

▶ 複層ガラスの構造ガスケット工法による環境負荷低減（断熱性能と結露防止効果）及び  
 建築ガスケット材料に使用される環境負荷物質の使用削減  
 Reduction of environmental load (performance of heat insulation and dew condensation prevention) and  
 substance of concern in building gasket, by using Structural Gasket  
 Construction Method of insulating glass

松永正美<sup>1)</sup>  
 Masami, Matsunaga<sup>1)</sup>

1)建築ガスケット工業会，技術委員長，(m-matsu\_101590@hokusay-rubber.co.jp)  
 Technology chairperson, Manufactures' Association of Building Gaskets

日本語要約：近年、PRTR 法の制定など国家プロジェクトとしても環境負荷低減のための取り組みが重要視されており、建築材料についても例外ではない。建築ガスケット工業会においては、構造ガスケットを使用することにより断熱性能が向上し結露防止効果が期待できることを2016年3月に発刊した「建築用構造ガスケット施工マニュアル 改訂版」の中で紹介しており、また本建築学会福岡大会でも論文発表を行っているので、その内容について紹介する。また、併せて構造ガスケットに限らず、建築用ガスケット材料に使用される環境負荷物質の使用削減についても積極的に取り組んでおり、その内容について述べる。

English Summary : Recently, like enactment of PRTRs, efforts to reduce the substance of concern are becoming important as a national project, including construction materials. Manufactures' Association of Building Gaskets had published "Operation manual for structural gasket (revised edition)" in March, 2016. We would like to introduce, effectiveness of heat insulation performance and dew condensation prevention by using structural gasket, which are written in the manual. We also read a paper on this on construction academic conference in Fukuoka. Additionally, we are working at the reduction of substance of concern used in structural gasket. We would like to announce about this.

構造ガスケット，断熱性能，結露，複層ガラス，環境負荷物質

Structural Gasket, Heat Insulation performance, Dew Condensation, Insulating Glass, Substance of Concern

1. はじめに<sup>(1)</sup>

建築用構造ガスケットは1960年に竣工したテキサス州ヒューストン市の32階建 First City National Bank に使用されたのが最初と言われている。日本においてはジッパーガスケットの名称で1965年広島県の山口銀行福山支店に施工されたのが最初である。構造ガスケットは、基本的な要求性能である耐候性、耐風圧性、水密性、耐震性、断熱性など多くの要求性能が開発改良され、全国各地において多くの高層・超高層建築に採用され今日に至っている。近年、地球温暖化に対する環境問題の対応が急がれており、開口部からのエネルギー透過損失を軽減する必要性から Low-E ガラス、合わせガラスなどの機能性ガラスの複層化が主流となりつつある。

従来、構造ガスケットに複層ガラスを装着すると、雨水などの水分による封着材の劣化が懸念され、その対策が建築学会を始めとし関係業界の最大の課題であった。近年、構造ガスケットに水抜き対策技術が工夫され、最近の代表的かつ重要な超高層ビルでは構造ガスケットへの複層ガラスの装着が数多く、積極的に採用されることになり、まさに実用化の段階に入っている。

以下に代表的な施工事例を示す。

2. 施工事例<sup>(1)(2)</sup>

2.1 複層ガラス施工事例

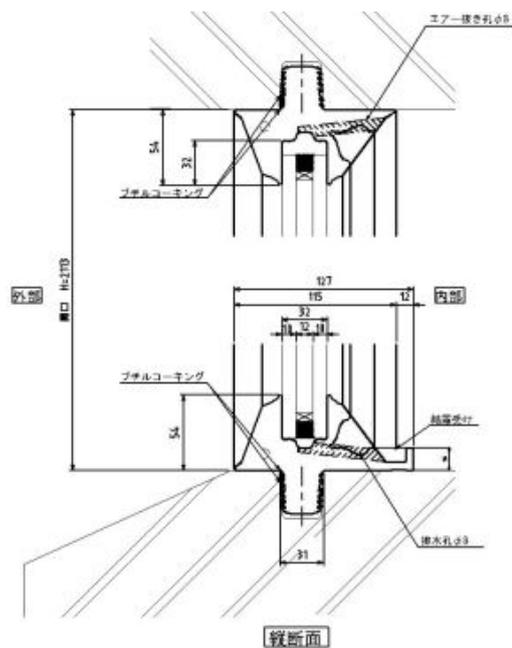


図-1 縦断面図

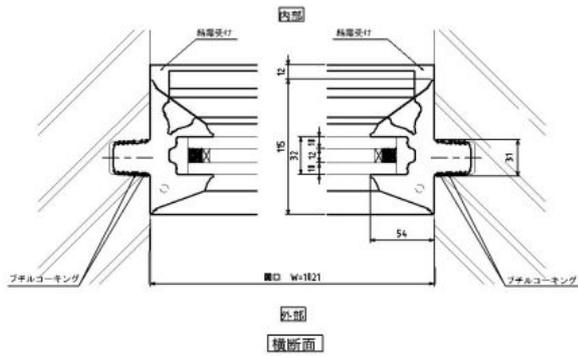


図-2 横断面図

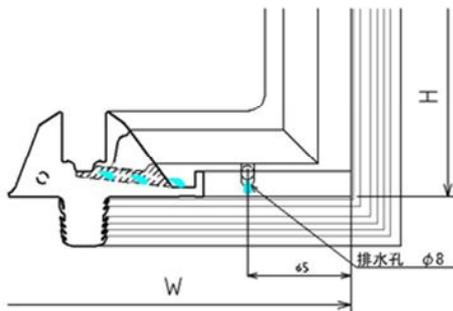


図-3 排水機構詳細図

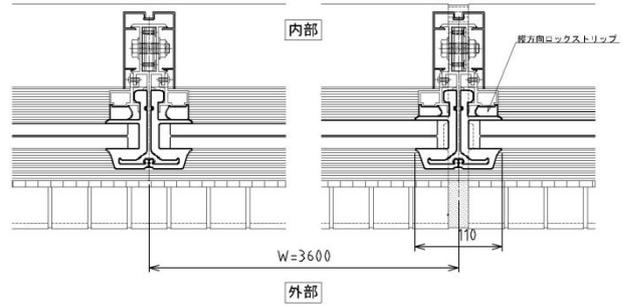


図-5 横断面図

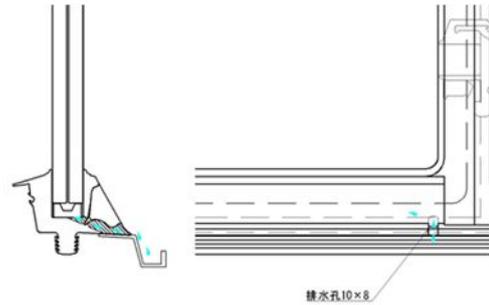


図-6 排水機構詳細図

## 2.3 太陽光発電パネル施工事例

最近の施工では必ず排水機構が設けられている。図-1や図-3では排水された水はドレン受けに溜まるように設計されているが、実際にはドレン受けに水が溜まっていると問題視される。

