

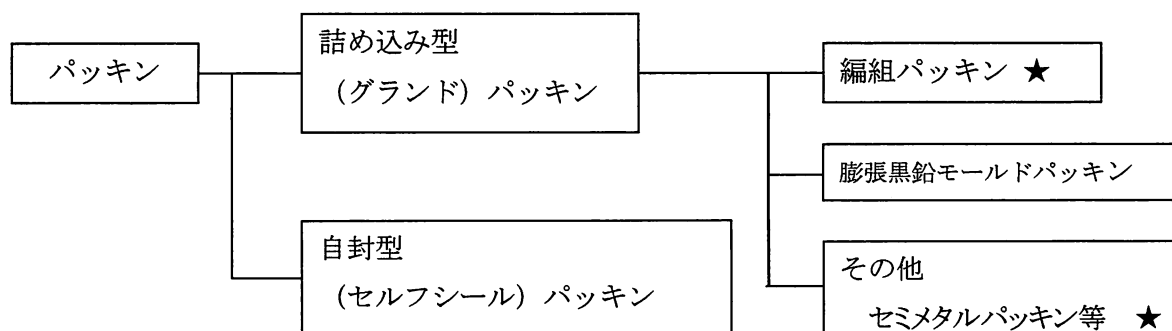
リップオン) 構造の場合は、フランジ面が平滑であることを確認してからガスケットを取り付ける必要がある。また、高圧用途では締付力管理のためにトルクレンチを使用する。

ガスケット成分中にゴムを含有させたものは加温下で長期使用することでゴム分が減り、締付応力の緩和(緩み)を生じる。またフッ素樹脂系のもは変形(クリープ)しやすく、膨張黒鉛系のもは高温での使用で酸化により成分が消失したり劣化する。このようにガスケットは長期使用に伴い、これら素材劣化のほか、配管系が受ける荷重、温度変化による熱応力、振動などにより、変形・硬化などの劣化を起こす。従って、運転開始後にフランジを開放した場合、復旧に際しては新品のガスケットに置き換えるのが必須である。

2.2 パッキン

弁類や回転機などで、可動部とケーシングとの接合部の密閉用に使用されるものを、動的シール、または通常パッキンと呼んでいる。

パッキンをその構造や組成から大別すると図 1.2 のようになる。



★：過去に国内メーカーが石綿製品を供給していたパッキン種別

図 1.2 パッキンの種別

弁類には、弁軸から内容物が漏出するのを防ぐグラウンドシール用のパッキンと、ボンネット部に組込まれるボンネットガスケットが使用される。グラウンドシール用のパッキンは、内部流体の遮断と、弁軸との摺動抵抗の抑制を図るため、慎重に取り扱う必要がある。

弁類の開閉における適正トルク(摺動抵抗)は、手動弁か、モーター駆動弁か、制御弁かで異なる。特に制御弁の場合は、弁軸とパッキンとの隙間が適切なものを採用するとともに、パッキン締付圧を適正範囲に管理することで、シール性と摺動性の双方を確保することができる。パッキン締付圧はグラウンドボルトの締付トルクによって左右されるので、バルブメーカーやパッキンメーカーの締付指針を参考にする。

ポンプなど回転機の軸封部のシール用パッキンについては、使用温度のほか、摺動部の

相対速度、即ち、回転式ポンプか往復動ポンプ（プランジャーポンプ）か、などで使用されるものが異なるので、メーカーと相談して取り扱い方法を決定している。

3. シール材の種類と使用範囲

3.1 ガasket

ガasketの種類と適用範囲について以下に述べる。各種別ごとの適用範囲の例をまとめたものを図 1.3 に示す。

3.1.1 シートガasket

①ゴム系：

100℃以下の低温・低圧用、特に水、空気、不活性ガス用には、一般的にはゴムシート打抜きガasketが使用される。なお、流体が油類や溶媒の場合は、溶解されない種類のゴム（架橋ゴム、シリコンゴムなど）を選定する必要がある。

ゴムを耐熱性有機繊維（アラミド）等で補強したものは、100℃以下かつ 3MPa 以下の一般用途のほか、一定の要件のもとでは 200～260℃まで使用可能とされる。

②膨張黒鉛（フレキシブルグラファイト）系：

200～400℃の範囲で使用可能であるが、変形に弱い、固着しやすいなどの難点がある。このため、耐熱性繊維や金属薄板で補強したものなど、これら欠点を改良したものが使用されている。装着する際の締付圧力の管理、増締めは使用開始後（昇温後）速やかに実施する等、取り扱い上の注意が必要である。また 300℃以上の高温では長期使用で酸化が進む点にも注意する。

