

5. 防水

5.1 はじめに

旧建設省建築研究所は、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」(以降、「耐久性総プロ」とする)を昭和 55 年から5年間実施した。同プロジェクトの一環として建築防水についても検討が行われ、屋根メンブレン防水及びシーリング防水について、「建築防水の耐久性向上技術」¹⁾においてその成果が示された。

同書籍においては、メンブレン防水層については劣化診断指針、補修指針、維持保全指針、耐久設計指針が、シーリング防水については劣化診断指針、補修・交換指針、耐久設計指針がそれぞれ示され、その成果は広く活用されてきた。しかし、「耐久性総プロ」から約 4 半世紀が経過し、防水層の材料、工法、仕様等は大きく変化した。このため、新しい材料、工法等についての耐久設計に関する知見を集積すると共に、当時提示された指針について、新たに得られたデータや状況の変化を加味し更新を行う必要がある。

本研究で対象とする防水を表 5.1 に示す。

表 5.1 対象とする防水

アスファルト防水
改質アスファルトシート防水※
合成高分子系シート防水
塗膜防水（ウレタンゴム系）
塗膜防水（FRP 系）※
ステンレスシート防水※
シーリング防水

※は「耐久性総プロ」の対象外

本検討では、これらの防水について、耐久設計に資する技術資料として各防水の劣化現象と要因の整理、「耐久性総プロ」で提示された標準耐用年数の見直し、さらには防水の維持保全の一環として行う劣化診断基準の見直し、補修・改修工法選定のための資料整備等を実施する。

参考文献

- 1) 建設大臣官房技術調査室監修「建築防水の耐久性向上技術」、技報堂出版、1987年

5.2 防水の耐久設計に係る技術資料の整備

5.2.1 防水の種類・工法

1) メンブレン防水の施工実績

防水の種類によるシェアの推定に参考となるデータとして、日本防水材料連合会がまとめた加盟工業会毎の施工実績¹⁾（表5.2）、矢野経済研究所の施工面積の素材別シェア²⁾（図5.1）などがある。これらの統計は、統計上の分類が、例えばJASS8等の公的仕様書上の分類と必ずしも同一でないが、現状で公的仕様書の分類に沿って把握されているデータは見あたらないため、大凡のシェアを把握できる有効な資料である。

表5.2 防水材料製造者団体毎の施工実績¹⁾

（単位：千㎡）

	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年
	2005	2006	2007	2008	2009
アスファルトルーフィング工業会	16,387	17,366	15,961	14,232	13,233
合成高分子ルーフィング工業会	17,757	18,019	17,357	15,736	15,283
日本ウレタン建材工業会	14,628	13,248	13,144	14,612	14,848
トーチ工法ルーフィング工業会	5,746	5,824	5,312	5,125	4,907
FRP防水材工業会	5,504	5,935	5,576	5,411	5,124

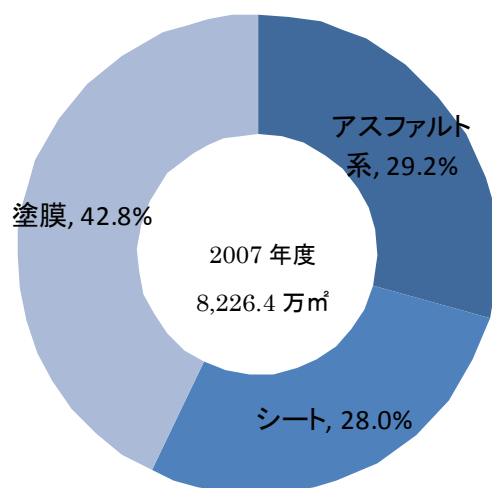


図5.1 防水材市場(施工面積)の素材・工法別シェア²⁾

また、各工業会で把握している出荷量のデータを[別添資料K]に示す。

2) メンブレン防水の工法

現在一般的に使用されている防水は主として表5.1に示すものがある。これらは導入時期が異なり、またそれぞれの防水において、詳細な仕様は年代により変化している。防水の種類、材料、工法により劣化現象は異なるため、防水工法の変遷を把握することは耐久設計や維持管理を行う上で、重要な基礎資料となる。

このため、文献調査等により、仕様書等におけるメンブレン防水の仕様について整理を行う。調査対象とした仕様書を以下に示す。

- ・公共建築工事標準仕様書(平成22年版)³⁾
- ・公共建築改修工事標準仕様書(平成22年版)⁴⁾
- ・建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事、(社)日本建築学会(2008年版)⁵⁾

これらの仕様書間の仕様の対応を表6.5.3に示す。また、防水の改修層の仕様の一覧を表5.4に示す。

表5.3(1/2) メンブレン防水の仕様書間の仕様の対応 (日本防水材料連合会作成)

防水種別	仕様分類		仕様一覧			
	仕様	工法	官庁営繕 標準仕様書	官庁営繕 改修仕様書	建築学会 JASS8仕様書	
アスファルト防水	保護	密着	A-1	A-1	—	
			A-2	A-2	—	
			—	—	AN-PF	
			—	—	AK-PF	
		絶縁	B-1	B-1	—	
			B-2	B-2	参考ツ	
			—	—	AK-PS	
			—	—	参考ツ(A-PS)	
		密着断熱	AI-1	AI-1	—	
			AI-2	AI-2	—	
		絶縁断熱	BI-1	BI-1	—	
			BI-2	BI-2	参考ツ	
		屋内密着	E-1	E-1	—	
			E-2	E-2	—	
	—		—	AN-IF		
	露出	密着	—	C-1	—	
			—	C-2	—	
		絶縁	D-1	D-1	—	
			D-2	D-2	—	
			—	—	AK-MS	
		断熱	—	—	参考ネ(A-MS)	
			—	DI-1	参考ナ	
			—	DI-2	—	
			—	—	AK-MT	
			—	—	参考ル	
	改質アスファルト シート防水	露出	密着トーチ	AS-1	AS-1	参考イ
				AS-2	AS-2	AT-MF
			密着常温	—	AS-3	—
絶縁トーチ			—	AS-4	参考ヲ	
			—	AS-5	AT-MF	
絶縁常温			—	AS-6	—	
			—	—	AJ-MS	
断熱トーチ			—	ASI-1	AT-MT	
			—	ASI-2	AJ-MT	
断熱常温			—	—	—	
単層(機械固定)		—	—	参考又		
保護		密着トーチ	—	—	AT-PF	
			—	—	参考△	
			—	—	AT-PF	
	—		—	参考チ		

表5.3(2/2) メンブレン防水の仕様書間の仕様の対応(日本防水材料連合会作成)

仕様分類			仕様一覧		
防水種別	仕様	工法	官庁営繕 標準仕様書	官庁営繕 改修仕様書	建築学会 JASS8仕様書
シート防水	接着	加硫ゴム	S-F1	S-F1	S-RF
		加硫ゴム断熱	—	SI-F1	S-RFT
		塩ビ	S-F2	S-F2	S-PF
		塩ビ断熱	—	SI-F2	S-PFT
		非加硫ゴム	—	—	参考口
	接着通気	加硫ゴム	—	—	参考二
		塩ビ	—	—	参考二
	機械固定	加硫ゴム	S-M1	S-M1	S-RM
		加硫ゴム断熱	—	SI-M1	S-RMT
		塩ビ	S-M2	S-M2	S-PM
		塩ビ断熱	—	SI-M2	S-PMT
		TPE	S-M3	S-M3	参考レTPE
	保護密着	TPE断熱	—	SI-M3	参考クTPE断熱
		EVAポリモル	—	—	S-PC
		EVA	—	—	参考ホ
塗膜防水	ウレタン	絶縁	X-1	X-1	L-US
		密着	X-2	X-2	L-UF
		密着厚塗	—	—	参考ヨ
	超速硬ウレタン	密着	—	—	参考ワ
	複合ウレタン	密着	—	—	参考ト
	ゴムアス	地下外壁	Y-1	—	L-GU
		室内	Y-2	Y-2	L-GI
	改質アス常温複	室内	—	—	参考ウ
	アクリルゴム	外壁	—	—	L-AW
	FRP	密着	—	—	L-FF

表5.4(1/2) メンブレン防水の改修層の分類(日本防水材料連合会作成)

部位	既存防水工法		既存下地の撤去・非撤去			新規防水工法		改修工法 記号	営繕改仕 種別	営繕標仕 種別	JASS8 種別			
	区分	防水種別	区分	保護層	防水層	区分	改修仕様							
屋根	P	保護アス	1	撤去	撤去	B	アスファルト 保護・絶縁	P1B	B-1	B-1	—			
						BI	アスファルト 保護・絶縁・断熱	P1BI	BI-1	BI-1	参考ツ			
						BI-2	アスファルト 保護・絶縁・断熱	P1BI	BI-2	BI-2	参考ツ			
						2	撤去	非撤去	A	アスファルト 保護・密着	P2A	A-1	A-1	AN-PF・AK-PF
									AI	アスファルト 保護・密着・断熱	P2AI	A-2	A-2	—
									AI-1	アスファルト 保護・密着・断熱	P2AI	AI-1	AI-1	AN-PF(断熱)・AK-PF(断熱)
			AI-2	アスファルト 保護・密着・断熱	P2AI	AI-2	AI-2	—						
			0	非撤去	非撤去	D	アスファルト 露出・絶縁	P0D	D-1	D-1	AK-MS			
						DI	アスファルト 露出・断熱	P0DI	D-2	D-2	—			
						DI-1	アスファルト 露出・断熱	P0DI	DI-1	—	AK-MT			
						DI-2	アスファルト 露出・断熱	P0DI	DI-2	—	—			
						AS	改質アスシート 露出・絶縁	P0AS	AS-4	—	参考ヲ			
						AS-5	改質アスシート 露出・絶縁	P0AS	AS-5	—	AT-MF			
						AS-6	改質アスシート 露出・絶縁	P0AS	AS-6	—	—			
			ASI	改質アスシート 露出・断熱	P0ASI	ASI-1	—	AT-MT						
			ASI-2	改質アスシート 露出・断熱	P0ASI	ASI-2	—	AJ-MT						
			S	高分子シート 露出・接着	P0S(接着)	S-F1	S-F1	S-RF						
			S-F2	高分子シート 露出・接着	P0S(接着)	S-F2	S-F2	S-PF						
			S-M1	高分子シート 露出・機械固定	P0S(機械)	S-M1	S-M1	S-RM						
S-M2	高分子シート 露出・機械固定	P0S(機械)	S-M2	S-M2	S-PM									
S-M3	高分子シート 露出・機械固定	P0S(機械)	S-M3	S-M3	参考レTPE									
SI	高分子シート 露出・断熱・接着	P0SI(接着)	SI-F1	—	S-RFT									
SI-F2	高分子シート 露出・断熱・接着	P0SI(接着)	SI-F2	—	S-PFT									
SI-M1	高分子シート 露出・断熱・機械固定	P0SI(機械)	SI-M1	—	S-RMT									
SI-M2	高分子シート 露出・断熱・機械固定	P0SI(機械)	SI-M2	—	S-PMT									
SI-M3	高分子シート 露出・断熱・機械固定	P0SI(機械)	SI-M3	—	参考クTPE断熱									
X	ウレタン塗膜 露出・絶縁	P0X	X-1	X-1	L-US									
屋根	T	保護アス断熱	1	撤去	撤去	BI	アスファルト 保護・絶縁・断熱	T1BI	BI-1	BI-1	—			
						BI-2	アスファルト 保護・絶縁・断熱	T1BI	BI-2	BI-2	参考ツ			

表5.4(2/2) メンブレン防水の改修層の分類(日本防水材料連合会作成)

部位	既存防水工法		既存下地の撤去・非撤去			新規防水工法		改修工法 記号	営繕改仕 種別	営繕標仕 種別	JASS8 種別	
	区分	防水種別	区分	保護層	防水層	区分	改修仕様					
屋根	M	露出アス	3	露出	撤去	D	アスファルト 露出・絶縁	M3D	D-1	D-1	AK-MS	
						DI	アスファルト 露出・断熱	M3DI	D-2	D-2	—	
						AS	改質アスシート 露出・絶縁	M3AS	DI-1	—	AK-MT	
						ASI	改質アスシート 露出・断熱	M3ASI	DI-2	—	—	
			AS-4	—	—	AS-4	—	参考ヲ				
			AS-5	—	—	AS-5	—	AT-MF				
			AS-6	—	—	AS-6	—	—				
			ASI-1	—	—	ASI-1	—	AT-MT				
	ASI-2	—	—	ASI-2	—	AJ-MT						
	4	露出	非撤去	C	アスファルト 露出・密着	M4C	C-1	C-1	—	—	—	
				DI	アスファルト 露出・断熱	M4DI	C-2	C-2	—	—	—	
				AS	改質アスシート 露出・密着	M4AS	DI-1	—	AK-MT			
				ASI	改質アスシート 露出・密着	M4ASI	DI-2	—	—			
				S	高分子シート 露出・機械固定	M4S	AS-1	AS-1	参考イ			
				SI	高分子シート 露出・断熱・機械 固定	M4SI	AS-2	AS-2	AT-MF			
				—	—	—	AS-3	—	—			
—				—	—	ASI-1	—	AT-MT				
—	—	—	ASI-2	—	AJ-MT							
屋根	S	高分子シート	3	露出	撤去	S	高分子シート 露出・接着	S3S	S-F1	S-F1	S-RF	
						SI	高分子シート 露出・断熱・接着	S3SI	S-F2	S-F2	S-PF	
						—	—	—	SI-F1	—	S-RFT	
						—	—	—	SI-F2	—	S-OFT	
			4	露出	非撤去	S	高分子シート 露出・接着	S4S(接着)	S-F1	S-F1	S-RF	
						S	高分子シート 露出・機械固定	S4S(機械)	S-F2	S-F2	S-PF	
						—	—	—	S-M1	S-M1	S-RM	
						—	—	—	S-M2	S-M2	S-PM	
	—	—	—	S-M3	S-M3	参考レTPE						
	—	—	—	SI-F1	—	S-RFT						
	—	—	—	SI-F2	—	S-PFT						
	—	—	—	SI-M1	—	S-RMT						
	—	—	—	SI-M2	—	S-PMT						
	—	—	—	SI-M3	—	参考クTPE 断熱						
	屋根	L	ウレタン	4	露出	非撤去	X	ウレタン塗膜 露出・密着	L4X	X-2	X-2	L-UF
	外壁						アクリルゴム系 塗膜防水		—	—	L-AW	
地下外壁								—	Y-1	L-GU		
屋内	P	保護アス	1	撤去	撤去	E	アスファルト 密着(保護層設置 は特記)	P1E	E-1	E-1	—	
						Y	ゴムアス塗膜	P1Y	E-2	E-2	—	
			2	撤去	非撤去	E	アスファルト 密着(保護層設置 は特記)	P2E	Y-2	Y-2	L-GI	
						Y	ゴムアス塗膜	P2Y	E-1	E-1	—	
—	—	—	—	—	—	E-2	E-2	—				
—	—	—	—	—	—	Y-2	Y-2	L-GI				

これらの仕様は、過去の仕様書の規定において種々変更が行われている。既存の防水層の種類を把握することは、防水の維持管理において重要である一方、図面が入手可能とは限らないため、過去の防水の仕様の変遷を一覧できれば有効な資料となる。各仕様書の新築工法の仕様について、変遷を〔別添資料L〕に示す。

以上の整理により、工法の変遷が大凡把握出来た。一方、工法だけでなく、材料の組成も変化している場合がある。材料や工法の変化は劣化の発生の有無、現象に影響する場合があり、防水の耐久性を把握する上で重要な要因となるため、注意が必要である。

5.2.2 防水の劣化現象と要因

1) メンブレン防水層の劣化現象と要因

「耐久性総プロ」当時に検討されたメンブレン防水層の劣化要因と劣化現象の関係を表5.5に示す⁶⁾。

当時とは構成材料、仕様も変化しており、劣化要因と劣化現象も変化していることが推定されるため、H21年度に実施した各工業会へのヒアリング調査により、防水について劣化要因と劣化現象を検討し、各防水の現状に照らした見直し、または同表を参考に新たに表の作成を行った。各防水層の劣化現象と特徴を表5.6～5.11に記す。

劣化現象として整理した現象には、施工の良否等に左右され短期的に発生する、不具合として把握することが適切な現象も含まれている。劣化との峻別は困難なことから、明確に区別せず表中で※を付して示した。

表 5.5 「耐久性総プロ」時に提示されたメンブレン防水の劣化要因と劣化現象の関係

現象 \ 要因	◎ 熱	◎ 紫外線	◎ オゾン	◎ 水	酸	アルカリ	風	鳥類	砂塵
ふくれ（下地から）	○								
ふくれ（中間層から）	○								
損傷（穴あき・外傷）							○	○	
立上り入隅底部の浮き	○								
表面のひび割れ	○	○	○	○	○	○			
ルーフィング相互の接合部の はく離	○			○					
立上り部のずり落ち	○			○					
立上り端部のはく離・口あき									
防水層の破断（押え・下地のムー ーブメントによる）	○	○	○	○					
表層の減耗		○							○

注) ○は関連の深いもの
 要因のうち、◎は主要な劣化要因

表5.6 アスファルト防水の劣化要因と劣化現象の関係

現象 \ 要因	◎	紫	水	酸	アル	風	鳥
	熱	外線			カリ		類
ふくれ（下地から）※	○						
ふくれ（中間層から）	○						
損傷（穴あき・外傷）						○	○
立上り入隅底部の浮き	○						
表面のひび割れ	○	○	○	△	○		
ルーフィング相互の接合部のはく離※	○		○				
立上り部のずり落ち	○		○				
立上り端部のはく離・口あき							
防水層の破断（押え・下地のムーブメントによる）	○	○	○				
表層の減耗		○					

注) ○は関連の深いもの、△は関連のあるもの
 要因のうち、◎は主要な劣化要因
 現象のうち、※は短期的な発生がみられる現象

表 5.7 改質アスファルトシート防水の劣化要因と劣化現象の関係

現象 \ 要因	◎	紫	オ	◎	酸	アル	風	鳥
	熱	外線	ゾン	水		カリ		類
ふくれ（下地から）※	○							
ふくれ（中間層から）	○							
損傷（穴あき・外傷）							○	○
立上り入隅底部の浮き※	○							
表面のひび割れ	○	○	○	△	○	○		
ルーフィング相互の接合部のはく離※	○			○				
立上り部のずり落ち	○			○				
立上り端部のはく離・口あき※								
防水層の破断（押え・下地のムーブメントによる）	○	○	○	○				
表層の減耗		○						

注) ○は関連の深いもの、△は関連のあるもの
 要因のうち、◎は主要な劣化要因
 現象のうち、※は短期的な発生がみられる現象

表 5.8 合成高分子シート防水の劣化要因と劣化現象の関係

要因 \ 現象	◎ 熱	◎ 紫外線	○ オゾン *4	◎ 水	酸	アルカリ	風	鳥類	砂塵
ふくれ（下地から）※*1	○			○					
損傷（穴あき・外傷）							○	○ *2	
固定ビス抜け*3							○		
立上り入隅底部の浮き	○								
表面のひび割れ	○	○		○	○	○			
ルーフィング相互の接合部のはく離※	○			○					
立上り部のずり落ち	○								
立上り端部のはく離・口あき				○					
防水層の破断（押え・下地のムーブメントによる）*5	○	○		○					
表層の減耗		○							○

注) ○は関連の深いもの、△は関連のあるもの

要因のうち、◎は主要な劣化要因

現象のうち、※は短期的な発生がみられる現象

*1：接着工法のみで発生

*2：加硫ゴム、熱可塑性エラストマー系シート（TPE）のみで発生

（塩化ビニル樹脂系シート、エチレン醋酸ビニル樹脂系シート（EVA）では被害実績なし）

*3：主に機械的固定工法の平場固定金具の固定ビスで発生

*4：過去において加硫ゴム系で影響があったが、現在は影響は小さい

*5：過去において影響があったが、仕様面での改善により現在は影響が小さい

（例：接着工法での ALC パネル目地部 ⇒ 絶縁テープの設置 等）

表 5.9 ウレタンゴム系塗膜防水の劣化要因と劣化現象の関係

要因 \ 現象	◎ 熱	◎ 紫外線	○ オゾン	◎ 水	酸	アルカリ	風	鳥類	砂塵
ふくれ（下地から）※	○			○		○			
ふくれ（中間層から）※	○								
損傷（穴あき・外傷）							○	○	
立上り入隅底部の浮き	○			○		○			
表面のひび割れ	○	○	○	○	○	○			△
立上り端部のはく離・口あき	○			○	○				
防水層の破断（押え・下地のムーブメントによる）	○	○	○	○					
表層の減耗		○			△				○

注) ○は関連の深いもの、△は関連のあるもの

要因のうち、◎は主要な劣化要因

現象のうち、※は短期的な発生がみられる現象

表 5.10 FRP 系塗膜防水の劣化要因と劣化現象の関係

現象	要因							
	◎熱	◎紫外線	◎オゾン	◎水	酸	アルカリ	風	砂塵
ふくれ（下地から）※	○			○		○		
損傷（穴あき・外傷）							○	
表面のひび割れ	○	○	○	○	○	○		
立上り端部のはく離・口あき	○							
防水層の破断（押え・下地のムーブメントによる）	○	○	○	○				
表層の減耗		○						○

注) ○は関連の深いもの、△は関連のあるもの
 要因のうち、◎は主要な劣化要因
 現象のうち、※は短期的な発生がみられる現象

表 5.11 ステンレスシート防水の劣化要因と劣化現象の関係

現象	要因				
	熱	紫外線	酸	塩分	風
錆び・孔食			○	○	
破断	○				○
溶接切れ					○
面材のふくれ	○				○
役物のふくれ	○				○
塗膜の減耗		○			
シール切れ	○	○			

