

No.393 2021年2号

Contents

【技術レポート】

ユニオン継手の締付面圧とシール性の評価 ふっ素樹脂の結晶性の評価 ~ラマン分光法の適用~

【新製品紹介】

耐腐食ガス性・耐熱性 パーフルオロエラストマー TOMBO[™] No.2670-BNX-E「ゴムOリング ブレイザー[®] ネクスト-E」

【製品紹介】

溶接火花受けクロス TOMBO[™] No.8300-S「耐火クロスS」 TOMBO[™] No.8300-SW「耐火クロスSW」





ニチアス技術時報

No.393 2021年 2号

目 次

【技術レポート】 ニチアス株式会社 柴田 秀史 ニチアス株式会社 重留 祥一 三菱ケミカル株式会社 森本 吏一 【技術レポート】 研究開発本部 分析解析室 【新製品紹介】 ◆耐腐食ガス性・耐熱性 パーフルオロエラストマー 工業製品事業本部 ゴム事業推進室 【製品紹介】 ◆溶接火花受けクロス TOMBO[™] No.8300-S「耐火クロス S」 工業製品事業本部 省エネ製品技術開発部 技術企画課 【トピックス】

◆第 58 回全日	本ボイラー大会	技術高度化奨励賞を受賞しました		9
◆ ENEX2021	第45回地球環境	きとエネルギーの調和展に出展しまし	した2	20

表紙写真:

「耐火クロス」は耐熱性に優れた無機繊維で構成された薄手クロスです。溶接・溶断作業時に火花(スパッタやノロなど)が発生 する厳しい条件下で周辺の保護にご使用いただけます。 詳細は P14【製品紹介】をご覧ください。

 ① TOMBO[™] No.8300-S「耐火クロス S」の外観 「耐火クロス」の外観は白色で,軽量で柔軟性があり,加工性に 優れています。

②「耐火クロス」の難燃性試験の様子 JISA1323-1995「建築工事用シートの溶接および溶断火花に対する 難燃性試験方法」の最も厳しいA種試験において、火花発生用鋼 板の溶断時に発生する火花に対し、発炎および防火上有害な貫通 孔のないことを確認しています。



送り先ご住所の変更,送付の停止などにつきましては,下に記載の連絡先までご連絡ください。 なおその際は,宛て名シールに記載されている7桁のお客さま番号を必ずお知らせくださいますよう,お願いいたします。

〈連絡先および本誌に関するお問い合わせ先〉 ニチアス株式会社 経営企画部広報課

チアス株式会社 経営企画部広報 TEL:03-4413-1194 FAX:03-3552-6149 E-mail:info@nichias.co.jp 本誌の内容は当社のホームページでもご紹介しております。 https://www.nichias.co.jp/

ユニオン継手の締付面圧とシール性の評価

ニチアス株式会社	柴		秀	史
ニチアス株式会社	重	留	祥	-
三菱ケミカル株式会社	森	本	吏	

1. はじめに

石油精製・石油化学プラント,発電所,製鉄所 等では多数の配管があるが,配管の接合には,管 継手が用いられる。管継手の接合方式には,フラン ジ式,ねじ込み式などの接合方法があり,その1 つにユニオン式がある¹⁾。

ユニオン式の継手(以下,ユニオン継手)は, 主に水廻りの低温の設備で,小口径の配管同士の 接続に使用される。このため,低い締付力でもシー ルできることや,漏れても被害が限定的な場合が 多いこともあり,フランジ式の継手(以下,フラン ジ継手)と比較し,これまで十分な検証がなされ ていない。しかし,ユニオン継手の締結も,プラン ト・工場の安全操業を確保する上では重要な作業 である。

フランジ継手は、ボルトに固定したひずみゲー ジや超音波ボルト軸力計によって、ボルトに実際 に負荷される力(軸力)を測定することで、締付 力を検証できる。これに対して、ユニオン継手で は、その構造上、軸力を測定できないため、締付 力の検証が難しかった。

そこで、感圧紙を用いることにより、ユニオン 継手の締付力を検証し、締付トルクと締付面圧お よびシール性の関係を明らかにした結果を本稿に て報告する²。

2. ユニオン継手の構造

ユニオン継手の断面模式図を図1に, ユニオン 継手と配管を図2に示す。ガスケット(赤)は, ユ ニオンねじ(緑)とユニオンつば(青)の間に保



図1 ユニオン継手の断面模式図



図2 ユニオン継手と配管

持される。ここで、ユニオンナット(黄)とユニオン ねじ(緑)を締め付けることによって、ガスケッ トが圧縮され、シールする構造となっている³。

3. 感圧紙による圧縮面圧の数値化

3.1 感圧紙

感圧紙とは、加えられた圧力の強弱に応じて、 発色の濃淡が生じる試験シートである。発色の原 理は、発色剤層のマイクロカプセルが圧力によっ て破壊され、その中の無色染料が顕色剤に吸着し、 化学反応で赤く発色するというものである4)。こ の機能を利用し、自動車用機関シリンダヘッドガ スケットの面圧分布試験に標準的に用いられてい る⁵。なお,**図3**のように発色した感圧紙の色の 濃淡を画像解析装置で読み取ることで、図4のよ うに圧縮面圧を数値化することもできる4)。



圧縮試験前

図3 感圧紙外観



図4 画像解析装置での面圧解析例

3.2 圧縮面圧の数値化

ユニオン継手にガスケットと感圧紙を重ねて装 着し締め付けを行い,画像解析で得られる圧縮面 圧の確からしさの確認を行った。圧縮装置で所定 の圧縮面圧を与えたときに、表1に示すように圧 縮装置での実際の圧縮面圧と画像解析で得られた 圧縮面圧には違いがあることが分かった。

表1 実際の圧縮面圧と画像解析の圧縮面圧の例

ガスケット 呼び径	プレス機での 実際の圧縮面圧 [N/mm ²]	画像解析で得られた 圧縮面圧 [N/mm ²]	
3/4B	34.3	44.5	

圧縮面圧の違いは、感圧紙の精度だけでなく、 試験時の温度・湿度,感圧紙の寸法等も影響した ものと考える。しかし、試験環境を変更すること が難しいことから、プレス機で複数の圧縮面圧を 感圧紙に負荷し,画像解析による面圧と比較した。 1/2B. 3/4Bおよび1Bにおける実際の圧縮面圧と 画像解析で得られた圧縮面圧の関係を図5に示す。 この図から、実際の圧縮面圧と画像解析の圧縮面 圧の関係を定量的に把握することができる。



