

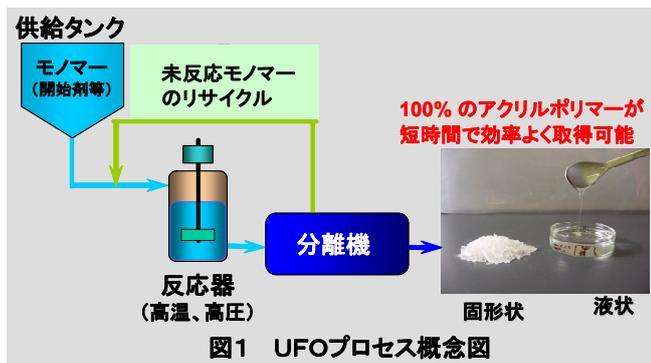
●アクリル系ポリマー「ARUFON」によるシーリング材の耐候性向上

高分子材料研究所 望月 克信

1 はじめに

近年、省資源、省エネルギーの観点から、各種材料の耐久性向上が求められ、環境への配慮も必要とされている。建築関係では、住宅品質確保促進法、建設工事資材再資源化法等により、住宅の品質と性能を向上しようとする取り組みが行われている。このようなことを背景に、シーリング材についても、耐候性などの各種性能の向上が求められるようになってきた。

当社でも、UFOプロセスを利用して得られるアクリル系ポリマーを商品名「ARUFON」として、市場展開している。UFOプロセスとは、高温、高圧下で、連続重合するプロセスのことである(図1参照)。高温、高圧下で重合を行うことにより、開始剤、溶剤、連鎖移動剤をほとんど使用しないため、不純物のほとんどないポリマーを得ることができる。そのため、耐候性、耐黄変性、低臭気等が要求される用途には最適である。また、高温下での重合であるため、効率的に低分子量のポリマーが得られ、無溶剤、低粘度の液状ポリマーが容易に得られる。さらに、連続重合であり、ポリマーの組成分布が少ないため、官能基が均一に分布し、効率的に架橋体が形成され、良好な物性が期待できる^{1)~6)}。



本稿では、UFOプロセスを用いて得られるアクリルポリマーをアクリルウレタン系シーリング材に適用した場合の促進耐候性試験、屋外暴露試験の結果について報告する。

2 試験

2.1 試験サンプル

アクリルポリオールを表1のように用意した。A~Eは、UFOプロセスで合成した一方、A'、C'は、それぞれ、AおよびCと同じ組成で、低温(約80℃)、常圧の条件下で、通常の重合プロセスにより合成した。

次いで、これらのアクリルポリオールを用いて、表2に示すようなシーリング材を作成した。①~⑤でアクリルポリオールの組成による比較を、①と⑥、③と⑦でアクリルポリオールの合成プロセスによる比較を、⑧、⑨、⑩、③でアクリルポリオールの含有量による比較を実施した。尚、アクリルポリオールの含有量を減らした分は、ポリプロピレングリコール(PPG)で補い、全ポリオール含有量に変化しないように調節した。尚、配合は表3に示す通りである。

これらの配合物について、厚さ2mmのシート状サンプルを作成し、23℃、50%RHで4週間養生し、評価に用いた。

表1 アクリルポリオールの種類

ポリオール	組成	重合プロセス	水酸基価 (mgKOH/g)	数平均分子量
A	BA/MA/HEA	UFOプロセス	41	2200
B	BA/EA/HEA	UFOプロセス	41	2400
C	BA/HEA	UFOプロセス	45	2500
D	BA/MOEA/HEA	UFOプロセス	44	2400
E	BA/EHA/HEA	UFOプロセス	41	2500
A'	BA/MA/HEA/ME	通常プロセス	48	2400
C'	BA/MA/HEA/ME	通常プロセス	46	2200

注) BA: n-ブチルアクリレート、MA: メチルアクリレート、HEA: 2-ヒドロキシエチルアクリレート、EA: エチルアクリレート、MOEA: 2-メトキシエチルアクリレート、EHA: 2-エチルヘキシルアクリレート、ME: 2-メルカプトエタノール

表2 試験サンプル

実験No.	アクリルポリオール種	アクリル含有量(%)
①	A	46
②	B	46
③	C	44
④	D	45
⑤	E	46
⑥	A'	43
⑦	C'	44
⑧	PPG	0
⑨	PPG+C	16
⑩	PPG+C	29
⑪	市販変成シリコーン	0

