屋外塗装編解説

参考資料 1

1.1　溶剤系塗装仕様と低ＶＯＣ・環境配慮型塗装仕様の対応

ＶＯＣ削減率を算出するために比較の対象とした従来型の溶剤系塗装仕様との対応を次に示す。

付表 1-1　建築塗装

素地面	溶剤系塗装仕様	VOC 量 [g/m²]	VOC 量 [g/m²]	環境配慮型塗装仕様	削減率 [%]
鉄鋼面	合成樹脂調合ペイント塗り	128.0	21.0	つや有合成樹脂エマルションペイント塗り	84
	耐候性塗料塗り	254.0	254.0	弱溶剤系耐候性塗料塗り	0
亜鉛めっき鋼面	耐候性塗料塗り	198.0	198.0	弱溶剤系耐候性塗料塗り	0
セメント	アクリル樹脂エナメル塗り※	320.0	12.1	つや有合成樹脂エマルションペイント塗り	96
			165.0	アクリル樹脂系非水分散形塗料塗り	48
	耐候性塗料塗り	297.0	12.1	ポリウレタンエマルションペイント塗り	96
			260.0	弱溶剤系耐候性塗料塗り	12

※　JASS18(2006)掲載仕様

付表 1-2　仕上塗材仕上げ

素地面	溶剤系塗装仕様※1		VOC 量 [g/m²]	VOC 量 [g/m²]	低 VOC 塗装仕様※2	削減率 [%]
セメント	外装薄塗材 E仕上げ	砂壁状、吹付け	70.0	4.0	外装薄塗材 E仕上げ	94
		ゆず肌・さざ波状、ローラー塗り	70.0	4.0		94
	防水形外装薄塗材E仕上げ	凹凸状、吹付け	70.0	4.0	防水形外装薄塗材E仕上げ	94
		ゆず肌・さざ波状、ローラー塗り	70.0	4.0		94
	外装厚塗材 E仕上げ	吹放し・凸部処理、吹付け	367.0	19.0	外装厚塗材 E仕上げ	95
		平たん状・凹凸状、こて・ローラー塗り	367.0	19.0		95
	複層塗材 E仕上げ	凸部処理・凹凸模様、吹付け	317.5	16.5	複層塗材 E仕上げ	95
		ゆず肌状、ローラー塗り	317.5	16.5		95
	防水形複層塗材E仕上げ	凸部処理・凹凸模様、吹付け	317.5	16.5	防水形複層塗材E仕上げ	95
		ゆず肌状、ローラー塗り	317.5	16.5		95
	可とう形改修塗材E仕上げ	ゆず肌状、吹付け	247.5	12.5	可とう形改修塗材E仕上げ	95
		さざ波状、ローラー塗り	247.5	12.5		95
		平たん状、ローラー塗り	247.5	12.5		95

※1 下塗り及び上塗りが溶剤系の塗装仕様　　※2　下塗りから上塗りまで全てが水系の塗装仕様

付表 1-3　構造物

塗装仕様名称		VOC 量 [g/m²]			削減率[%]	
		現行仕様	低 VOC	超低 VOC	（現行→低 VOC）	（現行→超低 VOC）
鋼橋	新設（外面）	899	311	79	65	91
	新設（内面）	566	64	—	89	—
	塗替（A、B 系、1種ケレン）	621	57	—	91	—
	塗替（C 系、4種ケレン）	208	45	21※	78	90※
コンクリート橋	新設（プレストレストコンクリート部材）	240	165	6	31	98
	新設（鉄筋コンクリート部材）	254	179	-	30	-
	塗替	240	165	6	31	98
水門	新設（常時水中）	1,353	670	436	50	68
	新設（常時大気）	1,100	674	455	39	59
	塗替（常時水中、1種ケレン）	795	429	195	46	75
	塗替（常時大気、1種ケレン）	746	308	57	59	92
	塗替（常時大気、3種ケレン）	514	134	41	74	92

※低 VOC4.4.2 塗装系

1.2　VOC量の算出方法

各塗装仕様におけるVOC量の算出方法を次に示す。

1.2.1　建築塗装

- （塗料中のVOC量[g/m²]）＝（塗付量[kg/m²]）×（VOC含有率*1[%]）×10
- （希釈液中のVOC量[g/m²]）＝（塗付量[kg/m²]）×（希釈率*2[%]）×10

*1 各塗料のVOC含有率は、付表 1-4 及び付表 1-5 のとおりとした。

*2 希釈率は、塗装方法（ローラー／はけ）により異なり、値に幅もあるため、ローラーは中間値、はけ（吹付け）及びはけでは、はけの上限値とした。

付表 1-4　溶剤系塗料のVOC含有率

塗　料	VOC 含有率[%]	算 出 資 料
鉛クロムフリーさび止めペイント（1 種）	25	JIS K 5674　加熱残分　75 以上
合成樹脂調合ペイント（1種又は 2 種中塗り用）	35	JIS K 5516　加熱残分　65 以上
合成樹脂調合ペイント（2 種上塗り用）	40	JIS K 5516　加熱残分　60 以上
構造物用さび止めペイント	35	加熱残分　65　とした。（メーカー資料）
鋼構造物用耐候性塗料　中塗り塗料	45	JIS K 5659　白及び淡彩　60 以上、その他の色　50 以上 ⇒　加熱残分を中間値の 55 とした。
鋼構造物用耐候性塗料　上塗り塗料	55	JIS K 5659　白及び淡彩　50 以上、その他の色　40 以上 ⇒　加熱残分を中間値の 45 とした。
変性エポキシ樹脂プライマー	35	加熱残分 65　とした。（メーカー資料）
アクリル樹脂ワニス	70	（JIS K 5653）　加熱残分　30 以上
アクリル樹脂エナメル	60	（JIS K 5654）　白及び淡彩　45 以上、その他の色　35 以上 ⇒　加熱残分を中間値の 40 とした。
反応形合成樹脂シーラー	80	JASS 18 M-201　加熱残分　20 以上

付表 1-5　低ＶＯＣ（環境配慮）塗料のＶＯＣ含有率

塗　料	VOC 含有率[%]	算 出 資 料
水系さび止めペイント	5	メーカー資料
つや有合成樹脂エマルションペイント	5	メーカー資料
鉛クロムフリーさび止めペイント(2 種)	5	JIS K 5674　メーカー資料
弱溶剤系変性エポキシ樹脂プライマー	35	変性エポキシ樹脂プライマーに同じ
弱溶剤系鋼構造物用耐候性塗料　中塗り塗料	45	鋼構造物用耐候性塗料　中塗り塗料に同じ
弱溶剤系鋼構造物用耐候性塗料　上塗り塗料	55	鋼構造物用耐候性塗料　上塗り塗料に同じ
合成樹脂エマルションシーラー	3	メーカー資料
つや有合成樹脂エマルションペイント下塗り塗料	3	メーカー資料
アクリル樹脂系非水分散形塗料	45	メーカー資料
ポリウレタンエマルションペイント	5	メーカー資料
弱溶剤系反応形合成樹脂シーラー	80	JASS 18 M-201　加熱残分　20 以上
弱溶剤系建築用耐候性上塗り塗料	55	鋼構造物用耐候性塗料　上塗り塗料に同じ

1.2.2　仕上塗材仕上げ

● VOC量(シンナーで希釈するもの)

＝(所要量*1 [kg/m^2]) × 1000 × [製品中のVOC含有率*2 (%)/100＋シンナーの希釈率*2 (%)/100]

● VOC量(水道水で希釈するもの)

＝(所要量*1 [kg/m^2]) × 1000 × [製品中のVOC含有率*2 (%)/100]

*1 所要量は値に幅があるため、最低値を利用した。

*2 各塗材中のVOC含有率は、付表 1-6 のとおりとした。また、シンナーでの希釈率は 65%と想定した。

付表 1-6　溶剤系塗材のＶＯＣ含有率

材料	VOC 含有率[%]	算 出 資 料
溶剤系下塗材	70	メーカー資料
溶剤系上塗材	34	メーカー資料 日本建築学会「環境負荷低減に配慮した塗装・吹付け工事に関する技術資料」
水性下塗材	4.0	日本建築学会「環境負荷低減に配慮した塗装・吹付け工事に関する技術資料」
水性上塗材	5.0	日本建築学会「環境負荷低減に配慮した塗装・吹付け工事に関する技術資料」
シンナーでの希釈率	65	メーカー資料 日本建築学会「環境負荷低減に配慮した塗装・吹付け工事に関する技術資料」

1.2.3　構造物

国内主要塗料メーカーへのヒアリング結果よりＶＯＣ量を算出した。溶剤量の算出は、従来型の溶剤系塗装仕様以外は困難であったため、低ＶＯＣ塗装仕様及び超低ＶＯＣ塗装仕様のＶＯＣ量は目安として示した。

防水・塗床編解説

参考資料 2

2.1　メンブレン防水のＶＯＣ発生量及び低ＶＯＣ仕様選択上の留意点について

ここでは、本編第Ⅱ部にて掲載した仕様のほか、「公共建築（改修）工事標準仕様書（建築工事編）」（平成 31 年版）、及び「JASS８　防水工事」（2014 年版）第１節に規定されたメンブレン防水工事の工法・種別の VOC 発生量について、メンブレン防水工事の工法別に溶剤系と低ＶＯＣ仕様との比較を示した。また、低ＶＯＣ仕様による施工上の注意点について詳細に示した。

