

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

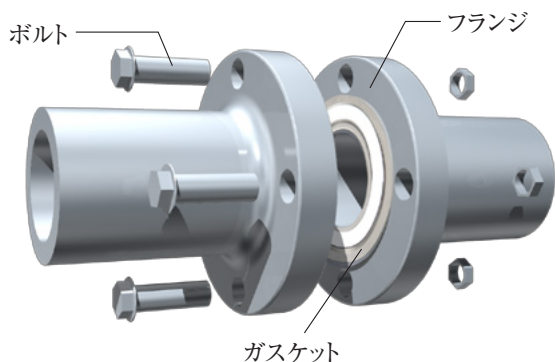
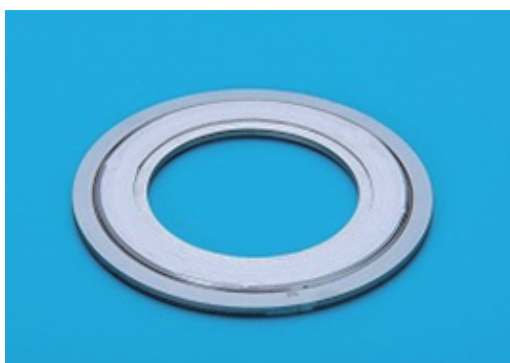


図1 「ボルテックス-NM」の外観とフランジでの使用イメージ

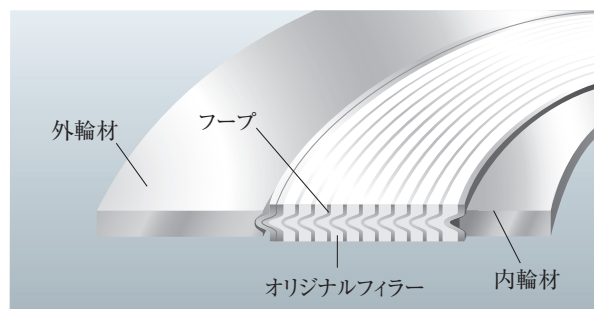


図2 「ボルテックス-NM」の断面図

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

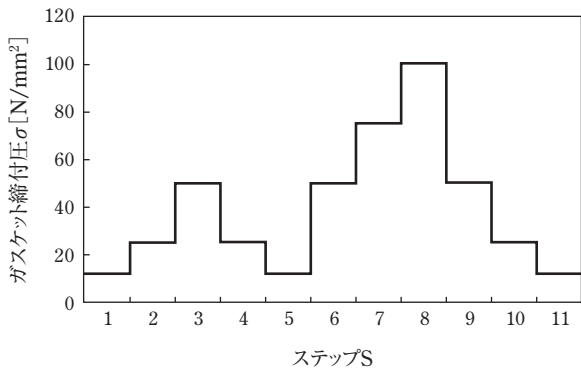


図3 JIS B 2490の試験条件およびガスケット締付圧のシーケンス

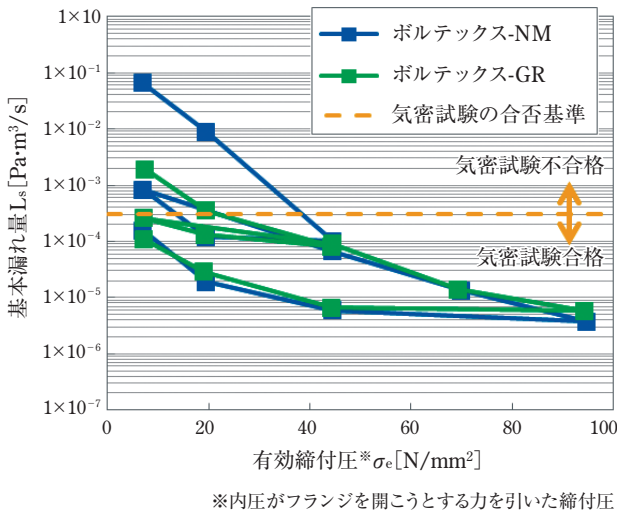


図4 JIS B 2490：管フランジ用ガスケットの密封特性試験結果 (常温シール性)

