

★石綿から非石綿へ、また漏れに関する考え方が世界的に変化し、許容漏れ量を設定する締結体設計が、今大きな変換点
★最新のシール技術を網羅し、基礎から応用、劣化損傷・トラブル例まで、多くの研究者、技術者に役立つよう集大成

◆最新刊◆

最新 シーリングテクノロジー

— 密封・漏れの解明とトラブル対策 —

Sealing Technology -The Solution of Leakage Trouble-

監修・編集委員(敬称略)

- 似内 昭夫** 元 玉川大学 工学部 教授
トライボロジーアドバイザー 博士(工学)
- 澤 俊行** 広島大学 大学院工学研究院 機械システム工学専攻
教授 工学博士
- 小林 隆志** 沼津工業高等専門学校 機械工学科 教授 博士(工学)
技術士(機械部門)
- 高橋 秀和** イーグル工業株式会社 技術本部 技術副本部長
- 永田 聡** 東洋エンジニアリング株式会社 技術ビジネス本部
テクニカルエキスパート(構造解析) 博士(工学)

- ◆**発刊** 2010年12月18日発刊
- ◆**体裁** B5判 二段組上製本
896頁
- ◆**価格** 本体48,000円(+税)
国内送料弊社負担
978-4-924728-63-9 C3050
- ◆**発行** 株式会社 テクノシステム

執筆者一覧(50音順・52名)

- | | |
|--|--|
| 赤井 英夫 元 株式会社 TAIYO 新商品開発本部 技術部 技術顧問 | 高橋 秀和 イーグル工業株式会社 技術本部 技術副本部長 |
| 天野 正和 株式会社 荒井製作所 技術部 第1開発グループ 設計1課 | 高牟 禮辰雄 日本バルカー工業株式会社 フェロロー |
| 飯島 徹徳 S T教育研究所 代表 工学博士 | 館澤 隆夫 Y S T C シールテクノロジーコンサルタント事務所 所長 |
| 飯沼 重雄 元 株式会社 阪上製作所 技術本部 営業技術部 部長 | 塚本 勝朗 ジャパンマテックス株式会社 代表取締役 |
| 井上 博史 キーパー株式会社 技術開発部 自動車製品開発第二課 | 辻 裕一 東京電機大学 工学部 教授 博士(工学) |
| 今中 博信 ニチアス株式会社 自動車部品事業本部 技術開発部
シール材設計課 課長 | 中井 裕教 元和歌山工業高等専門学校 機械工学科 教授 博士(工学) |
| 岩壺 卓三 関西大学 システム理工学部 機械工学科 教授 工学博士 | 永田 聡 東洋エンジニアリング株式会社 技術ビジネス本部 応用技術
グループテクニカルエキスパート(構造解析) 博士(工学) |
| 大槻 明彦 株式会社 タンケンシールセーコウ 技術部 技術課 課長 | 中田 幹俊 住友化学株式会社 生産技術センター 材料設備技術グループ 首席研究員 |
| 大村 高弘 ニチアス株式会社 研究開発部門 主任研究員 博士(工学) | 中村 雄三 ジャパンマテックス株式会社 常務取締役 技術・生産部長 |
| 大山 康郎 元 日本金属継手協会 | 西田 隆仁 日本バルカー工業株式会社 シニアフェロー |
| 岡田 健 イーグル工業株式会社 技術本部 研究部 工学博士 | 似内 昭夫 元 玉川大学 工学部 教授 トライボロジーアドバイザー 博士(工学) |
| 金田 忍 青山学院大学 理工学部 機械創造工学科 助手 博士(工学) | 根本 圭介 根本技研 元 三菱電線工業株式会社 機器部品事業部 技術部長 |
| 金丸 健二 株式会社 小松製作所 開発本部 油機開発センター
シリンドラ開発グループ グループマネージャ | 野坂 正隆 東京大学 大学院工学系研究科 機械工学専攻 教授(執筆当時)
現在は株式会社 I H I 航空宇宙事業本部 技術顧問 工学博士 |
| 河本 典靖 株式会社 亜木津工業株式会社 クリンガー事業部 | 鳥沢 政保 日本大学短期大学部 基礎工学科 機械工学コース 教授 博士(工学) |
| 菊池 務 出光エンジニアリング株式会社 エンジニアリング部
主席主任部員 博士(工学) | 畑中 哲夫 株式会社 栗本鐵工所 パイプシステム事業本部 事業推進部
マーケティンググループ 課長 技術士(上下水道部門) |
| 清時 芳久 日立GEニュークリア・エナジー株式会社 日立事業所
原子力プラント部 主管技師 技術士(機械部門、原子力・放射線部門) | 林 和宏 大阪産業大学 工学部 機械工学科 教授 工学博士 |
| 黒河 真也 日本バルカー工業株式会社 研究開発部 シール開発グループ
チーフエンジニア | 林田 俊幸 株式会社 西島製作所 ポンプ製造部 サービス課 メカニカルシールグループ |
| 古賀 忠 佐賀大学 大学院工学系研究科 非常勤講師 | 平塚 雅章 ニチアス株式会社 工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部
シール技術第二課 課長 |
| 小林 隆志 沼津工業高等専門学校 機械工学科 教授 博士(工学) 技術士(機械部門) | 廣岡 正剛 株式会社 フェロローテック 真空技術事業部 開発部 部長 |
| 近藤 康治 株式会社 新興プランテック株式会社 工務本部 メンテナンス推進部
部長 | 馬淵 俊郎 千代田化工建設株式会社 配管設計センター 技師長 技術士(機械部門) |
| 佐藤 幹男 株式会社 荒井製作所 技術部 第3開発グループ 設計3課 主担当 | 南 紀 株式会社 タンケンシールセーコウ 技術部長(執筆当時)
現在は品質管理部長 |
| 澤 俊行 広島大学 大学院工学研究院 機械システム工学専攻 教授 工学博士 | 三吉 猛 日本ビラー工業株式会社 三田技術部 GP・VG技術グループ 課長 |
| 重留 祥一 ニチアス株式会社 工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部
シール技術第一課 係長 | 本橋 智彦 株式会社 コガネイ 開発本部 要素研究部 要素研究グループ 主任技術員 |
| 鈴木 雅之 株式会社 荒井製作所 技術部 第1開発グループ 設計1課 | 山田 祐介 ニチアス株式会社 工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部
シール技術第一課 |
| 銭谷 則正 ジャパンゴアテックス株式会社 プロダクションアンドテクニカルセンター
IND Technology | 吉田 秀樹 株式会社 リケン 営業本部 次席技師 博士(工学) |
| 宗田 雅樹 株式会社 荒井製作所 技術部 第1開発グループ 設計1課 課長 | 米野 正博 近畿大学 客員教授 元 ヘンケルジャパン株式会社 開発研究所
ゼネラルマネージャー 工学博士 |

《申込方法》

◎本書籍は一般書店では取扱いをしておりません。下の申込用紙にご記入の上、FAXして下さい。書籍と共に納品書・請求書をご送付申し上げます。また試読をご希望の方は試読希望欄にレ印をお付け下さい。

「最新 シーリングテクノロジー—密封・漏れの解明とトラブル対策—」(7359) 申込書 <input type="checkbox"/> 申し込み <input type="checkbox"/> 冊 <input type="checkbox"/> 試読希望		年 月 日
住所 〒	TEL	
会社・団体名	FAX	
所属	役職名	
(フリガナ)	E-mail	
氏名(カネム)		



株式会社 **テクノシステム**

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-16五十嵐ビル TEL. 03-3293-3105(代)

FAX. 03-3293-3874 E-Mail. info@techno-s.co.jp

第1編 基礎編

= 第1章 シールの基礎知識 =

1節 シールの役割 (似内 昭夫)

1. 設備と密封
 - 1.1 設備の種類
 - 1.2 設備と流体
 - 1.3 設備における密封の意味
2. 漏れとは
 - 2.1 漏れとは何か
 - 2.2 漏れによって起こる問題
 - 2.3 設備における漏れの実態
 - 2.4 漏れの発生
 - 2.5 漏れの二つのパターン
 - 2.5.1 作動密封面と非作動密封面
 - 2.5.2 漏れの種類
 - 2.6 漏れ防止の基本的な考え方
 - 2.7 漏れ検出方法

2節 シールの種類と特徴 (似内 昭夫)