4. ユニオン継手での圧縮面圧

ユニオン継手を用いて、締付トルクと圧縮面圧 の関係を評価した。

4.1 試験方法

ガス系流体がシール可能なガスケット面圧を目 標面圧とし、トルクレンチを使用し、締め付けを 行う。感圧紙は画像解析装置で圧縮面圧を数値化 し、図6に示すように、そのサイズの検量線を用 いて、実際の圧縮面圧に換算する。





- ・ネジ部への潤滑剤塗布:なし
- ・ガスケット:

TOMBOTM No.1133 「クリンシル[®] クリーン」

また、締付トルクの計算式を以下に示す。。

$$T = \frac{1}{1000} K \frac{\sigma_3 Ag}{n} D$$

$$T : 締付トルク [Nm]$$

$$K : トルク係数 (0.20)$$

- σ_3 :最小締付面圧 [N/mm²]
- n :ボルト数 (1本)
- D : ボルト外径 [mm] (ネジ径)

Ag: 接触面積 [mm²]

このとき,ガス系流体がシール可能となる圧縮 面圧34.3N/mm²を得るのに必要な締付トルクは, **表2**のように計算される。

表2 締付トルクの計算

	ガスク	ボルト	締付		
呼び径	内径 [mm]	外径 [mm]	接触面積 [mm ²]	外径 [mm]	トルク [Nm]
1/2B	25	32	313	35	75
3/4B	31	39	440	42	127
1B	39	48	615	51	215

4.2 試験結果

圧縮試験の結果を表3に示す。目標面圧34.3 N/mm²に対して、検量線から推定した圧縮面圧

ガスケット 呼び径	試験数	試験時の締付トルク [Nm]	目標面圧 A[N/mm²]	画像解析で得られた 圧縮面圧 B[N/mm ²]	実際の圧縮面圧 C [N/mm²]	面圧低下率 (A - C)/A[%]
	n1	75	34.3	32.3	29.3	14.7
1/9P	n2	75	34.3	33.0	29.7	13.6
1/20	n3	75	34.3	30.5	28.3	17.6
	平均	75	34.3	31.9	29.1	15.3
	n1	127	34.3	31.3	28.2	17.7
2/40	n2	127	34.3	35.3	30.4	11.3
3/4D	n3	127	34.3	34.0	29.7	13.4
	平均	127	34.3	33.5	29.5	14.1
	n1	215	34.3	40.8	32.8	4.4
10	n2	215	34.3	40.0	32.4	5.7
	n3	215	34.3	40.0	32.4	5.7
	平均	215	34.3	40.3	32.5	5.3

表3 実際の圧縮面圧の推定(結果のまとめ)

は,約30N/mm²と低くなっていた。これは,ネ ジ面に潤滑剤を塗布しなかったことで,ネジ面で の摩擦力が大きくなったことが原因と考える。

5. ユニオン継手のシール試験

ユニオン継手を用いて, 締付面圧とシール性の 関係を評価した。

5.1 試験方法

締付トルクを段階的に高くしたときのシール性 を,圧力降下法で評価した。試験装置の概略図を 図7に示す。ユニオン継手にガスケットをセット し,締め付け後,試験装置内に窒素ガスを負荷す る。このとき,封入したガスの圧力降下分から漏 れ量を求める。ここで,漏れ量の計算式を以下に 示す⁷。



図7 試験装置の概略図

$$Q = \frac{V \cdot (P_2 - P_1)}{\Delta t}$$

- Q:漏れ量 [Pa·m³/sec]
- V:試験体の内容積[m³]
- P₁:試験開始時の試験体内の圧力 [Pa]
- P2:試験終了時の試験体内の圧力 [Pa]
- △t:試験開始から試験終了までの時間 [sec]

また、シール試験の条件を以下に示す。

- ・呼び寸法:1/2B, 3/4B, 1B
- ・ネジ部への潤滑剤塗布:なし
- ・漏えい量の測定方法:圧力降下法
- ・内部圧力:1MPa(窒素ガス)
- ・締付トルク,圧縮面圧:表4

表4 締付トルクと圧縮面圧

サイズ	締付トルク [Nm]	圧縮面圧 [N/mm²]
	22	9.2
1/9D	43	18.0
1/2D	65	27.1
	86	35.9
	40	9.6
2/4D	73	17.5
3/4D	110	26.4
	146	35.0
	62	9.4
1D	124	18.7
ID	185	28.1
	247	37.4

表3において,検量線から求めた面圧の低下率 は最大15%であったため,その分を補正し,試験 で負荷する締付トルクの値を約15%上げた。締付 トルクは,25%→50%→75%→100%と,面圧が 徐々に高くなるようにした。

5.2 試験結果

圧縮面圧と漏れ量の関係を図8に示す。赤の点 線が石けん水法で漏れなしとなる漏れ量である。 呼び寸法の違いによって,若干の違いはあるが, 圧縮面圧18N/mm²程度から石けん水法で漏れな しになり,圧縮面圧25N/mm²では確実に漏れな しの領域となっている。ここで,同じ材質のガス ケットを用い,JIS 10K 50Aのフランジ継手で圧 力降下法による試験を実施したものを比較したと ころ,ユニオン継手の結果と近い傾向が確認され



図8 ユニオン継手のシール試験結果

た。ユニオン継手用のガスケットにおいても、フ ランジ継手用ガスケットと同様な圧縮面圧と漏れ 量の関係であることが分かった。

6. おわりに

本稿では、ガスケットとユニオンの接触部分に 発生する締付面圧を感圧紙で評価し、締付トルク と締付面圧、およびシール性の関係を明らかにし た。ユニオン継手のシールに必要な締付面圧は、 フランジ継手とほぼ同等と考えられる。他のガス ケットでの傾向を確認する必要はあるが、過去に 実施したフランジ継手のシール試験の結果を転用 できる可能性がある点で、有用な知見が得られた。

これからもユーザー各位の要求に対応し,シー ル材製品の各種評価方法の開発を通じて,安全操 業に貢献していく所存である。

※本稿は山梨講演会2020で発表した内容をまとめたものである。

引用・参考文献

- 1) JIS B 0151:2018, 鉄鋼製管継手用語.
- 柴田秀史,重留祥一,森本吏一:ユニオン継手の締付面圧と シール性の評価,山梨講演会2020講演論文集,[B33] (2020).
- 3) JIS B 2301:2013, ねじ込み式可鍛鋳鉄製管継手.
- 4) 富士フイルム株式会社「圧力測定フィルムプレスケール」富 士フイルム(最終閲覧日:2021年2月1日).
 https://www.fujifilm.com/jp/ja/business/inspection/ measurement-film/prescale/feature
- 5) JIS D 3105:1992, 自動車用機関のシリンダヘッドガスケット.
- 6) JIS B 1083: 2008, ねじの締付け通則.
- 7) JIS Z 2332: 2012, 圧力変化による漏れ試験方法.

