

本資料のうち、枠囲みの内容は、
商業機密あるいは防護上の観点
から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-40-9 改0
提出年月日	平成30年3月27日

工事計画に係る補足説明資料

安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下
における健全性に関する説明書のうち
補足-40-9【原子炉格納容器内に使用されるテフロン[®]材の
事故時環境下における影響について】

平成30年3月

日本原子力発電株式会社

1. 概要

本資料は、米国 NRC より、*NRC Information Notice 2014-04, “Potential for Teflon Material Degradation in Containment Penetrations, Mechanical Seals and Other Components”*, (March 26, 2014)が発行され、NRC の規制要求外という位置づけで、原子炉格納容器貫通部、エアロック、ポンプシール他に影響を及ぼすおそれのあるテフロン[®]材（以下、「テフロン材」という。）の劣化の可能性について米国の事業者に注意喚起されたことに鑑み、東海第二発電所の原子炉格納容器内の機器（原子炉格納容器バウンダリ構成部を含む。）について、テフロン材が事故時環境下において機器の健全性に影響を及ぼすかどうかについて検討し、その結果についてまとめたものである。

検討の結果、原子炉格納容器内の機器（原子炉格納容器バウンダリ構成部を含む。）でテフロン材を使用している箇所のうち安全上の機能を有するものについては、使用前検査までに耐環境性に優れたシール材に交換することから、プラント安全性に影響を及ぼさないことを確認した。

2. テフロン材使用機器の健全性

テフロン材は、シール材等として沸騰水型原子炉施設の原子炉格納容器内の機器の一部に使用されており、東海第二発電所の原子炉格納容器内の機器（原子炉格納容器バウンダリ構成部を含む。）では、

- ① 所員用エアロックの均圧弁及び電線管貫通部のシール部
- ② 起動領域計装及び出力領域計装の取付部
- ③ 原子炉格納容器隔離弁のうち、T I P ボール弁のシール部

に使用されている。

なお、原子炉格納容器外の高放射線量下で使用される機器に関しては、残留熱除去系ポンプ、原子炉隔離時冷却系ポンプ、高圧炉心スプレイ系ポンプ等の非常用炉心冷却系のポンプが挙げられるが、東海第二発電所に関する限り、これらの機器についてはテフロン材を使用していないことを確認している。

以下に、東海第二発電所の原子炉格納容器内の機器（原子炉格納容器バウンダリ構成部を含む。）について、テフロン材の使用部品及び当該部品が事故時環境下のプラント安全性に及ぼす影響について説明する。

(1) 所員用エアロックの均圧弁及び電線管貫通部のシール部

a. テフロン材使用部品及び当該部品の目的

所員用エアロックは、図 1 に示す通り、原子炉格納容器には 1 箇所設置されている。エアロックは、図 2 に示す通り、中心軸を水平に配置した中空円筒構造の設備であり、円筒の両端面に位置する隔壁にそれぞれ 1 枚ずつ扉を設けることにより、原子炉格納容器内外を結ぶ通路として使用されるものである。

内外 2 枚の扉を結ぶ接続機構により、少なくとも一方の扉は閉じた状態となるように設計されている。閉じた状態の扉には、微圧ながら扉の両側に差圧がかかるため、図 3 に示

す通り、扉 1 枚毎に 1 個の均圧弁が設置されており、扉を開く際に、扉の動きに先行して均圧弁が開くことにより、扉の差圧が解消され、その後、扉に操作力がかかる仕組みとなっている。弁の設置位置は、それぞれ、内側隔壁の原子炉格納容器内側、外側隔壁の原子炉格納容器内側である。また、内側隔壁及び外側障壁には、電線管貫通部が設置されている。

テフロン材は、均圧弁及び電線管貫通部のシール材として使用されている。

均圧弁はボール弁であり、図 4 に示す通り、テフロン製シール材は、シールリングとして、弁箱とボール型弁体の間隙部を密封するために、弁 1 個当たり入口側と出口側の対称位置の 2 箇所に使用されている。ボール弁のシール機構は、弁が全閉状態の際、差圧によりボール型弁体が弁箱に押し付けられ、ボール型弁体と弁箱の当たり面をシールリングで密封する方式である。弁には 2 つのシールリングが装備されているが、差圧の向きに応じて、2 つあるうちの圧縮される側のシールリングが弁の密封性を確保するように働く。この状態のシールリングに着目すると、ボール型弁体にかかる差圧によりシールリングがボール型弁体から弁箱に向かって押し付けられる作用と、ボール型弁体と弁箱の隙間領域においてシールリングにかかる差圧によりシールリングがシールリング溝に押し付けられる作用により、一方向に圧縮を受ける応力状態となる。

