

工業用洗浄剤およびブレーキ&パーツクリーナー

はじめに

洗浄とは、「媒体として液体や気体を用いて汚れを対象物から洗いすすぐこと、洗い流すこと、洗い清めること」と定義できます。液体とは水や溶剤等を指し、気体は圧縮空気や窒素ガス等を指します。汚れの種類は様々であり、一般環境下では皮脂汚れや汗による汚れ、工業的には塗料汚れや油の付着、金属粉による汚れ等が挙げられます。汚れを効率良く除去するために、それぞれの汚れに適した洗浄剤と洗浄方法を選択し、組み合わせて使用することが重要です。

弊社では工業用途で使用される部品洗浄剤を数多くラインナップしており、創業以来、多岐にわたる商品を上市してまいりました。特に自動車のブレーキ部品周囲の洗浄に用いるブレーキ&パーツクリーナーは主力商品の一つとなっています。

本稿では洗浄に関する基本的な考え方と弊社の工業用洗浄剤、ブレーキ&パーツクリーナーについて紹介いたします。

目	次
はじめに.....	1
1.汚れの分類と洗浄性.....	2
2.洗浄方法.....	2
3.洗浄剤の構成成分.....	2
3-1.溶剤.....	2
3-2.酸、アルカリ剤.....	2
3-3.界面活性剤.....	2
3-4.洗浄助剤.....	3
4.工業用洗浄剤各論.....	3
4-1.非水系洗浄剤.....	3
4-2.準水系洗浄剤.....	4
4-3.水系洗浄剤.....	4
4-4.工業用洗浄剤の製品例.....	5
5.ブレーキ&パーツクリーナー.....	5
5-1.ThreeBond 6651Fの紹介.....	7
5-2.リチャージシステム.....	7
おわりに.....	8

1. 汚れの分類と洗浄性

我々の身の回りにある様々な汚れを効率的に除去するためには、汚れの種類に適した洗浄方法や洗浄剤の選定、洗浄装置、使用条件の適切な選択・設定が重要です。そのため、汚れの種類や状態を良く観察し、洗浄を実施する作業環境を見極める必要があります。汚れの種類は親水性汚れ、疎水性汚れ、混合汚れに分類することができます(表-1)。

例えば、親水性汚れに対し、有機溶剤系の洗浄剤を使用しても効果は小さく、逆に疎水性汚れに対して水系の洗浄剤を使用しても効率良く洗浄することはできません。また、混合汚れは親水性汚れと疎水性汚れが組み合わさった汚れであるため、溶剤系、水系のどちらか一方の洗浄剤だけでは洗浄することができません。さらに、洗浄剤の選定には労働安全衛生法や消防法等の法規制、人体への影響、コスト面についても十分に確認する必要があります。

2. 洗浄方法

洗浄方法は大きく化学洗浄と物理洗浄に分類することができます(表-2)。

化学洗浄は汚れに対し、溶解や分解等、化学的な洗浄メカニズムで汚れを除去する洗浄方法です。溶剤や酸、アルカリ剤、界面活性剤等、目的に応じて複数の成分を組み合わせることで洗浄剤を設計します。

一方、物理洗浄は、汚れに対して布による摩擦や

液剤を高圧で吹き付けることで汚れを除去する洗浄方法です。洗浄剤を塗布し、マイクロファイバークロス等の拭き取り性能の高い布で拭き上げる等、化学洗浄と物理洗浄を組み合わせることで洗浄性を向上させることも可能です。

3. 洗浄剤の構成成分

洗浄剤は主に次の成分で構成されます。

3-1. 溶剤

物質を溶解する際に用いる液体です。親水性汚れに関しては水が汎用的に用いられ、油脂類等の疎水性汚れに対しては炭化水素系やアルコール系、塩素系、臭素系、フッ素系等の有機溶剤が主に用いられます。

