

ニチアス 技術時報

No.387

2019 4号

Contents

【新製品紹介】

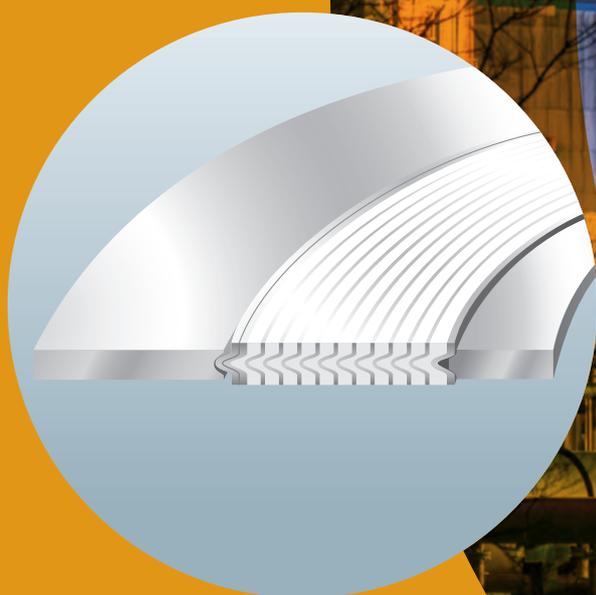
超高温用うず巻形ガスケット
TOMBO™ No.1838R-NM「ボルテックス® ガスケット-NM」

【製品紹介】

アルミナファイバー応用製品
TOMBO™ No.5461「RFボード™」
TOMBO™ No.5462「RFモールド™」
TOMBO™ No.5655「ファインブロック®」
TOMBO™ No.5464「RFキャスト™」

【解説】

平成30年度省エネ大賞経済産業大臣賞(ビジネスモデル分野)受賞
エアロジェル「増し保温®」工法による保温材熱ロス削減



ニチアス

目次

【新製品紹介】

◆超高温用うず巻形ガスケット

TOMBO™ No.1838R-NM 「ボルテックス® ガスケット -NM」 1
工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

【トピックス】

◆ガスケット Labo™ シール技術と分析・解析技術の融合でガスケットのお悩みを解決します。 6

【製品紹介】

◆アルミナファイバー応用製品 8
TOMBO™ No.5461 「RF ボード™」
TOMBO™ No.5462 「RF モールド™」
TOMBO™ No.5655 「ファインブロック®」
TOMBO™ No.5464 「RF キャスト™」
工業製品事業本部 省エネ製品技術開発部

【解説】

◆平成 30 年度省エネ大賞経済産業大臣賞（ビジネスモデル分野）受賞
エアロジェル「増し保温®」工法による保温材熱ロス削減 13
基幹産業事業本部 工事事業部 エアロジェル技術サービス室 黒坂 和弥

【トピックス】

◆ガスケット加工サービスカー「ガスケット工房™」2号車が稼動開始しました！ 19
◆エネルギーイノベーションジャパン 2019 来場のお礼 19
◆INCHEM TOKYO 2019 出展のおしらせ 19

表紙写真：

1000℃までの超高温領域で使用可能なうず巻形ガスケットTOMBO™ No.1838R-NM「ボルテックス® ガスケット-NM」をラインアップいたしました。

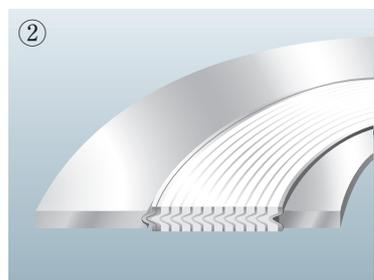
詳細はP1【新製品紹介】をご覧ください。

①プラント夜景

産業を支えるさまざまなプラントにて、ボルテックスガスケットをはじめとする当社のシール材製品をご使用いただいております。

②「ボルテックス® ガスケット -NM」

当社が独自に開発した耐酸化性のオリジナルフィラーを使用した、超高温領域で使用可能なうず巻形ガスケットです。



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: 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。
<https://www.nichias.co.jp/>

超高温用うず巻形ガスケット TOMBO™ No.1838R-NM 「ボルテックス® ガスケット-NM」

工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

1. はじめに

ガスケットは配管・機器部品などで流体の漏れを防ぐため、フランジに締め付けて使用されます。石油精製・石油化学、造船、電力、鉄鋼などあらゆる産業分野の安定操業を支える重要な部品で、中を流れる流体の種類、圧力、温度によりさまざまな種類があります。その中で、弊社は2019年7月に1000℃までの超高温領域で使用可能なうず巻形ガスケットTOMBO™ No.1838R-NM「ボルテック

ス® ガスケット-NM」(以下、「ボルテックス-NM」)をラインアップいたしました(図1)。「ボルテックス-NM」のフィラーは、弊社が独自に開発した耐酸化性のオリジナルフィラーであり、これまでの耐酸化性フィラーと比較して優れたシール性を有しています。

今回はこの「ボルテックス-NM」の主な特徴についてご紹介いたします。

2. ボルテックス® ガスケットとは

ボルテックスガスケットは、フープと呼ばれる鋼帯と、フィラーと呼ばれるクッション材を交互に重ね、うず巻状に巻き付けたガスケットであり、高温・高圧用途として配管や機器などに幅広く使用されています(図2)。フィラーには、膨張黒鉛やマイカなどの種類があり、使用条件に応じて使い分けられています(表1)。

フィラーに膨張黒鉛を使用した「グラシール® ボルテックス® ガスケット」(以下、「ボルテックス-GR」)は、シール性、圧縮復元性に優れるため広

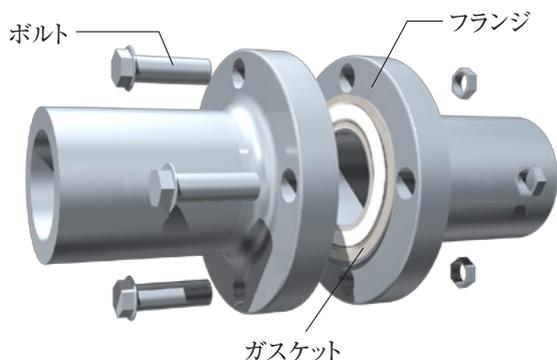


図1 「ボルテックス-NM」の外観とフランジでの使用イメージ

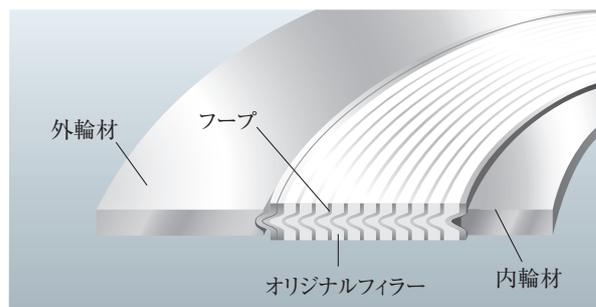


図2 「ボルテックス-NM」の断面図

表1 「ボルテックスガスケット」のラインアップと特徴

名称	用途	最高使用可能温度	フィラー	特徴
【新発売】 ボルテックス-NM	超高温用	1000℃	オリジナル フィラー	○1000℃の高温でもフィラーが消失しない ○従来品では使用できなかった超高温で使用可能 ○シール性、圧縮復元性にも優れる
ボルテックス-GH	高温用	800℃	膨張黒鉛+ マイカ	○800℃までの高温で使用可能 ×条件によっては膨張黒鉛が消失する可能性がある
ボルテックス-GR	汎用	450℃	膨張黒鉛	○シール性、圧縮復元性に優れる ×450℃を超える高温では使用できない

範な用途で使用されています。しかし450℃を超える高温雰囲気や、溶融塩などの酸化性流体では、膨張黒鉛が消失してシール機能を消失してしまうため、使用できません。

そのような条件では、内周側、外周側にマイカフィラーを巻いて膨張黒鉛の消失を抑制した、「ボルテックス-GH」などの複合タイプが使用されています。複合タイプは膨張黒鉛の消失を抑制することはできますが、完全な防止は困難なため、条件によっては使用できない場合もありました。

