

# シール製品の本格的ノンアス化について

日本バルカー工業株式会社  
ノンアス切替推進プロジェクト

In Japan, the revision of The Occupational Safety and Health Act in September, 2006 restricted the seal product made of asbestos. The development of Non-As Seal Products has been continued since 1970's by some manufacturers though, concerning its efficiency and the cost performance, the manufactured products which can be completely substituted for the asbestosis one are not developed yet now. Therefore, it is necessary to select the best product each condition for use.

In this report, we will give an outline of the previous process and the current detailed situation about the application of the Non-As Seal Products in the end users.

## 1. はじめに

石綿が中皮腫などによる健康障害を引き起こす有害な物質であることは、半世紀前から認識されており、1960年代からは「じん肺法」、「特化則」等の規制により、厳格な管理下でのみ石綿の使用が認められてきた。しかし、欧米においてはすでに1990年代に石綿使用が規制され、日本においても、2004年10月の労働安全衛生法施行令の改正により、原則的に石綿製品の使用を禁止することとなった。ただ、シール製品については、ノンアス品への完全代替が困難であるとされ、規制対象外とされていたが、2006年9月の労働安全衛生法施行令の改正により、国民の安全の確保上、実証試験等が必要とされるものを除いてその使用が禁止された。

シール製品のノンアス化については、1970年代から検討されており、個別の用途において機能的に石綿製品に問題がある場合には、石綿製品に代わる高級品としてノンアス化が進められてきた。しかしながら、ジョイントシート等においては、石綿と同等の機能をもつ材料が存在しないため、シール製品として石綿製品と同等の機能をもたらしることが極めて困難であり、用途を細分化して多種類の製品を使い分けすることにより対応せざるを得ない状況にあった。

石綿規制の先行している欧米においても、すでにノンアス化は完了しているが、やはりジョイントシートにおいては、単純にノンアスジョイントシートで代替しているわけではなく、様々な製品を使い分けして代替している。しかし、日本では仕様や使用環境が同一でなく、必ずしも欧米の実績をそのまま採用するわけにはいかない。例えばシールの基準は日本の方がより厳しいし、欧米では熱媒として硝酸塩を使用していない。シール製品メーカーは、欧米の状況は認識しながらも、日本独自の課題をも克服するノンアス品の改良・開発を今もなお継続している状況下にある。

本報では、ユーザーにおけるシール製品のノンアス化について、これまでの経緯と直近の状況について概説する。

## 2. シール製品のノンアス化の経緯

ノンアス化の要求は1970年代より急速に高まり、シール製品メーカーにおいてもこの時期からノンアス品の開発を進めてきた。

石綿の機能を全て代替できるような新素材はないが、適用分野を限定することによりむしろ石綿の特性を上

回るものがあり、それらを応用して開発された製品群は高機能品として石綿製品に置き換えられてきた。

一方では、石綿製品を構成している石綿部分を、別の素材に転換し、かつ従来品の持つ機能特性および

表1 ノンアスガasket一覧表

	ノンアス 製品 (バルカー製品番号)	製品名	使用可能範囲 <sup>(1)</sup>		特 徴
			温度℃	圧力Mpa	
シートガasket	GF300	ブラックハイパー	-200~300	3.5	ゴムバインダーを使用せず、黒鉛とPTFEで構成された、今までのジョイントシートとは違った、新概念シートガasketです。
	6502	高性能一般用 ノンアス®ジョイントシート	-50~214 <sup>(2)</sup>	3.0	耐熱性を向上させた、一般用のノンアス®ジョイントシートです。
	6500	一般用 ノンアス®ジョイントシート	-50~183 <sup>(2)</sup>	3.0	一般用のノンアス®ジョイントシートです。
	6500-AC	防食用 ノンアス®ジョイントシート	-50~180 <sup>(2)</sup>	3.0	防食用のノンアス®ジョイントシートです。
	6503	高性能一般用白色 ノンアス®ジョイントシート	-50~214 <sup>(2)</sup>	3.0	白色の一般用ノンアス®ジョイントシートです。
	GE200	黒鉛配合ジョイントシート	-100~214 <sup>(2)</sup>	3.5	ゴムバインダーを使用した使用範囲の限定された廉価な黒鉛配合シートです。
	7010	バルフロン®単体ガasket	-50~100	0.5	PTFEシートを打ち抜き加工したガasketです。(原則として溝形フランジ用)
	7010-EX	ニューバルフロン® 単体ガasket	-50~150	1.0	ニューバルフロンを打ち抜き加工したガasketです。
	7020	バルカロン®ガasket	-200~200	4.0	特殊な充てん材で補強した、低クリープタイプのふっ素樹脂ガasketです。
	7026	ブラックバルカロン®ガasket	-200~200	4.0	
	7GP66	バルフロン®ソフトシートガasket	-240~260	2.0	柔軟で高強度なPTFEシートガasketです。
	SGM	SGM®ガasket	-240~261	3.0	スチームライン等にも適応可能な延伸PTFEガasket
	VF-30	バルカホイル®シートガasket	-240~400	2.0	膨張黒鉛シートを打ち抜き加工したガasketです。
	VF-35E	金属薄板入り バルカホイル®シートガasket	-240~400	5.0	金属薄板入り膨張黒鉛シートを打ち抜き加工したガasketです。
	VFT-30	バルカホイル®シートガasket (PTFEラミネート)	-240~300	2.0	VF-30の両面にPTFEをラミネートしたガasketです。
VFT-35E	金属薄板入り バルカホイル®シートガasket (PTFEラミネート)	-200~300	5.0	VF-35Eの両面にPTFEをラミネートしたガasketです。	
8590TN	ノナスーパー	-200~450	JIS20K JPI300Lb	ジョイントシート代替ノンアス®ガasketです。	
黒鉛貼付	6540H	膨張黒鉛貼付溝付け 金属ガasket	-240~400	JPI300	石綿ジョイントシートからの代替えを目的に厚みを2~3mmで設定。
	Graphonic	膨張黒鉛被覆波形 金属ガasket	-240~400	13.8	波形金属中芯を膨張黒鉛で被覆したガasket
うず巻形 ガasket	8590シリーズ	クリーンタイト®	-200~500	30.0	非石綿の無機質紙をフィラーに用いたうず巻形ガasketです。
	8590Lシリーズ	ライン入りクリーンタイト®	-200~600	30.0	クリーンタイトの巻き込み中間部に膨張黒鉛テープを巻き込んだガasketです。
	6590シリーズ	ブラックタイト®	-270~450	30.0	膨張黒鉛テープをフィラーに用いたうず巻形ガasketです。
	7590シリーズ	ホワイトタイト®	-260~300	20.0	PTFEテープをフィラーに用いたうず巻形ガasketです。
PTFE ジャケット	N7030(N)シリーズ	ノンアス®バルフロン® ジャケットガasket	-100~150	1.5	ノンアス®ジョイントシートを中芯に用いたふっ素樹脂のガasketです。
	N7030(S)シリーズ	ノンアス®バルフロン® フローレスガasket	-100~200	2.0	ノンアス®ジョイントシートと特殊フェルトを中芯に用いたふっ素樹脂のガasketです。
	N7030(H)シリーズ	ノンアス®バルフロン® フローレスガasket(高温型)	-100~260	3.0	バルカホイル®(膨張黒鉛)シートと特殊フェルトを中芯に用いた高温用のふっ素樹脂ガasketです。
ジャケタル	N510シリーズ	ノンアス®波形 メタルジャケットガasket	材質による	7.0	非石綿の耐熱板を中芯とした波形メタルジャケットガasketです。
	N520シリーズ	ノンアス®平行 メタルジャケットガasket	材質による	7.0	非石綿の耐熱板を中芯とした平行メタルジャケットガasketです。

