

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

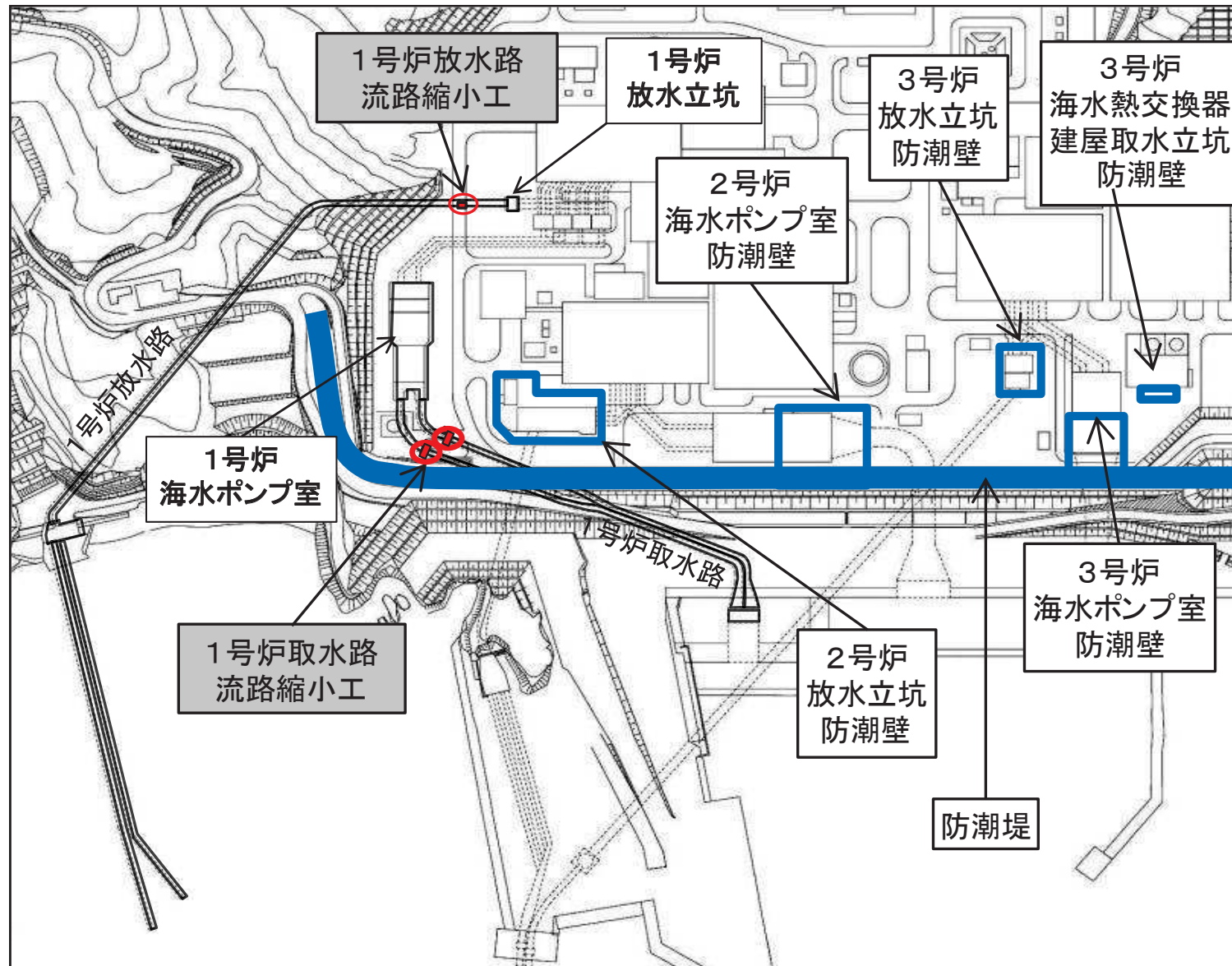
---

令和2年2月13日  
東北電力株式会社

- 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 流路縮小工設置による1号炉取水機能・放水機能への影響について
- 5 流路縮小工の閉塞の可能性について
- 6 流路縮小工の管理について
- 7 まとめ

