

耐振うず巻形ガスケット No.6596A／No.7596A

1. はじめに

一般的にフランジは、ボルトとナットで締結されており、振動や曲げ応力などの外力によって、そのボルト軸力は徐々に低下することが知られている。ボルト軸力の低下は、ガスケットのシール性に大きく影響し、ガスケット面圧が気密性を維持出来ない気密限界面圧以下になると漏れが発生する。

今回、振動や曲げ応力などの外力に強く、密封性能が優れるPTFEフィラー耐振うず巻形ガスケット「No.7596A」(Figure1)を開発したので、先に販売している膨張黒鉛フィラー耐振うず巻形ガスケット「No.6596A」(Figure1)とともに紹介する。



Figure1 耐振うず巻形ガスケットNo.7596A(左)／No.6596A(右)

2. 耐振うず巻形ガスケット

2-1) 概要

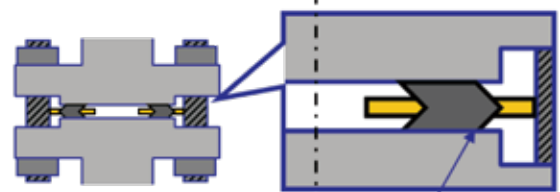
内外輪付きうず巻形ガスケットは、密封性能を担うテープ状のV字形金属薄板(フープ)と膨張黒鉛(フィラー)とを巻き重ねリング状に形成したガスケット本体部と、金属リングである内輪、外輪で構成されるガスケットである。Figure2は、うず巻形ガスケットを管フランジ締結体で締め付けた状態の断面概略図を示す。上が一般的に使用されている標準うず巻形ガスケット、下が耐振うず巻形ガスケットである。ガスケット

本体部は黄色で示した内外輪に拘束されているが、Figure2に示すように、標準うず巻形ガスケットは締付け後もフランジが内外輪に接触しておらず、ガスケット本体部のみが接触している状態で使用される。

それに対して耐振うず巻形ガスケットは、締付け時にうず巻形ガスケットの外輪がフランジ面に接触する(以下、リングタッチ)構造となっている。金属リングである外輪とフランジを接触させることで、フランジ締結体全体の剛性が増し、振動や曲げ応力といった外力によるボルト軸力の低下を抑制する効果がある。なお、耐振うず巻形ガスケットの密封性能は、標準うず巻形ガスケットと同様になるよう設計されている。

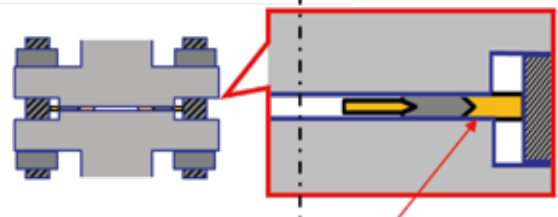
Figure3は耐振うず巻形ガスケットの圧縮復元曲線を示す。耐振うず巻形ガスケットは、圧縮過程で外輪とフランジがリングタッチすると、圧縮応力が急激に上昇する。この圧縮応力が急激に増加する点がリングタッチした点と判断する。

標準うず巻形ガスケット



締付け後もフランジが外輪に接触しない

耐振うず巻形ガスケット



フランジが外輪に接触(リングタッチ)

Figure2 耐振うず巻形ガスケットの断面概略図(締付け時)

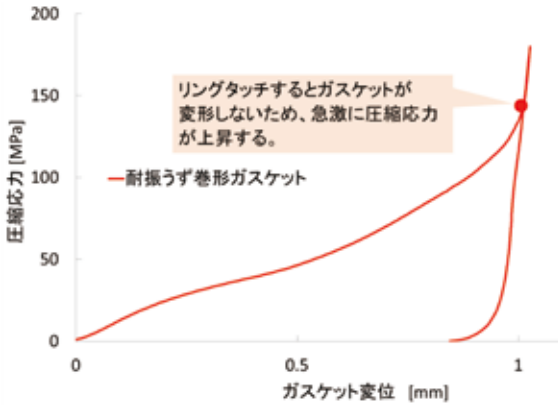


Figure3 耐振うず巻形ガスケットの圧縮復元特性

2-2) 特長

耐振うず巻形ガスケットは振動によるボルトの緩みが少ない製品である。Figure4は、耐振うず巻形ガスケット(No.6596A)及び標準うず巻形ガスケット(No.6596V)において、一定の振動を与えた場合のボルト軸力残留率を示す。No.6596Vは徐々にボルト軸力が低下しているのに対して、No.6596Aはボルト軸力がほとんど低下しない結果となった。