## 2.2 合わせガラス施工事例

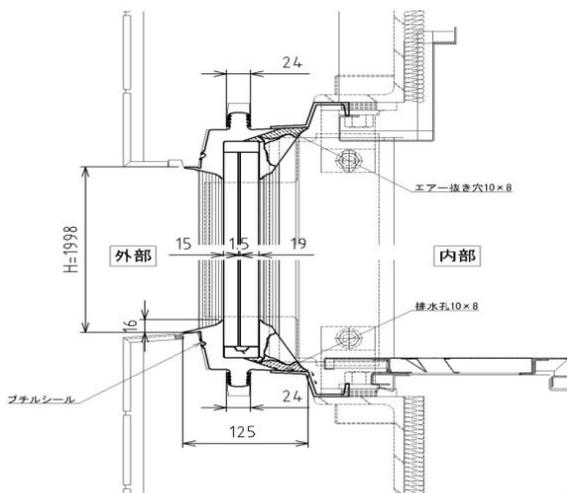


図-4 縦断面図

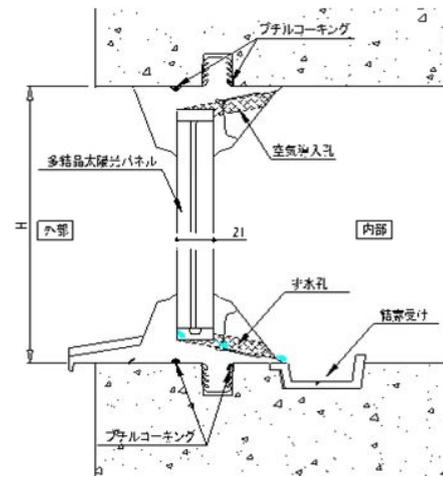


図-7 縦断面図

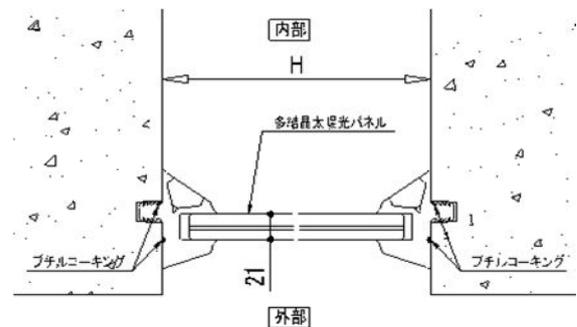


図-8 横断面図

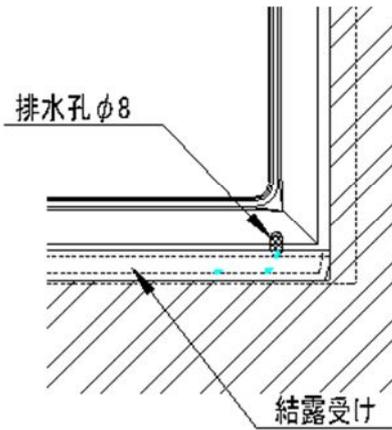
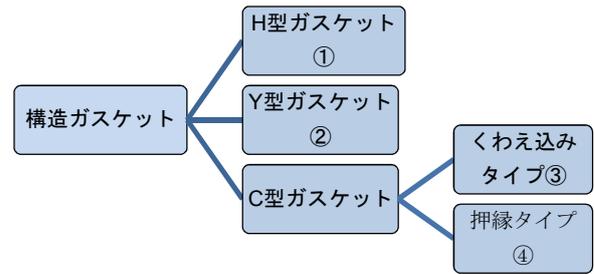


図-9 排水機構詳細図



- ①主として金属フレームに取り付けられ、ガラス厚と金属フレーム厚に対応して分類される。
- ②主としてプレキャストコンクリートの溝に取り付けられ、ガラス厚に対応して分類される。
- ③フレーム(I型鋼などの鋼材フレームのバック枠)をくわえこませて取付けるタイプ。
- ④フレーム(アルミ形材などのフレームのバック枠)に押縁で取付けるタイプ

### 3. 構造ガスケット複層ガラス使用施工実績

構造ガスケットとしてガラスファザードに適用される構造ガスケットの使用実績は徐々に増加しているのは明らかである。1章はじめにでも述べたように当初は単板ガラスの使用であったが、環境問題の対応から Low-E ガラスを使った複層ガラス化が主流となっている。図-10 に過去5年毎の使用実績を示す。

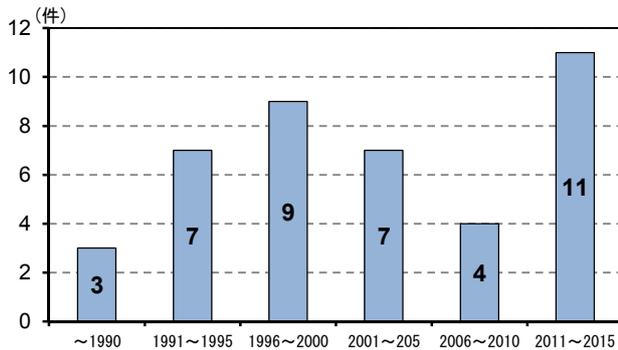


図-10 5年毎の構造ガスケットの複層ガラス施工実績

### 4. 構造ガスケットとは<sup>(1)</sup>

構造ガスケットは、建築構成材の開口部に取り付けて板ガラスなどと支持枠とを直接支持し、風圧力に抵抗する耐力を保持するとともに、水密性及び気密性を確保するためのガスケットを言う。ロックストリップガスケットまたはジッパーガスケットとも言う。

