

泊発電所3号炉審査資料	
資料番号	SAE732 r. 4. 0
提出年月日	令和4年8月31日

泊発電所3号炉
重大事故等対策の有効性評価

7.3.2 想定事故2

令和4年8月
北海道電力株式会社

設置変更許可申請書の補正を予定しており、補正書の添付書類十 SA 有効性評価の章番号に合わせています。

目次

- 7. 重大事故に至るおそれがある事故及び重大事故に対する対策の有効性評価
 - 7.3. 使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故
 - 7.3.2. 想定事故2

添付資料 目次

- 添付資料7.3.2.1 使用済燃料ピットに接続する冷却系配管の破断時の水位低下量およびサイフォンブレーカの健全性について
- 添付資料7.3.2.2 重要事故シーケンスでの重大事故等対策の概略系統図について
- 添付資料7.3.2.3 安定状態について
- 添付資料7.3.2.4 評価条件の不確かさの影響評価について（想定事故2）
- 添付資料7.3.2.5 想定事故2においてサイフォン現象を想定している理由について

7.3.2 想定事故2

7.3.2.1 想定事故2の特徴，燃料損傷防止対策

(1) 想定する事故

「使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故」において，使用済燃料ピットにおける燃料損傷防止対策の有効性を確認するために想定する事故の一つには，「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり，想定事故2として「サイフォン現象等により使用済燃料ピット内の水の小規模な喪失が発生し，使用済燃料ピットの水位が低下する事故」がある。

(2) 想定事故2の特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方

想定事故2では，使用済燃料ピットの冷却系の配管破断によるサイフォン現象等により使用済燃料ピット内の水の小規模な漏えいが発生するとともに，注水機能の喪失が重畳する。このため，緩和措置がとられない場合には，やがて燃料は露出し，損傷に至る。

したがって，想定事故2では，使用済燃料ピットへの注水の確保を行うことによって，燃料有効長頂部を冠水させること，放射線の遮蔽が維持される水位を確保すること及び未臨界を維持させることが必要となる。

(3) 燃料損傷防止対策

想定事故2における機能喪失に対して，使用済燃料ピット内の燃料の著しい損傷を防止するため，可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水手段を整備する。これらの対策の概略系統図を第7.3.2.1図に，対応手順の概要を第7.3.2.2図に示すとともに重大事故等対策の概要を以下に示す。また，重大事故等

対策における設備と手順の関係を第7.3.2.1表に示す。

想定事故2における事象発生3時間までの重大事故等対策時に必要な要員は、中央制御室の運転員、災害対策要員及び災害対策本部要員で構成され、合計15名である。その内訳は以下のとおりである。中央制御室の運転員は、中央監視・指示を行う発電課長（当直）及び副長の2名、運転操作対応を行う運転員3名である。発電所構内に常駐している要員のうち、災害対策要員が7名、関係各所に通報連絡等を行う災害対策本部要員は3名である。また、事象発生3時間以降に追加で必要な要員は、可搬型タンクローリーによる燃料補給を行うための参集要員2名である。必要な要員と作業項目について第7.3.2.3図に示す。

a. 使用済燃料ピット冷却機能喪失の判断及び対応

使用済燃料ピット水位低警報の発信で、使用済燃料ピット水位等のパラメータにより使用済燃料ピット水位低下を確認した場合、使用済燃料ピットへの注水操作を開始する。

使用済燃料ピット水位低下原因調査により、使用済燃料ピット冷却配管の破断を判断した場合、使用済燃料ピット冷却システムの隔離操作を開始し、使用済燃料ピット可搬型エリアモニタ、使用済燃料ピット水位（可搬型）及び使用済燃料ピット監視カメラ空冷装置の設置を行う。

使用済燃料ピット冷却機能喪失の判断及び対応に必要な計装設備は使用済燃料ピット水位（AM用）等である。

b. 使用済燃料ピット注水機能喪失の判断

燃料取替用水ピット又は2次系純水系統からの注水操作を行い、使用済燃料ピット水位の上昇が確認できなければ、使用済

燃料ピット注水機能の喪失と判断し、使用済燃料ピット注水機能の回復操作を行う。

使用済燃料ピット注水機能喪失の判断に必要な計装設備は使用済燃料ピット水位（AM用）等である。

c. 使用済燃料ピット水温上昇の確認

使用済燃料ピット冷却機能喪失により、水温が上昇していることを確認する。

使用済燃料ピット水温上昇の確認に必要な計装設備は使用済燃料ピット温度（AM用）等である。

d. 使用済燃料ピット注水操作

1次系純水タンクが使用可能であれば、1次系純水タンクからの注水操作を行う。

1次系純水タンクが使用不能と判断した場合は、消火設備が使用可能であれば、消火設備による注水操作を行う。

1次系純水タンク及び消火設備が使用不能と判断した場合には、可搬型大型送水ポンプ車を用いた注水を行う。使用可能な淡水源（代替給水ピット又は原水槽）がある場合は、可搬型大型送水ポンプ車を用いて淡水を注水する。淡水源が使用不能と判断した場合は、可搬型大型送水ポンプ車を用いて海水を注水する。使用済燃料ピット水位は、冷却水系配管の隔離が実施できない場合は使用済燃料ピット出口配管高さに水位を維持する。

以降、使用済燃料ピットへの注水により使用済燃料ピット水位が維持され、温度が安定していることを確認する。

使用済燃料ピット注水操作に必要な計装設備は使用済燃料ピット水位（AM用）等である。

7.3.2.2 燃料損傷防止対策の有効性評価

(1) 有効性評価の方法

想定事故2で想定する事故は、「6.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「サイフォン現象等により使用済燃料ピット内の水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料ピットの水位が低下する事故」である。

想定事故2では、冷却系配管破断により使用済燃料ピット水位が、使用済燃料ピット出口配管下端まで低下した後のピット水温上昇、沸騰及び蒸発により水位は低下するが、燃料有効長頂部を冠水させ、未臨界を維持するために、使用済燃料ピット水位が放射線の遮蔽が維持される水位を確保できることを評価する。

また、評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、想定事故2における運転員等操作時間に与える影響、要員の配置による他の操作に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。

(添付資料 7.3.2.5)

(2) 有効性評価の条件

想定事故2に対する初期条件も含めた主要な評価条件を第7.3.2.2表に示す。また、主要な評価条件について、想定事故2特有の評価条件を以下に示す。

なお、本評価では崩壊熱の観点から厳しい条件である原子炉運転停止中の使用済燃料ピットを前提とする。原子炉運転中の使用済燃料ピットは、崩壊熱が原子炉運転停止中の使用済燃料ピットに比べて小さく事象進展が緩やかになることから本評価に包絡される。

a. 初期条件

想定事故2に特有の初期条件はない。

b. 事故条件

(a) 冷却系配管の破断によって想定される初期水位

使用済燃料ピット冷却系配管の破断により使用済燃料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端まで低下すると想定し、この時の使用済燃料ピット水位は、NWL-1.35m（燃料頂部より6.27m）とする。

評価においては、使用済燃料ピット入口配管に設置されているサイフォンブレーカの効果を考慮している。

(添付資料7.3.2.1)

(b) 安全機能の喪失に対する仮定

使用済燃料ピット冷却機能及び注水機能が喪失するものとする。

(c) 外部電源

外部電源はないものとする。

外部電源がない場合と外部電源がある場合では、事象進展は同じであることから、資源の評価の観点から厳しくなる外部電源がない場合を想定する。

c. 重大事故等対策に関連する機器条件

(a) 可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水流量

使用済燃料ピット崩壊熱による蒸発水量に対して燃料損傷防止が可能な流量を上回る注水流量として47m³/hを設定する。

d. 重大事故等対策に関連する操作条件

運転員等操作に関する条件として、「6.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。

- (a) 可搬型大型送水ポンプ車による注水は、事象発生の確認及び移動に必要な時間等を考慮して、事象発生の5.7時間後に開始するものとする。

(3) 有効性評価の結果

想定事故2の事象進展を第7.3.2.2図に示す。

a. 事象進展

事象発生後、使用済燃料ピット冷却系の配管破断により使用済燃料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端まで低下した後、使用済燃料ピット水温が徐々に上昇し、約5.8時間で100℃に到達し、使用済燃料ピット水位は緩慢に低下する。その後、使用済燃料ピット水位が放射線の遮蔽が維持できる最低水位まで低下するのは、第7.3.2.2図に示すとおり事象発生の約1.0日後である。

事故を検知し、可搬型大型送水ポンプ車による注水を開始できる時間は、事象発生の5.7時間後であることから、使用済燃料ピット水位が放射線の遮蔽が維持できる最低水位まで低下するのに要する時間である事象発生の約1.0日後に対して十分な時間余裕がある。

使用済燃料ピット崩壊熱による蒸発水量を上回る容量の可搬型大型送水ポンプ車を整備していることから、使用済燃料ピット水位を回復させ維持することができる。

(添付資料 7.3.2.2)

b. 評価項目等

使用済燃料ピット崩壊熱による蒸発水量を上回る容量の可搬型大型送水ポンプ車を整備しており、使用済燃料ピット水位が放射線の遮蔽が維持できる最低水位に到達するまでに注水を開始できることから、燃料有効長頂部は冠水している。また、放射線の遮蔽が維持できる水位を確保できる。

使用済燃料ピットは、通常ほう酸水で満たされているが、純水で満たされた状態で、最も反応度の高い新燃料を設備容量分収容した場合を想定しても実効増倍率は約0.970であり、未臨界性を確保できる設計としている。純水で満たされた状態で使用済燃料ピット内の水温が上昇し沸騰状態となり、水密度が低下する場合でも、使用済燃料ピット水位が維持されている状態では中性子は減速不足状態であるため、実効増倍率は低下し、使用済燃料ピットの未臨界は維持される。

