

資料 1

柏崎刈羽原子力発電所第6号機 設計及び工事計画審査資料	
資料番号	KK6 補足-027-1 改 1
提出年月日	2024年 1月 12日

資料 1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について

2024年 1月
東京電力ホールディングス株式会社

目次

1. 対象設備	4
2. 屋外重要土木構造物の要求性能と要求性能に対する耐震評価内容	2
2.1 支持性能	2
2.2 通水性能	2
2.3 貯水性能	3
2.4 屋外重要土木構造物の耐震安全性に関する整理	3
3. 安全係数	6
4. 屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方	6
4.1 方針	6
4.2 スクリーン室の断面選定の考え方	6
4.3 取水路の断面選定の考え方	6
4.4 補機冷却用海水取水路の断面選定の考え方	7
4.5 軽油タンク基礎の断面選定の考え方	19
4.6 燃料移送系配管ダクトの断面選定の考え方	19
4.7 常設代替交流電源設備基礎の断面選定の考え方	20
4.8 スクリーン室（7号機設備）の断面選定の考え方	20
4.9 取水路（7号機設備）の断面選定の考え方	20
4.10 軽油タンク基礎（7号機設備）の断面選定の考え方	20
5. 地盤物性のばらつきの考慮方法について	21
6. 許容限界について	21
7. ジョイント要素のばね設定について	21
8. 地震応答解析における構造物の減衰定数について	21
9. 屋外重要土木構造物の耐震評価における追加解析ケースの選定について	21
10. 屋外重要土木構造物の鉛直方向固有周期について	22
10.1 概要	22
10.2 鉛直方向固有周期の算定方法	22
10.3 鉛直方向固有周期の算定結果	24

参考資料

(参考資料1) 鋼管杭の照査(安全係数)に係る鋼・合成構造標準示方書の適用性について	参考 1 - 1
(参考資料2) ジョイント要素のばね定数の妥当性確認結果について	参考 2 - 1
(参考資料3) 地震応答解析における構造物の減衰定数について	参考 3 - 1
(参考資料4) 追加解析ケースの選定方法の詳細について	参考 4 - 1
(参考資料5) 鋼管杭の照査に係るキャスク指針の適用性について	参考 5 - 1
(参考資料6) 軽油タンク基礎, 常設代替交流電源設備基礎及び軽油タンク基礎(7号機設備)に対する土木学会マニュアルの適用性について	参考 6 - 1
(参考資料7) 鉄筋コンクリート部材のせん断力照査の手順について	参考 7 - 1
(参考資料8) 屋外重要土木構造物の設備分類及び評価項目の7号機申請からの変更点	参考 8 - 1

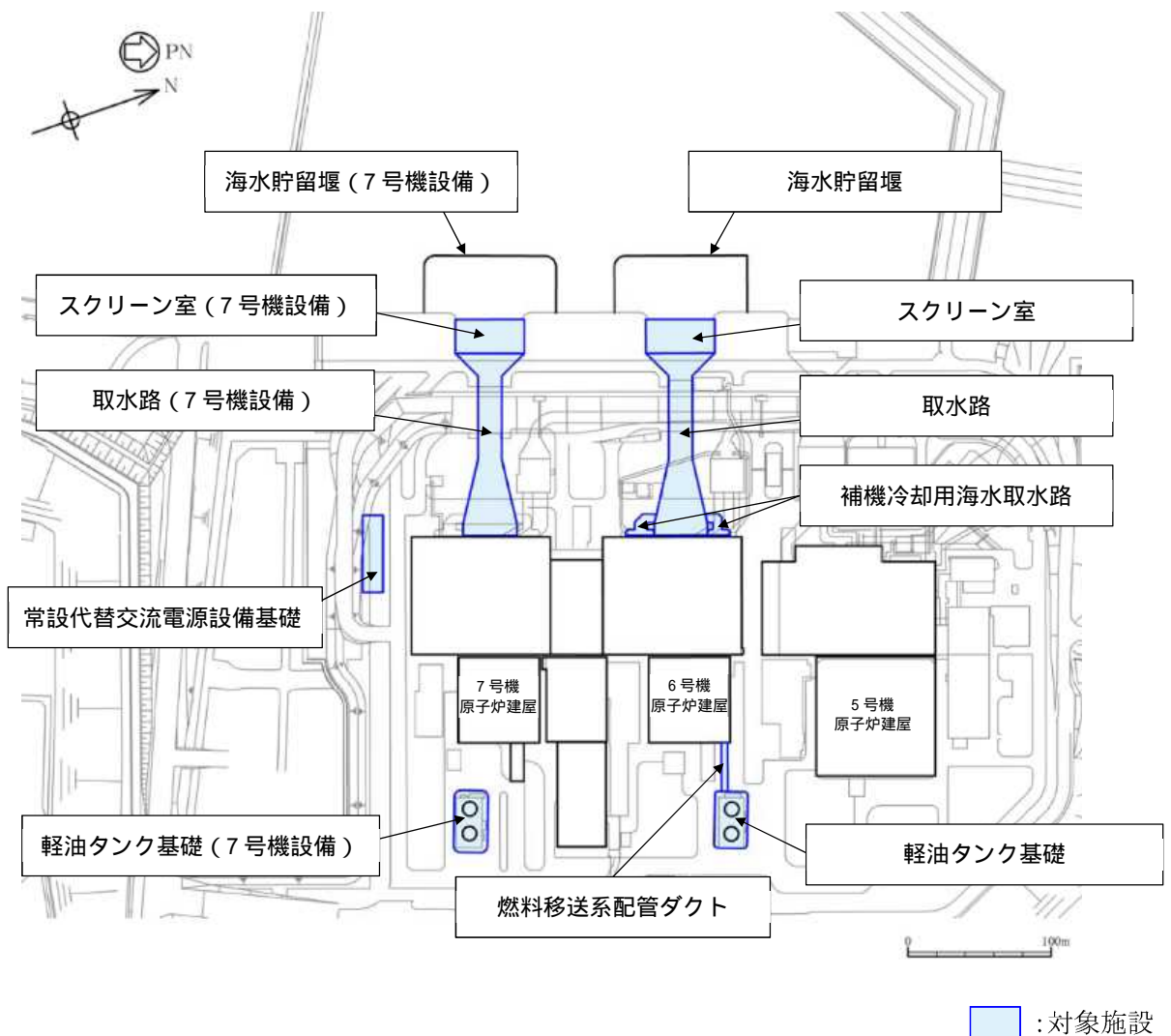
1. 対象設備

耐震評価の対象とする屋外重要土木構造物は、Sクラスの機器・配管系の間接支持機能若しくは非常時における海水の通水機能・貯水機能を求められる軽油タンク基礎、燃料移送系配管ダクト、スクリーン室、取水路、補機冷却用海水取水路及び海水貯留堰である。

また、同様に耐震評価の対象とする「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備」及び「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設」に該当する土木構造物である軽油タンク基礎、燃料移送系配管ダクト、スクリーン室、取水路、補機冷却用海水取水路、海水貯留堰、軽油タンク基礎（7号機設備）、スクリーン室（7号機設備）、取水路（7号機設備）、海水貯留堰（7号機設備）及び常設代替交流電源設備基礎についても記載する。

なお、海水貯留堰及び海水貯留堰（7号機設備）については、「浸水防護施設の耐震性に関する説明書の補足説明資料（KK6 補足-028-8）」において、津波防護施設としての耐震評価を別途実施する。

これらの屋外重要土木構造物等の位置図を図 1-1 に示す。なお、本資料では、図 1-1 に示す対象施設を屋外重要土木構造物として扱い、以下に耐震評価の詳細を示す。



2. 屋外重要土木構造物の要求性能と要求性能に対する耐震評価内容

屋外重要土木構造物は、Sクラスの機器・配管系の間接支持構造物又は非常用取水設備であることを考慮し、その要求性能については、想定する地震動に対して次のように設定する。

支持性能：Sクラスの機器・配管系を間接支持する構造物について、機器・配管系の各機能を安全に支持できること。

通水性能：非常用取水設備のうち、通水断面を有する構造物について、通水機能を保持できること。

貯水性能：非常用取水設備について、著しい漏水がなく、所要の海水を貯留できること。

上記性能維持については、必ずしも同一の評価基準を満足することで確認できるものではないことから、以下のとおり、要求性能毎に条件を整理し、基本となる評価内容及び要求性能を踏まえた追加検討内容について定める。

なお、屋外重要土木構造物の要求性能と要求性能に対する耐震評価は、以下の基本方針に基づく。

- ・ -2-1-1「耐震設計の基本方針」
- ・ -2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」
- ・ -2-1-6「地震応答解析の基本方針」
- ・ -2-1-9「機能維持の基本方針」

2.1 支持性能

支持性能については、令和2年10月14日付け原規規発第2010147号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計及び工事の計画の説明資料(以下「7号工認資料」という。)「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書(KK7 補足-027) 資料1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「2.1 支持性能」による。

2.2 通水性能

通水性能については、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書(KK7 補足-027) 資料1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「2.2 通水性能」による。

2.3 貯水性能

貯水性能については、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料 1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「2.3 貯水性能」による。

2.4 屋外重要土木構造物の耐震安全性に関する整理

支持性能及び通水性能に対する許容限界は、曲げ及びせん断ともに終局限界とする。

また、貯水性能に対する許容限界として、曲げについては断面降伏を、せん断については終局限界（せん断耐力）を適用する。結果として、せん断に対しては、いずれの要求性能に対しても終局限界が統一的な許容限界として適用されることになるが、この許容限界について各種安全係数を考慮することで、せん断についても終局限界に対し妥当な安全余裕を考慮した設計を行う方針とする。

各要求性能と許容限界の関係の概念を図 2-1 に示す。

表 2-1 に、屋外重要土木構造物の要求性能及び目標性能の整理表を示す。また、表 2-2 に屋外重要土木構造物の要求性能一覧を示す。

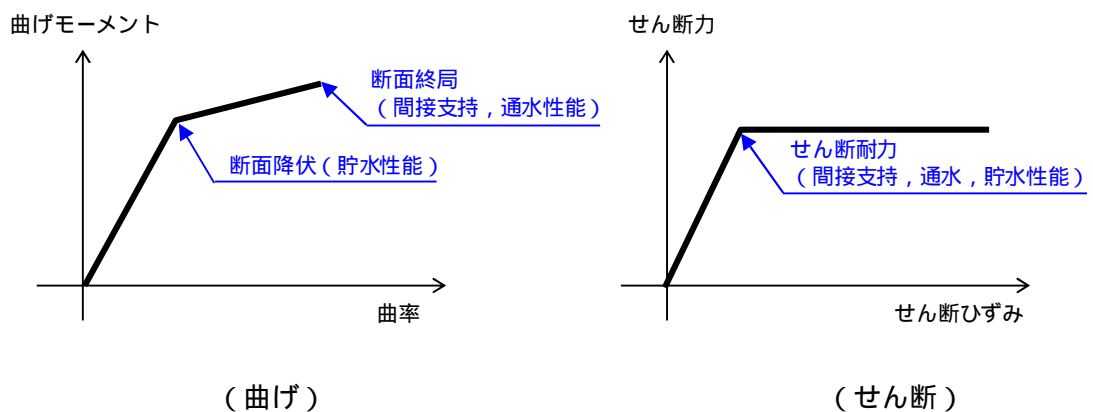


図 2-1 各要求性能と許容限界の関係の概念

表 2-1 屋外重要土木構造物の要求性能及び目標性能の整理表

		屋外重要土木構造物に求められる性能		
		支持性能	通水性能	貯水性能
要求性能		Sクラスの機器・配管系を安全に支持できる	海水の通水断面を閉塞しない	漏水が無く、貯水性を保持できる
目標性能		<鉄筋コンクリート部材及び鋼材> ・ 構造物が終局状態に至らない ・ 機器・配管系の制約条件を満足する	<鉄筋コンクリート部材> ・ 構造物が終局状態に至らない	<鉄筋コンクリート部材> ・ 鉄筋が降伏しない
設定理由		機器・配管系の支持性能は、耐荷性能を維持することと同義であり、構造物が終局状態に至らないことを目標性能とする。ただし、支持するSクラスの機器・配管系の機能維持のための与条件がある場合は、別途確認を行う。	構造物が終局状態に至った場合でも、直ちに通水断面の閉塞に繋がる事象には至らないが、保守的にと同様に、終局状態に至らないことを目標性能とする。	鉄筋コンクリート部材においては、断面が降伏に至らない状態及びせん断耐力以下であれば、漏水が生じるような顕著な（部材を貫通するような）ひび割れは発生しないことから、鉄筋が降伏しないこと及び発生せん断力がせん断耐力以下であることを目標性能とする。
許容限界		終局耐力	同左	降伏耐力
主な照査結果・許容限界	曲げ	<鉄筋コンクリート部材> 照査用層間変形角<限界層間変形角 ^{*1} 照査用ひずみ<限界ひずみ ^{*1, *2} <鋼材> 照査用曲率<終局曲率 ^{*1}	<鉄筋コンクリート部材> 照査用層間変形角<限界層間変形角 ^{*1}	<鉄筋コンクリート部材> 鉄筋の引張応力<鉄筋の降伏強度
	せん断	<鉄筋コンクリート部材> 照査用せん断力<せん断耐力 ^{*1} <鋼材> 照査用せん断力<終局せん断強度 ^{*1}	<鉄筋コンクリート部材> 照査用せん断力<せん断耐力 ^{*1}	同左

注記*1：許容限界として設定する限界層間変形角，限界ひずみ，終局曲率，せん断耐力及び終局せん断強度は，各種係数を見込むことで安全余裕を考慮する。

*2：鉄筋コンクリート部材の限界ひずみ：圧縮縁コンクリートひずみ1.0%

表 2-2 屋外重要土木構造物の要求性能一覧

構造物名称	要求性能			非常用 取水設備
	支持性能	通水性能	貯水性能	
軽油タンク基礎		-	-	-
燃料移送系配管ダクト		-	-	-
スクリーン室	-			
取水路	-			
補機冷却用海水取水路	-			
スクリーン室（7号機設備）	-			
取水路（7号機設備）	-			
常設代替交流電源設備基礎		-	-	-
軽油タンク基礎（7号機設備）		-	-	-

3. 安全係数

安全係数については、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料 1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「3. 安全係数」による。

4. 屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方

4.1 方針

方針については、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料 1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「4.1 方針」による。

4.2 スクリーン室の断面選定の考え方

スクリーン室の断面選定の考え方は、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料 1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「4.8 スクリーン室（6号機設備）の断面選定の考え方」による。

4.3 取水路の断面選定の考え方

取水路の断面選定の考え方は、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料 1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「4.9 取水路（6号機設備）の断面選定の考え方」による。

4.4 補機冷却用海水取水路の断面選定の考え方

図 4-1～図 4-6 に補機冷却用海水取水路の平面配置図，平面図，詳細平面図，断面図，縦断面図及び立体図を示す。また，図 4-7 に周辺地質断面図を示す。

補機冷却用海水取水路は，非常時における海水の通水機能を求められる鉄筋コンクリート造の地中埋設構造物であり，取水路漸拡部からそれぞれ北側及び南側に分岐し，取水方向に複数の断面形状を示し，マンメイドロックを介して西山層に支持される。

なお，図 4-2，図 4-3 及び図 4-5 に示す耐震ジョイントの地震時の健全性については「資料5 スクリーン室，取水路，補機冷却用海水取水路の耐震安全性評価」のうち「(参考資料2) 耐震ジョイントの健全性評価について」に示す。

