



- ご挨拶…………… 1  
代表取締役会長CEO 瀧澤 利一
- バルカーテクノロジーニュース 冬号発刊にあたって  
取締役CTO 青木 睦郎 ……………2
- カスタマー・ソリューション《共著》  
共通フランジ締結認定制度による  
施工品質改善の取り組み ……………3

- カスタマー・ソリューション《寄稿》  
台湾中油林園石化プラントのフランジ締結トレーニング  
実施の効果とバルカー H&Sへの期待 ……………8
- 技術論文  
過酸化物質架橋系エラストマーにおける  
圧縮永久ひずみへのカーボンブラックの影響 ……13

- 製品の紹介  
高耐熱非シリコン粘着テープ  
(AGCグループ韓国Taconic社製 P-KT.6323) ……………17
- 製品の紹介  
フランジギャップゲージの紹介 ……………19
- 製品の紹介  
LFR SEAL®の往復動用途 適用事例 ……………22
- テクノロジーニュース 直近のバックナンバー ……25



# ご挨拶

株式会社バルカー  
代表取締役会長CEO

瀧澤 利一



令和3年の新春を迎え謹んでお慶びを申し上げます。  
読者の皆さまには日頃から本誌をご愛読いただき、厚く御礼申し上げます。

昨年を振り返りますと、新型コロナウイルスの世界的蔓延により多数の製造業やサービス産業は大幅な活動の制約を受け、グローバルの経済は約90年前の大恐慌以来の景気の落ち込みを記録いたしました。しかしながら、他方では5GやAI技術の進化により各種の社会活動において取り扱われるデータ量の爆発的な増大が生まれ、また産業界でのリモートワークの急増に伴う需要増加も影響し、半導体関連を中心とした産業分野においては、むしろ活況を呈している状況となっております。このように、追い風と逆風が吹き荒れる市場環境に加えて、本年は米国の大統領選挙結果による、「自国第一主義」から「多国間主義」への再転換の動きを始めとして、地政学的に複雑化する世界情勢の中で、企業は今こそ現状の変化の本質を異なった視点から見直し、顧客の皆さま、市場に対して新たな付加価値を提供していくことが重要となっております。

当社グループは創業来、製品開発、事業展開、海外進出などあらゆる面への挑戦を続けることにより、バルカー (VALQUA) の社名の由来ともなっている“価値 (VALUE)” と品質 “(QUALITY)” を創造し、社会の発展と人びとの豊かな暮らしの実現に貢献してまいりました。そのような歴史的な軌跡と、現在そして未来に向けて当社が置かれている状況を鑑みれば、当社は今こそ改めてこの革新的な精神に立ち戻り未知の領域を切り開いていく決意を持ち行動を実践することが必要であると考えます。そのような決意を具現化するために、昨年に創業100周年 (2027年) に向けた長期経営目標として、人類の豊かさと地球環境に貢献する「未来と未知に挑むチャレンジングな企業」を目指すことを明確とし、各種の経営目標を定めて発表いたしました。

このような背景の下、当社グループは当期から3か年中期経営計画 “New Frontier 2022” (NF2022) に沿って、将来の回復・成長に向けた戦略を推進してまいりました。この中期計画においては、H&Sコンセプトを実践していくためにオープンイノベーションを強力に実行することでグループ全体の開発技術力を向上し、顧客の皆さまの製品やプロセスのパフォーマンスを最大化させることに貢献出来る革新的なソリューションを提供してまいり決意です。その実践において、特に2021年を変革元年と位置付けて、過去の成功体験に拘ることなく失敗を恐れず大胆に新たな試みにチャレンジする企業風土へと変革し、皆さまとともに健全で持続的な成長を実現してまいり所存です。

最後になりましたが、今後とも一層のお引き立てを賜りますようお願い申し上げますとともに、読者の皆さまの益々の発展を祈念いたしまして、新年のご挨拶とさせていただきます。

## バルカーテクノロジーニュース 冬号発刊にあたって



謹んで令和3年新春のお慶びを申し上げます。

皆さまには日頃からValqua Technology Newsをご愛読いただき、心より感謝申し上げます。

2020年の初頭より、全世界を取り巻くビジネス環境は、新型コロナウイルスの感染拡大によって大きな変化を遂げることとなりました。特に、ソーシャルディスタンスを重視することにより、リモートワークあるいは省人化された事業活動を行うために ICT関連技術などの開発や導入が促進されました。しかしながら、振り返ってみれば、この方向性は従来からも効率向上の視点から様々な検討がなされて来ており、コロナの問題が解決した状況にいたっても本来的にその価値が失われることはなく、現在起きている変化は不可逆的な動きと見るべきで、今後も継続していくと考えられます。

ここで私たちが経験する環境の大きな変化は、将来のビジネスに対する思考や行動計画にも影響を与え、更なる業務の省人化や効率化に対する要求が高まることが想定されます。そして、そのような要求に応じていくためには、当社としては単なるハード商品を市場へ提供する事業モデルから脱却し、顧客の皆さまの“コトづくり”に寄与することが出来るサービスの提供に努めるビジネスモデルへと変遷することが非常に重要であるという認識をより一層強めております。

このような事業要求に応えるべく、当社の技術開発に関連する全ての部門では、前々回の中期計画から推進しております H&S（ハード&サービス）企業への変革、特にS（サービス）の視点から付加価値の高い技術ソリューションを開発する活動へ更なる注力をしてまいります。具体的には、当期より開始をいたしました3か年中期経営計画“New Frontier 2022”（NF2022）で掲げております「研究開発への経営資源の更なる投入」、「オープンイノベーションを活用した開発プロセスの加速」、「次世代の研究開発インフラの整備」、これら3つの戦略を軸に H&S視点からのコア事業の強化ならびに新事業領域への意欲的な拡大を推進し、NF2022で掲げた成長目標、更には2027年に迎える創業100周年に向けて、「未来と未知に挑むチャレンジングな企業」を目指して邁進してまいります。

以上のような背景の下、今号のテクノロジーニュースでは顧客の皆さまに執筆をご協力いただきましたフランジ締結に関する取り組み、外部技術を活用した技術開発、H&S関連の商品や当社製品の紹介及び適用事例の記事を掲載しております。顧客の皆さまの生産現場における安全安心を提供出来るよう、当社のみならず顧客の皆さまと一丸となって技術開発を行ってまいります決意です。当社のコアコンピタンスであるシールエンジニアリングをコアとして、その領域だけには留まらずDXと関連づけられた市場のニーズを意識したソリューション開発へつなげるR&Dの事例としてご一読いただけますようお願い申し上げます。

今後とも、当社製品・サービスともども、バルカーテクノロジーニュースを引き続きご愛顧いただきますよう、よろしく願い申し上げます。

取締役CTO 青木 睦郎

# 共通フランジ締結認定制度による 施工品質改善の取り組み

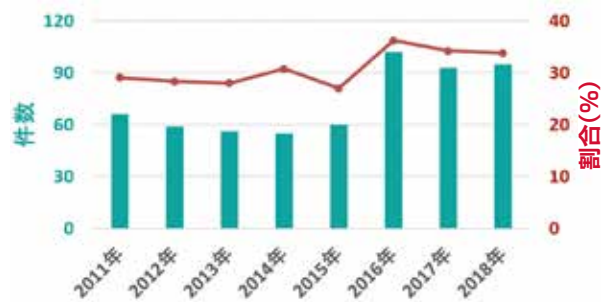
## 1. はじめに

石油・石油化学工場の操業において、地域社会の一員として安心かつ高品質な製品を安定供給するには、設備の適切な維持管理が不可欠である。

取り扱う流体は気体・液体・固体問わず多岐にわたるが、それらの一部には可燃性・引火性・爆発性、あるいは人体・環境への毒性を有するものも含まれるため、フランジ締結部の不具合から生じる漏洩は絶対に避けなければならない。

一方、工場内には何十万箇所ものフランジ締結部が存在し、日常点検において不具合の早期検知に努めているが、フランジ締結時の適切な締付管理によって、将来的な漏洩災害を防止しなければならない。

しかしながら、現実的には国内における「フランジ締結起因」の災害・事故は、増加傾向にある。Table1 及びFigure1 に示す通り、設備の維持管理の不良による災害・事故の総件数は年々増加しており、その構成要因として、30%強を占める「フランジ締結起因」の災害・事故については、件数・割合ともに増加し、近年は、高止まりの傾向にある。



出典：経済産業省「高圧ガス関係事故集計」

Figure1 フランジ締結起因災害の件数・割合

近年、フランジ締結起因トラブルが増加している要因としては、「資格制度」と「産業構造」の問題が考えられる。

前者は、フランジ締結作業に関して、公的な資格制度がなく、施工者内の技術伝承に依存しているという課題がある。例えば、溶接作業、非破壊検査作業、玉掛け作業、足場作業、酸欠作業など、工場での危険かつ重要な作業についてはいずれも公的資格制度があり、座学教育・実技講習など知識・技能を体系的に得る仕組みがある。しかしながら、フランジ締結作業は重要な作業であるにもかかわらず公的資格制度はなく、現状、知識・技能の有無に関わらず、誰でも実施可能な作業となっている。

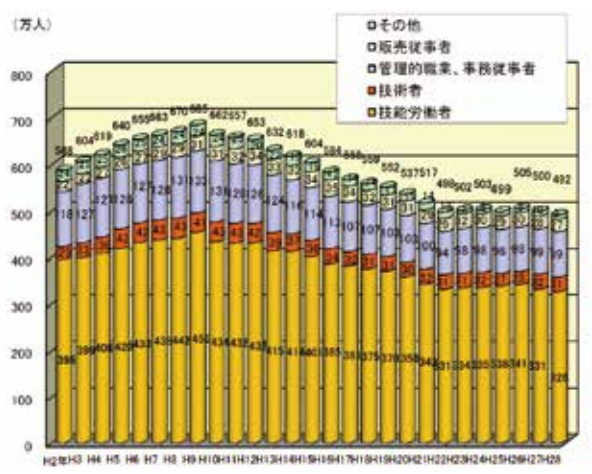
後者については、国内建設業に従事する就業者数自体が年々減少傾向にあり、かつ高齢化していることが問題となっている。Figure2に示す通り、建設業就業者数は、この20年間で約3割減少している。また、Figure3に示す通り、配管従事者の年齢構成は、55歳以上の割合が3割を占めていることから、これまでその知識・経験に依存してきたベテランが近い将来急減することが不可避な状況となっている。

