

〈解説〉

シール材の概要とニチアス製品の紹介

シール材事業部

1. はじめに

シール材は、流体の漏れまたは外部からの異物の侵入を防止するために用いられます。そして、化学プラント、発電所、製鉄所、自動車、家電製品等産業用・民生用部品として、現代の生活になくはないものです。このシール材にひとたび不具合が発生すると、最悪の場合、化学プラント等では爆発・火災が発生する恐れもあるために、重要な機能部品と認識されています。しかし、製品の種類が多岐にわたるために、シール材全体について判りやすくまとめられた書籍・文献等は

少なかったように思われます。

今回、シール材特集号を発行するにあたり、シール材全体に関する最新の知識・情報を簡略にまとめ、当社の製品を分類に沿って紹介します。

2. シール材の分類

シール材を大別すると、配管用フランジなどのように、静止（固定）部分のシールに用いるガスケットと、回転や往復運動などのような運動部分のシールに用いるパッキンに分けられます。このうちガスケットはその材質から、非金属ガスケット、セミメタリックガスケット、金属ガスケット、中空メタルOリング、Vパッキン、ゴムOリング

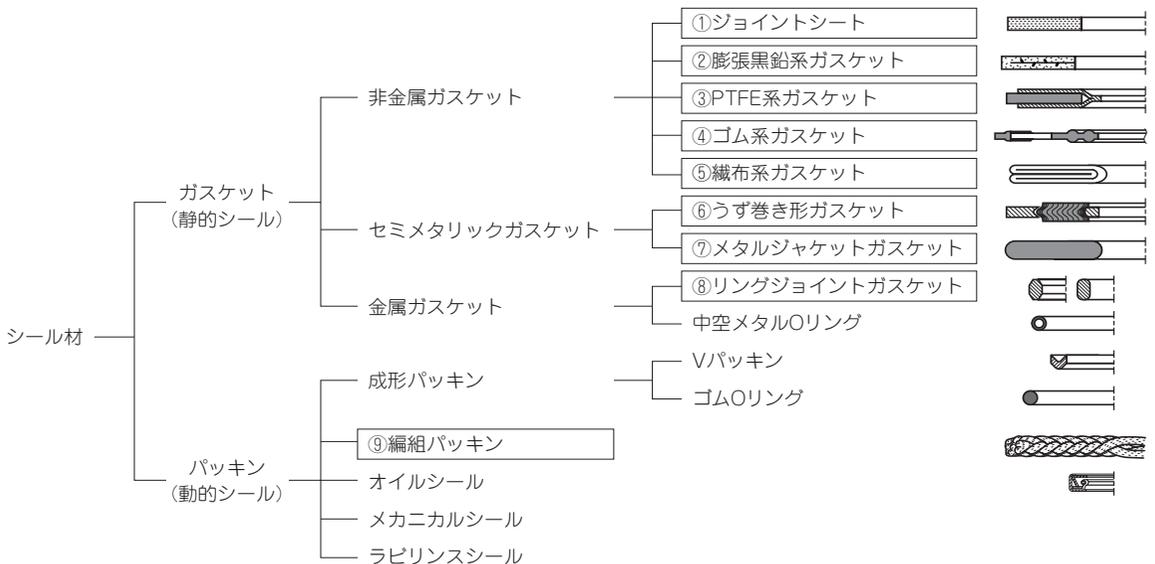


図1 シール材の分類

に分類できます。

パッキンは、金型を用いて作る成形パッキンや、各種の繊維を、断面が角形の紐状に編んだ編組パッキンがあります。これ以外にも、オイルシール、メカニカルシール、非接触型のラビリンスシール等があります。

代表的なガスケット・パッキンを図1に示します。なお、図1中の枠で囲まれた製品については、第4章で構造や特長を具体的に説明します。

3. シール材の選定

シール材はシールすべき流体およびその温度・圧力といった使用条件を基本として選定します。

3.1 流体区分

「JPI-7S-81-2005配管用ガスケットの基準」内に示されている流体区分を以下に示します。なお、JPI規格では、上記流体区分ごとに温度・圧力で区画された範囲を決め、この範囲内に使用できるガスケットの種類を記入した選定図を参考として附記しています。

