

## 2. 外装塗り仕上げ



## 2.1 はじめに

本節では、主として鉄筋コンクリート造の外壁仕上げのうち、外装塗り仕上げ、つまり建築用仕上塗材及び塗料の耐久設計及び維持保全計画に資する技術資料の整備のために行った検討の結果を報告する。

耐久設計に資する技術資料としては、基礎的情報となる外装塗り仕上げの種類・工法並びに近年の関連研究を整理するとともに、耐久性総プロ当時に示された外装塗り仕上げの標準耐用年数について、近年の既往研究の成果を基に、現状に対応するリファレンスサービスライフ(案)として提案する。

維持保全計画に資する技術資料としては、外装塗り仕上げの劣化診断に用いる標準パターン写真の整備並びに補修・改修手法の選定に用いる外装塗り仕上げの既存塗膜と改修層、シーリングの適合について整理を行う。

## 2.2 外装塗り仕上げの耐久設計に係る技術資料

### 2.2.1 外装塗り仕上げの種類・工法

#### (1) 調査対象

外装塗り仕上げの種類により、劣化現象や要因が異なるため、外装塗り仕上げの種類を把握することは耐久設計を検討する上で重要である。また、メンテナンスや改修方法もこれらの種類により異なるため、仕様の種類の把握が必要となる。

本報告書では、日本工業規格(JIS)及び公的な仕様書のうち「公共建築工事標準仕様書 平成22年版(国土交通省)」<sup>1)</sup>、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS18 塗装工事((社)日本建築学会、2006年版)」<sup>2)</sup>、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS23 吹付け工事((社)日本建築学会、2006年版)」<sup>3)</sup>を対象とし、規定されている内容を整理した。

なお、既存建築物の外壁改修において、既存の仕上げ層の種類把握は適切な改修工法の選定のために有効である。改修時に、設計図書や改修記録等の保管がなされておらず書類による確認が出来ないこともあるため、過去の一般的な工法を資料により確認できれば有用な資料となる。

#### (2) 建築用仕上塗材の種類・工法

建築用仕上塗材は、JIS A 6909:2003(建築用仕上塗材)<sup>4)</sup>で規定されている。国土交通省の「公共建築工事標準仕様書 平成22年版」<sup>1)</sup>では、表2.1に示す仕上塗材について、形状、工法、所要量と塗り回数を規定している。表2.1中、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS23 吹付け工事((社)日本建築学会、2006年版)」<sup>3)</sup>に同等の仕様がある場合については、「JASS23 (2006)」欄に○を付した。

#### (3) 塗料の種類・工法

建築物の外装に用いられる塗料は、その種類ごとにJISで規定されており、その一覧は2.2.4「材料規格における外装塗り仕上げの劣化区分に関する調査」で述べるため、ここでは割愛する。

国土交通省の「公共建築工事標準仕様書 平成22年版」<sup>1)</sup>では、“建築物内外部のコンクリート、

木部、金属、ボード類、モルタル等の素地に塗装を施す工事”について適用する塗装工事について規定されている。表2.2に、鉄筋コンクリート造の外壁を想定し、コンクリート面及びモルタル面に適用される塗装を示す。各塗装について、工程毎に塗料の規格、塗付け量が示されている。また、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS18 塗装工事((社)日本建築学会、2006年版)」<sup>2)</sup>においては金属系素地面、セメント系素地およびせっこうボード素地面、木質系素地面についてそれぞれ仕様を規定している。セメント系素地およびせっこうボード素地面に適用可能な塗装の種類を表2.3に示す。同仕様書では、各塗装仕様について工程、希釈割合、塗付け量、工程間隔時間等を規定している。

表2.1 建築用仕上塗材の種類、仕上げの形状及び工法(1/2) 4)

種類	呼び名	仕上の形状	工法	所要量(kg/m <sup>2</sup> )		塗り回数	JASS23(2006)	
				下塗材 主材	(注) <sup>1</sup> 0.1以上 1.0以上			
薄付け仕上塗材	外装薄塗材Si	砂壁状 ゆず肌状	吹付け	下塗材 主材	(注) <sup>1</sup> 0.1以上 1.0以上	1 2	—	
		ゆず肌状 さざ波状	ローラー塗り	下塗材 主材	(注) <sup>1</sup> 0.1以上 0.6以上	1 1~2 (注) <sup>4</sup>	—	
	可とう形外装薄塗材Si	砂壁状 ゆず肌状	吹付け	下塗材 主材	0.1以上 1.2以上	1 2	—	
		ゆず肌状 さざ波状	ローラー塗り	下塗材 主材	0.1以上 1.2以上	1 1~2	—	
	外装薄塗材E	砂壁状 ゆず肌状	吹付け	下塗材 主材	(注) <sup>1</sup> 0.1以上 1.0以上	1 2	○	
		平坦状 凹凸状	こて塗り	下塗材 主材	(注) <sup>1</sup> 0.1以上 0.6以上	1 1~2 (注) <sup>4</sup>	—	
		ゆず肌状 さざ波状	ローラー塗り				○	
		着色骨材砂壁状	吹付け こて塗り	下塗材 主材	(注) <sup>1</sup> 0.1以上 0.9以上	1 2 1~2	○ —	
	可とう形外装薄塗材E	砂壁状 ゆず肌状	吹付け	下塗材 主材	0.1以上 1.2以上	1 2	○	
		平坦状 凹凸状	こて塗り	下塗材 主材	0.1以上 1.2以上	1 1~2 (注) <sup>4</sup>	—	
		ゆず肌状 さざ波状	ローラー塗り				○	
	防水形外装薄塗材E	ゆず肌状 さざ波状	ローラー塗り	下塗材 増塗材 主材基層 主材模様	0.1以上 0.7以上 1.0以上 0.4以上	1 1 1~2 (注) <sup>4</sup>	○ ○	
		凹凸状	吹付け					
	外装薄塗材S	砂壁状	吹付け	下塗材 主材	(注) <sup>1</sup> 0.1以上 0.6以上	1 1~2	○	
	厚付け仕上塗材	外装厚塗材C	吹放し 凸部処理	吹付け	下塗材 主材基層 主材模様 上塗材	0.1以上 3.0以上 2.0以上 0.3以上	1 1 1 2	○
			平たん状 凹凸状 ひき起こし かき落とし	こて塗り	下塗材 主材 上塗材	(注) <sup>1</sup> 0.1以上 5.0以上 (注) <sup>3</sup> 0.3以上	1 1~2 (注) <sup>4</sup> 2	—
外装厚塗材Si 外装厚塗材E		吹放し 凸部処理	吹付け	下塗材 主材基層 主材模様 上塗材	(注) <sup>3</sup> 0.1以上 1.5以上 1.5以上 0.3以上	1 1 1 2	○	
		平たん状 凹凸状 ひき起こし	こて塗り ローラー塗り	下塗材 主材 上塗材	(注) <sup>1</sup> 0.1以上 3.0以上 (注) <sup>3</sup> 0.3以上	1 1~2 (注) <sup>4</sup> 2	—	
複層仕上塗材	複層塗材CE 複層塗材Si 複層塗材E 複層塗材RE	凸部処理 凹凸模様	吹付け	下塗材 主材基層 主材模様 上塗材	0.1以上 0.7以上 0.8以上 0.25以上	1 1 1 2	○	
		ゆず肌状	ローラー塗り	下塗材 主材 上塗材	0.1以上 1.0以上 0.25以上	1 1~2 (注) <sup>4</sup> 2	○	
	可とう形複層塗材CE	凸部処理 凹凸模様	吹付け	下塗材 主材基層 主材模様 上塗材	0.1以上 1.0以上 0.5以上 0.25以上	1 1~2 (注) <sup>4</sup> 1 2	○	
		ゆず肌状	ローラー塗り	下塗材 主材 上塗材	0.1以上 1.0以上 0.25以上	1 1~2 (注) <sup>4</sup> 2	○	

表2.1 仕上塗材の種類、仕上げの形状及び工法(2/2) 4)

種類	呼び名	仕上の形状	工法	所要量(kg/m <sup>2</sup> )		塗り回数	JASS23 (2006)
複層仕上塗材	複層塗材RS	凸部処理 凹凸模様	吹付け	下塗材	0.1以上	1	○
				主材基層	0.6以上	1	
			主材模様	0.6以上	1	○	
			上塗材	0.25以上	2		
	ゆず肌状	ローラー塗り	下塗材	0.1以上	1	○	
			主材	0.6以上	1~2 (注) 4		
			上塗材	0.25以上	2		
	防水形複層塗材CE 防水形複層塗材E 防水形複層塗材RE 防水形複層塗材RS	凸部処理 凹凸模様	吹付け	下塗材	0.1以上	1	○
			増塗材 (注) 2	0.9以上	1		
		ゆず肌状	ローラー塗り	主材基層	1.7以上	2	○
				主材模様	0.9以上	1	
				上塗材	0.25以上	2	
軽量骨材仕上塗材	吹付用軽量塗材	砂壁状	吹付け	下塗材	0.1以上	1	○
				主材	厚5mm以上	1~2	
	こて塗用軽量塗材	平坦状	こて塗り	下塗材	0.1以上	1	-
				主材	厚3mm以上	1~2	

- (注) 1. 下塗材を省略又は専用の下地調整材を用いる場合は、仕上塗材製造所の指定による。  
 2. 適用は特記による。  
 3. セメントスタッコ以外の塗材の場合は、特記による。  
 4. 塗り回数は、仕上塗材製造所の指定による。  
 5. 工法欄の吹付け、ローラー塗り及びこて塗りは、主材の塗付けに適用する。  
 6. 所要量は、被仕上塗材仕上げ面単位面積当たりの仕上塗材（希釈する前）の使用質量とする。  
 7. 複層仕上塗材の上塗りが、メタリックの場合の所要量及び塗り回数は、所要量0.4kg/m<sup>2</sup>以上とし、塗り工程を3回以上とし、第1回目はクリヤー又は、メタリックと同系色のエナメルを塗り付け、最上層はクリヤーとする。

表 2.2 コンクリート面、モルタル面に適用される 塗装工法<sup>1)</sup>      表 2.3 セメント系素地およびせっこうボード素地面 塗装<sup>2)</sup>

アクリル樹脂エナメル塗り (AE)
2液形ポリウレタンエナメル塗り (2-UE)
アクリルシリコン樹脂エナメル塗り (2-ASE)
常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル塗り (2-FUE)
つや有合成樹脂エマルジョンペイント塗り (EP-G)
合成樹脂エマルジョンペイント塗り (EP)
マスチック塗材塗り

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)
塩化ビニル樹脂エナメル塗り (VE)
アクリル樹脂エナメル塗り (AE)
アクリル樹脂系非水分散形塗料塗り (NADE)
2液形ポリウレタンエナメル塗り (2-UE)
弱溶剤系2液形ポリウレタンエナメル塗り (LS2-UE)
アクリルシリコン樹脂エナメル塗り (2-ASE)
常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル塗り (2-FUE)
2液形エポキシ樹脂エナメル塗り (2-XE)
合成樹脂エマルジョンペイント塗り (EP)
つや有り合成樹脂エマルジョンペイント塗り (EP-G)
ポリウレタンエマルジョンペイント塗り (UEP)
合成樹脂エマルジョン模様塗料塗り (EP-T)
多彩模様塗料塗り (EP-M)

## 2.2.2 外装塗り仕上げの耐久設計に関する考え方

### (1) 建築研究所の既往の研究

旧建設省建築研究所では、建設省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」(以下、「耐久性総プロ」)を1980年から5年間実施した。「耐久性総プロ」で検討された指針と解説は、「外装仕上げの耐久性向上技術」<sup>5)</sup>として出版され、外装塗り仕上げについては同出版物の第1編「外装塗り仕上げ」として、その成果がまとめられている。

「耐久性総プロ」で提示された指針と解説を表2.4に示す。

表2.4 耐久性総プロで提示された指針

劣化診断指針
補修指針
施工管理指針
維持保全指針
耐久設計指針

このうち、耐久設計指針では、建築用仕上塗材、塗料の耐用年数の推定方法が定められている。同指針における耐用年数は、「塗り仕上げ面が劣化外力により、機能・性能が低下し、通常の修繕や一部分の補修では許容できる限界まで回復することができなくなり、施工後最初に修繕を行う時期」と定義された。

さらに、推定耐用年数は式2.1により求めることとされた。

$$Y=Y_s \times O \times D \times B \times C \times M \quad (\text{式 2.1})$$

Y	Y <sub>s</sub> : 標準耐用年数
	O: 材料による係数
	D: 地域環境による係数
	B: 部位による係数
	C: 施工水準による係数
	M: 維持保全による係数

標準耐用年数及び各係数についてもそれぞれ定められている。[別添資料A] に各係数の一覧を示す。

標準耐用年数は、表2.5に示す区分毎に示されている。

表2.5 「耐久性総プロ」で示された標準耐用年数

区分	外装塗り仕上材の種類		標準耐用年数 (年)
	例	JIS番号*	
塗料	アクリル樹脂エナメル	K 5654	6
薄付け仕上塗材	合成樹脂エマルジョン系リシン	A 6909	7
複層仕上塗材	アクリル系複層塗材E	A 6910	10
	アクリル系伸長形複層塗材E	A 6910	10
厚付け仕上塗材	セメント系厚塗材	A 6915	12

\*JIS番号は当時の番号。1995年にJIS A 6909 に統合されている。

これにより、設計者等の技術者が、使用環境や部位等、耐用年数に影響する要因を考慮し、耐用年数の予測を行い、目標とする耐用年数に応じた材料・部材の選択を行うことが可能となった。これらの成果は、後に旧建設省の官民連帯共同研究「外装材の補修・改修技術の開発」(1986-1990)における検討に反映された。

一方、近年の耐久設計に関する独立行政法人建築研究所の研究に「目的指向型耐久設計手法の開発」(2001～2004)がある。同検討において、建築実務者を対象に各種外装仕上げについて、寿命の最低及び最長の年数についてアンケートが行われた。一部を図2.1に示す。

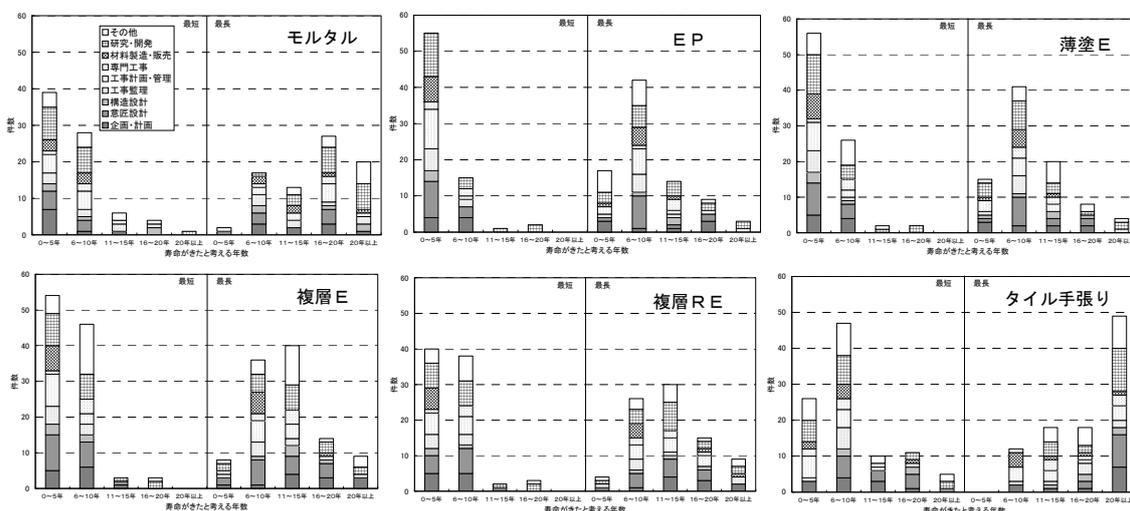


図2.1 外装仕上げの寿命の最短及び最長の年数<sup>(6)</sup>より一部抜粋

同報告での検討<sup>(6)</sup>によると、最短及び最長の年数について耐久性総プロ時の結果と大きな差はみられなかった。「耐久性総プロ」で示された耐用年数が実務者に広く浸透している結果とも考えられる。

## (2) ISO15686シリーズ

「耐久性総プロ」の成果は、その後、(社)日本建築学会の「建築物の耐久計画に関する考え方」<sup>7)</sup>(1988年)や「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に基づく「住宅性能表示制度」等に反映されるなど、国内で広く活用されている。

海外においても、「耐久性総プロ」の成果に基づくその後の検討等が国際規格であるISO15686シリーズに反映された。2000年に発行されたISO 15686 Buildings and constructed assets—Service life planning—Part 1: General principles<sup>8)</sup>では、「耐久性総プロ」の耐用年数推定式及び標準耐用年数が、“Factor Method”及び”Reference Service Life”(以降、リファレンスサービスライフと表記)として採用された。

リファレンスサービスライフは同規格で「Reference service life: service life that a building or part of building would expect(or is predicted to have) in a certain set(reference set) of in-use conditions <建築物またはその部分に期待される(または予想される)、ある特定の使用条件の組み合わせ(代表的組み合わせ)のもとでの耐用年数>」と定義された<sup>9)</sup>。

また、推定耐用年数の予測式として、以下の式2.2が示された。

$$\text{ESLS} = \text{RSLC} \times \text{factor A} \times \text{factor B} \times \text{factor C} \times \text{factor D} \times \text{factor E} \times \text{factor F} \\ \times \text{factor G} \quad \text{(式 2.2)}$$

ESLS: estimated service life of components (or assembly)-部品(構成材)の推定耐用年数

RSLC: reference service life of components (or assembly)-部品(構成材)のリファレンスサービスライフ

factor A: quality of components—部品の品質

factor B: design level—設計のレベル

factor C: work execution level—施工のレベル

factor D: indoor environment—屋内環境

factor E: outdoor environment—屋外環境

factor F: in-use conditions—使用条件

factor G: maintenance level—維持保全条件

ISO 15686シリーズは、現在までにPart 8 まで発効された。発効された規格は以下の通りである。

Part 1: General principles(基本事項)

Part 2: Service life prediction procedures(耐用年数予測方法)

Part 3: Performance audits and reviews(監査およびレビュー)

Part 5: Life-cycle costing(ライフサイクルコスト)

Part 6: Procedures for considering environmental impacts(環境インパクトへの配慮方法)

Part 7: Performance evaluation for feedback of service-life data from practice (耐用性に関する実践データをフィードバックさせるための性能評価)

Part 8: Reference service life and service-life estimation (リファレンスサービスライフおよび耐用年数予測)

さらに、以下について、規格案が現在検討されている。

Part 9: Guidance on assessment of service-life data (製品規格における耐用性評価および耐用宣言に関する要求に対するガイド)

Part 10: Levels of functional requirements and levels of serviceability — Principles, measurement and use (耐用年数予測における必要データ)

リファレンスサービスライフおよび耐用年数の推定方法については、ISO15686 Buildings and constructed assets-Service-life planning -Part 8: Reference service Life and service-life estimation (リファレンスサービスライフおよび耐用年数予測)<sup>10)</sup>で規定されている。

同規格の5.4.4.1で取得した耐久性、耐用性に関する情報やデータを用いてリファレンスサービスライフのデータとする方法、データの記録方法が示されており、リファレンスサービスライフのデータ記録項目は、a)コードNo、b)適用、c)材料・部材種別、d)手法・データの性格、e)代表的使用環境、f)劣化要因、g)極限特性と要求性能、h)リファレンスサービスライフ、i)データの品質、j)データの信頼性、k)参考・引用文献、l)詳細情報入手法とされている。

耐久性総プロ後、外装材に関する耐久性、耐用性のデータは多数取得されている。データの収集にあたっては、上記の項目に配慮することが望ましい。

### (3) 外装塗り仕上げ材の耐用年数に関する最近の研究事例

社団法人建築業協会(BCS)材料施工専門部会 仕上材料研究会 耐久性 WG において、2005 年から、現在の一般的な塗装仕様について、リファレンスサービスライフの調査が行われている。本稿では、その概要と現在までに得られた成果の概要を紹介する。これらの成果は日本建築学会大会、日本建築仕上学会大会などで発表されている<sup>11~16)</sup>。詳細は[別添資料B]に示す。

同検討では、外装塗り仕上げ材製造者へのアンケート調査を行い、各種の塗り仕上げについて表面劣化に相当する“美観維持”、“躯体・素地保護”の2つの観点から標準耐用年数の回答を求め、分析を行っている。また、得られたアンケート結果をエキスパートの知見と位置づけ、塗料、建築用仕上塗材(複層塗材E、上塗り材4系統)、焼付け塗装を対象とし、美観維持の観点からの表面劣化に関してリファレンスサービスライフの設定がなされた。設定されたリファレンスサービスライフを表2.6~2.8に示す(表中のRSLCがリファレンスサービスライフ)。躯体・素地保護の観点からのリファレンスサービスライフについては、参考値として提示された。

同研究で設定されたリファレンスサービスライフは、製造者へのアンケート調査に基づいていることから、2.2.2で紹介したISO15686-1中で示された推定耐用年数の計算式(式2.2)における

“RSLC×factorA(部品の品質)”に相当し塗料・仕上塗材の品質の要素を加味していることが推定される。

式2.2の各要素について詳細に検討された例はこれまでほとんど見あらず、厳密な意味でのリファレンスサービスライフの設定にあたっては要素の影響度合いの判断は難しい。データ取得における前提条件をよく見極める必要がある。

表 2.6 設定された仕上塗材の美観上のリファレンスサービスライフ

種類	上塗り材の溶媒	上塗り材の樹脂	回答数	中央値	平均値	標準偏差	仮RSLC
複層塗材E	溶剤系	アクリル系	14	4.5	4.6	1.2	4
		ウレタン系	13	7.0	6.8	1.7	7
		アクリルシリコン系	10	10.5	11.1	3.1	10
		ふっ素系	8	12.0	12.0	3.2	13
	弱溶剤系	アクリル系	4	4.0	4.5	1.0	4
		ウレタン系	9	7.0	6.8	1.8	7
		アクリルシリコン系	10	9.5	10.1	2.5	9
		ふっ素系	5	12.0	12.4	2.3	12
	水系	アクリル系	13	5.0	5.2	2.0	5
		ウレタン系	12	7.0	6.9	1.4	7
		アクリルシリコン系	12	9.0	9.8	2.1	9
		ふっ素系	9	12.0	11.6	2.5	11

表 2.7 設定された塗料の美観上のリファレンスサービスライフ

素地	上塗り塗料	回答数	中央値	平均値	標準偏差	仮RSLC
コンクリート面	アクリル樹脂エナメル	13	4.0	4.0	1.4	4
	2液形ポリウレタンエナメル	12	7.0	6.8	1.7	7
	アクリルシリコン樹脂エナメル	12	9.5	10.1	2.2	10
	常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル	10	14.5	13.8	3.5	14
鉄鋼面	2液形ポリウレタンエナメル	6	8.0	8.0	1.1	7
	アクリルシリコン樹脂エナメル	6	12.5	11.7	2.3	12
	常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル	6	15.0	14.5	4.1	15
亜鉛めっき鋼面	2液形ポリウレタンエナメル	7	7.0	7.6	1.3	7
	アクリルシリコン樹脂エナメル	7	11.0	10.9	1.7	12
	常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル	7	15.0	13.4	3.0	15