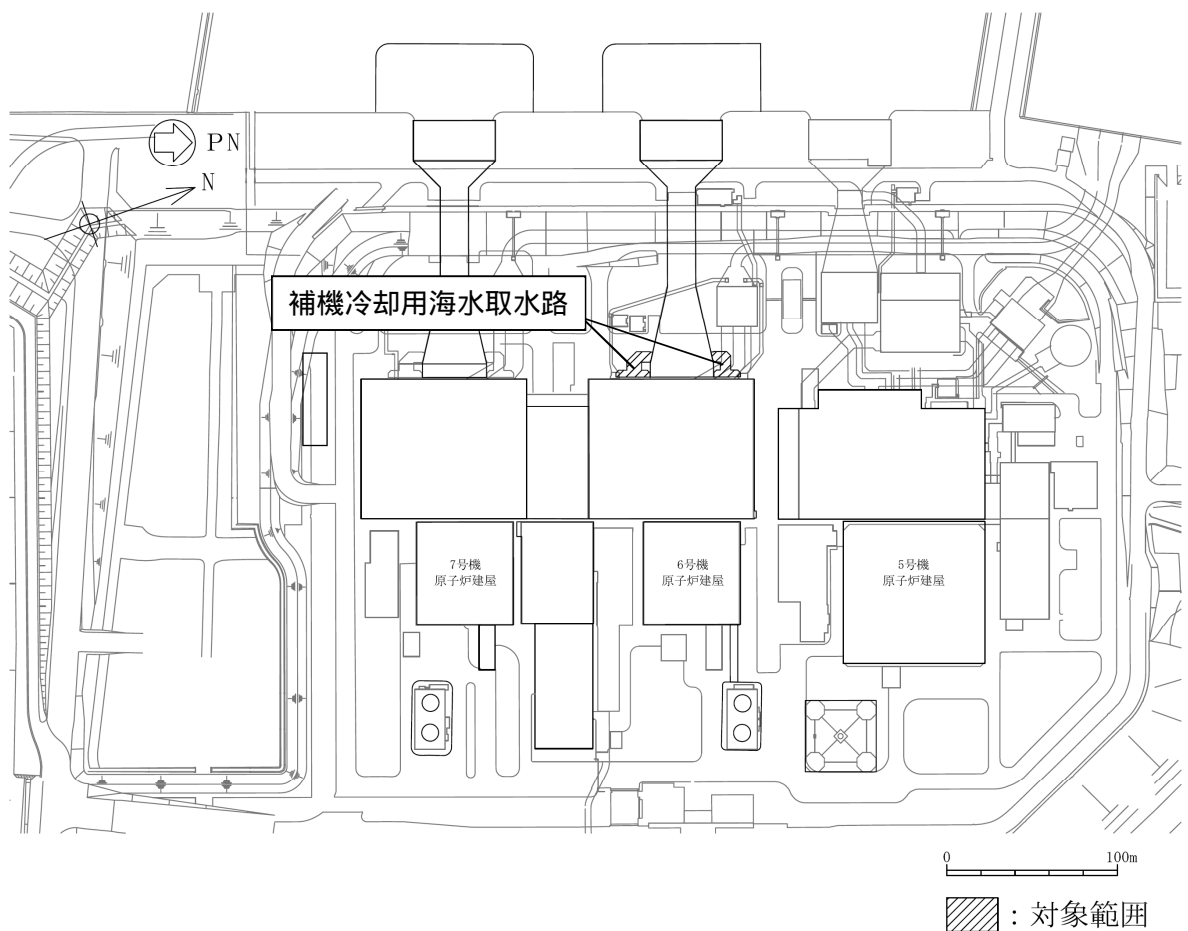
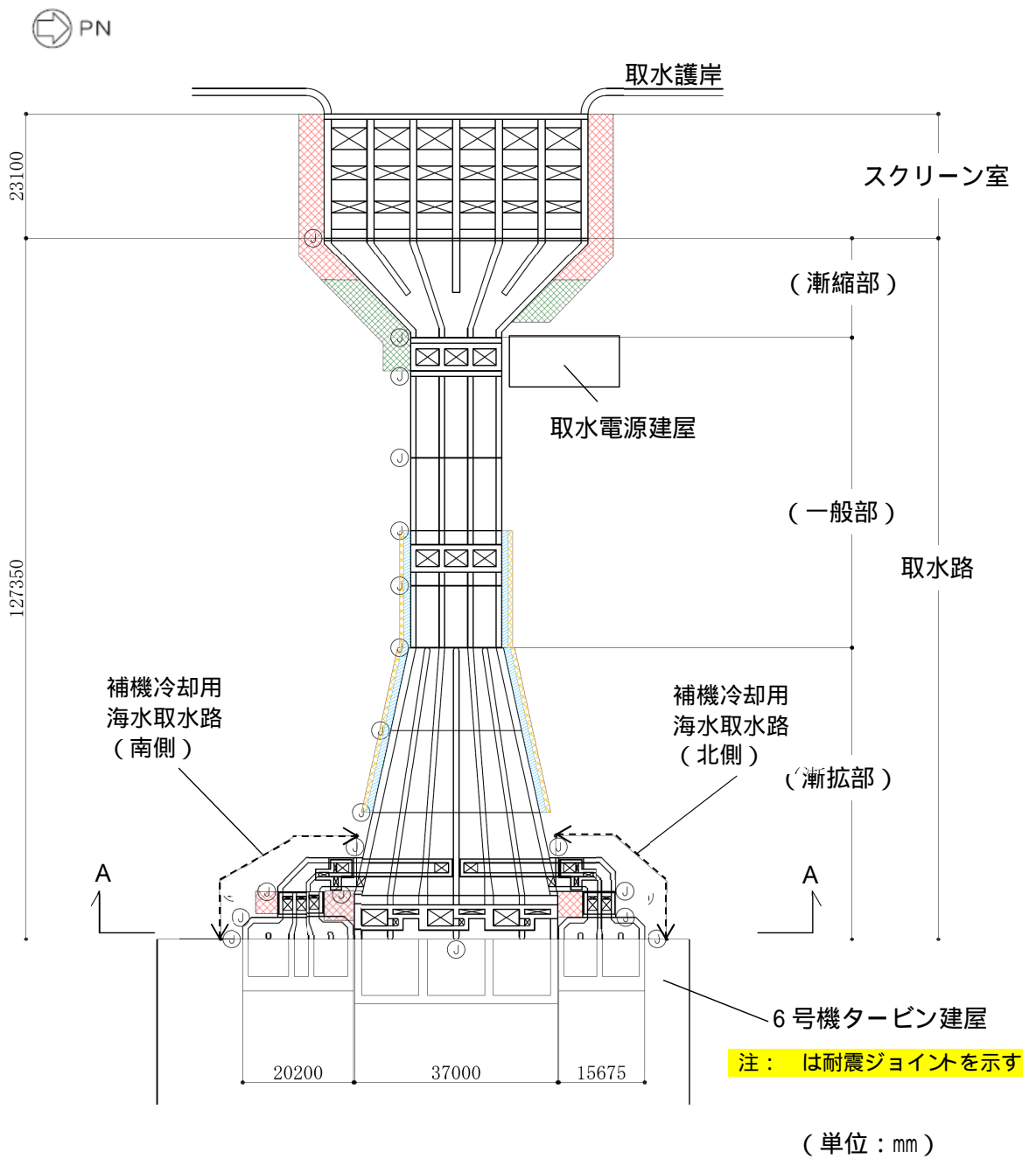


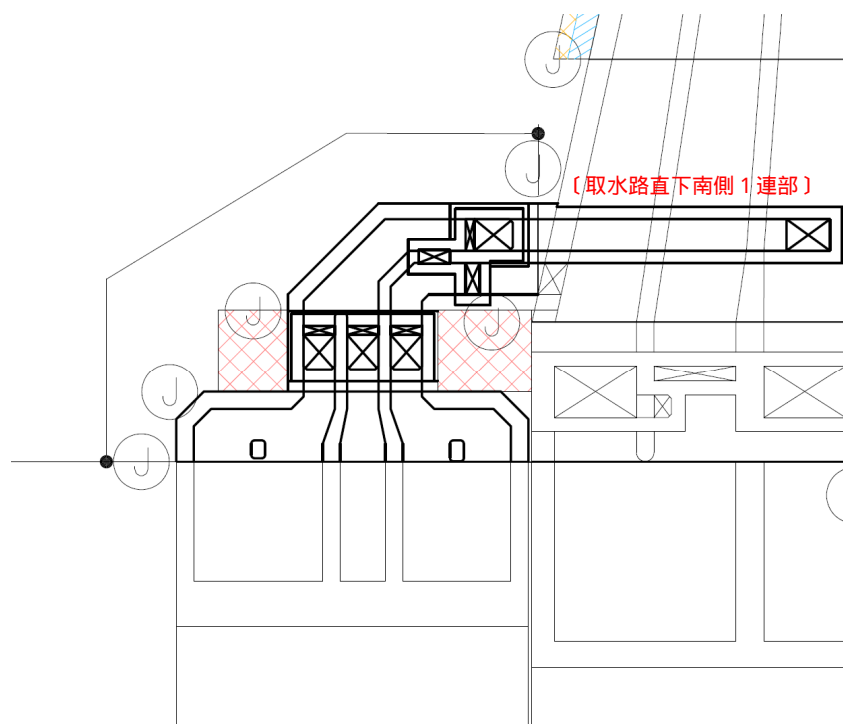
図 4-1 補機冷却用海水取水路の平面配置図



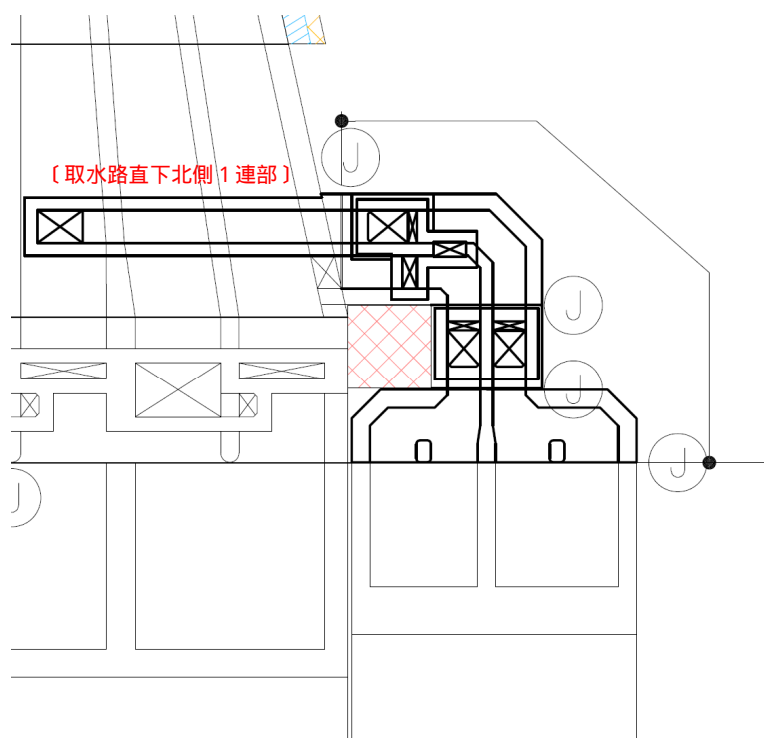
既設／新設	凡例	地盤改良工法
新設地盤改良体		高圧噴射
		無筋コンクリート
		置換(地中連続壁)
		機械攪拌

注：置換工法(地中連続壁),機械攪拌工法の施工範囲の内,地上構造物及び埋設構造物がある箇所では,高圧噴射または置換(開削)を適用

図 4-2 補機冷却用海水取水路の平面図



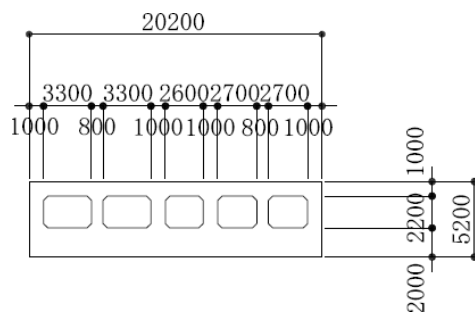
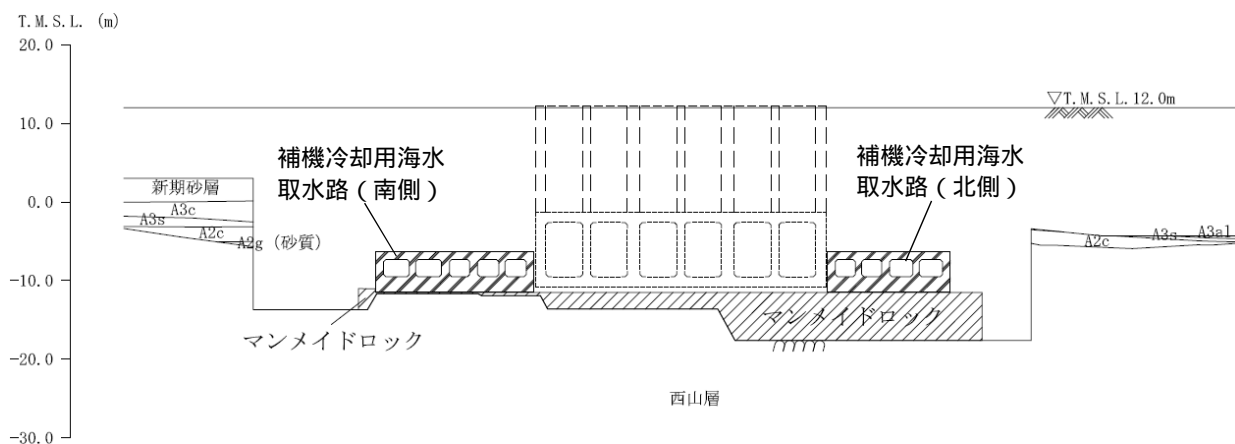
(a) 補機冷却用海水取水路（南側）



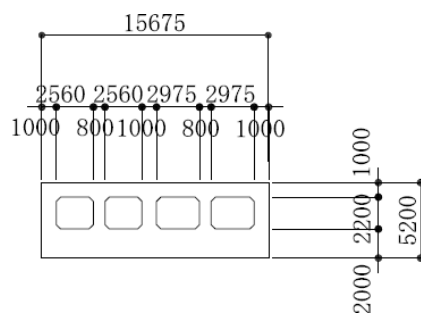
(b) 補機冷却用海水取水路（北側）

注： は耐震ジョイントを示す

図 4-3 補機冷却用海水取水路の詳細平面図



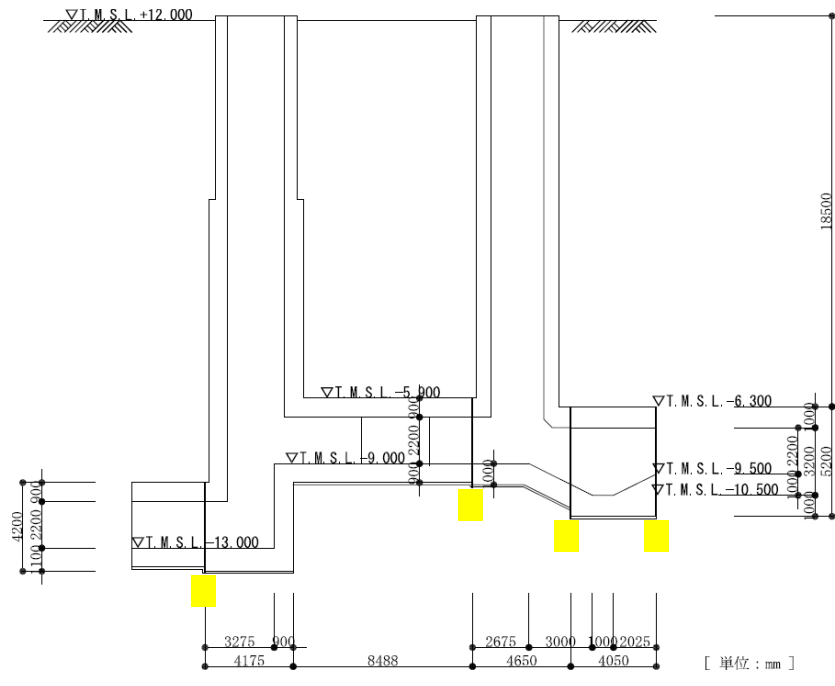
(a) 補機冷却用海水取水路 (南側)



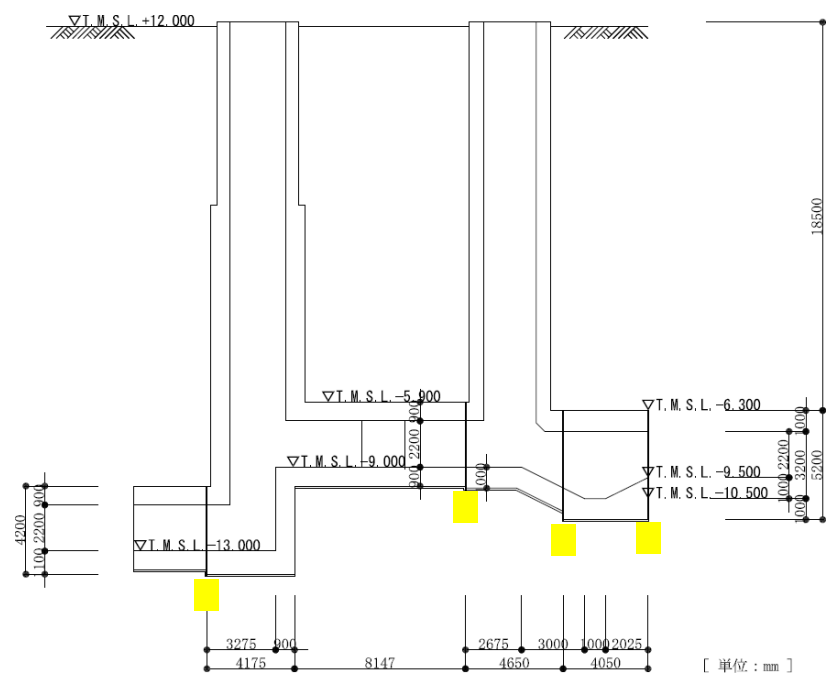
(b) 補機冷却用海水取水路 (北側)

(単位 : mm)

図 4-4 補機冷却用海水取水路の断面図 (A - A 断面)



