

Valqua Technology News

バルカー技術誌

2013年 夏号

No.25 Summer 2013

- ご挨拶 1
常務執行役員 CTO(最高技術責任者)
黒田 博之
- 技術論文
粒子担持技術とその応用展開 2
研究開発部 研究企画グループ
荒谷 直子
油谷 康
- 技術論文
シート状合成ゼオライト系吸着剤の開発 6
研究開発部 メンブレン開発グループ
吉澤 昌一
中出 賢志郎
佐藤 大
- 技術論文
吸着フィルター用活性炭膜 11
研究開発部 メンブレン開発グループ
小島 恭平
- 技術論文
ふっ素系エラストマー材料における高熱伝導化の課題と対策 14
シール開発本部 開発グループ
今田 博久
- 製品の紹介
プロセス用高耐薬品性ガスケットNo.UF300 18
シール開発本部 開発グループ
黒河 真也
- 製品の紹介
釘打ち機用ゴム緩衝材 22
シール開発本部 開発グループ
犬田 雅之
- 製品の紹介
水銀灯代替LEDランプ 24
環境関連事業部 メンブレン部
船橋 栄二



日本バルカー工業株式会社

<http://www.valqua.co.jp>

ご挨拶



わが国経済は政権交代に伴うアベノミクス効果により円安、株高が急激に進み、輸出産業を中心に業績に回復傾向が見られ、それに伴い個人消費や設備投資も上昇基調に向かいつつあります。一部ではデフレ脱却への期待感も高まりつつあります。しかしながら、中国景気の減速や、近隣諸国との政治不安、日本国内における財政リスクなど、懸念材料は少なくありません。

このような状況下、バルカーグループは真に強固な事業基盤を確立すべく、成長分野への展開と合理化を同時に進め、CSR経営の推進とグローバル人材の育成にも力を注いでいます。また、シールエンジニアリングをコア技術として主力であるシール製品の充実を図ると同時に、環境事業への取り組みを強化しています。その一環として、九州バルカーの敷地内にメガソーラー施設を建設し、本年3月より売電事業を開始しました。一方、中国においては、イタリア・ガニフロン社と合弁会社を設立し、環境にやさしいふっ素樹脂の表面処理技術の導入を進めています。

また、次なる成長に向かって、非シールの高付加価値製品の開発を強化しています。メンブレンや機能膜といった製品を順次市場へ展開する一方で、これらを基盤技術とする新たな差別化技術の構築、付加価値製品の開発を行っています。本誌で紹介する「粒子担持技術とその用途展開」、「シート状合成ゼオライト系吸着剤の開発」などは、いずれもメンブレンなどの非シール分野を基盤技術とする新たな製品開発であり、「環境」、「エネルギー」などの成長分野への展開を図っています。更には、中国における非シール分野の開発拠点である中国メンブレン研究所においても、中国国内市場への接点強化を進め、市場のニーズに基づく開発に注力しております。

今後とも当社の理念である「THE VALQUA WAY」の下、お客様一人ひとりに感動を提供できる製品開発を目指し、社会の発展への貢献に努めてまいります。本誌が当社の技術、製品をご理解いただく一助となれば幸いです。読者の皆様におかれましては、当社製品を末永くご愛顧賜りますようお願い申し上げます。

常務執行役員 CTO(最高技術責任者) 黒田 博之

粒子担持技術とその応用展開

研究開発部 研究企画グループ

荒谷 直子
油谷 康

Expanded polytetrafluoroethylene (ePTFE) and PTFE Nanofiber display unique properties, such as a high permeability, precise separability, a low dielectric constant, thermal stability, excellent chemical inertness, and a low surface free energy. The microscopic pores of ePTFE and PTFE Nanofiber permit gas or vapor to pass through while trapping particles. Therefore, they have been widely used in fabrics, electronic and electrochemical materials, microfiltration items, surgical products, sealants, and venting products.

In recent years, in addition to the acceleration of environmental problems such as air pollution, health issues related to living environments, including, the outbreak of sick-house syndrome and new influenza are arising. Moreover, environmental purification technology is increasingly attracting attention as people's safety and security awareness grows.

In this study, we induced ePTFE to support the photocatalyst TiO_2 fine particles, which are widely known as possessing the characteristics necessary for the removal of pollutants from the environment. Additionally, they are known for their antiseptic and antiviral effects. We have evaluated facial structure and photocatalyst performance. TiO_2 fine particles were uniformly and thinly supported on ePTFE, and the membrane maintained sufficient porosity. It was demonstrated that the ePTFE supported TiO_2 , with a TiO_2 content of about 1% of the total weight. Further, it was shown that it had a sufficient photocatalytic antiseptic effect and gas degradability.

Keywords:

expanded polytetrafluoroethylene, ePTFE, PTFE Nanofiber, photocatalyst, antiseptic, antiviral, gas degradability

1. はじめに

ふっ素樹脂であるポリテトラフルオロエチレン(以下PTFE)多孔膜は、PTFE が持つ耐熱性、耐薬品性、耐候性、撥水・撥油性、低摩擦などの特性に加え、連続貫通多孔質構造を有することから、液体や気体の透過などPTFE に新たな機能を付加した材料となる。

PTFEを延伸すると、Figure1のような島状に分布するノードと延伸方向に配向したフィブリルからなる多孔質PTFE (expanded PTFE : ePTFE)が得られ、延伸率や焼成条

件などにより孔径の調整ができる¹⁾。延伸法以外では、PTFEディスパージョンを原料とし、エレクトロスピンニング法を用いることで繊維径が1ミクロンを下回るPTFEナノファイバーを得る方法がある。エレクトロスピンニング法とは、シリンジに入った高分子溶液とコレクター電極間に高電圧を印加することで、シリンジから押出された溶液が電荷を帯び、コレクターに到達する際には繊維径がナノレベルまで減少することにより、ナノファイバーが得られる極細繊維作製方法である。これらの特殊なPTFE多孔膜では、ミクロン繊維では考えられなかった以下のような特長を有することが知られている²⁾。

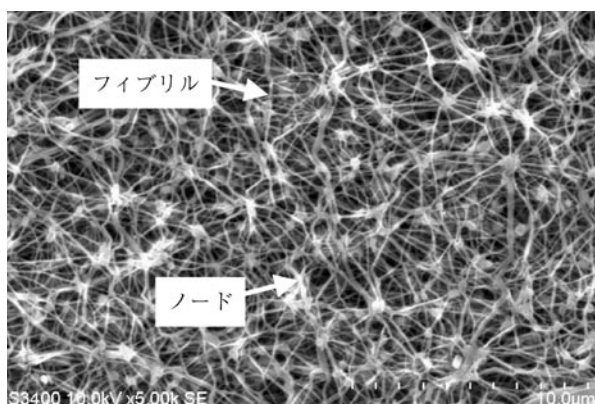


Figure1 ePTFEの構造図(×5,000)

- ①空気の抵抗が非常に小さくなる
- ②比表面積が大きくなる
- ③超分子配列効果が得られる

これらの特長を生かせる用途として、分離・ろ過用途(液体フィルター、エアフィルター、バグフィルター)、通気・透湿・防水・防液用途(電池用撥水膜、オイル保持カバー)、低誘電率用途(電線・回路基板)などがある。PTFE多孔膜の孔径、空孔率、厚さなどのコントロール、他素材との複合化を組み合わせることで用途に適した性能を発揮することができ、本報では過去に、ダイレクトメタノール型燃料電池(DMFC)に用いる気体-液体分離膜³⁾やMBRなどの水処理膜への適応可能性⁴⁾を紹介した。

近年では、大気汚染を始めとする環境問題の深刻化や、シックハウス症候群、新型インフルエンザの流行など生活環境における新たな問題の発生に伴い、安全、安心意識の向上から環境浄化技術が注目されている。そのため、分離・ろ過用途のみならず、有害物質の分解除去や、抗菌・抗ウイルスの特性を有する高機能膜に対するニーズが高まっている。これらのニーズに応え、窒素酸化物や硫黄酸化物などの有害物質に対して光触媒作用を持つ酸化チタン(以下TiO₂)を担持したPTFE多孔膜の開発も行われている。PTFE多孔膜の大きな比表面積と複雑な多孔構造、また熱や薬品に対する高い化学安定性は、このような高機能膜の基材として適する。

TiO₂をPTFE多孔質膜に担持するには、主に二つの方法が知られている。多孔質成型前のPTFE原料に粒子を混ぜ合わせる方法と、多孔質成型後にバインダーを用いる方法があげられる。多孔質成型前のPTFE原料に粒子を混ぜ合わせる方法では、多くの粒子が多孔膜内部に埋没してしまい粒子の表面がPTFEで覆われてしまうため、粒子表面での触媒反応が十分に機能しない。更に、成型されたPTFE

多孔膜は粒子が大量に混合されているため強度が十分に得られず、耐久性に課題が残っている。また、バインダーを用いる方法では、PTFEの持つ低い表面エネルギーのため、基材と粒子との十分な接着力を得ることが難しい。またバインダーそのものがTiO₂の持つ光触媒作用によって分解されてしまう恐れもあり、長期の使用においては粒子の脱落が懸念される。また、接着性を高くするために、バインダー量を多くした場合には、粒子の表面露出が少なくなり有害物質との接触が不十分なため光触媒性能が低下してしまうという問題がある。

本報では、PTFE多孔膜の持つ耐薬品性、多孔性、柔軟性を保持しつつも、バインダーや多孔膜内部に粒子が埋没しないよう、基材表面に粒子が露出するように担持されたPTFE多孔膜を作成し、その構造評価と光触媒性能評価を行ったので報告する。

2. 光触媒の原理と特徴

光触媒とは、光を照射することにより触媒作用を示す物質の総称であり、この反応原理は1972年に発見され「ホンダ・フジシマ効果」⁵⁾と呼ばれ、40年以上にわたり、学術的にも実用化のための技術としても、研究開発が進められている。代表的な光触媒活性物質としては、TiO₂が最も広く知られている。

TiO₂光触媒は、紫外線を吸収して様々な分野に応用されている。そのメカニズムは、Figure2に示すように、紫外線によって励起した電子と、同時に生成した正孔が、それぞれTiO₂表面に移動して、表面の酸素や水、有機物を還元及び酸化すると考えられている⁶⁾。特に、ヒドロキシラジカルと正孔の酸化力はきわめて強く、ほとんどの有機物を酸化し、空気や水を浄化することが知られている。しかしながら、活性酸素種の寿命は非常に短いため、実質的には反応効率を決めているのは、正孔による汚染物質の直接酸化であると

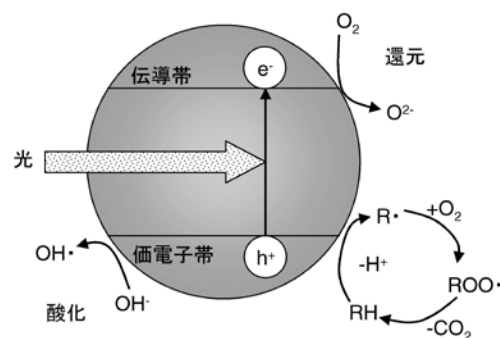


Figure2 光触媒反応のメカニズム

考えられている。すなわち、光触媒反応は、酸化チタンの表面及びごく近傍でしか進行しておらず、 TiO_2 とバインダーを組み合わせる際には、バインダーに覆われることなく、材料表面に TiO_2 が多く露出していることが、高い光触媒性能を得る決め手となる。

多孔質セラミックに TiO_2 を焼き付けた光触媒フィルターは古くから開発され、現在では実用化されている。樹脂基材においても研究は盛んに行われているが、紫外光の照射、また TiO_2 近傍で起こっている活性酸素種による酸化によって、基材やバインダーの劣化、それに伴う TiO_2 の脱落が懸念され、長期的な使用には適していない。しかしながら、PTFE多孔膜は、優れた耐候性、耐酸化性を持ち合わせているため、 TiO_2 と組み合わせた場合においても、耐久性の向上が期待できる。

3. 実験

3-1) 基材の前処理

孔径の異なる2種のePTFE膜①、②を公知の手法⁷⁾で親水化処理を行い、親水化されたePTFE膜①、②を得た。

3-2) 基材の表面処理方法

反応助剤を加えた TiO_2 水溶液を、水とIPAを任意の比率で混合した溶媒に加え、反応溶液を調整した。湯浴中で数時間攪拌することで、酸化チタン表面処理を行った。この溶液に前処理を行った基材を浸漬し、数分間静置した。その後、純水で余分な反応液を洗い流し乾燥することで、 TiO_2 担持ePTFE (以下 $\text{TiO}_2/\text{ePTFE}$)①、②を得た。