表 2.8 設定された焼付け塗装の美観上のリファレンスサービスライフ

種類	塗装仕様	回答数	中央値	平均値	標準偏差	仮RSLC
焼付け塗装	熱硬化形アクリル樹脂塗料塗り	5	5.0	5.6	1.9	5
	熱硬化形1液ウレタン樹脂塗料塗り	5	10.0	9.0	2.6	10
	熱硬化形ふっ素樹脂塗料塗り	5	15.0	15.0	5.0	15
	熱可塑性ふっ素樹脂塗料塗り	5	20.0	17.0	4.5	15

さらに、同調査においては設定された美観上のリファレンスサービスライフについて妥当性の検証がなされている。樹脂の劣化程度の指標として一般的である光沢保持率、さらには実用的な指標である白亜化度との対応が検討された。これにより、「外部環境要因factorEによる影響も考慮する必要があるものの、光沢保持率が30%程度に低下するまでの年数が、仮設定したリファレンスサービスライフとほぼ同等の年数である」、「光沢保持率30%という値は、軽微な白亜化度（CK1、CK2）から重度の白亜化度（CK4、CK5）に移行する過渡期と考えられ、白亜化度（CK3）と概ね対応している」ことが確認された。

## 2.2.3 建築用仕上塗材の中性化抑制効果

### (1) 本項の概要

鉄筋コンクリート造部材に施工される建築用仕上塗材は、一般にコンクリートの中性化抑制効果を有するとされている。しかし、従来、各建築用仕上塗材がどの程度の効果を有するか事例的研究は多数報告されているものの、それらを各建築用仕上塗材毎に整理されたものがなかったのが現状である。ここでは、近年の研究成果から、建築業協会の研究<sup>17,18)</sup>、独立行政法人建築研究所における研究<sup>19)</sup>をとりあげ、各種仕上塗材の中性化抑制効果の把握状況について示す。

### (2) 建築用仕上塗材の中性化抑制効果評価の考え方

図 2.2 に、代表的な仕上材を施工した場合の中性化進行の概念を示す。一般に、コンクリートの中性化進行は時間の平方根に比例するとされている(図中①)。既往の研究においては、この考え方に従うものとして、仕上材の中性化抑制効果の提案がなされている。既往の多くの研究においては、コンクリートの中性化速度係数Aが仕上材の影響によって低減係数を乗じた分だけ低減された値となるとしている。JASS5-2009<sup>20)</sup>では、仕上材のない場合との比として、「中性化率」としてこの低減係数を表現している。

一方、馬場らは、理論的考察と促進中性化試験の結果に基づき、仕上材のある場合の中性化の進行について次の図中の③、④の式を提案している<sup>21)</sup>。仕上材による中性化抑制効果について、その仕上材がどの程度の、中性化の進行を遅らせることができるのかを、「中性化抵抗R」として表したものである。③はセメント系仕上材(仕上材自らが中性化するもの)、④は非セメント系仕上材(仕上材が中性化しないもの)の場合を示している。A・Rは仕上材をコンクリートのかぶり厚さに換算したもの(以下、「等価かぶり厚さ」という。)であり、R又はA・Rを用いることで中性化抑制効果を評価できるとしている。

ここでは、「中性化率」と「中性化抵抗 R」に基づく評価について代表事例を次に示す。

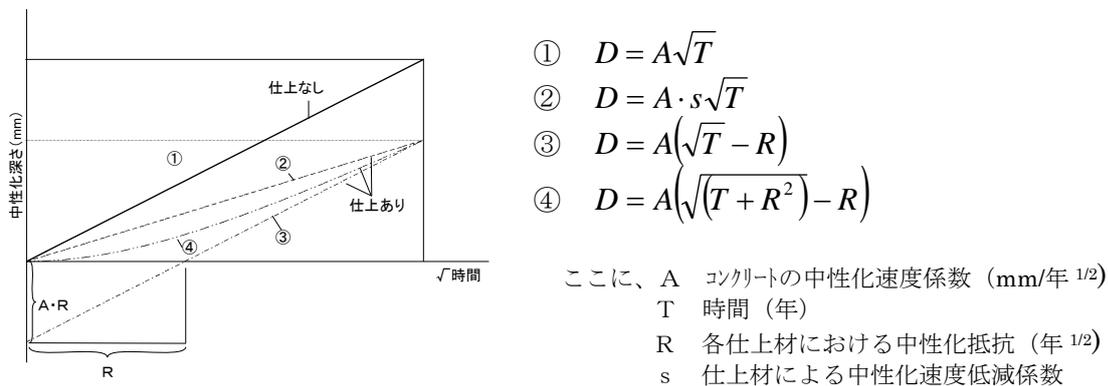


図 2.2 中性化進行の概念図

### (3) (社)建築業協会の検討

(社)建築業協会では、2006年2月から2008年12月までの活動において、各種仕上げ材の中性化率について文献調査の結果や実験値などから提案を行っている<sup>17,18)</sup>。ここでは、その概要を紹介し、詳細を【別添資料C】に示す。

文献調査は論文集を対象とし、既存建築物の実測データ、屋外暴露試験、促進中性化試験のデータから372のデータが抽出された。さらに、データの充実や補足のため、建築物の実態調査と促進中性化試験等が行われた。

検討の結果、中性化抑制効果の評価基準として表2.9が示された。

表 2.9 コンクリートの中性化抑制効果の評価基準

評価基準	中性化率
中性化抑制効果が極めて高いもしくは非常に高い	0.3 以下
中性化抑制効果が高い	0.5 以下
中性化抑制効果がある	0.7 以下

また、一般的な仕上げ材を対象に、仕上げ材の種類別の中性化率が検討され、表2.10のように提案された。

この結果から、「仕上げ材の中では、塗膜防水材の中性化抑制効果が極めて高く、複層塗材、厚付け仕上塗材の中性化抑制効果も高い」「タイル張りについては中性化抑制効果が極めて高い」ことが確認された。なお、表中のデータのうち、「防水形複層塗材 E については、促進試験で膜厚を1/2としたデータも含まれており、安全側の数値である」こと、「薄付け仕上塗材やエマルジョンペイント塗りは、ばらつきが大きい」ことについては注意が必要とのことであった。

また、仕上げ材を施したコンクリートのトレント法<sup>22)</sup>による透気係数測定結果から、透気係数が大きいほど中性化深さが大きくなる傾向が得られ、透気係数が $0.05 \times 10^{-16} \text{m}^2$ 以下であれば中性化率が0.3以下となり、極めて高い中性化抑制効果を有することが確認された。測定結果に基づく中性化率と透気係数の関係の提案値を表2.11に示す。

表 2.10 各種仕上げ材の中性化率の提案値

分類	分類別 中性化率	仕上げの種類	種類別 中性化率
複層塗材	0.32	複層塗材 E	0.22
		複層塗材 RE	0.30
		防水形複層塗材 E	0.40*
		防水形複層塗材 RE	0.08
		可とう形複層塗材 CE	0.00
		防水形複層塗材 RS	0.00
薄付け仕上塗材	1.02	外装薄塗材 E	1.02
		可とう形外装薄塗材 E	0.86
		防水形外装薄塗材 E	0.68
厚付け仕上塗材	0.35	外装厚塗材 C	0.31
		外装厚塗材 E	0.35
塗膜防水材	0.10	アクリルウレタン系	0.00
		アクリルゴム系	0.12*
		アクリル系	0.32*
		ウレタンゴム系	0.00
		外装塗膜防水材	0.09
		ウレタン系	0.00
塗料	0.81	エナメル塗り	0.12
		エマルジョンペイント塗り	0.64
		ワニス塗り	0.81
下地調整塗材	0.87	セメント系 C-1	0.61
		セメント系厚塗材 CM-1、2	0.87
		合成樹脂エマルジョン系 E	0.29
外装タイル (直張り工法)	0.22	磁器質タイル下	0.14
		目地下(目地幅 5mm)	0.22

注 1: 表中の数字は中性化率の最大値を示す。

注 2: 種類別中性化率のうち、分類別中性化率で外れ値となったものには、\*を付けた。

注 3: 防水形複層塗材 E は、促進試験で所定の 1/2 の厚さで試験したものもあるため、安全側の数値である。

表 2.11 中性化率と透気係数の関係

中性化率評価	0.3 以下	0.3~0.7	0.7 を超える
中性化率に対応する 透気係数 Kt ( $\times 10^{-16} \text{m}^2$ )	0.05 以下	0.05~1.69	1.69 超

#### (4) 建築研究所の研究<sup>19)</sup>

独立行政法人建築研究所では、研究課題「目的指向型耐久設計手法の開発」(平成 13 年～15 年)において、各種仕上塗材および塗料を施工したコンクリートの促進中性化試験結果および屋外暴露試験結果を文献より収集し、仕上材種類毎の中性化抵抗の程度を示した。表 2.12 にその結果を示す。一部にかなりばらつきが大きい結果があり、仕上塗材毎の中性化抵抗の目安とするためにはさらに多くのデータの蓄積が必要であるとしている<sup>19)</sup>。

表 2.12 中性化抵抗 R の例<sup>19)</sup>を元に構成

仕上塗材種類	n	R (year <sup>1/2</sup> )	
		平均値	標準偏差
薄塗材Si	1	0.11	—
薄塗材C	2	0.04	—
薄塗材E	9	0.27	1.76
可とう形薄塗材E	4	4.05	8.56
防水形薄塗材E	4	2.80	2.69
厚塗材C	1	0.51	—
厚塗材E	3	0.40	0.33
複層塗材C	1	0.48	—
複層塗材CE	5	1.22	0.68
防水形複層塗材CE	2	3.85	—
複層塗材Si	2	3.20	—
複層塗材E	9	2.13	1.86
防水形複層塗材E	7	2.83	1.36
複層塗材RE	5	3.74	7.79
複層塗材RS	2	4.35	—
防水形複層塗材RS	1	0.90	—
アクリルエナメル	6	1.78	1.25
マスチックE	1	15.87	—

#### (5) 仕上塗材の中性化抑制効果に関する課題

仕上塗材および塗料の中性化抑制効果を、耐久設計や維持管理に活用するにあたり、まだ多くの課題が残されている。以下にその主要なものを示す。

まず、製品毎に中性化抑制効果の目安を示すとした場合、その試験法が問題となる。一般にモルタルまたはコンクリートで作製した試験板に仕上材を施工し、促進中性化試験を行うことが考えられるが、試験板の調合・養生条件によって結果が異なることから、比較可能な結果を得るには厳密な条件の管理が要求されることになる。また、塗膜のみで透気性、透湿性等を測定することが考えられるが、ピンホールなどの影響で、ばらつきが大きくなることも考えられ、適切な試験方法の整備が必要といえる。

また、仕上塗材および塗料の種類が多様であることに加え、施工状況によって中性化抑制効果が異なると考えられるため、現場で施工されたもので確認することが必要である。建築業

協会の検討では、透気試験(トレント法)に基づく透気係数による評価を提案している<sup>23)</sup>。しかし、コンクリートの含水状態等の影響を考慮する必要がある等、課題が残されている。

さらに、仕上塗材自体が劣化した場合の中性化抑制効果の変化は明らかではなく、どのように劣化を考慮するかも今後の課題と考えられる。

#### 2.2.4 材料規格における外装塗り仕上げ材の劣化区分に関する調査

建築材料・部材の長寿命化に伴い、高耐久性能を備えた外装塗り仕上げ材が開発され、市場に出回っている。今回、仕上塗材及び塗料に関して材料規格における劣化区分を把握するため「建築物の耐久性向上技術の開発」(建設省総合技術開発プロジェクト)以降に追加・変更されたJIS製品等に関して主に促進耐候性試験における規定を調査した。本調査においては、金属系下地に使用する「さび止めペイント」及び「廃止されたが重要と思われる規格」も調査対象として盛り込んだ。

調査内容はグレードの一覧として表 2.13 にまとめた。これらのJISに規定される製品の品質は「施工や作業に関わる性能」、「比較的短期間を想定した耐久性能」、「長期間を想定した耐久性能」及び「組成由来のVOCに関わる性能」について規定されているが、ここでは主に耐久性に絞って抽出した。全体的に耐久性の評価内容は長期間の耐久性を担保すべく、暴露時間が延長されている傾向にある。特に鋼構造物用耐候性塗料(JISK5659:2008)の1級はキセノンウエザーメーター2000 時間の試験を規定している。また、建築用仕上塗材(JISA6909:2010)では耐候形の区分を設け、耐候形1種ではキセノンウエザーメーター2500 時間の試験を規定している。また、個々の試験方法は国際整合化が図られ、ほとんどが JISK5600(塗料一般試験方法)を引用している。この点が「建設省総合技術開発プロジェクト」から大きく変わった内容である。

次に、表 2.14 に耐久性総プロで提示された各種塗料の標準耐用年数とJIS等における促進耐候性試験における規定との関係を示す。更に、代表的な塗料について総プロ時の標準耐用年数と促進耐候性試験における試験時間との相関性を図 2.3 に示す。

表 2.14 及び図 2.3 から、標準耐用年数が長い塗料については材料規格における促進耐候性試験の試験時間が長くなっていることが理解できる。長期耐久性を期待できる塗料については、材料規格における促進耐候性試験の試験時間や屋外暴露試験における暴露期間をより長期設定することが望ましい。しかし、長時間にわたる促進耐候性試験や屋外暴露試験は製品の開発・改良を迅速化する上では大きな制約となっている。

このような点を考慮して、耐久性の高い外装塗り仕上げの促進耐候性試験方法や試験時間、屋外暴露試験条件や暴露期間等を合理的に設定する必要がある。

表 2.13 仕上げ塗材及び塗料の劣化区分に関する調査結果（塗料の区分と耐久性 1/2）

整理番号	塗料名称	規格	区分(上段)、耐久性の規定概要(下段)		
1	アルミニウムペイント	JIS K5492	区分なし		
2	油性調合ペイント	JIS K5511	白ペイント 促進黄褐色試験あり	淡彩ペイント 耐光性100h	色ペイント 耐光性100h
3	合成樹脂調合ペイント	JIS K5516	1種 Xe 240h、屋外暴露 1年	2種上塗り用 Xe 240h、屋外暴露 2年	2種中塗り用 耐候性なし
4	ニトロセルロースラッカー	JIS K5531	クリヤーラッカー	ラッカーエナメル	
5	ラッカー系シーラー	JIS K5533	ウッドシーラー 耐アルカリ性試験なし	サンジグシーラー 耐アルカリ性試験あり	
6	ラッカー系下地塗料	JIS K5535	ラッカープライマー	ラッカーパテ	ラッカーサーフェーサー
7	構造物用さび止めペイント	JIS K5551	A種(反応硬化エポキシ); 膜厚30μm 屋外暴露2年	B種(反応硬化エポキシ); 膜厚60μm 屋外暴露2年	C種1号(エポキシ又は変性ウレタン)60μm 常温施工用、屋外暴露2年 C種2号(エポキシ又は変性ウレタン)60μm 低温施工用、屋外暴露2年
8	シンクリッチプライマー	JIS K5552	1種; 無機アルキルシリケートビヒクル 屋外暴露 6ヶ月	2種; 有機エポキシビヒクル(2液型) 屋外暴露 6ヶ月	
9	厚膜形シンクリッチペイント	JIS K5553	1種; 無機アルキルシリケートビヒクル 屋外暴露 2年	2種; 有機エポキシビヒクル(2液型) 屋外暴露 2年	
10	フェノール樹脂系雲母状酸化鉄塗料 注1)	JIS K5554-2002	区分なし		
11	フタル酸樹脂エナメル	JIS K5572	1種; 屋内 耐候性なし	2種; 屋外 屋外暴露1年、Xe240h	3種; 屋内外、速乾性 屋外暴露1年、Xe240h
12	塩化ビニル樹脂エナメル	JIS K5582	1種; 屋内	2種; 屋外	
13	塩化ビニルプライマー 注1)	JIS K5583-2003	区分なし		
14	油性系下地塗料	JIS K5591	オイルプライマー(金属地肌塗り用)	オイルパテ(下地塗り用)	オイルサーフェーサー(中塗り用)
15	一般さび止めペイント	JIS K5621	1種; 屋内外用、ボイル油系 サイクル腐食性 28サイクル、防錆性 6ヶ月	2種; 屋内外用、有機溶剤系 サイクル腐食性 20サイクル、防錆性 3ヶ月	3種; 屋内外用、有機溶剤系、速乾性 4種; 屋内用、水を揮発成分とする
16	鉛丹さび止めペイント	JIS K5622	1種; ボイル油をビヒクル Xe60h+耐複合サイクル36サイクル、防錆性 24ヶ月	2種; ワニスをビヒクル Xe60h+耐複合サイクル36サイクル、防錆性 24ヶ月	
17	亜酸化鉛さび止めペイント	JIS K5623	1種; ボイル油をビヒクル Xe60h+耐複合サイクル36サイクル、防錆性 24ヶ月	2種; フタル酸樹脂ワニスをビヒクル Xe60h+耐複合サイクル36サイクル、防錆性 24ヶ月	
18	塩基性クロム酸鉛さび止めペイント	JIS K5624	1種; ボイル油をビヒクル Xe60h+耐複合サイクル36サイクル、防錆性 24ヶ月	2種; フタル酸樹脂ワニスをビヒクル Xe60h+耐複合サイクル36サイクル、防錆性 24ヶ月	
19	シアナミド鉛さび止めペイント	JIS K5625	1種; ボイル油をビヒクル Xe60h+耐複合サイクル36サイクル、防錆性 24ヶ月	2種; フタル酸樹脂ワニスをビヒクル Xe60h+耐複合サイクル36サイクル、防錆性 24ヶ月	
20	ジメチルクロム酸鉛さび止めペイント	JIS K5627	A; 二酸化チタン含有、軽金属用 Xe60h+耐複合サイクル36サイクル、防錆性 24ヶ月	B; 酸化鉄含有、鉄鋼用	
21	鉛丹ジメチルクロム酸鉛さび止めペイント	JIS K5628	区分なし		
22	鉛酸カルシウムさび止めペイント	JIS K5629	区分なし		
23	エッチングプライマー	JIS K5633	1種; 金属下地の付着性強化	2種; 施工までの一時的防錆 主剤+添加剤の混合物は屋外暴露3ヶ月	
24	塩化ゴム系塗料 注1)	JIS K5639-2002	下塗り	中塗り	上塗り Xe300h、屋外暴露2年
25	カシュー樹脂塗料 注1)	JIS K5641-2002	ワニス1種; 「透きつや漆」に似た色つや	ワニス2種; 「なし地漆」に似た色つや	ワニス3種; 淡色かつ漆に似たつや カシュー樹脂エナメル 耐光性 100h
26	カシュー樹脂下地塗料 注1)	JIS K5646-2002	プライマー; 金属の地肌用 耐塩水性あり	パテ; 木部の下塗り用 加熱安定性あり	サーフェーサー; 木部の中塗り用
27	アミノアルキド樹脂塗料	JIS K5651	クリヤー、1種; エナメル1種の仕上げ塗り用 塩水噴霧48h、Xe720h、屋外暴露2年 エナメル1種 耐候性を重視する上塗り 塩水噴霧72h、Xe720h、屋外暴露2年	クリヤー、2種; エナメル2種の仕上げ塗り用 塩水噴霧48h、Xe360h エナメル2種1号; 低温焼き付けの上塗り 塩水噴霧48h、Xe360h	エナメル2種2号; 一般焼付の上塗り 塩水噴霧72h、Xe360h エナメル3種; 耐食性を重視する焼付の上塗り 塩水噴霧96h、Xe360h、屋外暴露2年
28	アクリル樹脂エナメル 注1)	JIS K5654-2003	区分なし		
29	建築用ポリウレタン樹脂塗料 注1)	JIS K5656-2003	区分なし		
30	建築用ふっ素樹脂塗料	JIS K5658	区分なし		
			注1) 統合され、廃止された規格であるが、参考に掲げた。		* 耐久性の性能規定の概要を、各規格の下段に付記した。

注:年号の記載のないJISは調査当時の最新の規格を参照

表 2.13 仕上げ塗材及び塗料の劣化区分に関する調査結果（塗料の区分と耐久性 2/2）

整理番号	塗料名称	規格	区分(上段)、耐久性の規定概要(下段)			
			上塗り 1級 Xe 2000h、屋外暴露2年	上塗り 2級 Xe 1000h、屋外暴露2年	上塗り 3級 Xe 500h、屋外暴露2年	中塗り
31	鋼構造用耐候性塗料	JIS K5659				
32	つや有合成樹脂エマルジョンペイント	JIS K5660	区分なし			
33	合成樹脂エマルジョンペイント及びシーラー	JIS K5663	1種;主として屋外用 Xe 240h、屋外暴露1年	2種;主として屋内用	シーラーは附属書による	
34	ターレボキシ樹脂塗料 注1)	JIS K5664-2002	1種;長期耐久性、耐油性、耐薬品性に優れる 耐揮発油性あり	2種;防食、耐油、耐薬、耐水性をもつ 耐油性あり	3種;耐食、耐水性あり(耐油、耐薬品性不要)	
35	多彩模様塗料	JIS K5667	1種;主として屋外用 屋外暴露1年	2種;主として屋内用 耐光性100h		
36	合成樹脂エマルジョン模様塗料	JIS K5668	1種;主として屋外用 Xe240h、屋外暴露1年	2種;主として屋内用	3種;主として屋内の天井用	
37	合成樹脂エマルジョンパテ	JIS K5669	耐水形薄付け用;塗付け膜厚が最大0.5mm 耐水性、耐アルカリ性試験あり	耐水形厚付け用;塗付け膜厚が最大1.5mm 耐水性、耐アルカリ性試験あり	一般形薄付け用;塗付け膜厚が最大0.5mm	一般形厚付け用;塗付け膜厚が最大1.5mm
38	アクリル樹脂系非水分散形塗料	JIS K5670	区分なし			
39	鉛・クロムフリーさび止めペイント	JIS K5674	1種;有機溶剤を揮発成分とする。 サイクル腐食性36サイクル	2種;水を主要な揮発成分とする。		
40	家庭用屋内壁塗料	JIS K5960	1種;浴室・台所用 耐水、耐湿、かび抵抗性試験あり	2種;内部・一般用		
41	建築用塗膜防水材	JIS A6021	屋根用;ウレタンゴム系、1類、2類 SWM 250h (ただし2類はSWM規定なし)	屋根用;アクリルゴム系 SWM 250h	屋根用;クロロプレンゴム系 SWM 250h	屋根用;ゴムアスファルト系
			外壁用;アクリルゴム系 SWM 250h	外壁用;ウレタンゴム系 SWM 250h	外壁用;クロロプレンゴム系 SWM 250h	外壁用;シリコンゴム系 SWM 250h
42	建築用仕上塗材	JIS A6909	耐候性 A法(無機系以外に適用) Xe;300h	耐候形1種(複層、可とう改修用に適用) Xe;2500h	耐候形2種(複層、可とう改修用に適用) Xe;2000h	耐候形3種(複層、可とう改修用に適用) Xe;600h
43	建築用下地調整材	JIS A6916	セメント系下地調整塗材;1種 仕上材及び塗料に適用	セメント系下地調整塗材;2種 全ての仕上材に適用、1種より性能基準が高	セメント系下地調整厚塗材;1種 仕上材及び塗料に適用	セメント系下地調整厚塗材;2種 全ての仕上材に適用、1種より性能基準が高い * 耐久性の性能規定の概要を、各規格の下段に付記した。