3-2. 酸、アルカリ剤

主に水系洗浄剤において、酸性・アルカリ性を調節するために使用し、汚れを分解して水に溶解・分散させやすい形に変えるはたらきをします。酸としては塩酸やクエン酸等が用いられることが多く、アルカリ剤としては水酸化ナトリウムや炭酸塩等が用いられます。

3-3. 界面活性剤

界面活性剤とは、水になじみやすい親水基と油になじみやすい疎水基の両方を化学構造に持つ化合物

表-1 汚れの分類

汚れの分類	定義	汚れの例
親水性汚れ	水に溶解する 水に分散しやすい	土汚れ、泥汚れ、タンパク質、水垢・スケール
疎水性汚れ	水に溶解しない 水に分散しにくい	鉱油などの油脂類、塗料、煤など
混合汚れ	親水性汚れと疎水性 汚れが混ざっている	外壁の汚れ(油脂類、土汚れ、煤などの混合)

表-2 洗浄方法の分類

仕組	洗浄メカニズム	特徴
化学洗浄	溶解型	汚れを溶解し取り除く
	分離・分散型	汚れを被洗浄物から分離し液中に分散させる
	分解型	汚れを分解し別の物質に変える
物理洗浄	摩擦型	布などで擦って汚れを取り除く
	攪拌型	攪拌した時の対流などで汚れを取り除く
	高圧型	汚れに対し液剤を高圧で吹き付け汚れを飛ばす

のことです。界面活性剤は化学構造により湿潤作用、乳化作用、分散安定化作用、可溶化作用を持っており、様々な種類の界面活性剤を組み合わせることで対象の汚れに最適な洗浄剤を設計します。界面活性剤はそれらの作用により、吸着、浸透、剥離・ミセル形成、乳化・分散の過程で汚れを除去します（図-1）。

3-4. 洗浄助剤

洗浄助剤はビルダーとも呼ばれ、界面活性剤と併用する添加剤です。例えば、EDTA等のキレート剤は界面活性剤のはたらきを阻害する金属イオンの捕捉、ケイ酸塩等は洗浄剤のアルカリ状態の保持、カルボキシメチルセルロース等は汚れの分散安定化の向上や再汚染の防止を目的として添加されます。

4. 工業用洗浄剤各論

3項で述べた構成成分を組み合わせることで種々の洗浄剤を設計します。工業用途で使用される洗浄剤は、構成成分により「非水系洗浄剤」、「準水系洗浄剤」、「水系洗浄剤」に分類できます（表-3）。

4-1. 非水系洗浄剤

非水系洗浄剤は、主に3-1で述べた有機溶剤による溶解力を利用して汚れを除去します。主成分として用いる有機溶剤の種類によって炭化水素系、アルコール系、塩素系、臭素系、フッ素系等にさらに分類

されます。

炭化水素系洗浄剤は、脱脂力・油分溶解力が高いため、疎水性汚れに対する洗浄を得意としており、逆に親水性汚れは除去しにくい性質があります。主成分の炭化水素系溶剤には、パラフィン系、イソパラフィン系、ナフテン系、芳香族系があり、これらを組み合わせることで洗浄力や乾燥性を調整することが可能です。溶剤の種類によっては有機溶剤中毒予防規則(有機則)、特定化学物質障害予防規則(特化則)等に該当する溶剤もあるため、局所排気設備の設置や届出が必要になる場合があります。

アルコール系洗浄剤は、浸透性が高く、細かい部品の洗浄に適しています。また、乾燥も速いため、作業性に優れています。疎水性汚れに対する洗浄力は炭化水素系洗浄剤と比較すると劣りますが、親水性汚れに対しても効果を発揮します。疎水性、親水性汚れの両方に対応させるため、炭化水素系とアルコール系の混合洗浄剤とすることも多くあります。