2.1.1　アスファルト防水

アスファルト防水の工程別での VOC 発生要因としては、プライマー、断熱材張付け材、仕上塗料および防水工事用アスファルトが挙げられる。この内、プライマー及び仕上塗料についてはエマルション系の材料が標準化されている。ただし、寒冷地や冬季においては、エマルション系材料では乾燥時間が長くなり、必要に応じて有機溶剤系の材料が使用されている。仕上塗料については、エマルション系と有機溶剤系での耐久性には差異はないものと報告されている。また、ヒートアイランド対策に有効とされる「露出防水工事用高反射塗料」は、アスファルト防水の分野では、エマルション系のものがほとんどであり、防水層の耐久性向上の効果もあるものとされている。

防水工事用アスファルトについては、JIS K 2207 蒸発質量変化率の規定値が１％以下であることから、実際の VOC 排出量よりも大きいものと想定されるが、この数値を採用した。

付表 2-1　アスファルト防水：新築／改修：RC 下地（平場）

	適用	防水工法	記号	区分	VOC 量　【g/㎡】			備考
					低 VOC	中 VOC	高 VOC	
保護防水	屋根	屋根保護防水密着工法	A-1,A-2,A-3	標準	42～62	―	170～190	低 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ：水系 高 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ：有機溶剤系
		屋根保護防水密着断熱工法	AI-1,AI-2,AI-3	標準	42～62	―	170～190	
		屋根保護防水絶縁工法	B-1,B-2,B-3	標準	32～64	―	160～192	
		屋根保護防水絶縁断熱工法	BI-1,BI-2,BI-3	標準	32～64	―	160～192	
	屋内	屋内防水密着工法	E-1,E-2	標準	42～62	―	170～190	
露出防水	屋根	屋根露出防水絶縁工法	D-1,D-2,D-3,D-4	標準	15～47	143～194	290～322	低 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ･仕上塗料とも水系 中 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ･仕上塗料何れかが水系 高 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ･仕上塗料とも有機溶剤系
		屋根露出防水絶縁断熱工法	DI-1,DI-2	標準	37	165～184	312	

付表 2-2　アスファルト防水：改修：アスファルト露出防水下地（平場）

	適用	防水工法	記号	区分	VOC 量　【g/㎡】			備考
					低 VOC	中 VOC	高 VOC	
露出防水	屋根	屋根露出防水密着工法（M4C 工法）	C-1,C-2, C-3,C-4	標準	33～53	180～243	370～390	低 VOC＝下地調整材･ﾌﾟﾗｲﾏｰ･仕上塗料とも水系 中 VOC＝下地調整材･ﾌﾟﾗｲﾏｰ･仕上塗料何れかが水系 高 VOC＝下地調整材･ﾌﾟﾗｲﾏｰ･仕上塗料とも有機溶剤系
		屋根露出防水絶縁断熱工法（M4DI 工法）	DI-1,DI-2	標準	38	185～235	382	
		屋根露出防水絶縁工法（M4D 工法[注]）	【AK-MS】	少層化	18	165～215	362	

注]標準仕様ではないが、既存アスファルト露出防水層上に屋根露出防水絶縁工法で改修する工法

2.1.2　改質アスファルトシート防水

改質アスファルトシート防水の工程別での VOC 発生要因としてはアスファルト防水と同じく、プライマー、断熱材張付け材、仕上塗料及び改質アスファルトが挙げられる。この内、プライマー及び仕上塗料についてはエマルション系の材料が標準化されている。ただし、寒冷地や冬季においては、エマルション系材料では乾燥時間が長くなり、必要に応じて有機溶剤系の材料が使用されている。仕上塗料については、エマルション系と有機溶剤系での耐久性には差異はないものと報告されている。また、ヒートアイランド対策に有効とされる「露出防水工事用高反射塗料」は、改質アスファルトシート防水の分野では、エマルション系のものがほとんどであり、防水層の耐久性向上の効果もあるものとされている。

改質アスファルトシート防水・トーチ工法については、材料をトーチバーナー等であぶるため、防水工事用アスファルトの使用量（＝1kg/㎡）と同じ量の改質アスファルトが溶融されたとして、VOC 発生量は1％とした。常温粘着工法の場合は、VOC 発生量は0％とした。

付表 2-3　改質アスファルトシート防水：新築／改修：RC 下地（平場）

	適用	防水工法	記号	区分	VOC 量　【g/㎡】			備考
					低 VOC	中 VOC	高 VOC	
露出防水	屋根	トーチ工法･露出防水密着（新築のみ）	AS-T1	標準	25	153～172	300	低 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ･断熱材張付け材･仕上塗料とも水系 中 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ･断熱材張付け材･仕上塗料何れかが水系 高 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ･断熱材張付け材･仕上塗料とも有機溶剤系
		トーチ工法･露出防水密着（新築のみ）	AS-T2	標準	15	143～162	290	
		トーチ工法･露出防水絶縁（M3-AS/P0AS 工法）	AS-T3	標準	15	143～162	290	
		トーチ工法･露出防水絶縁（M3-AS/P0AS 工法）	AS-T4	標準	15	143～162	290	
		常温粘着工法･露出防水絶縁（M3-AS/P0AS 工法）	AS-J1	標準	5	133～152	280	
		トーチ工法･露出断熱防水（M3-ASI/P0ASI 工法）	ASI-T1	標準	20	167～443	590	
		常温粘着工法･露出断熱防水（M3-ASI/P0ASI 工法）	ASI-J1	標準	10	157～433	580	

付表 2-4　改質アスファルトシート防水：改修：RC 下地／アスファルト露出防水下地（平場）

	適用	防水工法	記号	区分	VOC 量　【g/㎡】			備考
					低 VOC	中 VOC	高 VOC	
露出防水	屋根	トーチ工法･露出防水密着（M4-AS 工法）	AS-T1	標準	26	173～223	370	低 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ･下地調整材･断熱材張付け材･仕上塗料とも水系 中 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ･下地調整材･断熱材張付け材･仕上塗料何れかが水系 高 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ･下地調整材･断熱材張付け材･仕上塗料とも有機溶剤系
		トーチ工法･露出防水密着（M4-AS 工法）	AS-T2	標準	16	163～213	360	
		常温粘着工法･露出防水密着（M4-AS 工法）	AS-J2	標準	6	153～203	350	
		常温粘着工法･露出防水密着（M3-AS/POAS 工法）	AS-J3	標準	5	133～152	280	
		トーチ工法･露出断熱防水（M4-ASI）	ASI-T1	標準	21	168～513	660	
		常温粘着工法･露出断熱防水（M4-ASI）	ASI-J1	標準	11	158～503	650	

2.1.3　合成高分子系ルーフィングシート防水

合成高分子系ルーフィングシート防水は、接着工法と機械的固定工法に大別され、それぞれに露出防水と露出断熱防水がある。ただし、平場が機械的固定工法で施工される場合でも、立上り部は接着工法が採用されることがあるので、ＶＯＣの発生量の推定には注意を要する。

シート防水材からのＶＯＣの発生は、シート本体内の長期間の可塑剤の揮散が考えられるが、工事中の揮散はほとんどないものとして推定した。また、既存防水層上への改修での VOC の発生量には大きな差が無いため、本節では記載していない。

（１）接着工法

①　加硫ゴム系シート防水

加硫ゴム系シート防水・接着工法の工程別での VOC 発生要因としては、プライマー、接着剤及び仕上塗料が挙げられる。この内、仕上塗料についてはエマルション系の材料が標準化されている。ただし、寒冷地や冬季においては、エマルション系材料では乾燥時間が長くなり、必要に応じて有機溶剤系の材料が使用されている。また、仕上塗料はエマルション系と有機溶剤系での耐久性には差異はないものと報告されている。また、ヒートアイランド対策に有効とされる「露出防水工事用高反射塗料」は、加硫ゴム系シート防水では、エマルション系のものがほとんどである。シート裏面に、工場であらかじめ接着剤を塗布している接着剤付加硫ゴムシートを用いて、工事現場での接着剤の塗布量を少なくする工法が近年、多く使用されている。

②　塩ビ樹脂系シート防水

塩ビ樹脂系シート防水・接着工法の工程別での VOC 発生要因としては、接着剤、ジョイント溶着剤及びジョイントシール材が挙げられる。この内、ジョイント溶着剤は熱融着も行われているが、現在では施工効率の良さから有機溶剤による溶着が一般的である。

（２）機械的固定工法

①　加硫ゴム系シート防水

加硫ゴム系シート防水・機械的固定工法の工程別での VOC 発生要因としては、ジョイント接着剤及び仕上塗料が挙げられる。この内、仕上塗料については接着工法の場合と同じである。

②　塩ビ樹脂系シート防水

塩ビ樹脂系シート防水・機械的固定工法の工程別での VOC 発生要因としては、ジョイント溶着剤及びジョイントシール材が挙げられる。この内、ジョイント溶着剤は、VOC の発生が少

ない熱融着も行われているが、現在では施工効率の良さから有機溶剤による溶着が一般的である。

③ TPE 系シート防水

ＴＰＥ系シート防水については機械的固定工法のみ標準化されている。素材の点から接着剤や溶着剤の使用は困難であり、立上り部も機械的固定工法で行われ、また、ジョイントの接合は熱融着で行われており、VOC の発生は少ない。