PPG: ポリプロピレングリコール

変成シリコーン: ポリプロピレングリコールの

両末端架橋性シリル基変性物

アクリル含有量: 有機成分中のアクリルポリオールの重量%

表3 配合表

原料	重量部
ポリオール	25
重質炭酸カルシウム	7
軽質炭酸カルシウム	32
酸化チタン	3
老化防止剤	1
触媒	0.02
硬化剤	約30

硬化剤: ポリプロピレングリコールのトリレンジイソシアネート変性物

2.2 試験条件

表2に示したサンプルについて、メタルハライドランプ、紫外線蛍光ランプ、サンシャインカーボンアークランプによる促進耐候性試験および屋外暴露試験を実施した。それぞれの試験条件を以下に示す。

<メタルハライドランプ>

装置：ダイプラメタルウェザーKU-R4Ci-A型(ダイプラウインテス社製)

照射 63℃、湿度70%、6時間 (照度：80mW/cm²)

結露 30℃、湿度98%、2時間 (結露の前10秒、シャワー)

<紫外線蛍光ランプ>

装置：デューパネル光コントロールウェザーメーター DPWL-5R (スガ試験機社製)

照射 63℃、4時間 (照度：30W/m²)

湿潤 50℃、湿度：98%、4時間

<サンシャインカーボンアークランプ>

装置：MODEL WEL-6XC-HC(スガ試験機社製)

照射 63℃、102分(76W/m²)

水噴射 12分

<屋外暴露試験>

試験場所：建築研究所(つくば市) 南面45°

試験期間：3年

3 試験結果

3.1 メタルハライドランプによる促進耐候性試験

表4および図2～4に、メタルハライドランプによる促進耐候性試験の結果を示す。評価は、クラックおよびチョーキングの発生を目視観察により実施した。図2に示すように、通常プロセスで重合したアクリルポリオールを使用した系(⑥、⑦)は、600時間後より、表面に凹凸およびチョーキングが発生した一方、UFOプロセスにより重合した系(①～⑤)では、2000時間後においても外観の変化は認められなかった(図4参照)。また、市販の変成シリコーンが600時間までにクラックが発生していることから、これらの比較評価しているサンプルの耐候性のレベルが高いことが確認されている。

表4 メタルハライドランプ試験結果

No.	サンプル条件	600h		2000h	
		クラック	チョーキング	クラック	チョーキング
①	UFOプロセス	○	○	○	○
②	UFOプロセス	○	○	○	○
③	UFOプロセス	○	○	○	○
④	UFOプロセス	○	○	○	○
⑤	UFOプロセス	○	○	○	○
⑥	通常プロセス	○	△	×	×
⑦	通常プロセス	○	△	×	×
⑧	アクリルなし	×	△	×	×
⑨	アクリル少	×	○	×	×
⑩	アクリル多	△	○	△	○
⑪	変成シリコーン	×	△	×	×

(○:変化なし、△:変化あり、×:顕著)

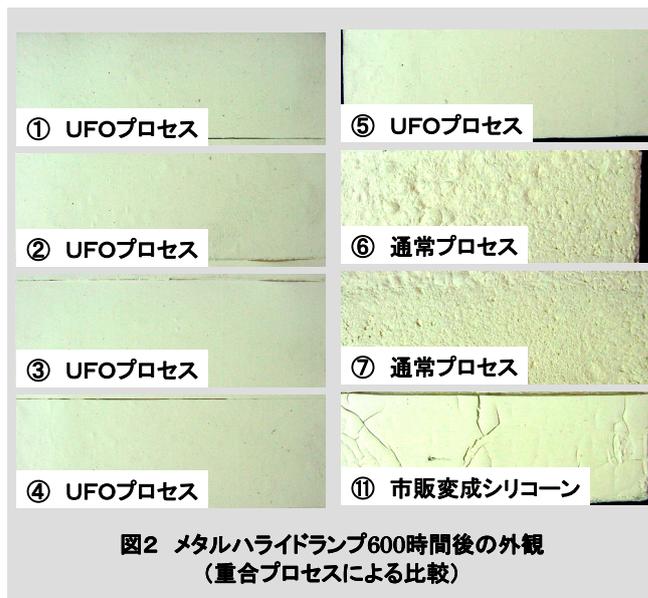


図2 メタルハライドランプ600時間後の外観(重合プロセスによる比較)