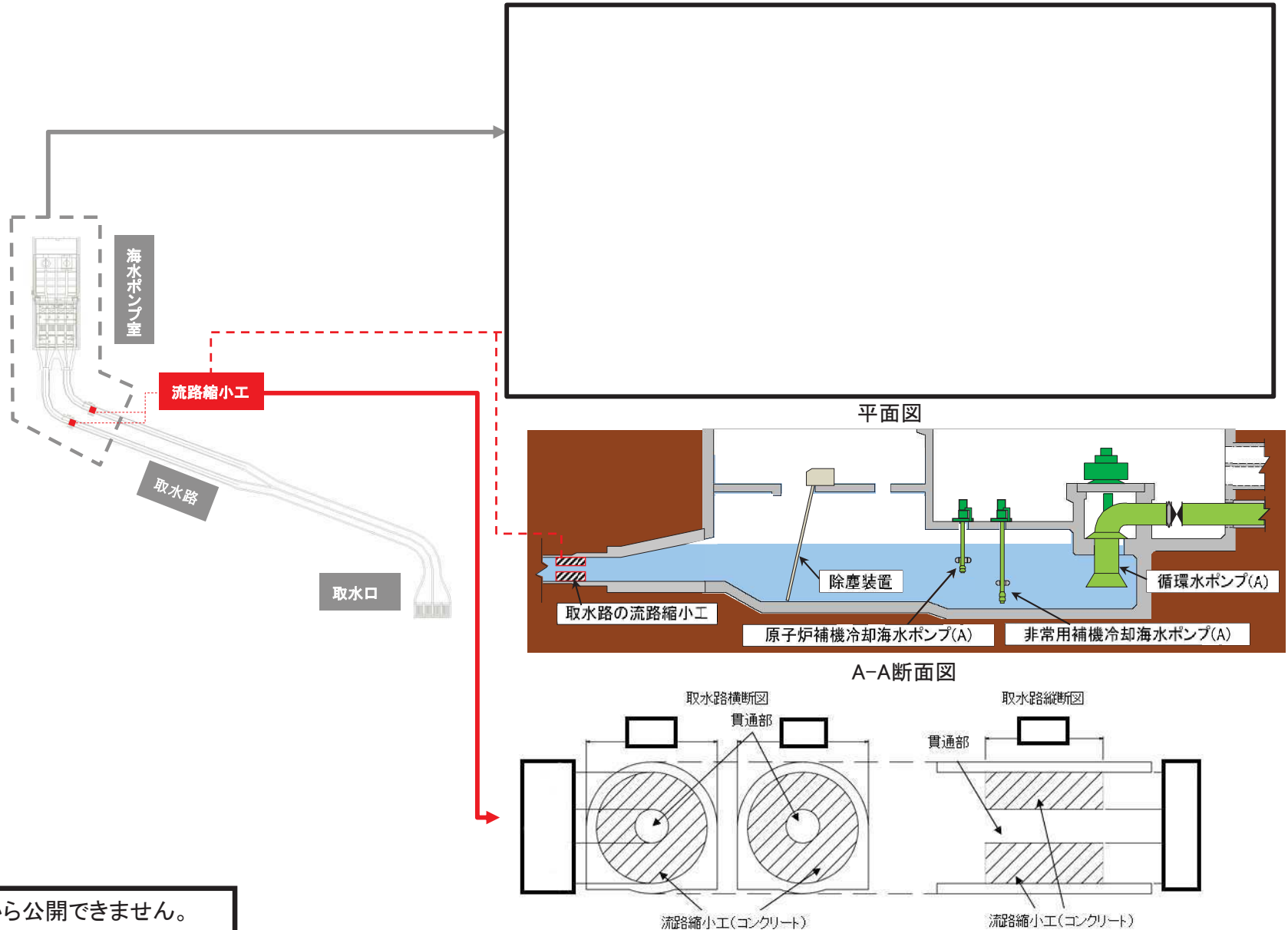
# 1 取放水路等からの流入防止対策の概要

- 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。
- 流路縮小工は1号炉取水路及び1号炉放水路に設置する構造物であり、それぞれの流路をコンクリートにより縮小するものである。
- 流路縮小工の設置による1号炉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

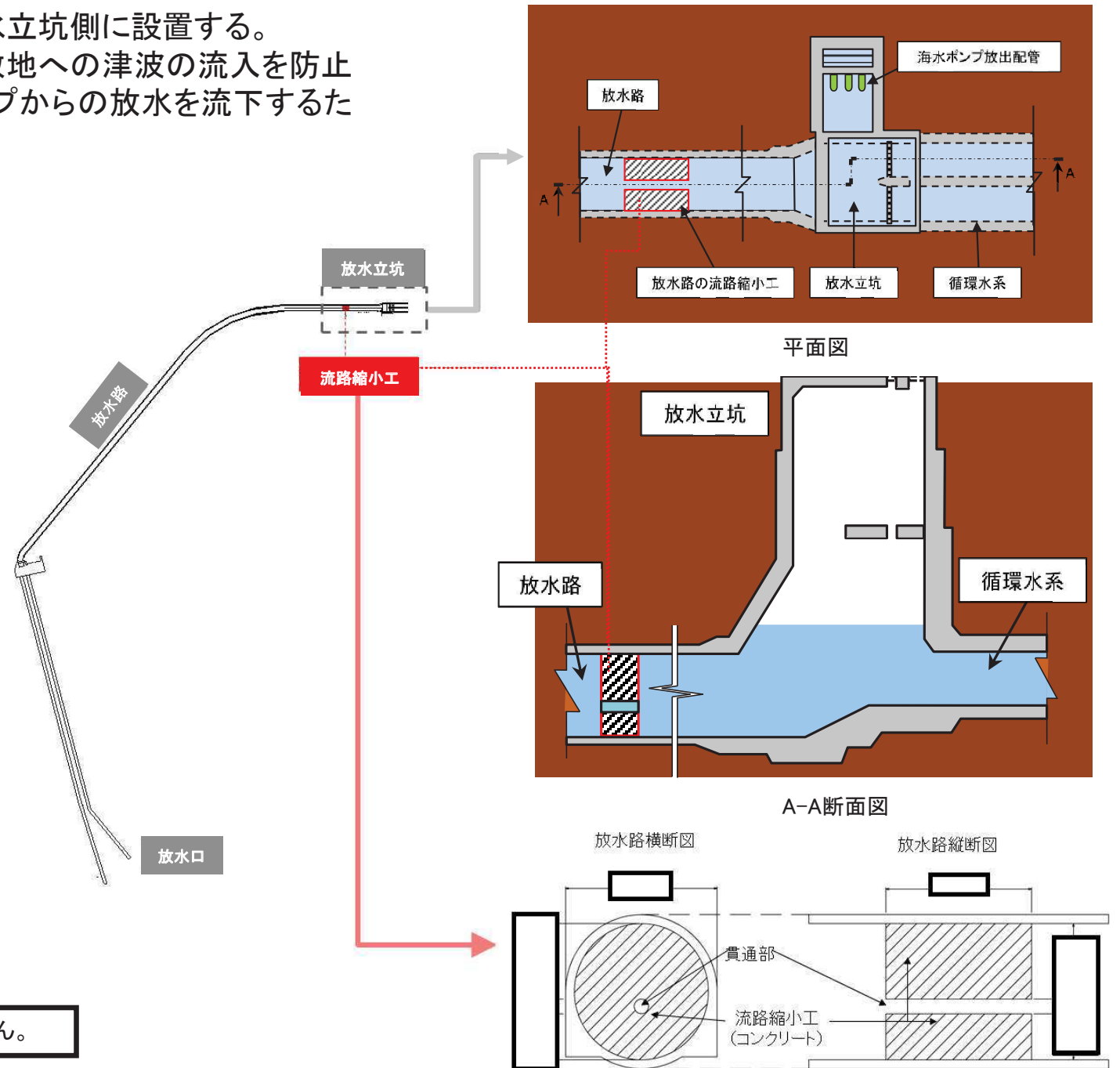
- 取水路の流路縮小工は、取水路の海水ポンプ室側直線部に設置する。
- 取水路の流路縮小工は、取水路から敷地への津波の流入を防止するために設置し、補機冷却海水ポンプに必要な海水を取水するため、貫通部(φ1.0m×2条)を設ける。