塩素系・臭素系洗浄剤は、引火点を持たず、疎水性汚れに対して高い効果を発揮するため、通常の洗浄剤では除去することが困難な疎水性汚れに対して使用されています。一方、発ガン性・環境有害性が強く、近年では使用量は縮小傾向にあります。

フッ素系洗浄剤は、乾燥性・浸透性に優れた引火点を持たない不燃性の溶剤です。人体への有害性が低く、洗浄性と安全性を両立できることから、近年特に

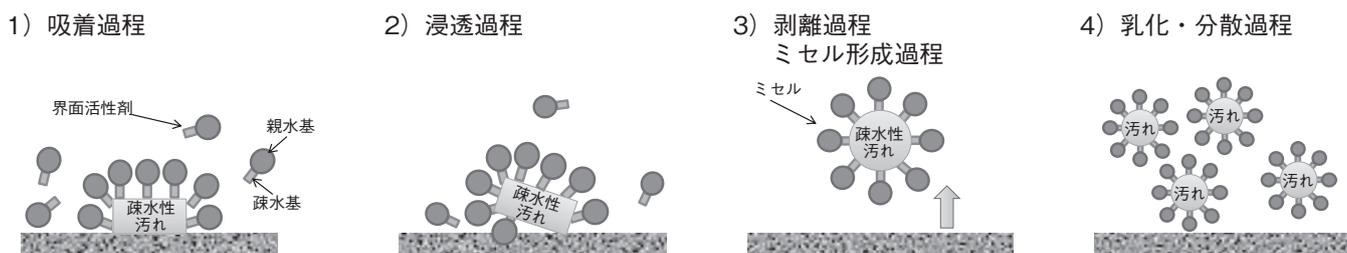


図-1 界面活性剤による汚れ除去過程

表-3 工業用洗浄剤の種類

洗浄剤の種類	洗浄メカニズム	構成成分	適する汚れ
非水系洗浄剤	溶解型	溶剤	疎水性汚れ
準水系洗浄剤	溶解型、分離・分散型	水、界面活性剤、洗浄助剤、溶剤	疎水性汚れ、混合汚れ
水系洗浄剤	分離・分散型、分解・反応型	水、界面活性剤、洗浄助剤、アルカリ剤、酸	親水性汚れ、混合汚れ

注目されています。後述するThreeBond 6651Fのようにオゾン破壊係数や地球温暖化係数が低い洗浄剤を設計することも可能です。

4-2. 準水系洗浄剤

準水系洗浄剤は主成分が水であり、水に溶解するアルコール系の溶剤と界面活性剤、洗浄助剤によって構成されるものです。親水性汚れは水・アルコール系溶剤で溶解洗浄し、油脂類等の疎水性汚れは溶剤による溶解力と界面活性剤の分散安定作用で洗浄します。プラスチックやゴム部材に対する影響が少なく、非水系洗浄剤を用いるとクラックや色落ちが発生してしまう樹脂に対して付着した汚れの除去に適しています。

アルコール混合タイプ等、消防法分類上「非危険物」扱いとなる設計をしたものは、消防法の指定数量等を考慮せずに保管することが可能です。

一方、主成分が水であり、非水系洗浄剤と比較すると乾燥が遅いことから、エアブローや拭き上げを必要とする場合があります。

4-3. 水系洗浄剤

水系洗浄剤は、水と界面活性剤が主成分の洗浄剤です。準水系洗浄剤と異なり、アルコール系等の溶剤を使用しないため消防法上の非危険物、かつ引火点を持たないことが大きな特徴です。酸性・アルカリ性の液性によって効果は異なり、酸性洗浄剤、中性洗浄剤、アルカリ性洗浄剤に分けられます。

酸性洗浄剤は塩酸、リン酸等の無機酸や、クエン酸、リンゴ酸等の有機酸と界面活性剤等で構成された洗浄剤です。酸による分解力を利用して洗浄します。用途としてはスケール(難溶性の塩、水垢)の除去、錆の除去等に使用されます。酸の強さによっては金属の腐食、樹脂の劣化を促進させるおそれがあるので、注意が必要です。

