

島根原子力発電所 2号炉 審査資料	
資料番号	EP-050 改 43(説 39)
提出年月日	令和 2 年 4 月 8 日

島根原子力発電所 2号炉

地震による損傷の防止

(コメント回答)

[屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定]

令和 2 年 4 月
中国電力株式会社

No.	審査会合日	コメント要旨	回答頁
論点[I]設置変更許可申請における既許可からの変更点等を踏まえた論点			
93	R2.3.3	<p>取水槽の弱軸方向断面について、加振方向と平行に配置される壁（妻壁）の影響範囲を考慮してモデル化する場合、妻壁を含む各部位の耐震評価の考え方を説明すること。また、このモデル化を適用する場合の検証方法について説明すること。</p>	2,3,17,18
94	R2.3.3	<p>取水槽の弱軸方向断面について、先行プラントの審査実績を踏まえて妻壁の拘束効果を期待する場合は、下記事項等に留意してモデル化方針を説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・妻壁から対象とする断面までの距離や妻壁の非線形性の程度に依存して拘束効果が減少すること。 ・妻壁と接合する部位に応力集中すること。 ・支持される設備への影響評価及び要求機能に応じた妻壁の耐震性評価が可能であること。 	3,6,18
95	R2.3.3	<p>屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）が屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）と一体化している範囲について、先行審査実績のない特徴（上位クラス施設が下位クラス施設に支持されていること、交差部に立体的な荷重が作用すると想定されること等）から、モデル化を含めた耐震評価の考え方を説明すること。</p>	4,7,28,29

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 9 3】

■ 指摘事項（第842回審査会合 令和2年3月3日）

【No. 9 3（論点 I - 4）屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定】

○取水槽の弱軸方向断面について、加振方向と平行に配置される壁（妻壁）の影響範囲を考慮してモデル化する場合、妻壁を含む各部位の耐震評価の考え方を説明すること。また、このモデル化を適用する場合の検証方法について説明すること。

■ 回答まとめ

- ・取水槽の弱軸方向断面において加振方向と平行に配置される壁（以降、妻壁と呼ぶ）を含む各部位の耐震評価は、基準地震動 S_s による地震応答解析を実施し、各部位に生じる応力度等が許容限界を超えないことを確認する。（P17）
- ・各部位の許容限界について、取水槽には止水機能が求められる部位があり、その他の部位では通水機能や支持機能が求められ、部位ごとに要求機能が異なる。したがって、各要求機能に対する目標性能を整理し、目標性能毎に許容限界を設定する。（P17）
- ・なお、妻壁は等価剛性としてモデル化し、弱軸方向加振において耐震壁としての役割を担うことから、妻壁を耐震壁と見なし、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（日本建築学会，1999）」（以下、「RC規準」という。）に準拠した耐震評価を行う。RC規準では、耐震壁に生じるせん断力（面内せん断）に対して、コンクリートのみで負担できるせん断耐力と、鉄筋のみで負担できるせん断耐力のいずれか大きい方を鉄筋コンクリートのせん断耐力として設定する。したがって、壁部材に生じるせん断力がコンクリートのみで負担できるせん断力以下であれば、鉄筋によるせん断負担はなく鉄筋には応力が発生しないものとして取り扱う。（P17）
- ・また、上記の妻壁のモデル化を適用する場合は、次頁に示すとおり、3次元モデルによる検討を実施することで、妻壁のモデル化の検証を行う。（P18）

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 9 4】

■ 指摘事項（第842回審査会合 令和2年3月3日）

【No. 9 4（論点 I - 4）屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定】

○取水槽の弱軸方向断面について、先行プラントの審査実績を踏まえて妻壁の拘束効果を期待する場合は、下記事項等に留意してモデル化方針を説明すること。

- ・妻壁から対象とする断面までの距離や妻壁の非線形性の程度に依存して拘束効果が減少すること。
- ・妻壁と接合する部位に応力集中すること。
- ・支持される設備への影響評価及び要求機能に応じた妻壁の耐震性評価が可能であること。

■ 回答まとめ

- ・2次元FEMモデルを用いた基準地震動 S_s による地震応答解析を実施し耐震評価を実施するが、妻壁の拘束効果を期待する取水槽については、先行プラントの審査実績を踏まえて、構造物と地盤の相互作用により発生する土圧を正しく評価するため、妻壁の剛性を考慮した2次元モデルでモデル化する。（P18）
- ・各妻壁で要求機能及び支持される設備の種類や設置状況が異なる場合は、妻壁間の幅をモデル化範囲とすることにより、要求機能等に応じた妻壁毎の耐震評価が可能である。（P18）
- ・ただし、妻壁から対象とする断面までの距離や妻壁の非線形性の程度に依存して拘束効果が減少することや妻壁との接合部における応力集中を確認する必要があることから、3次元モデルによる検討を実施する。（P6,18）

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 9 5】

■ 指摘事項（第842回審査会合 令和2年3月3日）

【No. 9 5（論点 I - 4）屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定】

○屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）が屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）と一体化している範囲について、先行審査実績のない特徴（上位クラス施設が下位クラス施設に支持されていること、交差部に立体的な荷重が作用すると想定されること等）から、モデル化を含めた耐震評価の考え方を説明すること。


■ 回答まとめ

- ・屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の底版の一部が、下位クラス施設である屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の頂版の一部と一体化している範囲があることから、当該部位のような複雑な構造における立体的な作用荷重を精緻に評価するため、2次元FEMモデルによる耐震評価に加えて、3次元モデルによる検討を実施する。（P7,28,29）
- ・屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の一体化部は、上位クラス施設である屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）を間接支持する構造物であることから、屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）と同じ要求機能を満足することを確認する。（P28）

論点 I -4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

目次

1. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における断面選定の方針
 - 1.1 評価対象構造物の概要
 - 1.2 箱型構造物の断面選定の方針
 - 1.3 線状構造物の断面選定の方針
 - 1.4 円筒状構造物及び直接基礎の断面選定の方針
 - 1.5 管路構造物の断面選定の方針
 - 1.6 評価対象断面の選定方法
2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理
 - 2.1 箱型構造物の耐震評価候補断面の整理
 - (1) 取水槽
 - 2.2 線状構造物の耐震評価候補断面の整理
 - (1) 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）
 - 2.3 円筒状構造物の耐震評価候補断面の整理
 - (1) 取水口
 - 2.4 直接基礎の耐震評価候補断面の整理
 - (1) ガスタービン発電機用軽油タンク基礎
 - 2.5 管路構造物の耐震評価候補断面の整理
 - (1) 取水管

 : 本日まで説明範囲

別添資料

- 別添.1 箱型構造物の耐震評価候補断面の整理
 - (1) ディーゼル燃料貯蔵タンク基礎
 - (2) 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
 - (3) 第1ベントフィルタ格納槽
 - (4) 緊急時対策所用燃料地下タンク
- 別添.2 線状構造物の耐震評価候補断面の整理
 - (1) 燃料移送系配管ダクト
 - (2) 屋外配管ダクト（復水貯蔵タンク～原子炉建物）
 - (3) 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）

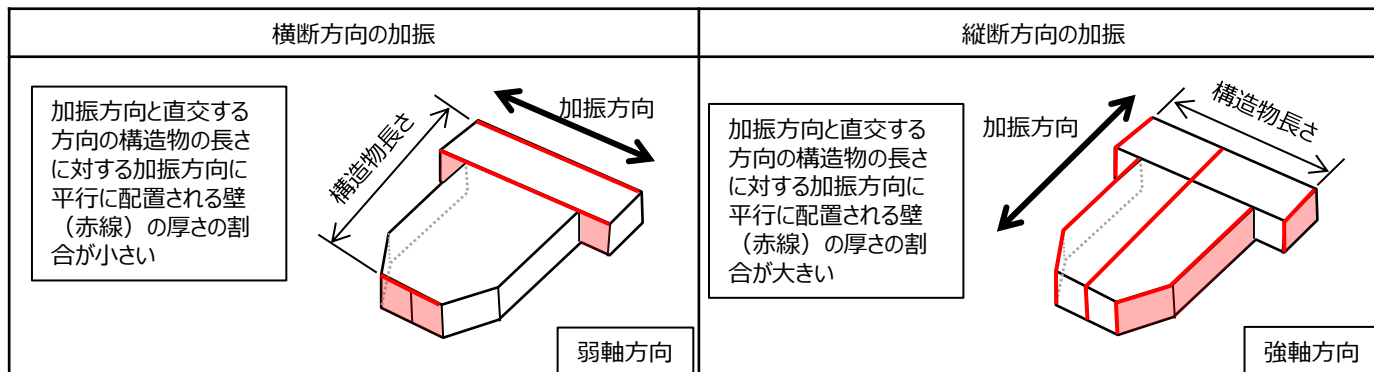
審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

1. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における断面選定の方針

1.2 箱型構造物の断面選定の方針

- 評価対象構造物は、鉄筋コンクリート造で構成されており、主に海水の通水機能や配管等の間接支持機能を維持するため、通水方向や間接支持する配管の管軸方向に対して空間を保持できるように構造部材が配置されている。通水方向や配管の管軸方向と直交する方向には構造部材の配置が少ないことから、構造上の特徴として、明確に通水方向や配管の管軸方向が強軸に、通水方向や配管の管軸方向と直交する方向が弱軸となる。
- 通水以外の要求機能が求められる箱型構造物は、加振方向と直交する方向の構造物の長さに対する加振方向に平行に配置される壁の厚さの割合が小さい方が弱軸となり、大きい方が強軸となる。
- 箱型構造物の設計方針として、強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさないが、強軸方向断面についても、弱軸方向と同じように要求機能があり、間接支持する機器・配管の有無や浸水防護壁等の応答影響評価の必要性があることから、耐震評価候補断面に追加する。
- 弱軸方向断面では、配筋を含め構造的特徴が概ね同様である範囲から代表となる範囲を耐震評価候補断面とする。ただし、加振方向と平行に配置される壁が多数ある構造物については、加振方向と平行に配置される壁の影響を考慮するため、必要により壁間の幅を耐震評価候補断面とする。また、強軸方向断面では、加振方向と平行に配置される壁の影響を考慮するため、構造物の奥行幅を耐震評価候補断面とする。
- 箱型構造物の評価対象断面は、以上の理由により構造の安全性に支配的な弱軸方向及び強軸方向から、後述する「1.6 評価対象断面の選定方法」に基づいて選定する。
- 加振方向と平行に配置される壁の影響を考慮する構造物については、加振方向と平行に配置される壁から対象とする断面までの距離に依存して拘束効果が減少することや、妻壁の非線形性の有無、妻壁との接合部における応力集中を確認する必要があることから、3次元モデルによる検討を実施する。



箱型構造物における評価対象断面の選定

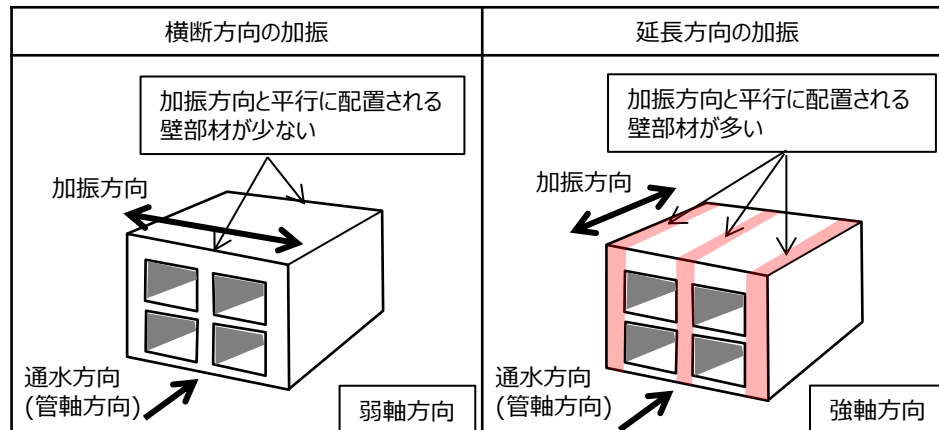
審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

1. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における断面選定の方針

1.3 線状構造物の断面選定の方針

- 評価対象構造物は、鉄筋コンクリート造で構成されており、主に海水の通水機能や配管等の間接支持機能を維持するため、通水方向や間接支持する配管の管軸方向に対して空間を保持できるように構造部材が配置されている。通水方向や配管の管軸方向と直交する方向には構造部材の配置が少ないことから、構造上の特徴として、明確に通水方向や配管の管軸方向が強軸に、通水方向や配管の管軸方向と直交する方向が弱軸となる。
- 線状構造物は、加振方向と平行に配置される壁部材が少ない方が弱軸となり、多い方が強軸となる。
- 強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさない。
- 弱軸方向断面では、配筋を含め構造的特徴が概ね同様である範囲から代表となる範囲を耐震評価候補断面とする。
- 線状構造物の評価対象断面は、以上の理由により構造の安全性に支配的な弱軸方向から、後述する「1.6 評価対象断面の選定方法」に基づいて選定する。
- 線状構造物のうち、部位の一部が他の構造物の部位の一部と一体化している範囲がある場合は、当該部位のような複雑な構造における立体的な作用荷重を精緻に評価するため、2次元FEMモデルによる耐震評価に加えて、3次元モデルによる検討を実施する。

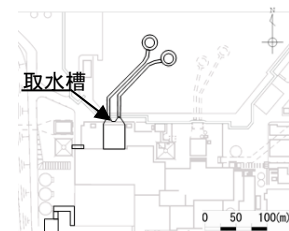


線状構造物における評価対象断面の選定

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

2.屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理



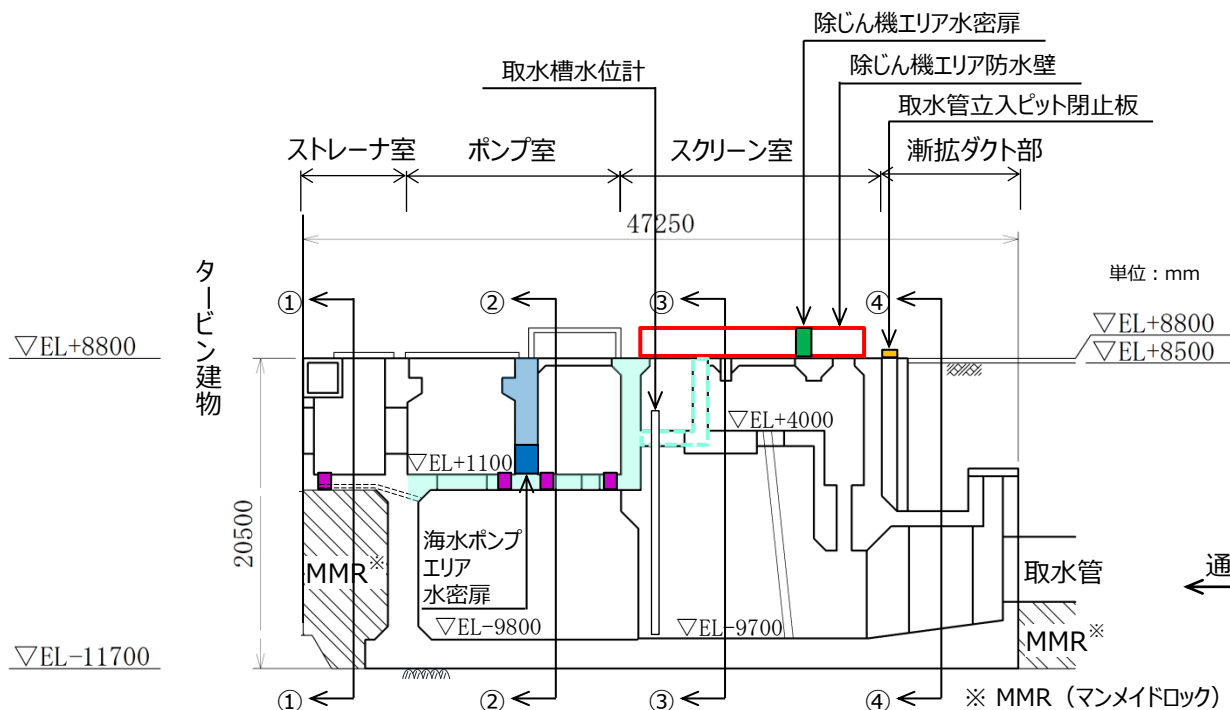
全体平面図

2.1 箱型構造物の耐震評価候補断面の整理

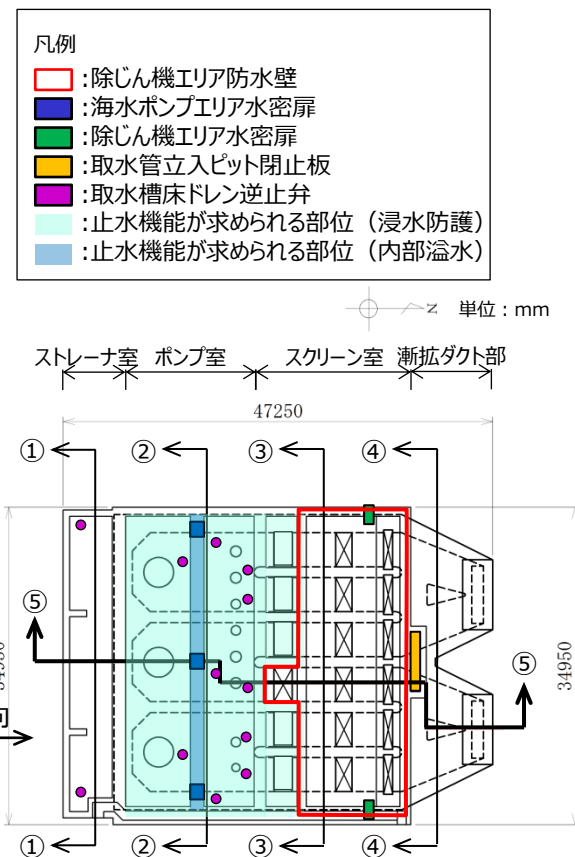
(1) 取水槽

【構造概要】

- 取水槽に設置される浸水防止設備や津波監視設備の配置を以下に示す。
- 浸水防護重点化範囲を保持するために止水機能が求められる部位は以下のとおりである。
 - ・ポンプ室に設置される中床版 (EL+1.1m)
 - ・スクリーン室に設置される中床版 (EL+4.0m)
 - ・スクリーン室南側の除じん機エリア防水壁の位置に設置される中壁 (EL+1.1m~EL+8.8m)
- また、内部溢水影響評価から止水機能が求められる部位は以下のとおりである。
 - ・ポンプ室の海水ポンプエリア水密扉を設置する中壁 (EL+1.1m~EL+8.8m)



取水槽 縦断図 (5-5断面)



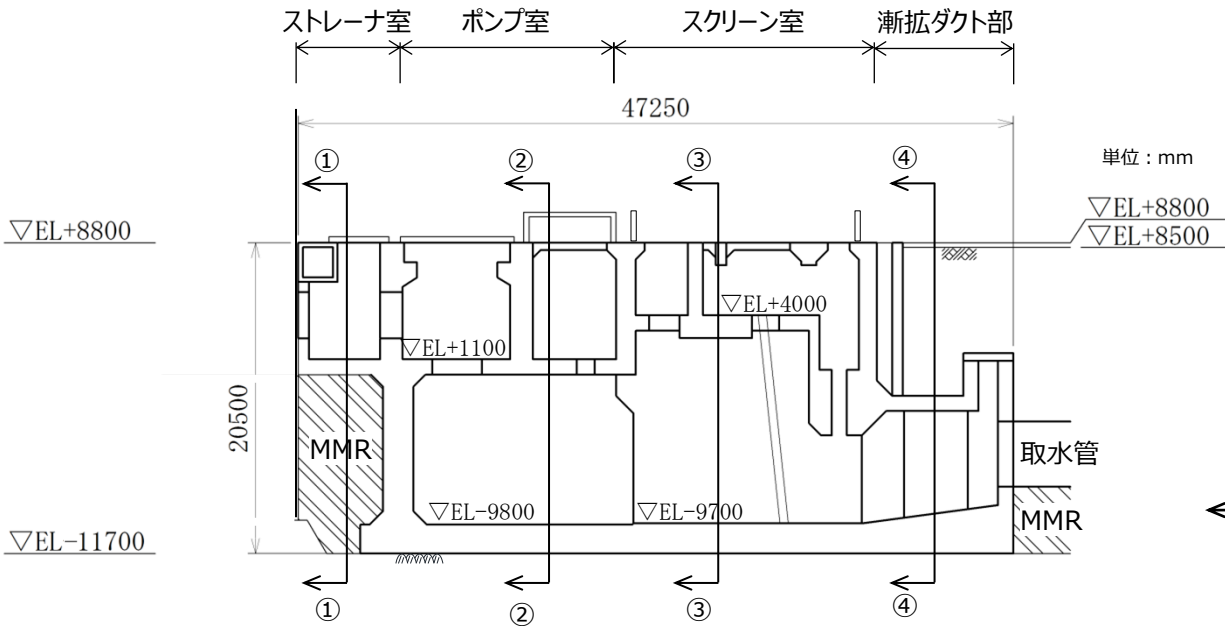
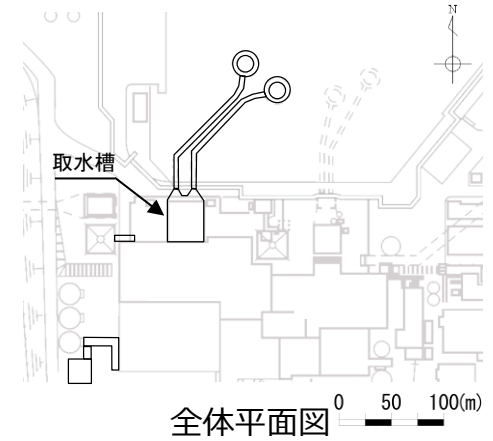
取水槽 平面図

- 凡例
- (Red): 除じん機エリア防水壁
 - (Blue): 海水ポンプエリア水密扉
 - (Green): 除じん機エリア水密扉
 - (Yellow): 取水管立入ピット閉止板
 - (Purple): 取水槽床ドレン逆止弁
 - (Light Blue): 止水機能が求められる部位 (浸水防護)
 - (Dark Blue): 止水機能が求められる部位 (内部溢水)

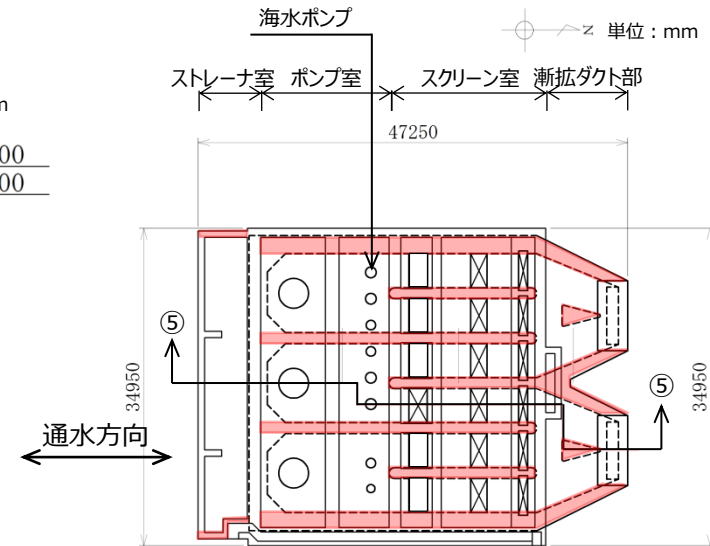
審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定 2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

- 取水槽の平面図及び縦断図を以下に示す。
- 取水槽は、ストレナ室、ポンプ室、スクリーン室及び漸拡ダクト部に大別される鉄筋コンクリート造の半地下構造物である。
- 通水方向と平行に配置される壁部材が多いので、通水方向が強軸となる。
- 取水槽の南側にタービン建物及び北側に取水管が隣接している。



取水槽 縦断図 (⑤-⑤断面)



