

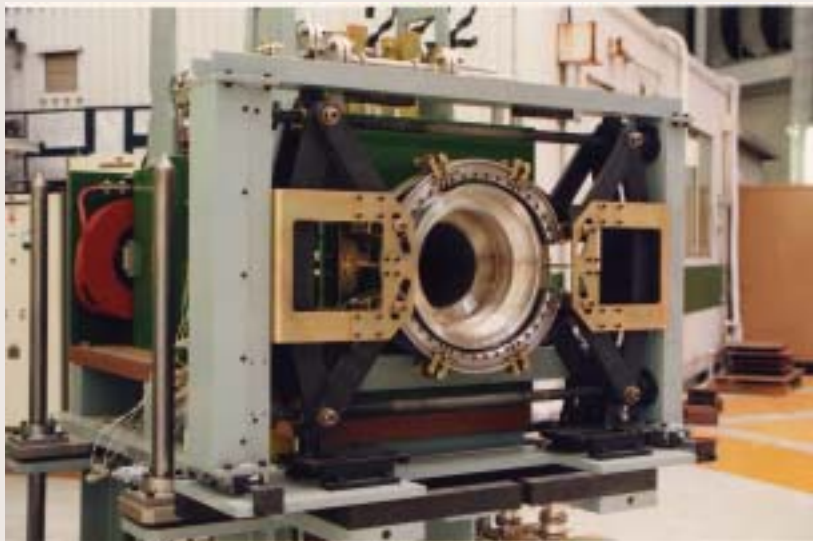
Radial Compressed Seal

YAMANOI Yutaka(KEK)

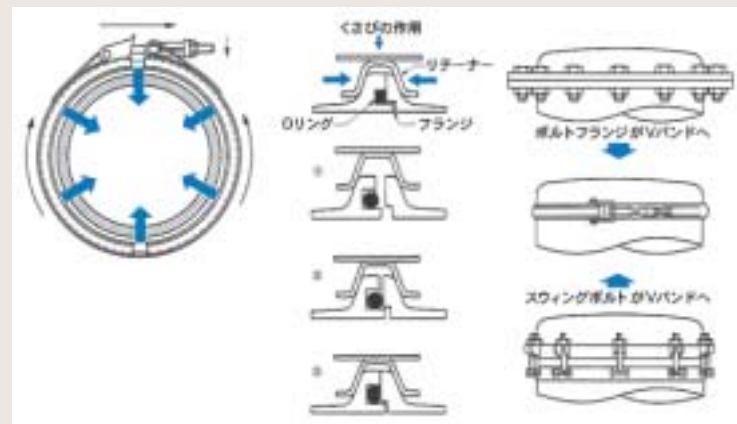
真空ビームパイプの接続

- **ボルト-ナット結合**（コンフラット、JIS、ISO、・・・）
 - メタルシール材**が使用可能
 - × **作業時間が長い、部品点数が多い、ボルト締め**の自動化はコスト大
- **V型リテーナー**（メタル対応）
 - メタルシール材**を使用可能
 - × **V型リテーナー自身（装置全体）が大型、重い**
- **ピローシール**（1991年1月、KEK製）
 - ボルト、ナット、Vリテーナーが不用、遠隔から圧縮空気**で駆動可能、
狭い間隙（3 cm@PSI）でも設置可能、耐放射線劣化無し
 - × **リーク量大、設置時にシール面の擦過傷が問題、**
フランジ面の平行度、同軸性を要求する、製作コストが高い

V型リテーナー



- 1990年1月製作
- 金属中空Oリング（線径8.4mm、KEK310）を使用
- 気密性能（ $8 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ ）を達成
- リテーナーの開放と退避動作を連続して行う
- バンドを左右へ引っ張る事でリテーナーを支持