事象発生の5.7時間後から可搬型大型送水ポンプ車による注水が可能となり、使用済燃料ピット出口配管下端で水位を維持できることから、水位及び温度は安定し、安定状態を維持できる。

(添付資料 7.3.1.2、7.3.2.3)

7.3.2.3 評価条件の不確かさの影響評価

評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響、要員の配置による他の操作に与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。

想定事故2は、可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水により、使用済燃料ピット水位の低下を抑制することが特徴である。また、可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注

水操作は、事象発生を起点とする操作であるため、不確かさの影響を確認する運転員等操作はない。

(1) 評価条件の不確かさの影響評価

a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件

初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第7.3.2.2表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等の最確値とした場合の影響を評価する。また、評価条件の設定に当たっては、原則、評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるような設定としている。その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる使用済燃料ピット崩壊熱及び初期水温並びに使用済燃料ピットに隣接するピットの状態に関する影響評価の結果を以下に示す。

(a) 運転員等操作時間に与える影響

使用済燃料ピット崩壊熱を最確値とした場合、評価条件で設定している使用済燃料ピット崩壊熱より小さくなるため使用済燃料ピット水温の上昇が緩やかになり、水位低下が遅くなるが、使用済燃料ピット水温及び水位を起点とする運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。

初期水温を最確値とした場合、使用済燃料ピット水温が変動するが、使用済燃料ピット水温を起点とする運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。

使用済燃料ピットに隣接するピットの状態の変動を考慮した場合、評価条件として設定しているピットの状態より水量が少なくなるため使用済燃料ピット水位の低下は早くなるが、使用済燃料ピット水位を起点とする操作はないことから、運

転員等操作時間に与える影響はない。

(b) 評価項目となるパラメータに与える影響

使用済燃料ピット崩壊熱を最確値とした場合、評価条件で設定している使用済燃料ピット崩壊熱より小さくなるため、使用済燃料ピット水温の上昇が緩やかになる。したがって、使用済燃料ピット水位の低下が遅くなり、放射線の遮蔽が維持できる最低水位に到達するまでの時間に対する余裕が大きくなり、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。

初期水温の変動を考慮し、評価条件で設定している初期水温より高い場合、使用済燃料ピット水位の低下は早くなるが、放射線の遮蔽が維持できる最低水位に到達するまでの時間は事象発生約1.0日後と長時間を要することから、初期水温の変動が評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。

また、使用済燃料ピットの初期水温を使用済燃料ピットポンプ1台故障時の使用済燃料ピット水平均温度の上限である65℃として評価した結果、事象発生から使用済燃料ピット水位が放射線の遮蔽を維持できる最低水位まで低下するのに要する時間は、初期水温40℃の場合と比較して約0.1日短い約0.9日となるが、可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水は、事象発生約5.7時間後から可能となることから、十分な操作時間余裕があり、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。

使用済燃料ピットに隣接するピットの状態の変動を考慮し、使用済燃料ピットと燃料取替チャンネル及び燃料検査ピットを切り離した状態として評価した結果、事象発生から使用済燃

料ピット水位が放射線の遮蔽が維持できる最低水位まで低下する時間は、使用済燃料ピットと燃料取替用チャンネル及び燃料検査ピットを接続した状態とした場合と比較して約0.1日短い約0.9日となるが、可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水は、事象発生の5.7時間後から可能となることから、十分な操作時間余裕があり、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。

なお、使用済燃料ピット内の水はわずかであるが常に蒸発現象が起きており、使用済燃料ピット内の水温上昇過程で沸騰に至らなくても蒸発により水位は少しずつ低下している。この影響を考慮し、100℃の水が沸騰により蒸発する時間のみで評価した場合、事象発生から使用済燃料ピット水位が放射線の遮蔽が維持できる最低水位まで低下するのに要する時間は、初期水温40℃の場合と比較して約0.3日短い約0.7日となるが、可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水は、事象発生の5.7時間後から可能となることから、十分な操作時間余裕があり、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。

b. 操作条件

操作条件の不確かさとして、評価条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響及び評価上の操作開始時間と実際に見込まれる操作開始時間等の操作時間の変動を考慮して、要員の配置による他の操作に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響を確認する。

(a) 要員の配置による他の操作に与える影響

可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水操作は、第7.3.2.3図に示すとおり、現場での操作であるが、同一の運転員等による事象進展上重複する操作はないことから、要員の配置による他の操作に与える影響はない。

(b) 評価項目となるパラメータに与える影響

可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水操作は、評価上の操作開始時間に対して、運用として実際に見込まれる操作開始時間が早くなる。この場合、放射線の遮蔽が維持できる最低水位に到達するまでの時間余裕は大きくなり、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。

(2) 操作時間余裕の把握

操作遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認する。

可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水操作の操作時間余裕は、「7.3.2.2(3) 有効性評価の結果」に示すとおり、放射線の遮蔽が維持できる最低水位まで低下するのは事象発生約1.0日後であり、可搬型大型送水ポンプ車による注水を開始する時間である事象発生約5.7時間後に対して十分な時間余裕があることを確認した。

(3) まとめ

評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び要員の配置による他の操作に与える影響を確認した。その結果、評価条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した

場合においても、運転員等による可搬型大型送水ポンプ車を用いた注水により、使用済燃料ピット水位を確保することで、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。

この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において操作時間余裕がある。また、要員の配置による他の操作に与える影響はない。

(添付資料7.3.2.4)

7.3.2.4 必要な要員及び資源の評価

(1) 必要な要員の評価

想定事故2において、重大事故等対策時における事象発生3時間までに必要な要員は、「7.3.2.1(3) 燃料損傷防止対策」に示すとおり15名である。「7.5.2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果」に示す中央制御室の運転員、災害対策本部要員、災害対策要員及び災害対策要員（支援）の合計31名で対処可能である。また、事象発生3時間以降に必要な参集要員は2名であり、発電所構外から3時間以内に参集可能な要員の2名で確保可能である。

なお、今回評価した原子炉の運転停止中ではなく、原子炉運転中を想定した場合、事象によっては、原子炉における重大事故又は重大事故に至るおそれのある事故の対応と、想定事故2の対応が重畳することも考えられる。しかし、原子炉運転中を想定した場合、使用済燃料ピットに貯蔵されている燃料の崩壊熱が低いいため、操作時間余裕が十分長くあり、原子炉における重大事故又は重大事故に至るおそれのある事故の対応が収束に向かっている状態での対応となるため、発電所災害対策要員及び参集要員により対処可能である。

(2) 必要な資源の評価

想定事故 2 において、必要な水源、燃料及び電源は、「7.3.1 想定事故 1」と同様である。

7.3.2.5 結論

想定事故 2 では、使用済燃料ピット冷却系の配管破断によるサイフォン現象等により使用済燃料ピット内の水の小規模な漏えいが発生するとともに、注水機能の喪失が重畳するため、やがて燃料は露出し、損傷に至ることが特徴である。想定事故 2 に対する燃料損傷防止対策としては、短期対策及び長期対策として、可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水手段を整備している。

想定事故 2 について有効性評価を行ったところ、可搬型大型送水ポンプ車により使用済燃料ピットへ注水することにより、使用済燃料ピット水位を回復させ維持できる。

その結果、燃料有効長頂部が冠水し、放射線の遮蔽が維持される水位を確保できるとともに、未臨界を維持することができることを確認した。また、長期的には使用済燃料ピット水位及び温度が安定した状態を維持できる。

評価条件の不確かさについて操作への影響を含めて確認した結果、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作が遅れた場合でも操作時間余裕があることを確認した。

発電所災害対策要員は、想定事故 2 における重大事故等対策の実施に必要な要員を満足している。また、必要な水源、燃料及び電源については、「7.3.1 想定事故 1」と同様であり供給可能である。

以上のことから、可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピット

への注水の燃料損傷防止対策は想定事故2に対して有効である。

第7.3.2.1表 「想定事故2」における重大事故等対策について

判断及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬設備	計装設備
a. 使用済燃料ピット冷却機能喪失の判断及び対応	<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料ピット水位低警報の発信で、使用済燃料ピット水位等のパラメータにより使用済燃料ピット水位低下を確認した場合、使用済燃料ピットへの注水操作を開始する。 使用済燃料ピット水位低下原因調査により、使用済燃料ピット冷却配管の破断を判断した場合、使用済燃料ピット冷却系統の隔離操作を開始し、使用済燃料ピット可搬型エリアモニタ、使用済燃料ピット水位（可搬型）及び使用済燃料ピット監視カメラ空冷装置の設置を行う。 	—	—	使用済燃料ピット温度（AM用） 使用済燃料ピット水位（AM用） 使用済燃料ピット監視カメラ※ 使用済燃料ピット可搬型エリアモニタ 使用済燃料ピット水位（可搬型）
b. 使用済燃料ピット注水機能喪失の判断	<ul style="list-style-type: none"> 燃料取替用水ピット又は2次系純水系統からの注水操作を行い、使用済燃料ピット水位の上昇が確認できなければ、使用済燃料ピット注水機能の喪失と判断し、使用済燃料ピット注水機能の回復操作を行う。 	【燃料取替用水ピット】	—	使用済燃料ピット温度（AM用） 使用済燃料ピット水位（AM用） 使用済燃料ピット監視カメラ 燃料取替用水ピット水位
c. 使用済燃料ピット水温上昇の確認	<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料ピット冷却機能喪失により、水温が上昇していることを確認する。 	—	—	使用済燃料ピット温度（AM用） 使用済燃料ピット監視カメラ
d. 使用済燃料ピット注水操作	<ul style="list-style-type: none"> 1次系純水タンクが使用可能であれば、1次系純水タンクからの注水操作を行う。 1次系純水タンクが使用不能と判断した場合は、消火設備が使用可能であれば、消火設備による注水操作を行う。 1次系純水タンク及び消火設備が使用不能と判断した場合には、可搬型大型送水ポンプ車を用いた注水を行う。使用可能な淡水源（代替給水ピット又は原水槽）がある場合は、可搬型大型送水ポンプ車を用いて淡水を注水する。淡水源が使用不能と判断した場合は、可搬型大型送水ポンプ車を用いて海水を注水する。使用済燃料ピット水位は、冷却水系配管の隔離が実施できない場合は使用済燃料ピット出口配管高さに水位を維持する。 以降、使用済燃料ピットへの注水により使用済燃料ピット水位が維持され、温度が安定していることを確認する。 	ディーゼル発電機 燃料油貯油槽	可搬型大型送水ポンプ車 可搬型タンクローリー	使用済燃料ピット温度（AM用） 使用済燃料ピット水位（AM用） 使用済燃料ピット監視カメラ※ 使用済燃料ピット可搬型エリアモニタ 使用済燃料ピット水位（可搬型）