図3に示すように、アクリル含有量については、劣化の速さと相関があり、アクリル含有量が多いほど、劣化が抑制され耐候性が向上する傾向が認められた(⑧、⑨、⑩、③)。特に、アクリル含有量が少ない⑧および⑨において、クラックの発生が顕著であった。また、アクリルポリオールの共重合組成による耐候性の差異はほとんど認められず(①～⑤)、組成よりも重合プロセスが、耐候性に対しては重要であることが確認された。

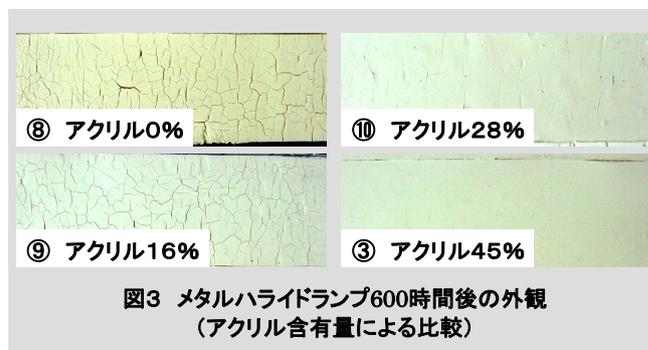


図3 メタルハライドランプ600時間後の外観(アクリル含有量による比較)

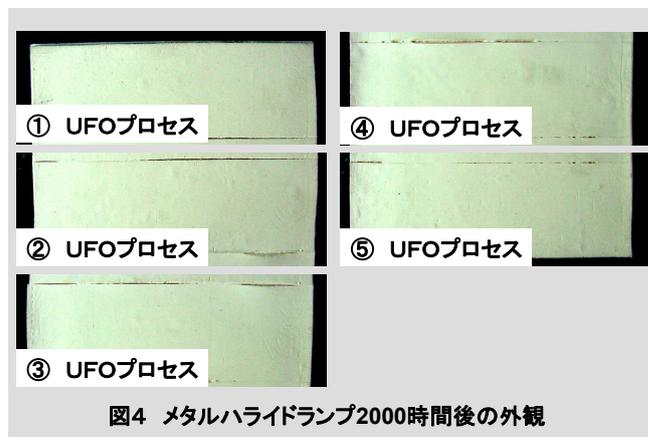


図4 メタルハライドランプ2000時間後の外観

3.2 紫外線蛍光ランプによる促進耐候性試験

次いで、紫外線蛍光ランプによる促進耐候性試験3000時間の結果を図5～10に示す。評価は、シートサンプルの引張試

験により、破断時の強度保持率および伸びの保持率により評価を実施した。図5および図6が、重合プロセスの違いによる強度保持率および伸びの保持率の結果である。この場合も、メタルハライドランプの結果と同様に、UFOプロセスの系は、通常プロセスと比較して、引張物性の保持率の変化が小さく、耐候性が優れていることが確認された。