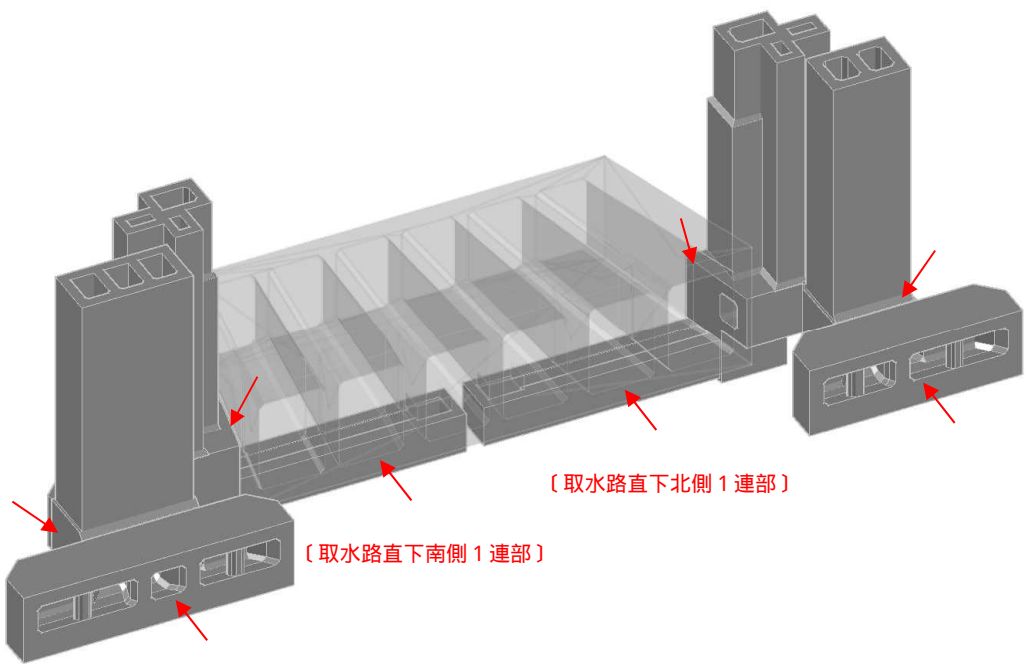
(a) 補機冷却用海水取水路（南側）



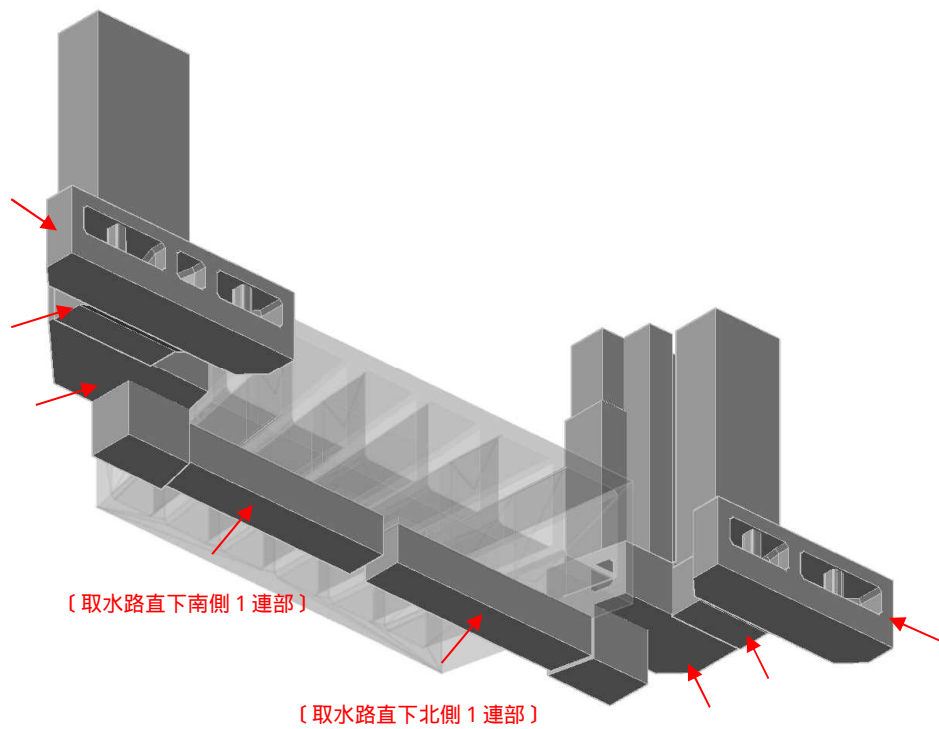
(b) 補機冷却用海水取水路（北側）

注： は耐震ジョイントを示す

図 4-5 補機冷却用海水取水路の縦断面図

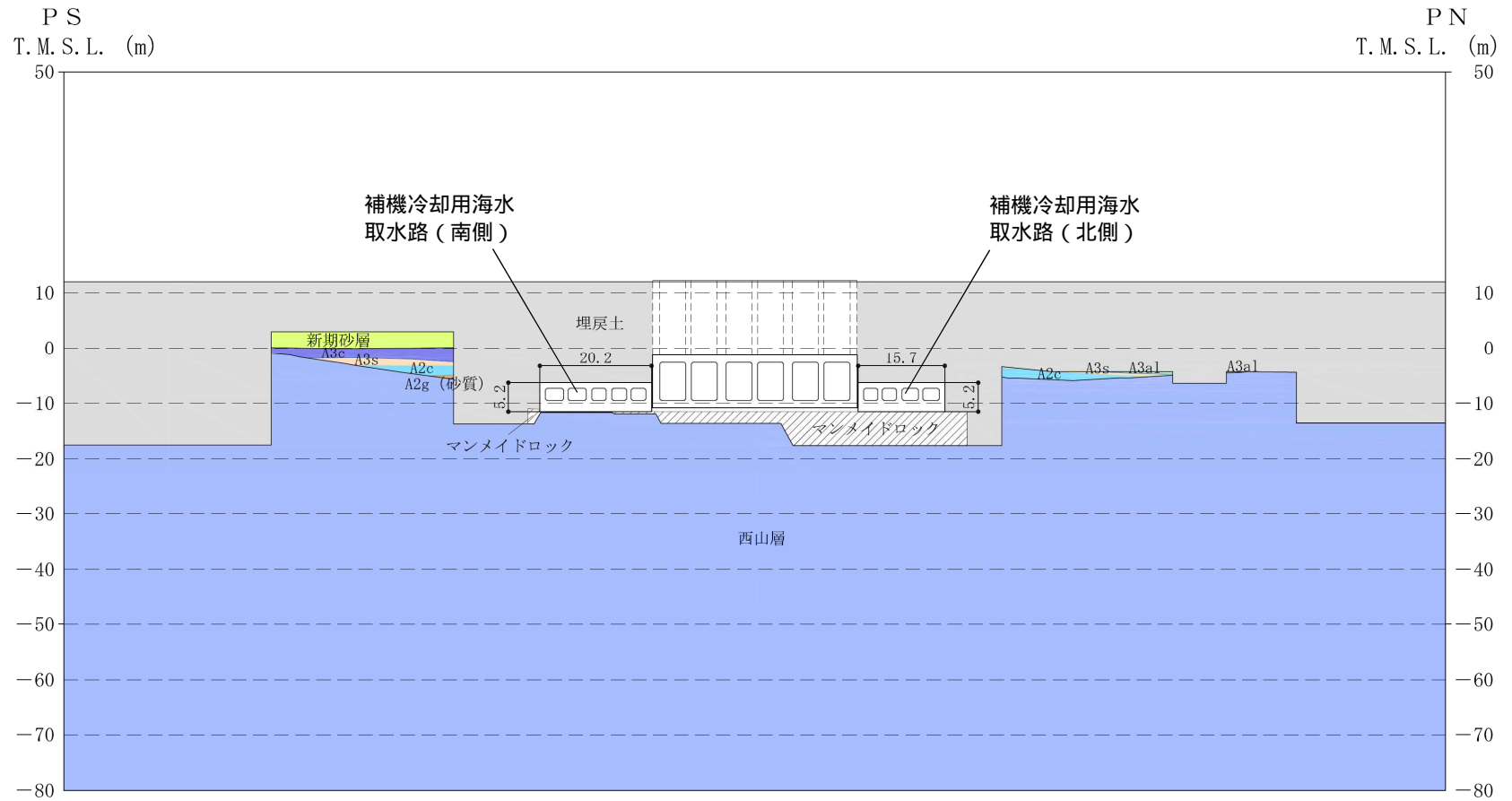


(a) 上方から



(b) 下方から

図 4-6 補機冷却用海水取水路の立体図



(単位：m)

注：周辺地質断面図中の南端及び北端に存在する構造物（南端：補機冷却用海水取水路（7号機設備）及び取水路（7号機設備）、北端：原子炉補機冷却系配管ダクトB系（5号機設備））は評価対象構造物の補機冷却用海水取水路から離れており、当該構造物が補機冷却用海水取水路の耐震評価に与える影響は軽微であると判断し、当該構造物設置箇所は保守的に周辺地盤である埋戻土でモデル化する

図 4-7 補機冷却用海水取水路の周辺地質断面図（A - A 断面）

(1) 耐震評価候補断面の整理

「4.1 方針」に従い、耐震評価候補断面を整理する。また、各耐震評価候補断面の特徴を表 4-2 に示す。なお、表 4-2 に示す壁面積率は、構造物の内空維持の観点から鉛直部材に着目し、横断方向断面のせん断変形が鉛直部材の壁厚に依存することを考慮して、構造物の各ブロックの全体平面積に対する鉛直部材の平面積の比と定義する。壁面積率の概念図を図 4-8 に示す。

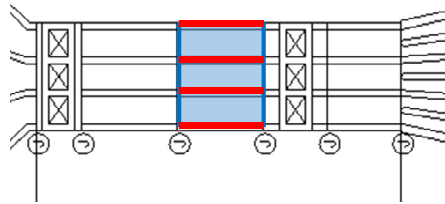
補機冷却用海水取水路の鉛直部材の鉄筋比を表 4-1 に示す。鉄筋比は、構造細目として最小鉄筋量（主鉄筋比 0.2%以上、せん断補強筋比 0.15%以上）を満足するように配置しており、主鉄筋比は 0.2~1.6%の範囲、せん断補強筋比は各ブロック共に 0.22%となっている。主鉄筋比の最大値は、南側はブロックで 1.51%、北側はブロックで 0.76%となっているが、これらはすべて柱部材の主鉄筋比であり、構造の大部分を占める側壁及び隔壁の主鉄筋比では 0.2~0.5%の範囲となる。そのため、各ブロックの鉄筋量に大きな差は無いと判断し、評価対象断面の選定においては、構造的特徴として壁面積率に着目して選定を行う。

補機冷却用海水取水路（南側）のブロック〔取水路直下南側 1 連部〕は、取水路漸拡部の底版から分岐した、取水路漸拡部と一体構造の 1 連のボックスカルバートである。設計地下水位は T.M.S.L.8.0m である。図 4-6 に示すとおり、頂版は、取水路漸拡部と一体化されており、側壁を囲むようにマンメイドロックが設置されている。

補機冷却用海水取水路（南側）のブロック～ブロックは、取水路漸拡部から 2 連のボックスカルバート形状で分岐し、2 連から 5 連（柱部 2 本）のボックスカルバート形状に変わるとともに、タービン建屋近傍で幅が大きくなる妻壁を有する構造である。設計地下水位は T.M.S.L.8.0m である。構造物側方に取水路が設置されている。

補機冷却用海水取水路（北側）のブロック〔取水路直下北側 1 連部〕は、取水路漸拡部の底版から分岐した、取水路漸拡部と一体構造の 1 連のボックスカルバートである。設計地下水位は T.M.S.L.8.0m である。図 4-6 に示すとおり、頂版は、取水路漸拡部と一体化されており、側壁を囲むようにマンメイドロックが設置されている。

補機冷却用海水取水路（北側）のブロック～ブロックは、取水路漸拡部から 2 連のボックスカルバート形状で分岐し、2 連から 4 連（柱部 2 本）のボックスカルバート形状に変わるとともに、タービン建屋近傍で幅が大きくなる妻壁を有する構造である。設計地下水位は T.M.S.L.8.0m である。構造物側方に取水路が設置されている。



注： は耐震ジョイントを示す

注：ここで壁面積率とは、横断面のせん断変形が鉛直部材の壁厚に依存することを考慮して、構造物各ブロックの全体平面積（青色部分）に対する鉛直部材の平面積（赤色部分）と定義する。

図 4-8 壁面積率の概念図

表 4-1 補機冷却用海水取水路の各ブロックの鉛直部材の鉄筋比

区分	ブロック	構造	主鉄筋比 (%)	せん断補強筋比 (%)
南側	取水路直下南側 1 連部	カルバート	0.27	0.22
		立坑	-	-
		立坑	-	-
		カルバート	0.29 ~ 1.51 (0.29 ~ 0.50) *	0.22
北側	取水路直下北側 1 連部	カルバート	0.27	0.22
		立坑	-	-
		立坑	-	-
		カルバート	0.25 ~ 0.76 (0.25 ~ 0.37) *	0.22

注記*： 側壁及び隔壁の主鉄筋比

表 4-2 補機冷却用海水取水路の耐震評価候補断面の特徴

区分	ブロック	要求性能	構造		周辺地盤			設計地下水位 T.M.S.L. (m)	近接構造物	
			特徴	壁面積率	土被り (m)	側方地盤	設置地盤			
南側	取水路直下 南側1連部	通水貯水	・取水路(漸拡部)との一体構造 ・1連のボックスカルバート	0.44	14.5 ~ 13.3 ^{*2}	マンメイドロ ック	マンメイドロック	8.0	無し	
			・2連のボックスカルバート(取水路 上部に立坑が存在 ^{*1})	-	-	地盤改良体	マンメイドロック		取水路	
			・3連のボックスカルバート(取水路 上部に立坑が存在 ^{*1})	-	-	地盤改良体	マンメイドロック		取水路	
			・妻壁を有する5連(柱部2本)のボ ックスカルバート	0.33	18.3	埋戻土	マンメイドロック		取水路	
北側	取水路直下 北側1連部		・取水路(漸拡部)との一体構造 ・1連のボックスカルバート	0.44	14.5 ~ 13.3 ^{*2}	マンメイドロ ック	マンメイドロック		8.0	無し
			・2連のボックスカルバート(取水路 上部に立坑が存在 ^{*1})	-	-	地盤改良体	マンメイドロック			取水路
			・2連のボックスカルバート(取水路 上部に立坑が存在 ^{*1})	-	-	地盤改良体	マンメイドロック			取水路
			・妻壁を有する4連(柱部2本)のボ ックスカルバート	0.34	18.3	埋戻土	マンメイドロック			取水路

注記*1 : 立坑部については、KK6 補足 - 027「資料5 スクリーン室, 取水路, 補機冷却用海水取水路の耐震安全性評価」にて別途評価対象断面を選定。

*2 : 一体構造となる取水路(漸拡部)の土被りを示す。

(2) 評価対象断面の選定

耐震評価候補断面のうち ブロック〔取水路直下南側1連部〕及び ブロック〔取水路直下北側1連部〕については、補機冷却用海水取水路（南側）の ブロック及び補機冷却用海水取水路（北側）の ブロックと比較し、壁面積率が大きく、頂版は、取水路漸拡部と一体化されており、側壁を囲むように、マンメイドロックが設置されていることから、耐震裕度が大きくなると考えられる。

一方、補機冷却用海水取水路（南側）の ブロック及び補機冷却用海水取水路（北側）の ブロックは、壁面積率が小さく、ブロック内で形状が複雑に変化し、かつ妻壁を有する構造であることから、 ブロック及び ブロックともに評価対象断面として選定する。

(3) 断面選定結果

評価対象断面の選定結果を表 4-3 に示す。補機冷却用海水取水路の耐震評価は、 ブロック及び ブロックにて実施する。また、取水路立坑部については、KK6 補足 - 027「資料 5 スクリーン室、取水路、補機冷却用海水取水路の耐震安全性評価」にて別途評価対象断面を選定する。

表 4-3 補機冷却用海水取水路 評価対象断面の選定結果

区分	ブロック	要求性能	構造		周辺地盤			設計 地下水位 T.M.S.L. (m)	近接 構造物	既工 認*3	今回 工認	選定理由
			特徴	壁 面積率	土被り (m)	側方地盤	設置地盤					
南側	取水路直下 南側1連部	通水 貯水	・ 取水路(漸拡部)との一体構造 ・ 1連のボックスカルバート	0.44	14.5 ~ 13.3*2	マンメイ ドロック	マンメイ ドロック	8.0	無し	-	-	ブロックと比較し、壁面積率が大きく、周囲にマンメイドロックが設置される。
			・ 2連のボックスカルバート (取水路上部に立坑が存在*1)	-	-	地盤 改良体	マンメイ ドロック		取水路	-	-	KK6 補足 - 027 にて別途評価対象断面を選定。
			・ 3連のボックスカルバート (取水路上部に立坑が存在*1)	-	-	地盤 改良体	マンメイ ドロック		取水路	-	-	KK6 補足 - 027 にて別途評価対象断面を選定。
			・ 妻壁を有する5連(柱部2本)のボックスカルバート	0.33	18.3	埋戻土	マンメイ ドロック		取水路			ブロック内で形状が複雑に変化し、かつ妻壁を有する構造であることから評価対象断面に選定する。
北側	取水路直下 北側1連部	通水 貯水	・ 取水路(漸拡部)との一体構造 ・ 1連のボックスカルバート	0.44	14.5 ~ 13.3*2	マンメイ ドロック	マンメイ ドロック	8.0	無し	-	-	ブロックと比較し、壁面積率が大きく、周囲にマンメイドロックが設置される。
			・ 2連のボックスカルバート (取水路上部に立坑が存在*1)	-	-	地盤 改良体	マンメイ ドロック		取水路	-	-	KK6 補足 - 027 にて別途評価対象断面を選定。
			・ 2連のボックスカルバート (取水路上部に立坑が存在*1)	-	-	地盤 改良体	マンメイ ドロック		取水路	-	-	KK6 補足 - 027 にて別途評価対象断面を選定。
			・ 妻壁を有する4連(柱部2本)のボックスカルバート	0.34	18.3	埋戻土	マンメイ ドロック		取水路			ブロック内で形状が複雑に変化し、かつ妻壁を有する構造であることから評価対象断面に選定する。

注記*1 : 立坑部については、KK6 補足 - 027 「資料5 スクリーン室、取水路、補機冷却用海水取水路の耐震安全性評価」にて別途評価対象断面を選定。

*2 : 一体構造となる取水路(漸拡部)の土被りを示す。

*3 : 平成4年10月13日付け4資庁第8735号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第6号機の工事計画

4.5 軽油タンク基礎の断面選定の考え方

軽油タンク基礎の断面選定の考え方は、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「4.10 軽油タンク基礎（6号機設備）の断面選定の考え方」による。

4.6 燃料移送系配管ダクトの断面選定の考え方

追而

4.7 常設代替交流電源設備基礎の断面選定の考え方

常設代替交流電源設備基礎の断面選定の考え方は、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「4.7 常設代替交流電源設備基礎の断面選定の考え方」による。

4.8 スクリーン室（7号機設備）の断面選定の考え方

スクリーン室（7号機設備）の断面選定の考え方は、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「4.2 スクリーン室の断面選定の考え方」による。

4.9 取水路（7号機設備）の断面選定の考え方

取水路（7号機設備）の断面選定の考え方は、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「4.3 取水路の断面選定の考え方」による。

4.10 軽油タンク基礎（7号機設備）の断面選定の考え方

軽油タンク基礎（7号機設備）の断面選定の考え方は、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「4.5 軽油タンク基礎の断面選定の考え方」による。

5. 地盤物性のばらつきの考慮方法について

地盤物性のばらつきの考慮方法については、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「5. 地盤物性のばらつきの考慮方法について」による。

6. 許容限界について

許容限界については、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「6. 許容限界について」による。

7. ジョイント要素のばね設定について

ジョイント要素のばね設定については、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「7. ジョイント要素のばね設定について」による。

8. 地震応答解析における構造物の減衰定数について

地震応答解析における構造物の減衰定数については、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「8. 地震応答解析における構造物の減衰定数について」による。

9. 屋外重要土木構造物の耐震評価における追加解析ケースの選定について

屋外重要土木構造物の耐震評価における追加解析ケースの選定については、7号工認資料「屋外重要土木構造物の耐震性についての計算書（KK7 補足-027） 資料1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「9. 屋外重要土木構造物の耐震評価における追加解析ケースの選定について」による。

10. 屋外重要土木構造物の鉛直方向固有周期について

10.1 概要

大湊側の基準地震動の策定においては耐震設計等に基準地震動を用いる施設等について周期 1.7 秒以上の長周期側に鉛直方向の固有周期を有しない設計とすることを前提条件として、標準応答スペクトルに基づく地震動を基準地震動として設定していない。そのため、屋外重要土木構造物の鉛直方向の固有周期について確認を行った。

10.2 鉛直方向固有周期の算定方法

(1) 算定方法

屋外重要土木構造物の鉛直方向固有周期算定フローを図 10-1 に示す。また、屋外重要土木構造物の評価対象断面位置図を図 10-5～図 10-13 に示す。屋外重要土木構造物の鉛直方向固有周期は、表 10-1 に記載の図書に示す構造物と地盤の相互作用を考慮した各構造物の 2 次元地震応答解析モデルに基づき算定し、刺激係数や固有振動モードを踏まえて決定する。屋外重要土木構造物の固有値解析（鉛直方向）には、解析コード「FLIP Ver.7.4.1」を用いる。なお、機器配管系の間接支持構造物である、軽油タンク基礎、燃料移送系配管ダクト、常設代替交流電源設備基礎及び軽油タンク基礎（7号機設備）については、鋼管杭の杭間や鋼管杭及びダクトからの張出部において局所的な応答の励起が想定されるため、図 10-2 及び図 10-3 に示すとおり、鋼管杭間や張出部における鉛直方向の相対変位が最大となるモードにも着目し、鉛直方向の固有周期を別途算定する。

