

福島第一原子力発電所第3号機タービン建屋内における
放射性物質を含む水の漏えいに係る対応について

平成24年10月31日
東京電力株式会社

本報告書は、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所第3号機タービン建屋内における放射性物質を含む水の漏えいについて（指示）」（原規防発第121016001号 平成24年10月17日）*¹による指示に対し、報告するものである。

*1 指示文書

東京電力株式会社福島第一原子力発電所第3号機タービン建屋内における放射性物質を含む水の漏えいについて（指示）

（原規防発第121016001号 平成24年10月17日）

原子力規制委員会（以下「当委員会」という。）は、東京電力株式会社福島第一原子力発電所第3号機（以下「3号機」という。）のタービン建屋内における放射性物質を含む水の漏えいについて、平成24年10月15日に東京電力株式会社から連絡を受けたところです。この連絡によると、今回の漏えいは、同年8月14日に発生した同発電所第4号機（以下「4号機」という。）のタービン建屋内における放射性物質を含む水の漏えいと同一の耐圧ホースから発生しています。

当委員会としては、同年8月14日の漏えいと同様の漏えいが発生したことを受け、下記の対応を求めるとともに、その結果について同年10月31日までに報告することを求めます。

記

1. 3号機タービン建屋の耐圧ホースから放射性物質を含む水が漏えいした原因究明を行うこと。
2. 平成24年8月14日に発生した4号機タービン建屋の放射性物質を含む水が移送する耐圧ホースから漏えいした事案について東京電力株式会社より旧原子力安全・保安院に対して報告を行っているが、当該報告における再発防止対策等が本事象に照らして十分なものか検証を行うこと。
3. 2. で行った検証結果に応じ、更なる再発防止対策等を検討すること。

1. 事象の概要

(1) 時系列

平成 24 年 10 月 15 日午前 10 時 00 分頃、福島第一原子力発電所 3 号機タービン建屋内 1 階の大物搬入口付近において、作業中の協力企業社員が水の漏えいを発見し、当該協力企業社員からの連絡を受け、当社社員が午前 10 時 10 分に漏えいを確認した（図 1）。

現場を確認したところ、3 号機タービン建屋地下の滞留水を、4 号機タービン建屋に設置されている弁ユニットを経由してプロセス主建屋及び高温焼却炉建屋へ移送する B 系の耐圧ホースから漏えいしていることが確認された。そのため、午前 10 時 18 分に 3 号機タービン建屋滞留水移送ポンプを停止したところ、漏えい量は減少し、午前 11 時 16 分に漏えいが停止したことを確認した。

漏えいした水は全てタービン建屋内に留まっており、外部への流出がないことを確認した。

今回漏えいが発生した B 系の他に A 系を敷設しており、漏えいが発生した B 系による滞留水移送を停止したことから、10 月 15 日午後 6 時 05 分に A 系による滞留水移送を開始した。

なお、今回漏えいが発生した滞留水移送ラインは、平成 24 年 8 月 14 日に発生した福島第一原子力発電所 4 号機タービン建屋内における漏えい（以下、「前回漏えい事象」という）と同ラインであった。

(2) 漏えい状況

溜まり水量：約 0.09 m^3 （縦約 3m×横約 6m×深さ約 5mm）

線量当量率：溜まり水表面にて 3.5 mSv/h （漏えい時）

雰囲気線量（サンプリング位置から高さ 1m 最大）： 1.5 mSv/h （漏えい時）

漏えい水のサンプリング結果：Cs-134 = $1.0 \times 10^4 \text{ (Bq/cm}^3\text{)}$

Cs-137 = $1.8 \times 10^4 \text{ (Bq/cm}^3\text{)}$

(3) 周辺機器への影響

漏えい水は漏えい箇所周辺に留まっており、電気設備等の重要機器をはじめ、漏えい水による他の機器・施設への影響がないことを確認した。

2. 指示事項 1. に対する報告

2.1 耐圧ホース漏えいの要因分析

(1) 耐圧ホースの仕様等

①耐圧ホース使用に関する主な経緯

今回 3 号機タービン建屋にて漏えいの確認された耐圧ホースは、東北地方太平洋沖地震発生後、1 号機・2 号機・3 号機原子炉に注入した冷却水がタービン建屋地下に確認されたことを踏まえ、滞留水移送のために敷設し、順次使用を開始したものであり、漏えいの確認された 3 号機タービン建屋地下からの移送は平成 23 年 5 月 17 日に開始している。

耐圧ホースについては、滞留水が系外漏えいすることを防ぐため設置したものであり、早期に施工する必要があることから採用したものである。

なお、今回の漏えい事象発生時は、前回漏えい事象の漏えい部位（1スプール）を取り替えた耐圧ホースを使用していたが、今回の漏えい箇所はこの取替範囲外であり、平成23年5月17日から使用している部位であった。

②耐圧ホースの仕様

当該ホースは、強度の高いアラミド繊維を軟質塩化ビニル（PVC）にて被覆した本体と、外部補強材である硬質塩化ビニル（PVC）製のリング（以下、「補強リング」という）を組み合わせた構造であり（図2）、許容圧力は常温で0.49MPa、使用温度範囲は-10℃～50℃、許容曲げ半径は375mm以上である。

耐圧ホースの仕様

内径	外径	ピッチ	ホース長さ	許容圧力 (常温)	ホース使用温度	許容曲げ半径
(mm)	(mm)	(mm)	(m)	(MPa 以下) [kgf/cm ²]	(℃)	(mm)
76.2	91.5	15.1	20・50	0.49 [5]	最低-10 最高+50	375

(2) 耐圧ホースからの漏えい要因分析

耐圧ホース仕様及び使用条件を基に、耐圧ホースから漏水の発生した要因の分析を実施した。

要因分析にあたっては、下記のとおり耐圧ホースの施工段階と供用段階の要因に分けて調査を行った。

①施工段階

施工段階の要因は、「耐圧ホースの選定不良」、「耐圧ホースの製作不良」が考えられる。

①-1. 「耐圧ホースの選定不良」

耐圧ホースの仕様及び運転条件を確認したところ、耐圧ホースの設計圧力は0.49MPaであり、ポンプ設計圧力0.3MPaに適合していることから、耐圧ホースの選定不良はなく、要因として影響がないものと評価した。

①-2. 「耐圧ホースの製作不良」

当該耐圧ホースは、一般汎用品であり、使用開始前の検査記録はないものの、当該ホースは平成23年5月以降使用しており、今回の漏えい箇所近

傍にて作業を行った平成24年10月12日の段階でも漏えいが確認されていないことから、製作不良により貫通割れが存在していたとは考えられない。

一方、漏えいに至らない初期欠陥が存在し、供用中に欠陥が進展し漏えいに至った可能性は否定できない。

②供用段階

供用段階の要因は、「熱・水質による材料の経年劣化」、「紫外線・放射線による材料の経年劣化」、「ポンプ起動停止による耐圧ホースの振動」、「耐圧ホース曲げ部からのひび発生」、「異物の吸い込みによる損傷」、「人の踏みつけ等の荷重による損傷」が挙げられる。

②-1. 「熱・水質による材料の経年劣化」

当該ホースの使用開始（平成23年5月）以降の福島第一原子力発電所近傍（浪江）の外気温度は最大35.8℃、最低-10.3℃(※)であり、一時的（平成24年1月12日6:00）に外気温度（-10.3℃）が最低使用温度（-10℃）と同程度となっているが使用環境であるタービン建屋内は外気温度よりも高いと考えられること及び限られた時間内（1時間以内）であることから、熱は要因として影響がないものと評価した。

(※)出展：気象庁ホームページ

また、耐圧ホース内の流体である3号機タービン建屋地下の滞留水には耐圧ホースを劣化させる溶剤や酸・アルカリは添加されておらず、また水質pHも通常レベルであることから、水質は要因として影響がないものと評価した。

②-2. 「紫外線・放射線による材料の経年劣化」

当該ホースの設置場所は屋内であり紫外線に曝されないこと、漏えいした耐圧ホースに対する累積放射線照射量は $1.2 \times 10^4 \text{Gy}$ 程度であり劣化に至る照射量（約 $10^5 \sim 10^6 \text{Gy}$ ）(※)に至っていないことから、紫外線及び放射線は要因として影響がないものと評価した。

(※)出展：先端材料シリーズ照射効果と材料、日本材料学会編

②-3. 「ポンプ起動停止による耐圧ホースの振動」

耐圧ホースに接続されているポンプを起動停止する際の耐圧ホース振動について確認したところ、漏えいの確認された耐圧ホースはポンプ設置場所である3号機と4号機弁ユニット間の床面上をほぼ水平に敷設されており、運転開始時には通水により僅かに振動するものの、以降はポンプ停止時でも耐圧ホース内が満水状態に維持され、ポンプの起動及び停止を実施しても振動しないことから、要因として影響がないものと評価した。

②-4. 「耐圧ホース曲げ部からのひび発生」

耐圧ホースの曲げ部にメーカー推奨値より小さな曲率半径の曲げが加えられた場合には、曲げ部からひびが発生する恐れがある。

②-5. 「異物の吸い込みによる損傷」

耐圧ホースは3号機タービン建屋地下の滞留水を移送しているが、吸引する際に異物を吸い込みホース内面に傷を付けひびに至る恐れがある。

②-6. 「人の踏みつけ等の荷重による損傷」

耐圧ホースの重ね合わせや、通過する際の人の踏みつけの可能性があり、これらの荷重が耐圧ホースに付加され耐圧ホースの損傷に至る恐れがある。

2.2 耐圧ホース漏えいの現場調査

当該ホース漏えい原因特定のため、当該ホースの敷設状況調査を実施すると共に、漏えい部の特定並びに目視点検（外面及び内面）を実施した。

（1）ホース敷設状況

漏えいの確認された3-4号機弁ユニット移送ラインの耐圧ホースは、3号機タービン建屋地下1階に設置した水中ポンプと4号機タービン建屋1階に設置した弁ユニットを接続するため、3号機タービン建屋1階及び4号機タービン建屋1階に2系統敷設されている。ホース1本あたりの長さは20mもしくは50mであり、ホース同士はホース両端に取り付けた金具（カシメにより取り付けたカムロック継手）により接続され、総延長は約600mである。

