

石綿製品の全面禁止に向けた石綿代替化等検討会
報告書

平成18年1月

目 次

第1部	石綿製品の全面禁止に向けた石綿代替化等検討会について	1
1	経緯	1
2	検討会参集者名簿	2
3	開催経過	2
第2部	アスベストに係る現状等	4
1	アスベスト及びアスベスト製品の現状	4
2	アスベスト代替繊維の種類と有害性	4
3	諸外国におけるアスベスト製品の規制の現状	5
4	アスベスト製品の実態調査結果について	6
第3部	アスベストの全面禁止に係る考え方	7
1	アスベスト製品の全面禁止に向けた基本的考え方	7
2	海外で使用されている代替品の適用について	7
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	8
1	シール材	8
2	耐熱・電気絶縁板、石綿板、断熱材等	18
3	アスベスト紡織品	19
4	アセチレンガス容器	19
5	潜水艦	20
第5部	代替困難製品の代替化の促進について	27
(参考資料)		
資料1	アスベストについて	28
資料2	アスベストの使用状況	29
資料3	アスベストの代替繊維の種類と有害性	30
資料4	海外のアスベストの使用禁止措置の比較	31
資料5	アスベスト製品の実態調査結果の概要	32

第1部 石綿製品の全面禁止に向けた石綿代替化等検討会について

1 経緯

アスベスト（石綿）は、吸入することにより人に肺がん、中皮腫等の重篤な健康障害を発生することが明らかとなっており、平成7年（1995年）に労働安全衛生法に基づき、アスベストのうち有害性の高いアモサイト（茶石綿）及びクロシドライト（青石綿）の製造、輸入、使用等が禁止された。

アモサイト及びクロシドライト以外のアスベスト（主としてクリソタイル（白石綿））については、発がん性はあるが、優れた耐熱性、耐腐食性等の性能を有し、また、昭和62年（1987年）にWHOが主要な石綿代替品について「ヒトに対してがん原性となる可能性がある」と分類していたため、他の物質への代替が困難であり、製造等の禁止までは行わず、局所排気装置の設置、呼吸用保護具の使用等厳格な規制のもとに使用されてきた。

しかしながら、平成13年（2001年）にWHOが主要な代替品であるロックウール等についての評価を「ヒトに対するがん原性として分類され得ない」に変更し、これらの種類のアスベストについても代替品の開発が進んできたことから、厚生労働省では、国民の安全等にとってアスベスト製品の使用がやむを得ないものを除き、原則として製造等を禁止することとし、平成14年（2002年）12月学識経験者による「石綿の代替化等検討委員会」を設置し、専門技術的観点から代替化の困難なアスベスト製品の絞り込み等を行った。当該検討委員会の報告書が平成15年（2003年）3月に取りまとめられ、代替化が可能とされたアスベストを含有する建材、ブレーキパッド等の摩擦材、接着剤の製造等を禁止する改正労働安全衛生法施行令が同年10月に公布され、平成16年（2004年）10月1日より施行された。それまで輸入されたアスベストのほとんどが建材に使用されていたことから、これにより我が国へ輸入されるアスベストの大部分が削減された。

現在まだ禁止されていない主なアスベスト製品は、シール材・ジョイントシート等の製品であり、これらは発電所や化学プラント等の高温・高圧、腐食性の薬品の環境下で使用されているものもあり、適当な非アスベスト製品が開発されていないといった当時の状況によるものである。

これらの製品についても代替化を促進し、早期にその禁止を行うべきものであることから、関係団体に対して計画的な代替化の実施について要請を行っていたがその後、関係団体・企業において代替品の開発、実証試験等が進められ代替化が進展してきたところである。これらの状況及び「アスベスト含有製品について、遅くとも平成20年までに全面禁止を達成するため代替化を促進するとともに、全面禁止の前倒しも含め、さらに早期の代替化を検

討する。」（アスベスト問題への当面の対応（平成17年7月29日 アスベスト問題に関する関係閣僚による会合））との方針を踏まえ、平成17年（2005年）8月25日、「石綿製品の全面禁止に向けた石綿代替化等検討会」を設置し、アスベスト製品の全面禁止に向けた専門技術的な検討を行った。