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からの放水を流下するため、貫通部(φ0.5m×1条)を設ける。



枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

# 4 流路縮小工設置による1号炉取水機能・放水機能への影響について

## 4-1 廃止措置段階で必要となる海水系について

- 廃止措置段階(解体工事準備期間)において、使用済燃料プールの冷却機能の維持が必要である。
- また、外部電源喪失時(以下「非常時」という。)にも冷却機能が維持できるように、非常用ディーゼル発電機による電源供給機能の維持が必要である。
- 上記、機能の補機冷却のために海水系ポンプの維持が必要である。
- 流路縮小工の設置により取水機能及び放水機能への影響評価が必要となる海水系ポンプは、以下の通り。

廃止措置段階(解体工事準備期間)で必要となる海水系ポンプ

	ポンプ名称	維持台数	流量(m <sup>3</sup> /h)	用途
通常時	原子炉補機冷却海水ポンプ(A)	1	960	使用済燃料プールの冷却
非常時	原子炉補機冷却海水ポンプ(A)	1	960	
	非常用補機冷却海水ポンプ(A)	1	390	非常用ディーゼル発電機(A)の補機冷却

# 4 流路縮小工設置による1号炉取水機能・放水機能への影響について

## 4-2 補機冷却海水ポンプ(通常時)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無視できるレベル(約0.0034m)であり、原子炉補機冷却海水ポンプ(A)の取水可能最低水位から十分余裕がある(下図参照)。
- **通常時における原子炉補機冷却海水ポンプ(A)1台(960m<sup>3</sup>/h)運転時の取水性への影響はない。**
- なお、津波を想定した場合、引き波時に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下がる可能性があるが、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ことにより、施設運用上の基準に到達することなく、取水機能を回復できることを確認している。

流路縮小工設置による取水性への影響(通常時)

流路縮小工	流量 (m <sup>3</sup> /s)	水路断面積 (m <sup>2</sup> )	流速 (m/s)	取水口水位 (m)	海水ポンプ室 水位 <sup>※5</sup> (m) (カッコ内は端数処理前の値)	ポンプ取水可能最低水位 (m)
設置前	0.27 <sup>※1</sup>	7.54 (φ3.1 <sup>※2</sup> )	0.04 <sup>※3</sup>	O.P.-0.14 <sup>※4</sup>	O.P.-0.15 (-0.1402)	O.P.-2.43 (原子炉補機冷却海水ポンプ(A))
設置後		0.78 (φ1.0)	0.35 <sup>※3</sup>		O.P.-0.15 (-0.1436)	

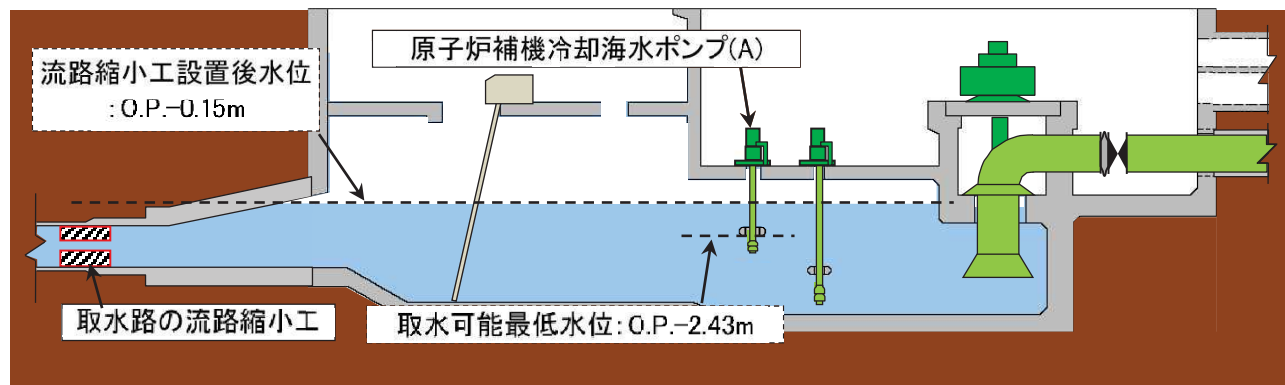
※1 原子炉補機冷却海水ポンプ(A)運転時の流量(960m<sup>3</sup>/h×1台)