3-3) 評価

作製した $\text{TiO}_2/\text{ePTFE}$ ①、②は、走査型プローブ顕微鏡 (SPM、(株)日立ハイテクサイエンス製、Nanocute)を用いて表面構造観察を行った。得られたSPMの画像から、 TiO_2 の被覆率を算出した。また、 $\text{TiO}_2/\text{ePTFE}$ ①、②に含まれる TiO_2 担持量を求めるため誘導結合プラズマ (ICP、(株)理学製、RIGAKU CIROS MARK II)を用い、アルカリ溶融法にてICP発光分光分析を行った。 TiO_2 担持量は、ICP発光分光分析の測定結果より得られるTi元素の質量から、次式を用いて算出した。

$$\text{TiO}_2 \text{ 質量} = \text{Ti 元素の質量} \times (\text{TiO}_2 \text{ 分子量} / \text{Ti 分子量})$$

平均細孔径は細孔径分布測定器 (Perm Porometer、Porous Materials, Inc. 製)、試液はIPA (21dyn/cm)を用いた。

光触媒性能は、抗菌性評価とガス分解性の評価を行った。抗菌性評価は、JIS R 1702⁸⁾に記載のガラス密着法に基づいて、綿標準布、ePTFE①、 $\text{TiO}_2/\text{ePTFE}$ ①を用い、それぞれの膜に8時間紫外線 (紫外線照度 : $0.1\text{mW}/\text{cm}^2$) を放射した後、また8時間暗所で保存した後の黄色ブドウ球菌量を測定した。また、ePTFE①および $\text{TiO}_2/\text{ePTFE}$ ①の静菌活性値を算出した。

ガス分解性評価はePTFE①および $\text{TiO}_2/\text{ePTFE}$ ①を用い、光触媒消臭加工製品認証基準で定める方法 (一般社団法人繊維評価技術協議会)⁹⁾に基づいて、アンモニア濃度を測定し、アンモニア濃度の減少率を算出した。なお、アンモニアの初発濃度は14ppmとし、スマートバッグPA (ジーエルサイエンス社製)を用いた。

4. 結果と考察

4-1) 酸化チタン担持膜の表面構造の評価

Figure3にSPMでの観察によって得られた $\text{TiO}_2/\text{ePTFE}$ ①の表面構造を示す。 TiO_2 は約50nmの微粒子としてePTFEのフィブリルを覆うように均一に存在していることが確認された。また、約 $0.5\mu\text{m}$ 程度の細孔も観察されたことから、ePTFEのもつ多孔性を損なわないように TiO_2 微粒子がePTFEに担持されていると考えられる。

4-2) $\text{TiO}_2/\text{ePTFE}$ の定量評価及び多孔性評価

ICP発光分光分析によって算出した $\text{TiO}_2/\text{ePTFE}$ ①、②の TiO_2 の担持量、SPM観察によって得られた像から算出した被覆率、パームポロメーターによる多孔性の評価結果を

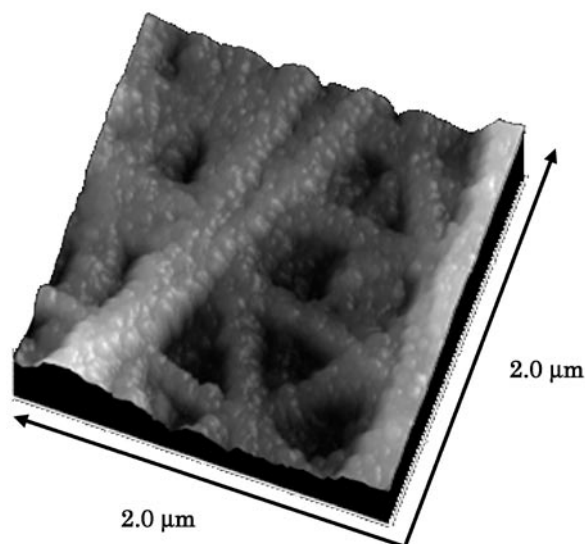


Figure3 $\text{TiO}_2/\text{ePTFE}$ ①の構造図

Table1に示す。細孔径維持率はそれぞれ80、90%でTiO₂を担持したとしても、ePTFEの多孔性が維持されていることが明らかになった。また、TiO₂/ePTFE①、②のTiO₂担持量は約1重量%であった。SPM写真から算出したTiO₂の被覆率はいずれも100%であった。

Table1 ePTFEのTiO₂担持量と多孔度

試料	平均細孔径 (μm)	細孔径維持率 (%)	TiO ₂ 担持量 (重量%)	被覆率 (%)
TiO ₂ /ePTFE①	0.44	80	0.97	100
ePTFE①	0.55	—	—	—
TiO ₂ /ePTFE②	0.69	90	1.09	100
ePTFE②	0.77	—	—	—

4-3) 光触媒性能

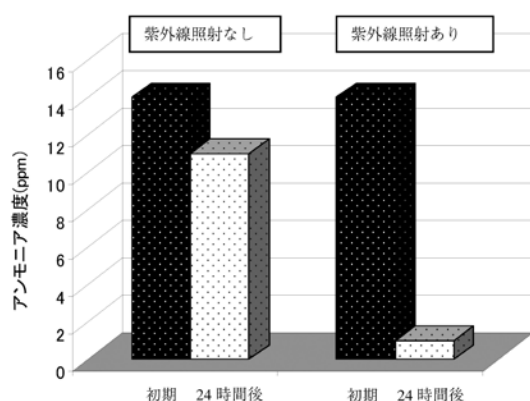
抗菌性評価の結果をTable2に示す。

Table2 抗菌性評価結果

試料	生菌数(個)		静菌活性値
	接種直後	8時間光照射後	
TiO ₂ /ePTFE①	2.0×10^4	20	3.0
ePTFE①	2.0×10^4	2.5×10^4	0
綿標準布	2.0×10^4	2.5×10^4	—

綿標準不織布とePTFE①では、8時間の光照射後においても、黄色ブドウ球菌接種直後の生菌数とはほぼ変わらない値であった。一方、TiO₂/ePTFE①では8時間光照射後には生菌数が著しく減少した。TiO₂/ePTFE①の静菌活性値は3.0と算出され、十分な抗菌活性を有することが確認された。

TiO₂担持膜のガス分解性評価結果をFigure4に示す。紫外線を照射しない条件では、アンモニア濃度は24時間経過後もわずかな減少しかみられなかった。しかし、紫外線を照射すると、24時間後にはアンモニア濃度の著しい減少がみられ、光触媒効果によるガス分解性が確認された。

Figure4 TiO₂担持膜のガス分解特性

5. まとめ

TiO₂表面の機能を失わず高分散を維持できる粒子表面処理と、ePTFE膜の表面処理との組み合わせを最適化することにより、TiO₂が強固に担持されたPTFE多孔膜を作製することができた。

TiO₂は約50nmの微粒子として、ePTFEのフィブリルを覆うように、均一に担持されていた。また、TiO₂/ePTFEの光触媒性能評価として抗菌性評価、ガス分解評価を行ったところ、ePTFEに含まれるTiO₂担持量が1重量%程度で、十分な光触媒性能を示すことが確認された。

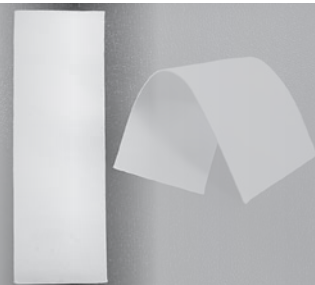
6. おわりに

環境問題の深刻化や生活環境における新たな問題の発生に伴い、環境浄化技術はますます重要になると考えられる。今後も、有害物質の除去や抗菌・抗ウイルスの特性と分離・ろ過特性と併せ持つ材料として、TiO₂担持PTFE多孔質の展開を検討していく。また、今回の技術を応用することによって、シリカやアルミナ、またレアメタル材料の微粒子などもTiO₂と同様にPTFE多孔膜に担持が可能であると考えられる。市場のニーズに合わせ、TiO₂だけでなく、種々の粒子との組み合わせによって、様々な分野への展開を検討していく。この成果は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものです。

7. 参考文献

- 1) 特表平11-511707号公報
- 2) 辻和明, 瀬戸口善宏, バルカー技術誌, No.23, 13-15 (2012)
- 3) 油谷康, バルカー技術誌, No.14, 8-11 (2008)
- 4) 本居学, 瀬戸口善宏, バルカー技術誌, No.20, 8-11 (2011)
- 5) Fujishima, A.; Honda, K., *Nature* 1972, 238 (5358, 37-38)
- 6) 野坂芳雄, 化学工業2007,58 (7), 539-544
- 7) 特開昭53-21270号公報
- 8) JIS R 1702 ファインセラミックス—光触媒抗菌加工製品の抗菌性試験方法・抗菌効果
- 9) 一般社団法人繊維評価技術協議会, 光触媒消臭加工製品認証基準

シート状合成ゼオライト系 吸着剤の開発



研究開発部 メンブレン開発グループ

吉澤 昌一
中出 賢志郎
佐藤 大

Synthetic zeolite is categorized as a high-performance adsorbent owing to its selective adsorption of particular molecules and powerful absorption qualities, particularly, under unfavorable conditions such as low partial pressure and high temperature. However, its application has been limited because synthetic zeolite is commonly supplied in pellet and powder form. For example, the use of synthetic zeolite pellets in an acidic solution is unfavorable. Recently, employing the sheeted synthetic zeolite commodity resin as a binder has been proposed. However, it is difficult to regenerate using heating methods, and it is also difficult to increase the synthetic zeolite content of the sheet.

This report describes how we succeeded in developing a sheeted synthetic zeolite that overcame these challenges.

Keywords:

high-performance adsorbent, selective adsorption, sheeted synthetic zeolite

1. はじめに

現在、吸着剤として多用されているものとしては、例えば活性炭、シリカゲル、合成ゼオライト系吸着剤などが挙げられる。活性炭は、脱臭や廃水処理用途、シリカゲルは食品などの吸湿用途、合成ゼオライト系吸着剤は特殊な吸湿用途や洗剤ビルダーなどに使用されていることはよく知られている。

これらの活性炭やシリカゲルは、その特性上、幅広い物質の吸着が可能であることから、様々な吸着用途で活用されている。しかし、特定の分子だけを選択的に吸着することが難しい上、低濃度下や高温環境下における吸着能力の著しい低下が大きな弱点となっている。

一方、合成ゼオライト系吸着剤は、均一で分子レベルの細孔径を持つことから、特定の分子の選択吸着や、低濃度

下、高温環境下での吸着性能に優れる特徴を有している¹⁾²⁾。ただ、これらの合成ゼオライト系吸着剤は、一般的に粉もしくはペレット状などで供給されるため、使用する上で制限が生じている。

そのような中、ポリオレフィン系樹脂をバインダーとしたフィルム状のものや、紙状のものが提案されているが、バインダーの熱変形温度などの耐熱性が低く、加熱再生が出来ないばかりか、ゼオライト含有率も低く抑えざるを得ない製法となっており、これらの改善が強く望まれていた。そこで、当社において、200℃以上の加熱再生や、80wt%以上の高含有率、更には後加工などの取り扱いに優れ、ソフトな風合いを有するシート状合成ゼオライト系吸着剤の開発に成功したので詳細を以下に報告する。

2. 合成ゼオライト系吸着剤とは

合成ゼオライト系吸着剤は、その名の通りゼオライトの一種であり、合成結晶アルミノ・シリケートの含水金属塩で出来ていることが大きな特徴と言える。この金属塩が持つ結晶水を脱離させることで、結晶水が取り除かれた個所に空洞（細孔）が残り、この細孔に分子が吸着される¹⁾²⁾。また、結晶構造と金属カチオンの大きさによって、細孔径を均一にすることが出来るため、分子レベルで選択的な吸着を可能とする¹⁾²⁾。例えば、水は吸着するがエタノールは吸着しない、などの用い方が可能となる。この合成ゼオライト系吸着剤の最大の特徴は、細孔サイズを変えられることと、200℃以上の加熱で吸着物質の脱離再生が可能になることである。

今回開発したシート状合成ゼオライト系吸着剤が、これらの様々な独自の利点を損なうことなく、所望のシートとなっているかどうかを確認するために、各種評価を行った。

3. サンプル種類と各種試験方法

各種試験は、Table1、Table2に基づき行った。

Table1 サンプル種類

	使用原料粉	粉含有量 (重量%)	PTFE含有量 (重量%)	シート厚み (mm)
サンプルA	合成ゼオライト系 吸着剤	80	20	約0.5
サンプルB	ハイシリカ合成 ゼオライト系吸着剤			
サンプルC	活性炭			

