

4. 外壁を構成する各種乾式パネルおよびパネル間の防水材料

(プレキャストコンクリート, ガラス (パネル), ALC パネル, 押出成形セメント板 (ECP), アルミパネル, アルミサッシ, シーリング材, ガスケット)

4.1 適用範囲

本章では、接合部を含む乾式工法の外装材を対象とした、建築物の長期使用のためのメンテナンスや補修・改修に関する調査・検討結果を示す。具体的には、鉄筋コンクリート造、鉄骨造および鉄骨鉄筋コンクリート造などの躯体に用いるプレキャストコンクリート・アルミニウム・ガラスの各種カーテンウォール、ALCパネル、押出成形セメント板（ECP）、サッシ、ならびに、シーリング材およびガスケットを対象として検討した。なお、総合技術開発プロジェクト「建築物の耐久性向上技術の開発」（通称、耐久性総プロ）では、アルミニウムカーテンウォールおよびサッシ（耐久性総プロでは、アルミニウム合金外装および開口部材）以外の外壁材は検討されていなかったが、近年超高層建築物が急増しそれに伴いこれらの部材を外壁にもつ建物が増加したことから、今回新たに検討対象とした。図 4.1 に、カーテンウォール及びパネル・サッシの部材構成と補修方法の関係を示す。表 4.1 には各種外装材と接合部の関係を示す。

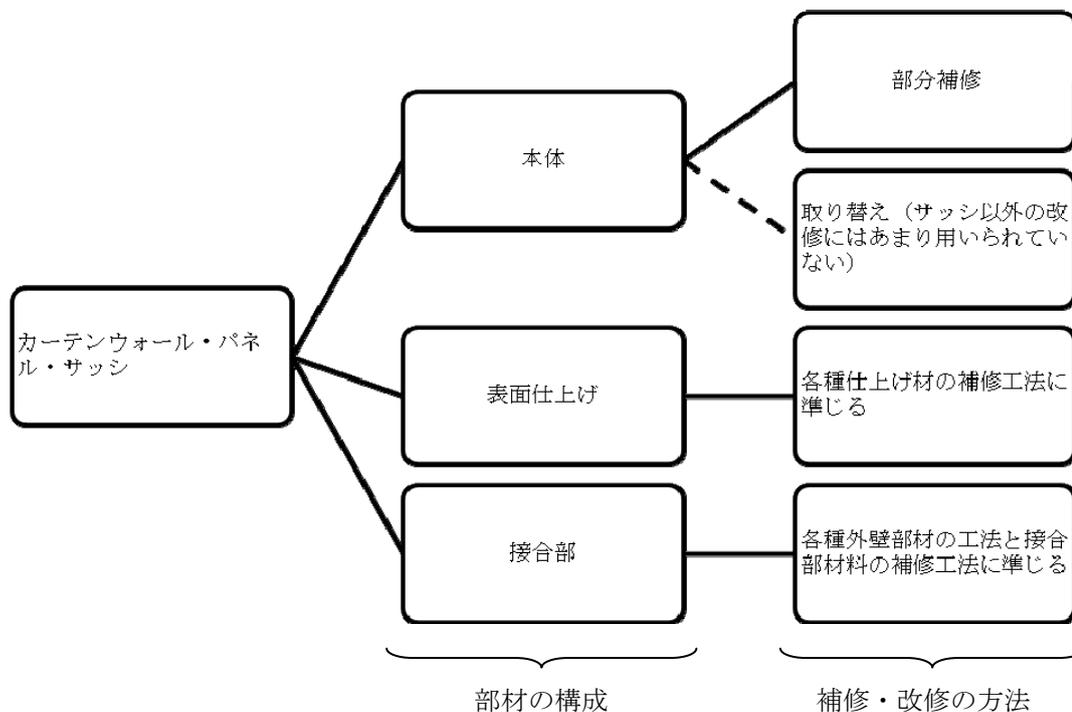


図 4.1 カーテンウォール・パネル・サッシの構成と補修・改修方法

表 4.1 外装材と接合部の組合せ整理

パネル 接合部	PCカー テンウォ ール	アルミカー テンウォ ール	ガラスカー テンウォ ール	ALCパネ ル	押出成形 セメント 板	サッシ
シーリング	○	○	△	○	○	○
ガスケット	○	○	○	—	○	○

(注) ○は主として用いられ、△はやや副次的、—は殆ど用いられない

また、検討内容を表 4.2 に示す。

表 4.2 検討事項

プレキャストコンクリート 板	劣化現象	劣化現象と劣化要因の関係	現状行われている劣化診断	現状行われている補修改修	各種材料及び工法の変遷	劣化見本帳の作成	整理表の作成	新築時の 施工事例
ガラス								
アルミパネル								
ALC								
押出成形セメント板								
開口部								
接合部 (シーリング材)								
接合部 (ガスケット)								

4.2 各種外装材の現状

本節では、維持保全や劣化調査、改修計画に役立てることを目的とし、各種外装材の劣化現象および劣化を引き起こす主な要因との関係、現状行われている劣化診断および補修・改修の方法について調査し整理した。また、建物が建設された時代から材料の推定とその材料の劣化発生や進行について予測を行うための基礎データとして用いる目的で、各種材料および工法の変遷についても整理を行った。

4.2.1 プレキャストコンクリートカーテンウォール

(1) 材料と工法の特徴

1) 対象とする材料

プレキャストコンクリートカーテンウォールは、主要構成部材にコンクリート系材料を用いたもので、工場生産による鉄筋コンクリートパネルに、塗装仕上げやタイル打込み仕上げ等の表面仕上げ材を施した高い意匠性を持ち、かつ、外壁材に要求される耐風、耐震、耐火、水密、気密、断熱、遮音といった各種性能も兼ね備え、中高層ビルの外壁材に多用されている。

プレキャストコンクリートカーテンウォールの設計・施工および維持保全に関わる規格・指針・仕様書等は表 4.3 に示す通りである。

表 4.3 設計・施工および維持保全に関わる規格・指針・仕様書等

代表的な規格 (主に使用材料 に関するもの)	・コンクリートに使用する材料は、(社)日本建築学会「JASS5 鉄筋コンクリート工事」4 節コンクリートの材料に準じる。その他は以下による。 JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼 JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材 その他
構造設計基準等	(社)日本建築学会 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 (社)日本建築学会 鋼構造設計規準
標準仕様書	(社)日本建築学会「JASS14 カーテンウォール工事」 (社)日本建築学会「JASS 8 防水工事」 (社)日本建築学会「JASS 9 張り石工事」 (社)日本建築学会「JASS19 陶磁器質タイル張り工事」 (社)日本建築学会 外壁接合部の水密設計及び施工に関する技術指針・同解説 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「公共建築工事標準仕様書(建築工事編)」 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「建築工事監理指針」
劣化調査・診断に 関する指針類	(社)日本建築学会 「建築物の調査・診断指針(案)・同解説」
補修・改修に関する 指針・仕様書等	(社)日本建築学会 「JASS 15 左官工事」 日本建築仕上学会 「外壁仕上げの損傷事例 原因と対策」

また、プレキャストコンクリートカーテンウォール仕上別受注面積推移(繊維コン除く)を図 4.2 に示す。

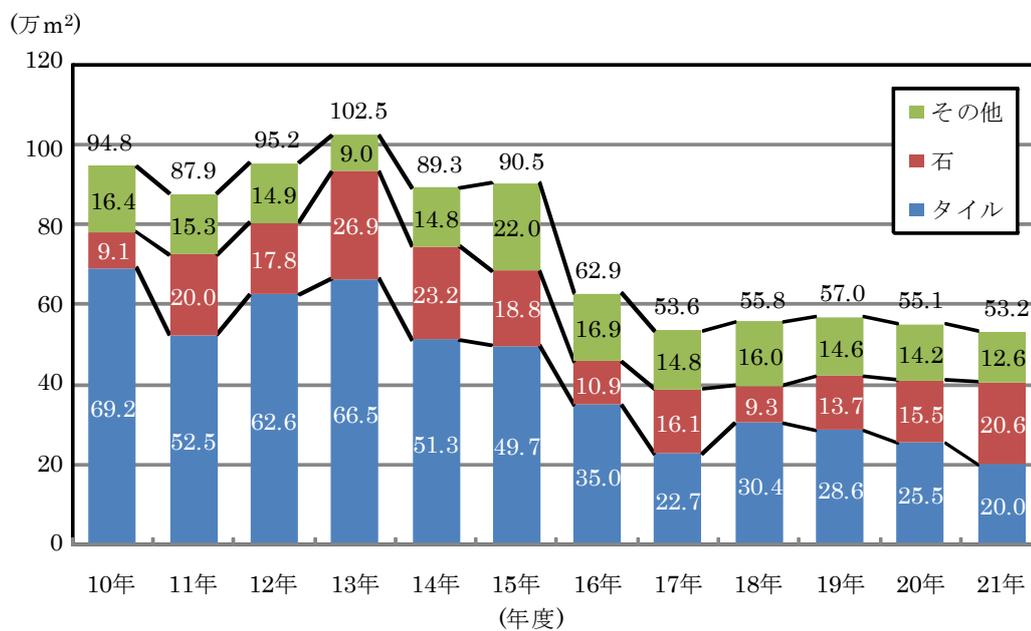


図 4.2 プレキャストコンクリートカーテンウォール仕上別受注面積推移
(繊維コン除く)

2) 工法(取付け構法)の特徴

プレキャストコンクリートカーテンウォールは、パネルの形状から図 4.3 から図 4.6 に示すように分類されている。

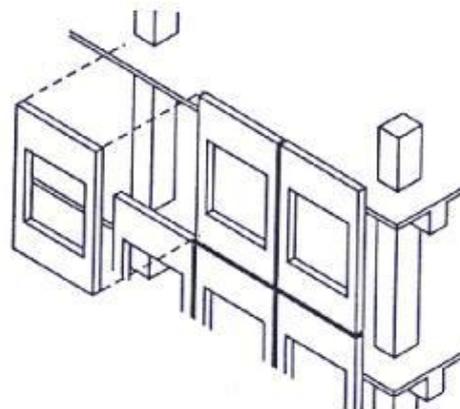


図 4.3 層間形式 (壁パネルタイプ)

プレキャストコンクリートカーテンウォールは、2層にまたがって取り付けられ、壁面を構成する。地震時には、ロッキング、スウェイなどと称される各方式で直接層間変位を吸収する。

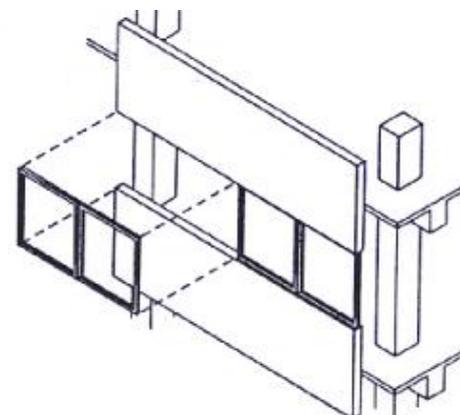


図 4.4 スパンドレル形式 (横連窓タイプ)

開口部のガラスを横に連続させて、床と天井に取り合う壁部分を1枚のプレキャストコンクリート板で構成する形式。プレキャストコンクリート板は各取付け階の構造梁に固定されるため、層間変位は開口部分のサッシのみで吸収される。

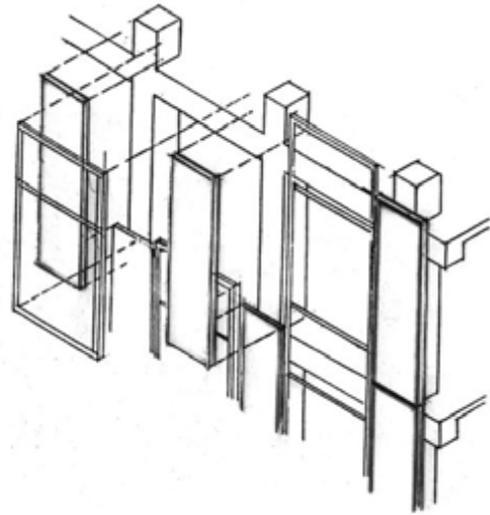


図 4.5 柱カバー形式（縦連窓タイプ）
 取付け階の構造柱を覆う形で取付けられる。2層にまたがる形式で取付けられるため、ロッキング方式などで直接層間変位を吸収する。

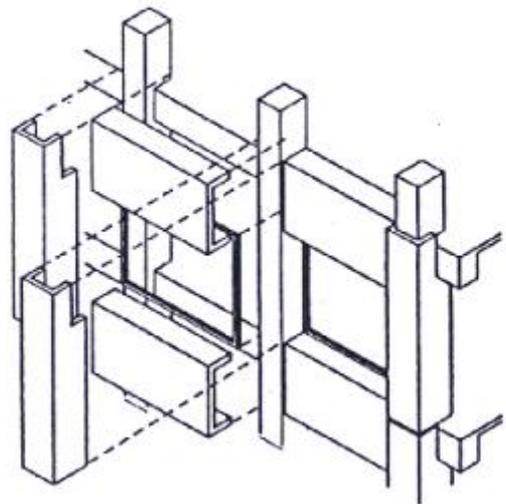


図 4.6 柱・梁カバー形式
 スパンドレルと柱カバーの複合形式で、
 層間変位の処理方法はそれぞれの形式と同様である。

層間変位の吸収方式を以下に示す。

a. ロッキング方式

層間変位を図のようにプレキャストコンクリート板の回転に置き換える手法で、高層ビルや鉄骨造の建物に最も多く採用されている。

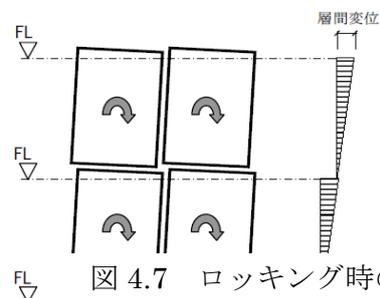


図 4.7 ロッキング時の挙動

b. スウェイ方式

日本にプレキャストコンクリートカーテンウォールが出現した当初から採用されている方式。プレキャストコンクリート板の上部または下部を固定し、他端をスライドさせることで層間変位を吸収する手法で、ホテルなど比較的階高の低い用途の建物の、横長のプレキャストコンクリート板に適している。

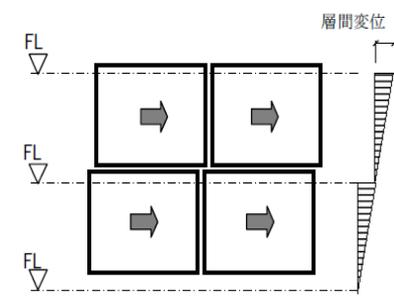


図 4.8 スウェイ時の挙動

- ④寒冷地で軽量コンクリートを使用した場合、凍結融解作用による表面劣化が生じることがある。
- ⑤外気温の変化や日射によりプレキャストコンクリート板には反り変形や熱伸縮歪が生じるため、物性の違いに配慮した仕上げ工法が検討されていないと、仕上げ材のはく離といった事故につながる。
- ⑥仕上げ材の裏面の隙間に雨水が浸透し、凍結融解作用によって仕上げ材がはく離することがある。
- ⑦プレキャストコンクリート板へアルミサッシ枠を打ち込む工法が一般的となっているが、コンクリートとアルミの熱伸縮差に対する配慮の欠けた設計を行うと、コンクリートへクラックが発生する原因となる。

2) 劣化診断の方法

表 4.5 に劣化現象と代表的な劣化調査方法を示す。また、補修の可否については

表 4.6 に示す。

表 4.5 劣化現象と代表的な劣化調査手法

劣化現象	代表的な調査方法
汚れ(美観)	目視
部分欠損・はく落	目視
表面劣化	目視
ひびわれ	目視を主体に、クラックスケール、メジャー等で幅、長さを記録
中性化	フェノールフタレイン容液による呈色反応
鉄筋等の腐食	目視(錆汁など)を主体に打診検査もあわせて判断
仕上げ材はく離	タイルの付着については打診検査にて判断。場合によって、サンプリングによる付着試験を実施。
シーリング材	目視を主体に、ひび割れ、はがれ、硬度変化を指触で確認、記録する。サンプリングし、物性試験を実施する。

表 4.6 補修の要否

補修の必要性	損傷状況
補修を必要としない	損傷が認められない場合
当面補修を必要としない	ごく微細なひび割れや、錆汁が認められる場合
いずれ補修が必要	ひび割れ、錆汁、あるいは隔離が部分的に認められる場合
補修が必要	ひび割れ、錆汁、はく離、あるいははく落が連続的に認められる場合
緊急に補修が必要	鉄筋の露出や破断、またはコンクリートの断面欠損、仕上げ材のはく落の危険のあるはく離が認められる場合

(3) 長寿命化に関する技術の現状

1) 耐久設計の考え方

プレキャストコンクリートカーテンウォールの耐久性という観点からは、一般に次のような点に注意して設計、製造が行われる。

- a. コンクリートの中性化の抑制、鉄筋かぶり厚の確保、プレキャストコンクリート板のひび割れ防止
- b. 表面吹付け塗装の耐久性と再塗装方法
- c. 打込みタイルのはく離・はく落防止
- d. 石打込み工法のはく落防止

2) 補修・改修の方法

プレキャストコンクリートカーテンウォールの改修については、プレキャストコンクリート板自体を取り替えることは、可能ではあるが重機が必要となり作業が大がかりで困難であり、現時点では取り替え工法は考えられていない。一方で、外壁複合改修構工法（ピンネット工法）やパネル類などにより、劣化した仕上げ面を表面からカバーする改修工法の適用は可能であろう。

プレキャストコンクリート板のコンクリートの劣化については、補修による成形補修を施す。鉄筋のかぶり不足に起因している場合は、腐食した鉄筋を除去し、構造的に必要な鉄筋を添えて埋め戻す。

表面仕上げ材の劣化については、塗装は塗装仕上げの補修工法というように各種仕上げ材の補修工法に則っておこなう。例えば、タイル仕上げ材のはく離に対しては、湿式タイル張り仕上げのはく離補修と同様に、アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法が採用される。

3) 補修・改修事例

タイル先付け工法における鉄筋の最低かぶり厚 20mm を確保するために、設計かぶり厚

を 30mm で設計する。この際、25mm 用のプラスチックスペーサーを使用し、タイルからスペーサーを 5mm 程度浮かして鉄筋をセットする。



(4) 長寿命化を達成するための課題

タイル先付けプレキャストコンクリート部材の中で需要の多いモザイクタイル仕上げ部材の製作は、コンクリート打設の際のバイブレーターでタイルがずれる・割れる等の不具合が生じやすく、これに配慮してバイブレーターを控えめにすると豆板ができるなど品質管理が特に難しい。製造時の問題によりタイルのはく落につながる欠陥が多く生じるため、タイル先付けプレキャストコンクリート部材に適したコンクリート打ち込み方法の見直しなどが期待される。

4.2.2 アルミ外装材

(1) 材料と工法の特徴

1) 対象とする材料

アルミ外装材は、建築物の外壁や窓として使用するものについて、JIS A 4706 に規定され一般的には、スイング系は、開閉力、開閉繰り返し耐久性能等が、またスライディング系は、スイング系の性能に加え、戸先かまち強さ等が規定されている。

アルミパネル改修においては、意匠性、平面性、表面の耐候性等が要求される。

耐風圧性（S等級）、気密性（A等級）、水密性（W等級）、遮音性（T等級）、断熱性（H等級）は規定されている。

また、建築基準法からの要求から防火性が必要な場合がある。外装改修の設計・施工および維持保全に関わる規格・指針・仕様書等は、表 4.7 に示す通りである。

表 4.7 設計・施工・維持保全に関わる規格・指針・仕様書等

代表的な規格	JIS A 4706 サッシ
構造設計基準等	国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「建築工事監理指針」
標準仕様書	(社)日本建築学会編「JASS16 建具工事」 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「公共建築工事標準仕様書（建築工事編）」
補修・改修に関する指針・仕様書等	国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「公共建築改修工事標準仕様書」・「建築改修工事監理指針」

工法の分類を図 4.9 に示す。

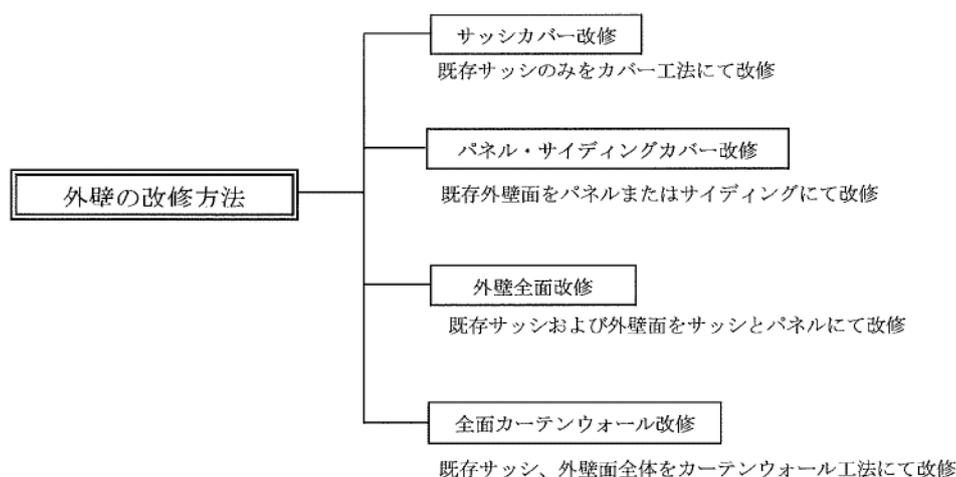
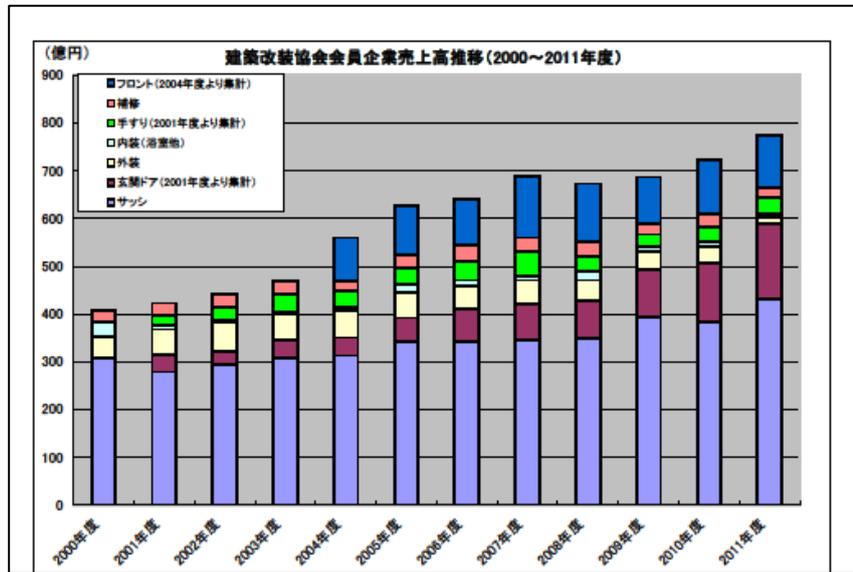


図 4.9 工法の分類

新設における出荷量・実績については、まとまった資料はない。改修における出荷量・実績については、参考として、協会 会員企業の売上高でまとめたものを図 4.10 に示す。



2) 工法の変遷

図 4.11 にサッシに対する各種要求性能の変遷を示す。

年代	1960～1965年	1966～1975年	1976～1985年	1986～1995年	1996～2005年	
耐風圧性	性能規定なし	60, 80, 120	80, 120, 160, 200, 240, 280	80, 120, 160, 200, 240, 280, 360	80, 120, 160, 200, 240, 280, 360	S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7
	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	
	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	
	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	
	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	
	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	
気密性	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	A-1, A-2, A-3, A-4
	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	
水密性	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	W-1, W-2, W-3, W-4, W-5
	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	
遮音性	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	T-1, T-2, T-3, T-4
	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	
断熱性	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	H-1, H-2, H-3, H-4, H-5
	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	
防火性	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	個別認定
	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	性能規定なし	個別認定
JIS 推移	JISA4701, JISA4703	JISA4706 (1966年統合)	JISA4707, JISA4708, JISA4711	JISA4707, JISA4708, JISA4711	JISA4707, JISA4708, JISA4711	
	JISA4702 (1957年制定)	JISA4706 (1966年制定)	JISA4707, JISA4708, JISA4711	JISA4707, JISA4708, JISA4711	JISA4707, JISA4708, JISA4711	

図 4.11 サッシに対する要求性能の変遷 1)

(2) 劣化の種類と診断技術

1) 劣化の原因と現象

代表的な劣化現象と劣化要因の関係を表 4.8 に示す。

表 4.8 「劣化現象」と「劣化要因」の関係

現象 要因		鉄筋等の腐食	ひびわれ	表面劣化	大撓み	漏水	耐力低下	汚れ(美観)	部分欠損・はく落	サッシの機能不良
材料表面層に関する劣化 ↓↓↓ 材料に関する劣化	塵埃							○ ●		○
	紫外線			○ ●						
	有害ガス (SO ₃ , H ₂ S、その他)			○ ●						
	酸 (無機酸・有機酸)			○ ●						
	アルカリ			○ ●						
	生物									
	大気中の塩分			○ ●				○ ●		○
	凍結融解									
	温度・熱					●				
	水 (結露、雨)					○ ●		●		
	風				●	○	●			
	下地ムーブメント									
	異種材料・異種金属									

※ ○・・・サッシを表す ●・・・パネルを表す

2) 劣化診断の方法

調査内容によって、「目視」「触手」「機械診断」と区分けしている。特に可動する窓においては、機能上の不具合などが多く、その劣化診断が主となっている。図 4.12 に劣化調査のフローを、表 4.9 に調査概要を示す。また、図 4.13 に劣化診断のフローを示す。

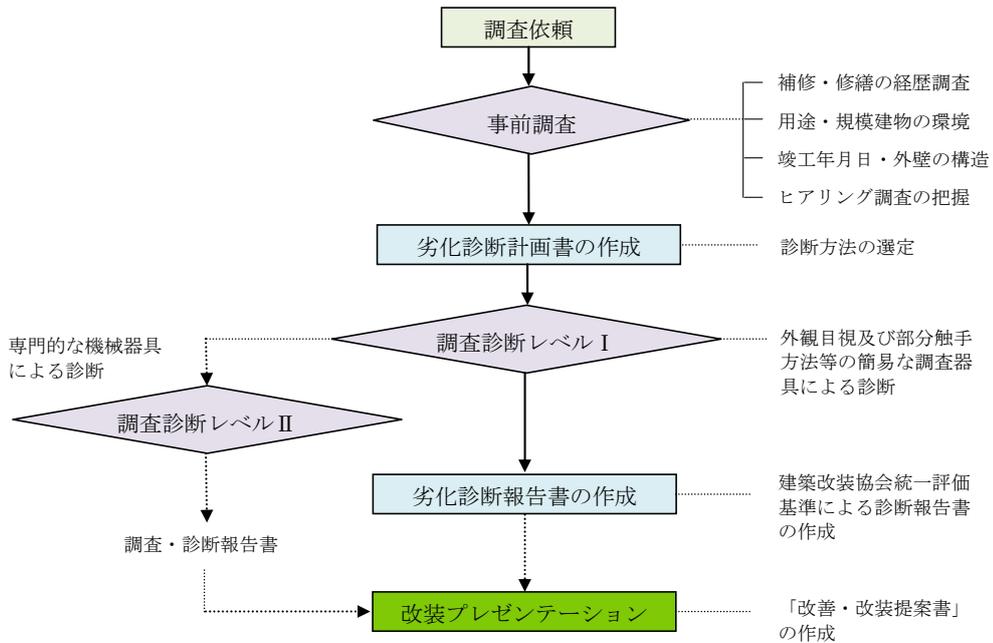


図 4.12 サッシの劣化調査に関するフロー¹⁾

表 4.9 サッシの劣化調査の概要 ²⁾より構成

調査レベル	調査内容	調査方法
調査診断レベル I	安全性・操作性・機能性・表面処理の劣化状況を調査	目視、触手、打診、計測(パネ秤、直尺、スケール、鏡、ウェス、ドライバー、テストハンマー、ノギス、ガラス板厚測定器、ルーペ、トルクレンチ)
調査診断レベル II (サッシ・玄関ドア)		レベル I 調査診断+障子(扉本体)の取外し及び分解調査、シール材料の切り取りサンプル分析、腐食生成物の分析、レーティングナンバー照合、残存膜厚の計測

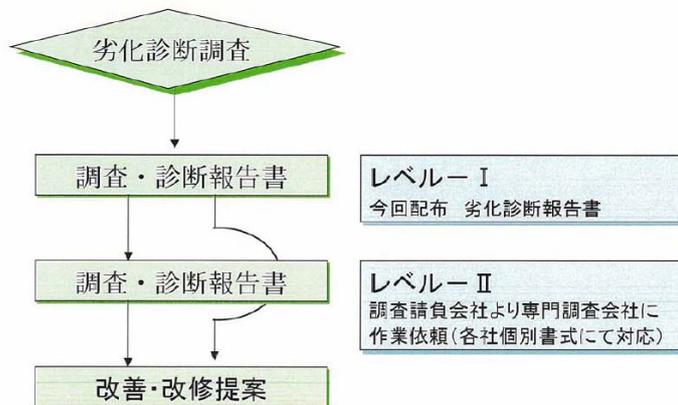


図 4.13 サッシの診断に関するフロー³⁾

(3) 長寿命化に関する技術の現状

1) 耐久設計の考え方及び耐久設計の事例

アルミ外装材に関して外壁の耐久設計の考え方および事例については、特にまとめていない。

2) 補修・改修の方法

サッシの改修工法の選択フローについて図 4.14 に示す。図に示す通り、「かぶせ工法」「撤去工法」に区分けされる。近年、住宅（集合住宅）では、「かぶせ工法」が主流となっている。これは居住しながらの改装が可能のためである。一方、非住宅では、「かぶせ工法」「撤去工法」で改修されている。

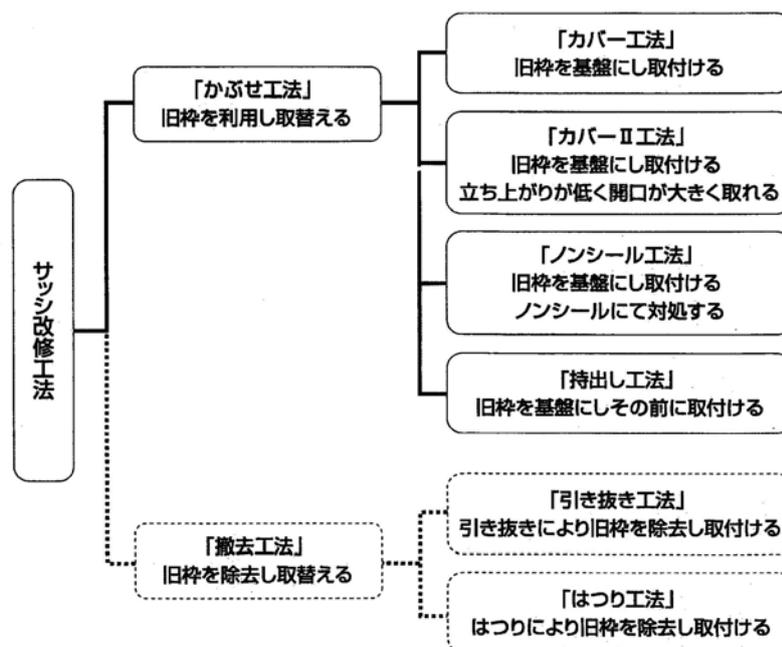


図 4.14 サッシの改修工法の選択⁴⁾

3) 補修・改修事例

以下に補修・改修事例を示す。



外壁腰部をパネルにて改修した例



窓、外壁を、サッシ・パネルにて改修した例



外壁全体をカーテンウォールにて改修した例

(4) 長寿命化を達成するための課題

1) アルミサッシ部分

・長期間にわたり、安全に使用するためには、サッシの機能に関する部品（戸車・軸・締り・気密材等）の定期的なメンテナンスや交換を考慮する必要がある。

2) パネル、サイディング部分

・表面が外気にさらされる事により、白化や点食等の経年劣化が考えられる。劣化を防止するためには、定期的な清掃等のメンテナンスが重要となる。

・分割目地部の止水シーラントの劣化防止のため、劣化調査やシール打ち替え等の定期的なメンテナンスが必要。

参考文献

- 1) 建築改装協会編：I N F O R M A T I O N
- 2) 建築改装協会編：劣化診断の進め方
- 3) 建築改装協会編：外壁改修工法に係る 標準設計仕様と施工指針
- 4) 建築改装協会編：かぶせ工法 標準仕様と施工指針概要