備考 特性などさらに詳細内容については、弊社発行カタログ、弊社ホームページの各製品案内および、バルカーハンドブック(技術編・寸法編)を参照下さい。

注(1) 使用可能範囲は、一般的な条件での温度、圧力、それぞれの限界値であり、特殊な場合はこの限りではありません。

表2 ノンアスグランドパッキン一覧表

分類	バルカー 製品番号	主用途	使用可能範囲		構成 & 特徴
			温度(℃)	圧力(MPa)	
炭素繊維系	No.6234	・ポンプ ・回転機器	-50~200	4.9	炭化繊維糸をPTFEフィルムで被覆したヤーンを基材に使用した、他社に見られない独自のグランドパッキンです。軸に対してなじみがよく、また焼き付きが発生しにくい、取り扱い性に優れたパッキンです。
	No.6399L	・バルブ	-50~300	25.9	高強度炭素繊維糸を基材に使用し、PTFEディスパージョン、潤滑油で処理したグランドパッキンです。耐熱性・耐薬品性に優れ、軸抵抗が低く、コントロールバルブに適しています。
	No.6399H	・ブランジャー ポンプ	-50~300	25.9	高強度炭素繊維糸を基材に使用し、PTFEディスパージョンで処理した製品を所定の寸法に特殊リング成形処理したエンドレスパッキンです。高圧往復動機器用シールに適し、通常はカーボンブッシュNo.6399,No.8201などと組合せて使用します。
バルフロン系	No.7202	・ポンプ ・回転機器	-50~260	4.9	PTFEに黒鉛と潤滑油を一体化させた繊維糸を基材に使用したグランドパッキンです。熱伝導と耐化学薬品性にすぐれたため水・油・ケミカル流体を取扱う高周速の回転軸シールに最適です。
	No.7202-W	・ポンプ ・回転機器	-50~260	4.9	PTFEに白色充填剤と潤滑油で処理したグランドパッキンです。熱伝導、耐化学薬品性に優れ、白色のPTF100%パッキンより高周速で使用可能です。食品衛生法、食品・添加物等規格に適合し、食品・医薬品等の汚染の嫌う箇所のポンプ、回転機器の軸シールに最適です。
	No.7233	・バルブ	-50~260	10.3	PTFE繊維糸をPTFEディスパージョンで処理したグランドパッキンです。100%PTFEのためほとんどの腐食性流体に侵されません。腐食性流体を取扱うケミカル用弁軸シールに最適です。食品衛生法、食品・添加物等規格に適合しています。
特殊繊維系	No.8132	・ポンプ ・回転機器	-50~260	4.9	アラミッド繊維と人造無機繊維の混紡糸を基材に使用し、PTFEディスパージョン、潤滑油で処理したグランドパッキンです。柔軟で軸へのなじみ性が良好です。水系、油系、弱酸、弱アルカリ流体などポンプ用軸シールに使用できます。また汚染の嫌うミキサーや攪拌機等の回転機器の軸シールとして使用できます。
	No.8133	・バルブ	-50~260	10.3	アラミッド繊維と人造無機繊維の混紡糸を無機充てん剤で処理した糸を基材に使用し、PTFEディスパージョンで処理したグランドパッキンです。白色で潤滑油を使用していないクリーンなパッキンです。水・油系流体などの汎用バルブ用軸シールとして最適です。
	No.8137	・多用途	-50~260	15.5	アラミッド繊維と人造無機繊維の混紡糸を基材に使用し、PTFEディスパージョンで処理したグランドパッキンです。白色で潤滑油を使用していないクリーンなパッキンです。汎用バルブや攪拌機・ブランジャーポンプの軸シール等、多目的用途に使用出来ます。
	No.8201	・回転機器	-50~260	14.7	アラミッド繊維糸を基材に使用し、PTFEディスパージョン、潤滑油で処理したグランドパッキンです。耐摩耗性にすぐれ耐久性を有するパッキンです。スラリーや高粘度流体の回転軸シールとして卓越した性能を発揮します。
黒鉛系	No.VF-10	・バルブ (メイン)	-200~650	43.1	純黒鉛質の素材をリング成形したグランドパッキンです。アダプターパッキンと組合せ使用し、耐熱性、耐薬品性に優れ水系流体、油系流体、ケミカル流体、ガス系流体などあらゆる流体に使用可能なバルブ用軸シールです。