※2 貝付着代10cm考慮

※3 取水路については、「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



# 4 流路縮小工設置による1号炉取水機能・放水機能への影響について

## 4-3 補機冷却海水ポンプ(非常時)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0.0063m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(下図参照)。
- 非常時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(A)1台(960m<sup>3</sup>/h)+非常用補機冷却海水ポンプ(A)1台(390m<sup>3</sup>/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(非常時)

流路縮小工	流量 (m <sup>3</sup> /s)	水路断面積 (m <sup>2</sup> )	流速 (m/s)	取水口水位 (m)	海水ポンプ室 水位 <sup>※5</sup> (m) (カッコ内は端数処理前の値)	ポンプ取水可能最低水位 (m)
設置前	0.38 <sup>※1</sup>	7.54 (φ3.1 <sup>※2</sup> )	0.05 <sup>※3</sup>	O.P.-0.14 <sup>※4</sup>	O.P.-0.15 (-0.1404)	O.P.-2.43 (原子炉補機冷却海水ポンプ(A))
設置後		0.78 (φ1.0)	0.49 <sup>※3</sup>		O.P.-0.15 (-0.1467)	O.P.-7.2 (非常用補機冷却海水ポンプ(A))

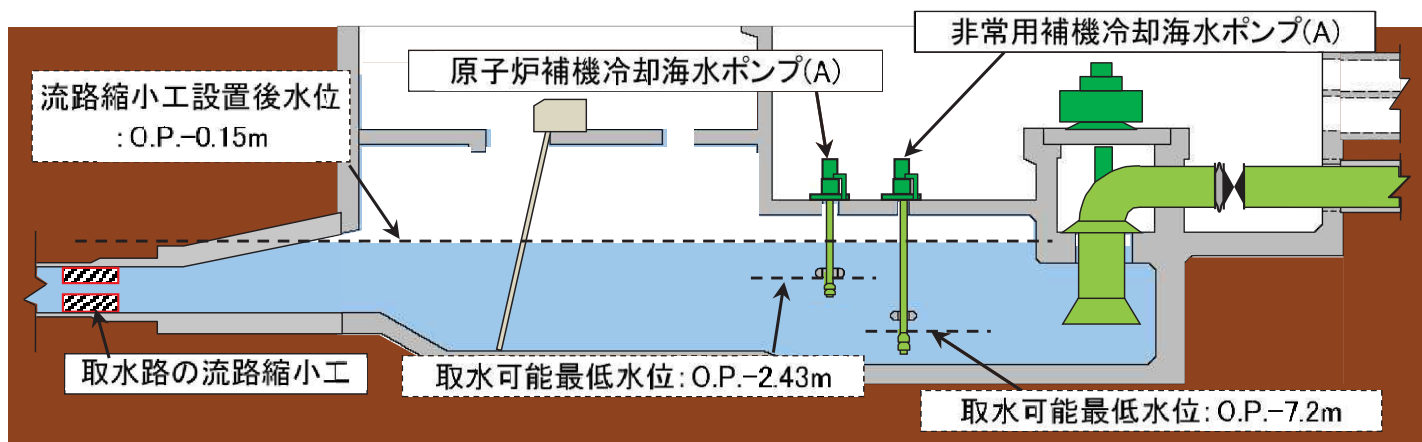
※1 原子炉補機冷却海水ポンプ(A)運転時の流量(960m<sup>3</sup>/h×1台)+非常用補機冷却海水ポンプ(A)運転時の流量(390m<sup>3</sup>/h×1台)