注:年号の記載のないJISは調査当時の最新の規格を参照

表 2.14 耐久性総プロで提示された各種塗料の標準耐用年数と JIS 等における促進耐候性試験における規定との関係

塗料の種類	Ys×O (年) 注1)	JISによる耐候性の品質				
		規格番号	試験方法	塗料の品質 区分	品質基準	
					白亜化 等級	光沢保持率 (%)
合成樹脂エマルジョン ペイント	4	K5663-2003	キセノンランプ240時間	1種	1以下	—
			屋外暴露1年		—	
つや有り合成樹脂エ マルジョンペイント	5	K5660-2008	キセノンランプ480時間	なし	1以下	60以上
			屋外暴露1年		2以下	—
アクリル樹脂ワニス	6	K5653-2003 注2)	キセノンランプ720時間	なし	—	—
			屋外暴露1年		—	—
アクリル樹脂エナメル	6	K5654-2003 注2)	キセノンランプ480時間	なし	1以下	70以上
			屋外暴露2年		3以下	—
2液形ポリウレタン樹 脂ワニス	7	JASS 18M- 502 注3)	屋外暴露1年	なし	—	—
2液形ポリウレタン樹 脂エナメル	7	K5658-2010 注4)	キセノンランプ2500時間	1級	1以下	80以上
			屋外暴露2年			60以上
			キセノンランプ1200時間	2級	1以下	80以上
			屋外暴露2年			2以下
			キセノンランプ600時間	3級	1以下	70以上
屋外暴露2年	3以下	30以上				
塩化ビニル樹脂エナメ ル	5	K5582-2003	キセノンランプ720時間	2種	3以下	70以上
			屋外暴露1年			—
ふっ素樹脂塗料	8	K5658-2010 注4)	キセノンランプ2500時間	1級	1以下	80以上
			屋外暴露2年			60以上
			キセノンランプ1200時間	2級	1以下	80以上
			屋外暴露2年			2以下
			キセノンランプ600時間	3級	1以下	70以上
屋外暴露2年	3以下	30以上				

注1) Ys×O : 耐久性総プロで提案された標準仕様に基づいた場合の塗料ごとの耐用年数

注2) 2009年に廃止

注3) 対応するJISなし。建築工事標準仕様書(JASS 18)の材料規格による

注4) 2010年ご「建築用耐候性上塗り塗料」として統合

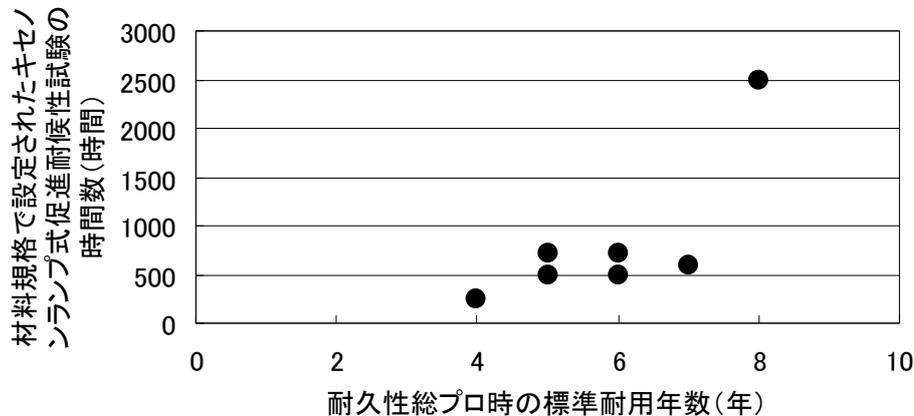


図 2.3 材料規格における促進耐候性試験の試験時間と  
耐久性総プロ時の標準耐用年数との関係

## 2.2.5 リファレンスサービスライフの提案

### (1)設定の基本方針

建築用仕上塗材、建築用塗料(コンクリート・モルタル面)のリファレンスサービスライフの設定では、設定根拠や設定のベースとなる資料の特性・信頼性等が重要であり、ISO15686 Buildings and constructed assets – Service life planning – Part8 Reference service life and service-life estimation (リファレンスサービスライフおよび耐用年数予測)では 2.2.4 で述べた通り、設定にあたってのデータの特性を明示するよう求めている。本検討においても、データの特性等を記述しつつ設定を行う。

本検討におけるリファレンスサービスライフの設定では、2.2.3 で概要を述べた(社)建築業協会が実施したアンケート調査結果を踏まえ提案したリファレンスサービスライフを基に検討し、さらに専門家判断により調整を行い提示する。

### (2)設定の前提条件

本検討では、ISO15686 シリーズにならい、“リファレンスサービスライフ”の呼称を用い提示を行うものの、同規格における Factor Method (耐用年数推定式、式 2.2)の各係数についての考え方はまだ詳細な規定がないため、耐用年数推定式および各係数の定め方については「耐久性総プロ」で提示されたもの(式 2.1、別添資料1)を準用する。

「耐久性総プロ」では、標準耐用年数について、“標準的な仕様で、標準地域に施工された材料の耐用年数”と定めている。つまり、式 2.1 において、係数 O(材料による係数)、D(地域環境による係数)、B(部位による係数)、C(施工水準による係数)、M(維持保全による係数)をいずれも1とした場合を標準と考える。いずれの係数も1である場合、推定耐用年数が標準耐用年数と等しくなる。本検討の基礎的資料として参照する 2.2.2 で概要を述べた(社)建築業協会の調査結果についても、推定耐用年数を予測する各係数をいずれも 1 として検討されたという前提で取り扱うこととする。

なお、(社)建築業協会の検討では“美観維持”、“躯体・素地保護”の2つの観点からリファレンス

サービスライフが提案されている(“躯体・素地保護”については参考値として提示)。同検討で物性値により妥当性の検証が行われた美観維持の観点からのリファレンスサービスライフについてのみを対象とする。「耐久性総プロ」においては、下地の保護機能に重点をおいて耐用年数の推定に関する考え方が提示されており、単純な比較はできないものの、美観に関する劣化現象(例えば汚れ、摩耗、ふくれ、割れ、はがれ、付着性等)は下地の保護とも関連があることから、本検討で提示するリファレンスサービスライフと「耐久性総プロ」で提示された標準耐用年数には一定の関連性があると推量される。

### (3)リファレンスサービスライフの検討

(1)で述べた設定の基本方針に従い設定した、表 2.15、表 2.16 に建築用仕上塗材および建築用塗料のリファレンスサービスライフをそれぞれ示す。(社)建築業界のアンケート調査に基づくリファレンスサービスライフを( )で併記している。どちらのリファレンスサービスライフが正しいということではなく、設定根拠を理解して、2つの RSL を使い分けるのが望ましい。

表 2.15 建築用仕上塗材のリファレンスサービスライフ(案)

○美観維持の観点からのリファレンスサービスライフ

仕上塗材種類		RSL(年)
薄付け仕上塗材仕上げ	外装薄塗材	4
	可とう形外装薄塗材	4
	防水形外装薄塗材	7 (5)
厚付け仕上塗材仕上げ	外装厚塗材C	7 (6)
	外装厚塗材Si	
	外装厚塗材E	
複層仕上塗材仕上げ	複層塗材CE	7
	複層塗材Si	
	複層塗材E	
	複層塗材RE	
	可とう形複層塗材CE	
	複層塗材RS	
防水形複層仕上塗材仕上げ	防水形複層塗材CE	7
	防水形複層塗材E	
	防水形複層塗材RE	
	防水形複層塗材RS	

○上塗材の溶媒に関する係数

溶媒種類	係数 $O_1$
溶剤系・弱溶剤系	1.0
水系	1.0
	1.1*
	(1.0)

\*アクリル系上塗材の場合

○上塗材の樹脂に関する係数

樹脂種類	係数 $O_2$
アクリル系	0.6
耐候形3種(ウレタン系)	1.0
耐候形2種(アクリルシリコン系)	1.4
耐候形1種(ふっ素系)	2.0 (1.8)

\*()内は想定した樹脂の種類

表 2.16 建築用塗料のリファレンスサービスマイフ(案)

塗装系統(建築工事監理指針の分類に準じる)	美観維持
アクリル樹脂非水分散形塗料塗り(NAD)	4
耐候性塗料塗り(DP)	
耐候性上塗り塗料3級 2液形ホリウレタンエナメル塗り(2-UE)	7
耐候性上塗り塗料2級 アクリルシリコン樹脂エナメル塗り(2-ASE)	10
耐候性上塗り塗料1級 常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル塗り(2-FUE)	14
つや有り合成樹脂エマルジョンペイント塗り(EP-G)	4
合成樹脂エマルジョンペイント塗り(EP)	3
アクリル樹脂エナメル塗り(AE)	4

塗装系統(JASS18の分類に準じる)	美観維持
アクリル樹脂ワニス塗り(AC)	4(5)
2液形ホリウレタンワニス塗り(2-UC)	7
アクリルシリコン樹脂ワニス塗り(2-ASC)	10(11)
常温乾燥形ふっ素樹脂ワニス塗り(2-FUC)	14(15)
塩化ビニル樹脂エナメル塗り(VE)	4
アクリル樹脂エナメル塗り(AE)	4
アクリル樹脂系非水分散形塗料塗り(NADE)	4
2液形ホリウレタンエナメル塗り(2-UE)	7
弱溶剤系2液形ホリウレタンエナメル塗り(LS2-UE)	6
アクリルシリコン樹脂エナメル塗り(2-ASE)	10
常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル塗り(2-FUE)	14
2液形エポキシ樹脂エナメル塗り(2-XE)	—
合成樹脂エマルジョンペイント塗り(EP)	3
つや有り合成樹脂エマルジョンペイント塗り(EP-G)	4
ホリウレタンエマルジョンペイント塗り(UEP)	7

以下、設定の経緯を記述する。

①建築業協会によるアンケート調査結果<sup>11)~16)</sup>の編集経過

<建築用仕上塗材>

建築用仕上塗材の結果は仕上塗材の種類、上塗材の溶媒、樹脂毎に示されている。結果から、仕上塗材の種類、上塗材の種類等により年数に傾向があることが確認されたため、簡便に用いることのできるよう、仕上塗材の種類ごとのリファレンスサービスマイフ、上塗材の種類による係数を整理し、示すこととした。

薄付け仕上塗材仕上げについては、外装薄塗材の種類、可とう形外装薄塗材の種類によらず美観が維持される年数が変わらないため、まとめて提示することとし、外装薄塗材を4年、可とう形

外装薄塗材を4年、防水形外装薄塗材を5年とした。

厚付け仕上塗材仕上げ、複層仕上塗材仕上げ、防水形複層仕上塗材仕上げについては、同じ仕上塗材の種類においては、主材により美観が維持される年数がほとんど変わらず、また上塗材の種類による年数の傾向がほぼ同様である。このため、主材ごとに区分せずまとめて示し、さらに上塗材の溶媒、樹脂毎に係数を設定することとした。

溶媒の種類による年数の違いをみると、弱溶剤系の結果が耐候形2種に該当する「アクリルシリコン系上塗材」、「耐候形1種に該当するふっ素系上塗材」において溶剤系に比して若干の年数が短いものの、溶剤系とほぼ同等である。また、水系ではアクリル系において溶剤系、弱溶剤系に比して若干年数が長く、また、「耐候形2種に該当するアクリルシリコン系上塗材の場合」、「耐候形1種に該当するふっ素系上塗材の場合」において溶剤系に比して若干年数が短いものの、全体としては溶剤系、弱溶剤系と大きな差は見られなかった。これにより、いずれの溶媒についても係数は1.0とする。

一方、上塗り材の種類による年数の違いについては、おおむね「アクリル系」、「耐候形3種に該当するウレタン系上塗材」、「耐候形2種に該当するアクリルシリコン系上塗材」、「耐候形1種に該当するふっ素系上塗材」の順に年数が長い結果となっている。そこで、便宜上「耐候形3種に該当するウレタン系上塗材」を係数1.0とし、各樹脂の種類における年数との比率から、「アクリル系」を0.6、「耐候形2種に該当するアクリルシリコン系上塗材」を1.4、「耐候形1種に該当するふっ素系上塗材」を1.8と設定する。

上塗材の溶媒の係数をいずれも1.0と設定し、「耐候形3種に該当するウレタン系上塗材」を1.0としたことから、各溶媒の「耐候形3種に該当するウレタン系上塗材」の年数をみると、厚付け仕上塗材仕上げでいずれも6年、複層仕上塗材仕上げでいずれも7年、防水形複層仕上塗材仕上げで溶剤系が7年、弱溶剤系および水系が6年であった。防水形複層仕上塗材仕上げにおいては、溶剤系の7年を採用することとし、それぞれのリファレンスサービスライフと考えることとした。

図2.4に、(社)建築業協会によるアンケート調査結果<sup>11)~16)</sup>で仮のリファレンスサービスライフとして示された年数(図中、“データ”で表示)と、今回整理したリファレンスサービスライフ及び係数により算出したリファレンスサービスライフの年数(図中、“推定値”で表示)の比較を示す。一部で両者に差が見られるものの、おおむね一致しており、今回整理したリファレンスサービスライフ、係数によるリファレンスサービスライフで問題がないものとする。

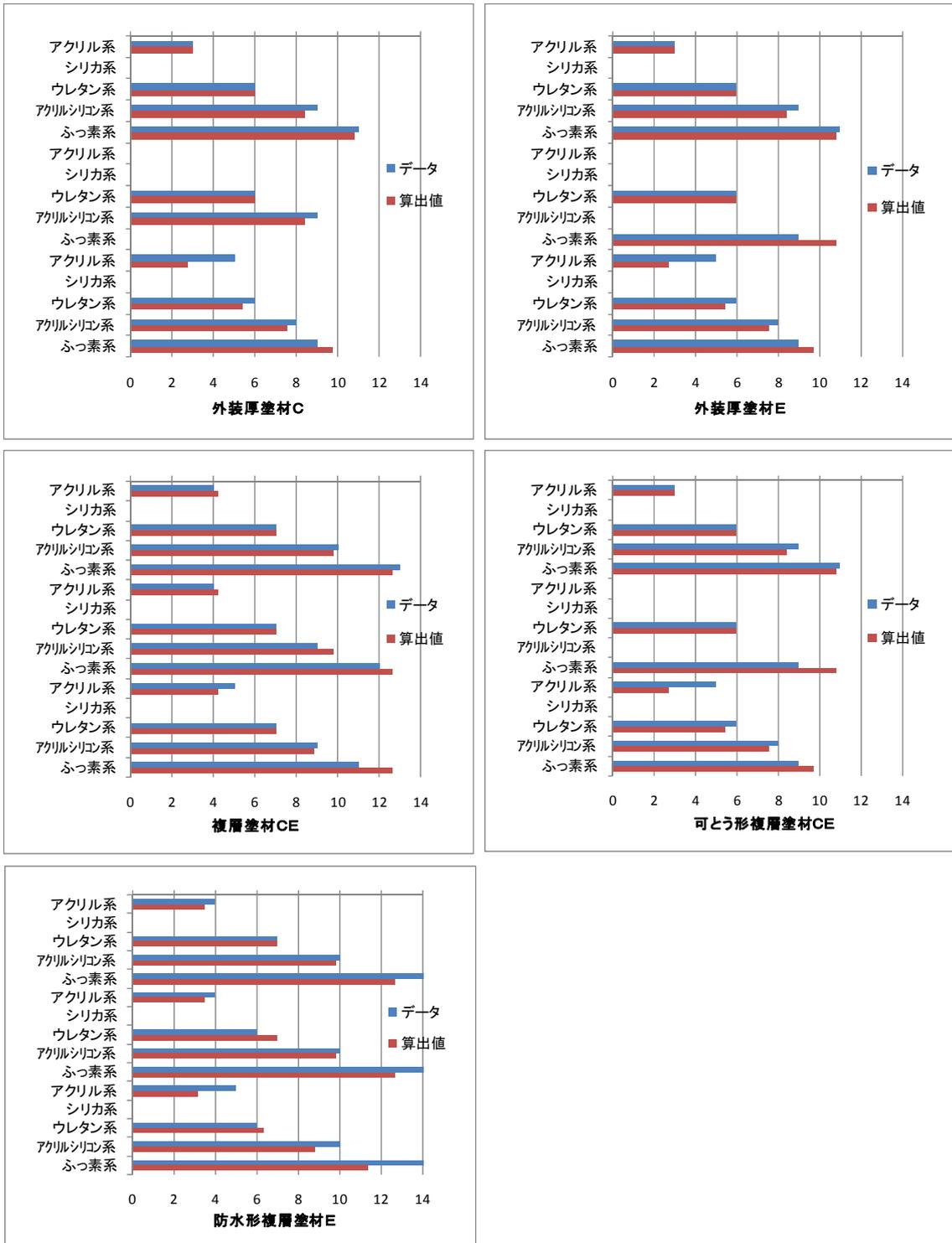


図 2.4 既往の文献のリファレンスサービスライフと  
本検討で提案する係数により算出したリファレンスサービスライフの比較

#### <建築用塗料>

建築用塗料については、現行の建築工事監理指針、JASS 18 に表記を合わせた。特段の編集は行っていない。

#### ②専門家の判断

さらに、専門家により、より実態に即したリファレンスサービスライフとなるよう、実情を加味し検討を行った。本検討に参加した専門家は建築用仕上塗材、建築用塗料の製造者団体の技術委員、工事業者の技術委員、施工者団体の技術委員である。

リファレンスサービスライフを設定する上では、建築用仕上塗材および建築用塗料のサービスライフがついた状態を規定する必要がある。建築用仕上塗材と建築用塗料の場合、サービスライフがつきる状態は①要求される美観性能が失われた状態と②躯体保護(本研究ではコンクリートに対する保護性能)効果が期待できなくなった場合が考えられる。一般的に前者の方が後者よりサービスライフは短いと考えられるが、本研究では主として美観性能が失われた状態をサービスライフのついた状態と考えた。

(社)建築業界によるアンケート調査結果<sup>11)~16)</sup>とその成果のとりまとめ結果を基に作成したリファレンスサービスライフ案を前述の専門家で確認したところ、以下の問題点が確認された。

#### <建築用仕上塗材>

- a.防水形外装薄塗材による仕上げは塗膜の均一性や膜厚から、複層仕上塗材仕上げと同等と考えられる。また、防水形外装薄塗材は使用実績も高く、サービスライフについては複層仕上塗材と同等であると判断できる。
- b.厚付け仕上塗材仕上げは複層仕上塗材仕上げと同等かやや上位と考えられ、アンケート結果を基にしたサービスライフと専門家の判断は異なる。
- c.耐候形 1 種に該当するふっ素系上塗材を使用した場合の年数が同種の建築用塗料仕上げと比して短い
- d.アクリル系・水系上塗材は重点的に開発が行われており耐用年数が高く、他と同等の係数では実情に見合っていない。

#### <建築用塗料>

- a.エナメル塗りはワニス塗りと比較すると RSL は同等以上と考えられる。専門家の判断では、ワニスをエナメルにすることは一般的に耐久性の向上に寄与すると考えられる。したがって、ワニス塗りの方がリファレンスサービスライフが長いものはエナメル塗りに合わせて短くした。

このため、各々の指摘について、以下の対応を行った。

#### <建築用仕上塗材>

- a.防水形外装薄塗材による仕上げの 5 年を複層仕上塗材仕上げと同等の 7 年に変更

- b.厚付け仕上塗材仕上げの6年を複層仕上塗材仕上げと同等の7年に変更
- c.耐候形1種(代表例としてふっ素系を想定)上塗材の係数を1.8から2.0へ変更
- d.水系上塗材の係数をアクリル系の場合は1.1へ変更

<建築用塗料>

- a.アクリル樹脂ワニス塗り(AC)の5年をアクリル樹脂エナメル塗り(AE)と同等の4年に、アクリルシリコン樹脂ワニス塗り(2-ASC)の11年をアクリルシリコン樹脂エナメル塗り(2-ASE)と同等の10年に、常温乾燥形ふっ素樹脂ワニス塗り(2-UFC)の15年を常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル塗り(2-FUE)と同等の14年に変更

以上の経緯により、表2.15および表2.16に示す建築用仕上塗材及び建築用塗料のリファレンスサービスライフ(案)を提示した。

本検討で提示したリファレンスサービスライフの案は、あくまで現時点で得られる知見を基に検討を行った結果であり、今後の研究によって改訂されうるものである。確証があれば数値を入れ替えて活用しうるものである。

#### 2.2.6 まとめ

外装塗り仕上げの耐久設計に係る技術資料として、以下をとりまとめ、提示した。

- ・外装塗り仕上げの種類・工法の整理
- ・外装塗り仕上げの耐久設計について、「耐久性総プロ」時に示された考え方とその後の規準化の流れと近年の研究の成果の整理
- ・外装塗り仕上げの中性化抑制効果の検討事例の整理
- ・JISにおける外装塗り仕上げの劣化区分に関する状況の整理
- ・外装塗り仕上げのリファレンスサービスライフ(案)の提示

