

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

1. はじめに

アクリルゴム・外壁化粧防水「アロンウオール」は、1973年に上市され、日本に初めて「外壁防水」の概念を確立した。その後、1976年には全国9地区（北海道、東北、関東、北陸、東海、近畿、四国、中国、九州）でアロンコート連合会を発足させ、責任施工体制をスタートさせた。アロンウオールは、「美しき防水」として、上市から43年経過した今日においても、全国アロンコート・アロンウオール防水工事業協同組合の優良な組合員による責任施工に支えられながら、建物の防水と構造躯体の保護に貢献してきた。1977年5月に発行された会報「あしば 創刊号」の冒頭には、「新築の場合、耐用年数を伸ばし、そこから生まれるランニングコストのダウンを考えねばならなくなり、既存の建物も如何に耐用年数を続伸させるかを考え、その為の処置をしておかねばなりません」と記されている。建物の耐用年数をいかに伸ばすかという課題は、43年経過した今現在も続いている。

現在、建物の長寿命化への取組みは、地球温暖化対策の一つとして進められており¹⁾、30～40年とされている我が国の建物の耐用年数を3倍に延長し、欧米並みの100年にすることを目指している²⁾。年間降水量世界第2位という多雨な日本において、建物の寿命を100年に延ばすためには、劣化の主要因となる雨水を建物と接触させない水分遮断がキーポイントであると考ええる。

アロンウオールは、水分などの劣化因子の浸入を遮断することにより建物の健全性を維持し、長寿命化を実現するための技術として、数多くの実績と信頼性を得ている。更に、アロンウオールの優れた防水性能を長期にわたり持続させるためには、一定の時期でメンテナンスを行い、経年劣化した防水性能を初期まで回復させる必要がある。このためにはアロンウオールの経年劣化挙動や劣化状態を把握し、メンテナンスのための判断基準やタイミングを明確にする必要がある。これにより、建物の計画的かつ経済的な維持保全が可能になるものと考ええる。

本報では、アロンウオールの防水と躯体保護による建物の長寿命化への寄与を目的として、以下について報告する。

- ①アロンウオールを施工後最長35年経過した実建物での付着性能、採取した塗膜のゼロスパンテンション伸び量および疲労試験による長期防水性能の評価結果
- ②経年劣化した既存アロンウオールに対してアロンリフレッシュ工法によりメンテナンスした時の防水性能の回復効果

2. 外壁への防水の必要性

建物の防水と言えば屋根であり、屋根に比べて面積が大きく、漏水クレームの多い外壁³⁾に対して防水を施すという考え方は少ない。しかし、当社は以下に示す3つの理由により、鉄筋コンクリート外壁への防水とこれによる躯体保護の必要性を訴えてきた。

①外壁は雨水で濡れ易い

表1に示すように、日本古来の木造建物は、勾配屋根で雨水を流し、深い軒の出によって横殴りの雨が外壁面にかからないように工夫したデザインとなっている⁴⁾。一方、現代の鉄筋コンクリート造建物は、水平な屋根には雨水が溜まりやすく、軒や庇のない外壁には絶えず雨水が接触する。多雨で台風の多い日本において、現代の外壁のほとんどは、雨に対して無防備であると言える。

表1 建物の形状と雨に対する防御性

	雨に対する防御性	
	屋根	外壁
木造建物 	勾配で雨水を流す	深い軒で保護され、濡れにくい
鉄筋コンクリート造建物 	雨水が溜まり易く、 コンクリートがひび割れて 雨水が浸透する ↓ 必ず防水される	軒や庇がないため、濡れる ↓ 材料劣化・漏水につながる 

②コンクリートには必ずひび割れが発生する

コンクリートは、水密・気密性に優れた材料であるが、材料や施工上の問題により、必ずひび割れが発生する。(社)日本建築学会では、漏水抵抗性を確保する場合の許容ひび割れ幅を0.15mmと定めている⁵⁾が、0.05mmを超えると漏水が発生する⁶⁾との報告がある。屋根に本来必要のない防水が必ず施されるのはこのためである。

③コンクリートのひび割れは絶えず動いている

コンクリートのひび割れは、温度変化、水分状態の変化や外力により伸縮を繰り返す(ムーブメント)。ひび割れ幅は、温度の低下により大きくなり、上昇により小さくなることから、1日や年間の温度変動により相当数の伸縮繰返しムーブメントが発生していることになる⁷⁾。


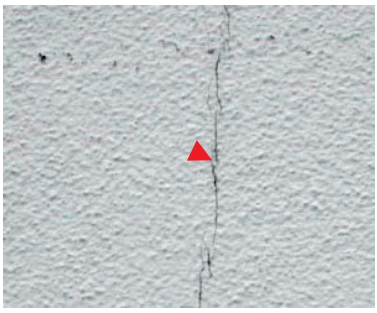
必ずひび割れが発生する鉄筋コンクリート外壁が雨水により濡れることおよびひび割れ部から雨水や様々な劣化因子(炭酸ガス、塩化物イオン、酸素)が浸入することは、漏水による生活環境の悪化や鉄筋コンクリートの早期劣化による寿命の低下につながる。これを防止するためには、鉄筋コンクリート表面への塗装が必要であり、表2に示す様々な種類の塗装材が用いられている⁸⁾。しかし、ひび割れ部での伸縮繰返しムーブメントにより疲労破断するものや劣化因子の遮断性に劣るものがほとんどであり、これを解決できるのがアクリルゴム・外壁化粧防水「アロンウオール」である。

表3は、同一敷地内位置する建物でアロンウオールと他社アクリルゴム系塗膜防水工法を施工し、14年経過した後の下地ひび割れに対する追従状況である。アロンウオールは、下地のひび割れに対して破断することなく追従しているが、他社品は塗膜が疲労破断し、防水性能が消失している状態であった。

表 2 外壁用の仕上塗材と塗膜防水材の性能比較

JIS 規格	カテゴリー	通称	工程数	意匠性能	防水性能	遮断性能	耐用年数	
A 6909 (仕上塗材)	単層	外装薄塗材 E	樹脂リシン	2～3	○	×	×	4～7年
		防水形外装薄塗材 E	単層弾性	3	△	△	×	5～8年
	複層	複層塗材 E	吹付けタイル	3～4	△	×	×	7～10年
		防水形複層塗材 E	弾性タイル	5	○	○	△	10年前後
		可とう形改修塗材 E	微弾性塗材	3	○	×	×	10年以下
A 6021 (塗膜防水材)	アロンウオール		3～6	○	◎	◎	15～20年	
	外壁用塗膜防水材 (他社品)		4～6	○	○～◎	○～◎	10年前後	

