

伊方発電所第 3 号機
蓄圧タンク 3 B 出口逆止弁のベント弁からの
漏えいについて

平成 2 9 年 1 2 月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第3号機 蓄圧タンク3B出口逆止弁のベント弁からの漏えいについて

2. 事象発生の日時

平成29年10月5日 11時30分頃

3. 事象発生の設備

1次冷却材系統の水抜き作業用ホース

4. 事象発生時の運転状況

3号機 第14回定期検査中

5. 事象の概要

定期検査中の伊方発電所第3号機の原子炉格納容器内(管理区域内)において、10月5日11時30分頃、蓄圧タンク*1 3B出口逆止弁*2のベント弁*3の水抜き作業用ホース*4の接続部より1次冷却材系統水が漏えいしていることを運転員が確認した。このため、運転員にて、ベント弁を閉止し漏えいは停止した。

漏えいした水の量は約530cm³であり、放射エネルギーは最大1.4×10⁶ベクレルと推定され、漏えいした水については拭き取りを実施した。

その後、調査した結果、水抜き作業用ホースからの漏えいであることを特定したことから、当該ホースの取り替えを実施し10月6日13時30分に通常状態に復旧した。

なお、本事象によるプラントへの影響および周辺環境への放射能の影響はなく、作業員の被ばくもなかった。

(添付資料-1, 2)

*1：蓄圧タンク

1次冷却材喪失事故時に、ほう酸水を自動的に炉心注入するため、通常時、ほう酸水および加圧窒素が満たされているタンク。原子炉内の冷却水が漏出して1次冷却材系統の圧力が低くなると、タンクから炉内にほう酸水が注水される。

*2：逆止弁

一方向にだけ流体の流れを許し、反対方向には流れを阻止する働きを持つ弁

*3：ベント弁

系統水張りを行う際は系統内の空気抜き、水抜きを行う際は空気の吸い込みを行うために開ける弁

*4：水抜き作業用ホース

1次冷却材系統水の水抜き、水張り作業時に使用するステンレス製フレキシブルホースで、薄肉のステンレス製チューブの両端に接続部を取り付

け、外装として保護用のステンレス製の網(ブレード)を取り付けている。

6. 事象の時系列

10月5日

5時54分 蓄圧タンク3B出口逆止弁のベント弁の水抜き作業用ホース接続後、ベント弁の「開」を実施

11時30分 運転員が蓄圧タンク3B出口逆止弁のベント弁の水抜き作業用ホース接続部より1次冷却材系統水の漏えいを確認

11時45分 運転員にてベント弁を閉止し漏えいが停止
その後、漏えいした水の拭き取りを実施

10月6日

13時30分 水抜き作業用ホースの取り替えおよび漏えいがないことを確認し、通常状態に復旧

7. 調査結果

水抜き作業用ホースについて、以下の調査を行い、原因の検討を実施した。

(1) 当該水抜き作業用ホースの調査

a. 外観点検

水抜き作業用ホース(以下、「当該ホース」という。)の外観点検を実施した結果、きず等の損傷は確認されなかった。

b. 漏えい個所調査

ホース全体を水槽に浸し漏えい個所を調査した結果、システムドレン配管*⁵側の端部(リングとブレードの隙間)からの気泡があり、当該部から漏えいしていることを確認した。

また、その他の部位からの漏えいは認められなかった。

*5: システムドレン配管

1次冷却材系統の水抜き、水張り作業時、排出された水を原子炉格納容器サンプ(原子炉格納容器内の底部に設置されている廃液を貯める貯水槽)まで導く配管

(添付資料-3)

c. 内面調査

漏えい個所調査において漏えいが認められた部位を切り出し、縦割りに切断し内面から調査を行った結果、目視による観察では内表面に腐食はなく、貫通口等の異常は確認できなかったが、浸透探傷検査*⁶の結果、チューブ内面の継手とチューブの溶接接合部に近いチューブ折り返し部に浸透指示模様を確認した。

ただし、浸透指示模様は微小であり貫通部の形状、大きさ等の特定には至らなかった。

＊ 6 : 浸透探傷検査

材料表面に発生した表面開口きずに浸透液を浸透させ、浸透液を毛细管現象により表面に吸い出し、拡大されて現れた浸透指示模様を観察して表面きずを調べる方法

(添付資料－ 4)

d. 使用状況調査

当該ホースは、定期検査時における 1 次冷却材系統の水抜きおよび水張り時のみに使用している。

最も使用条件が厳しいのは、プラント起動前の 1 次冷却材系統の水張り時であり系統圧力は約 2.7 MP a、温度は約 40℃となるが、何れも当該ホースの最高使用圧力 4.5 MP a、温度 95℃に対し十分余裕のある条件で使用していることを確認した。