3. 「ボルテックス-NM」の概要

新製品「ボルテックス-NM」は、従来のボルテックスガスケットが使用できなかった高温条件でも長期的に安定したシール性が維持できます。「ボルテックス-NM」のフィラーは、弊社が独自に開発した、優れたシール性と耐酸化性の両方を兼ね備えたオリジナルフィラーです。また、特許も出願済みです。

「ボルテックス-NM」の製品仕様を表2に示します。「ボルテックス-NM」は、業界団体であるアメリカ石油協会の定める火災試験：API Standard 6FB, Third Editionにも合格しており、火災によりガスケットの機能が低下し、漏れが発生する可能性が低いことが確認されています。

表2 「ボルテックス-NM」の製品仕様

最高使用可能温度 ^{注1}	℃	1000	
最高使用可能圧力 ^{注1}	MPa	水系流体	43
		油・ガス系流体	26
本体厚さ	mm	4.5	
最大呼び径 ^{注2}	-	24B	
ガスケット係数m	-	3.00	
最小設計締付圧力y	N/mm ²	68.9	
最小締付面圧σ ₃	N/mm ²	水・油系流体	34.3
		ガス系流体	78.4
許容締付面圧	N/mm ²	294.2	
API Standard 6FB, Third Edition		PASS	

注1：最高使用可能温度・圧力はそれぞれ個別の使用限界を示しています。

注2：24B以上のサイズはご相談ください。

4. 製品の特徴

「ボルテックス-NM」は、優れた特性により広範な用途で使用される「ボルテックス-GR」と同等の常温シール性、圧縮復元性を有しています。また、フィラーが耐酸化性に優れているため、1000℃までの超高温域や酸化性の強い溶融塩（以下、Heat Transfer Salt：HTS）にも使用することができます。その特性評価を以下にご紹介します。

4.1 常温シール性および圧縮復元性

(JIS B 2490 管フランジ用ガスケットの密封特性試験)

内圧の作用する管フランジ用ガスケットの室温における密封特性試験は、JIS規格で規定されています。このJIS試験では、ステップごとに段階的にガスケット締付圧を変化させて、そのときの基本漏れ量およびガスケットの圧縮変形量を測定しています。試験条件およびガスケット締付圧のシーケンスを図3に示します。

試験条件

寸法	JIS 20K 50A
流体	ヘリウム
内圧	4MPa
漏れ量測定方法	石鹼膜流量計およびヘリウムリークディテクタ

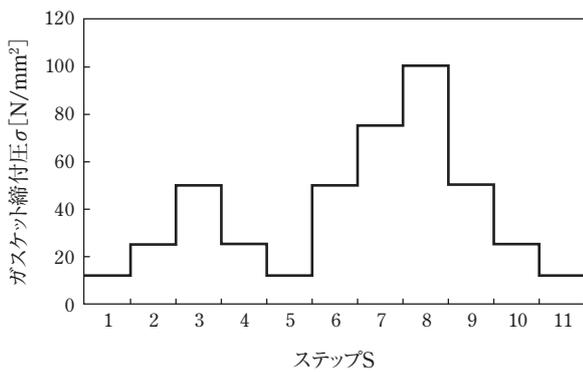


図3 JIS B 2490の試験条件およびガスケット締付圧のシーケンス

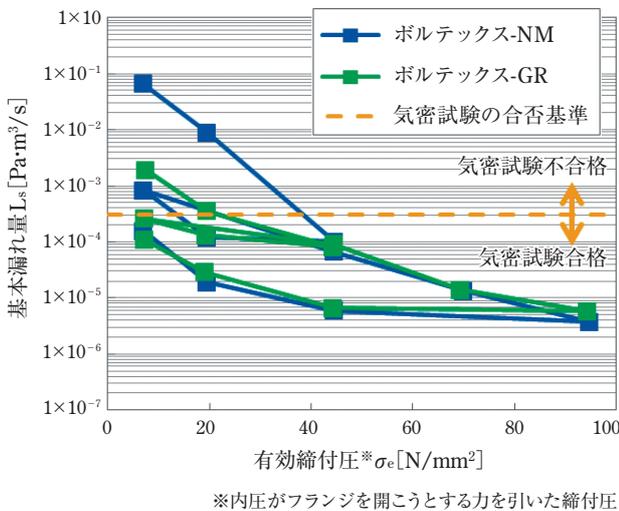


図4 JIS B 2490：管フランジ用ガスケットの密封特性試験結果 (常温シール性)

4.1.1 常温シール性

プラントまたは機器では運転開始前に石けん水を使って気密試験を行い、石けん水の発泡の有無で配管ラインの漏れを確認することがあります。そのため、常温におけるシール性も重要なガスケットの特性のひとつとなります。気密試験の合否基準を石けん水発泡法（石けん水をかけて発泡の有無で漏れを検知する方法）の検出限界： $3 \times 10^{-4} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ とし、ステップを進めた時の合格となるガスケット締付圧を「ボルテックス-GR」と比較しました。

試験結果を図4に示します。「ボルテックス-NM」はステップ3で気密試験合格レベルの漏れ量となり、「ボルテックス-GR」と同等でした。

4.1.2 圧縮復元性

ガスケットの圧縮復元性もガスケットの重要特性のひとつです。圧縮量は大きいほどフランジ面の凹凸を吸収し、良好なシール性を確保できます。また、復元量が大きいほど運転時のフランジの口開きに追従できるため、シール性を維持することが可能です。有効締付圧とガスケットの圧縮変形量の間を、図5に示します。ステップ1からステップ8までの圧縮量およびステップ8からステップ11までの復元量において、「ボルテックス-NM」は「ボルテックス-GR」と同等以上であることが示されました。

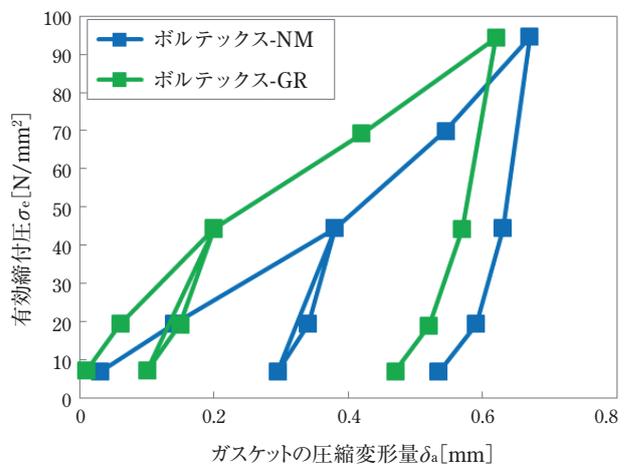


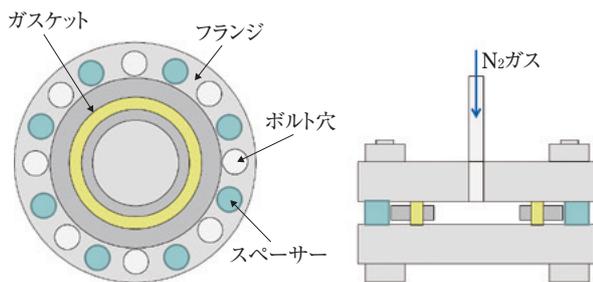
図5 JIS B 2490：管フランジ用ガスケットの密封特性試験結果 (圧縮復元性)

4.2 加熱サイクルシール性

ガスケットは常時加熱されている運転中よりも、フランジ締結部が冷却される運転停止時のほうが、ボルトの緩みにより漏れが発生しやすくなる傾向があります。そこで、ガスケットの耐熱シール性の評価として、1000℃での加熱と常温への冷却を繰り返す加熱サイクルシール試験を行い、従来型の他社品である耐酸化フィラー品A（以下、他社品A）と比較いたしました。試験条件と加熱プログラムを図6に示します。1000℃という超高温では、ボルトの応力緩和が起こることでもガスケットの締付面圧が低下してしまいます。その影響を軽減するためにボルト間にスペーサーを挿入し、ボルトが応力緩和した場合でもガスケットに所定の面圧が負荷されるように調整しました。