	No.VF-20	・バルブ (メイン)	-200~650	43.1	インコネルワイヤーで補強した膨張黒鉛ヤーンを基材に使用したグランドパッキンです。アダプターパッキンと組合せ使用し、耐熱性、耐薬品性に優れ水系流体、油系流体、ケミカル流体、ガス系流体などあらゆる流体に使用可能なバルブ用軸シールです。
	No.VF-22	・回転機器	-200~600	14.7	膨張黒鉛ヤーンを基材に使用したグランドパッキンです。耐熱性、耐薬品性に優れ水系流体、油系流体、ケミカル流体、ガス系流体などあらゆる流体に使用可能です。金属線を補強として使用していないため高温回転機器の軸シールに最適です。
	No.VFC-25	・バルブ (アダプター)	-200~650	43.1	膨張黒鉛、炭素繊維、インコネル線を一体化したヤーンを基材に使用、他社に見られない独自のグランドパッキンです。耐熱性、耐薬品性に優れ、金属の露出が無く軸攻撃性が低減され、摺動特性の優れたアダプター専用です。メインパッキンNo.VF-10、VF-20などと組合せて使用します。
	No.VFT-22	・バルブ	-200~300	10.3	膨張黒鉛ヤーンをPTFEフィルムで被覆したヤーンを基材に使用した、他社に見られない独自のグランドパッキンです。耐熱性、耐薬品性に優れる。また、膨張黒鉛の特徴であるシール性・耐久性に優れるとともに、PTFEの特徴である低摺動特性を持ち合わせたバルブ用軸シールです。
汎用黒鉛	No.VC-22	・バルブ ・回転機器	-200~350	10.3	膨張黒鉛ヤーンを基材に使用した汎用グランドパッキンです。膨張黒鉛系グランドパッキンの中で最もコストパフォーマンスに優れた汎用膨張黒鉛製品です。水系、蒸気系、油系、溶剤系の流体で使用でき汎用石綿グランドパッキンの代替に適しています。
	No.VC-25	・バルブ	-200~650	25.9	金線で被覆した膨張黒鉛ヤーン基材に使用した汎用グランドパッキンです。膨張黒鉛系グランドパッキンの中で最もコストパフォーマンスに優れた汎用膨張黒鉛製品です。水系、蒸気系、油系、溶剤系の流体で使用でき高温・高圧のバルブ用軸シールに最適です。
金属系	No.1110	・回転機器	-200~350	25.9	黒鉛と潤滑油で処理したアルミニウムリボンスパイラル状したグランドパッキンです。放熱性が高く、軟質パッキンのはみ出し防止用アダプターパッキンに最適です。

経済性を追求して開発された製品群がある。

## 2.1 高性能品として石綿製品に置き換えた製品群

高性能シール製品の代表的な素材は四ふっ化エチレン樹脂（以下PTFE）および膨張黒鉛である。PTFEは耐薬品性に、膨張黒鉛は耐熱性に優れ、うず巻形ガスケット、グラウンドパッキンに応用されている。PTFEを用いたシール製品は幅広い薬品に対して長期間使用可能であり、膨張黒鉛を用いたシール製品は、高温化でも応力緩和を起こしにくく安定したシール性能を維持することができる。

また、炭素繊維糸やアラミド繊維糸をPTFEで処理したタイプのグラウンドパッキンは、その優れた耐熱性や強度により、ポンプ用として過酷な摺動条件下で石綿製品より長期間の使用に耐えることができる。

## 2.2 素材自身の代替をはかった製品群

素材自身の代替をはかった製品としては、うず巻形ガスケットやノンアスジョイントシートが代表例として挙げられる。

うず巻形ガスケットにおいては、フィラー材として使用されていた石綿を、無機繊維に代替したものが開発され、1990年代には、石綿製品とほぼ同等の性能・価格のものが上市され、価格面も含めた完全ノンアス化が可能となった。

ノンアスジョイントシートにおいては、常温物性においては石綿製品と同等のものが1980年代に上市されたが、耐熱性が石綿製品に比べて劣る為、石綿ジョイントシートを完全代替することは現時点でもいくつかの問題を残している。