本報告書は、本検討会におけるアスベスト製品の代替可能性等についての検討結果をとりまとめたものである。

2 検討会参集者名簿

相澤 好治 北里大学医学部教授

池田 浩治 東京農工大学工学部機械システム工学科助教授

関根 和喜 横浜国立大学物質エネルギー安全工学コース教授

田中 英彦 独立行政法人物質・材料研究機構物質研究所ディレクター

辻 裕一 東京電機大学理工学部知能機械工学科助教授

○平野 敏右 千葉科学大学学長

本間 健資 独立行政法人産業医学総合研究所企画調整部長

本山 建雄 独立行政法人産業安全研究所物理工学安全研究グループ部長

森崎 繁 社団法人産業安全技術協会会長

（○は座長）

3 開催経過

第1回 平成17年8月25日（木）

- ・ アスベスト製品の規制に関するこれまでの経緯等について
- ・ 今後の検討方針等について

第2回 平成17年9月26日（月）

- ・ アスベストの全面禁止に係る基本的考え方の確認
- ・ ユーザー団体等ヒアリング

第3回 平成17年10月24日（月）

- ・ ユーザー団体ヒアリング

第4回 平成17年11月9日（水）

- ・ シール材メーカーヒアリング

第5回 平成17年11月21日（月）

- ・ ユーザー団体ヒアリング

第6回 平成17年12月12日（月）

- ・ 製品毎の代替化可能性について検討・整理

第7回 平成17年12月26日（月）

- ・ 製品毎の代替化可能性について検討・整理

- ・ 検討会報告書案の検討

第8回 平成18年1月18日(水)

- ・ 検討会報告書案の検討

第2部 アスベストに係る現状等

1 アスベスト及びアスベスト製品の現状（資料1参照）

（1）アスベストの種類

アスベストとは、石綿とも呼ばれ、天然に産出する繊維状の含水珪酸鉱物の総称であり、蛇紋石系のクリソタイル（白石綿）と角閃石系のクロシドライト（青石綿）、アモサイト（茶石綿）、アンソフィライト、トレモライト、アクチノライトの6種類がある。

日本では、クロシドライト及びアモサイトについては平成7年（1995年）に労働安全衛生法に基づき製造等が禁止されており、また、その他の種類のアスベストを含有する建材、ブレーキパッド等の摩擦材、接着剤の製造等が平成16年（2004年）10月より禁止されている。アンソフィライト、トレモライト、アクチノライトについては、アスベスト原料としては国内産業界では使用されていない。

（2）アスベストの輸入量の推移（資料2参照）

我が国のアスベスト輸入量は1960年代（昭和35年～昭和44年）より増加し、昭和49年（1974年）の35万トンを超えて最高に年間約30万トン前後で推移してきたが、1990年代（平成2年～平成11年）から年々減少傾向にあり、平成16年（2004年）には約8千トンとなっている。さらに、平成17年（2005年）1月～10月までの輸入量は110トンとなっている。

我が国への主な輸入元は、カナダ（65.7%）、ブラジル（19.5%）、ジンバブエ（10.6%）である（平成16年（2004年））。

2 アスベスト代替繊維の種類と有害性（資料3参照）

（1）アスベスト代替繊維

アスベストの主な代替繊維には、人造鉱物繊維、天然鉱物繊維、合成繊維等がある。

人造鉱物繊維はガラス、岩石等を熔融し繊維状に加工したものであり、主に、グラスウール、ロックウール、スラグウール、ガラス長繊維等が、断熱材、建材、摩擦材、シール材等に使用されている。

天然鉱物繊維は天然に産出する繊維状の鉱物であり、主に、セピオライト、ワラストナイト等が、建材、接着剤等に使用されている。

その他、化学的に合成した繊維や天然の有機繊維があり、主に、アラミド繊維、ビニロン繊維、パルプ、炭素繊維等が、建材、摩擦材、シール材等に使用されている。

(2) アスベスト代替繊維の有害性の評価

国際がん研究機関（IARC）において、従来、アスベストの全種類がグループ1（ヒトに対して発がん性がある物質）に分類されるとともに、その他の人造鉱物繊維についてグループ2B（ヒトに対して発がん性の可能性がある物質）又はグループ3（ヒトに対する発がん性については分類できない物質）に分類されていたが、平成13年（2001年）10月、グラスウール、ロックウール、スラグウールについてグループ2Bからグループ3に再評価された。