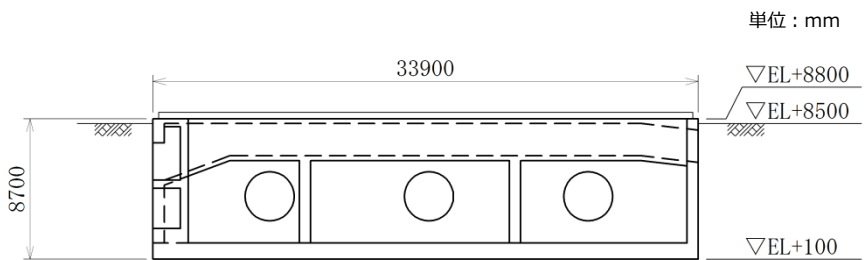
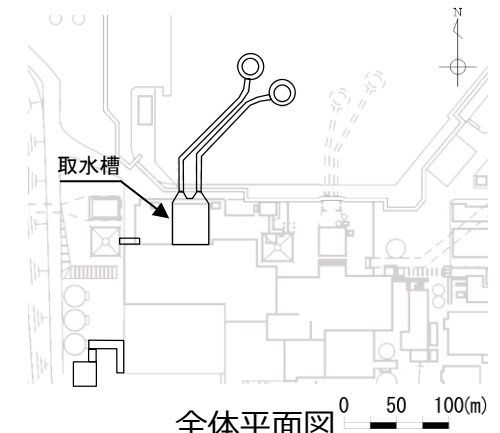
凡例
■ : 通水方向と平行に配置される壁部材

取水槽 平面図

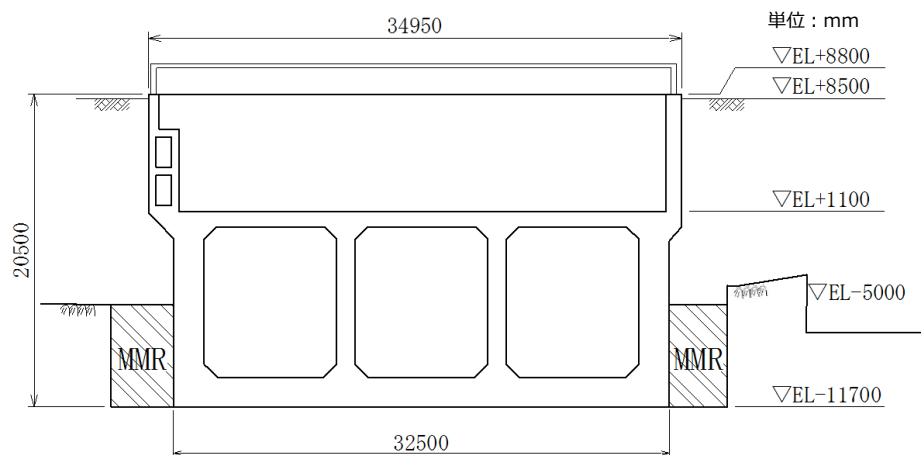
審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定 2.屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

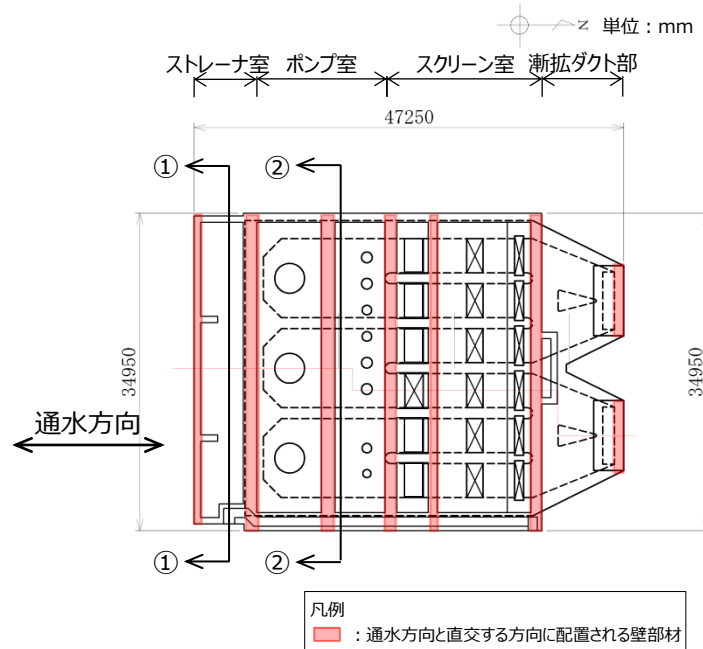
- 取水槽の平面図及び断面図を以下に示す。
- ポンプ室はEL+1.1mより上部のポンプ室と下部の3連ボックスカルバート形状の水路から構成されている。
- 通水方向と直交する方向に配置される壁部材が少ないので、通水直交方向が弱軸となる。
- ②-②断面（ポンプ室）は①-①断面（ストレナ室）より側壁に作用する土圧荷重が大きく、また、海水ポンプが上載される断面である。
- 取水槽の弱軸方向断面では、配筋を含め構造的特徴が概ね同様である範囲を踏まえ、加振方向と平行に配置される壁の影響を考慮するため、壁間の幅を耐震評価候補断面とする。



取水槽 断面図 (①-①断面)



取水槽 断面図 (②-②断面)



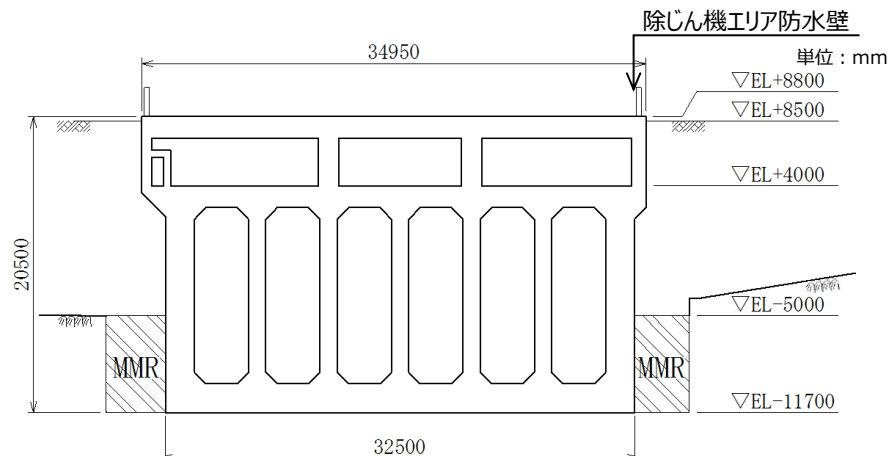
取水槽 平面図

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

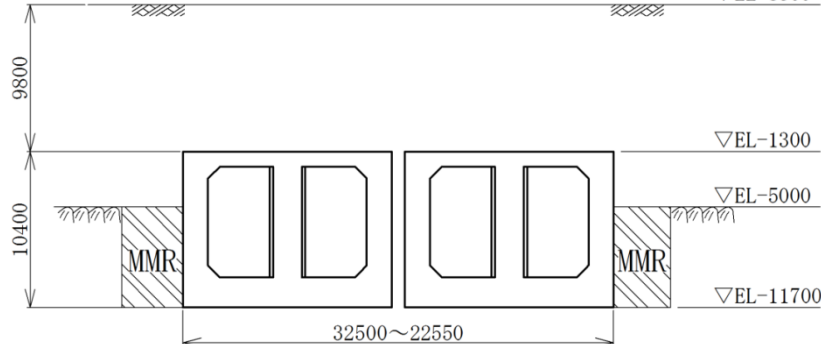
論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

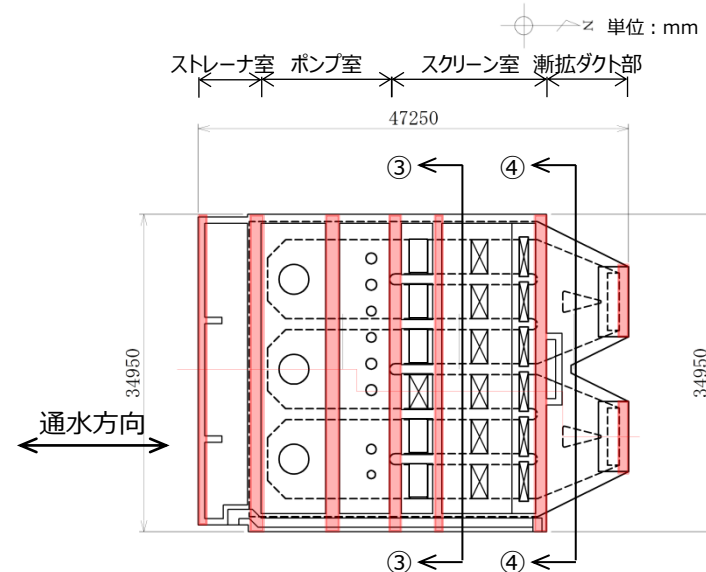
- 取水槽の平面図及び断面図を以下に示す。
- スクリーン室はEL+4.0mより上部の除じん機室と下部の6連のボックスカルバート形状の水路から構成されている。
- 通水方向と直交する方向に配置される壁部材が少ないので、通水直交方向が弱軸となる。
- ③-③断面（スクリーン室）は、周囲を岩盤に概ね囲まれている④-④断面より、水路の側壁に作用する土圧荷重が大きく、また、除じん機エリア防水壁が上載される断面である。
- 取水槽の弱軸方向断面では、配筋を含め構造的特徴が概ね同様である範囲を踏まえ、加振方向と平行に配置される壁の影響を考慮するため、壁間の幅を耐震評価候補断面とする。



取水槽 断面図 (③-③断面)



取水槽 断面図 (④-④断面)



凡例

■ : 通水方向と直交する方向に配置される壁部材

取水槽 平面図


審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

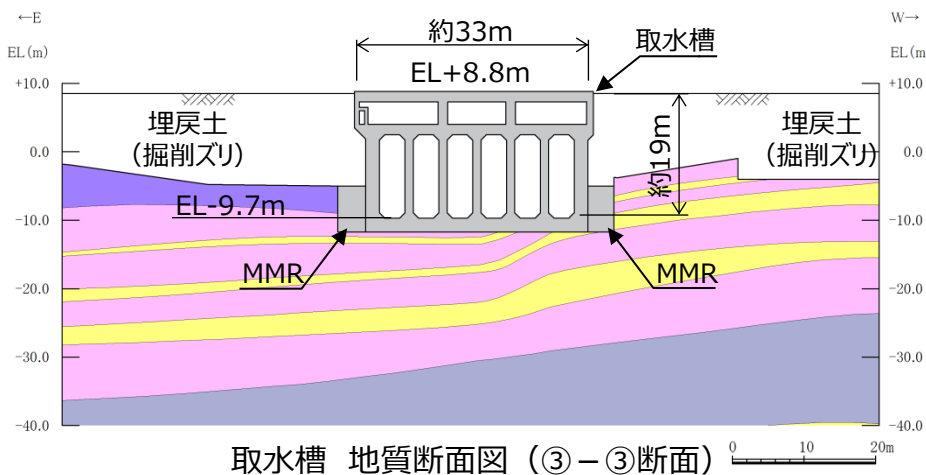
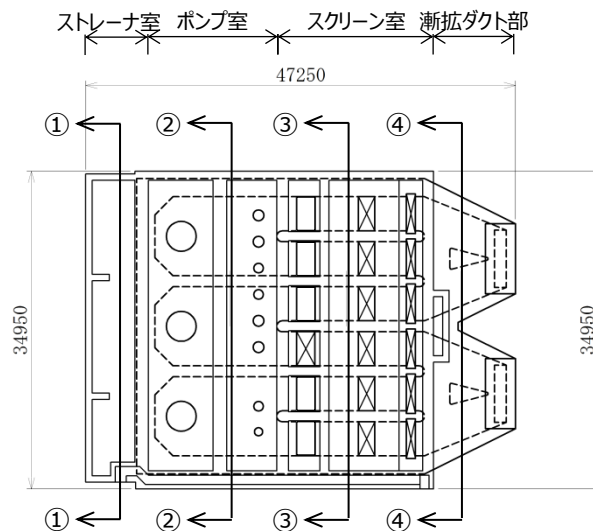
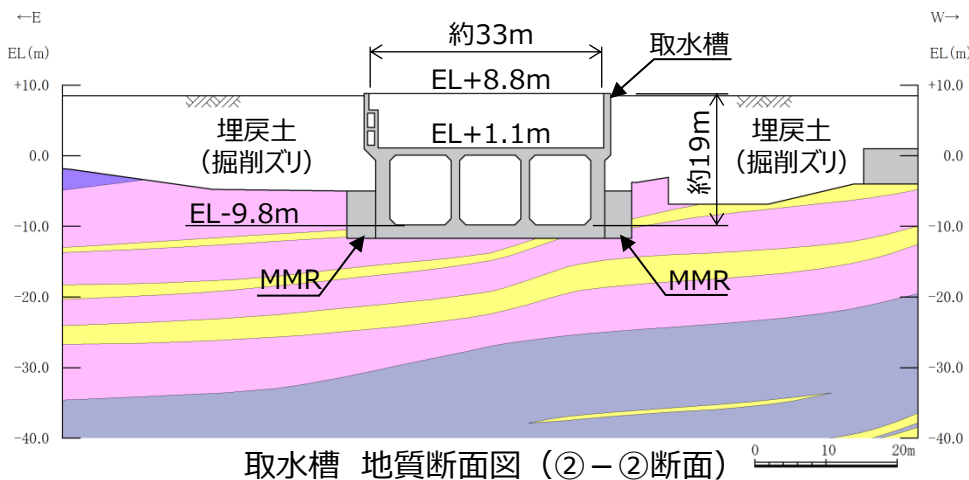
論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

