

# 耐熱低トルクタイプ 膨張黒鉛編組グランドパッキン

「VFブレードLF」シリーズ バルカーNo.VF-20LF バルカーNo.VF-25LF  
Low-torque & High-temperature Type Expanded Graphite Braided Gland Packing  
"VF braid LF" series Valqua No.VF-20LF Valqua No.VF-25LF

日本バルカー工業株式会社 研究開発統括部

石田 誠

Makoto Ishida

Corporate Office of Research & Development Nippon Valqua Industries, Ltd.

## 《Summary》

Gland packing made of asbestos fibers has been widely used as a shaft seal for a valve and a pump because of its high heat resistance, high chemical resistance and long life. Recently, asbestos has been known as a toxic substance to human body and environment. Therefore, gland packing braided with expanded graphite becomes main stream under high-temperature and high-pressure conditions. In general, gland packing braided with expanded graphite has high friction, and it has been a problem for the customers.

To solve the problem, the VF braid LF series that are treated with original lubricants are developed. VF braid LF series have high heat resistance, high chemical resistance and low friction.

キーワード：グランドパッキン、膨張黒鉛、VFブレードLF、耐熱性、耐薬品性、低トルク

## 1. はじめに

**グ**ランドパッキンは、バルブやポンプの軸封パッキンとして広く使用されているが、耐熱温度、耐薬品性、耐久性等の性能が要求されるため、材料としては従来からアスベストが多く使用されてきた。

しかし、アスベストの人体や環境に及ぼす危険性が指摘され始めたため、グランドパッキンにおいても脱アスベスト化が進み、特に高温高圧のような条件下では現在膨張黒鉛製グランドパッキンが主流となりつつある。

弊社における膨張黒鉛製グランドパッキンには、テープモールドタイプ (No. VF-10)、ブレードタイプ (VFブレードシリーズ)、中低温低トルクタイプ (VFT-22) が製品化されている。一般的に、膨張黒鉛製グランドパッキンは耐薬品性やシール性でアスベスト製グランドパッキンを上回るものの、軸抵抗が大きいという問題がある。

今回開発したVFブレードLFシリーズは、従来のVFブレードに特殊潤滑処理 (特許) を施すことで、膨張黒鉛の優れた諸特性を犠牲にせず、軸抵抗の低減を可能にした製品である。ここにその概要と特長、適用範囲、使用例、機能特性などを紹介する。

## 2. 「VFブレードLF」シリーズの種類と構造

### 2-1 種類

「VFブレードLF」シリーズは既に定評のある「VFブレード」シリーズのトルクを約40%削減したパッキンである。LFシリーズにはメインパッキンと、アダプターパッキンがあり、各々の品番に対してコイル品とリング成形品がある。メインパッキンと、アダプターパッキンの品番は次の通りである。

- ◇メインパッキン VF-20LF
- ◇アダプターパッキン VF-25LF

### 2-2 各品番の構造

#### 2-2-1 VF-20LF

VF-20LFは、インコネル線と膨張黒鉛からなるヤーンを編組したVF-20の表面に特殊処理を施すことで、約40%の低トルク化を実現したものである。

#### 2-2-2 VF-25LF

VF-25LFは、VF-20の表面を、さらにインコネル線で粗く編組し、強度を高めたVF-25の表面に特殊処理を施すことで、約40%の低トルク化を実現したものである。

### 3. 「VFブレードLF」シリーズの特長

#### 3-1 特長

- ①低い摺動抵抗  
従来のVFブレードに独自の処理を行うことで、約40%の低トルク化を実現した（同一締付面圧下。VF-20、VF-25、VF-10と比較）。
- ②良好なシール特性  
同一内圧をシールする最低締付面圧を約40%低減した。
- ③固着抑制効果  
熱サイクル後及び長期放置後の軸への固着を抑制した。
- ④スティックスリップ現象抑制効果  
スティックスリップ現象を抑制した。
- ⑤軸摩耗量低減  
軸摩耗量及び軸攻撃性が低減し、長期間安定したシール特性を実現した。
- ⑥ブレードパッキン  
インコネル線を芯材とした編組品であるため、テープモールドタイプに見られる剥離破壊、取りだし性の悪さ、熱による寸法変化等が改善される。また、寸法設定が限定されない。
- ⑦優れた耐熱・耐薬品性  
インコネル線及び膨張黒鉛といった化学的に安定した素材からなり、耐熱・耐薬品性に優れる。また、応力緩和が小さい。
- ⑧環境依存度が小さい  
潤滑作用の環境依存度が小さく、高温及び低温下の

