

あしば

ASHIBA

vol. 117

(通巻 117号)

2011年8月10日

東亜合成株式会社
機能化学品事業部 建材
発行人 谷川 伸
東京都港区西新橋 1-14-1

コンクリートの耐久性とアロン 40年の歩み

—建物の長寿命化とトータルメンテナンスへの道—

1. はじめに

本年は、全国アロンコート・アロンウオール防水工事業協同組合が創立されて30周年に当たり、これまで材工一体の責任施工体制で、建物の防水と長寿命化に取り組んでまいりました。

日本のコンクリートの歴史は、明治に始まり、多くの方々がその発展、汎用化および品質向上に心血を注いでまいりました。20世紀はまさに日本にとってコンクリートの時代と言っても過言ではありません。コンクリートの品質は昭和39年の東京オリンピックを契機に大きく変動しました。それは、生産性第一主義による、材料・施工品質と耐久性低下の問題に集約されます。それに絡み、ひび割れによる外壁からの漏水が顕在化し、外壁防水への役割が認識されるようになってきました。防水を旗印にしたアロンウオールが建物の躯体保護に直結しており、それがそのまま建物の長寿命化につながっていることが実際の構造物で実証され、原子力発電所建屋のような重要構造物に対して、アクリルゴム系外壁化粧防水材が日本建築学会標準仕書・同解説（JASS 5、5N、8）に記載されるようになりました。

東亜合成が建物のトータルメンテナンスに向けて、これまでどのような商品を提案してきたか、そしてコンクリートの耐久性低下の問題に対し、どのようにその効果を実証してきたかを、コンクリートに関する歴史に合わせ、まとめてみました。

2. アロンの40年のあゆみ

(1) アロン建材商品の歩み

東亜合成は、アクリルゴム系屋根用塗膜防水材（アロンコート SA）を業界に先駆けて上市し、アクリルゴムという用語を定着させ、当初の屋根用 JIS A 6021 で規格化しました。それを、外壁化粧防水材（アロンウオール）として日本で初めて展開し、外壁化粧防水の潜在需要を掘り起こしたパイオニアとなりました。

屋根用塗膜防水材が成膜中の降雨等で流されるという事例があり、急速成膜型の「アロンコート SQ」を上市し、その多機能版として、鋼板屋根の防錆・防水ベランダや二重床の防水として「アロン QD シリーズ」を上市しました。

雨掛りがなく防水を要しない美装性のみを外壁改修に、当社の UFO 技術（Uniform Functional Oligomer：低分子量のアクリル系ポリマーの製造技術で、ハイソリッドのポリマーが得られる）を用いた、「クリスタルウオール」を上市しました。その後も UFO 技術を駆使したポリマーで透明タイプのタイル張り仕上げ外壁改修用塗材「クリアウオール」を上市し、ようやく建物の屋根からタイル張り仕上げなどの外壁まで、アロン製品で包むことができ、これでトータルメンテナンスを謳えるようになりました。以下に上市商品を年代順に示します。

上市年	商品名
1970年	屋根用アクリルゴム系塗膜防水材「アロンコート SA」
1973年	外壁用アクリルゴム系塗膜防水工法「アロンウオール」
1988年	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」

1992年	多機能アクリルゴム系塗膜防水工法「アロン QD シリーズ (QD 防錆・ベランダ・二重床)」
2005年	無溶剤アクリルシリコン系改修用仕上塗材「クリスタルウォール」塗り替え工法
2007年	ハイソリッドアクリルウレタン系タイル張り仕上げ外壁改修工法「クリアウォール」
2008年	改修専用アロンウォール NEO 工法

(2) コンクリートの耐久性問題の流れ

半永久的と言われた鉄筋コンクリート建造物の耐久性神話が崩れたのは、1983年のNHK放映の「コンクリートクライシス」に端を発します。コンクリートの劣化と言えば、中性化であり、これは人の老化に似ています。しかし、この時期から早期劣化の塩害・アルカリ骨材反応が顕在化して大きな社会問題となりました。高度成長期から建造物の量産体制を迫られ、施工の問題が絡み、中性化や塩害が顕在化したからです。その転機は、東京オリンピック開催年（1964年）にあると言われ、それを機に品質が大きく低下したと言われています。この時期から、コンクリートは施工現場ではなく、生コン工場で生産され、コンクリートミキサー車で現場まで運ばれ、コンクリートをポンプで打設するという施工が一般化しました。施工最優先で工事が行われ、バブル期ではさらにその傾向が強くなり、施工管理が追いつかない状況になり、品質問題が指摘されるようになりました。

東亜合成は、それらの劣化に内在する問題に対して、アクリルゴム系外壁化粧防水材（アロンウォール）塗膜の保護効果を業界のオーソリティとの共同試験を通して実証して参りました。

(3) 鉄筋コンクリート造・鉄骨造 ALC パネル外壁の劣化防止の共同試験

1) 中性化

- ①中性化復元（日本大学 生産工学部 笠井芳夫教授（1988年～）
- ②ひび割れ部での中性化防止（東京工業大学 建築物理研究センター 田中享二教授（～2006年）

2) 塩害

- ①実大構造物を用いた沖縄暴露試験（琉球大学 工学部 建設工学 大城武教授）（1984～2003年）
- ②内在劣化（塩分、マクロセル、ひび割れ）に対する補修効果（建設省建築研究所 コンクリート研究室梶田佳寛室長）（1987～1993年）
- ③コンクリート中への塩分の浸透防止（英国シェフィールド大学 工学部 R. N. Swamy 教授）（1990～1998年）

3) ALC およびコンクリートの凍害

北海道大学 工学部 建築学科 鎌田英治教授／旧北海道立寒地住宅都市研究所（1989～1998年）

4) アルカリ骨材反応（ASR：Alkali Silica Reaction / AAR：Alkali Aggregate Reaction）

- ①異なる環境下（海岸／内陸）での ASR 膨張抑制効果（金沢大学 工学部 土木建設 川村満紀教授（1984～1994年）
- ②梁・柱の持続荷重下での ASR 膨張力の力学的低減効果。ASR 促進試験での膨張抑制効果（英国シェフィールド大学 工学部 R. N. Swamy 教授）（1990～2010年）

3. コンクリートの歴史とアロンの歩み（年表）

日本の鉄筋コンクリートの耐久性に関する歴史のおよび社会的な問題に対し、アロンコート・アロンウォールがどのような役割を果たし、貢献してきたかの歩みを時間軸で整理してみました。これによって、「アロンコート・アロンウォール」による屋根・外壁の防水から建物長寿命化への役割、そしてタイル外壁改修の透明塗材による「クリアウォール」に至る道筋が良くご理解いただけると思います。

建物の長寿命化という社会的使命に対して、東亜合成はそれに遅れることなく、むしろ先んじて対応していることがお分かり頂けるかと思えます。

【アロンウオール、クリアウオールの実績写真】

「アロンウオール」と「クリアウオール」の施工物件として、鉄筋コンクリート、ALCパネル外壁等であり、ホテル、集合住宅、学校、商業ビル、官公庁、倉庫、燻蒸倉庫、火力発電所・原子力発電所、灯台、教会、ロケット発射台、戸建住宅、記念館等、多岐にわたっています。



保育所



教会



宝物殿



施工前→後

戸建住宅



灯台



配水機場



サイロ



火力発電所



郷土館



原子力発電所



小学校



ロケット発射関連建



集合住宅

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
1907～ 1927 (明治～ 昭和)	◇鉄筋コンクリートの耐久性に関する暴露試験開始（東京大学 佐野・内田）（明治～大正） ◇佐野・内田の暴露試験より、コンクリート中の鉄筋は中性化で腐食することを示した（東京大学 浜田）（昭和2年）
1940 (昭15)	◇米国カルフォルニアで学校建物、橋梁等にアルカリ骨材反応（コンクリートの癌と呼ばれ、亀甲状のひび割れ発生）が指摘される（Stanton 論文）（昭和15年）
1950 (昭25)	◇凍害に強いAEコンクリートが導入（昭和25年）凍結融解による被害の減少
1960 (昭35)	◇中性化速度式（浜田式・岸谷式）の提唱（昭和35年） $C = A\sqrt{t}$ C：中性化深さ A：中性化係数 t：経過時間 \sqrt{t} 則と呼ばれ、建築基準法で規定された柱、梁、耐力壁の鉄筋に対するかぶり厚さ3cmにまで達する中性化年数は約60年となる。かぶり厚さの二乗に7を掛けると、中性化年数を概ね算出できる。 ◇海砂がコンクリートに使用され始める。
1964 (昭39)	◇東海道新幹線開通（昭和39年） ◇東京オリンピック開催（コンクリート品質の分かれ目）（昭和39年）
1965 (昭40)	◇海砂の採取量が急激に増加し、近畿、中国、四国、九州、沖縄で大量に使用され始める。河川砂資源が少なくなってきたため。
1968 (昭43)	◇ポンプ施工が一般化（水セメント比、単位水量の多い調合が一般化）（昭和44年頃から） *ポンプ打設はコンクリート品質低下の決定的な転換点となる。 ◇河川骨材の採取が規制。海砂の使用が本格化。高度成長期における海砂の使用は、西日本地区の鉄筋コンクリートの耐久性を低下させた最大の要因となる（昭和44年）
1970 (昭45)	◇海砂の使用が社会問題 昭和40年代の半ばには、沿岸地区では河川砂資源が少なくなり、細骨材の8割以上を海砂に頼るようになる。コンクリート用骨材として、海砂の使用からくる塩化物によって鉄筋の腐食が促進されることである。海砂を十分に洗浄・脱塩して用いれば問題ないが、当時のコンクリートの急激な需要の伸びに除塩対策が間に合わず、多くの海砂が未洗浄のまま用いられたといわれ、大きな社会問題となってきた。 ◇大阪万国博覧会開催
1971 (昭46)	◇耐震基準の改正（建築基準法施行令改正） ・1968年十勝沖地震の被害を踏まえ、RC造の帯筋の基準を強化した。
1972 (昭47)	◇山陽新幹線開通（新大阪～岡山）、札幌オリンピック開催 ◇日本建築学会建築工事標準仕様書・同解説 JASS8「防水工事」発刊 1節 アスファルト工事 2節 屋根防水コンクリート工事 3節 屋根合成高分子ルーフィング防水工事 4節 シーリング工事 ◇建設省 総合技術開発プロジェクト（総プロ）発足 ◇建設省 防水工事業を業種として認定

アロンの歩み

◇アクリル酸マグネシウム系止水剤の展開（ラジカル反応で重合し含水ゲルをつくる）

松代群発地震によるため池の漏水の止水材として使用される。これを初期の屋根防水材として展開。

◇アクリル酸マグネシウム系をベースとした防水材への展開

アクリル酸マグネシウム系防水材は、水には非常に強いが、ドライ状態に弱く、日に長くさらされると乾燥ひび割れ状態となり、防水材として失敗。カップ防水と言われた。

◇アクリル酸マグネシウムとエマルジョンとの2液硬化タイプ防水材への展開

2液混合がうまくいかず失敗した。（昭和44年）

◇アロンコートの誕生

アクリルゴム系エマルジョンを用いた一液系の防水材を試作して、ほぼ現行のアクリルゴムの原点となる製品を得た。これが、2年後、昭和47年の屋根用塗膜防水材「アロンコートSA」となる。

◇アロンウオール（外壁化粧防水材）の原型がでる

アロンコートB工法（外壁）施工開始。社内・社外あわせて3,000 m²のテスト施工を実施。

◇屋根用 アクリルゴム系塗膜防水材「アロンコートSA」を上市

「アクリルゴム」を東亜合成が世に提唱（1975年）。

成膜に時間がかかり、降雨による流失に悩まされる。

その後、13年後の水系反応硬化型の「アロンコートSQ」（1988年）の上市で、屋根防水材の立て直しを図ることとなる。



年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
1973	
1974	<p>◇日本コンクリート会議（現日本コンクリート工学協会（JCI））「海砂に関する調査研究」報告（1972.7～1974.3）</p> <p>1) 水セメント比を小さく 2) かぶり厚さを増す 3) 良質な防錆剤の仕様 4) 亜鉛メッキ鉄筋の使用 5) 水密性の高い表面仕上げを施す</p> <p>◇全国防水工事業団体連合会設立（略称：全防連）</p> <p>18年後の1991年（平成3年）に防水工事業界の公益人として（社）全国防水工事業協会（略称：全防協）となる。</p>
1975 (昭50)	<p>◇沖縄国際海博覧会の開催（国頭郡本部町）</p> <p>◇コンクリート構造物の耐久性について種々の問題が指摘される。</p> <p>（建設省 総合技術開発プロジェクト（略称 総プロ）「構造物の耐久性向上の開発」のはじめに、に記載） 総プロ昭和55～59年の5年間実施された。鉄筋コンクリート造建築物は、元来耐久性がきわめてすぐれたものとしてわが国にも定着してきたが、昭和50年代に入ってその品質、特に耐久性について種々の問題が提起されるようになった。その理由として、1つには昭和39年以降の建設量の急進に伴う経年劣化した建築ストックの増大があり、また、1つには、鉄筋コンクリートはいかようにつくっても数十年の耐久性があると考えられるような<u>耐久性軽視の傾向</u>があったと考えられる。</p>
1976 (昭51)	<p>◇JIS A 6021 「屋根防水用塗膜材」が制定</p> <p>アクリルゴムは“アクリレートを主な原料とする非加硫アクリルゴムに充てん剤などを配合したアクリルゴムエマルジョン防水材”と定義されている。</p>
1977 (昭52)	<p>◇「海砂通達」 建設省住宅局建築指導課長通達（建設省住指発第759号）</p> <p>この通達は、「建築基準法施行令」に定める骨材中の有害塩分量に具体的な数値を与えたもので、基本とする塩分許容値を砂に対して0.04%（NaCl）とし、条件付きで0.1%まで、または0.2%までを許すというものである。</p>



アロンの歩み

◇アクリルゴム系外壁用塗膜防水材料「アロンウオール（アロンコート SC クレータ状）」上市（1973年）

◇アロンウオール ST 工法（スター状仕上げ）を開発し実際施工を開始。



◇アロンウオール現在系（アロンコート ST スター状模様）の上市（1975年）

◇アロンウオール沖縄海洋博の会場施設に施工（アメリカ館、クジラ館等）（1975年）



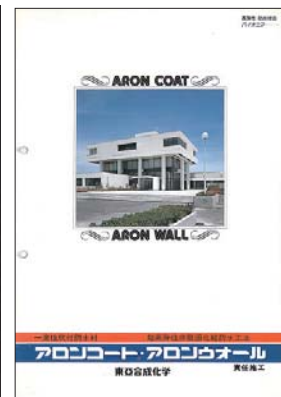
1975 アメリカ館



クジラ館



1976 熱海プラザ



1977 広島市植物公園レストハウス

◇アロンコート連合会の発足（1976年）

全国9地区（北海道・東北・関東・北陸・東海・近畿・四国・中国、九州）アロンコート会を結集。翌年、「全国塗膜防水工事業団体連合会」（18団体）にアクリルゴム系唯一の団体として加入し、「責任施工体制」をとる。

◇アロンウオールが大規模物件の旧東京都庁第2本庁舎に採用（1976年）。



アクリルゴム外壁用塗膜防水材料が大規模物件で採用（旧都庁第2本庁舎）

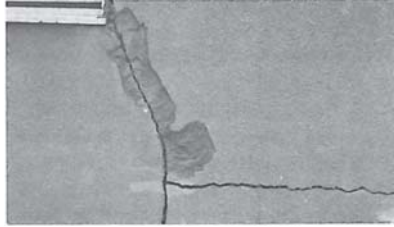
◇アロンウオール、「美しき防水」を謳う（1977年）。

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
1978 (昭 53)	<p>◇宮城沖地震発生 大陸プレートを震源地とする地震で、震源は宮城沖で深さ 40 km、マグニチュード 7.4、仙台港で 30 cm の津波。</p> <p>◇コンクリート骨材の塩分規制（建設省） 生コンの JIS 改正で建設省（当時）住宅局の通達や土木学会の示方書の規定を受け、建築用骨材の塩化物量（NaCl 換算）を原則 0.04% 以下、土木用骨材は原則 0.1% 以下と規定した。</p> <p>◇鉄筋コンクリート造のひび割れ対策（設計・施工）指針・同解説（日本建築学会）発刊</p> <p>◇建築保全センター設立</p>
1979 (昭 54)	<p>◇第 2 次オイルショック</p> <p>◇エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）施行</p> <p>◇米国 スリーマイル島原発事故</p>
1980 (昭 55)	<p>◇琉球大学 具志幸昌教授「沖縄県における鉄筋コンクリート構造物耐久性」を（琉大土木工学科同窓会誌第 8 号）に記載。 “沖縄県では海砂を使い始めて 30 年経っている。その結果が今日の惨状を招いたといっても過言ではない。海砂一山の中で、<u>塩分量の多い部分の値で 0.1 ~ 0.4% が記録されている。</u>” 塩害に取り組むことになった切っ掛けの論文である。その後、琉球大学 建設工学科 大城武教授とこの問題に対して本格的に取り組むことになり、沖縄塩害暴露センターの試験に至る。</p> <p>◇日本コンクリート工学協会（JCI）「コンクリートのひび割れ調査・補修指針」を刊行。 コンクリートのひび割れの制御や発生後の対策は大きな技術課題となっている。</p> <p>◇住宅建築 省エネルギー機構設立</p>
1981 (昭 56)	<p>◇米国でチョート&ウォルター著「America in Ruins（荒廃するアメリカ）」が発刊。 “米国では 70 年代から公共施設の老朽化が顕在化しているが、維持・管理をないがしろにされたまま、日々脆弱化の度合いを強めている。” と警告。</p> <p>◇「新耐震設計法」の施行（建築基準法） ・1978 年宮城沖地震をの被害を踏まえ、一次設計、二次設計の概念が導入された。中規模の地震（震度 5 程度）で災害を受けた時には、損傷が少ないので容易に補修でき、大地震（震度 6 強から 7）により大きな被害をこうむった時には、最低でも人命が失われることは避けるという考え方である。兵庫県南部地震、福岡県西方沖地震でも倒壊に至るような被害を受けた建物はほとんどなかった。</p> <p>◇「日本住宅公団」が「住宅・都市整備公団」となる。</p>
1982 (昭 57)	<p>◇アルカリ骨材反応劣化が阪神高速道路公団の関連施設で確認。 日本初の被害報告。京都大学 土木 岡田清教授を委員長とする「反応性骨材コンクリート調査委員会」を発足。</p> <p>◇東北新幹線開業・上越新幹線開業</p>