中性洗浄剤は液性に影響を与えない界面活性剤を主として、弱アルカリ性の化合物や弱酸性の化合物を組み合わせて中性に調整している洗浄剤です。洗浄力は他の洗浄剤に劣りますが、汚れが付着した基材を冒す心配がなく、人体への影響も限りなく小さいことが特徴です。軽微な汚れを落とすことに使用され、床洗浄剤や食器等の洗浄剤として使用されます。

アルカリ洗浄剤は水酸化ナトリウム、珪酸塩、炭酸塩等の強アルカリ性の塩と、界面活性剤、洗浄助剤等で構成された洗浄剤です。アルカリによるケン化作用や中和作用を利用して対象の汚れを除去します。油脂類の洗浄性に優れており、工業用途の水系洗浄剤として幅広く使用されています。一方、酸性洗浄剤同様、金属表面の腐食や樹脂の劣化を促進させるおそれがあるため、使用する前に対象素材への悪影響の有無を確認することが必要です。また、酸性洗浄剤とアルカリ性洗浄剤を混ぜ合わせると有毒ガスを発生させるおそれがあるため注意が必要です。

表-4 種々の汚れに適した弊社製品

汚れの分類	汚れの例	洗浄剤の種類	商品名	主な用途
親水性汚れ	土汚れ、泥汚れ	水系	TB2771D	床洗浄 中性タイプ
	タンパク質	水系	TB6658	台所周りの洗浄 切削油の除去
	水垢・スケール	水系	TB6609	水垢の除去
疎水性汚れ	鉱油など油脂類	非水系	TB2706	油脂類の除去 部品洗浄
	塗料	非水系	TB2706J	疎水性汚れの除去 遅乾性
	煤など	水系	TB2777E	床洗浄 強アルカリタイプ
混合汚れ	外壁の汚れ(油脂類土汚れ煤など)	準水系	TB6651D	混合汚れの除去 自動車のブレーキ周囲の洗浄

※ThreeBondをTBと略します。

※上記は一例であり、他にも様々な洗浄剤製品があります。詳しくは弊社営業技術員へお問い合わせください。

4-4. 工業用洗浄剤の製品例

各種汚れに適した弊社製品についてまとめました(表-4)。記載の洗浄剤は一例ですので、詳しくは弊社営業技術員までお問い合わせください。

5. ブレーキ&パーツクリーナー

自動車を整備する上で欠かせない洗浄剤としてブレーキ&パーツクリーナーがあります。ブレーキ&パーツクリーナーは、自動車のブレーキ部品周囲のグリスや鉄粉の除去を目的とした洗浄剤です。ブレーキ周囲の部品は複雑な形状をしており、細かい部分にも洗浄剤を行き届かせる必要があります。また、グリスには砂埃や鉄粉等が混在しており、化学洗浄力だけでは十分に洗浄できない状態となっています。当初は部品洗浄のためにブレーキ部品を取り外し、複数の洗浄剤を使ってワイヤブラシで擦る等、負担が大きい作業が必要でした。

そこで弊社は1970年代後半、当時一般に使用されはじめたエアゾール技術に着目し、フロンガスによる噴射圧を利用した物理洗浄力と、塩素系溶剤の化学洗浄力を組み合わせ、TB6600(ブレーキ装置洗浄剤)を開発しました。これにより、部品を取り外さず、特別な洗浄道具なしで洗浄することが可能となり、ブレーキ整備の作業性が大幅に向上しました。本商品によ

てブレーキ装置をエアゾール製品で洗浄するという作業を一般的なものとし、工業用洗浄剤の分野にエアゾール型の「ブレーキ&パーツクリーナー」という新たな製品分野を確立しました。

