

# 低トルク&長寿命スィベルジョイント LFR JOINT

## 1. はじめに

現在、日本の大きな社会問題の1つである人口高齢化は、ものづくりの現場においても非常に深刻な事態となりつつある。特に現場熟練者の高齢化が進む中、若手技術者の人数や技術継承がそれに追いつかず、現場の技術力が衰退していくことは、最早どのような企業の生産現場においても当てはまる事象となってきた。また、海外での人口高齢化の動きも急速に加速してきており、グローバルな視点からみても非常に重要な課題である。

そのような中で、各工程の運用コストを、設備のメンテナンスまで含めてトータルに考え効率化する動きが活発化してきた。限られた人数で最大の成果を得るためには、設備や資材購入費のような短期的なコスト削減だけでなく、メンテナンスにかかる工数や長期信頼性も含めたより恒久的な視点での効率化が求められてきているためである。そして、このような課題は決して工程の主力となる設備だけに課せられるものではなく、シール材類や継手類など、いわゆる消耗品と位置づけられてきたものの果たすべき役割は大きいと考える。

本報で紹介するスィベルジョイント製品「LFR JOINT」は、そのような顧客現場における課題をヒアリングするなかで誕生した“ソリューション型製品”である。

当社がこれまで、シールメーカーとして培ってきた技術を活かし、顧客のメンテナンスコスト削減や、各設備の生産効率の向上に大きく貢献する製品となっているため、紹介したい。

## 2. 従来のスィベルジョイントの課題

スィベルジョイントとは、低速での連続回転や揺動運動が可能な継手の総称である。これまで各工程の血液とも言える多種多様な流体(作動油、空気、水など)を運ぶ重要な部品として広く用いられてきた。

例えば、アルミダイカスト工程などの自動生産ラインで使用されるロボットのホース部では、ロボットの動きの複雑さと稼

働頻度の高さから、ホースのねじりを解消し負荷を軽減させるため、継手としてスィベルジョイントが用いられる場合がある。

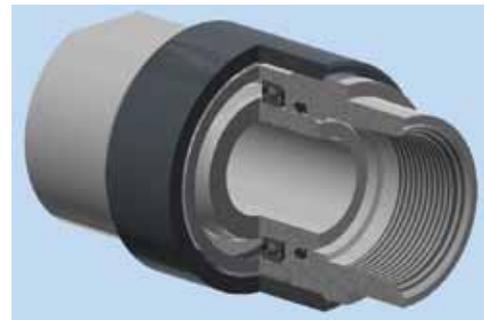
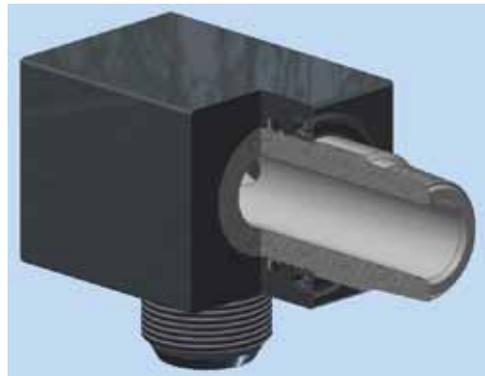


Figure1 LFR JOINTのカットモデル図

しかし、一般にスィベルジョイントは回転時の抵抗が高く、ホースへの負荷軽減の効果が十分でないため、ホースの早期破断を引き起こし、結果として工程の生産効率を大きく低下させることが問題となっていた。

また、製鉄現場などの周辺環境が非常に苛酷な条件(高温、高圧流体、粉塵など)で使用される場合では、スィベルジョイントに装着されているシール材が早期に摩耗を引き起こし、生産ラインのメンテ期間が短くなるケースも少なくなかった。