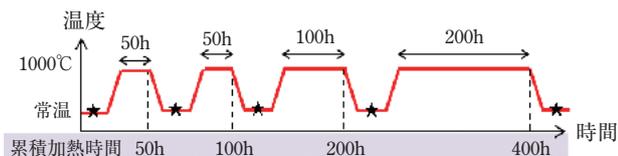
試験条件

鋼材	インコネル600
寸法	JPIクラス300 2B
締付面圧	78.4N/mm ² (スペーサーによるフランジ面間制御)
流体	窒素
内圧	1MPa
漏れ量測定方法	圧力降下法およびマスフローメータ



左：フランジ下面のイメージ図

右：フランジ締結時のイメージ図



★シール試験を実施（加熱後はボルトを再締結）

図6 試験条件および加熱プログラム

各サイクルにおける漏れ量をプロットした結果を図7に示します。他社品Aは、加熱により漏れ量が増加して測定不可となったのに対し、「ボルテックス-NM」は1000℃での加熱サイクルにおいても漏れ量が増加していくことなく、安定したシール性を発揮しました。

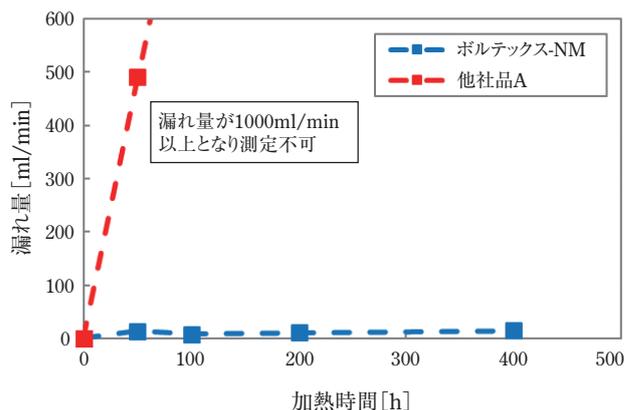
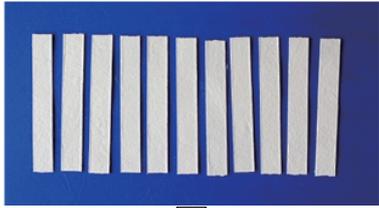


図7 加熱サイクルシール試験結果

4.3 耐HTS性

HTSは強酸化性流体であり、流体の温度に限らず膨張黒鉛フィラーを消失させるため、「ボルテックス-GR」を使用することができませんが、そのような流体においても「ボルテックス-NM」は使用することが可能です。耐HTS性の評価として、「ボルテックス-NM」のオリジナルフィラーと膨張黒鉛を使用した「ボルテックス-GR」のフィラーを450℃のHTSに200時間浸漬させ、フィラーの重量減少率を測定しました。試験結果を図8に示します。膨張黒鉛フィラーは試験後、完全に消失してしまいましたが、オリジナルフィラーは酸化消失せず、バインダー由来の重量減少に留まりました。このことから、ボルテックス-NMのフィラーはHTSに対して耐性を有しているといえます。

製品名	ボルテックス -NM	ボルテックス -GR
ファイラー	オリジナルファイラー	膨張黒鉛ファイラー
浸漬前		
450℃×200h 浸漬後		消失して回収不可
重量減少率[%]	5	消失のため測定不能

試験条件

HTS	亜硝酸ナトリウム 40wt%
	硝酸ナトリウム 7wt%
	硝酸カリウム 53wt%
浸漬条件	450℃×200h

図8 HTS浸漬試験結果（※ファイラー単体の浸漬試験）

5. おわりに

本稿では、1000℃までの超高温領域で使用可能なうず巻形ガスケット「ボルテックス® ガスケット-NM」についてご紹介しました。「ボルテックス-NM」は、従来の耐酸化性ファイラーと比較し、大幅にシール性が改善された新しいうず巻形ガスケットです。膨張黒鉛ファイラーでは酸化消失の恐れがある超高温領域や、流体がHTSのラインで、長期にわたり安定してご使用いただけます。

今後ともお客さまのニーズに対応した製品開発を行っていく所存です。ご意見・ご要望を賜れば幸甚です。

本製品に関するお問い合わせ・ご質問は、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。
- *「グラシール」、「ボルテックス」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。

※本製品は材料の成分上500℃以上の加熱で微量のフッ化ケイ素ガスが発生する可能性があります。ご使用の際はSDSをご確認ください。

※表2について、誤記を訂正しました。（2019年12月17日）

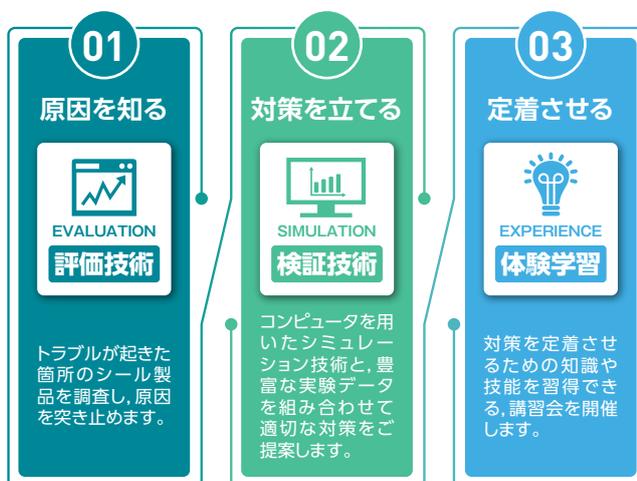
シール技術と分析・解析技術の融合

ガスケットLabo™ 評価技術のご紹介

ガスケットLabo™は、予防保全によりプラントの安全操業を支援するエンジニアリングサービスです。「評価技術」,「検証技術」,「体験学習」の3つのサイクルで予防保全のお手伝いをいたします。今回は、トラブルの原因を知るための「評価技術」をご紹介します。



3つのサイクルで予防保全



シール技術

トラブルの原因を知るためには、シール製品の特性を知ること、現品を調査することが不可欠です。さまざまな設備と長年のノウハウを活かし調査を行います。



シールするために必要なガスケットの圧縮量を評価します

圧縮復元特性は、フランジ面への馴染み、追従性を測る指標となります。最大Φ1600mmのガスケットまで評価できる、国内最高レベルの試験機を有しています。



熱減量から流体への適正を評価します

ガスケットに含まれる充填材が流体に溶出していないか、流体がガスケットに浸透していないか調査し、流体への適正を評価します。

でガスケットの悩みを解決します。

分析・解析技術

自動車
部品

工業
製品

プラント
向け工事
・販売

高機能
製品

建材

全社事業を支える専門家集団



分析解析室

シール技術と 分析・解析技術の融合



高度な評価

研究・開発

開発材料の発生ガス分析
微量添加剤の定量

製造・品質管理

製品表面のフクレ原因調査
製品中のコンタミ分析

販売・サービス

事例 1 使用したシール製品の状態を分析し
交換の目安をご提案します

外観観察や成分分析により使用による劣化がない
かを分析します。

事例 2 流体への混入異物を分析し
原因調査にご協力します

異物の構成成分・含有量を分析することで発生原因
の推定に有用な情報をご提供します。



走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型
X線分析装置 (SEM-EDS)



熱分解ガスクロマトグラフ質量分析装置
(Py-GC/MS)



ラマン分光光度計

アルミナファイバー応用製品

TOMBO™ No.5461 「RFボード™」

TOMBO™ No.5462 「RFモールド™」

TOMBO™ No.5655 「ファインブロック®」

TOMBO™ No.5464 「RFキャスト™」

工業製品事業本部 省エネ製品技術開発部

1. はじめに

工業炉などの断熱材に使用されるリフラクトリーセラミックファイバー（以下、RCF）は、2015年11月に特化則（特定化学物質障害予防規則）の特別管理物質となりました。