1980年代後半には、塩素系溶剤の有毒性とフロンガスの地球環境への影響が問題となったため、この問題への対応を始め、1990年代には炭化水素系溶剤を原液とし、噴射剤にLPGやCO₂等を使用したエアゾール製品を開発しました。

ブレーキ部品の汚れは、エンジンオイル、ブレーキフルード、LLC等の進化に合わせて汚れの組成も変わっていくことから、その変化に応じ洗浄剤の設計も変えていく必要があります。弊社はその変化に合わせて改良を続け、現在では有機則や特化則に該当しない商品として、種々の状況に合わせた商品をラインナップしています(表-5)。

作業環境、法規制等を十分に確認し、各ブレーキ&パーツクリーナーのメリット・デメリットを理解することで、自動車整備における洗浄作業の効率化が可能です。

TB6602Pは疎水性汚れに対する洗浄効果や作業性が良好な、汎用グレードです。TB6602Pはグリス等を除去するための主溶剤としてイソヘキサンを使用しています。純度が低いイソヘキサンはコストメリットがあるものの、浸透性・洗浄性が低下するため、弊社では洗

表-5 代表的なブレーキ&パーツクリーナーの特性比較

	TB6602P	TB6602L	TB6651D	TB6651F
洗浄剤の種類	非水系	非水系	準水系	非水系
主要成分	炭化水素系溶剤	炭化水素系溶剤	水 水溶性溶剤 炭化水素系溶剤	フッ素系溶剤
商品形態	エアゾール	エアゾール	一斗缶	エアゾール
ガス	LPG・CO ₂	LPG・CO ₂	—	CO ₂
臭い	溶剤臭	溶剤臭	アルコール臭	微溶剤臭
洗浄力(総合)	優	良	可	良
エンジンオイル	優	良	可	良
ギアオイル	優	優	良	優
ブレーキフルード	優	優	優	優
乾燥性	優	良	可	優
乾燥時間	20~40秒	120~160秒	400~500秒	20~40秒
消防法分類	第一石油類	第二石油類	非危険物	非危険物
指定数量	200L	1000L	制限なし	制限なし
引火点	-20℃	22℃	26℃	引火点なし

浄性を考慮した最適純度のイソヘキサンを使用しています。また、親水性のブレーキフルードの洗浄にも対応できるように、水溶性溶剤等複数の溶剤を組み合わせた組成としています。さらに作業性も考慮し、イソヘキサンのみでは速すぎる乾燥性を適度に調整した商品です。消防法上の分類は第一石油類です。

TB6602Lは第二石油類の洗浄剤で、消防法の指定数量の関係から第一石油類の洗浄剤を多く保管できない場合や、TB6602Pのような第一石油類の洗浄剤では乾燥性が速すぎる場合に好適です。一般的に第二石油類の溶剤は第一石油類の溶剤と比較して乾燥性や洗浄力が低い傾向にあり、溶剤の臭気も独特なものが多くあります。弊社では種々の溶剤を最適な比率で混合することで、第二石油類ながら高い洗浄力を持つ商品としています。

TB6602P、TB6602Lは有機溶剤を主成分とするため、水系洗浄剤と比較すると人体への影響が懸念されます。また、消防法分類上の指定数量による最大保管量が小さいという面も考慮する必要があるため、安全性や保管量の問題の解消を求める場合には

TB6651Dが好適です。前述の通り、準水系・水系洗浄剤は界面活性剤により洗浄力を高めることが多いですが、界面活性剤はブレーキ装置への潤滑効果を発揮してしまうため、TB6651Dは準水系洗浄剤でありながら界面活性剤を用いず、水とアルコール系溶剤、炭化水素系溶剤のみで洗浄効果を発揮するように設計しています(特許登録済)。