1. シール分類の考え方
 - 1.1 密封面の運動の有無と運動の種類による分類

- 1.2 接触形と非接触形による分類
- 1.3 密封機構による分類
2. シール流体の種類と特徴
 - 2.1 ニュートン流体と非ニュートン流体
 - 2.2 気体と液体
 - 2.3 シール材料との適合性
3. シールの種類と特徴
 - 3.1 運動用シールと固定用シール
 - 3.2 パッキン(運動用シール)
 - 3.3 ガasket(固定用シール)
 - 3.3.1 非金属ガスケット
 - 3.3.2 セミメタリックガスケット
 - 3.3.3 金属ガスケット
4. シールの選定
 - 4.1 限界圧力と限界周速度からの選定
 - 4.2 取付けスペースからの選定
 - 4.3 漏れ量からの選定

= 第2章 シール技術を支える基幹技術 =

1節 トライボロジーの基礎 (似内 昭夫)

1. トライボロジーとは
2. シーリングテクノロジーとトライボロジー
 - 2.1 作動密封面と非作動密封面
 - 2.2 静的シールと動的シールの作動面
3. 摩擦現象
 - 3.1 摩擦面の考え方
 - 3.2 Amonton・Coulombの法則
 - 3.3 摩擦係数の定義
 - 3.4 摩擦を生むメカニズム
 - 3.5 摩擦係数の概略値
4. 摩耗現象
 - 4.1 摩耗の種類
 - 4.2 凝着摩耗
 - 4.3 アブレシブ摩耗
 - 4.4 マイルド摩耗とシビヤ摩耗
 - 4.5 摩耗の経時変化
5. 潤滑の考え方
 - 5.1 潤滑剤の機能
 - 5.2 潤滑剤の種類
 - 5.3 潤滑剤の基本特性としての粘度
 - 5.4 摩擦の三態

6. しゅう動面における潤滑と摩耗、焼付きの考え方
 - 6.1 Stribeck曲線による潤滑状態の判定
 - 6.2 潤滑条件としゅう動面の損傷に対する考え方

2節 シール用材料の基礎 (似内 昭夫)

1. シール用材料に要求される特性
 - 1.1 密封面の特徴と密封
 - 1.2 化学的安定性と密封流体との適合性
 - 1.2.1 膨潤
 - 1.2.2 潤滑油のアニリン点
 - 1.2.3 溶解度パラメータ
 - 1.2.4 極性指数
2. シール用材料
 - 2.1 エラストマー
 - 2.2 プラスチック
 - 2.3 繊維材料
 - 2.4 膨張黒鉛
 - 2.5 金属材料
3. ゴム材料の材料試験
 - 3.1 ゴム材料の硬さ試験
 - 3.2 ゴム材料の耐液性試験

第2編 静的シール・基本編

はじめに (澤 俊行)

= 第1章 ガasketの密封理論 =

1. ガasketの機能と密封メカニズム
 - 1.1 機能
 - 1.2 密封メカニズム
 - 1.3 ガasketに必要とされる特性

2. 漏えいの形態
3. 漏れ量の測定と定量化
 - 3.1 漏れ量の表示方法

(小林 隆志, 澤 俊行)

= 第2章 ガasketの分類 =

1節 シートガスケット (黒河 真也)

1. ジョイントシートガスケット
 - 1.1 材料構成
 - 1.2 製法
 - 1.3 特徴
2. フッ素樹脂製シートガスケット
 - 2.1 PTFE平形ガスケット
 - 2.2 PTFEソフトシートガスケット
 - 2.3 充填材入りPTFEガスケット
 - 2.4 PTFE被覆ガスケット
3. 膨張黒鉛シートガスケット

2節 うず巻形ガスケット (山田 祐介)

1. 構造
2. 種類

3. 用途
4. 使用範囲
5. シール特性
 - 5.1 試験方法
 - 5.2 試験結果
 - 5.2.1 単一フィラーうず巻形ガスケット
 - 5.2.2 複合フィラーうず巻形ガスケット
6. 応力緩和特性
 - 6.1 試験装置
 - 6.2 試験結果
7. 圧縮特性
 - 7.1 試験装置
 - 7.2 試験結果
8. 締付け基準
 - 8.1 液体シール
 - 8.2 ガスシール等漏れやすい流体のシール

3節 波形、のこ歯形ガスケット他

1項 波形、のこ歯形ガスケット（河本 典靖）

1. 波形ガスケット膨張黒鉛貼り
2. のこ歯形ガスケット

2項 カンプロファイルガスケット（河本 典靖）

1. カンプロファイルガスケット
 - 1.1 カンプロファイルガスケットの面圧低下時の漏れ量について
2. その他のガスケット
3. 熱交換器用に適していると考えられているガスケットタイプの比較
 - 3.1 カンプロファイルとうず巻形ガスケットの相差点と相違点について
 - 3.2 熱交換器用に適しているとされるガスケットタイプの比較について

3項 Oリング（黒河 真也）

1. メタル中空Oリング
 - 1.1 構造
 - 1.2 材質

1.3 用途

2. ばね入りメタルCリング

- 2.1 構造
- 2.2 材質
- 2.3 用途

4節 リングジョイントガスケット（黒河 真也）

1. リングジョイントガスケット

- 1.1 構造
- 1.2 材質
- 1.3 用途

5節 液状ガスケット（米野 正博）

1. 液状ガスケット
2. 面圧の影響
3. 経時変化
4. 塗布作業の自動化
5. 保存管理

＝ 第3章 ガスケットの選定 ＝

1節 ガスケットの選定条件（重留 祥一）

1. 流体区分
2. 圧力-温度範囲

2節 ガスケットの諸特性

1項 変形特性（小林 隆志）

2項 粘弾性特性（小林 隆志）

1. ガスケットの粘弾性特性
2. ガスケットのモデル化
3. ボルト軸力への影響

3項 熱的特性（大村 高弘）

1. 熱的特性の基礎
 - 1.1 熱伝導の基本法則—固体と流体—
 - 1.2 輻射による伝熱
 - 1.3 多孔質体の熱伝導率に関する近似式
 - 1.3.1 分散空隙を含む多孔質物質
 - 1.3.2 高空隙率多孔質物質
 - 1.3.3 繊維型多孔質物質
 - 1.3.4 異方性材料の熱伝導率
 - 1.4 熱伝達率
 - 1.5 比熱
 - 1.6 熱膨張率
2. 熱的特性の測定方法
 - 2.1 熱伝導率測定方法
 - 2.1.1 保護熱板法(GHP法)
 - 2.1.2 熱流計法
 - 2.1.3 非定常熱線法
 - 2.1.4 周期加熱法
 - 2.2 比熱の測定
 - 2.3 熱膨張率の測定
 - 2.3.1 光干渉法
 - 2.3.2 測微望遠鏡法
 - 2.3.3 押し棒式膨張計
 - 2.3.4 機械てこ法
 - 2.4 TG-DTA

3節 用途別適用例

1項 一般産業用ガスケット（三吉 猛）

1. 非金属ガスケット
 - 1.1 ゴムOリングガスケット
 - 1.1.1 油空圧用途での適用例
 - 1.2 ゴムシートガスケット
 - 1.2.1 上下水道用途での適用例
 - 1.2.2 電力用途での適用例
 - 1.2.3 船舶用途での適用例
 - 1.3 ジョイントシートガスケット
 - 1.3.1 電力用途での適用例
 - 1.3.2 化学用途での適用例
 - 1.4 PTFEジャケット形ガスケット
 - 1.4.1 化学用途での適用例

