

発電用原子炉施設故障等報告書
平成27年12月22日

東京電力株式会社

件名	福島第一原子力発電所 H4北タンクエリア内堰から外堰内への堰内雨水の漏えいについて
事象発生の日時	平成27年 9月15日 20時17分 (福島第一規則第18条第12号に該当すると判断した日時)
事象発生の場所	福島第一原子力発電所
事象発生の発電用原子炉施設名	汚染水処理設備等 貯留設備 (タンク等) 中低濃度タンク 基礎外周堰
事象の状況	<p>1. 事象発生時の状況</p> <p>平成27年9月11日12時10分頃、汚染水貯留設備のパトロール (以下、「タンクパトロール」という。) を実施していた協力企業社員が、H4北タンクエリア南側の基礎外周堰 (以下、「内堰」という。) の繋ぎ目から、内堰内に溜まった雨水が鉛筆1本程度の太さで漏えいしていることを発見した。</p> <p>また、13時05分頃、漏えい箇所を確認した当社社員が、内堰のコンクリート堰と鋼製堰との繋ぎ目にある取付ボルト穴 (以下、「当該ボルト穴」という。) 1箇所からの漏えいであることを確認した。</p> <p>当該ボルト穴については、止水セメントによる止水処置を実施し、14時12分に漏えいは停止した。</p> <p>その後、14時19分に当社社員がH4北タンクエリア周辺の目視点検を実施し、H4、H4北、H4東タンクエリア (以下、「H4エリア」という。) の内堰を囲むように設置してある外周堰 (以下、「外堰」という。) の外側へは漏えいしていないことを確認した。</p> <p>なお、外堰内の排水ピットに設置してある止水弁については、漏えい発生以前^{※1}より「閉」運用としていた。</p> <p>※1：平成27年2月22日に発生した「福島第一原子力発電所構内側溝排水放射線モニタにおけるβ線濃度「高高警報」の発生について」に関する原因調査の過程で、H4エリアの外堰内が汚染されていることが判明したことから、同年3月5日より止水弁を「閉」運用としていた。</p> <p>9月12日11時30分頃、現場パトロールを実施していた当社社員が、当該ボルト穴から東へ約10m離れた場所において、内堰のコンクリート堰と鋼製堰の繋ぎ目の取付ボルト部 (以下、「当該ボルト部」という。) 1箇所から10秒に1滴程度の滴下があることを発見した。</p> <p>直ちに、当該ボルト部の滴下箇所へビニールの受けを設置するとともに、止水材による止水処置を実施し、12時07分に滴下は停止した。なお、滴下した床面に水溜まりは確認されなかった。</p> <p>9月11日の漏えい発生後、漏えい箇所近傍の内堰内で採取^{※2}した水の放射能濃度を分析した結果、Cs-134が検出限界値未満 (検出限界値：$9.2 \times 10^{-1} \text{Bq/L}$)、Cs-137が$3.6 \times 10^0 \text{Bq/L}$、全ベータ放射能が$1.2 \times 10^3 \text{Bq/L}$、トリチウムが$1.6 \times 10^2 \text{Bq/L}$、Sr-90が$7.4 \times 10^2 \text{Bq/L}$であった。</p> <p>※2：漏えいした水を採取する時点で既に止水処置は完了しており、漏えい箇所から直接採取することができなかったことから、漏えい箇所近傍の内堰内に溜まっていた雨水を採取した。</p> <p>漏えい発生前後で、H4北タンクエリアに設置してある汚染水タンクの水位に有意な変動はなく、汚染水タンクや移送配管等からの漏えいは確認されなかったことから、漏えいした水はH4北タンクエリア内堰内に溜まった雨水ではあるものの、平成25年8月19日に発生した「福島第一原子力発電所汚染水貯留設備RO濃縮水貯槽からの漏えい」 (以下、「H4北タンクエリア300m³漏えい」という。) によって、H4北タンクエリアには汚染が残存^{※3}しており、その影響で内堰内に溜まった雨水の放射能濃度も高くなっていることから、漏えいした水は「核燃料物質等により汚染された水」に該当すると判断した。</p> <p>※3：H4北タンクエリア300m³漏えいに伴い、平成26年3月に汚染除去の目的でH4北タンクエリア内堰内の床面洗浄及び塗装を実施しているものの、タンク底部の床面には汚染が残存している箇所がある。</p>

事象の状況

本事象については、漏えいした水が「核燃料物質等により汚染された水」であること、漏えい箇所近傍の内堰内から採取した水の放射能濃度の告示濃度限度に対する割合の和は「25」であり、「福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画」（以下、「実施計画」という。）にて定めた排水基準（告示濃度限度に対する割合の和：0.22）を超えていることから、9月15日20時17分、福島第一規則第18条第12号「発電用原子炉施設の故障その他の不測の事態が生じたことにより、核燃料物質等（気体状のものを除く）が管理区域内で漏えいしたとき。」に該当すると判断した。

9月14日17時35分頃、H6タンクエリア内堰内に溜まった雨水が、内堰の鋼製堰の配管貫通部（以下、「当該貫通部」という。）1箇所、及び鋼製板と鋼製板を繋ぎ合わせている補強用鋼材の接合部（以下、「当該接合部」という。）2箇所から、H6タンクエリア外堰内に漏えいする事象が発生した。

なお、H6タンクエリア外堰内に漏えいした水については、外堰内にある排水ピットまで到達していなかったこと、排水ピットに設置してある止水弁は漏えい発生以前より「閉」状態であったことから、外堰から外側への漏えいはなかった。

漏えい発生後、H6タンクエリア内堰内に溜まっていた水の放射能濃度を分析した結果、Cs-134が検出限界値未満（検出限界値： $6.4 \times 10^{-1} \text{Bq/L}$ ）、Cs-137が $1.7 \times 10^0 \text{Bq/L}$ 、全ベータ放射能が $3.0 \times 10^2 \text{Bq/L}$ 、トリチウムが検出限界値未満（検出限界値： $9.2 \times 10^1 \text{Bq/L}$ ）、Sr-90が $1.6 \times 10^2 \text{Bq/L}$ であった。

漏えい発生前後で、H6タンクエリアに設置してある汚染水タンクの水位に有意な変動はなく、汚染水タンクや移送配管等からの漏えいは確認されていないものの、9月11日に発生したH4北タンクエリア内堰からの漏えいの際に、H4北タンクエリア内堰内の「核燃料物質等により汚染された水」がH6タンクエリア内堰内へ移送されていることから、H6タンクエリア内堰から漏えいした水も「核燃料物質等により汚染された水」に該当すると判断した。

また、H6タンクエリア内堰内から採取した水の放射能濃度の告示濃度限度に対する割合の和は「5.3」であり、実施計画にて定めた排水基準（告示濃度限度に対する割合の和：0.22）を超えていた。

2. 漏えい量の評価結果

(1) H4北タンクエリアにおける漏えい量評価

9月11日8時30分頃に実施したタンクパトロールにおいて、当該ボルト穴からの漏えいは確認されていないことから、その後すぐに漏えいが発生したと仮定し、漏えいが停止した14時12分までの間、漏えい発見時の鉛筆1本程度（ 162L/h と仮定）の漏えいが継続したと推定して、当該ボルト穴からの漏えい量を算出したところ、漏えい量は最大で約924L、放射能量（全ベータ）は約 $1.2 \times 10^6 \text{Bq}$ と評価した。

(2) H6タンクエリアにおける漏えい量評価

H6タンクエリア外堰内には、漏えい発生以前から溜まっていた雨水も含まれているが、保守的に外堰内の漏えい箇所周辺の溜まり水が全て漏えいした水であると仮定し、漏えい発生時に外堰内の漏えい箇所周辺に溜まっていた水の範囲（約20m×約1.5m×深さ約1cm）から、漏えい量は約300L、放射能量（全ベータ）は約 $9.0 \times 10^4 \text{Bq}$ と評価した。

3. 応急対策

(1) H4北タンクエリアの応急対策

a. 漏えい箇所の止水処置

当該ボルト穴については、9月11日14時12分に止水セメントによる止水処置を実施し、漏えいは停止した。

また、当該ボルト部についても、9月12日12時07分に止水材による止水処置を実施し、滴下は停止した。

b. H4エリア外堰内溜まり水の回収

当該ボルト穴から漏えいした水が、H4エリア外堰内に溜まっていた雨水に混入したことから、9月11日15時55分から22時00分にかけて、H4エリア外堰内溜まり水をH4タンクエリア内堰内に移送した。

事象の状況

ただし、水中ポンプで移送可能な範囲は移送したものの、H4エリア外堰内の窪地や排水路には残水が残った箇所がある。

また、H4タンクエリア内堰内溜まり水については、H4エリア外堰内溜まり水を移送したことで堰内水位が上昇したことから、9月1日19時50分から22時45分にかけて、H4北タンクエリア内堰内を經由してH6タンクエリア内堰内に移送した。

なお、当該ボルト部からの滴下については、周辺の床面に水溜まりは確認されず、回収すべき水がないことから、回収は実施していない。

(2) H6タンクエリアの応急対策

a. 漏えい箇所の止水処置

当該貫通部及び当該接合部については、9月14日18時30分頃から9月15日3時00分頃にかけて、止水材や止水セメントによる止水処置を実施するとともに、漏えい拡大防止のため、9月14日19時25分に漏えい箇所周辺の外堰内へ吸水土のうを設置した。

また、上記の止水処置と平行して、H6タンクエリア内堰内溜まり水を移送し、内堰内の水位を下げたことにより、9月15日7時25分に全ての漏えい箇所からの漏えいは停止した。

b. H6タンクエリア内堰内及び外堰内溜まり水の回収

当該貫通部及び当該接合部から漏えいした水が、H6タンクエリア外堰内に溜まっていた雨水に混入したことから、9月14日19時25分から21時38分にかけて、吸水土のうによる回収を実施した。

なお、念のため、9月15日8時50分に漏えい箇所周辺の外堰内へ吸水土のうを再設置した。

回収に使用した吸水土のうについては、H1東タンクエリア東側に設置されている鋼製角形タンク内に保管した。(最終的には福島第一原子力発電所構内にある一時保管施設にて保管する予定)

また、H6タンクエリア内堰内溜まり水について、9月14日20時08分から9月15日1時12分にかけて、H4東及びH4北タンクエリア内堰内を經由して、H4北タンクエリア内に設置してある雨水タンクに移送した。

4. 環境への影響

(1) H4北タンクエリア内堰からの漏えいによる影響

当該ボルト穴から漏えいした水がH4エリア外堰内に漏えいしたものの、H4エリア外堰内の止水弁は「閉」状態であったことから、直接排水路へは流出していない。

また、漏えい発生前後で、C排水路に設置された構内側溝排水放射線モニタの指示値や南放水口付近海水の分析結果に有意な変動は確認されていないことから、漏えいした水による環境への影響はないと判断した。

なお、漏えいした水の全ベータ放射能は $1.2 \times 10^3 \text{ Bq/L}$ であり、漏えいした水が混入したH4エリア外堰内溜まり水は、回収可能な範囲でH4エリア内堰内に移送している。

9月12日に採取したH4エリア周辺地下水観測孔(E-2)において、全ベータ放射能が通常時で $1.0 \sim 3.0 \times 10^1 \text{ Bq/L}$ 程度のところ、 $2.0 \times 10^2 \text{ Bq/L}$ まで上昇した。

これは、9月6日から9月11日にかけて発生した大雨の影響^{*4}により、H4エリア外堰内溜まり水の水位が上昇し、観測孔(E-2)内に外堰内溜まり水が混入したことによる一時的な上昇であると判断した。なお、9月15日に採取した分析結果では、 $6.0 \times 10^1 \text{ Bq/L}$ まで低下している。

^{*4}：福島第一原子力発電所構内にて6日間で合計約268mmの降雨量を観測した。

(2) H6タンクエリア内堰からの漏えいによる影響

当該貫通部及び当該接合部から漏えいした水がH6タンクエリア外堰内に漏えいしたものの、漏えいした水は外堰内にある排水ピットまで到達していなかったこと、排水ピットに設置してある止水弁は「閉」状態であったことから、直接排水路へは流出していない。

また、漏えいした水の全ベータ放射能は $3.0 \times 10^2 \text{ Bq/L}$ であり、漏えい発見後にH6タンクエリア外堰内の漏えい箇所周辺に吸水土のうを設置し、漏えい拡大防止を図るとともに、漏えい箇所周辺の溜まり水は回収していることから、漏えいした水による環境への影響はないと判断した。

5. 状況調査結果

5-1. H4北及びH6タンクエリア内堰からの漏えい状況調査結果

H4北及びH6タンクエリア内堰からの漏えい事象について状況を調査した結果、以下のことを確認した。

(1) 汚染水タンクエリア内堰からの漏えい状況

a. H4北タンクエリア

9月11日に発生した当該ボルト穴からの漏えいは、H4北タンクエリア内堰のコンクリート堰の上部に後から鋼製堰を設置した際の取付ボルト部（ボルトで固定していない箇所）からの漏えいであった。

9月12日に発生した当該ボルト部からの滴下についても、同様に取付ボルト部（ボルトで固定している箇所）からの滴下であった。

b. H6タンクエリア

9月14日に発生した当該貫通部からの漏えいは、H6タンクエリア内堰のコンクリート堰及び上部にある鋼製堰の外側（外堰側）に後から鋼製板を設置した際、既設配管の横断部を貫通させるように鋼製板を施工した箇所からの漏えいであった。

また、当該接合部からの漏えいは、H6タンクエリア内堰の鋼製板と鋼製板の間を繋ぎ合わせている補強用鋼材の接合部からの漏えいであった。

(2) 汚染水タンクエリアの巡視・点検状況

a. 設備管理部門による巡視

汚染水タンクエリアについては、設備管理部門で4回/日のタンクパトロールを実施しており、H4北及びH6タンクエリアで漏えい等が発見されるより前に実施したタンクパトロールにおいて、漏えい等の異常は確認されていない。

b. 設備保守部門による点検

汚染水タンクエリア内堰については、平成26年度より設備保守部門で1回/年の外観目視点検（以下、「普通点検」という。）、同じく1回/年のタンク基礎・堰の沈下測量（以下、「精密点検」という。）を実施しており、H6タンクエリアで至近に実施した普通点検（点検日：平成27年2月9日）及び精密点検（点検日：平成27年2月24日）においては、堰内水位が鋼製堰の高さまで達しておらず、漏えい等の異常は確認されていない。

なお、H4北タンクエリアについては、汚染水タンク解体工事を実施（平成28年9月頃までに終了予定）していることから、普通点検及び精密点検は対象外としていた。

但し、H4エリアにおいては、平成27年3月の大雨でH4エリア外堰の外側から外堰内へ汚染水が流入したことを受け、平成27年8月より臨時の外観目視点検（以下、「臨時点検」という。）を1回/月（または大雨が降った後に追加で）実施しており、H4北タンクエリアで至近に実施した臨時点検（点検日：平成27年8月19日）においては、堰内水位が鋼製堰の高さまで達しておらず、漏えい等の異常は確認されていない。

(3) 汚染水タンクエリア内堰内雨水の水位状況

汚染水タンクエリア内堰内雨水については、堰内雨水の溢水を防止することや汚染水タンクの点検性を確保することを目的に、可能な範囲で低い水位に抑えるよう管理することとしており、雨水処理設備を用いた処理や雨水タンクへの貯蔵を行っていたが、降雨量が増加する時期を迎える前に増設中の雨水処理設備が運用開始できなかったことにより、平成27年8月頃より堰内雨水処理が滞っている状況であった。

その様な状況のなかで、平成27年7月16日に発生した集中豪雨（約124mm）や8月下旬の断続的な大雨（合計約162mm）の影響により、9月初旬にはH4北及びH6タンクエリア内堰内雨水の水位が20cm付近まで上昇していた。

更に、9月6日から9月11日にかけて発生した集中的な大雨（合計約268mm）の影響により、H4北及びH6タンクエリア内堰内雨水の水位は、平成27年9月9日よりコンクリート堰の上限高さ（30cm）を超え、嵩上げた鋼製堰の位置まで上昇していた。

この結果、漏えい発生前の内堰内雨水の水位については、H4北タンクエリアで約52cm、H6タンクエリアで約47cmであった。

なお、H6タンクエリア内堰内の水位については、9月11日に発生したH4北タンクエリア内堰からの漏えいの影響により、H4タンクエリア内堰内溜まり水をH6タンクエリア内堰内へ移送したことで上昇していた。

事象の状況

(4) 汚染水タンクエリア内堰の設置状況

a. タンク建設時

汚染水タンクから汚染水が漏えいした場合の漏えい拡大防止を図る目的で、H4北及びH6タンクエリアについては、タンク建設に合わせて平成24年に高さ30cmのコンクリート堰を設置した。

b. 内堰の嵩上げ

H4北タンクエリア300m³漏えいの対策として、汚染水タンクエリア内堰内雨水の溢水を防止する目的で、H4北タンクエリア内堰は平成25年10月、H6タンクエリア内堰は平成25年11月に、コンクリート堰の上部に高さ30cmのL型鋼板による鋼製堰を設置し、内堰の高さを30cmから60cmに嵩上げした。

コンクリート堰とL型鋼板の取り付けは、取付ボルト穴2～3箇所毎に1箇所の間隔でボルト締めにより固定した。また、コンクリート堰とL型鋼板の繋ぎ目及び取付ボルト部(穴)には、止水材等による止水処置を施した。

なお、内堰の嵩上げを行う際、コンクリート堰の上部に既設配管が堰を横断する形で設置されていた箇所(配管横断部)については、配管がL型鋼板を貫通するように設置した。

c. 内堰の更なる嵩上げ

H4北タンクエリア300m³漏えいの信頼性向上対策として、H4北及びH6タンクエリアについては、平成26年6月に内堰の更なる嵩上げを以下の通り実施した。

(a) H4北タンクエリア

- ・60cmまで嵩上げた内堰の内側(タンク側)から鉄板プレートを設置し、内堰の高さを60cmから110cmに嵩上げた。
- ・鉄板プレートとコンクリート堰及びL型鋼板の間には、堰の安定性確保のためにモルタルを充填するとともに、モルタルの隙間を埋めるために隙間充填材を注入した。
- ・鉄板プレートには、鉄板プレートの内側(タンク側)から補強用部材(加工鉄板)を設置し、内堰内の床面にアンカーボルトで固定した。
- ・内堰の床面から鉄板プレートと補強用部材の内側全面及び外側上部にかけてポリウレア^{※5}の吹付を行った。

(b) H6タンクエリア

- ・60cmまで嵩上げた内堰の外側(外堰側)から鋼製板を設置し、内堰の高さを60cmから100cmに嵩上げた。
- ・鋼製板とL型鋼板の間には、堰の安定性確保のためにモルタルを充填するとともに、モルタルの隙間を埋めるために隙間充填材を注入した。
- ・鋼製板と鋼製板の間は補強用鋼材で繋ぎ合わせ、接合部はボルト締めにより固定した。また、鋼製板はL型鋼板との間のモルタル充填箇所に連結させ固定した。なお、鋼製板と補強用鋼材の繋ぎ目及び接合部には、止水材等による止水処置を施した。
- ・内堰の床面からコンクリート堰及びL型鋼板、鋼製板の内側全面及び外側上部にかけてポリウレアの吹付を行った。