このため、RCFの代替として特化則の適用対象外となるアルカリアースシリケートウール（以下、AESウール）製品および高温域で使用されるアルミナファイバー応用製品を上市しており、今回弊社のアルミナファイバー応用製品のラインアップを追加しましたのでご紹介します。

2. 各種高温断熱製品の耐熱温度および製品ラインアップ

従来のRCF、特化則適用対象外の各種耐熱無機繊維の耐熱温度を図1に示します。

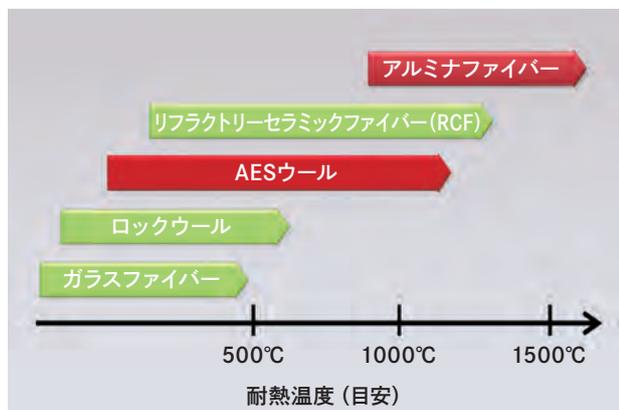


図1 各種耐熱無機繊維の耐熱温度

また、各種製品群におけるニチアス製品ラインアップを表1に示します。

このたび、アルミナファイバー応用製品に新製品としてTOMBO No.5462 「RFモールド™」およびTOMBO No.5464 「RFキャスト™」が加わり、温度域に応じた非RCF製品が揃いました。

表1 各種製品群におけるニチアス製品ラインアップ

	AESウール 応用製品	アルミナファイバー 応用製品
最高耐熱温度	1300°C	1600～1800°C*
バルク, ブランケット	TOMBO No.5605 TOMBO No.5615	-
ボード	TOMBO No.5625	TOMBO No.5461
モールド	TOMBO No.5645	(新製品) TOMBO No.5462
ブロック	TOMBO No.5655	TOMBO No.5655
キャスト	TOMBO No.5675	(新製品) TOMBO No.5464

*製品によって異なります。

3. 各種アルミナファイバー応用製品の紹介

各種アルミナファイバー応用製品は、用途に応じてボード、モールド、ブロック、キャスト等のさまざまな製品群があります。

それぞれの製品概要をご紹介します。

3.1 高温耐熱ボード「RFボード™」

TOMBO No.5461-16LDA「RFボード16LDA」とTOMBO No.5461-17MDA「RFボード17MDA」はアルミナファイバーとアルミナ粉末を水中に分散し、有機および無機バインダーを加えてボード状に成形した断熱材です(図2)。



図2 「RFボード」の外観

表2 「RFボード16LDA」, 「RFボード17MDA」の物性

製品名		RFボード 16LDA	RFボード 17MDA
TOMBO No.		5461-16LDA	5461-17MDA
色調		白色	
最高耐熱温度 [°C]		1600	1700
密度 [kg/m³]		200	400
加熱収縮率 × 24hr [%]	1400°C	0.5	0.4
	1600°C	- 0.3	0.0
	1700°C	-	0.1
曲げ強度 [MPa]	常態	0.70	1.50
	最高耐熱温度 × 24hr	0.37	0.63
熱伝導率 [W/(m·K)]	600°C	0.16	0.17
強熱減量 [%]		2.6	3.0
化学組成 [wt.%]	Al ₂ O ₃	82	84
	SiO ₂	18	16

〈用途〉

- ・一般高温炉用断熱材
- ・窯炉の天井、壁面の断熱材、バックアップ材
- ・高温炉用窯道具

表2に「RFボード16LDA」, 「RFボード17MDA」の物性を示します。

低密度タイプの「RFボード16LDA」は最高耐熱温度1600°Cの製品で、1500°C以上の高温炉の炉壁のバック材としての使用のほか、電気炉の内壁材（加熱面）としても使用可能です。

高密度タイプの「RFボード17MDA」は、最高耐熱温度1700°Cの製品で、高温域で優れた断熱性能を有しており、加熱面を含めた炉壁全体に使用可能です。

3.2 高温耐熱モールド

「RFモールド™」 「RFモールド™ PH」

TOMBO No.5462-16LDA 「RFモールド16LDA」, TOMBO No.5462-17MDA 「RFモールド17MDA」はアルミナファイバーに無機および有機バインダーを添加し、吸引成形法により種々の形状に成形した製品です。スリーブ形状やボックス形状をはじめ、お客さまからのご要望に合わせた形状に成形可能です(図3)。

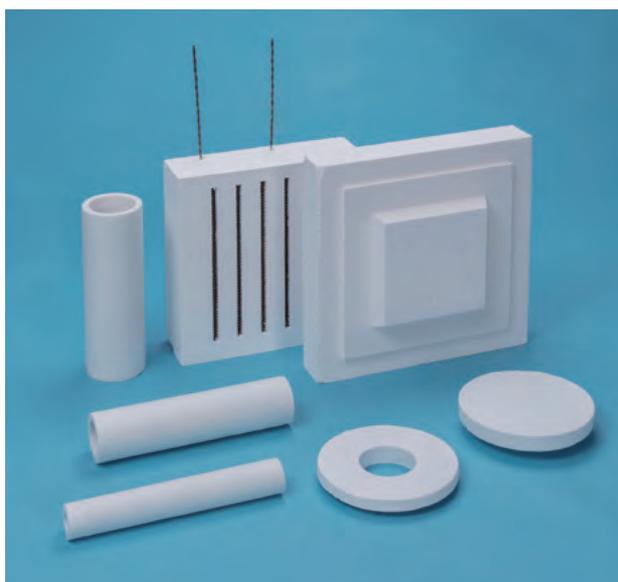


図3 「RFモールド」の外観

〈用途〉

- ・一般高温断熱材
- ・窯炉の天井，炉壁の断熱ライニング材，バックアップ材
- ・小型電気炉内部断熱材

表3に，「RFモールド16LDA」，「RFモールド17MDA」の物性を示します。

表3 「RFモールド16LDA」，「RFモールド17MDA」の物性

製品名		RFモールド 16LDA	RFモールド 17MDA
TOMBO No.		5462-16LDA	5462-17MDA
色調		白色	
最高耐熱温度 [°C]		1600	1700
密度 [kg/m ³]		250	400
加熱収縮率 × 8hr [%]	1400°C	0.2	0.3
	1600°C	- 0.8	- 0.4
	1700°C	-	- 0.5
曲げ強度 [MPa]	常態	0.9	1.1
	最高耐熱温度 × 8hr	0.5	0.6
熱伝導率 [W/(m·K)]	600°C	0.15	0.14
強熱減量 [%]		3.8	3.8
化学組成 [wt.%]	Al ₂ O ₃	82	83
	SiO ₂	18	17

TOMBO No.5462-PH「RFモールドPH」は断熱材の成形時または成形後に発熱体を組み込んで一体化したヒータユニットです。

RFモールドPHは鉄-クロム-アルミ系ヒータ線による電気加熱で，燃焼ガス等の発生がないため，クリーンな加熱が可能です。その断熱材には，上記RFモールド16LDAと17MDAのほか，RCFを含有しないRFボード各種を選択いただけます。

3.3 ブロック状耐火物「ファインブロック®」

TOMBO No.5655「ファインブロック」はブラン

ケットを積層・圧縮し，ブロック状に成形した製品です。TOMBO No.5655-BR, SR, WRがアルミナファイバーブランケットを使用した製品です（図4）。



図4 「ファインブロック」の外観

〈用途〉

- ・工業炉，鉄鋼関連のライニング材
- ・ベニアリング材

「ファインブロック」は各種施工法のうち，ブロックライニングおよびベニアリング法に使用されます。ブロックライニングは炉の内壁に使用されるレンガの代替品として，ブランケットとブロックを組み合わせて施工します。断熱性に優れ，レンガより軽量なため施工が容易です。ベニアリング法はレンガなどの保護材として使われ，ブロックを接着剤で固定して使用します。

