

石綿含有建築用仕上塗材の除去作業に関する研究

－剥離剤の浸透性能と除去性能の関係－

日大生産工(院) ○北村 勇翔
日大生産工 永井 香織

1. はじめに

平成 18 年に労働安全衛生法より石綿の重量比が 0.1%を超える製品の製造等は禁止されているが、現在でも石綿含有建材を使用した建築物は多く残存している。国土交通省によると、10 年後の 2030 年頃には解体のピークが訪れると推定¹⁾している。

建築用仕上塗材(以下、「仕上塗材」とする。)は少量であるが塗膜のひび割れや施工時のダレを防止する目的で主材中に石綿が使用されていた時期がある。仕上塗材の塗膜が健全な状態では石綿が飛散することはないが、除去作業で石綿が飛散する可能性がある。現在の公的な指針²⁾では、石綿含有仕上塗材の除去作業に関して一定の基準は示されているが、施工性や安全性の観点から不明な点がある。

以上の背景より石綿含有仕上塗材の除去作業に関する知見や技術の社会的要求は高いと考える。

2. 目的

石綿含有仕上塗材の処理工法として、公的な指針²⁾で 15 種類が示されており、実現場では作業効率、適用部位や箇所を勘案して工法を選定している。剥離剤併用手工具ケレン工法は専用の剥離剤を用いて塗膜を除去する工法であるが、市場で販売されている剥離剤は数十種類あり、主成分やメーカーの違いにより除去性能は異なる。そのため実現場では試験施工や作業者の経験等により剥離剤を選定しているが、石綿含有仕上塗材を除去するために適切な剥離剤を選定する必要がある。また施工前に剥離剤の除去性能を把握できれば、施工性の向上や工期短縮が期待できる。そこで本研究は剥離剤の除去性能を評価する標準的な試験方法(以下、「除去試験」とする。)の提案を目的として実施している。

本報では剥離剤の基本的物性を確認し、除去試験により得られる剥離剤の除去性能との関係性について検討した結果を述べる。

3. 本試験の手法

3.1. 本試験の概要

本試験は石綿含有仕上塗材を除去するため、施工性の最も良い剥離剤を選定することを目的とした試験である。実現場の試験施工では複数の剥離剤をそれぞれ除去対象面の一部に塗布し、養生時間経過後、手工具で除去作業を行い、最も除去できた剥離剤を選定するケースがある。本試験は実験室で剥離剤の除去性能評価の実施を検討している。仕上塗材を施工した供試体に剥離剤を塗布し、メーカー指定の養生時間を経て、手工具を用いて塗膜を除去する。なお、JIS A 6909 に規定される付着強度試験での剥離剤の除去性能の評価も検討したが、剥離剤を塗布した塗膜は著しく軟化し、鉛直に引張力を加えると、塗膜中層で破断したため評価は困難であることが分かっている。



剥離剤塗布 除去作業 除去面評価

Fig.1 除去試験の様子

3.2. 試験工具

試験工具の詳細を Fig.2 に示す。試験工具はステンレス製の幅 25mm の起し金ペラを荷重計の延長棒に取り付け固定したものである。これにより除去作業時の手工具に及ぼす荷重の計測をする。

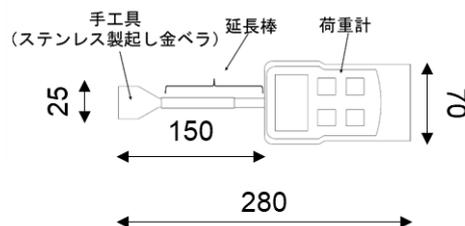


Fig.2 試験工具の様子

Study on finish coating materials for buildings containing asbestos

－Relationship between the penetration performance and removal performance of the paint remover－

Yuto KITAMURA and Kaori NAGAI

3.3. 試験方法

試験方法は以下の通りである。試験時の環境温度は $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度は $60 \pm 10\%$ とする。

