

女川原子力発電所1号炉審査資料	
資料番号	O1-DP-009(改2)
提出年月日	令和2年1月24日

女川原子力発電所1号発電用原子炉 流路縮小工の設置による 1号廃止措置への影響の有無について

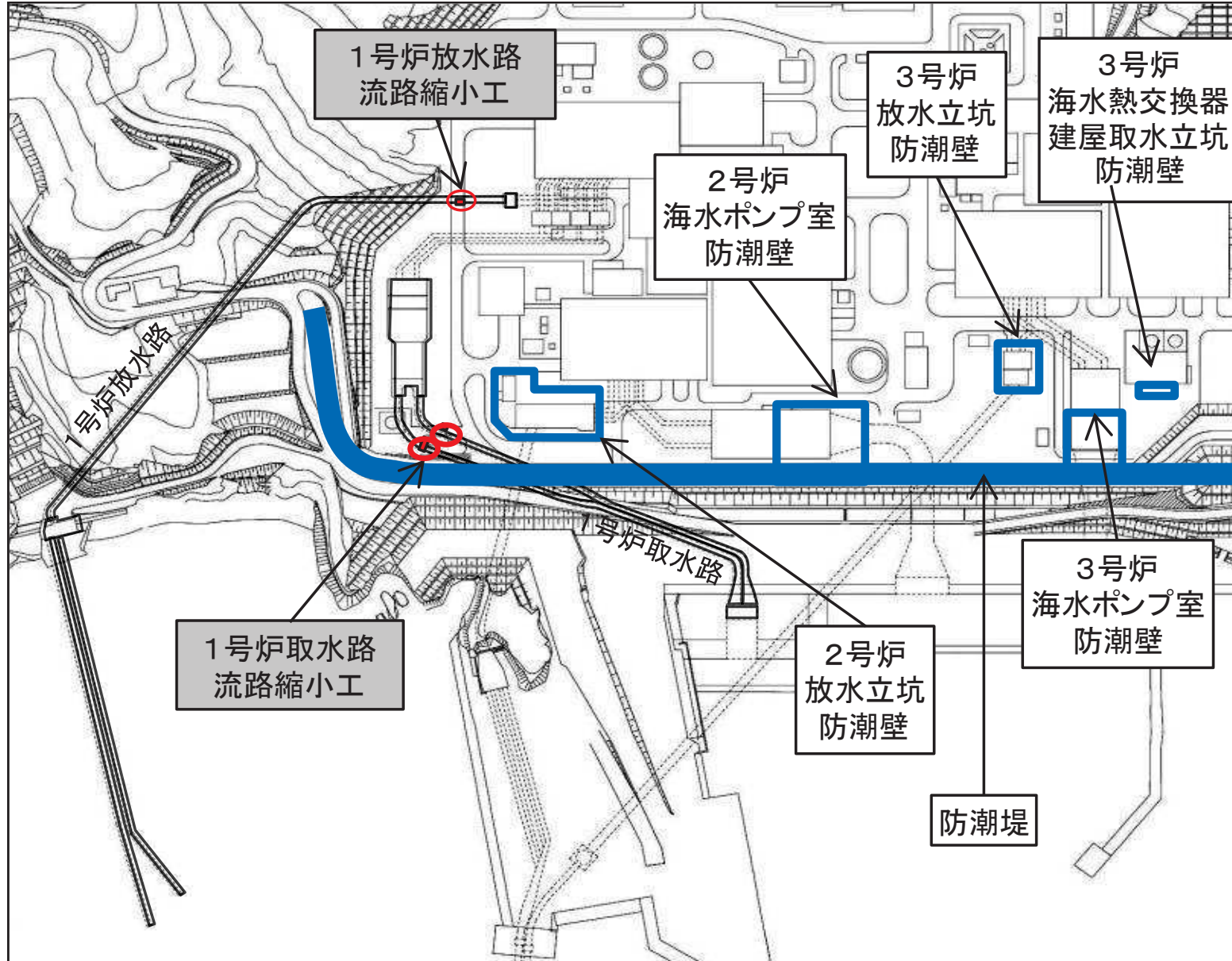
令和2年1月24日
東北電力株式会社

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

- 1 取放水路等からの流入防止対策の概要
- 2 流路縮小工(取水路)の構造概要
- 3 流路縮小工(放水路)の構造概要
- 4 放水立坑の構造概要
- 5 流路縮小工設置による取水機能への影響
- 6 流路縮小工設置による放水機能への影響
- 7 流路縮小工の閉塞の可能性について
- 8 流路縮小工の管理について
- 9 まとめ