構造ガスケットは JIS A5756:2013 建築用構造ガスケットに規定されており、建築構成材への取付け方法の違いで分類されている。

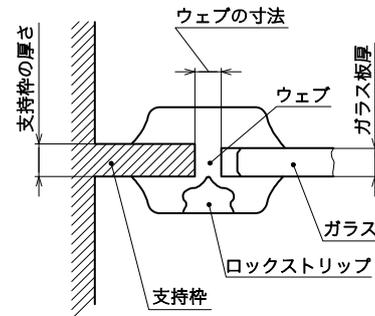


図-11 H型ガスケット

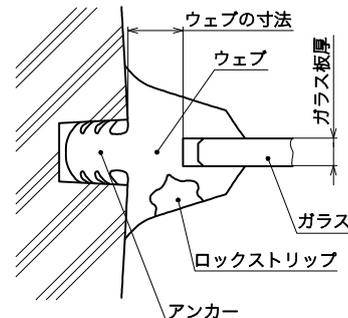


図-12 Y型ガスケット

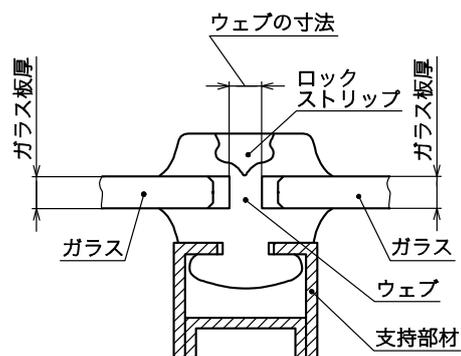


図-13 C型ガスケット

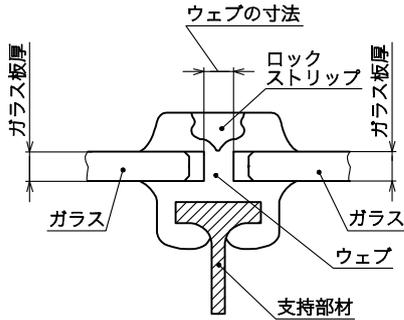


図-14 C型ガスケット

### 5. 構造ガスケットの断熱性能と結露防止<sup>③</sup>

構造ガスケットに使用されるゴムの熱伝導率は、表-1に示すように他の材料に比較して桁外れに小さい。

表-1 開口部に使用される材料の熱伝導率

材 料 名	熱伝導率(w/mk)
ゴム (クロロプレンゴム)	$2.1 \sim 3.3 \times 10^{-1}$
ゴム (シリコンゴム)	$3.4 \times 10^{-1}$
ゴム (EPDM)	$4.5 \times 10^{-1}$
鉄	$6.3 \times 10$
アルミ	$7.5 \times 10^2$
ガラス	$8.4 \times 10^{-1}$
コンクリート	1.6

また、ゴムの比熱は0.47で鉄の4~5倍である。従って、ゴムは気温の変化による温度の変化が遅く、他の材料に比較して熱が伝わりにくいため、断熱性が優れていると言える。それゆえ室内外の温度差を遮断することになり、結果としてガラスの熱割れ現象は発生しにくくなる。同様にガスケットを通しての室温の放熱が抑制されるので、結露防止効果があり、冷暖房負荷が低減できる。

以下に実際の施工事例での、シミュレーションと測定結果を報告する。

#### 5.1 対象となった施工事例

実建屋は富山県黒部市(北緯36° 51'、東経137° 25')の写真-1に示す2FLの事務所ビルである。開口部は方位北面、GL高さ4.375mに設置してあるガスケットの下枠である。



写真-1 建物外観

開口部のガスケット断面形状は図-15の通りである。

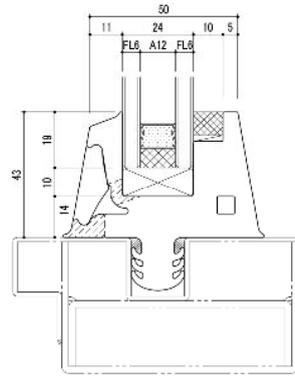


図-15 構造ガスケット断面図

#### 5.2 シミュレーション

外気温20℃から-20℃、風速6m/s、室内温度22℃を想定した際のシリコンゴムガスケットの表面温度を推定し、結露の発生の有無を予測した。複層ガラス厚はFL6+A12+FL6を用いた。この結果からはガスケットの表面温度がほぼ複層ガラスと同温度であることが示唆された。表-2に各条件のガスケットの表面結露の有無を予測した結果を示す。

この結果を見ると、外気温-10℃で条件によっては結露の発生が生じる可能性がある。但し-10℃の環境は日本でも限られた寒冷地であり、通常国内の環境下ではほぼ結露は発生しないと考えられる。以上により、ガスケットでは通常金属フレーム窓枠よりはるかに結露防止性能に優れていると云える。

表-2 ガスケット結露シミュレーション結果

No.	外気温 ℃	室内湿度 %	露点 温度℃	ガスケット表面温度℃		内部 結露の有無
				外部側 最低表面 温度℃	内部側 最低表面 温度℃	
①	20	40	7.8	20.1	21.2	無し
		45	9.6			無し
		50	11.2			無し
②	10	40	7.8	10.9	16.9	無し
		45	9.6			無し
		50	11.2			無し
③	0	40	7.8	1.7	13.4	無し
		45	9.6			無し
		50	11.2			無し
④	-10	40	7.8	-7.6	9.5	無し
		45	9.6			有り
		50	11.2			有り
⑤	-20	40	7.8	-16.9	5.6	有り
		45	9.6			有り
		50	11.2			有り

