

環境対応型 2 成分反応形アクリルゴム屋根塗膜防水工法 アロンコート SQ の長期防水性能 ～ 施工後 30 年までの状況

アロン化成（株）建材企画 G 阿知波 政史

1. はじめに

セメントコンクリートは、水密性が高く、透水性が低いため、鉄筋コンクリート造の屋根に防水は本来必要ない。しかし、勾配がある屋根以外は雨水を受ける形状であることおよびコンクリートには必ずひび割れが発生し、漏水の原因となることから、必ず何らかの防水工法が施される。防水工法の種類は、日本建築学会が発行する建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事に規定されているが、本年これが改定され、馴染みの深い「メンブレン防水工事」がステンレスシート防水工事およびケイ酸質系塗布防水工事と共に「面防水工事」となり、表 1 に示す工事区分および分類となった。なお、「シーリング工事」は、「目地防水工事」に変更された。これらの防水工法の信頼性は、アスファルト防水では防水材の積層による防水層の厚みにより、シート防水ではシート（防水層）の工場製造による均質性によりもたらされる。一方、塗膜防水は下地のひび割れに対する追従性による。

アロンコート SQ は、環境や人体に対する悪影響の少ない水系かつ防水性と耐久性に優れるアクリルゴム系防水材を用いた屋根塗膜防水工法である。アクリルゴムとは、ガラス転移温度（Tg）が低く、柔軟

表 1 JASS8 に規定する面防水工事の区分と防水層の種類

工事の区分	防水層の種類	
面材張付け防水工事	合成高分子系シート防水層 (接着仕様・密着仕様)	加硫ゴム系 塩化ビニル樹脂系 エチレン酢酸ビニル樹脂系
	改質アスファルトシート防水層（トーチ、常温粘着）	
面材固定防水工事	合成高分子系シート防水層 (機械的固定仕様)	加硫ゴム系 塩化ビニル樹脂系
	ステンレスシート防水層	
不定形材塗布・吹付け防水工事	塗膜防水層	ウレタンゴム系 FRP 系 アクリルゴム系（外壁） ゴムアスファルト系（室内、地下外壁）
	セメント系防水層	ケイ酸塩系（室内、地下外壁、水槽） ポリマーセメント系塗膜防水（屋根以外）
面材・不定形材積層防水工事	アスファルト防水層	

性の高い高級アクリル酸エステルをベースとしたポリマーを架橋し、ゴム状弾性を付与したものである。アクリル樹脂が有する優れた耐久性（耐候性、耐水性、耐アルカリ性など）および低温での優れた伸び性能とゴム状弾性は、低温でひび割れ幅が大きくなり、かつ、1年を通してひび割れ部が伸縮を繰り返すコンクリートにとって最適であると考ええる。

防水層の劣化因子は、日射（熱、紫外線）、雨水、下地からのアルカリを含む水などである。これらの影響を最も強く受け、最も過酷な環境に晒されている屋根防水を長期にわたり持続させるためには、防水材の耐久性を向上させるか、経年劣化による性能低下を軽減するか、定期的なメンテナンスにより防水性能を持続させるかのいずれかとなる。経年劣化を軽減する方法としては、仕上塗料に高日射反射率塗料を使用して熱の影響を低減させることにより劣化を遅らせる方法などがある。しかし、これらの方法は防水層の耐用年数を伸ばすことができても、劣化を防止できるものではないため、防水層を建物の寿命と同期間持続させるためには、定期的なメンテナンスは必須であると考ええる。

アロンコート SQ には、防水性能を長期にわたり持続させるために、経年により劣化した防水性能を初期まで回復させるためのメンテナンス方法として「アロンコート SQ リフレッシュ工法」がある。当社は、これを初回施工後 15～20 年毎に実施し、定期的に繰り返すことを推奨している¹⁾。施工後 20 年以内は仕上塗料のみの塗替えを行う必要がなく、更に、定期的な防水層のメンテナンスを提案できることは、建物の計画的かつ経済的な維持保全が可能となり、建物の長寿命化に寄与することができる。

アロンコート SQ は 1988 年に上市し、34 年の年月を経ている。この間に使用原料の改廃や法規性などによる製品改良が実施されているが、基本的な組成はほとんど変わっておらず、現在に至っている。従って、現在とほぼ同じアロンコート SQ を使用している過去の施工物件の今（現状）を知ることは、現在施工しているアロンコート SQ の今後（耐久性）を理解するための重要なデータとなる。

今回、実建物に施工後、メンテナンスなしで 30 年以上経過したアロンコート SQ の付着強さ試験、採取塗膜のゼロスパンテンション伸び量試験および耐疲労性試験による長期防水性能の評価を行った。本報では、アロンコート SQ の経年での劣化挙動と耐久性の把握による信頼性の確立および建物の長寿命化への寄与を目的として、これらの結果を既報¹⁾に書き加え、報告する。

2. アロンコート SQ の優位性

アロンコート SQ は、塗膜防水として表 2 に示す様々な特長を有する。これらを生かしたいいくつかの優位性を以下に示す。

- ①各種既存防水に対して広く適用できる下地調整材やプライマー、既存防水層に優しい水系防水材により、既存防水層を撤去せずに改修する「かぶせ工法」が得意である。標準工法は、図 1 に示す建築技術審査証明（建築技術）を取得し、様々な既存防水に対する優れた改修適性が認められている。
- ②立上り部の健全な押さえ金物を取らずに施工でき、既存防水に対してもかぶせ工法で対応できることから、立上り部の既存防水層を撤去せずに改修することができる（撤去時の漏水、騒音、廃棄物の発生がなく、短工期）。
- ③同じ屋根に異種の既存防水が施工されている場合でも、アロンコート SQ のみで改修できることから、防水工法の種類を変えて対応する必要がある。
- ④メンテナンス工法として、施工後 15～20 年以内で既存アロンコート SQ を剥がさずに重ね塗りして防水性能を初期まで回復させることができる経済的な専用改修工法「アロンコート SQ リフレッシュ工法」を有することから、次以降のメンテナンスを盛り込んだ計画性のある改修提案ができる。
- ⑤ウレタンゴム系塗膜防水のような短期間かつ定期的な仕上塗料の塗替えを行う必要がない。

アロンコート SQ の優位性を活かした改修工事として、一部保護アスファルト防水との取合いを有する

表2 アロンコート SQ の特長

品質	- 原料から製品までの一貫生産により、材料品質を確保している。 - 全アロン防水組合員による責任施工により、施工品質を確保している。 - 建設技術審査証明（建築技術）を取得し、改修への適性が高く、公共建築改修工事標準仕様書（建築工事編）のウレタンゴム系塗膜防水の X-1 および X-2 に類することが記載されている。 ※建設技術審査証明事業とは、新しい建設技術の活用促進に寄与することを目的として、民間で開発された新技術について、依頼者の申請に基づき新技術の技術内容を学識経験者等により審査し、その内容を客観的に証明し、普及する事業である。権威ある学識経験者等による委員会等により、国土交通省等が定める技術指針等に照らした適正な審査をする「技術審査」と技術審査の結果についてこれを証した審査証明書、報告書等を作成する「証明」の2項目から構成されている。
環境対応性	- 環境や人体への負荷が少ない水系の防水材である。 - オール水系仕様である。 - 既存防水の撤去が最小限にできるため、廃棄物が少なくできる。 - 遮熱仕様により省エネやヒートアイランド現象の低減に貢献できる。
適用性	- 新築・改修問わずどんな形状（勾配、ドーム形など）の屋根でも適用できる。 - 軽量の防水層（SQ-S 工法で 2.4 ～ 3 kg/m²）であり、屋根への荷重負荷を最小限にできる。 - 既存防水を撤去せずに改修する「かぶせ工法」に適している。 - 複雑な形状でも継ぎ目なく（シームレス）、端末金物を使用せずに施工できる。 - 特定の既存防水に対する専用工法により、高コストパフォーマンスな改修ができる。 〔 砂付露出アスファルト防水改修専用工法 SQ-M 工法 アスファルトシングル葺屋根改修専用工法 SQ-AS 工法 スレート瓦葺屋根改修専用工法 SQ-RS 工法 〕
快適性	遮熱仕様により建物内への熱の侵入を抑制し、室内の温度上昇を防止する。
耐久性	- 材料および工法の経年劣化挙動および耐久性がデータにより先らかにされている。 - 抜群の耐久性を有する（遮熱仕様により劣化を更に軽減できる）。 - 万一の不具合箇所も容易に発見でき、簡単に補修できる。 - 専用のリフレッシュ工法により、長期にわたり防水性能を維持できる。

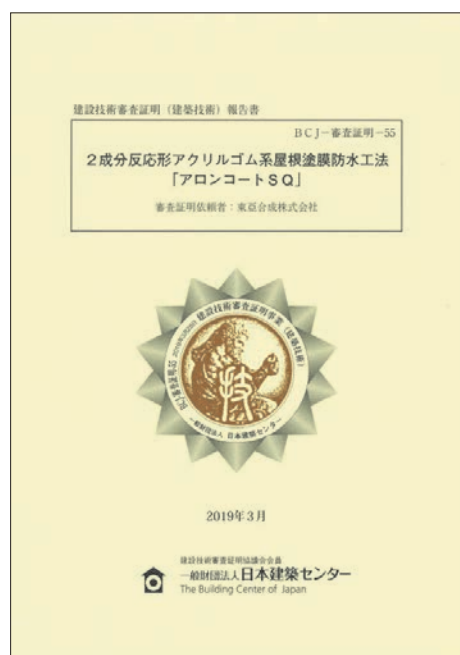


図1 建設技術審査証明（建築技術）報告書



施工前



施工後

写真 1 異種の既存防水に対するアロンコート SQ の施工例
(手間が既存露出砂付アスファルト防水、手摺設置箇所が保護アスファルト防水)