## 参考文献

- 1) 国土交通省「公共建築工事標準仕様書 平成22年版」
- 2) (社)日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS18 塗装工事」、2006年
- 3) (社)日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS23 吹付け工事」、2006年
- 4) JIS A 6909:2003 建築用仕上塗材
- 5) 建設大臣官房技術調査室監修「外装仕上げの耐久性向上技術」、技報堂出版、1987年
- 6) 長谷川拓哉、井戸川純子、大久保孝昭、植木暁司、小野久美子、小島隆矢、「RC造建築物の外壁・屋上防水仕様における耐久性に関する意識調査」、第17号pp.37-42、2003年6月
- 7) (社)日本建築学会「建築物の耐久計画に関する考え方」、1988年
- 8) ISO 15686-1:2000 "Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 1: General principles"、2000年
- 9) (社)日本建築学会、「建築物・部材・材料の耐用年数予測手法に関するシンポジウム」、平成19年4月
- 10) ISO15686-8:2006 "Buildings and constructed assets-Service-life planning -Part 8: Reference service Life and service-life estimation"、2006年
- 11) 添田智美、大澤悟、久保田浩、小久保正美、住野正博、高松誠、山田人司、「外装塗料・仕上塗材の標準耐用年数に関する調査研究 その1～その4」、日本建築学会学術講演梗概集A-1分冊pp.1123-1130、2006年9月
- 12) 山田人司、大澤悟、久保田浩、小久保正美、住野正博、添田智美、名知博司、「外装塗料・仕上塗材の標準耐用年数に関する調査研究 その5」、日本建築学会学術講演梗概集A-1分冊pp.837-838、2007年8月
- 13) 添田智美、大澤悟、久保田浩、小久保正美、巴史郎、名知博司、山田人司、「外装塗料・仕上塗材の標準耐用年数に関する調査研究 その6～その7」、日本建築学会学術講演梗概集A-1分冊pp.1067-1070、2009年8月
- 14) 添田智美、大澤悟、久保田浩、小久保正美、住野正博、高松誠、名知博司、山田人司、「外装塗料・仕上塗材の標準耐用年数に関する調査研究 その1、その2」、日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集、2006.10
- 15) 山田人司、大澤悟、久保田浩、小久保正美、添田智美、名知博司、「外装用塗料・仕上塗材の標準耐用年数に関する調査研究 その3 仕上塗材に関するアンケート調査結果」、日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集、2007.10
- 16) 小久保正美、大澤悟、久保田浩、添田智美、巴史郎、名知博司、山田人司、「外装用塗料・仕上塗材の標準耐用年数に関する調査研究 その4 美観上の塗装仕様別リファレンスサービスライフの設定と検証」日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集、2009.10
- 17) 長瀬公一、河野政典、竹内博幸、古賀一八、板谷俊郎ほか：躯体コンクリートの中性化

- 抑制に寄与する各種仕上げ材の評価 その1～その8、日本建築学会学術講演梗概集、pp.1123-1138、2007.8
- 18)河野政典他：躯体コンクリートの中酸化抑制に寄与する各種仕上げ材の評価(その9～13)、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.957～966、2008.9
- 19) 長谷川拓哉、千歩修、大久保孝昭、古賀純子：建築仕上塗材の中酸化抑制効果に関する研究、日本建築学会構造系論文集 No.609、pp.23-30、2006.11
- 20)(社)日本建築学会編：建築工事標準仕様書 JASS5 鉄筋コンクリート工事 2009、2009.2
- 21)馬場明生、千歩修：各種の表面層をもつコンクリートの中酸化深さ推定方法に関する一考察、コンクリート工学年次論文集 VOL.9、pp.333-338、1987
- 22)今本啓一他：実建造物の表層透気性の非・微破壊試験方法に関する研究の現状、コンクリート工学、Vol.44、No.2、pp.31-38、2006.2
- 23)唐沢智之、古賀一八、浦川和也、河野政典：仕上塗材の中酸化抑制効果と透気性に関する考察、コンクリート工学年次論文集 VOL.30、pp.645-650、2008.7

## 2.3 既存建築物の外装塗り仕上げの維持保全手法

### 2.3.1 既往の外装塗り仕上げの劣化診断方法に関する調査

#### (1) 劣化診断方法に関する資料調査

耐久性総プロの成果のうち、外装塗り仕上げの劣化診断方法については、1987年に出版された建設大臣官房技術調査室監修「外装仕上げの耐久性向上技術」<sup>1)</sup>において、「第1章 外装塗り仕上げの劣化診断指針・同解説」(以下、劣化診断指針という。)として公表された。

その後、仕上塗材や塗料の劣化診断方法に関するものとしては、(社)日本建築学会や民間団体などから以下の資料1)～資料10)に示すような資料が刊行されてきた。

資料1) (社)日本塗料工業会:建築外装塗替えマニュアル, 1988年<sup>2)</sup>

資料2) 建設大臣官房官庁営繕部監修:官庁建物修繕措置判定手法・同解説, (財)建築保全センター発行, 1988年<sup>3)</sup>

資料3) 建設大臣官房技術調査室監修:塗り仕上げ外壁の補修・改修技術, (財)日本建築センター・(財)建築保全センター, 1992年<sup>4)</sup>

資料4) (社)日本建築学会:建築物の調査・劣化診断・修繕の考え方(案)・同解説, 1993年<sup>5)</sup>

資料5) 建設大臣官房官庁営繕部監修:建築物修繕措置判定手法, (財)経済調査会発行, 1993年<sup>6)</sup>

資料6) (社)日本建築学会:外壁改修工事の基本的な考え方(湿式編), 1994年<sup>7)</sup>

資料7) 神奈川県ビルリフォーム協同組合:外壁塗り替えマニュアル, 1996年<sup>8)</sup>

資料8) 建築改修実務事典編集委員会:建築改修実務事典, (株)産業調査会事典出版センター, 1998年<sup>9)</sup>

資料9) コンクリート建物改修事典編集委員会:コンクリート建物改修事典, (株)産業調査会事典出版センター, 2005年<sup>10)</sup>

資料10) (社)日本建築学会:建築物の調査・診断指針(案)・同解説, 2008年<sup>11)</sup>

さらに、1990年度から(財)建築保全センターでは、「建築仕上げ改修施工管理技術者」育成を目的として建築仕上げリフォーム技術研修を、また公益社団法人ロングライフビル推進協会(略称BELCA、旧、(社)建築・設備維持保全推進協会)では、「建築仕上診断技術者(ビルディングドクター<非構造>)」育成を目的として建築仕上診断技術者資格取得講習を行ってきているが、劣化診断に係わる内容については前述の劣化診断指針が活用されている。

また、(社)高層住宅管理業協会ではマンションの管理会社及び維持修繕の関係者向けに技術研修の一環として講習会を行ってきているが、そのテキストである2002年初版の「建築編 マンションの維持修繕技術」の中で、外装塗膜の劣化診断技術が示されており、基本的には劣化診断指針と資料3)の「塗り仕上げ外壁の補修・改修技術」が活用されている。

#### (2) 資料調査結果の概要

多くの資料は、劣化診断指針を引用又は参考としたものであるが、主な資料についてその概要を表2.17に、また、次の1)～9)の項目別に劣化診断指針との違いなどを補足する。

## 1) 適用範囲

劣化診断指針では、塗り材として JIS に規格化されている外装塗り仕上げを、また下地として鉄筋コンクリート、プレキャストコンクリート部材、ALC パネル、セメントモルタルを対象としている。

その他の資料の中には、JIS A 6909(建築用仕上塗材)に準じた塗り材として、マスチック塗材又は外壁用塗膜防水材(外壁用アクリルゴム防水材)を追加しているものがある。また、下地でも鉄骨鉄筋コンクリート、コンクリートブロック、無機質成形板を対象に加えているものがある。

## 2) 劣化現象の種類

ほとんどの資料は、基本的に劣化診断指針に準じているが、資料 5)の「建築物修繕措置判定手法」では、修繕措置のための判定要素を汚れ、変退色、光沢度低下、白亜化、摩耗、割れ、ふくれ、はがれ、割れ・ふくれ・はがれの混在に特定しており、付着性低下やエフロッセンスは除外されている。また、資料 6)の「外壁改修工事の基本的な考え方(湿式編)」では、セメント系仕上塗材の中性を採り上げているのが特徴的である。

## 3) 劣化診断の対象部位

最も対象部位が詳述されているのは「外装仕上げの耐久性向上技術」<sup>1)</sup>で、他の資料の多くはその引用又は外壁・外装など広範囲な捉え方をしている。ただし、資料 7)の「外装塗り替えマニュアル」では専門工事業者が調査を行う観点から、調査依頼者との協議決定によることとしながら、原則として比較的面積が広いか顕著な劣化が認められる部位を対象として示している。

## 4) 劣化診断者の資格

劣化診断指針には明記されていないが、専門的な知識を要する建築技術者として耐久性総プロ以降に制度化された(財)建築保全センターの「建築仕上げ改修施工管理技術者」やBELCAの「建築仕上診断技術者(ビルディングドクター<非構造>)」を紹介しているものが多い。

ただし、資料 5)の「建築物修繕措置判定手法」では、調査対象が官庁建物であることから、点検に近い1次調査は建物管理者、専門的な知識を要する 2 次調査は建築技術者と区分している。

## 5) 劣化診断のレベル

劣化診断指針では、調査・診断レベルの程度に応じ 1 次診断、2 次診断、3 次診断の 3 つに区分されているが、資料 5)の「建築物修繕措置判定手法」や民間団体の資料では実務を勘案してのことか、1 回又は 2 回の調査診断を前提としている。

なお、資料 10)の「建築物の調査・診断指針(案)・同解説」では、これらを詳細調査と総括し、必要に応じて調査レベルや調査回数を定めたら良いとしている。

## 6) 劣化診断方法

多くの資料は、表 2.18 に示す劣化診断指針の内容を引用又は参考としたものであるが、民間団体の資料では、既存塗膜の種類を判断する簡易な方法が示されており、特徴的である。

例えば、資料 1)の「建築外装塗替えマニュアル」には、既存塗膜の種別を判断する方法として表 2.19 が示されている。

改修塗装系の選定にあたっては、下地となる既存塗膜の種類を把握しておくことが重要であり、

過去の設計図書等で事前に確認したり、塗膜を機器分析で判定することが確実であるが、材料製造業者や専門工事業者などが調査する場合などは、比較的専門的な知識を有しているので、簡便な方法として活用されている。

#### 7) 劣化現象・程度の標準パターン写真

劣化診断指針では、2次診断において薄塗材(リシン)の摩耗及びふくれ・割れ・はがれの混在、複層塗材(吹付けタイル)の割れ、碁盤目付着試験並びに白亜化の標準パターン写真が例示されている。

その他、劣化診断指針を引用した資料以外では、資料 1)の「建築外装塗替えマニュアル」において割れ、ふくれ、はがれについては(財)日本塗料検査協会の「塗膜の評価基準」<sup>12)</sup>によることが示されており、資料 7)の「外壁塗り替えマニュアル」ではオリジナルの白亜化、割れ、はがれの写真の他、汚れの種類と程度が示されているのが特徴的である。

#### 8) 劣化原因の推定

何れの資料にも具体的な内容は示されておらず、塗装改修設計にあたって適切な方法で劣化原因を把握するよう解説している。

なお、劣化診断指針では、劣化原因の項目として雨水、使用水、結露、湿度、薬品、塩分、紫外線、大気汚染が示されており、資料 3)の「塗り仕上げ外壁の補修・改修技術」では、コンクリート部分を対象とした劣化原因の推定方法が、また資料 1)の「建築外装塗替えマニュアル」では劣化現象と劣化原因の一覧表が示されている。

#### 9) 劣化診断結果の判定

「外装仕上げの耐久性向上技術」の劣化診断指針には、劣化診断結果の判定については触れられていないが、耐久設計指針において建物への要求性能を「外観を重視」、「保護性能を重視」、「外観と保護性能を重視」の3つに区分し、その要求性能に応じて点検結果の劣化デグリーをグレードに換算して、「補修不要」、「要補修(必要に応じて補修を考慮すべき)」、「要補修(早急に補修すべき)」とする判定例が示されている。

なお、耐久性総プロ後の成果物である資料 3)の「塗り仕上げ外壁の補修・改修技術」では、1次診断以降の高次診断の要否判定方法及び補修・改修の要否判定方法が示され、その考え方は資料 5)の「建築物修繕措置判定手法」に踏襲されている。

「建築物修繕措置判定手法」では、「1次調査」の結果から「2次調査」又は「大規模修繕」を判定する基準が、また「2次調査」の結果からは構造体の保護性能を重視する場合と外観を重視する場合に区分して「維持保全」、「部分修繕」又は「大規模修繕」を判定する基準が示されている。

また、その他の資料で特徴的なものとして資料 7)の「外壁塗り替えマニュアル」では、既存塗膜の除去の要否判定に塗膜の付着性に関する調査結果を活用している他、改修塗装系の選定にあたってコンクリートの中性化深さ、かぶり厚、塩化物イオン濃度及び既存塗膜の種類の結果を活用する方法が示されている。

表 2.17 耐久性総プロの劣化診断方法と他の出版物との比較概要

	概要	適用範囲 (仕上材)	適用範囲 (下地)	劣化現象の種類	対象部位	劣化診断者の 資格	劣化診断の レベル	劣化診断方法	劣化現象・程度の 標準パターン写真	劣化原因の推定	診断結果の判定
耐久性総プロ) 外装仕上げの耐久性 向上技術(第1編第1章 「外装塗り仕上げの劣 化診断指針・同解説」)	耐久性総プロの成果の普及 版の一つ。第1編第1章「外 装塗り仕上げの劣化診断指 針・同解説」で劣化診断方 法を記載	JISに規定される建築用仕上 塗材、塗料	RC、PCa、ALC、セメ ントモルタル	(塗膜表面)汚れ、変退色、光沢度低 下、白亜化 (塗膜層)割れ、ふくれ(浮き)、剥が れ、割れ・ふくれ・剥がれれの混在、摩 耗、付着性低下 (塗膜層および下地)エフロレッセン ス、クラック	A(一般外壁、塔屋壁)、 B(廊下壁、ひさし裏、段裏、軒裏、バルコニー内 壁、バルコニー軒裏)、 C(斜壁、窓まわり、ひさし鼻先、階段手すり、手 すり脚部、柱形、はり形、垂直目地、水平目地、と いおよび取付金物まわり、手すり、手すり壁、手す り上端、バルコニー鼻先、開口部、出入口)	—	1次診断 2次診断 3次診断	1次:目視、指触(4段階) 2次:目視(標準パターン写 真含む)、指触、簡易器具 (6段階) 3次:専用測定機器(6段階)	リシンの磨耗、タイルの割れ、リ シンのふくれ・割れ・剥がれ混 在、塗料のクロスカット(曇盤 目)、白亜化(手・布)	雨水、使用水、結露、湿度、 薬品、塩分、紫外線、大気 汚染、(膜厚測定・付着汚染 物質分析・温湿度計測、海 塩粒子定量)	耐久設計指針で点検後の補修の要否判定 がある。外観重視、保護性能重視、両者重視 の3つの要求性能に応じた劣化のグレードを 定め、 グレード0、1:補修不要 グレード2、3:必要に応じて補修を考慮すべ き グレード4、5:早急に補修すべき
資料1) 建築外装塗替えマニ ュアル	塗料製造業者の団体が作 成した外装の塗替えマニ ュアルで、その中に劣化診断 方法を記載	マスチック塗材を含む仕上 塗材・塗料	集合住宅のコンクリ ート、セメントモルタル	耐久性総プロと基本的には同じ。た だし、下地の劣化に起因するエフロレッ センスによる変色・ふくれ・剥がれ、漏 水によるふくれ・剥がれ、クラックによ る割れ・ふくれ・剥がれを区分	建築外装	—	1次判定 2次判定	1次:目視、指触(3段階) 2次:目視(日塗検:塗膜の 評価基準)、簡易器具(3段 階) その他:既存塗膜の種類判 断方法	割れ、ふくれ、剥がれは日本塗 料検査協会の塗膜の評価基準 による	塗膜の劣化現象と原因の一 覧表を紹介	なし
資料3) 塗り仕上げ外壁の補 修・改修技術	耐久性総プロ後の官民連帯 共同研究の成果の普及版 の一つ。補修・改修技術の 一環として劣化診断方法を 記載	耐久性総プロの内容に外壁 用塗膜防水材を追加、工事 仕様としてJASS 18、23、8を 解説 アル骨、塩害、特殊な劣化 除く	SRCを追加明記	耐久性総プロと同じ	耐久性総プロと同じ	BELCA、保全 センターを解説 で紹介	1次診断 2次診断 3次診断	耐久性総プロと同じ	耐久性総プロと同じ	コンクリート部分を対象とした 劣化原因の推定のみ記載	高次診断の要否の判定、塗材の劣化による 補修・改修の要否の判定を追加
資料4) 建築物の調査・劣化診 断・修繕の考え方(案) 同解説	日本建築学会の出版物で 材料施工委員会傘下の耐 久性小委員会で作成。劣化 診断および修繕の基本的な 考え方を記載	建築物・部材・材料全般	建築物・部材・材料全 般	W造、S造、RC造について解説で事 例として耐久性総プロの成果を引用。 外装仕上塗材・塗料の具体的な記述 はなし。	広い範囲を対象に調査することを記載している が、具体的な内容は記載なし	BELCA、保全 センターを解説 で紹介	1次劣化調査 2次劣化調査 3次劣化調査	W造、S造、RC造について 解説で事例として耐久性総 プロの成果を引用。外装仕 上塗材・塗料の具体的な記 述はなし。	なし	適切な手法で劣化要因およ び劣化現象を把握するよう 記載	高次劣化調査の要否および修繕の要否に関 する意見を調査報告書にまとめるよう記載
資料5) 建築物修繕措置判定 手法(第7章 塗り仕上 げ外壁)	「官庁建物修繕措置判定手 法・同解説」の改訂版	JASS18・JASS23で対象とし ている塗料・仕上塗材、 JASS8の外壁用アクリルゴム 防水材	RC、SRC、モルタル	判定要素としての劣化現象 汚れ、変退色、光沢度低下、白亜化、 摩耗、割れ、ふくれ、剥がれ、割れ・ ふくれ・剥がれれの混在	目視または手が届く範囲(一般外壁、開口部周 辺、ベランダ、階段、パラペットなど)	1次調査は建 物管理者 2次調査は建 築技術者(BE LCA、保全セ ンターを解説 で紹介)	1次調査 2次調査 診断(付録に記 載。2次調査で判 定できない場合 実施)	耐久性総プロと同じ。ただし 付録には「診断」として3次 調査のレベルと項目を紹介 している	耐久性総プロと同じ	なし	1次調査の結果からフロー図に基づき「大規 模修繕」または「2次調査」を判定 2次調査の結果からフロー図に基づき「維持 保全」、「部分修繕」または「大規模修繕」を 判定
資料6) 外壁改修工事の基本 的な考え方(湿式編) (第1編 共通事項) (第3編 吹付け改修工 事) (第4編 塗装改修工 事)	日本建築学会の出版物で 材料施工委員会・塗付け工 事運営委員会傘下の吹付 け工事小委員会、塗装工事 小委員会、左官工事小委 員会で作成。改修工事に関 する基本的な考え方の中で劣 化診断方法を記載	吹付:JASS23の仕上塗材	(吹付け工事) コンクリート、セメント モルタル、PCa、コン クリートブロック、ALC、 無機質成形板	(塗材表面)汚れ、変退色、光沢度低 下、白亜化、摩耗 (塗材層)割れ、ふくれ(浮き)、剥が れ、割れ・ふくれ・剥がれれの混在 (セメント系塗材)エフロレッセンス、中 性化 (下地)ひび割れ、はく落、損傷、エ フロレッセンス、せい弱化、さび汚れ、そ の他の汚れ	外壁	本調査・詳細調 査では建築技 術者または診 断技術者(診断 資格者)	現地調査(※予 備調査と本調査 に区分) 詳細調査(※詳 細調査は施工調 査前に実施)	耐久性総プロと同じ方法を 例示	なし	調査の目的には示してある が、具体的な方法は記載な し	解説で耐久性総プロの劣化デグリーと劣化グ レードの考え方の例を引用。また官民連帯で の劣化程度と改修の要否判定を引用
		塗装:JASS18の塗料	(塗装工事) 吹付け工事の下地に木 部および金属類を追加	(塗膜表面)汚れ、変退色、光沢低 下、白亜化、摩耗 (塗膜内部)割れ、ふくれ(浮き)、剥が れ、摩耗 (コンクリート下地)エフロレッセンス、 ひび割れ、下地の浮き、鋼材のさび (鉄・亜鉛めっき下地)赤さび、白さ び、断面欠損 (アルミニウム下地)点食、孔食、変 形、その他の腐食 (木質系下地)割れ、腐朽、虫害	外壁	本調査・詳細調 査では建築技 術者または診 断技術者(診断 資格者)	現地調査(※予 備調査と本調査 に区分) 詳細調査(※詳 細調査は施工調 査前に実施)	耐久性総プロと同じ方法を 例示	なし	調査の目的には示してある が、具体的な方法は記載な し	解説で耐久性総プロの劣化デグリーと劣化グ レードの考え方の例を引用。また官民連帯で の劣化程度と改修の要否判定を引用
資料7) 外壁塗り替えマニ ュアル	工事業者団体の神奈川県 ビルリフォーム協同組合が 発行した外壁の塗替えマ ニュアルで、調査方法につ いても記載	仕上塗材、マスチック塗材。 アル骨、塩害、特殊な劣化 除く。	コンクリート、セメント モルタルなど	(コンクリート部分)ひび割れ、剥落・ 欠損、中性化深さ (モルタル部分)ひび割れ、剥落・欠 損、浮き (塗膜)汚れ、白亜化、割れ、剥がれ、 付着性	調査依頼者と協議決定(原則としては一般外壁、 バルコニー手摺壁、廊下手摺壁、階段室手摺 壁、大庇鼻先、エレベータ棟、塗装面積が前述 の部位と同等または特に異常のある部位)	団体の会員	特に区分なし	目視、指触、簡易器具 調査項目には劣化現象の ほか鉄筋のかぶり厚さ、漏 水の痕跡、主材の種類、上 塗材の種類を含む	主材の種類、汚れ(程度・種 別)、白亜化、割れ、剥がれ(状 態・程度)、付着性(クロスカ ット)	特に記載なし	塗替えの要否判定は汚れ、白亜化、割れ、 剥がれの程度に応じ躯体保護の場合と美観 重視の条件で区分。 既存塗膜の除去の要否判定について塗膜の 付着性に関する調査結果を活用。 塗替え工法の選定において、中性化深さ、か ぶり厚さ、塩化物イオン濃度、既存塗膜の種 別に関する調査結果を活用
資料10) 建築物の調査・診断指 針(案)・同解説	日本建築学会の「建築物の 調査・劣化診断・修繕の考 え方(案)・同解説」を改訂 し、指針(案)・同解説とし たもの	建築物・部材・材料全般	建築物・部材・材料全 般	W造、S造、RC造について解説で事 例として耐久性総プロの成果を引用。 外装仕上塗材・塗料の具体的な記述 はなし。	広い範囲を対象に調査することを記載している が、具体的な内容は記載なし	BELCA、保全 センターを解説 で紹介	詳細調査 (※必要に応じ調 査レベル・回数 を定めると良い旨を 解説に記載)	W造、S造、RC造について 解説で事例として耐久性総 プロの成果を引用。外装仕 上塗材・塗料の具体的な記 述はなし。	なし	適切な手法で劣化要因およ び劣化現象を把握するよう 記載。劣化機構・劣化要因 の把握を「劣化診断」とし、 「劣化調査」と用語を使い分 けている。	劣化調査・劣化診断結果に基づき、修繕の 要否判定に関わる条件を記載。具体的な判 定基準はなし。