【 】は有効性評価上期待しない重大事故等対処設備

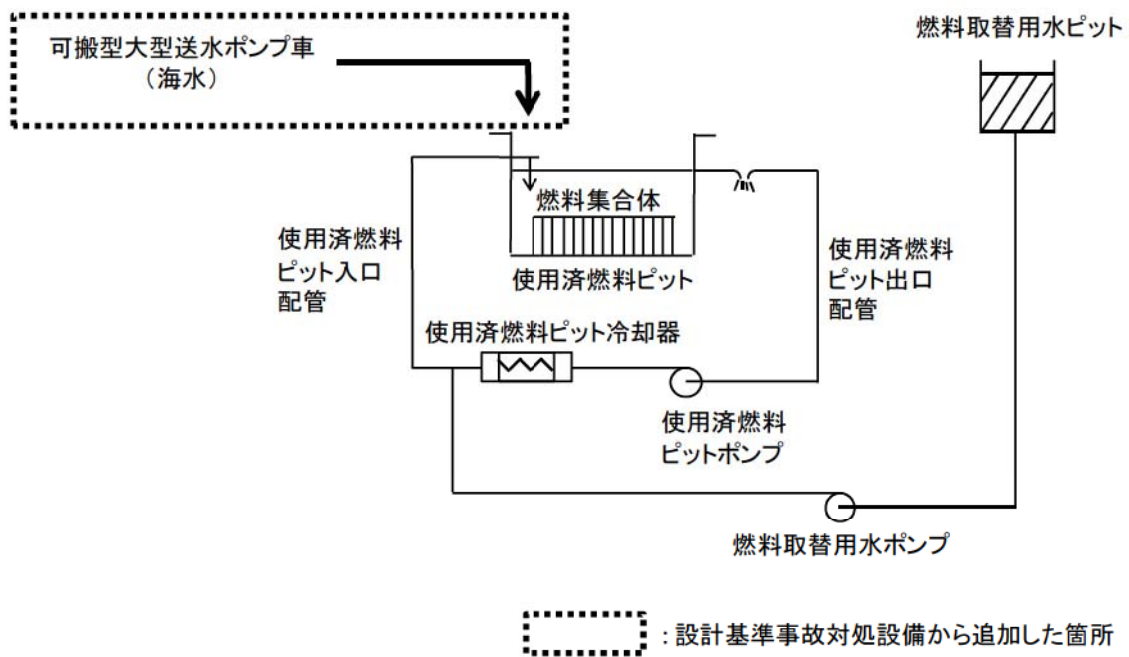
※使用済燃料ピット監視カメラ空冷装置を含む

第7.3.2.2表 「想定事故2」の主要評価条件（1/2）

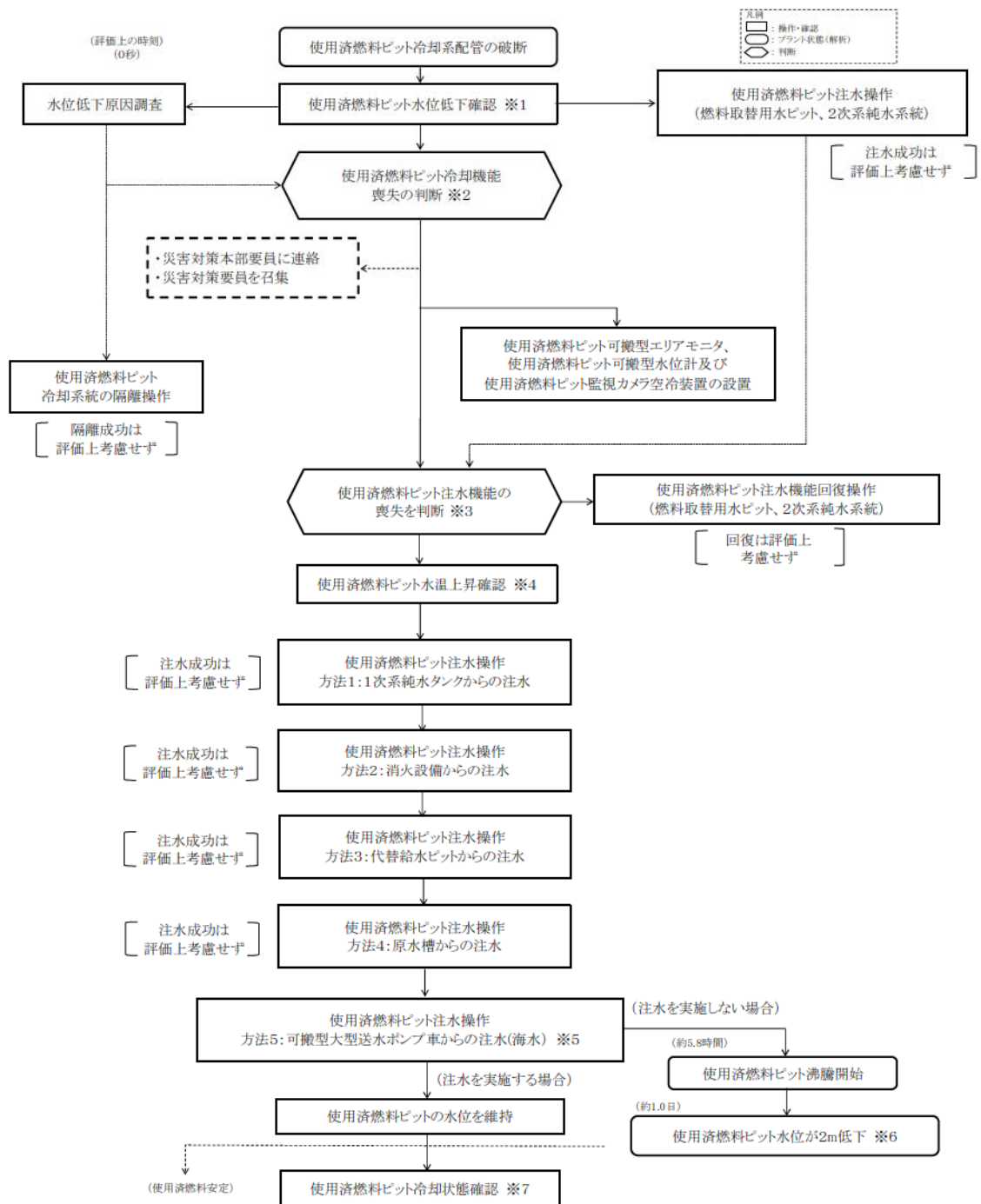
主要評価条件		条件設定の考え方	
初期条件	項目		
	使用済燃料ピット崩壊熱	11.508MW	核分裂生成物が多く使用済燃料ピット崩壊熱が高めとなるように、原子炉の運転停止後に取り出された全炉心分の燃料と過去に取り出された燃料（1, 2号炉分含む。）を合わせて、使用済燃料ピット貯蔵容量満杯に保管した状態を設定。なお、ウラン・プルトニウム混合酸化燃料の使用も考慮したものである。使用済燃料ピット崩壊熱の計算に当たっては、核分裂生成物については日本原子力学会推奨値、アクチニドについてはORIGEN2を用いて算出。
	事象発生前使用済燃料ピット水温（初期水温）	40℃	使用済燃料ピット水温の実測値に基づき、標準的な温度として設定。
事故条件	使用済燃料ピットに隣接するピットの状態	Aピット, Bピット, 燃料検査ピット及び燃料取替キャナル接続	燃料取出直後の状態に基づき設定するが、水温が100℃まで上昇する時間の評価は、Bピットのみを考慮し設定。また、水量は使用済燃料、ラック等の体積を除いて算出。
	冷却系配管の破断によって想定される初期水位	NWL-1.35m (燃料頂部より6.27m)	冷却系配管破断時に使用済燃料ピットの水位が最も低くなる可能性のある使用済燃料ピット出口配管の破断による流出を想定。評価においては、使用済燃料ピット入口配管に設置されているサイフオンブレーカの効果を考慮。
	安全機能の喪失に対する仮定	使用済燃料ピット冷却機能及び注水機能喪失	使用済燃料ピット冷却機能及び注水機能が喪失するものとして設定。
	外部電源	外部電源なし	外部電源がない場合とある場合では、事象進展は同じであることから、資源の評価の観点で厳しくなる外部電源がない場合を想定。