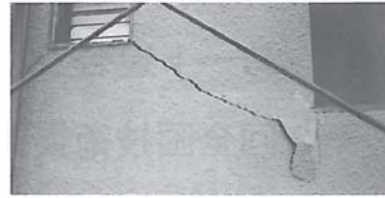
アロンの歩み

◇宮城沖地震でアロンウオール性能発揮（あしば第 14 号）

“アロンウオールは地震による数 mm の亀裂に追従して外壁の損傷を最小限度に止め、たとえ塗膜が破断しても、塗膜が付着してモルタル等の落下防止（第 2 次災害）に効果があることが立証された。”



一般仕上げ塗装部
は下地が落下



アロンウオール
塗布部は下地の
落下を防止

◇火力発電所（中部電力）電力の重要施設の外壁防水にアロンウオールを施工



◇アロンウオール 日本電信電話公社・建築局の「防水形化粧塗料」に認定。（あしば第 38 号：1980 年）

◇“塩害・凍害戦線異常なし”を謳う。塩害・凍害に耐える“美しき防水”を謳う。（あしば第 40 号：1980 年）

- 1) 塩害促進試験として、塩水噴霧試験 5,000 時間でアロンウオール塗膜の塩害防止効果（塩分浸透・鉄筋腐食防止）を確認し、塩害防止を謳う。
- 2) 凍害は、北海道立寒地建築研究所での水中凍結融解試験（ASTMC-290-61T、凍結 -18℃ ⇄ 融解 5℃）コンクリート供試体 160 サイクル後も塗膜異常なく、+1.2%の重量増と小さい。ALC 供試体も、120 サイクル後、塗膜異常なく、+5.4%の重量増と小さく凍害防止を謳う。

◇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創立（1981 年）。

中小企業協同組合法に基づき建設大臣が認可する「事業協同組合」にアロンコート連合会から移行した。

◇あしば第 60 号で“外壁用塗膜防水材には防水性能に加えコンクリートの保護性能の確立が必要”と謳い、中性化・塩害・凍害・風害とコンクリートの耐久性劣化に先駆けて取り組んだ（1982 年）。

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
1983 (昭58)	<p>* コンクリート構造物の早期劣化問題が顕在化した最初の年である。</p> <p>◇ 齊藤宏保 (NHK 社会部記者) 「重い遺産—コンクリート構造物大崩壊迫る」 祥伝社より発刊</p> <p>◇ NHK 土曜レポート 「警告! コンクリート崩壊・忍び寄る腐食」 コンクリート構造物の早期劣化が全国的な規模で進行。</p> <p>◇ NHK ニュース 山形県 「坂田の塩害」 日本海側の道路橋の塩害損傷。 PC橋が建設10数年で、塩分腐食でPCケーブルが腐食破断する劣化を生じ関係者に衝撃。</p> <p>◇ NHK テレビニュースワイド、「山陽新幹線高架橋橋脚、阪神高速道路大阪松原線高架橋橋脚その他の関西地区におけるコンクリート構造物のアルカリ骨材反応による劣化問題を報道」 主原因を輝石安山岩砕石とする。</p> <p>◇ 毎日新聞、アルカリ骨材反応問題の現状の解説記事掲載。</p> <p>◇ 建築施工管理技術検定の実施</p>
1984 (昭59)	<p>* コンクリート構造物の早期劣化が予想外に大きい広がりで行進していることが明らかにされ、“コンクリートの耐久性神話の崩壊” が、一挙に社会問題化した年である。</p> <p>◇ 建設省 塩害対策指針 (案) 制定 (社) 日本道路協会より「道路橋の塩害対策指針 (案)・同解説」が発刊される。塗装材料の品質が規定される。特に、しゃ塩性がA、B種 (一般塩害塗装系) は 10^{-2}mg/cm^2 以下、C種 (厳しい腐食環境) は 10^{-3}mg/cm^2 以下と規定。太平洋沿岸 (区分A) から200m以内、日本海沿岸 (区分B) から300m以内、沖縄県は全県が塩害対策地域となる。</p> <div data-bbox="667 1037 1070 1227" style="text-align: center;"> </div> <p>◇ 日本コンクリート工学協会 (JCI) に「アルカリ骨材反応 (AAR) 調査研究」委員会」発足。</p> <p>◇ NHK 特集 「コンクリートクライシス」 半永久的なコンクリート構造物が意外にも早く劣化していることを日本・米国の事例で紹介 (塩害・アルカリ骨材反応で)。この放映がコンクリート神話の崩壊をもたらす。</p> <p>◇ 日経アーキテクチュア “荒廃するコンクリート” 「崩壊した耐久性神話、品質管理への険しい道のり」 特集記事として掲載。</p> <p>◇ NHK ニュースセンター9時 「雨漏り団地」 放映</p> <p>◇ 国会衆議院運輸委員会にて「コンクリート構造物の塩害問題」が取り上げられる。</p> <p>◇ 読売新聞 「コンクリートの安全性の解明を」の社説</p> <p>◇ NHK “ニュースセンター9時” で「狭山団地の鉄筋コンクリート建物の異常劣化」の報道</p> <p>◇ 朝日新聞 「山陽新幹線の高架橋、トンネル外壁におけるアルカリ骨材反応の劣化状況」報道。</p> <p>◇ NHK テレビ番組 “クローズアップ” 「マンション点検シリーズ②ひびが壁を走る」 放映。</p> <p>◇ 日本住宅都市整備公団、狭山団地の異常劣化調査開始 (NHK テレビニュースとして放映)</p> <p>◇ 読売新聞 「山陽新幹線新大阪—岡山間におけるコンクリート側壁のひび割れと破片の落下事故続発」の報道</p> <p>◇ 科学万博 (つくば博) 開催</p>

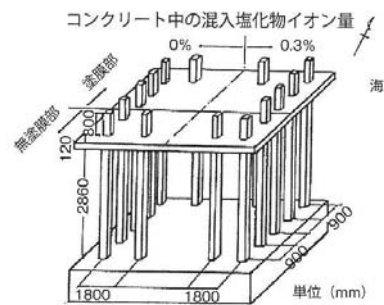
アロンの歩み

◇あしば第 62 号で「建築物の保全と補修・改修工事における外壁化粧防水材の役割」を特集

1. 外壁塗膜防水材の役割
2. 防水+化粧+躯体保護
3. 外壁化粧防水材に要求される機能と性能
4. 総合保護塗膜としてのアクリルゴム外壁防水材中性化・塩害・凍害・風害防止
5. 責任施工体制のありかた

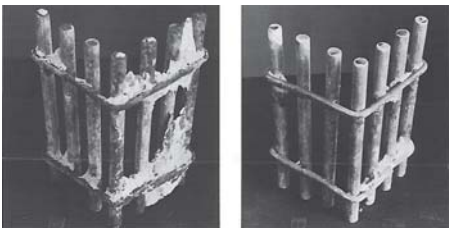
◇沖縄暴露センター：RC 造実大構造物の建設と試験スタート（1984 年）

（琉球大学大城武教授との共同研究）コンクリート中の初期塩分量（塩化物イオンで 0% / 0.5% の 2 水準）とアロンウオール塗膜被覆（無 / 有の 2 水準）の条件とで沖縄県本部町備瀬崎海岸で実暴露試験を開始した。ヒルター工業（株）米倉英四郎社長のご尽力をいただく。

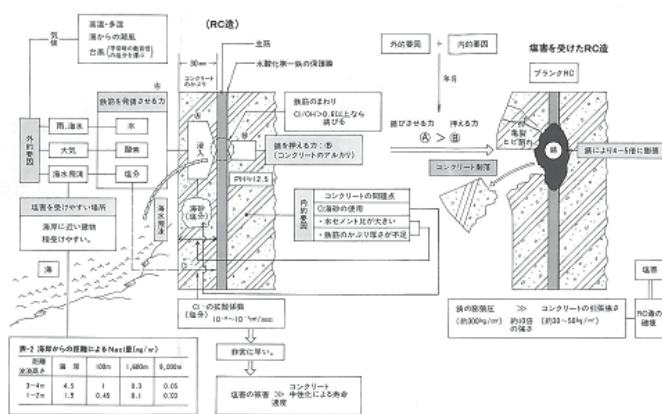


◇あしば第 63 号「アロンウオール塗膜による RC 造建築物の塩害防止効果」沖縄暴露 2 年を報告。

沖縄塩害暴露センターの前哨戦的な報告となる。この報告直後、供試体は手ごろなバーベキュー台にされ、黒こげとなり、試験の続行不可能となる。（暴露試験の難しさを知る）



非塗装 鉄筋腐食大 アクリルゴム被覆 鉄筋腐食ほとんどなし
初期混入 1.0%の鉄筋腐食状況



塩分による鉄筋腐食メカニズム図

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
1985 (昭60)	<p>* <u>コンクリート構造物の早期劣化の認識が一層深まる年。</u></p> <p>◇朝日新聞“真相／深層”欄でアルカリ骨材反応問題の現状に関する解説記事「揺れる耐久性の神話」を掲載。</p> <p>◇国会衆議院予算委員会第8分科会で「アルカリ骨材反応によるコンクリート構造物の劣化問題が」取り上げらる。</p> <p>◇建設省、総合プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」を3年の予定でスタート。</p> <p>◇NHK大阪ニュース、朝日・毎日・読売・サンケイ新聞「吹田市市営住宅鉄筋コンクリート建物の鉄筋腐食による取り壊し」報道。</p> <p>◇東京大学 小林教授「狭山団地の異常劣化の原因がアルカリ骨材反応であることを発表」(NHKテレビ、朝日・毎日新聞)</p>
1986 (昭61)	<p>* <u>コンクリート構造物の早期劣化対策に各方面が真剣に取り組み始め、大学、官公庁ならびに大手の建設会社の研究所において、早期劣化メカニズムの調査研究が行われ始めた年である。</u></p> <p>◇アクリルゴム系塗膜防水工事の技能検定（国家検定）の開始。 厚生労働省・都道府県・中央職業能力開発協会管轄。2010年現在 1級 2,539名、2級 938名の累計合格者。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>◇建設省「コンクリートの塩分総量規制」を通達 土木・建築のコンクリート構造物に使用されるコンクリート中の塩化物量（塩化物イオン量）を使用する部材によって、0.3 kg/m^3 または 0.6 kg/m^3 以下に規制するもので、使用時のコンクリートを対象に、塩分測定器により生コンクリート中の塩化物イオン量を測定・検査するものである。これによって、建設現場に於いて使用コンクリート中の塩化物量を直接検査することが可能となり、有効な除塩対策がとられることとなった。</p> <p>◇建設省「アルカリ骨材反応対策（土木構造物）およびアルカリ骨材反応に関する暫定指針（建築物）」を通達。 ①非反応性骨材を使用。②低アルカリセメントの使用。③コンクリート表面の防水処理（①、②の対策が打てない場合）の3つの対策を指針化。</p> <p>◇日本コンクリート工学協会（JCI）、耐久性診断研究委員会の設置。 委員長：小林一輔 東大生研教授</p> <p>◇セメント業界、セメント試験成績表にアルカリ骨材反応対策として、アルカリ量（R_2O）の表示。</p> <p>◇建設省 官民連帯研究（総プロ）建築物の耐久性向上技術の開発</p> <p>◇ソ連、チェルノブイリ原子力発電所事故</p> <p>◇東北自動車道開通</p>

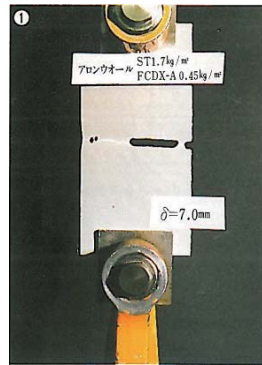
アロンの歩み

◇あしば第 67 号 “美しき防水” 「アロンウオール」 塩害の実態解明に果敢に挑戦

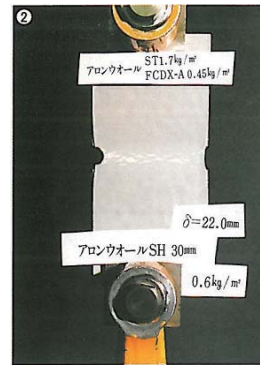
沖縄・本部町・備瀬崎に塩害対策暴露センター設置
 塩害の劣化を数年～10年程度受けたと同様の RC 柱と
 するため、電食により鉄筋を強制的に腐食させた。電
 解液は、現場の海水を用い、柱中の鉄筋をアノード（プ
 ラス極）、海水に浸した銅版をカソード（マイナス極）
 として、電圧 20V の一定電流電食を行った。
 鉄筋腐食膨張による、ひび割れを発生できた。
 塩害改修下地として、アロンウオールを施工した。



◇アロン ACC 工法（アロンカチオクリート工法）及びひび割れ緩衝材「アロンウオール SH」の上市 国交省の「建築改修工事監理指針（2004年にアクリルゴム系外壁防水材の改修仕様に掲載）」



アロンウオール標準仕様（7mm）



アロンウオール SH + アロンウオール標準仕様
 （22mm に追従）


◇外防協（日本外壁防水材工業会（NBK）の前身）の材料規格発表

（東京工業大学 建築 小池迪夫教授）

外壁塗膜防水材工業会が発展的に解散し、新しくアクリルゴム防水材工業会が設立された。JIS A 6021 屋根用塗膜防水材を基軸に外壁用塗膜防水材の規格案を発表。JASS 8 防水工事 L-AW に関連

◇あしば第 74 号 顕在化するアル骨問題、防止対策に注目されるアロンウオールの総合保護機能「アルカリ骨材反応によるコンクリート劣化と防止対策」に、透湿性の優れたアクリルゴム塗材はアルカリ骨材反応による膨張を抑制できる可能性を一部の実験から示唆した。



年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
<p>1987 (昭 62)</p>	<p>◇建設省の総合技術開発プロジェクト「建築物の耐久性向上技術の向上」 「鉄筋コンクリート造分科会（東京大学 岸谷孝一分科会長）」が発刊。 （昭和 55 年～ 59 年の 5 年間の成果）（技報堂出版より）1986 年発行</p> <p>◇生コンクリートに加水することを拒否した運転手に対する暴行事件発生（コンクリート工業新聞）</p> <p>◇東北新幹線のコンクリート製防音壁の一部が栃木県小山市区間で崩落事故（朝日新聞）</p> <p>◇JIS A 5004「コンクリート用砕砂」、JIS A 5005「コンクリート用碎石」改正、アルカリ骨材反応による種類 A（無害）、B（有害、又は未試験）を新設。</p> <p>◇国鉄分割、民営化。</p> 
<p>1988 (昭 63)</p>	<p>◇第 9 回 アルカリ骨材反応（ASR）に関する国際シンポジウム、京都国際会議場に開催。 この国際会議は、テレビでもニュース放映され、日本でも、この国際会議を機にアルカリ骨材反応に対する研究が活発となる。</p> <p>ASR に関する国際会議は 4 年に 1 回開催され、開催場所から見ても、世界的な課題であることが分かる。京都以降、以下の国で開催され、アクリルゴムの抑制効果を発表した。</p> <p>第 10 回（1992 年） 英国（ロンドン） 東亜合成発表（金沢大学、シェフィールド大学共同研究）</p> <p>第 11 回（1996 年） オーストラリア（メルボルン） 東亜合成発表（金沢大学、シェフィールド大学共同研究）</p> <p>第 12 回（2000 年） カナダ（ケベック）</p> <p>第 13 回（2004 年） 中国（北京） 東亜合成発表（シェフィールド大学・九州大学（運輸省港湾技研）共同研究）</p> <p>第 13 回（2008 年） ノルウェー（トロンハイン）</p> <p>* 第 14 回（2012 年） 米国（テキサス オースティン）開催予定</p> <p>◇東京大学生産技術研究所 小林一輔教授ら、日本コンクリート工学協会（JCI）耐久性診断研究委員会「コンクリート構造物の耐久性診断に関するシンポジウム」において、コンクリートの炭酸化（中性化）を促進する要因として、コンクリートの細孔溶液の pH を高める要因、すなわち、高アルカリセメントの使用と塩化物を含む海砂の使用を指摘。</p> <p>◇建設省、現場主任技術者に防水技能士など 9 職種を追加告示</p> <p>◇青函トンネル開通、ソウルオリンピック開催</p>