4.2.3 板ガラス

(1) 材料と工法の特徴

1) 対象とする材料

主に、JIS R 3202 フロート板ガラスおよび磨き板ガラス、JIS R 3203 型板ガラス、JIS R 3204 網入板ガラスおよび線入板ガラス、JIS R 3205 合わせガラス、JIS R 3206 強化ガラス、JIS R 3208 熱線吸収板ガラス、JIS R 3209 複層ガラス、JIS R 3221 熱線反射ガラス、JIS R 3222 倍強度ガラス、に規定されたガラスを対象とする。

また、板ガラス、複層ガラス、安全ガラス（合わせガラス、強化ガラス）のここ10数年間の国内生産量推移および海外地域別輸入推移を図4.15～図4.21^{1),2)}に示す。

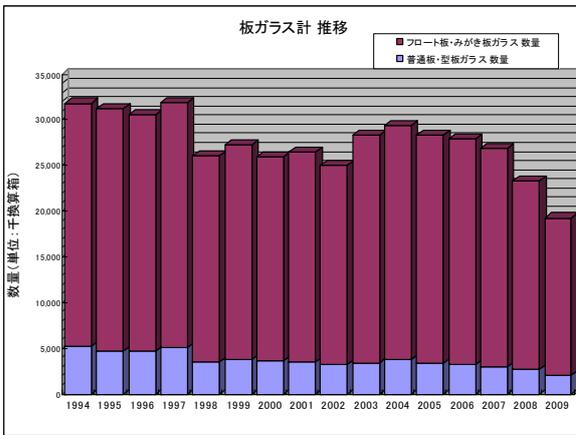


図 4.15 板ガラス計 推移

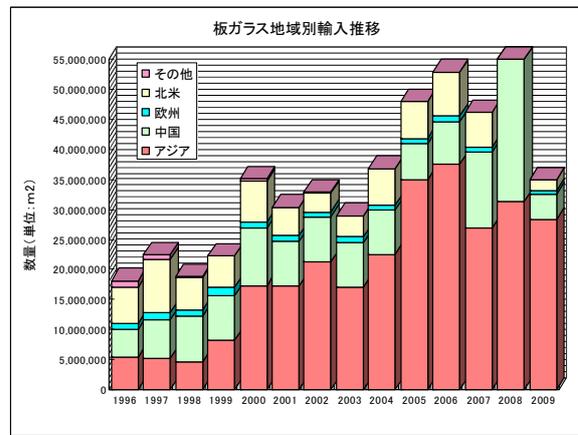


図 4.16 板ガラス地域別輸入推移

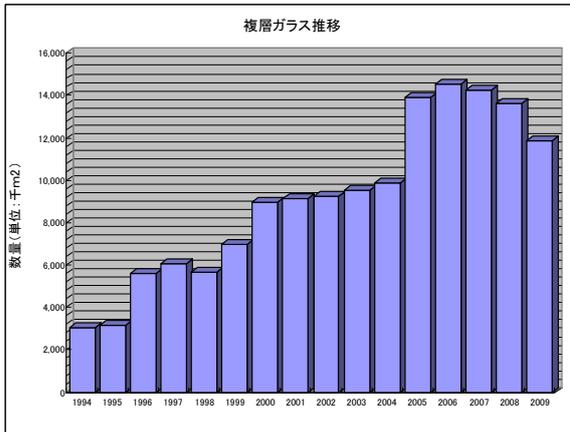


図 4.17 複層ガラス 推移

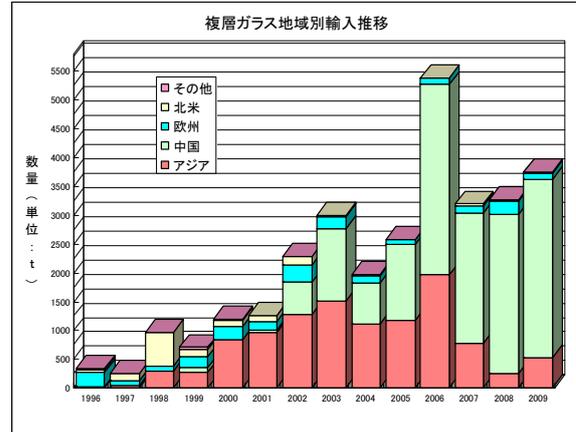


図 4.18 複層ガラス地域別輸入推移

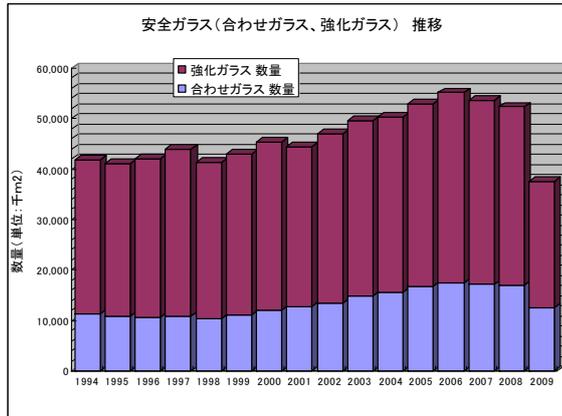


図 4.19 安全ガラス（合わせガラス、強化ガラス）推移

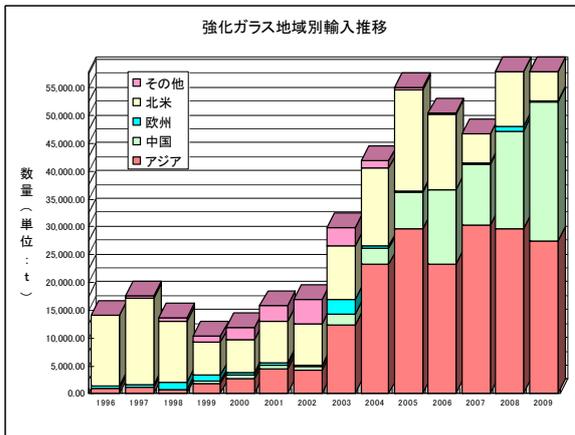


図 4.20 強化ガラス地域別
輸入推移

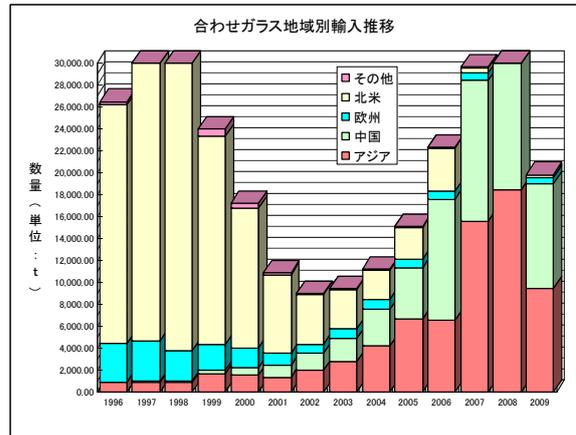


図 4.21 合わせガラス地域別
輸入推移

3) 工法（取付け構法）の特徴と変遷

JASS17（ガラス工事）³⁾に記載されている工法（構法）を表 4.10 に示す。

表 4.10 工法

構法		備考
はめ込み構法	(1)不定形シーリング材構法 (2)グレージングガスケット構法 (3)構造ガスケット構法	建築物外周壁部
	(4)トップライト構法	建築屋根部
ガラススクリーン 構法	(1)自立型および吊下げ型ガラススクリーン 構法	
	(2)DPG 構法	
	(3)その他 ①ガラスを部分的に支える構法（MPG 他） ②強化ガラスドア構法 ③ガラス手すり構法 ④ガラス防煙垂れ壁	
SSG 構法	(1)1 辺 SSG 構法 (2)2 辺 SSG 構法 (3)3 辺 SSG 構法 (4)4 辺 SSG 構法	(3)と(4)の国内実績は ほとんどなし
張付け構法	適用部位は、室内の壁、柱および天井なので、本構法は除外。	

(2) 劣化の種類と診断技術

1) 劣化の原因と現象

代表的な劣化の原因と現象の関係を以下の表 4.11 に示す。

表 4.11 劣化の原因と現象

現象 要因		中性化	鉄筋等の腐食	ひびわれ	表面劣化	大撓み	漏水	耐力低下	汚れ(美観)	部分欠損・はく離	ヤケ	内部結露	はく離	熱反射膜の腐食	
		材料表面層に関する劣化 ↓↓↓ 材料に関する劣化	塵埃								△				
紫外線												□	○		
有害ガス (SO ₃ , H ₂ S、 その他)														△	
酸(無機酸・ 有機酸)									■					△	■
アルカリ									■					△	■
生物															
大気中の塩分															
温度・熱									■				□	○	■
水(結露、雨)			▲						● ■			●	□	○	■
風															
下地ムーブメント															
異種材料・異種金属										△				○	

e x. ●ガラスのヤケ ▲網入りガラスの鏽割れ ■熱線反射膜の腐食

○合わせガラスのはく離 □複層ガラスの内部結露

△光触媒コーティング イージークリーニングガラスの汚れ・はく離

2) 劣化診断の方法

目視検査。複層ガラスは目視検査以外に必要な応じて露点温度測定。

※異常品の補修等は、正常品に交換するため、行わない。

(3) 長寿命化に関する技術の現状

1) 耐久設計の考え方

劣化予測（耐候性試験等）の例を表 4.12 に示す。

表 4.12 劣化予測（耐候性試験等）

試験	
加速耐久性試験	<ul style="list-style-type: none">・ JIS 加速耐久性試験・ 煮沸試験・ 高温高湿試験・ 酸アルカリ浸漬試験・ S-WOM 試験(カーボンアーク、キセノン)・ M-WOM 試験・ シグマ試験・ アリゾナ曝露試験・ アリゾナエマキュア試験 等々
屋外天然曝露試験	<ul style="list-style-type: none">・ 各社曝露場・ 沖縄・ 銚子 等々

2) 耐久設計の事例

網入りガラス、合わせガラス、複層ガラスなどは、サッシ下辺の水抜き穴がないと、サッシ下辺に溜まった水分の影響を受け、耐久性が著しく低下するので注意が必要である。

3) 補修・改修の方法

ガラスは、現場補修・改修ができないので、劣化異常と判断の場合には新品と交換するのが通常の方法である。

4) 補修・改修の事例

特に事例ない。

(4) 長寿命化を達成するための課題

1) 網入りガラス

錆割れは避けられない問題であり、ワイヤレスの防火ガラスへ移行することが可能になるような法整備が課題となる。

2) 複層ガラス

①水分や封着剤と反応する化学物質を含んだものとガラスの小口が接触することがないように納まりの遵守徹底

②より耐久性の高い1次封着剤および2次封着剤の開発

③封着を有機材料に頼らない真空ガラスの普及を促進するための法・規格の整備、専用サッシの開発

などが課題となる。

3) 光触媒コーティング イージメンテナンスガラス

①清掃計画がきちんとしていないとコスト削減のメリットを訴求できない

②ガラス品種によってはコーティングができない場合がある

③コーティング膜の耐久性は半永久的ではないため、現場での再コーティングが必要となる

④光触媒膜の超親水性原理にて汚れを除去するために雨水や散水などによる水分が膜面に定期的に供給されないと汚れの自浄効果が期待できない

⑤ウェザーシールのシリコン汚れに対してはあまり効果が期待できないなどの問題があり、それぞれ今後の課題となる。

引用文献および URL

1) 積算資料 SUPPORT '05. 1 前文 10

<http://www.km-net.jp/shizaireport/200501report35.pdf> (参照 2010-04-30)

2) 出典：経済産業省「窯業・建材統計」

3) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS17 ガラス工事

4.2.4 ALCパネル

(1) 材料と工法の特徴

1) 対象とする材料

ALCパネルは、JIS A 5416によれば「石灰質原料及びけい酸質系材料を主原料とし、オートクレーブ養生した軽量気泡コンクリートによる製品のうち、鉄筋などの補強材で補強した主として建築物などに用いるパネル」としている。ALCパネルの設計・施工および維持保全に関わる規格・指針・仕様書等は、表 4.13 に示す通りである。

表 4.13 設計・施工・維持保全に関わる規格・指針・仕様書等

代表的な規格	JIS A 5416 軽量気泡コンクリートパネル
構造設計基準等	ALC 協会発行「ALC パネル構造設計指針・同解説」 ALC 協会発行「ALC 取付け構法標準・同解説」 ALC 協会発行「ALC 取付け金物等規格」
標準仕様書	(社)日本建築学会編「JASS21 ALC パネル工事」 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「公共建築工事標準仕様書 (建築工事編)」
劣化調査・診断に関する指針類	日本建築仕上学会編「ALC 外壁補修工法指針 (案)・同解説」
補修・改修に関する指針・仕様書等	日本建築仕上学会編「ALC 外壁補修工法指針 (案)・同解説」

また、ALC厚形パネルの出荷量と着工建築物の床面積推移を図 4.22 に示す。

ALC厚形パネル出荷数量と着工建築物の床面積推移

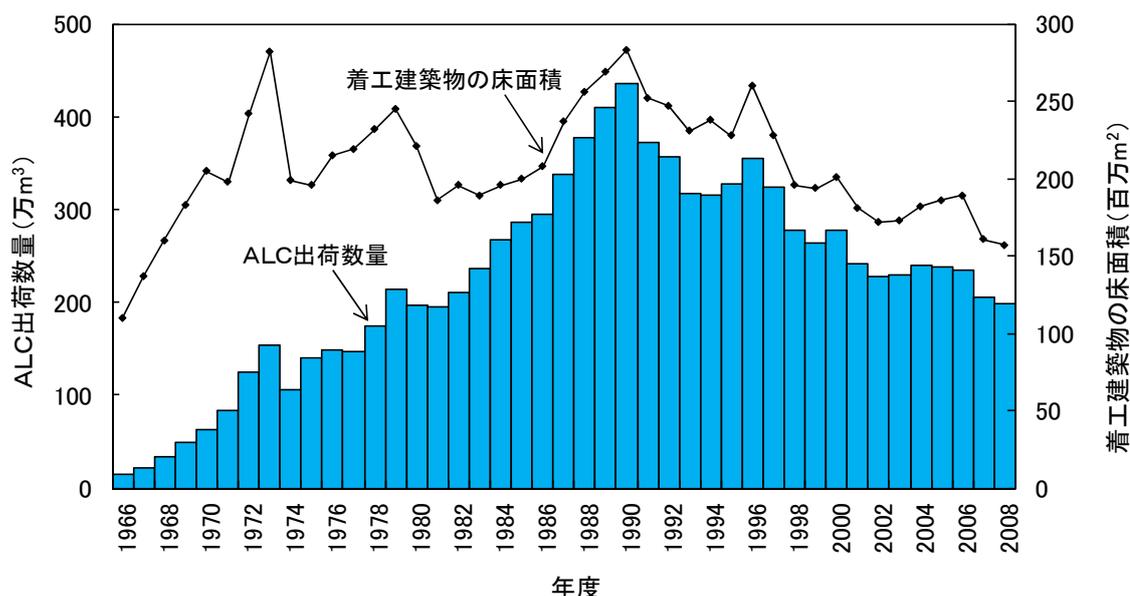


図 4.22 ALC厚形パネルの出荷量と着工建築物の床面積推移

2) 工法（取付け構法）の変遷

表 4.14 に取付け構法の変遷、図 4.23 に ALC パネルの代表的な取付け構法の概要を示す。

表 4.14 取付け構法の変遷（厚形パネル）

西暦	1970年代	1980年代	1990年代	2000年代
仕様書名				
JASS21 ALCパネル工事 (日本建築学会)	1975 ・縦壁挿入筋 ・横壁ホルト止め ・横壁カバープレート ・横壁落し込み	1989 ・縦壁挿入筋 ・縦壁スライド ・横壁ホルト止め ・横壁カバープレート	1998 ・縦壁挿入筋 ・縦壁スライド ・縦壁ロッキング ・横壁ホルト止め ・横壁カバープレート	2005 ・縦壁スライド ・縦壁ロッキング ・横壁ホルト止め
ALC取付構法規準 (ALC協会)		1982 ・縦壁挿入筋 ・縦壁スライド ・横壁ホルト止め ・横壁カバープレート	1996 ・縦壁挿入筋 ・縦壁スライド ・横壁ホルト止め ・横壁カバープレート	
ALC取付構法標準 (ALC協会)				2001 ・縦壁スライド ・縦壁ロッキング ・横壁ホルト止め 2004 ・縦壁スライド ・縦壁ロッキング ・横壁ホルト止め
公共建築工事 標準(共通)仕様書 (公共建築協会)		1985 ・縦壁挿入筋 ・縦壁スライド ・横壁ホルト止め ・横壁カバープレート		2001 ・縦壁挿入筋 ・縦壁スライド ・縦壁ロッキング ・横壁ホルト止め ・横壁カバープレート 2004 ・縦壁スライド ・縦壁ロッキング ・横壁ホルト止め 2007 ・縦壁スライド ・縦壁ロッキング ・横壁ホルト止め
1963年 ALC厚形パネル販売開始 1969年 ALC薄形パネル販売開始 1973年「JIS A5416 ALCパネル」制定 1980年 建築基準法改正(新耐震設計法導入) 1980年 木造住宅用ALC薄形パネル販売開始 1985年 公共建築工事共通仕様書にALC外壁、床が追加 1997年「JIS A5416」にALC薄形パネル追加 1998年 建築基準法改正(性能規定化を図る) 2002年 縦壁挿入筋構法 全面廃止				

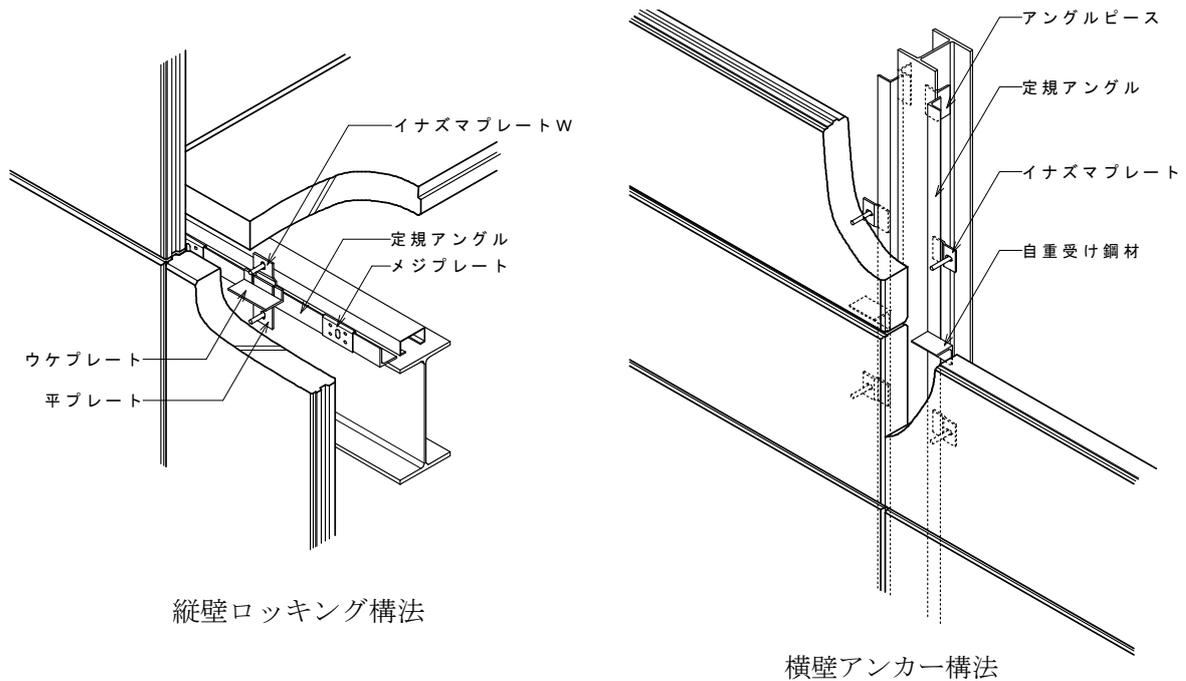


図 4.23 ALC パネルの代表的な取付け構法の概要

(3) 劣化の種類と診断技術

1) 劣化の原因と現象

ALC パネルを外壁に用いる場合は、パネル間目地のシーリング処理と塗装材等の表面仕上げが行われる。従って、ALC パネルの外壁における劣化は、表面仕上材の劣化が主であり、地震によるひびわれ等の要因を除けば、塗装材等のメンテナンスにより ALC パネル自体の劣化は防げると考えられる。代表的な劣化現象と劣化要因の関係を表 4.15 に示す。

表 4.15 「劣化現象」と「劣化要因」の関係

現象		要因								
		中性化	鉄筋等の腐食	ひびわれ	表面劣化	大撓み	漏水	耐力低下	汚れ(美観)	部分欠損・はく落
材料表面層に関する劣化 ↓↓↓ 材料に関する劣化	塵埃								○	
	紫外線				○					
	有害ガス (SO ₃ , H ₂ S、その他)				○					
	酸 (無機酸・有機酸)				○					
	アルカリ									
	生物									
	大気中の塩分		○							
	凍結融解			○	○				○	○
	温度・熱			○						
	水 (結露、雨)		○		○		○		○	
	風									
	下地ムーブメント			○				○		○
	異種材料・異種金属			○						

2) 劣化診断の方法

表 4.16～4.18 に主要仕上げおよび ALC パネルの調査項目と内容を示す。

なお、表中の記述内容は、「ALC 外壁補修工法指針（案）・同解説」（（社）日本建築学会刊）からの抜粋であるが、実際の仕上げに関する調査に当たっては、塗材メーカー等の専門業者の意見も参考にすることが望ましい。

表 4.16 ALC パネルの塗り仕上げの調査項目および調査内容¹⁾

調査項目	調査内容
汚れ	目視により汚れの原因(付着物の種類等)を把握する。 クリーニング不可の場合は補修が必要となる。
変退色、光沢度低下、白垂化、摩耗	目視または指触により観察し、除去すべき旧塗膜を把握する。
ひび割れ	目視によりひび割れの深さを観察し、除去すべき旧塗膜を把握する。ひび割れがパネルに達している場合には、パネルの補修が必要となる。
ふくれ、はがれ、付着性低下	目視または指触、クロスカット試験などにより観察し、除去すべき旧塗膜を把握する。

表 4.17 ALC パネルのタイル張り仕上げの調査項目および調査内容¹⁾

調査項目	調査内容
ひび割れ	目視により観察し、発生箇所を把握する。可能であれば、発生箇所がALCパネルの目地沿いか否かを判別する。漏水の有無、挙動の有無を判別する。 クラックゲージ等によりひび割れの幅を測定する。 ひび割れの巾: 小=0.3mm未満、中=0.3mm以上1.0mm未満、大=1mm以上
欠け、浮き、はく落	目視、打診検査等により観察し、発生箇所を把握する。可能であれば、発生箇所がALCパネルの目地沿いか否かを判別する。

表 4.18 ALC パネルの調査項目および調査内容¹⁾

調査項目	調査内容
ひび割れ	目視により観察し、漏水の有無、挙動の有無を判別する。 クラックゲージ等によりひび割れの幅を測定する。 ひび割れの巾: 小=0.3mm未満、中=0.3mm以上1.0mm未満、大=1mm以上
欠け、浮き、鉄筋露出	目視により観察し、鉄筋露出の有無を判別する。
表層脆弱化	目視または指触により観察し、発生箇所を把握する。

(3) 長寿命化に関する技術の現状

1) 耐久設計の考え方

ALC パネルの外壁における劣化は、表面仕上げなど ALC パネル以外の要因の影響が大きい。耐久設計を考える場合、次の点に留意が必要である。

①表面仕上材や目地シーリング材については、各種指針等に基づき、正しい仕様の選択と正しい施工を行うこと。

②表面仕上げの選定や止水処理などの適切な対策を行うこと。

[外部からの水分] 開口部周辺、排気用フード周辺、屋根に接する壁面、突起物まわり、基礎付近の壁面、劣化部分、その他（排水計画の不備等）

[内部からの水分] 壁内結露による吸水、パネル内への水蒸気流入、配管内の結露による吸水

③寒冷地においては、上記対策について、特に入念に検討する必要がある²⁾。

④汚れ、表面劣化については、仕上塗材の劣化対策による。しかし、ALC 自体に劣化が生じた場合は、状況に応じた ALC の補修等を行う必要がある。

⑤長寿命化を考える上でメンテナンスは必要不可欠である。特に、表面仕上材と目地シーリング材の定期的な点検とメンテナンスは、ALC 自体の劣化を防止することができるため重要である。

2) 耐久設計の事例

耐久設計については、要求があった場合に、物件個々に検討・対応しているのが現状である。従って、業界として取りまとめたものはなく事例の収集も行っていない。

3) 補修・改修の方法

ALC パネルを使用した外壁の補修工法選択フローを図 4.24 に示す。

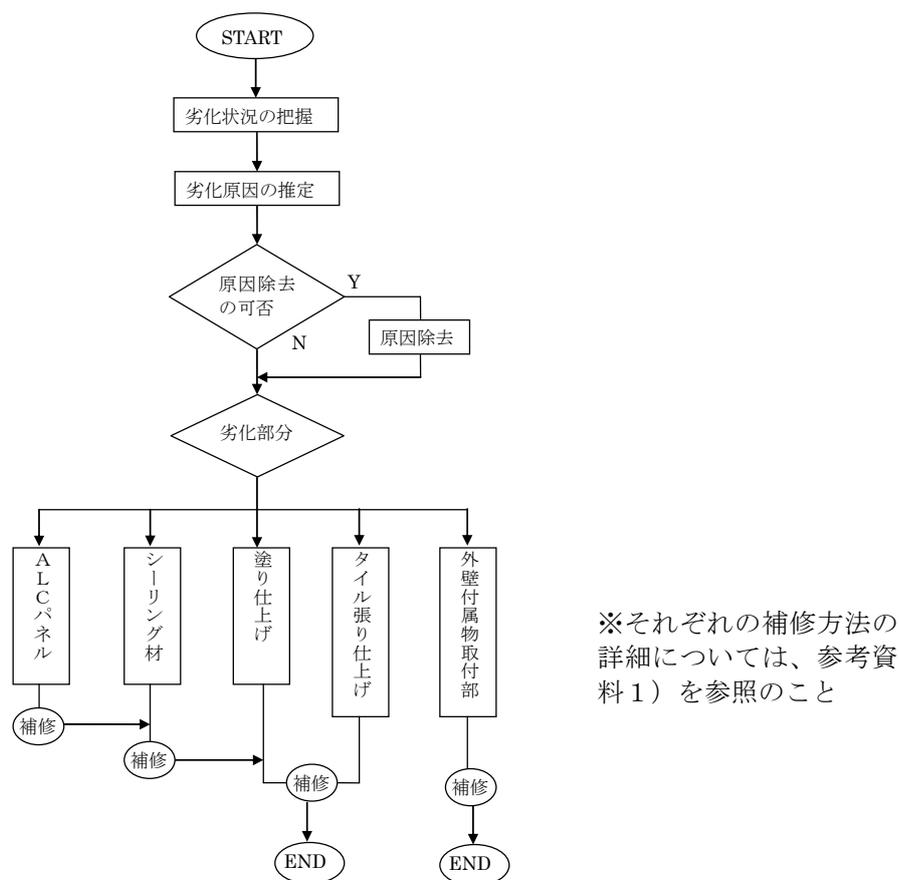


図 4.24 ALC パネルを使用した外壁の補修工法選択フロー¹⁾

4) 補修・改修の事例

補修・改修については、業界団体においても事例の取りまとめは行われていない。

(4) 長寿命化を達成するための課題

- ①ALC パネルを使用した外壁については、表面仕上材や使用環境等の ALC 素材以外の要因により耐久性が左右される場合が多い。
- ②表面仕上材の適切なメンテナンスと使用環境への対策により、ALC パネル自体の劣化を防ぐことが出来るため、長寿命化を考えるに当たっては、表面仕上材等のグレード別の耐久性の目安や、使用環境への対策の整理が必要である。
- ③また、ALC パネルの劣化を防ぎ外壁を長持ちさせるためには、表面仕上材等の定期的な点検とメンテナンスが必要不可欠であることを、ユーザーに伝達することが重要である。

参考文献

- 1)日本建築仕上学会編：ALC 外壁補修工法指針（案）・同解説、2000
- 2)寒冷地の外装仕上塗工法に関する研究委員会編：寒冷地での ALC の上手な使い方ーALC 外壁のあり方と塗装材の選定、工文社、1998.4

4.2.5 押出成形セメント板

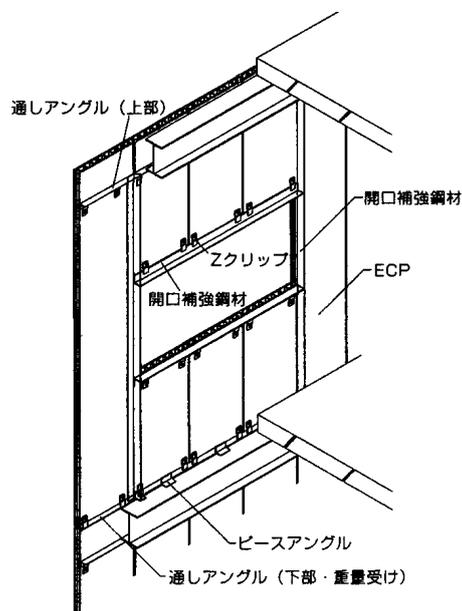
(1) 材料と工法の特徴

1) 対象とする材料

押出成形セメント板（Extruded Cement Panel：ECP）は、主として鉄骨建築物における外壁および間仕切壁に用いる材料で、セメント・けい酸質原料および繊維質原料を主原料として、中空を有する板状に押出成形しオートクレーブ養生したパネルである。

2) 工法（取付け構法）の特徴と変遷

押出成形セメント板は、パネルの取付方向から図 4.25 から図 4.26 に示すように分類される。



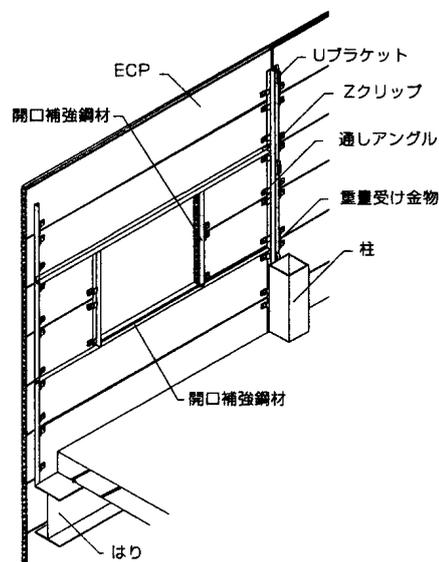
工法の特徴：

パネルを縦使いし、層間変位はロッキングにて吸収する。

(1) パネルは、各段ごとに構造体に固定した下地鋼材で受ける。

(2) 取付け金物は、パネル上下端部に、ロッキングできるように取付ける。

図 4.25 縦張り工法 (A種)



工法の特徴：

パネルを横使いし、層間変位はスライドにて吸収する。

(1) パネルは、積み上げ枚数 3 枚以下ごとに構造体に固定した自重受け金物で受ける。

(2) 取付け金物は、パネル左右両端に、スライドできるように取付ける。

図 4.26 横張り工法 (B種)

その他の特徴として、以下の点が挙げられる。

- ①力学的性能、耐久性能、耐火性能、耐震性能に優れる。
- ②タイル・塗装・素地など、自由に仕上げを選ぶことができる。
- ③乾式工法のため、施工性に優れる。
- ④工場でのプレカットにより、現場内での廃材の発生を少なくできる。