Table2 各種試験方法

試験名	試験片サイズ	使用装置、 器具等	試験片の 乾燥方法	試験室温度	試験方法
水吸着試験	1.5cm×6cm	デシケーター	200℃で、 30分乾燥 した。	22℃±2℃	試験片を乾燥させた後、Figure1に示すようなデシケーターに入れ所定時間放置した後、経過時間に対する重量変化を測定し、吸着性能を評価した。
ホルムアルデヒド 吸着試験	4cm角	・テドラー® バッグ ・マイクロシリンジ ・ガス検知管			30Lのテドラー®バッグにマイクロシリンジを用いてホルムアルデヒド溶液（一級）を所定量注入し、バッグ内に窒素ガスを導入してホルムアルデヒドを気化させた。このときのホルムアルデヒド濃度をガス検知管で測定し、初期濃度とした。 その後、あらかじめ乾燥させた試験片と、上記で調製したホルムアルデヒドガスを5Lのテドラー®バッグに封入し、経過時間に対するホルムアルデヒド濃度をガス検知管を用いて測定した。
耐熱性試験	4cm角	—			試験片を乾燥させた後、Figure1に示すようなデシケーターに入れ24時間放置し、吸水による重量変化を測定した。この操作を5サイクル行い、吸着性能を評価した。
耐有機溶剤性 試験	5cm角	バイアル瓶			ヘキサン、アセトン、エタノールそれぞれに、試験片を170時間浸漬させた。
耐酸性試験	マイクロダンベル片 (JIS K7137-2に基づく)	バイアル瓶			あらかじめ打ち抜いたマイクロダンベル片を試験片とし、pH=0に調製した塩酸溶液に試験片を170時間浸漬させた。
引張試験	マイクロダンベル片 (JIS K7137-2に基づく)	(株)島津製作所 製 引張試験機			マイクロダンベル片を用い、引張速度10mm/minで試験を行った。
寸法変化	各試験体の サイズに準ずる	デジタルノギス			試験片を乾燥させた後、縦方向、横方向、厚み方向の寸法をノギスを用いて測定した。

※「テドラー」は、デュボン社の登録商標です。

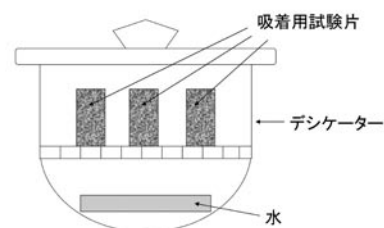


Figure1 吸着試験概略図

4. 吸着特性

4-1) 吸着試験（シート状合成ゼオライト系吸着剤と粉末状との比較）

まず、シート状合成ゼオライト系吸着剤が、原料となる合成ゼオライト粉末と同等の吸着性能を有しているかどうかの確認を行った。

① 試験方法

サンプルA及び合成ゼオライト粉末を用いて吸着試験を行った。

② 実験結果及び考察

結果をFigure2に示す。縦軸は、含有されている合成ゼオライト粉末の飽和吸水量に対する吸水比率を表している。この結果から、シート状合成ゼオライト系吸着剤は、原料粉末より飽和吸水量に達する速度が若干遅いものの、最終飽和吸水量は同等であることがわかる。このことから、原料粉末の吸着特性をほぼ維持出来ていることがわかった。

参考までに、現在市販されているポリオレフィン系樹脂

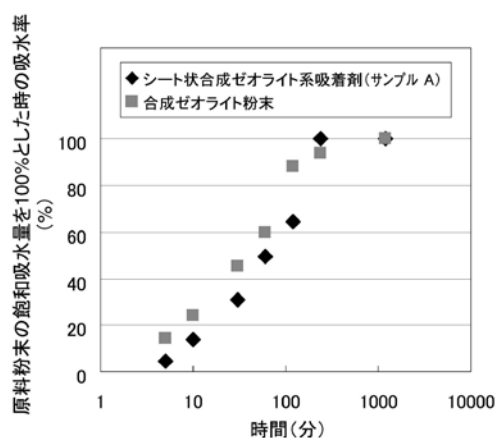


Figure2 シート状合成ゼオライト系吸着剤と合成ゼオライト粉末の吸水曲線

をバインダーとしたフィルム状の原料ペレットのSEM写真をFigure3に示す。これに比べてシート状合成ゼオライト系吸着剤は、Figure4に示すように、粉と粉をPTFEの繊維（フィブリル）で絡めたシートになっているため、粉の表面を樹脂が被い細孔を塞ぐことなく、微細な空隙を有した構造を作り出していることから、粉の吸着特性が維持されたままシート化出来ていると考えられる。

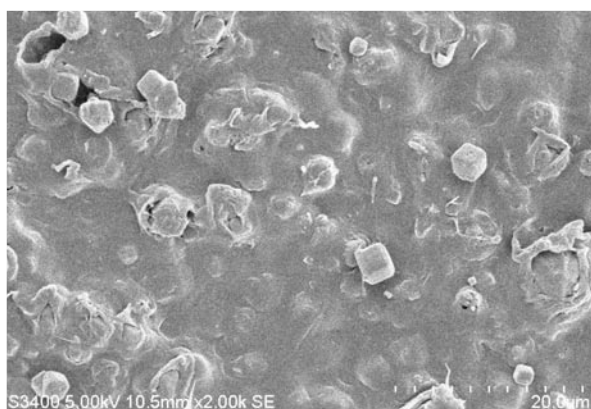


Figure3 ポリオレフィン系樹脂をバインダーとする合成ゼオライト系フィルム用ペレットのSEM写真像

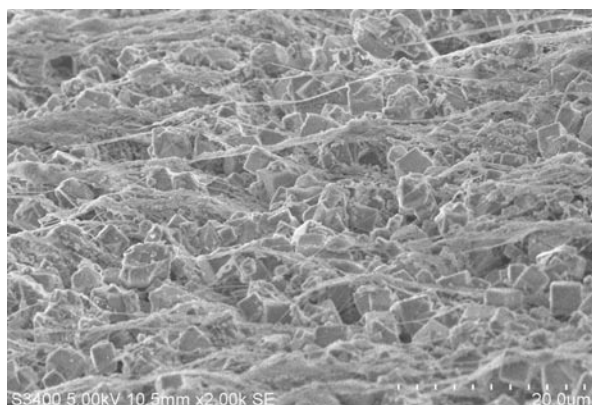


Figure4 シート状合成ゼオライト系吸着剤のSEM写真像

このように水の吸着に関しては、原料の粉と同等の吸着性能の結果が得られた。そこで次にVOC (Volatile Organic Compounds)の代表的な物質であるホルムアルデヒドの吸着特性を見ることにした。

4- 2) 吸着特性試験-ホルムアルデヒドの吸着特性

①試験方法

サンプルB及びサンプルCを用いてホルムアルデヒド吸着試験を行った。

②実験結果及び考察

結果をFigure5に示す。

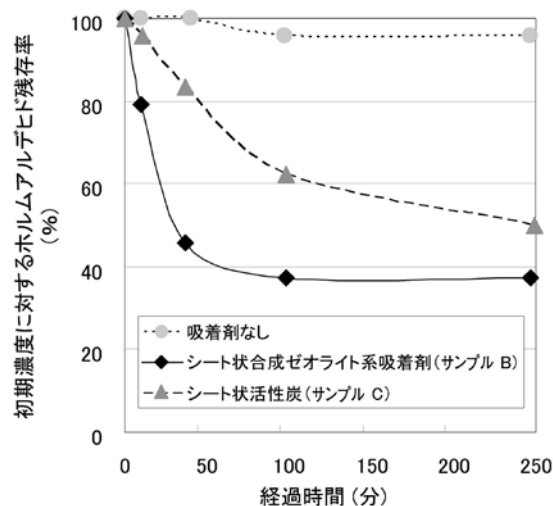


Figure5 各サンプルの吸着曲線

この結果から、シート状合成ゼオライト系吸着剤の方が活性炭シートに比べてホルムアルデヒドの吸着速度が速いことがわかった。

これらの吸着試験結果から、いずれも合成ゼオライト系吸着剤自体が有する良好な吸着能を維持出来ているシートであることがわかったため、次にシート状合成ゼオライト系吸着剤の加熱再生の可能性(耐熱性)、過酷環境下での想定用途として耐薬品性の各試験を行った。

5. その他の特性

5- 1) 耐熱性

一般的に、吸水飽和した合成ゼオライト系吸着剤の含水率を5%以下に戻すためには、200℃以上の加熱が必要とされている。そこで、「200℃加熱-吸着」のサイクルを5回行い、その後の飽和吸水量、引張強さ、試験片の寸法変化

の確認を行った。

①実験方法

サンプル A を用いて耐熱性試験を行い、吸着試験、寸法変化の測定を行った。また、引張試験はダンベル片に打ち抜いた試験片を用いた。

②実験結果及び考察

結果を Figure6 に示す。

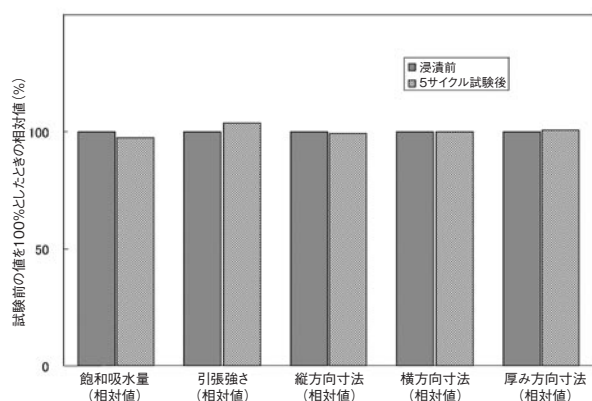


Figure6 試験前および吸着・加熱 5 サイクル試験後の各種測定結果

これらの結果から、「200℃加熱-吸着」を5サイクル繰り返した後でも試験前の吸着量を維持している上、引張強さや寸法にも変化が無いことがわかった。よって、これらの結果からシート状合成ゼオライト系吸着剤の加熱再生は十分可能と考えられる。

これは、耐熱性の高い合成ゼオライト系吸着剤と PTFE のみしか含まれていないため、200℃程度の熱履歴には問題無いためと考えられる。

これまでの、水もしくはガスの吸着を前提とした各種特性を調べてきたが、合成ゼオライト系吸着剤は有機溶剤や酸などの液中における脱水目的などでも利用されている。そこで、シート状合成ゼオライト系吸着剤が、これらの溶剤や薬品にどの程度耐えられるかを調べた。

5-2) 耐薬品性

5-2-1) 耐有機溶剤性

試験用有機溶剤として、無極性溶媒（ヘキサン）、非プロトン性極性溶媒（アセトン）、プロトン性極性溶媒（エタノール）の3種類を選定し、シート状合成ゼオライト系吸着剤を170時間浸漬させ、その後の各種特性の確認を行った。

①実験方法

サンプル A を用いて耐有機溶剤性試験を行い、水の吸着試験、寸法変化の測定を行った。また、引張試験はマイクロダンベル片に打ち抜いた試験片を用いた。

②実験結果及び考察

結果を Figure7 に示す。この結果から、代表的な有機溶剤に浸漬しても、各種初期特性を損なうことなく、シート状合成ゼオライト系吸着剤としての性能を維持出来ていることがわかった。

そこで、次に強酸性下における試験を行った。

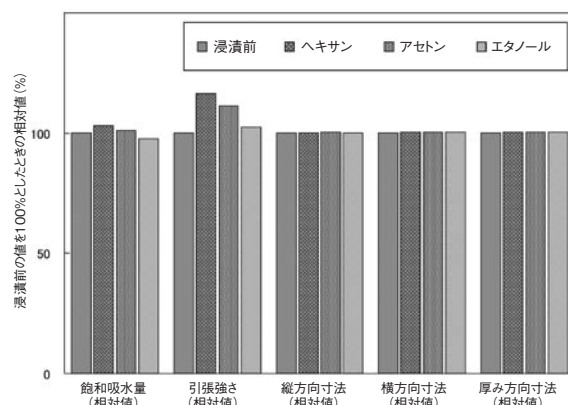


Figure7 浸漬前および各溶剤浸漬 170 時間後の各種測定結果

5-2-2) 耐強酸性

現在使用されているペレット状の合成ゼオライト系吸着剤の中には、強酸に弱く、使用に耐えないものが多いと言われている¹⁾。

そこで、シート状合成ゼオライト系吸着剤が強酸に対してどれぐらいの耐性を示すかを調べた。

①実験方法

サンプル B および合成ゼオライトペレットを用いて耐酸性試験を行い、目視による外観観察、及び引張試験によって、耐酸性を評価した。

②実験結果及び考察

結果を Figure8～Figure10 に示す。

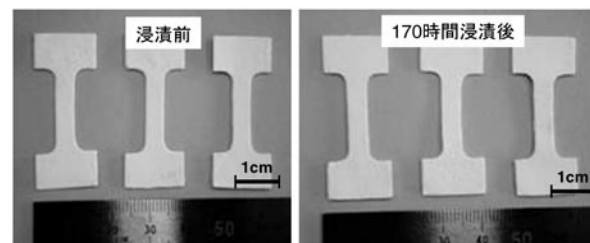


Figure8 塩酸浸漬前及び浸漬後 170 時間後の観察状況 (シート状合成ゼオライト系吸着剤)