※室内気温22℃、外部風速6m/s

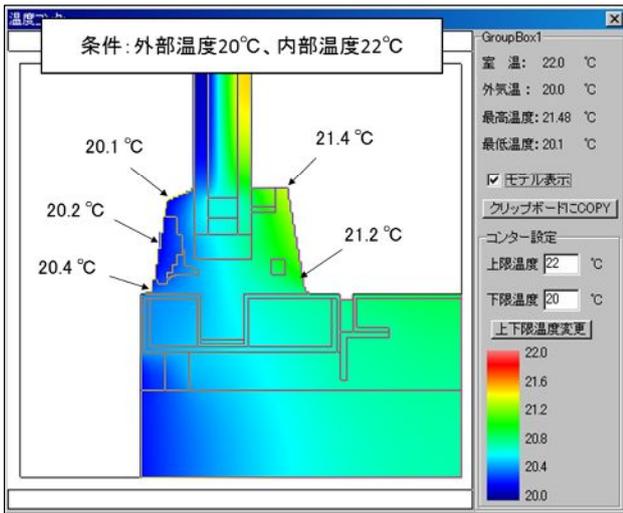


図-16 温度分布シミュレーション：  
外部温度 20°Cでの温度分布

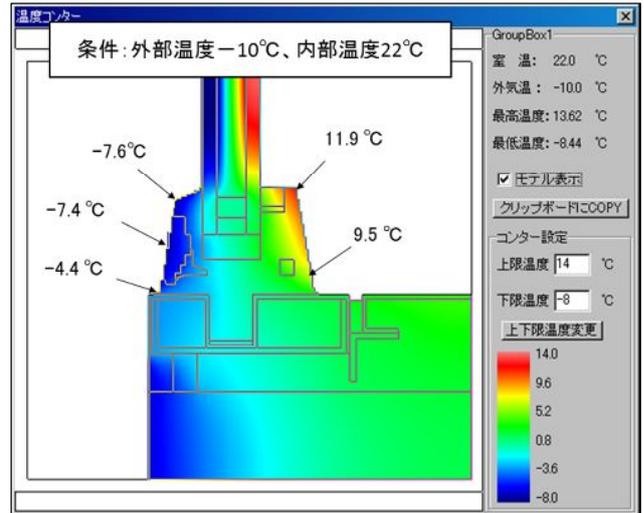


図-19 温度分布シミュレーション：  
外部温度 -10°Cでの温度分布

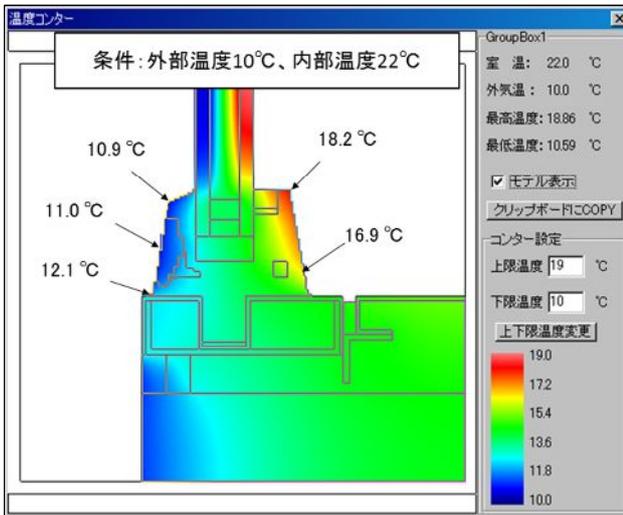


図-17 温度分布シミュレーション：  
外部温度 10°Cでの温度分布

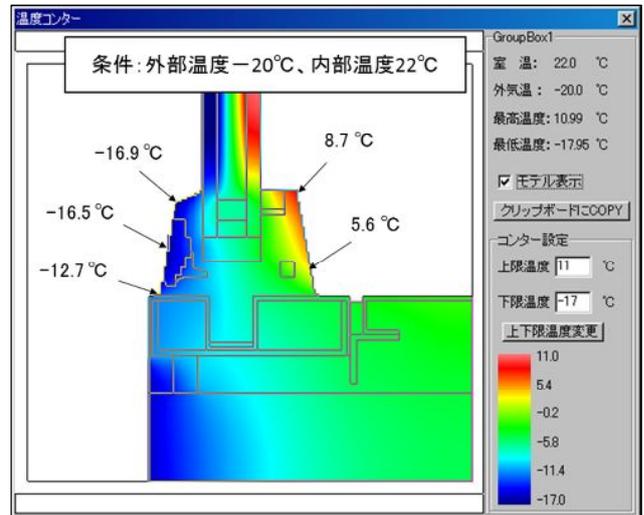


図-20 温度分布シミュレーション：  
外部温度 -20°Cでの温度分布

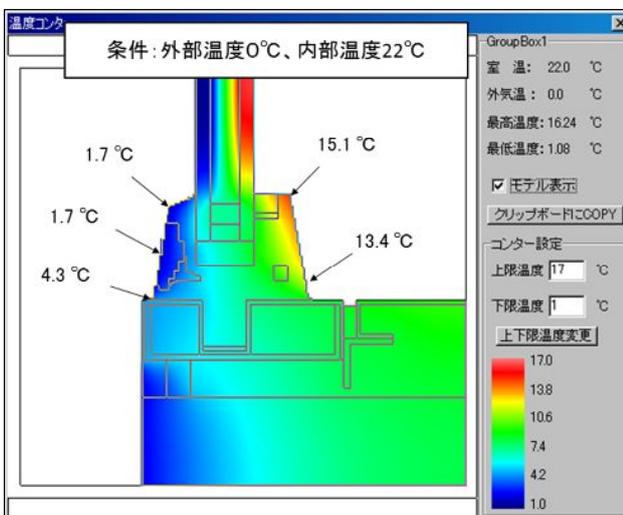


図-18 温度分布シミュレーション：  
外部温度 0°Cでの温度分布

### 5.3 実建屋での温度測定検証実験・考察

実建屋に設置されたガスケット開口部で温度変化の測定を行った。測定点は図-21に示す通りである。

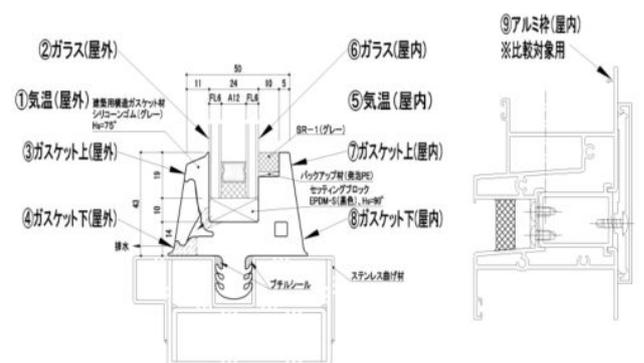


図-21 測定部位

図-22 に温度測定結果を示す。測定期間は、2016年3月1日11:30～3日8:30である。屋内温度が22℃での実測値とシミュレーション結果を比較し、表-3 に示す。表-3 より実測値とシミュレーション結果は近似しており、シミュレーションによる温度予測は、有効と考える。また比較のためアルミ枠（屋内）を同時に測定したが、表-3 よりいずれもガスケット温度の方が高く、アルミ枠より断熱性能が優れていることが示唆された。また屋内温度20℃以下については、ガスケット温度がアルミ枠と同等か、または下回る点が見られた。

表-3 実測値とシミュレーション結果の比較

測定データ	外部気温℃	室内気温℃	室内湿度%	露点温度℃	ガスケット		アルミ枠 温度℃ (屋内)	内部 結露の有無
					外部側 最低表面 温度℃	内部側 最低表面 温度℃		
シミュレーション データ	0.0	22.0	40	7.8	1.7	13.4		無し
			45	9.6				無し
			50	11.2				無し
実測データ 3/1 12:30	3.3	21.7	30	3.4	6.5	18.3	13.9	無し
実測データ 3/1 14:30	3.7	21.6	30	3.3	7.4	17.2	14.2	無し
実測データ 3/2 7:30	1.4	22.3	30	3.9	3.0	15.1	13.1	無し
実測データ 3/2 14:30	5.0	21.7	30	3.4	7.4	16.3	15.4	無し



写真-2 温度測定状況と測定位置

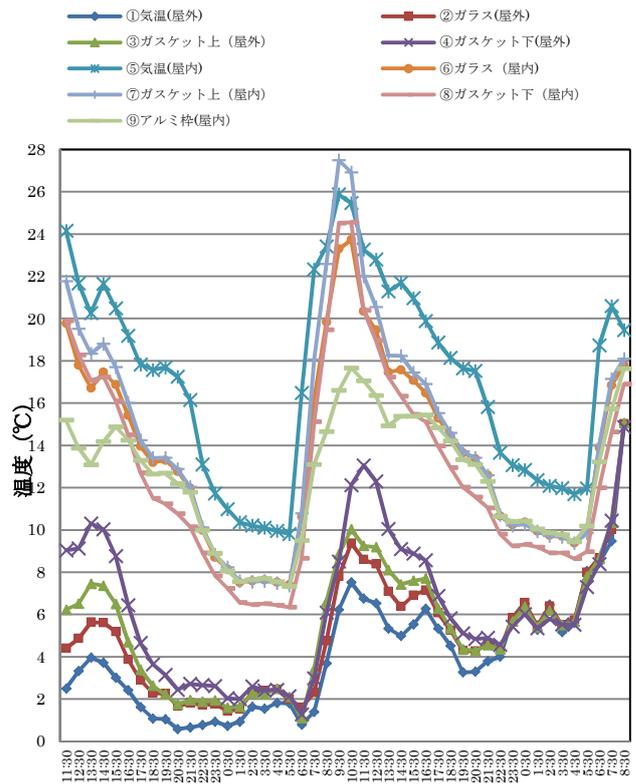


図-22 各部位の温度推移(2016、03、01～03)