3) 工事仕様の変遷

工事仕様の変遷は表 4.19 に示す通りである。

表 4.19 工事仕様の変遷

	規格の変遷	工事仕様の変遷		
		公共建築協会	日本建築学会	押出成形セメント板協会
平成 8 年	押出成形セメント板 (ECP) 協会設立			
平成 9 年	押出成形セメント板協会団体規格制定	建築工事共通仕様書 平成 9 年版 (建設大臣官房官庁 営繕部監修)		
平成 12 年	日本建材産業協会規格 (JCMS) 制定 押出成形セメント板			ECP 施工標準仕様書 (第 1 版) 出版
平成 13 年		建築工事共通仕様書 平成 13 年版 (国土交通大臣官房 官庁営繕部監修)		
平成 15 年	日本工業規格 (JIS A 5441) 制定 押出成形セメント板 (ECP)		「非構造部材の耐震設計施工指針・同解説 および耐震設計施工要領」(日本建築学会)	
平成 16 年	10 月に全品 ノンアス品に移行	公共建築工事標準仕様書平成 16 年版 (国土交通大臣官房 官庁営繕部監修)	建築工事標準仕様書・同解説 JASS27 乾式外壁工事 (日本建築学会)	ECP 施工標準仕様書 (第 2 版) 出版
平成 19 年		公共建築工事標準仕様書平成 19 年版 (国土交通大臣官房 官庁営繕部監修)		
平成 20 年				ECP 施工標準仕様書 (第 3 版) 出版

4) 出荷量と施工面積

押出成形セメント板の出荷量推移を図 4.27 に示す。押出成形セメント板は建築高さ 100m 程度の超高層建築においても施工実績があるが、建築高さ 45m 以下の中高層建築の範囲が大半を占める。採用の多い建築用途は概ね以下の順となっている。

事務所ビル＞ホテル・店舗＞学校・公共施設＞病院・医療施設＞集合住宅＞工場・倉庫

年度	ECP総出荷量 (万㎡)	内含アス品 (万㎡)	内ノンアス品 (万㎡)
1970	2	2	0
1971	3	3	0
1972	5	5	0
1973	8	8	0
1974	13	13	0
1975	20	20	0
1976	30	30	0
1977	40	40	0
1978	50	50	0
1979	62	62	0
1980	75	75	0
1981	90	90	0
1982	105	105	0
1983	115	115	0
1984	135	135	0
1985	160	160	0
1986	185	185	0
1987	240	240	0
1988	270	270	0
1989	310	310	0
1990	358	355	3
1991	383	375	8
1992	436	402	34
1993	406	361	45
1994	395	315	80
1995	445	338	107
1996	450	370	80
1997	440	378	62
1998	400	318	82
1999	405	292	113
2000	410	320	90
2001	400	290	110
2002	385	224	161
2003	360	136	224
2004	330	10	320
2005	325	0	325
2006	330	0	330
2007	330	0	330
2008	330	0	330
合計	7,921	6,402	1,519

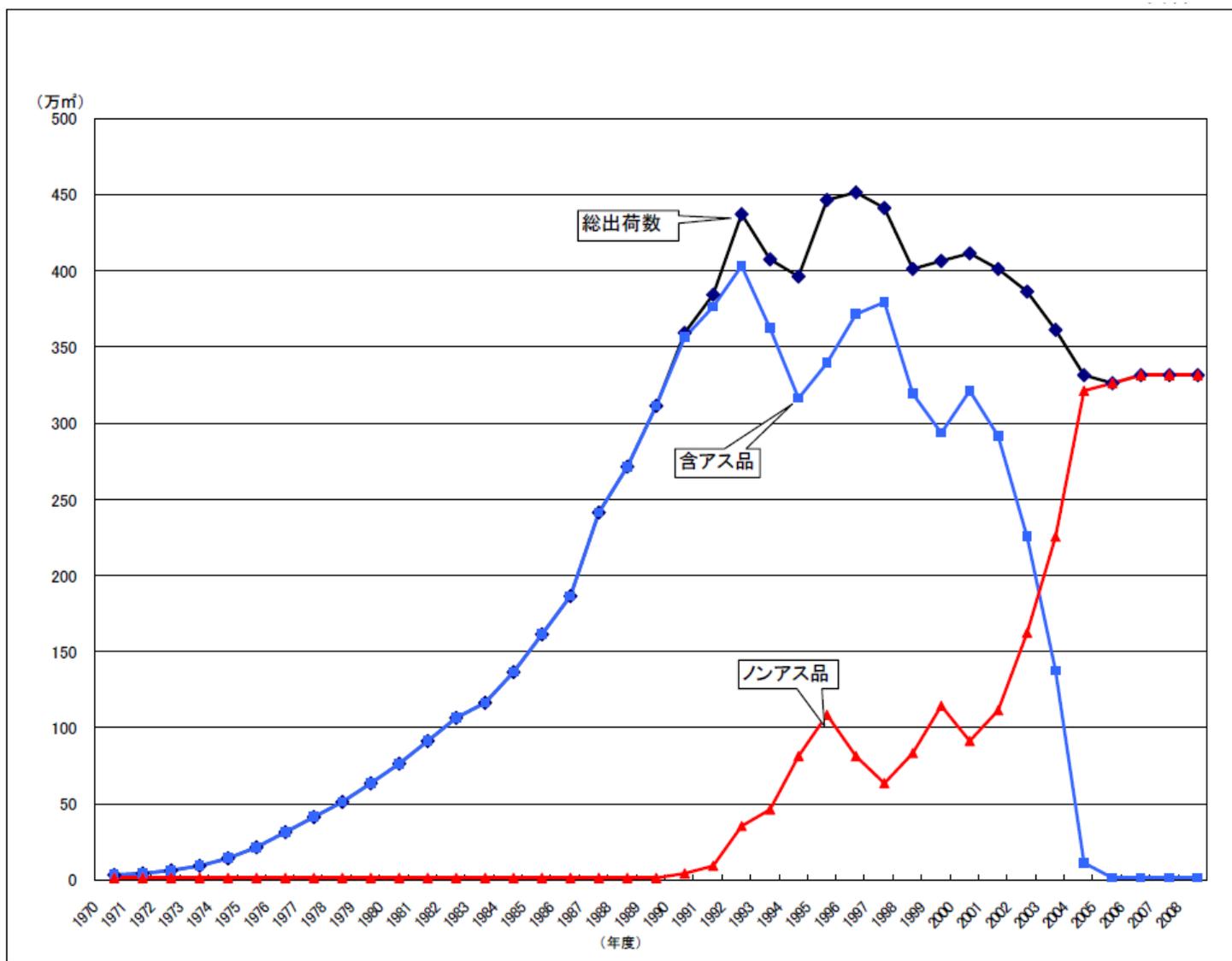


図 4.27 押出成形セメント板出荷量推移 (パネル厚さ 50mm 換算)

(3) 劣化の種類と診断技術

1) 劣化の原因と現象

代表的な劣化現象と劣化要因の関係を表 4.20 に示す。

表 4.20 「劣化現象」と「劣化要因」の関係

現象 要因		中性化	鉄筋等の腐食	ひびわれ	表面劣化	大撓み	漏水	耐力低下	汚れ(美観)	部分欠損・はく落
		材料表面層に関する劣化 ↓↓↓ 材料に関する劣化	塵埃							
紫外線					●					
有害ガス (SO ₃ , H ₂ S, その他)										
酸(無機酸・有機酸)										
アルカリ										
生物									●	
大気中の塩分									●	
温度・熱(凍害含む)				○						
水(結露、雨)(凍害含む)				○			■		●	
風										
下地ムーブメント								○		
異種材料・異種金属										

※ ○基材劣化 ●表層仕上げ材の劣化 ■下地材の劣化

2) 劣化診断および劣化予測

ECP 協会(押出成形セメント板協会)では特に劣化診断は実施していないが、基材のひび割れや表層仕上げ材については必要に応じて目視による検査が行われる。耐候性試験等による劣化予測についてはメーカーごとに行っている。

なお、パネル間目地シーリング材の劣化診断および劣化予測については 4.2.6 のシーリ

ング材に準拠する。

(4) 長寿命化に関する技術の現状

1) 耐久設計の考え方

押出成形セメント板の劣化は水による要因の影響が大きい。耐久設計を考える場合は次の点に留意が必要である。

①パネル間の止水機能の向上

パネル間のシーリング材劣化により漏水が発生した場合、パネル下地鋼材を腐食させる可能性があるため、表面シーリング材と屋内側ガスケット材を併用した止水設計が必要である。

②結露水の対策

寒冷地においてはパネル裏面に付着する結露水がパネル下地鋼材の腐食やパネル基材劣化の要因となる可能性があるため、適切な断熱設計と防湿性の高い断熱材の選定が必要である。

③表面仕上げ材の選定

表面の仕上げ材（塗装）は耐久年数、メンテナンス計画を考慮して選定する必要がある。

なお、工場塗装品の塗装耐久は概ね表 4.21 の順となる。

表 4.21 工場塗装品の塗装耐久

耐久度			
高	→		低
フッ素樹脂系塗装	アクリルシリコン樹脂系塗装 光触媒系塗装	アクリルウレタン樹脂系塗装 ポリウレタン樹脂系塗装	

④設計風圧力の設定

押出成形セメント板の許容支持スパン（留付間隔）を算出する際に用いる設計風圧力は標準として国土交通省告示第 1458 号により設計用再現期間 50 年相当の風圧力を用いるが、高さを考慮して 100 年を超える設計用再現期間でパネル耐力設計を検討する場合がある。

2) 耐久設計の事例

①パネル間の止水機能の向上

「ECP 施工標準仕様書（ECP 協会）」¹⁾においてパネル表面シーリング材と屋内側ガスケット材を併用した 2 次防水仕様を掲載している。この仕様はシーリン

グ材の経年劣化を想定し、シーリング材に強制的に欠損を与えた状態において水密性能試験が実施され、最大圧力 1470 P a まで漏水がないことが確認されている。

②排水経路の確保

止水機能向上に合せ、目地内部に侵入した雨水を滞留させずに速やかに排水することが基材劣化を防止する上で重要であり、ECP 施工標準仕様書において内水切りプレートや水抜きパイプを使用した納まり例を掲載している。

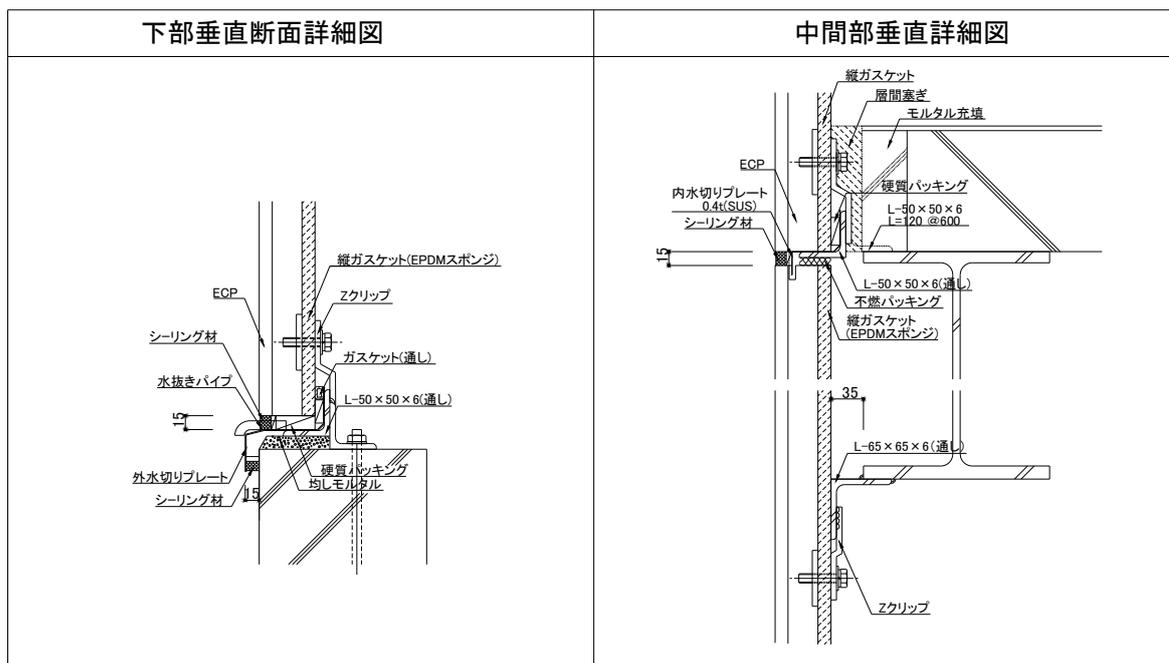


図 4.28 縦張り 2 次防水工法の納まり例

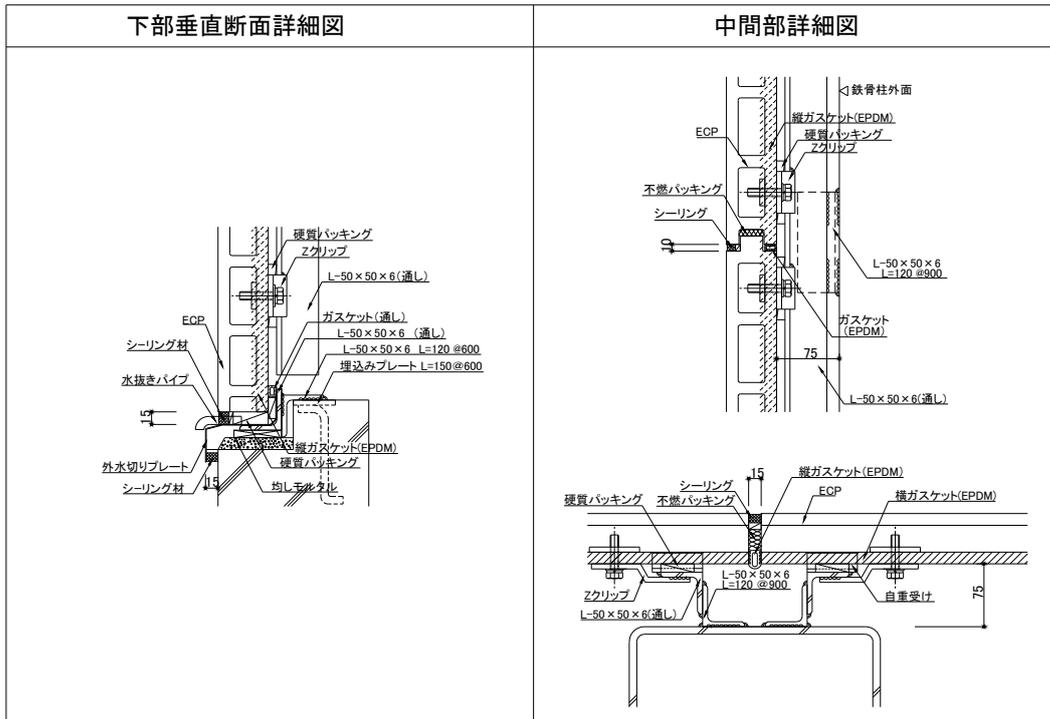


図 4.29 横張り 2次防水工法の納まり例

(5) 押出成形セメント板の補修方法の事例

ECP 協会では、押出成形セメント板が劣化等した場合のケースごとに対応をとりまとめている。以下に対応の事例を示す。

1) 押出成形セメント板に生じたひび割れ対応

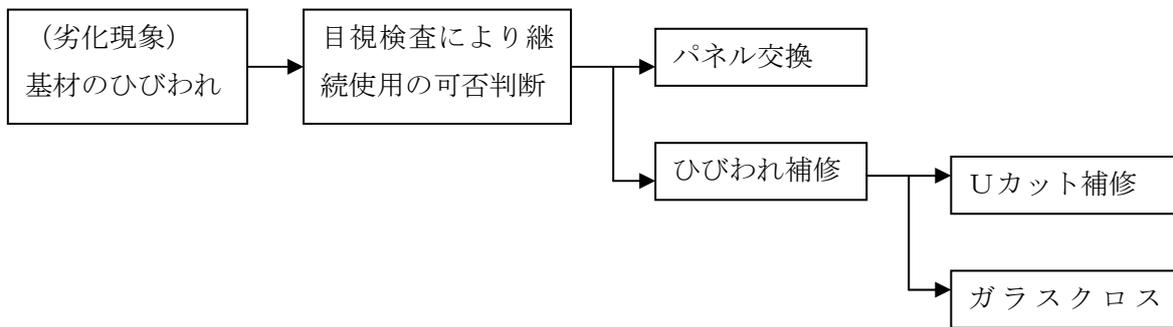


図 4.30 押出成形セメント板のひび割れ対応

Uカット補修方法

- ①エンドホールの穴あけ
- ②ディスクサンダーでクラック部分をUカットする。
- ③専用補修材用シーラーを塗布し、専用補修材を充填する。
- ④硬化後、サンドペーパー等で平滑に仕上げる。
- ⑤専用シーラー及び専用接着剤の塗布
- ⑥ガラスクロス張付け
- ⑦専用コーティング剤の塗布

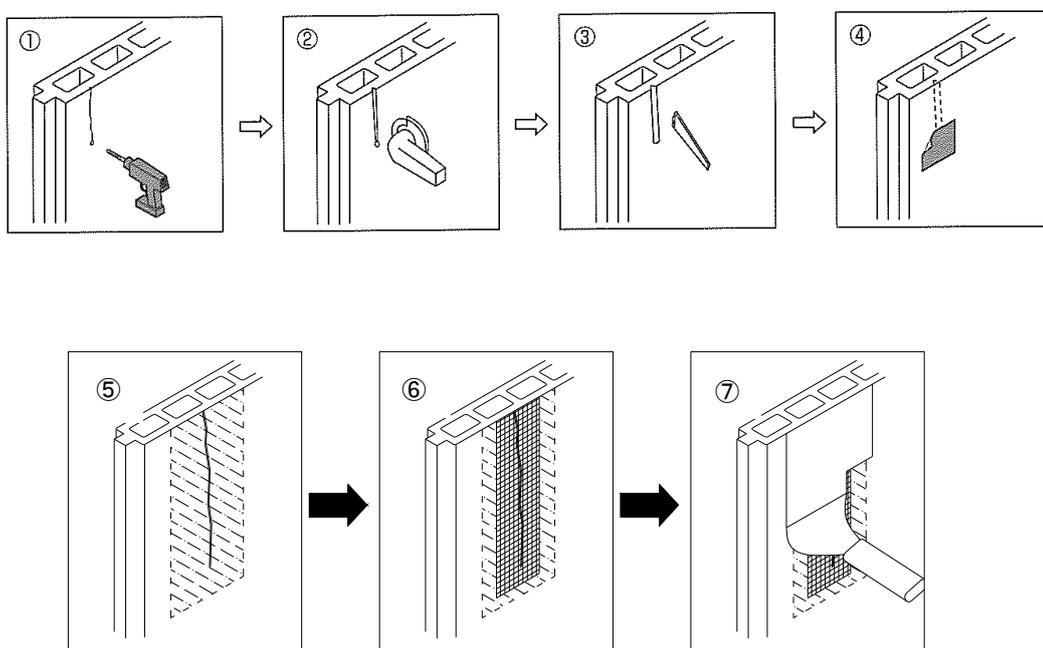


図 4.31 押出成形セメント板のひび割れ補修（Uカット補修方法）

2)接合部目地の劣化に対する対応

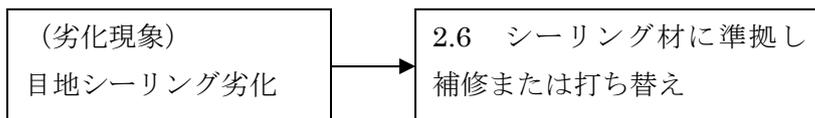
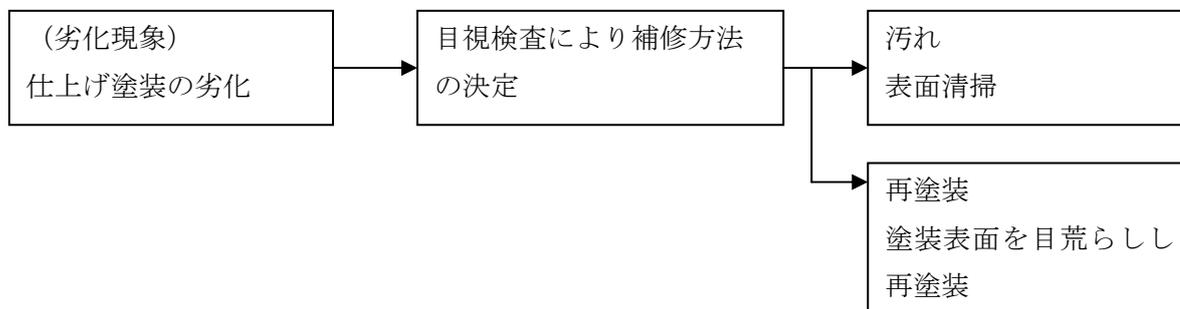


図 4.32 押出成形セメント板の接合目地劣化の対応

3) 塗装仕上げの劣化に対する対応



※再塗装の方法は塗料種別により異なる

図 4.33 押出成形セメント板の塗装仕上げ劣化の対応

表 4.22 押出成形セメント板の現場塗装における塗装選定の目安²⁾

種 類	適合性	耐久性能 指数	コスト 指数	特 徴
アクリル樹脂ワニス塗り AC	×	—	—	—
2液形ポリウレタンワニス塗り 2-UC	×	—	—	—
アクリルシリコン樹脂ワニス塗り 2-ASC	×	—	—	—
常温乾燥形ふっ素樹脂ワニス塗り 2-FUC	×	—	—	—
アクリル樹脂エナメル塗り AE	○	Ⅱ	B	一般的な不透明塗装
非水分散形アクリル樹脂エナメル塗り NADE	○			
2液形ポリウレタンエナメル塗り 2-UE	○	Ⅱ	D	耐候性のある高級な不透明塗装
アクリルシリコン樹脂エナメル塗り 2-ASE	○	Ⅲ	E	過酷な環境下での高耐候性不透明塗装
常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル塗り 2-FUE	○	Ⅳ	F	過酷な環境下での高耐候性不透明塗装
2液形厚膜エポキシ樹脂エナメル塗り 2H-XE	×			
2液形タールエポキシ樹脂塗料塗り 2T-XE	×			
合成樹脂エマルジョンペイント塗り EP	○	I	A	一般的な不透明塗装
つや有り合成樹脂エマルジョンペイント塗り EP-G	○	I	B	一般的な不透明塗装
多彩模様塗料塗り EP-M	○			

(注) ○：適している ×：不適

耐久性能指数：I（劣る）≪Ⅳ（優れている）

コスト指数：A（安価）≪F（高価）

なお、押出成形セメント板は劣化が生じた場合、上記 1)～3)に示す補修方法に従い補修を実施しているが、ECP 協会として事例の収集は行なっていない。

(6) 長寿命化を達成するための課題

押出成形セメント板は、セメント系外壁材であるが、無筋構造であるため材質が中性化してもパネル耐力が低下せず、効用は持続する。従って、通常の使用状態・使用環境において標準設計で設計・施工を行い、良好なメンテナンスを行なっていれば長寿命は達成できるものと思われる。しかし、使用者の主観（外壁の汚れや退色等）の心理的耐用年数は表面仕上げの種類やその性能により異なり、かつ基材の寿命に対して短いため、長寿命化を達成するための課題であると言える。

参考文献

- 1) ECP 協会編 「ECP 施工標準仕様書」 ECP 協会事務局 2008 年 2 月第 3 版
- 2) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 18 塗装工事

4.2.6 シーリング材

(1) 材料と工法の特徴

外壁接合部の水密接合構法は、水密の機構や原理の違いによりフィールドジョイント構法とオープンジョイント構法に分類される。構法の分類を図 4.34 に示す。

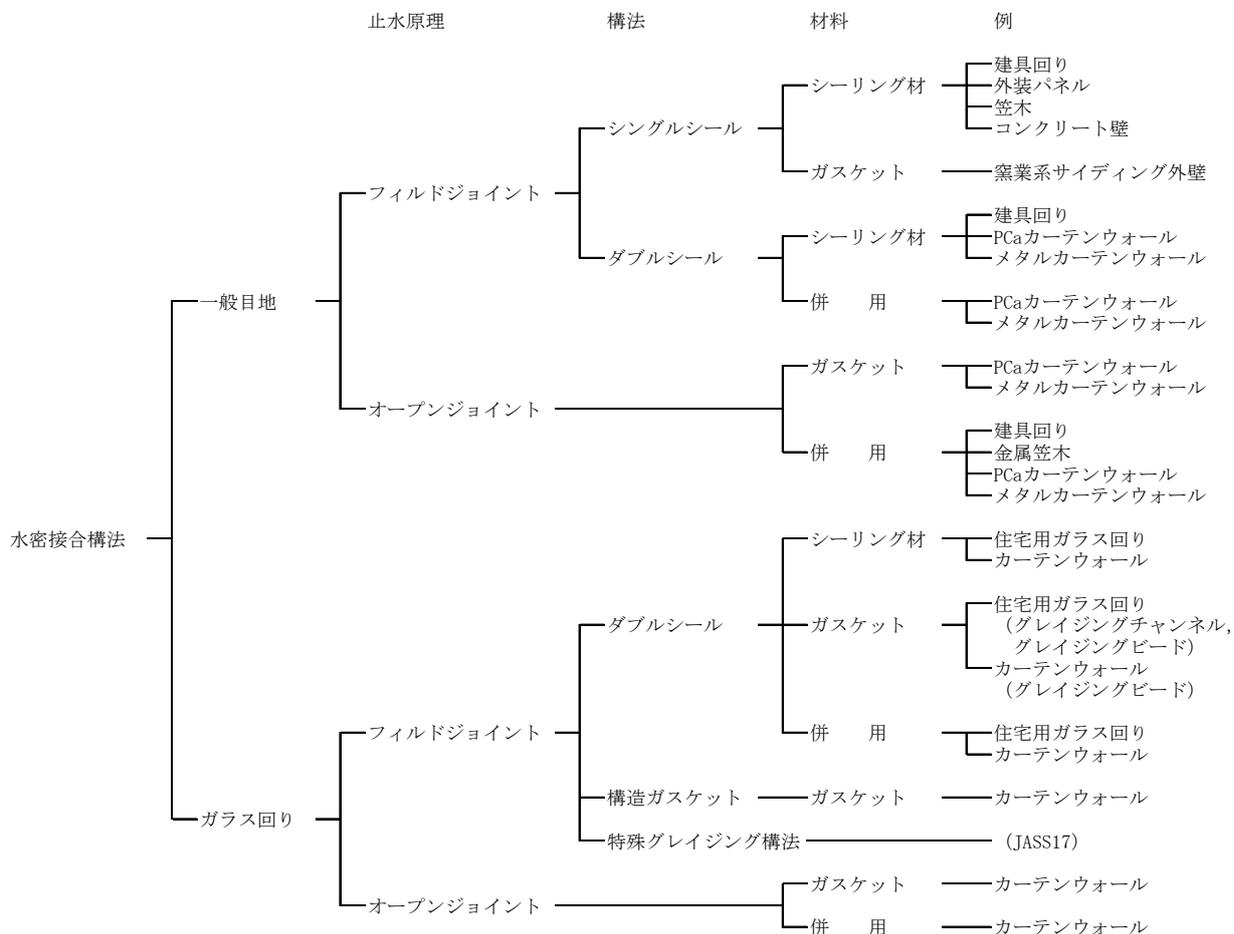


図 4.34 水密接合構法の分類

本節では、建築用シーリング材（JIS A 5758）に適合する、建築物の外壁において水密性を確保する目的で設置される水密接合部分の材料と施工について対象として示す。対象とする建物用途は一般建築物とし、外壁種類は各種カーテンウォール（プレキャストコンクリート、金属、板ガラス）、ALC パネル、押出成形セメント板ならびにサッシの新築および改修の水密接合部分とする。また、対象とする水密接合構法は、フィールドジョイント構法とする。フィールドジョイント構法の特徴を表 4.23 に示す。

表 4.23 フィルドジョイント構法の特徴

項目 \ 構法	シングルシール ジョイント構法 《排水機構なし》	シングルシール ジョイント構法 《排水機構あり》	ダブルシール ジョイント構法 《排水機構なし》	ダブルシール ジョイント構法 《排水機構あり》
略図				
水密信頼性	シール材の故障がすぐ漏水につながる。	1次シールから漏水した水は水受けや水抜穴から排水し、すぐに漏水につながらない。	1次シールから漏水した水は2次シールに達する。2次シールの故障がすぐ漏水につながる。	1次シールから浸入した水は2次シールに達しにくい。2次シールが故障してもすぐに漏水につながらない。
排水機構	なし	水受けや水抜穴により排水されるが、重力による排水であり信頼性はやや低い。	水抜穴が設置されている場合もあるが、排水の信頼性は低い。	減圧空間や水返しのための立上りなど積極的な排水機構がある。
止水ライン	1次シール	1次シール	2次シール	2次シール
施工性	現場施工	現場施工	1次シールは外部作業、2次シールがガスケットジョイントの場合は工場施工	1次シールは外部作業、2次シールがガスケットジョイントの場合は工場施工
経済性	イニシャルコストは低い 定期的な補修が必要でランニングコストが高い	イニシャルコストはやや高い 1次シールの寿命まで放置でき、ランニングコストはやや低い	イニシャルコストはやや高い 1次シールの寿命まで放置でき、ランニングコストはやや低い	イニシャルコストは比較的高い メンテナンスフリーに近くランニングコストは低い
保全性	容易	容易	1次シールはメンテナンスが容易、2次シールは困難	1次シールはメンテナンスが容易、2次シールは困難
ジョイントの構成	シーリングジョイント ガスケットジョイント	シーリングジョイント	1次シール：シーリングジョイント 2次シール：シーリングジョイントまたはガスケットジョイント	1次シール：シーリングジョイント 2次シール：シーリングジョイントまたはガスケットジョイント
適用される目地・接合部	建具回り目地 外装パネル目地 笠木目地 コンクリート壁の目地など	建具回り目地 笠木目地 グレイジングジョイント など	建具回り目地 グレイジングジョイント など	カーテンウォール など

表 4.24 設計・施工および維持保全に関わる指針・仕様書類

分類	書名
標準仕様書	①「JASS 8 防水工事」、(社)日本建築学会 ②「公共建築工事標準仕様書（建築工事編）」国土交通省大臣官房官庁営繕部監修 ③「公共建築改修工事標準仕様書（建築工事編）」国土交通省大臣官房官庁営繕部監修
技術指針	④「外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説」(社)日本建築学会 ⑤「建築工事監理指針・同解説」国土交通省大臣官房官庁営繕部監修 ⑥「建築改修工事監理指針・同解説」、国土交通省大臣官房官庁営繕部監修