1.4.2 電力用途での適用例

1.4.3 天然ガス用途での適用例

1.5 充・材入りPTFEシートガスケット

1.5.1 製紙用途での適用例

1.5.2 化学用途での適用例

2. セミメタリックガスケット

2.1 うず巻形ガスケット

2.1.1 船舶用途での適用例

2.1.2 天然ガス用途での適用例

2.1.3 化学用途での適用例

2.1.4 電力用途での適用例 1

2.1.5 電力用途での適用例 2

2.1.6 製鉄用途での適用例

2.1.7 船舶用途での適用例

2.2 金属被覆ガスケット

2.2.1 電力用途での適用例

2.3 金属板(箔)入り膨張黒鉛ガスケット

2.3.1 船舶用途での適用例

2.3.2 電力用途での適用例

2.4 膨張黒鉛被覆波形金属ガスケット

2.4.1 製鉄用途での適用例

2.4.2 石油精製用途での適用例

2.5 膨張黒鉛被覆鋸歯形金属ガスケット

2.5.1 化学用途での適用例

3. 金属ガスケット

3.1 リングジョイントガスケット

3.1.1 化学用途での適用例

3.2 金属中空Oリング

3.2.1 化学用途での適用例

2項 エンジンガスケット（今中 博信）

1. 概要

2. シリンダヘッドガスケット

2.1 概要

2.2 特徴

2.3 構造

3. 吸気シール

3.1 概要

3.2 構造

3.2.1 インテークマニホールドガスケット

3.2.2 EGRガスケット

4. 排気シール

4.1 エキゾーストマニホールドガスケット

4.2 エキゾーストパイプガスケット

5. 冷却水シール

6. 潤滑油シール

3項 液状ガスケット（米野 正博）

1. 耐圧性能

2. 硬化性能

3. 塗布性能

＝ 第4章 締結体設計の基礎 ＝

1節 締結体の構成要素

1項 配管（馬淵 俊郎）

1. 配管の種類
2. 鋼管の呼び径

3. 鋼管の肉厚

4. 鋼管のフランジとの接合

2項 管フランジ（大山 康郎）

1. 構造
 2. 種類
 - 2.1 管への取付け方による分類
 - 2.2 ガasketとの関係(ガスケット座)による分類
 3. 呼び径
 4. 呼び圧力
 5. 規格フランジ
 6. JISフランジ
 - 6.1 体系
 - 6.2 鋼製フランジ
 - 6.3 鋳鉄製フランジ
 - 6.4 銅合金製フランジおよびアルミニウム合金製フランジ
 7. JPIフランジ
 - 7.1 概説
 - 7.2 鋼製フランジ
 8. 海外のフランジ規格
- 3項 ボルト・ナット (辻 裕一)
1. ボルト・ナットの静的強度
 2. 降伏締付け軸力
 3. ねじ部品の疲労強度
- 2節 ガasketの密封性能とその評価 (小林 隆志)
1. 気体の漏えいメカニズム
 2. 欧米におけるガスケットの密封試験方法
 - 2.1 アメリカにおける試験方法
 - 2.2 ヨーロッパにおける試験方法
 3. ガasketの密封試験方法 JIS B 2490
 - 3.1 試験方法の概要
 - 3.2 ガasket寸法の影響
 - 3.3 測定例
 - 3.3.1 有効締付け圧と圧縮変形量の関係
 - 3.3.2 基本漏えい量と有効締付け圧の関係
 - 3.3.3 基本漏えい量と圧縮変形量の関係
- 3節 締結体の密封設計
- 1項 従来のフランジ締結体設計法 (永田 聡)
1. 日米欧のフランジ設計規格
 2. ASMEのフランジ設計法
 3. Watersのフランジ応力解析法
 4. Wesstromのフランジ荷重変位解析法
 5. その他のフランジ設計法
 6. 河村のフランジ荷重変位解析法
 7. 曲げモーメントや軸方向外力に対するフランジ設計法
 8. 熱荷重に対するフランジ設計法

- 2項 新しいフランジ締結体設計法 (大山 康郎)
1. 河村理論
 2. 前提条件と計算可能項目
 3. フランジリングと胴との相互作用
 4. 定式化と解法
 - 4.1 定式化
 - 4.2 初期締付け状態
 - 4.3 内圧作用時
 - 4.4 ガasketの接触幅, 平均面圧および平均圧縮ひずみ
 5. 計算例
- 3項 日本で開発された設計法 (永田 聡)
1. ガasket付きフランジ締結体の力学モデル
 - 1.1 フランジ締結体に作用する荷重
 - 1.2 内部荷重
 - 1.3 フランジ変形に対する内圧荷重とガスケット反力の寄与率の違い
 - 1.4 等価モデルとその挙動
 2. ボルトとフランジの荷重変位線図
 - 2.1 前提条件
 - 2.2 ボルトとフランジの荷重変位線図
 - 2.3 使用状態の荷重変位線図
 - 2.4 ボルト変位とフランジ変位の構成要因
 - 2.5 フランジのばね定数
 - 2.6 ボルトのばね定数
 3. ガasketの荷重変位線図
 - 3.1 ガasketの漏えい特性と許容漏えい率
 - 3.2 ガasketの応力ひずみ線図
 - 3.3 ガasketの荷重変位線図
 - 3.4 ガasketのばね定数
 4. フランジ締結体の締結線図
 - 4.1 締結線図の描き方
 - 4.2 ガasketの締付け時と使用状態の関係
 - 4.3 耐圧検査の状態
 - 4.4 内力係数と締結線図およびばね定数との関係付け
 5. 使用条件による締結線図の変化
 - 5.1 内圧が負圧になる場合
 - 5.2 負圧作用後に内圧がかかった場合
 - 5.3 使用状態で増し締めした場合
 6. 実際の荷重変位計算
 - 6.1 内力係数を用いたボルト初期締付け荷重の決定
 - 6.2 実験および有限要素解析との比較
 - 6.2.1 実験方法
 - 6.2.2 有限要素解析
 - 6.2.3 実験および解析結果

= 第5章 締結体施工の基礎 =

- 1節 管フランジの締付け方法 (辻 裕一)
1. 締付けの基礎
 2. 管フランジの締付け特性
 3. 管フランジの締付け管理
 - 3.1 ASME PCC-1のフランジ締付け指針
 - 3.1.1 締付け手順の概略
 - 3.1.2 各ステップにおけるボルト締付け手順
 - 3.2 石油学会規格のフランジ締付け指針
 - 3.3 JISフランジ継手締付け方法
 - 3.3.1 JISフランジ継手締付け方法の概要
 - 3.3.2 JISフランジ継手締付け方法の科学的根拠
-FEMによるフランジ継手のシミュレーション
 - 3.3.3 フランジ継手試験体の締付け実験による検証
- 2節 管フランジ締付けの実際 (近藤 康治)
1. 装置停止作業に伴うフランジ開放・復旧作業
 2. 機器類のフランジ開放作業
 3. フランジ付き配管の製作・組み立て作業
 4. 機器類のフランジ復旧作業
 5. フランジ締付け工具とその管理方法
- 3節 管フランジ締結体の塑性域ボルト締付け (金田 忍)
1. 管フランジ締付け技術の現状および塑性域ボルト締付けの概略
 2. 必要ボルト呼び径の算出法
 3. 管フランジ締結体への塑性域ボルト締付けの適用
 - 3.1 試験装置の構成
 - 3.2 ナット回転角法による修正 JIS方式の適用
 - 3.3 ボルト締付け軸力の挙動
 4. 内圧作用時の管フランジ締結体の挙動
 - 4.1 塑性域締付けされた管フランジ締結体のボルト軸力
 - 4.2 各試験条件における内力係数の比較
 - 4.3 ボルトの疲労破壊の可能性について
 5. 管フランジ締結体への塑性域ボルト締付けによる利点

第3編 静的シール・応用編

= 第1章 最近の動向 =

- 第1節 ガasketの非石棉化
- 第1項 石棉規制の法制化 (澤 俊行, 辻 裕一)
- はじめに
1. 石棉(アスベスト)全面禁止に関わる法令改正
 2. 石棉(アスベスト)全面禁止に向けた代替可能性に関する検討
 3. 早期代替の実現に関する検討
 4. JIS規格の対応
- まとめ
- 第2項 ガasketメーカーの対応と課題 (西田 隆仁)
- はじめに
1. 石棉規制の経緯
 2. 非石棉ガスケット開発の現状と課題
 3. 信頼性評価
 4. コード係数における課題
 5. アジア諸国の動向
- 第2節 最近のガスケット材料
- 第1項 膨張黒鉛材料 (中村 雄三, 塚本 勝朗)
1. 黒鉛の種類

- 1.1 膨張黒鉛とは
- 1.2 膨張黒鉛の性質
 - 1.2.1 耐熱性
 - 1.2.2 耐薬品性
 - 1.2.3 物理的性質
- 2. ガasket材料としての膨張黒鉛
 - 2.1 ガasket材料としての歴史
 - 2.2 ガasket材料としての利点
 - 2.2.1 耐熱性
 - 2.2.2 耐薬品性
 - 2.2.3 応力緩和
 - 2.3 ガasket材料としての改良
 - 2.3.1 フランジの腐食防止
 - 2.3.2 耐熱性の向上
 - 2.3.3 圧縮ひずみ率
 - 2.3.4 シール性
 - 2.3.5 固着の防止
 - 2.3.6 グロメットの装着
- 5.12 $I > 0$ の状態でのガasket締付け力およびボルト荷重
- 5.13 限界荷重計算(荷重比の妥当性)