以上の状況を踏まえ、特に若手作業員、外国人作業員、スポット作業員の安全確保と施工品質向上のためにフランジ締結教育体系の構築が急務である。

Table1 設備の維持管理の不良による災害件数

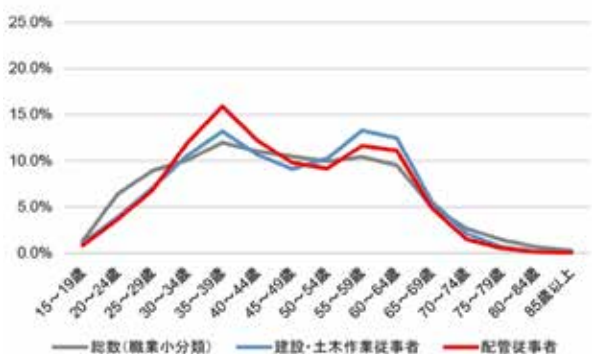
西暦	腐食管理 不足	フランジ 締結起因	検査管理 不良	点検不良	容器管理 不良	計
2018年	121	95	18	34	13	281
2017年	113	93	29	30	7	272
2016年	109	102	20	41	10	282
2015年	93	60	31	17	21	222
2014年	78	55	19	11	16	179
2013年	80	56	28	16	20	200
2012年	65	59	65	8	11	208
2011年	67	66	66	8	20	227

出典：経済産業省「高圧ガス関係事故集計」



出典：国土交通省「建設業及び建設工事従事者の現状」

Figure2 建設業就業者数の推移



出典：総務省統計局「国勢調査抽出詳細集計」

Figure3 配管従事者の年齢構成

ENEOS(株)水島製油所では、2019年4月1日より、近隣コンビナート各社と「水島フランジ締結委員会」(Table2)を立ち上げ、地域共通のフランジ締結認定制度を構築しており、効率的かつ効果的に運用されている。水島の教育体系・認定制度を踏襲する形で同川崎製油所及び根岸製油所においても共通認定制度を導入すべく、レイズネクスト(株)、(株)バルカーと京浜地区フランジ締結連絡会を発足し、2020年度の定期修理工事(以下「定修」)にてテスト導入し、共通認定制度構築の検討を進めている。

Table2 水島フランジ締結委員会構成事業所

・旭化成株式会社 製造統括本部 水島製造所
・日本ゼオン株式会社 水島工場
・三菱ガス化学株式会社 水島工場(MGC)
・三菱ケミカル株式会社 岡山事業所(MCC)
・ENEOS株式会社 水島製油所

本報では、2020年3月実施の定修においてテスト導入した川崎製油所におけるフランジ締結認定制度の概要・結果・効果検証について記載した。

## 2. フランジ締結認定制度の概要

フランジ締結の品質向上のためにはフランジを締結する作業者の技量(スキル)とその作業を指示する監督者の知識が重要である。そのため、フランジ締結認定制度では「技量教育(実技)」と「知識教育(座学)」の2つの教育軸を作り、教育内容を統一し、教育水準の共通化を行うことで効率的に教育が行える体系とした。

また、認定された監督者・作業者には認定証を発行し、他の事業所においてフランジ締結作業を行う場合は、認定証の提示だけで作業が可能となり、重複した教育が不要となることで効率化が可能となる。

### 2-1) 技量教育(実技)

技量教育は、フランジ締結時のフランジ挙動を学び、自身の技量を理解してもらうことを目的としている。これまでは、監督者からの経験に基づく指導等により感覚をつかむ教育であったが、ボルテイングシミュレーター (Figure4) を作業者自身が体感することにより、定量的に技能レベルを確認することが出来る。本シミュレーターにより、定性的であった技量を定量的に評価することが可能となる。

本シミュレーターは、「ガスケットに十分な締付力を与えている」「各ボルトの締付軸力バラつきがない」「ガスケットに不均一な潰れを起こしていない」などを判断基準としている。

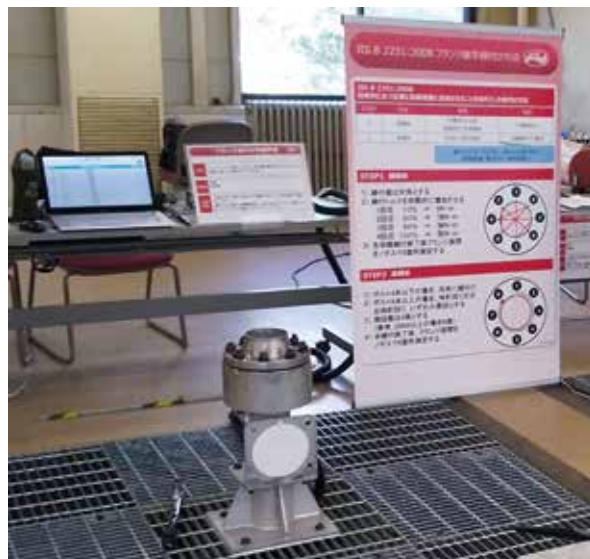


Figure4 ボルテイングシミュレーター

## 2-2) 知識教育(座学)

知識教育は、2018年9月に発行されたHPI TR Z110(フランジ締結作業トレーニング指針)を基に作成された、水島フランジ締結委員会における教育資料を活用した。また、同委員会と同様に教育レベルを4段階に設定(Table3)し、レベルごとに教育項目と教育対象者を明確にすることで効率的な教育体系とした。

Table3 フランジ締結認定制度の知識教育レベル分け

教育レベル	対象者	教育項目	教育時間
レベルⅣ	教育講師	HPI TR Z110“管理者”準拠	4hr
レベルⅢ		HPI TR Z110“作業員”準拠	2hr
レベルⅡ	監督・棒心	ENEOS基準(座学+実技)	1hr
レベルⅠ	作業員	ENEOS基準(実技)	5-20min

## 3. 取り組みの効果

### 3-1) 制度運用の概要

2019年11月、川崎製油所において、レベルⅢ教育を実施した(受講人数:17名)。レベルⅢ教育とは、教育講師を認定するものであり、教育項目は、HPI TR Z110に基づき、座学教育を実施した(教育時間:2時間)。

教育内容は「締結体としてのガスケット・ボルト締付管理」「締付荷重・目標トルク設定と手順」「耐圧気密試験」「締結体の開放」「トラブル事例」などとなる。

また、技量教育(実技)として、ボルテイングシミュレーターを用いて、JIS B 2251に準拠した「締付手順の講習」、フランジ締結における注意事項として、弾性相互作用や片締めの原因と対策について、実技前講習を行ったうえで各自の技量(合否)を判定した。

その後、川崎製油所の定修(2020年3月)において、本制度のテスト運用を開始した。静機器工事におけるフランジ作業に従事する監督、作業員全員を対象として、レベルⅠ教育を実施した(受講人数:411名)。この教育は、上記レベルⅢ認定を取得した講師が下記の流れに基づき教育を実施した。

この教育の流れとしては、最初に集合教育(10~20分程度)にて「対角締め/周回締めを実施した時のフランジ挙動」「セットアップの重要性」「弾性相互作用・片絞めの説明」などの説明を行う。そのうえで各作業員は、ボルテイングシミュレーターを用いて各自の技量を評価し合否を判定した。合格者には、認定証を発行し、現場でのフランジ締結作業を行うことが可能となる。

### 3-2) 教育受講者へのヒアリング結果

レベルⅢ教育受講者からは、フランジ締結に対する意識が向上したという回答が9割、講習内容が現場作業に活かせるという回答が8割と、全体的に良好な結果であった。また、教育講師向けの講習内容が、初めて知った内容があるという回答が6割あり、改めて学習する機会としても効果的であることが分かった。

レベルⅠ教育受講者からは、集合教育内容が分かりやすかったとの回答が7割、実技認定の方法が良かったとの回答が8割であった。「フランジ締結時の各ボルトの軸力変化が分かり易く、短時間で実施できたことが良かった」などの意見をいただいた。

### 3-3) 作業員の技量分析結果

ボルテイングシミュレーターを用いて、作業員の技量を分析した。本シミュレーターは、締結過程のログが残るため、作業員の締結における癖(締付過剰、締付不足、片締め)を確認することが可能である。そのため、その癖に対する適切なアドバイスが可能となり、効率的なスキルアップにつながる。

今回の作業員の技量を分析した結果、締付不足よりも締付過剰の割合が高く、約2倍程度であった。更に締付過剰を分析した結果、全体的に締付過剰よりも一部のボルトが締付過剰である割合が高い結果であった。これは作業体勢によりボルト間の軸力に差異が発生していると考えられる。また、片締め(フランジ面間のばらつきが大きい)については、初期段階のセッティングの重要性と締付手順を適切に行う必要があると考える。

### 3-4) 総合気密試験における教育効果の検証

定修の最終盤においては、機器・配管フランジなどの開放箇所や、その他装置全体の健全性確認を目的として、系内に窒素を導入して総合気密試験を行う。具体的には、窒素導入・昇圧後に各フランジなどの開放箇所の窒素漏洩の有無をソープテストにて確認し、漏洩を検知した場合は、フランジ増締めを行う。増締めしても漏洩が停止しない場合は、系内の窒素を一度脱圧し、フランジ再開放・ガスケット面整備・ガスケット交換を行ったのち、再昇圧試験を行う。

教育効果の検証としては、「フランジ締結起因の再昇圧系統数」を調査し、前回、2016年度定修での再昇圧実績と比較をした。Table4に示す通り、前回実績と比べ、再昇圧系統数を約半分に削減することが出来、一定の教育効果が認められたとともに、作業工数や工程延長リスクを低減することが出来た。

Table4 フランジ締結起因の再昇圧系統数調査

総合気密試験 系統数	再昇圧系統数		2020年度定修 仕切箇所数 (参考値)
	2020年度定修	2016年度定修 (前回同規模定修実績)	
307	6	11	4520

次に、再昇圧に至る要因となった漏洩フランジ(6系統中のフランジ14箇所)について、フランジ・ガスケット仕様、漏洩原因、現場レイアウトなどを調査した結果をTable5に示す。漏洩原因の主たるものは、以下2点であることが分かった。

- ・フランジ開放時、フランジ間クリアランスが確保出来ない配管レイアウトであったため、ガスケット面の清掃が不良となった。
- ・障害物などにより締付レイアウトが悪く、片締めとなった。

