

## アクリルゴム・外壁化粧防水「アロンウオール」の 長寿命化改修を目的とした外装仕上げにおける位置付けと優位性

R&D 総合センター 製品研究所 阿知波 政史

### 1. はじめに

インフラの老朽化対策に関する取組みとして、政府は2013年11月にインフラ長寿命化基本計画を取りまとめ、関係省や自治体に対して行動計画の策定を求めた<sup>1)</sup>。

これを受け、例えば文部科学省では、学校施設の長寿命化計画策定に係る手引き<sup>2)</sup>をまとめ、47年となっている鉄筋コンクリート造の法定耐用年数に対し、コンクリートや鉄筋の強度が確保されている場合には、目標使用年数を80年に設定することを可能とした。これを実現するためには、20年および60年経過時点で原状回復を目的とした予防保全的な改修を行い、目標使用年数の中間期に当たる40年経過時点で機能向上を目的とする長寿命化改修を実施することが必要であるとしている。長寿命化改修では、コンクリートの中性化や鉄筋の腐食対策をはじめ、耐久性に優れた外装仕上材への取替えなどが挙げられており、これを実現するためには20年以上の耐久性を有する外装仕上材が必要であると考えられる。

アクリルゴム・外壁化粧防水「アロンウオール」は、施工後15～35年経過しても以下の性能を保持しており、20年以上防水性能が持続できることを実証している<sup>3)</sup>。

- ・建物の外観や耐久性を損なう塗膜破断や剥がれ、住環境を低下させる漏水はなかった。
- ・下地に対する付着強さは1N/mm<sup>2</sup>以上であり、付着性は良好に保持されていた。
- ・ゼロスパンテンション伸び量は1.5～3.9mmであった。更に、耐疲労性(疲労区分)はA2(0.5～1.0mmで破断。すなわち0.5mm未満のひび割れに追従できる可能性がある)であり、長期にわたり良好な防水性を維持していた。

更に、施工後39年にわたり、コンクリートの中性化を防止し、長期にわたり鉄筋の発錆防止効果を発揮することを確認している<sup>4)</sup>。また、アロンウオールの防水性を長期にわたり持続させるためのメンテナンスとして、施工後20年程度で専用の改修工法「アロンリフレッシュ工法」により、防水性を初期まで回復させる方法が有効であることを示している<sup>3)</sup>。アロンリフレッシュ工法は、経年後の既存アロンウオールに対して、不具合部を補修するのみで、これを撤去せずにアロンウオールを再度塗り重ねる(初回施工時に比べてアロンコートSTの使用量が少ない)だけであり、廃棄物の発生がなく、合理的な改修工法である。目標使用年数を80年に設定した建物に対して、アロンウオールを適用した場合の計画を表1に示す。アロンウオールを初回施工後、20年毎にアロンリフレッシュ工法で改修することにより、シーリング材の打替えやひび割れ補修がないため、将来建物の維持に要する費用を明確にすることが可能となる。

建物の外壁改修に使用される湿式仕上材は、建築用仕上塗材(以下、仕上塗材と称す)がほとんどであり、防水や躯体の保護が目的の場合にアロンウオールなどのアクリルゴム系外壁用塗膜防水工法が使用さ

れる。しかし、今後増大する躯体の保護を目的とした長寿命化改修に対しては、アクリルゴム系外壁用塗膜防水工法の採用が増加するものと考えられる。

本報では、表2に示す汎用的に使用される仕上塗材とアクリルゴム系外壁用塗膜防水工法「アロンウォール」を材料と工事の視点から比較し、外装仕上げにおけるアロンウォールの位置付けと優位性を明らかにするものである。

表1 文部科学省による建物の長寿命化の考え方とアロンウォールによる施工・改修計画

		建物の経過年数				
		新築	20年	40年	60年	80年
文部科学省の考え方		竣工	→ 予防保全改修	→ 長寿命化改修	→ 予防保全改修	改築
アロンウォールの施工時期	新築時	施工*1	→ リフレッシュ工法*2	→ リフレッシュ工法	→ リフレッシュ工法	改築
	築20年	仕上塗材	→ 施工	→ リフレッシュ工法	→ リフレッシュ工法	
	築40年	仕上塗材	仕上塗材	→ 施工	→ リフレッシュ工法	
	築60年	仕上塗材	仕上塗材	仕上塗材	→ 施工	

\*1 アロンウォールの施工

\*2 アロンリフレッシュ工法の施工

表2 仕上塗材および外壁用塗膜防水材の日本工業規格および建築工事標準仕様書・同解説における分類

材料分類					工事分類
日本工業規格 (JIS)					建築工事標準仕様書・同解説 (JASS)
規格番号と名称	種類	呼び名	通称		
JIS A 6909 (建築用仕上塗材)	薄付け仕上塗材	外装合成樹脂エマルジョン系薄付け仕上塗材	外装薄塗材 E	樹脂リシン	JASS23 (吹付け工事)
		防水形外装合成樹脂エマルジョン系薄付け仕上塗材	防水形外装薄塗材 E	単層弾性	
	複層仕上塗材	合成樹脂エマルジョン系複層仕上塗材	複層塗材 E	アクリルタイル	
		防水形合成樹脂エマルジョン系複層仕上塗材	防水形複層塗材 E	弾性タイル	
可とう形改修用仕上塗材	可とう形合成樹脂エマルジョン系改修用仕上塗材	可とう形改修塗材 E	微弾性塗材	—	
JIS A 6012 (建築用塗膜防水材)	外壁用	アクリルゴム系	—	—	JASS8 (防水工事) 外壁仕様 (L-AW)

## 2. 材料の視点

### 2.1 JISにおける性能の差異

JIS A 6909 (建築用仕上塗材)<sup>5)</sup> による各種仕上塗材の性能を表3に、JIS A 6021 (建築用塗膜防水材)<sup>6)</sup> によるアクリルゴム系外壁用塗膜防水材の性能を表4にそれぞれ示す。

表3 JIS A 6909 による各種仕上塗材の性能（規格値）

		外装薄塗材 E	防水形 外装薄塗材 E	複層塗材 E	防水形 複層塗材 E	可とう形 改修塗材 E
		樹脂リシン	単層弾性	アクリル タイル	弾性タイル	微弾性塗材
低温安定性		異常なし A *3	異常なし A *3	異常なし A *3	異常なし A *3	異常なし A *3
初期乾燥によるひび割れ抵抗性		異常なし B *4	異常なし B *4	異常なし B *4	異常なし B *4	異常なし B *4
付着強さ (N/mm <sup>2</sup> )	標準状態	0.5 以上	0.7 以上	0.7 以上	0.7 以上	0.7 以上
	浸水後	0.3 以上	0.5 以上	0.5 以上	0.5 以上	0.5 以上
温冷繰返し		異常なし C *5	異常なし C *5	異常なし C *5	異常なし C *5	異常なし C *5
透水性	A 法 (mm)	10.0 以下	—	—	—	—
	B 法 (mL)	—	0.5 以下	0.5 以下	0.5 以下	0.5 以下
耐洗浄性		異常なし D *6	—	—	—	—
耐衝撃性		異常なし E *7	異常なし E *7	異常なし F *8	異常なし F *8	異常なし F *8
耐アルカリ性	A 法	異常なし G *9	—	—	—	—
ひび割れ充填性		—	—	—	—	異常なし H *10
耐候性	A 法	異常なし I *11	異常なし I *11	異常なし I *11	異常なし I *11	異常なし I *11
	B 法 *1	—	—	—	区分による	区分による
伸び (%)	標準時	—	120 以上	—	120 以上	—
	-10℃時	—	20 以上	—	20 以上	—
	浸水後	—	100 以上	—	100 以上	—
	加熱後	—	100 以上	—	100 以上	—
伸び時の劣化		—	異常なし J *12	—	異常なし J *12	—
可とう性		—	—	—	—	異常なし B *4
耐疲労性 *2		—	—	—	異常なし K *13	—

■試験方法の概要

- ・温冷繰返し試験：23℃の水中に 18 時間浸せき、-20℃で 3 時間冷却および 50℃で 3 時間加温する 24 時間を 1 サイクルとする操作を 10 回繰り返した後の塗膜の外観を観察する。
- ・透水試験 A 法：水頭高さ 200 mm で 60 分経過後の透水量を測定する。
- ・透水試験 B 法：水頭高さ 250 mm で 24 時間経過後の透水量を測定する。
- ・耐アルカリ性試験 A 法：23℃の飽和酸化カルシウム水溶液に 24 時間浸せきした後の外観を観察する。
- ・耐候性試験 A 法：キセノンランプ法による促進試験機で 300 時間照射後の塗膜の変色程度および外観を観察する。
- ・耐候性試験 B 法：キセノンランプ法による促進試験機で以下の時間照射後の塗膜の白亜化の等級および光沢保持率を測定する。耐候形 1 種…2,500 時間、耐候形 2 種…1,200 時間、耐候形 3 種…600 時間
- ・伸び時の劣化：標線間距離が 40 mm の試験体の標線間距離を 60 mm とするように伸長して保持し、80℃で 7 日経過後の外観を観察する。
- ・耐疲労性試験：-10℃で亀裂幅 0.5 ～ 2.5 mm のムーブメントを 5 回/min の速度で 2,000 回繰返し後の外観を観察する。

