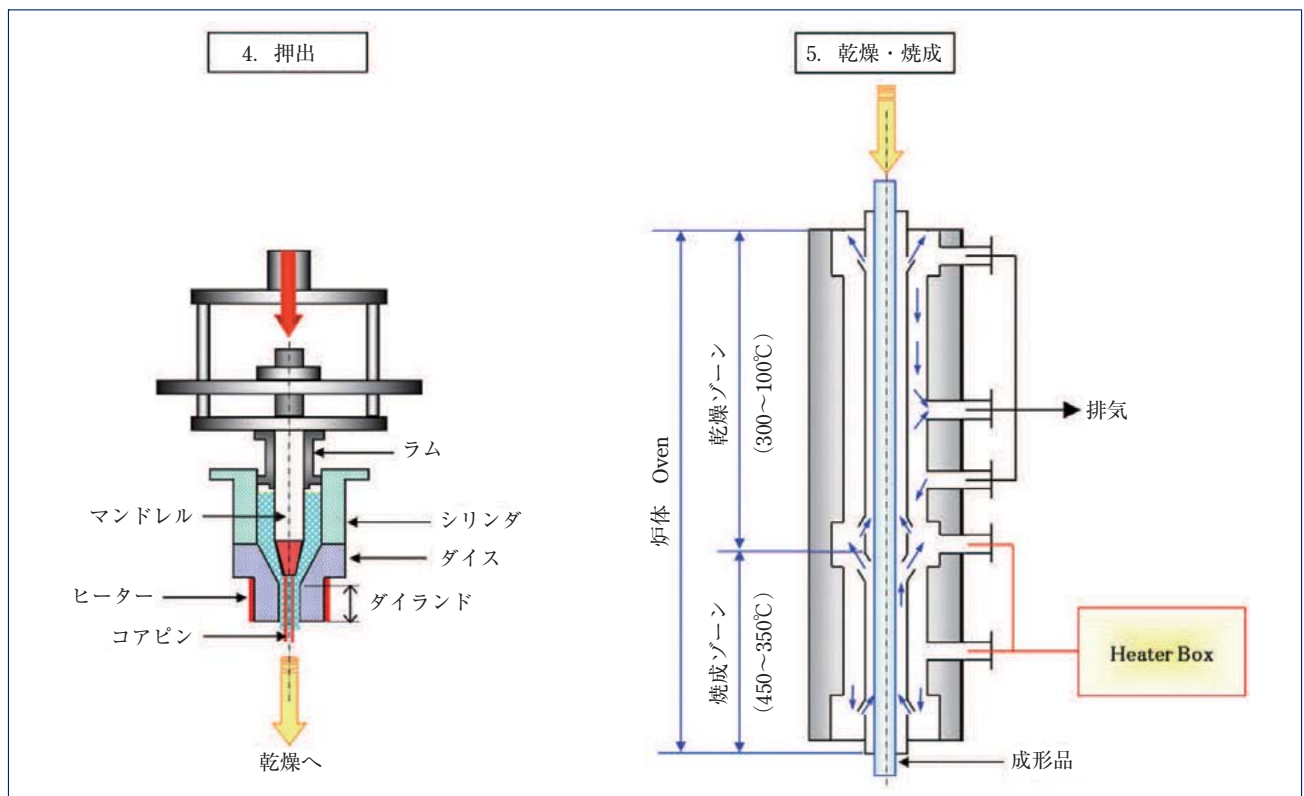


図6 ペースト押出成形の押出成形・焼成工程

際できる限りクリアランスを小さくすることが高寸法精度を得るためのポイントのひとつである。

圧縮された予備成形品は溶剤が拡散しないうちに押出シリンダーに移す。ラム駆動は油圧式およびスクリー式があるが、マルチルーメンチューブのように高い寸法精度が要求される製品に関しては、押出速度がより均一となるスクリー式が採用される。適正な押出圧力が得られないとチューブの外観・寸法精度に多大な影響が生じるため、ダイスの角度やランド長さを最適化する必要がある。成形の中で一番のポイントになるのはルーメン位置の制御であり、ルーメンの寸法を決定するコアピンの設計には大いに工夫を要することとなる。コアピンにはルーメン径や配置バランスによって押出成形時に不均一な圧力が負荷されるため、ルーメン位置が変動してしまう問題がある。この変動量を制御するためには、コアピンの長さや角度が重要になるが、コアピンの材質に関しても最適なものを選定する必要がある。ルーメンのたわみを考慮して高弾性材料から軟質材料までが使い分けられており、超硬合金、鉄、ステンレス、樹脂製コアピン、場合によってはこれらが組み合わせて使用されることとなる。