表 3 同一建物で見られた外壁用塗膜防水工法のひび割れに対する追従状態

アロンウオール	他社アクリルゴム系塗膜防水工法
	
仕上塗料は割れているが、防水材は破断せずにひび割れに追従している	ひび割れに追従できずに防水材が破断している

3. 塗膜防水における防水性能の評価方法

アロンウオールは、JIS A 6021 (建築用塗膜防水材) の外壁用に適合する約 1 mm 厚の高耐久性・高弾性アクリルゴム塗膜防水材「アロンコート ST」を用いて、下地ひび割れ部での伸縮繰返しムーブメントに追従 (耐疲労性能) しながら、劣化因子である水分、炭酸ガス、塩化物イオンや酸素を高レベルで遮断 (躯体保護機能) する塗膜防水工法である。更に、これらの性能は、南北に長い日本の様々な環境下で長期にわたり持続しなければならない。アロンウオールの各種劣化因子の遮断性や耐久性は、これまで沖縄などでの暴露実験により明らかにしてきた⁹⁾。

日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事では、防水層の「水を漏らさない」という基本機能を防水性能と定義しており、これを確保するためには、以下の 3つを満足する必要があるとしている¹⁰⁾。

- ①塗膜が水を通さない
- ②接合部が連続している
- ③下地との関係が適切である

これら 3つの性能のうち、②は接合部を有するシート防水などに適用されるものであることから、①および③を塗膜防水に当てはめると以下のように考えられる。

塗膜が水を通さないことは、防水工法の基本的な要件である。塗膜は破断することなく、連続膜を有することが重要であり、経年劣化により本性能が急激に低下してはならない。**写真1**に示すように、塗膜が経年劣化しても下地ひび割れ部の伸縮繰返しムーブメントにより疲労破断しないことを要求している。また、下地との関係が適切であることは、下地からのアルカリ成分を含む水分、熱などにより付着性能が経年低下しないことを意味している。従って、塗膜防水の防水性能は、塗膜の付着性能および耐疲労性能を評価する必要がある。

塗膜防水材や工法の伸び性能は、**表4**に示すように3種類の方法により測定している。塗膜そのものの伸び性能は、伸び代（スパン）を有する引張試験により測定するが、実建物への施工後に発生するひび割れに対する追従性能は、伸び代がゼロであるゼロスパンテンション伸び量試験により測定し、更に、伸縮繰返し挙動を伴うひび割れを再現する疲労試験により耐疲労性能を評価する。実建物で発生するひび割れの状態およびこの挙動を考慮すると、塗膜防水の防水性能の評価は、最も厳しい疲労試験が妥当であると考えられる。

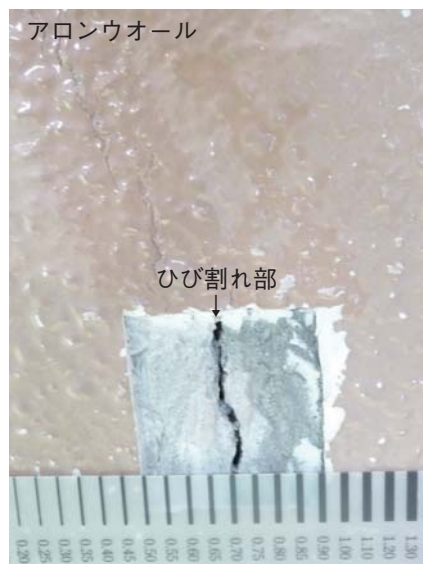


写真1 アロンウォールの下地ひび割れへの追従状態
(施工後8年経過、北海道)

表4 塗膜防水材および工法の伸び性能の評価方法

試験の種類	規格	試験体	伸び代(スパン)	伸縮繰返し	試験状況
引張試験	JIS A 6021 (建築用塗膜防水材)	塗膜	あり	なし	
ゼロスパン テンション 伸び量試験 (ひび割れ 追従性試験)	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 系塗膜防水層の品 質試験方法	下地 + 塗膜	なし		
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)			あり	

なお、写真2に示すように、伸び代がゼロで下地ひび割れに追従している塗膜は、追従部分の膜厚が薄くなっていることが分かる。従って、下地のひび割れに対して破断することのない追従性を確保するためには、所定の膜厚をきちんと確保することが重要となる。



写真2 アロンウオールのひび割れ部での追従状態

4. 施工後35年経過したアロンウオールの長期防水性能

これまでの数多くの実績から、アロンウオールは優れた耐久性を有することが知られているが、他の外壁用塗膜防水工法を含め、長期にわたる防水性能の経年劣化挙動を把握した例はほとんどない。

アロンウオールの長期防水性能を把握するため、施工後15～35年経過した建物の付着強さ試験および採取塗膜を用いたゼロスパンテンション伸び量試験と疲労試験を行った。

4.1 アロンウオールの施工仕様

調査建物には、表5に示す仕様のアロンウオールST工法（吹付け）またはSTM工法（ローラー塗布）が施工されていた。また、建物によっては、アロンウオール施工経年後に表6に示す仕様のアロンウオール専用の塗替え工法「アロンリフレッシュRA工法またはRB工法」により改修した。アロンリフレッシュRA工法は、経年劣化した既存アロンウオールに対して、防水材「アロンコートST」と仕上塗料を上塗りすることにより、防水性能と化粧性能を回復させるものであり、アロンリフレッシュRB工法は、仕上

表5 アロンウオールの施工仕様と工程

工法名	工程	使用材料	標準使用量 (kg/m ²)
ST工法 (吹付け)	プライマー塗布（一部吹付け）	アロンコートPAまたはアロン水性プライマー	0.1～0.3
	ひび割れ処理	(別途) アロンウオールSH	0.5
	下地調整	(別途) アロンコートSTまたはアロンコートSB	適宜
	防水材吹付け	アロンコートST	1.7
	模様材吹付け	アロンコートST	0.3～0.7
	仕上塗料吹付けまたは塗布	各種仕上塗料	0.15
各種仕上塗料		0.15	
STM工法 (塗布)	プライマー塗布	アロンコートPAまたはアロン水性プライマー	0.1～0.3
	ひび割れ処理	(別途) アロンウオールSH	0.5
	下地調整	(別途) アロンコートSTまたはアロンコートSB	適宜
	防水材塗布	アロンコートST	0.5
		アロンコートST	0.8
		アロンコートST	0.7
	仕上塗料塗布	各種仕上塗料	0.15
各種仕上塗料		0.15	

表6 アロンリフレッシュ工法の施工仕様と工程

工法名	工程	使用材料	標準使用量 (kg/m ²)
RA 工法 (吹付け)	プライマー塗布	アロン水性プライマー	0.1
	下地調整・増塗り	(別途) アロンコート ST またはアロンコート SB	適宜
	防水材吹付け	アロンコート ST	1.2
	防水材吹付け	アロンコート ST (散らし吹き)	0.2
	仕上塗料吹付け または塗布	各種仕上塗料	0.15
各種仕上塗料		0.15	
RA 工法 (塗布)	プライマー塗布	アロン水性プライマー	0.1
	下地調整・増塗り	(別途) アロンコート ST またはアロンコート SB	適宜
	防水材塗布	アロンコート ST	0.7
		アロンコート ST	0.7
	仕上塗料塗布	各種仕上塗料	0.15
各種仕上塗料		0.15	
RB 工法 (吹付けまたは 塗布)	プライマー塗布	アロン水性プライマー	0.1
	下地調整	(別途) アロンコート ST またはアロンコート SB	適宜
	仕上塗料吹付け または塗布	各種仕上塗料	0.15
各種仕上塗料		0.15	