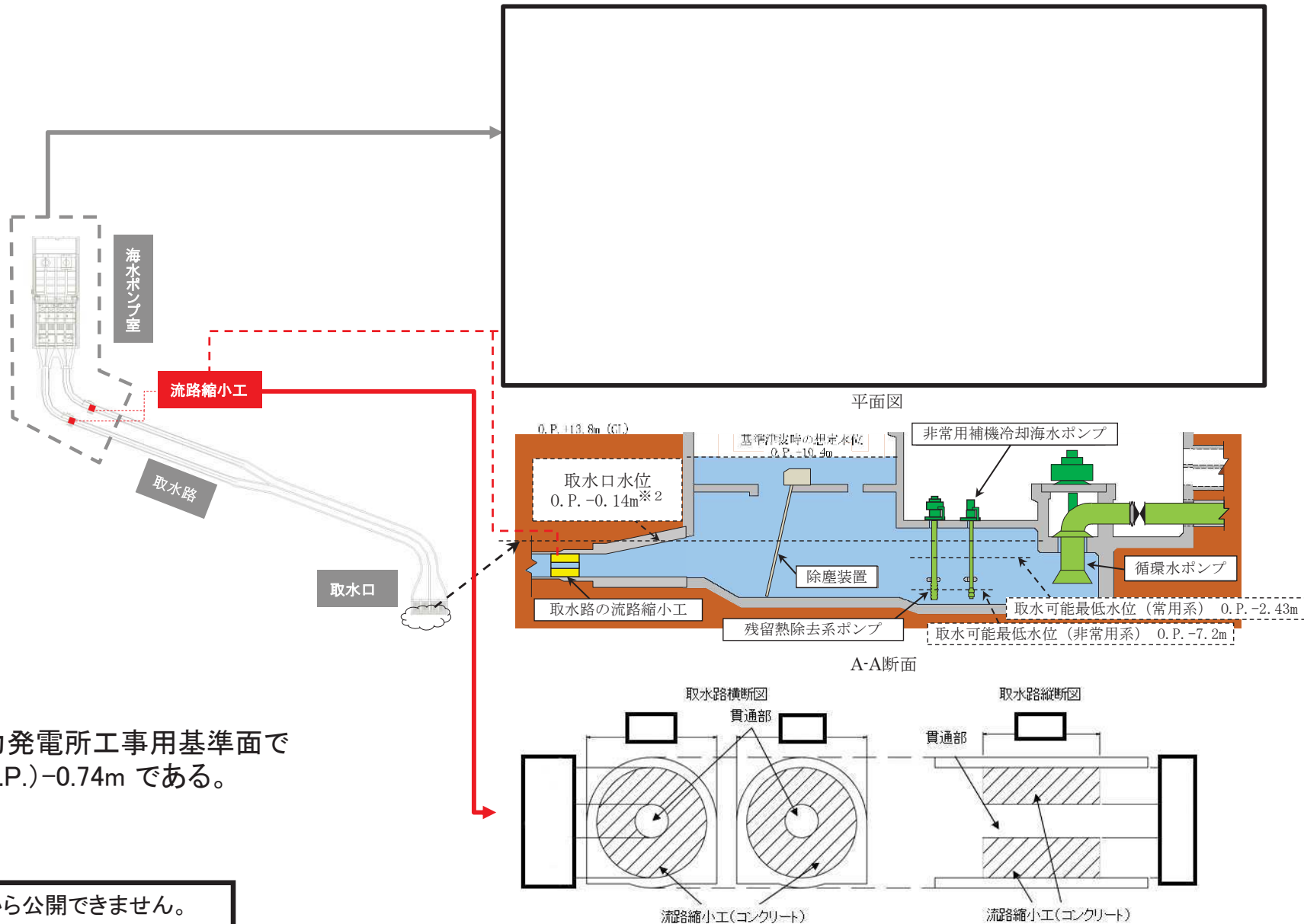
1 取放水路等からの流入防止対策の概要

- 女川1号炉取放水路に設置する取放水路流路縮小工(以下「流路縮小工」という。)は、1号炉海水ポンプ室及び1号炉放水立坑から津波が溢水し2号炉が損傷することを防止するために必要な設備である。
- 流路縮小工の設置による1号維持対象設備への影響について評価した。設置位置を下図に示す。



2 流路縮小工(取水路)の構造概要