また、当該ホースは、定期検査中のみベント弁に接続しており、使用終了後は、ホース内部の水抜きを実施した後、ベント弁側を取り外し、システムドレン配管側のカプラ部を接続したままで、ホースを巻いて近傍に保管していた。

このため、当該ホースのシステムドレン配管側のホース端部（チューブと継手溶接部）が曲げられた状態となり過大な応力が負荷されていた可能性がある。

(添付資料－ 5)

e. 保守状況調査

当該ホースについては、定期検査時の水抜き、水張り作業のみに使用していることから、定期的な点検は実施せず使用時にホース内を系統水で充水した状態での漏えい確認により健全性を確認している。

また、当該ホースは 3 号機運転開始時に配備し、それ以降、取替実績が無いことを確認した。

f. 製造メーカー聞き取り調査

当該ホースの製造メーカーは、同種ホースの製造を中止していることから、類似のホース製造メーカーに聞き取り調査を行った結果、ホース取扱い時、ホースを無理に曲げたり、強い力で引っ張った場合にはホース端部のチューブ接続部に過大な応力がかかり損傷する可能性があり、当該ホースと同様にチューブ接続部が損傷した事例があることを確認した。

(2) 類似ホース調査

当該ホース同様に 1 次冷却材系統の水抜き、水張り作業用で使用しているホース 30 本について、ホース充水により漏えい確認を実施した結果、漏えいは確認されなかった。また、これらのホースは、当該ホース同様に使用終了後は、ベント弁側を取外し、システムドレン配管側のカプラ部を接続したままで保管していることを確認した。

8. 推定原因

当該ホース保管時には、システムドレン配管側のカプラ部を接続した状態でホースを巻いて保管していたため、システムドレン配管側端部のチューブ接続部に引張応力が付加され塑性変形が生じていたと考えられる。当該ホースは、3号機運転開始以降、各定期検査において使用しており、使用・保管の都度、当該接続部に繰り返し、引張応力が付加され、損傷・漏えいに至ったものと推定される。

(添付資料-6)

9. 対 策

- (1) 蓄圧タンク3B出口逆止弁のベント弁の当該ホースを取り替えた。
- (2) 本定期検査における1次冷却材系統設備の点検完了に伴う系統水張り作業開始までに、当該ホースおよび類似ホース(全31本)を念のため、新品に取り替える。また、予備品を保有管理することとする。
- (3) 当該ホースの劣化を防止するため、保管時はホース両端を配管から取り外し、過大な応力が掛からないように保管するよう作業要領書に反映する。
- (4) ホース取り付け・取り外し作業での取り扱い上の注意事項(無理に曲げない等)について、連絡票にて所内関係箇所へ周知を行った。
- (5) 念のため今回取り替えるホース31本の健全性を確認するため、5定検に1回、今回の調査と同様に空気による漏えい確認を実施する。
- (6) 類似ホースを使用して系統の水張り、水抜き作業を行う場合、より確実な確認を行う観点から、ホース取り付け後、通水を開始した時点において、取り付け部およびホース全体からの漏えいの有無について確認するとともに、一定時間後にも再度漏えい確認を行うこととし、その旨を操作手順書に反映する。