※現在は、アロンリフレッシュ RA 工法をアロンリフレッシュ工法としている

表7 アロンコート ST の品質

品質規格	防水性能	躯体保護機能	耐久性
防水材中の固形分が 70%以上	◎	○	○
防水材乾燥塗膜中のアクリルゴムポリマー量が 55%以上	◎ (耐疲労性能)	◎	◎
アクリルゴムポリマー中の 2-エチルヘキシルアクリレート量が 90%以上	◎ (低温伸び)	◎ (遮塩性能)	○
防水材乾燥塗膜中の可塑剤等の抽出成分量が 1%以下	○	○	◎

※○に比べて◎は寄与の程度が高い

塗料のみを上塗りして化粧性能のみを回復させるメンテナンス工法である。なお、アロンリフレッシュ RA 工法および RB 工法は以前の工法名であり、現在、アロンリフレッシュ RA 工法をアロンリフレッシュ工法と称している。

アロンウォールの防水層を構成するアロンコート ST は、表 7 に示す品質を有する。高いレベルでの低温時の伸び性能や塩化物イオンの遮断性能を付与するために、2-エチルヘキシルアクリレートを 90%以上使用したアクリルゴムポリマーを主成分としている。アクリルゴムポリマーの Tg は -57°C であり、これを乾燥塗膜中に約 55%以上含有（樹脂量）することにより、優れた耐疲労性能を発揮する。更に、経

時で散逸し塗膜の硬化の原因となる可塑剤を一切含んでいないため、経年で塗膜が急に硬くなることはない。なお、Tg（ガラス転移点）とは、柔軟なポリマーがこの温度以下になるとガラスのように硬くなる温度を示す。Tgが -57°C とは、 -57°C まではポリマーが柔軟性を有する。

4.2 調査建物と施工の状況

調査を実施した建物は表8に示す通りであり、アロンウオール初回施工時からは12～35年経過している。

アロンウオールは、建物の新築または改修時に施工し、素地および下地は、鉄筋コンクリート、ALCパネルまたは既存仕上塗材であった。なお、既存仕上塗材としてリシンや吹付けタイルが施工されていた建物は、不具合部を撤去し、健全部を残したまま上で塗り施工した。

また、建物によっては、アロンウオール施工経年後にアロンウオール専用の塗替え工法「アロンリフレッシュ RA 工法またはRB 工法」により改修し、経年劣化した化粧性能や防水性能の回復を行った。

表8 調査建物の概要

建物	所在地	施工	素地・下地種類※	施工後経過年数		
				初回	アロンリフレッシュ工法	
A	宮城県	新築	RC	12年	—	—
B	静岡県	新築	RC	15年	RB	5年
C	石川県	新築	RC	19年	—	—
D	宮城県	新築	RC	24年	RA	13年
E	宮城県	新築	RC	20年	RA	5年
F	東京都	新築	RC	25年	—	—
G	神奈川県	改修	リシン (RC)	24年	RA	10年
H	静岡県	新築	RC	21年	RB	12年
I	静岡県	新築	RC	20年	RB	10年
J	福井県	新築	RC	25年	RB	13年
K	愛知県	新築	ALC	23年	—	—
L	高知県	新築	ALC	26年	—	—
M	北海道	新築	ALC	31年	—	—
N	北海道	改修	リシン (RC)	30年	—	—
O	宮城県	新築	RC	31年	RA	4年
P	新潟県	改修	吹付けタイル (RC)	35年	—	—
Q	愛知県	新築	RC	32年	—	—
R	愛知県	新築	RC	30年	—	—
S	兵庫県	改修	吹付けタイル (RC)	31年	—	—
T	岡山県	新築	RC	33年	—	—
U	長崎県	新築	RC	31年	—	—

※ RC：鉄筋コンクリート、ALC：ALCパネル

4.3 試験方法

(1) 外観観察

各建物の外観を目視観察し、不具合の有無を確認した。

(2) 付着強さ試験

写真3に示すように、各建物に施工されたアロンウオール表面にエポキシ樹脂接着剤を用いて引張用銅製アタッチメント（40×40mm）を張り付け、この周囲に下地に達する切込みを入れ、建研式接着力試験機を用いて下地との付着強さを測定した。



アタッチメントの取付け



試験状況

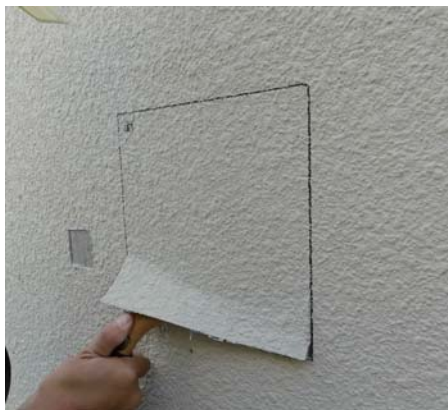
写真3 付着強さ試験

(3) 塗膜採取

写真4に示すように、各建物に施工されたアロンウオール塗膜をスクレーパーで下地から剥ぎ取り、採取した。

初期塗膜は、アロンウオールをコンクリート板に施工し、7日（23℃、60%）養生した後にスクレーパーを用いて採取した。

なお、採取塗膜は7日調湿（23℃、60%）した後に試験に供した。



スクレーパーによる剥離



採取塗膜

下地

採取した塗膜と下地の状況

写真4 塗膜採取

(4) ゼロспанテンション伸び量試験

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層の品質試験方法に準拠して、ゼロспанテンション伸び量を測定した。

寸法50×60mmに切断した採取塗膜を、フレキシブル板（寸法75×150mm、裏面中央部にV形切込み）にエポキシ樹脂接着剤を用いて張り付けた後、写真5に示すように、試験体を5mm/minの速度で引張り、塗膜を貫通する穴や破断が発生した時点のチャック間の距離を測定した。



引張試験機



試験状況

写真5 ゼロスパンテンション伸び量試験

なお、実測値は、塗膜採取時の損傷や接着剤での張付けに対する補正として1.25倍し、測定箇所が複数ある場合には、これらの平均値とした。

(5) 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）に規定する疲労試験に準拠して、耐疲労性能の評価を行った。

寸法 50 × 100 mm に切断した採取塗膜を、フレキシブル板（寸法 90 × 230 mm、裏面中央部に V 形切込み）にエポキシ樹脂接着剤を用いて張り付けた後、写真6に示すように、表9に示す試験工程で伸縮繰り返しを行い、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。

