

シリコーン溶解剤／洗浄剤とその応用について

Silicone Dissolver/Cleaner and its Applications

下山 竜吾 (株)日新化学研究所 高槻本社 第二開発部

1 はじめに

1931年に創業した株式会社日新化学研究所は、1955年に株式会社として改組・設立され、界面活性剤及び油剤を中心とした各種産業向けの工業薬品の研究開発・製造販売を行い、多くの産業の発展に貢献してきた。当社では、生産現場のお悩み事を化学の力で解決するケミカルアシスタントとして、クイックレスポンスとカスタマイズにより、ユーザー様のニーズに最適な商品開発と技術サービスを提供している。当社では様々な産業の工程洗浄剤や一般消費者向け洗剤などの開発を手掛けてきたが、本稿では、特に洗浄が難しいとされるシリコーンの除去に特化したシリコーン溶解剤／洗浄剤とその応用事例について紹介する。

2 シリコーンについて

シリコーンは、化学的に非常に安定であり、耐熱性、耐候性、絶縁性、撥水性などに優れた素材であるため、工業的に様々な用途で利用されている。一般的には「シリコン」と呼称され、「シリコーン」とよく混同されているが、厳密には「シリコン」と「シリコーン」には組成的な違いがある。

【シリコン】(Silicon)

…元素としてのケイ素の英語名。単体物質としてのケイ素を示し、金属光沢があることから金属ケイ素とも呼ばれる。狭義では、この金属ケイ素を指すこともある。主に半導体の材料などに利用されている。

【シリコーン】(Silicone)

…ケイ素を構成元素の一つとして含有する有機ケイ素化合物の総称。狭義では、ポリシロキサン構造を持つ化合物を指すこともある。一例として、一般的なシリコーンオイルの組成であるポリジメチルシロキサンの化学構造を図1に示す。

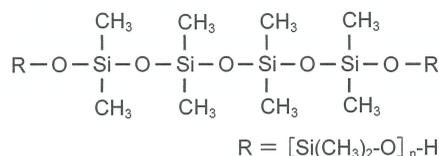


図1 ポリジメチルジロキサンの化学構造

シリコーンは、無機物と有機物の両方の性質を示し、液体・粉体・固体など様々な状態となり、形態の違いからシリコーンオイル・シリコーンゴム・シリコーンレジジンなどと呼ばれる(表1)。耐熱・耐寒・接着・柔軟・絶縁・離型・潤滑・消泡・撥水などの特性を示し、産業的にはこれらの性質を利用した様々な用途で使用されている。

表1 シリコーンの形態による分類

分類	状態	主な構造	主な構成単位	官能数
シリコーンオイル	液体	直鎖状	M単位	1官能性
シリコーンゴム	軟質固体	2次元架橋	D単位	2官能性
シリコーンレジジン	硬質固体	3次元架橋	T単位 Q単位	3官能性 4官能性

3 シリコン溶解剤

3.1 シリコンの溶解について

このようにシリコンは産業的に様々な用途で使用されているが、汚れ洗浄、接着・粘着剥離、塗装剥離、修理修整、不良解析、リユース・リサイクルなどの目的で除去が求められる場合がある。しかしながら、シリコンオイルは撥水性や石油系オイルや油脂とは異なる極性を持つため一般的な界面活性剤では洗浄が難しく、シリコンゴムやシリコンレジンに広く耐溶剤性を示すため一般的な有機溶剤では溶解できず、いずれも除去が非常に困難である。シリコンオイルやシリコンゴムは、トルエンやジクロロメタンには溶解性や膨潤性を示すが、毒性や法規制により使用が制限される。一方で、シリコンは耐酸性・耐アルカリ性は低く、シロキサン結合は強酸・強アルカリにより徐々に分解することが知られている。ただし、シリコンを速やかに分解するためには、劇物に該当する濃苛性ソーダ溶液による加熱処理や、劇物や危険物に該当する濃硝酸や発煙塩酸などの強酸の使用が必要であり、一般人による取り扱いや除去対象物への適用については、現実的には困難な場合が多い。