1) 対象とする材料

シーリング材の種類を図 4.35 に示す。なお、シーリング材の成分は、時代の変遷とともに改良され変化している。

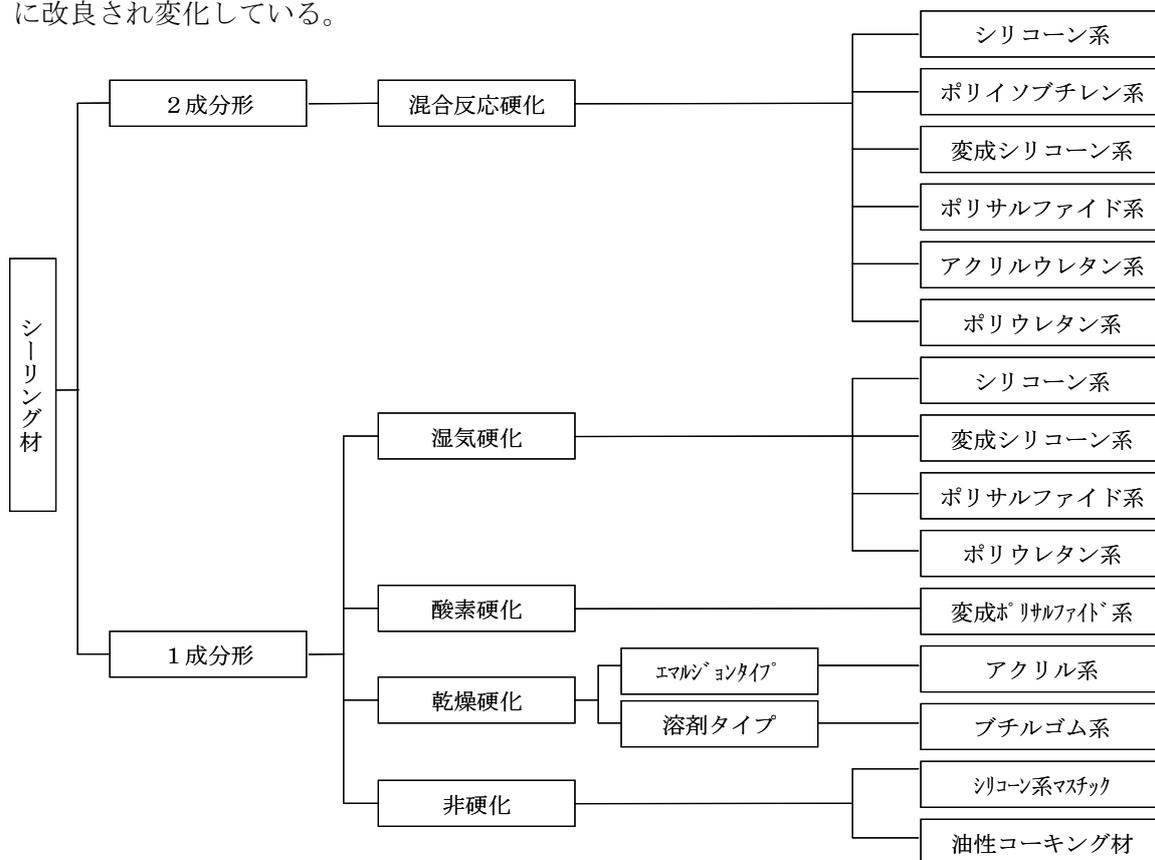


図 4.35 シーリング材の種類

以下、本項で用いる用語は次のとおりである。

- ①シーリング材：一般的には建築物の目地部分、サッシまわり、ガラスはめ込み部、ひび割れなどによって生ずる隙間に充填し、水密、気密の性能を発揮する材料の総称（広義）で、不定形シーリング材と定型シーリング材の2大別されるが、狭義には前者のみをいう。「JIS A 5758（建築用シーリング材）」では前者に限定している。
- ②ガスケット：目地に装着し、水密性と気密性を確保する定形材料。ガスケットジョイントに使用する材料
- ③フィルドジョイント：雨水の侵入口を、シーリング材またはガスケットで塞いで水密性と機密性を確保する接合部。フィルドジョイントを用いた水密接合構法をフィルドジョイント構法という。
- ④フィルドジョイント構法（中低層、ブロック造用）：1ステージジョイント型、2ステージジョイント型がある。
- ⑤オープンジョイント：屋外側を開放または半開放とし、室内側のウインドバリアに機密性の機能をもたせ、等圧原理により水密性と気密性を確保する接合部。オープンジョイントを用いた水密接合構法をオープンジョイント構法という。
- ⑥オープンジョイント構法（超高層用）：接合部はシーリング材とガスケットで構成する。
- ⑦ジョイント：建築部材や部品などを隣接して接合する箇所をいう。また目地ともいう。一般にムーブメント（挙動）のあるワーキングジョイントと、ムーブメントのないノンワーキングジョイントに分類される。シーリング材はこれらの部位から雨水等が浸入するのを防ぐ目的で充填されることが多い。

2) 工法（取り付け構法）の特徴と変遷

シーリングジョイント構法の種類を図 4.36 に示す。

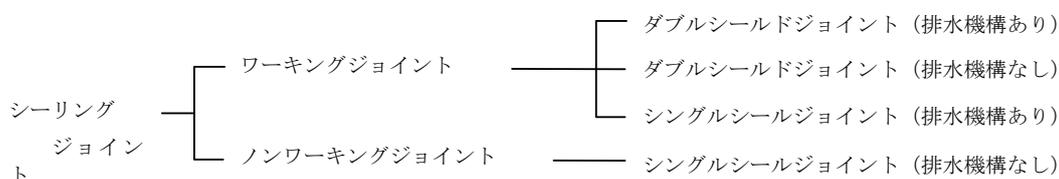


図 4.36 シーリングジョイント構法の種類

また、表 4.25 にシーリング材の変遷を示す。材料開発は、現在も積極的に行われている。材料開発の特徴として、環境配慮、耐候性の向上、塗装非汚染性等が挙げられる。また、図 4.37 には建築用シーリング材の生産推移を示す。

表 4.25 シーリング材の変遷

年	内 容
1950～51	油性コーキング材の輸入開始
1955	油性コーキング材の国内生産開始
1958	建築用ポリサルファイド系シーリング材の輸入開始
1961	JIS A 5751 (建築用コーキング材) 制定
1963	2成分形ポリサルファイド系シーリング材の国内生産開始
1963	1成分形シリコン系シーリング材の国内生産開始
1964	ブチルゴム系シーリング材 (溶剤タイプ) の国内生産開始
1966	JIS A 5751 (建築用油性コーキング材) 改正 (名称変更を含む)
1966	アクリル系シーリング材 (エマルジョンタイプ) の国内生産開始
1967	1成分形ポリウレタン系シーリング材の国内生産開始
1969	JIS A 5754 (建築用ポリサルファイド系シーリング材) 制定
1969	JIS A 5755 (建築用シリコーンドシーリング材) 制定
1970	2成分形ポリウレタン系シーリング材の国内生産開始
1971	SBR系シーリング材 (ラテックスタイプ) の国内生産開始
1971	2成分形シリコン系シーリング材の国内生産開始
1972	JASS 8 (防水工事) にシーリング工事追加制定
1975	JIS A 5757 (建築用シーリング材の用途別性能) 制定
1978	2成分形変成シリコン系シーリング材の国内生産開始
1978	2成分形アクリルウレタン系シーリング材の国内生産開始
1979	JIS A 5758 (建築用シーリング材) 制定
1979	1成分形変成シリコン系シーリング材の国内生産開始
1980	1成分形ポリサルファイド系シーリング材の国内生産開始
1984	「適材適所表」の発表
1985	建設省「共仕」4節にシーリングが追加
1986	1成分形変性ポリサルファイド系シーリング材の国内生産開始
1994	防火戸用指定シーリング材の指定を日本シーリング材工業会が開始
1997	イソシアネート硬化の2成分形ポリサルファイド系シーリング材の国内生産開始
1997	JIS A 5758 改正 (ISO 導入)、JIS A 1439 (建築用シーリング材の試験方法) 制定
1998	2成分形ポリイソブチレン系シーリング材の国内生産開始
2000	JASS 8 改定、外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針 (案)・同解説制定
2004	JIS A 1439、JIS A 5758 改正 (旧 JIS 付属書 2 (参考) の本文への組み込み)
2004	JIS A 5751 (建築用油性コーキング材) 廃止
2008	JASS 8、外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説改定

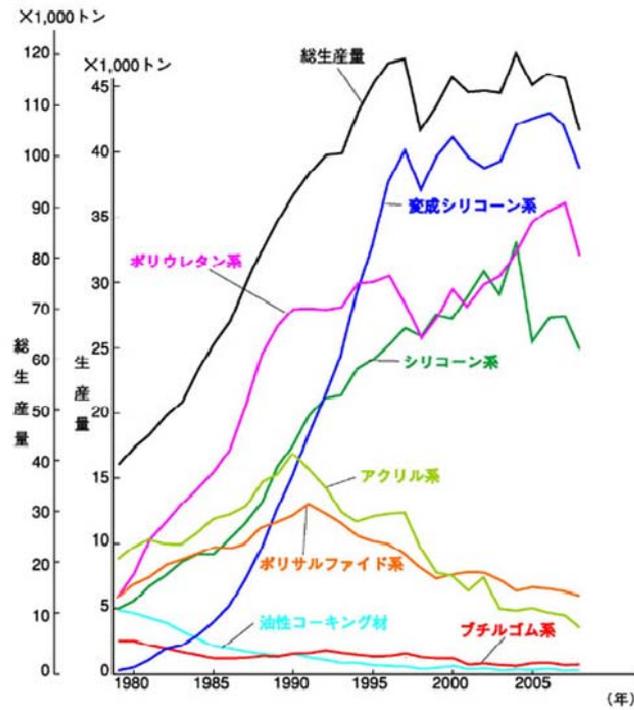


図 4.37 統計開始以降の建築用シーリング材の生産推移

(2) 劣化の種類と診断技術

表 4.26 に、耐久性総プロ当時にまとめられた資料から抜粋した劣化現象の種類と定義について示した。「外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説：(社)日本建築学会 (2008)」との比較によれば、同表の「変退色」の項目が「汚れ」に変更され、「変退色」の定義は「変退色：シーリング材の含有成分がブリードした大気中のガスなどによって、シーリング材表面が変色したり、また、シーリング材表面が紫外線などにより劣化退色する現象。」と示されている。図 4.38 には、「外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説」から、劣化現象の模式図を抜粋し示した。

表 4.26 劣化現象の種類と定義

	劣化現象	定義
防水機能関連	漏水またはその痕跡	最上階の屋根（天井）、外壁上部等からの漏水またはその痕跡
	被着面からのはく離	シーリング材が被着面からのはく離する現象
	シーリング材の破断（口開き）	シーリング材に発生したひびわれが被着体まで達し、完全に破断している状態
	被着体の破損	シーリング目地周辺の被着体にひびわれや欠落が発生する現象、漏水の原因となる
	シーリング材の変形	目地のムーブメントなどによりシーリング材が外部方向へふくれたり、くびれたりする現象
	シーリング材の軟化	紫外線、熱などによりシーリング材が軟らかくなる現象
意匠・外観関連	しわ	目地のムーブメント、シーリング材の収縮などによりシーリング材が波打つ現象
	変退色	シーリング材の表面の汚れ、またはシーリング材の成分の一部が被着体の表面に付着して汚れる現象
	ひびわれ	シーリング材表面に微細なひびわれが発生する現象
	白亜化	シーリング材表面が粉状になる現象、チョーキングともいう
	仕上げ材の浮き、変色	シーリング材の上に施された仕上げ材（塗料、仕上塗材など）がシーリング材とはく離したり、変色を生じる現象

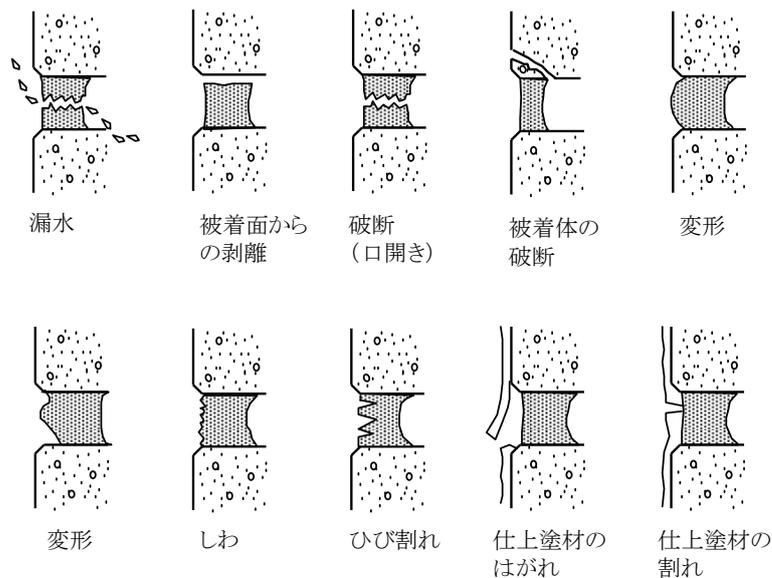


図 4.38 シーリング目地の劣化現象模式図

表 4.28 劣化現象の発生時期、不具合及びその推定原因

	劣化現象	発生する時期	劣化が進行した場合に予想される不具合	推定原因
防水機能関連	被着体からのはく離	不定期	被着面からのはく離による漏水	被着体の表面状態の不良、プライマーの不良、過度の応力発生
	シーリング材の破断 (口開き)	不定期	シーリング材の破断による漏水	シーリング材の不適、目地形状・寸法の不適切、シーリング材の伸び能力の低下
	被着体の破壊(ひび割れ、欠落)	不定期	シーリング材を施した箇所以外からの漏水	過度の引張り応力の発生、被着体の表面強度の不足
	シーリング材の軟化	2年以上	耐久性の急激な低下	紫外線、熱等によるシーリング材の劣化
	シーリング材の変形	2年以内	美観の低下、シーリング材充填厚さの不均一	シーリング材の不良、目地形状・寸法の不適切、目地のムーブメント
意匠・外観関連	しわ	2年以内	美観の低下、シーリング材充填厚さの不均一	目地のムーブメント、シーリング材の皮膜の収縮
	変退色	2年以内	美観の低下	紫外線、酸化、雨水等によるシーリング材の劣化
	ひび割れ	2年以上	美観及び耐久性の低下	紫外線、酸化、雨水等によるシーリング材の劣化
	白亜化	2年以上	美観及び耐久性の低下	紫外線、酸化、雨水等によるシーリング材の劣化
	仕上げ材の浮き、変色	不定期	美観の低下	シーリング材との接着力低下、伸び能力の不足(仕上材)、シーリング材中の成分の移行

2) 劣化診断の方法

劣化診断の方法は、現在も「耐久性総プロ(建築防水の耐久性向上技術; 技報堂出版)」に準拠しており、診断方法に変更はない。表 4.29 に劣化度の分類、図 4.39 に診断の流れの概略を示した。

表 4.29 調査・診断項目ごとの劣化度の分類

診断項目		劣化度		
		I	II	III
判定項目	シーリング材の被着面からのはく離	深さの 1/4 未満または深さ 2mm 未満	深さの 1/4~1/2 または深さ 2~5mm	深さの 1/2 以上または深さ 5mm 以上
	シーリング材の破断(口開き)	厚みの 1/4 未満または深さ 2mm 未満	厚みの 1/4~1/2 または深さ 2~5mm	厚みの 1/2 以上または深さ 5mm 以上
参考項目	被着体の破壊(ひび割れ, 欠落)	ひび割れ幅 0.1mm 未満	ひび割れ幅 0.1~0.3mm	ひび割れ幅 0.3mm 以上
	シーリング材の変形(だれ, くびれ)	凹凸が厚みの 1/4 未満または深さ 2mm 未満	凹凸が厚みの 1/4~1/2 または深さ 2~5mm	凹凸が厚みの 1/2 以上または深さ 5mm 以上
	シーリング材の軟化	指先にわずかに付着	指先にかなり付着	指先にきわめて多量に付着

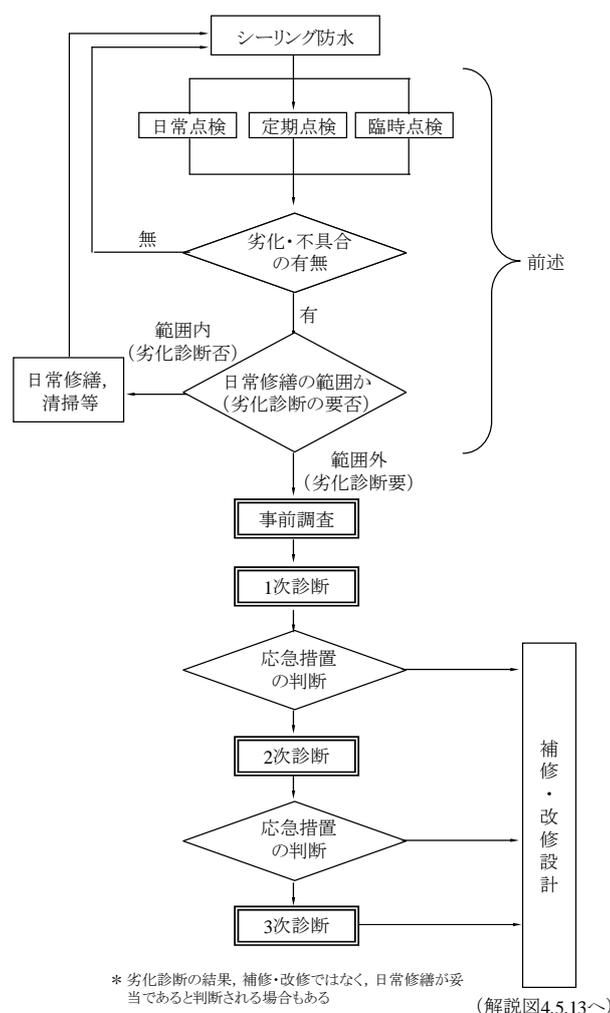


図 4.39 劣化診断の流れの概略図

(3) 長寿命化に関する技術の現状

シーリング材は、参考文献 7)「外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説」で、水密性の長期信頼性、材料の耐久性グレードならびにシーリング材と構法、部位、構成材との組合せ等について、長寿命化の考え方を示している。

1) 耐久設計の考え方

水密性の長期信頼性グレード

- a. 外壁接合部の設計において、接合構法の水密信頼性と使用するシール材の耐久性の組合せから水密性の長期信頼性グレードを設定する。
- b. 水密接合構法の水密性の長期信頼性グレードは、標準的な材料、構法を適用した水密接合工法を対象とする。

材料の耐久性

シール材の耐久性は、熱、紫外線、疲労性状などによる材料の劣化を考慮して設定する。

シーリングジョイントにおける、水密設計の長期信頼性に対する考え方が「外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説：(社)日本建築学会(2008)」⁷⁾に示されている。水密接合構法の長期信頼性グレードを表 4.30 に示す。この表は、水密接合構法の長期信頼性グレードを、シーリングジョイント構法のそれぞれの構法がもつ損傷許容性と、一次シーリング材の耐久性グレードの組み合わせで示したものである。すなわち、シーリングジョイント構法の損傷許容性が高いほど、シーリング材の耐久性グレードが高いほど、水密接合構法の長期信頼性が高い、という考え方である。シーリング材の耐久性グレードを表 4.31 示す。

表 4.30 シーリングジョイントにおける長期信頼性

一次シーリング材の耐久性グレード			水密接合構法の長期信頼性グレード				
耐疲労性 グレード	JIS 耐久性 耐久性	耐久性 グレード	シングルシール		ダブルシール		
CR100	10030	S A					
CR90	10030 9030	S B					
CR80	9030 8020	S C					
CR70	8020 7020	S D					
材料			シングルシール		ダブルシール		
			排水機構なし		排水機構あり	排水機構なし	排水機構あり
構法			無		中	中～小	大
損傷許容性			無		中	中～小	大
適用する目地の ムーブメント			ノンワーキング ジョイント	ワーキング ジョイント	ワーキング ジョイント	ワーキング ジョイント	ワーキング ジョイント
水密信頼性 高 低 短時間経過 長時間経過							

: 推奨される組み合わせ

表 4.31 シーリング材の耐久性グレード

項目 \ グレード	SD	SC	SB	SA
JIS 耐久性区分	8020 7020	9030 8020	10030 9030	10030
耐疲労性グレード	CR70	CR80	CR90	CR100
ムーブメント追従性	低	中	中～高	高
耐久性 高 低 短時間経過 長時間経過				

また、目地の構法・部位・構成材とシーリング材の適切な組み合わせを表 4.32 に示す。これは、目地の構法、部位、構成材によりシーリング材に求められる性能が異なるため、それぞれの目地に要求される性能を保有するシーリング材が組み合わせで示されている。

表 4.32 目地の構法・部位・構成材とシーリング材の適切な組み合わせ

目地の区分	構法・部位・構成材		シリコン系5)			ポリイソブチレン系8)	変成シリコン系		ポリサルファイド系		アクリルウレタン系	ポリウレタン系		アクリル系
			2成分形 低モジュラス6)	1成分形		2成分形	2成分形	1成分形	2成分形	1成分形	2成分形	2成分形	1成分形	1成分形
				高・中モジュラス7)	低モジュラス6)									
カーテンウォール	ガラス・マリオン方式		ガラス回り目地	○	○	△								
			方立無目ジョイント	○		△								
	金属パネル方式		ガラス回り目地	○	○	△			△ 9)					
			パネル間目地	○ 10)		△	○	△						
	P C a パネル方式	石打込み P C a タイル打込み P C a 吹付塗装 P C a	P C a パネル間目地			△	○	○	○	△				
			窓枠回り目地			△	○	○	○	△				
		ガラス回り目地	○ 10)	○ 10)	△			△ 9)						
各種外装パネル	A L C パネル (スライド、ロッキング、 [カバープレート] 1) 構法) 2)		A L C パネル間目地				△	△	△	○	○	○	○ 11)	
			窓枠回り目地				○	○	○	△		△ 12)		
	塗装アルミニウムパネル (強制乾燥・焼付塗装)		パネル間目地	○ 10)	○ 10)	△	○		△					
	塗装鋼板、ほうろう鋼板パネル		パネル間目地・窓枠回り目地			△	○		○					
	G R C、押出成形セメント板	パネル間目地	塗装あり 3)				△	△	△	○	○	△		
		窓枠回り目地	塗装なし					○	△	△				
	窯業系サイディング	パネル間目地	塗装あり 3)				△ 13)	△	△	△			○ 14)	
		窓枠回り目地	塗装なし				○ 13)	○	△	○			○ 14)	
	ガラス回り	ガラス回り目地	○	○	○	△			△ 9)					
	建具回り	水切・皿板目地	○ 9)			△	○							
工場シール	建具間目地				△	○	△	△		△				
シール材受け	シーリング材受け						△ 15)	○						
笠木	金属製笠木	笠木間目地	○ 10)			△	○							
	石材笠木	笠木間目地				△	○	○						
	P C a 笠木	笠木間目地				△	○	○						
RC壁	構造スリット		構造スリットの目地 4)			△	△	△	○	○	△			
						△	○	○						
コンクリート壁	RC壁、壁式 P C a		打ち継ぎ目地・ひび割れ誘発目地	塗装あり 3)			△	△	△	△	○	○		
			窓枠回り目地	塗装なし			○	○	○	△	△	△ 12)		
	石張り (湿式) (石打込み P C a、石目地を含む)		石目地					△ 16)	○	○				
			窓枠回り目地				○	○	○	△				
	タイル張り (タイル打込み P C a を含む)		タイル目地			○ 17)	○	○	○					
		タイル下躯体目地				△		△			○	○		
外装パネル	A L C パネル [挿入筋 1)、ボルト止め構法] 2)		A L C パネル間目地	塗装あり 3)			△	△	△	○	○	○	○	
				塗装なし			○	○	○	△	△	△ 12)		
			窓枠回り目地	塗装あり 3)			△	△	△	○	○	○	○	
			塗装なし			○	○	○	△		△ 12)			

○：適用可 △：適用に際して事前検討要

[注] この表は一般的目安であり実際の適用にはシーリング材製造業者に問い合わせを行い、十分に確認することが必要である。特にポリイソブチレン系については留意する。

- JASS21 (ALC工事) で、挿入筋構法、カバープレート構法は現在採用されていないが、補修・改修の場合に適用する。
- 50%引張応力0.2N/mm²以下の材料を使用する。
- シーリング材への表面塗装については事前確認することが必要である。
- シーリング材に耐火性が求められる場合には耐火構造用シーリング材を使用する。
- SSG構法に適用される構造シールは、ここでは対象外とする。SSG構法に適用するシーリング材は、JASS17 (ガラス工事) に従う。
- 50%引張応力0.2N/mm²未満
- 高モジュラス：50%引張応力0.4N/mm²以上、中モジュラス：50%引張応力0.2N/mm²以上0.4N/mm²未満
- 実績が少ないため、接着性等の事前検討が必要である。

- シリコン系に比べ耐用年数が短い。
- 汚染の可能性があるので注意を要する。
- 経時でシーリング材が硬くなり、柔軟性が低下するものもあるので事前検討を十分に行う。また、スライド構法の横目地、カバープレート構法の縦目地、窓枠回り目地には適用できない。
- 耐候性の事前確認が必要である。
- サイディングを用途とする応力緩和型を使用する。
- 高モジュラス品を使用する。
- 薄層部が残らないよう注意する。

2) 耐久設計の事例

「建築防水の耐久性向上技術（技報堂出版、1987）」²⁾では、外装シーリング防水の耐久性の計画・設計に際して考慮すべき基本事項として、①目標耐用年数の設定、②劣化外力の算定、③施工計画の設定、の3点が挙げられている。これら3点に対応する、年数の設定や劣化外力の算定方法が、前述の技術資料の中で示されているが、材料の改良が進んだことによる数値や耐久設計に対する考え方について、今後見直しが必要であろう。表 4.33 に「推定耐用年数－被着体・材料係数」を示した。

3) 補修・改修の方法

シーリング材の補修・改修の方法は、建築改修工事標準仕様書、建築改修工事監理指針、等の多くの仕様書類で検討され、すでに整備された状況にある。

- ①シーリング材の補修は、「打ちかえ工法」が基本。
- ②複数回の補修について、補修時の目地の拡幅工事は、既存の成分が接着面（材）に浸透してしまった場合の除去に行う。補修のたびに実施できるものではない。
- ③ブリッジ工法などの場合は、次の補修工法も同工法が選択される場合が多い。

4) 補修・改修の事例

すでに、多くの建物で各種仕様書に従い補修・改修が実施されている。

表 4.33 推定耐用年数－被着体・材料係数

目地の区分	構法・部位・構成材			シリコーン系			ポリイソブチレン系 ²⁾	変成シリコーン系		ポリサルファイド系		アクリルウレタン系	ポリウレタン系		アクリル系		
				2成分形	1成分形		2成分形	2成分形	1成分形	2成分形	1成分形	2成分形	2成分形	1成分形	1成分形		
					高・中モジュラス	低モジュラス											
カーテンウォール	ガラス・マリオン方式	ガラス回り目地		1.2		1.2	1.0										
		方立無目ジョイント		1.2			1.0										
	金属パネル方式	ガラス回り目地		1.2		1.2	1.0			0.5							
		パネル間目地		1.0			1.0	1.0	1.0	0.7							
	PCaパネル方式	石打込み PCa	PCaパネル間目地					1.0	1.0	1.0	0.7						
		タイル打込み PCa	窓枠回り目地					1.0	1.0	1.0	0.7						
		吹付塗装 PCa	ガラス回り目地		1.0		1.0	1.0		0.5							
	各種外装パネル	ALCパネル（スライド、ロックング、[カバープレート] 構法）	ALCパネル間目地						0.7	0.7	0.7		1.2	1.2	1.2	0.7	
			窓枠回り目地							1.3	1.0	1.2		0.7		0.5	
		塗装アルミニウムパネル（強制乾燥・焼付塗装）		パネル間目地		1.0		1.0	1.0	1.0		0.7					
		塗装鋼板、ほうろう鋼板パネル		パネル間目地・窓枠回り目地					1.3	1.3		1.0					
		GRC、セメント押し出し成型板	パネル間目地							0.7	0.7	0.7	0.7	1.2	1.0	0.7	
窓枠回り目地									1.2	0.8	1.2	0.7	0.7				
窯業系サイディング	パネル間目地							0.7	1.0	0.7	1.0			1.0			
	窓枠回り目地								1.3	1.3	1.0	1.0			1.0		
金属製建具	ガラス回り	ガラス回り目地		1.2	1.0	1.2	1.0			0.5							
	建具回り	水切・皿板目地		1.0			1.0	1.0				0.7					
	建具間目地	建具間目地					1.0	1.0	0.8	0.7							
笠木	工場シール	シーリング材受け							0.7	1.0							
	金属製笠木	笠木間目地		1.0			1.0	0.8									
	石材笠木	笠木間目地					1.3	1.3		1.2							
	PCa笠木	笠木間目地					1.1	1.1		1.0							
構造スリット	構造スリットの目地		塗装あり				0.7	0.7		0.7		1.0	0.8				
			塗装なし				1.0	1.0		1.0							
ノンウォーキングジョイント	RC壁、壁式PCa	打ち継ぎ目地・収縮目地							0.7	0.7	0.7	0.7	1.2	1.2	1.0		
		窓枠回り目地								1.3	1.0	1.0	0.8	0.7		0.8	
	石張り（湿式） （石打込みPCa、石目地を含む）	石目地									0.8	1.2	1.0				
		窓枠回り目地								1.3	1.0	1.2	0.8				
	タイル張り （タイル打込みPCaを含む）	タイル目地								1.3	1.0	1.2	1.0				
タイル下躯体目地								1.0		1.5		1.5	1.5				
外装パネル	ALCパネル [挿入筋、ボルト止め構法]	ALCパネル間目地		塗装あり					0.7	0.7	0.7		1.5	1.2	1.0	1.0	
				塗装なし						1.3	1.0	1.2		0.7		0.5	
		窓枠回り目地		塗装あり						0.7	0.7	0.7		1.5	1.2	1.0	
				塗装なし							1.3	1.0	1.2		0.7		0.5

[注] 1) この表は一般的目安であり実際の適用にはシーリング材製造業者に問い合わせを行い、十分に確認することが必要である。
 2) 各適用部位における留意事項は解説4.5.2を参照。
 3) ポリイソブチレン系については実績が少ないため係数は1.0を基本とした。

(4) 長寿命化を達成するための課題

長寿命化を達成するためのシーリング材の今後の課題を下記に示す。

- 1) 物性面の耐久性の基準：シーリングの防水機能の耐久性・耐用年数について、目的化されていない（劣化基準やそれを評価する試験方法が定まっていない）。
- 2) 耐久設計：外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説、p.219、(社)日本建築学会（2008）の中で推定耐用年数に物理的劣化の他に、美観の劣化という概念も入った点が新しい。ただし、資料の数値は経験値で決まっており、数値的な根拠が十分ではない。
- 3) 複数回の補修の問題点：被着面の確保。既存材の撤去・処理が難しい。既存材と新規材の相性もあり、不具合を起こすことも。被着面の処理としてコロナ法なども試行されているが、次回の有効な補修手段はない。
- 4) 耐用年数のクラス：
 - ①シーリング材の耐用年数のクラスを、10年、20年、30年に分けられないか。現状では標準耐用年数を一律に設定しており、条件により伸び縮みさせて対応している。
 - ②グレード化（松竹梅）の考え方として、建物寿命を100年と設定し、その供用中の補修回数で、グレード化が設定できないか。
- 5) その他：
 - ①シーリング材の汚れの除去対策。高所作業をふまえた対策が必要。
 - ②長寿命化を進めるには、LCCとイニシャルコストの比較ができるようにする必要がある。

参考文献

- 1) 「建築用シーリング材ハンドブック（2008）」、日本シーリング材工業会
- 2) 「建築防水の耐久性向上技術（1987）」、技報堂出版
- 3) 「防水材料の耐候性試験 その35 建築用シーリング材の屋外暴露7年後の物性変化、その36 建築用シーリング材の屋外暴露7年後の表面劣化状態」、清水祐介他、日本建築学会大会学術講演梗概集、2010年、A-1分冊、p.71-74
- 4) 牧野ほか：「建築物から採取した経年劣化シーリング材の物性 その1 ノンワーキングジョイントから採取したシーリング材の物性」、日本建築仕上学会学術講演会研究発表論文集（2006）
- 5) 「建築用シーリング材－基礎と正しい使い方（2008）」、日本シーリング材工業会
- 6) 建設大臣官房技術調査室監修「外装仕上げおよび補修・改修技術－10編－シーリング防水の補修・改修技術（1992）」、(財)経済調査会
- 7) 外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説：(社)日本建築学会（2008）

4.2.7 ガスケット

(1) 材料と工法の特徴

建築用ガスケット(JIS A 5756:1997)および建築用発泡体ガスケット(JIS A 5750:2000)に適合する、建築物の外壁において水密性・気密性を確保する目的で設置される接合部分の材料と施工について検討対象とする。対象とする用途は一般建築物とし、外壁種類は各種カーテンウォール(プレキャストコンクリート、金属、板ガラス)、ALCパネル、押出成形セメント板ならびにサッシの新築および改修の接合部位とする。また、対象とする接合構法は、フィールドジョイント構法およびオープンジョイント構法とする。ガスケットの構法は、目地ガスケットおよび開口部用ガスケット(グレイジングガスケットと構造ガスケット)を用いた場合を対象としている。ガスケットの主な適用範囲は以下のとおり。

