

建築研究資料

Building Research Data

No.153

January 2014

アスベスト含有成形板の塗装改修工事指針 (案)

Proposal of Guidelines of Repair and Painting Works for Asbestos
Containing Cement Sheets

林昭人、本橋健司、田村昌隆、古賀純子、
日本建築仕上材工業会、(一社)日本塗装工業会、NPO 法人住宅外装テクニカルセンター
Akihito HAYASHI, Kenji MOTOHASHI, Masataka TAMURA, Junko KOGA,
Japan Building Coating Materials Association, Japan Painting Contractions Association,
and NPO Japan Exterior Furnishing Technical Center

独立行政法人 建築研究所

Published by

Building Research Institute

Incorporated Administrative Agency, Japan

はしがき

近年におけるアスベスト問題の顕在化に伴い、アスベスト含有建材の製造は段階的に禁止されてきた。また、建築基準法においても、2006年に改正がなされ、新築時に飛散のおそれのある吹付けアスベスト等の使用が禁止されるとともに、工作物も含め既存建築物の増築・改築・大規模の修繕・大規模の模様替えの場合には、原則としてアスベストの除去が義務付けられた。

このような背景にあって、既存建築物の吹付けアスベスト等を対象とした調査・診断、粉じん飛散防止に関する技術については、指針類の整備がなされ、具体的な対処方法が示されている。一方、アスベストを含有する成形板については、建築物に多量に使用されたままとなっているにも関わらず、改修等の施工技術が標準化されておらず、維持管理技術の標準化が求められている。

そこで、独立行政法人建築研究所ではアスベスト含有成形板の改修技術に関する研究を実施し、2009年からは日本建築仕上材工業会、一般社団法人日本塗装工業会およびNPO法人住宅外装テクニカルセンターとの共同研究を実施し、アスベスト含有成形板の改修に係る検討を行ってきた。その成果を指針（案）および付属資料としてとりまとめた。

本研究資料が関係各位に有効に活用されることを期待している。

平成26年1月
独立行政法人 建築研究所
理事長 坂本 雄三

目 次

本文へ→ 解説へ→

1. 総 則	1	12
1.1 目 的	1	12
1.2 適用範囲	1	14
1.3 用 語	1	16
2. 調査・診断	2	17
2.1 事前調査	2	17
2.2 1次調査・診断	2	18
2.3 2次調査・診断	2	19
3. 改修塗装設計	6	23
3.1 下地調整方法の選定	6	23
3.2 適用する塗料の種類	7	25
3.3 塗装仕様の選定	7	28
3.4 改修工事仕様書の作成	8	30
4. 塗装改修施工	8	31
4.1 施工計画	8	31
4.2 施工一般	8	31
4.3 下地調整	9	33
4.4 塗装改修	9	34
5. 改修後の維持管理	11	37
付属資料1 参照文献一覧		39
付属資料2 繊維強化セメント板・住宅屋根用化粧スレート JIS名称等の変遷		40
付属資料3 表面劣化度判定方法		41
付属資料4 表面劣化度判定結果		44
付属資料5 塗装仕様 耐久性評価方法案		51
付属資料6 下地調整時における粉じん飛散量の測定結果		53
付属資料7 塗装仕様の耐久性評価結果		64
付属資料8 関連論文一覧		72

アスベスト含有成形板の塗装改修工事指針(案)

林昭人*1、本橋健司*2、田村昌隆*1、古賀純子*3、
日本建築仕上材工業会、(一社) 日本塗装工業会、NPO 法人住宅外装テクニカルセンター

概要

アスベスト含有建材はすでに製造等が禁止され、また、吹付けアスベスト等については建築物への使用が規制されたことにより、今後の新設建築物にアスベストが使用されることはない。しかし、既存建築物においては膨大な量のアスベスト含有建材がストックされており、改修工事等における安全性の確認、安全な改修工法の確立が求められている。

アスベスト含有成形板が外装部に用いられる場合は、経年による表面塗膜のはく離や摩耗等で美観が低下するため等により塗装改修が必要となる場合がある。塗装改修においては汚れや既存塗膜の除去等の下地調整時に成形板の表面層が傷つきアスベスト繊維が飛散する恐れがあるものの、アスベスト含有成形板の下地調整時におけるアスベスト繊維の飛散性に関するデータが少ないため安全性の確保のための方策は不明であり、標準的改修方法も定まっていない。

本研究資料は、独立行政法人建築研究所における研究、さらには独立行政法人建築研究所と日本建築仕上材工業会、一般社団法人日本塗装工業会およびNPO 法人住宅外装テクニカルセンターとの共同研究で実施した、アスベスト含有成形板の表面劣化度判定方法、耐久性評価方法、塗装改修工程におけるアスベスト繊維の飛散性の検討などの結果をもとに、アスベスト含有成形板の安全な塗装改修方法として、指針(案)を提示したものである。指針(案)及び解説を実験結果等の資料とともに示した。

*1 独立行政法人建築研究所 材料研究グループ・交流研究員

*2 独立行政法人建築研究所 材料研究グループ・客員研究員、芝浦工業大学工学部・教授

*3 国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部・主任研究官

Proposal of Guidelines of Repair and Painting Works for Asbestos Containing Cement Sheets

by

Akihito HAYASHI*¹, Kenji MOTOHASHI*², Masataka TAMURA*¹, Junko KOGA, *³
Japan Building Coating Materials Association, Japan Painting Contractions
Association, and NPO Japan Exterior Furnishing Technical Center

ABSTRACT

Asbestos containing materials and spray-applied asbestos in buildings have been prohibited. Therefore, asbestos containing materials will not be used in new constructions. However, there are huge amount of asbestos containing materials in existing building stocks, and it is necessary to establish safe repairing methods or asbestos abatement methods of those materials used in existing buildings.

Asbestos containing cement sheets which are popular materials for roof covering materials and exterior claddings may need surface treatment such as repair and painting works in order to maintain visual performance and physical performance of those materials. Surface preparation processes of deteriorated asbestos containing cement sheets have high possibility of asbestos fibers release. Technical information about fibers release in repair and paint works is not enough to design appropriate countermeasures in surface preparation processes of deteriorated asbestos cement sheets at present.

In this report, results on experimental research are shown such as surface deterioration grading methods for deteriorated asbestos cement sheets, durability evaluation for repaired and painted asbestos cement sheets, and verification results on asbestos release during surface preparation processes. This research was carried out as a cooperative research project among Building Research Institute, Japan Building Coating Materials Association, Japan Painting Contractions Association and NPO Japan Exterior Furnishing Technical Center. In addition, based on those results, the guidelines of repair and paint works for asbestos containing cement sheets was presented.

*1 Cooperative Researcher, Department of Building Materials and Components, Building Research Institute

*2 Visiting Research Fellow, Department of Building Materials and Components, Building Research Institute, Prof., Shibaura Institute of Technology

*3 Building Department, National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

1. 総 則

1.1 目 的

本指針（案）は、既存建築物のアスベスト含有成形板の塗装改修工事において、調査・診断方法、改修塗装設計、改修工事および改修後の維持管理に関する技術的な基本事項を示すことによって、アスベスト含有成形板を適切な状態に保持し、建築物の的確な保全に資することを目的とする。

1.2 適用範囲

- (1) 本指針（案）は、既存建築物の外装材（屋根材を含む）として使用されているアスベスト含有成形板を塗装工事によって改修する場合に適用する。
- (2) 本指針（案）で対象とするアスベスト含有成形板は、アスベスト含有スレート波板（以下、スレート波板という。）、アスベスト含有フレキシブル板（以下、フレキシブル板という。）およびアスベスト含有住宅屋根用化粧スレート（以下、住宅屋根用化粧スレートという。）とする。
- (3) 本指針（案）は、アスベスト含有成形板の交換、除去および解体工事には適用しない。

1.3 用 語

本指針（案）に関連する用語の意味は、以下のとおりとする。

アスベスト（石綿）：繊維状の鉱物を綿のようにもみほぐしたもの。「いしわた」、「せきめん」ともいう。工業的に多く使用されているのはクリソタイル（白石綿）、アモサイト（茶石綿）、クロシドライト（青石綿）であるが、トレモライト、アクチノライト、アンソフィライトも含まれる。

アスベスト繊維：JIS K 3850-1（空気中の繊維状粒子測定方法）にて測定されるアスベスト繊維で、直径 $3\mu\text{m}$ 未満、アスペクト比（長さとの幅の比）が3：1以上の繊維状鉱物。

アスベスト含有成形板：アスベストとセメント、けい砂等を原料としたアスベスト含有スレート板（形状により、波板、平板等がある）、アスベストとけい酸カルシウムを原料としたアスベスト含有けい酸カルシウム板第一種、アスベストとスラグ、パルプを原料としたアスベスト含有スラグせっこう板、パルプセメント板等があるが、本指針（案）で扱う範囲は、アスベスト含有スレート波板、アスベスト含有フレキシブル板およびアスベスト含有住宅屋根用化粧スレートの3種類に限定する。

スレート波板：JIS A 5430（繊維強化セメント板）に規定されている。スレート大波板、スレート小波板、リブ板等がある。

フレキシブル板：JIS A 5430（繊維強化セメント板）に規定されている平板。

住宅屋根用化粧スレート：JIS A 5423（住宅屋根用化粧スレート）に規定されている。主に住宅の屋根部に施工される。

下 地 調 整：塗装の下地となるアスベスト成形板の表面を塗装に適するように行う処理。

塗 付 け 量：被塗装面単位面積あたりの塗装材料（希釈する前）の付着重量

2. 調査・診断

2.1 事前調査

事前調査は、主として以下に示す調査を実施することにより、成形板のアスベスト含有の有無および経年における補修・改修の履歴を把握することを目的として行う。

- (1) 保管設計図書による成形板に関する調査
- (2) 現在までの保全記録、過去の補修・改修等の記録の調査

2.2 1次調査・診断

- (1) 事前調査で成形板にアスベスト含有の有無が確認できなかった場合に、1次調査・診断を行う。
- (2) 1次調査・診断は、現地で試料採取を実施し、アスベスト含有の有無を機器分析によって確認する。
- (3) 1次調査・診断は、アスベストの分析に関し専門的な知識を有する者が行う。
- (4) 1次調査・診断の結果、成形板にアスベストが含有することが確認された場合は、2次調査・診断を実施する。

2.3 2次調査・診断

- (1) 2次調査・診断では、アスベスト含有成形板の表面劣化度を判定する。
診断方法は、以下の3種類とし、主としてa. 外観目視法にて行う。
 - a. 外観目視法
 - b. 電子顕微鏡法
 - c. 分散染色法
- (2) 無塗装板の外観目視法による判定基準は表 2.1、見本写真は、表 2.3 による。
塗装板の外観目視法による判定基準は表 2.2、見本写真は表 2.4 による。
- (3) 2次調査・診断結果に基づく措置は、表 2.5 による。

表 2.1 表面劣化度判定基準（無塗装板）

表面劣化度	a. 外観目視法	b. 電子顕微鏡法またはc. 分散染色法
Ⅱ	表面はセメントに覆われていてアスベスト繊維は認められない	アスベスト繊維は認められない
Ⅲ	表面劣化が認められセメント部分から一部のアスベスト繊維の露出が部分的に認められる	アスベスト繊維の付着が部分的に認められる
Ⅳ	表面層に多くのアスベスト繊維が露出している	アスベスト繊維の付着が認められる

表 2.2 表面劣化度判定基準（塗装板）

表面劣化度	a. 外観目視法	b. 電子顕微鏡法またはc. 分散染色法
Ⅰ	表面が塗膜に覆われている	アスベスト繊維は認められない
Ⅱ	塗膜の一部にはがれ等が認められる。アスベスト繊維は認められない	アスベスト繊維は認められない
Ⅲ	塗膜のはがれが目立ち、アスベスト繊維の露出が部分的に認められる	アスベスト繊維の付着が部分的に認められる
Ⅳ	塗膜が認められず、表面層にアスベスト繊維が露出している	アスベスト繊維の付着が認められる

表 2.3 表面劣化度判定 見本写真 (無塗装板)








表面劣化度	a. 外観目視法	
II	 <p data-bbox="475 640 660 674">スレート小波板</p>	 <p data-bbox="914 640 1099 674">フレキシブル板</p>
III	 <p data-bbox="475 1016 660 1050">スレート大波板</p>	 <p data-bbox="914 1016 1099 1050">フレキシブル板</p>
IV	 <p data-bbox="475 1391 660 1424">スレート小波板</p>	 <p data-bbox="914 1391 1099 1424">スレート大波板</p>
	 <p data-bbox="475 1760 660 1794">スレート小波板</p>	

表 2.4 表面劣化度判定 見本写真 (塗装板)



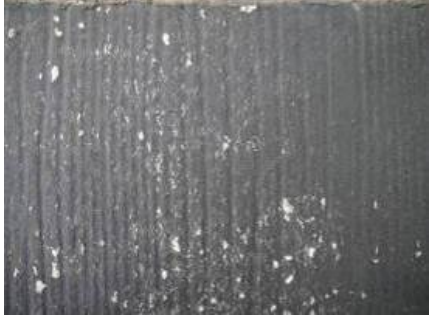




表面劣化度	a. 外観目視法	
I	 <p data-bbox="424 645 708 674">住宅屋根用化粧スレート</p>	 <p data-bbox="861 645 1145 674">住宅屋根用化粧スレート</p>
II	 <p data-bbox="424 1021 708 1050">住宅屋根用化粧スレート</p>	
III	 <p data-bbox="424 1397 708 1426">住宅屋根用化粧スレート</p>	 <p data-bbox="885 1397 1169 1426">住宅屋根用化粧スレート</p>
IV	 <p data-bbox="424 1774 708 1803">住宅屋根用化粧スレート</p>	 <p data-bbox="861 1774 1145 1803">住宅屋根用化粧スレート</p>

表 2.5 2次調査・診断結果に基づく措置

表面劣化度	2次調査・診断結果に基づく措置
I	経過観察を継続するか、予防保全を重視する場合は通常の塗装による改修工事を行う。
II	アスベスト繊維が飛散しないよう留意して塗装による改修工事を行う。
III	アスベスト繊維が飛散しないよう留意して塗装による改修工事を行う。
IV	アスベスト含有成形板の交換、除去を行う。

3. 塗装改修設計

3.1 下地調整方法の選定

(1) アスベスト含有成形板に対する下地調整の方法は、以下の4種類とする。

- a. 高圧水洗
- b. 付着物の除去のみ
- c. シュロ箒
- d. 集塵機付きブラシ

(2) 表面劣化度に応じた下地調整の選定は、表 3.1 による。

表 3.1 表面劣化度に応じた下地調整の適合表

表面劣化度 下地調整の方法 下地	I		II・III			
	高圧水洗	除付去着の物みのみ	高圧水洗	除付去着の物みのみ	シュロ箒	き集塵機付き
無塗装板	△	△	△	○	○	○
塗装板	○	○	△	○	○	○

凡例 ○：適用可、△：洗浄廃水の処理を実施すれば適用

3.2 適用する塗料の種類

本指針（案）で対象とするアスベスト含有成形板に適用する塗料の種類は、表 3.2 による。

表 3.2 塗料の種類

種類		材料名	備考（参考規格）
下塗材	水系	アクリル樹脂エマルジョンシーラー	-*1
	溶剤系	エポキシ樹脂シーラー ウレタン樹脂シーラー	-*1
中塗材		ポリマーセメントモルタル	-*1
上塗材	水系	ふっ素樹脂塗料	JIS K 5675 屋根用高日射反射率塗料 JPMS27 耐候性屋根用塗料
		アクリルシリコン樹脂塗料	JIS K 5675 屋根用高日射反射率塗料 JPMS27 耐候性屋根用塗料
		ウレタン樹脂塗料	JIS K 5675 屋根用高日射反射率塗料 JPMS27 耐候性屋根用塗料 JASS18 M-209 ポリウレタンエマルジョンペイント
	溶剤系	ふっ素樹脂塗料	JIS K 5675 屋根用高日射反射率塗料 JIS K 5658 建築用耐候性上塗り塗料 JPMS27 耐候性屋根用塗料
		アクリルシリコン樹脂塗料	JIS K 5675 屋根用高日射反射率塗料 JIS K 5658 建築用耐候性上塗り塗料 JPMS27 耐候性屋根用塗料
		ウレタン樹脂塗料	JIS K 5675 屋根用高日射反射率塗料 JIS K 5658 建築用耐候性上塗り塗料 JPMS27 耐候性屋根用塗料

*1 下塗材および中塗材は上塗材製造所の指定するものを使用すること。

塗料製造所によっては JIS 表示品以外も使用される。

3.3 塗装仕様の適用可否

アスベスト含有成形板の表面劣化度および下地調整方法に応じた塗装仕様の適用可否の判定は、表 3.3、表 3.4 および表 3.5 による。

表 3.3 屋根面無塗装板の塗装仕様の適用可否

塗装仕様		表面劣化度		II				III			
				高圧水洗	除去物のみの	シユロ箒	き集塵機付	高圧水洗	除去物のみの	シユロ箒	き集塵機付
種別	下塗材	中塗材	上塗材								
A	水系下塗材	—	水系上塗材	○*1	×	×	×	×	×	×	×
B	溶剤系下塗材	—	溶剤系上塗材 /水系上塗材	○*1	○	○	○	○*1	×	×	×
C	水系下塗材	ポリマーセメント モルタル	水系上塗材	○*1	○	○	○	○*1	△*2	△*2	△*2
D	溶剤系下塗材	ポリマーセメント モルタル	溶剤系上塗材 /水系上塗材	○*1	○	○	○	○*1	△*2	△*2	△*2

凡例 ○：適用、△：条件付きで適用、×：適用不可

*1. 高圧水洗を行う場合は、洗浄廃水の処理を行うこと。

*2. 条件付きで適用の場合は、「付属資料5 塗装仕様 耐久性評価方法案」に適合することを確認する。

表 3.4 壁面無塗装板の塗装仕様の適用可否

塗装仕様				表面劣化度				II			III				
				下地調整方法			高圧水洗	除去のみ	付着物のみ	シユロ箒	きブラシ	集塵機付	高圧水洗	除去のみ	付着物のみ
種別	下塗材	中塗材	上塗材												
A	水系下塗材	—	水系上塗材	○*1	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
B	溶剤系下塗材	—	溶剤系上塗材 / 水系上塗材	○*1	○	○	○	○	○*1	×	△*2	△*2	△*2	△*2	△*2

凡例 ○：適用、△：条件付きで適用、×：適用不可

*1. 高圧水洗を行う場合は、洗浄廃水の処理を行うこと。

*2. 条件付きで適用の場合は、「付属資料5 塗装仕様 耐久性評価方法案」に適合することを確認する。

表 3.5 屋根面塗装板の塗装仕様の適用可否

塗装仕様				表面劣化度				I			II			III				
				下地調整方法			高圧水洗	除去のみ	付着物のみ	高圧水洗	除去のみ	付着物のみ	シユロ箒	きブラシ	集塵機付	高圧水洗	除去のみ	付着物のみ
種別	下塗材	中塗材	上塗材															
A	水系下塗材	—	水系上塗材	○	○	○*1	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
B	溶剤系下塗材	—	溶剤系上塗材 / 水系上塗材	○	○	○*1	○	○	○	○	○*1	×	×	×	×	×	×	×

凡例 ○：適用、×：適用不可

*1. 表面劣化度IIおよびIIIで、高圧水洗を行う場合は、洗浄廃水の処理を行うこと。

3.4 改修工事仕様書の作成

改修によって目的とするアスベスト含有成形板からのアスベストの飛散を防ぐために、適用下地や部位、下地調整方法、使用材料や工法、施工工程、検査の項目や方法等を明示した仕様書を作成する。

4. 塗装改修施工

4.1 施工計画

施工に先立ち工事の請負者は、工程表、施工計画書、施工図等の工事関係図書を作成し、工事監理者の承認を受ける。

4.2 施工一般

- (1) 塗装改修施工の施工管理技術者は、工事にふさわしい施工管理能力を有するものとする。
- (2) 塗装工事にあたっては、工事にふさわしい能力を持つ技能者が現場に常駐して、施工品質の向上に努めるものとする。
- (3) 施工管理技術者および作業者は、アスベストに関する教育を受けておくことが望ましい。
- (4) 下地調整を行う作業者は、レベル3の解体工事を行う際に準じた服装をとること。
- (5) 建築物の改修工事を行なう際、作業場所を明確にするため、その周囲を養生シート等で囲うこと。
- (6) 塗装工事に関しては、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 18 塗装工事」を参考に行うこと。

4.3 下地調整

アスベスト含有成形板の下地調整は、劣化した下地を塗装工事に適した状態に回復し、成形板または既存塗膜の処理、清掃を行う。

4.4 塗装工事

- (1) 改修塗装仕上げは、改修工事仕様書および施工計画書に準拠し、所定の仕上がり状態が確保できるように行う。

下塗材および中塗材は上塗材製造所の指定するものを使用すること。

塗料の希釈倍率、工程間隔は、それぞれ塗料製造所に定められた条件とすること。

- (2) 屋根面無塗装板の塗装仕様の工程、塗り回数および塗付け量の標準は、表 4.1～表 4.4 による。

塗装仕様の種別は、表 3.3、表 3.4 および表 3.5 に準ずる。

表 4.1 屋根面無塗装板の塗装工程（下地調整：高圧水洗、下塗材：水系下塗材）

工程	種別		塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ	
	A	C			塗付け量(kg/m ²)		
1	下地調整	○	○	高圧水洗			
2	下塗り	○	○	水系下塗材	1	0.10～0.20	0.20～0.30 ^{*1}
3	中塗り	-	○	ポリマーセメントモルタル	2	0.60～1.50	
4	上塗り	○	○	水系上塗材	2	0.20～0.35	

*1. 種別Cの場合のみ

表 4.2 屋根面無塗装板の塗装工程（下地調整：高圧水洗、下塗材：溶剤系下塗材）

工程	種別		塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ	
	B	D			塗付け量(kg/m ²)		
1	下地調整	○	○	高圧水洗			
2	下塗り	○	○	溶剤系下塗材	1	0.15～0.25	0.25～0.35
3	中塗り	-	○	ポリマーセメントモルタル	2	0.60～1.50	
4	上塗り	○	○	水系上塗材 溶剤系上塗材	2	0.20～0.35	

