

日本化学会編
産業化学シリーズ

新版 塗料と塗装

為広重雄 著
植木憲二

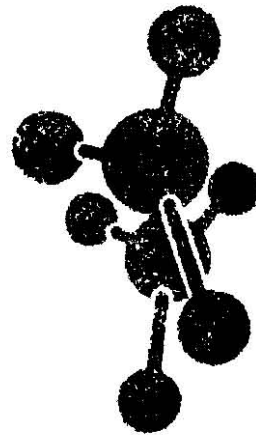
82.74
118

日本化学会編
産業化学シリーズ

新版 塗料と塗装

為広重雄 著
植木憲二

≡/4247/15



大日本図書



著者略歴 □

たけ ひろ しげ お
為 広 重 雄

昭和 5 年 広島高等工業学校応用化学科卒業
昭和 5 年 海軍造船実験部技師
昭和 21 年 鉄道技術研究所
昭和 36 年 職業訓練大学校教授

うえ き けん じ
植 木 憲 二

昭和 14 年 長岡高等工業学校応用化学科卒業
昭和 38 年 大日本インキ化学(株)技術部長
昭和 42 年 職業訓練大学校教授, 工学博士

新版 塗料と塗装

産業化学シリーズ

昭和 45 年 3 月 5 日 初版第 1 刷発行
昭和 50 年 11 月 20 日 改訂第 1 刷発行
昭和 59 年 9 月 28 日 新版第 1 刷発行

著 者 為 広 重 雄
植 木 憲 二
発 行 者 佐 久 間 裕 三

発行所 大日本図書株式会社

〒104 東京都中央区銀座 1 丁目 9-10
電話(03)561-8671~9 振替東京9-219

© S. TAMEHIRO, K. UEKI 1970 印刷 真珠社
Printed in Japan 製本 宮田製本

ま え が き

本書は、はじめ日本化学会から「化学ライブラリー」全12巻として昭和29年から編集・刊行された。昭和43年、その後の学問技術の進歩に対応するよう構想を新たに「化学シリーズ」として再編刊行されることとなった。

「化学シリーズ」は、「新基礎化学シリーズ」と「産業化学シリーズ」とに分けられ、前者が化学の基礎知識を中心とするものであるのに対し、後者は産業に縁の深い化学製品を中心としたことがらを、個々に取り上げることになった。産業化学という用語は従来あまり使用されていないが、工業化学の概念よりもさらに広い産業関係を含む意味を持たせたつもりである。

「新基礎化学シリーズ」が化学の勉学を志す、主として学生諸君の良き参考書たることを目指しているのに対し、「産業化学シリーズ」はそれ以外に、広く化学製品を取り扱ったり、製造化学に興味を持つ人にとって要領を理解するのに極めて手軽で便利な書物であることを信ずる。

「産業化学シリーズ」は20余巻を予定しており、現在までにすでに19巻が刊行されている。そして、初期に刊行されたものについてはその後の進歩を反映させるため、逐次新版を発行している。

昭和50年4月

社団法人 日本化学会

化学シリーズ編集委員長

工学博士 向坊 隆

も く じ

まえがき

1	塗料の概要	7
1.1	塗料の変せん	7
1.2	わが国の塗料工業	8
1.3	塗料	10
1.3.1	塗料関連工業	10
1.3.2	塗料の構成	11
1.3.3	塗料の分類	11
1.3.4	塗料の性質	11
1.3.5	塗料性能の評価(塗料試験)	13
1.4	塗料工業の展望	15
1.4.1	塗料・塗装工業の傾向	15
1.4.2	省資源・低公害対策	16
1.4.3	新しい塗料の例	20
2	塗料各論	22
2.1	塗膜形成機構	22
2.2	ラッカー	23
2.2.1	NCラッカー	23
2.2.2	アクリルラッカー	27
2.3	ビニル樹脂塗料	28
2.3.1	エッチングまたはウォッシュプライマー	28
2.3.2	塩化ビニル樹脂塗料	28
2.3.3	ビニルゾル塗料	29
2.4	エマルジョン塗料	30

