

第4部 検討対象アスベスト製品と代替化が困難なアスベスト製品の範囲について

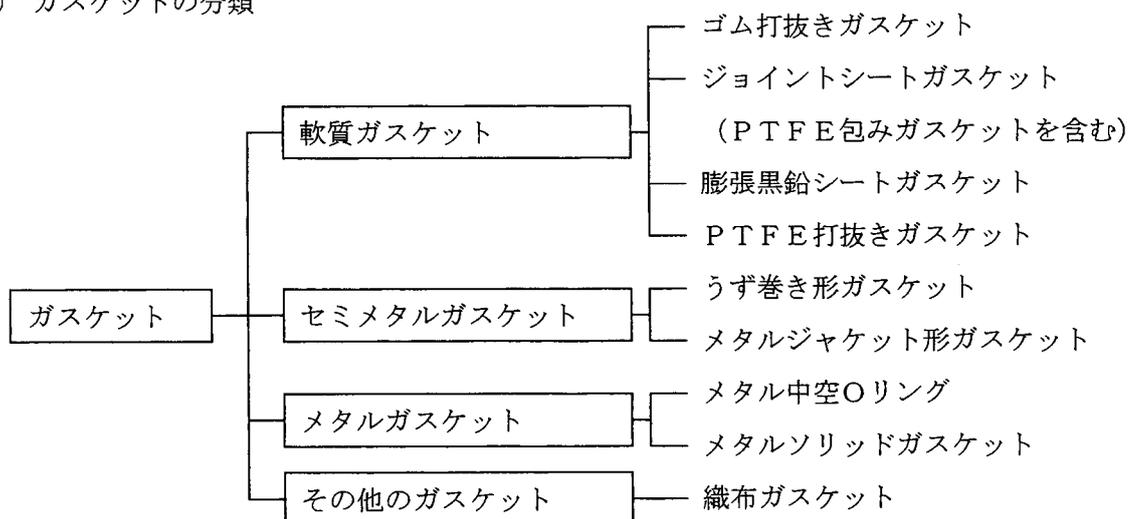
各製品毎のヒアリング等の内容、代替化の考え方を以下に示す。また、ヒアリングによる個別の代替化困難事例を別表1に、代替化の考え方を踏まえた禁止除外品のリストを別表2に示す。

1 シール材

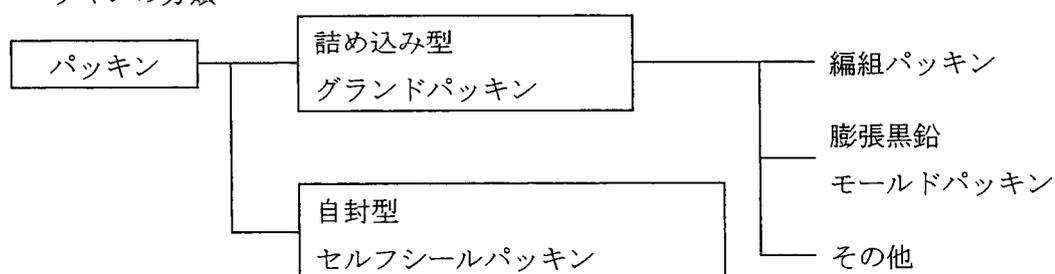
(1) シール材の種類

シール材は配管用フランジ等の静止部分の密封に用いられるガスケット（固定用シール）と、バルブやポンプの軸封等の運動部分の密封に用いられるパッキン（運動用シール）に分類される。

① ガスケットの分類



② パッキンの分類



(2) ジョイントシートガスケット (含PTFE包みガスケット)

① 製品の概要

アスベスト等を主材料とし、ゴムをバインダとして作られたジョイントシートを切り出して用いられるガスケットである。PTFE包みガスケットは、ジョイントシートをPTFE (ポリテトラフルオロエチレン) の薄膜で被覆したガスケットである。

② ヒアリング、実態調査等

【ユーザー団体、実態調査】

●温度条件について

- ・ アスベストジョイントシートガスケットは、使用温度260℃以下、使用圧力2.9MPa以下の配管、熱交換機及びポンプで使用しており、それ以上の条件ではうず巻き形ガスケットを用いることとしている。
- ・ 100℃以上で使用するアスベストジョイントシートガスケットの代替品としては、
 - ① ロックウールや有機繊維等を混ぜ繊維性を補うためにゴムを多量に混ぜるもの、
 - ② 膨張黒鉛又は黒鉛の粒を用いてシート状に固め、ゴムと有機繊維を混ぜたもの、
 - ③ 膨張黒鉛をそのままシート状にして、ガスケットとして成型又はステンレス板を挟んだもの、が候補とされるが、良好な試験結果は得られていない。
- ・ 耐熱性として、アスベスト代替品の膨張黒鉛は、400℃以上では空気酸化されるため、400℃以上の環境で使うのは難しい。
- ・ 非アスベストジョイントシートガスケットは、構造上の理由から配管応力、熱サイクル等、応力変動への対応力が弱いとされているが、操業変動に耐えうるかどうかの確認が必要である。
- ・ 鉄鋼業の設備における250℃以上で使用される高炉ガス及びコークスガスは、温度変動が大きいいため、フランジ面の応力変化への追従が落ちる膨張黒鉛等の代替品は、実証試験が必要である。
- ・ 鉄鋼業や非鉄金属製造業の設備における排ガス処理施設等で450℃以上で硫酸ガス、亜硫酸ガスを用いているが、シール性への要求度が高く、長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。