これらの原因への対策としては、適切な作業が実施出来るように作業要領・教育内容の見直しを行うことで再昇圧試験ゼロに向けた取り組みを継続する。

## 4. まとめと今後の展望

### 4-1)まとめ

- ・フランジ締結認定制度により教育の共通化が可能となるため、ユーザー及び施工者ごとの重複した教育が不要となる。
- ・ボルテイングシミュレーターを用いることで技量の定量的評価が可能となることと締結過程のログにより作業員への適切な指導が可能となる。
- ・制度運用(レベルⅢ、レベルI)による受講者へのヒアリング結果は、「講習内容が分かりやすく」「フランジ締結に関する意識向上」「現場作業に活かせる」という良好な結果であった。
- ・総合気密試験において、前回(2016年)定修と比較して、再昇圧系統数を削減することが出来た。

Table5 再昇圧要因フランジの詳細調査

系統 No.	サイズ(B)	クラス(ポンド)	常用圧力 (MPa)	フランジ漏洩原因	フランジ向き	締付レイアウト	フランジ間クリアランス
1	11/2	300	3.35	片締め	縦	不良	あり
	18	—	3.35	ガスケット面清掃不良	横	不良	あり
	11/2	300	3.35	片締め	縦	不良	あり
	18	—	3.35	ガスケット面清掃不良	横	不良	あり
	6	600	3.35	RJT 擦り合わせ不良	横	良好	なし
2	18	—	2.3	ガスケット面の経年使用によるすわり悪化	縦	良好	あり
3	6	300	1.48	ガスケット面清掃不良	横	良好	なし
	6	300	1.48	ガスケット面清掃不良	横	良好	なし
	8	300	1.48	ガスケット面清掃不良	横	良好	なし
4	6	150	0.42	ガスケット面清掃不良	縦	良好	なし
	12	150	0.42	ガスケット面清掃不良	縦	不良	なし
	11/2	150	0.42	片締め	縦	不良	なし
5	18	150	1.08	ガスケット面清掃不良	縦	不良	なし
6	1	300	0.35	片締め	横	不良	あり

#### 4-2) 今後の展望

ENEOS(株)では、今後全製油所においてフランジ締結認定及びボルテイングシミュレーター導入による教育の体系化を計画している。

企業単独でなく国内共通の認定制度を構築することで作

業者融通を効率的に運用することが可能となるが、作業者技能データの一元管理や管理者等、課題も多い。

将来の日本のフランジ締結起因のトラブルをゼロにすることを目標として、本取り組みへの協力を継続していく。



**古賀 洋介**  
ENEOS株式会社  
川崎製油所  
定修計画グループ



**坂井 重夫**  
株式会社バルカー  
H&S営業本部



# 台湾中油林園石化プラントのフランジ締結トレーニング 実施の効果とバルカー H&Sへの期待

## 1. はじめに

当社は創業以来74年、国のエネルギー供給の安定化を担ってきた。台湾石油化学業界売上高の1位として、労働安全や環境保護に対して国民から厳しい目が向けられている。事業環境は、社員の高齢化と人員不足により、厳しい課題に直面している。当社はこのような状況を積極的にとらえ、操業パフォーマンスの向上と人材技術研修を根付かせ、対策として提案している。操業パフォーマンスの向上においては、プロセス安全管理(PSM)システムとスマート産業保安を導入し、産業安全管理実務において4つの制度を推進している。

1. 完全なプロセス安全情報システムを構築する。
2. 業務許可証は、作業前三者共同調査の調査記録及び等級別監査と結合する。
3. 従業員の職務遂行パスポートを作成する。
4. 事故又は設備の故障などは根本的な原因を調査する。

コア技術及び人員(請負業者を含む)の基本的なトレーニングを強化する。フランジ締結トレーニングはその中で保安事故と設備漏洩率を下げる基本的な業務の一環である。

## 2. フランジ脱着事故分析

近年、台湾の石油化学業界におけるフランジ締結体の分解作業中に発生した事故の要因は以下が挙げられる。

1. 作業対象がはっきりしない。
2. ガasketまたは材質が間違っている。
3. フランジ分解残留物が適切に処理されていない。
4. フランジ分解作業の危害分析・通知がない。
5. フランジを取り外す際に、保護具がない。
6. フランジの取り外しと締付けの作業標準がない。
7. フランジ分解トレーニングが不足またはない。

8. フランジを取り外す際に、旧式の工具を使用している。
9. その他。

以上の要因で発生した事故によって、死亡・怪我・稼働停止命令、漏れによる火災、計画外稼働停止または環境抗議デモが発生した場合、会社の経営や名誉に大きな損害を与える。そして、社員の死傷事故によって家族が離散してしまい、特に社会的弱者層である請負業者への影響が大きい。石油化学業界のフランジ脱着作業は、個別フランジ脱着から、配管、熱交換器の脱着、回転機械のメンテナンス、計装・貯蔵タンクの清掃など、関係者が多く、業務の範囲も広い。そのため、効果的な管理を実施するとともに、フランジ脱着トレーニングを行うことが急務である。

## 3. 当社トレーニングの実施概要

当社は石油精製と化学プラント請負業者の分解組立作業の安全を確保するため、2019年に『台湾中油股份有限公司請負業者設備脱着トレーニング制度実施要領』(C5731SHM10)を制定した。また、バルカーより紹介を受けた日本工業規格であるJIS B 2251フランジ継手締付方法を参考にしてフランジ締付けの講習内容を作成し、バルカーのトレーニングを通じて、受講者のボルトの脱着などの関連知識と技能を向上させている。

このトレーニングは、以下の内容を含有している。

1. ボルトとガスケット仕様の選定(例えば、材質、寸法、締付力)、その他(例えばアンチスティック/焼き付き防止剤)。
2. ボルトとトルクレンチの使用とトルク計算。
3. バルカー技術書であるHAND BOOKを通して、ワールドボルティングやホットボルティングの違いを理解(ボルトの締付力の50%がナットとフランジの接触面で消耗し、40%がナットとボルト山で消耗し、残りの10%が有効な軸力であることなど)。

特に言及出来る点は、バルカーのフランジ締付実習装置で、ひずみゲージとパソコンの計算を元に、受講者はボルトが適正に締結されているかどうか確認出来ることである。また、対角締めと周回締付けの有無も検証することが可能であり、今まで理解不足であった点を正しく把握し、標準的な締付概念を理解出来る。

当社では、ボルト脱着施工者が良好な締付技術を習得するために、バルカーのフランジ締付実習装置を導入した。また、従業員や請負業者をトレーニングし、これらの装置で施工者の技能を検証するとともに、彼らに標準手順の効果と実施理由を理解させることも出来、納得して自ら標準的な締結手順で実行出来るようになる。当社は、バルカーからHAND BOOKを購入し、自社の修理部門の参考書として配布、活用している。また、2020年9月時点で、トレーニングを計34回、累計848名、行っている。2020年7月には、高雄市政府労働局の賛同と公開表彰を受け、その活動を石油化学業界の石化プラント川下まで推進するように要請を受けた。第一ステップは既に2020年9月25日に行われ、当社は引き続き高雄市政府労働局に協力してこのトレーニングを実施していく。

### 3-1) トレーニング設備／機器の設置場所及び計画

簡易的実技を実施する場所及び計画は以下の通りである。

#### 3-1-1) 実技フランジの脱着場所は以下のように設定されている。

1. 広さ：約5m × 10m (Figure1)。  
※室内はエアコンを完備している。
2. 150lb × 6Bのフランジ締結体3セット (Figure2)。
3. 資材室①：エアボンベ30L × 3セット、予備用3本のエアボンベにエアヘッダーが付けられている (Figure3)。
4. 資材室②：エアコンプレッサー1台、エアヘッダーとホース3セット。
5. 空気呼吸マスク6台とホース3セット。
6. 道具セット：3/4Bラチェットレンチ12本。
7. アクセサリー：6 B × 150lb × 1/8 B 薄型ブラインド3枚、6 B × 150lbのノンアスガスケットとわず巻形ガスケット消耗品。
8. その他の付属品：スクレーパー、清掃・潤滑ユニット、泡漏れ検知ユニット、3/4 Bヤイト管、Fレンチ大小各3セット、掛け看板、スチール定規、スチールブラシ、工具バスケット、ボルト置き皿など。



Figure1 実技試験会場

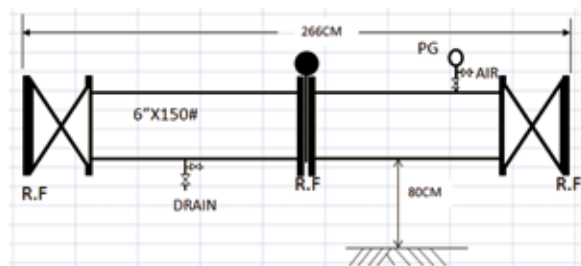


Figure2 実技試験管継手

9. その他：ヘルメット6個、手袋、消火器、保安標識設置、救急箱、ロッカーなど。

#### 3-1-2) フランジ締付体験エリア及びフランジ締付体験設備

バルカーが主に計画している (Figure8)。

### 3-2) トレーニングコース

あらゆる分野の参考として、当社の研修コースを以下の通り紹介する。1日研修コースは、座学と実技試験に分かれている。座学の内容は、関連する事故事例の説明、作業環境の危険認知、呼吸保護装置の使用法、フランジ脱着の安全性、一般的な関連知識(ガスケットの選定、配管材質・仕様、ボルト、工具など)、及び従業員のプロセスフローチャート(P&ID)紹介がある。フランジの脱着講習内容は、バルカーによって導入されたJIS B 2251を採用している。フランジ締付手順は、10%、20%、60%、100%の4段階の締付力で対角線状に仮締付け (Figure4)をし、100%の締付力で4回締付ける(時計回り、または反時計回りの締付け)。ボルトの取り外し順序は当社が検討した仕様に基づき、フランジの最下部から、下から上に向かって取り外し (Figure5)、作業員を保護するために下部3本のボルトを取り外した所を「一時停止検査ポイント」とする。