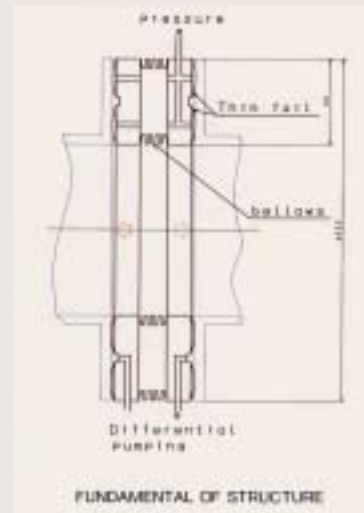


←Vバンドカップリングをメタル対応、自動化

問題点

- 装置設置の自身が大きい（ビーム軸方向305mm）
- その内退避動作の移動量 80mm
- シールリング圧縮動作力の数倍の引っ張り動作力が必要
- 直径が大きくなると締め付け圧力が不均一

KEK Pillow Seal



- ダイアフラム： SUS304-t200 μ m
- ダイアフラム内径： ϕ 250mm (有効径)
- ダイアフラム外径： ϕ 350mm
- ダイアフラムフランジ厚： 16mm
- ベローズ自由長： 34mm
- 可動長： 29 ~ 39mm
- Heリークテスト： 2.0×10^{-8} Pa $\cdot$ m³/sec

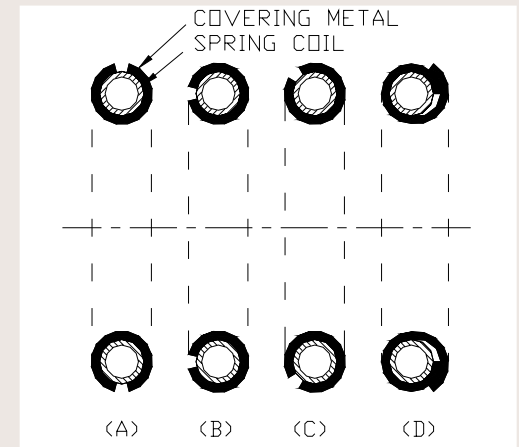
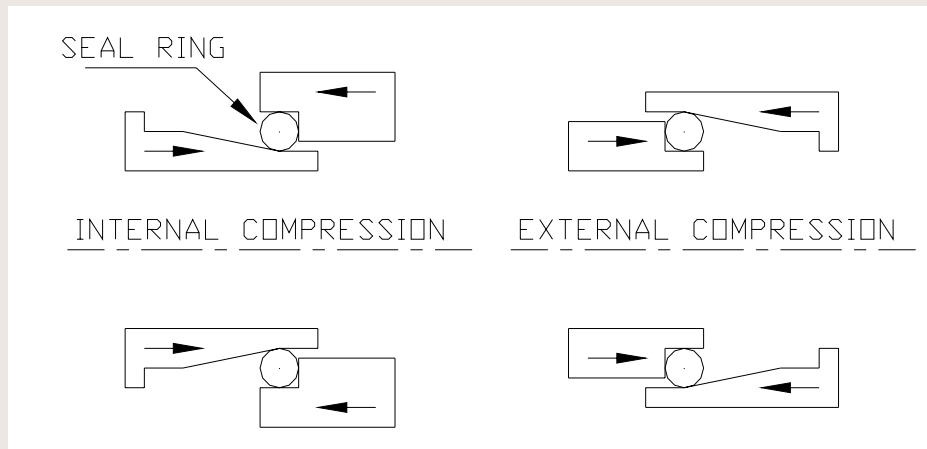
ピローシール

- ◎ ボルト、ナット、リテーナーが不用
- 遠隔から圧縮空気でシール動作可能
- 狭い間隙 (3cm、PSI) でも設置可能
- ◎ 完全無機化 (耐放射線劣化無し)

- × リーク量 (実績 $3.0 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec} @ \text{He}$ 、中間排気有り)
- × 設置時にシール面に擦過傷がつき易い
- × フランジ面の平行度、同軸性を要求
- × 製作コストが高い