●耐薬品について

- ・ 耐薬品性：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)かつ300℃以上又は腐食性の高い流体(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)や浸透性の高い流体(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)ではアスベスト代替品の膨張黒鉛が侵される。

●圧力条件について

- ・ フランジ用のガスケットで4MPaで用いられているものについて、代替品では代替化が困難なものがある。

●サイズについて

- ・ 大口径ほど代替化が困難で、メーカーから接着剤による接合等が提案されているが実績がない。
- ・ 代替品として最も期待される膨張黒鉛シートが、直径1500mmを超える部位は代替品がなく、未だ実証試験ができる段階にない。

●防爆性能について

- ・ 引火性の物の蒸気又は可燃性のガスが爆発する危険のある濃度に達するおそれがある場所において、電気機械器具を使用するときに防爆性能を有する必要がある、耐圧性と耐熱性が必要なため、アスベスト製品が必要な物がある。これらの機器は、労働安全衛生法第44条の2の型式検定を受ける必要がある。

●仕様について

- ・ ジョイントシートガスケットとラジアル巻き形ガスケットではそれが用いられるフランジの形状や強度が異なるなどにより単に置き換える訳にはいかず、設備改造・更新が必要となる。

●施工について

- ・ アスベストジョイントシートガスケットの代替品としては、
 - ① ロックウールや有機繊維等を混ぜ繊維性を補うためにゴムを多量に混ぜるもの、
 - ② 膨張黒鉛又は黒鉛の粒を用いてシート状に固め、ゴムと有機繊維を混ぜたもの、
 - ③ 膨張黒鉛をそのままシート状にして、ガスケットとして成型又はステンレス板を挟んだもの、が候補とされる。①については、温度の上昇に伴いゴムが硬化するので100℃以上では使用できない、②については、引張り強度が足りず、締付け時に割れるおそれがある、③については、代替化の可能性が高いと見ているが、最適な使用方法(条件毎にどのように加工して組込むか)、空気の漏洩の管理(配管からの漏れか膨張黒鉛からの漏れか)、取扱いや交換時の作業性について調べる必要がある。

- ・ 膨張黒鉛の金属補強を行ったものが開発されているが、締め付け圧力の管理が難しく、増し締めが利かない等の問題点がある。
- 個別の代替化困難事例について
 - ・ ヒアリングによる個別の代替化困難事例を別表1に示す。

【シール材メーカー】

- 温度条件について
 - ・ 温度100℃を超えるもののうち一般用途については、改良型非アスベストシートガスケットや膨張黒鉛シートガスケットがあるが、全てのものが代替可能という訳でなく、場合に応じて実証試験が必要である。
 - ・ 温度100℃以下の一般用途では、汎用非アスベストジョイントシートガスケット等が使用できる。
- 耐薬品について
 - ・ 温度100℃を超えるもののうち耐薬品用途については、充填材入りPTFE打抜きガスケット等があるが、一般的に普及しておらず、今後実証試験が必要である。
 - ・ 温度100℃以下の耐薬品用途では、PTFE包みガスケット等があり、国内でも一般的に使用されている。
- 圧力条件について
 - ・ 通常の使用圧力の限度について、アスベスト製品については6MPa、非アスベスト製品については3MPaとしている。通常の機器等の設計・仕様では、2～3MPaを超える部分についてはうず巻き形ガスケットを使用するようにされている。
- サイズについて
 - ・ ジョイントシートの大きさとして、従来のアスベストジョイントシートの最大が3810mm×3810mmであるが、非アスベストジョイントシートの最大は、3040mm×3810mm、膨張黒鉛シートでは1500mm×1500mmが限界であり、大口径のガスケットについては、パズル状に繋ぎ合わせる等により代替可能と考えるが、実証試験が必要と考える。
- 施工について
 - ・ 代替品は柔軟性に劣るため初期の締め付けをきちんと行う必要があり、ユーザーに対して説明している。
 - ・ 寿命という観点では、非アスベストジョイントシートは短くなるが、膨張黒鉛は400℃以上の高温酸化還元雰囲気であれば従来より長くなる可能性はある。

●実証試験について

- ・ ユーザーが代替化困難としている部位についても、代替品を提案しているが、ユーザー側が実証試験を必要としている場合が多い。
- ・ 実証試験については、定期的に交換する場所については1年程度行えば判断できると考える。
- ・ 劣化の原因としては、シール材そのものの特性だけでなく、外部からの圧力、温度、応力等があり、施工者の作業方法によっても寿命が変わる。