- \* 1 別途耐候性を区分する場合に実施する。
- \* 2 別途耐疲労性の特性を付加した場合に実施する。

※試験結果の内容

- \* 3 異常なし A：塊がなく、組成物の分離及び凝集がない。
- \* 4 異常なし B：ひび割れがない。
- \* 5 異常なし C：試験体の表面に、ひび割れ、剥がれ及び膨れがなく、かつ、著しい変色及び光沢低下がない。
- \* 6 異常なし D：剥がれ及び摩耗による基板の露出がない。
- \* 7 異常なし E：ひび割れ、著しい変形及び剥がれがない。
- \* 8 異常なし F：ひび割れ、剥がれ及び著しい変形がない。
- \* 9 異常なし G：ひび割れ、剥がれ、膨れ及び軟化溶出がなく、浸さない部分に比べて、くもり及び変色が著しくない。
- \* 10 異常なし H：基板の溝の部分に、塗膜のひび割れ及び穴がない。
- \* 11 異常なし I：ひび割れ及び剥がれがなく、変色の程度はグレースケール 3 号以上とする。
- \* 12 異常なし J：剥離、反り及びねじれがなく、主材に破断及びひび割れがない。
- \* 13 異常なし K：いずれの試験体も上塗材から主材層を貫通する孔及び破断がない。

表4 JIS A 6021 によるアクリルゴム系外壁用塗膜防水材の性能（規格値）

項目			アクリルゴム系	
引張性能	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	23℃	1.3 以上	
		-20℃	1.3 以上	
		60℃	0.40 以上	
	破断時の伸び率 (%)	23℃	300 以上	
		破断時の つかみ間の伸び率 (%)	23℃	180 以上
			-20℃	70 以上
	60℃	150 以上		
引裂性能	引裂強さ (N/mm)		6.0 以上	
加熱伸縮性能	伸縮率 (%)		-1.0 以上 1.0 以下	
劣化処理後の 引張性能	引張強さ比 (%)	加熱処理	80 以上	
		促進暴露処理	80 以上	
		アルカリ処理	60 以上	
	破断時の 伸び率 (%)	加熱処理	200 以上	
		促進暴露処理	200 以上	
		アルカリ処理	200 以上	
伸び時の 劣化性状	加熱処理		いずれの試験片にもひび割れ及び著しい変形があってはならない	
	促進暴露処理		いずれの試験片にもひび割れ及び著しい変形があってはならない	
	オゾン処理		いずれの試験片にもひび割れ及び著しい変形があってはならない	
付着性能	付着強さ (N/mm <sup>2</sup> )	無処理	0.70 以上	
		温冷繰返し処理後	0.50 以上	
耐疲労性能			いずれの試験体にも塗膜の穴あき・裂け・破断があってはならない	
たれ抵抗性能	たれ長さ (mm)		いずれの試験体も 3.0 以下	
	しわの発生		いずれの試験体にもあってはならない	
固形分 (%)			表示値± 3.0	

■試験方法の概要

- ・劣化処理後の引張性状：加熱処理（80℃で 168 時間加熱）、促進暴露処理（カーボンランプ法 250 時間またはキセノンランプ法 325 時間照射）またはアルカリ処理（0.1%水酸化ナトリウム水溶液に水酸化カルシウムを飽和させた水溶液に 168 時間浸せき）した後に引張試験を行う。
- ・伸び時の劣化性状（加熱処理）：標線間距離が 40 mm の試験体の標線間距離を 80 mm となるように伸長して保持し、80℃で 168 時間経過後の外観を観察する。
- ・伸び時の劣化性状（促進暴露処理）：標線間距離が 40 mm の試験体の標線間距離を 60 mm となるように伸長して保持し、カーボンランプ法 250 時間またはキセノンランプ法 325 時間照射後の外観を観察する。
- ・伸び時の劣化性状（オゾン処理）：標線間距離が 40 mm の試験体の標線間距離を 56 mm となるように伸長して保持し、40℃のオゾン雰囲気中（濃度 75 ppm、空气中濃度の約 10 倍）で 168 時間経過後の外観を観察する。
- ・耐疲労性試験：-10℃で亀裂幅 2.5～0.5 mm のムーブメントを 5 回 /min の速度で 2,000 回繰返し後の外観を観察する。

JIS A 6909に規定される仕上塗材は、硬質系の樹脂リシン（外装薄塗材 E）およびアクリルタイル（複層塗材 E）、弾性系の単層弾性（防水形外装薄塗材 E）、弾性タイル（防水形複層塗材 E）および微弾性塗材（可とう形改修塗材 E）に大別され、下塗材、主材と上塗材からなる複層膜で評価する（樹脂リシンおよび単層弾性は上塗材なし）。これらの性能は、外壁に適用する塗膜として、温度、水、衝撃、紫外線、アルカリなどの外壁に作用する劣化因子により、「塗膜に変色、割れや剥がれなどが発生しない」という基本的なものとなっている。弾性系の単層弾性（防水形外装薄塗材 E）および弾性タイル（防水形複層塗材 E）では、23℃と-10℃での伸びおよび20 mm 伸長した状態での80℃耐熱性により、伸び能力とその耐久性を評価し、ひび割れ部での追従性を期待している。

一方、JIS A 6021に規定されるアクリルゴム系外壁用塗膜防水材は、防水材のみの単層膜で評価する。塗膜防水材の性能は、外壁に作用する様々な劣化因子を受けても塗膜がある程度以上の伸びを保持することおよび伸長した状態では、80℃加熱、促進暴露およびオゾンによる劣化を受けても破断しないことを要求している。更に、低温-10℃でのひび割れ部での伸縮繰返しムーブメントに対する耐疲労性能試験を標準化しており、屋根用塗膜防水材と同等以上の防水性を求めていると言える。

弾性タイル（防水形複層塗材 E）およびアクリルゴム系外壁用塗膜防水材のJISにおける主な性能項目の比較を表5に示す。

JIS A 6909に規定される弾性タイル（防水形複層塗材 E）は、防水性の目安となる伸び性能を-10および23℃で規定しているが、防水性（ひび割れ部での伸縮繰返しムーブメントに対する追従性）そのものを評価する耐疲労性試験は標準ではなく、「耐疲労形」を表示する場合のみに試験することとしている。また、耐久性は、水浸せきおよび80℃加熱後の伸び性能により評価しているが、温冷繰返しや促進暴露後における測定項目は、外観の観察のみにとどまっている。

一方、JIS A 6021に規定されるアクリルゴム系外壁用塗膜防水材は、日本における想定温度範囲である-20、23および60℃での伸び性能と塗膜が硬くなる低温-10℃での耐疲労性試験を標準化し、防水性の評価を規定している。耐久性は、80℃加熱、促進暴露、アルカリ浸せきおよびオゾン暴露後の伸び性能と温冷繰返し後の付着性能を評価しており、様々な劣化因子に対する抵抗性を考慮している。

表6に示す弾性タイル（防水形複層塗材 E）のJISにおける変遷によると、1984年のJIS A 6910（複層仕上塗材）で伸び能力を有する伸張性の複層塗材を「伸長形」に分類し、その後、伸長形は防水機能を特性としているという理由から「防水形」に変更されている。1995年の各種仕上塗材のJIS A 6910（建築用仕上塗材）への統合までは、伸び能力を有する仕上塗材が壁面防水材、ゴム状弾性仕上塗材などと呼ばれていたことから、現在のJIS A 6021に規定するアクリルゴム系外壁用塗膜防水材と混同されながら使用されていたものと推察される。また、2000年の改正では、コンクリートなどのひび割れの挙動に対する塗膜の抵抗性を「耐疲労形」として新たに規格化していることから、防水形複層塗材 E（弾性タイル）

表5 弾性タイル（防水形複層塗材 E）および外壁用塗膜防水材のJISにおける性能項目の比較

		JIS A 6909（建築用仕上塗材）	JIS A 6021（建築用塗膜防水材）
		弾性タイル（防水形複層塗材 E）	アクリルゴム系外壁用塗膜防水材
防水性	伸び性能	伸び性能 （-10℃、23℃での伸び率）	引張性能 （-20℃、23℃、60℃での強さ・伸び率）
	ひび割れ追従性	なし ※「耐疲労形」を表示する場合のみに実施	耐疲労性能
耐久性		<ul style="list-style-type: none"> <li>・浸水（7日）後、加熱（80℃7日）後の伸び性能</li> <li>・温冷繰返し後の外観</li> <li>・耐候性試験後の外観、変色程度</li> <li>・伸び時の劣化性能（加熱）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・加熱後、促進暴露後、アルカリ処理後の引張性能</li> <li>・温冷繰返し後の付着性能</li> <li>・伸び時の劣化性能（加熱、促進暴露、オゾン）</li> </ul>

は、防水材に類する「防水形」というよりも、硬質系の仕上塗材に比べて柔軟であるという意味での「防水形」であると解釈できる。

表6 弾性タイル（防水形複層塗材 E）の JIS における変遷

発行年	規格番号	規格名称	防水形 複層塗材 E の規定	性能			その他記載内容
				伸び	伸び時の 劣化	耐疲労性	
1975 年	JIS A 6910	複層模様 吹付材	なし	—	—	—	
1984 年	JIS A 6910	複層 仕上塗材	複層塗材伸長形 E を設定（伸び能力 を有する伸長性の 複層塗材）	○	○	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当時、壁面防水材、ゴム状弾 性仕上塗材などと呼ばれてい た。</li> <li>・下地のひび割れに追従するた めには主材の厚みが重要であ る。</li> <li>・複層仕上塗材に比べて、伸長 形は材料の性質として高い伸 張性があるというだけの差で ある。</li> </ul>
1988 年			防水形複層塗材 E に改名	○	○	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・伸長形は防水機能を特性とし ているが、これを表す名称と なっておらず、機能の保証に 対する責任を回避しているこ とから改名した。</li> </ul>
1995 年	JIS A 6909	建築用 仕上塗材	防水形複層塗材 E 耐候形を新規設定	○	○	—	
2000 年			防水形複層塗材 E 耐疲労形を新規設 定	○	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリートなどのひび割れ の挙動に対する塗膜の抵抗性 を新たに規格化した。</li> <li>・耐疲労形は TR A 0001（外壁 用塗膜防水材）に基づき予備 試験（1 mm 厚）を行った。</li> </ul>
2003 年			防水形複層塗材 E 耐候形・耐疲労形	○	○	○	
2014 年							