これはアルミ枠を同一条件下で測定し得なかった。(GL高さ4.375mに設置してあるガスケットの下枠に対し、GL高さ+1.192mのアルミ枠の温度を測定したなど。写真-2参照) また温度測定を行った開口部でのガスケットの支持枠はステンレス枠であることも影響しているものと考えられる。

#### 5.4 まとめと今後の課題

ガスケットの断熱性能と結露防止効果をシミュレーションするとともに実験的に検証した。その結果、ガラスの熱割れおよび複層ガラスの結露などの防止効果が優れており、構造ガスケットが環境負荷低減の対応を実現する方策として有効であることが実証された。ガスケットの熱伝導率は、他のガラス支持材に比較して非常に小さく、今後も窓の断熱性能向上、環境負荷低減の面からも極めて有効である。なおガスケットと他部材とのジョイント部位の断熱対策が今後の検討課題である。

#### 6. 構造ガスケットの耐久性<sup>(4)(5)(6)(7)(8)</sup>

建築材料の耐久性向上は広義に見れば環境負荷低減の重要な因子であることは明らかである。構造ガスケットのように、外部露出が大きいゴム材料の場合、その耐久性が懸念される。しかし、先に述べたように構造ガスケットは数多くの使用例があり耐久性も十分証明されている。

以下に、その耐久性の予測と実使用での劣化の程度の検討結果を紹介する。

### 6.1 耐久性の予測

耐久性の予測については、棚原守他；建築用ガスケットの耐久寿命推定手法に関する研究に詳しいが、構造ガスケットの経年劣化の原因が化学反応であると考えれば、材料の経年劣化速度は化学反応速度の温度依存性を表すアレニウスの法則を用いて推定することが可能である。一般に、化学反応の速度は、反応物質の濃度のべき関数として次の式で近似される。

$$\frac{dC}{dt} = -kC^n \quad \dots (6.1)$$

ここに  $C$  : 反応物質の濃度

$t$  : 時間

$k$  : 反応速度定数

$n$  : 反応次数

ここで、材料の引っ張り強さ、伸びなどの物性値  $P$  が濃度と同様に(6.1)式を満たし、物性の劣化が一次反応である(すなわち  $n=1$ )と仮定して(6.1)式を解くと

$$\ln\left(\frac{P}{P_0}\right) = -kt \quad \dots (6.2)$$

ここに  $P_0$  :  $t=0$  における物性値(初期値)

反応速度定数  $k$  は、アレニウスの法則により次のように表される。

$$k = Ae^{\left(\frac{-E}{RT}\right)} \quad \dots (6.3)$$

ここに  $A$  : 頻度因子

$E$  : 活性化エネルギー

$R$  : 気体定数

$T$  : 反応温度(絶対温度)

(6.2)式に(6.3)式を代入して  $t$  について整理すると

$$\ln t = \ln\left(\frac{1}{A} \ln \frac{P}{P_0}\right) + \frac{E}{R} \cdot \frac{1}{T} \quad \dots (6.4)$$

と表される。(6.4)式より、初期物性値  $P_0$  が  $P$  に変化するまでの時間  $t$  の対数は、絶対温度  $T$  の逆数に比例することが分かる。この関係を用いて、熱劣化促進試験結果より(6.4)式の実験式(回帰式)を求め、実使用環境温度に

おける材料の寿命を推定し得る。アレニウスプロット法を使用すれば、高温による熱劣化促進試験を行うことにより比較的短期間に材料の寿命を推定することが可能である。但し、(6.4)式は、

a.材料の劣化の反応は一次反応である。

b.材料の劣化速度(反応速度定数)は温度のみの関数である。

との仮定の下で導き出されている。従って、劣化反応が一次反応で表されない場合や、劣化の要因として熱以外の要素が大きく関与すると想定される複合反応の場合など、アレニウスプロット法による寿命推定が必ずしも成立しない場合もあることに留意すべきである。

### 6.2 アレニウスプロット法による寿命推定手順

上記の通りアレニウスプロット法による寿命推定は、熱劣化促進試験結果より(6.4)式の実験式(回帰式)を求め、得られた実験式に実際にガスケットが使用される環境温度を代入することによって行われる。すなわち

①指標となる物性と、その寿命となる値(その物性値がどのような値になれば寿命とみなすか)を設定する。

②複数水準の温度で熱劣化促進試験を行い、各温度において、(1)で設定した指標となる物性が寿命となる値に到達するまでの時間を測定・算出する。

③②で得られた値を横軸が絶対温度の逆数、縦軸が時間の対数グラフにプロットし、(6.4)式の回帰式を求める。

④③で得られた回帰式に、実際にガスケットが使用される環境温度を代入し、その温度において、指標となる物性値が、設定された寿命値に到達するまでの時間を算出する。

上記手順で寿命推定を行う。従って

①指標となる物性と、寿命となる値

②熱劣化促進試験を行う温度

③ガスケットが使用される環境温度

の設定が重要なポイントになる。

一般に、構造ガスケット用材料として広く使用されている CR の場合、指標となる物性及びその寿命として、伸びの絶対値 100%および 50%が使用されることが多い。これは、伸びの絶対値 100%は、ゴムとしての性能を十分に保持すると見なせる特性値であり、絶対値 50%は形状を保ち、かつ比較的緩やかな小変形に追従可能な特性値であることから性能限界の指標として適当と判断されることによる。

熱劣化促進試験の促進温度は、低温にすると物性値が低下するまでに長時間を要し、逆に過度に高温にすると劣化が一次反応ではなくなる((6.1)式において  $n=1$  とした仮定が成立しなくなる)ため、適切な範囲に設定することが重要である。一般的に CR の場合は、80℃から 150℃の範囲で促進試験を実施することが望ましい。

### 6.3 アレニウスプロット法による寿命推定の事例

構造ガスケット用 CR を用いた寿命推定の事例を以下に示す。図-23 および図-24 に熱劣化促進試験結果を示す。促進温度は 80℃、90℃、100℃、120℃および 150℃の 5 水準である。図-23 は伸び、図-24 は 100%モジュラスの結果である。

指標となる物性と寿命となる値は、前述した伸びの絶対値 100%および 50%の他に、初期の性能を何時まで保持できるかを測る指標として、伸びの変化率 50%を設定した。また、100%モジュラスは図-25 に示すように、熱劣化促進試験において伸びの変化と強い相関を示すため、図-25 より伸び 100%及び 50%に相当する 100%モジュラスの値を算出し、寿命となる値に設定した。

