

(経済産業省後援)

平成 28 年度 洗浄技術検定

事前講習会テキスト

日本産業洗浄協議会

Japan Industrial Conference on Cleaning

はじめに

この度、日本産業洗浄協議会では、経済産業省の後援を頂き「洗浄技術検定」を実施することになりました。このテキストは、洗浄技術検定の事前講習会用に、最新の洗浄技術を体系的にまとめたものです。

以前の産業洗浄には、Chlorofluorocarbene-113(CFC-113) や 1,1,1-Trichloroethane(1,1,1-TCE)がよく使われていました。それらは万能な洗浄剤といわれ、洗浄技術は限定的で、洗浄機もパターン化されていました。ところが、1995年の全廃を機に、代替洗浄剤や代替洗浄技術が次々と開発され、選択肢が広がりました。洗浄剤で言うと、水系、準水系、炭化水素系、溶剤系（代替フロン、塩素系、臭素系）と種類が増えました。洗浄機の洗浄方法・乾燥方法・周辺技術も、多岐に渡っており、何を選ぶかで、洗浄品質・処理能力・洗浄機価格・ランニングコストが変わり、それが製品の競争力を左右する状況になりました。

また、被洗浄物は、電子化・微細化の流れから、要求洗浄品質は年々高くなっています。

さらに、地球温暖化防止、揮発性有機化合物(VOC)排出規制、化学物質のリスクアセスメントの実施義務化、労働安全衛生法の改正等、環境問題も年々厳しくなっています。

以上により、現在の産業洗浄に関わる技術者は、自社の製品に最適な洗浄剤や洗浄システムを模索するのに、幅広い知識が要求されるようになりました。

日本産業洗浄協議会が、年3回行っている洗浄大学は、近年いつも満員の状況で、洗浄技術への関心の高さが伺えます。でも、もっと洗浄技術全体を網羅し、体系的に学ぶ場を作らないといけなと感じ、この「洗浄技術検定制度」を創設致しました。

この産業洗浄分野は、重要な分野にもかかわらず、今まで資格制度がありませんでした。そこで、この分野にも検定制度を作り、それを目標に学んでもらえば、人材の育成や活性化につながると同時に、日本の産業洗浄技術・ものづくり技術の発展にもつながると確信しています。

私も若かりし頃、機械製図の技能検定を取りました。というより取らされました。

その会社では、それを若手の登竜門としていたのですが、まず2級を受けさせられました。1回目は見事に落ちましたが、その屈辱をばねに頑張って2回目で合格できました。それで喜んでいたら、次は1級を受けろと言われ、過去問をやってみましたが、1級はハイレベルすぎて全く歯が立ちませんでした。でもそれを目標に頑張って2年後に何とか1級に合格できました。最初は自分が1級を取れるなんて全く想像できませんでしたが、2年後にはその成長を実感でき、自信もつきました。馬づらにエンジンをぶらさげられて、それを必死に追いかけた4年間でしたが、それはあっという間で、その努力があったから今日の自分があると感謝しています。「鉄は熱いうちに打て」とか「若いときはお金を払っても苦労した方が良い」という格言がありますが、その通りで、若い時に苦労すれば、それがその後の人生に必ず報いとなって還ってきます。

この「洗浄技術検定」を一つの目標にして、洗浄技術を大いに学んで下さい。その努力の先に、栄冠があり、将来につながる道があるはずです。

日本産業洗浄協議会会長
岡村和彦

目次

第1章 洗浄の基礎	1
1.1 洗浄の概論	1
1.2 洗浄剤の種類	2
1.2.1 非水系洗浄剤	2
1.2.2 準水系洗浄剤	4
1.2.3 水系洗浄剤	4
1.3 汚れと汚染物質	4
1.3.1 工業用洗浄分野での対象汚れ物質	5
1.3.2 使用される過程で付着する物質	12
1.3.3 生活環境下での対象汚れ物質	12
1.4 産業洗浄に使用される基礎用語	12
1.5 産業洗浄に使用される物理・化学系基礎用語	20
1.6 洗浄機に使用される用語	27
1.6.1 電気系	27
1.6.2 機械系	28
1.7 洗浄装置に使用される部品	32
1.7.1 洗浄装置に使用される電気部品	32
1.7.2 洗浄装置に使用される一般部品	34
1.8 洗浄機・洗浄装置などの図面	48
1.8.1 装置図面	48
1.8.2 液系統図	49
1.8.3 電気回路図（電気配線図）	49
1.8.4 シーケンス制御図面	53
1.9 洗浄機・ユーティリティおよび被洗浄物などに使用される材料	54
1.9.1 金属	54
1.9.2 無機材料	57
1.9.3 有機材料	57
1.10 国際単位	58
第2章 洗浄方法	61
2.1 概論	61
2.2 乾式洗浄	61
2.2.1 ドライブラスト洗浄	61
2.2.2 ドライアイスブラスト洗浄	62
2.2.3 プラズマ洗浄	63