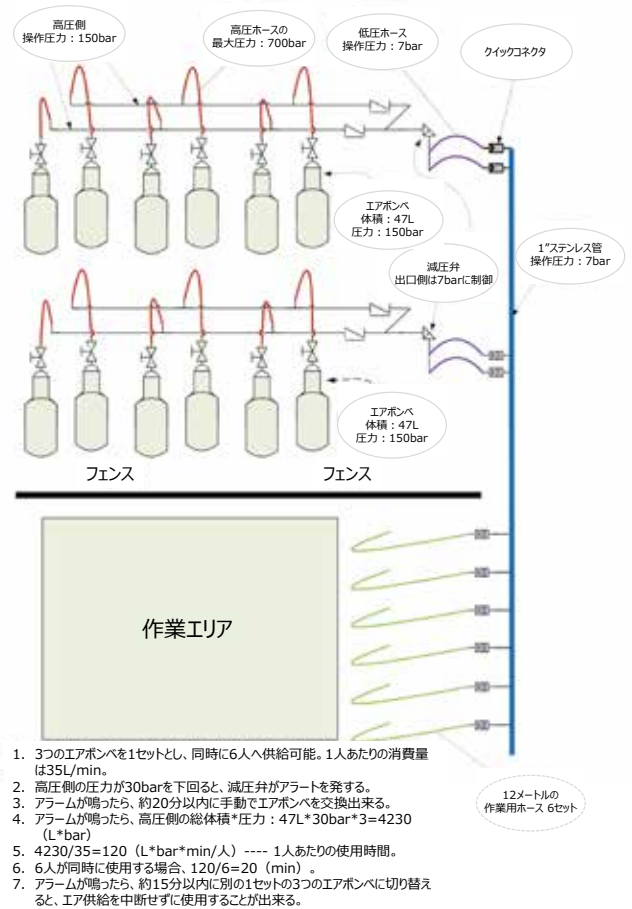
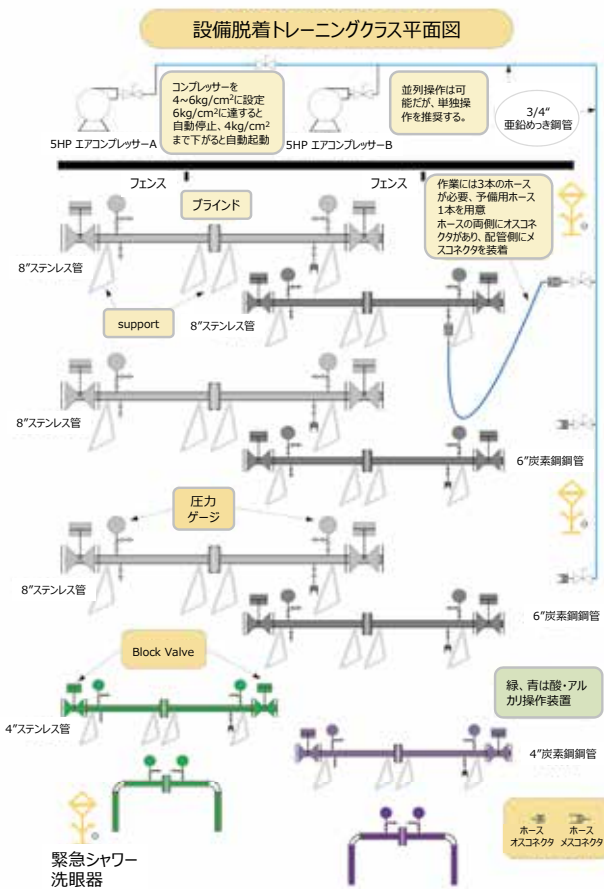


Figure3 資材室設計計画



Figure4 フランジの固定順序



Figure5 ボルトの取り外し順序

■実技試験プログラム：

- I. 作業を始める前にまず以下を確認する。
  1. 仕事の対象を確認する(白い工事看板の設置)。
  2. 配管残存物措置状況を確認する(保護具を選択)。
  3. 管内内容物の処理状況を確認する(施工前の再安全確認)。
  4. 対象寸法仕様材質などを確認する。
- II. 作業中は、呼吸保護具をつけて/排出確認/フランジを外して/ブラインド(黄色い工事看板の設置)/排出確認/閉止板を取り外し/復元を実施する。
- III. 3kgf/cm<sup>2</sup>以上の圧力試験漏れの確認と場所の(清掃)整理を行う。

4. トレーニング効果

フランジの脱着トレーニングは工場作業の実施と同じく、どちらも作業前の注意事項に重点を置いている。作業の前日に三者(請負業者、監督及び管轄区の関連部門)の調査票(Figure6)を用いて環境安全監査を記録し、そして各員が署名して承認を受ける(施工場所、施工内容、施工周囲の環境処理、施工配管あるいは設備のブラインド図面付き処理状態の監査、危害予防措置、施工方法などの確認、及び当日に工事許可書が発行された後に工事を開始する)。請負業者の作業前の危害告知と防護措置準備は、実際の作業よりも重要であり、環境認知の不足はフランジを分解するとすぐに死亡の脅威に直面する可能性がある。例えば、硫化水素作業やその他の毒物作業である。しかし、実際の作業前の三者共同調査と作業前教育などのステップは一般に重視されていない。なおかつ、利益のない工数と見なされ、作業員を危険に陥れる認識がないため、フランジの脱着トレーニングの中で絶えず血と涙の事例と実技の習得に必要なステップを踏み、場合によっては不合格と判定することもある。

Figure6 施工前三者共同調査票

これまでフランジの脱着に対応した標準的なトレーニングコースがなく、作業員への指導は勤続年数の長いベテラン社員が自身の経験に基づいて行ってきた。作業手順も、当社の「配管工事基準(台湾交通部/日本国交省相当の文書)」「(CS-102-0006-5) SOP 及び関連する各請負工事契約書に作業基準の記載がある。しかし、例えばフランジ締付けの場合は何回仮締めするか、何回本締めするかなど、現場では何が正しいか判断しにくい状況で、特にフランジの取り外しの場合は標準作業手順が欠けていた。現在では、例えばボルトを取り外す順番が下から上か、遠所から近所か、また対角分解するかなど、新たに定めた「台湾中油股份有限公司請負業者設備脱着トレーニング制度実施準則」(C5731SHM10)で解決することが出来るようになった。締付けにおいては、強力な支えになる JIS B 2251 規格を採用し、かつバルカーのフランジ締付実習設備を購入した。それにより、以前の締付方式と JIS B 2251 規格採用後の方式を、スクリーンのレーダー画像からリアルタイムで比較することが出来、確実に有効な検証が出来た。一方、フランジを分解する際にも、専門家のグループディスカッション方式を採用し、取り外しの順番を規定した。垂直フランジの場合は、一番下の

ボルトから上へ3本外したのち、一度停止点検を行う。安全を確認してから再度作業を継続することと、水平フランジの場合は人から最も離れたボルトから取り外す順番とした。

これらの規定と施策は石化精製業界に対して非常に必要なことである。当社は産業安全において、業界のリーダーになる抱負を持っており、これまで既に大きな一歩を踏み出すことに成功したが、将来的には業界内のトレーニングの相互認識、学習と普及が出来るよう取り組んでいく。

林園石化工場は労務調達規範 SOP を根源から改正し、2019年7月1日からの新調達案件に適用させ、旧案件も追加方式で処理し積極的に推進し、参加した。半年以内に「設備フランジ脱着トレーニング」の設置を計画して完成し、また2020年9月までの請負業者派遣トレーニングの合格者数は331人(Figure7)に達した。

林園石化工場においては、次のようにトレーニングを開始した。

- 2020年5月7日  
新入社員向けトレーニングを実施。
- 2020年5月21日 及び 6月5日  
エンジニアと次期幹部候補トレーニング(Figure8)を実施。
- 2020年8月20日 及び 9月4日  
その他事業部では、「設備フランジ脱着と締付固定」見学トレーニングを2段階で実施し、参加者は延べ46人。
- 2020年8月  
芳三組(台湾中油作業グループ名) / 北電大修理請負業者フランジ脱着作業員再測定トレーニングでは参加者は延べ50人。

その実際の効果は2019年末の四軽組(台湾中油作業グループ名)と2020年初めの新三軽組(台湾中油作業グループ名)の各シャットダウンメンテナンスの際に大きく利益として現れ、請負業者の設備のフランジ脱着の品質が大幅に向上した。産業安全においても事故発生がゼロであったことと、設備漏洩における信頼度が高かったことも、エリア管轄の長官より高い評価を得られた理由である。また、フランジ締付トレーニングは産業安全事故を低減するほか、漏洩による稼働停止時間の不確実性を低減し、揮発性有機物(VOC)のフランジ漏洩率を低減することが出来る。トレーニング実施時間がまだ短いため、フランジ漏洩率の低減効果を数値化することが出来ないが、必ずその効果があると確信しており、今後、定量的なデータで証明出来ることを期待している。



Figure7 請負業者のフランジ脱着トレーニング



Figure8 フランジ締付トレーニング

## 5. おわりに

この度、フランジの脱着標準の提供とトレーニングの実施に協力していただいたバルカーに感謝したい。その結果、産業安全技術と品質を向上させることが可能となった。当社は、より多くの作業員と請負業者にトレーニングを受けていただくことで、ボルトの取り外し・締付技術を最大限に向上させ、締付けの安全性を高めていきたいと考えている。

また、政府が石油化学業界全体に産業安全の対策を切実に要求していることに対して、当社は自らの責任を果たすべく、積極的に最先端の技術システムと設備を導入していく。その上で、それらの運用の普及と代訓（業界関係者への代理訓練）によって、石油化学産業が安全な産業として持続的な経営が出来るようにしていく所存である。

## 6. 参考文献

- 1) 台湾中油公司請負業者安全衛生管理弁法(2020/10/20 5731-SHM-01)
- 2) 台湾中油公司配管施工基準(2018/04/12 CS-102-0006-5)
- 3) 台湾中油公司リングジョイントガスケットフランジ取付作業標準(2018/02/23 CS-102-0003-1)
- 4) 台湾中油公司請負業者設備脱着訓練制度実施要領(2020/07/10 5731-SHM-10)
- 5) バルカー社STCトレーニング教材(2019/03/29 文書番号 12015-001)



林 欣正

台湾中油股份有限公司  
石化事業部林園石化廠  
工安課 課長

# 過酸化物架橋系エラストマーにおける 圧縮永久ひずみへのカーボンブラックの影響

## 1. はじめに

エラストマーシール材において、耐熱性を表す重要なパラメーターの1つに、圧縮永久ひずみ(Compression Set、以下CS)がある。CSとは、エラストマー材を圧縮した状態で一定時間、所定の温度を負荷した場合に生じるへたりを表す指標であり、Figure1のように算出される。例えばCS100%では完全にへたりが生じ、漏えいに至る可能性が非常に高いことを表し、シール材の耐久性を確認する上で有効な手段である。