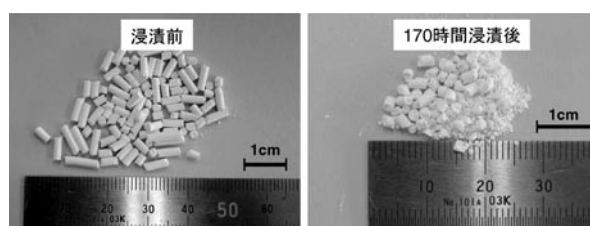


Figure9 塩酸浸漬前及び浸漬後 170 時間後の観察状況 (ペレット)

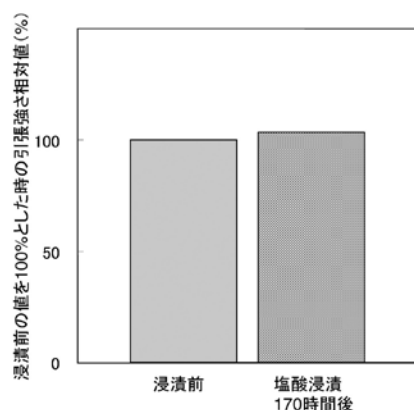


Figure10 浸漬前及び塩酸浸漬 170時間後の引張強さ

これらの結果からわかる通り、ペレットは形状を保てず粉化したのに対し、シート状合成ゼオライト系吸着剤は形状を維持、更に引張り強さも変化がないことがわかった。

ペレット状の合成ゼオライト系吸着剤が崩壊した理由は、ペレット状に成形する際に使用されているバインダーが、強酸性液体に耐えられなかったためと考えられる。一方シート状合成ゼオライト系吸着剤のバインダーは、樹脂の中でも特に耐酸性に優れたPTFEを使用しているため、形状及び引張強さに変化がなかったためと考えられる。

これらの結果から、強酸性溶液に対して、シート状合成ゼオライト系吸着剤は既存のペレット品よりも耐酸性に優れていることから、この特徴を生かし、強酸液中の水分や不純物の除去などに活用出来ると考えられる。

6. 想定される用途展開

- ①吸水(吸湿)用途
 - ・化学プラント、梱包材、光学機器向け除湿用途など
- ②VOC吸着用途
 - ・精密部品のガス吸着、排ガス処理用途など
- ③その他特殊用途
 - ・強酸液中における脱水用途など

7. おわりに

今回開発したシート状合成ゼオライト系吸着剤は下記の特性を有することが明らかになった。

- ①原料となる合成ゼオライト粉末単体と同等の吸着性能を有する
- ②合成ゼオライト系吸着剤80%含有率のシート化が可能
- ③200℃以上での再生利用が可能

- ④耐有機溶剤特性に優れる
- ⑤耐酸特性に優れる
- ⑥形状の自由度、サイズ加工が容易
- ⑦他の膜との多層化が可能
- ⑧合成ゼオライト系吸着剤の種類を変えることで、様々な吸着用途への展開が可能

8. 参考文献

- 1) 竹内雍, 望月和博: 吸着剤とその応用—その性質と利用法—, 分離技術会 (2011)
- 2) 近藤精一, 石川達雄, 安部郁夫: 吸着の科学, 丸善株式会社 (2003)

吸着フィルター用活性炭膜

研究開発部 メンブレン開発グループ

小島 恭平

Activated carbon filters used for removing chemical gases are employed in cleanroom production environments such as semiconductor and liquid crystal display factories. In this paper, a kind of porous activated carbon sheet was produced with the activated carbon, PTFE binder, and a pore-forming material. It showed a large total weight of 350g/m² at 2mm thickness, and a porous construction for gas permeability of 13cc / cm²/s. As a result, the developed activated carbon sheet showed, for example, a 100% high gas removal efficiency for toluene gas initially. Moreover, its long life cycle properties are excellent compared to commodity materials. The product is expected to be commercialized for use in the industrial sector in the near future.

Keywords:

activated carbon, filters used for removing chemical gases, PTFE, porous construction, removal efficiency, long life cycle

1. はじめに

近年、化学・製薬や自動車・機械製造の分野で発生するVOCsの回収や半導体・FPD・太陽電池製造における歩留まり改善のために、製造環境内のガス状汚染物質を低減させることは不可欠なものとなっている。また、様々な工業分野の製造工程の中で、酸、アルカリ、有機系ガスの除去を行っている。このような背景により、当社では、吸着用フィルターに用いる吸着フィルター用活性炭膜の開発を進めている。

2. 吸着フィルターに求められる性能と当社の試み

一般的に吸着フィルターの吸着材としては、活性炭粉末、活性炭素繊維、化学吸着材、イオン交換繊維などが使われている。その中で、活性炭は吸着容量が大きく、吸着物質の脱離が少なく、多くの用途で使用されている。吸着フィルターには、ガス吸着性能を保ちながら、通気性が高く、圧力損失の少ない構造が要求される。フィルターの構造は、処理

空気との接触確率を高め、吸着性能が高められるように、ハニカム構造、ブリーツ構造、ベレット充填構造にしたものがある。これらのフィルターの問題点は、構造体の体積が大きいことや、ろ材を成型するためにEVAなどの接着剤が使用され、接着剤から揮発成分が出ることである。

当社では、通気性を向上させるとともに、内部の活性炭表面を有効活用して吸着性能を向上させた吸着フィルター用の活性炭膜の開発を行っている。

多孔構造を持つシートを作製するために、シート化する前工程の材料に造孔材を配合し、シート化の後工程で造孔材を除去する方法を用いた。シートの作製は当社既存技術の成形法で行った。これはPTFE樹脂バインダーの繊維化によって活性炭を高充填する連続圧延の成形技術である¹⁾。

本報では、通気度を有し、ガス除去率が90%以上のガス除去フィルター用吸着シートの作製を目標とした開発内容について紹介する。

3. サンプルの作製及び評価方法

3-1) サンプルの作製

活性炭はアウトガスの放出が少なく、高い吸着性能を持つ、ヤシガラ系水蒸気賦活の活性炭を用いた。粒径は膜の成形に適した比較的小さい粒径約 $20\mu\text{m}$ の活性炭を用いた。この活性炭の比表面積は約 $1350\text{m}^2/\text{g}$ である。活性炭、PTFEバインダー、造孔材を混合し、当社独自の圧延製造工程で、厚み 2mm の活性炭膜を作製し、シートに含まれる造孔材を除去して開発品を作製した。この多孔膜の通気性を制御するため、配合する造孔材の量を調整した。

また、各性能を比較するため、市販品をリファレンスとした。これは、不織布に約 $300\sim 600\mu\text{m}$ 程度の粒径の粒状活性炭を接着したペレット構造のフィルターである。

3-2) 試験条件

各サンプルの多孔性構造を確認するため、電子顕微鏡 (SEM: 日立製作所製 S-3400N) を用い、倍率 50、100 倍により観察を行った。

通気性は通気度測定器 (TEXTTEST 社製 FX3300) によって、圧力 125Pa で、約 100cm^2 の面積のシート面に対して垂直方向のエアの通気性を確認した。

ガス吸着特性 (初期5分後のガス除去率及びライフ特性) は、Figure1によるガス吸着測定装置により行った。開口 100mm 角のチャンバーの間に約 120mm 角の試験サンプルを挟み、 30ppm のトルエンガスを用い、面風速 $0.1\text{L}/\text{sec}$ で通気し、チャンバーの入口側と出口側のトルエンガスの濃度を確認し、以下の算出式により除去率を算出した。

$$\text{ガス除去率 (\%)} = (\text{入口側濃度} - \text{出口側濃度}) \div \text{入口側濃度} \times 100$$

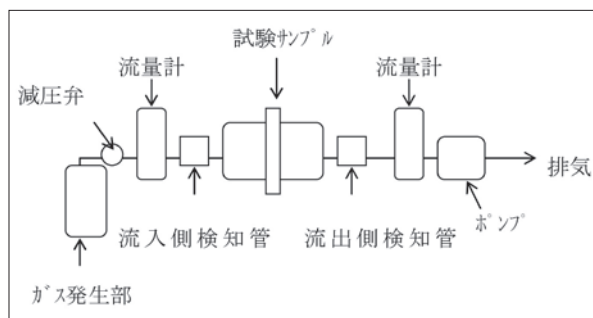


Figure1 ガス吸着特性評価装置

4. 結果と考察

4-1) シートの構造

Figure2, 3のSEM写真は各種サンプルの微視構造を示している。通気性を向上させた開発品のSEM写真 (Figure2) の断面写真より、造孔材が除去されたのちに出来る凹凸が見られた。

一方、市販品は、SEM写真 (Figure3) より、不織布の間に粒径 $300\sim 600\mu\text{m}$ の粒状の活性炭が挟み込まれている構造であることが確認された。

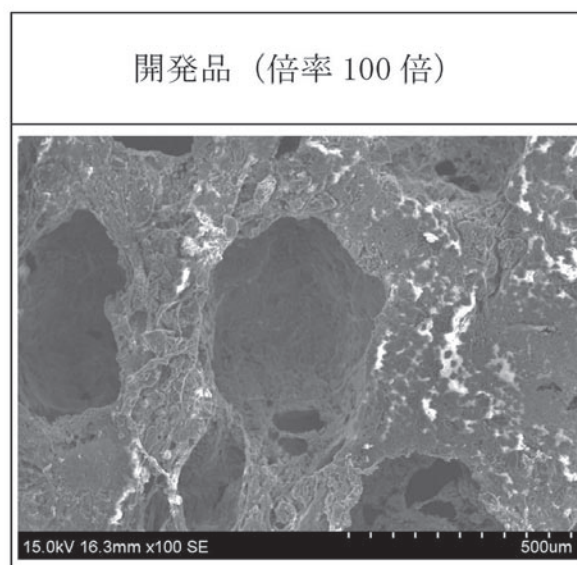


Figure2 SEMによる断面写真(開発品)

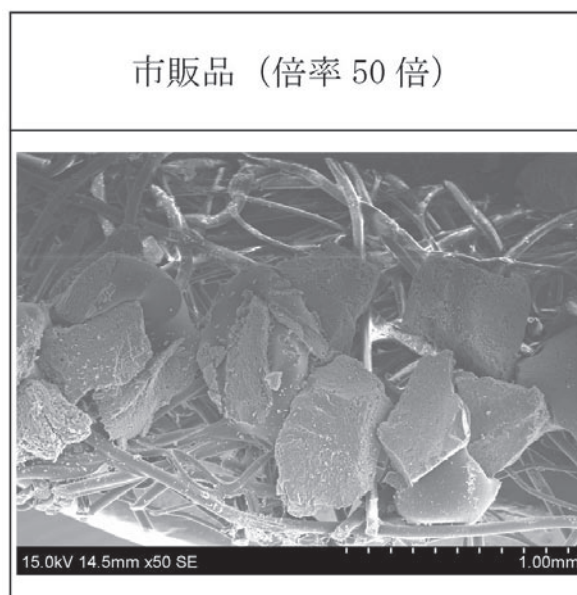


Figure3 SEMによる断面写真(市販品)

4-2) 特性

Table1に各サンプルの特性を示す。

Table1 開発品と市販品の特性

測定項目	単位	開発品	市販品
活性炭目付	g/m ²	350	150
厚み	mm	2	1
活性炭比表面積	m ² /g	1,350	—
通気性	cc/cm ² /s	13	100
初期(5分後)のガス除去率	%	検出されず 100%	88
ライフ特性 (1時間継続時のガス除去率)	%	99	36

開発品の初期ガス除去率はTable1に示す通り、出口側よりガスが検出されず、100%となった。市販品のガス除去率は88%となった。

また、Table1に示す通り、開発品のガス除去率は、約1時間経過後に99%の除去率となった。

これは、シートに微細な孔が多数空いていることで、活性炭シートの膜の内部迄、活性炭の吸着性能が発揮されていることと、開発品の粒度が約20 μ m、目付が350g/m²で、市販品の粒度が約300～600 μ m、目付が150g/m²であり、ガスが吸着する面積が開発品の方が大きいことが理由と推測する。

造孔材の配合量とシートの密度の調整を行うことで、通気性フィルタとして使用できるレベルの通気性の制御と吸着性のバランスを調整出来ると考える。

5. まとめ

通常のPTFEバインダー活性炭シートを、造孔材を使用した成形により多孔化し、通気性を向上させた。この通気型ガス吸着活性炭シートは、初期におけるトルエンのガス除去率が100%であった。また、1時間経過後のトルエンのガス除去率は99%のガス除去率であった。

6. おわりに

今回紹介した吸着フィルター用活性炭膜は、粒径が細かい活性炭を用いた、多孔性である構造で、優れた初期ガス除去率とライフ特性であることが確認できた。また、アウトガスの脱離も少なく、様々な環境で使用されるガス除去用途の濾材として、各分野で利用されることを期待する。

7. 参考文献

- 1) 程飛, 秋山大二郎, 吉澤昌一, バルカー技術誌, No.13, 2-5 (2007)

ふっ素系エラストマー材料における 高熱伝導化の課題と対策



シール開発本部 開発グループ
今田 博久

Although thermal interface material is used by some sectors, materials composed of silicone rubber and acrylic rubber are most prevalent in the market. Accordingly, there are few thermal interface materials which are suitable for use under high atmospheric temperatures of 200 degrees or more. However, in recent years, in connection with the temperature increases in the manufacturing process, materials resistant to heat at temperatures of 200 degrees or more have been called for in order to meet the demands of the market. Therefore, in response, this section provides a report on heat conduction sheets that implement fluoride rubber capable of use at temperatures of 200 degrees or more.