③ ジョイントシートガスケットの代替可能性について

●温度条件について

- ・ 温度100℃以下においては、アスベストジョイントシートガスケットの代替品としては、すでに汎用非アスベストジョイントシートガスケットがあり、使用実績もあることから、代替化に支障はないものと考えられる。
- ・ 温度100℃を超えるもののうち化学プラント等で使用される、アスベストジョイントシートガスケットの代替品としては、改良型非アスベストジョイントシートガスケット、膨張黒鉛シートガスケットがあるが、国内での実績は必ずしも十分ではなく、国内の機器等の規格等においても充分これらの代替品が安全に使用できるものであるか確認した上で使用する必要がある。
- ・ 鉄鋼業の設備における250℃以上の高炉ガス及びコークスガスは、温度変動が大きいいため、フランジ面の応力変化への追従が落ちる膨張黒鉛等の代替品は、実証試験が必要である。
- ・ 鉄鋼業や非鉄金属製造業の設備における排ガス処理施設等で450℃以上で硫酸ガス、亜硫酸ガスを用いているが、シール性への要求度が高く、長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。

●耐薬品について

- ・ 温度100℃以下においては、アスベストジョイントシートガスケットの代替品としては、耐薬品用途（耐酸・塩基等）については、PTFE包みガスケット等があり、使用実績もあることから、代替化に支障はないものと考えられる。
- ・ 温度100℃を超えるもののうち、
 - ① 温度300℃以上の酸化性の流体（硝酸、亜硝酸、濃硫酸、クロム酸又はそれぞれの塩）に使用されるもの
 - ② 温度100℃以上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)に使用されるもの

については、充填材入り P T F E 打抜きガスケット等の代替品の候補が開発されているが、国内での実績は必ずしも十分ではなく、国内の機器等の規格等においても充分これらの代替品が安全に使用できるものであるか確認した上で使用する必要がある。これらのことから、既存の化学工業の設備で使用される機器、配管等の接合部等に用いられるもので 1 0 0 ° C 以上の温度の腐食性の高い流体 (pH 2 以下又は pH 1 1 . 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)を取り扱う部分に使用されるもの(3 0 0 ° C 以上の酸化性の流体(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)について、安全性の実証がまだ必要であると考え

●圧力条件について

- ・ 既存の非アスベストジョイントシートガスケットでは 3 MPa 以上の圧力に耐えられないおそれがあり、3 MPa 以上の流体を取り扱うものについては、安全性の実証がまだ必要であると考え。ただし、新設の設備については、設計当初からうず巻き形ガスケットを使用するようにすることなどで対応可能である。

●サイズについて

- ・ 大口径の製品について、組み合わせ部分からの漏洩について、長期のシール性の保持等の実績がなく、膨張黒鉛シートの大きさの限界である 1 5 0 0 mm × 1 5 0 0 mm を超える製品について安全性の実証がまだ必要であると考えられる。ただし、新設の設備については、大口径のジョイントシートガスケットを用いない設計・仕様にすることで対応可能と考える。

●防爆性能について

- ・ 防爆性能を要求される機器に用いられる物については、すでに代替品を用いた上で型式検定に合格している機器があり、代替は可能であると考え

(3) うず巻き形ガスケット

① 製品の概要

テープ状の波形金属板(フープ)と、アスベスト、合成樹脂などのク

ッション材（フィラー）を交互に重ね、うず巻き状に巻き上げ板状のリングに作ったガスケットである。

② ヒアリング、実態調査等

【ユーザー団体、実態調査】

●温度条件について

- ・ 代替完了品のほとんどは200℃以下の用途であり、高温用途にも一部使われつつあるが、長期の実績は未だできていない。
- ・ 一般用途で400℃以上では、膨張黒鉛が空気酸化されるため使用できない。膨張黒鉛とマイカの組み合わせによるうず巻き形ガスケットが提案されているが、実績がない。

●耐薬品について

- ・ アスベスト代替品である膨張黒鉛の酸化性の高い薬液への対応について、マイカ等との組み合わせをメーカーから提案されているが、失敗事例しか今のところ情報がなく提案を受け入れる状況にない。
- ・ 酸化性の流体で温度が300℃以上では膨張黒鉛が酸化される。接液側をマイカで構成して、酸化性流体の膨張黒鉛との接触を防ぐ方法も提案されているが、実績がない。
- ・ 腐食性、浸透性の高い流体で100℃以上のものは代替化困難である。

●施工について

- ・ 非アスベスト製品については、より高い締付け圧力及び円周方向での均一性が求められるが、現状の設備では対応できない部位もあり、現状の締付け圧力ではガスケットの性能が発揮できない

●個別の代替化困難事例

- ・ ヒアリングによる個別の代替化困難事例を別表1に示す。

【シール材メーカー】

●温度条件について

- ・ 400℃以上では、アスベスト代替品である膨張黒鉛が酸化するので、それを防ぐためにマイカ層を組み合わせた製品を開発しているが、実証試験が必要だと考える。
- ・ 400℃以下では、酸化性流体が対象でなければ膨張黒鉛を用いたうず巻き形ガスケットが使用でき、実績もある。