- (1) 水系流体
 - ・水、海水、温水、熱水、水蒸気など
- (2) 油系流体
 - ・ガソリン、ナフサ、潤滑油、アルコールなどの石油系炭化水素
 - ・ベンゼン、トルエン、有機溶媒、熱媒油などの芳香族炭化水素
- (3) 腐食性流体
 - ・酸、アルカリ
- (4) ガス系流体
 - ・空気、窒素ガスのガス系流体Ⅰ
 - ・可燃性ガス、支燃性ガス、毒性ガスなどのガス系流体Ⅱ
- (5) 低温流体
 - ・液化エチレン、LPG、LNG、液体窒素など
 また、当社でも具体的な各流体・温度・圧力ごとに推奨するガスケットを、カタログ「トンボブランド ガスケット」の3～5頁に記載していますのでご参照下さい。

3.2 ボルト荷重

一般に内部流体をシールするために必要なガスケットの締付力としては、「JIS B-8265-2003圧力容

器の構造—一般事項」に規定されるWm1（使用状態における必要な最小ボルト荷重）、Wm2（ガスケット締付けに必要な最小ボルト荷重）、およびWm3（シールに必要な最小締付力）があり、この中の最大の値以上に締め付けることが必要です。この値を計算するためには、それぞれのガスケットに特有なm（ガスケット係数）、y（最小設計締付圧力）、 σ_3 （最小締付面圧）が必要で、この計算式およびこれらの係数は技術手帳「トンボブランド パッキン・ガスケット技術手帳」（第5版第1刷）の150～157頁に示しています。

4. 各種シール材の構造・特長とトピックス

各種シール材の構造と特長を簡単に説明した後、最新のトピックスや使用上の注意等を紹介합니다。

4.1 ジョイントシート

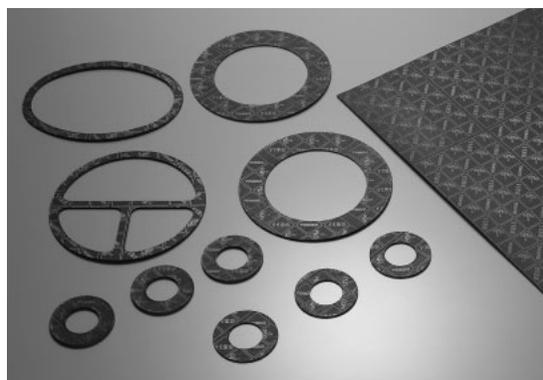


写真1 ジョイントシート

4.1.1 構造と特長

ジョイントシートは、各種繊維にバインダーとなるゴム、ゴム薬品、充填材を均一に混合させた材料を、加熱ロール上で積層しながら加硫させた後、シート状に切り出した製品です。シート状に必要な形状・寸法に容易に加工できるために、各種のプラントで蒸気や汎用の油・薬品等の流体のシールに幅広く用いられています。

4.1.2 NA化（ノンアスベスト化）

ジョイントシートに関する最近のトピックスの中でもっとも大きな動きはNA化です。厚生労働省、経済産業省の指導を受け、2008年末までに石綿の使用が禁止されることになっています。各社ではアラミド繊維や無機繊維を代替繊維としてNA