通常、エラストマー材には補強性充填剤としてカーボンブラック(CB)が配合されており、添加されるCBの一次粒径種や配合量を変化させることにより、引張強度や伸びなどの機械物性が調整される。しかし、CBを配合することによって得られる機械物性とCSとの間には、しばしばトレードオフが発生することが、製品開発の現場において問題となっていた。

CB無充填系において、CSがエラストマーの有効網目鎖濃度に相関することはよく知られている。よって、本トレードオフの問題についても、有効網目鎖濃度に関連がある可能性がある。しかし、CB充填系においては、一般的な膨潤試験による算出では、CBによる補強効果の影響で、有効網目鎖濃度を正しく評価することが出来ず、CSとの相関を解析出来ないことが課題であった。

そこで本報では、主に動的粘弾性測定を用いて、CB充填系の有効網目鎖濃度とCSとの関係を解析した。また、エラストマー材のCSが、充填するCB種によって変化する原因について考察した。本検討により、機械物性とCSのトレードオフを制御し、要求特性に合わせたCB選定指針の構築に貢献出来ると考える。

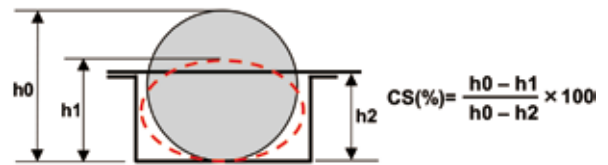


Figure1 圧縮永久ひずみの算出

## 2. 実験

### 2-1) 試料の作製

各試料のCB配合組成をTable1に示す。エラストマー母材には、特に高温環境での使用に適した過酸化物架橋系の中から、FKM (VDF-HFP-TFE 共重合体) 及びEPDM (エチレンプロピレンジエン共重合体)を選定した。両ポリマーについて、粒径の異なる3種類のCB (HAF:一次粒径 約28nm、MAF:一次粒径 約38nm、MT:一次粒径 約450nm)をそれぞれ配合した試料を作製し、Control系として

Table1 CB配合組成と各物性

Sample	F-Control	F-A20	F-B20	F-C20	E-Control	E-A50	E-B50	E-C50
ポリマー種		FKM				EPDM		
CB種	—	MT	MAF	HAF	—	MT	MAF	HAF
一次粒径 (nm)	—	450	38	28	—	450	38	28
窒素吸収比表面積 (m <sup>2</sup> /g)	—	7	49	79	—	7	49	79
CB配合部数 (phr)	0	20	20	20	0	50	50	50
硬度 (JIS A)	57	72	84	86	48	65	70	70
引張強度 (MPa)	5.2	14.9	21.6	22.5	1.7	9.7	16.6	16.8
引張破断伸び (%)	330	245	220	230	185	190	215	230
100%応力 (MPa)	1.2	2.6	5.9	5.4	1.2	2.6	5.3	3.4
CS (%) at 200°C×72hr	N.D	14.8	17.6	21.2	9.1	13.4	21.4	31.6

CB無充填系も作製した。CB以外の配合物については、FKM系、EPDM系ともに過酸化物として2,5-Dimethyl-2,5-di (tert-butyl peroxy) hexane、架橋助剤としてトリアリルイソシアヌレートを用い、配合量は各ポリマー系毎に同一とした。また、EPDM系にはその他の配合物として、いずれも市販品である老化防止剤、酸化亜鉛、加工助剤を各試料で配合量を同一として添加した。

ポリマーと各種配合剤は8インチロールを用いて混練し、その後、圧縮プレス成形にて2mm厚シート及びCSディスク片(Φ29×12.5t)を作製した。

## 2-2) 評価内容

25℃での各試料の硬さ、引張強度、引張破断伸び、100%応力、圧縮永久ひずみをそれぞれJIS K6253、K6251、K6262に準じて測定した。

膨潤試験はトルエンを溶媒としてEPDM試料を72時間浸せきして行い、修正 Flory-Rehner の式<sup>1)</sup>を用いて有効網目鎖濃度( $\nu_s$ )を算出した。

動的粘弾性はセイコーインスツルメンツ製DMS6100を用い、引張モード、昇温速度2℃/min、周波数10 Hz、印加歪み0.05%、温度範囲-50℃～150℃で評価した。

## 3. 結果と考察

### 3-1) 機械物性とCSの関係

Table1に各試料の機械物性及びCSの結果を示す。FKM系は各CBを20phr、EPDM系は50phr配合した結果である。

FKM系、EPDM系ともに、一般に補強性が高いと言われる粒径の小さいCBを用いるほど、硬度や引張強度は増加した。100%応力も同様の傾向であったが、粒径の最も小さいHAF充填品では低下した。

また、EPDM系においては小粒径のCBを用いるほど破断伸びは増加したが、FKM系では別の傾向を示し、CB無充填品であるF-Controlが最も大きな値を示した。

FKM系、EPDM系ともに、CSは小粒径のCBを用いるほど増加し、耐熱性が低下する結果となった。また、前述の機械物性の結果から、配合するCB種によるCSの変化は、硬度や引張強度、100%応力に対してトレードオフの関係があることが確認された。尚、F-ControlのCSは、測定時に試料が圧壊し、測定不可であった。

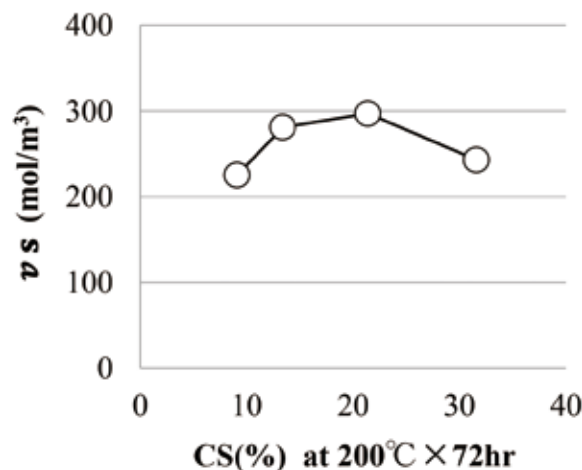


Figure2 膨潤試験による有効網目鎖濃度とCSの関係

### 3-2) 有効網目鎖濃度とCSの関係

CB無充填系において、CSが膨潤試験から求めた有効網目鎖濃度に相関することはよく知られているが、CB充填系では状況が異なる。Figure2に今回作製したEPDM系試料について、膨潤試験から求めた有効網目鎖濃度とCSの関係を示す。

この結果から、有効網目鎖濃度とCSに相関があるとはいえない。これはCBの補強効果によるものと考えている。膨潤試験では、良溶媒に浸漬した試料の膨潤度の大きさから有効網目鎖濃度を算出する。よって、CBの補強性によって本来の膨潤が阻害されると、正確な有効網目鎖濃度の算出は困難になると考えられる。

### 3-3) 動的粘弾性とCSの関係

古くからCB無充填系での有効網目鎖濃度を表す別の指標として、動的粘弾性測定によって得られる損失正接 $\tan \delta$ がある。例えば井本ら<sup>2)</sup>は、CB無充填系において、橋かけ密度が大きいほど高温側の $\tan \delta$ が小さくなることを報告しており、橋かけ密度が小さい程flowしやすい末端分子鎖が多くなり、強制振動によるエネルギー損失を反映する $\tan \delta$ が大きくなることを述べている。

また岩路ら<sup>3)</sup>は、高温域の $\tan \delta$ と、パルス法NMRで得られる架橋成分量(もしくは未架橋成分量)の間に、充填剤の種類によらず良い相関があることを報告しており、高温域の $\tan \delta$ はCB充填系においても末端分子鎖の運動による緩和を反映し、有効網目鎖濃度とCSの関係を考察する上で、有効な手段となる可能性がある。

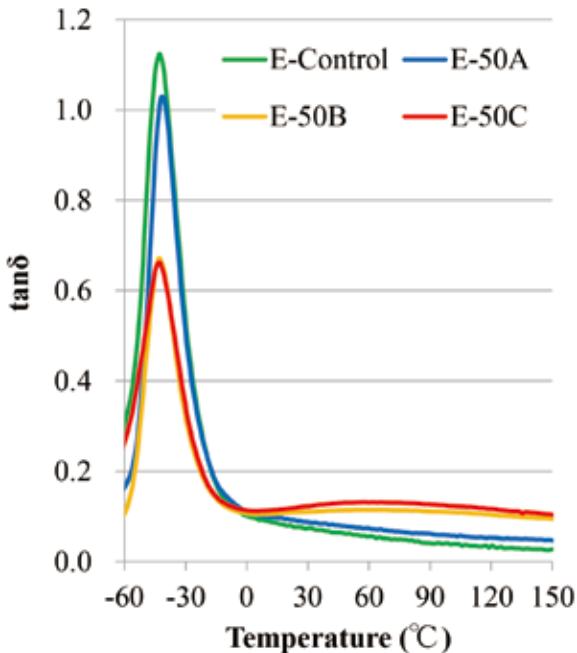
Figure3 EPDM系での  $\tan \delta$  と温度の関係

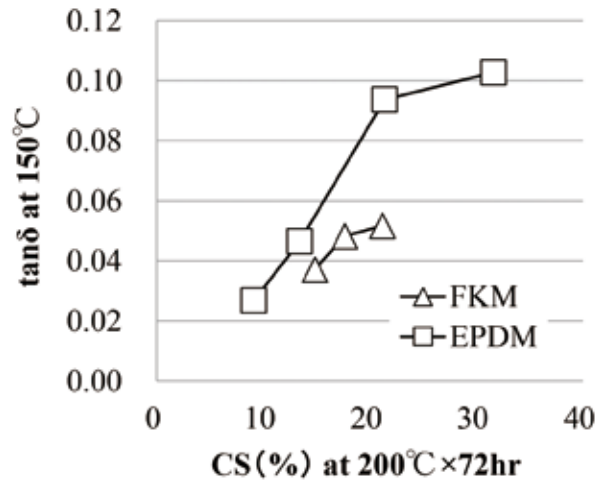
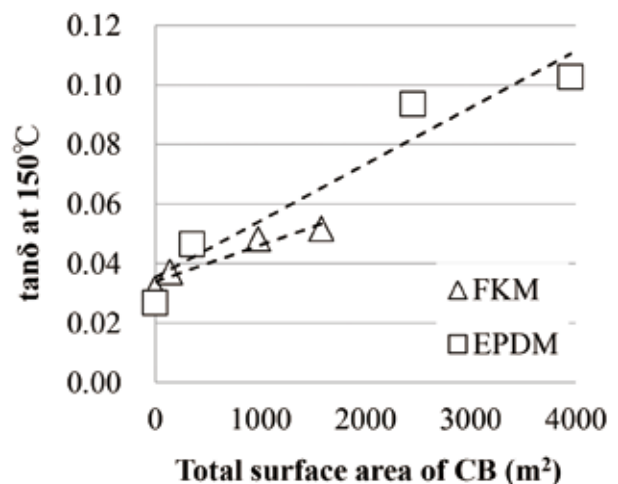
Figure3にEPDM系試料での  $\tan \delta$  と温度の関係を示す。 $\tan \delta$  のピーク値は、CB無充填系から粒径の小さいCBを用いるほど小さくなっており、CBの補強性を表していると考えられる。末端分子鎖の運動による緩和を反映すると考えられる高温側の  $\tan \delta$  は、ピーク値とは反対に、添加したCB粒径が小さくなるにつれて、大きな値を示した。また、この傾向はFKM系でも同様であった。