石綿ジョイントシートは、主に石綿とゴムで構成されているが、その配合比率は石綿70~90%、ゴム約10%であり、ノンアスジョイントシートは石綿を芳香族ポリアミド繊維（以下アラミド繊維）で置き換えたものである。ただ、その繊維比率は10~20%であり、繊維成分は極めて少なく、高温下で使用された場合、ゴムの熱硬化により割れが生じるという問題がある。石綿ジョイントシートにもゴムは使用されているが、石綿は繊維径が細くかつゴムに濡れやすいため、アラミド繊維より大量に配合することが可能で、またそれ自身で柔軟かつ強固なマトリックスを形成することが可能なため、ゴムが熱硬化しても割れには至らない。

弊社にあっては、現時点においてもノンアスジョイントシートの改良を継続しており、石綿ジョイントシートと同等なものの開発につとめている。消費者に近接した自動車、家電、食品分野や、海外への寄航を前提とした造船などでは、使用を限定してノンアス化を

進めてきたが、石油精製・化学プラントなどでは、新設プラントでの導入にはつとめてきたが、従来設備では、ノンアス製品の技術信頼性に乏しいこともあって、事故があった場合の影響の大きさをおもんばかり、その代替化はあまり進んでいなかった。

# 3. ポジティブリスト

2006年9月の労働安全衛生法施行令の改正では、既存の設備に使用されるシール製品の中で、国民の安全の確保上、実証試験等が必要とされるものについては、当面その使用を認めている。それらの製品はポジティブリスト化され、早急にノンアス品に切り替えるべく実証試験が実施されつつある。ポジティブリストを表3に示す。

ジョイントシートガスケットにおいては、化学工業用で100℃以上の温度の流体を取り扱う部分、鉄鋼業用で250℃以上の高炉ガス、コークス炉ガス、450℃以上の硫酸ガス、亜硫酸ガスを取り扱う部分に使用されるもの等がポジティブリストの対象となっている。また、化学工業用で、φ1500mm以上の大きさのものや3MPa以上の圧力の流体を取り扱う部分に使用されるものもその対象となっている。

うず巻形ガスケットにおいては、化学工業用で400℃以上の温度の流体を取り扱う部分に使用されるものや、300℃以上の温度の腐食性もしくは浸透性の高い流体、または酸化性の流体を取り扱う部分に使用されるものがその対象となっている。

グラウンドパッキンにおいては、化学工業用で400℃以上の温度の流体を取り扱う部分に使用されるものや、300℃以上の温度の酸化性の流体を取り扱う部分に使用されるもの、鉄鋼業用で500℃以上の転炉、コークス炉ガスを取り扱う部分に使用されるものが対象となっている。

# 4. ガスケットのノンアス化事例

## 4.1 石綿ジョイントシートのノンアス化

石綿ジョイントシートは取扱性にすぐれ、その汎用性の高さゆえに幅広い用途に使用されている。単一製品で完全代替可能なノンアスシール製品は現時点でも存在しておらず、使用条件によっていくつかのシール製品を使い分けする必要がある。例えば弊社において

表3 ポジティブリスト概要 (除外品リスト)

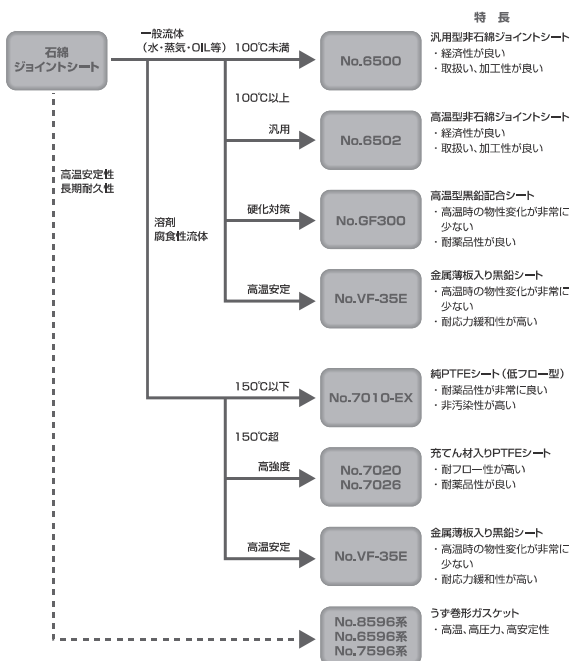
1. ジョイントシート	温度耐薬品	国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備の接合部分に使用されるもので100℃以上の温度の流体を取り扱う部分に使用されるもの 国内の既存の鉄鋼業の用に供する施設の設備の接合部分に使用されるもので、250℃以上の高炉ガス、コークス炉ガスを取り扱う部分に使用されるもの 国内の既存の鉄鋼業の用に供する施設又は非鉄金属製造業の用に供する施設の設備の接合部分に使用されるもので、450℃以上の硫酸ガス、亜硫酸ガスを取り扱う部分に使用されるもの
	サイズ	国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備の接合部分に使用されるもので径1500 mm以上の大きさのもの
	圧力	国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備の接合部分に使用されるもので3MPa以上の圧力の流体を取り扱う部分に使用されるもの
	温度	国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備の接合部分に使用されるもので400℃以上の温度の流体を取り扱う部分に使用されるもの
2. うず巻き形ガスケット	耐薬品	国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備の接合部分に使用されるもので300℃以上の温度の腐食性の高い流体 (pH2以下又はpH11.5以上のもの、熔融金属ナトリウム、黄りん、又は赤りん)、浸透性の高い流体 (塩素ガス、塩化水素ガス、フッ素ガス、フッ化水素ガス、又はヨウ素ガス)、酸化性の流体 (硝酸、亜硝酸、濃硫酸、クロム酸又はそれぞれの塩) を取り扱う国内の既存の鉄鋼業の用に供する施設の設備の接合部分に使用されるもので1000℃以上の高炉送風用熱風を取り扱う部分に使用されるもの
	温度	国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備の接合部分に使用されるもので400℃以上の温度の流体を取り扱う部分に使用されるもの
3. メタルジャケット形ガスケット	温度	国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備の接合部分に使用されるもので400℃以上の温度の流体を取り扱う部分に使用されるもの
4. グランドパッキン	温度	国内の既存の鉄鋼業の用に供する施設の設備の接合部分に使用されるもので500℃以上の転炉、コークス炉ガスを取り扱う部分に使用されるもの
	耐薬品	国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備の接合部分に使用されるもので300℃以上の温度の酸化性の流体 (硝酸、亜硝酸、濃硫酸、クロム酸又はそれぞれの塩) を取り扱う部分に使用されるもの
5. ロケットモーター用断熱材		国内において製造されるミサイルに使用されるもの
6. 潜水艦用ジョイントシートガスケット及びグランドパッキン		国内において製造される潜水艦に使用されるもの
7. 原材料		1~6の製品の原料又は材料として使用されるもの