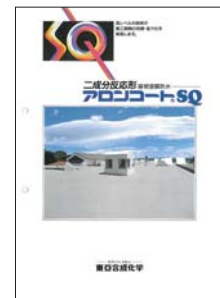
アロンの歩み

- ◇沖縄 全日空 万座ビーチホテルをアロンウオールで塩害改修を実施（1987年、築後15年程度経過）
吹付塗材が施工されていたが、塩害による鉄筋腐食でひび割れ等を発生していたため補修した。



全日空 万座ビーチホテル（沖縄県）

- ◇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」上市（1988年）。
環境対応 2成分反応形アクリルゴム系屋根防水工法「アロンコートSQ」となる。施工後3時間で成膜、降雨にあってもなされないようになった。



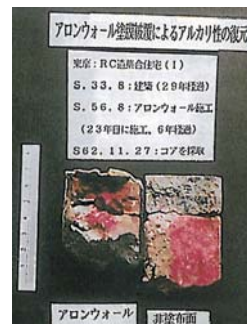
- ◇【中性化】アクリルゴム系塗膜による中性化還元効果の実証

（日本大学 生産工学部 建築学科 笠井芳夫教授との共同研究：1988年）

実構造物（3物件）で既に中性化したコンクリートにアクリルゴム系防水材を塗布し、4～8年後に中性化深さを測定した。その結果、中性化深さ12.5mmが8年後に7.1mm（5.4mmの中性化還元【写真物件】）、9.8mmが6年後に8.0mm（1.8mmの中性化還元）、27.6mmが4年後に1.5mm（26mmの中性化還元）となっていることが分かった。これは、コンクリート内部の湿気の移動により、中央部の健全なセメントのアルカリ部が表面の中性化部に拡散・移動してアルカリを付与させたためと考えられる。



A：アロンウオール被覆面（東面1階壁部）
B：アロンウオール非被覆面（東面1階壁部）



- ◇【塩害】補修時に内在する塩害劣化要因に対する保護効果の試験開始

（建設省 建築研究所 コンクリート研究室 梶田佳寛室長との共同研究）

内在要因：①鉄筋腐食要因（塩分／水分）の内在 ②マクロセルの形成 ③ひび割れの発生

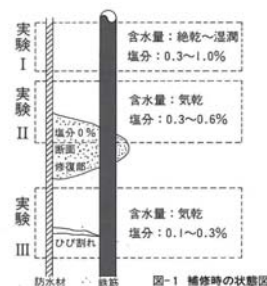


図-1 補修時の状態図



茨城県つくば

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
1989 (平元)	<p>◇瀬戸大橋開通</p>  <div data-bbox="727 819 1386 1261"> <p>土木構造物の早期劣化を防止し延命化する アクリルゴムのユニークな特長</p> <p>私たちの生活を支える土木構造物は後生に残すべき重要な社会資本。 近年、この社会資本維持の機運がますます高まるなか、土木構造物の早期劣化（コンクリート構造物の塩害・アルカリ骨材反応・中性化……）が重大な問題となっており、その防止技術の確立が早急な課題となっています。 東亜合成の開発した「アロンフルコート」は超柔軟厚膜形アクリルゴム系表面被覆材で、土木構造物の早期劣化を防止する数々のユニークな機能を持っています。</p> </div> <p>アクリルゴム塗膜の土木構造物の保護への展開のシンボルとなる構造物</p> <p>◇外壁タイルの剥落事故 北九州市共同住宅（地上10階）搭屋部分のタイルが幅8.5m×高さ約5mにわたり、約31m下に落下し死者2名、重傷1名の事故。大騒ぎになったのをきっかけに建設省に事故調査委員会（委員長 東京大学建築学科 岸谷孝一教授）が発足。</p> <p>◇日本建築仕上学会の設立</p> <p>◇モントリオール議定書 2000年までにフロンの全廃合意</p>

アロンの歩み

◇ 1982～1992年 原子力発電所建屋の防水と塩害防止にアロンウオールが多く採用される。

1982年から海岸に隣接する重要構造物である原子力発電所建屋を塩害環境から守るために、外壁の防水と遮塩性に優れたアクリルゴム系外壁防水材料が使用されるようになった。

北海道電力（泊原子力発電所 1989～）、東北電力（女川原子力発電所 1984～）、東京電力（福島第1（5、6号基）、第2、柏崎原子力発電所 1986～）、北陸電力（志賀原子力発電所 1992～）、中部電力（浜岡原子力発電所 1982～）、関西電力（高浜原子力発電所 1986～、美浜原子力発電所 1991～）、中国電力（島根原子力発電所 1986～）、四国電力（伊方原子力発電所 1996～）、九州電力（玄海原子力発電所 1986～、川内原子力発電所 1991～）



福島第1原子力発電所 5号機



伊方原子力発電所



島根原子力発電所



川内原子力発電所

◇ 【アルカリ骨材反応（ASR）】に関する取り組み

- (1) 金沢大学 川村満紀教授と「異なる自然環境下（海岸／内陸：外部塩分の影響）でのASRによる膨張ひび割れと表面被覆材による膨張抑制効果」の共同研究開始。
- (2) 英国者フィールド大学 R. N. Swamy 教授・運輸省港湾技術研究所と「持続荷重下での梁・柱に対するアクリルゴム塗膜のASR抑制効果」および「塩水シャワー等の促進試験に対する抑制効果」に関する共同研究開始

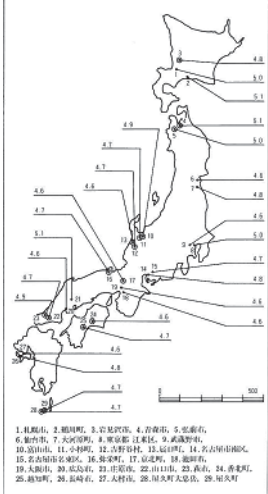
◇ 【塩害】に関する取り組み

シェフィールド大学 R. N. Swamy 教授・運輸省港湾技術研究所と「各種水セメント比のコンクリートに対するアクリルゴム塗膜の塩分浸防止」に関する共同研究開始

年代 **コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷**

1990
(平 2)

◇NHKスペシャル 「“つらら” は警鐘を鳴らす。忍び寄る酸性雨禍」
マンションのベランダ、高架橋の下に白い不気味なつららが発生。酸性雨のコンクリート構造物への影響を警鐘。



◇環境庁の酸性雨調査 (pH の全国分布)
一番低い pH は桜島の噴出物による、pH2.5 であった。
太平洋側の大都市周辺では、人為的 (工場、車等) な NO_x、SO_x により、年間に 10 ~ 20 回程度の pH4 未満の降水があるとの報告。

◇東京大学 生産技術研究所 小林一輔教授、海砂を使用した山陽新幹線の高架橋の鉄筋コンクリートスラブにおける鉄筋腐食を警告 (退官記念講演にて)

◇NHK テレビ番組 “イブニングネットワーク” 「コンクリートが腐食する」で、狭山団地における建物基礎のコンクリートに進行している C-S-H (ケイ酸カルシウム水和物) の分解現象を放映。

◇外壁落下事故に関する解説「壁が降る、天井が落ちる、北九州市内半年で 10 件」を掲載 (朝日新聞)

◇山陽新幹線の高架橋における鉄筋コンクリートスラブの塩分腐食問題が放映 (TBS テレビニュース)

◇「腐食 山陽新幹線の恐怖」 山陽新幹線高架橋 鉄筋コンクリートスラブの鉄筋の塩分腐食に関する記事が掲載 (週刊ポスト)

◇生コンクリートにおける加水問題が取り上げられる (週刊ポスト)

◇二酸化炭素がコンクリートに及ぼす影響を、炭酸化という化学的劣化機構に立脚して解明された (東京大学 生産研 小林一輔教授)

- 劣化は 3 つの現象で現れる。
- (1) 中性化 (従来のもの)
 - (2) C-S-H (セメント硬化体の 60% 強を占めるケイ酸カルシウム水和物) の分解による脆化現象
 - (3) エトリンガイトおよびフリーデス氏塩の分解 (遊離塩化物イオンの発生で鉄筋腐食を促進)
- コンクリートの炭酸化速度は、空隙が多いほど、セメント硬化体の毛管孔隙を満たしているアルカリ溶液の濃度が高いほど、大きくなる。セメントのアルカリ量および海砂による塩分が炭酸化速度を早くさせる。

アロンの歩み

◇【凍害】アロンウォールによる ALC 建物の凍害暴露試験開始（1990 年）

- 1) 呼吸性防水塗材による建築物の凍害防止に関する研究
- 2) 寒冷地用外壁材料の開発研究

北海道大学 工学部 建築学科 鎌田英治教授、北海道立寒地住宅都市研究所との共同研究



寒地住宅都市研究所 吉野科長説明 北海道大学 建築 鎌田教授立ち合い説明

試験開始に当たり、報道陣に対する説明会を実施した。試験遂行に当たり、北海道支部の常盤金属工業（株）安田道夫社長（支部長）のご尽力をいただく。

◇アロンウォール塗膜によるコンクリートの耐久性保持（あしば第 90 号）

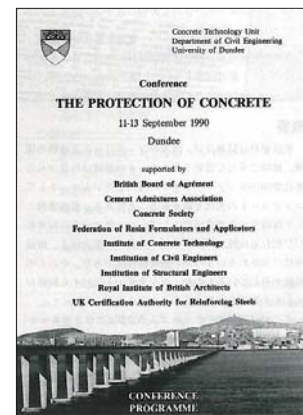
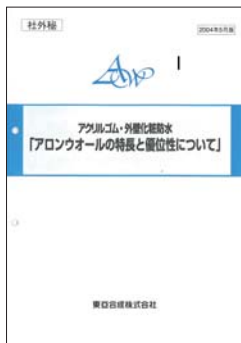
コンクリート保護に関するスコットランドで発表。

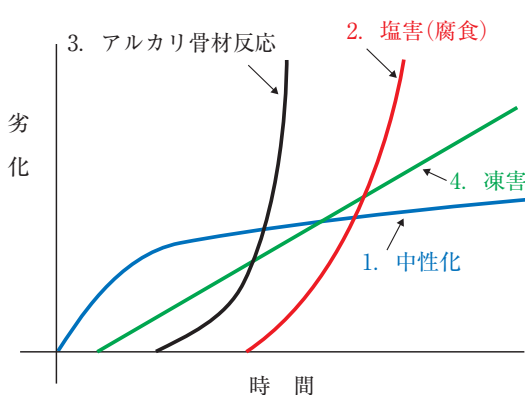
「アロンウォールの特徴と優位性について」のパンフレットとする。

内容は、1) アロンウォールの特性（アクリルの種類、樹脂量等）

- 2) コンクリート構造物の耐久性向上に対するアロンウォールの役割（ひび割れ追従性、耐候性、劣化要因に対する遮断機能等）

- 3) JIS A 6021 の中での位置づけ、……



年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
	<p>◇タイル貼り付けの問題（1990年頃からの工法に対する指摘）</p> <p>印藤建築コンサルタント 印藤文夫「建物の耐久性とコンクリート」より抜粋</p> <p>タイル貼りの方法として、1990年頃に、某タイルメーカーにより発売されたものですが、前記のようにタイル下地全面に下地モルタルを塗るのではなく、壁の出隅、入隅ひら面の特に凹凸の悪い個所を、モルタルで調整するだけです。しかし外壁コンクリートの型枠を外したままの外壁面は、3～5mmの凹凸があるのが一般的です。</p> <p>実際に修繕工事の際、タイル面に打診棒を当ててみて、タイルが浮いている音がする部分のタイルを剥がしてみると、タイルが接着した形跡はなく、まわりのタイルにぶら下がっていた、としか思えない部分が結構あるのですが、そのような下地に95×45×7～8mm、又は45×45×7mmのタイルを30cm角の紙に18枚（前者）、又は36枚貼り付けしたものを、コンクリート表面に接着モルタルを1.5～2mm塗って貼り付け、叩き板をたたいて貼るのです。</p> <p>タイルの目地も前記のタイルのように、一本ずつ目地鏝を使って拵めるのではなく、タイル貼りを終えた跡全面にモルタルをまぶし塗とし、あと、拭き取りを行うが、これでは隙間が出来るので、雨水浸入の可能性があります。<u>タイルが浮いている部分のタイルを除去してみると、雨水が流れた跡があるにもかかわらず、タイルの剥落が発生しなかった部分が意外に多く見られます。この原因を考えてみると、タイルが巾30cmごとに貼り付けられていて、隣接するタイルの接着状態がよければ、目地モルタル接着の影響や隣接タイルの影響もあって剥落には至らないのではないか、と思われま</u>す。しかし、その実情をよく見ると、雨水浸入の影響もあるので、剥落は時間の問題ではないかと思われま</p> <p>*タイル目地からの雨水浸入によるタイルの剥離に対する改修工法として、2007年のタイル張り仕上げ外壁用改修工法「クリアウォール」（透明塗材によるタイル目地の防水による剥離予防工法）に上市。</p> <p>◇D. G. Manning（米国連邦道路局）がコンクリート劣化モデルを経験則から提唱。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 中性化 $d = kt^{1/2}$ 2. 塩害 $d = t_0 + kt^a$ 拡散律速 $a = 0.5$ 反応律速 $a = 1.0$ 3. アルカリ骨材反応 $d = t_0 + kt^b$ ($b > 1.0$) 4. 凍害 $d = t_0 + kt$ <p>d : 劣化度 t_0 : 開始 T : 経過時間 k : 個々のメカニズムとコンクリートで定まる定数</p>  <p>Mannig D.G, (1990) : Design life of concrete highway structures-North American scene. British Group of IABSE（国際橋梁シンポジウム）Colloquium, Cambridge, July.</p>

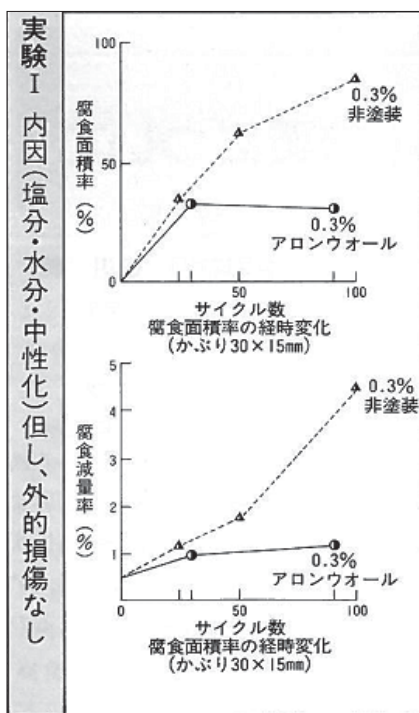
アロンの歩み

◇【塩害】建設省建築研究所との共同研究を発表（あしば第89号）

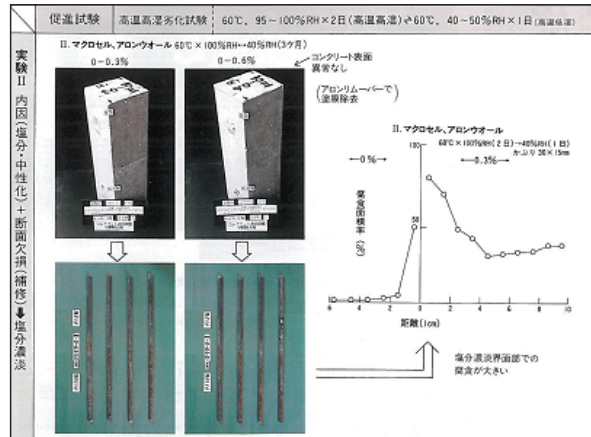
実験Ⅰ：アロンウオール被覆により、塩分・水分・中性化を内在していても、塩分量0.6%まで鉄筋腐食を抑制した。

実験Ⅱ：塩分濃度の変化する界面ではマクロセルによる鉄筋腐食がある。

実験Ⅲ：アロンウオール（樹脂量54%）はフレスタイル（樹脂量34%）に対して優れた鉄筋腐食防止効果を示した。樹脂量の高い塗膜でないと塩害防止はできない。



実験Ⅰ（塩害要因内在）



実験Ⅱ（マクロセル）



実験Ⅲ（ひび割れ）

◇酸性雨に対する被覆効果（あしば第91号）

5%硫酸水溶液に6カ月浸漬した。非塗装コンクリートは硫酸によって溶解し、骨材が浮きでるほどに劣化した。一方、アロンウオール塗装コンクリートは、塗膜外観はふくれ、割れ等の異常なく、コンクリートを酸性雨から保護した。