ジョイントシートを開発しました。当社では、石綿品と実使用上は同等であるT/#1120を開発し、急速に進むノンアスベスト化に対応しています。

4.2 膨張黒鉛系ガスケット

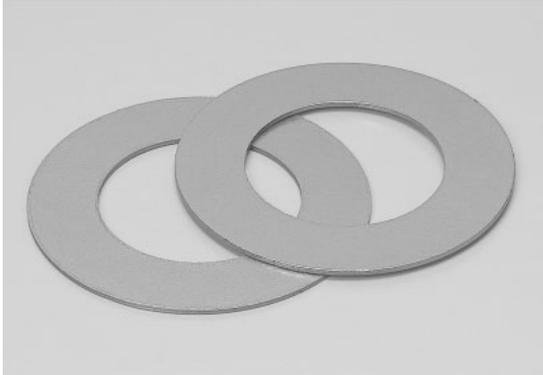


写真2 膨張黒鉛系ガスケット

4.2.1 構造と特長

膨張黒鉛（グラシール）系ガスケットは、天然の黒鉛を薬品および熱で処理して得られる膨張黒鉛のシートを、単体あるいは金属製補強板と組み合わせた後、所定形状に打ち抜いたガスケットです。膨張黒鉛は極低温から高温まで温度の影響による性能の低下がほとんどなく、さらに耐薬品性・柔軟性・耐クリープ特性面からも、ガスケットとして優れた材料です。このため、膨張黒鉛系ガスケットはLNG等の超低温配管で多く使われています。

4.2.2 種類と使用上の注意

当社の膨張黒鉛系ガスケットの種類としては、シート単体のT/#1200、爪立てSUS鋼板、SUS304平板、SUS316平板と組み合わせたT/#1210-A、T/#1215、T/#1215-Aがあります。さらに、最近SUS316の爪立て鋼板と組み合わせたT/#1210-Aを上市しましたが、この製品は、爪高さが低いいためフランジへのダメージが少ない、接着剤の溶出による腐食の恐れがない、機械的強度が高いため大口径の製作が可能という特長を有しています。

なお、膨張黒鉛系ガスケットは表面に傷がつきやすいので取り扱いの際に注意する必要があります。また、酸化性酸・塩、一部のハロゲン化合物には使用できません。

4.3 PTFE系ガスケット



写真3 PTFE系ガスケット

4.3.1 構造と特長

PTFE系ガスケットとしては、耐薬品性に優れたPTFE樹脂単体およびこれに充填材を加えたシートを所定形状に打ち抜いた製品、あるいはジョイントシート等のクッション性のある中芯をPTFEの薄膜で被覆したタイプの製品があります。

4.3.2 種類と使用上の注意

PTFE打ち抜きガスケットとしては、純PTFEを用いたT/#9007、およびコールドフロー性や圧縮クリープ性を改善するために各種充填材を配合したT/#9007-GL、-SC、-LC等があり、適用流体・温度・圧力等によって選定します。

T/#9010PTFEクッションガスケットも数種類のPTFE被覆形状と中芯がありますので、カタログをご参照の上、最適な製品を選定下さい。

これらのPTFEガスケットは、いずれもフローや圧縮破壊を起こす恐れがあるので、許容面圧以上に締め付けないようにする必要があります。

4.4 ゴム系ガスケット

4.4.1 構造と特長

ゴム系ガスケットとしては、各種ゴム材料を成形加工したゴムOリング、ゴムシート打抜ガスケット、エビロンガスケットがあります。これらのゴム系ガスケットは、柔らかくてなじみが良いので、低面圧でもガスシール性が良好という特長があります。しかし、高圧の流体をシールするためには強度が不十分で、また使用可能流体と温度がゴムの種類によって著しく異なるため、ゴムの選定には注意が必要です。

4.4.2 パーフロゴム

従来、耐薬品性と耐熱性の良いゴム材料としてふっ素ゴムが知られていましたが、この性能をさらに改良した超高性能ふっ素ゴムともいえるパーフロゴムが開発され、多くの用途向けに種々の製品が最近次々に上市されています。

このゴムは、炭素・フッ素・酸素の原子のみからなる化学構造を持つため、耐薬品性・耐プラズマ性が優れ、主に半導体・液晶パネル製造装置の中で使われています。さらに、300℃を越える耐熱性やほとんどすべての流体に使用することができるという耐薬品性を活かして、化学プラントの中でも用いられています。

4.4.3 エビロンガスケット



写真4 エビロンガスケット (PTFE被覆品)