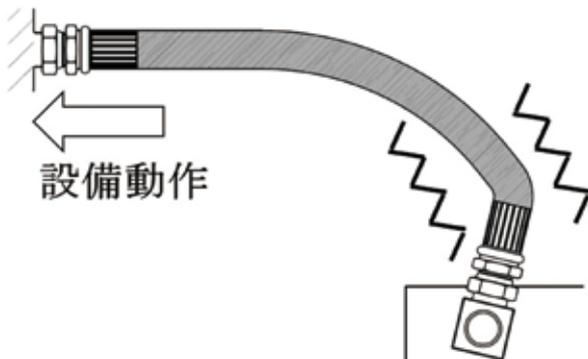


Figure2 ホース早期破断の例

### 3. 課題の要因

前述のスイベルジョイントの2つの課題である①高い回転抵抗、②短寿命は、使用されるシール材によるところが大きい。

スイベルジョイントにはこれまで、シール材として主にゴム材料を用いたOリングが使用されてきた。低速回転もしくは揺動運動時に、このOリングが回転軸と摺れることで隙間を埋め、流体の漏洩を防ぐ。

しかし、ゴム材料の性質上、回転軸と摺れる際の摩擦抵抗は非常に高くなる。また、流体圧が高圧となる場合には更にこの傾向は顕著となる。よって、このことが要因となり、スイベルジョイントの回転抵抗は非常に高く、本来の機能であるはずの回転・揺動運動を妨げていた。

また、一般にゴム材料は決して摩擦に強い材料ではない。よって、特に高温、高圧下において、潤滑条件が悪い場合にはOリングは激しく摩耗し、スイベルジョイント自体の短寿命化を引き起こしていた。

### 4. 「LFR JOINT」による課題解決

LFR JOINT は、長年のスイベルジョイントの課題を解決し、低トルクと長寿命の両立を実現したスイベルジョイントである。

シール機構のみならず、シール溝に代表されるような周辺設計についてもシールメーカーならではの様々な独自設計を施しているが、本報ではそのシール機構について述べる。

### 5. 「LFR JOINT」のシール機構

スイベルジョイントの課題解決のため、LFR JOINTでは独自に設計された回転用シール材 LFR SEALを用いている。

Figure3にその断面図を示した。

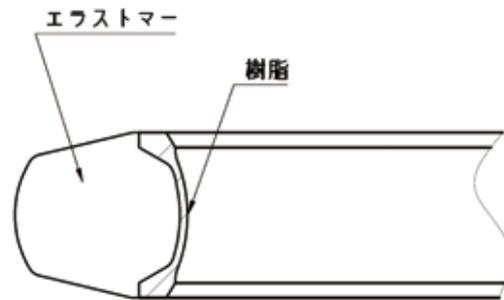


Figure3 LFR SEALの断面図

#### 5-1) 低トルク化

スイベルジョイントを低トルク化するためには、シール材の摺動抵抗を低くする必要があるが、当社ではシール材の摺動抵抗は、摩擦係数、相手面(回転軸)との接触面積、緊迫力に関係があると考えており、それぞれに対策を施すことにより、Figure3のような設計としている。

##### I. 摩擦係数

相手面(回転軸)に接触するシール内面に摩擦係数の低い樹脂を、エラストマーと同時成形することで複合化する。

##### II. 接触面積

流体圧力が作用した場合に、非圧力側のテーパ面が溝側面に接触することによって生じる傾きにより、回転軸と接触する円弧状シール面の接触面積をコントロールする。このことにより、圧力の上昇に伴う接触面積の増加を抑える。Figure4に示す。

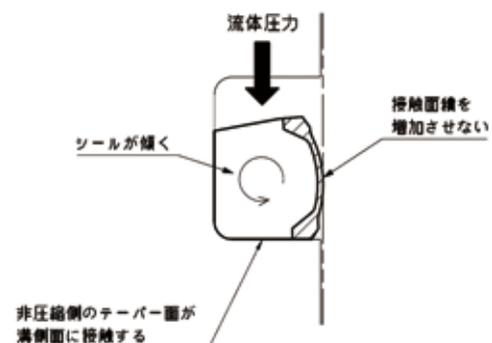


Figure 4 接触面積のコントロール

##### III. 緊迫力

基部となるエラストマーの外径ボリュームを小さくし、シール面となる内面と外面を円弧状とすることで緊迫力を低減する。

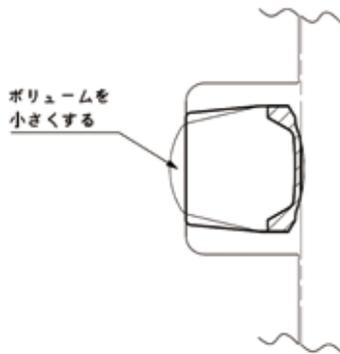


Figure5 エラストマー部の外径形状

### 5-2) 長寿命化

スィベルジョイントの寿命とシール材からの漏れは深く関わっていることから、スィベルジョイントを長寿命化するために、シール材の耐久性を向上させることは有効な手段と言える。