6カ月浸漬



非塗装コンクリート



アクリルゴム被覆品

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
1991 (平 3)	<p>◇JIS A 1436 「建築用被膜材料の下地不連続部における耐疲労性試験方法」制定。 塗膜の下地不連続部に生じるムーブメントによる疲労に対する抵抗性を評価する試験方法。</p> <div data-bbox="582 369 1157 660" style="text-align: center;"> <p>試験体の形状 (A形試験体)</p> <p>単位 mm</p> </div> <p>* 外壁の塗膜防水材のムーブメント試験プログラム ひび割れは長周期「温度変化湿度変化によるひび割れ」を対象</p> <p>(1) 現場打ち鉄筋コンクリート外壁 0.25 ~ 0.5 mm (第一工程) 20℃ → 60℃ → 0℃ → - 10℃ → - 20℃ (各温度で 500 回繰り返す) 0.5 ~ 1.0 mm (第二行程) 同上 * ムーブメントの発生頻度は 1 年に 720 ~ 740 回となる。</p> <p>(2) プレキャストコンクリート部材外壁 / ALC パネル外壁 0.5 ~ 1.0 mm (第一工程) 20℃ → 60℃ → 0℃ → - 10℃ → - 20℃ (各温度で 500 回繰り返す) 1.0 ~ 2.0 mm (第二工程) 同上 * ひび割れ巾は、パネル外壁の方が鉄筋コンクリートより大きく設定されている。</p> <p>◇全国防水工事業協会設立 (略称：全防協) 以下の防水メーカー団体が加入 (順不同)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本外壁防水材工業会 (NBK) / 外壁防水施工団体協議会 (GSK) ・日本シーリング材工業会 ・合成高分子ルーフィング工業会 (KRK) ・日本ウレタン建材工業会 (NUK) ・トーチ工法ルーフィング工業会 (TRK) ・FRP 防水材工業会 (FBK) ・アスファルトルーフィング工業会 (ARK) ・ポリマーセメント系塗膜防水協議会 ・ケイ酸質系塗布防水協議会

アロンの歩み

◇全アロン防水組合 創立 10 周年記念誌 「礎」 発刊



◇瀬戸大橋のケーソンにアクリルゴム施工 (1991 年)

開通 2 年目に基礎部のコンクリートケーソン 4 基のコンクリート劣化防止を目的に施工 (5,800 m²)

20 年間ノーメンテナンスで良好な状態を保つ。



岸場の架設完了



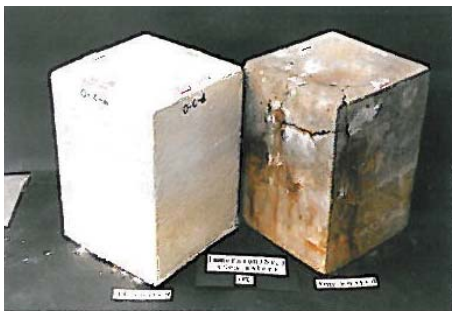
防水層の吹付

(写真は、本州四国連絡橋連絡高速道路株式会社の提供による)

◇【塩害】アロンウオール塩害防止効果、国際会議で世界が注目 (あしば第 93 号 1991 年) 海水半没試験
コンクリートの耐久性に関するモントリオールでの発表 (Swamy 教授との共同研究)

外観、8 年後

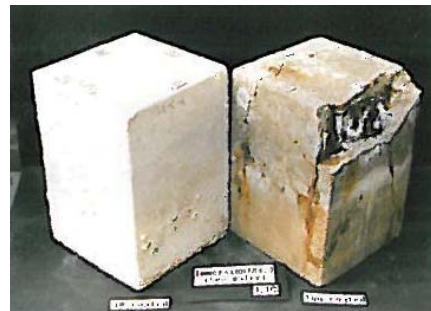
混入塩分 0%



アロンウオール塗装
異常なし

非塗装
鉄筋腐食によるひび割れ

混入塩分 1.0%



アロンウオール塗装
海水部の塗膜に若干
ブリストア発生

非塗装
鉄筋腐食でコンクリート剥落
ブリストア発生

鉄筋腐食、8 年後

初期混入塩分 0 ~ 1.0% の試験結果



塩分 0% | 0.2% | 0.8% | 1.0%

アロンウオール被覆品は、塩分 0.8% まで鉄筋腐食をほぼ抑制

初期混入塩分 0 ~ 1.0% の試験結果



塩分 0% | 0.2% | 0.8% | 1.0%

非被覆品は塩分 0% でも、外部塩分 (海水) からの塩分浸透で鉄筋が著しく腐食した。

年代 **コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷**

1992
(平 4)

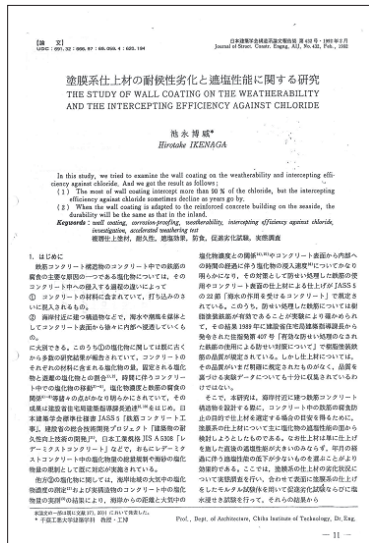
◇外壁からの雨漏りが瑕疵・クレームで最も多いと報告
(社) 建築業協会「建築工事、瑕疵・クレーム防止マニュアル」改訂版)のクレームによる補修件数の調査報告に、“外壁からの漏水が最も多く(32.6%)、次いで屋上防水層からの漏水(21.1%)と……”と調査結果を記載。



◇千葉工業大学 建築 池永博威教授「塗膜系仕上材の耐候性劣化と遮塩性能に関する研究」日本建築学会構造系論文集, No.432, pp.11-18, 1992.2 に発表

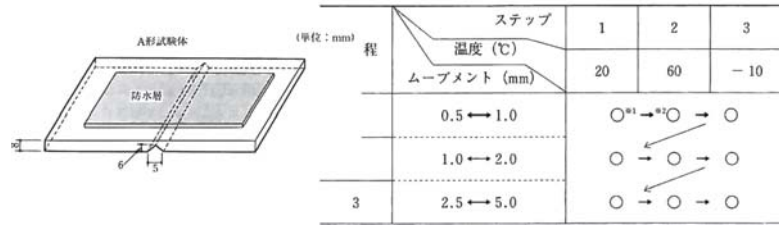
* JASS 5 鉄筋コンクリート工事の 25 節
海水の作用を受けるコンクリートの
解説表 25.4 「塗膜仕上材の促進劣化試験結果」、
解説表 25.5 「塗膜仕上材の塩水浸漬試験結果」
に掲載

コンクリートの塩害防止に用いる塗装材の選定基準
となっている。



1993
(平 5)

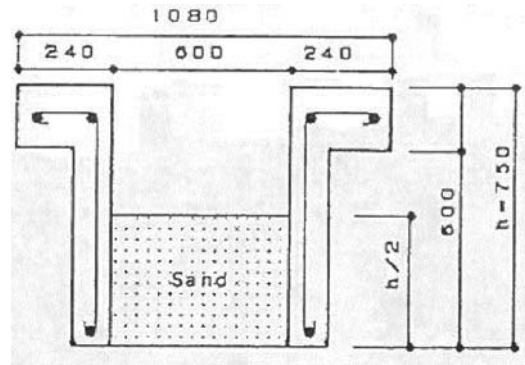
◇JASS 8 T-501 「メンブレン防水層の性能評価試験方法」制定。
疲労試験が提唱され、東亜製品は、これに準拠して耐疲労性を確認している。



各ステップ 500 回の繰り返しを実施。

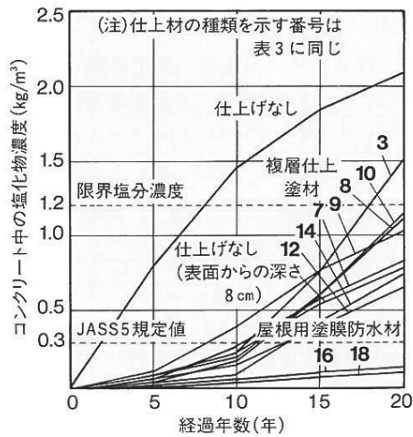
アロンの歩み

◇【凍害】 アクリルゴム被覆によるコンクリートの凍害暴露試験を紋別海岸・内陸で開始（1992年）。
 （北海道大学 工学部建築学科 鎌田英治教授との共同研究）
 箱型コンクリート供試体の中に砂を入れ、含水によって内部からの凍害水準も加えている。



◇あしば第94号

「アクリルゴム系防水材（JIS A 6021 品）と複層仕上塗材（JIS A 6910 品）の耐用年数と塩害防止機能の違いについて」で池永教授の論文を紹介。
 屋根用塗膜防水材に分類されている「アクリルゴム系塗膜防水材」は20年後も3.9%の劣化率に止まるが、複層系塗材（JIS A 6910 品）は、91.8%の劣化率に達する。



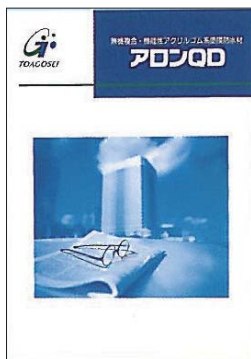
屋根用塗膜防水材と複層仕上塗材の塗膜劣化率の比較

経過年数		1年	5年	10年	20年
劣化率	複層仕上塗材	1.2%	12.2%	33.5%	91.8%
	屋根用塗膜防水材	0.3%	1.1%	2.1%	3.9%

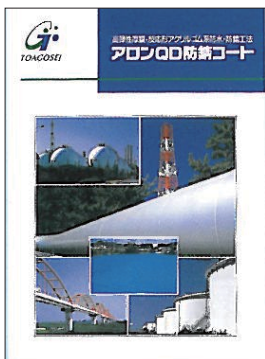
〈算出式〉 ●屋根用塗膜防水材 $R = 0.27 \times y^{0.89}$ ●複層仕上塗材 $R = 1.18 \times y^{1.46}$
 R：塗膜劣化率(%)
 y：屋外暴露年数(年)

◇アロン QD シリーズの上市（QD 防錆、二重床、ベランダ等）

施工例



QD 防錆コート



施工前



施工後

体育館の瓦棒屋根への施工



施工前



施工後 14年

給水塔（沖縄）

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
1994 (平6)	<p>◇三陸はるか沖地震発生（1994.12.28） プレート型地震、マグニチュード7.6、震源地の深さはごく浅い、震度6（八戸）、震度5（むつ、青森、盛岡）</p> <p>【被害の概要】 建物の被害は、八戸市を中心に発生しているが、特に市街地に集中しているのが特徴である。 市内の震度分布は、震度6または5と推定された。市庁旧庁舎、NTT局舎などは、柱や壁面に亀裂が入り、壁面が剥落するなどの被害が生じた。高校校舎で一部の柱が破損して、内部の鉄筋が折れ曲がり、柱や壁面が剥落した箇所が随所に生じた。多数の家でガラスが割れる被害を生じた。港湾地域を中心に液状化による噴現象及び亀裂や陥没が発生した。</p> <p>一般的な被害状況（アロンウオール Technical Report vol.3）</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;">外壁タイルの剥落</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">ALC 外壁の剥落（単層弾性タイルの施工）</p>

アロンの歩み

◇三陸はるか沖地震の調査結果（アロンウォール Technical Report vol.3）



タイル外壁をアロンウォールピンネット工法で施工した物件。異常なし。

◇全アロン防水組合

活路開拓事業報告“塗膜防水工事に於ける「新工法・新技術」導入のための調査・研究”

平成6年度 活路開拓ビジョン調査事業報告書の発刊（平成7年2月）

委員長：小池迪夫（千葉工業大学 教授）

専門家委員：大城武（琉球大学 工学部教授）

鎌田英治（北海道大学 工学部 教授）

岩井孝次（鹿島建設（株） 生産技術部次長）

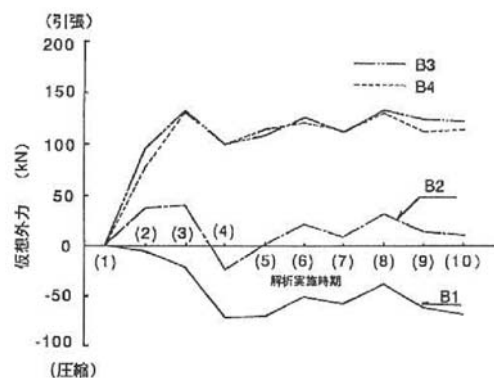
実地調査：北海道紋別市・凍害暴露試験場周辺地区の建築物調査

沖縄県本部町備瀬崎・塩害暴露場他、海浜地区構造物の経年調査



◇【アルカリ骨材反応】「持続荷重および ASR の影響下にある RC はりの内部応力に及ぼす表面被覆の効果」をコンクリート工学（JCI）年次論文報告集発表

英国シェフィールド大学 R. N. Swamy 教授、運輸省港湾技術研究所 濱田秀則室長との共同研究



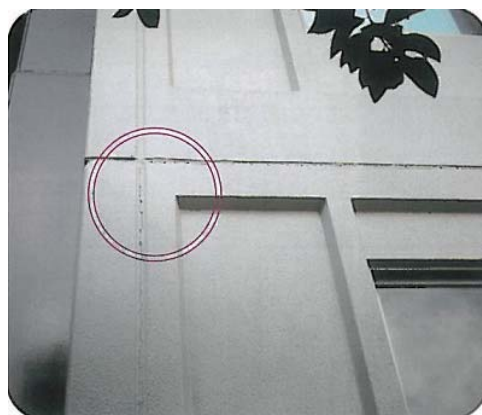
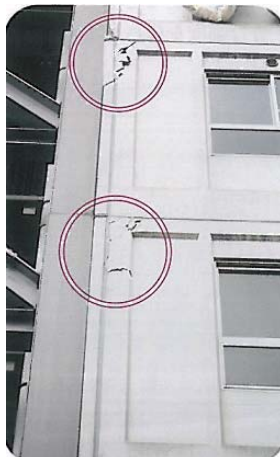
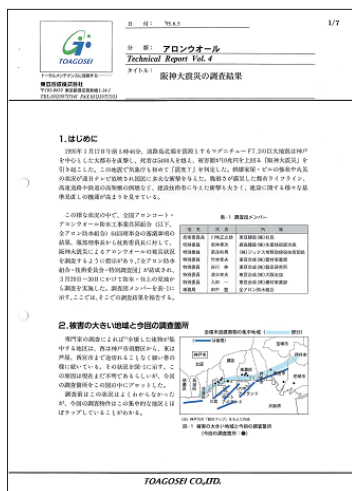
はり供試体の仮想外力の経時変化

アクリルゴム塗膜を初期より施工（B2）はアルカリ骨材反応による膨張圧（仮想外力）の発生なし。

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
1995 (平 7)	<p>◇阪神大震災発生（1995.1.17） 淡路島北部沖の明石海峡（深さ 16 km、マグニチュード 7.2 の巨大地震、震度 7 の最高レベル） 震度 7（神戸市一部、芦屋市、西宮市、淡路島）、震度 6（神戸市、明石市等）、震度 5（京都、彦根市等）</p> <p>【建物の被害状況】</p> <p>戦後に発生した地震では、昭和 21 年（1946 年）の南海地震や昭和 23 年（1948 年）の福井地震を大きく上回り、当時の地震災害としては戦後最大規模の被害を出した。被害の特徴としては、都市の直下で起こった地震による災害であるということが挙げられる。日本での都市型震災としては、大都市を直撃した昭和 19 年（1944 年）の昭和東南海地震以来となる。福井地震を経緯に設立された震度 7 が適用された初めての事例である。</p> <p>超高層建築物は概ね無事であった。さらに、1978 年宮城県沖地震の被害を踏まえて昭和 56 年（1981 年）に改正された建築基準法に従って建築されたビルは被害も少なかった。老朽化したビル・一階が駐車場のビル・マンションの物件では被害も多かった。一部の鉄筋コンクリートのマンションでは火災が発生していたが、隣戸に延焼することはなかった。</p> <p>古いビルでは、日本ではありえないとされていた中層階のパンケーキクラッシュ（*注）が多数起こり、低層ビルでは 1 階の崩壊や、今まで日本では見られなかった建物が土台から切り離されて倒壊したりなど、多数の被害があった。</p> <p>（*注）パンケーキクラッシュまたはパンケーキ崩壊（Pancake Collapse）は、建築物の柱がフロアを支えきれずに、上の階から下の階に向かってフロア自体が崩れ落ちるように倒壊する現象。倒壊したフロアが積み重なっている様子が、パンケーキを積み重ねた様子に似ているため名づけられた。</p> <div data-bbox="379 1220 927 1435"> </div> <p>神戸地区に見られた一般的な外壁の剥落 (写真左は不明、右はリシン仕上げ)</p> <div data-bbox="836 1444 1370 1626"> </div> <p>外壁タイル剥落の例</p> <p>◇製造物責任法（PL 法）施行</p> <p>製造物責任法（平成 6 年 7 月 1 日法律第 85 号）とは、製造物の欠陥により損害が生じた場合の製造業者等の損害賠償責任について定めた法規のことをいうが、形式的意義においては、上述の損害賠償責任について規定した日本の法律（平成 6 年法律第 85 号）のことをいう。1995 年 7 月 1 日施行。製造物責任という用語に相当する英語の product liability（PL）から、PL 法と呼ばれることがある。</p>