施工前



施工後

写真 2 既存アスファルトシングル葺屋根に対するアロンコート SQ の施工例

既存砂付露出アスファルト防水に対する施工例を**写真 1**に、既存アスファルトシングル葺き屋根に対する施工例を**写真 2**にそれぞれ示す。

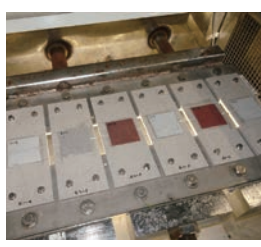
写真 1は、砂付露出アスファルトと保護アスファルト防水の異種の既存防水で構成されていたが、砂付露出アスファルト防水改修専用工法「SQ-M 工法」と露出通気緩衝工法「SQ-TK 工法」を組み合わせで改修した。これにより、種類の異なる防水工法の採用によるコストアップや異種防水工法の取合い部での不具合が回避でき、更に、万一の場合の責任の所在も明確にすることができた。一方、**写真 2**は、台風などで飛ばされやすいアスファルトシングル葺屋根に対してアスファルトシングル葺屋根改修専用工法「SQ-AS 工法」を施工した。張替え工法に比べ、安価で、確実な防水および飛散対策を講じることができた。

3. 塗膜防水における防水性能の評価方法

アロンコート SQ は、高弾性・高耐久なアクリルゴム系塗膜防水材「アロンコート SQ」により、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、雨水はもちろんのこと、鉄筋コンクリートの劣化因子である炭酸ガス、塩化物イオンおよび酸素を遮断（躯体保護機能）する約 1.7 mm 厚（補強布を含む）の屋根塗膜防水工法である。

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、「水を漏らさない」という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²⁾。更に、これらは、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。

表3 屋根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 (補強布なし)	あり	なし	
ゼロスパンテンション 伸び量試験	日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事 付 3. JASS8 M-103-2022 ポリマーセメント系塗膜防水材	下地＋塗膜 (補強布あり)	なし		
耐疲労性試験	日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事 付 8. JASS8 T-501-2014 メンブレン防水層の性能評価試験方法 または 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		

- 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。塗膜が経年で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で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の評価は、塗膜の付着性能および耐疲労性能を試験する必要がある。

塗膜防水材や工法の伸び性能は、表3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、伸び代がない(ゼロ)状態で行うゼロスパンテンション伸び量試験により測定し、更に、ひび割れ部での伸縮繰返し挙動を再現する耐疲労性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、塗膜防水の伸び性能の評価は、実建物での現象に近い耐疲労性試験が妥当であると考え³⁾。

なお、塗膜の伸び代がない状態で下地のひび割れに追従すると、追従部分の膜厚が薄くなる。従って、下地のひび割れに対して破断し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。

4. メンテナンスなしで施工後 30 年経過したアロンコート SQ の長期防水性能

現在、ウレタンゴム系に代表される屋根用の塗膜防水は、屋根防水市場の 40% 程度のシェア（施工面積）を占めるまでになった。しかし、防水性能の長期における劣化挙動や耐久性をゼロスパンテンション伸び量や耐疲労性により把握している事例は少ない。

アロンコート SQ の長期防水性能を把握するため、施工後 30 年経過した各物件の調査を 2022 年 4 月に行い、防水層の外観、付着強さおよび採取塗膜を用いたゼロスパンテンション伸び量と耐疲労性能を評価した。なお、本検討では、施工後 13.5 ～ 16.5 年経過時点（以下、15 年経過と称する）および施工後 20.8 ～ 23.7 年経過時点（以下、20 年経過と称する）でも同様な評価を実施している。

4.1 アロンコート SQ

アロンコート SQ は、カチオン性アクリルゴムエマルション「アロンコート SQ ベース」と既調合の無機質硬化剤「アロンコート SQ セッター」からなる無溶剤で水系の防水材であり、これらを 1.5:1（質量比）で混合して使用する。アロンコート SQ は、低温時の伸び性能や耐疲労性能を付与するために、高級アクリル酸エステルを使用したアクリルゴムポリマー（ $T_g - 50^{\circ}\text{C}$ ）を乾燥塗膜中に約 45% 以上含有（樹脂量）する。更に、経時で散逸して塗膜が硬化質化の原因となる可塑剤を一切含んでいないため、長期にわたり耐疲労性能を保持することができる。

表 4 には、JIS A 6021（建築用塗膜防水材）屋根用によるアロンコート SQ の評価結果を示す。なお、 T_g （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。 T_g が -50°C の場合、 -50°C まではポリマーが柔軟性を有することを意味する。

4.2 施工仕様

調査建物の屋根には、表 5 に示す仕様のアロンコート SQ SQ-S 工法の標準仕上げ〔以前の非歩行仕様、アロンコート SQ（DX）カラー〕または防滑仕上げ（以前の軽歩行仕様、アロン FT）が施工されていた。

4.3 調査建物と施工の状況

調査は、表 6 に示す熊本県、鹿児島県および沖縄県に位置する 5 物件について行った。これらは、施工後メンテナンスなしで最長 31 年経過している。いずれも現場打ち鉄筋コンクリートの屋根で、形状は緩勾配屋根または陸屋根である。アロンコート SQ は建物の新築または改修で施工され、改修の場合は既存のゴムシート防水を全面撤去した。

なお、B 小学校は 2016 年に解体されていた（施工後 15 年および 20 年経過時に調査を実施）。

4.4 試験方法

(1) 外観調査

各建物について、屋根からの漏水有無などの聴取、アロンコート SQ の防水層や仕上塗料の状況を目視により観察した。

(2) 付着強さ試験

写真 3 に示すように、各建物の屋根に施工されたアロンコート SQ の表面に引張用鋼製アタッチメント（ $40 \times 40 \text{ mm}$ ）をエポキシ樹脂接着剤を用いて張付け、この周囲に下地に達する切込みを入れた後、建研式接着力試験機を用いて下地に対する付着強さを測定した。

(3) 塗膜採取

写真 4 に示すように、各建物の屋根に施工されたアロンコート SQ の仕上塗料に微細な割れ等が認めら

表4 JIS A 6021（建築用塗膜防水材料）屋根用によるアロンコート SQ の評価結果

項 目			アクリルゴム系の性能	アロンコート SQ
引張性能	引張強さ（N/mm ² ）	試験時温度 23℃	1.3 以上	1.4
		試験時温度 −20℃	1.3 以上	6.4
		試験時温度 60℃	0.40 以上	1.0
	破断時の伸び率（％）	試験時温度 23℃	300 以上	450
	抗張積（N/mm）	試験時温度 23℃	120 以上	126
	破断時のつかみ間の 伸び率（％）	試験時温度 23℃	180 以上	200
		試験時温度 −20℃	70 以上	106
		試験時温度 60℃	150 以上	106
引裂性能	引裂強さ（N/mm）		6.0 以上	12.7
加熱伸縮性能	伸縮率（％）		−1.0 以上 1.0 以下	−0.3
劣化処理後の 引張性能	引張強さ比（％）	加熱処理	80 以上	100
		促進暴露処理	80 以上	121
		アルカリ処理	60 以上	121
		酸処理	40 以上	114
	破断時の伸び率（％）	加熱処理	200 以上	385
		促進暴露処理	200 以上	382
		アルカリ処理	200 以上	355
		酸処理	200 以上	370
伸び時の劣化性状		加熱処理	ひび割れ・変形なし	なし
		促進暴露処理	ひび割れ・変形なし	なし
		オゾン処理	ひび割れ・変形なし	なし

表5 アロンコート SQ SQ-S 工法の仕様と工程

	標準仕上げ	防滑仕上げ
プライマー塗り	2 液反応型エポキシ樹脂プライマー アロン強化プライマー (0.1 ~ 0.5 kg/m ²)	
補強布張付け	ポリエステル繊維織布 アロンメッシュ + アロンコート SQ (1.0 kg/m ²)	
防水材料塗りまたは吹付け	アロンコート SQ (2.0 kg/m ²)	
仕上塗料塗りまたは吹付け	アクリルウレタン樹脂塗料 アロンコート SQ (DX) カラー (0.2 kg/m ²)	骨材入りアクリル樹脂塗料 アロン FT (1.2 kg/m ²)

れるものの防水層が比較的良好な部位（以下、良好な部位と称する）および仕上塗料に減耗、消失、割れなどが認められる劣化が進行している部位（以下、劣化の進行部位と称する）をスクレーパーで下地から

表 6 調査建物の概要

	A 施設	B 小学校	C 中学校
所在地	熊本県菊池郡	熊本県山鹿市	鹿児島県出水市
環境条件	山間部	山間部	山間部（海岸から約 10 km）
施工	新築	改修（加硫ゴムシート撤去）	改修（加硫ゴムシート撤去）
施工年月	1991 年 6 月	1990 年 8 月	1991 年 9 月
経過年数	30.8 年	－（2016 年 4 月解体）	30.6 年
過去の調査年 （経過年数）	2007 年（15.5 年） 2014 年（23.3 年）	2007 年（16.5 年） 2013 年（22.8 年）	2007 年（15.5 年） 2014 年（23.2 年）
施工仕様	SQ-S 工法	SQ-S 工法	A-SQ（現 SQ-S 工法）
防水材	アロンコート SQ	アロンコート SQ	アロンコート SQ
仕上塗料※	防滑仕上げ（赤茶色） アロン FT	防滑仕上げ（緑色） アロン FT	標準仕上げ（グレー） アロンコート SQ（DX）カラー
施工面積	1,560 m ²	841 m ²	563 m ²
備考		発泡 PE シートを敷設	
	D 中学校	E センター	F 保育園
所在地	鹿児島県出水市	鹿児島県出水市	沖縄県那覇市
環境条件	平野部（海岸から約 1 km）	山間部（海岸から約 6 km）	市街地（海岸から約 1.5 km）
施工	改修（加硫ゴムシート撤去）	新築	新築
施工年月	1991 年 8 月	1991 年 3 月	1993 年 4 月
経過年数	30.7 年	31.1 年	29 年
過去の調査年 （経過年数）	2007 年（15.5 年） 2014 年（23.2 年）	2007 年（16 年） 2014 年（23.7 年）	2006 年（13.5 年） 2014 年（20.8 年）
施工仕様	A-SQ（現 SQ-S 工法）	A-SQ（現 SQ-S 工法）	SQ-S 工法
防水材	アロンコート SQ	アロンコート SQ	アロンコート SQ
仕上塗料※	標準仕上げ（グレー） アロンコート SQ（DX）カラー	標準仕上げ（グレー） アロンコート SQ（DX）カラー	標準仕上げ（グレー） アロンコート SQ（DX）カラー
施工面積	645 m ²	733 m ²	240 m ²
備考			初回調査以前に仕上塗料を塗替 えられていた