- ・目地ガスケット構法：一般建築物ではカーテンウォール、戸建住宅では窯業サイディング外壁を対象とする。
- ・グレイジングガスケット構法：サッシおよびカーテンウォールに嵌め込まれたガラス周りを対象とする。
- ・構造ガスケット構法：一般建築物の開口部を対象とする。

1) 対象とする材料

ガスケット種類：樹脂系(熱可塑性)ソリッドのみと、合成ゴム系(熱硬化性)ソリッド、発泡体がある。表 4.34 および図 4.40 に建築用ガスケットの生産実績を示す。また、表 4.35 に開口部に使用される建築用ガスケットの概要を示す。

表 4.34 平成 20 年度建築用ガスケット生産実績

(平成 20 年 4 月 1 日～平成 21 年 3 月 31)

平成 12 年度～平成 20 年度建築用ガスケット生産実績比較(毎年度 4 月 1 日～3 月 31 日を集計)

製品	プラスチック系		合成ゴム系						合計
	塩ビ系	TPO系	CR系		EPDM系		SR系		
			ソリッド	発泡体	ソリッド	発泡体	ソリッド	発泡体	
グレイジングガスケット	10,827	580	30		745		86		12,268
気密ガスケット	2,061	991	107	45	469	434	36	72	4,215
目地ガスケット	683	427	30	42	858	56	20	11	2,127
構造ガスケット			79				3		82
その他のガスケット	881	866	12		38				1,797
平成20年度実績合計	14,452	2,864	258	87	2,110	490	145	83	20,489
平成19年度実績合計	15,564	4,445	288	102	2,141	742	111	128	23,521
平成18年度実績合計	18,691	5,060	429	696	2,350	935	223	90	28,474
平成17年度実績合計	19,018	3,557	691	188	4,624	854	723	276	29,931
平成16年度実績合計	18,908	3,395	541	134	3,599	1,337	483	329	28,726
平成15年度実績合計	18,439	3,753	930	449	2,973	1,183	277	261	28,265
平成14年度実績合計	19,070	2,850	828	407	3,065	929	402	291	27,842
平成13年度実績合計	21,577	2,148	923	456	3,085	938	240	339	29,706
平成12年度実績合計	22,878	1,648	1,205	302	3,263	2,899	261	406	32,862

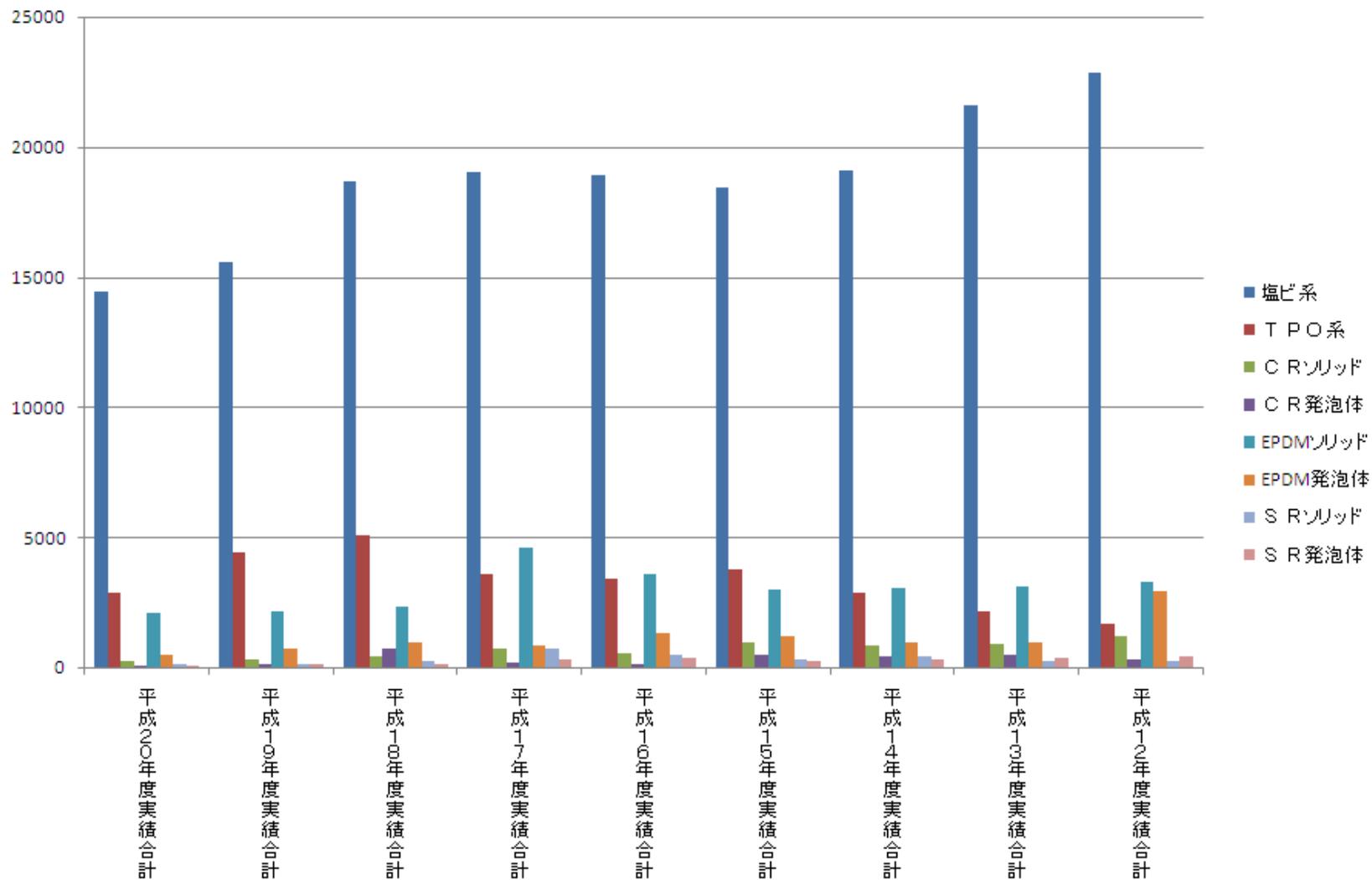


図 4.40 建築用ガスケット生産実績

表 4.35 開口部に使用される建築用ガスケットの概要（特殊なケースを除く一般的な例）

材料区分	樹脂系(熱可塑性)		合成ゴム系(熱硬化性)							その他	
	PVC系	TPE系	CR系		EPDM系		SR系		その他	ウレタン系	
	ソリッド	ソリッド	ソリッド	発泡体	ソリッド	発泡体	ソリッド	発泡体	ソリッド	発泡体	
材料記号	PVC	TPO	CR	FCR	EP	FEP	SR	FSR	CSM・CPE	FUR	
主たる成形方法	押出	押出	押出	押出	押出	押出	押出	押出	押出	発泡含浸	
分別後の再生の可能性	あり	あり	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	
生産現場での再生	あり	あり	あり・なし	あり・なし	あり・なし	あり・なし	あり・なし	あり・なし	あり・なし	なし	
開口部	用途別	グレイジングガasket		気密ガasket				目地ガasket		構造ガasket	
	部位	ガラス周り		サッシの框・枠周り				目地部分		ガラス周り	
住宅サッシ	使用材料	PVC	TPO	PVC	TPO	EP	FEP	PVC	TPO	CSM・CPE	
	取付方法	ガラスに巻き付けて サッシの框に押し込む		アルミ材の框や枠に挿入する かしめや接着剤の併用もある				主に外装目地部分に押し込む			なし
	主な設計者	サッシ、ガラスメーカー80%		サッシメーカー100%				ハウス・ガasketメーカー各50%			ガasketメーカー100%
	ガasketの交換	可能・専門業者		殆ど不可能				専門業者			専門業者
ドア	使用材料	PVC	TPO	PVC	TPO	FEP	FSR	なし		なし	
	取付方法	ドアの框に挿入し、 一方は押し込む		アルミ材の框や枠に挿入する かしめや接着剤の併用もある				なし			なし
	主な設計者	サッシ、ガラスメーカー80%		サッシメーカー100%				なし			なし
	ガasketの交換	可能・専門業者		殆ど不可能				なし			なし
ビルサッシ	使用材料	PVC	TPO	PVC	TPO	FEP	FSR	PVC	TPO	EP	
		EP	SR	EP	SR	CR		FEP	FSR	FCR	
	取付方法	ガラスに巻き付けて サッシの框に押し込む		アルミ材の框や枠に挿入する かしめや接着剤の併用もある				目地部分に押し込む アルミ材に押し込む			アルミ材に 嵌合させる
	主な設計者	サッシ、ガラスメーカー80%		サッシメーカー100%							
ガasketの交換	可能・専門業者		殆ど不可能				殆ど不可能				
金属 カーテンウォール	使用材料	EP	SR	EP	SR	TPO	CR	EP	FSR	FCR	
		TPO	CR					CR			CR・EP SR
	取付方法	サッシの框に一方を 挿入し一方を押し込む		アルミ材の框や枠に挿入する				アルミ材に押し込む			アルミ材に 嵌合させる
	主な設計者	ガasketメーカー100%		ガasketメーカー100%				ガasketメーカー100%			ガasketメーカー100%
ガasketの交換	可能・専門業者		殆ど不可能				殆ど不可能			専門業者	
コンクリート カーテンウォール	使用材料	なし						FCR	FSR	FUR	CR・EP
								CR	EP		EP
	取付方法	なし						接着剤で貼り付ける FURは押し込む			コンクリートの溝 に押し込む
	主な設計者							ガasketメーカー100%			ガasketメーカー100%
ガasketの交換							殆ど不可能			専門業者	

※ 材料名

- ①樹脂系—TPE（サーモプラスチックエラストマー／熱可塑性樹脂）には PVC（塩ビ系）、TPO（オレフィン系エラストマー）、TPS（スチレン系エラストマー）
- ②ゴム系—CR（クロロプレンゴム）、EPDM（エチレンプロピレンゴム）、SR（シリコーンゴム）

※ 使用範囲

- ①プラスチック系材料—戸建住宅および低層建物で使用され、合成ゴム系は高層・超高層建築物で使用されることが多い。
- ②高所には、耐候性（オゾンや紫外線）、耐火性の高い合成ゴム系材料が有利。資料の表は右に行くほど高耐候性・高耐熱性。SR系はシリコーンラバーの略。CR系は自己消炎性をもち耐炎性に優れ、SR系は耐熱・耐候性に優れている。EPDMは耐候性に優れているが耐炎性に問題が残る。
- ③超高層では EPDM、シリコーンが多く使われる。

2) 工法（取付け構法）の特徴

ガasketを構成部材に装着する工法には、図 4.41 に示すように嵌合方式と接着方式がある。また、ガラス周りについては、図 4.42 のような工法がある。

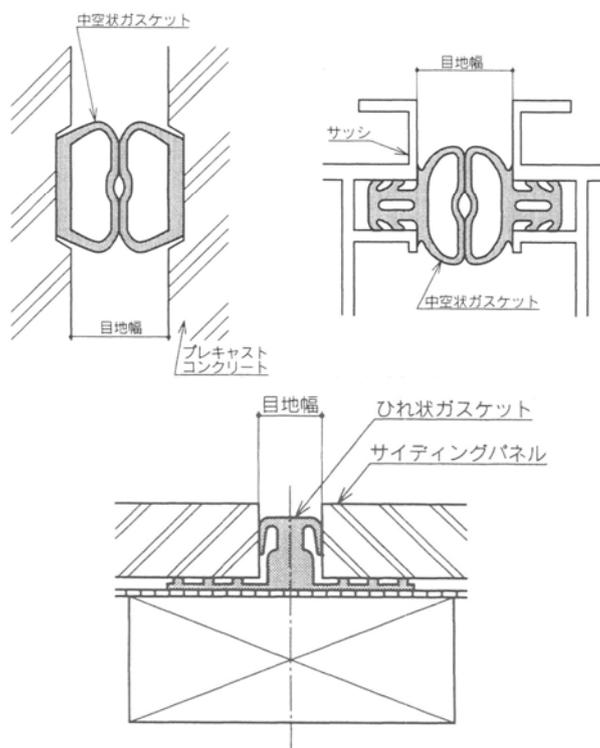
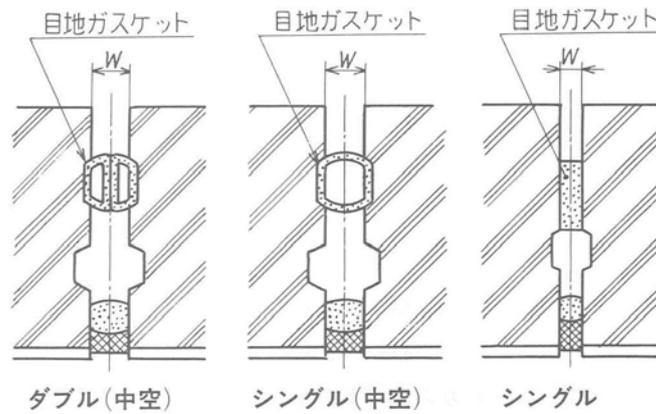


図 4.41 建築用ガスケット装着方法（1/2）



スポンジ系

図 4.41 建築用ガスケット装着方法 (2/2)

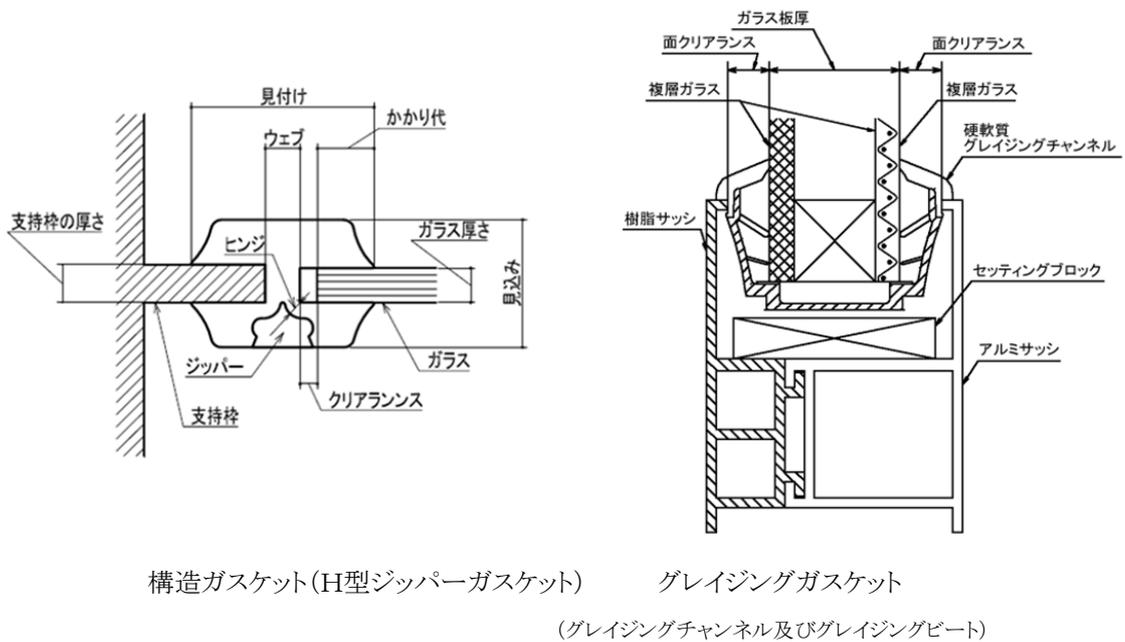


図 4.42 ガラス周り

(2) 劣化の種類と診断技術

1) 劣化の原因と現象

ガスケットの劣化要因は、熱やオゾン、紫外線、水によることが多く、ガスケット表面の亀裂や材料の硬化に伴う接合部の切れや収まりの不具合が発生することが多く

ある。但しガスケットの表面の亀裂は、材料によって劣化の度合いが異なるが、劣化はごく表面層のみであって内部には至らない。また、ガスケットにはソリッド系と発泡系がある。発泡系はその性状から圧縮永久ひずみはソリッド系に比べ劣る。しかし気密性・耐水性等の機能では 30 年程度の使用実績がある¹⁾。

ガスケットを嵌合方式で施工した場合は、風圧、地震および熱伸縮など各種ムーブメントからの繰り返しひずみや、ガスケット自体の経年変化によりガスケットが外れることがある。また接着方式で施工した場合は、接着剤の劣化によりはく離や脱落が生じることがある。

表 4.36 に建築用ガスケットの主な劣化原因と現象との関係を示す。

表 4.36 劣化の原因と現象

要因		現象								
		中性化	鉄筋等の腐食	ひびわれ	表面劣化	大撓み	漏水	耐力低下	汚れ(美観)	部分欠損・はく落
材料表面層に関する劣化 ↓ 材料に関する劣化	塵埃	—							○	
	紫外線				○					
	オゾン			○	○					
	酸(無機酸・有機酸)							○		
	アルカリ							○		
	生物(カビ)								○	
	施工ミス						○	○		○
	温度・熱				○			○		
	風雨(結露)				○		○			
	過度の変形ひずみ									○
	異種材料への汚染								○	

2) 劣化診断の方法

グレイジングや構造ガスケットの外観確認

ただし、現時点ではガスケットの検査は、建て込みの際に実施。工法・構造に起因し、建物が建ってからでは目視も難しく該当箇所の劣化診断は実施していない（できない）。

(3) 長寿命化に関する技術の現状

1) 耐久設計の考え方

材料の耐久性²⁾

シール材の耐久性は、熱、紫外線、疲労性状などによる材料の劣化を考慮して設定する。

シール材の耐久性に関する研究は多く見られるが、シーリング材とガスケットの耐久性を同一の指標で評価できる方法がなく、また耐久性を具体的な年数で示す工学的データが少ない。シーリング材とガスケットの耐久性グレードは、それぞれの疲労性状を考慮した区分で設定し、表 4.37 のようにグレード分けした。

表 4.37 ガスケットの耐久性グレード

ガスケットの種類 \ グレード	GC	GB	GA	
目地ガスケット	ソリッド	PVC	CR,EPDM	SR
	スポンジ	—	CR,EPDM	SR
グレイジングガスケット	ソリッド	PVC	CR,EPDM	SR
構造ガスケット	ソリッド	PVC	EPDM	CR

・PVC 塩化ビニル樹脂

・CR クロロブレンゴム

・EPDM エチレンプロピレンゴム

・SR シリコーンゴム

2) 耐久設計の事例

建築ガスケット工業会では、「多くの建築用ガスケットについて屋外暴露試験結果・実建屋での経年変化調査事例と、熱劣化促進試験結果を対比して検討・考察することにより、比較的短期間に信頼性の高い寿命推定するための手法を確立すること」を目的とした、研究会を 2001 年度に発足し 2008 年にその成果をまとめている（参考資料参照）。

3) 補修・改修の方法

現状、第 1 次シールは交換しておらず、第 2 次シールは交換できない。

4) 補修・改修事例

同上の理由により該当の事例はない。

(4) 長寿命化を達成するための課題

機能は失われていないが美感的に交換が必要な場合がある場合は、10年、30年、50年等のスパンで交換が可能な設計が望まれる。特にガラス周りのグレージング等。

参考文献

- 1) 「建築用ガスケットの耐久寿命を考える研究会 研究成果報告書 (2008年5月)」、建築ガスケット工業会
- 2) 外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説：(社)日本建築学会 (2008)

4.2.8 今後の課題

カーテンウォールやパネル、サッシおよび接合部の劣化現象や原因の関係、維持保全方法ならびに劣化した場合の補修方法などについて、現状の調査を実施し今後の課題について整理した結果を示した。この結果から、カーテンウォールやパネルは表面仕上げ部分が劣化した場合は、仕上げ種類に応じて国土交通省監修の建築改修工事監理指針や公共建築工事標準仕様書などに準じて補修を実施することになる。また、パネル本体のひび割れや欠損などの劣化には、個々の材料に応じて補修が行われているが、パネル本体の取り替えについては、高所の作業となることから仮設足場の問題や、パネル取り付け工法によっては取り替え工事のできる工法と難しい工法があり、実施の難しい工事であることが確認された。

プレキャストコンクリートカーテンウォールの場合は、プレキャストコンクリート板の取り替え自体が困難であることがわかった。ガラスは、劣化よりも清掃などの日常のメンテナンスが他の外壁部材よりも重要度が高く、メンテナンス費を抑えるため検討が必要である。サッシおよびアルミニウムカーテンウォールは、改修工事の被せ工法に期待が寄せられており、将来的には機能性を重視した改修などへの対応も必要になるものと考えられる。また、ALCパネルは特に、立地環境を考慮し表面仕上げの組合せによる適材適所施工の充実に図る必要がある。押出成形セメント板は、無筋であるため中性化してもパネルの耐力が低下しにくい特徴がある。長寿命化を目指すためには、美観維持や防止機能の維持がポイントとなることから表面仕上げ等の適切なメンテナンスの実施についての検討が必要であろう。さらに、シーリング材は一律に標準耐用年数が示されているが、耐久性総プロ以降、材料が大きく進歩していることから材料ごとの耐用年数の見直しが必要である。ガスケットは、高い耐久性を有するが建物長期使用にあたってはやはり交換ができるよう、建物の設計を見直す必要がある。

表 4.38 に本検討における材料・工法に関する課題を示す。

表 4.38 材料・工法に関する課題について

	材料固有の課題	補修技術（部分補修）	改修技術（部材取り替え）	劣化診断技術
プレキャストコンクリートカーテンウォール	・かぶり厚さ検査技術 ・プレキャストコンクリート板取り替え（交換）は非常に難しい	・各種仕上げ材別の補修工法（材料別に対応） ・かぶり厚さ検査技術と不足の補修方法	意匠変更改修技術	各種仕上げ材の劣化診断方法
ガラスカーテンウォール	熱ヤケ、フィルムガラス	カーテンウォール関連のシールと仕上げの劣化補修方法	・太陽光発電モジュールの設置・運用技術 ・温熱環境調節と断熱・結露防止などの性能改善向上	カーテンウォール関連のシールと仕上げの劣化診断
アルミカーテンウォール	アルミサッシの基準に則って補修等は実施	腐食の発生したアルミ板の補修方法	パネル取り替え	金属材料の劣化診断
押出成形セメント板	・押出成形セメント板自身と固定部の健全性の評価と補修・改善方法	・各種仕上げ材別の補修工法（材料別に対応） ・シーリング材・ガスケットの補修改修方法	パネル取り替え	・各種仕上げ材の劣化診断方法 ・シーリング材・ガスケットの劣化診断方法
ALC パネル	ALC 板自身と固定部の健全性の評価と保守・改善方法	・各種仕上げ材別の補修工法（材料別に対応） ・シーリング材・ガスケットの補修改修方法	パネル取り替え	・各種仕上げ材の劣化診断方法 ・シーリング材・ガスケットの劣化診断方法
サッシ	塗膜の耐久性に寄るところが大きい	・表面仕上げの腐食等の補修技術 ・シーリング材・ガスケットの補修方法	・サッシの改修方法 ・断熱化・遮音化の改修方法	・表面仕上げの劣化診断方法 ・シーリング材・ガスケットの劣化診断方法

シーリング材

- ・ シーリング材の劣化診断法と目地形状寸法に合った補修・改修方法の選定
- ・ シーリング材の耐久データと目地防水の寿命設計法
- ・ 耐用年数に見合った適切な改修シーリング材の選定方法
- ・ 繰返し改修シーリング材の接着性確認・確保技術 など

ガスケット

- ・ ガスケットの劣化診断法と補修・改修方法の選定
- ・ ガスケットの交換方法や交換し易い目地とガスケットの設計
- ・ シーリング材応用の補修・改修技術 など

4.3 写真等事例による劣化判定に活用する見本帳

外装カーテンウォール・パネル・サッシおよび外壁接合部の材料・工法について、4.2において劣化の原因と現象を整理した。

本節では、外装カーテンウォール・パネル・サッシおよび外壁接合部の材料・工法のうち、劣化判定に用いることを企図し、収集した劣化事例写真を示す。また、押出成形セメント板及びシーリング材については、劣化の状況について、補修・改修等の必要性に応じて対応の緊急度と共に示した。

(1)プレキャストコンクリート

写真等事例については、JASS や建築工事監理指針にそって正しく施工されたものが経年劣化した場合を対象としている。

■プレキャストコンクリートの劣化事例と対策

[緊急度] のレベル

A:早急に応急処置を行うとともに、できる限り早く(半年以内に)修繕工事等のための診断を行う

B:できる限り早く(1年以内に)修繕工事等のための診断を行う

C:その他の工事との関係を見計らって診断を行う

D:はく落危険または漏水の防止処理の必要性はない

解説

材料の種類	損傷の状況				緊急度
	部位				
プレキャスト コンクリ ート	取付け金物	発錆	①	取付け金物の発錆	C
	基材	浸食	②	水平面コンクリートの劣化	C
	表面塗装材	ふくれ	③	常温乾燥形ふっ素樹脂塗装のふくれ	D
	タイル仕上 げ	欠け	④	打込みタイルの欠け	C
		割れ	⑤	打込みタイルの割れ	B
	石材	割れ	⑥	石材端部の割れ	B ~ C
		表面の汚れ	⑦	錆汚れの付着	C ~ D
	シーリング 目地	変色・ひび割 れ	⑧	シーリング材の変色およびひび割れ	A ~ C
		はく離	⑨	被着体からのはく離	A

図 4.43 プレキャストコンクリートの劣化事例と対策 (1/6)

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料名	影響	緊急度
①	取付け金物 (ファスナー)	外部に露出した部位での錆の発生	形鋼などに溶融亜鉛メッキが施された金物	機能	C
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：長期間雨水が滞留しやすい場所にファスナーが位置した場合や、金物の鋭角部等メッキの被膜厚さが薄くなりやすい箇所から錆が発生してくる場合がある。 ・原因：雨水や大気中の酸素による経年劣化 ・確認方法：目視 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・改修方法：表面に生じた錆が進行した場合には、適宜タッチアップを行う。その際溶融亜鉛メッキの付着量を多くする、防錆塗装を施すなど、防錆効果を高める。 		

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料名	影響	緊急度
②	基材	水平面コンクリートの劣化	コンクリート	機能	C
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：建物の最上部等で、パネル小口のコンクリートを水平に露出させるディテールにすると、コンクリートの経年劣化が著しく進行する。 ・原因：雨掛かりによる浸食や日照・気温変化による膨張収縮の繰返し。 ・確認方法：目視 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・改修方法等：予め金属笠木を被せる設計とする、あるいは防水塗装を施しておくなどの配慮が必要。生じた場合には、表面の仕上げ材や板内配筋に影響を及ぼすようであれば、脆弱部、中性化した部分などを除去し成形補修を施す。 		

図 4.43 プレキャストコンクリートの劣化事例と対策 (2/6)

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料名	影響	緊急度
③	表面塗装	塗装材のふくれ	常温乾燥形ふっ素樹脂塗装	美観	D
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：プレキャストコンクリート板の表面に塗装した常温乾燥ふっ素樹脂塗装に生じたふくれ。 ・原因：経年劣化および材料同士の相性の悪さなどが考えられる。 ・確認方法：目視・触診 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・計画的な塗装材の塗替えの実施。 ・プレキャストコンクリート板と塗装材の適合性を確認し材料を選定・施工する。 		

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料名	影響	緊急度
④	仕上げ材	プレキャストコンクリート板端部のタイルの欠け	タイル	美観・機能	C
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：プレキャストコンクリート板端部のタイルの欠け ・原因：鉄部品の腐食、運搬建て込み時の無理な力の作用が考えられる。この他にゴンドラの衝突により生じることがある。 ・確認方法：目視・打診 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・打診等によりタイルの浮きを確認された場合は、原因を特定し、原因に対処してからタイルの張り替え実施。 ・タイルの欠けのみの場合は外装用有機系弾性接着剤によるタイルの張り替えの実施。 		

図 4.43 プレキャストコンクリートの劣化事例と対策 (3/6)

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料名	影響	緊急度
⑤	仕上げ材	タイルのひび割れ	タイル	機能	B~C
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：打込みタイルの目地周辺部分に生じたひび割れ。ひび割れの生じた部分のタイルが落下するおそれがある。 ・原因：タイルとプレキャストコンクリート板の伸縮率に違いによるひび割れが考えられる。 ・確認方法：目視・打診 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れの生じたタイルをはがし、外装用有機系弾性接着剤でタイルの張り替えを行う。 		

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料名	影響	緊急度
⑥	仕上げ材	仕上げ石材の割れ	石	美観/機能	C~D
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：パネル端部の仕上げ石材に生じた割れ ・原因：製造・運搬・建て込み時の無理な力の作用が考えられる。 ・確認方法：目視・(打診) 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・割れ・欠け部分を除去し、類似の色調のシーリング材等で修復する。 		

図 4.43 プレキャストコンクリートの劣化事例と対策 (4/6)

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料名	影響	緊急度
⑦	仕上げ材	石材表面の錆、汚れ	石	美観	D
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：仕上げ石材の表面に付着した錆汚れ ・原因：石切断時の鉄粉、石材の含有鉄分などが影響して生じる。また、溶接火花が石材表面にあたり鉄分が付着した場合や錆汁が流れて付着した場合にも生じることがある。 ・確認方法：目視 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・石材表面の錆、汚れは洗浄等の方法で対処する。洗浄方法は石材の種類、表面仕上げ種類にあわせて検討することが重要であり、個々に適する方法で洗浄しなかった場合には、石材表面の光沢を失うなどかえって美観を損なうことがある。また、洗浄剤の種類については、他の建築材料を損傷するおそれもあるため判断が非常に難しい。テスト施工と合わせて対処する必要があり、専門の工事業者に依頼して実施するとよい。 ・石材の含有鉄分による発錆の場合には、酸化反応を抑制する方法を検討する。例えば、石材表面に透明な塗膜を施工するなどの方法がある。 		

図 4.43 プレキャストコンクリートの劣化事例と対策 (5/6)

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料名	影響	緊急度
⑧	目地	ひび割れ・はく離	シーリング	美観・機能	A～C
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：シーリング材の変色や表面ひび割れ、接着力低下による被着体からのはく離。はく離がある場合は雨水浸入の恐れがある。 ・原因：シーリング材の経年劣化に伴う表面のひび割れ、材料の硬さ増加ならびに性状変化による接着力の低下に伴うはく離が考えられる。 ・確認方法：目視・触診、硬さ測定 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・はく離がある場合は雨水浸入の恐れがあるため早期の調査ならびにシーリング材の打ち替えなど改修工事の実施。 ・既存シーリング材の種類や状態・工法に配慮し適合性を確かめて材料・改修工法を選択する。 		

詳細説明

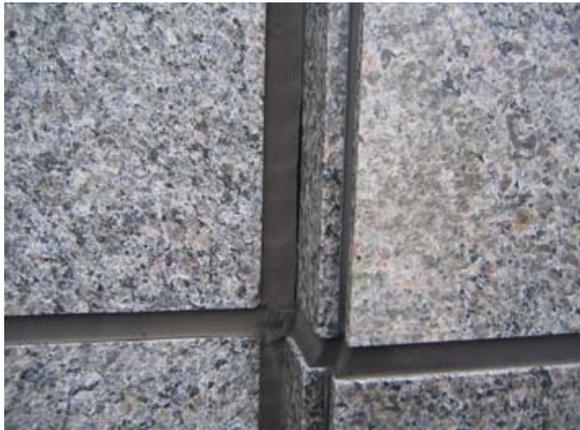
No	部位	劣化の状況	材料名	影響	緊急度
⑨	目地	被着体からの はく離	シーリング材	機能	A
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：被着体からのはく離。はく離箇所から雨水浸入の恐れがある。 ・原因：経年劣化によるシーリング材の性能変化に伴う接着力の低下、シーリング材の硬さ増加や収縮による接着界面への応力集中によるはく離などが考えられる。 ・確認方法：目視・触診・硬さ測定 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雨水浸入の恐れがあるため早期の調査ならびにシーリング材の打ち替えなど改修工事の実施。 ・既存シーリング材の状況を考慮し材料・改修工法を選択する。 		