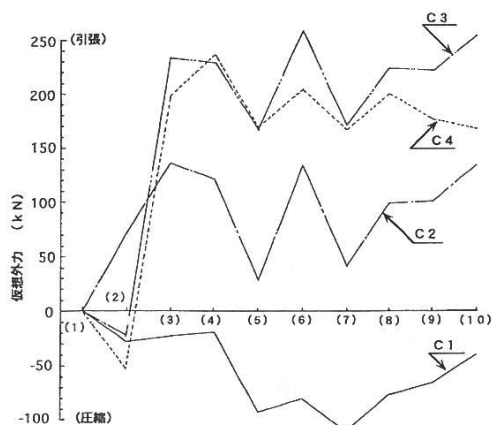
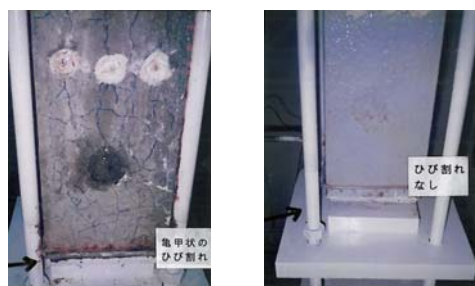
アロンの歩み

◇アロンウオール 阪神大震災の調査結果 Technical Report vol.4




一般的な外装材施工部は、アロンウオール塗装部は、地震の揺れがあっても
外壁コーナ部が地震で破損。塗膜の緩衝効果で破損を免れている。

◇【アルカリ骨材反応】持続荷重および ASR の影響下にある RC 柱の内部応力に及ぼす表面被覆の効果 シェフィールド大学との実験結果を発表 (R. N. Swamy 教授)



柱供試体の仮想外力の経時変化

- ・初期よりのアクリルゴム塗膜被覆品 (C2) はアルカリ骨材反応膨張力 (仮称外力) の発生は、非塗装品に対して 50 ~ 70% と小さく、ASR 膨張力を抑制している。
- ・早期材齢でコンクリートに表面被覆を施すことにより、ASR の影響を抑制することがわかった。

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
<p>1996 (平 8)</p>	<p>◇TR A 0001 「外壁用塗膜防水材」がTR（標準情報）として制定（1996年）TR 第1号である。タイプⅡ（*注）（日本外壁防水材工業会として）。技術情報の早期公開を目的に、1988年に作成された外壁用塗膜防水材のJIS原案を基に標準情報として制定された。</p> <p>その後、JIS化（2000年）に至るまで4年を要した。</p> <p>標準情報（TR）制度について（通称テクニカルレポート） 工業技術院 標準部寄りの通達</p>  <p>先端技術分野等の技術進歩の速い分野で、JIS化するには熟度低いものについて、迅速に、かつ、的確に関係者に規格関連情報を提供するために、JIS制度を補完する制度として（標準情報（TR）制度（通称、テクニカルレポート）が創設された。その概要は以下の通りである。</p> <p>なお、この制度は、ISO（国際標準化機構）のテクニカルレポートと同じ趣旨の制度である。</p> <p>【制度の概要】</p> <p>技術進歩の速い先端技術分野やマルチメディア分野などにおいては、現行のJIS制度では、規格制定までに長期間を要することや、技術が発展途上にあるため利害関係者全体のコンセンサスを得られにくいなどの問題により、標準化に関するニーズに十分対応しきれない状況にあった。</p> <p>標準制度（TR）は、これらの問題に対応するため、JIS制度を補完する制度として創設されたものである。具体的には、①技術的に未成熟であるものの将来的に標準化の必要な分野における関連技術情報や、②コンセンサスが得られないなどの理由によりJIS制定にいたらなかった規格等を、JISとしてではなく、標準情報（TR）として公表する制度である。</p> <p>（*注）「外壁用塗膜防水材」は、タイプⅡに分類されている。 タイプⅡ：技術的に開発途上にあるなど、現状ではJIS化できないが、将来JIS化できる可能性がある技術情報。本TRの有効期限は3年間と規定されている。</p>

アロンの歩み

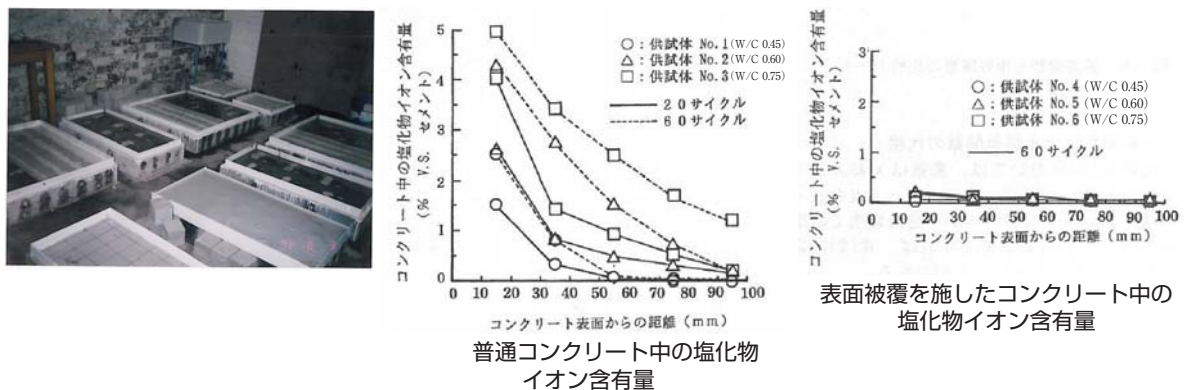
- ◇【塩害】 アロンウオール塗膜の塩害防止効果（10年）を厳しい海洋環境下で実証（1996年）。
（琉球大学 建設工学 大城武教授との共同研究）



アロンウオール塗膜がコンクリートの落下を押さえている状況

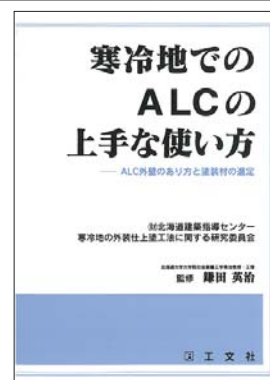
- ・ 10年目の結果は、“初期塩分の無い鉄筋コンクリートでも、被覆しないと暴露3.5年目で、鉄筋腐食で0.1～0.3mmのひび割れがコンクリートに生じた。アロンウオール施工部は10年後も鉄筋腐食およびコンクリートのひび割れもなかった。
- ・ 初期塩化物イオンを0.3%（JASS 5の許容塩化物イオン量0.3kg/m³の24倍）を有するコンクリートでは、無塗装部はわずか暴露3カ月で鉄筋腐食による0.1～0.3mmのひび割れが生じた。アロンウオール施工部は、7年目に0.1mmのひび割れが生じた。
- ・ これより、初期塩分の無いコンクリートでは、塗膜による水分、空気（酸素）、および新たな塩分遮断でほぼ完全に鉄筋腐食を抑えることを示している。
- ・ 多量の初期混入分を含むコンクリートに対しては、鉄筋腐食を完全に抑えられないが、鉄筋腐食速度を28倍（0.25年（3カ月）/7年＝1/28）遅延させることが分かった。

- ◇【塩害】 アクリルゴム塗膜の塩分浸透防止効果（英国シェフィールド大学、運輸省との共同研究）
水セメント比（W/C）を0.45～0.75まで変えたコンクリート、No.1（0.45）、No.2（0.60）、No.3（0.75）に対して乾湿繰り返しでの塩分浸透を実験した。試験は4%のNaCl溶液（約15℃）を7日間供試体の上部表面に貯留し、その後除去し、3日間実験室内での自然乾燥を行い、10日間を1サイクルとして60サイクルまで行った。アクリルゴム塗膜はほぼ完全に塩分の浸透を防止した。
塩分浸透の潜伏期間は、かぶり厚さ35mmの場合、W/C（水セメント比）が0.45では3.9年、0.60では1.8年、0.75では0.6年とわずかの年数で塩分が浸透してくる。



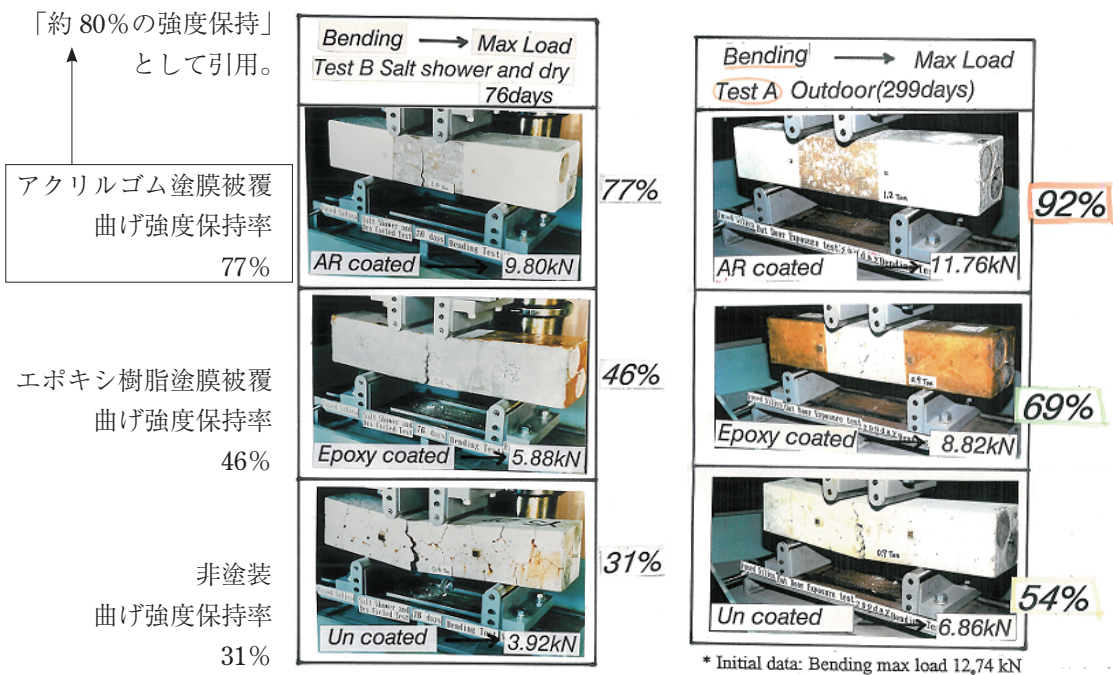
シェフィールド大学での塩分浸透実験

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
<p>1997 (平 9)</p>	<p>◇京都で COP3（気候変動に関する国際合枠組条約 第 3 回締結国際会議）の開催</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地球温暖化の問題に関して世界的な議論がなされる。 ・京都会議をきっかけに日本建築学会では、「二酸化炭素排出量削減のため建築寿命を 3 倍にすることが必要」との会長声明を出す。 <p>◇JASS 5 「鉄筋コンクリート工事」25 節 海水の作用を受けるコンクリートに、アクリルゴム系塗膜が塩害防止の標準工法として記載。</p> <p>“重塩害環境での塩害対策のひとつとして、コンクリート表面に塩化物イオンの透過性が小さい表面被覆材を施すことが考えられる。……表面被覆材の遮塩性能には幅があるが、アクリルゴム系塗膜は、飛来塩分をほぼ完全に遮断するとの報告がある。”</p> <p>沖縄の塩害暴露試験結果が引用された。</p> <p>* JASS 5 補足 (p.599 25.3 「品質」の項の記載</p> <p>C. 塩害環境に位置し、計画供用費下の級を標準、長期または超長期とする場合の塩害対策は次に (1)～(3) のいずれか、またはその組み合わせとする。</p> <p>(1) コンクリート表面に塩化物イオンの透過性が小さい表面被覆材を施し、コンクリート中への塩化物イオンの浸透を抑制する。(2) 鉄筋の防錆処理する。または耐食鉄筋を仕様する。(3) その他特殊な鉄筋腐食抑制補法を採用する。なお、(1)～(3) については、その効果が確かめられた方法を用いる。</p> <p>◇「コンクリート橋のリハビリテーション」にアクリルゴム系塗膜の ASR 抑制効果が記載。</p> <p>G. P. mallet 著（耐久性分科会 主査 日本道路公団訳）技報堂出版から出版（1997 年）</p> <p>ASR 対策用のコンクリート表面処理の項に、“Swamy と Tanikawa（1992 年）は、室外の他に 3 つの過酷な促進環境に暴露したアクリルゴムコーティングの効果に関するデータを発表している。高弾性アクリルがエポキシコーティングよりも効果的であり、もとのコンクリート強度の約 80% の強度を保持していた。”と引用。</p> <p>◇長野新幹線・秋田新幹線開業</p>
<p>1998 (平 10)</p>	<p>◇「寒冷地での ALC の上手な使いかた」</p> <p>— ALC 外壁のあり方と塗装材の選定—が発刊</p> <p>監修 鎌田英治（北海道大学建築学科教授）（1998 年）</p> <p>（財）北海道建築指導センター</p> <p>寒冷地での外装仕上塗工法に関する研究委員会（委員長 北海道大学 鎌田英治、委員 北海道立寒地住宅都市研究所 吉野利幸・十河哲也、北海道大学建築 浜幸雄、北海道職業能力開発短期大学校 田畑雅幸、東亜合成株式会社 谷川伸・入田一）が工文社より発刊。</p> <p>紋別での ALC 建屋を用いた凍害暴露試験の集大成が本にまとめられた。</p> <p>◇長野冬季オリンピック開催</p>



アロンの歩み

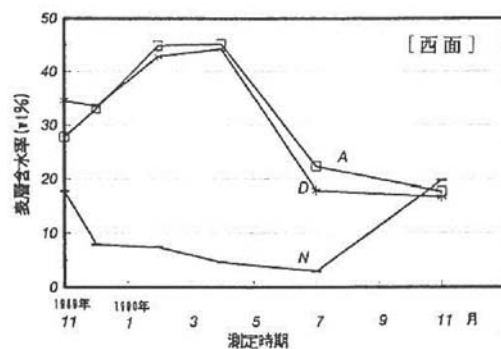
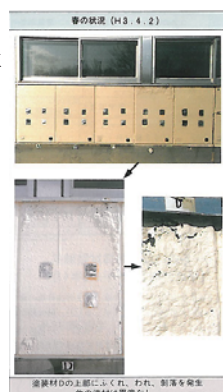
「コンクリート橋のリハビリテーション」に引用された、アクリルゴム塗膜被覆による ASR 劣化に対する曲げ強度保持に関する実験（曲げ強度は塗膜を剥ぎ取って測定）



Test B 塩水シャワーの促進試験結果。Test A 屋外暴露（299日）

【概要】

ALC 凍害試験の概要



実大構造物での含有率変化 (表層含水率)

A (アロンウオール)、D (透湿塗材) とで、ALC パネル中の内部結露水の量は、ほとんど変わらなかった。アロンウオールは防水材料でありながら、透湿性（呼吸性）を全面に出した透湿塗材とほぼ同程度の呼吸性を示した。透湿塗材は、透湿性のみを要求性能として追求したため、耐水性が不良であり、極めて吸水しやすい塗材となっている。裏面水により膨潤し、ボロボロに劣化した。

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
1999 (平 11)	<p>◇小林一輔著「コンクリートが危ない」岩波新書として発刊（1999年）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. コンクリート構造物に異変 2. コンクリート構造物の寿命 3. 腐食する山陽新幹線高架橋 4. コンクリートのがん（アルカリ骨材反応） 5. コンクリートが分解する 6. 明るみになった手抜き工事 7. 高度成長の負の遺産 8. 良質な試算を残すためにコンクリート問題が一般教養書として発刊され身近な問題となる。 <p>◇「住宅・年整備公団」が改組、「都市基盤整備公団」発足</p>
2000 (平 12)	<p>◇JIS A 6021 建築用塗膜防水材料「外壁用」制定 外壁防水材料が初めてJIS化されて、その後、日本建築学会標準仕様（JASS）、国交省の監理指針の仕様規定につながっていく。</p> <p>◇日本建築学会 標準仕様書 JASS 8 防水工事 アクリルゴム系塗膜防止工法・外壁仕様（L-AW 防水材料塗り 1.7 kg/m²）制定</p> <p>◇住宅品質確保促進法（品確法）施行 屋根・外壁の雨水浸入の10年間の瑕疵化</p> <p>◇沖縄サミット開催</p> <p>◇印藤文夫著 これだけは知っておきたい「マンションの劣化・修繕の知識」鹿島出版会より発刊</p> <p>◇NHK「コンクリート高齢化社会への警告」放映 30年以上の割合、地下鉄（50%）、首都高速（20%）、マンション（20%）人の高齢化より、マンションの高齢化の方が早い。首都圏の学校600校のうち20%にコンクリートの強度不足。高度成長期の負の遺産。山陽新幹線は工期短縮、海砂の仕様による劣化。</p> <p>◇JR山陽新幹線の福岡トンネル（福岡県久山町）で200kgのコンクリート壁が落下。 コールドジョイントの用語が知られるようになる。</p> <p>◇耐震基準に性能規定の概念が導入（建築基準法及び同施行令改正） ・性能規定の概念が導入され、構造計算として従来の「許容応力度計算」に加え、「限界耐力計算法」が認められる。「免震構造導入」の大臣認定が緩和された。</p>



アロンの歩み

◇アロンコート SQ 技術審査証明を取得

(建設大臣認定の審査証明機関 (財) 日本建築センターより)

技術名称「2成分反応形アクリルゴム系屋根塗膜防水工法「アロンコート SQ」」

(開発の趣旨)

塗膜防水工法は、シームレスな防水層を火気を用いず、常温で施工でき、小回りがきく工法で、改修用に用いられている。また、改修用としてウレタン系が多く使用されているが、その塗膜は加水分解を生じやすく、耐久性を損なうことがある。また、気温5～10℃前後での成膜が遅い等の問題がある。