●耐薬品について

- ・ 最も代替化が難しいと考えているのは硝酸塩系の熱媒であり、高温と腐食性の2つの問題点がある。温度が300℃以下ならばPTFEを用

いたうず巻き形ガスケットがある。

③ うず巻き形ガスケットの代替可能性について

●温度条件について

- ・ 温度400℃を超えるもののうち蒸気等の一般用途に用いられるものについては、代替品の膨張黒鉛が酸化してシール材が劣化する。膨張黒鉛とマイカを組み合わせた代替品等の候補はあるが、長期シール性の保持については実証が不十分である。このため、既存の化学工業で使用される設備の機器、配管等の接合部等に用いられるもので400℃以上の流体を取り扱う部分に使用されるものについては、安全性の実証がまだ必要であると考ええる。

●耐薬品について

- ・ 耐薬品用途のうち、300℃以上の酸化性流体（硝酸、亜硝酸、濃硫酸、クロム酸又はそれぞれの塩）や腐食性の高い流体（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）に使用されるものについては、代替品の候補はあるが、長期シール性の保持については実証が不十分であり、安全性の実証がまだ必要であると考ええる。

(4) メタルジャケット形ガスケット

① 製品の概要

アスベストその他の耐熱材料（クッション材）を中心材として、金属薄板で被覆したガスケットである。

② ヒアリング等

【ユーザー団体】

●温度条件について

- ・ 鉄鋼業の設備における高炉等の1000℃の高温で使用されるものについて、1年間の試験・評価が必要なものがある。

●施工について

- ・ 非アスベストの代替品については、より高い締付け圧力及び円周方向での均一性が求められるが、現状の設備では対応できない部位もあり、現状の締付け圧力ではガスケットの性能が発揮できない。

●個別の代替化困難事例

- ・ ヒアリングによる個別の代替化困難事例を別表1に示す。

【シール材メーカー】

●温度条件について

- ・ 非アスベストのメタルジャケット形ガスケットにより対応できる性能のものはあるが、長期性能に対する使用実績はない。

③ メタルジャケット形ガスケットの代替可能性について

●温度条件について

- ・ 既存の鉄鋼業の設備における高炉の配管等で温度1000℃以上の流体を取り扱う部分に使用されるものについては、代替品の候補はあるが、長期シール性の保持については実証が不十分であり、安全性の実証がまだ必要であると考ええる。

(5) 織布ガスケット

① 製品の概要

アスベスト布等の紡織品にゴムパウンドを塗布し、ガスケットにした製品である。

② ヒアリング、実態調査等

【ユーザー団体】

●温度条件について

- ・ 鉄鋼業の設備におけるコークス炉等の高温の流体を取り扱う部分に使用されるものについて、1～2年間の試験・評価が必要なものがある。
- ・ アンモニアを用いた反応器触媒ネット等特殊な用途に用いたものについて、代替品の実績がなく実証試験が必要である。
- ・ 塩酸回収プラントで使用されているものについて、代替品について、長期性能に対する使用実績がなく、漏れた場合は設備破損や人体に有害な影響をもたらす恐れがある。

●個別の代替化困難事例

- ・ ヒアリングによる個別の代替化困難事例を別表1に示す。

【シール材メーカー】

●温度条件について

- ・ セラミック繊維製品により対応できる性能のものはある。

③ 織布ガスケットの代替可能性について

- セラミック繊維製品等の代替品があり、また、織布ガスケットは本来厳密なシールが期待されない部分に使用されるものであり、現時点での使用を禁止することについて支障はないと考える。

(6) グランドパッキン

① 製品の概要

アスベストを断面が四角いひも状に編組したもの等をポンプ等の軸端のパッキン箱に詰め込んで用いられるものである。

② ヒアリング、実態調査等

【ユーザー団体等】

● 温度条件について

- 代替完了品のほとんどは200℃以下の用途であるが、蒸気等腐食性等がない条件では400℃まで代替品が使われている。
- 一般用途で400℃以上では、膨張黒鉛が空気酸化されるため使用できない。

● 耐薬品について

- 酸化性の流体で温度が300℃以上では膨張黒鉛が酸化されるので、使用できない。

● 樹脂の変色について

- 白色の樹脂（温度310℃）を製造するもので、代替品の膨張黒鉛が摩耗により樹脂を変色させる可能性があると考えられるものがあり、2年以上の試験が必要である。

● 個別の代替化困難事例について

- ヒアリングによる個別の代替化困難事例を別表1に示す。

【メーカー】

● 温度条件について

- 400℃以上であればセラミックを用いた製品が使用できる可能性はあるが、実証試験が必要と考える。
- 400℃以下であれば膨張黒鉛を用いた製品が使用でき、国内においても実績があることから使用可能であると考ええる。

● 耐薬品について

- 高温の酸化性の流体（硝酸、亜硝酸、濃硫酸、クロム酸又はそれぞれの塩）に使用されるものについては、代替できる非アスベスト製品の開発が必要であり、代替品の候補として膨張黒鉛パッキンとセラミック織

維パッキンの組み合わせがある。

●樹脂の変色について

- ・ 白色の樹脂（温度310℃）を製造するものについて、代替できる非アスベスト製品の開発が必要としており、代替品の候補として膨張黒鉛と炭素繊維・アラミド繊維パッキンの組み合わせがある。

