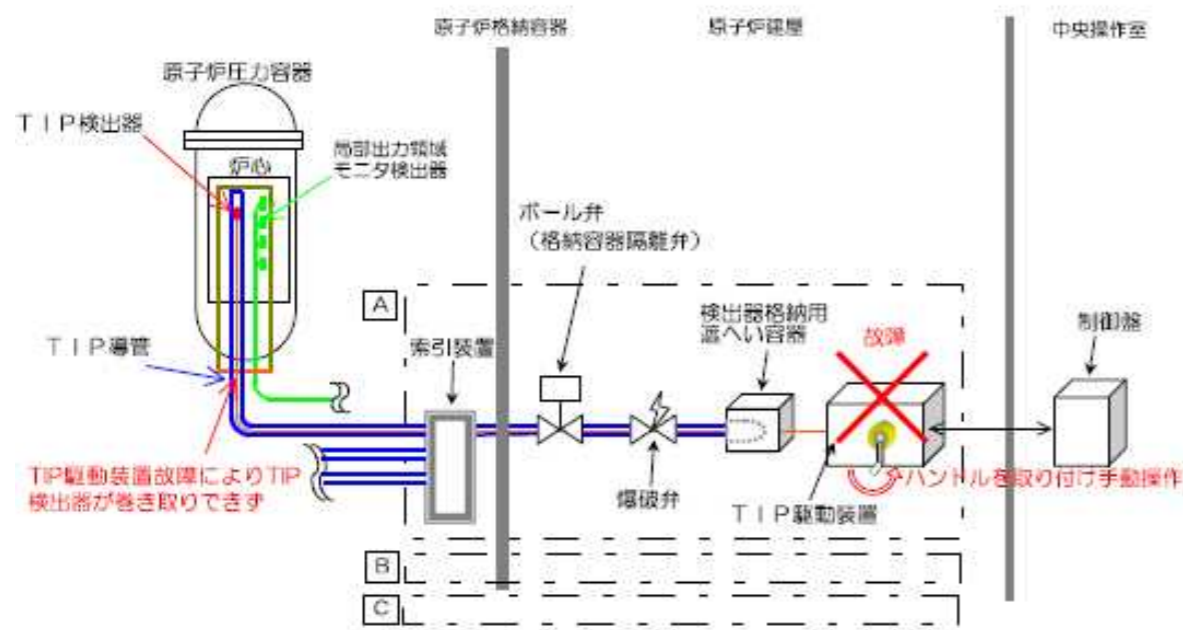
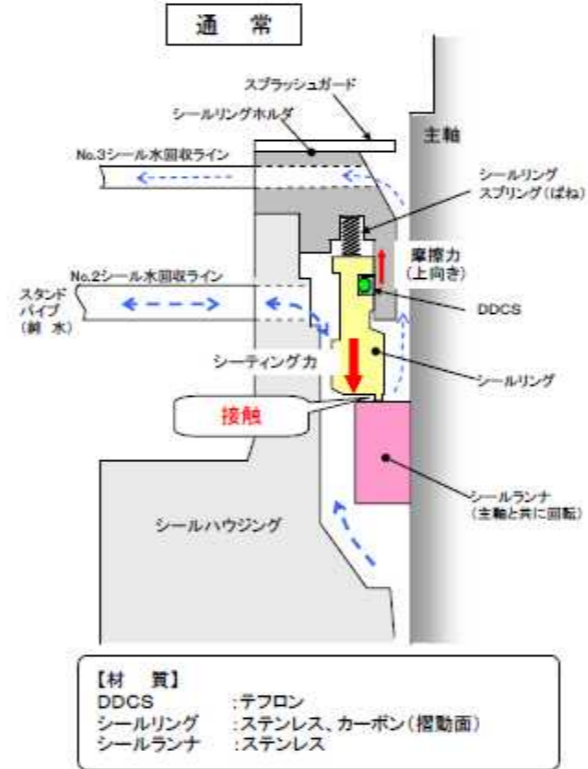