## 2.2 各種外装仕上材の評価結果（当社での測定結果）

### (1) 仕上塗材用主材およびアロンコート ST の性状

評価に使用した各種仕上塗材の主材およびアロンコート ST（防水材）の性状を表 7 に示す。

仕上塗材のうち、弾性タイル（防水形複層塗材 E）はアクリルゴムを主成分としているが、これ以外の仕上塗材はアクリル樹脂を使用している。アクリルゴム（ポリマー）とは、ソフトモノマーである高級アクリル酸エステル [2-エチルヘキシルアクリレート（2-EHA、Tg -85℃）、ブチルアクリレート（BA、Tg -54℃）] をベースとした柔軟なポリマーに架橋剤を添加してゴム状弾性を付与したアクリルポリマーであり、広い温度範囲でゴムのように可逆的に伸縮する特長を有する。

主材や防水材の性能は、樹脂（ポリマー）の Tg（ガラス転移温度：ガラスのように硬くなる温度であり、常温で柔軟な樹脂でも、ガラス転移温度以下になるとガラスのように硬くなる）と乾燥塗膜中の樹脂（ポリマー）量により決まる。図 1<sup>7)</sup> に示すように、コンクリートは、温度が低下するとひび割れが拡大することが知られている。例えば、樹脂（ポリマー）の Tg が 0℃ である仕上塗材をコンクリートに塗装し、

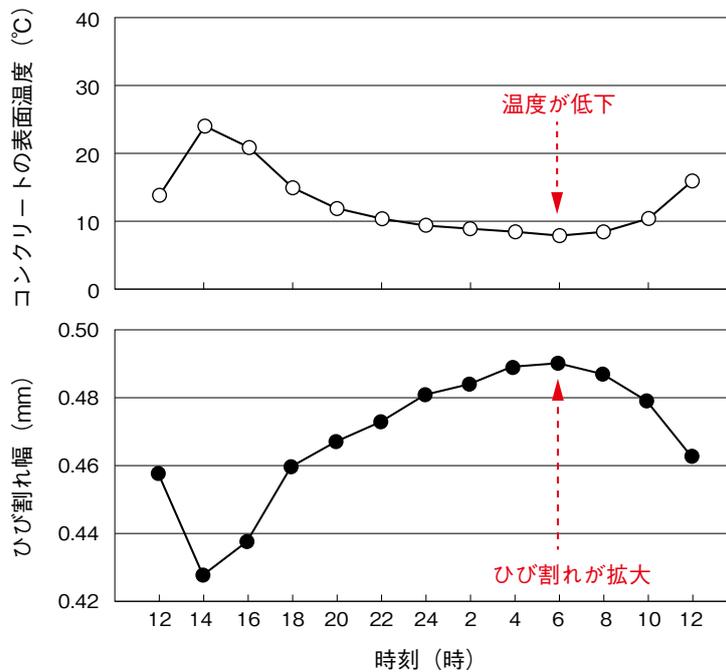
その後ひび割れが発生した場合、**図 2** に示すように、常温ではひび割れに追従しているが、気温が 0℃ 以下になると仕上塗材は硬くなり、破断してしまう。また、樹脂（ポリマー）量が少ない場合、その差分は伸びに寄与しない無機粉体成分となるため、伸びや強靱性のないパサパサな塗膜となる。

**表 7 各種仕上塗材用主材およびアロンコート ST の性状**

		JIS A 6909					JIS A 6021	
		外装薄塗材 E	防水形外装薄塗材 E	複層塗材 E	防水形複層塗材 E	可とう形改修塗材 E	外壁用塗膜防水材料	
		樹脂リシン	単層弾性	アクリルタイル	弾性タイル	微弾性塗材	アロンコート ST	
樹脂	主成分（ソフトモノマー量）	アクリル樹脂（約 33%）	アクリル樹脂（約 46%）	アクリル樹脂（約 45%）	アクリルゴム（約 80%）	アクリル樹脂（約 56%）	アクリルゴム（90%以上）	
	Tg（℃）	計算値	19	9	10	-41	-17	-65
		測定値	-5	-12、42	10	-49	-22	-57
	量（%）	7.0	69.1	8.2	25.7	20.6	57.8	
固形分（%）		80.7	57.5	78.8	79.4	68.4	71.6	
膜比重		2.4	1.3	1.6	1.8	2.0	1.3	

■試験方法

- ・主成分：熱分解ガスクロマトグラフ（Py-GC）による樹脂の組成分析およびカタログ記載内容による。樹脂成分中の柔軟性に寄与するソフトモノマー量を組成分析結果から求めた。
- ・Tg（ガラス転移温度）の計算値：組成分析結果より求めた。
- ・Tg（ガラス転移温度）の測定値：示差走査熱量分析（DSC）により測定した。
- ・樹脂量：主材または防水材の乾燥塗膜を 550℃ で 30 分加熱した後の燃焼分の質量から求めた。
- ・固形分：主材または防水材を 105℃ で 60 分加熱した後の残分の質量から求めた。



**図 1 外壁コンクリートの表面温度とひび割れのムーブメント**  
 （コンクリートの線膨張係数が  $10 \times 10^{-6}/\text{°C}$  であることから、例えば 10 m の部材に 20℃ の温度変化があるとひび割れ幅は 2 mm となる）

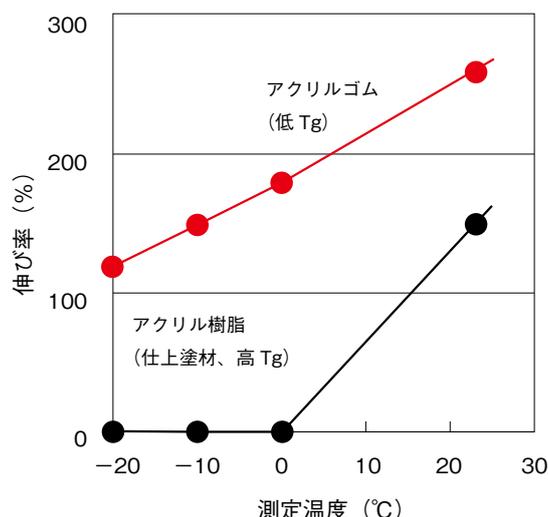


図2 アクリルゴムとアクリル樹脂の伸び率の温度依存性

アロンコート ST のように、Tg の低いアクリルゴムを塗膜中に多く [樹脂 (ポリマー) 量が多い] 含むことにより、広い温度範囲で柔軟性を発揮することが可能となる。一方、仕上塗材は、樹脂 (ポリマー) の Tg が全般的に高く、かつ、樹脂 (ポリマー) 量が少ないために、伸び能力が小さいと思われる。また、弾性タイル (防水形複層塗材 E) は、Tg の低いアクリルゴムを使用しているが、その含有量が少ないことから、伸び能力が低いことが予想できる。

なお、単層弾性 (防水形外装薄塗材 E) は、Tg が 2 つ測定されたが、これは Tg の異なる 2 種類の樹脂 (ポリマー) をブレンドしているためと考えられる。

## (2) 仕上塗材用主材およびアロンコート ST の引張性能

各種仕上塗材の主材およびアロンコート ST (防水材) の引張性能を表 8 および図 3 に示す。

いずれの塗膜も試験温度の低下に伴い、引張強さが増大し、伸び率が低下する傾向にあり、低温になる程、塗膜が硬くなるのが分かる。特に、単層弾性 (防水形外装薄塗材 E) は、23°C 以上では優れた伸び能力を示すが、これを下回ると引張強さの増加と伸び率の低下が顕著であることから、引張性能の温度依存性が大きいと言える。アロンコート ST 以外の仕上塗材は、0°C 以下での伸び率が極端に小さいことから、冬期における伸び性能は期待できない。

各種仕上塗材主材やアロンコート ST の伸び率と表 7 に示す樹脂 (ポリマー) の Tg および樹脂 (ポリマー) 量には、ある程度の相関が見られ、樹脂 (ポリマー) の Tg が高い程、低温での塗膜の伸び率は低下し、Tg が低くても、樹脂 (ポリマー) 量が少なければ低温での伸びは期待できないことが分かる。従って、主材に使用されている樹脂 (ポリマー) の Tg と樹脂 (ポリマー) 量が分かれば、塗膜の伸び能力はある程度推測できると考える。

