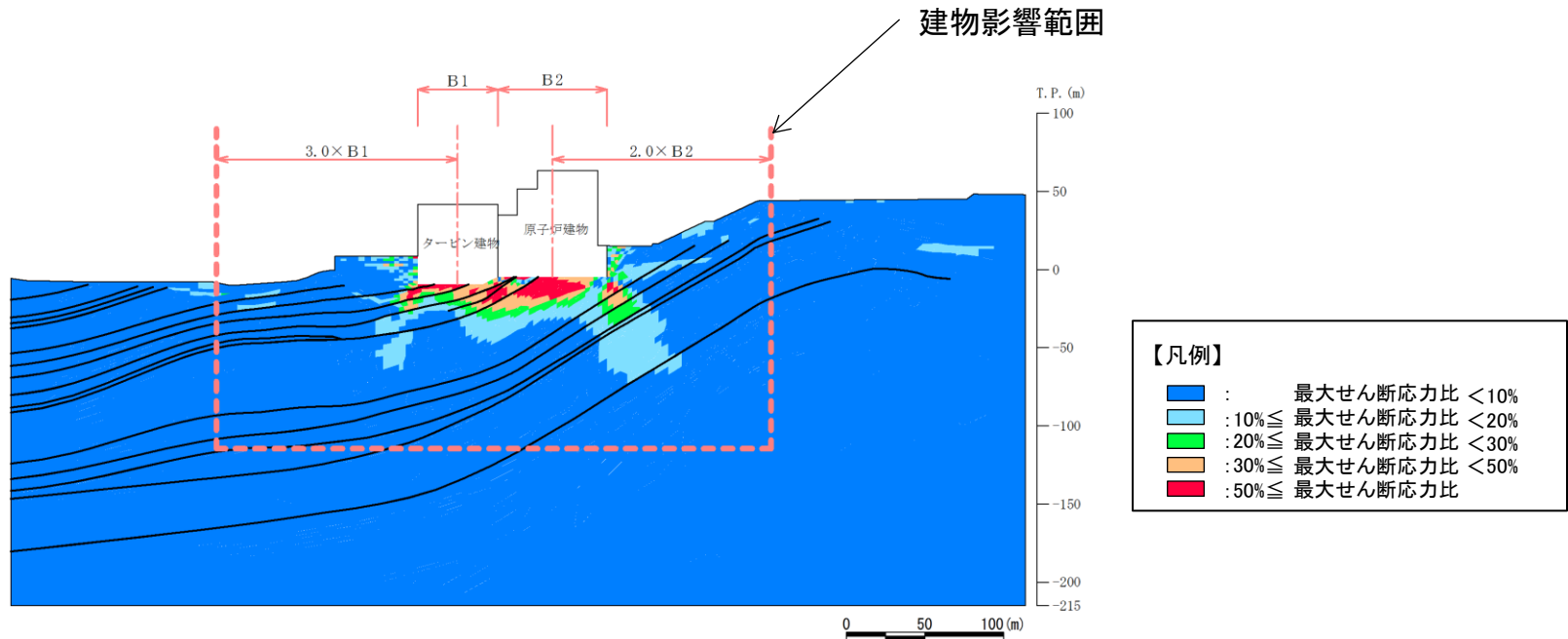


5. 建物影響範囲の設定方法

建物影響範囲の設定について

【最大せん断応力比 算定式】

$$\text{最大せん断応力比} = \left| \frac{\text{建屋ありの}\tau_{\max} - \text{建屋なしの}\tau_{\max}}{\text{建屋なしの}\tau_{\max}} \right| \times 100 (\%)$$



例) 2号炉原子炉建物 最大せん断応力比の分布

- ・土木学会(2009)に基づき、構築物がある場合とない場合の S_s-D による動的解析(平均強度)を実施し、両者の解析によって得られる応力変動(最大せん断応力比)を比較することにより、構築物の影響を受ける可能性がある範囲を決定した。
- ・構築物の影響で応力が変動する領域を概ね包含している範囲を建物影響範囲に設定した上で、その範囲内ですべり面を設定することとした。

6. 要素の局所安全係数図

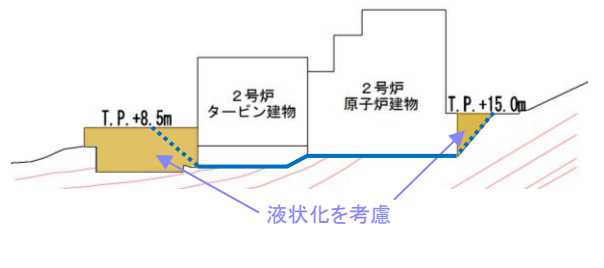
6. 要素の局所安全係数図

すべり面の設定(基礎地盤)

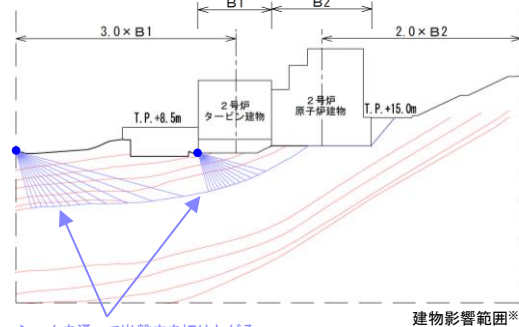
- ・基礎底面を通るすべり面は、建物隅角部から切り上がるすべり面を設定する。
- ・シームを通るすべり面は、シームを通過して岩盤内を切り上がるすべり面をパラメトリックに設定する。
- ・基礎底面を通るすべり面及びシームを通るすべり面における応力状態を踏まえ、必要に応じてすべり面を追加設定する。

① 基礎底面を通るすべり面

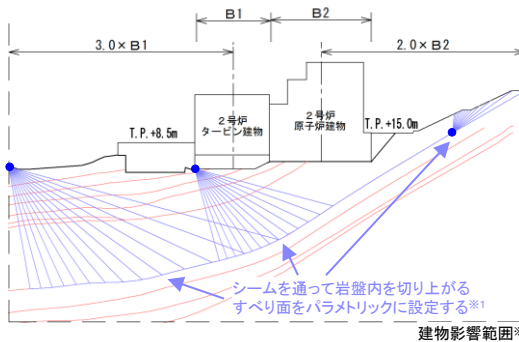
- ・基礎底面を通り、建物隅角部から切り上がるすべり面をパラメトリックに設定する。
- ・切り上がるすべり面に液状化範囲が設定されている場合は、液状化影響を考慮する。



② シームを通るすべり面



シームを通過して岩盤内を切り上がるすべり面をパラメトリックに設定する。*1



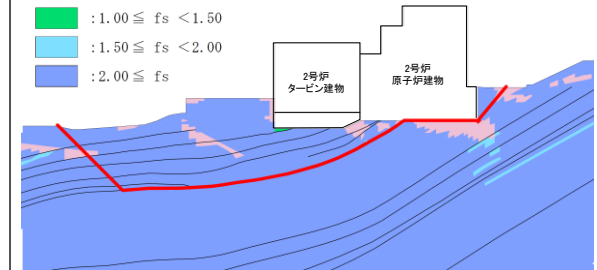
シームを通過して岩盤内を切り上がるすべり面をパラメトリックに設定する*1

③ 応力状態を考慮したすべり面

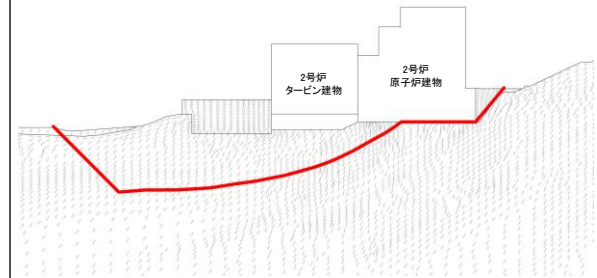
①・②のすべり面における安定解析で得られた最小すべり安全率の応力状態から、①・②のすべり面がモビライズド面等を通るすべり面になっていることを確認し、必要に応じてすべり面を追加設定する。

1) 要素の安全率が低い領域を考慮

- オレンジ : せん断強度に達した要素
- ピンク : 引張応力が発生した要素
- 緑 : $1.00 \leq f_s < 1.50$
- 青 : $1.50 \leq f_s < 2.00$
- 紫 : $2.00 \leq f_s$



2) モビライズド面を考慮



※1 5° ~ 85° の範囲をパラメトリックに設定(5° 間隔)

※2 建物影響範囲については、補足資料「5. 建物影響範囲の設定方法」に示す。

凡例

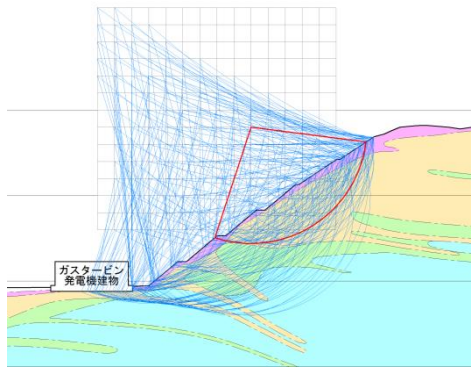
- : シーム
- : すべり面
- : 切り上がりの固定点

すべり面の設定（周辺斜面）

- ・すべり安全率を算定するすべり面については、簡便法によるすべり面及びシーム等の弱層を通るすべり面を設定し、応力状態を踏まえて必要に応じてすべり面を追加設定する。
- ・シーム等の弱層を通るすべり面は、基礎地盤で設定したものと同様に角度をパラメトリックに設定する。

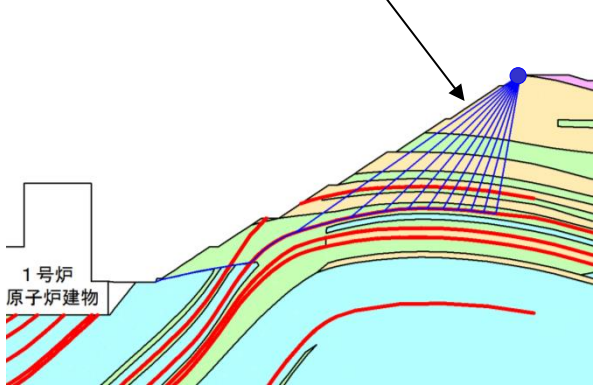
① 簡便法によるすべり面

- ・すべり面の形状を円弧と仮定し、中心と半径を変化させ、すべり安全率が最小となるすべり面を抽出する。
- ・作用させる静的地震力は原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601-2015)に基づき、 $K_H=0.3$, $K_V=0.15$ とする。



② シーム等の弱層を通るすべり面

シームから岩盤を切り上げるすべり面をパラメトリックに設定する。

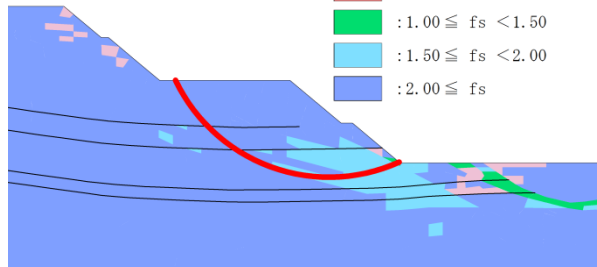


③ 応力状態を考慮したすべり面

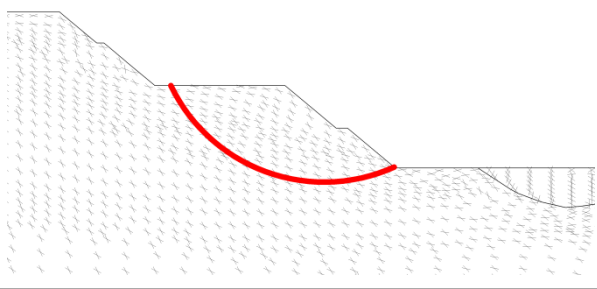
①・②のすべり面における安定解析で得られた最小すべり安全率の応力状態から、①・②のすべり面がモビライズド面等を通るすべり面になっていることを確認し、必要に応じてすべり面を追加設定する。

1) 要素の安全率が低い領域を考慮

- ：せん断強度に達した要素
- ：引張応力が発生した要素
- ： $1.00 \leq fs < 1.50$
- ： $1.50 \leq fs < 2.00$
- ： $2.00 \leq fs$



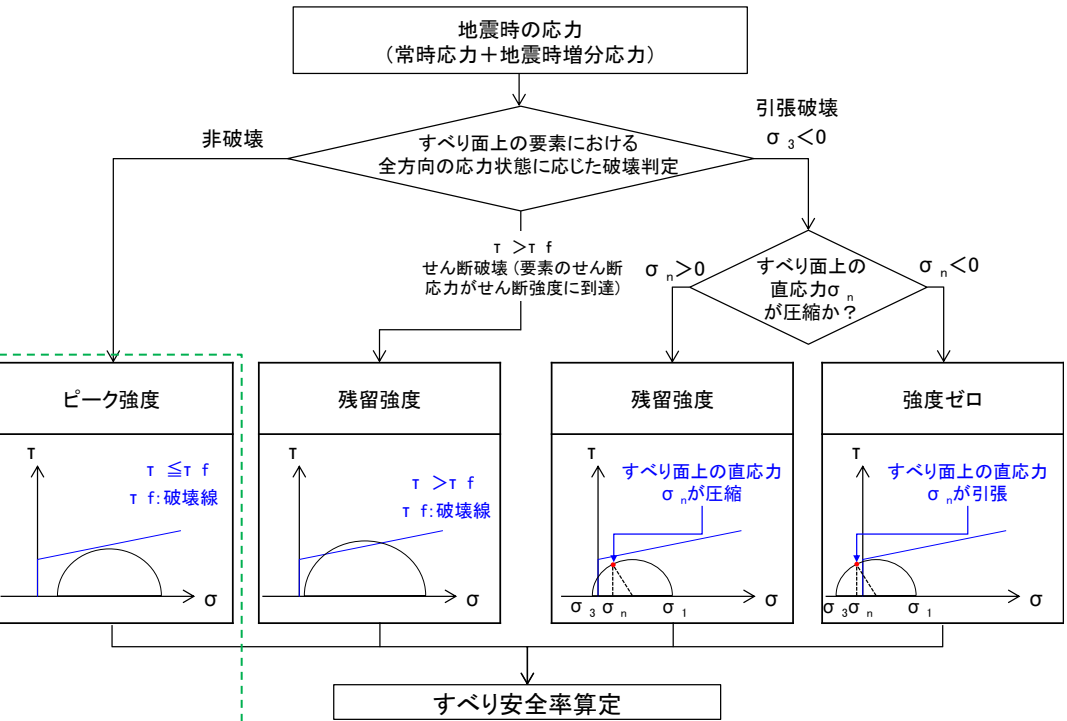
2) モビライズド面を考慮



追加のすべり面の設定の考え方(1/2)

・設定したすべり面について、「破壊領域を通るすべり面」又は「モビライズド面を通るすべり面」になっているか、最小すべり安全率を示す応力状態を踏まえて以下の観点から確認し、これらを通るすべり面になっていない場合は追加設定する。

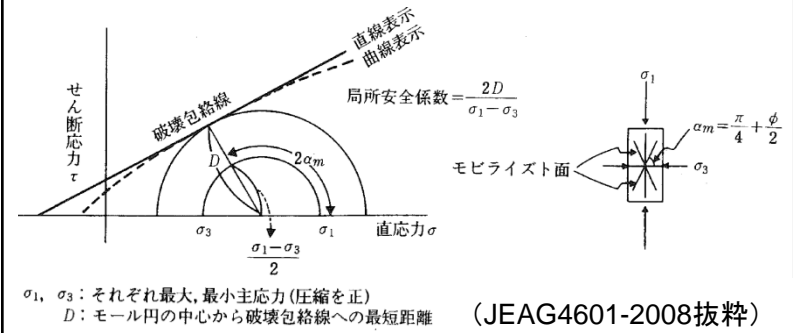
- ① 岩盤の破壊領域を通るすべり面になっているか。
- ② ①になっていない場合は、強度の低いシームを通るすべり面になっているか。
- ③ ①及び②になっていない場合は、モビライズド面を通るすべり面になっているか。



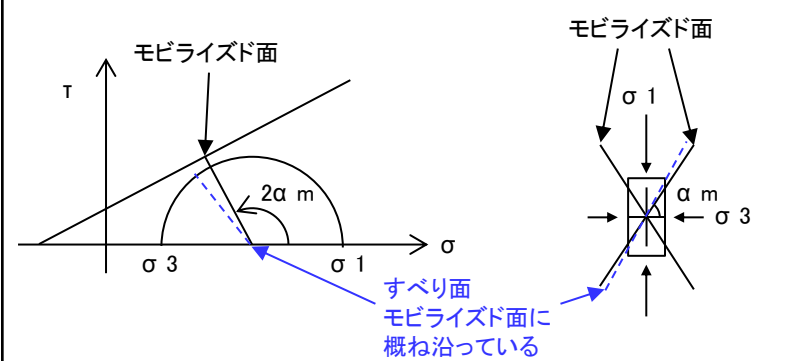
モビライズド面
を通る
すべり面
(右図A参照)

A. 局所安全係数及びモビライズド面

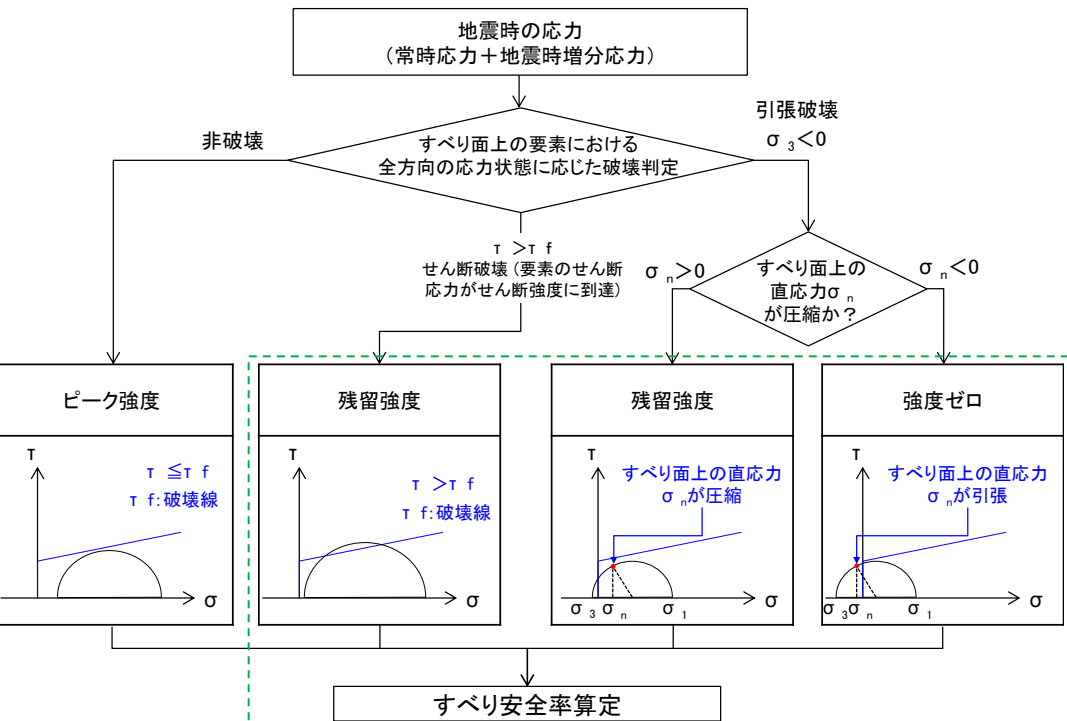
- ・局所安全係数: 下図で求められる要素の安全率。
- ・モビライズド面: 局所安全係数を示すすべり方向。



・モビライズド面とすべり面の成す角度が小さい場合、すべり面はモビライズド面に概ね沿っているものとする。



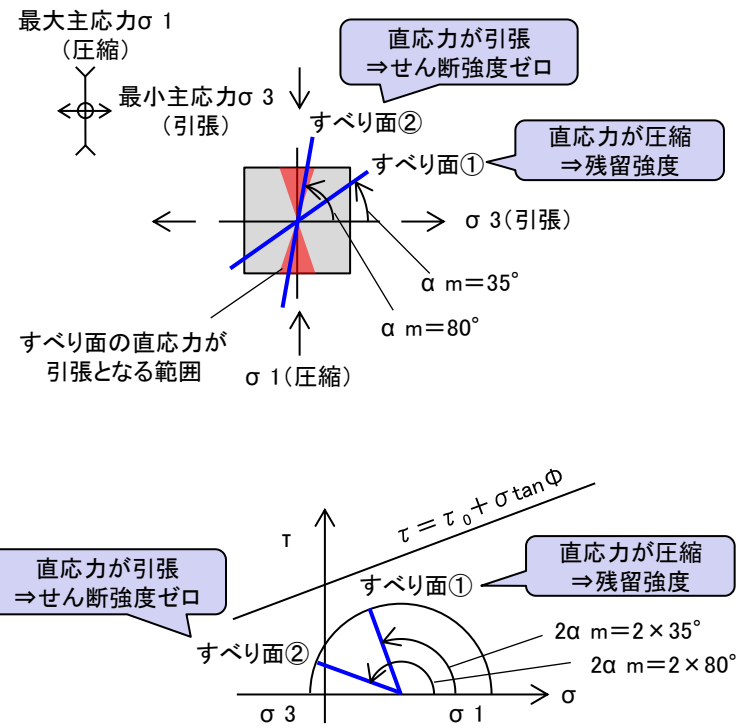
追加のすべり面の設定の考え方(2/2)



破壊領域を通るすべり面
(引張応力が発生した要素の強度は右図B参照)

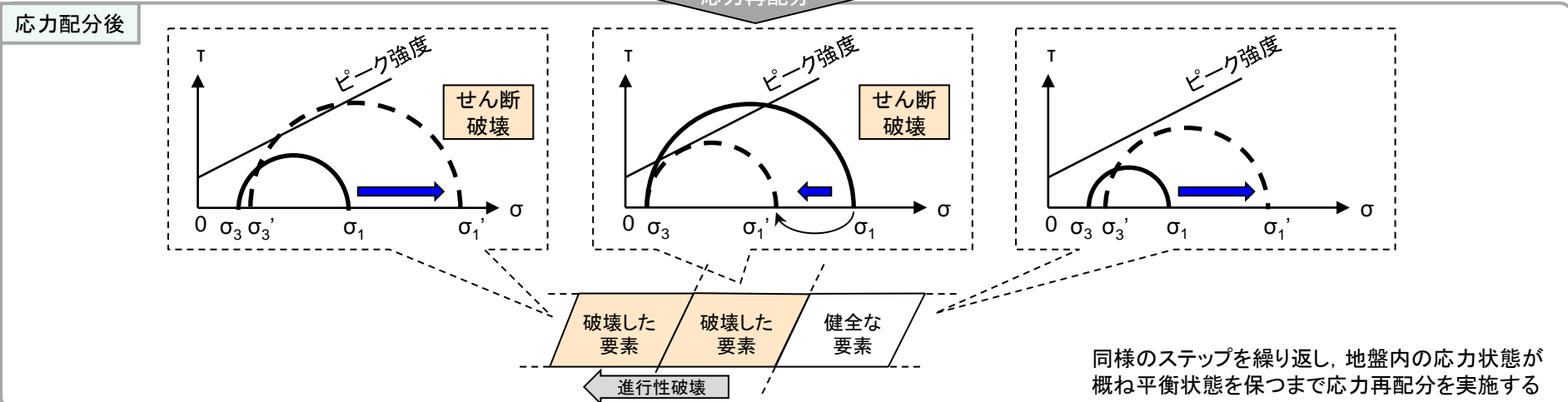
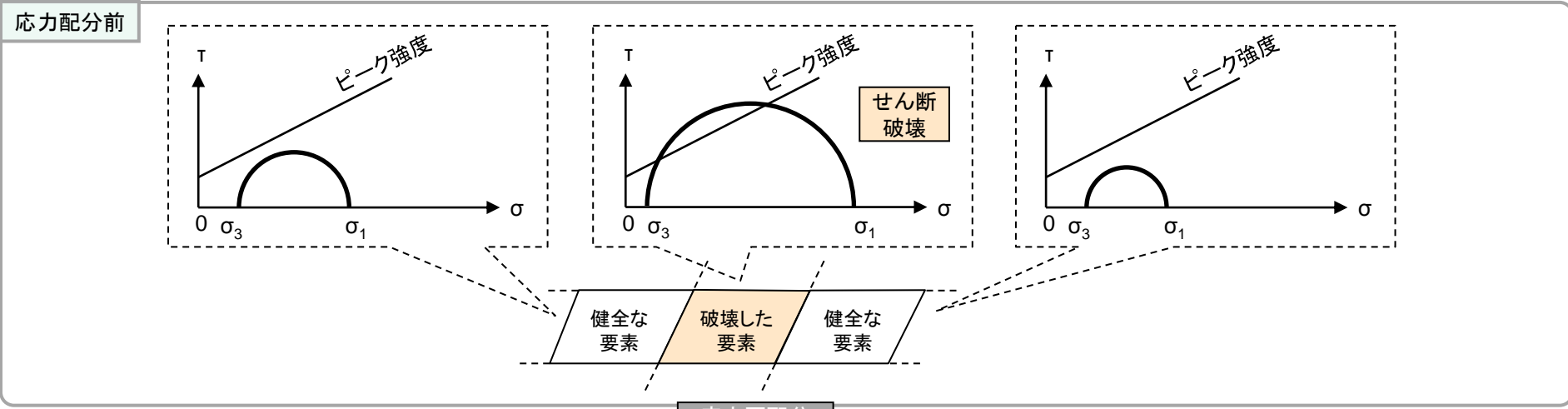
B. 引張応力が発生した要素の強度

すべり面の直応力が引張になる場合はせん断強度ゼロ, すべり面の直応力が圧縮になる場合は残留強度となる。



周辺への進行性破壊の検討方法(1/2)

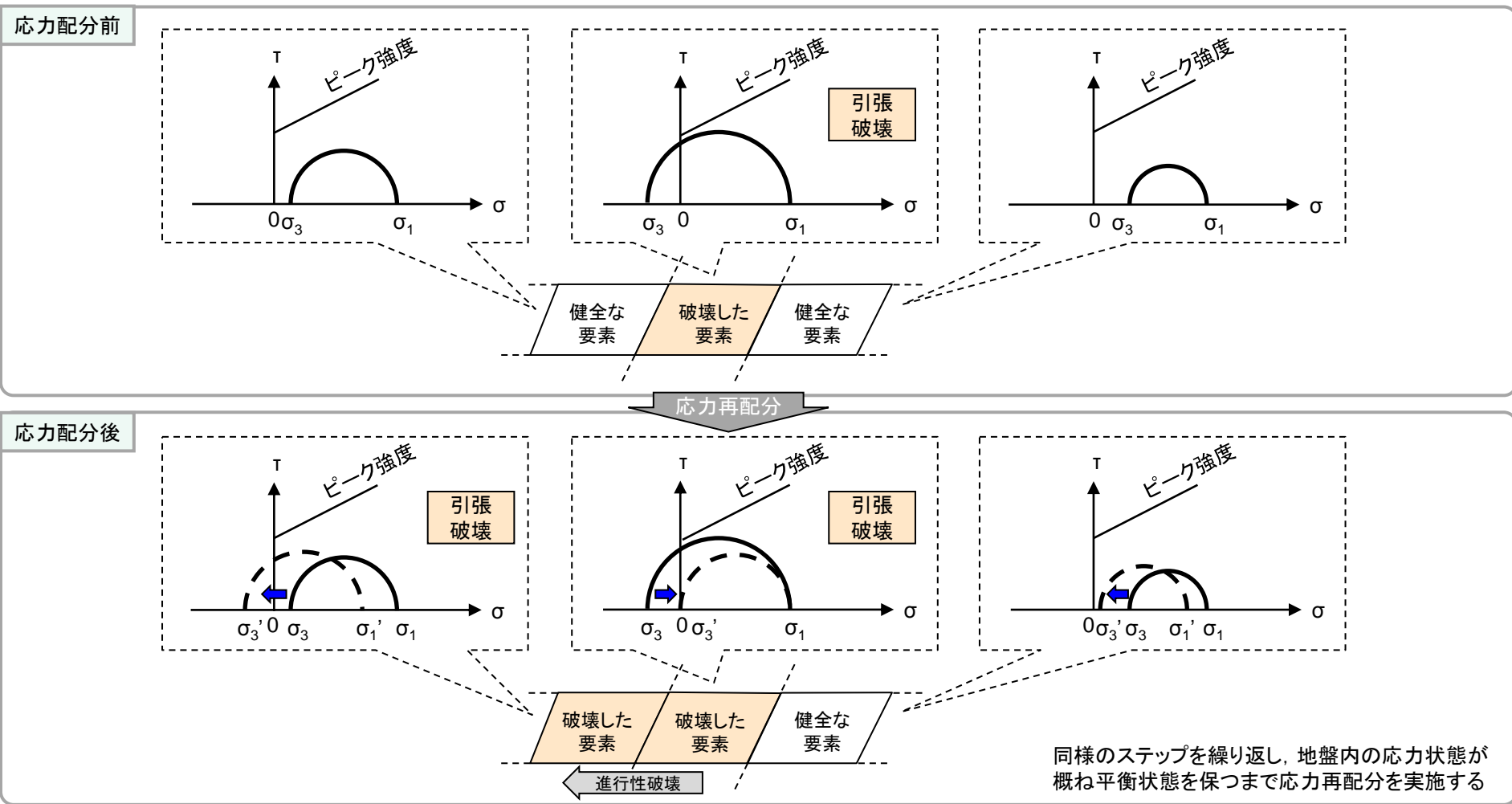
- ・せん断応力に達する要素もしくは引張応力が発生した要素が連続して分布し、周辺への進行性破壊が懸念される場合は、静的非線形解析を実施し、進行性破壊の有無を確認する。
- ・静的非線形解析は、せん断応力に達する要素もしくは引張応力が発生した要素について、その差分応力を周辺要素に配分する以下のステップを繰り返し行い、周辺への進行性破壊を考慮するものである。



同様のステップを繰り返し、地盤内の応力状態が概ね平衡状態を保つまで応力再配分を実施する

応力再配分前後のモールの応力円(せん断破壊の場合)

周辺への進行性破壊の検討方法(2/2)



応力再配分前後のモールの応力円(引張破壊の場合)

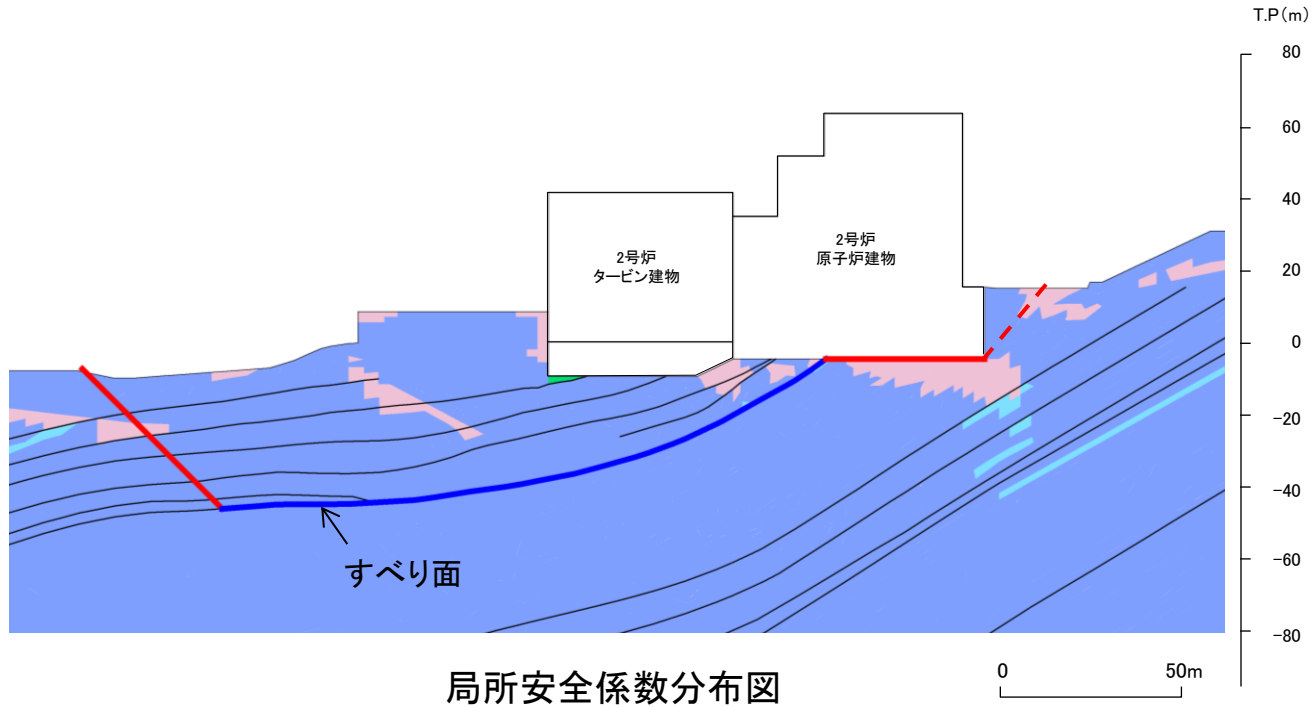
要素ごとの局所安全係数

■2号炉原子炉建物基礎地盤(①-①'断面)

・基準地震動 : Ss-D(+,+)
 ・時刻 : 8.56秒
 ・すべり安全率 : 2.13(1.98)

- : せん断強度に達した要素
 - : 引張応力が発生した要素
 - : $1.00 \leq f_s < 1.50$
 - : $1.50 \leq f_s < 2.00$
 - : $2.00 \leq f_s$
 - : シームを通るすべり面
 - : シーム以外*
- ※ 破線は液状化影響を考慮する範囲
(「本編3.5 評価方法」を参照)