エビロンガスケットは、ゴムのみでできているT/#9013-EPと、接液部をPTFEで被覆したT/#9013の2種類の製品があります。

このうちPTFE被覆品は、PTFEの優れた耐薬品性・耐汚染性とゴムのなじみ易さを併せ持った製品で、上水・純水ライン用の樹脂フランジなどの強く締め付けることができない配管に使用されます。また、次亜塩素酸濃度の高い電解槽や食品用途等でも使われ、今後多方面での利用が期待されています。

4.5 織布系ガスケット

4.5.1 構造と特長

織布系ガスケットとは、織布にゴムコンパウンドを塗布し、テープ状やマンホール形状に加工したガスケットテープやマンホールガスケットのことをいいます。このガスケットは、排気ガスのダクトやマンホールなどのように、フランジの口径



写真5 織布系ガスケット

が大きく歪みがあったり、高い締付面圧がとれない用途に最適です。ただし、気密性が十分ではありませんので、多少の漏れが許容される場所にお使い下さい。

4.5.2 NA化 (ノンアスベスト化)

この製品もかつては織布に石綿クロスが使われていましたが、現在はガラスクロスやセラミッククロスが使われています。各最高使用温度ごとの当社の標準推奨品を表2に示します。なお、T/#1400系ガスケットは従来のクロス系ガスケットを大きく上回るシール性能を持ち、漏れの極小化を求めるプラントで好評を得ています。

4.6 うず巻き形ガスケット(ボルテックスガスケット)

4.6.1 構造と特長

ボルテックスガスケットは、配管用・機器用として多くのプラントで幅広く使用されています。構造は、フープといわれる金属製薄帯板とフィルターといわれる非金属材料のシール材を交互にうず巻き状に巻き上げ両端を溶接した製品です。配管用には、本体の変形防止やセンタリング等の目的で金属製の内・外輪を付けて使われることが一般的です。この製品は、このような構造上の特長から高温高圧・極低温・熱サイクル・温度サイクル

表2 標準推奨マンホールガスケット

最高使用温度	マンホールガスケットの種類
400℃	T/#1374 NAマンホールガスケット
600℃	T/#1400-TH FFマンホールガスケット
800℃	T/#1400-ST スーパーマンホールガスケット-ST

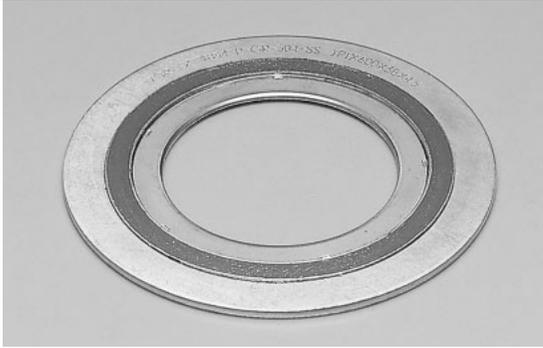


写真6 うず巻き形ガスケット

等のある厳しい条件でも優れたシール性を発揮する高性能なガスケットです。

4.6.2 フィラーの種類

従来の石綿フィラーを用いたボルテックスガスケットは2003年12月に廃止となったので、現在は膨張黒鉛（グラシール）をフィラーとして使用した製品が中心となっています。グラシール品と石綿品との違いを表3に示します。表にあるように、グラシール品は酸化雰囲気では450℃以上では使用できませんので、この条件にはマイカペーパーと酸化防止処理をした膨張黒鉛を組み合わせたGS, GM, GHシリーズの製品を使用します。

また、NAフィラーを用いた製品、さらに耐薬品性に優れたPTFEフィラーを使った製品もあります。

4.6.3 製品番号と仕様

ボルテックスガスケットは、各種の形状・フィラーの種類・金属の種類のあるために、製品番号は図2のように決められています。

なお、詳細およびナフロンボルテックス等の製

表3 グラシール品と石綿品の違い

種類	グラシール品	石綿品（廃止）
最高使用温度 ・水系流体 ・油系流体 ・ガス系流体	（酸化雰囲気） ・ 450℃ ・ 450℃ ・ 450℃	・ 600℃ ・ 500℃ ・ 400℃
ガスケットペースト	不要	ガスシールには必要
全面座・平面座使用時の内外輪の要否	原則として内外輪付き	内外輪付が標準（サイズ600A & 圧力40K以下は外輪付も可）