- 取水路の流路縮小工は、取水路の海水ポンプ室側直線部に設置する。
- 取水路の流路縮小工は、取水路から敷地への津波の流入を防止するために設置し、補機冷却海水ポンプに必要な海水を取水するため、貫通部(φ1.0m×2条)を設ける。



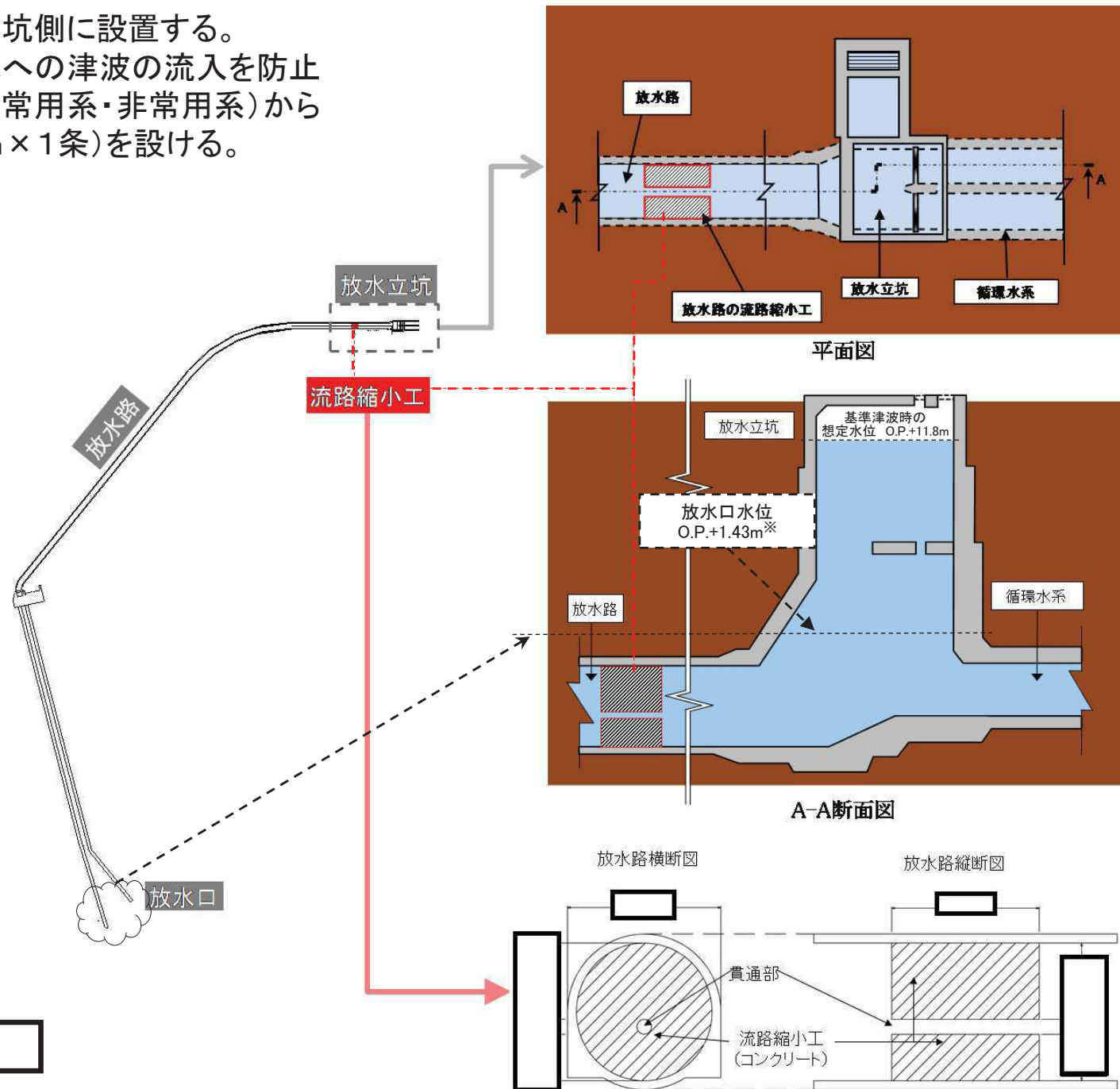
※1 (O.P.)とは女川原子力発電所工事用基準面であり、東京湾平均海面(T.P.)-0.74mである。