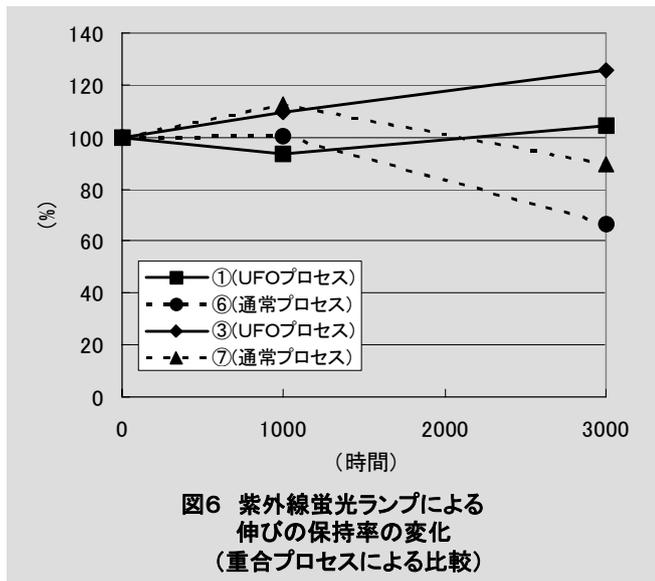
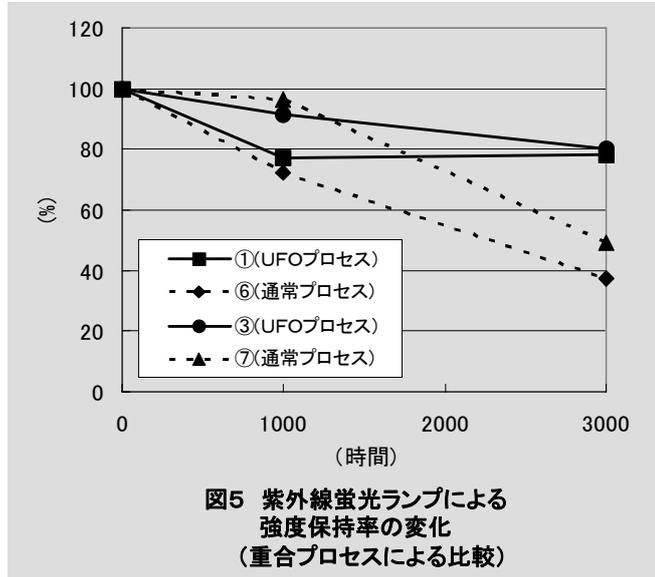
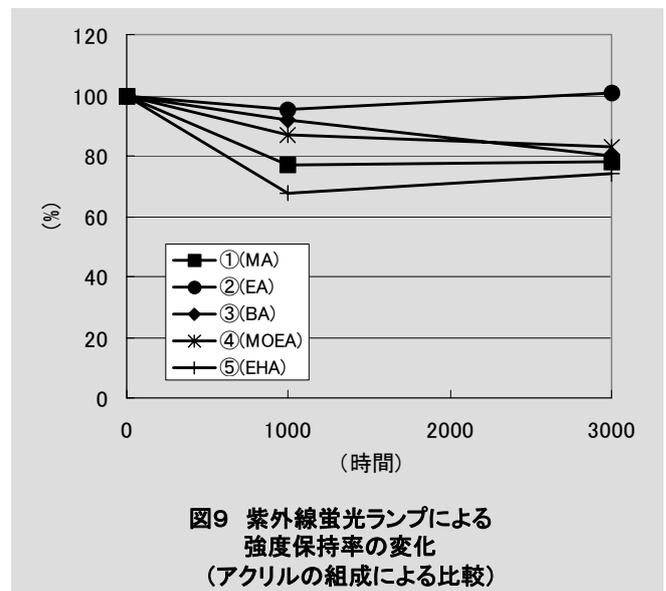
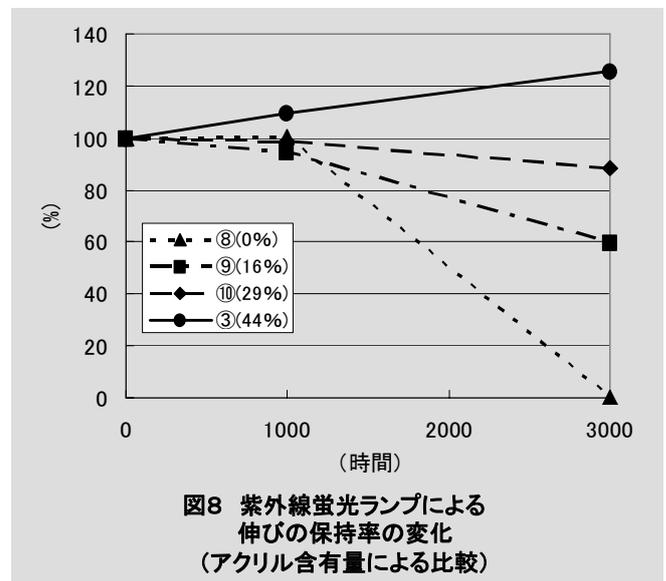
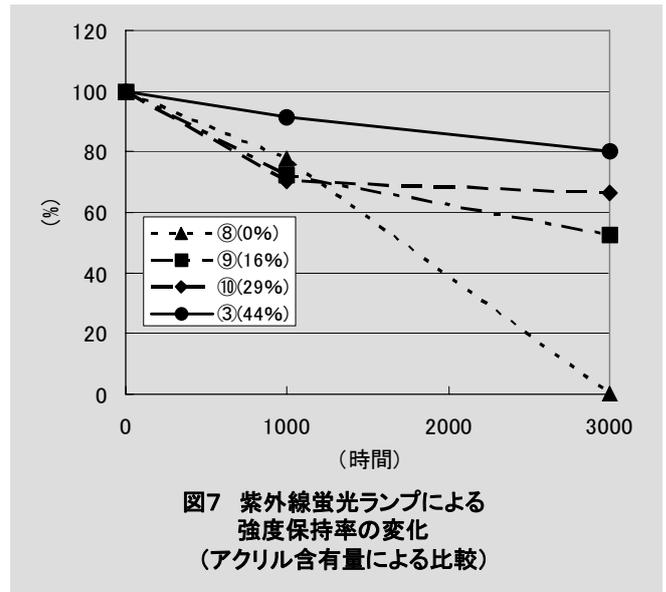