※ ()内 強度のばらつきを考慮したすべり安全率を示す。



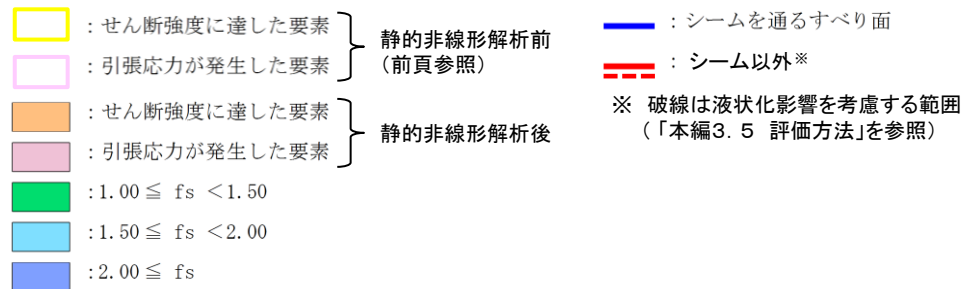
局所安全係数分布図

・引張応力が発生した要素が原子炉建物隅角部に連続しており、これを通るすべり面になっている。また、せん断強度に達した要素はない。

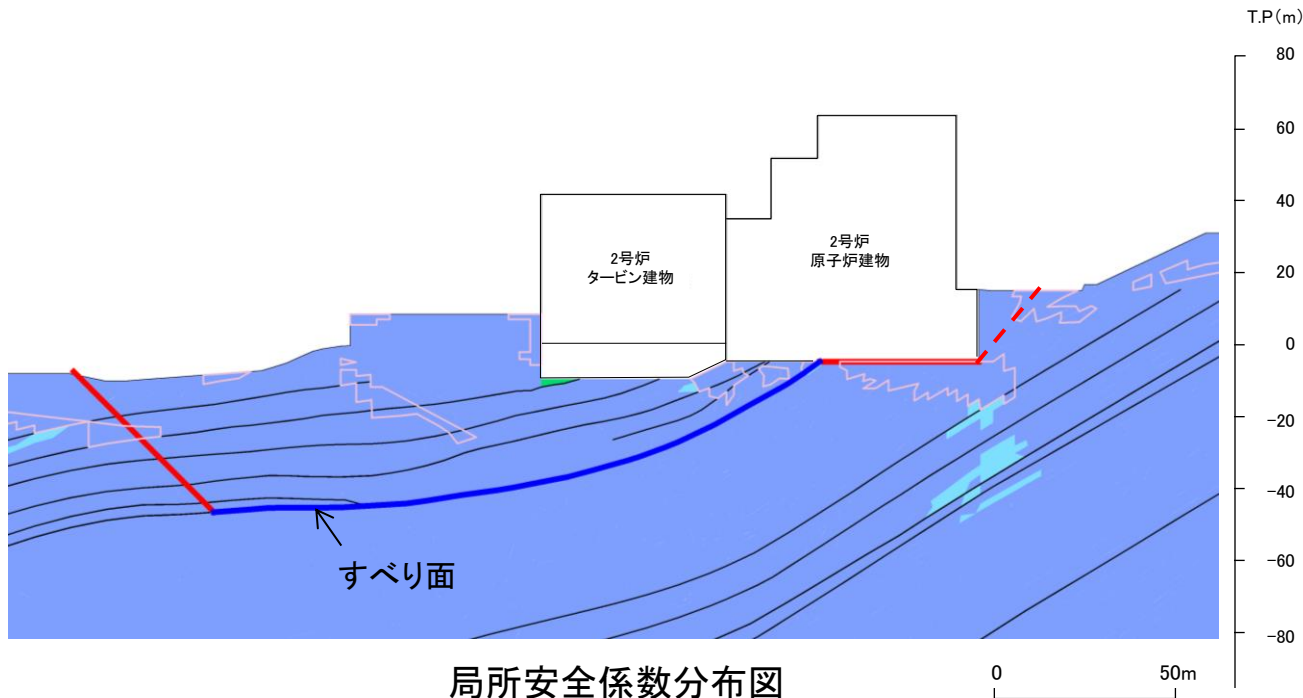
周辺への進行性破壊の検討

■2号炉原子炉建物基礎地盤(①-①'断面)

・基準地震動 : Ss-D(+,+)
 ・時刻 : 8.56秒
 ・すべり安全率 : 2.19※1



※1 静的非線形解析結果の応力状態を踏まえたすべり安全率(平均強度)



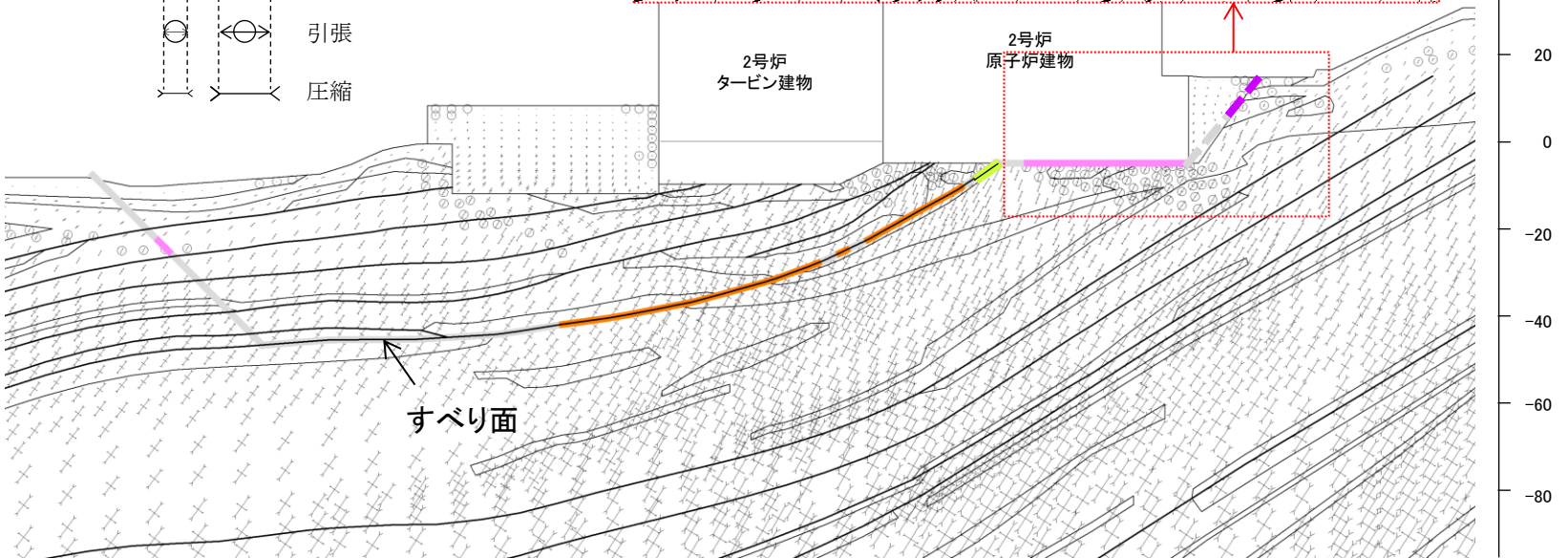
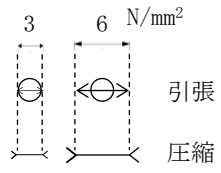
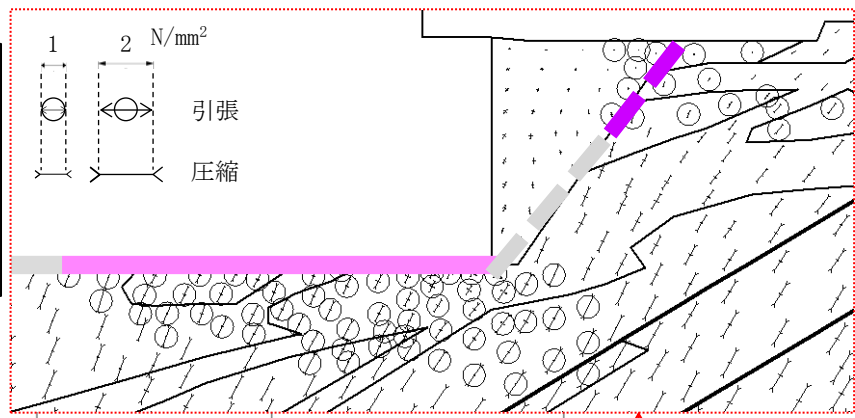
局所安全係数分布図
(静的非線形解析結果)

・引張応力が発生した要素が原子炉建物隅角部に連続しているため、静的非線形解析を実施した結果、進行性破壊が発生していないことを確認した。

主応力分布図

■2号炉原子炉建物基礎地盤(①-①'断面)

- 凡例
- : せん断破壊の要素を通るすべり面
 - : 引張破壊の要素を通るすべり面* (直応力が引張となる場合は)
 - : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
 - : モビライズド面を概ね通るすべり面
 - : 上記以外*



主応力分布図

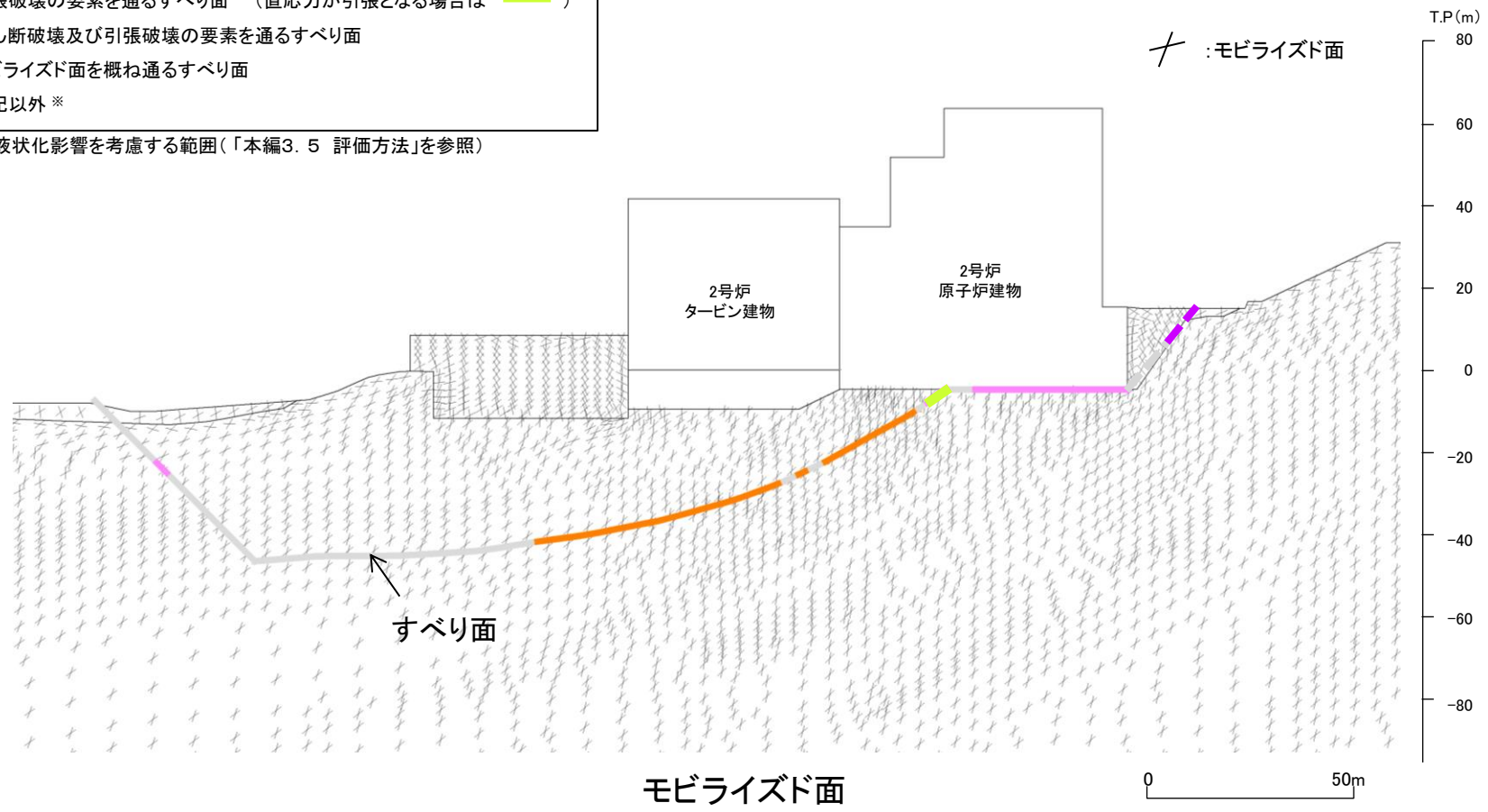
・建物隅角部では、直応力が引張となる範囲は概ね鉛直方向になり、これに沿うすべりは想定されない。

モビライズド面

■2号炉原子炉建物基礎地盤(①-①'断面)

- 凡例
- : せん断破壊の要素を通るすべり面
 - - - : 引張破壊の要素を通るすべり面* (直応力が引張となる場合は —)
 - ⋯⋯ : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
 - ⋯⋯ : モビライズド面を概ね通るすべり面
 - ▨ : 上記以外*

* 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)



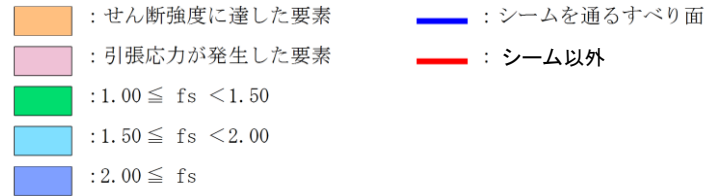
・モビライズド面を通過していないが、すべり安全率がより厳しくなるシームや破壊領域を通るすべり面になっている。

以上のことから、設定したすべり面は、既にすべり安全率の厳しいすべり面になっているため、追加のすべり面は設定していない。

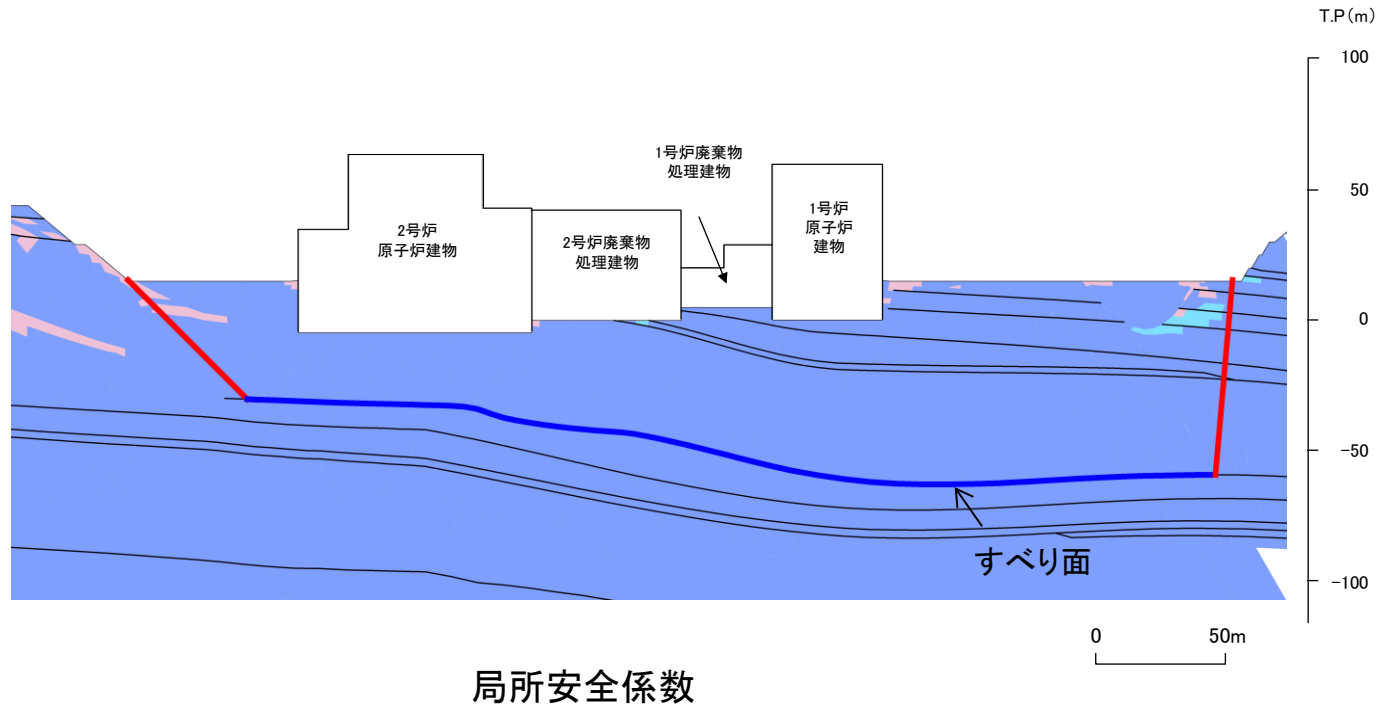
要素ごとの局所安全係数

■2号炉原子炉建物基礎地盤(②-②'断面)

・基準地震動 : Ss-N1(+,+)
 ・時刻 : 7.39秒
 ・すべり安全率 : 2.57(2.43)



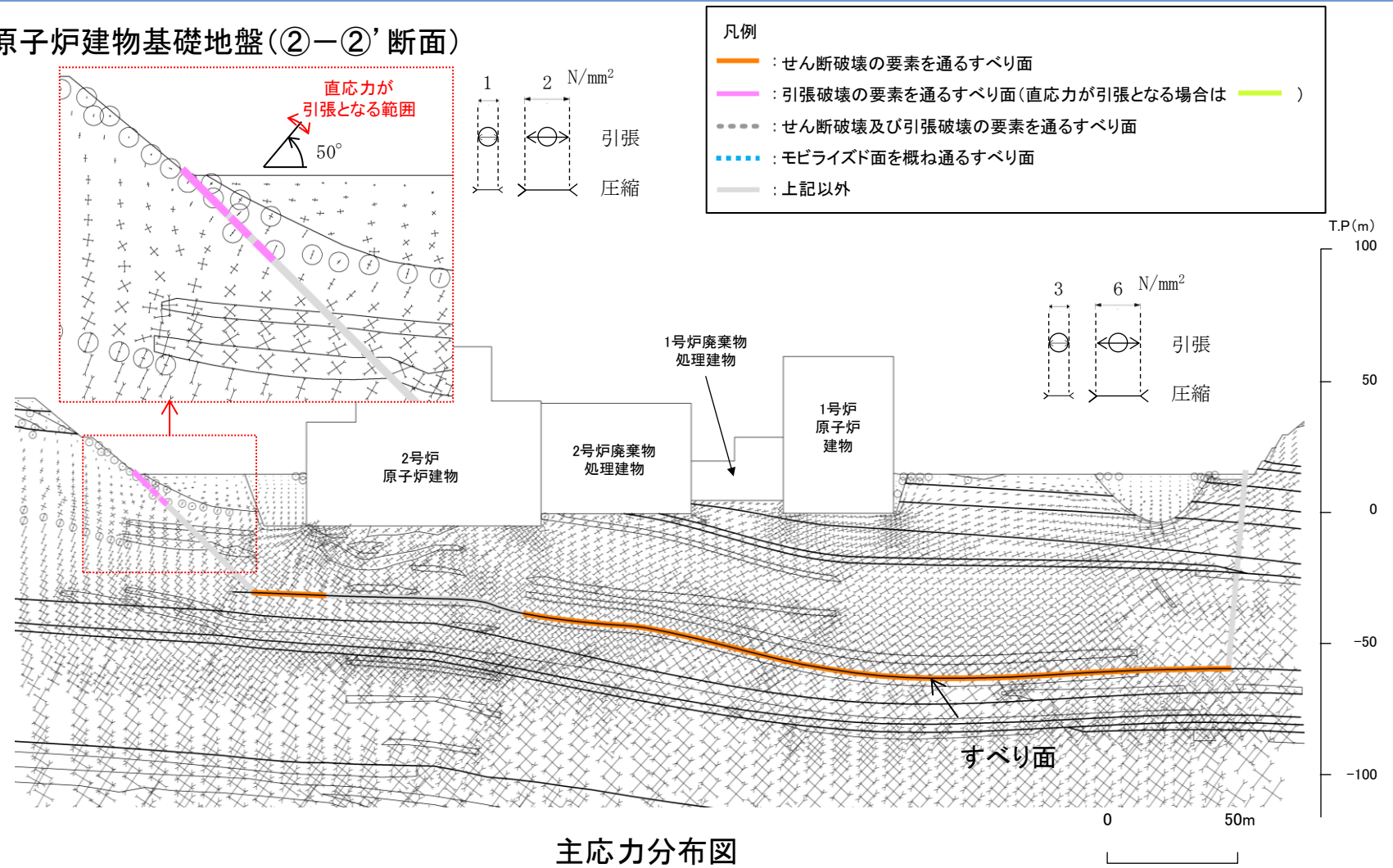
※ ()内 強度のばらつきを考慮したすべり安全率を示す。



・引張応力が発生した要素の分布は局所的である。また、せん断強度に達した要素はない。

主応力分布図

■2号炉原子炉建物基礎地盤(②-②'断面)



・原子炉建物西側では、直応力が引張となる範囲は50° 前後になり、これに沿うすべりは想定されない。

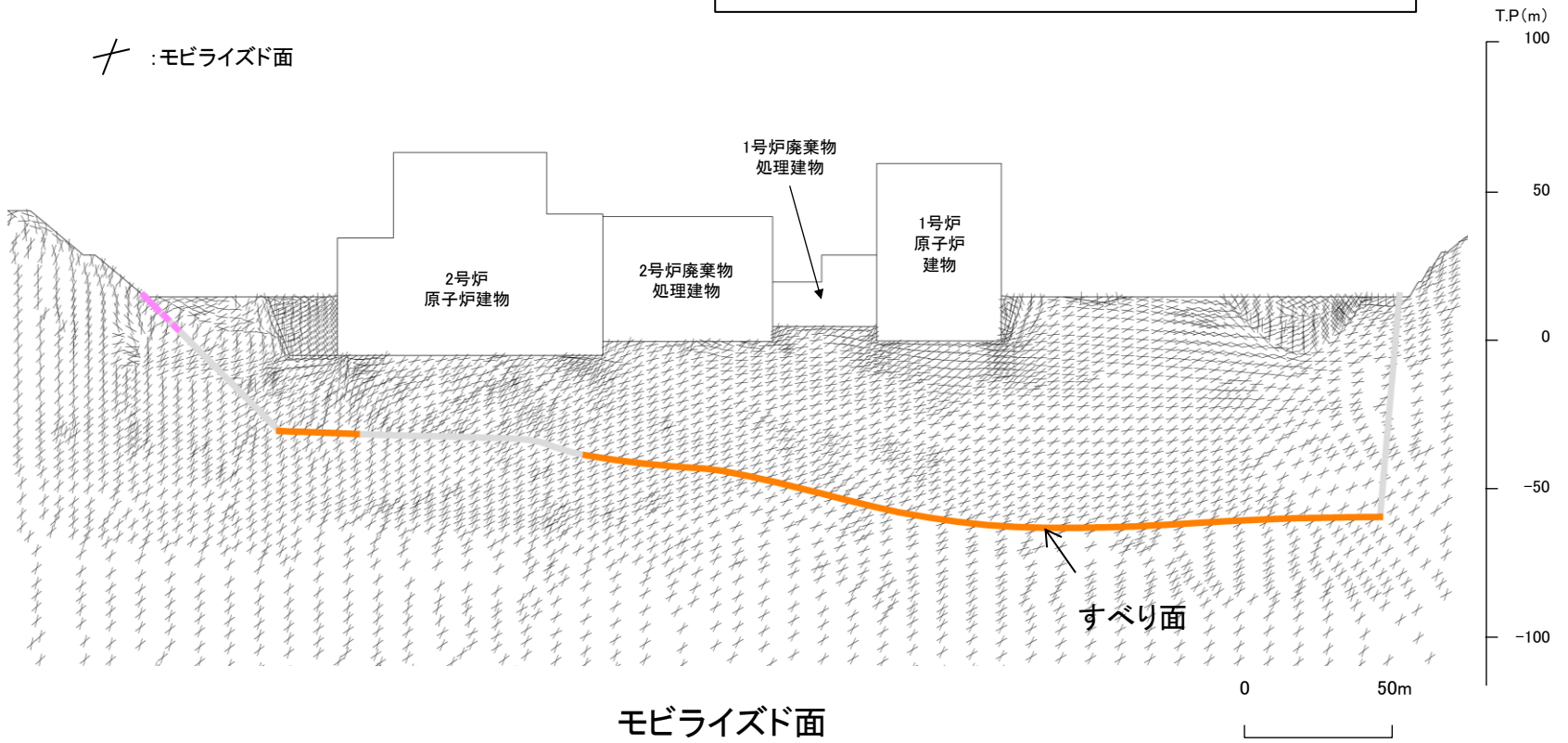
モビライズド面

■2号炉原子炉建物基礎地盤(②-②'断面)

凡例

- (orange) : せん断破壊の要素を通るすべり面
- (pink) : 引張破壊の要素を通るすべり面(直応力が引張となる場合は — (green))
- - - : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
- (blue) : モビライズド面を概ね通るすべり面
- (grey) : 上記以外

✦ : モビライズド面



モビライズド面

・モビライズド面を通過していないが、強度の低いシームや破壊領域を通るすべりになっている。

以上のことから、設定したすべり面は、既にすべり安全率の厳しいすべり面になっているため、追加のすべり面は設定していない。

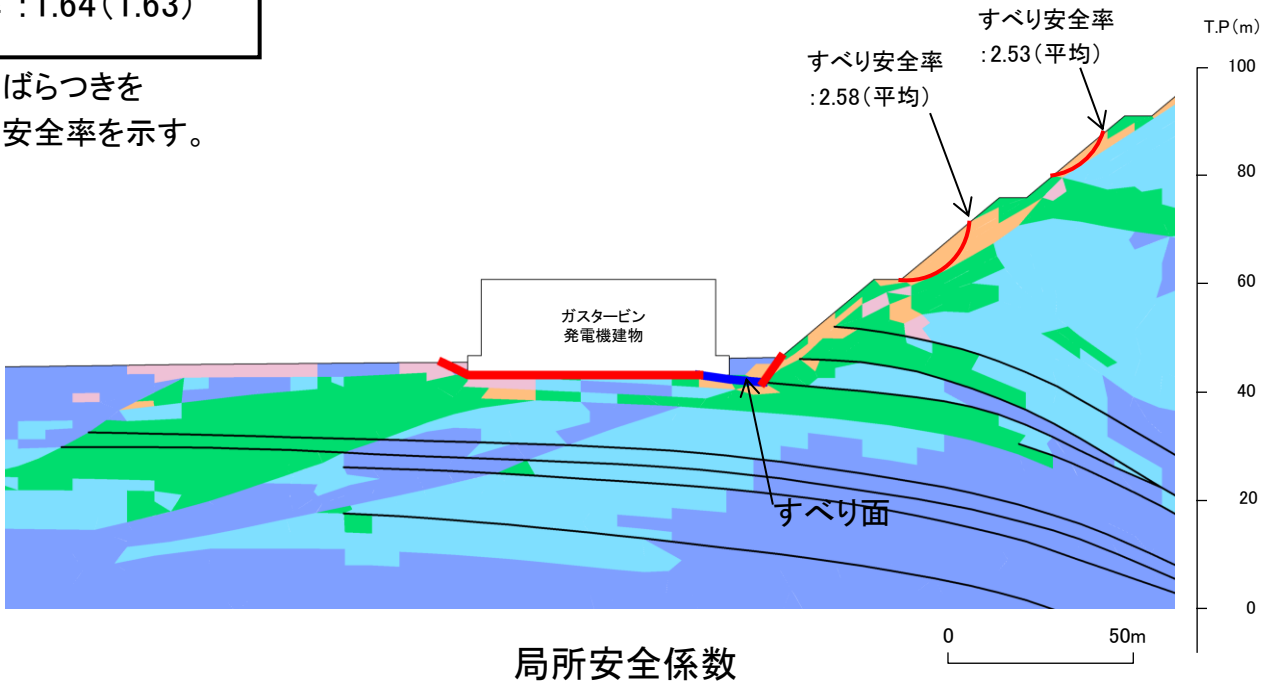
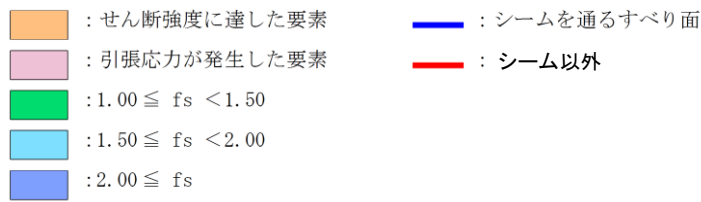
余白

要素ごとの局所安全係数

■ガスタービン発電機建物基礎地盤(③-③'断面)

・基準地震動 : Ss-N1 (-,+)
 ・時刻 : 7.70秒
 ・すべり安全率 : 1.64(1.63)

※ ()内 強度のばらつきを考慮したすべり安全率を示す。

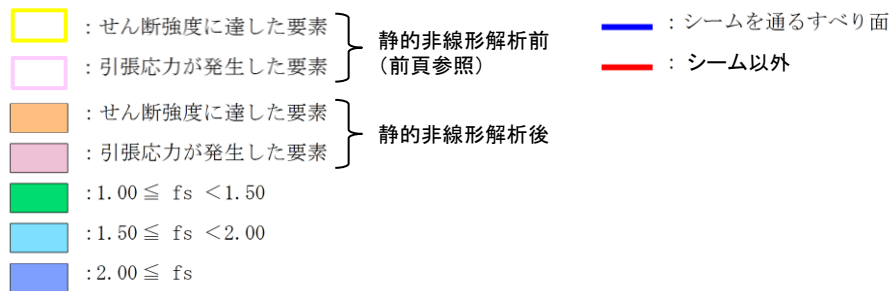


・基礎地盤において引張応力が発生した要素が連続しており、これを通るすべり面になっている。また、せん断強度に達した要素は局所的である。
 ・なお、斜面部にせん断強度に達した要素があるが局所的である。せん断強度に達した要素を通るすべり面の最小すべり安全率は2.53(平均強度)であり、既設定のすべり面(P231参照)の2.07に包含される。

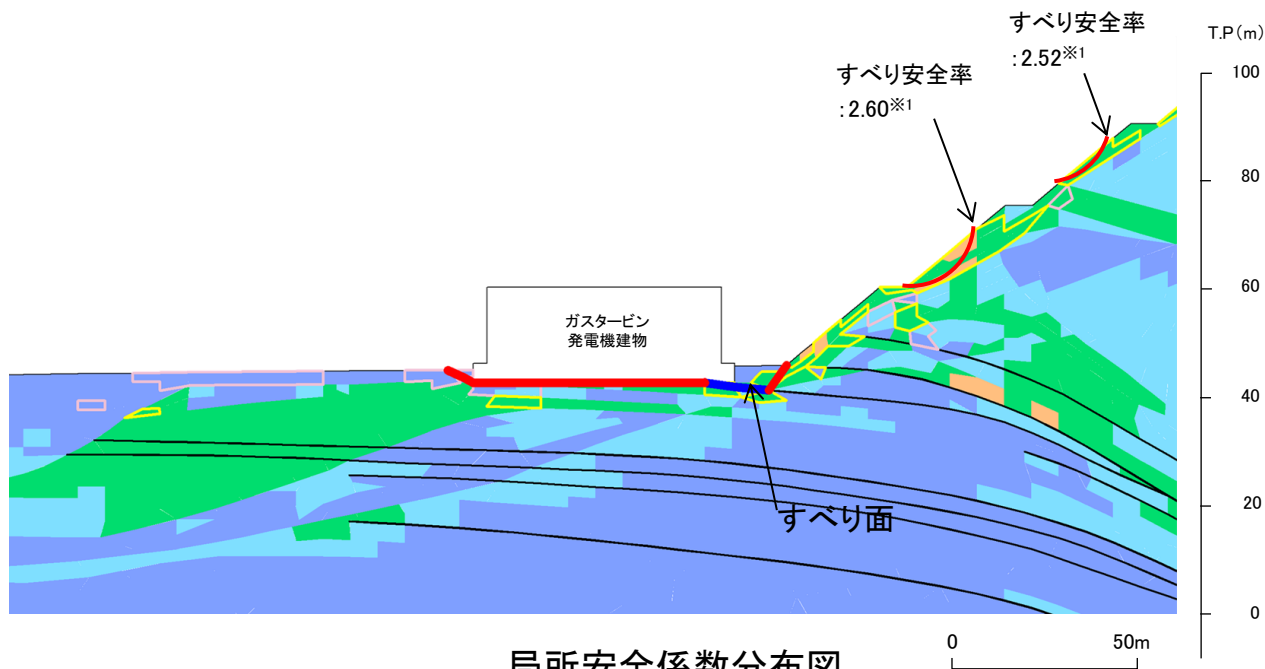
周辺への進行性破壊の検討

■ガスタービン発電機建物基礎地盤(③-③'断面)

・基準地震動 : Ss-N1(-,+)
 ・時刻 : 7.70秒
 ・すべり安全率 : 3.34※1



※1 静的非線形解析結果の応力状態を踏まえたすべり安全率(平均強度)



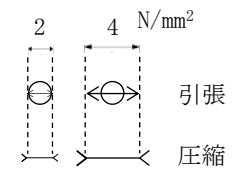
局所安全係数分布図
(静的非線形解析結果)