※2 貝付着代10cm考慮

※3 取水路については、「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

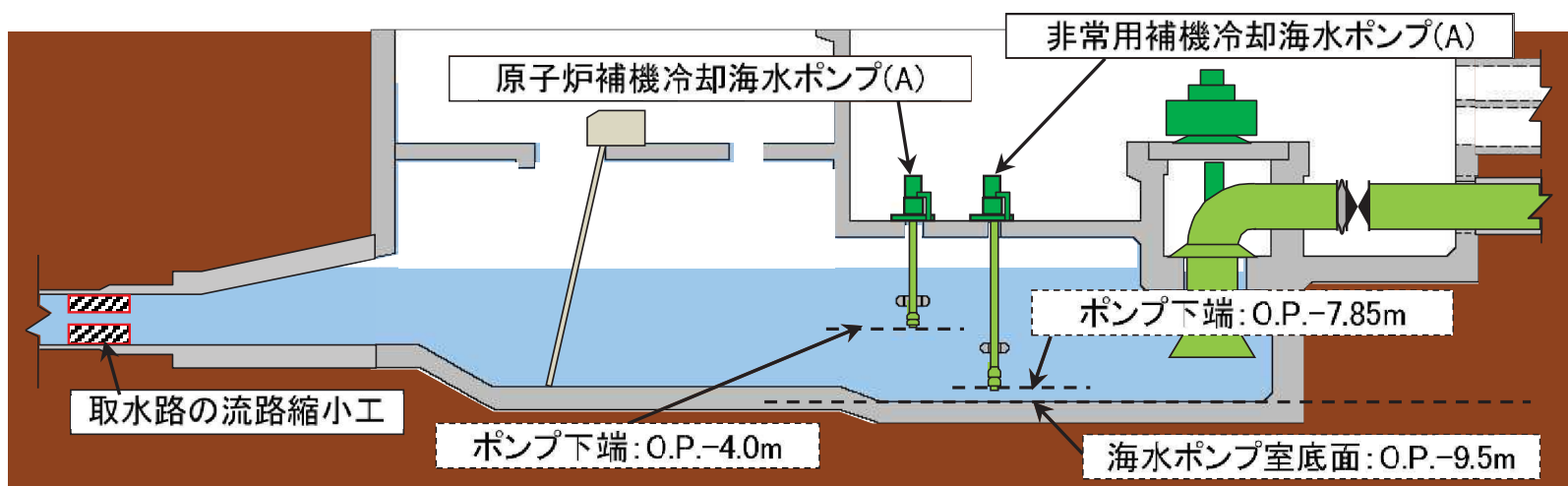




## 4 流路縮小工設置による1号炉取水機能・放水機能への影響について

### 4-4 海水中に含まれる砂による取水機能への影響

- 流路縮小工貫通部は、海水の流れにより砂が堆積しないため、海水中に含まれる砂で閉塞することはない。
- 海水ポンプ室底面はO.P.-9.5m であり、原子炉補機冷却海水ポンプの下端はO.P.-4.0m、非常用補機冷却海水ポンプの下端は O.P.-7.85m であることから、海水ポンプ室底面から1.65～5.5m 高い位置に海水ポンプが設置されていること、更に、流路縮小工設置により、海水ポンプ室内への砂の流入量は減少する方向になることから、海水ポンプ室内における砂堆積による影響はない。
- なお、津波による浮遊砂に対する海水ポンプ運転への影響について、海水ポンプ軸受には異物逃がし溝があり、浮遊砂の影響を考慮した設計上の配慮がなされているため、運転に影響がないことを確認している。



# 4 流路縮小工設置による1号炉取水機能・放水機能への影響について

## 4-5 補機冷却海水ポンプ(通常時)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、通常時における放水立坑水位が約0.17m上昇し、O.P.+1.61mとなるものの、海水ポンプの放水高さO.P.+4.6mより十分低い(下図参照)。
- 通常時における原子炉補機冷却海水ポンプ(A)1台(960m<sup>3</sup>/h)運転時の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への影響(通常時)

流路縮小工	流量 (m <sup>3</sup> /s)	水路断面積 (m <sup>2</sup> )	流速 (m/s)	放水口水位 (m)	放水立坑 水位 <sup>※5</sup> (m)	海水ポンプ 放水高さ(m)
設置前	0.27 <sup>※1</sup>	15.2 (φ4.4 <sup>※2</sup> )	0.02 <sup>※3</sup>	O.P.+1.43 <sup>※4</sup>	O.P.+1.44	O.P.+4.6
設置後		0.20 (φ0.5)	1.35 <sup>※3</sup>		O.P.+1.61	

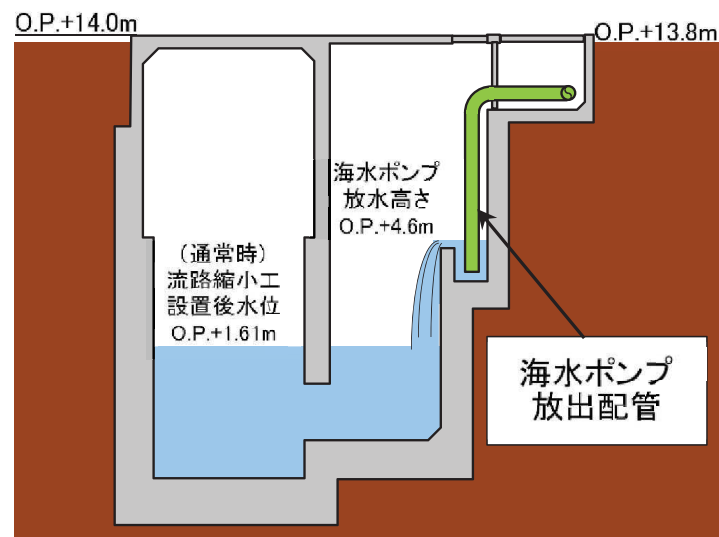
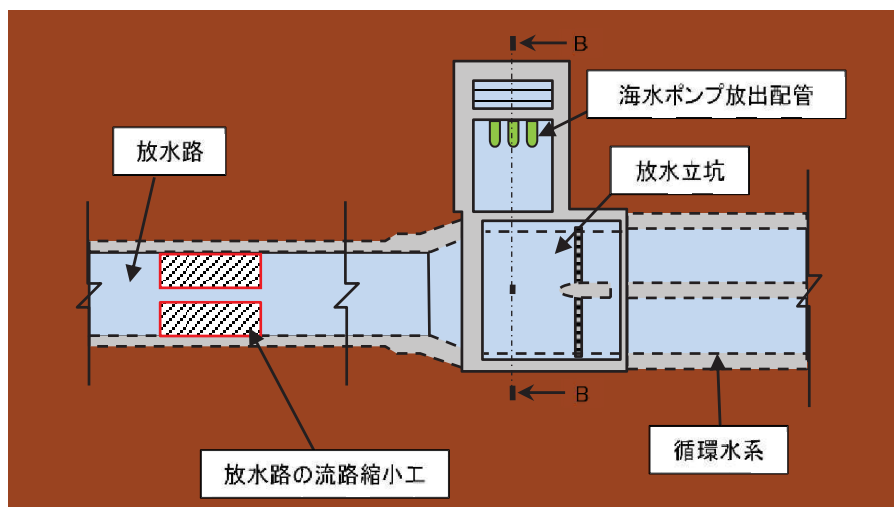
※1 原子炉補機冷却海水ポンプ(A)運転時の流量(960m<sup>3</sup>/h×1台)