図-23、図-24 より、熱劣化促進試験の各温度について、物性値が上記設定寿命に到達するまでの時間を回帰分析により算出し、アレニウスプロットを作成した結果を図-26 に示す。図-26 は伸びの結果である。

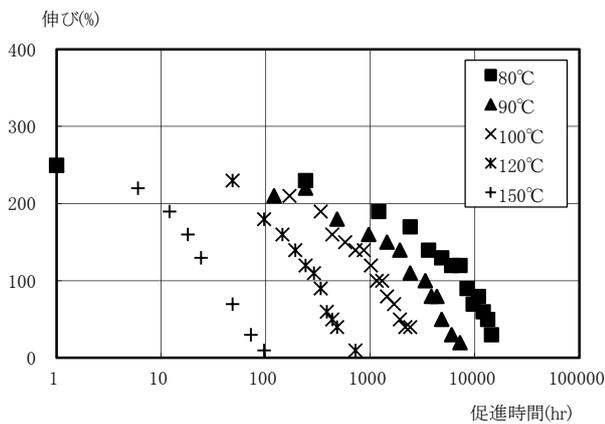


図-23 熱劣化促進試験結果（伸び）

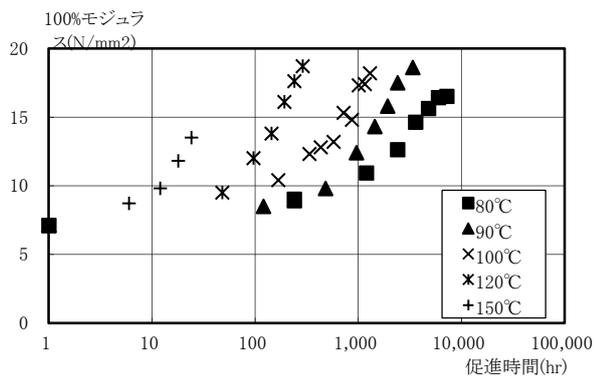


図-24 熱劣化促進試験結果（100%モジュラス）

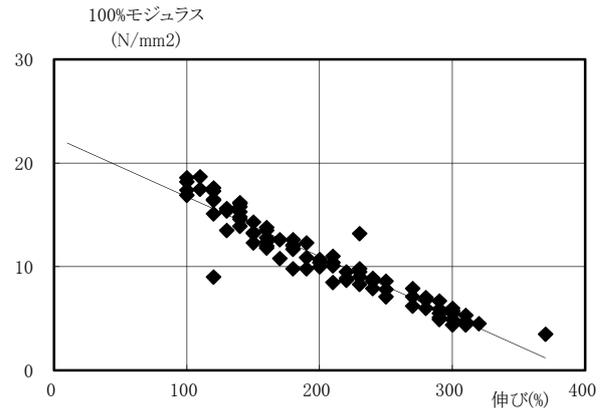


図-25 熱劣化促進試験における伸びと 100%モジュラスの関係

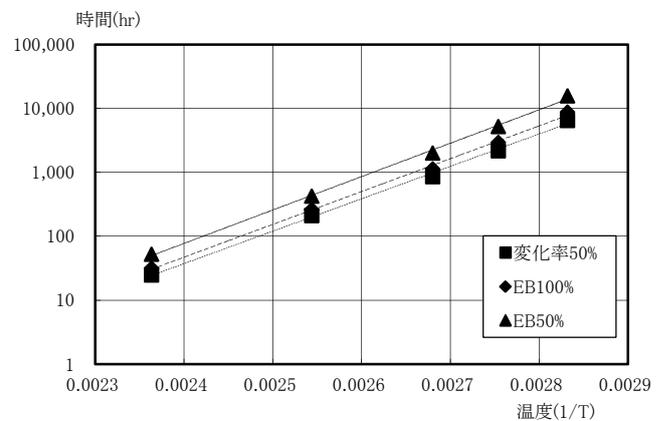


図-26 アレニウスプロット（伸び）

図-23～26 から得られた回帰分析により得られたアレニウス式と、実使用温度を 23℃、30℃、40℃と仮定した時の耐久寿命を表-4 に示す。

表-4 アレニウス式による推定寿命

物性	設定寿命		耐久寿命（年）		
	指標	物性値	23℃	30℃	40℃
伸び (%)	変化率 50%	125	456	183	54
	絶対値 100%	100	501	199	57
	絶対値 50%	50	1007	394	111

### 6.4 構造ガスケットの実用使用による劣化の程度

上記の劣化促進試験による寿命推定結果と実建物での経年変化の対比は寿命推定の信頼性の点で重要である。実用使用建物による調査結果の事例を下記に示す。

(1) 建物概要

所在地 : 東京都港区  
 階高 : 地上25階、塔屋2階  
 構造 : S造  
 竣工 : 1973年  
 解体 : 2010年

(2) ガasketと納まり

Y型ガasket  
 材質 : クロロプレンゴム  
 開口部 : 開口サイズ  
 1615w×1725h

ガasketは、竣工後ノーメンテナンスで使用されていた。

(3) 外観観察と物性調査

本ビルは、竣工後15年、23年（15年で調査交換した新品）。37年（解体時）の3水準にて物性試験を行った。外観観察の結果を表-5に示す。

表-5 外観観察の結果

経過年数	室外側	室内側
15年	どの辺にも異常はない（ただし顕微鏡観察は行っていない）。	異常なし
23年	四方枠の下枠のみ極微細なクレージグがある。深さ10~20μm。著しいチョーキングは見られない。	異常なし（×80倍顕微鏡観察）
37年	四方枠の下枠のみ微細なクレージグがある。深さ50~100μm。著しいチョーキングは見られない。	異常なし（×80倍顕微鏡観察）

37年経過時のガasketは、ガラス溝内に水の侵入した跡は見られず状態は良好であった。  
 下枠外部側のみ見られたグレージグの深さは、写真-3のように50~100μm程度であった。