表 4.3 屋根面無塗装板の塗装工程

（下地調整：付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ、下塗材：水系下塗材）

工程	種別	塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ	
	C			塗付け量(kg/m ²)		
1	下地調整	○	付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ			
2	下塗り	○	水系下塗材	1	0.10～0.20	0.30～0.40
3	中塗り	○	ポリマーセメントモルタル	2	0.60～1.50	
4	上塗り	○	水系上塗材	2	0.20～0.35	

表 4.4 屋根面無塗装板の塗装工程

(下地調整：付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ、下塗材：溶剤系下塗材)

工程	種別		塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ
	B	D			塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	○	○	付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ		
2	下塗り	○	○	溶剤系下塗材	1	0.15～0.25 0.35～0.45 ^{*1}
3	中塗り	-	○	ポリマーセメントモルタル	2	0.60～1.50
4	上塗り	○	○	水系上塗材	2	0.20～0.35
				溶剤系上塗材		

*1. 種別Dの場合のみ

壁面無塗装板の塗装仕様の工程、塗り回数および塗付け量の標準は、表 4.5～表 4.7 による。

表 4.5 壁面無塗装板の塗装工程（下地調整：高圧水洗、下塗材：水系下塗材）

工程	種別	塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ	
				塗付け量(kg/m ²)		
1	下地調整	○	○	高圧水洗		
2	下塗り	○	○	水系下塗材	1	0.08～0.15 0.15～0.25
3	上塗り	○	○	水系上塗材	2	0.20～0.35

表 4.6 壁面無塗装板の塗装工程（下地調整：高圧水洗、下塗材：溶剤系下塗材）

工程	種別	塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ	
				塗付け量(kg/m ²)		
1	下地調整	○	○	高圧水洗		
2	下塗り	○	○	溶剤系下塗材	1	0.10～0.20 0.20～0.30
3	上塗り	○	○	水系上塗材	2	0.20～0.35
				溶剤系上塗材		

表 4.7 壁面無塗装板の塗装工程

(下地調整：付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ、下塗材：溶剤系下塗材)

工程	種別	塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ	
				塗付け量(kg/m ²)		
1	下地調整	○	○	付着物の除去のみ ^{*1} ・シュロ箒・集塵機付きブラシ		
2	下塗り	○	○	溶剤系下塗材	1	0.10～0.20 0.30～0.40
3	上塗り	○	○	水系上塗材	2	0.20～0.35
				溶剤系上塗材		

*1. 表面劣化度Ⅱの場合のみ

屋根面塗装板の塗装仕様の工程、塗り回数および塗付け量の標準は、表 4.8～表 4.10 による。

表 4.8 屋根面塗装板の塗装工程（下地調整：高圧水洗・付着物の除去のみ、下塗材：水系下塗材）

工程	種別	塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅰ, Ⅱ		
				塗付け量(kg/m ²)		
1	下地調整	○	○	高圧水洗・付着物の除去のみ ^{*1}		
2	下塗り	○	○	水系下塗材	1	0.08～0.15
3	上塗り	○	○	水系上塗材	2	0.20～0.35

*1. 表面劣化度Ⅰの場合のみ

表 4.9 屋根面塗装板の塗装工程（下地調整：高圧水洗、下塗材：溶剤系下塗材）

工程	種別 B	塗料その他	塗回数	表面劣化度Ⅰ,Ⅱ	表面劣化度Ⅲ
				塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	○	高圧水洗		
2	下塗り	○	溶剤系下塗材	1	0.10~0.20 0.20~0.30
3	上塗り	○	水系上塗材	2	0.20~0.35
			溶剤系上塗材		

表 4.10 屋根面塗装板の塗装工程

（下地調整：付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ、下塗材：溶剤系下塗材）

工程	種別 B	塗料その他	塗回数	表面劣化度Ⅰ	表面劣化度Ⅱ
				塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	○	付着物の除去のみ・シュロ箒 ^{*1} ・集塵機付きブラシ ^{*1}		
2	下塗り	○	溶剤系下塗材	1	0.10~0.20 0.15~0.25
3	上塗り	○	水系上塗材	2	0.20~0.35
			溶剤系上塗材		

*1. 表面劣化度Ⅱの場合のみ

5. 改修後の維持管理

改修工事後の塗膜の点検にあたっては、建物竣工後の点検計画を継続することとし、以下の事項に留意する。

- (1) 点検実施体制と点検行為者
- (2) 点検部位・箇所
- (3) 点検周期
- (4) 点検レベル
- (5) 点検方法
- (6) 点検結果の記録
- (7) 点検結果の判定

1. 総 則

1.1 目 的

本指針（案）は、既存建築物のアスベスト含有成形板の塗装改修工事において、調査・診断方法、改修塗装設計、改修工事および改修後の維持管理に関する技術的な基本事項を示すことによって、アスベスト含有成形板を適切な状態に保持し、建築物の的確な保全に資することを目的とする。

現在、美観の回復および耐久性の付与等を目的として、スレート波板や住宅屋根用化粧スレートの塗装による改修が実施されている。しかし、これらの成形板には、アスベストが含まれている場合があり、工事の方法によっては、アスベスト繊維を飛散させる可能性がある。

本指針（案）では、アスベスト含有成形板に対して、適切に塗装改修工事を行う方法と維持管理に関する技術的な基本事項を示して、作業員および近隣住民がアスベスト繊維にばく露されないようにすることをもって、建築物の的確な保全に資することを目的としている。

参考：アスベスト含有建材の分類

アスベスト含有建材は、解体時のアスベスト繊維の飛散性に応じてレベル1からレベル3に分類される。解説表1.1にアスベスト含有建材のレベルによる分類を示す。このレベルを目安に、解体時のアスベスト含有建材を扱う際の対策を立てることとなる。特に発じん性が高いとされるレベル1に該当する吹き付けアスベストおよびアスベスト含有ロックウールに関しては使用が禁止されるとともに、平成18年に施工された改正建築基準法において、建築物の増改築時には、吹き付けアスベストおよび、アスベスト含有ロックウールを撤去することが求められている。

レベル1および2の場合は、発じん性が高いため大掛かりな対策を行う必要があるが、レベル3に該当するアスベスト含有成形板は、アスベストがセメント等で固められておりレベル1のアスベスト含有建材と比較して通常の使用状態では発じん性が低いとされている。

解説表1.1 アスベスト含有建材のレベルによる分類

レベル	レベル1	レベル2	レベル3
建材の種類	石綿含有吹き付け材	石綿含有保温材 耐火被覆材、断熱材	その他の石綿含有建材 (成形板等)
発じん性	著しく高い	高い	比較的低い
具体的な使用箇所の例	①建築基準法の耐火建築物、準耐火建築物の鉄骨、はり、柱等に、石綿とセメントの合剤を吹き付けて所定の被膜を形成させ、耐火被覆用として使われている。昭和38年頃から昭和50年初頭までの建築物に多い。特に柱、エレベーター周りでは、昭和63年頃まで、石綿含有吹き付け材が使用されている場合がある。 ②ビルの機械室、ボイラ室等の天井、壁またはビル以外の建築物（体育館、講堂、温泉の建物、工場、学校等）の天井、壁に、石綿とセメントの合剤を吹き付けて所定の被膜を形成させ、吸音、結露防止（断熱用）として使われている。昭和31年頃から昭和50年初頭までの建築物に多い。	①ボイラ本体およびその配管、空調ダクト等の保温材として、石綿保温材、石綿含有けい酸カルシウム保温材等を張り付けている。 ②建築物の柱、はり、壁等に耐火被覆材として、石綿耐火被覆板、石綿含有けい酸カルシウム板第二種を張り付けている。 ③断熱材として、屋根用折板裏断熱材、煙突用断熱材を使用している。	①建築物の天井、壁、床等に石綿含有成形板、ビニル床タイル等を張り付ける。 ②屋根材として石綿スレート等を用いている。

参考文献 建設業労働災害防止協会、建築物の解体等工事における石綿粉じんへのばく露防止マニュアル改訂2版、p15、平成20年3月26日発行

1.2 適用範囲

- (1) 本指針（案）は、既存建築物の外装材（屋根材を含む）として使用されているアスベスト含有成形板を塗装工事によって改修する場合に適用する。
- (2) 本指針（案）で対象とするアスベスト含有成形板は、アスベスト含有スレート波板（以下、スレート波板という。）、アスベスト含有フレキシブル板（以下、フレキシブル板という。）およびアスベスト含有住宅屋根化粧スレート（以下、住宅屋根化粧スレートという。）とする。
- (3) 本指針（案）は、アスベスト含有成形板の交換、除去および解体工事には適用しない。

(1) 本指針（案）は、既存建築物の外装材（屋根材を含む）として使用されている経年劣化したアスベスト含有成形板を、塗装工事によって改修する場合に適用する。アスベストを含有していない成形板に関しては、本指針（案）の適用範囲外となるため、通常行われている塗装改修工事を実施する。

アスベスト含有成形板はレベル 3 に該当し、解体および除去工事の際は比較的発じん性が低いとされている。ただし、破碎、切断等の作業においては発じんを伴うこととなるので、湿式作業を原則とするとともに、発じんレベルに応じた防じんマスクを使用するなどの対策を行う必要がある。

塗装工事による改修では、破碎、切断等の作業は原則として行わないが、ケレン等の下地調整等の作業の際、発じんを伴う可能性が否定できないため、適切な方法で行う必要がある。

(2) アスベスト含有成形板には多数の種類がある。アスベスト含有成形板の種類を解説表 1.2 に示す。表の中で本指針（案）では、外壁や屋根等に用いられ、経年劣化が想定されるスレート波板、フレキシブル板（スレートボード）および住宅屋根化粧スレートの 3 種類を対象とする。

既存建築物には、さまざまな種類のアスベスト含有成形板が建築物の内外装材として使用されているが、その中でも特に使用量が多く、降雨や日光の影響を受けやすい屋外に施工されている種類の成形板を対象とした。

適用範囲外としたアスベスト含有成形板のうち、主に屋内で使用されているものは、降雨や日光の影響を受けにくく劣化がほとんど進行しないことから、早急な処置を必要としていない。また、屋外で使用されているアスベスト含有サイディングやアスベスト含有押出成形板などは、適用範囲外としたが、本指針（案）に記載している調査方法や下地調整の方法は、それらの成形板にも適用出来ると考えるため、本指針（案）を参考に改修を行うことをすすめる。

スレート波板、フレキシブル板および住宅屋根化粧スレートを規定した日本工業規格（JIS）は、従来から多数の改訂を経ている。「付属資料 2 繊維強化セメント板・住宅屋根化粧スレート JIS 名称等の変遷」に名称の変遷を記載した。

(3) 劣化したアスベスト含有成形板に対する処置方法としては、アスベスト含有成形板を改修する方法と交換や除去をする方法があるが、交換、除去に対する処置は本指針（案）では取り扱わない。また建物の解体工事を行う場合も本指針（案）では取り扱わない。アスベスト含有成形板の除去および解体工事を行う場合は、「付属資料 1 参考文献一覧」に記載する文献^{1)、2)}を参考にして行う。

解説表 1.2 参考：石綿含有成形板の例

石綿含有建築材料一般名	石綿の種類	石綿使用時期
石綿含有スレート波板	クリソタイル ^(注1)	～2004年
石綿含有スレートボード	クリソタイル ^(注2)	～2004年
石綿含有けい酸カルシウム板第一種	クリソタイル, アモサイト	～2004年
石綿含有押出成形板	クリソタイル	～2004年
石綿含有パルプセメント板	クリソタイル	～2004年
石綿含有スラグせっこう板	クリソタイル	～2004年
石綿含有サイディング	クリソタイル	～2004年
石綿含有住宅屋根用化粧スレート	クリソタイル	～2004年
石綿含有ロックウール吸音天井板	クリソタイル	～1987年
石綿含有せっこうボード	クリソタイル	～1986年
石綿含有セメント円筒	クリソタイル	～2004年
石綿含有フリーアクセスフロア	クリソタイル	～1988年
石綿含有ビニル床タイル	クリソタイル ^(注3)	～1988年

(注 1) 石綿含有スレート波板のごく一部にはクロソドライト (2 社のみ、1970～1982 年) およびアモサイト (1 社のみ、1975 年～1986 年) が使用されていた。

(注 2) 石綿含有スレートボードのごく一部にアモサイト (2 社のみ、1978～1985 年) が使用されていた。

(注 3) 石綿含有ビニル床タイルは、関連する工業会が解散しているため主要メーカー (3 社) のみを調査した。

なお、1 社のみ、生産量は極めて少ないが、特殊用途 (耐酸性) にトレモライトが使用されていた時期がある。

参考文献 環境省水・大気環境局大気環境課：建築物の解体等に係る石綿飛散防止対策マニュアル 2011、p. 58、平成 24 年 3 月

1.3 用語

本指針（案）に関連する用語の意味は、以下のとおりとする。

アスベスト（石綿）：繊維状の鉱物を綿のようにもみほぐしたもの。「いしわた」、「せきめん」ともいう。工業的に多く使用されているのはクリソタイル（白石綿）、アモサイト（茶石綿）、クロシドライト（青石綿）であるが、トレモライト、アクチノライト、アンソフィライトも含まれる。

アスベスト繊維：JIS K 3850-1（空气中の繊維状粒子測定方法）にて測定されるアスベスト繊維で、直径 $3\mu\text{m}$ 未満、アスペクト比（長さとの幅の比）が3：1以上の繊維状鉱物。

アスベスト含有成形板：アスベストとセメント、けい砂等を原料にしたアスベスト含有スレート板（形状により、波板、平板等がある）、アスベストとけい酸カルシウムを原料としたアスベスト含有けい酸カルシウム板第一種、アスベストとスラグ、パルプを原料としたアスベスト含有スラグせっこう板、パルプセメント板等があるが、本指針（案）で扱う範囲は、アスベスト含有スレート波板、アスベスト含有フレキシブル板およびアスベスト含有住宅屋根用化粧スレートの3種類に限定する。

スレート波板：JIS A 5430（繊維強化セメント板）に規定されている。スレート大波板、スレート小波板、リブ板等がある。

フレキシブル板：JIS A 5430（繊維強化セメント板）に規定されている平板。

住宅屋根用化粧スレート：JIS A 5423（住宅屋根用化粧スレート）に規定されている。主に住宅の屋根部に施工される。

下地調整：塗装の下地となるアスベスト成形板の表面を塗装に適するように行う処理。

塗付け量：被塗装面単位面積あたりの塗装材料（希釈する前）の付着重量

本指針（案）の本文中に出てくる用語を記載した。それ以外に解説文中に出てくる用語を以下に示す。

用語は、「付属資料1 参考文献一覧」に記載した文献⁴⁾、⁵⁾、⁶⁾を参考とした。

セロハン粘着テープ：JIS Z 1522（セロハン粘着テープ）に規定されている透明なテープ。

走査型電子顕微鏡：電子線を用いて観察する電子顕微鏡。JIS K 3850-1（空气中の繊維状粒子測定方法）に走査型電子顕微鏡を用いたアスベスト繊維の分析方法が記載されている。

位相差分散顕微鏡：光線の位相差を利用して観察する光学顕微鏡。JIS K 3850-1（空气中の繊維状粒子測定方法）に位相差分散顕微鏡を用いたアスベスト繊維の分析方法が記載されている。

HEPA フィルタ：High Efficiency Particulate Air Filter の略称で、JIS Z 8122（コンタミネーションコントロール用語）に規定されるエアフィルタ

高性能真空掃除機：アスベスト粉じんの捕集率がHEPA フィルタと同等の性能を有する真空掃除機。

2. 調査・診断

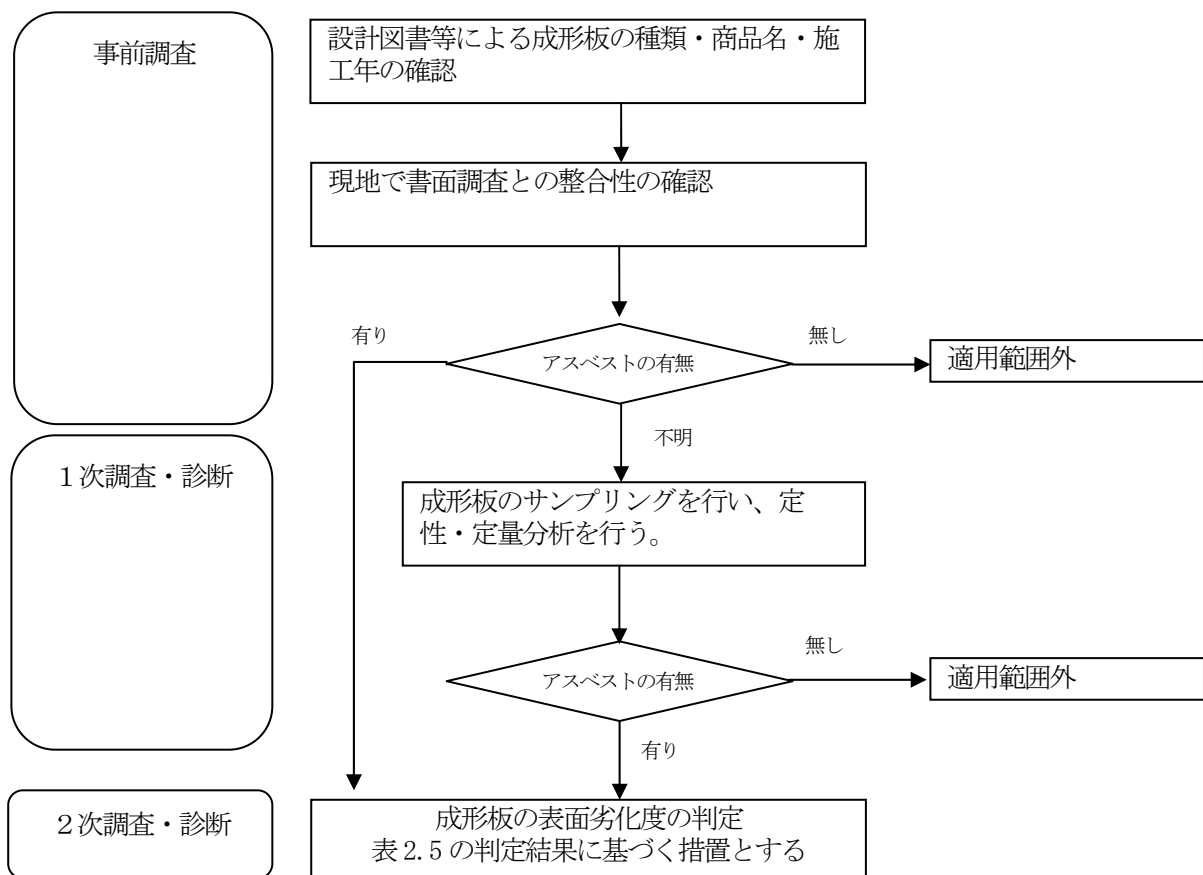
2.1 事前調査

事前調査は、主として以下に示す調査を実施することにより、成形板のアスベスト含有の有無および経年における補修・改修の履歴を把握することを目的として行う。

- (1) 保管設計図書による成形板に関する調査
- (2) 現在までの保全記録、過去の補修・改修等の記録の調査

本指針（案）に準じて塗装改修工事を実施する場合は、まず、アスベスト含有の有無および表面劣化度の判定を実施する。

調査・診断のフロー図を解説図 2.1 に示す。



解説図 2.1 調査・診断のフロー図

(1) 改修工事を行う際、事前にアスベスト含有の有無等についての調査が必要である。調査は保管されている設計図書による書面調査を最初に行う。設計図書等の書面から使用されている成形板の種類、商品名、施工年を確認する。

アスベストを含有している成形板の種類は、「付属資料 1 参考文献一覧」に記載した文献²⁾に記載されている。

書面調査を行った後、現地にて、書面調査との整合性の確認を行う。

設計図書等で確認できない場合は、次節の1次調査・診断にて、アスベスト含有の有無を確認する。

(2) 設計図書による確認と併せて、過去の補修・改修履歴の確認も必要である。改修工事によりアスベスト含有成形板が撤去され、無石綿の成形板が施工されている可能性がある。また、過去に塗装による補修・改修等を行っている場合、アスベスト含有成形板の施工年数が長くても、アスベスト含有成形板表面が塗膜により保護されておりアスベストの飛散性が低くなっている可能性がある。

2.2 1次調査・診断

- (1) 事前調査で成形板にアスベスト含有の有無が確認できなかった場合に、1次調査・診断を行う。
- (2) 1次調査・診断は、現地で試料採取を実施し、アスベスト含有の有無を機器分析によって確認する。
- (3) 1次調査・診断は、アスベストの分析に関し専門的な知識を有する者が行う。
- (4) 1次調査・診断の結果、成形板にアスベストが含有することが確認された場合は、2次調査・診断を実施する。

(1) 1次調査・診断は、設計図書等で成形板にアスベストが使用されているか不明な場合や、使用されているか疑わしい場合に実施する。1次調査・診断で本指針（案）を適用するかどうかの判断を行うため、改修工事を行う部位のアスベスト含有の有無を確認する。

(2) 試料採取および分析は、「付属資料1 参考文献一覧」に記載した文献¹⁾を参考に行う。

(3) 1次調査・診断を行う者は、アスベストの分析に関し専門的な知識を有する者が行う。

(4) 成形板にアスベストが含有することが確認された場合は、2次調査・診断を実施する。成形板にアスベストの含有が認められない場合は、通常の塗装改修工事となる。

2.3 2次調査・診断

(1) 2次調査・診断では、アスベスト含有成形板の表面劣化度を判定する。

診断方法は、以下の3種類とし、主としてa. 外観目視法にて行う。

- a. 外観目視法
- b. 電子顕微鏡法
- c. 分散染色法

(2) 無塗装板の外観目視法による判定基準は表 2.1、見本写真は、表 2.3 による。

塗装板の外観目視法による外観目視法による判定基準は表 2.2、見本写真は表 2.4 による。

(3) 2次調査・診断結果に基づく措置は、表 2.5 による。

表 2.1 表面劣化度判定基準（無塗装板）

表面劣化度	a. 外観目視法	b. 電子顕微鏡法または c. 分散染色法
Ⅱ	表面はセメントに覆われていてアスベスト繊維は認められない。	アスベスト繊維は認められない
Ⅲ	表面劣化が認められセメント部分から一部のアスベスト繊維の露出が部分的に認められる。	アスベスト繊維の付着が部分的に認められる
Ⅳ	表面層に多くのアスベスト繊維が露出している。	アスベスト繊維の付着が認められる