3 諸外国におけるアスベスト製品の規制の現状（資料4参照）

(1) イギリス

「アスベスト（禁止）規則」が、EC指令（1999/77/EC）を実施するとともに、輸入禁止の範囲を全てのアスベスト含有製品に広げるため、平成11年（1999年）に改正され、同年よりクリソタイルの輸入、供給及び使用が禁止された。ただし、当初は多くの適用除外品があり、その後、段階的に禁止が進められてきている（現在でも、一定の電気分解用の隔膜等の供給、使用等が可能）。

(2) ドイツ

平成5年（1993年）に省令が改正され、石綿を含有する製品等が原則禁止されたが、一定の適用猶予があった。その後の改正で段階的に適用猶予に係る対象物が削減され、現在、適用が猶予されているものを例示すると以下のとおり。

- ① 現存する設備、車両、建築物、施設又は機材の改修又はメンテナンス作業に係るアスベストの製造、使用
- ② 一定の条件のもとでの、一定の電気分解用の隔膜の製造及び使用（平成22年（2010年）12月31日まで）

(3) フランス

平成9年（1997年）1月からクリソタイルを含むすべてのアスベストの製造、加工、販売、輸入、輸出等を禁止した。当初は6種類の適用除外品があったが、段階的に禁止され、平成14年（2002年）1月に全面禁止に至った。

(4) EU

平成11年（1999年）のEC指令（1999/77/EC）により、販売、使用を全面禁止した（平成17年2005年）1月までに実施）。ただし、現在でも一定の電気分解用の隔膜や禁止以前に設置されている製品及び禁止以前の在庫品については例外とされている。

(5) 米国

米国環境保護庁（EPA）による平成5年（1993年）11月の連邦官報において、アスベストスレート等18品目のアスベスト製品が使用可能となっている。また、平成元年（1989年）に製造されていたアスベスト製品以外の新しいアスベスト含有製品を製造するときには、EPAの承認を受けなければならない。

4 アスベスト製品の実態調査結果について（資料5参照）

検討会において検討を行うにあたり、国内で現在も使用されているアスベスト製品を網羅的に把握する必要があることから、平成17年（2005年）8月より業界団体に対してアスベスト製品の実態調査を行うとともに、厚生労働省ホームページにおいて、実態調査実施以外の団体、企業に対しても広く調査を依頼した。

【調査の内容】

(1) 調査対象製品

製造、輸入又は使用しているアスベスト製品（既に法令で禁止されているものを除く。）

(2) 調査方法

226の業界団体に調査票を送付するとともに、厚生労働省ホームページ上でも調査を依頼した。

(3) 調査事項

製造、輸入又は使用しているアスベスト製品の製品名、用途、使用条件、アスベスト製品を使用しないと安全確保が困難か否か、代替化見込時期等

【調査結果の概要】

(1) 調査の結果、219団体（97%）から回答があった。

また、個別企業162社から直接回答が提出された。

(2) 回答が寄せられた業界団体のうち、87団体がアスベスト製品の製造、輸入又は使用を行っており、うち45団体が安全確保のためアスベスト製品の使用が必要と回答した。

また、回答が寄せられた個別企業のうち、25社がアスベスト製品の使用を行っており、うち、8社が安全確保のためアスベスト製品の使用が必要と回答した。

(3) 安全確保のため必要だと答えたアスベスト製品はシール材（ガスケット、パッキン等）、断熱材、保温材等であった。

第3部 アスベストの全面禁止に係る考え方

1 アスベストの全面禁止に向けた基本的考え方

- (1) アスベスト製品の製造等を禁止することとする。
- (2) 新規の設備等については、設計・仕様を非アスベスト製品の使用を前提に行えば可能なので使用を認めないこととする。

ただし、既存の設備等に使用されているアスベスト製品については、そのほとんどについて代替品が開発されつつあるものの、国民の安全の確保上、使用条件等個々の状況に応じて実証試験の必要性があるものもあり、例外的に禁止の除外がやむを得ない設備、条件、製品について列記する。また、これらの除外された製品の原料又は材料となるものも除外する（ポジティブリスト化）。

2 海外で使用されている代替品の適用について

欧州諸国等ではすでにアスベストが原則全面禁止されているが、既存の設備に使用されているものまで禁止されたわけではなく、既存の設備では現在もアスベスト製品が使われている。