6. 計算例

第3項 日本 (永田 聡)

- 1. 漏えい率に基づくフランジ設計法
 - 1.1 従来の設計法の問題点
 - 1.2 フランジ締結体の荷重計算と漏えい率に基づく設計法
- 2. ガasket密封試験方法の開発
 - 2.1 欧米のガasket試験方法開発の経緯と問題点
 - 2.2 新しく開発されたガasket試験方法

第4節 コンパクトフランジ (馬淵 俊郎)

- 1. ノルウェーコンパクトフランジ
 - 1.1 NCFの温度圧力レーティング
 - 1.2 サイズ範囲
 - 1.3 フランジの種類
 - 1.4 フランジ材質
 - 1.5 ボルト材質
 - 1.6 シール材
 - 1.7 フランジ寸法と重量
- 2. 日本におけるコンパクトフランジ開発

第5節 締結体の有限要素解析

第1項 解析事例 (永田 聡)

- 1. フランジ継手の挙動
- 2. 有限要素法によるフランジ継手の計算
 - 2.1 簡易的なフランジ応力計算
 - 2.2 ガasketを考慮したフランジ応力解析
- 3. フランジ疲労解析
- 4. 配管フランジ継手の曲げ
- 5. 熱交換器のフランジ継手の熱変形
- 6. 曲げモーメントを受ける大口径RTJフランジの設計
- 7. ASMEフランジ応力計算式の妥当性について
 - 7.1 はじめに
 - 7.2 有限要素解析
 - 7.3 フランジ応力計算式
 - 7.4 計算条件
 - 7.5 計算結果の比較
 - 7.6 考察

第2項 密封性能評価 (澤 俊行)

- 1. 弾塑性有限要素解析
- 2. 実験方法
- 3. 弾塑性有限要素解析結果
 - 3.1 ガasket接触応力分布
 - 3.2 ハブ応力
- 4. 実験結果
 - 4.1 測定実験結果
 - 4.2 内力係数の比較
- 5. ボルト初期締付け力の決定

= 第2章 トラブルケーススタディ =

1節 兵庫県南部地震におけるLPガス貯蔵所内からの

LPガス漏えい事故 (澤 俊行)

- 1. はじめに
- 2. 阪神地震時における液化化によるLPガスターミナルの配管フランジ締結部からの内部流体漏えい事故
 - 2.1 事故の概略と原因
 - 2.2 ボルト初期締付け力の設定
- 3. 軸方向荷重を受ける中空円筒締結体のボルト設計と初期締付け力の設定

2節 横浜市水道局漏えい事故 (近藤 康治)

- 1. 漏えい事故の概要
- 2. 漏えい箇所の特定とその状況
- 3. 漏えいしたフランジ締結体に関する測定結果

- 4. 施工業者の作業手順
- 5. 実証試験および推定される漏えい事故原因
- 6. ガasketの特性試験と漏えいの関係
- 7. 再発防止策の提言
- 8. 結論

3節 ウェザーシールに起因する漏えい事故 (菊池 務)

- 1. 漏えい事例
- 2. ウェザーシールの概要
- 3. ウェザーシールの設計規定
- 4. 構造不良による漏えいメカニズム
- 5. 解析例
- 6. スリット面積と風速, ボルト温度との関係
- 7. 事故の統計分析

= 第3章 締結体の実例と漏えい防止対策 =

1節 石油精製 (菊池 務)

- 1. 締付け方法
- 2. 漏えい防止策(1)
- 3. 漏えい防止策(2)
 - 3.1 構造変更
 - 3.2 現場対応

2節 化学 (中田 幹俊)

- 1. 静的シール材の耐食性

- 2. フランジ締結体の実例
 - 2.1 蒸気配管での非石綿ジョイントシートの損傷
 - 2.2 低レートフランジへのうず巻形ガasketの適用
 - 2.3 重合性化合物流体のフランジガasket
 - 2.4 PTFE被覆ガasket
 - 2.4.1 ガasketサイズ
 - 2.4.2 大口径グラスライニングフランジ用ガasket

3節 原子力 (清時 芳久)

- はじめに

1. 原子炉圧力容器(クラス1圧力容器)
 - 1.1 原子炉圧力容器の設置目的
 - 1.2 原子炉圧力容器フランジ部の構造
 - 1.3 ボルト締付けおよびボルト緩め要領
2. 原子炉プラント配管(クラス1, 2, 3配管)
 - 2.1 原子炉プラント配管
 - 2.2 原子炉プラント配管で使用するフランジ
 - 2.3 原子炉プラント配管のボルト締付け管理方法
3. その他
 - 3.1 シール材(特に, ガasket)
 - 3.2 締結作業の高効率化と信頼性向上への取り組み

4節 上下水道管 (畑中 哲夫)

1. 上下水道管の歴史と現状
2. 管材料および継手の実例
 - 2.1 ダクタイル鋳鉄管概要
 - 2.2 継手形式
 - 2.3 耐地盤変動用継手(耐震継手)の性能
 - 2.3.1 伸縮量
 - 2.3.2 離脱防止力
 - 2.4 ゴム輪
 - 2.4.1 各種ゴムの性能
 - 2.4.2 圧縮永久ひずみ測定例

- 2.4.3 セルフシール作用
3. 漏えい防止対策

5節 自動車エンジン (今中 博信)

1. 概要
2. 漏れ原因と防止策
3. 漏れ不具合と対策事例
 - 3.1 シリンダーヘッドガスケット
 - 3.1.1 対策方法
 - 3.2 エキゾーストマニホールド ガasket
 - 3.2.1 対策方法

6節 冷凍機 (中井 裕教)

1. 冷凍機の特徴
2. 設計手順
 - 2.1 冷凍機的设计
 - 2.2 ガasket的设计
3. 問題点と解決方法
 - 3.1 冷媒と潤滑油の及ぼす影響
 - 3.2 高圧・高温環境への適用
4. 損傷事例
5. 今後の展望

第4編 動的シール・基本編

= 第1章 パッキンの分類 =

(似内 昭夫)

1. 接触形シール
 - 1.1 セルフシール形シール
 - 1.1.1 リップパッキン
 - 1.1.2 スクィーズパッキン
 - 1.1.3 メカニカルシール
 - 1.2 単純圧縮形シール
 - 1.3 浮動形シール
2. 非接触形パッキン
 - 2.1 すきま非制御形シール
 - 2.2 すきま制御形シール固定
 - 2.2.1 静圧形シール
 - 2.2.2 動圧形シール

= 第2章 パッキンの密封理論 =

第1節 往復動シール

第1項 スクィーズパッキン (高牟禮 辰雄)

はじめに

1. 密封作用
2. Oリングの接触面圧の計算
3. Oリングのつぶしによって発生する力
4. シールの漏れと抵抗
 - 4.1 流体潤滑領域での漏れと抵抗
 - 4.1.1 定常状態
 - 4.1.2 非定常状態
 - 4.2 混合潤滑領域での抵抗

第2項 リップパッキン (飯沼 重雄)

1. 密封機能
2. 自封作用(self sealing)
3. 潤滑膜の形成と密封理論
4. リップパッキンの形状と機能
5. 油圧用Uパッキンの密封メカニズム
6. 空気圧用Uパッキンの密封メカニズム
 - 6.1 空気圧用と油圧用との違い
7. ダストワイバの密封メカニズム

第3項 ピストンリング (吉田 秀樹)

はじめに

1. リングの機能
 - 1.1 ガスシール機能
 - 1.2 オイルコントロール機能(オイル消費量低減)
 - 1.3 伝熱機能
2. シリンダとの潤滑
3. ピストンとのシール
4. リングの設計
5. 評価技術
 - 5.1 フリクション測定 (SAE 2009-01-0188)
 - 5.2 オイル消費解析 (SAE paper 2008-01-0795, SAE paper 2009-01-0195)
 - 5.3 シミュレーション解析(Tribology 2008 IMechE)
6. トラブル事例
 - 6.1 スカッフing, 異常摩耗
 - 6.2 リングみぞ摩耗, アルミ凝着
7. 規格(ISO, JIS)

第2節 回転軸シール

第1項 オイルシール (似内 昭夫)

1. オイルシールの潤滑特性
2. オイルシールの密封理論

第2項 グランドパッキン (林 和宏)

1. 記号
2. 単一パッキンの基礎的諸特性
3. 単一パッキンの基礎的諸特性の決定
4. 組み合わせパッキンの諸特性
 - 4.1 同種パッキンの組み合わせの場合
 - 4.2 異種パッキンの組み合わせの場合
5. 計算例