1. SIN, Jahresbericht (1984), JB11-18
2. Y.Yamanoi et al., KEK Preprint 89-165, December(1989)

ラジアルシールの動作



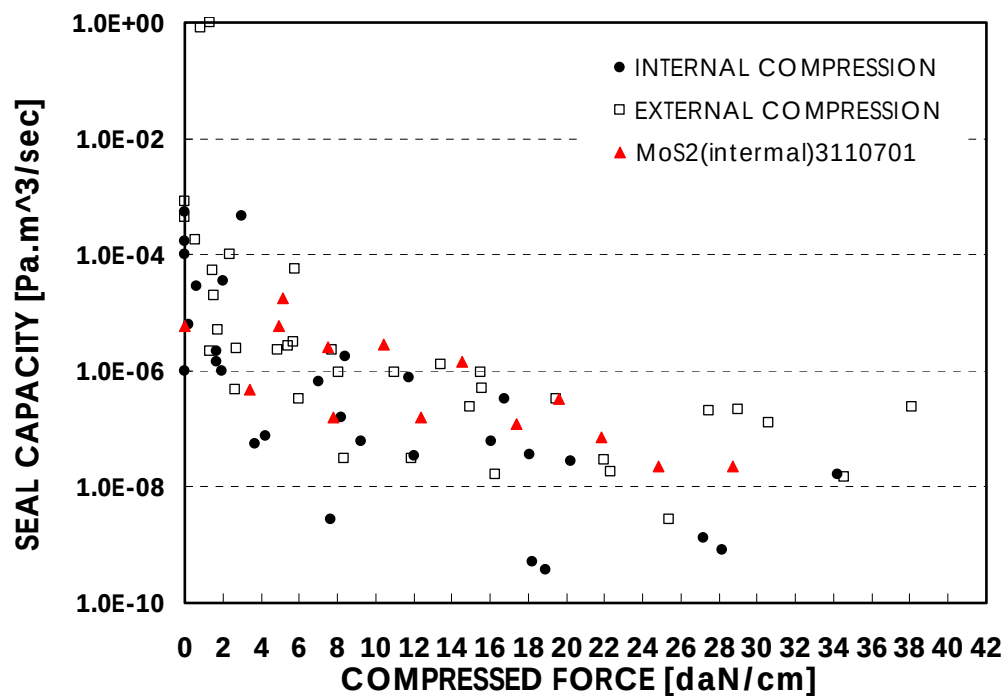
- ・ シール材を径方向に広げる、または、径方向に圧縮してその気密効果を発生する
- ・ 通常は斜面を持つフランジ側が移動する方法が一般的
- ・ 金属外皮とスプリングで構成されるシールリングの断面形状には切れ目がある
一般的なスラストシール用は（A）、ラジアルシール用では（B）、（C）、（D）

ラジアルシール

- ◎ 設置時にシール面に擦傷を付ける心配がない
- ◎ フランジ面の平行度を気にしない。
- フランジの同軸性を要求しない、自己誘導機能を持つ
- ◎ シール圧縮力を対向型フランジの数分の一に出来る
- リーク量が小さい