・引張応力が発生した要素がガスタービン発電機建物に連続しているため、静的非線形解析を実施した結果、進行性破壊が発生していないことを確認した。

主応力分布図

■ガスタービン発電機建物基礎地盤(③-③'断面)

- 凡例
- (orange) : せん断破壊の要素を通るすべり面
 - (pink) : 引張破壊の要素を通るすべり面 (直応力が引張となる場合は — (green))
 - - - : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
 - ⋯⋯ (blue) : モビライズド面を概ね通るすべり面
 - (grey) : 上記以外



T.P.(m)

100

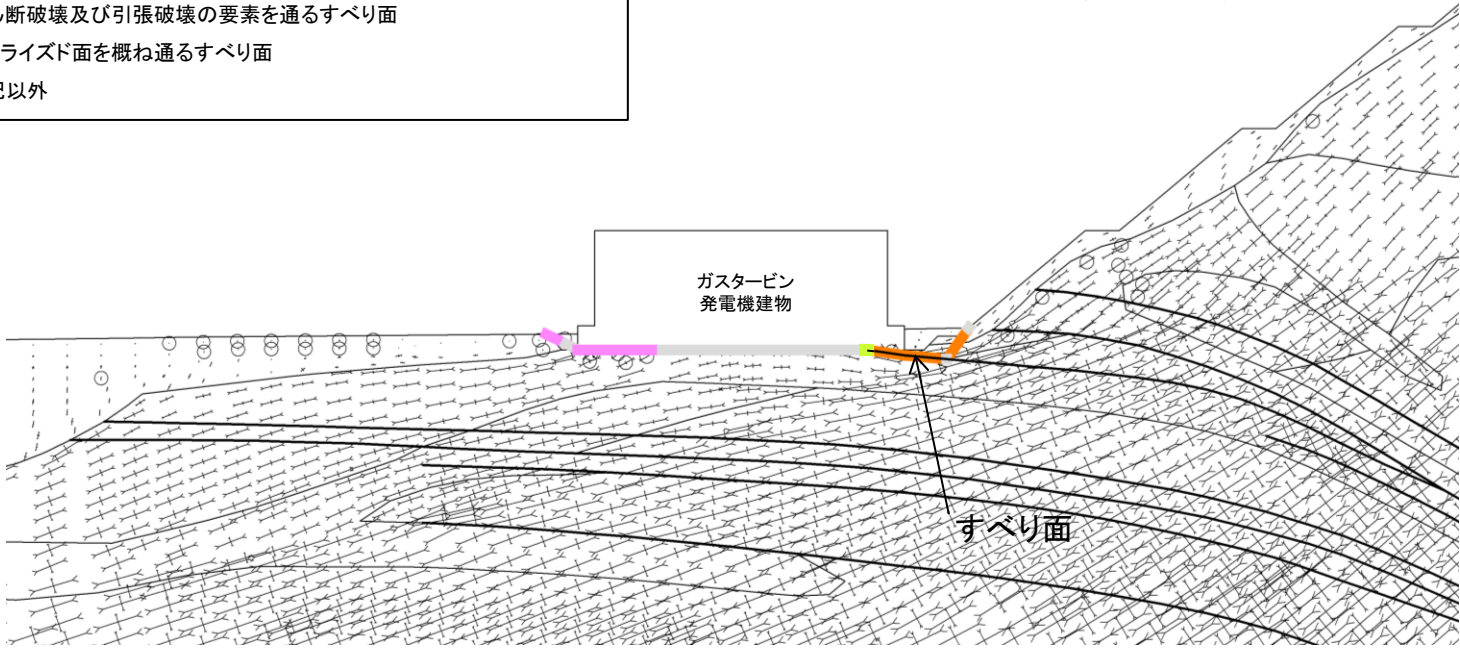
80

60

40

20

0



主応力分布図

・基礎地盤において引張応力が発生した要素やせん断強度に達した要素は局所的である。

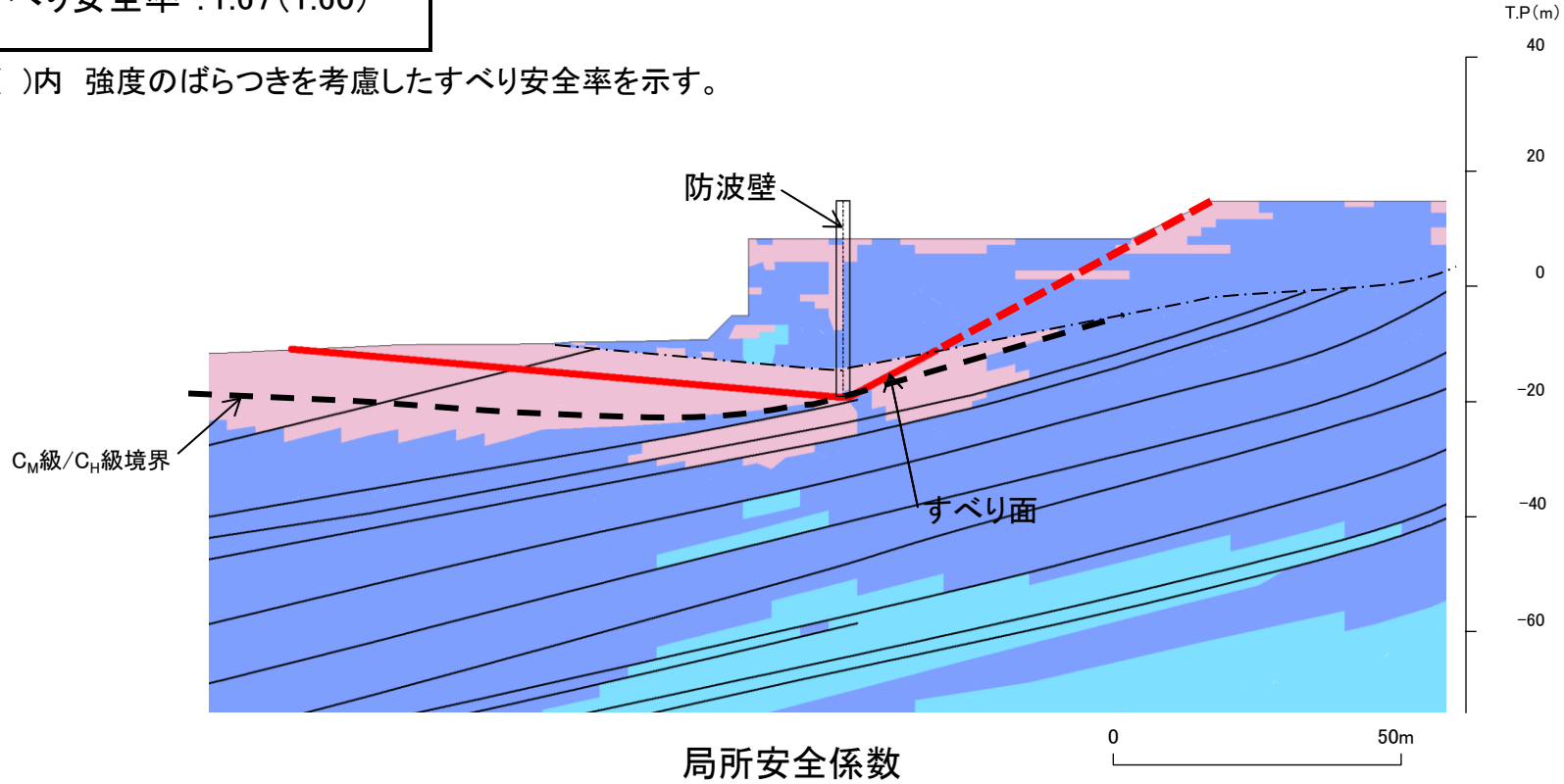
要素ごとの局所安全係数

■防波壁(多重鋼管杭式擁壁)基礎地盤 (⑦-⑦'断面)

・基準地震動 : Ss-N1(-,+)
 ・時刻 : 7.55秒
 ・すべり安全率 : 1.67(1.60)

- : せん断強度に達した要素
 - : 引張応力が発生した要素
 - : $1.00 \leq fs < 1.50$
 - : $1.50 \leq fs < 2.00$
 - : $2.00 \leq fs$
 - : シームを通るすべり面
 - : シーム以外*
- ※ 破線は液状化影響を考慮する範囲
(「本編3.5 評価方法」を参照)

※ ()内 強度のばらつきを考慮したすべり安全率を示す。



・引張応力が発生した要素が防波壁周辺に連続しており、これを通るすべり面になっている。また、せん断強度に達した要素はない。
 ・引張応力が発生した要素が水平方向に広がっている要因として、C_M級/C_H級の境界による剛性差により、地盤応答が変化しているものと考えられる。

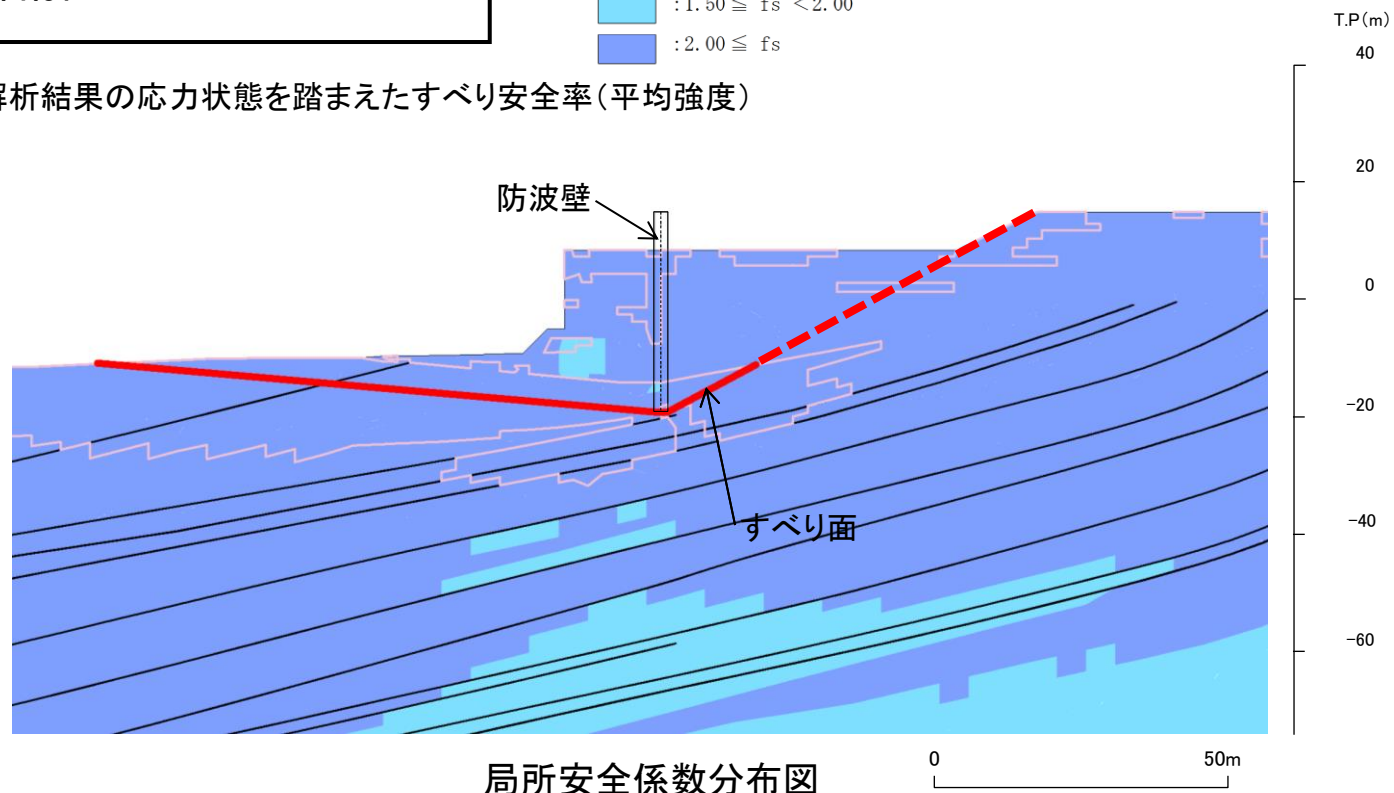
周辺への進行性破壊の検討

■防波壁(多重鋼管杭式擁壁)基礎地盤 (⑦-⑦' 断面)

・基準地震動 : Ss-N1(-,+)
 ・時刻 : 7.55秒
 ・すべり安全率 : 1.57※1

□ (黄)	: せん断強度に達した要素	} 静的非線形解析前 (前頁参照)	— (青)	: シームを通るすべり面
□ (白)	: 引張応力が発生した要素		— (赤)	: シーム以外※
□ (茶)	: せん断強度に達した要素	} 静的非線形解析後	※ 破線は液状化影響を考慮する範囲 (「本編3.5 評価方法」を参照)	
□ (紫)	: 引張応力が発生した要素			
■ (緑)	: $1.00 \leq f_s < 1.50$			
■ (青)	: $1.50 \leq f_s < 2.00$			
■ (紫)	: $2.00 \leq f_s$			

※1 静的非線形解析結果の応力状態を踏まえたすべり安全率(平均強度)

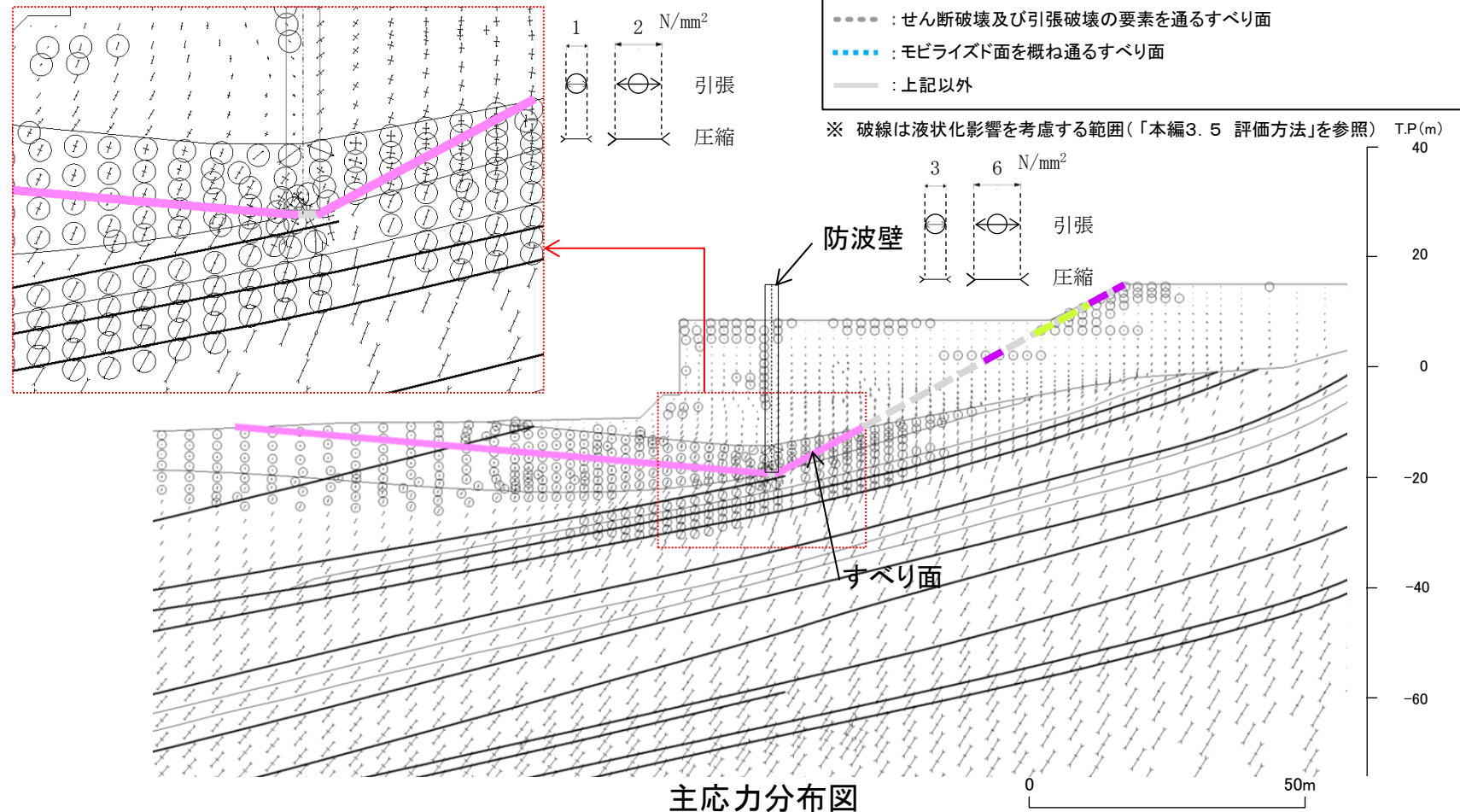


局所安全係数分布図
(静的非線形解析結果)

・引張応力が発生した要素が防波壁周辺に連続しているため、静的非線形解析を実施した結果、進行性破壊が発生していないことを確認した。

主応力分布図

■防波壁(多重鋼管杭式擁壁)基礎地盤 (⑦-⑦'断面)



主応力分布図

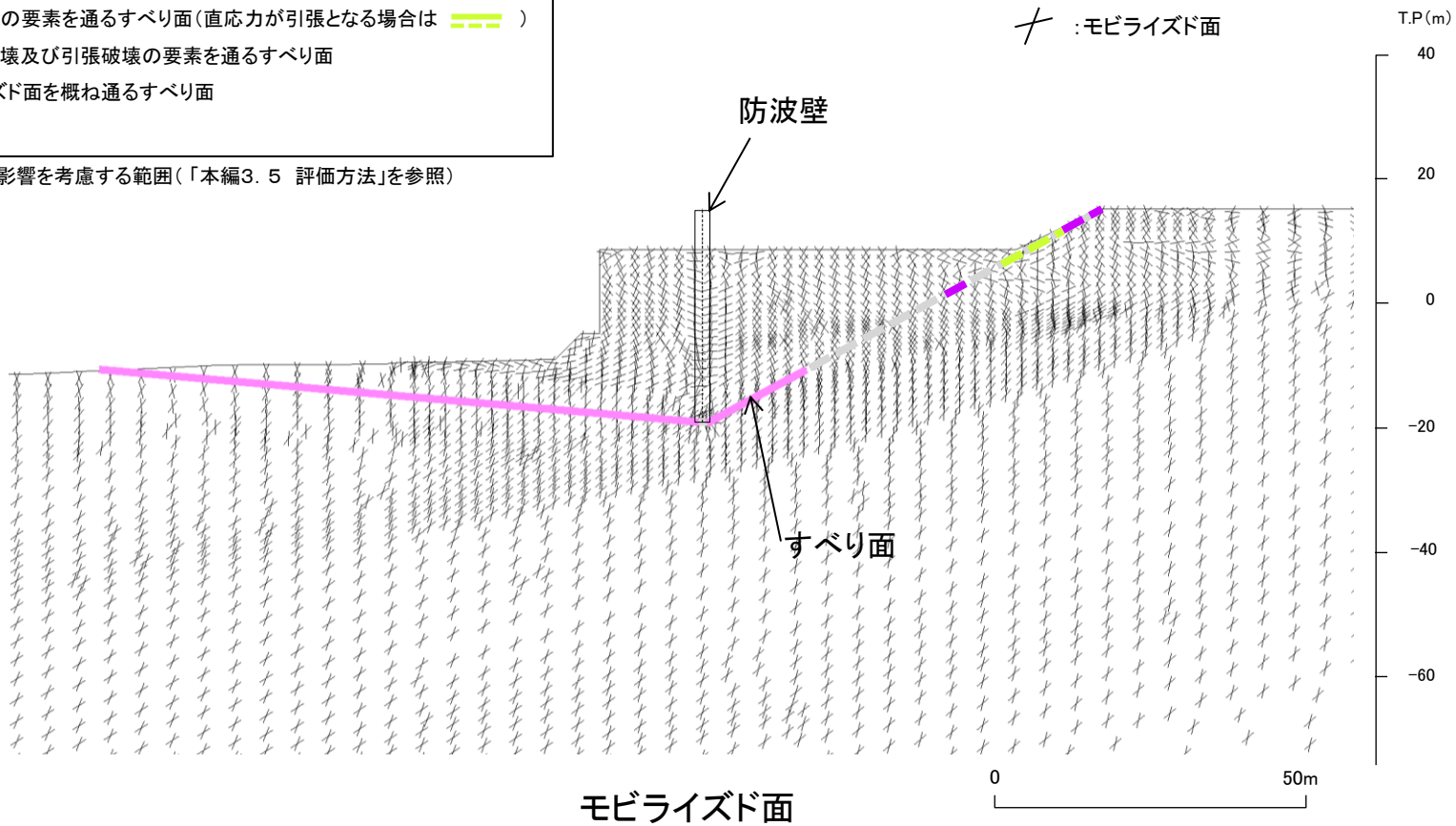
・防波壁周辺では、直応力が引張となる範囲は概ね鉛直方向になり、これに沿うすべりは想定されない。

モビライズド面

■防波壁(多重鋼管杭式擁壁)基礎地盤 (⑦-⑦' 断面)

- 凡例
- : せん断破壊の要素を通るすべり面
 - : 引張破壊の要素を通るすべり面(直応力が引張となる場合は —)
 - : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
 - : モビライズド面を概ね通るすべり面
 - : 上記以外

※ 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)



・モビライズド面を通過していないが、破壊領域を通るすべりになっている。

以上のことから、設定したすべり面は、既にすべり安全率の厳しいすべり面になっているため、追加のすべり面は設定していない。

余白

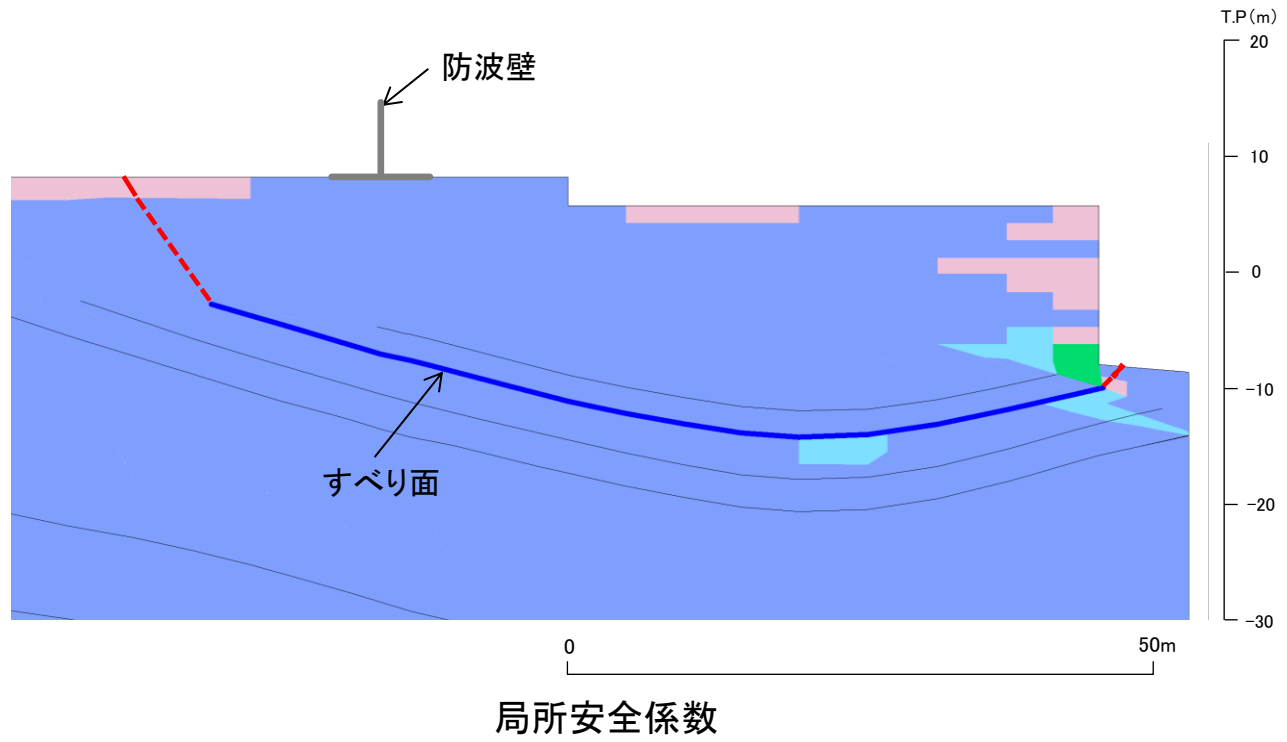
要素ごとの局所安全係数

■防波壁(逆T擁壁)基礎地盤 (⑪-⑪'断面)

・基準地震動 : $S_s-D(-,-)$
 ・時刻 : 8.92秒
 ・すべり安全率 : 1.87(1.51)

- : せん断強度に達した要素
 - : 引張応力が発生した要素
 - : $1.00 \leq f_s < 1.50$
 - : $1.50 \leq f_s < 2.00$
 - : $2.00 \leq f_s$
 - : シームを通るすべり面
 - : シーム以外※
- ※ 破線は液状化影響を考慮する範囲
(「本編3.5 評価方法」を参照)

※ ()内 強度のばらつきを考慮したすべり安全率を示す。

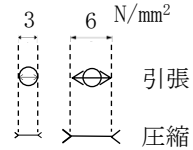


・引張応力が発生した要素の分布は局所的である。また、せん断強度に達した要素はない。

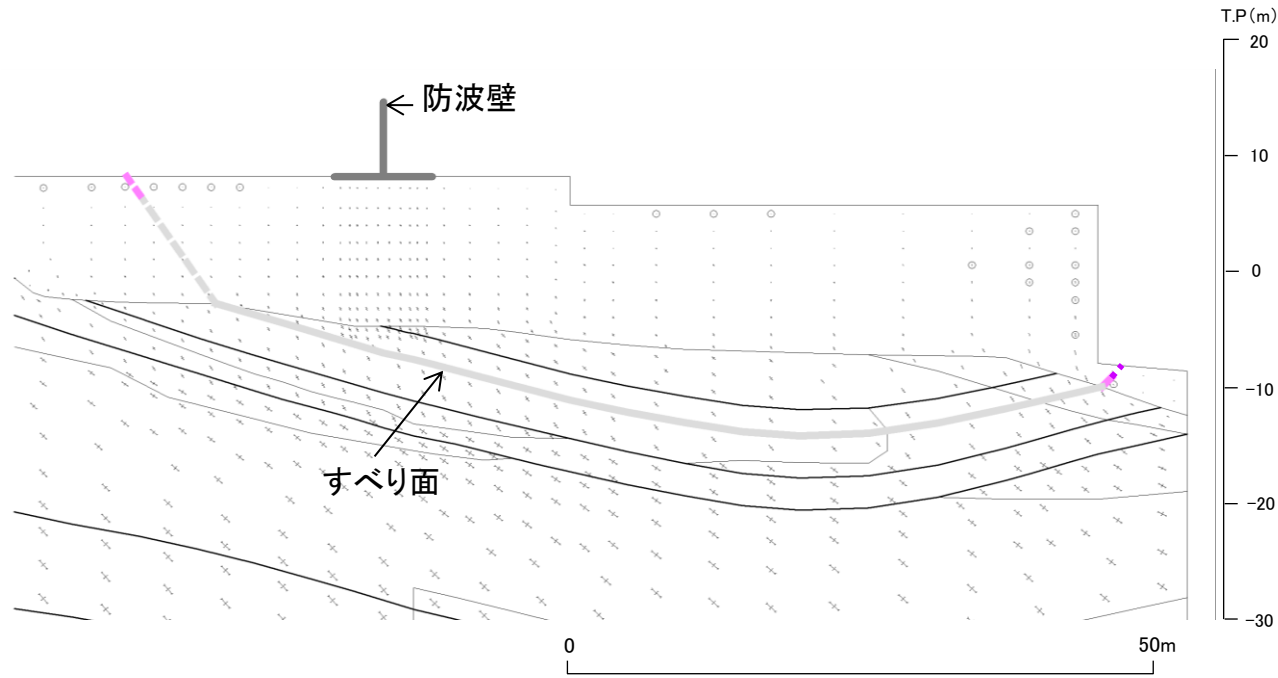
主応力分布図

■防波壁(逆T擁壁)基礎地盤 (⑪-⑪'断面)

- 凡例
- : せん断破壊の要素を通るすべり面
 - - - : 引張破壊の要素を通るすべり面※ (直応力が引張となる場合は —)
 - ⋯⋯ : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
 - ⋯⋯ : モビライズド面を概ね通るすべり面
 - : 上記以外※



※ 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)



主応力分布図

・引張応力が発生した要素の分布は局所的である。また、せん断強度に達した要素はない

モビライズド面

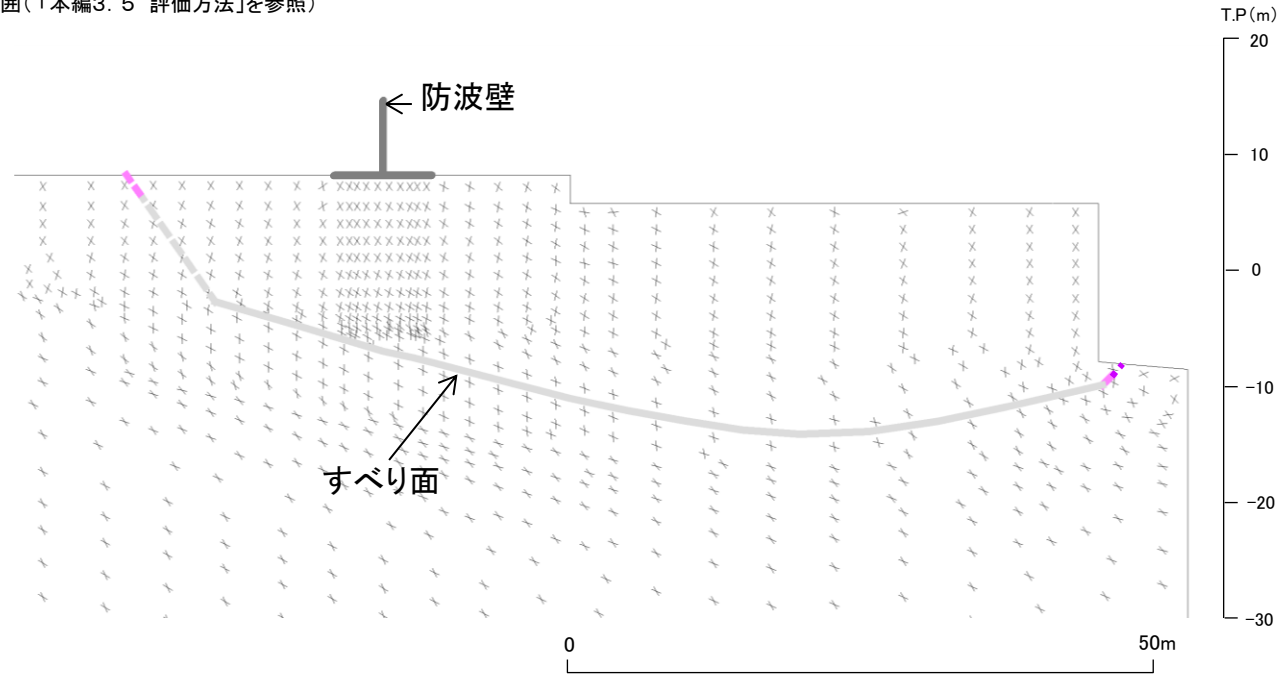
■防波壁(逆T擁壁)基礎地盤 (⑪-⑪'断面)

凡例

- : せん断破壊の要素を通るすべり面
- - - : 引張破壊の要素を通るすべり面※ (直応力が引張となる場合は —)
- ⋯⋯ : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
- ⋯⋯ : モビライズド面を概ね通るすべり面
- : 上記以外※

+ : モビライズド面

※ 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)



モビライズド面

・モビライズド面を通過していないが、強度の低いシームや破壊領域を通るすべりになっている。

以上のことから、設定したすべり面は、既にすべり安全率の厳しいすべり面になっているため、追加のすべり面は設定していない。

余白

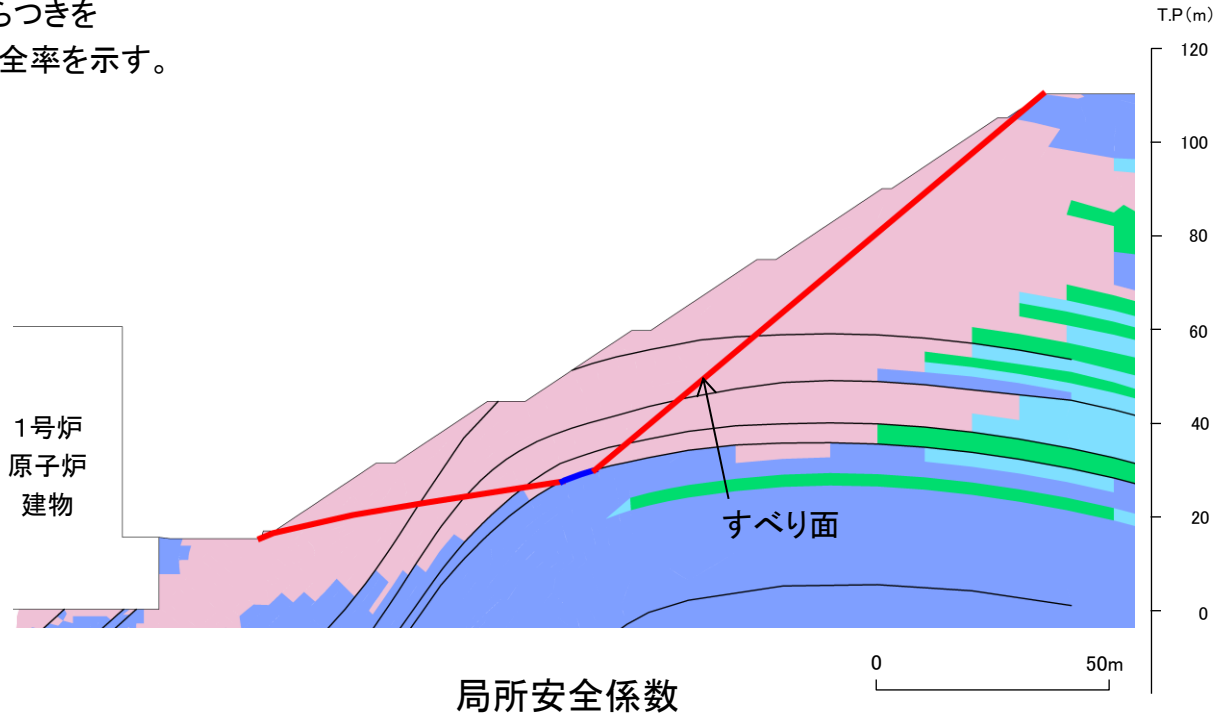
要素ごとの局所安全係数

■2号炉南側切取斜面(①-①'断面)