●圧力条件について

- ・ 圧力については、20MPa以下では使用実績もあり、代替可能である。

③ グランドパッキンの代替可能性について

●温度条件について

- ・ 既存の化学プラント等の回転機や弁類の軸封等に用いられるもので400℃以上の温度の流体を取り扱う部分に使用されるものについては、セラミック繊維を用いた製品等代替品の候補はあるが、長期のシール性の保持については実証が不十分であり、安全性の実証がまだ必要であると考ええる。

●耐薬品について

- ・ 既存の化学プラント等の回転機や弁類の軸封等に用いられるもので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については、膨張黒鉛とセラミックを組み合わせた製品等代替品の候補はあるが、長期シール性の保持については実証が不十分であり、安全性の実証がまだ必要であると考ええる。

●樹脂の変色について

- ・ 安全上の問題ではなく、製品の品質の問題であるため禁止を猶予する必要はないものと考ええる。

2 耐熱・電気絶縁板、石綿板、断熱材等

(1) ヒアリング、実態調査等

- ・ ミサイルのロケットモータ用断熱材（温度2000℃）として使用されるものについては、代替品による実証試験を平成19年度まで行い、平成20年から代替化するとしているものがある。
- ・ 電解槽受け下部（温度300℃～400℃）に、断熱、絶縁用に用いられるものがあり、ユーザーは平成20年まで試験を行うとしているものであるが、メーカーはセラミックの耐熱・電気絶縁板で代替可能としている。
- ・ テンパー炉（バネを焼きなます設備）（温度360℃）に使われる保温

材にアスベスト製品が必要とするユーザーがあるが、メーカーはロックウール保温材等で代替可能としている。

- ・ 高温の製品を取り扱うコンベアロール（ディスクロール）については、高価であるがシリコンを用いた製品で代替可能であり、より経済的な代替製品の開発が進められている。
- ・ 高温等の条件で使用される機雷用電池の絶縁材・断熱材、ロケット弾発射機（車両）の駆動モータ、燃料タンク、マフラ、ラジエータ等の断熱材にアスベストが使用されているが、平成18年度に代替見込みである。
- ・ ユーザーが金属、セラミック等の熱処理炉の断熱材にアスベストの使用が必要としているものがあるが、メーカーはセラミック系の断熱材で代替可能としている。
- ・ ヒアリングによる個別の代替化困難事例を別表1に示す。

(2) 耐熱・電気絶縁板、石綿板、断熱材等の代替可能性

- ・ ミサイルのロケットモータ用の断熱材については、特に高温で使用されるものであり、断熱材が溶かされることによる爆発等のおそれがあるため、代替品による実証試験を踏まえた上でなければ代替化の可否は判断できない。
- ・ その他の製品は、すでに十分な実績を有する代替品があると考えられることから、代替可能と考える。

3 アスベスト繊維品（糸、布、テープ等）

(1) ヒアリング、実態調査等

- ・ ユーザーは600℃を超える高温用途では代替品がないとしている。メーカーは代替可能製品としてセラミック繊維製品があるとしているが、高温での使用実績、長期的な気密性の評価が充分でないとしている。
- ・ ヒアリングによる個別の代替化困難事例を別表1に示す。

(2) アスベスト繊維品の代替可能性

- ・ セラミック繊維製品等の代替品があり、また、厳密なシールが期待されない部分に使用されるものであり、現時点でその使用を禁止することについて支障はないと考える。

4 アセチレンガス容器

アセチレンガス容器には、アセチレンの分解爆発を防ぐために、内部にけい

酸カルシウム多孔質物が用いられており、この多孔質物の中に爆発防止能力を高めるためにアスベストが添加されている。平成18年3月末を目途に代替化見込みであるため、代替可能と考える。

5 潜水艦

(1) ヒアリング

- ・ ユーザーは、潜水艦の配管等に主に海水による内外圧のシールを目的にジョイントシートガスケット、グランドパッキンを用いているが、プラントと違い、高い圧力の状態で移動するものであり、より、厳密なシール性が求められ、万が一、シールが破れた場合、乗員の生命にかかわる重大な問題なので十分な実証試験を行う必要があるとしている。
- ・ ユーザーは、直流電熱器の発熱体用に断熱材が使用しており、代替化が困難としている。
- ・ メーカーは、代替品の候補はあるとしている。

(2) 代替可能性

特殊な用途であり乗員の生命に係るものであることから、ジョイントシートガスケット及びグランドパッキンについては実証試験を行う必要がある。断熱材については、既に代替品があり、また海水圧に対するシールとは関係ないものであることから代替可能と考える。