Figure4にFKM系、EPDM系それぞれの150°Cにおける  $\tan \delta$  とCSの関係を示す。Figure2の結果と異なり、FKM系、EPDM系ともにCSの増加に伴って  $\tan \delta$  は増加しており、相関を示すことがわかった。150°C時の  $\tan \delta$  が、末端分子鎖運動による緩和の大きさを反映すると考えると、 $\tan \delta$  の増加は有効網目鎖濃度の低下を意味すると考えられ、それによってCSが増加したと考えられる。またこの結果から、高温域の  $\tan \delta$  は、CB充填系の有効網目鎖濃度の指標として有効である可能性が示唆された。

### 3-4) CBの総表面積と $\tan \delta$ の関係

Figure5に各試料に充填したCBの総表面積と150°Cにおける  $\tan \delta$  の関係を示す。ここでCBの総表面積は、Table1に示す各CB固有の窒素吸収比表面積 ( $\text{m}^2/\text{g}$ ) に配合部数 (g) を掛けたものとして算出した。

結果、FKM系、EPDM系ともに充填されるCBの総表面積の増大に伴って  $\tan \delta$  は増加し、良い相関を示すことがわかった。

Figure4 150°Cにおける  $\tan \delta$  とCSの関係Figure5 充填したCBの総表面積と150°Cにおける  $\tan \delta$  の関係

CBはグラファイト構造が基本骨格であるが、表面には酸素やOH基、グラファイトが水素化され開環した構造などの欠陥部を有しており、この欠陥部が遊離ラジカルの受容体となることが報告されている<sup>4)</sup>。よって、Figure5で確認されたCBの総表面積増大による  $\tan \delta$  の増加は、エラストマー中のCB表面の欠陥部が増加したことで、架橋の開始剤である過酸化物ラジカルがトラップされ、有効網目鎖濃度が低下したことによる可能性がある。

以上をFigure4の結果と合わせると、エラストマー中のCBの総表面積の増大は、過酸化物による架橋反応に対して障害を与え、有効網目鎖濃度を低下させることでCSの増加を招くと考えられる。

よって、配合設計時には、CBの過大な添加や小粒径のCBの添加などはCSの増加を招くため、機械物性とのバランスをみて最適なCB種、配合量を決定する必要がある。



## 4. 結論

CB充填系の過酸化物架橋FKM及びEPDMのCSと有効網目鎖濃度の関係を、動的粘弾性を用いて解析することで以下の知見が得られた。

- (1) 動的粘弾性測定の結果、 $\tan \delta(150^\circ\text{C})$ は、FKM系、EPDM系ともに充填されたCBの粒径が小さくなるにつれて増大し、末端分子鎖の運動による緩和が大きくなることが示唆された。
- (2)  $\tan \delta(150^\circ\text{C})$ はFKM系、EPDM系ともにCSと良く相関し、 $\tan \delta$ が増加するに従ってCSは増加したことから、CB無充填系と同じくCB充填系においても、CSは有効網目鎖濃度の低下に伴って増加している可能性があることがわかった。
- (3) 充填されたCBの総表面積の増大に伴って $\tan \delta(150^\circ\text{C})$ は増加したことから、エラストマー中のCBの総表面積の増大は、過酸化物による架橋反応に対して阻害を与え、有効網目鎖濃度が低下することでCSの増加を招くと考えられる。

## 5. おわりに

本報では限られたCB種での検討となったが、より良いCB選定指針の構築には、更に多種多様なCBでの解析、また他の分析手法も用いた多角的な解析が必要と考えており、今後実施していく予定である。

最後に、本研究を進めるにあたり、多大なご支援とご助言を頂きました産業技術総合研究所 機能化学研究部門 水門潤治グループ長に厚く御礼申し上げます。

## 6. 参考文献

- 1) 日本ゴム協会編：「ゴム試験法」新版，211，日本ゴム協会（1980）
- 2) 井本稔他：日ゴム協会誌，41，1103（1968）
- 3) 岩路仁他：日ゴム協会誌，75，409（2002）
- 4) V. A. Garten, D. E. Weiss: Aust. J. Chem., 8, 68（1955）.



西 亮輔

研究開発本部 商品開発部  
エラストマーチーム

# 高耐熱非シリコン粘着テープ (AGCグループ韓国Taconic社製 P-KT:6323)

## 1. はじめに

近年の情報端末の小型・大容量化による電子基板の高集積化や環境負荷物質低減に伴う鉛フリーはんだの採用などによりマスキングテープに求められる性能は以前より高いものとなっている。一般に、高温用の粘着テープにはシリコン系の粘着剤が使用されるが、通常では200℃以上の温度帯では推奨されない上、シリコン系の揮発成分が半導体チップの汚染の原因として指摘されるため、ノンシリコン系の粘着剤で耐熱性を向上させたマスキングテープが求められている。

当社はノンシリコン系の粘着剤を使用したマスキングテープを販売しているが、耐熱性をさらに向上したグレードの取り扱いを開始したので、本報で紹介する。



Figure1 高耐熱非シリコン粘着テープ製品写真

## 2. 背景

近年の鉛フリーはんだの採用増により基板実装時の工程は230℃と言われ、それに耐えうるマスキングテープは必須である。通常、マスキングテープはシリコン系の粘着剤を塗布したポリイミドテープが使用されているが(要確認)、通常のグレードで200℃、耐熱グレードであっても260℃である。ただし、シリコン系粘着剤(ポリシロキサン)を使用しているため、高温での使用時には低分子のシロキサンが分解発生し、それによるウエハー表面の汚染、電子回路の接点不良などが問題視されている。

ノンシリコン系のマスキングテープは従来、粘着剤の耐熱性が低く、使用後の残渣や、分解ガスによる発泡などの問題があったが、シロキサンを発生させないため、今後ますます高密度化する基板の実装工程(SMT; Surface Mount Technology)において信頼性の確保に寄与できると期待されてきた。

## 3. 製品仕様

紹介する粘着テープはいずれもポリイミド基材にノンシリコン系の粘着剤を塗布したものである(Table1)。

Table1 耐熱粘着テープのラインアップ

			タイプA	タイプB	タイプC	従来品
厚さ	基材(ポリイミド)	μm	25	25	25	25
	粘着剤	μm	38	38	38	39
粘着力(SUS板)		gf / 25mm	200以上	300以上	200以上	350以上
最高使用温度		℃	200	200	260	160





※開発品であり、仕様は変更となる可能性がある。

## 4. 特徴

以下に最も耐熱性に優れる“タイプC”について耐熱性を検証する。

260℃のオープンで2時間静置した場合、Table 2のように従来品では粘着剤の劣化による残渣が確認出来るが、耐熱性を向上した“タイプC”において残渣は確認されない(Table2)。

Table2 耐熱粘着テープの260℃、2時間耐熱試験後の残渣確認

	加熱後	端部拡大
従来品		
タイプC		

また、実際のはんだ浴での試験(285℃、10分)でも、残渣は確認されていない(Table3、Figure2)。

Table3 耐熱粘着テープのはんだ浴試験後の残渣確認

加熱後		端部拡大	
			

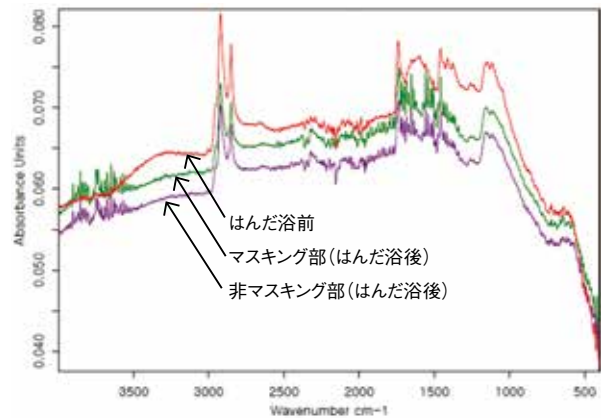


Figure2 はんだ浴試験前後のIRスペクトル

## 5. おわりに

本品はリジッド基板やフレキシブル基板の表面実装(SMT)のはんだリフロー工程のマスクングテープとして設計されたが、記載したように、260℃の環境下では残渣は確認されず、マスクング用途として十分な能力を有している。

もちろん、ノンシリコンの粘着剤を使用しているため、分解ガスからシロキサンが検出されないことも確認されており、シロキサンによる汚染を問題視する他の用途でも有用であると考えられる。本報で紹介したはんだリフローの他にもワイヤーボンディングや熱硬化を用いた実装工程、更にはダイシングやパッケージングの工程などへの活用も期待出来る。

また、本報ではポリイミドのマスクングテープとして紹介しているが、今回使用した粘着テープをふっ素樹脂テープなどの他基材への塗布する事も可能であるので、ヒートシール工程用の離型テープのノンシリコン化なども検討可能である。

※本文中のデータ、値は全て一定の環境下における代表値である。使用に際しては十分に適正を確認する必要がある。



鈴木 健之  
高機能樹脂本部  
プロダクトグループ

# フランジギャップゲージの紹介



Figure1 製品外観写真



Figure2 製品収納写真

## 1. はじめに

各種プラントの安全操業のためには、定期点検や確実な補修作業と記録管理が不可欠である。しかし、近年はベテラン作業者の引退による技術継承の問題や、定修間隔の延長による実践機会の減少が起きている。そのような状況下で老朽化に直面するプラントの保守・管理にデジタル技術を活用する動きが広がっている。