※2 朔望平均干潮位

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

3 流路縮小工(放水路)の構造概要

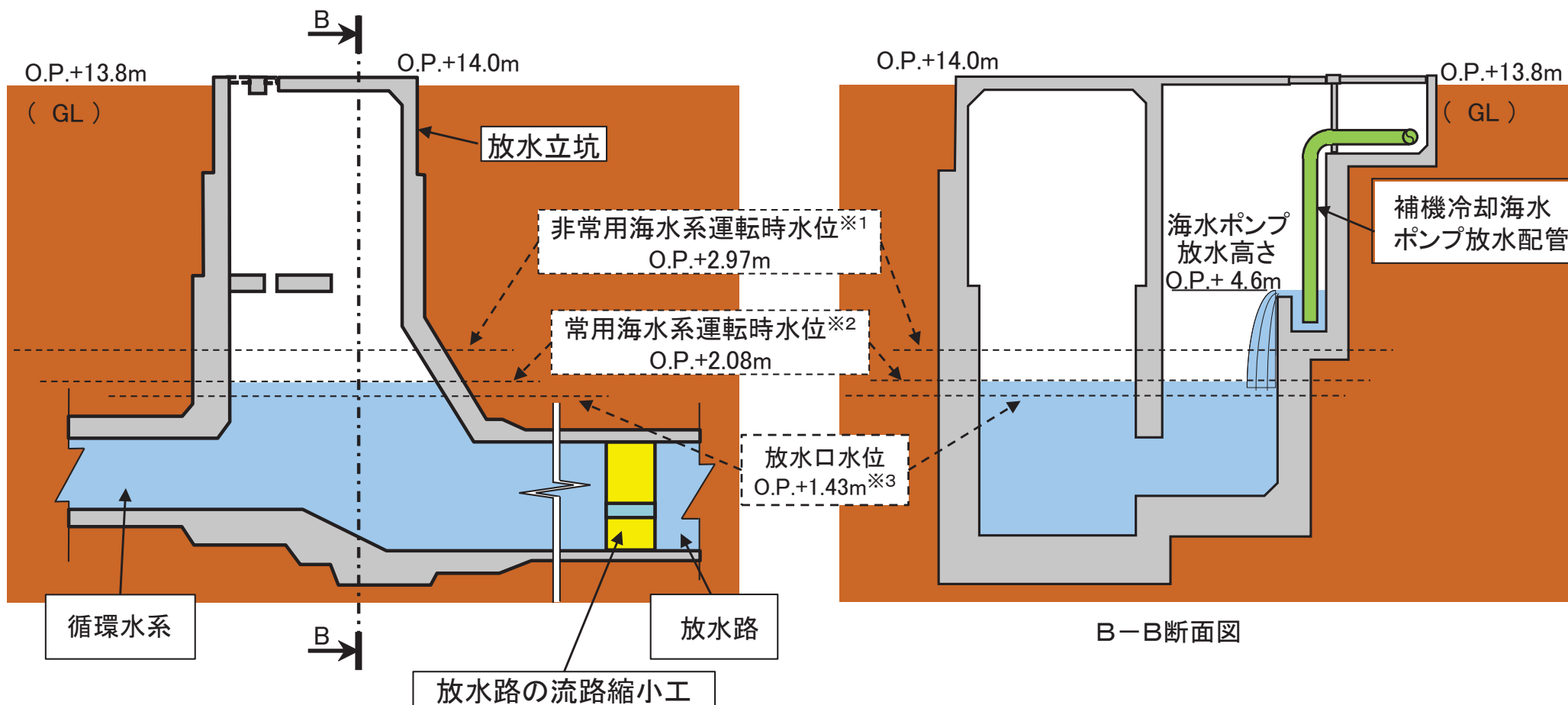
- 放水路の流路縮小工は、放水路の放水立坑側に設置する。
- 放水路の流路縮小工は、放水路から敷地への津波の流入を防止するために設置し、補機冷却海水ポンプ(常用系・非常用系)からの放水を流下するため、貫通部(φ0.5m×1条)を設ける。