第3項 メカニカルシール (古賀 忠)

1. 記号の説明
 2. 概要
 3. メカニカルシール用動材とシステムPV値
 4. 密封機構のメカニズム
 - 4.1 表面張力説
 - 4.2 境界潤滑説
 - 4.3 二相流現象
 - 4.4 ポンピング現象
- まとめ

第4項 その他(セグメントシール) (古賀 忠)

1. セグメントシール
 - 1.1 構造
 - 1.2 適用例
2. フローティングリングシール
 - 2.1 構造
3. リングすきま流れの理論
 - 3.1 非圧縮性流体
 - 3.2 圧縮性流体
 - 3.3 フローティングリングシールのすきま制御理論

第3節 非接触式シール

第1項 ラビリンスシールの密封理論 (岩壺 卓三)

1. 非接触シール
 - 1.1 非接触シール
 - 1.1.1 気体シール
 - 1.1.2 液体シール
 - 1.2 非接触シールの用途
 - 1.3 非接触シールのシール作用のメカニズム
2. 非接触シールに発生する流体力

- 2.1 流体力の表示方法
- 2.2 気体および液体シールに共通するシール動特性の特徴
- 2.3 シールの安定性の評価法
- 2.4 ラビリンズシールの動特性と安定性
- 2.5 液体シールの動特性と安定性

第2項 ビスコシール (古賀 忠)

- 1. ビスコシールの原理
- 2. ビスコシールの理論
- 3. ガス巻き込みとブレイクダウン

4. ビスコシール適用例

第3項 磁性流体シール (廣岡 正剛)

- 1. 磁性流体シールとは
- 2. 作動原理
 - 2.1 磁力によるシール機構
 - 2.2 多段シールの耐差圧
 - 2.3 重力や加速度の影響
- 3. 磁性流体

= 第3章 パッキンの選定 =

1節 各種パッキンの選び方 (似内 昭夫)

- 1. シール選定の基本的な考え方
- 2. パッキン選定の基本的な考え方
- 3. 運動形式による選定
- 4. シール形式による選定
- 5. シール流体による選定
- 6. 運転条件による選定

2節 パッキン材料の選定 (飯沼 重雄)

- 1. パッキン設計と材料の基礎知識
- 2. パッキン材料の分類
- 3. パッキン用ゴム材料
 - 3.1 ゴムとは
 - 3.2 主なパッキン用ゴム材料と特徴

- 4. パッキン用プラスチック材料
 - 4.1 プラスチックとは
 - 4.2 主なパッキン用プラスチック材料と特徴
 - 5. 金属材料/その他(概要)
 - 6. 密封機能と材料特性
 - 6.1 機械的強度(常態物性)
 - 6.2 耐油性
 - 6.3 耐オゾン性(耐老化性)
 - 6.4 耐熱性(熱劣化)
 - 6.5 耐寒性(低温特性)
 - 6.6 弾性(偏心/振れ追従性)
 - 6.7 耐摩耗性
- おわりに

= 第4章 パッキンの設計と取り扱い =

第1節 接触式シール

第1項 スクィーズパッキン (根本 圭介)

- 1. スクィーズパッキンの種類について
 - 1.1 Oリング
 - 1.2 Xリング
 - 1.3 Dリング
 - 1.4 Tリング
 - 1.5 楕円リング
 - 1.6 組み合わせシール

- 3.1.2 締め代と許容偏心量
- 3.1.3 締め付け力(緊迫力)の設計
- 3.2 オイルシール用軸の設計
 - 3.2.1 軸の材質
 - 3.2.2 軸の面取り
 - 3.2.3 軸の粗さと加工方法
- 3.3 取付け部の設計
 - 3.3.1 ハウジングの材質
 - 3.3.2 ハウジングの穴内面の粗さ
 - 3.3.3 ハウジング穴寸法公差
- 4. オイルシールの保管と取り扱い
 - 4.1 保管
 - 4.2 包装
 - 4.3 オイルシールの取り扱い
 - 4.3.1 装着前のチェック
 - 4.3.2 ハウジングへの装着方法
 - 4.3.3 オイルシール装着方法の悪い例
 - 4.3.4 軸の挿入
- 5. オイルシールトラブルと対策

第2項 リップパッキン (飯沼 重雄)

- 1. シール形式による基本特性の違い
- 2. リップパッキンの設計
 - 2.1 Uパッキン
 - 2.1.1 油圧用Uパッキン
 - 2.1.2 空気圧用Uパッキン
 - 2.2 Vパッキン
 - 2.3 Lパッキン
 - 2.4 ダストワイパ
- 3. 使用条件による設計ポイント
 - 3.1 基本的なシール選定の流れ
 - 3.2 接触媒体(密封流体)
 - 3.3 温度
 - 3.4 圧力
 - 3.5 ストローク
 - 3.6 しゅう動速度
 - 3.7 作動頻度
 - 3.8 偏心/振動
 - 3.9 低摩擦/円滑作動性
 - 3.10 省スペース/低コスト化
 - 3.11 環境/外部雰囲気
- 4. 取り扱いと使用上の注意
 - 4.1 保管上の注意
 - 4.1.1 開梱時の注意点
 - 4.1.2 保管の際の注意点
 - 4.2 設計/工作上の注意
 - 4.2.1 チェックポイント
 - 4.3 取り扱い/装着上の注意
 - 4.3.1 チェックポイント

第4項 グランドパッキン (平塚 雅章)

- 1. グランドパッキンとは
 - 1.1 グランドパッキンの用途と使用方法
 - 1.2 グランドパッキンの種類と分類
 - 1.2.1 ブレードパッキン
 - 1.2.2 モールドパッキン
 - 1.2.3 メタリックパッキン
- 2. グランドパッキンの選定
 - 2.1 バルブ用パッキンの選定
 - 2.2 回転機器用パッキンの選定
- 3. 設計上の注意
 - 3.1 バルブに使用する場合
 - 3.2 回転機器に使用する場合
- 4. 使用上の注意

第5項 メカニカルシール (高橋 秀和, 岡田 健)

- 1. メカニカルシールとは
 - 1.1 軸封部
 - 1.2 メカニカルシール
 - 1.2.1 メカニカルシール装着機器
 - 1.2.2 特長
 - 1.2.3 外観
 - 1.2.4 基本構造
 - 1.2.5 動作原理
 - 1.2.6 機能
 - 1.2.7 実用条件範囲
 - 1.2.8 形式
 - 1.2.9 材質
- 2. メカニカルシールの設計と取り扱い
 - 2.1 選定
 - 2.1.1 構造
 - 2.1.2 配置とメカニカルシールの向き

第3項 オイルシール (宗田 雅樹)

- 1. オイルシールとは
 - 1.1 オイルシールの基本構造
 - 1.2 オイルシールの型式と特徴および用途
 - 1.2.1 標準型オイルシール
 - 1.2.2 特殊型オイルシール
- 2. オイルシール用ゴム材料
 - 2.1 主なオイルシール用ゴム材料の特性
 - 2.2 オイルシール材料の適用基準
- 3. オイルシールの設計
 - 3.1 オイルシールの設計要因と使用条件
 - 3.1.1 オイルシールの設計要件

- 2.1.3 シール端面の設計
- 2.1.4 材質
- 2.1.5 補助装置
- 2.2 メカニカルシールの取り扱い

第2節 非接触式シール

第1項 ラビリンスシールの設計 (岩壺 卓三)

- 1. ラビリンスシールの設計(圧縮性流体)
 - 1.1 ストレート形ラビリンスシールの設計
 - 1.2 ポンプシールの設計
- 2. ラビリンスシール最適化の検討
- 3. 安定化対策

第2項 ビスコシール (鳥沢 政保)

- 1. 記号
- 2. ビスコシールとは
- 3. ビスコシールの理論
 - 3.1 シール圧
 - 3.2 半径すきま内における密封液の流れ
 - 3.3 Stair-Haleによるシール係数の理論
 - 3.4 ビスコシールの半径すきま内において密封液に生じる圧力の模擬
 - 3.4.1 密封液内に生じる遠心力
 - 3.4.2 水平に設置されたビスコシール内の半径すきま内において密封液に働く力の模擬式
 - 3.4.3 鉛直に設置されたビスコシールの半径すきま内において密封液に働く力の模擬式
- 4. ビスコシールの密封性能
 - 4.1 実験装置および実験方法
 - 4.2 密封液内圧力の模擬式と実験値の比較
 - 4.2.1 水平に設置されたビスコシールにおける密封液内圧力の円周方向分布
 - 4.2.2 水平に設置されたビスコシールの密封液内におけるねじ軸方向圧力分布
 - 4.3 水平に設置されたビスコシールの密封性能
 - 4.3.1 水平に設置されたビスコシールにおける密封性能の理論値と実験値の比較