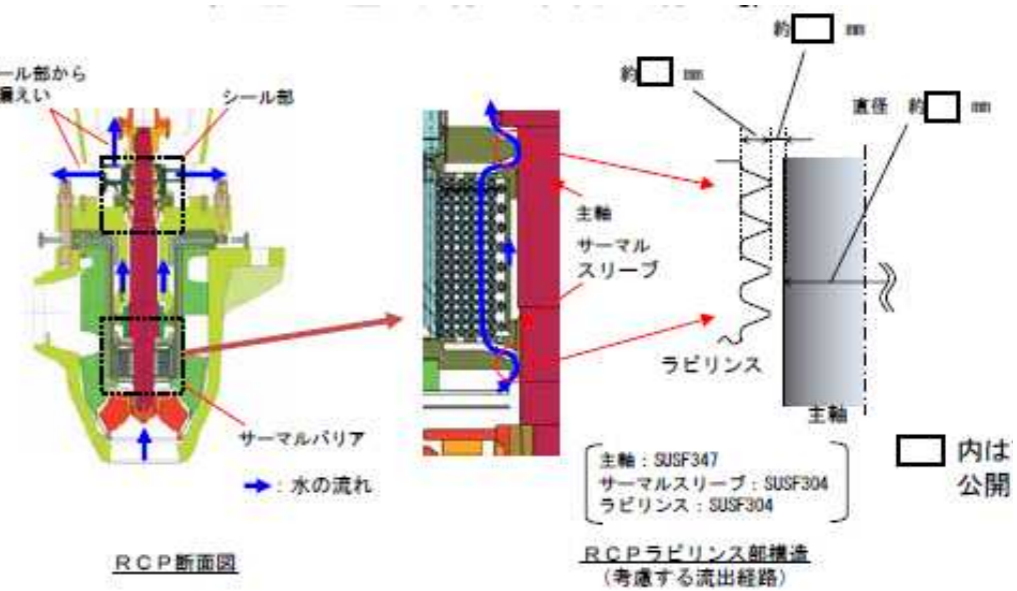
件名	格納容器貫通部、メカニカルシール、及びその他の機器においてテフロン材が劣化する可能性 (IN2014-04)				設計基準事象時（事象後を含む）に機能の維持が求められる設備に対してテフロン材料の交換が進められてきた。しかし、Fort Calhoun Station で確認されたようにテフロンシールと絶縁材は引き続き使用されていると思われることから、下記を述べている。
型式	BWR、PWR	国名	USA		
プラント名/会社名	Fort Calhoun/Omaha Public Power District 他	発生日月日 (発行日)	発行日 2014.3.26		1. 「一般設計基準」は、原子炉格納容器の貫通部が、それぞれの電氣的区分に関係なく、設計されることを特に要求している。同様に、ポンプのシール及び弁のシートのような安全関連の機械部材は、「一般設計基準」で要求しているような事故条件の下でそれぞれの健全性を維持しなければならない。
事象概要 (経緯)	<p>米国NRCは、格納容器貫通部、格納容器の職員用エアロック、ポンプシール、及びその他の機器に影響するテフロン材料の劣化の潜在的可能性を周知するため、INを発行した。</p> <p><b>Fort Calhoun Station</b></p> <p>認可取得者は、<u>安全関連（クラス1E）格納容器電線貫通部</u>にあるテフロンシールを確認及び交換していたが、<u>非クラス1E貫通部は交換しなかった</u>。これらは、格納容器の健全性を維持する安全機能を有しているにも拘わらず、電氣的機能だけにに基づき、非安全関連であると間違っ て分類された。非クラス1E格納容器貫通部電線シールに関する線量解析を実施した結果、<u>内側と外側のテフロンシールが設計基準事故（DBA）の際に破損閾線量を受けると結論づけられた</u>。2013年6月、NRC検査チームの判断を受け、<u>是正措置として、認可取得者は全てのテフロン絶縁格納容器電線貫通部アセンブリを交換又はキャップをした</u>。</p> <p>2013年8月、<u>特定安全関連ポンプ（LPSI及びCSポンプ）のメカニカルシールもテフロンを内蔵していることが確認された</u>。DBA時の増加した放射線がテフロンを急速に劣化させ、増加した圧力、温度により、蒸気がシールを貫通して、関係する安全系の損傷に至る可能性があった。オリジナルの建設仕様がポンプのシールに適合する材料を適切に規定していなかった。是正措置として、認可取得者は材料の適合性をレビュー中であり、テフロンの使用を制限する予定である。<u>認可取得者は、ポンプのシールを起動前に交換した</u>。</p> <p><b>Vermont Yankee</b></p> <p>1985年6月、認可取得者は、テフロン絶縁材及びシーラント材を内蔵する4箇所の格納容器所員用エアロック及び電線貫通部を確認した。認可取得者は、当該貫通部を更に耐放射線性に優れた材料が内蔵されたものに交換した。1990年11月、認可取得者は、格納容器職員用エアロックにおける<u>シャフトがバルクヘッドを貫通している場所、及び均圧弁に対するステムのパッキンとシールにテフロン材があることを確認した</u>。エアロックのシール部のテフロンは、特微的な材料の<u>損傷限度が<math>10^2\sim 10^4</math> Gyの範囲であった</u>。格納容器の設計で、Vermont YankeeのDBA線量は<math>8 \times 10^5</math> Gyであり、1次格納容器の健全性を損なう可能性があった。認可取得者は、<u>シャフトシールのテフロンを黒鉛で置き換え、均圧弁を金属シートが使用された同等の弁で置き換えることにより是正措置を講じた</u>。</p> <p><b>Fermi 2</b></p> <p>1991年2月、認可取得者は、水素/酸素モニタリングシステムにおける<u>フローズスイッチがテフロンのリード線絶縁材を内蔵している可能性があることをWhittakers社から通知された</u>。この状態の根本原因は、Whittaker社とフローズスイッチ納入者の間の調達プロセスにおける断絶、及びフローズスイッチの修理に対する不適切な作業指示であった。当該フローズスイッチは同原子炉の次回燃料交換停止の際Tefzelの絶縁材のリード線を内蔵するフローズスイッチと交換された。