

ガスケットの選定指針及び選定トラブルとその対策

1. はじめに

シール材におけるプラントでのトラブルの原因はFigure1に示す通り、「施工不良」と「選定不良」が多くを占め、選定不良によるトラブルは全体の1/4程度と過去に紹介した¹⁾。シール材の性能を十分に発揮するためには、適切な選定が必要となる。

本報では、ガスケットの選定に対する考え方・選定方法、選定ミスによるトラブル事例とその対策について解説する。

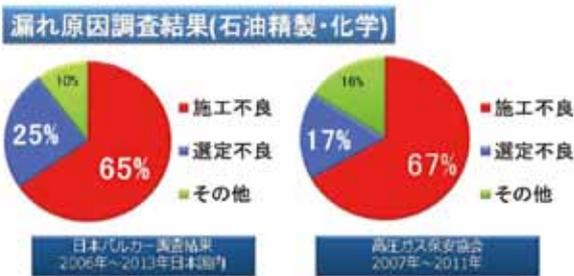


Figure 1 漏れ原因調査統計例

2. ガスケットの選定指針

2-1) ガスケットの選定の考え方

多種多様なガスケットの使用条件がある中で、適切なガスケットを選定するには、多くの条件を把握した上で判断していく必要がある。まず、選定する際に考慮すべき条件をFigure2に挙げる。



Figure2 ガスケットの選定条件

上記の条件の中でも必ず配慮すべき条件は、「流体」「温度」「圧力」である。この3つの条件は、選定において必ず必要な情報である。

次に、フランジ形状や寸法(径・厚さ・幅)を確認する必要がある。例えば、異形状や極端にシール幅の狭いものは、うず巻形ガスケットは使えずシートガスケットなど、他のガスケットを選定する必要がある。なかには、標準外寸法のガスケットを製作したり、フランジを変更する場合もある。

この他に、許容漏れ量や締付力、更にはコストや作業性なども選定をする上で考慮すべき項目である。許容漏れ量を少なくするなど性能を重視すると製品コストが高くなる場合もあるため、優先する条件を考慮し最適なガスケットを選定する必要がある。

また、これらに加えて配慮すべき条件として、ガスケットの使用箇所がある。用途や装置により使用できるガスケットはある程度限定される。Table1に装置、機器別でよく使われるガスケットを示す²⁾。例えば、ポンプのケーシングなどの機器に用いるガスケットは複雑な形状であり、また厚さの薄いガスケットが主に使用されるため、これに対応できるガスケットでなければ選定できない。また、製造プロセス上で重要な箇所や、万が一漏れが発生した場合に周囲に与える影響が大きい箇所などは、より信頼性の高いガスケット材質を選定することも必要である。

Table1 ガスケットと使用機器

ガスケットの種類	装置・機器				
	配管	熱交換器	バルブ	塔槽反応器	ポンプ
ノンアスジョイントシート	◎	◎	◎	◎	◎
膨張黒鉛ガスケット	○	△	○	△	○
PTFE包みガスケット	◎	○	○	◎	○
充填材入りPTFEガスケット	◎	○	◎	◎	○
うず巻形ガスケット	◎	◎	◎	◎	◎
膨張黒鉛貼付溝付金属ガスケット	○	◎	△	○	△
メタルジャケット形ガスケット	○	◎	○	○	△
メタル平形ガスケット	△	○	△	○	△
のこ歯形ガスケット	△	○	△	○	△
リングジョイントガスケット	◎	△	◎	◎	△

記号説明 ◎: 使用頻度の高いもの
 ○: 使用されているもの
 △: 使用頻度は低いが、条件によって使用可能

STEP 4 フランジの適合性

フランジのガスケット座の形状の適合を確認する。各フランジ座のソフトガスケットの適合をTable4、フランジ及び呼び圧力・径に対するうず巻形ガスケットの適合をTable5に示す。