【周辺状況】

- 取水槽の平面図及び地質断面図を以下に示す。
- 周辺地質は埋戻土（掘削ズリ）及びMMR（マンメイドロック）が分布している。

単位：mm


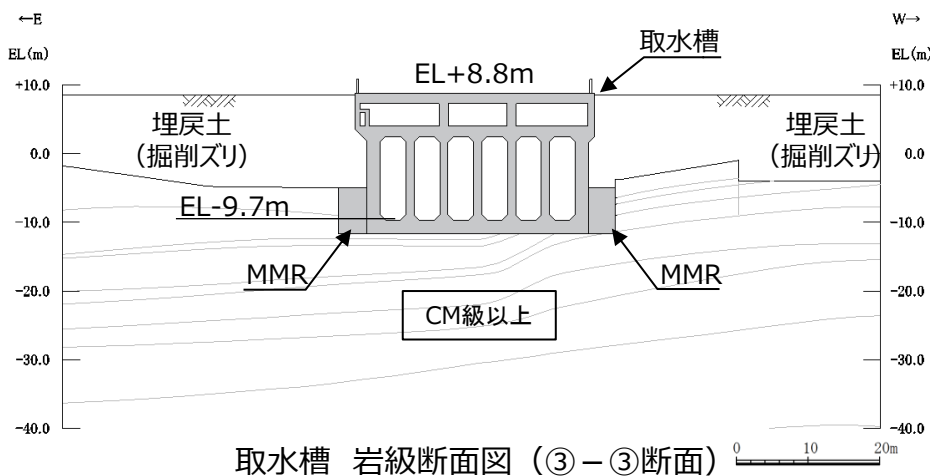
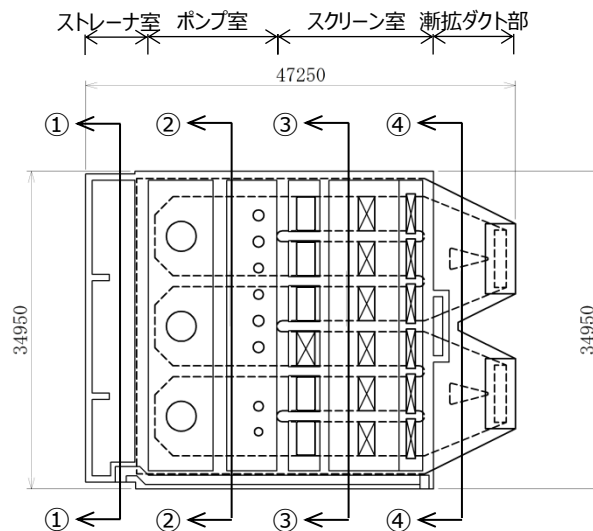
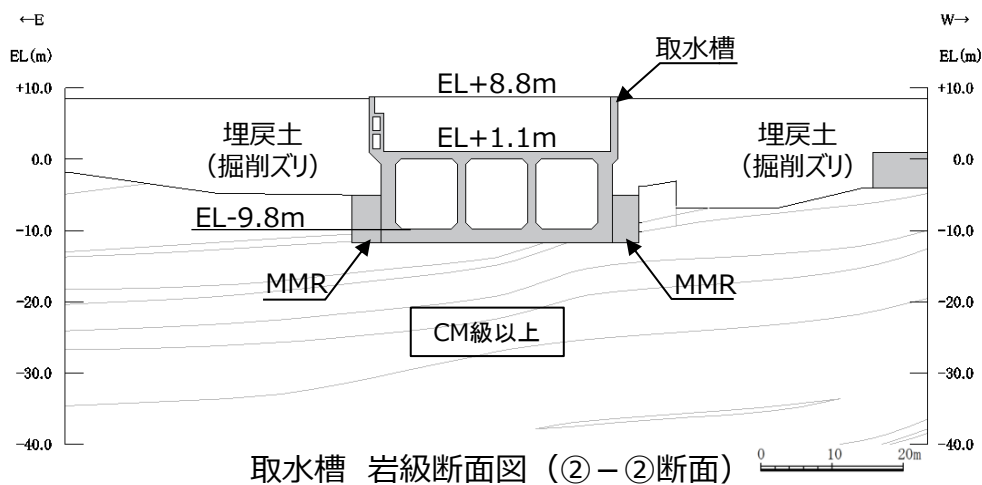


審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定
2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

- 取水槽の平面図及び岩級断面図を以下に示す。
- 取水槽はCM級以上の岩盤に直接支持されている。

単位：mm



審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

2.屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

【耐震評価候補断面の整理】

■ 取水槽について、間接支持する設備、構造的特徴、周辺状況及び地震力特性等の観点を踏まえた耐震評価候補断面を整理した。

耐震評価候補断面の整理（取水槽）（1/3）

観点		取水槽				
		①-①断面	②-②断面	③-③断面	④-④断面	⑤-⑤断面
①要求機能並びに間接支持する機器・配管の有無及び設置状況	要求機能	・間接支持	・通水 ・間接支持 ・止水	・通水 ・間接支持	・通水	・通水 ・間接支持 ・止水
	間接支持する設備	・原子炉補機海水ストレーナ ・高圧炉心スプレイ補機海水ストレーナ ・原子炉補機海水系配管・弁 ・高圧炉心スプレイ補機海水系配管・弁 他	・高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ ・原子炉補機海水ポンプ ・原子炉補機海水系配管・弁 ・高圧炉心スプレイ補機海水系配管・弁 ・海水ポンプエリア水密扉 他	・取水槽水位計 ・除じん機エリア防水壁 ・除じん機エリア水密扉 他	・なし	・①-①断面～③-③断面において間接支持する設備
	設置状況	・設備毎に異なる			—	・設備毎に異なる

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】
 論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定
 2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

耐震評価候補断面の整理（取水槽）（2/3）

観点		取水槽				
		①-①断面	②-②断面	③-③断面	④-④断面	⑤-⑤断面
②構造的 特徴	形式	・弱軸方向断面			・強軸方向断面	
		・鉄筋コンクリート造の地中構造物				
		・ストレーナ室により構成される	・上部のポンプ室及び下部の3連のボックスカルバートにより構成される	・上部のスクリーン室及び下部の6連のボックスカルバートにより構成される	・2連のボックスカルバートにより構成される	・ストレーナ室, ポンプ室, スクリーン室及び取水管取合部により構成される
	・中床版に開口部が存在しない	・中床版に開口部が存在する	・中床版に開口部が存在する	・開口部が存在しない	・中床版に開口部が存在する	
寸法	・幅33.90m, 高さ8.70m	・幅32.50~34.95m, 高さ20.50m		・幅22.55~32.50m, 高さ10.40m	・幅47.25m, 高さ20.50m	

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

耐震評価候補断面の整理（取水槽）（3/3）

観点		取水槽				
		①-①断面	②-②断面	③-③断面	④-④断面	⑤-⑤断面
③周辺状況	構造物下部	<ul style="list-style-type: none"> CM級以上の岩盤に直接支持されている ①-①断面はMMRを介してCM級以上の岩盤に支持されているが、MMRの周辺地質が岩盤であり、②-②～⑤-⑤断面との差異は小さいと判断する 				
	周辺地質 構造物側部及び上部	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻土（掘削ズリ）が分布している 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻土（掘削ズリ）及びMMRが分布している MMRは高さ約6.7mで、矩形である 		<ul style="list-style-type: none"> 埋戻土（掘削ズリ）及びMMRが分布している MMRは高さ約4.4m及び11.8mで台形状である 	
	地質変化部	なし				
	地下水位	解析結果等を踏まえて整理する。				
	モデル化する隣接構造物	なし			タービン建物	
	④地震波の伝搬特性	観点③での整理のとおり、構造物下部の周辺地質は各断面で概ね同様であり、地震波の伝搬特性は概ね同様である				
⑤床応答特性	<ul style="list-style-type: none"> 観点①での整理のとおり、①-①～③-③及び⑤-⑤断面に間接支持する設備がある 観点①～③での整理のとおり、間接支持する設備の種類及び設置状況、構造的特徴並びに周辺状況に差異があることから、各断面の床応答特性が異なる 					

- 以上の整理を踏まえ、詳細設計段階において、地震応答解析により耐震評価を行う上で、構造物の応答が耐震評価上厳しくなると考えられる断面を評価対象断面として選定する。なお、詳細設計段階において設定する地下水位等、各断面で異なる要因があれば、その観点で整理を行い、評価対象断面を選定する。

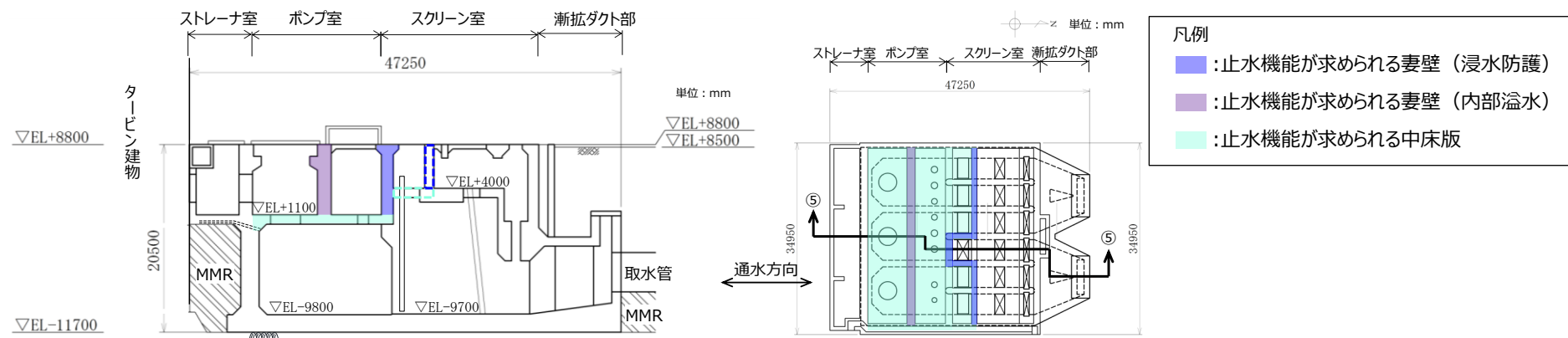
審査会合における指摘事項に対する回答【No. 9 3】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