本報では寸法測定に有用な、測定データ転送機能付きのデジタルノギス「フランジギャップゲージ」を紹介する。

## 2. 製品寸法・主な仕様

### 2-1) 製品寸法

製品寸法図をFigure3に示す。

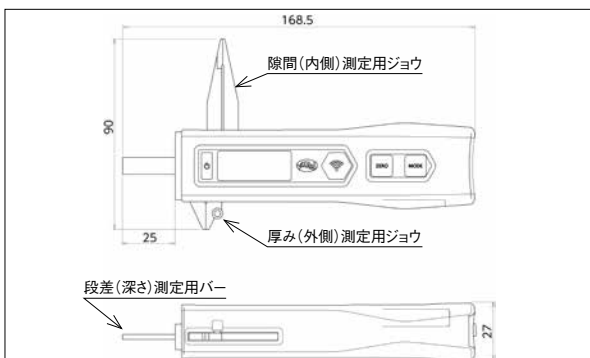


Figure3 製品寸法図(単位:mm)

### 2-2) 主な仕様

主な仕様をTable1に示す。

Table1 主な仕様

製品名	フランジギャップゲージ
品番	No. FGG-01
寸法	168.5mm×90mm×27mm
重量	200g
測定範囲	0～25mm [隙間(内側)は最小約2mm]
測定精度	±0.1mm
最小表示単位	0.1mm
使用環境温度	0～40℃
電池	連続使用可能時間 約10時間
充電時間	約70分

## 3. 製品の主な機能と特長

### 3-1) 簡便な測定とデジタル記録

一般的なノギスと同様な測定方法で、データ送信ボタンを押すことでデータを端末へ送信出来る。

測定値を読み取りやすい大型の表示部とバックライトを採用し、測定時に0.5秒以上固定した値を記録する固定値モードを搭載している(Figure4)。



Figure4 表示部とデータ送信ボタン

### 3-2) データ表示と出力

測定データは専用無料アプリ<sup>※</sup>をインストールしたスマートフォンやタブレットなどの端末に、Bluetooth<sup>®</sup>機能を使用した測定値の結果表示やCSVファイルで出力することが出来る。そのファイルをPCへ転送することにより報告書の作成をサポート出来る(Figure5、6及びTable2)。

※専用無料アプリは京都機械工具株式会社提供の「TRASAS Admin (トレスアス アドミン)」を使用

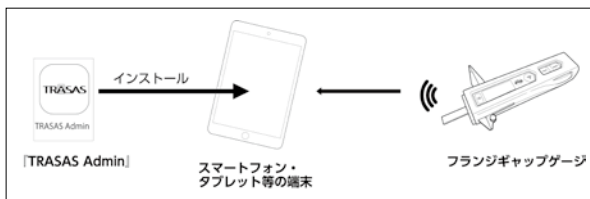


Figure5 端末との連携



Figure6 測定値の結果表示例

Table2 測定値のデータ出力例

タイムスタンプ	計測値	単位
2020/10/06 14:17:28	+13.7	mm
2020/10/06 14:18:11	+13.9	mm
2020/10/06 14:18:26	+11.6	mm
2020/10/06 14:18:38	+21.0	mm
2020/10/06 14:19:19	+19.4	mm
2020/10/06 14:19:44	+16.3	mm
2020/10/06 14:20:04	+15.2	mm
2020/10/06 14:20:13	+11.3	mm

### 3-3) 3カ所の測定子

フランジ隙間(内側)測定用ジョウの他、厚み(外側)測定用ジョウ、段差(深さ)測定用バーの3カ所の測定子を備え、用途に応じての測定が可能である(Figure3)。

### 3-4) 持ち運び

測定中の落下を防止するストラップ付であり、グリップアップによる安定した測定が可能なラバージャケットを装着している。

その他詳細と測定方法などについては、当社ホームページのカatalogダウンロードより取扱説明書の閲覧とダウンロードが可能なので参照していただきたい。

## 4. 使用機会

### 4-1) フランジ締結管理

フランジ締結作業の完了検査として、フランジ間の隙間測定を行う場合がある。この隙間測定は、近年プラント安全操業への意識向上を受け、プラントオーナーが施工業者に実施を要請、あるいは施工業者が競合他社との差別性をアピールするために取り入れる動きがある。

しかしながら、現状の測定方法は一般的なノギスやテーパーゲージを用いることが多く、測定値の読み取りミス及び記録の誤記や報告書作成の手間などの課題がある。

デジタルノギス「フランジギャップゲージ」はそれらを解決することが可能な測定ツールである。

### 4-2) 製品検査など

その他様々な測定機会において、隙間(内側)、厚み(外側)、段差(深さ)の測定結果をデータ管理したい場合にも使用可能である。

## 5. 効果

フランジギャップゲージを使用することにより下記の効果が期待出来る。

### 5-1) ヒューマンエラーの防止

- ①測定時の値読み取りミスや記録誤記の排除
- ②記録をPCなどへ入力するときのミスの排除

### 5-2) 測定～報告書作成までの作業時間短縮

- ①測定結果の記録や入力を簡素化出来るため、作業時間の短縮が可能

## 6. おわりに

今回紹介したフランジギャップゲージは、プラントの安全・安心操業に繋がるフランジ締結管理などに有用な測定ツールであると考えている。今後もより貢献出来る製品を提供できるように努めていく所存である。

## 7. 参考文献

1) 京都機械工具株式会社: TRASAS Admin 取扱説明書

※ Bluetooth® は米国 Bluetooth SIG, Inc. の登録商標です。



伊奈 正文

H&S 営業本部  
テクニカルソリューショングループ

## LFR SEAL®の往復動用途 適用事例

### 1. はじめに

LFR SEAL®は回転用低トルクシールとして開発、上市して以来、主に工作機械の円テーブルなどに使用され、お客様から好評をいただいている。そこで、更なるLFR SEAL®の用途拡大として往復動の機器向けシールへの適用の検討を行った。本報では、往復動の試験条件において実施したLFR SEAL®の空気圧での評価結果について紹介する。

### 2. 回転用低トルクシールLFR SEAL®の特長

#### 2-1) デザインコンセプト

LFR SEAL®のデザインコンセプトを(1)~(5)に示す。このコンセプトにより従来の回転用シールでは課題であった問題点を解決している。Figure1にLFR SEAL®の構成を示す。弾力性に優れたエラストマーを基材とし、摺動面に低摩擦抵抗の樹脂材を設けており同時成型により1体構造としている。

#### デザインコンセプト

##### (1) 小スペース

汎用性を考慮し、シール取り付け溝は運動用規格Oリング(JIS B 2401-1 Pシリーズ)の溝寸法と共通とする。従来のスリッパシールよりも小スペースとなっている。

##### (2) 低トルク

軸との摺動面に摩擦係数の低い樹脂材を配置し、また、独特な形状とすることにより低トルクを実現した。

##### (3) 耐圧性向上

シールが軸とのすき間へはみ出し破損することを防ぐため、はみ出し対策を講じた形状とすることで耐圧性を向上させた。

##### (4) 長寿命

(2)低トルク(3)耐圧性向上を図ることで長寿命を実現した。

##### (5) 装着性向上

装着間違いを防ぐために、シールの方向性を持たない

両圧シール形状とする。エラストマーと樹脂材の1体構造とすることでOリングと同等の装着性を実現した。

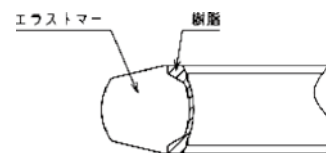


Figure1 LFR SEAL®の構成

#### 2-2) 回転トルクの比較

LFR SEAL®と回転トルク比較パッキンの仕様をTable1に示す。パッキンは軸径φ30mm用、回転数100rpm、空気圧0~0.5MPaにて測定を行った。

回転トルクの測定結果をFigure2に示す。LFR SEAL®はOリングやUパッキンなどと比較し、低トルクであることが確認出来る。

Table1 比較パッキンの仕様

No.	比較パッキン(型式)	断面形状	材質
①	LFR SEAL (LFR30)		NBR + 充填材入りPTFE
②	Oリング(P30)		NBR
③	Uパッキン(UPR30)		NBR
④	シグマリング(φ30用)		NBR + 充填材入りPTFE
⑤	Xリング(R30)		NBR

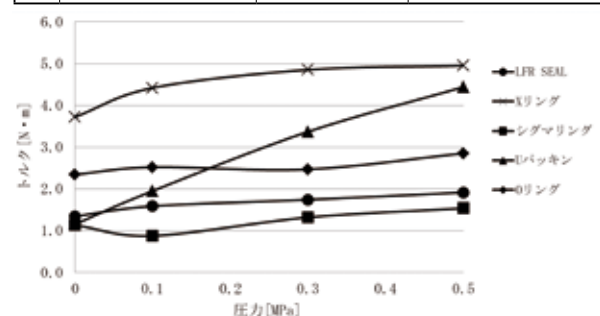


Figure2 回転トルクの測定結果

### 3. 往復動試験条件

LFR SEAL®と比較パッキンの仕様をTable2に示す。パッキンは軸径φ30mm用とした。評価パッキンは2-2)項の回転トルク測定のパッキンと同種である。評価試験条件をTable3、試験機の概略図をFigure3に示す。

軸の摺動は、サーボシリンダ(堀内機械製STPサーボシリンダ)により軸を往復動させる仕様としている。なお、各パッキンの溝寸法は、各評価パッキンに合わせた溝寸法としている。

Table2 比較パッキンの仕様






No.	比較パッキン(型式)	断面形状	材質
①	LFR SEAL (LFR30)		NBR + 充填材入りPTFE
②	Oリング(P30)		NBR
③	Uパッキン(UPR30)		NBR
④	シグマリング(φ30用) (OリングとPTFE樹脂加工品との複合パッキン)		NBR + 充填材入りPTFE
⑤	Xリング(R30)		NBR

Table3 評価試験条件

項目	条件
軸径	φ30mm
ストローク	200mm
速度	150mm/s
流体	空気
圧力	0.5MPa
動作	200mmストローク、4,500サイクル
潤滑条件	パッキンと軸にグリースを塗布する。 参考：グリース量 10cc/パッキン1pcあたり 軸へはグリースを薄く塗布した。