第3項 磁性流体シール (廣岡 正剛)

- 1. 磁性流体防塵シール
- 2. 真空シールの形状
- 3. 水冷の必要性
- 4. トルク
- 5. 放出ガス
- 6. 外部磁場の影響
 - 6.1 軸方向の外部磁場(縦方向外部磁場)
 - 6.2 軸に直交する方向の外部磁場(横方向外部磁場)
 - 6.3 中空軸に流れる電流による磁場

- 7. 磁性流体シールの不具合要因
 - 7.1 磁性流体の劣化
 - 7.2 磁場強度の低下

第3節 シールシステム設計

第1項 油圧システムにおけるシール設計上の留意点 (赤井 英夫)

- 1. 油圧システムについて
- 2. 油圧システムの構成要素
- 3. 油圧システムに使用されるシールに関する留意事項
 - 3.1 油圧システム設計時に留意すべき事項
 - 3.1.1 油圧システムの計画段階
 - 3.1.2 油圧システムの設計段階
 - 3.1.3 油圧システムの機器選定段階
 - 3.1.4 油圧システムの装置組み立て段階
 - 3.1.5 油圧システムの使用および保守段階
- 4. 油圧システムのシール選定上の留意事項
 - 4.1 シールに使用されるゴム材料の特徴
 - 4.2 ゴム材料と作動油との適合性
 - 4.3 ゴム材料と温度との関係
 - 4.4 ゴム材料の耐圧性

第2項 空気圧システムのシール設計 (本橋 智彦)

- 1. 空気圧システムの構成
- 2. 空気圧用パッキンの主な種類と特徴
 - 2.1 スクイズタイプシール
 - 2.1.1 Oリング
 - 2.1.2 Xリング
 - 2.1.3 特殊形状リング(ピストンパッキン用)
 - 2.1.4 特殊形状リング(主軸パッキン用)
 - 2.2 リップタイプシール
 - 2.2.1 Uパッキン
- 3. 空気圧システムのシール設計例
 - 3.1 電磁弁のシール設計
 - 3.1.1 主軸パッキン
 - 3.1.2 ピストンパッキン
 - 3.2 エアシリンダのシール設計
 - 3.2.1 ピストンパッキン
 - 3.2.2 ロッドパッキン
- 4. 空気圧用動的シールの主な材質と使用グリース
 - 4.1 主軸パッキン用スクイズタイプ・特殊形状リング
 - 4.2 ピストンパッキン用スクイズタイプ・特殊形状リング、リップタイプ・非対称形Uパッキン

第3項 回転機械のシールシステム (館澤 隆夫)

- 1. スーパーチャージャーのシールシステム
- 2. 容積形圧縮機のシールシステム
- 3. 遠心圧縮機用オイルフィルムシール

第5編 動的シール・応用編

= 第1章 パッキンの適用例 =

第1節 シール別適用事例

第1項 Oリング (根本 圭介)

- 1. Oリング
 - 1.1 パッキンについて
- 2. Oリング(楕円リング)
 - 2.1 パッキンの使用条件
 - 2.2 パッキンについて
- 3. Tリング
 - 3.1 Tリングの使用条件
 - 3.2 パッキンについて

第2項 リップパッキン(1) (赤井 英夫)

- 1. 油圧および空気圧機器に使用されるリップパッキン
- 2. 油圧および空気圧シリンダに使用されるリップパッキン
 - 2.1 ロッドシールについて
 - 2.1.1 一般的な使用例
 - 2.1.2 シール性能を強化した構造例
 - 2.1.3 ダストシール性能を強化した構造例
 - 2.1.4 しゅう動耐久性を強化した構造例
 - 2.1.5 保全作業性を重視した構造例
 - 2.2 ピストンシールについて
 - 2.2.1 一般的な構造例
 - 2.2.2 保全作業性を重視した構造例
 - 2.2.3 高頻度作動の構造例
 - 2.2.4 スティックスリップ現象を防止した構造例
- 3. 漏れ量の規定について
 - 3.1 油圧シリンダの油漏れ量について
 - 3.2 空気圧シリンダの空気漏れ量について
- 4. シールのしゅう動特性について

- 5. シリンダ用パッキンの使用圧力およびしゅう動速度
 - 5.1 最高使用圧力
 - 5.2 最高許容しゅう動速度
- 6. シリンダ用リップパッキンの課題

第3項 リップパッキン(2) (金丸 健二)

- 1. 建設機械油圧シリンダ用DKBI型ダストシール
 - 1.1 シール部の使用条件
 - 1.2 シールの仕様
 - 1.3 解説
- 2. 建設機械油圧シリンダ用IUH型ロッドパッキン
 - 2.1 シール部の使用条件
 - 2.2 シールの仕様
 - 2.3 解説
- 3. 建設機械油圧シリンダ用HBY型バッファリング
 - 3.1 シール部の使用条件
 - 3.2 シールの仕様
 - 3.3 解説
- 4. 建設機械油圧シリンダ用IDI型ロッドパッキン(中・低圧用)
 - 4.1 シール部の使用条件
 - 4.2 シールの仕様
 - 4.3 解説
- 5. 建設機械油圧シリンダ用SPGW型組み合わせシール
 - 5.1 シール部の使用条件
 - 5.2 シールの仕様
 - 5.3 解説

第4項 オイルシール(1) (鈴木 雅之)

- 1. 自動車用4サイクルガソリンエンジンクランクシャフト

- 1.1 シール部の使用条件
- 1.2 シールの仕様
- 1.3 解説
2. 自動車トランスミッション用オイルシール
 - 2.1 シール部の使用条件
 - 2.2 シールの仕様
 - 2.3 解説
3. 自動車ディファレンシャルサイド用オイルシール
 - 3.1 シール部の使用条件
 - 3.2 シールの仕様
 - 3.3 解説
4. 自動車プロペラシャフトセンターベアリングサポート用オイルシール
 - 4.1 シール部の使用条件
 - 4.2 シールの仕様
 - 4.3 解説
5. 自動車バルブステム用オイルシール
 - 5.1 シール部の使用条件
 - 5.2 シールの仕様
 - 5.3 解説
6. 自動車電動パワーステアリングギヤボックス用オイルシール
 - 6.1 シール部の使用条件
 - 6.2 シールの仕様
 - 6.3 解説
7. トラクターフロントアクスル用オイルシール
 - 7.1 シール部の使用条件
 - 7.2 シールの仕様
 - 7.3 解説
8. 船外機プロペラシャフト用オイルシール
 - 8.1 シール部の使用条件
 - 8.2 シールの仕様
 - 8.3 解説
9. 自動車ショックアブソーバー用オイルシール
 - 9.1 シール部の使用条件
 - 9.2 シールの仕様
 - 9.3 解説
10. 汎用油圧ポンプ用オイルシール
 - 10.1 シール部の使用条件
 - 10.2 シールの仕様
 - 10.3 解説

第5項 オイルシール(2) (井上 博史)

1. 耐圧オイルシール
 - 1.1 使用例：油圧ポンプ用オイルシール
 - 1.2 使用例：鉄道車両ダンパ用オイルシール
2. 組み合わせシール
 - 2.1 使用例：コンプレッサ用オイルシール
 - 2.2 使用例：減速機用オイルシール
 - 2.3 使用例：草刈り機2サイクルエンジン用オイルシール
 - 2.4 使用例：ユニバーサルジョイント用グリースシール、ダストシール
3. 特殊なシールの紹介
 - 3.1 ボールねじ用ダストシール

第6項 グランドパッキン (平塚 雅章)

1. 回転機器用パッキンの実用事例
 - 1.1 例1 製紙プラント
 - 1.2 例2 プラスチック製造機械
2. バルブ用パッキンの実用事例
 - 2.1 例1 火力発電プラント
 - 2.2 例2 海水ライン

第7項 磁性流体シール (飯島 徹穂)