低摺動抵抗を実現した。また、潤滑成分の熱減量がほとんどない。

- ⑨環境への配慮  
ノンアス<sup>®</sup>製品である。

### 4. 用途及び使用方法

主に使用される産業としては、火力発電所、石油精製プラント、化学プラント、極低温プラント、高温プラント、造船などが挙げられる。

#### 4-1 バルブシステム用グランドパッキンとして

高温高压弁、手動弁、自動弁等、あらゆるバルブに使用可能である。使用条件により最適な組合せで使用する。

参考として、「VFブレードLF」シリーズの電動弁における選定例を図1、標準締付圧力と圧力レーティングの関係を表1に示す。

#### 4-2 その他高温部のシール材として

膨張黒鉛製グランドパッキンは、耐熱性が優れているため、一部の高温用シール材として使用可能である。用途例としてはハッチカバー、スートプロア、伸縮継手などが考えられる。

表1 標準締付圧力と圧力レーティング

バルブ圧力レーティング	標準締付面圧 (MPa)
Class600以下	19.6
Class1500以下	34.3
Class2500以下	39.2

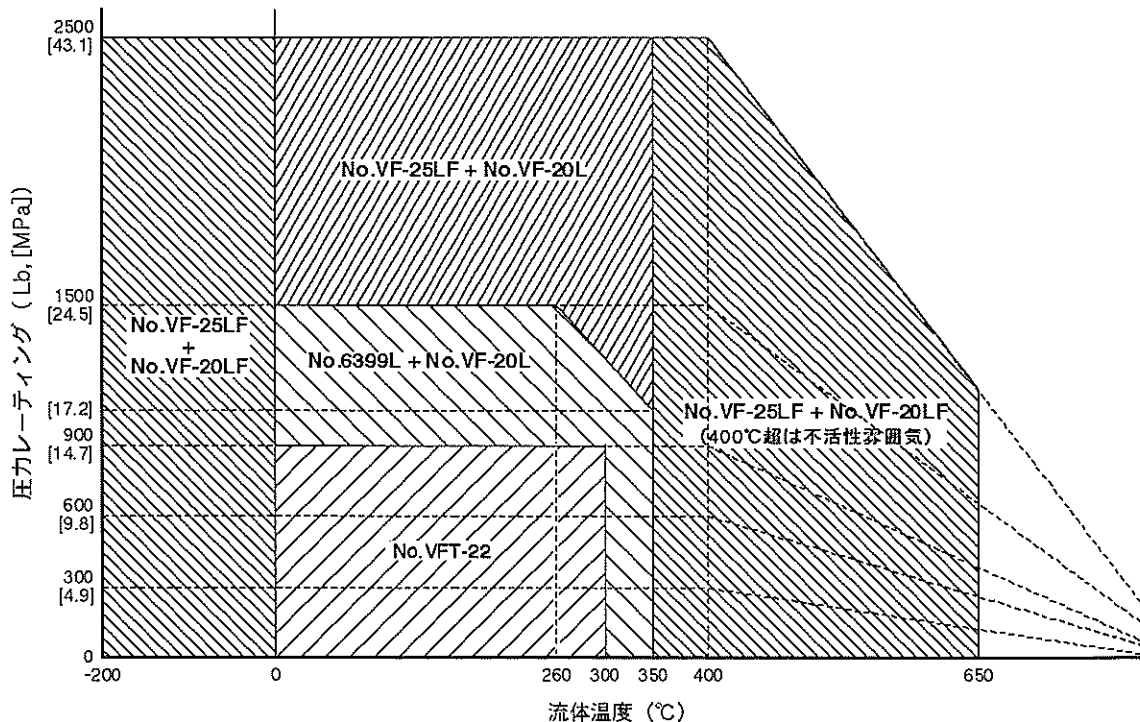


図1 選定例

## 5. 適用範囲

「VFブレードLF」シリーズの適用範囲を表2に示す。

表2 「VFブレードLF」適用範囲

		VF-25LF+VF-20LF
使用 限界 温度	不活性 雰囲気中	650℃
	空气中	400℃
使用圧力限界		43.1MPa
適用pH範囲		0~14
適用流体		水、蒸気、油脂、酸、アルカリ、 熱媒、塩類、溶剤、ガス等
不適流体		高温の酸素、酸化剤、強酸化性酸、 H.T.S (Heat Transfer Salt)