(審査証明結果)

(1) 80℃の温水に1カ月浸漬で50%以上の物性を保持(耐加水分解性の実証)、(2) 気温5℃で12時間以内に成膜、(3) 初期のひび割れ追従性8mm以上、(4) 施工マニュアル・施工体制が確立されていると証明している。



◇沖縄サミット会場にアロンウオールを施工。

厳しい塩害環境から建物を守るために塩害に強い外装仕上材としてアロンウオールが施工。





万国津梁館 (沖縄サミット会場)



【印藤：序文で外壁防水が建物の長寿命化に直結していることを謳う】

“北海道の大規模修繕を経験して、よほどしっかりした修繕を行わない限り、マンション建築は35～40年で放棄せざるを得ないのが実感です。…鉄筋コンクリート造は、…雨水や結露水が躯体コンクリート中へ浸入しなければ、60年以上は持ちます。躯体コンクリートのひび割れなどから、雨水や結露水が浸入する状態を続けるならば、二酸化炭素の影響もあって、一段とコンクリートが中性化し、鉄筋腐食を発生させ、また、寒冷地においては凍結・融解の繰り返しによってひび割れ幅と量を拡大し、一層水分や空気の浸入を増大させ、結果としてコンクリート建物の強度の低下が進行するのです。これらのことが建物の耐久性を著しく損なう最大の原因となるのです。”と記している。

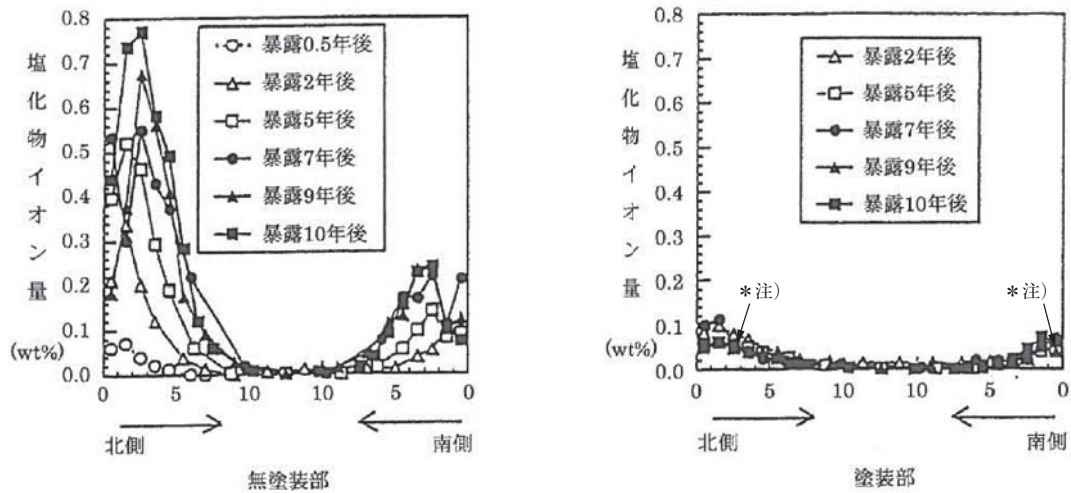
年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
2001 (平 13)	<p>◇「建設省」が「国土交通省」に組織・名称変更</p> <p>◇国土交通省大臣官房官庁営繕部監修 「建築工事監理指針」第9章7節 標仕以外の工法に「アクリルゴム系塗膜防水材料を用いた外壁用塗膜防水」が掲載。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>◇JASS 5 N 「原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」の13節 特殊なコンクリート、海水の作用を受けるコンクリートの項に「アクリルゴム系塗膜」が塩害防止の標準工法として掲載。</p> <p>総則「<u>コンクリートの外表面には、塩化物の浸透を抑制する仕上げ材を施す。仕上げ材の種類は、特記による。</u>」</p> <p>“鉄筋の発せいには水と酸素の存在が不可欠だが、塩化物の存在はそれを助長する。このため、波しぶきや海塩粒子の作用を受けたコンクリートに関しては鉄筋の位置まで塩化物を浸透させないことが重要である。本項では、水セメント比やかぶり厚さに関して、塩化物浸透を阻止するために厳しい制限を設けているが、コンクリートの品質を高めたり、かぶり厚さを増すだけでは十分な耐久性を確保することが困難な場合も予想される。したがって、コンクリートの表面には塩化物の浸透を抑制する効果のある仕上げ材を施すことにした。仕上げ材の選定にあたっては、塩化物の浸透抑制外に、次のような性能を兼ね備えたものがよい。すなわち、下地のコンクリート躯体の伸縮やひび割れの動きに対する追従性、下地との密着性、外部からの水に対する防水性、酸素や炭酸ガスに対する遮断性、および美装性、さらにはこれらの諸性能を長期持続させるとともに、維持管理の容易さを含めた仕上げ材自体の耐久性が高いものがよい。塩化物の浸透抑制を目的としたコンクリート面の仕上げ材で近年研究の進められているものに、塗布あるいはライニングで表面を被覆する塗膜系塗料や含浸系による表面処理を行う含浸系塗料があり、数種類の樹脂系塗料は塩化物浸透を抑制する効果の大きいことが確認されている。一部では、伸長複層形のアクリルゴムやウレタンゴム系塗料が実際に建築物外壁などに使用されている。なお、同系統の材料でも銘柄によって特性がかなり異なるため、使用にあたっては十分に諸特性を吟味する必要がある。参考資料として、……解説図 13.4.4のようにアクリルゴム系塗膜が塩化物イオンの侵入を防ぐ効果があることが10年間の暴露試験によって明らかにされている。……塗膜系塗料、含浸系塗料のいずれも、塗料自体の耐久性が重要である。したがって、初期性能のみならず、塗料の経年劣化に関しても知っておくことが重要で、それに応じた維持管理計画を立てておく必要がある。”</p>

アロンの歩み

【建築工事監理指針：アクリルゴムの記載】

“1) 屋根・屋上と異なり、外壁面に薄いがたまることは少ないが、強風を伴う降雨時や長雨時等には漏水事故が発生している。漏水事故は目地や建具回りからのものが多いが、コンクリート外壁のひび割れからの漏水も多い。外壁内部への雨水の浸入は塩害、中性化等に起因する鉄筋コンクリート構造物の劣化を招くため、外壁面での防水施工が必要となる。また、ALCパネルの長寿命化のためにも外壁面での防水は必要である。

2) 外壁防水工法としては、アクリルゴム系塗膜防水工法が多くの実績を有しており、JASSにアクリルゴム系塗膜防水工法・外壁仕様（L-AW）が標準仕様として規定されている。材料の品質規格は、JIS A 6021に外壁用塗膜防水材として規定されている。”と記載。



アクリルゴム系塗膜の塩化物浸透抑制効果（総合膜厚1030 μ m)⁵⁾

*注) 塗装部で浸透した塩分は、実大のコンクリート構造物建設後、アクリルゴム系塗材施工までの4カ月間に浸透したものである。

* JASS 5 N に引用され文献 (p.611)

12) 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材の効果) 日本建築学会構造系論文集 第487号, 11-19, p.11-19, 1995.9

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
2002 (平 14)	
2003 (平 15)	<p>◇東京工業大学 田中享二教授 「建築防水の立場からみたコンクリート」でコンクリートの施工で生じる4つの防水欠陥を指摘（コンクリート工学 Vol.41、2003.8）</p> <p>(1) ひび割れ部の欠陥</p> <ul style="list-style-type: none"> ・漏水限界値：0.05～0.15 mm ・漏水量はひび割れ幅の4乗に比例 ・ひび割れは温度変化、水分、外力等で動く。 <p>(2) 打継部の欠陥</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コールドジョイントと呼ばれる。 <p>(3) セパレータまわりの欠陥</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空隙がしやすい。 <p>(4) じゃんか</p> <ul style="list-style-type: none"> ・骨材が浮き出たところ <p>◇ホルムアルデヒド規制が織り込まれた、改訂建築基準法の施行</p>
2004 (平 16)	<p>◇各省庁の仕様統一、公共建築工事標準使用書の改訂</p> <p>◇国土交通省大臣官房官庁営繕監修「建築改修工事監理指針」にアクリルゴム系外壁防水材の仕様が記載</p> <p>第3章 防水改修工事の「改修標仕」以外の工法として、「アクリルゴム系塗膜防水材を用いた外壁用塗膜防水材」が記載。</p> <p>◇NHK クローズアップ現代「鉄筋破断の衝撃—問われるコンクリートの安全性—」の放映</p> <p>アルカリ骨材反応によるコンクリート内部の膨張で鉄筋が破断。</p> <p>◇九州新幹線開業</p> <p>◇防水100年記念事業（全防協）</p>



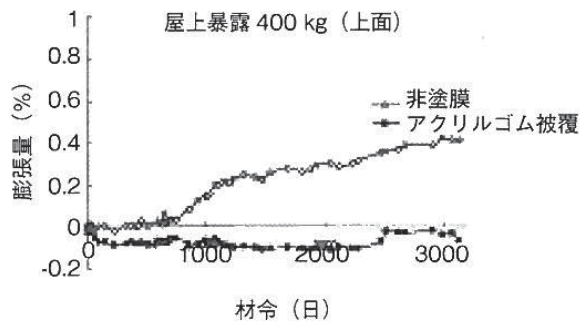
アロンの歩み

◇【アルカリ骨材反応 (ASR)】内陸・海岸 (外部塩分の影響) 暴露でのアクリルゴム塗膜による ASR 膨張の抑制効果 (8.6 年間の暴露試験) (金沢大学 土木建設 川村満紀教授との共同研究) コンクリートの単位セメント量 ($300 \sim 700 \text{ kg/m}^3$) でアルカリ量の水準を取った。

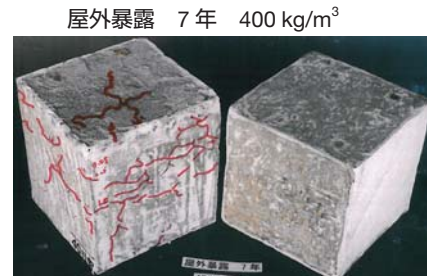
(1) 内陸暴露



自然環境下における暴露試験の実施位置



単位セメント量 400 kg/m^3 の非塗装品の膨張量 0.4% を、アクリルゴム塗膜被覆によりほぼゼロに抑制した。



非塗装 (左) | アクリルゴム被覆 (右)
上面・内部にひび割れ発生 | ひび割れなし。

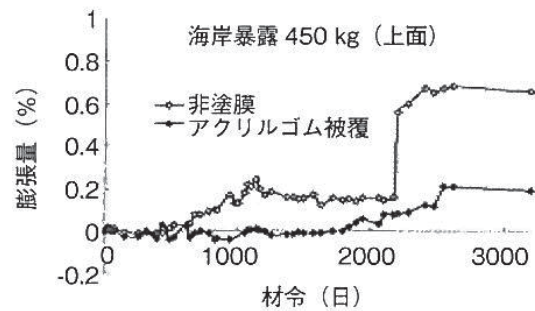
写真の白い部分は、剥ぎ取った塗膜の残りである。

(2) 海岸暴露

海岸でも同様に、アクリルゴム塗膜被覆による ASR 膨張を抑制した。





石川県 松任海岸



【国交省 建築改修工事監理指針：アクリルゴム記載内容】

“防水材「アクリルゴム防水材料塗り」 1.7 kg/m^2 以上に併せ、ひび割れ処理「下地緩衝塗り (アロンウオール SH)」 0.5 kg/m^2 以上の工程が記載された。” このひび割れ処理は、ひび割れ幅 $0.2 \sim 2.0 \text{ mm}$ を対象とし、従来の U/V カットを省いた省力工法の提案である。

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷	
<p>2005 (平 17)</p>	<p>◇土木学会より、コンクリートライブラリー 119「表面保護工法」(設計施工指針(安)・工法別マニュアル編が) 発刊。コンクリート構造物の供用期間を延長させて、社会基盤の安定化を図る目的の指針である。塩害・アルカリ骨材反応の防止に関し、コンクリート表面処理材が商品化されているが、様々な仕様基準があり、土木学会として共通して使用できる指針を作成している。</p> <p>◇構造計算書偽装問題の発生 (2005.11.17) 地震などに対する安全性の計算を記した構造計算書を偽造したと公表。耐震偽造問題とも呼ばれる。</p> <p>◇東京のビルの「斜壁タイル」が崩落。 コンクリートタイルと壁面の接着が不十分との疑い</p>	
<p>2006 (平 18)</p>	<p>◇国土交通省「住生活基本法」の施行 “良いものを作って、きちっと手入れして、長く大切に使う。”を骨子。</p> <p>◇日本建築学会：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 コンクリートのひび割れは問題は、多くの関心を集めながら未だ解決されていない。1978年に、「ひび割れ対策指針」を発刊したが、今回は建築学会としてひび割れをなくすることはできないことを認めたものである。ひび割れの発生がないよう制御して、有害となるひび割れが発生した場合の対処方についても述べている点である。</p>	

アロンの歩み

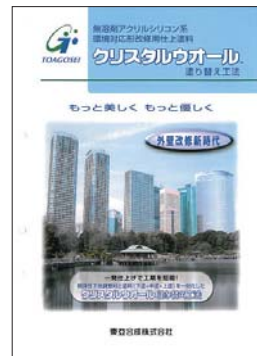
◇無溶剤アクリルシリコン系改修用仕上塗材

「クリスタルウオール」塗り替え工法の上市

従来の「微弾性仕上げ（微弾性フィラー+水性アクリルシリコン塗料）」を1回塗りで達成できる塗材である。

下塗・中塗・上塗の機能を合わせ持つ低VOC（揮発性有機化合物）環境対応の仕上塗材。

厚みのある塗膜で深みのある光沢を有する。



◇【凍害】アクリルゴム系塗材によるコンクリートの凍害防止効果が13年目で顕著に現れる。

紋別海岸暴露（雪に埋った状態）



紋別内陸暴露13年

Non-AE コンクリート
空気量 1%



非塗装
コンクリートつば部が凍害で崩壊



非塗装
2年でポップアウト発生



アクリルゴム塗装
異常なし

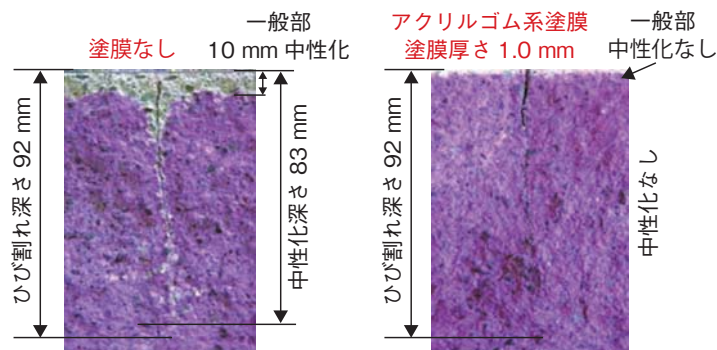


アクリルゴム塗装
異常なし

◇【中性化】コンクリートのひび割れ部での中性化防止

東京工業大学 建築物理研究センター 田中享二教授の研究。


アクリルゴム系塗膜：ひび割れ部（1 mm 幅）での中性化防止



炭酸ガス濃度 10% 促進中性化期間 1 カ月の試験結果

下地：モルタル (W/C = 60%)

コンクリートのひび割れ部では中性化は瞬時に進行する。アクリルゴム塗膜はひび割れ部での中性化を抑制している。

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
	<p>◇印藤文夫著「マンション修繕・管理の実際」鹿島出版会より発刊。 “JIS A 6021 の規格によるアクリルゴム系防水塗料の銘柄にも十数種類のものがあるが、メンテナンスも考慮に入れて長期の効果を期待するには、アクリルゴム系樹脂固形分が50%を超え、かつ、可塑剤を含まないもので、使用実績も15年を超えるものから選定する。”と記載。</p>  <p>◇日経アーキテクチャ「迫りくる大老朽化時代」特集 “荒廃する公共建築、再生への転換が急務に” 忍び寄る荒廃の危機、相次ぐ落下事故の深層。外壁への雨水の浸入で鉄筋腐食による外壁剥落が多いと報告。</p> <p>◇原子炉施設の耐震設計指針</p>
2007 (平 19)	<p>◇BELCA（（社）建築・設備維持保全推進協会）が、「最近の主な外壁タイル等の剥落事故事例を昭和61年から平成19年（2007年）までを発表。 21年間で122件の事故発生。年間約6件の頻度。2007年発刊「建築仕上診断技術者講習テキスト」で。</p>