40180

2・4・1	酢酸ビニル系エマルション塗料	30
2・4・2	アクリル系エマルション塗料	31
2・5	酒精塗料	31
2・6	うるし	31
2・7	油性塗料	33
2・7・1	ボイル油および油ペイント	33
2・7・2	油ワニスおよび油エナメル	34
2・8	アルキド樹脂塗料	35
2・9	アミノアルキド樹脂塗料	38
2・10	不飽和ポリエステル樹脂塗料	39
2・11	エポキシ樹脂塗料	40
2・11・1	常温乾燥エポキシ樹脂塗料	41
2・11・2	低温焼付エポキシ樹脂塗料	41
2・11・3	高温焼付エポキシ樹脂塗料	41
2・11・4	アミンまたはポリアミド硬化エポキシ樹脂塗料	41
2・12	ポリウレタン樹脂塗料	42
2・12・1	2液形ウレタン樹脂塗料	42
2・12・2	ブロック形ポリウレタン樹脂塗料	43
2・12・3	湿気硬化形ポリウレタン樹脂塗料	43
2・12・4	油変性ポリウレタン樹脂塗料	44
2・13	熱硬化性アクリル樹脂塗料	44
2・14	水溶性樹脂塗料と電着塗料	45
2・14・1	常温乾燥形塗料	46
2・14・2	水溶性焼付塗料	46
2・14・3	電着塗料	46
2・15	粉体塗料	48
2・15・1	エポキシ系粉体塗料	50
2・15・2	アクリル系粉体塗料	50
2・15・3	ポリエステル系	50
2・16	紫外線および電子線硬化塗料	50
2・17	無機質塗料	52

3	塗料の性質	53
3.1	光学的性質	54
3.2	塗料の流動性	56
3.2.1	塗液のレオロジー	56
3.2.2	塗料の粘度	58
3.2.3	チキソトロピー	58
3.2.4	はけさばき	60
3.2.5	たれまたはたるみ	61
3.2.6	はけ目	62
3.3	塗膜の機械的性質	63
3.3.1	塗膜の応力-ひずみ特性	63
3.3.2	かたさ・たわみ性	65
3.3.3	摩耗抵抗	67
3.3.4	塗膜の粘弾性の温度依存	70
3.4	塗膜の付着性	77
3.4.1	接着理論	77
3.4.2	塗膜の付着の支配要因	85
3.4.3	多層系塗膜の付着	93
3.5	塗膜の安定性 (耐候性と防食性)	97
3.5.1	塗膜の耐薬品性	98
3.5.2	塗膜の耐候性	102
3.5.3	防食性	105
4	塗装技術の概要	112
4.1	塗装の歴史	112
4.2	塗装の目標と意義	113
4.3	塗装の分野	114
4.4	塗装方法概論	115
4.4.1	塗装に利用されるエネルギー	115
4.4.2	塗装器工具による表面処理	116
4.4.3	機器による塗装	118

4.5	塗装設備	132
4.5.1	水洗ブース	132
4.5.2	乾燥設備	133
4.6	塗装作業性	135
5	非金属塗装	140
5.1	コンクリート塗装	140
5.2	木材塗装	141
6	金属塗装	145
6.1	金属の腐食	145
6.2	金属の防食	146
6.3	金属塗装の表面処理	146
6.3.1	機械的脱錆処理	148
6.3.2	化学的脱錆処理	149
6.3.3	脱脂・洗浄	151
6.3.4	リン酸塩皮膜化成処理	151
6.3.5	応用例	156
6.4	金属塗装の数例	161
6.4.1	国鉄橋梁鉄けた塗装仕様	161
6.4.2	陸上構造物の塗装 (主として鉄塔)	163
6.4.3	橋梁鉄けたの塗り替え周期の経済性	167
6.4.4	鋼管の防食塗装	169
6.4.5	交通機関の塗装	174
6.4.6	その他の塗装	177
6.4.7	本州—四国連絡橋の塗装	179
6.5	省資源・低公害塗装	181
7	塗装効果	182
	引用文献	197
	索引 4桁の原子量表 国際単位系 SI	201