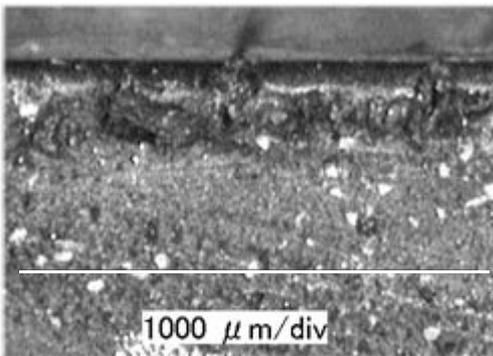


写真-3 下枠外部側の断面写真

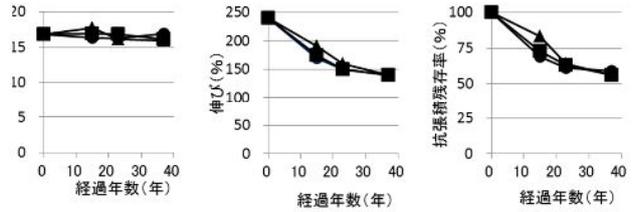


図-27 南西面縦枠の物性値の変化

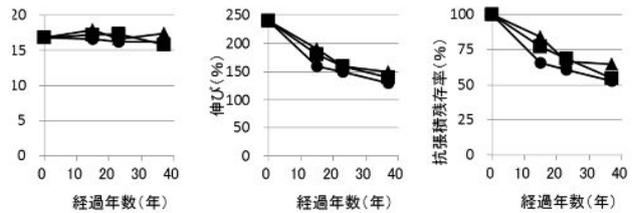


図-28 北東面縦枠の物性値の変化

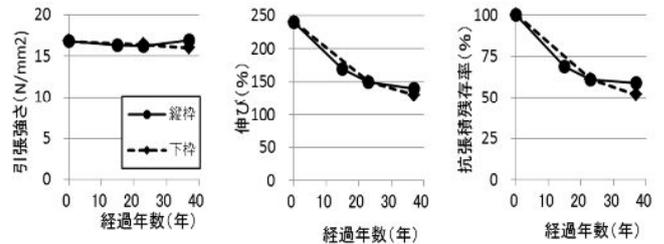


図-29 南西面縦枠、下枠の物性値の変化

(4) 調査結果の考察

- 外観観察では、下枠の外部側が最も劣化が顕著であった。日射の影響と考えられる。しかるに物性試験では下枠、縦枠の差はほとんど見られなかった。日射の影響は表面のみに限られると思われる。
- 建物方位による差は、あまり見られない。
- ガasketの室外側、室内側、内部では、室外側が物性低下が大きい、その差は顕著ではない。
- 37年経過したガasketでも抗張積残率は、50%以上有りゴム弾性も維持されていたことからさらに10年程度の使用には問題ないと思われる。

7. 建築用ガasket (構造ガasketを含む)に

おける環境負荷物質の使用削減の現状<sup>(9)(10)(11)(12)</sup>

建築用ガasketには様々な化学物質が使用されているが、これらの化学物質の中には人体や環境に対して影響を及ぼすものもある。一般に化学物質は10万種類以上あると言われ、その中には人の健康への影響の有無や程度の分からないものも多くある。建築用に限らず、環境負荷物質の使用制限や管理のため、様々な手法が国や業界で用いられている。

## 7.1 国の動き～PRTR 法

そのような自体に対応するため、経産省・環境省が1999年7月「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（以下、「化管法」という。）」が制定された。化管法では事業者が自ら化学物質の環境への排出量を把握するとともに、化学物質の定期制管理や排出量の削減に向けた自主的な取り組みを促進することにより、環境保全上の支障を未然に防止することを目的としている。これを実際に運用する手段として化学物質の排出等の状況を定期的に追跡・評価する必要がある、それを可能にするために「PRTR (Pollutant Release and Transfer Register：化学物質排出移動量届出制度) 法」が運用されている。

以下に建築用ガasketに関連すると推定されるPRTR法で対象とされている化学物質を示す。

表-6 建築用ガasketに関連する

PRTR法対象物質(抜粋)

PRTR法		物質名称
種	政令番号	
1	16	2, 2'-アゾビスイソブチロニトリル
1	31	アンチモン及びその化合物
1	42	2-イミダゾリジンチオン
1	72	塩化パラフィン
1	80	キシレン
1	88	六価クロム化合物
1	155	N-シクロヘキシルチオフタルイミド
1	203	ジフェニルアミン
1	205	1, 3-ジフェニルグアニジン
1	230	N-(1, 3-ジメチルブチル)-N'-フェニル-パラ-フェニレンジアミン
1	239	有機スズ化合物
1	255	デカブロモジフェニルエーテル
1	258	1, 3, 5, 7-テトラアザトリシクロ[3.3.1.1.1(3,7)]デカン(別名ヘキサメチレンテトラミン)
1	259	テトラエチルチウラムジスルフィド(別名ジスルフィラム)
1	268	テトラメチルチウラムジスルフィド(別名チウラム又はチラム)
1	300	トルエン
1	305	鉛化合物
1	309	ニッケル化合物
1	328	ビス(N, N-ジメチルジチオカルバミン酸)亜鉛(別名ジラム)

PRTR法		物質名称
種	政令番号	
1	330	ビス(1-メチル-1-フェニルエチル)ペルオキシド
1	354	フタル酸ジ-ノルマル-ブチル
1	355	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)
1	356	フタル酸ノルマル-ブチル=ベンジル
1	405	ほう素化合物
1	411	ホルムアルデヒド
1	412	過マンガン酸カリウム
1	452	2-メルカプトベンゾチアゾール
1	459	リン酸トリス(2-クロロエチル)
1	460	リン酸トリトリル
1	461	トリフェニルホスフェート(リン酸トリフェニル)
2	49	ジベンジルエーテル

## 7.2 シックハウス対策規制導入改正建築基準法

建築業界においては、2003年7月1日施行された「シックハウス対策規制導入改正建築基準法」があり、表-7にある13物質の室内濃度の指針値が定められている。

表-7 化学物質の室内濃度の指針値(厚生労働省)

化学物質		指針値
①	ホルムアルデヒド	0.08ppm
②	アセトアルデヒド	0.03ppm
③	トルエン	0.07ppm
④	キシレン	0.20ppm
⑤	エチルベンゼン	0.88ppm
⑥	スチレン	0.05ppm
⑦	パラジクロロベンゼン	0.04ppm
⑧	テトラデカン	0.04ppm
⑨	クロルピリホス	0.07ppb
⑩	フェノバルブ	3.8ppb
⑪	ダイアジノン	0.02ppb
⑫	フタル酸ジ-n-ブチル	0.02ppm
⑬	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	7.6ppb

この表-7にはトルエン、キシレンという使用量の多い溶剤が記載されているが、MEK(メチルエチルケトン)やイソオクタン、アルコール類といった溶剤類は載っていない。これらの物質が人体に対して安全な訳ではなく、今後は規制物質として載る可能性があると考えられるが、どうだろうか？

### 7.3 自動車業界における環境負荷物質

#### 管理・削減の動き<sup>(13) (14)</sup>

自動車は世界中に輸出されているため、輸出先の環境負荷物質規制の動きに対応することが必要となっている。そのため 1990 年代から材料中の環境負荷物質の含有調査・規制が始まっている。

当初は SOC (Substance of Concern) 4 物質 (鉛、カドミウム、水銀、六価クロム) が対象となり意図的な含有がなくとも閾値以下の含有であることが求められた。

その後、欧州において 2006 年 7 月より RoHS (特定有害物質使用制限 Restriction of Hazardous Substances) 指令が施行され、鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、PBB、PBDE の 6 物質が有害物質として使用の制限がかかった。その後も REACH (化学物質の総合的な登録、評価、認可、制限の制度 Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) 規則に代表される欧州あるいは各国の規制が追加され、それに伴い自動車メーカーから部品メーカーに対して対象化学物質の使用制限・禁止を指導されている。