漏えいの確認された3号機タービン建屋1階のエリアには、多数のホースが設置されている。これらホースは、幅約1.5mのエリアを概ね覆うように配置されており、部分的にホースが重なる箇所が見られた（図1）。

2-4号機弁ユニット移送ライン	： 3本（80A 耐圧ホース）
3-4号機弁ユニット移送ライン	： 2本（80A 耐圧ホース）
その他耐圧ホース	： 7本（80A 耐圧ホース）
同上（SFP 補給水）	： 1本（25A 耐圧ホース）
電気ケーブル（保護管）	： 6本

（2）漏えい箇所の点検結果

当該ラインにフラッシング水を通水し、当該ホースの漏えい箇所特定及び耐圧ホース漏えい部の点検を行った。点検結果を以下に示す。

a. 耐圧ホース漏えい部の特定

耐圧ホースにフラッシング水を通水した状態で漏えい箇所を確認したところ、3号機タービン建屋1階大物搬入口付近の耐圧ホース上面からの漏えいを確認した（図1）。

b. 耐圧ホース外面点検結果

漏えいの確認された耐圧ホースについて、外面の目視点検を行い、以下

を確認した（図3，図5）。

開口数	: 1箇所
開口寸法（長さ）	: 約7mm
開口形状	: 線状
漏えい部位置	: ホース上面
ホース表面の割れ	: ホース上面5箇所の補強リングに割れあり。 このうち、3箇所は補強リング内部の割れ。 ホース下面にはホース母材、補強リングとも割れなし。
接続金具部からの漏えい	: なし
ホース曲率	: 曲げなし（許容曲げ半径（R375mm）以上）
その他	: 接触痕などの外力付加した痕跡は見られず

c. ホース内面点検結果

漏えいの確認されたホースの漏えい部近傍を切断し、内面の目視点検を行い、以下を確認した（図4，図5）。

開口数	: 1箇所
内面開口寸法（長さ）	: 約4mm
開口形状	: 線状
ホース内面	: 全面的に赤褐色の水あか付着。平滑であり、 減肉・擦過・衝突などの痕跡は見られず。

2.3 耐圧ホースからの漏えい原因考察

耐圧ホースからの漏えいは、耐圧ホース本体に生じた割れからの漏えいであったことから、漏えい箇所の点検結果を踏まえ、耐圧ホース本体に生じた割れの原因について、下記のとおり耐圧ホースの施工段階と供用段階の要因に分けて評価を行った（図6）。

①. 施工段階

施工段階の要因のうち、「①-2. 耐圧ホースの製作不良」について評価した。

①-2. 「耐圧ホースの製作不良」

当該耐圧ホースは、一般汎用品であり、使用開始前の検査記録はないものの、当該ホースは平成23年5月以降使用しており、今回の漏えい箇所近傍にて作業を行った平成24年10月12日の段階でも漏えいが確認されていないことから、製作不良により貫通割れが存在していたとは考えられない。

一方、漏えいに至らない初期欠陥が存在し、供用中に欠陥が進展し漏えいに至った可能性も考えられる。漏えいのあった耐圧ホースの外観点検及び内面点検を実施したところ、耐圧ホースの漏えい箇所近傍に補強リングの割れを5箇所確認した。割れの発生部位は耐圧ホースの上面に限られており、割れは補強リングの内側と耐圧ホース本体の外側が接する位置に発

生していることから、補強リングに何らかの原因により上下方向に圧縮する外力が加えられたことにより、伸びの小さい硬質塩化ビニル製の補強リング内面に割れが発生したと推定され、この外力を加えられた時期が供用開始前である可能性は否定できない。なお、割れの発生以外に、初期欠陥の可能性は確認できなかった。

②. 供用段階

供用段階の要因のうち、「②-4. 耐圧ホース曲げ部からのひび発生」、「②-5. 異物の吸い込みによる損傷」、「②-6. 人の踏みつけ等の荷重による損傷」について評価した。

②-4. 「耐圧ホース曲げ部からのひび発生」

耐圧ホースの曲げ部にメーカー推奨値より小さな曲率半径の曲げが加えられた場合には、曲げ部からひびが発生する恐れがあるが、漏えいの発生した耐圧ホースはほぼ直線状に敷設され曲げはなく、メーカー推奨値（曲げ R375mm 以上）を満たすように設置されており、要因として影響がないものと評価した。

②-5. 「異物の吸い込みによる損傷」

耐圧ホースは3号機タービン建屋地下の滞留水を移送しているが、吸引する際に異物を吸い込みホース内面に傷を付けひびに至る恐れがあることから、漏えいの確認された耐圧ホースの内面を確認したところ、ホース内面は漏えい箇所線状のひびが発生していたものの、その他の内面は平滑で異物の吸い込み等による傷は見られず、要因として影響がないものと評価した。

②-6. 「人の踏みつけ等の荷重による損傷」

耐圧ホースの敷設状況を確認したところ、多数の耐圧ホースが一部エリアを概ね覆うように配置されている箇所があり、人が通行する際に耐圧ホースの上面を踏む可能性があり、これらの荷重が耐圧ホースに付加され耐圧ホースの損傷に至る恐れがあることから、耐圧ホース漏えい部の外観点検、耐圧ホースの敷設状況及び前回再発防止対策の実施状況の確認を行った。

②-6-1. 耐圧ホース漏えい部の外観点検

耐圧ホースの漏えい箇所を通水により確認したところ、ホース上面から漏えいしていることを確認した。また、開口部を詳細に確認したところ、開口部は耐圧ホース本体と補強リングともに貫通する線状の割れが1箇所あり、ホース本体の割れは開口部の長さが内面と比べ外面が長いことから、外面より発生し内面に進展したものと考えられる。

また、漏えい箇所付近のホース外面を確認したところ、漏えい部は前述のとおり補強リング及びホース本体ともに割れが貫通しているが、ホース

上面には漏えい部以外に補強リング内側の割れが3箇所確認された。これら3箇所は、補強リングとホース本体の接着部から割れが生じているものの補強リングの外周側は貫通していない状況であった。

一方、漏えいの確認された耐圧ホース周辺の内外表面を確認したところ、外面には物品等の衝突や擦過した痕跡は見られず、漏えいの確認されたホースに一時的に大きな外力が付加された痕跡は見られなかった。また、内面は平滑であり減肉や異物衝突などの痕跡は見られず、内部流体に混入した異物による外力が付加された痕跡も見られなかった。

これらの状況から、耐圧ホースに表面を傷つけないような何らかの上下方向に圧縮する外力が付加され、耐圧ホースの上面に局所的に引張応力が発生し、伸びが比較的小さい硬質塩化ビニル製の補強リング内面側から割れが発生し、これが徐々に進展し補強リングが貫通割れに至り、更に伸びが比較的大きい軟質塩化ビニル製の耐圧ホース本体にも割れが進展したものと推測される（図7）。

②-6-2.耐圧ホースの敷設状況

今回漏えいの確認された耐圧ホースは、床面に直接乗せられており、漏えい部近傍には耐圧ホースまたはケーブルは乗せられていなかった。また、漏えい箇所付近は、多数のホースが幅約1.5mの一部エリアを概ね覆うように配置されていたが、漏えい箇所近傍は床面が露出しており、耐圧ホースを踏むことなく通行することが可能な状況であった（図1）。

②-6-3.前回再発防止対策の実施状況

前回漏えい事象の再発防止対策（3.項参照）により、耐圧ホースを踏まないよう社内及び協力会社へ周知し、耐圧ホースの踏みつけ防止に関する関係者への意識付けを図るとともに、今回の漏えい箇所付近にも注意喚起の表示が掲示されていた（図8）。

今回の漏えい箇所は、前回漏えい事象の再発防止対策により設置した立入規制エリアの出入口近傍であったが、建屋内及びその周辺が高線量エリアでもあり、この漏えい箇所を通過する可能性があるのは、4号機タービン建屋パワーセンター室への立入者（当直員等）、及び当該立入規制エリア内での作業関係者にほぼ限定されると推測される。

前者については、通過せざるを得ない立入規制エリア内に区画による通路を確保した。（図8、図9）。

後者に関しては、今回の漏えい箇所付近ではポリエチレン管化工事が行われていたが、当該作業関係者はTBM-KY等により、作業時に耐圧ホースを踏まないよう周知を図っており、また今回の漏えい発生当日に漏えい箇所付近で作業を行っていた作業関係者への聞き取りの結果からも耐圧ホース踏みつけの事実は確認されていない。

このように前回漏えい事象の再発防止対策が確実に行われており、また今回の漏えい箇所である耐圧ホース近傍は床面が露出していたという状況からも前回再発防止対策以降は、耐圧ホース漏えい箇所が踏まれることは

なかったと推定している。ただし、当該再発防止対策以前は、人が通行する際には耐圧ホースの上面を踏むことで繰り返し荷重が負荷された可能性は否定できないと考えられる。

2.4 結論

以上より、今回の漏えい事象は、前回漏えい事象の再発防止対策以前に、人が通行する際に耐圧ホースを踏み荷重が耐圧ホースに負荷されるという繰り返し荷重により耐圧ホースに割れが発生し、供用中の運転圧により割れが進展した結果、漏えいに至ったものと推定される。

供用後に人が通行する際に踏まれて繰り返し加重が負荷され、初期欠陥が進展し耐圧ホースの漏えいに至った可能性も否定できない。

3. 指示事項2. に対する報告

3.1 前回報告における再発防止対策

平成24年8月14日に発生した4号機タービン建屋における滞留水ラインからの漏えいに対し、原因究明及び再発防止対策等について、9月13日に当社が旧原子力安全・保安院へ報告（以下「前回報告」という。）している。前回報告における再発防止対策の概要は以下の通り。