表 2.18 劣化診断指針の調査・診断方法概要<sup>1)</sup>

劣化現象	1次診断法	2次診断法	3次診断法
1. 変色・退色	①目視診断 一様な変退色	①目視診断 色見本、カラーチャートによる評価	①測色色差計による診断
	②目視診断 局所的な変退色	②目視診断 色見本、カラーチャートによる評価	②測色色差計による診断
2. 光沢度低下	①目視診断	①目視診断	①光沢計による診断
3. 白亜化	①指触診断 皮膜面を指で強くこすり、粉状物の付着を診断	①払拭診断 塗膜面を黒色、白色の布にて強くこすり、粉状物の付着で診断	①白亜化度による診断 「JIS K 5663(合成樹脂エマルションペイント)」等に規定された白亜化度で診断
4. 汚れ	①目視診断	①目視診断	①測色色差計による診断
	②目視診断	②目視診断(標準パターン写真)	②測色色差計による診断 色見本、カラーチャートによる評価
5. ふくれ	①目視診断	①目視診断(標準パターン写真) トップコートのふくれ	②目視診断 トップコートのふくれ
		②目視診断(標準パターン写真) 主材のふくれ	②目視診断 主材のふくれ
		③付着力診断 クロスカットテスト (BS 3900: part E6)	③付着力診断 クロスカットテスト (BS 3900: part E6)
6. 割れ	①目視診断	①目視診断(標準パターン写真) トップコートの割れ診断	①目視診断 トップコートの割れ診断
		②目視診断(標準パターン写真) 主材の割れ診断	②目視診断 主材の割れ診断
		③目視診断(標準パターン写真) 下地クラックの診断 割れの進行度・進行性診断	③目視診断 下地クラックの診断 割れの進行度・進行性診断
		③付着力診断 クロスカットテスト (BS 3900: part E6)	③付着力診断 クロスカットテスト (BS 3900: part E6)
7. 剥がれ	①目視診断	①目視診断(標準パターン写真) トップコートの剥がれ	①目視診断 トップコートの剥がれ
		②目視診断(標準パターン写真) 主材の剥がれ	②目視診断 主材の剥がれ
		③目視診断(標準パターン写真) 下地クラックの診断	③目視診断 下地クラックの診断
		④目視診断 クロスカットテスト (BS 3900: part E6)	④目視診断 クロスカットテスト (BS 3900: part E6)
8. ふくれ、割れ、剥がれの混在	①目視診断	①目視診断(標準パターン写真)	①目視診断
		②目視診断(標準パターン写真) 下地クラックの診断	②目視診断 下地クラックの診断
		③目視診断 クロスカットテスト (BS 3900: part E6)	③目視診断 クロスカットテスト (BS 3900: part E6)
9. 風化による膜厚減少(摩耗)	①目視診断	①目視診断(標準パターン写真)	①目視診断
			②目視診断 クロスカットテスト (BS 3900: part E6)
10. クラック		①目視診断(標準パターン写真)	①目視診断
		②クラックスケールによる下地クラックの診断	②クラックスケールによる下地クラックの診断
			③目視診断 クロスカットテスト (BS 3900: part E6)
11. エフロレンセンス		①目視診断	①目視診断

表 2.19 既存塗膜の種別判断表

\*同一の塗料種別でも溶解性が場合によって差異を生じることがある。

項目	旧塗膜	塗 料																																				
		薄 塗 材 (リシン)							マステック塗材			厚 付 材 (スタッコ)			複層塗材(吹付タイル)						伸長形複層塗材 (ゴム状弾性仕上材)																	
外 観 評 価	形 状	薄 膜 (平 坦)							砂 壁 (リシン) 状							さ ざ な み 状			凹 凸 状, 凸 部 処 理 状						ゆ ず 肌 状, 凹 凸 状, キ ャ ス ト 状, ク レ ー タ ー 状							ゆ ず 肌 状, 凹 凸 状, キ ャ ス ト 状, ス チ ッ プ ル 状						
	膜 厚	薄 い (0.2 mm 以 下)							0.3 ~ 3 mm							2 ~ 3 mm			厚 い (4 ~ 10 mm)			厚 い (1 ~ 5 mm)						厚 い (1 ~ 5 mm)										
	硬 さ	硬							硬			軟			硬			硬			硬						軟											
	光 沢	無	有	有	有	無	有	有	—							—			—			—						—										
燃 焼 試 験	状 態	B	B	B	B'	B	B	B	IB	B'	B	B	B	B'	B'	IB	IB	IB	B'	B'	IB	B'	B'	B	B'	B	B	B	B	B'								
	臭 気				注1)																										注1)							
溶 剤 試 験	塗 料 用 シンナー	S	S	S	S	S	ID	S	ID	S	S	S	S	S	S	ID	S	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	S	S	S	ID	S								
	塩 化 ビ ニ ル 系 シンナー	D	D	D	D	S	ID	S	ID	S	S	S	D	S	S	ID	S	ID	S	S	ID	S	ID	ID	S	S	S	S	ID	S								
	エポキシ系シンナー	D	D	D	D	D	S	D	ID	S	D	D	D	S	S	ID	S	ID	S	S	ID	S	ID	S	S	S	S	S	S	S								
	はく離剤	D	D	D	D	D	S	D	ID	D	D	D	D	D	D	S	D	ID	S	D	ID	S	D	S	D	D	D	D	S	S	D							
塗 料 名	合成樹脂エマルジョンペイント	合成樹脂エマルジョンペイント つや有り合成樹脂エマルジョンペイント アクリル樹脂塗料 塩化ビニル樹脂塗料 けい酸質塗料 ポリウレタン樹脂塗料・ふっ素樹脂塗料 リシンベース セメント系薄塗材(セメントリシン) 薄塗材E(樹脂リシン) 薄塗材E(陶石リシン・スキン) 可とう形薄塗材E(弾性リシン) 薄塗材S(溶液リシン) 薄塗材Si(シリカ系リシン) マステック塗材A マステック塗材C マステック塗材B 厚塗材C(セメントスタッコ) 厚塗材Si(シリカスタッコ) 厚塗材E(樹脂スタッコ) 複層塗材C(セメント系吹付タイル) 複層塗材E(アクリル系吹付タイル) 複層塗材RE(エポキシ水系吹付タイル) 複層塗材RS(エポキシ溶液系吹付タイル) 複層塗材Si(シリカ系吹付タイル) 伸長形複層塗材E-2(連続主材層あり弾性リシン) 伸長形複層塗材E-2(単層弾性材) 伸長形複層塗材E-1(アクリルゴム) 伸長形複層塗材RS(ウレタンゴム) 伸長形複層塗材RS(クロロブレンゴム)																																				
	塗料名	注2)																																				

IB: 燃えない  
 B': 燃えにくい  
 B: 燃える  
 注1): 塩素臭  
 ID: 不溶  
 S: 膨潤又は軟化  
 D: 溶解

注2): シリカ系  
 当分類では合成樹脂エマルジョン変性タイプとして評価した。

・複層塗材および上塗材のあるマステック塗材、厚塗材については、上塗材を除いた主材の識別である。上塗材については塗料の項をみる。  
 ・つや無し塩化ビニル樹脂塗料、半つやアクリル樹脂塗料については、それぞれのつや有り塗料の項を参照とする。

### (3) 今後の課題

前述の資料調査の結果から、今後の課題として以下のようなことが考えられる。

#### 1) 診断用標準パターン写真の整備

塗膜の劣化診断の考え方や方法は、概ね劣化診断指針<sup>1)</sup>を基本にしており、感覚的な目視・指触程度の診断レベルから専門の機器を使用する診断のレベルまでが対象とされている。

劣化診断指針における1次診断、2次診断、3次診断の概要は表2.17に示したとおりであるが、この中で2次診断に示されている塗膜の劣化現象・程度に関する標準パターン写真は例示にとどまっており、すべての劣化現象について整備されていないばかりか、塗膜の種類を勘案した劣化状況の違いについても示されていない。

また、その他の資料においても同様で、標準パターン写真が整備されているものはなく、劣化診断指針で目視評価の公平性を高めることを目的とした2次診断方法をより実用化するには、標準パターン写真の整備が望まれる。

#### 2) 劣化診断に関する技術情報の再整理

多くの資料が劣化診断指針を活用していることは前述のとおりであるが、材料・施工に関して新たに追加したほうが良いと思われる情報の整備や技術情報の更新が望まれる。例えば、前述の調査結果からすると以下のような内容である。

- ① 塗膜の付着性(付着強さや破壊形態)に関する診断結果などから、既存塗膜を残しても良いのか、除去すべきかの判定方法の整備。
- ② 建物の使用予定期間を勘案した複数回の補修・改修工事への適用性を考慮した劣化診断方法の整備。資料7)の「外壁塗り替えマニュアル」では適用範囲の解説に、建築物竣工後の最初の塗り替え工事ばかりでなく、再度又は再再度の工事にも活用できるとされているが、その他の資料では明記されていない。

#### 3) 劣化調査・劣化診断の用語の整理

2.3.1の(1)及び(2)では特に触れていないが、(社)日本建築学会の「建築物の調査・診断指針(案)・同解説」(資料10)では、劣化調査と劣化診断を次のように使い分けている。

劣化調査:劣化に対する調査。劣化調査の内容には劣化診断も含む。

劣化診断:事前調査や詳細調査における劣化現象の観察・測定・試験の結果などをもとに、劣化の種類、程度を把握し、劣化原因によって劣化現象を起こすに至った劣化機構を解明すること。劣化調査と同じ意味で用いられることがある。

しかし、その他の資料では概ね同じような意味で使われており、「調査」と「診断」を明確に使い分けておらず、用語の使い方について整理が必要と考えられる。

#### 4) 塗膜の耐久性能評価方法の検討

経年における調査結果から、その時点での塗膜の劣化現象や劣化程度は把握できても、その後の劣化の進行に関するシミュレーション技術、耐久性能からみた塗膜の限界状態の判断方法、並びにこれらを踏まえた科学的な補修・改修時期の判断方法などは確立されていない。

なお、耐久性能総プロやその後の官民連帯共同研究では、調査結果から補修・改修の可否を判

定する方法を示しているが、その根拠は建築関係者へのアンケート調査結果やエキスパートの判断などに基づいたもので、知見はかなり集約されているものの科学的な根拠までは言及されていない。

一般に、適切な補修・改修時期については、建築物や部位に要求される基本的な性能を重視するか外観を含めた美観を重視するかによっても考え方が異なる他、防水工事など他の工事との係わりや経費などの総合的な条件、あるいは省エネ、コンバージョン、バリアフリーなど補修・改修の目的によっても異なるため、一様に補修・改修時期を設定することは困難であるが、建築材料の分野にあっては塗膜の限界状態を科学的に判断できる評価手法の開発が必要である。

### 参考文献

- 1) 建設大臣官房技術調査室監修：外装仕上げの耐久性向上技術，技報堂出版，1987年
- 2) (社)日本塗料工業会：建築外装塗替えマニュアル，1988年
- 3) 建設大臣官房官庁営繕部監修：官庁建物修繕措置判定手法・同解説，(財)建築保全センター発行，1988年
- 4) 建設大臣官房技術調査室監修：塗り仕上げ外壁の補修・改修技術，(財)日本建築センター・(財)建築保全センター，1992年
- 5) (社)日本建築学会：建築物の調査・劣化診断・修繕の考え方(案)・同解説，1993年
- 6) 建設大臣官房官庁営繕部監修：建築物修繕措置判定手法，(財)経済調査会発行，1993年
- 7) (社)日本建築学会：外壁改修工事の基本的な考え方(湿式編)，1994年
- 8) 神奈川県ビルリフォーム協同組合：外壁塗り替えマニュアル，1996年
- 9) 建築改修実務事典編集委員会：建築改修実務事典，(株)産業調査会事典出版センター，1998年
- 10) コンクリート建物改修事典編集委員会：コンクリート建物改修事典，(株)産業調査会事典出版センター，2005年
- 11) (社)日本建築学会：建築物の調査・診断指針(案)・同解説，2008年
- 12) (財)日本塗料検査協会；塗膜の評価基準 2003年版

## 2.3.2 既存建築物の外装塗り仕上げの劣化診断における標準パターン写真の整備

### (1) 概要

2.3.1 では、外装塗り仕上げの劣化診断方法について、耐久性総プロの成果物のほか、それ以降の既往の資料を調査した。その結果、塗膜の劣化診断の考え方や方法は、概ね耐久性総プロの劣化診断指針を基本にしており、感覚的な目視・指触程度の診断レベルから専門の機器を使用する診断のレベルまでが対象とされていた。

このうち、劣化診断指針の2次診断では、目視による評価の公平性を高める目的で、塗膜の劣化程度を5段階に区分した標準パターン写真と対比して判定する方法が提案されているが、標準パターン写真の種類が少なく補足的な説明が不足していること、また耐久性総プロ以降の進展がないことから、今後の課題の一つとして、より実用的な標準パターン写真の整備を取り上げた。

したがって、ここでは塗膜の劣化写真を収集して分類・整理するとともに、標準パターン写真の利便性を向上するために、次の1)及び2)を実施した。

#### 1) 塗材の劣化に関する補足資料の整備

- ①塗材の種類によっては劣化のパターンが異なるため、塗膜の外観から塗材の種類が大別できるように、主な塗材について模様表面形状及び断面形状を写真・図で示した。
- ②塗材の種類によっては劣化の進行パターンが異なるため、主な塗材について劣化進行の模式図を耐久性総プロの成果から引用した。
- ③塗膜の劣化現象を写真で示し、その状態についての説明を補足した。

#### 2) 標準パターン写真の整備

- ①耐久性総プロで示された「割れ」の標準パターン写真を更新し、JIS K 5600-8-4(塗料一般試験方法 第8部:塗膜劣化の評価 第4節:割れの等級)との整合を図った。
- ②耐久性総プロで示された「はがれ」の標準パターン写真を更新し、JIS K 5600-8-5(塗料一般試験方法 第8部:塗膜劣化の評価 第5節:はがれの等級)との整合性も踏まえ、はがれの面積に関する定量的な目安を示した。
- ③「はがれ」の標準パターン写真として、実用性の観点から使用頻度や特徴を勘案し、複層仕上塗材、薄付け仕上塗材、塗料の3種類を作成した。
- ④耐久性総プロで示された「摩耗」の標準パターン写真に模式図及び摩耗の面積に関する定量的な目安を示した。
- ⑤雨筋による「汚れ」の標準パターン写真を作成した。また、平成11年度から平成14年度に実施されたと日本建築仕上材工業会との共同研究「汚れ防止研究委員会」の成果を活用し、汚れの程度に関する指標と定量的な目安を示した。
- ⑥耐久性総プロで示された「白亜化」の標準パターン写真を更新し、JIS K 5600-8-6(塗料一般試験方法 第8部:塗膜劣化の評価 第6節:白亜化の等級)との整合を図った。
- ⑦既存塗膜の付着強さを判断するための試験に際し、塗膜層の構成と破壊形態の表わし方について模式図を補足した。

## (2) 塗材の形状

JIS A 6909:2003(建築用仕上塗材)では、改修専用の仕上塗材である可とう形改修塗材を除くと、外装用の仕上塗材については模様や厚さなどの形状の違いから、薄付け仕上塗材、複層仕上塗材、厚付け仕上塗材の3種類に大別され、さらにセメントや合成樹脂などの結合材の違いによって19種類に細分化されている。

仕上塗材の製造業者団体である日本建築仕上材工業会の平成21年の生産統計から推定される外装材の種類別施工面積シェアは、可とう形を含む薄塗材 E(樹脂リシン)が29.5%、防水形薄塗材 E(単層弾性)が9.8%、防水形複層塗材 E(複層弾性)を含む複層塗材 E(樹脂系吹付けタイル)が12%、厚塗材 E(樹脂スタッコ)と厚塗材 C(セメントスタッコ)の合計が2.4%、可とう形改修塗材が29.7%で、既存塗膜の多くは樹脂リシンか樹脂系吹付けタイルである。

したがって、標準パターン写真は比較的多く施工されている塗材を対象として整理しているが、塗材の種類を把握するために主な塗材の表面形状及び断面形状のモデルを図2.6に示す。

なお、図2.6には官庁営繕部やUR都市機構の仕様書で工事仕様が標準化されているマスチック A(薄塗材 E と同等)及びマスチック C(複層塗材 CE:ポリマーセメント系複層塗材と同等)も併記しているが、基本的に既存塗膜の種類調査は、新築時の設計図書や修繕時の記録等による書類調査で確認される。しかし、書類調査で確認できない場合や、書類調査の結果と現地の状況が異なる場合などは図2.6が参考となる。

ただし、主材の結合材の種別までを判定する場合には機器分析が必要となるため、必要に応じて材料製造業者や分析を専門とする会社等に調査が依頼される。



図 2.6 主な塗材の形状

### (3) 塗膜劣化の進行モデル

塗材の主な劣化状態の模式図を図 2.7 に、また劣化進行の模式図を図 2.8 に示す。

塗膜は、紫外線、水、熱などの劣化外力によって劣化が進行するが、仕上塗材の種類によって劣化の進行が異なり、劣化現象も異なるので、標準パターン写真の活用にあたって、劣化の進行を把握しておくことは重要である。

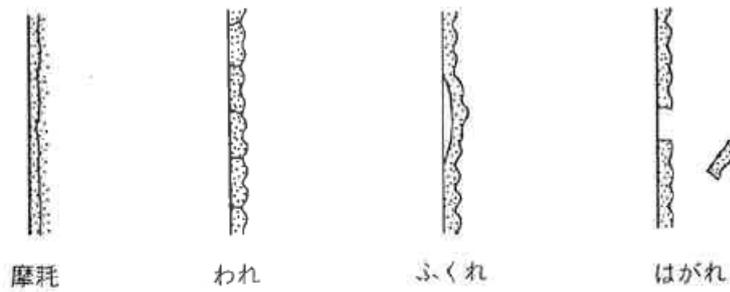


図 2.7 塗材の劣化状態の模式図

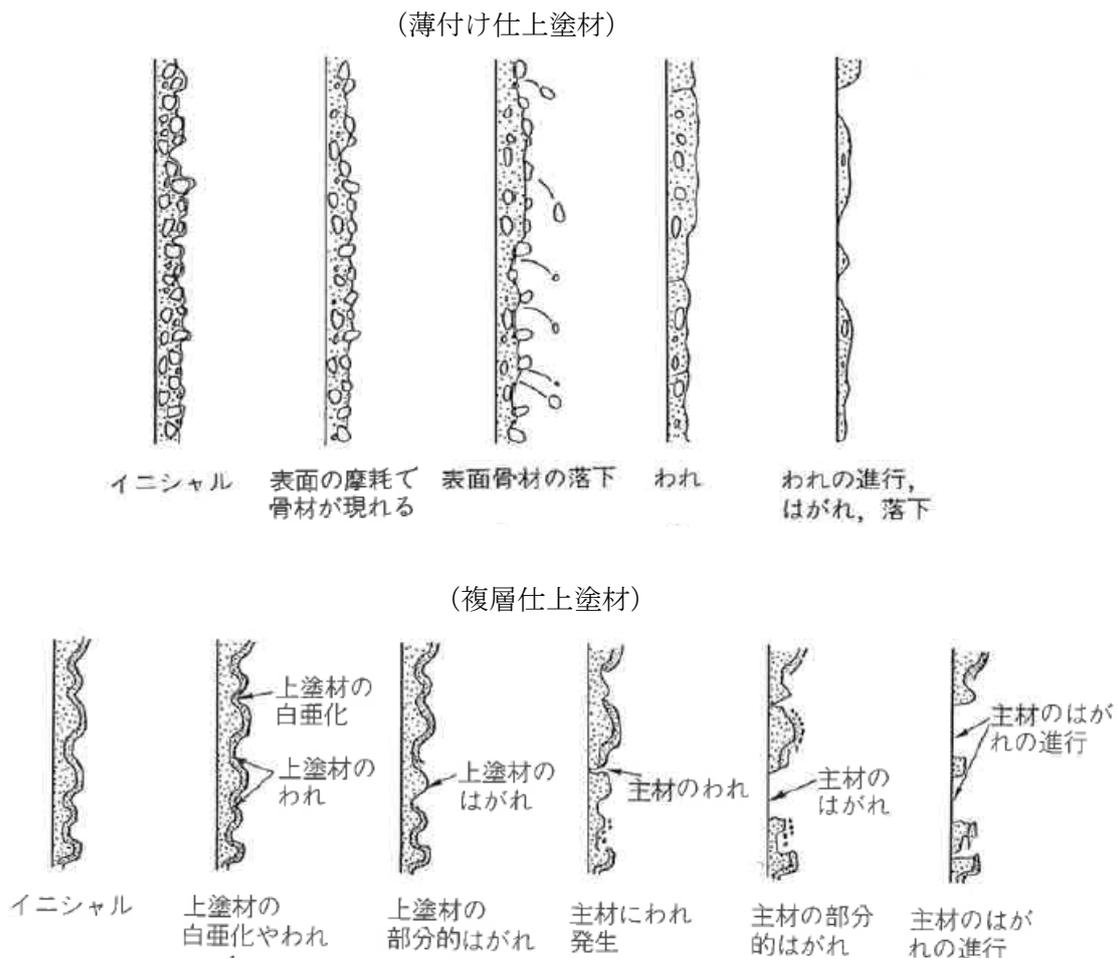
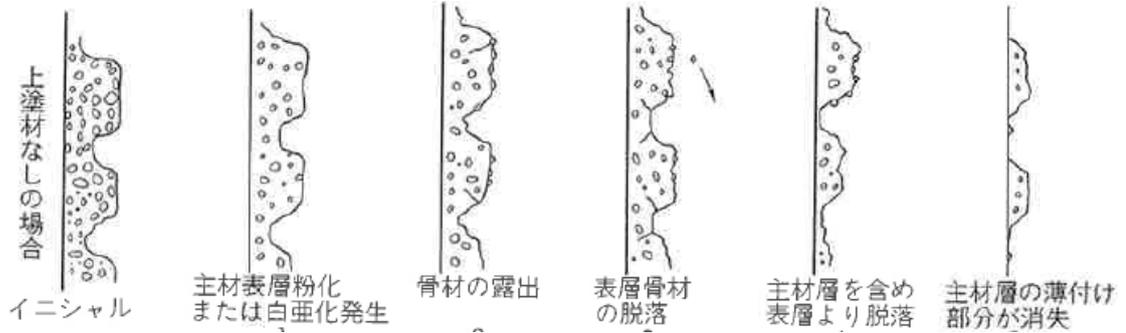


図 2.8 塗材の劣化進行の模式図 (その 1)

(厚付け仕上塗材：上塗材がない場合)



(厚付け仕上塗材：上塗材がある場合)