用途に応じて金具の有無および積層方法の異なる製品をラインアップしており，それぞれ表4に示します。

3.4 ペースト状不定形耐火物「RFキャスト™」

TOMBO No.5464-700「RFキャスト」はアルミナファイバーと無機バインダーなどを湿式混合したペースト状の製品です。湿式混合した製品であるため現場での混練の必要なく開梱と同時にご使用いただけるとともに，特殊な形状，複雑な箇所への施工も容易に行える補修材です（図5）。

表4 各種ブロックのラインアップ

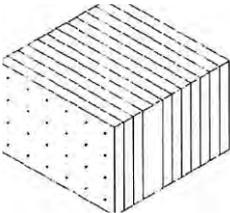
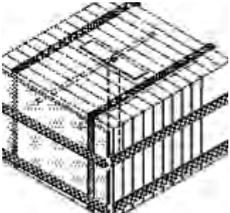
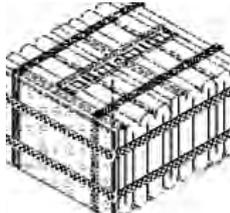
製品名	ファインブロック-B	ファインブロック-S	ファインブロック-W
TOMBO No.	5655-BR	5655-SR	5655-WR
タイプ	積層タイプ (縫製)	積層タイプ (PPバンド)	アコーディオンタイプ (PPバンド)
最高耐熱温度 [°C]	1600		
密度 [kg/m ³]	130		
構造	ブランケットを切断, 積層後, タックピンにて縫製 	ブランケットを切断, 積層した ものを圧縮成形し, 専用支持金 具を挿入 	ブランケットを折りたたんで圧 縮成形し, 専用支持金具を挿入 
主な用途	ベニアリング	工業炉向けライニング	鉄鋼関連向けライニング
特長	側板が無いので施工後の廃棄材 が少ない 薄物 (t30 ~) 製造可能	支持金具を内蔵しており, 簡便 に取り付けが可能	Sタイプに比べ, 支持金具の構 造がブランケットに対し低負荷, また, 金具支持位置が炉外側に 近いので, 酸化腐食やクリープ による損傷リスクが少ない



図5 「RFキャスト」の外観および施工イメージ

〈用途〉

- ・ 既設耐火物補修材
- ・ バーナータイル・ローラータイル補修材
- ・ 鉄鋼用加熱炉スキッドパイプポスト部補修材
- ・ 鑄造用加熱炉天井・側壁補修材
- ・ ガラスタンク窯蓄熱室外壁シール補修材

「RFキャスト」は均一かつ柔軟な練り材なので、そのまま簡単にコテ塗り、タッピング施工ができ、支持用アンカーは不定形炉材と同じものが使用できます。乾燥後の施工箇所は高強度、低収縮、耐風速性を有します。

「RFキャスト」の物性を表5に示します。

表5 「RFキャスト」の物性

製品名		RFキャスト
TOMBO No.		5464-700
色調		白～淡白色
最高耐熱温度 [°C]		1600
密度 [kg/m ³]	乾燥前	1470
	110°C 乾燥後	750
加熱収縮率 × 24hr [%]	1400°C	0.7
	1500°C	1.3
	1600°C	4.3
曲げ強度 [MPa]	110°C 乾燥後	1.06
	1400°C × 24hr	2.31
熱伝導率 [W/(m·K)]	600°C	0.24
化学組成 [wt.%]	Al ₂ O ₃	86
	SiO ₂	14

4. おわりに

弊社では用途や温度条件に応じた製品ラインアップを有しており、その中でも高温域で使用されるアルミナファイバー応用製品「RFボード」、「RFモールド」、「RFモールドPH」、「ファインブロック」、「RFキャスト」についてご紹介いたしました。

今後、環境・安全・省エネに配慮した製品がより求められると考えており、一層の製品開発、技術開発につとめ、社会、お客さまに貢献する製品を提供していく所存です。

なお、本製品ならびに関連製品のお問い合わせは工業製品事業本部 省エネ製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。
- *「ファインブロック」はニチアス(株)の登録商標です。
- *「RFボード」、「RFモールド」、「RFキャスト」はニチアス(株)の商標です。
- *本稿の測定値は参考値であり保証値ではありません。

「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。



平成30年度省エネ大賞経済産業大臣賞（ビジネスモデル分野）受賞 エアロジェル「増し保温[®]」工法による保温材熱ロス削減

基幹産業事業本部 工事事業部 エアロジェル技術サービス室 黒坂和弥

エアロジェル断熱材をプラントなどの既設保温材へ施工する「増し保温[®]」工法については、これまでもニチアス技術時報にてご紹介してまいりました。このたび一般財団法人省エネルギーセンター主催（経済産業省後援）の平成30年度省エネ大賞経済産業大臣賞を受賞いたしましたので、再度ご紹介いたします。

なお本稿は、配管技術（2019年10月号／日本工業出版株式会社版）に掲載された記事を一部加筆修正したものです。

1. はじめに

平成30年度省エネ大賞経済産業大臣賞（ビジネスモデル分野）“エアロジェル「増し保温[®]」工法による保温材熱ロス削減”のシステムは、プラントの保温材からの熱ロスを発見し、熱損失を調査、提案、改善、検証するビジネスモデルである（図1）。

エアロジェル保温材とは、従来の保温材と比較して低熱伝導性、はっ水性および水蒸気透過性に優れた高性能保温材である。エアロジェル「増し保温[®]」工法については以下、「増し保温[®]」工法と記す。

熱ロス削減のフローを1～3に示す。

1. 潜在熱ロス調査

経年老朽化が進んでいるプラント蒸気配管などの保温材に、サーモグラフィを用いて非破壊による熱ロスの実態調査を行う。

2. 保温強化による改善

エアロジェル保温材パイロジェル[™]を使用して「増し保温[®]」工法で施工し、機器を停止することなく既設保温材の機能回復と、保温性能の維持を図る。

3. 熱ロスの改善

省エネ効果を検証・証明する。

保温業界では今までに無かった一連のビジネス



図1 「増し保温」工法のビジネスモデル

モデルを確立したことが、このたびの省エネ大賞の受賞につながった。

2. 保温材の劣化と問題点

2014年9月・10月「省エネルギー」に産業分野に使用されている保温材ストック量1500万m²が10%程度の水分混入で年間の熱損失量は、660PJと推測されるとある。

プラント蒸気配管などの保温材の劣化は含水によるところが大きく、保温材の含水と熱伝導率の関係を検証すると以下の結果が得られた。

試験は、けい酸カルシウム保温材試験片(200×200×25mm)を105℃の雰囲気中で絶乾状態にする。絶乾状態のけい酸カルシウム保温材を2週間水槽で浸漬し、その後自然乾燥しそれぞれ20℃における含水率と熱伝導率の関係をプロットした(図2)。

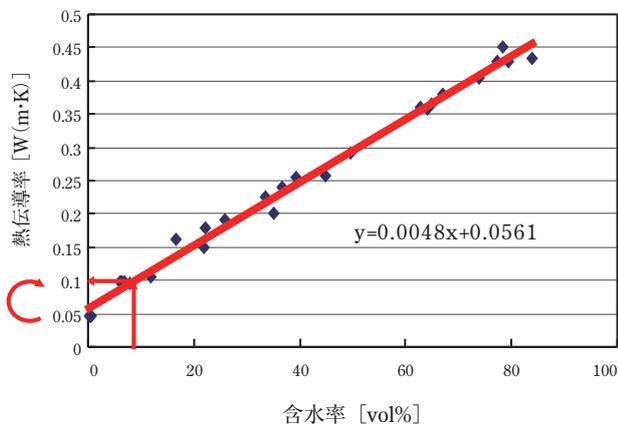


図2 けい酸カルシウム保温材の含水率と熱伝導率の関係 (20℃)