- ① 耐圧ホース使用箇所については、ポリエチレン管化の計画を明確化し、工事を実施する。具体的には、8月14日に漏えいの確認された3-4号機移送ラインのポリエチレン管化工事を平成24年中を目途に実施するとともに、他の耐圧ホース使用箇所についても優先順位をつけて計画的に工事を実施する。
- ② 8月14日に漏えいの確認された3-4号機移送ラインについては、ポリエチレン管化するまでの期間耐圧ホースを使用する必要があるため、人が通行する際に踏むことのないよう対策を実施する。具体的には、耐圧ホースを人が踏まないよう早急に注意喚起の表示をするとともに、準備が整い次第足場の設置もしくは耐圧ホースを区画する等の対策を実施する。
- ③ 更に、3-4号機移送ラインにおいて、万一耐圧ホースから漏えいが発生した際に高レベル滞留水による汚染範囲を限定し復旧作業の妨げとならないよう、耐圧ホース敷設エリアを土嚢等にて区画し、漏えい範囲を限定化する対策も準備が整い次第実施する。
- ④ 前記以外にてポリエチレン管化するまでの期間耐圧ホースを使用する必要がある箇所についても、耐圧ホースを人が踏まないよう注意喚起の表示をするとともに、足場の設置もしくは耐圧ホースを区画する等の対策を平成24年中に実施する。
- ⑤ 初期欠陥のある耐圧ホースを使用することのないよう、耐圧ホースの使用前に耐圧ホースの外表面視点検を実施し、欠陥がないことを確認したものを使用することとする。

3.2 前回報告における再発防止対策等に対する検証

①耐圧ホース使用箇所のパリエチレン管化計画及び実施状況

耐圧ホースを使用している箇所については、系外への放出リスク、作業員の被ばく等を踏まえて優先順位をつけ、信頼性の高いパリエチレン管への取替を計画・実施している。

なお、滞留水移送先切替の弁操作等に合わせた操作箇所近傍の配管、弁等の目視点検（漏えい確認）等による状態監視をはじめ、現場の状況にあわせた保守活動を継続的に実施し、不具合の予兆、機器の損傷等を早期に検知し設備の信頼性確保を図っている。

(a) 3－4号機移送ライン：平成24年中

前回報告の通り3－4号機移送ラインについては漏えい対策として、平成24年中にパリエチレン管化する計画で、現在敷設工事を実施している。その工程表を図10に示す。

(b) その他のラインについて

前回報告に記載した滞留水移送装置と処理装置、淡水化装置に関するパリエチレン管化計画は、図11～13に示す通り、計画的に対応を進めている。

②3－4号機移送ラインの耐圧ホースにおける踏みつけ防止対策

前回漏えいの確認された3－4号機移送ラインについては、パリエチレン管化するまでの期間耐圧ホースを使用する必要があるため、人が通行する際に踏むことのないよう以下の対策を実施した（図8，図9）。

(a) 耐圧ホースを人が踏まないための注意喚起の表示を、建屋入口近傍や耐圧ホースが輻輳している箇所の近傍に掲示した。これらについては、当社と協力企業の両者の掲示板であるイントラネットで周知するとともに、漏えい箇所付近でパリエチレン管化敷設工事を行っている作業員に対しては、作業前に行うTBM-KYにおいて、耐圧ホースを踏まないことを当社社員より周知した。

(b) 耐圧ホースに対する区画等の対策として、8月14日漏えい事象が発生した箇所と敷設状況が類似している、3号機タービン建屋と3／4号機サービス建屋との境界から、4号機タービン建屋と3／4号機サービス建屋との境界までの区間に対して立入を規制した。

また、当該立入規制エリアを通過せざるを得ない4号機タービン建屋パワーセンター室への立入者（当直員等）に配慮し、立入規制エリア内に区画による通路が確保されている。このような対策実施及び現場の状況から、3－4号機移送ラインにおける耐圧ホースの踏みつけ防止対策は効果的であると考えられる。

なお、3－4号機移送ラインにおける足場の設置もしくは耐圧ホ

ースを区画する等の対策が必要な箇所の抽出を完了、今後設置等の予定であり、現在は立入規制と区画による通路確保の暫定対策を実施済みである（図14の①, 図15）。

③ 3-4号機移送ラインにおける漏えい範囲の限定化対策

3-4号機移送ラインにおいて、万一耐圧ホースから漏えいが発生した際に高レベル滞留水による汚染範囲を限定し復旧作業の妨げとならないよう、耐圧ホース敷設エリアを土嚢等にて区画し、漏えい範囲を限定化する対策を実施した（図16, 図17）。

今回の漏えい量は約0.09m³であり、前回漏えい事象の漏えい量と比べ少量であったため漏えい範囲の拡大はなかったが、万一漏えい量が多い場合においても、耐圧ホース敷設エリアの土嚢等による区画は漏えい範囲限定化には効果的であったと考える。

④ 3-4号機移送ライン以外の耐圧ホースにおける踏みつけ防止対策

3-4号機移送ライン以外についても、建屋入口近傍や耐圧ホースが輻輳している箇所の近傍に注意喚起の表示を掲示した。これらの掲示は②で述べた通り、耐圧ホースの踏みつけ防止対策として効果的であると考える。

また、足場の設置もしくは耐圧ホースを区画する等の対策については対策が必要な箇所の抽出を完了しており、今後設置等の予定である（図14の②）。

⑤ 供用前の耐圧ホース外面目視点検

今回の漏えい部位は前回漏えい事象以前（平成23年5月以降）から使用している部位であるため、前回の再発防止対策である供用前の外面目視検査は行っていない。

なお、今回の漏えい発生状況が前回漏えい事象と類似していたことから、原因究明前に暫定対策として3-4号機弁ユニット移送ラインB系の耐圧ホースを敷設し直したが、当該耐圧ホースを敷設するにあたっては、外面目視点検を行い、欠陥がないことを確認した耐圧ホースを使用することで、初期欠陥に起因する漏えいリスクの低減を図った。

3.3 検証結果のまとめ

上記①～⑤の通り、再発防止対策である耐圧ホース使用箇所のポリエチレン管化については計画通り進めているところではあるが、ポリエチレン管化までの期間、耐圧ホースを使用するにあたり、耐圧ホース踏みつけに関する防止対策や万一漏えいがあった場合の漏えい範囲の限定化等については、十分効果があるものとする。

なお、前回報告にて再発防止対策以外に報告した、漏えい検出器等の設置

による漏えいの早期検知、電源の移設等による重要機器への影響排除についても計画通り完了できるように進めているところである。

以上のように、前回報告に示した再発防止対策は、耐圧ホースの踏みつけ防止及び漏えい範囲の限定化に対しては一定の効果があるものと考えているが、前回漏えいが発生したラインの漏えい部位（1スプール）のみを取り替えた耐圧ホースを使用していたため、漏えいリスクを排除することができない状況であった。

4. 指示事項3. に対する報告

4.1 今回の検証結果に応じた更なる再発防止対策等

2. で示した通り、今回耐圧ホースに漏えいを生じる割れに至った原因は、人が通過する際に、耐圧ホースを踏むことで繰り返し荷重が負荷されたことから耐圧ホースに割れが発生、供用中の運転圧により当該割れが進展し、漏えいに至ったものと考えられる。