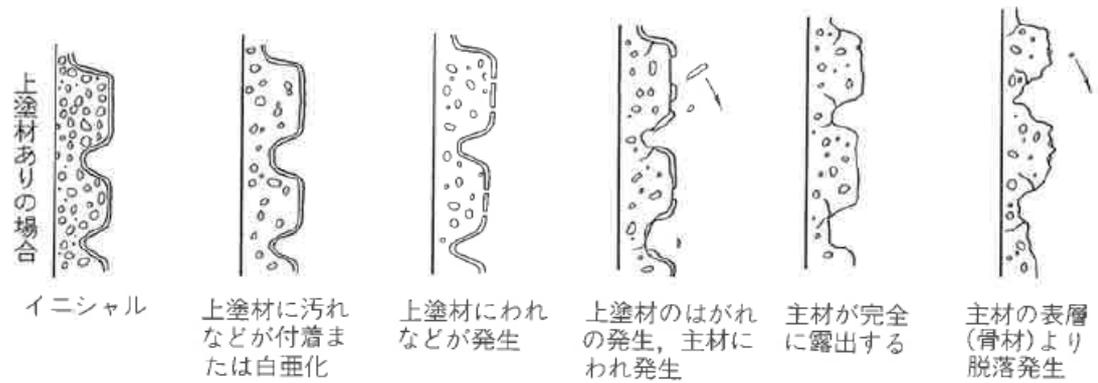


図 2.8 塗材の劣化進行の模式図 (その 2)

## (4) 塗膜の劣化現象

### 1) 塗膜の割れ

既存塗膜に認められる割れは、塗膜の劣化に起因する上塗材や主材層の細かな亀甲状の割れ、下地調整塗材やモルタルの割れに起因する比較的大きな亀甲状の割れ、コンクリートのひび割れに起因する細長い線状の割れなどに大別される。塗膜の劣化に起因する割れは仕上げ面全体にはほぼ均等に認められるのに対し、その他の割れは比較的局部に認められる場合が多い。

割れの状態は、改修工法の選定とも関連するので、図 2.9 は既存塗膜の上塗材の割れ、主材の割れ、モルタルやコンクリート下地に起因する割れに分類して示している。

### 2) 塗膜のはがれ

塗膜のどの部分からはがれが生じているかによって、改修工法の選定条件が異なるため、現地調査でははがれの状態について調査することが重要である。図 2.10 では上塗材のはがれ、主材のはがれ、下地調整材のはがれ、コンクリートの欠損、シーリング材上のはがれを示している。

なお各劣化現象に対する一般的な改修工法は、次のとおりである。

#### ① 上塗材のはがれ

既存塗膜面全体を対象に選定された塗材で塗り替える。

#### ② 主材のはがれ

塗膜がはがれている部分に既存塗膜と同種または改修用の塗材を部分的に塗付けて残存塗膜との模様合わせを行い、その後全面を選定された塗装系で塗り替える。

#### ③ 下地調整材のはがれ

はがれ部分に下地調整材を塗付けた後、既存塗膜と同種または改修塗材を部分的に塗付けて残存塗膜との模様合わせを行い、その後全面を選定された塗装系で塗り替える。

#### ④ コンクリートの欠損

コンクリートの欠損をポリマーセメントモルタル等で補修した後、②の処理を行う。

#### ⑤ シーリング材上のはがれ

シーリング材を打ち変えない場合は、②の処理を行う。

### 3) 塗膜の汚れ

塗膜の汚れがどのようなものかについては、改修時の汚れの除去工法を特定するために把握しておく必要があることから、図 2.11 には代表的な汚れの例として、雨筋による汚れ、取付け金物や鉄筋腐食によるさび汚れ、黴類や藻類の発生による生物汚れ、換気扇周りなどの油脂による汚れ、塵埃の付着による塗膜表面全体の汚れを示す。

### 4) その他の劣化

その他の劣化現象の例として、図 2.12 にピンホール、変色、ふくれ、漏水痕跡、植物の繁殖の状態を示す。

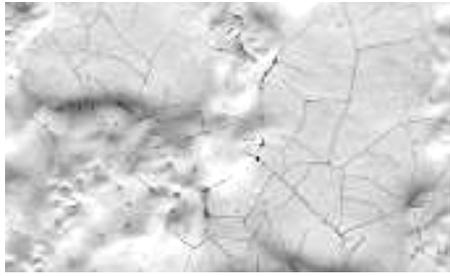
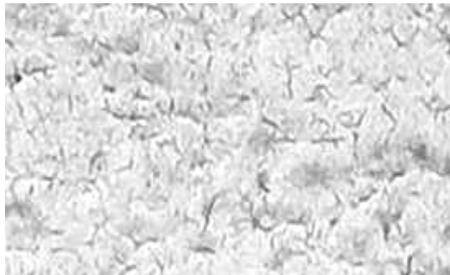
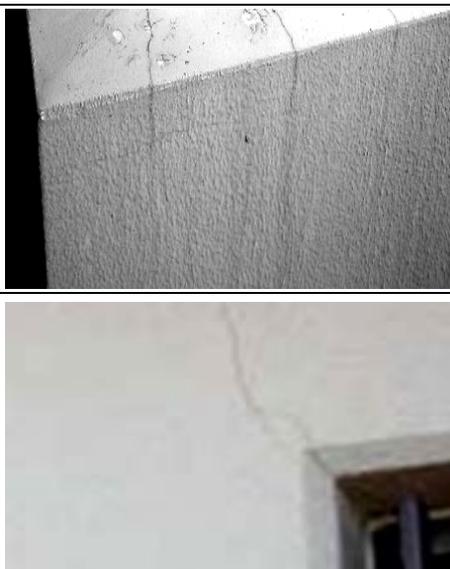
劣化現象	割れの状態	
上塗材の割れ		<p>複層仕上塗材（吹付けタイル）などの上塗材（表層の塗料）にのみ生じている割れ。主材の凹部や凸部を含め塗膜全体に幅の狭い割れが生じていることが多い。ルーペ等で拡大しないと見逃すこともある。</p>
主材の割れ		<p>概ね目視で見分けられる主材層及び上塗材に生じている割れ。上塗りの割れに比べると幅が広く深い。凹凸のある塗膜ではと凸部の周辺に生じていることが多い。</p>
モルタル下地からの割れ		<p>下地がモルタルの場合、モルタルの割れに伴って生じている仕上塗材層の割れ。目視で認められ、数十センチメートル程度の比較的大きな亀甲状の場合が多い。</p>
コンクリート下地からの割れ		<p>下地コンクリートのひび割れに伴って生じている仕上塗材層の割れ。目視で数メートル離れていても認められ、縦・横・斜め方向に直線的に生じるもの、開口部回りに斜め方向に生じるものなどがある。</p> <p>ひび割れ部分に錆汚れが認められる場合は、コンクリート中の鉄筋が腐食しているので、別途コンクリート部分の塩分測定や中性化深さを測定するなど、コンクリートの調査・診断を行う。</p>

図 2.9 割れの状態

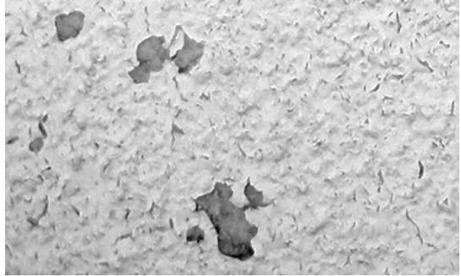
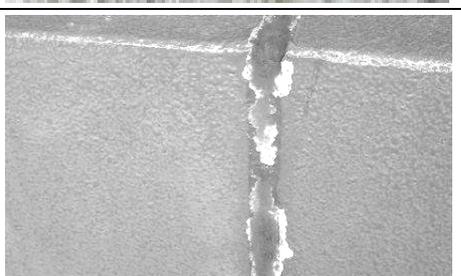
劣化現象	はがれの状態	
上塗材のはがれ		<p>複層仕上塗材（吹付けタイル）などの上塗材（表層の塗料）にのみ生じているはがれ。主材が残存しており、指触すると厚さ数ミクロンの上塗材（塗料）だけがはがれる。</p>
主材のはがれ		<p>主材と上塗材が一体となって主材層から生じているはがれ。塗膜を除去すると下地調整塗材、モルタル、コンクリート等が露出する。割れとの混在で認められることが多い。</p>
下地調整材のはがれ		<p>下地調整塗材と仕上塗材が一体となって下地調整塗材とコンクリート等の界面から生じているはがれ。はがれた塗膜の裏面には主にセメント系下地調整塗材が認められる。塗膜を除去するとコンクリート等が露出する。</p>
コンクリートの欠損		<p>コンクリート部分の欠損（はく落）が生じている状態。鉄筋腐食が原因となっている場合は、鉄筋が露出していることが多い。</p>
シーリング材上のはがれ		<p>シーリング材の表面に施された仕上塗材のはがれ状態。塗膜のはがれた部分はシーリング材が露出している。</p>

図 2.10 はがれの状態

劣化現象	汚れの状態	
雨筋汚れ		<p>パラペットや面台などの水平面に堆積した汚れが、降雨とともに壁面に流れ、筋状の汚れとなっている状態。</p>
さび汚れ		<p>コンクリート中の鉄筋が腐食し、錆の膨張圧でひび割れが生じた箇所から、錆が流れ出している状態。コンクリートの耐久性に影響する現象。</p>
藻苔汚れ		<p>建物周辺に植物が生育し、日当たりが悪く湿気が多い部位などに藻や苔が生じている状態。緑色を呈しているが色が黒い場合はカビが生じている可能性が高い。</p>
換気扇周り 油脂汚れ		<p>換気口の周りにだけ生じている汚れ。一般的には生活で排出される油脂分が原因。</p>
塵埃による 汚れ		<p>大きな凹凸模様を特徴とする厚塗材 E（樹脂スタッコ）の汚れ。凸部に比べ凹部に著しい塵埃の汚れが認められることがある。</p>

図 2.11 汚れの状態

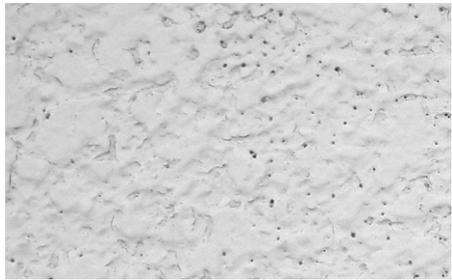
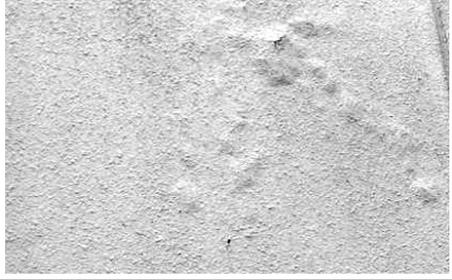
劣化現象	その他の劣化の状態	
ピンホール		<p>塗膜の表面に生じている小さな穴。塗膜の連続層が確保されていない欠陥で、コンクリートの中酸化などに影響する。</p>
変色		<p>塗膜の色が初期と異なって変化している状態。建物の面によって色が異なる場合や面内で局部的に色が異なる場合がある。</p>
ふくれ		<p>気体、液体、腐食生成物などを含んで塗膜が局部的に盛り上がっている現象。下地の水分が多かったり漏水などが原因となっている場合は、塗膜を切り取ると水が流れ出ることがある。</p>
漏水痕跡		<p>上げ裏などコンクリートのひび割れ部分から漏水した痕跡で、汚れがしみ出した状態。降雨時には雨漏りが認められる。</p>
植物の繁殖		<p>外壁に生育した植物（葛）の状態。</p>

図 2.12 その他の劣化の状態

## (5) 塗膜の劣化デグリー(劣化程度)

### 1)塗膜の割れ

改修工事仕様を検討するにあたっては、既存塗膜表面の劣化現象に加え劣化程度を把握しておくことが重要である。例えば、既存塗膜が複層仕上塗材等で主材層に割れが認められる場合、簡便な上塗材だけの塗り替えでは既存塗膜に生じている割れを十分に隠ぺいすることができないため、可とう形改修塗材や新たな仕上塗材での塗り替えなどが検討される。

図 2.13 は、複層仕上塗材を例とした割れの程度の写真を示したものである。割れの量については、ISO 4628-4:1982 に準じて規格化された JIS K 5600-8-4:1999(塗料一般試験方法—第 8 部:塗膜劣化の評価—第 4 節:割れの等級)を参考としている。

### 2)塗膜のはがれ

既存塗膜にどの程度はがれが生じているかによって、改修工事仕様が異なってくるため、現地調査でははがれの状態と共にはがれの程度を調査することが重要である。図 2.14～図 2.16 は、はがれの程度を複層仕上塗材、薄付け仕上塗材及び塗料を対象として示したものであるが、これらは調査対象部位の総面積に占めるはがれの面積の程度を示す場合、または局所的な劣化程度を示す場合の双方に活用できる。

はがれの程度は、改修にあたって部分的な補修で対処するほうが効率的か、あるいは既存塗膜を概ね除去して新たに仕上塗材を全面に塗付けたほうが効率的かの判断要素になる。例えば、はがれの面積が比較的少なく、かつ、既存塗膜の付着性が確保されている場合は、部分的にはがれている部分の模様合わせを行った後、対象面全面を選定された塗装系で塗り替えるほうが効率が良い。しかし、はがれの面積が多い場合や既存塗膜の付着性が確保されていない場合などは、基本的に既存塗膜を全面除去し、新たに仕上塗材で塗り替えるほうが効率的でもあり耐久性の確保にもつながる。

図 2.14～図 2.16 は、ISO 4628-5:1982 に準じて規格化された JIS K 5600-8-5:1999(塗料一般試験方法—第 8 部:塗膜劣化の評価—第 5 節:はがれの等級)を参考としているが、各劣化デグリーにおけるはがれの量は次のとおりである。

劣化デグリー1: 0.1%

劣化デグリー2: 0.3%

劣化デグリー3: 1%

劣化デグリー4: 3%

劣化デグリー5: 15%

### 3)塗膜の摩耗

塗膜の摩耗は、表層が脆弱化して徐々に塗膜厚が減少していく現象で、一般にセメント系など無機系の結合材からなる薄付仕上塗材に認められる。

図 2.17 はセメントリシン(薄付け仕上塗材C)の摩耗の程度の写真と摩耗の量の程度を模式図で示したものである。摩耗の量については、2)はがれの程度を準用している。

### 4)塗膜の汚れ

汚れの程度は、建物の美観が特に重視される場合の塗り替えの要否の判定と関連がある。図 2.18 は、雨筋汚れの明度差のイメージを示した写真とその模式図を示しており、模式図については、平成 11 年度から平成 14 年度にわたって実施された、独立行政法人建築研究所と日本建築仕上材工業会との共同研究「汚れ防止研究委員会」で使用された汚れ評価の写真を参考としている。

例えば、劣化デグリーと明度差 $\Delta L^*$ との関係は次のとおりである。

劣化デグリー1:  $0.3 \geq \Delta L^* > -0.8$

劣化デグリー2:  $0.8 \geq \Delta L^* > -2.5$

劣化デグリー3:  $-3.5 \geq \Delta L^* \geq -5.6$

劣化デグリー4:  $-10.7 \geq \Delta L^* \geq -14.8$

劣化デグリー5:  $-14.8 > \Delta L^*$

#### 5) 塗膜の白亜化

白亜化はチョーキングとも称されるが、塗膜表面の樹脂の劣化に伴って顔料等が露出し、塗膜表面が粉をふいたような状態になる現象で、塗膜の劣化程度により粉状物の量が異なってくる。

白亜化は汚れと同様に、その程度によって改修塗装系と既存塗膜との付着性を阻害する要因ともなる。建物の改修時には白亜化と汚れが混在していることが多いため、基本的には下地処理の段階で除去・清掃しておく必要がある。下地処理としては一般的に高圧水洗による洗浄が行われているが、外壁から内部への漏水が懸念される場合や建物の立地条件または周辺環境等の条件で、水洗いできない場合などは、その対処法として粉状物の固着を目的とした専用シーラーを用いることもあるため、白亜化の程度を現地で確認しておくことは重要である。

図 2.19 は、塗膜表面を黒布でこすって白亜化の程度を調べる場合と塗膜表面にセロハンテープを張り付けてはがし取った後、そのテープを黒い紙などに張り付けて白亜化の程度を調べる場合のイメージを示している。セロハンテープによる方法については、ISO 4628-6:1990 に準じて規格化された JIS K 5600-8-6:1999 (塗料一般試験方法—第 8 部: 塗膜劣化の評価—第 6 節: 白亜化の等級) を参考としている。

ところで、既存塗膜がリシン(薄付け仕上塗材)の場合、砂壁状の骨材の表面には白亜化が生じず、平滑な塗膜部分に白亜化が生じるので、セロハンテープ等を塗膜表面に押し当てた場合には、まだらな模様となる。このような場合には、骨材表面の部分を評価の対象外とし、白くなった部分だけを対象として写真と見比べる。

#### 6) 塗膜の付着性および付着強さ試験

既存塗膜の付着性が確保されていないと、改修後に既存塗膜層部分から早期にはがれる場合もあるので、クロスカット試験または付着試験機における付着強さと破壊形態の測定によって、既存塗膜の付着性を確認する。

##### ① クロスカット試験

塗膜のクロスカット試験は、カッターナイフで塗膜に切り込みを入れその部分にセロハンテー

ブなどを張り付けて引きはがす試験で、塗料や複層仕上塗材の上塗材の付着性を調べるには簡易な方法である。図 2.20 は 1cm×1cm を 6×6 マスに切り込んだ場合のモデル写真であるが、マス目の数は塗料仕上げの場合 2mm 間隔で 5×5 マスとする場合が多い。また、複層仕上塗材の場合は、本来劣化デグリーが 1 程度であったとしても、あまり細かい間隔で切り込みを入れることによって主材層が粉碎し、デグリー 5 程度の結果になることもあるため、10mm 間隔の 1 マスとした方が良い場合もある。

また、薄付け仕上塗材など比較的塗厚が薄い仕上塗材の場合は、塗膜表面に 5cm 程度の×印のクロスカットを入れ、布テープを張り付けて引きはがす方法もあるが、この場合は、塗膜がはがれるかはがれないかの判定に活用されることが多い。

## ②付着強さ試験

付着強さ試験は、専用の接着試験機を用いて破壊検査を行うものである。この調査は、既存塗膜層の付着性が十分に確保されているかどうかを確認するための調査で、付着強さと同時に破壊箇所も確認することが重要である。これは、付着強さが小さかったり、あるいはその破壊形態がほとんど層間での界面破壊を示すような状況にあっては、改修後に既存塗膜層からはく離に至ることもあるので、既存塗膜の除去が必要かどうかの判定とも関連する。

図 2.21 は、付着強さと破壊形態の表わし方を例示したものである。

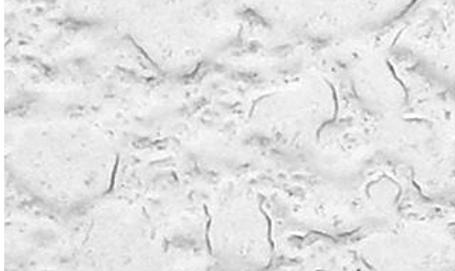
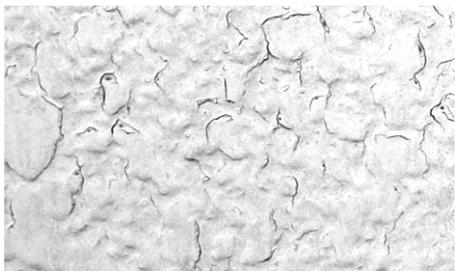
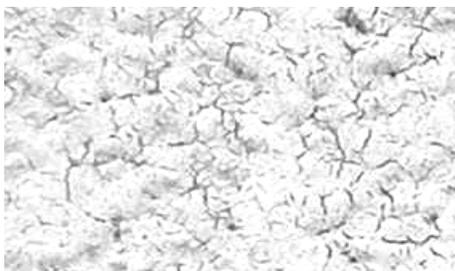
劣化 デグリー	割れの密度の状態イメージ (複層仕上塗材の場合)
1 ほとんど 認められ ない	
2 わずかに 認められ る	
3 はっきり 認められ る	
4 かなり認 められる	
5 顕著に認 められる	

図 2.13 割れの劣化デグリー (複層再下塗材の場合)

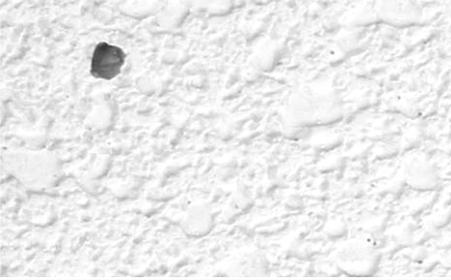
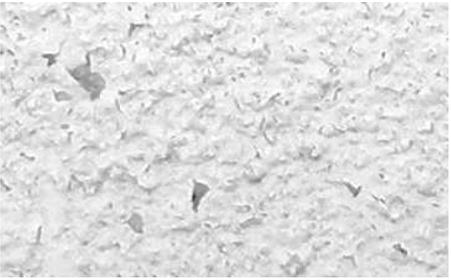
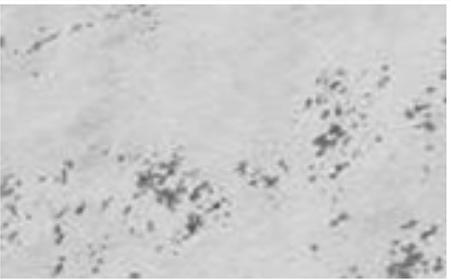
劣化 デグリー	はがれの密度の状態イメージ (複層仕上塗材の場合)
1 ほとんど 認められ ない	
2 わずかに 認められ る	
3 はっきり 認められ る	
4 かなり認 められる	
5 顕著に認 められる	

図 2.14 はがれの劣化デグリー (複層仕上塗材の場合)

劣化 デグリー	はがれの密度の状態イメージ (薄付け仕上塗材の場合)
1 ほとんど 認められ ない	
2 わずかに 認められ る	
3 はっきり 認められ る	
4 かなり認 められる	
5 顕著に認 められる	

図 2.15 はがれの劣化デグリー (薄付け仕上塗材の場合)

劣化 デグリー	はがれの密度の状態イメージ (塗料の場合)
1 ほとんど 認められ ない	
2 わずかに 認められ る	
3 はっきり 認められ る	
4 かなり認 められる	
5 顕著に認 められる	

図 2.16 はがれの劣化デグリー (塗料の場合)