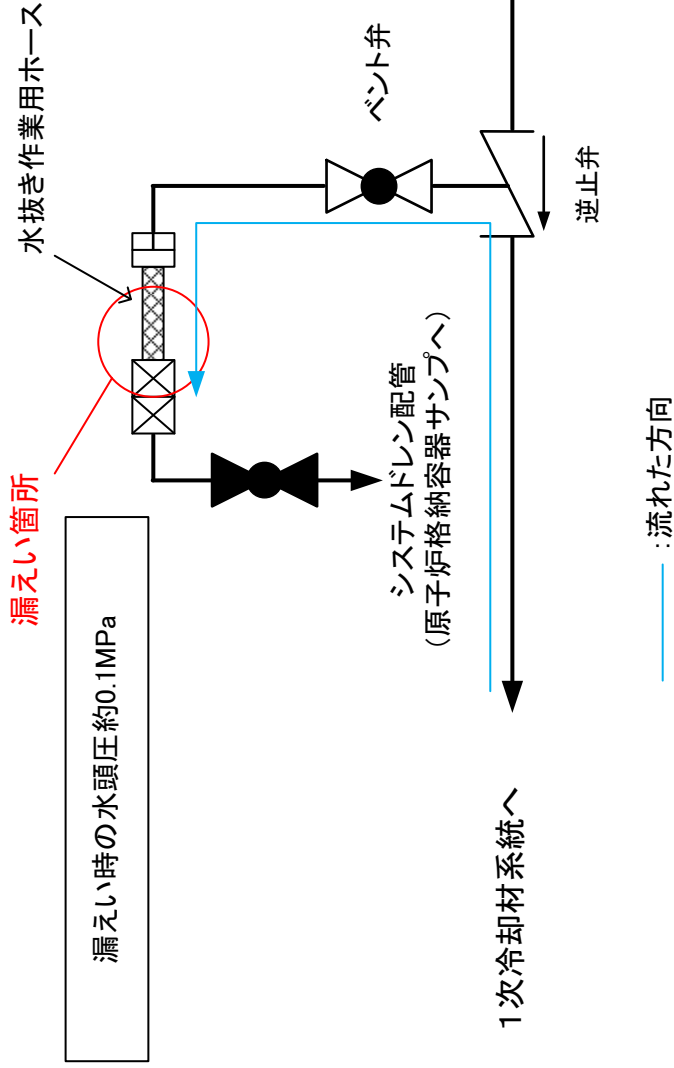
以 上

添 付 資 料

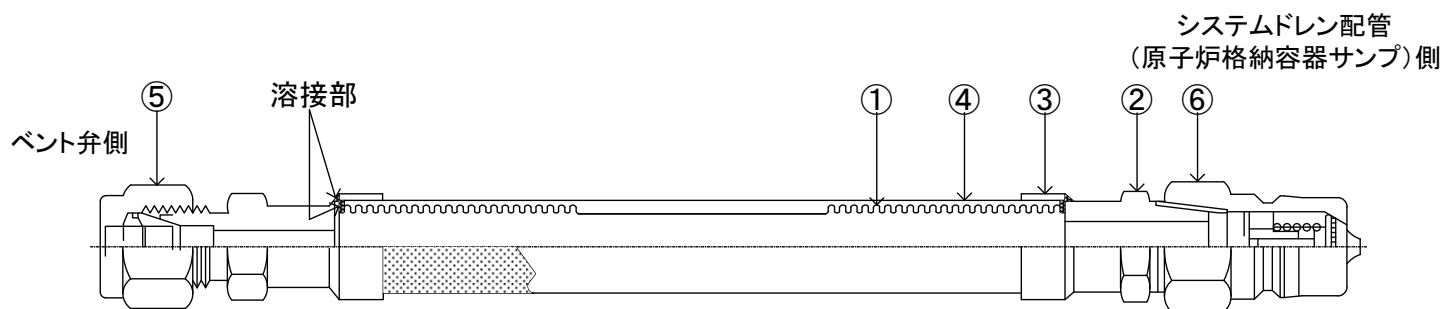
- 添付資料－ 1 蓄圧タンク 3 B 注入系統概略図
- 添付資料－ 2 水抜き作業用ホース構造図
- 添付資料－ 3 水抜き作業用ホース漏えい個所調査結果
- 添付資料－ 4 水抜き作業用ホース内面調査結果
- 添付資料－ 5 水抜き作業用ホース使用および保管状況調査結果
- 添付資料－ 6 水抜き作業用ホース損傷推定メカニズム

蓄圧タンク3B注入系統概略図

1次冷却材系統の水抜き準備作業として、水抜き作業用ホースを取り付け後、システムドレン配管側の弁が「閉」であることを確認し、ベント弁を「開」とした。この時の1次冷却材系統の状態は、大気開放状態であり、当該水抜き作業用ホースには1次冷却材系統の水頭分の圧力がかかっていた。その後、他の水抜き作業用ホースの取り付け作業を実施していた際に、11時30分当該水抜き作業用ホースの接続部からの漏えいを確認した。