ガスケット 石綿製品のノンアス®代替フロー

石綿ジョイントシート/石綿うず巻き形ガスケット ノンアス®代替

石綿ジョイントシート代替フロー

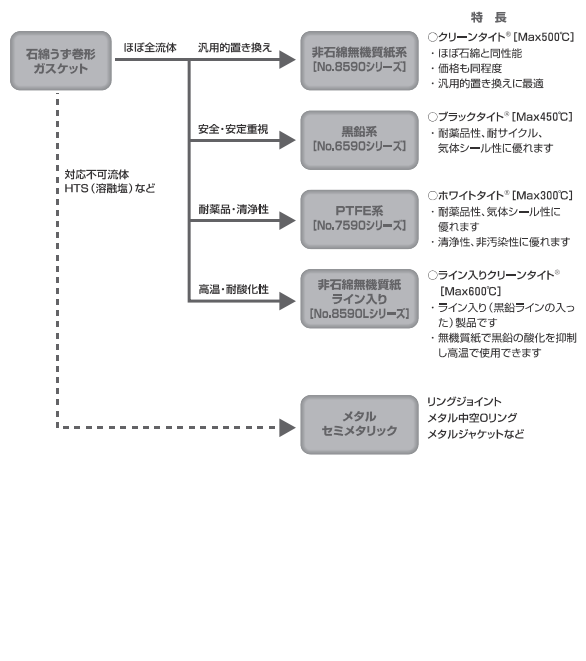
使用範囲等の詳細は、本カタログの該当頁を参照ください。



注意：本代替フローは目安です。最終的な決定の際はご相談ください。

石綿うず巻き形ガスケット代替フロー

使用範囲等の詳細は、本カタログの該当頁を参照ください。



注意：本代替フローは目安です。最終的な決定の際はご相談ください。

図1 ガスケット選定フロー (ノンアスカatalogより転載)

は図1に示す選定フローによる使い分けを推奨している。ここでは、代表的な代替事例について紹介する。

(1) ノンアスジョイントシートによる代替

ノンアスジョイントシートは、上述のように石綿ジョイントシートの繊維を他の繊維に置き換えた素材製品であり、その取扱性や加工性が石綿ジョイントシートに近いものである。

石綿に代わる繊維としては、一般的にはフィブリル化したアラミド繊維が使用されるケースが多く、その他に無機繊維として、人工鉱物繊維（ロックウール）やカーボン繊維などが使用される。これらの代替繊維は石綿のように繊維径が細くないこと、ゴムとの濡れ性に劣ることなどから、石綿のように多量に配合することは困難である。そのため、上述のようにゴム成分の熱硬化がシート自体の硬化となり、硬化割れを発生させる原因となっており、その耐熱温度は石綿ジョイントシートと完全に同一となるまでには至っていない。そのため弊社でもノンアスジョイントシートの改良開発を継続しており、その耐熱性は、一般的な石綿ジョイントシートの使用領域については、ほぼ対応可能な水準にまで達している。

現時点においては、使用実績が少ないため、使用温度の低い領域（目安として100℃以下）に限定して使用しているユーザーが多く、エアー、水、温水等のユーティリティラインにおいては、ノンアスジョイント

シートへの代替は比較的スムーズに進んだ。100℃を超える蒸気ラインにおいては、耐熱タイプへの代替が可能であるが、長期間使用した場合や、温度・圧力以外の負荷（振動、熱応力、モーメント等）が加わった場合の寿命を確認するための時間が必要であり、ノンアス化が急がれる現時点においては、耐熱性の高い改良型ノンアスシートガスケットや膨張黒鉛系ガスケット等が先ず選定されている。ただ、ノンアスジョイントシートの試行実績が集積された段階では、ノンアスジョイントシートの使用領域は今以上に広がるであろうと予想される。

(2) 改良型ノンアスシートガスケットによる代替

改良型ノンアスシートガスケットは、主に黒鉛などの無機成分と耐熱性樹脂からなり、ノンアスジョイントシートの硬化劣化の主要因であるゴムをまったく含んでいない。そのため、図3に示すように高温でも硬化することがなく柔軟であり、また経時変化もほとんどないため、ノンアスジョイントシートの適用が困難であった高温領域でも、使用可能であり（耐熱300℃ max.）、増締めも可能である。かつ優れた耐薬品性を有し、耐熱性、耐薬品性の面において石綿ジョイントシートのほとんどの領域を代替しうるガスケットでプロセスラインへの適用も期待できる。また、フランジ面への固着が少ないというメリットもある。