アロンの歩み

ひび割れ部の中性化防止引用文献

* 田中享二ら「防水層下のコンクリート下地ひび割れ部の中性化（その1 中性化試験）日本建築学会 学術講演梗概集（東海），p.875-876，2003.9

* 塚越雅幸，宮内博之，田中享二「塗膜防水層下のコンクリートひび割れ部の炭酸化」日本建築学会構造系論文集集 第 606 号，43-50，2006.8

◇ハイソリッドアクリルウレタン系 タイル張り仕上げ外壁用改修工法

「クリアオール」の上市（2007年）。透明塗膜によるタイル目地（モルタル部）の防水による剥離予防を目的としている。



タイル外壁改修



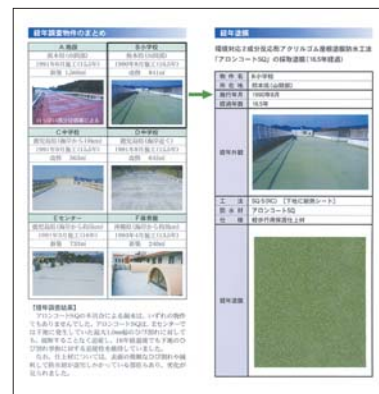
施工例：グランフォルム御影



施工例：シャトー中村


◇アロンコート SQ の経年調査の発表（全アロン防水組合 九州支部）

“実際の現場からアロンコート SQ 塗膜をはぎ取って改めてわかりました。防水層として約 15 年以上、十分に機能することが！”と謳っている。（2007年）



小学校（改修 841 m²、16.5 年経過）、中学校（改修 563 m²、15.6 年経過）等

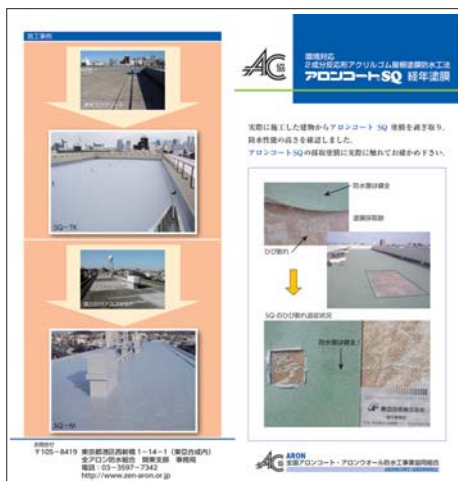
九州支部 長谷正昭技術委員（現支部長）が日本建築学会年次大会（九州）で表記の研究を発表した。

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
<p>2008 (平 20)</p>	<p>◇国土交通省 建築基準法第 12 条に基づく「定期報告制度」の変更が発令 これまでは、“外装タイル等の劣化・損傷「手の届く範囲を打診、その他を目視で調査し、異常があれば「精密調査を要する」として建築物の所有者等に注意喚起”が、“手の届く範囲を打診、その他を目視で調査し、異常があれば全面打診により調査し、加えて竣工、外壁改修等から 10 年を経てから最初の調査の際に全面打診等により調査。”に変更。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象外壁：湿式タイル貼り貼り外壁、石貼り外壁、モルタル塗り外壁 ・10 年ごと、落下により歩行者等に危害を加えるおそれのある部分について全面打診調査が義務づけられる。 <p>◇瀬戸大橋 徹底した予防保全で 200 年以上延命 日経コンストラクション (2008.7.25) に、“コンクリートには塩害対策：コンクリート構造物の予防保全の 1 つが塩害対策だ。海中に位置する 2 つの大きな橋台では、コンクリートに塩分が浸透して中の鉄筋を腐食させる恐れがある。ここでは、ひび割れ箇所などでの追従性が高いアクリルゴム系の塗料を使って、コンクリートを保護することとした。”コンクリート工学 (JCI) Vol.46、2008/9 には、“塩害対策範囲は、建設から 100 年後に鉄筋位置で塩化物イオンが 1.2 kg/m^3 を超える範囲とした。”と記載。</p>  <p style="text-align: right;">アクリルゴム塗装範囲</p>
<p>2009 (平 21)</p>	<p>◇国土交通省「長期有料住宅の普及の促進に関する法律」施行。 この法律に基づき、“国土交通省は告示 209 号で、長期優良住宅における長期使用構造等とするための措置および維持保全の方法の基準を示した。RC 造については、数世代にわたり住宅の構造躯体が使用できるよう使用期限を 100 年程度に考え、また、適切な維持管理により 150 ～ 200 年を期待して、構造躯体などの劣化対策として、水セメント比（コンクリート中の水とセメントの重量比）を 45% 以下し、建築部位に最少かぶり厚さを規定している。”</p>

アロンの歩み

◇全アロン防水組合 関東支部でもアロンコートSQ 経年塗膜サンプル（14年経過 N小学校 軽歩
行仕上げ）を貼りつけたパンフレットを作成した。

漁業施設（新築 450 m²、20.5 年経過）、小学校（改修 1,500 m²、14.8 年経過）、工場（改修 3,000 m²、
12 年経過）、配水タンクドーム屋根（改修 800 m²、10.3 年経過）等



アロンコートSQ 経年塗膜

実際に施工した建物からアロンコートSQ 塗膜を剥ぎ取り、防水性能の向きを確認しました。アロンコートSQの経年塗膜に実際に貼られてはどうか。アロンコートSQの経年塗膜の剥ぎ取りの様子を写真で紹介します。

〒110-8419 東京都港区高輪 1-14-1 (東口内側)
アロン防水組合 関東支部 事務局
電話 03-3777-7121
http://www.aaron.or.jp

経年経過別の写真		経年経過
1992年10月施工 (12.5年)	1994年5月施工 (14.8年)	1992年3月施工 (12.5年)
1994年5月施工 (14.8年)	1994年5月施工 (14.8年)	1994年5月施工 (14.8年)
1999年3月施工 (15.3年)	1994年5月施工 (14.8年)	1994年5月施工 (14.8年)
1999年3月施工 (15.3年)	1994年5月施工 (14.8年)	1994年5月施工 (14.8年)

アロンコートSQの特徴
1) 各種既存防水へからせ工法による施工が可能です。
2) 多素材で、オールカラー工法が可能です。
3) メンテナンスが容易で耐久性に優れます。
4) 洗剤の洗浄もリフレッシュ工法で簡単に施工出来ます。

◇アロンコートSQ 住宅瑕疵担保責任法人・財団法人住宅保証機構より「設計施工基準第3条に係る
確認について」の認定を受ける。

◇あしば Vol.115 に“タイル張り仕上げ外壁用改修工法「クリアウオール」による、マンションのトータルメンテナンスへの展開”を発表。トータルメンテナンスのパンフレットの作成

設計施工基準第3条に係る確認について

東京都建設局 建築課 建築 法規

平成21年東京都建設局が公表された「設計施工基準第3条」に基づき、アロンコートSQの施工が「設計施工基準第3条」に適合していることを確認しました。

1. 設計図書に適合していること
2. 施工実績が豊富であること
3. 品質管理が適切であること
4. 保証制度が整備されていること

あしば
ASHIBA

vol. 115

タイル張り仕上げ外壁用改修工法「クリアウオール」による、マンションのトータルメンテナンスへの展開

2007年8月25日 (木) 14日、15日、2年ぶりの発行となります。編集内容は、読者からのご声援とご意見を踏まえ、より充実した内容となっております。

「クリアウオール」は、タイル張り仕上げの外壁を、既存の防水膜を剥ぎ取り、アロンコートSQの防水膜を施工することによって、既存の外壁を再生させ、タイル張り仕上げの外壁を実現する工法です。

「クリアウオール」は、タイル張り仕上げの外壁を、既存の防水膜を剥ぎ取り、アロンコートSQの防水膜を施工することによって、既存の外壁を再生させ、タイル張り仕上げの外壁を実現する工法です。

トータルメンテナンスのご提案

発注も簡単! 様々な東京近郊の建物のメンテナンスに最適です。

アロンコートSQ

アロンコートSQは、タイル張り仕上げの外壁を、既存の防水膜を剥ぎ取り、アロンコートSQの防水膜を施工することによって、既存の外壁を再生させ、タイル張り仕上げの外壁を実現する工法です。

クリアウオール

クリアウオールは、タイル張り仕上げの外壁を、既存の防水膜を剥ぎ取り、アロンコートSQの防水膜を施工することによって、既存の外壁を再生させ、タイル張り仕上げの外壁を実現する工法です。

タイル張り外壁を守る 東亜台成「クリアウオール」

タイル張り外壁を守るには、タイルの劣化を防ぐことが重要です。クリアウオールは、タイルの劣化を防ぐだけでなく、タイルの美観を回復させる効果もあります。

東亜台成株式会社

年代	コンクリートの耐久性・業界動向・JIS、JASS、国交省指針の変遷
2010 (平 22)	<p>◇日本学術振興会 建設材料 76 委員会（昭和 19 年に昭和天皇より下賜された基金で設置された委員会）で「鉄筋コンクリート造に塗布する高分子系材料の保護効果と劣化」をテーマにシンポジウムが開催。テーマと講演者は以下の通り。</p> <p>(1) 東京工業大学教授 田中享二「建築に用いる高分子材料の耐候性」 (2) 琉球大学名誉教授 大城武「沖縄に於ける塩害対策としての表面保護工法の歩み」 (3) 東亜合成（株） 谷川伸「鉄筋コンクリート造における保護塗膜の効果と耐用年数」 (4) JR 東海 技術開発部 構造物チームマネジャー 荒鹿忠義 「東海道新幹線のコンクリート構造物の延命化施策」</p>
2011 (平 23)	<p>◇東日本大震災発生（3 月 11 日） 未曾有の大震災が東北、東日本で発生。……</p> <p>◇最近でもあるタイルの剥落 外壁タイル落下 5 キロの塊 50 メートル下の庭へ（岐阜県庁）</p>

(注) コンクリートの耐久性についての記載は、小林一輔著「コンクリート構造物の早期劣化と耐久性診断」（森北出版株式会社）1991 年発刊を一部参考にしました。

アロンの歩み

◇あしば Vol.116 に 76 委員会での説明資料をまとめる。
鉄筋コンクリート造における保護塗膜の効果と耐用年数

1. 鉄筋コンクリートの劣化

2. 保護塗膜の効果

- (1) 保護塗膜への期待
- (2) コンクリート保護効果を示す実証
- (3) 保護塗膜への要求性能
 - 1) 劣化要因の遮断
 - 2) アクリルゴム系保護塗膜の拡散抵抗性
 - 3) 保護塗膜のひび割れ追従性
 - 4) コンクリートとの一体性

3. コンクリート造の劣化防止に関する実証実験

- (1) 中性化による劣化防止（ひび割れ部での中性化抑制効果）
- (2) 塩害劣化の防止
 - 1) 補修時に内在する塩害劣化要因に対する保護効果
 - 2) 保護塗膜によるコンクリート中への塩分浸透防止に関する実験
 - 3) 実大 RC 構造物を用いた沖縄海岸暴露実験結果
- (3) アルカリ骨材反応（ASR）劣化に対する抑制
 - 1) 異なる自然環境下（温度、外部塩分の影響）での ASR による膨張とひび割れ
 - 2) 持続荷重下でのアルカリ骨材反応（ASR）の膨張圧の抑制効果
 - 3) アクリルゴム系とエポキシ樹脂系の ASR 抑制効果の違い
 - 4) その他：高反射塗料（遮熱塗料）と ASR 構造物への適用例
- (4) 7 凍害：アクリルゴム系保護塗膜の寒冷地でのコンクリートの凍害防止実験
- (5) 保護塗膜の必要特性

4. 高分子系保護塗膜とその劣化

- (1) 無機化合物との違い
- (2) 保護塗膜と劣化
 - 1) 保護塗膜の種類
 - 2) 保護塗膜の劣化に対する考え方
 - 3) 紫外線、熱、オゾンによる劣化
 - 4) 紫外線劣化
- (3) アクリルゴム系保護塗膜の化学

5. アクリルゴム系保護塗膜の耐用年数

- (1) 促進試験での評価（200 年相当）
- (2) アクリルゴム系保護塗膜の実構造物での耐久性の確認
 - 1) 建物外壁から採取した塗膜のひび割れ追従性
 - 2) 本州四国連絡橋（瀬戸大橋）：コンクリートケーソンに施工した 17 年経過塗膜の性能
- (3) アルカリ骨材反応による劣化構造物への適用実績

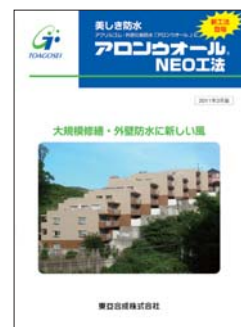
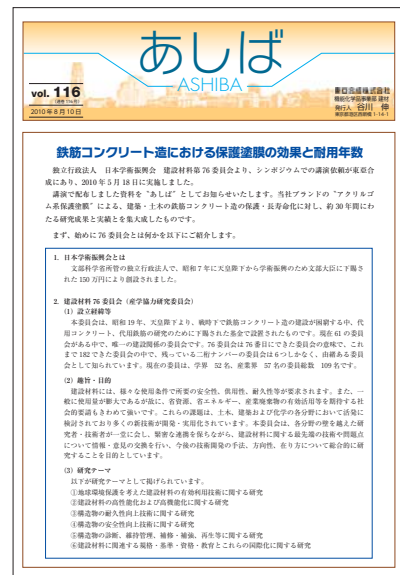
6. まとめ

◇アロンウオール NEO 工法上市（2011.3）

大規模修繕・外壁防水の新しい風 手軽に外壁防水を！

表層劣化した樹脂系の仕上塗材に直接付着する「超高弾性アクリルゴム系下塗り防水材料「アロンコート SX」の開発により、下塗り（プライマー）工程と中塗り（防水材料）工程を省力化し、効率的な施工を実現した工法。（改修・ローラー専用工法）

◇東日本大震災のアロン物件を調査（仙台、女川、郡山）
全アロン防水組合 技術委員会として（7月20日～22日）
後日、テクニカルレポートとしてまとめる。



4. おわりに

イギリスでポルトランドセメントが灯台の再建で実用化されたのは1755年と約250年前のことです。その後、1863年にパリの庭師が強い植木鉢を造るために鉄筋とコンクリートを組み合わせるアイデアを思いつきました。これが鉄筋コンクリートの始まりと言われていています。そして、1885年頃、ドイツで鉄筋コンクリートが工学的に完成され帝国議事堂等の建物に実際に用いられるようになりました。鉄筋コンクリートの誕生と呼ばれています。日本に鉄筋コンクリートが使われ始めたのは、明治時代の1889年頃、横浜の防波堤で、約120年前のことになります。

鉄筋コンクリートは、千年以上の歴史を有する木造建築に比べまだまだ新しい材料です。鉄筋コンクリートは地震、火災に強く、居住性に富み、まさに近代文明を根本的に支えるものと言えます。しかし、その耐久性低下が指摘され始めたのは、せいぜい30年前のことです。奇しくもその10年前にアロンコート・アロンウオールが登場します。日本古来の木造建築は水を嫌います。水に濡れると朽ちてきます。鉄筋コンクリートも同様に水を嫌うことが最近分かってきました。コンクリートに水が浸入しますと鉄筋がさびたり（中性化・塩害）、コンクリートそのものが膨張したり（ASR）、割れたり（凍害）する劣化が生じます。

鉄筋コンクリートは少なくとも60年以上は持たせなくてはなりません。その時間スパンに合った保護塗膜で構造物の長寿命化を果たしていくことが必要です。そのためには、「良い材料」と「良い施工」との両輪が必須です。それが実構造物で長期に亘って実証されていることが必要です。建設業界では実績を非常に重視します。日本列島は、南北に長く、寒冷地から亜熱帯気候までを含み、気候変化に富んだ降雨量の多い国です。それゆえ、各立地条件での実績が重要です。コンクリート長寿命化のための保護塗膜の条件は、①柔軟性があること、②膜厚があること、③塗膜自体が最低10年以上の耐久性があること、の3条件が備わっていることが必要です。これは、コンクリートのひび割れに長期間、追従できることを意味しています。アクリルゴム系塗膜で構造物をそっくり包装紙のようにくるむことにより、理想的なトータルメンテナンスが可能となります。アロンコート・アロンウオールの歴史はまだ40年であり、コンクリートの120年の歴史に対して精々1/3程度しかありません。これからも、コンクリートと共に歩むという姿勢が更に求められるものと考えております。

年表に引用した学会発表論文を以下に示します。太字は東亜合成（株）所属者です。

【アクリルゴム系塗膜によるコンクリートの保護：役割と効果】

1990 • R. N. Swamy, S. **Tanikawa**, "Surface Coating to preserve Concrete Durability", Protection of Concrete, Proceedings of the International Conference, held at the University of Dundee, Scotland, UK, on 11-13 September 1990, pp.149-165

【中性化防止】アルカリ還元

1998 • 笠井芳夫, 谷川伸, 竹本孝夫, 永井健太郎: 防水材被覆中性化コンクリート壁の経年による中止化深さ変化に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), pp.409-410, 昭和63年(1988)10月

【塩害防止】

(1) 沖縄での実構造物を用いた塩害暴露試験（琉球大学 大城教授との共同研究）

1985 • 大城武, 谷川伸: RC構造物の塩害対策暴露実験について(実験計画及び初期実験), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.95-96, 昭和60年(1985)10月

• 大城武, 谷川伸, 永井健太郎: 鉄筋コンクリート構造物の塩害対策暴露実験について(初年度及び1年目の実験結果), 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), pp.253-254, 昭和61年(1986)8月,

1986 • 大城武, 谷川伸, 永井健太郎: 鉄筋コンクリート構造物の暴露実験について, 第8回コンクリート工年次講演論文集 pp.193-196, 1986

• T. Oshiro, S. **Tanikawa**, "Effect of Surface Coating on the Durability of Concrete Exposed to marine Environment", CANMET/ACI Concrete in Marine Environment, Second International Conference St. Andrews by-the-Sea, Canada, SP-109, 1988, pp.180-198