・基準地震動 : Ss-N1(-,+)
 ・時刻 : 7.45秒
 ・すべり安全率 : 1.56(1.51)

※ ()内 強度のばらつきを
 考慮したすべり安全率を示す。

- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生した要素
- : $1.00 \leq fs < 1.50$
- : $1.50 \leq fs < 2.00$
- : $2.00 \leq fs$
- (Blue) : シームを通るすべり面
- (Red) : シーム以外



・引張応力が発生した要素が斜面に連続しており、これを通るすべり面になっている。また、せん断強度に達した要素はない。

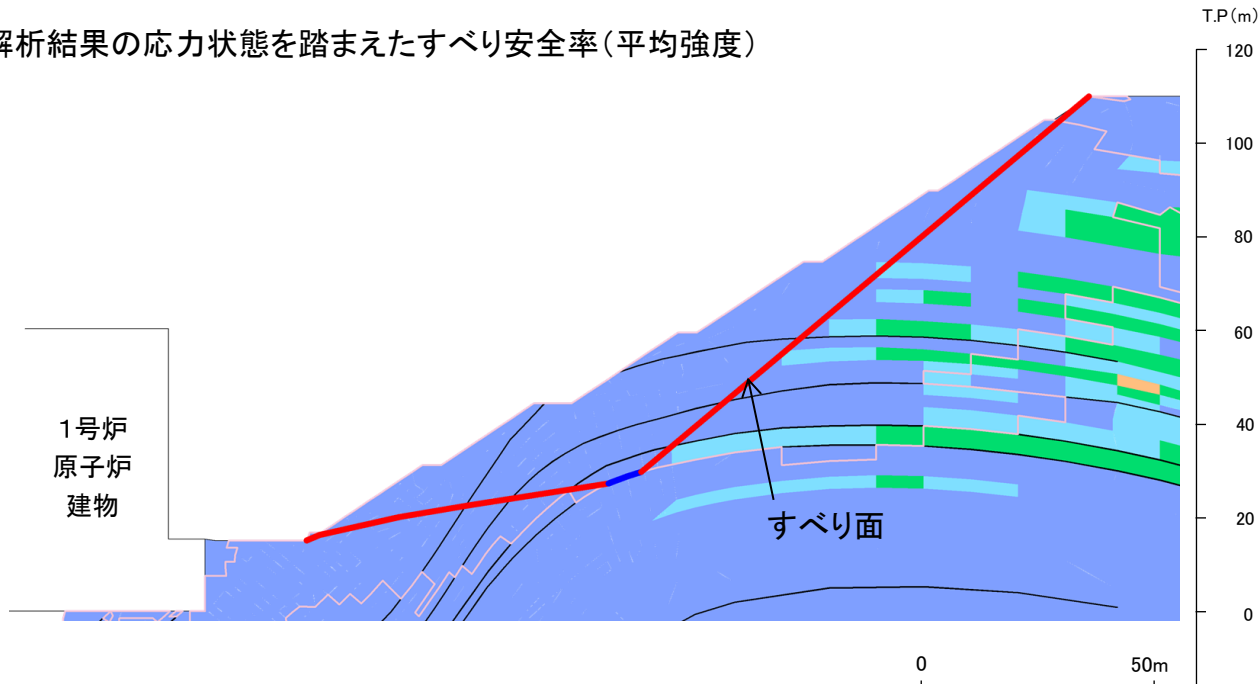
周辺への進行性破壊の検討

■ 2号炉南側切取斜面(①-①'断面)

・基準地震動 : Ss-N1 (-,+)
 ・時刻 : 7.45秒
 ・すべり安全率 : 1.67※1

- : せん断強度に達した要素
 - : 引張応力が発生した要素
 - : せん断強度に達した要素
 - : 引張応力が発生した要素
 - : $1.00 \leq f_s < 1.50$
 - : $1.50 \leq f_s < 2.00$
 - : $2.00 \leq f_s$
- 静的非線形解析前 (前頁参照)
- 静的非線形解析後
- : シームを通るすべり面
 ■ : シーム以外

※1 静的非線形解析結果の応力状態を踏まえたすべり安全率(平均強度)



局所安全係数分布図
(静的非線形解析結果)

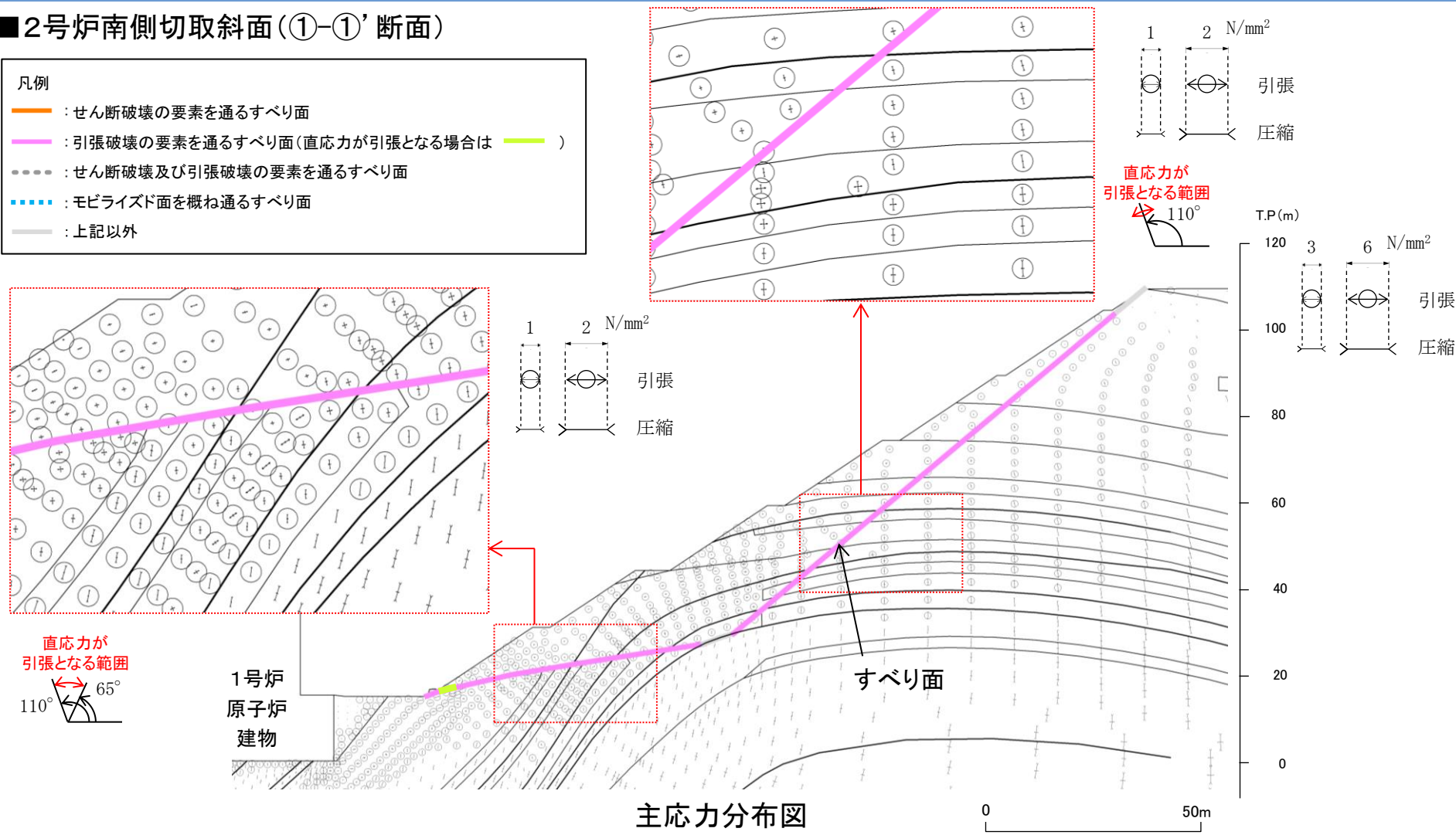
・引張応力が発生した要素が斜面に連続しているため、静的非線形解析を実施した結果、進行性破壊が発生していないことを確認した。

主応力分布図

■2号炉南側切取斜面(①-①'断面)

凡例

- : せん断破壊の要素を通るすべり面
- (直線が引張となる場合は —) : 引張破壊の要素を通るすべり面
- - - : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
- ⋯⋯ : モビライズド面を概ね通るすべり面
- : 上記以外



主応力分布図

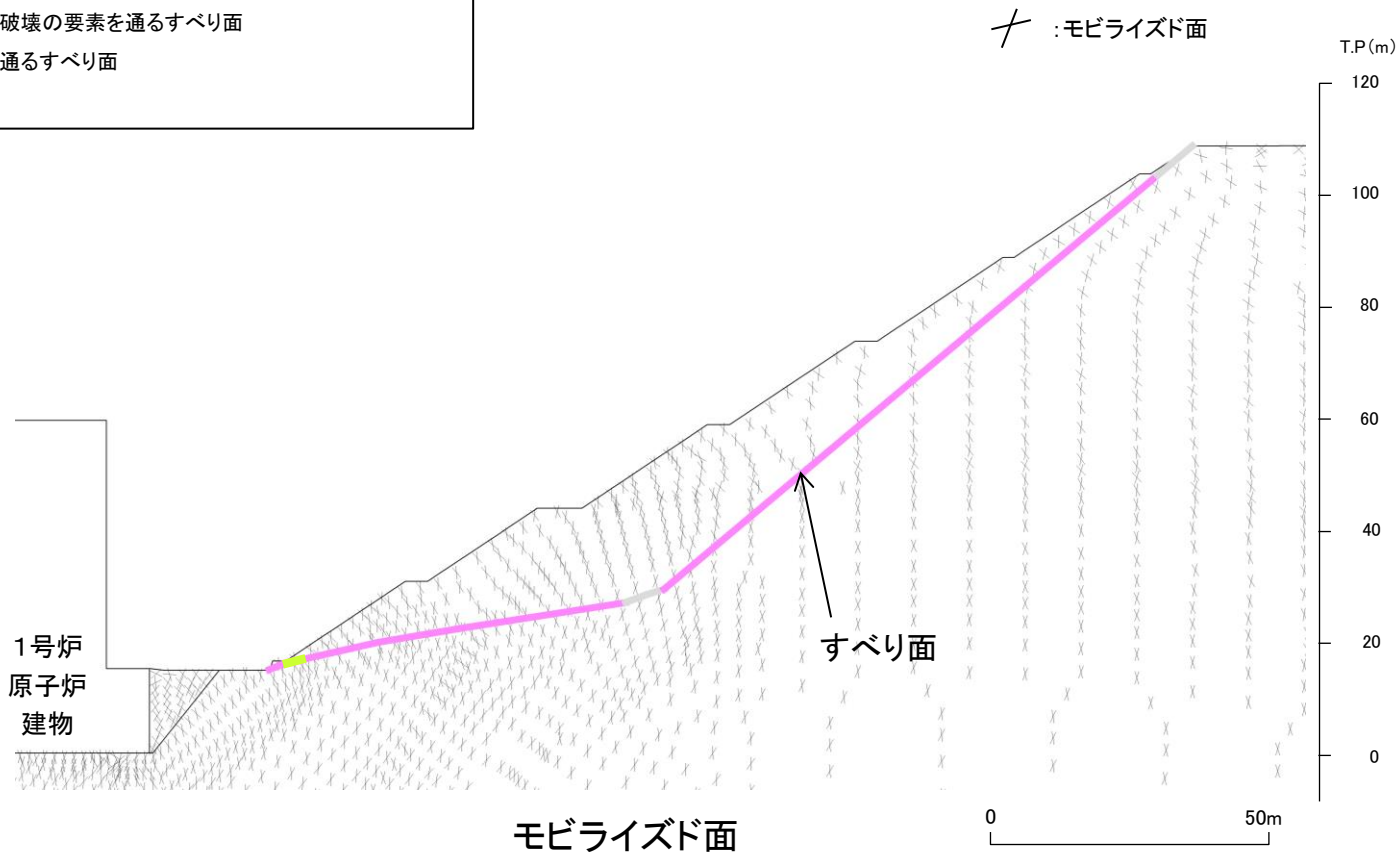
- ・法尻付近では、直応力が引張となる範囲は約65～110° になり、これに沿うすべりは想定されない。
- ・中腹～法肩では、直応力が引張となる範囲は110° 前後になり、これに沿うすべりは想定されない。

モビライズド面

■2号炉南側切取斜面(①-①'断面)

凡例

- (オレンジ) : せん断破壊の要素を通るすべり面
- (ピンク) : 引張破壊の要素を通るすべり面(直応力が引張となる場合は — (黄緑))
- - - (グレー) : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
- ⋯⋯ (青点線) : モビライズド面を概ね通るすべり面
- (薄グレー) : 上記以外



・モビライズド面を通過していないが、強度の低いシームや破壊領域を通るすべりになっている。

以上のことから、設定したすべり面は、既にすべり安全率の厳しいすべり面になっているため、追加のすべり面は設定していない。

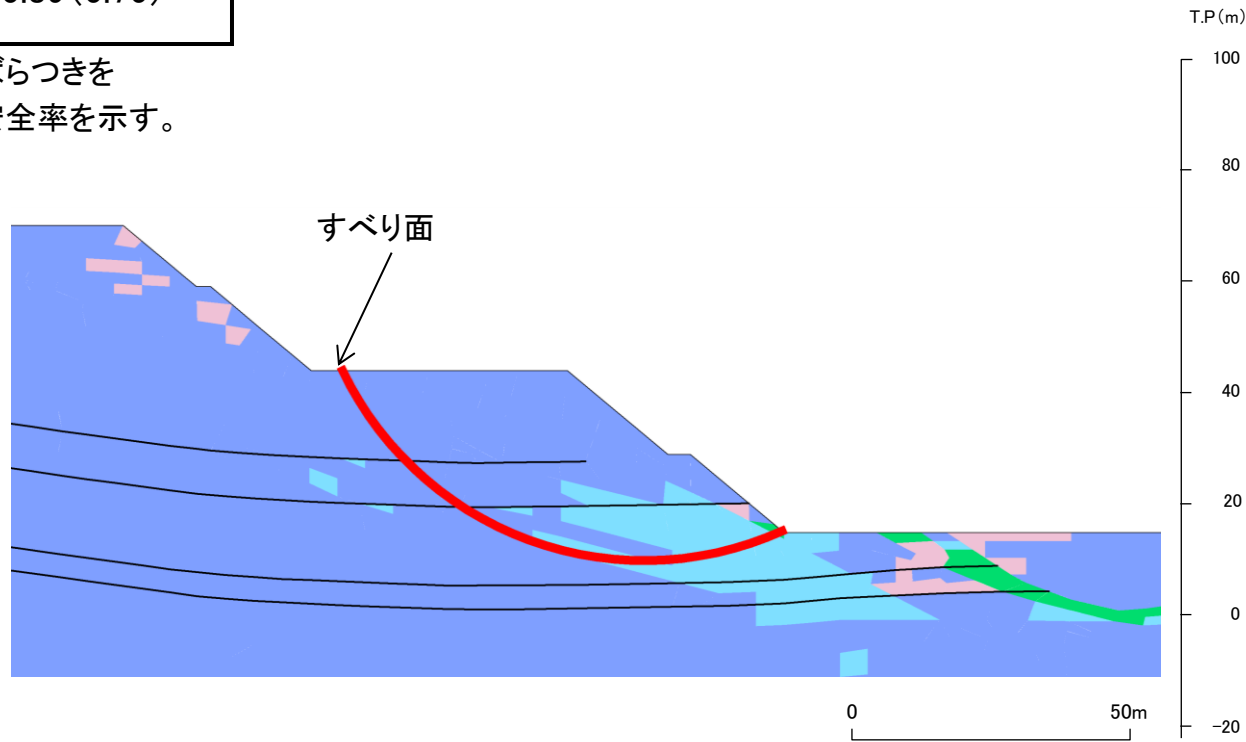
要素ごとの局所安全係数

■対策工を実施した2号炉西側切取斜面(②-②'断面)

・基準地震動 : Ss-D(-,+)
 ・時刻 : 8.55秒
 ・すべり安全率 : 5.89(5.75)

※ ()内 強度のばらつきを
 考慮したすべり安全率を示す。

- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生した要素
- : $1.00 \leq f_s < 1.50$
- : $1.50 \leq f_s < 2.00$
- : $2.00 \leq f_s$
- : シームを通るすべり面
- : シーム以外



局所安全係数

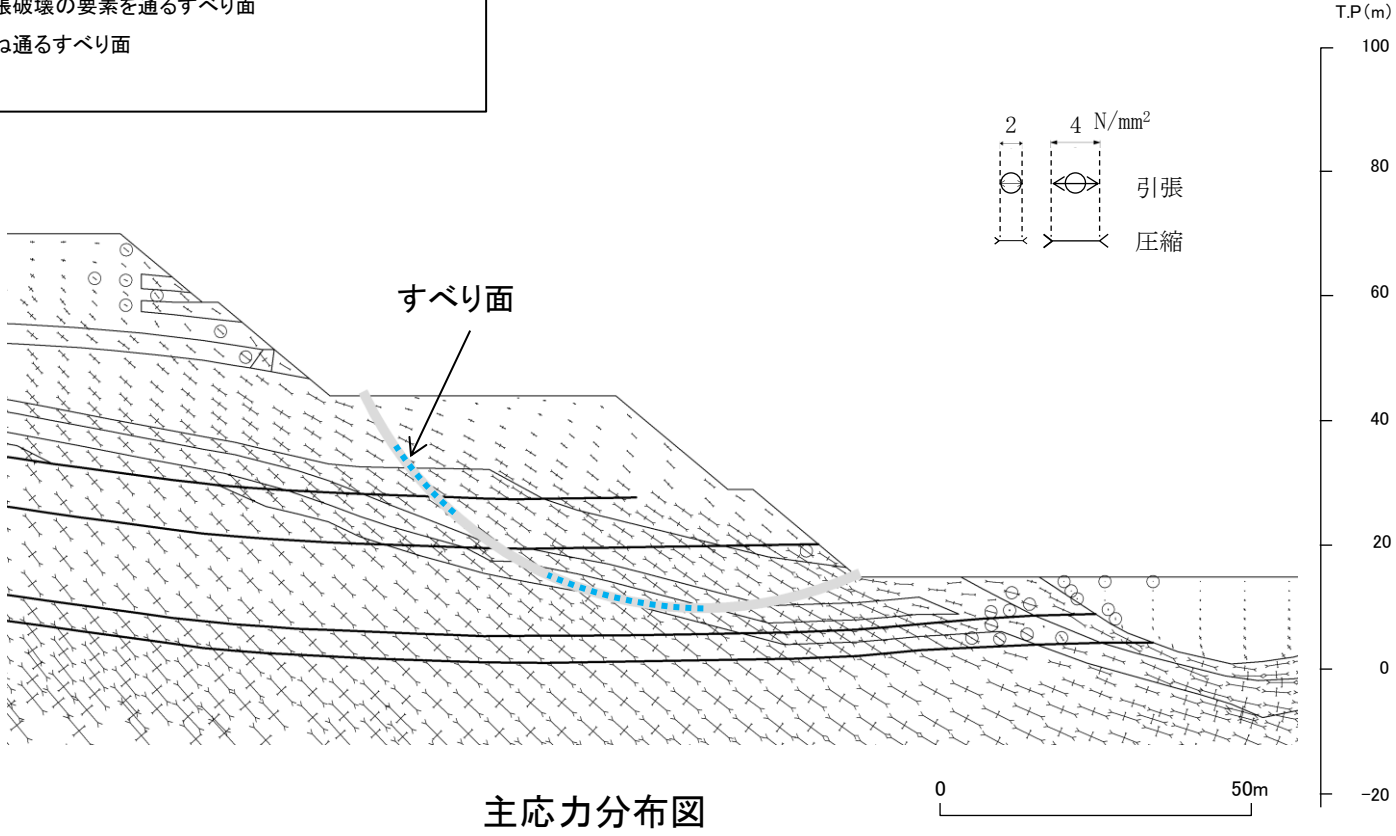
・引張応力が発生した要素やせん断強度に達した要素の分布は局所的である。

主応力分布図

■対策工を実施した2号炉西側切取斜面(②-②'断面)

凡例

- (オレンジ) : せん断破壊の要素を通るすべり面
- (ピンク) : 引張破壊の要素を通るすべり面(直応力が引張となる場合は — (黄緑))
- (グレー) : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
- (青点線) : モビライズド面を概ね通るすべり面
- (黒) : 上記以外



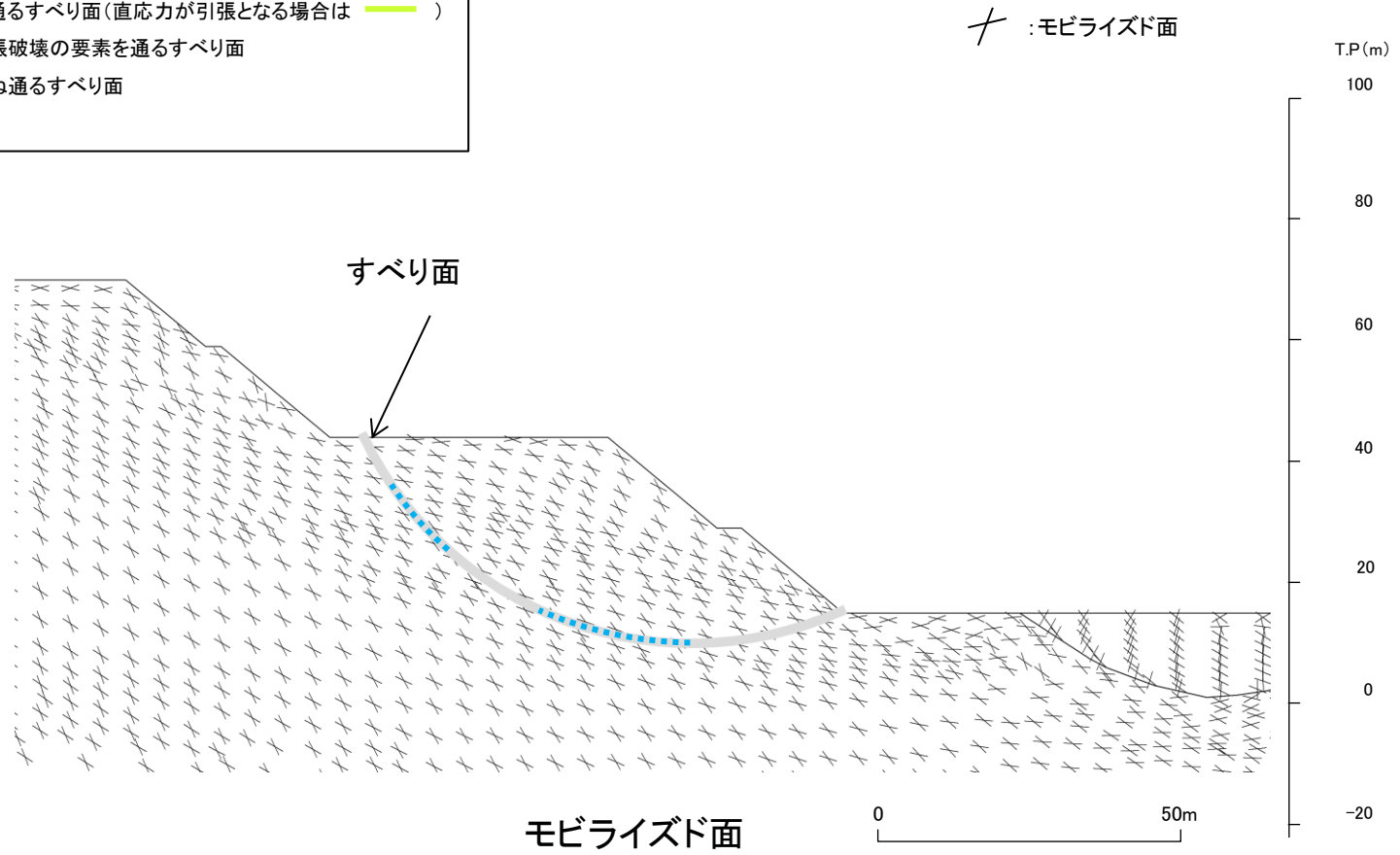
・引張応力が発生した要素やせん断強度に達した要素の分布は局所的である。

モビライズド面

■対策工を実施した2号炉西側切取斜面(②-②'断面)

凡例

- (オレンジ) : せん断破壊の要素を通るすべり面
- (ピンク) : 引張破壊の要素を通るすべり面(直応力が引張となる場合は — (黄緑))
- (グレー) : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
- (青点線) : モビライズド面を概ね通るすべり面
- (薄灰) : 上記以外



・すべり面はモビライズド面を概ね通るすべりになっている。

以上のことから、設定したすべり面は、既にすべり安全率の厳しいすべり面になっているため、追加のすべり面は設定していない。

要素ごとの局所安全係数

■2号炉南側盛土斜面(⑥-⑥'断面)

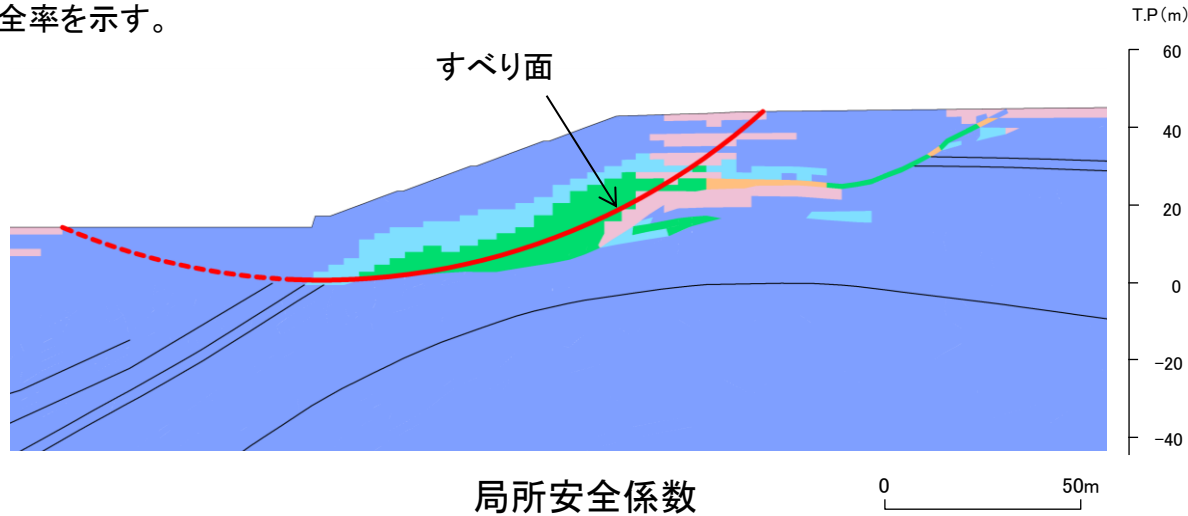
・基準地震動 : Ss-D(-,+)
 ・時刻 : 13.15秒
 ・すべり安全率 : 1.61(1.56)

- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生した要素
- : $1.00 \leq f_s < 1.50$
- : $1.50 \leq f_s < 2.00$
- : $2.00 \leq f_s$

- : シームを通るすべり面
- : シーム以外*

※ 破線は液状化影響を考慮する範囲
(「本編6.4 2号炉南側盛土斜面における液状化範囲の検討」を参照)

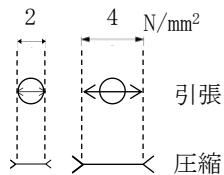
※ ()内 強度のばらつきを考慮したすべり安全率を示す。



・引張応力が発生した要素やせん断強度に達した要素の分布は局所的である。

主応力分布図

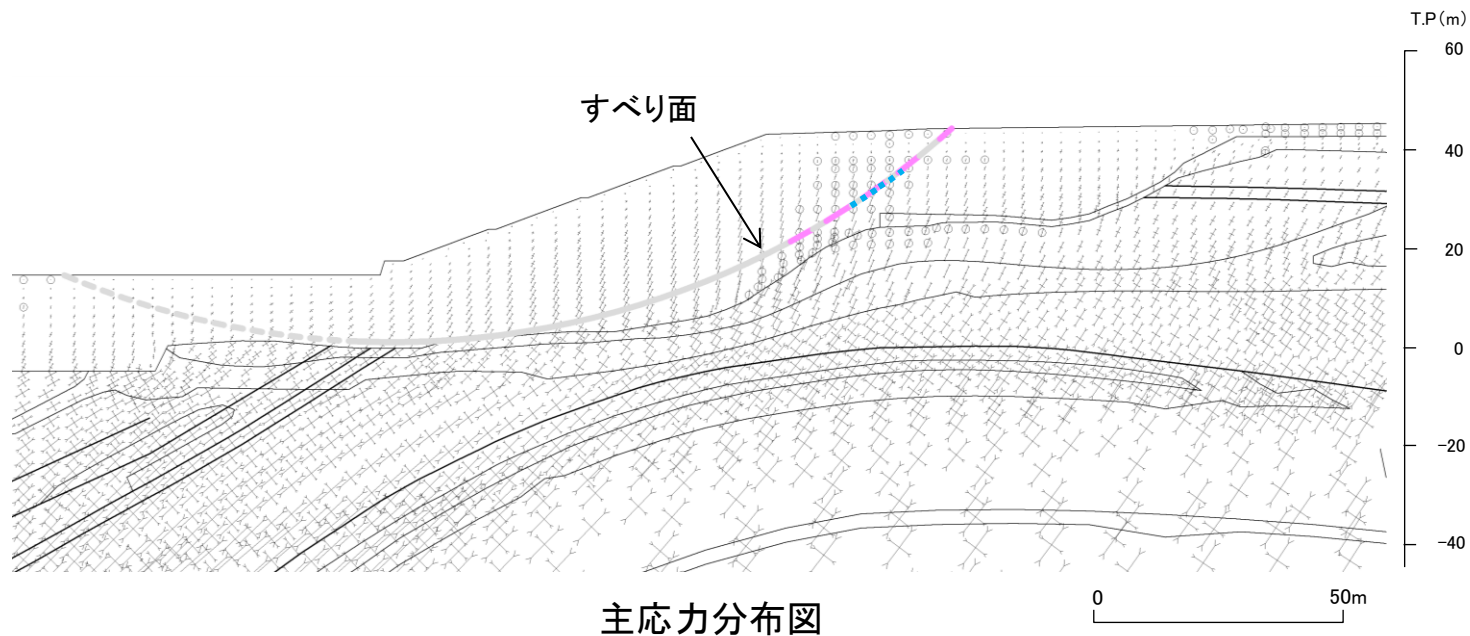
■2号炉南側盛土斜面(⑥-⑥'断面)



凡例

- (orange) : せん断破壊の要素を通るすべり面
- (pink) : 引張破壊の要素を通るすべり面(直応力が引張となる場合は — (green))
- - - (grey) : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
- ⋯⋯ (blue) : モビライズド面を概ね通るすべり面
- (grey) : 上記以外*

※ 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編6.4 2号炉南側盛土斜面における液状化範囲の検討」を参照)