※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



B-B断面図

# 4 流路縮小工設置による1号炉取水機能・放水機能への影響について

## 4-6 補機冷却海水ポンプ(非常時)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、非常時における放水立坑水位が約0.33m上昇し、O.P.+1.77mとなるものの、海水ポンプの放水高さO.P.+4.6mより十分低い(下図参照)。
- 非常時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(A)1台(960m<sup>3</sup>/h)+非常用補機冷却海水ポンプ(A)1台(390m<sup>3</sup>/h)運転時の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への影響(非常時)

流路縮小工	流量 (m <sup>3</sup> /s)	水路断面積 (m <sup>2</sup> )	流速 (m/s)	放水口水位(m)	放水立坑 水位※ <sup>5</sup> (m)	海水ポンプ 放水高さ(m)
設置前	0.38※ <sup>1</sup>	15.2 (φ4.4※ <sup>2</sup> )	0.03※ <sup>3</sup>	O.P.+1.43※ <sup>4</sup>	O.P.+1.44	O.P.+4.6
設置後		0.20 (φ0.5)	1.90※ <sup>3</sup>		O.P.+1.77	

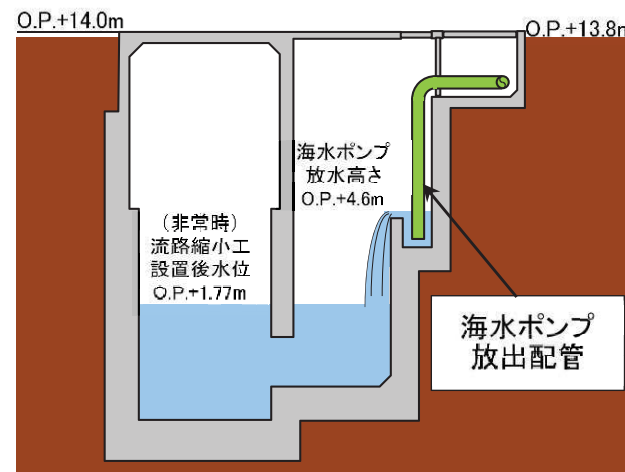
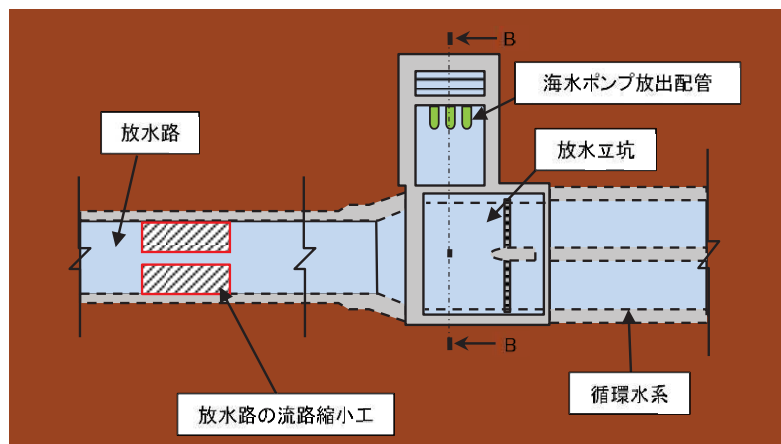
※1 原子炉補機冷却海水ポンプ(A)運転時の流量(960m<sup>3</sup>/h×1台)+非常用補機冷却海水ポンプ(A)運転時の流量(390m<sup>3</sup>/h×1台)

※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



B-B断面図

# 4 流路縮小工設置による1号炉取水機能・放水機能への影響について

## 4-7 自主管理設備における評価について

- **5** 4-1で述べた維持管理対象設備の組み合わせのほか、下表の組み合わせでも使用済燃料プールの冷却が可能であり自主管理設備としているが、非常用補機冷却海水ポンプ(B)の流量が(A)と異なるため、自主管理設備とする非常用ディーゼル発電機(B)を維持するための非常時の組み合わせにおける評価を実施している。
- 原子炉補機冷却海水ポンプの流量は(A)～(C)で同じであるため、通常時の評価結果は **6** 4-2(取水性評価)及び **9** 4-5(放水性評価)と同じである。

自主管理設備とする海水系ポンプ

	ポンプ名称	維持台数	流量(m <sup>3</sup> /h)	用途
通常時	原子炉補機冷却海水ポンプ(B)	1	960	使用済燃料プールの冷却
非常時	原子炉補機冷却海水ポンプ(B)	1	960	
	非常用補機冷却海水ポンプ(B)	1	450	非常用ディーゼル発電機(B)の補機冷却