電線管貫通部は、図 5 に示す通り、シーリンググランドによって電線管を貫通させており、シーリンググランド内部のシール材としてテフロン材が使用されている。

b. テフロン材使用部品が機器の健全性やプラント安全性に及ぼす影響

所員用エアロックに使用しているテフロン材については、使用前検査までに事故時の耐環境性に優れたシール材として、均圧弁は PEEK 材、電線管貫通部は膨張黒鉛材に変更する。均圧弁に使用する PEEK 材については、同型の弁を使用した重大事故時の格納容器環境を模擬した耐環境試験を実施しており、熱及び放射線曝露後の漏えい試験にて弁シート部の気密性が確保できることを確認している。表 1 に耐環境試験条件を示す。また、電線管貫通部に使用する膨張黒鉛材については、表 2 に示す通り重大事故環境下においても十分な耐性を有することを確認している。

以上のことから、プラント安全性に影響を及ぼさない。

(2) 起動領域計装及び出力領域計装の取付部

a. テフロン材使用部品及び当該部品の目的

起動領域計装及び出力領域計装は、それぞれ、原子炉の停止状態～起動状態、原子炉の起動状態～定格出力運転状態において、原子炉の周囲における中性子束を計測し、原子炉の状態を監視するために設置される検出器である。各中性子束検出器は、中性子束に応じた電気信号を出力し、その電気信号は信号ケーブルを介して計測制御系に伝送される。

テフロン材は、起動領域計装及び出力領域計装の取付部の部材の 1 つとして使用される。

取付部は、図 6 に示す通り、





- b. テフロン材使用部品が機器の健全性やプラント安全性に及ぼす影響
テフロン製シール材自体に安全上の機能は元々ないため、プラント安全性に影響を及ぼさない。
- (3) 原子炉格納容器隔離弁のうちT I P ボール弁のシール部
- a. テフロン材使用部品及び当該部品の目的
移動式炉心内計装（以下、「T I P」という。）は、炉心内の軸方向及び水平方向の中性子束分布の計測をすると共に、局部出力モニタの較正を行うために設けられた移動式の中性子測定装置である。T I P 系統は、5 系統の中性子検出機構、駆動機構、インデクサ機構、バルブアセンブリなどで構成されており、炉心内 43 箇所において中性子束分布を測定できるようになっている。T I P 系統のバルブアセンブリは、T I P ボール弁とT I P 火薬切断弁（爆破弁）により構成されており、原子炉格納容器バウンダリとしては、通常運転時は全閉状態であるT I P ボール弁により、隔離機能を維持している。T I P の系統概略図を図 7 に示す。
テフロン材は、T I P ボール弁の弁シート部及びグランドシール部にシール材として使用されている。T I P ボール弁はボール弁であり、図 8 に示す通り、テフロン製シール材は、シールリングとして、弁箱とボール型弁体の間隙部を密封するために、弁 1 個当たり入口側と出口側の対称位置の 2 箇所を使用されている。
ボール弁のシール機構は、弁が全閉状態の際、差圧によりボール型弁体が弁箱に押し付けられ、ボール型弁体と弁箱の当たり面をシールリングで密封する方式である。弁には 2 つのシールリングが装備されているが、差圧の向きに応じて、2 つあるうちの圧縮される側のシールリングが弁の密封性を確保するように働く。この状態のシールリングに着目すると、ボール型弁体にかかる差圧によりシールリングがボール型弁体から弁箱に向かって押し付けられる作用と、ボール型弁体と弁箱の隙間領域においてシールリングにかかる差圧によりシールリングがシールリング溝に押し付けられる作用により、一方向に圧縮を受ける応力状態となる。
- b. テフロン材使用部品が機器の健全性やプラント安全性に及ぼす影響
テフロン材使用部品については、使用前検査までに事故時の耐環境性に優れたシール材として、改良 E P D M 製シール材に変更する。改良 E P D M 製シール材については、表 3 に示す圧縮永久ひずみ試験結果から、200 °C、2 Pd (=620 kPa) 環境下における環境耐性を有していることを確認している。
以上のことから、プラント安全性に影響を及ぼさない。