主応力分布図

・引張応力が発生した要素やせん断強度に達した要素の分布は局所的である。

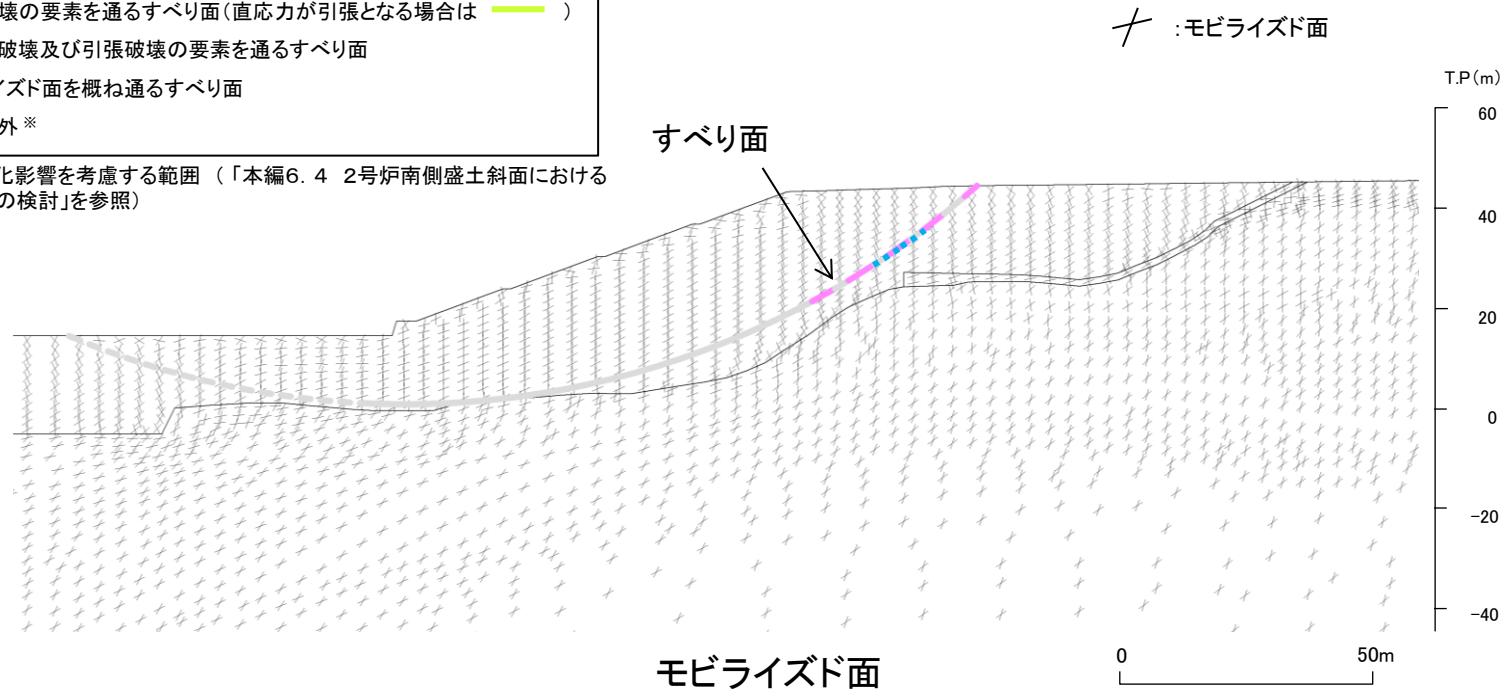
モビライズド面

■2号炉南側盛土斜面(⑥-⑥'断面)

凡例

- (オレンジ) : せん断破壊の要素を通るすべり面
- (ピンク) : 引張破壊の要素を通るすべり面(直応力が引張となる場合は — (黄緑))
- (グレー) : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
- (青点線) : モビライズド面を概ね通るすべり面
- (白点線) : 上記以外※

※ 破線は液状化影響を考慮する範囲 (「本編6.4 2号炉南側盛土斜面における液状化範囲の検討」を参照)



・すべり面はモビライズド面を概ね通るすべりになっている。

以上のことから、設定したすべり面は、既にすべり安全率の厳しいすべり面になっているため、追加のすべり面は設定していない。

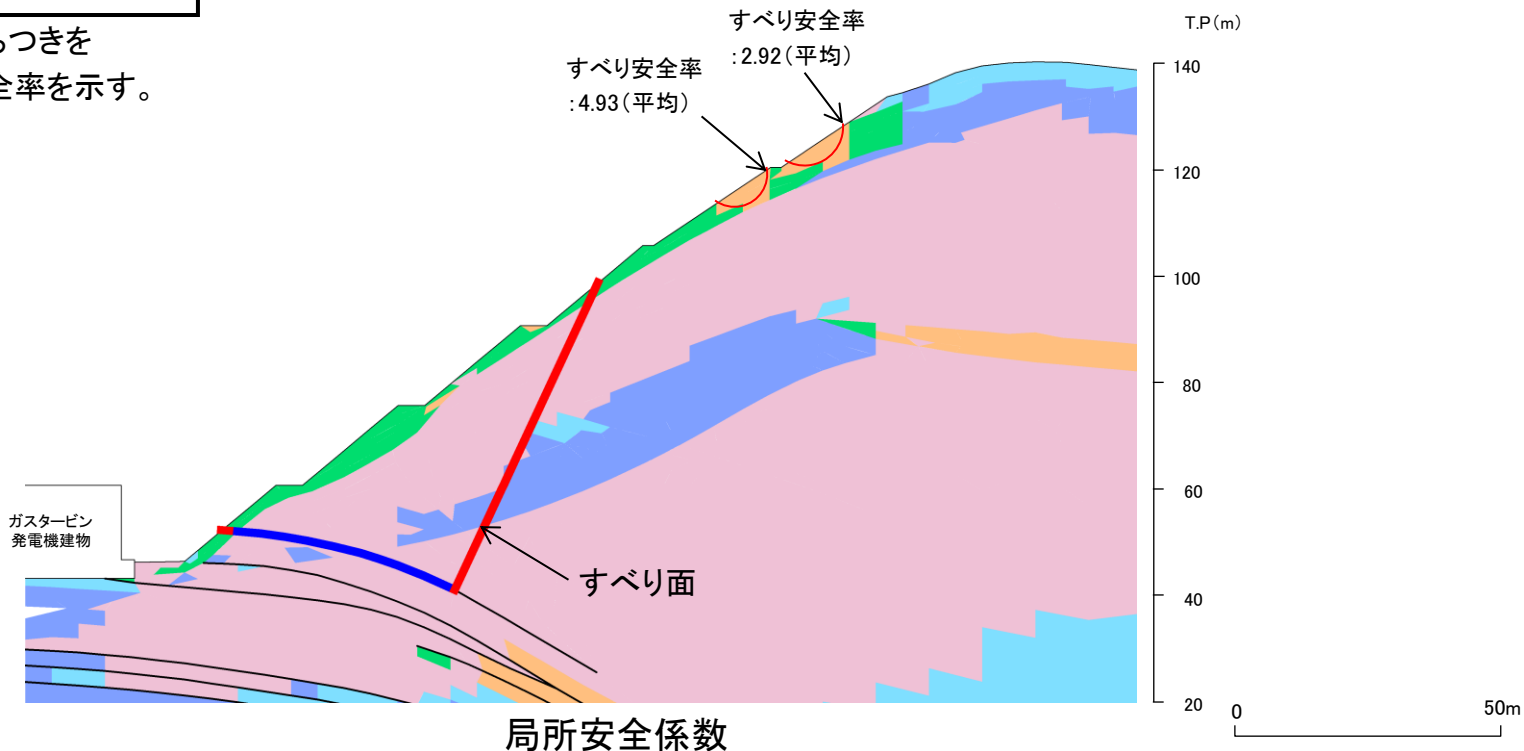
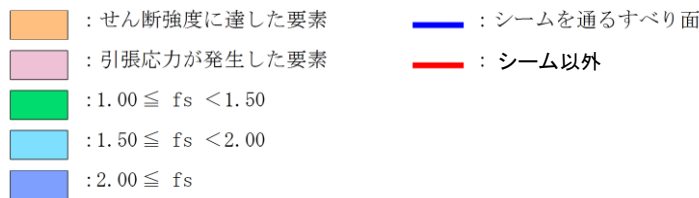
余白

要素ごとの局所安全係数

■ガスタービン発電機建物周辺斜面(⑦-⑦'断面)

・基準地震動 : Ss-N1(+,+)
 ・時刻 : 7.59秒
 ・すべり安全率 : 2.07(1.68)

※ ()内 強度のばらつきを考慮したすべり安全率を示す。

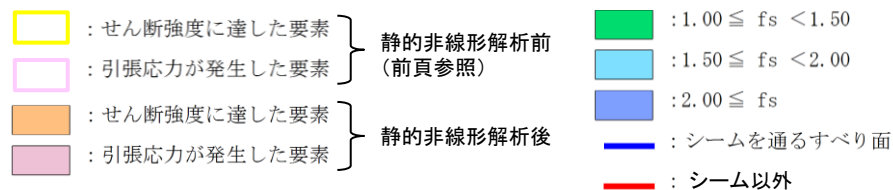


・引張応力が発生した要素が斜面に連続しており、これを通るすべり面になっている。
 また、せん断強度に達した要素が斜面浅部に分布するが、局所的である。
 ・なお、斜面浅部のせん断強度に達した要素を通るすべり面については、当該応力状態における最小すべり安全率が2.92(平均強度)であり、強度の低い破壊領域を通るすべり面の最小すべり安全率2.07(平均強度)に包含される。

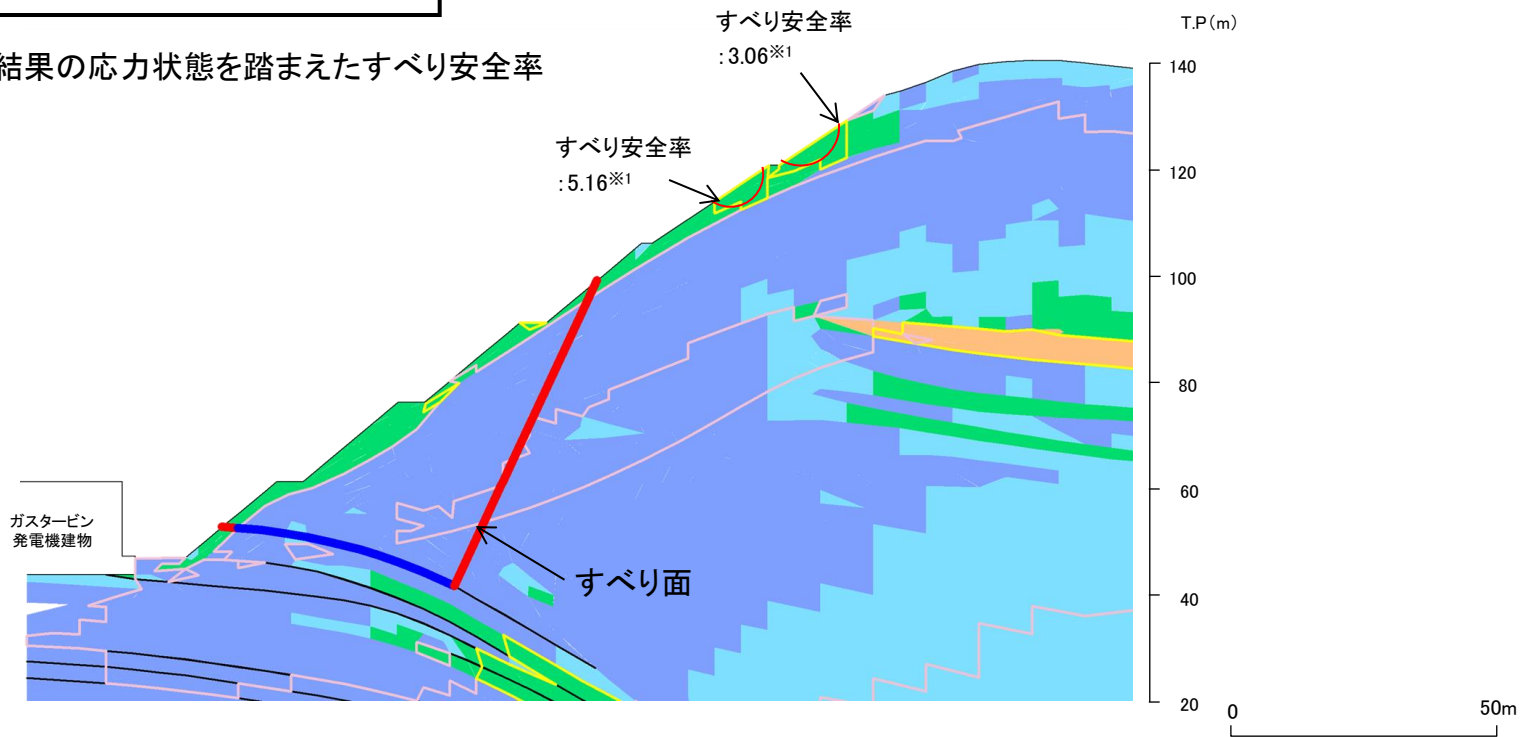
周辺への進行性破壊の検討

■ガスタービン発電機建物周辺斜面(⑦-⑦'断面)

- ・基準地震動 : Ss-N1(+,+)
- ・時刻 : 7.59秒
- ・すべり安全率 : 2.23※1



※1 静的非線形解析結果の応力状態を踏まえたすべり安全率
(平均強度)



局所安全係数分布図
(静的非線形解析結果)

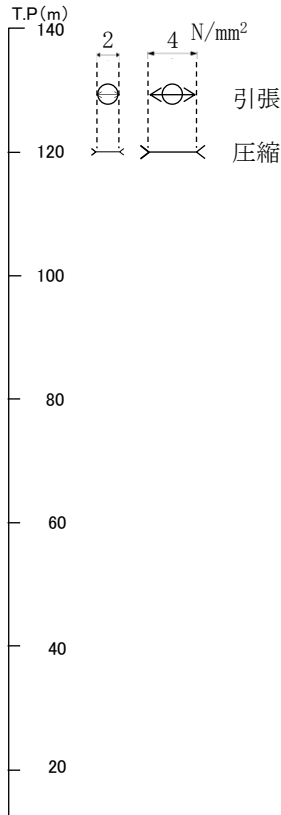
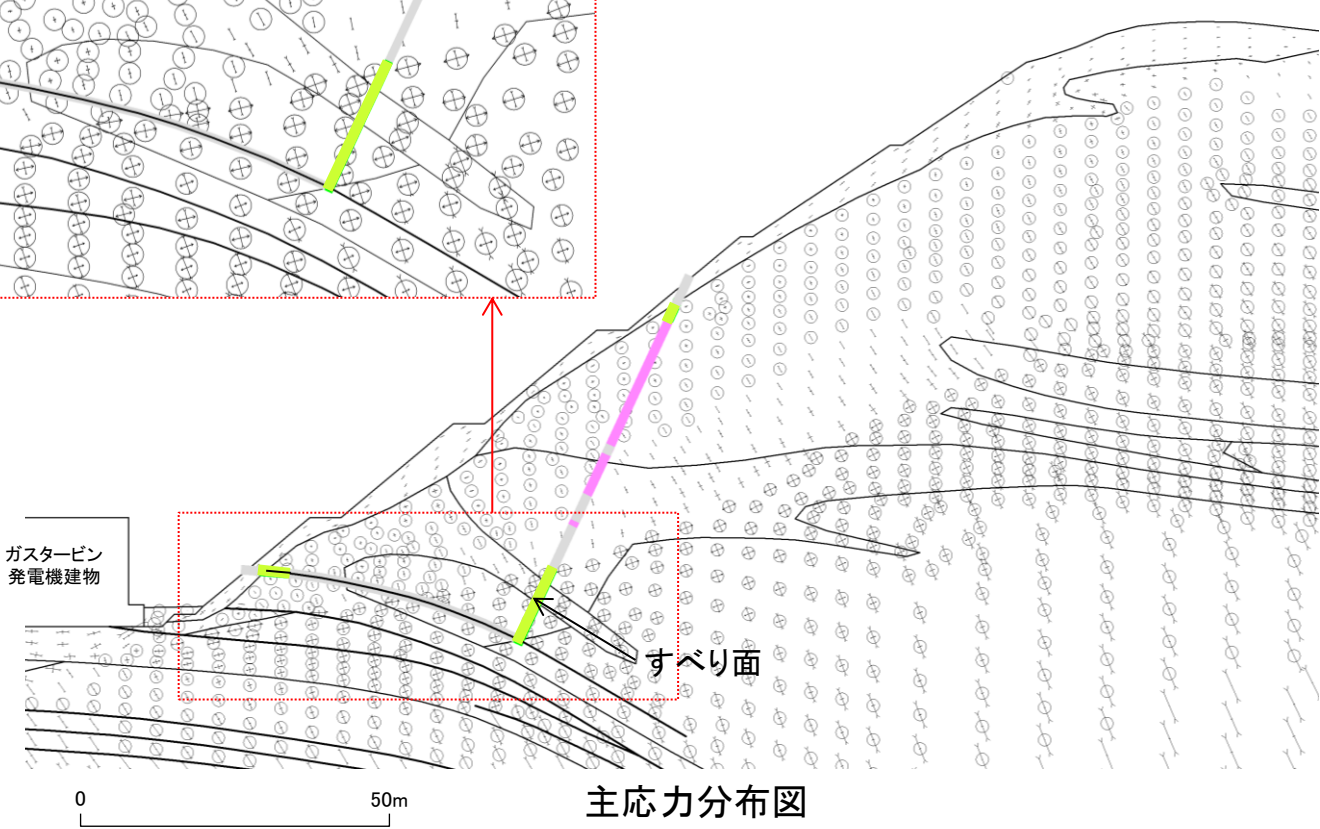
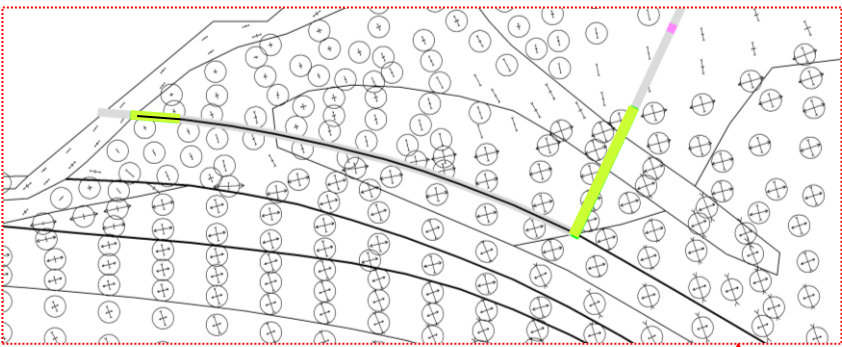
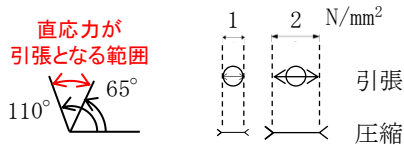
・引張応力が発生した要素が斜面に連続しているため、静的非線形解析を実施した結果、進行性破壊が発生していないことを確認した。

主応力分布図

■ガスタービン発電機建物周辺斜面(⑦-⑦'断面)

凡例

- (orange) : せん断破壊の要素を通るすべり面
- (magenta) : 引張破壊の要素を通るすべり面(直応力が引張となる場合は — (green))
- - - (grey) : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
- ⋯⋯ (blue) : モビライズド面を概ね通るすべり面
- (grey) : 上記以外

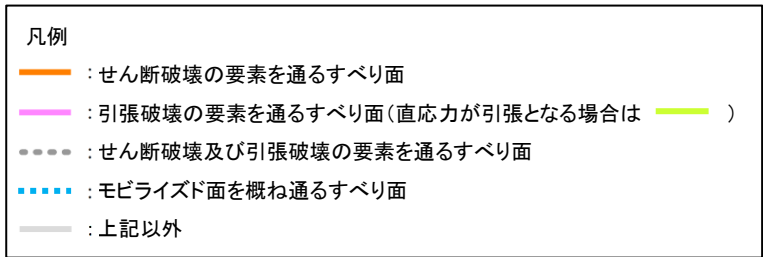


主応力分布図

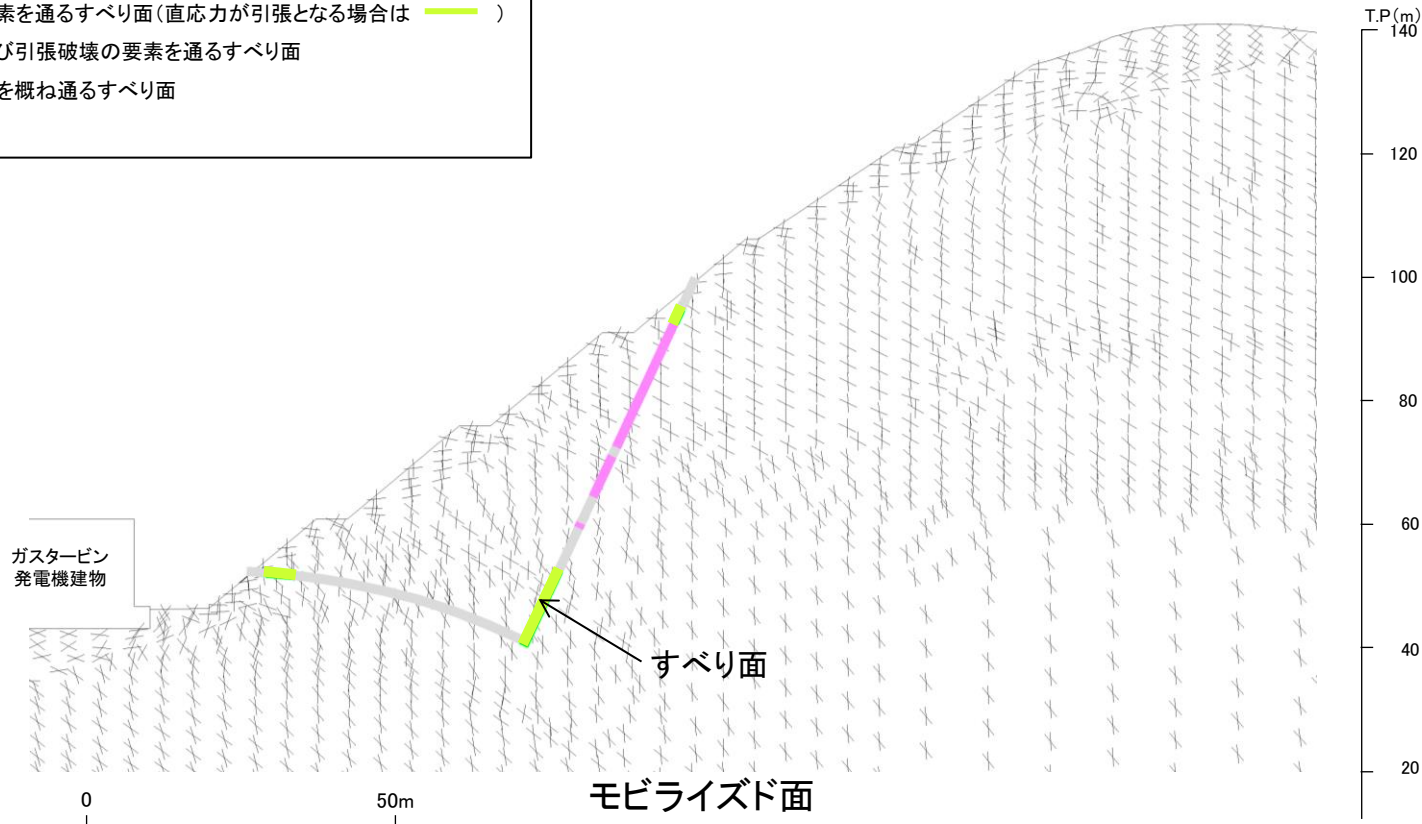
・法尻付近では、直応力が引張となる範囲は概ね65~110° になり、これに沿うすべりになっている。

モビライズド面

■ガスタービン発電機建物周辺斜面(⑦-⑦'断面)



✦ : モビライズド面



・モビライズド面を通過していないが、強度の低いシームや破壊領域を通るすべりになっている。

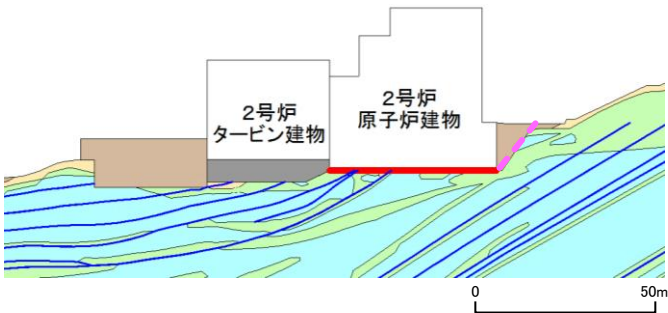
以上のことから、設定したすべり面は、既にすべり安全率の厳しいすべり面になっているため、追加のすべり面は設定していない。

7. すべり安全率一覧

2号炉原子炉建物基礎地盤(南北)
①—①' 断面

2号炉原子炉建物基礎地盤(南北)(①-①'断面 すべり面番号1)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

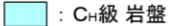



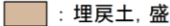
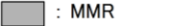
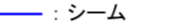
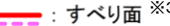
すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
1	 <p>基礎底面のすべり面(原子炉建物のみを通る切上りを考慮したすべり面)</p>	Ss-D (+,-)	2.18 [8.55]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)

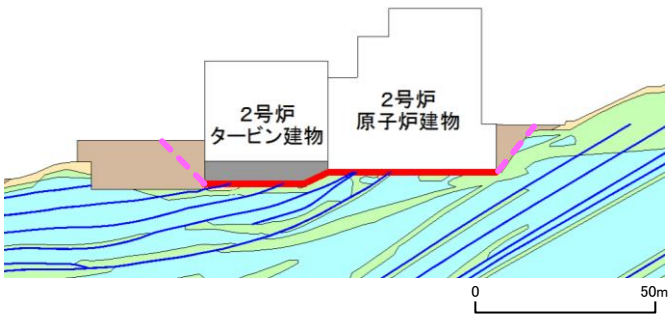
【凡例】

 : C _n 級岩盤	 : C _m 級岩盤	 : C _l 級岩盤	 : D級岩盤
 : 埋戻土、盛土	 : MMR	 : シーム	 : すべり面 ※3

すべり安全率(○ 最小すべり安全率)												
Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2	
		水平NS		水平EW								
(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)			
3.68 [7.52]	2.99 [7.54]	4.78 [25.01]	4.65 [25.01]	4.98 [25.97]	2.96 [25.97]	3.23 [8.93]	2.18 [8.55]	2.94 [8.92]	2.73 [10.08]	7.39 [8.46]	7.28 [15.99]	

2号炉原子炉建物基礎地盤(南北)(①-①'断面 すべり面番号2)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
2	 <p>基礎及びMMR底面のすべり面(原子炉建物及びタービン建物下MMR底面を通るすべり面)</p>	Ss-D (+,+)	2.64 [8.93]


※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3. 5 評価方法」を参照)

【凡例】

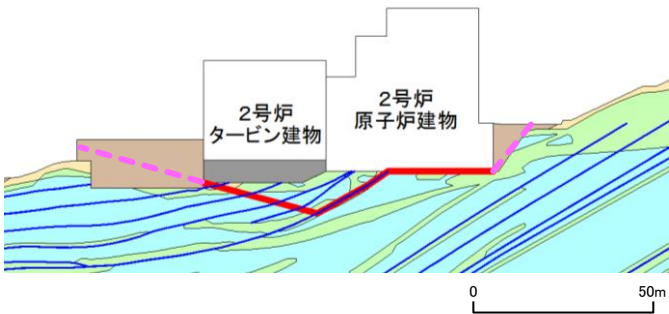
: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面 ※3

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
	(+,+)	(-,+)	水平NS		水平EW		(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	4.12 [7.53]	2.76 [7.54]	5.62 [25.01]	4.21 [25.01]	5.58 [25.98]	2.87 [25.98]	2.64 [8.93]	2.68 [8.55]	2.92 [14.58]	3.59 [34.29]	5.75 [8.46]	6.67 [16.03]

※ θ をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

2号炉原子炉建物基礎地盤(南北)(①-①'断面 すべり面番号3)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。



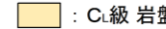

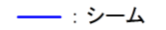

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
3	 <p>シーム沿いのすべり面(原子炉建物からシームを通りタービン建物下MMR左端へ抜けるすべり面)</p>	Ss-D (-,+)	3.29 [8.92]

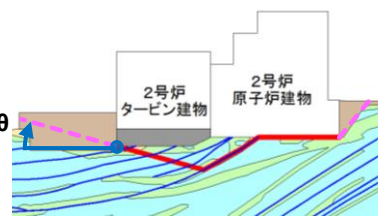
※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)

【凡例】

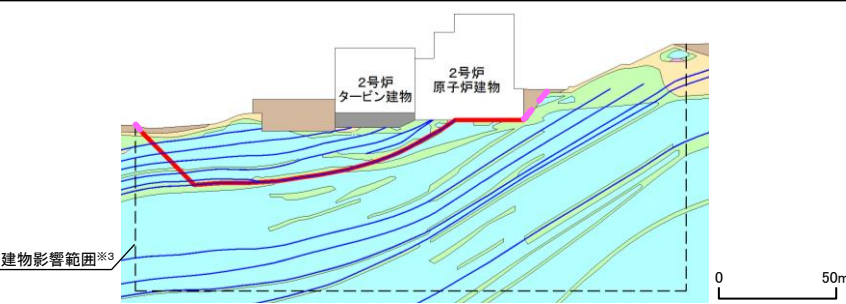
			
			

切上り角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	4.11 [7.52]	3.40 [7.53]	5.35 [25.02]	4.60 [25.01]	5.79 [25.98]	4.19 [25.98]	4.09 [8.55]	3.78 [8.55]	3.29 [8.92]	4.42 [34.29]	6.71 [8.46]	6.83 [16.03]

※ θ をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

2号炉原子炉建物基礎地盤(南北)(①-①'断面 すべり面番号4)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2	すべり安全率【ばらつきを考慮した強度】※2
4	 <p>シーム沿いのすべり面(原子炉建物からシームを通り建物影響範囲地表面の左端へ抜けるすべり面)</p>	Ss-D (+,+)	2.13 [8.56]	1.98 [8.56]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

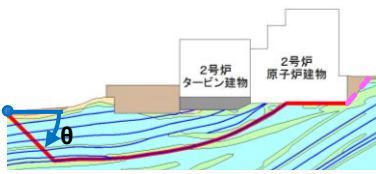
※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 建物影響範囲については、補足資料「5. 建物影響範囲の設定方法」に示す。

※4 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3. 5 評価方法」を参照)

【凡例】

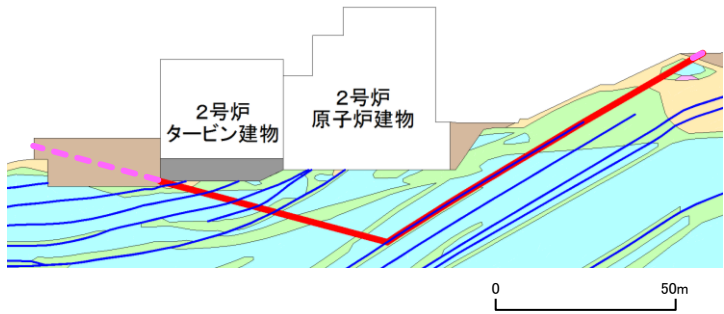
- : C_H級岩盤
- : C_M級岩盤
- : C_L級岩盤
- : D級岩盤
- : 埋戻土、盛土
- : MMR
- : シーム
- : すべり面※4

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	2.26 [7.38]	2.16 [7.53]	3.08 [24.37]	2.52 [25.02]	3.08 [24.39]	2.64 [25.97]	2.13 [8.56]	2.16 [8.98]	2.57 [34.30]	2.28 [34.31]	3.31 [8.46]	3.17 [16.03]

※ θ をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

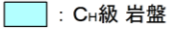
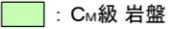


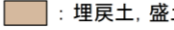
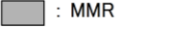
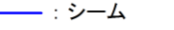

2号炉原子炉建物基礎地盤(南北)(①-①'断面 すべり面番号5)

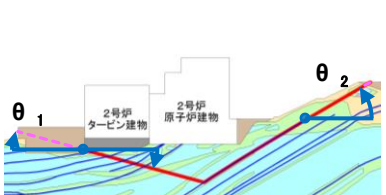
・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
5	 <p>シーム沿いのすべり面(シーム右端からシームを通過してタービン建物下MMR左端へ抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (-,+)	4.30 [7.55]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。
 ※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3. 5 評価方法」を参照)

【凡例】

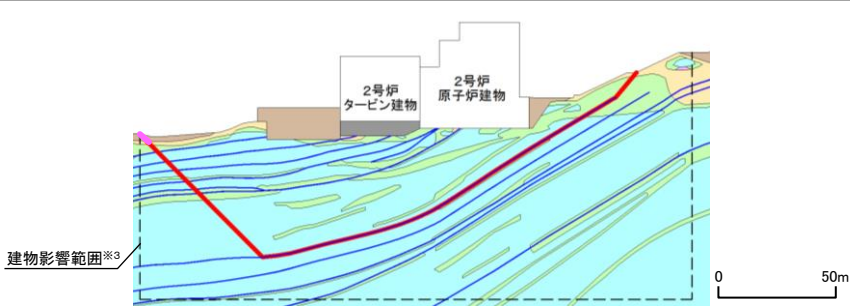
 : C1級岩盤	 : C2級岩盤	 : C3級岩盤	 : D級岩盤
 : 埋戻土、盛土	 : MMR	 : シーム	 : すべり面 ※3

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	4.45 [7.52]	4.30 [7.55]	6.30 [25.02]	5.40 [25.02]	6.06 [24.39]	5.46 [25.97]	4.43 [8.91]	5.12 [8.54]	4.38 [8.92]	5.04 [14.64]	7.80 [8.93]	8.01 [16.03]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

2号炉原子炉建物基礎地盤(南北)(①-①'断面 すべり面番号6)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
6	 <p>シーム沿いのすべり面(シーム右端からシームを通過して建物影響範囲左端へ抜けるすべり面)</p>	Ss-D (+,-)	3.20 [8.97]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

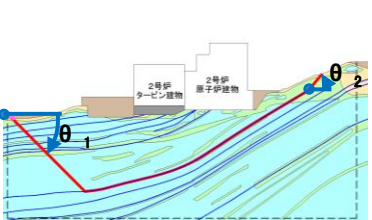
※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 建物影響範囲については、補足資料「5. 建物影響範囲の設定方法」に示す。

※4 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3. 5 評価方法」を参照)