Keywords:
thermal interface material

1. はじめに

近年、急激な温度変化や腐食性の強い化学薬品を使用する化学工業分野では、樹脂材料にとって過酷な環境が強いられている。この産業分野では部材を劣化させないために温度制御に対する関心も高く、熱伝導関連の技術、製品が注目されている。

しかしながら、現在市場では低荷重で熱伝導特性が発現する有機系の熱伝導材料として、汎用性の高いシリコンゴムやアクリルゴムといった材料が主流であり、これらは耐熱性がおおむね200℃以下と低く、200℃～300℃で使用可能な材料は少ない。

この温度域で使用可能な有機系エラストマー材料としてはふっ素ゴムが挙げられるが、熱伝導特性を持たせるためにはフィラーを高充填させる必要があり、ポリマー比重の高いふっ素ゴムではシート硬度の上昇や強度の低下が顕著になる傾向がある。シート硬度の高い熱伝導材料は相手面との追随性が悪くなるため、接触熱抵抗が増大し、結果として熱伝導性能が発現しにくくなる。ゴム材料での高硬化化に対す

る対策としては、一般的に加硫密度の低い材料や主鎖の短いポリマーを選定する方法や、可塑剤を添加する方法などが存在するが、両手法共にポリマー成分や可塑剤のブリードによる汚染が問題となるケースがあり対策が必要となる。

これらの課題を踏まえ、多様な特徴のふっ素ポリマーより、ポリマー主鎖が短く、加硫後も硬度増大を示しにくい液状ふっ素ゴムを選定し、熱伝導性フィラーとしては一般的なアルミナフィラーを用いた時のシート強度、及びブリードの課題対策について、ポリマーの構造や加硫系を踏まえて報告する。

2. 高充填手法

2-1) 高充填の必要性

エラストマーの熱伝導率はおおむね0.1W/mKと低く、ポリマー単体では熱伝導材料となり得ないため、熱伝導特性を持った充填剤を添加することとなるが、熱伝導特性を発現させるためには一定量以上の充填剤を添加する必要がある。

Figure1に充填材をアルミナとしたときのMaxwellの予測式より算出したグラフとシリコンゴムを基材としたときのアルミ

ナ充填率と熱伝導率の関係を示す。

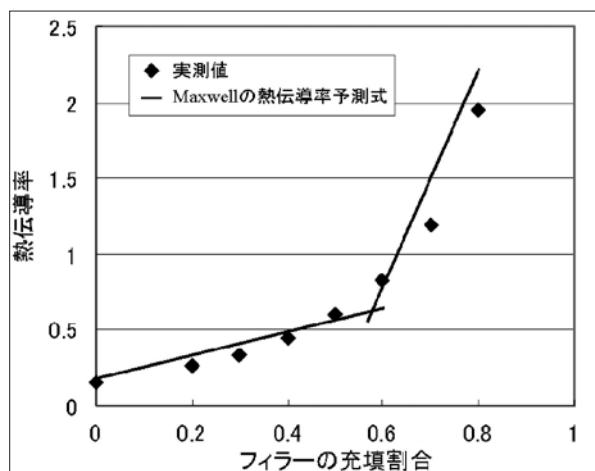


Figure1 アルミナフィラー充填率と熱伝導特性の関係

Maxwellの予測式¹⁾より算出したグラフは、シリコーンゴム基材の実測値とよく一致している。同様のアルミナ充填材を用いる場合、ふっ素ゴム基材とした場合でも同じ傾向が得られることが推測され、熱伝導率を大きく向上させるためには、体積パーセントで60%以上の充填が必要であると考えられる。

2- 2) 熱伝導性充填剤の高充填手法

Figure2の構造を持った液状ふっ素ゴムに対して、フィラーを充填し、成型性と物性を評価したところ、フィラーの充填率58vol %で加工性が低下し、63vol %では成型が不可となった。また、得られたシートはMaxwell式に相關し熱伝導性能が向上しているが、硬度が非常に高く、強度も低い結果が得られた²⁾。

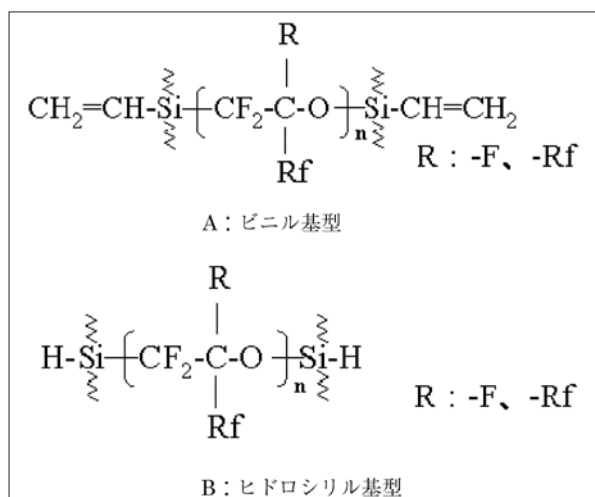


Figure2 2液混合型液状ふっ素ゴム

一般的にゴム材料へのフィラー充填においては、ポリマーとのなじみ性により大きく硬度や強度といった特性が左右される。これは、ポリマーとフィラー間での化学結合性やポリマー内でのフィラーの分散性が関与している³⁾。

そこで、ふっ素ポリマーと添加されるフィラーとのなじみ性を向上させるために、フィラーの表面処理を実施し、ポリマー中での分散性の改善を試みた。表面処理を施したフィラーを用いて、前述と同様の成型を行ったところ、加工性の向上が確認され、また得られたシートについても硬度の低下や強度の改善が確認された。

Figure3、4、5に表面処理の有無による硬度と引張強度、熱伝導率の評価結果を示す。

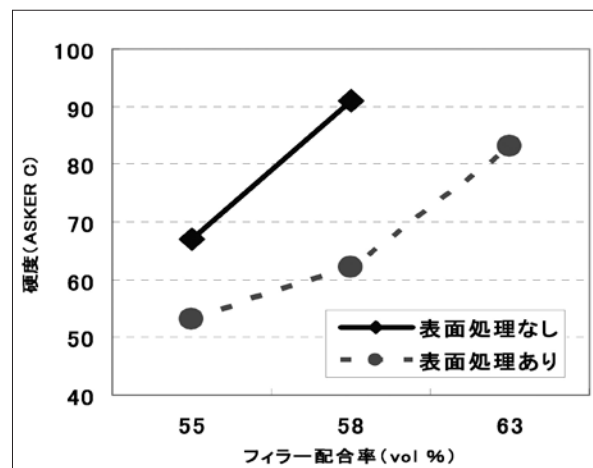


Figure3 フィラー配合率と硬度

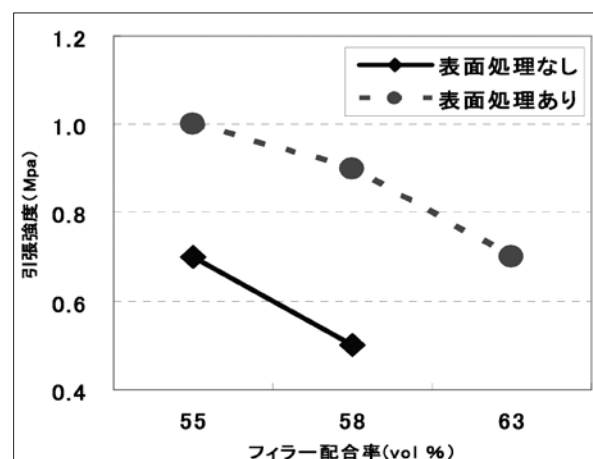


Figure4 フィラー配合率と引張強度

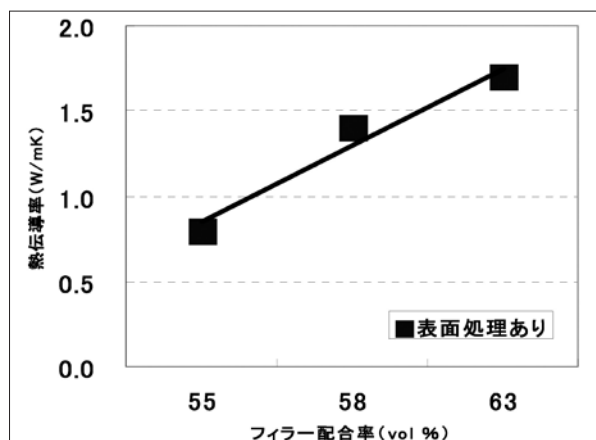


Figure5 フィラー配合率と熱伝導率

※表面処理なし63vol%はシート化不可

フィラーの表面処理を実施することによって、硬度や強度に改善が見られるが、シート強度やブリードについては、液状ふっ素ゴムの構造や加硫構造の面からも更なる検討が見込まれるため、次項にて要因と対策について説明する。

3. 高強度化技術

3- 1) 強度の低下、ブリードの要因と対策

Figure2の液状ふっ素ゴムは2液を混合し、加熱することによりAに含まれるビニル基とBに含まれるヒドロシル基で反応が進行する。ここで着目すべきは、前述の反応系では直鎖状の重合体が得られやすく、ゴムに見られる網目鎖構造（ポリマー分子間に見られる架橋構造）を有しにくいという点である。前述の強度の課題は成型後のシートのポリマー成分が網目鎖構造を有しにくい点、主として高分子鎖の絡まりによって形状を維持しており、また架橋点が少ないために結合を切断する際に必要なエネルギーが小さい点にある。またブリードの課題は、熱負荷時エントロピーが増大した際に見られる分子間のすき間から担持していた成分がシート表面ににじみ出ていることが要因であると考えられる。

そこでビニル基やヒドロシル基と反応し得る共架橋剤を用いて、選定した液状ふっ素ゴムが通常形成する直鎖状高分子鎖中に3個以上の架橋部位を持つ共架橋剤を配置させることにより、異なる高分子鎖との架橋が成立すると仮定した。その結果 Figure 6、7のような網目鎖構造をシートポリマー中に有することが可能であると考えた⁴⁾。

網目鎖構造を保有させることにより、架橋点が増加するため、強度が増加し、また、ゴム中の成分についても、網目鎖構造中に担持され、熱負荷時においても高い担持性を維持し、強度とブリードに関する課題を解決できる可能性がある。