押出物は連続的に乾燥炉（100℃～300℃）に入り、助剤が除かれる。この温度は押出物の体積によって設定値を変更する必要がある。乾燥が不十分であると焼成時に助剤が突沸しチューブの表面性状が悪くなる。乾燥後はそのまま連

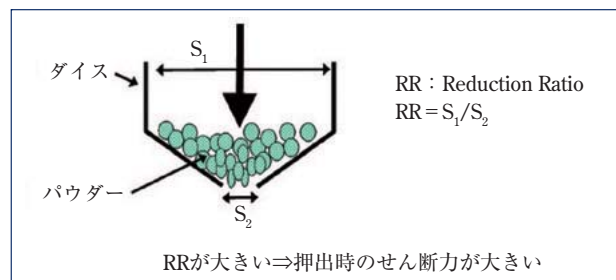


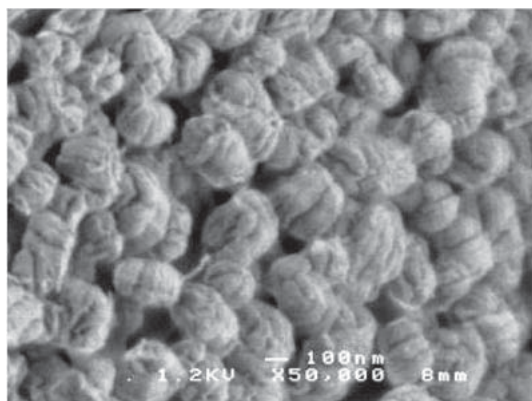
図7 Reduction Ratio

続して焼成炉（350℃～450℃）に入り焼結を行う。焼結が完了したチューブは分子間の融着が起こり、所定の物性を得ることができる。

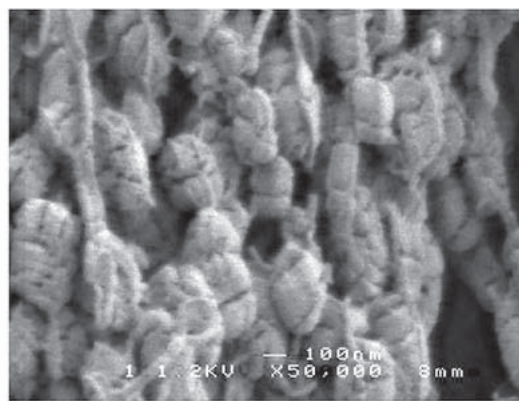
ペースト押出成形法はPTFEファインパウダーへせん断力を加えることで繊維化する特性を応用した成形法であり、特に繊維化が促進される押出工程での製造条件、配向が緩和される焼成工程での製造条件が後のチューブ物性（特に可とう性）に大きく影響を与えることとなる。押出工程では原材料グレードや助剤量、またシリンダー断面積とチューブ断面積の比率（Reduction Ratio）（図7）が繊維化に与える影響が大きい。

ペースト押出成形におけるPTFEファインパウダーの繊維化の様子を図8に示す。PTFEの粒子から、せん断によって繊維化が進行している様子が伺える。また焼成工程では押出時に生じた配向を緩和させる働きがあり、温度、時間の設定により配向度をコントロールすることができる。