図 4.43 プレキャストコンクリートの劣化事例と対策 (6/6)

(2) ガラス

ガラスは種類によって劣化・損傷の現象が異なる。フロート板ガラス、複層ガラス、網入板ガラスならびに合わせガラスの事例について画像を示し、その状況と補修・改修実施の緊急度について示した。

■ガラスの劣化事例と対策

[緊急度] のレベル

- A:早急に応急処置を行うとともに、できる限り早く（半年以内に）修繕工事等のための診断を行う
B:できる限り早く（1年以内に）修繕工事等のための診断を行う
C:その他の工事との関係を見計らって診断を行う
D:はく落危険または漏水の防止処理の必要性はない

解説

材料の種類	劣化・損傷の状況		緊急度
フロート板ガラス	ヤケ現象	① 噴水、冷却塔周辺など、ガラス表面で水分の濡れと乾燥が繰り返されるような部位の場合、経年的にガラス成分の溶出によりガラス表面に白ヤケ現象などが発生し、ガラスの透明性が失われる。	B～C
複層ガラス	内部結露	② 複層ガラスの2枚のガラスの空気層内ガラス面に結露が発生。	B～C
網入板ガラス	割れ（熱割れ・鏽割れ）	③ ガラスの辺部から面内に垂直にクラックが伸びている。網のためガラス破片が自然脱落することはめったにない。	A
合わせガラス	はく離	④ 突き付け目地納まりの合わせガラスの中間膜が、ガラスエッジ部より面内にガラス面から界面はく離している。	C

図 4.44 ガラスの劣化事例と対策 (1/5)

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
①	開口部	ガラス表面のヤケ現象	フロート板ガラス	美観	B~C
状況写真			解説		
			<p>写真または図に関する説明</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特徴：ガラスの光沢がなくなって、曇ったような状態になり、この薄膜形成により光の干渉を起こし、虹色に見えることもある。 ・原因：板ガラスの表面に水分が付着すると、表面から徐々にガラス内部に拡散し、ガラス主成分（ソーダ灰）を加水分解して、アルカリ液としてガラス表面に残る。これに空気中の炭酸ガスが化学反応し固着物が生成される。乾燥、湿潤のくり返しにより、ガラス表面が白濁する。 ・確認方法：目視 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般の窓ガラスで考えられる使用条件では、まず問題にならないが、噴水や冷却塔の近くの水滴が常時かかるような場所や乾燥、湿潤のくり返しが頻繁な場所では使用を控える。 ・ガラス表面の固着物を取り除くためには、表面を機械的に研磨するしか方法はなく、状況により取れない場合もある。 		

図 4.44 ガラスの劣化事例と対策 (2/5)

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
②	開口部	内部結露	複層ガラス	美観／機能	B～C
状況写真			解説		
			<p>写真または図に関する説明</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特徴：複層ガラスの2枚のガラスの空気層内ガラス面に結露が見られる ・原因：複層ガラスのスペーサー内の乾燥剤の水分吸着量を超える水分が複層ガラスの封着材を透過して2枚のガラスの間の空気層内に侵入し、露点温度が低下し、複層ガラスの外側のガラス表面温度と内側のガラスの表面温度の差より低下した際に、余剰水分がガラス表面に結露する。 <p>複層ガラスの下辺のサッシの水抜きが不完全な場合、内部結露発生を促進する。</p>		
			<p>確認方法：目視</p> <p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サッシ枠内の排水が確実に行われるサッシ構造とする。 		

図 4.44 ガラスの劣化事例と対策 (3/5)

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
③	開口部	網入板ガラスの割れ	網入板ガラス	美観／機能	A
状況写真			解説		
			<p>写真または図に関する説明</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特徴：ガラスの辺から面内に垂直に割れが入る。その先で割れが分岐するものとしめないものがある。前者を分岐破壊、後者を非分岐破壊という。発生応力が大きい場合には分岐破壊となるケースが多い。 ・原因：サッシ枠内で水抜き機能が不十分な時、網入板ガラスの網が錆び易くなる。網は錆びると膨張し、そのためにガラスエッジ部に小さなクラックを生じさせることがある。 <p>クラックが生じるとガラスエッジ強度が低下するが、この状態で更に熱応力（引張応力）が加わるとクラックが伸長する。（熱割れ）</p> <p>なお 熱応力が加わらなくても錆の進行による膨張でクラックが伸長することがある。（錆割れ）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・確認方法：目視 <p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・網入板ガラスのエッジ部の防錆処理を施す。 ・枠内の排水が確実に行われるサッシ構造とする。 		

図 4.44 ガラスの劣化事例と対策（4/5）

詳細説明 4

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
④	開口部	中間膜のはく離	合わせガラス	美観／機能	C
状況写真			解説		
			写真または図に関する説明 <ul style="list-style-type: none"> ・特徴：突き付け目地納まりの合わせガラスの中間膜が、ガラスエッジより面内にガラス面から界面はく離している ・原因：目地シーリング材のシリコーンシーラントは透湿性があり、高湿環境下で吸湿された水分は合わせガラス用中間膜 PVB に経時的に吸収され、その結果ガラスとの界面はく離につながった。 ・確認方法：目視 ・注記：通常環境下でほとんど発生しない。 <p style="text-align: center;">JIS 耐久性加速（耐湿性）試験 で、エッジはく離はエッジより面内へ 15 ミリまで許容される。</p>		
			対策 <ul style="list-style-type: none"> ・高湿環境下での突き付け目地納まりは控える。 		

図 4.44 ガラスの劣化事例と対策 (5/5)

(3) ALC パネルの劣化事例

外装材に用いる ALC パネルにおいては、表面仕上げ材の劣化が主な劣化現象である。また、パネル間目地のシーリングについても、劣化がみられる部分である。このため、塗装及びシーリングの劣化事例を収集・整理した（図 4.45）。



① 塗装材の劣化 (チョーキング)



② 塗装材のふくれ (漏水による劣化)



③ カビの発生 (漏水による劣化)



④ 塗装材のはく離 (開口部からの漏水による劣化)



⑤ シーリング接合部のひび割れ



⑥ シーリング接合部の塗装材のふくれ



⑦ シーリング接合部周辺の ALC のひび割れ (高接着力による部材破壊)

図 4.45 ALC 外壁の劣化事例

(4) 押出成形セメント板 (ECP : Extruded Cement Panel)

押出成形セメント板については、表面塗装の劣化、目地シーリングの劣化、素地表面の劣化について、それぞれの劣化の程度を設け、対応の緊急度と共に分類した。図 4.40 に押出成形セメント板の劣化と必要な対策を示す。

また、押出成形セメント板のアスベスト含有製品の改修工事方法については、押出成形セメント板協会が発行する処理等対策マニュアル※1 を参考にされるとよい。

■ 押出成形セメント板の劣化事例と対策

【緊急度】のレベル

A : 早急に応急処置を行うと共に、できる限り早く (半年以内に) 改修工事等のための診断を行う

B : できる限り早く (1年以内に) 改修工事等のための診断を行う

C : その他の工事との関係を見計らって診断を行う

D : 早期診断または漏水の防止処理の必要性はない

解説

材料の種類	劣化の状況		緊急度
押出成形セメント板 (ECP)	表面塗料の劣化	① 塗装の退色及び汚れ	C
		② 塗膜のはがれ・膨れ	B
	目地シーリングの劣化	③ シーリング切れ	A
		④ シーリング汚れ	D
		⑤ シーリング膨れ	D
	素地表面の劣化	⑥ 素地表面の汚れ (エフロ等)	D
		⑦ 素地表面の汚れ (カビ等)	D
	ECP 基材の劣化	⑧ 凍害劣化	B
		⑨ 基材割れ	A

図 4.46 押出成形セメント板の劣化事例と対策 (1/5)

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料	影響	緊急度
①	ECP 表面塗装	塗装の退色及び汚れ	塗装	美観	C
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因 紫外線による経年劣化 雨水による経年劣化 塵、埃の付着 確認方法 目視 		
			<ul style="list-style-type: none"> 対策（改修方法） 表面清掃 上塗りの再塗装 		

図 4.46 押出成形セメント板の劣化事例と対策 (2/5)

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料	影響	緊急度
②	ECP 表面塗装	塗膜のはがれ・膨れ	塗装	美観	B
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・劣化要因 経年による密着力低下 施工不良（シーラー処理不足） ・確認方法 目視 		
			<ul style="list-style-type: none"> ・対策（改修方法） 経年劣化の場合は再塗装 施工不良の場合は該当部分塗装 		

詳細説明

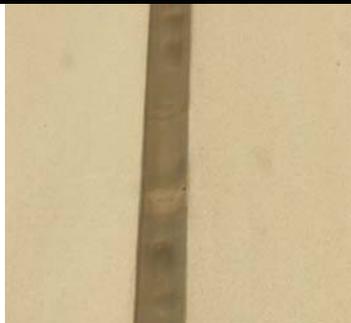
No	部位	劣化の状況	材料	影響	緊急度
③	ECP 表面塗装	塗膜のはがれ・膨れ	塗装	美観	B
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・劣化要因 経年による密着力低下 施工不良（シーラー処理不足） ・確認方法 目視 		
			<ul style="list-style-type: none"> ・対策（改修方法） 経年劣化の場合は再塗装 施工不良の場合は該当部分塗装 		

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料	影響	緊急度
④	ECP 目地部	目地部の汚れ	変成シリコーン	美観	D
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・劣化要因 経年による汚れ ・確認方法 目視 		
			<ul style="list-style-type: none"> ・対策（改修方法） 表面清掃 経過観察 		

図 4.46 押出成形セメント板の劣化事例と対策 (3/5)

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料	影響	緊急度
⑤	ECP 目地部	シーリング膨れ	変成シリコン	美観/機能	D
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因 施工不良 (プライマー未使用又は塗布不良) 確認方法 目視 		
			<ul style="list-style-type: none"> 対策 (改修方法) 止水性に影響がある部分は再施工 		

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料	影響	緊急度
⑥	ECP 表面	エフロレッセンスの発生	ECP	美観	D
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因 雨水による経年劣化 確認方法 目視 		
			<ul style="list-style-type: none"> 対策 (改修方法) 経過観察 表面現場塗装 		

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料	影響	緊急度
⑦	ECP 表面	素地表面汚れの発生	ECP	美観	D
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因 笠木形状の不適正、笠木接合部の施工不良 経年による汚れ 確認方法 目視 		
			<ul style="list-style-type: none"> 対策 (改修方法) 笠木の改修 表面クリーニング ウォータージェット洗浄 		

図 4.46 押出成形セメント板の劣化事例と対策 (4/5)

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料	影響	緊急度
⑧	ECP 基材	凍害の発生※	ECP	美観／機能	B
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因 付帯設備との止水処理不良 屋内湿気の ECP 中空内部流入 確認方法 目視 		
			<ul style="list-style-type: none"> 対策（改修方法） パネル貫通部の止水対策の実施。 凍害によるパネル劣化範囲が大きい場合は当該部のパネル交換。 		

詳細説明

No	部位	劣化の状況	材料	影響	緊急度
⑨	ECP 基材	基材割れの発生	ECP	美観／機能	A
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因 欠込み寸法不適正 地震時（層間変位）の応力集中 確認方法 目視 		
			<ul style="list-style-type: none"> 対策（改修方法） パネル耐力上問題ある場合はパネル交換とし問題無い場合は割れ補修 		

※1：参考文献：石綿含有押出成形セメント板の解体・改修工事における石綿対策 石綿障害予防基整への対応（2009年9月改定版），押出成形セメント板協会（ECP協会）

※2：凍害は寒冷地においてアスベスト含有製品に多く見られたが、1998年以降ノンアスベスト製品に完全移行されたため事例は少なくなっている。

図 4.46 押出成形セメント板の劣化事例と対策（5/5）

(5) サッシ

アルミ外装材については、表 4.7 に劣化現象を整理したように、個々の構成材料・部品等の表面劣化や汚れ、さらには劣化に伴う漏水などの現象が想定される。ここでは、アルミ外装材が多くの部品で構成されており、開口部というサッシの機能上の特性を鑑み、建具としての劣化の特徴、点検方法、対策を整理した（表 4.38）。

表 4.39 サッシの劣化事例

区分	クレセント	戸車	締めハンドル	気密パッキン	ガラスビード	アルミ表面
画像	 引き窓系	 引き窓系	 開き窓系			
新設時の状態	<ul style="list-style-type: none"> ・クレセントと受けが調整されている ・ハンドルにガタがない ・取付ビスにゆるみがない ・表面に汚れや腐食がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・戸車調整がされている ・開閉時の動きがスムーズ ・戸車からの異音がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ハンドルと受けが調整されている ・確実に障子を引寄せている ・ハンドルにガタがない ・取付ビスにゆるみがない 	<ul style="list-style-type: none"> ・気密材が正しく取付いている ・枠と障子に隙間がない ・気密材に弾力がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラスと障子の間に正しく設置されている ・ビード表面に汚れや亀裂がない ・ビードに弾力がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・クリアー塗膜面に傷みがなく表面が滑らか ・サッシ表面に汚れや傷がない
劣化の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・クレセントが正しくかからない ・クレセントにガタがある ・取付ビスにゆるみがある ・錆びが発生している 	<ul style="list-style-type: none"> ・開閉時の動きが重い ・開閉時に異音が発生する ・障子が動かない ・開閉操作時にレールに乗り上げそうになる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ハンドルが正しくかからない ・ハンドルにガタがある ・取付ビスにゆるみがある ・錆びが発生している 	<ul style="list-style-type: none"> ・気密材が破断、脱落している ・障子と枠にすき間がある ・気密材が硬化している <気密材が縮んでいる> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ビードが溝から外れている ・表面に亀裂がある ・ビードが硬化している ・状態: 付き合せ部が離れている、コーナー部に隙間がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・クリアーのはがれがある ・表面に点食が発生している
点検方法	<ul style="list-style-type: none"> ・クレセントを操作する ・クレセントを外しバネ等部品の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・障子を開閉する ・障子を外して戸車の状態をみる ・状態: タイヤの磨耗と回転確認、軸の歪み、ハウジングの錆び 	<ul style="list-style-type: none"> ・ハンドルを操作する ・連動装置関係タイプは部品、障子を外しての確認 ・状態: 錆び、埃の付着、変形、破損の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・目視にて気密材が付いているか確認する ・目視にて、障子を閉めた際に隙間がないか確認する ・気密材が硬化していないか、触って確認する 	<ul style="list-style-type: none"> ・目視にて、外れがないか確認する ・目視や触れてみて、表面に亀裂がないか確認する ・ビードが硬化していないか、触って確認する 	<ul style="list-style-type: none"> ・目視にて、クリアーが剥離していないか確認する ・目視にて表面に点食が発生していないか確認する
対策	<ul style="list-style-type: none"> ・純正部品クレセント交換 	<ul style="list-style-type: none"> ・純正部品戸車交換 	<ul style="list-style-type: none"> ・純正部品ハンドルの交換 	<ul style="list-style-type: none"> ・純正部品気密材の交換 	<ul style="list-style-type: none"> ・ビードの外れの直し ・ビードの交換 ・新規にシールにて打ち直す(セッティングブロックの設置) 	<ul style="list-style-type: none"> ・点食部分を含めて表面の汚れを除去し中性洗剤等にクリーニングを実施 ・表面の下地処理を実施後、各種塗料を選択して再塗装

(6) シーリング

シーリングの劣化現象について、図または写真による事例を用いて解説する。

写真では、「この程度の状態になったら通常は補修する」という目安を示し、簡易な鑑定方法や解説図も共に示した。また、シーリング材の劣化は、湿気が多く加水分解が進むなどし、促進因子により化学反応が進行すると生じる。

■シーリングの劣化現象の種類

シーリングの劣化現象の種類と内容を表 4.39 に示す。劣化現象には主に防水機能の劣化および意匠・外観に影響を及ぼす美観の劣化に分類できるが、それぞれの劣化の進行状況に応じて現象も異なる。ここでは、図及び写真をもちいて、調査、補修などの実施の緊急度レベルを示した。

表 4.39 シーリングの劣化現象

		劣化現象の種類
防水機能関連	漏水またはその痕跡	シーリング材の破断などによる外壁部位などからの漏水またはその痕跡
	被着面からはく離	シーリング材が被着面からはく離する現象。漏水の原因となる
	シーリング材の破断 (口開き)	シーリング材に発生したひび割れが目地底まで達し、完全に破断している状態。漏水の原因となる
	被着体の破壊	シーリング目地周辺の被着体にひび割れや欠落が発生する現象。漏水の原因となる
	シーリング材の変形	目地のムーブメントなどによって、シーリング材が外部方向へふくれたり、くびれたりする現象
	シーリング材の軟化	紫外線、熱などによってシーリング材が軟らかくなる現象
意匠・外観関連	しわ	目地のムーブメント、シーリング材の収縮などによって、シーリング材が波打つ現象
	汚れ	シーリング材表面の汚れ、またはシーリング材の成分の一部が被着体の表面に付着して汚れる現象
	ひび割れ	シーリング材表面に微細なひび割れが発生する現象
	白亜化	シーリング材表面が粉状になる現象 チョーキングともいう
	仕上げ材の浮き、変色	シーリング材の上に施された仕上材(塗料、仕上塗材など)がシーリング材とはく離したり、変色を生じる現象
	変退色	シーリング材の含有成分が表面にブリードし大気中のガスなどによって、シーリング材表面が変色したり、また、シーリング材表面が紫外線などにより劣化退色する現象

【緊急度】のレベル

A：早急に応急処置を行うと共に、できる限り早く(半年以内に)改修工事等のための診断を行う

B：できる限り早く（1年以内に）改修工事等のための診断を行う

C：その他の工事との関係を見計らって診断を行う

D：早期診断または漏水の防止処理の必要性はない

■解説

防水機能の影響を及ぼす緊急度レベル

材料	損傷の状況			緊急度
シーリング材	被着面からの はく離	①	はく離が接着面にそって目地底に向かって発生	A
			表面のみ発生し目地底までは至っていない	B
	シーリング材 の破断	② ③	シーリング材の破断が目地底に向かって発生	A
			表面に近い箇所で発生し目地底までは至っていない	B
			表面のみの発生でひび割れに近い	C
シーリング材 の変形	④	シーリング材の凹凸が著しく明らかに異常	B	
		シーリング材の凹凸が波を打つ程度（しわ）	C	
シーリング材 の軟化	⑤	シーリング材がペースト状に軟化して指につく	A	
		軟らかくなっているが指にはつかない	C	

1. はく落防止・防水機能関連の劣化事例と対策

ここでは、各種外装材料の損傷状況について、防水機能の影響を及ぼす緊急度レベル [A] の状態に関する事例を図 4.47 で紹介する。

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
①	目地	被着面からのはく離	ポリウレタン	防水機能	A
状況写真			解説		
			<p>・特徴：目地の接着面からシーリング材がはく離</p> <p>・原因：目地のムーブメント、接着不良物質の付着、接着面積不足、プライマー劣化、等</p> <p>・確認方法：目視・触診。(ただし、手袋着用)</p> <p>対策</p> <p>・全面改修の必要あり</p> <p>・劣化判断ははく離状態を確認。改修にあたっては建研 H22 年度報告書 防水仕様を確認のこと</p>		

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
②	目地	シーリング材の破断	ポリサルファイド	防水機能	A
状況写真			解説		
			<p>・特徴：シーリング材に発生したひび割れが目地底まで到達</p> <p>・原因：目地のムーブメント、目地設計不良、材料選定ミス、等</p> <p>・確認方法：目視・触診(ただし、手袋着用)</p> <p>対策</p> <p>・全面改修の必要あり</p> <p>・劣化判断は破断状態を確認。改修にあたっては建研 H22 年度報告書 防水仕様を確認のこと</p>		

図 4.47 はく落防止・防水機能関連の劣化事例と対策 (1/3)

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
③	目地	被着面の破壊	—	防水機能	A
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：目地周辺の被着体にひび割れや欠損が発生 ・原因：シーリング材の劣化による硬質化、被着体の強度不足、目地のムーブメント、等 ・確認方法：目視・触診（ただし、手袋着用） 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・部分改修の必要あり ・劣化判断は部材の破断状態を確認。改修にあたっては建研 H22 年度報告書 防水仕様を確認のこと 		

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
④	目地	シーリング材の変形	ポリサルファイド	防水機能	A
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：シーリング材が凹凸に変形する現象 ・原因：目地のムーブメント、被着体の変形、目地設計不良、弾性復元性の低下、等 ・確認方法：目視・触診。（ただし、手袋着用） 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・著しい変形の場合は、全面改修の必要あり ・劣化判断は変形状態を確認。改修にあたっては建研 H22 年度報告書 防水仕様を確認のこと 		

図 4.47 はく落防止・防水機能関連の劣化事例と対策 (2/3)

詳細説明

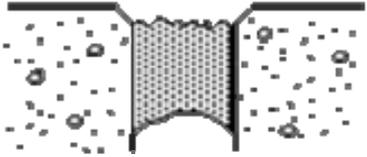
No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
⑤	目地	シーリング材の軟化	ポリウレタン	防水機能	A
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：シーリング材が軟化し、触ると軟化物が指に付着する現象 ・原因：熱による劣化、アルカリ水による加水分解、酸化劣化、等 ・確認方法：目視・触診。（ただし、手袋着用） 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全面改修の必要あり ・劣化判断は軟化状態を確認。改修にあたっては建研 H22 年度報告書 防水仕様を確認のこと 		

図 4.47 はく落防止・防水機能関連の劣化事例と対策 (3/3)

2. 意匠・外観関連の劣化事例と対策

ここでは、性能的には現時点でははく落などの事故には繋がらない緊急度レベルが [C] ~ [D] の劣化事例、清掃などで対応が可能な状態、並びに、次の調査までには問題のない状態について図 4.48 で紹介する。

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
⑤	目地	シーリング材のしわ	シリコーン ポリウレタン	美観	C
状況図			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：シーリング材表面が波打つ現象。 ・原因：目地のムーブメント、シーリング材の収縮などによるシーリング材の変形 ・確認方法：目視 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・しわが極めて著しい場合は、改修の必要あり ・劣化判断はしわの状態を確認。改修にあたっては建研 H22 年度報告書 防水仕様を確認のこと 		

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
⑥	目地	シーリング材の汚れ	シリコーン	美観	C
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：シーリング材表面や目地周辺が汚れる現象 ・原因：シーリング材表面への埃の付着、シーリング材の成分の一部が被着体の表面に付着して汚れる ・確認方法：目視・触診（ただし、手袋着用） 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・汚れが極めて著しい場合は、改修の必要あり。 ・劣化判断は汚れの状態を確認。改修にあたっては建研 H22 年度報告書 防水仕様を確認のこと 		

図 4.48 意匠・外観関連の劣化事例と対策（1/4）

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
⑦	目地	シーリング材のひび割れ	ポリウレタン	美観	C
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：シーリング材表面に微細なひび割れが発生する現象 ・原因：紫外線劣化、目地のムーブメント等 ・確認方法：目視・触診（ただし、手袋着用） 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・変退色が極めて著しい場合は、改修の必要あり ・劣化判断はひびの状態を確認。改修にあたっては建研 H22 年度報告書 防水仕様を確認のこと 		

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
⑧	目地	シーリング材の白亜化	ポリウレタン	美観	C
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：シーリング材の表面が粉状になる現象。チョーキングともいう。 ・原因：紫外線による劣化、等 ・確認方法：目視。（ただし、手袋着用） 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・白亜化が極めて著しい場合は、改修の必要あり ・劣化判断は白亜化状態を確認。改修にあたっては建研 H22 年度報告書 防水仕様を確認のこと 		

図 4.48 意匠・外観関連の劣化事例と対策 (2/4)

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
⑨	目地	仕上材の浮き	ポリウレタン	美観	C
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：シーリング材の上に施された仕上材（塗料、仕上塗材など）がシーリング材とはく離する現象 ・原因：シーリング材と仕上材の密着性低下、仕上材の収縮、水分の浸入、等 ・確認方法：目視・触診（ただし、手袋着用） 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浮きが極めて著しい場合は、改修の必要あり ・劣化判断は浮きの状態を確認。改修にあたっては建研 H22 年度報告書 防水仕様を確認のこと 		

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
⑩	目地	仕上材の変色	変成シリコーン系	美観	C
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：仕上材が変色する現象。 ・原因：シーリング材中の可塑剤等の液状成分が仕上材に移行することによる、仕上材の軟化、紫外線による変色、等 ・確認方法：目視・触診（ただし、手袋着用） 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・変色が極めて著しい場合は、改修の必要あり。 ・劣化判断は変色状態を確認。改修にあたっては建研 H22 年度報告書 防水仕様を確認のこと 		

図 4.48 意匠・外観関連の劣化事例と対策 (3/4)

詳細説明

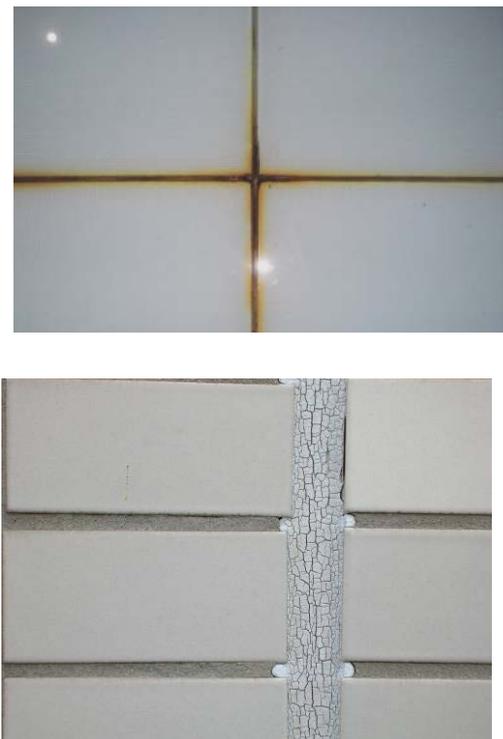
No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
①	目地	シーリング材の変退色	シリコーン ポリウレタン	美観	C
状況写真			解説		
			<ul style="list-style-type: none"> ・特徴：シーリング材の含有成分が表面にブリードし大気中のガスなどによって、シーリング材表面が変色したり、また、シーリング材表面が紫外線などにより劣化退色する現象。 ・原因：外部物質とシーリング材中の成分との反応、紫外線劣化、等 ・確認方法：目視・触診（ただし、手袋着用） 		
			<p>対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・変退色が極めて著しい場合は、改修の必要あり ・劣化判断は変退色状態を確認。改修にあたっては建研 H22 年度報告書 防水仕様を確認のこと 		

図 4.48 意匠・外観関連の劣化事例と対策 (4/4)

(7)ガスケット

接合部のガスケットは目地の奥にあり劣化を目視確認できない設計となっている。このため、劣化事例については、開口部分の目に見える箇所の劣化について示した。

■ガスケットの劣化事例

[緊急度] のレベル

- A:早急に応急処置を行うとともに、できる限り早く(半年以内に)修繕工事等のための診断を行う
- B:できる限り早く(1年以内に)修繕工事等のための診断を行う
- C:その他の工事との関係を見計らって診断を行う
- D:はく落危険または漏水の防止処理の必要性はない

解説

材料	損傷の状況		緊急度
グレージングチャンネル	うろこ状亀裂	① うろこ状亀裂	C
シーリング バッカー	シーリングの変色	② 接触部分のシーリング材の変色	D
ガラスビード	ゴムの変色	③ 白亜化	D

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
①	グレージングチャンネル	表面のうろこ状亀裂	PVC	美観/機能	C
状況写真			解説		
			<p>写真または図に関する説明</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特徴：うろこ状亀裂 ・原因：長期使用時にオゾン、紫外線劣化、特に水と接触すると促進される。 ・確認方法：拡大鏡等で外観目視確認 <p>対策：劣化はするものの、ごく表面付近の亀裂で有って、漏水や保持力低下はあまりないが外観問題が有れば交換。設計時水切れを良くする、施工時にガスケットに応力を加えない。</p>		

図 4.49 ガスケットの劣化事例と対策 (1/2)

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
②	シーリング バックカー	シーリング部分の変色	CR ゴム	美観	D
状況写真			解説		
			<p>写真または図に関する説明</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特徴：バックカーとの接触部分のシーリングの変色 ・原因：ゴムの内部から析出した老化防止剤などの薬品が移行したり、反応汚染したもの。 ・確認方法：目視。ゴムに近い部分で明らかな変色が確認できる。 <p>対策：接触が考えられる場合、耐シーリング対策ゴムを使用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ゴムとシーリングを接触させて加熱促進試験を行い、汚染発生の無いゴム及びシーリングを選定する。 		

詳細説明

No	部位	損傷の状況	材料名	影響	緊急度
③	ガラスビード	ゴムの変色	EPDM、CR ゴム	美観	D
状況写真			解説		
			<p>写真または図に関する説明</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特徴：ゴムの白亜化 ・原因：ゴムの配合剤が粉または液体として析出する現象。粉ならブルーム、液体ならブリードと呼ぶ ・確認方法：触診。黒いゴムの表面が白く変色した部分を擦ると取れる。 <p>対策：加硫剤や老化防止剤を過剰に添加すると起きる現象だが美観を損なうが製品機能上は全く問題ない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・改修時の材料選定ではゴムの配合を見直す必要がある。 		

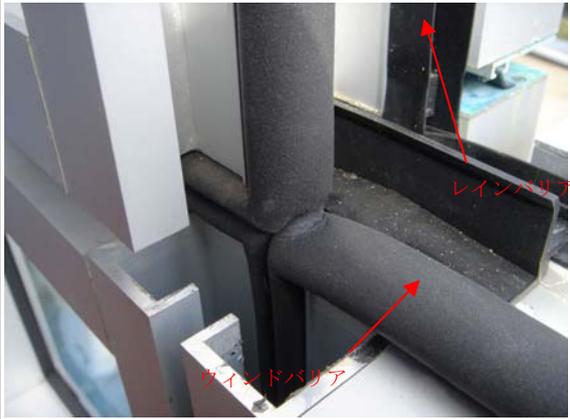
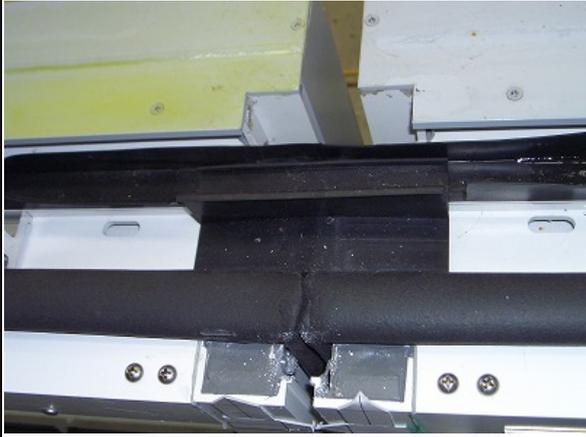
図 4.49 ガスケットの劣化事例と対策 (2/2)

■新築時の目地・接合部（ガスケット）の施工事例

ガスケットの設計および使用の特性上、施工関係者以外は竣工後にその存在をほぼ目にするのが困難である。このため、本節では建築従事者として知っておくべき事項として、現状の施工現場における施工事例を示した。建物の外壁が経年劣化し雨漏れ等が発生した際に、ガスケットの存在を確かめ正しい補修・改修の参考にされたい。

プレキャストコンクリートカーテンウォール・水密接合法	
オープンジョイント・一般目地	オープンジョイント・一般目地
	
<p>構法：[ダブルシール] ー屋外側：シーリング材、室内側：ガスケット 材料種類：目地ガスケットー主に高層階→シリコン系、低層階→シリコン系、CR系が用いられる 注意点： ・ガスケットの選定ー現状では交換不可のため高変形追従性、高耐久性のものを選定する ・漏水防止のため施工時の破れ・ヨレの防止</p>	<p>構法：ガスケット又はシーリングと併用 材料種類：レインバリアー主に EPDM 系、CR 系、ウィンドバリアーシリコン系が用いられる 注意点： ・ガスケットの選定ー現状では交換不可のため高耐久性・長寿命のものを選定する ・漏水防止のため施工時の破れ・ヨレの防止</p>