※標準仕上げは以前の非歩行仕様、防滑仕上げは以前の軽歩行仕様に相当する。



写真 3 付着強さ試験

剥ぎ取り、採取した。なお、採取塗膜は 7 日間以上調湿（23℃、60%）した後に試験に供した。

後述のゼロスパンテンション伸び量試験および耐疲労性試験に用いた採取塗膜を表 7 に示す。

初期値は、アロンコート SQ SQ-S 工法の標準仕上げ（アロン水性 RU 0.2 kg/m²）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塗膜を測定した。

(4) ゼロスパンテンション伸び量試験

日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事 付 3. JASS8 M-103-2022 ポリマー

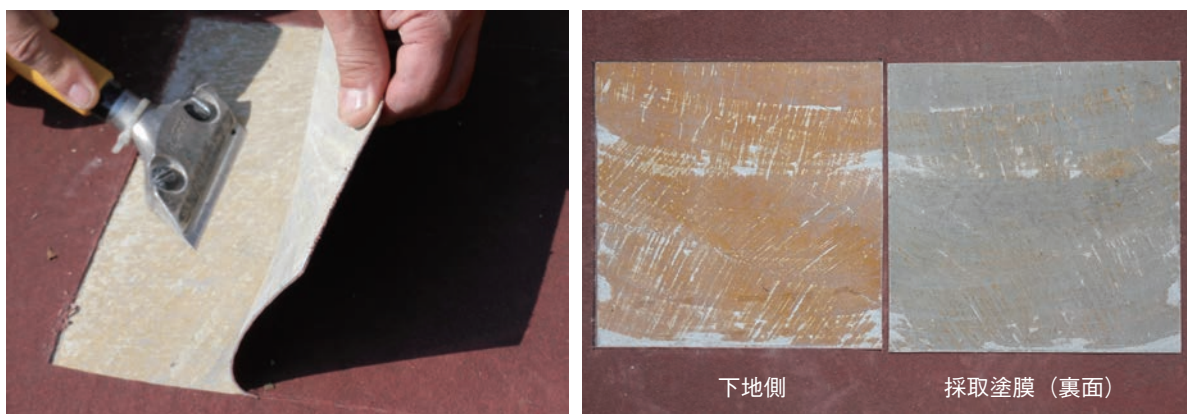


写真4 塗膜採取

表7 試験に用いた採取塗膜（アロンコート SQ の表面状態は表10 参照）

物件名	採取部位	経過年数		
		15 年	20 年	30 年
A 施設	良好な部位	○	○	○
	劣化の進行部位	—	—	○
B 小学校	良好な部位	○	○	—
	劣化の進行部位	—	○	—
C 中学校	良好な部位	○	—	○
	劣化の進行部位	○	○	○
D 中学校	良好な部位	○	○	○
	劣化の進行部位	○	—	○
E センター	良好な部位	○	○	○
	劣化の進行部位	○	○	○
F 保育園	良好な部位	○*	○	○
	劣化の進行部位	—	—	—

※ 2006 年以前に仕上塗料を塗り替えられていた。

セメント系塗膜防水材 3.6 ゼロспанテンション伸び量の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。

採取塗膜を以下に示す寸法に切断し、JIS A 5430（繊維強化セメント板）に規定するフレキシブル板（寸法 80 × 200 mm、裏面中央部幅方向に U 形切込み）に高粘度タイプのシアノアクリレート系瞬間接着剤を用いて張り付けた。写真5 に示すように、試験体を 5 mm/min の速度で引張り、防水層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。

- ・ 施工後 15 年経過した塗膜：寸法 60 × 100 mm（劣化の進行部位：寸法 35 × 50 mm）
- ・ 施工後 20 年経過した塗膜：寸法 60 × 60 mm（劣化の進行部位：寸法 60 × 40 mm）
- ・ 施工後 30 年経過した塗膜：寸法 60 × 60 mm



引張試験機



試験状況

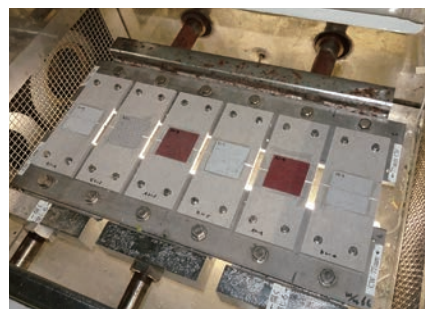
写真5 ゼロスパンテンション伸び量試験

(5) 耐疲労性試験

日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事 付 8. JASS8 T-501-2014 メンブレン防水層の性能評価試験方法に規定する耐疲労性試験に準拠して、耐疲労性能を評価した。採取塗膜をゼロスパンテンション伸び量試験と同じ寸法で切断し、JIS A 5430（繊維強化セメント板）に規定するフレキシブル板（寸法 90 × 230 mm、裏面中央部幅方向に V 形切込み）に高粘度タイプのシアノアクリレート系瞬間接着剤を用いて張り付けた。耐疲労性試験は、写真6に示すように、表8に示す試験工程で伸縮繰返しを行い、防水層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、同一部位で試験結果（疲労区分）が異なる場合には、悪い方のデータを採用した。



疲労試験機



試験状況

写真6 耐疲労性試験

表8 耐疲労性試験の試験工程

工程	ステップ ムーブメント 温度	1	2	3
		20℃	60℃	-10℃
1	0.5 ～ 1.0 mm	○*	→ ○ →	○
2	1.0 ～ 2.0 mm	○	→ ○ →	○
3	2.5 ～ 5.0 mm	○	→ ○ →	○

※各ムーブメントと試験温度で周期 1 分で 500 回行った。

4.5 試験結果

(1) 外 観

表9には各建物における施工後15年、20年および30年経過時の屋根およびアロンコートSQの外観を、表10にはアロンコートSQ塗膜の表面状態をそれぞれ示す。

30年経過時点でいずれの建物においても防水層の不具合に起因する屋根か

表9 各建物における屋根およびアロンコート SQ の経年変化

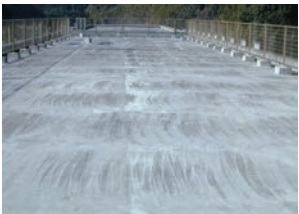
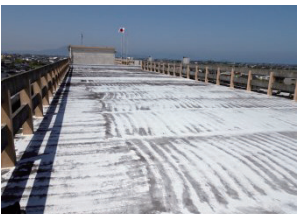
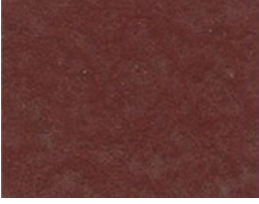
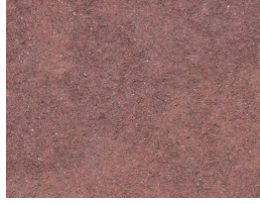
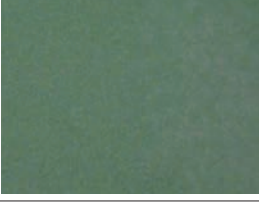
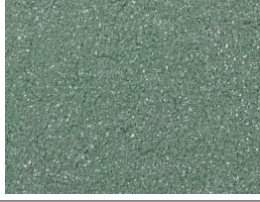
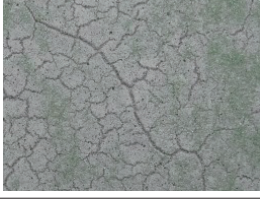
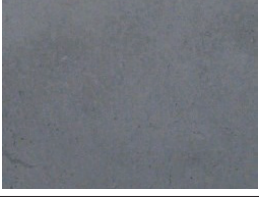
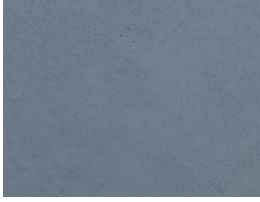
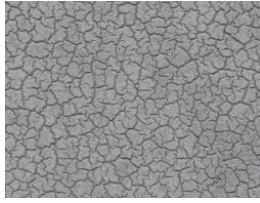
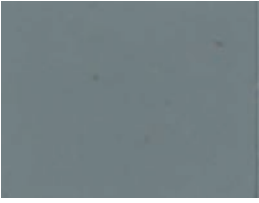
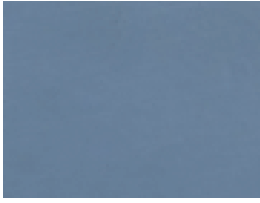
物件名		経過年数		
		15 年	20 年	30 年
A 施設	外観			
	漏水有無	なし（防水層の破断なし）	なし（防水層の破断なし）	なし（防水層の破断なし）
B 小学校	外観			—
	漏水有無	なし（防水層の破断なし）	なし（防水層の破断なし）	—
C 中学校	外観			
	漏水有無	なし（防水層の破断なし）	なし（防水層の破断なし）	なし（防水層の破断なし）
D 中学校	外観			
	漏水有無	なし（防水層の破断なし）	なし（防水層の破断なし）	なし（防水層の破断なし）
E センター	外観			
	漏水有無	なし（防水層の破断なし）	なし（防水層の破断なし）	なし（防水層の破断なし）
F 保育園	外観			
	漏水有無	なし（防水層の破断なし）	なし（防水層の破断なし）	なし（防水層の破断なし）

表 10 アロンコート SQ 塗膜の表面状態

物件名	採取部位	項目	経過年数		
			15 年	20 年	30 年
A 施設	良好な部位	表面状態			
		防水層	良好	良好	良好
		仕上塗料	良好	一部減耗	良好
	劣化の進行部位	表面状態		—	
		防水層	良好	—	良好
		仕上塗料	微細割れ、一部減耗	—	全体わずかに減耗
B 小学校	良好な部位	表面状態			—
		防水層	良好	良好	—
		仕上塗料	良好	部分的な減耗	—
	劣化の進行部位	表面状態			—
		防水層	良好（一部机脚で損傷）	表層割れ(仕上塗料消失部)	—
		仕上塗料	微細割れ、一部減耗	減耗、消失	—
C 中学校	良好な部位	表面状態		—	
		防水層	良好	—	表層わずかに割れ
		仕上塗料	良好	—	微細割れ、小穴無数
	劣化の進行部位	表面状態			
		防水層	良好	表層割れ(仕上塗料割れ部)	表層割れ
		仕上塗料	微細割れ、減耗	微細割れ、減耗、小穴無数	太い割れ、ほぼ消失

(表 10 つづく)