別表1

代替化困難としているアスベスト製品の使用状況について

製品の種類	使用箇所	温度条件	圧力条件	媒体条件	その他条件	代替時期	備考	シール材メーカーの所見
ジョイントシートガスケット	石油化学プラントの各種配管のジョイントシート	260℃以下 (100℃以下は代替可能)	2.9Mpa以下			代替品の供給体制が整備され次第、これまで使用経験がない事に伴う課題について早急に解決しつつ、可能なかぎり早期の代替化を実施		膨張黒鉛シートガスケット等の代替可能性のある製品はあるが、長期性能に対する使用実績はない。
	焼結工場排ガス処理設備	450℃	10kPa	硫酸ガス		今年度中に代替品を選定して、1年間程度の試験・評価を行い、平成20年から代替品を使用	高温高濃度硫酸ガスによる実績がない	内外輪付きうず巻き形ガスケットで代替可能性はあるが、長期性能に対する使用実績はない。
	高炉炉頂設備ガス配管・マンホール類フランジ	250℃	300kPa	CO、CO ₂ 、H ₂ 、N ₂		今年度中に代替品を選定して、1年間程度の試験・評価を行い、平成20年から代替品を使用		膨張黒鉛シートガスケット等で代替可能性はあるが、長期性能に対する使用実績はない。
	コークス炉上昇管継ぎ目部	300℃		水分飽和、CO、H ₂ 、CH ₄ 等		今年度中に代替品を選定して、1年間程度の試験・評価を行うが、定期的に交換を行う場所でないため、交換の必要性に応じて順次交換する。	摺動を吸収できる構造が必要	ゴム引金線入セラミック布ガスケットで代替可能性はあるが、長期性能に対する使用実績はない。
	シリカ乾燥用機器・配管フランジ	450℃		塩化水素		メーカーでの試験終了後、平成18年から平成19年末(1年間)まで実証試験を行う	膨張黒鉛では酸化	セラミッククロス系ガスケット又はメタルジャケット形ガスケットで代替性があるが、塩化水素、長期性能に対する使用実績はない。
	医薬用反応器ノズル部のガスケット	140℃		塩酸+水+有機薬品		平成18年末から平成19年末(1年間)まで実証試験を行う		膨張黒鉛+PTFEの包みガスケットで代替性があるが、塩酸、長期性能に対する使用実績はない。
	製造装置の蒸留塔・熱交換機本体フランジ、反応器の本体カバー等	310℃	1.1MPa		大口径	平成19年8月から平成23年8月(4年間)まで実証試験、平成24年以降代替化	高温での代替品である膨張黒鉛シートは1500mmまでしか製造されていない	膨張黒鉛(金属補強)のパズル組み合わせで代替可能性はあるが、要求物性値、長期性能に対する使用実績はない。
	GL製加圧反応槽	130℃	0.8MPa	塩素		5年間の代替品の試験・評価が必要		膨張黒鉛シートガスケットで代替可能
	スチーム配管	100℃				5年間の代替品の試験・評価が必要		PTFE包み非アスベストガスケットで代替可能

ジョイントシートガスケット	配管等接合部	100°C	0.1MPa	塩素ガス		5年間の代替品の試験・評価が必要		金属包み非アスベストガスケット又は織布ガスケットで代替可能
	フランジ用ガスケット	常温	4MPa	液化塩化水素		5年間の代替品の試験・評価が必要		PTFE包みうず巻き形ガスケットで代替可能
	フランジ用ガスケット	450°C		硝酸塩系薬液		5年間の代替品の試験・評価が必要		膨張黒鉛＋マイカの複合渦巻ガスケットで代替可能性はあるが、長期性能に対する使用実績はない。
	GLタンクのマンホール用ガスケット	常温	0.2～0.6MPa	塩酸、塩素		5年間の代替品の試験・評価が必要		膨張黒鉛シートガスケットで代替可能
	リアクターノズル及びそれにつながる溶融金属Na配管及び溶融塩配管	500～700°C	0.3MPa	金属Na、金属Naペーパー、塩		平成20年まで試験を行い、良好なら代替する。	膨張黒鉛シートガスケットのテスト使用で問題なかったが、継続的に試験予定	
	VA製造設備の機器・配管接続部	220°C	0.8MPa	2塩化エタン＋塩酸	大口徑	平成18年末から平成20年末(2年間)まで実証試験を行う	高温での代替品である膨張黒鉛シートは1500mmまでしか製造されていない	膨張黒鉛(金属補強)のパズル組み合わせ＋PTFEで代替可能性はあるが、要求物性値、長期性能に対する使用実績はない。
うず巻き形ガスケット	硝酸塩系薬液を使用する配管、機器フランジ	470°C		硝酸塩系薬液		メーカーでの試験終了後、平成18年6月から平成22年末(4年間)まで実証試験を行う	膨張黒鉛では酸化	膨張黒鉛＋マイカの複合渦巻ガスケットで代替可能性はあるが、長期性能に対する使用実績はない。
	ナフサ分解炉配管フランジ	600°C		蒸気、炭化水素		メーカーでの試験終了後、平成18年末から平成22年末(4年間)まで実証試験を行う	膨張黒鉛では酸化	膨張黒鉛＋マイカの複合渦巻ガスケットで代替可能性はあるが、長期性能に対する使用実績はない。
メタルジャケット形ガスケット	高炉送風支管	1000°C	500kPa		径800mm	今年度中に代替品を選定して、1年間程度の試験・評価を行い、平成20年から代替品を使用	設備が基本的に連続操業、長期性能を要す	メタルジャケット形ガスケットで代替可能性はあるが、長期性能に対する使用実績はない。
	高炉熱風弁取付フランジ	1000°C	500kPa		径4000mm	来年度より1年間程度の試験・評価を行い、平成20年から代替品を使用	設備が基本的に連続操業、長期性能を要す	メタルジャケットガスケットで代替可能性はあるが、長期性能に対する使用実績はない。
織布ガスケット	塩酸回収プラント／リアクター、サイクロン、ベンチュリスクラバー配管フランジ	950°C	100kPa	塩化水素ガス		今年度中に代替品を選定して、2年間の試験・評価を行い、平成20年から代替品を使用	耐熱性、耐酸性、長期性能を要す	ゴム引金線入セラミック布ガスケットで代替可能性はあるが、耐熱性、長期性能に対する使用実績はない。