けい酸カルシウム保温材の絶乾状態での熱伝導率は0.05W/(m·K)であった。10 vol%含水すると0.1W/(m·K)となり、絶乾状態と比較して2倍の熱伝導率となった。保温材の劣化の原因は、含水により熱伝導率が高くなり、省エネの大きな阻害要因となると考えられる。

保温材は、成型体内に約90%の空隙率を有した構造をしている。

プラントの多くに屋外の機器、配管などに保温

材が使用されており、経年とともに保温材外装板の隙間、破損等の劣化から、雨水が浸入し保温材の空隙部に浸透する。保温材の空隙部に水が浸透すると、水は空気と比較して約30倍熱を伝えやすい性質を持ち、空隙が水に置換されると保温性能は著しく低下する。特にけい酸カルシウム保温材は保水性が高く、一度保水すると乾燥しにくい性質を有している。保温材は一般的に、保温性能を示す熱伝導率が0.065W/(m·K)以下を保温材と定義されている。この熱伝導率の数値を超えると保温性能が無いと言われる。含水し劣化した保温材の放置は、熱ロスにつながり、省エネの観点から大きな問題となる。

3. エアロジェル「増し保温®」工法

「増し保温®」工法に使用されるエアロジェル保温材を紹介する。

エアロジェルは、シリカゲルをゾルゲル法(高温・高圧超臨界乾燥)により生成したもので、微細な気泡を包み込んだナノ粒子集合体の総称である。

代表的なエアロジェル保温材として米国Aspen Aerogels社製のパイロジェル™ XTがある。

パイロジェルXTが有する性能が、“はっ水性”と“水蒸気透過性”である。この性能を利用し内部温度の高い配管等の省エネ対策工法を紹介する。

プラント蒸気配管等の健全性を知る上で、保温材の劣化状態を把握することが必要であり、その調査方法としてサーモグラフィによる熱画像解析の方法がある。サーモグラフィは、赤外線で非接触により表面温度を計測し、熱画像から放散熱量を算出し保温材の劣化状態、熱ロスを推測することが可能である。

この熱ロスの問題を解決する新工法として、劣化した既設けい酸カルシウム保温材と既設外装材の外周面に、エアロジェル保温材パイロジェルXTを巻き付ける「増し保温®」工法がある(図3)。

パイロジェルXT施工時の注意事項として、長手方向、周方向をラップさせ番線などで緊縛する。新規外装材を取り付けた後に、外装材1枚につき1箇所を目安に外装材下部に約φ20の水抜き穴を

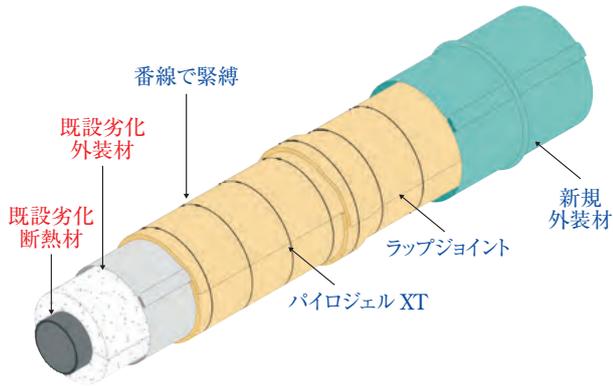


図3 エアロジェル「増し保温」工法概要図



図4 保温材散水乾燥実験

え設ける。既設保温材に含浸された水が熱で乾燥する際に、水蒸気透過性を有するパイロジェルXTを通過し、露点の低い新規外装材の内側で結露し、水抜き穴から排出させる。パイロジェルXTは、はっ水性を有しているため結露水が既設保温材に再び含水することはない。

4. エアロジェル「増し保温[®]」工法の乾燥実験

「増し保温[®]」工法の乾燥の原理は、図4の保温材散水乾燥実験にて、実機の蒸気配管を用いてけい酸カルシウム保温材+外装材の「従来工法」と既設保温材+既設外装材+パイロジェルXT+新規

外装材の「増し保温[®]」工法の保温構造で検証した。

降雨時を想定し、各保温構造において経年とともに外装材の劣化を想定し、外装材の継ぎ目に隙間を開け、定量に散水し濡れた保温材を乾燥させるのに要したエネルギーの蒸気消費量をドレン量として測定し比較した。

試験条件は、配管径25A、蒸気圧0.7MPa、内部温度165℃、完全に乾燥したけい酸カルシウム保温材を使用し各保温構造で試験を実施した。

散水条件は、1時間当たり50mmの降雨が4時間続いた状態を想定、1日1回外装材の継ぎ目に600mlを3回散水し蒸気消費量の変化を測定した。

各保温構造における散水時の蒸気消費量の試験結果を図5に示す。

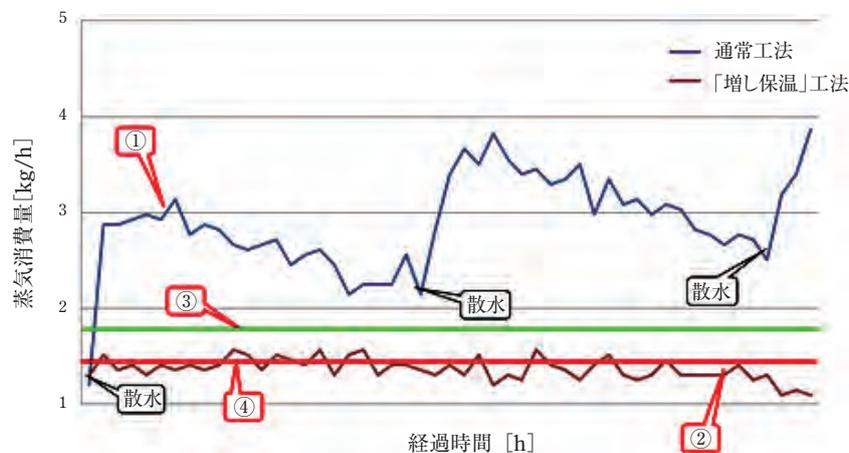


図5 散水時の蒸気消費量

②の実線は、「増し保温[®]」工法の保温構造であるが、散水しても蒸気消費量の変化は、④の「増し保温[®]」工法が正常と仮定した設計値と比較しても誤差範囲内である。

しかし、①の実線の従来工法は、③の従来工法が正常で有ると仮定した設計値から散水時に蒸気消費量が多くなり、保温材乾燥にエネルギーを多用しているのが分る。

降雨時は、このグラフのように従来工法の保温構造では、蒸気の消費量が増大する。

25Aの配管で従来工法と「増し保温[®]」工法の蒸

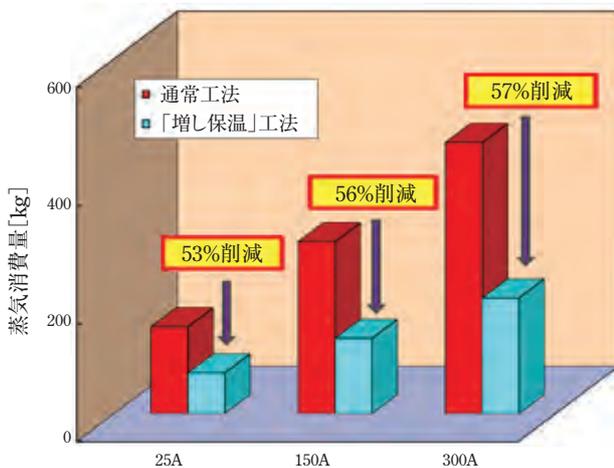


図6 蒸気消費量比較 (50h)