Table4 フランジ座とソフトガスケットとの適合

ガスケット		フランジ座の種類			
種類	形状	全面座	平面座	はめ込み形	溝形
ジョイントシート/高機能シート	FF	●	●	—	—
ふっ素樹脂シート(充填材入り)	FR	●	●	●	●
ふっ素樹脂シート(単体)	FF	—	—	—	—
	FR	—	—	● 16Kまで	● 20Kまで
ふっ素樹脂ジャケット	FF	▲	—	—	—
	FR	●	●	—	—
膨張黒鉛シート	FF	▲	—	—	—
	FR	●	●	▲	▲

Table5 フランジ座とうず巻形ガスケットとの適合

26~60B	1/2~24B	呼び径 ガスケット座	呼び圧力 クラス 150	クラス 300~600	クラス 900~1500
内外輪付	外輪付 ⁽¹⁾⁽²⁾	平面座 (全面座) 	内外輪付		
外輪付 ⁽¹⁾⁽²⁾			外輪付 ⁽¹⁾⁽²⁾		
内輪付	内輪付	はめ込み形 	内輪付		
基本形 ⁽³⁾			溝形 	基本形	
基本形 ⁽³⁾					

注(1) フィラーが膨張黒鉛及びPTFEの場合、内外輪付を推奨
 (2) 流体がモノマーの場合、内外輪付を推奨
 (3) 大口径の場合、取扱いを容易にするため、内輪付を推奨

STEP 5 ガスケットの形状・寸法

最後にガスケット形状、寸法を決定し、製作可能か確認する。製作不可であれば随時STEP2に戻って再選定する。

その他、ガスケットの締付力が適合するか否かの確認をする。締付け・取り外し作業の容易性、経済性、市場での入手性(納期)などにおいては、いずれを優先するかを考慮し、選定する。

また、流体、温度、圧力条件からのガスケットの選定については、当社の「ガスケット」カタログ(No.YC08)及び選定お役立ちウェブサイト「Seal Quick Searcher[®]」(シール・クイックサーチャー)にて選定することができる³⁾。

2-3) 選定上、注意を必要とする流体

以下の流体については、選定上、特に注意を必要とする。

- ① 酸素・支燃性ガス：可燃性材料を用いたガスケットは避けるべきである。PTFEファイラーのうず巻形ガスケットやPTFE系ガスケット、銅製ジャケット形ガスケット、金属平形ガスケットを推奨する。
- ② 重合性モノマー：スチレンモノマー、塩ビモノマーなどの重合性モノマーには、ジョイントシート、PTFE系ガスケットは不具合が発生することがある。内外輪付うず巻形ガスケットやメタルガスケットを選定することを推奨する。
- ③ スラリーを含む流体：ソフトガスケットはエロージョンにより破損・漏洩することがある。内外輪付うず巻形ガスケットやメタルガスケットを選定することを推奨する。
- ④ 熱媒体油：ジョイントシートは、ゴムバインダーが劣化し漏れが生じる場合がある。また浸透性が強いいため、ノンアスファイラーのうず巻形ガスケットでは長期間使用していると漏れることがある。膨張黒鉛のシートガスケットや膨張黒鉛ファイラーのうず巻形ガスケットを推奨する。
- ⑤ 放射性流体：PTFEは、放射線に弱く推奨できない。膨張黒鉛は、 1.0×10^6 Gyの耐放射線性がある。放射線量を確認して選定することを推奨する。

2-4) 厚さの選定

シートガスケットのガスケット厚さとガスケットの特性の関係についてTable6に示す。ガスケット厚さは、厚いほど圧縮量が大きくなり、フランジのひずみやうねりを吸収できる。一方、薄いガスケットほど浸透漏れが小さくなるためシール性が高く、またクリーブ緩和が小さいため長期安定性に優れる。圧縮破壊特性についても、薄い方が外力に対する強度が高い。これらのことから、基本的には薄いガスケットが推奨される。しかしながら、フランジのうねりやひずみの大きい大口径フランジや、長期間の使用により若干面荒れが発生しているフランジにおいては、ひずみを吸収する必要があるため、厚いガスケットを推奨する。