グラウンド パッキン (回転軸 シールパッ キン)	コークス炉窯口シール材	1200℃		可燃性ガス、 CO、H ₂ 、CH ₄ 等	火炎炙り	現在、1本について代替品の試験中であり、1年間程度の試験・評価を行うが、定期的に交換を行う場所でないため、交換の必要性に応じて順次交換する。	シール範囲が広く均一な締め付け困難、変形に耐える柔軟性が必要、40年間連続操業	セラミック繊維による紐シール材で代替可能性はあるが、耐熱性、形状、長期性能に対する使用実績はない。
	コークス炉変更弁シール材	500℃		CO、H ₂ 、CH ₄ 等		今年度中に代替品を選定して、1年間程度の試験・評価を行い、平成20年から代替品を使用	開閉頻度多い	ガラス繊維またはセラミック繊維で編組したひも状パッキンで代替可能性はあるが、耐熱性、シール性、長期性能に対する使用実績はない。
	転炉OG設備	500～1450℃	大気圧～ 50mmAq	可燃性ガス	径5000～ 6000mm	今年度中に代替品を選定して、1年間程度の試験・評価を行い、平成20年から代替品を使用	耐熱性、長期性能を要する	セラミック繊維による紐シール材で代替可能性はあるが、耐熱性、形状、長期性能に対する使用実績はない。
	硝酸塩系薬液を使用する熱媒配管付属の弁	470℃		硝酸塩系薬液		メーカーでの試験終了後、平成18年末から平成20年(2年間)にかけて実証試験を行う	膨張黒鉛では酸化	膨張黒鉛パッキンとセラミック繊維パッキンの組み合わせで使用できる可能性はあるが、硝酸塩、長期性能に対する評価ができていない。
	硝酸塩系薬液を使用する熱媒移送ポンプ	470℃		硝酸塩系薬液		メーカーでの試験終了後、平成18年末から平成20年(2年間)にかけて実証試験を行う	膨張黒鉛では酸化	膨張黒鉛パッキンとセラミック繊維パッキンの組み合わせで使用できる可能性はあるが、硝酸塩、長期性能に対する評価ができていない。
	排ガス燃焼器付属の弁、ガスタービン燃焼付属の弁	600℃		排ガス		メーカーでの試験終了後、平成18年末から平成22年末(4年間)まで実証試験を行う	膨張黒鉛では酸化	膨張黒鉛パッキンとセラミック繊維パッキンの組み合わせで代替可能性はあるが、耐熱性、長期性能に対する使用実績はない。
	タービン主塞止弁					大口径	代替品の性能上の問題はない	膨張黒鉛で性能上問題はないが、アスベスト製品と同一寸法の製品がない。
	ポリエステル重合缶等の回転機軸封部	310℃	0.4MPa	ポリエステルポリマー		メーカーでの試験終了後、2年以上、実機でのテストを行う(終了は平成21年末)	製品の性質上摩耗粉が白色である必要があるが膨張黒鉛は黒色	膨張黒鉛パッキンと炭素繊維・アミド繊維パッキンの組み合わせで代替可能性はあるが、摩耗性の問題から実証試験が必要。
	リアクター攪拌機シャフトのパッキン	500～700℃	0.3MPa	金属Na		平成20年まで試験を行い、良好なら代替する。	膨張黒鉛を試験中	膨張黒鉛パッキンとセラミック繊維パッキンの組み合わせで代替可能性はあるが、耐熱性、長期性能に対する使用実績はない。
耐熱・電気 絶縁板・石 綿板、断熱 材等	ディスクロール、コンペアロール	400℃				連続操業のため、代替時期は平成22年	高価だがシリコンで代替可能	
	直流電熱機器の発熱体用	360℃				平成17年度からの代替を目標に試験を行う。(19年度からの適用)	輸入品の実証試験中	現在、電熱器にはほとんど使われておらず代替可能