- i) 供試体の除去面に剥離剤をメーカー指定の塗布量で平滑になるように塗布する。
- ii) ポリシートを用いて、除去面との間に空気が入らないように養生する。
- iii) 24時間の養生時間を経て、ポリシートを外し、試験工具を用いて除去作業を実施する。

3.4. 評価方法

評価方法は以下の通りである。

i) 除去状況

試験完了後の除去面を観察し、塗膜が残存していないか目視にて確認する。塗膜が残存していないものを「合格」とする。

ii) 最大荷重・平均荷重

除去作業実施中の手工具に対する力のかけ具合を評価するため荷重を測定する。合格した剥離剤のみを対象とする。

4. 実験概要

4.1. 実験方法

本実験の手順をFig.3に示す。本実験は項目3の除去試験、剥離剤の粒径測定、供試体の断面観察を実施した。また各試験は同一の人物が行った。

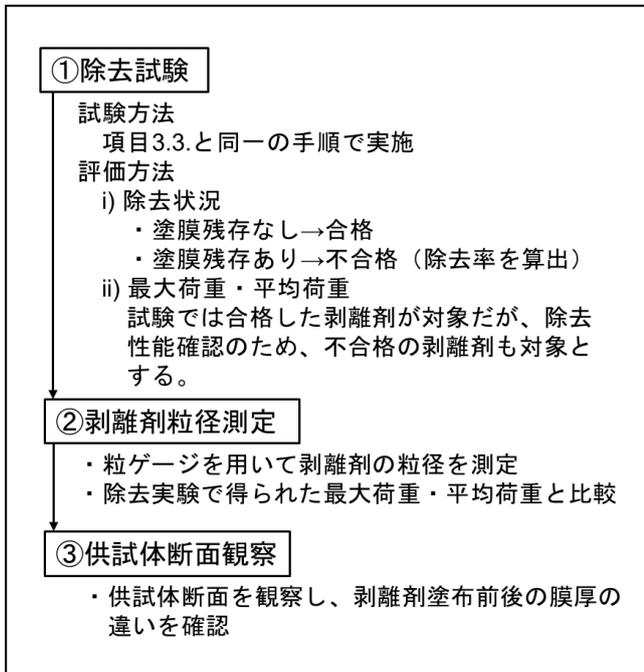


Fig.3 実験フロー

①除去試験

項目3と同一の方法で実施した。ただし、本試験は除去性能の確認を目的としているため、項目3.4.i)で合格しなかった剥離剤は項目3.4.ii)の対象とし、除去率を算出して記録することとした。除去率はFig.4に示す評価面積内で残存部を囲み合計面積を求め、以下の式で算出した。

$$P = \frac{S_E - S_R}{S_E} \times 100 \quad (1)$$

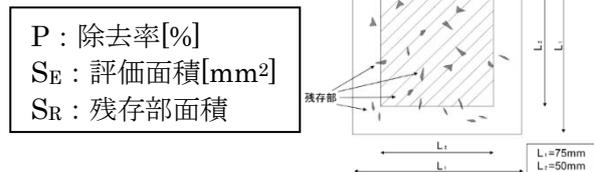


Fig.4 除去後の面の様子

②剥離剤粒径測定

測定はJIS-K5600に準拠し、粒ゲージ（O社製）を用いて実施した。粒ゲージの溝の深い方に剥離剤を流し込み、溝に向かって、スクレーパーを引いた。溝に5～10個の粒子を含む点または、10mm以上連続した線状が1つの溝で3本以上並んで現れた箇所を目盛を読み取った。