フッ素樹脂を添加した膨張黒鉛シートは 300℃以下で多少の腐食性、低酸化性、又は浸透性流体に使用される。

なお、1.5m以上の大口径のものは、何枚かに分けて製作し接着する必要があり、納期等の制約がある。

③フッ素樹脂（PTFE、PFA）系：

100～200℃（条件によっては 260℃）の範囲で、腐食性、酸化性の流体に使用される。単体ではクリープ変形しやすい機械的特性を補強するため、充填材を配合したもの、内部の芯材をフッ素樹脂で包む構造としたものがある。但し、添加される充填材や内部の芯材は、使用する流体の特性に合わせて慎重に選定する必要がある。なお、ハロゲンなど浸透性のある薬品用途でも、条件によって使用可能なものがある。

④無機鉍物系：

無機素材にゴムを添加したものは 350℃まで、パーミキュライトにゴムを添加したものの（輸入品）は 450℃以下で酸性やアルカリ性が高くない場合に使用され、金属薄板

補強付きのパーミキュライト系シート（輸入品）は、高酸化性（硝酸、発煙硫酸など）物質を含め、条件によっては 980℃まで使用可能とされる。

これらのほかに石綿系があり、既存の装置に平成 18 年以前から組み込まれて使用中のものは、多くがこれに該当する。取り外し作業や廃棄物処理について、法令に沿った特別な注意が必要である。

3.1.2 うず巻形ガスケット

うず巻形ガスケットにおいては、フィラーの材質、フープ（金属部）の材質、そして内外輪の有無と材質について、メーカーの型番で指定されている。うず巻形ガスケットは金属フープによる高い復元性を有するが、座屈変形（バックリング）するとシール性が失われるため、膨張黒鉛やフッ素樹脂（PTFE）をフィラーとしたガスケットを平面座フランジで長期間使用する場合は内輪付きとし、高圧用には内外輪付きとする。また金属部素材は耐熱性、耐食性を考慮して選定する。

- ①膨張黒鉛やフッ素樹脂（PTFE）をフィラーとしたもの：260℃、15～20MPa まで使用可能。
- ②有機・無機繊維で補強した膨張黒鉛をフィラーとしたもの：260～300℃（腐食性、酸化性や浸透性のない用途では 300～400℃）、又は高圧用として使用可能。
- ③パーミキュライトをフィラーとしたもの（輸入品）：高温流体、特に腐食性、酸化性、浸透性の流体（塩素、塩酸、濃硫酸、硝酸、熔融ナトリウム、硝酸塩系熱媒等）で 300℃以上の場合に使用される。
- ④膨張黒鉛フィラーと無機素材（マイカ、セラミック）フィラーとを組み合わせた複合型うず巻形ガスケット：腐食性、酸化性、浸透性の流体（塩素、塩酸、濃硫酸、硝酸、熔融ナトリウム、硝酸塩系熱媒等）で 300℃以上の場合や、腐食性、酸化性、浸透性がなくても 400℃以上の場合に検討対象となる。膨張黒鉛層が内部流体や高温空気にさらされないよう、締付上の注意事項を遵守する必要がある。

これらのほかに石綿系うず巻形ガスケットがあり、既存の装置に平成 18 年以前から組み込まれて使用中のものは、これに該当する可能性がある。取り外し作業や廃棄物処理について、法令に沿った特別な注意が必要である。