表 8 各種仕上塗材用主材およびアロンコート ST の引張性能

		JIS A 6909					JIS A 6021
		外装 薄塗材 E	防水形外装 薄塗材 E	複層塗材 E	防水形 複層塗材 E	可とう形 改修塗材 E	外壁用 塗膜防水材
		樹脂リシン	単層弾性	アクリル タイル	弾性タイル	微弾性塗材	アロン コート ST
試験膜厚 (mm)		1.3 ~ 2.2	0.9	1.3	0.9	0.8	1.0
引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	-20℃	—	18.4	—	7.0	17.4	4.7
	-10℃	—	11.3	—	4.7	13.4	3.3
	0℃	—	6.9	3.0	2.7	9.3	2.3
	23℃	—	2.2	2.7	1.2	2.8	1.5
	60℃	—	0.3	1.3	1.0	1.4	1.3
破断時の 伸び率 (%)	23℃	—	640	5	140	35	468
破断時の つかみ間の 伸び率 (%)	-20℃	—	6	—	16	1	121
	-10℃	—	31	—	23	1	149
	0℃	—	98	19	39	4	157
	23℃	—	352	4	63	16	258
	60℃	—	457	4	50	27	162
引裂強さ (N/mm)	23℃	—	15.6	6.8	11.0	8.5	10.0

■試験方法

- ・試験体の作製：JIS A 6021 に準拠して、主材または防水材を型枠に吹付けてフリー塗膜とし、23℃、50%で24時間および40℃で24時間養生後、塗膜を裏返して40℃で48時間および23℃、50%で4時間以上養生して作製した。
- ・引張強さ：ダンベル状3号形をつかみ間距離60mm、引張速度200mm/minで引っ張り、破断時の最大引張力から求めた。
- ・破断時の伸び率：上記試験において標線間距離20mmの変位量から求めた。
- ・破断時のつかみ間の伸び率：上記試験においてダンベル取付け時のつかみ間距離60mmの変位量から求めた。
- ・引裂強さ：アングル形を引張速度200mm/minで引っ張り、破断時の最大引裂力から求めた。

※一：試験体が採取できなかった。または、試験機設置時に試験体が破損した。



引張試験状況

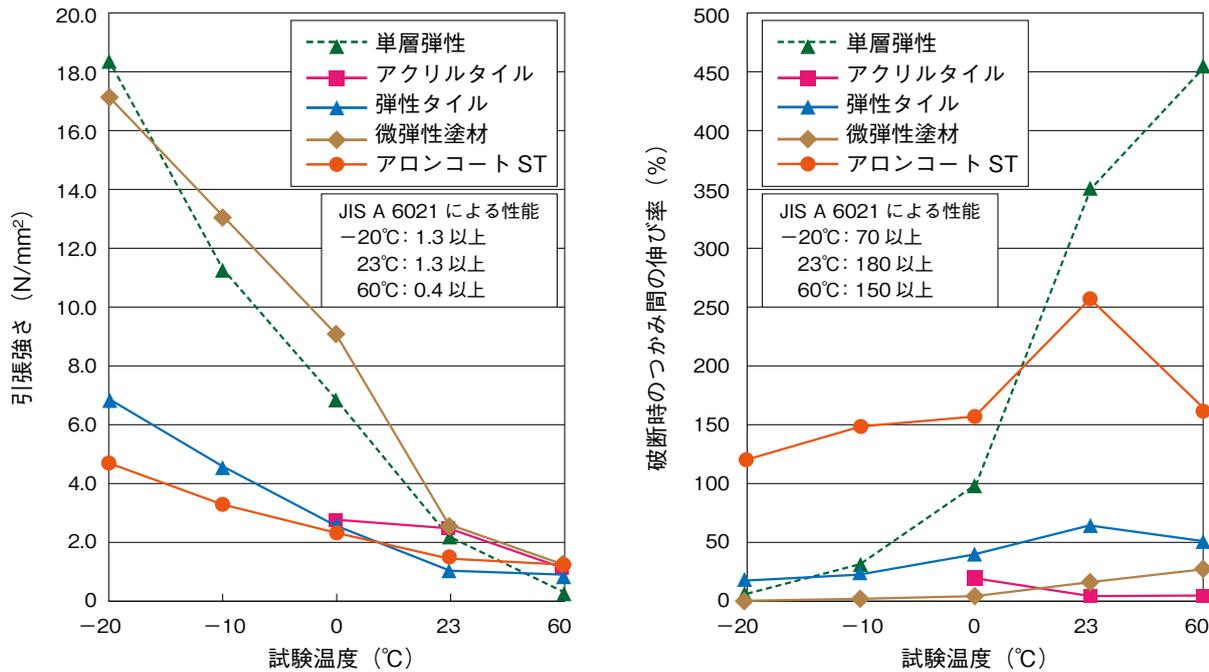


図3 各種仕上塗材用主材およびアロンコート ST の引張性能の温度依存性

### (3) 仕上塗材およびアロンウオールゼロスパンテンション伸び量

各種仕上塗材およびアロンウオールの施工仕様を表9に、これらのゼロスパンテンション伸び量の温度依存性を表10および図4に示す。

試験に用いた仕上塗材の試験体は、固形分、乾燥膜比重および使用量から求めた理論膜厚よりも厚くなっていた。試験温度の低下に伴い、各種仕上塗材およびアロンウオールのゼロスパンテンション伸び量は低下する。また、上塗材の塗布により、23℃でのゼロスパンテンション伸び量は高くなる傾向にある。これは、上塗材に使用している樹脂（ポリマー）の強靱性が寄与しているものと思われる。

アロンウオールのゼロスパンテンション伸び量は、-20℃でも2mm以上を確保しているが、仕上塗材は1mmを下回った。特に、単層弾性（防水形外装薄塗材E）は、23℃から-20℃での低下率が著しく大きい。

各種仕上塗材およびアロンウオールのゼロスパンテンション伸び量の80℃加熱時の劣化挙動を表11および図5に示す。

加熱期間の増加に伴い、各仕上塗材およびアロンウオールのゼロスパンテンション伸び量は低下し、仕上塗材は、28日の80℃加熱（実暴露約5年相当）によりすべて1mm以下まで低下した。

一方、アロンウオールのゼロスパンテンション伸び量は、56日の80℃加熱（実暴露約10年相当）で初期値の1/2程度まで低下しているが、2mm以上を確保している。なお、本試験における劣化速度は、過去に実施した実物件から採取した塗膜を用いた評価に比べて早い<sup>3)</sup>。

表9 各種仕上塗材およびアロンウールの施工仕様

		JIS A 6909					JIS A 6021	
		外装薄塗材 E	防水形外装薄塗材 E	複層塗材 E	防水形複層塗材 E	可とう形改修塗材 E	外壁用塗膜防水工法	
		樹脂リシン	単層弾性	アクリルタイル	弾性タイル	微弾性塗材	アロンウール	
使用量 (kg/m <sup>2</sup> )* <sup>1</sup>	下塗材	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12* <sup>2</sup>	アロン水性マルチプライマー 0.1	
	主材・防水材	1.45	0.95	1.50	1.65	0.9	アロンコート ST 1.7	
	上塗材・仕上塗料	—	—	アクリル樹脂 0.3	アクリルシリコン樹脂 0.3	アクリルシリコン樹脂 0.3	アロン水性スーパーカラー Si 0.3	
試験膜厚 (mm)	上塗材なし	理論値	0.5	0.4	0.7	0.7	0.3	1.0
		測定値	0.9	0.6	1.0	0.8	0.5	0.9
	上塗材あり	—	—	1.0	0.8	0.5	1.0	

\* 1 仕上塗材の各材料の使用量がカタログで範囲表示されているものは、その中央値を使用量とした。

\* 2 本来は不要であるが既存塗膜がないために下塗材を使用した。

表10 各種仕上塗材およびアロンウールのゼロスパンテンション伸び量の温度依存性

		施工仕様		試験温度	JIS A 6909					JIS A 6021
					外装薄塗材 E	防水形外装薄塗材 E	複層塗材 E	防水形複層塗材 E	可とう形改修塗材 E	外壁用塗膜防水工法
		中塗材厚み	上塗材有無		樹脂リシン	単層弾性	アクリルタイル	弾性タイル	微弾性塗材	アロンコート ST
ゼロスパンテンション伸び量 (mm)	約1mm	なし	23℃	0.3	9.7	0.4	4.6	0.9	5.2	
	仕様 (表8)		-20℃	0.2	0.2	0.2	0.9	0.5	2.5	
			0℃	0.2	1.4	0.3	1.2	0.6	3.7	
			23℃	0.3	5.8	0.3	4.1	0.7	4.8	
ゼロスパンテンション伸び量 (mm)	約1mm	あり	23℃	—	—	0.8(0.8)* <sup>1</sup>	6.3 (6.3)	2.6 (2.6)	7.0 (6.0)	
	仕様 (表8)		-20℃	—	—	0.1 (0.1)	0.9 (0.9)	0.2 (0.2)	2.5 (0.7)	
			0℃	—	—	0.3 (0.3)	1.7 (1.7)	0.3 (0.3)	4.0 (3.4)	
			23℃	—	—	0.5 (0.5)	5.0 (5.0)	1.8 (1.8)	6.5 (5.5)	

(次頁につづく)

(つづき)

■試験方法

- ・試験体の作製：JIS A 6021 に準拠して、裏面中央部幅方向にV形切込みの入った寸法 150 × 75 mm のフレキシブル板に表 9 に示す仕様および主材または防水材を約 1 mm とした仕様で吹付け、23℃、50%で 24 時間、40℃で 72 時間および 23℃、50%で 4 時間以上養生して作製した。
- ・ゼロスパンテンション伸び量：日本建築学会 ポリマーセメント系塗膜防水工事施工指針（案）・同解説 参考資料 2 ポリマーセメント系塗膜防水材の品質試験方法に準拠して試験した。下地板中央部にひび割れを発生させ、引張速度 5 mm/min で引っ張り、塗膜に貫通穴が発生した時のつかみ間の距離を測定した。