表 2.2 表面劣化度判定基準（塗装板）

表面劣化度	a. 外観目視法	b. 電子顕微鏡法または c. 分散染色法
Ⅰ	表面が塗膜に覆われている。	アスベスト繊維は認められない
Ⅱ	塗膜の一部にはがれ等が認められる。アスベスト繊維は認められない。	アスベスト繊維は認められない
Ⅲ	塗膜のはがれが目立ち、アスベスト繊維の露出が部分的に認められる。	アスベスト繊維の付着が部分的に認められる
Ⅳ	塗膜が認められず、表面層にアスベスト繊維が露出している。	アスベスト繊維の付着が認められる

表 2.3 表面劣化度判定 見本写真 (無塗装板)








表面劣化度	a. 外観目視法	
II	 <p data-bbox="475 640 660 674">スレート小波板</p>	 <p data-bbox="914 640 1099 674">フレキシブル板</p>
III	 <p data-bbox="475 1016 660 1050">スレート大波板</p>	 <p data-bbox="914 1016 1099 1050">フレキシブル板</p>
IV	 <p data-bbox="475 1391 660 1424">スレート小波板</p>	 <p data-bbox="914 1391 1099 1424">スレート大波板</p>
	 <p data-bbox="475 1760 660 1794">スレート小波板</p>	

表 2.4 表面劣化度判定 見本写真 (塗装板)








表面劣化度	a. 外観目視法	
I	 <p data-bbox="424 640 707 674">住宅屋根用化粧スレート</p>	 <p data-bbox="860 640 1142 674">住宅屋根用化粧スレート</p>
II	 <p data-bbox="424 1016 707 1050">住宅屋根用化粧スレート</p>	
III	 <p data-bbox="424 1393 707 1426">住宅屋根用化粧スレート</p>	 <p data-bbox="884 1393 1166 1426">住宅屋根用化粧スレート</p>
IV	 <p data-bbox="424 1769 707 1803">住宅屋根用化粧スレート</p>	 <p data-bbox="860 1769 1142 1803">住宅屋根用化粧スレート</p>

表 2.5 2次調査・診断結果に基づく措置

表面劣化度	2次調査・診断結果に基づく措置
I	経過観察を継続するか、予防保全を重視する場合は通常の塗装による改修工事を行う。
II	アスベスト繊維が飛散しないよう留意して塗装による改修工事を行う。
III	アスベスト繊維が飛散しないよう留意して塗装による改修工事を行う。
IV	アスベスト含有成形板の交換、除去を行う。

(1) 2次調査・診断で、アスベスト含有成形板表面の表面劣化度の判定を行う。表面劣化度の程度によっては、本指針（案）の適用対象外である。

表面劣化度の判定は、a. 外観目視法を主として実施する。表面の状態を目視にて確認し、見本写真と比較を行い決定する。表面に堆積物等が多くて成形板の表面の確認が難しい場合や、a. 外観目視法を行った結果、表面劣化の程度がⅡ～Ⅲ、Ⅲ～Ⅳと a. 外観目視法での判定が難しい場合は、セロハン粘着テープをアスベスト含有成形板に付着させた後にはく離し、セロハン粘着テープの付着物を b. 電子顕微鏡法または c. 分散染色法により確認して表面劣化度を判定する。

b. 電子顕微鏡法および c. 分散染色法の詳細な実施方法は、「付属資料3 表面劣化度判定方法」による。

(2) スレート波板・フレキシブル板は、製造段階では塗装されていないが、施工後に塗装改修が行われている場合がある。住宅屋根用化粧スレートは、製造段階で塗装がされている。塗膜の有無はアスベスト繊維の飛散性に影響するため、表面劣化度の判定表は無塗装板と塗装板の2種類に分けて記載している。無塗装板の場合、表面劣化度Ⅰは設定していない。これは、無塗装板の場合、劣化が進んでいなくても塗膜層がない分、表面が保護されていないと考えられるためである。表 2.3 および表 2.4 の表面劣化度判定 見本写真は、表 2.1 および表 2.2 の判定基準に沿って判定した結果の代表例であり、この写真を一つの目安として判定を行う。

表 2.3 および表 2.4 の見本写真は、調査を重ねるごとに充足させていくことが望ましい。

(3)

表面劣化度がⅠの場合は、アスベストを含有していない成形板と同様の塗装改修工事の適用が可能である。

表面劣化度がⅡおよびⅢでは、表面劣化の進行を抑えるため現在の状態で塗装による改修を行っておくことが望ましい。ただし、既にある程度、表面劣化が進行しているため、塗装工事を行う際、特に下地調整を行う際にアスベスト繊維を飛散させないように注意を払う必要がある。

表面劣化度Ⅳの場合、表面の劣化がかなり進行している。また成形板自体が脆弱になっている可能性がある。成形板自体を葺き替えてアスベスト含有成形板の除去を行う事を推奨する。表面劣化度Ⅳの交換、除去方法に関しては、本指針（案）で取り扱わない。よって、除去等を行う際は、「付属資料1 参考文献一覧」に記載し

た文献¹⁾を参考に行う。

3. 塗装改修設計

3.1 下地調整方法の選定

(1) アスベスト含有成形板に対する下地調整の方法は、以下の4種類とする。

- a. 高圧水洗
- b. 付着物の除去のみ
- c. シュロ箒
- d. 集塵機付きブラシ

(2) 表面劣化度に応じた下地調整の選定は、表 3.1 による。

表 3.1 表面劣化度に応じた下地調整の適合表

表面劣化度 下地調整の方法 下地	I		II・III			
	高圧水洗	除付着物のみの	高圧水洗	除付着物のみの	シュロ箒	集塵機付きブラシ
無塗装板	△	△	△	○	○	○
塗装板	○	○	△	○	○	○

凡例 ○：適用可、△：洗浄廃水の処理を実施すれば適用

(1) 本指針（案）で採用した下地調整の方法以外にも、デッキブラシによる洗浄、エアレス塗装機により水を吹き付ける方法等を検討したが、現在、一般的に行われている高圧水洗による洗浄およびアスベスト含有成形板に対して、アスベスト繊維を飛散させずに実施可能であると考えられる方法 3 種類の合計 4 種類の下地調整方法を「付属資料 6 下地調整時における粉じん飛散量の測定結果」をもとに選定した。

a. 高圧水洗

高圧水洗による洗浄は、現状最も実施されている下地調整の方法である。高圧水洗を行うことにより堆積物を除去し、また経年劣化により脆弱になったアスベスト含有成形板表面の脆弱層を除去することが可能である。このため、各塗料製造所から市販されている塗料は、一般的に下地調整として高圧水洗を行ってから塗装をするものが多い。高圧水洗時の水圧は 6～13MPa 程度で実施する。6MPa 未満の場合は、堆積物が除去できず、13MPa を超している場合は、屋根材の板間から屋内への漏水やアスベスト繊維の飛散等の不具合が生じる可能性がある。

研究の結果、高圧水洗にて下地調整を行う場合、大気中にはアスベスト繊維が飛散しにくいことが分かった。しかし、洗浄することによりアスベスト含有成形板表面のアスベストが高圧水洗の洗浄廃水に含まれるため、洗浄廃水をそのまま周辺環境に流すことは好ましくない。

高圧水洗の際に発生した洗浄廃水には、アスベスト含有成形板表面のアスベストが含まれるため、回収して処理を行う必要がある。回収方法としては雨どいを利用して回収する方法や、壁面に回収用の容器を設置して

回収する方法が考えられる。また、高圧水洗の水圧により飛まつした水の中にもアスベストが含まれるため水が飛散しにくいように養生を作業面よりも高く設置することが必要となる。

高圧水洗等での洗浄は、表面劣化度Ⅰの状態を実施することにより、洗浄廃水の特別な処理を行う必要が無く、特に問題無く改修することが可能である。

b. 付着物の除去のみ

屋根材の表面の堆積物には、埃や砂、黒カビ、糞といった細かなものから苔や飛散してきた木の枝、石等の大きなものまである。そのうち、苔や木の枝、石といった表面に目立つ付着物を皮すき等で取り除くだけに留めておく方法である。下地調整時に粉じんが発生しないというメリットがあり、高圧水洗の様に洗浄廃水の処理に留意する必要が無い。ただし、アスベスト含有成形板表面の劣化している脆弱層および埃や砂、黒カビといった細かな堆積物が残存するので塗装仕様により固化させる必要がある。

c. シュロ箒

シュロ箒による下地調整では、シュロ製の箒で掃くことにより堆積物の除去を行う。この方法のメリットとしては、高圧水洗のように洗浄廃水が発生せず、廃水処理を行う必要が無い点が挙げられる。ただし、高圧水洗と比較してアスベスト含有成形板の脆弱層まではく離することが出来ないため塗装仕様の下塗材により脆弱層を強化する必要がある。

シュロ箒による下地調整で発生したじん埃にはアスベストが含まれる。したがって、回収したじん埃は適切に処理すること。

d. 集塵機付きブラシ

集塵機付きブラシによる下地調整は、硬めのナイロン繊維等のブラシを集塵機の先に取り付け、堆積物を清掃しながら吸引除去することが可能な下地調整の方法である。集塵機には HEPA フィルタが取り付けられた高性能真空掃除機を用いて堆積物の回収を行い、下地調整時のアスベスト繊維の飛散を抑制する。シュロと比較してより硬めのナイロン繊維等のブラシを使用することによりシュロ箒よりもきれいに清掃できるが、高圧水洗ほどの効果は見込めない。また、堆積物は吸引して回収するため、他の下地調整方法よりもじん埃の回収が簡単である。発生したじん埃は適切に処理すること。

(2) アスベスト含有成形板の下地調整方法は、表面劣化度および適用する塗装仕様、現場の状況等に応じて下地調整の種類を選択することとする。高圧水洗が、最も脆弱層を除去することが出来、適用可能な塗装仕様の範囲も広い。塗装を行う下地としては、脆弱層を完全に除去することが望ましいが、住宅密集地等、施工環境によっては、下地調整で高圧水洗が実施出来ない場合があり、高圧水洗による洗浄廃水中にアスベストが含まれるため処理をする必要があるなど高圧水洗が難しい場合を想定して、本指針（案）では、高圧水洗以外の下地調整方法も採用した。

表面劣化度ⅡおよびⅢのどちらも高圧水洗を行った際のアスベスト繊維の飛散性が低いという実験結果が得られているが、洗浄廃水中にはアスベストが含まれている事も確認されたため、洗浄廃水の処理を考慮する必

要がある。

3.2 適用する塗料の種類

本指針（案）で対象とするアスベスト含有成形板に適用する塗料の種類は、表 3.2 による。

表 3.2 塗料の種類

種類		材料名	備考（参考規格）
下塗材	水系	アクリル樹脂エマルジョンシーラー	-*1
	溶剤系	エポキシ樹脂シーラー ウレタン樹脂シーラー	-*1
中塗材		ポリマーセメントモルタル	-*1
上塗材	水系	ふっ素樹脂塗料	JIS K 5675 屋根用高日射反射率塗料 JPMS27 耐候性屋根用塗料
		アクリルシリコン樹脂塗料	JIS K 5675 屋根用高日射反射率塗料 JPMS27 耐候性屋根用塗料
		ウレタン樹脂塗料	JIS K 5675 屋根用高日射反射率塗料 JPMS27 耐候性屋根用塗料 JASS18 M-209 ポリウレタンエマルジョンペイント
	溶剤系	ふっ素樹脂塗料	JIS K 5675 屋根用高日射反射率塗料 JIS K 5658 建築用耐候性上塗り塗料 JPMS27 耐候性屋根用塗料
		アクリルシリコン樹脂塗料	JIS K 5675 屋根用高日射反射率塗料 JIS K 5658 建築用耐候性上塗り塗料 JPMS27 耐候性屋根用塗料
		ウレタン樹脂塗料	JIS K 5675 屋根用高日射反射率塗料 JIS K 5658 建築用耐候性上塗り塗料 JPMS27 耐候性屋根用塗料

*1 下塗材および中塗材は上塗材製造所の指定するものを使用すること。

塗料製造所によっては JIS 表示品以外も使用される。

本指針（案）で対象とするアスベスト含有成形板に適用する代表的な塗料の種類を表 3.2 に示す。また、参考規格の種類を以下に示す。

JIS：日本工業規格（Japanese Industrial Standards）。

JASS 18 M：日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 18 で制定された材料規格。

JPMS：日本塗料工業会規格（Japan Paint Manufactures Standard）。

a. 下塗材

下塗材は、塗膜の付着性の向上や脆弱な下地の強化を目的として、アスベスト含有成形板によく浸透する形となっている。また、アスベスト含有成形板に浸透固化させることによりアスベスト繊維の飛散抑制効果が発揮される。

水系の下塗材としては、1液形のアクリル樹脂系の塗材が良く使用される。水系は溶剤系と比較して臭気問題がほとんど無く環境に優しいというメリットがあるが、反面、溶媒である水の表面張力が溶剤と比較して高いため浸透形の下塗材であっても溶剤系下塗材と比較してセメント層に対する浸透力が低く脆弱層を十分に固化させることは難しい。また、水系の場合は主にエマルジョン樹脂を使用しているため、溶媒可溶性の溶剤系

樹脂と比較すると含浸性が劣ると考えられる。

溶剤系の下塗材としては、主に希釈溶剤に溶解力の高い芳香族炭化水素系溶剤（キシレン・トルエン等）を使用した下塗材と溶解力は劣るが環境に配慮し、主に脂肪族炭化水素系溶剤（ミネラルスピリット等）を使用した弱溶剤系と言われる下塗材がある。樹脂種別は1液もしくは2液形のエポキシ樹脂（変性エポキシ樹脂）が使用されている。

b. 中塗材

中塗材にポリマーセメントモルタル（以下、PCM という）を用いる場合がある。特に厚膜の PCM を塗装することによりアスベスト含有成形板を膜状に覆ってアスベストの飛散性を抑制している。この塗装仕様の場合は、カバーリング工法等と同様に、PCM とアスベスト含有成形板の界面ではく離が生じても PCM に割れ等が発生しなければアスベストの飛散は無いと考える。

本指針（案）に用いる塗装仕様では、ある程度、弾性のある塗膜が求められるため樹脂成分の多い可とう形の PCM が最適である。PCM に関する規格としては、JIS A 6909（建築用仕上塗材）の複層仕上塗材 CE、可とう形複層仕上塗材 CE、防水形複層仕上塗材 CE に適合するものや、JIS A 6916（建築用下地調整塗材）の C-1、C-2、CM-1 および CM-2 に適合するものがあるが、それらは本指針（案）で推奨する PCM の規格としては該当しない。

中塗材の施工に関しては、PCM 層を塗装することにより施工工程が増え、施工コストが上昇するため、表面劣化が進んだ表面劣化度Ⅲのスレート波板に対して適用し、表面劣化度Ⅰについては通常は施工を行わないこととする。また、屋根面塗装板としては、住宅屋根用化粧スレートが想定されるが、PCM を施工すると美観を損ない、厚塗りの中塗材を入れることにより縁切りも難しくなるため通常は施工を行わない。

本指針（案）で採用した塗装仕様以外にも、下塗材で浸透固化させた上で、下塗材と上塗材の間にプライマーサーフェーサーを挟む仕様も開発されている。プライマーサーフェーサーとは、中塗りの性質を兼ねた素地塗り用の塗料であり、プライマーサーフェーサーを挟むことにより浸透固化させた脆弱層を表面固化させて下地との付着性を確保しつつ、表面調整を行う効果がある。

c. 上塗材

本指針（案）では、特に劣化の進んだ屋根用のアスベスト含有成形板への適用が多いため、上塗材に耐候性を考慮に入れた樹脂系が用いられる。特にアクリルシリコン樹脂を用いた塗料が施工されることが多い。それ以外の塗装系として、ふっ素系樹脂や、ウレタン系樹脂の塗料が使用される場合もある。

各塗料製造所から本指針（案）に適用可能な上塗材が製品化されているが、JIS の認定を受けていない製品が多いため、本指針（案）では参考規格として記載することとどめた。アスベスト飛散防止塗料としての規格が無い場合、参考規格に記載された試験項目で塗料性能を確認することが望ましい。特に、耐候性の評価を確認しておくことが良いと考える。

屋根用塗料に関しては JIS が無く、屋根用塗料の規格としては、日本塗料工業会の規格として JPMS27（耐候性屋根用塗料）が制定されている。この規格では、1種が一般塗料、2種が高日射反射率塗料である。また、機能性塗料として高日射反射率塗料に限定した規格として JIS K 5675（屋根用高日射反射率塗料）が制定され

ている。

外壁用の塗料の規格としては、JIS K 5658（建築用耐候性上塗り塗料）および JIS A 6909（建築用仕上塗材）に規定される上塗材などがある。

また、参考規格とした JIS および JPMS は、健全な状態の基材を対象とした塗料規格であり、本指針（案）のような下地調整を行った後の改修に用いる塗料としての規格ではない。

3.3 塗装仕様の適用可否

アスベスト含有成形板の表面劣化度および下地調整方法に応じた塗装仕様の適用可否は、表 3.3、表 3.4 および表 3.5 による。

表 3.3 屋根面無塗装板の塗装仕様の適用可否

塗装仕様				表面劣化度				III							
				下地調整方法				II				III			
種別	下塗材	中塗材	上塗材	高圧水洗	除去のみのみ	付着物のみ	シユロ箒	きブラシ	集塵機付	高圧水洗	除去のみのみ	付着物のみ	シユロ箒	きブラシ	集塵機付
A	水系下塗材	—	水系上塗材	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
B	溶剤系下塗材	—	溶剤系上塗材 / 水系上塗材	○*1	○	○	○	○	○*1	×	×	×	×	×	×
C	水系下塗材	ポリマーセメントモルタル	水系上塗材	○*1	○	○	○	○	○*1	△*2	△*2	△*2	△*2	△*2	△*2
D	溶剤系下塗材	ポリマーセメントモルタル	溶剤系上塗材 / 水系上塗材	○*1	○	○	○	○	○*1	△*2	△*2	△*2	△*2	△*2	△*2

凡例 ○：適用、△：条件付きで適用、×：適用不可

*1. 高圧水洗を行う場合は、洗浄廃水の処理を行うこと。

*2. 条件付きで適用の場合は、「付属資料5 塗装仕様 耐久性評価方法案」に適合することを確認する。

表 3.4 壁面無塗装板の塗装仕様の適用可否

塗装仕様				表面劣化度				III							
				下地調整方法				II				III			
種別	下塗材	中塗材	上塗材	高圧水洗	除去のみのみ	付着物のみ	シユロ箒	きブラシ	集塵機付	高圧水洗	除去のみのみ	付着物のみ	シユロ箒	きブラシ	集塵機付
A	水系下塗材	—	水系上塗材	○*1	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
B	溶剤系下塗材	—	溶剤系上塗材 / 水系上塗材	○*1	○	○	○	○	○	○*1	×	×	△*2	△*2	△*2

凡例 ○：適用、△：条件付きで適用、×：適用不可

*1. 高圧水洗を行う場合は、洗浄廃水の処理を行うこと。

*2. 条件付きで適用の場合は、「付属資料5 塗装仕様 耐久性評価方法案」に適合することを確認する。

表 3.5 屋根面塗装板の塗装仕様の適用可否

塗装仕様				表面劣化度				II				III						
				下地調整方法				I				II				III		
種別	下塗材	中塗材	上塗材	高圧水洗	除去のみのみ	付着物のみ	高圧水洗	除去のみのみ	付着物のみ	シユロ箒	きブラシ	集塵機付	高圧水洗	除去のみのみ	付着物のみ	シユロ箒	きブラシ	集塵機付
A	水系下塗材	—	水系上塗材	○	○	○*1	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
B	溶剤系下塗材	—	溶剤系上塗材 / 水系上塗材	○	○	○*1	○	○	○	○	○	○	○*1	×	×	×	×	×

凡例 ○：適用、×：適用不可

*1. 表面劣化度IIおよびIIIで、高圧水洗を行う場合は、洗浄廃水の処理を行うこと。

アスベスト含有成形板の表面保護を行う方法としては、本指針（案）で紹介した塗装仕様による改修方法以外にも、ウレタン防水による表面保護、モノマーによる含浸固化、折板等によるカバーリング工法等、様々な保護方法があるが、本指針（案）では、それらの工法は取り上げず、実験により適用性の確認を行った塗装仕様を適用範囲とした。

表 3.3、表 3.4 および表 3.5 の塗装仕様の適用可否は、「付属資料 7 塗装仕様の耐久性評価結果」により決定した。今回の結果では、水系下塗材－水系上塗材を用いた塗装仕様については耐久性が若干劣るという結果となったが、今後、水系であっても良好な結果が得られる塗装仕様が開発される可能性がある。

水系下塗材の場合は、環境対応から水系上塗材を使用、溶剤系下塗材の場合は、上塗材だけ水系にする場合もあり水系上塗材、溶剤系上塗材の両方可能とした。

表面劣化度Ⅲのスレート波板・住宅屋根用化粧スレートに対する塗装仕様の耐久性評価方法案を「付録資料 5 塗装仕様 耐久性評価方法案」に記載する。表 3.3 および表 3.4 の「△」で記載されている塗装仕様を適用する場合は、この耐久性評価方法案に合格することを確認して使用する。

屋根面無塗装板の塗装仕様については、下地調整方法として高圧水洗を行ったものに関しては、水系下塗材と水系上塗材を組み合わせた仕様以外は概ね適用が可能である。また中塗材として PCM を使用した仕様に関しては、一部の下地調整方法を除いては概ね適用が可能である。

壁面無塗装板の塗装仕様については、屋根面と比較して劣化の度合いが低いため PCM は一般的には適用しないこととする。下地調整方法として高圧洗浄を行ったものに関しては、概ね適用が可能である。溶剤系下塗材を使用した仕様に関しては、表面劣化度Ⅱの場合が概ね適用可能であるが、水系下塗材を使用した場合は適用されるものが少なく注意が必要である。