注) ○は関連の深いもの、△は関連のあるもの

2) シーリング防水の劣化現象と要因

シーリング防水についても、同様に整理を行うため、まず劣化現象の種類を表 5.12 のように整理した。また、その模式図を図 5.2 に示す。シーリング防水は壁面にも用いられるため、防水機能のみならず意匠・外観上の劣化にも配慮が必要である。

さらに、表 5.13 に、メンブレン防水同様、主な劣化現象と要因の関係を整理した。

表 5.12 劣化現象および不具合の種類

		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

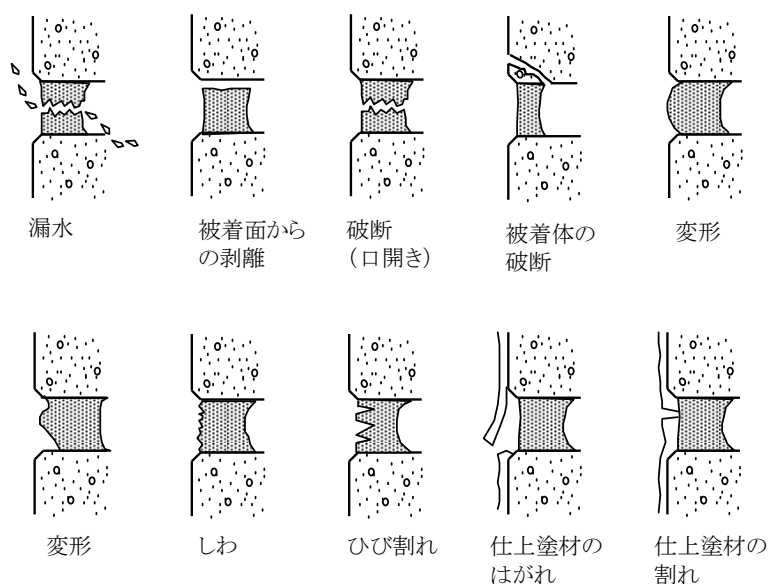


図 5.2 シーリング材の劣化・不具合現象模式図⁷⁾

表 5.13 劣化現象と要因

現象 \ 要因	塵埃	紫外線	有害ガス(オゾン)	温度・熱	水(結露、雨)	下地ムーブメント(地震)
接着破壊		○		○		○
凝集破壊		○	○	○		○
被着体の破壊		○		○		○
シーリング材の軟化				○		
シーリング材の汚れ	○	○		○	○	
目地周辺の汚れ	○				○	
仕上材の浮き(はく落)		○		○	○	○
仕上材の変色	○	○		○	○	

注) ○は関連の深いもの

5.2.3 防水の耐用年数

1) 防水の耐用年数に関する既往の検討

①「耐久性総プロ」におけるメンブレン防水層の標準耐用年数

「耐久性総プロ」では、メンブレン防水の耐久設計指針⁸⁾の中で、耐用年数の推定方法を示している(図5.3)。また、当時の主要な工法について、図中の“標準耐用年数”を定め、設計や施工、気象条件など、耐用年数に影響を及ぼす要因を係数化して加味し、耐用年数を推定する方法である。

標準耐用年数は同プロジェクトにおいて行った防水層の切り取り試験、補修・改修に関するアンケート調査結果の解析、各防水の実績と調査データに基づいて推定された。“耐用年数に達した”とは、「屋根メンブレン防水が何らかの原因で故障し、雨漏りが発生するような状態になったとき」とされている。

推定耐用年数Yは、次式によって求める。

$$Y = Y_s \times s \times a \times b \times c \times D \times M$$

- Y_s: 標準耐用年数
- s: 防水工法を選択係数
- a: 設計係数
- b: 施工係数
- c: 施工時の気象係数
- D: 劣化外力係数
(D = d₁ × d₂)
- d₁: 断熱係数、d₂: 地域係数
- M: 維持保全係数

防水層の種類	工法の種類*	標準耐用年数
押えアスファルト防水	A-RA2, A-RB2	17年
露出アスファルト防水	A-RC2, A-RD2, A-RE2	13年
押えシート防水、露出シート防水	S-VR3, S-NR2, S-PV1等	13年
露出ウレタン塗膜防水	L-PU2等*	10年

* 標準耐用年数は、JASS8 防水工事 1981年版の工法について「耐久性総プロ」当時に推定値として提示されたものである。現在のJASS8の工法とは異なる。

防水工法を選択係数 s

屋根構造 断熱層	防水工法	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	備考
アスファルト防水	A-RA2	—	—	—	1.0*	1.0*	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—	—	A-RA2～A-RE2の代りにA-RA1～A-RE1のグレードを使用する場合は係数1.0を1.2と1.2を1.4と読み替える。
	A-RB2	—	—	—	1.0*	1.0*	1.0	1.0	1.0	—	—	—		
	A-RC2	1.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	A-RD2	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0	
	A-RE2	1.2	1.2	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
シート防水	S-VR3	1.0	1.0	1.0	0.6*	0.8*	0.8	0.6	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	S-VR3、S-NR2の代りにS-VR1、S-NR1のグレードを使用する場合は係数に1.5を乗じた値を採用する。
	S-NR2	1.0	1.0	1.0	0.6*	0.8*	0.8	0.6	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	
	S-PV1	1.0	1.0	1.0	0.6*	0.8*	0.8	0.6	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	
	絶縁PV	1.0	1.0	1.0	0.6*	0.8*	0.8	0.6	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	
塗膜防水	L-PU2	1.0	0.8	0.8	—	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0	L-PU2の代りにL-PU1のグレードを使用する場合は係数に1.2を乗じた値を採用する。
	特殊PU	1.0	1.0	1.0	—	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0	

(注) * 緩衝材敷きの上に押え層。

設計係数 a

設計図書	優	良	可
設計監理			
優	1.3	1.1	0.8
良	1.2	1.0	0.7
可	1.1	0.8	0.5以下

施工係数 b

施工管理	優	良	可
施工技能			
優	1.2	1.1	1.0
良	1.1	1.0	0.9
可	0.9	0.8	0.7以下

施工時の気象係数 c

季節	係数
雨・雪季	0.8
寒冷季	0.9
一般季	1.0

図5.3(1/2) 「耐久性総プロ」におけるメンブレン防水の推定耐用年数の求め方と標準耐用年数⁸⁾より作成

断熱係数 d_1				地域係数 d_2			
防水層の種類	工 法	断 熱 材		防水層の種類	工 法	一般地	寒冷地, 亜熱帯地
		有	無				
アスファルト防水	押え工法	1.2	1.0	アスファルト防水	押え工法	1.0	1.0
	露出工法	0.9	1.0		露出工法	1.0	0.9
シート防水	押え工法	1.2	1.0	シート防水	押え工法	1.0	1.0
	露出工法	0.9	1.0		露出工法	1.0	1.0
塗膜防水	露出工法	0.8	1.0	塗膜防水	露出工法	1.0	0.9

維持保全仕様に応じた維持保全係数 M									
維持保全仕様		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8
		防水工法							
アスファルト防水, シート防水	押え工法	—	1.0	—	0.9	0.9	—	0.8	—
	露出工法	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.7	0.8
ウレタン塗膜防水露出工法		1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.7	0.8
維持 保全 係数	清掃(周期 0.5 年)	○	○	○	○	—	—	—	—
	点検・保守(周期 2 年)	○	○	—	—	○	○	—	—
	再塗装(周期 4 年)	○	—	○	—	—	○	—	○

(注) ○ : 実施する , — : 実施しない

図5.3(2/2) 「耐久性総プロ」におけるメンブレン防水の推定耐用年数の求め方と標準耐用年数⁸⁾より作成

標準耐用年数は、“今後の研究によって改訂されうる”こと、“確証がある場合は数値を入れ替えて活用しうることを前提とした提案である”ことが併記されている。

「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」(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。

独立行政法人建築研究所が行った課題「目的指向型耐久設計」(2001～2004)の検討において、建築実務者を対象に各種メンブレン防水について、寿命の最短及び最長の年数のアンケート調査を行った結果がある。一部を図5.4に示す。

同報告によると、最短及び最長の寿命は「耐久性総プロ」時に行ったアンケートの結果と大きな差はなかった。「耐久性総プロ」以降、各防水の耐用年数には大きな変化はないと推定できる。その一方、図5.4においては、回答者が“寿命”として補修や改修を行うタイミングを回答していることが想定され、「耐久性総プロ」で示した標準耐用年数等の耐久性に関するデータが参照され活用されたために、同等の年数に収束した結果であると推量することもできる。標準耐用年数の見直しの必要性の検証には、アンケート調査等の経験値の調査が有効でない場合があることが伺える。しかし、先行研究で標準耐用年数やアンケート調査等の結果が提示されていない工法についてはこの限りではない。

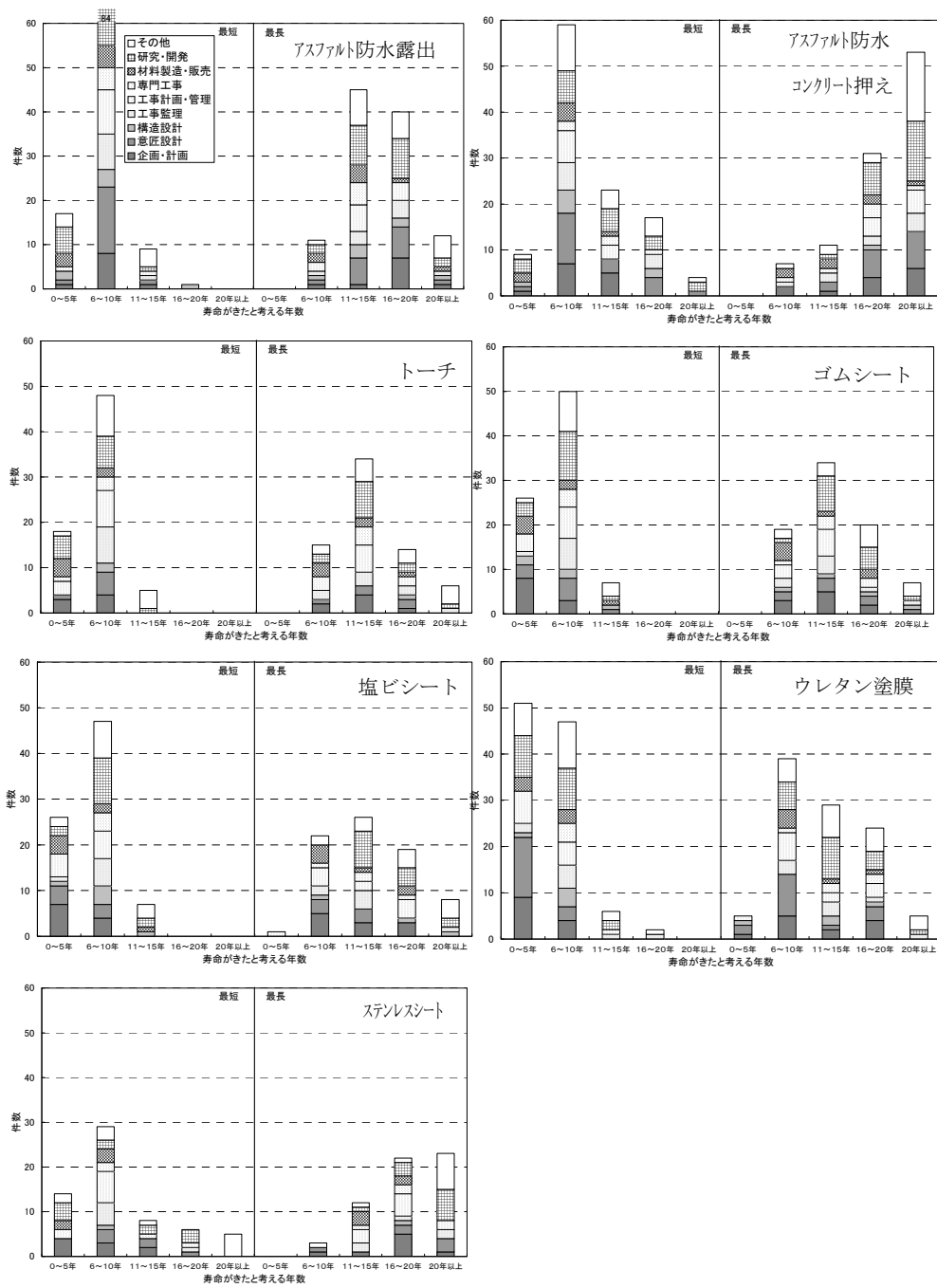


図5.4 メンブレン防水の寿命の最短及び最長の年数⁹⁾

②「耐久性総プロ」におけるシーリング防水の標準耐用年数

「耐久性総プロ」では、シーリング防水の耐久設計指針⁸⁾の中で、耐用年数の推定方法を示している(図5.5)。シーリング防水の標準耐用年数の推定方法は、当面10年と、耐用年数に影響を及ぼす要因を係数化して加味する、と定められている。

シーリング防水の耐用年数の推定は以下による。

$$Y = Y_s \times a \times b \times c \times d \times e \times D \times M$$

ここに、Y：推定耐用年数

Y_s：標準耐用年数で、当面10年とする。

a：被着体・材料係数

b：被着体の色・方位係数

c：接着難易係数

d：施工難易係数

e：施工技量係数

D：劣化外力係数

M：維持保全係数

着体・材料係数 a

シーリング材の種類		SR 1 HM	9030				8020				7020	油 性		
			SR 1 LM	SR 2	MS 2	PS 2	MS 1	MS 2	PS 2	PU 1	PU 2		AC E	
金属カーテンウォール	ノックダウン方式	0	1.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	パネル方式	パネル目地	0	1.0	1.0	1.0	0.4	0	0.6	0.3	0	0.2	0	0
		ガラスまわり目地	0.7	1.0	1.0	0	0.5	0	0	0.4	0	0	0	0
PCカーテンウォール	石材打込PC目地(大理石を除く)	0	0	0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0	0	
	タイル打込PC目地	0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0	0	
	吹付塗装PC目地	0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0	0	
	サッシまわり目地	0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0	0	
	ガラスまわり目地	0.7	1.0	1.0	0	0.5	0	0	0.4	0	0	0	0	
コンクリート壁	打継・誘発・サッシまわり目地、壁式PC目地	0	0	0	1.5	0	1.2	1.3	0	1.0	1.0	0.5	0.5	
	シーリング材表面吹付塗装あり	0	1.5	1.8	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.2	0.4	
	なし	0	0	0	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.2	0	
	石張り目地(大理石を除く)	0	0	0	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.2	0	
	タイル張り目地	0	1.5	1.8	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.2	0.4	
外装パネル	ALC板目地	スライド工法	0	0	0	1.5	0	1.2	1.3	0	1.0	1.0	0	0
		シーリング材表面吹付塗装あり	0	1.5	1.8	1.3	1.2	1.0	1.0	0.9	0.5	0.5	0	0
	樹脂鋼板、塗装鋼板目地、ホーロー鋼板目地	挿入筋工法、シーリング材表面吹付塗装あり	0	0	0	1.5	0	1.2	1.3	0	1.2	1.2	1.0	0
			1.2	1.5	1.8	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0	0.3
	GRC、セメント押出成型板ほかの目地	0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.5	0.5	
ボード類目地	シーリング材表面吹付塗装あり	0	0	0	1.5	0	1.2	1.3	0	1.0	1.0	0.3	0.4	
	なし	0	1.5	1.8	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.2	0.3	
ガラス	ガラススクリーン(ガラス間目地)	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ガラスまわり目地(標準タイプ)	1.0	1.0	1.0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0	
サッシ	サッシ間目地(水辺、皿板目地を含む)	0.3	0.9	1.0	0.6	0.4	0.3	0.5	0.3	0	0	0	0	
笠木	金属笠木目地	0	0.9	1.0	0.6	0.4	0.3	0.5	0.3	0	0	0	0	
	石材笠木目地(大理石を除く)	0	0	0	1.3	1.2	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0	0	
	PC笠木目地	0	1.2	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0	0	

図5.5(1/2) シーリング防水の耐用年数の推定方法⁸⁾

被着体の色・方位係数 <i>b</i>			接着難易係数 <i>c</i>	
	方位	東南西	北	
	色			
	明色系	1.2	1.4	
	中間色系	1.0	1.2	
	暗色系	0.8	1.0	
施工難易係数 <i>d</i>			施工技量係数 <i>e</i>	
	目地の位置	係数		
	普通	1.0		
	落とし目地	0.9		
	特殊ノズル使用	0.8		
	目視不能	0.7		
			管理士有資格者による管理 ^{*2}	
			あり	なし
				技能士の資格 ^{*1}
				一級
				二級
				なし
				1.0
				0.9
				0.8
				0.7

(注)*1 労働省認定によるシーリング防水施工技能士
*2 日本シーリング工業会認定によるシーリング管理士

図5.5(2/2) シーリング防水の耐用年数の推定方法⁸⁾

③ISO15686シリーズ

「耐久性総プロ」で示された推定耐用年数算出の考え方は、その後国際規格であるISO15686シリーズにおいて、耐用年数推定式、標準耐用年数をそれぞれ“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）として規定された¹⁰⁾。

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¹¹⁾。

また、推定耐用年数の予測式として、以下の式5.1が示された。

$$ESLS = RSLC \times \text{factor A} \times \text{factor B} \times \text{factor C} \times \text{factor D} \times \text{factor E} \times \text{factor F} \times \text{factor G} \quad (\text{式 5.1})$$

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 まで発行された。発行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)

④建築学会における防水の耐久性予測の検討

(社)日本建築学会材料施工委員会防水工事運営委員会傘下において、2002年から防水材料の屋外暴露試験が開始され、さらに促進耐候性試験方法の検討が行われている。ここでは、その概要を紹介する。

屋外暴露試験は、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事」に準拠する仕様のアスファルト防水、改質アスファルトシート防水、シート防水、塗膜防水、建築用シーリング材を対象に実施されている。暴露地は寒冷地域(北海道旭川市)、温暖地域(千葉県銚子市)、亜熱帯地域(沖縄県宮古島市)の3カ所である^{12)・13)}。

これまでに3年経過時、7年経過時の物性、外観等の変化の状況が建築学会にて報告された。物性等に変化がみられた防水材料もあるものの、総じて劣化の程度は小さく、7年間の屋外暴露結果から耐用年数に関する結論が得られる状況ではなく、今後も引き続き屋外暴露試験が実施される予定とされている。

また、促進耐候性試験方法の検討も合わせて実施されており、促進耐候性試験によるメンブレン防水、シーリング防水の耐候性予測の精度向上が期待できる。

2) 防水の耐用年数に関する検討

①基本的考え方

「耐久性総プロ」において提示された標準耐用年数 (**Ys**) は、“標準的な仕様で、標準地域に施工された材料の耐用年数”として当時の調査結果に基づき推定されたものであり、「今後の研究によって改訂されうること、また、確証がある場合は数値を入れ替えて活用しうることを前提とした提案である」ことが記されている。「耐久性総プロ」当時から四半世紀が経過し、構成材料・工法等の変化等に伴い当時提案された標準耐用年数が適用できない場合もでてくる。このため、現状に即した見直しが必要と考えられる。

本書では、各工法の補修・交換の予定時期を設計・計画時に把握することを目的とし、リファレンスサービスライフ（標準耐用年数）の見直しを行う。見直しにあたっては、通常の設計、施工、維持管理が行われ、特殊環境下でない場合に期待される代表的組み合わせのもとでの標準耐用年数を提示することとした。提案にあたっては、ISO に準拠し、“リファレンスサービスライフ”として提案を行う。ただし、係数については防水層の実情に合わせた検討が ISO の推定耐用年数の予測式に対してなされていない。このため、推定耐用年数の予測式、係数は「耐久性総プロ」で提案されたものを用いることとし、「耐久性総プロ」で標準耐用年数とされていた呼称を“リファレンスサービスライフ”とする。係数の見直し、ISO の推定耐用年数の予測式、係数への対応は今後の課題とする。

なお、リファレンスサービスライフとして提示する年数は、一定の想定に基づく目安であり、その期間を通じ防水機能が維持されることを保証するものではない。品確法（住宅の品質確保の促進等に関する法律）において求められている「雨水の浸入を防止する部分についての 10 年間の瑕疵担保責任」や、メーカーが行う品質保証の期間とは無関係である。

②アスファルト防水のリファレンスサービスライフ

アスファルト防水については、アスファルト防水材の製造者が実際の建築物に用いられたアスファルト防水材料の経年変化のデータを蓄積していたことから、これらのデータを踏まえてリファレンスサービスライフを設定することとした。

A社では、表 5.14 に示す 1000 件以上の物件からアスファルト防水層について、サンプル採取を行い、経年変化の分析を行った。

表 5.14 経年後の分析を行ったアスファルト防水層の仕様¹⁴⁾

仕様	断熱材なし	断熱材あり	合計
露出仕様	468 件	92 件	560 件
押え仕様	448 件	27 件	475 件
合計	916 件	119 件	1,035 件

経年変化の把握は、「耐久性総プロ」で示された劣化診断のうち、3次診断のアスファルトの針入度により行われた。アスファルトの針入度測定は JIS A 2207（石油アスファルト）に規定されている。「耐久性総プロ」では、劣化度の分類を表 5.15 のように定めている。劣化度Ⅱについては、最良の 1 層について判定を行っている。

