

シール性向上を目的とした リングジョイントガasketの軟質カバー

1. はじめに

石油精製・石油化学プラントでは、高温・高圧流体を扱う配管が多数存在し、そのフランジ部にはメタルガスケットが多用される。特にリングジョイントガスケット(以下、RTJ)は、リングジョイント座と呼ばれる溝付きフランジとの金属接触で高面圧を確保して密封するため、高温・高圧用途で広く用いられている。一方、RTJは高温・高圧を前提として固く作られているため、フランジのゆがみやシール面の微小な傷や凹凸への追従性が低く、漏れを止めるためにフランジが変形するほど過大な締付けを要する場合がある。更に、過大な締付けでも漏れが止まらない場合にはフランジ交換が必要となり、工期やコストの増加を招く。

そこで本報では、RTJのシール性向上を目的とする軟質カバーの製品概要、及び基礎的な特性の評価結果を紹介する。

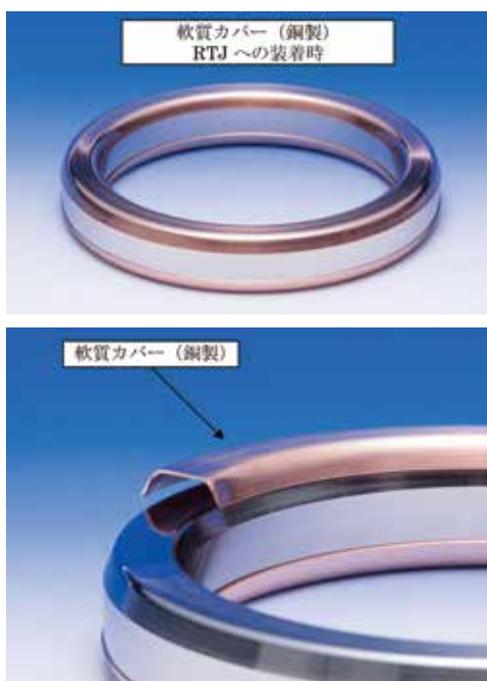


Figure1 軟質カバー（鋼製）の外観

2. 製品概要

2-1)仕様

材質はアルミニウム、銅、ニッケルから選択出来、RTJやフランジよりも軟質な材質を選択することで効果を発揮する。RTJに対し上下各1枚のセットで使用し、既存のRTJに装着が可能であり、主にオクタゴナル形に適用する。最高使用温度はアルミニウム350℃、銅500℃、ニッケル760℃である。施工に際してはRTJ単体での使用時と同様、シール面の清掃やアライメントの正常化、及び規格に基づいた締結手順の遵守が望ましい。

Table1 各カバー材質の最高使用温度

材質	アルミニウム	銅	ニッケル
最高使用温度	350℃	500℃	760℃

2-2)特徴

軟質カバーはシール面への追従性が高いため、シール面の微細な凹凸や傷を埋め、シール特性を高めることが可能となる。これにより、溝の補修作業を軽減し、現場の当たり確認や擦り合わせを軽減または省くことで、作業時間の短縮と作業品質ばらつき等の低減が期待出来る。装着に接着剤や工具は不要であり、現場作業の負担にならないことも特徴である。また、RTJの高さを疑似的に増しているため、リングジョイント溝の変形(広がり・段差)によってフランジ隙間、すなわち、締め代が減っている場合、応急処置として締め代確保に寄与する。更に、軟質カバーを交換することでRTJの再使用が可能となる場合があり、資材コストの最適化にも有効と考える。

3. 基礎特性

3-1)常温シール試験

軟質カバー装着時の基礎的なシール特性を確認するため、常温シール試験を実施した。リングジョイント座の閉止フランジに軟質カバーを装着したRTJを挟み、圧縮試験機で荷重を段階的に負荷しながら、窒素ガスで内圧10MPaを加圧し、漏れ

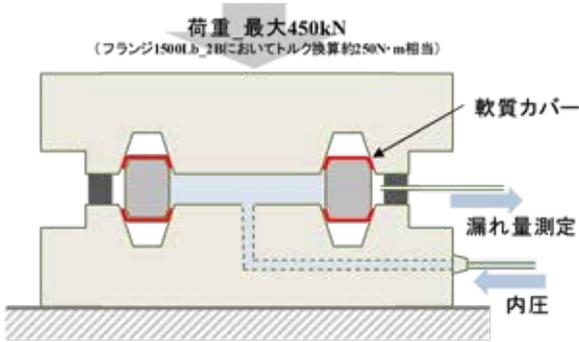


Figure2 常温シール試験概要図

Table2 常温シール試験条件

リングジョイント	オクタゴナル_極軟銅_R24
軟質カバー	アルミニウム及び銅
フランジ	1500Lb 2B_SFVC2A_閉止フランジ
試験荷重	最大 450kN (1500Lb 2B において締結トルク250N・m相当)
試験流体	窒素ガス、10MPa
漏れ量測定方法	フランジ隙間に挟んだゴム角リングで漏れを捕集し石鹼膜流量計(JIS B 2490 参考)で測定
シール判定基準	$3 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 未満 (石鹼水発泡法で検出可能な漏れ量)