図9にはチューブ内表面のSEM写真を示しており、焼成温度が高くなるほど分子配向が緩和されていることがわかる。従って、これら工程で



繊維化前



繊維化後

図8 PTFEファインパウダーの繊維化

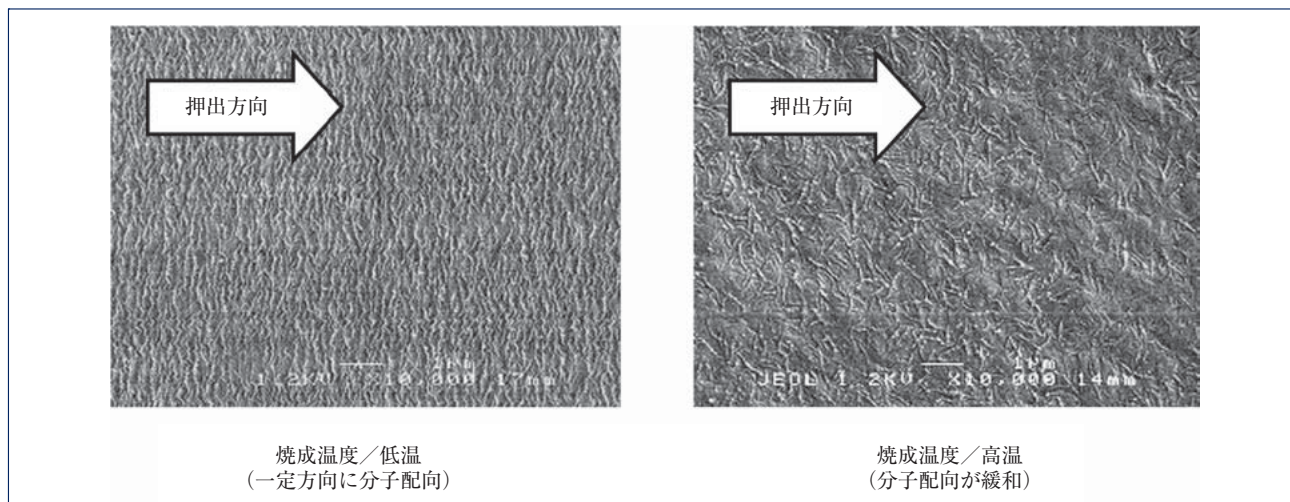


図9 PTFEチューブ表面の配向

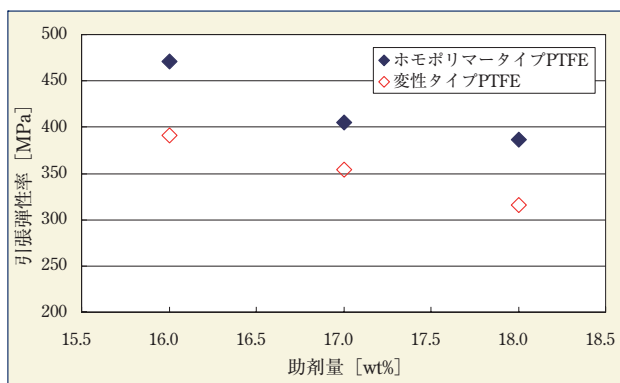


図10 助剤量と引張弾性率の相関

の主要パラメータを操作することにより、同じPTFEであっても、曲げやすいチューブや、逆にコシの強いチューブを成形することが可能であり、顧客の要望に合わせたチューブの作製が可能となる。医療用チューブは医師が手元で操作するため、その微妙な操作性が検査や手術時に多大な影響を及ぼすことから、精密な物性コントロールが要求されているのが現状である。例として助剤量と原材料種類がチューブの引張弾性率（可とう性の指標）に与える影響を図10に示す。この結果より、同じPTFEチューブであっても強度のコントロールが可能であることがわかる。さらに最新技術では材料の複合化や多層、発泡化について取り組まれているのが現状であり、今後の技術動向にも着目したい。

## 5. おわりに

医療用チューブとして使用されるPTFE製マルチルーメンチューブの機能や特徴、ポイントとなる成形加工方法について解説した。使用実績としてはカテーテルおよび内視鏡用途が中心であるが、他用途の開発も進めていきたいと考える。本稿の解説が医療機器関係者のみならず、ものづくりに携わる設計・開発・生産関係者の一助になってくれれば幸いである。

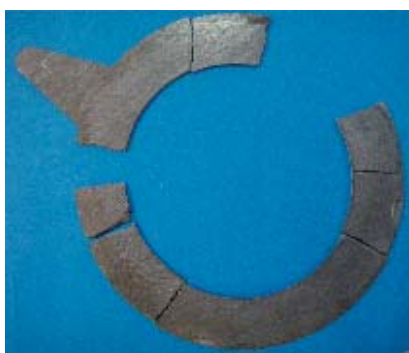
## 参考文献

- 1) 有限会社オーキッド, マルチルーメンカテーテル, 特開2006-15058, 2006-01-19
- 2) ペンタックス株式会社, 内視鏡用バイポーラ型高周波処置具, 特開2007-215896, 2007-08-30
- 3) 株式会社カネカ, 医療用マルチルーメンチューブ, 特開2008-92969, 2008-04-24
- 4) 旭化成アミダス株式会社, 「プラスチック」編集部: プラスチック・データブック, 工業調査会, pp.5-13 (1999)