なお、汚染水タンクエリア内堰内の床面には、内堰の水密性を確保するため全面にポリウレアの吹付を行っている。

※5：コンクリート構造物、鋼構造物などの防食・防水・保護を目的とした樹脂製のライニング材

d. 内堰嵩上げ(止水処置)後の検査

内堰嵩上げ(止水処置)後の検査として実施した外観目視検査において、特に異常は確認されなかった。

5-2. 他の汚染水タンクエリアで発生した内堰から外堰内への堰内雨水の漏えい等の状況調査結果

H4北及びH6タンクエリア内堰からの漏えいと前後して、H5、C東・西、H1東タンクエリアにおいても、内堰から外堰内への堰内雨水の漏えい等(以下、「類似事象」という。)が発生している。

①H5タンクエリア内堰から外堰内への堰内雨水の漏えい

平成27年9月9日に堰繋ぎ目より漏えい発生(漏えい量は約63L)

②C東・西タンクエリア内堰から外堰内への堰内雨水の漏えい

平成27年9月9日に配管貫通部より漏えい発生(漏えい量は約3,200L)

<p>事 象 の 状 況</p>	<p>③H1 東タンクエリア内堰からの堰内雨水のにじみ 平成27年9月30日に取付ボルト部4箇所よりにじみ発生（漏えい量は微量で測定できず） これらの類似事象については、排水路を流れる雨水と同程度又はそれ以下の放射能濃度であったり、漏えい量が測定できない程微量であったが、既存の内堰に対して後から嵩上げ（拡張）した内堰の繋ぎ目や取付ボルト部、配管貫通部からの漏えいであり、H4北及びH6タンクエリアと同様な状況であることが確認された。</p> <p>5-3. 類似箇所の点検結果 H4北及びH6タンクエリア内堰からの漏えい及び類似事象を踏まえ、その他の汚染水タンクエリア内堰について、類似箇所を抽出して点検を行った結果、その他の汚染水タンクエリア内堰に漏えい等の異常は確認されなかった。</p> <p>5-4. 状況調査結果のまとめ H4北及びH6タンクエリア内堰からの漏えい及び類似事象の状況調査結果から、今回発生した一連の漏えい事象については、以下のような状況であった。 ・漏えい箇所は、既存の内堰に対して後から嵩上げ（拡張）した内堰の繋ぎ目や取付ボルト部（穴）、内堰の配管貫通部（以下、「内堰境界部」という。）であり、漏えい箇所には、内堰の嵩上げ（拡張）を行った際に止水材等による止水処置を施していた。 ・漏えい発生時における内堰内雨水の水位は、大雨による影響及び堰内雨水処理が滞っていた影響で、嵩上げ（拡張）した内堰や配管貫通部のある位置を超える高さまで上昇していた。 なお、今回発生した一連の漏えい事象については、後付けで嵩上げ又は改造を行った汚染水タンクエリア内堰で発生しており、建設段階から一体構造で施工している汚染水タンクエリア内堰では、同様な漏えい事象は発生していない。</p>
<p>事 象 の 原 因</p>	<p>1. 原因調査結果 「事象の状況 5. 状況調査結果」を踏まえ、要因分析表に基づき本事象の原因を調査した結果、以下のことを確認した。 (1) 構造選定上の問題点 a. 内堰の嵩上げ H4北タンクエリア300m³漏えいの対策として、汚染水タンクエリア内堰内雨水の溢水防止及び信頼性向上の観点から、工事中の漏えいリスクも考慮しながら可及的速やかに内堰の嵩上げを行う必要があった。 このため、既存のコンクリート堰を一度解体してから一体構造のコンクリート堰を設置することはできず、また、汚染水タンクエリア周辺の設備状況も踏まえると、限られた工事エリアのなかで実施可能な工法として、鋼製堰による嵩上げ構造を採用した。 今回発生した一連の漏えい事象では、コンクリート堰と鋼製堰の間にある繋ぎ目や取付ボルト部（穴）、既設配管に対して後から堰を施工した配管貫通部が漏えい箇所となっていることから、これらの箇所が弱点となり漏えいが発生するリスクを排除しづらい構造となった。 b. 内堰横断部への配管敷設 H4北タンクエリア300m³漏えいの対策として嵩上げた内堰に対して、後から配管を敷設する際、汚染水処理が停滞しないよう速やかに工事着手する必要があった。 また、汚染水タンクエリア周辺の設備状況も踏まえると、既に使用中の配管敷設ルートを変更することは困難であり、限られた敷設エリアのなかで内堰よりも高い位置で配管を横断させることはできなかったことから、実施可能な工法として、内堰に配管を貫通させる構造や敷設した配管貫通部の外側に拡張堰を設ける構造を採用した。 今回発生した一連の漏えい事象では、嵩上げた内堰に対して後から施工した配管貫通部や拡張堰の繋ぎ目が漏えい箇所となっていることから、これらの箇所が弱点となり漏えいが発生するリスクを排除しづらい構造となった。 なお、一部の配管貫通部では、配管貫通部の詳細な要求仕様を明確化する前に緊急的に工事着手したため、図面等による設計段階での妥当性確認が実施できていなかった。 (2) 施工上の問題点 a. 止水材の選定</p>

<p>事象の原因</p>	<p>内堰境界部に用いた止水材は、一般的な防水工事で用いられているコーキング処理材やパッキン材を採用しており、これらの止水材は施工から5～10年程度は止水性能が落ちることはないことから、止水材の選定に問題はなかった。</p> <p>b. 止水処置後の妥当性確認</p> <p>止水処置後の妥当性確認として外観目視検査を実施しており、特に異常は確認されなかった。</p> <p>なお、通常であれば止水処置後の妥当性確認として水張り試験を実施し、止水処置の不十分な箇所の抽出・補修を行った上で施工完了となるが、汚染水タンクエリア内堰内で水張り試験を実施した場合、相当量のろ過水が必要であること、福島第一原子力発電所構内の汚染状況を踏まえると、水張り試験で使用したろ過水が全て汚染した水となる（汚染水が増える）リスクがあることから、水張り試験を実施することは困難であった。</p> <p>また、水張り試験を実施しないことを前提とした構造・施工方法の強化や妥当性確認方法の検討など、追加の対応を取っていなかった。</p> <p>(3) 運用上の問題点</p> <p>a. 止水材の経年劣化</p> <p>漏えいが確認された内堰境界部については、工事完了から2年程度しか経っていないこと、止水材は施工から5～10年程度は止水性能が低下することはないことから、止水材の経年劣化が原因で漏えいが発生した可能性はないと考える。</p> <p>b. 外的要因による損傷</p> <p>今回漏えい等が確認された箇所において、外的要因によるものと思われる損傷は確認されなかった。</p> <p>なお、汚染水タンクエリア内堰内には雨水が溜まっており、内堰内の床面や内側全面に吹付したポリウレアの状況は確認できないが、今回発生した一連の漏えい事象のうち、H4北及びH6、H1東タンクエリア内堰からの漏えいについては、ポリウレアの一部で浸透防止が効いていない箇所があることによって、鋼製堰自体に堰内雨水が浸透し、止水処置の不十分な箇所から漏えいが発生したものと想定される。</p> <p>c. 内堰内雨水の水位上昇</p> <p>内堰内雨水については、可能な範囲で低い水位に抑えるよう管理することとしていたが、一連の漏えい事象が起きた際には、7月から8月にかけて降雨量が増加したことに加え、9月6日から9月11日にかけて合計268mmの集中的な大雨が降ったことで、これまでにない高さまで堰内水位が上昇した。</p> <p>2. 原因</p> <p>「1. 原因調査結果」から、今回発生した一連の漏えい事象の原因は以下の通りであると推定した。</p> <p>①内堰の嵩上げ（拡張）及び配管貫通部を施工した際、漏えいが発生するリスクを排除しづらい構造であったことに対して、止水処置後の妥当性確認として水張り試験を実施できなかったことで、止水処置の不十分な箇所の抽出・補修ができなかった。</p> <p>また、一部の配管貫通部においては、詳細な要求仕様を明確化する前に緊急的に工事着手したことで、設計段階での妥当性確認ができなかった。</p> <p>②大雨及び堰内雨水処理の停滞によって、汚染水タンクエリア内堰内雨水の水位が嵩上げ（拡張）した内堰や配管貫通部のある位置を超える高さまで上昇し、止水処置の不十分な箇所から内堰内雨水が漏えいした。</p>
<p>保護装置の種類及び動作状況</p>	<p>なし</p>
<p>放射能の影響</p>	<p>「事象の状況 4. 環境への影響」に記載したとおり、H4北タンクエリア及びH6タンクエリア内堰からの漏えいによる環境への影響はないと判断した。</p>
<p>被害者</p>	<p>なし</p>
<p>他に及ぼした障害</p>	<p>なし</p>
<p>復旧の日時</p>	<p>平成27年9月15日7時25分 H6タンクエリア内堰の漏えい箇所からの漏えいが停止した日時</p>

再発防止対策

1. 対策

1-1. 既存の内堰境界部に対する対策

H4北タンクエリア300m³漏えい以降、新たに建設している汚染水タンクエリア内堰については、一体構造のコンクリート堰を採用しており、堰の嵩上げは行っていない。また、配管も内堰より高い位置で横断させるよう施工しており、内堰に配管貫通部は設けていない。

但し、既に設置されている汚染水タンクエリアの内堰境界部については、以下の対策を実施する。

(1) 嵩上げ（拡張）した内堰の繋ぎ目や取付ボルト部（穴）に対する対策

①今回漏えいが確認された内堰の繋ぎ目や取付ボルト部（穴）について、恒久措置として内堰外側からのポリウレア吹付を実施した。（平成27年10月30日までに完了済み）

②今回漏えいが確認されたH4北、H6、H5、C東・西タンクエリアについて、内堰外側からのポリウレア吹付を実施する。（平成28年3月末までに完了予定）

なお、H1東タンクエリアについては、既に汚染水タンク解体工事が進んでいることから、②・③の対策は対象外としている。

③全ての汚染水タンクエリアについて、内堰外側からのポリウレア吹付を実施するとともに、内堰内雨水の移送及び床面の清掃を行った上で、内堰内側のポリウレア点検を実施する。（平成29年3月末までに完了予定）

なお、ポリウレア点検にて損傷が確認された箇所については、補修等の必要な対策を講じる。

また、現在設置中及び今後新たに設置する予定の汚染水タンクエリア内堰については、ポリウレア吹付と止水材を用いた止水処置による「内堰止水構造の二重化」を行うこととし、その施工方法を明確にした標準的な発注仕様書を作成する。（現在設置中の内堰に対しては、標準的な施工方法を記載した資料を作成し、平成27年11月20日に各工事請負会社へ周知済み。今後設置予定の内堰に対しては、同様の資料を発注仕様書に盛り込む予定）

(2) 内堰の配管貫通部に対する対策

①今回漏えいが確認された配管貫通部について、恒久措置として配管貫通部と配管との間に止水材または止水セメントの充填、内堰内側・外側表面に止水材または止水セメント（若しくは両方）による止水処置を実施した。（H6タンクエリアは平成27年10月30日、C東・西タンクエリアは平成27年12月17日までに完了済み）

②全ての汚染水タンクエリア内堰の配管貫通部について、①と同様の止水処置を実施するとともに、実施可能な場所においては、局所的な水張り試験を実施して漏えいの有無を確認する。（止水処置は平成28年3月末、局所的な水張り試験は平成28年5月末までに完了予定）

1-2. 今後の配管敷設工事に対する対策

新たに汚染水タンクエリア内堰を横断する形で配管を敷設する場合には、基本的に内堰よりも高い位置で配管を横断させる（内堰に配管貫通部を設けない）構造としており、現時点で内堰に配管貫通部を設ける工事計画はない。

但し、今後やむを得ず、汚染水タンクエリア内堰に後付けで配管貫通部（止水上の弱点部）を設ける場合には、以下の対策を実施する。

(1) 要求仕様の明確化に対する対策

止水構造の二重化など施工方法を明確にした標準的な発注仕様書を作成するとともに、その旨を関係する工事実施部門に周知した。（平成27年12月7日に作成・周知済み）

(2) 止水処置後の妥当性確認に対する対策

原則として局所的な水張り試験を実施するなど検査方法を明確にした標準的な発注仕様書を作成するとともに、その旨を関係する工事実施部門に周知した。（平成27年12月7日に作成・周知済み）

1-3. 漏えい発生リスクの低減に向けた対策

(1) 堰内雨水処理の促進

<p>再発防止対策</p>	<p>今後も既設雨水処理設備による堰内雨水処理、比較的低い水位の汚染水タンクエリア内堰への移送、雨水タンクを使用した堰内雨水の貯蔵等を行い、堰内雨水を可能な範囲で低い水位に抑えるよう管理していく。</p> <p>また、増設中の雨水処理設備については、平成27年9月15日に実施計画変更認可を取得した以降、完成に向けた設置工事、設備の試運転及び使用前検査受験等の必要な準備を実施しており、平成28年1月頃より使用開始できる見込みであることから、堰内雨水処理の更なる促進を図っていく。</p> <p>(2) 巡視・点検の強化</p> <p>a. 設備管理部門による巡視</p> <p>タンクパトロール(4回/日)の中で、内堰境界部についても重点的に確認することとし、その旨を「高レベル放射性滞留水処理設備溶接型タンク巡視点検要領(ガイド)」及び「高レベル放射性滞留水処理設備縦フランジ型タンク巡視点検要領(ガイド)」へ反映した。(平成27年10月より運用中で、平成27年11月26日に上記ガイドに対する指示文書を発行済み)</p> <p>b. 設備保守部門による点検</p> <p>汚染水タンクエリア内堰については、平成26年度より普通点検及び精密点検を1回/年実施しているが、H4エリアについても、汚染水タンク解体工事が終了するまでの間、1回/月実施している臨時点検に加えて普通点検を実施する。(平成27年10月より運用中で、平成27年10月15日に各点検項目を点検長期計画へ反映済み)</p> <p>また、汚染水タンクエリア内堰の配管貫通部については、新たに1回/年の状態確認を実施することを点検長期計画へ反映しており、今後計画的に実施する。(平成27年7月28日に点検長期計画へ反映済みで、平成28年10月より順次実施する予定)</p>
---------------	---

福島第一原子力発電所
H4北タンクエリア内堰から外堰内への
堰内雨水の漏えいについて

平成27年12月
東京電力株式会社

目 次

1. 件 名	1
2. 事象発生の日時	1
3. 事象発生が発電用原子炉施設	1
4. 事象発生時の状況	1
5. 漏えい量の評価結果	3
6. 応急対策	3
7. 環境への影響	4
8. 状況調査結果	5
8-1. H4北及びH6タンクエリア内堰からの漏えい状況調査結果	5
8-2. 他の汚染水タンクエリアで発生した内堰から外堰内への堰内雨水の漏えい等の状況調査結果	8
8-3. 類似箇所の点検結果	8
8-4. 状況調査結果のまとめ	8
9. 原因調査結果	9
10. 原因	10
11. 対策	11
11-1. 既存の内堰境界部に対する対策	11
11-2. 今後の配管敷設工事に対する対策	12
11-3. 漏えい発生リスクの低減に向けた対策	12
12. 添付資料	13

1. 件 名

福島第一原子力発電所

H4北タンクエリア内堰から外堰内への堰内雨水の漏えいについて

2. 事象発生の日時

平成27年9月15日20時17分

(福島第一規則第18条第12号に該当すると判断した日時)

3. 事象発生の発電用原子炉施設

汚染水処理設備等 貯留設備 (タンク等) 中低濃度タンク 基礎外周堰

4. 事象発生時の状況

平成27年9月11日12時10分頃、汚染水貯留設備のパトロール (以下、「タンクパトロール」という。) を実施していた協力企業社員が、H4北タンクエリア南側の基礎外周堰 (以下、「内堰」という。) の繋ぎ目から、内堰内に溜まった雨水が鉛筆1本程度の太さで漏えいしていることを発見した。

また、13時05分頃、漏えい箇所を確認した当社社員が、内堰のコンクリート堰と鋼製堰との繋ぎ目にある取付ボルト穴 (以下、「当該ボルト穴」という。) 1箇所からの漏えいであることを確認した。

当該ボルト穴については、止水セメントによる止水処置を実施し、14時12分に漏えいは停止した。

その後、14時19分に当社社員がH4北タンクエリア周辺を目視点検を実施し、H4、H4北、H4東タンクエリア (以下、「H4エリア」という。) の内堰を囲むように設置してある外周堰 (以下、「外堰」という。) の外側へは漏えいしていないことを確認した。

なお、外堰内の排水ピットに設置してある止水弁については、漏えい発生以前^{*1}より「閉」運用としていた。

※1：平成27年2月22日に発生した「福島第一原子力発電所構内側溝排水放射線モニタにおけるβ線濃度「高高警報」の発生について」に関する原因調査の過程で、H4エリアの外堰内が汚染されていることが判明したことから、同年3月5日より止水弁を「閉」運用としていた。

9月12日11時30分頃、現場パトロールを実施していた当社社員が、当該ボルト穴から東へ約10m離れた場所において、内堰のコンクリート堰と鋼製堰の繋ぎ目の取付ボルト部 (以下、「当該ボルト部」という。) 1箇所から10秒に1滴程度の滴下があることを発見した。

直ちに、当該ボルト部の滴下箇所へビニールの受けを設置するとともに、止水材による止水処置を実施し、12時07分に滴下は停止した。なお、滴下した床面に水溜まりは確認されなかった。

9月11日の漏えい発生後、漏えい箇所近傍の内堰内で採取^{*2}した水の放射能濃度を分析した結果、Cs-134が検出限界値未満 (検出限界値： 9.2×10^{-1} Bq/L)、Cs-137が 3.6×10^0 Bq/L、全ベータ放射能が 1.2×10^3 Bq/L、トリチウムが 1.6×10^2 Bq/L、Sr-90が 7.4×10^2 Bq/Lであった。

※2：漏えいした水を採取する時点で既に止水処置は完了しており、漏えい箇所から直接採取することができなかったことから、漏えい箇所近傍の内堰内に溜まっていた雨水を採取した。

漏えい発生前後で、H4北タンクエリアに設置してある汚染水タンクの水位に有意な変動はなく、汚染水タンクや移送配管等からの漏えいは確認されなかったことから、漏えいした水はH4北タンクエリア内堰内に溜まった雨水ではあるものの、平成25年8月19日に発生した「福島第一原子力発電所汚染水貯留設備RO濃縮水貯槽からの漏えい」（以下、「H4北タンクエリア300m³漏えい」という。）によって、H4北タンクエリアには汚染が残存^{※3}しており、その影響で内堰内に溜まった雨水の放射能濃度も高くなっていることから、漏えいした水は「核燃料物質等により汚染された水」に該当すると判断した。

※3：H4北タンクエリア300m³漏えいに伴い、平成26年3月に汚染除去の目的でH4北タンクエリア内堰内の床面洗浄及び塗装を実施しているものの、タンク底部の床面には汚染が残存している箇所がある。

本事象については、漏えいした水が「核燃料物質等により汚染された水」であること、漏えい箇所近傍の内堰内から採取した水の放射能濃度の告示濃度限度に対する割合の和は「25」であり、「福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画」（以下、「実施計画」という。）にて定めた排水基準（告示濃度限度に対する割合の和：0.22）を超えていることから、9月15日20時17分、福島第一規則第18条第12号「発電用原子炉施設の故障その他の不測の事態が生じたことにより、核燃料物質等（気体状のものを除く）が管理区域内で漏えいしたとき。」に該当すると判断した。