【凡例】

- C_H級岩盤
- C_M級岩盤
- C_L級岩盤
- D級岩盤
- 埋戻土、盛土
- MMR
- シーム
- すべり面※4

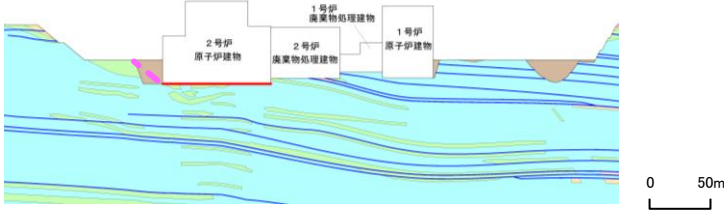
切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW		(+,+)		(+,-)			
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	3.43 [7.38]	3.43 [7.56]	4.03 [24.38]	3.83 [25.02]	4.20 [24.39]	4.44 [26.06]	3.33 [8.97]	3.20 [8.97]	3.59 [8.97]	3.56 [13.16]	5.77 [8.94]	5.12 [16.04]

※ θ₁, θ₂をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

2号炉原子炉建物基礎地盤(東西)
②—②' 断面

2号炉原子炉建物基礎地盤(東西)(②-②'断面 すべり面番号1)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。





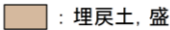
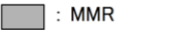
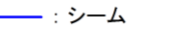
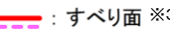
すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
1	 <p>基礎底面のすべり面(2号炉原子炉建物のみを通る切上りを考慮したすべり面)</p>	Ss-N1 (-,+)	6.03 [7.53]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3. 5 評価方法」を参照)

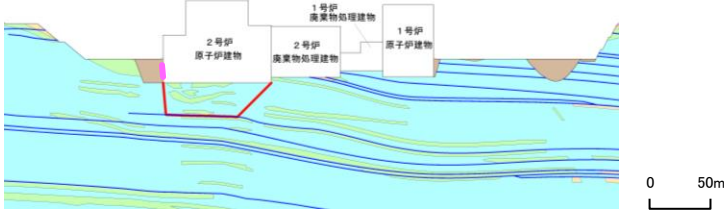
【凡例】

すべり安全率(○ 最小すべり安全率)											
Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
		水平NS		水平EW							
(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(-,-)	(+,+)	(+,-)		
6.03 [7.53]	6.63 [7.52]	7.25 [25.00]	8.10 [25.01]	6.47 [25.97]	6.33 [25.97]	6.60 [8.92]	7.32 [8.55]	6.14 [8.92]	6.14 [8.55]	7.28 [7.94]	7.31 [15.58]

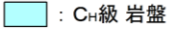


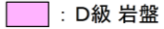
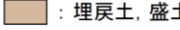
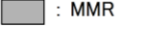
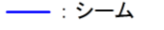
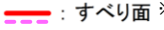
2号炉原子炉建物基礎地盤(東西)(②-②'断面 すべり面番号2)

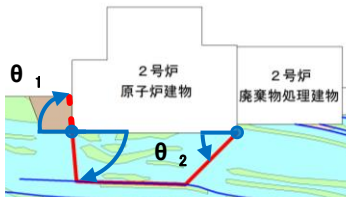
・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
2	 <p>2号炉原子炉建物左端からシームを通して2号炉原子炉建物右端に抜けるすべり面</p>	Ss-N1 (-,+)	7.40 [7.40]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。
 ※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3. 5 評価方法」を参照)

【凡例】

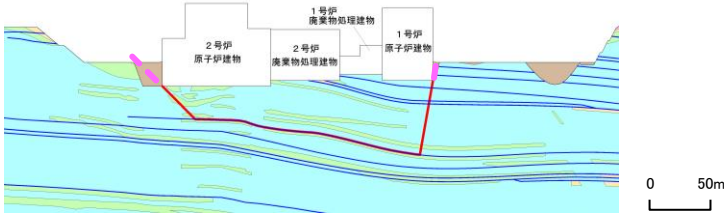
			
			

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW		(-,+)		(+,+)			
	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(-,-)	(+,+)	(+,-)		
	7.40 [7.40]	9.29 [7.74]	9.44 [24.35]	9.98 [25.07]	9.81 [24.39]	9.60 [26.03]	7.70 [8.99]	7.60 [8.98]	8.13 [13.15]	8.38 [34.41]	10.26 [8.12]	12.55 [15.27]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

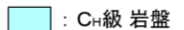

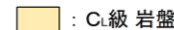
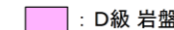
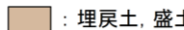
2号炉原子炉建物基礎地盤(東西)(②-②'断面 すべり面番号3)

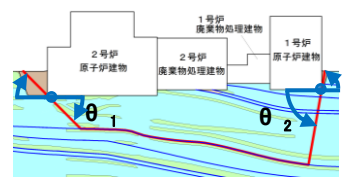
・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
3	 <p>2号炉原子炉建物左端からシームを通過して1号炉原子炉建物右端に抜けるすべり面</p>	Ss-N1 (+,+)	4.15 [7.39]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。
 ※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3. 5 評価方法」を参照)

【凡例】

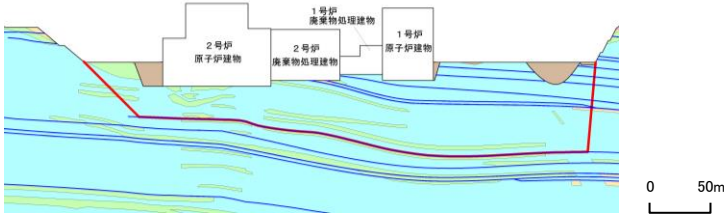
			
			

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
	(-,+)	(+,+)	水平NS		水平EW		(-,+)	(-,-)	(+,+)	(+,-)		
			4.39 [7.39]	4.15 [7.39]	5.18 [24.38]	5.09 [24.38]					5.30 [24.39]	5.72 [24.39]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

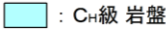



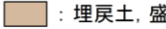
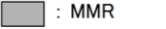
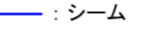
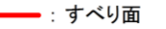
2号炉原子炉建物基礎地盤(東西)(②-②'断面 すべり面番号4)

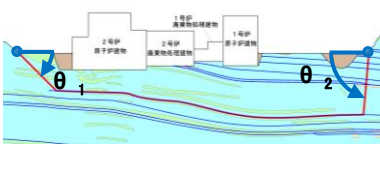
・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2	すべり安全率【ばらつきを考慮した強度】※2
4	 <p>左側斜面法尻からシームを通過して右側斜面法尻に抜けるすべり面</p>	Ss-N1 (+,+)	2.57 [7.39]	2.43 [7.39]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

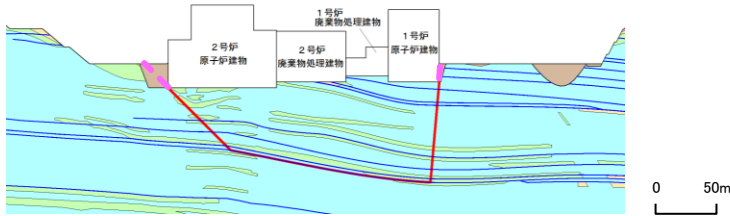
 : C1級岩盤	 : C2級岩盤	 : C3級岩盤	 : D級岩盤
 : 埋戻土、盛土	 : MMR	 : シーム	 : すべり面

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(-,-)	(+,+)	(+,-)		
	3.18 [7.39]	2.57 [7.39]	3.53 [25.02]	3.26 [24.39]	3.94 [26.02]	3.79 [24.39]	3.11 [8.97]	3.13 [13.17]	2.68 [8.98]	2.70 [8.98]	4.14 [8.13]	4.57 [15.58]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

2号炉原子炉建物基礎地盤(東西)(②-②'断面 すべり面番号5)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

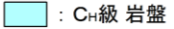
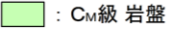


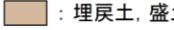
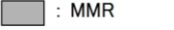
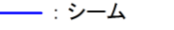

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
5	 <p>2号炉原子炉建物左端からシームを通過して1号炉原子炉建物右端に抜けるすべり面</p>	Ss-N1 (+,+)	5.36 〔7.42〕

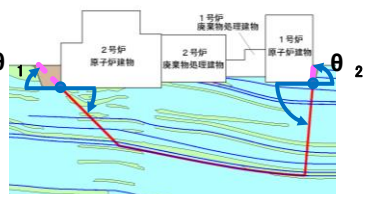
※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 〔 〕は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3. 5 評価方法」を参照)

【凡例】

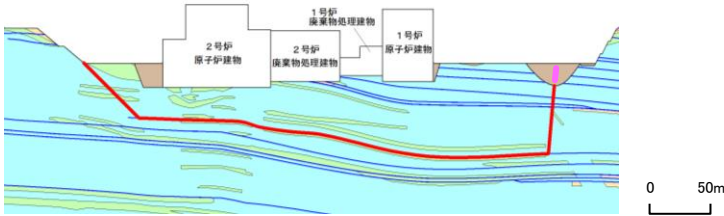
 : C1級岩盤	 : C2級岩盤	 : C3級岩盤	 : D級岩盤
 : 埋戻土、盛土	 : MMR	 : シーム	 : すべり面 ※3

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(-,-)	(+,+)	(+,-)		
	5.91 〔7.42〕	5.36 〔7.42〕	7.46 〔24.39〕	7.06 〔24.39〕	8.14 〔26.09〕	7.96 〔26.08〕	6.61 〔17.18〕	6.42 〔13.16〕	6.42 〔9.00〕	6.42 〔8.99〕	10.25 〔8.13〕	9.40 〔15.47〕

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

2号炉原子炉建物基礎地盤(東西)(②-②'断面 すべり面番号6)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

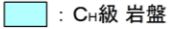
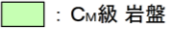


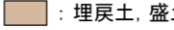
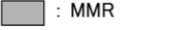
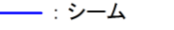

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
6	 <p>左側斜面法尻からシームを通して右側の盛土に抜けるすべり面</p>	Ss-N1 (+,+)	2.67 [7.39]

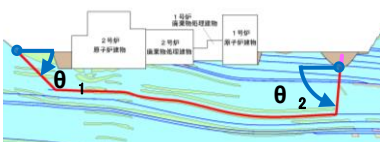
※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)

【凡例】

 : C1級岩盤	 : C2級岩盤	 : C3級岩盤	 : D級岩盤
 : 埋戻土、盛土	 : MMR	 : シーム	 : すべり面 ※3

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(-,-)	(+,+)	(+,-)		
	3.40 [7.39]	2.67 [7.39]	3.64 [25.02]	3.39 [24.39]	4.08 [26.02]	3.95 [24.39]	3.26 [34.39]	3.27 [13.17]	2.74 [8.98]	2.77 [8.98]	4.36 [8.13]	4.56 [15.58]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

ガスタービン発電機建物基礎地盤
③－③' 断面

ガスタービン発電機建物基礎地盤(③-③'断面 すべり面番号1)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
1	<p>基礎底面のすべり面(ガスタービン発電機建物のみを通る切上がりを考慮しないすべり面)</p>	Ss-D (+,+)	2.90 [8.57]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

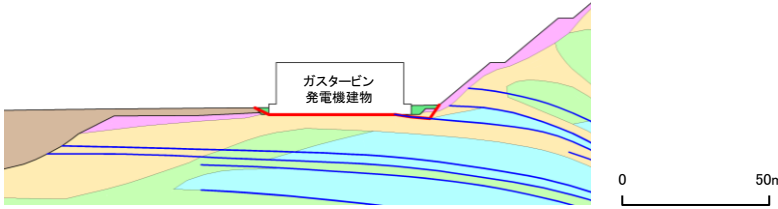
: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: 埋戻土(購入土)	: シーム	: すべり面

すべり安全率(○ 最小すべり安全率)											
Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
		水平NS		水平EW							
(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
4.56 [7.48]	3.89 [7.47]	3.90 [24.39]	4.86 [24.97]	4.19 [24.41]	4.69 [25.95]	2.90 [8.57]	3.11 [23.68]	3.17 [19.16]	3.38 [34.32]	2.92 [8.14]	3.97 [16.14]

7. すべり安全率一覧

ガスタービン発電機建物基礎地盤(③-③'断面 すべり面番号2)

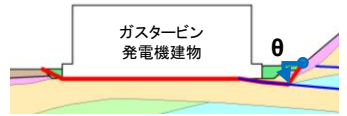
・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2	すべり安全率【ばらつきを考慮した強度】※2
2	 <p>シーム沿いのすべり面(斜面法尻からシームを通してガスタービン発電機建物左端に抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (-,+)	1.64 [7.70]	1.63 [7.70]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

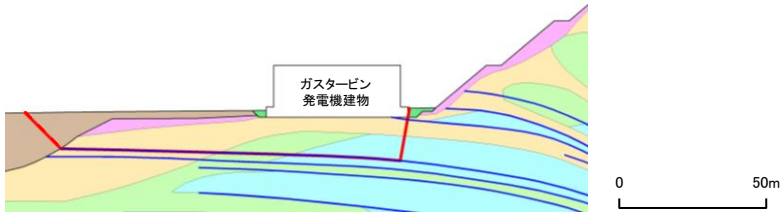
: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: 埋戻土(購入土)	: シーム	: すべり面

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	2.30 [7.44]	1.64 [7.70]	1.99 [24.39]	2.87 [25.08]	2.55 [24.41]	2.65 [26.13]	1.74 [9.02]	1.77 [9.01]	2.10 [13.03]	2.09 [34.32]	2.97 [8.95]	3.38 [14.02]

※ θ をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

ガスタービン発電機建物基礎地盤(③-③'断面 すべり面番号3)

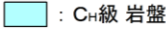

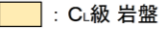

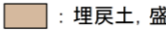
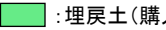
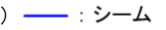
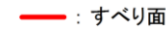
・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

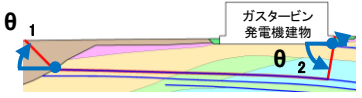
すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
3	 <p>シーム沿いのすべり面(ガスタービン発電機建物右端からシームを通過して埋戻土部に抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (-,+)	1.98 [7.74]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

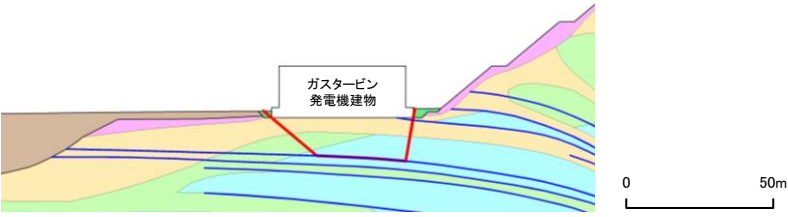
 : C1級岩盤	 : C2級岩盤	 : C3級岩盤	 : D級岩盤
 : 埋戻土、盛土	 : 埋戻土(購入土)	 : シーム	 : すべり面

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	2.22 [7.43]	1.98 [7.74]	2.15 [24.39]	2.97 [25.07]	2.38 [24.42]	2.52 [26.13]	2.21 [9.01]	2.26 [9.01]	2.09 [34.43]	2.23 [34.43]	2.68 [8.95]	2.72 [16.05]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

ガスタービン発電機建物基礎地盤(③-③'断面 すべり面番号4)

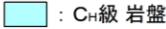

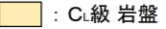

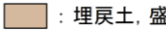
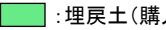
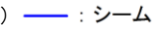
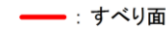
・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

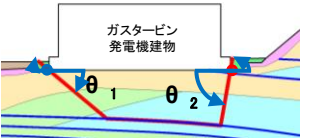
すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
4	 <p>シーム沿いのすべり面(ガスタービン発電機建物右端からシームを通過してガスタービン発電機建物左端に抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (+,+)	3.12 [7.45]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

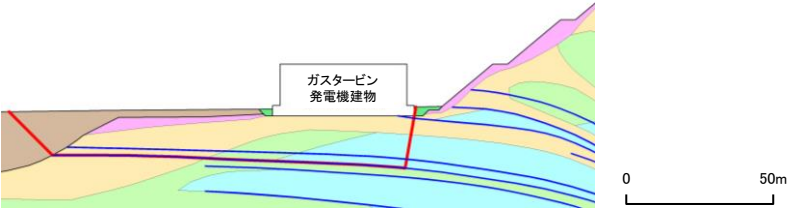
 : C1級岩盤	 : C2級岩盤	 : C3級岩盤	 : C4級岩盤
 : 埋戻土、盛土	 : 埋戻土(購入土)	 : シーム	 : すべり面

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	3.12 [7.45]	3.23 [7.71]	3.76 [24.40]	4.46 [25.10]	4.45 [24.46]	3.79 [26.15]	3.30 [9.05]	3.48 [9.06]	3.41 [34.44]	3.56 [34.45]	4.22 [8.14]	4.58 [16.14]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

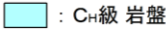



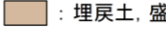
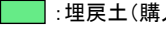
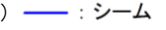
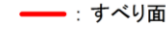
ガスタービン発電機建物基礎地盤(③-③'断面 すべり面番号5)

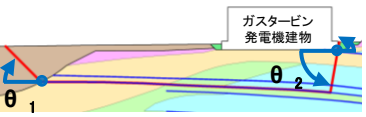
・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
5	 <p>シーム沿いのすべり面(ガスタービン発電機建物右端からシームを通過して埋戻土部に抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (-,+)	2.02 [7.75]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

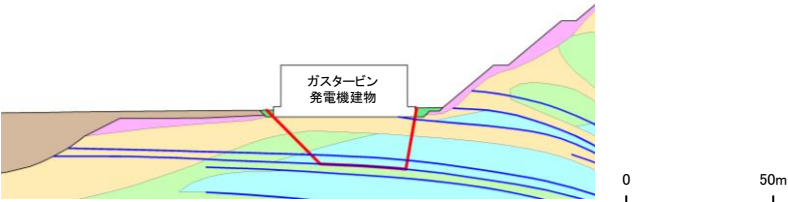
 : C1級岩盤	 : C2級岩盤	 : C3級岩盤	 : D級岩盤
 : 埋戻土, 盛土	 : 埋戻土(購入土)	 : シーム	 : すべり面

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	2.28 [7.43]	2.02 [7.75]	2.22 [24.39]	3.08 [25.07]	2.43 [24.42]	2.58 [26.14]	2.29 [9.74]	2.37 [9.75]	2.15 [34.43]	2.31 [34.43]	2.69 [8.95]	2.69 [16.05]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

ガスタービン発電機建物基礎地盤(③-③'断面 すべり面番号6)

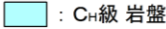

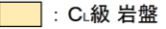

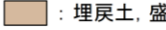
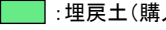
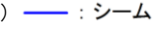
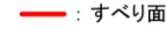
・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

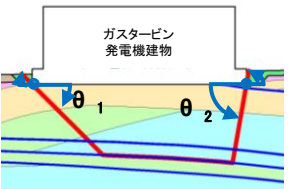
すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
6	 <p>シーム沿いのすべり面(ガスタービン発電機建物右端からシームを通過してガスタービン発電機建物左端に抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (+,+)	3.63 [7.46]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

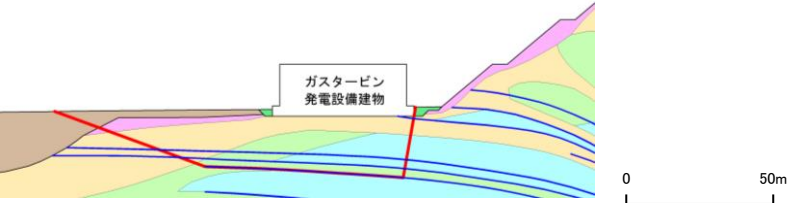
 : C1級岩盤	 : C2級岩盤	 : C3級岩盤	 : D級岩盤
 : 埋戻土、盛土	 : 埋戻土(購入土)	 : シーム	 : すべり面

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	3.63 [7.46]	3.91 [7.75]	4.54 [24.45]	5.23 [25.10]	5.23 [24.46]	4.40 [26.16]	4.00 [9.05]	4.18 [9.06]	4.11 [34.45]	4.21 [17.23]	5.00 [8.14]	5.30 [16.14]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

ガスタービン発電機建物基礎地盤(③-③'断面 すべり面番号7)




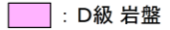
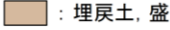
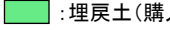
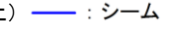

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

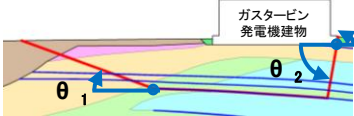
すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
7	 <p>シーム沿いのすべり面(ガスタービン発電機建物右端からシームを通過して地表に抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (-,+)	2.54 [7.75]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

 : C _H 級岩盤	 : C _M 級岩盤	 : C _L 級岩盤	 : D級岩盤
 : 埋戻土、盛土	 : 埋戻土(購入土)	 : シーム	 : すべり面

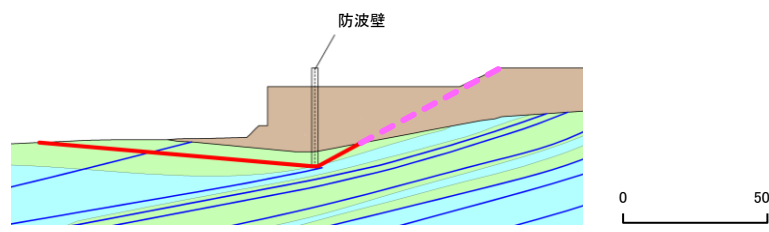
切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	2.86 [7.43]	2.54 [7.75]	2.90 [24.39]	3.88 [25.09]	3.31 [24.43]	3.16 [26.15]	3.00 [9.74]	3.10 [9.02]	2.75 [34.43]	2.93 [34.43]	3.70 [8.95]	3.65 [16.05]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)基礎地盤
⑦—⑦' 断面

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)基礎地盤(⑦-⑦'断面 すべり面番号1)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動 ^{※1}	すべり安全率【平均強度】 ^{※2}	すべり安全率【ばらつきを考慮した強度】 ^{※2}
1	 <p>防波壁底面を通るすべり面 (岩盤部のみのすべりを検討)</p>	Ss-N1 (-,+)	1.67 [7.55]	1.60 [7.55]

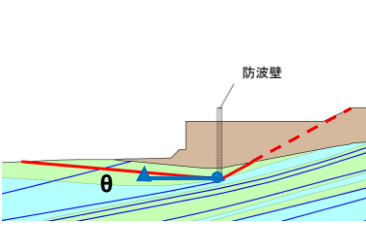
※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)

【凡例】

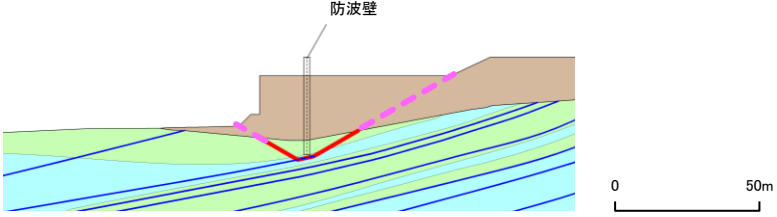
- : C_H級岩盤
- : C_M級岩盤
- : C_L級岩盤
- : D級岩盤
- : 埋戻土、盛土
- : MMR
- : シーム
- - - : すべり面^{※3}

	すべり安全率(○ 最小すべり安全率) [※]											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW		(+,+)		(-,+)			
(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)			
5.14 [7.86]	1.67 [7.55]	10.52 [25.20]	4.06 [24.70]	2.88 [26.27]	3.53 [24.57]	2.30 [23.66]	2.03 [23.66]	2.51 [34.30]	1.86 [34.29]	13.79 [8.93]	3.24 [15.98]	

※ θ をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)基礎地盤(⑦-⑦'断面 すべり面番号2)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
2	 <p>防波壁</p> <p>0 50m</p> <p>防波壁右側からシームを通して防波壁左側に抜けるすべり面</p>	Ss-N1 (-,+)	1.77 [7.56]

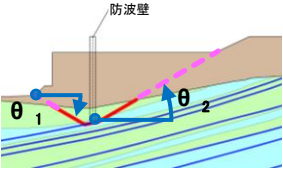
※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)

【凡例】

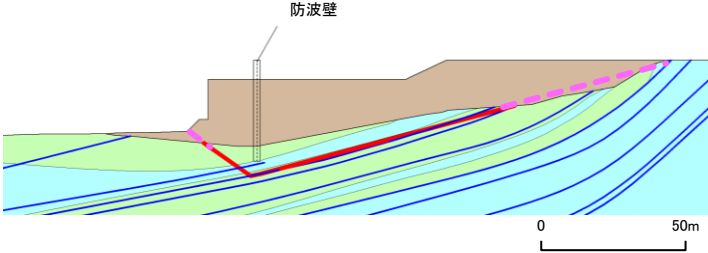
: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面 ※3

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW		(+,+)		(-,+)			
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	4.26 [7.84]	1.77 [7.56]	7.80 [25.20]	5.68 [24.54]	4.68 [26.27]	6.23 [24.58]	2.68 [17.39]	3.16 [17.35]	3.83 [34.33]	2.49 [34.31]	11.30 [8.45]	5.50 [16.03]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)基礎地盤(⑦-⑦'断面 すべり面番号3)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
3	 <p>防波壁右側からシームを通過して防波壁左側に抜けるすべり面</p>	Ss-D (-, -)	2.38 [12.90]

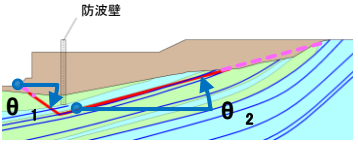
※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)

【凡例】

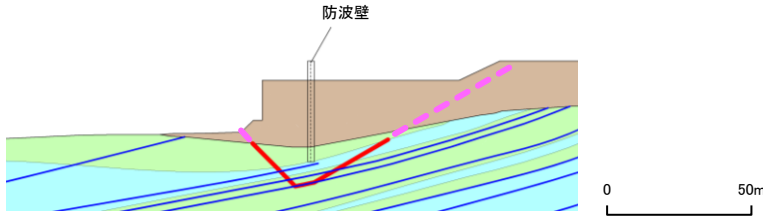
: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面 ※3

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	7.02 [7.83]	3.06 [7.56]	8.66 [24.36]	8.00 [25.02]	8.79 [24.40]	8.58 [26.04]	3.24 [17.40]	5.31 [13.44]	6.41 [9.20]	2.38 [12.90]	10.71 [8.46]	9.99 [16.03]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)基礎地盤(⑦-⑦'断面 すべり面番号4)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
4	 <p>防波壁</p> <p>防波壁右側からシームを通して防波壁左側に抜けるすべり面</p>	Ss-N1 (-,+)	2.62 [7.57]

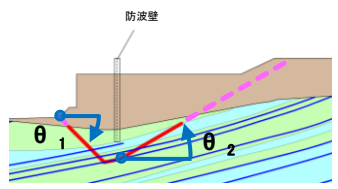
※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)

【凡例】

: Ch級岩盤	: Cm級岩盤	: Cl級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面 ※3

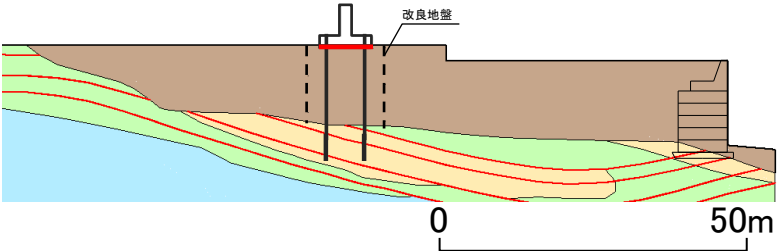
切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	9.93 [7.39]	2.62 [7.57]	8.78 [24.36]	8.21 [25.08]	8.53 [26.28]	8.35 [24.97]	6.05 [23.66]	7.26 [17.42]	7.50 [34.32]	4.07 [12.90]	11.44 [8.45]	10.71 [14.72]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

防波壁(逆T擁壁)基礎地盤
⑪—⑪' 断面

防波壁(逆T擁壁)基礎地盤(⑪-⑪'断面 すべり面番号1)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
1	 <p>逆T擁壁底面を通るすべり面</p>	<p>Ss-N2 (NS)</p> <p>(+,+)</p>	<p>7.09 [25.39]</p>

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 グラウンドアンカーはモデル化せず、安全率算定時にグラウンドアンカーによる緊張力を考慮する。

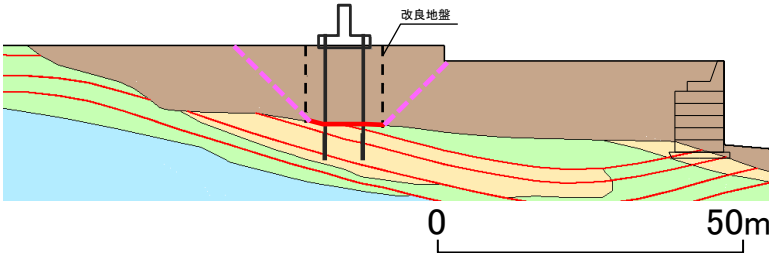
【凡例】

: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面

すべり安全率(○ 最小すべり安全率)											
Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
		水平NS		水平EW							
(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
7.17 [9.63]	7.17 [9.59]	7.09 [25.39]	7.67 [25.34]	7.20 [26.78]	7.66 [26.79]	7.54 [14.69]	7.56 [15.58]	7.56 [15.56]	7.59 [14.67]	7.78 [8.19]	7.94 [15.41]

防波壁(逆T擁壁)基礎地盤(⑪-⑪'断面 すべり面番号2)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
2	 <p>改良地盤</p> <p>0 50m</p> <p>地盤改良部底面を通るすべり面</p>	Ss-N1 (+,+)	2.95 [7.59]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)

※4 グラウンドアンカーはモデル化せず、安全率算定時にグラウンドアンカーによる緊張力を考慮する。

【凡例】

: Ch級岩盤	: Cm級岩盤	: Cl級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面 ※3

すべり安全率(○ 最小すべり安全率)											
Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
		水平NS		水平EW							
(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
○2.95 [7.59]	3.93 [7.57]	3.40 [25.05]	3.59 [24.40]	3.89 [25.99]	3.63 [24.41]	3.76 [8.95]	3.66 [12.92]	3.19 [9.01]	3.40 [8.98]	3.52 [7.96]	3.99 [15.63]

防波壁(逆T擁壁)基礎地盤(⑪-⑪'断面 すべり面番号3)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
3	<p>B27シームを通るすべり面</p>	Ss-D (-, -)	2.06 [8.98]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)

※4 グラウンドアンカーはモデル化せず、安全率算定時にグラウンドアンカーによる緊張力を考慮する。

【凡例】

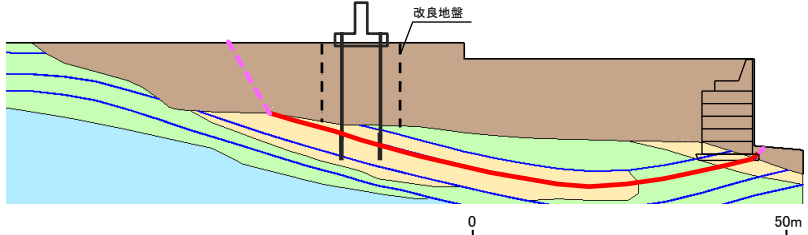
: Ch級岩盤	: Cm級岩盤	: Cl級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面 ※3

切上り角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
	(+,+)	(-,+)	水平NS		水平EW		(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
			2.34 [7.67]	2.56 [7.39]	2.18 [25.03]	2.36 [24.36]					2.20 [26.04]	2.23 [24.40]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

防波壁(逆T擁壁)基礎地盤(⑪-⑪)'断面 すべり面番号4)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2	すべり安全率【ばらつきを考慮した強度】※2
4	 <p>B25・26シームを通るすべり面</p>	Ss-D (-, -)	1.87 [8.92]	1.51 [8.92]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

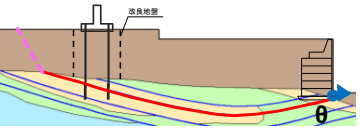
※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)

※4 グラウンドアンカーはモデル化せず、安全率算定時にグラウンドアンカーによる緊張力を考慮する。

【凡例】

: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面 ※3

切上り角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	2.33 [7.64]	2.40 [7.39]	2.14 [25.03]	2.20 [24.36]	2.14 [26.03]	2.13 [24.40]	2.42 [34.29]	2.36 [34.35]	2.05 [8.55]	1.87 [8.92]	2.30 [7.94]	2.45 [15.58]

※ θ をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

(参考) 対策工を考慮した場合のすべり安全率

防波壁(逆T擁壁)基礎地盤

⑪—⑪' 断面

防波壁(逆T擁壁)基礎地盤(⑪-⑪'断面 すべり面番号1)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
1	<p>逆T擁壁底面を通るすべり面</p>	<p>Ss-N2 (NS) (+,+)</p>	<p>7.09 [25.39]</p>

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 グラウンドアンカーはモデル化せず、安全率算定時にグラウンドアンカーによる緊張力を考慮する。

【凡例】

: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面

すべり安全率(○ 最小すべり安全率)											
Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
		水平NS		水平EW							
(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
7.17 [9.63]	7.17 [9.59]	7.09 [25.39]	7.67 [25.34]	7.20 [26.78]	7.66 [26.79]	7.54 [14.69]	7.56 [15.58]	7.56 [15.56]	7.59 [14.67]	7.78 [8.19]	7.94 [15.41]

防波壁(逆T擁壁)基礎地盤(⑪-⑪'断面 すべり面番号2)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
2	<p>地盤改良部底面を通るすべり面</p>	Ss-D (-,+)	3.32 [9.02]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)