第7.3.2.2表 「想定事故2」の主要評価条件（2/2）

項目		主要評価条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に関連する機器条件	放射線の遮蔽が維持できる最低水位	冷却系配管の破断によって想定される初期水位-2.0m	使用済燃料ピット中央水面の線量率が燃料取替時の遮蔽設計基準値 (0.15mSv/h) となる水位である燃料頂部から4.25m (NWL-3.37m) と、冷却系配管の破断によって想定される初期水位である燃料頂部から6.27m (NWL-1.35m) の差2.02mより、安全側に設定。
	可搬型大型送水ポンプ車の使用済燃料ピットへの注水流量	47m ³ /h	崩壊熱による蒸発水量に対して燃料損傷防止が可能な流量を上回る注水流量として設定。
重大事故等対策に関連する操作条件	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水開始	事象発生後の5.7時間後	使用済燃料ピット水位を放射線の遮蔽が維持できる水位に保つ必要があるが、放射線の遮蔽が維持できる最低水位に到達するまでに注水操作を実施するとして、事象発生の確認及び移動に必要な時間等を考慮して設定。



第7.3.2.1図 想定事故2の重大事故等対策の概略系統図

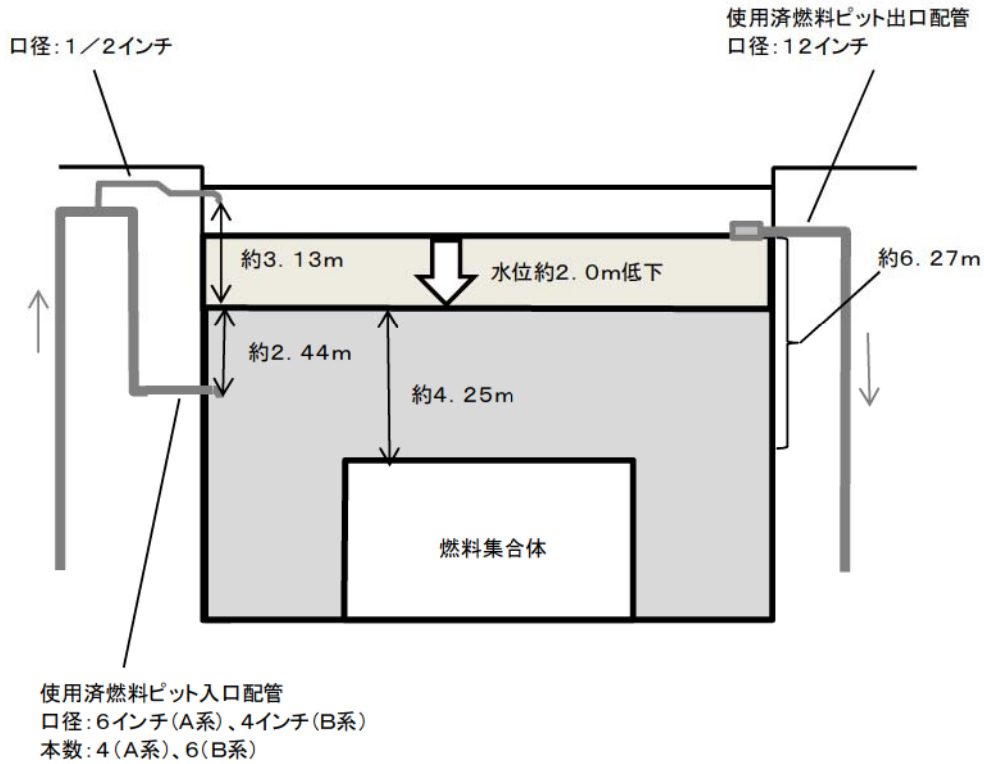


- ※1: 使用済燃料ピット水位低警報 T. P. 32.58m(通常水位 T. P. 32.66m)
- ※2: 使用済燃料ピット冷却系配管の破断は以下で確認
使用済燃料ピット水位、補助建屋サンプタンク水位
- ※3: 使用済燃料ピット注水機能喪失は以下で確認
燃料取替用水ピットからの注水不能、2次系純水系統からの注水不能
- ※4: 使用済燃料ピット温度高警報 60℃
- ※5: 冷却系配管の隔離が実施できない場合は使用済燃料ピット出口配管高さに水位を維持する
- ※6: 使用済燃料ピットの線量率が遮蔽設計基準値(0.15mSv/h)を確保できる水位
(初期水位から漏えいに伴う水位低下及び蒸発による低下分を考慮した値)
- ※7: 使用済燃料ピットの冷却状態確認は以下で確認
使用済燃料ピット水位確保、温度安定

第 7.3.2.2 図 「想定事故 2」の対応手順の概要
 (「サイフォン現象等により使用済燃料ピット内の水の
 小規模な喪失が発生し、使用済燃料ピットの水位が
 低下する事故」の事象進展)

必要の要員と作業項目		経過時間(時間)												備考				
手順の項目	要員(名) (作業に必要な要員数) 【 】は他作業後 移動してきた要員	手順の内容																
使用済燃料ピットへの注水確保 (取水・排水)	災害対策要員 E, F	<p>① 約5分 使用済燃料ピットへの注水準備開始</p> <p>約1.0日</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	22	24		
	災害対策要員 A, B, C, D, E, F, G	<p>●代替給水ピット、取水槽の状況確認 (現場操作) (詳細上考査せず)</p> <p>●可搬型ホース敷設</p> <p>●ホース延長・回収車による可搬型ホース敷設、 可搬型大型送水ポンプ車Aの設置、ホンプ車周辺の可搬型ホース敷設、 代替給水ピットへの吸管挿入 (現場操作) (詳細上考査せず)</p> <p>●可搬型ホース敷設、ホース延長・回収車による可搬型ホース敷設</p> <p>●ホース延長・回収車による可搬型ホース敷設、 可搬型大型送水ポンプ車Aの設置、ホンプ車周辺の可搬型ホース敷設、 取水槽への吸管挿入 (現場操作) (詳細上考査せず)</p> <p>【6】 1</p> <p>●可搬型ホース敷設、ホース延長・回収車による可搬型ホース敷設</p> <p>●ホース延長・回収車による可搬型ホース敷設、 可搬型大型送水ポンプ車Aの設置、ホンプ車周辺の可搬型ホース敷設、 海水取水箇所への水中ホンプ設置 (現場操作)</p> <p>●可搬型大型送水ポンプ車Aによる使用済燃料ピットへの注水 (現場操作)</p>															使用済燃料ピットへの注水については、事業発生後27時間後から準備を開始し、使用済燃料ピット面の作業量の約0.1l/minの注水となる約1.0日後までに完了を行う。	
燃料補給	参集要員																<p>1時間10分</p> <p>30分</p> <p>2時間30分</p> <p>1時間15分</p> <p>3時間</p> <p>2時間</p> <p>4時間</p> <p>←</p>	<p>代替給水ピットが使用不能の場合は実施せず</p> <p>取水槽が使用不能の場合は実施せず</p> <p>代替給水ピット及び取水槽が使用不能の場合に実施</p> <p>適宜実施</p>

第 7.3.2.3 図 想定事故 2 の作業と所要時間 (サイフォン現象等により使用済燃料ピット内の水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料ピットの水位が低下する事故) (2 / 2)



使用済燃料ピット水位概要図

		評価結果
① 2.0m分の評価水量		
	Aピット	約120m ³
	Bピット	約180m ³
	A, Bピット間	約3m ³
	燃料取替チャンネル	約23m ³
	燃料検査ピット	約36m ³
	合計	約362m ³
② 事象発生からBピットが沸騰するまでの時間 ^(注)		約5.8時間
③ 使用済燃料ピット崩壊熱による使用済燃料ピット水の蒸発水量		約19.16m ³ /h
④ 事象発生から蒸発により2.0m水位が低下する時間		約1.0日

(注) Bピットに発熱量の高い燃料を選択的に貯蔵した状態を想定

(Bピットの崩壊熱: 10.382MW、Aピットの崩壊熱: 1.126MW)

第7.3.2.4図 「想定事故2」の使用済燃料ピット水位低下時間評価結果

使用済燃料ピットに接続する冷却系配管の破断時の水位低下量および
サイフォンブレーカの健全性について

使用済燃料ピットに接続している冷却系配管は、使用済燃料ピット入口配管と出口配管がある（図1）。

使用済燃料ピット入口配管が破断した場合、当該配管の使用済燃料ピット接続部の開口部の高さは **T.P.26.85m** であるが、サイフォンブレーカが設置されており、使用済燃料ピットの水位がサイフォンブレーカの使用済燃料ピット接続部の開口部の高さ **T.P.32.42m** まで低下すれば、サイフォンブレーカから空気が吸込まれサイフォン現象は解消され、使用済燃料ピット入口配管からの漏えい及び使用済燃料ピット水位の低下は停止する。

使用済燃料ピット出口配管が破断した場合、当該配管の使用済燃料ピット接続部の開口部の高さ（下端）は **T.P.31.31m** であり、この高さまで使用済燃料ピット水位が低下すれば、使用済燃料ピット出口配管からの漏えい及び使用済燃料ピット水位の低下は停止する。

従って、使用済燃料ピット水位が最も低下するのは、使用済燃料ピット出口配管が破断するケースであり、その時使用済燃料ピットの水位は **T.P.31.31m** まで低下する。（遮蔽が維持できる水位の約2メートル上）