9月14日17時35分頃、H6タンクエリア内堰内に溜まった雨水が、内堰の鋼製堰の配管貫通部（以下、「当該貫通部」という。）1箇所、及び鋼製板と鋼製板を繋ぎ合わせている補強用鋼材の接合部（以下、「当該接合部」という。）2箇所から、H6タンクエリア外堰内に漏えいする事象が発生した。

なお、H6タンクエリア外堰内に漏えいした水については、外堰内にある排水ピットまで到達していなかったこと、排水ピットに設置してある止水弁は漏えい発生以前より「閉」状態であったことから、外堰から外側への漏えいはなかった。

漏えい発生後、H6タンクエリア内堰内に溜まっていた水の放射能濃度を分析した結果、Cs-134が検出限界値未満（検出限界値： $6.4 \times 10^{-1} \text{Bq/L}$ ）、Cs-137が $1.7 \times 10^0 \text{Bq/L}$ 、全ベータ放射能が $3.0 \times 10^2 \text{Bq/L}$ 、トリチウムが検出限界値未満（検出限界値： $9.2 \times 10^1 \text{Bq/L}$ ）、Sr-90が $1.6 \times 10^2 \text{Bq/L}$ であった。

漏えい発生前後で、H6タンクエリアに設置してある汚染水タンクの水位に有意な変動はなく、汚染水タンクや移送配管等からの漏えいは確認されていないものの、9月11日に発生したH4北タンクエリア内堰からの漏えいの際に、H4北タンクエリア内堰内の「核燃料物質等により汚染された水」がH6タンクエリア内堰内へ移送されていることから、H6タンクエリア内堰から漏えいした水も「核燃料物質等により汚染された水」に該当すると判断した。

また、H6タンクエリア内堰内から採取した水の放射能濃度の告示濃度限度に対する割合の和は「5.3」であり、実施計画にて定めた排水基準（告示濃度限度に対する割合の和：0.22）を超えていた。

（添付資料－1，2，3，4）

5. 漏えい量の評価結果

（1）H4北タンクエリアにおける漏えい量評価

9月11日8時30分頃に実施したタンクパトロールにおいて、当該ボルト穴からの漏えいは確認されていないことから、その後すぐに漏えいが発生したと仮定し、漏えいが停止した14時12分までの間、漏えい発見時の鉛筆1本程度（162L/hと仮定）の漏えいが継続したと推定して、当該ボルト穴からの漏えい量を算出したところ、漏えい量は最大で約924L、放射能量（全ベータ）は約 $1.2 \times 10^6 Bq$ と評価した。

（2）H6タンクエリアにおける漏えい量評価

H6タンクエリア外堰内には、漏えい発生以前から溜まっていた雨水も含まれているが、保守的に外堰内の漏えい箇所周辺の溜まり水が全て漏えいした水であると仮定し、漏えい発生時に外堰内の漏えい箇所周辺に溜まっていた水の範囲（約20m×約1.5m×深さ約1cm）から、漏えい量は約300L、放射能量（全ベータ）は約 $9.0 \times 10^4 Bq$ と評価した。

（添付資料－5）

6. 応急対策

（1）H4北タンクエリアの応急対策

a. 漏えい箇所の止水処置

当該ボルト穴については、9月11日14時12分に止水セメントによる止水処置を実施し、漏えいは停止した。

また、当該ボルト部についても、9月12日12時07分に止水材による止水処置を実施し、滴下は停止した。

（添付資料－6）

b. H4エリア外堰内溜まり水の回収

当該ボルト穴から漏えいした水が、H4エリア外堰内に溜まっていた雨水に混入したことから、9月11日15時55分から22時00分にかけて、H4エリア外堰内溜まり水をH4タンクエリア内堰内に移送した。

ただし、水中ポンプで移送可能な範囲は移送したものの、H4エリア外堰内の窪地や排水路には残水が残った箇所がある。

また、H4タンクエリア内堰内溜まり水については、H4エリア外堰内溜まり水を移送したことで堰内水位が上昇したことから、9月11日19時50分から22時45分にかけて、H4北タンクエリア内堰内を経由してH6タンクエリア内堰内に移送した。

なお、当該ボルト部からの滴下については、周辺の床面に水溜まりは確認されず、回収すべき水がないことから、回収は実施していない。

(2) H6タンクエリアの応急対策

a. 漏えい箇所の止水処置

当該貫通部及び当該接合部については、9月14日18時30分頃から9月15日3時00分頃にかけて、止水材や止水セメントによる止水処置を実施するとともに、漏えい拡大防止のため、9月14日19時25分に漏えい箇所周辺の外堰内へ吸水土のうを設置した。

また、上記の止水処置と平行して、H6タンクエリア内堰内溜まり水を移送し、内堰内の水位を下げたことにより、9月15日7時25分に全ての漏えい箇所からの漏えいは停止した。

(添付資料-6)

b. H6タンクエリア内堰内及び外堰内溜まり水の回収

当該貫通部及び当該接合部から漏えいした水が、H6タンクエリア外堰内に溜まっていた雨水に混入したことから、9月14日19時25分から21時38分にかけて、吸水土のうによる回収を実施した。

なお、念のため、9月15日8時50分に漏えい箇所周辺の外堰内へ吸水土のうを再設置した。

回収に使用した吸水土のうについては、H1東タンクエリア東側に設置されている鋼製角形タンク内に保管した。(最終的には福島第一原子力発電所構内にある一時保管施設にて保管する予定)

また、H6タンクエリア内堰内溜まり水について、9月14日20時08分から9月15日1時12分にかけて、H4東及びH4北タンクエリア内堰内を經由して、H4北タンクエリア内に設置してある雨水タンクに移送した。

7. 環境への影響

(1) H4北タンクエリア内堰からの漏えいによる影響

当該ボルト穴から漏えいした水がH4エリア外堰内に漏えいしたものの、H4エリア外堰内の止水弁は「閉」状態であったことから、直接排水路へは流出していない。

また、漏えい発生前後で、C排水路に設置された構内側溝排水放射線モニタの指示値や南放水口付近海水の分析結果に有意な変動は確認されていないことから、漏えいした水による環境への影響はないと判断した。

なお、漏えいした水の全ベータ放射能は $1.2 \times 10^3 \text{ Bq/L}$ であり、漏えいした水が混入したH4エリア外堰内溜まり水は、回収可能な範囲でH4エリア内堰内に移送している。

9月12日に採取したH4エリア周辺地下水観測孔(E-2)において、全ベータ放射能が通常時で $1.0 \sim 3.0 \times 10^1 \text{ Bq/L}$ 程度のところ、 $2.0 \times 10^2 \text{ Bq/L}$ まで上昇した。

これは、9月6日から9月11日にかけて発生した大雨の影響^{*4}により、H4エリア外堰内溜まり水の水位が上昇し、観測孔(E-2)内に外堰内溜まり水が混入したことによる一時的な上昇であると判断した。

なお、9月15日に採取した分析結果では、 $6.0 \times 10^1 \text{ Bq/L}$ まで低下している。

※4：福島第一原子力発電所構内にて6日間で合計約268mmの降雨量を観測した。

(2) H6タンクエリア内堰からの漏えいによる影響

当該貫通部及び当該接合部から漏えいした水がH6タンクエリア外堰内に漏えいしたものの、漏えいした水は外堰内にある排水ピットまで到達していなかったこと、排水ピットに設置してある止水弁は「閉」状態であったことから、直接排水路へは流出していない。

また、漏えいした水の全ベータ放射能は $3.0 \times 10^2 \text{ Bq/L}$ であり、漏えい発見後にH6タンクエリア外堰内の漏えい箇所周辺に吸水土のうを設置し、漏えい拡大防止を図るとともに、漏えい箇所周辺の溜まり水は回収していることから、漏えいした水による環境への影響はないと判断した。

8. 状況調査結果

8-1. H4北及びH6タンクエリア内堰からの漏えい状況調査結果

H4北及びH6タンクエリア内堰からの漏えい事象について状況を調査した結果、以下のことを確認した。

(1) 汚染水タンクエリア内堰からの漏えい状況

a. H4北タンクエリア

9月11日に発生した当該ボルト穴からの漏えいは、H4北タンクエリア内堰のコンクリート堰の上部に後から鋼製堰を設置した際の取付ボルト部（ボルトで固定していない箇所）からの漏えいであった。

9月12日に発生した当該ボルト部からの滴下についても、同様に取付ボルト部（ボルトで固定している箇所）からの滴下であった。

b. H6タンクエリア

9月14日に発生した当該貫通部からの漏えいは、H6タンクエリア内堰のコンクリート堰及び上部にある鋼製堰の外側（外堰側）に後から鋼製板を設置した際、既設配管の横断部を貫通させるように鋼製板を施工した箇所からの漏えいであった。

また、当該接合部からの漏えいは、H6タンクエリア内堰の鋼製板と鋼製板の間を繋ぎ合わせている補強用鋼材の接合部からの漏えいであった。

(2) 汚染水タンクエリアの巡視・点検状況

a. 設備管理部門による巡視

汚染水タンクエリアについては、設備管理部門で4回/日のタンクパトロールを実施しており、H4北及びH6タンクエリアで漏えい等が発見されるより前に実施したタンクパトロールにおいて、漏えい等の異常は確認されていない。

b. 設備保守部門による点検

汚染水タンクエリア内堰については、平成26年度より設備保守部門で1回/年の外観目視点検（以下、「普通点検」という。）、同じく1回/年のタンク基礎・堰の沈下測量（以下、「精密点検」という。）を実施しており、H6タンクエリアで至近に実施した普通点検（点検日：平成27年2月9日）及び精密点検（点検日：平成27年2月24日）においては、堰内水位が鋼製堰の高さまで達しておらず、漏えい等の異常は確認されていない。

なお、H4北タンクエリアについては、汚染水タンク解体工事を実施（平成28年9月頃までに終了予定）していることから、普通点検及び精密点検は対象外としていた。

但し、H4エリアにおいては、平成27年3月の大雨でH4エリア外堰の外側から外堰内へ汚染水が流入したことを受け、平成27年8月より臨時の外観目視点検（以下、「臨時点検」という。）を1回/月（または大雨が降った後に追加で）実施しており、H4北タンクエリアで至近に実施した臨時点検（点検日：平成27年8月19日）においては、堰内水位が鋼製堰の高さまで達しておらず、漏えい等の異常は確認されていない。

（3）汚染水タンクエリア内堰内雨水の水位状況

汚染水タンクエリア内堰内雨水については、堰内雨水の溢水を防止することや汚染水タンクの点検性を確保することを目的に、可能な範囲で低い水位に抑えるよう管理することとしており、雨水処理設備を用いた処理や雨水タンクへの貯蔵を行っていたが、降雨量が増加する時期を迎える前に増設中の雨水処理設備が運用開始できなかったことにより、平成27年8月頃より堰内雨水処理が滞っている状況であった。

その様な状況のなかで、平成27年7月16日に発生した集中豪雨（約124mm）や8月下旬の断続的な大雨（合計約162mm）の影響により、9月初旬にはH4北及びH6タンクエリア内堰内雨水の水位が20cm付近まで上昇していた。

更に、9月6日から9月11日にかけて発生した集中的な大雨（合計約268mm）の影響により、H4北及びH6タンクエリア内堰内雨水の水位は、平成27年9月9日よりコンクリート堰の上限高さ（30cm）を超え、嵩上げした鋼製堰の位置まで上昇していた。

この結果、漏えい発生前の内堰内雨水の水位については、H4北タンクエリアで約52cm、H6タンクエリアで約47cmであった。

なお、H6タンクエリア内堰内の水位については、9月11日に発生したH4北タンクエリア内堰からの漏えいの影響により、H4タンクエリア内堰内溜まり水をH6タンクエリア内堰内へ移送したことで上昇していた。

（添付資料－7）

（4）汚染水タンクエリア内堰の設置状況

a. タンク建設時

汚染水タンクから汚染水が漏えいした場合の漏えい拡大防止を図る目的で、H4北及びH6タンクエリアについては、タンク建設に合わせて平成24年に高さ30cmのコンクリート堰を設置した。

b. 内堰の嵩上げ

H4北タンクエリア300m³漏えいの対策として、汚染水タンクエリア内堰内雨水の溢水を防止する目的で、H4北タンクエリア内堰は平成25年10月、H6タンクエリア内堰は平成25年11月に、コンクリート堰の上部に高さ30cmのL型鋼板による鋼製堰を設置し、内堰の高さを30cmから60cmに嵩上げた。

コンクリート堰とL型鋼板の取り付けは、取付ボルト穴2～3箇所毎に1箇所の間隔でボルト締めにより固定した。また、コンクリート堰とL型鋼板の繋ぎ目及び取付ボルト部（穴）には、止水材等による止水処置を施した。

なお、内堰の嵩上げを行う際、コンクリート堰の上部に既設配管が堰を横断する形で設置されていた箇所（配管横断部）については、配管がL型鋼板を貫通するように設置した。

c. 内堰の更なる嵩上げ

H4北タンクエリア300m³漏えいの信頼性向上対策として、H4北及びH6タンクエリアについては、平成26年6月に内堰の更なる嵩上げを以下の通り実施した。

(a) H4北タンクエリア

- ・60cmまで嵩上げした内堰の内側（タンク側）から鉄板プレートを設置し、内堰の高さを60cmから110cmに嵩上げした。
- ・鉄板プレートとコンクリート堰及びL型鋼板の間には、堰の安定性確保のためにモルタルを充填するとともに、モルタルの隙間を埋めるために隙間充填材を注入した。
- ・鉄板プレートには、鉄板プレートの内側（タンク側）から補強用部材（加工鉄板）を設置し、内堰内の床面にアンカーボルトで固定した。
- ・内堰の床面から鉄板プレートと補強用部材の内側全面及び外側上部にかけてポリウレア^{※5}の吹付を行った。

(b) H6タンクエリア

- ・60cmまで嵩上げした内堰の外側（外堰側）から鋼製板を設置し、内堰の高さを60cmから100cmに嵩上げした。
- ・鋼製板とL型鋼板の間には、堰の安定性確保のためにモルタルを充填するとともに、モルタルの隙間を埋めるために隙間充填材を注入した。
- ・鋼製板と鋼製板の間は補強用鋼材で繋ぎ合わせ、接合部はボルト締めにより固定した。また、鋼製板はL型鋼板との間のモルタル充填箇所に連結させ固定した。なお、鋼製板と補強用鋼材の繋ぎ目及び接合部には、止水材等による止水処置を施した。
- ・内堰の床面からコンクリート堰及びL型鋼板、鋼製板の内側全面及び外側上部にかけてポリウレアの吹付を行った。

なお、汚染水タンクエリア内堰内の床面には、内堰の水密性を確保するため全面にポリウレアの吹付を行っている。

※5：コンクリート構造物、鋼構造物などの防食・防水・保護を目的とした樹脂製のライニング材

d. 内堰嵩上げ（止水処置）後の検査

内堰嵩上げ（止水処置）後の検査として実施した外観目視検査において、特に異常は確認されなかった。

（添付資料－8）

8-2. 他の汚染水タンクエリアで発生した内堰から外堰内への堰内雨水の漏えい等の状況調査結果

H4北及びH6タンクエリア内堰からの漏えいと前後して、H5、C東・西、H1東タンクエリアにおいても、内堰から外堰内への堰内雨水の漏えい等（以下、「類似事象」という。）が発生している。

- ①H5タンクエリア内堰から外堰内への堰内雨水の漏えい
平成27年9月9日に堰繋ぎ目より漏えい発生（漏えい量は約63L）
- ②C東・西タンクエリア内堰から外堰内への堰内雨水の漏えい
平成27年9月9日に配管貫通部より漏えい発生
（漏えい量は約3,200L）
- ③H1東タンクエリア内堰からの堰内雨水のにじみ
平成27年9月30日に取付ボルト部4箇所よりにじみ発生
（漏えい量は微量で測定できず）

これらの類似事象については、排水路を流れる雨水と同程度又はそれ以下の放射能濃度であったり、漏えい量が測定できない程微量であったが、既存の内堰に対して後から嵩上げ（拡張）した内堰の繋ぎ目や取付ボルト部、配管貫通部からの漏えいであり、H4北及びH6タンクエリアと同様な状況であることが確認された。

（添付資料-9, 10）

8-3. 類似箇所の点検結果

H4北及びH6タンクエリア内堰からの漏えい及び類似事象を踏まえ、その他の汚染水タンクエリア内堰について、類似箇所を抽出して点検を行った結果、その他の汚染水タンクエリア内堰に漏えい等の異常は確認されなかった。

（添付資料-11）

8-4. 状況調査結果のまとめ

H4北及びH6タンクエリア内堰からの漏えい及び類似事象の状況調査結果から、今回発生した一連の漏えい事象については、以下のような状況であった。

- ・漏えい箇所は、既存の内堰に対して後から嵩上げ（拡張）した内堰の繋ぎ目や取付ボルト部（穴）、内堰の配管貫通部（以下、「内堰境界部」という。）であり、漏えい箇所には、内堰の嵩上げ（拡張）を行った際に止水材等による止水処置を施していた。
- ・漏えい発生時における内堰内雨水の水位は、大雨による影響及び堰内雨水処理が滞っていた影響で、嵩上げ（拡張）した内堰や配管貫通部のある位置を超える高さまで上昇していた。

なお、今回発生した一連の漏えい事象については、後付けで嵩上げ又は改造を行った汚染水タンクエリア内堰で発生しており、建設段階から一体構造で施工している汚染水タンクエリア内堰では、同様な漏えい事象は発生していない。

9. 原因調査結果

「8. 状況調査結果」を踏まえ、要因分析表に基づき本事象の原因を調査した結果、以下のことを確認した。

(添付資料-12)

(1) 構造選定上の問題点

a. 内堰の嵩上げ

H4北タンクエリア300m³漏えいの対策として、汚染水タンクエリア内堰内雨水の溢水防止及び信頼性向上の観点から、工事中の漏えいリスクも考慮しながら可及的速やかに内堰の嵩上げを行う必要があった。

このため、既存のコンクリート堰を一度解体してから一体構造のコンクリート堰を設置することはできず、また、汚染水タンクエリア周辺の設備状況も踏まえると、限られた工事エリアのなかで実施可能な工法として、鋼製堰による嵩上げ構造を採用した。

今回発生した一連の漏えい事象では、コンクリート堰と鋼製堰の間にある繋ぎ目や取付ボルト部(穴)、既設配管に対して後から堰を施工した配管貫通部が漏えい箇所となっていることから、これらの箇所が弱点となり漏えいが発生するリスクを排除しづらい構造となった。

b. 内堰横断部への配管敷設

H4北タンクエリア300m³漏えいの対策として嵩上げした内堰に対して、後から配管を敷設する際、汚染水処理が停滞しないよう速やかに工事着手する必要があった。

また、汚染水タンクエリア周辺の設備状況も踏まえると、既に使用中の配管敷設ルートを変更することは困難であり、限られた敷設エリアのなかで内堰よりも高い位置で配管を横断させることはできなかったことから、実施可能な工法として、内堰に配管を貫通させる構造や敷設した配管貫通部の外側に拡張堰を設ける構造を採用した。