本シールでは、シール摺動面に樹脂を用いており、ゴム材料面で摺動するOリングと比較して耐摩耗性に優れている。また、5-1項のように施した低トルク化の仕掛けは、シール摺動時に発生する摩擦熱を軽減し、シール材の摩耗やヘタリを抑制すると考えられる。

## 6. 「LFR JOINT」の効果

### 6-1) ホース材などの付属品寿命の向上

LFR JOINTとOリングを使用した一般のスィベルジョイントの回転トルクの比較をFigure6に示した。LFR JOINTは流体圧力が増加してもトルクの上昇が非常に小さいことがわかる。

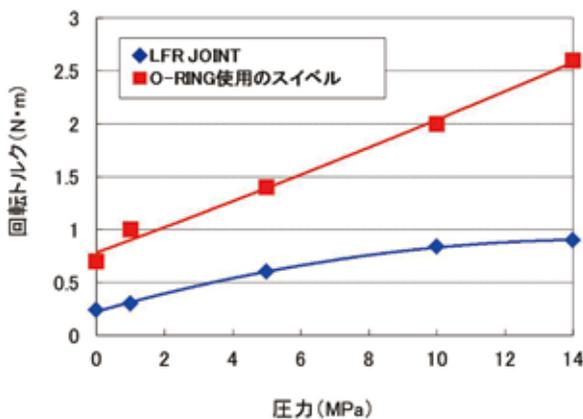


Figure6 回転トルクの比較

このことにより、回転によるホース材などの付属品にかかる負荷を大幅低減させている。

市場実績では、実際にホース材の耐用期間を延長させており、最大で10倍以上の延長効果を生んでいるものもある。

### 6-2) 継手寿命の向上

LFR JOINT と、Oリング使用のスィベルジョイントの寿命比較をFigure 7に、評価条件をTable 1に示した。

LFR JOINT は寿命が当社比で約2倍以上に向上しており、継手にかかるメンテナンスコストを削減できることがわかる。

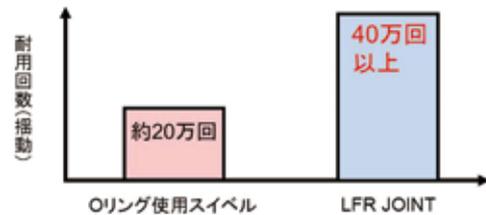


Figure7 寿命比較

Table1 寿命比較の試験条件

流体	エア
圧力	0.7 MPa
温度	120°C
揺動角度	90度
回転軸径	φ42

また、Figure 8に寿命比較評価前後のシール材断面の比較を示した。細線が評価前、実線が評価後の断面形状を表している。

既存スィベルジョイントのOリングは、約20万回の揺動により大きく摩耗しており、この摩耗によって漏れが発生した。一方、LFR JOINTに装着されたLFR SEALは、約40万回の揺動後も大きな摩耗はみられず、継続使用が可能な状態であった。



Figure8 寿命評価前後でのシール断面比較

## 7. おわりに

当社は、シール材製品のみならず、周辺サービスも一括提供する“H&S企業”への脱皮を目指しており、本製品はその一環である当社初のユニット製品である。

今後も、市場が求める製品を開発するだけでなく、顧客と共にUnmet Needsを掘り起し、独創的技術とサービスとの融合によって、真のソリューションを提供すべく邁進したい。



**西 亮輔**  
研究開発本部  
第1商品開発部

## 8. 参考文献

- 1) 永野 晃広：バルカー技術誌. No.30, 9-13 (2016)

\*「LFR JOINT」、「LFR SEAL」は(株)バルカーの日本における登録商標です。