</p> <p><b>Foxboro Transmitters</b></p> <p>特定のE-10シリーズFoxboroトランスミッタに関して、DBA条件で同トランスミッタの動作に悪影響を及ぼす可能性がある欠陥に関するFoxboroからの技術書簡をNRCスタッフが受け取った後、NRCの検査・強制措置通達81-06が発行された。Foxboroによれば、問題の<u>テフロン絶縁材は、2MGyの積算線量を受けた場合、脆化及び劣化する傾向が実証されていた</u>。2MGyの合計積算線量は、電力会社トランスミッタ性能保証グループが出資した性能保証試験で求められたものであり、これがFoxboroによるテフロン絶縁材に関する認定の不備発見につながった。</p>			<p><b>当事国の対応</b></p> <p>1. 「一般設計基準」は、原子炉格納容器の貫通部が、それぞれの電氣的区分に関係なく、設計されることを特に要求している。同様に、ポンプのシール及び弁のシートのような安全関連の機械部材は、「一般設計基準」で要求しているような事故条件の下でそれぞれの健全性を維持しなければならない。</p> <p>2. 格納容器の健全性を維持することに関して、すべての格納容器電線貫通部は安全関連に指定され、米国機械学会（ASME）セクションⅢ、耐震重要度分類1に従い設計されるべきであり、10CFR50附則J、「軽水型発電用原子炉に対する1次原子炉格納容器漏洩試験」に基づきタイプBの試験を実施されるべきである。</p> <p>3. 10CFR50の§50.49“原子力発電所の安全上重要な電気設備の環境条件”では、安全上重要な3種類のカテゴリーの電気設備（①クラス1E、②非クラス1E、③特定の事故後モニタリング設備）がそれぞれの適用及び規定された性能に対して認定されることを要求している。これらの設備は、設計基準事象の際及びその後機能維持することを要求される。</p>	
				<b>国内での状況</b>	<p>「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」で以下を求めている。</p> <p>第14条2：安全設備は、設計基準事故及び当該事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるよう、施設しなければならない。</p> <p>第17条5のイ：原子炉格納容器又は原子炉格納容器支持構造物がその使用される圧力、温度、湿度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学成分を有すること。</p> <p>国内の実用発電用原子炉では、米国事例で問題とされた格納容器電線貫通部については、絶縁材及びシール材にテフロンは使用されていない。それ以外では、以下の箇所においてテフロンが使用されているが、安全上の問題はない。</p> <p>① 一部のBWRプラントで格納容器を貫通するTIPの「格納容器隔離弁」である「ボール弁」の弁座シートとグランドシールの一部にテフロンが用いられている。TIP導管は原子炉容器における端部が閉じられているため、格納容器隔離の場合には当該グローブ弁または爆破弁のどちらかが閉になれば良い。仮にボール弁が閉止しないトラブルが生じた場合は、爆破弁の作動により格納容器隔離が行われる。当該ボール弁は格納容器外に設置されており、DBA時でも照射線量はテフロンの劣化を招くような線量になることはないと考えられる。</p> <p>② 格納容器内のエアロックの均圧弁にテフロンが使用されている。なお、均圧弁はエアロックを介して格納容器圧力バウンダリのシールを構成しているが、エアロックの扉部分に比べるとシール劣化の影響は比較的小さいと思われる。</p> <p>③ 格納容器内部の安全上重要な機器におけるテフロンシールの使用について、PWRの1次冷却材ポンプ（RCP）で、その軸封部の一部の部材にテフロンが使用されている。しかし、従前よりその部分のシール性能劣化が指摘されており、安全性の確認がなされている。</p>
				<b>スクリーニングの結果/理由 (案)</b>	<p>実用発電用原子炉の技術基準では安全設備の機能や原子炉格納容器健全性に関する部分に適切な材料を使用することが要求されている。</p> <p>国内の実用発電用原子炉について、テフロン材の使用状況について確認したところ、米国事例で問題とされた格納容器電線貫通部については使用されていなかったが、それ以外の箇所について一部でテフロン材が使用されていることが確認された。</p> <p>今後の対応については更なる調査を行った後、要否を決定する。</p>