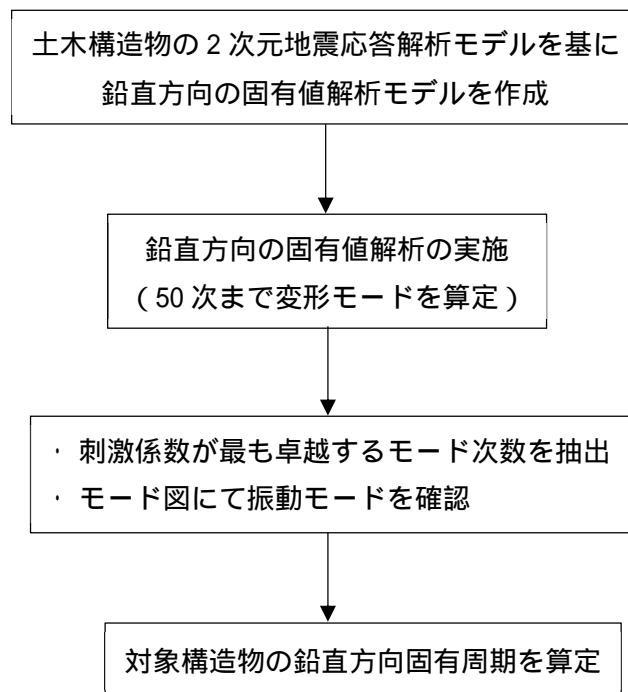


図 10-1 屋外重要土木構造物の鉛直方向固有周期算定フロー

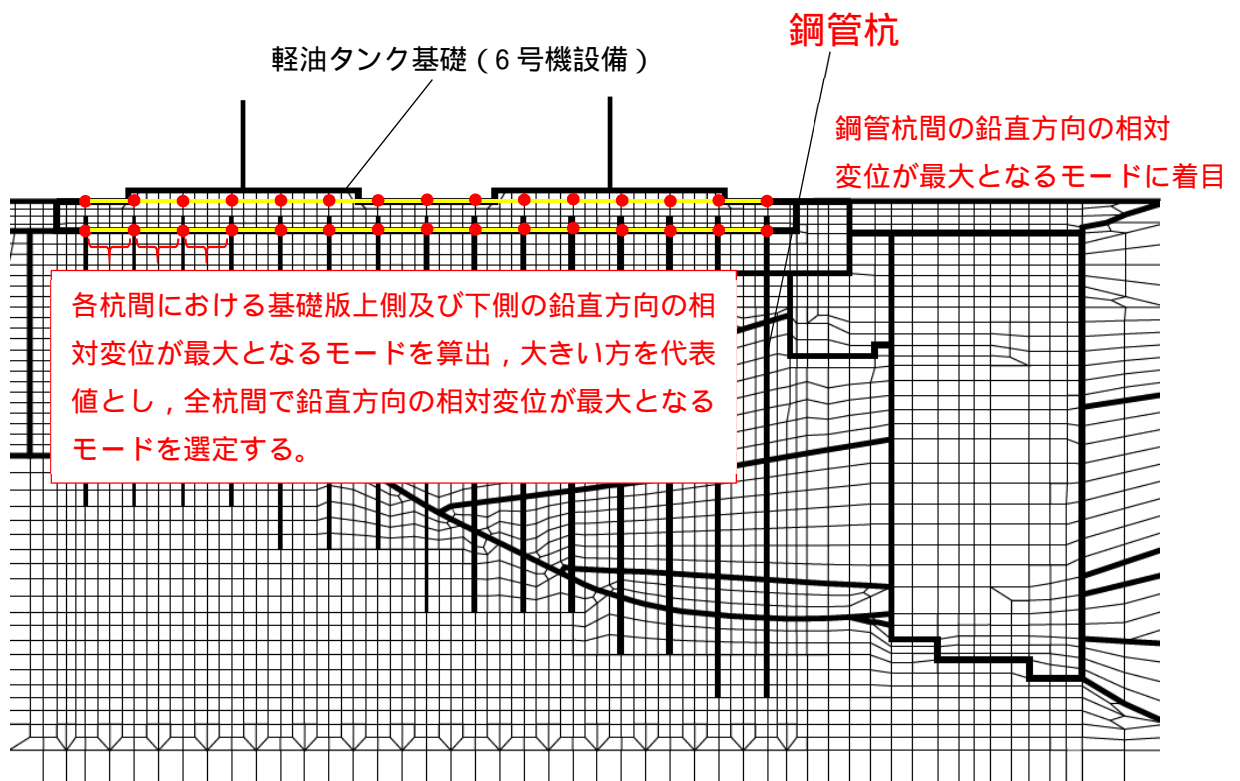


図 10-2 局所的な応答の確認 (鋼管杭間の鉛直方向の相対変位着目例)
(軽油タンク基礎の解析モデル (B - B 断面))

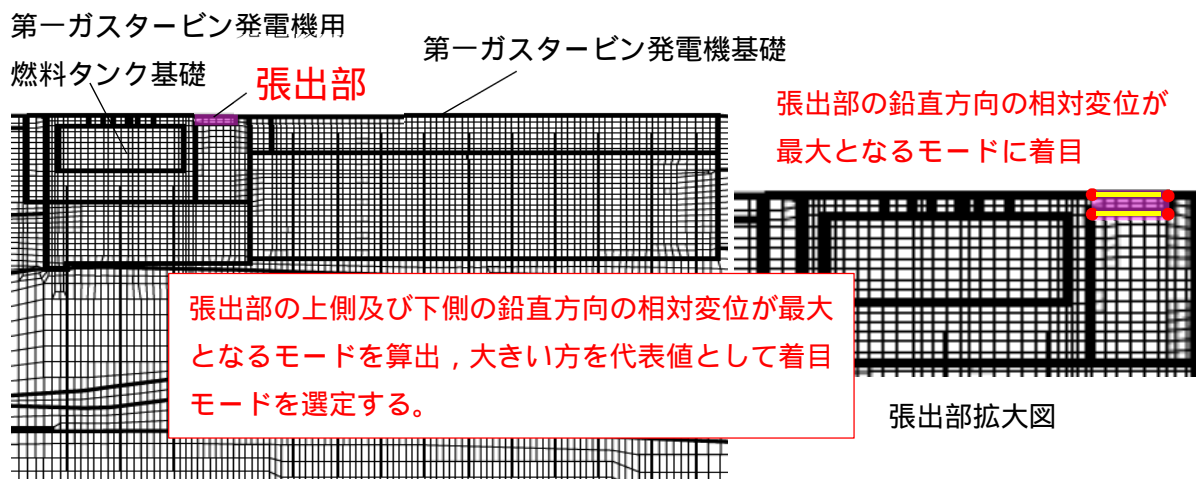


図 10-3 局所的な応答の確認 (張出部の鉛直方向の相対変位着目例)
(常設代替交流電源設備基礎の解析モデル (C - C 断面))

(2)解析モデル

土木構造物における鉛直方向固有周期は、表 10-1 に記載の図書による 2 次元地震応答解析モデルに基づき算定する。地盤物性は、-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

(3)境界条件

鉛直方向の固有値解析を実施する際の境界条件は、底面は地盤の鉛直方向の卓越変形モードを把握するために固定とし、側方は地盤の鉛直方向の変形を拘束しないよう鉛直ローラーとする。固有値解析（鉛直方向）の境界条件の概念図を図 10-4 に示す。

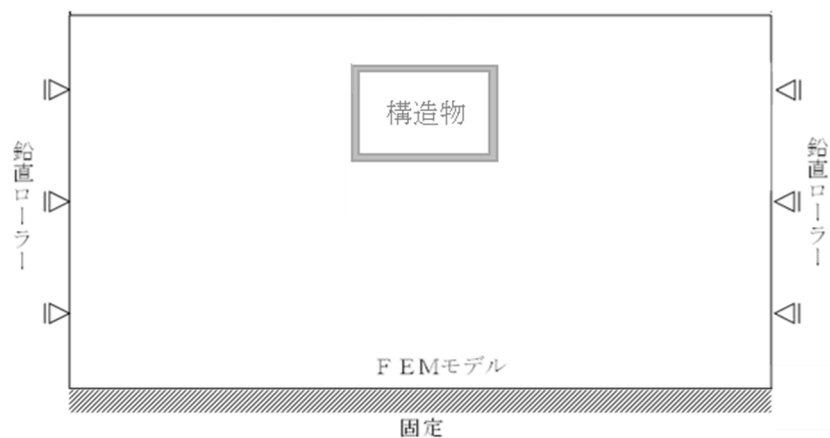


図 10-4 固有値解析（鉛直方向）の境界条件の概念図

10.3 鉛直方向固有周期の算定結果

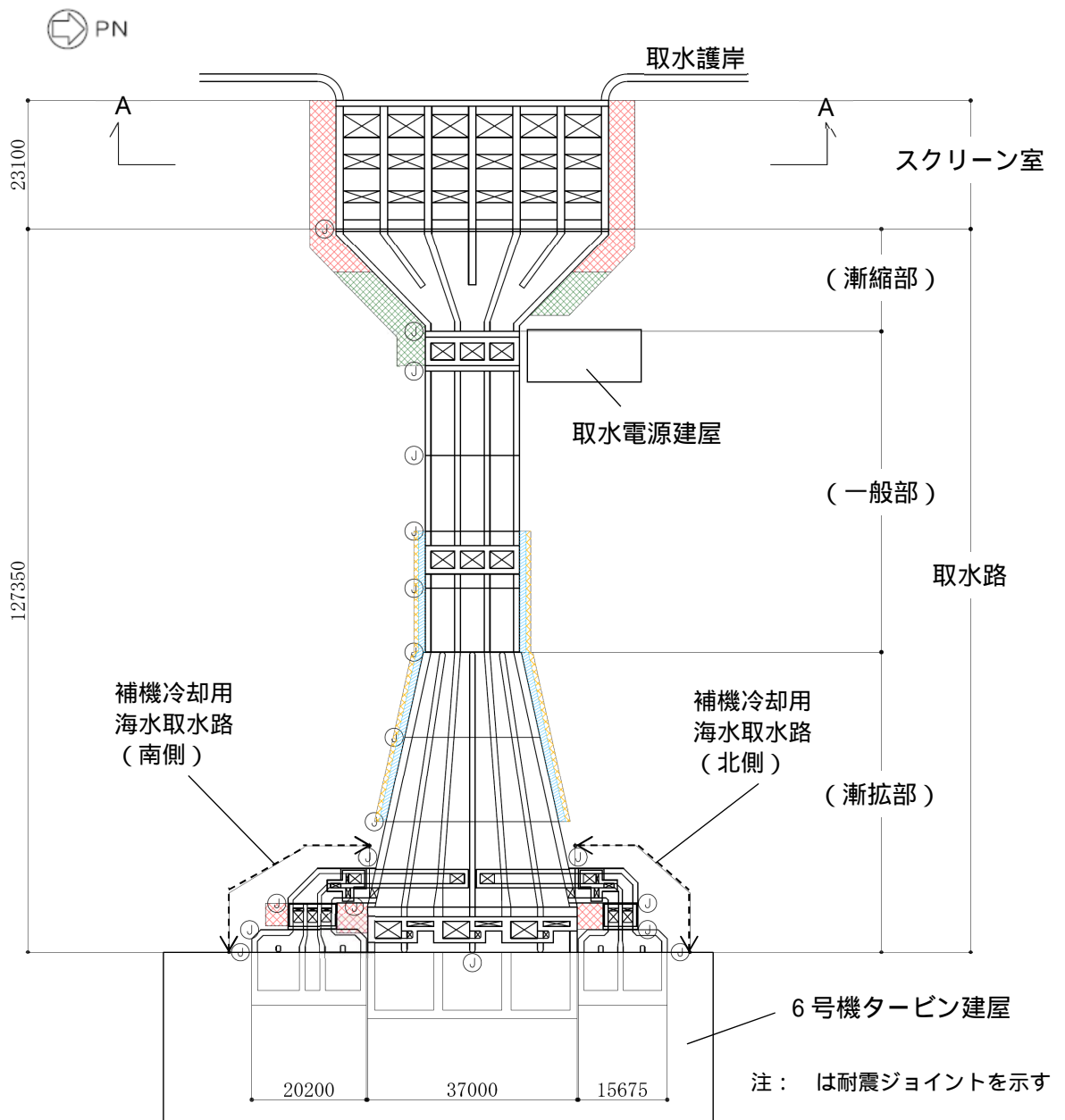
屋外重要土木構造物の鉛直方向固有周期一覧を表 10-1 に、間接支持構造物の局所的な応答の励起に着目した鉛直方向固有周期一覧を表 10-2 に示す。また、各構造物の評価対象断面の最も鉛直方向固有周期が長い振動モード図を図 10-14 ~ 図 10-35 に示す。これらより、屋外重要土木構造物が周期 1.7 秒以上の鉛直方向の固有周期を有しないことを確認した。

表 10-1 屋外重要土木構造物の鉛直方向固有周期

土木構造物	断面	鉛直方向 固有周期 (s)	図書番号
スクリーン室	A - A	0.188	-2-10-3-1-4
取水路	A - A (漸縮部)	0.191	-2-10-3-1-6
	B - B (一般部)	0.215	
	C - C (漸拡部)	0.211	
補機冷却用海水取水路	A - A	0.212	-2-10-3-1-8
	B - B	0.213	
	C - C	0.212	
軽油タンク基礎	A - A	0.209	-2-2-17
	B - B	0.210	-2-2-18
燃料移送系配管ダクト	追而		
常設代替交流電源設備 基礎	A - A (第一ガスタービン 発電機基礎)	0.212	-2-2-21 -2-2-22
	B - B (第一ガスタービン 発電機用燃料タンク基礎)	0.212	
	C - C (第一ガスタービン 発電機 / 発電機用燃料タン ク基礎)	0.210	
スクリーン室 (7号機設備)	A - A	0.189	-2-10-3-1-5
取水路 (7号機設備)	A - A (漸縮部)	0.191	-2-10-3-1-7
	B - B (一般部)	0.214	
	C - C (漸拡部)	0.211	
軽油タンク基礎 (7号機設備)	A - A	0.211	-2-2-23
	B - B	0.214	-2-2-24

表 10-2 屋外重要土木構造物の鉛直方向固有周期
 (間接支持構造部の局所的な応答の励起に着目)

土木構造物	断面	鉛直方向 固有周期 (s)	図書番号
軽油タンク基礎	A - A	0.108	-2-2-17
	B - B	0.143	-2-2-18
燃料移送系配管ダクト	追而		
常設代替交流電源設備 基礎	A - A (第一ガスタービン 発電機基礎)	0.211	-2-2-21 -2-2-22
	B - B (第一ガスタービン 発電機用燃料タンク基礎)	0.134	
	C - C (第一ガスタービン 発電機 / 発電機用燃料タン ク基礎)	0.176	
軽油タンク基礎 (7号機設備)	A - A	0.114	-2-2-23
	B - B	0.166	-2-2-24

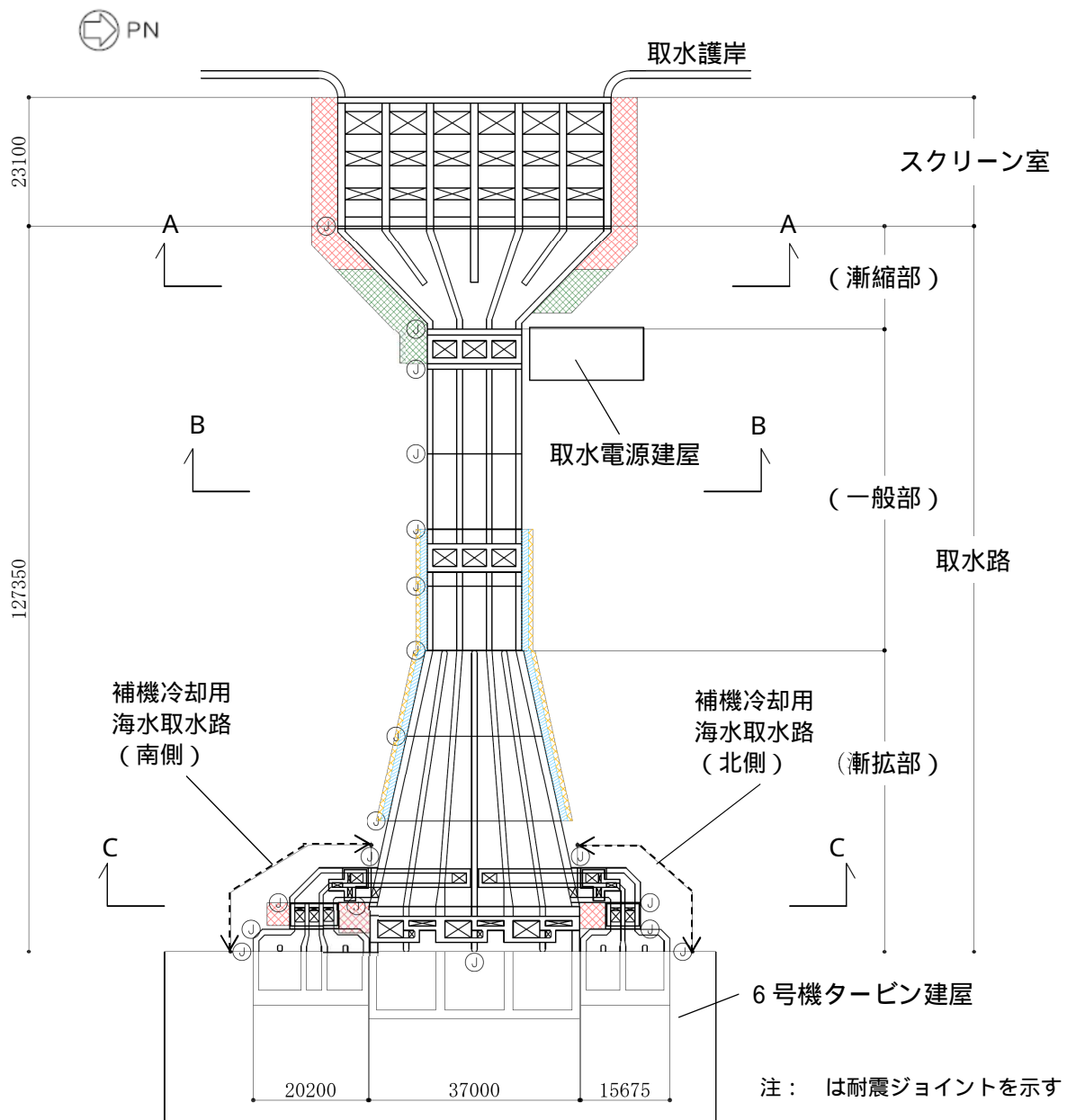


(単位：mm)