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

*「クリンシル」はニチアス(株)の登録商標です。

筆者紹介



ニチアス株式会社 基幹産業事業本部 基幹製品事業部 技術サービス課



重留祥一

柴田 秀史

(執筆時) ニチアス株式会社 基幹産業事業本部 基幹製品事業部 技術サービス課 課長 (現職)株式会社ニチアスメカテクノ



森本 吏一

三菱ケミカル株式会社 岡山事業所 設備技術部 機械1グループ グループマネジャー

ふっ素樹脂の結晶性の評価 ~ラマン分光法の適用~

研究開発本部 分析解析室

1. はじめに

ポリテトラフルオロエチレン(以下, PTFE) やテトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキ ルビニルエーテル共重合体(以下, PFA)など,ふっ 素樹脂は,耐熱性,耐薬品性,耐候性,クリーン 性などに優れるため,さまざまな産業分野で使用 されている。当社においても,このようなふっ素 樹脂の特性を活かした製品の開発および製造販売 を長年にわたり行っている。

ふっ素樹脂製品の加工にはさまざまな方法が用 いられており、製造過程によって樹脂の結晶状態 (結晶性)は変化する。樹脂の機械強度や熱的性 質ならびに外観状態に影響する結晶性が製品内で どのように分布しているかを把握することは、製 品開発において有用な情報となる。

結晶性の指標となる結晶化度の評価には、PTFE において、密度(比重)、示差走査熱量測定法(以 下、DSC)、X線回折法(以下、XRD)、赤外分光 法(以下、IR)などが用いられるが、どの手法も サブµmオーダーの高分解能で結晶状態の分布を 見ることは難しい。

今回,結晶性の評価が可能なラマン分光法を PTFEに適用し,既知手法との相関を確認した。 さらに高分解能測定が可能な顕微ラマン装置を用 いることで,PTFE/PFA試料の結晶状態のイメー ジング分析が可能となったので報告する。

2. 既知手法による結晶化度の算出方法

PTFEは結晶性高分子であり, 密度, DSC, XRD, IRなどから結晶化度を求めることができる^{1).2)}。

2.1 密度による算出方法

密度を実測し、PTFEの完全結晶密度と完全非 晶密度の値を基準として,式(1)より結晶化度(C) を求めることができる。

C :結晶化度

ρ : 試料の密度

- ρ_c : PTFE完全結晶密度 = 2.30g/cm³
- ρ_a : PTFE完全非晶密度 = 2.00g/cm³

2.2 DSCによる算出方法

DSCによる融解熱の測定(図1)からは, PTFE の完全結晶融解熱を用いて,式(2)より結晶化 度(*C*)を求めることができる。

C :結晶化度

△ H^o: PTFE の完全結晶融解熱 = 92.9J/g





2.3 XRDによる算出方法

XRD (図2) からは、2 θ = 15° ~ 20°付近のピー ク分離を行い、2 θ = 16°の非晶部の散乱と2 θ = 18°に結晶による回折ピークの面積を用いて,式(3) より結晶化度(*C*)を求めることができる。

$$C = \frac{I_c}{(I_c + I_a)} \times 100 \quad \dots \qquad (3)$$

C:結晶化度

- *I*_c:結晶部の面積
- *I*_a: 非晶部の面積



2.4 IRによる算出方法

IRスペクトル (図3) からは, AI (amorphous index) とよばれる, 778cm⁻¹の吸光度および 2367cm⁻¹の吸光度の比を用いて, 式 (4) より結 晶化度 (*C*) を求めることができる。

 $C = 100 - (A_{778} \land A_{2367}) \times 25 \quad \dots \quad (4)$ C :結晶化度 $A_{778} : 778 \text{cm}^{-1}$ の吸光度

3. ラマン分光法による結晶性の評価に ついて

ラマン分光法は,結晶性に感度が高い特徴を もっているが,前述の既知手法のように直接,結 晶化度を算出する方法は確立されていない。

PTFEのラマンスペクトルを図4に示す。 1381cm⁻¹に現れるピークは、C-Cの伸縮振動に由 来している。このピークの形状は結晶性に相関し て変化し、結晶性が高い場合は鋭い形状、結晶性 が低くなるに従い低波数側にテールが出た形状と なる。この1381cm⁻¹対称型ピーク:I(1381cm⁻¹)



図4 ラマンスペクトル

とテール部分:*I*(tail) にピーク分離し,それら のラマン強度比として式(5)を求めると,PTFE の結晶性に相関することが報告されている³⁾。

ラマン強度比 = I (tail) / I (1381 cm⁻¹) … (5)

4. ふっ素樹脂の結晶性の評価

本検討では,結晶化度の異なるPTFEを用いて, 既知手法とラマン分光法の相関をみることで,ラ マン分光法による結晶性を評価した。さらに,ラ マンイメージング測定によるデータ解析を行うこ とで高分解能な結晶状態のイメージングを行っ た。

4.1 PTFEの結晶化度測定

PTFEをさまざまな条件にて加熱冷却することで、結晶化度の異なる試料を作製した。

各手法で結晶化度を測定する場合,必要な試料 のサイズや測定分解能などが,それぞれ異なるこ とに注意しておく必要がある。本検討では,同じ 試料を用いて各手法の測定ができるように試料形 状を調整し,相関データを取得できるようにした。

作製した試料について,密度,DSC,XRD,IR の測定を行い,前述の算出方法により結晶化度を 求めた。一例として,各手法により求められた同 じPTFE試料の結晶化度を**表1**に示す。

同じ試料を測定しても、用いた手法によって結 晶化度の値は異なっている。これは、PTFEなど 結晶性高分子の結晶状態が、結晶または非晶のよ うな完全な二相モデルでは表せず、測定方法に よって結晶または非晶とみなすところが異なるた めと考えられる。