1. 磁性流体軸シールとしての特徴
2. 磁性流体軸シールの適用例
3. 回転軸シールとしての使用環境
 - 3.1 防塵シール
 - 3.2 真空シール
4. 磁性流体軸シールの実施例
 - 4.1 ハードディスクドライブ(HDD)の防塵シール
 - 4.2 超伝導発電機の冷却用ヘリウムガス中への不純物ガスの混入防止
 - 4.3 半導体製造プロセス装置
 - 4.4 回転対陰極型X線発生装置
 - 4.5 真空加熱炉

第8項 メカニカルシール(1) (大槻 明彦)

1. 回転形と静止形の違い
2. マルチスプリングシングル回転形メカニカルシール
 - 2.1 基本的な構造について
 - 2.2 運動用二次シールの違いによる機能上の差
 - 2.2.1 Vリング形
 - 2.2.2 Oリング形

- 2.3 ポンプにおける実際の使用例
 - 2.3.1 水ポンプにおける使用例
 - 2.3.2 冷凍機用コンプレッサにおける使用例
 - 2.3.3 スラリー液用のポンプにおける使用例
3. マルチスプリング シングル 静止形 メカニカルシール
 - 3.1 基本的な構造について
 - 3.2 静止形の実用上の意義
 - 3.3 ポンプ精度の狂いとメカニカルシール
 - 3.4 静止形が置かれる現状
 - 3.5 静止形の使用例
 - 3.5.1 ポンプの老朽化への対策
 - 3.5.2 シャフトが垂れるポンプ
4. マルチスプリング ダブル メカニカルシール
 - 4.1 基本的な構造について
 - 4.2 使用例
 - 4.2.1 スラリー用
 - 4.2.2 高粘度液用

第9項 メカニカルシール(2) (高橋 秀和)

1. シングル・回転・シングルスプリング・アンバランス・Oリング形の適用事例
2. シングル・静止・シングルスプリング・バランス・Oリング形の適用事例
3. シングル・ラバースプリング・バランス形の適用事例
4. シングル・静止・ダイアフラム・バランス形の適用事例
5. シングル・静止・Oリング・アウトサイド形の適用事例

第2節 機種別適用事例

第1項 自動車用(四輪) (井上 博史)

1. 油圧式パワーステアリング用オイルシール
 - 1.1 インพุット&ピニオンシール
 - 1.2 ラックシール
 - 1.3 パワーステアリング(PS)用オイルシール使用にあたっての注意事項
2. ハブベアリング用ダストシール

第2項 自動車用(二輪) (天野 正和)

1. 適用部位
2. 適用部位別のシール仕様
 - 2.1 エンジン(クランクシャフト, カムシャフト)
 - 2.2 エンジン(バルブステム)
 - 2.3 フロントフォーク
 - 2.4 ハブ(フロント, リア)
 - 2.5 ミッション
 - 2.6 キック軸
 - 2.7 リアクッション
 - 2.8 オイルレベルゲージ
 - 2.9 インテーク(ジョイントキャブレター, インシュレータ)
 - 2.10 タンクキャップ
 - 2.11 ステアリング用ダストシール

第3項 建設機械用油圧シリンダシールシステム (金丸 健二)

- はじめに
1. 建設機械用油圧シリンダシールシステムについて
 2. 建機用油圧シリンダの昇圧化
 3. 劣悪環境におけるシールシステム

第4項 プロセス用 (高橋 秀和)

1. 設計と取り扱い
 - 1.1 原油
 - 1.2 ナフサ
 - 1.3 軽油類
 - 1.4 ベンゼン・トルエン・キシレン(BTXと呼ばれる)などの芳香族炭化水素
 - 1.5 プロパン・ブタン・プロピレン・エチレンなどの低沸点高蒸気圧炭化水素
 - 1.6 極低温炭化水素
 - 1.7 熱油・残渣油
2. 適用事例
 - 2.1 軽油用メカニカルシールの適用事例
 - 2.2 LPG用シングルメカニカルシールの適用事例
 - 2.3 LPG用タンデムメカニカルシールの適用事例
 - 2.4 熱油用デッドエンドメカニカルシールの適用事例

第5項 高温用 (高橋 秀和)

1. 設計と取り扱い
 - 1.1 熱媒油
 - 1.2 石油精製プラントの熱油・ボトム油
 - 1.3 石油精製プラントのアスファルト, 製鉄化学プラントのタール・ピッチ
 - 1.4 熱水
2. 適用事例
 - 2.1 熱油用メカニカルシールの適用事例

- 2.2 熱油用デッドエンドシールの適用事例
- 2.3 タール・ピッチ用メカニカルシールの適用事例
- 2.4 熱水用メカニカルシールの適用事例

第6項 高速用 (高橋 秀和)

- 1. 設計と取り扱い
 - 1.1 構造
 - 1.2 しゅう動材
 - 1.3 シール端面の設計
 - 1.4 冷却
- 2. 適用事例
 - 2.1 コンプレッサ用メカニカルシールの適用事例
 - 2.2 高速プロピレンポンプ用の適用事例
 - 2.3 LNG膨張タービン用メカニカルシールの適用事例

第7項 高圧用 (高橋 秀和)

- 1. 設計と取り扱い
 - 1.1 配置
 - 1.2 構造
 - 1.3 しゅう動材
 - 1.4 シール端面の設計
 - 1.5 冷却
- 2. 適用事例
 - 2.1 ボイラ循環ポンプ用メカニカルシールの適用事例
 - 2.2 水移送パイプライン用大形・高圧・高速用メカニカルシールの適用事例
 - 2.3 ジェット燃料移送ポンプ用メカニカルシールの適用事例
 - 2.4 捏和機用超高压メカニカルシールの適用事例

第8項 ケミカル用 (高橋 秀和)

- 1. 設計と取り扱い
 - 1.1 ケミカル流体の性状
 - 1.1.1 酸類
 - 1.1.2 アルカリ・塩類
 - 1.1.3 有毒物
 - 1.2 設計
 - 1.2.1 構造
 - 1.2.2 材質
 - 1.2.3 補助装置
- 2. 適用事例
 - 2.1 硫酸用メカニカルシールの適用事例(その1)
 - 2.2 硫酸用メカニカルシールの適用事例(その2)
 - 2.3 硫酸用メカニカルシールの適用事例(その3)
 - 2.4 塩酸用メカニカルシールの適用事例
 - 2.5 苛性ソーダ用メカニカルシールの適用事例(その1)
 - 2.6 苛性ソーダ用メカニカルシールの適用事例(その2)

第9項 スラリー用 (高橋 秀和)

- 1. 設計と取り扱い
 - 1.1 スラリーとは
 - 1.2 スラリー用メカニカルシールのシールシステムと構造
 - 1.2.1 清浄流体を注入してメカニカルシール部からスラリーを排除する方式
 - 1.2.2 スラリー液を直接シールする方式
 - 1.3 材質
 - 1.4 補助装置
- 2. 適用事例

- 2.1 バルブポンプ用メカニカルシールの適用事例
- 2.2 汚泥ポンプ用メカニカルシールの適用事例
- 2.3 紙バルブプラント蒸解用メカニカルシールの適用事例
- 2.4 高濃度炭酸カルシウム粉碎機用メカニカルシールの適用事例

第10項 大形機器用メカニカルシール (林田 俊幸)

- 1. 大形排水ポンプ用メカニカルシール
 - 1.1 水中軸受用メカニカルシール
 - 1.2 軸封部用メカニカルシール
 - 1.3 減速装置用メカニカルシール
 - 1.4 立軸斜流うず巻ポンプ用メカニカルシール
- 2. 大形水中モータポンプ用メカニカルシール
- 3. 水車用メカニカルシール
 - 3.1 フランス水車用メカニカルシール
 - 3.2 チューブラ水車用メカニカルシール
- 4. 船尾管シール

第11項 攪拌機用メカニカルシール (南 紀)

- 1. 攪拌機について
 - 2. メカニカルシール
 - 2.1 メカニカルシールのIISにおける定義
 - 2.2 ポンプ用メカニカルシールと攪拌機用メカニカルシールとの相違
 - 3. 攪拌機用メカニカルシールユニットの基本構造
 - 3.1 メカニカルシールユニットと軸受との組み合わせ
 - 4. 攪拌機用メカニカルシールの選定
 - 4.1 シングルメカニカルシール
 - 4.1.1 シングルメカニカルシールの特徴
 - 4.2 ダブルメカニカルシール
 - 4.2.1 ダブルメカニカルシールの特徴
 - 4.3 三段メカニカルシール
 - 4.3.1 三段メカニカルシールの特徴
 - 4.4 静止形メカニカルシール
 - 4.4.1 静止形シールの特徴
 - 4.5 下部攪拌用メカニカルシール
 - 4.5.1 下部攪拌用メカニカルシールの特徴
 - 5. 攪拌機用メカニカルシールと加圧装置の選定
 - 5.1 加圧装置の種類
 - 5.2 攪拌機用メカニカルシールと加圧装置の選定
 - 5.3 シール液の選定
 - 5.4 ドライシール
- まとめ