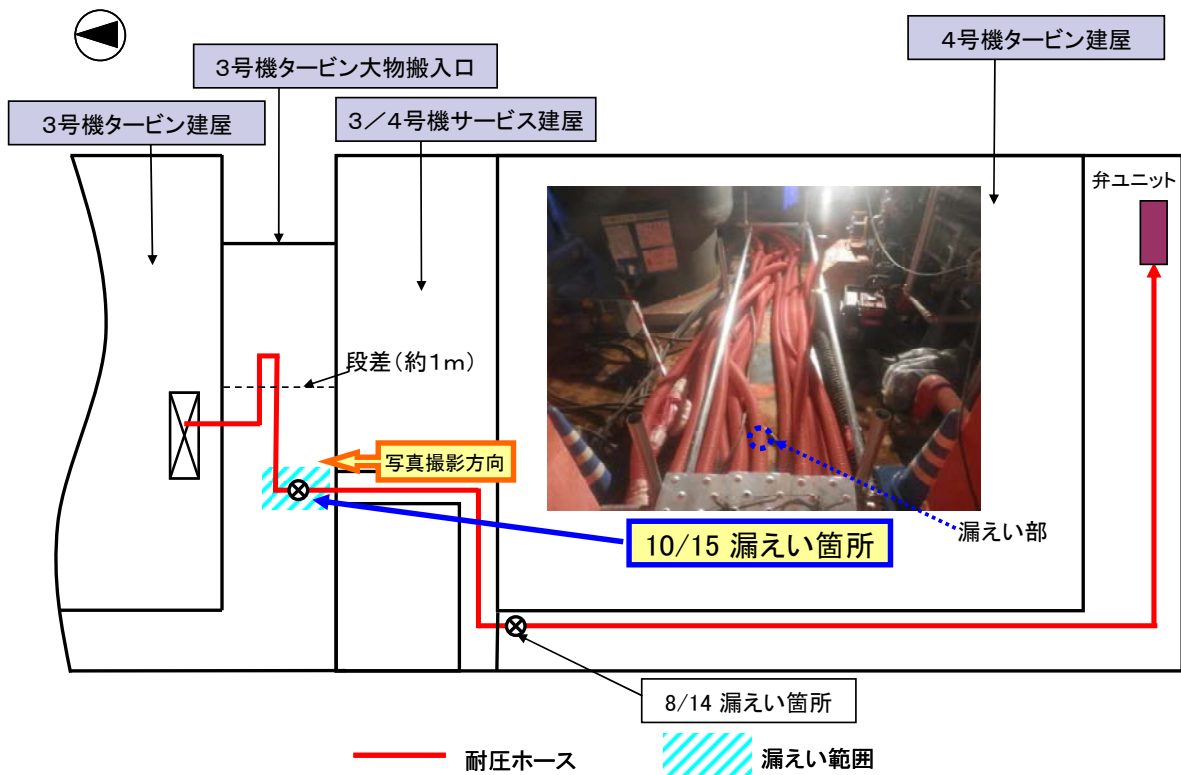
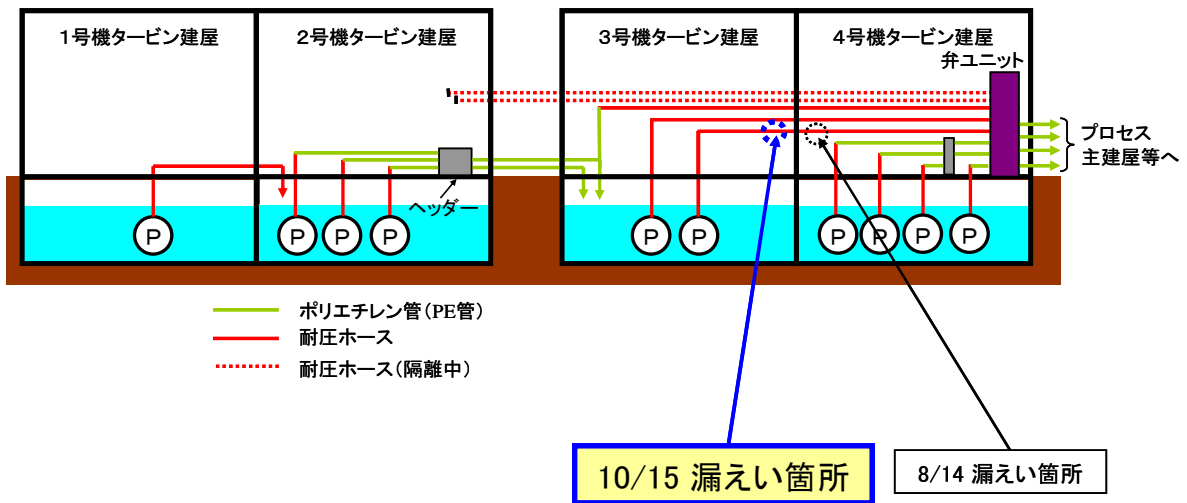
3. で示した通り、3-4号機移送ラインの耐圧ホースは平成24年中にポリエチレン管化工事を終了させる予定であり、ポリエチレン管化工事が終了するまでは建屋水位管理を行うため耐圧ホースを使用する必要があった。そのため、前回漏えいが発生したラインの漏えい部位（1スプール）のみを取り替えた耐圧ホースを使用していたため、漏えいリスクを排除することができない状況であった。前回報告に示した再発防止対策は、耐圧ホースの踏みつけ防止及び漏えい範囲の限定化に対しては一定の効果があるものと考えているが、今回の漏えい事象を踏まえ、当該対策の実施以前から割れの存在が否定できない3-4号機弁ユニット移送ラインについては、耐圧ホースからの漏えいリスクを低減するため、以下の更なる再発防止対策を実施した（図18）。

- ・今回漏えいが発生した3-4号機弁ユニット移送ライン（B系統）の耐圧ホースについて敷設し直した（平成24年10月26日工事完了）。

また、前回再発防止対策の効果を継続的にもたせるため、以下を実施した。

- ・前回再発防止対策で実施した、耐圧ホースを人が踏まないための注意喚起等の周知を、再度実施した。

以上



溜まり水の量：約 0.09m³ (縦約 3m×横約 6m×深さ約 5mm)