※4 グラウンドアンカーはモデル化せず、安全率算定時にグラウンドアンカーによる緊張力を考慮する。

【凡例】

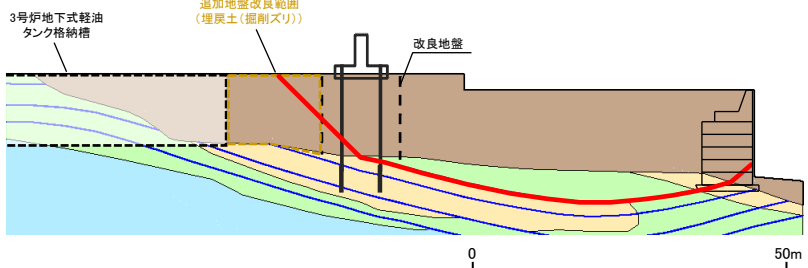
: C1級岩盤	: C2級岩盤	: C3級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面 ※3

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW		(+,+)		(-,+)			
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	3.35 [7.58]	4.46 [7.38]	4.19 [25.07]	3.79 [24.42]	4.95 [26.14]	4.08 [24.42]	4.73 [14.59]	4.20 [10.42]	3.32 [9.02]	3.70 [8.99]	4.29 [7.96]	5.01 [15.63]

※ θ をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

防波壁(逆T擁壁)基礎地盤(⑪-⑪'断面 すべり面番号3)

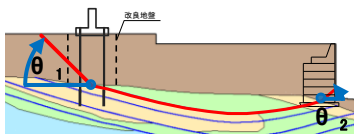
・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
3	 <p>B27シームを通るすべり面</p>	Ss-D (-, -)	2.25 [8.98]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。
 ※3 グラウンドアンカーはモデル化せず、安全率算定時にグラウンドアンカーによる緊張力を考慮する。

【凡例】

: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	2.52 [7.67]	2.68 [7.39]	2.36 [25.03]	2.55 [24.36]	2.36 [26.04]	2.41 [24.40]	2.76 [34.41]	2.66 [34.37]	2.38 [8.55]	2.25 [8.98]	2.55 [7.95]	2.77 [15.58]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

防波壁(逆T擁壁)基礎地盤(⑪-⑪)'断面 すべり面番号4)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2	すべり安全率【ばらつきを考慮した強度】※2
4	<p>B25・26シームを通るすべり面</p>	Ss-D (-, -)	2.03 [8.98]	1.66 [8.98]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編3.5 評価方法」を参照)

※4 グラウンドアンカーはモデル化せず、安全率算定時にグラウンドアンカーによる緊張力を考慮する。

【凡例】

: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面 ※3

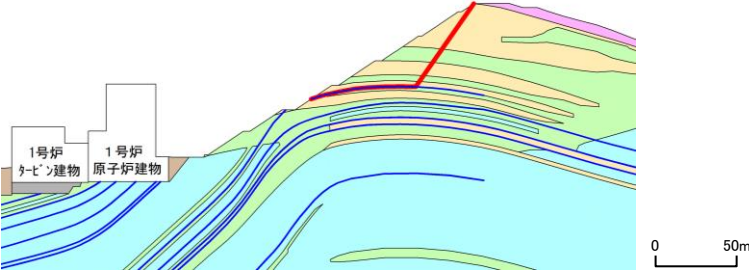
切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-, -)		
	2.52 [7.60]	2.58 [7.39]	2.36 [25.03]	2.38 [24.36]	2.37 [26.03]	2.31 [24.40]	2.62 [34.29]	2.57 [13.00]	2.27 [8.55]	2.03 [8.98]	2.51 [7.94]	2.68 [15.58]

※ θ_1, θ_2 をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

2号炉南侧切取斜面
①—①' 断面

2号炉南側切取斜面(①-①'断面 すべり面番号1)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

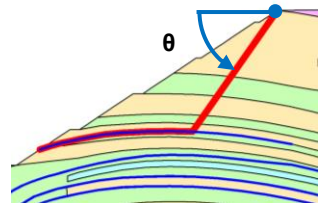
すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
1	 <p>シーム沿いのすべり面(法肩からシームを通過して斜面中腹に抜けるすべり面)</p>	Ss-D (+,-)	1.62 [14.63]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

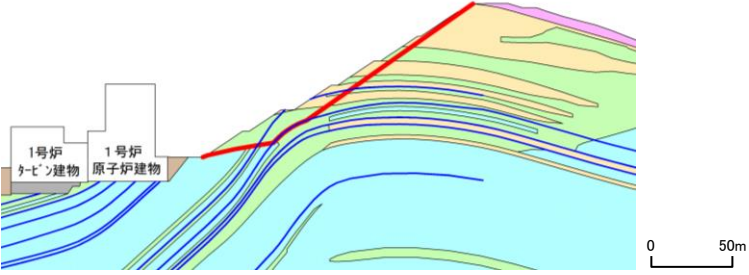
: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土, 盛土	: MMR	: シーム	: すべり面

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
	(+,+)	(-,+)	水平NS		水平EW		(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	1.74 [7.53]	1.68 [7.66]	2.13 [24.40]	2.39 [25.08]	2.47 [24.82]	1.96 [26.12]	1.74 [14.62]	1.62 [14.63]	1.70 [30.66]	1.78 [19.35]	2.47 [8.11]	2.41 [15.05]

※ θ をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

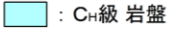
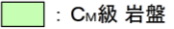


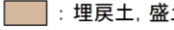
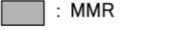
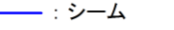

2号炉南側切取斜面(①-①'断面 すべり面番号2)

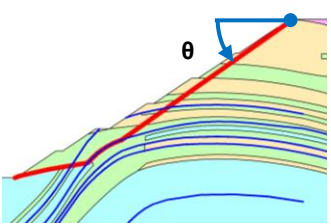
・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
2	 <p>シーム沿いのすべり面(法肩からシームを通過して、法尻のC_M級とC_H級の岩級境界付近のC_M級岩盤内を通過して法尻に抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (-,+)	1.66 [7.45]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

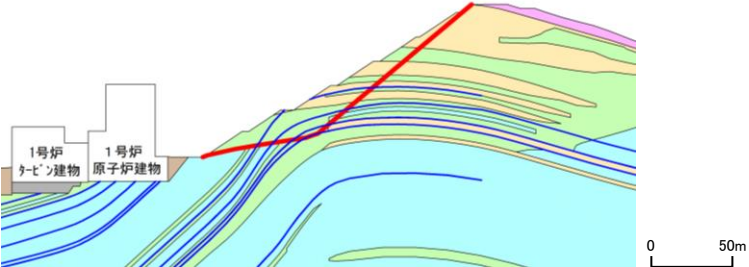
 : C _H 級岩盤	 : C _M 級岩盤	 : C _L 級岩盤	 : D級岩盤
 : 埋戻土、盛土	 : MMR	 : シーム	 : すべり面

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW		(+,+)		(+,-)			
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	2.72 [7.42]	1.66 [7.45]	2.15 [25.11]	3.09 [25.07]	2.47 [26.02]	2.67 [26.11]	2.07 [27.89]	2.28 [9.00]	1.70 [28.10]	1.88 [9.04]	3.24 [8.96]	2.50 [15.78]

※ θ をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

2号炉南側切取斜面(①-①'断面 すべり面番号3)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

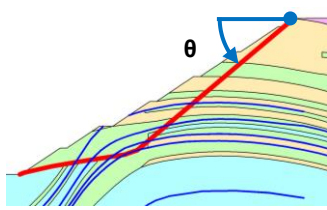
すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2	すべり安全率【ばらつきを考慮した強度】※2
3	 <p>シーム沿いのすべり面(法肩からシームを通過して、法尻のC_M級とC_H級の岩級境界付近のC_M級岩盤内を通過して法尻に抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (-,+)	1.56 [7.45]	1.51 [7.45]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

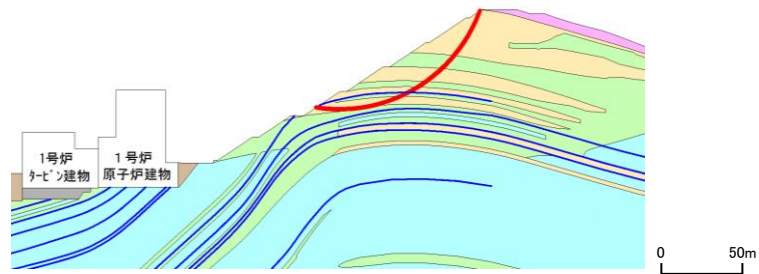
: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW							
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	2.82 [7.42]	1.56 [7.45]	2.65 [25.11]	3.25 [25.07]	2.48 [26.02]	2.54 [24.45]	2.46 [9.00]	2.37 [9.00]	1.99 [9.05]	1.89 [9.04]	3.31 [8.95]	2.25 [16.28]

※ θ をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

2号炉南側切取斜面(①-①'断面 すべり面番号4)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
4	 <p>簡便法により設定したすべり面</p>	Ss-D (-,+)	1.57 [19.15]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

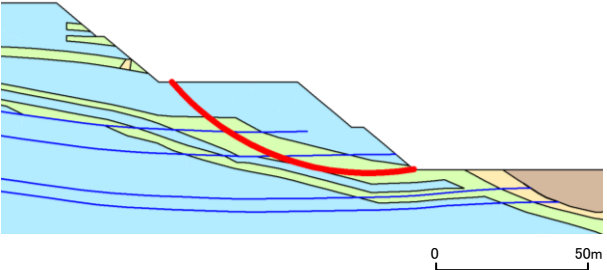
: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: シーム	: すべり面

すべり安全率(○ 最小すべり安全率)											
Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
		水平NS		水平EW							
(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
3.21 [7.32]	1.75 [7.45]	2.56 [25.10]	3.31 [25.07]	2.13 [26.03]	3.09 [24.45]	1.77 [27.90]	1.91 [14.64]	1.57 [19.15]	1.93 [9.04]	3.33 [8.96]	3.21 [16.28]

2号炉西侧切取斜面
②—②' 断面

2号炉西側切取斜面(②-②'断面 すべり面番号1)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2	すべり安全率【ばらつきを考慮した強度】※2
1	 <p>簡便法により設定したすべり面</p>	Ss-D (-,+)	5.89 [8.55]	5.75 [8.55]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: シーム	: すべり面	

すべり安全率(○ 最小すべり安全率)

Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
		水平NS		水平EW							
(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
7.27 [7.52]	8.63 [7.31]	7.54 [24.96]	8.80 [24.36]	7.67 [25.93]	8.05 [24.39]	7.42 [34.29]	7.04 [19.14]	5.89 [8.55]	6.03 [8.55]	8.26 [7.88]	6.47 [15.57]

2号炉南侧盛土斜面
⑥—⑥' 断面

2号炉南側盛土斜面(⑥-⑥'断面 すべり面番号1)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
1	<p>過剰間隙水圧比0.95以上の範囲</p> <p>簡便法により設定したすべり面</p>	<p>Ss-N2 (NS)</p> <p>(-,+)</p>	<p>2.09 [25.10]</p>

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土, 盛土	: シーム	: すべり面	: 旧表土

すべり安全率(○ 最小すべり安全率)											
Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
		水平NS		水平EW							
(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
2.97 [8.67]	2.23 [7.81]	2.27 [24.45]	2.09 [25.10]	2.38 [24.46]	2.64 [25.04]	2.28 [9.04]	2.36 [9.05]	2.19 [13.17]	2.42 [34.43]	3.00 [11.16]	2.76 [14.77]

2号炉南側盛土斜面(⑥-⑥'断面 すべり面番号2)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
2	<p>過剰間隙水圧比0.95以上の範囲</p> <p>弱層(旧表土)を通るすべり面</p>	<p>Ss-N2 (NS)</p> <p>(+,+)</p>	<p>1.94 [24.43]</p>

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: シーム	: すべり面	: 旧表土

切上り角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
	(+,+)	(-,+)	水平NS		水平EW		(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
<p>θ =45~-5°</p>	2.60 [7.42]	1.98 [7.81]	1.94 [24.43]	1.97 [25.11]	2.19 [24.47]	2.38 [25.03]	2.06 [9.03]	2.15 [9.04]	1.98 [14.80]	2.14 [34.44]	2.81 [9.01]	2.41 [14.76]

※ θ をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

2号炉南側盛土斜面(⑥-⑥'断面 すべり面番号3)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2	すべり安全率【ばらつきを考慮した強度】※2
3		Ss-D (-,+)	1.61 [13.15]	1.56 [13.15]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲(「本編6. 3 評価方法」を参照)

【凡例】

: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: MMR	: 旧表土	: シーム
			: すべり面 ^{※3}

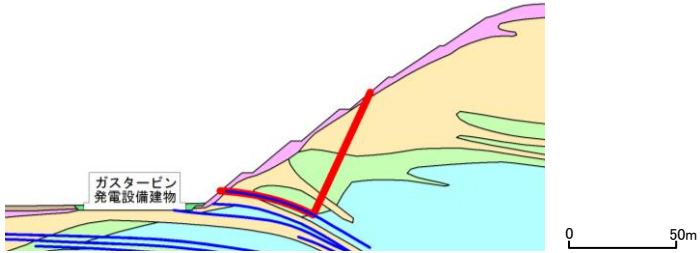
すべり安全率(○ 最小すべり安全率)											
Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
		水平NS		水平EW							
(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
2.08 [8.64]	1.62 [7.80]	1.76 [24.40]	1.62 [25.09]	1.81 [24.45]	2.02 [25.03]	1.75 [9.00]	1.74 [9.02]	1.61 [13.15]	1.86 [34.41]	2.33 [11.14]	2.32 [14.00]

ガスタービン発電機建物周辺斜面
⑦－⑦' 断面

7. すべり安全率一覧

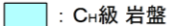
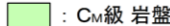
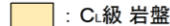

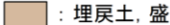
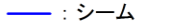
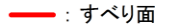
ガスタービン発電機建物周辺斜面(⑦-⑦)断面 すべり面番号1)

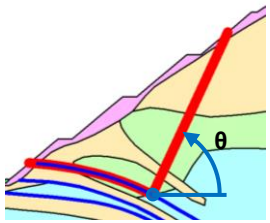
・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2	すべり安全率【ばらつきを考慮した強度】※2
1	 <p>シーム沿いのすべり面(斜面中腹あるいは斜面上方からシームを通り斜面法尻付近へ抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (+,+)	2.07 [7.59]	1.68 [7.59]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

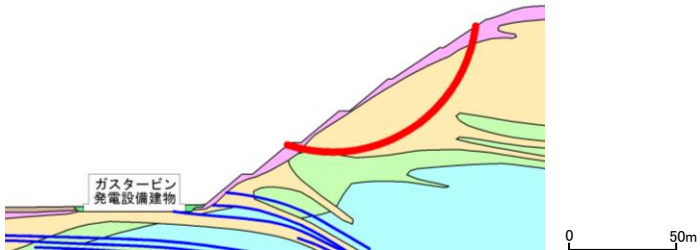
 : C1級岩盤	 : C2級岩盤	 : C3級岩盤	 : D級岩盤
 : 埋戻土、盛土	 : シーム	 : すべり面	

切上がり角度(°)	すべり安全率(○ 最小すべり安全率)※											
	Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
			水平NS		水平EW		(+,+)		(+,-)			
	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
	2.07 [7.59]	3.99 [7.71]	4.49 [24.39]	5.23 [25.26]	5.29 [25.34]	4.06 [26.15]	3.93 [14.65]	3.81 [9.94]	4.09 [17.26]	4.08 [8.64]	4.91 [8.97]	5.18 [15.58]

※ θ をパラメトリックに設定した際の各地震動のすべり安全率の最小値を示す。

ガスタービン発電機建物周辺斜面(⑦-⑦)'断面 すべり面番号2)

・各地震動のすべり安全率一覧を下表に示す。

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動※1	すべり安全率【平均強度】※2
2	 <p>ガスタービン 発電設備建物</p> <p>簡便法で設定したすべり面</p>	Ss-N1 (-,+)	2.25 [7.58]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

: C ₁ 級岩盤	: C ₂ 級岩盤	: C ₁ 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土、盛土	: シーム	: すべり面	

すべり安全率(○ 最小すべり安全率)											
Ss-N1		Ss-N2				Ss-D				Ss-F1	Ss-F2
		水平NS		水平EW							
(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(-,+)	(+,+)	(+,-)	(-,+)	(-,-)		
3.14 [7.90]	2.25 [7.58]	2.66 [24.40]	3.10 [25.09]	3.07 [26.29]	2.91 [26.09]	2.48 [8.60]	2.48 [23.70]	2.44 [34.35]	2.55 [34.33]	2.93 [8.12]	3.09 [15.58]

余白

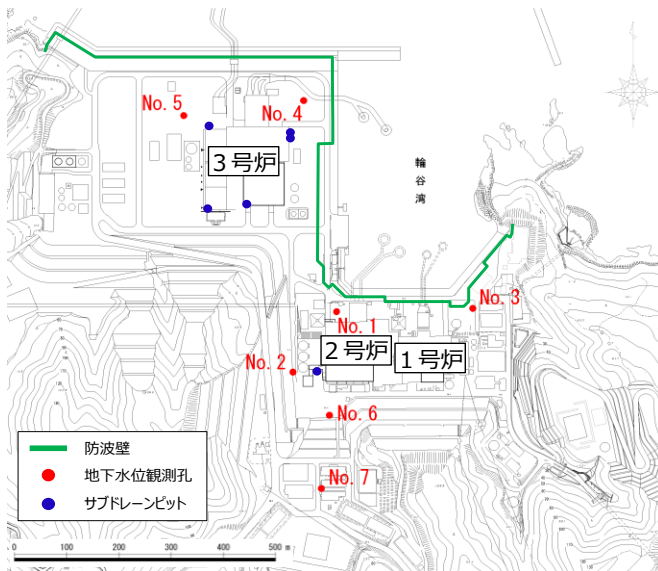
8. 液状化影響検討用地下水位に係るデータ一覧

地下水水位観測データ一覧

- ・島根原子力発電所にて、地下水水位に関連したデータの取得を行っている。観測期間として、ボーリング地下水水位は2014年以降、サブドレーン揚水量は2013年以降の観測データがある。
- ・盛土斜面の検討用地下水水位との比較に用いているNo.7観測孔の地下水水位のデータ欠測期間(2016.9.6～10.4)において、他の観測孔(No.1～6)では、いずれも最高地下水水位を記録していないことを確認した。このことから、No.7観測孔の欠測期間においても、観測期間最高地下水水位となる可能性は低い。
- ・ボーリング地下水水位の観測期間以前(2013.7～2014.10)のサブドレーンピットによる揚水量データによると、他の観測期間に比較し特異な揚水量の増減は認められなかったことから、当該期間において、地下水水位が上がりやすい状況になかったと考えられる。

ボーリング地下水水位及びサブドレーン揚水量

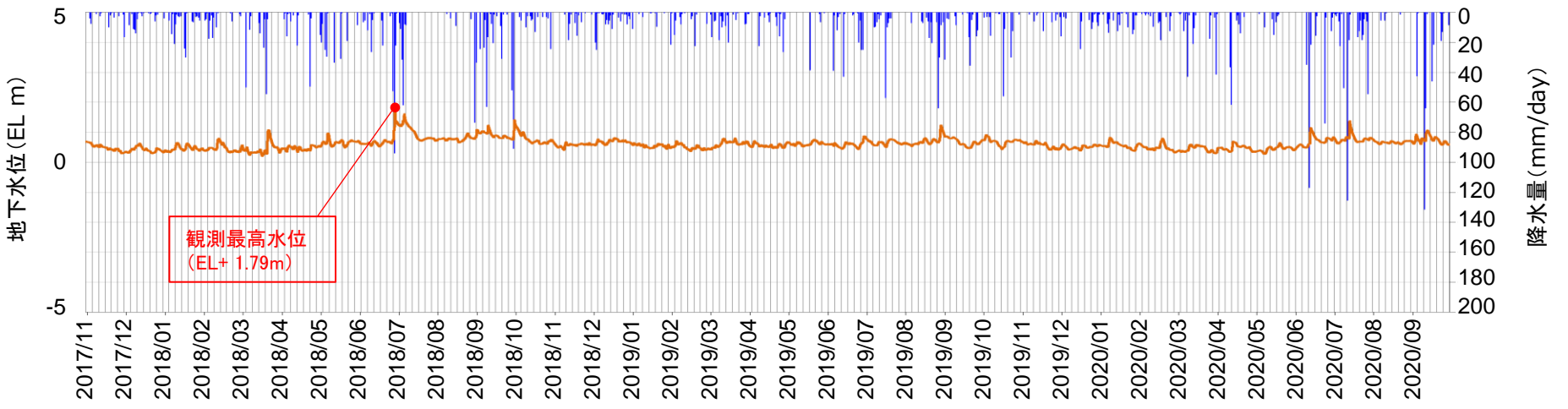
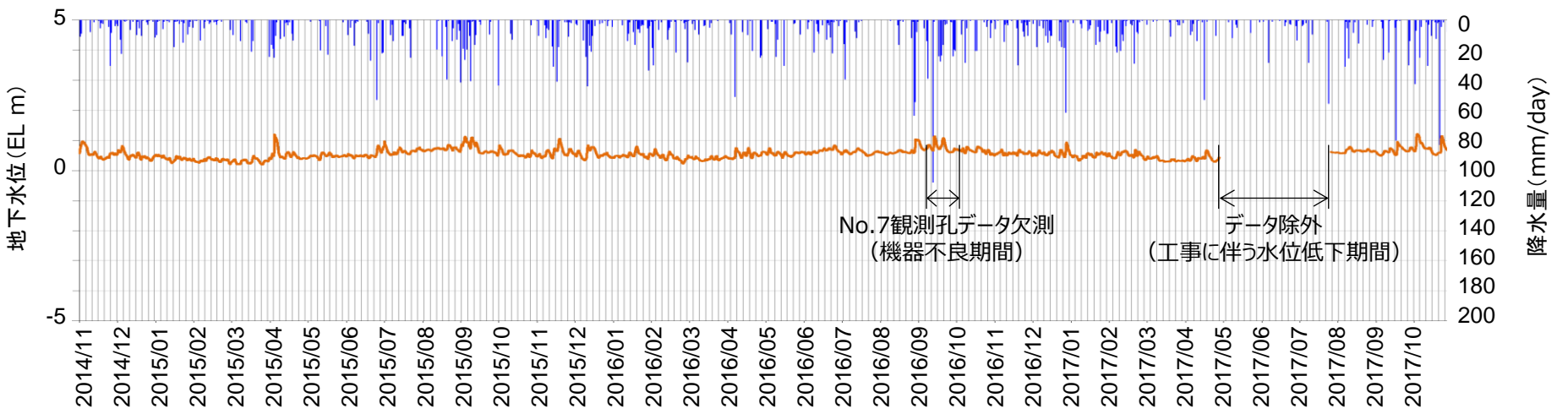
データ種別	項目	観測期間	備考
ボーリング 地下水水位	地下水観測記録No.1	2014.11～	P236参照
	地下水観測記録No.2	2014.11～	P237参照
	地下水観測記録No.3	2014.11～	P238参照
	地下水観測記録No.4	2014.11～	P239参照
	地下水観測記録No.5	2014.11～	P240参照
	地下水観測記録No.6	2014.11～	P241参照
	地下水観測記録No.7	2014.11～	P242参照
サブドレーン 揚水量	2号サブドレーン	2013.7～	P243参照



観測孔位置図

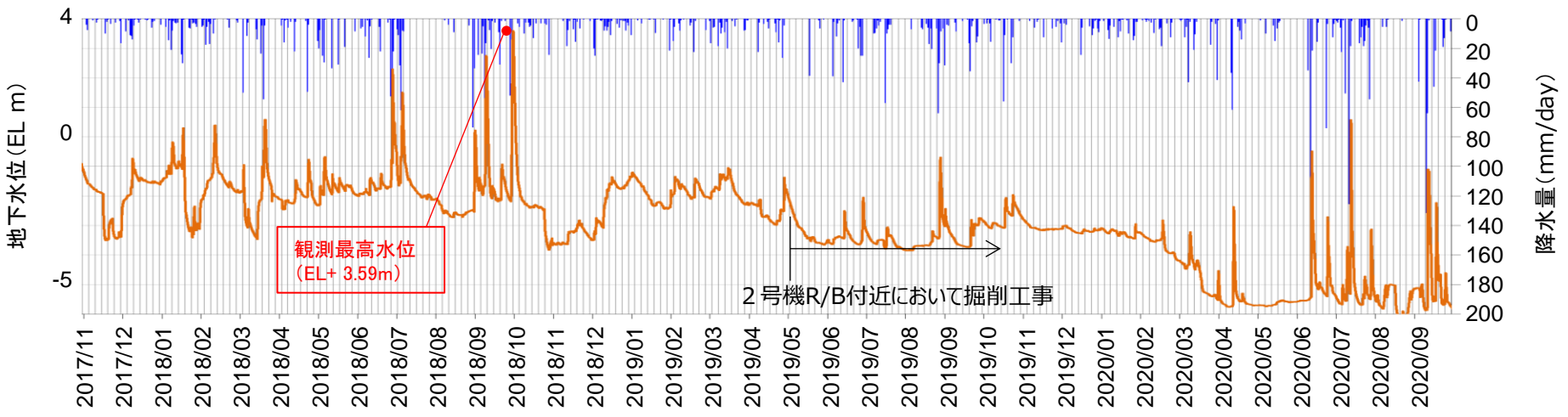
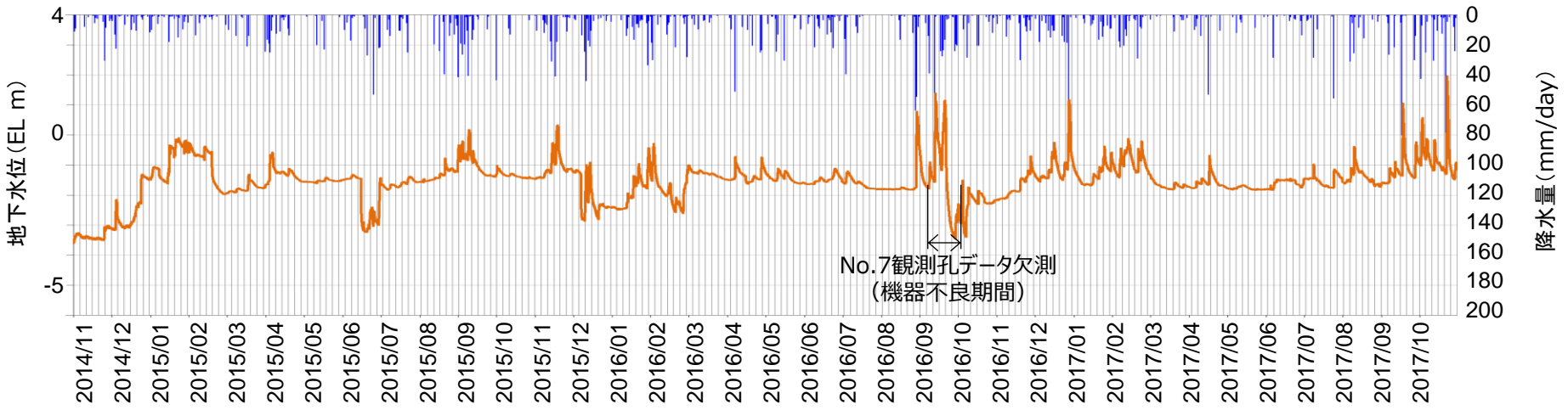
地下水位観測記録 No.1

- 2号炉取水槽西側観測孔 (No.1) の記録を示す。
- 降雨等に伴い、地下水位の上昇が認められるものの、大きな変動は確認されず、概ねEL0~+1mの間を推移している。
- 観測最高水位は、No.7観測孔の地下水位データ欠測期間以外の期間 (2018年6月) において記録している。



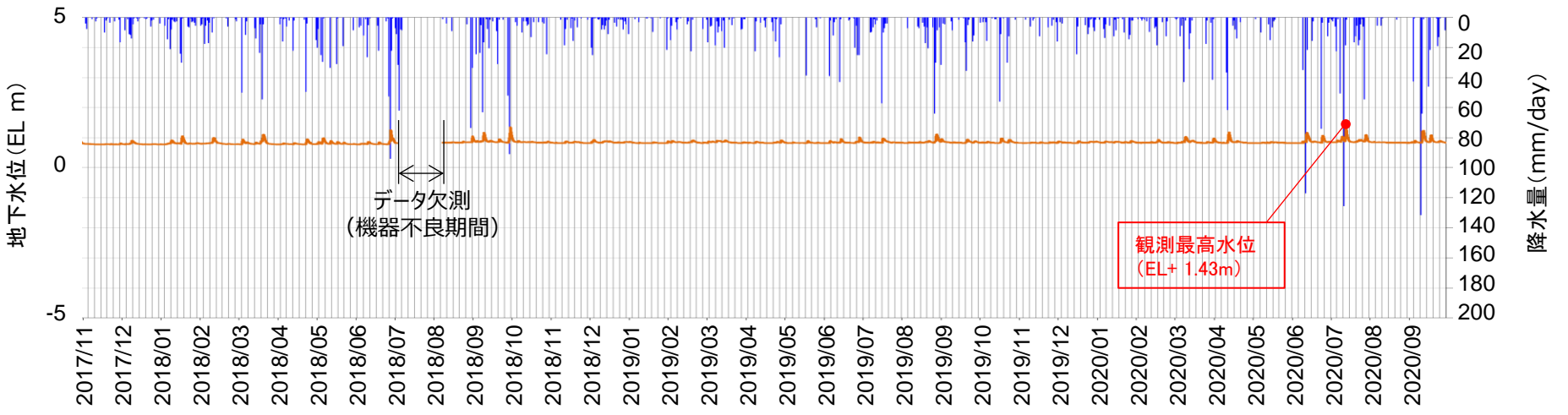
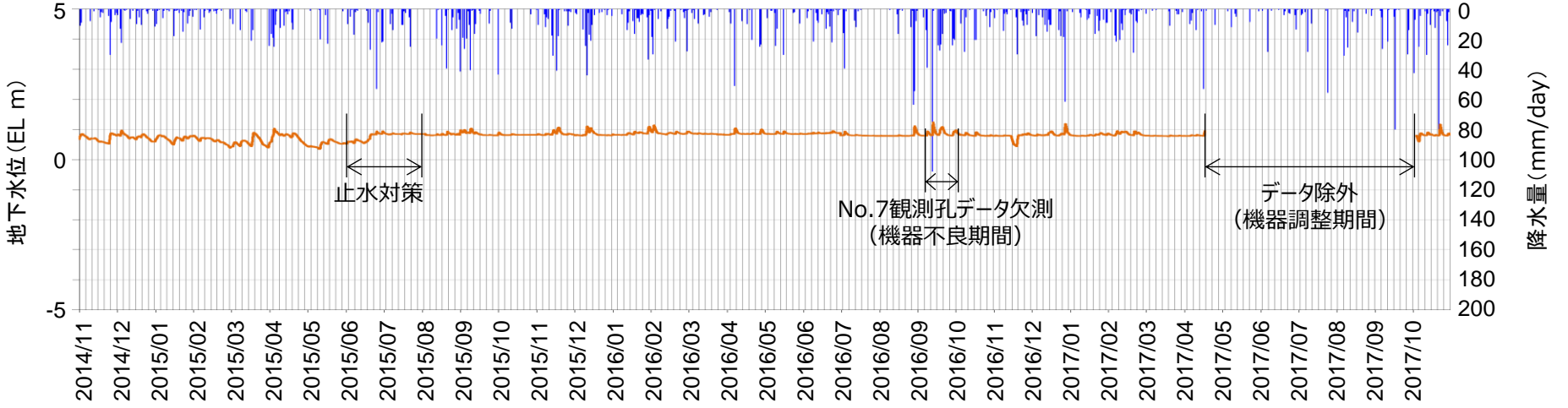
地下水位観測記録 No.2

- 2号炉原子炉建物西側観測孔 (No.2) の記録を示す。
- 観測孔近傍に設置されている地下水位低下設備 (既設) の機能により, 他の観測孔と比較して降雨等に伴う地下水位上昇後の低下が早い傾向がある。
- 一部の降雨時を除くと, 地下水位はEL0mを超えない範囲を推移している。
- 観測最高水位は, No.7観測孔の地下水位データ欠測期間以外 (2018年10月) において記録している。