今回発生した一連の漏えい事象では、嵩上げした内堰に対して後から施工した配管貫通部や拡張堰の繋ぎ目が漏えい箇所となっていることから、これらの箇所が弱点となり漏えいが発生するリスクを排除しづらい構造となった。

なお、一部の配管貫通部では、配管貫通部の詳細な要求仕様を明確化する前に緊急的に工事着手したため、図面等による設計段階での妥当性確認が実施できていなかった。

(2) 施工上の問題点

a. 止水材の選定

内堰境界部に用いた止水材は、一般的な防水工事で用いられているコーキング処理材やパッキン材を採用しており、これらの止水材は施工から5～10年程度は止水性能が落ちることはないことから、止水材の選定に問題はなかった。

b. 止水処置後の妥当性確認

止水処置後の妥当性確認として外観目視検査を実施しており、特に異常は確認されなかった。

なお、通常であれば止水処置後の妥当性確認として水張り試験を実施し、止水処置の不十分な箇所の抽出・補修を行った上で施工完了となるが、汚染水タンクエリア内堰内で水張り試験を実施した場合、相当量のろ過水が必要であること、福島第一原子力発電所構内の汚染状況を踏まえると、水張り試験で使用したろ過水が全て汚染した水となる（汚染水が増える）リスクがあることから、水張り試験を実施することは困難であった。

また、水張り試験を実施しないことを前提とした構造・施工方法の強化や妥当性確認方法の検討など、追加の対応を取っていなかった。

(3) 運用上の問題点

a. 止水材の経年劣化

漏えいが確認された内堰境界部については、工事完了から2年程度しか経っていないこと、止水材は施工から5～10年程度は止水性能が低下することはないことから、止水材の経年劣化が原因で漏えいが発生した可能性はないと考える。

b. 外的要因による損傷

今回漏えい等が確認された箇所において、外的要因によるものと思われる損傷は確認されなかった。

なお、汚染水タンクエリア内堰内には雨水が溜まっており、内堰内の床面や内側全面に吹付したポリウレタの状況は確認できないが、今回発生した一連の漏えい事象のうち、H4北及びH6、H1東タンクエリア内堰からの漏えいについては、ポリウレタの一部で浸透防止が効いていない箇所があることによって、鋼製堰自体に堰内雨水が浸透し、止水処置の不十分な箇所から漏えいが発生したものと想定される。

(添付資料－3, 9)

c. 内堰内雨水の水位上昇

内堰内雨水については、可能な範囲で低い水位に抑えるよう管理することとしていたが、一連の漏えい事象が起きた際には、7月から8月にかけて降雨量が増加したことに加え、9月6日から9月11日にかけて合計268mmの集中的な大雨が降ったことで、これまでにない高さまで堰内水位が上昇した。

(添付資料－7, 10)

10. 原因

「9. 原因調査結果」から、今回発生した一連の漏えい事象の原因は以下の通りであると推定した。

①内堰の嵩上げ（拡張）及び配管貫通部を施工した際、漏えいが発生するリスクを排除しづらい構造であったことに対して、止水処置後の妥当性確認として水張り試験を実施できなかったことで、止水処置の不十分な箇所の抽出・補修ができなかった。

また、一部の配管貫通部においては、詳細な要求仕様を明確化する前に緊急的に工事着手したことで、設計段階での妥当性確認ができなかった。

- ②大雨及び堰内雨水処理の停滞によって、汚染水タンクエリア内堰内雨水の水位が嵩上げ（拡張）した内堰や配管貫通部のある位置を超える高さまで上昇し、止水処置の不十分な箇所から内堰内雨水が漏えいした。

（添付資料－13）

1.1. 対策

1.1-1. 既存の内堰境界部に対する対策

H4北タンクエリア300m³漏えい以降、新たに建設している汚染水タンクエリア内堰については、一体構造のコンクリート堰を採用しており、堰の嵩上げは行っていない。また、配管も内堰より高い位置で横断させるよう施工しており、内堰に配管貫通部は設けていない。

但し、既に設置されている汚染水タンクエリアの内堰境界部については、以下の対策を実施する。

（1）嵩上げ（拡張）した内堰の繋ぎ目や取付ボルト部（穴）に対する対策

- ①今回漏えいが確認された内堰の繋ぎ目や取付ボルト部（穴）について、恒久措置として内堰外側からのポリウレア吹付を実施した。（平成27年10月30日までに完了済み）

- ②今回漏えいが確認されたH4北、H6、H5、C東・西タンクエリアについて、内堰外側からのポリウレア吹付を実施する。（平成28年3月末までに完了予定）

なお、H1東タンクエリアについては、既に汚染水タンク解体工事が進んでいることから、②・③の対策は対象外としている。

- ③全ての汚染水タンクエリアについて、内堰外側からのポリウレア吹付を実施するとともに、内堰内雨水の移送及び床面の清掃を行った上で、内堰内側のポリウレア点検を実施する。（平成29年3月末までに完了予定）

なお、ポリウレア点検にて損傷が確認された箇所については、補修等の必要な対策を講じる。

また、現在設置中及び今後新たに設置する予定の汚染水タンクエリア内堰については、ポリウレア吹付と止水材を用いた止水処置による「内堰止水構造の二重化」を行うこととし、その施工方法を明確にした標準的な発注仕様書を作成する。

（現在設置中の内堰に対しては、標準的な施工方法を記載した資料を作成し、平成27年11月20日に各工事請負会社へ周知済み。今後設置予定の内堰に対しては、同様の資料を発注仕様書に盛り込む予定）

（2）内堰の配管貫通部に対する対策

- ①今回漏えいが確認された配管貫通部について、恒久措置として配管貫通部と配管との間に止水材または止水セメントの充填、内堰内側・外側表面に止水材または止水セメント（若しくは両方）による止水処置を実施した。（H6タンクエリアは平成27年10月30日、C東・西タンクエリアは平成27年12月17日までに完了済み）

- ②全ての汚染水タンクエリア内堰の配管貫通部について、①と同様の止水処置を実施するとともに、実施可能な場所においては、局所的な水張り試験を実施し

て漏えいの有無を確認する。(止水処置は平成28年3月末、局所的な水張り試験は平成28年5月末までに完了予定)

(添付資料-14)

11-2. 今後の配管敷設工事に対する対策

新たに汚染水タンクエリア内堰を横断する形で配管を敷設する場合には、基本的に内堰よりも高い位置で配管を横断させる(内堰に配管貫通部を設けない)構造としており、現時点で内堰に配管貫通部を設ける工事計画はない。

但し、今後やむを得ず、汚染水タンクエリア内堰に後付けで配管貫通部(止水上の弱点部)を設ける場合には、以下の対策を実施する。

(1) 要求仕様の明確化に対する対策

止水構造の二重化など施工方法を明確にした標準的な発注仕様書を作成するとともに、その旨を関係する工事実施部門に周知した。(平成27年12月7日に作成・周知済み)

(2) 止水処置後の妥当性確認に対する対策

原則として局所的な水張り試験を実施するなど検査方法を明確にした標準的な発注仕様書を作成するとともに、その旨を関係する工事実施部門に周知した。(平成27年12月7日に作成・周知済み)

11-3. 漏えい発生リスクの低減に向けた対策

(1) 堰内雨水処理の促進

今後も既設雨水処理設備による堰内雨水処理、比較的低い水位の汚染水タンクエリア内堰への移送、雨水タンクを使用した堰内雨水の貯蔵等を行い、堰内雨水を可能な範囲で低い水位に抑えるよう管理していく。

また、増設中の雨水処理設備については、平成27年9月15日に実施計画変更認可を取得した以降、完成に向けた設置工事、設備の試運転及び使用前検査受験等の必要な準備を実施しており、平成28年1月頃より使用開始できる見込みであることから、堰内雨水処理の更なる促進を図っていく。

(2) 巡視・点検の強化

a. 設備管理部門による巡視

タンクパトロール(4回/日)の中で、内堰境界部についても重点的に確認することとし、その旨を「高レベル放射性滞留水処理設備溶接型タンク巡視点検要領(ガイド)」及び「高レベル放射性滞留水処理設備縦フランジ型タンク巡視点検要領(ガイド)」へ反映した。(平成27年10月より運用中で、平成27年11月26日に上記ガイドに対する指示文書を発行済み)

b. 設備保守部門による点検

汚染水タンクエリア内堰については、平成26年度より普通点検及び精密点検を1回/年実施しているが、H4エリアについても、汚染水タンク解体工事が終了するまでの間、1回/月実施している臨時点検に加えて普通点検を実施する。

(平成27年10月より運用中で、平成27年10月15日に各点検項目を点検長期計画へ反映済み)

また、汚染水タンクエリア内堰の配管貫通部については、新たに1回/年の状態確認を実施することを点検長期計画へ反映しており、今後計画的に実施する。

(平成27年7月28日に点検長期計画へ反映済みで、平成28年10月より順次実施する予定)

12. 添付資料

- 添付資料-1 事象発生時の時系列
- 添付資料-2 現場配置図
- 添付資料-3 漏えい発生状況
- 添付資料-4 漏えい水の放射能濃度分析結果
- 添付資料-5 漏えい量の評価結果
- 添付資料-6 漏えい箇所の止水処置状況
- 添付資料-7 堰内雨水の水位状況
- 添付資料-8 内堰構造図
- 添付資料-9 類似事象の状況調査結果
- 添付資料-10 類似事象が発生した汚染水タンクエリアにおける堰内雨水の水位状況
- 添付資料-11 類似箇所の点検結果
- 添付資料-12 汚染水タンクエリア内堰からの漏えいに関する要因分析表
- 添付資料-13 内堰境界部からの漏えい経路(推定)
- 添付資料-14 内堰境界部への対策実施状況

以上

事象発生時の時系列

●H4北タンクエリア内堰からの漏えい

平成27年9月11日

- 12時10分頃 タンクパトロールを実施していた協力企業社員が、H4北タンクエリア南側の内堰繋ぎ目から、内堰内に溜まった雨水が鉛筆1本程度の太さで漏えいしていることを発見
- 13時05分頃 漏えい箇所を確認した当社社員が、当該ボルト穴からの漏えいであることを確認
- 14時12分 止水セメントによる止水処置を実施し、漏えい停止
- 14時19分 当社社員がH4北タンクエリア周辺の目視点検を実施し、H4エリア外堰の外側へは漏えいしていないことを確認
- 15時55分 H4エリア外堰内溜まり水をH4タンクエリア内堰内へ移送
- ～22時00分
- 19時50分 H4タンクエリア内堰内溜まり水をH4北タンクエリア内堰内を
- ～22時45分 経由してH6タンクエリア内堰内へ移送

平成27年9月12日

- 11時30分頃 現場パトロールを実施していた当社社員が、当該ボルト穴から東へ約10m離れた場所にある当該ボルト部1箇所から10秒に1滴程度の滴下があることを発見
- 12時07分 止水材による止水処置を実施し、滴下は停止

平成27年9月15日

- 20時17分 福島第一規則第18条第12号「発電用原子炉施設の故障その他の不測の事態が生じたことにより、核燃料物質等（気体状のものを除く）が管理区域内で漏えいしたとき。」に該当すると判断

●H6タンクエリア内堰からの漏えい

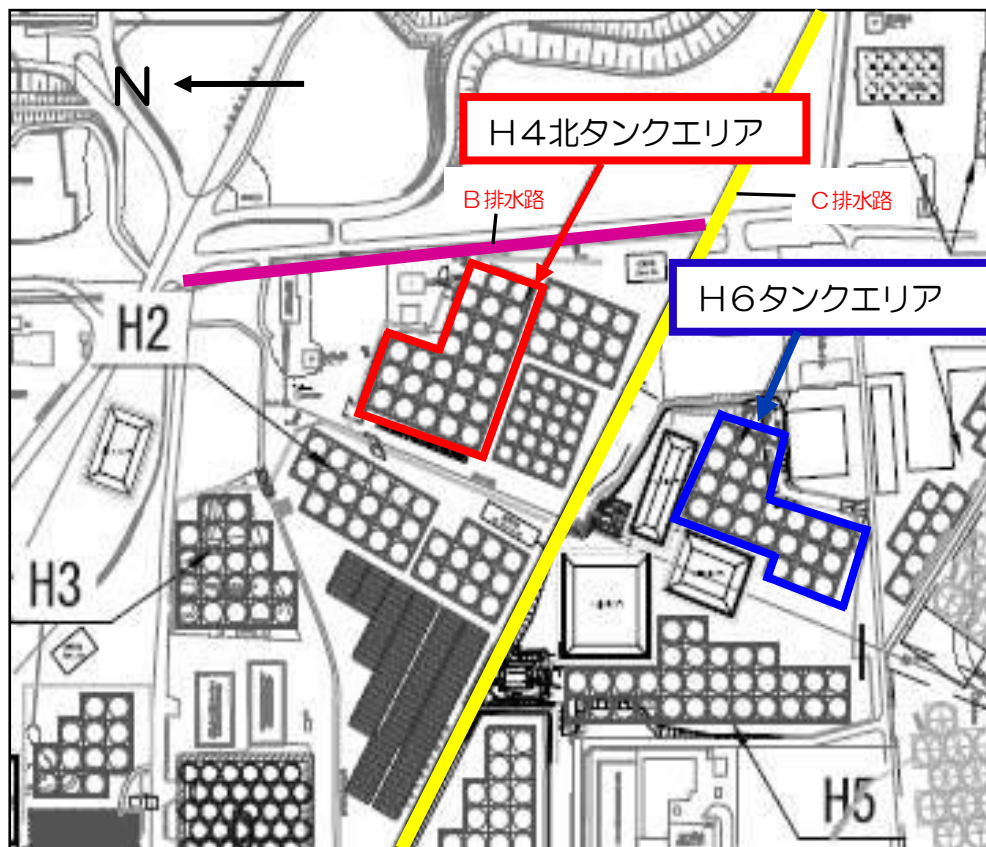
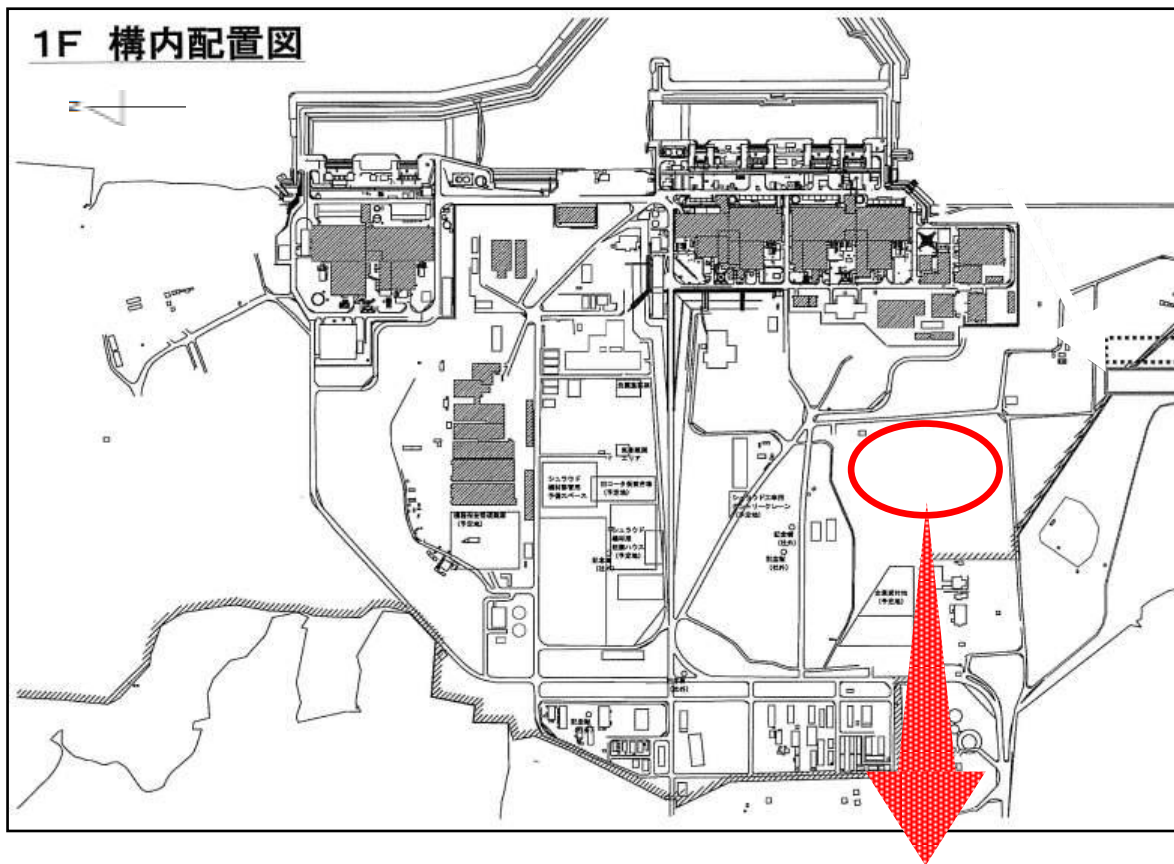
平成27年9月14日

- 17時35分頃 タンクパトロールを実施していた協力企業社員が、H6タンクエリア内堰の当該貫通部1箇所及び当該接合部2箇所から、内堰内に溜まった雨水が漏えいしていることを発見
- 18時30分頃～ 止水材や止水セメントによる止水処置開始
- 19時25分 漏えい箇所（3箇所）周辺の外堰内へ吸水土のうを設置
- 19時25分 H6タンクエリア外堰内溜まり水を吸水土のうにより回収
- ～21時38分
- 20時08分 H6タンクエリア内堰内溜まり水をH4東及びH4北タンクエリア内堰内を経由してH4北タンクエリア内に設置してある雨水タンクへ移送開始