図1 タービン建屋漏えい箇所

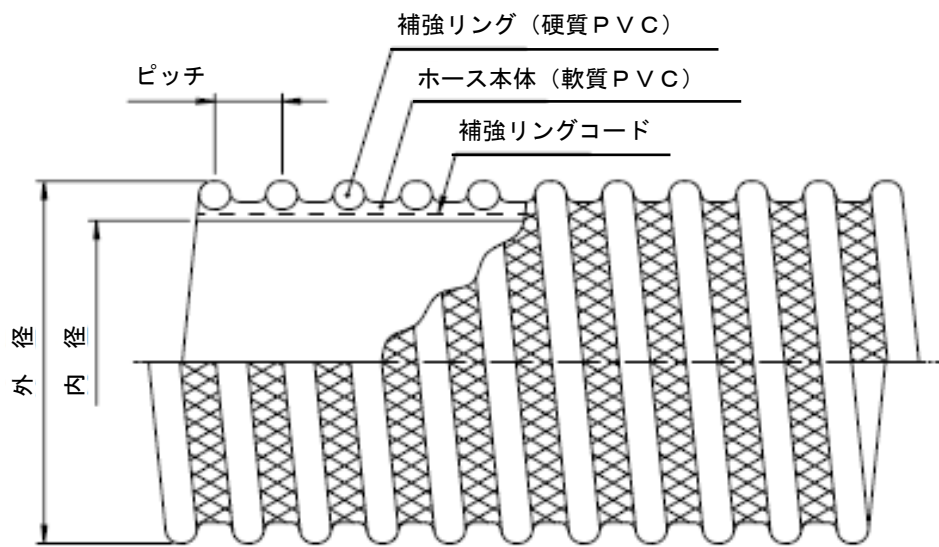


図2 耐圧ホース概要図

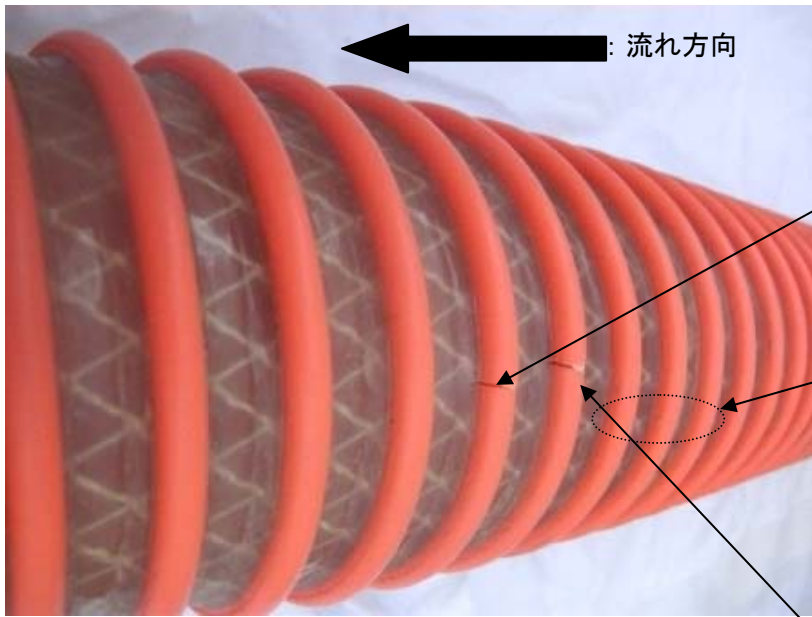


図3 耐圧ホース漏えい箇所の外面

補強リング割れ：1箇所

補強リング内部割れ：3箇所

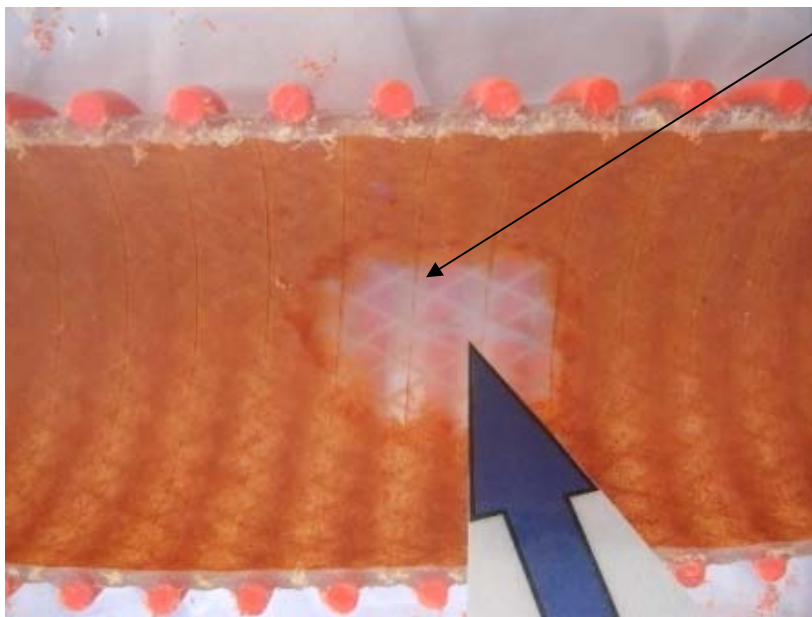


図4 耐圧ホース漏えい部の内面

(漏えい箇所) ホース本体及び補強リングの貫通割れ：1箇所

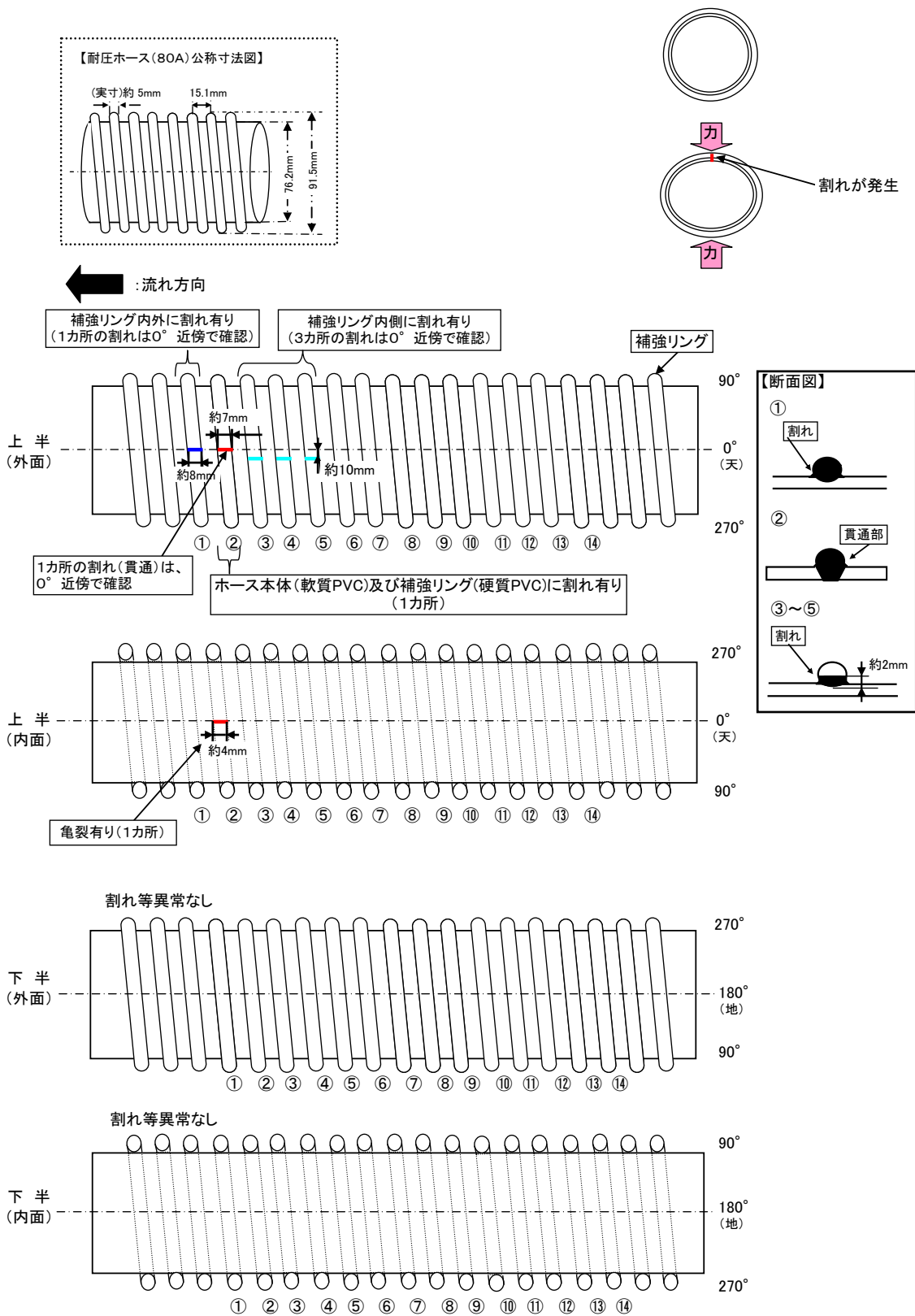


図5 耐圧ホース外面・内面の点検結果

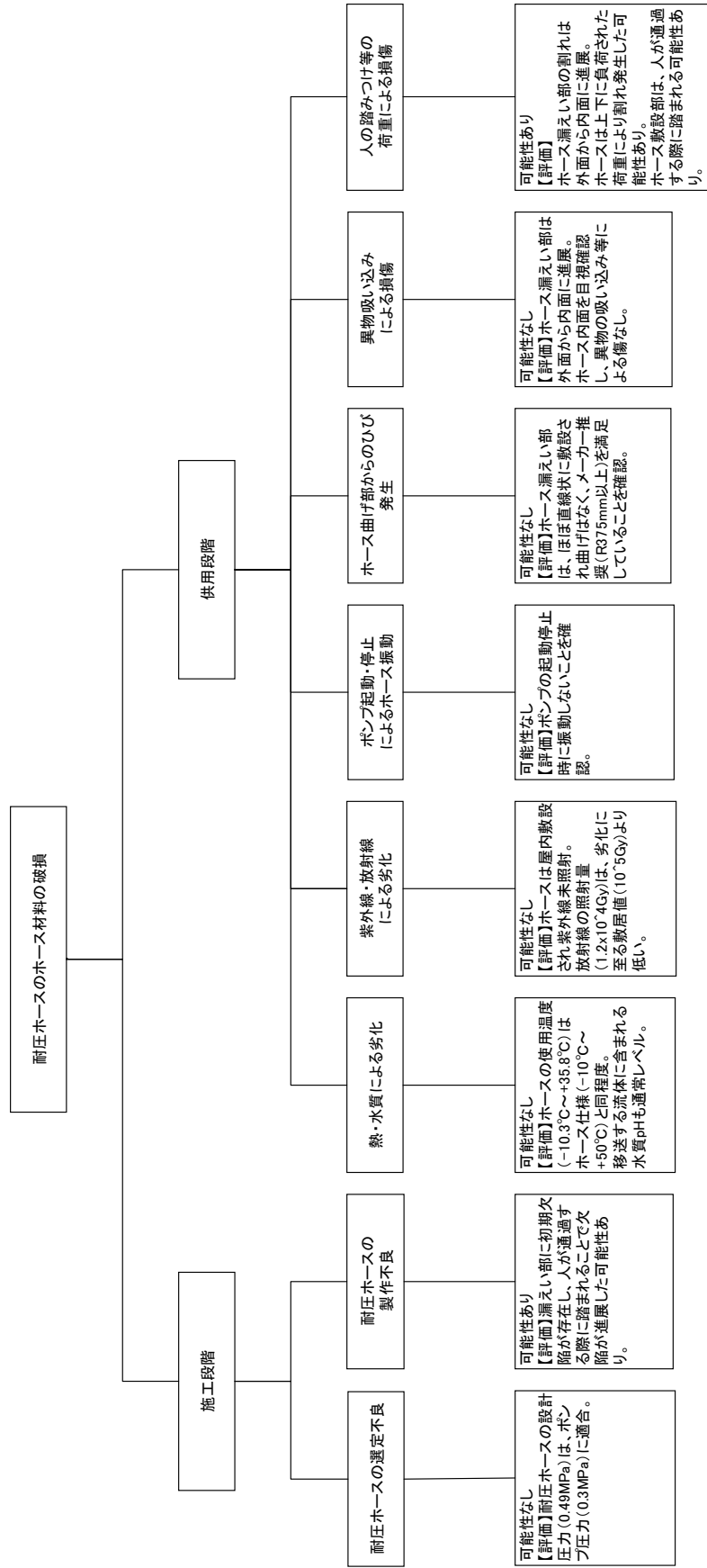


図 6 ホース損傷要因

耐圧ホースの割れ進展について