- × プラグ／ソケットフランジが必要
- × 使い捨て金属シールリングを使用
- × プラグ長の分スペースを使う

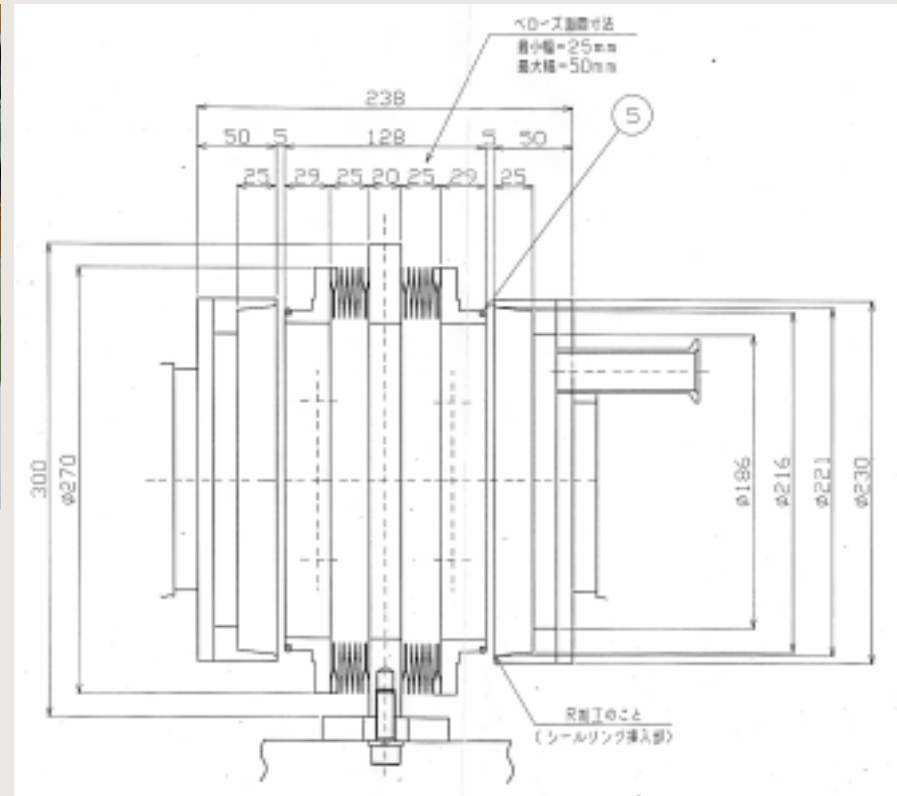
シール性能



外テーパー型 - 1号機



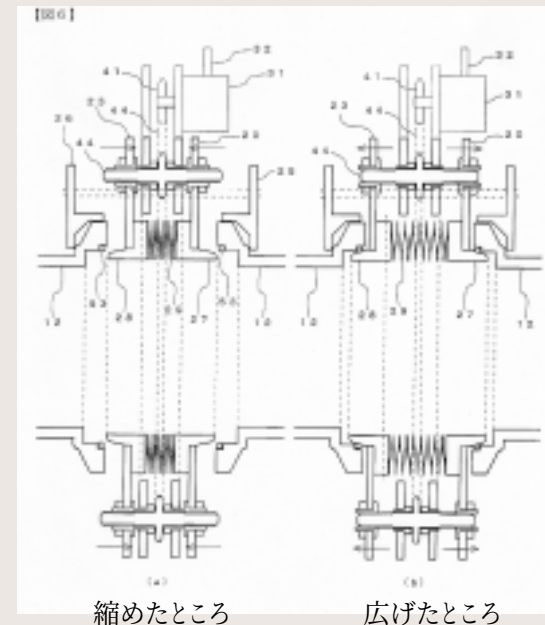
- 有効径 186 mm
- プラグ - プラグ着脱
- 外テーパー
- Uタイトシール
線径 4 mm、ID 210 mm



内テーパー型 - 2号機



- 有効径 200mm
- 内テーパー
- 従来規格フランジ内壁を改造して使用可
- 装置の最大圧縮力 50daN/cm
- 最小フランジ間隔 80mm



評価フロー

1Pa・m³/s=7.5Torr・L/s

検討項目

- ・ 高真空ラジアルシールの実現性
- ・ シール材の選定

評価試験と結果

- ・ シール材の製作 (外被アルミ、銀、スプリングSUS、w4mm-ID210mm)
- ・ 内・外テーパープラグのみによるリーク量の測定 (2001/12/10) →Heリーク量 2.2×10⁻⁹ Pa・m³/s達成
- ・ 締付力 (水平設置) - 圧縮力の確認 (スラスト圧縮の1/10)