自動車メーカーは納入されている部品の材質を管理し新たに指定された環境物質が部品に含有しているかどうか、判定できるよう JAMA (日本自動車工業会) /JAPIA (日本自動車部品工業会) 統一データシートが運用されている。これは日本自動車工業会と日本自動車部品工業会が環境規制への対応のため、製品中に含有する材料・化合物の調査に使用する目的で、一般社団法人日本自動車工業会・一般社団法人日本自動車部品工業会にて合意された帳票である。それまでは個別のメーカー毎に定めたフォーマットに従い、環境負荷物質の含有を報告していたが、この帳票が定められたことにより自動車関連メーカーに報告する場合はこの帳票を使用することで済むようになってきている。この JAMA/JAPIA 統一データシートは世界共通の帳票である IMDS (International Material Data System) シートと互換性があるため、日本国内だけでなく世界中で使用可能である。

また自動車メーカーでは、部品だけでなく部品に付属する副資材 (テープ、マーカー、梱包資材など) の使用についても厳しく制限している。実際には対象となった副資材の RoHS 6 物質などの含有の有無を測定し、合格したものをリスト化してサプライチェーンのメーカーがリスト以外の副資材を使わないよう指導している。自動車業界ではサプライチェーンの頂点の会社が自社のグリーン調達ガイドラインの変更や、自動車産業において環境負荷物質の重要な見直しがあった場合、納入業者を集めて説明会を行っている。

自動車ではライフサイクルが短いため、必ず廃棄されるときは処置について考慮されており、梱包材などの副資材も含めて廃棄物が環境に負荷を与えないよう配慮されている。

### 7.4 建築用ガスケットにおける環境負荷物質

#### 管理・削減の動き<sup>(15) (16)</sup>

建築業界においては、自動車業界に類するような統一した帳票で材料の内容を管理するような動きは見られないように思われる。環境負荷物質の含有調査はサッシメーカーより材料中に環境負荷物質の含有調査依頼があるが、これは個別の動きで業界を統一した動きではない。また、副資材について調査・制限するようなこともない。

経済産業省においては、製品に含有する化学物質の情報伝達の情報伝達スキームを全産業に展開することを意図されているが、自動車業界における JAMA シートや電機業界における MSDS plus (Material Safety Data Sheet plus J AMP が推奨する製品含有化学物質情報を伝達するための基本的な情報伝達シート) が運用されているが、建築材料においては統一した運用されていないことを懸念されており、建築材料への何らかの統一したフォーマットを適用して運用することを検討されている。

筆者の経験では、環境負荷物質の含有や使用について自動車や電機並みの制限を納入先から受けた記憶はほとんどない。2014 年 11 月に開催された、建築ガスケット工業会主催の技術研修会にて株式会社三菱地所設計の永村晴生様が三菱地所グループとして六価クロム化成処理をクロムフリー化する動きについて講演されたが、このような取り組みを拝聴したのは建築業界では初めてであった。<sup>(16)</sup>

## 8. まとめ・今後の検討課題

- ①建築用ガスケットのうち、建築外皮として適用される構造ガスケットの環境負荷低減に対する取り組みの現状について報告した。特に
  - ・構造ガスケットへの複層ガラス装着に際し封着材の劣化対策を克服した結果、最近の超高層ビルで数多く採用され、実用化の段階に入ったこと。
  - ・構造ガスケットの断熱性能と結露防止のシミュレーションを行うとともに実験的に検証した事例。
  - ・環境負荷低減の要因である構造ガスケットの耐久性について、熱劣化促進試験と実建物に使用されている構造ガスケットの劣化調査結果を対比し寿命推定を考察した結果などについて報告した。
- ②建築用ガスケット (構造ガスケットを含む) における環境負荷物質の使用削減の現状について PRTR 法、シックハウス対策規制導入改正建築基準法を元に解説した。
- ③建築用ガスケットについて有意義と思われる異業種分野の事例として、自動車業界における環境負荷物質管理・削減の動きについて述べた。

#### [今後の検討課題・展望] <sup>(17)</sup>

今後は、建築用ガスケットの素材の特徴・長所を生かし、さらなる環境負荷低減に取り組みたい。

- ・使用環境の厳しい極地での適用など、多様な環境下での適用を目指したい。
- ・外壁面のみならず壁面窓に比較して4倍の通風効果、3倍の採光効果のある天窗の遮熱ガラスファザードに適用し、住宅エネルギーの削減を図りたい。
- ・現時点では実施例の少ない土木分野など異業種分野への適用など、広範な用途開発に努力しそれらの生産性の向上に努力したい。

(15)トヨタ自動車(株) ; TOYOTA グリーン調達ガイドライン

(16)永村晴生 ; 建築ガスケット工業会技術研修会資料、2014.11

(17)松永正美 ; 建築用ゴムガスケットとアルミサッシの固着原因の検討 (その1) 建築学会大会梗概集 2016.8

#### 参考文献

- (1)建築ガスケット工業会 ; 建築用構造ガスケット 設計・施工に関する技術マニュアル, 改訂版 2016.3
- (2)深澤恵寿(他) ; 複層ガラス用構造ガスケットの改良に関する研究、1249, 建築学会大会梗概集 2015.9
- (3)吉田、川端、西田、松永 ; 建築用構造ガスケットの環境負荷低減に関する研究(その1) 断熱性能と結露防止効果の実験的検証、建築学会大会梗概集 2016.8
- (4)建築ガスケット工業会 ; 建築用ガスケットの耐久寿命を考える研究会成果報告書 2008.5
- (5)池田寛史(他) ; 構造ガスケットの耐久性評価(その1) 建築学会大会梗概集、1468, 2011.8
- (6)大塚徹(他) ; 構造ガスケットの耐久性調査研究, 1241, 建築学会大会梗概集 2015.9
- (7)山田人司(他) ; 構造ガスケットの保持力・水密性の耐久性評価方法に関する研究、1237, 建築学会大会梗概集 2015.9
- (8)田中彰(他) ; 構造ガスケットの耐久寿命の推定手法の研究、1239, 建築学会大会梗概集 2015.9
- (9)国土交通省住宅局 ; シックハウス対策について知っておこう 快適で健康的な住宅で暮らすために 改正建築基準法に基づくシックハウス対策
- (10)経済産業省製造産業局化学物質管理課、環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課 : 特定化学物質の環境への把握等及び管理の改善の促進に関する法律 (PRTR 法)
- (11)経済産業省 化学物質規制と我が国企業のアジア展開に関する研究会 ; 製品含有化学物質の情報伝達スキームの在り方に関する中間論点整理、平成 25 年 12 月 11 日報告
- (12)中小企業基盤整備機構 ; 化学物質情報管理の基礎知識—ものづくり中小企業にも必須となった化学物質の把握と情報伝達—
- (13)トヨタ自動車(株) CSR・環境部 浅田聡 ; 自動車業界での化学物質管理の現状
- (14)日本自動車部品工業会 ; JAMA 製品含有物質リストについて