	表1	各種測定方法より	求められた同	じ PTFE の結晶化	度
--	----	----------	--------	-------------	---

(単位	:	%)
-----	---	----

測定方法	密度	DSC	XRD	IR
結晶化度	68	43	52	78

4.2 ラマン分光法による結晶性の評価結果

4.1で作製した結晶性の異なるPTFEについて, ラマン測定を行った。ラマン強度比*I*(tail)/*I*(1381cm⁻¹)と既知手法より算出した結晶化度の関 係を図5~8に示す。

いずれも概ね直線状にプロットされており,相 関が取れる結果が得られた。ラマン強度比から結 晶化度の推定が可能であることが分かった。







図6 ラマン強度比 / (tail) / / (1381cm⁻¹) と DSCより算出した結晶化度の関係





4.3 PTFE / PFA 溶着試料断面の 結晶状態のイメージング

以上の結果より, ラマン分光法はPTFEの結晶 化度の評価に有効な方法であることが示唆され, PFAにおいてもラマン強度比と結晶化度の関係は 同様の傾向を示すことを確認している。近年, 高 速でのイメージング分析が可能な顕微ラマン装置 (図9)が開発され, 樹脂成形品の成分や結晶状態 のイメージングに有効な手法となってきている。 顕微ラマン装置により, 従来の結晶化度測定方法 では不可能であった高分解能での結晶状態のイ メージング分析を試みたので, 事例を紹介する。

樹脂材料を用いた製品の中には、用途に応じ



図9 顕微ラマン装置例(レニショー(株, 2019JASIS資料より)

た機能および形状を満たすために,素材同士を 溶着加工しているものがある。溶着部分の良し あしは外観観察や成分分析では違いがみられな いことが多いが,結晶化度のイメージングができ ると熱履歴の違いなどが推定できるため,良い 評価手法となる。

今回, PTFE / PFA溶着試料の断面について, 顕微ラマンイメージング測定を行い,前述のラ マン強度比を用いて結晶化度のイメージング分析 した結果を図10に示す。

イメージング分析の像では、スケールのように 色が濃い部分ほど結晶化度が高いことを示してい る。イメージング像で界面付近の結晶化度の異な る部分の存在およびその分布状態が明瞭に確認で きた。PTFEおよびPFAともに色の薄い結晶化度 が低くなっている部分は、溶着時に溶融した部分 と推定される。

イメージング像は見た目で直感的に状態を把 握できるが、ライン分析の結晶化度の解析デー タでは、サブμmオーダーの空間分解能で、溶着 時の溶融/非溶融界面の状態なども詳細に把握で きる。



図10 PTFE / PFA溶着試料断面のラマンイメージング分析

5. おわりに

本稿では、ラマン分光法によりふっ素樹脂の 結晶性が評価ができ、さらに高分解能かつある 程度の広範囲での結晶状態のイメージングがで きることを述べた。ふっ素樹脂の製品開発におい て、結晶性が影響する場合に有効な手法であると 示唆される。

今後も製品に関する種々の分析要望に対し適切 な分析法の開発を行い,より良い製品の供給に貢 献できるようしていく所存である。

※本稿は2019年高分子分析討論会で発表した内容をまとめたものである⁴。

参考文献

- 1) 里川孝臣, ふっ素樹脂ハンドブック, 日刊工業新聞社 (1990).
- 2) 日本分析化学会高分子分析研究懇談会,高分子分析ハンド ブック,朝倉書店 (2013).
- 3) R. J. Lehert et. al., Polymer 36 (12) 2473 (1995).
- 4) 幸田,橋本,第24回高分子分析討論会講演要旨集 p197-198 (2019).

耐腐食ガス性・耐熱性 パーフルオロエラストマー TOMBO[™] No.2670-BNX-E 「ゴムOリング ブレイザー[®] ネクスト-E」

工業製品事業本部 ゴム事業推進室

1.はじめに

半導体製造プロセスでは酸化・アニール・成膜 を行う熱処理装置やドライポンプにゴムOリング が使用されます。そのOリングには耐腐食ガス性・ 耐熱性などが求められます。近年, 微細化・高集 積度化に伴うクリーニング条件の高温化で, より ハイエンドなOリングの市場要求が高まっていま す。当社は, これまでに超高耐熱グレードである TOMBO[™] No.2670-BNX「ゴムOリング ブレイ ザー[®]ネクスト(以下, BNX)」を製品化しまし たが, このたびBNXの耐腐食ガス性を向上させ た TOMBO[™] No. 2670-BNX-E「ゴムOリング ブレイザー[®]ネクスト-E(以下, BNX-E)」を新 たに発売しましたので, ご紹介いたします。

2. 製 品 概 要

2.1 外観

BNX-Eの製品外観を図1に示します。



BNX-Eは、パーフルオロエラストマー(以下, FFKM)を主材としたシール材です。

2.2 特長

BNX-Eは,自社触媒を用いて高耐熱な架橋構造 (トリアジン環)を高誘導させる架橋技術と,カー ボン種を適切に選定し独自配合する技術により, 優れた耐腐食ガス性・耐熱性を発現します(図2)。

本製品の対象装置を以下に示します。半導体製 造装置に限らずフッ素や塩素などの腐食ガスを使 用する箇所にて,長期間の安定したシール性や メンテナンスコスト低減が期待できます。

■適用箇所の例

- ・熱処理装置(酸化拡散炉,アニール処理装置, 成膜装置など)
- ・プラズマCVD*装置
- ・ドライポンプや除害装置
- ・各種装置の排気配管

※CVD: Chemical Vapor Deposition (化学気相成長)



図2 BNX-Eのテクノロジー

2.3 一般物性

BNX-EとBNXの一般物性を**表1**に示します。 BNXは,自社触媒により耐熱性を大幅に向上さ せた超高耐熱グレードのFFKMです。BNX-Eは, BNXでは対応できない腐食ガス環境での使用が 可能です。

	製品名	BNX-E	BNX	
	特徵	耐腐食ガス 耐熱	超高耐熱	
耐腐食ガス (F₂) 目安温度 [℃]			250	200
耐熱目安温度		[°C]	310	335
色調			黒	黒
一般物性	硬度	[Duro A]	80	76
	引張強さ	[MPa]	19.0	11.1
	切断時伸び [%]		109	139
	100%引張応力 [MPa]		18.0	8.3

表1 一般物性

3. 特 性

BNX-Eの特性である耐腐食ガス性・耐熱性についてご紹介いたします。

3.1 耐腐食ガス性

3.1.1 フッ素ガスの暴露試験

クリーニングガスとして一般的に使用される フッ素ガスを用いた暴露試験を行いました。O リングの切断面にフッ素ガスを暴露した後の外観 観察結果と重量変化を図3に示します。