平成27年9月15日

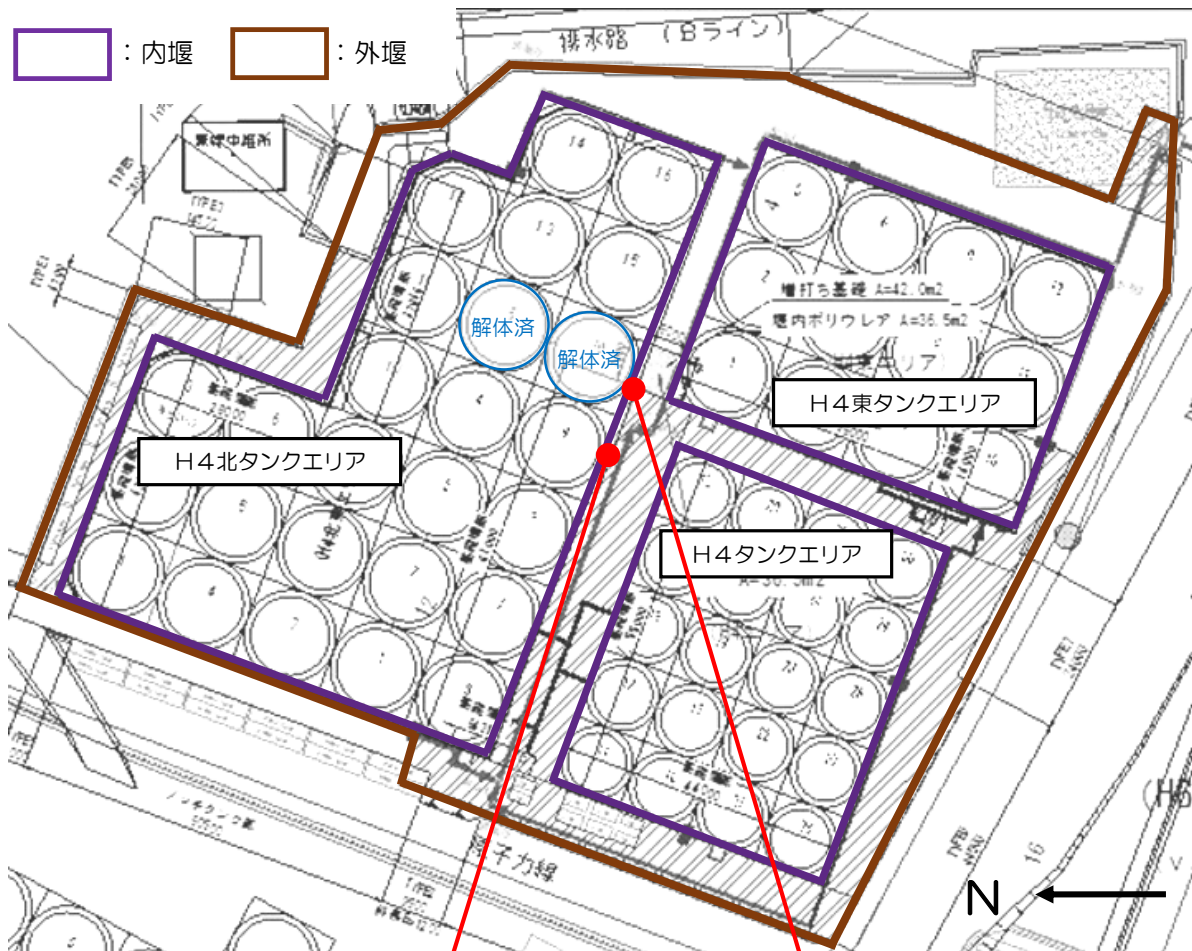
- 1時12分 H6タンクエリア内堰内溜まり水のH4北タンクエリア内に設置してあるタンクへの移送終了
- 3時00分頃 止水材や止水セメントによる止水処置完了
- 7時25分 漏えい箇所（3箇所）からの漏えい停止
- 8時50分 念のため漏えい箇所周辺の外堰内へ吸水土のうを再設置

現場配置図



漏えい発生状況

●H4北タンクエリア



①



<9月11日 漏えい箇所>

- ①当該ボルト穴1箇所より鉛筆1本程度の太さで漏えい
- ※傷・へこみ等の損傷なし

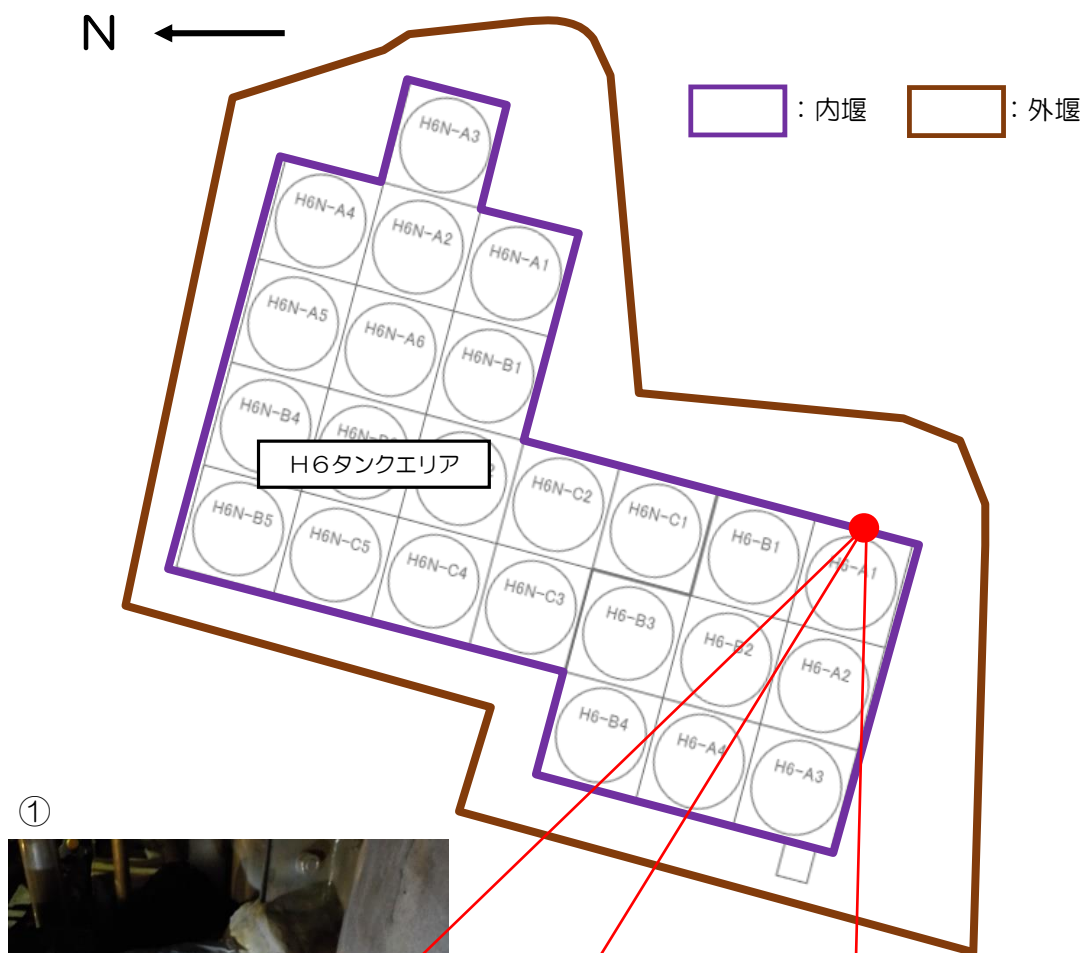
②



<9月12日 漏えい箇所>

- ②当該ボルト部1箇所より10秒に1滴程度の滴下
- ※傷・へこみ等の損傷なし

●H6タンクエリア

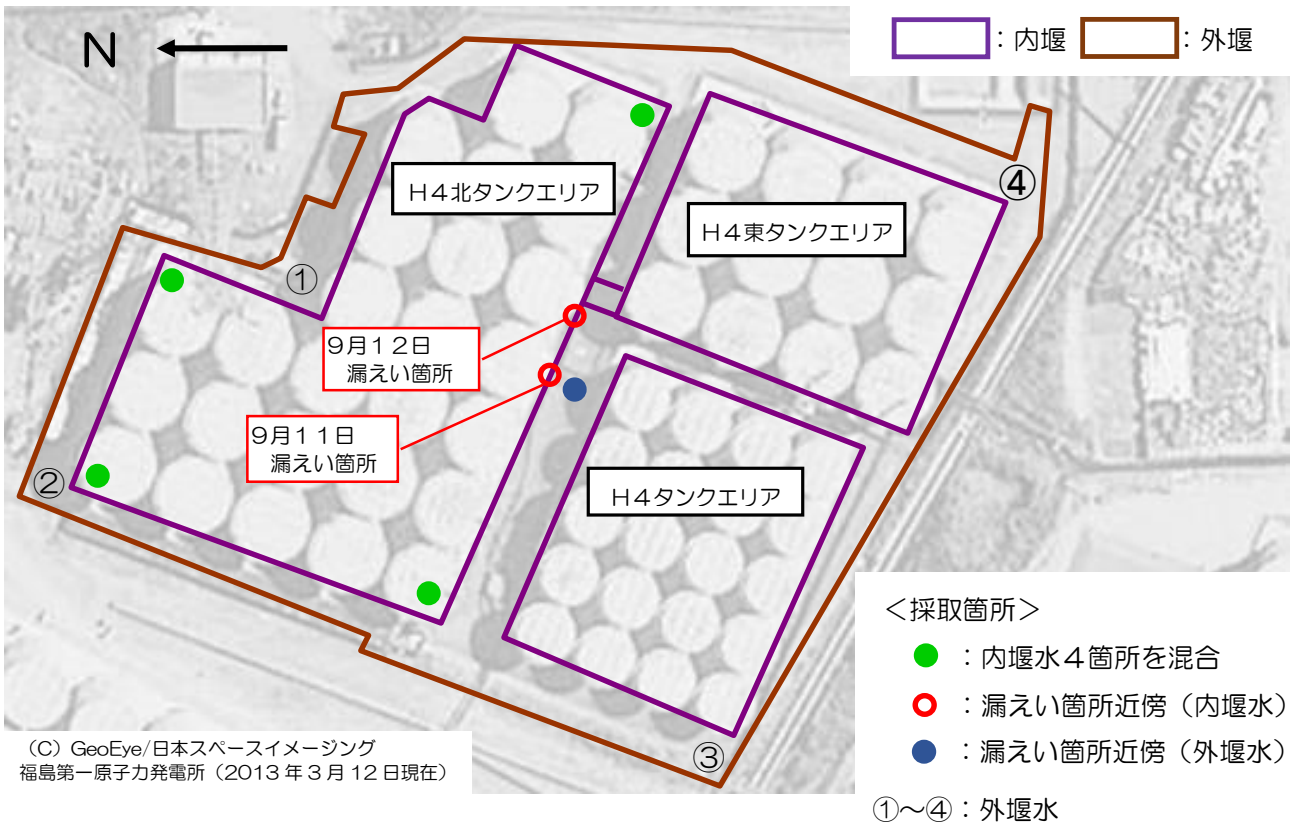


<9月14日 漏えい箇所>

- ①鋼製堰の配管貫通部1箇所より漏えい
- ②③当該接合部2箇所より漏えい
- (①～③とも定量的な漏えい量は判別できず)
- ※傷・へこみ等の損傷なし

漏えい水の放射能濃度分析結果

●H4北タンクエリア

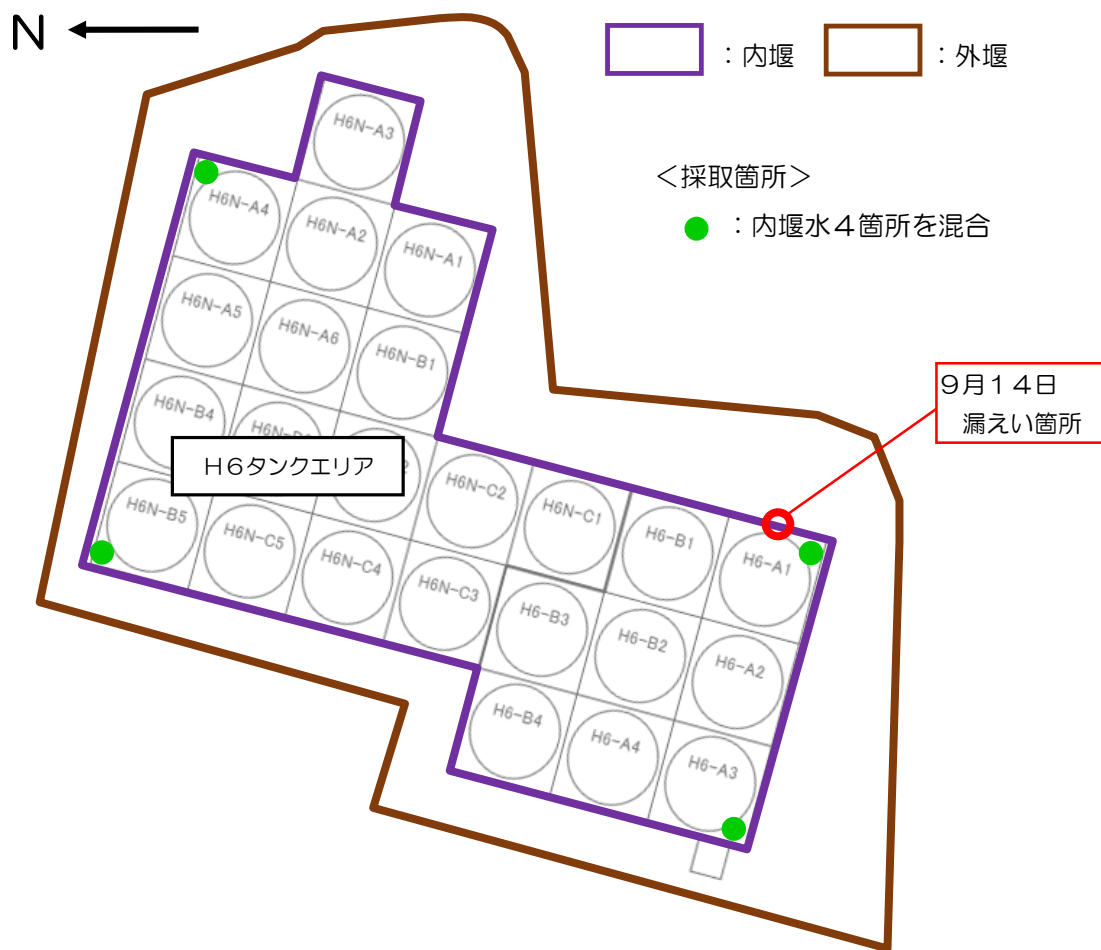


(単位：Bq/L)

試料名	H4北タンク エリア内堰水 (混合)	H4北タンク エリア漏えい 箇所近傍 内堰水	H4北タンク エリア漏えい 箇所近傍 外堰水	H4エリア外堰水			
				①	②	③	④
採取日時	9月11日 14時20分	9月11日 14時30分	9月11日 14時40分	9月11日 15時15分	9月11日 15時25分	9月11日 15時35分	9月11日 15時10分
Cs-134	検出限界値 未満 ^{※1} (8.7×10^{-1})	検出限界値 未満 ^{※1} (9.2×10^{-1})	検出限界値 未満 ^{※1} (7.8×10^{-1})	検出限界値 未満 ^{※1} (7.0×10^{-1})	検出限界値 未満 ^{※1} (4.5×10^{-1})	検出限界値 未満 ^{※1} (6.1×10^{-1})	検出限界値 未満 ^{※1} (7.7×10^{-1})
Cs-137	3.5	3.6	検出限界値 未満 ^{※1} (1.2)	検出限界値 未満 ^{※1} (8.7×10^{-1})	1.2	検出限界値 未満 ^{※1} (7.7×10^{-1})	検出限界値 未満 ^{※1} (8.2×10^{-1})
全β放射能	1.0×10^3	1.2×10^3	4.2×10^2	1.9×10^2	4.9×10^2	4.5×10^3	4.7×10^2
トリチウム	1.7×10^2	1.6×10^2	検出限界値 未満 ^{※1} (9.4×10^1)	検出限界値 未満 ^{※1} (9.4×10^1)	検出限界値 未満 ^{※1} (9.4×10^1)	検出限界値 未満 ^{※1} (9.4×10^1)	検出限界値 未満 ^{※1} (9.4×10^1)
St-90	6.2×10^2	7.4×10^2	3.1×10^2	1.4×10^2	4.0×10^2	4.0×10^3	3.3×10^2

※1：()内の数値は検出限界値を示す

●H6タンクエリア



(単位：Bq/L)

試料名	H6タンクエリア内堰水（混合）
採取日時	9月14日 20時40分
Cs-134	検出限界値未満 ^{※1} (6.4×10^{-1})
Cs-137	1.7×10^0
全β放射能	3.0×10^2
トリチウム	検出限界値未満 ^{※1} (9.2×10^1)
St-90	1.6×10^2

※1：（ ）内の数値は検出限界値を示す

漏えい量の評価結果

●H4北タンクエリア内堰からの漏えい

1. 漏えい時間の特定

9月11日8時30分頃に実施したタンクパトロールにおいて、当該ボルト穴からの漏えいは確認されていないことから、その後すぐに漏えいが発生したと仮定し、漏えいが停止した14時12分までの間、漏えいが継続したと推定した。

2. 漏えい量の評価

①漏えい時間

$$\begin{aligned} & \text{漏えい停止時間} - \text{漏えい開始時間} \\ & = 14時12分 - 8時30分 = 5時間42分 \\ & = \underline{5.7h} \end{aligned}$$

②漏えい率

$$\begin{aligned} & \text{鉛筆1本程度の太さで漏えいが継続（発見時の漏えい状況をもとに推定）} \\ & = \underline{162L/h} \end{aligned}$$

③漏えい量

$$\begin{aligned} & \text{漏えい時間} \times \text{漏えい率} \\ & = 5.7h \times 162L/h \\ & \div \underline{\text{約}924L} \end{aligned}$$

3. 漏えいした水の放射能評価

$$\begin{aligned} & \text{漏えい量} \times \text{漏えい水の放射能濃度（全ベータ）} \\ & = \text{約}924L \times 1.2 \times 10^3 \text{Bq/L} \\ & \div \underline{\text{約}1.2 \times 10^6 \text{Bq}} \end{aligned}$$

●H6タンクエリア内堰からの漏えい

1. 漏えい範囲の特定

H6タンクエリア外堰内には、漏えい発生以前から溜まっていた雨水も含まれているが、保守的に外堰内の漏えい箇所周辺に溜まっていた水が全て漏えいした水であると仮定した。