※ 朔望平均満潮位

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

4 放水立坑の構造概要



- ※1 残留熱除去海水ポンプ(545m³/h×4台)+非常用補機冷却海水ポンプ(390m³/h+450m³/h)運転時における放水立坑水位
- ※2 原子炉補機冷却海水ポンプ(960m³/h×2台)運転時における放水立坑水位
- ※3 朔望平均満潮位

5 流路縮小工設置による取水機能への影響

補機冷却海水ポンプ(プラント通常運転時の常用系・非常用系)の取水性評価

- 取水路への流路縮小工設置により増加する損失水頭は約0.01~0.02mであり、海水ポンプ室水位は僅かに低下するものの、ポンプの取水可能最低水位から十分余裕があることから、取水機能への影響はない。

流路縮小工設置による取水機能(常用系)への影響

流路縮小工	流量 (m ³ /s)	水路断面積 (m ²)	流速 (m/s)	取水口水位(m)	海水ポンプ室 水位 ^{※5} (m)	ポンプ取水可能 最低水位(m)
設置前	0.53 ^{※1}	15.09 (φ3.1 ^{※2} ×2条)	0.04 ^{※3}	O.P.-0.14 ^{※4}	O.P.-0.15	O.P.-2.43
設置後		1.57 (φ1.0×2条)	0.34 ^{※3}		O.P.-0.16	

※1 原子炉補機冷却海水ポンプ運転時流量(960m³/h×2台)

※2 貝付着代10cm考慮

※3 取水路については、流路縮小工設置後は、設置前のプラント通常運転時と同様、流速は小さいことなどから、通水性に問題ない。

※4 朔望平均干潮位

※5 取水路の流路縮小工における局所損失(急拡、急縮)及び摩擦損失を考慮

流路縮小工設置による取水機能(非常用系)への影響

流路縮小工	流量 (m ³ /s)	水路断面積 (m ²)	流速 (m/s)	取水口水位(m)	海水ポンプ室 水位 ^{※5} (m)	ポンプ取水可能 最低水位(m)
設置前	0.84 ^{※1}	15.09 (φ3.1 ^{※2} ×2条)	0.06 ^{※3}	O.P.-0.14 ^{※4}	O.P.-0.15	O.P.-7.2
設置後		1.57 (φ1.0×2条)	0.54 ^{※3}		O.P.-0.17	