\*本稿は「成形加工」第26巻 第3号 pp. 2-5(2014)に掲載された解説記事に加筆修正を加えたものです。

**Q シート系ガスケットの破断による漏れの対処方法は、  
どうすればよいですか？**

**A** シート系ガスケットの不具合事例として、ガスケットの幅を横断するように破壊（以下、破断）して漏れることがある。破断は短時間で進行することが多く、内部流体が噴き出すなど大きな漏えいに繋がってしまう。図1に、破断したシート系ガスケットの写真を示す。



ジョイントシートガスケット



ふっ素樹脂系ガスケット

図1 破断したシート系ガスケット

これは、内部流体によってガスケットが外へ押され、ボルトを支点として亀裂が生じ、破断したものである。ジョイントシートガスケットは破断伸びが小さいために亀裂が生じて欠損するが(図1左)、ふっ素樹脂系ガスケットは伸びが大きく変形する傾向にあり(図1右)、場合によっては変形してガスケット座から外れ、破断する前に漏洩することもある(図2)。

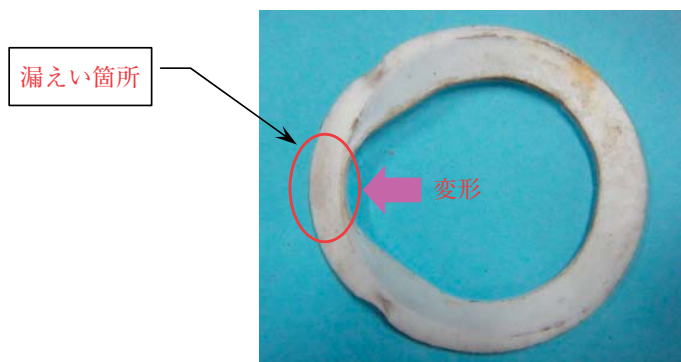


図2 変形したふっ素樹脂系ガスケット

これらのガスケットは、いずれもガスケットメーカーが定める使用可能範囲内で選定されたものであり、選定ミスではない。

この破断・漏えいは、運転圧力あるいは設計圧力よりも異常に高い圧力（異常内圧）が瞬間的に加わったことが原因で発生したものである。

異常内圧の発生原因として、ウォーターハンマー（水撃作用）現象が報告されている。

ウォーターハンマーは、内部流体で満たされた配管の流れが弁などで急に閉鎖されたり、ポンプが急停止するなど急激な圧力の変化によって発生する。また、蒸気配管では再び蒸気を流した時に、溜まったドレンによって蒸気が冷却され凝縮することで圧力が下がりドレンが移動して衝突することで発生する。

ウォーターハンマーの衝撃は非常に大きく、バルブや閉止フランジ、計測器を破壊した事例がある。シート系ガスケットは機械的な強度が弱くこの衝撃圧力に耐え切れずに破断してしまうが、より強度の強いメタル・セミメタル系ガスケットに変更すると、圧力の逃げ場がなくなりバルブや閉止フランジ、計測器に衝撃圧力が加わりそれらが破損するなど、ガスケットの破断よりも大規模なトラブルに発展する恐れがある。

以上のことから、ウォーターハンマーによるシート系ガスケットの破断・漏えいの対策として、ガスケットをメタル・セミメタル系に変更することは得策ではない。

したがって流量や昇温速度を抑制する、圧力を逃がす装置を設置する、レイアウトを変更するなど、異常内圧が発生しないように対策することが肝要である。

そのほか、ガスケット破断の発生原因としては、内部流体の体積膨張による事例も報告されている。

例えば、冬場などに配管内を水で満たした状態で静置し、気温が氷点下を下回ると配管内の水が凍結して、図3のようにジョイントシートに亀裂が発生し破断する。これは、水が凍ることによって体積が膨張（約10%）し、ガスケットを外径側に押し出すことが原因で発生する。