水抜き作業用ホース構造図



ホース全体図

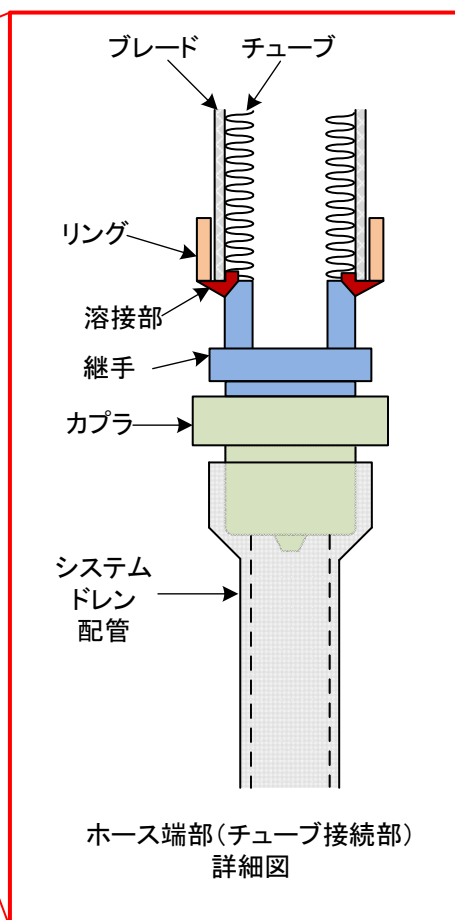
【ホース仕様】

- ・全長: 1,800mm
- ・チューブ内径: 19.2mm (板厚0.3mm)
- ・最高使用圧力: 4.5MPa
- ・最高使用温度: 95°C

品番	部品名称	材質
①	チューブ	SUS304
②	継手	SUS304
③	リング	SUS304
④	ブレード	SUS304
⑤	スウェジロック	SUS316
⑥	カプラ	SUS304