※1 残留熱除去海水ポンプ運転時流量(545m³/h×4台)+非常用補機冷却海水ポンプ運転時の流量(390m³/h+ 450m³/h)

※2 貝付着代10cm考慮

※3 取水路については、流路縮小工設置後は、設置前のプラント通常運転時と同様、流速は小さいことなどから、通水性に問題ない。

※4 朔望平均干潮位

※5 取水路の流路縮小工における局所損失(急拡、急縮)及び摩擦損失を考慮

5 流路縮小工設置による取水機能への影響

補機冷却海水ポンプ(廃止措置中の組み合わせ)の取水性評価

- 取水路への流路縮小工設置により増加する損失水頭は0.01m未満であり、海水ポンプ室水位は僅かに低下するものの、ポンプの取水可能最低水位から十分余裕がある。
- 廃止措置中の最大流量となる組み合わせである、原子炉補機冷却海水ポンプ1台(960m³/h)+非常用補機冷却海水ポンプ1台(450m³/h)運転時の取水機能への影響はない。

流路縮小工設置による取水機能への影響

流路縮小工	流量 (m ³ /s)	水路断面積 (m ²)	流速 (m/s)	取水口水位(m)	海水ポンプ室 水位 ^{※5} (m)	ポンプ取水可能最低水位 (m)
設置前	0.40 ^{※1}	15.09 ($\phi 3.1^{※2} \times 2$ 条)	0.03 ^{※3}	O.P.-0.14 ^{※4}	O.P.-0.15	原子炉補機冷却海水ポンプ O.P.-2.43
設置後		1.57 ($\phi 1.0 \times 2$ 条)	0.25 ^{※3}		O.P.-0.15	非常用補機冷却海水ポンプ O.P.-7.2

※1 原子炉補機冷却海水ポンプ運転時の流量(960m³/h×1台)+非常用補機冷却海水ポンプ運転時の流量(450m³/h×1台)

※2 貝付着代10cm考慮

※3 取水路については、流路縮小工設置後は、設置前のプラント通常運転時と同様、流速は小さいことなどから、通水性に問題ない。

※4 朔望平均干潮位

※5 取水路の流路縮小工における局所損失(急拡, 急縮)及び摩擦損失を考慮

津波襲来時の運用

- 最大の津波を想定した場合、引き波時に常用系である原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能最低水位以下まで潮位が低下するが、使用済燃料プール水温が施設運用上の基準に到達するまでの期間は約13日と十分な余裕があり、津波が収束した後に、安全を確認してから運転させる。

6 流路縮小工設置による放水機能への影響

補機冷却海水ポンプ(常用系・非常用系)運転時の放水性評価

- 放水路への流路縮小工設置による流路抵抗の増加により、常用海水系運転時の放水立坑水位がO.P.+2.08mまで上昇、事故時における非常用海水系運転時ではO.P.+2.97mまで上昇するものの、海水ポンプ放水高さのO.P.+4.6mより十分低いことから、補機冷却海水ポンプの放水性(ポンプ性能)に影響を与えない。
- 廃止措置中の最大流量となる組み合わせである、原子炉補機冷却海水ポンプ1台(960m³/h)+非常用補機冷却海水ポンプ1台(450m³/h) ≒ 0.40m³/sは、常用系運転時の流量(0.53m³/s)以下であり、放水機能への影響はない。