Table6 ガスケット厚さと特性について(シートガスケット)

特性	ガスケット厚さ	
	薄い	厚い
圧縮量	小さい	大きい
シール性	高い	低い
クリーブ緩和	小さい	大きい
圧縮破壊面圧	高い	低い

3. 選定によるトラブル事例とその対策

流体の不適合によるトラブル事例は、過去に紹介した⁴⁾。これら以外の選定ミスによるトラブル事例について紹介する。

3-1) ジョイントシートガスケットの熱劣化

ジョイントシートガスケットは構成材料中にゴムバインダーを含む。このため、100℃を超える温度条件下では、ゴムバインダーが硬化し、ガスケット全体が硬くなる。この状態で、増締めや配管応力などによる外力がかかるとFigure5のように割れる場合がある。保全上、増締めをする場合は、ジョイントシートガスケットの使用は100℃以下とするのが一般的である。また、100℃以上の条件の場合、ゴムバインダーを含んでいない高性能シートガスケットNo.GF300などを推奨する。



Figure5 ジョイントシートガスケットの硬化割れ

一方で、機器用途では厚さを薄くし応力緩和が生じにくい状態とし、初期の締付面圧を30MPa以上で管理することで漏れを抑え劣化を軽減しながら使用されている例もある⁴⁾。100℃以上の環境でジョイントシートを使用する場合は、増締めをしなくても済む対処として以下を守ることを推奨する。

- ① ガスケット厚さを1.5mm以下とする。
- ② ガスケットペースト(シールペーストなど)を塗布する。
- ③ 締付面圧を30MPa以上とする。
- ④ 配管応力の負荷がかかりにくい箇所や取り替えやすい箇所に使用する。
- ⑤ ガスケット締付面圧を高めるため、ガスケット外径寸法がボルト内接寸法となるリングガスケットの使用を推奨する。

3-2) ふっ素樹脂系シートガスケットの変形

ふっ素樹脂系のガスケットは、常温でもクリーブ緩和しやすく、特にふっ素樹脂単体のガスケットを使用する場合は、クリーブ緩和による変形に注意が必要である。このため、ふっ素樹脂単体のガスケットを使用する場合は、原則として溝形フ

ランジでの使用を推奨する。

また、ふっ素樹脂のクリーブ緩和は高温条件で顕著になり、Figure6のように軟化による変形も発生しやすくなる。このため、温度が100℃程度を超えるような高温条件では、充填材を加えふっ素樹脂の量を減らしたガスケットを選定し、クリーブ緩和を軽減することが望ましい。



Figure6 ふっ素樹脂シートガスケットの変形

3-3) うず巻形ガスケットの変形

うず巻形ガスケットのフィラーが膨張黒鉛及びPTFEの場合、外輪付うず巻形ガスケットを使用するとフィラーのすべりによりFigure7のように内径側が座屈変形し、シール性が低下する場合がある。このため、フィラーが膨張黒鉛及びPTFEの場合は、内外輪付のうず巻形ガスケットを選定することを推奨する。