ゼロスパンテンション伸び量試験状況

\* 1 ( ) 内は上塗材のゼロスパンテンション伸び量を示す。

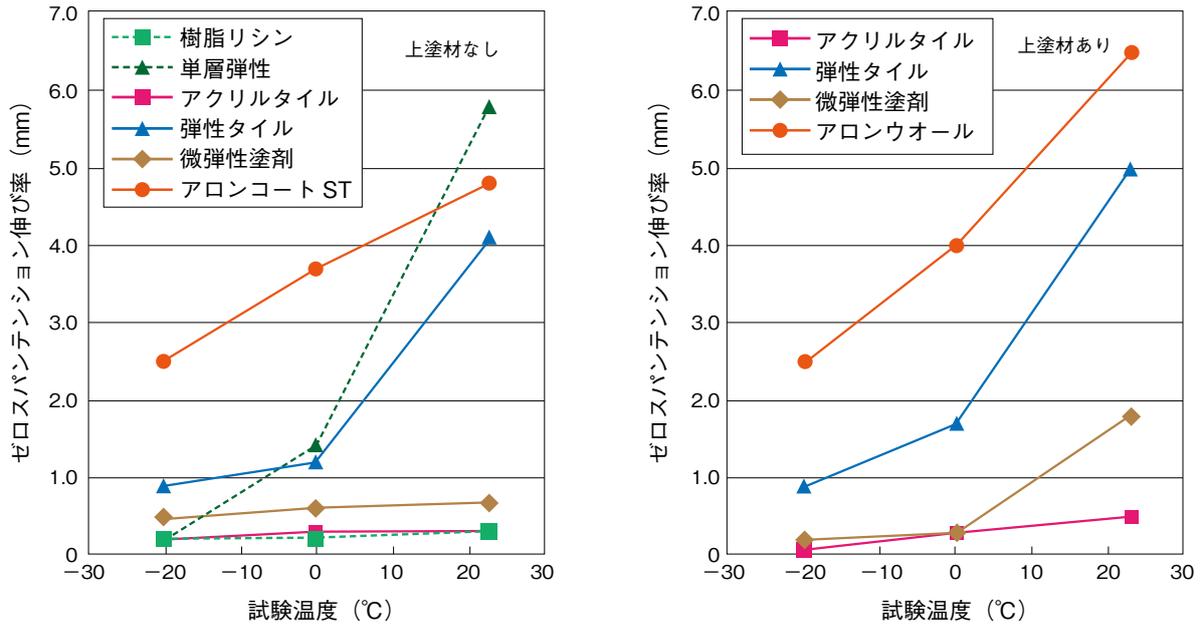


図 4 各種仕上塗材およびアロンウオールのゼロスパンテンション伸び量の温度依存性

表 11 各種仕上塗材およびアロンウオールのゼロスパンテンション伸び量の 80℃加熱時の劣化挙動

試験項目	施工仕様		加熱期間	JIS A 6909					JIS A 6021
				外装薄塗材 E	防水形外装薄塗材 E	複層塗材 E	防水形複層塗材 E	可とう形改修塗材 E	外壁用塗膜防水工法
	中塗材厚み	上塗材有無		樹脂リシン	単層弾性	アクリルタイル	弾性タイル	微弾性塗材	アロンコート ST
ゼロスパンテンション伸び量 (mm)	仕様 (表 8)	なし	初期	0.3	5.8	0.3	4.1	0.7	4.8
			28 日	0.1	1.0	0.1	1.0	0.6	4.1
			56 日	0.1	0.8	0.1	0.9	0.3	2.2
ゼロスパンテンション伸び量 (mm)	仕様 (表 8)	あり	加熱期間	樹脂リシン	単層弾性	アクリルタイル	弾性タイル	微弾性塗材	アロンウオール
			初期	—	—	0.5 (0.5)	5.0 (5.0)	1.8 (1.8)	6.5 (5.5)
			28 日	—	—	0.2 (0.2)	0.8 (0.8)	0.8 (0.8)	3.0 (2.8)
56 日	—	—	0.1 (0.1)	1.1 (1.1)	0.5 (0.5)	2.6 (2.6)			

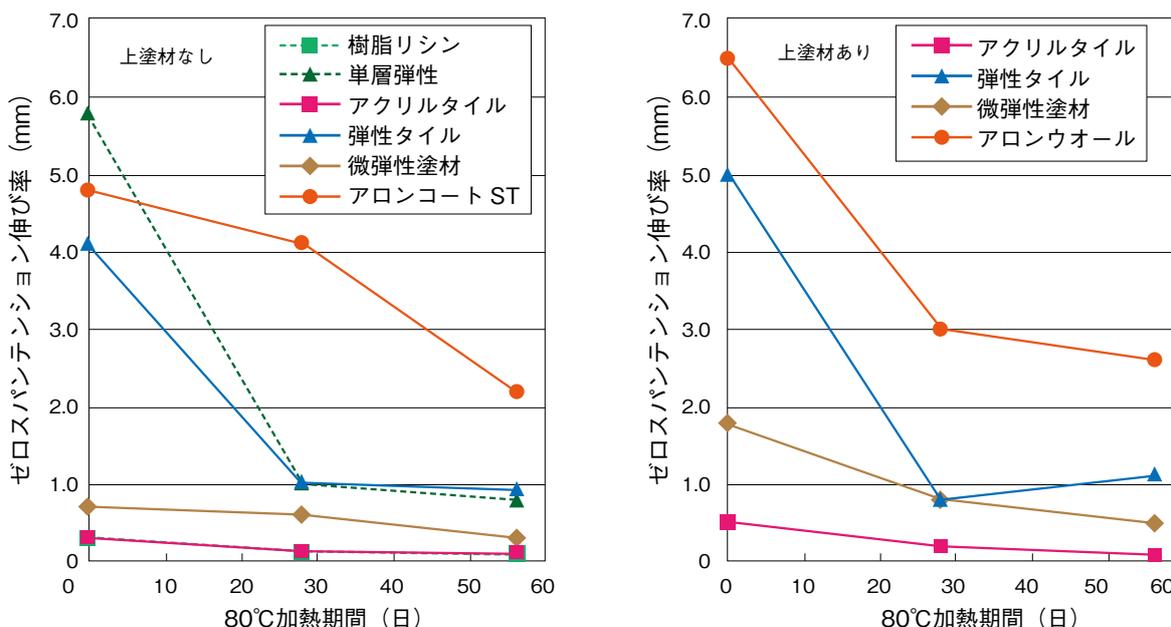


図5 各種仕上塗材およびアロンウオールのゼロスパンテンション伸び量の80℃加熱時の劣化挙動

#### (4) 仕上塗材およびアロンウオールの耐疲労性能

各種仕上塗材およびアロンウオールの疲労試験結果を表12および表13にそれぞれ示す。

外装仕上材に対する要求機能は、表14に示すように、①いつまでもきれいである、②建物を保護するおよび③雨漏りさせないことであり、更に、④容易にメンテナンスできることである。いずれの要求に対しても下地にひび割れがあっても塗膜が割れないことがポイントであり、ひび割れ部での伸縮繰返しムーブメントに対する追従性を示す耐疲労性能が重要である。

上塗材の塗布の有無にかかわらず、樹脂リシン（外装薄塗材 E）、アクリルタイル（複層塗材 E）および微弾性塗材（可とう形改修塗材 E）は、試験機取付け時または試験開始後間もなくして破断し、ひび割れの伸縮繰返しムーブメントに追従できない可能性が高いことが分かった。柔軟な単層弾性（防水形外装薄塗材 E）および弾性タイル（防水形複層塗材 E）は、初期の疲労区分が A2～A3（0.5～1.0 mm 以下のひび割れに追従できる可能性がある）であり、80℃加熱 56 日後（実暴露約 10 年相当）においても疲労区分 A2（0.5 mm 以下のひび割れに追従できる可能性がある）であることから、施工後 10 年程度であれば 0.5 mm 以下のひび割れに追従できる可能性のあることが分かった。しかし、JIS A 1436（建築用被膜状材料の下地不連続部における耐疲労性試験方法<sup>8)</sup>）では、現場打ち鉄筋コンクリート外壁でのムーブメントの大きさの目安を 0.5～1.0 mm（疲労区分 A3 に相当）としており、仕上塗材は本目安に対応することができない。仕上塗材は、経年劣化により、ひび割れ部で塗膜が破断する可能性が高いことが分かった。塗膜が破断すると、ひび割れ部から劣化因子が浸入するため、加速度的に劣化が進行する。

一方、アロンウオールの疲労区分は、80℃加熱 56 日後においても初期と同じ A4（2.0 mm 以下のひび割れに追従できる可能性がある）のままであり、10 年経過後でも 2 mm 以下のひび割れに追従できる可能性を有する。