図 4.50 ガスケットの接合部施工事例 (1/2)

メタルカーテンウォール・水密接合法	
オープンジョイント	サッシユニット上端部
	
<p>構法：ダブルシール→シーリング、ガスケット、併用など 特徴：地震時の慣性力や風による負圧をサッシに伝達する (ガスケット使用部分) 縦目地、横目地 (用途) ウィンドバリア、レインバリア (種類) 目地ガスケット→主に EPDM、シリコーン系が用いられる (ガスケットへの要求事項) 高耐久・高寿命 (注意点) 施工時のウィンドバリアの破れ、レインバリアのヨレ</p>	

ガラス開口部・グレイジングガスケット構法	
サッシの框・枠周り	
	<p>特徴：水密性・気密性の確保 (使用部分) ガラス廻り (ガスケット種類) チャンネル・ビート等→クロロプレン、塩化ビニル樹脂系が多い(住宅、低層ビルの場合)、高層ビルの場合は EPDM 系が多い (ガスケットの要求事項) 施工性・高耐久・防汚 (注意点) ガラス施工時のリップ部の巻き込み</p>

図 4.50 ガスケットの接合部施工事例 (2/2)

4.4 外壁の耐久設計事例の紹介

外装カーテンウォール・パネル（乾式工法）の外壁ならびにサッシの劣化は、比較的新しい建物が多いこと並びに材料が工場で製造されるため品質が安定しており、劣化事象に関する報告が少なくこれまであまり注視されてこなかった。しかし、建物の寿命を鑑みれば今後は維持保全方法や補修・改修方法への対策が必須である。乾式工法による外壁では、特に目地・接合部の防水性ならびに美観（汚れ、ひび割れ等）の健全性の持続が建物の寿命を左右することから、この節では目地・接合部の機構を正しく理解していただくことを目的とする。

4.4.1 長寿命化に資する目地・接合部の施工事例（シーリング及びガスケット）

外装カーテンウォール・パネル・サッシにおいて、雨水の浸入は劣化速度に影響を及ぼす。特にこれらの外装材では、目地の果たす役割が重要であり、シーリングのひび割れやはがれなどの劣化が雨水の浸入に直結するため、目地部の機能維持が重要となる。

このため目地としての長寿命化を目的とする設計事例として、シーリング及びガスケットの目地・接合部の施工事例を図および解説を付けて紹介する。なお、シーリング材はJASS8をベースにまとめている。

1. 目地・接合部の設計事例（シーリング及びガスケット）

押出成形セメント板に関する目地・接合部を例として、材料（種類）と工法の組合せ（推奨例）を図 4.51～4.52 で紹介する。

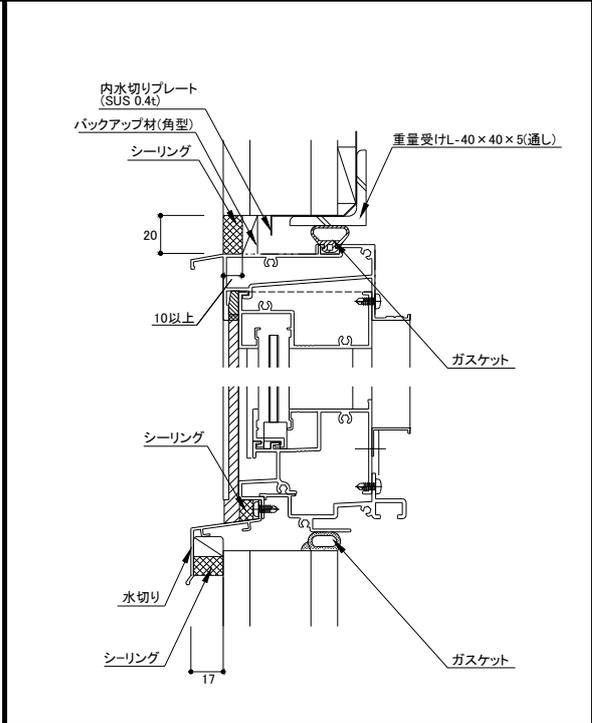
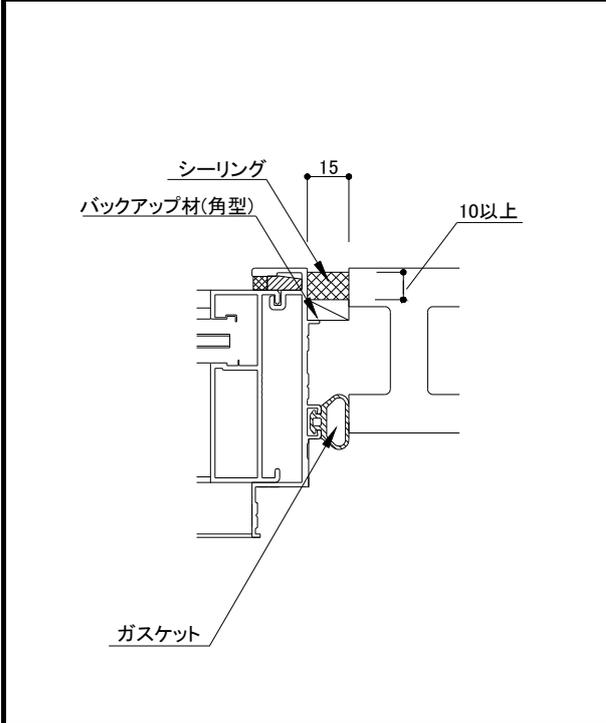
押出成形セメント板ロックング構法（縦壁） ダブルシールジョイント構法 パネル間目地 地	
2成分形変成シリコン系シーリング材	2成分形変成シリコン系シーリング材 EPDMガスケット
<p>特徴：内水切りプレートによる屋内漏水の防止 (使用部分) 横目地 (用途・種類) 内水切り：SUS304 厚1mm以上 シーリング材：2成分形変成シリコン系 (シーリング材の特徴) 耐久性、耐候性 (注意点) シーリング材施工時は、シーリング材製造業者指定のプライマーを用い、十分に塗布する。</p>	<p>特徴：ガスケットによる屋内漏水の防止 (使用部分) 縦目地 (用途・種類) ガスケット：中空環状ガスケット シーリング材：2成分形変成シリコン系 (シーリング材の特徴) 耐久性、耐候性 (ガスケットの特徴) 耐久性、耐熱性 (注意点) シーリング材施工時は、シーリング材製造業者指定のプライマーを用い十分に塗布する。</p>

図 4.51 押出成形セメント板のロックング構法（縦壁）（1/2）

押出成形セメント板ロックング構法（縦壁） ダブルシールジョイント構法 建具回り目地

2成分形変成シリコン系シーリング材
シリコンガスケット

2成分形変成シリコン系シーリング材
シリコンガスケット



特徴：ガスケットによる屋内漏水の防止
（使用部分）縦目地
（用途・種類）
ガスケット：シリコン環状ガスケット
シーリング材：2成分形変成シリコン系
（シーリング材の特徴）耐久性、耐候性
（ガスケットの特徴）耐久性、耐熱性
（注意点）シーリング材施工時は、シーリング材製造業者指定のプライマーを用い、十分に塗布する。

特徴：ガスケットによる屋内漏水の防止
（使用部分）横目地
（用途・種類）
ガスケット：シリコン環状ガスケット
シーリング材：2成分形変成シリコン系
（シーリング材の特徴）耐久性、耐候性
（ガスケットの特徴）耐久性、耐熱性
（注意点）シーリング材施工時は、シーリング材製造業者指定のプライマーを用い、十分に塗布する。

図 4.51 押出成形セメント板のロックング構法（縦壁）（2/2）

押出成形セメント板スライド構法（横壁）		ダブルシールジョイント構法 パネル間目地	
2成分形変成シリコン系シーリング材 E P D Mガスケット		2成分形変成シリコン系シーリング材 E P D Mガスケット	
<p>特徴：ガスケットによる屋内漏水の防止 （使用部分）縦目地 （用途・種類） ガスケット：E P D M環状ガスケット シーリング材：2成分形変成シリコン系 （シーリング材の特徴）耐久性、耐候性 （ガスケットの特徴）耐久性、耐熱性 （注意点）シーリング材施工時は、シーリング材製造業者指定のプライマーを用い、十分に塗布する。</p>		<p>特徴：ガスケットによる屋内漏水の防止 （使用部分）横目地 （用途・種類） ガスケット：E P D M環状ガスケット シーリング材：2成分形変成シリコン系 （シーリング材の特徴）耐久性、耐候性 （ガスケットの特徴）耐久性、耐熱性 （注意点）シーリング材施工時は、シーリング材製造業者指定のプライマーを用い、十分に塗布する。</p>	

図 4.52 押出成形セメント板のスライド構法（横壁）（1/2）

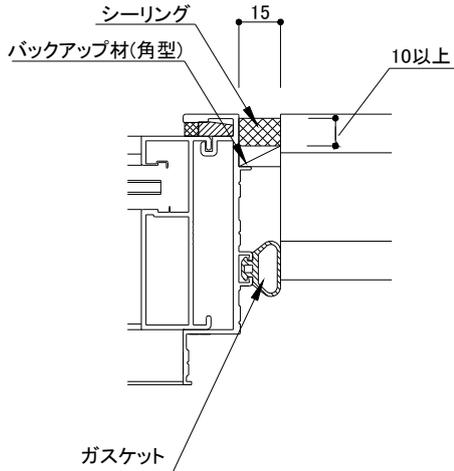
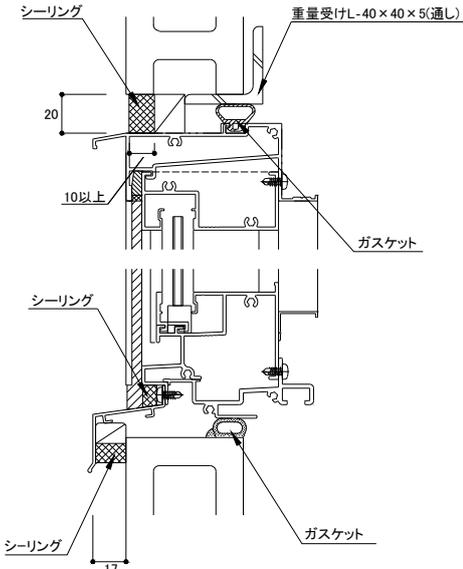
押出成形セメント板スライド構法（横壁） ダブルシールジョイント構法 パネル間目地	
2成分形変成シリコン系シーリング材 シリコンガスケット	2成分形変成シリコン系シーリング材 シリコンガスケット
	
<p>特徴：ガスケットによる屋内漏水の防止 （使用部分）縦目地 （用途・種類） ガスケット：シリコン環状ガスケット シーリング材：2成分形変成シリコン系 （シーリング材の特徴）耐久性、耐候性 （ガスケットの特徴）耐久性、耐熱性 （注意点）シーリング材施工時は、シーリング材製造業者指定のプライマーを用い、十分に塗布する。</p>	<p>特徴：ガスケットによる屋内漏水の防止 （使用部分）横目地 （用途・種類） ガスケット：シリコン環状ガスケット シーリング材：2成分形変成シリコン系 （シーリング材の特徴）耐久性、耐候性 （ガスケットの特徴）耐久性、耐熱性 （注意点）シーリング材施工時は、シーリング材製造業者指定のプライマーを用い、十分に塗布する。</p>

図 4.52 押出成形セメント板のスライド構法（横壁）（2/2）

2. 高耐久仕様の目地設計の例示

プレキャストコンクリートカーテンウォールの外壁目地接合の仕様を紹介する。2重目地にすることで表層部の目地が切れることがあっても、屋内側の目地により漏水を防ぐことができるため、より高耐久な設計となる。ただし、問題点として屋内側の接合目地については補修・改修工事が難しいことから、高耐久の材料を選定し施工することが望まれる。

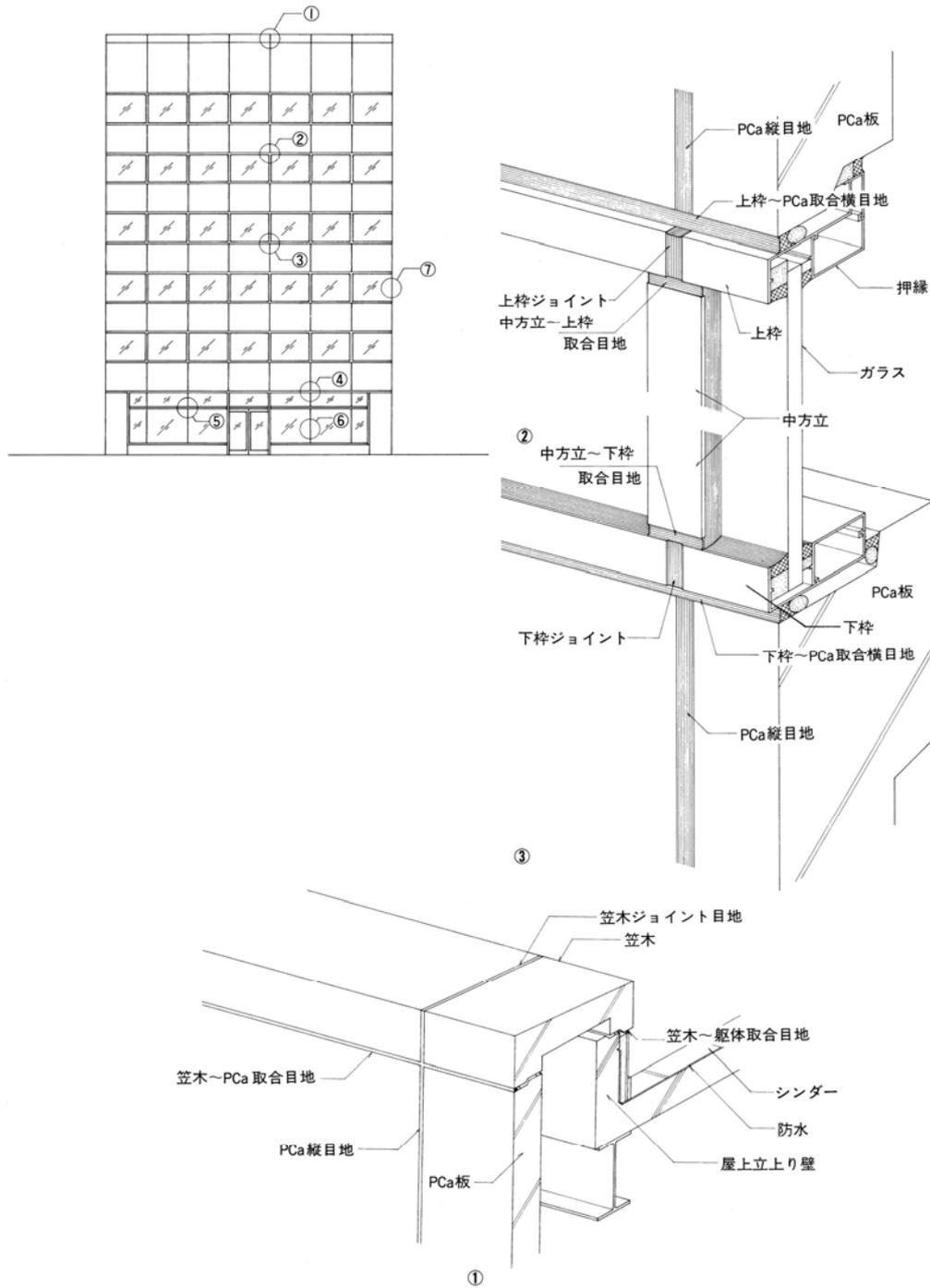


図 4.53 プレキャストコンクリートカーテンウォールの高耐久目地設計の例

4.5 外装カーテンウォール・パネル・サッシおよび外壁接合部の長寿命化のための要因整理

表 4.40 に外装カーテンウォール・パネル・サッシおよび外壁接合部に関する、材料・工法ならびに長寿命化に資する新築時の設計、維持保全、調査・診断ならびに補修・改修時の設計を検討する際に用いるコンテンツを抽出・整理した(以下,マトリックス表と記す)。

本表を作成するにあたり次のような視点でコンテンツの整理を行った。

1) 新築時の設計に関しては現時点での対応等実際に則した内容で整理した。一方で、補修・改修に関しては検討が遅れており現時点で想定される内容を盛り込み、課題となる点も含め記述した。

「将来の課題」に関しては、今後の建築に係わる技術者により積極的に検討されることを期待し記述している。

2) 改修時の性能設計項目等には、数十年後の状況の変化に対応するための注意事項を記入した。

3) “維持保全”については、団体等により異なる定義で使われている。一般的には日常的なメンテナンスをさしている場合が多いが、本表では広義の場合の“常に適法な状態に保つ”という意味合いとしてコンテンツを整理した。

4) ガラスカーテンウォールとガラススクリーンの違いについて、本表ではガラススクリーンは枠材に入っていないものとして分類した。

また、外装カーテンウォール・パネル・サッシおよび外壁接合部について本表のみでは説明が十分ではない。以下に、各種材料の補足説明を示した。

[ガラス]

- ・ **Low-e** ガラスの金属部が腐食すると再生不能となる。

- ・ 複層ガラスの封着部は、防湿性能は施されているが強度に対する設計がなされていない。強風により封着部にかかる荷重が大きくなる。近年封着部にシーリングではなくガスケットを用いているものがあり、またガラスの大型化も進んでいるため、封着部の寿命が短くなる可能性も考えられる。封着部についての検討を行う必要がある。

- ・ 今後の課題としては、**Low-e** ペアガラスの腐食補修への対応などが考えられる。

[ALC]

- ・ ALC パネル外装材の長寿命化は、仕上げ材や接合部目地の防水機能を維持させることにより確保する。このため、ALC パネルの寿命(耐久性)は、施主等にも新築時に設定してもらい、仕上げ材や接合目地防水の性能を決定し、併せて供用期間における維持管理を適切に計画・運営することで確保する。

- ・ ALC の補修・改修工事では接合部目地の処理をどうするのか、すなわち、既存シーリングの除去方法が課題としてある。これは、劣化したシーリングと新規に施工するシーリングの適合性(付着性)や改修後の耐久性・耐用年数に関するデータが少なく、補修・改修

工法を選定する際の判断基準が少ないことに起因している。

[押出成形セメント板]

- ・凍害は寒冷地においてアスベスト含有製品に多く見られたが、1998年以降ノンアスベスト製品に完全移行されたため事例は少なくなっている。
- ・アスベスト含有製品の改修工事の注意事項の記載が大切ではないか。
- ・押出成形セメント板のアスベスト含有製品の改修工事方法については、(押出成形セメント板協会がまとめている) 処理等対策マニュアル[※]を参考にされるとよい。

[開口部、アルミ]

アルミ外装材については、表 4.8 に劣化現象を整理したように、個々の構成材料・部品等の表面劣化や汚れ、さらには劣化に伴う漏水などの現象が想定される。ここでは、アルミ外装材が多く部品で構成されており、開口部というサッシの機能上の特性を鑑み、建具としての劣化の特徴、点検方法、対策を整理した。

サッシについては、本体の劣化についてのみ対象とし、接合部のシーリング材は対象としない。

[シーリング]

シーリングに関して開口部の漏水など、部材、工法としての判断をまとめた。シーリング材は、既存接合部の打ち替えの場合は、接合部の設計変更はできない。材料のグレードを変更して、耐久性などを確保する。

- ①シーリング材の補修には相当な手間がかかり、補修費用は新築の3倍程度。シーリング材を容易に除去する、効率よく付着面の清掃をする、素早くシーリング材を打つなどが可能となれば、コスト削減につながる。
- ②(社)日本建築学会の技術指針でシーリングの見分け方などまとめたものがあり活用できる。
- ③シーリング材の今後検証が必要な実験としては、繰返し打ち替えの補修に関する品質の検討がある。すなわち、補修の場合、既存のシーリング材との接着性についてどこまで担保できるのかなどの問題もある。
- ④シーリングの改修は適材適所表で現状運用されており問題はないが、現場で接着性を確認する方法が将来的には必要となってくる。現状ではひも状引張り試験を適用しているが、工学的な裏付けの検証が不足おり、押す方法、治具を用いる方法等の方法を含めて検討するのがよい。

<補足>

- ①考え方：耐用年数の摩耗耐久年数⇔施工品質として保証年数としている。
- ②現状の長寿命化については、ダブルシールジョイント工法などは、屋外側のシーリングが切れても屋内側のシールが健全であれば問題無いとする考えで示している。

表 4.40 各種材料・構法に関する整理表 (1/10)

区分	部材種類	構工法	建築部位としての要求性能、要求品質	部位	材料・部材・部品	新築時の性能設計項目等	
カーテンウォール	プレキャストコンクリート	【カーテンウォール構法】 (1)スライド形式 (2)ロッキング形式 (3)固定形式	<ul style="list-style-type: none"> ・耐火性能 ・耐風圧性能 ・耐震性能 ・耐温度差性能 ・水密性能 ・結露防止対策 ・気密性能 ・遮音性能 ・断熱性能 ・耐久性能 	取り付け部(ファスナー)	<ul style="list-style-type: none"> ・L型鋼 ・平鋼 ・ボルト ・ナット ・インサート ・高力ボルト 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐火設計 ・耐風圧設計 ・耐震設計 ・耐温度差設計 ・長期耐久設計など 	
				基材	<ul style="list-style-type: none"> ・普通コンクリート ・軽量コンクリート1種 ・繊維補強コンクリート ・常圧蒸気養生軽量気泡コンクリート ・鉄筋 	<ul style="list-style-type: none"> ・防耐火性能 ・耐風圧性能 ・耐震性能 ・耐温度差性能 ・遮音性能 ・断熱性能 ・耐久性能(鉄筋のかぶり厚さの確保、豆板防止、適正な補修方法) 	
				表面仕上げ	屋外側	<ul style="list-style-type: none"> ・礫石仕上げ ・塗装仕上げ ・タイル先付け仕上げ ・本石打込み仕上げ 	<ul style="list-style-type: none"> ・LC設計 ・意匠性 ・付着・接着性能 ・壁面流下水制御 ・防汚対策(壁面流下水制御など)
		屋内側			<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材 	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱性能 ・結露防止対策 	
		接合部(目地)		屋外側	<ul style="list-style-type: none"> 【フィールドジョイント】: ・ポリサルファイド系 ・変成シリコン系 ・ポリイソブチレン系など 【オープンジョイント】: ・EPDMゴム ・クロロブレンゴムなど 	<ul style="list-style-type: none"> ・LC設計 ・水密設計 ・改修容易設計 ・耐久設計(許容伸縮率、改修性) ・汚染防止設計 ・冗長設計など 	
	屋内側		<ul style="list-style-type: none"> 【シーリング材】: ・変成シリコン系 ・シリコン系など 【ガスケット】: ・シリコン系 ・クロロブレン系など 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐火性能 ・水密性能 			
	ガラス	【はめ込み構法】 (1)不定形シーリング材構法 (2)グレイジングガスケット構法 (3)構造ガスケット構法	<ul style="list-style-type: none"> ・防火、耐火性能 ・耐風圧性能 ・耐熱性能 ・日射熱遮蔽性能 ・対結露性能 ・熱割れ防止性能 ・水密性能 ・気密性能 ・遮音性能 ・耐久、耐用性能 	取り付け部	はめ込み溝	<ul style="list-style-type: none"> ・不定形シーリング材 ・グレイジングガスケット(U型、J型) ・構造用ガスケット ・セッティングブロック(SB) ・エッジスペーサー 	<ul style="list-style-type: none"> ・固定部の支持強度 ・SBによる変質防止 ・SBの移動防止
				基材	<ul style="list-style-type: none"> ・フロート板ガラス ・型板ガラス ・熱線吸収板ガラス ・熱線反射ガラス ・網入、線入板ガラス ・強化ガラス ・倍強度ガラス ・耐熱板ガラス ・防汚ガラス(光触媒) ・合わせガラス ・複層ガラス 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工者の足場の確保 ・耐震、耐風設計 ・温熱設計 ・割れ(熱割れ、網割れ、自然破損等)防止設計 ・耐久設計 ・防火設計 ・スリット耐熱設計 ・ガラス周りの止水、排水設計 	
				接合部(取り付け部と同様)	不定形シーリング材	<ul style="list-style-type: none"> 【構造ガスケット構法】 ・ブチル系等の乾燥硬化性 	<ul style="list-style-type: none"> ・寿命設計 ・気密設計 ・水密設計 ・やり替え等のための維持保全計画
		ガスケット	<ul style="list-style-type: none"> 【グレイジングガスケット構法】 ・ 【構造ガスケット】 ・EPDMゴム ・クロロブレンゴム 		<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス支持強度設計 ・高耐久設計 ・気密設計 ・水密設計 ・取り替え等のための維持保全計画 		
緩衝固定用、詰め物		<ul style="list-style-type: none"> 【セッティングブロック】 【エッジスペーサー】 ・EPDM ・クロロブレンゴム ・塩化ビニル樹脂 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス支持 ・高耐久設計 ・気密設計 ・水密設計 ・取り替え等のための維持保全計画 				

表 4.40 各種材料・構法に関する整理表 (2/10)

考慮すべき現象	劣化調査	改修時の性能設計項目等	補修・改修	維持保全	将来の課題
<ul style="list-style-type: none"> 変形 腐食 脱落 埋め込み金物周りのコンクリートのひび割れ・破損 	<ul style="list-style-type: none"> 目視調査 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的には新築時の性能維持 その他(最新基準、断熱性、耐火性などの確認、必要に応じ性能向上設計) 	<ul style="list-style-type: none"> 取り付け金物の交換 コンクリートの修復 耐火材の改修 必要に応じて補強、落下防止対策 	<ul style="list-style-type: none"> 大地震時の緊急検査 	<ul style="list-style-type: none"> 取り替え工事(外装リファイン)への対応 大地震時にコンクリートへの負担の少ない設計手法の検討
<ul style="list-style-type: none"> 中性化(鉄筋腐食、爆裂) ひび割れ 欠け 凍結融解 エプロレッセンスなど 	<ul style="list-style-type: none"> 【かぶり厚さ】: RCレーダ プロフォメータ 【中性化】: 呈色反応 【ひび割れ、欠け】: 打診 ハンジ 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的には新築時の性能維持 必要に応じ劣化補修、耐久性向上のための設計 	<ul style="list-style-type: none"> 高分子系塗布材の塗布 特殊モルタルによる修復など 原則継続使用 	<ul style="list-style-type: none"> 定期調査、診断 	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理用ゴンドラガイドレールの組込み
<ul style="list-style-type: none"> 浮き 割れ 剥がれ ガスケット目地幅公差±5mm 変退色・汚損 剥落など 	<ul style="list-style-type: none"> 目視 打診 赤外線 引張接着検査 汚れ成分分析 洗浄試験など 	<ul style="list-style-type: none"> 要求性能の見直し デザインイメージの確認 外装改修設計 	<ul style="list-style-type: none"> 再塗装 アンカーピンニング 洗浄 タイル、石の張直しなど 	<ul style="list-style-type: none"> 定期調査、診断 補修清掃 	<ul style="list-style-type: none"> 光触媒塗装 防汚機能付タイル カバーリング工法など
<ul style="list-style-type: none"> 結露 	<ul style="list-style-type: none"> 目視調査 		<ul style="list-style-type: none"> 原則継続使用 	<ul style="list-style-type: none"> 原則継続使用 	—
<ul style="list-style-type: none"> 剥離 破断 変形 ひび割れ 変退色 目地周辺汚染の発生 	<ul style="list-style-type: none"> 目視観察 指触観察 切取検査など 	<ul style="list-style-type: none"> 要求性能の見直し 工事可能範囲の確認 シーリング材、ガスケット改修設計 	<ul style="list-style-type: none"> 再充填工法など 再装てん工法 	<ul style="list-style-type: none"> 日常点検 定期点検 臨時点検 	<ul style="list-style-type: none"> 材料と構法による耐久設計 複数回の補修、改修技術(繰返し改修時の施工性、接着性など)
<ul style="list-style-type: none"> ねじれ(よれ)による水密、気密性能の低下 	<ul style="list-style-type: none"> 目視調査 		<ul style="list-style-type: none"> 原則継続使用 	<ul style="list-style-type: none"> 原則メンテナンスフリー 	<ul style="list-style-type: none"> 取り替え工事への対応
<ul style="list-style-type: none"> 固定部の変形、破損 SBによる変質 SBの外れ 	<ul style="list-style-type: none"> 外観検査 SBの状態確認 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的には新築時の性能維持 その他(最新基準、必要に応じ性能向上設計) 	<ul style="list-style-type: none"> 固定部、SBの再施工 	<ul style="list-style-type: none"> 定期検査・診断 大型地震・台風等襲来後の点検 	<ul style="list-style-type: none"> 定期検査、診断方法の確立
<ul style="list-style-type: none"> 熱反射ガラスの皮膜の汚れ 熱割れ ペアガラスの内部結露 網錆割れ 強化ガラスの自然破損 中間膜変質 ガラスの落下防止対策 自然破損 金属膜変質 中間膜変質、剥離 内部結露 シーリング汚染 	<ul style="list-style-type: none"> 目視調査 	<ul style="list-style-type: none"> 要求性能の見直し 機能の向上 デザインイメージの確認 外装改修設計 	<ul style="list-style-type: none"> 30年目くらいで陽極酸化皮膜の再塗装 落下防止フィルムの更新 ガラス交換 	<ul style="list-style-type: none"> 定期清掃 	<ul style="list-style-type: none"> エコロジー対策 ⇒太陽光発電モジュールの設置、運用技術 ⇒遮熱、断熱フィルム張り ⇒二重ガラス(ダブルスキニング)化
<ul style="list-style-type: none"> 剥離 破断 変形 ひび割れ 変退色 目地周辺汚染の発生 	<ul style="list-style-type: none"> 目視観察 指触観察 切取検査など 		<ul style="list-style-type: none"> 再充填工法など 	<ul style="list-style-type: none"> 日常点検 定期点検 臨時点検 	<ul style="list-style-type: none"> 材料と構法による耐久設計 複数回の補修、改修技術(繰返し改修時の施工性、接着性など)
<ul style="list-style-type: none"> よれ ひび割れ 破断 	<ul style="list-style-type: none"> 目視調査 	<ul style="list-style-type: none"> 要求性能の見直し 工事可能範囲の確認 シーリング材・ガスケットの改修設計 	<ul style="list-style-type: none"> メンテナンスフリー(ガスケットは現状の設計では交換困難) 	<ul style="list-style-type: none"> 定期検査、診断 大型地震、台風等襲来後の漏水点検 	<ul style="list-style-type: none"> 定期検査、診断方法の確立 補修・改修の考え方・やり方の確立
<ul style="list-style-type: none"> 割れ 摩耗 位置のずれ 	—				<ul style="list-style-type: none"> 定期検査、診断方法の確立 補修・改修の考え方・やり方の確立

表 4.40 各種材料・構法に関する整理表 (3/10)