○ 使用済燃料ピット冷却系配管の設計上の考慮について

使用済燃料ピット冷却系配管は破損時にも使用済燃料が露出しないよう、下記の設計上の考慮をしている。

- ・使用済燃料ピット出口配管は、配管の破損によるピット水の流出を考慮しても使用済燃料が露出しないよう、使用済燃料ピット上部に設置している。
- ・使用済燃料ピット入口配管は、使用済燃料の効率的な冷却のため燃料集合体に近い位置で使用済燃料ピットに接続しているが、配管の破損によるピット水の流出を考慮しても使用済燃料が露出しないよう、一旦使用済燃料ピット上部の高さまで立上げ、さらに最上部にサイフォンブレーカを設置している。サイフォンブレーカは使用済燃料ピット入口配管からの漏えいが発生した場合においても、ピット水の流出量を極力少なくするため、可能な限り使用済燃料ピット水面に近い位置としている。

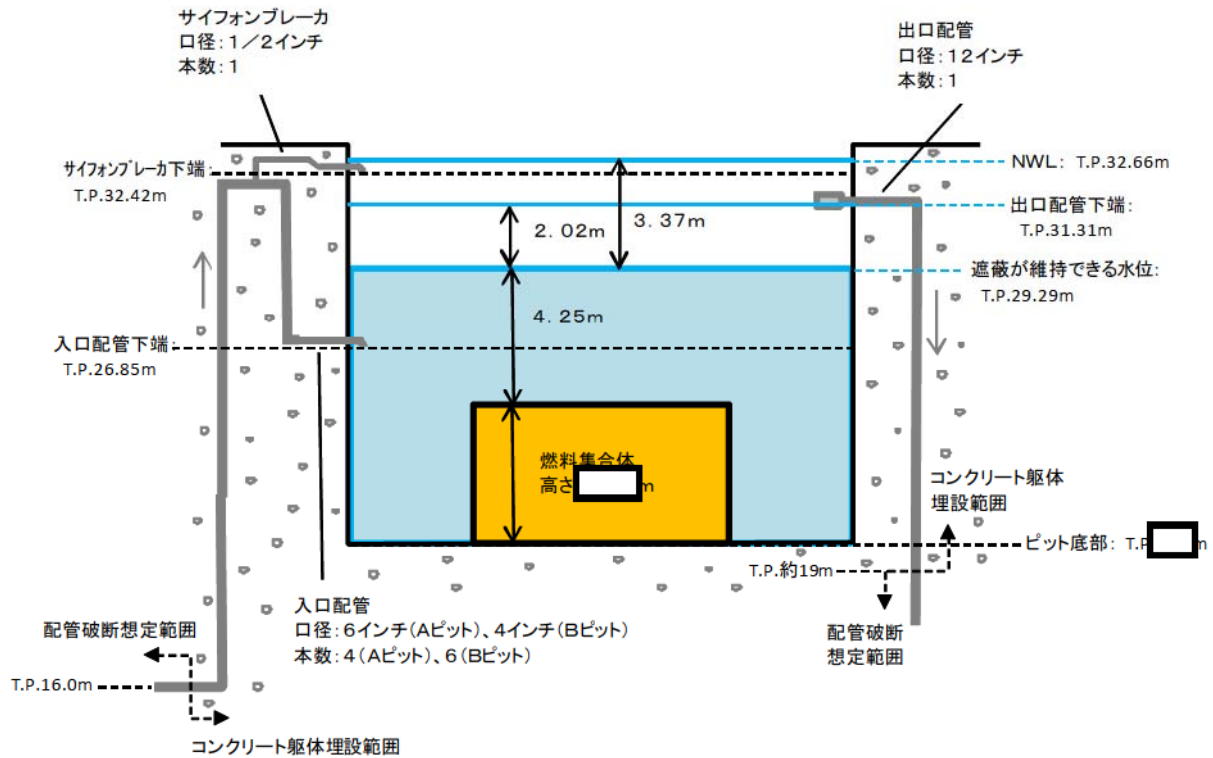


図1 使用済燃料ピットに接続する配管の概要

○ サイフンブレーカの健全性について

サイフンブレーカは、以下のとおり地震時も含めて閉塞等による機能喪失は発生しないと考えられることから、重大事故時においてもその効果を期待することができる。

(1) 地震による影響

- ・サイフンブレーカは使用済燃料ピット接続部以外は使用済燃料ピットの躯体コンクリート（耐震Sクラス）に埋設されており、埋設配管の耐震性については問題ない。

また、埋設部より使用済燃料ピットへ約15センチ突き出た配管についても、 S_s 地震動^{*}における発生応力の評価では1MPa程度と、許容応力401MPaと比べると十分に小さかったことから、耐震性については問題ない。

^{*}平成25年7月設置変更許可申請時の基準地震動 S_s

(2) 人的過誤、故障による影響

- ・サイフンブレーカの構成機器は配管のみであり弁等は設置していないことから、人的過誤や故障によりその機能を喪失することはない。使用済燃料ピット入口配管のサイフォン現象による漏えいが発生した場合にも、運転員による操作は不要であり、使用済燃料ピットの水位がサイフンブレーカ開口部高さまで低下すればその効果を発揮する。

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(3) 異物による閉塞

- ・サイフォンブレイカ（内径 16.7 ミリ）には通常時には使用済燃料ピットに向けて冷却水が常時流れていること、及び使用済燃料ピット出口配管吸込部にはメッシュ隙間約 4.7 ミリのストレーナが設置されていることから、異物により閉塞することはない。また使用済燃料ピット内は異物管理区域としていることから、異物混入の可能性はない。

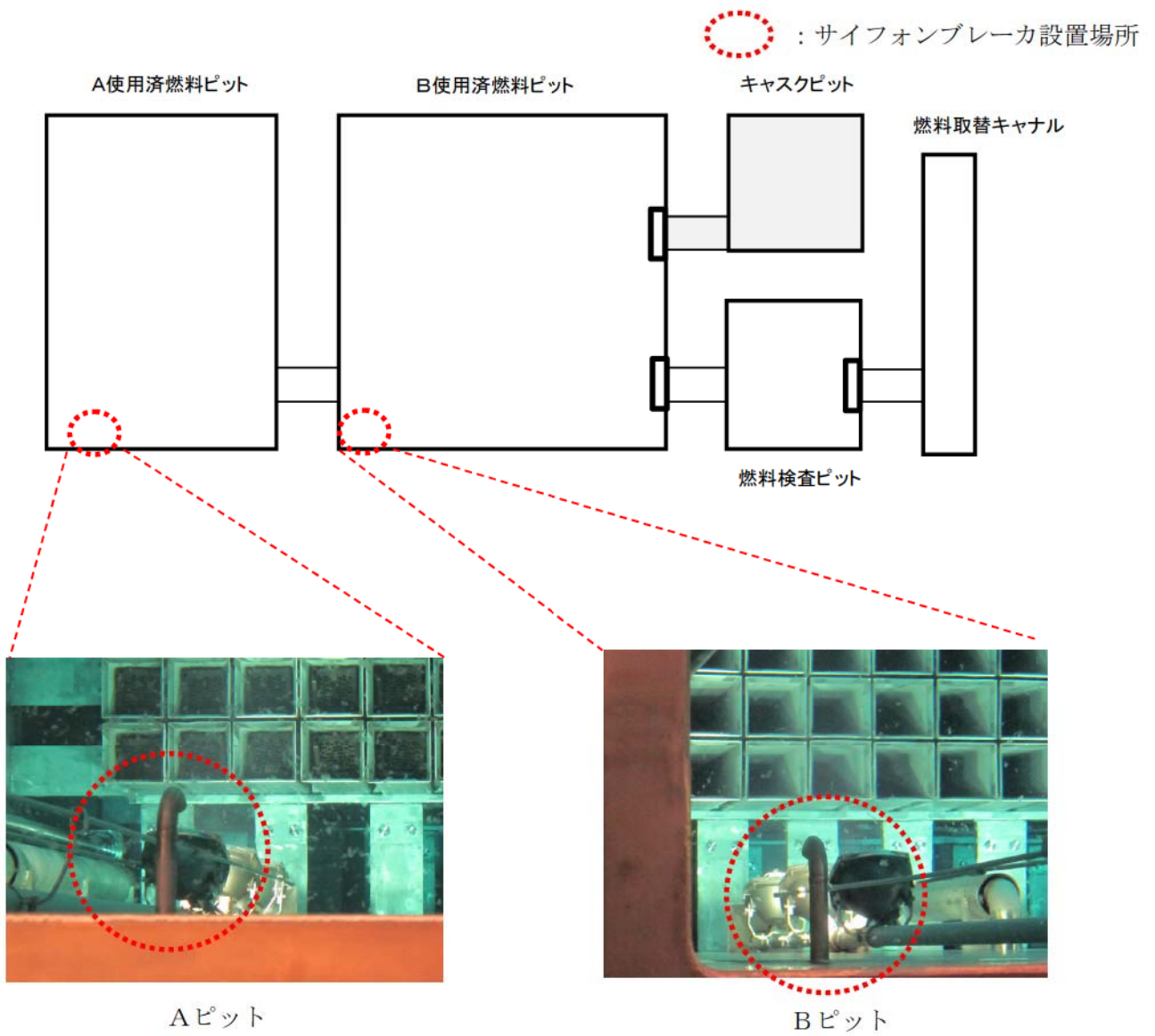
(4) 落下物による影響

- ・サイフォンブレイカは大部分がピットの躯体コンクリートに埋設されており、外部に露出しているのは出口端部のピット壁面から約 15 センチの僅かな部分であり、落下物による影響が発生する可能性は極めて小さい。万一上部からの落下物により曲げによる変形が生じた場合を想定しても、一定の剛性を有する鋼管に曲げ変形が生じる場合、断面は楕円形状を保持したまま変形するため、極端に座屈変形して流路が完全に閉塞することはないと考える。空気の通り道が僅かにでもあればサイフォンブレイカは機能する。
- ・なお、周辺設備は自らの損傷、転倒、落下等により使用済燃料ピットの安全機能が損なわれないよう離隔をとり配置されている。そのような配置が困難である場合は、S クラス相当の構造強度を持たせる等の方策により、波及的影響の発生を防止していることから、落下物による影響は考えられない。