2.屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

【取水槽の各部位における要求機能及び耐震評価条件について】

- 取水槽の弱軸方向断面において加振方向と平行に配置される壁（以降、妻壁と呼ぶ）を含む各部位の耐震評価は、基準地震動 S_s による地震応答解析を実施し、各部位に生じる応力度等が許容限界を超えないことを確認する。
- 各部位の許容限界について、取水槽には下図に示すとおり止水機能が求められる部位があり、その他の部位では通水機能や支持機能が求められる、部位ごとに要求機能が異なる。したがって、各要求機能に対する目標性能を下表のとおり整理し、目標性能毎に許容限界を設定する。
- なお、妻壁は次頁に示すとおり等価剛性としてモデル化し、弱軸方向加振において耐震壁としての役割を担うことから、妻壁を耐震壁と見なし、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（日本建築学会，1999）」（以下、「RC規準」という。）に準拠した耐震評価を行う。RC規準では、耐震壁に生じるせん断力（面内せん断）に対して、コンクリートのみで負担できるせん断耐力と、鉄筋のみで負担できるせん断耐力のいずれか大きい方を鉄筋コンクリートのせん断耐力として設定する。したがって、壁部材に生じるせん断力がコンクリートのみで負担できるせん断力以下であれば、鉄筋によるせん断負担はなく鉄筋には応力が発生しないものとして取り扱う。



取水槽 縦断面図 (⑤-⑤断面)

取水槽 平面図

要求機能に応じた許容限界

要求機能	要求機能に対する目標性能	許容限界		解析手法	解析モデル
		曲げ	せん断		
通水機能	終局状態に至らない	限界層間変形角又は圧縮縁コンクリート限界ひずみ	せん断耐力	時刻歴応答解析	地質データに基づくFEMモデル
止水機能	鉄筋が降伏しない 発生せん断力がせん断耐力以下	圧縮ひずみ：コンクリートの圧縮強度に対応するひずみ 主筋ひずみ：鉄筋の降伏強度に対応するひずみ	せん断耐力		
支持機能	終局状態に至らない	限界層間変形角又は圧縮縁コンクリート限界ひずみ	せん断耐力		

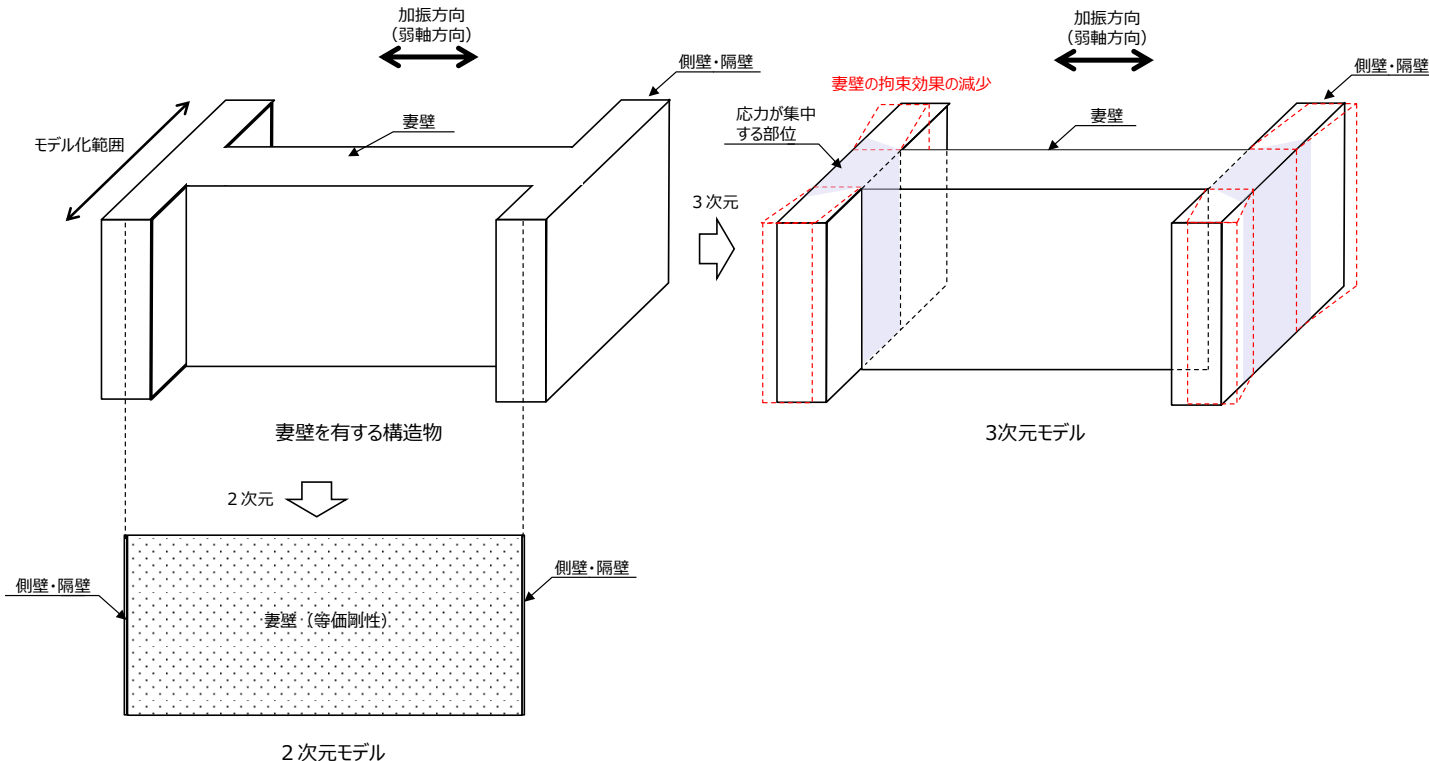
審査会合における指摘事項に対する回答【No. 9 3, 9 4】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

【取水槽の妻壁における等価剛性モデルの適用】

- 2次元FEMモデルを用いた基準地震動 S_s による地震応答解析を実施し耐震評価を実施するが、妻壁の拘束効果を期待する取水槽については、先行プラントの審査実績を踏まえて、構造物と地盤の相互作用により発生する土圧を正しく評価するため、妻壁の剛性を考慮した2次元モデルでモデル化する。
- 各妻壁で要求機能及び支持される設備の種類や設置状況が異なる場合は、妻壁間の幅をモデル化範囲とすることにより、要求機能等に応じた妻壁毎の耐震評価が可能である。
- ただし、妻壁から対象とする断面までの距離に依存して拘束効果が減少することや、妻壁の非線形性の有無、妻壁との接合部における応力集中を確認する必要があることから、3次元モデルによる検討を実施する。



2次元モデル及び3次元モデルの概念図

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

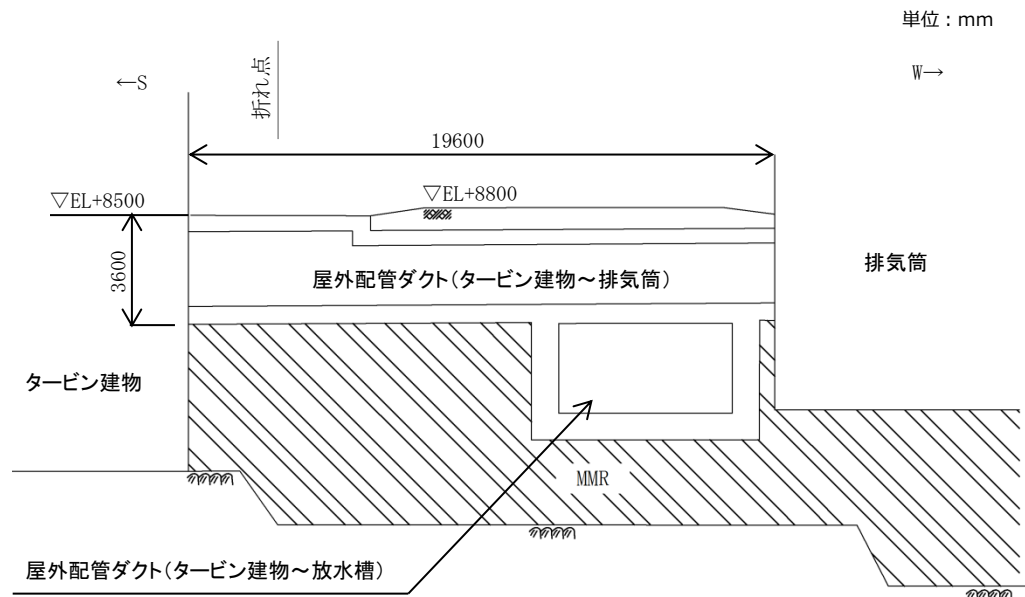
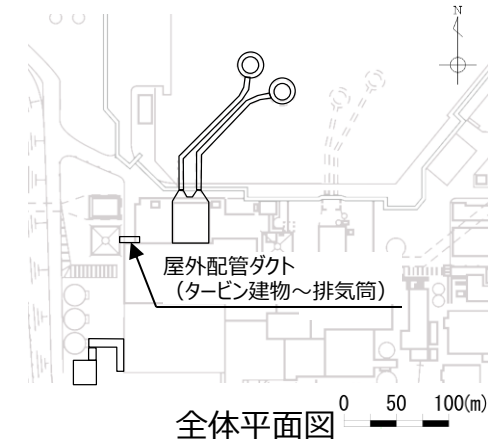
論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定 2.屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

2.2 線状構造物の耐震評価候補断面の整理

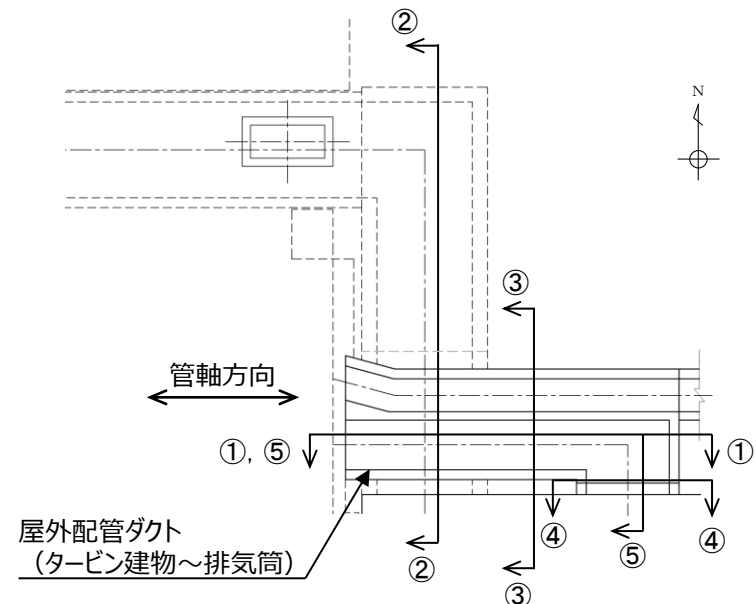
(1) 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)

【構造概要】

- 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) の平面図及び縦断図を以下に示す。
- 間接支持する配管の管軸方向と平行に配置される壁部材が多いので、間接支持する配管の管軸方向が強軸となるが、屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) の底版の一部が、屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) 弱軸方向断面の頂版の一部と一体化していることから、この影響を考慮し、次頁に示す①-①断面を候補断面に追加して整理する。
- 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) の南側にタービン建物、西側に排気筒が隣接している。



屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) 縦断図 (⑤-⑤断面)

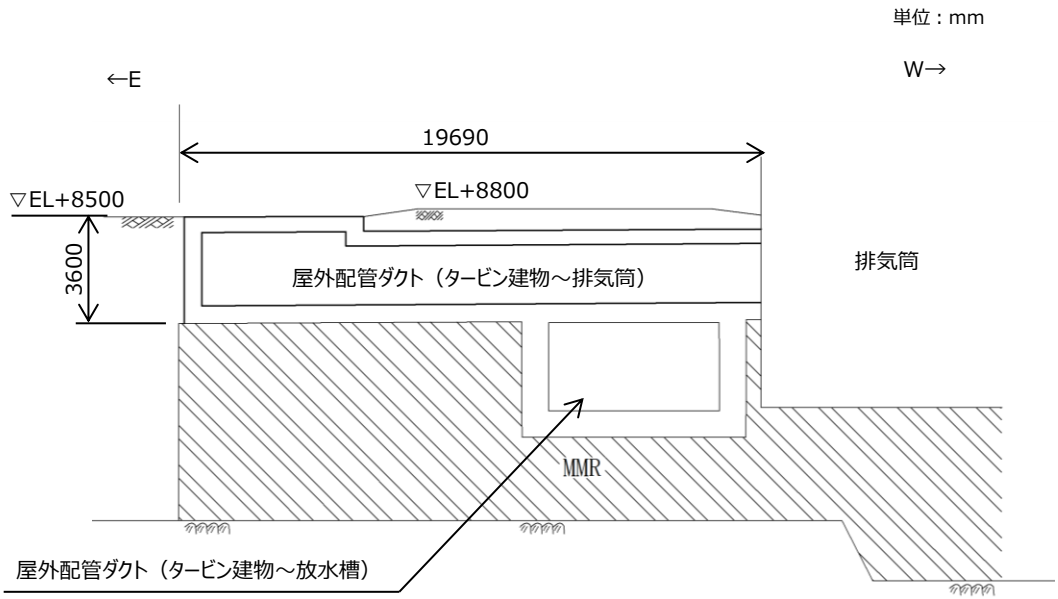


屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) 平面図

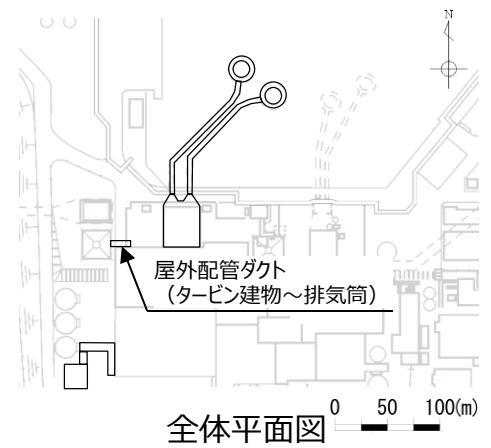
審査会合における指摘事項に対する回答【No.3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