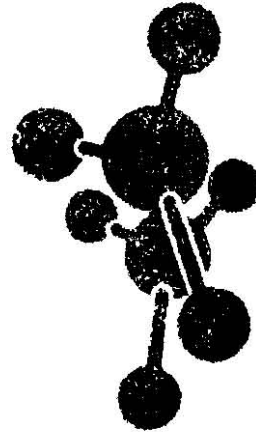
82.74
118

日本化学会編
産業化学シリーズ

新版 塗料と塗装

為広重雄 著
植木憲二

≡/4247/15



大日本図書

ま え が き

本書は、はじめ日本化学会から「化学ライブラリー」全12巻として昭和29年から編集・刊行された。昭和43年、その後の学問技術の進歩に対応するよう構想を新たに「化学シリーズ」として再編刊行されることとなった。

「化学シリーズ」は、「新基礎化学シリーズ」と「産業化学シリーズ」とに分けられ、前者が化学の基礎知識を中心とするものであるのに対し、後者は産業に縁の深い化学製品を中心としたことがらを、個々に取り上げることになった。産業化学という用語は従来あまり使用されていないが、工業化学の概念よりもさらに広い産業関係を含む意味を持たせたつもりである。

「新基礎化学シリーズ」が化学の勉学を志す、主として学生諸君の良き参考書たることを目指しているのに対し、「産業化学シリーズ」はそれ以外に、広く化学製品を取り扱ったり、製造化学に興味を持つ人にとって要領を理解するのに極めて手軽で便利な書物であることを信ずる。

「産業化学シリーズ」は20余巻を予定しており、現在までにすでに19巻が刊行されている。そして、初期に刊行されたものについてはその後の進歩を反映させるため、逐次新版を発行している。

昭和50年4月

社団法人 日本化学会

化学シリーズ編集委員長

工学博士 向坊 隆

も く じ

まえがき

1 塗料の概要	7
1・1 塗料の変せん	7
1・2 わが国の塗料工業	8
1・3 塗料	10
1・3・1 塗料関連工業	10
1・3・2 塗料の構成	11
1・3・3 塗料の分類	11
1・3・4 塗料の性質	11
1・3・5 塗料性能の評価 (塗料試験)	13
1・4 塗料工業の展望	15
1・4・1 塗料・塗装工業の傾向	15
1・4・2 省資源・低公害対策	16
1・4・3 新しい塗料の例	20
2 塗料各論	22
2・1 塗膜形成機構	22
2・2 ラッカー	23
2・2・1 NC ラッカー	23
2・2・2 アクリルラッカー	27
2・3 ビニル樹脂塗料	28
2・3・1 エッチングまたはウォッシュプライマー	28
2・3・2 塩化ビニル樹脂塗料	28
2・3・3 ビニルゾル塗料	29
2・4 エマルジョン塗料	30

40180

2・4・1	酢酸ビニル系エマルション塗料	30
2・4・2	アクリル系エマルション塗料	31
2・5	酒精塗料	31
2・6	うるし	31
2・7	油性塗料	33
2・7・1	ボイル油および油ペイント	33
2・7・2	油ワニスおよび油エナメル	34
2・8	アルキド樹脂塗料	35
2・9	アミノアルキド樹脂塗料	38
2・10	不飽和ポリエステル樹脂塗料	39
2・11	エポキシ樹脂塗料	40
2・11・1	常温乾燥エポキシ樹脂塗料	41
2・11・2	低温焼付エポキシ樹脂塗料	41
2・11・3	高温焼付エポキシ樹脂塗料	41
2・11・4	アミンまたはポリアミド硬化エポキシ樹脂塗料	41
2・12	ポリウレタン樹脂塗料	42
2・12・1	2液形ウレタン樹脂塗料	42
2・12・2	ブロック形ポリウレタン樹脂塗料	43
2・12・3	湿気硬化形ポリウレタン樹脂塗料	43
2・12・4	油変性ポリウレタン樹脂塗料	44
2・13	熱硬化性アクリル樹脂塗料	44
2・14	水溶性樹脂塗料と電着塗料	45
2・14・1	常温乾燥形塗料	46
2・14・2	水溶性焼付塗料	46
2・14・3	電着塗料	46
2・15	粉体塗料	48
2・15・1	エポキシ系粉体塗料	50
2・15・2	アクリル系粉体塗料	50
2・15・3	ポリエステル系	50
2・16	紫外線および電子線硬化塗料	50
2・17	無機質塗料	52

