

技術紹介

酸素中におけるドライガスシール材の安全性評価試験

Ignition and Combustion Test of Dry-Gas Seals in Oxygen

巽 泰 郎*
TATSUMI Yasuo

水 野 全*
MIZUNO Masashi

大 内 信 明**
OOUCHI Nobuaki

1. はじめに

当社は、液化ガス用の小容量型ポンプとして長寿命化によるメンテナンス費削減と、ポンプの運転範囲拡大のためにインバータを採用した容量可変型ドライガスシール式ポンプを開発した¹⁾。現在は窒素・アルゴン等不活性ガスの限定使用となっているが、今般、適用流体を液化酸素に広げるため、酸素雰囲気におけるドライガスシール材料の安全性を確認する試験を実施した。

2. ドライガスシールの特徴

ドライガスシールは図1に示すようにカーボンリング(固定側)及び超鋼リング(運転時回転側)で構成されており、ポンプの運転中は回転によって発生した動圧によりシール面が非接触状態となる。一方、ポンプの起動、停止時はシール面が摺動する。このような運転時の特徴から、支燃性ガスである酸素ガス用途で想定される危険源を抽出し、シール材料の酸素ガス雰囲気中での安全性確認を目的に試験を実施した。

3. 試験項目

ドライガスシールを酸素ガス雰囲気で使用した場合の危険源の想定を、表1に示す3項目に分類した。そ

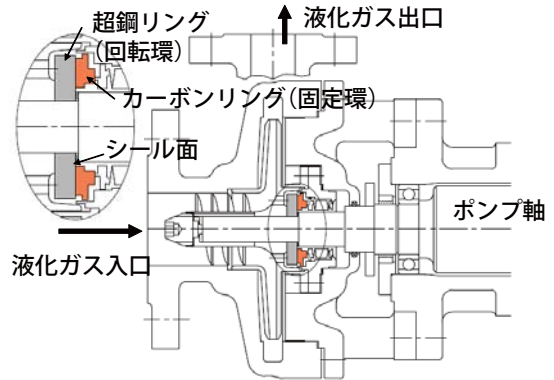


図1 ドライガスシール

れぞれの安全性を評価するため、同表に示す方法と条件で試験を実施した。延焼試験、燃焼試験は酸素加圧が可能な容器及び試験装置²⁾を用いた。また、全ての試験は酸素純度99.5%(volume)以上、常温で実施した。図2に延焼試験前のカーボンリング材の試料を示す。



図2 延焼試験の試料

表1 ドライガスシール安全性評価試験項目

試験項目	危険源の想定	試験方法	試験条件
延焼試験	リング近傍で火災・燃焼があった場合のリング材料への延焼・自燃の可能性	適宜切断したカーボンリング材および超鋼リング材にテルミット試薬とニクロム線をパラフィン紙で同梱し、ニクロム線に通電着火して材料の燃焼を観察	酸素圧力 0.1~0.7MPa テルミット試薬量 0~0.3g
燃焼試験	両リング隙間に混入した可燃物が燃焼する可能性	定量隙間をリング間でつくり、パラフィン紙を挟みリング外周からパラフィン紙に着火。リング隙間のパラフィン紙とリングの燃焼状態を観察	酸素圧力 0.1~0.6MPa リング隙間 10μm, 50μm
発火試験	加熱による材料の自然発火	カルベ式示差熱量計による自然発火温度の測定	酸素圧力 2.1MPa 昇温速度 1℃/min 到達温度 500℃
		ポンプ運転状態におけるカーボンリング表面温度の推定	大気中にてポンプ運転