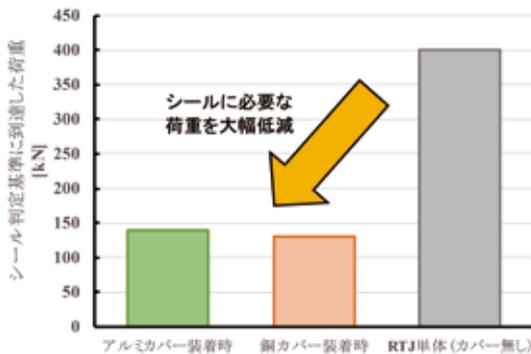


Figure3 常温シール性試験結果(シール判定基準漏れ量到達時の荷重比較)

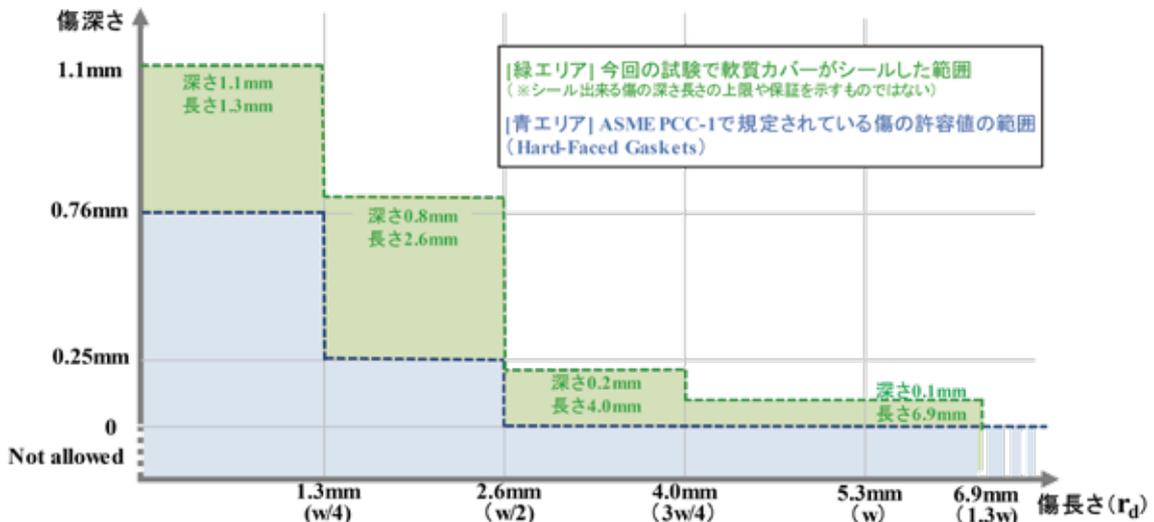


Figure4 ASME PCC-1に記載の傷許容値に対する軟質カバーのシール試験結果

た窒素ガスをフランジの隙間に設置したゴム角リングで捕集し、石鹼膜流量計を用い漏れ量を測定した。シール判定基準は石鹼水発泡法で検出可能な漏れ量の $3 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ とし、その漏れ量に到達する荷重を比較した。試験概要図をFigure2、試験条件をTable2、結果をFigure3に示す。

試験の結果、比較対象として試験したRTJ単体(カバー無し)は約400kNでシール判定基準に到達したのに対し、アルミニウムカバーや銅カバーを装着した場合は、いずれも約130~140kNと大幅に軽減した。このことは、RTJ単体に比べ、軟質カバーを装着することで低い締付け力でシールすることを示しており、必要締付け力が約3分の1に低減したと解釈出来る。フランジのアライメントを修正しにくい個所や、工具が入りにくい個所など、ガスケット締付け力を高めにくい個所でも良好なシール性が得られる可能性が示唆される。