3	塗料の性質	53
3.1	光学的性質	54
3.2	塗料の流動性	56
3.2.1	塗液のレオロジー	56
3.2.2	塗料の粘度	58
3.2.3	チキソトロピー	58
3.2.4	はけさばき	60
3.2.5	たれまたはたるみ	61
3.2.6	はけ目	62
3.3	塗膜の機械的性質	63
3.3.1	塗膜の応力-ひずみ特性	63
3.3.2	かたさ・たわみ性	65
3.3.3	摩耗抵抗	67
3.3.4	塗膜の粘弾性の温度依存	70
3.4	塗膜の付着性	77
3.4.1	接着理論	77
3.4.2	塗膜の付着の支配要因	85
3.4.3	多層系塗膜の付着	93
3.5	塗膜の安定性 (耐候性と防食性)	97
3.5.1	塗膜の耐薬品性	98
3.5.2	塗膜の耐候性	102
3.5.3	防食性	105
4	塗装技術の概要	112
4.1	塗装の歴史	112
4.2	塗装の目標と意義	113
4.3	塗装の分野	114
4.4	塗装方法概論	115
4.4.1	塗装に利用されるエネルギー	115
4.4.2	塗装器工具による表面処理	116
4.4.3	機器による塗装	118

4.5	塗装設備	132
4.5.1	水洗ブース	132
4.5.2	乾燥設備	133
4.6	塗装作業性	135
5	非金属塗装	140
5.1	コンクリート塗装	140
5.2	木材塗装	141
6	金属塗装	145
6.1	金属の腐食	145
6.2	金属の防食	146
6.3	金属塗装の表面処理	146
6.3.1	機械的脱錆処理	148
6.3.2	化学的脱錆処理	149
6.3.3	脱脂・洗浄	151
6.3.4	リン酸塩皮膜化成処理	151
6.3.5	応用例	156
6.4	金属塗装の数例	161
6.4.1	国鉄橋梁鉄けた塗装仕様	161
6.4.2	陸上構造物の塗装 (主として鉄塔)	163
6.4.3	橋梁鉄けたの塗り替え周期の経済性	167
6.4.4	鋼管の防食塗装	169
6.4.5	交通機関の塗装	174
6.4.6	その他の塗装	177
6.4.7	本州—四国連絡橋の塗装	179
6.5	省資源・低公害塗装	181
7	塗装効果	182
	引用文献	197
	索引 4桁の原子量表 国際単位系 SI	201

1 塗料の概要

1.1 塗料の変せん

物体の表面をおおってその物体を保護し、うつくしくすることは、有史以前から行われていたようである。エジプトのミイラもうるしで塗られていたり、古墳から発見された石の矢尻にうるしが塗られていたりする例は、洋の東西を問わず数かぎりなく見られる。もちろんこれらに使用された物質は天然物であって、ピチューメン・天然樹脂・乾性油・生うるし・動物性タンパク質などである。おそらくまったくの経験からこれらに有彩の粉末を混合して美感を与えることも、そうとう古くから人類の知識になっていたことであろう。

しかし、現在使用している塗料の概念に近いもの、すなわち溶剤で希釈するようになったのは、18世紀からであるといわれている。

しぶやうるしに変わって洋式ペイント（油ペイント）が輸入され、その製造がわが国で行われたのは明治初年である。当時すでにわが国においても船底塗料が開発されていた。

塗料・塗装工業において、画期的開発は1920年以後のニトロセルロースの合成と、そのラッカーへの応用であろう。このような速乾性塗料ができると塗装方式は一変し、スプレーガンが発明され、ライン塗装ができるようになった。

第2次大戦中もアルキド樹脂・酢酸ビニルエマルジョンが塗料用樹脂として開発されたが、本格的合成樹脂塗料の時代にはいったのは戦後であった。すなわち戦後、アルキド樹脂・メラミン樹脂・不飽和ポリエステル樹脂・エポキシ樹脂・ウレタン樹脂・アクリル樹脂・シリコン樹脂・ふっ素樹脂など特徴ある塗料用合成樹脂が相ついで国外から紹介され、塗料技術者は文字通り日進月歩の塗料の進歩に応接のいとまがなかった。このような原料であ