添付図1 BWRにおけるT I Pの構成  
(出典 <http://tepcoco.jp/nu/kk-np/chuetsu/plant/pdf/siryo3.pdf>)

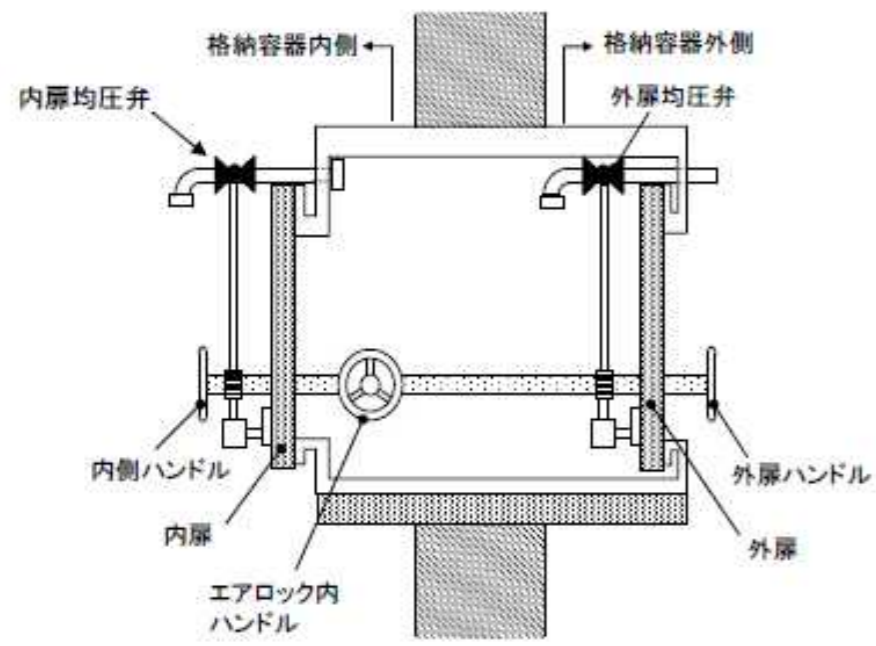


【材 質】  
DDCS : テフロン  
シールリング : ステンレス、カーボン(摺動面)  
シールランナ : ステンレス



添付図3 RCP断面及びラビリンス部詳細  
(出典 [http://www.nsr.go.jp/activity/regulation/tekigousei/data/0004\\_11.pdf](http://www.nsr.go.jp/activity/regulation/tekigousei/data/0004_11.pdf))