また、耐振うず巻形ガスケットは、配管に曲げの力が加かった場合にフランジが開きにくいという特長がある。Figure5は、配管曲げ実験結果を示す。耐振うず巻形ガスケット(No.6596A)、標準うず巻形ガスケット(No.6596V)、及びシートガスケットである(No.GF300)において、配管の曲げを模擬しフランジ上部に荷重を負荷した場合の漏れ量の変化を実験した結果である。フランジ上部に荷重を加えることでフランジの下側が開き、漏れが増加しやすくなる。Figure5より、No.GF300及びNo.6596Vは、漏れ量が増加しているのに対して、No.6596Aはほとんど増加していないことが分かる。

更に耐振うず巻形ガスケットは、ガスケット施工においても特長がある。ガスケットにおける漏えいは、部分的なガスケット面圧がシール限界面圧より低い箇所から発生する。耐振うず巻形ガスケットは、リングタッチするまで締め付けるという締め付け指標が分かりやすく、初期締め付け面圧のばらつきが少ないと考えられる。Figure6に耐振うず巻形ガスケットと標準うず巻形ガスケットのボルト軸力のばらつきの概略図を示す。耐振うず巻形ガスケットはリングタッチまで締め付けることで、ボルト軸力のばらつきが少なくなり安定して使用することが出来る。

これらの特長から、耐振うず巻形ガスケットの用途としては、船舶の機関室など振動が多い配管部分、埋設配管の地震対策など、振動や曲げなどの外力が生じ、ボルト軸力が変化しやすい箇所に適応出来ると考えられる。

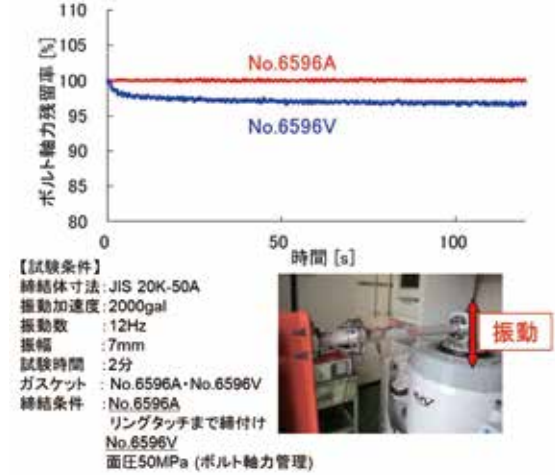


Figure4 耐振うず巻形ガスケットの耐振動性

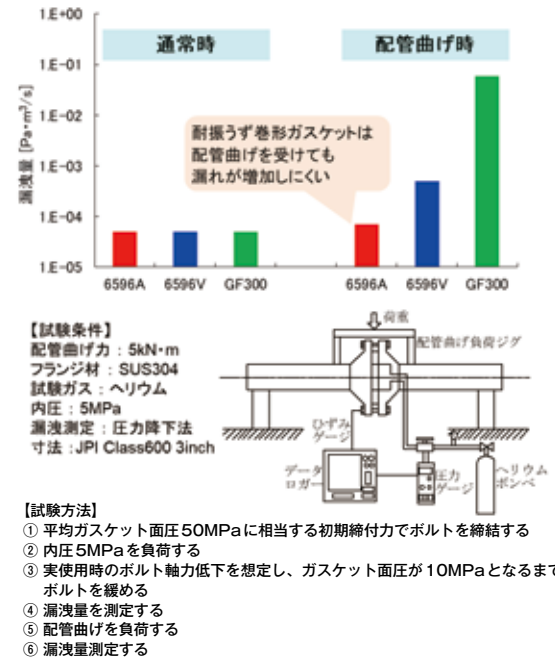


Figure5 配管曲げ実験結果

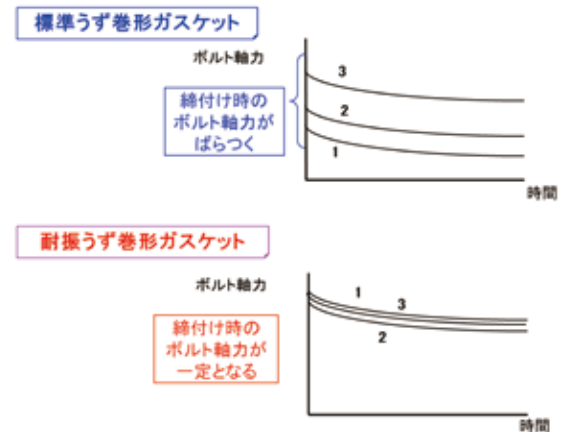


Figure6 締め付け時のボルト軸力の比較図

3. 製品ラインアップ



Table1に耐振うず巻形ガスケットの仕様を示す。フィラー材質は、膨張黒鉛とバルフロン®(PTFE)をラインアップしている。最高使用温度や最高使用圧力、流体別温度圧力範囲は標準うず巻形ガスケット(No.6590/No.7590 シリーズ)と同じである。なお、耐振うず巻形ガスケットはその構造上、内外輪付きのみラインアップしており、製作可能寸法は、配管で使用されることを想定して最大径300A/12Bまでとした。