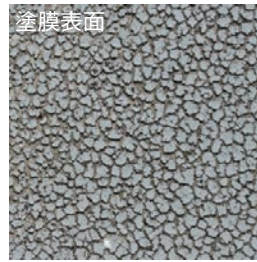
(表 10 つづき)

物件名	採取部位	項 目	経過年数		
			15 年	20 年	30 年
D 中学校	良好な部位	表面状態			
		防水層	良好	良好	良好
		仕上塗料	良好	良好	小穴
	劣化の進行部位	表面状態			
		防水層	良好	良好	良好
		仕上塗料	微細割れ、減耗	微細割れ、減耗、小穴無数	わずかに割れ、小穴無数
E センター	良好な部位	表面状態			
		防水層	良好	良好	表層わずかに割れ
		仕上塗料	良好	部分的な割れ	細長い割れ、小穴
	劣化の進行部位	表面状態			
		防水層	良好	表層割れ (仕上塗料割れ部)	表層が割れ
		仕上塗料	微細割れ、減耗	微細割れ、減耗、小穴無数	太い割れ、ほぼ消失
F 保育園	良好な部位	表面状態			
		防水層	良好	良好	良好
		仕上塗料	良好	良好	良好

アロンコート SQ 施工箇所（調査箇所）
（2006 年以前にウレタンゴム用仕上塗料を上塗り）



アロンコート SQ 上にウレタンゴム系塗膜防水（防水層+仕上塗料）を施工（2006 年以前に施工したと思われる）



赤枠内の黒い部分はウレタンゴム系塗膜防水が著しく劣化していた。
仕上塗料の割れ部は、下の断面写真のように、ウレタンゴム系塗膜防水材が破断しかかっている箇所が見られた。

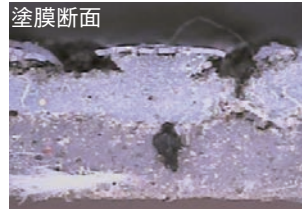


写真 7 ウレタンゴム系塗膜防水の劣化状況

らの漏水はなかった。

15 年経過時では、B 小学校において外力による防水層の損傷が一部認められたものの、他の建物については不具合は認められなかった。一方、仕上塗料の表面には微細な割れが発生し、減耗により防水層が露出しかかっている部位も散見された。なお、F 保育園については、数年前に他の業者によりウレタンゴム系防水用仕上塗料にて塗り替えられていた。

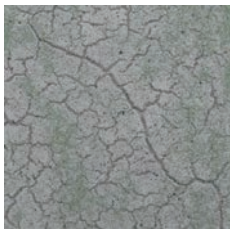
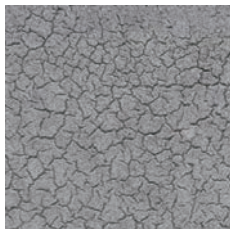
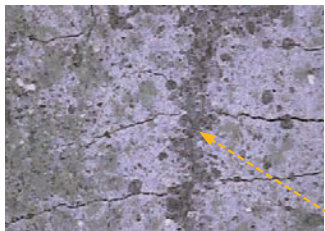
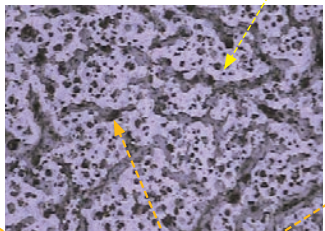
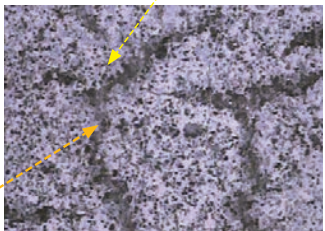
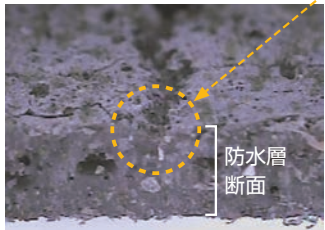
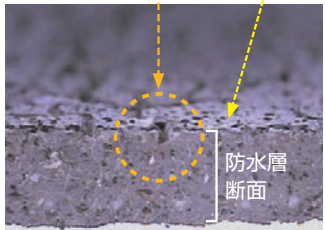
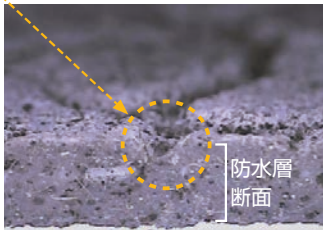
20 年経過時では、仕上塗料の種類にかかわらず経年劣化により減耗が進行し、標準仕上げ用の仕上塗料 [アロンコート SQ (DX) カラー] には微細な割れや小穴が、防滑仕上げ用 (アロン FT) には完全に消失し、防水層が露出している部位が認められた。いずれの仕上塗料も塗装むらによる薄膜部や水溜まり部 (写真の黒色または濃灰色部位) で劣化の進行が早いようであった。防水層の耐久性を上げるためには、仕上塗料を 2 回塗りすることが有効であると考ええる。仕上塗料が消失し、防水層が露出している箇所は、防水材の表層割れが認められた。

30 年経過時では、経年劣化が更に進行し、標準仕上げ用の仕上塗料 [アロンコート SQ (DX) カラー] がほぼ消失した C 中学校および E センターでは、防水材の表層に割れが認められた。一方、同じ仕上塗料が使用されている D 中学校および防滑仕上げ用の仕上塗料 (アロン FT) が使用されている A 施設は、比較的良好な状態を保持していた。また、13.5 年以前にウレタンゴム用仕上塗料で塗り替えられていた F 保育園も良好な状態であった。なお、F 保育園の一部には、同時期にアロンコート SQ 上にウレタンゴム系塗膜防水が施工された箇所がある。写真 7 に示すように表面が黒い部位は著しく劣化し、仕上塗料が割れ、その断面は防水層が破断しかかっている状態および防水材の劣化が割れ部から横方向に広がっているような状態が認められた。表面が黒くなっていない箇所 (写真赤枠内の右側) も仕上塗料には微細な割れが多く発生しており、アロンコート SQ のみの施工箇所に比べて、劣化がより進行しているようであった。

表 11 には、B 小学校の 20 年経過後の防滑仕上げ用仕上塗料 (アロン FT) および C 中学校の 30 年経過後の標準仕上げ用仕上塗料 [アロンコート SQ (DX) カラー] の割れ部の表面および断面の状態を示す。

アロンコート SQ と仕上塗料は良好な付着性を有するため、仕上塗料の割れは、防水層を引裂くように割れを発生させ、この部分の防水層の膜厚が減少している状態であった。また、C 中学校の良好な部位と劣化の進行部位では、仕上塗料の劣化が著しい後者の方が防水層の割れがより進行し、防水材表層部の劣化も進んでいるものと思われる。なお、写真 7 のウレタンゴム系塗膜防水材に認められた劣化が割れ部から横方向に広がっていくような様子は認められなかった。万一、この直下に下地のひび割れが発生した

表 11 アロンコート SQ の仕上塗料の割れ部の表面および断面の状態

	防滑仕上（アロン FT） （B 小学校、20 年経過）	標準仕上（アロンコート SQ（DX）カラー） （C 中学校、30 年経過）	
	劣化の進行部位	良好な部位	劣化の進行部位
塗膜の 表面状態			
表面拡大 （× 50）			
断面拡大 （× 50）			

※仕上塗料表面の細かいピンホールは、仕上塗料の体質顔料として使用している酸化チタンの光酸化触媒反応により、この回りの樹脂が劣化して発生したものである。

場合、防水層の破断に繋がる可能性が大きくなるため、防水層にこのような割れが発生する前に、メンテナンスを行うことが重要であると考える。

(2) 付着性能

表 12 にはアロンコート SQ の下地に対する付着強さの試験結果を、図 2 には付着強さの経年変化をそれぞれ示す。

アロンコート SQ の付着強さは、初期 1.4 N/mm^2 に対して、15 年経過後では $0.9 \sim 1.6 \text{ N/mm}^2$ （下地または防水材の凝集破壊）、20 年経過後では $0.6 \sim 1.0 \text{ N/mm}^2$ （下地または防水材の凝集破壊）であり、更に、30 年経過後では、 $0.5 \sim 1.3 \text{ N/mm}^2$ （下地または防水材の凝集破壊、防水材と仕上塗料の界面破壊）であった。いずれの物件においても、アロンコート SQ の付着強さは経年で低下しているが、ウレタンゴム系塗膜防水層の個別劣化度の評価基準の例⁴⁾では、「防水層と下地の接着強さが 0.1 N/mm^2 以上であれば、劣化は軽微で防水機能を期待できる」と評価されていることから、30 年経過したアロンコート SQ の付着強さは十分に維持されており、下地に対する良好な付着耐久性を有していると言える。

後述するアロンコート SQ リフレッシュ工法は、アロンコート SQ の防水性能を長期にわたり維持するためのアロンコート SQ 専用の改修工法であり、アロンコート SQ 施工後 15～20 年以内、かつ、一定の条件を満たしている場合に適用することができる。本工法の適用時には、あらかじめ既存防水であるアロンコート SQ の状態を調査・診断するが、既存アロンコート SQ の破壊検査が可能な場合には、下地との

表 12 アロンコート SQ の下地に対する付着強さ試験結果

物件名	採取部位	付着強さ (N/mm ²)		
		15 年	20 年	30 年
A 施設	良好な部位	—	—	0.8
	劣化の進行部位	—	—	1.2
B 小学校	良好な部位	—	—	—
	劣化の進行部位	—	—	—
C 中学校	良好な部位	1.2	—	1.0
	劣化の進行部位	—	—	1.1
D 中学校	良好な部位	1.2	1.0	0.7
	劣化の進行部位	—	—	1.0
E センター	良好な部位	1.5	0.8	1.0
	劣化の進行部位	—	—	1.0
F 保育園	良好な部位	—	—	1.2
	劣化の進行部位	—	—	1.2
初期塗膜		1.4		