既設／新設	凡例	地盤改良工法
新設地盤改良体		高圧噴射
		無筋コンクリート
		置換(地中連続壁)
		機械攪拌

注：置換工法(地中連続壁),機械攪拌工法の施工範囲の内,地上構造物及び埋設構造物がある箇所では,高圧噴射または置換(開削)を適用

図 10-5 スクリーン室の評価対象断面位置図



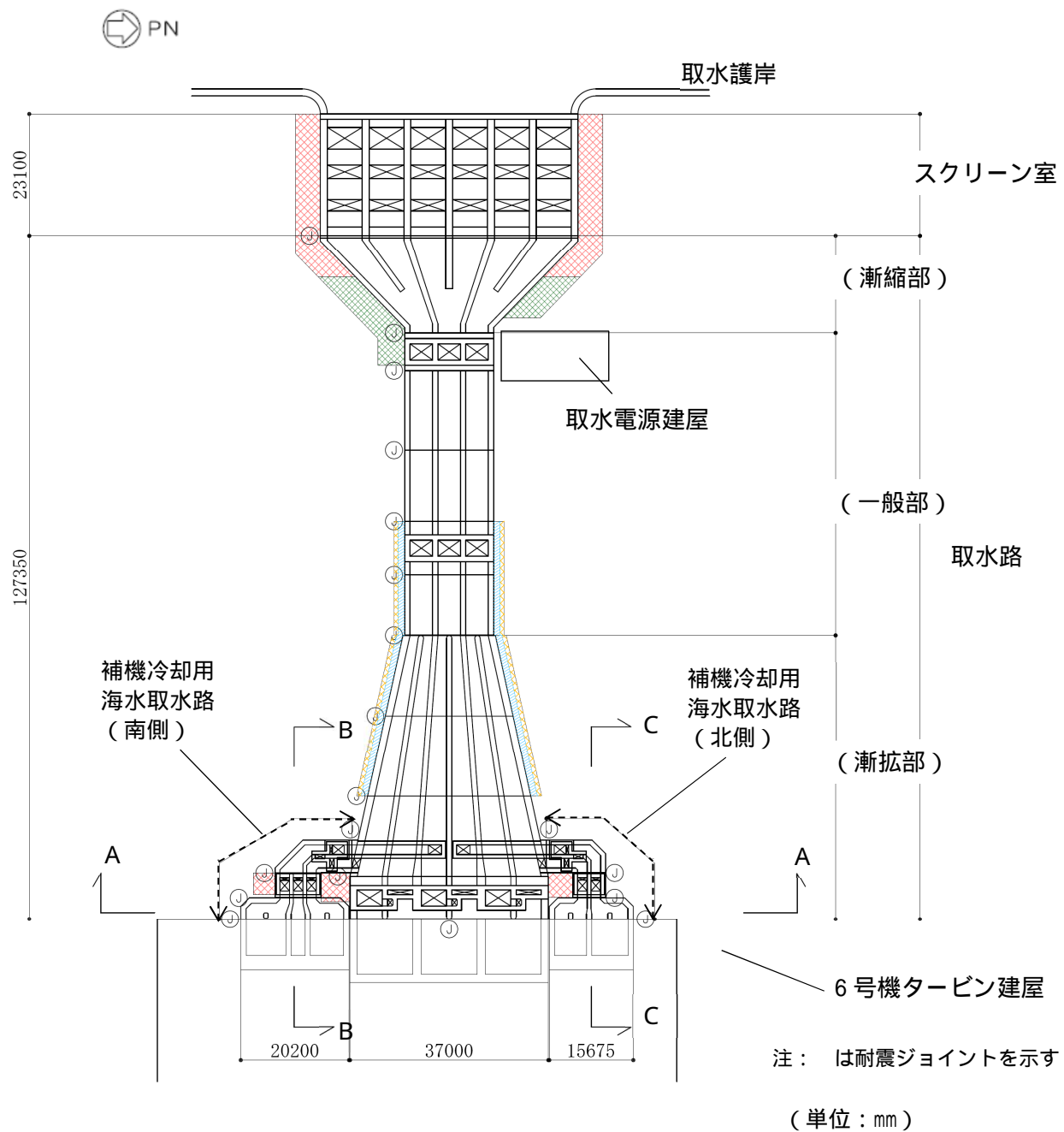
注： は耐震ジョイントを示す

(単位：mm)

既設／新設	凡例	地盤改良工法
新設地盤改良体		高圧噴射
		無筋コンクリート
		置換(地中連続壁)
		機械攪拌

注：置換工法(地中連続壁),機械攪拌工法の施工範囲の内,地上構造物及び埋設構造物がある箇所では,高圧噴射または置換(開削)を適用

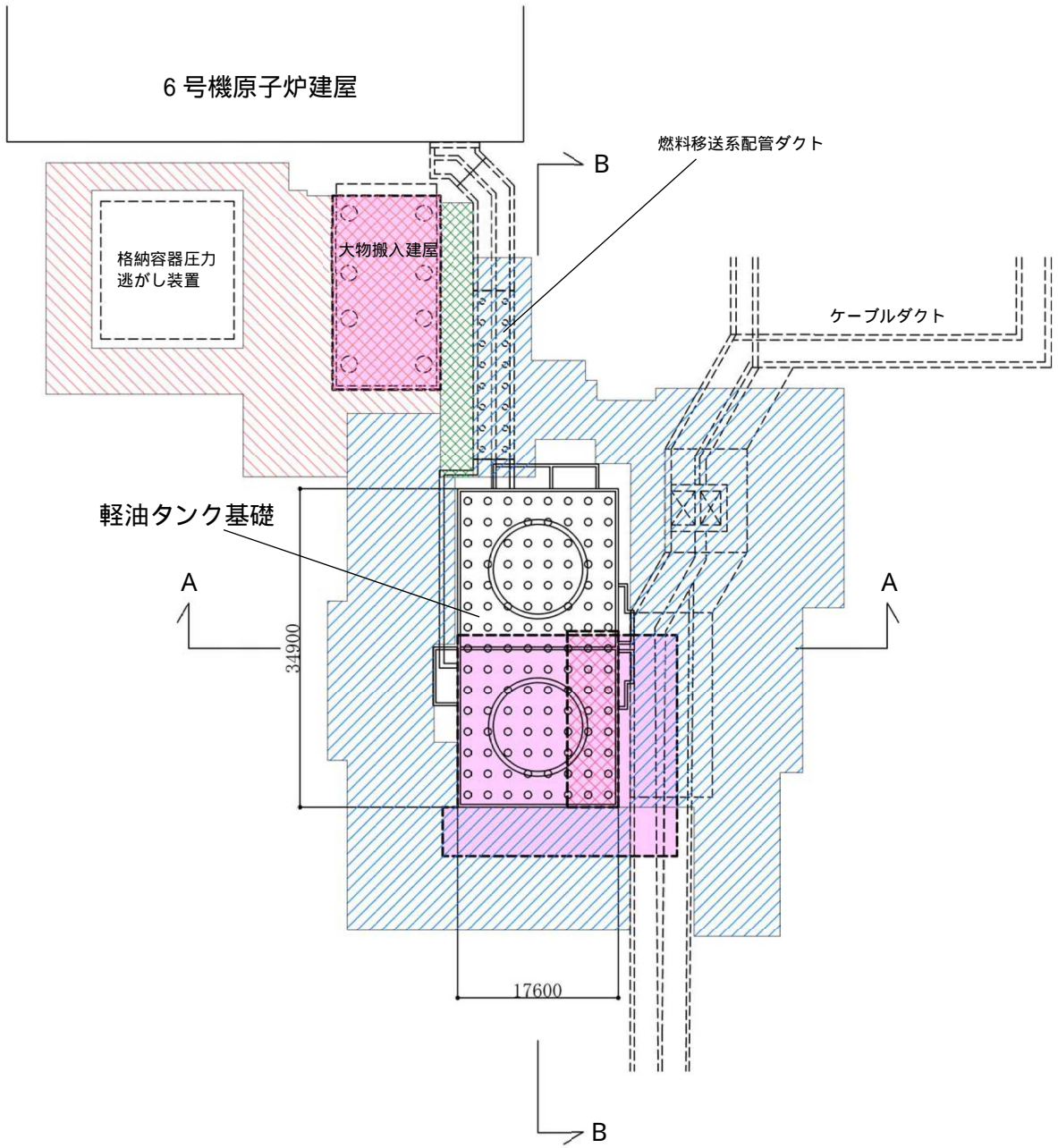
図 10-6 取水路の評価対象断面位置図



既設／新設	凡例	地盤改良工法
新設地盤改良体		高圧噴射
		無筋コンクリート
		置換(地中連続壁)
		機械攪拌

注：置換工法(地中連続壁),機械攪拌工法の施工範囲の内,地上構造物及び埋設構造物がある箇所では,高圧噴射または置換(開削)を適用。

図 10-7 補機冷却用海水取水路の評価対象断面位置図



(単位：mm)

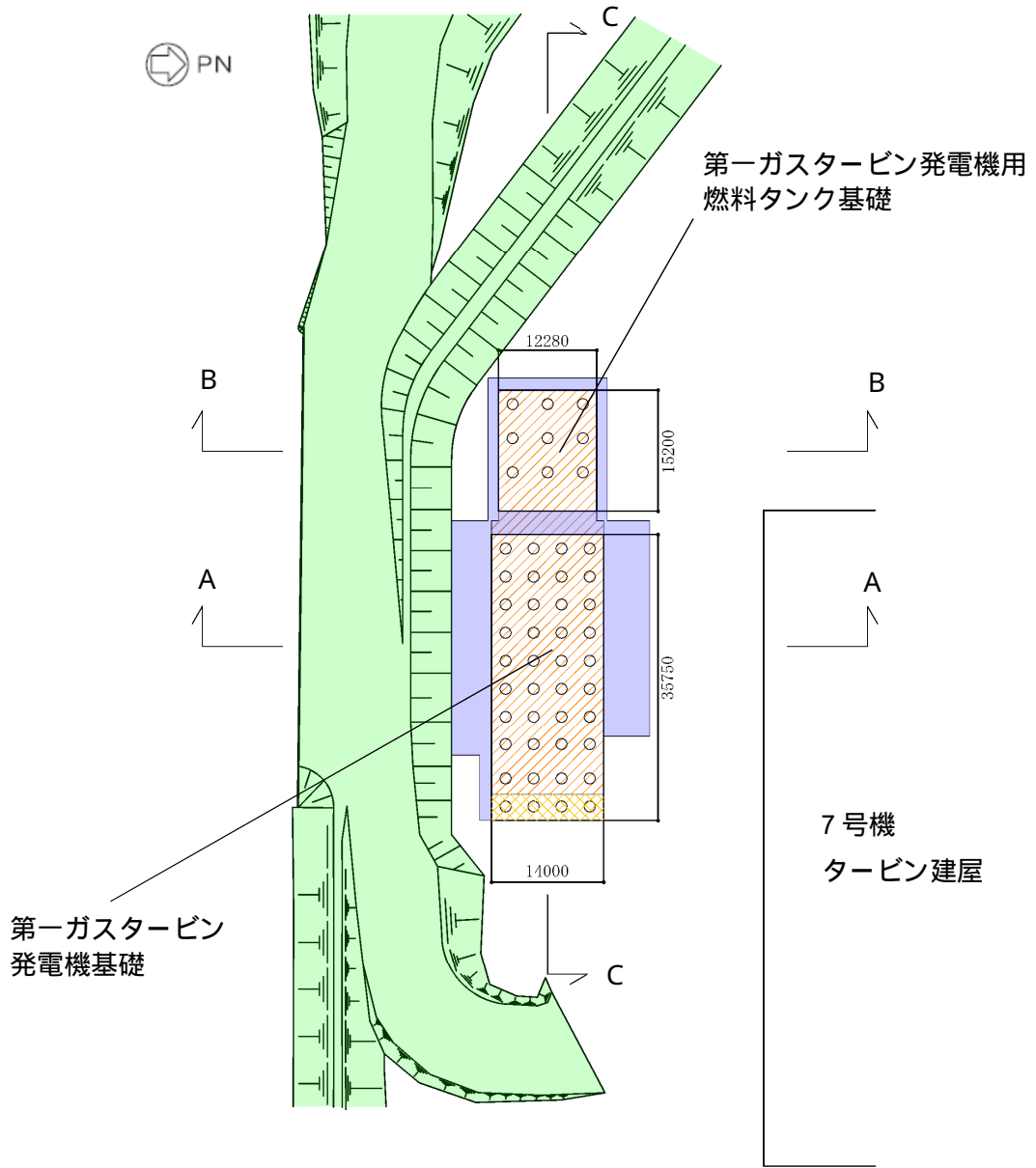
既設／新設	凡例	地盤改良工法
既設地盤改良体		置換(CD掘削)
新設地盤改良体		置換(CD掘削)
		置換(開削)
		高圧噴射
		無筋コンクリート

注：置換工法(CD掘削)の施工範囲の内，地上構造物及び埋設構造物がある箇所では，高圧噴射を適用

図 10-8 軽油タンク基礎の評価対象断面位置図



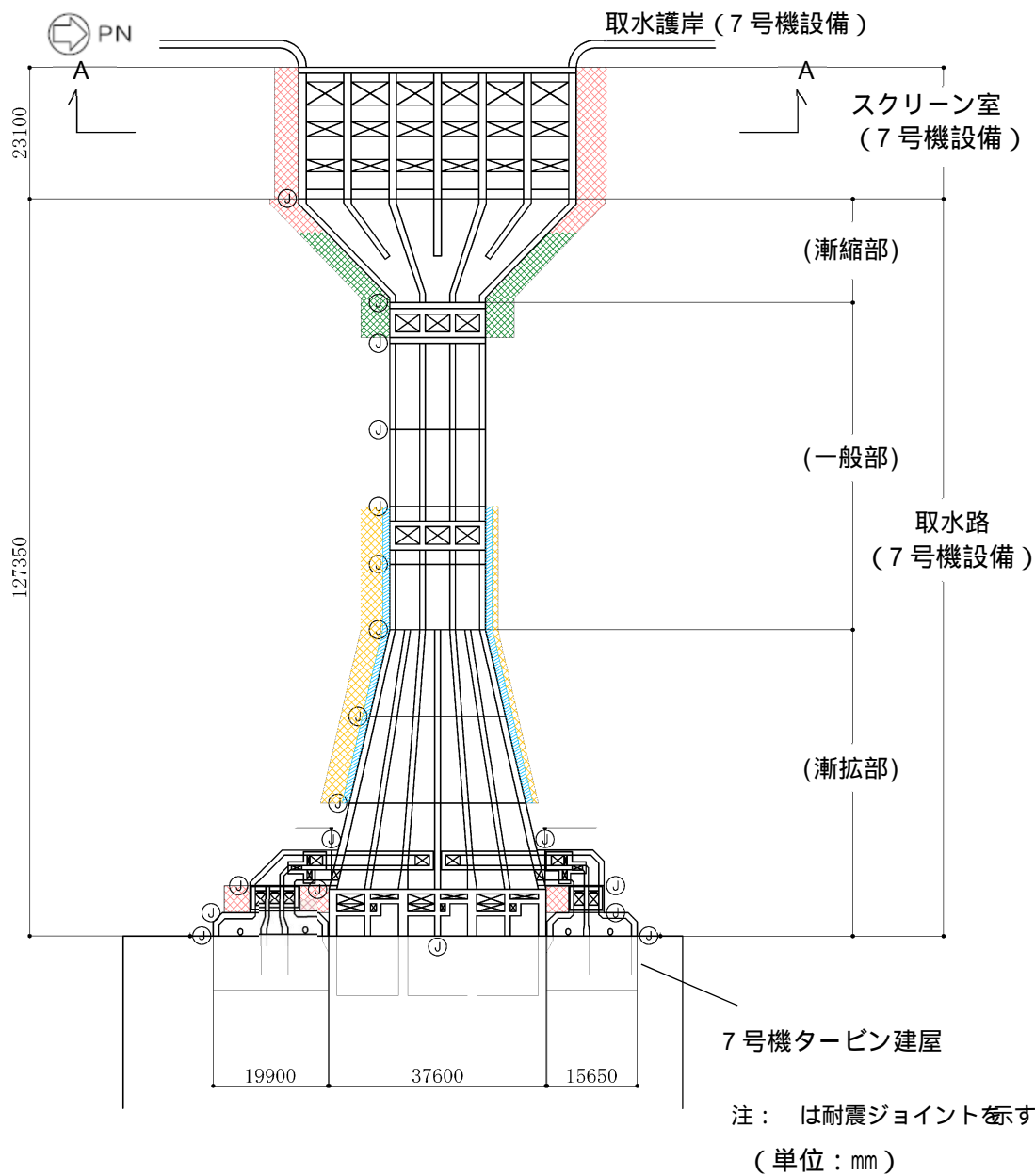
図 10-9 燃料移送系配管ダクトの評価対象断面位置図



(単位：mm)