（3）エチレン酢酸ビニル樹脂系・密着工法

エチレン酢酸ビニル樹脂系シート防水は、同シートをポリマーセメントペーストを塗布しながら張付ける工法で、その上に厚さ 3mm程度のポリマーセメントモルタルを用いた保護・仕上げを行う工法で、エマルション系のプライマーを標準としていることもあり、ＶＯＣ発生量は少ない工法である。

付表 2-5　合成高分子系ルーフィングシート防水：新築／改修：RC 下地／露出防水下地（平場）

	適用	防水工法	記号	区分	VOC 量　【g/㎡】			備考
					低 VOC	中 VOC	高 VOC	
露出防水	屋根	合成高分子シート 加硫ゴム系･接着工法 (P0S/S4S/S3S 工法)	S-F1	標準	358	—	732	低 VOC＝仕上塗料;水系 高 VOC＝仕上塗料;有機溶剤系
		合成高分子シート 加硫ゴム系･機械的固定工法 (P0S/S4S/M4S 工法)	S-M1	標準	49	—	254	
		合成高分子シート 加硫ゴム系･接着断熱工法 (P0SI/S4SI/S3SI 工法)	SI-F1	標準	835	—	1040	
		合成高分子シート 加硫ゴム系･機械的固定断熱工法 (P0SI/S4SI/M4SI 工法)	SI-M1	標準	49	—	254	
		合成高分子シート 塩ビ樹脂系･接着工法 (P0S/S4S/S3S 工法)	S-F2	標準	—	—	416	
		合成高分子シート 塩ビ樹脂系･接着断熱工法 (P0SI/S4SI/S3SI 工法)	SI-F2	標準	—	—	776	
		合成高分子シート 塩ビ樹脂系･機械的固定工法 (P0S/S4S/M4S 工法)	S-M2	標準	56	—	76	低 VOC＝固定金具処理:熱融着 高 VOC＝固定金具処理:有機溶剤系
		合成高分子シート 塩ビ樹脂系･機械的固定断熱工法 (P0SI/S4SI/M4SI 工法)	SI-M2	標準	56	—	76	
		合成高分子シート TPE 樹脂系･機械的固定工法 (P0S/S4S/M4S 工法)	S-M3	標準	16	—	—	接着剤･溶着剤を使用しない工法
		合成高分子シート エチレン酢酸ビニル樹脂系･密着工法 (JASS 8)	【S-PC】	標準	21	—	—	主材･副資材に VOC 含有量が少ない水系材料使用工法

2.1.4　塗膜防水

塗膜防水は、ウレタンゴム系塗膜防水と FRP 系塗膜防水に大別される。

（1）ウレタンゴム系塗膜防水工法

ウレタンゴム系塗膜防水の工程別での VOC 発生要因としては、プライマー、仕上塗料及び防水

材本体が挙げられる。それらには、それぞれ環境対応型として VOC の発生量の少ない材料が準備されている。ただし、防水材本体には、工事現場での作業性改善のために、希釈剤が添加されることがあるが、希釈剤の使用は標準仕様書類では好ましくないものとされている。また、仕上塗料の中で、ヒートアイランド対策に有効とされる「露出防水工事用高反射塗料」については、防水材本体との付着性などの相性を考慮して、有機溶剤系のものが多く使われている。

ウレタンゴム系塗膜防水材料メーカー団体である日本ウレタン建材工業会では、「環境対応型ウレタン防水材システム」を設定しているが、その内容は参考資料 2.2.1 を参照されたい。

（2）FRP 系塗膜防水

FRP 系塗膜防水の工程別での VOC 発生要因としては、プライマー、仕上塗料および防水材本体が挙げられる。それらには、それぞれ環境対応型として VOC の発生量の少ない材料が準備されている。

ただし、防水材本体には、スチレンを多く含んでいるが、反応過程で樹脂骨格として架橋するため、VOC として大気中に放散されるものはその 1 割程度となっている。防水材には防水用ポリエステル樹脂（スチレン型・VOC 揮散量=8%）と環境対応型として、ノンスチレン型（VOC 揮散量=1%）と低スチレン型（VOC 揮散量=4%）の２タイプがある。

ＦＲＰ系塗膜防水材料メーカー団体であるＦＲＰ防水材工業会では、「環境対応型ＦＲＰ防水材システム」を設定しているが、その内容は参考資料 2.2.2 を参照されたい。

付表 2-6　塗膜防水：新築／改修：RC 下地（平場）

	適用	防水工法	記号	区分	VOC 量　【g/㎡】			備考
					低 VOC	中 VOC	高 VOC	
露出防水	屋根	ウレタンゴム系塗膜防水：絶縁工法	X-1	標準	34	152～182	300	低 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ・仕上塗料とも環境対応 中 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ・仕上塗料何れかが環境対応 高 VOC＝ﾌﾟﾗｲﾏｰ・仕上塗料とも有機溶剤系
		ウレタンゴム系塗膜防水：密着工法	X-2	標準	34	152～182	300	
		FRP 系塗膜防水工法・密着工法(JASS 8)	【L-FF】軽歩行用	標準	316	424	568	低 VOC＝樹脂・仕上塗料とも環境対応（ノンスチレン型） 中 VOC=樹脂・仕上塗料とも環境対応（低スチレン型゜） 高 VOC＝樹脂・仕上塗料ともスチレン型
		FRP 系塗膜防水工法・密着工法(JASS 8)	【L-FF】歩行用	標準	180	300	460	

2.1.5　ＶＯＣ量の算出方法

- **防水材中の VOC 量[g/㎡]＝（使用量[kg/㎡]）×（VOC 含有率[%]）×10（以下の場合を除く。）**
- **FRP 系塗膜防水からの VOC 量[g/㎡]＝（使用量[kg/㎡]）×（VOC 揮散量[%]）×10**

*1 使用量は公共建築工事標準仕様書、公共建築改修工事標準仕様書及びJASS8に従った。
*2 各材料中のVOC含有率は、メーカー調査で得られた最大値を採用した。

2.2　環境対応型塗膜防水材について

2.2.1　日本ウレタン建材工業会「環境対応型ウレタン防水材システム」認定制度について

日本ウレタン建材工業会では、2002 年（平成 14 年）に「環境対応型ウレタン防水材システム」を設定した。

日本ウレタン建材工業会の認定制度は環境改善に寄与するという世の中の動向から考えて、少なくともこの点だけは満足させる必要があるという項目を選び、その項目を設定したものである。

環境にはやさしいが、防水材としての品質・性能が従来品のレベルを下回ったのでは、何のための〔環境対応〕かわからなくなるので、品質についても一定の水準を確保するため、認定基準は、「環境基準」、「品質基準」及び「容器」の３本立てとしてある。

（1）システムとしての認定

認定制度の対象とするのは、ウレタン防水材のみではなく、プライマー（下地とウレタン防水材の接着用)、接着剤(下地と通気緩衝シートとの接着用)、保護仕上塗料も含めた全体のシステム（以下「防水材システム」という。）である。設定してある認定基準は、最終目標ではなく品質基準のレベルアップと共に社会的な規制や環境要求の動向に常に着目し最低年 1 回の見直しを図っていく事としてある。

（2）認定制度

申請された製品が「認定基準」を満たすかどうかについては「認定委員会」により審査・判定され、合格認定品には「認定証」が送られるとともに「認定マーク」の使用が許可される。

（3）認定基準

前述のように、「環境基準」と「品質基準」及び「容器」の３本立てとなっており、「環境基準」と「品質基準」は絶対条件であるが、「容器」の対応によって「R タイプ」と「N タイプ」の２種類がある。

「R タイプ」：３基準の全てを満たしたもの。

「N タイプ」：「環境基準」と「品質基準」を満たしたもの。

付表 2-7　「環境対応型ウレタン防水材システム・認定基準」（概要）

対象		試験項目	基準
品質基準	ウレタン防水材	JIS A 6021	JIS A 6021 の性能規格値に合格していること、 又は JIS A 6021 適合製品
	保護仕上塗料	耐候性	サンシャインカーボンアーク法による促進暴露試験後に、 JIS K 5600-4-7 による光沢保持率が、平均 80%以上
		耐水接着性	温水浸漬(50℃)試験後に、JIS K 5600-5-6 による付着性が分類 0 であること。(カットの縁が完全に滑らかで、どの格子の目にもはがれがない。)
	プライマー	耐水接着性	水浸漬試験後に、JIS K 6854 による剥離接着強度が、 平均 50N/25mm 以上かついずれかの部材の材破
	接着剤	耐水接着性	水浸漬試験後に、JIS K 6854 による剥離接着強度が、 平均 40N/25mm 以上または通気緩衝シートの 100%材破
環境基準	溶剤		「労働安全衛生法施行令別表第 6-2」に規定されている溶剤ならびに「特定化学物質障害予防規則第 2 条 第 1 項 第 3 の 2 号」の中で規定されている特別有機溶剤を“使用していない”こと
	化学物質		環境省「化学物質の内分泌かく乱作用に関する今後の対応－EXTEND 2016－」及び厚生労働省「シックハウス対象物質に関する指針」にリストアップされている物質を“使用していない”こと
容器	リユース･リサイクル対応容器		容器の大部分が再利用又は再資源化が可能なもの