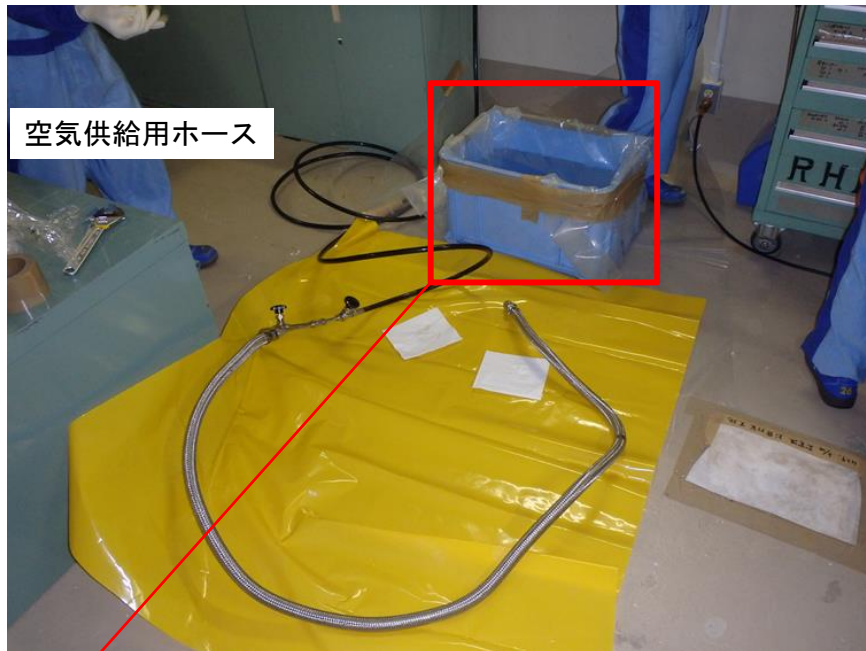


ホース全体写真



ホース端部(チューブ接続部) 詳細図

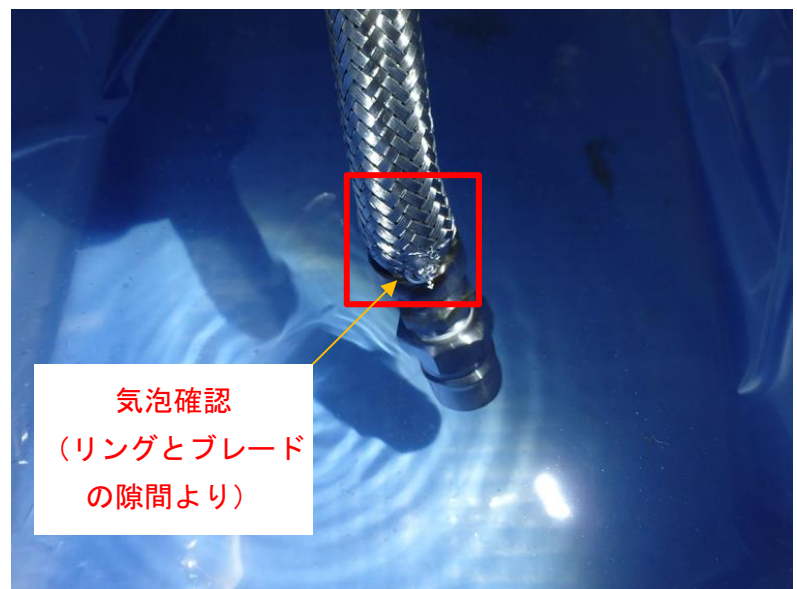
水抜き作業用ホース漏えい個所調査結果



ホース内部に空気を供給し、水槽内で気泡の有無を確認

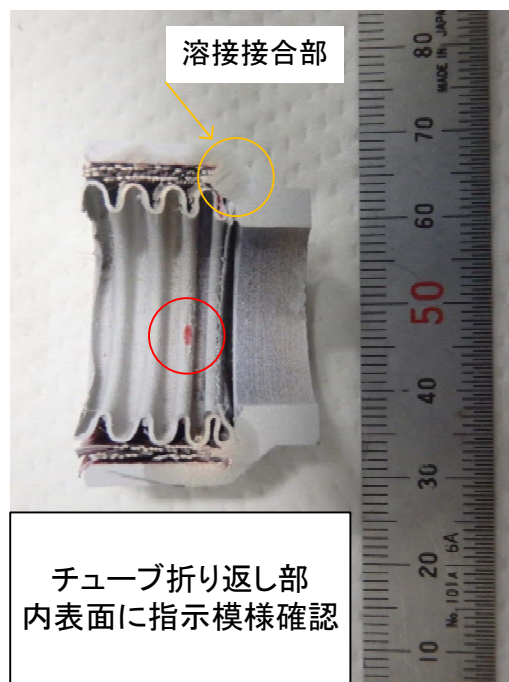
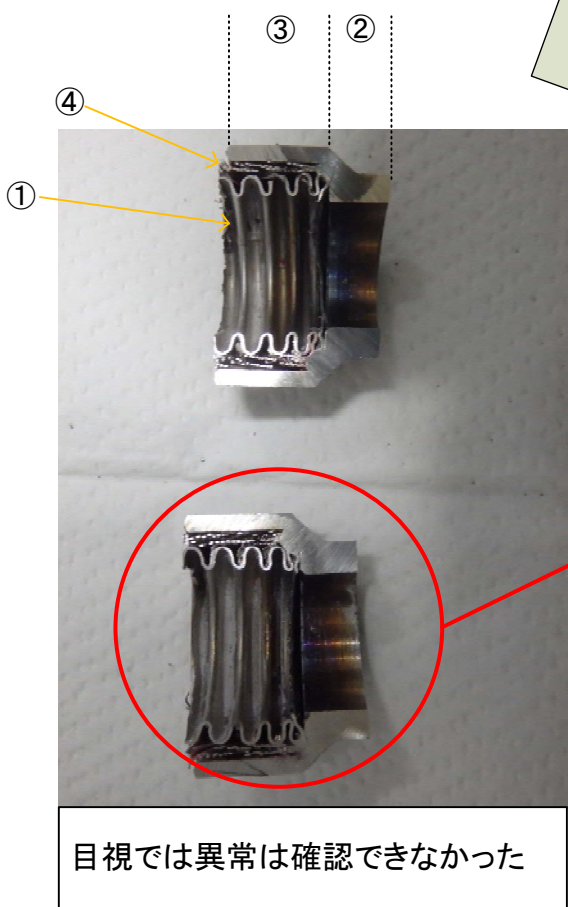
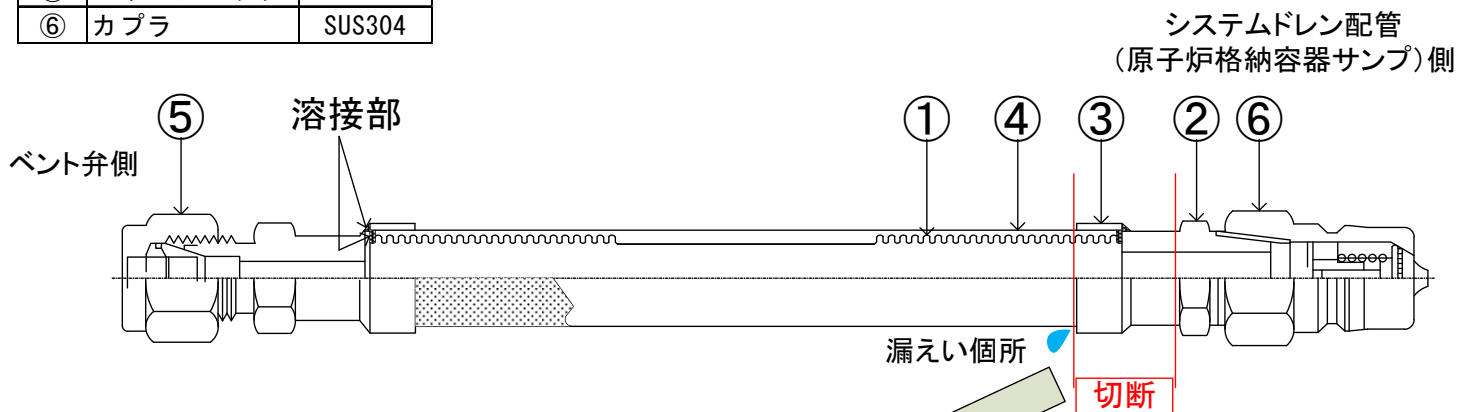