3-2) ASME PCC-1のフランジ傷許容値に対する常温シール試験

軟質カバー装着時はRTJ単体に比べ、フランジの傷や凹凸に対し漏れの抑制が期待出来る。そこで、ASME PCC-1に記載のフランジ傷の許容値を参考に、リングジョイント座のシール面に傷を入れ、常温シール試験を実施した。傷の長さはASME-PCC-1に記載の区分($r_d < w/4$, $w/4 < r_d < w/2$, $w/2 < r_d < 3w/4$, $r_d > 3w/4$)に準じた。傷深さは、傷長さ区分ごとの許容値より更に深い傷を入れ、過酷条件で試験した。上下1セットのフランジごとに一条件の傷を入れ、試験ごとに上下フランジとも交換した。傷は片面のリングジョイント座の外径側の一個所とし、内径側には試験流体が外径側まで通るようリークパスを設け、外径側の傷だけがシール性に影響するようにした。

試験は3-1項と同様に実施し、450kN負荷時に石鹼水発泡法で検出可能な漏れ量の $3 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ をシール判定基準とした。試験条件をTable3、結果をFigure4に示す。

試験の結果、軟質カバー装着時はASME-PCC-1に記載の傷許容値よりも過酷な条件でシール判定基準値を満たした。一方で比較対象のRTJ単体(軟質カバー無し)は、ASME-PCC-1の傷許容値でも漏れが確認された。この結果から軟質カバーを装着することで、ある程度の傷に対しては良好なシール性を得られることが示唆される。

Table3 ASME PCC-1の傷許容値に対する常温シール試験条件

リングジョイント	オクタゴナル_極軟鋼_R24
軟質カバー	アルミニウム及び銅
フランジ	1500Lb_2B_SFVC2A_閉止フランジ
試験荷重	最大450kN (1500Lb_2Bにおいて締結トルク250N・m相当)
試験流体	窒素ガス、10MPa
漏れ量測定方法	フランジ隙間に挟んだゴム角リングで漏れを捕集し石鹼膜流量計(JIS B 2490参考)で測定
シール判定基準	$3 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 未満(石鹼水発泡法で検出可能な漏れ量)

3-3) 熱サイクルシール試験

RTJは高温個所や温度変動がある個所で使用されることも多いため、軟質カバーの最高使用温度を上限とする熱サイクル試験を実施し、使用適否を検証した。軟質カバーを装着したRTJを締結体に組み込み、所定の温度、及び保持時間からなる熱サイクルを付与した。所定サイクル終了後の常温条件下において、内圧10MPaを負荷した状態で締結体ごと水中に沈め、漏れ出た気泡をメスシリンダーに集める方法(水上置換法)により漏れ量を測定した。シール判定基準は3-1項及び3-2項同様に $3 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ とした。試験条件をTable4、結果をTable5に示す。

試験の結果、10サイクル後でも漏れは検出されず、RTJ

単体(軟質カバー無し)と同等の安定したシール性能を示した。従って、高温環境下や熱サイクル環境下で軟質カバーを装着しても、RTJ単体と同様に使用可能であることが確認された。

Table4 熱サイクルシール試験条件

リングジョイント	オクタゴナル_極軟鋼_R24
軟質カバー	アルミニウム及び銅
フランジ	1500Lb_2B_SFVC2A_閉止フランジ
ボルト	7/8-9UNC_SNB7(潤滑剤ネパースを塗布)
締結トルク	250N・m(3-1項、3-2項と同様の450kN相当)
試験流体	窒素ガス、10MPa
漏れ量測定方法	水上置換法
シール判定基準	$3 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 未満 (石鹼水発泡法で検出可能な漏れ量)

Table5 熱サイクルシール試験結果

温度条件	カバー装着有無	0 cycle (試験前)	1 cycle 後	2 cycle 後	4 cycle 後	10cycle 後
350°C⇄常温 熱サイクル	アルミニウム カバー	Seal	Seal	Seal	Seal	Seal
	RTJ単体 (カバー無し)	Seal	Seal	Seal	Seal	Seal
500°C⇄常温 熱サイクル	銅カバー	Seal	Seal	Seal	Seal	Seal
	RTJ単体 (カバー無し)	Seal	Seal	Seal	Seal	Seal

4. おわりに

今回紹介したRTJ用の軟質カバーは、RTJ単体に比べ、シール性の向上、ASME PCC-1準拠の傷許容値に対する優れた追従性、及び熱サイクル下での安定した密封性能を示した。これらの結果から、締付け荷重の低減、リングジョイント座の延命、フランジ補修の工期短縮などに有効と考える。RTJの補助品として活用いただければ幸いである。



中出 賢志郎
H&S事業本部
商品企画開発部
ガasketチーム



滝照 和正
H&S事業本部
商品企画開発部
ガasketチーム