3.2 有機溶剤系シリコン溶解剤：「シリコンクリーナー X」シリーズ

当社が開発した「シリコンクリーナー X」シリーズは、硬化したシリコン樹脂であっても常温で浸漬するだけで溶解できる画期的なシリコン溶解剤である。「シリコンクリーナー X」シリーズは、長年の研究開発活動の中で見出した特殊有機溶剤と特殊酸型界面活性剤の最適な組み合わせにより成分構成したものである。「シリコンクリーナー X」シリーズによるシリコン樹脂の溶解機構は定かではないが、溶剤中で特殊酸型界面活性剤がシリコン樹脂に浸透してシロキサン結合を分解し、低分子化したシリコンを有機溶剤中に溶かし込んでいると考えている。表 2 にシリコン溶解剤の種類と変遷を示す。当社では、法規制と取扱性を考慮し、現在はシリコンクリーナー X-100・X-400 の 2 種類のための製造販売を行っている。

表 2 シリコン溶解剤の種類と変遷

溶解剤	成分組成		沸点 ℃	引火点 ℃	適用法令				溶解力	備考
	溶剤	界面活性剤			消防法	有機則	毒劇物	PRTR		
(参考) トルエン	1-メチルベンゼン		111	5	4類1石	1種	劇物	1種	×	中毒性
(参考) 塩化メチレン	1,2-ジクロロメタン		41	なし	非	特化測	非	1種	×-△	発がん性
シリコンクリーナー X-50	芳香族炭化水素	特殊酸型 界面活性剤	> 140	50	4類2石	非	非	1種	○	廃番
シリコンクリーナー X-100	脂肪族炭化水素		> 140	45	4類2石	非	非	2種	○	
シリコンクリーナー X-200	臭素系化合物		71	なし	非	非	非	1種	○-◎	廃番
シリコンクリーナー X-300	フッ素系化合物		39	なし	非	非	非	非	◎	廃番
シリコンクリーナー X-400	フッ素系化合物		54	なし	非	非	非	非	◎	

3 シリコーン溶解剤の使用例

- 離型剤の除去 ●成型機・金型の洗浄 ●接着剤の剥離
- 粘着剤の除去 ●塗装・プリント剥離 ●絶縁材の剥離
- 止材の開封除去 ●シーラント・コーキング材の除去
- 治具・器具・用具洗浄 ●流路・配管洗浄 ●離型フィルム・剥離紙製造用などのコーティング装置の洗浄
- パッキン・ガスケットの除去 ●潤滑剤・グリースの洗浄
- 塗料・インクの洗浄 ●衣服のシミ汚れの除去
- 成形品のバリ取り・表面平滑化

改善事例 1】

■シリコーン系接着剤製造メーカー

シリコーン系接着剤・コーキング剤を製造する設備の器具を洗浄するため、従来は作業員 3 名による人海戦術で、数日かけてブラシで摩擦・研磨して除去していた。シリコンクリーナー X-400 の使用により、夜間に浸漬するだけで溶解でき、作業時間が大幅短縮されて必要作業員が 1 名のみとなり、大幅な省力化とコストダウンを実現した。

改善事例 2】

■自動車部品メーカー

液状シリコーンによる LIM 成形工程あり。作業終了後の金型洗浄と流路洗浄を従来の溶剤からシリコンクリーナー X-400 に変更したことで異物混入などによる不良率が大幅に減少した。

改善事例 3】

■家電メーカー

シリコーン接着剤用のディスペンサーやノズルに硬化したシリコーンが頻繁に詰まり、従来は交換・廃棄していたが、シリコンクリーナー X-400 で洗浄することで再利用できるようになり、廃棄物低減による環境負荷低減やコストダウンに繋がった。

改善事例 4】

■建築・リフォーム会社

施工ミスによりやり直しとなり、シリコーン系コーキング剤で施工した高価なタイルを非破壊で剥がして再利用するよう求められたが、シリコンクリーナー X-100 の使用により実現出来た。