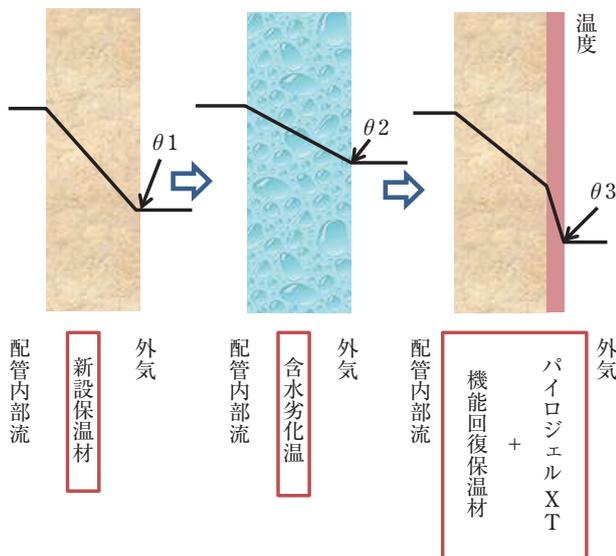


図7 「増し保温[®]」の乾燥原理のイメージ

気消費量を比較すると、「増し保温[®]」工法が53%削減された結果であった。これを300Aの配管で推測すると「増し保温[®]」工法が従来工法より蒸気消費量が57%削減できると推測できる (図6)。

「増し保温[®]」工法の乾燥の原理は、図7に示すとおり、正常な新規保温の温度勾配は $\theta 1$ で表せる。保温材が含水すると、熱伝導率が高くなり含水劣化した保温材の表面温度が $\theta 2$ のように高くなる。高性能パイロジェルXTを既設保温材の外側に施工すると、含水した保温材表面が蓄熱され、既設保温材が乾燥し機能が回復する。機能が回復した保温材とパイロジェルXT保温材の界面温度を比較すると、 $\theta 1 < \theta 3$ のように上昇し、乾燥状態が維持され安定した保温性能が担保される。

5. エアロジェル「増し保温[®]」工法の省エネ効果

某化学工場の蒸気配管に「増し保温[®]」工法を施工した例を紹介する。

配管長：約650m、配管径：80A～200Aにけい酸カルシウム保温材75mmが対施工されていた配管を対象に「増し保温[®]」工法を施工した実施例である。

対象蒸気配管の設計時の正常な保温材が施工された状態の放散熱量は、約40万kWh/年と推測される。施工前のサーモグラフィにより保温材の現状を把握した結果の放散熱量は、設計時の約3倍の112万kWh/年に増加していた。パイロジェルXT厚さ10mm 1層を巻き付けた「増し保温[®]」工法の施工約1ヵ月後の測定結果は、放散熱量44万kWh/年と低減され68万kWh/年の熱ロス回収となり省エネ効果の高さが証明された。これは、パイロジェルXT厚さ10mm 1層の性能でこの結果になったと考えるよりも、「増し保温[®]」工法により既設保温材の機能が回復され、さらにパイロジェルXTの保温性能が加味されての結果と考えられる。

さらに5年、10年経過しての追跡調査を加え図8に熱診断による熱ロス削減効果の結果を示す。

5年後の追跡調査の結果放散熱量は、約39万

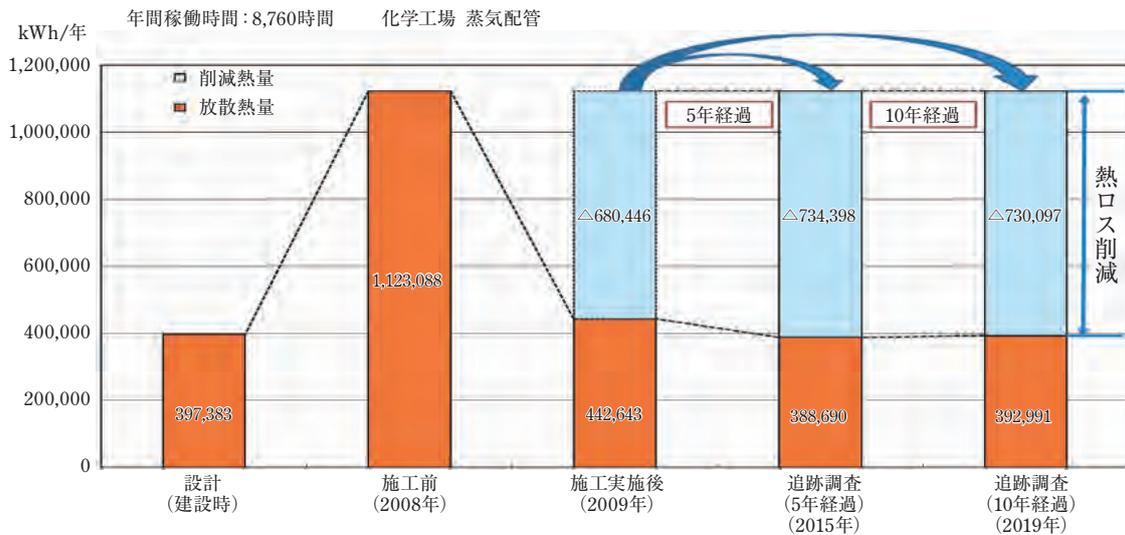


図8 某化学工場における「増し保温」工法の効果

kWh/年と改善された効果を維持し、10年経過した後も保温性能は39万kWh/年と維持され継続的に安定した省エネ効果が確認された。

6. 新素材エアロジェル保温材

新製品のパイロジェル™ XTEについて紹介する。次世代の保温材として期待されるパイロジェル XTEと従来製品パイロジェル XTとの相違を図9に示す。

パイロジェル XTと XTEの相違は、約5%無機

添加剤の二酸化チタンと酸化鉄(Ⅲ)のみで、エアロジェルの含有量、ブランケット材料は同じである。

パイロジェル XT, XTEとロックウール保温材、けい酸カルシウム保温材の熱伝導率の比較を図10に示す。従来保温材のロックウール保温材、けい酸カルシウム保温材と同じ温度で比較するとその熱伝導率は約1/2となり、保温材厚みが1/2で同等の性能を有することになる。

パイロジェル XTと XTEの熱伝導率、はっ水性および水蒸気透過性は同等の性能を有する。

図9 パイロジェル XT, XTE保温材

	従来製品	新製品
製品名	パイロジェル™ XT	パイロジェル™ XTE
添加物	二酸化チタン	酸化鉄(Ⅲ)
外観	 ベージュ	 あずき色

7. おわりに

本稿では、平成30年省エネ大賞経済産業大臣賞(ビジネスモデル分野)を受賞した「エアロジェル「増し保温®」工法による保温材熱ロス削減」についてご紹介した。

プラントは、保温された機器、配管の多くが屋外に建設され、天候の影響等により保温性能の劣化が進行する条件に曝されている。保温材の含水劣化により、熱ロスとともに多くのお金を失っている。

本稿で紹介した事例において「増し保温®」工

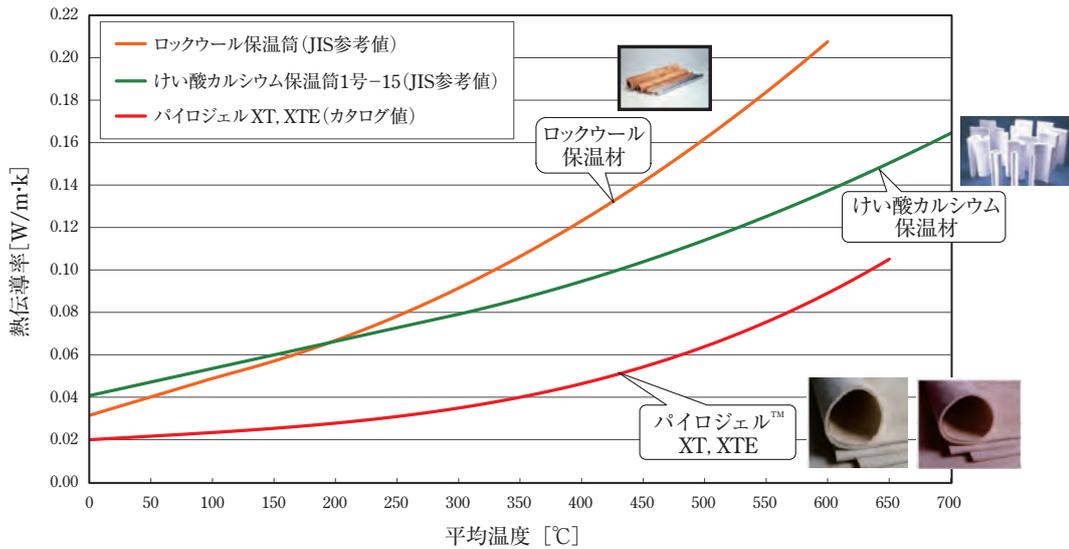


図10 熱伝導率比較表

法で10年間保温性能の維持が確認できたことで、熱ロス改善は省エネ効果だけではなく、設備投資回収後の収益改善にも効果的であると考えます。

今後は、LCC (Life Cycle Cost) において、熱ロス回収が利益に変化することを周知していきたい。

世の中にはまだ多くの熱ロスが存在している。それを見逃さずさらなる省エネ対策に邁進し、「2030年度に原油換算5,030万klの省エネを目指す」政府の目標達成に貢献したいと考える。