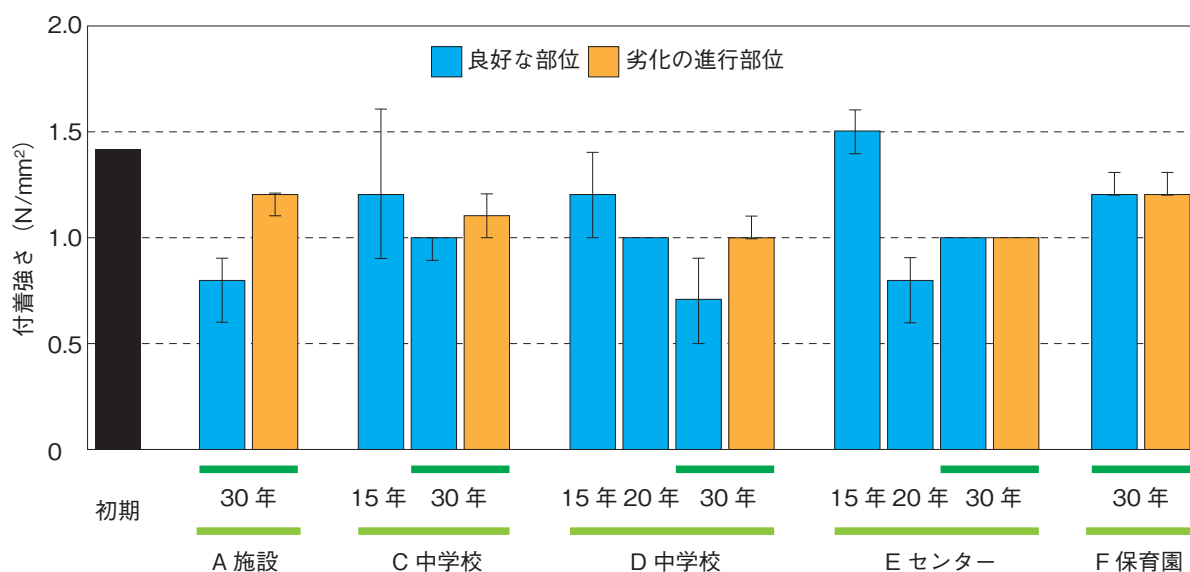


図 2 アロンコート SQ の付着強さの経年変化（棒グラフ上の黒線はデータの範囲を示す）

付着強さを測定し、これが 0.5 N/mm² 以上であれば、既存アロンコート SQ を撤去せずに、アロンコート SQ リフレッシュ工法によるメンテナンスを行うことができる。前述のように、アロンコート SQ の下地に対する付着強さは、30 年経過後においても 0.5 ～ 1.3 N/mm² を保持していることから、かぶせ工法を適用する既存防水層として十分な付着強さを有していると言える。

(3) ゼロスパンテンション伸び量

表 13 にはアロンコート SQ 採取塗膜のゼロスパンテンション伸び量の試験結果を、図 3 にはゼロスパ

表 13 アロンコート SQ のゼロスパンテンション伸び量試験結果

物件名	採取部位	ゼロスパンテンション伸び量									強さ						破断部膜厚 (mm)		
		実測値 (mm)			換算値 (mm)			換算値の残存率 (%)			最大 (N/mm ²)			破断 (N/mm ²)					
		15 年	20 年	30 年	15 年	20 年	30 年	15 年	20 年	30 年	15 年	20 年	30 年	15 年	20 年	30 年	15 年	20 年	30 年
A施設	良好な 部位	4.2	2.9	4.4	4.4	2.9	4.7	41	27	44	2.4	4.8	4.1	1.5	3.3	1.1	1.6	1.7	1.6
	劣化の 進行部位	－	－	3.7	－	－	4.2	－	－	39	－	－	3.5	－	－	0.8	－	－	1.5
B小学校	良好な 部位	4.2	4.2	－	3.4	3.5	－	32	33	－	3.1	3.2	－	0.7	0.6	－	2.1	2.0	－
	劣化の 進行部位	－	3.3	－	－	3.8	－	－	36	－	－	3.7	－	－	0.7	－	－	1.5	－
C中学校	良好な 部位	6.6	－	5.0	6.5	－	5.7	61	－	53	4.4	－	5.3	2.8	－	1.9	1.7	－	1.5
	劣化の 進行部位	4.8	3.4	4.1	4.5	4.9	4.4	42	46	41	4.5	4.7	4.0	3.1	3.8	3.8	1.8	1.2	1.6
D中学校	良好な 部位	4.2	3.1	4.6	4.4	4.5	5.6	41	42	52	4.9	6.2	6.2	1.5	1.2	2.3	1.6	1.2	1.4
	劣化の 進行部位	2.4	－	3.8	2.7	－	4.6	25	－	43	5.8	－	5.6	4.8	－	1.2	1.5	－	1.4
Eセンター	良好な 部位	4.1	4.1	4.9	5.0	5.2	5.2	47	49	49	4.2	4.5	3.9	2.6	3.5	2.7	1.4	1.3	1.6
	劣化の 進行部位	3.4	3.3	5.0	4.8	4.9	6.5	45	46	61	5.2	5.5	5.0	4.1	3.9	2.8	1.2	1.2	1.3
F保育園	良好な 部位	5.0	3.0	5.2	5.1	4.1	5.9	48	37	55	7.6	5.3	4.5	4.4	4.1	2.3	1.7	1.3	1.5
	劣化の 進行部位	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
初期塗膜		12.1			10.7			100			5.0			0.5			1.9		

※ゼロスパンテンション伸び量の換算値は、理論乾燥膜厚 1.7 mm（アロンコート SQ 3 kg/m² + 補強布 + 仕上塗料）に換算した

※最大強さ：補強布の破断時の強さ、破断強さ：防水層を貫通する穴や破断が発生した時点の強さ

ンテンション伸び量の経年変化（理論乾燥膜厚 1.7 mm 換算値）をそれぞれ示す。本グラフには、促進耐候性試験から求めたアロンコート SQ 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^{5)、6)、7)}をプロットした。

アロンコート SQ のゼロスパンテンション伸び量は、施工後 15 年経過した良好な部位で初期値の 30 ～ 60% 程度、劣化の進行部位で 20 ～ 50% 程度までそれぞれ低下した。特に、D 中学校の仕上塗料の減耗部については、健全部の 60% 程度まで低下していた。また、施工後 20 年経過した良好な部位で初期値の 20 ～ 50% 程度、劣化の進行部位で 30 ～ 50% 程度までそれぞれ低下した。

更に、施工後 30 年経過した良好な部位および劣化の進行部位のゼロスパンテンション伸び量は、共に初期値の 40 ～ 60% 程度まで低下しているが、施工後 15 年から 30 年にかけては、大きな低下は認められ

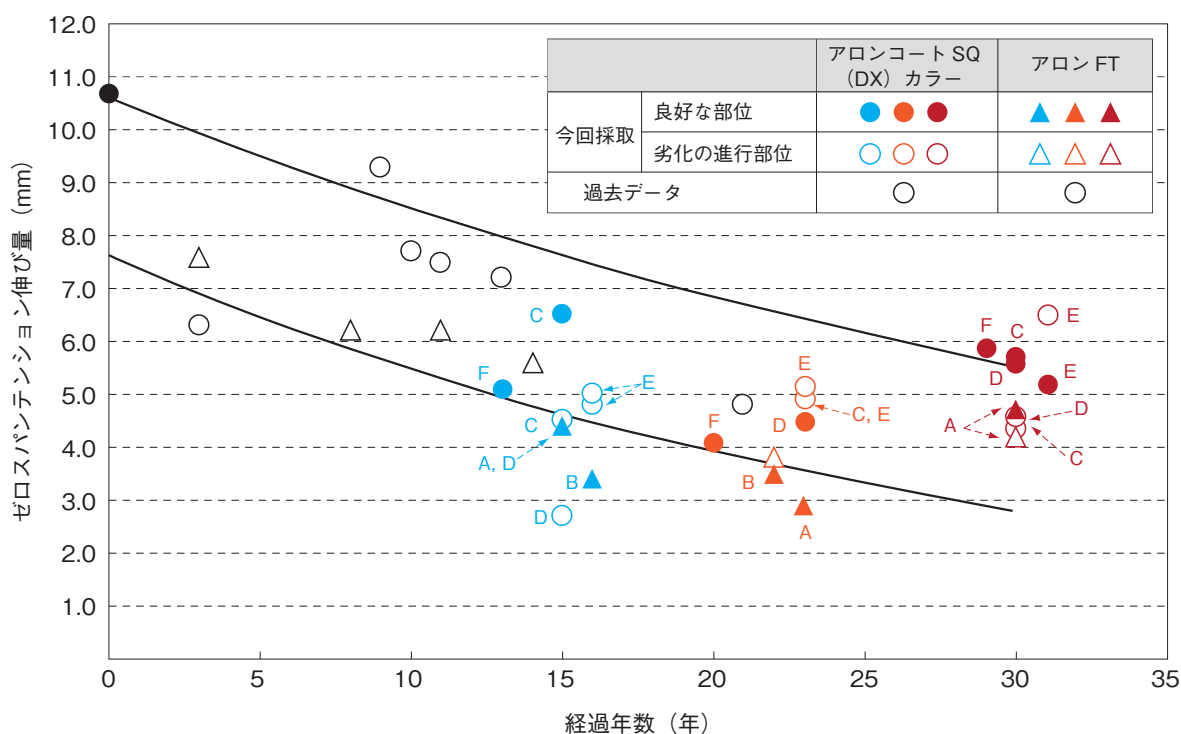


図3 アロンコート SQ のゼロスパンテンション伸び量の経年変化

なかった。防滑仕上げ用の仕上塗料（アロン FT）を用いたアロンコート SQ のゼロスパンテンション伸び量は、施工後 15 年から 20 年経過時点では、劣化曲線の下限以下で推移していたが、施工後 30 年経過時では標準仕上げ用の仕上塗料〔アロンコート SQ（DX）カラー〕と同程度であった。E センター以外のゼロスパンテンション伸び量は、仕上塗料の劣化の進行に伴い、低下する傾向にあった。

施工後 30 年経過時のゼロスパンテンション伸び量は、一部を除き、劣化曲線の範囲内にはほぼ収まっており、促進耐候性試験から求めた標準劣化曲線は、アロンコート SQ の 30 年程度までの実環境下での劣化挙動をほぼ反映していると言える。

(4) 耐疲労性能

表 14 にはアロンコート SQ 採取塗膜の耐疲労性試験の結果を、図 4 には疲労区分の経年変化を、図 5 にはゼロスパンテンション伸び量（実測値）と疲労区分の関係をそれぞれ示す。また、表 15 には、疲労区分から考えられるひび割れ追従性の解釈を示す。