既設/新設	凡例	地盤改良工法
既設地盤改良体		機械攪拌
		土質安定処理土
新設地盤改良体		改良盛土
		機械攪拌

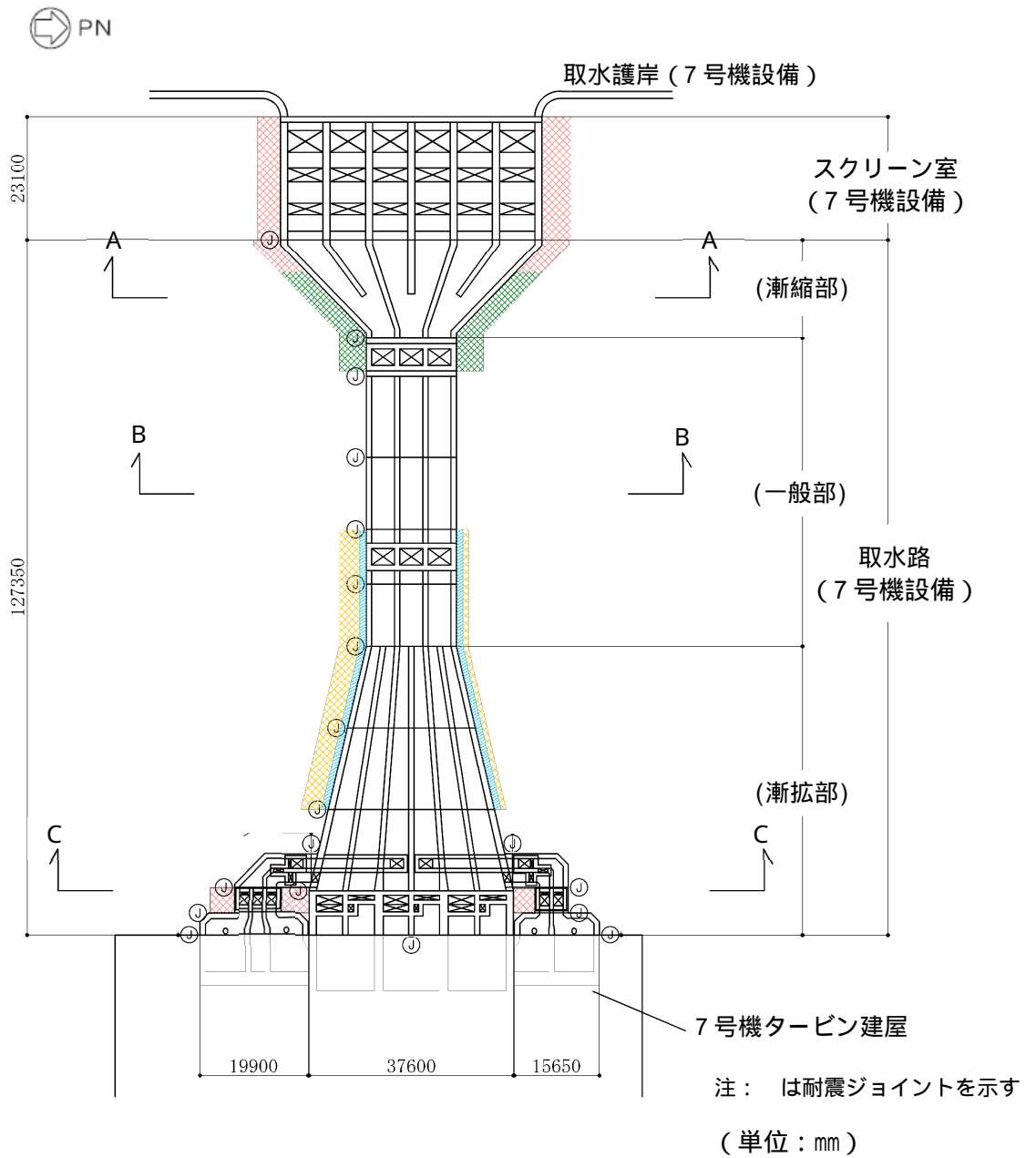
図 10-10 常設代替交流電源設備基礎の評価対象断面位置図



既設/新設	凡例	地盤改良工法
新設地盤改良体		高圧噴射
		無筋コンクリート
		置換(地中連続壁)
		機械攪拌

注: 置換工法(地中連続壁), 機械攪拌工法の施工範囲の内, 地上構造物及び埋設構造物がある箇所では, 高圧噴射を適用

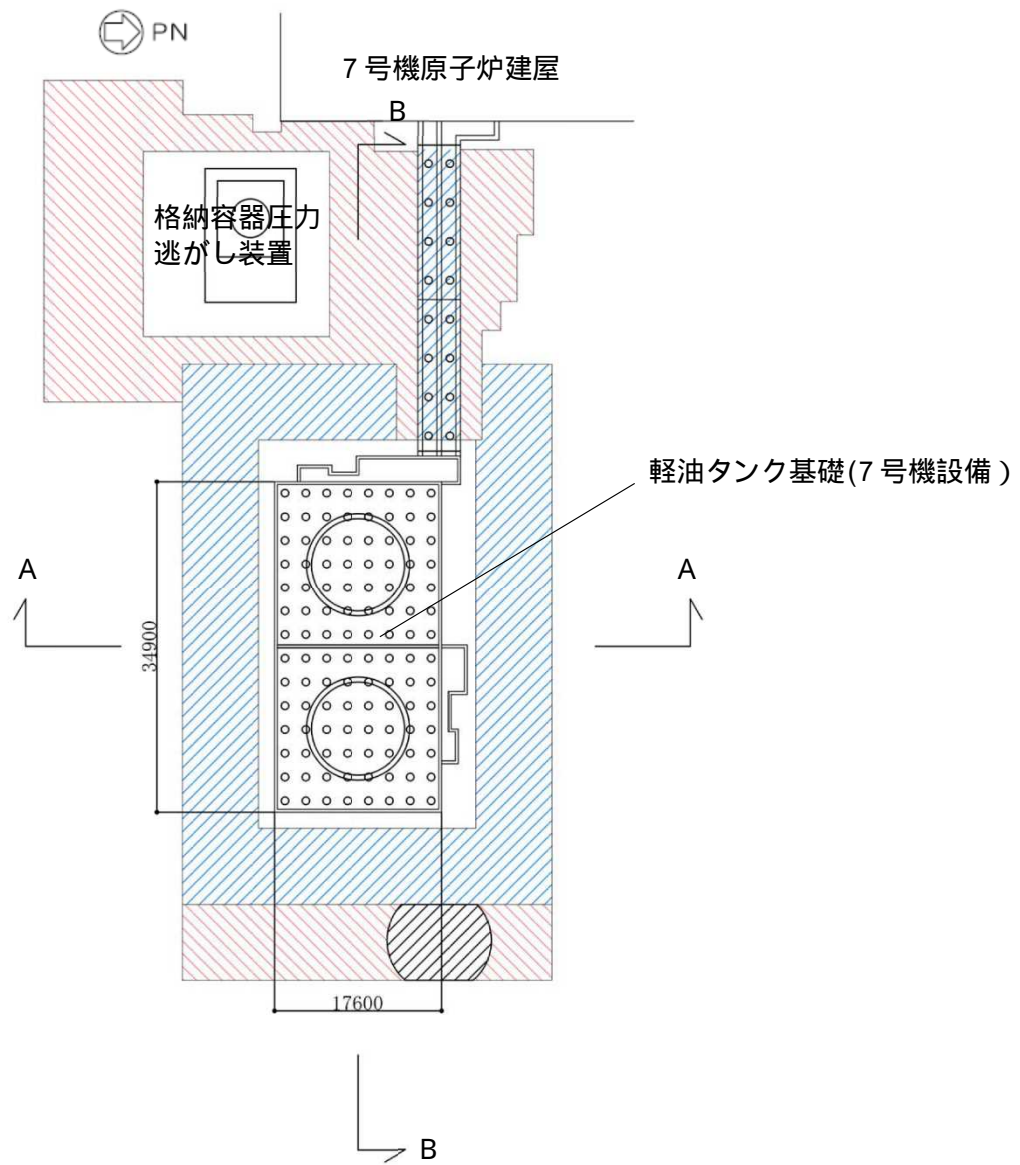
図 10-11 スクリーン室 (7号機設備) の評価対象断面位置図



既設/新設	凡例	地盤改良工法
新設地盤改良体		高圧噴射
		無筋コンクリート
		置換(地中連続壁)
		機械攪拌

注: 置換工法(地中連続壁), 機械攪拌工法の施工範囲の内, 地上構造物及び埋設構造物がある箇所では, 高圧噴射を適用

図 10-12 取水路 (7号機設備) の評価対象断面位置図



(単位：mm)

既設/新設	凡例	地盤改良工法
既設地盤改良体		置換(CD掘削)
新設地盤改良体		置換(CD掘削)

注：置換工法(CD掘削)の施工範囲の内，地上構造物及び埋設構造物がある箇所では，高圧噴射または置換（開削）を適用

図 10-13 軽油タンク基礎（7号機設備）の評価対象断面位置図

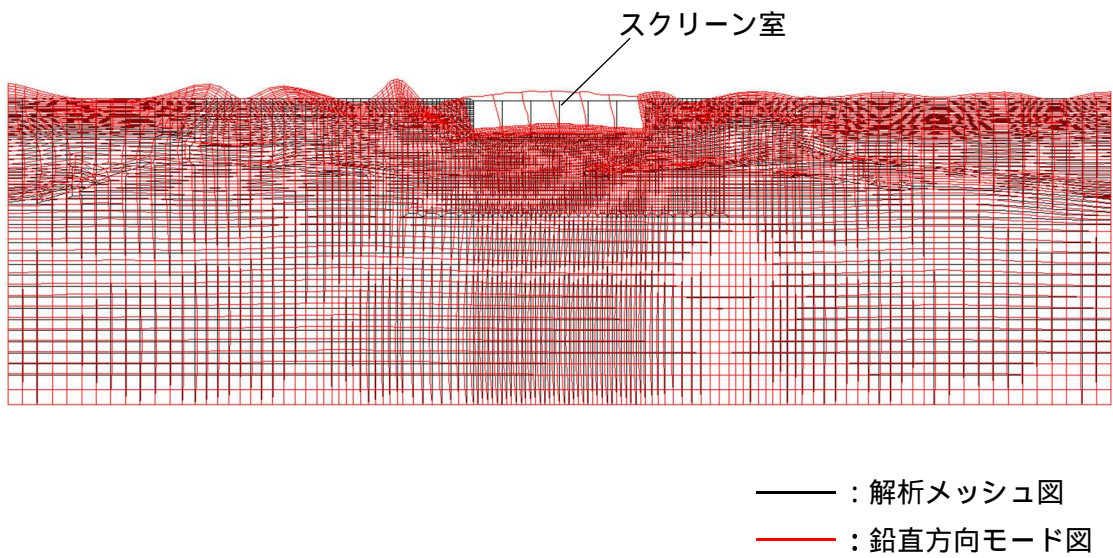


図 10-14 固有振動モード 鉛直方向 (スクリーン室 (A - A 断面))

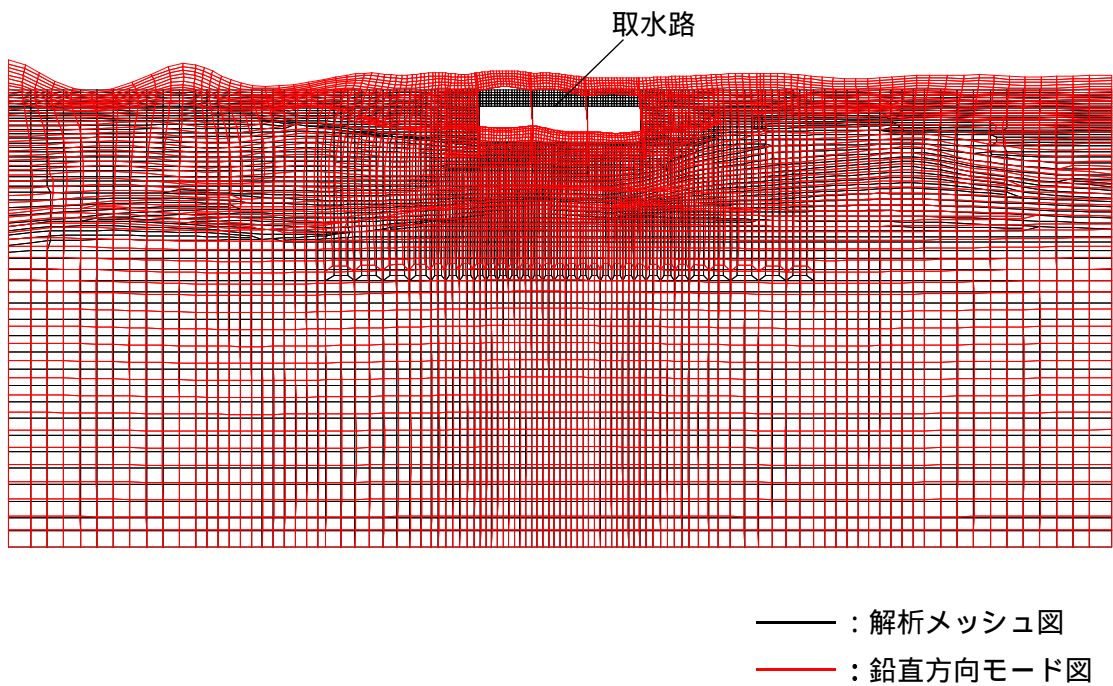


図 10-15 固有振動モード 鉛直方向 (取水路 (A - A 断面))

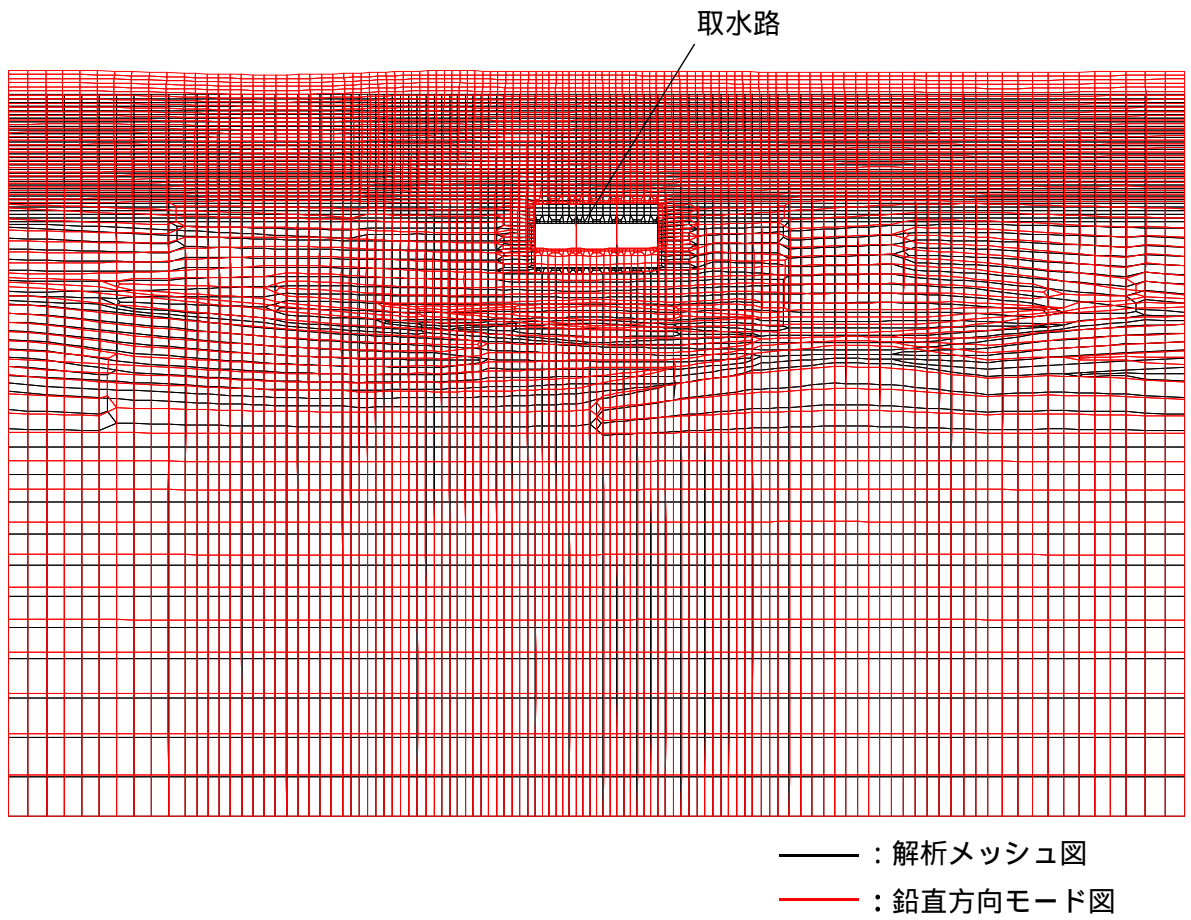


図 10-16 固有振動モード 鉛直方向 (取水路 (B - B断面))

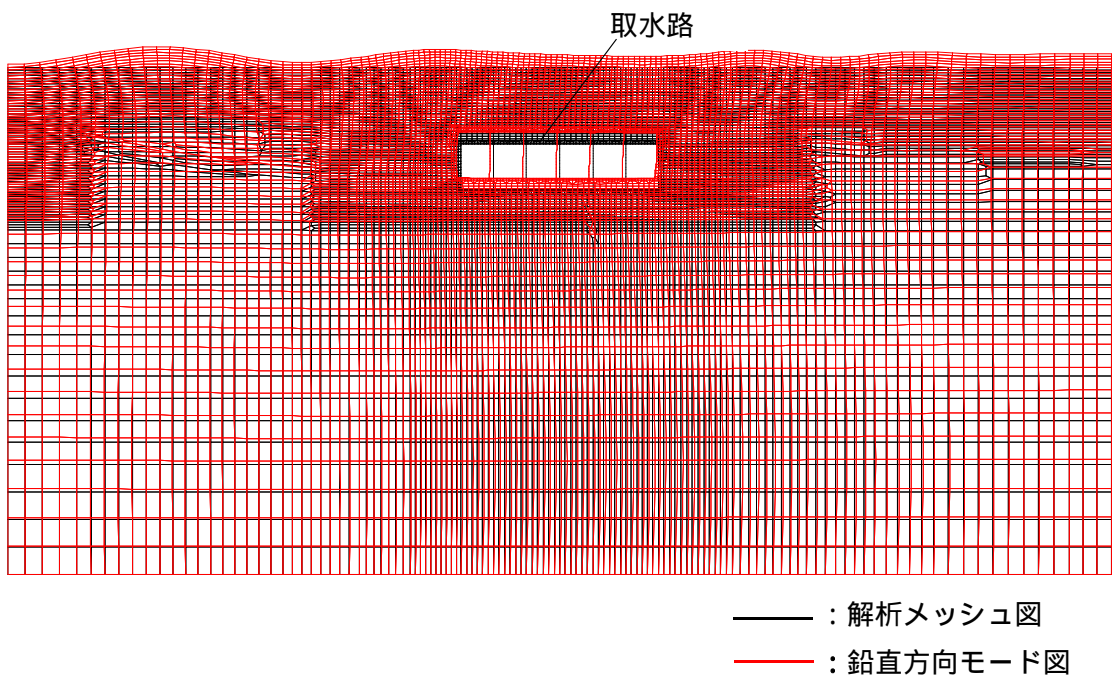


図 10-17 固有振動モード 鉛直方向 (取水路 (C - C断面))

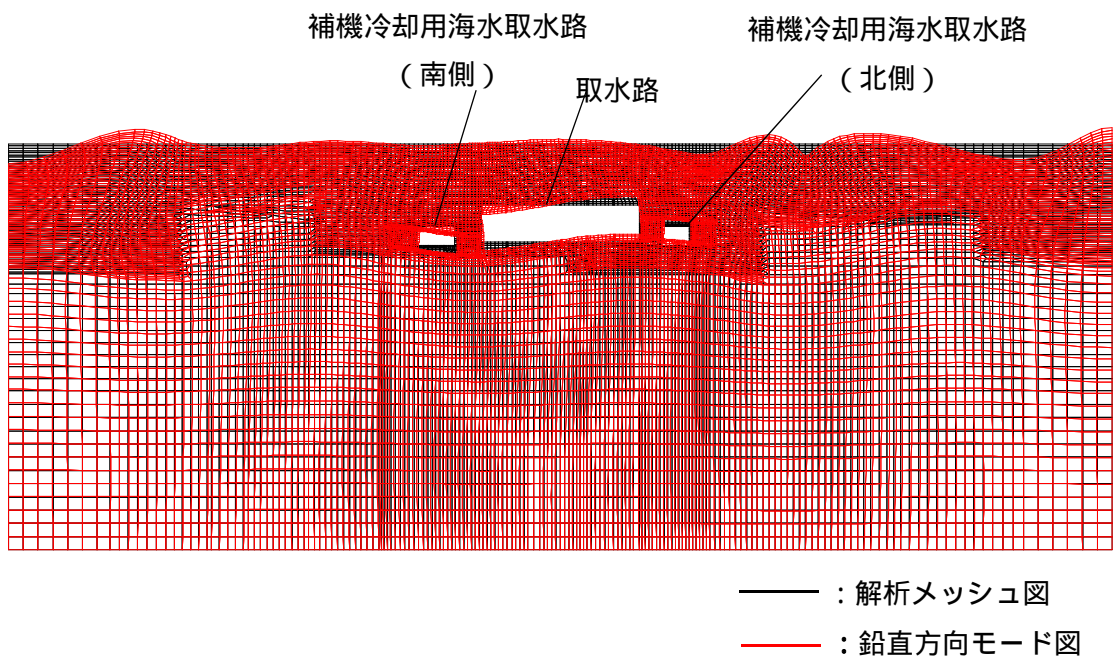


図 10-18 固有振動モード 鉛直方向 (補機冷却用海水取水路 (A - A 断面))