黒鉛は空气中高温雰囲気下において酸素と反応し消失する。したがって、空气中での使用温度は一般的に400℃以下に設定される。ただし、上記温度限界はパッキンと空気（外気）が接触する部位の温度限界であり、使用流体の温度限界ではない。使用流体が400℃以上であっても、パッキン部を400℃以下に冷却するか、あるいは不活性雰囲気下であれば650℃まで使用可能である。

黒鉛は化学的に極めて安定な物質であるが、特に注意を要する流体を表3に示す。

表3 特に注意を要する流体

強酸化性酸	液体
酸化性塩	硝酸、濃硝酸、濃硫酸、ふっ酸（60%以上）、 硫酸+硝酸 等
ハロゲン類	硝酸塩、次亜塩素酸塩 等
支燃性ガス	臭素、ヨウ素、ふっ素 等 純酸素、高温の酸素

## 6. 機能特性

### 6-1 歪率

グランドパッキンは締付けにより変形及び圧縮してシールを達成する。ある力で締付けたときの圧縮される割合が一般に歪率として示されている。これにより、歪み量と締付面圧の関係が算出できるので、グランド部の設計や、現場における締付面圧の推定等に利用できる。

図2にコイル品とリング成形品の締付面圧と歪率の関係を示す。なお、歪率は次式により算出される。

$$e = \frac{nh - H}{nh} \times 100$$

e : 歪率 (%)

h : パッキン呼び高さ (mm)

n : 装着リング数

H : 締付後パッキン高さ (mm)

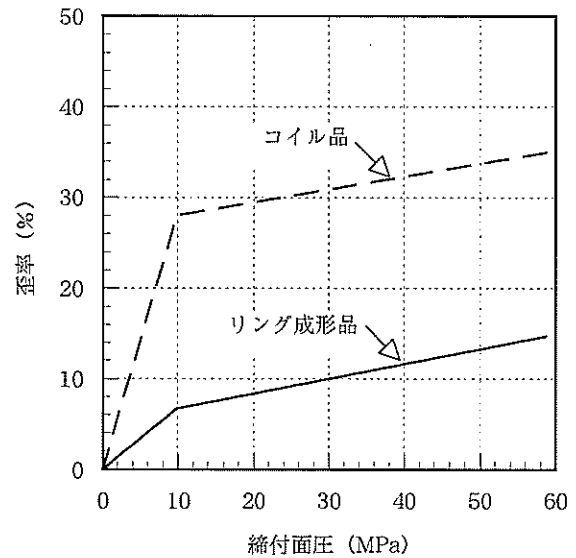


図2 圧縮特性 (歪率)

### 6-2 軸抵抗

軸とパッキンの摩擦による抵抗を軸抵抗（軸摺動抵抗）とよび、軸抵抗の算出は次の2式がよく知られている。

① 接触面積あたり軸抵抗 (N/mm<sup>2</sup>) より算出

$$F = \pi d H f$$

F : 軸抵抗 (N)

d : 軸径 (mm)

H : 締付後パッキン高さ (mm)

f : 接触面積あたり軸抵抗 (N/mm<sup>2</sup>)

② μK値より算出

$$F = \mu K \pi d H P G$$

F : 軸抵抗 (N)

d : 軸径 (mm)