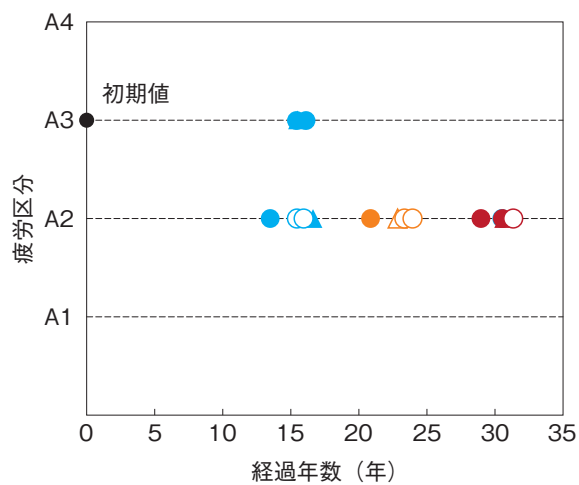
施工後 15 年経過したアロンコート SQ の耐疲労性能は、断熱材による熱劣化が大きい B 小学校、上塗りされたウレタンゴム系防水用仕上塗料の拘束を受けている可能性のある F 保育園および劣化の進行部位以外で初期塗膜と同じ疲労区分 A3（2.5 ～ 5.0 mm で破断。すなわち 2.0 mm 以下の下地ひび割れに追従できる可能性がある）であり、経年での低下が認められなかった。

施工後 20 年経過したアロンコート SQ の耐疲労性能は、施工後 15 年経過時に比べ、防水層が良好な部位では疲労区分が A3 から A2（1.0 ～ 2.0 mm で破断。すなわち 1.0 mm 以下の下地ひび割れに追従できる可能性がある）に 1 ランク低下または同じ疲労区分 A2 であり、劣化の進行部位では 15 年経過時と同じ疲労区分 A2 であった。このことから、アロンコート SQ の耐疲労性能は、施工後 15 ～ 23 年の間で疲労区分 A3 から A2 に低下することが分かった。

施工後 30 年経過したアロンコート SQ の耐疲労性能は、施工後 20 年経過時と比べて破断時の試験温度に差異があるものの、すべて疲労区分 A2（1.0 ～ 2.0 mm で破断。すなわち 1.0 mm 以下の下地ひび割れに追従できる可能性がある）であり、施工後 20 年から 30 年までは耐疲労性能に変化が認められなかった。

表 14 アロンコート SQ の耐疲労性試験結果

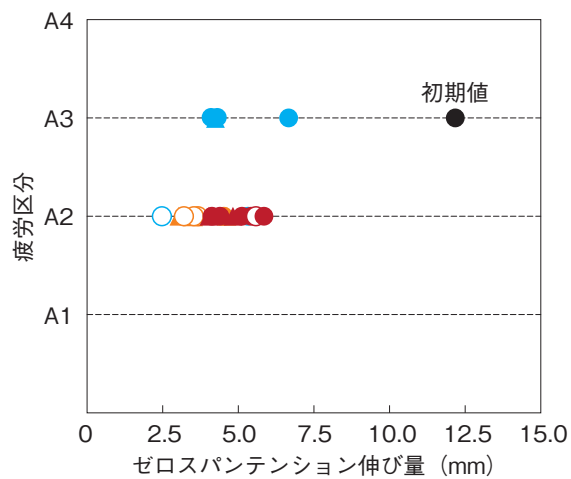
物件名	採取部位	経過 年数	0.5 ～ 1.0 mm			1.0 ～ 2.0 mm			2.5 ～ 5.0 mm			疲労 区分
			20℃	60℃	−10℃	20℃	60℃	−10℃	20℃	60℃	−10℃	
A 施設	良好な 部位	15 年							破断			A3
		20 年				破断						A2
		30 年						破断				A2
	劣化の 進行部位	15 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		20 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		30 年						破断				A2
B 小学校	良好な 部位	15 年						破断				A2
		20 年					破断					A2
		30 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	劣化の 進行部位	15 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		20 年				破断						A2
		30 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C 中学校	良好な 部位	15 年							破断			A3
		20 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		30 年					破断					A2
	劣化の 進行部位	15 年					破断					A2
		20 年				破断						A2
		30 年				破断						A2
D 中学校	良好な 部位	15 年							破断			A3
		20 年				破断						A2
		30 年						破断				A2
	劣化の 進行部位	15 年				破断						A2
		20 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		30 年						破断				A2
E センター	良好な 部位	15 年							破断			A3
		20 年				破断						A2
		30 年				破断						A2
	劣化の 進行部位	15 年				破断						A2
		20 年				破断						A2
		30 年						破断				A2
F 保育園	良好な 部位	15 年					破断					A2
		20 年				破断						A2
		30 年						破断				A2
	劣化の 進行部位	15 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		20 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		30 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
初期塗膜									破断			A3



	アロンコート SQ (DX) カラー			アロン FT		
	15 年	20 年	30 年	15 年	20 年	30 年
良好な部位	●	●	●	▲	▲	▲
劣化の進行部位	○	○	○	△	△	△

疲労区分	試験結果
A1	0.5 ～ 1.0 mm で破断
A2	1.0 ～ 2.0 mm で破断
A3	2.5 ～ 5.0 mm で破断
A4	破断しない

図 4 アロンコート SQ の疲労区分の経年変化



	アロンコート SQ (DX) カラー			アロン FT		
	15 年	20 年	30 年	15 年	20 年	30 年
良好な部位	●	●	●	▲	▲	▲
劣化の進行部位	○	○	○	△	△	△

疲労区分	試験結果
A1	0.5 ～ 1.0 mm で破断
A2	1.0 ～ 2.0 mm で破断
A3	2.5 ～ 5.0 mm で破断
A4	破断しない

図 5 アロンコート SQ のゼロスパンテンション伸び量と疲労区分

表 15 疲労区分の解釈

疲労区分	試験結果	解 釈
A1	0.5 ～ 1.0 mm で破断	下地のひび割れに追従できない可能性がある
A2	1.0 ～ 2.0 mm で破断	1.0 mm 以下の下地ひび割れに追従できる可能性がある
A3	2.5 ～ 5.0 mm で破断	2.0 mm 以下の下地ひび割れに追従できる可能性がある
A4	破断しない	5.0 mm 以下の下地ひび割れに追従できる可能性がある

防水層および仕上塗料の劣化の進行程度にかかわらず、施工後 30 年経過しても 1.0 mm 以下の下地ひび割れに追従できる可能性を有していることから、アロンコート SQ は長期にわたり良好な耐疲労性能を維持していると言える。

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、通常の現場打ち鉄筋コンクリートの屋根スラブに生ずると予想されるムーブメントを 1.0 ～ 2.0 mm（疲労区分 A3 に相当）としている⁸⁾。建物が置かれている環境にもよるが、アロンコート SQ の仕上塗料の劣化が顕在化し、かつ、疲労区分 A3 から A2 に低下する施工後 15 ～ 23 年、安全側として施工後 15 ～ 20 年以内で防水性能を維持するためのメンテナンスを実施することが望ましいものとする。

4.6 実建物におけるアロンコート SQ の防水性能の実証

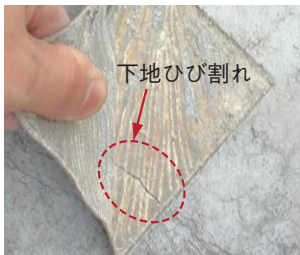
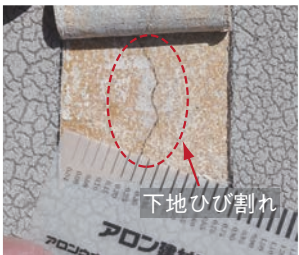
今回の調査において、A 施設、C 中学校および E センターでは、下地コンクリートに発生したひび割れに対して、破断することなく追従しているアロンコート SQ を観察することができた。表 16 および表 17 に示すように、施工後 30 年経過後においても、A 施設では幅 0.15 mm、C 中学校では幅 0.35 mm および E センターでは幅 0.25 mm のひび割れに追従していた。

更に、表 17 に示すように、E センターは、16 年経過時で幅 1.0 mm（2 月の寒い時期に調査）および 23.7 年経過時で幅 0.5 mm（5 月の暖かい時期に調査）のひび割れに追従していた。E センターのひび割れの観察部位はほぼ同じ位置であることから、ひび割れには少なくとも 0.25 ～ 1.0 mm の伸縮繰返し（ムーブメント）が発生していた可能性があり、少なくとも 15 年間はひび割れに追従した状態で防水性能を維持し続け、更に、下地ひび割れの伸縮繰返しに対して破断することなく、防水性能を保持していたことが

表 16 A 施設および C 中学校におけるアロンコート SQ の下地ひび割れに対する追従状況

物件名	A 施設（30.8 年）	C 中学校（30.6 年）
下地のひび割れと塗膜の状況		
ひび割れ幅	約 0.15 mm	約 0.35 mm

表 17 E センターにおけるアロンコート SQ の下地ひび割れに対する追従状況（いずれも同じひび割れ）

経過年数	16 年（2 月調査）	23.7 年（5 月調査）	31.1 年（4 月調査）
下地のひび割れと塗膜の状況			
ひび割れ幅	約 1.0 mm	約 0.5 mm	約 0.25 mm

分かる。

これらのひび割れに対する追従状態は、疲労区分 A2（1.0 mm 以下の下地ひび割れに追従できる可能性がある）に相当することから、採取塗膜の耐疲労性試験結果 [4.5 (4)] と一致しており、アロンコート SQ の防水性能を実建物でも裏付けることができたと考える。

5. アロンコート SQ リフレッシュ工法による防水性能の回復効果

アロンコート SQ は、施工後 15 ～ 20 年で経年劣化による仕上塗料の割れや消失による防水材の表層割れや露出が顕在化し、耐疲労性能が低下する。図 6 に示すように、アロンコート SQ 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、施工後 15 ～ 20 年以内に既存の防水層を生かしながら、その上にアロンコート SQ リフレッシュ工法をかぶせて上塗りし、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コート SQ の採取塗膜にアロンコート SQ リフレッシュ SQ-RA 工法およびアロンコート SQ SQ-S 工法を施工し、ゼロспанテンション伸び量試験と耐疲労性試験を行い、耐疲労性能の回復効果を検証した。