表 5.15 3次診断の針入度による劣化度の分類⁸⁾

工法	劣化度		
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
露出工法	全層<5	10>1層以上≥5	1層以上≥10
押え工法	全層<5	10>1層以上≥5	1層以上≥10

採取したサンプルについて、それぞれ劣化度を判定し、経年数毎に平均値を求め、表示した図が図 5.6 及び図 5.7 である。いずれも劣化度分類 I、II、III を数値に置き換え、数値化したデータを用いている。

図 5.6 においては、散布図の上限域のプロット (■) について、回帰直線 B で示し、下限域のプロット (◆) について回帰直線 C で示した。さらに、劣化度の平均値を、経年数毎に、著しくばらつきのある大きいサンプルを除き物件数で除した平均値を用い、さらにある経年度の劣化度とその前後の経年数の劣化度におおの試料数を乗じて加えた総和を、総試料数で除した値を、その経年数の劣化度として求め (プロット : ▲)、回帰直線 A で示した。

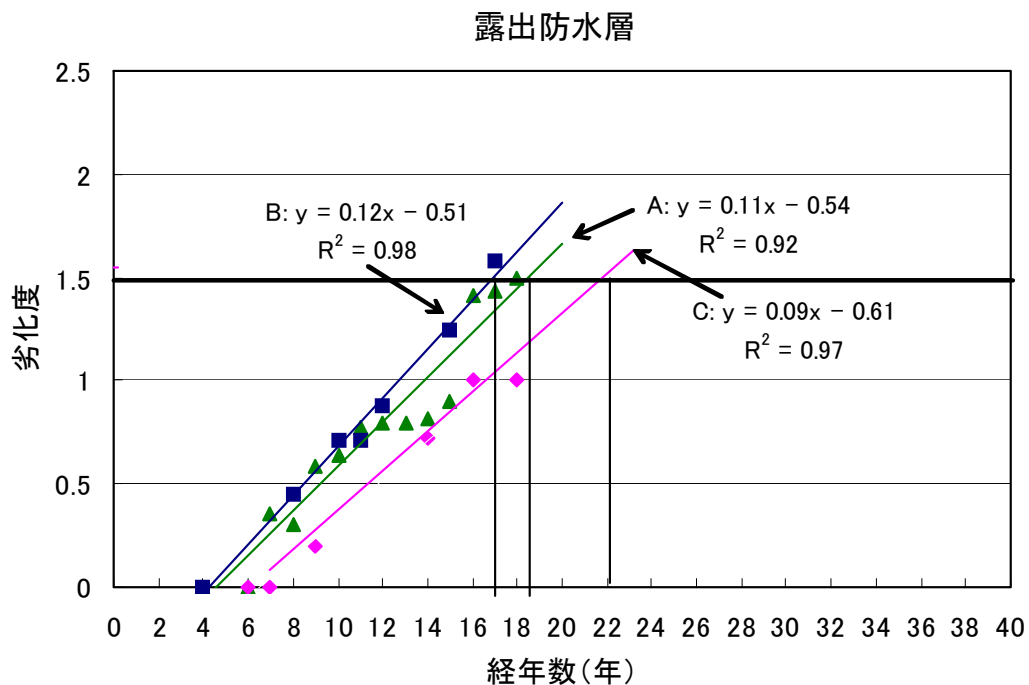


図 5.6 アスファルト露出防水層の劣化度の判定結果と経年数の対応¹⁴⁾

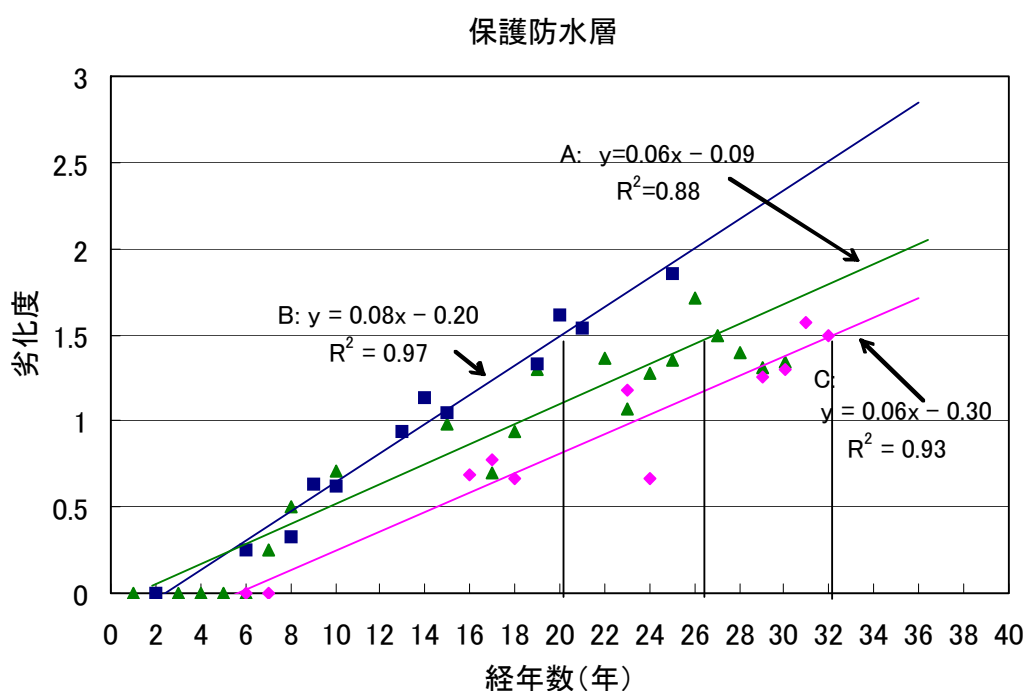


図 5.7 アスファルト押え防水層の劣化度の判定結果と経年数の対応¹⁴⁾

ここで、耐用年数は劣化度Ⅰと劣化度Ⅱの間である 1.5 を目安としている。3 次診断の調査結果の判定基準は表 5.16 のように定められており、“劣化度 1.5”という判定は本来存在しないものの、大規模な補修が必要となる時点の初期の段階に相当すると考えられる。これによると、アスファルト露出防水層の耐用年数は 18.5 年、アスファルト押え防水層の耐用年数は 26.5 年となる。

表 5.16 3 次診断の調査結果の判定基準⁸⁾

劣化度	判定
Ⅲ	原則として大規模補修を行う
Ⅱ	大規模補修または部分補修（但し、近い将来、大規模補修を要す）を行う
Ⅰ	部分補修を行う

一方、B社においても、約 450 件以上の物件からアスファルト防水層について、サンプル採取を行い、経年変化の分析を行った。

分析方法は、同様に針入度を用いている。図 5.8 に経年数毎の針入度の平均値と経年数の対応を示す。B社では全層のアスファルトが針入度 5 以下になり全面改修が必要となる時点を耐用年数として把握している。これによると露出工法は 18.2 年、押え工法は 24.5 年となる。

A社とB社ではいずれも針入度を劣化度の判定に用いており、いずれも耐用年数はおお

むね一致している。(両社では異なるしきい値を用いているものの、両社では平均化の手法が異なることと、A社では、劣化度の平均化のため、針入度測定結果の単純平均値よりも劣化が進行していないものと判定される)

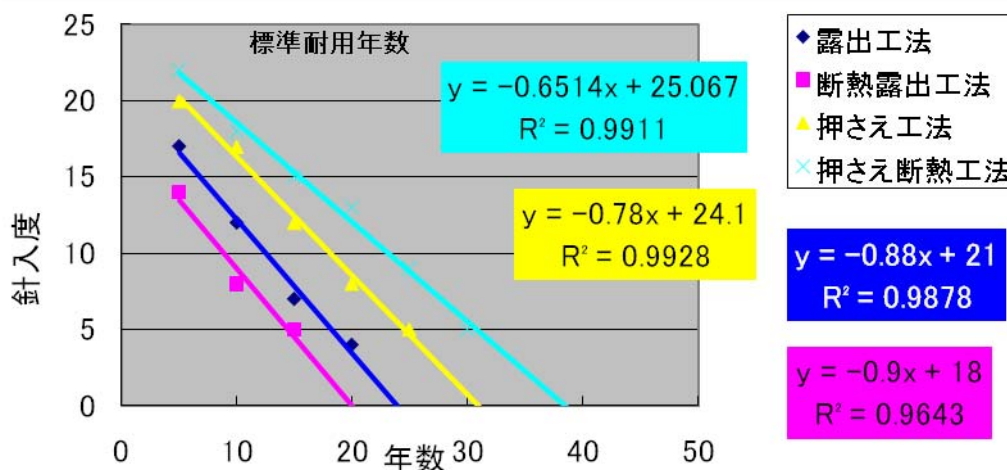


図 5.8 アスファルト防水層の劣化度の判定結果と経年数の対応¹⁵⁾

今回の検討で分析結果が得られたのはA社及びB社の2社に限定されているものの、品質及び一定期間経過後の品質の観点からおおむねアスファルト防水の実態を把握可能な耐用年数であるとみなすものとする。一方で、露出防水層では防水層温度が高くなる温暖地域や亜熱帯地域では針入度の硬化が早く進行すること、同様に最近では一般化している露出断熱防水では防水層温度が高くなること、および、昨今言われている温暖化の影響があることから、2社の耐用年数を2割ほど短くし、表5.17の年数をリファレンスサービスライフとして提示した。

表 5.17 アスファルト防水のリファレンスサービスライフ(案)

	リファレンスサービス ライフ	参考：耐久性総プロの 標準耐用年数
保護防水	20年	17年
露出防水	15年	13年

③改質アスファルトシート防水のリファレンスサービスライフ

改質アスファルトシートトーチ工法及び改質アスファルトシートを使用した防水工法に関しては実現場における劣化診断データが少なく、統計的にリファレンスサービスライフを設定することは困難であった。改質アスファルトシートの劣化はアスファルト防水と同様に針入度で評価することが一般的に行われている。トーチ工法ルーフィング工業会所属メーカーを含む改質アスファルトシート製造メーカー各社では、熱処理試験や屋外暴露試

験により、改質アスファルトの針入度の低下がアスファルト防水に比べて遅いことが確認されている。そのようなアスファルト防水との比較から、改質アスファルトシート防水の耐用年数は18年から20年程度との共通の認識があるようである。しかしながら、建築工事標準仕様書（JASS 8）では露出単層仕様（AT-MF）がトーチ工法の標準露出仕様であるため、複層仕様であるアスファルト防水と同等程度とした（表 5.18）。

表 5.18 改質アスファルトシート防水のリファレンスサービスライフ(案)

	リファレンスサービスライフ
保護防水	20年
露出防水	15年

※トーチ工法、常温粘着工法含む

④合成高分子系シート防水

加硫ゴム系シート防水、塩化ビニル樹脂系シート防水を対象に、合成高分子ルーフィング工業会の収集データをもとに、リファレンスサービスライフの設定を行った。

同工業会の収集データは既存建築物から採取したサンプルである。サンプルの内訳を表 5.19 に示す。いずれも当時の標準仕様の工法であり、サンプルを採取した建築物の築年数は4年から35年である。

経年変化の把握は「耐久性総プロ」で示されたシート防水の3次診断の調査項目のうち、防水層の物性（伸び率）で行った（表 5.20）。3次診断における防水層の物性には、“伸び率”の他に“引張強さ”、“引裂強さ”が挙げられている。このうち、“伸び率”が経年により低下することから、“伸び率”の初期値に対する保持率で劣化を把握する。ここで、“伸び率”の初期値は現在の一般的な製品の伸び率の値で代用した。

なお、伸び率は合成高分子系シートの表面にクラックが発生するような状態になると低下が見られ、伸び率の低下により下地挙動への追従性が低下することから、防水機能と関係性の高い物性である。

表 5.19 サンプルの内訳

工法		シート厚:サンプル数	サンプル数	
加硫ゴム系シート	接着工法	0.8mm : 1 1.0mm : 4 1.2mm : 6 1.5mm : 58	69	80
	断熱接着工法	1.0mm : 4 1.2mm : 6	10	
	保護接着工法(非断熱)	1.0mm : 1	1	
塩化ビニル樹脂系シート	接着工法	2.0mm : 2	2	42
	断熱接着工法	2.0mm : 2	2	
	機械式固定工法	1.5mm : 14(複合11)、(均質3) 2.0mm : 2	16	
	断熱機械式固定工法	1.5mm : 8 2.0mm : 2	10	
	機械式固定工法(断熱・非断熱不明)	1.5mm : 12	12	
(参考)エチレン酢酸ビニル樹脂系シート	(非断熱)	—	1	1

表 5.20 3次診断の伸び率による劣化度の分類(防水層の物性)⁸⁾

工法	劣化度		
	III	II	I
露出工法 ・押え工法	初期値比 30% 未満	初期値比 30~ 60%未満	初期値比 60% 以上

図 5.9 に加硫ゴム系シートの伸び率の初期値比と経年数の関係、図 5.10 に塩化ビニル樹脂系シートの伸び率の初期値比と経年数の関係をそれぞれ示す。

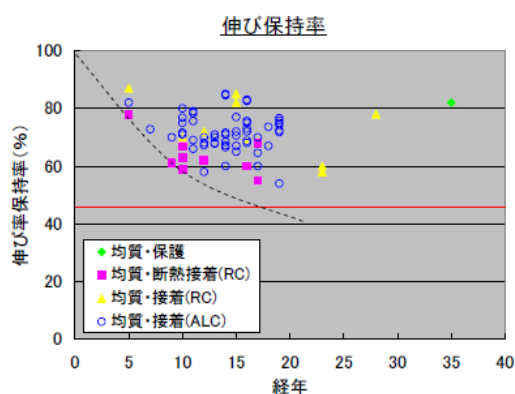


図 5.9 加硫ゴム系シートの伸び率の初期値比と経年数の関係¹⁶⁾

伸び保持率

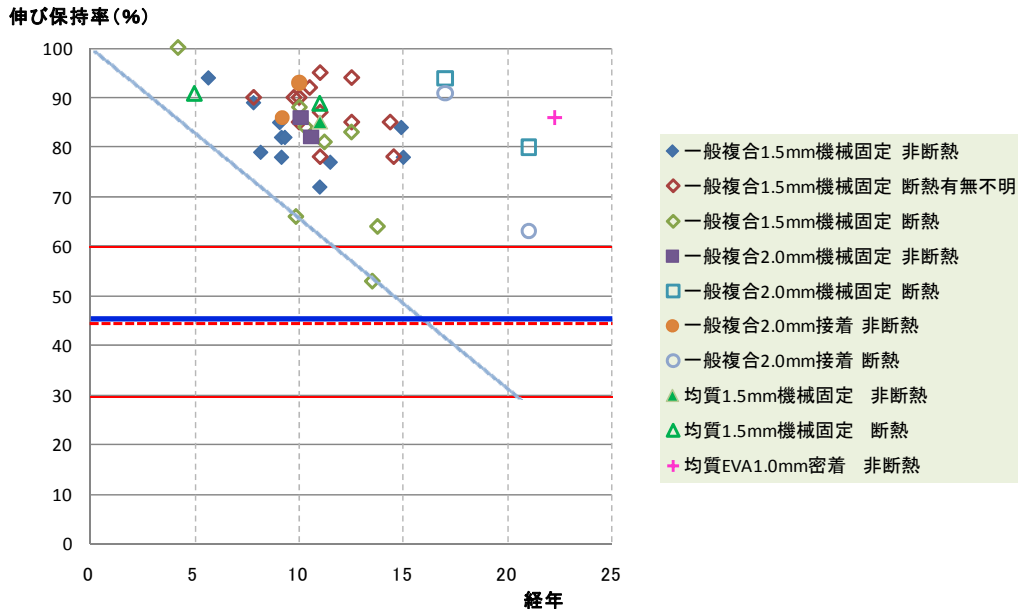


図 5.10 塩化ビニル樹脂系シートの伸び率の初期値比と経年数の関係¹⁶⁾

図中の点線は伸び率の初期値比の下限で目視によりひいた下限線である。加硫ゴム系シートは初期には日射による熱等により残留している加硫剤の架橋反応が進むため、伸び率の低下が大きい。このため、初期における低下率が大きいことを踏まえて下限線を設定した。

この下限線と、劣化度Ⅱの基準である初期値比 30～60%の中間値 45%の線の交点を、リファレンスサービスライフとし、15年と設定した（表 5.21）。

本検討においては、実建築物からのサンプル調査を基にリファレンスサービスライフの検討を行ったものの、現在の標準的な工法全てはカバーされておらず、加硫ゴム系シートの機械的固定工法はサンプルが確保できなかった。ただし、機械的固定工法に用いる加硫ゴム系シートは接着工法に用いるシートと同一であるため、伸び率の経年変化は同様の傾向となることが推察され、既往の検討では、機械的固定工法において接着工法に比して初期の伸び率の低下が小さく、初期値からの低下率は小さいことが確認されている。これにより、本検討で対象外であった工法についても、概ね同様の傾向になることが予想されることから、裏付けとなるサンプルはないものの、リファレンスサービスライフの対象に含めた。

表 5.21 合成高分子系シート防水のリファレンスサービスライフ(案)

	リファレンスサービス ライフ	参考：耐久性総プロの 標準耐用年数
露出防水	15年	13年

⑤ウレタンゴム系塗膜防水

ウレタンゴム系塗膜防水については、日本ウレタン建材工業会が 2003 年から 2011 年に実施した既存建築物の防水層の状態に関する調査結果を基に検討を行うこととした。

調査が行われたウレタンゴム系塗膜防水の内訳を表 5.22 に示す。いずれも経過年数は 10 年以上であり、新築、改修のいずれも含まれる。調査内容は、漏水の有無と目視や指触による表面層の観察とし、「耐久性総プロ」で示された 1 次診断(表 5.23) および本検討で見直しを実施した 2 次診断(表 5.43、表 5.44) に相当する。ただし、調査開始時点では、2 次診断の見直しには未着手であったことから、必ずしも調査項目は一致していない。また、「耐久性総プロ」で提示された 2 次診断の診断項目に加え、関連する内容も含めて調査が行われた。この際、劣化度の判定については実施されていない。

表 5.22 調査物件の内訳

工法	物件数
密着工法	2
密着工法 (L-UF)	9
緩衝工法	4
緩衝工法 (L-US)	38
合計	53

表 5.23 1 次診断の劣化度の分類

調査項目	劣化度		
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
漏水またはその痕跡	あり	—	なし

表 5.24 に結果を示す。漏水は 2 物件でみられた (No.14、35) もの、いずれも外的要因とみられる損傷によると判断された。ほとんどの物件において、白亜化、亀裂、表面の減耗、保護塗料の消失によると推定される表面劣化がみられたものの、漏水およびその痕跡が確認されなかったため、防水機能上問題の無い範囲であると判断された。

表 5.24 調査結果(1/2)¹⁷⁾

No.	経過 年数	建物種別	地域	防水工法	下地	既存防水	維持保全(M)	調査結果概要		調査年	その他
								漏水	状態		
1	10年	宿舎	愛知県	密着工法	RC	不明	不明	無	白亜化、表面減耗、表面ひび割れ、防水損傷あり	2011	
2	10年	集合住宅	東京都	緩衝工法	RC	保護アスファルト防水工法	1999年防水工事 2009年防水工事	無	軽度の白亜化	2009	増し塗り施工により改修
3	10年	集合住宅	東京都	緩衝工法	RC	保護アスファルト防水工法	2000年大規模修繕工事 2010年第2回大規模修繕	無	軽度の白亜化、表面減耗、排水溜り部のトップコートの劣化	2009	増し塗り施工により改修
4	11年	集合住宅	兵庫県	密着工法	RC	(新築)	不明	無	亀裂、破断あり	2009	ウレタンは側溝、巾木、役物廻りのみ
5	12年	事務所	東京都	緩衝工法	不明	不明	1999年防水工事	無	白亜化	2010	
6	12年	集合住宅	京都府	緩衝工法	RC	(新築)	不明	無	表面の摩耗、亀裂、破断あり	2009	
7	12年	中学校	東京都	密着工法(L-UF)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、膨れ	2010	
8	12年	保育所	宮城県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、表面減耗、防水層表面劣化	2004	
9	12年	福祉センター	新潟県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、表面減耗、防水層表面劣化	2004	
10	12年	集合住宅	宮城県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化	2004	
11	12年	商工会館	新潟県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、仕上げ材の損傷	2004	
12	13年	集合住宅	千葉県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	有り(10年経過時)	無	白亜化、表面減耗、表面ひび割れ、防水層損傷、防水層ひび割れ(下地に達しない)	2008	1995大規模修繕 1998トップ塗り替え
13	13年	中学校	千葉県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化	2003	
14	10年	中学校	千葉県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	有	白亜化、破断	2003	外的要因と見られる損傷あり
15	13年	中学校	千葉県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、表面減耗、防水層表面劣化	2010	
16	13年	医院	宮城県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化	2004	
17	13年	中学校	宮城県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、表面減耗、防水層表面劣化	2004	
18	13年	小学校	東京都	密着工法(L-UF)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、表面減耗、防水層表面劣化	2010	
19	13年	庁舎	千葉県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
20	13年	中学校	神奈川県	密着工法(L-UF)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、表面減耗、防水層表面劣化	2004	
21	13年	中学校	東京都	密着工法(L-UF)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2003	
22	13年	雇用施設	東京都	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
23	13年	公民館	兵庫県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2004	
24	13年	工場	大阪府	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2004	
25	13年	倉庫	東京都	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
26	13年	倉庫	東京都	密着工法(L-UF)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、表面減耗、防水層表面劣化	2010	
27	14年	公民館	千葉県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
28	14年	検疫所	千葉県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2003	
29	14年	役場	新潟県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	有り(時期不明)	無	白亜化、防水層表面劣化	2003	
30	14年	小学校	千葉県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
31	14年	施設	新潟県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2004	
32	14年	庁舎	千葉県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2009	
33	14年	庁舎	千葉県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2009	
34	15年	工場	埼玉県	緩衝工法(L-US)	RC	(新築)	無し	無	白亜化、表面減耗、防水層表面劣化	2010	
35	15年	集合住宅	新潟県	緩衝工法(L-US)	RC	(新築)	無し	有	防水層にひび割れ、破断あり	2010	外的要因と見られる損傷あり
36	15年	中学校	千葉県	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
37	15年	小学校	東京都	密着工法(L-UF)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
38	15年	小学校	東京都	緩衝工法(L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	