【改善事例 5】

■リネン・クリーニング業

シャツに付着したボールペンのインク洗浄で長年頭を悩まされていたが、近年のボールペンに使われているゲルインキはシリコーンオイルが主成分のため、シリコンクリーナー X-100 を使用してシミ抜きすることにより、従来のシミ抜き剤よりも容易に除去することが出来た。

3.4 シリコーン溶解剤の使用上の注意点

「シリコンクリーナー X」シリーズは、水滴程度の水でも混入すると溶解力が著しく低下するため、使用時や保管時には注意が必要である。水溶液は pH = 3 程度の酸性を示すため、弱い金属腐食性がある。短期間接触ではステンレスやアルミなどは問題ないが、スチール材や銅・真鍮・ジュラルミンなどは注意が必要である。また、シリコーン樹脂以外の樹脂に対しても溶解性があり、ポリウレタン、ナイロン、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリ塩化ビニルなどの樹脂は接触を避ける必要がある。「シリコンクリーナー X」シリーズは、飽和溶解度に達するまでは再使用が可能であるが、溶解速度は徐々に低下する。配合されている特殊酸型界面活性剤が必須成分のため、蒸留再生は出来ない。そのため多くのユーザーは、新液に比べ溶解時間が一定程度長時間化した場合に、追い足しや新液へ交換する等の運用を行っている。シリコーン溶解後は、界面活性剤やシリコーンの残留防止のため、アルコールまたは水、中性洗剤によるリンス洗浄を推奨している。廃液は有機溶剤のため、原則として産業廃棄物としての処理をお願いしている。

4 シリコーン洗浄剤

4.1 水系シリコーン洗浄剤：「シリコンクリーナー AQ」シリーズ

定置洗浄で有機溶剤が使用できない対象には水系による洗浄ニーズがあるが、「シリコンクリーナー X」シリーズは有機溶剤系であり、水の混入により溶解力を失うため水系には適用できない。そこで、水系専用のシリコーン

表3 「シリコンクリーナー AQ」シリーズの種類と特徴

溶解剤	組成	推奨 使用温度	推奨 使用濃度	pH (1%)	適用法令				備考
					消防法	有機則	毒劇物	PRTR	
シリコンクリーナー AQ-10	界面活性剤 グリコール系溶剤 アルカリ、水	25～40℃	【洗浄用】 3～5%	11～13	非	非	非	非	常温洗浄用
シリコンクリーナー AQ-20	界面活性剤 グリコール系溶剤 アルカリ、水	60～80℃	【剥離用】 50%～原液	11～13	非	非	非	非	加温洗浄用

ン洗浄剤として当社が開発したのが「シリコンクリーナー AQ」シリーズである。当社では、従来より各種シリコンオイルのエマルジョン製品を製造販売しており、シリコンオイルの水中油乳化分散に最適な界面活性剤に関する長年の研究開発による知見と、さらに水溶性有機溶剤とアルカリ配合の知見を基に、最適な処方の組み合わせを試行錯誤することにより、シリコンオイルの水系洗浄に特化した専用洗浄剤として「シリコンクリーナー AQ」シリーズを開発した。表3に、「シリコンクリーナー AQ」シリーズの種類と特徴を示す。洗浄時の加温可否に対応して、低温洗浄と高温洗浄に最適化した2種類をラインナップしている。

4.2 シリコン洗浄剤の洗浄効果

図2に、油性染料で着色したシリコンオイルに対する水系洗浄試験結果を示す。市販洗浄剤やアルカリビルダーを併用した系に比べ、シリコンクリーナー AQ-10は1液で良好な洗浄性を示した。

図3に、シリコン配合化粧品用ファンデーションに対する水系洗浄試験結果を示す。市販洗浄剤やアルカリビルダーを併用した系に比べ、シリコンクリーナー AQ-10,20は1液で良好な洗浄性を示した。「シリコンクリーナー AQ」シリーズは、実際に化粧品製造釜の洗浄や配管洗浄において活用されている。