表 12 各種仕上塗材およびアロンコート ST の耐疲労性の 80℃加熱時の劣化挙動（上塗材なし）

			施工仕様		加熱期間	疲労試験結果*1									区分		
						中塗材厚み	上塗材有無	0.25 ~ 0.5 mm			0.5 ~ 1.0 mm			1.0 ~ 2.0 mm			
			20℃	60℃				-10℃	20℃	60℃	-10℃	20℃	60℃	-10℃			
JIS A 6909	外装薄塗材 E	樹脂リシン	約 1 mm	なし	初期	×破断										A1	
			仕様 (表 8)	なし	初期	×破断											A1
					28 日	×破断											A1
					56 日	×破断											A1
	防水形外装薄塗材 E	単層弾性	約 1 mm	なし	初期							×破断				A2	
			仕様 (表 8)	なし	初期							×破断				A2	
					28 日						×破断					A2	
					56 日						×破断					A2	
	複層塗材 E	アクリルタイル	約 1 mm	なし	初期	×破断										A1	
			仕様 (表 8)	なし	初期	×破断										A1	
					28 日	×破断										A1	
					56 日	×破断										A1	
	防水形複層塗材 E	弾性タイル	約 1 mm	なし	初期							×破断				A2	
			仕様 (表 8)	なし	初期							×破断				A2	
					28 日						×破断					A2	
					56 日						×破断					A2	
	可とう形改修塗材 E	微弾性塗材	約 1 mm	なし	初期	×破断										A1	
			仕様 (表 8)	なし	初期	×破断										A1	
28 日					×破断										A1		
56 日					×破断										A1		
JIS A 6021	外壁用塗膜防水工法	アロンコート ST	約 1 mm	なし	初期										A4		
			仕様 (表 8)	なし	初期											A4	
					28 日											A4	
					56 日											A4	

■試験方法

- 試験体の作製：JIS A 6021 に準拠して、裏面中央部幅方向に V 形切込みの入った寸法 230 × 90 mm のフレキシブル板に表 9 に示す仕様および主材または防水材を約 1 mm とした仕様で吹付け、23℃、50% で 24 時間、40℃ で 72 時間および 23℃、50% で 4 時間以上養生して作製した。
- 疲労試験：JIS A 1436（建築用被膜状材料の下地不連続部における耐疲労性試験方法）に準拠して、以下に示す試験工程で伸縮繰返しを行い、塗膜を貫通する穴や破断が発生した時点のムーブメントと温度を測定し、疲労区分を求めた。

工程	ムーブメント	試験温度		
		20℃	60℃	-10℃
1	0.25 ~ 0.5 mm	○*	→ ○	→ ○
2	0.5 ~ 1.0 mm	○	→ ○	→ ○
3	1.0 ~ 2.0 mm	○	→ ○	→ ○



疲労試験状況

\*各ムーブメントと試験温度で周期 1 分で 500 回行った。

(次頁につづく)

(つづき)

\*1 疲労区分と解釈は以下による。

区分	試験結果	解釈
疲労 A1	0.25 ~ 0.5 mm で破断	ひび割れに追従できない可能性がある
疲労 A2	0.5 ~ 1.0 mm で破断	0.5 mm 以下のひび割れに追従できる可能性がある
疲労 A3	1.0 ~ 2.0 mm で破断	1.0 mm 以下のひび割れに追従できる可能性がある
疲労 A4	破断しない	2.0 mm 以下のひび割れに追従できる可能性がある

表 13 各種仕上塗材およびアロンウオールの耐疲労性の 80℃加熱時の劣化挙動 (上塗材あり)

			施工仕様		加熱期間	疲労試験結果 *1									区分					
						中塗材厚み	上塗材有無	0.25 ~ 0.5 mm			0.5 ~ 1.0 mm			1.0 ~ 2.0 mm						
			20℃	60℃				-10℃	20℃	60℃	-10℃	20℃	60℃	-10℃						
JIS A 6909	外装薄塗材 E	樹脂リシン	約1 mm	あり	初期	—*2												—		
			仕様 (表8)	あり	初期	—													—	
					28日	—													—	
					56日	—													—	
	防水形外装薄塗材 E	単層弾性	約1 mm	あり	初期	—*2													—	
			仕様 (表8)	あり	初期	—													—	
					28日	—													—	
					56日	—													—	
	複層塗材 E	アクリルタイル	約1 mm	あり	初期		×破断												A1	
			仕様 (表8)	あり	初期		×破断													A1
					28日	×破断														A1
					56日	×破断														A1
	防水形複層塗材 E	弾性タイル	約1 mm	あり	初期												×破断		A3	
			仕様 (表8)	あり	初期												×破断		A3	
					28日									×破断					A2	
					56日							×破断							A2	
	可とう形改修塗材 E	微弾性塗材	約1 mm	あり	初期			×破断											A1	
			仕様 (表8)	あり	初期			×破断												A1
28日						×破断													A1	
56日						×破断													A1	
JIS A 6021	外壁用塗膜防水工法	アロンウオール	約1 mm	あり	初期													A4		
			仕様 (表8)	あり	初期														A4	
					28日														A4	
					56日														A4	

(次頁につづく)

(つづき)

\*1 疲労区分と解釈は以下による。

区分	試験結果	解釈
疲労 A1	0.25 ~ 0.5 mm で破断	ひび割れに追従できない可能性がある
疲労 A2	0.5 ~ 1.0 mm で破断	0.5 mm 以下のひび割れに追従できる可能性がある
疲労 A3	1.0 ~ 2.0 mm で破断	1.0 mm 以下のひび割れに追従できる可能性がある
疲労 A4	破断しない	2.0 mm 以下のひび割れに追従できる可能性がある

\*2 外装薄塗材 E (樹脂リシン) と防水形外装薄塗材 E (単層弾性) は、上塗材がないため、試験を実施していない。

表 14 外装仕上材に対する要求機能と性能

要求機能	要求性能
きれい	色彩、質感を与える
	汚れない
建物を保護する	下地にひび割れがあっても割れない (塗膜が破断しない)
雨漏りさせない	
メンテナンスできる (既存塗膜を撤去しない)	付着している

#### (5) 仕上塗材およびアロンウオール劣化因子の遮断性

各種仕上塗材およびアロンウオールの一般環境での劣化を対象とした水および炭酸ガスの遮断性を表 15 に示す。

主材および防水材の厚みを約 1 mm とした場合の透湿度は、種類によって大きく異なり、仕上塗材の中

表 15 各種仕上塗材およびアロンウオールの劣化因子の遮断性

	JIS A 6909					JIS A 6021
	外装薄塗材 E	防水形外装薄塗材 E	複層塗材 E	防水形複層塗材 E	可とう形改修塗材 E	外壁用塗膜防水工法
	樹脂リシン	単層弾性	アクリルタイル	弾性タイル	微弾性塗材	アロンウオール
試験膜厚 (mm)	1.3 ~ 2.2	0.9	1.3	0.9	0.8	1.0
透湿度 (ml/m <sup>2</sup> ・d)	1,631	7	23	11	34	0
炭酸ガス透過度 (ml/m <sup>2</sup> ・24 h・atm)	21,151	1,830	2,346	2,748	1,200	1,543

#### ■試験方法

- 試験体の作製：JIS A 6021 に準拠して、表 9 に示す仕様 (主材または防水材は約 1 mm) にて、透水試験用は寸法 150 × 150 × 5 mm のフレキシブル板に吹付け、23℃、50% で 24 時間、40℃ で 72 時間および 23℃、50% で 4 時間以上養生して作製した。炭酸ガス透過性試験用は型枠に吹付けてフリー塗膜とし、23℃、50% で 24 時間および 40℃ で 24 時間養生後、塗膜を裏返して 40℃ で 48 時間および 23℃、50% で 4 時間以上養生して作製した。
- 透水性試験：JIS A 6909 に準拠して、水頭高さ 250 mm で 24 時間後の透水量から透湿度を求めた。
- 炭酸ガス透過性試験：JIS K 7126-1 (プラスチックフィルム及びシートーガス透過度試験方法一第 1 部：差圧法) に準拠して、ガス透過度計を用いて炭酸ガス透過度を求めた。

では単層弾性（防水形外装薄塗材 E）および弾性タイル（防水形複層塗材 E）が比較的良好であったが、アロンウオールは水の浸透を完全に遮断した。

一方、炭酸ガス透過度は、単層弾性（防水形外装薄塗材 E）、微弾性塗材（可とう形改修塗材 E）およびアロンウオールが同程度であった。

一般環境下において鉄筋コンクリート造建物を劣化させる原因となる水や炭酸ガスの遮断性は、アロンウオールが良好であった。

### 3. 工事の視点

#### 3.1 工事および施工にかかわる標準化の状況

仕上塗材および外壁用塗膜防水工法の工事および施工にかかわる標準化の状況を表 16 に示す。

仕上塗材は、日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説、国土交通省 公共建築工事標準仕様書および公共建築改修工事標準仕様書において標準化されている。一方、外壁用塗膜防水工法は、建築工事標準仕様書・同解説にアクリルゴム系が標準化されているものの、国土交通省の各標準仕様書には掲載されていない。しかし、2016 年に発行された建築工事監理指針および建築改修工事監理指針には、標仕または改修標仕以外の材料として記載され、特に、後者には「外壁用塗膜防水材による改修」が独自の節として掲載されている。

施工技能については、防水工事に不可欠な塗膜厚み確保や重要部位に対する施工方法などのアクリルゴム系外壁用塗膜防水工法の施工技能レベルを評価するための厚生労働省 技能検定 防水施工（アクリルゴム系塗膜防水工事作業）が定められている。

更に、アロンウオールでは、材料知識や施工技術の向上と施工品質の統一化による責任施工体制の堅持を目的に、プライベートライセンスとして、「アロンウオール防水技能工検定」を実施し、高い施工能力を有する技能者の育成に注力している。