図2 ボルテックスガスケットの製品番号

品番号の付け方はカタログ「トンボブランド ガスケット」の30～31頁をご参照下さい。

4.7 メタルジャケットガスケット

4.7.1 構造と特長

メタルジャケットガスケットは、耐熱性の高い無機質のクッション材を中芯とし、それを金属薄板で被覆したセミメタリックガスケットです。主に熱交換器、圧力容器、塔槽類、機器、バルブに用いられます。この製品の特長としては、無機材料を金属で被覆するという構造上耐熱性が高く、熱交換器のように10数mm程度の幅の狭い溝に使用することができます。また、メタルソリッドガスケット等の金属ガスケットに比べると低い面圧でシールが可能ですが、逆に完全なガスシールが難しく、微少な漏れも許容できない場合は表面にグラシールテープを貼った製品をご利用下さい。

4.7.2 熱交換器用ガスケット

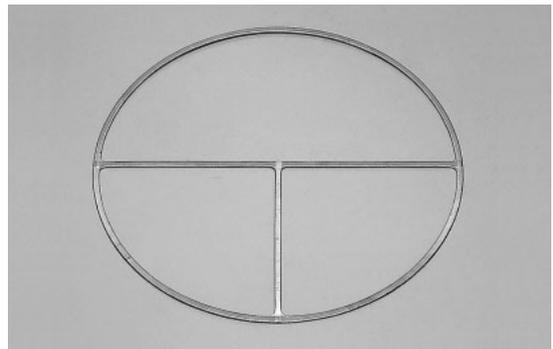


写真7 熱交換用メタルジャケットガスケット

熱交換器用のガスケットとしては、通常のリング状以外に、熱交換器の仕切板の形状に一致したパスが設けられたガスケットが必要になります。そこで、この形状に対応してHE-1～28 (⊖, ⊕, ⊗, ⊙, etc) の形状を形状記号として登録していますので、注文の際にはこの記号と各部寸法を指示して下さい。また、このパスがあるタイプのメタルジャケットは機械化が難しく、熟練作業者の技能に頼る部分が多かったためある程度の納期が必要でしたが、このパス部を溶接し納期短縮を図ったT/#1841-YT NAメタルジャケット-YTの試験販売を開始しました。

4.8 リングジョイントガスケット



写真8 リングジョイントガスケット

4.8.1 構造と特長

リングジョイントは、鍛造により円筒リング状にした軟鋼・ステンレス鋼などから切削加工により製作したガスケットです。代表的な断面形状としては、断面が八角形のオクタゴナル形と、楕円形のオーバル形があります。このガスケットは、石油精製プラント等の高圧の配管・容器の継手に使用されるもので、V形の溝のついたフランジに用います。

4.8.2 リングNo

フランジのサイズおよび圧力レイティング別に使用するリングジョイントおよび溝のサイズが国際的に決められており、これをリングNoと言います。このリングNoに対応する寸法はASME, JPI規格の中で定められており、リングNoによっては微妙に数値の異なる場合もありますが、実用上はどちらの規格の製品を使用しても問題ありません。

4.8.3 材質と硬度

リングジョイントに用いる金属の材質は使用流体およびフランジの材質に合わせて決定します。当社では、従来のJIS材に加え、原料の調達先を広げることにより、海外プラントで使われるASTM材も主要材料については用意できるようになりました。

また、フランジの変形を防ぐおよびシール性を確保するために、ガスケットの硬度は常にフランジの硬度よりも低くなるように設定する必要があります。当社では材質により上限硬度を設定しています。配管設計上この上限値よりも著しく低い硬度の製品を要求されることもあります。これはJPI規格の中でも述べられているように、熱処理により金属組織が粗大化したり破壊されたりして思わぬ欠陥が生じることがあるので、注意が必要です。