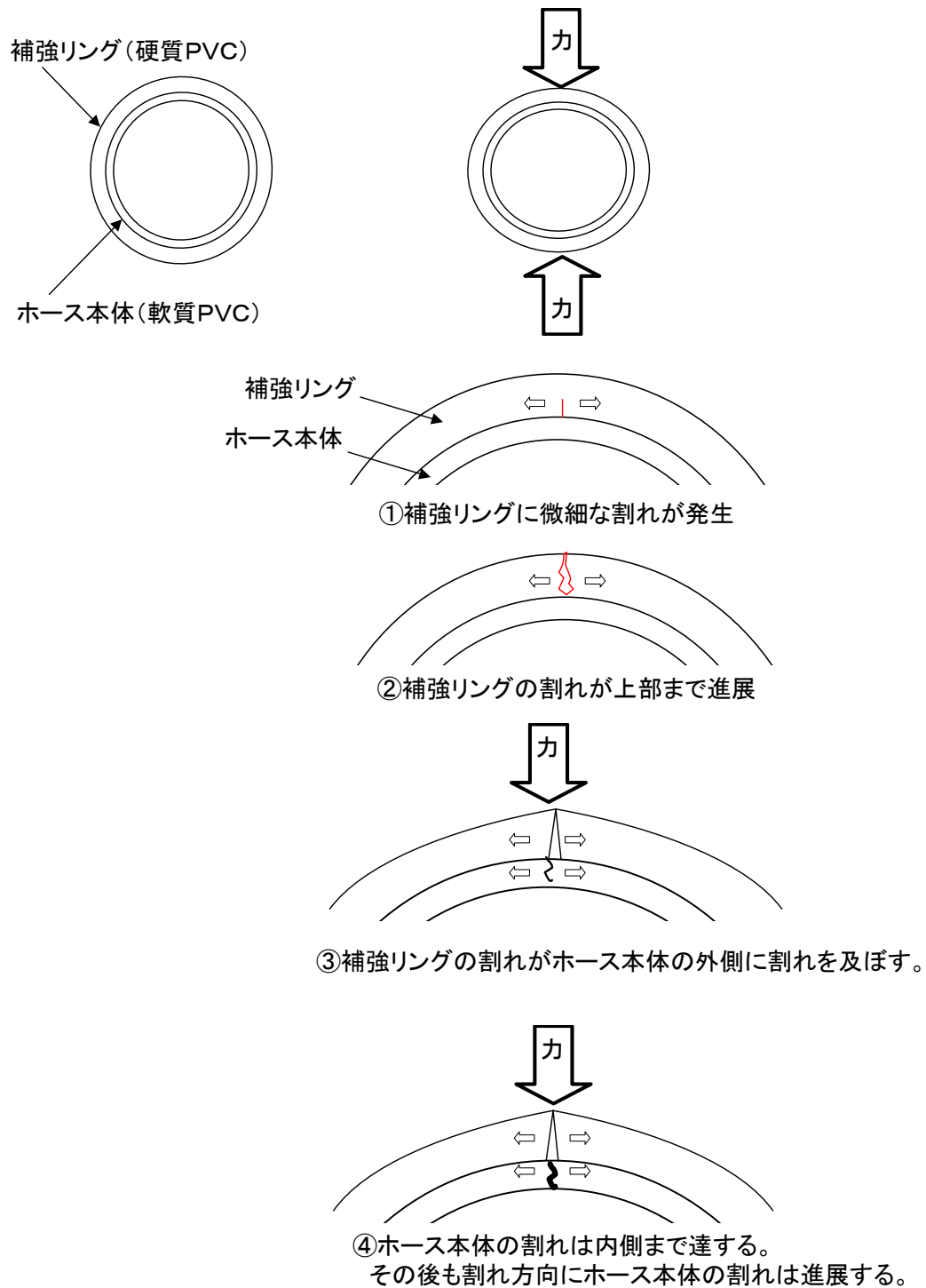


図7 耐圧ホースの割れ進展イメージ

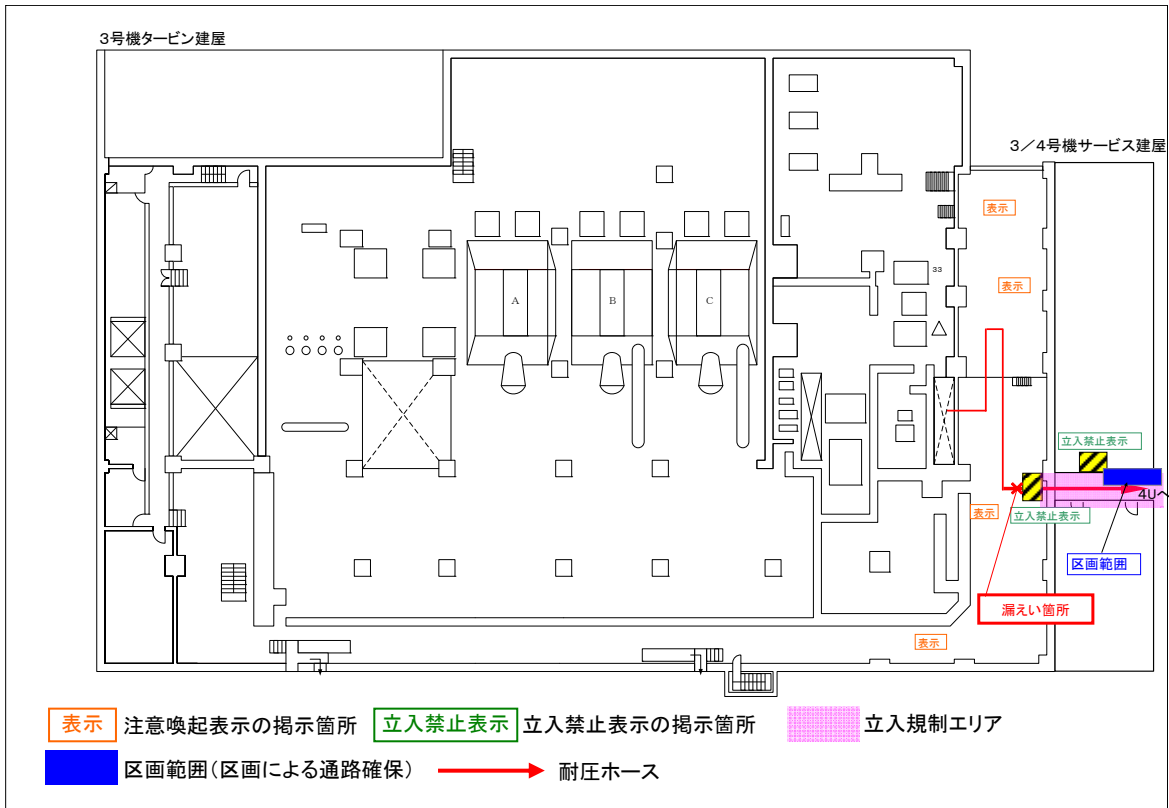


図8 3号機立入規制箇所と注意喚起表示箇所

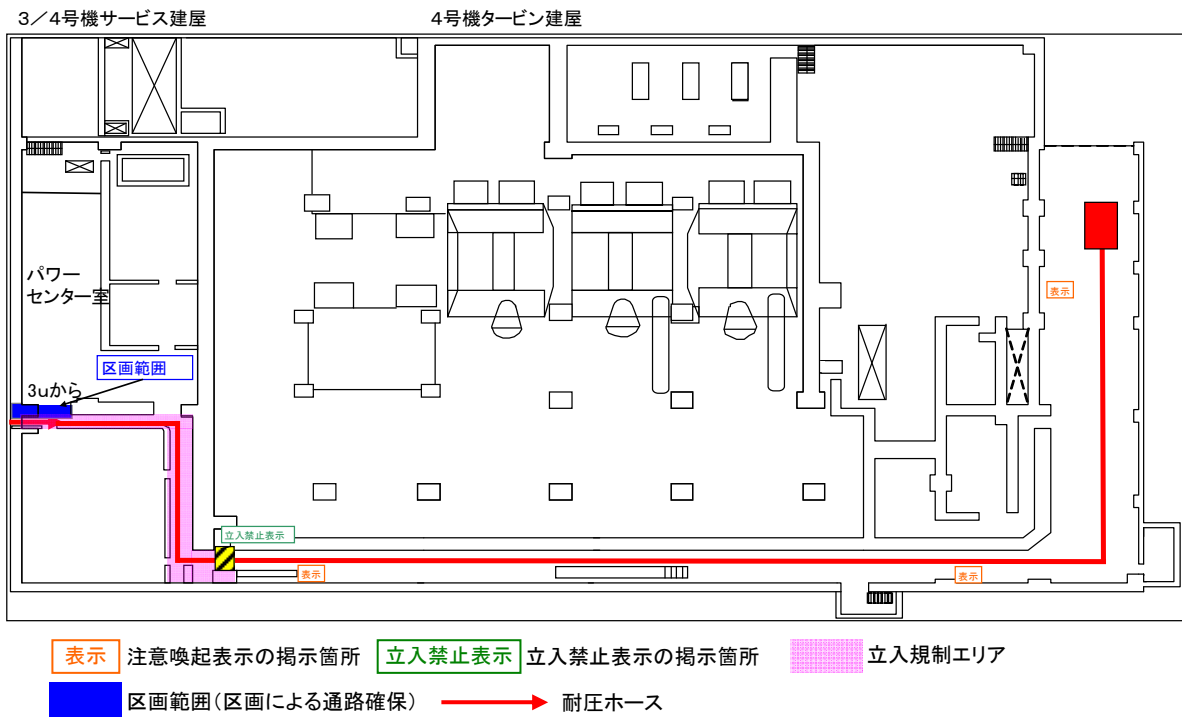


図9 4号機立入規制箇所と注意喚起表示箇所

項目	平成24年											
	9月			10月			11月			12月		
作業準備	■	■										
壁貫通口ボーリング			■	■								
3/4号機サービス建屋通路 配管架台組み立て				■	■	■						
ポリエチレン管敷設							■	■	■	■	■	■
耐圧・漏えい確認											▽	■
保温・遮蔽取付												■