また、流体がモノマーの場合も、浸透・重合を抑制するために、内外輪付ガスケットを推奨する。

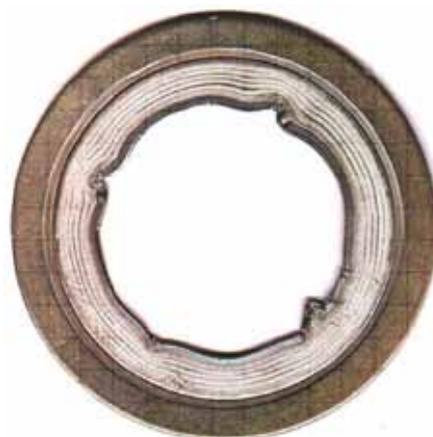


Figure7 うず巻形ガスケットの変形

3-4) 寸法設定ミスによるトラブル

本来、フランジ寸法に適合したガスケットの寸法設定が必

要であるが、フランジ寸法に適合しない寸法のガスケットを使用することで、漏れに繋がる場合がある。例えば、平面座フランジと適合する寸法より径の小さいガスケットを使用した場合、正確にセンタリングできずFigure8のように芯ずれ状態となり、局部的にガスケット接触幅の狭い箇所が発生する。これにより接触幅の狭い箇所では内圧に耐えられず、外径側に押し出され変形もしくは破断する場合がある。また、芯ずれによりガスケットそのものが配管内径にはみ出し、ガスケットが破損し漏れる場合も考えられる。



Figure8 ガスケットの芯ずれによる変形

3-5) 腐食によるトラブル

ガスケットによる腐食として、まず「隙間腐食」がある。これは、ガスケットとフランジの隙間やガスケット自体に流体が浸透し、流体中の塩素イオンなどが作用して生じる腐食である。特に塩素イオンの多い海水で、ステンレス鋼フランジを用いた際に発生することが多い。フランジとガスケットの接触面の内径側の締付面圧は低く、微小な隙間が発生しやすい。ステンレス鋼フランジとガスケットの隙間に、塩素イオンを含んだ流体のしみ込みやガスケット内部への流体の浸透が発生すると、ステンレス鋼は不働態膜の形成反応により、酸素濃淡電池が形成され、これによりpHの低下と塩素イオン濃度の上昇が生じる。このため、フランジ金属の急激な溶解、すなわち隙間腐食が発生する⁵⁾。この隙間腐食を防止するには、低塩素のガスケットを用いることや、極力隙間をなくすため、防食ペースト(シールペースト)の塗布が有効である。また、締付けにおいては高いガスケット面圧の負荷、フランジひずみ

の補正、フランジ座面の平滑化などの対応方法がある。

また、一方で異種金属フランジ同士の接合部で発生する「ガルバニック腐食」もある。これは、イオン化傾向の異なる金属が接触する場合、電解液中に浸すとそれぞれの金属間に電位差が生じ、ガルバニック電池を形成し、イオン化傾向の低い金属の腐食が発生する現象である。異種金属同士のフランジ接合部で、金属などの電気を通しやすいガスケットを使用すると、電池を形成しフランジが腐食する場合がある。これを防止するためには、フランジ継手を絶縁する必要がある。絶縁性の高いガスケットとしては、ふっ素樹脂ジャケットガスケットなどのふっ素樹脂系のガスケットとなる。ガスケットのみならず、ねじ部の絶縁のための絶縁ボルトなどの使用を推奨する。

4. おわりに

本報にて、ガスケットの選定に対する考え方・選定方法、選定ミスによるトラブル事例とその対策について紹介した。ここで紹介しきれなかったガスケット選定においては、当社の「ガスケット」カタログ(No.YC08)及び選定お役立ちウェブサイト「Seal Quick Searcher[®]」(シール・クイックサーチャー)をご活用頂きたい。これらに記載のない選定条件においては、当社にお問合せ頂きたく思う。

製品の適切な選定の考え方・手順を知り、正しい選定をすることでガスケットによる漏洩トラブルを防ぐことが出来ると考える。本報がその一助となれば幸いである。

5. 参考文献

- 1) 池田 隆治：バルカー技術誌. No.31, 2-7 (2016)
- 2) バルカーハンドブック. 92 (2011)
- 3) 江西 俊彦：バルカー技術誌. No.32, 22-25 (2017)
- 4) 江西 俊彦：バルカー技術誌. No.33, 2-3 (2017)
- 5) 西田 隆仁：現代ガスケット概論. 87 (2015)



松下 明日香

営業本部
テクニカルソリューショングループ