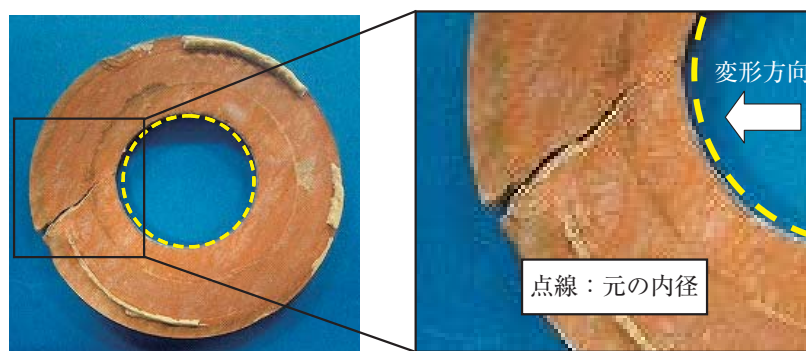


図3 水の凍結膨張によって破断したジョイントシートガスケット

図3右側の点線が使用前の内径であり、ガスケットが外径側に変形している。

凍結による体積膨張で発生した不具合対策も、異常内圧の場合と同様に、強度の強いガスケットへの変更ではなく、水抜きや保温など凍結防止対策を施すことが肝要である。

以上のとおり、シート系ガスケットの破断によって漏れが生じた場合は、異常内圧や体積膨張が発生しないように対処する必要がある。

\*本稿は、月刊トライポロジー誌（2014年12月号）に掲載された記事に一部加筆修正を加えたものです。

## 共同住宅の界壁の遮音構造に対応した「ホームマット® F」発売

弊社は、建築用断熱材「ホームマット®」の高密度品として、2017年8月に「ホームマット® F」を発売しました。本製品は、密度 $40\text{kg/m}^3$ 以上のロックウール断熱材であり、建設省告示1827号（遮音性能を有する長屋又は共同住宅の界壁の構造方法を定める件）に規定されている、「かさ比重0.04以上、厚さ25mm以上のロックウール」に該当し、共同住宅の界壁の遮音構造に対応します。

「ホームマット®」の特長である、断熱性、耐火性、耐水性はそのままに、遮音の告示にも対応する製品としてご採用いただければ幸いです。

本製品に関するお問い合わせは建材事業本部（TEL：03－4413－1161）までお願いいたします。

「ホームマット® F」の製品仕様

| 製品寸法 [mm] |     |      | 入り数 | 施工坪数  | 密度<br>[ $\text{kg/m}^3$ ] | 熱伝導率<br>[ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ] | 熱抵抗値<br>[ $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ] | JIS 認証                        |
|-----------|-----|------|-----|-------|---------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|
| 厚さ        | 幅   | 長さ   |     |       |                           |                                                |                                                |                               |
| 50        | 425 | 1360 | 18枚 | 約3.4坪 | 40以上                      | 0.038                                          | 1.3以上                                          | JIS A 9521<br>建築用断熱材<br>F☆☆☆☆ |

**ニチアス** 密度 $40\text{kg/m}^3$ 以上のロックウール断熱材

# ホームマット® F

ホームマット® シリーズの高密度品として、ホームマット® Fをラインアップしました。

本製品は、建設省告示1827号（遮音性能を有する長屋又は共同住宅の界壁の構造方法を定める件）に規定されている、「かさ比重0.04以上、厚さ25mm以上のロックウール」に該当します。

**共同住宅の界壁の遮音構造に対応します!**

製品仕様

| 製品寸法 (mm) |     |      | 入り数 | 施工坪数  |
|-----------|-----|------|-----|-------|
| 厚さ        | 幅   | 長さ   |     |       |
| 50        | 425 | 1360 | 18枚 | 約3.4坪 |

| 密度 (kg/m <sup>3</sup> ) | 熱伝導率 (W/(m·K)) | 熱抵抗値 (m <sup>2</sup> ·K/W) | JIS 認証                        |
|-------------------------|----------------|----------------------------|-------------------------------|
| 40以上                    | 0.038          | 1.3以上                      | JIS A 9521<br>建築用断熱材<br>F☆☆☆☆ |