なお、測定箇所が複数ある場合には、これらのうち悪い方のデータを用いた。



疲労試験機



試験状況

写真6 疲労試験

表9 疲労試験の試験工程

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	○	← ○	→ ○

※各ムーブメントと試験温度で周期1分で500回行った

4.4 試験結果

(1) 外観

表10には、アロンウオールで施工およびアロンウオール施工経年後にアロンリフレッシュ工法でメンテナンスした建物の外観の状態を示す。

表10 調査建物の外観の状態

建物	所在地 素地種類	経過 年数	外観の状態		
G	神奈川県 RC	24年			
L	高知県 ALC	26年			
M	北海道 ALC	31年			
N	北海道 RC	30年			
Q	愛知県 RC	32年			
S	兵庫県 RC	31年			
T	岡山県 RC	33年			

経年後のアロンウオールは、全般的に良好な外観を維持していたが、施工部位や納まりの状況によっては、汚れや膨れが発生していた。また、経過年数が長い建物では、仕上塗料の白亜化や経年劣化に伴うチェックング（仕上塗料の硬質化に伴う微細な割れ）が認められた。しかし、コンクリートのひび割れ発生部の上においても、視認できる不具合は経年劣化により硬質化した仕上塗料の割れのみにとどまっており、防水材であるアロンコート ST は破断することなく追従している状態がほとんどであった。更に、アロンウオールの割れや剥がれなどにより建物の外観を大きく損なうような状態もほとんどなく、漏水もなかった。

アロンウオールは、30年以上経過後においても塗膜防水としての基本性能である塗膜の連続性と外装仕上材としての良好な化粧性能を保持していた。

(2) 付着性能

表 11 および図 1 には、アロンウオールを施工およびアロンウオール施工経年後にアロンリフレッシュ工法でメンテナンスした建物の各施工面における下地に対する付着強さの試験結果とこれの経年変化を示す。

経過年数および外壁の方位にかかわらず、アロンウオールの付着強さは、ほぼすべての箇所で 1 N/mm^2 以上を保持しており、施工後 15～35 年経過しても良好な付着耐久性能を発揮していた。なお、31 年経過後で付着強さが 0.5 N/mm^2 になっているのは、ALC パネルに施工したものである。破壊形態が ALC パネルの凝集破壊であったことおよび ALC パネルの初期の母材強度は $0.5\sim 0.7\text{ N/mm}^2$ 程度であることから、アロンウオールは、吸水性の高い ALC パネルの脆弱化も防止している。

JIS A 6021（建築用塗膜防水材）の外壁用では、温冷繰返し処理（ 23°C 水中に 18 時間浸せき、 -20°C で 3 時間冷却および 50°C で 3 時間加熱を 1 サイクルとする繰返しを 10 サイクル行う）後のモルタル下地に対する付着強さを 0.5 N/mm^2 以上としている。これを経年後に確保すべき付着強さの下限値とすると、メンテナンス時にかぶせて改修するアロンリフレッシュ工法により塗り重ねられる既存塗膜として、経年劣化したアロンウオールの付着強さは十分であると言える。

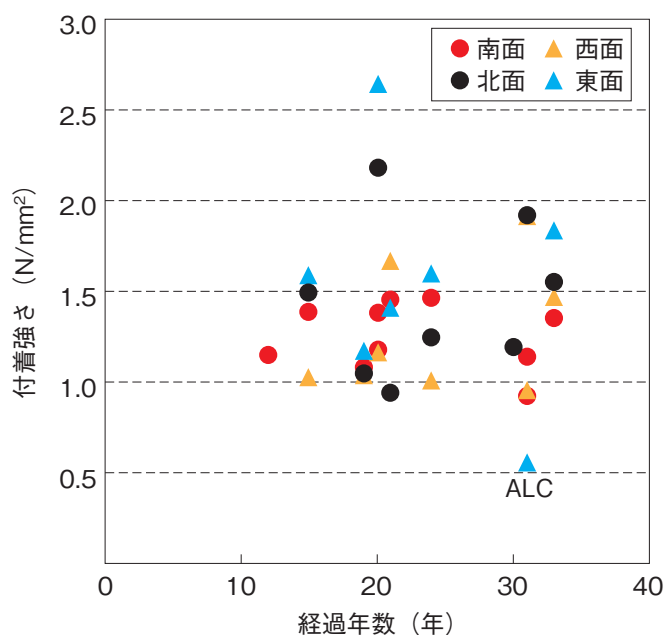


図 1 アロンウオールの付着強さの経年変化

(3) ひび割れ追従性能（ゼロスパンテンション伸び量）

表 11 および図 2 には、アロンウオールを施工およびアロンウオール施工経年後にアロンリフレッシュ工法でメンテナンスした建物から採取した塗膜のゼロスパンテンション伸び量の試験結果とこれの経年変化を示す。本グラフには、促進耐候性試験から求めたアロンウオールの標準劣化曲線（上下限值）および過去の測定で得たデータをプロットした。

表 11 試験結果

建物	所在地	素地・下地種類	経過年数	付着強さ (N/mm ²)				ゼロスパンテンション伸び量 (mm)		疲労試験結果																		
				南面	西面	北面	東面	実測値	補正值	0.25 ~ 0.5 mm			0.5 ~ 1.0 mm			1.0 ~ 2.0 mm			疲労区分									
				20℃	60℃	-10℃	20℃	60℃	-10℃	20℃	60℃	-10℃	20℃	60℃	-10℃	20℃	60℃	-10℃										
A	宮城県	RC	12	1.2				3.0	3.8																		A4	
B	静岡県	RC	15	1.4	1.0	1.5	1.6	3.1	3.8																			A3
C	石川県	RC	19	1.1	1.0	1.0	1.2	1.8	2.3																			A2
D	宮城県	RC	24	1.5	1.0	1.3	1.6	2.7	3.3																			A3
E	宮城県	RC	20	1.4				3.0	3.8																			A3
F	東京都	RC	25					1.9	2.3																			A2
G	神奈川県	リシン (RC)	24					3.2	3.9																			A3
H	静岡県	RC	21	1.5	1.7	0.9	1.4	1.9	2.3																			A3
I	静岡県	RC	20	1.2	1.2	2.2	2.6	2.9	3.6																			A3
J	福井県	RC	25					2.7	3.3																			A2
K	愛知県	ALC	23					3.1	3.9																			A2
L	高知県	ALC	26					1.2	1.5																			A2
M	北海道	ALC	31				0.6	1.9	2.4																			A3
N	北海道	リシン (RC)	30			1.2		1.3	1.6																			A2
O	宮城県	RC	31	1.1				3.2	4.0																			A4
P	新潟県	吹付けタイル (RC)	35					1.9	2.4																			A2
Q	愛知県	RC	32					1.9	2.4																			A2
R	愛知県	RC	30					1.5	1.9																			A2
S	兵庫県	吹付けタイル (RC)	31	1.0	1.0			1.3	1.6																			A3
T	岡山県	RC	33	1.4	1.5	1.6	1.8	1.5	1.9																			A2
U	長崎県	RC	31		1.9	1.9		1.3	1.6																			A2
初期塗膜				1.0以上 (目安)				4.5	5.6																			A4

