

# 「シリコン系シーリング材と EPDM 系ガスケットの適合性試験方法」の制定について

日本シーリング材工業会 技術委員会

## 1. はじめに

高層建築のガラス回り目地には、ガラスを固定し水密性を確保するためにシーリング材とガスケットが用いられる。目地の納まり例を図1に示す。

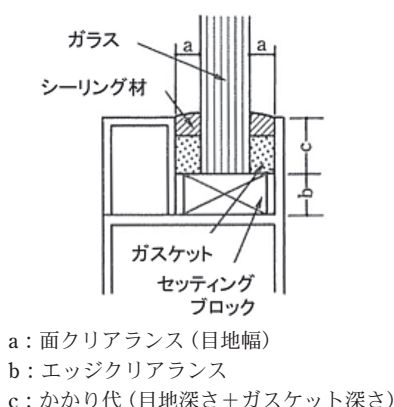


図1 ガラス回りの納まり例

シーリング材はガスケットの上に施工され、シーリング材はシリコン系が、ガスケットはEPDM系が広く使われている。1980年頃には、シリコン系シーリング材とEPDM系ガスケットが直接接触していると、経年でシーリング材のガラスに対する接着力の低下や、べたつき・変色などの不具合が発生することが確認された。これはガスケット中の成分がシーリング材に移行することによって引き起こされ、特にガスケットに配合されているパラフィン系プロセスオイル等の可塑剤、チウラム系の加硫促進剤の影響が大きいことが確認された。この対策として、シーリング材とガスケットとの間にボンブブレーカーもしくはバックアップ材を施工して絶縁するか、または、直接接触しても影響がないように上記の可塑剤、加硫促進剤を配合しないガスケットを選択することになった。しかし、シーリング材とガスケットの適合性を確認するための標準化された

試験方法は確立されておらず、上記の組成的知見に基づいて製品化されたEPDM系ガスケットがシリコン系シーリング材に直接接触した状態で使用されているのが実態であった。

そこで、当工業会は、建築ガスケット工業会及び東日本シーリング工事業協同組合と共同研究を実施し、適合性を確認するための試験方法を検討した。この度この成果に基づいて、日本シーリング材工業会の試験方法規格（規格番号：JSIA 004：2020）として制定したので、その経緯と概要について報告する。

## 2. 制定の経緯

日本シーリング材工業会、建築ガスケット工業会及び東日本シーリング工事業協同組合は、「シーリング材とガスケットの適合性研究会」を立ち上げ、適合性を確認するための試験方法に関する研究を2015年4月より開始した。

研究では試験条件検討のための予備試験が実施された。試験には、市販のシリコン系シーリング材4種と、市販のEPDM系ガスケット4種と試験の妥当性を検証するために過去に問題となった可塑剤と加硫促進剤を意図的に配合したEPDM系ガスケット1種を試作して用いた。被着体にはフロート板ガラスを用いた。この試験結果から、シリコン系シーリング材とEPDM系ガスケットの適合性を確認する方法として、加熱試験は有効ではなく、屋外暴露試験と人工光暴露試験が有効であることが確認された。さらに、試験時間短縮のための試験体形状の検討、人工光暴露試験機の種類と暴露時間の検討、そしてこれらの結果に基づいて適合性を判定するための判定基準の検討を行い、本試験方法を制定するに至った。

### 3. 適合性試験の標準化にあたって検討した事項

#### 3.1 試験体

引張接着性試験体のシーリング材の厚さを12mmから6mmにすることにより、短い暴露試験時間でシーリング材の接着性低下が顕在化する傾向が確認できたため、試験体のシーリング材の厚さを6mmとした。

#### 3.2 人工光暴露試験機の種類

JIS A 1415に規定されている、WS-A(オープンフレームカーボンアークランプ)及びWX-A(キセノンアークランプ)と、ASTM C1087(Standard Test Method for Determining Compatibility of Liquid-Applied Sealants with Accessories Used in Structural Glazing Systems)に近い条件でのUV(紫外線蛍光灯)の3種類の人工光暴露試験機を用いて、5,000時間の試験を実施した。

この結果、WS-Aでは500～2,000時間の間で、いずれの試験体でも接着性の大幅な低下が認められた。WX-Aでは、全体としてWS-Aほど顕著ではないが、同じく500～2,000時間後に接着性の低下が認められた。UVでは、5,000時間後でも顕著な接着性の低下がみとめられない組み合わせがあり、WS-AやWX-Aより促進劣化効果はマイルドであった。