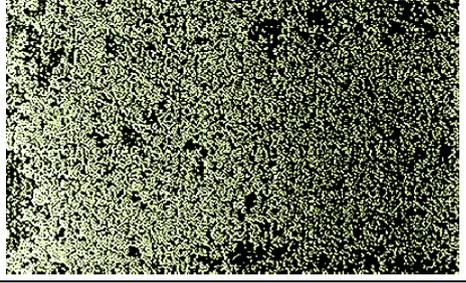
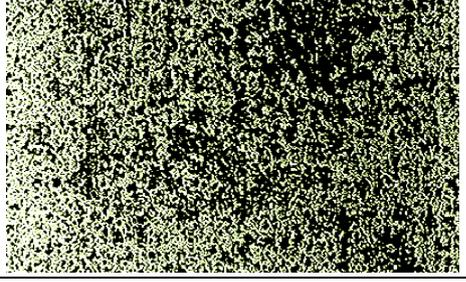
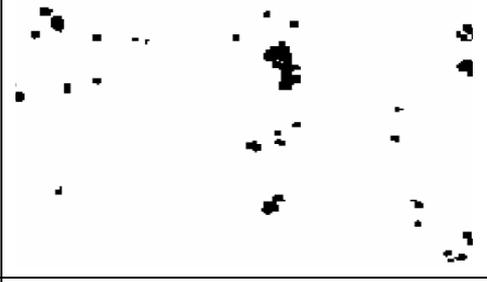
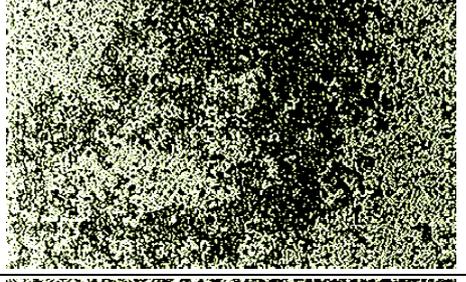
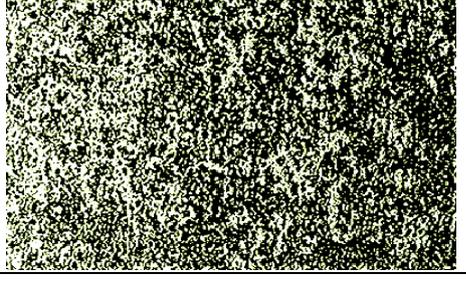
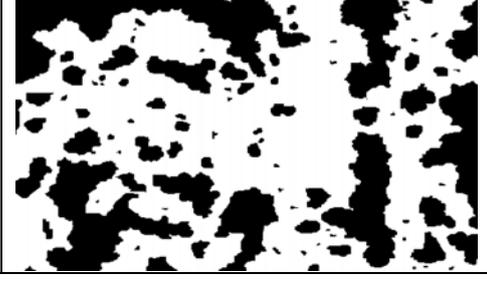
劣化 デグリー	摩耗の密度の状態イメージ（薄付け仕上塗材C：セメントリシンの場合）	
1 ほとんど 認められ ない		
2 わずかに 認められ る		
3 はっきり 認められ る		
4 かなり認 められる		
5 顕著に認 められる		

図 2.17 摩耗の劣化デグリー（薄付け仕上塗材C：セメントリシンの場合）

劣化 デグリー	汚れの明度差の状態イメージ				
1 ほとんど認 められない					
2 わずかに認 められる					
3 はっきり認 められる					
4 かなり認め られる					
5 顕著に認め られる					

図 2.18 汚れの劣化デグリー

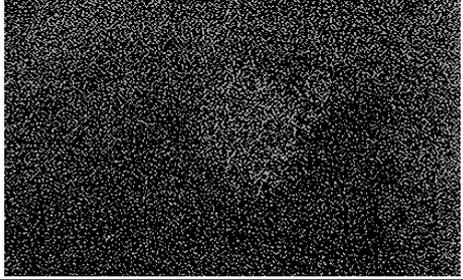
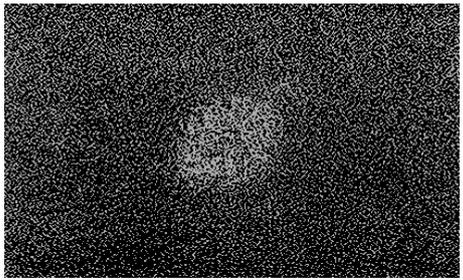
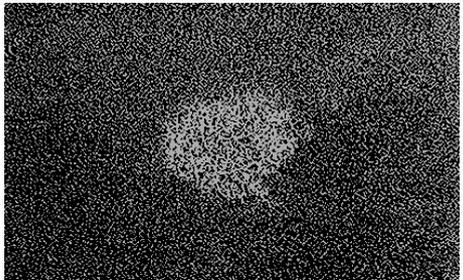
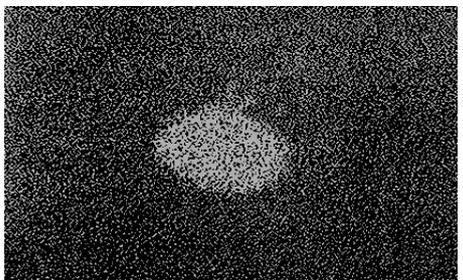
劣化 デグリー	白亜化の程度の状態イメージ
1 ほとんど認められない	
2 わずかに認められる	
3 はっきり認められる	
4 かなり認められる	
5 顕著に認められる	

図 2.19 白亜化の劣化デグリー

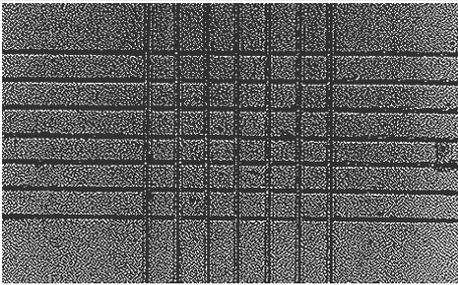
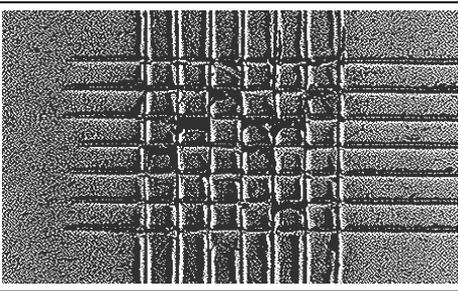
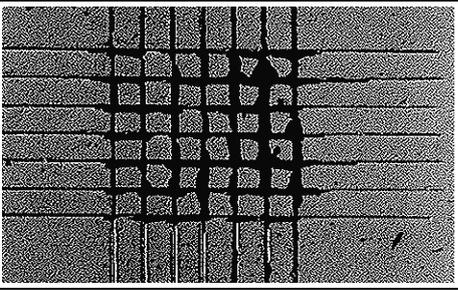
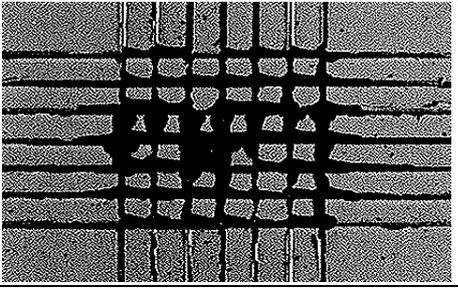
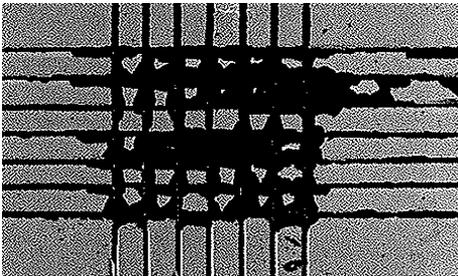
劣化 デグリー	付着力低下の状態イメージ（塗料のクロスカット）	
1 ほとんど認められない		クロスカットの縁がなめらかで、どの格子の目にもはがれがない。
2 わずかに認められる		クロスカットの交差部分や縁の一部に、わずかに小さなはがれが認められる。
3 はっきり認められる		クロスカットの交差部や線に沿って全体的にはがれが認められる。
4 かなり認められる		クロスカットの交差部や線に沿って全体的にはがれが認められ、かつ格子のはがれをわずかに伴う。
5 顕著に認められる		クロスカットの格子のはがれがかなり認められる。

図 2.20 付着性の劣化デグリー

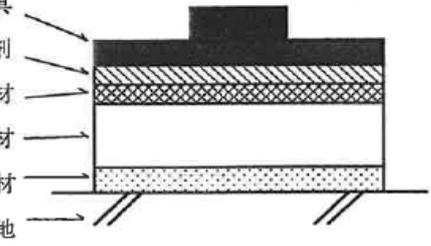
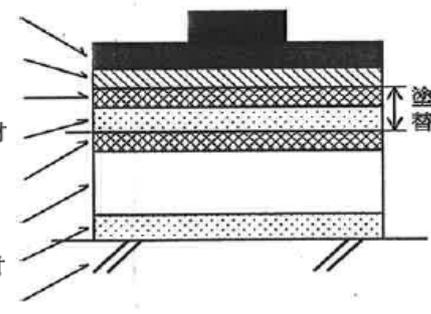
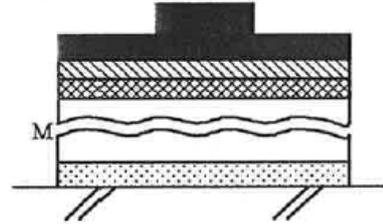
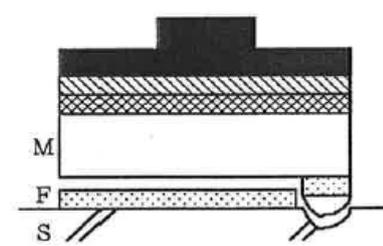
塗膜層構成の記号・破壊形態	判定図（モデル）
<p>塗膜層構成の記号</p> <p>既存塗膜が新築時の塗膜の場合</p>	<p>J: 鋼製治具</p> <p>A: 接着剤</p> <p>T: 上塗材</p> <p>M: 主材</p> <p>F: 下地調整塗材</p> <p>S: 下地 (コンクリート, モルタル)</p> 
<p>塗膜層構成の記号</p> <p>新築時の塗膜が既に塗り替えを実施されている場合</p> <p>新築時の塗膜層と塗り替えの塗膜層を小文字の数字で区分して表す (T1, T2 等)</p>	<p>J: 鋼製治具</p> <p>A: 接着剤</p> <p>T2: 上塗材</p> <p>F2: 下地調整塗材</p> <p>T1: 上塗材</p> <p>M: 主材</p> <p>F1: 下地調整塗材</p> <p>S: 下地</p> <p>塗り替え</p> 
<p>破壊形態の表しかた</p> <p>凝集破壊: 破壊した箇所の構成材の記号 (A, T, M, F 等) で表す</p> <p>界面破壊: 破壊した箇所の上下の構成材の記号により (A/T, T/M, M/F, F/S 等) で表す</p> <p>下地破壊: 記号 S で表す</p> <p>なお, 1 個の付着試験で破壊形態が複数認められる場合は, それぞれのおよその面積率を百分率 (M/F<sub>80</sub>, S<sub>20</sub> 等) で示す。</p>	<p>主材凝集破壊が100%の場合のモデル (M<sub>100</sub>)</p>  <p>主材と下地調整塗材の界面破壊が80%及び下地破壊が20%混在する場合のモデル (M/F<sub>80</sub>, S<sub>20</sub>)</p> 

図 2.21 塗膜の付着強さ試験における破壊形態の表わし方 (例)

(6) 結果の表わし方

外壁の改修工事を前提とした調査結果の表わし方としては、図 2.22 に示すような図面へ記入する方法が一般的に多用されているが、本節の標準パターン写真を用いた調査結果の表わし方の例を表 2.20 に、また塗膜の付着強さ試験における結果の表わし方の例を表 2.21 に示す。

図 2.22 及び表 2.20 は、調査対象面の 1 面の面積に対して、劣化がどの程度の面積割合で生じているかを示すときに標準パターン写真を用いる例であるが、特に劣化部分だけを対象として劣化現象や劣化程度を詳細に記載する場合においても、図面への記入や特記または注記する方法で標準パターン写真を活用できる。

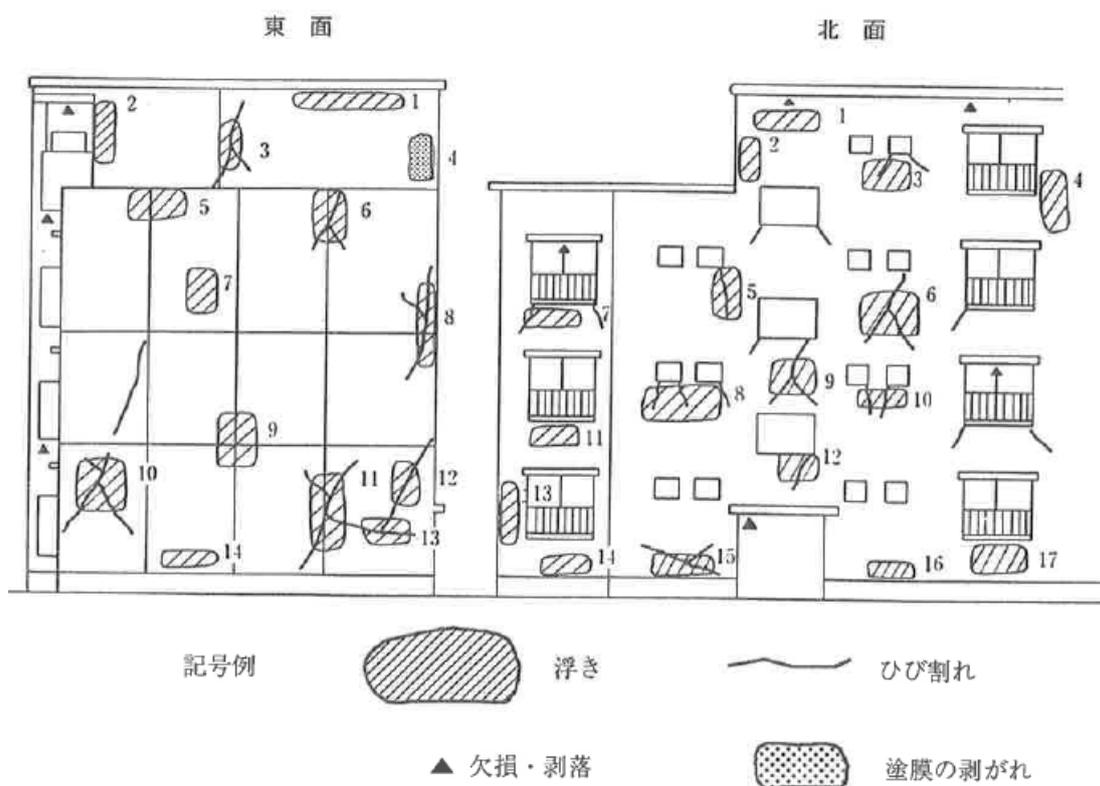


図 2.22 調査結果の図面への記入例

表 2.20 標準パターン写真による調査結果の記入表(例)

建物名称		構造		用途		調査日					
所在地		規模		竣工年		調査者					
調査部位	方位	塗材種別	割れ		はがれ		汚れ		摩耗	白亜化	クロスカ ット試験
			劣化現象	劣化程度	劣化現象	劣化程度	劣化現象	劣化程度	劣化程度	劣化程度	
	東 西 南 北	薄塗 複層 厚塗 その他	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	雨筋 さび 藻 苔 油脂 塵埃	0 1 2 3 4 5			
	東 西 南 北	薄塗 複層 厚塗 その他	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	雨筋 さび 藻 苔 油脂 塵埃	0 1 2 3 4 5			
	東 西 南 北	薄塗 複層 厚塗 その他	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	雨筋 さび 藻 苔 油脂 塵埃	0 1 2 3 4 5			
	東 西 南 北	薄塗 複層 厚塗 その他	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	雨筋 さび 藻 苔 油脂 塵埃	0 1 2 3 4 5			
	東 西 南 北	薄塗 複層 厚塗 その他	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	雨筋 さび 藻 苔 油脂 塵埃	0 1 2 3 4 5			
	東 西 南 北	薄塗 複層 厚塗 その他	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	雨筋 さび 藻 苔 油脂 塵埃	0 1 2 3 4 5			
	東 西 南 北	薄塗 複層 厚塗 その他	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	雨筋 さび 藻 苔 油脂 塵埃	0 1 2 3 4 5			
	東 西 南 北	薄塗 複層 厚塗 その他	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	雨筋 さび 藻 苔 油脂 塵埃	0 1 2 3 4 5			
	東 西 南 北	薄塗 複層 厚塗 その他	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	上塗材 主 材 その他	0 1 2 3 4 5	雨筋 さび 藻 苔 油脂 塵埃	0 1 2 3 4 5			
特記事項	既存塗膜層の層構成、特異な劣化現象とその発生部位、修繕歴、その他の特記すべき劣化などを記入										



### 2.3.3 既存建築物の外装塗り仕上げの補修・改修技術

#### (1)補修・改修工法の選定に当たっての考え方

外装塗り仕上げは、建物の内外壁、天井、屋根などの表面に、美装または下地の保護、特殊機能の付与などを目的として、ハケ、ローラー、吹付け、コテ塗りなどの施工器具によって、平滑、ゆず肌模様、凹凸模様など様々な模様を表現することが可能な材料である。

外装塗り仕上げと同様の目的に使用される物として、めっき・ほうろう・壁紙・化粧タイルなどがあるが、外装塗り仕上げがこれらと異なるのは、物の形や施工場所に関係なく容易に施工できること、物の形・厚さ・重量に関係なく仕上げられること、色、艶のバリエーションが豊富であること、塗り替えによって比較的簡単に塗面を長持ちさせられること、防藻、防カビ、低汚染、遮熱性能など施工することにより特殊機能が付与できるなどで、これらの機能は他の施工材料にはない大きな利点である。

これら外装塗り仕上げについて、既存塗膜に対しての改修層である建築用仕上塗材、建築用塗料の適合表を作成した。この表における評価の設定は、建築用仕上塗材に関しては、日本建築仕上材工業会 技術委員会に参画している仕上材メーカー16社、建築用塗料に関しては、社団法人日本塗料工業会 技術委員会 建築塗料部会に参画している塗料メーカー10社の協議により合意に達した。

また選定に当たっては近年、各種建築材料から発生する揮発性有機化合物(VOC)が問題となり、環境問題として大きくクローズアップされている。塗料・仕上材業界においても、この問題を重視し、主にトルエン、キシレンなどを使用した強溶剤系塗材から、弱溶剤系、水性塗材への変換が盛んに行われている。内装についてはもちろんのこと外装についても、補修・改修については、使用材料として水性や弱溶剤系の環境配慮型塗料・仕上材を選定することが望ましい。

#### (2) 補修・改修工法の既存塗膜との適合表

表 2.22 に仕上塗材の既存塗膜と改修塗装との適合表を示す。また、表 2.23 に表 2.22 の仕様の一部をまとめ、簡略化した仕上塗材の既存塗膜と改修塗装との適合表を示す。

さらに、表 2.24 に建築用塗料の既存塗膜と改修塗装との適合表を示す。

表中のマークについては、以下の通りである。

- ・◎:適する(シーラー無しでも可)
- ・○:適する(シーラー適用)
- ・△:各表を参照(確認が必要)
- ・×:不適
- ・—:一般には適用しない

また特に注意する箇所について以下に示す。

##### ①「仕上塗材の既存塗膜と改修塗装との適合表」についての注意点

- ・下地はコンクリート、モルタル等に限定する。

- ・既存塗膜に使用した塗料より、改修塗材の水準が劣る場合は、「一般的には適用しないもの」として「－」とする。この中でも特に既存塗膜と改修塗材との相性が不適合である場合は、「不適」として「×」とする。
- ・既存塗膜(仕上材)が弾性系、とくに「防水形外装薄塗材 E」で、弱溶剤系の上塗材にて改修を行う場合、軟質タイプのみ適用が可能となるため、「△」とした。
- ・既存塗膜が「外装薄塗材」や「外装厚塗材」等で、弱溶剤系の上塗材にて改修を行う場合、下地処理が適切に行われている場合「○」となるが、既存塗膜にピンホールや脆弱部分が残っている場合、不具合が発生することがある。
- ・断熱性下地で既存塗膜(仕上材)が「外装厚塗材」等で、劣化が著し、巣穴が多いなどの状況で、「可とう形改修塗材」にて改修を行った場合、不具合が発生することがある。
- ・既存塗膜(仕上材)が「防水形複層塗材」で、「可とう形改修塗材」にて改修を行う場合、通常「◎」としているが、既存塗膜(仕上材)が高弾性タイプの「防水形複層塗材」の場合、不具合が発生することがある。
- ・いずれの場合においても、施工環境や劣化状況により不具合が発生することがある。

## ②「建築用塗料の既存塗膜と改修塗装との適合表」についての注意点

- ・既存塗膜に使用した塗料より、改修塗料の水準が劣る場合は、「一般的には適用しないもの」として「－」とする。この中でも特に既存塗膜と改修塗料との相性が不適合である場合は、「不適」として「×」とする。
- ・既存塗膜がワニス以外の塗膜で、改修塗料としてワニスを使用する場合、「一般的には適用しないもの」として「－」とする。この中でも特に既存塗膜と改修塗料との相性が不適合である場合は、「不適」として「×」とする。
- ・既存塗膜が水性塗料(エマルジョンペイント系)で、改修塗料として弱溶剤系塗料を使用する場合は、塗料製造所の仕様により可否が異なるため、「△」とする。使用する製品の説明書、仕様書などを確認する(既存塗膜がリフティングを起こす場合がある。)
- ・既存塗膜が塩化ビニル樹脂エナメルの場合、いずれの改修塗料において密着不良による不具合が発生する可能性があるため「△」とする。使用する製品の説明書、仕様書などを確認する。
- ・既存塗膜がアクリル樹脂エナメルで、改修塗料としてアクリル樹脂系非水分散形塗料(つや消し)を使用する場合は、塗料製造所の仕様により可否が異なるため、「△」とする。使用する製品の説明書、仕様書などを確認する(改修塗膜にひび割れが発生する場合がある。)
- ・既存塗膜が、耐久性の優れた「ふっ素樹脂系塗料」や「アクリルシリコン樹脂系塗料」などの改修塗装を行う場合、下地調整など塗料製造所の指定する方法とする(はがれ等の不具合が発生することがある。)
- ・表中の「ふっ素樹脂エマルジョン塗り」や「アクリルシリコンエマルジョンペイント塗り」については、品質基準が定まっていない。

- ・シーラーの使用に関しては、塗料製造所の仕様により異なるため、使用する製品の説明書、仕様書などを確認する。
- ・いずれの場合においても、施工環境や劣化状況により不具合が発生することがある。

#### (4) 既存塗膜と改修塗装適合表 活用に当たっての注意点

この表は、塗装について改修工事を行う際に、既存塗膜と改修塗材・塗料との一般的な相性を示しており、既存塗膜の劣化程度が汚れ、変退色、光沢低下等の塗膜表面における劣化現象で、汚れ、付着物を除去する程度の下地調整レベルでの塗り替え塗装が可能なものについて適用できる。塗膜内部や下地にまで及ぶ劣化現象である場合は、別途適切な下地調整を必要とする。

既存塗膜の下地調整において、塗膜を全面除去して塗替え塗装を行う場合には、新規と同様の考え方で塗装下地の種類に適合する塗料の中からの選定が可能であり、選択のバリエーションが多い。一般には既存塗膜表面の汚れ・付着物を除去するだけで改修仕様にて塗料を塗り重ねたり、あるいは劣化膜のみを除去して活膜を残して、塗り重ねたりするが多い。その際に、単なる化粧直しを目的として、既存塗膜と同程度の改修塗料を用いた仕様にて塗り替え塗装を行うのであれば問題は少ないが、美装性や耐候性の向上等を目的として異なる改修塗材・塗料を用いる場合には、既存塗膜と改修塗材・塗料との相性が選択上の重要な要因となる。