区分	部材種類	構工法	建築部位としての要求性能、要求品質	部位		材料・部材・部品	新築時の性能設計項目等
カーテンウォール	ガラス	【ガラススクリーン構法】 (1)自立型および吊下げ型ガラススクリーン構法	<ul style="list-style-type: none"> 防火、耐火性能 耐風圧性能 耐熱性能 日射熱遮蔽性能 対結露性能 熱割れ防止性能 水密性能 気密性能 遮音性能 耐久、耐用性能 	取り付け部	はめ込み溝	<ul style="list-style-type: none"> 上下支持枠 方立てガラス支持枠 不定形シーリング材 セッティングブロック(SB) 位置決めブロック バックアップ材 スペーサー 	<ul style="list-style-type: none"> 固定部の支持強度 SBIによる変質防止 SBの移動防止
				基材		<ul style="list-style-type: none"> フロート板ガラス 強化ガラス 倍強度ガラス 合わせガラス 防汚ガラス(光触媒) 	<ul style="list-style-type: none"> 施工者の足場の確保 耐震、耐風圧設計 温熱設計 割れ防止設計 耐久設計
				接合部	不定形シーリング材	<ul style="list-style-type: none"> 構造シーラント・シーリング材 弾性シーリング材(JIS A 5758(建築用シーリング材))に適合するもの 	<ul style="list-style-type: none"> 寿命設計 ⇒耐震・耐風強度設計、 ⇒中間膜・封着シールの変質防止検討等 気密設計 維持保全計画
		接合部		緩衝固定用・詰め物	<ul style="list-style-type: none"> EPDM クロロプレンゴム ポリカーボネート樹脂 	<ul style="list-style-type: none"> シーリング材はガスケットとの適合性を確認(シーリング材は日進月歩し都度配合が変更されるため) 	
		取り付け部(ファスナー、支持部品)			<ul style="list-style-type: none"> ファスナー 点支持材 シーリング材 はめ込み材 	<ul style="list-style-type: none"> 固定部の変形、破損 SBIによる変質 SBの外れ 	
		基材		<ul style="list-style-type: none"> 強化ガラス(+フィルム張り) 合わせガラス(強化、倍強度ガラス) 倍強度複層ガラス 	<ul style="list-style-type: none"> 耐震、耐風圧設計 温熱設計 耐久設計 		
	接合部	シーリング材	<ul style="list-style-type: none"> JIS A 5758(建築用シーリング材)に規定されるタイプG LMクラスのシリコン系シーリング材 	<ul style="list-style-type: none"> 耐久設計(許容伸縮率、改修性) 汚染防止設計 改修性設計 冗長設計など 			
		はめ込み材	<ul style="list-style-type: none"> セッティングブロック(SB)は特記による 	<ul style="list-style-type: none"> シーリング材はガスケットとの適合性を確認(シーリング材は日進月歩し都度配合が変更されるため) 			
	ガラス	【SSG(Structural Sealant Glazing System)構法】 (1)1辺SSG構法 (2)2辺SSG構法	<ul style="list-style-type: none"> 防火、耐火性能 耐風圧性能 耐熱性能 日射熱遮蔽性能 対結露性能 熱割れ防止性能 水密性能 気密性能 遮音性能 耐久、耐用性能 	取り付け部(ファスナー、支持部、構造接着系)		<ul style="list-style-type: none"> ファスナー 構造シーラント バックアップ材 シーリング材 セッティングブロック(SB) 	<ul style="list-style-type: none"> 耐風圧設計 層間変形追従設計 耐久性能 耐用性能 構造接着系の耐久性 耐用性能
				基材		<ul style="list-style-type: none"> SSG用複層ガラス 特記による 	<ul style="list-style-type: none"> 耐震、耐風圧設計 温熱設計 耐久設計
				接合部		<ul style="list-style-type: none"> SSG構法(構造接着)用シーリング材 構造シーラント シーリング材 セッティングブロック(SB) 通気性バックアップ材等 	<ul style="list-style-type: none"> 剥離、破断 剥離、圧縮セット シーリング汚染 バックアップ材およびセッティングブロックは構造シーラントの適合性の確認
	金属(アルミニウム)	<ul style="list-style-type: none"> スライド形式 ロッキング形式 固定形式 	構造安全性能	取り付け部(ファスナー)		<ul style="list-style-type: none"> ファスナー 緩衝材 	<ul style="list-style-type: none"> 耐久設計
基材				<ul style="list-style-type: none"> アルミニウム アルミニウム合金 	<ul style="list-style-type: none"> 耐風圧性 水密性 耐火性 		
表面仕上げ				<ul style="list-style-type: none"> アクリル塗装 フッ素塗装 	<ul style="list-style-type: none"> 美観 耐腐食性 		
接合部		屋外側	<ul style="list-style-type: none"> 【フィールドジョイントシーリング材】 変成シリコン系 ポリイソブチレン系など 【オープンジョイント】 EPDMゴム クロロプレンゴムなど 	<ul style="list-style-type: none"> 耐久設計(許容伸縮率、改修性) 汚染防止設計 改修性設計 シーリング材はガスケットとの適合性を確認(シーリング材は日進月歩し都度配合が変更されるため) 冗長設計など 			
		室内側	<ul style="list-style-type: none"> 【シーリング材】 変成シリコン系 シリコン系など 【ガスケット】 シリコン系ゴム クロロプレン系ゴムなど 	<ul style="list-style-type: none"> *長寿命設計(メンテフリー)を目指す 【シール目地】: 施工性など 【ガスケット目地】: 気密性 耐火性など 			

表 4.40 各種材料・構法に関する整理表 (4/10)

考慮すべき現象	劣化調査	改修時の性能設計項目等	補修・改修	維持保全	将来の課題
・固定部の変形、破損 ・SBIによる変質 ・SBの外れ	・外観検査 ・SBの状態確認	・基本的には新築時の性能維持 ・その他(最新基準、必要に応じ性能向上設計)	・固定部、SBの再施工	・定期検査、診断 ・大型地震、台風等襲来後の点検	・定期検査、診断方法の確立
・熱反射ガラスの皮膜の汚れ ・熱割れ ・強化ガラスの自然破損 ・中間膜変質 ・ガラスの落下防止対策	・目視調査	・要求性能の見直し ・機能の向上 ・デザインイメージの確認 ・外装改修設計	・落下防止フィルムの更新 ・ガラス交換	・定期清掃	・太陽光発電モジュールの設置、運用技術 ・遮熱、断熱フィルム張り ・二重ガラス(ダブルスキン)化
・剥離 ・破断 ・変形 ・ひび割れ ・変退色 ・目地周辺汚染の発生	・目視観察 ・指触観察 ・切取検査など	・要求性能の見直し ・工事可能範囲の確認 ・シーリング材等の改修設計	・再充填工法	・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検 ・定期検査、診断 ・大型地震、台風等襲来後の漏水点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術(繰返し改修時の施工性、接着性など)
・割れ ・摩耗 ・位置のずれ	—	—	・取り替え	—	・調査、診断方法の確立
・固定部の支持強度 ・SBIによる変質防止 ・SBの移動防止	・外観検査 ・SBの状態確認	・基本的には新築時の性能維持 ・その他(最新基準、必要に応じ性能向上設計)	・固定部、SBの再施工	・定期検査、診断 ・大型地震、台風等襲来後の点検	・定期検査、診断方法の確立
・内部結露 ・自然破損 ・中間膜変質	・目視 ・露点検査	・要求性能の見直し ・機能の向上 ・デザインイメージの確認 ・外装改修設計	・取り替え	・定期清掃	・定期検査、診断方法の確立
・剥離 ・破断 ・変形 ・ひび割れ ・変退色 ・目地周辺汚染の発生	・目視観察 ・指触観察 ・切取検査など	・要求性能の見直し ・工事可能範囲の確認 ・シーリング材等の改修設計	・再充填工法など	・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検 ・定期検査、診断 ・大型地震、台風等襲来後の漏水点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術(繰返し改修時の施工性、接着性など)
—	—	—	・取り替え	—	・調査、診断方法の確立
・固定部の変形、破損 ・SBIによる変質 ・SBの外れ	・外観検査 ・SBの状態確認	・基本的には新築時の性能維持 ・その他(最新基準、必要に応じ性能向上設計)	・固定部、SBの再施工	・定期検査、診断 ・大型地震、台風等襲来後の点検	・定期検査、診断方法の確立
・内部結露 ・自然破損 ・中間膜変質	・目視 ・露点検査	・要求性能の見直し ・機能の向上 ・デザインイメージの確認 ・外装改修設計	・取り替え	・定期清掃	—
・剥離 ・破断 ・変形 ・ひび割れ ・変退色 ・目地周辺汚染の発生	・目視観察 ・指触観察 ・切取検査など	・要求性能の見直し ・工事可能範囲の確認 ・シーリング材等の改修設計	・再充填工法など	・定期検査、診断 ・大型地震、台風等襲来後の漏水点検 ・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・調査、診断方法の確立
・異種金属による腐食 ・変形 ・脱落	・困難	—	—	—	・調査診断方法や補修、改修工法に関する対策の確立
・アルミニウム腐食 ・たわみ防止	・目視調査	—	・15年目くらいで塗替え ・30年目くらいでCW更新	・点検 ・維持管理用ゴンドラガイドレールの組込み	—
・ふくれ ・剥がれ ・汚れ ・ひび割れ ・白垂化	・目視 ・塗膜劣化調査方法に準拠	—	・アクリル塗装15年くらいで塗替え ・フッ素塗装30年くらいで塗替え	・室内側から定期清掃(1~2回/年)	—
・剥離 ・破断 ・変形 ・ひび割れ ・変退色 ・目地周辺汚染の発生	・目視観察 ・指触観察 ・切取検査など	・要求性能の見直し ・再充填工法またはオーバーブリッジ工法かの判断	・再充填工法など	・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術(繰返し改修時の施工性、接着性など)
・取付け管理	・目視観察 ・指触観察 ・切取検査など	—	・再充填工法など	—	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術(繰返し改修時の施工性、接着性など)

表 4.40 各種材料・構法に関する整理表 (5/10)

区分	部材種類	構工法	建築部位としての要求性能、要求品質	部位		材料・部材・部品	新築時の性能設計項目等
各種パネル	ALC	<ul style="list-style-type: none"> ・スライド構法 ・ロッキング構法(縦壁) ・ボルト止め構法 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐荷重性能 ・耐震性能 ・慣性力に対する安全性能 ・変形追従性能 ・構造安全性能 	取り付け部		・固定部の健全性評価	<ul style="list-style-type: none"> ・耐荷重性能 ・耐震性能 ・変形追従性能
				基材		<ul style="list-style-type: none"> ・軽量気泡コンクリートパネル ・厚さ75mm以上のパネル ・防錆処理鉄筋 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐火性 ・耐風圧性 ・断熱性 ・水密性 ・耐久性 ・遮音性 ・耐凍害性
				表面仕上げ	屋外側	<ul style="list-style-type: none"> ・塗装 ・タイル(張付けモルタル張り, 弾性接着剤張り) 	<ul style="list-style-type: none"> ・塗装仕上げの種類による ・タイル張りは「日本建築士学会技術指針」または「JASS19」に準拠
					屋内側	<ul style="list-style-type: none"> ・グラスウール ・2次防水仕様なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱性
				接合部		<ul style="list-style-type: none"> 【シーリング材】: ・アクリル系 ・ポリウレタン系 ・変成シリコン系など 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐久設計(許容伸縮率, 改修性) ・汚染防止設計 ・改修性設計 ・冗長設計など
	押出成形セメント板	<ul style="list-style-type: none"> ・スライド構法(横壁) ・ロッキング構法(縦壁) ・ボルト止め構法 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐荷重性能 ・耐震性能 ・慣性力に対する安全性能 ・変形追従性能 ・構造安全性能 	取り付け部		<ul style="list-style-type: none"> 【Zクリップ】: 鋼材厚6mm 防錆処理JIS H 8610 3級(電気亜鉛メッキ)にJIS H8625 CM2Cを施したもの 【ボルト】: M10 防錆処理JIS H 8641 2種(電気亜鉛メッキ)又はSUS304 【角ナット】: 鋼材厚6mm 防錆処理JIS H 8641 2種(電気亜鉛メッキ)HDZ55 又はSUS304 下地鋼材(通しアングルブラケット, 自重受け金物) 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計用再現期間十数年の風圧力で支持スパン(留付間隔)を設定 ・耐久設計
				基材		・押出成形セメント板厚60, 75, 100	<ul style="list-style-type: none"> ・耐火性 ・耐風圧性 ・断熱性 ・水密性 ・耐久性 ・遮音性 ・耐凍害性
				表面仕上げ	屋外側	<ul style="list-style-type: none"> ・フッ素樹脂系工場塗装仕上 ・光触媒系工場塗装仕上 ・タイル張り仕上 	<ul style="list-style-type: none"> ・美観 ・耐久性 ・補修
		屋内側	<ul style="list-style-type: none"> ・乾式断熱材: 押出法ポリスチレンフォーム保温板 ・現場発泡ウレタン系断熱材 		<ul style="list-style-type: none"> ・断熱性 ・防湿性 		
		接合部(目地)		<ul style="list-style-type: none"> 【シーリング材】: ・建築用シーリング材 【材質】: ・2成分変成シリコン系 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐久設計(許容伸縮率, 改修性) ・汚染防止設計 ・改修性設計 ・冗長設計など 		
屋内側		<ul style="list-style-type: none"> 【建築用ガスケット】 ・材質: シリコンスポンジ又はEPDM(耐久性区分 B級2種以上) (縦張りの場合 内水切り併用 材質: SUS304 厚1mm以上) 	<ul style="list-style-type: none"> ・気密性 ・耐火性など 				
【フィールドジョイント】:		<ul style="list-style-type: none"> ・ダブルシールジョイント構法 ・2次防水工法 					

表 4.40 各種材料・構法に関する整理表 (6/10)

考慮すべき現象	劣化調査	改修時の性能設計項目等	補修・改修	維持保全	将来の課題
・錆び ・ゆるみ ・変形		—	・原則継続使用	・定期検査・診断 ・大型地震後の点検	・調査診断方法や補修・改修工法に関する対策の確立
・ひび割れ、欠け、凍害によるスケーリング ・塩害 ・鉄筋腐食 ・鉄筋露出	・目視調査	—	・ひび割れ補修等はALC外壁補修工事指針(案)、同解説に準拠 ・原則継続使用	・定期検査	—
【塗装】: ・汚れ、膨れ、割れ、剥がれ 【タイル】: ・汚れ、割れ、浮き、はく離	・目視 ・打診 ・赤外線 ・引張接着検査 ・汚れ成分分析 ・洗浄試験など	—	・仕上げ種類に応じた方法	—	—
・漏水 ・内部結露	・目視	—	・原則継続使用	・目視点検	—
・剥離 ・破断 ・変形 ・ひび割れ ・変退色 ・目地周辺汚染の発生	・目視観察 ・指触観察 ・切取検査など	・要求性能の見直し ・再充填工法またはオーバーブリッジ工法かの判断	・再充填工法など	・定期検査、診断 ・大型台風後の漏水点検 ・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術(繰返し改修時の施工性、接着性など)
・錆び ・ゆるみ ・変形 ・落下(はずれ) ・固定部の健全性評価	—	・基本的には新築時の性能維持	・原則継続使用	・定期検査、診断 ・大型地震後の点検	・定期検査、診断方法の確立
・ひび割れ ・欠け ・凍害	・目視 ・ECP独自	必要に応じクラック等の劣化補修	・ECP改修技術(張替え、補修) ・原則継続使用	・調査診断	・定期検査、診断方法の確立
・ふくれ ・剥がれ ・汚れ ・脱落	・目視 ・塗装仕上げの劣化調査に準じる	再塗装の塗装耐久性、イージーメンテナンスなどを検討	・再塗装 ・再施工	・定期清掃(表面清掃) ・調査診断	—
・結露 ・内部の湿気、濡れ	—	—	・原則継続使用	・メンテナンスフリー	—
・剥離 ・破断 ・変形 ・ひび割れ ・変退色 ・目地周辺汚染の発生	・目視観察 ・指触観察 ・切取検査など	・要求性能の見直し ・再充填工法またはオーバーブリッジ工法かの判断	・再充填工法など	・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術(繰返し改修時の施工性、接着性など)
・ひび割れ ・破れ ・よれ、ゆるみ	—	—	・原則継続使用	・メンテナンスフリー	—

表 4.40 各種材料・構法に関する整理表 (7/10)

区分	部材種類	構工法	建築部位としての要求性能、要求品質	部位	材料・部材・部品	新築時の性能設計項目等	
その他 パネル	金属系 パネル	<ul style="list-style-type: none"> ・スライド工法 ・ロック工法 ・固定工法 ⇒改修時のカバーリング工法としても活用可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐荷重性能 ・耐震性能 ・慣性力に対する安全性能 ・構造安全性能【カバーリング工法】 ・既存外壁性能 	取り付け部(ファスナー)	【ファスナー・ブラケット】: ・鋼材 ・アルミ材 ・SUS材	<ul style="list-style-type: none"> ・耐風性 ・耐食性 ・耐震性 ・取付け精度 	
				基材	・アルミニウム合金板	<ul style="list-style-type: none"> ・平滑性 ・補強強度 ・寸法精度 ・取付け精度 ・接合部精度 ・防水、雨仕舞性 	
				表面仕上げ	・陽極酸化被膜 ・複合被膜 ・塗装	<ul style="list-style-type: none"> ・膜厚 ・密着性 ・色調、光沢 	
		【フィルドジョイント構法】(シングルシールジョイント構法)		接合部(目地)	新築時パネル構法	【フィルドジョイント】: ・変成シリコン系 ・ポリサルファイド系など	<ul style="list-style-type: none"> ・耐久設計(許容伸縮率, 改修性) ・汚染防止設計 ・改修性設計 ・冗長設計など
					改修時カバーリング構法	【フィルドジョイント】: ・変成シリコン系 ・ポリサルファイド系など 【オープン目地】: ・カラ目地とする場合あり	—
				接合部(目地)	【フィルドジョイント】: ・変成シリコン系 ・ポリサルファイド系など 【オープン目地】: ・カラ目地とする場合あり	—	
	GRCパ ネル	<ul style="list-style-type: none"> ・スライド工法 ・ロック工法 ⇒改修時のカバーリング工法としても活用可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐荷重性能 ・耐震性能 ・慣性力に対する安全性能 ・構造安全性能【カバーリング工法】 ・既存外壁性能 	取り付け部	埋め込み金物	<ul style="list-style-type: none"> ・耐風性 ・耐食性 ・耐震性 ・取付け精度 	
				基材	GRC板	<ul style="list-style-type: none"> ・フレームとの一体性 ・パネル強度 ・寸法精度 ・取付け精度 ・防水性 	
				表面仕上げ	・吹付け、塗装仕上げ ・石材、タイル打込み仕上げ	<ul style="list-style-type: none"> ・厚さ、密着性、色調、光沢 ・付着強度、アンカー強度 	
		【フィルドジョイント構法】: ・ダブルシールジョイント構法排水機構あり ・シングルシールジョイント構法		接合部(目地)	屋外側(フィルドジョイント)	【フィルドジョイント】: ・変成シリコン系 ・ポリサルファイド系など	<ul style="list-style-type: none"> ・耐久設計(許容伸縮率, 改修性) ・汚染防止設計 ・改修性設計 ・冗長設計など
					屋内側(フィルドジョイント)	【フィルドジョイント】: ・変成シリコン系 ・ポリサルファイド系 ・シリコン系など 【ガスケット目地】: ・シリコン系 ・EPDM系など	<ul style="list-style-type: none"> * 長寿命設計(メンテフリー)を目指す【シール目地】: ・施工性 【ガスケット目地】: ・気密性 ・耐火性など
				接合部(目地)	【フィルドジョイント】: ・変成シリコン系 ・ポリサルファイド系 ・シリコン系など 【ガスケット目地】: ・シリコン系 ・EPDM系など	—	
樹脂パ ネル	<ul style="list-style-type: none"> ・スライド工法 ・ロック工法 ・固定工法 ⇒改修時のカバーリング工法としても活用可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐荷重性能 ・耐震性能 ・慣性力に対する安全性能 ・構造安全性能【カバーリング工法】 ・既存外壁性能 	取り付け部	【ファスナー・ブラケット】: ・鋼材 ・アルミ材 ・SUS材	<ul style="list-style-type: none"> ・耐風性 ・耐食性 ・耐震性 ・取付け精度 		
			基材	・アルミ支持部材 ・アルミ面材付き樹脂パネル	<ul style="list-style-type: none"> ・リベット、構造接着強度 ・補強部強度 ・面精度 ・平滑性 ・補強強度 ・寸法精度 ・取付け精度 ・接合部精度 ・防水・雨仕舞性 		
			表面仕上げ	・塗装	<ul style="list-style-type: none"> ・膜厚 ・密着性 ・色調、光沢 		

表 4.40 各種材料・構法に関する整理表 (8/10)

考慮すべき現象	劣化調査	改修時の性能設計項目等	補修・改修	維持保全	将来の課題
・腐食 ・緩み	・目視確認など	—	—	—	—
・反り ・傷 ・腐食 ・接合部のシーリング材損傷	・目視確認 ・サンプリング検査など	・エネルギー、環境技術採用を検討	・太陽光発電モジュール、外断熱工法、壁面緑化工法の採用	・製造業者のマニュアルによる	・エネルギー環境技術の改良
・膨れ ・剥がれ ・変退色 ・汚れ	・目視確認 ・膜厚測定 ・光沢度、色差測定 ・基盤目試験など	・高耐久、イージーメンテナンス、日射制御などを検討	・高耐久塗装 ・光触媒、熱線反射塗装 ・高機能フィルム張りの採用検討など	・製造業者のマニュアルによる	・高耐久、高機能仕上げのデータ蓄積
・剥離 ・破断 ・変形 ・ひび割れ ・変退色 ・目地周辺汚染の発生	・目視観察 ・指触観察 ・切取検査など	・要求性能の見直し ・再充填工法またはオーバーブリッジ工法かの判断	・再充填工法など	・調査、診断 ・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術（繰返し改修時の施工性、接着性など）
—	—	・シール目地か、またはオープン目地かの判断	・シール目地の場合は、シール施工	・調査、診断 ・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術（繰返し改修時の施工性、接着性など）
・固定部強度 ・腐食 ・緩み	・目視確認など	—	—	—	—
・割れ ・シーリング材損傷	・目視確認 ・サンプリング検査など	・エネルギー、環境技術採用を検討	・太陽光発電モジュール、外断熱工法、壁面緑化工法の採用	・製造業者のマニュアルによる	・エネルギー環境技術の改良
・膨れ ・剥がれ ・変退色 ・割れ ・汚れ ・浮き ・割れ	・目視確認 ・光沢度、色差測定 ・基盤目試験 ・打音検査など	・高耐久、イージーメンテナンス、日射制御などを検討	・高耐久塗装 ・光触媒、熱線反射塗装 ・高機能フィルム張りの採用検討など	・製造業者のマニュアルによる	・高耐久、高機能仕上げのデータ蓄積
・剥離 ・破断 ・変形 ・ひび割れ ・変退色 ・目地周辺汚染の発生	・目視観察 ・指触観察 ・切取検査など	・要求性能の見直し ・再充填工法またはオーバーブリッジ工法かの判断	・再充填工法など	・調査、診断 ・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術（繰返し改修時の施工性、接着性など）
【シール目地】： ・剥離 ・施工不良など 【ガスケット目地】： ・隙間 ・破損など	・調査は困難な場合が多い	・改修は困難な場合が多い	・シール目地の場合は、シール再施工	・調査、診断 ・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術（繰返し改修時の施工性、接着性など）
・腐食 ・緩み	・目視確認など	—	—	—	—
・反り ・傷 ・腐食 ・接合部のシーリング材損傷	・目視確認 ・サンプリング検査など	・エネルギー、環境技術採用を検討	・太陽光発電モジュール、外断熱工法、壁面緑化工法の採用	・製造業者のマニュアルによる	・エネルギー環境技術の改良
・膨れ ・剥がれ ・変退色 ・汚れ	・目視確認 ・膜厚測定 ・光沢度、色差測定 ・基盤目試験など	・高耐久、イージーメンテナンス、日射制御などを検討	・高耐久塗装 ・光触媒、熱線反射塗装 ・高機能フィルム張りの採用検討など	・製造業者のマニュアルによる	・高耐久、高機能仕上げのデータ蓄積

表 4.40 各種材料・構法に関する整理表 (9/10)

区分	部材種類	構工法	建築部位としての要求性能、要求品質	部位		材料・部材・部品	新築時の性能設計項目等
その他 パネル	樹脂パネル	【フィルドジョイント構法】: ・ダブルシールジョイント構法排水機構あり 【オープンジョイント構法】	・耐荷重性能 ・耐震性能 ・慣性力に対する安全性能 ・構造安全性能	接合部(目地)	新築時パネル構法	【フィルドジョイント】: ・変成シリコーン系 ・ポリサルファイド系など	・耐久設計(許容伸縮率, 改修性) ・汚染防止設計 ・改修性設計 ・冗長設計など
					改修時カバーリング構法	【フィルドジョイント】: ・変成シリコーン系 ・ポリサルファイド系など 【オープン目地】: ・カラ目地とする場合あり	—
	セラミックパネル	・スライド工法、 ・ロック工法 ⇒改修時のカバーリング工法としても活用可能	・耐荷重性能 ・耐震性能 ・慣性力に対する安全性能 ・構造安全性能 【カバーリング工法】 ・既存外壁性能	取り付け部	・下地フレーム		・耐風性 ・耐食性 ・耐震性 ・取付け精度
				基材	・大型陶板 ・人口大理石		・アンカー部強度 ・パネル強度 ・寸法精度 ・取付け精度 ・防水性
その他 開口部	窓, 出入口等の開口部	・ひき違い ・押出 ・上下開放	・耐火性能 ・耐風圧性能 ・水密性能 ・結露防止性能 ・気密性能 ・遮音性能 ・断熱性能 ・耐久、耐震性能 ・構造安全性	サッシ、支持部材	・アルミニウム合金 ・表面処理・塗装 ・グレイジングガスケット(塩化ビニル樹脂, EPDM, SR) ・セッティングブロック(CR, EPDM) ・塩化ビニル樹脂 ・気密材(塩化ビニル樹脂, CR, EPDM, SR) ・戸車 ・シーリング材 ・クレセント ・網戸		・防水・防食設計 ・耐火設計 ・脱落防止
				ガラス	・板ガラス ・網入りガラス ・熱線反射ガラス ・強化ガラス ・耐熱板ガラス ・倍強度ガラス ・合わせガラス ・複層ガラス ・防汚ガラス(光触媒)		・耐震設計 ・耐風圧設計 ・温熱設計 ・熱割れ防止設計 ・耐久設計 ・防火設計 ・スパントレル耐火設計
その他 開口部	開口部 回り	【フィルドジョイント構法】: ・シングルシールジョイント構法排水機構あり ・ダブルシールジョイント構法排水機構あり 【オープンジョイント構法】	・耐火性能 ・耐風圧性能 ・耐震性能 ・耐温度差性能 ・水密性能 ・結露防止対策 ・気密性能 ・遮音性能 ・断熱性能 ・耐久性能	屋外側(フィルドジョイント)	【フィルドジョイント】: ・変成シリコーン系 ・ポリサルファイド系など ・シーリング材はガスケットとの適合性を確認(シーリング材は日進月歩し都度配合が変更されるため)		・耐久設計(許容伸縮率, 改修性) ・汚染防止設計 ・改修性設計 ・冗長設計など
				屋内側(フィルドジョイント)	【フィルドジョイント】: ・変成シリコーン系 ・ポリサルファイド系 ・シリコーン系など ・シーリング材はガスケットとの適合性を確認(シーリング材は日進月歩し都度配合が変更されるため) 【ガスケット目地】: ・シリコーン系 ・EPDM系など		*長寿命設計(メンテフリー)を目指す 【シール目地】: ・施工性 【ガスケット目地】: ・気密性 ・耐火性など

表 4.40 各種材料・構法に関する整理表 (10/10)

考慮すべき現象	劣化調査	改修時の性能設計項目等	補修・改修	維持保全	将来の課題
・剥離 ・破断 ・変形 ・ひび割れ ・変退色 ・目地周辺汚染の発生	・目視観察 ・指触観察 ・切取検査など	・要求性能の見直し ・再充填工法またはオーバーブリッジ工法かの判断	・再充填工法など	・調査、診断 ・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術 (繰返し改修時の施工性、接着性など)
—	—	・シール目地か、またはオープン目地かの判断	・シール目地の場合は、シール施工	・調査、診断 ・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術 (繰返し改修時の施工性、接着性など)
・支持材精度不良 ・腐食 ・緩み	・目視確認など	—	—	—	—
・強度不足 ・割れ ・精度不良	・目視確認 ・サンプリング検査など	・エネルギー、環境技術採用を検討	・太陽光発電モジュール、外断熱工法、壁面緑化工法の採用	・製造業者のマニュアルによる	・エネルギー環境技術の改良
・指定品質をクリア	・目視確認など	・高耐久、イージーメンテナンス、日射制御などを検討	・高耐久塗装 ・光触媒、熱線反射塗装 ・高機能フィルム張りの採用検討など	・製造業者のマニュアルによる	・高耐久、高機能仕上げのデータ蓄積
・剥離 ・破断 ・変形 ・ひび割れ ・変退色 ・目地周辺汚染の発生	・目視観察 ・指触観察 ・切取検査など	・要求性能の見直し ・再充填工法またはオーバーブリッジ工法かの判断	・再充填工法など	・調査、診断 ・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術 (繰返し改修時の施工性、接着性など)
—	—	・シール目地か、またはオープン目地かの判断	・シール目地の場合は、シール施工	・調査、診断 ・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術 (繰返し改修時の施工性、接着性など)
・可動サッシの水密性 ・ガスケット等の切れ、変形 ・戸車の劣化 ・サッシ脱落 ・腐食 ・漏水 ・変形、割れ、耐火	・目視 ・取り外し調査	・要求性能の見直し ・デザインイメージの確認	・部品交換15年程度 ⇒戸車、グレーチングガスケット類、ハンドル等 ・サッシ塗り替え ・ガラス交換 ・サッシ更新30年程度 ⇒カバー工法or取り替え	・定期清掃(1回/1~2ヶ月)	—
・熱割れ ・網錆割れ ・自然破損 ・金属膜変質 ・梅雨間膜変質 ・はく離 ・内部結露 ・シーリング汚染	・目視 ・露点検査	—	・取り替え	・定期清掃	・複層ガラス改修技術と修繕
・剥離 ・破断 ・変形 ・ひび割れ ・変退色 ・目地周辺汚染の発生	・目視観察 ・指触観察 ・切取検査など	・要求性能の見直し ・再充填工法またはオーバーブリッジ工法かの判断	・再充填工法など	・調査、診断 ・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術 (繰返し改修時の施工性、接着性など)
【シール目地】: ・剥離 ・施工不良など 【ガスケット目地】: ・隙間 ・破損など	・調査は困難な場合が多い	・改修は困難な場合が多い	・シール目地の場合はシール再施工	・調査、診断 ・日常点検 ・定期点検 ・臨時点検	・材料と構法による耐久設計 ・複数回の補修、改修技術 (繰返し改修時の施工性、接着性など)

[ガスケット]

- ①50～60年経過したガスケットも外観上は劣化がよく分からないなどの事がある。
- ②今後の課題：ヒートサイクルによる縮みの問題について検討する余地がある。

本マトリクス表は、完成版ではなく、今後も材料ごとに補足や見直しが必要なものである。また、今回の検討では、施主が望む建物の供用期間(寿命)を実現するための本マトリクス表の活用方法を示すまでには至らなかった。

外装カーテンウォール・パネル・サッシと接合部を含めた外壁として、長寿命化するための検討は始まったばかりである。今後もマトリクス表の見直しや活用法について検討できればと考えている。

4.6 まとめ

カーテンウォールおよびパネル等外装材の耐久性を考える上で、雨水等の浸入防止の対策がポイントであり、開口部サッシや接合部のシーリングおよびガスケットを一体とした外壁の検討が重要である。また、外装材の長寿命化には、美観維持、機能保持ならびにニーズへの対応が潜在的な要求としてあり、美観を保持するための清掃等の維持管理、劣化により生じるひび割れ・はく離・欠損などの機能低下を適切に修繕し保持させること、さらには将来的な社会の要求に応えられるよう機能付加に対応することで、長寿命化が達成されると考える。

これをふまえ本章では、カーテンウォールやパネル、サッシおよび接合部の劣化現象や原因の関係、維持保全の方法ならびに劣化した場合の補修方法などについて、現状の調査を実施し今後の課題について整理した結果を示した。また、これらの現状について、設計から改修設計、改修の時系列に応じて各材料・工法ごとに項目を体系的に整理した。さらに、劣化事例と対応について資料をとりまとめた。

本項で提示した資料は、材料ごとに検討されていた維持保全方法や補修・改修方法を基に作成した。各材料の長寿命化対策について、同一の項目で整理し示すことで乾式工法による外装材の共通点、個々の課題に対する取り組みの進捗が確認できる。整理した資料には、空欄が存在し、また埋められた欄についてもまだ発展の余地のある部分が多く残されている。同時に、考え方を整理しただけのもの、検討に着手したばかりのもの、今後の対応に期待する課題が多く残されている。技術者が情報を共有し、今後もよりよい技術のための開発に助力いただくことを期待する。