前述のように、近年では消防法による指定数量の問題、引火の危険性、人体への影響等の安全性の観点から、TB6602LやTB6651Dを選定するお客様が増えてきている傾向にあります。しかしながら、TB6602L、TB6651DはTB6602Pと比較すると洗浄性・乾燥性が低く、作業時間の確保と物理洗浄の併用を考慮する必要があります。また、引火の危険性や人体への影響も少なからずあるため、作業される方からは高洗浄性と速乾性を持ち、さらに安全性に優れた商品を開発して欲しいという強い要望がありました。この要望にお応えし、弊社では2017年にTB6651F(不燃性ブレーキパーツクリーナー)を商品化しました。

表-6 ブレーキ&パーツクリーナーのまとめ

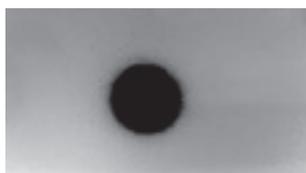
	TB6602P	TB6602L	TB6651D	TB6651F
洗 浄 作 用	溶解	溶解 分離・分散	溶解 分離・分散	溶解 分離・分散
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 作業性良好 排水処理不要 発錆が少ない 隙間部分の洗浄性良好 	<ul style="list-style-type: none"> 準水系に比べ作業性良好 排水処理不要 発錆が少ない 第一石油類と比べ引火の危険性が低い 	<ul style="list-style-type: none"> 様々な汚れに対応 引火点はあるが、引火の危険性は限りなく低い 保管数量に制限がない 	<ul style="list-style-type: none"> 作業性良好 人体への危険性低い 引火点なし 消防法非危険物 保管数量に制限がない
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 適応する汚れが限定される。 人体への危険性が高い 環境への影響が大きい 素材により浸食する可能性あり 第一石油類のため保管数量が制限される。 引火の危険性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 適応する汚れが限定される。 人体への危険性あり 環境への影響あり 素材により浸食する可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 排水処理が必要 人体への危険性あり 環境への影響あり 素材により浸食する可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 高コスト 素材により浸食する可能性あり
洗 浄 力	優	良	可	良
作 業 性	優	良	可	優
消 防 法	第一石油類	第二石油類	非危険物(※)	非危険物
引 火 点	-20℃	22℃	26℃	引火点なし

※ 消防法の適用除外の項目による

5-1.ThreeBond6651F の紹介

TB6651Fは地球温暖化係数が小さく、オゾン破壊係数も限りなくゼロに近いフッ素系溶剤をベースとした洗浄剤です。噴射ガスは不燃性ガスであり、噴射圧が高く、物理洗浄力が大きいCO₂を使用しています。TB6651Fは疎水性汚れに対する洗浄効果が第二石油類の非水系洗浄剤と同等以上であり、乾燥性が第一石油類の非水系洗浄剤と同等の特性を持っています(図-2)。

近年、自動車整備の作業現場では静電気による火花を発生源とした火災事故が相次いでおり、対策が求められています。TB6651Fは引火点がないことから、万が一、火花が発生した場合でも引火することがなく、安全に使用することが可能です。また、消防法分類上、非危険物に分類されるため、保管時の指定数量の問題が解消されるメリットがあります。さらに、GHS分類に非該当であり、他の洗浄剤と比較して人体や環境への影響も小さい、安全性にも優れた最新の洗浄剤です。



洗浄前

TB1925(二硫化モリブデン系グリース)を汚れモデルとした。TB1925をSUS430上に1秒間塗布し、各ブレーキ&パーツクリーナーを5秒間噴霧後の外観を観察した。