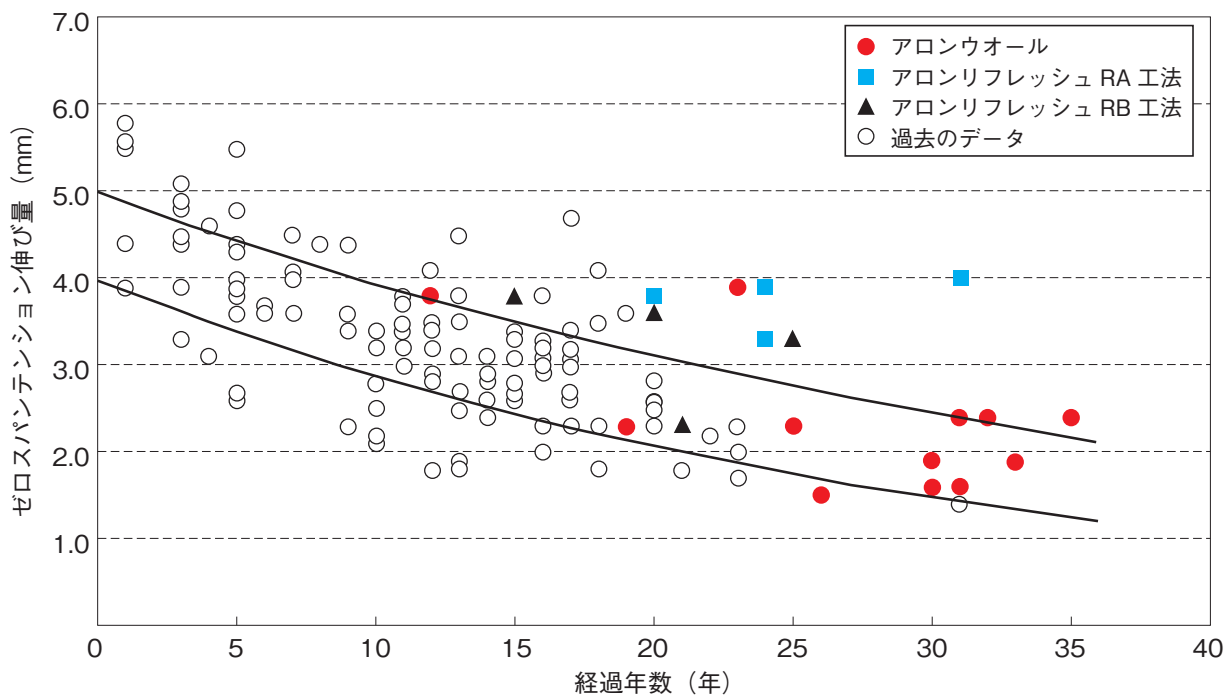


図2 アロンウオールのゼロスパンテンション伸び量の経年変化

アロンウオールのゼロスパンテンション伸び量は、経過年数に伴って低下し、施工後15～35年経過しても1.5～3.9mmを有し、初期値の30～98%を保持していた。なお、防水材「アロンコートST」を塗り重ねてアロンリフレッシュRA工法（現在のアロンリフレッシュ工法）によりメンテナンスしたものは、標準劣化曲線上限よりも上に位置していた。

アロンリフレッシュ工法によるメンテナンスをしていないアロンウオールの実環境下での劣化挙動は、促進耐候性試験から求めた標準劣化曲線とほぼ整合していた。

(4) 耐疲労性能

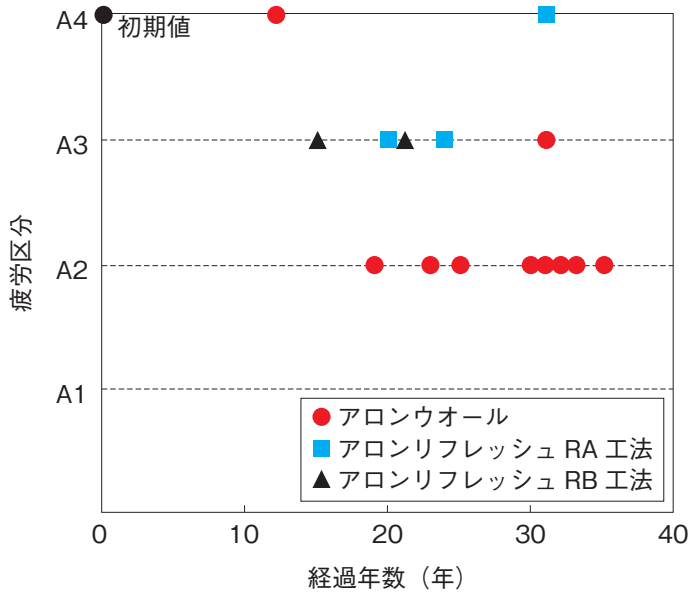
表11、図3および図4には、アロンウオールを施工およびアロンウオール施工経年後にアロンリフレッシュ工法でメンテナンスした建物から採取した塗膜の疲労試験結果と疲労区分の経年変化およびゼロスパンテンション伸び量と疲労区分の関係をそれぞれ示す。また、表12には、疲労区分から考えられる解釈を示す。

アロンウオールの耐疲労性能は、初期で区分A4（破断しない。すなわち2.0mm以下のひび割れに追従できる可能性がある）であるが、経年で低下し、施工後15年程度から区分A3（1.0～2.0mmで破断。すなわち1.0mm未満のひび割れに追従できる可能性がある）、20年程度から区分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）に低下する。しかし、施工後35年までは区分A2を保持しており、0.5mm未満のひび割れ部での伸縮繰返し挙動に追従できる可能性があることから、アロンウオールは、長期にわたり良好な耐疲労性能を保持していた。

なお、ゼロスパンテンション伸び量と疲労区分は正の相関関係にあるものの、疲労区分に対するゼロスパンテンション伸び量の最小値と最大値の幅が広く、ひび割れに対する追従性を定量的に把握するための指標にはなり難いことから、アロンウオールの防水性能の評価は、疲労試験により疲労区分を測定することが適切であると考えられる。