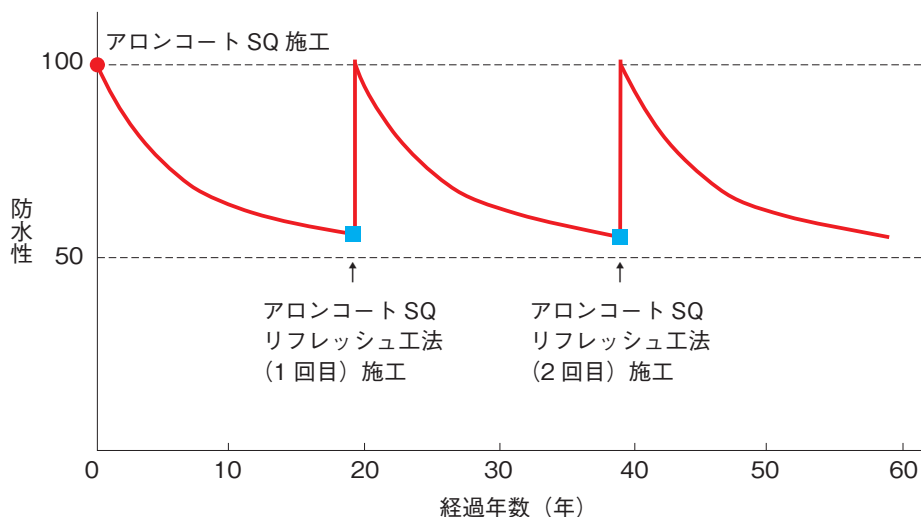


図 6 アロンコート SQ のメンテナンスの考え方（メンテナンスサイクルを 20 年とした場合）

5.1 アロンコート SQ の施工仕様

メンテナンス工法としてのアロンコート SQ リフレッシュ SQ-RA 工法およびアロンコート SQ SQ-S 工法の仕様を表 18 に示す。

5.2 試験方法

アロンコート SQ 採取塗膜を寸法 60 × 60 mm に切断し、ゼロспанテンション伸び量試験用および耐疲労性試験用の各フレキシブル板に高粘度タイプのシアノアクリレート系瞬間接着剤を用いて張り付けた。その後、表 18 に示すアロンコート SQ リフレッシュ SQ-RA 工法およびアロンコート SQ SQ-S 工法を上塗りし、7 日（23℃、60%）養生した後、ゼロспанテンション伸び量試験および耐疲労性試験を行った。

表 18 メンテナンス工法の仕様と工程

工法名	工 程	使用材料	標準使用量 (kg/m ²)
アロンコート SQ リフレッシュ SQ-RA 工法 (吹付け)	プライマー塗り	1 液形特殊変性エポキシ樹脂プライマー 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 SQ	2.0
	仕上塗料塗り	水系アクリルウレタン樹脂塗料 アロン水性 RU	0.2
アロンコート SQSQ-S 工法 (吹付け)	プライマー塗り	1 液形特殊変性エポキシ樹脂プライマー アロン水性マルチプライマー	0.1
	補強布張付け	ポリエステル繊維織布 アロンメッシュ アロンコート SQ	1.0
	防水材吹付け	アロンコート SQ	2.0
	仕上塗料塗り	水系アクリルウレタン樹脂塗料 アロン水性 RU	0.2

5.3 試験結果

(1) ゼロスパンテンション伸び量

既存アロンコート SQ に対してアロンコート SQ リフレッシュ SQ-RA 工法またはアロンコート SQ SQ-S 工法をかぶせて上塗りした後のゼロスパンテンション伸び量の回復効果（経年後塗膜は理論乾燥膜厚 1.7 mm 換算値、SQ-RA 工法上塗り塗膜は理論乾燥膜厚 2.8 mm 換算値、SQ-S 工法上塗り塗膜は理論乾燥膜厚 3.4 mm 換算値）を図 7 に示す。

経過年数にかかわらず、既存アロンコート SQ に SQ-RA 工法を上塗りした場合、建物によっては、ゼロスパンテンション伸び量の初期値 8.0 ～ 11.0 mm まで回復しないものがあった。一方、20 年および 30 年経過した既存アロンコート SQ に対しては、補強布を挿入する SQ-S 工法の上塗りにより、ゼロスパンテンション伸び量が初期値まで回復した。

(2) 耐疲労性能

既存アロンコート SQ に対してアロンコート SQ リフレッシュ SQ-RA 工法またはアロンコート SQ SQ-S 工法をかぶせて上塗りした後の耐疲労性能の回復効果を図 8 に示す。

既存アロンコート SQ の劣化の進行程度にかかわらず、15 年経過した防水層には SQ-RA 工法で、20 年経過した防水層には SQ-RA 工法または SQ-S 工法で上塗りすることにより、初期塗膜と同じ疲労区分 A3 (2.5 ～ 5.0 mm で破断。すなわち 2.0 mm 以下の下地ひび割れに追従できる可能性がある) まで回復した。疲労区分 A3 は、JASS8 の通常の現場打ち鉄筋コンクリート屋根スラブに生ずると予想されるムーブメントである 1.0 ～ 2.0 mm に相当する。なお、15 年および 20 年経過した F 保育園の既存アロンコート SQ に対しては、SQ-RA 仕様では疲労区分が初期値まで回復しなかった。これは塗替えられたウレタンゴム系防水用仕上塗料が防水層の伸びを拘束しているためと考える。

30 年経過した防水層には SQ-S 工法で上塗りし、A 施設、C 中学校および D 中学校では、劣化の進行程度にかかわらず、初期塗膜の疲労区分よりも 1 ランク高い疲労区分 A4 (破断しない、すなわち 5.0 mm 以下の下地ひび割れに追従できる可能性がある) まで回復した。一方、E センターおよび F 保育園は、疲労区分 A3 のままであった。通常、既存アロンコート SQ に対して改修時に SQ-S 工法をかぶせて上塗りすることにより、防水層の膜厚が増大するため、耐疲労性能は向上すると考えられる。しかし、物件により疲労区分が異なったのは、経年劣化による仕上塗料の硬質化による防水材の伸びに対する拘束と仕上

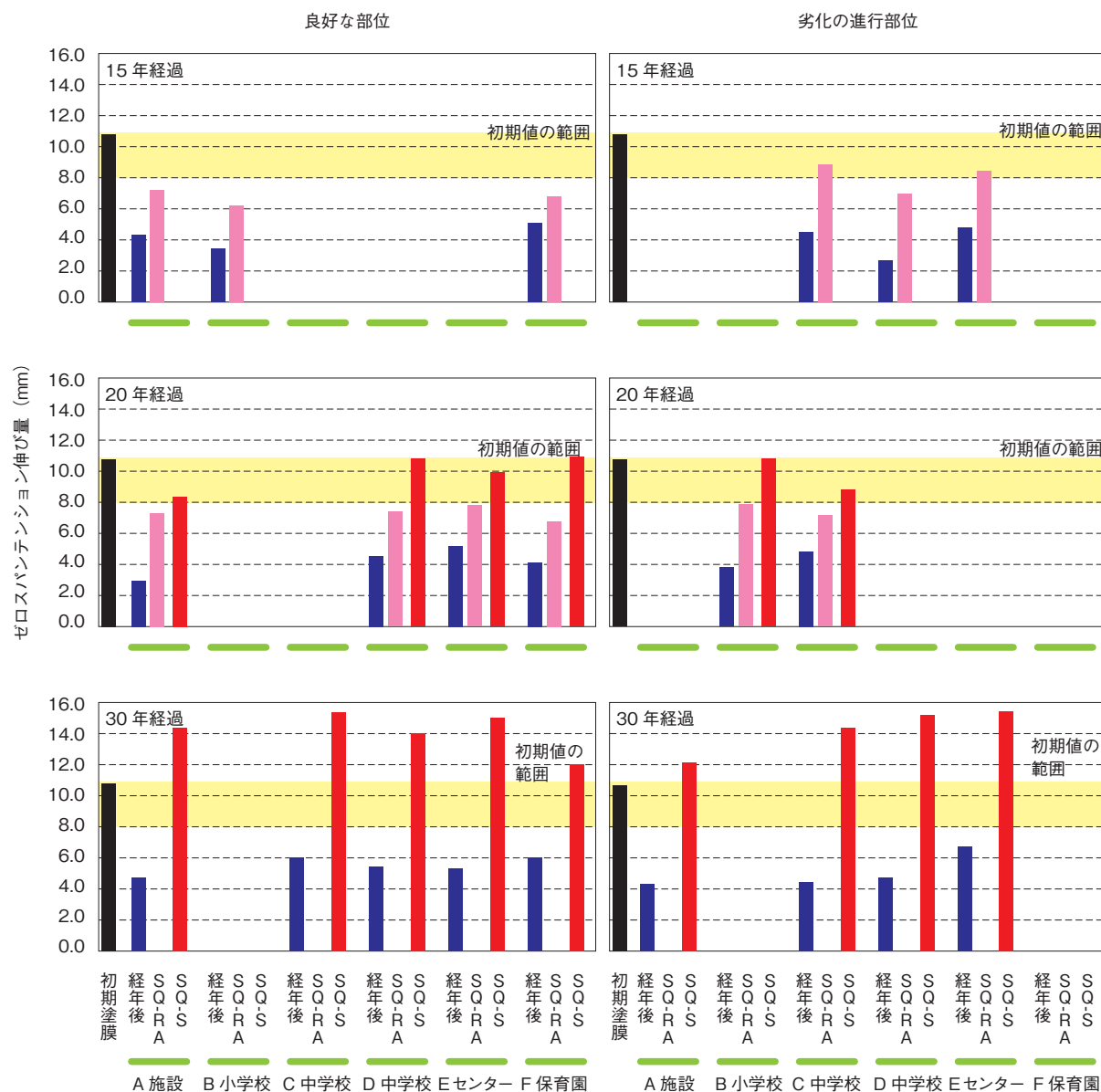
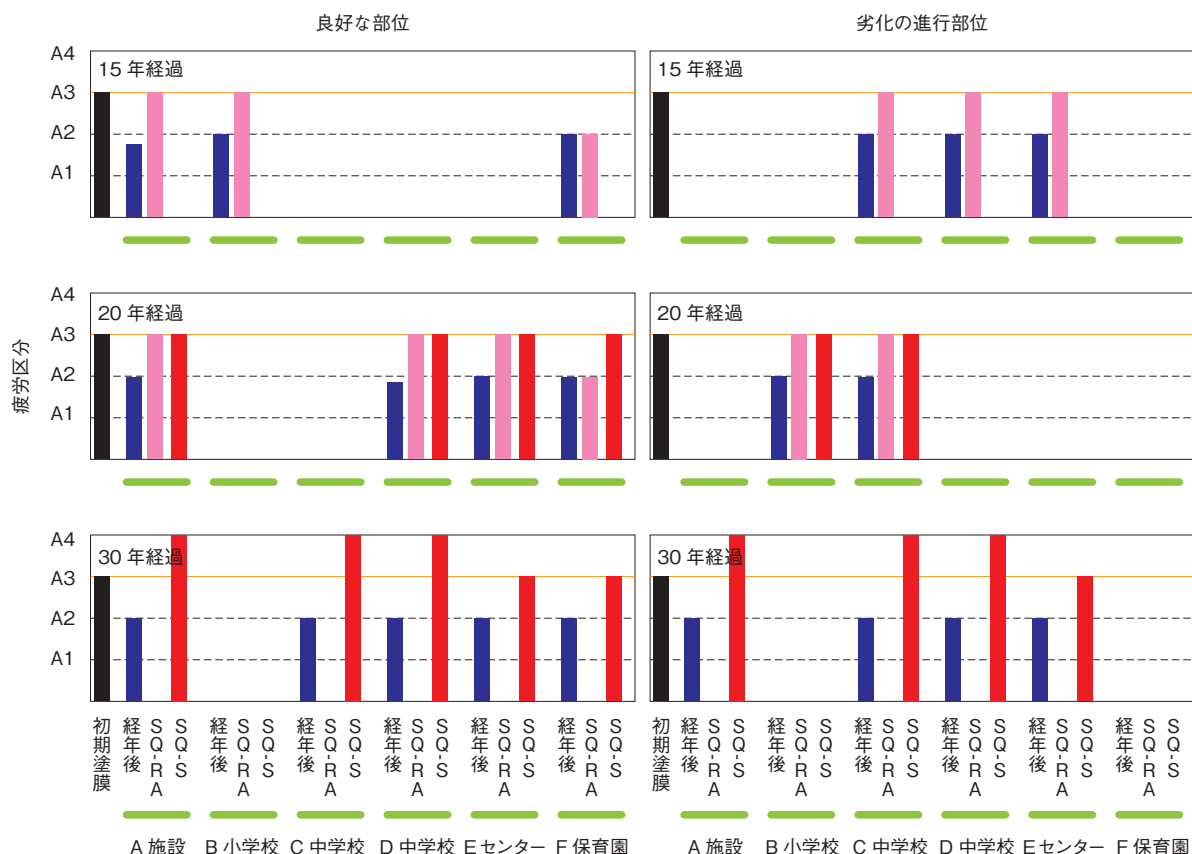