BNX-Eは、外観に著しい変化がなく重量変化率 も小さいため、他社品A・B・Cよりもフッ素ガス への耐性が優れており、また、他社品Dと比較し て耐フッ素ガス性が同等といえます。 〈試験条件〉

試料形状: φ3.5mm × 10mm, 暴露条件: Oリングを締め付けしない状態で暴露, ガス種: F₂/N₂ = 1/4, 温度: 250℃, 圧力: 400Torr, 暴露時間: 1h

3.1.2 フッ素ガスの25%圧縮暴露試験

使用環境を模擬し,25%圧縮した状態でのフッ 素ガス暴露試験を行いました。

圧縮暴露後の圧縮永久ひずみを表2に示します。 圧縮永久ひずみとは、ゴムのシール性を表す一般 的な指標です。圧縮永久ひずみの概念図を図4に、 算出方法を式に示します。この値が大きいほど、 シール性が悪いことを示します。

		BNX-E	BNX	他社品A	他社品B	他社品C	他社品D
外観	試験前			0			
	試験後			· 溶融	Ř.		
重	量変化率 [%]	0.10	-0.08	0.10	-0.23	-0.23	0.04

図3 フッ素ガス暴露試験結果(250℃, 1h)







図4 圧縮永久ひずみの概念図

 $C_{\rm S} = \frac{(t_0 - t_1)}{(t_0 - t_2)} \times 100$ (式)

- C_s: 圧縮永久ひずみ [%]
- t₀ : 試料の初期厚さ [mm]
- t1 : 試験後の試料厚さ [mm]
- t₂: 圧縮時の試料厚さ [mm]

BNX-Eは長期のフッ素ガス暴露において,他社 品Dよりも圧縮永久ひずみが小さくへたりにくい です。

〈試験条件〉

試料形状:AS568-214 (φ3.53mm × ID25.0mm), 暴露条件:Oリングを25%圧縮した状態で暴露, ガス種:F₂/N₂ = 1/4, 温度:250℃, 圧力:400Torr, 暴露時間:4, 8, 16h

3.2 耐熱性

耐熱性の評価として、大気下での長期圧縮永久 ひずみを測定した結果を図5に示します。一般的 に80%が寿命とされます。

BNX-E, BNXの300℃圧縮永久ひずみは他社 品と比較し,経過時間に伴う上昇傾きが小さく, 長期シール性が非常に優れていることが分かり ます。



4. 標 準 寸 法

JIS B2401, AS568Bの規格寸法に対応します。 その他の寸法・形状についても対応可能ですので ご相談ください。

また,NW配管用の内輪および外輪が付いた内 輪付あるいは内外輪付があります。

5. おわりに

今回ご紹介いたしましたTOMBO[™] No.2670-BNX-E「ゴムOリング ブレイザー[®]ネクスト-E」 は耐腐食ガス性・耐熱性に優れるFFKMシール 材です。

今後ともお客さまのニーズに対応した製品開 発・改良を行っていく所存ですので,ご意見・ご 要望をお聞かせください。

本稿に関するご質問・お問い合わせは,工業製 品事業本部 ゴム事業推進室までお願いいたし ます。

*「TOMBO」はニチアス㈱の登録商標または商標です。 *「ブレイザー」はニチアス㈱の登録商標です。 *本稿の測定値は参考値であり、保証値ではございません。

溶接火花受けクロス TOMBO[™] No.8300-S 「耐火クロス S」 TOMBO[™] No.8300-SW 「耐火クロス SW」

工業製品事業本部省エネ製品技術開発部技術企画課

1.はじめに

工場や工事現場において火災を発生させると, そこに従事している従業員や作業員の死傷,消火 活動や煙により近隣やその地域の方々に多大な迷 惑をかけることとなります。また,工場設備の稼 働停止によりサプライチェーンの一端を担う部品 の供給停止など,社会へ大きな影響を及ぼす事例 があることは,報道でたびたび取り上げられてい るとおりです。

総務省の統計によると2019年の鉄鋼や化学工 場,倉庫などを含む危険物施設の数は2009年比 で2割強減っているにもかかわらず,同施設での 火災事故発生件数は218件と,2009年比3割強増 えています¹⁾。

また、東京消防庁によると、東京消防庁管内の 工事現場で毎年約100~200件発生している火災 の出火原因の第1位が「溶接・溶断作業関係」で 全体の過半数を占めています²⁾。したがって工場 や工事現場での火災防止においては溶接・溶断作 業時の防火対策が重要です。

表1に東京都の火災予防条例の一部を示しま す。各自治体の火災予防条例では溶接作業等に おいては不燃材料等によって火災発生防止対策 を行うよう明記されています。

自然災害とは異なり、火災は予防措置や対策を しっかりと講じることで、発生頻度や損害の大き さをある程度抑制することが可能です。火災に よって工場の操業が停止し、取引先へも甚大な影 響を及ぼした場合には、火災の予防措置や対策の

表1 火災予防条例(昭和37年東京都条例第65号)

(溶接作業等)

第28条溶接作業,溶断作業,グラインダーによる研摩作業, トーチランプによる加熱作業,アスファルト溶解作業,びょう打ち作業その他の火花を発し,又は発炎を伴う作業を行う 場合は,消火の準備を行うとともに,火花の飛散,落下又は 接炎等による火災の発生を防止するため,次に掲げる措置を 講じなければならない。

- (1) 湿砂の散布,散水,不燃材料による遮熱又は難燃性を有 するシートによる遮へい
- (2) 可燃性物品の除去
- (3) 作業中の監視および作業後の点検
- (4) 前3号に掲げるもののほか、火災予防上有効と認められる 措置

不備などの責任を強く追及される可能性が非常に 高いと考えます。

しかしながら,実際には,対策の不備により周 辺機器等に引火するケースや,耐熱性が不足して いる養生シートを使用してしまったためにそこか ら発火が起きるケースも多々発生しています。

本稿では,溶接・溶断作業時に火花(スパッタ やノロなど)が発生する厳しい条件下において, 現場や周辺機器の保護等にご使用いただける TOMBO[™] No.8300「耐火クロス」(以下,耐火ク ロス)をご紹介いたします。

2. 製品の仕様,特長

「耐火クロス」は耐熱性に優れた無機繊維で構成された薄手クロスです。無機繊維のみで構成された耐火クロスS(図1)と、片面に特殊樹脂加工を施した耐火クロスSWの2種類があります。 基材である無機繊維は有機物を含まないため、耐