検討項目

- ・ シール圧縮機構の設計 (圧縮力の自己保持機能)
- ・ ビームライン設置方法 (環境、遠隔設置の方法)
- ・ 内テーパ方法と外テーパ方法の選択

評価試験と結果

- ・ 中間設置型
- ・ ジャッキ方式・チェーンリンク方式による圧縮機構
→3×10⁻⁸ Pa・m³/s、中間設置型に因る前後締付力の差
→内テーパ方法の方が優位

検討項目

- ・ 中間設置型に因る前後締付力の差の解消 →シール材の潤滑
- ・ 上方からの遠隔設置方法

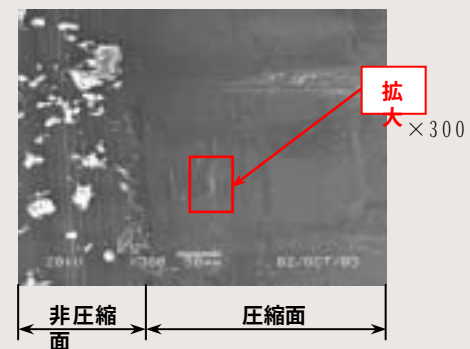
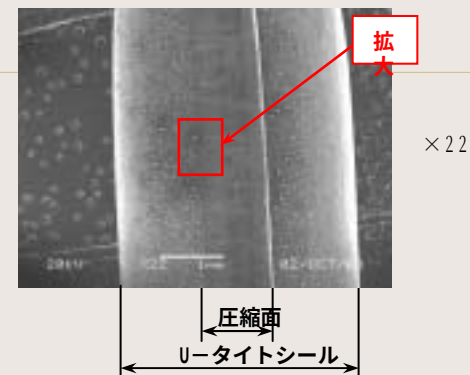
潤滑 その1

1. 目的 アルミニウムにフッ素コートをしたときの表面の状態を確認する。
2. 試料 U-タイトシール : <内径> φ210、<断面径> φ4.0 (オーバーラップ)
3. フッ素コート剤 : オキツモ株式会社

名称	フッ素コートA	フッ素コートB
仕様	ドライタイプ 耐熱260℃、半透明	ウェットタイプ 耐熱260℃、透明
成分	フッ素樹脂、シクロ ヘキサン、トウエン、 DMEガス	フッ素樹脂、IPA、 LPG
主な用途	耐熱潤滑・離型用、 焼付異常磨耗防止	耐熱潤滑・離型用 、焼付異常磨耗防止