表 5.24 調査結果 (2/2)¹⁷⁾

No.	経過年数	建物種別	地域	防水工法	下地	既存防水	維持保全 (M)	調査結果概要		調査年	その他
								漏水	状態		
39	15年	小学校	東京都	密着工法 (L-UF)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2007	
40	15年	小学校	千葉県	密着工法 (L-UF)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
41	15年	観光物産センター	新潟県	緩衝工法 (L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2003	
42	15年	小学校	千葉県	緩衝工法 (L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2009	
43	15年	保育所	千葉県	緩衝工法 (L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
44	15年	保育所	千葉県	密着工法 (L-UF)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、表面減耗、防水層表面劣化	2010	
45	16年	アリーナ	千葉県	緩衝工法 (L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
46	16年	車庫棟	千葉県	緩衝工法 (L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
47	16年	小学校	千葉県	緩衝工法 (L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
48	16年	工場	東京都	緩衝工法 (L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2007	
49	16年	小学校	神奈川県	緩衝工法 (L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2004	
50	16年	保育所	千葉県	緩衝工法 (L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
51	16年	保育所	千葉県	緩衝工法 (L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
52	16年	保育所	千葉県	緩衝工法 (L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	
53	20年	消防署	新潟県	緩衝工法 (L-US)	RC	保護アスファルト防水工法	無し	無	白亜化、防水層表面劣化	2010	

リファレンスサービスライフの推定は、53 件の調査結果から、外的要因によると推定される漏水 2 件、改修が行われていた 2 件 (No.12、19) を除いた 49 物件の経過年数の平均値 (13.8 年) を基に推定を行うこととした。推定には、ISO のリファレンスサービスライフの式では係数が明らかでないため、係数が定められている下に示す総プロの耐用年数推定式を用いた。

$$Y=Y_s \times s \times a \times b \times c \times D \times M \quad (\text{式 5.2})$$

- Ys: 標準耐用年数
- s: 防水工法の選択係数
- a: 設計係数
- b: 施工係数
- c: 施工時の気象係数
- D: 劣化外力係数
- M: 維持保全係数

係数のうち、s (防水工法の選択係数) は、本検討で用いるデータの“防水工法”と関係がある。本検討では、ウレタンゴム系塗膜防水の複数の工法に対して調査が行われたが、ウレタンゴム系塗膜防水に対して一律でリファレンスサービスライフの提案を行うため、係数 s を 1 と仮定する。また、D (劣化外力係数) は、調査が行われた物件の所在地と関連する。調査が行われた物件の所在地は、首都圏を中心に東北地方、中部地方、近畿地方が含まれる。ウレタンゴム系塗膜防水の主要な劣化要因は熱、紫外線、水であり、物件所在

地は劣化要因の観点から顕著な地域では無いことから、係数 D を 1.0 と仮定する。また、a（設計係数）、b（施工係数）、c（施工時の気象係数）は各物件のデータを得られていないこと、推定も困難であることから 1.0 と仮定する。

一方、M（維持保全係数）は、維持保全を行っていない物件のデータであることが判明していることより仮定を行う。「耐久性総プロ」では、維持保全作業の内容に応じて表 5.25 のように係数が定められている。維持保全を行っていない場合は維持保全仕様No.7 に該当することから、M（維持保全係数）を 0.7 と仮定する。

表 5.25 維持保全仕様に応じたウレタン塗膜防水露出工法の維持保全係数 M⁸⁾

維持保全仕様 防水工法		維持保全仕様							
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8
ウレタン塗膜防水露出工法		1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.7	0.8
維持 保全 仕様	清掃（周期 0.5 年）	○	○	○	○	—	—	—	—
	点検・保守（周期 2 年）	○	○	—	—	○	○	—	—
	再塗装（周期 4 年）	○	—	○	—	—	○	—	○

以上の仮定から、(式 5.2) は、

$$13.8=Y_s \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0.7$$

となり、

$$Y_s=19.7 \text{ (年)}$$

が導かれる。

データの範囲において導かれたデータ及び設定した仮定からは、標準耐用年数（リファレンスサービスライフ）は 19.7 年と推測できる。試料としたウレタンゴム系塗膜防水は、日本ウレタン建材工業会技術委員会委員が採取したものであり、品質および経時後の表面の劣化状況の観点から、概ねウレタンゴム系塗膜防水の実態が把握可能な耐用年数であるとする。今回調査した各物件のデータ(維持保全係数補正なし)では、16 年経過の物件においても表面の劣化に留まり漏水も発生していない。

これらの実績に対し安全を見込んだ 15 年をリファレンスサービスライフと設定する(表 5.26)。

表 5.26 ウレタンゴム系塗膜防水のリファレンスサービスライフ(案)

	リファレンスサービス ライフ	参考：耐久性総プロの 標準耐用年数
露出防水	15 年	10 年

⑤FRP系塗膜防水

FRP系塗膜防水については、FRP防水材工業会が実施した既存建築物のFRP系塗膜防水の状態に関する調査結果を基に検討を行うこととした。

調査は2004年及び2007年に実施されており^{18),19)}、本検討では同調査結果のうち、施工から10年以上経過した鉄骨造、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造の22物件を対象とすることとした。調査対象には新築、改修のいずれも含まれている。

調査内容は、漏水の有無、主として目視による表面状態の観察であり、本検討で見直しを実施した2次診断(表5.43,表5.44)に相当する。表面状態の観察に関する調査項目はトップコートのふくれ・浮き、割れ、はく離、退色、摩耗および防水層のふくれ・浮き、割れ、はく離である。これらの項目が防水層の部位別(床、目地部、防水端部、基礎まわり、コーナー部、ジョイント部、ドレンまわり、役物まわり)に確認された。

調査対象物件の構造、施工からの経過年数の一覧および調査結果を表5.27に示す。

表5.27 防水層の施工後の経過年数別件数

経過年数	20年以上	19年	18年	17年	16年	15年	14年	13年	12年	11年	10年
件数	1	0	1	2	6	3	1	2	2	1	3
構造別	RC	1		1	1	4	1	1	1	1	2
	S				1	2	1		1		
	SRC					1					1
不具合	伸縮目地不良 1件				笠木はがれ 1件		伸縮目地不良 1件	伸縮目地不良 1件			

調査結果から、防水層のふくれ・浮きおよびトップコートの摩耗、はく離などが部分的に認められたものの、これらの現象は直ちに漏水に結びつくものではない。漏水に直結する防水層の破断、損傷、防水層の端末におけるはく離は一部の物件で認められたものの、構成材料の経年変化と推定される現象は確認されず、いずれも納まりの不良(設計上の配慮不足)に起因する現象と推量される。

以上、調査の範囲においては施工後の経過年数において防水機能の低下は確認されなかった。

FRP防水は上市後35年の実績がある。防水機能の消失・低下による改修事例はまだほとんど確認されておらず、劣化機構と防水機能の関係は現状で十分解明されていない。したがって、FRP防水の耐用年数は今後引き続きデータを収集し見定める必要がある。現時点では、これまで蓄積された供用期間20年程度までのデータを耐用実績と踏まえ、暫定

的にリファレンスサービスライフを 15 年とする (表 5.28)。

表 5.28 FRP 系塗膜防水のリファレンスサービスライフ(案)

	リファレンスサービスライフ
露出防水	15 年

⑥ステンレスシート防水

ステンレスシート防水のリファレンスサービスライフは、ステンレスシート防水の施工会社である C 社における使用実績や経験値により暫定的に定めることとした。

ステンレスシート防水は、ステンレスシートまたはチタンシートを、防水層を構成する主材料として使用している。いずれも金属材料であり、経年変化は少ない。

リファレンスサービスライフの検討にあたっては、使用実績を耐用年数検討の基本的資料とし、経年劣化や経年後に発生する不具合と影響する要因を考慮した係数の設定を行うこととした。なお、高分子系の材料が主材料である他のメンブレン防水とは劣化因子、現象が異なるため、「耐久性総プロ」時に示されたメンブレン防水の係数の適用は適切でないと判断し、検討しないこととした。

耐用年数の推定式は、他のメンブレン防水において ISO ではなく「耐久性総プロ」において提案された式 5.3 を用いており、同様に「耐久性総プロ」に準ずるものとする。

$$Y=Y_s \times s \times a_1 \times a_2 \times b_1 \times b_2 \times c \times d_1 \times d_2 \times M \quad (\text{式 5.3})$$

ステンレスシート防水は、1980 年頃上市され、現在まで約 30 年程度の使用実績がある。30 年程度の実績においては、主材料であるステンレスシート、チタンシートの品質的な劣化による改修事例等は少なく、改修・補修は主として施工不具合や設計上の要因による。現時点では、表 5.29 に示すように実績が確認された 30 年を暫定的なリファレンスサービスライフと定めるものとする。今後、使用を継続する中で劣化現象や不具合の発生のデータを蓄積し、見直しを行う必要がある。

表 5.29 ステンレスシート防水層のリファレンスサービスライフ(案)

防水層の種類	工法の種類	リファレンスサービスライフ	適用材料
ステンレスシート防水	M-HN	30 年	SUS445J1・SUS445J2・スーパーステンレス(SUS447J1他)・Ti 等
	M-HS	30 年	
	M-LN	30 年	SUS304
	M-LS	30 年	

注) 記号の種類を表 5.30、5.31 に示す。

表 5.30 ステンレスシート防水層の種別と適用区分⁵⁾

風環境			一般地域		強風地域	
腐食環境			強	弱	強※1	弱※2
防水層の種別M	H	S	○	—	—	—
		N	—	—	○	—
	L	S	—	○	—	—
		N	—	—	—	○

※1：基準（基本）風速 42m/s 以上

※2：基準（基本）風速 42m/s 未満

表 5.31 ステンレスシート防水層の記号⁵⁾

記号	M	メタル	ステンレスシート防水工法
	H	High	優れた耐食性を有する材料
	L	Low	耐食性がそれほど高くない材料

また、係数は以下のように設定した。

ステンレスシート、チタンシートの材料自体の劣化にはさび、孔食、熱収縮、躯体の動きに起因する亀裂、強風による捲り上がり、この他カラーステンレスにおいては塗膜の減耗等がある。一方、工法全体で発生する不具合・劣化には溶接部分の切れ、面材や役物のふくれ、屋根接合部のシール切れがある。

これらの要因を考慮し、耐用年数に影響する因子を係数として以下のように設定した。係数の数値については、各係数における影響度合いから序列を判断し、暫定的に数値を定めたもので厳密な検証は今後の課題である。

Ys：30年

s：工法の選択係数（下地構造） 0.9～1.1（標準 1.0）

a1：設計係数（建家の形状） 0.9～1.1（標準 1.0）

a2：設計係数（基準・基本風速） 0.9～1.1（標準 1.0）

b1：施工係数（納まり） 0.9～1.1（標準 1.0）

b2：施工係数（ファスナー） 0.9～1.1（標準 1.0）

c：気象係数 0.9～1.0（一般季 1.0）

d1：劣化外力係数（断熱材）（d1×d2） 1.0～1.2（標準 1.0）

d2：劣化外力係数（地域）（d1×d2） 1.0～1.2（標準 1.0）

M：維持保全係数 0.9～1.0（標準 0.9）

s：工法の選択係数 0.9～1.1（標準 1.0）

大空間の鉄骨トラス	0.9
鉄製支持材+野地板	1.0
鉄製支持材+普通木毛板	0.9
RC	1.1
PC	1.1

a1：設計係数（建家の形状） 0.9～1.1（標準 1.0）

雨水が溜まらない	1.0
雨水が溜まる	0.9
谷樋	0.9

a2：設計係数（基準・基本風速） 0.9～1.1（標準 1.0）

42m/s 以上	0.9
42m/s 未満	1.0

b1：施工係数（納まり） 0.9～1.1（標準 1.0）

複雑（突起有り）	0.9
簡易（突起無し）	1.0

b2：施工係数（ファスナー） 0.9～1.1（標準 1.0）

部分吊子	0.9
通し吊子	1.0

c：気象係数 0.9～1.0（一般季 1.0）

雨・雪・寒冷季	0.9
一般季	1.0

d1：劣化外力係数（断熱材）（d1×d2） 1.0～1.2（標準 1.0）

断熱材有り	0.9
断熱材無し	1.0

d2：劣化外力係数（地域）（d1×d2） 1.0～1.2（標準 1.0）

寒冷地	0.9
亜熱帯地	1.0

M：維持保全係数 0.9～1.0（標準 0.9）

清掃有り（周期 1 年）	0.9
清掃無し	1.0

ステンレスシート防水については、「耐久性総プロ」時点で上市間もない時期であり、本検討において新たにリファレンスサービスマンおよび耐用年数の推定に用いる係数を検討した。あくまで暫定的な設定であり、今後本提案に基づきデータが蓄積され、適正な数値に修正されることが期待される。

⑦シーリング材

シーリング材の耐久設計については、「耐久性総プロ」にて耐久性を考慮した計画・設計の基本的な考え方、耐用年数の推定方法が示された。

「耐久性総プロ」以降のシーリング材の性能の向上や物性データの取得が進んだことから、その後、(社)日本建築学会において、推定耐用年数の算出式の見直しが行われ、「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」⁷⁾中に納められている。本検討は、同指針における見直しの内容を改めて確認するものである。

a) 既往の検討の概要 ²⁰⁾より作成

既往の検討は(社)日本建築学会 JASS8 改定小委員会 シーリング工事ワーキングシー

リングジョイントサブワーキングにより行われたもので、既存の建築物からノンワーキングジョイントのシーリング材のサンプリングを行い、物性値を把握したものである。

対象とされたシーリング材の種類とサンプリング数を表 5.32 に示す。サンプルを採取した建築物は、一般的に集合住宅で 10～15 年毎に大規模改修等が行われることを鑑み、竣工後 15 年以内の建築物を対象とし、竣工後の経過年数をシーリング材の経過年数とみなすこととした。ただし、アクリルウレタン系 (UA-2) についてはデータ数が少なかったことから竣工後 16 年以上の建築物も対象としたため、シーリング材の経過年数は物件の経過年数と一致しない場合があり、一部において不明である。

表 5.32 採取サンプルの種類、数

シーリング材の種類	物件数	試験片数
2成分形変成シリコーン系 (MS-2)	85	209
2成分形ポリサルファイド系 (PS-2)	59	112
アクリルウレタン系 (UA-2)	14	44
2成分形ポリウレタン系 (PU-2)	79	199

試験を行った物性値は、「耐久性総プロ」で提示された劣化診断調査方法 (表 5.33) の 3 次診断におけるシーリング材の物性の調査のうち、ダンベル 3 号型による引張試験が行われ、このうち 50%引張応力、破断時の伸びが確認された。

表 5.33 診断レベルに応じた調査項目、調査手法、調査部位⁸⁾

診断レベル	調査項目	調査手法	調査部位
1 次診断	対象とするすべての劣化現象	目視観察 指触観察	容易に観察できる部位 (1 階部分、開き窓、屋上 笠木、塔屋等)
2 次診断	1 次診断で故障の認められた劣化現象	スケール等を用いた目視観察 指触観察 (脚立、梯子等の利用)	
3 次診断	シーリング材の破断およびはく離、シーリング材の物性 (硬さ試験、引張試験)	上記の観察 切取検査 (足場、ゴンドラ等の利用)	シーリング防水箇所各面ごとにその面積の 20～30%の範囲

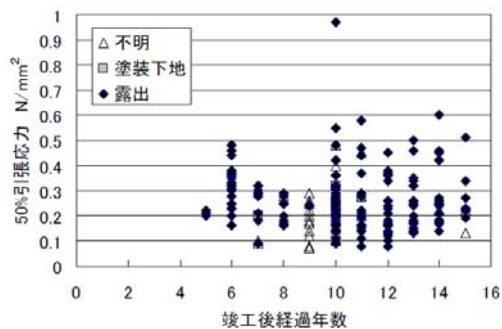


図 5.11 PS-2 の 50%引張応力

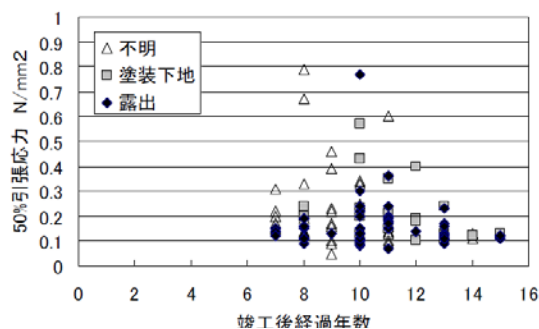


図 5.12 MS-2 の 50%引張応力

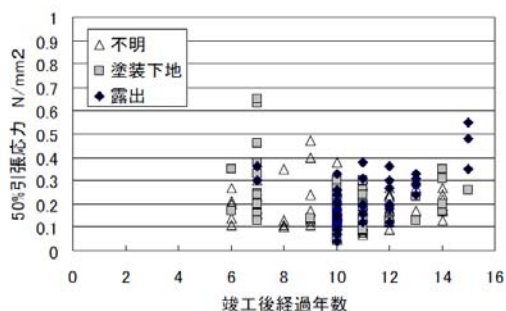


図 5.13 PU-2 の 50%引張応力

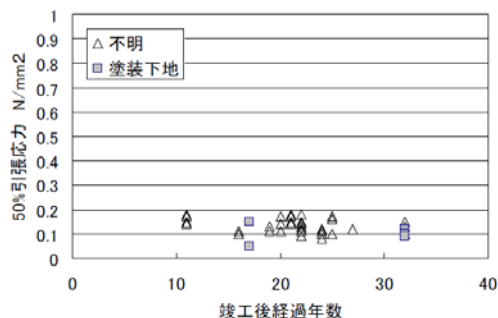


図 5.14 UA-2 の 50%引張応力

50%引張応力の結果を図 5.11～5.14 に示す。いずれのシーリング材においても、経過年数と引張応力に明確な傾向はみられない。2 成分形ポリサルファイド系 (PS-2) で中程度の引張応力が多く見られた。2 成分形変成シリコン系 (MS-2) および 2 成分形ポリウレタン系 (PU-2) では引張応力が低い水準から中程度であり、アクリルウレタン系 (UA-2) では引張応力が低い水準であった。いずれも初期の引張応力の値は不明であるものの、2 成分形ポリサルファイド系 (PS-2) において経年により硬くなっていることが伺われる結果であった。

また、破断時の伸びの結果を図 5.15～5.18 に示す。破断時の伸びにおいても、経過年数と破断時の伸びの間に傾向は見られなかった。2 成分形ポリサルファイド系 (PS-2)、2 成分形変成シリコン系 (MS-2) では、破断時の伸びが低水準から高水準まで広く分布し、2 成分形ポリウレタン系 (PU-2) とアクリルウレタン系 (UA-2) では伸びが中程度から高水準のものが多く見られた。前者においては露出した状態での供用のシーリング材が多く、後者においては塗装下地としてのシーリング材が多かったことによるものと推定された。

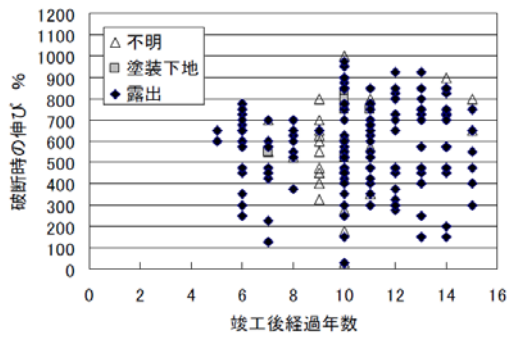


図 5.15 PS-2 の破断時の伸び

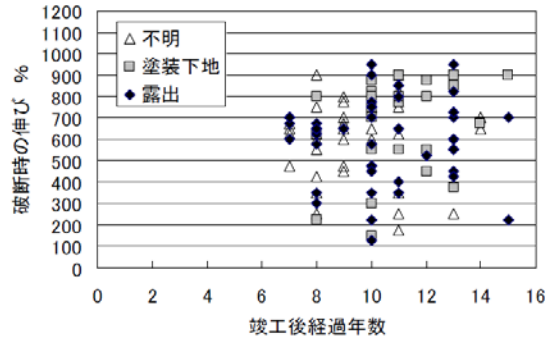


図 5.16 MS-2 の破断時の伸び

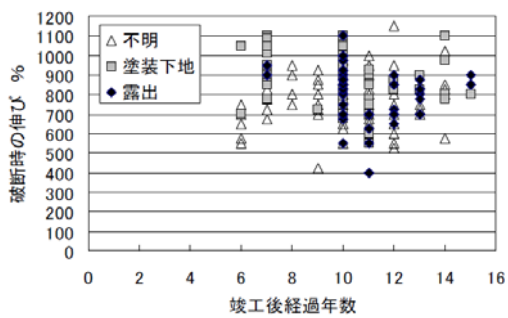


図 5.17 PU-2 の破断時の伸び

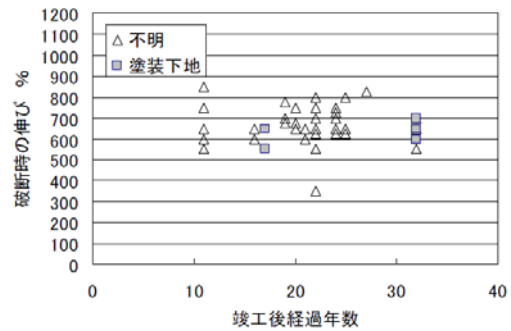


図 5.18 UA-2 の破断時の伸び

以上の結果を「耐久性総プロ」で提示された調査結果の判定基準（表 5.34）及び調査項目ごとの劣化度分類（表 5.35）において確認すると、図 5.19、5.20 に示すように劣化度 I もしくは II と判断された場合がいずれのシーリング材においても 9 割以上を占めていることから、調査の範囲で、9 割以上の物件において大きな物性の低下はみられない。