以上の事から、人工光暴露試験機はWS-AとWX-Aのいずれかを選択できるとした。

#### 3.3 判定基準と試験時間

##### a) 判定基準

適合性の合否判定は、最大引張応力(Tmax)、最大荷重時の伸び率(Emax)の初期値比と、破壊状況の組み合わせで決定するとした。シリコン系シーリング材とEPDM系ガasketの組み合わせによっては、シーリング材の養生後あるいは暴露試験後においてはこれらが接着してしまうことがある。この場合、シーリング材に悪影響を及ぼさないEPDM系ガasketであったとしても、3面接着によってシーリング材のTmaxやEmaxの値が低下する結果となってしまう。3面接着の状態で引張接着性試験を行うことを考慮し、TmaxとEmaxの初期値比は養生後の50%以上であることとした。また、破壊状況は、シーリング材の界面はくりの割合が3個の

試験体すべてで10%以下であることとした。

##### b) 試験時間

過去に問題となった可塑剤と加硫促進剤を意図的に配合したEPDM系ガasketと4種類のシーリング材との組み合わせで試験した結果を表1から4に示す。表中の網掛け部分が判定基準を満たさずに不適合とされた結果である。WS-A(オープンフレームカーボンアークランプ)では1,000時間後に、全てのシーリング材との組み合わせで不具合が確認された。このため、WS-Aで暴露試験を行う場合の試験時間は、1,000時間とした。WX-A(キセノンア

表1 試作品ガasketと1成分形脱アルコール形シリコン系シーリング材の組み合わせの結果

暴露条件	暴露時間	n	M50	Tmax	Emax	破壊状況			
			N/mm2	N/mm2	%	CF(%)	TCF(%)	AF(%)	
養生後		1	0.63	1.01	228	95	5	0	
		2	0.57	0.97	206	95	5	0	
		平均	0.60	0.99	217				
WS-A	500 hr	1	0.52	0.90	167	20	30	50	
		2	0.51	0.82	142	45	25	30	
		平均	0.52	0.86	155				
		初期値比		87%	71%				
	1000 hr	1	-	0.12	11	5	15	80	
		2	-	0.10	12	5	5	90	
		平均	-	0.11	11				
		初期値比		11%	5%				
	WX-A	500 hr	1	0.53	0.83	157	65	30	5
			2	0.49	0.78	167	55	20	25
			平均	0.51	0.81	162			
			初期値比		82%	75%			
1000 hr		1	0.45	0.62	121	15	65	20	
		2	0.40	0.58	116	15	65	20	
		平均	0.43	0.60	118				
		初期値比		61%	54%				

表2 試作品ガasketと1成分形脱オキシム形シリコン系シーリング材の組み合わせの結果

暴露条件	暴露時間	n	M50	Tmax	Emax	破壊状況			
			N/mm2	N/mm2	%	CF(%)	TCF(%)	AF(%)	
養生後		1	0.37	0.88	284	100	0	0	
		2	0.45	1.00	330	100	0	0	
		平均	0.41	0.94	307				
WS-A	500 hr	1	0.33	0.72	290	5	94	1	
		2	0.30	0.75	278	0	98	2	
		平均	0.32	0.74	284				
		初期値比		78%	93%				
	1000 hr	1	0.30	0.37	97	0	98	2	
		2	0.30	0.37	97	0	100	0	
		平均	0.30	0.37	97				
		初期値比		39%	32%				
	WX-A	500 hr	1	0.32	0.40	93	0	100	0
			2	0.32	0.40	94	0	100	0
			平均	0.32	0.40	94			
			初期値比		43%	30%			
1000 hr		1	0.29	0.29	49	0	98	2	
		2	0.28	0.31	71	0	100	0	
		平均	0.29	0.30	60				
		初期値比		32%	20%				

表 3 試作品ガスケットと 2 成分形脱アルコール形シリコーン系シーリング材の組み合わせの結果

暴露条件	暴露時間	n	M50	Tmax	Emax	破壊状況		
			N/mm2	N/mm2	%	CF(%)	TCF(%)	AF(%)
養生後	1		0.30	0.58	316	80	20	0
	2		0.30	0.57	344	80	20	0
	平均		0.30	0.57	330	80	20	0
W S A	500 hr	1	0.25	0.32	134	0	80	20
		2	0.27	0.35	135	0	95	5
		平均	0.26	0.34	134			
	初期値比		59%	41%				
	1000 hr	1	0.18	0.19	81	2	90	8
		2	0.18	0.19	78	0	95	5
平均		0.18	0.19	79				
初期値比		33%	24%					
W X A	500 hr	1	0.29	0.48	227	0	100	0
		2	0.29	0.55	338	10	85	5
		平均	0.29	0.51	283			
	初期値比		90%	86%				
	1000 hr	1	0.30	0.41	142	1	99	0
		2	0.28	0.32	110	5	95	0
平均		0.29	0.37	126				
初期値比		64%	38%					