図7および図8にアクリル含有量による保持率の変化の比較を示す。これらの場合も、いずれも、メタルハライドランプの場合と同様の傾向が認められ、アクリル含有量が増えると、保持率の変化が小さくなる結果となった。

図9および図10に組成による保持率の違いの比較を示す。いずれのアクリルポリオール組成においても、強度、伸び率とも初期値の80~100%を維持しており、組成による劣化の違いは、大きくないことが確認された。



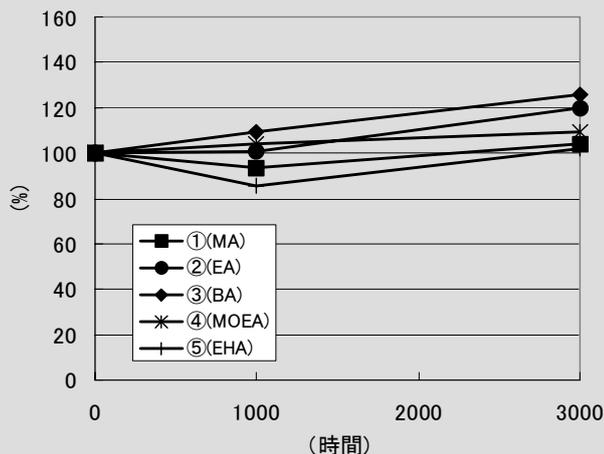


図10 紫外線蛍光ランプによる伸びの保持率の変化 (アクリルの組成による比較)

3.3 サンシャインカーボンアークランプによる促進耐候性試験

表5に、サンシャインカーボンアークランプによる促進耐候性試験3000時間の結果を示す。この場合も前述の結果と同様に、UFOプロセスで重合したサンプルは、3000時間でもほとんど外観が変化していないのに対して、通常プロセスで重合したサンプルは、2000時間目から、クラックの発生が認められた。また、アクリルポリオールを含まない、あるいは含有量が少ない場合には、1000時間目から、クラックの発生が認められ、アクリルポリオールの含有量が増えれば増えるほど、元の外観を維持する傾向があることが確認された。

表5 サンシャインカーボンアークランプ試験結果

No.	サンプル条件	1000時間		2000時間		3000時間	
		クラック	チョーキング*	クラック	チョーキング*	クラック	チョーキング*
①	UFOプロセス	○	○	○	○	○	○
②	UFOプロセス	○	○	○	○	○	○
③	UFOプロセス	○	○	○	○	△	○
④	UFOプロセス	○	○	○	○	○	○
⑤	UFOプロセス	○	○	○	○	△	○
⑥	通常プロセス	○	○	△	○	△	○
⑦	通常プロセス	○	○	△	○	×	○
⑧	アクリルなし	×	△	×	×	×	×
⑨	アクリル少	△	○	×	×	×	×
⑩	アクリル少	△	○	△	○	×	×
⑪	変成シリコーン	×	○	×	△	×	×

(○:変化なし、△:変化あり、×:顕著)

3.4 屋外曝露試験

屋外曝露試験3年の外観の変化を表6に、および3年後の顕微鏡写真を図11、12に示す。屋外曝露試験においても、促進耐候性試験の場合と同様な傾向が認められた。すなわち、重合プロセスの違いにおいては、UFOプロセスを用いたものは、3年でもほとんど変化は認められない一方、通常プロセスで重合したものは、クラックの発生および一部表面の溶解が認められた(図中の白い部分で溶解およびクラック発生)。また、アクリル含有量が少ないあるいは含まない場合にも、クラックの発生が認められた。