表 5.34 調査結果の判定基準⁸⁾

診断レベル	診断項目	劣化度	判定
3 次診断	シーリング材の破断 シーリング材のはく離 シーリング材の物性 (硬さ試験、引張試験)	III	補修が必要
		II	現状放置可能、但し、早い時期に補修が必要
		I	現状放置可能

表 5.35 調査項目ごとの劣化度の分類⁸⁾

調査項目		劣化度		
		III	II	I
50%引張応力	初期値比	5 倍以上、1/5 以下	3~5 倍、1/3~1/5	3 倍以下、1/3 以上
	測定値	6kg/cm ² 以上、 0.3kg/cm ² 以下	4~6kg/cm ² 0.3~0.6kg/cm ²	4kg/cm ² 以下 0.6kg/cm ² 以上
伸び	初期値比	1/5 以下	1/3~1/5	1/3 以上
	測定値	200%以下	200~500%	500%以上

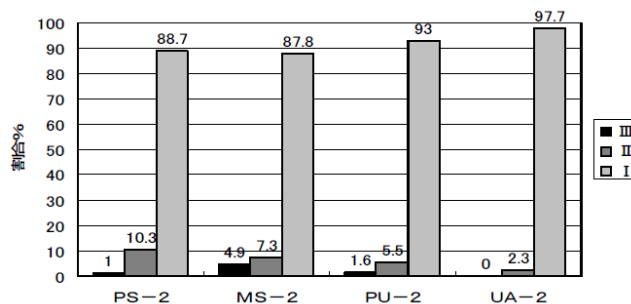


図 5.19 50%引張応力の劣化度

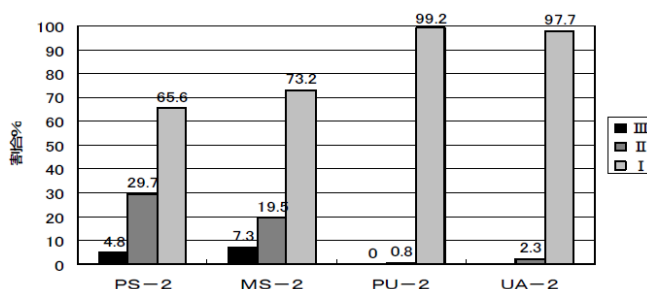


図 5.20 破断時の伸びの劣化度

b) リファレンスサービスライフの検討

「耐久性総プロ」では標準耐用年数を“当面 10 年”とされた。「耐久性総プロ」後の既往の検討からは、10 年を超過した建築物においても物性値の大きな低下は見られなかった。このことから、防水機能上のリファレンスサービスライフは 10 年以上の年数があることが推察される。

一方で、シーリング材の耐用年数に達するときの劣化の程度は、「耐久性総プロ」で“外装シーリング防水の劣化により、防水機能と意匠性の低下をきたし、許容できる漏水限界をこえた状態や美観を損なう状態となり、かつ通常の補修や一部分の交換を行っても再び許容できる限界まで回復することができない状態になったとき”とされている。既往の検討では物性値により防水機能の低下を推察するものであり、意匠性については対象外であった。意匠性の観点からはシーリング材の補修・交換は外壁に用いられ美感上重要な要素であるため一般的に物性値の低下以前に行われている場合が多く、「耐久性総プロ」当時に提示された“標準耐用年数 10 年”は現状においても妥当であると考えられる。

以上はノンワーキングジョイントを対象を限定して行われた検討結果をもとにシーリング材単独でのリファレンスサービスライフについて検討を行った。今後、シーリングを含む壁面構成を考慮したデータの蓄積や検討が進むことが望まれる。「耐久性総プロ」で提示された被着体や材料係数についても必要に応じて見直し・再検討が行われることが望ましい。

3) 防水の耐用年数の推定における今後の課題

「耐久性総プロ」で提示された標準耐用年数について、「耐久性総プロ」以降に蓄積された知見をもとに、ISO19686 シリーズで示された“リファレンスサービスライフ”として見直しを行った。ただし、「耐久性総プロ」で示された推定耐用年数の計算式や係数については、それぞれを見直すために必要なデータ等が現時点では不十分であるため、見直しを行わないこととし、現時点で判明している課題を抽出することとした。

現時点で、各係数については、以下のような課題が挙げられる。

①防水工法の選択係数(s)

防水工法の選択係数は、当時の工法に基づき提示されている。現行の JASS8 等に準拠し再整理が必要である。また、断熱層のある工法については、別途設けられている断熱係数との関係の整理が必要である。重複して断熱効果が考慮されてしまう場合がある。

②劣化外力係数・断熱係数(d₁)

防水工法の選択係数の箇所ですべてのとおり、断熱層のある工法との関係の整理が必要である。

③劣化外力係数・地域係数(d₂)

・露出防水においては、劣化外力による耐用年数への影響は工法、材料に関わらず同様と考えられる。現在、工法により露出防水の地域係数が異なっているため検証が必要である。

・近年、高反射率防水、高反射率トップコートの需要が増加している。これらの防水工法について、係数の検討が今後求められる。

④維持保全係数(M)

・工法間で一律に示されている再塗装の有無について、本来は工法により影響の程度が異なる。工法毎に検討が必要である。

・維持保全係数の前提となる清掃、点検・保守、再塗装について、有無や周期は実情に照らして適切かどうか検討が必要である。

これらの課題については、引き続き知見を蓄積し、順次見直しを行っていくことが望ましい。

4) まとめ

メンブレン防水、シーリング防水について、工法の変遷、劣化要因、劣化現象の整理を行い技術資料としてとりまとめた。また、「耐久性総プロ」で提示された標準耐用年数について、「耐久性総プロ」以降に蓄積された知見をもとに、ISO15686 シリーズで示された“リファレンスサービスライフ案”として見直しを行った。提示したリファレンスサービスライフ案は、あくまで現時点までに蓄積された知見をもとに検討を行い、提示した案であり、今後十分な検証を行う必要がある。また、今後の研究によって改訂されうるものであり、確証があれば数値を入れ替えて活用しうるものであることを付記する。

一方で、「耐久性総プロ」で示された推定耐用年数の計算式や係数についての見直しは、現状における課題の抽出にとどまった。今後の課題としたい。

5.2.4 メンブレン防水の屋外暴露試験体の劣化状態の確認

1) 検討の目的および概要

防水層の耐用年数に関するデータを取得するため、独立行政法人建築研究所における既往研究「耐久性能評価に基づく建築部材仕様選定システムのプロトタイプ開発」(2001～2003年度)における検討時に作製され、屋外暴露試験に供されていたメンブレン防水層の試験体について、2010年時点で屋外暴露試験9年目を迎えることから、この試験体について劣化状況の確認を行うこととした。同試験体は、初期及び2年経過時の防水性能試験を実施し、結果が発表されている(21)・(24)。

2) 試験体の概要

試験体は、当時の(社)日本建築学会の標準仕様書(「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 8 防水工事」、2000年発行)の仕様に準拠することとし、性能評価はJASS 8 T-501(メンブレン防水層の性能評価試験方法)に基づき実施することとした。

作製された試験体の種類および記号を表5.36に、各試験体の仕様を表5.37に示す。

また、試験体寸法および性能評価試験項目を表5.38、5.39に示す。試験の概要と判定基準は〔別添資料M〕に示す。

屋外暴露の実施場所は寒冷地、温暖地、亜熱帯地の3カ所とされた。暴露地と暴露条件、暴露開始日を表5.40に示す。

表 5.36 メンブレン防水層試験体の種類・記号

種類	記号
アスファルト防水工法・絶縁露出仕様	A-MS (AK-MS)
トーチ式防水工法・密着露出仕様	T-MF1 (AT-MF)
加硫ゴム系シート防水工法・接着仕様	S-RF
塩化ビニル樹脂系シート防水工法・機械的固定仕様	S-PM
ウレタンゴム系塗膜防水工法・密着仕様	L-UF

表 5.37 メンブレン防水層試験体の仕様

	A-MS (AK-MS)	T-MF1 (AT-MF)	S-RF	S-PM	L-UF
工程 1	アスファルトプライマー (0.3kg/m ²)	プライマー (0.3kg/m ²)	プライマー (0.3kg/m ²)	塩化ビニル樹脂系シート の固定金具による固定	プライマー (0.2kg/m ²)
工程 2	穴あきアスファルトルーフィング 置敷き	改質アスファルトルーフィング シート バーナー溶着	クロロプレン系 接着剤	—	ウレタン系防水材 (0.2kg/m ²)
工程 3	アスファルトルーフィングアス ファルト流張り	仕上塗料	合成ゴム系シート 張付け	—	補強布
工程 4	ストレッチルーフィングアス ファルト流張り	—	仕上塗料	—	ウレタン系防水材 (1.5kg/m ²)
工程 5	砂付きストレッチルーフィング アスファルト流張り	—	—	—	ウレタン系防水材 (1.7kg/m ²)
工程 6	仕上塗料	—	—	—	—

表 5.38 メンブレン防水層試験体の形状

性能評価試験項目	下地板・寸法 [mm]
(1) へこみ試験	シート (300×300)、コンクリート下地
(2) 耐衝撃試験	シート (300×300)、コンクリート下地
(3) 疲労試験	フレキシブル板 V カット (140×430)
(4) ジョイントずれ試験	コンクリート板 (30×120×600)
(5) ずれ・垂れ試験	コンクリート板 (30×200×600)
(6) コーナー部安定性試験	コンクリート板 (30×150×(200×600))
(7) 耐風試験	コンクリート板 (1000×1000×100)
(8) ふくれ試験	コンクリート板 (300×300×60)

表 5.39 暴露地別の性能評価試験項目

性能評価試験項目	暴露地	A : 寒冷地	B : 温暖地	C : 亜熱帯地
		陸別	つくば	宮古島
(1) へこみ試験		○	○	○
(2) 耐衝撃試験		○	○	○
(3) 疲労試験		○	○	○
(4) ジョイントずれ試験		○	○	○
(5) ずれ・垂れ試験		○	○	○
(6) コーナー部安定性試験		○	○	○
(7) 耐風試験		—	○	—
(8) ふくれ試験		○	○	○

表 5.40 暴露試験体の設置場所及び暴露条件

分類	暴露地／施設名	暴露条件	暴露開始日
A：寒冷地	北海道足寄郡陸別町 ／旧・北海道立寒地研究所 陸別曝露場	地表 0.3m に水平暴露（南面） ただし、ずれ・垂れ試験用試験 体は垂直に懸垂	2001年10月18日
B：温暖地	茨城県つくば市 ／独立行政法人建築研究所 屋外暴露試験場	地表 0.1m に水平暴露（南面） ただし、ずれ・垂れ試験用試験 体は垂直に懸垂	2001年11月14日
C：亜熱帯地	沖縄県宮古島市上野村 ／財団法人日本ウエザリング テストセンター 宮古島試験 場	地表 0.1m に水平暴露（南面） ただし、ずれ・垂れ試験用試験 体は垂直に懸垂	2004年10月4日 ※2001年10月25日 から2004年10月3 日までは沖縄県浦 添市で暴露した。

3) 試験結果

試験結果を2年経過時の結果と共に表 5.41 に示す。

9年経過後において、いずれの工法でも初期値と比して性能の大きな低下はみられなかった。現状の工法において、9年間の屋外暴露では防水層の水密性に変化は見られないことが確認された。

4) まとめ

本項では、性能試験用に作製された試験体について、水密性に係る基本的な性能を確認する試験を行った。9年経過時点で性能に大きな変化はみられず、性能レベルが維持されていることが伺える。一方で、5.2.3 では、防水層の耐用年数の確認は材料試験等で実施されており、両者の関係は現状では明確でない。このため、材料試験レベルの劣化状態の確認も別途必要である。また、将来的には性能評価により防水層の劣化を確認することで、耐用年数と防水性能の関係がより明確になることが期待される。

5.2.5 まとめ

防水の耐久設計に係る技術資料の整備のため、以下を実施した。

- ・メンブレン防水の工法およびその変遷の整理
- ・防水の劣化要因と劣化現象の関係の整理
- ・防水のリファレンスサービスライフ案の提示
- ・メンブレン防水層の屋外暴露試験後の性能評価

「耐久性総プロ」で示された耐久設計指針について現状に照らして見直しを行うことを目的に検討を開始した本研究において、耐久設計指針を構成する一部の内容について見直しを行うことができた。

特に、防水のリファレンスサービスライフについては、引き続き検証が必要な部分も含まれているものの、防水の維持管理等の時期の目安等に活用できる有効な資料と考える。

本検討で抽出した課題を含め、引き続き検討を行う。

表 5.41 試験結果

工法	性能試験項目	試験結果							
		初期	陸別		つくば		宮古島		
			2年	9年	2年	9年	2年	9年	
A-MS	へこみ	20°C	4	4	4	4	4	4	4
		60°C	4	4	4	4	4	4	4
	耐衝撃	0°C	4	4	4	4	4	4	4
		20°C	4	4	4	4	4	4	4
		60°C	4	4	4	4	4	4	4
	疲労		A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
	ジョイントずれ		3	3	3	3	3	3	3
	ずれ・垂れ		3	3	3	3	3	3	3
	コーナー部安定性		3	3	3	3	3	3	3
	耐風性		2	—	—	1	2	—	—
ふくれ		4	4	4	4	4	4	4	
T-MF1	へこみ	20°C	4	4	4	4	4	4	4
		60°C	4	4	4	4	4	4	4
	耐衝撃	0°C	4	4	4	4	4	4	4
		20°C	3	3	3	3	3	3	3
		60°C	1	1	1	1	1	1	1
	疲労		A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
	ジョイントずれ		3	3	3	3	3	3	3
	ずれ・垂れ		3	3	3	3	3	3	3
	コーナー部安定性		3	3	3	3	3	3	3
	耐風性		3	—	—	3	2	—	—
ふくれ		2	1	1	2	1	2	2	
S-RF	へこみ	20°C	4	4	4	4	4	4	4
		60°C	4	4	4	4	4	4	4
	耐衝撃	0°C	1	1	1	1	1	1	1
		20°C	1	1	1	1	1	1	1
		60°C	1	1	1	1	1	1	1
	疲労		A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
	ジョイントずれ		3	3	3	3	3	3	3
	ずれ・垂れ		3	3	3	3	3	3	3
	コーナー部安定性		3	3	3	3	3	3	3
	耐風性		3	—	—	3	3	—	—
ふくれ		2	2	1	2	1	3	1	
S-PM	へこみ	20°C	4	4	4	4	4	4	4
		60°C	4	4	4	4	4	4	4
	耐衝撃	0°C	2	2	2	2	2	2	2
		20°C	2	2	2	2	2	2	2
		60°C	1	2	1	2	1	2	1
	疲労		A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
	ジョイントずれ		3	3	3	3	3	3	3
	ずれ・垂れ		3	3	3	3	3	3	3
	コーナー部安定性		3	3	3	3	3	3	3
	耐風性		4	—	—	4	3	—	—
ふくれ		4	4	4	4	4	4	4	
L-UF	へこみ	20°C	4	4	4	4	4	4	4
		60°C	4	4	4	4	4	4	4
	耐衝撃	0°C	4	4	3	4	3	4	3
		20°C	3	2	2	2	2	2	2
		60°C	3	2	2	2	2	2	2
	疲労		A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
	ジョイントずれ		3	3	3	3	3	3	3
	ずれ・垂れ		3	3	3	3	3	3	3
	コーナー部安定性		3	3	3	3	3	3	3
	耐風性		4	—	—	4	4	—	—
ふくれ		4	4	4	4	4	4	4	

参考文献

- 1)日本防水材料連合会提供
- 2)2009年版 防水材市場白書、矢野経済研究所
- 3)国土交通省監修「公共建築工事標準仕様書 平成22年版」
- 4)国土交通省監修「公共建築改修工事標準仕様書 平成22年版」
- 5)(社)日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事」、2008年
- 6)「既存建築物の保全技術・新設建築物の耐久性向上技術〔非構造部材〕」昭和58年度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報告書(委託)、1984.3
- 7)(社)日本建築学会「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」第2版、2008年
- 8)建設大臣官房技術調査室監修「建築防水の耐久性向上技術」、技報堂出版、1987年
- 9)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」、日本建築学会技術報告集第17号、pp.37-42、2003.6
- 10) ISO 15686-1:2000 "Buildings and constructed assets-Service life planning -Part 1: General Principles", 2000年
- 11)(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
- 12)清水市郎、田中享二、中沢裕二、古市光男、岩本憲三、鈴木博、高根由充、松村宇「防水材料の耐候性試験その1 メンブレン防水材料」、日本建築学会学術講演梗概集A-1分冊、pp.891-892、2003.9
- 13)榎本教良、伊藤彰彦、清水市郎、松村宇、高根由充、田中享二「防水材料の耐候性試験その2 建築用シーリング材」、日本建築学会学術講演梗概集A-1分冊、pp.893-894、2003.9
- 14) A社・D組合「アスファルト防水 技術資料 アスファルト防水層の耐用年数(2000年版)」
- 15) E組合「アスファルト防水の仕様(2010年度版)」
- 16)合成高分子ルーフィング工業会提供
- 17)日本ウレタン建材工業会提供
- 18)小杉他「FRP 防水の施工実績調査」、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1、pp.1135-1136、2004.8
- 19)梅田他「FRP 防水の実績調査報告 その2」、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1、pp.901-902、2007.8
- 20)牧野他「建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」、日本建築仕上学会大会梗概集、2006.10
- 21)古賀純子、長谷川拓哉、大久保孝昭、田中享二、清水市郎「建築部材の目的指向型耐久設計に関する研究 その9 ツールに納めた防水層に関するデータ」、日本建築学会大

会学術講演梗概集 A-1、pp.143-155、2004.8

22)清水市郎、田中享二、古賀純子、大久保孝昭、長谷川拓哉「メンブレン防水層の屋外暴露後の性能評価試験結果」、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1、pp.1153-1154、2004.8

23)清水市郎「メンブレン防水層の耐久性能評価試験結果—低温負荷繰返し、高湿負荷繰返し—」、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1、pp.917-918、2007.8

24))清水市郎「メンブレン防水層の耐久性能評価試験結果、促進劣化・屋外暴露」、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1、pp.47-48、2008.9

5.3 既存建築物の防水の維持保全手法

5.3.1 はじめに

建築物の長期使用に向けた防水のあり方として、防水自体の耐久性の向上も重要であるが、それ以上に適切に点検、劣化診断等を行い、漏水発生や躯体保護機能を失う前に補修・改修を行うことが必要である。このため、本書では防水の維持保全手法の検討を行う。

メンブレン防水層については、アスファルト防水、改質アスファルトシート防水、合成高分子系シート防水、塗膜防水(ウレタンゴム系)、塗膜防水(FRP系)を対象とし、「耐久性総プロ」で提示された劣化診断基準を現状に照らして見直すと共に、アスファルト防水、改質アスファルトシート防水、合成高分子系シート防水、塗膜防水(ウレタンゴム系)、塗膜防水(FRP系)、ステンレスシート防水の診断に用いる標準写真の整備を行う。また、防水層の補修・改修時に多様化した防水層のニーズに対応すべく、既存防水層ごとに、適合する改修防水層の適用条件及び用途、特性等の一覧を整理し提示することとした。

一方、シーリング防水については、劣化診断から補修の一連の流れを整理し、提示する。

5.3.2 メンブレン防水層の維持保全手法

1) 既往の劣化診断方法と劣化度の分類

「耐久性総プロ」では、メンブレン防水層について、防水層の機能・性能を確保し、適切な補修・交換または維持保全計画の作成に資するため、劣化診断の指針が示された。その中で、劣化診断は調査項目・手法等に応じて1次、2次、3次診断に区分され、図5.21のフローが示されている。また、各診断レベルの調査項目・方法等は表5.42のように示されている。

各診断レベルに応じて、具体的な調査項目と方法、調査表の例も示されている。2次診断、3次診断の対象は、アスファルト防水(露出工法、押え工法)、シート防水(露出工法、押え工法)、ウレタン塗膜防水(露出工法)とされた。また、2次診断については、劣化現象の例として劣化状況の写真も提示されている。

これらの診断により、劣化度をⅠ、Ⅱ、Ⅲの3段階で判定し、判定結果からさらなる診断や補修等の判断を行うこととされている。

劣化度の分類、各診断の判断基準を〔別添資料N〕に示す。

2) 劣化診断の見直し

① 検討の範囲

「耐久性総プロ」で示された劣化診断の方法について、3段階の診断レベルを行うという基本的な考え方、図5.21の診断フロー、表5.42の診断レベルに応じた調査項目等についてはそのまま活用し、「耐久性総プロ」後に普及した工法への対応を含め、特に実務で活用が多い2次診断について、見直しを行うこととした。3次診断についても広く活用されているものの、基本的な調査方法は現在も同様に実施される場合が多く見直しの必要がないこと、劣化度の分類の基準については現状では知見が不足していることから見直しを行わないこととした。