③供試体断面観察

供試体である仕上塗材の塗布前と塗布後の膜厚の変化の確認のため実施した。観察は顕微鏡（K社製）を用いて実施し、塗膜厚さを測定した。

4.2. 使用材料

4.2.1. 剥離剤

使用した剥離剤をTable 1に示す。剥離剤は液体中に粒子が分散しているエマルジョンであるが、液体と粒子のどちらが除去性能に作用しているかは明らかでない。また剥離剤は水系、溶剤系、塩素系に分類されるが、人体に影響のある塩素系は使用しないこととした。本実験では市場での使用量が多く、主成分、メーカーの違いを勘案して6種類の剥離剤を選定した。除去実験では養生時間は24時間とし、塗布量はメーカー推奨値の範囲で最小値とした。

Table 1 剥離剤概要

剥離剤番号	主成分	メーカー番号	推奨塗布量(kg/m ²)	
			薄塗材E	複層塗材E
①	水系	A社	0.8~1.0	0.8~1.0
②	水系	B社	0.7	0.7
③	水系	C社	0.5	0.5
④	溶剤系（アルコール）	D社	1.0	1.0
⑤	溶剤系（エステル系）	E社	1.0	1.0
⑥	溶剤系（ピロリドン）	F社	1.0	1.0

4.2.2. 供試体（仕上塗材）

使用した供試体概要をTable 2に示す。日本建築仕上材工業会の調査³⁾より、市場での使用量が多い、薄塗材E、複層塗材Eを選定した。供試体の素地はケイ酸カルシウム板とし、溶剤系の塗料を用いて、専門業者による吹付け工法で作製した。その後9ヶ月の養生を経て供試体とした。

Table 2 仕上塗材概要

仕上塗材	薄塗材E	複層塗材E
素地	ケイ酸カルシウム板	
シーラー	カチオン樹脂	
主材	アクリルリシン	アクリルタイル
上塗剤	溶剤系ウレタン樹脂	
骨材の有無	有	無
塗膜厚さ (mm)	0.1~0.5	1.0~2.0

5. 実験結果

5.1. 除去実験

除去実験の結果をFig.5,6に示す。除去面の観察は薄塗材E、複層塗材Eともに、剥離剤①、②、④、⑤、⑥が合格で、剥離剤③が塗膜残存を確認した。剥離剤③除去率は薄塗材Eが98.8%で複層塗材Eが98.6%であった。

Fig.5より、薄塗材Eの荷重の比較では平均、最大荷重ともに剥離剤①が最も小さい結果であった。また剥離剤⑥の平均荷重は63.6Nで最も大きく、剥離剤①の2.7倍であった。