(5) 通水状況の確認

- ・上記のとおりサイフォンブレイカが閉塞することはないと考えるが、念のため、定期的に閉塞していないことを確認する。
- ・使用済燃料ピット通常水位において、サイフォンブレイカは水中にあり配管が露出していないため、直接的に冷却水の流れを確認することは困難であるが、巡視点検に合わせて行う確認（1 週間に 1 回程度）等にて、サイフォンブレイカの外観、サイフォンブレイカ近傍の水の揺らぎを目視することで、サイフォンブレイカが閉塞していないことを確認する。

以上



サイフオンブレーカ仕様
 配管材質 : SUS304TP
 サイズ : 外径φ21.7mm、内径φ16.7mm、厚さ 2.5mm

泊3号機 使用済燃料ピット概略図

重要事故シーケンスでの重大事故等対策の概略系統図について

「使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故」のうち、想定事故2の「サイフォン現象等により使用済燃料ピット内の水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料ピットの水位が低下する事故」の重大事故等対策の概略系統図を以下に示す。

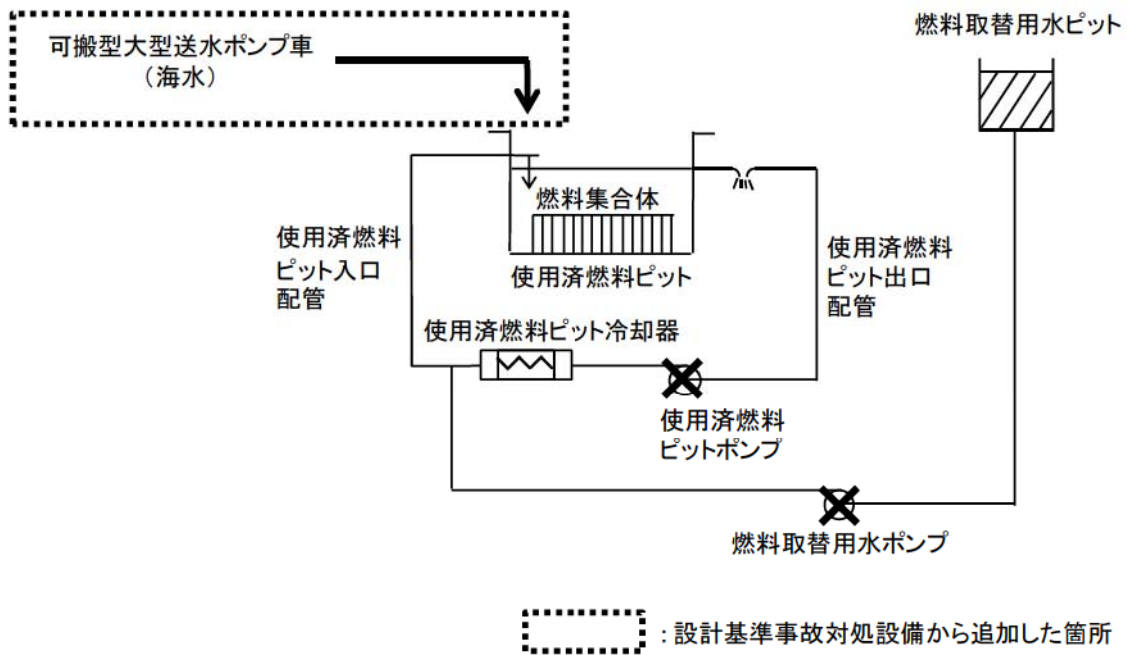


図1 想定事故2の重大事故等対策の概略系統図

安定状態について

想定事故2（サイフォン現象等により使用済燃料ピット内の水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料ピットの水位が低下する事故）時の安定状態については以下のとおり。

使用済燃料ピット安定状態：可搬型大型送水ポンプ車等を使った注水により使用済燃料ピット水位が回復、維持され、温度が安定した状態（配管破断箇所が隔離不能である場合、可搬型大型送水ポンプ車による断続的な補給が必要である）

使用済燃料ピット水位、温度安定状態の確立について

事象発生約5.8時間後に使用済燃料ピット水は100℃に到達するが、蒸発量（約19.16 m³/h）に対し、事象発生5.7時間後から注水流量47m³/h（可搬型大型送水ポンプ車）で注水が可能となり、使用済燃料ピット水位を維持できることから、水位及び温度は安定する。この可搬型大型送水ポンプ車で注水可能となる事象発生5.7時間後を安定状態とする。

<参考>

最も厳しい状況を仮定した場合の安定状態までに必要な時間

【事故の仮定】

事故発生後、可搬型大型送水ポンプ車による注水準備が完了した時点（事象発生の5.7時間後）のピット水位が、放射線の遮蔽が維持できる水位（燃料頂部から4.25m）まで低下したと仮定する。

【計算】

補給開始後約13.1時間で補給完了となる。

- ・使用済燃料ピット出口配管下端までの補給量：約362m³
- ・蒸発量：約19.16 m³/h
- ・注水流量：47m³/h（可搬型大型送水ポンプ車）

以上のことから、可搬型大型送水ポンプ車による補給準備完了時間5.7時間に補給時間約13.0時間を足した時間の事象発生約18.7時間後に安定状態となる。

評価条件の不確かさの影響評価について
(想定事故2)

「想定事故2」の評価条件の不確かさの影響について、表1及び表2に示す。

表 1 評価条件を最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータを与える影響 (1 / 2)

項目	評価条件 (初期、事故及び機器条件) の不確かさ		評価設定の考え方	運転員等操作時間を与える影響	評価項目となるパラメータを与える影響
	評価条件	最確条件			
使用済燃料ピット 崩壊熱	11.508MW	装荷炉心毎	核分裂生成物が多く崩壊熱が高めとなるように、原子炉の運転停止後に取り出された全炉心の燃料と過去に取り出された燃料 (1、2号炉分を含む) を合わせて、使用済燃料ピット貯蔵容量満杯に保った状態を設定。なお、MCX燃料の使用も考慮したものである。崩壊熱の計算に当たっては、FPについては日本原子力学会推奨値、アクチニドについては ORIGEN2 を用いて算出。	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水操作は、使用済燃料ピットの水温を起点に開始する操作ではないことから、運転員等操作時間には与える影響はない。	最確条件の崩壊熱を用いた場合、評価条件で設定している崩壊熱より小さくなるため、使用済燃料ピット水温の上昇が緩やかになる。したがって、使用済燃料ピット水位の低下が遅くなる。放射線の遮蔽が維持できる最低水位に到達するまでの時間に対する余裕が大きくなり、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。
	40℃	装荷炉心毎			
初期条件 事象発生前 使用済燃料ピット 水温 (初期水温)				可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットがまた、使用済燃料ピットの初期水温を使用済燃料ピットが 65℃として評価した結果、事象発生から使用済燃料ピット水位が放射線の遮蔽を維持できる最低水位まで低下するの要する時間は、初期水温 40℃の場合と比較して約 0.1 日短い約 0.9 日となるが、可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水は、事象発生から 5.7 時間から可能となることから、十分な操作時間余裕があり、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。	初期水温の変動を考慮し、評価条件で設定している初期水温より高い場合、使用済燃料ピット水位の低下は早くなるが、放射線の遮蔽が維持できる最低水位に到達するまでの時間は事象発生から約 1.0 日後と長時間であることから、初期水温の変動が評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。
使用済燃料ピット に隣接する ピットの状態	Aピット、Bピット、燃料検査ピット及び燃料取替キヤナナル接続	Aピット、Bピット、燃料検査ピット及び燃料取替キヤナナル接続	燃料取出直後の状態に基づき設定するが、水温 100℃まで上昇する時間の評価は、Bピットのみを考慮し設定。また、水盤は使用済燃料、ラック等の体積を除いて算出。	使用済燃料ピットへの注水は、事象発生から 5.7 時間から可能となることから、十分な操作時間余裕があり、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。	使用済燃料ピットに隣接するピットの状態の変動を考慮し、使用済燃料ピットと燃料取替キヤナナル及び燃料検査ピットを切り離した状態として評価した結果、事象発生から使用済燃料ピット水位が放射線の遮蔽が維持できる最低水位まで低下する時間は、使用済燃料ピットと燃料取替キヤナナル及び燃料検査ピットを接続した状態とした場合と比較して約 0.1 日短い約 0.9 日となるが、可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水は、事象発生から 5.7 時間から可能となることから、十分な操作時間余裕があり、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。

表 1 評価条件を最確条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響 (2/2)