H : 締付後パッキン高さ (mm)

P G : 締付面圧 (MPa)

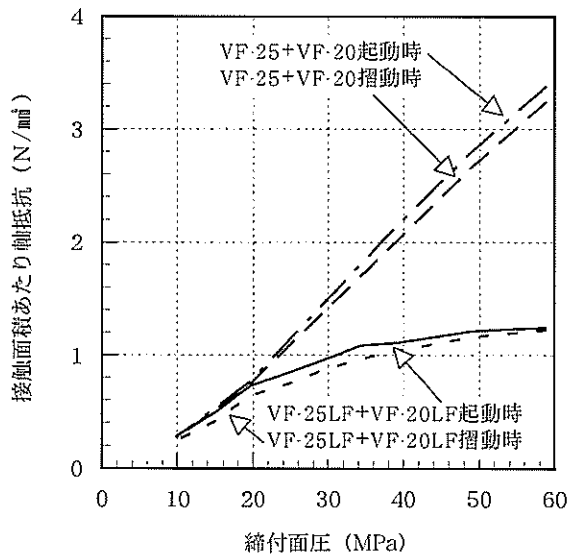


図3 摺動特性 (接触面積あたり軸抵抗)

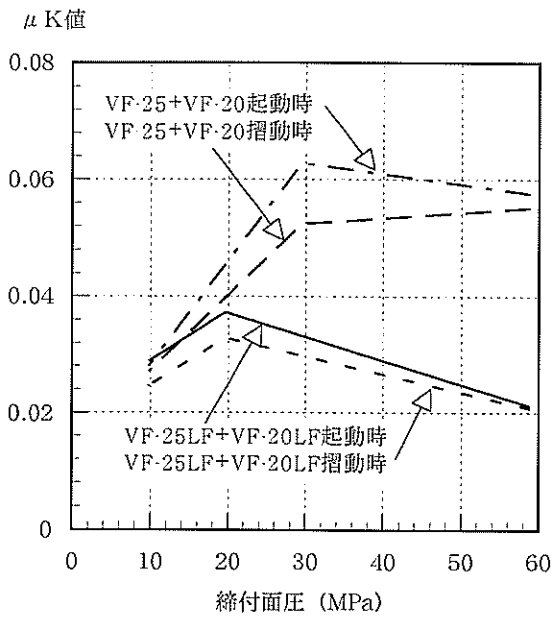


図4 摺動特性 (μK値)

VF-25LF+VF-20LFとVF-25+VF-20の組合せにおける接触面積あたり軸抵抗の比較を図3に、μK値の比較を図4に示す。VF-25LF+VF-20LFのμK値は特殊表面処理により、実用範囲でVF-25+VF-20よりも約40%小さい値となっている。当然それらに比例する値である軸抵抗も約40%低減される。

### 6-3 シール性

グランドパッキンは軸方向に締付けられることにより、内外径方向に変形してシールを達成する。どれだけの力で締付ければ、どの程度の圧力をシールできるかがシール性能を評価する上で1つの目安となる。