フィラー材質は内部流体により使い分けることを推奨する。Figure7は、耐振うず巻形ガスケットと標準うず巻形ガスケットの常温シール特性を示す。シール特性評価はJIS B 2490に準拠して実施した。Figure7より、膨張黒鉛フィラーを使用したガスケットより、PTFE フィラーを使用したガスケットの方が気密性で優れていることが分かる。

プラントにおける漏れ量の判定基準として一般的な、石けん水発泡法(カニ泡)の検出可能漏れ量は、おおよそ $3.0 \times 10^{-4} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ であり、膨張黒鉛フィラー品でも一般的な流体であれば十分使用出来る気密性を有している。しかし、アンモニアなど毒性の高い流体はカニ泡レベルより少ない許容漏

れ量が必要とされる。その場合、膨張黒鉛より気密性の高いPTFEフィラーを使用することで、漏れをより低減することが出来る。

Table1 耐振うず巻形ガスケットの製品仕様

バルカーNo	No.6596A	No.7596A
フィラー材質	膨張黒鉛	PTFE
外観		
使用温度範囲	-270~450℃	-260~300℃
最高使用圧力	30 MPa	20 MPa
呼び厚さ	3.9mm	3.9mm
製作可能寸法	JIS20~63K/10A~300A JPI Class300~1500/2B~12B	JIS20~63K/10A~300A JPI Class300~600/2B~12B
内外輪材質	炭素鋼 SUS304 SUS316L	SUS304 SUS316L
フープ材質	SUS304 SUS316L	SUS304 SUS316L

※耐振うず巻形ガスケットは内外輪付きのみ製作可能である。
 ※耐振うず巻形ガスケットの内輪と外輪は同材質である。
 ※温度と圧力は、それぞれ個別の使用限界を示す。
 ※流体区分、温度により最高圧力が異なる。