対象とする工法は、露出工法のうちアスファルト系防水、合成高分子系シート防水、塗膜防水(ウ

レタンゴム系)、塗膜防水(FRP系)および保護工法とする。

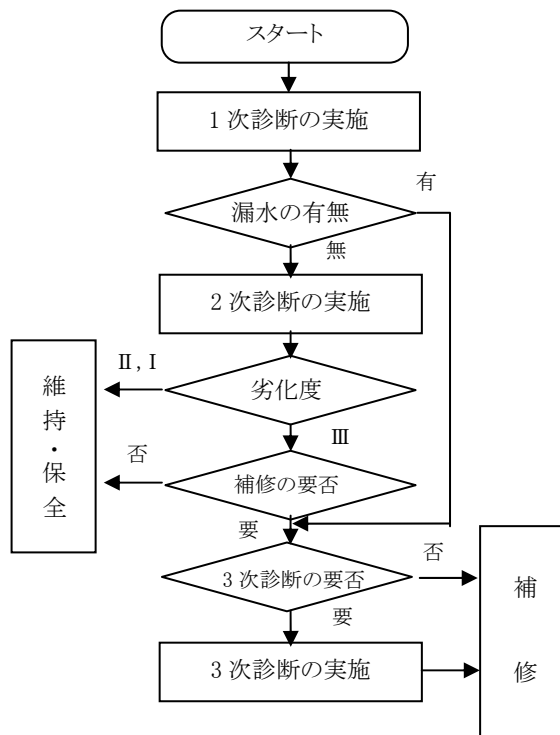


図 5.21 劣化診断のフロー

表 5.42 診断レベルに応じた調査項目、調査方法、調査部位

診断レベル	調査項目	調査方法	調査部位
1次診断	漏水またはその痕跡	目視観察	最上階の天井、外壁側の内装
2次診断	劣化現象 ・露出工法の場合:漏水またはその痕跡、防水層の破断・損傷(表層ひびわれ、貫通破断)、端末部のはく離(口開き、金物類のあばれ)、接合部のはく離(耳浮き、シール切れ)、立上り隅角部の浮き、表面の劣化(砂落ち、減耗、変退色、白亜化)、ふくれ(全層、上層のみ) ・押え工法の場合:漏水またはその痕跡、押え層の損傷(ひびわれ、浮き、欠落)、パラペットの押出し、端部の損傷(ひびわれ、シール切れ)、伸縮目地部の異常、植物の繁殖	スケール等を用いた目視観察、指触観察	屋根防水層全面
3次診断	防水層の劣化状況(ひびわれ、硬化等) 防水層の物性(引張強さ、伸び、針入度) 下地との接着強さ シート相互の接着の程度	左記の観察、切り取った試料による試験	平均的な劣化部分および劣化の激しい部分についてそれぞれ2箇所以上

②次診断の劣化度の分類の提案

2次診断については、「耐久性総プロ」では工法別に診断項目と劣化度の分類基準が示されていたが、共通する項目が多いことや利便性を考慮し、可能な範囲で共通の基準を提案することとした。

表5.43,表5.44に見直しを行った劣化度の分類を示す。露出工法、保護工法に大別し、各調査項目と劣化度の分類を示した。劣化度の分類のうち、“ルーフィング接合部のはく離幅・ずれ幅”は工法により初期の接合幅が異なることから、注で記した。また、“保護仕上げ層の劣化”および“防水層のふくれ・浮き”は工法により追加の判断が必要となるため、それぞれ注で記した。“ふくれ・浮き”については判断基準を面積比に統一したものの、ふくれや浮きの大きさを考慮すべき工法もあるため、注で記した。

調査項目は「耐久性総プロ」で提示された項目を踏襲しており、調査方法も「耐久性総プロ」で提示された方法によるものとする。ただし、調査項目のうち“表面の劣化”については該当箇所がより明確となるよう、“保護仕上げ層の劣化”に変更した。

表5.44に示す調査結果の判定基準は、「耐久性総プロ」から変更していない。

3)劣化度判定に利用する劣化見本帳の作成

「耐久性総プロ」において示された、2次診断を行うにあたって参照可能な劣化事例写真について、見直しを行った劣化度分類に対応する劣化事例の写真を集集し、劣化度判定にあたり活用できる見本帳として整備することとした。工法により外観が異なるため、工法毎に写真を集集し、整理した。

また、ステンレスシート防水工法についても、劣化の程度を判断できるよう、発生しやすい劣化の見本写真を集集・整理した。“調査項目”の欄に記した内容はステンレスシート防水の劣化現象を考慮し、新たに挙げたものである。

表5.46～5.51に各工法の劣化度分類と劣化見本写真を示す。

劣化度の分類は、各項目において劣化のレベルを分類したもので、必ずしも項目間の劣化のレベルの統一や表5.45に示す2次診断の調査結果の判定基準との関係の整理が図られたものではない。今後、本検討で提示した見本写真等を活用し、知見を蓄積したうえで、より信頼性の高い劣化の判断基準として提示することが望ましい。

表 5.43 露出防水層の二次診断項目、劣化度の分類および判定

調査項目		劣化度			
		III	II	I	
露出工法	防水層の破断、損傷	防水層の破断	防水層のひびわれ	外観上の異常を認めず	
	防水層の末端はく離	塗膜防水以外 押え金物・固定金物の脱落、張り仕舞・ドレン部のはく離、口開き	押え金物のゆるみ、末端部シールのはく離、末端に近接するふくれ・浮上がり	外観上の異常を認めず	
		塗膜防水	はく離あり		—
	ルーフィング接合部のはく離幅・ずれ幅※1	塗膜防水以外	50%以上	20～50%	20%未満
	防水層立上り隅角部の浮き高さ* ※2	塗膜防水以外	50 mm以上	30～50 mm	30 mm未満
	保護仕上げ層の劣化	保護仕上げ層の消失	保護仕上げ層の減耗および白亜化	保護仕上げ層の変退色	
	防水層のふくれ・浮き ※3	面積比 30%以上	面積比 10 ～ 30%	面積比 10%未満	

		III	II	I
※ 1	アスファルト系	初期接合幅は 100 mmとする		
	合成高分子系シート	初期接合幅：加硫ゴム系シート、エチレン酢酸ビニル樹脂系シートは 100mm とする 塩化ビニル樹脂系シートは 40 mmとする		
※ 2	アスファルト系	砂落ち 80%以上(面積)	砂落ち 40～80%(面積)	砂落ち 40%未満(面積)
	合成高分子系シート	塩化ビニル樹脂系シート防水は塗料無しの場合あり		
	塗膜防水(ウレタンゴム系)	保護仕上げ層の消失または白亜化度：等級 4～5	保護仕上げ層の減耗または白亜化度：等級 2～3	保護仕上げ層の変退色または白亜化度：等級 1
	塗膜防水(FRP系)	—	—	保護仕上げ層の変退色・ひび割れ
※ 3	機械的固定工法	平場固定金具・ビスの浮上がり 平場固定金具とシートのはく離	—	—
	塗膜防水(ウレタンゴム系)	面積比 30%以上または 1 個の長径が 300mm 以上	—	—
	塗膜防水(FRP系)	面積比 30%以上または 1 個の大きさ(直径)が 1000 mm以上	—	—

* 但し、：合成高分子系シート防水・機械的固定工法の平場固定金具・ビスの浮上がりおよび平場固定金具とシートのはく離は部分補修を行う。

表 5.44 保護防水層の二次診断項目、劣化度の分類及び判定

調査項目		劣化度		
		Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
保護 工 法	平面部押え層のひびわれ、せり上り、欠損、凍害、その他	ひびわれ 3 mm以上、せり上りなど	ひびわれ 1~3 mm	ひびわれ 1 mm未満
	立上り押え層のひびわれ、倒れ、欠損、凍害、その他	ひびわれ 3 mm以上、倒れなど	ひびわれ 1~3 mm	ひびわれ 1 mm未満
	パラペットの押出し	押出しあり、防水層破断の疑い	押出しあり、防水層は健全	外観上の異常を認めず
	モルタル笠木、水切り関係の納まり、端部のひびわれ、欠損、凍害、その他	ひびわれ 3 mm以上	ひびわれ 1~3 mm	ひびわれ 1 mm未満
	伸縮目地部の異常	脱落・折損	突出・圧密	外観上の異常を認めず
	植物の繁殖	防水層に貫入している	防水層まで達していない	外観上の異常を認めず

表 5.45 二次診断の調査結果の判定基準

劣化度	判定
Ⅲ	原則として補修用調査を実施する
Ⅱ	現状放置可能、但し、早い時期に再診断が必要
Ⅰ	現状では放置するが点検を継続

表 5.46 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・アスファルト、改質アスファルト(露出工法) 1/2






調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
防水層の破断、損傷			—	Ⅲ：防水層の破断 Ⅱ：防水層のひびわれ Ⅰ：外観上の異常を認めず
防水層の端末はく離	 (張り仕舞いの口開きの例)	 (押え金物のゆるみ、末端部シー ルのはく離の例)	—	防水層の端末において、 Ⅲ：押え金物・固定金物の脱落、張 り仕舞・ドレン部のはく離、口開き Ⅱ：押え金物のゆるみ、末端部シー ルのはく離、端末に近接するふく れ・浮上り Ⅰ：外観上の異常を認めず
	 (固定金物の脱落の例)	—	—	

表 5.46 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・アスファルト、改質アスファルト(露出工法) 2/2

調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
ルーフィング接合部のはく離幅・ずれ幅				ルーフィング接合部において、初期接合幅は 100 mm に対し、 Ⅲ：50%以上のはく離・ずれ Ⅱ：20%以上 50%未満のはく離・ずれ Ⅰ：20%未満のはく離・ずれ
防水層立上り隅角部の浮き高さ				図に示す防水層立上り隅角部において、 Ⅲ：50mm 以上の浮き高さ Ⅱ：30mm 以上 50mm 未満の浮き高さ Ⅰ：30mm 未満の浮き高さ
保護仕上げ層の劣化			—	保護仕上げ層の消失、砂落ちが面積比で、 Ⅲ：80%以上 Ⅱ：40%以上 80mm 未満 Ⅰ：40%未満
防水層のふくれ・浮き			—	ふくれ・浮きが面積比で、 Ⅲ：30%以上 Ⅱ：10%以上 30%未満 Ⅰ：10%未満

表 5.47 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・アスファルト、改質アスファルト(保護工法)1/2






調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
平面部押え層のひびわれ、せり上り、欠損、凍害、その他			—	平面部押え層において、 Ⅲ：ひびわれ 3mm 以上・せり上りなど Ⅱ：ひびわれ 1mm 以上 3mm 未満 Ⅰ：ひびわれ 1mm 未満
立上り押え層のひびわれ、倒れ、欠損、凍害、その他			—	立上り押え層において、 Ⅲ：ひびわれ 3mm 以上・倒れなど Ⅱ：ひびわれ 1mm 以上 3mm 未満 Ⅰ：ひびわれ 1mm 未満
パラペットの押出し		—	—	パラペットの押出し Ⅲ：パラペットの押出しあり、防水層破断の疑い Ⅱ：パラペットの押出しあり、防水層健全 Ⅰ：外観上の異常を認めず

表 5.47 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・アスファルト、改質アスファルト(保護工法) 2/2

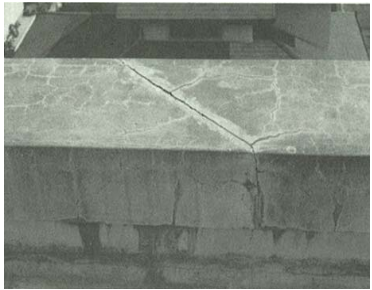





調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
モルタル笠木、水切り関係の納まり、端部のひびわれ、欠損、凍害、その他			—	Ⅲ：ひびわれ 3mm 以上・欠損など Ⅱ：ひびわれ 1 mm以上 3 mm未満 Ⅰ：ひびわれ 1mm 未満
伸縮目地部の異常			—	伸縮目地部において、 Ⅲ：脱落・折損 Ⅱ：突出・圧密 Ⅰ：外観上の異常を認めず
			—	伸縮目地部において、植物の繁殖が認められる場合、 Ⅲ：防水層に貫入している ※植物根の防水層の貫通 Ⅱ：防水層まで達していない ※防水層表面の繁殖 Ⅰ：外観上の異常を認めず

表 5.48 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・合成高分子系シート 1/3





調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
防水層の破断、損傷	 <p>外傷による破断の例</p>  <p>固定金具付近の破断の例</p>	—	—	<p>Ⅲ：防水層の破断 Ⅱ：防水層のひびわれ Ⅰ：外観上の異常を認めず</p> <p>※防水層の破断には外傷による場合、経年によりひびわれから破断に至る場合がある。</p>
防水層の末端はく離	 <p>ドレン端部のはく離の例</p>	 <p>押え金物のゆるみの例</p>		<p>Ⅲ：押え金物・固定金物の脱落、張り仕舞・ドレン部のはく離、口開き等 Ⅱ：押え金物のゆるみ、末端部シールのはく離、末端に近接するふくれ・浮上がり等 Ⅰ：外観上の異常を認めず</p>

表 5.48 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・合成高分子系シート 2/3

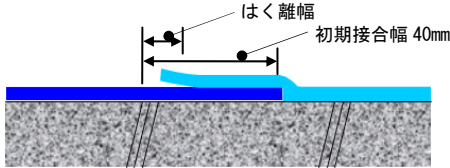


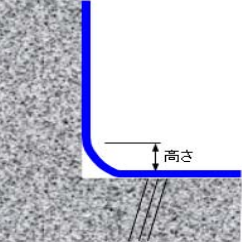



調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
ルーフィング`接合部の はく離幅・ずれ幅				初期接合幅は 40 mmとし、ルーフィング接合部において、 Ⅲ：50%以上のはく離・ずれ Ⅱ：20%以上 50%未満のはく離・ずれ Ⅰ：20%未満のはく離・ずれ
			—	
防水層立上り 隅角部の浮き 高さ				図に示す防水層立上がり隅角部において、 Ⅲ：50mm 以上の浮き高さ Ⅱ：30mm 以上 50mm 未満の浮き高さ Ⅰ：30mm 未満の浮き高さ
			—	
保護仕上げ層 の劣化				Ⅲ：保護仕上げ層の消失 Ⅱ：保護仕上げ層の減耗および白亜化 Ⅰ：保護仕上げ層の変退色 ※塩化ビニル樹脂系シートの場合は塗料なしの場合もある
			—	

表 5.48 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・合成高分子系シート 3/3

調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
防水層のふくれ・浮き	—		—	ふくれ・浮きが面積比で、 Ⅲ：30%以上 Ⅱ：10%以上 30%未満 Ⅰ：10%未満
固定金具の浮き		—	—	平場固定金具・ビスの浮上がり、平場固定金具とシートのはく離
固定金具とシートのはく離		—	—	Ⅲ：円周の 2/3 程度のはく離 ※円周の 1/3 程度であれば複数個で劣化度Ⅲ

表 5.49 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・塗膜防水(ウレタンゴム系) 1/2




調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
防水層の破断、損傷			—	<p>Ⅲ：防水層の破断 ※防水層の破断は、劣化により下地ひび割れ追従への耐性を失った場合に発生する</p> <p>Ⅱ：防水層のひびわれ ※防水層のひびわれは保護仕上げ層の消失により防水層が劣化することで発生する</p> <p>Ⅰ：外観上の異常を認めず ※外傷によるひびわれから破断する可能性がある</p>
防水層の端末はく離		—	—	<p>Ⅲ：はく離あり</p> <p>Ⅰ：外観上の異常を認めず ※防水層の端末は、一般的にシーリング材で処理されている。経年でシーリング材の下地付着力が低下した場合に発生する</p> <p>※はく離に至った場合、雨水が浸入し漏水の原因となるため直ちに補修する必要がある</p>

表 5.49 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・塗膜防水(ウレタンゴム系) 2/2

調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
保護仕上げ層の劣化		—	—	<p>Ⅲ：保護仕上げ層の消失 または白亜化度・等級 4～5</p> <p>Ⅱ：保護仕上げ層の減耗 または白亜化度・等級 2～3</p> <p>Ⅰ：保護仕上げ層の変退色 または白亜化度・等級 1</p> <p>※保護仕上げ層は、樹脂系により劣化度合いが異なるが、消失すると防水層に与える影響が大きい。直ちに補修する必要がある</p> <p>※保護仕上げ層の劣化は、白亜化(チョーキング)の程度で劣化度を判定する。白亜化が進行すると保護仕上げ層の減耗、微細なひび割れ、消失に至る場合がある</p>
防水層のふくれ・浮き		—	—	<p>Ⅲ：面積比 30%以上または 1 個の大きさ(長径)300 mm以上</p> <p>Ⅱ：面積比 10～30%</p> <p>Ⅰ：面積比 10%未満</p> <p>※面積比に加え、長径 300mm 以上の大きいふくれ 1箇所の場合も劣化度Ⅲとして判定する。</p>

表 5.50 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・塗膜防水(FRP系)1/2




調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
防水層の破断、損傷			—	<p>Ⅲ：防水層の破断 ※FRP 防水層が確実に切断されている状態で、水圧がほとんど加わらない通常の雨水でも水分が透過する状態</p> <p>Ⅱ：防水層のひびわれ ※保護仕上げ層にひびわれが入り、防水層には切断が認められないが、ひびわれの兆候がある状態。水圧が掛からない雨水では漏水が発生しない</p> <p>Ⅰ：外観上の異常を認めず</p>
防水層の端末はく離		—	—	<p>Ⅲ：はく離あり ※防水層端部に防水層のはく離が発生し、雨水が容易に透過する状態</p> <p>Ⅰ：外観上の異常を認めず</p>

表 5.50 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・塗膜防水(FRP系)2/2

調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
保護仕上げ層の劣化				<p>Ⅲ：保護仕上げ層の消失 ※保護仕上げ層が磨耗消失またははく離消失し、防水層のガラス繊維が露出した状態</p> <p>Ⅱ：保護仕上げ層の減耗および白亜化 ※保護仕上げ層が退色し、色落ちがはなはだ激しい状態</p> <p>Ⅰ：保護仕上げ層の変退色・ひびわれ ※保護仕上げ層が退色し、変色、色落ちが起き始めた状態・保護仕上げ層に浮きを伴わない、微細なひびわれが入った状態</p>
防水層のふくれ／浮き			—	<p>Ⅲ：面積比 30%以上または 1 個の大きさ（直径）1000 mm以上</p> <p>Ⅱ：防水層のふくれ・浮きが施工面積の 10%～30%に達する場合 ※防水層のふくれ・浮きは面積比にて判定している。しかし症状の発生は、全体の面積に一律に発生する場合と特定の部分に偏る場合が想定される。したがってこの場合特定の部分に症状が集中する場合の判定は、その部分での面積比を判定の基準とする。</p>
その他・外的要因による損傷			—	<p>Ⅲ：飛来、衝撃等外的要因により防水層が破断、消失など損傷を受けた状態</p>

表 5.51 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・ステンレスシート防水 1/3

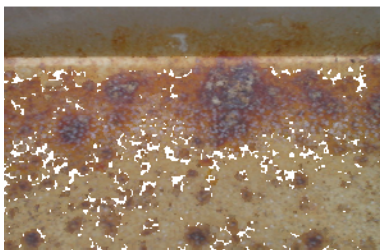








調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
防水層の錆				Ⅲ：薬品でもとれない程度の錆である Ⅱ：薬品で除去可能な程度の錆である Ⅰ：錆汁が表面に認められる
防水層の損傷（穴あき・外傷）				飛来物による穴あき等の外傷、挫屈によるピンホールなど、要因の異なる損傷がある
防水層の破断				座屈、金属疲労、熱変形や風によるばたつきが要因である。 劣化度Ⅲは降雨が漏水に直結する程度の破断

表 5.51 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・ステンレスシート防水 2/3







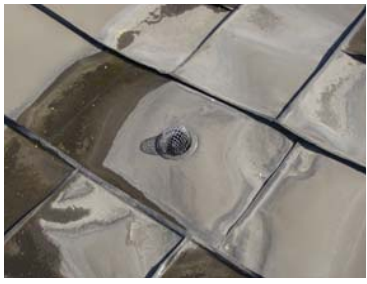






調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
シーム溶接切れ				Ⅲ：シーム溶接の下で切れている状況 Ⅱ：シーム溶接の下で破断がみられる状況 Ⅰ：金属疲労で溶接部に線状の変化が認められる状況
ふくれ (一般面材)				Ⅲ：塑性変形で面材が持ち上がっている状況 Ⅱ：塑性変形が発生している状況 Ⅰ屋根の妻側において負圧で変形が生じている状況
ふくれ (役物材)				落ち口において、 Ⅲ塑性変形により亀裂が発生している状況 Ⅱ：隅部に風がたまり塑性変形が発生している状況 Ⅰ：隅部に風がたまりふくれしている状況

表 5.51 各工法の劣化度分類と劣化見本写真・ステンレスシート防水 3/3

調査項目	劣化度			備考
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
カラスステンレス塗膜の減耗				Ⅲ：はく離が連続している状況 Ⅱ：部分的にはく離が生じている状況 Ⅰ：変色が生じている状況
屋根取合部シール切れ				Ⅲ：シール材の破断 Ⅱ：シール材の変形 Ⅰ：シール材表面のひびわれ