アスベスト製品と全ての性能について同等の非アスベストの代替品は存在せず、使用されている温度条件、流体等で個々に代替品の選定を行う必要がある。

我が国でも欧州諸国の経験を参考に、代替品の選定などが行われているが、例えば、フランジの規格が違うものなどはすぐには使用できず、また、性能的には使用できるものであっても、個々の機器の形状、使用温度、圧力等の条件に応じて、フランジの締め付け圧力をどのくらいにするか等を実証試験で確認する作業などが必要である。そして、アスベスト製品と違い、施工者がそれぞれの代替品の性質に対応した適切な方法で施工する必要があるため、施工技術習得のための教育も必要である。

欧州諸国では90年代の早い時期からこうした試行錯誤を繰り返して代替化を進めてきたものであり、我が国が海外の代替品を使用するにあたっても一定のこうした実証試験や代替製品を利用するための周辺技術の蓄積等に要する時間が必要である。

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

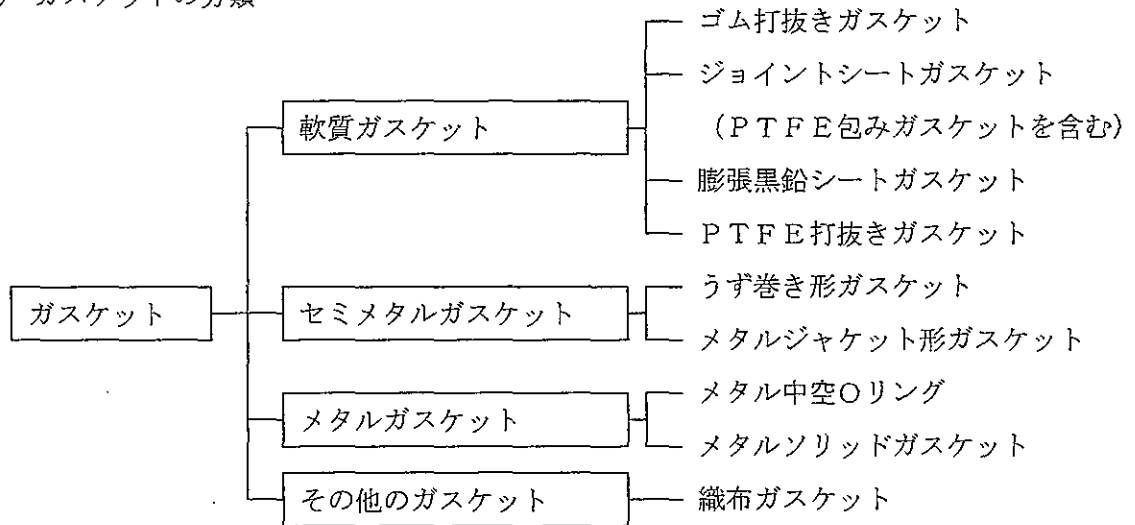
各製品毎のヒアリング等の内容、代替化の考え方を以下に示す。また、ヒアリングによる個別の代替化困難事例を別表1に、代替化の考え方を踏まえた禁止除外品のリストを別表2に示す。

1 シール材

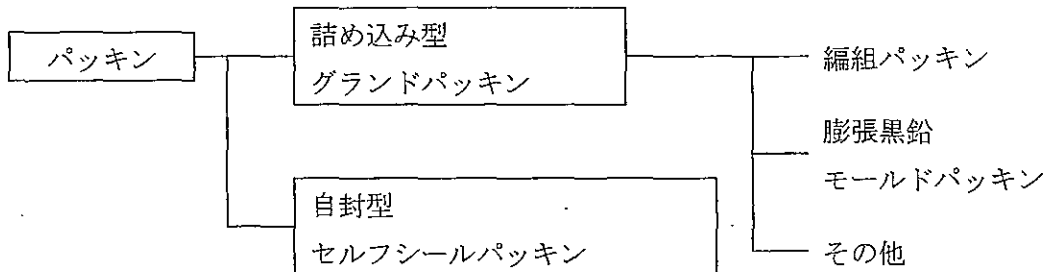
(1) シール材の種類

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 (pH 2以下又は pH 11.5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ため、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℃で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 of 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にも実績がなく、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

●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