屋根面塗装板の塗装仕様に関しても、PCM は一般的には適用しない。理由として、主に対象となる住宅屋根用化粧スレートは美観性が必要であり、PCM を塗布すると表面が凸凹になり美観性を損ねる。また、スレート波板と比較して板間の隙間が狭いため、PCM を塗布すると、その隙間を埋めてしまう可能性もある。下地調整方法として高圧水洗を行ったものに関しては、無塗装板同様水系下塗材と水系上塗材を組み合わせた仕様以外は概ね適用が可能である。表面劣化度Ⅰの場合は記載の仕様にて概ね適用が可能である。表面劣化度Ⅱの場合、溶剤系下塗材を使用した仕様に関しては概ね適用が可能であるが、水系下塗材を使用した場合は適用されるものが少なく注意が必要である。表面劣化度Ⅲの場合は、下地調整方法として高圧水洗、下塗材として溶剤系下塗材を使用した仕様のみ適用可能である。

塗装仕様は、下地調整方法と耐久性能およびコスト等を考えて選定する。「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 18 塗装工事 付録 1 塗装仕様の選び方」に記載されている塗装仕様の目安を解説表 3.1 に示す。なお、解説表は本指針（案）に関係する部分を抜粋した。また、コスト指数は、JASS18 の塗装仕様によっている。本指針（案）で適用する下塗材、中塗材の種類によっては、コスト指数が変わることもある。

解説表 3.1 塗装仕様の目安

塗装仕様	耐久性能 指数*1	コスト 指数*2	塗装仕様の特徴
常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル塗り	V	E	過酷な環境下での高耐候性不透明塗装
弱溶剤系常温乾燥形ふっ素樹脂エナメル 塗り	V	E	環境負荷を低減した苛酷な環境下での 高耐候性不透明塗装
アクリルシリコン樹脂エナメル塗り	IV	D	過酷な環境下での高耐候性不透明塗装
弱溶剤系アクリルシリコン樹脂エナメル 塗り	IV	D	環境負荷を低減した苛酷な環境下での 高耐候性不透明塗装
2液形ポリウレタンエナメル塗り	III	C	耐候性のある高級な不透明塗装
弱溶剤系 2液形ポリウレタンエナメル塗 り	II	C	環境負荷を低減した高級な不透明塗装
ポリウレタンエマルジョンペイント塗り	II	C	一般的な不透明塗装
高日射反射率塗料塗り	IV~V	D~E	高反射性を要求される部位に適用

*1. 耐久性能指数：I(劣る)⇔V(優れている)

*2. コスト指数：A(安価)⇔E(高価)

参考文献 一般社団法人日本建築学会発行、建築工事標準仕様書・同解説 18 塗装工事 第8版、p.319、2013年3月5日

3.4 改修工事仕様書の作成

改修によって目的とするアスベスト含有成形板からのアスベストの飛散を防ぐために、適用下地や部位、下地調整方法、使用材料や工法、施工工程、検査の項目や方法を明示した仕様書を作成する。

改修工事仕様書は、工事を決定するのに先立ち作成するもので、塗装仕様の材料や手順等を記述したものである。記述する項目は、概ね以下のとおりである。

- ① 施工部位 : 屋根・外壁
- ② 適用下地 : スレート波板・フレキシブル板・住宅屋根用化粧スレート
- ③ 適用表面劣化度 : I・II・III
- ④ 下地調整方法 : 高圧水洗・付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ
- ⑤ 塗装仕様 : 下塗材・中塗材・上塗材の種類
塗付量・所要量・希釈割合・工程間隔時間・施工方法等
- ⑥ 検査項目 : 表面状態の確認

改修工事仕様書に記述する内容は仕様書に従って塗装改修工事を行う場合に作業の項目を示して、工事完了時に改修工事仕様書に記されたような塗装がなされていたことを確認する目的で作成するとともに、工事の適正化を図り、不測のミスを防止する。

4. 塗装改修施工

4.1 施工計画

施工に先立ち工事の請負者は、工程表、施工計画書、施工図等の工事関係図書を作成し、工事監理者の承認を受ける。

施工計画書は、工事仕様書に基づき、工事を実施するに先立ち作成するもので、施工の手順や方法等を記述したものであり、その内容は工事監理者の承認を受ける。記述する項目は、概ね以下のとおりである。

- ① 適用範囲
- ② 工事概要
- ③ 施工体制
- ④ 作業用仮設
- ⑤ 使用材料
- ⑥ 作業工程表
- ⑦ 施工要領
- ⑧ 施工上の注意事項
- ⑨ 安全衛生管理
- ⑩ 環境に配慮する事項

施工計画書に記述する施工要領は施工計画に従って作業を進める場合に作業の要点を示して、工事完了時に施工計画書に記されたような施工がなされていたことを確認する目的で作成するとともに、工事の安全と適正化を図り、不測のミスを防止する。

4.2 施工一般

- (1) 塗装改修施工の施工管理技術者は、工事にふさわしい施工管理能力を有するものとする。
- (2) 塗装工事にあたっては、工事にふさわしい能力を持つ技能者が現場に常駐して、施工品質の向上に努めるものとする。
- (3) 施工管理技術者および作業者は、石綿に関する教育を受けておくことが望ましい。
- (4) 下地調整を行う作業者は、レベル3の解体工事を行う際に準じた服装をとること。
- (5) 建築物の改修工事を行なう際、作業場所を明確にするため、その周囲を養生シート等で囲うこと。
- (6) 塗装工事に関しては、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 18 塗装工事」を参考に行うこと。

(1) 塗装改修施工の施工管理にあたっては塗装技術を理解しているとともに、塗装工事と取り合うその他の仕上げを含む建築工事全般についての知識が必要であり、そのような知識を持つ技術者による管理が望まれる。また、「付属資料1 参考文献一覧」の文献²⁾、⁶⁾も参考に行う事。

(2) 塗装工事に従事する技能者として公的に認められているものには、職業能力開発法に基づく建築塗装の一级技能士および二级技能士がある。また、「付属資料1 参考文献一覧」の文献²⁾、⁶⁾も参考に行う事。

(3) 石綿に関する教育としては、例として、石綿障害予防規則 27 条に基づく特別の教育などがある。

石綿障害予防規則 4 条において、石綿等が使用されている建築物、工作物または、船舶の解体等でアスベスト含有成形板の破碎、切断等の発じん性を伴う作業に関しては、特別教育が必要となる。下地調整は解体工事ではないが、本指針（案）では石綿が使用されている建築物が対象であり、アスベスト飛散を抑制するという観点から作業にあたって、アスベストに関する教育を受けておくことが望ましい。

教育の内容としては、以下の点を中心に行うこと。

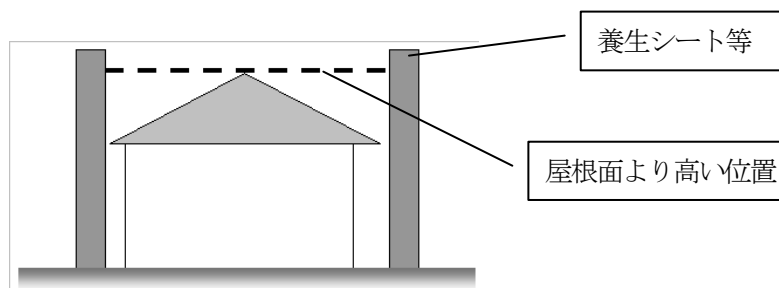
- ・石綿の有害性（0.5 時間）
- ・石綿等の使用状況（1 時間）
- ・石綿等の粉じんの発散を抑制するための措置（1 時間）
- ・保護具の使用法（0.5 時間）
- ・その他石綿等のばく露の防止に関し必要な事項（1 時間）

(4) 本指針（案）では、発じん性の低い下地調整を選定しているが、安全を考慮し下地調整実施時は、レベル 3 アスベストの発じん性を伴う作業に準じた服装で作業を行うこととする。

アスベスト含有成形板に対する下地調整を行う際の具体的な服装の例として、以下の点を考慮する。

- ・下地調整を行なう際は、半面形取替え式防じんマスク（粒子捕集効率 99.9%以上）を使用することが望ましい。
- ・保護メガネの着用も望ましいが、高所作業となるため、安全上問題を生じるおそれがある。このような場合には目の保護に十分留意するとともに転落の危険性を回避するため保護メガネの着用に対して柔軟に対応する必要がある。
- ・作業衣を着用する。作業衣としては雨合羽等の粉じんが付着しにくく、付着した粉じんを容易に除去できるものを着用する。

(5) 建築物の改修工事を行なう場合、作業場所を明確にするため、その周囲を養生シート等で囲う。囲う高さは、改修工事を行なう建築物の高さと同程度以上とする。屋根面の改修工事を行う際は、養生シート等を屋根面よりも高くすることが望ましい。また、「付属資料 1 参考文献一覧」の文献²⁾も参考に行う事。



解説図 4.1 養生シート等の設置方法

(6) 塗装工事の際の注意点等は、「付属資料 1 参考文献一覧」の文献^{2)、6)}なども参考にして行うこと。

4.3 下地調整

アスベスト含有成形板の下地調整は、劣化した下地を塗装好悪時に適した状態に回復し、成形板または既存塗膜の処理、清掃を行う。

各下地調整を行なう際の廃棄物の処理方法を、解説表 4.1 に示す。

解説表 4.1 下地調整を行った際の廃棄物処理方法

下地調整 方法	廃棄物の回収方法・処理方法
高圧水洗	屋根面を下地調整した際の洗浄廃水は、雨どい等を利用してポリ容器等で回収する。また、壁面を下地調整した際の洗浄廃水は壁面下部に容器を設置して回収する。 回収した洗浄廃水はフィルタ等でろ過し、ろ過水は下水等に流す。ろ過残さは袋に梱包する。 袋で回収したろ過残さは、関係法令に則って適切に廃棄する。
付着物の除去のみ	大きな堆積物は、集めて袋に入れる。袋に入れた廃棄物は一般廃棄物として廃棄する。
シュロ箒	屋根面を下地調整した際のじん埃は、雨どい等で集めて、袋に梱包する。また、壁面を下地調整した際のじん埃は、掃き集めて袋に梱包する。 袋で回収したじん埃は、関係法令に則って適切に廃棄する。
集塵機付き ブラシ	集塵機により回収したじん埃は、フィルタごと袋に梱包する。 袋で回収したじん埃は、関係法令に則って適切に廃棄する。

アスベスト含有成形板は、大気汚染防止法では特定建築材料に該当しない。また、労働安全衛生法、石綿障害予防規則においても届出の対象外である。

工事におけるアスベスト含有の廃水に関する規制は、各自治体によって条例等が定められている。工事の際は、各自治体の条例等を確認すること。

条例の一例を以下に挙げる（2013年6月30日時点）

東京都：工事の施工中石綿を湿潤化するために行う散水その他の措置により石綿を含む水を排出するときは、ろ過処理その他の適切な処置を講じること（平成13年3月19日東京都告示第310号）。

さいたま市：散水等に伴い生じた石綿を含む水を外部に排水する場合は、あらかじめ、排水中の石綿を分離するための処置を行うこと（さいたま市生活環境の保全に関する条例）。

また、自治体によっては、工事における廃水の規制の中で、粒子状物質（SS）の規制に関する条例があるため、工事実施時には各自治体の条例等を確認すること。

その他、下地調整を行う際の作業方法・注意点は、「付属資料1 参考文献一覧」の文献²⁾、⁶⁾も参考とする。

4.4 塗装工事

(1) 改修塗装仕上げは、改修工事仕様書および施工計画書に準拠し、所定の仕上がり状態が確保できるように行う。

下塗材および中塗材は上塗材製造所の指定するものを使用すること。

塗料の希釈倍率、工程間隔は、それぞれ塗料製造所に定められた条件とすること。

(2) 屋根面無塗装板の塗装仕様の工程、塗り回数および塗付け量の標準は、表 4.1～表 4.4 による。

塗装仕様の種別は、表 3.3、表 3.4 および表 3.5 に準ずる。

表 4.1 屋根面無塗装板の塗装工程（下地調整：高圧水洗、下塗材：水系下塗材）

工程	種別		塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ
	A	C			塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	○	○	高圧水洗		
2	下塗り	○	○	水系下塗材	1	0.10～0.20 0.20～0.30 ^{*1}
3	中塗り	-	○	ポリマーセメントモルタル	2	0.60～1.50
4	上塗り	○	○	水系上塗材	2	0.20～0.35

*1. 種別Cの場合のみ

表 4.2 屋根面無塗装板の塗装工程（下地調整：高圧水洗、下塗材：溶剤系下塗材）

工程	種別		塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ
	B	D			塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	○	○	高圧水洗		
2	下塗り	○	○	溶剤系下塗材	1	0.15～0.25 0.25～0.35
3	中塗り	-	○	ポリマーセメントモルタル	2	0.60～1.50
4	上塗り	○	○	水系上塗材	2	0.20～0.35
				溶剤系上塗材		

表 4.3 屋根面無塗装板の塗装工程

（下地調整：付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ、下塗材：水系下塗材）

工程	種別		塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ
	C				塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	○		付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ		
2	下塗り	○	○	水系下塗材	1	0.10～0.20 0.30～0.40
3	中塗り	○	○	ポリマーセメントモルタル	2	0.60～1.50
4	上塗り	○	○	水系上塗材	2	0.20～0.35

表 4.4 屋根面無塗装板の塗装工程

（下地調整：付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ、下塗材：溶剤系下塗材）

工程	種別		塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ
	B	D			塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	○	○	付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ		
2	下塗り	○	○	溶剤系下塗材	1	0.15～0.25 0.35～0.45 ^{*1}
3	中塗り	-	○	ポリマーセメントモルタル	2	0.60～1.50
4	上塗り	○	○	水系上塗材	2	0.20～0.35
				溶剤系上塗材		

*1. 種別Dの場合のみ

壁面無塗装板の塗装仕様の工程、塗り回数および塗付け量の標準は、表 4.5～表 4.7 による。

表 4.5 壁面無塗装板の塗装工程（下地調整：高圧水洗、下塗材：水系下塗材）

工程	種別	塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ
				塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	○	高圧水洗		
2	下塗り	○	水系下塗材	1	0.08～0.15 0.15～0.25
3	上塗り	○	水系上塗材	2	0.20～0.35

表 4.6 壁面無塗装板の塗装工程（下地調整：高圧水洗、下塗材：溶剤系下塗材）

工程	種別	塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ
				塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	○	高圧水洗		
2	下塗り	○	溶剤系下塗材	1	0.10～0.20 0.20～0.30
3	上塗り	○	水系上塗材 溶剤系上塗材	2	0.20～0.35

表 4.7 壁面無塗装板の塗装工程

（下地調整：付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ、下塗材：溶剤系下塗材）

工程	種別	塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅱ	表面劣化度Ⅲ
				塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	○	付着物の除去のみ*1・シュロ箒・集塵機付きブラシ		
2	下塗り	○	溶剤系下塗材	1	0.10～0.20 0.30～0.40
3	上塗り	○	水系上塗材 溶剤系上塗材	2	0.20～0.35

*1. 表面劣化度Ⅱの場合のみ

屋根面塗装板の塗装仕様の工程、塗り回数および塗付け量の標準は、表 4.8～表 4.10 による。

表 4.8 屋根面塗装板の塗装工程（下地調整：高圧水洗・付着物の除去のみ、下塗材：水系下塗材）

工程	種別	塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅰ,Ⅱ	
				塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	○	高圧水洗・付着物の除去のみ*1		
2	下塗り	○	水系下塗材	1	0.08～0.15
3	上塗り	○	水系上塗材	2	0.20～0.35

*1. 表面劣化度Ⅰの場合のみ

表 4.9 屋根面塗装板の塗装工程（下地調整：高圧水洗、下塗材：溶剤系下塗材）

工程	種別	塗料その他	塗り回数	表面劣化度Ⅰ,Ⅱ	表面劣化度Ⅲ
				塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	○	高圧水洗		
2	下塗り	○	溶剤系下塗材	1	0.10～0.20 0.20～0.30
3	上塗り	○	水系上塗材 溶剤系上塗材	2	0.20～0.35

表 4.10 屋根面塗装板の塗装工程

(下地調整：付着物の除去のみ・シュロ箒・集塵機付きブラシ、下塗材：溶剤系下塗材)

工程	種別 B	塗料その他	塗回数	表面劣化度Ⅰ	表面劣化度Ⅱ
				塗付け量(kg/m ²)	
1	下地調整	付着物の除去のみ・シュロ箒*1・集塵機付きブラシ*1			
2	下塗り	溶剤系下塗材	1	0.10~0.20	0.15~0.25
3	上塗り	水系上塗材	2	0.20~0.35	
		溶剤系上塗材			

*1. 表面劣化度Ⅱの場合のみ

(1) 改修塗装仕上げは、改修工事仕様書および施工計画書に準拠し、所定の仕上がり状態が確保できるように行う。

塗料の希釈割合および工程間隔は、各塗料製造所の指定の希釈割合および工程間隔を守ること。

(2) 本指針(案)では、標準的な塗付け量を記載している。塗付け量の標準は、本文の範囲であるが、特に下塗材に関しては、成形板表面が濡れ色になるまで下塗材を塗付けることが必要であり、1回の塗装で濡れ色にならない場合は、再度、塗装を行い濡れ色となるようにする。

各塗装仕様の塗付け量は、「付属資料7 塗装仕様の耐久性評価結果」をもとに決定した。

スレート波板は、フレキシブル板や住宅屋根用化粧スレートと異なり単位面積当たりの表面積が大きくなる。フレキシブル板と比較して、スレート小波板の場合は1.15倍、スレート大波板の場合は1.2倍の塗付面積が目安となる。

また、下塗材の塗付け量は、成形板の表面状態によって異なる。表面劣化度Ⅲの成形板の場合、高圧水洗を実施した場合と比較して、付着物の除去のみ、シュロ箒および集塵機付きブラシを実施した場合は、堆積物や成形板の脆弱層が多く残存しているため塗付け量が多くなる傾向がある。

中塗材および上塗材の塗付け量は、成形板の種類や表面劣化度の違いによって大きくは異なる。

その他、以下の点に注意して塗装工事を実施する。

a. 屋根材付帯物の取り扱い

- ・フックボルト等がさびている場合は、取り換えを行うか、さび止め塗料塗付後、フックボルト用のキャップを取り付けて劣化防止対策を行う。
- ・雨樋には、今までに蓄積された堆積物が存在している可能性があり、その堆積物にはアスベストが含まれている可能性が高いため、塗装前もしくは塗装後に雨樋の清掃を行い、堆積物を取り除くことが必要である。

b. 漏水対策

- ・アスベスト含有成形板が破損している場合は、下塗材塗付け後、ブチレンゴムテープ等の防水テープで補修を行う。破損の程度が激しい場合は、アスベスト含有成形板を取り換える。

- ・アスベスト含有成形板の板間を塗膜で埋めてしまうと毛細管現象により雨水を吸上げ、屋根内部に水が浸透し漏水の原因となる。必要に応じて縁切りやスペーサーの取り付け等を行い、漏水対策を実施する。

5. 改修後の維持管理

改修工事後の塗膜の点検にあたっては、建物竣工後の点検計画を継続することとし、以下の事項に留意する。

- (1) 点検実施体制と点検行為者
- (2) 点検部位・箇所
- (3) 点検周期
- (4) 点検レベル
- (5) 点検方法
- (6) 点検結果の記録
- (7) 点検結果の判定と措置

(1) 点検実施体制として点検を行うための組織、点検業務の実施者等を取り決めておく。日常点検を行う際は、特にアスベストや塗装に関する専門的な知識を有する者が行う必要はなく、施主や管理者等、日常、建物に出入りする者が行うこととしても良い。

日常点検にて異常があった際は、アスベストに関し専門的な知識を有するとともに、塗装に関する知識を有する者に連絡すること。

(2) 塗装を行った部位を主として、点検を行う部位とする。

(3) 屋根面と外壁面では、塗膜の劣化程度が異なる。屋根面は、外壁面と比べて劣化の進行が速いため、点検周期も短くする必要がある。

点検は日常的に行うこと。

(4) 梯子等を用いて塗膜近くから確認を行う。目視で確認出来る範囲とする。

(5) 目視にて確認を行う。

塗膜劣化の状態を確認する方法としては、「国土交通省大臣官房官庁営繕部監修 建築改修工事監理指針（平成22年版）」等がある。劣化現象としては、塗膜表面の劣化（汚れ、光沢低下、変退色、白亜化）と塗膜内部の劣化（ふくれ、割れ、はがれ）等があるが、このうち、塗膜表面の劣化が生じている場合は、アスベスト繊維が飛散する可能性は少ない。塗膜内部の劣化が生じている場合は、今後、アスベスト含有成形板の表面が外部にさらされていく可能性が高いため再塗装等の処置を行っておく必要がある。

(6) 点検結果の記録を行う。記載内容は、以下の項目を中心に行う。

- ① 点検日時
- ② 確認者
- ③ 表面状態
- ④ 表面劣化度の判定

(7) 点検の結果、アスベスト含有成形板表面が塗膜で覆われていて、ふくれ、割れ、はがれの無いことを確認する。塗膜が劣化し表 2.2 の表面劣化度Ⅱ、ⅢおよびⅣの状態とならないよう予防保全の措置を行うこと。

付属資料1 参考文献一覧

- 1) 環境省水・大気環境局大気環境課：建築物の解体等に係る石綿飛散防止対策マニュアル2011、平成24年3月
- 2) 財団法人建築保全センター：建築改修工事監理指針平成22年版、平成22年12月31日
9章 環境配慮（グリーン）改修工事 1節 アスベスト含有建材の処理工事
- 3) 東京都環境局：アスベスト成形板対策マニュアル、平成19年3月
- 4) 財団法人日本建築センター：改訂 既存建築物の吹付けアスベスト粉じん飛散防止処理技術指針・同解説2006、平成18年9月15日
- 5) 日本規格協会：JISハンドブック2012 30 塗料、平成24年1月23日
- 6) 一般社団法人日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説18 塗装工事 第8版、p.319、2013年3月5日
- 7) 国土交通省発行：目で見えるアスベスト建材、平成18年11月修正版、平成18年11月
- 8) 経済産業省・国土交通省：石綿（アスベスト）含有建材データベース、平成19年3月修正版
- 9) 建設業労働災害防止協会：建築物の解体等工事における石綿粉じんへのばく露防止マニュアル改訂2版、平成20年3月26日