表 16 仕上塗材および外壁塗膜防水工法の工事および施工にかかわる標準化の状況

				仕上塗材	外壁用塗膜防水工法
工事標準	日本建築学会	新築	建築工事標準仕様書・同解説	JASS23 吹付け工事 (2006 年) 仕上塗材仕上げ	JASS8 防水工事 (2014 年) アクリルゴム系塗膜防水工法・ 外壁仕様 (L-AW)
		改修	建築保全標準	作成中	作成中
	国土交通省	新築	公共建築工事標準仕様書 (建築工事編) (2016 年)	15 章 左官工事 5 節 仕上塗材仕上げ	—
			建築工事監理指針 (下巻) (2016 年)		15 章 左官工事 5 節 仕上塗材仕上げ 15.5.8 外壁用塗膜防水材 (「標仕」以外の材料)
		改修	公共建築改修工事標準仕様書 (建築工事編) (2016 年)	4 章 外壁改修工事 6 節 塗り仕上げ外壁 等の改修	—
			建築改修工事監理指針 (上巻) (2016 年)		4 章 外壁改修工事 8 節 外壁用塗膜防水材による 改修 (「改修標仕」以外の 材料)
技能水準	厚生労働省	新築改修	技能検定	—	防水施工 (アクリルゴム系塗膜防水工事作業) (1985 年～)

### 3.2 改修工事におけるアロンウオールの優位性

改修工事では、様々な種類や状態の下地に対して、適切な処理を行った上で外装仕上材を施工する必要がある。アロンウオールは、柔軟性および耐久性の高い面防水であるため、独自の考え方により、下地処理を無駄なく、迅速、かつ、合理的に行うことができる。

#### (1) ひび割れ部の処理

ひび割れ部の改修工法は、ひび割れの幅や挙動の有無などにより選定される。一般的に、0.2 mm 以上のひび割れに対しては、Uカットシール材充填工法が用いられることが多く、その後に各種仕上塗材が施工される。Uカットシール材充填工法は、ひび割れに沿って、ディスクサンダーを用いて幅10 mmのUカットを行い、ポリウレタン系シーリング材を充てんする。本工法は、表17に示すように、Uカット時の騒音や粉じんの発生、経年でのシーリング材によるブリード汚染や肉痩せによる外観の低下などの様々な問題を有する。特に、既存の下地調整材や仕上塗材に石綿を含んでいる場合には、適切な飛散防止対策<sup>9)</sup>が必要となり、莫大な下地処理費用を要する場合がある。

一方、表18に示すように、アロンウオールにおけるひび割れ部の処理は、アロンウオールの工程内に組み込まれている（下地処理システム「アロン ACC 工法」）。ひび割れの挙動の有無にかかわらず、プライマー塗布後に下地挙動緩衝材「アロンウオール SH（アロンコート SXでも可）」を塗布することにより、ひび割れ部の伸縮繰返しムーブメントに対する追従性を高めることができる簡単な方法である。本方法によって、施工者、居住者や環境への負荷を軽減しながら、Uカットシール材充填工法の有する様々な問題を解決し、効果的なひび割れ部の処理が可能となる。

表17 仕上塗材とアロンウオールにおけるひび割れ改修工法の比較

		仕上塗材	アロンウオール
		Uカットシール材充填工法	下地挙動緩衝材の塗布による処理
施工方法		ディスクサンダーによるUカット +シーリング材充填 	工法内でアロンウオール SH を塗布 
周囲への影響	騒音	Uカット時に発生	なし
	粉塵飛散		
	石綿飛散		
経年変化		シーリング材によるブリード汚染・肉痩せ 	なし
工期・経済性		×	○

表 18 アロンウオールにおけるひび割れ処理方法と工程

工程		ひび割れ幅 (mm)		
		0.2 未満	0.2 ~ 0.5 未満	0.5 ~ 2.0 未満
1	アロンカチオクリートすり込み塗り* <sup>1</sup>	—	—	●
2	プライマー塗布または吹付け	●		
3	アロンウオール SH 塗布 (50 mm 幅、0.5 kg/m <sup>2</sup> )	—	●	●
4	アロンコート ST 塗布または吹付け	●		
5	各種仕上塗料塗布または吹付け	●		
アロンウオール施工時のゼロスパンテンション伸び量 (mm)		4.1	17.3	

\* 1 アロンウオール SH のひび割れへの落込みを防止するために実施する。  
 ※密閉を要する場合や構造に影響を及ぼすひび割れは樹脂注入を行う。

## (2) 既存シーリング材の処理

シーリング材は、様々な目地に対して線による防水性付与を目的として施工されるが、ポリウレタン系シーリング材は、耐候性が低いために、これを保護するための仕上塗材の上塗りが必要になる。これにアクリルタイル (複層塗材 E) のような硬質な仕上塗材を用いた場合、写真 1 に示すように、経年によるシーリング材上での割れが発生し、塗膜が剥がれ、保護効果が消失する。シーリング材が露出した時点でシーリング材の劣化がはじまるため、シーリング材の硬質化による割れや収縮による下地からの剥離が発生し、防水性を失うことになる。

一方、アロンウオールは、柔軟な塗膜により、シーリング材上での割れや剥がれがないため、シーリング材を保護し続けることができる。仮に、建物の動きによりシーリング材が下地から剥離しても、アロンウオールによる面防水により、目地からの漏水を防止することができる。写真 2 に示すように、アロンウオールを施工後 25 年経過したシーリング材を実物件から採取し、評価した結果、25 年経過後においても、シーリング材は十分な柔軟性を保持 (2 mm 厚のタンベル状 3 号形による引張試験で破断時の伸び率が約 1,000%) しており、アロンウオールがシーリング材を良好に保護していることが分かった。

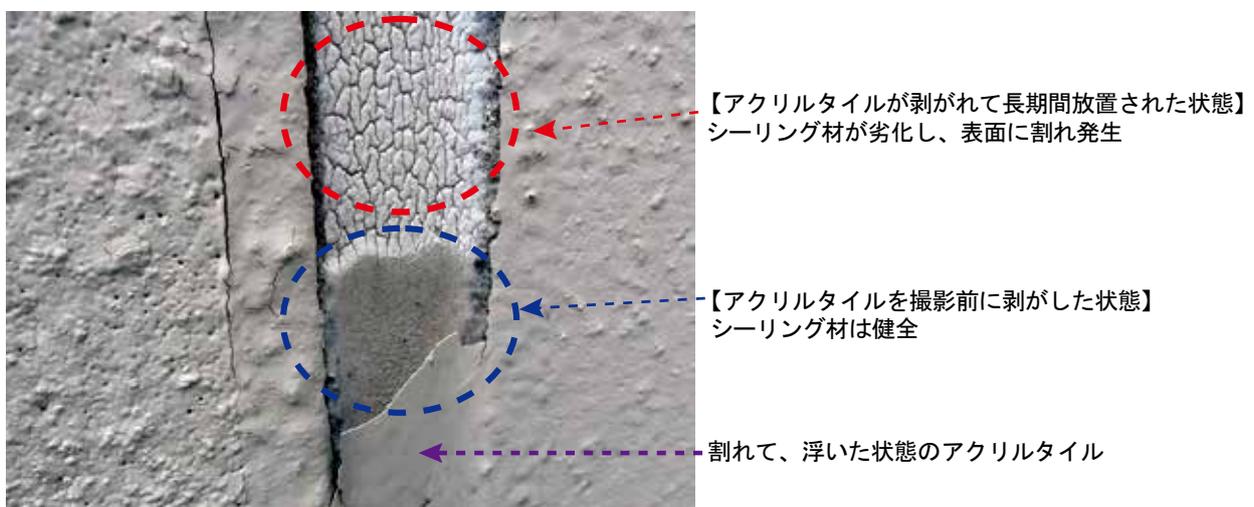


写真 1 アクリルタイル (複層塗材 E) によるシーリング材の保護と割れ・剥離による保護効果の消失



写真2 アロンウオールを施工後 25 年経過したシーリング材の状況

仕上塗材での改修時には、劣化した既存シーリング材を撤去し、新たなシーリング材を再度充填する方法が一般的である。しかし、アロンウオールでは、既存シーリング材が経年劣化していても、破断や下地から剥離するなどの連続性を阻害するような劣化状況でなければ、既存シーリング材を撤去せずにアロンウオールを施工することができる（シーリング材が可塑剤を含有し、アロンウオール施工後のプリード汚染が懸念される場合には別途対策が必要）。既存シーリング材上にアロンウオールを施工することにより、既存シーリング材のその後の劣化を防止することが期待できる。更に、本方法により、既存シーリング材の打替えにより発生する廃棄物や施工費用の削減が可能であり、その後の改修においてもシーリング材の打替えを考慮する必要がない。

### (3) 浮き部の処理

仕上塗材を施工する外壁にモルタルの浮きが発生している場合、表 19 に示すように、浮き部をアンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法で補修すると 16 本 / $m^2$  (16 穴、250 mm 間隔) のアンカーピンで固定する。

一方、アロンウオールを施工する場合には、下地処理システム「アロン ACC 工法」により、アンカーピンの本数を 4 本 / $m^2$  (9 穴、500 mm 間隔) としており、従来工法に比べて、アンカーピンの本数が 1/4 に減ずることが可能である。アンカーピンの本数を減じることができれば、削孔時の振動や粉塵の発生および本補修にかかわる費用を低減することができる。