強度保持率の変化を図13、14に示す。強度保持率においても、UFOプロセスでは、ほとんど低下が認められないのに対して、通常プロセスでは低下していた。また、アクリル含有量が多いほど、強度保持率が100%近い値を維持する傾向が認められた。

表6 屋外曝露試験による外観の変化

サンプル条件	0.5年後	1年後	2年後	3年後
① UFOプロセス	○	○	○	○
② UFOプロセス	○	○	○	○
③ UFOプロセス	○	○	○	○
④ UFOプロセス	○	○	○	○
⑤ UFOプロセス	○	○	○	○
⑥ 通常プロセス	○	△	×	×
⑦ 通常プロセス	○	△	×	×
⑧ アクリルなし	○	△	×	
⑨ アクリル少	○	○	△	×
⑩ アクリル少	○	○	△	△
⑪ 変成シリコーン	○	○	△	×

(クラックおよび溶解について確認、○:変化なし、△:変化あり、×:顕著)

4 まとめ

これらの評価結果より、促進耐候性試験、屋外曝露試験、いずれの評価においても、以下のことが確認された。

- ・アクリルポリオールの重合プロセスの違いによって耐候性が大きく異なり、UFOプロセスで製造したアクリルポリオールを用いた系の方が、通常プロセスにより製造した系よりも耐候性が優れていた。このことは、UFOプロセス

においては、開始剤、連鎖移動剤等の耐候性低下の原因となる物質がほとんど使われていないこと、連続重合であり、組成分布が均一であり、効率的に架橋体が形成されていることに起因していると考えられる。⁷⁾

- ・アクリルポリオール組成による耐候性への影響は、重合プロセスによる違いと比較すると小さく、今回の試験では組成による明確な違いは確認されなかった。
- ・アクリルポリオールとポリプロピレングリコールの混合系では、アクリルの含有量が多いほど、耐候性に優れていた。

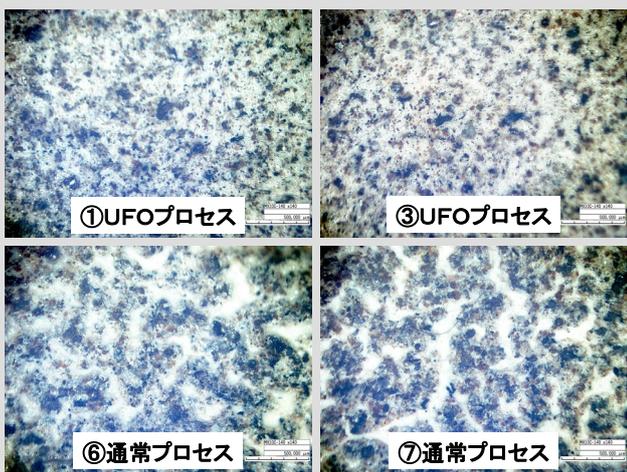


図11 屋外曝露3年後の顕微鏡写真
(重合プロセスの比較)

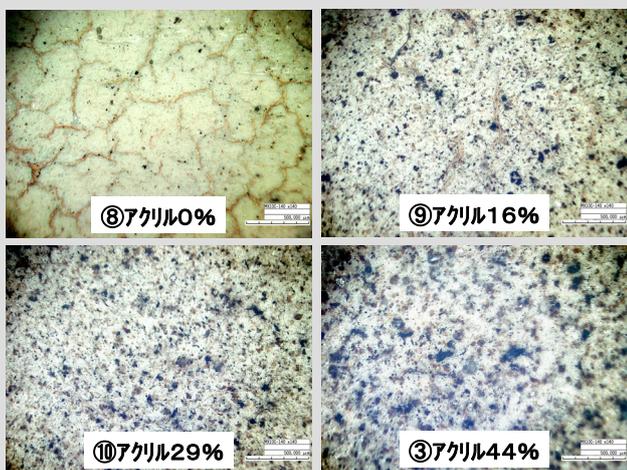


図12 屋外曝露3年後の顕微鏡写真
(アクリル含有量の比較)