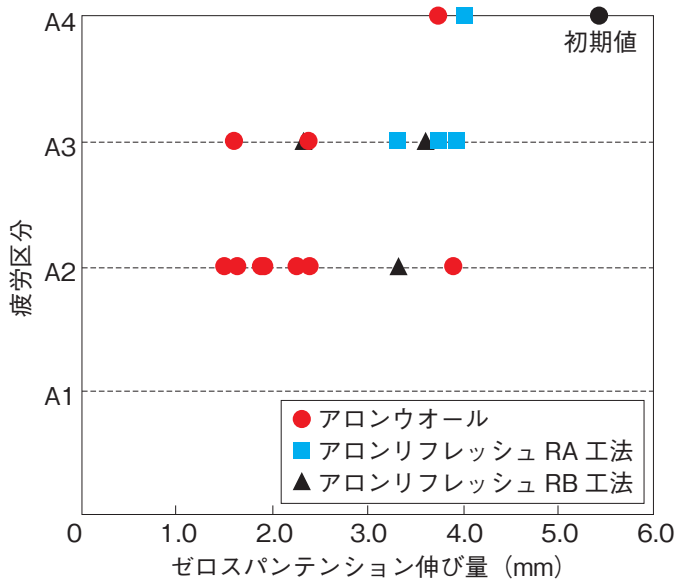
JIS A 1436（建築用被膜状材料の下地不連続部における耐疲労性試験方法）では、現場打ち鉄筋コンクリート外壁でのムーブメントの目安を0.5～1.0mm（区分A3に相当）としている。本結果および過去に得られた結果¹¹⁾より、アロンウオールの耐疲労性能は、施工後15年程度で区分A3に、15～20年で区分A2にそれぞれ低下する。

従って、アロンウオールの防水性能を維持するためのメンテナンスは、施工後15～20年を目安にアロ



疲労区分	試験結果
A1	0.25 ~ 0.5 mm で破断
A2	0.5 ~ 1.0 mm で破断
A3	1.0 ~ 2.0 mm で破断
A4	破断しない

図3 アロンウオールの疲労区分の経年変化



疲労区分	試験結果
A1	0.25 ~ 0.5 mm で破断
A2	0.5 ~ 1.0 mm で破断
A3	1.0 ~ 2.0 mm で破断
A4	破断しない

図4 アロンウオールのゼロスパンテンション伸び量と疲労区分

表12 疲労区分の解釈

疲労区分	試験結果	解釈
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
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
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
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

ンリフレッシュ RA 工法（現在のアロンリフレッシュ工法）を実施することが望ましい。

本メンテナンスにより、アロンウオール防水性能を初期まで回復させ、所定の防水性能を維持し続けることが可能となる。

5. アロンリフレッシュ工法による防水性能の回復効果

アロンウオールは、施工後の経年劣化により、防水性能（耐疲労性能）が低下する。アロンウオールの防水性能を長期にわたって持続させるためのメンテナンス方法として、図5に示すように、施工後15～20年を目安にアロンリフレッシュ工法（前のアロンリフレッシュ RA 工法）を施工し、防水性能を初期まで回復させる方法を推奨している。

経年劣化したアロンウオールの採取塗膜にアロンリフレッシュ工法およびアロンウオールを施工し、ゼロスパンテンション伸び量試験と疲労試験を行った。更に、前述の採取塗膜のデータを用いて、経年でのアロンリフレッシュ工法による防水性能の回復効果を検証した。

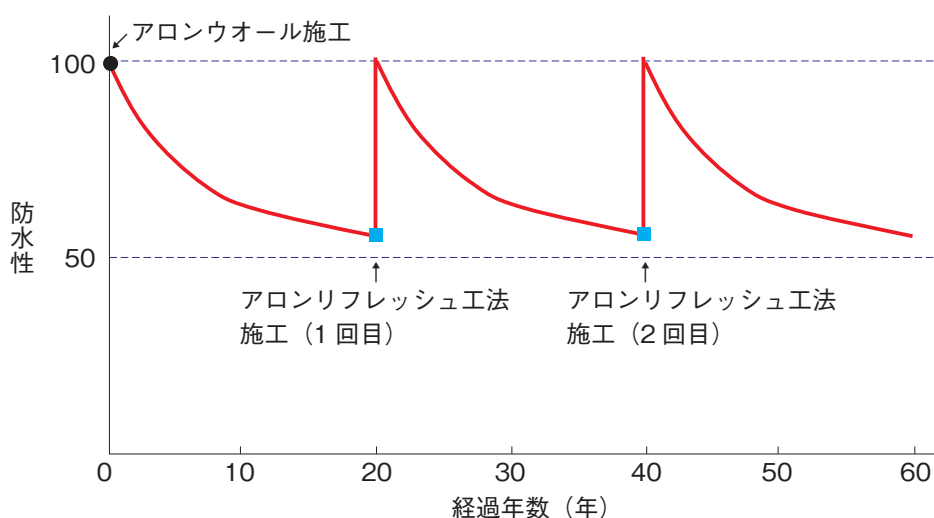


図5 アロンウオールのメンテナンスの考え方（メンテナンスサイクルを20年とした場合）

5.1 アロンウオールの施工仕様

経年劣化した既存アロンウオール塗膜の種類を表13に、メンテナンス工法としてのアロンリフレッシュ工法およびアロンウオール ST 工法の仕様を表14にそれぞれ示す。

表13 経年劣化した既存アロンウオール塗膜の種類と施工仕様

建物	所在地	施工	素地種類	経過年数	メンテナンス仕様	
					アロンリフレッシュ工法	アロンウオール ST 工法
C	石川県	新築	RC	19年	○	○
F	東京都	新築	RC	25年	○	○
Q	愛知県	新築	RC	32年	○	○

表 14 アロンウオールメンテナンス仕様と工程

工法名	工程	使用材料	標準使用量 (kg/m ²)
アロンリフレッシュ工法 (吹付け)	プライマー塗布	アロン水性マルチプライマー	0.1
	防水材吹付け	アロンコート ST	1.2
	仕上塗料塗布	アロン水性スーパーカラー Si	0.15
		アロン水性スーパーカラー Si	0.15
アロンウオール ST 工法 (吹付け)	プライマー塗布	アロン水性マルチプライマー	0.1
	防水材吹付け	アロンコート ST	1.7
	仕上塗料塗布	アロン水性スーパーカラー Si	0.15
		アロン水性スーパーカラー Si	0.15

※標準仕様で実施する模様材吹付けおよび防水材散らし吹きは省いた

5.2 試験方法

ゼロスパンテンション伸び量試験および疲労試験用に切断し、各フレキシブル板にエポキシ樹脂接着剤を用いて張り付けた採取塗膜に対して、表 14 に示すアロンリフレッシュ工法およびアロンウオール ST 工法を施工した。

7日 (23℃、60%) 養生した後に、ゼロスパンテンション伸び量試験および疲労試験を行った。

5.3 試験結果

経年劣化した既存アロンウオール塗膜に対してアロンリフレッシュ工法およびアロンウオール ST 工法でかぶせてメンテナンスした後のゼロスパンテンション伸び量および疲労試験結果を表 15 に示す。