図1 耐火クロスSの外観

火クロスSは,溶接・溶断作業時の火花で煙や臭いをほとんど発生しません。耐火クロスSWは特殊樹脂加工により火花を弾き,耐火クロスSよりも無機繊維特有の皮膚への刺激を低減した製品です。「耐火クロス」の製品仕様を表2,表面写真と断面模式図を図2に示します。

また耐火クロスは以下の特長を有しています。

- 耐溶融金属性が良好で、火花によって発火しない。
- 外観が白色なので使用時にホコリや油等の発 火に繋がる異物の付着を検知しやすい。
- 軽量で加工性に優れる。
- 耐火クロスSWはコーティング面が平滑なため、テープによる貼付け、貼り合わせが可能。
- 経製加工品も対応可能。
 (形状や寸法はご要望に合わせて個別に対応させていただきます)

種類		厚さ [mm]	幅 [mm]	長さ [m]	質量 [g/m²]
耐ルクロフ	S	0.65	810	25	625
耐パクロス	SW	0.70	810	25	670
表面写真	° 50 □ 7.S	50 70	新聞語 anglang 10 2 and and anglang 無機	機維 減維 耐火クロス:	0 80 70 10 特殊樹脂 SW

図2 「耐火クロス」の表面写真と断面模式図

3. 難燃性および不燃性の性能

JIS A 1323-1995「建築工事用シートの溶接およ び溶断火花に対する難燃性試験方法」の最も厳し いA種試験^{準1}において火花発生用鋼板の溶断時に 発生する火花に対し,発炎および防火上有害な貫 通孔のないことを確認しています(試験装置は図3, 試験結果は表3参照)。

注1:試験条件が厳しい順にA~C種の3種類があり、使用する 鋼板の厚さや切断速度等が異なります。



図3 JIS A 1323-1995「建築工事用シートの溶接および溶断火花に対する難燃性試験方法」付図1の試験装置と試験の様子

表2 「耐火クロス」の製品仕様

試験体		試験体からの発炎有無			防火上有害な貫通孔の有無		
		試験体番号1	試験体番号2	試験体番号3	試験体番号1	試験体番号2	試験体番号3
耐火クロスS		なし	なし	なし	なし	なし	なし
計ルタロフのW	クロス面	なし	なし	なし	なし	なし	なし
町大クロスSW	樹脂面	なし	なし	なし	なし	なし	なし

表3 JIS A 1323-1995 「建築工事用シートの溶接および溶断火花に対する難燃性試験方法」 A 種試験結果^{±3}

(測定機関:一般財団法人建材試験センター)

試験体	耐火クロスS	耐火クロスSW	〈参考〉 市販品のカーボンクロス (耐炎繊維 + シリコーン樹脂)
酸素指数	99.95以上	99.95以上	54.1
試験後外観		V	IJ

図4 JIS K 7201-2「プラスチック-酸素指数による燃焼性の試験方法-第2部:室温による試験」(ISO4589-2準拠) 試験結果^{注3} (測定機関:一般社団法人電線総合技術センター)

項目	規定値	実測値	
試料調製	温度23 ± 2℃, 湿度50 ± 5% 質量変化0.1g未満	温度23℃, 湿度50%7日後 質量変化0.1g未満	
輻射量(kW/m ²)	50 ± 1	50	
排気流量(m³/s)	0.024 ± 0.002	0.024	
試料照射面積(m ²)	0.0088 ± 0.0001	0.0088	
試料厚(mm)	< 50	$0.73 \sim 0.79$	
試験回数	3	1	
試験時間 (min)	20	20	
試験室温度(℃)	$15 \sim 30$	22	
試験室湿度(%)	$20 \sim 80$	28	

表4 建築基準法第2条第9号に基づく性能評価試験 (ISO5660-1 に準拠) 試験条件

JIS K 7201-2「プラスチック-酸素指数による燃 焼 性 の 試 験 方 法 - 第 2 部:室温 に よ る 試 験」 (ISO4589-2 準拠) において,酸素指数LOI^{並2}が一 般的な炭素繊維系の材料が30 ~ 60 であるのに対 して,「耐火クロス」は99.95 以上と良好な結果で あることを確認しています(試験結果は図4参照)。

注2: Limiting Oxygen Index:所定の条件下において,材料が燃 焼を持続するために必要な最低酸素濃度の数値(O₂ vol.%)。 この値が高いほど難燃性が高い。

建築基準法第2条第9号に基づく不燃材料の認 定要件となっている性能評価試験(ISO5660-1に 準拠)と同等の評価において,試験回数1回の結 果で参考値ですが,判定基準を満たす試験結果を 有しています(試験条件は**表4**,試験結果は**図5**)。

4. 溶接・溶断作業における問題点

多くの溶接・溶断作業の現場においては、火気 養生の際に炭素繊維(または炭化繊維)を主原料 とするカーボンシートが広く使用されています。 カーボンシートはJIS A 1323-1995の試験未実施の ものからA種合格品までさまざまですが、ノロ等 が集中して高温になると発火や大きな穴が開く懸 念があります。

カーボンシートの基材となる炭素繊維について

百日		判定基準	耐火クロフロ	耐火クロスSW	
	項日		耐入シロス3	クロス面	樹脂面
総発熱量	(MJ/m^2)	8以下	0.40	0.32	0.58
発熱速度が200kW/m ² を継続して 超えた時間 (sec)		10未満	0	0	0
試験後に	裏面に至る 穴の有無	無	無	無	無
(小 28日	試験前				
クト時化	試験後				

図5 建築基準法第2条第9号に基づく性能評価試験(ISO5660-1 に準拠)試験結果^{注3}

(測定機関:一般社団法人電線総合技術センター)

は熱処理温度の低い汎用タイプの場合,150℃以 上の空気中でゆっくり酸化し,蓄熱し赤熱状態に なることがあります。また炭素繊維の主成分は炭 素で可燃性であり,自燃性はないものの,燃料と ともに400℃以上の高温で徐々に燃える(酸化す る)という点において注意が必要です³⁾。このこ とから現場では散水・含水させながら使用するの が一般的です。

実際に川崎市が発行している事故事例集におい てもカーボンシート使用時の火災や発煙の事例が 2件掲載されています。原因となった当時の火気 管理の状況等に関しては以下のような内容⁴⁾であ り、現場における管理徹底の難しさを物語ってい ます。