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。気密試験の合格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。

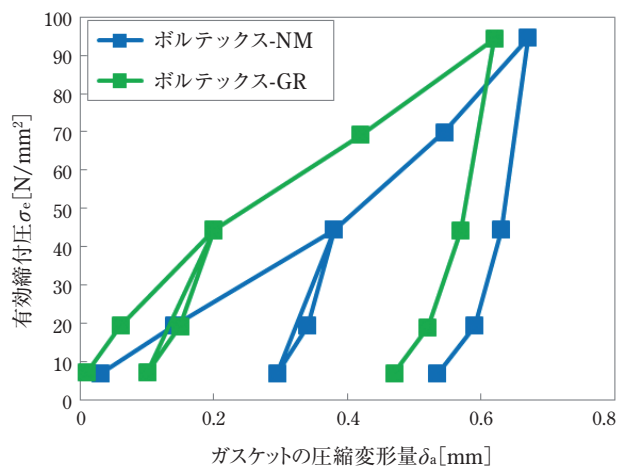


図5 JIS B 2490：管フランジ用ガスケットの密封特性試験結果 (圧縮復元性)

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

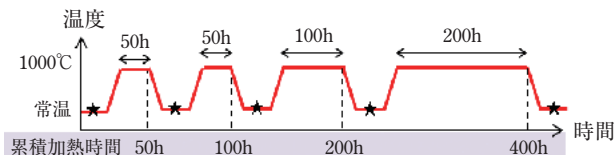
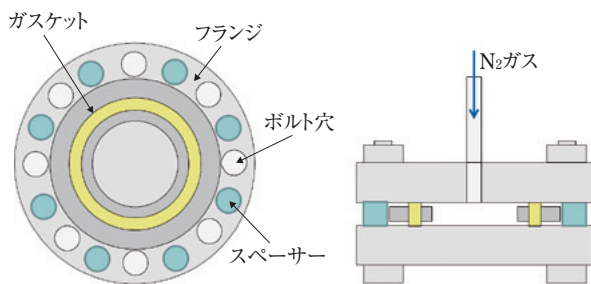


図6 試験条件および加熱プログラム

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。

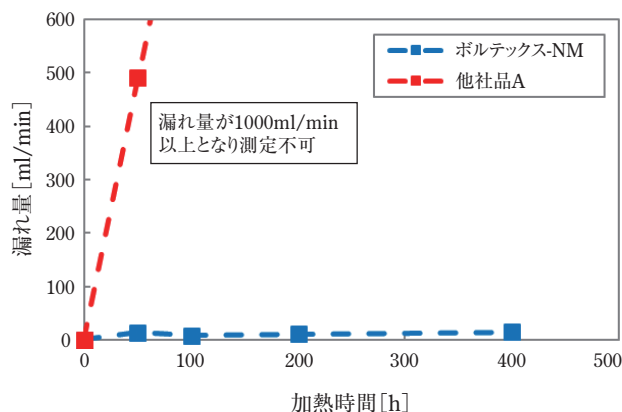
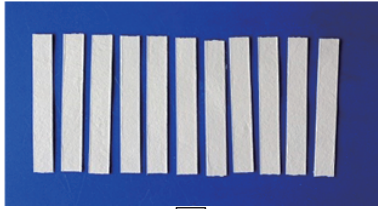
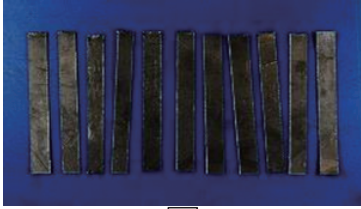



図7 加熱サイクルシール試験結果

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）