Fig.6より、複層塗材Eの荷重の比較では平均荷重では剥離剤④が、最大荷重では剥離剤⑥が最も小さい結果であった。

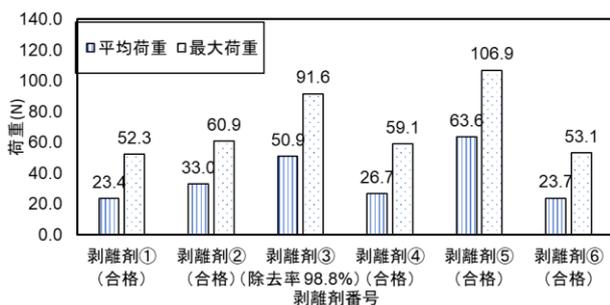


Fig.5 除去実験結果（薄塗材 E）

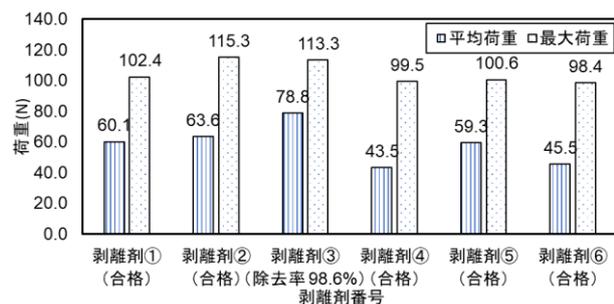


Fig.6 除去実験結果（複層塗材 E）

除去作業時の剥がれ方に関して、塗膜は軟化せず破断しながら剥がれるタイプ（以下「タイプA」とする。）と、塗膜が軟化し塗膜が一体となって剥がれるタイプ（以下「タイプB」とする。）を確認することができた。タイプAは塗膜に作用せず、素地と塗膜の境界で作用することで、接着力を低下させて除去できると考えられる。一方、タイプBは塗膜が剥離剤と反応して膨潤し、手工具が挿入しやすい程度まで軟化して除去できると考える。水系剥離剤である剥離剤①、②、③はタイプA、溶剤系剥離剤である剥離剤③、④、⑤はタイプBの傾向であった。よって水系と溶剤系の剥離剤で塗膜に及ぼす影響が異なることを示していると考えられる。

5.2. 剥離剤粒径測定

測定の結果をFig.7に、除去実験で得られた平均荷重と粒径の関係を図8,9に示す。Fig.7より本実験で使用した剥離剤の粒径は16~89 μ mの範囲であった。またFig.8,9より水系剥離剤は粒径が大きくなるほど、荷重が大きくなる傾向を確認した。これより、水系剥離剤は剥離剤中の粒子の浸透が除去性能に作用している可能性がある。一方、溶剤系剥離剤は粒径が大きくなるほど、溶剤系剥離剤は荷重が小さくなる傾向を示した。

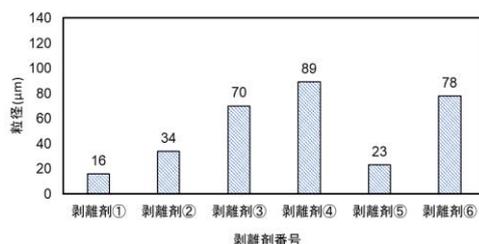


Fig.7 粒径測定の結果

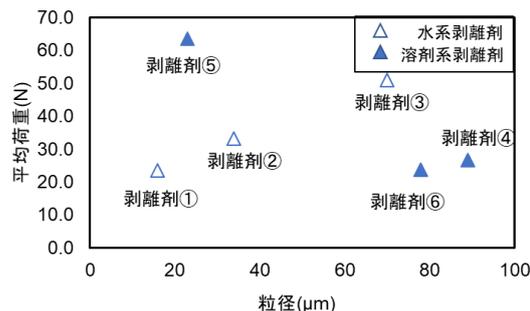


Fig.8 粒径と平均荷重の関係（薄塗材 E）

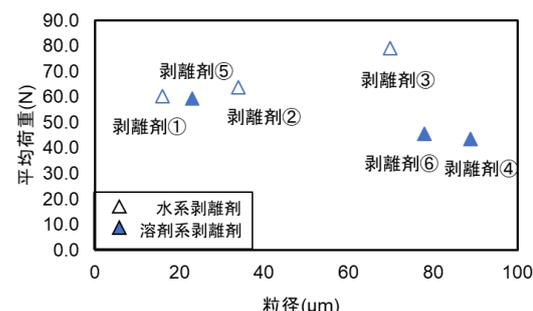


Fig.9 粒径と平均荷重の関係（複層塗材 E）

5.3. 供試体断面観察

供試体断面の様子を Fig.10 に、膜厚の測定の結果を Table 3 に示す。

水系剥離剤である剥離剤①,②,③は塗膜が素地から剥離していることが確認できた。これは剥離剤が塗膜に浸透し、素地と塗膜の境界で作用することで、接着力を低下させたためであることが分かる。

溶剤系剥離剤である剥離剤④,⑤,⑥は塗膜が素地に密着していた。また Table 3 より剥離剤④,⑤,⑥はいずれも塗膜厚さが増加しており、剥離剤④は 4.0%、剥離剤⑤は 6.8%、剥離剤⑥は 1.2%増加していることが確認できた。これは塗膜が剥離剤と反応して膨潤したのではないかと考える。