付属資料2 繊維強化セメント板・住宅屋根用化粧スレート JIS 名称等の変遷

表1および表2に、本指針（案）に関連するアスベスト含有成形板の JIS 名称等の変遷を示す。

表1 関連する規格名称および変遷

規格番号	規格名称	制定/改定年	主な変遷内容
JIS A 5403	石綿スレート	1950/02/13	(制定) 小波板、大波板、小平板、大平板
		1954/12/18	(改定) フレキシブル板を追加
	波形石綿スレート	1957/12/18	(改定) 名称変更 小波板、5.5 山大波板、7.5 山大波板、リブ波板
		1964/06/01	(改定) 小波板、大波板、リブ波板
	石綿スレート	1970/05/01	(改定) 名称変更、A5410 を統合 波形石綿スレート（波板）：小波板、中波板、大波板、リブ波板 石綿セメント板（ボード）：フレキシブル板、平板、軟質板
		1980/03/01	(改定) 名称変更 石綿セメント板（ボード）に、軟質フレキシブル板を追加
		1989/04/01	(改定) A5421 を統合 表面化粧加工の有無による区分（普通化粧スレート、化粧石綿スレート）を追加
1995/01/01		(廃止) A5430 に統合	
JIS A 5410	石綿スレート板	1957/12/18	(制定) 平板、フレキシブル板
		1960/12/01	(改定) フレキシブル板を追加
		1970/05/01	(廃止) A5403 に統合
JIS A 5421	化粧石綿セメント板	1976/05/01	(制定) フレキシブル化粧石綿セメント板、普通化粧石綿セメント板を追加
		1989/04/01	(廃止) A5603 に統合
JIS A 5430	繊維強化セメント板	1995/01/01	(制定) A5403、A5413、A5418、A5429 を統合し、名称を以下とした。 スレート波板：小波、中波、大波 スレートボード：フレキシブル板、軟質フレキシブル板、平板、軟質板 パーライト板：0.5 パーライト板、0.8 パーライト板 けい酸カルシウム板：タイプ1 0.8 けい酸カルシウム板 1.0 けい酸カルシウム板 タイプ2 0.8 けい酸カルシウム板 1.0 けい酸カルシウム板 スラグせっこう板：0.8 スラグせっこう板 1.0 スラグせっこう板 1.4 スラグせっこう板
		2001/3/20	(改定) 石綿を含む製品は a マークを表示
		2004/10/01	(改定) 「石綿」を使用していない旨を表示

表2 住宅屋根用化粧スレートの名称変遷

規格番号	規格名称	制定年月日	変遷内容
JIS A 5423	住宅屋根ふき用石綿スレート	1976/05/01	(制定) 平行屋根スレート、波形屋根スレート
	住宅屋根用石綿化粧スレート	1983/06/01	(改定) JIS の名称変更した
	住宅屋根用化粧スレート	1995/01/01	(改定) JIS の名称変更した
		2003/06/20	(改定) 原料として用いる材料に「石綿繊維」の文言が削除された

付属資料3 表面劣化度判定方法

本指針（案）では、a. 外観目視法以外に、b. 電子顕微鏡法、c. 分散染色法の方法でアスベスト含有成形板の表面劣化度を判定する。以下に、b. 電子顕微鏡法、c. 分散染色法の実施方法を記載する。

1. 「b. 電子顕微鏡法」による判定方法

アスベスト含有成形板の表面をラスター刷毛等のブラシで清掃して堆積物を取り除いた後、セロハン粘着テープをアスベスト含有成形板に貼り付けてはがし、セロハン粘着テープに付着した物質を走査型電子顕微鏡にて観察してアスベスト繊維の状態を確認する。実施方法を以下に記載する。

1.1 アスベスト成形板表面の採取

アスベスト含有成形板の表面をラスター刷毛等、ブラシで清掃して堆積物を取り除いた後、アスベスト含有成形板にセロハン粘着テープを貼り付ける。




1.2 採取した標本の保存

アスベスト成形板表面に貼り付けたセロハン粘着テープをはがして、スライドガラスに貼り付けることにより、採取した標本を保存し、持ち運べるようにする。

1.3 観察用試験片の作成

走査型電子顕微鏡（SEM）試料台に、採取した標本を貼り付けるため、導電性カーボン両面テープを接着し、その上に、採取した標本を1cm角に切り取り、粘着層を上にして貼り付ける。

表1 観察用試験片の作成

 <p>セロハン粘着テープを貼り付けた状態</p>	 <p>スライドガラスに貼り付けた状態</p>	 <p>SEM 試料台に貼り付けた状態</p>
<p>アスベスト成形板表面の採取</p>	<p>採取した標本の保存</p>	<p>観察用試験片の作製</p>

1.4 表面劣化度の判定

走査型電子顕微鏡による観察のための前処理を行った後、走査型電子顕微鏡（SEM）にて観察を行ない、表面劣化度を区分けする。分析に使用する走査型電子顕微鏡の例を写真1に示す。



写真1 走査型電子顕微鏡 S-3400N HITACHI 製

各々、10箇所程度の視野で観察を行い、表面劣化度Ⅱ～Ⅳの区分は以下の状況によるものとする。

表面劣化度Ⅱ：アスベスト繊維が認められない

表面劣化度Ⅲ：一部の視野（2～3箇所程度）でアスベスト繊維が認められる

表面劣化度Ⅳ：半数以上の視野でアスベスト繊維が認められる

顕微鏡による観察においてはアスベスト繊維の本数、頻度のみならず露出の程度も確認が可能であり、判断の目安となる。表面劣化度Ⅲの場合には100倍の倍率での観察下でアスベスト繊維の露出部分が顕微鏡の視野に収まる程度であること、表面劣化度Ⅳの場合には100倍の倍率での観察下でアスベスト繊維の露出部分が顕微鏡の視野に収まる程度であることが目安となる。

2. 「c. 分散染色法」による判定方法

アスベスト含有成形板の表面をラスター刷毛等、ブラシで清掃して堆積物を取り除いた後、セロハン粘着テープを成形板に貼り付けてはがし、スライドガラスに貼り付け、スライドガラスを450℃で2時間熱処理して有機分を取り除いた後、分散染色を行なってアスベスト繊維の有無を、位相差分散顕微鏡を用いて100倍に拡大して観察して撮影する。操作方法を以下に示す。

2.1 アスベスト成形板表面の採取

アスベスト含有成形板の表面をラスター刷毛等、ブラシで清掃して堆積物を取り除いた後、アスベスト含有成形板にセロハン粘着テープを貼り付ける。




2.2 採取した標本の保存

アスベスト成形板表面に貼付けたセロハン粘着テープをはがしてスライドガラスに貼り付けることにより、採取した標本を保存し、持ち運べるようにする。

2.3 観察用試験片の作成

採取した標本を25mm角に切り取りスライドガラスに貼り付けた後、スライドガラスにカバーガラスを乗せ、ずれないようにセロハン粘着テープで固定する。

表2 観察用試験片の作成

 <p>セロハン粘着テープを貼り付けた状態</p>	 <p>スライドガラスに貼り付けた状態</p>	 <p>試料を貼り付けた状態</p>
<p>アスベスト成形板表面の採取</p>	<p>採取した標本の保存</p>	<p>観察用試験片の作製</p>

次に、作製した試験片を450°Cの電気炉に入れて2時間加熱し、有機物を取り除く。

※加熱は、低温灰化装置を用いても良い。低温灰化装置は、比較的低温において酸素プラズマ雰囲気中での可燃性の有機物、メンブレンフィルターなどを灰化する装置である。詳細は、「付属資料1 参考文献一覧」の文献¹⁾を参照のこと。

2時間後、取り出して室温まで冷却した後、試料を使用された可能性のあるアスベストに相当する浸液に浸すことにより観察用試験片とする。

浸液の屈折率は、採取したアスベスト含有成形板に含まれているアスベストの種類により選択する。

2.4 表面劣化度の判定

位相差分散顕微鏡にて観察を行ない、表面劣化度を区分けする。分析に使用する位相差分散電子顕微鏡の例を写真2に示す。



写真2 位相差分散顕微鏡 (例) Eclipse 80i (NIKON 製) 対物レンズ Ph1 D 10×/0.25

各々、10箇所程度の視野で観察を行い、表面劣化度Ⅱ～Ⅳの区分は以下の状況によるものとする。

表面劣化度Ⅱ：アスベスト繊維が認められない

表面劣化度Ⅲ：一部の視野（2～3箇所程度）でアスベスト繊維が認められる

表面劣化度Ⅳ：半数以上の視野でアスベスト繊維が認められる

顕微鏡による観察においてはアスベスト繊維の本数、頻度のみならず露出の程度も確認が可能であり、判断の目安となる。表面劣化度Ⅲの場合には100倍の倍率での観察下でアスベスト繊維の露出部分が顕微鏡の視野に収まる程度であること、表面劣化度Ⅳの場合には100倍の倍率での観察下でアスベスト繊維の露出部分が顕微鏡の視野に収まる程度であることが目安となる。

付属資料4 表面劣化度判定結果

1. はじめに

本指針（案）「2.2 2次調査・診断」に記載した a. 外観目視法および「付属資料 3 表面劣化度判定方法」によりアスベスト含有成形板の表面劣化度の判定を行った結果を記載する。

実施時期：2007年、2011年

実施場所：独立行政法人建築研究所

判定方法：a. 外観目視法、b. 電子顕微鏡法、c. 分散染色法

2. 対象としたアスベスト含有成形板

表1および表2に判定を行ったアスベスト含有成形板の一覧を記載する。

表1 対象としたアスベスト含有成形板（1回目 2007年度）

No.	成形板の種類	採取地・採取部位	アスベスト含有率(wt%)		経過年数
			研究時分析	再分析結果 ^{注)}	
A1	スレート小波板	古河市・外壁	クリソタイル 10	クリソタイル 7.1	約 25 年
A2	スレート波板	京都市・外壁	クリソタイル 13	クリソタイル 8.8	約 40 年
A3	スレート大波板	古河市・屋根	クリソタイル 11	クリソタイル 9.8	約 25 年
A4	スレート小波板	つくば市・屋根	クリソタイル 11 アモサイト 1.8	クリソタイル 7.1 クロソドライブ 2.2	30 年以上
A5	リブ波スレート板（塗装品）	つくば市・屋根	クリソタイル 10		30 年以上
A6	フレキシブル板	つくば市・試験体	クリソタイル 15		不明
A7	フレキシブル板	つくば市・試験体	クリソタイル 8		不明
A8	スレート板すみ当て（塗装品）	つくば市・外壁	クリソタイル 10		30 年以上
A9	スレート板すみ当て（塗装品）	つくば市・外壁	クリソタイル 12 アモサイト 0.2		30 年以上
A10	住宅屋根用化粧スレート	つくば市・屋根	クリソタイル 18	クリソタイル 8.1	不明
A11	住宅屋根用化粧スレート	つくば市・屋根	クリソタイル 18	クリソタイル 8.1	不明
A12	住宅屋根用化粧スレート	つくば市・屋根	クリソタイル 18	クリソタイル 8.1	30 年以上

注) 本研究を行った段階では、日本作業環境測定協会の行っている石綿クロスチェック事業は開始されていなかった。石綿クロスチェック事業が始まった後、一部の成形板に対して、再度、Aランク認定者に分析を依頼した結果である。

表2 対象としたアスベスト含有成形板（2回目 2011年度）

No.	成形板の種類	採取地・採取部位	アスベスト含有率(wt%) ^{注)}	経過年数
B1	スレート小波板	京都府京都市・外壁	クリソイル 8.8	約40年
B2	スレート小波板	茨城県つくば市・屋根	クリソイル 7.1、クロソライト 2.2	30年以上
B3	スレート小波板	東京都江東区・屋根	クリソイル 7.4	約20年
B4	スレート小波板	埼玉県さいたま市・屋根	クリソイル 7.4	約35年
B5	スレート小波板	埼玉県さいたま市・外壁	クリソイル 8.3	約35年
B6	スレート小波板	埼玉県さいたま市・外壁	クリソイル 11	約35年
B7	スレート大波板	福岡県福岡市・屋根	クリソイル 5.2、クロソライト 0.59	約25年
B8	スレート大波板	埼玉県八潮市・屋根	クリソイル 5.8	約30年
B9	フレキシブル板	京都府京都市・外壁	クリソイル 7.1	約40年
B10	フレキシブル板	京都府京都市・外壁	クリソイル 7.1	約40年
B11	住宅屋根用化粧スレート	茨城県つくば市・屋根	クリソイル 8.1	30年以上
B12-1	住宅屋根用化粧スレート	茨城県つくば市・屋根	クリソイル 8.1	30年以上
B12-2	住宅屋根用化粧スレート	茨城県つくば市・屋根	クリソイル 8.1	30年以上
B13	住宅屋根用化粧スレート	東京都杉並区・屋根	クリソイル 7.8	約30年再塗装15年
B14	住宅屋根用化粧スレート	神奈川県横浜市・屋根	クリソイル 5.7	約20年
B15-1	住宅屋根用化粧スレート	不明・屋根	クリソイル 12	不明
B15-2	住宅屋根用化粧スレート	不明・屋根	クリソイル 12	不明
B16-1	住宅屋根用化粧スレート	神奈川県藤沢市・屋根	クリソイル 6.6	約30年
B16-2	住宅屋根用化粧スレート	神奈川県藤沢市・屋根	クリソイル 6.6	約30年
B17	住宅屋根用化粧スレート	神奈川県秦野市・屋根	クリソイル 3.9	約35年（塗装歴有）

注) アスベスト含有率は JIS A 1481:2006（建材製品中のアスベスト含有率測定方法）に準拠して定量分析を行なった。なお、分析は、日本作業環境測定協会が実施した石綿クロスチェック事業のAランク認定者が実施した。

3. 表面劣化度の判定結果

本指針（案）の表面劣化度に則って判定を行った結果を表3および表4に示す。

表3 判定結果（無塗装板）

試験体 番号	各診断方法における判定結果		
	a. 外観目視法	b. 電子顕微鏡法	c. 分散染色法
A1	II	II	II
A2	II	II	II
A3	III	III	III
A4	IV	IV	IV
A6	II	II	II
A7	II	II	II
A8	II	II	II
B1	II	II	II
B2	IV	IV	IV
B3	IV	IV	IV
B4	IV	IV	IV
B5	IV	IV	IV
B6	II	IV	III
B7	III	IV	III
B8	IV	IV	IV
B9	II	IV	II
B10	III	III	III

表4 判定結果（塗装板）

試験体 番号	各診断方法における判定結果		
	a. 外観目視法	b. 電子顕微鏡法	c. 分散染色法
A5	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ
A9	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
A10	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
A11	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
A12	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ
B11	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
B12-1	Ⅳ	Ⅳ	Ⅰ
B12-2	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ
B13	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
B14	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
B15-1	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ
B15-2	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
B16-1	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
B16-2	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
B17	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ

劣化部位によっては、各観察方法で判定が異なる場合がある。特に表面劣化度ⅢからⅣにかけての判定が分かれる場合がある。その場合は、a. 外観目視法の判定結果を優先する。

4. 観察結果

各診断方法で判定を行ったアスベスト含有成形板の表面観察写真を表5～表8に示す。

表5 観察結果 (1/4)


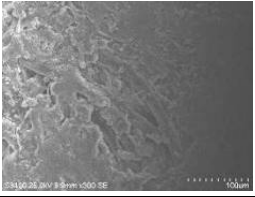
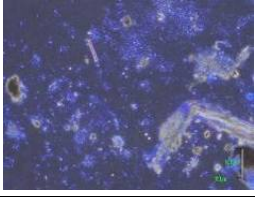
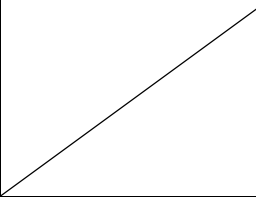
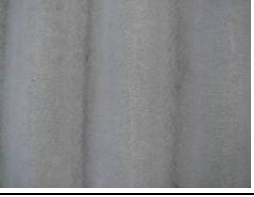
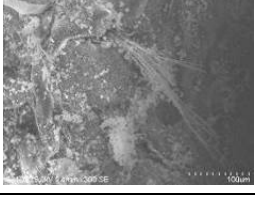
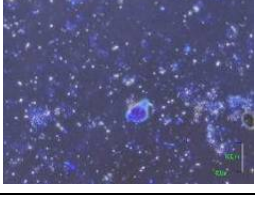
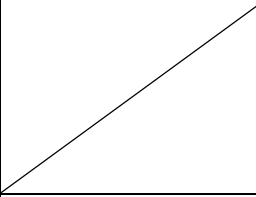

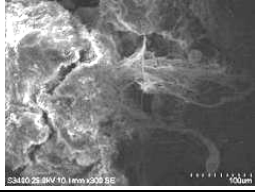
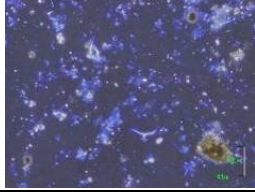
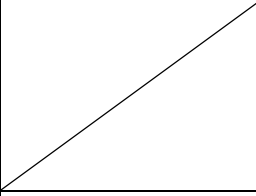

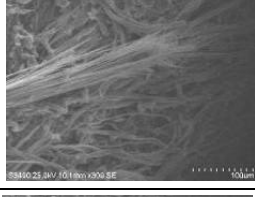
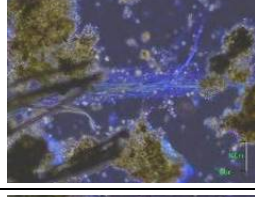
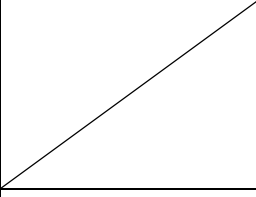

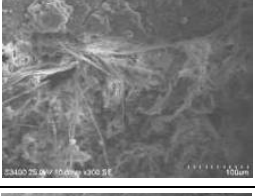
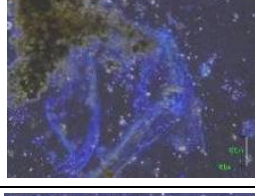
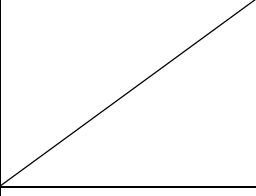
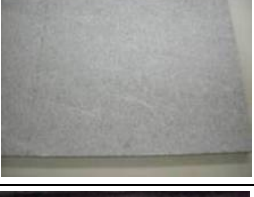
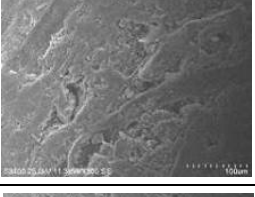
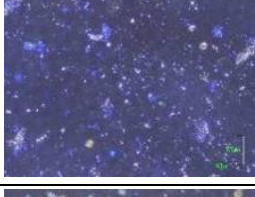
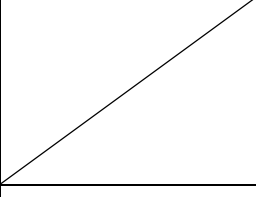


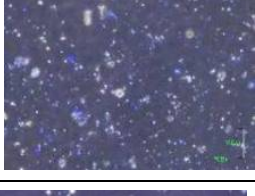
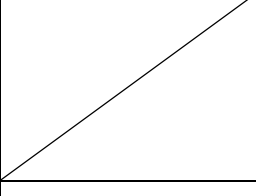

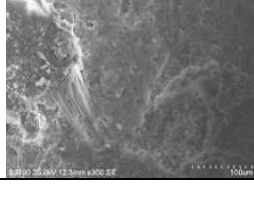
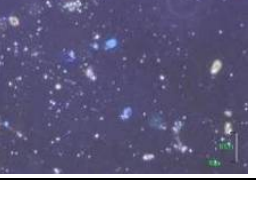
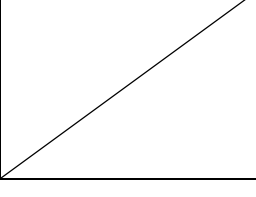
No.	a. 外観目視法	b. 電子顕微鏡法	c. 分散染色法	
			浸液屈折率 1.550	浸液屈折率 1.680
A1				
A2				
A3				
A4				
A5				
A6				
A7				
A8				

表6 観察結果 (2/4)


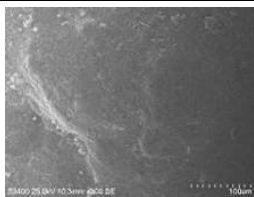
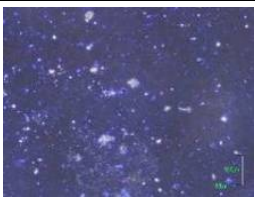
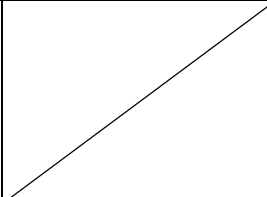


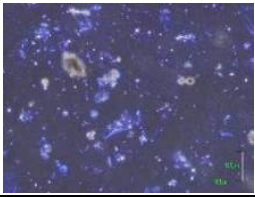
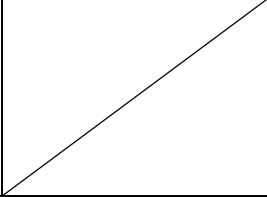


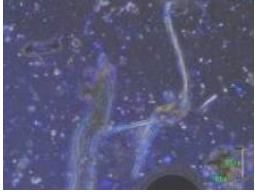
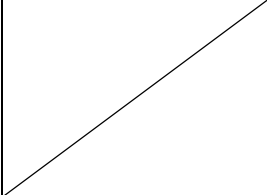

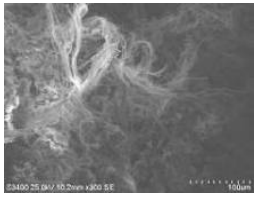
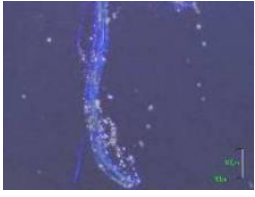
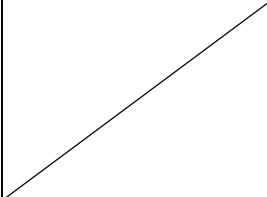



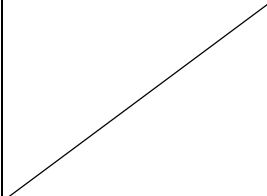
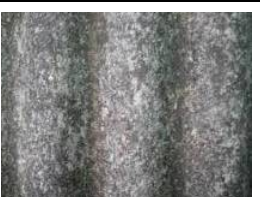