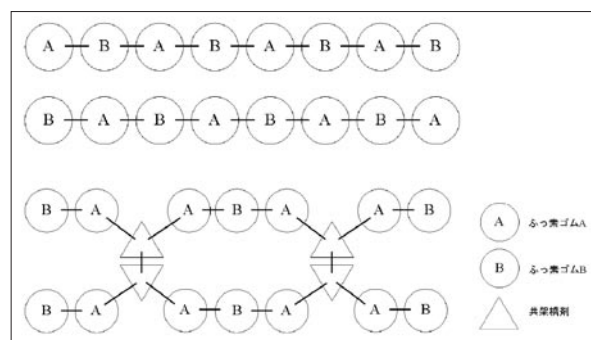


Figure6 従来の手法と網目鎖構造時のポリマーイメージ

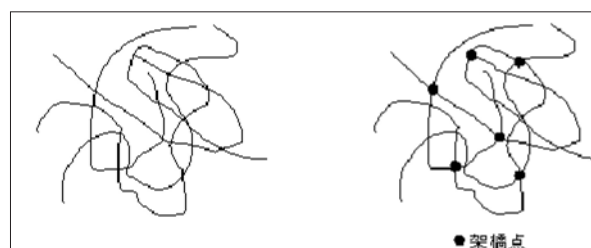
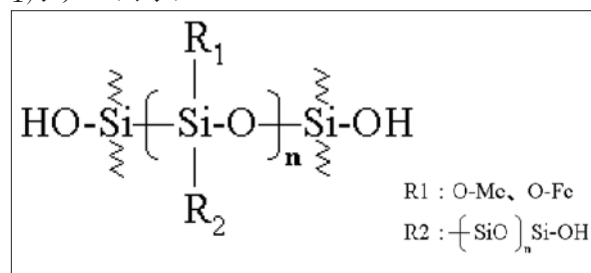


Figure7 従来の成型後ポリマーと共架橋剤を添加時のポリマー

3- 2) 共架橋剤配合

共架橋剤としては、立体網目鎖構造を構成させるために、架橋部位を3個以上持つ材料を選定した。

1) シリコンレジン



2) シリコンゴム

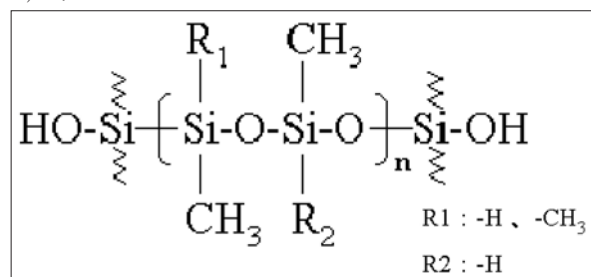


Figure8 共架橋剤の構造式の一例

Figure8の共架橋剤の例では、ヒドロシル基、もしくはヒドロシル基が架橋部位となり、シート成型時のポリマー構造が網目鎖構造となると考えた。

また、前述の仮説を検証するために、Table1の配合にて試験サンプルを作成し、有効網目鎖濃度の測定を実施した。今回のサンプルについては、フィラーの充填による膨潤度への影響を無視するために、フィラー無充填の配合とした。液状ふっ素ゴムを膨潤させるのに用いた溶媒としては、ふっ素溶媒(住友スリーエム㈱; フロリナートFC-84)を用いた。

Table1 有効網目鎖濃度の試験結果

	共架橋剤なし	共架橋剤あり
ふっ素ゴム	100	100
共架橋剤	0	30
膨潤率(%)	105.5	102.2
有効網目鎖濃度 (mol/cc)	4.57E-03	8.19E-03

※有効網目鎖濃度算出式

$$\nu e' = -\frac{1}{V} \left[\frac{\ln(1 - \nu r) + \nu r + \mu + \mu \nu r^2}{g^{2/3} \cdot \nu r^{1/3} - 2 \nu r / f} \right]$$

$\nu e'$: 膨潤試料中のゴムの有効網目鎖濃度
 ν : 溶媒の分子容 g : 膨潤前の試料中のゲルゴムの容積分率
 νr : 膨潤試料中のゴムの容積分率 f : 官能数

共架橋剤を添加することにより、有効網目鎖濃度が増大し、シート中に網目鎖構造を形成していることが確認された。

3-3) 網目鎖構造の効果

網目鎖構造を有することによる物性面での効果を Table2の配合により検証した。

液状ふっ素ゴムに対して、表面処理を施したフィラーを58vol %, 共架橋剤を指定量添加し、コンプレッション成型にて $t=2.0\text{mm}$ のシートを成型した。

Table2 共架橋剤の添加による物性値への効果

	共架橋剤なし	共架橋剤 2.5%	共架橋剤 7.5%
硬度 (ASKER C)	81	85	93
引張強度 (Mpa)	1.6	2.3	3.2
伸び (%)	25	25	25

有効網目鎖濃度から共架橋剤の効果を確認したが、物性面からも網目鎖構造が形成されたことによる強度面の向上が確認できる。ただし、伸びに関してはフィラーの高充填が影響し、特性の向上が確認できなかった。

また、Table2の試験サンプルの内、共架橋剤なしサンプルと共架橋剤7.5%添加サンプルについて、10mm角、 $t=0.5\text{mm}$ のシートをろ紙で挟み、20%圧縮、150℃、72時間

の熱負荷をかけ、試験後のろ紙への染み出し半径にてブリードの状態を評価した。

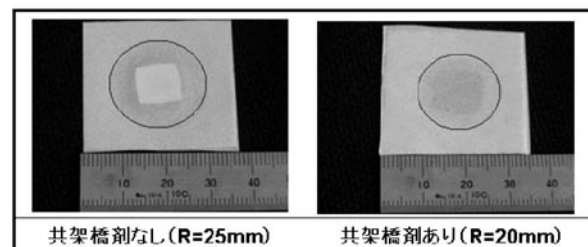


Figure9 ブリード試験

共架橋剤を添加していないシートではブリードによる染み出し距離が25mmと大きく、一方、共架橋剤を添加したシートではブリードによる染み出しが抑制され染み出し距離が20mmである結果が得られ、染み出した面積がブリード量であると考えた場合、おおむね60%の抑制効果があることが確認された。

網目鎖濃度の評価結果とシート強度、及びブリードの評価結果より、シートポリマー中の網目鎖構造が増加し、結果として課題であった強度やブリードが改善されたと考えられる。

4. まとめ

以上の評価結果より、下記の結論が得られた。

- 1) 共架橋剤を使用することにより、液状ふっ素ゴムに網目鎖構造を有させることが可能である。
- 2) 網目鎖構造を有させることにより、高充填時であっても強度の調整や低硬度化させることが可能となる。

5. おわりに

ふっ素系熱伝導材料の高熱伝導化では、熱伝導特性と硬度や強度といった特性の最適化において、今後もフィラーの選定や共架橋剤の選定による、更なる検討を試みる必要があると考えている。

6. 参考文献

- 1) 資源と素材 Vol.119 p.1- 8 (2003)
- 2) ゴム材料化学序論(1995)
- 3) 新版 ゴム技術の基礎(2000)
- 4) 新規液状ふっ素ゴムの特性と用途(1999)

プロセス用 高耐薬品性ガスケット No.UF300



シール開発本部 開発グループ
黒河 真也

Recently, in order to reduce plant operational costs and accident risks, the demand for gasket integration used in plant and equipment is becoming more pronounced. As a result, a product which can be operated in acid and alkali is required. The newly developed No.UF300 has a chemical resistance based on new technology, and a heat resistance cultivated by the development of No.GF300. This new product can be used in various processes concerning fluids in chemical plants.

Keyword:
chemical resistance, heat resistance

1. はじめに

各種プラントにおけるガスケット材質の選定において、流体への適合性の点からPTFE系製品は幅広い用途に適用されている。使用環境には区分があり、①水や蒸気、空気などのユーティリティ用途、②油系流体や溶剤、有機酸、有機アルカリなどのマイルドプロセス用途、③腐食性の高い酸性流体やアルカリ性流体などのシビアプロセス用途、と分けて考えた場合、2004年に上市したNo.GF300は優れた高温特性をもとにユーティリティ用途を中心に①、②の領域で多く採用されており好評をいただいているが¹⁾、③のシビアプロセス用途では流体の腐食性の高さから、複数のPTFE系ガスケットが使い分けられているのが現状である。

近年、プロセス運転コストの低減や、選定・装着間違いによる事故リスク低減を図るため、1つのプラント・設備に使用するガスケットを統合化したいとの要望が顕在化しており、酸からアルカリまで包含した幅広い耐薬品性を有する製品が必要とされる。

こうした顧客ニーズを受けて、幅広い流体に適用可能であり、高温特性も併せ持つプロセス用高耐薬品性ガスケットNo.UF300を開発したので、紹介する。

2. 特長

2- 1) 極めて優れた耐薬品性

高温の水酸化ナトリウム水溶液や水酸化カリウム水溶液といった無機系アルカリ、硫酸や塩酸、硝酸といった無機酸あるいは酢酸などの有機酸に代表される腐食性の高い流体に適用可能なガスケットである。これにより、流体ごとにガスケットを使いわけの煩雑さが解消される。

2- 2) 良好な高温長期特性

優れた応力緩和特性を高温環境下でも示し、ガスケット面圧の低下が少ない。併せて、高温下で硬化も生じないため、増締めも可能である。これにより、安全に、安心して長期間使用することが可能となる。

3. 使用用途

3- 1) 適用箇所

石油化学、無機化学、製紙、食品・医薬関連などの各種産業用配管フランジおよび各種機器接合部などに適用する。

3-2) 適用流体

強酸(塩酸、硫酸、硝酸など)、強アルカリ水溶液(水酸化ナトリウム、水酸化カリウムなど)、ふっ化水素酸などに適する。その他、水、海水、熱水、水蒸気、空気、油類、アルコール、脂肪族系溶剤とその蒸気などにも使用可能。なお、毒性ガスについては、使用条件ごとに使用可否の検討が必要であり、重合性モノマーには適さない。

4. 製品仕様

標準寸法をTable1に示す。標準寸法を超える大口径品は、融着による接合で製作可能である。

Table1 標準寸法

厚さ (mm)	幅×長さ (mm)
1.0	1270×1270
1.5	1500×1500
2.0	
3.0	

5. 使用可能範囲・設計資料

使用可能な温度・圧力範囲をTable2に、流体区分をFigure1に示す。

推奨締付面圧およびm、y値をTable3、4に示す。

Table2 温度・圧力範囲

温度 (°C)	圧力 (MPa)
-200～300	3.5

注1) 温度と圧力は、それぞれ個別の使用限界を示す。

注2) 流体区分、温度により最高圧力が異なる(Figure 1 参照)。

Table3 推奨締付面圧

流体	推奨締付面圧 (MPa)
液体	25.5
ガス	35.0

注1) 締付面圧は、内部流体圧力によるオープニングフォースは考慮されていない、一般的な条件に必要な面圧である。

注2) ガスケットの接触面積に対する面圧である。

Table4 m, y 値

厚さ (mm)	m	y (N/mm ²)
3.0	2.00	11.0
1.5	2.75	25.5

m、y値は、JIS B 8265 附属書3に定められている石綿ジョイントシートの値が適用できる。

Table5 浸漬試験結果1

流体	アルカリ		酸	
	50% 水酸化ナトリウム		98% 硫酸	
	200°C×168h		200°C×168h	
浸漬条件 (温度×時間)				
項目	重量減少率 (%)	引張強さ減少率 (%)	重量減少率 (%)	引張強さ減少率 (%)
No.UF300	1.0	22	0.3	4
他社製 PTFE ガスケット (肌色)	35.3	43	1.7	15
他社製 PTFE ガスケット (黒色)	0.1	18	-0.4	33
他社製 PTFE ガスケット (白色)	48.9	29	20.1	13

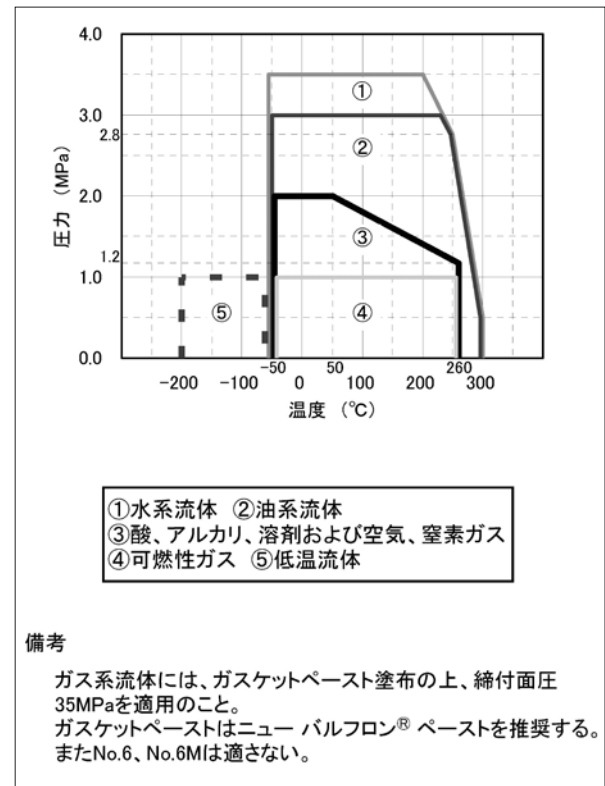


Figure1 流体区分

6. 特性評価

過酷な環境となる200°C水酸化ナトリウム水溶液および硫酸に対する浸漬試験結果をTable5に示す。他社品は、アルカリあるいは酸に浸漬することにより、大きな重量減少と強度低下を示すが、No.UF300は変化が小さいことから、劣化が生じにくく、耐薬品性に優れているといえる。