4.9 編組パッキン



写真9 編組パッキン

4.9.1 構造と特長

バルブやポンプなどの軸の貫通する箇所に用いるパッキンを入れる箱をスタフイングボックスといい、この中に詰めて漏れを止める役目をするパッキンをグラウンドパッキンと言います。このパッキンとしては各種繊維を編組し、潤滑剤を含浸させた後、ロールで断面が略正方形となるように加工した紐状の編組パッキンが主流となっています。また、この紐状の製品を所定寸法にカットし、金型でリング状に成型した製品もあります。

なお、この編組パッキンには、このような動的シールだけではなく、その柔軟性や高圧縮性を活

表4 バルブ用と回転機器用パッキンの特長

種類	使用機器	要求事項	許容漏れ量
バルブ用	バルブ	緻密	実用上0
回転機器用	ポンプ 攪拌機	柔軟 摩耗に強い 自己潤滑性	漏れを 一定量に コントロール

かして、炉のドアシールのような静的シールとして使われることもあります。

4.9.2 バルブ用パッキンと回転機器用パッキン

バルブ用と回転機器用パッキンの特長を表4に示します。

4.9.3 編組方法

パッキンの編組方法の内、八編みは数本の糸を束ねたヤーンを八本使って編み上げたパッキンで、全体として空隙が多く柔らかい構造で潤滑剤の含浸・塗布が容易です。八編みは太くなるとパッキンの表面が平滑にならないので、バルブ用・回転機器用ともに主に小口径サイズに使用されます。

袋編みは、中芯の回りを管状に編み上げる編み方で、組織が緻密で強度も大きいため、主にバルブ用の大口径サイズに使われます。

格子編みはすべてのヤーンが必ず中心を通る編み方で、18, 20, 36本のようにたくさんのヤーンで編み上げられています。このため、サイズが大きくなってもパッキンの表面が平滑になり、またパッキンの表面が摩損しても、パッキン全体がバラバラになりにくいので、主に回転機器用の大口径サイズに用いられます。

4.9.4 パッキンの設計と取り扱い上の注意

パッキンの性能を示す指標としては μk 値があり、これは一言でいうと、パッキンの締付面圧がステムの摺動抵抗に変わる比率を示す係数です。

特にグラシール系などのバルブ用のNAパッキンは、従来の石綿品に比べて μk 値が高くなりますので、シール性は良くなりますがステムの摺動抵抗が高くなりすぎるため、使用リング数を減らす等の注意が必要です。カタログ「トンボブラン

ド パッキン」の10～11頁の中で、高温高压用NAパッキンの推奨リング数と締付面圧を紹介していますので、ご参照下さい。

また、パッキンの一般的な取り扱い上の注意事項については、バルブ用・回転機器用に分けて、それぞれカタログ「トンボブランド パッキン」の18～21頁、32～35頁の中に示していますので、併せてご参照下さい。

5. おわりに

多岐にわたるシール材全体について、当社製品を中心に紹介いたしました。紙面の都合等で十分説明できなかったところもありますが、ユーザー殿のシール材に関する理解の一助となれば幸いです。

最後に、当社のシール材のカタログとしては、総合カタログとなる「トンボブランド ガasket」[「トンボブランド パッキン」]以外にも各種の個別製品カタログおよび製品資料がございますので、以下に付記いたします。ご要望がございましたら、本誌裏表紙に記載されているお近くの営業窓口にご用命下さい。

個別製品カタログ

- 「トンボブランド ガasket」
- 「トンボブランド パッキン」
- 「クリンシルトップ」
- 「ゴムOリング」
- 「ゴムモールド製品」
- 「ニチアスソフトシール」
- 「トンボブランド 全製品ガイド」
- 「トンボブランド パッキン・ガasket技術手帳」

製品資料

- 「ニチアスの食品・医療機器向けシール材」
- 「代替フロン用ゴム フロマーH1」
- 「スーパーマンホールガasket-ST(T/#1400-ST)」
- 「FFマンホールガasket-TH(T/#1400-TH)」
- 「NAメタルジャケット-YT(T/#1841-YT)」
- 「スーパーシールパッキン(T/#2280-S)」
- 「アラミドファイバーパッキン-ホワイト」