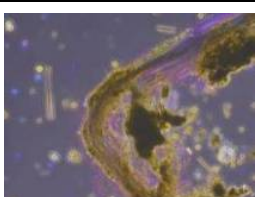


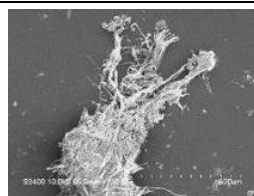
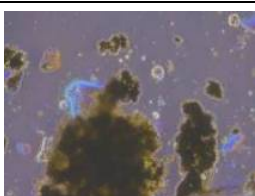
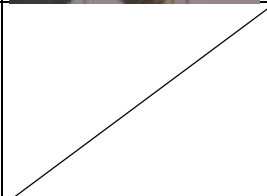

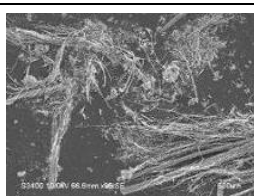
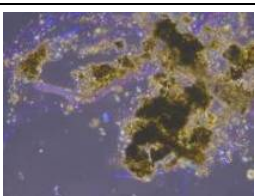
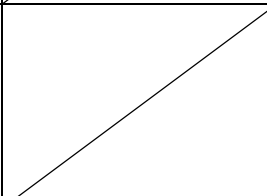
No.	a. 外観目視法	b. 電子顕微鏡法	c. 分散染色法	
			浸液屈折率 1.550	浸液屈折率 1.680
A9				
A10				
A11				
A12				
B1				
B2				
B3				
B4				

表7 観察結果 (3/4)


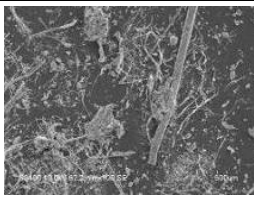
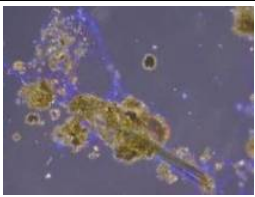
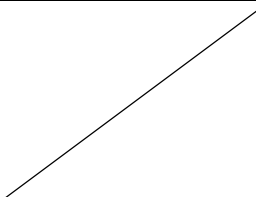

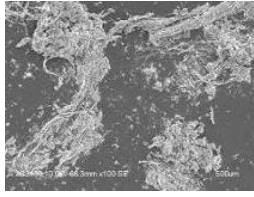
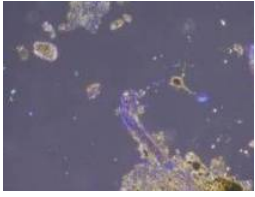
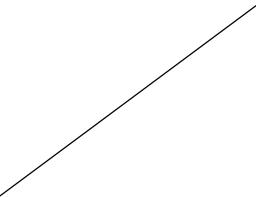


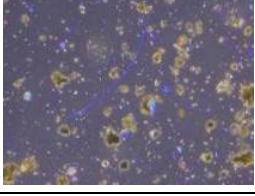


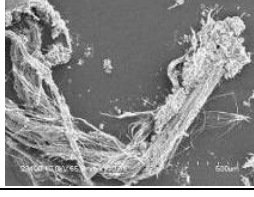
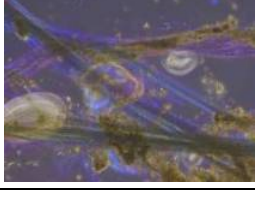
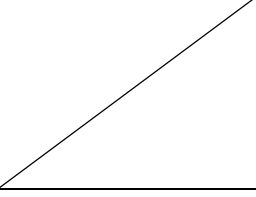

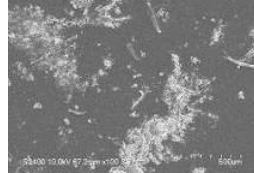

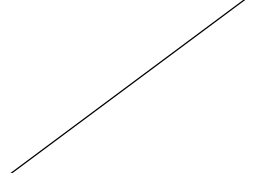

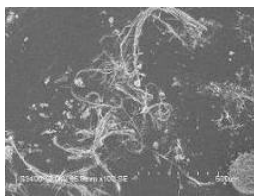
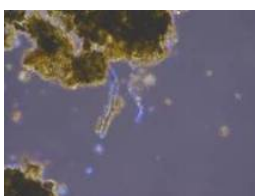
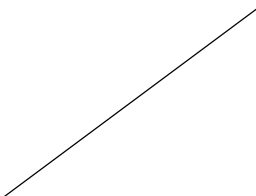

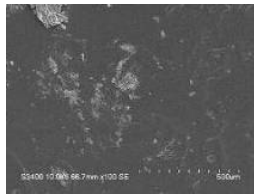
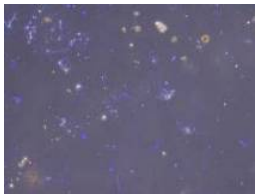
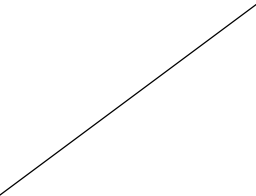


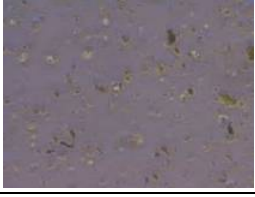
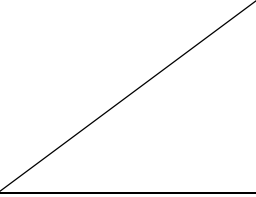

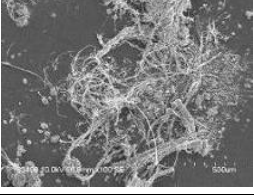


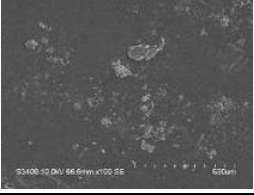



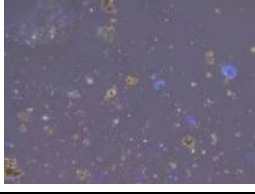

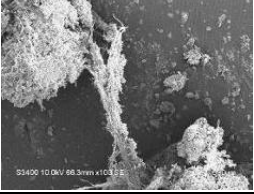
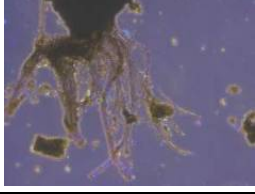

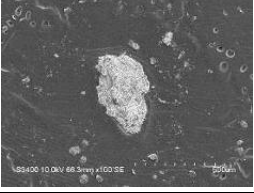


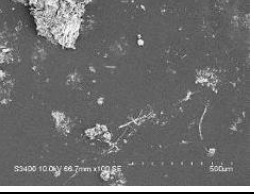
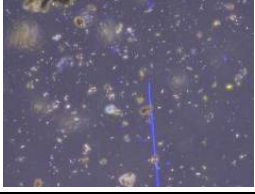
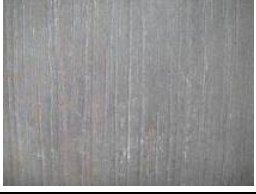

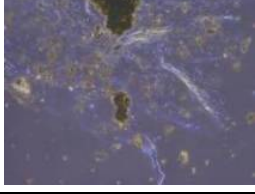
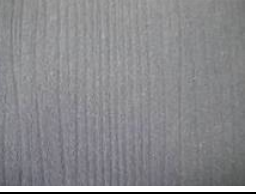
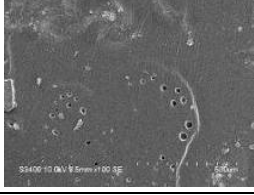

No.	a. 外観目視法	b. 電子顕微鏡法	c. 分散染色法	
			浸液屈折率 1.550	浸液屈折率 1.680
B5				
B6				
B7				
B8				
B9				
B10				
B11				
B12-1				

表8 観察結果 (4/4)

No.	a. 外観目視法	b. 電子顕微鏡法	c. 分散染色法	
			浸液屈折率 1.550	浸液屈折率 1.680
B12-2				
B13				
B14				
B15-1				
B15-2				
B16-1				
B16-2				
B17				

付属資料5 塗装仕様 耐久性評価方法案

表面劣化度Ⅲのスレート波板および住宅屋根用化粧スレートに対する塗装仕様の耐久性評価方法案を記載する。

1. 適用範囲

この評価方法は、表面劣化度Ⅲのスレート波板・住宅屋根用化粧スレートの耐久性の塗装仕様の目安を図るための試験方法として規定する。

2. 試験片の作製

2.1 試験板

けい酸カルシウム板（JIS A 5430 タイプ2 密度0.8）150×70×5mmのもの。

N数を4個として、1個を見本、3個を試験体とする。

2.2 試験片の作製方法

塗料を試験板の片面に JIS K 5600-1-1 によって、塗料の製造業者の定める使用方法で塗装した後、乾燥したものを試験片とする。試験片の周囲および裏面は、同一の塗料で塗るか、または試験条件の低温・高温浸漬に影響を受けない他の塗料（例えば2液エポキシ系の塗料）を塗る。

3. 試験方法

温冷繰返し法とする。

3.1 養生期間

23°C±2°Cの恒温室で、14日間養生する

3.2 温冷繰返し条件

温冷繰返しの1サイクルは、湿潤（23°C±2°C 16時間）→低温（-20°C±2°C 4時間）

→高温（80°C±3°C 4時間）とする（表1）

表1 1サイクル条件

	サイクル試験条件および試験順序		
条件	1) 湿潤 23±2°C、16時間	2) 低温 -20±2°C、4時間	3) 高温 80±3°C、4時間

3.3 サイクル回数

10サイクルとする。

4. 評価

4.1 評価方法

①試験片表面に割れ・はがれ・膨れ等、異常のないこと

②付着性試験（Xカット試験）にて評価点数「6」以上であること

4.2 付着性試験（Xカット試験）の方法

カッターにて切り込み角度 30° で 5cm 以上の長さで切り込みを入れた後、セロハン粘着テープ（JIS Z 1522 準拠品）を貼り付けて引きはがす（図1）。

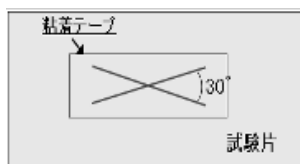


図1 カッターによる切り込みの入れ方

切り込みの入れ方 中塗材が無い場合：基材（けい酸カルシウム板）まで切り込みを入れる
 中塗材が有る場合：中塗材まで切り込みを入れて評価を行なう。

表2 評価点数

評価点数	Xカット部の状態	現象
10	はがれが全くない。	
8	交点にはがれがなく、Xカット部にわずかにはがれがある。	
6	Xカット部の交点からいずれかの方向に、1.5mm以内のはがれがある。	
4	Xカット部の交点からいずれかの方向に、3.0mm以内のはがれがある。	
2	テープをはったXカット部の大部分にはがれがある。	
0	Xカット部よりも大きくはがれる。	

付属資料6 下地調整時における粉じん飛散量の測定結果

1. はじめに

本指針（案）の「3.1 下地調整方法の選定」では、アスベストが飛散しにくい下地調整方法を選定している。以下に示す実験により、アスベスト含有成形板に対して様々な下地調整を行った際に飛散した繊維状粒子濃度を測定し、本指針（案）の下地調整方法を選定した。

1.1 実験概要

本研究では、以下の3回の実験により、アスベスト繊維飛散性の検証を行った。

実験① 鉄骨造倉庫の屋根材に対して下地調整を行った際の繊維飛散量測定

実験② 鉄骨造倉庫の屋根材・外壁材に対して下地調整を行った際の繊維飛散量測定

実験③ 暴露されている屋根材に対して下地調整を行った際の繊維飛散量測定

各実験の概要を表1に示す。

表1 実験概要

実験名	対象成形板・部位	下地調整の方法	実験実施期間	実験場所
実験①	スレート大波板（屋根）	・集塵機付きブラシ	2007年9月	茨城県古河市
実験②	スレート大波板（屋根） スレート小波板（壁）	・高圧水洗 ・シュロ箒	2010年1月～2月	茨城県古河市
実験③	スレート小波板（屋根） 住宅屋根用化粧スレート（屋根）	・シュロ箒	2010年10月～11月	茨城県つくば市

1.2 測定条件

本実験では、各下地調整における繊維数濃度の測定を行うことによりアスベストの飛散性の評価を行った。アスベスト繊維濃度の測定は JIS K 3850-1:2006(空气中の繊維状粒子測定方法—第一部：光学顕微鏡法および走査電子顕微鏡法)により分析した。

分析対象は、以下の3種類とした。

- 総繊維数濃度：位相差顕微鏡による計数（有機質繊維・無機質繊維・アスベスト繊維が対象）。
- 無機質繊維数濃度：低温灰化処理後、位相差顕微鏡による計数（無機質繊維・アスベスト繊維が対象）。
- アスベスト繊維数濃度（クリソタイル繊維数濃度・クロシドライト繊維数濃度）：分散染色法による計数（アスベスト繊維が対象）。

実験①では、アスベスト繊維数濃度のみを分析した。

実験②、実験③では、総繊維数濃度、無機質繊維数濃度、アスベスト繊維数濃度を分析した。ただし、総繊維数濃度が定量下限の場合、無機質繊維数濃度およびアスベスト繊維数濃度の分析は行わなかった。また、無機質繊維数濃度が定量下限の場合、アスベスト繊維数濃度の分析は行わなかった。

実験②では、高圧水洗による下地調整を行った際の洗浄廃水を回収し、アスベストの有無を調べた。

実験③では、アスベスト繊維が束状で飛散していて JIS K 3850-1 の繊維状粒子の判断基準では検出されていない可能性を確認するため、フィルタに超音波を掛けて繊維の束を解してから分析をする方法も併せて検討

した。

超音波をかけたフィルタの作り方を以下に示す。

1. フィルタを1/4切取り、無じん水中に入れる。
2. 超音波により分散させ、無じん水で定容する。
3. 十分な分散の後に適量について新たなフィルタにてろ過し分析用フィルタとする。
4. JIS K 3850-1:2006（空气中の繊維状粒子測定方法—第1部：光学顕微鏡法及び走査電子顕微鏡法）の方法に準拠して分析を行う。

1.3 検討基材

検討対象としたアスベスト含有成形板の表面劣化度は、本指針（案）の「2.3 2次調査・診断」に従って判定した。

アスベスト含有成形板のアスベスト含有量は JIS A 1481:2006（建材製品中のアスベスト含有率測定方法）に準拠して求めた。

2. 実験① 鉄骨造倉庫の屋根材に対して、下地調整を行った際の繊維飛散量測定

2.1 実験方法

茨城県古河市にある築21年の鉄骨造倉庫の屋根を対象とした。



写真1 実験場所外観



写真2 実験場所

2.2 検討した下地調整の種類

本実験では、集塵機付きブラシによる下地調整を行った際の繊維飛散性を確認した。下地調整の概要を表2に示す。

表2 実験を行った下地調整の種類

下地調整方法	備考
集塵機付きブラシ	HEPA フィルタ（JIS Z 8122 準拠品）付き真空掃除機の吸引口に下図に示すケレン用のブラシ（ポリエステル製）を付け、清掃しながら粉じんを吸引できるようにした。作業は清掃者と真空掃除機を持つ者の2名で実施した。  ブラシ  下地調整実施状況

2.3 検討基材

対象としたアスベスト含有成形板の種類を表3に示す。

表3 対象としたアスベスト含有成形板

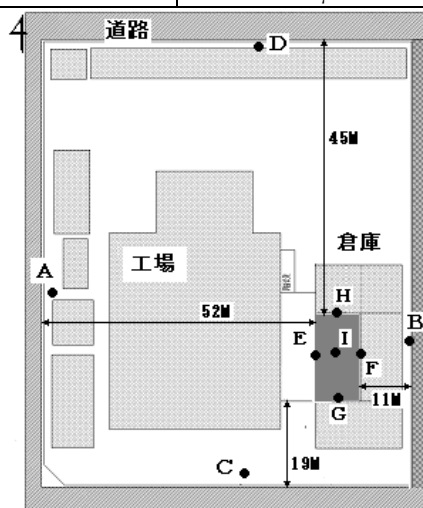
部位	種類	アスベスト含有量 (wt%)	表面劣化度	経過年数
屋根	スレート大波板	クリソタイル9.8	III	21年

2.4 測定条件

測定条件を表4に示す。a. 周辺環境は、工場の敷地境界線とし、b. 作業場所は、下地調整を行った場所の周辺とした。c. 個人暴露濃度の測定は、下地調整を実施している作業者の呼吸域にサンプラーを取り付けて測定した。

表4 測定条件

	a. 周辺環境	b. 作業場所	c. 個人暴露
測定位置	敷地境界の東西南北4箇所	作業場の東西南北4箇所	作業者の呼吸域
下図での位置	A(西)、B(東)、 C(南)、D(北)	E(西)、F(東)、 G(南)、H(北)	I(作業者位置)
吸引流量	10L/min	10L/min	1~2.5L/min
吸引時間	240min	120min	15~30min
フィルター径	φ47mm	φ25mm	φ25mm



- アスベスト繊維捕集位置
- 施工区域

2.5 測定結果

測定結果を表5に示す。

表5 測定結果（単位：f/L）

工程	測定場所	方位	アスベスト 繊維数濃度	定量下限
施工前	a. 周辺環境	東	<0.3	0.3
		西	<0.3	
		南	<0.3	
		北	<0.3	
	b. 作業場所	東	<0.5	0.5
		西	<0.5	
		南	<0.5	
		北	<0.5	
集塵機付きブラシによる下地調整実施中	a. 周辺環境	東	<0.3	0.3
		西	<0.3	
		南	<0.3	
		北	<0.3	
	b. 作業場所	東	<0.5	0.5
		西	<0.5	
		南	<0.5	
		北	<0.5	
	c. 個人暴露	1	<10	10

・集塵機付きブラシによる下地調整実施中、周辺環境でのアスベスト繊維数濃度は大気汚染防止法で規定される 10 f/L を大きく下回った。更に、作業場所および作業者の個人暴露濃度についても労働安全衛生法および屋外作業場ガイドラインに定められている基準値である 150 f/L を下回った。

2.6 まとめ

- ・表面劣化度Ⅲのスレート大波板に対して集塵機付きブラシで下地調整を行った場合は、繊維状粒子の飛散が無かったため、実施可能と考える。
- ・実験結果を元に「付属資料8 関連論文一覧」の論文³⁾を作成した。

3. 実験② 鉄骨造倉庫の屋根材・外壁材に対して下地調整を行った際の繊維飛散量測定

3.1 実験方法

茨城県古河市にある築 23 年の鉄骨造倉庫の屋根・外壁面を対象として下地調整を行った際のアスベスト繊維飛散性を確認した（図1）。

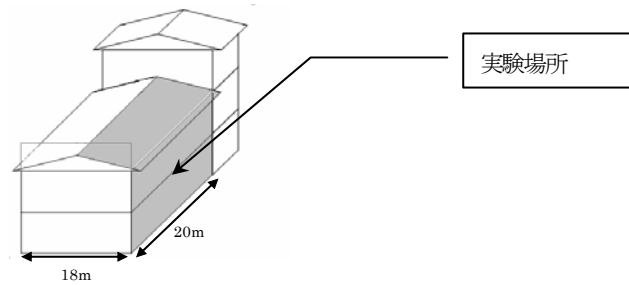


図1 対象とした倉庫（網掛け部分の屋根と外壁の一部を下地調整した）



写真3 実験場所外観



写真4 実験場所（屋根面）



写真5 実験場所（外壁面）

3.2 検討した下地調整の種類

本実験では、高圧水洗およびシュロ箒による下地調整を行った際の繊維飛散性を確認した。下地調整の概要を表6に示す。

表6 実験を行った下地調整の種類

下地調整方法	備考
高圧水洗（水圧10MPa）	対象部位は外壁および屋根とした。スレート大波板とノズルの距離は30cm程度とした。 高圧水洗機：精和産業株式会社製 ジェットクリーン 形式 JC-200GL 最大出力11PS 圧力200kgf/c m ² 給水量 16L/min 吐出圧力：10MPa
シュロ箒	対象部位は屋根のみとした。一回にケレンする幅は30cm程度とした。 棕櫚箒・長柄（鬼毛十一玉）白木屋製

3.3 検討基材

対象としたアスベスト含有成形板の種類を表7に示す。

表7 対象としたアスベスト含有成形板

部位	種類	アスベスト含有量(wt%)	表面劣化度	経過年数
外壁	スレート小波板	クリソタイル7.1	Ⅱ	23年
屋根	スレート大波板	クリソタイル9.8	Ⅲ	23年

3.4 測定条件

測定条件、測定場所を表8に示す。作業場所で3~4箇所〔東、（西）、南、北〕、周辺環境で4箇所（東、西、南、北）および個人暴露（n=2）の測定を行った。

表8 測定条件

	外壁 (高圧水洗)			屋根 (高圧水洗)			屋根 (シュロ箆)		
	周辺環境	作業場所	個人暴露	周辺環境	作業場所	個人暴露	周辺環境	作業場所	個人暴露
吸引流量	10L/min	5L/min	1L/min	10L/min	5L/min	1L/min	10L/min	5L/min	1L/min
吸引時間	30min	30min	10min	88min	74min	10min	62min	50min	10min
フィルター径	φ47mm	φ23mm	φ23mm	φ47mm	φ23mm	φ23mm	φ47mm	φ23mm	φ23mm

サンプラー設置場所
青：周辺環境、赤：作業場所

実験実施前・実験実施後	外壁 (高圧水洗)	屋根 (高圧水洗)	屋根 (シュロ箆)

なお、下地調整時は倉庫の東面を養生シートで屋根の高さまで囲んだ。南北面には壁があり、西面は養生シートで囲わなかった。本研究では養生シート、南北面の壁の内側を作業場所、養生シートの外側や倉庫から離れた敷地内の空間を周辺環境と呼称している。

3.5 測定結果

測定結果を表9、表10に示す。また、高圧水洗を行った際の洗浄廃水中にアスベストが含まれるか確認を行った。結果を表11に示す。

表9 測定結果 (単位：f/L)