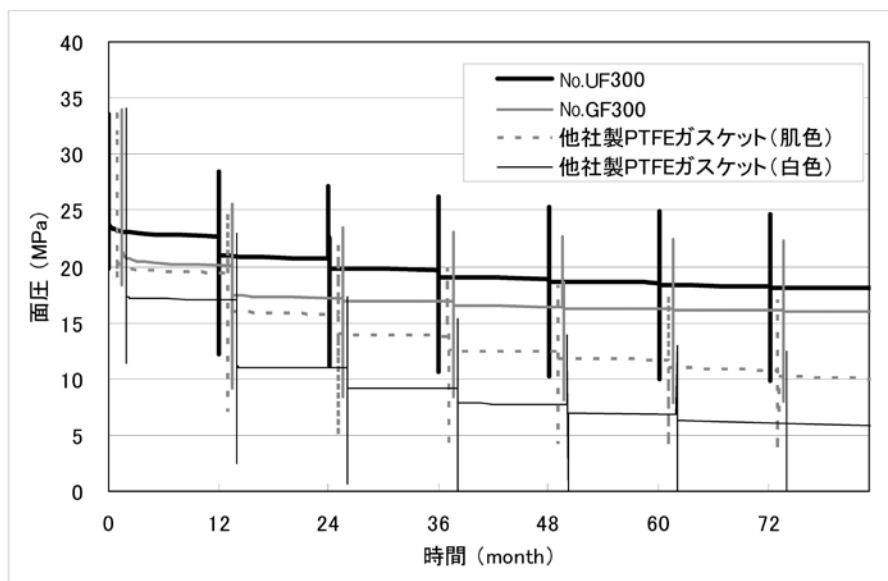
熱サイクルシール評価結果及び、有限要素解析(FEA)によるガスケット面圧挙動解析結果^{2,3,4)}を、Table6とFigure2に示す。No.UF300は、高温使用下でかつ熱サイクルが負荷される環境でも面圧低下が少なく高い面圧を保持し、長期安定したシール性を維持することができる。

その他、物性値をTable7に示す。各市場に使用実績のあるNo.GF300と同等であり、同様の取扱いが可能である。

Table6 熱サイクルシール評価結果

温度	300℃						260℃	
加熱サイクル	No.UF300		No.GF300		他社製 PTFE ガスケット (白色)			
	内圧 (MPa)							
	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
	漏洩量 (Pa・m ³ /s)							
熱サイクル前	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし
1 サイクル後	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし	漏洩過多	—	漏洩なし	漏洩なし
2 サイクル後	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし	1 サイクル後の 漏洩過多につき 試験続行不可能		漏洩なし	1.7E-04
3 サイクル後	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし			漏洩なし	5.9E-04
5 サイクル後	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし			漏洩なし	1.8E-03
10 サイクル後	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし	漏洩なし			漏洩なし	2.6E-03

試料寸法 JIS10K25A (φ35×φ74), t3.0
 フランジ表面粗さ Ra: 3-6μm, Ry: 12-25μm
 フランジ座形状 全面座
 ペースト 未塗布
 初期トルク 45.8N・m (トルク係数0.1として初期面圧34.3MPa相当)
 熱サイクル 300℃×15h×10Cycles (A社品のみ260℃並行実施)
 試験方法 水没法
 漏洩検出範囲 1.7×10⁻³~1.7×10⁻⁴Pa・m³/s (1000cc/1sec~0.1cc/1sec)
 漏洩試験流体 窒素ガス、0.5/1.0MPa



解析方法: ABAQUS
 入力条件: 寸法 JIS10K-600A、フランジ 差込み溶接式平面座、初期面圧 35MPa
 温度 200℃、流体圧 1.0MPa、運転サイクル 12ヶ月(停止期間1日)

Figure2 有限要素解析 (FEA) によるガスケット面圧挙動解析

Table7 物性値

項目	No.UF300		No.GF300		No.7020		No.7026	
厚さ mm	1.5	3.0	1.5	3.0	1.5	3.0	1.5	3.0
引張強さ(横方向) MPa	12.0	14.6	12.4	10.9	15.6	15.8	24.2	23.2
圧縮率(34.3MPa) %	4	4	5	4	4	5	4	5
復元率(34.3MPa) %	49	46	53	54	69	54	67	63
柔軟性(縦方向) 厚さの倍数	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2

7. おわりに

今回紹介したプロセス用高耐薬品性ガスケットNo.UF300は、耐薬品性を最高水準まで高めるとともに、No.GF300ブラックハイパーの開発で培った技術を応用することにより、プロセスライン各所に使用することができ、顧客ニーズであるガスケットの統合化を推進するために効果的な製品である。

今後も、顧客ニーズに対応した製品開発に邁進していく所存である。

8. 参考文献

- 1) 小池真二, バルカー技術誌, No.22, 17-22 (2012)
- 2) 佐藤広嗣、西田隆仁, 圧力技術, Vol.48, No.3, 132-139 (2010)
- 3) 佐藤広嗣、黒河真也、山邊雅之、高木知弘, 日本機械学会論文集C編, Vol.76, No.769, 2219-2224 (2010)
- 4) 佐藤広嗣, 配管技術, Vol.52, No.5, 19-24 (2010)

釘打ち機用ゴム緩衝材



シール開発本部 開発グループ
犬田 雅之

Cushion rubber is used in a wide variety of equipment and industrial tools in order to absorb the impact caused by moving parts. One example of a tool of this type is a nailing machine. Commonly, HNBR or urethane rubber, which has high performance, but is also high in cost, or NBR, which has low performance, but is also low in cost, are used as cushion rubber for nailing machines. This report presents the ways in which new rubber material No.B0985, a NBR, demonstrated high performance as a cushion rubber. In comparison with conventional NBR, the cushion rubber composed of No.B0985 showed high durability. No.B0985 can also be used as a seal in hydro-pneumatic equipment.

Keywords:

cushion rubber, HNBR, urethane rubber, NBR, seal

1. はじめに

ゴム緩衝材は、稼働する部材による衝撃を吸収するため、各種装置や工具などに幅広く組み込まれている。身近なところでは、靴底、家具の脚底などがある。その他にも、空圧、もしくは油圧式シリンダを搭載した装置や、ショックアブソーバ、釘打ち機などが挙げられる。釘打ち機とは、空圧シリンダ内に内蔵されたピストンを駆動させ、釘、針、ネジなどを打ち込む工具である。ゴム緩衝材には、組み込まれる装置の使用環境に応じた特性が要求されるため、用途に応じて様々なゴムが使用されている。(釘打ち機に搭載されるゴム緩衝材は、ピストン運動を繰り返し行う打撃ピストンの衝撃を吸収し緩衝するのが目的であるため、耐衝撃性が求められる。)釘打ち機用ゴム緩衝材は、繰り返される衝撃、発熱、摩擦、疲労によって徐々に劣化し、最終的に破損に至るため、使用回数に応じて交換する必要がある。

ゴム緩衝材には、水素添加ニトリルゴム(HNBR)、ウレタン、またはニトリルゴム(NBR)などが用いられることが多い。一般的に、HNBR及びウレタンは、NBRと比べて機械的特性に優

れるため、これらを用いたゴム緩衝材は、耐衝撃性に優れる傾向にある。しかしながら、これらの材料はNBRと比較すると高価である。

今回、HNBR、ウレタンより安価であり、従来のNBRよりも釘打ち機用緩衝材としての耐久性能を大幅に改善したNBR材料(当社材料識別番号:B0985)を紹介する。

2. 釘打ち機用ゴム緩衝材の特徴

2-1) 耐衝撃性

当社製釘打ち機用ゴム緩衝材には、No.B0985のNBRを用いている。このゴム緩衝材は、NBRでありながら、非常に優れた耐衝撃性を有している。一例として、当社No.B0985、A社製NBR、及びB社製NBRの、釘打ち機用ゴム緩衝材耐久試験結果をFigure1、耐久試験条件をTable1に示す。図中の耐久回数とは、ゴム緩衝材を釘打ち機実機に装着して作動試験を続け、打撃ピストンが正常に作動しなくなったときの累計作動回数を示している。当社製釘打ち機用ゴム緩衝材は、他社製よりも耐久回数が大幅に増加し、長寿命であ

ることがわかる。

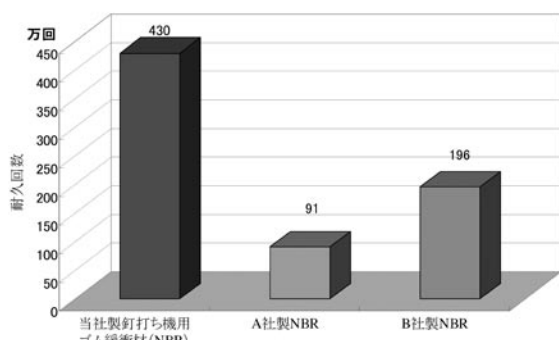


Figure1 釘打ち機用ゴム緩衝材の耐久試験結果

Table1 耐久試験条件

装置	10Jステープル用釘打ち機
ゴム緩衝材寸法	内径φ13.5×外径φ25×高さ11.5
供給空気圧	0.7MPa
ピストン速度	約1.2回/sec

備考：ステープルは使用せず空打ち

2-2) 諸物性(常態物性、耐熱性、耐油性、低温性)

No.B0985の諸物性をTable2にまとめる。参考として、当社ラインアップの中でも標準的なNBRで、特に油空圧機器の分野で実績のある材料(1種B適合材料：No.B0390、1種A適合材料：No.B0570)の諸物性も併せて示す。No.B0985の常態物性は、No.B0390、No.B0570と比較して、引張強さ、100%引張応力が高い値となっている。一般的に、100%引張応力が高いゴムは伸びが小さくなる傾向にあるが、No.B0985は、100%引張応力が高く伸びも大きいことから、機械的特性に優れた材料であるといえる。また、各種試験結果から、No.B0390、No.B0570と同様に、耐熱性、耐油性に優れており、

Table2 各種試験結果

試験項目		単位	当社材料識別番号		
			B0985	B0390	B0570
■常態物性			—		
硬さShore A	—		87	90	70
引張強さ	MPa		28.4	20.7	15.5
伸び	%		210	150	320
100%引張応力	MPa		15.6	13.0	3.9
■空気老化試験			120℃×70h		
硬さ変化	—		+4	+7	+8
引張強さ変化率	%		−3	+5	+16
伸び変化率	%		−34	−46	−32
■圧縮永久歪試験			120℃×70h		
圧縮永久歪率	%		16	16	18
■耐油試験(IRM 901油)			120℃×70h		
硬さ変化	—		+2	+3	+4
引張強さ変化率	%		−8	+9	+8
伸び変化率	%		−30	−27	−28
体積変化率	%		−0.4	−4.0	−4.6
■耐油試験(IRM 903油)			120℃×70h		
硬さ変化	—		−7	−7	−6
引張強さ変化率	%		−2	+12	+8
伸び変化率	%		−24	−20	−19
体積変化率	%		+12.9	+9.7	+9.4
■低温性(TR-10)			—		
TR-10	℃		−23	−30	−28

備考：表の値は測定値例であり、規格値ではない

耐圧縮永久歪性も良好なことから、ゴム緩衝材としての用途に限定せず、シール材への利用も十分可能と考えている。低温性試験結果では、No.B0985のTR-10は-23℃であり、No.B0390、No.B0570と比較すると若干低温性に劣るため、これらの代替材料として使用する場合には、十分な注意が必要である。

3. No.B0985の用途例

No.B0985は、釘打ち機用ゴム緩衝材のような、繰り返し衝撃を受ける個所への使用に適したゴム材料である。その他にも、機械的特性が良好なことから、従来のNBRでは物性不足のために早期破損してしまうなどの問題があった個所や、NBRより機械的特性に優れるが、高コストとなるHNBRやウレタンを選定せざるを得なかった個所への利用が期待出来る。これらを考慮し、No.B0985の用途例をTable3に示す。No.B0985の耐油性は、2-2)項で示した通り、当社実績のあるNo.B0390、No.B0570と同様に良好なため、釘打ち機のような空圧シリンダを備えた装置に限定せず、油圧シリンダの使用環境にも適しているといえる。また、緩衝材以外の用途として、各種シール材が挙げられる。一般的なOリングに加え、油空圧機器用のピストンシール、ロッドシール、ダストシールなど広く展開出来ると考えている。

Table3 No.B0985の用途例

緩衝材	・繰り返し衝撃を受ける個所への緩衝材 油空圧シリンダ用緩衝材、ショックアブソーバ用緩衝材など		
シール材(固定用)	・Oリング		
	ピストンシール	ロッドシール	ダストシール
油圧機器用シール材(運動用)	・Uパッキン ・Vパッキン	・Uパッキン ・Vパッキン ・MVパッキン	・ダストシール
空気圧機器用シール材(運動用)	・ワンリングパッキン	・ワンリングパッキン ・Uパッキン ・クッションパッキン	・ダストシール

4. おわりに

本報では、釘打ち機用ゴム緩衝材が、ゴム材料として安価なNBRでありながら、優れた耐衝撃性を有していることを紹介した。しかしながら、機器メーカーごとに、型式、スペック、製品形状、寸法は異なるため、ゴム緩衝材の耐久性(累計作動回数)は大きく変動すると考えられる。そのため、各種形状、使用条件に合わせて評価試験を実施する必要があると考えている。また、No.B0985は、その用途を空圧式の釘打ち機用ゴム緩衝材に限定せず、油圧装置での使用や、繰り返し衝撃が生じる個所への使用、各種シール材への応用など、多くの可能性を秘めた材料であり、広範囲な展開を進めていくことで、社会の発展に寄与していきたいと考えている。

水銀灯代替LEDランプ

環境関連事業部 メンブレン部
船橋 栄二

In this paper, we introduce an LED lamp to replace mercury lamps. High ceiling series plus 150W type entered the market for applications of more than 10m. The street light series has a lineup for types in the 60 ~ 220W range. Par light makes it possible to replace the ballast-less mercury lamp.