- 優：完全にグリースを除去可能
- 良：ほぼグリースを除去可能であるが、僅かに残る
- 可：グリースは除去可能であるが拭き上げ工程を加える必要あり。

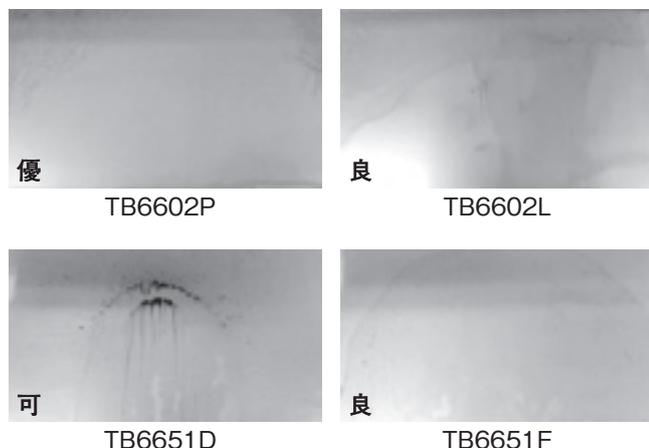


図-2 代表的なブレーキ&パーツクリーナーの洗浄性比較

5-2.リチャージシステム

エアゾールタイプのブレーキ&パーツクリーナーを使用する上で問題となってくるのが使用後の缶の扱いです。使用後の缶は産業廃棄物として処理しなければならず、その処理費用が負担となってしまいます。また、廃棄による環境問題の懸念も出てきます。そこで弊社では廃棄缶の問題を削減し、かつコスト低減のために、ブレーキ&パーツクリーナーのリチャージシステムもラインナップしています(図-3)。

リチャージシステムは専用装置を用い、専用缶に洗浄液を繰り返し充填して使用することができるシステムです(特許登録済)。専用装置はコンプレッサー等から送り出されるエアのみで駆動可能で、電源等の特殊な装置が不要です。また、作業される方が一人で持ち運べるサイズであり、作業スペースが小さいことも大きな特長です。専用缶は360度どの角度でも噴射可能であり、作業効率を向上させるとともに、エアゾール缶の噴射ガスのみを噴射してしまうというトラブルがありません。専用缶1本で30~60回の繰り返し充填が可能であり、エアゾール缶と比較して大幅に廃棄コストの削減が可能です。



リチャージシステム専用缶 リチャージシステム専用装置

※上図は「不燃性ブレーキパーツクリーナー」を使用する場合の専用缶と専用装置の組み合わせです。使用するブレーキ&パーツクリーナーの種類によって対応する専用缶と専用装置が異なりますので、詳しくは弊社営業技術員にお問い合わせください。

図-3 リチャージシステム専用装置と専用缶

おわりに

本稿では、洗浄剤の概要を述べるとともにスリーボンドでラインナップしている工業用洗浄剤とブレーキ&パーツクリーナーについて紹介しました。洗浄剤を使用する上では、その洗浄剤の効果を最大限発揮させるためにも洗浄剤の特性を理解し、最適な使用方法で使うことが重要です。本稿がその一助となれば幸いです。

弊社ではお客様のご要望に迅速に対応できるよう、日々新しい洗浄技術の構築に努めています。近年では洗浄性が良好なだけでなく、環境対応や作業される方への安全性をより高めた洗浄剤が求められる傾向にあります。時代背景に沿った洗浄剤を今後も提案し続けられるよう、引き続き優れた商品開発に注力してまいります。

<参考文献>

- 1) 辻薦『洗浄と洗剤』池田書館(1992).
- 2) 大木建司・八木和久『洗浄の基礎知識』産業図書(1993).
- 3) 平塚豊「第2節 汚れの除去 / 洗浄技術とそのガイドライン」
『汚れの種類・特性・付着メカニズムを踏まえた最新・防汚・洗浄技術[事例集]』p160～169
技術情報協会(2012).
- 4) 大矢 勝『図解入門よくわかる最新洗浄・洗剤の基本と仕組み』秀和システム(2011).

株式会社スリーボンド 研究開発本部

開発三部 オートアフターマーケット開発課 伊東 寛明
桐野 学



企画 株式会社 URC 編集室
編集 東京都渋谷区恵比寿1-18-15
スリーボンドビル2F
電話 03(5447)5333
発行 株式会社スリーボンド
東京都八王子市南大沢4-3-3
電話 042(670)5333 代