部位	下地調整	測定場所	方位	総繊維数濃度	無機質繊維数濃度	アスベスト繊維数濃度	定量下限
外壁	高圧水洗	作業場所	東	2.1	6.4	<1.9	1.9
			南	5.7	12	<1.9	1.9
			北	34	45	<1.9	1.9
		周辺環境	東	6.3	<2.4	<2.4	2.4
			西	<2.4			2.4
			南	<2.4			2.4
			北	3.6	9.9	<2.4	2.4
		個人暴露	1	42	390	<28	28
			2	42	130	<28	28

表 10 測定結果 (単位: f/L)

部位	下地調整	測定場所	方位	総繊維数濃度	無機質繊維数濃度	アスベスト繊維数濃度	定量下限
屋根	高圧水洗	作業場所	東	3.4	3.7	<0.8	0.8
			西	3.0	6.1	<0.9	0.9
			南	8.0	8.9	<0.8	0.8
			北	2.7	3.9	<0.9	0.9
		周辺環境	東	1.9	<0.9	<0.9	0.9
			西	<0.9			0.9
			南	<0.9			0.9
			北	1.4	<0.8	<0.8	0.8
	個人暴露	1	32	<28	<28	28	
		2	<28	<28	<28	28	
	シュロ箒	作業場所	東	8.5	2.2	<1.2	1.2
			西	9.2	8.0	<1.2	1.2
			南	6.4	6.8	<1.2	1.2
			北	2.1	8.4	<1.2	1.2
		周辺環境	東	<1.2	<1.2	<1.2	1.2
			西	<1.1	<1.1	<1.1	1.1
南			<1.2	<1.2	<1.2	1.2	
北			<1.3	<1.3	<1.3	1.3	
個人暴露	1	53	32	<28	28		
	2	<28	<28	<28	28		

表 11 洗浄廃水中でのアスベスト繊維の有無

下地調整種類	アスベストの有無
壁の高圧水洗の洗浄廃水	クリソイルが検出された
屋根の高圧水洗の洗浄廃水	クリソイルが検出された

表 9 および表 10 の結果より、無機質繊維数濃度が総繊維数濃度よりも高くなっているケースが認められた。繊維状粒子の計数は、社団法人日本作業環境測定協会が実施している石綿計数分析に関するクロスチェック事業の A ランク認定分析技術者が実施したが、繊維状粒子以外の粉じん等の重なりや影響が大きく、計数が困難であったことが理由として挙げられる。

劣化度の低い表面劣化度Ⅱおよび部分的にアスベスト繊維の露出が認められる表面劣化度Ⅲのスレート波板に対して高圧水洗 (10MPa) を実施したが、周辺環境では総繊維数濃度・無機質繊維数濃度は 10 f/L 未満であった。また、作業環境においても総繊維数濃度・無機質繊維数濃度ともに、150 f/L 未満であった。また、アスベスト繊維数濃度は、全ての下地調整方法で、定量下限であった。実験①と同様、実験②の下地調整方法でも大気汚染防止法の基準値である 10 f/L および労働安全衛生法および屋外作業場ガイドラインに定められている基準値である 150 f/L を下回った。

高圧水洗時の洗浄廃水中には表 11 に示すようにクリソイルの存在が確認されたが、洗浄廃水中のアスベスト繊維数濃度については定量出来なかった。

3.6 まとめ

・表面劣化度Ⅲのスレート波板に対して「シュロ箒」による下地調整を行った場合、および表面劣化度Ⅱ・表面劣化度Ⅲのスレート波板に対して「高圧水洗（10MPa）」を行った場合には、周辺環境では総繊維数濃度・無機質繊維数濃度は 10 f/L 未満であった。また、作業環境においても総繊維数濃度・無機質繊維数濃度ともに、150 f/L 未満であった。アスベスト繊維数濃度は、全ての下地調整方法で、定量下限であった。

高圧水洗・シュロ箒ともに、下地調整が実施可能と考える。しかし、洗浄廃水にアスベストが含まれるため、廃水の回収処理は必要である。

・実験結果を基に「付属資料 8 関連論文一覧」の論文⁷⁾を作成した。

4. 実験③ 暴露されている屋根材に対して下地調整を行った際の繊維飛散量測定

4.1 実験方法

実験は、独立行政法人建築研究所のばくろ場（茨城県つくば市）に長期暴露されているスレート小波板および住宅屋根用化粧スレートに対して下地調整を行なった際のアスベスト繊維数濃度を測定することにより行った。

これらの試験体に対して単管およびビニールシートで暴露板を覆った実験室を作成し、実験室内の環境濃度を測定することにより行った。作成した実験室の図を図 2 および図 3 に示す。なお、アスベスト繊維が暴露場の大気環境に飛散しないよう、集じん・排気装置を設置して実験室内部を負圧に保った（実験室内換気回数 17 回/h）。

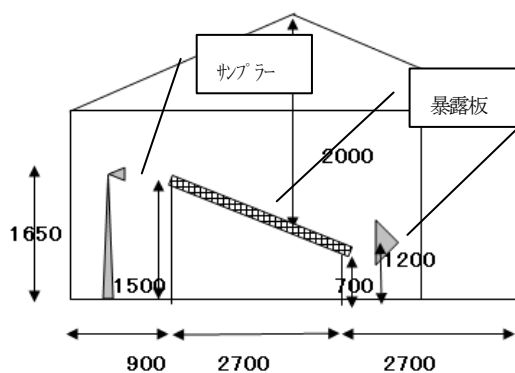


図2 実験室図（スレート小波板）

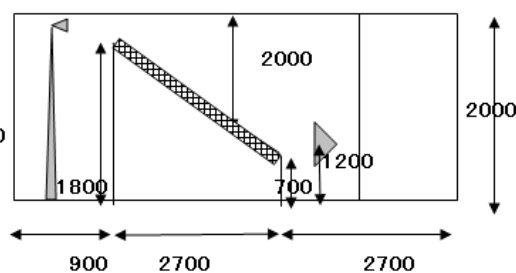


図3 実験室図（住宅屋根用化粧スレート）

4.2 検討した下地調整の種類

本実験では、シュロ箒による下地調整を行った際の繊維飛散性を確認した。下地調整の種類を表 12 に示す。

表 12 実験を行った下地調整の種類

下地調整方法	備考
シュロ箒による下地調整	一回にケレンする幅は 30cm 程度とした。 棕櫚箒・長柄（鬼毛十一玉）白木屋製

4.3 検討基材

対象としたアスベスト含有成形板の種類を表 13 に示す。

表 13 対象としたアスベスト含有成形板

部位	種類	アスベスト含有量(wt%)	表面劣化度	経過年数
屋根	スレート小波板	クリソタイル7.1、クロシドライト2.2	IV	30年以上
屋根	住宅屋根用化粧スレート	クリソタイル8.1	IV	30年以上

使用した暴露板は、30年以上の長期に渡り暴露されていたため表面劣化が著しく、スレート小波板はアスベスト繊維が表面に露出している状態、住宅屋根用化粧スレートは、表面の塗膜がほとんど残っていない状態であった（写真6、写真7）。



写真6 スレート小波板



写真7 住宅屋根用化粧スレート

4.4 測定条件

測定条件を表 14 に示す5種類とした。

表 14 測定条件

基材	実験内容	備考	下地調整実施時間	フィルター径 (μm)	吸気流量 (L/min)	吸気時間 (min)
スレート小波板	1. 無風状態での実験室内環境濃度	ブランク	/	47	10	240
	2. 扇風機で試験体に風を当てた際の実験室内環境濃度		/	47	10	240
	3. 下地調整を開始後から下地調整終了までの環境濃度	No. 3～No. 5 は同時に開始した。	15分	47	10	15
	4. 下地調整を開始してから、2時間経過するまでの環境濃度	No. 2 と同様に扇風機で風を当てながら行った。		47	10	120
	5. 下地調整を開始してから下地調整終了までの個人暴露濃度			25	1	10
住宅屋根用化粧スレート	1. 無風状態での実験室内環境濃度	ブランク	/	47	10	240
	2. 扇風機で試験体に風を当てた際の実験室内環境濃度		/	47	10	240
	3. 下地調整を開始後から下地調整終了までの環境濃度	No. 3～No. 5 は同時に開始した。	10分	47	10	10
	4. 下地調整を開始してから、2時間経過するまでの環境濃度	No. 2 と同様に扇風機で風を当てながら行った。		47	10	120
	5. 下地調整を開始してから下地調整終了までの個人暴露濃度			25	1	10

最初に実験室内の環境濃度を測定した (No. 1)。

次に、暴露板に扇風機で風を当てた際の実験室内の環境濃度を測定した (No. 2)。

最後に、暴露板をシュロ箒で下地調整した際の実験室内の環境濃度を測定した。なお、シュロ箒で下地調整を行なっている際の測定は、シュロ箒による下地調整を行っている最中の環境濃度 (No. 3)、シュロ箒による下地調整を開始してから 2 時間経過するまでの環境濃度 (No. 4)、シュロ箒により下地調整を行っている際の個人暴露濃度 (No. 5) の 3 種類を測定した。

暴露板表面における風速は風速計 ISA-69 (柴田科学製) を用いて測定した。測定結果を図 4 および図 5 に示す。

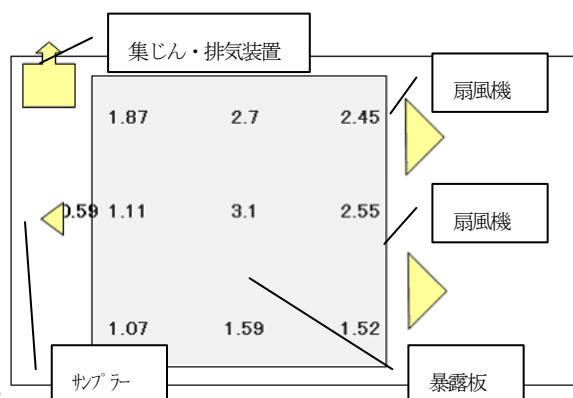


図 4 風速 (スレート小波板) 単位 (m/s)

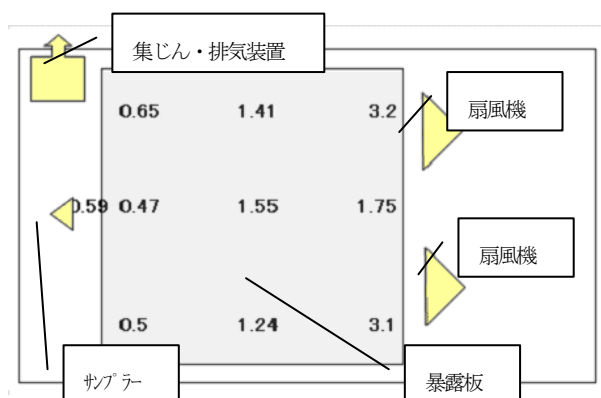


図 5 風速 (住宅屋根用化粧スレート) 単位 (m/s)

4.5 測定結果

測定結果を表 15 に示す。また、超音波測定後の分析結果を表 16 に示す。

表 15 測定結果① (JIS 法による分析) (単位 f / L)

基材	実験内容	総繊維数濃度	無機質繊維数濃度	クリソイル繊維数濃度	クロドライブ繊維数濃度	定量下限
スレート小波板	1. 無風状態	0.3	<0.3			0.3
	2. 扇風機で風を当てる	<0.3				0.3
	3. シュロ箒で下地調整を実施 (実施中)	170	160	<5	<5	5
	4. シュロ箒で下地調整を実施 (2 時間)	15	15	<0.6	<0.6	0.3
住宅屋根用化粧スレート	1. 無風状態	<0.3				0.3
	2. 扇風機で風を当てる	0.3	<0.3			0.3
	3. シュロ箒で下地調整を実施 (実施中)	130	63	<8		8
	4. シュロ箒で下地調整を実施 (2 時間)	11	5.4	<0.6		0.6
	5. シュロ箒で下地調整を実施 (個人暴露)	840	190	<30		30

※スレート小波板の「5. 個人暴露」の測定結果は、フィルターが破損したため欠落した

表 16 測定結果②（超音波実施後の分析）（単位 f / L）

基材	実験内容	総繊維数 濃度	無機質繊維 数濃度	クリタイン繊維 数濃度	クロシドライト 繊維数濃度	定量下限
スレート 波板	2. 扇風機で風を当てる	5.4	<1.2			1.2
	3. シュロ箒で下地調整を実施（実施中）	1100	1000	<20	<20	20
	4. シュロ箒で下地調整を実施（2時間）	180	170	<2.4	<2.4	2.4
住宅屋根用 化粧スレート	2. 扇風機で風を当てる	18	<1.2			1.2
	3. シュロ箒で下地調整を実施（実施中）	1500	110	<32		32
	4. シュロ箒で下地調整を実施（2時間）	50	11	<2.4		2.4
	5. シュロ箒で下地調整を実施（個人暴露）	1800	290	<120		120

下地調整実施中の繊維数濃度を分析した結果、総繊維数濃度・無機質繊維数濃度は検出された。また、表 15 の結果より、超音波で繊維が解されることにより総繊維数濃度および無機質繊維数濃度が増加することも認められた。しかし、アスベスト繊維数濃度は超音波で繊維を解してから分析を行っても定量下限であった。本実験の結果より、シュロ箒による下地調整の方法では、アスベスト繊維の飛散が少ないことが分かった。

シュロ箒で下地調整を行なう際、JIS 法で分析されるアスベスト繊維の飛散は少ないと考える。

4.6 まとめ

- ・表面劣化度Ⅳのスレート波板・住宅屋根用化粧スレートに対してシュロ箒で下地調整を行なう際、アスベスト繊維の飛散は少なかった。本指針（案）にシュロ箒による下地調整は適用可能と考える。
- ・実験結果を基に「付属資料 8 関連論文一覧」の論文¹¹⁾を作成した。

付属資料7 塗装仕様の耐久性評価結果

1. はじめに

本指針（案）の「3.2 適用する塗料の種類」「3.3 塗装仕様の選定」「4.2 塗装改修」および「付属資料 5 塗装仕様の耐久性評価方法案」を作成した際の塗装仕様の耐久性評価結果を記載する。

2. 試験方法

屋外暴露試験は、鉄骨造倉庫の屋根および外壁面のスレート波板に対して塗装を行い、経年劣化を評価した。

温冷繰返し試験は、「付属資料 5 塗装仕様 耐久性評価方法案」の方法で実施した。ここで、高温の設定は、夏場の屋根温度が70℃程度まで上昇することを考慮し、より厳しい条件として設定温度を80℃とした。

試験用基盤は、アスベスト含有成形板で実施することが望ましいが、アスベストを含有しているため、手に入りづらい、扱いにくいという点があり、試験用代替基盤として、けい酸カルシウム板を選んだ。

3. 試験用基盤概要

屋外暴露試験および温冷繰返し試験に用いた試験用基盤の一覧を表1、表2に示す。

表1 試験用基盤（屋外暴露試験）

部位	種類	アスベスト含有率(wt%)	表面劣化度	下地調整の種類
屋根	スレート大波板	クリソタイル9.8	Ⅲ	高圧水洗、シュロ箒 付着物の除去のみ
外壁	スレート小波板	クリソタイル7.1	Ⅱ	高圧水洗、付着物の除去のみ

表2 試験用基盤（温冷繰返し試験）

種類	アスベスト含有率(wt%)	表面劣化度	下地調整の種類
けい酸カルシウム板（タイプ2 密度0.8）	無石綿	—	なし
フレキシブル板	無石綿	—	なし
スレート小波板	クリソタイル8.8	Ⅱ	付着物の除去 （水洗い実施）
スレート大波板	クリソタイル5.2 クロシドライト0.59	Ⅲ	付着物の除去 （水洗い実施）

屋外暴露試験に用いたスレート波板は、茨城県古河市にある築23年の鉄骨造倉庫の屋根および外壁面のスレート波板を使用した。屋根・外壁面は予め高圧水洗およびシュロ箒にて下地調整を行った。塗装は、屋根および外壁面にスレート波板が施工された状態で実施し、そのまま屋外暴露試験を行った。

温冷繰返し試験は、けい酸カルシウム板以外にも、劣化したスレート小波板・スレート大波板および無石綿のフレキシブル板を用いた。

温冷繰返し試験に使用したスレート小波板およびスレート大波板は、付着物の除去を行った後、保管中に堆積した表面のホコリを水で流した状態とした。

4. 評価方法

評価方法は、「付属資料5 塗装仕様 耐久性評価方法案」に準じて行った。

屋外暴露試験における表面状態の評価はスレート波板の谷部と山部に分けて行なった。

5. 塗装仕様

塗装仕様は 7 社 30 種類を検討し、下塗材、上塗材の種類（水系・溶剤系）および中塗材の有無で分類した。評価を行った塗装仕様を表 3 に、塗装仕様の分類を表 4 に記載する。

表 3 塗装仕様一覧

No.	下塗材		中塗材		上塗材	
	塗料種	規格名称	塗料種	規格名称	塗料種	規格名称
W-1	水系・アクリル	JIS K 5663 相当			水系・アクリルシリコン	JIS K 5600 相当
W-2	水系・アクリル	JIS K 5663 相当			水系・アクリルシリコン	JIS K 5600 相当
W-3	水系・アクリル	JIS K 5663 相当			水系・アクリルシリコン	JIS K 5600 相当
W-4	水系・一液ポキ	JIS K 5663 相当			水系・アクリルシリコン	JIS K 5600 相当
W-5	水系・アクリル	JASS18 M-204 相当			水系・アクリルシリコン	JPMS27-1 相当
W-6	水系アクリル	JIS K 5663 相当			水系アクリルシリコン	JPMS27-1 相当
W-7	水系・アクリルシリコン	JIS K 5663 相当			水系・ウレタン	JASS18 M-209 相当
W-8	水系・アクリル	JIS K 5663 相当			水系・ウレタン	JASS18 M-209 相当
W-9	水系・アクリル	JIS K 5663 相当			水系・アクリルシリコン	JIS K 5600 相当
W-10	水系・アクリル	JIS K 5663 相当			水系・アクリルシリコン	JIS K 5600 相当
S-1	溶剤系・2液ポキ	JASS18 M-201 相当			水系・アクリルシリコン	JIS K 5600 相当
S-3	弱溶剤系・1液ポキ	該当規格無し			弱溶剤系・ウレタン	JASS 18 M-406 相当
S-4	溶剤系・1液ポキ	該当規格無し			弱溶剤系・ウレタン	JASS 18 M-406 相当
S-5	溶剤系・2液ポキ	JASS18 M-201 相当			弱溶剤系・ウレタン	JIS K 5658 相当
S-6	弱溶剤系・2液ポキ	JASS18 M-201 相当			弱溶剤系・2液アクリル	JIS K 5675 相当
S-7	弱溶剤系・2液ポキ	JASS18 M-201 相当			弱溶剤系・アクリルシリコン	JIS K 5658 相当
S-8	溶剤系・1液ポキ	該当規格無し			弱溶剤系・アクリルシリコン	JIS K 5658 相当
S-9	弱溶剤系・1液ポキ	該当規格無し			弱溶剤系・アクリルシリコン	JIS K 5658 相当
S-10	弱溶剤系・2液ポキ	JASS18 M-201 相当			弱溶剤系・2液シリコン	JIS K 5675 相当
S-11	弱溶剤系・2液ポキ	JASS18 M-201 相当			弱溶剤系・2液シリコン	JIS K 5675 相当
S-12	強溶剤系・1液ポキ	JASS18 M-201 相当			弱溶剤系・アクリルシリコン	JASS18 M-404 相当
S-13	弱溶剤系・1液ポキ	JASS18 M-201 相当			弱溶剤系・アクリルシリコン	JASS18 M-404 相当
WP-1	水系・アクリル	JIS K 5663 相当	ポリマーセメントモルタル	該当規格無し	水系・アクリルシリコン	JIS K 5600 相当
WP-2	水系・アクリル	JIS K 5663 相当	ポリマーセメントモルタル	該当規格無し	水系・アクリルシリコン	JIS K 5600 相当
WP-3	水系・アクリル	JIS K 5663 相当	ポリマーセメントモルタル	該当規格無し	水系・アクリルシリコン	JIS K 5600 相当
WP-4	水系・アクリル	JIS K 5663 相当	ポリマーセメントモルタル	該当規格無し	水系・アクリルシリコン	JIS K 5600 相当
SP-1	溶剤系・2液ポキ	JASS18 M-201 相当	ポリマーセメントモルタル	該当規格無し	水系・アクリルシリコン	JIS K 5600 相当
SP-2	溶剤系・2液ポキ	JASS18 M-201 相当	ポリマーセメントモルタル	該当規格無し	溶剤系・アクリルウレタン	JIS K 5658 相当
SP-3	弱溶剤系・2液ポキ	JASS18 M-201 相当	ポキ系ポリマーセメント	該当規格無し	弱溶剤系・2液アクリル	JIS K 5675 相当
SP-4	弱溶剤系・2液ポキ	JASS18 M-201 相当	ポキ系ポリマーセメント	該当規格無し	弱溶剤系・2液アクリル	JIS K 5675 相当

表 4 塗料仕様の分類

No.	下塗材	中塗材	上塗材
W-1～W-10	水系下塗材	なし	水系上塗材
S-1	溶剤系下塗材	なし	水系上塗材
S-3～S-13	溶剤系下塗材	なし	溶剤系上塗材
WP-1～WP-4	水系下塗材	ポリマーセメントモルタル	水系上塗材
SP-1	溶剤系下塗材	ポリマーセメントモルタル	水系上塗材
SP-2～SP-4	溶剤系下塗材	ポリマーセメントモルタル	溶剤系上塗材

また、各試験体に対する塗料の塗付け量を表5および表6に記載する。

表5 塗付け量 (屋外暴露試験 単位 kg/m²)