注）環境基準における“使用していない”状態とは、材料設計意図に含まれず、製造工程上及び施工時において混入しないことが確認されていることをいう。

2.2.2　FRP 防水材工業会「環境対応型ＦＲＰ防水材認定システム」について

FRP 防水材工業会（FBK）では、2007 年から VOC 対策を中心とした環境問題への対応に取り組み始め、2010 年に工業会独自の環境対応型ＦＲＰ防水材認定システムを確立した。下表の環境対応型 FRP 防水材料認定基準に適合し、工業会より認定を受けた材料を使用することにより、施工時の VOC や臭気の発生を低減させることが可能となる。

付表 2−8　環境対応型 FRP 防水材料　認定基準

対象		基準	分類
環境基準	FRP 防水用樹脂および保護･仕上げ材	厚生労働省が室内濃度指針値として定めた 13 物質を使用していないこと。	ノンスチレン型
		スチレン含有量が 35%以下で且つ厚生労働省が室内濃度指針値として定めた 13 物質のうち、スチレン以外の物質を使用していないこと。	低スチレン型
	プライマー	厚生労働省が室内濃度指針値として定めた 13 物質を使用していないこと。	
品質基準	FRP 防水用樹脂	JASS8 M-101「防水用ポリエステル樹脂」の規格を満足すること。	

従来の FRP 防水用樹脂（スチレン型）はスチレンを 45%前後含有しており、施工時には同樹脂重量の 8%程度に相当するスチレンが揮散していたが、低スチレン型の防水用樹脂ではスチレン含有量を 35%以下に抑えることにより、スチレンの揮散量を約半分の 4%前後に抑えることが可能となる。ノンスチレン型の防水用樹脂はスチレンの全量を揮発性の低いモノマーで代替しており、モノマーの揮散量は１%程度となる。また、仕上げ材でも、同様の対策を取ることにより、防水用樹脂と同様に施工時の揮散量を減らすことが可能となる。なお、ノンスチレン型には、従来からあるビニルエステル樹脂以外に、環境対応型 FRP 防水用樹脂として新たに開発された樹脂が含まれる。

2.3　シーリング工事における VOC について

建築用シーリング材とは、建築物の各種部材間の接合部や隙間（これらを総称して目地と呼ぶ。）に充填して目地に水密・気密性を付与する材料である。シーリング材は、施工段階では不定形のペースト状で施工後に硬化し防水機能を発揮する。また、防水機能を発揮するには、目地の構造部材に十分接着することが必要なため、プライマーの使用が不可欠になっている。

シーリング材の主な配合原料は、原料ポリマー、架橋剤／触媒、充填剤、老化防止剤、着色剤、その他添加剤が使用され、ＶＯＣはほとんど含まれない。一方、プライマーの主な配合原料は、反応性樹脂、シランカップリング剤などと、液体化するための溶剤で構成されているため、ＶＯＣが含まれている。

また、シーリング工事では被着面の清掃の際に溶剤を使用する場合があるため、その際には大気中にＶＯＣが放出される。

シーリング工事の流れを次に示す。「被着面の清掃」及び「プライマーの塗布」の際にＶＯＣが放出される。

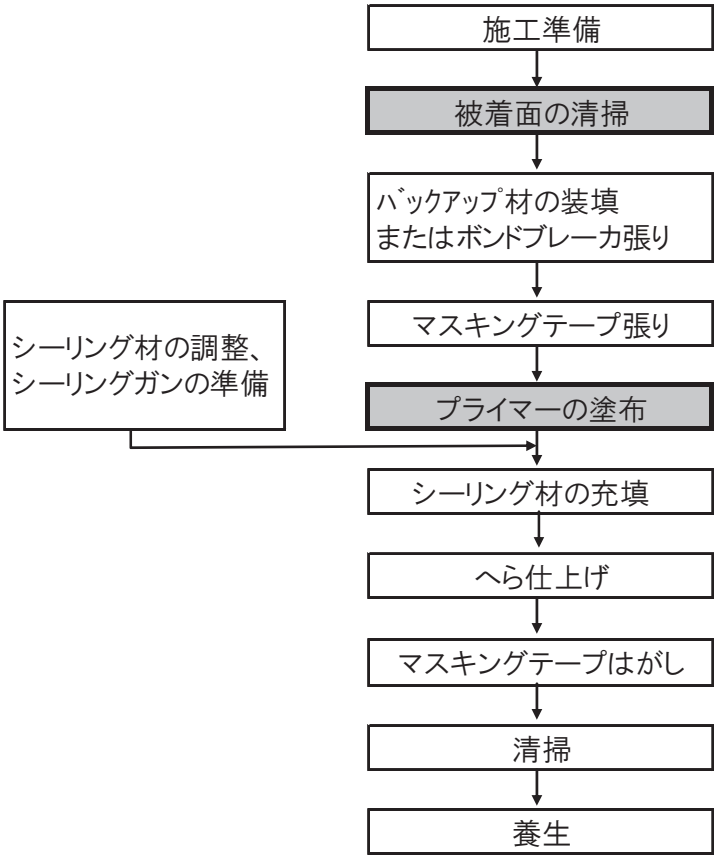


図２－１　シーリング工事の流れ

現状では、プライマーや清掃溶剤は、使用せざるをえないため、一般的な取扱方法として、容器は使用時以外は必ずふたを閉めておくこと、容器からこぼさないように注意して扱うこと、有機溶剤の浸み込んだウエス等は放置せずふたのできる容器に収納するなどを徹底する必要がある。

2.4　塗床仕上げの VOC 発生量及び低 VOC 仕様選択上の留意点について

塗床の原料には高沸点（200～260℃）の VOC 材料が採用されているが、塗床材が反応し塗床（塗膜）になることで揮発成分量は減ると考えており、本ガイド第Ⅱ部第 7 章においては、(製品)安全データシート（(M)SDS）などで一般に得られる成分情報※1 を基に判断できる範囲で VOC 対策できる内容に留めた。

※1　化学物質排出把握管理促進法、労働安全衛生法、毒劇物取締法によるSDS対象物質

2.4.1　公共建築工事標準仕様書　弾性ウレタン樹脂系塗床仕上げ

弾性ウレタン樹脂系塗床はゴム弾性のある塗床材で、クッション性があるため靴音が立ちにくく廊下や教室など主に人の歩行を対象とした床に適用される。

弾性ウレタン樹脂系塗床材自体は溶剤の含有量が極めて少ないが、気温に応じて材料粘度が変化するため冬期の施工においては溶剤で希釈する必要がある。一方、プライマーや表面仕上げ材は一般に溶剤形の材料が使用されており、これらを水性材料（水性形・エマルション系）に変更することで低 VOC 仕様を組むことができる。

プライマーについては各社から水性形の材料が用意されている。ただし、弾性ウレタン樹脂系塗床の塗替え工事に当たっては溶剤形のプライマーが使われる。

表面仕上げとして表面仕上げ材を塗装する仕様の場合、塗床の要求性能である防汚性・耐久性を考慮すると表面仕上げ材の水性化は一般には厳しいが、いくつかのメーカーでは開発されており、要求性能次第では水性材料を選択することができる。

標準仕様書の品質規格については、弾性ウレタン樹脂系塗床材には仕様書に定められた品質があるが、プライマーや表面仕上げ材には品質規格がない。よって、標準仕様書の範囲内でプライマーや表面仕上げ材の水性材料の選択は可能である。

付表 2-9　弾性ウレタン樹脂系塗床仕上げ

	工程	使用量 (kg/m^2)	VOC 放散量(g/m^2)		備考
			一般	低 VOC	
1	プライマー塗り	0.15	113	23	水性化
2	弾性ウレタン樹脂系塗床材塗り	2.0	100 (200)	100 (200)	施工温度の要因が大きく VOC の使用量が変わる。 冬期は 5%希釈を想定した。
3	表面仕上げ	指定なし	―	―	

VOC 削減率：42%(夏)～29%(冬)　　（　）は冬期に放散するとみられる最大の VOC 量

コメント：水性形のプライマーに変更しても大きな性能差はないが使用条件を考慮し採用する。
仕様の詳細については各メーカーに確認すること。

2.4.2　公共建築工事標準仕様書　エポキシ樹脂系塗床仕上げ（流しのべ工法）

国土交通省「公共建築（改修）工事標準仕様書（建築工事編）」にはエポキシ樹脂流しのべ工法で仕上げる、厚みの違う 3 種類の工法がある。

薄膜流しのべ工法・厚膜流しのべ工法・樹脂モルタル工法である。

エポキシ樹脂系塗床はバランスの取れた性能を発揮する一般的な塗床材で、塗床施工全体の中で１番の施工面積がある。コンクリートの凹凸を滑らかに仕上げ防塵効果・清掃性が非常に良くなり、

車両の往来にも耐える。

流しのべ工法のエポキシ樹脂系塗床材は溶剤の含有量が極めて少ないが、一般にコンクリート床に施工する場合は溶剤形のプライマーを塗装するので VOC を放散する。このためプライマーを水性形に変更することで低 VOC 化が図れる。エポキシ樹脂系塗床材も施工温度により材料粘度が変わるので、冬には希釈による溶剤使用量が多くなる。