図10 3-4号機移送ラインのポリエチレン管化工事工程

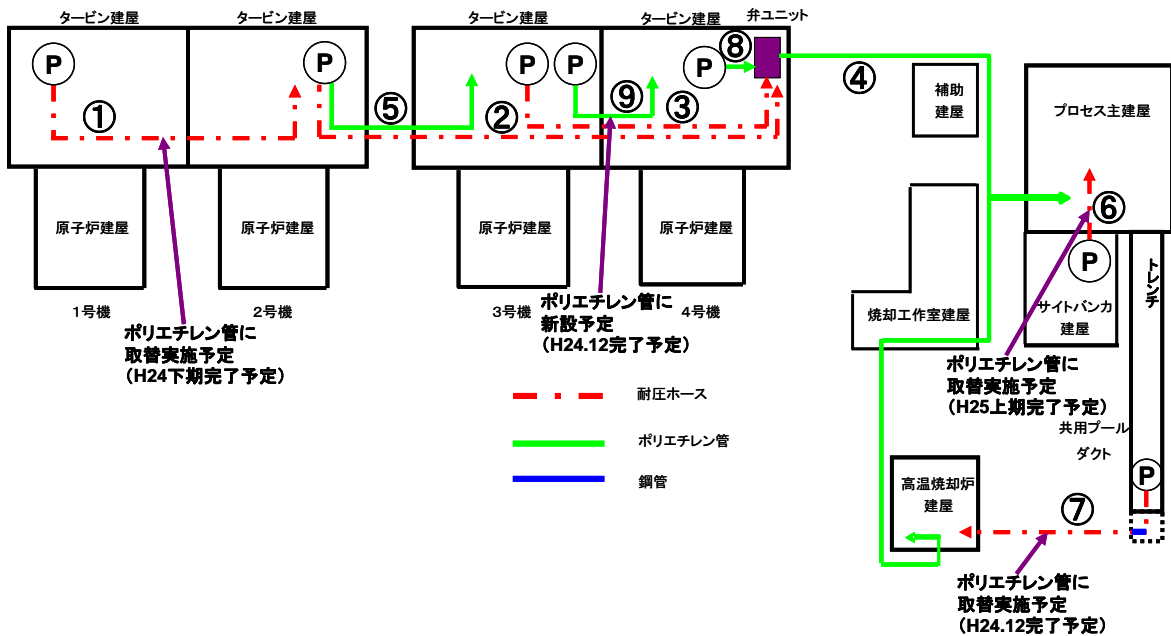
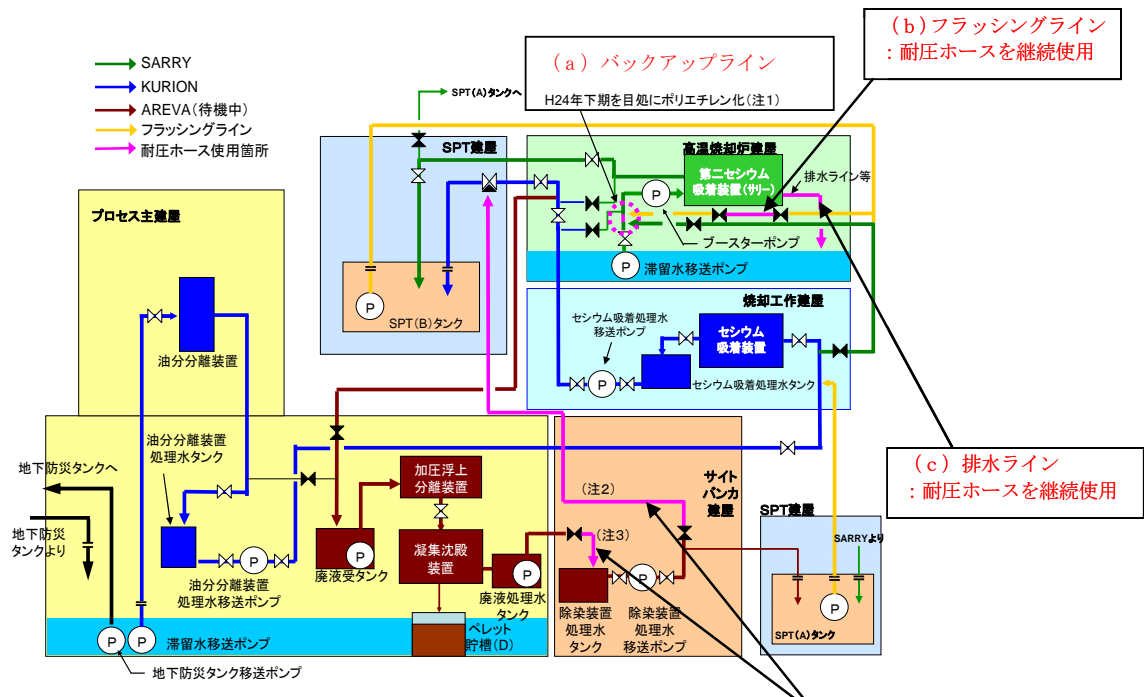
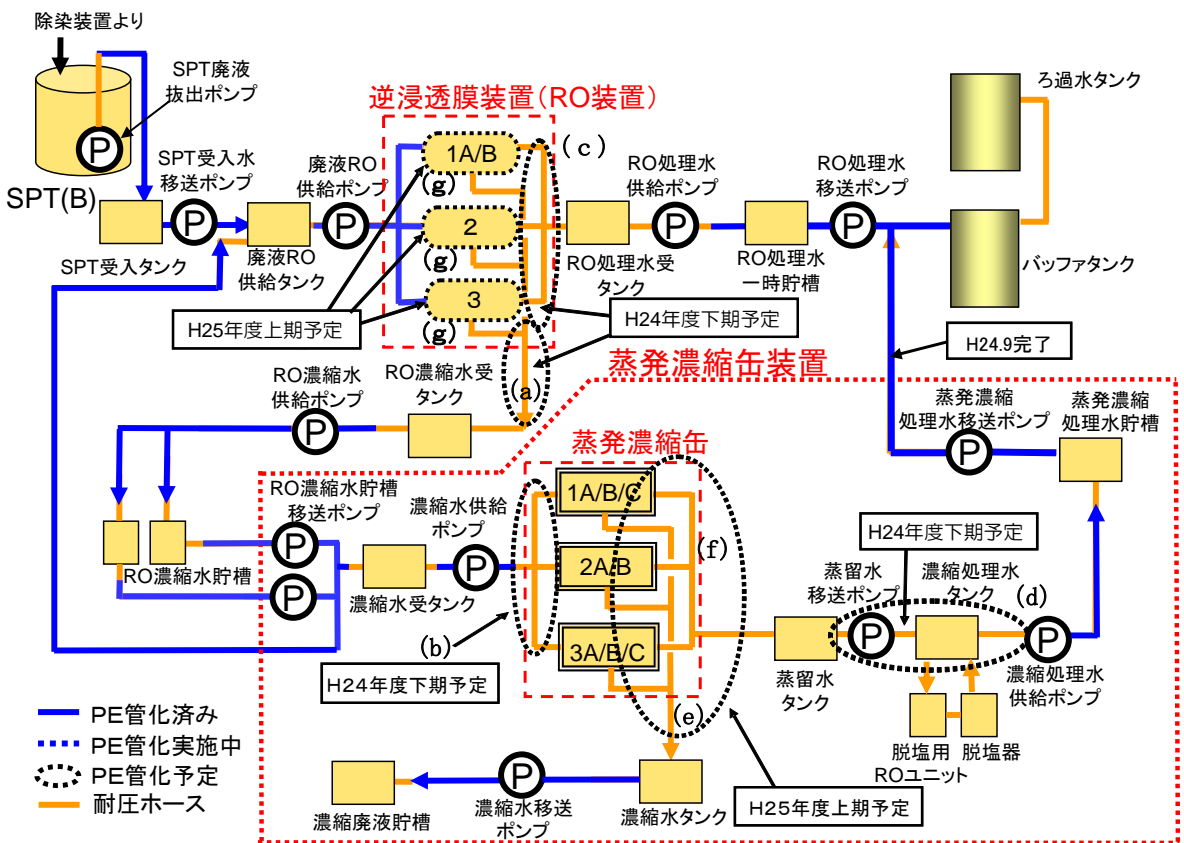


図11 滞留水移送装置移送ラインのポリエチレン管化計画



注1：主ラインとバックアップラインがあり、主ラインは鋼管。
 注2：主ラインとバイパスラインがあり、主ラインは鋼管。
 注3：主ラインとバイパスラインがあり、主ラインは鋼管。タンク連絡配管等を含む。

図 1 2 処理装置のポリエチレン管化計画



注1：(g)は、逆浸透膜装置 (RO装置) を構成する機器間を接続するラインである。
 注2：タンク、貯槽の出入口等、耐圧ホースが残る箇所は、柔軟性、可撓性が要求されるためポリエチレン管化せず使用を継続する。ただし、堰・土嚢等により区画する。