2. 漏えい量の評価

水溜りの範囲×水溜まりの深さ

$$= \text{約}20\text{m} \times \text{約}1.5\text{m} \times \text{深さ約}0.01\text{m} = \text{約}0.3\text{m}^3$$

$$= \text{約}300\text{L}$$

3. 漏えいした水の放射エネルギー評価

漏えい量×漏えい水の放射能濃度 (全ベータ)

$$= \text{約}300\text{L} \times 3.0 \times 10^2 \text{Bq/L}$$

$$\div \text{約}9.0 \times 10^4 \text{Bq}$$

漏えい箇所の止水処置状況

●H4北タンクエリア

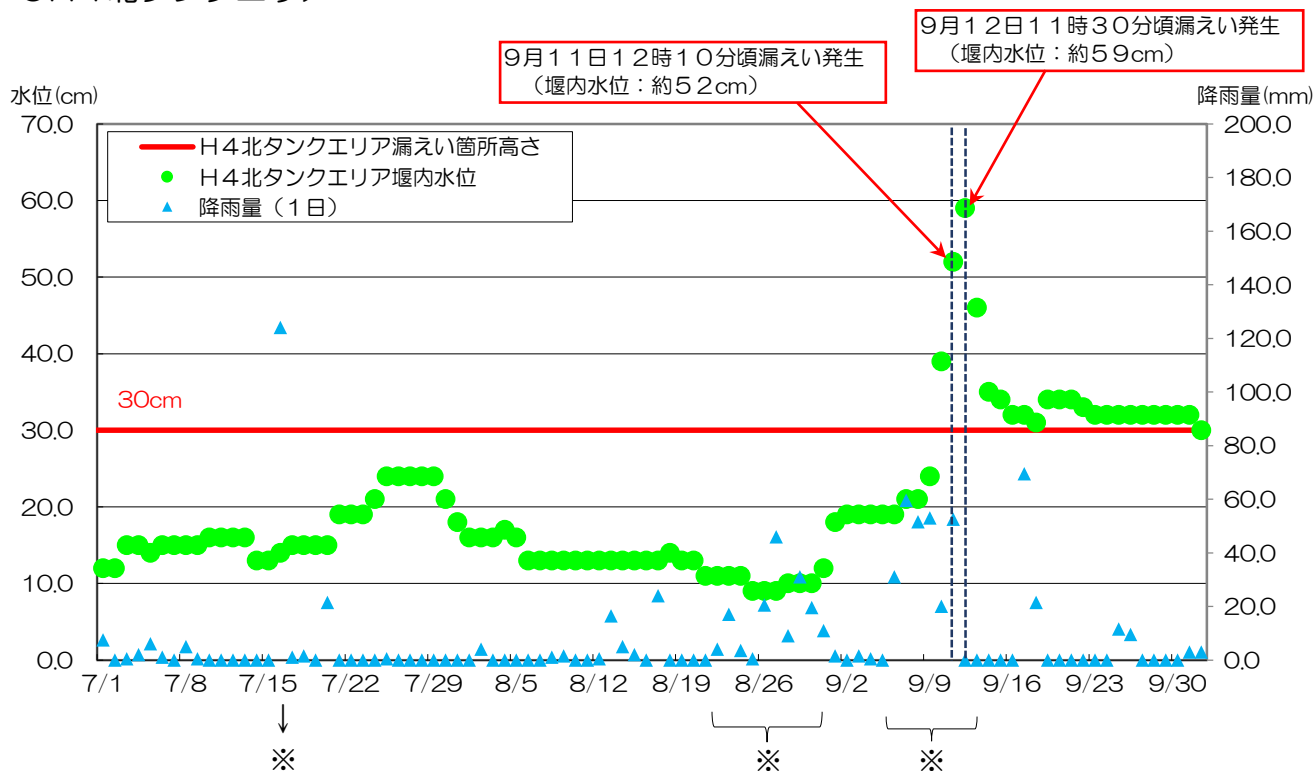
事象発生日	止水前	止水後
9月11日	<p data-bbox="403 398 858 472">当該ボルト穴より 鉛筆1本程度の太さで漏えい</p> 	<p data-bbox="906 398 1385 472">9月11日に止水セメント による止水処置を実施</p> 
9月12日	<p data-bbox="384 875 874 913">当該ボルト部より10秒に1滴程度の滴下</p> 	<p data-bbox="914 864 1385 898">9月12日に止水材による止水処置を実施</p> 

●H6タンクエリア

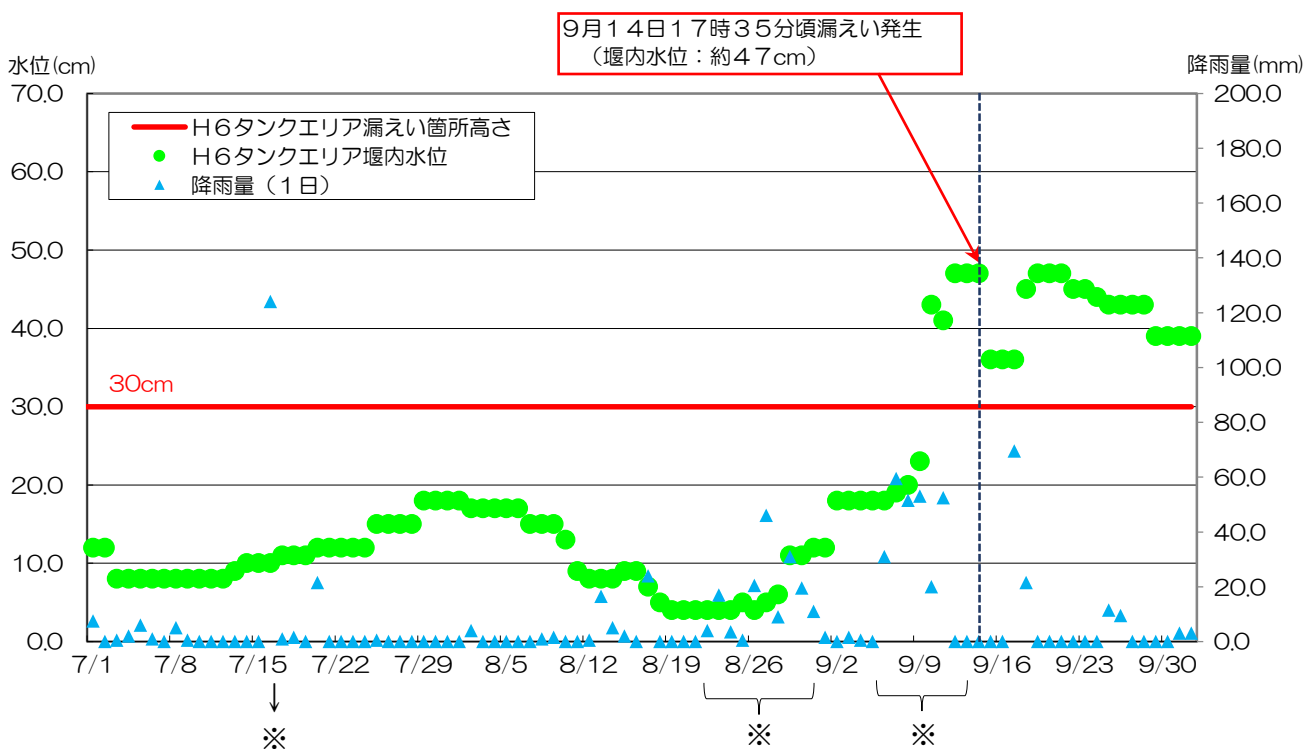
事象発生日	止水前	止水後
	<p data-bbox="395 398 880 443">当該貫通部より漏えい</p> 	 <p data-bbox="906 766 1385 833">9月14日から9月15日にかけて、止水材や止水セメントによる止水処置を実施</p>
9月14日	 <p data-bbox="402 1236 874 1281">当該接合部より漏えい</p> 	<p data-bbox="906 1012 1385 1079">9月14日から9月15日にかけて、止水材や止水セメントによる止水処置を実施</p> 

堰内雨水の水位状況

●H4北タンクエリア



●H6タンクエリア

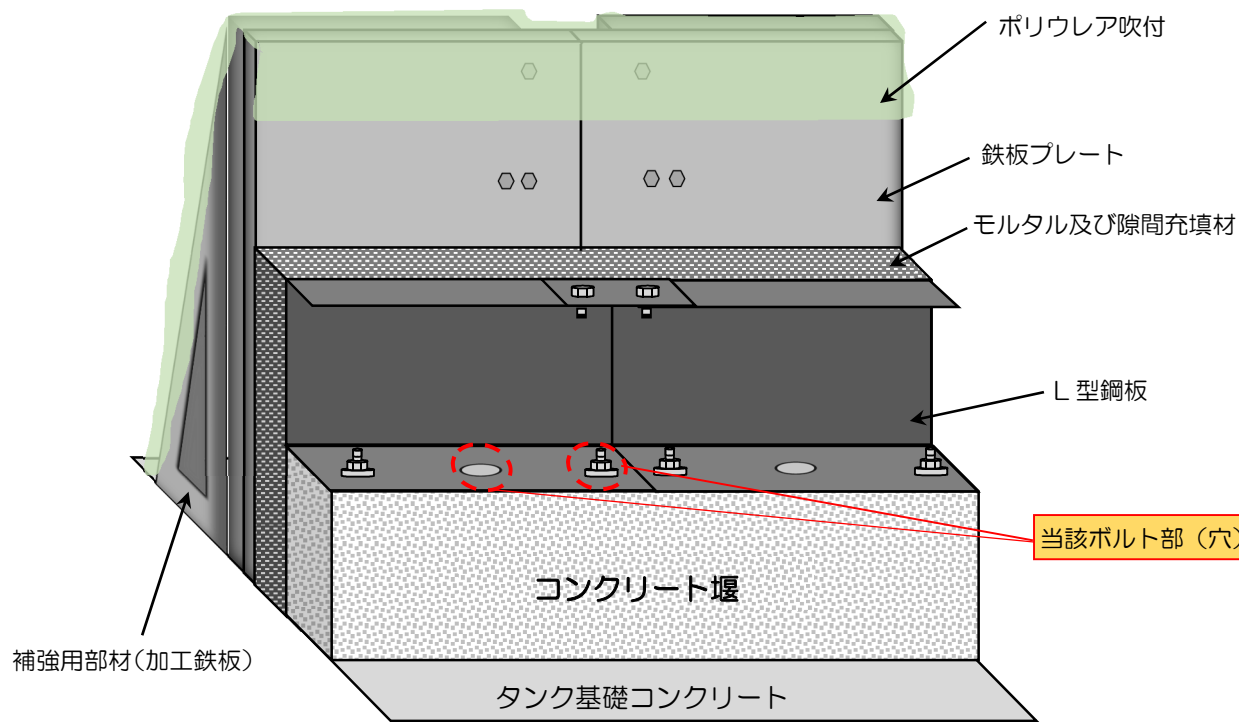
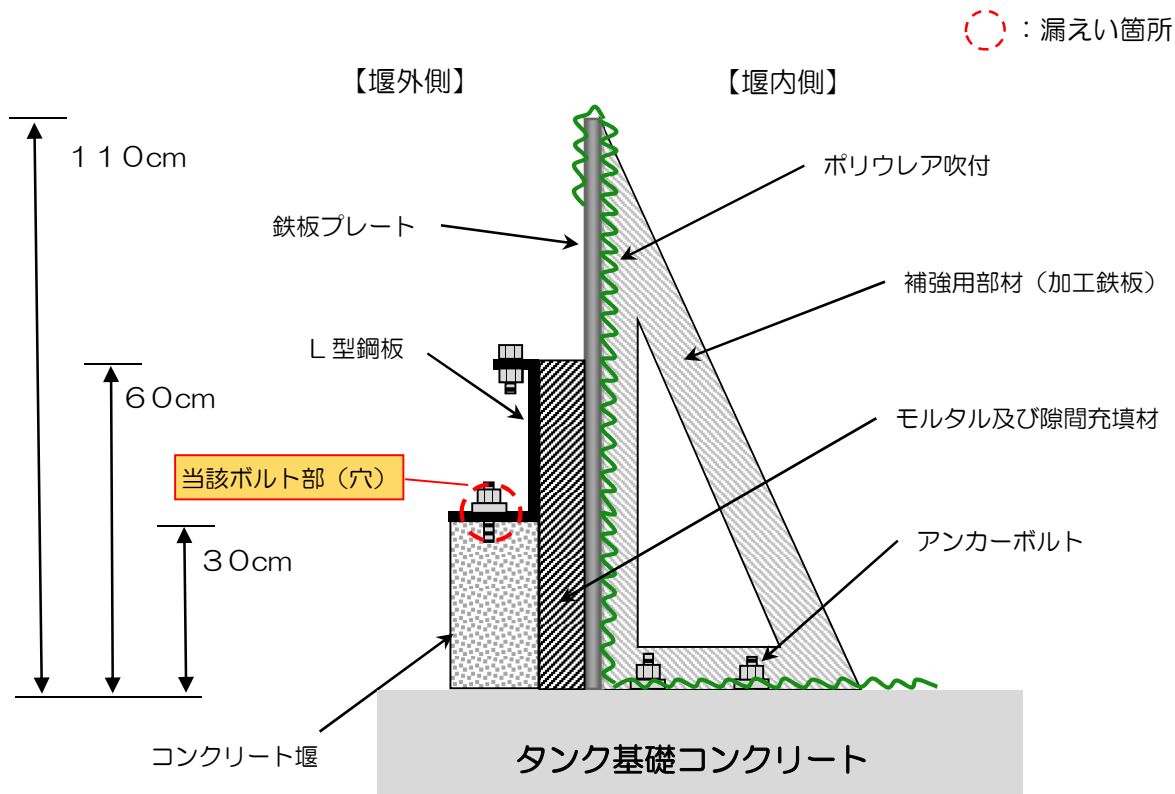


※福島第一原子力発電所構内で観測された大雨

- ・ 7月16日 : 124mm
- ・ 8月22日～8月31日 : 162mm
- ・ 9月6日～9月11日 : 268mm

内堰構造図

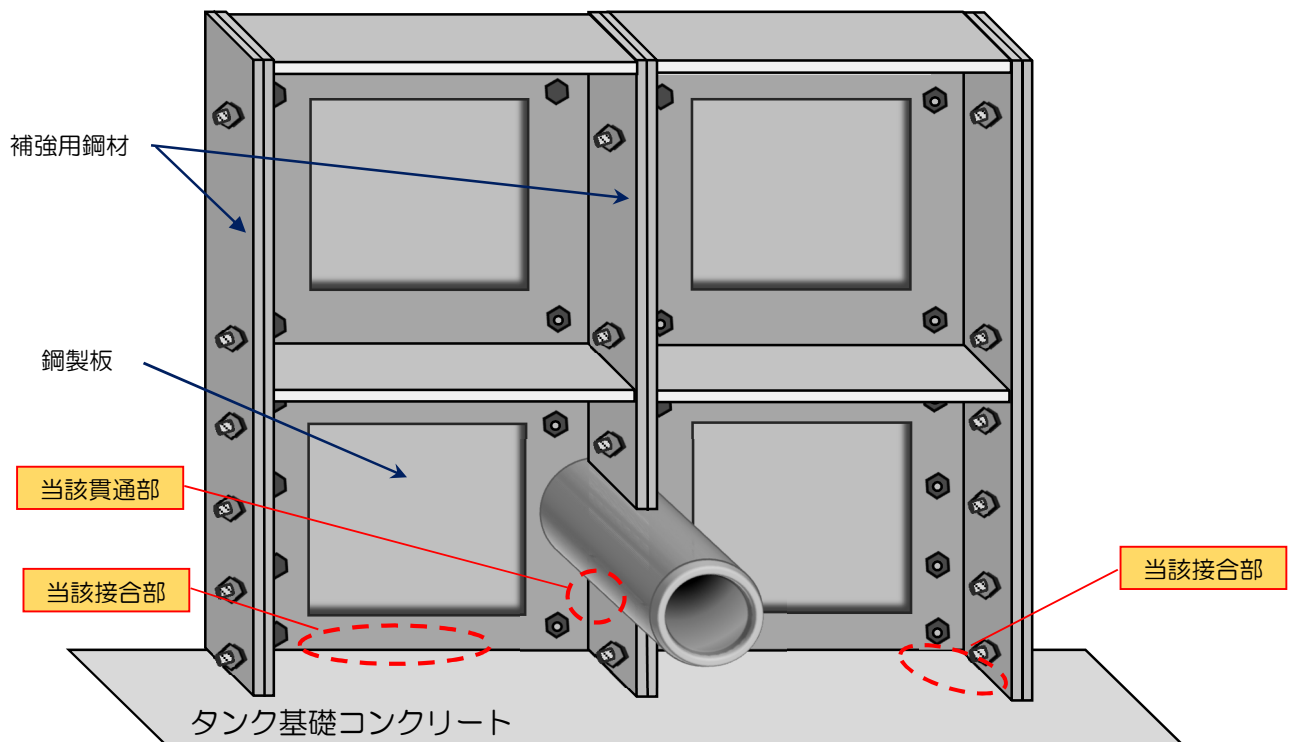
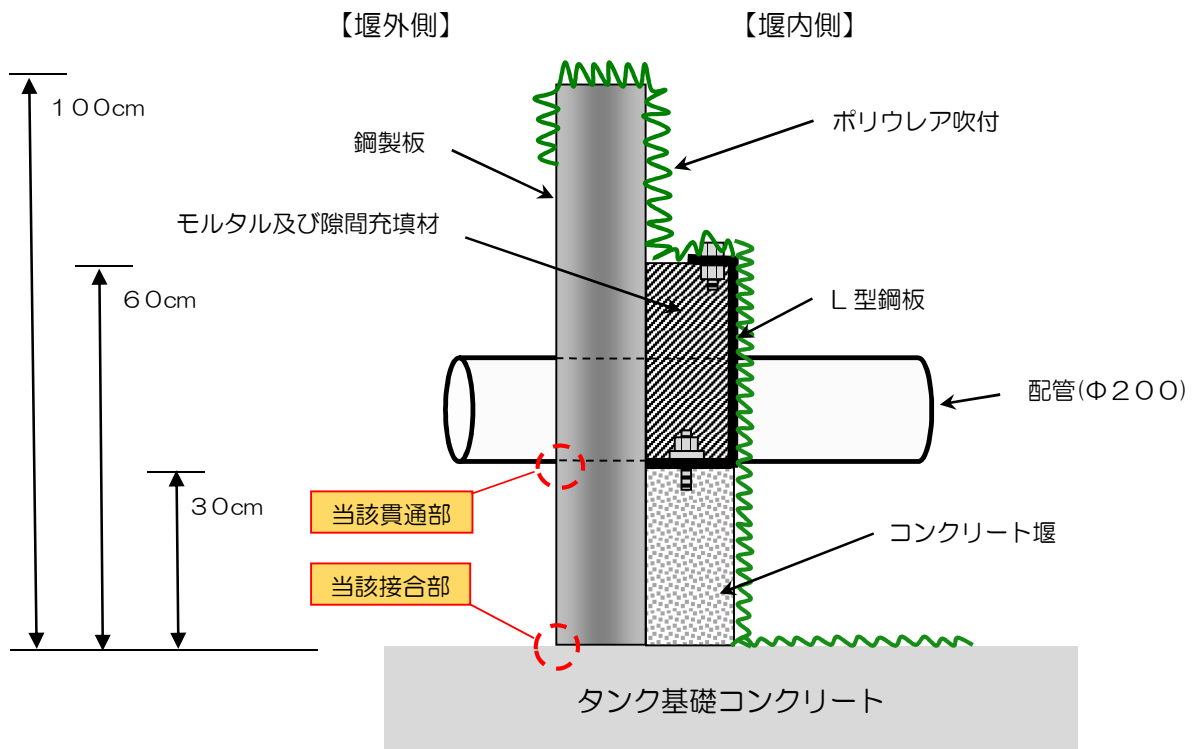
●H4北タンクエリア