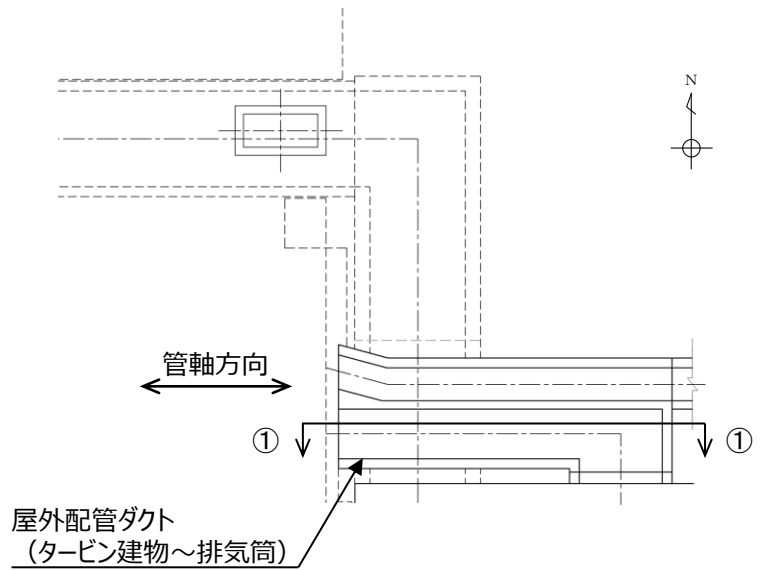
2.屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理



屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) 縦断図 (①-①断面)



全体平面図

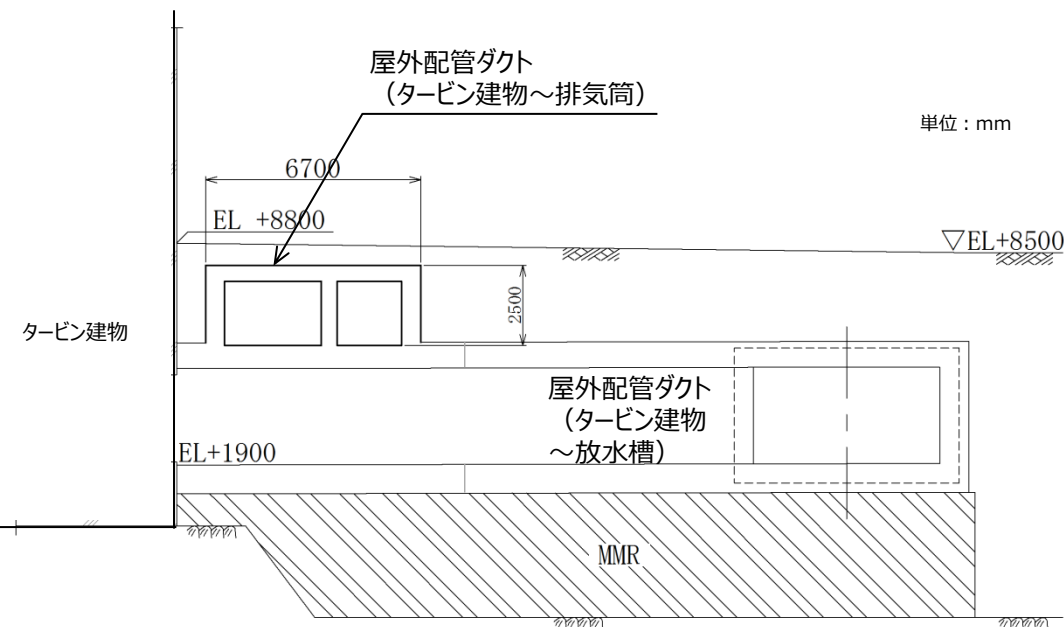
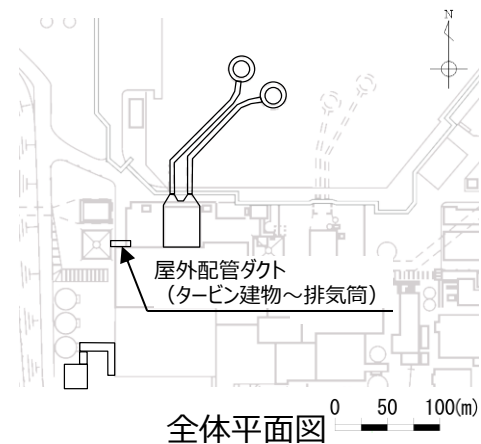


屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) 平面図

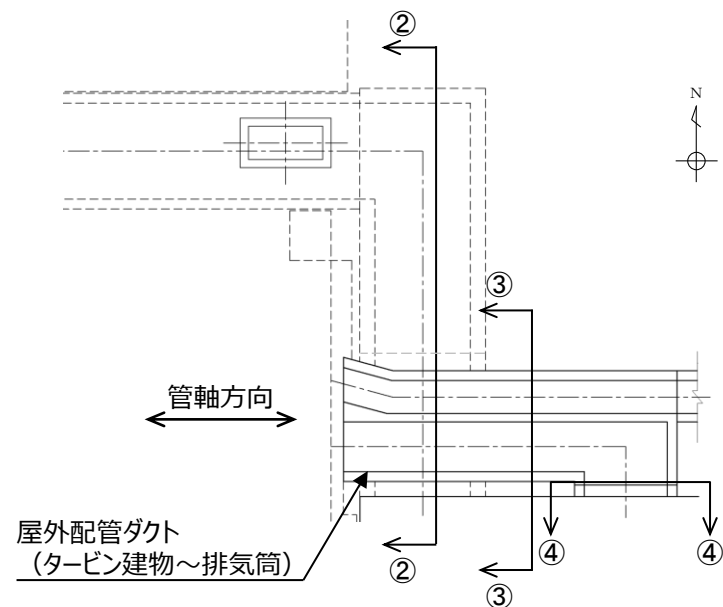
審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定 2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

- 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の平面図及び断面図を以下に示す。
- 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）は、複数の断面形状を示すが、基本的には2連のボックスカルバート形状のダクトから構成される、鉄筋コンクリート造の地中構造物である。
- 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の底版の一部が、屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の頂版の一部と一体化している。
- 間接支持する配管の管軸方向と直交する方向に配置される壁部材が少ないので、間接支持する配管の管軸直交方向が弱軸となる。



屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）断面図（②-②断面）

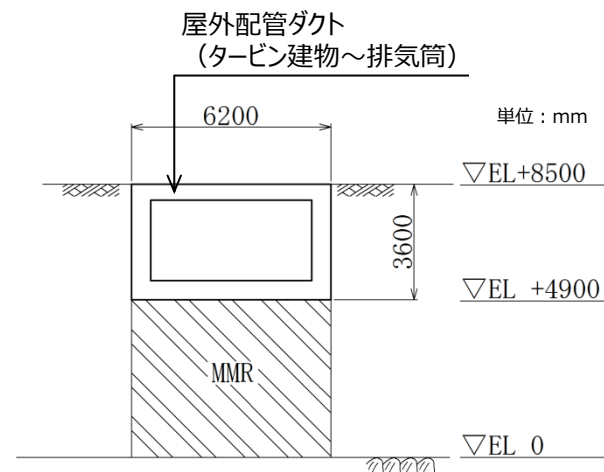
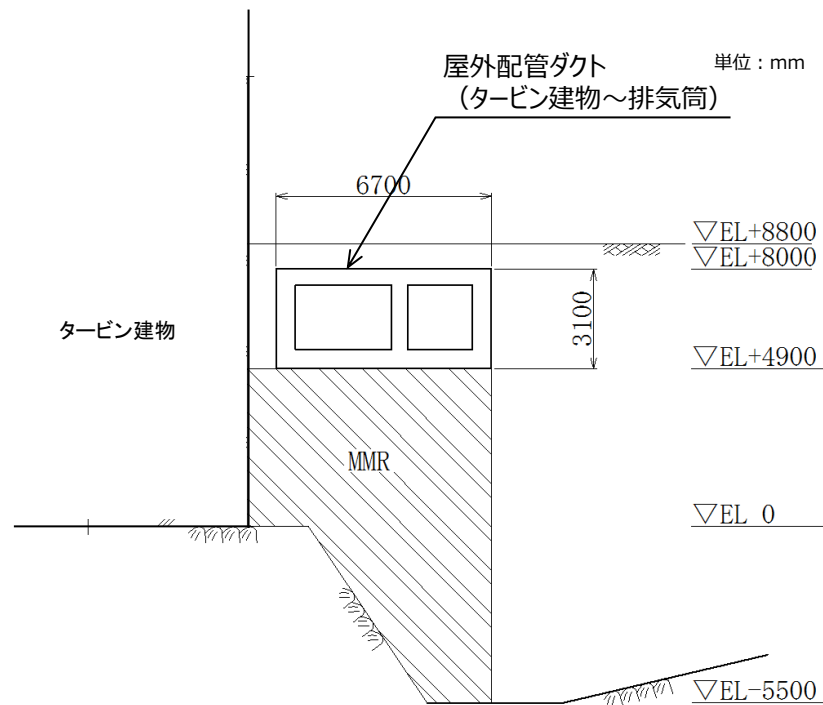
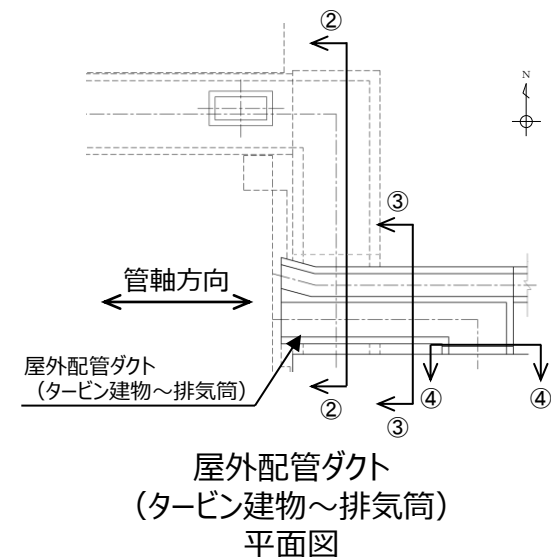


屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）平面図

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定 2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

- 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の平面図及び断面図を以下に示す。
- 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）は、複数の断面形状を示すが、基本的には2連のボックスカルバート形状のダクトから構成される、鉄筋コンクリート造の地中構造物である。
- 間接支持する配管の管軸方向と直交する方向に配置される壁部材が少ないので、間接支持する配管の管軸直交方向が弱軸となる。
- ④-④断面は強軸方向にタービン建物が隣接しているが、構造目地が存在することから、タービン建物による耐震評価への影響は小さいと判断する。



屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）
断面図（③-③断面）

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）断面図（④-④断面）

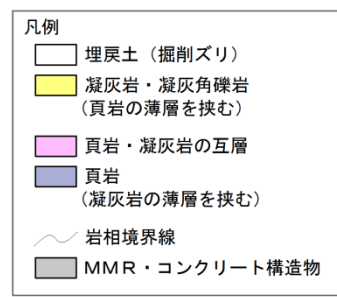
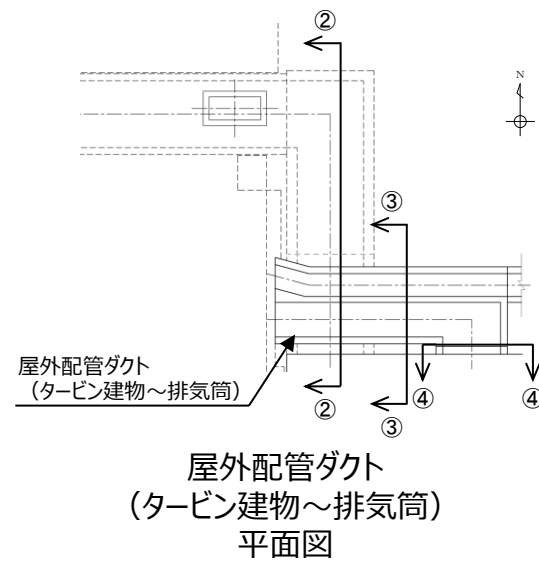
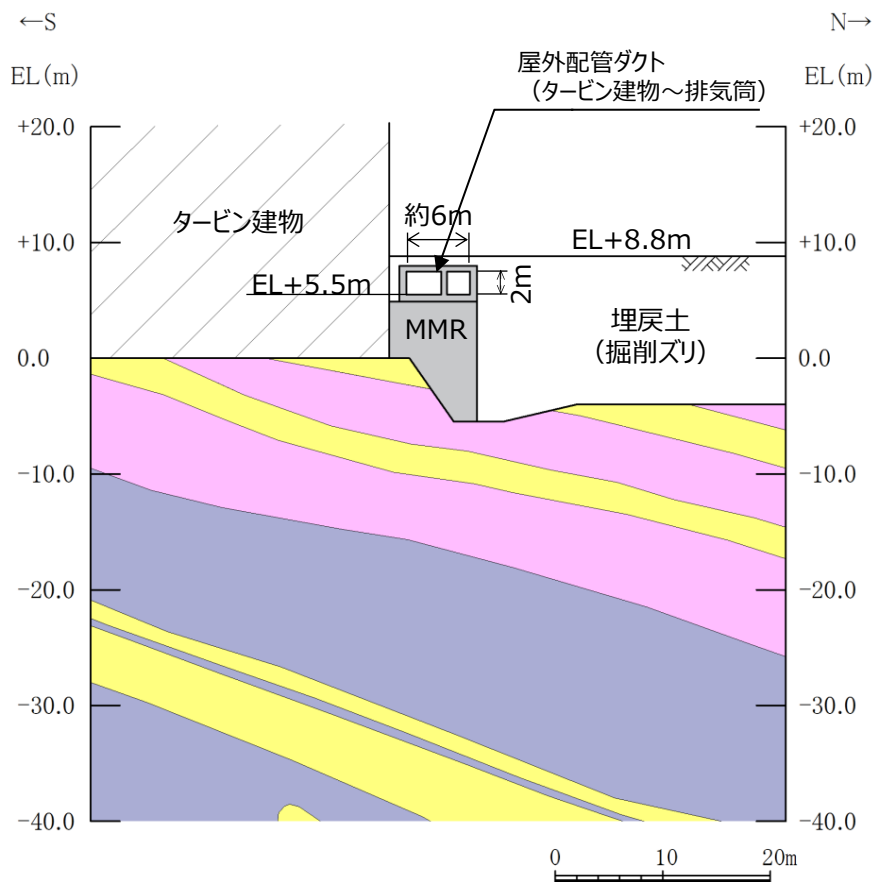
審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

【周辺状況】

- 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の平面図及び地質断面図を以下に示す。
- 周辺地質は埋戻土（掘削ズリ）が分布している。



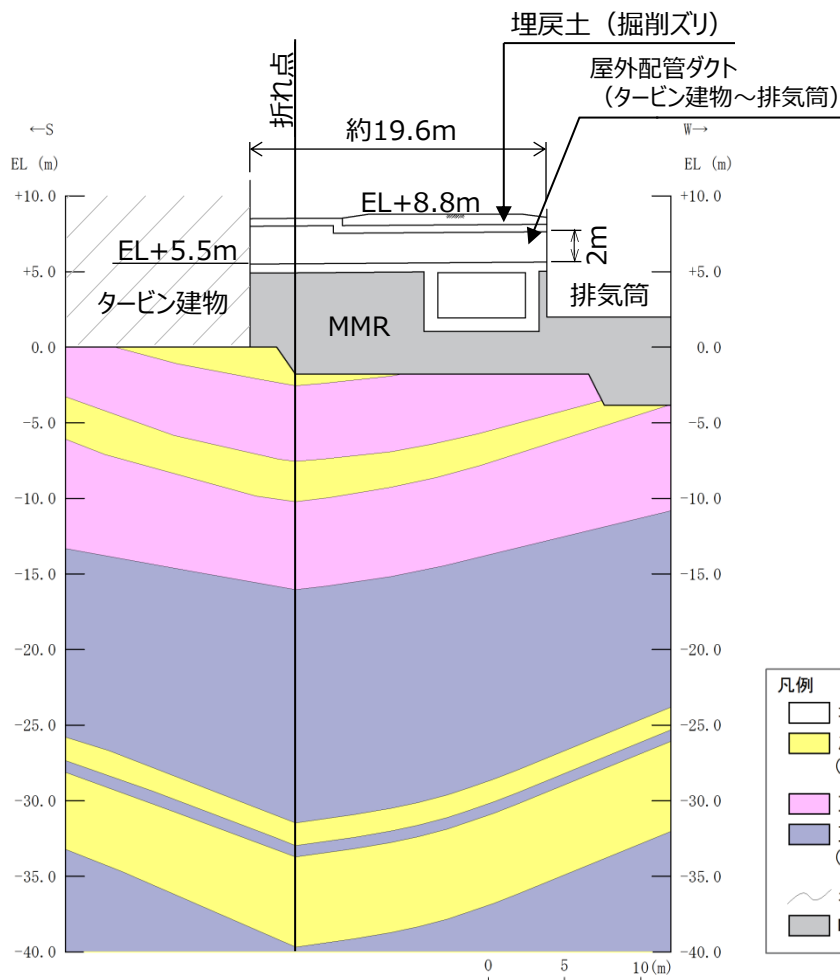
屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）地質断面図（③-③断面）

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

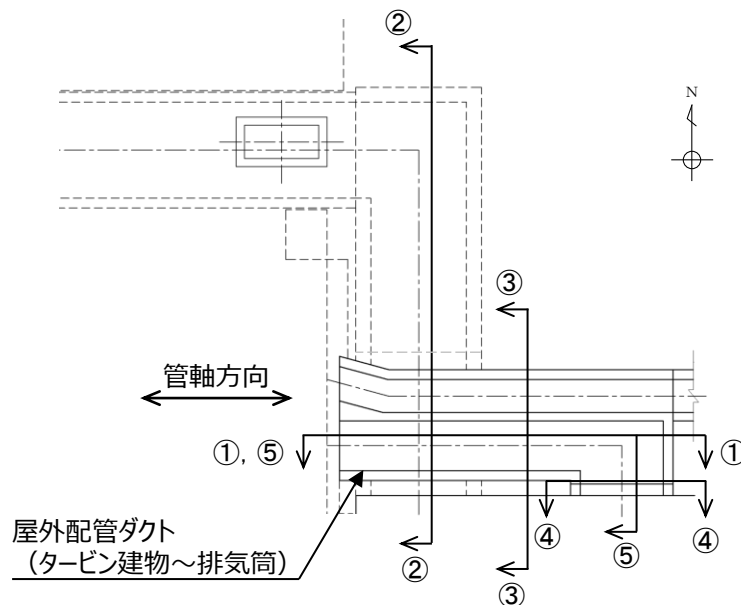
論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

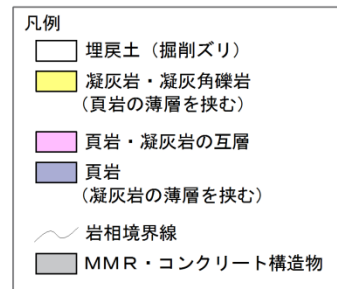
- 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の平面図及び地質縦断図を以下に示す。
- 延長方向の断面位置に応じた地質変化部は存在しない。



屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）地質縦断図（⑤-⑤断面）



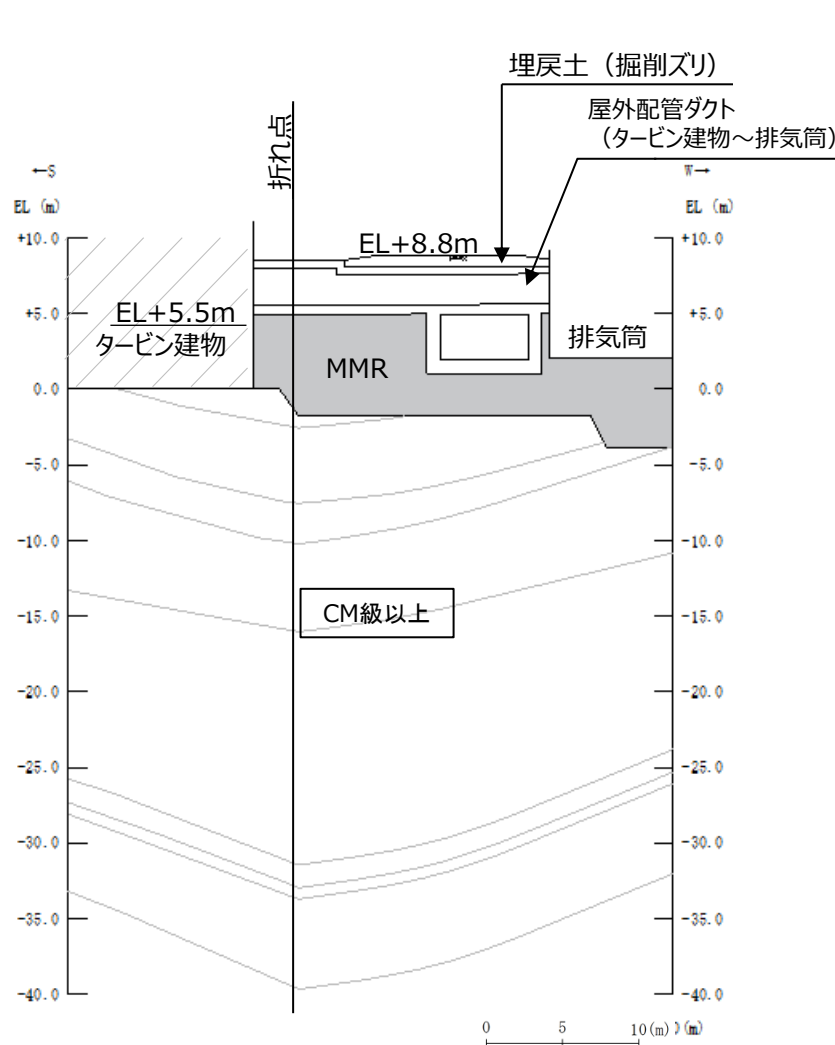
屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）平面図



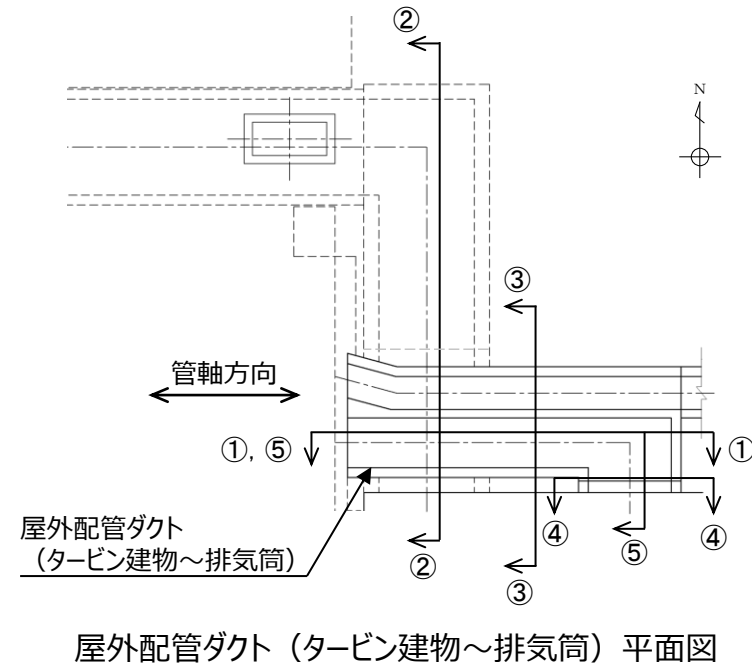
審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定 2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