標準仕様書の品質規格については、エポキシ樹脂系塗床材には仕様書に定められた品質があるが、プライマーや樹脂モルタルには品質規格がない。よって、標準仕様書の範囲内で水性形プライマーの選択が可能である。なお、使用量の多い樹脂モルタルの低 VOC 化は、VOC の削減に有効と考えるが、厚みの確保を目的として採用する材料のため、ここでは検討を見送った。

標準仕様書は主に官公庁の一般事務所ビルを想定しているが、エポキシ樹脂系塗床は工場床にも広く使用される。その場合、非常に高い強度（付着強度）を要求されることが想定されるため、施工後の塗床の使用環境を把握したうえでプライマーを選択する必要がある。VOC の削減のためには、プライマーの水性化だけでなく、一般に言われる無溶剤形の材料を採用する方法や強度の高い水性材料を採用する方法などがメーカーに用意されているので、目的に合わせて検討する。その場合、材料使用量の変更を伴うことがあるので事前に確認しておく。

付表 2-10 エポキシ樹脂系塗床仕上げ（流しのべ工法）薄膜流しのべ工法（平滑仕上げ）

	工程	使用量 (kg/m^2)	VOC 放散量(g/m^2)		備考
			一般	低 VOC	
1	プライマー塗り	0.15	120	45	水性化
2	エポキシ樹脂系塗床材塗り	0.30	15 (30)	15 (30)	施工温度の要因が大きく VOC の使用量が変わる。 冬期は 5%希釈を想定した。
3	エポキシ樹脂系塗床材塗り	0.80	40 (80)	40 (80)	

VOC 削減率：43%(夏)～33%(冬)　　（　）は冬期に放散するとみられる最大の VOC 量

コメント：水性形のプライマーに変更しても大きな性能差はないが使用条件を考慮し採用する。仕様の詳細については各メーカーに確認すること。

付表 2-11 エポキシ樹脂系塗床仕上げ（流しのべ工法）厚膜流しのべ工法（平滑仕上げ）

	工程	使用量 (kg/m^2)	VOC 放散量(g/m^2)		備考	
			一般	低 VOC		
1	プライマー塗り	0.15	120	45	水性化	
2	骨材混合ペースト塗り	2.50	100 (125)	100 (125)	施工温度の要因が大きく VOC の使用量が変わる。	夏期は 3%、冬期は 5%希釈を想定した。
3	エポキシ樹脂系塗床材塗り	0.80	40 (80)	40 (80)		冬期は 5%希釈を想定した。

VOC 削減率：29%(夏)～23%(冬)　　（　）は冬期に放散するとみられる最大の VOC 量

コメント：水性形のプライマーに変更しても大きな性能差はないが使用条件を考慮し採用する。仕様の詳細については各メーカーに確認すること。

付表 2-12　エポキシ樹脂系塗床仕上げ（流しのべ工法）　樹脂モルタル工法（平滑仕上げ）

	工程	使用量 (kg/m²)	VOC 放散量(g/m²)		備考
			一般	低 VOC	
1	プライマー塗り	0.15	120	45	水性化
2	タックコート	0.30	15(24)	15(24)	施工温度の要因が大きく VOC の使用量が変わる。 冬期は 3%希釈を想定した。
3	樹脂モルタル	7.00	50(80)	50(80)	
4	目止め	0.30	45	45	
5	エポキシ樹脂系塗床材塗り	0.80	40(80)	40(80)	施工温度の要因が大きく VOC の使用量が変わる。 冬期は 5%希釈を想定した。

VOC 削減率：28%(夏)～21%(冬)　　（　）は冬期に放散するとみられる最大の VOC 量

コメント：水性形のプライマーに変更しても大きな性能差はないが使用条件を考慮し採用する。使用量の多い樹脂モルタル層は VOC 削減量が大きく関わるので低 VOC 配合品を選択したいが、樹脂モルタルは厚みを必要とする時に採用する工法であり、その性能を優先する必要がある。よって、施工時期の変更を検討する。

2.4.3　公共建築工事標準仕様書　薄膜型塗床工法（防塵塗料）

薄膜型塗床は一般に防塵塗料と呼ばれ、コンクリート床からの砂埃を防ぐ目的で施工される塗床材である。施工方法はローラー刷毛で塗り付けるのが一般的である。標準仕様書では、一定の性能が得られるエポキシ樹脂系を指定している。薄膜型塗床工法のエポキシ樹脂系薄膜型塗床材は溶剤形が一般的であるが、水性形の材料も選択することができる。

付表 2－13　薄膜型塗床工法（平滑仕上げ）

	工程	使用量 (kg/m²)	VOC 放散量(g/m²)		備考
			一般	低 VOC	
1	プライマー塗り	0.15	120	23	水性化
2	下塗り	0.15	90	23	水性化
3	上塗り	0.15	90	23	水性化

VOC 削減率：77%

コメント：使用材料を溶剤形塗料から水性形塗料にすることで VOC 削減率は非常に高い。樹脂系がエポキシ樹脂に規定されているため両者に大きな性能差はないと考えられる。水性形塗料は低温硬化性に劣る傾向があるので考慮して材料選定を行う。施工条件によってはプライマーを必要としない場合があるので各メーカーに確認すること。

2.4.4　VOC 量の算出方法

- **塗床材中の VOC 量[g/m²]＝（使用量*1[kg/m²]）×（VOC 含有率*2[%]）×10**
- **粘度調整用希釈溶剤中の VOC 量[g/m²]＝（使用量[kg/m²]）×（希釈率*3[%]）×10**

*1 使用量は「公共建築工事標準仕様書（建築工事編）」平成 31 年版に従った。

*2 各材料の VOC 含有率は付表 2-14 に記載。メーカーへのヒアリングにより得られた中で最大の数値を採用した。

*3 粘度調整のための溶剤希釈率は、粘度が最も高くなる冬期を想定して設定した。

付表 2－14　塗床材中の VOC 含有率及び塗床材の希釈率[%]

材料	塗床材に含有する VOC		塗床材の希釈率（VOC）
	溶剤形	水性形	
弾性ウレタン樹脂系塗床			
プライマー	75%	15%	―
ウレタン樹脂系塗床(夏期)	5%		0%
ウレタン樹脂系塗床(冬期)	5%		5%
エポキシ樹脂系塗床流しのべ			
プライマー	80%	30%	―
エポキシ樹脂系塗床(夏期)	5%		0%
エポキシ樹脂系塗床(冬期)	5%		5%
エポキシ樹脂系塗床(夏期) ペースト 骨材樹脂比率 1:1	5%(樹脂分に対し)		3%(樹脂分に対し)
エポキシ樹脂系塗床(冬期) ペースト 骨材樹脂比率 1:1	5%(樹脂分に対し)		5%(樹脂分に対し)
タックコート(夏期)	5%		0%
タックコート(冬期)	5%		3%
樹脂モルタル(夏期) 骨材樹脂比率 6:1	5%(樹脂分に対し)		0%
樹脂モルタル(冬期) 骨材樹脂比率 6:1	5%(樹脂分に対し)		3%(樹脂分に対し)
目止め	5%		10%
薄膜型塗床			
プライマー	80%	15%	―
薄膜型塗床の下塗り･上塗り	60%	15%	―

建築接着工法編解説

参考資料 3

3.1　接着剤の種類と成分・性質

種類		成分	性質	特徴･注意	VOC含有率
水系	酢酸ビニル樹脂系エマルション形接着剤	主成分:酢酸ビニル樹脂 溶　剤:水 その他:その他の樹脂、可塑剤、防腐剤、充てん剤、界面活性剤等	･塗布作業性良好 ･初期強度は低く、仮押さえ必要 ･木質基材への接着性良好	･水がかり、高温箇所には不適 ･低温下での施工は避ける ･凍結注意	3%
	エチレン･酢酸ビニル共重合樹脂(EVA)系エマルション形接着剤	主成分:エチレン･酢酸ビニル共重合樹脂 溶　剤:水 その他:可塑剤、充てん剤	･塗布作業性良 ･初期強度は低く、仮押さえ必要 ･紙、布、軟質塩ビ等プラスチックへの接着性良好	･耐候性、耐アルカリ性に優れるが、水がかり、高温箇所には不適 ･低温下での施工は避ける	3%
	アクリル樹脂系エマルション形接着剤	主成分:アクリル共重合樹脂 溶　剤:水 その他:可塑剤、充てん剤	･塗布作業性良好 ･各種床材への接着性良好 ･柔軟性に富み、耐候性が良い ･塩ビリッチの床材に適する	･低温下での施工は避ける ･粘着剤に利用	3%
	スチレン･ブタジエンゴム(SBR)系ラテックス形接着剤	主成分:スチレン･ブタジエンゴム共重合体(SBR) 溶　剤:水 その他:石油系･ロジン系樹脂、充てん剤	･塗布作業性と初期粘着性に優れる ･張付け可能時間が長い ･床材、陶磁器質タイル用に適する	･水がかり、高温箇所には不適 ･低温下での施工は避ける	3%
溶剤形	酢酸ビニル樹脂系溶剤形接着剤	主成分:酢酸ビニル樹脂 溶　剤:酢酸エチル、メタノール その他:充てん剤	･不揮発分多く充てん性あり ･初期接着力あり、小物には仮押さえ不要 ･広範囲の被着材に良く接着する	･耐水性、耐熱性を要する箇所には不適 ･火気、換気に注意 ･耐クリープ性が小さい	40%
	合成ゴム系溶剤形接着剤	主成分:合成ゴム(CR、NBR、SBR等) 溶　剤:芳香族、ケトン系、エステル系、ヘキサン その他:フェノール樹脂、ロジン樹脂等の粘着付与樹脂、充てん剤	･初期強度大で仮押さえ不要 ･両面塗布コンタクトタイプ ･幅広い接着性を有する	･火気、換気に注意 ･仕上げ材によっては接着剤の選定に注意する	80%
	合成ゴム系溶剤形 マスチックタイプ接着剤	主成分:クロロプレンゴム(CR) 溶　剤:芳香族、ケトン系、エステル系、ヘキサン その他:粘着付与樹脂、充てん剤	･初期強度大で仮押さえ不要 ･片面塗布でも可能 ･耐熱性、耐水性は比較的良好 ･耐衝撃性良好 ･床下張り用･壁用に適	･火気、換気に注意 ･軟質塩ビ系床材には不向き	60%