施工後 19、25 および 32 年経過した既存アロンウオール塗膜にアロンリフレッシュ工法およびアロンウ

表 15 経年劣化したアロンウオールに対するメンテナンスの効果

建物 (経過 年数)	メンテナンス 仕様	ゼロスパン テンション 伸び量 (mm)		疲労試験結果									区分	
				0.25 ~ 0.5 mm			0.5 ~ 1.0 mm			1.0 ~ 2.0 mm				
				実測値	補正值	20℃	60℃	-10℃	20℃	60℃	-10℃	20℃		60℃
C (19年)	メンテナンス前	1.8	2.3											A2
	リフレッシュ工法	4.4	5.5											A4
	ST 工法	6.9	8.6											A4
F (25年)	メンテナンス前	1.9	2.3				破断							A2
	リフレッシュ工法	4.1	5.1										破断	A3
	ST 工法	6.3	7.9											A4
R (32年)	メンテナンス前	1.5	1.9				破断							A2
	リフレッシュ工法	4.2	5.2										破断	A3
	ST 工法	7.1	8.9											A4
初期塗膜		4.5	5.6											A4

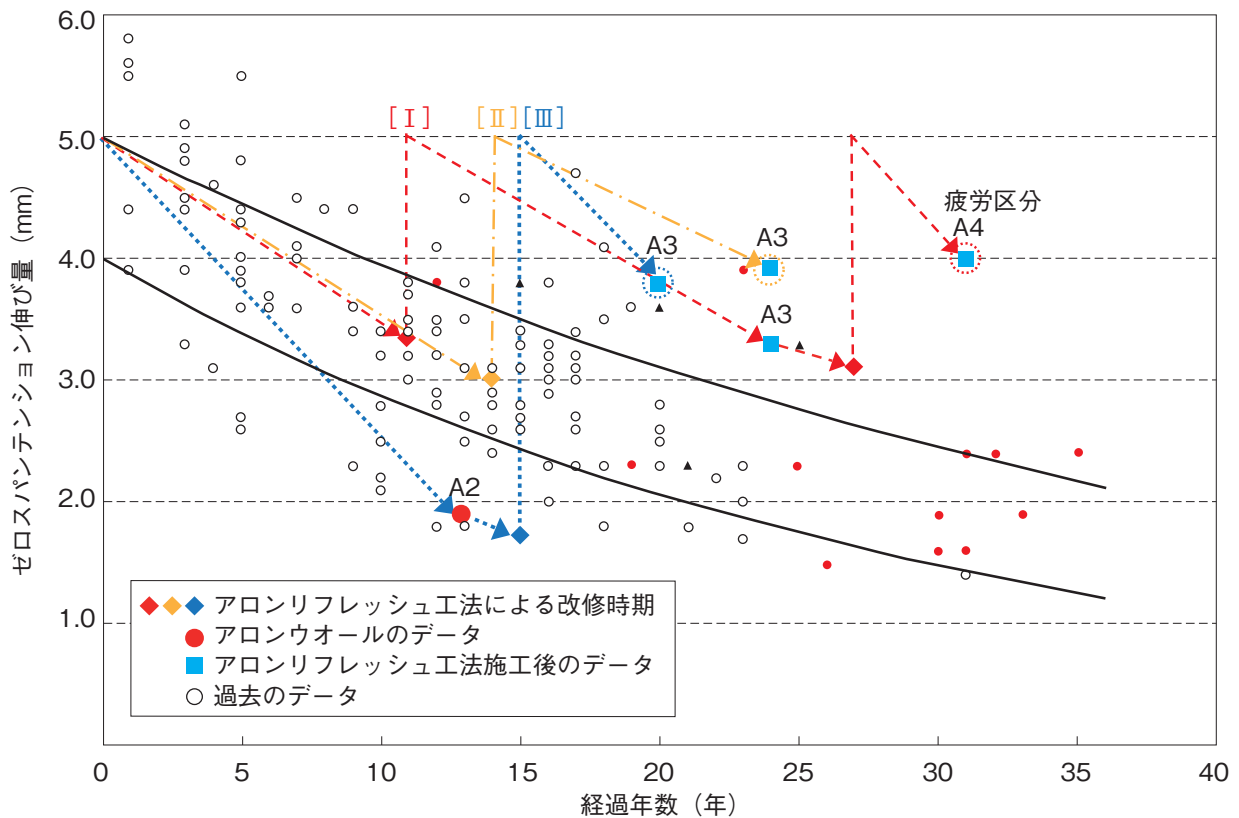


図6 経年劣化したアロンウオールに対するアロンリフレッシュ工法による防水性の回復効果

オール ST 工法をそれぞれ上塗りした結果、19 年経過した既存アロンウオール塗膜に対しては、いずれのメンテナンス工法においても、疲労区分が初期と同じ区分 A4（破断しない。すなわち 2.0 mm 以下のひび割れに追従できる可能性がある）まで回復した。一方、25 および 32 年経過したものでは、アロンリフレッシュ工法で区分 A3（1.0 ～ 2.0 mm で破断。すなわち 1.0 mm 未満のひび割れに追従できる可能性がある）までおよびアロンウオール ST 工法では区分 A4 まで回復した。

既存アロンウオールに対するメンテナンスは、防水性能の一つの指標である耐疲労性能を初期まで回復させることが目的であることから、施工後 20 年程度まではアロンリフレッシュ工法（前のアロンリフレッシュ RA 工法）、これ以降はアロンウオールでメンテナンスすることが望ましいと考える。

図6には、経年劣化したアロンウオールに対して、アロンリフレッシュ工法（施工当時はアロンリフレッシュ RA 工法）でメンテナンスした後のゼロスパンテンション伸び量および疲労区分の推移を示す。なお、アロンウオールの初期ゼロスパンテンション伸び量、アロンリフレッシュ工法施工時のゼロスパンテンション伸び量および施工後に回復したゼロスパンテンション伸び量は、それぞれ仮想値である。

経年によりゼロスパンテンション伸び量および耐疲労性能が低下したアロンウオールに対し、アロンリフレッシュ工法でメンテナンスすることにより、これ以降においてもすべて標準劣化曲線の上限よりも上に位置している。

事例【I】では、アロンウオール施工後 11 年および 27 年経過後にそれぞれアロンリフレッシュ工法を施工し、その後 4 年経過した初期のアロンウオール施工から 31 年経過後においても疲労区分 A4（破断しない。すなわち 2.0 mm 以下のひび割れに追従できる可能性がある）を保持していた。

事例【II】では、アロンウオール施工後 14 年経過後にアロンリフレッシュ工法を施工し、その後 10 年経過した初期のアロンウオール施工から 24 年経過後においても疲労区分 A3（1.0 ～ 2.0 mm で破断。すなわち 1.0 mm 未満のひび割れに追従できる可能性がある）を保持していた。

事例【III】では、アロンウオール施工後 13 年経過し、疲労区分が A2（0.5 ～ 1.0 mm で破断。すなわち 0.5 mm 未満のひび割れに追従できる可能性がある）に低下した状態に対し、アロンリフレッシュ工法