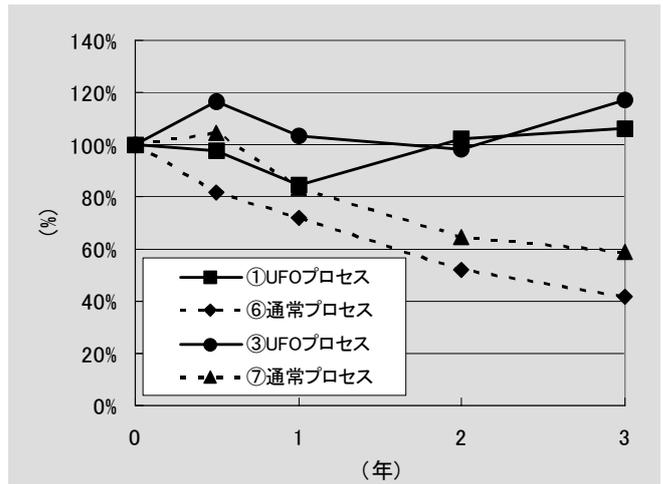


図13 屋外曝露試験による
強度保持率の変化
(重合プロセスによる比較)

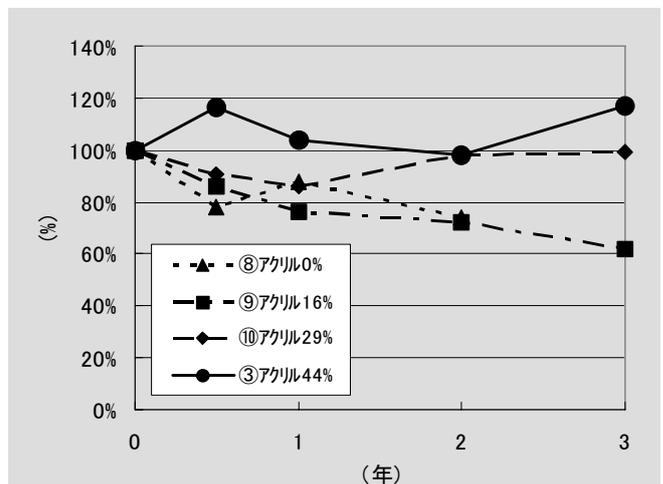


図14 屋外曝露試験による
強度保持率の変化
(アクリル含有量による比較)

5 おわりに

建築物の高耐候性、高品質性への要求がますます高まっており、これらの要求に対応するべく、当社でも、UFOプロセスにより製造したアクリルポリマー「ARUFON」を上市している。シーリング材用グレードのうち、主なものを表7に示す。ベース樹脂として、「ARUFON UH-2000」があり、今回示した高耐候性と同様の結果が得られている。ベース樹脂以外にも、可塑性用アクリルポリマーも上市しており、ベース樹脂と同時に可塑性にもアクリルポリマーを用いることにより、更なる高耐候性が得られる^{2),3)}。今後とも、UFOプロセスにより製造したアクリルポリマーの開発を通じて、シーリング材の性能向上に貢献していきたいと考えている。

表7 シーリング材用ARUFONの代表グレード

グレード	UH-2000	UP-1000	UP-1110
形態	液状	液状	液状
官能基	水酸基	無官能	無官能
不揮発分(%)	≥98	≥98	≥98
粘度(mPas, 25°C)	14,000	1,000	3,500
重量平均分子量	11,000	3,000	2,500
水酸基価	20	—	—
ガラス転移点(°C)	-55	-77	-64
用途	ベース樹脂	可塑剤	可塑剤

6 謝 辞

本試験は、独立行政法人建築研究所 本橋健司氏にご指導、ご協力いただき、促進耐候性試験ならびに屋外暴露試験を実施いたしました。ここに深く感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 栢森聡, 木村次雄, 工業材料, **47**, 106 (1999).
- 2) 犬飼宏, 防水ジャーナル, **33**, 64 (2002).
- 3) 犬飼宏, 東亜合成研究年報, **4**, 30 (2001).
- 4) 望月克信, 本橋健司, 建築学会学術講演梗概集(近畿)、A-1, **2005**, 185-186.
- 5) 望月克信, 本橋健司, 日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集, **2005**, 103-106.
- 6) 望月克信, 本橋健司, 谷川伸, 建築学会学術講演梗概集(九州), A-1, **2007**, 937-938.
- 7) 栢森聡, 東亜合成研究年報, **3**, 42 (2000).