3. 結論

東海第二発電所の原子炉格納容器内及び原子炉格納容器隔離弁に使用されているテフロン材に関しては、安全上の機能を有するものについては使用前検査までに耐環境性に優れたシール材に交換することから、東海第二発電所のプラント安全性に影響を及ぼさない。

以上

表 1 均圧弁の耐環境試験条件 (PEEK 材)

熱劣化	200 °C, 168 時間
放射線照射量	<input type="text"/>
漏えい試験圧力	0.9 MPa[gage]

表 2 膨張黒鉛材の材料特性

シール材	仕様		
	耐熱温度	耐圧性	耐放射線性
膨張黒鉛材	400 °C以上	6.9 MPa	約 15 MGy

表 3 圧縮永久ひずみ試験^{※1}結果 (改良 EPDM製)

試験温度	200 °C
構造部放射線照射量	<input type="text"/>
試験雰囲気	蒸気
試験時間	168 時間
ひずみ率 ^{※2}	<input type="text"/> ^{※3}

※1 JIS K 6262 に従い実施

※2 試料を圧縮し完全に回復した状態が 0 %, 全く回復しない状態が 100 %

※3 の平均値

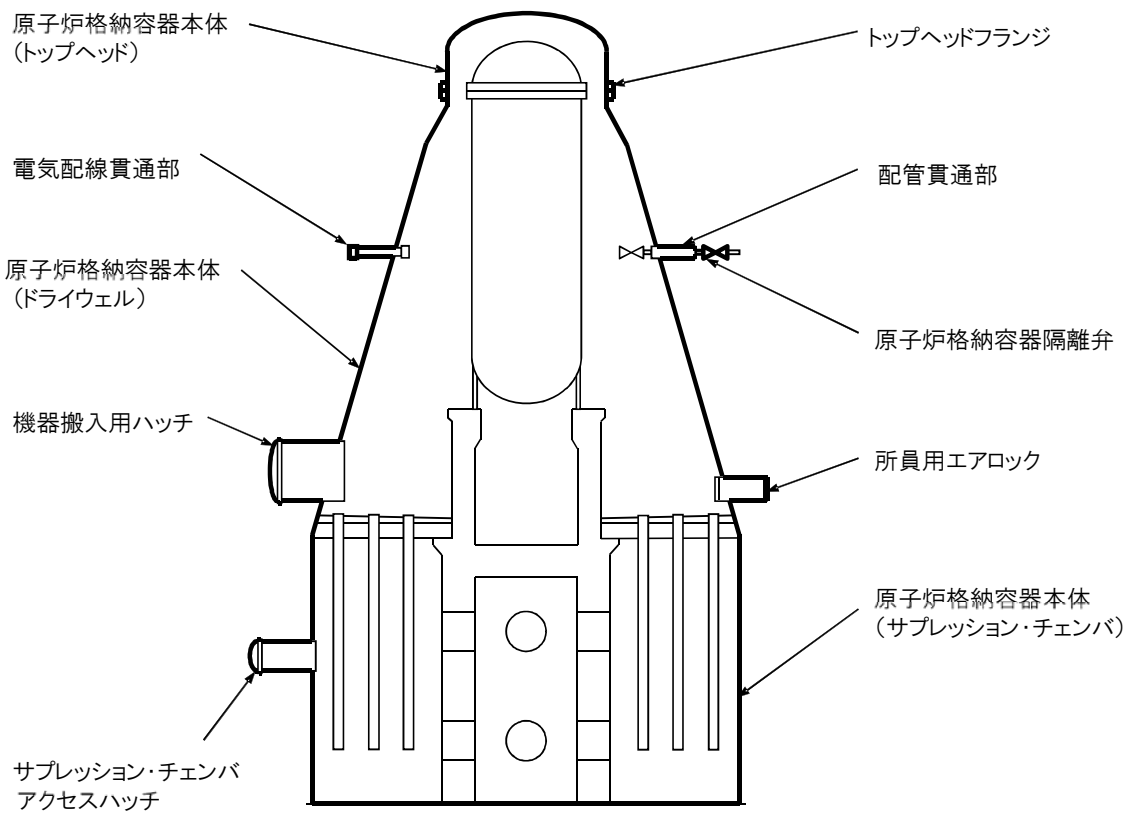


図1 原子炉格納容器の概要図

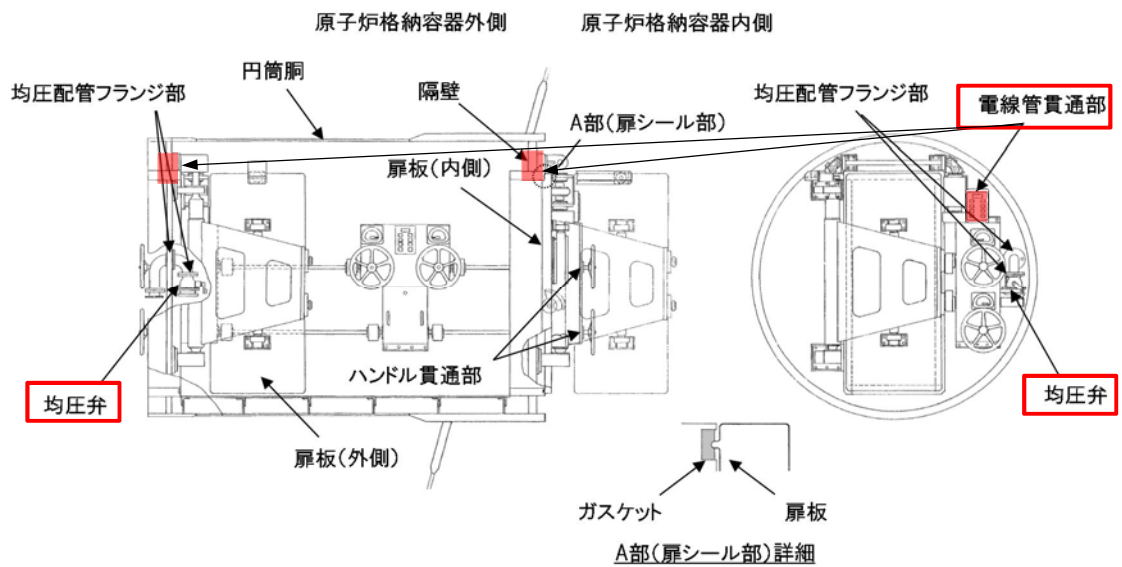


図2 所員用エアロックの構造図

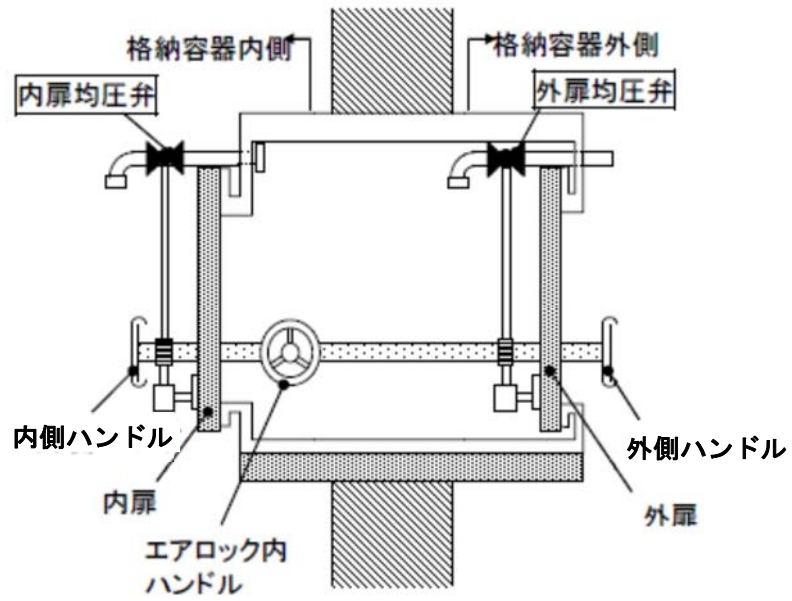


図3 所員用エアロックにおける均圧弁の位置

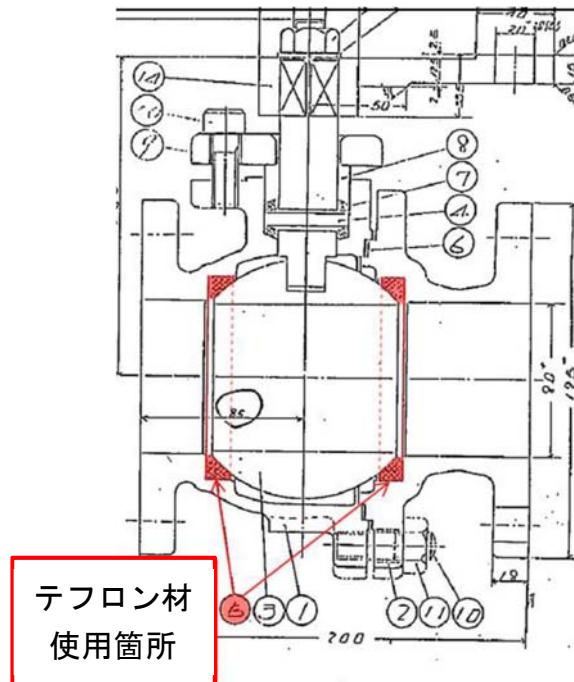


図4 エアロック均圧弁の構造図