項目	評価条件 (初期、事故及び機器条件) の不確かさ		評価設定の考え方	運転員等操作時間に与える影響	評価項目となるパラメータに与える影響
	評価条件	最確条件			
事故条件	冷却系配管の破断 によって 想定される初期水位	通常水位 (NWL) -1.35m (燃料頂部より 6.27m)	冷却材配管破断時に使用済燃料ピット水位 が最も低くなる可能性のある使用済燃料ピ ット出口配管の破断による流出を想定。	評価条件と同様であることから、事象進展に影 響はなく、評価項目となるパラメータに与える 影響はない。	評価条件と同様であることから、事象進展に影 響はなく、評価項目となるパラメータに与える 影響はない。
	安全機能の喪失 に対する仮定	使用済燃料ピット冷却機能 及び注水機能喪失	使用済燃料ピット冷却機能及び注水機能が 喪失するものとして設定。	評価条件と同様であることから、事象進展に影 響はなく、運転員等操作時間に与える影響はな い。	評価条件と同様であることから、事象進展に影 響はなく、評価項目となるパラメータに与える 影響はない。
	外部電源	外部電源なし	外部電源がない場合とある場合では、事象 進展は同じであることから、資源の評価の 観点で厳しくなる外部電源がない場合を想 定する。	外部電源がない場合と外部電源がある場合で は、事象進展は同じであることから、運転員等 操作時間に与える影響はない。	外部電源がない場合と外部電源がある場合で は、事象進展は同じであることから、評価項目 となるパラメータに与える影響はない。
機器条件	放射線の遮蔽が 維持できざる最低水位	燃料頂部から約 4.25m	使用済燃料ピット中央水面の線量率が燃料 取替時の燃料取扱機の遮蔽設計基準値 (0.15mSv/h) となる水位を設定。	評価条件と同様であることから、事象進展に影 響はなく、運転員等操作時間に与える影響はな い。	評価条件と同様であることから、事象進展に影 響はなく、評価項目となるパラメータに与える 影響はない。
	可搬型大型送水ポン プ車の使用済燃料ピ ットへの注水流量	47m ³ /h	前機熱による蒸発量を上回る注水流量として設 定。	評価条件と同様であることから、事象進展に影 響はなく、運転員等操作時間に与える影響はな い。	評価条件と同様であることから、事象進展に影 響はなく、評価項目となるパラメータに与える 影響はない。

表 2 操作条件が要員の配置による他の操作に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕

項目	評価条件（操作条件）の不確かさ				条件設定の考え方	要員の配置による他の操作に与える影響	評価項目となるパラメータに与える影響	操作時間余裕
	評価上の操作開始時間と実際に見込まれる操作開始時間の差異等	解析コードの不確かさによる影響	評価条件（操作条件を除く）の不確かさによる影響	評価条件（操作条件を除く）の不確かさによる影響				
	評価上の操作開始時間	実際に見込まれる操作開始時間						
可搬型大型送水ポンプ車の使用済燃料ピットへの注水開始	事象発生から5.7時間以内	事象発生から5.7時間以内	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水操作は、使用済燃料ピットの水温を起点に開始する操作ではないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。	使用済燃料ピット水位を放射線の遮蔽が維持できる水位に保つ必要があり、放射線の遮蔽が維持できる最低水位に到達する前までに注水操作を実施すると、事象発生の確認及び移動に必要となる時間を考慮して設定。	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水は、現場での操作であるが、同一の運転員等による事象進展上重複する操作はないことから、要員の配置による他の操作に与える影響はない。	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水操作については、評価上の操作開始時間に見込まれる操作開始時間が早く、運用として実際に見込まれる操作開始時間による事象発生までの余裕が維持できる最低水位に到達するまでの時間余裕は大きくなり、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水操作の操作時間に対する時間余裕は、放射線の遮蔽が維持できる最低水位まで低下するのは事象発生の約1.0日後であり、事故を検知し、可搬型大型送水ポンプ車による注水を開始する時間である5.7時間に対して十分な時間余裕があることを確認した。	
操作条件	事象発生から5.7時間後	事象発生から5.7時間以内	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水操作は、使用済燃料ピットの水温を起点に開始する操作ではないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。	使用済燃料ピット水位を放射線の遮蔽が維持できる水位に保つ必要があり、放射線の遮蔽が維持できる最低水位に到達する前までに注水操作を実施すると、事象発生の確認及び移動に必要となる時間を考慮して設定。	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水は、現場での操作であるが、同一の運転員等による事象進展上重複する操作はないことから、要員の配置による他の操作に与える影響はない。	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水操作については、評価上の操作開始時間に見込まれる操作開始時間が早く、運用として実際に見込まれる操作開始時間による事象発生までの余裕が維持できる最低水位に到達するまでの時間余裕は大きくなり、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水操作の操作時間に対する時間余裕は、放射線の遮蔽が維持できる最低水位まで低下するのは事象発生の約1.0日後であり、事故を検知し、可搬型大型送水ポンプ車による注水を開始する時間である5.7時間に対して十分な時間余裕があることを確認した。	

想定事故 2 においてサイフォン現象を想定している理由について

想定事故 2 では、使用済燃料ピットに接続される配管の破断により、サイフォン現象によるピット水の小規模な喪失が発生することを想定している。

しかしながら、使用済燃料ピットからの漏えいは、他の事象が起因となることも考えられる。ここでは、サイフォン現象による使用済燃料ピット水の漏えいを想定事故 2 の想定とした理由について示す。

1. 使用済燃料ピットからの水の漏えいを引き起こす可能性のある事象

使用済燃料ピットから水が漏えいする可能性のある事象としては、以下が考えられる。

- ①サイフォン現象による漏えい
- ②使用済燃料ピットライニング部の破損
- ③使用済燃料ピットゲートの破損
- ④使用済燃料ピットゲート開放時の原子炉キャビティ、燃料取替チャンネル、キャスクピット及び燃料検査ピットのライニング部の損傷
- ⑤地震発生に伴うスロッシングによる漏えい

2. 各事象の整理

①サイフォン現象による漏えい

サイフォン現象による漏えいは、使用済燃料ピットに接続している冷却系配管が破断した場合において発生し、使用済燃料ピットに接続している冷却系配管には使用済燃料ピット入口配管と出口配管がある。

使用済燃料ピット入口配管が破断した場合、当該配管の使用済燃料ピット接続部の開口部の高さは T.P. 26. 85m であるが、サイフォンブレーカが設置されており、使用済燃料ピットの水位がサイフォンブレーカの使用済燃料ピット接続部の開口部の高さ T.P. 32. 42m まで低下すれば、サイフォンブレーカから空気が吸込まれサイフォン現象は解消され、使用済燃料ピット入口配管からの漏えい及び使用済燃料ピット水位の低下は停止する。

使用済燃料ピット出口配管が破断した場合、当該配管の使用済燃料ピット接続部の開口部の高さ（下端）は T.P. 31. 31m であり、この高さまで使用済燃料ピット水位が低下すれば、使用済燃料ピット出口配管からの漏えい及び使用済燃料ピット水位の低下は停止する。

従って、使用済燃料ピット水位が最も低下するのは、使用済燃料ピット出口配管が破断するケースであり、その時使用済燃料ピットの水位は T.P. 31. 31m まで低下する。（遮蔽が維持できる水位の約 2 メートル上）

配管破断による小規模な漏えいが発生した場合、運転員は現場の漏えい検知器や使用

済燃料ピット水位の低下等により事象を認知できるため、検知は容易である。事象認知後に重大事故等対処設備（可搬型大型送水ポンプ車からの注水（海水））を用いて注水を実施することで、使用済燃料ピットの水位は維持される。

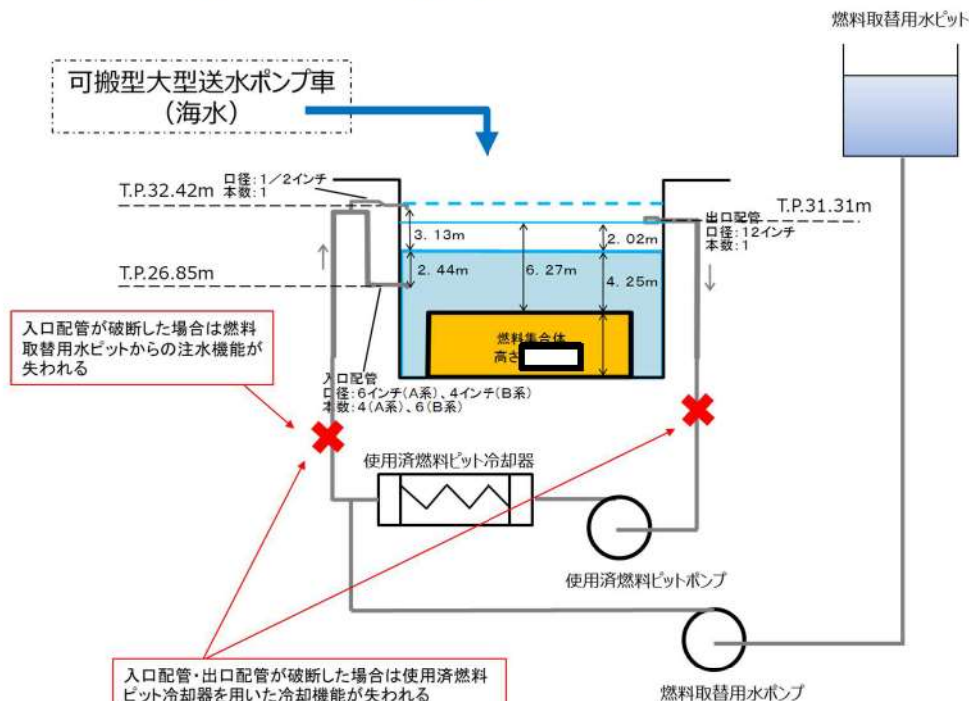


図1 使用済燃料ピット入口配管・出口配管破断時の概略図

②使用済燃料ピットライニング部の破損

使用済燃料ピットは基準地震動によっても機能が維持される設計であり、高い信頼性を持つ設備である。仮に使用済燃料ピットライニング部が破損し漏えいが発生した場合、漏えいした使用済燃料ピットの保有水は使用済燃料ピットライニング漏えい検知配管によりドレン受けに流れ込み、この水位によりピット水の漏えいを検知し警報が発信される（図2参照）。