# 4 流路縮小工設置による1号炉取水機能・放水機能への影響について

## 4-8 補機冷却海水ポンプ(非常時)の取水性評価(自主管理設備)

- 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0.0069m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(下図参照)。
- 非常時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(B)1台(960m<sup>3</sup>/h)+非常用補機冷却海水ポンプ(B)1台(450m<sup>3</sup>/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(非常時)

流路縮小工	流量 (m <sup>3</sup> /s)	水路断面積 (m <sup>2</sup> )	流速 (m/s)	取水口水位 (m)	海水ポンプ室 水位※ <sup>5</sup> (m) (カッコ内は端数処理前の値)	ポンプ取水可能最低水位 (m)
設置前	0.40※ <sup>1</sup>	7.54 (φ3.1※ <sup>2</sup> )	0.05※ <sup>3</sup>	O.P.-0.14※ <sup>4</sup>	O.P.-0.15 (-0.1404)	O.P.-2.43 (原子炉補機冷却海水ポンプ(B))
設置後		0.78 (φ1.0)	0.51※ <sup>3</sup>		O.P.-0.15 (-0.1473)	O.P.-7.2 (非常用補機冷却海水ポンプ(B))

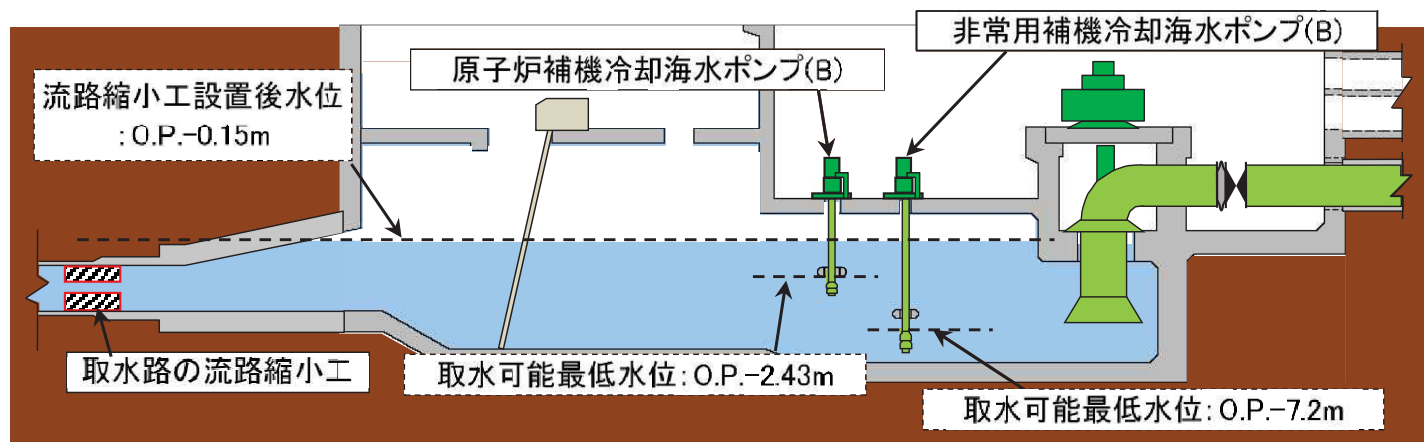
※1 原子炉補機冷却海水ポンプ(B)運転時の流量(960m<sup>3</sup>/h×1台)+非常用補機冷却海水ポンプ(B)運転時の流量(450m<sup>3</sup>/h×1台)

※2 貝付着代10cm考慮

※3 取水路については、「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



# 4 流路縮小工設置による1号炉取水機能・放水機能への影響について

## 4-9 補機冷却海水ポンプ(非常時)運転時の放水性評価(自主管理設備)

- 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、非常時における放水立坑水位が約0.37m上昇し、O.P.+1.81mとなるものの、海水ポンプの放水高さO.P.+4.6mより十分低い(下図参照)。
- 非常時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(B)1台(960m<sup>3</sup>/h)+非常用補機冷却海水ポンプ(B)1台(450m<sup>3</sup>/h)運転時の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への影響(非常時)

流路縮小工	流量 (m <sup>3</sup> /s)	水路断面積 (m <sup>2</sup> )	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	0.40※1	15.2 (φ4.4※2)	0.03※3	O.P.+1.43※4	O.P.+1.44	O.P.+4.6
設置後		0.20 (φ0.5)	2.00※3		O.P.+1.81	