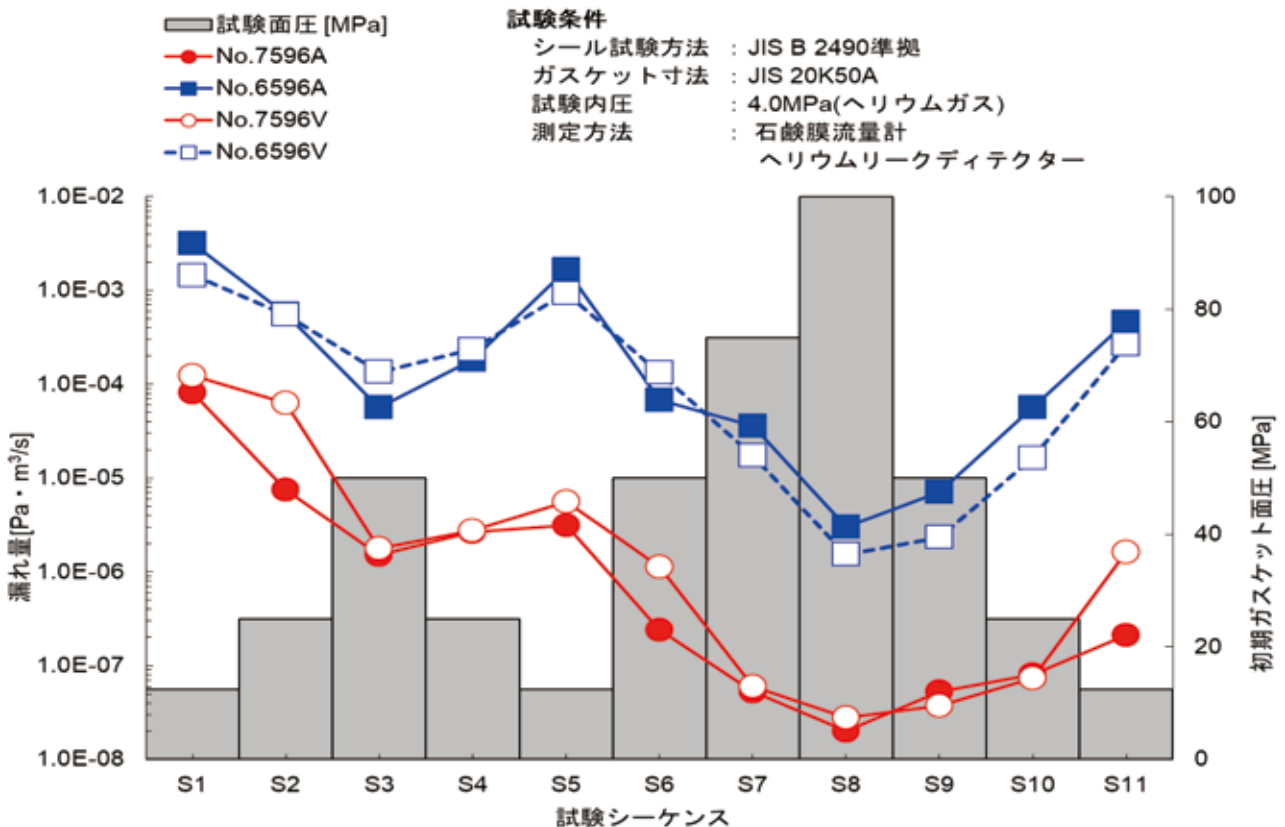


Figure7 常温シール特性評価結果

4. 締付けトルクとボルト応力

耐振うず巻形ガスケットが性能を発揮するためには、リングタッチするまで締め付ける必要がある。ガスケット施工時は締付け工具が回らなくなるまで締付けを行うことを推奨する。Table2にJPI Class300の各呼び径における参考締付けトルクを示す。併せて、レンチ長さ400mm、700mmの場合に必要な力、及び力の目安を記載した。リングタッチするには、Table2に示すトルク程度を負荷する必要があり、施工時はTable2を参考に締付け工具を選定いただきたい。

また、耐振うず巻形ガスケットが性能を発揮するためには、標準のうず巻形ガスケットより高い締付力が必要である。そのため、ボルト材質の選定も重要である。Table2には、各呼び径におけるボルト応力も並記した。特に腐食性を考慮し、ボルト材質をステンレス鋼とする場合は、ボルト応力とその材質の0.2%耐力を考慮し適切なボルト材質を選定いただきたい。なお、ステンレス鋼における推奨ボルト材質として、ASTM-A320 B8 Class2を提案する。Table3は、ASTM-A320 B8 Class2の引張性質を示す。Table2及び3より、各呼び径におけるボルト応力は0.2%耐力より小さく、ASTM-A320 B8 Class2のボルトを使用することで、耐振うず巻形ガスケットは適切に締付けることが出来ると考えられる。

5. おわりに

今回紹介した耐振うず巻形ガスケットNo.7596A / No.6596Aは当社独自の製品である。毒性の高い流体に適したPTFEファイラー及び幅広い条件で使用可能は膨張黒鉛ファイラーをラインアップしており、化学プラントだけでなく造船、エネルギー市場など様々な分野でご使用いただける製品であると考えている。

今後も顧客ニーズに応じた製品開発に尽力する所存である。

Table2 締付け参考トルク(JPI Class300)

呼び径	ボルト 呼び径	耐振うず巻形ガスケット			ボルト応力	
		締付けトルク	必要な力 kgf			
			レンチ長さ			
(A)	—	N・m	400mm	700mm	MPa	
15	14	50	13		171	
20	16	80	20		160	
25	16	110	28		230	
32	16	100	25		209	
40	20	190	48		202	
50	16	100	25		206	
65	20	140	36	29	152	
80	20	200	51		217	
90	20	230	59		34	242
100	20	310	79		45	329
125	20	340	87		50	365
150	20	340	87		50	361
200	24	460	117		67	285
250	27	470	120		68	198
300	30	730	186		106	224

必要な力のかけ方

18kgf: 上半身の力を加える
32kgf: 全身の力を加える
50kgf: 全体重をかける

(注意)

本計算値は流体圧力を考慮していない。
流体圧力が高い場合、流体圧力を加味した締付けトルクを設定する必要がある。
ボルトの状態や潤滑油の種類などでトルク係数が変化する。
(本計算値はトルク係数0.2を使用)
ユニファイネジを使用する場合は別途計算が必要。

Table3 ASTM-A320 B8 Class2の引張性質

ボルトサイズ	引張強さ MPa	0.2%耐力 MPa
M20以下	860	690
M20超えM24以下	795	550
M24超えM30以下	725	450
M30超えM36以下	690	345

6. 参考文献

1) 佐藤 広嗣: バルカー技術誌. No.23, 7-9 (2012)



高橋 聡美
H&S事業本部
商品開発部
ガスケット開発チーム