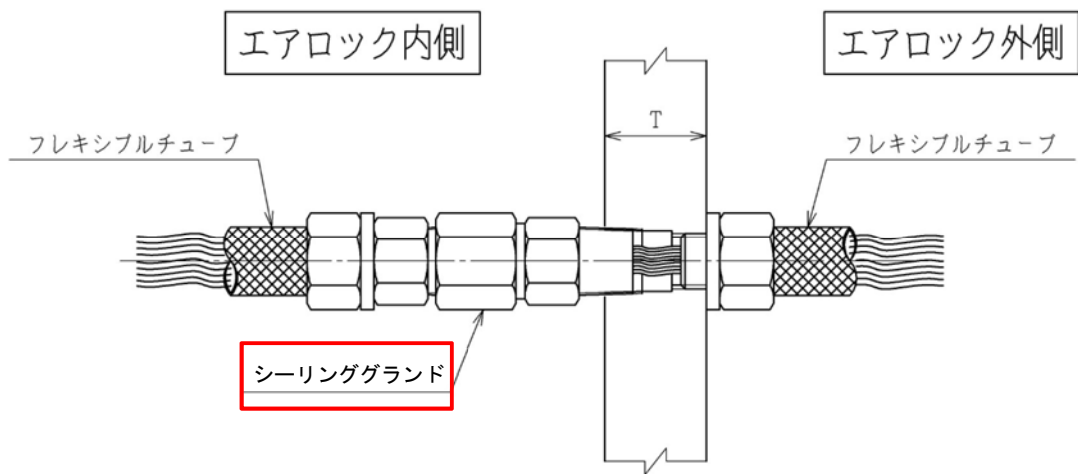


図5 電線管貫通部の構造図

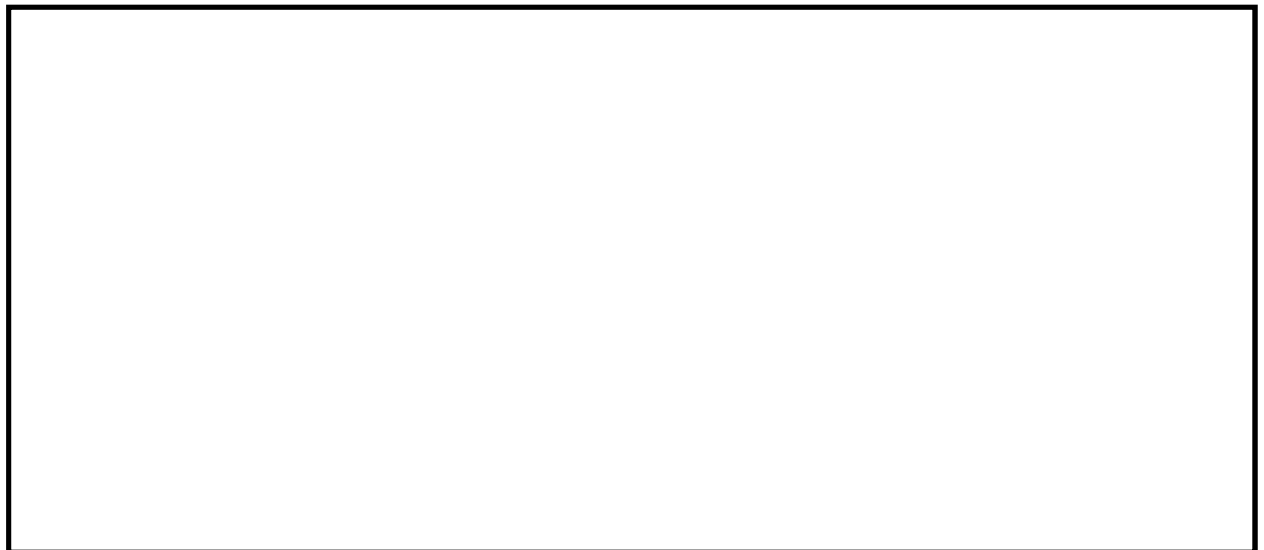


図6 起動領域計装及び出力領域計装の取付部の概略図

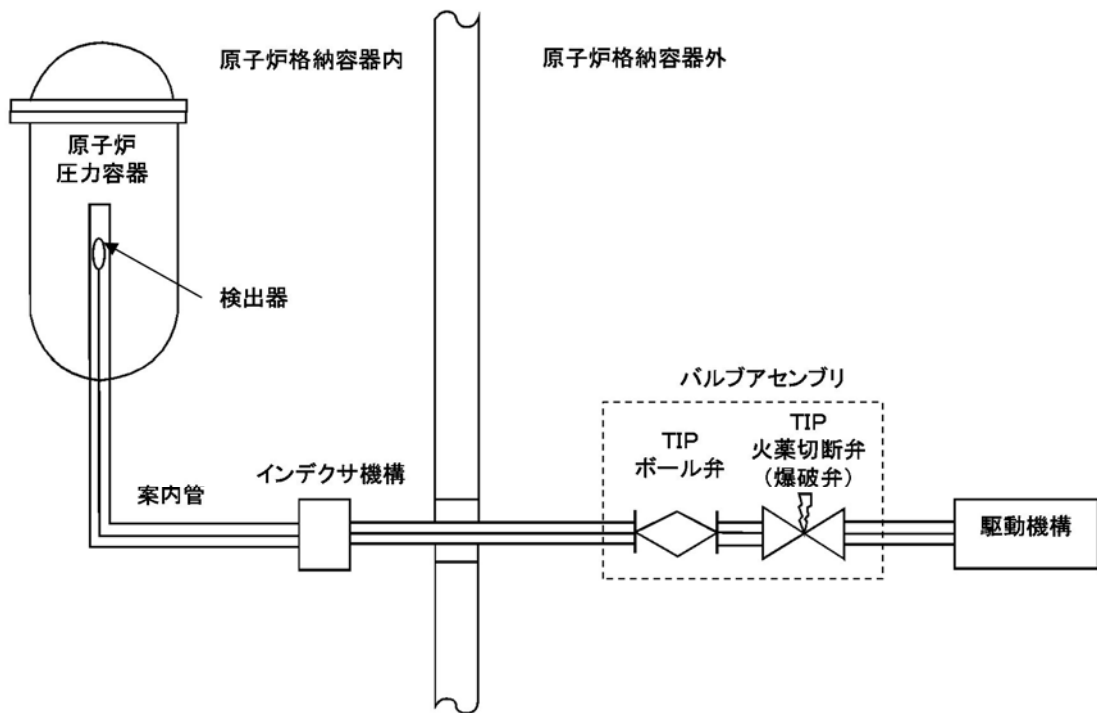


図7 TIPの系統概略図

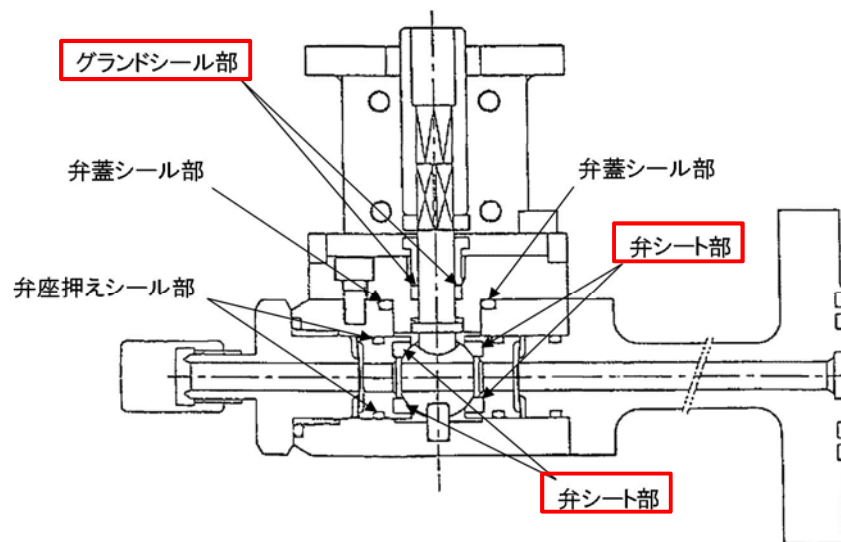


図8 TIPボール弁の構造図