を施工し、その後5年経過した初期のアロンウオール施工から20年経過後においても疲労区分A3（1.0～2.0mmで破断。すなわち1.0mm未満のひび割れに追従できる可能性がある）を保持していた。

特に、事例〔I〕および〔Ⅲ〕は、アロンウオールまたはアロンリフレッシュ工法施工後の経年劣化状態のデータに比べて、アロンリフレッシュ工法を施工した後の経年後においてもゼロスパンテンション伸び量および疲労区分がこれを上回っていることから、実建物においてもアロンリフレッシュ工法により防水性能が回復することを実証した。

従って、経年劣化したアロンウオールに対して、アロンリフレッシュ工法（前のアロンリフレッシュRA工法）をかぶせ工法により塗り重ねるメンテナンスを行うことで、ゼロスパンテンション伸び量および耐疲労性能を初期まで回復させることができ、長期にわたり防水性能を維持することができる。

6. まとめ

施工後15～35年経過したアロンウオールの長期防水性能および既存のアロンウオールにかぶせてメンテナンスするアロンリフレッシュ工法（前のアロンリフレッシュRA工法）による防水性能の回復効果を検討し、以下の結果を得た。

- 1) 施行後30年以上経過したアロンウオールは、塗膜破断や剥がれなどにより建物の外観を大きく損なうような状態や漏水はほとんどなく、塗膜防水としての塗膜の連続性および外装仕上材としての良好な化粧性能を維持していた。
- 2) 経年劣化により、アロンウオールのゼロスパンテンション伸び量および耐疲労性能は低下するものの、下地に対する付着性能（下地との一体性）は良好に保持されていた（下地との関係が適切である）。
経年劣化したアロンウオールのメンテナンス時には、これを下地として使用することができる。
- 3) アロンウオール施工後15～35年経過しても、1.5～3.9mmのゼロスパンテンション伸び量を有するが、疲労区分は施工後15年程度でA3（1.0～2.0mmで破断。すなわち1.0mm未満のひび割れに追従できる可能性がある）に、15～20年で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）に低下する。
この時期にアロンリフレッシュ工法（前のアロンリフレッシュRA工法）によるメンテナンスを行い、防水性能の回復を図ることが望ましい。
- 4) 経年劣化したアロンウオールのメンテナンス方法として、施工後20年程度までは、アロンリフレッシュ工法（前のアロンリフレッシュRA工法）を、これ以降ではアロンウオールを施工して防水性能を初期まで回復させることができ、かつ、これを繰り返すことで、長期にわたり所定の防水性能を維持し続けることができる。
- 5) アクリルゴム・外壁化粧防水「アロンウオール」は、優れた長期防水性能および躯体保持機能を有することを示した。更に、アロンリフレッシュ工法で定期的なメンテナンスを行うことにより、建物の長寿命化に寄与することができる。

7. おわりに

アロンウオールは、上市後40年以上にわたり、外壁防水のトップブランドとして認知され、優れた防水性能、躯体保護性能および耐久性能により、市場から高い信頼を得ている。これは、防水材「アロンコートST」がJIS A 6021（建築用塗膜防水材料）の認証を受けているのみではなく、表7に示す外壁用塗膜防水工法が長期にわたり防水性能（ひび割れ部での耐繰返し疲労性能）を保持するための品質を具備しているからである。

一般的な外装用の仕上塗材などは、初期性能による製品設計が主であり、経年後には性能が大幅に低下してしまう場合がほとんどである。一方、アロンウオールは、初期性能はもとより、経年劣化による劣化

代（しろ）を考慮した製品設計（信頼性設計）を行っており、施工後 35 年経過しても良好な防水性能を維持していることが実証された。

アロンウオールは、様々な環境条件を有する南北に長い日本で、最大 10 年の防水保証を行い、更に、15～20 年はメンテナンスが不要である。防水性能が必要最低限まで低下する施工後 15～20 年に、アロンリフレッシュ工法により再度塗り重ねてメンテナンスを行い、低下した防水性能を初期レベルまで回復させる。更に、これを繰り返すことにより、建物の耐用年数を 3 倍にすることが可能になる。

今後、少子高齢化が進み、新築需要が減少する中で、建物の改修市場はますます激化するものと思われる。施主や建物の使用者にとっては、外部に煩わしい仮設足場が設置される改修工事の頻度は少ない方がよく、高齢者世帯においては、よりこれが望まれるものと考えられる。

アロンウオールは、建物のメンテナンスサイクルを長くし、メンテナンス回数の低減（保守管理性の向上）にも貢献できることから、長寿命化に加え、ゆとりある豊かな社会の実現にもつながるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 提言 地球温暖化対策アクションプラン2050 —建築関連分野のカーボン・ニュートラル化への道筋—, 建築雑誌, Vol.130, No.1672, 日本建築学会, pp.54～58, 2015年6月.
- 2) 気候温暖化への建築分野での対応, 建築雑誌, Vol.113, No.1417, 日本建築学会, pp.90～91, 1998年1月.
- 3) 瀬田恵之, 大倉靖彦, 山口克己, 山上敬, 雨水浸入の瑕疵保証自己データに基づく統計分析調査の概要—既存保証住宅の瑕疵危険部位等の実態調査 その1—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1201～1202, 2015年9月.
- 4) 田中享二, 建物長寿命化と防水の担う役割, 防水ジャーナル, Vol.38, No.427, pp.66～68, 2007年6月.
- 5) 鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針(案)・同解説, 日本建築学会, p.3, 2006年2月.
- 6) 仕入豊和, キレッツによるコンクリートの水密性低下の防止に関する二三の実験的検討, 日本建築学会論文報告集, No.69, pp.217～220, 1961年10月.
- 7) 田中享二, 建築防水の立場から見たコンクリート, コンクリート工学, Vol.41, No.3, pp.20～25, 2003年3月.
- 8) 大草元次, 櫻井和夫, 石坂功, 大澤悟, 松原道彦, 外装仕上材のカテゴリー別の性能評価 美装性と躯体保護性, 日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集, pp.83～86, 1999年10月.
- 9) 谷川伸, 山田義智, 大城武, 川村満紀, 厳しい塩害環境下での鉄筋コンクリート構造物の耐久性に関する研究(アクリルゴム系防水塗膜の効果), 日本建築学会構造系論文集, No.487, pp.11～19, 1996年9月.
- 10) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事, 日本建築学会, p.80, p.470, 2014年11月.
- 11) 阿知波政史, 岩島夏哉, アクリルゴム系外壁用塗膜防水の長期耐疲労性能の評価とメンテナンスサイクルの提案, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.39～40, 2008年9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]
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]
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]
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



東亜合成株式会社

機能化学品事業部 建材・土木グループ

0120-557-947 (フリーダイヤル)

www.toagosei.co.jp