ホースを水槽内に順次浸し漏えい確認を実施



水抜き作業用ホース内面調査結果

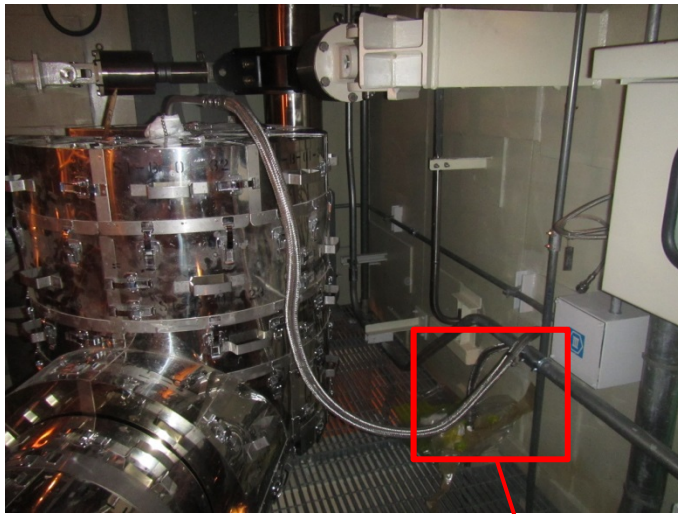
品番	部品名称	材質
①	チューブ	SUS304
②	継手	SUS304
③	リング	SUS304
④	ブレード	SUS304
⑤	スウェジロック	SUS316
⑥	カプラ	SUS304



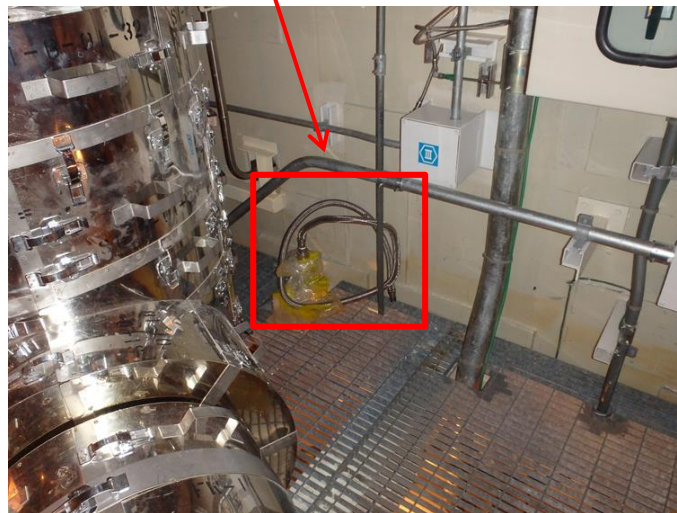
浸透指示模様

縦割り切断

水抜き作業用ホース使用および保管状況調査結果



ホース使用時状況



ホース保管時状況



【保管状況拡大】
カプラ部がシステムドレン配管と接続され、ホース端部のチューブ接続部が曲がっている。

水抜き作業用ホース損傷推定メカニズム