- 1987 • 大城武, 谷川伸, 永井健太郎: RC 構造物の塩害対策実験について(2.5 年経過後の実験結果)日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿), pp.269-270, 昭和 62 年(1987)10 月
- 1988 • 大城武, 谷川伸, 石垣安俊: RC 構造物の塩害対策暴露実験について, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), pp.361-362, 昭和 63 年 10 月(1988)
- 大城武, 谷川伸, 永井健太郎: 鉄筋コンクリート構造物の暴露実験, コンクリート工学年次論文報告集 10-2, pp.547-552, 1988
- 1989 • 大城武, 谷川伸: 塩害による鋼材腐食日本建築学会化する暴露実験, コンクリート年次論文報告集 11-1, pp.569-574, 1989
- 1990 • 大城武, 谷川伸: 塗膜による RC 構造物の保護について, コンクリート工学年次論文報告集 12-1, pp.483-488, 1990
- T. Oshiro, S. Tanikawa, "A Field Study on Durability of RC Buildings Exposure to a Marine Environment", Protection of Concrete, Proceedings of the International Conference, held at the University of Dundee, Scotland, UK, on 11-13 September 1990, pp.469-481
- 1991 • 谷川伸, 大城武, 後藤信弘, 山田義智: 塩害を受け RC 暴露構造物の劣化評価, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.16, No.1, pp.953-958, 1991
- 大城武, 谷川伸, 後藤信弘: コンクリート中の鉄筋の腐食評価について, コンクリート工学年次論文報告集 13-1, pp.503-508, 1991
- T. Oshiro, S. Tanikawa, N. Goto, "A Study on Durability of Structures Exposed to Marine Environment", SP128-27, Evaluation and Rehabilitation of Concrete Structures and Innovations in Design, Proceedings ACI International Conference, Hong Kong, 1991, pp.433-447
- 1992 • 大城武, 谷川伸: 塩害環境下における RC 構造物の暴露実験について(暴露 7 年目の試験結果), コンクリート工学年次論文報告集, Vol.14, No.1, pp.855-860, 1992
- T. Oshiro, S. Tanikawa, N. Goto, "A Study on Durability of reinforced Concrete Structures Exposed to Marine Environment", Rehabilitation of Concrete Structures, Proceedings of the International RILEM/CSIRO/ACRA Conference, Melbourne, 1992
- 1993 • 大城武, 谷川伸, 山田義智, 成底左一郎: 塩害環境下における RC 構造物の暴露実験
- コンクリート性能に関するシンポジウム論文集, pp.237-242, 1993.5
- 1994 • 谷川伸, 大城武, 山田義智: 塩害を受ける RC 構造物の劣化評価, 日本建築学会学術講演梗概集(東海), pp.151-152, 1994 年 9 月
- T. Oshiro, R. N. Swamy, S. Tanikawa, "In-Situ of a Flexible Surface Coating for Concrete to Prevent Chloride Penetration and Steel Corrosion", SP145-45, The third CANMET/ACI International Conference on Durability of Concrete, Nice, France, 1994, pp.851-870
- T. Oshiro, N. Goto, S. Tanikawa, R. N. Swamy, "On-Site Corrosion rate Monitoring of Steel Reinforcement in Concrete", Proceedings of the International Conference on Corrosion and Corrosion Protection of Steel in Concrete, Edited by Prof. R. N. Swamy, University of Sheffield, UK, 24-28 July, 1994, pp.268-277
- 1995 • 大城武, 山田義智, 谷川伸: 厳しい環境下での実大 RC 建物の長期暴露試験について, コンクリート工学年次論文報告集 Vol.17, No.1, pp.961-966, 1995
- 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材の効果) 日本建築学会論文集 第 487 号, 11-19, pp.11-19, 1995.9
- T. Oshiro, S. Tanikawa, "On-Site Evaluation of Surface Coating to Prevent Chloride penetration in an Aggressive Environment", Real World Concrete, Proceedings of R. N. Swamy Symposium, Milwaukee, USA, June 4-9, 1995, pp.1-15
- T. Oshiro, Y. Yamada, S. Tanikawa, N. Goto, "deterioration of RC Building under Marine Environment", Proceedings of the International Conference on Concrete Under Severe Conditions, Sapporo, JAPAN, 1995, pp.524-532
- 1996 • 谷川伸, 山田義智, 大城武: 塩害環境下におけるコンクリート中の塩分蓄積量に関する一考察, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.18, No.1, pp.939-944, 1996
- 1997 • T. Oshiro, Y. Yamada, S. Tanikawa, R. N. Swamy, "Protection of Reinforced Concrete Components by an Acrylic Rubber Surface Coating", International Conference on Engineering Materials, Ottawa, Canada, 1997, pp.491-505

(2) 建設省 建築研究所との共同発表

- 1990 • 榊田佳寛, 安田正雪, 谷川伸, 入田一: アクリルゴム系弾性塗膜材による鉄筋コンクリート造の塩害防止に関する実験, コンクリート工学年次論文報告集 12-1, p.495-500, 1990
- 1991 • 榊田佳寛, 安田正雪, 谷川伸, 武田晋司: アクリルゴム系弾性防水材による鉄筋コンクリート造の塩害防止に関する効果の評価, コンクリート工学年次論文報告集 13-1, p.545-550, 1991

- 1993 • 谷川伸, 榊田佳寛, 安田正幸, 入田一, アクリルゴム系弾性防水材による鉄筋コンクリート造の塩害防止効果に関する実験, 日本コンクリート工学協会, 自然とコンクリート性能に関するシンポジウム論文集, pp.257-260, 1993.5
- S. Tanikawa, H. Irita, Y. Masuda, M. Yasuda, "Experimental on the Protective Effect of Acrylic Rubber Coating on the Durability of Salt Contaminated Concrete", Durability of Building Materials and Components 6, 1993.8. Tokyo, pp.431-440

(3) 塩分浸透およびコンクリート中の鉄器腐食防止に関するシェフィールド大学・運輸省港湾技術研究所との共同研究発表

- 1987 • 谷川伸, 永井健太郎, 宮沢健: アクリルゴム系塗膜材被覆によるコンクリートの塩害防止効果, コンクリート工学年次論文報告集, 9-1, p.411-416, 1987
- 1991 • R. N. Swamy, S. Tanikawa, "Control of Steel Corrosion in Chloride Contaminated Concrete through ARON WALL Surface Coating", CANMET/ACI, Durability of Concrete, Second International Conference, Montreal, Canada, 1991, pp.371-391
- R. N. Swamy, S. Tanikawa, "A Highly Elastic Surface Coating to Protect Structures to Coastal/Marine Environments", SP-128-1, Evaluation and Rehabilitation of Concrete Structures and Innovations in Design, Proceedings ACI International Conference, Hong Kong, 1991, pp.433-447
- 1993 • R. N. Swamy, S. Tanikawa, "An external surface coating to protect concrete and steel from aggressive environments", RILEM, Material and Structures, 26, 1993, pp.465-478
- R. N. Swamy, S. Tanikawa, "An Acrylic Rubber Coating for the Protection of Concrete", 4th International Conference, Proceedings of Deterioration and Repair of Reinforced Concrete in the Arabian Gulf, BAHRAIN, 10-13 October 1993, pp.93-108
- 1994 • S. Tanikawa, R. N. Swamy, "Protection of Steel in Chloride Contaminated Concrete using Acrylic Rubber Surface Coating", Proceedings of the International Conference on Corrosion and Corrosion Protection of Steel in Concrete, Edited by Prof. R. N. Swamy University of Sheffield, UK, 24-28 July, 1994, pp.1055-1067
- 1995 • R. N. Swamy, T. Oshiro, S. Tanikawa, "Global Strategy to Enhance Service Life of Deteriorating Structures", IABSE Symposium SAN FRANCISCO 1995, pp.457-462
- R. N. Swamy, H. Hamada, T. Fukute, S. Tanikawa, J. C. Laiw, "Chloride penetration into Concrete Incorporating Mineral Admixture or Protected with Surface Coating Material under Chloride Environments", Proceedings of the International Conference on Concrete Under Severe Conditions, Sapporo, JAPAN, 1995, pp.935-944
- 1996 • 濱田秀則, 副手勤, R. N. Swamy, 谷川伸, J. C. Laiw: 鉱物質混和材の混入およびコンクリート表面被覆の塩害防止効果の定量的評価に関する研究, 土木学会論文集, No.538/V-31, p.169-181, 1996.5
- S. Tanikawa, R. N. Swamy, "Performance Characteristic of an Acrylic Rubber protective Coating System for Concrete Durability in a marine Environment", Third CANMET/ACI International Conference, Performance of Concrete in Marine Environment, SP 163-13, 1996, pp.275-294
- R. N. Swamy, S. Tanikawa, T. Oshiro, "An Integrated management/Design Strategy Enhance Durable Service Life of Concrete Constructions" The International Conference Durability of Building Materials and Components, Stockholm, 1996, pp.1248-1259
- 1998 • R. N. Swamy, Arvind K. Suryavanshi, S. Tanikawa, "Protective Ability of an Acrylic-based Surface Coating System against Chloride and Carbonation Penetration into Concrete", ACI Material Journal/March-April, 1998, pp.101-112

【アルカリ骨材反応 (ASR) 防止】

(1) 自然環境下の違いによるアクリルゴム塗膜による ASR 防止 (金沢大学との共同研究発表)

- 1992 • M. Kawamura, K. Torii, K. Takeuchi, S. Tanikawa, "Expansion and Cracking to Alkali-Silica reaction in Concretes under the Two Different Environments", The 9th international Conference on Alkali-Aggregate reaction in Concrete, London, 1992.7, pp.519-526
- 1995 • 竹内勝信, 川村満紀, 鳥居和之, 谷川伸: 自然環境下に曝露したコンクリートのアルカリシリカ反応による膨張とひび割れ, コンクリート工学論文集, 第6巻第1号, p.11-19, 1995.1
- 1996 • M. Kawamura, K. Torii, K. Takeuchi, S. Tanikawa, "Long-Term ASR Expansion Behavior of Concrete Cubes in outdoor Exposure Conditions", Proceedings of the 10th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, 18-23 August 1996, Melbourne, Australia, pp.630-636
- 2003 • 谷川伸: Rubber Coating to Control Alkali Silica Reactivity—弾性被覆材によるアルカリ骨材反応の抑制—, 道路建設材料に関する国際セミナー—北陸道路研究会 50周年と川村満紀教授の退官を記念して—, 2003.10, p.89-106

(2) ASR 膨張抑制/持続荷重下での ASR 抑制に関するシェフィールド大学・運輸省港湾技研との共同発表

- 1992 • R. N. Swamy, S. Tanikawa, "Acrylic Rubber Coating to Control Alkali Aggregate Reactivity", Proc. 9th Int. Conf. on ASR in Concrete, Queen Elizabeth II International Conference Center, London, 1992, pp.1026-1034
- 1994 • 濱田秀則, R. N. Swamy, 谷川伸: 持続荷重および ASR の影響下にある RC はりの内部応力に及ぼす表面被覆の効果, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.16, No.1, p.1105-1110, 1994

- 1995 • 濱田秀則, R. N. Swamy, 谷川伸, J. C. Laiw, : 持続荷重および ASR の影響下にある RC はりおよび RC 柱の内部応力に及ぼす表面被覆の効果, コンクリート工学論文集 第 6 巻第 2 号 1995.7, p.9-20
- 1996 • S. Tanikawa, J-C Laiw, R. N. Swamy, "A flexible Acrylic Rubber Surface Coating a Cure for ASR Expansion", Proceedings of the 10th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, 18-23 August 1996, Melbourne, Australia, pp.614-621
- 2004 • H. Hamada, R. N. Swamy, S. Tanikawa, J. C. Laiw, "Influence of Protective Surface Coating on the Structural Behaviour ASR-affected RC Beams under Sustained Loading, Proceeding of the 12th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, 2004.10
- 2010 • H. Hamada, S. Tanikawa, R. N. Swamy, "The Role of Polymer Surface Coating in Sustainable Structural Rehabilitation of ASR affected RC Beams", 13th International Conference on Polymer in Concrete, 2010, Madeira, Portugal, pp.533-541

【凍害防止】

(1) コンクリートの凍害防止

- 1992 • 谷川伸, 入田一, 鎌田英治, 田端雅幸: 北海道紋別市での表面塗材による鉄筋コンクリートの凍害・塩害防止効果に関する暴露実験, 第 7 回 オホーツク海と流水に関する国際シンポジウム講演要旨集, p.150-154, 1992
- 谷川伸, 阿知波政史, 田畑雅幸, 鎌田英治: 水性シラン系浸透型吸水防止剤による鉄筋コンクリートの凍害・塩害防止交換移管する暴露実験—海岸暴露—冬経過後の結果—, 日本建築士学会, pp.71-74, 1992 大会

(2) ALC パネル外壁建屋の凍害防止: 北海道大学・寒地住宅都市研究所との共同研究発表

- 1990 • 十河哲也, 吉野利幸, 谷川伸, 鎌田英治: 外装仕上塗材による ALC の凍害防止に関する研究(その 1 概要), 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), pp.49-50, 1990.10
- 谷川伸, 鎌田英治, 吉野利幸, 十河哲也: 外装仕上塗材による ALC の凍害防止に関する研究(その 2 予備実験), 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), pp.51-52, 1990.10
- 1991 • 谷川伸, 入田一, 鎌田英治, 吉野利幸, 十河哲也: 外装仕上塗材による ALC の凍害防止に関する研究(その 3 暴露試験に供した塗材の透湿性・透水性について), 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp.347-348, 1991.9
- 十河哲也, 谷川伸, 鎌田英治, 吉野利幸, 入田一: 外装仕上塗材による ALC の凍害防止に関する研究(その 4 実大建築物暴露試験), 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp.349-350, 1991.9
- 1992 • 十河哲也, 谷川伸, 鎌田英治, 吉野利幸, 入田一: 外装仕上塗材による ALC の凍害防止に関する研究(その 5 実大建築物暴露試験における塗膜と ALC 劣化及び塩分浸透), 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp.1101-1102, 1992.8
- 入田一, 谷川伸, 鎌田英治, 吉野利幸, 十河哲也: 外装仕上塗材による ALC の凍害防止に関する研究(その 6 ALC の含水率と仕上塗材の透湿性の関係), 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp.1103-1104, 1992.8
 - 吉野利幸, 谷川伸, 鎌田英治, 十河哲也, 入田一: 外装仕上塗材による ALC の凍害防止に関する研究(その 1 全体計画と室内実験結果), 日本建築学会 1992 年大会, pp.75-78
 - 谷川伸, 吉野利幸, 十河哲也, 鎌田英治, 入田一: 外装仕上塗材による ALC の凍害防止に関する研究(その 2 実大構造物暴露試験結果), 日本建築士学会 1992 大会, pp.79-82
 - 入田一, 谷川伸, 吉野利幸, 十河哲也, 鎌田英治: 呼吸性塗材による ALC 建築物の凍害防止に関する研究, 第 7 回 オホーツク海と流水に関する国際シンポジウム講演要旨集, p.155-158, 1992
- 1994 • 十河哲也, 鎌田英治, 谷川伸, 吉野利幸, 入田一: 外装仕上塗材と壁工法による ALC の凍害防止に関する研究(その 1: 実験概要と塗装材の透湿・透水性), 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), pp.1241-1242, 1994.9
- 入田一, 鎌田英治, 吉野利幸, 谷川伸, 十河哲也: 外装仕上塗材と壁工法による外壁の凍害防止に関する研究(その 2 実大暴露構造物)での試験結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), pp.1243-1244, 1994.9
- 1998 • *監修 鎌田英治(北海道大学大学院社会基盤工学専攻教授・工博): 寒冷地での ALC の上手な使い方—ALC 外壁の在り方と塗装材の選定— 編者:(財)北海道建築指導センター 寒冷地の外装仕上塗工法に関する研究委員会, 発刊 株式会社工文社, 平成 10 年 4 月 17 日 第 1 版発行

【実構造物での耐久性調査】

- 2008 • 阿知波政史, 岩島夏哉(中部電力(株)): アクリルゴム系外壁用塗膜防水材の長期疲労試験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(中国), pp.39-40, 2008.9

【2 成分反応形アクリルゴム屋根用塗膜防水材の実建物屋根での耐久性調査】

- 2007 • 長谷正昭(全アロン防水組合 九州支部技術委員), 阿知波政史, 岩井孝次, 谷川伸: 2 成分反応形アクリルゴム系屋根用塗膜防水材の耐久性調査結果 その 1 外観および付着強さ, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), pp.881-882, 2007.8
- 阿知波政史, 長谷正昭(全アロン防水組合 九州支部技術委員), 岩井孝次, 谷川伸: 2 成分反応形アクリルゴム系屋根用塗膜防水材の耐久性調査結果 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(九州), pp.883-884, 2007.8



東亞合成株式会社 建材・土木グループ

お問い合わせ 0120-557-947 (フリーダイヤル) ホームページ URL /<http://www.toagosei.co.jp>

本店営業部	〒105-8419 東京都港区西新橋 1-14-1	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)
四国営業所	〒762-0004 坂出市昭和町 2-4-1	TEL : 0877 (46) 3300 (代表)
福岡営業所	〒810-0001 福岡市中央区天神 2-14-2	TEL : 092 (721) 1902 (代表)
札幌出張所	〒060-0807 札幌市北区北七条西 4-1-2	TEL : 011 (757) 8733