流路縮小工設置による放水機能(常用系)への影響

流路縮小工	流量 (m ³ /s)	水路断面積 (m ²)	流速 (m/s)	放水口水位(m)	放水立坑 水位 ^{※5} (m)	海水ポンプ 放水高さ(m)
設置前	0.53 ^{※1}	15.2 (φ4.4 ^{※2} ×1条)	0.03 ^{※3}	O.P.+1.43 ^{※4}	O.P.+1.44	O.P.+4.6
設置後		0.20 (φ0.5×1条)	2.65 ^{※3}		O.P.+2.08	

※1 原子炉補機冷却海水ポンプ運転時流量(960m³/h×2台)

※2 貝付着代10cm考慮

※3 放水路については、「建設省河川砂防基準(案)同解説 設計編[I]」で定める一般的な設計流速(常時2~5m/s程度)であることから、通水性に問題はない。

※4 朔望平均満潮位

※5 放水路の流路縮小工における局所損失(急拡, 急縮)及び摩擦損失を考慮

流路縮小工設置による放水機能(非常用系)への影響

流路縮小工	流量 (m ³ /s)	水路断面積 (m ²)	流速 (m/s)	放水口水位(m)	放水立坑 水位 ^{※5} (m)	海水ポンプ 放水高さ(m)
設置前	0.84 ^{※1}	15.2 (φ4.4 ^{※2} ×1条)	0.06 ^{※3}	O.P.+1.43 ^{※4}	O.P.+1.44	O.P.+4.6
設置後		0.20 (φ0.5×1条)	4.20 ^{※3}		O.P.+2.97	

※1 残留熱除去海水ポンプ運転時流量(545m³/h×4台)+非常用補機冷却海水ポンプ運転時の流量(390m³/h+ 450m³/h)

※2 貝付着代10cm考慮

※3 放水路については、「建設省河川砂防基準(案)同解説 設計編[I]」で定める一般的な設計流速(常時2~5m/s程度)であることから、通水性に問題はない。

※4 朔望平均満潮位

※5 放水路の流路縮小工における局所損失(急拡, 急縮)及び摩擦損失を考慮

海生生物の付着による閉塞の可能性

- 1号炉取水路の至近3回の定期点検時における調査結果では、貝等の付着厚さは平均で5～20mm、最大で90mmとなっている。

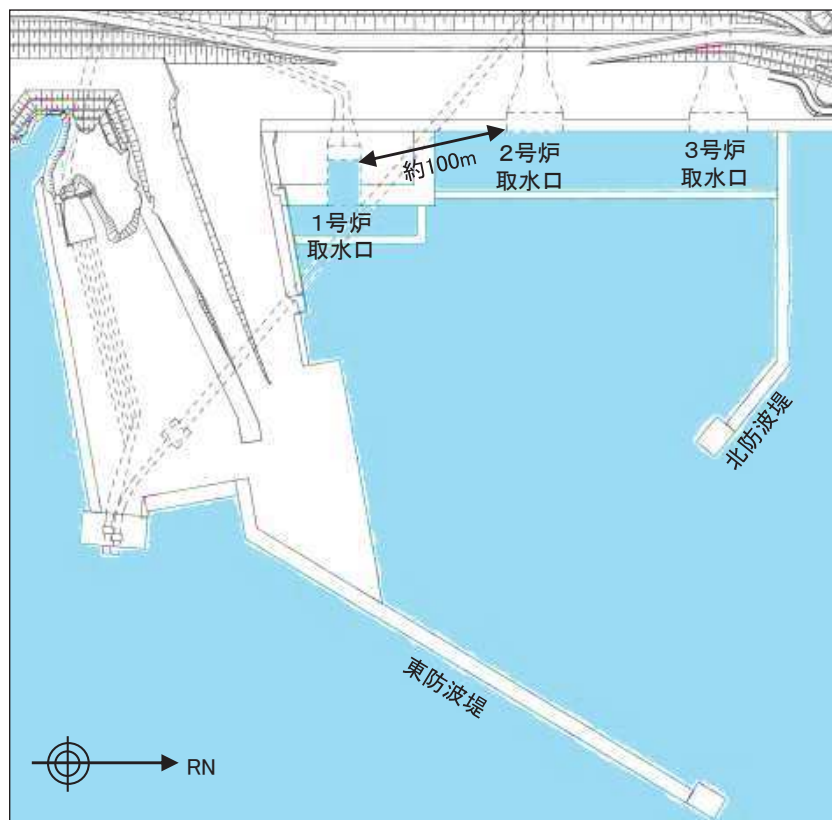
取水路に設置する流路縮小工の貫通部はφ1,000mmであり、断面縮小に伴い当該区間の流速が増大することにより、流路縮小工設置前より当該区間には海生生物が付着しにくくなる。仮に設置前と同等程度付着したとしても、貫通部は貝付着厚さに比べて十分大きいことから、付着による閉塞の可能性はない。