図7 経年劣化した既存アロンコート SQ のメンテナンス工法によるゼロスパンテンション伸び量の回復効果

塗料の割れや消失による拘束力の低下のいずれかが作用あるいは既存塗膜中の補強布が影響している可能性が考えられる。

以上の結果より、既存アロンコート SQ 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は、施工後 15 ～ 20 年以内まではアロンコート SQ リフレッシュ SQ-RA 工法（一定の条件を満たしている必要あり）、これ以降はアロンコート SQ SQ-S 工法をかぶせて上塗りすることが妥当であり、これにより、経年で低下した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できる。

本メンテナンス後も同様の劣化挙動であれば、アロンコート SQ は初回の施工から 50 年程度の使用が期待できる。



6. まとめ

メンテナンスなしで施工後 30 年経過したアロンコート SQ の長期防水性能および既存のアロンコート SQ にかぶせてメンテナンスするアロンコート SQ リフレッシュ SQ-RA 工法またはアロンコート SQ SQ-S 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) アロンコート SQ を施工したいずれの建物においても、メンテナンスなしで 30 年経過した時点で、防水層の不具合に起因する屋根からの漏水はなかった。
- 2) アロンコート SQ の仕上塗料は、施工後 15 ～ 23 年で以下の劣化が顕在化した。
標準仕上り用 [アロンコート SQ (DX) カラー]：微細な割れや小穴の発生
防滑仕上り用 (アロン FT)：減耗や消失に起因する防水層の露出
しかし、ウレタンゴム系塗膜防水に散見される防水材の消失や補強布の露出現象は認められなかった。更に、仕上塗料が消失し、防水層が露出している箇所や仕上塗料の割れ部では、防水材の表層割れが認められた。本現象は、防水層の膜厚減少を意味することから、このような表層割れが発生する前に、メンテナンスを行うことが重要である。
- 3) アロンコート SQ の下地に対する付着強さは経年で低下するものの、施工後 30 年経過しても良好な付着耐久性 (下地との一体性) を確認することができた (下地との関係が適切である)。このことから、経年劣化したアロンコート SQ のメンテナンス時には、これを撤去せずに下地として使用することができる。
- 4) 施工後 30 年経過したアロンコート SQ のゼロスパンテンション伸び量は 3.6 ～ 6.5 mm であった。また、耐疲労性能は、初期の疲労区分 A3 (2.5 ～ 5.0 mm で破断。すなわち 2.0 mm 以下の下地ひび割れに

追従できる可能性がある)から施工後15～20年経過後に疲労区分A2(1.0～2.0mmで破断。すなわち1.0mm以下の下地ひび割れに追従できる可能性がある)に低下した。施工後20年から30年経過までに外観的な劣化は更に進行していたが、疲労区分はA2のままであり、防水性能の低下は認められなかった。

- 5) アロンコート SQ は、メンテナンスなしで30年経過後においても、下地に対する付着性能およびひび割れ部での伸縮繰返し挙動に対する良好な追従性能、すなわち、防水性能を維持していることが、実建物でも確認することができた。
- 6) 経年劣化したアロンコート SQ のメンテナンス方法として、防水性能が低下する施工後15～20年以内(かつ、一定の条件を満たしている場合)まではアロンコート SQ リフレッシュ SQ-RA 工法を、これ以降はアロンコート SQ SQ-S 工法をかぶせて上塗りすることにより、防水性能を初期あるいはこれ以上まで回復させることができ、かつ、これを繰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。本メンテナンス後も同様の劣化挙動であれば、アロンコート SQ は初回の施工から、少なくとも50年の使用が期待できる。
- 7) 環境対応型2成分反応形アクリルゴム屋根塗膜防水工法「アロンコート SQ」の優れた長期防水性能を示し、屋根塗膜防水工法としての耐久性と信頼性を裏付けることができた。更に、アロンコート SQ 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、初期塗膜と同じ防水性能まで回復できることを明らかにした。これを繰返すことにより、建物の長寿命化に貢献できるものと考ええる。

7. おわりに

建物最上に施工される屋根防水は、絶えず過酷な環境にさらされながら、建物と我々の生活を守っている。しかし、目が届きにくく、意匠的な要求が低いなどの理由から、定期的なメンテナンスにより維持保全されることは少なく、劣化がかなり進行した状態で改修されることが多い。このような場面での改修は、既存防水層の撤去や下地処理などを伴うことがあるため、莫大な費用、住生活環境への影響、廃棄物の大量発生など多くの問題を抱えることになる。

アロンコート SQ は、塗膜防水の中では少数派のアクリルゴムを主成分とする屋根塗膜防水工法である。しかし、外壁用塗膜防水のトップブランドであり、優れた防水性能、躯体保護性能および耐久性能を有するアロンウオールと同じアクリルゴムを使用していることから、躯体に雨水を接触させないことや躯体を保護することなどの性能面においては他の防水工法に引けを取らないと考える。これらを実証するために、メンテナンスなしで15年、20年および30年経過したアロンコート SQ の防水性能を評価し、施工後30年経過後においても、良好な防水性能を維持することをデータおよび実建物から実証した。また、専用の改修工法「アロンコート SQ リフレッシュ工法」によるメンテナンスを施工後15～20年以内に適用することが有効であることを明らかにした。これを定期的に繰返すことにより、防水層と建物の寿命を一致させることが可能になるものと考ええる。

当社は、外壁と屋根は一体であるという考え方にに基づき、これらをトータルで防水改修することが経済的であり、建物の長寿命化に有効であることを提唱している⁹⁾。外壁化粧防水「アロンウオール」は施工後15～20年を目安に専用の塗替え工法「アロンウオールリフレッシュ工法」によりメンテナンスすることを推奨している¹⁰⁾。これらにより、外壁と屋根を最長20年間メンテナンスフリーにでき、更に、外壁と屋根を同時に改修できることから、計画的かつ経済的なメンテナンスが可能となる。「防水改修によるトータルメンテナンス」により、建物の長寿命化を実現することができると考える。

【参考文献】

- 1) 環境対応型 2成分反応形アクリルゴム屋根塗膜防水工法「アロンコートSQ」の長期防水性能と「アロンSQリフレッシュ工法」によるメンテナンスの効果, あしば, Vol.123, 2017年9月.
- 2) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事, 日本建築学会, pp.100～101, p.532, 2022年2月.
- 3) 高瀬高司, 中村卓実, 岩井孝次, 建築の防水 現場経験にもとづく納まりの基本と実践, 工文社, pp.8～9, 2002年12月.
- 4) 建築保全標準・同解説 JAMS 3-RC 調査・診断標準仕様書—鉄筋コンクリート造建築物, 日本建築学会, pp.184～185, 2021年2月.
- 5) 阿知波政史, 武田晋治, 2成分反応形アクリルゴム系屋根塗膜防水の耐久性に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿), pp.857～858, 2005年9月.
- 6) 阿知波政史, 長谷正昭, 岩井孝次, 谷川伸, 2成分反応形アクリルゴム系屋根塗膜防水の耐久性調査 その2 防水性(耐疲労性), 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), pp.883～884, 2007年8月.
- 7) 阿知波政史, 本橋健司, 谷川伸, 施工後20年以上経過した2成分反応形アクリルゴム系屋根塗膜防水の耐久性調査結果 その2 防水性(耐疲労性), 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), pp.1183～1184, 2015年9月.
- 8) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事, 日本建築学会, p.544, 2022年2月.
- 9) 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.
- 10) 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.



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4-1-1	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(796)8040 [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

建材・土木グループ

☎ 0120-557-947 (フリーダイヤル)

www.toagosei.co.jp