### 3.3 責任施工による品質の確保と防水保証

現場施工を前提とする湿式材料は、メーカーからの出荷時は半製品であり、現場で施工されることにより完成品となる。完成品の良し悪しは、施工者の知識と技量にかかっており、アロンウオールの性能の発揮も同様である。アロンウオールは、全国アロンコート・アロンウオール防水工事業協同組合（略称：全アロン防水組合）に属する全国 211 社（2018 年 6 月現在）の施工代理店による責任施工であり、前述の技能工に加え、施工管理に関するプライベートライセンス（アロン調査診断・防水管理士）により、施工品質を確保している。

責任施工の結果として、新築や改修にかかわらず、屋根防水と同様に、メーカーおよび施工代理店の連名による最長 10 年の防水保証を発行している。外装仕上材に関する保証は、防水保証と塗膜保証に大別される。仕上塗材を施工した場合には塗膜保証となり、「著しい変退色や剥離が発生した場合に無償で補修する」という内容である。一方、アロンウオールの防水保証は屋根防水と同じで、「漏水が発生した場合に漏水箇所を無償で補修する」という内容であり、ひび割れ部での伸縮繰返しムーブメントに対する追従性と防水的な納まりを考慮した施工を担保している。なお、アクリルゴム系外壁用塗膜防水工法の責任施工や防水保証は、これを扱うすべてのメーカーで実施しているわけではない。

表 19 アロンウォールにおける浮き部におけるアンカーピンの固定本数

	アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法	アロンウォール (アロン ACC 工法)
固定本数 (本 /m <sup>2</sup> )	16	4
固定方法		
考え方	<p>アンカーピン 1 本当たり浮きモルタル (黄色部、厚み 25 mm、比重 2.2) の支持重量は、  <math>25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \times 2.5 \text{ cm} \times 2.2 = 3.4 \text{ kg}</math></p> <p>従って、アンカーピン 1 本で 3.4 kg の浮きモルタルを支持していることになる。</p>	<p>アンカーピン 1 本当たりの浮きモルタル (黄色部、厚み 25 mm、比重 2.2) の支持重量は、  <math>50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 2.5 \text{ cm} \times 2.2 = 13.8 \text{ kg}</math></p> <p>アンカーピンの支持力が同じであるとすると、  <math>13.8 \text{ kg} - 3.4 \text{ kg} = 10.4 \text{ kg}</math></p> <p>万一の剥落が発生した場合、浮きモルタル 10.4 kg をアロンウォール塗膜で支持する必要がある。</p> <p>一辺 50 cm のアロンウォール塗膜 [1 mm 厚、引張強さ 1.5 N/mm<sup>2</sup> (15 kgf/cm<sup>2</sup>)] による上辺での支持強度は、安全率を 0.5 として、  <math>50 \text{ cm} \times 0.1 \text{ cm} \times 15 \text{ kgf/cm}^2 \times 0.5 = 37.5 \text{ kg}</math></p> <p>従って、浮きモルタル重量 10.4 kg &lt; 支持力 37.5 kg となり、十分に剥落を防止することができる。</p>

※下地やひび割れの発生状況により、アンカーピンの本数を増やしたり、注入を併用する必要がある。

## 4. まとめ

今後増大する建物の長寿命化改修に向けて、汎用的に使用される仕上塗材とアクリルゴム系外壁用塗膜防水工法「アロンウォール」を材料と工事の視点から比較し、アロンウォールの位置付けと優位性を明らかにした。

特に、改修工事においてアロンウォールの比較対象となる微弾性塗材 (可とう形改修塗材 E) および弾性タイル (防水形複層塗材 E) の結果をまとめると表 20 に示す通りである。

改修工事で汎用的に使用される微弾性塗材 (可とう形改修塗材 E) および弾性タイル (防水形複層塗材 E) に比べて、アロンウォールは、初期および約 10 年後の意匠性、防水性および劣化因子の遮断性が優れており、更に、施工後 35 年までの耐久性も確認されている<sup>3)</sup>。また、これらの性能を発揮させるための下地処理も合理的であり、施工体制やメンテナンスの工法も完備されている。

以上のことから、アロンウォールは、これからの長寿命化改修に最適であると言える。

表 20 改修工事で多用される仕上塗材とアロンウールの比較

				JIS A 6909		JIS A 6021		
				防水形 複層塗材 E	可とう形 改修塗材 E	外壁用 塗膜防水工法		
				弾性タイル	微弾性塗材	アロンウール		
材料	性状	樹脂の主成分		アクリルゴム	アクリル樹脂	アクリルゴム		
		樹脂の Tg (測定、℃)		-49	-22	-57		
		樹脂量 (%)		25.7	20.6	57.8		
	性能	意匠性	初期		○	○	○	
			約 10 年後		△ (塗膜破断の可能性)	× (塗膜破断)	○	
		防水性	ゼロスパン テンション 伸び量 (mm)	初期	23℃	5.0	1.8	6.5
					-20℃	0.9	0.2	2.5
			約 10 年後		1.1	0.5	2.6	
			耐疲労性	初期		A3 (1 mm に追従可能)	A1 (追従できない)	A4 (2 mm に追従可能)
		約 10 年後		A2 (0.5 mm 追従可能)	A1 (追従できない)	A4 (2 mm に追従可能)		
		遮断性	水 (ml/m <sup>2</sup> ・d)		11	34	0	
			炭酸ガス (ml/m <sup>2</sup> ・24 h・atm)		2,748	1,200	1,543	
		工事	下地 処理	ひび割れ処理		U カットシール材充填工法		アロンウール SH 塗布
				既存シーリング材の処理		打替え		打替えなし (状況による)
ピンニング本数				16 本 /m <sup>2</sup>		4 本 /m <sup>2</sup>		
施工体制			材料販売のみ (施工管理なく薄塗りの可能性)		責任施工			
保証			塗膜保証 (最長 10 年)		防水保証 (最長 10 年)			
メンテナンス				特になし		アロンリフレッシュ 工法		

## 5. おわりに

建物の長寿命化改修は、建替えに比べて、工事費用の低減、工期の短縮、廃棄物量の低減による環境負荷や処理費用の削減などのメリットを有する。

当社は、「防水改修によるトータルメンテナンス」を掲げ、耐久性の優れた防水材および防水工事の考え方と施工技能を駆使して、外壁と屋根を当社の同質な材料である「アロンウオール」と「アロンコートSQ」で同時に改修することを推奨している<sup>10)</sup>。外壁と屋根に使用する材料が同質であるということは劣化挙動が同じであることを意味し、メンテナンスが同時期となることから、計画性と経済性を考慮した改修が可能となる。

日本は世界の中でも多雨であり、水に起因する劣化や漏水クレームは外壁に多い。これはコンクリートのひび割れやシーリング材による線防水の欠陥や劣化に起因する。このような背景の中で、当社の防水改修によるトータルメンテナンスは、より大きなメリットが得られる長寿命化改修の手法であると考えられる。

### 【参考文献】

- 1) インフラ長寿命化基本計画，インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議，内閣官房，2013年11月。
- 2) 学校施設の長寿命化計画策定に係る手引き，文部科学省，2015年4月。
- 3) 阿知波政史，アクリルゴム・外壁化粧防水「アロンウオール」の長期防水性能と「アロンリフレッシュ工法」によるメンテナンスの効果，あしば，Vol.122，2016年9月。
- 4) 阿知波政史，湯浅昇，本橋健司，山田義智，アクリルゴム系外壁用塗膜防水工法による鉄筋コンクリート造建物の保護性能，日本建築学会大会学術講演梗概集（東北），pp.299～300，2018年9月。
- 5) JIS A 6909：2014，建築用仕上塗材，日本規格協会，2014年7月。
- 6) JIS A 6021：2011，建築用塗膜防水材，日本規格協会，2011年3月。
- 7) 田中享二，建築防水の立場からみたコンクリート，コンクリート工学，Vol.41，No.3，pp.20～25，2003年3月。
- 8) JIS A 1436：1991，建築用被膜状材料の下地不連続部における耐疲労性試験方法，日本規格協会，1991年5月。
- 9) 建築物の改修・解体時における石綿含有建築用仕上塗材からの石綿粉じん飛散防止処理技術指針，国立研究開発法人建築研究所，日本建築仕上材工業会，2016年4月。
- 10) 阿知波政史，外壁・屋根の防水改修によるトータルメンテナンスと建物の長寿命化，建築仕上技術，Vol.37，No.438，pp.50～51，2012年1月。



## 販売部門



## アロン化成株式会社

東京支店	〒105-0003 東京都港区西新橋2-8-6	TEL 03(3597)7342 [ダイヤルイン]
名古屋支店	〒460-0003 名古屋市中区錦1-4-6	TEL 052(209)8594 [ダイヤルイン]
北陸駐在	〒933-0981 高岡市二上院内500	TEL 0766(44)1565 [代表]
大阪支店	〒530-0005 大阪市北区中之島3-3-3	TEL 06(6446)6568 [ダイヤルイン]
広島駐在	〒730-0031 広島市中区紙屋町2-1-22	TEL 082(245)7100 [代表]
福岡支店	〒810-0001 福岡市中央区天神2-8-30	TEL 092(687)1415 [ダイヤルイン]
札幌営業所	〒060-0807 札幌市北区北七条西4-1-2	TEL 011(709)6011 [代表]
四国営業所	〒762-0004 坂出市昭和町2-4-1	TEL 0877(46)5201 [代表]

---

[www.aronkasei.co.jp](http://www.aronkasei.co.jp)

---

東亜合成株式会社  
建材・土木グループ

0120-557-947 (フリーダイヤル)

---

[www.toagosei.co.jp](http://www.toagosei.co.jp)

---