本製品は上市されてから、蒸気配管、排ガス管、熱



図2 改良型ノンアスシートガスケット バルカーNo.GF300（外観、紹介）

ニューコンセプトノンアス®シート

バルカーNo. <b>GF300</b>	ゴムを全く含んでいませんので、熱劣化をおこしません。それゆえ、高温での使用も可能です。（耐熱300℃） 柔軟な樹脂バインダーの活用で膨張黒鉛シートガスケットに比べて脆さや傷つきやすさを改善しました。
適用流体	水、海水、熱水、水蒸気、空気、酸（高温の濃硫酸、濃硝酸等の酸化性酸は除く）、弱アルカリ、塩類水溶液、油類、アルコール、脂肪族系溶剤とその蒸気、液化ガス類など。
不適な流体	酸化性酸、および酸素等の支燃性流体
用途	各種工場、発電所、製油所、製鉄所、船舶などにおける管フランジ、弁ボンネット、塔・槽、釜、压力容器・熱交換器などカバーフランジ、ノズル等の接続部
製作寸法	〈幅×長さ(厚さ)〉(mm) 1270×1270(1.0t, 1.5t) 1500×1500(2.0t, 3.0t) 〈色調〉ブラック(プリントカラー:ブラック)

■ 高温硬化性能比較 ■

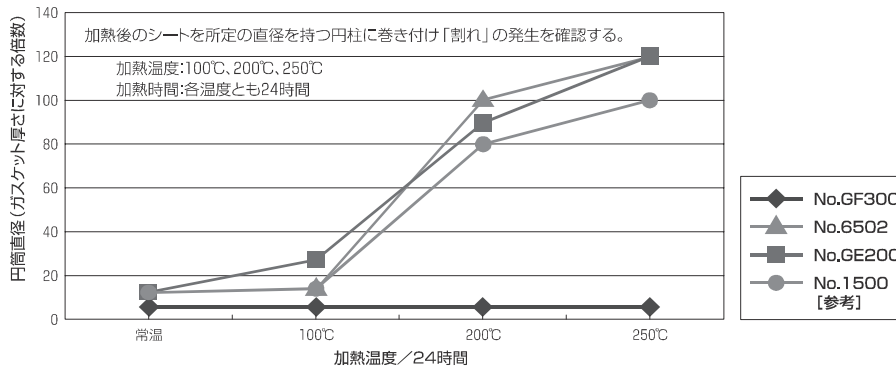


図3 GF300の耐熱特性

交換器等ノンアスジョイントシートの使用が困難な高温領域や、高濃度アルカリを除く化学薬品や熱媒に使用されはじめています。新製品であるがため使用実績が乏しく、一部、ジョイントシートと同一視されるような誤解もあるが、実績を積み重ねることで、その耐熱性と耐薬品性、取扱性の良さは十分に理解されるものと考えています。

(3) 膨張黒鉛系ガスケットによる代替

膨張黒鉛系ガスケットはもともと高機能製品として使用されてきたもので、耐熱性、シール性能に優れたシール材である。十分に締付けられた場合には、その応力緩和は非常に小さく、長寿命である。空気中での酸化速度が速まる400℃までは、その性能は非常に安定しており、またゴムバインダーなどを含有しないために、石綿ジョイントシートのほとんどの使用温度領域に対して対応が可能である。ステンレス鋼薄板(t0.05mm)の両面に、膨張黒鉛シートを貼り合わせた金属薄板入り膨張黒鉛シートが一般的である。

最近では、欧米の石油精製における使用実績を踏まえ、この歯形金属リングの両面に膨張黒鉛シートを貼り付けたものが、蒸気ライン等使用温度の高い領域に採用されはじめています。

(4) PTFE系ガスケットによる代替

PTFE系ガスケットもその優れた耐薬品性から高機能製品として早くから使用されてきていたが、使用温度を限定することにより石綿ジョイントシートの代替が可能である。PTFEシートを打抜き加工したガスケットは、コールドフロー（クリープ）を起こしやすいが、クリープ特性を改善するため、無機充填材を配合

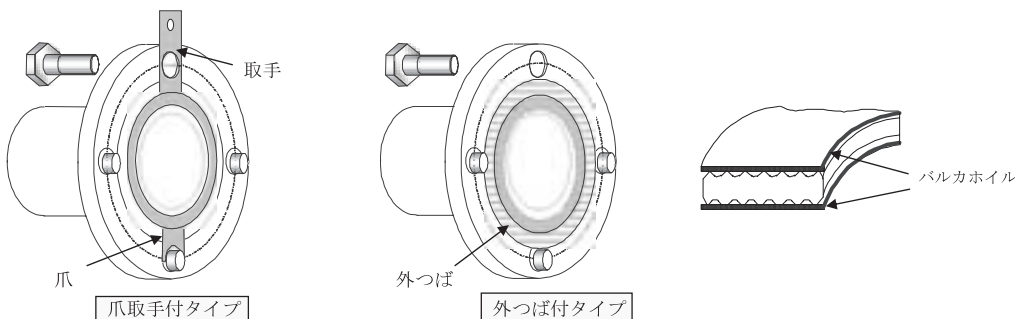


図4 膨張黒鉛シート付メタルのこ歯形ガスケットバルカーNo.6540H (外観、断面イラスト、紹介)