* 開発・エンジニアリング本部 山梨研究所 安全・物性研究室
** オンサイト・プラント事業本部 プラント事業部 プラント・エンジニアリングセンター

4. 試験結果

4.1 延焼試験

延焼試験の結果、一部のカーボンリング材において表面が若干溶融した痕跡が、試験後のSEM観測から確認されたものの、全ての条件でカーボンリング材及び超鋼リング材とも材料自体が延焼することはなかった。試験におけるニクロム線への通電、テルミット反応による発熱及びパラフィン紙の燃焼熱の合計は最大で2.9kJであった。図3に延焼試験中の様子を、図4に延焼試験後のカーボンリング材の状況を示す。



図3 延焼試験中の様子



図4 延焼試験後のカーボンリング材

4.2 燃焼試験

カーボンリングと超鋼リングに挟み込んだパラフィン紙は、両リングの外周に沿って全焼したが、両リングがつくる隙間では、どの条件においても燃焼が観測されなかった。またリング表面も溶損等は肉眼で観測されなかったことから、50 μ m以下の隙間では、可燃性異物があっても燃焼は継続されないと推定できた。図5に燃焼試験後のリング材料とパラフィン紙の燃焼状況を示す。

4.3 発火試験

圧力2.1MPa、酸素濃度99.5%(volume)において、室温から500 $^{\circ}$ Cまでの間でカーボンリング材の自然発火は観測されなかった。また別途、両リングの摺動試験では、摩擦によるリング表面温度は、100 $^{\circ}$ C以上にならないことを確認した。

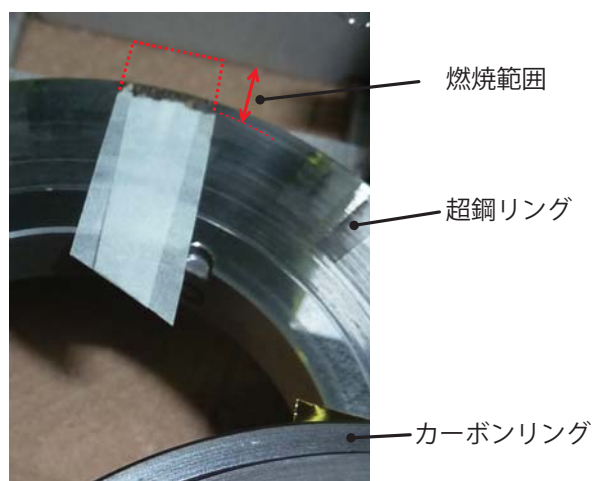


図5 燃焼試験後のリング材料とパラフィン紙

5. まとめ

ドライガスシールについて、酸素ガス雰囲気中での燃焼・延焼、自然発火の可能性について考察した。

当社が採用しているドライガスシール材であるカーボンリング及び超鋼リングは、加圧酸素ガス中で火炎を伴う燃焼においても延焼、自然せず、また、運転中に両リング間に可燃性異物が混入しても燃焼等を引き起こさなかった。更に通常の運転状態では摩擦による発熱は、両リング材料が自然発火しない温度領域であった。従って、両リングとも、当社使用範囲における想定内では酸素ガス中での発火、燃焼の危険性はなく、安全であることが確認できた。

6. おわりに

本試験は、当社が採用しているドライガスシール材料自体の燃焼性を確認したものであり、今後は酸素ガス用途へ向けたポンプ本体の設計検討と安全性検証、審査及び一定期間のフィールド試験を実施し、安全性、信頼性を十分に確認された商品として上市する予定である。

一方、安全・物性研究室は、本例の様に燃焼・爆発に係わる安全性試験を実施する技術と設備を保有しており、ポンプに限らず各種設備、使用材料について、燃焼・爆発を伴う各種安全性評価が可能である。今後も技術を向上するとともに、各種設備や材料の使用状況に則した試験方法の開発や試験設備の改善、改良、設備更新に取り組んでゆく。

参考文献

- 1) 大内信明. "横置容量可変型ドライガスシールポンプ". 大陽日酸技報. 2006, (25), P.63.
- 2) 橋本秀之, 巽泰郎. "アルミニウム薄板の燃焼試験". 大陽日酸技報. 2007, (26), P.32-33.