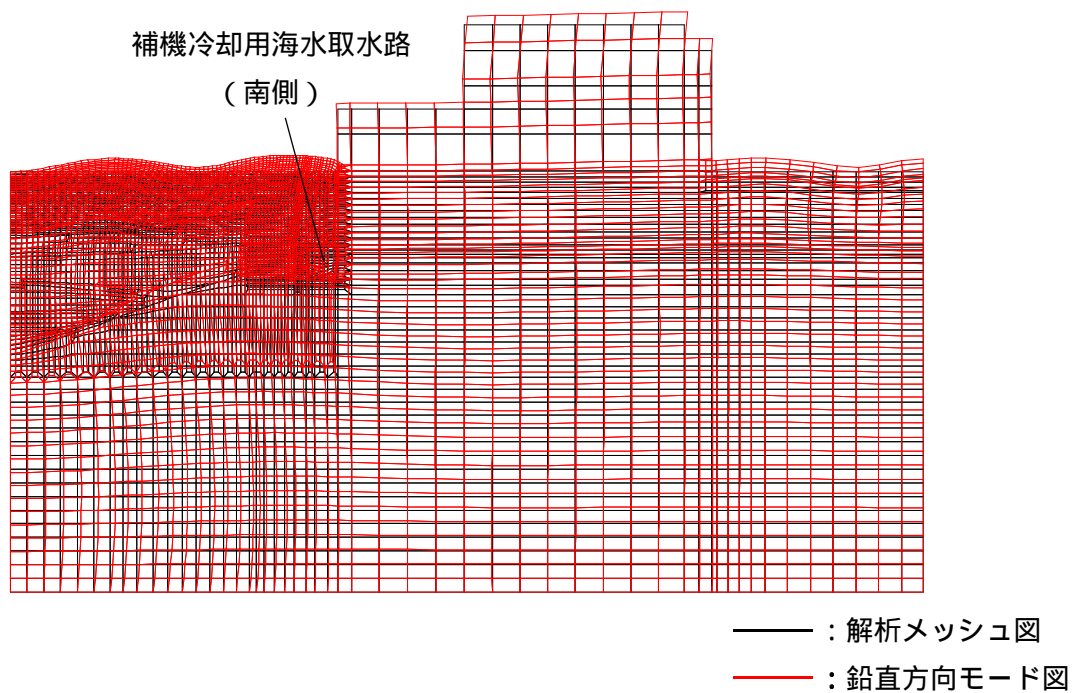


図 10-19 固有振動モード 鉛直方向 (補機冷却用海水取水路 (B - B 断面))

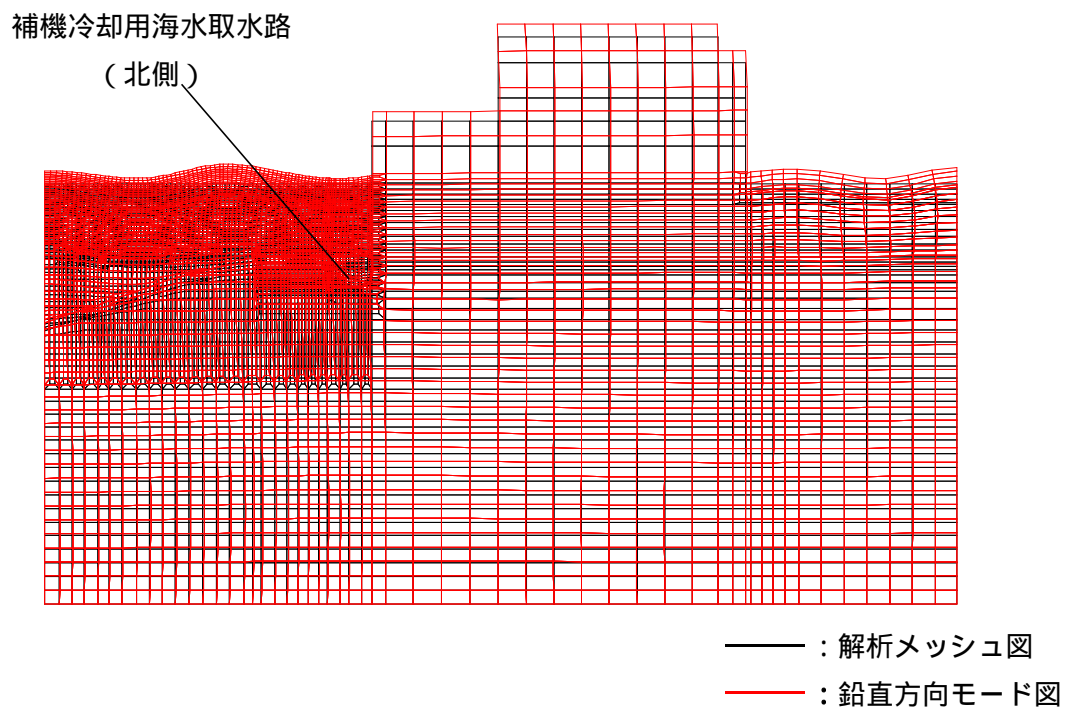


図 10-20 固有振動モード 鉛直方向 (補機冷却用海水取水路 (C - C 断面 南妻壁))

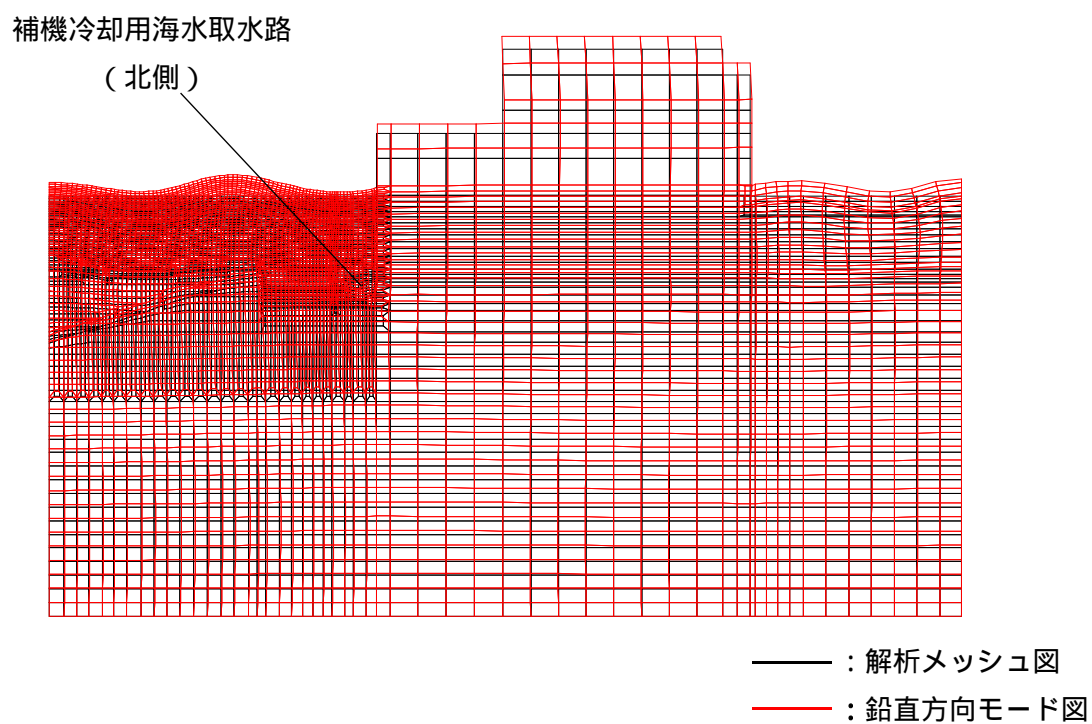


図 10-21 固有振動モード 鉛直方向 (補機冷却用海水取水路 (C - C 断面 北妻壁))

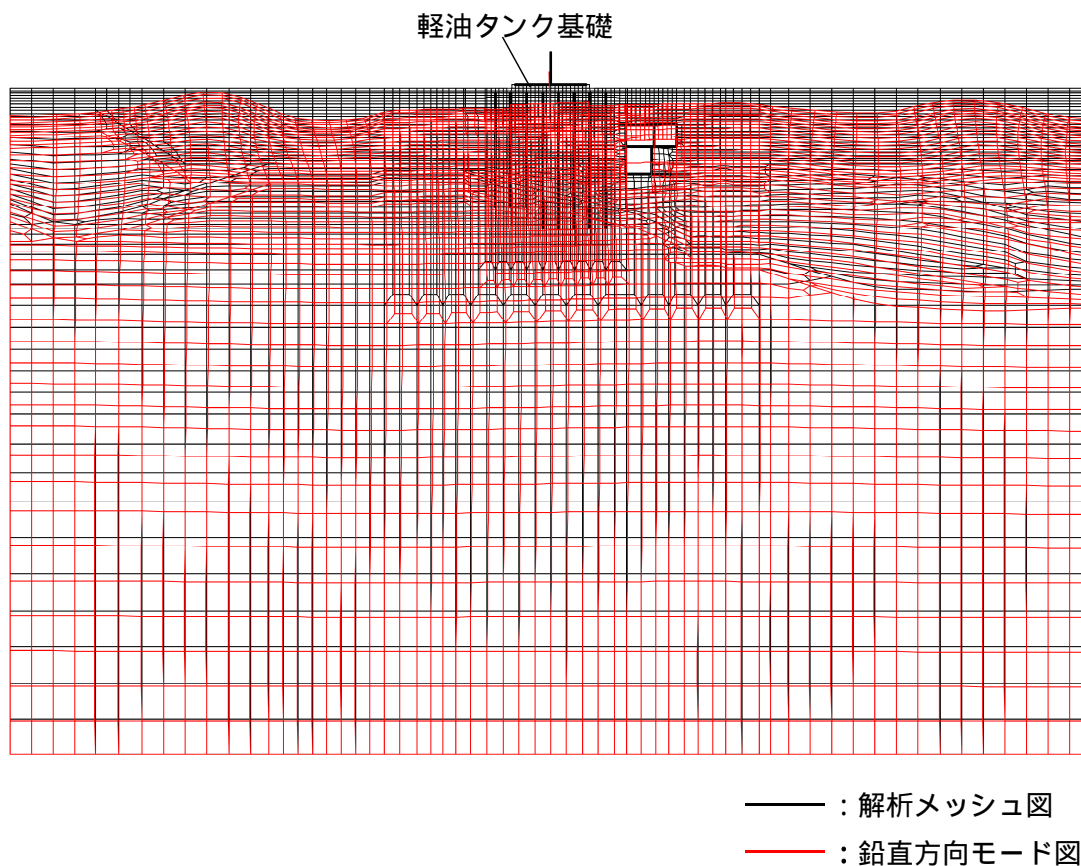


図 10-22 固有振動モード 鉛直方向（軽油タンク基礎（A - A断面））

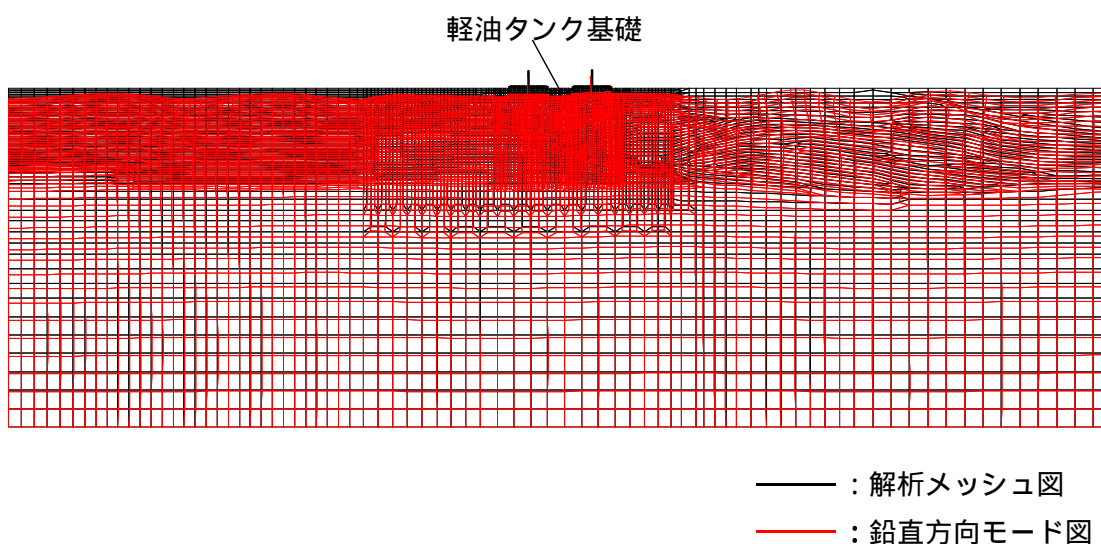


図 10-23 固有振動モード 鉛直方向（軽油タンク基礎（B - B断面））



図 10-24 固有振動モード 鉛直方向（燃料移送系配管ダクト（A - A断面））



図 10-25 固有振動モード 鉛直方向（燃料移送系配管ダクト（B - B断面））

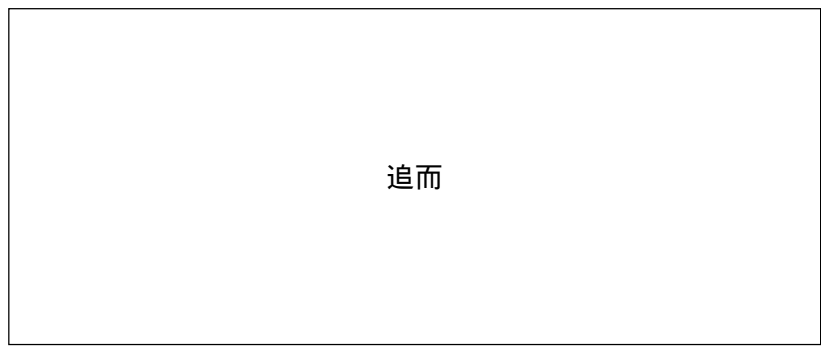


図 10-26 固有振動モード 鉛直方向 (燃料移送系配管ダクト (C - C 断面))

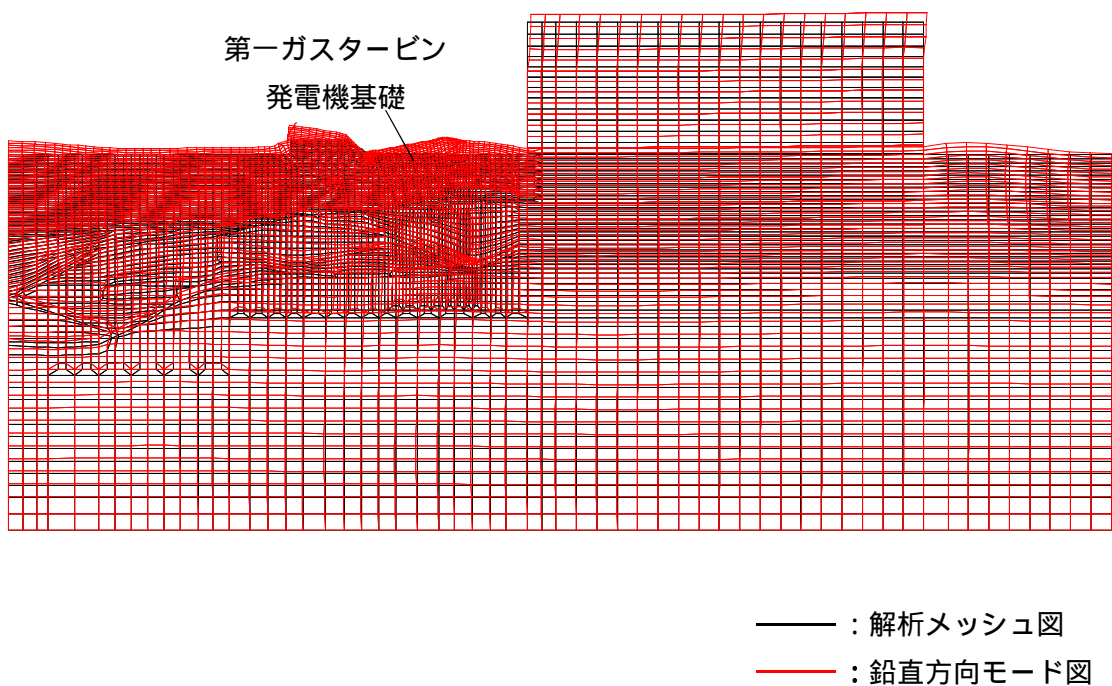


図 10-27 固有振動モード 鉛直方向 (常設代替交流電源設備基礎 (A - A 断面))