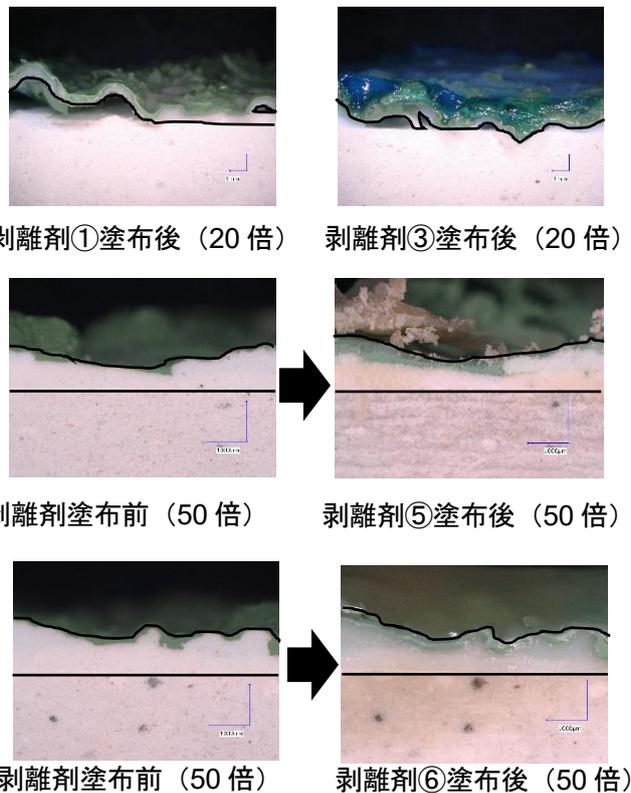


Fig.10 供試体断面観察の様子 (複層塗材 E)

Table 3 供試体断面測定の結果

剥離剤番号		①	②	③	④	⑤	⑥
平均塗膜厚さ (μm)	剥離剤塗布前	1002	1075	931	1121	1067	1093
	剥離剤塗布後	剥離したため測定不可			1166	1140	1106

6. まとめ

本報では剥離剤の基本的物性を確認し、除去試験により得られる剥離剤の除去性能との関係性について検討した。本実験で得られた知見を以下に示す。

- (1) 水系剥離剤と溶剤系剥離剤で供試体に及ぼす影響が異なることが分かった。
- (2) 水系剥離剤は塗膜に直接作用せず、素地と塗膜の境界で作用して接着力を低下させる。粒径と除去荷重の関係より、粒径が小さいほど、塗膜を浸透し、塗膜と素地の境界に到達するのではないかと考える。
- (3) 溶剤系剥離剤は塗膜が剥離剤と反応して塗膜を膨潤させる。粒径と除去荷重の関係より、粒径が大きくなるほど除去性能が良いことが分かった。

謝辞

本研究は平成 31 年度戦略的基盤技術高度化支援事業の助成を受け実施しました。実施にあたりご指導いただきました建築工学科 松井勇教授、応用分子化学科 山田和典教授、ご支援いただきました日本建築仕上材工業会様、エスケー化研様にここに記して謝意を申し上げます。

[参考文献]

- 1) 国土交通省：建築物石綿含有建材調査マニュアル,p3, 2013.11
- 2) 厚生労働省：「建築物等の解体等の作業及び労働者が石綿等にばく露するおそれがある建築物等における業務での石綿ばく露防止に関する技術上の指針」に基づく石綿飛散漏洩防止対策徹底マニュアル (2.20 版),p171, 2019.3
- 3) 日本建築仕上工業会：NSK 会報,1979-1990
- 4) 川邊瞭祐・伊藤紘之・永井香織・市原英樹：石綿含有建築用仕上塗材処理に使用する剥離剤に関する研究,2018 年日本建築学会関東支部研究報告集 I, 2019.3
- 5) 北村勇翔・鈴木智也・高橋巧樹・永井香織：アスベスト含有建材の除去作業に関する研究-剥離剤工法の選定-,日本大学生産工学部第 52 回学術講演会,2019.12.7