【正面図（堰外側）】

●H6タンクエリア

○：漏えい箇所



【正面図（堰外側）】

類似事象の状況調査結果

発生場所	発生日時	漏えい状況	漏えい量	放射能濃度※1, 2	応急処置	環境への影響
H5 タンクエリア	9月9日 10時40分	<ul style="list-style-type: none"> 内堰の鋼製堰と配管貫通部を取り囲むように設置した拡張堰との繋ぎ目1箇所より鉛筆芯2本程度の太さで漏えい 止水材による止水処置を実施し漏えい停止 漏えい発生前における堰内雨水の水位は約39cm 	約63L	【H5内堰内水】 Cs-134 : ND (0.58) Cs-137 : ND (0.73) 全ベータ : 34 トリチウム : ND (91) Sr-90 : 17	<ul style="list-style-type: none"> H5タンクエリア外堰止水弁「閉」 漏えい箇所へ土のう及びドレンパンを設置し、漏えい水を回収 H5タンクエリア内堰内及び外堰内溜まり水の移送 止水材による止水処置 	環境への影響はないと判断した。 <ul style="list-style-type: none"> 漏えいした水は構内排水路を流れる水と同等 構内側溝排水放射線モニタや南放水口付近海水の分析結果に有意な変動なし 外堰内溜まり水の回収
C東・C西 タンクエリア	9月9日 17時38分	<ul style="list-style-type: none"> 内堰のコンクリート堰の配管貫通部各々1箇所より鉛筆1本程度の太さで漏えい 内堰内の溜まり水を移送し水位を低下させたことにより漏えい停止 漏えい発生前における堰内雨水の水位はC東タンクエリアが約39cm、C西タンクエリアが約44cm 	約3,200L	【C東内堰内水】 Cs-134 : ND (0.59) Cs-137 : ND (0.71) 全ベータ : 30 トリチウム : ND (93) Sr-90 : 16 【C西内堰内水】 Cs-134 : ND (0.6) Cs-137 : ND (0.72) 全ベータ : 25 トリチウム : ND (93) Sr-90 : 15	<ul style="list-style-type: none"> 止水材による止水処置 C東・C西タンクエリア内堰内及び外堰内溜まり水の移送 ※C東・C西タンクエリア外堰止水弁は漏えい発見前に閉止していた 	環境への影響はないと判断した。 <ul style="list-style-type: none"> 漏えいした水は構内排水路を流れる水と同等 構内側溝排水放射線モニタや南放水口付近海水の分析結果に有意な変動なし 外堰内溜まり水の回収
H1東 タンクエリア	9月30日 7時48分	<ul style="list-style-type: none"> 内堰の鋼製堰の取付ボルト部4箇所からにじみ 濡れ箇所のふき取り後に止水材による止水処置を実施しにじみは停止 漏えい発生前における堰内雨水の水位は約60cm 	濡れ程度で測定できず	【H1東内堰内水】 Cs-134 : ND (1.1) Cs-137 : 1.2 全ベータ : 860 トリチウム : 220 Sr-90 : 560	<ul style="list-style-type: none"> 止水材による止水処置 濡れ箇所の拭き取り 	環境への影響はないと判断した。 <ul style="list-style-type: none"> 濡れ程度で外堰内への漏えいはなし 濡れ箇所の拭き取り

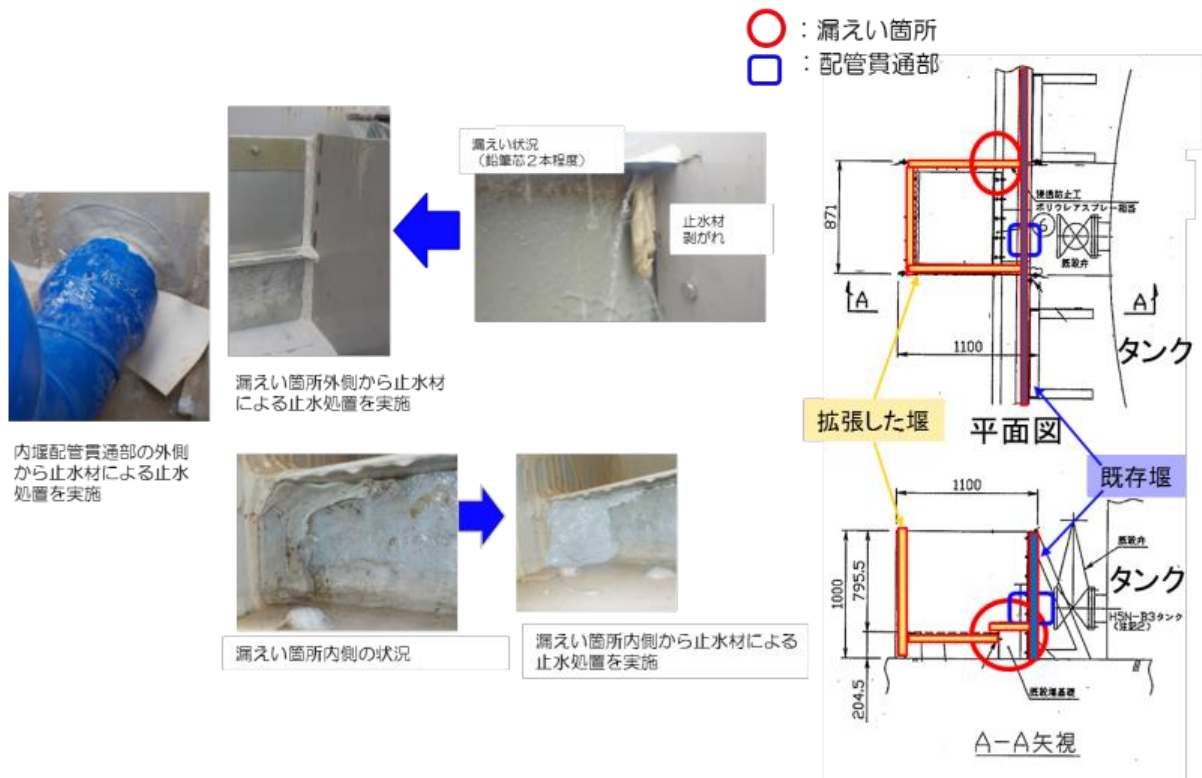
※1：放射能濃度は各タンクエリア内堰内溜まり水の分析結果を示す。

※2：単位は「Bq/L」、「ND」は検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す。

●汚染水タンクエリア配置図



●H5タンクエリア内堰からの漏えい状況



●C東・西タンクエリア内堰からの漏えい状況

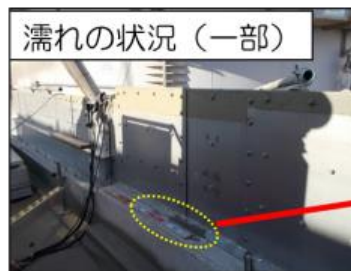
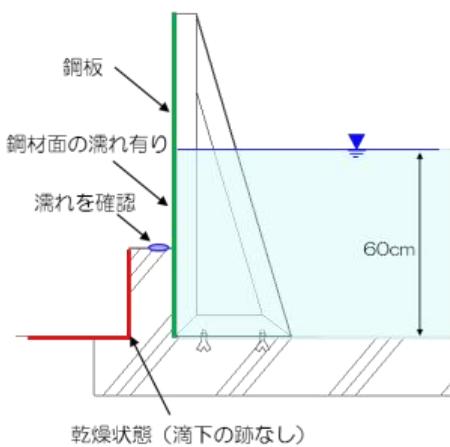


配管貫通部下部より漏えい
(鉛筆1本程度の太さ)



内堰内側の止水処置実施状況

●H1 東タンクエリア内堰からの漏えい状況



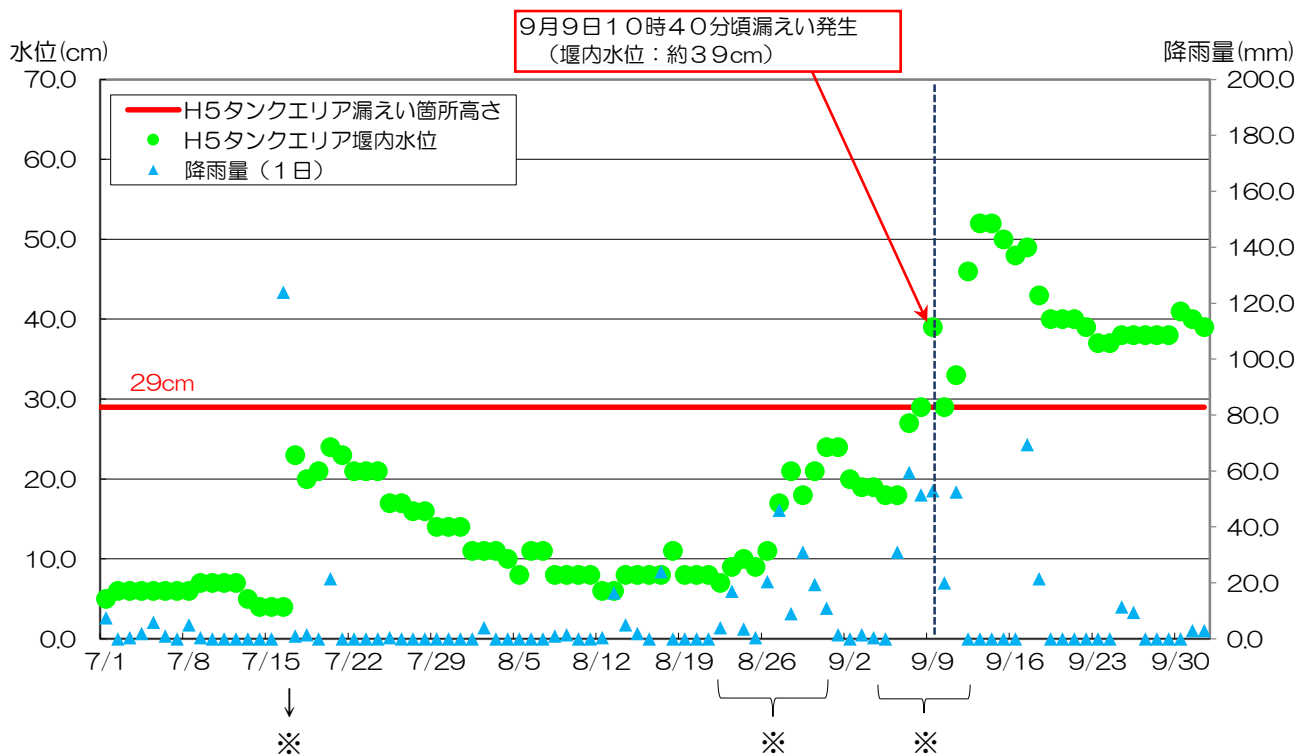
濡れの状況 (一部)



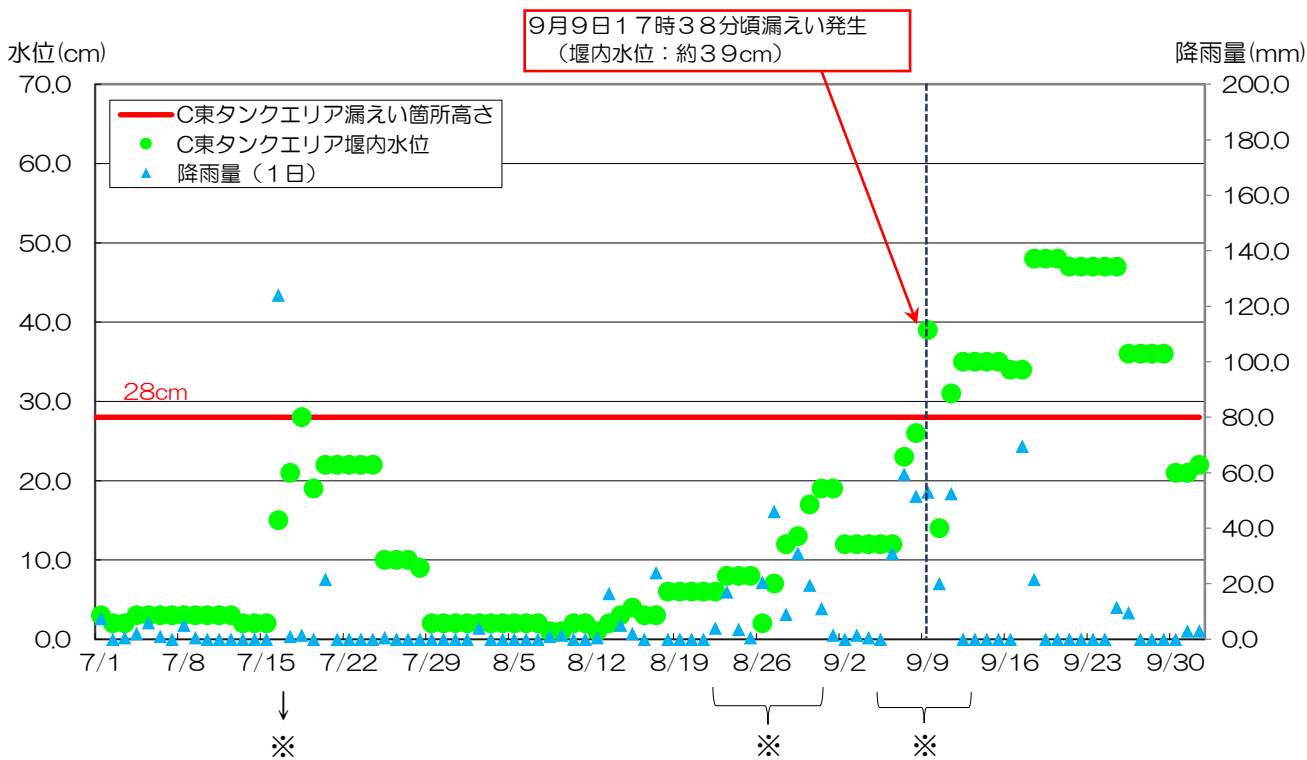
ボルト部の止水処置状況 (一部)

類似事象が発生した汚染水タンクエリアにおける堰内雨水の水位状況

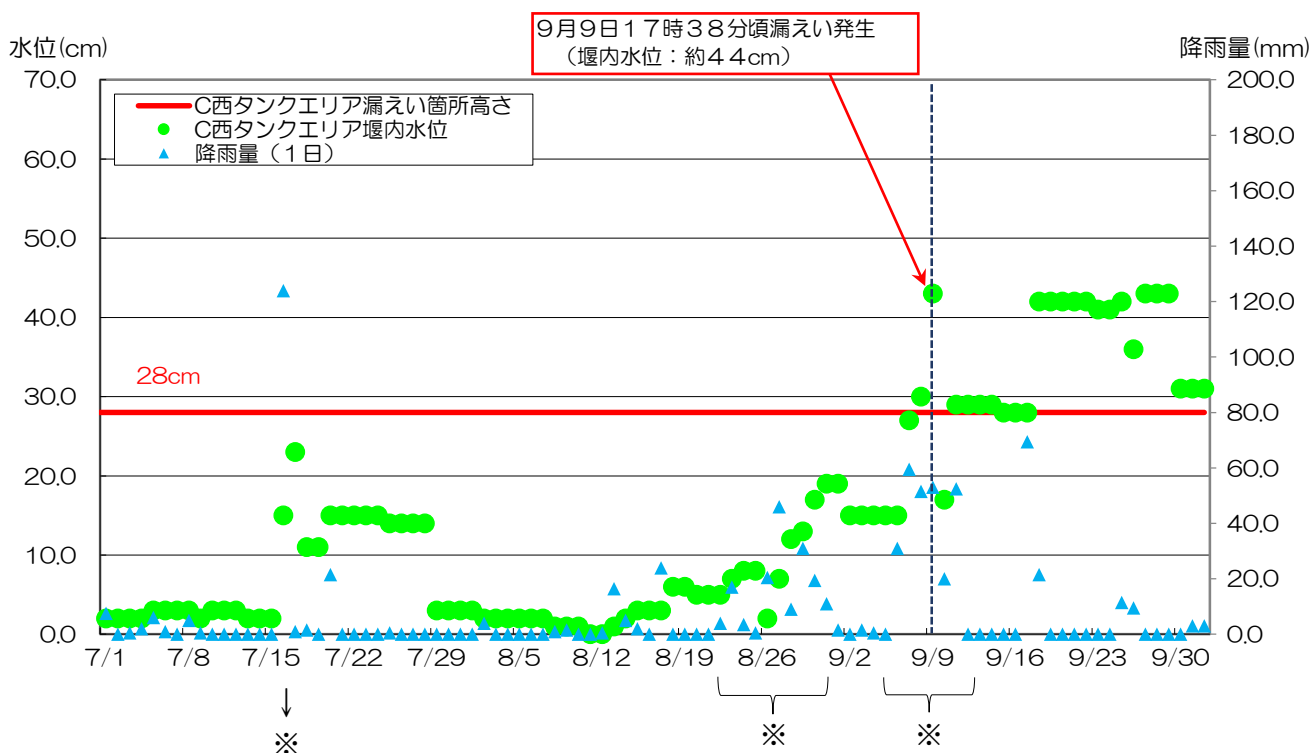
●H5タンクエリア



●C東タンクエリア



●C西タンクエリア



- ※福島第一原子力発電所構内で観測された大雨
- ・7月16日 : 124mm
 - ・8月22日～8月31日 : 162mm
 - ・9月6日～9月11日 : 268mm

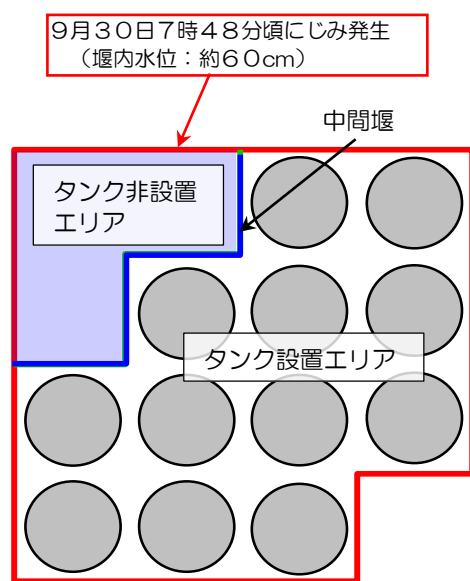
●H1東タンクエリア

H1東タンクエリアについては、汚染水タンク解体工事を進めるため、内堰内のタンク設置エリアとタンク非設置エリアを仕切る中間堰を設置し、タンク設置エリアに溜まった雨水をタンク非設置エリアに移送していた。

今回、H1東タンクエリア内堰の鋼製堰の取付ボルト部でにじみが確認された4箇所は、全てタンク非設置エリアの内堰であった。

事象発生前の9月29日21時頃から9月30日4時頃にかけて、タンク設置エリアに溜まった雨水をタンク非設置エリアに移送しており、移送後のタンク非設置エリア内堰内の水位は約60cmであった。

なお、タンク設置エリア内堰内の水位については、9月6日から9月11日にかけて発生した集中的な大雨の影響により、9月12日時点で約45cmとなっていた。



H1東タンクエリア概略図

類似箇所の点検結果

点検箇所	対象事象 (漏えいエリア)	点検日	類似箇所	不具合 箇所	点検結果
コンクリート堰と鋼製堰との繋ぎ目にある取付ボルト穴	H4北	9月23日、 24日、28日	12エリア※1	0	<ul style="list-style-type: none"> 類似箇所を点検した結果、漏えいは確認されなかった。 予防措置として、各エリア数箇所の内堰境界部に止水材等による止水処置を実施した。
コンクリート堰と鋼製堰の繋ぎ目にある取付ボルト部	H4北 H1東	9月23日、 24日、28日	12エリア※1	0	<ul style="list-style-type: none"> 類似箇所を点検した結果、漏えいは確認されなかった。 予防措置として、各エリア数箇所の内堰境界部に止水材等による止水処置を実施した。
配管貫通部	H6	9月10日	116箇所※2	0	<ul style="list-style-type: none"> 類似箇所を点検した結果、漏えいは確認されなかった。
	C東・西	9月10日	2箇所 (J1東)	0	<ul style="list-style-type: none"> 類似箇所を点検した結果、漏えいは確認されなかった。 予防措置として、内堰内側及び外側に止水材による止水処置を実施した。
鋼製板と鋼製板を繋ぎ合わせている補強用鋼材の接合部	H6	9月23日、 24日、28日	12エリア※1	0	<ul style="list-style-type: none"> 類似箇所を点検した結果、漏えいは確認されなかった。 予防措置として、各エリア数箇所の内堰境界部に止水材等による止水処置を実施した。
配管を取り囲むように設置した拡張堰と鋼製堰との繋ぎ目	H5	9月11日 ～9月14日	1箇所 (H5)	0	<ul style="list-style-type: none"> 類似箇所を点検した結果、漏えいは確認されなかった。 予防措置として、鋼製堰と拡張堰との繋ぎ目の止水材を一旦取り除き、再度止水材による止水処置を実施するとともに、水張り試験を実施して漏えいがないことを確認した。