- ・乾いた状態で使用されていた
- ・溶断時に発生したノロをカーボンフェルト シートで受けた時に赤熱し、かつ赤熱状態が 保持されたまま、収納ボックス(メッシュパ レット)に収められた
- ・養生に使用したカーボンクロスは新品ではなく(中略)金属粉が付着していたものと考えられる。さらにこれを畳んでいたことで、より蓄熱し易い条件が揃っていた
- これらの事例では「蓄熱しないように使用する」

「湿潤させて使用する」といったことが関連知識 としてあげられています。クロス・シートの使用 基準の例としてはJIS A 1323-1995におけるA~C 種の指定が第一にあげられますが,前述のとおり 材質によっては条件が揃うと発火することから, これに加えて散水の励行などの安全性が高い管理 基準を設けることが推奨されます。

5. 耐火クロスSとカーボンクロスとの 性能比較

実際の作業現場にて耐火クロスSと市販品の カーボンクロスの性能比較試験を行いました。試 験条件を表5,試験結果を図6に示します。より

表5	実作業現場での耐火クロスSと市販品のカーボンクロスとの
	性能比較条件

試験方法	鋼板溶断時に発生する火花をクロスに当て て,発火の有無や外観の変化を確認する。
試験体	耐火クロスS カーボンクロス(酸素指数LOI:50~60)
鋼板の厚さ	9mm (JIS A 1323-1995 A 種試験同等)
鋼板-クロス間の距離	100mm(JIS A 1323-1995 A種試験の1/4)
その他	散水や含水はなし



図6 実作業現場での耐火クロスSと市販品のカーボンクロスとの性能比較結果^{注3}

過酷な使用条件下での性能を確認するために,鋼板-クロス間の距離はJISA 1323-1995 よりも小さくし,散水や含水はなしで試験しました。カーボンクロスは試験開始直後に大きく発火(その後すぐに中止)したのに対して,耐火クロスSは溶断終了しても発火はなく,穴は開いたもののカーボンクロスよりも軽微でした。

6. おわりに

最近では熟練作業者が減少傾向であることに 加えて、今後も労働者の人口が減少する見込み であることから、災害防止に当たっては指針や基 準等のルール作成によって誰でも間違いなく適切 な部材の選定や運用ができる状態が望ましいと 考えます。

耐火材・断熱材メーカーのパイオニアとして当 社の知見を活かした「耐火クロス」によって,お 客さまの火気作業における火災リスクの低減およ び安全操業に寄与できると考えております。

また,今後ともお客さまのニーズに対応した製 品の開発・改良に努める所存ですので,皆さまの 忌憚ないご意見,ご要望をお聞かせいただければ 幸いです。

本製品に関するお問い合わせは、工業製品事業 本部 省エネ製品技術開発部までお願いします。

注3:試験結果は一例であり、すべての製品が同様の試験結果 となることを保証するものではありません。

参考文献

- 1) 令和元年中の危険物に係る事故の概要, 消防庁危険物保安室, 令和2年5月.
- 工事中の防火管理,東京消防庁ホームページ(最終閲覧日: 2021年3月16日).
- 炭素繊維の安全な取り扱い、炭素繊維協会ホームページ(最 終閲覧日:2021年3月16日).
- 4) 危険物等事故事例から学ぶ教育資料 第二章 事故事例集68事
 例,川崎市ホームページ(最終閲覧日:2021年3月16日).

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

第58回全日本ボイラー大会 技術高度化奨励賞を受賞しました

機関誌「ボイラ研究」に掲載された「エアロジェル増し保温[®]工法による保温材熱ロス削減」では, 蒸気配管などの省エネ効果が高く評価され,第58回全日本ボイラー大会において技術高度化奨励賞を 受賞しました。

NEDO「無負荷時ボイラ蒸発量計測による熱損失の分析」に関する報告で,複数の工場21計測事例に おける蒸気ラインでの投入熱量に対するエネルギー消費割合の放熱ロス平均は,蒸気配管ロス▲31%, ボイラロス▲8%,ドレインロス▲10%であり,蒸気配管ロスが最も多くなっています(熱ロス合計 ▲49%,蒸気有効利用率51%)。蒸気配管の熱ロスを改善することが,最も蒸気有効利用率の改善と なり,今回表彰を受けた「エアロジェル増し保温[®]工法」が非常に有効な熱ロス改善手段と言えます。

蒸気の輸送でもっとも長い蒸気配管に増し保温[®]で使用されるエアロジェル保温材パイロジェル™ XTEを施工することにより,保温性能維持を図り,蒸気配管で発生する熱ロスを削減することが,蒸気 有効利用に繋がり,蒸気ライン全体の省エネに寄与するものと考えられます。





表彰式の様子

ENEX2021 第45回地球環境とエネルギーの調和展に出展しました

2020年12月9~11日に開催されたENEX2021 第45回地球環境とエネ ルギーの調和展(開催地:東京ビッグサイト)に出展しました。本展 示会は,産官学連携による徹底した省エネ型社会の構築を目指して開 催される国内最大級のエネルギー総合展です。

一般財団法人省エネルギーセンターブース内・省エネ大賞第10回記 念特別企画「先進的技術や取り組みを学ぶ省エネ大賞」特別展示コー ナーに,平成30年度省エネ大賞経済産業大臣賞(ビジネスモデル分野) 受賞「エアロジェル増し保温[®]工法による保温材熱ロス削減」および本 工法に使用するエアロジェル保温材パイロジェル[™] XTEを展示しまし た。

屋外の蒸気配管などへ既設保温材・外装材を解体することなく施工 が可能な「エアロジェル増し保温[®]工法」に多くの興味と好評をいた だきました。

新型コロナウィルス感染防止策を要した中,多数のお客さまに弊社 展示コーナーへお越しいただきましたことに厚く御礼申し上げます。

*「増し保温」はニチアス㈱の登録商標です。

*「パイロジェル」は、Aspen Aerogels, Inc. の製品で同社の商標です。



「断つ・保つ」で明るい未来へ
さまざまな地球環境負荷の低減が求められています。 私たちはいろいろなステージで、 安全で快適な暮らしを作り出す製品・サービスを提供します。 ニチアスは、そんな明るい未来の実現に貢献していきます。
※ ニチアス