No.	屋根ースレート大波板									外壁ースレート小波板					
	高圧水洗			付着物の除去			シュロ箒			付着物の除去			高圧水洗		
	下塗材	中塗材	上塗材	下塗材	中塗材	上塗材	下塗材	中塗材	上塗材	下塗材	中塗材	上塗材	下塗材	中塗材	上塗材
W-1	0.22	/	0.27	0.41	/	0.27	0.31	/	0.27	0.15	/	0.27	0.15	/	0.27
W-2	0.19	/	0.27	0.33	/	0.27	0.31	/	0.27	0.15	/	0.27	0.15	/	0.27
W-7	0.24	/	0.27	0.40	/	0.27	0.33	/	0.27	0.13	/	0.27	0.13	/	0.27
W-9	0.18	/	0.27	0.39	/	0.27	0.34	/	0.27	0.15	/	0.27	0.15	/	0.27
W-10	0.06	/	0.27	0.22	/	0.27	0.19	/	0.27	/	/	/	/	/	/
S-1	0.62	/	0.27	0.83	/	0.27	0.71	/	0.27	0.36	/	0.27	0.36	/	0.27
S-3	0.16	/	0.27	0.35	/	0.27	0.30	/	0.27	0.11	/	0.27	0.11	/	0.27
S-4	0.37	/	0.27	0.45	/	0.27	0.43	/	0.27	0.15	/	0.27	0.15	/	0.27
S-7	0.21	/	0.27	0.38	/	0.27	0.35	/	0.27	/	/	/	/	/	/
S-8	0.34	/	0.27	0.55	/	0.27	0.54	/	0.27	0.20	/	0.27	0.20	/	0.27
S-9	0.22	/	0.27	0.31	/	0.27	0.26	/	0.27	0.14	/	0.27	0.14	/	0.27
S-10	0.22	/	0.27	0.36	/	0.27	0.35	/	0.27	0.19	/	0.27	0.19	/	0.27
S-11	0.22	/	0.13	0.36	/	0.13	0.30	/	0.13	/	/	/	/	/	/
S-12	0.22	/	0.31	0.36	/	0.31	0.42	/	0.31	0.22	/	0.31	0.22	/	0.31
S-13	0.18	/	0.31	0.41	/	0.31	0.36	/	0.31	0.16	/	0.31	0.16	/	0.31
WP-3	0.22	1.05	0.27	0.41	1.05	0.27	0.31	1.05	0.27	0.15	1.05	0.27	0.15	1.05	0.27
WP-4	0.22	1.16	0.27	0.41	1.16	0.27	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SP-1	0.62	1.05	0.27	0.83	1.05	0.27	0.71	1.05	0.27	0.36	1.05	0.27	0.36	1.05	0.27
SP-3	0.21	0.76	0.27	0.42	0.76	0.27	0.33	0.76	0.27	/	/	/	/	/	/
SP-4	0.22	0.62	0.27	0.36	0.62	0.27	0.30	0.62	0.27	/	/	/	/	/	/

表6 塗付け量 (温冷繰返し試験 単位 kg/m²)

No.	けい加板			ルギブル板			スレート小波			スレート大波			住宅屋根用化粧スレート		
	下塗材	中塗材	上塗材	下塗材	中塗材	上塗材	下塗材	中塗材	上塗材	下塗材	中塗材	上塗材	下塗材	中塗材	上塗材
W-1	0.29	/	0.27	0.24	/	0.27	0.22	/	0.27	0.40	/	0.27	0.14	/	0.27
W-2	0.31	/	0.27	0.27	/	0.27	0.23	/	0.27	0.43	/	0.27	0.14	/	0.27
W-3	0.25	/	0.20	0.18	/	0.20	/	/	/	/	/	/	/	/	/
W-4	0.15	/	0.32	0.14	/	0.33	/	/	/	/	/	/	/	/	/
W-5	0.15	/	0.17	0.09	/	0.17	/	/	/	/	/	/	/	/	/
W-6	0.16	/	0.17	0.08	/	0.17	0.17	/	0.18	0.24	/	0.22	0.17	/	0.18
W-7	0.35	/	0.27	0.18	/	0.27	0.16	/	0.27	0.76	/	0.27	0.25	/	0.26
S-1	0.29	/	0.27	0.27	/	0.27	0.21	/	0.27	0.83	/	0.27	0.29	/	0.27
S-3	0.19	/	0.25	0.13	/	0.25	0.12	/	0.25	0.40	/	0.25	0.20	/	0.25
S-4	0.25	/	0.25	0.15	/	0.25	0.13	/	0.25	0.46	/	0.25	0.22	/	0.25
S-5	0.12	/	0.29	0.14	/	0.31	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S-6	0.08	/	0.18	0.06	/	0.19	/	/	/	0.18	/	0.21	/	/	/
S-7	0.41	/	0.27	0.22	/	0.27	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S-8	0.54	/	0.27	0.43	/	0.27	0.29	/	0.27	1.13	/	0.27	0.53	/	0.26
S-9	0.16	/	0.27	0.17	/	0.27	0.14	/	0.26	0.72	/	0.28	0.20	/	0.26
WP-1	0.30	2.40	0.27	0.26	2.42	0.27	/	/	/	/	/	/	/	/	/
WP-2	0.30	2.40	0.27	0.28	2.40	0.27	/	/	/	0.40	1.51	0.27	/	/	/
WP-3	0.30	2.40	0.27	0.27	2.40	0.27	/	/	/	0.44	1.51	0.27	/	/	/
SP-1	0.28	2.41	0.27	0.27	2.41	0.27	/	/	/	0.83	1.51	0.27	/	/	/
SP-2	0.11	1.51	0.32	0.14	1.55	0.30	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SP-3	0.08	0.58	0.19	0.06	0.62	0.18	/	/	/	0.18	0.82	0.21	/	/	/

6. 実験結果

セロハン粘着テープによる付着試験の結果を表7および表8に記載する。また、表9に表面状態の結果を記載する。良好な結果（表面観察：等級0、付着試験：評価点数6点以上）をグレー色に塗り分けた。

表7 付着試験結果 初期値（セロハン粘着テープ）

No.	切入	屋外暴露試験					温冷繰返し試験				
		屋根一大波板			外壁-小波板		けい 加板	ルキブル 板	スレート 小波	スレート 大波	化粧スレート
		高圧	付着物除去	シロ葺	付着物除去	高圧					
W-1	下地	2	0	0	0	0	0	6	10	10	8
W-2	下地	2	0	0	10	8	0	6	10	0	8
W-3	下地						4	10			
W-4	下地						2	10			
W-5	下地						0	6			
W-6	下地						0	10	10	0	6
W-7	下地	0	0	0	2	0	2	6	10	2	6
W-8	下地						2	4			
W-9	下地	6	0	6	10	8					
W-10	下地	6	0	10							
S-1	下地	10	10	8	10	10	6	10	10	10	6
S-3	下地	10	8	10	6	10	6	10	10	10	10
S-4	下地	10	10	8	6	4	8	10	6	10	4
S-5	下地						4	10			
S-6	下地						10	10		8	
S-7	下地	10	10	10			10	10			
S-8	下地	10	0	0	10	10	8	8	8	10	10
S-9	下地	10	0	10	10	10	6	10	10	10	10
S-10	下地	8	10	8	6	8					
S-11	下地	10	8	8							
S-12	下地	10	10	8	10	10					
S-13	下地	10	10	8	10	10					
WP-1	下地						10	10			
	中塗						10	10			
WP-2	下地						10	10		10	
	中塗						10	10		10	
WP-3	下地	10	0	10	10	10	10	10		10	
	中塗	10	10	10	10	10	10	10		10	
WP-4	下地	0	0								
	中塗	10	10								
SP-1	下地	10	10	10	10	10	10	10		10	
	中塗	10	10	10	10	10	10	10		10	
SP-2	下地						4	6			
	中塗						10	8			
SP-3	下地	10	10	10			10	10		10	
	中塗	10	10	10			10	10		10	
SP-4	下地	10	10	10							
	中塗	10	10	10							

表8 付着試験結果 経過後 (セロハン粘着テープ)

No.	切込	屋外暴露試験 (1.5年)					温冷繰返し試験 (10 サイクル)				
		屋根大波板			外壁小波板		けいカル板	フレキシブル板	スレート小波	スレート大波	化粧スレート
		高圧	付着物除去	シロ葺	付着物除去	高圧					
W-1	下地	1.3	0	0	0	2	2	6	10	4	2
W-2	下地	0.7	1.3	1.3	2	0	4	10	10	0	10
W-3	下地	/	/	/	/	/	4	10	/	/	/
W-4	下地	/	/	/	/	/	6	10	/	/	/
W-5	下地	/	/	/	/	/	0	10	/	/	/
W-6	下地	/	/	/	/	/	0	10	10	0	8
W-7	下地	8.7	0	0	2	2.7	4	10	10	4	8
W-8	下地	/	/	/	/	/	10	10	/	/	/
W-9	下地	2	2	2	2	2	/	/	/	/	/
W-10	下地	2	2	2	/	/	/	/	/	/	/
S-1	下地	10	2	4	10	10	6	8	10	8	8
S-3	下地	10	10	8	10	7.3	6	10	10	8	10
S-4	下地	10	8	7.3	10	10	10	10	10	8	10
S-5	下地	/	/	/	/	/	10	10	/	/	/
S-6	下地	/	/	/	/	/	10	10	/	8	/
S-7	下地	10	6.7	10	/	/	10	10	/	/	/
S-8	下地	6	0	0	6	10	8	8	8	8	10
S-9	下地	8.7	8	9.3	10	2	8	10	10	8	10
S-10	下地	10	2	4	10	10	/	/	/	/	/
S-11	下地	10	4	4	/	/	/	/	/	/	/
S-12	下地	10	4	4	8.7	10	/	/	/	/	/
S-13	下地	9.3	2	4	8.7	10	/	/	/	/	/
WP-1	下地	/	/	/	/	/	10	10	/	/	/
	中塗	/	/	/	/	/	10	10	/	/	/
WP-2	下地	/	/	/	/	/	10	10	/	10	/
	中塗	/	/	/	/	/	10	10	/	10	/
WP-3	下地	10	10	10	10	10	10	10	/	10	/
	中塗	10	10	10	10	10	10	10	/	10	/
WP-4	下地	10	10	/	/	/	/	/	/	/	/
	中塗	10	10	/	/	/	/	/	/	/	/
SP-1	下地	10	10	10	10	10	10	10	/	10	/
	中塗	10	10	10	10	10	10	10	/	10	/
SP-2	下地	/	/	/	/	/	10	10	/	/	/
	中塗	/	/	/	/	/	6	10	/	/	/
SP-3	下地	10	10	10	/	/	10	10	/	8	/
	中塗	10	10	10	/	/	10	10	/	8	/
SP-4	下地	10	10	10	/	/	/	/	/	/	/
	中塗	10	10	10	/	/	/	/	/	/	/

表9 表面状態結果

No.	屋外暴露試験 1.5年経過後										温冷繰返し試験 10サイクル				
	屋根—スレート大波板						外壁—スレート小波板				けい 加板	フキン ブル板	スレート 小波	スレート 大波	化粧 スレート
	高圧水洗		付着物除去		シュロ箒		付着物除去		高圧水洗						
	山部	谷部	山部	谷部	山部	谷部	山部	谷部	山部	谷部					
W-1	0	0	4	3	4	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0
W-2	0	0	4	3	4	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0
W-3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	/	/	/
W-4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5	0	/	/	/
W-5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	/	/	/
W-6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	0
W-7	0	0	5	5	5	3	0	0	0	0	5	0	5	0	0
W-8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	/	/	/
W-9	0	0	5	5	5	4	0	0	0	0	/	/	/	/	/
W-10	0	0	4	3	4	3	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S-1	0	0	4	2	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-3	0	0	5	4	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-4	0	0	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	/	/	/
S-6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5	0	/	0	/
S-7	0	0	4	3	3	1	/	/	/	/	0	0	/	/	/
S-8	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-9	0	0	5	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S-10	0	0	5	4	5	3	0	0	0	0	/	/	/	/	/
S-11	0	0	5	3	5	3	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S-12	0	0	5	4	5	4	0	0	0	0	/	/	/	/	/
S-13	0	0	5	4	5	4	0	0	0	0	/	/	/	/	/
WP-1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	/	/	/
WP-2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	/	0	/
WP-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/	0	/
WP-4	0	0	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SP-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/	0	/
SP-2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5	5	/	/	/
SP-3	0	0	0:丸	0	0	0	/	/	/	/	5	5	/	0	/
SP-4	0	0	0:丸	0	0:丸	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/

・水系下塗材—水系上塗材

屋外暴露試験および温冷繰返し試験で良好な結果が得られなかったことから表面劣化度Ⅲのアスベスト含有成形板に対しての塗装仕様としては不適と考える。

・溶剤系下塗材—水系上塗材・溶剤系上塗材

高圧水洗を行った場合は、良好な結果が得られたが、付着物の除去のみもしくはシュロ箒の場合は結果が悪かったことから表面劣化度Ⅲのアスベスト含有成形板に対しての塗装仕様としては下地調整の種類を限定する必要がある。

・水系下塗材—ポリマセメントモルタル—水系上塗材 および 溶剤系下塗材—ポリマセメントモルタル—溶剤系上塗材

中塗材（ポリマセメントモルタル）が有る塗装仕様は、表面劣化度Ⅲのアスベスト含有成形板に対して良好な結果が得られたことから表面劣化度Ⅲのアスベスト含有成形板に対して適用可能と考える。

・表面劣化度Ⅲのアスベスト含有成形板とけい酸カルシウム板の相関性

温冷繰返し試験を行った結果、けい酸カルシウム板で良好な結果が得られる塗装仕様は、表面劣化度Ⅲのア

スベスト含有成形板の場合でも良好な結果が得られたことから、耐久性評価の試験用基盤とする。

7. 包装用布粘着テープによる付着試験結果

参考までに、包装用布粘着テープによる付着試験の結果を表10および表11に記載する。

表10 付着試験結果 初期値 (包装用布粘着テープ)

No.	切入	屋外暴露試験					温冷繰返し試験				
		屋根-大波板			外壁-小波板		けいカル板	フレキシブル板	スレート小波	スレート大波	化粧スレート
		高圧	付着物除去	シロ葺	清掃	高圧					
W-1	下地	0	0	0	0	0	0	8	8	8	2
W-2	下地	0	0	0	2	0	0	6	10	0	8
W-3	下地	/	/	/	/	/	2	6	/	/	/
W-4	下地	/	/	/	/	/	0	8	/	/	/
W-5	下地	/	/	/	/	/	0	4	/	/	/
W-6	下地	/	/	/	/	/	0	6	10	0	6
W-7	下地	0	0	0	2	0	0	6	10	0	4
W-8	下地	/	/	/	/	/	2	4	/	/	/
W-9	下地	0	0	0	8	8	/	/	/	/	/
W-10	下地	0	0	0	/	/	/	/	/	/	/
S-1	下地	8	6	8	10	8	4	10	10	10	4
S-3	下地	10	8	10	6	10	4	8	10	8	10
S-4	下地	6	8	8	2	10	8	10	2	10	2
S-5	下地	/	/	/	/	/	4	8	/	/	/
S-6	下地	/	/	/	/	/	10	10	/	8	/
S-7	下地	6	10	10	/	/	8	10	/	/	/
S-8	下地	10	0	0	10	10	8	8	8	10	10
S-9	下地	10	0	10	10	10	2	10	10	0	10
S-10	下地	8	10	8	6	6	/	/	/	/	/
S-11	下地	8	6	8	/	/	/	/	/	/	/
S-12	下地	10	10	8	10	10	/	/	/	/	/
S-13	下地	10	10	8	10	10	/	/	/	/	/
WP-1	下地	/	/	/	/	/	10	10	/	/	/
	中塗	/	/	/	/	/	10	10	/	/	/
WP-2	下地	/	/	/	/	/	10	10	/	10	/
	中塗	/	/	/	/	/	10	10	/	10	/
WP-3	下地	10	0	0	10	10	10	10	/	10	/
	中塗	10	10	10	10	10	10	10	/	10	/
WP-4	下地	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/
	中塗	10	10	/	/	/	/	/	/	/	/
SP-1	下地	10	10	10	10	10	10	10	/	10	/
	中塗	10	10	10	10	10	10	10	/	10	/
SP-2	下地	/	/	/	/	/	2	4	/	/	/
	中塗	/	/	/	/	/	10	8	/	/	/
SP-3	下地	10	10	10	/	/	10	10	/	8	/
	中塗	10	10	10	/	/	10	10	/	10	/
SP-4	下地	10	10	10	/	/	/	/	/	/	/
	中塗	10	10	10	/	/	/	/	/	/	/

表 11 付着試験結果 経過後（包装用布粘着テープ）

No.	切入	屋外暴露試験（1.5年）					温冷繰返し試験（10サイクル）				
		屋根大波板			外壁小波板		けいカル板	フレキシブル板	スレート小波	スレート大波	化粧スレート
		高圧	付着物除去	シロコ	付着物除去	高圧					
W-1	下地	0	0	0	0	2	2	6	10	0	2
W-2	下地	0	0	0	2	0	2	10	10	0	8
W-3	下地	/	/	/	/	/	2	6	/	/	/
W-4	下地	/	/	/	/	/	2	8	/	/	/
W-5	下地	/	/	/	/	/	0	6	/	/	/
W-6	下地	/	/	/	/	/	0	6	8	0	6
W-7	下地	0	0	0	/	2.7	4	8	8	2	8
W-8	下地	/	/	/	/	/	2	6	/	/	/
W-9	下地	0	2	2	2	2	/	/	/	/	/
W-10	下地	0	0	0	/	/	/	/	/	/	/
S-1	下地	8.7	2	2	9.3	10	4	8	10	8	6
S-3	下地	8	7.3	4.7	2.7	2.7	4	8	8	8	8
S-4	下地	8	6	6	6	10	8	10	8	6	10
S-5	下地	/	/	/	/	/	6	10	/	/	/
S-6	下地	/	/	/	/	/	10	10	/	8	/
S-7	下地	4.7	6	4.7	/	/	8	8	/	/	/
S-8	下地	4	0	0	4	4	8	8	8	8	10
S-9	下地	8.7	3.3	8	4	4	4	10	10	2	8
S-10	下地	10	2	0	10	10	/	/	/	/	/
S-11	下地	10	4	2	/	/	/	/	/	/	/
S-12	下地	8.7	4	2	6	10	/	/	/	/	/
S-13	下地	8	2	2	6	10	/	/	/	/	/
WP-1	下地	/	/	/	/	/	10	10	/	/	/
	中塗	/	/	/	/	/	10	10	/	/	/
WP-2	下地	/	/	/	/	/	10	10	/	10	/
	中塗	/	/	/	/	/	10	10	/	10	/
WP-3	下地	10	0	10	10	10	10	10	/	10	/
	中塗	10	10	10	10	10	10	10	/	10	/
WP-4	下地	2	1.3	/	/	/	/	/	/	/	/
	中塗	10	10	/	/	/	/	/	/	/	/
SP-1	下地	10	10	10	10	10	10	10	/	10	/
	中塗	10	10	10	10	10	10	10	/	10	/
SP-2	下地	/	/	/	/	/	8	6	/	/	/
	中塗	/	/	/	/	/	6	10	/	/	/
SP-3	下地	10	10	10	/	/	10	10	/	8	/
	中塗	10	10	10	/	/	10	10	/	8	/
SP-4	下地	10	10	10	/	/	/	/	/	/	/
	中塗	10	10	10	/	/	/	/	/	/	/

8. まとめ

- ・本実験の結果を踏まえて、本指針（案）の「3.2 適用する塗料の種類」「3.3 塗装仕様の選定」「4.2 塗装改修」および「付属資料5 塗装仕様 耐久性評価方法案」の作成を行った。
- ・実験結果を基に「付属資料8 関連論文一覧」の論文^{8) 9) 13)}を作成した。

付属資料8 関連論文一覧

- 1) 林昭人、本橋健司：塗装材料を利用した石綿含有建材の飛散防止処理技術の開発、日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集、pp. 47-50、2007
- 2) 本橋健司、林昭人：既存アスベスト含有成形板の表面劣化度判定手法、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 (中国)、pp. 425-426、2008
- 3) 林昭人、本橋健司：劣化したアスベスト含有成形板に対する下地調整方法に関する実験、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 (中国)、pp. 427-428、2008
- 4) 林昭人、本橋健司：既存アスベスト含有成形板の表面劣化度判定手法及び下地調整方法の検討、日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集、pp. 27-30、2008
- 5) 林昭人、本橋健司：アスベスト含有成形板の劣化度に対応した下地調整方法、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 (東北)、pp. 1185-1186、2009
- 6) 林昭人、本橋健司、古賀純子：アスベスト含有成形板の劣化度に対応した下地調整方法、日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集、pp. 15-18、2009
- 7) 本橋健司、林昭人、古賀純子、田村昌隆：アスベスト含有スレート板の下地調整時におけるアスベスト繊維数濃度、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 (北陸)、pp. 307-308、2010
- 8) 林昭人、本橋健司、古賀純子、田村昌隆：アスベスト含有成形板を対象とした塗装仕様の耐久性評価、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 (北陸)、pp. 309-310、2010
- 9) 林昭人、本橋健司、古賀純子、田村昌隆：アスベスト含有成形板を対象とした塗装仕様の耐久性評価、日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集、pp. 19-22、2010
- 10) 林昭人、本橋健司、古賀純子、田村昌隆：簡易式エアエロージョン試験機を用いたアスベスト含有成形板からのアスベスト繊維の飛散性評価、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 (関東)、pp. 1179-1180、2011
- 11) 林昭人、本橋健司、古賀純子、田村昌隆：アスベスト含有成形板を対象としたアスベスト繊維飛散性の評価、日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集、pp. 97-100、2011
- 12) 林昭人、本橋健司、古賀純子、田村昌隆：アスベスト含有成形板を対象とした塗装仕様の耐久性評価 その2 屋外暴露耐候性試験 1. 5年結果、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 (東海)、2012
- 13) 林昭人、本橋健司、古賀純子、田村昌隆：アスベスト含有成形板を対象とした塗装仕様の耐久性評価、日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集、pp. 267-270、2012

謝辞

本研究資料は、独立行政法人建築研究所ならびに独立行政法人建築研究所と日本建築仕上材工業会、一般社団法人日本塗装工業会および NPO 法人住宅外装テクニカルセンターの共同研究で実施した成果をとりまとめたものである。

多くのご教示をいただいた、日本建築仕上材工業会技術委員会アスベスト飛散防止研究会、原稿執筆にあたり指導をいただいた独立行政法人建築研究所長谷川直司建築生産グループ長をはじめとする関係各位に謝意を表します。

© 建築研究資料 第 153 号

平成 26 年 1 月 31 日 印刷

平成 26 年 1 月 31 日 発行

編集
発行

独立行政法人建築研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは下記まで

独立行政法人建築研究所企画部企画調査課

〒305-0802 茨城県つくば市立原 1 番地

電話(029) 864-2151 (代)