リーク試験結果は、 $6 \times 10^{-11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

模様はアルミ接触表面（分析でアルミ成分であることを確認）

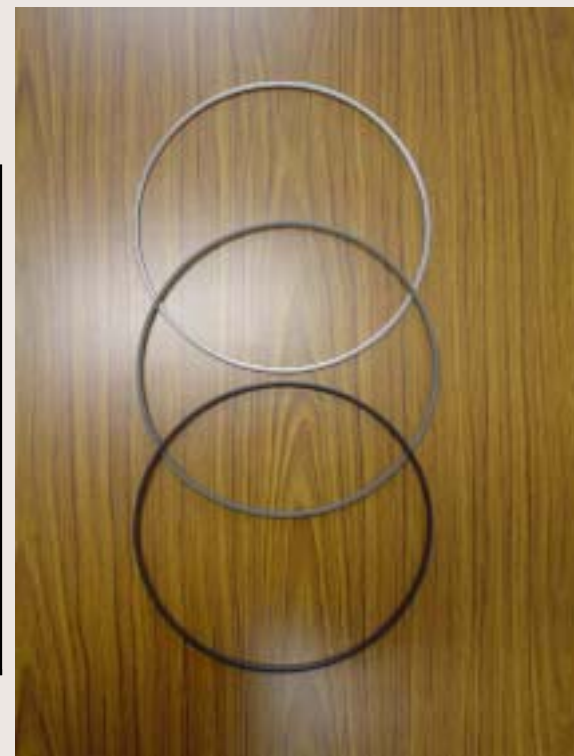


潤滑 その2

1. 目的 アルミニウムにフッ素コートをしたときの表面の状態を確認する。
2. 試料 U-タイトシール : <内径> $\phi 210$ 、<断面径> $\phi 4.0$ (オーバーラップ)
3. 潤滑剤 二硫化モリブデン : ゴルベスト (STT(株))、デフリック (株)川邑研究所

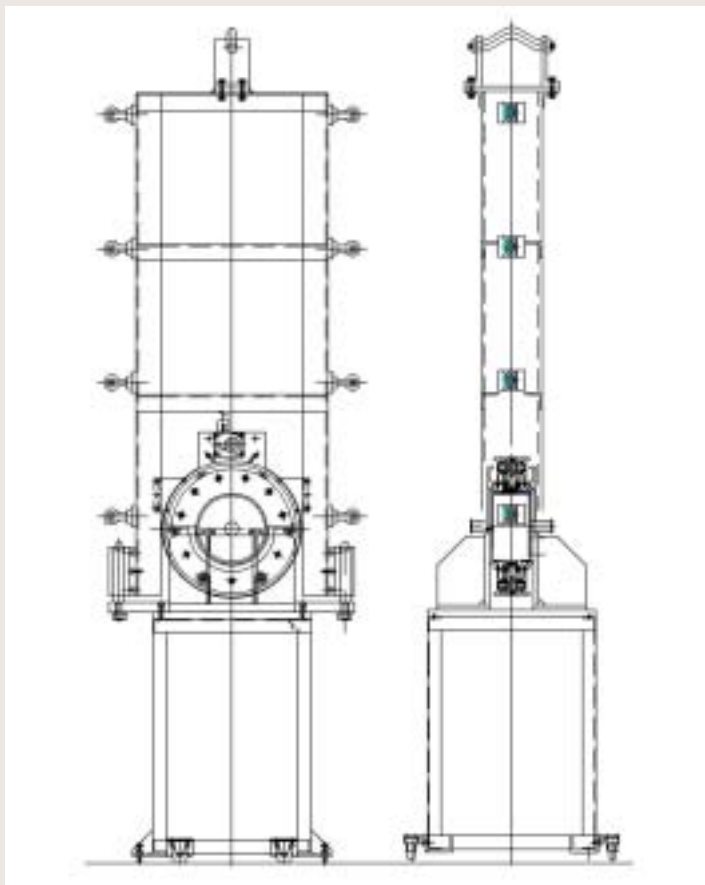
名称	ゾルベスト	デフリック
仕様	ドライコート 焼付け乾燥、< 360°C	ドライコート 常温乾燥、膜厚 2 μ
成分	MoS ₂ 、(+黒鉛、 +フッ素樹脂)	MoS ₂
主な特徴	アルミ専用、 防錆・潤滑兼用、 触っても取れない	-198~500°C、真空 中でも適す、 手で擦ると取れる

リーク試験は、現在進行中。



上からUタイトシール(白井国際)、S365 (STT)、SX3213-18 (STT)

設置



まとめ

1. ラジアルシールは十分高真空ビームパイプのシールシール方法として十分使用出来ることが確認。
2. シール材の締付力は、従来のスラストシールに対して、 $1/10$ を確認。
3. 挿入型の2種類の自動機を製作し、気密性能を測定。
4. シール材表面の潤滑性能が重要。

今後の予定

- ・ H15年度：
 - 内テーパー、外テーパーの検討 →内テ - パー型を採用
 - リンク構造のコンパクト化 →80mmを達成
 - シール材の改良 表面の潤滑処理 現在進行中
- ・ H16年度：
 - 設置イメージに基づく実機の製作