反応系	ウレタン樹脂系接着剤	主成分：イソシアネート･ポリオール その他：その他樹脂、充てん剤	･幅広い接着性 ･低温硬化性良好 ･耐水性、耐熱性良好	･保存には湿気、水分を避ける ･一成分湿気硬化形と二成分反応形とあり、建築用としては一成分系の利用が多い ･各種床材、根太用、床暖房用床材、鋼製束、タイルの接着等	3% （高分子系張り床材用は30%）
	シリル化ウレタン樹脂系接着剤	主成分：シリル化ウレタン樹脂 その他：充てん剤、可塑剤、シランカップリング剤	･一成分湿気硬化形 ･マスチック ･耐寒、耐水性良好 ･可とう性あり、耐衝撃接着に優れる ･変形追従性に優れる	･弾性接着剤 ･プラスチック類への接着良好 ･クリープに弱い ･耐熱限界 100℃	3%
	エポキシ樹脂系接着剤	主　剤：エポキシ樹脂 硬化剤：変性ポリアミン、変性ポリアミド その他：硬化促進剤、その他樹脂、充てん剤	･幅広い接着性 ･高強度、接着力大で高耐久性 ･耐水性，耐薬品性良 ･二成分常温硬化形 ･間隙への充てん可	･配合比と混合に注意 ･気温により硬化時間が変わるので、特に冬期は注意 ･湿潤面に対しては適切なグレードを選ぶ ･金属･コンクリート等広範囲の用途に適	3% （高分子系張り床材用は30%）
	変成シリコーン樹脂系接着剤	主成分：変成シリコーン樹脂 その他：充てん剤、可塑剤、シランカップリング剤	･一成分湿気硬化形および二成分形 ･耐寒、耐水性良好 ･可とう性あり、耐衝撃接着性に優れる ･変形追従性に優れる	･弾性接着剤としてバランスのとれた性能 ･大判タイルの接着可 ･クリープに弱い ･耐熱限界 100℃	3%

＊含有率は最大値記載

3.2　VOC量の算出方法

● （接着剤中のVOC量[g/m^2]）＝（塗布量[g/m^2]）×（VOC含有率*1[%]）÷100

*1 各接着剤のVOC含有率は、上表のとおりとした。

*本編表中の塗布量は下地状況などにより異なるが、算出には平均値を用いた。塗布方法が異なる材料は範囲で記載。

施工現場での対策

参考資料 4

4.1　塗料の保管・貯蔵管理

屋外での現場塗装においては、排ガス浄化装置などの設置は困難であり、塗料の適正な保管・貯蔵管理がＶＯＣの排出を抑制する上で重要となる。

4.1.1　現場搬入後の保管

塗料が現場に搬入された後は、直射日光を避け、通風の良い場所に保管する。また、容器の破損、栓の外れなどによって塗料や溶剤が漏えいしないよう丈夫な材質の容器を使用する。プラスチック製の容器は溶剤の種類によっては膨潤することがあるので注意を要する。

塗料や溶剤を小分けした容器を作業場に置く場合は、温度の上昇により膨張して漏れないように2.5%以上の空間を持たせて密閉する。

4.1.2　調合・かくはん

調合には、はかりを使用し、取扱説明書に記載された程度を超えて希釈しない。また、２液型の塗料の場合は、標準使用量を勘案して必要分のみを調合し、不要分は作らないよう心がける。

かくはんのために缶上部を切って開封した場合は、シートなどで、密閉化する（付図 1）。





付図１

4.1.3　交換・洗浄

洗浄用の溶剤は一時に大量に用いるよりも、少量ずつ回数を多くしたほうが、溶剤の使用量が少なくて済む。

参考文献：「炭化水素類排出低減技術マニュアル」（東京都環境保全局　H4）

4.2　塗装方法の種類と特性

塗料を塗るための手段を塗装工法といい、屋外での現場塗装においては、はけ塗り、ローラー塗り、エアースプレー、エアレススプレー塗りが主流である。

4.2.1　はけ塗り、ローラー塗り

「はけ塗り」は、はけで塗料を塗る方法（付図 2-1)、「ローラー塗り」は、手持ちローラによって塗料を塗る方法である（付図 2-2)。塗装中に塗料が飛散することがなく、90%以上の塗着効率を得ることができる。また、容器に残存する塗料も少なくて済む利点もあり、他の方法と比べＶＯＣの排出を抑制することができる。



付図 2-1



付図 2-2

4.2.2　エアースプレー

現場塗装において、エアースプレーを用いるケースは少なくなってきているが、仕上塗材においては、モルタルガンやリシンガンといわれるタイプの機器を用いて塗装する(付図 2-3)。



付図 2-3

4.2.3　エアレススプレー

塗料に圧力をかけて強制的にノズルから噴出させて塗装する方法で、溶剤含有率の少ない高粘度、高不揮発分の塗料を適用することができる。塗着効率も 70%程度であり、飛散ロスの比較的少ない塗装方法である（付図 2-4)。



付図 2-4

4.3　塗膜のはく離工法

従来使用されていた塩化メチレン（ジクロロメタン）系の塗膜はく離剤は溶解力が大きいが作業者に対する毒性・危険性が強いことから、環境・安全性に配慮した高級アルコール系のはく離剤が普及してきている。しかし、高級アルコール系は光化学反応性が塩化メチレンよりやや高いことから、使用量を適正に管理する必要がある。

最近では、VOC の飛散と有機溶剤を含む廃棄物の発生量を減少させたシート状のはく離剤が使用されてきている。

参考文献：JIS K 5500「塗料用語」、「炭化水素類排出低減技術マニュアル」（東京都環境保全局　H4）

4.4　塗着効率の向上（鋼構造物静電エアラップエアレス塗装法）

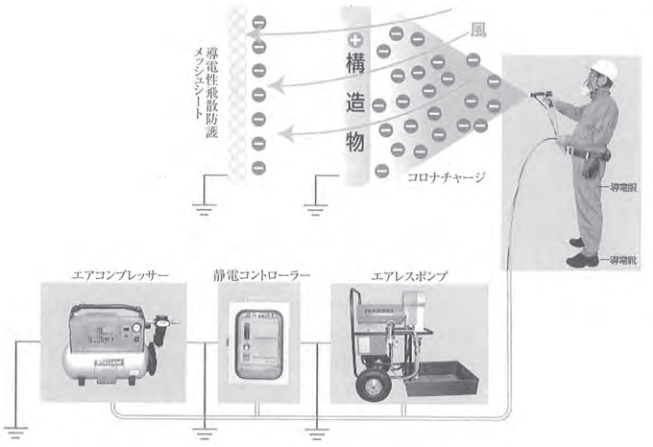
屋外での現場塗装におけるＶＯＣ抑制策は塗料の低ＶＯＣ化が主であるが、スプレー塗装の塗着効率を向上させることによりさらにＶＯＣを削減することができる。

塗装機器面からエアレススプレー塗装でもスプレーミストの飛散が少なく、塗着効率のよいエアレススプレー塗装方式として、静電エアレススプレーやエアレススプレーガンの改良が行われている。

静電エアラップエアレス塗装法は、静電エアレススプレーを改良し、静電エアレススプレーの機能に補助エアを組み合わせたスプレー方式と、さらに導電性飛散防護メッシュシートを併用する塗装工法である。

※静電塗装スプレー方式なので、導電性の高い水系塗料やジンクリッチペイントの塗装には適用できない。

1	静電塗装	スプレーガンの先端に電極を設けて高電圧をかけることにより、通過するスプレー流に静電気を帯びさせ、被塗物にアースを取り付けて静電界をつくり、塗料を吸着させる。
2	補助エア	チップの外側からスプレー流を包むように空気を流し、塗料の飛散を防止するとともに、低圧で噴出したときのスプレー流の乱れを矯正する（低圧にすることにより、塗料飛散の減少を図ることができる）。
3	導電性飛散防護メッシュシート	被塗物に付着しなかったスプレーダストは静電気を帯びているので、塗装作業区域の開放部をすべて塞ぐように、アースを取り付けた導電性飛散防護メッシュシートを張り巡らし、これにより捕捉する。