図 1 3 淡水化装置のポリエチレン管化計画

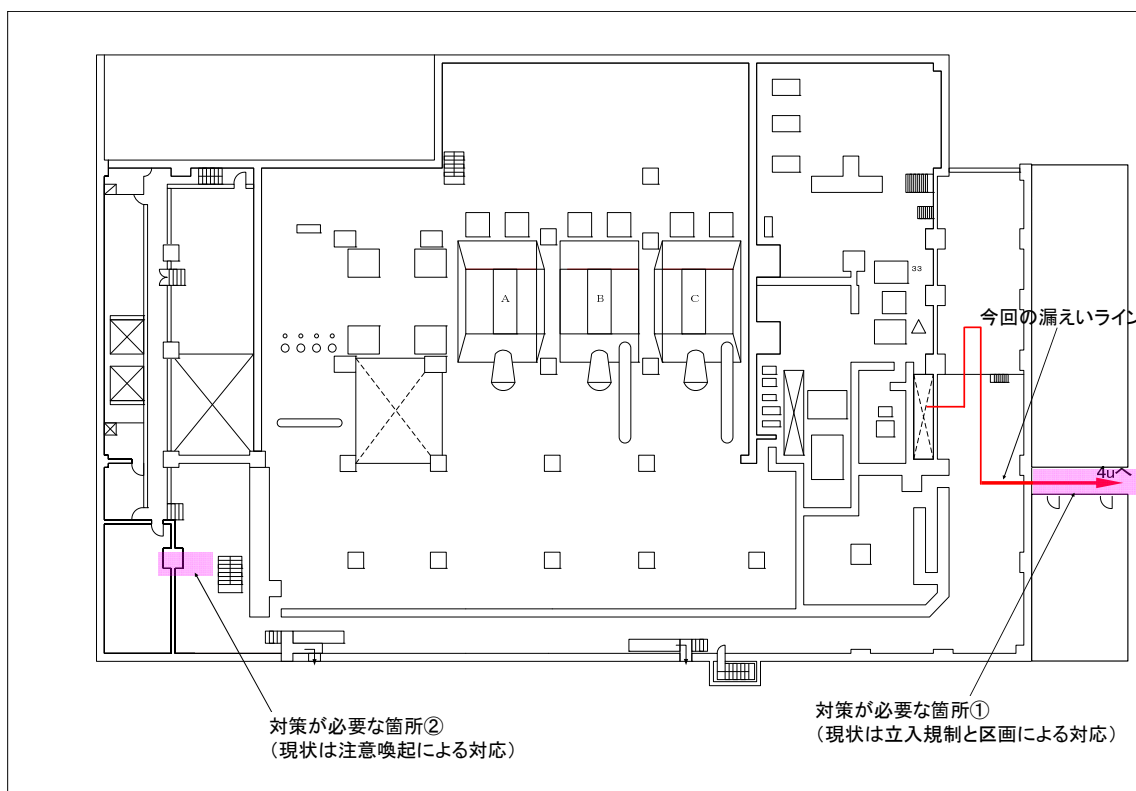


図 1 4 対策が必要な箇所（3号機タービン建屋1階）

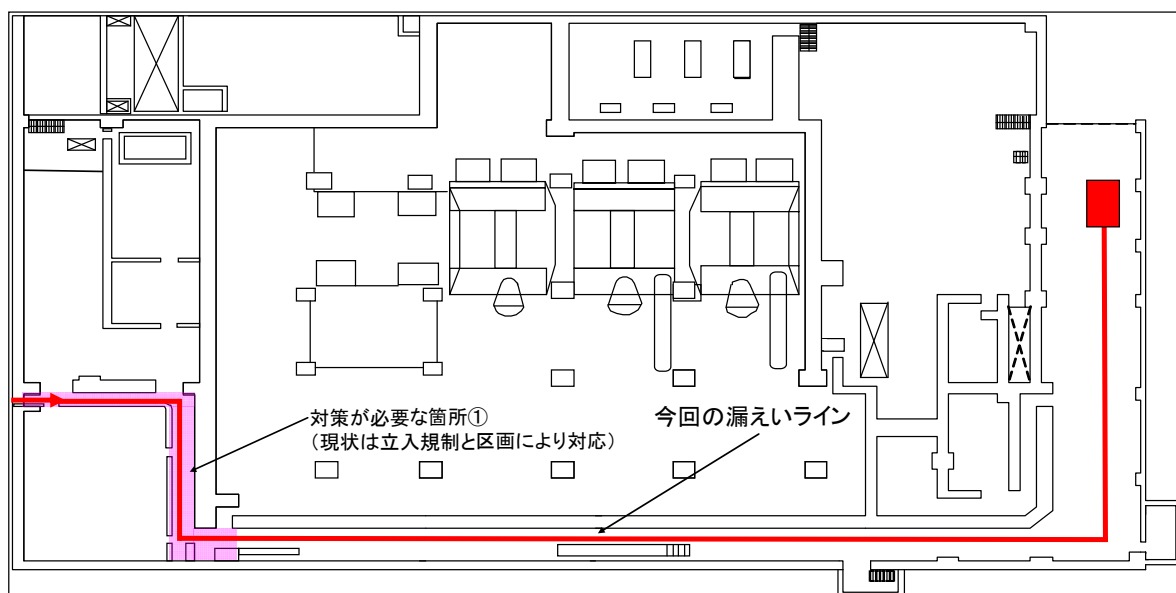


図 1 5 対策が必要な箇所（4号機タービン建屋1階）

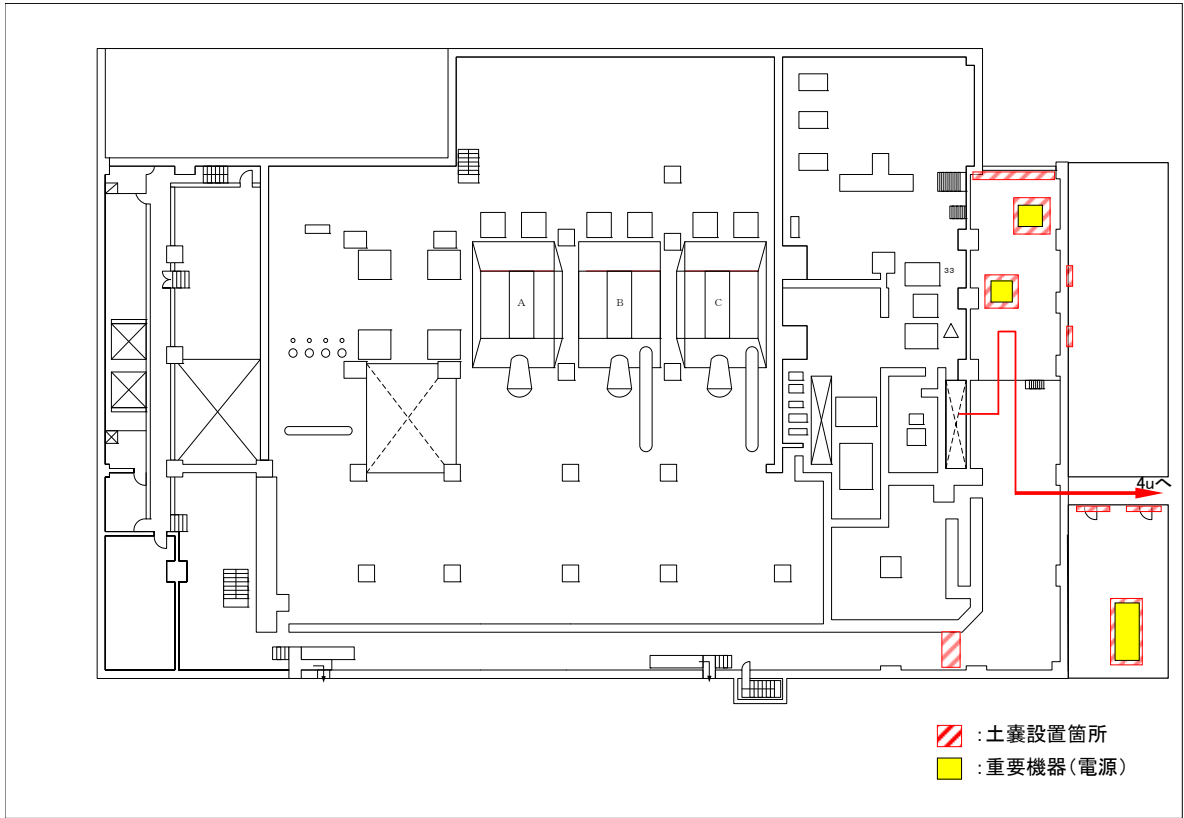


図16 3号機タービン建屋土囊区画図

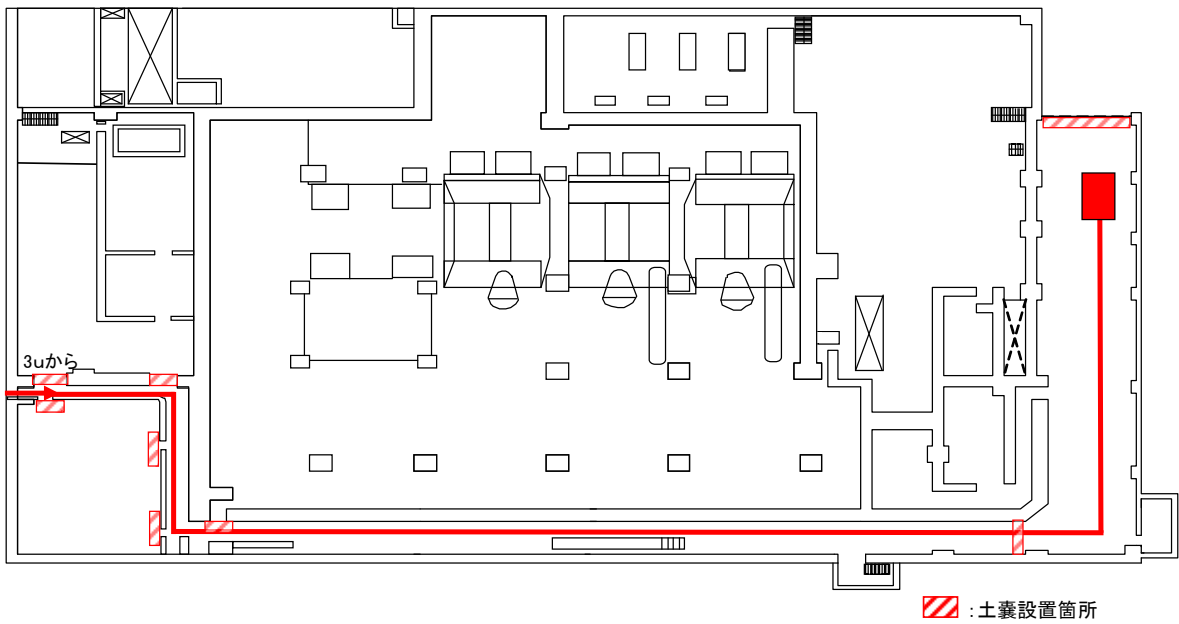


図17 4号機タービン建屋土囊区画図

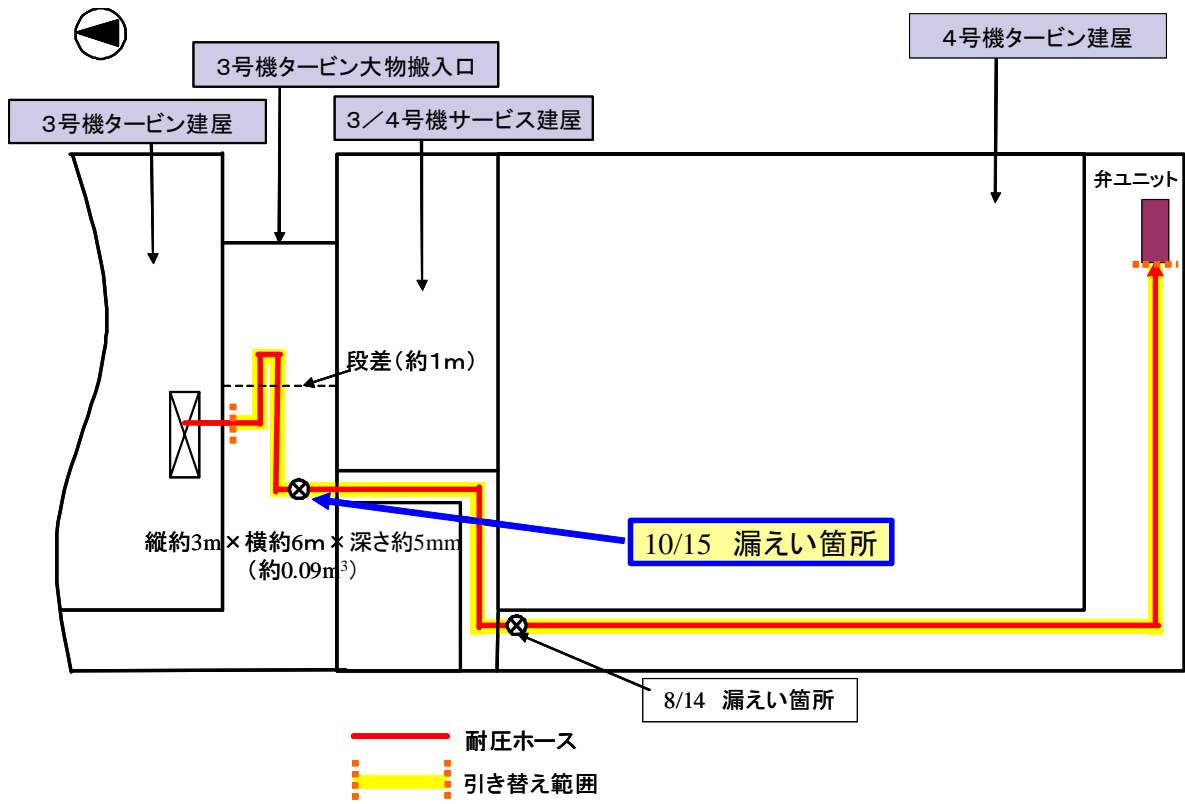


図18 再発防止対策 (B系統の耐圧ホース引き替え範囲)