ガス圧シール特性を図5に示す。

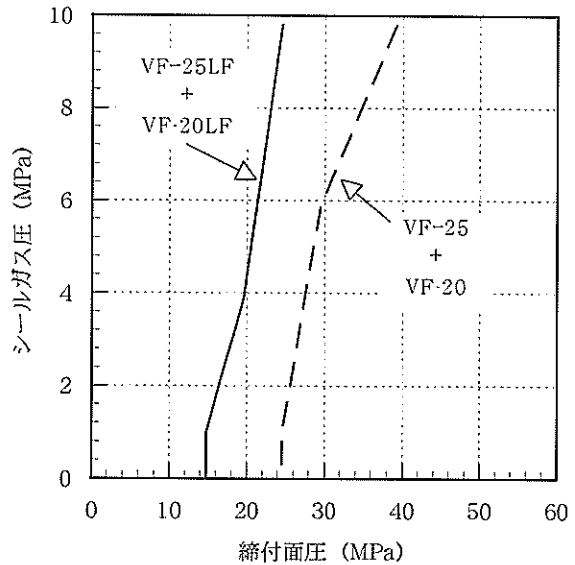


図5 ガス圧シール特性

### 6-4 耐久性

軸作動が頻繁な自動弁を想定し、往復動試験を行なった。試験条件を表4、試験装置の模式図を図6、往復作動7500回の結果を図7に示す。

作動中全域に渡り、安定した軸抵抗とシール性を示している。また、再起動時の軸抵抗増加も小さく、軸への膨張黒鉛の固着が抑制されていることがわかる。

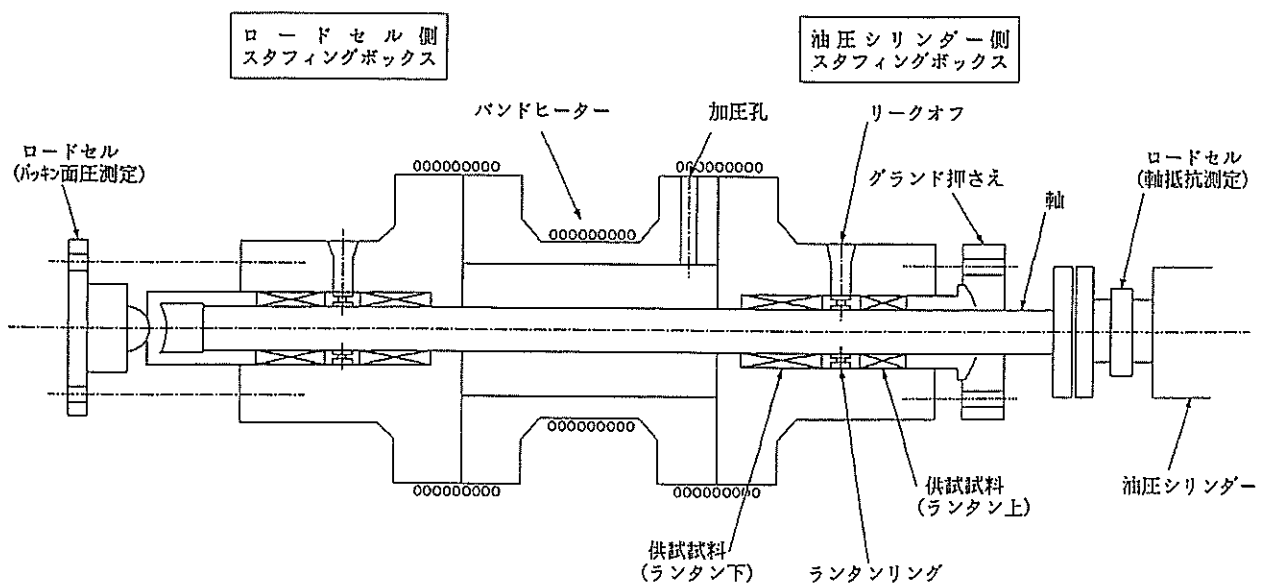


図6 試験装置

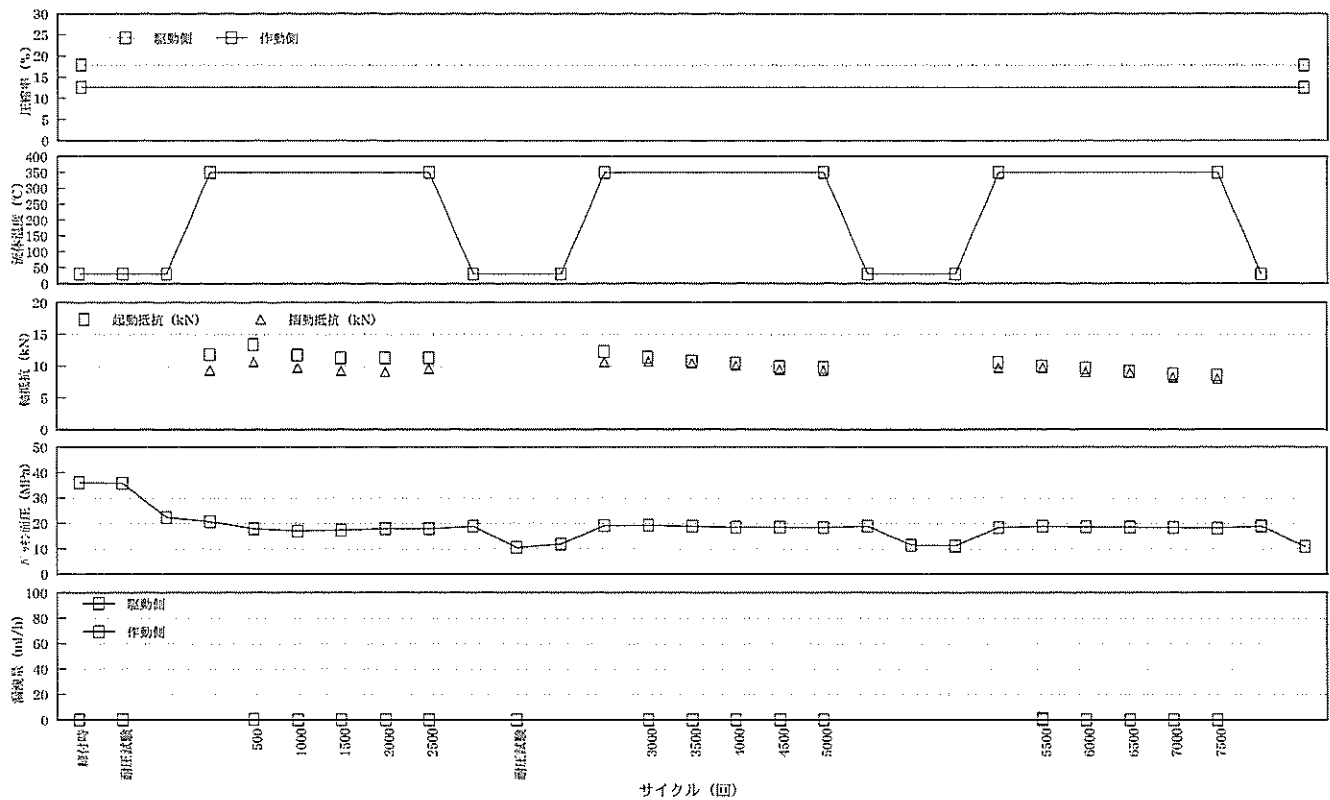


図7 No.VF-25LF + No.VF-20LF 往復動試験結果

表4 試験条件

試験条件	
供試試料	VF-25LF+VF-20LF
呼び寸法 (mm)	$\phi 20 \times \phi 33 \times 6.5^H$
パッキン数	9 (6 + (ランタン) + 3) × 2
パッキン組合せ	 ↑スペーサーリング ↑ランタンリング □ アダプターパッキン □ メインパッキン
スペーサー	内径 $\phi 21.4$ (片側クリアランス0.7mm)
流体	水および熱水 (水道水)
流体圧力 (MPa)	17.2 (常温耐圧試験 18.9)
流体温度 (°C)	350
締付面圧 (MPa)	44.1 (増締 34.3)
軸作動条件	軸ストローク: 50mm 軸速度: 25mm/sec 軸停止: 1sec
軸摺動回数	2500往復/1サイクル
サイクル数	3サイクル (7500往復)

## 7. むすび

「VFブレードLF」シリーズは膨張黒鉛製グランドパッキンの弱点であった軸抵抗を黒鉛の特性を犠牲にすることなく低減した製品である。加えて、高温使用できるブレードタイプとしては初めての低トルクタイプである。

今後も、ノンアス®化の主力製品として、膨張黒鉛製グランドパッキンの用途が拡大していくものと考えられる。したがって弊社では、例えば中低温用低トルクグランドパッキンとして、VF-T-22 (特許) を、回転用途としてVF-22 (バルカーレビュー Vol.43 No. 9) をそれぞれ用意しており、膨張黒鉛製品の拡充を図っていく計画である。