添付図2 RCP軸封部  
(出典 2005年10月20日の旧原子力安全委員会第63回の資料1)



添付図4 格納容器所員用エアロック  
(出典 ニューシア 通番 10531 の図面)

1	本体
2	フランジ
3	ボール
4	シート
7	ステム
8	ガスケット
12	パッキン
12A	軸受
12B	スラスト導管
15A	パッキン押え
15B	パッキン押え棒
15C	ステム軸受
16	ストップ
17B	止め棒
18	幅込みボルト
18A	ナット
19	六角穴付きボルト

シート仕様・軸長  
当社製ボールバルブの代表的なシートを以下に示します。

NTF  
New-PTFE製の当社ボールバルブ標準シート。従来のPTFEの耐熱性、耐薬品性、非粘着性、低摩擦性などの性能を保持し、更に高圧クリープ性を向上させたPTFEです。  
◎色：白色 ◎最高使用温度：240℃ (使用条件により異なります) ◎主な用途：清浄流体、潤滑、粘性流体など

NCF  
PTFEに「カーボンファイバ」を充填した強化PTFEのシートです。NTFに比べ耐熱性が優れています。  
◎色：黒色 ◎最高使用温度：240℃ (使用条件により異なります) ◎主な用途：汚泥、スラッジやスラリーを含む流体、粉体など

NGR  
PTFEに「ガラスファイバ」を充填した強化PTFEのシートです。耐熱性はNCFと同等ですが、本シートはNCFの黒色を継承する液体に使用されます。  
◎色：白色 ◎最高使用温度：240℃ (使用条件により異なります) ◎主な用途：腐蝕性を含む食品など

添付図5 (参考情報) 一般的なボール弁の構造  
(出典 [http://www.ndv.co.jp/vcms\\_lf/B302-03\\_.pdf](http://www.ndv.co.jp/vcms_lf/B302-03_.pdf))

Effects of Radiation on Mechanical Properties of Plastics

W W Parkinson, O Sisman, Plastics and elastomers NUCLEAR ENGINEERING AND DESIGN 17 (1971) 247-280.

Material	Initial Value <sup>(b)</sup>	Dose Rate Mrads/hr	Thickness, (in.)	Percent of Initial Value Retained at Given Dose (rads) <sup>(a,c)</sup>
<b>Thermoplastic Polymers</b>				
<b>A. Hydrocarbon Polymers</b>				
<b>1. High-density (linear) polyethylene</b>				
<b>a. Super Dylan:</b>				
Tensile Strength, psi	3000	2	0.12 (4)	[Graph showing 100% retention up to 10 <sup>8</sup> rads]
Elongation at Break, %	170			
<b>2. Polypropylene (Profax)</b>				
Tensile Strength, psi	4660		(10)	[Graph showing 100% retention up to 10 <sup>7</sup> rads]
Elongation at Break, %	70			
<b>3. Polystyrene</b>				
<b>a. Clear Polystyrene</b>				
Tensile Strength, psi	1800	2	0.12 (2)	[Graph showing 100% retention up to 10 <sup>6</sup> rads]
Elongation at Break, %	0.32			
<b>8. Polytetrafluoroethylene (Teflon)</b>				
Tensile Strength, psi	4800	1	0.06 (5)	[Graph showing 100% retention up to 10 <sup>8</sup> rads]
Elongation at Break, %	400			
Tensile Strength, psi	3900	1	0.03 (5)	[Graph showing 100% retention up to 10 <sup>8</sup> rads]
Elongation at Break, %	400			
<b>Irradiated in vacuum</b>				
Tensile Strength, psi	4650	1	0.06 (5)	[Graph showing 100% retention up to 10 <sup>8</sup> rads]
Elongation at Break, %	345			

100 to 80% of initial value retained.  
80 to 50% of initial value retained.  
50 to 10% of initial value retained.  
10 to 0% of initial value retained.



添付図6 (参考情報) テフロン機械特性に関する放射線影響データ  
(出典 <http://www.las-ans.org.br/>)