「ニチアス技術時報」 バックナンバー

No.392 2021/1号

ニチアス №3	92 〈卷頭言〉	新年雑感
技術時報 202	(寄稿)	高温多湿気候下のインドネシアにおける低炭素アフォーダブル集合住宅の社会実装
Contents		- 省エネ・低炭素と健康・快適性の両立 -
RADIA MANUALA MELA MANUALA TANAN MANULA DAVIN' D'ALI DAVIN' D'ANIMATINA MANUTANANANA MANULA DAVIN' MANUTANANANA MANULA MANUTANANANA MANULA MANUTANANANA MANULA MANUTANANA MANUTANANANA MANUTANANA MANUTANANA MANUTANANA MANUTANANA MANUTANANA MANUTANA MANUTANANA MANUTANANA MANUTANA MANUTANA MANUTANANA MANUTANA MANUTANA MANUTANA MANUTANA MANUTANA MANUTANA MANUTANA MANUTANA MANUTANA MANUTANA MANUTANA MANUTANA MANUTANA MA	〈製品紹介〉	高意匠けい酸カルシウム板 TOMBO [™] No.6458 「エコラックス [®] エンボス」「エコラックス [®] エンボスのき天塗装品」
	〈製品紹介〉	断熱材付き遮熱カバー TOMBO [™] No.6600「インサルカバー [°] 」断熱材付き仕様
~ _+7X	〈製品紹介〉	ファインフレックス BIO® 応用製品
		TOMBO [™] No.5635「ファインフレックス BIO® ペーパー」

No.391 2020/4号

ニチアス <mark>技術時報</mark>	No.391 2020= 4=	〈新製品紹介〉	溶剤吸着用ハニクル TOMBO [™] No.8800-HZ「ハニクル [®] HZ-XO」
Contents Reserved Second Second Second Second Second Second Second Second Second Second Second Second Second Second		〈新サービス紹介〉	フランジ締結技量判定システム 「BT Master™」の紹介
		〈技術レポート〉	高温吸音率測定技術の確立
		〈技術レポート〉	におい分析~機器分析と官能評価~
S 2972	3	〈連載〉	ニチアスの「断つ・保つ [®] 」技術を支える CAE(第3回)

No.390 2020/3号

ニチアス 技術時報 No.390 2020+3*	〈製品紹介〉	PTFE テープ TOMBO [™] No.9001「ナフロン [®] PTFE テープ」
Contrast Marcia Marc	〈新製品紹介〉	耐プラズマ性パーフロロエラストマー TOMBO [™] No.2675-C3「ブレイザー [®] O リング -C3」 TOMBO [™] No 2675-C4「ブレイザー [®] O リング -C4
	〈新製品紹介〉	高純度薬液移送用 PFA チューブ TOMBO [™] No.9003「ナフロン [®] PFA-UG チューブ」
× 1777	┘ 〈解説〉	パリ協定について(後編)~パリ協定の意義およびニチアスとの関わり~

No.389 2020/2号

ニチアス	389	〈技術レポート〉	ゴム材料のプラズマ耐性に関する研究
技術時報	2020+2+	〈工事実績紹介〉	SPB [®] 方式大型 LNG 運搬船のタンク防熱工事
BARLAN-H SAURAN-HUTANING AND AND SAURANE MENNENANANANANANANANANANANANA MENNENANANANANANANANANANANANANANANANANAN		〈解説〉	パリ協定について(前編)~パリ協定の意義およびニチアスとの関わり~
- AND CONTRACTOR		〈連載〉	ニチアスの「断つ・保つ®」技術を支える CAE(第2回)
	1		
× =	F72		

バックナンバーは当社のホームページ(https://www.nichias.co.jp/)でもご紹介しております。 次号 No.394 2021/3 号は 2021 年 7 月発行予定です。



https://www.nichias.co.jp/

【東日本地区】		【西日本地区】
	TEL (011)261-3506 TEL (0144)38-7550 TEL (022)374-7141 TEL (0246)38-6173 TEL (0294)22-4321 TEL (027)224-3809 TEL (027)224-3809 TEL (027)224-3809 TEL (0436)21-6341 TEL (03)4413-1191 TEL (045)508-2531 TEL (046)262-5333 TEL (025)247-7710 TEL (055)260-6780	京滋支店 TEL (0749)26-0618 大阪支社 TEL (06)6252-1371 堺営業所 TEL (072)225-5801 神戸営業所 TEL (073)381-6001 姫路支店 TEL (079)289-3241 岡山支店 TEL (086)424-8011 広島支店 TEL (082)506-2202 宇部営業所 TEL (0836)21-0111 徳山支店 TEL (0836)21-0111 徳山支店 TEL (0837)34-6111 北九州営業所 TEL (0897)34-6111 北九州営業所 TEL (093)621-8820 九州支社 TEL (092)739-3621 長崎支店 TEL (095)801-8722 熊本支店 TEL (096)292-4035 大分営業所 TEL (097)551-0237
【中部地区】		
富山営業所 若狭支店 静岡支店 浜松支店 名古屋支社 豊田支店 四日市支店	TEL(076) 424-2688TEL(0770) 24-2474TEL(054) 283-7321TEL(053) 450-2200TEL(052) 611-9200TEL(0565) 28-0519TEL(059) 347-6230	
本 社 〒104-8555 東	「京都中央区八丁堀1-6-1	研究所
 ・基幹産業事業本部 工事事業部 基幹製品事業部 プラント営業部 ・工業製品事業本部 海外営業部 ・高機能製品事業本部 ・自動車部品事業本部 海外営業部 ・建材事業本部 ・確材事業本部 	TEL (03) 4413-1121 TEL (03) 4413-1124 TEL (03) 4413-1123 TEL (03) 4413-1126 TEL (03) 4413-1131 TEL (03) 4413-1132 TEL (03) 4413-1141 TEL (03) 4413-1151 TEL (03) 4413-1155 TEL (03) 4413-1161 TEL (03) 4413-1181	 ・鶴見 ・浜松 工 場 ・鶴見 ・王寺 ・羽島 ・袋井 ・結城 海外拠点 ・インドネシア ・マレーシア ・シンガポール ・ベトナム ・タイ ・中国 ・インド ・ドイツ ・チェコ ・メキシコ

・記載の内容は予告なく変更することがありますので、当社製品をご使用の際は、カタログの最新版を入手いただき内容をご確認ください。

- ・本冊子作成にあたっては内容の正確性に最大限の注意を払っておりますが、本冊子内のすべての情報、説明、推奨事項が、何らかの保証を行うものでは ないことをご了承ください。
- ・本冊子に記載の使用方法等が第三者の知的財産権を侵害しないことを保証するものではございません。
- ・本冊子に記載の情報について、複写、模倣、流用、転載などの著作権法によって保護されている権利を侵害する行為は固くお断りします。

無断転載を禁ず