2.2.4	紫外線／オゾン(UV／O3)洗浄	64
2.2.5	レーザ洗浄	65
2.3	湿式洗浄	66
2.3.1	回転・揺動・液流動洗浄	66
2.3.2	超音波洗浄	66
2.3.3	スプレー／シャワー／ジェット洗浄	69
2.3.4	脱気／減圧／真空洗浄	71
2.3.5	蒸気洗浄装置(スチーム洗浄装置)	72
2.3.6	電解洗浄	73
2.3.7	ブラシ洗浄	74
2.3.8	ペーパー洗浄(溶剤蒸気洗浄)	75
2.3.9	流体洗浄	75
2.3.10	超臨界流体洗浄	76
第3章 洗浄剤と洗浄工程および洗浄液の管理		79
3.1	不燃性非水系洗浄剤	79
3.1.1	塩素系洗浄剤	79
3.1.2	フッ素系洗浄剤	80
3.1.3	臭素系洗浄剤	81
3.1.4	不燃性非水系洗浄剤を使った洗浄方法	84
3.1.5	非水系不燃性洗浄剤の液管理	86
3.1.6	カウリブタノール値(KB 値)	87
3.2	非水系可燃性洗浄剤	87
3.2.1	炭化水素系洗浄剤	87
3.2.2	イソプロピルアルコール	92
3.2.3	エステルおよびケトン	93
3.2.4	その他の洗浄剤	94
3.2.5	非水系可燃性洗浄剤の管理	94
3.3	準水系洗浄剤	95
3.3.1	準水系洗浄剤の種類と特徴	95
3.3.2	可燃性準水系洗浄剤	95
3.3.3	非可燃性準水系洗浄剤	96
3.3.4	準水系洗浄剤を使用する洗浄工程	97
3.3.5	準水系洗浄剤の管理	99
3.3.6	混入汚れの管理	100
3.4	水系洗浄剤	101
3.4.1	酸性洗浄剤	101
3.4.2	中性洗浄剤	104

3.4.3	アルカリ洗浄剤	104
3.4.4	ノンリンス洗浄剤	106
3.4.5	水系洗浄剤の選定	106
3.4.6	水系洗浄剤の管理	109
3.4.7	その他の水系洗浄剤	110
第4章	洗浄液回収とすすぎ効率	113
4.1	洗浄液回収のための回収設備能力算定	113
4.2	すすぎ槽の到達洗浄液（汚染物）濃度算定	114
4.3	洗浄工程のランニングコスト計算	115
4.3.1	水系洗浄の場合	115
4.3.2	炭化水素系洗浄の場合	116
第5章	乾燥工程	117
5.1	概論	117
5.2	熱風乾燥	117
5.3	エアブロー乾燥	117
5.4	間接加熱乾燥	119
5.5	輻射熱乾燥	119
5.6	減圧乾燥（真空引き乾燥）	120
5.7	ペーパー（溶剤蒸気）乾燥	121
5.8	遠心脱水乾燥（高速回転乾燥）	122
5.9	スピン乾燥	123
5.10	水置換乾燥	124
5.11	マイクロ波加熱乾燥	124
5.12	温純水（温水）引き上げ乾燥	126
5.13	マランゴニ乾燥	126
第6章	洗浄装置の種類	129
6.1	バッチ式洗浄装置と枚様式洗浄装置	129
6.2	単槽式洗浄装置	129
6.3	ダイレクトパス洗浄装置	130
6.4	密閉式洗浄装置	131
6.5	脱気式洗浄装置	132
6.6	減圧洗浄装置	133
6.7	コ・ソルベント洗浄装置	133
6.8	水置換洗浄装置	134
6.9	蒸気洗浄装置（スチーム洗浄装置）	135

第7章	洗浄装置の付帯設備	137
7.1	水回収・汚染液濃縮装置	137
7.2	ろ過	139
7.3	油水分離装置	144
7.4	純水製造器	145
7.5	排水処理技術	148
7.6	溶剤ガス回収装置	148
7.7	消火・防火設備	150
7.8	排気装置	154
7.9	冷水供給装置	157
7.10	脱気装置	157
7.11	フロースイッチ／風圧スイッチ	159
第8章	防錆と防食	161
8.1	腐食	161
8.2	洗浄液の防錆・防食技術	162
8.2.1	防錆・防食の目的で使用される薬品	162
8.2.2	脱酸素による腐食抑制	163
8.2.3	乾燥後のクーリング	163
8.3	洗浄後の防錆	163
8.4	無機系皮膜	164
8.4.1	化成皮膜	164
8.4.2	めっき	165
8.4.3	陽極酸化皮膜	165
8.4.4	ほうろう（珪瑯）	166
8.5	有機系皮膜	166
第9章	洗浄評価法（清浄度評価法・洗浄力評価）	167
9.1	洗浄評価法の分類	167
9.2	共通試験方法	167
9.3	油分及び有機汚れに対する評価	168
9.4	固形物に対する評価	177
9.5	イオン性物質・金属汚れの評価法	180
9.6	フラックス残渣の評価法	181
第10章	安全管理と保護具	187
10.1	リスクアセスメント	187

10.2	作業環境の管理と改善	206
10.3	危険有害性に対する情報：安全データシート・ラベル・イエローカード	207
10.3.1	化学品の分類および表示に関する世界調和システム(GHS)	207
10.3.2	ラベル	225
10.3.3	安全データシート(SDS)	226
10.3.4	容器イエローカード・指針番号	229
10.3.5	イエローカード	229
10.4	作業環境測定	231
10.5	作業環境の保全	232
10.5.1	局所排気	232
10.5.2	プッシュプル型換気	236
10.5.3	全体換気	237
10.6	保護具	237
10.6.1	保護手袋	237
10.6.2	保護マスク	238
10.6.3	保護めがね	238
第 11 章	関係法令概要	239
11.1	化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律	239
11.2	特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律	240
11.3	特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律	246
11.4	製造物責任法	247
11.5	労働安全衛生法と関連規則	248
11.6	環境基本法と関連規則	272
11.7	下水道法	280
11.8	廃棄物の処理及び清掃に関する法律	282
11.9	消防法	283
11.10	毒物劇物取締法	289