- 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の平面図及び岩級縦断図を以下に示す。
- 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）はMMRを介してCM級以上の岩盤に支持されている。



屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）岩級縦断図（⑤－⑤断面）



屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）平面図

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

【耐震評価候補断面の整理】

- 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）について、間接支持する設備、構造的特徴、周辺状況及び地震力特性等の観点を踏まえた耐震評価候補断面を整理した。

耐震評価候補断面の整理（屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒））（1/2）

観点		屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）				
		①－①断面	②－②断面	③－③断面	④－④断面	
①要求機能並びに間接支持する機器・配管の有無及び設置状況	要求機能	・間接支持				
	間接支持する設備	設備	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用ガス処理系 配管, 弁 ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送系 配管, 弁 ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送系 配管, 弁 			
		設置状況	・延長方向に一樣に配置されている			
②構造的特徴	形式	・強軸方向断面		・弱軸方向断面		
		・鉄筋コンクリート造の地中構造物				
		・ボックスカルバート		・2連のボックスカルバート		・ボックスカルバート
	・底版が、屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）弱軸方向断面の頂版の一部と一体化している		・底版が、屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）強軸方向断面の頂版の一部と一体化している		—	
寸法	・幅19.60m, 高さ3.60m		・幅6.70m, 高さ2.50m		・幅6.70m, 高さ3.10m	・幅6.20m, 高さ3.60m

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 3 2】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

耐震評価候補断面の整理（屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒））（2/2）

観点		屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）				
		①－①断面	②－②断面	③－③断面	④－④断面	
③周辺状況	周辺地質	構造物下部	<ul style="list-style-type: none"> ・MMRを介してCM級以上の岩盤に支持されている ・MMRは高さ約3.9～6.8mで、断面方向に一様に分布している 			
		構造物側部及び上部	<ul style="list-style-type: none"> ・MMRは高さ約1.0～3.9mで、断面方向に一様に分布している ・MMRは高さ約4.9m～10.4mで、構造物直下に分布している ・MMRは高さ約4.9mで、構造物直下に分布している 			
		地質変化部	<ul style="list-style-type: none"> ・埋戻土（掘削ズリ）が分布している 			
	地下水位	<ul style="list-style-type: none"> ・解析結果等を踏まえて整理する。 				
	モデル化する隣接構造物	<ul style="list-style-type: none"> ・屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）は排気筒と構造目地で接続されており、排気筒の影響を受けないことから、モデル化する隣接構造物はない 	<ul style="list-style-type: none"> ・タービン建物 	<ul style="list-style-type: none"> ・なし 		
④地震波の伝搬特性		<ul style="list-style-type: none"> ・観点③での整理のとおり、構造物下部の周辺地質が各断面で異なり、地震波の伝搬特性が異なる 				
⑤床応答特性		<ul style="list-style-type: none"> ・観点①での整理のとおり、各断面に間接支持する設備がある ・観点①～③での整理のとおり、間接支持する設備の種類及び設置状況は一樣であるが、構造的特徴及び周辺状況に差異があることから、各断面の床応答特性が異なる 				

- 以上の整理を踏まえ、詳細設計段階において、地震応答解析により耐震評価を行う上で、構造物の応答が耐震評価上厳しくなると考えられる断面を評価対象断面として選定する。なお、詳細設計段階において設定する地下水位等、各断面で異なる要因があれば、その観点で整理を行い、評価対象断面を選定する。

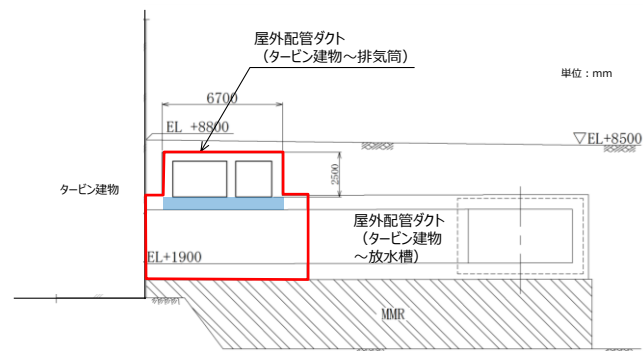
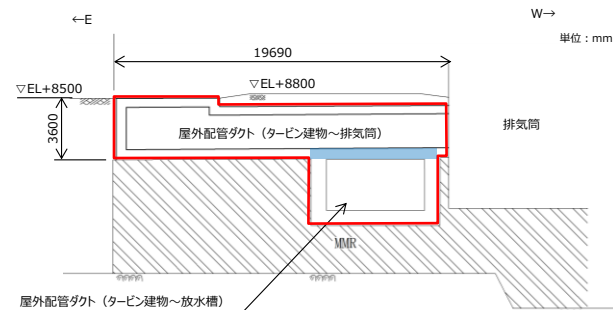
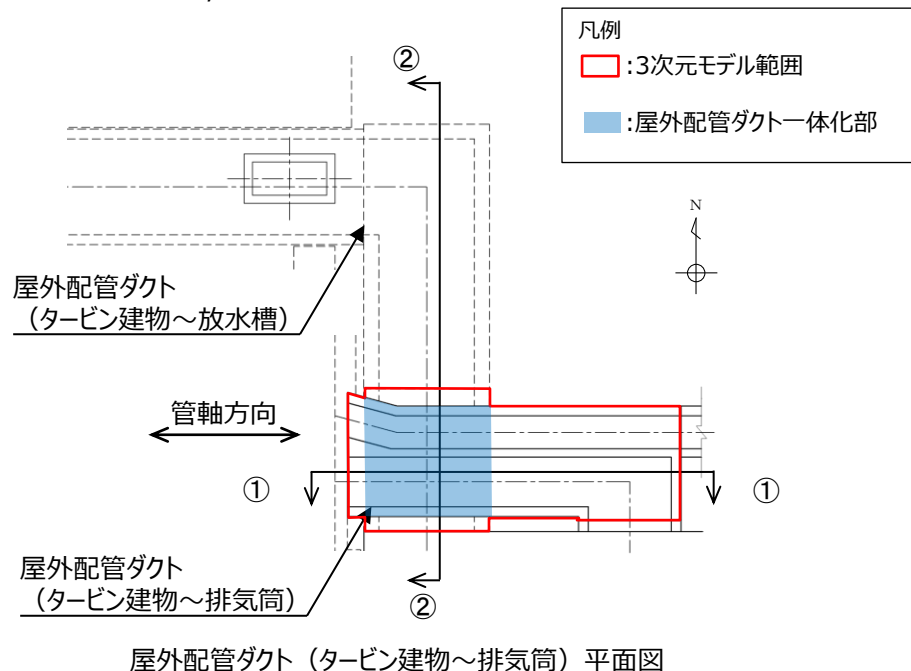
審査会合における指摘事項に対する回答【No. 9 5】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

2. 屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

【屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の3次元モデルによる耐震評価】

- 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の底版の一部が、下位クラス施設である屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の頂版の一部と一体化している範囲があることから、当該部位のような複雑な構造における立体的な作用荷重を精緻に評価するため、2次元FEMモデルによる耐震評価に加えて、3次元モデルによる検討を実施する。



- 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の一体化部は、上位クラス施設である屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）を間接支持する構造物であることから、屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）と同じ要求機能を満足することを確認する。屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の一体化部の要求機能、目標性能、許容限界等を下表に示す。

屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の一体化部における耐震評価条件

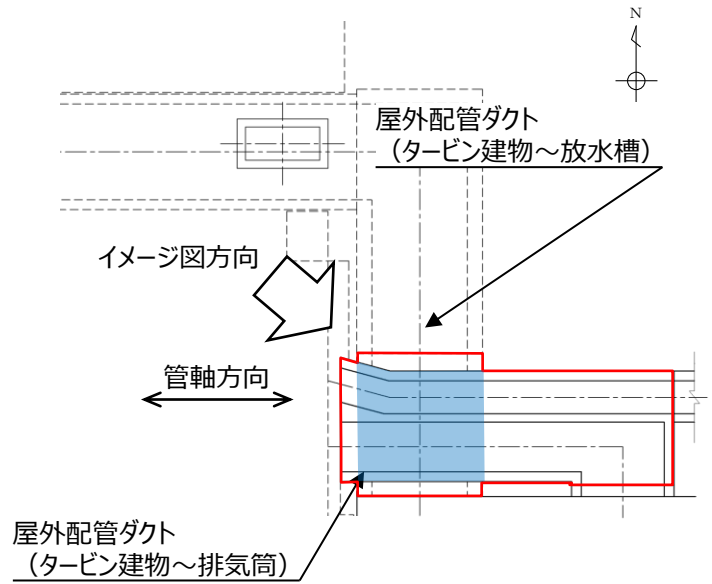
要求機能	要求機能に対する 目標性能	許容限界		解析手法	解析モデル
		曲げ	せん断		
支持機能	終局状態に至らない	限界層間変形角又は圧縮縁コンクリート限界ひずみ	せん断耐力	時刻歴応答解析	地質データに基づくFEMモデル

審査会合における指摘事項に対する回答【No. 9 5】

論点 I-4 屋外重要土木構造物等の耐震評価における断面選定

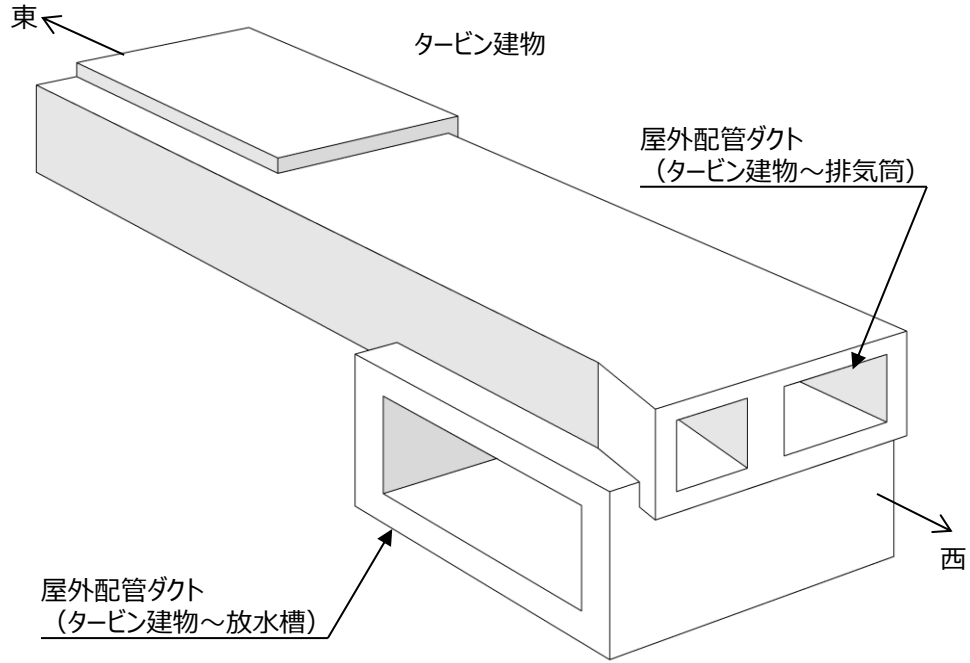
2.屋外重要土木構造物等の耐震設計における耐震評価候補断面の整理

■ 3次元モデル範囲は、屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）と屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）のそれぞれの構造目地間とする。



屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）平面図

凡例
 :3次元モデル範囲
 :屋外配管ダクト一体化部



屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）イメージ図