一般に、既存塗膜と改修塗材・塗料との相性が不適合の場合に生ずる不具合として、はじき・リフティング(浮き)・はがれ等の現象がある。

実際に施工を行う場合は、塗料製造所のすすめる適切な処理を行った後、試験施工により適合性を確認し仕様を検討することを奨める。

表 2.22 建築用仕上塗材の既存塗膜と改修塗装との適合表

改修塗材塗りの種類 既存塗膜の種類	塗料での改修(主材を使用しない。)							薄塗材			厚塗材		複層塗材					可とう形改修塗材	
	水系ポリウレタンエマルジョンペイント塗り	水系アクリルシリコンエマルジョンペイント塗り	水系常温乾燥形ふっ素樹脂エマルジョンペイント塗り	つや有り合成樹脂エマルジョンペイント塗り	弱溶剤系2液形ポリウレタンエナメル塗り	弱溶剤系アクリルシリコン樹脂エナメル塗り	弱溶剤系常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル塗り	外装薄塗材E	外装薄塗材S	可とう形外装薄塗材E	防水形外装薄塗材E	外装厚塗材C・CE	外装厚塗材E	複層塗材Si	複層塗材E	複層塗材RE	防水形複層塗材E	防水形複層塗材RE	可とう形改修塗材E、RE
外装合成樹脂エマルジョン系薄付け仕上塗材 (外装薄塗材E)	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-	○	-	○	-	○	○	◎
外装合成樹脂溶剤系薄付け仕上塗材 (外装薄塗材S)	○	○	○	○	△*1	△*1	△*1	-	-	○	○	-	○	-	○	-	○	○	◎
可とう形外装けい酸質系薄付け仕上塗材 (可とう形外装薄塗材Si)	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
可とう形外装合成樹脂エマルジョン系薄付け仕上塗材 (可とう形外装薄塗材E)	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
防水形外装合成樹脂エマルジョン系薄付け仕上塗材 (防水形外装薄塗材E)	△*2	△*2	△*2	△*2	△*2	△*2	△*2	x	x	-	○	x	x	x	x	x	○	○	◎
外装セメント系厚付け仕上塗材 (外装厚塗材C) 上塗材なし	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
外装セメント系厚付け仕上塗材 (外装厚塗材C) 上塗材:アクリル系(水系、溶剤系)	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
外装合成樹脂エマルジョン系厚付け仕上塗材 (外装厚塗材E) 上塗材なし	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
外装合成樹脂エマルジョン系厚付け仕上塗材 (外装厚塗材E) 上塗材:アクリル系(水系、溶剤系)	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
セメント系、ポリマーセメント系複層仕上塗材 (複層塗材C、CE) 上塗材:アクリル系(水系、溶剤系)	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○	○	◎
けい酸質系複層仕上塗材 (複層塗材Si) 上塗材:アクリル系(水系、溶剤系)	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	○	○	-	○	○	◎
けい酸質系複層仕上塗材 (複層塗材Si) 上塗材:シリカ系(水系)	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○	○	◎
合成樹脂エマルジョン系複層仕上塗材 (複層塗材E) 上塗材:アクリル系、ポリウレタン系(水系、溶剤系)	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	○	-	○	○	◎
反応硬化形合成樹脂エマルジョン系複層仕上塗材(複層塗材RE) 上塗材:アクリル系、ポリウレタン系(水系、溶剤系)	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	○	○	○	○	◎
防水形合成樹脂エマルジョン系複層仕上塗材 (防水形複層塗材E) 上塗材:アクリル系、ポリウレタン系(水系、溶剤系)	△*2	△*2	△*2	△*2	△*2	△*2	△*2	x	x	-	○	x	x	x	x	x	○	○	◎
マスチック A(水系、溶剤系)	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
マスチック C(水系、溶剤系)	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	◎

◎ : 適する(下塗材なしでも可)。  
 ○ : 適する(下塗材適用)  
 △\*1 : 試し塗りを行って確認が必要である。  
 △\*2 : 使用する弱溶剤系塗料が硬質系の場合は不可、軟質系の場合は可である。  
 x : 不適  
 - : 一般には適用しない。

表 2.23 建築用仕上塗材の既存塗膜と改修塗装適合表（簡略版）

改修塗材塗りの種類 既存塗膜の種類	塗料での改修(主材を使用しない。)		薄塗材				厚塗材		複層塗材					可とう形改修塗材
	*3 水系上塗材	*4 弱溶剤系上塗材	外装薄塗材E	外装薄塗材S	可とう形外装薄塗材E	防水形外装薄塗材E	外装厚塗材C・CE	外装厚塗材E	複層塗材Si	複層塗材E	複層塗材RE	防水形複層塗材E	防水形複層塗材RE	可とう形改修塗材E、RE
外装合成樹脂エマルジョン系薄付け仕上塗材 (外装薄塗材E)	○	○	○	-	○	○	-	○	-	○	-	○	○	◎
外装合成樹脂溶剤系薄付け仕上塗材 (外装薄塗材S)	○	△*1	-	-	○	○	-	○	-	○	-	○	○	◎
可とう形外装けい酸質系薄付け仕上塗材 (可とう形外装薄塗材Si)	○	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
可とう形外装合成樹脂エマルジョン系薄付け仕上塗材 (可とう形外装薄塗材E)	○	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
防水形外装合成樹脂エマルジョン系薄付け仕上塗材 (防水形外装薄塗材E)	△*2	△*2	×	×	-	○	×	×	×	×	×	○	○	◎
外装セメント系厚付け仕上塗材 (外装厚塗材C) 上塗材なし	○	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○	○	○
外装セメント系厚付け仕上塗材 (外装厚塗材C) 上塗材:アクリル系(水系、溶剤系)	○	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
外装合成樹脂エマルジョン系厚付け仕上塗材 (外装厚塗材E) 上塗材なし	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
外装合成樹脂エマルジョン系厚付け仕上塗材 (外装厚塗材E) 上塗材:アクリル系(水系、溶剤系)	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
セメント系、ポリマーセメント系複層仕上塗材 (複層塗材C、CE) 上塗材:アクリル系(水系、溶剤系)	○	○	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○	○	◎
けい酸質系複層仕上塗材 (複層塗材Si) 上塗材:アクリル系(水系、溶剤系)	○	○	-	-	-	○	-	-	○	○	-	○	○	◎
けい酸質系複層仕上塗材 (複層塗材Si) 上塗材:シリカ系(水系)	○	○	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○	○	◎
合成樹脂エマルジョン系複層仕上塗材 (複層塗材E) 上塗材:アクリル系、ポリウレタン系	○	○	-	-	-	○	-	-	-	○	-	○	○	◎
反応硬化合成樹脂エマルジョン系 複層仕上塗材(複層塗材RE) 上塗材:アクリル系、ポリウレタン系(水系、溶剤系)	○	○	-	-	-	○	-	-	-	○	○	○	○	◎
防水形合成樹脂エマルジョン系複層仕上塗材 (防水形複層塗材E) 上塗材:アクリル系、ポリウレタン系(水系、溶剤系)	△*2	△*2	×	×	-	○	×	×	×	×	×	○	○	◎
マスチック A(水系、溶剤系)	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	◎
マスチック C(水系、溶剤系)	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	◎

◎ : 適する(下塗材なしでも可)。

○ : 適する(下塗材適用)

△\*1 : 試し塗りを行って確認が必要である。

△\*2 : 使用する弱溶剤系塗料が硬質系の場合は不可、軟質系の場合は可能である。

×

- : 一般には適用しない。

\*3 : 水性上塗材には、水系ポリウレタンエマルジョンペイント塗り、水系アクリルシリコンエマルジョンペイント塗り、水系常温乾燥形ふっ素樹脂エマルジョンペイント塗り、つや有り合成樹脂エマルジョンペイント塗りがある。

\*4 : 弱溶剤系上塗材には、弱溶剤系2液形ポリウレタンエナメル塗り、弱溶剤系アクリルシリコン樹脂エナメル塗り、弱溶剤系常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル塗りがある。

表 2.24 建築用塗料の既存塗膜と改修塗装適合表

改修塗料塗りの種類 既存塗膜の種類	アクリル樹脂系非水分散形塗料 (つや消し)	弱溶剤系2液形ポリウレタン エナメル塗り	弱溶剤系アクリルシリコン樹脂 エナメル塗り	弱溶剤系常温乾燥形ふっ素樹脂 エナメル塗り	ポリウレタンエマルジョンペン ト塗り	合成樹脂エマルジョンペン ト塗り	つや有り合成樹脂エマルジョン ペント塗り	弱溶剤系2液形ポリウレタン ワニス塗り	弱溶剤系アクリルシリコン樹脂 ワニス塗り	弱溶剤系常温乾燥形ふっ素樹脂 ワニス塗り	(参考)	
											アクリルシリコンエマル ジョンペント塗り	ふっ素樹脂エマルジョン ペント塗り
塩化ビニル樹脂エナメル	△	△	△	△	△	△	△	×	×	×	△	△
アクリル樹脂系非水分散形塗料 (つや消し)	◎	×	×	×	○	○	○	×	×	×	○	○
2液形ポリウレタンエナメル	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	○	○
アクリルシリコン樹脂エナメル	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	○	○
常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○
ポリウレタンエマルジョンペン ト塗り	-	△	△	△	○	-	-	-	-	-	○	○
アクリルシリコンエマルジョンペン ト塗り	-	△	△	△	○	-	-	-	-	-	○	○
ふっ素樹脂エマルジョンペン ト塗り	-	-	△	△	-	-	×	-	-	-	○	○
合成樹脂エマルジョンペン ト塗り	◎	△	△	△	○	○	○	×	×	×	○	○
つや有り合成樹脂エマルジョンペン ト塗り	△	△	△	△	○	-	○	×	×	×	○	○
2液形ポリウレタンワニス	-	○	○	○	○	-	-	△	△	△	○	○
アクリルシリコン樹脂ワニス	-	○	○	○	○	-	-	△	△	△	○	○
常温乾燥形ふっ素樹脂ワニス	-	-	○	○	-	-	-	-	△	△	○	○
アクリル樹脂エナメル	△	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	○

注) ・◎ : 適する(シーラー無しでも可)。  
 ・○ : 適する(シーラー適用)。  
 ・△ : 選定にあたり製造所への確認を行う必要がある。  
 ・× : 不適。  
 ・- : 一般には適用しない。

### (5) 建築用仕上塗材と建築用シーリング材との適合性について

#### ・建築用仕上塗材と建築用シーリング材の選定に当たっての考え方

目地に充填されたシーリング材の上に建築用仕上塗材を施工した場合、時間の経過とともに汚れなどの不具合が発生することがある。これは、建築用シーリング材の成分や含有する可塑剤などが仕上塗材の表面に移行してくることが原因であると考えられている。

そこで、最新の市販品による建築用仕上塗材と建築用シーリング材との適合性を確認することを目的として、平成17年10月より日本建築仕上材工業会、日本シーリング材工業会および独立行政法人建築研究所は共同で屋外暴露試験を3年間実施した。暴露はつくば市の独立行政法人建築研究所のばくろ試験場で実施した。

この3年間の暴露試験結果を表2.25の建築用シーリング材との適合性(暴露3年後の仕上げ材表面状態)にまとめた。試験に使用したシーリング材種、仕上げ材種は表中に記載している。また、試験体の半分に湿気硬化形ウレタン樹脂系のバリアプライマー処理を実施し、その効果を確認した。

表 2.25 建築用シーリング材との適合性(暴露3年後の仕上げ材表面状態)

 バリアプライマーなしでも汚れない組み合わせの割合  
 バリアプライマー処理すれば汚れない組み合わせの割合  
 バリアプライマー処理しても汚れる組み合わせの割合

No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
シーリング材		2成分形 ポリウレタン系	1成分形 変成シリコン系	2成分形 変成シリコン系	2成分形変成 シリコン系 応力緩和タイプ	1成分形 ポリサルファイド系	2成分形 ポリサルファイド系	2成分形 アクリルウレタン系	1成分形 ポリウレタン系	1成分形 ポリウレタン系 NBタイプ 注1)	2成分形 ポリウレタン系	2成分形 ポリウレタン系 NBタイプ 注1)	1成分形 アクリル樹脂系	
No.	仕上げ材(主材/上塗材)	製品数	2	5	5	3	1	3	2	1	4	3	5	3
1	外装薄塗材E/なし	2												
2	可とう形外装薄塗材E/なし	2												
3	防水形外装薄塗材E(単層弾性)/なし	2												
4	可とう形外装薄塗材SI/なし	1												
5	外装厚塗材C/なし	1	注2)	注2)	注2)	注2)	注2)	注2)	注2)	注2)	注2)	注2)	注2)	注2)
6	外装厚塗材C/水系	1												
7	外装厚塗材E/なし	2												
8	防水形複層塗材CE/水系	1												
9	複層塗材E/水系	2												
10	防水形複層塗材E/水系	2												
11	複層塗材RE/水系	2												
12	防水形複層塗材RE/水系	1												
13	可とう形改修塗材E/水系	6												
14	可とう形改修塗材E/弱溶剤ウレタン	2												
15	可とう形改修塗材RE/水系	1												
16	可とう形改修塗材CE/水系	1												
17	セメントフィラー+可とう形改修塗材E/水系	2												
18	石材調仕上塗材/水系	2												
19	石材調仕上塗材/溶剤系	2												
20	塗膜防水材(JIS A6021該当)/水系	2												
21	なし/水系	6												
22	なし/溶剤アクリル	1												
23	なし/溶剤ウレタン	1												
24	なし/弱溶剤ウレタン	2												

表 2.25 中の製品数とは、各シーリング材種、各仕上げ材種で試験を実施した製品の数を表し、また、表 2.25 中の  は、各シーリング材と各仕上げ材の組み合わせを示したものである。

この  に、製品の組み合わせの中で、バリアプライマー処理をすれば汚れない製品の組み合わせの割合を  で、バリアプライマー処理をしても汚れる組み合わせの割合を  で塗りつぶし、仕上げ材表面の汚れの発生割合を示している。

表 2.25 中の水系上塗材には、アクリル樹脂系、ウレタン樹脂系、アクリルシリコン樹脂系を含む。仕上げ材 No.19 石材調仕上塗材／溶剤系の上塗材は、ウレタン樹脂系、アクリルシリコン樹脂系を含む。

また、表 2.25 中の注記は以下のとおりである。

注 1)シーリング材の種類を表す表記中の NB はノンブリードタイプの略で、塗装の下地として汚れ防止の対策を講じたシーリング材である。

注 2)仕上げ材 No.5 の外装厚塗材 C／上塗なしでは、試験体表面全体がまだらに汚れていてシーリング材による汚れが判別できなかった。

一方、表 2.26 に建築用シーリング材との適合性を示す。

この適合表は、建築用シーリング材、仕上げ材の各材料種別の傾向を明確にし、ユーザーに対しては現状の認識とともに材料の採用、施工時における注意の喚起、また、材料提供者としても現場でのクレームの減少に役立てることを目的としている。

適用部位の要求性能により、各材料の選定範囲が制限されることもあるが、バリアプライマー処理なども考慮し、適合表を基に材料の組み合わせの選定をすることが汚れなどの不具合発生を防ぐ要因となる。

なお、同種類の材料でも、製品による差があるため、促進汚染試験や試験施工などにより適合性を確認し材料選定を検討することが望ましい。

表 2.26 建築用シーリング材との適合性

バリアプライマーなしで異状なし  
 バリアプライマー処理すれば異状なし  
 バリアプライマー処理しても異状発生

No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
シーリング材		IB-2	MS-1	MS-2	MS-2 応力緩和	PS-1	PS-2	UA-2	PU-1	PU-1 NB 1)	PU-2	PU-2 NB 1)	AC-1	
No.	仕上げ材(主材/上塗材)	n	2	5	5	3	1	3	2	1	4	3	5	3
1	外装薄塗材E/なし	2	25 50 25	50 50 0	0 70 30	0 83 17	50 50 0	0 83 17	75 25 0	0 50 50	25 75 0	33 50 17	50 50 0	50 33 17
2	可とう形外装薄塗材E/なし	2	25 25 50	20 80 0	0 50 50	0 50 50	50 50 0	0 83 17	50 50 0	0 50 50	75 25 0	0 100 0	40 60 0	33 50 17
3	防水形外装薄塗材E(単層弾性)/なし	2	25 25 50	0 80 20	0 80 20	0 83 17	0 100 0	0 83 17	25 75 0	0 50 50	88 17 0	0 100 0	70 30 0	33 67 0
14	可とう形外装薄塗材SI/なし	1	0 50 50	0 40 60	0 20 80	0 0 100	0 100 0	0 100 0	0 100 0	0 0 100	75 25 0	0 67 33	0 100 0	0 0 100
4	外装厚塗材C/なし	1	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0
5	外装厚塗材C/水系	1	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0
6	外装厚塗材E/なし	2	75 0 25	40 60 0	40 40 20	50 50 0	100 0 0	50 50 0	100 0 0	0 100 0	88 12 0	50 50 0	80 20 0	50 33 17
16	防水形複層塗材CE/水系	1	50 0 50	40 60 0	0 100 0	0 100 0	100 0 0	0 100 0	100 0 0	0 100 0	100 0 0	0 100 0	80 20 0	33 67 0
7	複層塗材E/水系	2	50 0 50	40 60 0	10 90 0	0 100 0	100 0 0	0 100 0	100 0 0	0 100 0	100 0 0	67 33 0	100 0 0	67 33 0
9	防水形複層塗材E/水系	2	50 0 50	20 80 0	0 90 10	0 100 0	50 50 0	0 100 0	25 75 0	0 100 0	88 17 0	0 100 0	40 60 0	17 83 0
8	複層塗材RE/水系	2	75 0 25	40 60 0	20 80 0	0 100 0	100 0 0	0 100 0	100 0 0	50 50 0	100 0 0	67 33 0	100 0 0	67 33 0
17	防水形複層塗材RE/水系	1	50 0 50	20 80 0	0 0 100	0 0 100	100 0 0	0 100 0	50 50 0	0 100 0	100 0 0	0 67 33	80 20 0	0 67 33
10	可とう形改修塗材E/水系	6	50 0 50	17 80 3	0 57 43	0 83 17	33 67 0	0 89 11	75 25 0	0 33 67	92 8 0	0 89 11	60 40 0	22 72 6
11	可とう形改修塗材E/弱溶剤ウレタン	2	50 0 50	20 80 0	0 50 50	0 50 50	50 50 0	0 100 0	100 0 0	0 0 100	100 0 0	0 100 0	90 10 0	33 34 33
15	可とう形改修塗材RE/水系	1	50 0 50	20 80 0	0 60 40	0 100 0	100 0 0	0 100 0	100 0 0	0 100 0	100 0 0	0 100 0	80 20 0	33 67 0
18	可とう形改修塗材CE/水系	1	50 0 50	20 40 40	0 40 60	0 0 100	100 0 0	0 100 0	100 0 0	0 100 0	100 0 0	0 67 33	40 40 20	33 67 0
20	セメントフィラー+可とう形改修塗材E/水系	2	50 0 50	30 70 0	0 100 0	0 100 0	100 0 0	17 83 0	100 0 0	50 50 0	100 0 0	17 83 0	100 0 0	67 33 0
12	石材調仕上塗材/水系	2	100 0 0	100 0 0	60 40 0	67 33 0	100 0 0	67 33 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	67 33 0
13	石材調仕上塗材/溶剤系	2	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	67 33 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	83 17 0
19	塗膜防水材(JIS A 6021該当)/水系	2	50 0 50	20 80 0	0 50 50	0 50 50	100 0 0	0 100 0	25 75 0	0 0 100	75 25 0	0 83 17	30 60 10	0 83 17
21	なし/水系	6	17 33 50	10 43 47	0 3 97	0 0 100	17 50 33	0 22 78	17 83 0	0 17 83	63 29 8	0 61 39	37 53 10	6 66 28
22	なし/溶剤アクリル	1	50 0 50	0 100 0	0 40 60	0 100 0	100 0 0	33 67 0	100 0 0	0 0 100	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 67 33
23	なし/溶剤ウレタン	1	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0	100 0 0
24	なし/弱溶剤ウレタン	2	50 0 50	20 80 0	0 10 90	0 0 100	0 100 0	0 67 33	75 25 0	0 0 100	100 0 0	0 100 0	90 10 0	33 67 0

1) 塗装の下地として対策を講じた製品

#### 2.3.4 まとめ

既存建築物の外装塗り仕上げの維持保全手法の検討の一環として、以下を実施した。

- ・外装塗り仕上げの劣化診断方法に関する文献調査を行い、現状の実施方法について確認・整理を行った。
- ・劣化診断において、劣化現象や劣化程度の診断の際に参照する標準パターン写真の整備を行った。また、それらを用いた診断結果の表し方を例示した。
- ・既存建築物の仕上塗材及び建築用塗料の補修・改修技術として、補修・改修工法の選定の考え方、補修・改修工法の既存塗膜やシーリング材との適合表を整理しとりまとめた。

## 2.4 まとめ

建築物の長期使用に対応した仕上塗材および塗料の耐久設計並びに維持保全計画に資する技術資料を整備する目的で研究を行い、以下のような成果を得た。

- 1) 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」および「公共建築改修工事標準仕様書」並びに（社）日本建築学会の建築工事標準仕様書 JASS 18（塗装工事）および JASS 23（吹付け工事）等を対象として材料・工法の変遷を調査し、最新の標準仕様を整理した。
- 2) 外装塗り仕上げのリファレンスサービスライフについて、耐久性総プロ以降の研究結果を加えて、再検討を行った。まず、ISO で標準化されたリファレンスサービスライフの考え方を整理した。また、既往の成果を整理し、更に、委員会での専門家の判断を加えて、仕上塗材および塗料について新しくリファレンスサービスライフを提案した。
- 3) 耐久性総プロ以降の技術資料等を整理し、仕上塗材仕上げおよび塗装仕上げの劣化度判定に利用する新たな写真見本帳を作成した。改修工事においては、既存の仕上塗材層や塗膜層がどの程度の深さ（塗装素地、下塗り層、主材または中塗り層、上塗り層）まで、どのような割合で（割れ、はがれ、ふくれ等の大きさと密度）発生しているかが基本的に重要である。更に、既存仕上げ層がどの程度の付着力を有しているかも重要である。通常、このような付着性の判定にはセロハンテープ等による試験や、仕上げ層に治具を取付けて付着強さ試験等を実施する。一方、仕上げ層の割れ、はがれ、ふくれ等については写真見本帳と比較することによって劣化程度を判断するのが一般的である。このような劣化程度の判定について信頼性を向上させるためには、写真見本帳の充実が重要である。
- 4) 仕上塗材と塗料について、既存材料と改修材料との適合表を整理し、最新のものを提案した。また、建築用シーリング材との適合性についても整理を行った。

これらの成果については、近年の既往の研究を基に検討を行い、技術資料としてとりまとめたものであり、今後引き続き検証を行うことが望ましい。また、本技術資料を基に適切に耐久設計及び維持保全計画がなされることにより、さらに知見が蓄積されることが期待される。