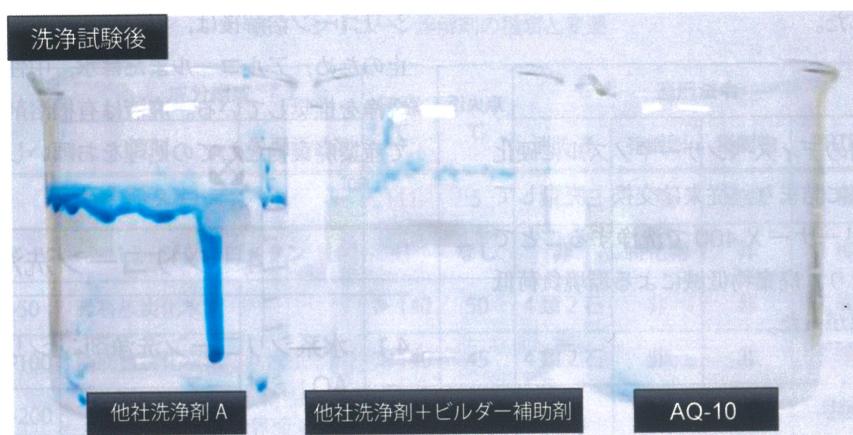


図2 シリコンオイルの水系洗浄試験結果
(洗浄剤濃度 3%, マグネチックスターラー 600rpm, 40℃×45分)

水温	項目	他社洗浄剤	他社洗浄剤+ アルカリビルダー	シリコンクリーナー AQ-10	シリコンクリーナー AQ-20
40℃	洗浄前				
	洗浄後				
	評価	×	△	○	△
70℃	洗浄前				
	洗浄後				
	評価	×	△~○	△	○

図3 化粧用ファンデーションの水系洗浄試験結果

5 おわりに

当社の開発した有機溶剤系シリコーン溶解剤「シリコンクリーナー X」シリーズ、および、水系シリコーン先浄剤「シリコンクリーナー AQ」シリーズについて詳述した。近年、有害物質として疑われている PFAS への懸念からも、非フッ素系素材としてシリコーンに対する注目度が高まってきている。また、シリコーン残留物の低減による品質向上や、廃棄物削減、リサイクル、環境負荷低減の観点からも、難洗浄性素材であるシリコーンの除去に対する社会的関心が高まっていくものと思われる。当社の開発したシリコーン溶解剤/洗浄剤が、これらの需要に応え、各種産業のさらなる発展に貢献できれば幸いである。

参考文献

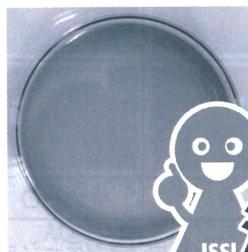
- 1) 株式会社日新化学研究所ホームページ： <https://nissin-kk.co.jp/>
- 2) 特許公報 第 7627030 号：樹脂溶解剤（株式会社日新化学研究所）

NISSIN

そのシリコーン汚れあきらめないで！

溶剤系 シリコーン樹脂溶解剤

シリコンクリーナー X シリーズ



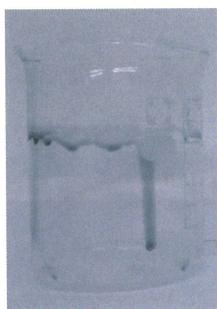
溶解!!



Youtubeで
効果検証動画公開中

水系 シリコーンオイル洗浄剤

シリコンクリーナー AQ シリーズ



除去!!

私たちは生産現場のお悩みを解決するケミカルアシスタントです

消泡剤 洗浄剤 離型剤 潤滑剤
殺菌剤 防腐剤 抗菌剤 消臭剤
柔軟剤 帯電防止剤 樹脂溶解剤
防錆剤 除錆剤 防虫忌避剤 他



株式会社 日新化学研究所

高槻本社工場

〒569-8520 大阪府高槻市大塚町1丁目2番12号

川之江工場 / 北海道営業所
東北研究所 / 東京営業所
富士研究所 / 広島出張所

TEL 072-671-5101

URL <https://www.nissin-kk.co.jp>



公式オンラインショップ「ケミラボ」