る塗料用合成樹脂の進歩も、1960年代には一応完了の域に達した。

それに代わって、1940年以降に開発され、ようやく、実用化がはじめられた静電塗装・カーテンフローコーター・電着塗装のはなばなしい塗装器機の進歩の年代が登場した。最近は塗膜の硬化法が加熱・赤外線照射法など従来の熱的方式のほか、放射線(γ線)・電子線・紫外線を照射して瞬間的に硬化させる方法が開発されるようになった。これらの硬化方法の開発と平行して、塗料組成もそれに適したものに改良しなければならないことは当然である。

1・2 わが国の塗料工業

塗料の消費量は、その国の文明の尺度であるといわれている。塗料の需要分野はきわめて広範囲にわたり、陸上構造物・船舶・車両・機械・一般家庭用消費材まで、われわれの生活から塗っていない物をさがしだすことは困難なほどである。アポロ11号のあの素晴らしい成功には、宇宙船に塗装して太陽熱を吸収または反射する温度制御塗料や、大気圏突入時の先端の摩擦を制御する塗料はもちろん、コンピュータの記憶ディスク・オーディオあるいはビデオテープ・キャッシュカード・乗車券裏面の磁気塗料など、種々の特殊塗料が陰に陽にその任務を確実に果たしたためともいうことができよう。

表1・1 わが国の塗料生産量

(単位:1000t)

年	1965年		1971年		1975年		1981年	
	t	%	t	%	t	%	t	%
生産量・構成比								
油性塗料	91.3	15.3	99.8	8.8	70.0	5.9	60.0	3.6
ラッカー	55.2	9.3	75.7	6.7	60.0	5.1	67.0	4.0
電気絶縁塗料	10.4	1.8	20.6	1.8	20.0	1.7	28.0	1.7
合成樹脂塗料	212.4	35.6	501.7	44.3	574.0	48.7	820.0	49.3
水系塗料	48.0	8.1	139.7	12.3	153.0	13.0	278.0	16.8
酒精塗料	9.1	1.5	7.8	0.7	3.0	0.2	4.0	0.2
その他の塗料	33.6	5.6	54.5	4.8	52.0	4.4	62.0	3.7
シンナー	122.9	20.6	213.5	18.8	220.0	18.7	313.0	18.8
関連製品	13.6	2.2	19.8	1.8	27.0	2.3	32.0	1.9
計	596.5	100.0	1133.1	100.0	1179.0	100.0	1664.0	100.0

注) 日本塗料工業会資料による。

表1-2 塗料の需要(推定)

(単位:1000t)

年 需要量・構成比	1976年		1981年	
	1000t	%	1000t	%
建築	246	20.0	395	23.8
鋼構造物	50	4.1	126	7.6
船舶	105	8.5	105	6.3
鉄道車両	20	1.6	22	1.3
自動車	240	19.5	329	19.8
電気機具	98	8.0	95	5.7
機械	82	6.7	69	4.2
金属製品	101	8.2	136	8.2
木工製品	105	8.5	107	6.5
家庭用	63	5.1	70	4.2
輸出	20	1.6	22	1.3
その他	100	8.2	184	11.1
計	1230	100.0	1660	100.0

注) 日本塗料工業会資料による。

「鉛筆から宇宙船まで」物体の保護と美感のために、もっとも簡便かつ安価な手段は塗装である。生活・産業の向上、国民経済の発展とともに塗料の需要はますます増加するであろう。

わが国の塗料生産量を p.8 の表 1-1 に示す。1968年、年産 100 万 t に達し、西ドイツを追い越して世界第 2 位(ソビエトを除く)の地位を獲得し、1973年の石油危機の直後、生産はやや低下したが、その後順調に回復した。塗料の構成比率をみると、油性塗料は速乾性で性能のよいアルキド塗料に置換され、急速に減少(1971年 8.8%→1981年 3.6%)した。ラッカーその他の塗料も減少したのに対し、合成樹脂塗料の生産はいちじるしく伸びた(水系塗料も含め 56.6%→66.1%)。省資源・低公害の観点から、合成樹脂塗料中でも、エマルジョン塗料や水溶性樹脂塗料の水系塗料の伸びが顕著である。

塗料を需要別にみると上の表 1-2 のように、建築・自動車が最大の比重を占めている。つづいて鋼構造物・船舶・金属製品用が大きい。最近急速に伸びてきた家庭用塗料の全需要中に占める割合は意外に小さく、家庭への塗装の普及の困難さを示している。輸出はほとんど東南アジアにかぎられるため、