○建設省告示1827号規定のロックウールに該当します

\*「ホームマット」はニチアス(株)の登録商標です。

## 展示会 ご来場のお礼

東京ビッグサイトにて2017年6月28日～30日に開催された「DRINK JAPAN 2017」(第2回ドリンク ジャパンー [飲料] [液状食品] 開発・製造展-)、および2017年7月19日～21日に開催された「サーモテック 2017」(第7回 国際工業炉・関連機器展)には、弊社出展ブースに全国各地から多くの方々にお立ち寄りいただき、誠にありがとうございました。お客さまからいただいた貴重なご意見、ご要望をもとにニーズに即した製品の更なる開発に努めてまいります。今後とも当社製品のより一層のご愛顧をお願い申し上げます。

### 「DRINK JAPAN 2017」

「DRINK JAPAN 2017」は飲料分野で日本最大の展示会で、弊社はサニタリー配管用途で高いシェアを誇る「サニクリーン® ガasket」や高機能ゴム「ブレイザー®」を中心に展示しました。

ご来場いただきました飲料・乳業関係者の皆さまには、市場ニーズに即したゴムの低着香性や、洗浄工程の短縮に貢献する弊社製品の理解を深めていただきましてありがとうございました。



「DRINK JAPAN 2017」出展ブース

### 「サーモテック 2017」

「サーモテック」は日本工業炉協会が4年に一度開催するアジア最大規模の工業炉展です。

本展示会においては、弊社が注力している特化則適用対象外の「ファインフレックス BIO®」各種製品の実物展示のほか、キャスト注入工法など映像を取り入れたわかりやすい展示を行いました。

工業炉メーカーのみならず、エンドユーザーのお客さまにも多数来場いただき、多くのお問い合わせをいただきましたこと感謝申し上げます。



「サーモテック 2017」出展ブース

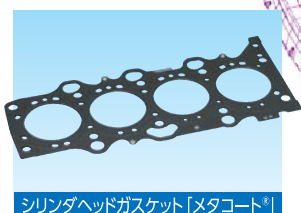
\*「サニクリーン」、「ブレイザー」、「ファインフレックス BIO」はニチアス(株)の登録商標です。

## 社外発表

| 講演                       |               |           |                           |
|--------------------------|---------------|-----------|---------------------------|
| 学会名                      | 会 期           | 場 所       | 演 題                       |
| (公社)自動車技術会<br>2017年秋季大会  | 2017/10/11-13 | グランキューブ大阪 | 繊維体吸音材料のBiotパラメータの推定      |
| (一社)日本機械学会 関東支部<br>山梨講演会 | 2017/10/21    | 山梨大学工学部   | 傾いたフランジを締付けたときのガスケットの圧縮挙動 |



# クルマの環境イノベーションに 『断つ・保つ』技術で貢献します。



シリンダヘッドガスケット「メタコート®」



ウォータージャケットスペーサー



防音カバー「エアトーン®」

## 環境にやさしい車づくりに貢献する「音」「熱」「シール」部品

車の高性能化はめざましく、また、より安全に、より快適に、より環境にやさしくという時代の要請に対応して、その進歩はとどまるところを知りません。

ニチアスは、「断つ・保つ」技術からはじまり、熱を「断つ」断熱材、ブレーキ時の鳴き音などを「断つ」制振材などの自動車部品分野へ展開し、自動車の環境イノベーションに貢献していきます。

### シール関連部品

- ゴム／金属複合ガスケット  
メタコート®  
メタフォーム®
- 排気系&軟質ガスケット  
CR ボルテックス®  
ジョイントシート
- 摺動材  
エクセライド®

### 熱関連部品

- 遮熱・保温材  
インサルカバー™  
N-フレチューブ™
- 熱制御  
ウォータージャケットスペーサー
- 触媒担体保持材  
エコフレックス™

### 音関連部品

- ブレーキシム材  
メタプラス™積層シム
- 防音カバー  
エアトーン®

※®が付されている名称はニチアス(株)の登録商標です。  
※TMが付されている名称はニチアス(株)の商標です。  
ただし「エコフレックス」は英国Safill Ltdの商標です。