※1：鋼製堰による嵩上げを行った以下の汚染水タンクエリアを対象として点検実施

12エリア：H1、H2、H3、H4、H5、H6、H8、H9、B、C、E、G3タンクエリア

※2：汚染水タンクエリア内堰に存在する全ての配管貫通部について点検実施

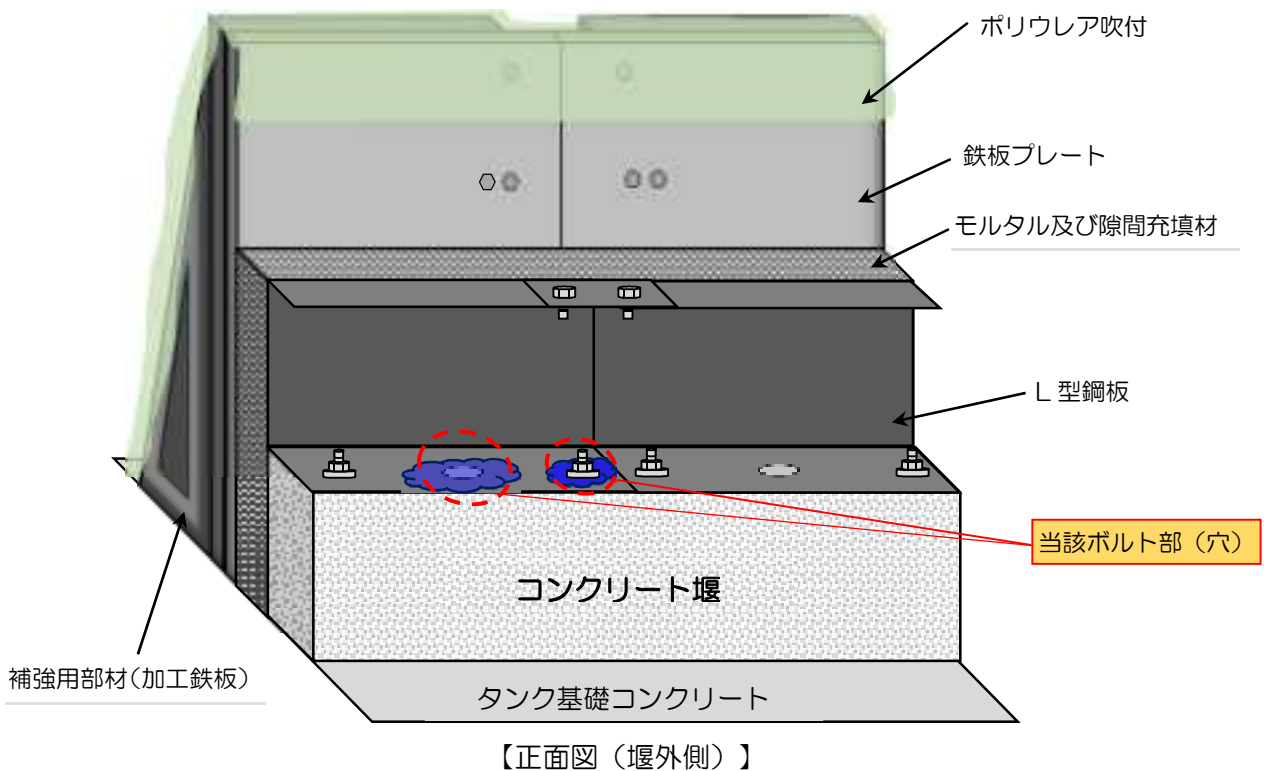
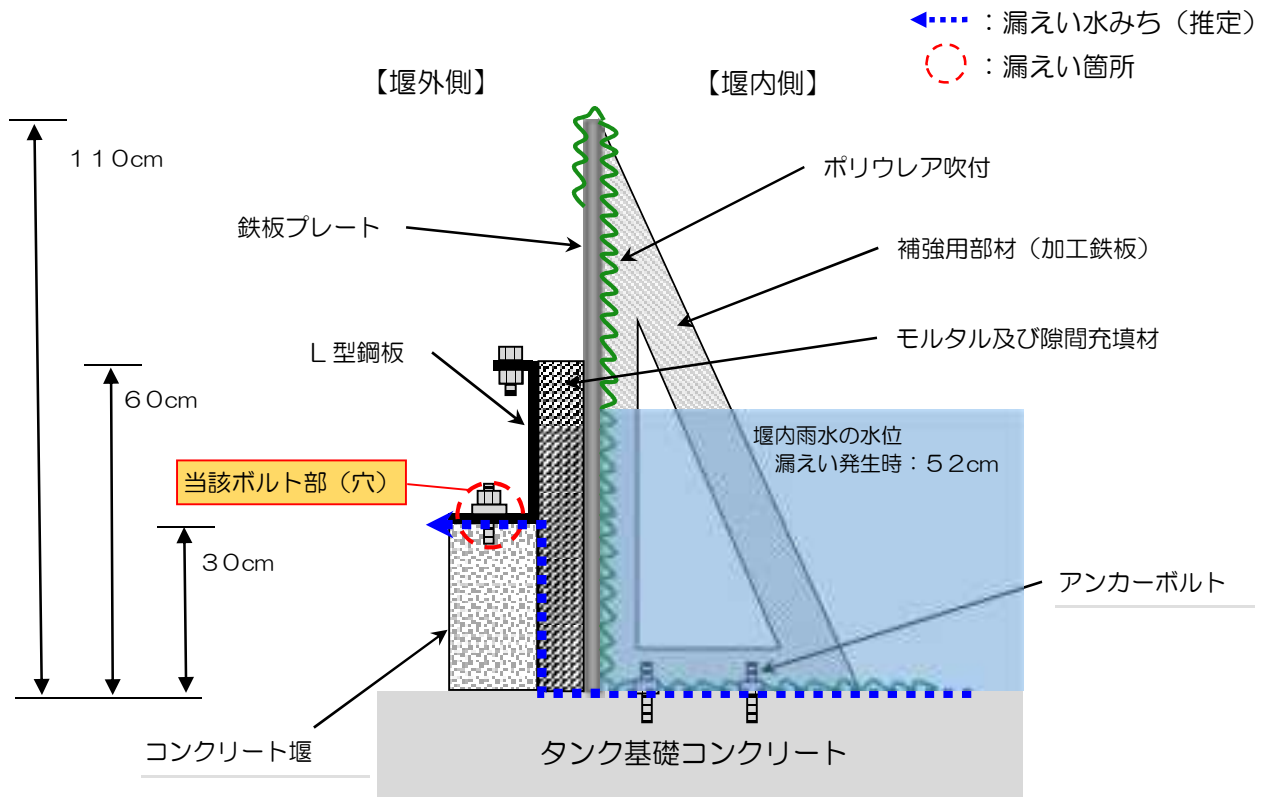
汚染水タンクエリア内堰からの漏えいに関する要因分析表

事象	漏えい原因	欠陥原因 (大分類)	欠陥原因 (小分類)	確認方法	確認結果	評価					備考
						H5	C東・西	H4北	H6	H1東	
汚染水タンク エリア内堰 からの漏えい	内堰境界部の欠陥 ・内堰の繋ぎ目及び 取付ボルト部 ・配管貫通部	構造選定上の 問題点	内堰の嵩上げ	図面・現場確認	<ul style="list-style-type: none"> ◆H4北タンクエリア300m³漏えいの対策として、汚染水タンクエリア内堰内雨水の溢水防止及び信頼性向上の観点から、工事中の漏えいリスクも考慮しながら可及的速やかに内堰の嵩上げを行う必要があった。このため、既存のコンクリート堰を一度解体してから一体構造のコンクリート堰を設置することはできず、また、汚染水タンクエリア周辺の設備状況も踏まえると、限られた工事エリアのなかで実施可能な工法として、鋼製堰による嵩上げ構造を採用した。 ◆今回発生した一連の漏えい事象では、コンクリート堰と鋼製堰の間にある繋ぎ目や取付ボルト部（穴）、既設配管に対して後から堰を施工した配管貫通部が漏えい箇所となっていることから、これらの箇所が弱点となり漏えいが発生するリスクを排除しづらい構造となった。 	-	-	△	△	△	-
			内堰横断部への配管敷設	図面・現場確認	<ul style="list-style-type: none"> ◆H4北タンクエリア300m³漏えいの対策として嵩上げた内堰に対して、後から配管を敷設する際、汚染水処理が停滞しないよう速やかに工事着手する必要があった。 また、汚染水タンクエリア周辺の設備状況も踏まえると、既に使用中の配管敷設ルートを変更することは困難であり、限られた敷設エリアのなかで内堰よりも高い位置で配管を横断させることはできなかったことから、実施可能な工法として内堰に配管を貫通させる構造や敷設した配管貫通部の外側に拡張堰を設ける構造を採用した。 ◆今回発生した一連の漏えい事象では、嵩上げた内堰に対して後から施工した配管貫通部や拡張堰の繋ぎ目が漏えい箇所となっていることから、これらの箇所が弱点となり漏えいが発生するリスクを排除しづらい構造となった。 なお、一部の配管貫通部では、配管貫通部の詳細な要求仕様を明確化する前に緊急的に工事着手したため、図面等による設計段階での妥当性確認が実施できていなかった。 	△	△	-	-	-	-
		施工上の問題点	止水材の選定	材料仕様	<ul style="list-style-type: none"> ◆内堰境界部に用いた止水材は、一般的な防水工事で用いられているコーキング処理材やパッキン材を採用しており、これらの止水材は施工から5～10年程度は止水性能が低下することはないことから、止水材の選定に問題はなかった。 	×	×	×	×	×	-
			止水処置後の妥当性確認	外観目視	<ul style="list-style-type: none"> ◆止水処置後の妥当性確認として外観目視検査を実施しており、特に異常は確認されなかった。 ◆なお、通常であれば、止水処置後の妥当性確認として水張り試験を実施し、止水処置の不十分な箇所の抽出・補修を行った上で施工完了となるが、汚染水タンクエリア内堰内で水張り試験を実施した場合、相当量のろ過水が必要であること、福島第一原子力発電所構内の汚染状況を踏まえると、水張り試験で使用する過水が全て汚染した水となる（汚染水が増える）リスクがあることから、水張り試験を実施することは困難であった。 ◆また、水張り試験を実施しないことを前提とした構造・施工方法の強化や妥当性確認方法の検討など、追加の対応を取っていなかった。 	○	○	○	○	○	-
			止水材の経年劣化	材料仕様	<ul style="list-style-type: none"> ◆漏えいが確認された内堰境界部については、工事完了から2年程度しか経っていないこと、止水材は施工から5～10年程度は止水性能が低下することはないことから、止水材の経年劣化が原因で漏えいが発生した可能性はないと考える。 	×	×	×	×	×	-
		運用上の問題点	外的要因による損傷	堰境界部の外観目視	<ul style="list-style-type: none"> ◆今回漏えい等が確認された箇所において、外的要因によるものと思われる損傷は確認されなかった。 なお、汚染水タンクエリア内堰内には雨水が溜まっており、内堰内の床面や内側全面に吹付したポリウレタの状況は確認できないが、今回発生した一連の漏えい事象のうち、H4北及びH6、H1東タンクエリア内堰からの漏えいについては、ポリウレタの一部で浸透防止が効いていない箇所があることによって、鋼製堰自体に堰内雨水が浸透し、止水処置の不十分な箇所から漏えいが発生したものと想定される。 	-	-	△	△	△	添付資料-3 添付資料-9
			内堰内雨水の水位上昇	内堰内の水位記録	<ul style="list-style-type: none"> ◆内堰内雨水については、可能な範囲で低い水位に抑えるよう管理することとしていたが、一連の漏えい事象が起きた際には、7月から8月にかけて降雨量が増加したことに加え、9月6日から9月11日にかけて合計268mmの集中的な大雨が降ったことで、これまでにない高さまで堰内水位が上昇した。 	○	○	○	○	○	添付資料-7 添付資料-10

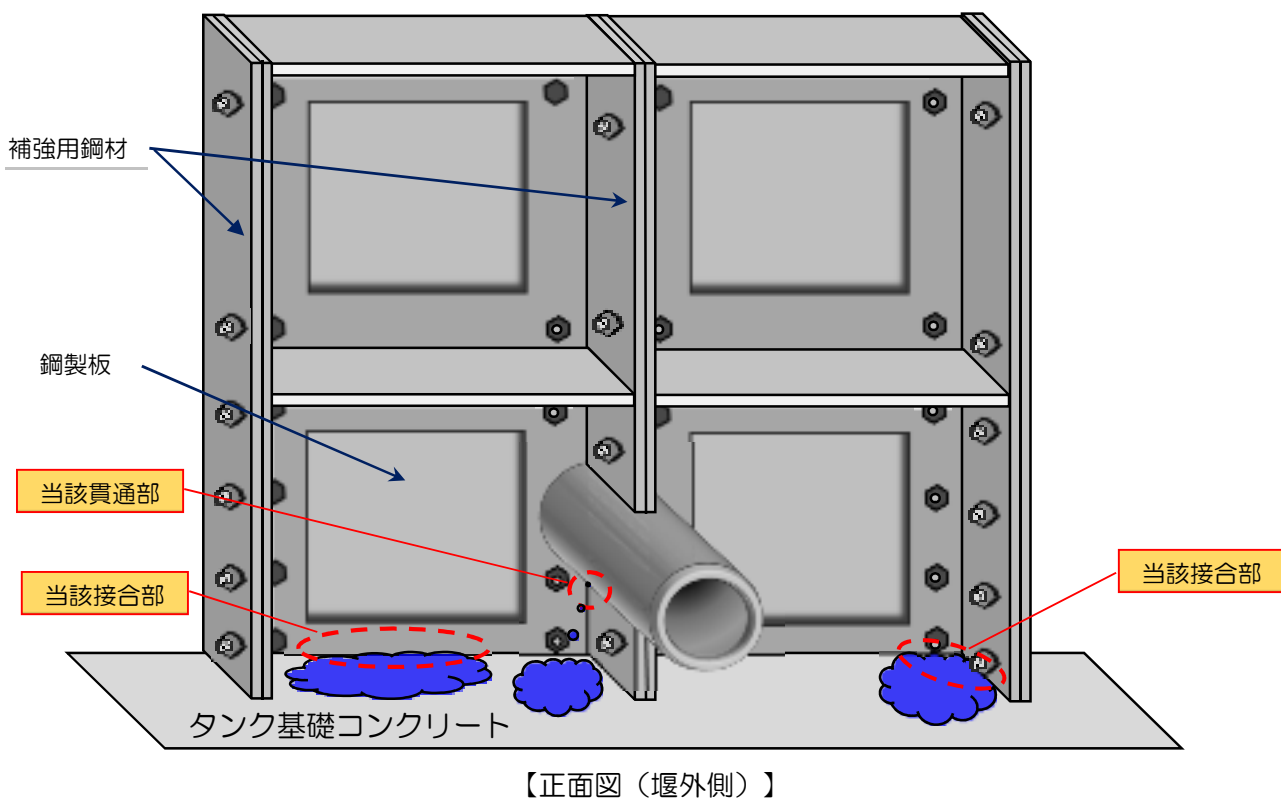
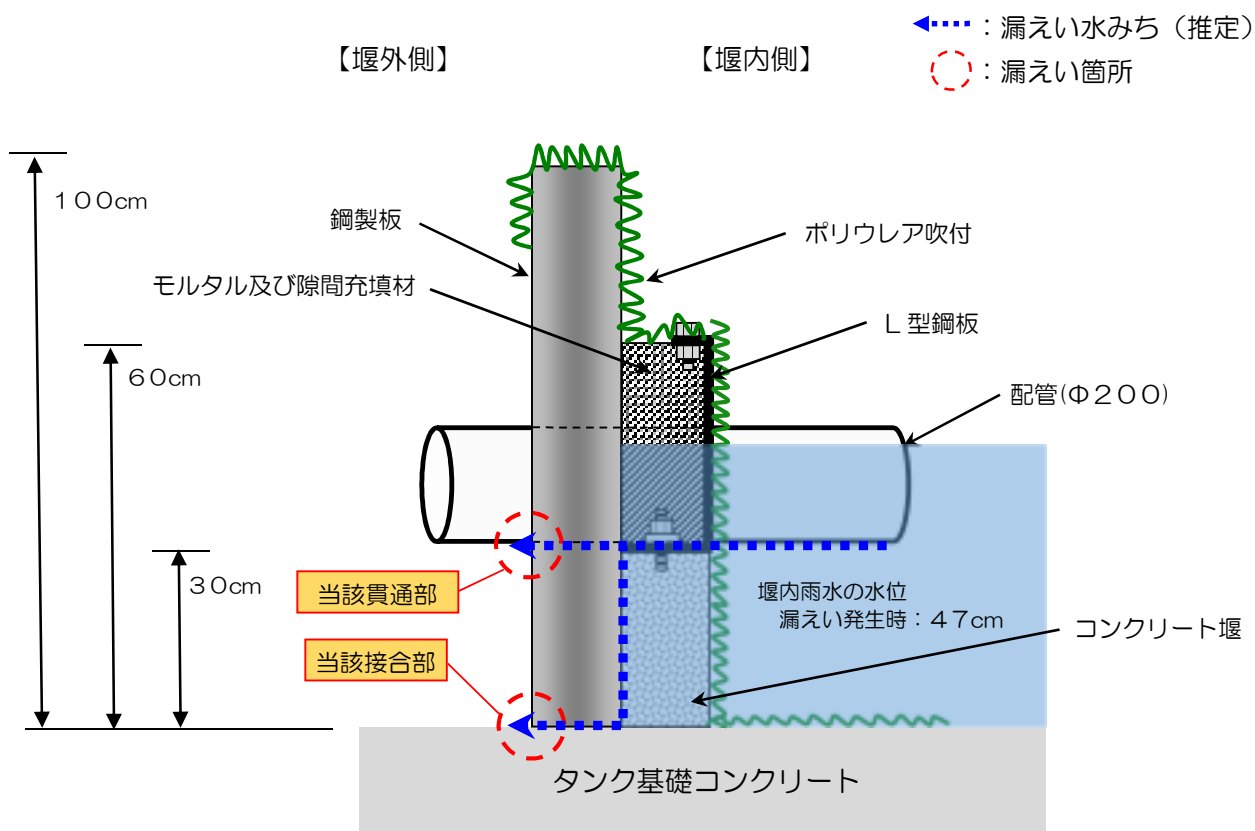
○：原因となった可能性が高い △：原因に繋がる要因となった可能性がある ×：原因となった可能性は低い -：対象外

内堰境界部からの漏えい経路 (推定)

●H4北タンクエリア



●H6タンクエリア



内堰境界部への対策実施状況

●H4北タンクエリア



内堰外側からのポリウレタ吹付状況

●H6タンクエリア



内堰外側からのポリウレタ吹付状況

●C東タンクエリア



(内堰内側)



(内堰外側)

配管貫通部の止水処置状況