放水路についても取水路以上に流速が増大し、同様の理由により閉塞の可能性はない。

7 流路縮小工の閉塞の可能性について

○基準津波に伴って生じた漂流物が1号炉取水口に到達して、1号炉取水口及び取水路の流路縮小工を閉塞させる可能性について評価した。

- 図に示すとおり、1号炉取水口は2号炉取水口と同じ発電所の港湾内に位置し、離隔は100m程度であるため、1号炉取水口が閉塞する可能性の検討において、考慮すべき漂流物は、2号炉取水口が閉塞する可能性で考慮した漂流物と同じと考えることができる。
- 2号炉取水口全面に到達する可能性がある施設・設備として、発電所敷地内からは、車両及びびがれき(壁材等)等を考慮し、発電所敷地外からは、車両、コンテナ・ユニットハウス及び小型船舶等を考慮したが、1号炉取水口の取水面積との比較や形状、水面を浮遊することから、いずれも1号炉取水口を閉塞することはないと評価している。
- 考慮すべき漂流物のうち投影面積が最大となる施設・設備は車両(約15.2m×約3m)であるのに対して、1号炉取水口の取水面積(6m×4m、4口)はこの車両の投影面積よりも十分大きいことから、1号炉取水口を閉塞することはない。



7 流路縮小工の閉塞の可能性について

- 1号炉取水口には、呑み口(6m×4m)から約3m奥(取水路側)に固定式バースクリーン(鋼製, 目開き:200mm, 高さ方向の鋼材間隔:約500mm)が設置されている。そのため, 同スクリーンの開口面積よりも小さい漂流物が取水路へ流入する可能性があるが, 取水路の流路縮小工の貫通部はφ1,000mmであるため, 固定式バースクリーンを通過した小さい漂流物により取水路の流路縮小工が閉塞する可能性はない。
- 固定式バースクリーンは溶接接合した構造となっており, 仮に変形するようなことがあっても, 個々の鋼材が分離し漂流物化することや大きな開口が生じることはない。
- 以上より, 取水路の流路縮小工が漂流物によって閉塞する可能性はない。
- なお, 東北地方太平洋沖地震に伴う津波によって, 発電所港湾内にかれき等の漂流物が到達したが, 各号炉の取水性へは影響なく, その後に作業船等により撤去している。この実績を踏まえ, 津波襲来後には必要に応じて漂流物を撤去する方針としていることから, 補機冷却海水ポンプの取水は可能である。



取水口概要図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



1号炉取水口固定式バースクリーン

外径寸法:



バースクリーン:FB125mm×12mm ピッチ200mm

保守管理について

- 取水路流路縮小工については、定期的な抜水による点検・清掃等を実施する。また、放水路流路縮小工については、定期的なダイバー、水中カメラ等を用いた点検・清掃等を実施する。

流路縮小工を設置することによる影響について以下のとおり確認した。

- 補機冷却海水系ポンプのうち、廃止措置中の維持対象設備の最大流量となる組み合わせにおいても、取水機能及び放水機能への影響がないことを確認した。