5.3.3 メンブレン防水層の補修・改修技術

1)メンブレン防水層の改修工法調査の概要

防水の改修工法は、現状で国土交通省の「建築改修工事監理指針」¹⁾で既存防水工法ごとに対応する新設防水層がまとめられている。同指針では、「改修に際しては、基本的には新築時と同じ用途、外観に復旧すること」、さらに「既存防水層の種類、工法の種類、保護層及び断熱層の有無、防水層の劣化の程度等により防水改修工法の種類が決定される」とされている。

本検討では、改修にあたって新築時とは異なる用途や目的で使用する場合等、多様化した防水へのニーズに対応するため、多様な工法を選択する際の参考となる資料を整備することとした。

ここでは、アスファルト防水、改質アスファルトシート防水、合成高分子系シート防水、塗膜防水(ウレタンゴム系)、塗膜防水(FRP系)を対象とし、防水材料の製造者に対して製品の適用可能な既存防水層とその適用条件、用途、特徴等についてアンケート調査を行った。

アンケート調査の結果を、既存防水層ごとに適用可能な工法を仕様書等に掲載されている仕様で整理し、とりまとめた結果を報告する。一部の主要な改修工法については、作成する資料の、工法間の比較・選定に活用するという目的により合致するよう、日本防水材料連合会の技術委員らのエキスパートジャッジを行い適用条件、工法の特徴についてアンケート結果を調整し、提示することとした。

2)メンブレン防水層の改修工法調査結果

アンケート調査は、防水材料の製造者の業界団体である日本防水材料連合会を通じて各製造者に対して依頼し、回答を得た。表5.52に、回答者数を示す。

表5.52 アンケート調査の回答者数

防水工法	回答製造者数
アスファルト防水	5
改質アスファルトシート防水	6
合成高分子系シート防水	12
塗膜防水(ウレタンゴム系)	11(うち1者は工業会外の関連団体)
塗膜防水(FRP系)	4

各社の主要な製品について、表5.53に示す調査項目について回答を得た。①～⑤はあらかじめ設定した項目について該当する場合に○を付し、さらに自由回答から得た結果を項目に追加し整理を行った。⑥は自由回答で回答を得たものの、回答内容が多岐に渡るため、結果のとりまとめは今後の課題とする。

回答結果は、「①適用可能な既存防水」ごとにとりまとめ、一覧表を作成することとした。各社から得た製品毎の回答は、該当する仕様書上の仕様記号で整理を行った。②～⑤の調査項目については、自由回答からの項目の追加による再調査を行った。適用または該当する場合に○、一定の

条件下で適用または該当する場合に「△」の回答を得た。

とりまとめにあたり、8割以上の製品で「○」の場合に「○」、8割以下の製品で「○」または「△」の回答の場合に△で表示した。

一方、エキスパートジャッジによる場合においては、適用条件については原則として行う工程を「○」、改修用ドレンを用いる場合は撤去しない場合があるものを「△」、既存防水層がウレタン防水および非加硫ゴム系シート防水の場合に劣化の著しい部分、浮き部分、ふくれ部分等を撤去する必要があるものを「▲」とした。適用部位・用途については適用可能な場合を「○」、仕上げ塗材により異なる場合を「△」とした。また、工法・構法の特徴については適合する場合を「○」、適合しない場合を「×」、工法によっては適合する場合を「△」とした。表5.54に工法・構法の特徴のうち一部の項目の記号の内容を補足した。

表5.53 調査項目

調査項目	概要
①適用可能な既存防水	アスファルト保護防水、アスファルト露出防水、その他保護防水、合成高分子系シート防水(加硫ゴム系シート防水、塩化ビニル系シート防水)、塗膜防水(ウレタンゴム系塗膜防水、FRP系塗膜防水)について適用の可否を回答
②適用条件	既存防水層の撤去の要否、下地調整、下地処理について回答
③適用部位	歩行・非歩行等の用途への対応、ひさし、ベランダ等の適用部位について回答
④工法の特徴	施工・工期、環境、安全、品質等に関連する工法の特徴について回答
⑤工法の実績	カタログに登録されている仕様の場合は普及工法としてみなすこととし、普及工法か否かを回答
⑥耐久性向上のための注意点	改修層の耐久性向上のための注意点を自由回答

表5.55～5.63に、既存防水層ごとに整理を行った表を示す。表中、エキスパートジャッジの欄に○を付している工法は、アンケート結果を精査し、エキスパートジャッジにより内容を調整した結果を掲載した。それ以外の工法についてはアンケート結果をまとめたものである。各工法の、該当する製品数も同時に示した。

表5.54 工法・構法の特徴における記号の内容

熱・火気の使用	○：熱・火気を使用しない、×：熱・火気を使用する
騒音・振動の発生	○：騒音・振動が発生しない、×：騒音・振動が発生する
臭気・ガスの発生	○：臭気・ガスが発生しない、×：臭気・ガスが発生する
工期短縮	○：保護層・防水層の撤去なし、×：保護層・防水層の撤去
下地処理の軽減	○：ポリマーセメントモルタル等異種材料不使用、×：異種材料使用
溶剤不使用・弱溶剤	○：溶剤不使用・弱溶剤使用、×：有機溶剤使用
高断熱化	○：可能、△：断熱材種類により可能、－：適用なし
遮熱（高反射率）対応	△：シート種類・仕上げ材種類により対応、－：適用なし
施工時の廃棄物削減	○：殆どでない、△：立上り保護層・防水層を廃棄、×：平場・立上りの保護層・防水層を廃棄
防火性	○：表面が不燃材により対応、△：告示あるいは個別認定で適用
既存防水との一体化	○：同種の材料で改修し一体化が図れるもの

表5.62 塗膜防水(ウレタンゴム系)の改修工法

適用可能な改修工法	記号*	適用条件																				適用部位・用途										工法・構法の特徴											
		実績				実績				A L C 地下用				立上り部のみ				下地調整・処理				屋根		非歩行		運動場		開放廊下		ペランダ		緑化対応		外断熱対応		施工・工期		環境		安全		品質	
アスファルト露出防水絶縁工法	D-1.D-2	○	2	○		○		○	○	○	○	○	○	○					○		○														△		△						
アスファルト露出断熱	DI-1.DI-2	○	2	○		○		○	○	○	○	○	○	○						○		○																	○		○		
改質アスファルトシート防水・露出密着	AS-1.AS-2.AS-3	○	1	○		○								○						○																							
改質アスファルトシート防水・露出防水絶縁工法	AS-4.AS-5.AS-6	○	3	○		○		○	○	○	○	○	○	○	△			△			○																						
改質アスファルトシート防水・露出防水絶縁工法	AS-6	○	2	○		○														○																							
改質アスファルトシート防水・露出断熱	ASI-1.2	○	2	○		○		○	○	○	○	○	○	○	△					○																							
改質アスファルトシート防水・露出断熱	ASI-1.ASI-2	○	6	○		○		△	△	△	△	△	△	△	○			△	△			○																				△	△
改質アスファルトシート防水・露出断熱	AT-MT	○	3	○		○		△	△	△	△	△	△	△																													
改質アスファルトシート防水・常温粘着断熱露出	AJ-MT	○	24	○		○		△	△	△	△	△	△	○					○																								
合成高分子シート防水・接着工法(合成高分子シート)	S-F1.S-F2	○	24	○		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
合成高分子シート防水・接着工法(加硫ゴムシート)	S-RF	○	16	○		△	△	△	△	△	△	△	△						○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
合成高分子シート防水・断熱接着工法(加硫ゴムシート)	S-RFT	○	9	○		△	△	△	△	△	△	△	△								○																						
合成高分子シート防水・接着工法(塩化ビニル樹脂系シート)	S-PF	△	6	○		△	△	△	△	△	△	△	△							△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
合成高分子シート防水・断熱接着工法(塩化ビニル樹脂系シート)	S-PFT	△	3	○		△	△	△	△	△	△	△	△																														
合成高分子シート防水・断熱接着工法(高分子シート)	SI-F1.SI-F2	○	10	○		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△																												
合成高分子シート防水・機械式固定工法(合成高分子シート)	S-M1.S-M2.S-M3	△	19	○		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△					△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
合成高分子シート防水・機械式固定工法(加硫ゴムシート)	S-RM	○	8	○		△	△	△	△	△	△	△	△						○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
合成高分子シート防水・断熱機械式固定工法(加硫ゴムシート)	S-RMT	○	7	○		△	△	△	△	△	△	△	△								○																						
合成高分子シート防水・断熱機械式固定工法(高分子シート)	SI-M1.SI-M2.SI-M3	△	18	○		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△					△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
合成高分子シート防水・機械式固定工法(塩化ビニル樹脂系シート)	S-PM	△	11	○		○	△	△	△	△	△	△	△						△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
合成高分子シート防水・断熱機械式固定工法(塩化ビニル樹脂系シート)	S-PMT	△	10	○		○	△	△	△	△	△	△	△	△	△					△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
塗膜防水・ウレタン系塗膜防水・絶縁	X-1	○	8	○		△	△	△	△	△	△	△	△						○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
塗膜防水・ウレタン系塗膜防水・絶縁	L-US	○	4	○		○		△					△						○																								
塗膜防水・ウレタン系塗膜防水・断熱	X-2	○	-	○		○	△						○							△	△																						
塗膜防水・ウレタン系塗膜防水・密着	L-UF	○	4	○		○		△					○							○																							
塗膜防水・FRP系塗膜防水	L-FF	○	1	○		○		△					○							○																							

*記号は日本建築学会建築工事標準仕様書「JASS8(2008年版)または国土交通省「建築工事監理指針(H22年版)」、「建築改修工事監理指針(H22年版)」による

表5.63 塗膜防水(FRP系)の改修工法

適用可能な改修工法	記号*	実績	製品数	適用条件																	適用部位・用途										工法・構法の特徴																		
				平場非撤去	平場防水層撤去	立上り部非撤去	立上り部保護層撤去	ドレン撤去	押え層下地処理または防水層撤去	A・L・C下地用	雨養生処理	下地調整・処理	立上り部のみ	下地調整材	ポリアセメントモルタル等	樹脂モルタル	専用処理材	FRP	アスファルトプライマー	アスファルト系接着材	ポンド塗布	専用プライマー	ゴムアスプライマー	伸縮目地の処理	100㎡以内の小面積に限る	平場部アスファルト成型板張り	経緯装材による仕上げ	機械的固定工法	アスファルト系接着材	脱気筒設置	屋根	歩道	駐車場	運動場	ひさし	開放廊下	ベランダ	庭園	緑化対応	外断熱対応	騒音・振動の発生	臭気・ガスの発生	工期短縮	下地処理の軽減	溶剤不使用・弱溶剤	高断熱化	遮熱(高反射率)対応	廃棄物削減	耐風性
アスファルト露出防水絶縁工法	D-1.D-2		2							○	○	○	○	○		○	○							○															△										
アスファルト露出断熱	DI-1.DI-2		2		○				○		○	○	○	○		○	○								○														○	△									
改質アスファルトシート防水・露出防水絶縁工法	AS-4,AS-5,AS-6		3			○			○		○	○	○	○		○	△							○															△	△	○	△	△	△					
改質アスファルトシート防水・露出断熱	ASI-1.2		2			○			○		○	○	○	○		○	△							○																○	△	△	○	△	△				
合成高分子シート防水・接着工法(合成高分子シート)	S-F1,S-F2		24	○		△	△	△			△	△	△	△	△		△	△	△	△	△	△		△		△		△		△		△		△		△	○	△	○	△	△	△	△	△					
合成高分子シート防水・接着工法(加硫ゴム系シート)	S-RF		16	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	
合成高分子シート防水・断熱接着工法(加硫ゴム系シート)	S-RFT		9	○		△	△				△	△	△	△	△		△	△	△	△	△	△				○		△		△		△		△		○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
合成高分子シート防水・断熱接着工法(塩化ビニル樹脂系シート)	S-PF		6	○		△	△	△	△		△	△	△	△	△		△	△	△	△	△	△			△		△		△		△		△		○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
合成高分子シート防水・断熱接着工法(塩化ビニル樹脂系シート)	S-PFT		3	○		△	△	△	△		△	△	△	△	△		△	△	△	△	△	△			△		△		△		△		○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
合成高分子シート防水・断熱接着工法(高分子シート)	SI-F1,SI-F2		10	○		△	△	△	△		△	△	△	△	△		△	△	△	△	△	△			△		△		△		△		○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
合成高分子シート防水・機械式固定工法(合成高分子シート)	S-M1,S-M2,S-M3		19	○		△	△	△	△		△	△	△	△	△		△	△	△	△	△	△			△		△		△		△		○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	
合成高分子シート防水・機械式固定工法(加硫ゴム系シート)	S-RM		8	○		△	△	△	△		△	△	△	△	△									○		△		△		△		○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△		
合成高分子シート防水・断熱機械式固定工法(加硫ゴム系シート)	S-RMT		7	○		△	△	△	△		△	△	△	△	△									○		△		△		△		○	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○		
合成高分子シート防水・断熱機械式固定工法(高分子シート)	SI-M1,SI-M2,SI-M3		18	○		△	△	△	△		△	△	△	△	△		△	△	△	△	△	△			△		△		△		○	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△		
合成高分子シート防水・機械式固定工法(塩化ビニル樹脂系シート)	S-PM		11	○		○	△	△	△		△	△	△	△	△		△	△	△	△	△	△			△		△		△		○	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△		
合成高分子シート防水・断熱機械式固定工法(塩化ビニル樹脂系シート)	S-PMT		10	○		○	△	△	△		△	△	△	△	△		△	△	△	△	△	△			△		△		○	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△		
塗膜防水・ウレタン系塗膜防水・絶縁	X-1		5	○		○					○					△						△					○		○		○		○		○		○	○	△	△	○	△	△	○					
塗膜防水・ウレタン系塗膜防水・密着	L-US		4	○		○					△					△						△					○		○		○		○		○		○		○	○	△	△	○	△	△	○			
塗膜防水・ウレタン系塗膜防水・密着	X-2		4	○		○					△					○						○					○		○		○		○		○		○		○		○	○	△	△	○	△	△		
塗膜防水・ウレタン系塗膜防水・密着	L-UF		4	○		○					△					○						○					○		○		○		○		○		○		○		○	○	△	△	○	△	△		
塗膜防水・FRP系塗膜防水	L-FF		1	○		○					△					○						○					○		○		○		○		○		○		○		○	○	△	△	○	△	△		

*記号は日本建築学会建築工事標準仕様書「JASS8(2008年版)または国土交通省「建築工事監理指針(H22年版)」、「建築改修工事監理指針(H22年版)」による

3)まとめ

エキスパートジャッジおよびアンケート調査により、メンブレン防水の改修工法及びその適用条件、特性の一覧表を作成し、既存防水の工法ごとに提示を行った。

改修時の工法選定に同表を用いる場合、まず既存防水の種類から該当する表を選択し、改修後の防水の用途、目的等に応じて改修工法を選択することとなる。

本検討で作成した改修工法の適合表の適用条件、特性等の表示内容、表示にあたってのルールについては、今後より精査する必要があるものの、使用者においては、ニーズに応じてより多様な防水を選択できるようになる。一方で、製造者においては、製品の特性の表示が容易となるとともに製品開発の目標が明確化される等の効果が期待できる。

5.3.4 シーリング防水の維持保全手法

1)「耐久性総プロ」におけるシーリング防水の維持保全手法

「耐久性総プロ」では、シーリング防水の維持保全に関して、劣化診断指針と補修・交換指針が示された。劣化診断指針についてはメンブレン防水層同様、3段階のレベル別の診断を行う方法が示された。図5.22に劣化診断フローを示す。また、診断調査方法の概要が表5.64のように示された。

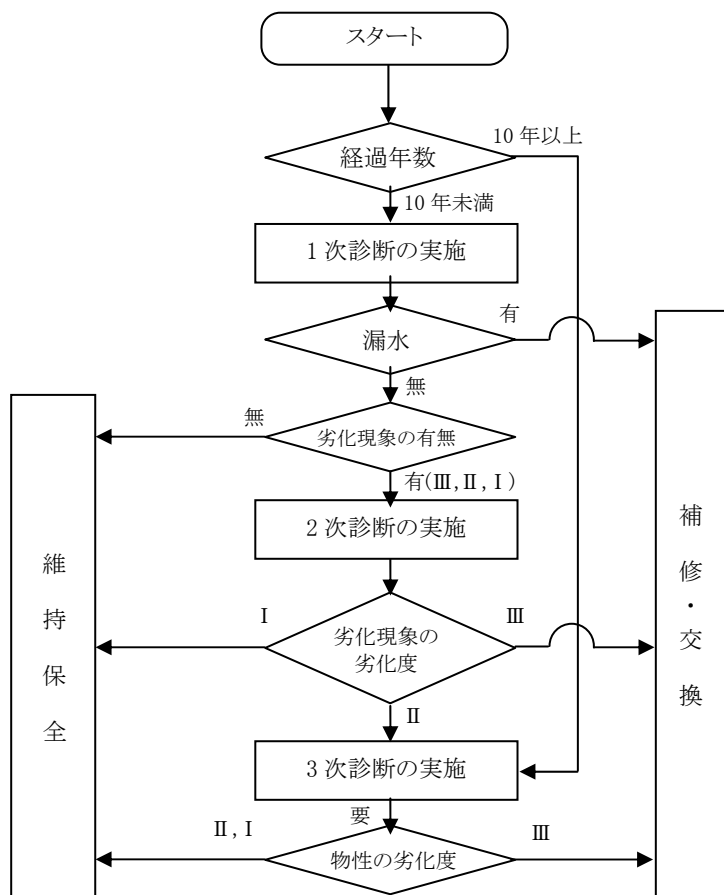


図 5.22 劣化診断フロー²⁾

表 5.64 診断レベルに応じた調査項目、調査方法、調査部位²⁾

診断レベル	調査項目	調査手法	調査部位
1次診断	対象とするすべての劣化現象※	目視観察 指触観察	容易に観察できる部位
2次診断	1次診断で故障の認められた劣化現象※	スケール等を用いた 目視観察, 指触観察 (脚立, 梯子等の利用)	1階部分, 開き窓, 屋上笠木, 塔屋等
3次診断	シーリング材の破断およびはく離 シーリング材物性 (硬さ試験, 引張試験)	上記の観察 切取検査(足場, ゴンドラ等 の利用)	シーリング防水箇所の各面ごと に目地全長の20~30%の範囲

※劣化現象は表 5.13 を参照。ただし、表 5.13 では「耐久性総プロ」当時から“汚れ”が追加されている。また、定義については実情に応じ修正がなされている。

3次診断については、さらにシーリング材の物性試験の具体的方法が示されている。

調査結果の判定方法については、劣化度をⅠ～Ⅲの3段階で分類する基準と、劣化度の判定に基づき、診断や補修等の判断を行うための基準が示されている。劣化度の分類、各診断の判断基準を〔別添資料〇〕に示す。

一方、補修・交換指針では外装シーリング材の補修工法の選定のため、補修規模の判定、補修工法の選択の手順と考え方が示された。また、補修仕様の選定のため、シーリング材の選定のためのフローが提示されている。

2) シーリング防水の調査・診断および評価・判定

① 検討の範囲

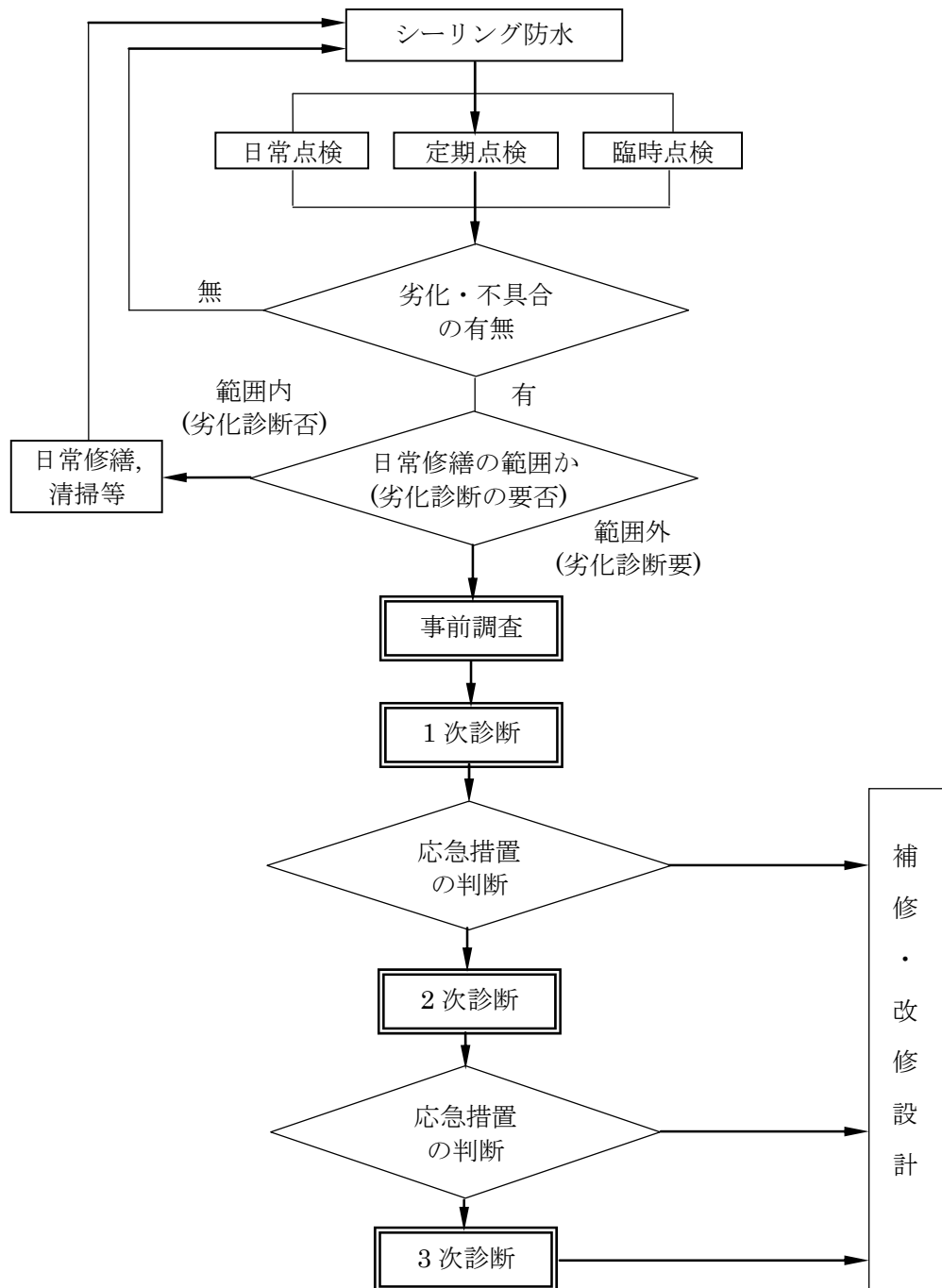
シーリングについては経過年数や必要に応じて行う診断の他、日常的、定期的な点検も重要である。このため、劣化診断のフローについて点検を含めた流れが求められる。このため、劣化診断のフローの見直しを行う。