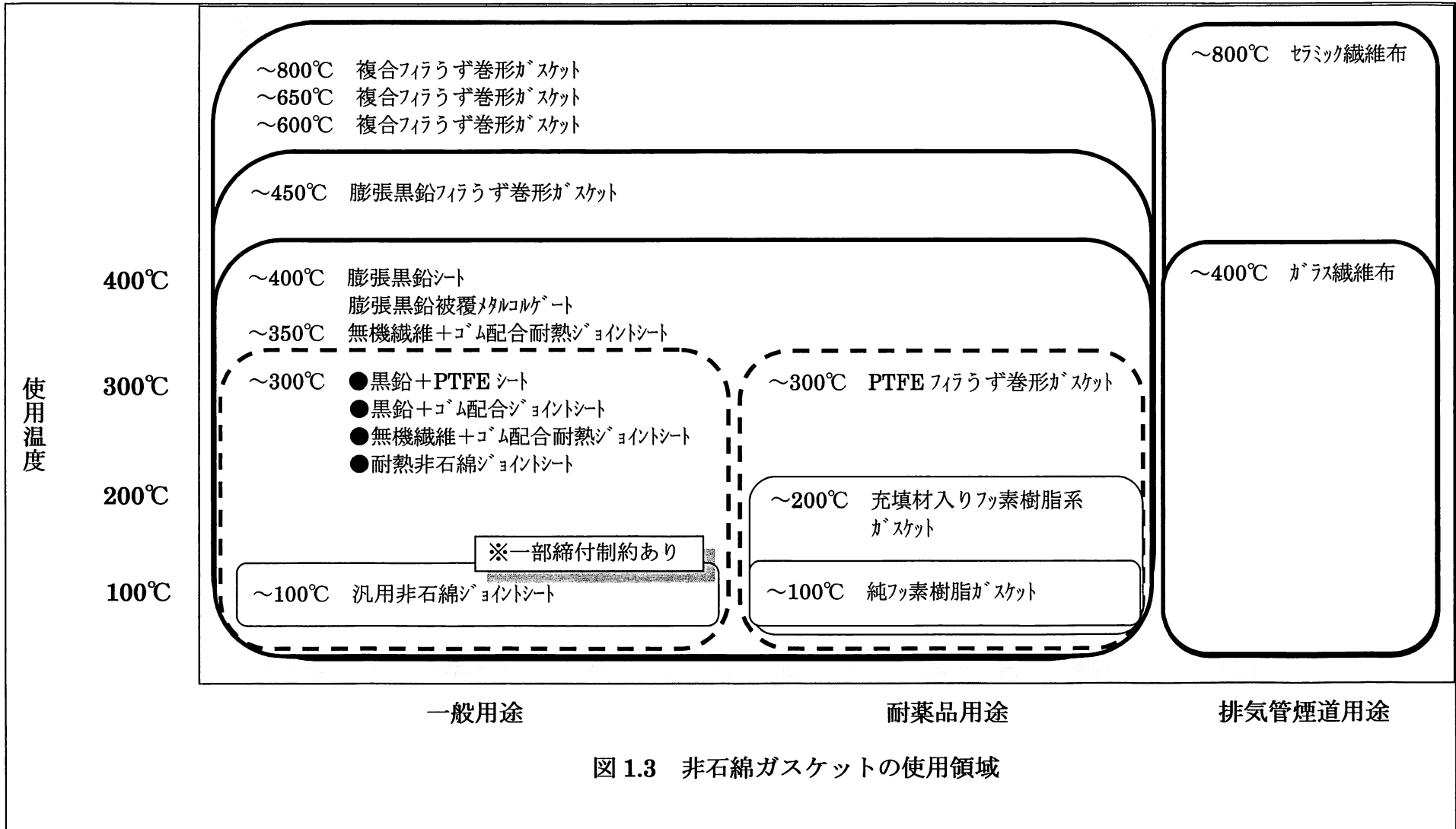


図 1.3 非石綿ガスケットの使用領域

3.2 パッキン

パッキンの種別と適用範囲について以下に述べる。各種別ごとの適用範囲の例をまとめたものを図 1.4 に示す。

3.2.1 バルブのグランドパッキン

- ①炭素繊維+PTFE 繊維の編組パッキン：腐食性のない流体では 300℃まで使用可能。
- ②膨張黒鉛の編組パッキン：腐食性や酸化性のない流体では 400℃まで使用可能。
- ③PTFE 編組パッキン：強酸・強アルカリに対して 230℃前後まで使用可能。
- ④流体に接する部分（アダプター）に、耐熱無機繊維（セラミックファイバー）や耐熱性金属補強付き膨張黒鉛を使用した複合型パッキン：400～600℃の高温流体に使用可能。
- ⑤流体に接する部分に、金属繊維と無機繊維を無機鉍物で成型したアダプターを用いる複合型パッキン：300℃以上の酸化性流体（硝酸塩系熱媒等）用として開発されている。
- ⑥バーミキュライト系のパッキン：800℃前後までの高温用。

3.2.2 回転機のシールパッキン（回転軸シール）

- ①PTFE 系のもの：ポンプや攪拌機の回転軸シール用としては、取扱う流体の特性や摺動速度に応じて下記のパッキンが使用されるが、いずれも耐熱温度は 260℃とされ、流体温度が 80℃以上では冷却が必要である。摺動速度が大きく発熱しやすい条件では、流体温度が 80℃であっても摺動部の冷却が必要となる。
 - PTFE 繊維編組（PTFE 充填）：腐食性流体（強酸化性酸を含む）、低周速（摺速）用。
 - 炭素繊維編組（PTFE 充填）：腐食性流体（強酸化性酸以外）、比較的低周速（摺速）用。
 - アラミド繊維編組（PTFE 充填）：弱酸～弱アルカリ、比較的低周速（摺速）用。
 - 黒鉛入り PTFE 繊維編組（PTFE 充填）：腐食性流体（強酸化性酸以外）、高周速（摺速）用。
- ②炭素繊維や黒鉛（グラファイト）繊維を編組したもの：350～400℃まで使用可能とされる。また軸摺速の低い往復動（プランジャー）ポンプ用として、これらに PTFE を含浸させたものもある。但し、これらは強酸化性酸には不適合である。
- ③金属繊維と無機繊維を無機鉍物で成型したパッキン：300℃以上の酸化性流体用として開発されている。但し、金属繊維を含むパッキンを使用する場合は、スリーブの硬化処理を検討しておくことも重要である。