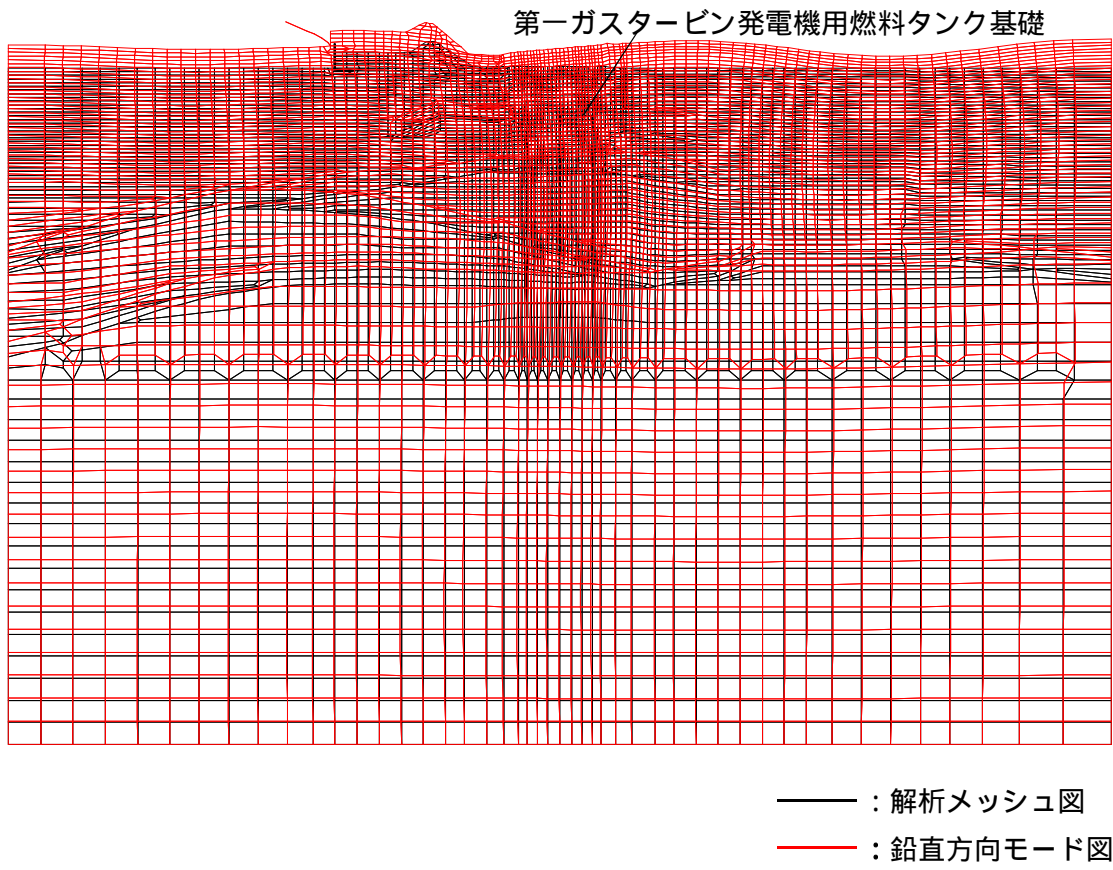


図 10-28 固有振動モード 鉛直方向 (常設代替交流電源設備基礎 (B - B断面))

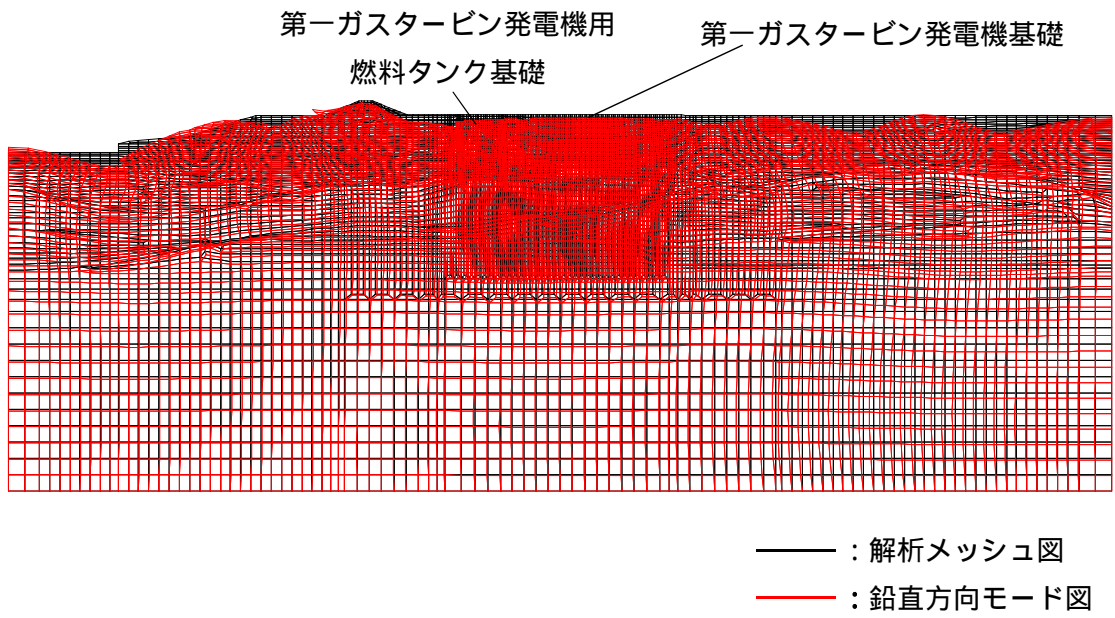
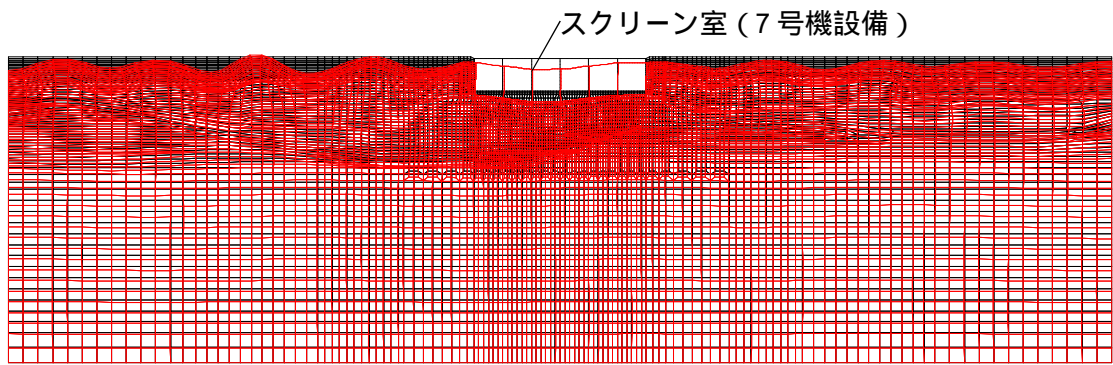
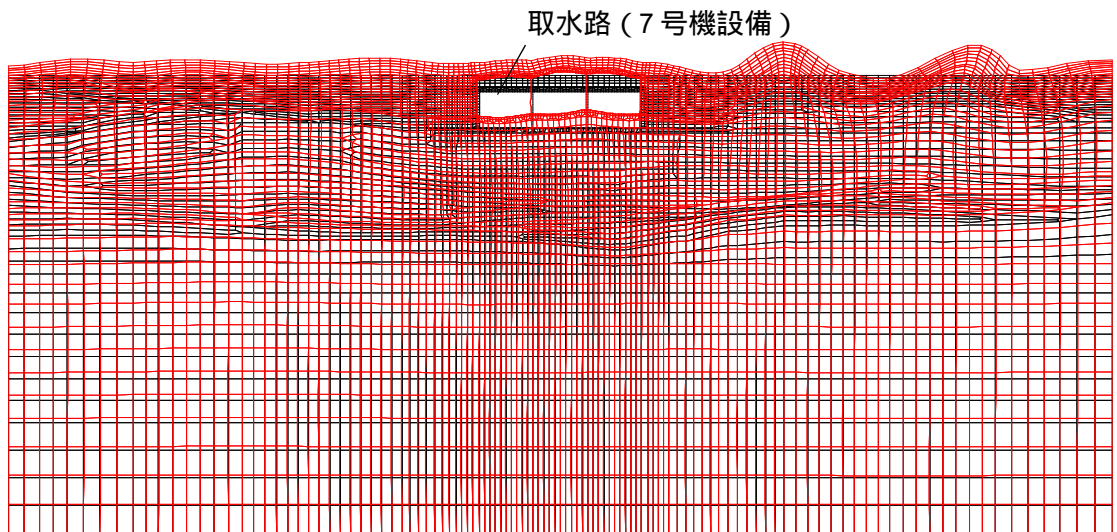


図 10-29 固有振動モード 鉛直方向 (常設代替交流電源設備基礎 (C - C断面))



— : 解析メッシュ図
 — : 鉛直方向モード図

図 10-30 固有振動モード 鉛直方向 (スクリーン室 (7号機設備))(A - A断面))



— : 解析メッシュ図
 — : 鉛直方向モード図

図 10-31 固有振動モード 鉛直方向 (取水路 (7号機設備))(A - A断面))

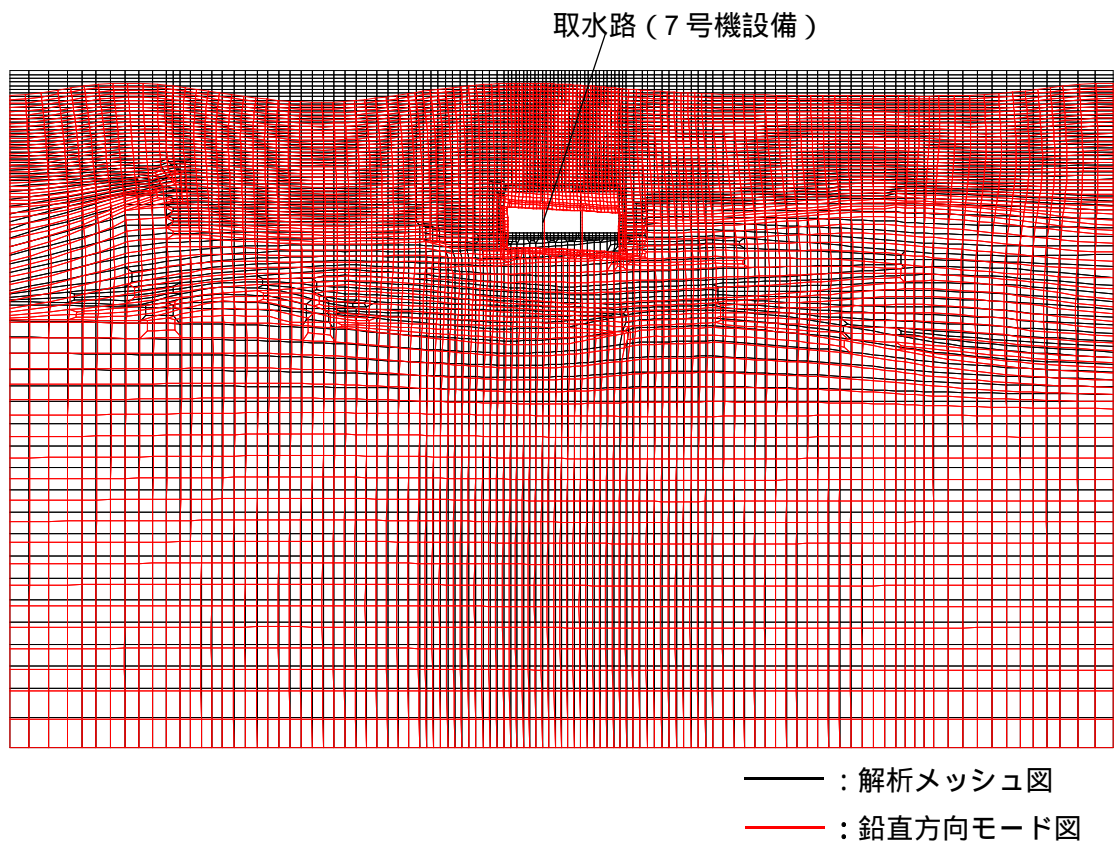


図 10-32 固有振動モード 鉛直方向（取水路（7号機設備）（B - B断面））

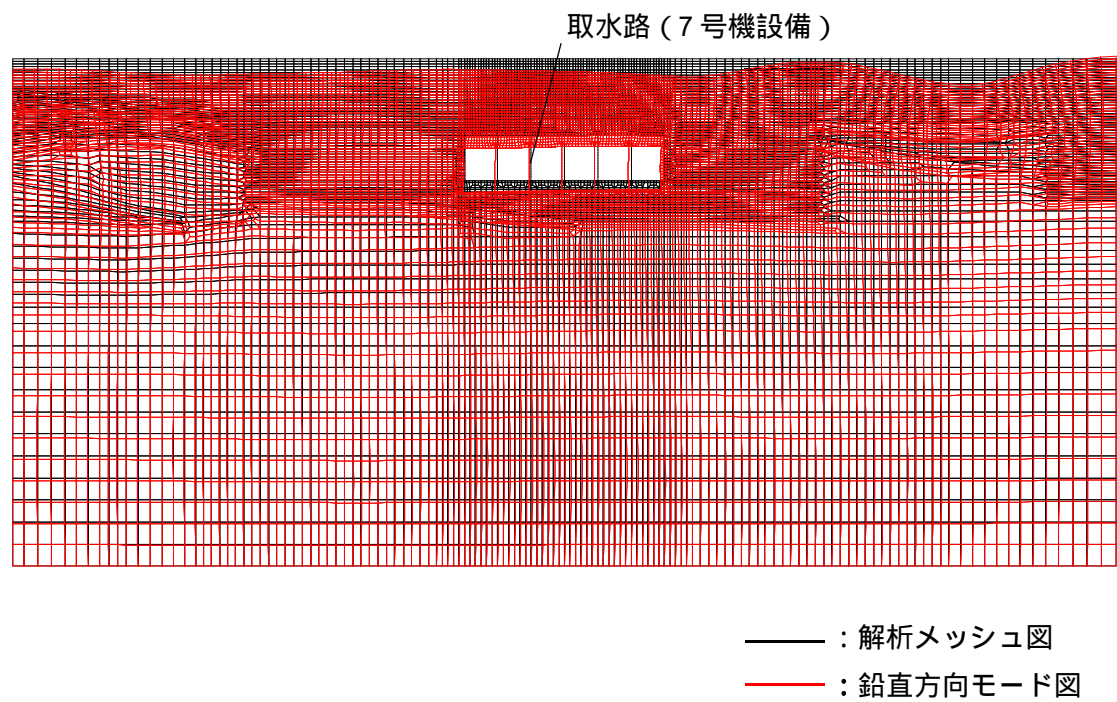


図 10-33 固有振動モード 鉛直方向（取水路（7号機設備）（C - C断面））

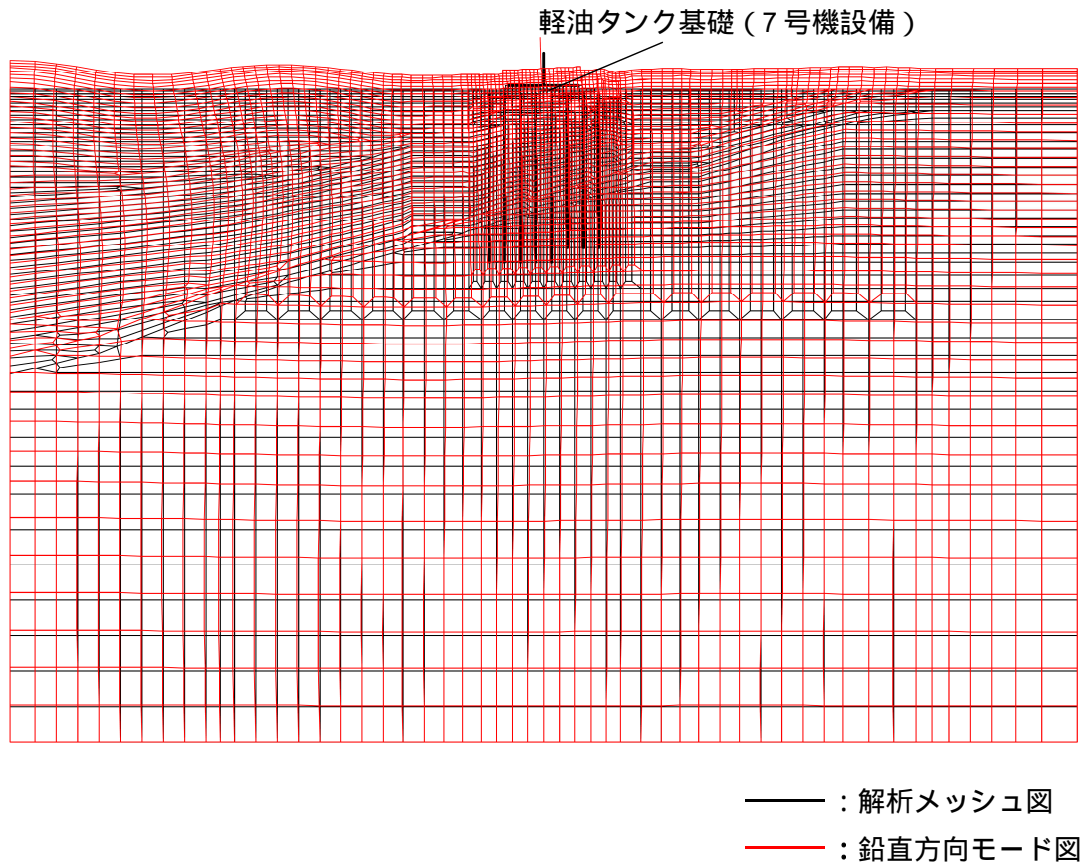


図 10-34 固有振動モード 鉛直方向 (軽油タンク基礎 (7号機設備)) (A - A断面))

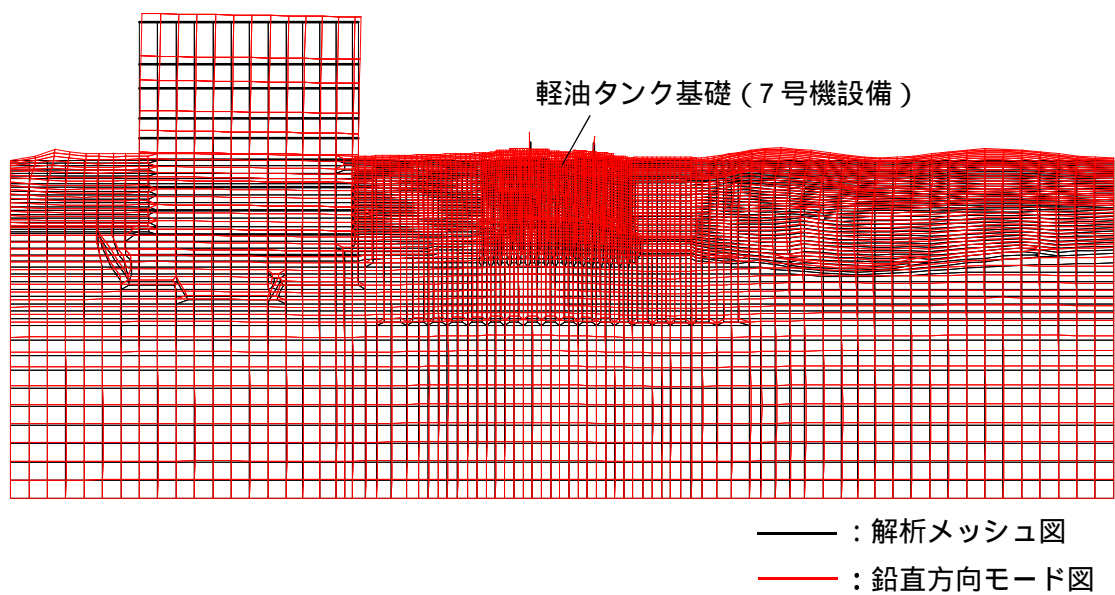


図 10-35 固有振動モード 鉛直方向 (軽油タンク基礎 (7号機設備)) (B - B断面))