付図 4-1 静電エアラップエアレス塗装法のシステム



付図 4-2　静電エアラップエアレス塗装法を用いた施工状況

静電塗装工法には静電気の発生方法が異なる電気式とエア式があり、エア式は特別な電気設備を必要としない。エア式は、①電気ケーブルを必要としないため、ケーブルの断線や漏電による感電やスパークの危険がない、②空気を使ってガンに内蔵されたダイナモを回し、静電気を発電する方式のため安全性が高い、③アースが取れていない場合、危険電流になる前にガンが検知し、自動的に静電気を遮断する、④スプレー方式は専用エアレスチップを通して霧化されるので、高い圧力が要求される粘度が高い塗料にも対応できるなどの特徴がある。

近年、これらの静電塗装工法は、都市高速道路などの高架橋において、桁下の一般道を走行する車両などに塗料が飛散しない対策として採用が増えている。

引用文献　（社）日本鋼構造協会編「重防食塗装ー防食原理から設計・施工・維持管理までー」,pp.114-115,2012
図・写真出典　（社）日本鋼構造協会：JSSC テクニカルレポート,No.80,「鋼構造物塗装の環境負荷の現状と課題」,pp55-68,2008

ＶＯＣ関係法令等

参考資料 5

5.1　大気汚染防止法

「大気汚染防止法（昭和 43 年法律第 97 号）」、「大気汚染防止法の一部を改正する法律について（通知）（平成 17 年6月 17 日付　環管大発第 050617001 号）」における、建築・土木工事に関する記述を次に抜粋した。

◎大気汚染防止法

（定義等）

第２条

４　この法律において「揮発性有機化合物」とは、大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物（浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として政令で定める物質を除く。）をいう。

（施策等の実施の指針）

第１７条の３　揮発性有機化合物の排出及び飛散の抑制に関する施策その他の措置は、この章に規定する揮発性有機化合物の排出の規制と事業者が自主的に行う揮発性有機化合物の排出及び飛散の抑制のための取組とを適切に組み合わせて、効果的な揮発性有機化合物の排出及び飛散の抑制を図ることを旨として、実施されなければならない。

（事業者の責務）

第１７条の１４　事業者は、その事業活動に伴う揮発性有機化合物の大気中への排出又は飛散の状況を把握するとともに、当該排出又は飛散を抑制するために必要な措置を講ずるようにしなければならない。

（国民の努力）

第１７条の１５　何人も、その日常生活に伴う揮発性有機化合物の大気中への排出又は飛散を抑制するように努めるとともに、製品の購入に当たって揮発性有機化合物の使用量の少ない製品を選択すること等により揮発性有機化合物の排出又は飛散の抑制を促進するよう努めなければならない。

◎大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について（通知）

第 11 事業者の責務

規制の対象となるＶＯＣ排出施設の排出口からの排出の抑制のみならず、ＶＯＣの排出又は飛散の抑制のために必要な措置を幅広く講じることを事業者の責務とした（法第 17 条の 13 [注1)]）。

ＶＯＣは、屋外塗装などの屋外作業に伴って飛散するもの、排出口以外の窓等の開口部から

排出されるもの及びＶＯＣ排出施設以外の施設から排出されるものも多くある。これらについては、本条及び法第 17 条の２(注2)に規定する施策等の実施の指針を受けて、事業者の自主的取組で対応することとしている。

第 12 国民の努力

ＶＯＣの多くは、塗料・インキ等の溶剤として使用されているが、近年、ＶＯＣを含有しない、又はＶＯＣの含有量が少ない塗料・インキ等（以下「低ＶＯＣ塗料等」という。）が開発されている。このことにかんがみ、国民が塗料等を使用するに当たっては、低ＶＯＣ塗料等を選択することにより、日常生活に伴うＶＯＣの大気中への排出又は飛散を抑制することに努めなければならないこととした（法第 17 条の 14 (注3) 前段)。

また、製品製造時における低ＶＯＣ塗料等への転換は、これを用いて製造される製品の外観等に影響を及ぼすため、国民からの厳しい要求に耐えられないことがある。また、排出ガス処理装置の導入は、事業者にとって多額の環境投資を必要とし、製品の価格を上昇させる可能性がある。このことにかんがみ、国民が製品を購入するに当たっては、これらのＶＯＣ排出抑制対策に取り組んでいる事業者が提供する製品（以下「低ＶＯＣ製品」という。）を選択すること等により、ＶＯＣの大気中への排出又は飛散の抑制を促進することに努めなければならないこととした（法第 17 条の 14 (注3) 後段)。

地方公共団体におかれても、国民の理解を深め、低ＶＯＣ製品を優先的に購入・調達する動きが拡大するよう、適切な措置を講ずるよう努められたい。

別紙２

ＶＯＣ排出施設の定義について

第１ 総則

「ＶＯＣを溶剤として含有する製品」とは、当該製品使用時（希釈剤を使用する場合にはその混入後）において、ＶＯＣの含有率が１％を超えるものを目安に判断されたい。

第２ ＶＯＣ排出施設の種類

２ 塗装施設（吹付塗装を行うものに限る。）（令別表第１の２の２の項）

(2) ＶＯＣである溶剤（希釈剤を含む。）を含有しない塗料（使用時にＶＯＣ含有率１％以下のもの）のみを塗布することが明らかな塗装施設は、規制対象とはならない。粉体塗料、紫外線硬化型塗料及び電子線硬化型塗料は、これに該当することが多い。なお、一般に、水性塗料やハイソリッド塗料は、ＶＯＣを含有しているので留意されたい。

注１～注３については原文には記載がないが、法改正により条文番号が平成 17 年当時と異なるため、都にて付した。
（注 1）平成 17 年当時の条文番号（現行の条文では第 17 条の 14）
（注 2）平成 17 年当時の条文番号（現行の条文では第 17 条の３）
（注３）平成 17 年当時の条文番号（現行の条文では第 17 条の 15）

改正大気汚染防止法において、建築・土木工事は規制の対象外であるが、努力義務としてではなく、事業者の「責務」として、自主的取組で対応するよう法の中に明文化されている。

大気汚染防止法では、規制対象物質の名称を限定列挙せず、多種多様な物質をＶＯＣとして包括的に規制することとしている。しかし、関係者の理解を容易にするため、環境省は通知文の中で、ＶＯＣに該当する主な物質の名称を付表4のように例示しているので、資材に添付される(M)SDS（製品安全データシート）などとあわせて、ＶＯＣ成分の把握の参考にされたい。

付表４　ＶＯＣに該当する主な物質

1	トルエン	51	イソホロン
2	キシレン	52	シクロヘキサノン
3	1,3,5-トリメチルベンゼン	53	エタノール
4	酢酸エチル	54	メチルシクロペンタン
5	デカン	55	酢酸ビニル
6	メタノール	56	3-メチルヘキサン
7	ジクロロメタン	57	2,3-ジメチルブタン
8	メチルエチルケトン	58	2,2-ジメチルブタン
9	n-ブタン	59	メチルシクロヘキサン
10	イソブタン	60	イソプロピルセロソルブ
11	トリクロロエチレン	61	1,2-ジクロロエタン
12	イソプロピルアルコール	62	塩化ビニル
13	酢酸ブチル	63	テトラフルオロエチレン
14	アセトン	64	エチルベンゼン
15	メチルイソブチルケトン	65	クメン
16	ブチルセロソルブ	66	クロロエタン
17	n-ヘキサン	67	トリクロロエタン
18	n-ブタノール	68	アクリロニトリル
19	n-ペンタン	69	テトラヒドロフラン
20	cis-2-ブテン	70	エチレングリコールモノメチルエーテル
21	イソブタノール	71	n-プロピルブロマイド
22	プロピレングリコールモノメチルエーテル	72	メタクリル酸メチル
23	テトラクロロエチレン	73	1,3-ブタジエン
24	シクロヘキサン	74	1,1-ジクロロエチレン
25	酢酸プロピル	75	2,4-ジメチルペンタン
26	trans-2-ブテン	76	酸化プロピレン
27	エチルセロソルブ	77	クロロホルム
28	ウンデカン	78	臭化メチル
29	ノナン	79	ジペンテン
30	プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート	80	1-ヘプテン
31	2-メチルペンタン	81	1,4-ジオキサン
32	エチレングリコール	82	アセトニトリル
33	2-メチル-2-ブテン	83	塩化アリル
34	エチルシクロヘキサン	84	アクリル酸
35	テトラリン	85	イソプレン
36	メチルアミルケトン	86	アセトアルデヒド
37	メチル n-ブチルケトン	87	1,2-ジクロロプロパン
38	クロロメタン	88	メチルセロソルブアセテート
39	ベンジルアルコール	89	エチレンオキシド
40	シクロペンタノン	90	o-ジクロロベンゼン
41	2-メチル-1-ブテン	91	クロロベンゼン
42	n-ヘプタン	92	ギ酸メチル
43	ビシクロヘキシル	93	トリエチルアミン
44	N,N-ジメチルホルムアミド	94	3-メチルヘプタン
45	trans-2-ペンテン	95	フェノール
46	cis-2-ペンテン	96	ナフタレン
47	スチレン	97	アクリル酸メチル
48	N-メチル-2-ピロリドン	98	シクロヘキシルアミン
49	エチルセロソルブアセテート	99	ホルムアルデヒド
50	ベンゼン	100	エピクロロヒドリン