表4 No.6540Hの標準寸法  
8”以下はT=2mm、それ以上はt=3mmと石綿J/Sの代替として採用しやすいサイズ設定。

Class 150							Class 300						
NPS	(A)	D1	D2	D3	T1	T2	NPS	(A)	D1	D2	D3	T1	T2
1/2	15	21.8	31.8	47.8	2.0	(1.0)	1/2	15	21.8	31.8	54.1	2.0	(1.0)
3/4	20	29.6	39.6	57.2	2.0	(1.0)	3/4	20	29.6	39.6	66.8	2.0	(1.0)
1	25	34.8	47.8	66.8	2.0	(1.0)	1	25	34.8	47.8	73.2	2.0	(1.0)
1-1/4	32	45.5	60.5	76.2	2.0	(1.0)	1-1/4	32	45.5	60.5	82.6	2.0	(1.0)
1-1/2	40	50.8	69.8	85.9	2.0	(1.0)	1-1/2	40	50.8	69.8	95.2	2.0	(1.0)
2	50	66.9	85.9	104.9	2.0	(1.0)	2	50	66.9	85.9	111.3	2.0	(1.0)
2-1/2	65	79.6	98.6	124.0	2.0	(1.0)	2-1/2	65	79.6	98.6	130.3	2.0	(1.0)
3	80	101.6	120.6	136.7	2.0	(1.0)	3	80	101.6	120.6	149.4	2.0	(1.0)
3-1/2	90	114.3	133.3	161.9	2.0	(1.0)	3-1/2	90	114.3	133.3	165.1	2.0	(1.0)
4	100	124.4	149.4	174.8	2.0	(1.0)	4	100	124.4	149.4	181.1	2.0	(1.0)
5	125	151.8	177.8	196.8	2.0	(1.0)	5	125	151.8	177.8	215.9	2.0	(1.0)
6	150	183.6	209.6	222.2	2.0	(1.0)	6	150	183.6	209.6	251.0	2.0	(1.0)
8	200	231.7	263.7	279.4	2.0	(1.0)	8	200	231.7	263.7	308.1	2.0	(1.0)
10	250	279.5	317.5	339.9	3.0	(2.0)	10	250	279.5	317.5	362.0	3.0	(2.0)
12	300	336.6	374.6	409.7	3.0	(2.0)	12	300	336.6	374.6	422.4	3.0	(2.0)
14	350	368.4	406.4	450.8	3.0	(2.0)	14	350	368.4	406.4	485.9	3.0	(2.0)
16	400	418.6	463.6	514.4	3.0	(2.0)	16	400	418.6	463.6	539.8	3.0	(2.0)
18	450	482.0	527.0	549.4	3.0	(2.0)	18	450	482.0	527.0	596.9	3.0	(2.0)
20	500	526.8	577.8	606.6	3.0	(2.0)	20	500	526.8	577.8	654.0	3.0	(2.0)
22	550	584.0	635.0	660.4	3.0	(2.0)	22	550	584.0	635.0	704.8	3.0	(2.0)
24	600	634.8	685.8	717.6	3.0	(2.0)	24	600	634.8	685.8	774.7	3.0	(2.0)

※T2寸法は参考寸法です。※上記以外のサイズは別途ご相談下さい。



図5 波形金属中芯入り膨張黒鉛ガスケット「グラフォニック™」

し、特殊製法により成形した充填材入りPTFEガスケットがある。連続多孔質構造のPTFEシートを加工した延伸PTFEシートガスケットは、非常に高い柔軟性を持つことから、グラスライニング機器など、締付力が十分とれない箇所でも使用が可能である。さらにフランジ面への固着を起こさないため、メンテナンス性にも優れている。

石綿ジョイントシートの代替としては、化学工業や製紙工業などの腐食性の高い薬液ラインや、黒鉛の混入をきらうプロセス系ラインに適用されはじめています。

(5) うず巻形ガスケットによる代替

ノンアス化の過程では、石綿ジョイントシートをより信頼性の高いうず巻形ガスケットに置き換えることも行われている。弊社においては、低圧力レーティング (JIS10K) に適用すべく、うず巻形ガスケット本体の外周部に、メタルリングに代えて金属帯のみを巻き回したガスケット (ノナスーパー No.8590TN) を上

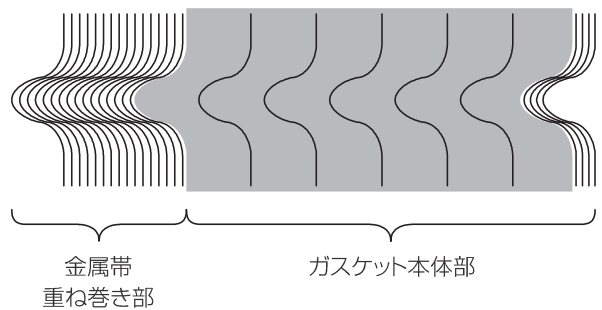


図6 うず巻形ガスケット ノナスーパー (写真、断面図)

市している。現時点では一部の使用にとどまっているが、石綿ジョイントシートガスケットに比べて、同等の締付力 (荷重) でより良好なシール性を示し、ノンアスジョイントシートの使用できなかった、高温、蒸