	電解槽受けガイシ座、極下部(セルベース、カーボン接触面)	300~400°C	0.2MPa			平成20年まで試験を行い、良好なら代替する。	代替テスト品で試験予定	セラミックの耐熱・電気絶縁板で代替可能
	ロケットモータ用断熱材	2000°C		燃焼ガス		平成19年まで試験を行い、平成20年度から代替する。	有機合成繊維を使った代替品の小規模試験では代替可能な結果	
アスベスト 紡織品	反応器触媒ネット(リボン状)	900°C		アンモニア		メーカーでの試験終了後、平成18年末から平成20年末(2年間)まで実証試験を行う		セラミック繊維製品で代替可能はあるが、耐熱性、長期性能に対する使用実績はない。
	電解槽レシーバの蓋状フランジ、コンテナのフランジ(リボン状)	300~400°C	0.3MPa	金属Na		平成20年まで試験を行い、良好なら代替する。	代替テスト品で試験予定	ガラス繊維使用のテープ又は耐圧非アスベストジョイントシートで代替可能。
	電槽引き抜き管、バブリング管、燃焼金曹消火用(布状)	350~400°C		金属Na		平成20年まで試験を行い、良好なら代替する。	代替テスト品で試験予定	耐熱クロスで代替可能性はあるが、耐薬品性に対する使用実績はない。
潜水艦	ジョイントシートガスケット及びグランドパッキン	100°C以上	2MPa以上			平成17年度からの代替を目標に試験を行う。(19年度からの適用)	代替テスト品で試験予定	耐圧・耐熱用の代替品の候補はある。

別表 2

アスベスト製品禁止除外品リスト

	製品名	用途・条件	理由
1	ジョイントシートガスケット	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	100℃以上については、改良型非アスベストジョイントシートガスケット、膨張黒鉛シートガスケット、充填材入り P T F E 打抜きガスケット等が開発されているが、いずれも国内において十分な使用実績がなく、また、施工方法も従来のアスベスト製品と違う。このような状況下で代替品を用いた場合、労働災害や設備破損となる恐れもあることから、施工方法に対する教育とともに長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。
		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	高炉ガス及びコークス炉ガスは温度変動が大きく、膨張黒鉛等の代替品のフランジ面の応力変化への追従は、アスベスト製品に比べ劣る。ガスは一酸化炭素、メタン、水素が主成分であり、漏れると有害、爆発の危険があるため、長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。
		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	内外輪付き渦巻きガスケット等で代替可能性はあるが、代替品の使用に伴いフランジ等の改造が必要になるほか、有害性、腐食性のガスでありシール性への要求度は高く、長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。
		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	現在、主要な代替品である膨張黒鉛ジョイントシートは最大 1500mm×1500mm の製品しか開発されておらず、これ以上の大口径のものについては繋ぎあわせて使用する必要があるが、現時点では制作方法、接合方法とも確立していない。このような状況下で代替品を用いた場合、繋ぎあわせ部からの漏洩のおそれがあり、労働災害や設備破損となる恐れもあることから、長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。
	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	非アスベストジョイントシートガスケットの耐圧性は 3MPa 程度であり、それ以上の圧力下ではシール性が保持できない恐れがあり、その場合労働災害や人命に関わる障害が発生する恐れがあるため、長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。	
2	うず巻き形ガスケット	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	400℃以上では、主要な代替品である膨張黒鉛が酸化する。これに対応するためマイカで膨張黒鉛を保護した製品も開発されているが、十分な使用実績がなく、このような状況下で代替品を使用した場合、労働災害や設備破損となる恐れもあることから、長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。

		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）を取り扱う部分に使用されるもの	主要な代替品である PTFE を使用したうず巻き形ガスケットの耐熱性は 300℃である。これ以上の温度領域で使用される製品としては、マイカを使用した複合製品が開発されているが、十分な使用実績がなく、このような状況下で代替品を使用した場合、労働災害や設備破損となる恐れもあることから、長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。
3	メタルジャケット形ガスケット	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 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	内部にセラミック繊維等を封入した製品が開発されているが、十分な使用実績がなく、このような状況下で代替品を使用した場合、労働災害や設備破損となる恐れもあることから、長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。
4	グランドパッキン	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	400℃以上では、主要な代替品である膨張黒鉛が酸化する。これに対応するためセラミックを使用した製品も開発されているが、十分な使用実績がなく、このような状況下で代替品を使用した場合、労働災害や設備破損となる恐れもあることから、長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。
			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	転炉及びコークス炉ガスは温度変動が大きく、セラミック繊維等の代替品のシール面の応力変化への追従は、アスベスト製品に比べ劣る。ガスは一酸化炭素、メタン、水素が主成分であり、漏れると有害、爆発の危険があるため、長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。
		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	膨張黒鉛とセラミックを組み合わせた製品が開発されているが、十分な使用実績がなく、このような状況下で代替品を使用した場合、労働災害や設備破損となる恐れもあることから、長期のシール性保持に対する実証試験が必要である。
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	ミサイルは高度な性能が求められるものであり、実績のない断熱材を使うことにより、所定の性能が得られないばかりか、ミサイルのモーターケースが破損し爆発する恐れもあることから、形状等による特性を考慮して、実機を用いた環境試験等を行うことにより、安全性を実証する必要がある。
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	代替品の候補はあるが、潜水艦への適用は、乗員の人命及び潜水艦の性能にかかわることであり、実証試験の成果を得て採用の可否を判断する必要がある。
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	除外された製品の製造に必要である。