本稿に関するお問い合わせは基幹産業事業本部 工事業部までお願いいたします。

参考文献

- ※(一社)日本保温保冷工業会『保温』.
- ※(一財)省エネルギーセンター 月刊『省エネルギー』2014年9月・10月.
- ※平成30年度省エネ大賞 製品・ビジネスモデル部門 受賞概要集.

- *「増し保温」は、ニチアス株の登録商標です。
- *「パイロジェル」は、Aspen Aerogels社の商標です。

筆者紹介



黒坂 和弥

基幹産業事業本部 工事業部
エアロジェル技術サービス室長

ガスケット加工サービスカー「ガスケット工房™」2号車が稼動開始しました！

ガスケットの加工製作を、お客さまの敷地内など現地で行うことができる移動式のガスケット加工サービスカー「ガスケット工房™」は、2014年よりサービスを開始しお客さまにご好評いただいております。年々増加している出動依頼におこたえするため、このたび「ガスケット工房™」に2号車が誕生し、2019年10月より稼動開始いたしました。

今後は2台体制で日本全国のお客さまに、ガスケットの現場加工サービスをお届けしてまいります。

「ガスケット工房™」に関するお問い合わせは基幹産業事業本部 基幹製品事業部までお願いいたします。



エネルギーイノベーションジャパン2019 来場のお礼

2019年8月27日～28日にマイドームおおさかで開催された展示会 エネルギーイノベーションジャパン2019では、あいにくの雨でしたが弊社ブースへ多くの方にお立ち寄りいただき、ありがとうございました。

スマート社会を支えるエネルギーソリューションを一堂に会した本展示会で、弊社は省エネ大賞経済産業大臣賞（ビジネスモデル分野）を受賞した「エアロジェル増し保温®工法による保温材熱ロス削減」をPRさせていただきました。



INCHEM TOKYO 2019 出展のおしらせ

2019年11月20日～22日に幕張メッセで開催される展示会 INCHEM TOKYO 2019に出展いたします。本展示会は2年に一度開催される、化学産業を中心としたプロセス産業およびプラント設備、エンジニアリング技術等を扱う総合展示会です。

弊社ブースでは、超高温用うず巻形ガスケット「ボルテックス® ガスケット-NM」やプラント安全操業のためのエンジニアリングサービス「ガスケットLabo™」などの関連製品やサービスをご紹介します。みなさまのご来場をお待ちしております。



速攻解決!
ガスケット
専門ポータル
サイトが更に
使いやすく!

Renewal
リニューアル!

検索が断然カンタン!

ガスケット初心者からベテランまで!カンタン検索!比較検討がしやすい次世代検索エンジン搭載!

- ガスケットで困ったらまず**製品情報【検索】**
- 最新情報が届く**プッシュ情報機能!**
- 入力間違いなしの**プルダウン式メニュー!**
- 性能比較を強化!革新的検索機能搭載!**



「ガスケットNAVI」機能
ガスケット交換時に必要な製品検索・選定、他社製品との比較、ガスケットの使い分けなどの情報を提供する「ナビ」をはじめ、「エンジニアリングツール」「各種技術資料閲覧」の各機能を搭載しています。



●使用条件から調べる

流体の種類・温度・圧力を入力するだけでおススメのガスケットを検索・選定することができます



●他社品から調べる

他社メーカーの製品番号を入力するとニチアスの相当品を検索することができます



●産業分野から調べる

業界別にニチアス推奨品を検索することができます



●製品番号を調べる

使用可能温度・圧力や標準寸法などの製品情報を閲覧できます



●締付力計算

最小締付トルク、許容締付トルク、ボルトにかかる応力が簡単に計算できます
JIS、JPI規格寸法品は圧力クラス、呼び径を選択すれば計算できるので、具体的な寸法が分からなくても大丈夫です



●技術資料

カタログや取扱説明書、ニチアス技術手帳の資料をPDFでダウンロードできます



●ガスケット 寸法検索

寸法や単位で検索でき、目的の製品へスムーズにたどり着けます



●FAQ

ガスケット・パッキンの知恵袋としたい・・・との思いから、よくあるご質問をまとめました

最新のプッシュ情報をご紹介します

●単位換算

長さや重さ、面積、トルク、漏洩量などの単位を他の単位に換算します

●メタルOシールの寸法設定

Oリング外径から推奨溝寸法を計算できます

●テクニカルデータ

会員登録を頂くことで、圧縮復元特性データなどを閲覧できます



スマートフォン・タブレットアプリ版「ガスケット NAVI」もご利用いただけます。

ダウンロードは

iPhone をご利用の方

Android をご利用の方



ガスケット NAVI



無料!



※「ガスケットNAVI」はニチアス(株)の商標です。※記載された内容は予告なく変更することがあります。



「ニチアス技術時報」 バックナンバー

2019/3号 通巻 No. 386



- 〈寄稿〉 木造外壁の断熱工法と防火性能（下）
～グラスウール断熱材と発泡プラスチック断熱材について～
- 〈製品紹介〉 着脱自在なフレキシブル保温材
TOMBO™ No.4500「エネサーモ®」
- 〈新製品紹介〉 軽量遮熱カバー
TOMBO™ No.6600-PA-F「インサルカバー®プロカール®」ソフトマウント付き仕様
- 〈特別企画〉 JAXAが行った小型回収カプセルの実証実験で当社断熱材が使用されました

2019/2号 通巻 No. 385



- 〈寄稿〉 木造外壁の断熱工法と防火性能（上）
～ロックウール断熱材を用いた木造外壁による実験的検討～
- 〈製品紹介〉 TOMBO™ No.5520-D「マキベエ®ダンネツ」採用事例
- 〈技術レポート〉 ニチアスにおける断熱材の高温熱伝導率測定
- 〈技術レポート〉 遊合形フランジ-ガスケットのCAE解析

2019/1号 通巻 No. 384



- 〈巻頭言〉 新年雑感
- 〈寄稿〉 フッ素原子の特性が含フッ素化合物に与える影響
- 〈技術レポート〉 ロックウール製品の化学特性評価
- 〈技術レポート〉 ニトリルゴムの常温架橋技術に関する研究
- 〈新サービス紹介〉 ガスケットでの困りごとを解決する「ガスケット Labo™」

2018/4号 通巻 No. 383



- 〈工事实績紹介〉 国内最大の冷蔵倉庫
東京団地冷蔵再整備事業における巻付け耐火被覆工事および防熱工事
- 〈技術レポート〉 ロックウールの優れた耐熱性について
- 〈製品紹介〉 配管加熱用ヒータ
TOMBO™ No.4500-PH-PA「プレノ®ヒータ A」
TOMBO™ No.4500-PH-PB-UL「プレノ®ヒータ B-UL」
TOMBO™ No.4500-PH-PT「プレノ®テープ」

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 2020/1号 通巻 No. 388 は 2020年1月発行予定です。

ニチアス株式会社

<https://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
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

【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 (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

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