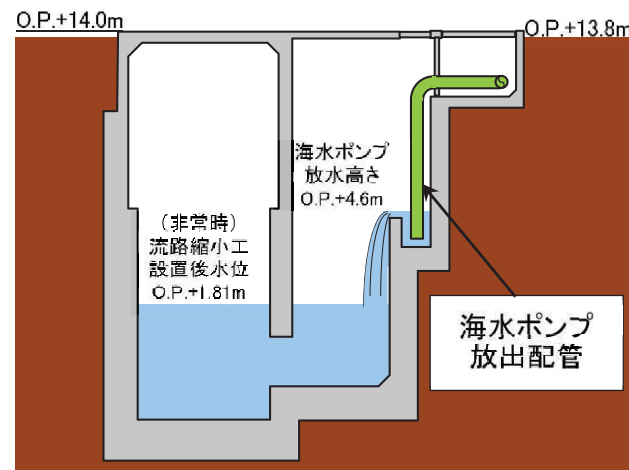
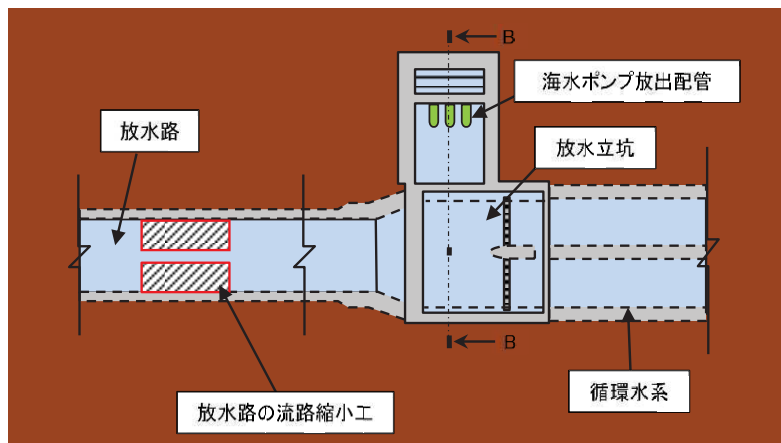
※1 原子炉補機冷却海水ポンプ運転時の流量(960m<sup>3</sup>/h×1台)+非常用補機冷却海水ポンプ運転時の流量(450m<sup>3</sup>/h×1台)

※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



B-B断面図

## 5 流路縮小工の閉塞の可能性について

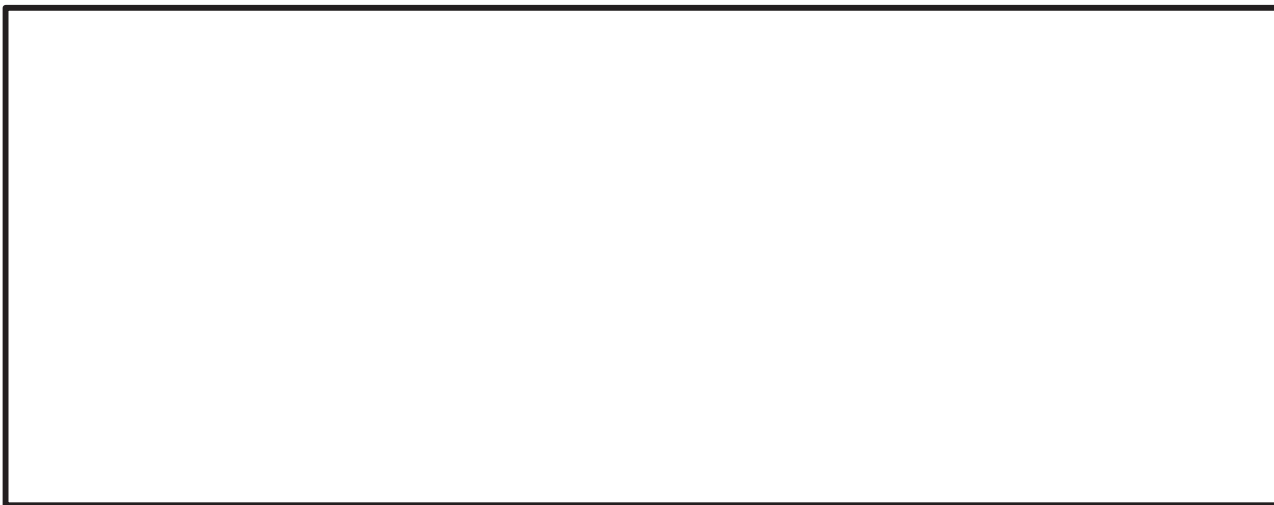
### 5-1 海生生物の付着による影響

- 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。
- なお、流路縮小工設置後においても定期的な点検と清掃を行う。

## 5 流路縮小工の閉塞の可能性について

### 5-2 漂流物による影響

- 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。
- なお, 津波時の漂流物を想定しても, 取水路の流路縮小工が閉塞する可能性はないことを確認している。また, 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



## 6 流路縮小工の管理について

### 保守管理について

- 流路縮小工については、津波防護施設としての機能及び1号炉取水機能・放水機能を維持していくため、保安規定及び社内規定で定める保全計画に基づき、適切に管理していく。具体的には、取水路については定期的な抜水による点検・清掃等を実施する。また放水路についても定期的な抜水による点検・清掃等、またはダイバー、水中カメラ等を用いた点検・清掃等を実施することにより、流路縮小工部の変状の有無等を確認し、変状等が確認された場合には、詳細な調査等を行うこととする。

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。

(1) 1号炉取水機能への影響

流路縮小工設置後も廃止措置段階に必要な海水系ポンプの組み合わせにおいても、取水機能が確保されることを確認した。

(2) 1号炉放水機能への影響

流路縮小工設置後も廃止措置段階に必要な海水系ポンプの組み合わせにおいても、放水機能が確保されることを確認した。

(3) 流路縮小工部の閉塞の可能性

海生生物の付着及び漂流物によって、流路縮小工が閉塞する可能性はないことを確認した。

(4) 保守管理について

流路縮小工については、津波防護施設としての機能及び1号炉取水機能・放水機能を維持していくため、保安規定及び社内規定で定める保全計画に基づき、適切に管理していく。