▼シール性能

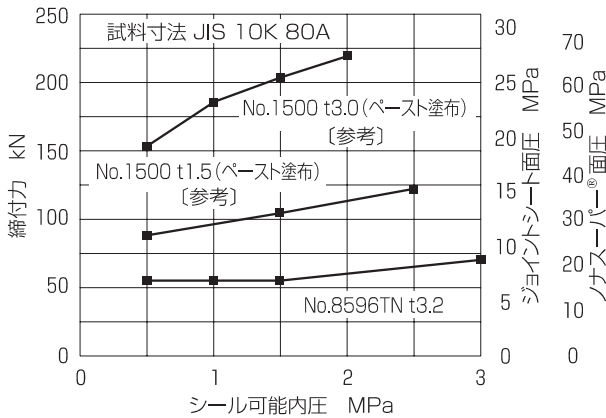


図7 ノナスーパーのシール特性

気ラインでも信頼性が高く、今後の需要拡大が予測される。

## 5. うず巻形ガasketのノンアス化

うず巻形ガasketのノンアス化は、既に進んでおり、価格・性能同等の「クリーンタイト」(無機ファイラー)もすでに多くの実績を有している。

課題はポジティブリストに記載されている、膨張黒鉛ファイラーの酸化が懸念される400℃以上の温度の流体を取り扱う部分や、PTFEファイラーが使用できない300℃以上の温度領域における、腐食性、酸化性流体を取り扱う部分に使用されるものである。

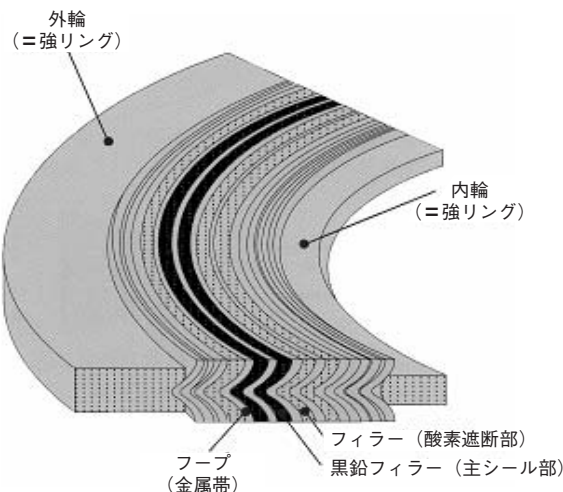


図8 マイカファイラー材と膨張黒鉛ファイラーを組合せたうず巻形ガasketの断面図

こうした用途に対しては、非酸化性のマイカファイラー材を、単独、あるいはシール性を向上させるために図8に示すように膨張黒鉛ファイラーと組合せたものが候補材と考えられ、現在検討を進めている。

## 6. グランドパッキンのノンアス化

グランドパッキンにおいては、大部分が膨張黒鉛、PTFEを用いた高性能製品として開発された製品群での代替が可能である。さらに、比較的安価な繊維をPTFEで処理したものや、低グレードの膨張黒鉛を活用した低価格品も上市され、汎用品も含めた大部分のノンアス化が可能である。

現時点で課題として残っているのは、ポジティブリストに記載されているように、400℃以上の温度の流体を取り扱う部分や、300℃以上の温度の酸化性の流体を取り扱う部分に使用されるもの、500℃以上のガスを取り扱う部分に使用されるものであり、うず巻形ガasketと同様、膨張黒鉛やPTFE単体は使用できない領域である。

これらに対応するものとしては、非酸化性のセラミック繊維を主材としたグランドパッキンを単独あるいは図9に示すように、シール性を向上させるために膨

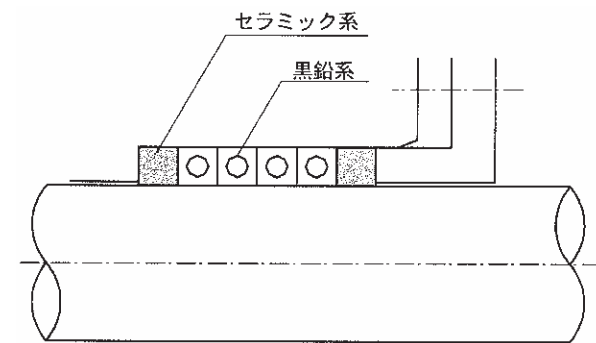


図9 組合せグランドパッキンの断面図

張黒鉛製グランドパッキンと組合せたものが候補材と考えられ、現在検討を進めている。

## 7. 終わりに

現時点は、全分野におけるノンアス化が本格的に始まった段階であり、全てにおいて完成したノンアス品が存在するものではない。

---

石綿ジョイントシートのように単一製品での代替ができず、用途による使い分けが必要な場合もあり、如何にして最適な製品を選定するかが重要なファクターになる。従来の石綿製品はその使用実績をベースとして使用可否を判断することができたが、ノンアス製品は実績がないため信頼性評価の手段が必要となる。また、ポジティブリスト化された課題の解決は勿論であるが、ノンアス化を進めるだけでなく排出ガス規制への対応やメンテナンス性の向上のために、より価値の高いソリューションをユーザーに提供していくことは社会的要求でもあり、ノンアス製品のブラッシュアップを継続することも同様シールメーカーの重要な責務として強く認識している。

〈参考文献〉

- (1) 「ノンアス (R) パッキン・ガスケットの現状」機械設計 (日刊工業新聞社刊) 1988年2月号
- (2) 「ノンアスベストシール材の現状と将来」PETROTECH (石油学会) 第15巻第9号 (1992)
- (3) 「ノンアスベストパッキンの現状と選定」バルカー技術誌2006年夏号