5.2　悪臭防止法

悪臭防止法は、工場・事業場における事業活動に伴って発生する悪臭について、必要な規制を行うものであり、建築・土木工事は規制の対象外である。しかし、悪臭苦情件数の約 2～3%が建設作業現場からの苦情であることから、臭いの少ない低ＶＯＣ資材の採用を検討するなど、周辺環境への配慮も重要である。

5.3　その他

大気汚染防止法や悪臭防止法のほかに、建築・土木工事から発生するＶＯＣに関連する法令は様々あるが、主なものを列挙すると次のとおりである。

- 建築基準法
- 消防法
  - 危険物の規制に関する政令
  - 危険物の規制に関する規則
- 労働安全衛生法
  - 有機溶剤中毒予防規則
  - 鉛中毒予防規則
  - 特定化学物質等障害予防規則
- 毒物及び劇物取締法
- 廃棄物の処理及び清掃に関する法律
- 化学物質審査規制法
- 化学物質管理促進法

これらの法令は、各種便覧やマニュアルなどに記載されている場合が多いので、それらを参照されたい。

また、法令による規制ではないが、東京都では、化学物質が及ぼす子どもへの健康影響を未然に防止するため「化学物質の子どもガイドライン（鉛ガイドライン（塗料編））」を平成 14 年に策定し、ケレン作業時の鉛の飛散防止や鉛フリー塗料の採用を呼びかけてきた。鉛・クロムフリーさび止めペイントは JISK5674 で規格化されている。また、ケレンによる鉛飛散防止策として、「環境にやさしいはく離剤」や「飛散防止対策を施したブラスト工法」などが開発されているので、ＶＯＣ対策とあわせて検討するとよい。

鉛ガイドライン（塗料編）の概要
○子どもが多く利用する施設や遊具の塗料には、鉛フリーの塗装を使ってください。 ・製造事業者のみなさんは鉛フリー塗料の PR と製品表示をしてください。 ・子どもが多く利用する施設の管理者のみなさんは、鉛フリー塗料を使ってください。 ・子どもが多く利用する施設を設計する方は、鉛フリー塗料を指定してください。 ○塗装面を良好に保全してください ・日常の対策では、塗膜の剥離に注意してください。 ・塗膜の剥離が認められる場合は、鉛の含有量を確認してください。 ○塗替えをする時は、飛散防止対策を行ってください。 ・塗られている塗料の確認をしましょう。 ・飛散防止対策を盛り込んだ作業計画を立てましょう。 ・飛散防止設備を設置し、作業環境も良好に維持しましょう。

参考資料 6

改訂履歴

6.1　改訂第２版（平成 27 年３月）の改訂内容

「JASS８　防水工事（2014）」の発行を受け、防水工法・仕様記号を一部改訂した。

6.2　改訂第３版（令和３年２月）の改訂内容

＜第Ⅰ部第２章　屋外塗装編　建築塗装について＞

「合成樹脂調合ペイント塗り」のシアナミド鉛さび止めペイント（２種）（JIS K 5625-2）は、世界的な鉛含有塗料廃絶の動き※を受けて、2014 年に JIS 規格が廃止された。これを受けて、改訂第２版において環境配慮型塗装として扱っていた「2.1.2 合成樹脂調合ペイント塗り（鉛・クロムフリー仕様）」については、一般的な塗装系という扱いに変更し、この項から削除した。（Ⅰ-5）

※2002 年に南アフリカのヨハネスブルグで開催された WSSD（World Summit on Sustainable Development；持続可能な開発に関する世界首脳会議）において、「化学物質が人の健康と環境にもたらす著しい悪影響を最小化する方法で使用、生産されることを 2020 年までに達成する」との目標（WSSD 2020 年目標）が採択された。

＜第Ⅰ部第４～６章　屋外塗装編　構造物について＞

・「構造用さび止めペイント（JIS K 5551）」及び「鋼構造物用耐候性塗料（JIS K 5659）」について、2018 年に水性塗料の品質規格が従来溶剤形 JIS に追加された。これを受けて、水性エポキシ樹脂塗料下塗及び水性ふっ素樹脂塗料用中塗・上塗については、「水性エポキシ樹脂塗料下塗（JIS K 5551 E 種）」、「水性ふっ素樹脂塗料用中塗（JIS K 5659 B 種 中塗り塗料）」、「水性ふっ素樹脂塗料上塗（JIS K 5659 B 種 上塗り塗料 １級）」との記載に変更した。（Ⅰ-5～Ⅰ-27）

・「4.1.1　低ＶＯＣ塗装（外面）」の水性エポキシ樹脂塗料下塗については、厚膜になると垂れやすい傾向があることから、安全をみて 40μm×3 回塗りと設定している。ただし、最近では各メーカーによる改良がおこなわれ、60μm×2 回塗りを標準にする管理者も出ていることから、留意事項に「現行の水性塗料でも施工条件によっては膜厚 60μm×2 回塗りができる場合もある。」との記載を追加した。（Ⅰ-15）

・改訂第２版では、「4.2.1　低 VOC 塗装（内面）」の無溶剤形変性エポキシ樹脂の塗装方法はエアレススプレーとなっているが、現状の技術では困難であることから、はけ・ローラーへ修正した。（Ⅰ-17）

・改訂第２版に掲載の「4.2.2　超低 VOC 塗装（内面）」については、施工性及び経済性の面から研

究が進んでおらず、今後も研究が進む可能性は低い状況にあると判明したことから、本書から削除した。（Ⅰ-17）

・「4.3.1　低 VOC 塗装（A,B 系の塗替、１種ケレン）」については、水性塗料は鋼材面に直接塗布すると、点さび（フラッシュラスト）が発生する場合があることから、留意事項に追加した。（Ⅰ-18）

・第Ⅰ部第 5 章　構造物（橋梁・コンクリート）の各塗装系については、平成 26 年３月に「鋼道路橋塗装・防食便覧」が、「鋼道路橋防食便覧」に改訂されたことに伴い、標準使用量の表記が kg/m^2 から g/m^2 に変更された。これに則り、本書の記載も改訂した。（Ⅰ-20～Ⅰ-21）

＜参考資料２ 防水・塗床編解説及び付表Ⅱ-2 について＞
平成 28 年版の「公共建築工事標準仕様書（建築工事編）」および「公共建築改修工事標準仕様書（建築工事編）」から、改質アスファルトシート防水常温粘着工法・露出防水密着仕様 の「ＡＳ－Ｊ１」が廃止され、「ＡＳ－Ｊ２」～「ＡＳ－Ｊ４」の種別番号が１つずつ繰り上げられた。これを受けて、本書の記載について変更した。（参-5～参-6、巻末付表Ⅱ-2）

＜付表Ⅰ-３及び付表Ⅰ-５について＞
平成 26 年３月に「鋼道路橋塗装・防食便覧」が、「鋼道路橋防食便覧」に改訂されたことに伴い、有機ジンクリッチペイントの塗装禁止条件が 10℃以下から５℃以下へ変更された。これに則り、本書の記載も変更した。（巻末付表Ⅰ-3、Ⅰ-5）

問い合わせ先一覧

○塗料に関すること	
(一社)日本塗料工業会	〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿 3-12-8 東京塗料会館 3 階 電話:03－3443－2011(代) FAX:03－3443－3599 URL: http://www.toryo.or.jp/
○塗装に関すること	
(一社)日本塗装工業会	〒150-0032 東京都渋谷区鴬谷町 19-22(塗装会館) 電話:03－3770－9901(代) FAX:03－3700－9980 URL: http://www.nittoso.or.jp/
日本塗装機械工業会	〒162-0805 東京都新宿区矢来町 3 番地 塗料報知新聞社内 電話:03-5579-2511 FAX:03-3260-6116 URL: http://www.cema-net.com/
(社)日本橋梁･鋼構造物塗装技術協会	〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 2-4-5 茅場町 2 丁目ビル 3F 電話: 03－6231－1910 FAX:03－3662－3317 URL: http://www.jasp.or.jp/
○仕上材に関すること	
日本建築仕上材工業会	〒101-0024 東京都千代田区神田和泉町 1-7-1 扇ビル 5F 電話:03－3861－3844(代) FAX:03－3851－0706 URL: http://www.nsk-web.org/
○防水材に関すること	
(一社)日本防水材料協会	〒103-0005 東京都中央区日本橋久松町 9-2 日新中央ﾋﾞﾙ 3 階 電話:03－6661－9033 FAX:03－6661－9034 URL: https://www.jwma.or.jp/
○塗り床材に関すること	
日本塗り床工業会	〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町 14-1 ((株)菱晃 内) 電話:03-5651-0656 URL: http://nuriyuka.com/
○接着剤に関すること	
日本接着剤工業会	〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町 1-10-4 丸石ビルディング 2F 電話:03－3251－3360 FAX:03－3251－3380 URL: http://www.jaia.gr.jp/
○シーリング材に関すること	
日本シーリング材工業会	〒101-0041 東京都千代田区神田須田町 1-5 翔和須田町ビル 9F 電話:03－3255－2841 FAX:03－3255－2183 URL: http://www.sealant.gr.jp/