また、劣化度の分類については、診断項目、劣化度分類の判定基準について基本的な変更はないものの、現状では、診断を行うべき項目と参考として診断を行う項目の峻別がなされている。このため、両者について整理して提示を行う。また、判定の際に参照可能な各項目の劣化状況の模式図または事例写真の提示を行う。さらに、調査結果の判定基準について、より実情に即した内容となるよう見直しを行う。

補修・改修については、「耐久性総プロ」以降、シーリング材が変化している実情を踏まえ、現状に適合する補修・改修工法及び材料の選定方法を述べる。

② シーリング防水の調査

調査・診断は、経過年数などに応じて1次、2次および3次調査・診断に区分けして実施する。なお、その手法は、目視観察・指触などとする。調査・診断は、図 5.23 の劣化診断の流れに基づいて実施する。また各診断レベルの調査項目、手法、部位は、表 5.63 を標準とする。



*劣化診断の結果、補修・改修ではなく、日常修繕が妥当であると判断される場合もある。

図 5.23 劣化診断の流れ概略図

③評価・判定

評価・判定は、調査・診断の結果から表 5.65 に従い、劣化度をⅠ、ⅡおよびⅢに分類する。物性は参考項目とし、表 5.66 により劣化度を分類する。また、劣化度に応じて、維持保全の程度(補修・修繕・改修)を判定する。なお、シーリングの調査項目と劣化度分類の参考となる概念図を図 5.24 に示す。

表 5.65 調査・診断項目ごとの劣化度の分類

診断項目		劣化度		
		Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
判定項目	シーリング材の被着面からのはく離	深さの 1/2 以上または深さ 5mm 以上	深さの 1/2~1/4 または深さ 2~5mm	深さの 1/4 未満または深さ 2mm 未満
	シーリング材の破断(口開き)	厚みの 1/2 以上または深さ 5mm 以上	厚みの 1/4~1/2 または深さ 2~5mm	厚みの 1/4 未満または深さ 2mm 未満
参考項目	被着体の破壊(ひびわれ、欠落)	ひびわれ幅 0.3mm 以上	ひびわれ幅 0.1~0.3mm	ひびわれ幅 0.1mm 未満
	シーリング材の変形(だれ、くびれ)	凹凸が厚みの 1/2 以上または深さ 5mm 以上	凹凸が厚みの 1/2~1/4 または深さ 2~5mm	凹凸が厚みの 1/4 未満または深さ 2mm 未満
	シーリング材の軟化	指先に極めて多量に付着	指先にかなり付着	指先にわずかに付着
	変退色	変退色が極めて著しい	変退色がかかなり認められる	変退色がわずかに認められる。
	ひびわれ	ひびわれ幅 1~2mm	ひびわれ幅 0.5~1mm	ひびわれ幅 0.5mm 未満
	白亜化(チョーキング)	指先に粉末が極めて多量に付着する	指先に粉末がかかなり付着する	指先に粉末がわずかに付着する
	仕上材の浮き、変色	はく離や変色が認められる	ひびわれ、浮きがあるやや変色している	左の現象が軽微である

表 5.66 物性の劣化度の分類(参考項目)

調査項目			劣化度		
			Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
物	50 引張応力(M50)	初期値比	5 倍以上、1/5 以下	3~5 倍、1/3~1/5	3 倍以下、1/3 以上
		測定値	0.6N/mm ² 以上 0.03N/mm ² 以下	0.4~0.6N/mm ² 0.03~0.06N/mm ²	0.4N/mm ² 以下 0.06N/mm ² 以上
性	伸び(E)	初期値比	1/5 以下	1/3~1/5	1/3 以上
		測定値	200%以下	200~500%	500%以上

調査項目		劣化度			
		III	II	I	
シーリング材の被着面からのはく離			深さの 1/2 以上または 深さ 5mm 以上	深さの 1/2~1/4 または 深さ 2~5mm	深さの 1/4 未満または 深さ 2mm 未満
シーリング材の破断(口開き)			厚みの 1/2 以上または 深さ 5mm 以上	厚みの 1/4~1/2 または 深さ 2~5mm	厚みの 1/4 未満または 深さ 2mm 未満
被着体の破壊(ひびわれ、欠落)			ひびわれ幅 0.3mm 以上	ひびわれ幅 0.1~0.3mm	ひびわれ幅 0.1mm 未満
シーリング材の変形(だれ、くびれ)			凹凸が厚みの 1/2 以上 または深さ 5mm 以上	凹凸が厚みの 1/2~1/4 または深さ 2~5mm	凹凸が厚みの 1/4 未満 または深さ 2mm 未満
シーリング材の軟化			指先に極めて多量に付着	指先にかなり付着	指先にわずかに付着
変退色			変退色が極めて著しい	変退色がかなり認められる	変退色がわずかに認められる。
ひびわれ			ひびわれ幅 1~2mm	ひびわれ幅 0.5~1mm	ひびわれ幅 0.5mm 未満
		(劣化度見本)			
白亜化(チョーキング)			指先に粉末が極めて多量に付着する	指先に粉末がかなり付着する	指先に粉末がわずかに付着する
仕上げ材の浮き、変色		 仕上げ材の浮き  仕上げ材の変色	はく離や変色が認められる	ひびわれ、浮きがある やや変色している	左の現象が軽微である
物性	50%引張応力(M50)	初期値比	5倍以上、1/5以下	3~5倍、1/3~1/5	3倍以下、1/3以下
	伸び(E)	測定値	0.6N/mm ² 以上 0.03N/mm ² 以下	0.4~0.6N/mm ² 0.03~0.06N/mm ²	0.4N/mm ² 以下 0.06N/mm ² 以上
		初期値比	1/5以下	1/3~1/5	1/3以上
		測定値	200%以下	200~500%	500%以上

図5.24 シーリングの調査項目と劣化度分類

調査・診断の結果、劣化度ⅠおよびⅡの場合では保守・点検を実施し、劣化度Ⅲの全長に対する割合が10%以上の場合は補修・改修を実施することが望ましい（図 5.25）。また、調査・診断結果の判定基準は、表 5.67 による。

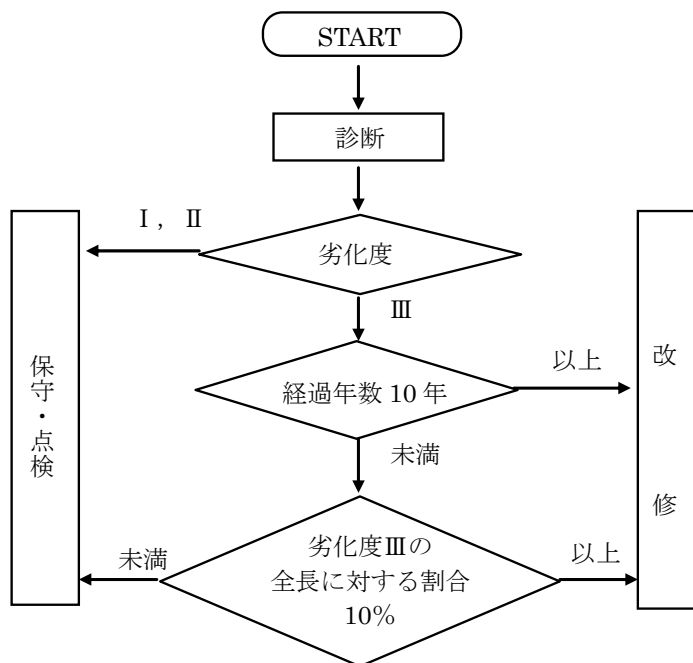


図 5.25 保守・点検・改修の判定フロー

表 5.67 劣化度と判定

劣化度	判定基準
Ⅲ	対象部位は、改修が必要
Ⅱ	現状放置可能。ただし、早い時期に改修が必要
Ⅰ	現状放置可能

④補修・改修の規模

補修・改修の規模は、劣化度および劣化状況に応じて、部分的か大規模なのかを決める。

劣化診断の結果、補修・改修を要すると判定された外装シーリング材の補修規模を判定するため、シーリング材の劣化程度について調査し、調査結果に基づいて図 5.26 のフローおよび表 5.68 に従って補修・改修の規模の判断を行う。

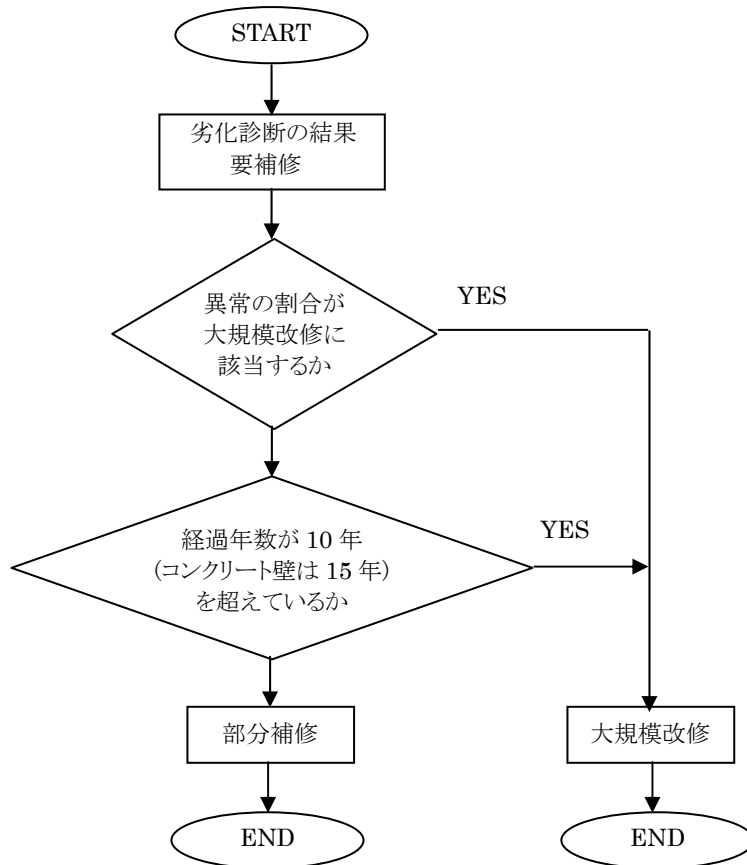


図 5.26 外装シーリング材の改修規模判定フロー

表 5.68 外装シーリング材の補修・改修規模判定方法

劣化現象	判定方法(大規模改修とする場合の基準)			
	目地幅*	基準(目地全長に発生する割合)		
シーリング材の破断	不足	計算値の70%未満	破断長さの大小にかかわらず	
		計算値の70%以上	同一のムーブメントを受ける目地長さ当り 20%以上の破断	
	適切	製品寿命または施工不良(練混ぜ不良)		異常箇所 20%以上
シーリング材のはく離	不足	計算値の70%未満	はく離長さの大小にかかわらず	
		計算値の70%以上	同一のムーブメントを受ける目地長さ当り 10%以上のはく離	
	適切	接着しにくい被着体またはプライマーの不適合		同一のムーブメントを受ける目地長さ当り 20%のはく離
施工不良 ・プライマー ・塗布不良		部分補修		
意匠	意匠上補修を要すると判定されても、漏水・はく離・破断がない場合は、特に必要を認めない限り補修を行わない。			

[注] *目地幅の判定は、「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：(社)日本建築学会(2008)」に基づいて計算する。

3) 補修・改修の材料・工法

①補修・改修工法の選択

補修・改修における工法の選択基準を表 5.68 に、選定フローを図 5.27 に示す。

表 5.69 シーリング防水の補修・改修工法の選択基準

項 目		基 準
目地設計	目地寸法	JASS8 に適合すること
	目地形状係数	
	目地納まり	
既存のシーリング材の除去	プライマー，油分の残存	被着面として影響のないこと
被着体の状態	油じみ	接着すること
	欠け，割れ	欠け，割れのないこと
	変形	変形のないこと
	仕上げ材のはく離，軟化などの異常	異常のないこと
目地の拡幅	拡幅の難易	拡幅できること

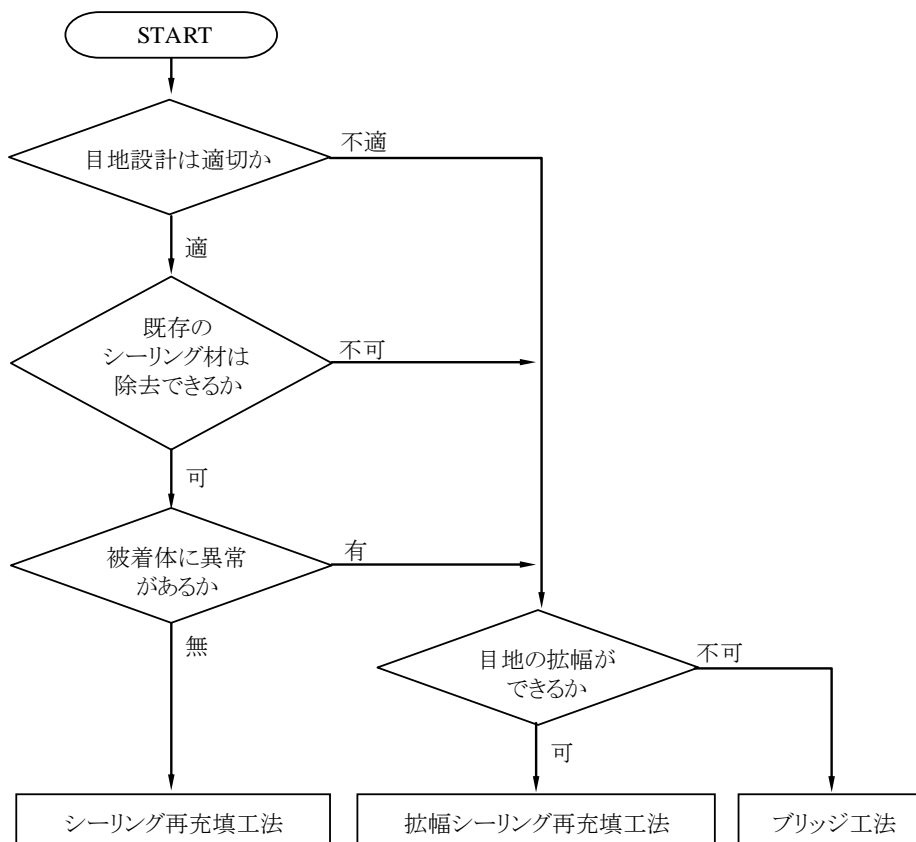


図 5.27 外装シーリング改修材料・工法の選定フロー

②補修・改修の材料

シーリングジョイントの補修・改修の材料選定は、補修・改修を実施するうえで最も重要な要素となる。特に、シーリング材のはく離・破壊が原因で補修・改修を実施する場合は、その原因が接着系の不具合であるか、あるいは既存シーリング材の許容伸縮率以上のムーブメントの発生により破断やはく離が発生したのかによって、既存シーリング材以上の許容伸縮率を持っているシーリング材の選定や、接着性の確保などの検討が必要である。

このためにもシーリング材の選定においては、「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：(社)日本建築学会(2008)解説表 4.3.14 シーリング材と構法、部位、構成材との適切な組合せ」などを参考に、被着体の種類、ムーブメントの大小、意匠などを検討して行う。また、既設シーリング材との打継ぎ接着性の事前確認も重要である。

③補修・改修工法の種類と特徴

補修・改修工法には、以下の種類がある。これらの工法の例を図 5.28 に、各工法の比較を表 5.70 に示す。

- (1) 再充填工法
- (2) 拡幅再充填工法
- (3) ブリッジ工法

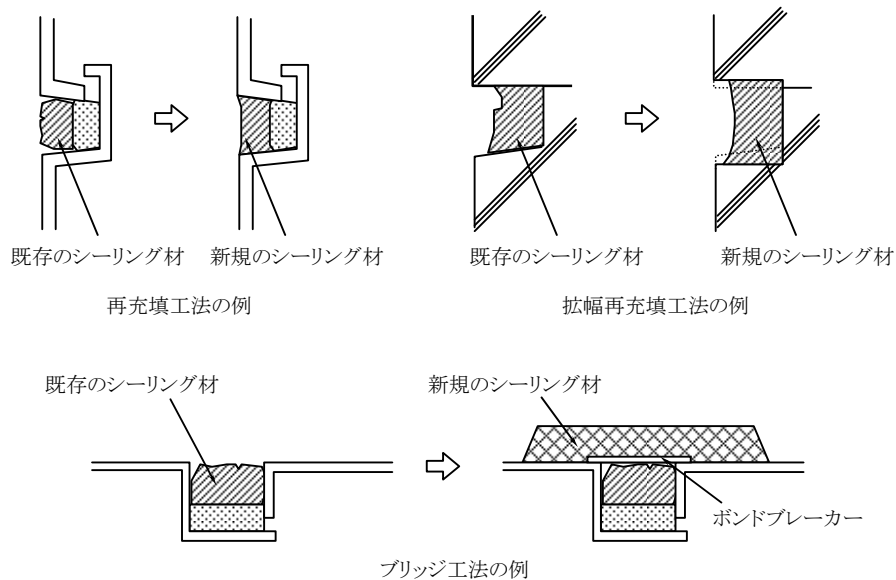


図 5.28 各工法の例

表 5.70 各工法の比較

工 法 \ 項 目	性 能	作業環境	意 匠	工 期	費 用
再充填工法	良	良	良	中	普通
拡幅再充填工法	優	不良	可	長	高価
ブリッジ工法	優	優	不可	短	安価

5.3.5 まとめ

防水の維持保全に係る検討の一環として、メンブレン防水、シーリング防水について以下の検討を行った。

メンブレン防水については劣化診断基準のうち、主として専門家による目視等の診断を行う 2 次診断の診断基準及び同診断に活用する劣化度の標準見本写真について、「耐久性総プロ」における成果を基本とし、現状の工法に対応する内容に充実を図った。また、メンブレン防水の改修工法について、適用性及び適用条件、改修工法の特性的の一覧表を作成した。

シーリング防水については、劣化診断から補修の一連の流れを整理し、提示を行った。

参考文献

- 1)国土交通省監修「建築改修工事監理指針」（平成 22 年度版）
- 2)建設大臣官房技術調査室監修「建築防水の耐久性向上技術」、技報堂出版、1987年

5.4 まとめ

防水層の耐久設計に係る技術資料の調査においては、防水の工法に関するとりまとめ及びその変遷について整理を行うと共に、現状の工法について、劣化現象とその主な要因について整理を行った。

さらに、1985年に終了した「耐久性総プロ」で提示された耐久設計指針のうち、耐用年数の推定に用いる標準耐用年数の見直しもしくは提案を行った。当時示された耐用年数の推定の考え方は、その後 ISO 15686 シリーズで "FactorMethod" として採用され、また、標準耐用年数については "Reference Service Life" として位置づけられた。このため、本検討でも標準耐用年数と定義せず、“リファレンスサービスライフ”として提案を行った。ただし、耐用年数推定の考え方は ISO で規定されている Factor Method に十分に対応するものではない。今後、関連するデータ等のさらなる充実を図っていく必要がある。なお、本検討におけるリファレンスサービスライフの提案にあたっては、工法により提案にいたるデータの内容、手法は様々であった。リファレンスサービスライフは、耐用年数の推定はさることながら、適切な維持保全を行う時期の目安の推定にも有効であることから、現状で入手可能なデータにより出来る限りの提案を行ったものである。妥当性の検証等は、今後各防水の耐久性に関する知見の蓄積等により実施されることが望ましい。

メンブレン防水の維持保全手法については、「耐久性総プロ」で提示された劣化診断指針のうち、目視診断等を中心とした 2 次診断を中心に、現状に即した見直し及び「耐久性総プロ」後に普及した工法への対応を行った。一方、メンブレン防水については、改修工法の適合表を作成し、より多様化した改修のニーズへの対応を図った。

一方、シーリング防水については、劣化診断から補修・改修工法の選定までの一連の流れのとりまとめを行った。

メンブレン防水、シーリング防水ともに、材料の物性変化、防水性能の低下等と劣化診断結果の対応等、今後の課題は残されているものの、実用上有効な維持保全手法の提示がなされた。

いずれの成果においても、現状で得られる知見に基づきとりまとめがなされている。今後、引き続きの検証を行うことが望まれる。