Keywords:

LED, high ceiling series, street light series, par light

1. はじめに

水銀灯は高天井の工場や倉庫、スタジアムやプールなどのスポーツ照明、街路灯や庭園照明、広告や看板のライトアップなど様々な分野で広く使用されている。

一方、人体に有害である水銀を使った製品の製造や輸出入を2020年以降原則禁止することなどを盛り込んだ「水俣条約」が、2013年1月スイスのジュネーブで開かれた国連の政府間交渉で合意された。水俣病が発生した熊本県で今年10月に開かれる国際会議において正式に採択される予定であり、多量の水銀を用いている水銀灯も「水俣条約」の対象製品となっている。

こうした中、当社のECO照明シリーズでは水銀灯代替LEDランプの拡充を図った。本報では水銀灯代替LEDランプの新たなラインアップについて紹介する。

更なる省エネなど、様々なメリットが得られる。

これまでECO照明では400Wの水銀灯代替用途としてCTW (China Techwin) 製の80W、100W LEDランプを標準としてきたが、今回150Wの高出力タイプをラインアップに加えた。これにより700Wの水銀灯代替が可能となり、10m以上の高天井であっても十分な照度を確保できる。(Figure1)

2. 製品紹介

2-1) 高天井用LEDランプ

水銀灯からLEDランプに置き換えることで、水銀レス、消費電力の大幅削減(400W⇒80W)、長寿命化(8000時間⇒50000時間)、低発熱による空調効率の向上(約400℃⇒50℃以下)、瞬時点灯性能を生かしたこまめな消灯による



Figure1 高天井用LEDランプ 150Wタイプ

Table1に他社品とCTW品の仕様比較を示す。

Table1 仕様比較

メーカー	A社 (家電大手)	B社 (家電大手)	C社 (国内専業)	D社 (国内雑貨)	CTW
代替	700W水銀灯担当				
分類	直付型	直付型	E39	E39	直付型
消費電力 (W)	180	182	185	210	150
全光束 (Lm)	18,900	19,440	19,960	18,800	15,000
照射角 (°)	90	100	60	120	90
防塵防水	非対応	非対応	IP65	IP55	IP65

次いで、大手精密加工機製造メーカーの生産現場において、他社品との照度比較を行った結果をTable2に示す。

置高さ12m、各社2灯ずつ5m間隔で設置し、照度を実測した結果である。

Table2 照度比較

単位：Lux

メーカー	A社	B社	C社	D社	CTW
①12m直下	150	130	105	110	160
②2灯中央	180	140	115	115	190
③直下5m横	100	100	80	80	105

この結果により、消費電力が最も少ないCTW品が最も明るく、従って最も効率が良いことが確認された。また、CTW品はコストパフォーマンスの面でも上位に位置している。

さて、今回のラインアップには防塵防水仕様：IP65も追加しており、蒸気や塵の舞う過酷な生産現場での使用を可能とした。IP (International Protection)とは、IEC規格529に基づいて規定された固形異物および水に対する電気機器の保護等級表示である。それぞれの保護内容をTable3に示す。

Table3 保護等級IP表示

第1	固形物	第2	水
0	無保護	0	無保護
1	> 50mm	1	滴下する水の保護
2	> 12mm	2	15°傾斜時落下する水
3	> 1.2mm	3	噴霧水に対する保護
4	> 1.0mm	4	飛沫に対する保護
5	防塵形	5	噴流水に対する保護
6	耐塵形	6	波浪に対する保護
		7	水中浸漬に対する保護
		8	水没に対する保護

なお、既存の水銀灯器具をそのまま使い、水銀灯管球のみの交換を可能とするE39口金タイプも近々ラインアップ予定である。(Figure2)



Figure2 E39口金タイプ

2-2) LED街路灯

日本全国の自治体が管理する街路灯は約1000万灯あるとされており、大半は旧来型の電力使用量が大きい光源(水銀灯、蛍光灯など)を使用している。

LED照明への切り替えは有効な節電対策となり、電気料金の大幅削減、水銀レスによる安全性確保、長寿命化によるメンテナンスコストの節約などのメリットが認められ、各自治体による街路灯のLED化が積極化し始めている。国からの補助金制度拡充も見込まれており、街路灯のLED化は今後更に加速すると予想されている。

ECO照明ではCTWのLED街路灯シリーズをラインアップ(60W～220W)し、道路街路灯(市街地の幹線道路、交差点など)、商店街街路灯(商業活動、歩行者安全確保)、防犯灯(生活道路、通学路の犯罪防止)、公園灯(公園利用者の安全確保)などへの展開を図っている。(Figure3)

本製品の主な特徴は以下の通りである。

- ①24個のLEDチップ(Cree製高性能チップ)を組み込んだモジュールを基本単位とし、任意に組み合わせることで用途に応じた明るさを実現する。
- ②電源一体型とすることで交換作業を簡便に行える。
- ③入力電圧フリー(90～260V)により設置場所が広がる。
- ④照射角度80～135°により広範囲を照らすことが可能。
- ⑤防塵防水仕様：IP65を備える。

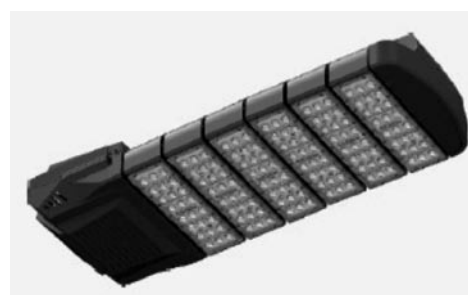


Figure3 LED街路灯 190Wタイプ

2-3) LEDパーライト

水銀灯には安定器を必要としないバラストレス水銀灯があり、工事現場や看板照明として広く用いられている。形状は電球形とリフレクタ形があり、消費電力は100W～300W、E26またはE39の口金を備えている。

ECO照明では、このバラストレス水銀灯に代わるCTW製LEDランプをLEDパーライトと称している。(Figure4)



Figure4 パーライトの概観

Table4 比較表

バラストレス水銀灯		CTW LEDパーライト	
消費電力	全光束	消費電力	全光束
100 W	1000 Lm	10 W	1100 Lm
160 W	2500 Lm	20 W	2200 Lm
300 W	6000 Lm	開発中	

Table4より明らかなように、LEDパーライトに置き換えることで消費電力を1/8～1/10へ削減可能である。

また、バラストレス水銀灯の寿命6000～9000時間に対し、LEDパーライトは50000時間の設計寿命を有している。更に、LEDパーライトは防塵防水仕様：IP65であり、厳しい環境下で使用されるバラストレス水銀灯からの置換えを可能とする。

3. おわりに

地球温暖化防止、省エネルギー社会への転換が定着し、エコロジーはCSR活動の一環となっている。一方、LED照明は技術革新が確実に進み、より低い消費電力で明るい照明が生まれている。

「もうひとつのValue & Quality」をテーマに掲げるECO照明は、省エネと経費削減を実現することで、顧客の期待に応えるだけでなく、エコロジーの観点から社会的責任を果たす役割も担っている。これからもニーズの先取りとメーカーとの連携により、環境保全とコスト削減に役立つECO照明の導入を図って行く所存である。

地球に、そして人にやさしいモノづくり……

バルカー ノンアスガスケット®



ブライトハイパー®(MF300)

バルカーのノンアスガスケット®が更に使いやすく進化いたしました。
高温・長期安定性はもとより、耐薬品性を更に向上させ、より広域の用途に適用可能となりました。
ユーティリティからプロセス用途、白色を必要とするラインまで幅広く使用でき、複数の流体に対するガスケットの使い分けを緩和する製品です。



ブラックハイパー®(GF300)

多くの実績に裏付けされた信頼性と、高いコストパフォーマンスでノンアスガスケット®のベストセラーです。

■MF300・GF300 共通

●使用温度範囲: -200~300℃ ●最高圧力: 3.5MPa
※カタログ、技術資料の注意事項をご参照下さい。



バルカー®

日本バルカー工業株式会社

〒141-6024 東京都品川区大崎2-1-1
ThinkPark Tower 24F

TEL.03(5434)7370(代) FAX.03(5436)0560(代)
<http://www.valqua.co.jp>



日本バルカー工業株式会社

■本社(代)	☎(03)5434-7370 Fax.(03)5436-0560
■大阪事業所	☎(06)6443-5221 Fax.(06)6448-1019
■M・R・Tセンター	☎(042)798-6770 Fax.(042)798-1040
■新城事業所	☎(0536)23-2158 Fax.(0536)23-3804
■奈良事業所	☎(0747)26-3330 Fax.(0747)26-3340

●札幌営業所	☎(011)242-8081 Fax.(011)242-8082
●仙台営業所	☎(022)264-5514 Fax.(022)265-0266
●日立営業所	☎(0294)22-2317 Fax.(0294)24-6519
●京浜営業所	☎(045)444-1715 Fax.(045)441-0228
●豊田営業所	☎(0566)77-7011 Fax.(0566)77-7002
●名古屋営業所	☎(052)811-6451 Fax.(052)811-6474
●岡山営業所	☎(086)435-9511 Fax.(086)435-9512
●中国営業所	☎(0827)54-2462 Fax.(0827)54-2466
●周南営業所	☎(0834)27-5012 Fax.(0834)22-5166
●松山営業所	☎(089)974-3331 Fax.(089)972-3567
●北九州営業所	☎(093)521-4181 Fax.(093)531-4755
●長崎営業所	☎(095)861-2545 Fax.(095)862-0126
●四日市駐在所	☎(059)353-6952 Fax.(059)353-6950
●宇部駐在所	☎(0836)31-2727 Fax.(0836)32-0771
●熊本駐在所	☎(096)364-3511 Fax.(096)364-3570
●大分駐在	☎(097)555-9586 Fax.(097)555-9340

VALQUA TECHNOLOGY NEWS

夏号 No.25 Summer 2013

発行日・・・2013年7月10日

編集発行・・・日本バルカー工業株式会社

〒141-6024

東京都品川区大崎2-1-1

ThinkPark Tower 24F

TEL.03-5434-7370

FAX.03-5436-0560

制作・・・株式会社千修ブリコム

グループ会社 国内販売拠点

■株式会社バルカーエスイーエス

- 本社(千葉) ☎(0436)20-8511 Fax.(0436)20-8515
- 鹿島営業所 ☎(0479)46-1011 Fax.(0479)46-2259

■株式会社バルカーテクノ

- 本社・東京営業所 ☎(03)5434-7520 Fax.(03)5435-0264
- 大阪営業所 ☎(06)4803-8280 Fax.(06)4803-8284
- 福山営業所 ☎(084)941-1444 Fax.(084)943-5643

■バルカー・ガーロック・ジャパン株式会社

- 本社 ☎(03)5434-7431 Fax.(03)5436-0579

<http://www.valqua.co.jp>

※VALQUAの登録商標はVALUEとQUALITYを意味します。 ※本誌の内容は当社のホームページにも掲載しております。

※許可なく転載・複製することを禁じます。