運転員はこの警報発生や使用済燃料ピット水位の低下等により事象を認知できるため、検知は容易である。ただし、ライニング漏えい検知配管は使用済燃料ピットのバウンダリとしての機能を持たないことから漏えいを停止することが困難であり、漏えいが継続する。

注水手段は、ライニング部破損による漏えいが、燃料取替用水系や2次系補給水系の注水ラインに影響を与えないため、常用の注水設備及び重大事故等対処設備（可搬型大型送水ポンプ車による注水）等となる。

なお、使用済燃料ピットライニング部からの漏えい量（一部の箇所の破損を想定）を評価すると、最大でも $23\text{m}^3/\text{h}$ （ライニング漏えい検知の配管径と水頭圧の関係より算出）程度となり、漏えい量に応じた注水の継続が可能であれば使用済燃料ピットの水位及び

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

冷却機能は維持されるが、注水流量が不足し使用済燃料ピット水位の低下が継続する場合には大規模損壊の対応となる。

この場合、重大事故等対処設備（可搬型大型送水ポンプ車）によるスプレイを実施する等の対応により、使用済燃料の著しい損傷の進行を緩和できる。

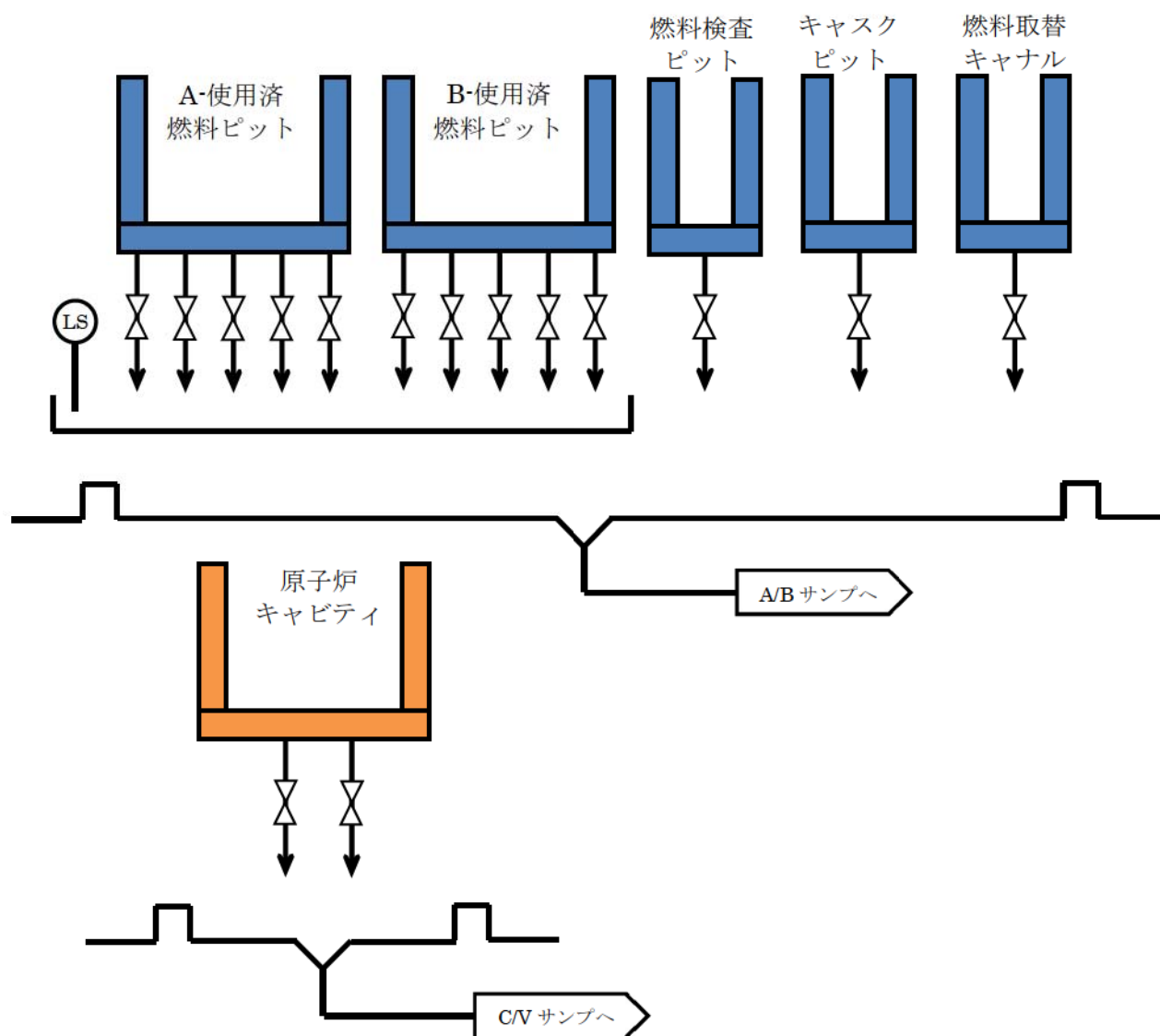


図2 使用済燃料ピット、原子炉キャビティ、燃料取替キャナル、キャスクピット及び燃料検査ピットのライニング漏えい検知系の概要

③使用済燃料ピットゲートの破損

使用済燃料ピットゲートは添付資料7.3.1.2「使用済燃料ピットの水位低下及び遮蔽に関する評価について」参考3に示すように十分信頼性を有し、地震発生時においてもその

機能が維持できる設計とする。

仮にゲートが外れて使用済燃料ピット水が他ピットへ流出した場合であっても、水位低下は運転中で2.2mであり、遮蔽設計基準水位を満足できる。また、使用済燃料ピット水が沸騰し遮蔽設計基準水位まで下がる時間は定検中で約1.1日であるが、注水準備に要する時間は11.3時間であるため、水位が遮蔽設計基準水位まで低下する前に給水を開始することが可能である。

また、運転員はゲート破損による漏えい警報の確認や使用済燃料ピット水位の低下等により事象を認知できるため、検知は容易である。

④使用済燃料ピットゲート開放時の原子炉キャビティ、燃料取替チャンネル、キャスクピット及び燃料検査ピットのライニング部の損傷

使用済燃料ピットゲート開放時における原子炉キャビティ、燃料取替チャンネル、キャスクピット、及び燃料検査ピットのライニング部破損においても②と同様、基準地震動によっても機能が維持される設計であり、また仮に漏えいが発生しても破損箇所の特定制や検知が容易である。

原子炉キャビティ、燃料取替チャンネル、キャスクピット、及び燃料検査ピットからの漏えいを確認した場合は、常用の注水設備及び重大事故等対処設備（可搬型大型送水ポンプ車による注水）等を用いることで崩壊熱による水の蒸発に応じた注水が可能のため、燃料の健全性が確保される。

⑤地震発生に伴うスロッシングによる漏えい

地震発生時、スロッシングにより使用済燃料ピットの保有水が漏えいし、通常水位から0.1m程度まで使用済燃料ピット水位が低下するが、燃料有効長頂部の冠水は維持される。

スロッシング発生時、運転員は使用済燃料ピット水位の低下、使用済燃料ピットエリアの線量率上昇等により事象を認知できるため、検知は容易である。

初期に使用済燃料ピット水位が低下するが、燃料取扱棟内での作業に問題なく、遮蔽設計基準水位までに低下する時間は定検中で約1.5日であることから、重大事故等対処設備（可搬型大型送水ポンプ車による注水）等による注水を行うことで燃料の健全性が確保される。

追而【地震津波側審査の反映】
(新たに設定した基準地震動によるSFPスロッシングの
溢水量評価結果を受けて反映のため)

3. 想定事故2及び大規模損壊での想定

有効性評価では「2. 各事象の整理」で想定する事象の中で、「② 使用済燃料ピットライナ部の破損」を除く事象に対して、燃料の損傷を防止できることを確認している。

大規模損壊は、これらの想定時に常用の注水設備及び重大事故等対処設備による注水

操作ができない状態，漏えいが継続する状況（「② 使用済燃料ピットライナ部の破損」を含む），及び常用の注水設備並びに重大事故等対処設備による注水能力を超える漏えいにより使用済燃料ピット水位が維持できない状況を想定した事象である。

この対策として，重大事故等対処設備（可搬型スプレー設備（使用済燃料ピットへのスプレー））による使用済燃料の著しい損傷の進行の緩和及び環境への放射性物質放出の低減や，重大事故等対処設備（放水設備（燃料取扱棟（貯蔵槽内燃料体等）への放水））による発電所外への放射性物質の拡散抑制を行う。

4. 結論

使用済燃料ピットから水の漏えいが発生する可能性のある①～⑤の事象について検討した。

②～⑤は注水により水位を回復すれば使用済燃料ピットの冷却機能を維持できるのに対して、①は使用済燃料ピットの冷却機能が喪失することに加えて、入口配管が破断した場合は燃料取替用水系統等による注水機能が喪失し注水手段が限定されることから、有効性評価において配管破断によって発生するサイフォン現象を選定している。

なお、配管破断箇所は、水位低下量がより大きい出口配管の破断を選定している。