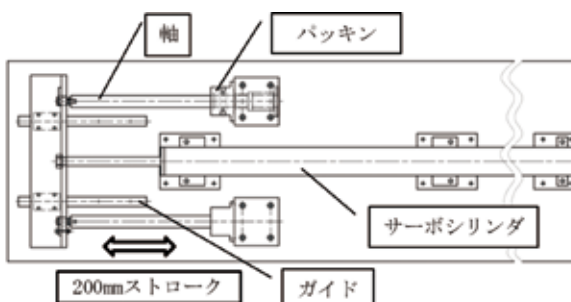


Figure3 試験機概略図

### 4. 往復動評価試験結果

特性評価の結果をTable4に示す。漏れ量と摺動抵抗の測定結果をFigure4、5に示す。

LFR SEAL®の漏れ量は、0.05cc/min以下と小さく、往復動の条件で使用出来ることが確認出来た。また、低圧となる空気圧ではLFR SEAL®の摺動抵抗は、比較対象のUパッキンなどと比べて大きい結果となった。

Table4 特性評価結果

No.	比較パッキン	漏れ量 (目安とした漏れ量 3.4cc/min以下と比較)	摺動抵抗 (Uパッキンと比較)	スティックス リップの有無	発熱性 温度[°C]
①	LFR SEAL	良	大きい	なし	25°C
②	Oリング	良	大きい	なし	25°C
③	Uパッキン	良	—	なし	26°C
④	シグマリング	良	大きい	なし	26°C
⑤	Xリング	良	大きい	なし	26°C

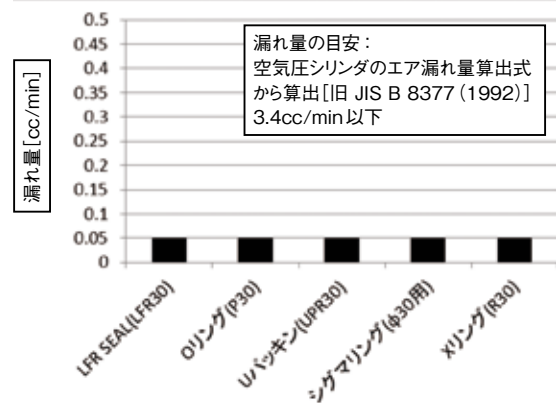


Figure4 漏れ量の測定結果

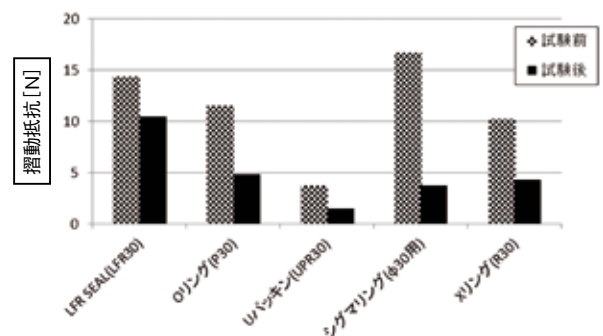


Figure5 摺動抵抗の測定結果



## 5. まとめ

LFR SEAL<sup>®</sup>は往復動用シールとしても、シール性に問題は無く使用可能であると考えます。ただし、LFR SEAL<sup>®</sup>の設計コンセプトは、14MPaでの油圧にもはみ出し無くご使用いただける設計としているため、空気圧用としてご使用いただく場合には、摺動抵抗値は大きいかもしれません。

## 6. おわりに

今回はLFR SEAL<sup>®</sup>の空気圧、往復動条件下での評価結果について紹介しました。今後、油圧による往復動条件下での評価試験も予定しています。LFR SEAL<sup>®</sup>の得意とする比較的

高圧な油圧環境下での評価を行い、往復動での使用事例をご紹介させていただく予定なので、楽しみにお待ちしております。

回転シールとして、また、往復動シール、「回転+往復動」シールとしてLFR SEAL<sup>®</sup>に興味をいただいた場合には、ぜひ最寄りの当社営業までお問い合わせをいただきたい。

## 7. 参考文献

- 1) 永野晃広：バルカー技術誌、No.30, 9-13 (2016)
- 2) バルカー回転用ローフリクションシール カタログ, No. LA08, (2017)

※LFR SEALは株式会社バルカーの登録商標です。  
※日本意匠登録済。



**徳丸 哲也**  
研究開発本部  
商品開発部

# テクノロジーニュース 直近のバックナンバー

No.39 Summer 2020

● **ご挨拶**

取締役 CTO 青木 睦郎

● **カスタマー・ソリューション《共著》**

ハンドナットランナーを用いた施工品質向上への取り組み(プラグタイプ空冷式熱交換器)

昭和四日市石油株式会社 四日市製油所 製造一部 製造一課 長谷川 誠

H&S 営業本部 本部長付 山邊 雅之

● **カスタマー・ソリューション**

シール・クイックサーチャー (SQS)の紹介と活用方法(グランドバックキン編)

H & S 営業本部 テクニカルソリューショングループ 松村 清裕

● **技術論文** ふっ素樹脂系ガスケット付きボルト締結体のゆるみ挙動評価

研究開発本部 商品開発部 ガスケット・グランドバックキンチーム 佐藤 広嗣

● **技術論文《寄稿》** PTFEのイオンビーム処理技術

住友ゴム工業株式会社 ハイブリッド事業本部 アジアメディカルラバービジネスチーム 中野 宏昭

● **製品の紹介** 高圧水素ガス用シール材料

研究開発本部 商品開発部 エラストマーチーム 西原 亮平

Valqua Predictive Maintenance System VALVESTA™-HE210の紹介

研究開発本部 商品開発部 エラストマーチーム 永野 晃広

No.40

No.38 Winter 2020

● **ご挨拶**

代表取締役会長 CEO 瀧澤 利一

● **バルカーテクノロジーニュース 冬号発刊にあたって**

取締役 CTO 青木 睦郎

● **技術論文** ボルト締付け方法が大口径管フランジ締結体の密封特性に及ぼす影響について

中国総合研究所 シールエンジ開発チーム 鄭 興 研究開発本部 商品開発部 佐藤 広嗣

研究開発本部 商品開発部 藤原 隆寛 広島大学 名誉教授 澤 俊行

グランドバックキンの圧縮方法によるシール性への影響評価 研究開発本部 商品開発部 濱出 真人

セミメタリックガスケットの性能比較及びカンプロファイルガスケットシリーズの紹介

研究開発本部 商品開発部 高橋 聡美

● **製品の紹介** 急速開閉形シリンダバルブの紹介

営業本部 テクニカルソリューショングループ 村山 聡

タンク洗浄用スプレーボール®の開発

研究開発本部 商品開発部 本吉真由美

No.37 Summer 2019

●ご挨拶

取締役 CTO 青木 睦郎

●カスタマー・ソリューション《寄稿》

新たな防錆技術の提案

東京電設サービス株式会社 地中事業本部副本部長(現埼玉センター長) 三栖 達夫

●カスタマー・ソリューション ASME PCC-1に基づくガスケット締結体組立の基本トレーニングの紹介

営業本部 テクニカルソリューショングループ 野々垣 肇 営業本部 H&S事業推進担当 山本 隆啓

●技術論文 シール性に対する締付手順の影響

研究開発本部 商品開発部 藤原 隆寛

中国総合研究所 シールエンジ開発チーム 鄭 興

三菱ケミカル株式会社 岡山事業所 森本 史一

エラストマーOリングの選定指針及び選定トラブルとその対策

営業本部 テクニカルソリューショングループ 保科 正次

●製品の紹介

ハンディすき間・段差測定器 GD-PROBER™の紹介

研究開発本部 P&Iサービス開発部 本居 学

高温用ガスケット新ラインアップ うず巻形ガスケット No.H590シリーズ

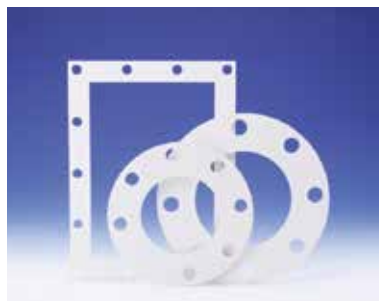
カンプロファイルガスケット No.HR540H

研究開発本部 商品開発部 高橋 聡美

地球に、そして人にやさしいモノづくり……



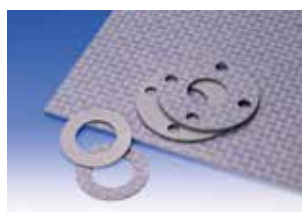
# 高性能ガスケット



## バルカーヒートレジストシート®(HRS)

1000℃以上の高温で使用可能なシートガスケットです。従来の織布ガスケットより漏れにくく、排出ガスの環境対応にも効果的です。RCF(リフラクトリーセラミックファイバー)を含まず労働安全衛生法規制対象外です。

- 使用温度範囲：-200～1200℃ ●最大圧力：1.0MPa
- ※詳細は当社カタログをご参照ください。



## ユニバーサルハイパー®(UF300)

薬液ラインにおけるガスケットの統合を可能にするシートガスケットです。高温・長期安定性に加え、耐薬品性を向上させたことにより、適応流体が大幅に広がりました。

強酸、強アルカリ、どちらのラインにもご使用いただけます。

- 使用温度範囲：-200～300℃ ●最大圧力：3.5MPa
- ※詳細は当社カタログをご参照ください。

## 株式会社バルカー

〒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>



## 株式会社バルカー

■本社(代)	☎(03)5434-7370	Fax.(03)5436-0560
■M・R・T センター	☎(042)798-6770	Fax.(042)798-1040
■奈良事業所	☎(0747)26-3330	Fax.(0747)26-3340
●札幌営業所	☎(011)736-5620	Fax.(011)736-5621
●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
●高崎営業所	☎(027)341-8469	Fax.(027)341-6717
●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
●彦根営業所	☎(0749)26-3191	Fax.(0749)26-7503
●大阪営業所	☎(06)6265-5031	Fax.(06)6265-5040
●姫路営業所	☎(079)241-9827	Fax.(079)241-8571
●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
●熊本営業所	☎(096)364-3511	Fax.(096)364-3570
●四日市駐在	☎(059)353-6952	Fax.(059)353-6950
●堺駐在所	☎(072)227-1680	Fax.(072)227-1681

## VALQUA TECHNOLOGY NEWS

# 冬号 No.40 Winter 2021

発行日・・・2021年2月12日

編集発行・・・株式会社バルカー

〒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

### 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)4801-9586 Fax.(06)4801-9588

●福山営業所 ☎(084)941-1444 Fax.(084)943-5643

<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。