表 4 試作品ガスケットと 2 成分形脱ヒドロキシルアミン形シリコーン系シーリング材の組み合わせの結果

暴露条件	暴露時間	n	M50	Tmax	Emax	破壊状況		
			N/mm2	N/mm2	%	CF(%)	TCF(%)	AF(%)
養生後	1		0.17	0.52	1000	100	0	0
	2		0.18	0.50	1010	100	0	0
	平均		0.18	0.51	1005	100	0	0
W S A	500 hr	1	-	0.09	6	5	94	1
		2	-	0.08	18	0	98	2
		平均	-	0.09	12			
	初期値比		18%	1%				
	1000 hr	1	-	-	-	0	0	100
		2	-	-	-	0	0	100
平均		-	-	-				
初期値比		計測不可						
W X A	500 hr	1	-	0.09	8	0	100	0
		2	-	0.08	6	0	100	0
		平均	-	0.09	7			
	初期値比		18%	1%				
	1000 hr	1	-	0.07	5	0	90	10
		2	-	0.08	8	0	90	10
平均		-	0.08	7				
初期値比		16%	1%					

ークランプ)も同様に1,000時間後に、全てのシーリング材との組み合わせで不具合が確認されたが、WS-Aより促進劣化効果が低い傾向があるため、JIS A 1439の5.20引張接着性試験の促進暴露後の引張接着性試験に準じて、WS-Aの1.3倍の試験時間である1,300時間とした。

## 4. 試験方法の概要

### 4.1 試験体

試験体の形状及び寸法は図 1 による。

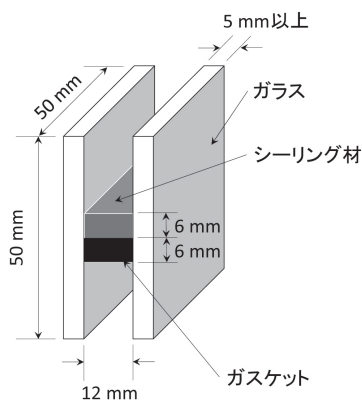


図 1 試験体

a) ガラス被着体は、JIS R 3202に規定されるフロート板ガラスとし、厚さ 5 mm 以上のものを使用する。ガラス被着体の被着面には、シーリング材の製造

業者が指定する専用のプライマーを塗布し、乾燥させてから試験体を作製する。

b) EPDM系ガスケットは、長さ 50 mm、幅 12 mm、高さが 6 mm のものを使用する。現実の施工において意図せず EPDM 系ガスケットにもプライマーが塗布されることがしばしばあることを考慮して、被着体に使用するのと同じプライマーを EPDM 系ガスケットに塗布して使用する。

c) 試験体の作製は、JIS A 1439の5.12.2の規定に倣い、EPDM系ガスケットを底部に予め設置した状態でシーリング材を充填し、試験体を作製する。試験体は、養生後及び実験室光源暴露用の試験体をそれぞれ 3 個作製する。

d) 試験体の養生は、JIS A 1439の5.12.3の規定に従う。

### 4.2 試験の方法

試験の方法は、次による。

a) 養生後の引張接着性試験

養生後の引張接着性試験は、JIS A 1439の5.20.1 b)に規定される引張試験機及びつかみジグを用い、養生後の試験体について5.20.4 a)に規定される試験方法によって引張接着性試験を行い、最大引張応力(単位: N/mm<sup>2</sup>)、最大荷重時の伸び率(単位: %)及び破壊の状況(単位: %)を記録し、3 個の試験体の平均値を算出する。

#### b) 実験室光源暴露後の引張接着性試験

養生後の試験体を、JIS A 1439の5.20.4 e)の図15に示す方法で試験体ホルダーに取り付け、ガラス被着体を通してJIS A 1415の表1に規定する記号WS-A(オープンフレームカーボンアークランプ)による暴露を1,000時間、または記号WX-A(キセノンアークランプ)による暴露を1,300時間行う。暴露後、温度 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ の環境で12時間以上静置した後、JIS A 1439の5.20.4 a)に規定される試験方法によって引張接着性試験を行い、最大引張応力(単位: $\text{N}/\text{mm}^2$ )、最大荷重時の伸び率(単位:%)及び破壊の状況(単位:%)を記録する。

#### 4.3 適合性の判定

実験室光源暴露用試験体の引張接着性試験結果が、下記の3つの基準の全てを満たさない場合、試験対象のシリコン系シーリング材とEPDM系ガasketの組み合わせは、不適合と判定する。

基準1：実験室光源暴露用試験体の最大引張応力の平均値が、養生後の最大引張応力の50%以上であること

基準2：実験室光源暴露用試験体の最大荷重時の伸び率の平均値が、養生後の最大荷重時の伸び率の50%以上であること

基準3：実験室光源暴露用試験体のシーリング材の界面剥離(接着破壊)の割合が3個の試験体すべてで10%以下であること

#### 5. おわりに

これまでは、過去の組成的知見に基づいて製品化されたEPDM系ガasketがシリコン系シーリング材に直接接触した状態で使用されているのが実態であった。標準化された試験方法が確立されたことにより、事前に適合性を確認する事が可能になった。今後は本試験方法による適合性確認が広く実施されるよう周知活動に取り組んでいく予定である。

(文責：伊藤彰彦)