第12項 ロケットエンジン用 (野坂 正隆)

- 1. ターボポンプと軸シール
- 2. 極低温でのトライボロジー問題
- 3. ターボポンプの軸シールシステム
 - 3.1 LE-5のT/P軸シールシステム
 - 3.2 LE-7の高圧T/P軸シールシステム
- 4. T/P軸シール
 - 4.1 メカニカルシール
- 5. フローティングリングシール
- 6. セグメントシール
- 7. 流体ダンパシール
- 8. 超高速・軸シール
- 9. 静的シール
- 10. 軸シール材の極低温摩擦・摩耗

= 第2章 動的シールトラブルケーススタディ =

第1節 オイルシールのトラブルケーススタディ (佐藤 幹男)

- 1. トラブル事例-1
 - 1.1 不具合内容
 - 1.2 調査結果
 - 1.3 不具合発生原因
 - 1.4 対策
- 2. トラブル事例-2
 - 2.1 不具合内容
 - 2.2 調査結果
 - 2.3 不具合発生原因
 - 2.4 対策
 - 2.5 注意事項
- 3. トラブル事例-3
 - 3.1 不具合内容
 - 3.2 調査結果
 - 3.3 不具合発生原因
 - 3.4 対策
 - 3.5 一般的なりップ反転の要因
 - 3.6 注意事項
- 4. トラブル事例-4
 - 4.1 不具合内容
 - 4.2 調査結果

- 4.3 不具合発生原因
- 4.4 対策
- 4.5 一般的なりップ傷の要因
- 4.6 注意事項
- 5. トラブル事例-5
 - 5.1 不具合内容
 - 5.2 調査結果
 - 5.3 不具合発生原因および対策
 - 5.4 注意事項
 - 5.5 その他様々な軸傷例

第2節 リップパッキンのトラブルケーススタディ (飯沼 重雄)

- 1. シールトラブルの要因と対策
 - 1.1 シールトラブルの原因と対策
 - 1.2 シールトラブル事例
- 2. 往復動シールにおける10のトラブル事例
 - 2.1 トラブル事例1(油圧用)組み付け不良-油漏れ: ロッドシール
 - 2.2 トラブル事例2(油圧用)組み付け不良-作動不良: ピストンシール
 - 2.3 トラブル事例3(油圧用)縦傷-油漏れ: ロッドシール
 - 2.4 トラブル事例4(油圧用)縦傷-油漏れ: ロッドシール

- 2.5 トラブル事例5(油圧用)肌荒れ摩耗ー油漏れ：
ロッドシール
- 2.6 トラブル事例6(油圧用)バックアップリングのはみ出し
破損ーシールの破損ー油漏れなど
- 2.7 トラブル事例7(空気圧用)平滑摩耗ーエア漏れ：
ロッドシール
- 2.8 トラブル事例8(空気圧用)平滑摩耗ーエア漏れ：
ピストン(ワンリングタイプシール)
- 2.9 トラブル事例9(空気圧用)縦傷摩耗ーエア漏れ：
ピストンシール(ワンリングタイプシール)
- 2.10 トラブル事例10(空気圧用)めくれ破損ーエア漏れ/作動
不良：ロッドシール

第3節 メカニカルシールのトラブルケーススタディ (高橋 秀和)

- 1. メカニカルシールの故障現象
 - 1.1 シールメーカーに連絡があった故障現品の故障現象と発生
割合

- 1.2 市場での故障現象の割合
- 2. 故障原因究明の方法と対策
 - 2.1 故障原因究明のために必要な情報
 - 2.2 収集した情報の分析方法
 - 2.2.1 漏れの発生時期からの分析
 - 2.2.2 漏れ状況からの分析
 - 2.2.3 漏れ量からの分析
 - 2.3 故障原因の特定
 - 2.4 対策
- 3. 故障と対策事例
 - 3.1.1 超硬合金シール端面の面荒れ
 - 3.1.2 超硬合金シール端面のクラック
 - 3.1.3 カーボンシール端面の早期摩耗と偏摩耗
 - 3.1.4 シール端面のプリスタリング
 - 3.1.5 シール端面への付着
 - 3.1.6 高圧ブロウ用シールの加圧時の多量漏れ
 - 3.1.7 タール・ピッチ用ペローズシールのペローズ破損

= 第3章 パッキンの試験法 =

- 1. パッキン試験の主なパラメータ
- 2. 回転軸用パッキンの試験
 - 2.1 オイルシールの性能試験
 - 2.1.1 オイルシール用ゴム材料としての物理的性能確認
 - 2.1.2 オイルシールの静的な性能確認
 - 2.1.3 運転性能試験
 - 2.1.4 動的低温試験
 - 2.2 メカニカルシール試験
 - 2.2.1 取付け精度の測定
 - 2.2.2 メカニカルシールの性能評価項目と 影響要因

- 2.2.3 メカニカルシールの運転性能 試験
- 2.2.4 メカニカルシールの漏れ量
- 3. 往復動軸用パッキンの試験
 - 3.1 往復動パッキンの性能に影響を与える要因
 - 3.2 試験装置および試験条件
 - 3.3 測定方法
 - 3.3.1 漏れ量の測定
 - 3.3.2 しゅう動摩擦抵抗の測定
 - 3.3.3 圧力測定
 - 3.3.4 温度測定

(似内 昭夫)

= 第4章 パッキン技術の動向 =

第1節 オイルシールの技術動向 (似内 昭夫)

- はじめに
- 1. 低摩擦化・低トルク化
 - 2. 省スペース化・軽量化
 - 3. 高速化
 - 4. 高密封性能化
 - 5. 高圧化
 - 6. 機能複合化

- 1.2.4 高圧化対応
- 1.2.5 高頻度作動・低頻度作動対応
- 1.2.6 低速～円滑作動性対応
- 1.2.7 薄型・コンパクト化対応
- 1.2.8 偏心 / 振れ条件対応
- 1.2.9 長寿命化対応

第2節 リップパッキンの技術動向 (飯沼 重雄)

- 1. 市場ニーズの多様化とパッキンの技術対応
 - 1.1 油圧用パッキン
 - 1.1.1 汎用タイプUパッキンの信頼性向上技術
 - 1.1.2 水ーグリコール系作動油対応
 - 1.1.3 広範囲温度対応
 - 1.1.4 高圧化対応
 - 1.1.5 高負荷・高稼働対応
 - 1.1.6 低摩擦・スティックスリップ対応
 - 1.1.7 薄型・コンパクト化対応
 - 1.1.8 高密封対応
 - 1.1.9 長寿命化対応
 - 1.2 空気圧用パッキン
 - 1.2.1 汎用タイプUパッキンの信頼性向上技術
 - 1.2.2 ドライエア対応
 - 1.2.3 広範囲温度対応

第3節 メカニカルシールの技術動向 (高橋 秀和)

- 1. 使用条件の多様化・過酷化への対応
 - 1.1 高圧化
 - 1.2 高速化
 - 1.3 高スラリー化
 - 1.4 大型化
 - 1.5 ドライ化
- 2. 長寿命・高性能化
 - 2.1 長寿命化
 - 2.2 高性能化
- 3. 環境保全への貢献
- 4. 省資源・省エネルギー・省コスト化への貢献
- 5. メンテナンス・取り扱いの容易化
- 6. 最新の技術動向
 - 6.1 高濃度炭酸カルシウム粉碎機用メカニカルシール
 - 6.2 大型機器用分割シール
 - 6.3 無冷却仕様メカニカルシール

= 第5章 パッキンの関連規格 =

- 1. 国際規格とその動向
 - 1.1 Oリング関連
 - 1.2 オイルシール関連
 - 1.3 パッキン関連
 - 1.4 メカニカルシール関連
 - 1.5 ピストンリング関連
- 2. 国内規格とその動向
 - 2.1 Oリング関連

- 2.2 パッキン関連
- 2.3 オイルシール関連
- 2.4 メカニカルシール関連
- 2.5 ピストンリング関連
- 3. 団体規格とその動向
 - 3.1 油圧・空気圧関連
 - 3.2 オイルシール
 - 3.3 メカニカルシール

(根本 圭介)