# 「ニチアス技術時報」 バックナンバー

## 2017/3 号 通巻 No. 378



- 〈新製品紹介〉 ファインフレックス BIO® 応用製品  
TOMBO™ No.5655 「ファインブロック®」
- 〈製品紹介〉 ニチアスのフィルター製品
- 〈製品紹介〉 低濃度有機溶剤濃縮機  
TOMBO™ No.8805-SC 「ソルベントクリーン®」
- 〈製品紹介〉 産業用除湿ロータ  
TOMBO™ No.8800-AC-SG 「ハニクル® SG」  
TOMBO™ No.8800-MS 「ハニクル® MS」
- 〈製品紹介〉 気化式加湿+ケミカル物質除去装置  
TOMBO™ No.8805-HW 「ハニカムウォッシャー®」
- 〈製品紹介〉 気化式加湿エレメント  
TOMBO™ No.8808-HE-H 「ヒューセル®」
- 〈連載〉 シール材 Q&A (第8回)

## 2017/2 号 通巻 No. 377



- 〈新製品紹介〉 高温耐熱ボード  
TOMBO™ No.5461-16LDA 「RF ボード™ 16LDA」  
TOMBO™ No.5461-17MDA 「RF ボード™ 17MDA」
- 〈新製品紹介〉 ベースト状不定形耐火物  
TOMBO™ No.5675 「ファインフレックス BIO® キャスト」
- 〈サービス紹介〉 プラント設備の省エネルギー対策と保全に貢献する「e-AIM®工法」
- 〈製品紹介〉 耐薬品性・耐熱性・純粋性に優れたふっ素樹脂製品  
ふっ素樹脂ライニング製品
- 〈連載〉 シール材 Q&A (第7回)

## 2017/1 号 通巻 No. 376



- 〈巻頭言〉 新年雑感
- 〈新製品紹介〉 耐高温蒸気性パーフロロエラストマー  
TOMBO™ No.2675-S2 「ブレイザー® Oリング-S2」
- 〈技術レポート〉 耐高温蒸気性に優れた新規架橋構造の開発
- 〈新製品紹介〉 「ファインフレックス BIO®」 応用製品
- 〈新製品紹介〉 抗菌仕様化粧けい酸カルシウム板  
TOMBO™ No.6462-200R 「アスラックス® 200R」  
TOMBO™ No.6462-600R 「アスラックス® 600R」
- 〈連載〉 シール材 Q&A (第6回)

## 2016/4 号 通巻 No. 375



- 〈技術レポート〉 Biot 理論 (弾性多孔質振動伝播理論) を用いた軽量防音カバーの開発とそのトランスミッションへの適用事例
- 〈寄稿〉 Biot パラメータの音響特性に対する感度解析
- 〈解説〉 半導体製造装置向け製品の難燃性規格について
- 〈製品紹介〉 「ナフロン® 加工品」
- 〈連載〉 シール材 Q&A (第5回)



# ニチアス株式会社

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

## 【東日本地区】

|        |                    |
|--------|--------------------|
| 札幌支店   | TEL (011) 261-3506 |
| 苫小牧営業所 | TEL (0144) 38-7550 |
| 仙台支店   | TEL (022) 374-7141 |
| 福島営業所  | TEL (0246) 38-6173 |
| 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 |
| 前橋営業所  | TEL (027) 224-3809 |
| 千葉支店   | TEL (0436) 21-6341 |
| 東京支社   | TEL (03) 4413-1191 |
| 横浜支店   | TEL (045) 508-2531 |
| 新潟営業所  | TEL (025) 247-7710 |
| 山梨営業所  | TEL (055) 260-6780 |

## 【中部地区】

|       |                    |
|-------|--------------------|
| 富山営業所 | TEL (076) 424-2688 |
| 若狭支店  | TEL (0770) 24-2474 |
| 静岡支店  | 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 |

## 【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 (0792) 89-3241 |
| 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) 739-3639 |
| 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 |

## 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 |
| 工事業部       | TEL (03) 4413-1124 |
| 基幹製品事業部    | TEL (03) 4413-1123 |
| プラント営業部    | TEL (03) 4413-1126 |
| ・工業製品事業本部  | TEL (03) 4413-1131 |
| 海外営業部      | TEL (03) 4413-1132 |
| ・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 |
| 海外営業部      | TEL (03) 4413-1155 |
| ・建材事業本部    | TEL (03) 4413-1161 |

## 研究所

・浜松 ・鶴見

## 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 ・ドイツ ・イギリス ・チェコ  
・メキシコ