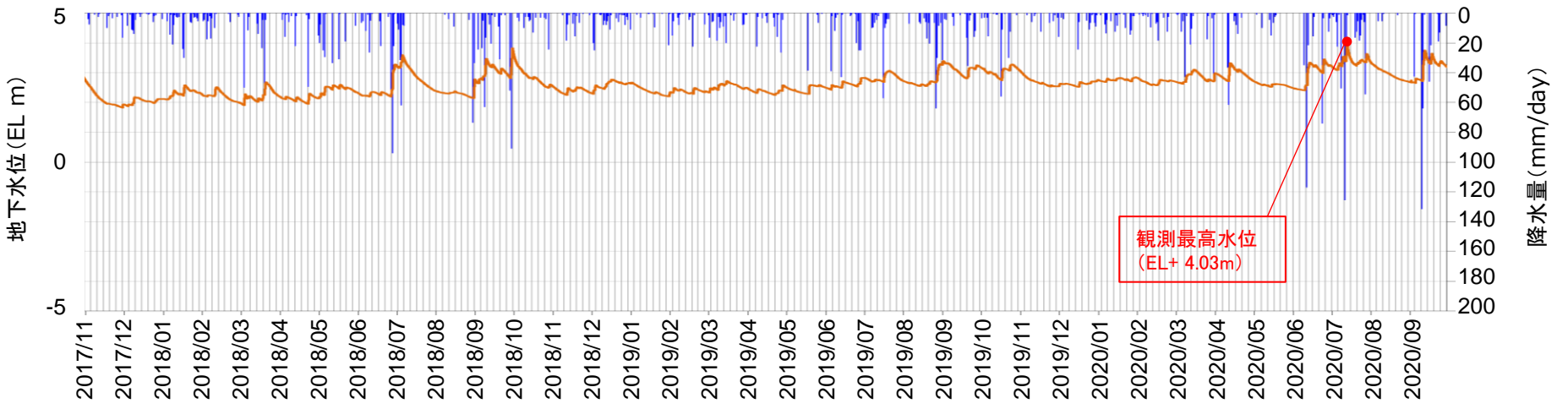
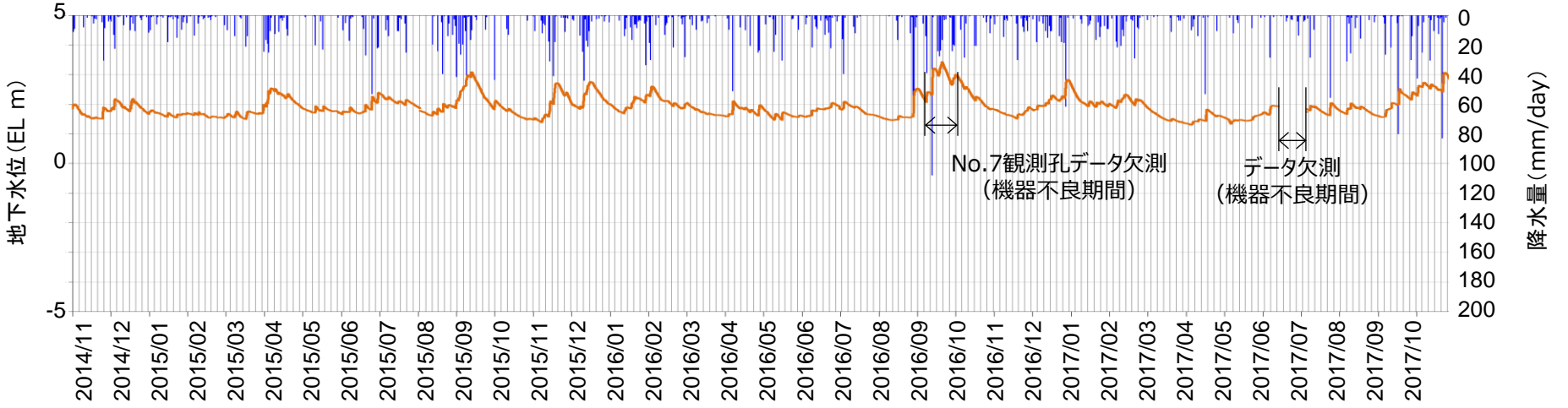
地下水位観測記録 No.3

- 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）南側観測孔（No.3）の記録を示す。
- 降雨等に伴い、地下水位の上昇が認められるものの、大きな変動は確認されず、概ねEL0~+1mの間を推移している。
- 2015.6~2015.8にかけて、防波壁周辺の止水対策を実施したことに伴い、地下水位の変動が落ち着いている。
- 観測最高水位は、No.7観測孔の地下水位データ欠測期間以外の期間（2020年7月）において記録している。



地下水位観測記録 No.4

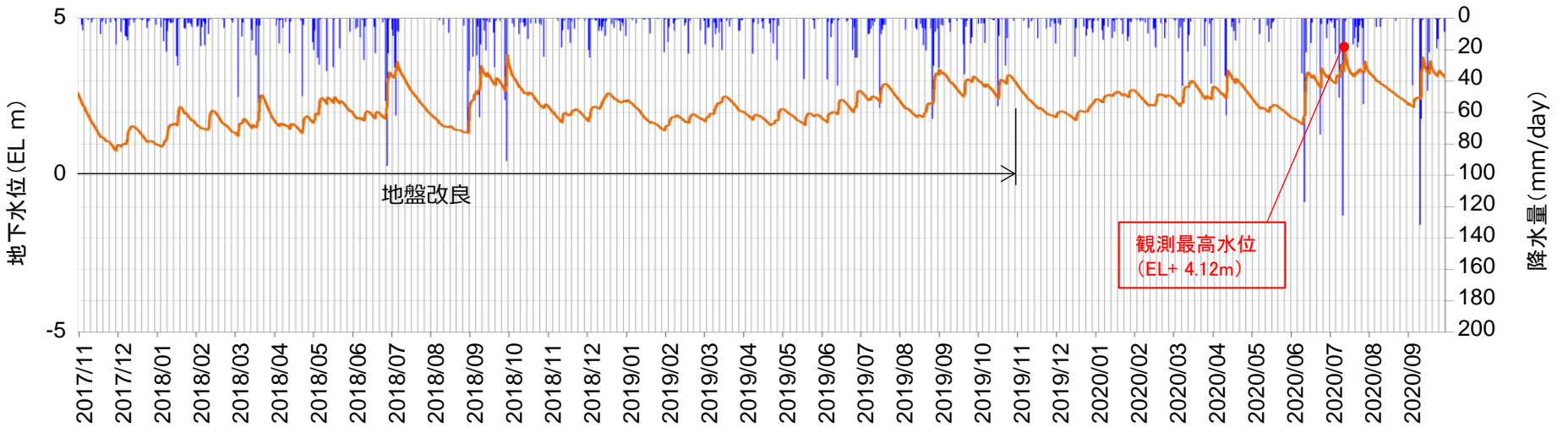
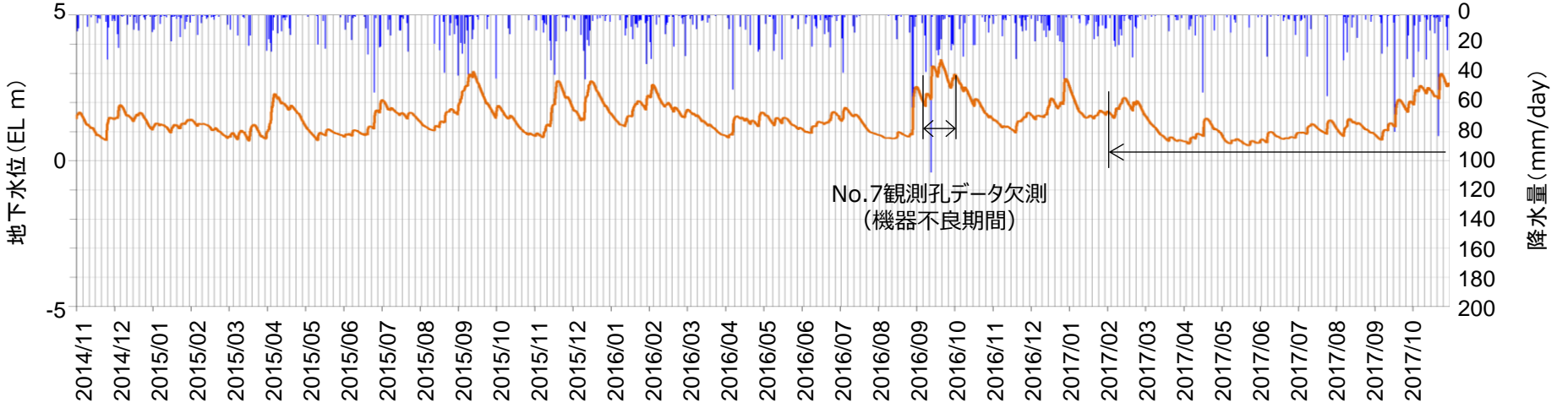
- 3号炉タービン建物北東観測孔 (No.4) の記録を示す。
- 既設のサブドレーンピット近傍の観測孔 (No.2, No.6) と比較して、降雨等による水位上昇後、緩やかに低下する傾向がある。
- 観測最高水位は、No.7観測孔の地下水位データ欠測期間以外の期間 (2020年7月) において記録している。



8. 液状化影響検討用地下水位に係るデータ一覧

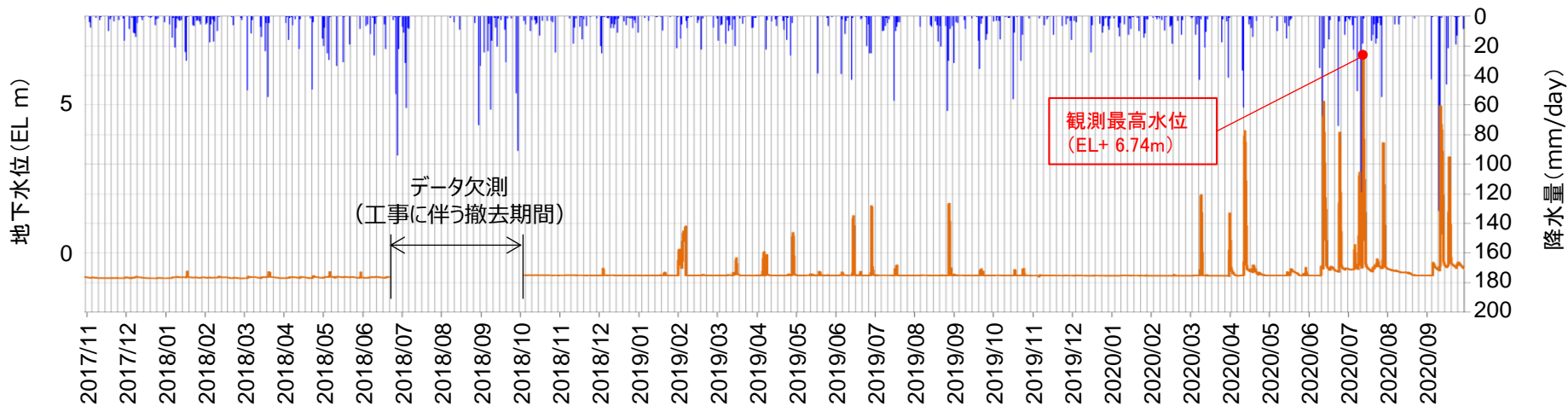
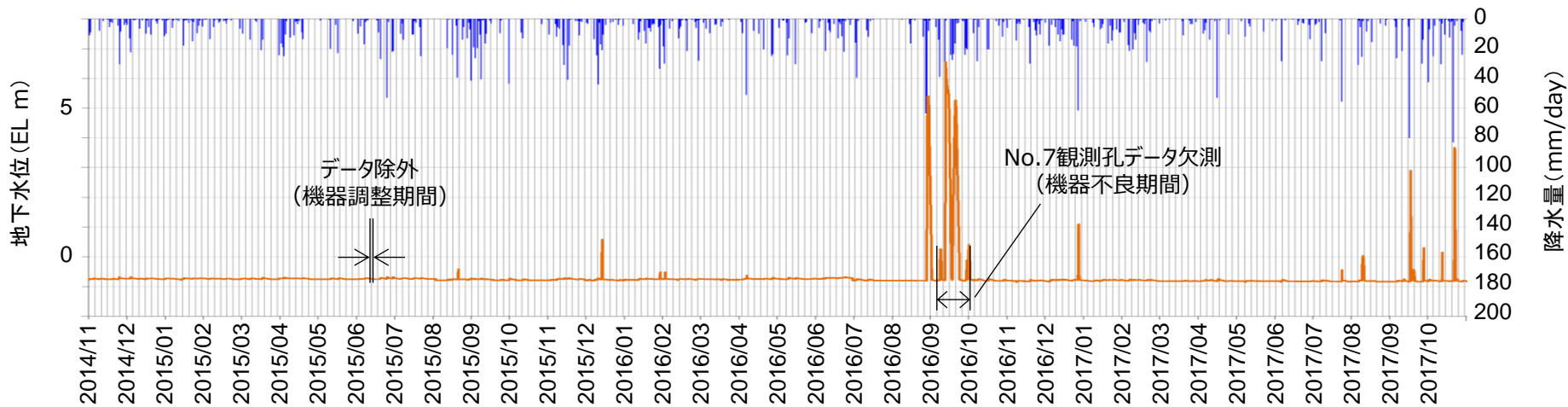
地下水位観測記録 No.5

- 3号炉廃棄物処理建物北西観測孔 (No.5) の記録を示す。
- 既設のサブドレーンピット近傍の観測孔 (No.2, No.6) と比較して, 降雨等による水位上昇後, 緩やかに低下する傾向がある。
- 観測最高水位は, No.7観測孔の地下水位データ欠測期間以外の期間 (2020年7月) において記録している。



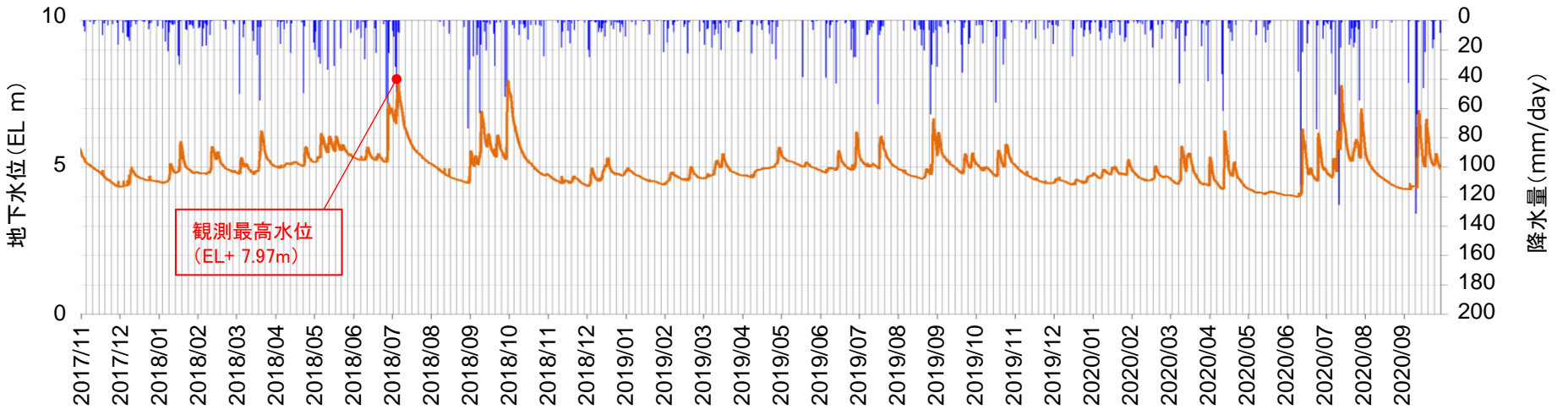
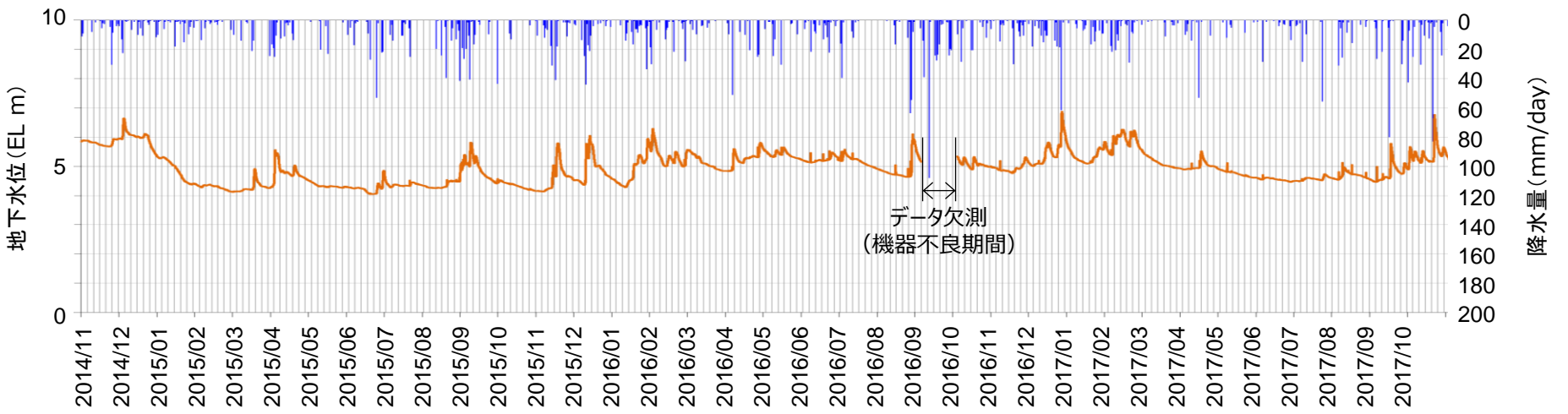
地下水位観測記録 No.6

- 2号炉原子炉建物南側観測孔（No.6）の記録を示す。
- 観測孔近傍に設置されている地下水位低下設備（既設）の機能により，他の観測孔と比較して降雨等に伴う地下水位上昇後の低下が早い傾向がある。
- 一部の降雨時を除くと，EL-1~0mの間を推移している。
- 観測最高水位は，No.7観測孔の地下水位データ欠測期間以外の期間（2020年7月）において記録している。



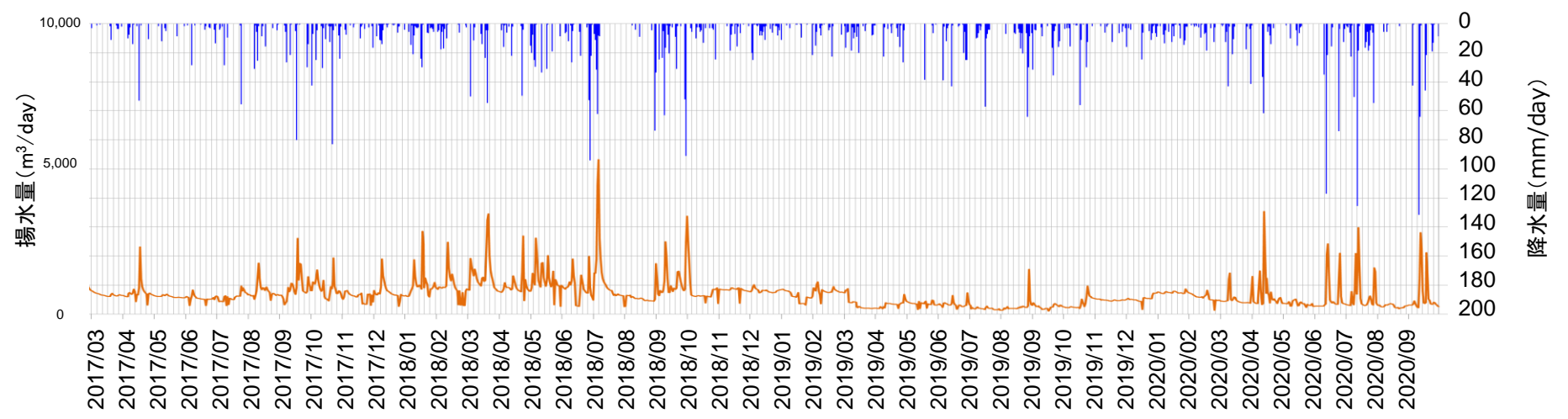
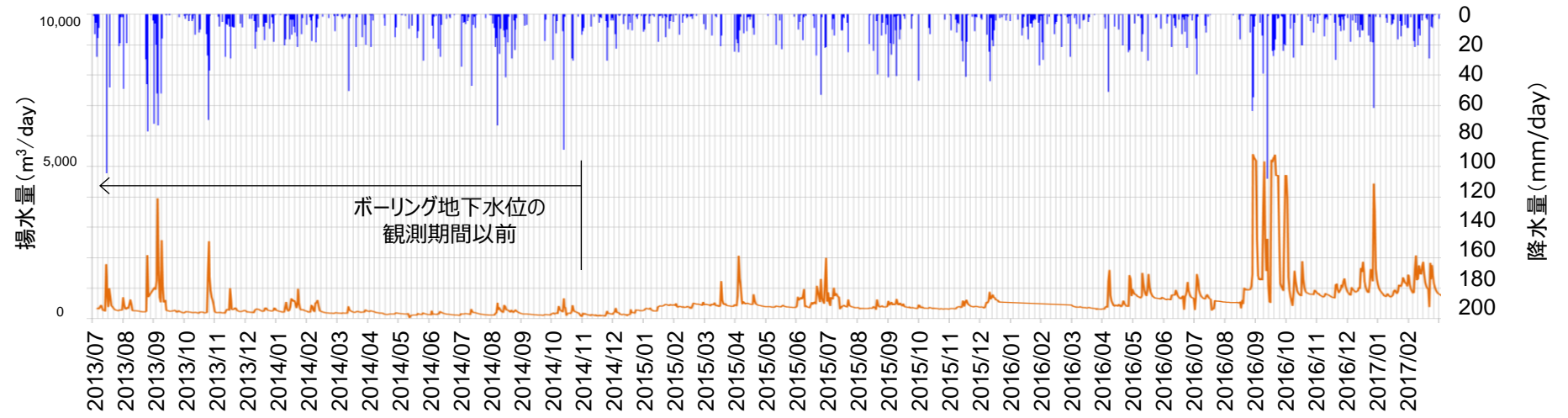
地下水位観測記録 No.7

- ガスタービン発電機建物北側観測孔 (No.7) の記録を示す。
- 既設のサブドレーンピット近傍の観測孔 (No.2, No.6) と比較して、降雨等による水位上昇後、緩やかに低下する傾向がある。



2号機サブドレーン

- 2号機サブドレーンの揚水量の記録を示す。
- 降雨等によるサブドレーンピットの水位上昇後、揚水ポンプを起動し、通常運転水位まで低下させる運用を行っている。
- ボーリング地下水位の観測期間以前（2013.7～2014.10）のサブドレーン揚水量を見ると、他の観測期間に比較し特異な揚水量の増減は認められなかったことから、当該期間において、地下水位が上がりやすい状況になかったと考えられる。



9. 防波壁の構造概要

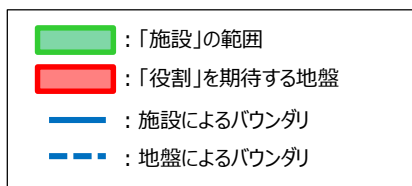
9. 1 防波壁の地盤安定性評価上の区分

地盤安定性評価において考慮する施設等 防波壁(波返重力擁壁)

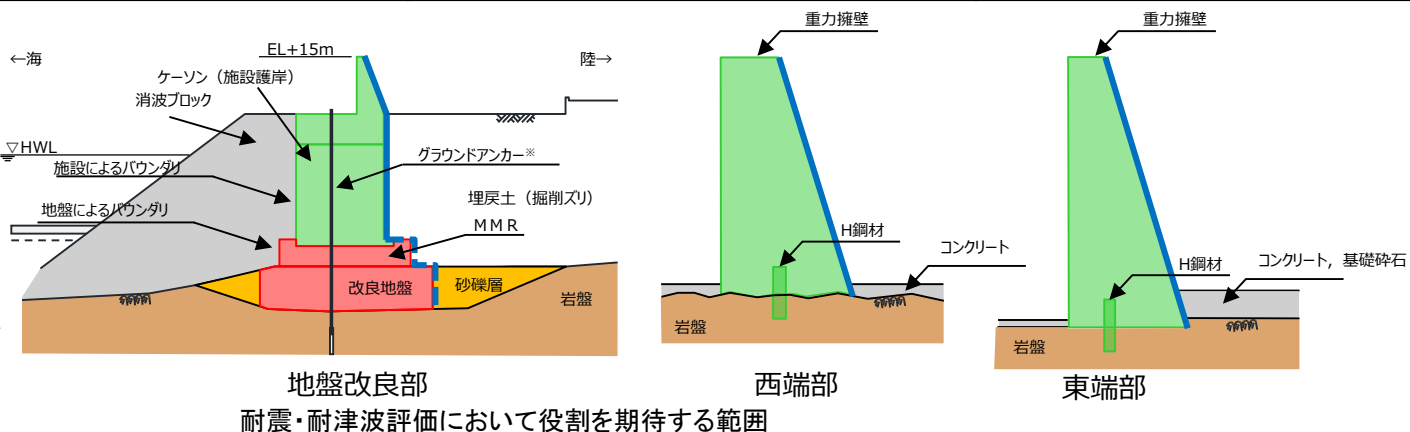
・「防波壁の構造についての設計方針及び構造成立性」(第909回審査会合)に係る審査における『耐震・耐津波評価上の各部位の役割』の資料(補足P269参照)を参考に、下表のとおり地盤安定性評価において考慮する施設等を整理した。

防波壁(波返重力擁壁)の各部位の役割, 地盤安定性評価において考慮する施設等

部位の名称	耐震・耐津波評価上の役割		地盤安定性評価において考慮する施設等	
	地震時の役割	津波時の役割		
施設	重力擁壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。	考慮する
	止水目地	・重力擁壁間の変形に追従する。	・重力擁壁間の変形に追従し、遮水性を保持する。	安定性評価に影響しないため考慮しない
	ケーソン	・重力擁壁を支持するとともに、遮水性を保持する。	・重力擁壁を支持するとともに、遮水性を保持する。	考慮する
	H鋼	・重力擁壁の滑動を抑制する。	・重力擁壁の滑動を抑制する。	保守的に考慮しない
	グラウンドアンカー	・役割に期待しない。	・役割に期待しない。	考慮しない
地盤	MMR	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・難透水性を保持する。	考慮する
	改良地盤	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・難透水性を保持する。	周辺岩盤相当として考慮する
	岩盤	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。	考慮する
	埋戻土(掘削ズリ), 砂礫層	・役割に期待しない(解析モデルに取り込み, 防波壁への相互作用を考慮する)。	・津波荷重に対して地盤反力として寄与する。	考慮する
	消波ブロック	・役割に期待しない。	・役割に期待しない。	考慮しない

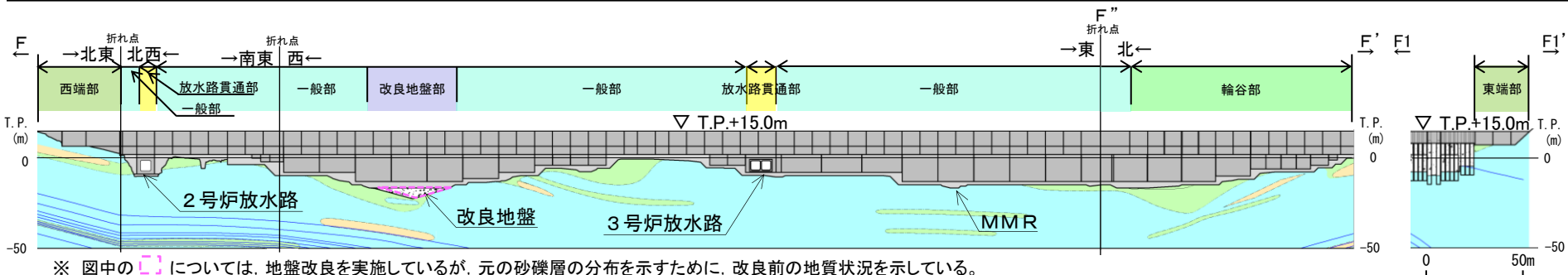


※ 防波壁(波返重力擁壁)は、グラウンドアンカー(自主設備)の効果も期待しなくても、耐震・耐津波安全性を担保している。



地盤安定性評価上の区分 防波壁(波返重力擁壁)(1/2)

- ・防波壁(波返重力擁壁)は、「防波壁の設計方針」(第888回審査会合)に係る審査において、施設の耐震・耐津波評価上の観点から、「一般部」、「改良地盤部」、「放水路貫通部」、「輪谷部」、「東端部」及び「西端部」の6つに区分されている。
- ・基礎地盤の安定性評価の観点から、これら6つの区分はいずれも同様の構造と評価できる。



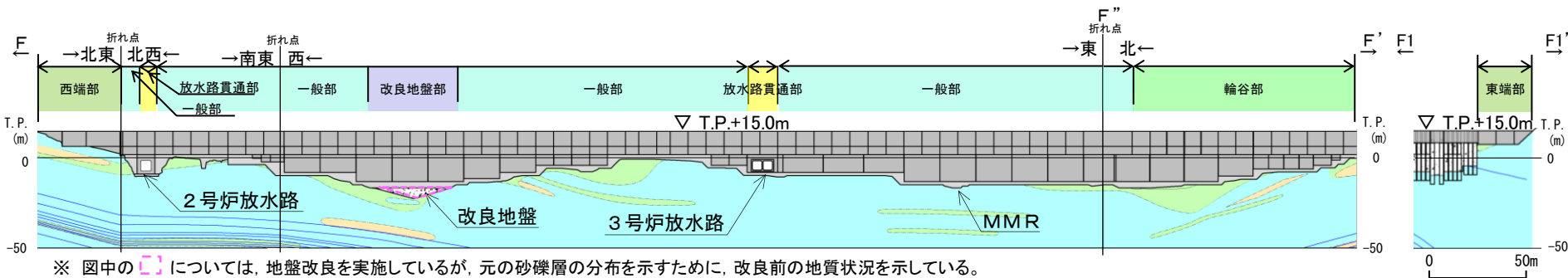
※ 図中の [] については、地盤改良を実施しているが、元の砂礫層の分布を示すために、改良前の地質状況を示している。

防波壁縦断面図(波返重力擁壁) 縦断面図(岩級・シーム)

耐震・耐津波評価上の施設の区分※	一般部	改良地盤部	放水路貫通部
標準断面図			
基礎地盤安定性評価上の施設の区分	「一般部」とする	「一般部」と比べ、施設の構造(施設重量)は概ね同様であることから、「一般部」に区分する	

※耐震・耐津波上の施設の区分、標準断面図、構造等の詳細は9.2.1章を参照

地盤安定性評価上の区分 防波壁(波返重力擁壁)(2/2)



※ 図中の [] については、地盤改良を実施しているが、元の砂礫層の分布を示すために、改良前の地質状況を示している。



防波壁縦断面図(波返重力擁壁) 縦断面図(岩級・シーム)

耐震・耐津波評価上の施設の区分※	輪谷部	東端部	西端部
標準断面図			
基礎地盤安定性評価上の施設の区分	「一般部」と比べ、施設の構造(施設重量)は概ね同様であることから、「一般部」に区分する	「一般部」と比べ、小規模・軽量の施設のため、「一般部」に区分する	

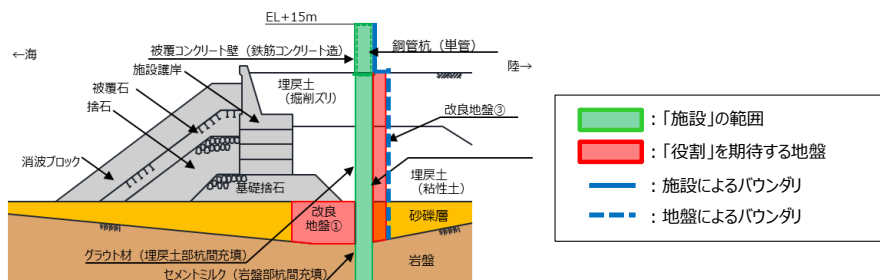
※耐震・耐津波上の施設の区分、標準断面図、構造等の詳細は9.2.1章を参照

地盤安定性評価において考慮する施設 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)

「防波壁の構造についての設計方針及び構造成立性」(第909回審査会合)に係る審査における『耐震・耐津波評価上の各部位の役割』の資料(補足P286参照)を参考に、下表のとおり地盤安定性評価において考慮する施設等を整理した。

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の各部位の役割, 地盤安定性評価において考慮する施設等

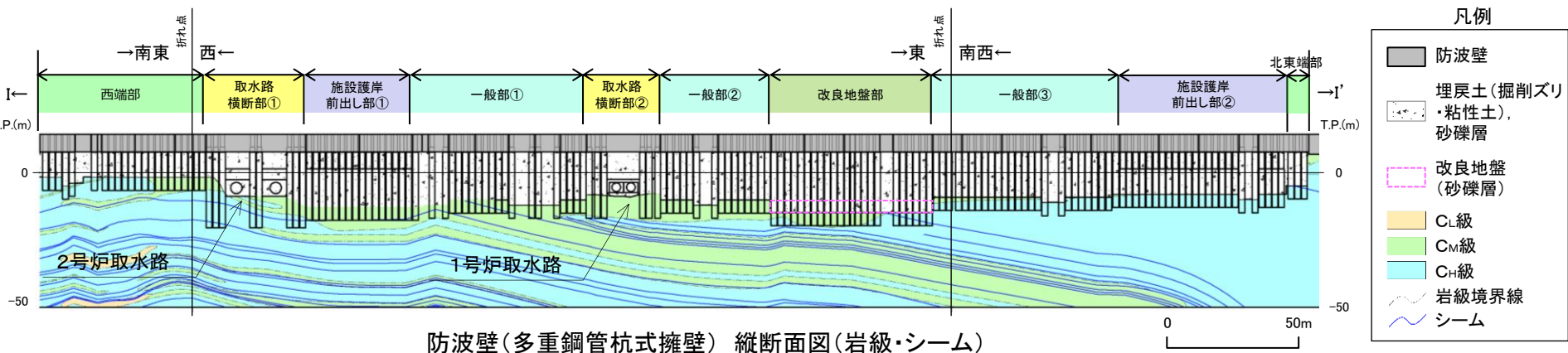
	部位の名称	耐震・耐津波評価上の役割		地盤安定性評価において考慮する施設等
		地震時の役割	津波時の役割	
施設	鋼管杭	・被覆コンクリート壁を支持する。	・被覆コンクリート壁を支持する。	考慮する
	被覆コンクリート壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。	考慮する
	止水目地	・被覆コンクリート壁間の変形に追従する。	・被覆コンクリート壁間変形に追従し、遮水性を保持する。	安定性評価に影響しないため考慮しない
地盤	セメントミルク(岩盤部杭間部充填)	・鋼管杭の変形を抑制する。	・鋼管杭の変形を抑制する。 ・難透水性を保持する。	周辺岩盤相当として考慮する
	改良地盤①(砂礫層)	・鋼管杭の変形を抑制する。	・難透水性を保持する。	保守的に埋戻土として考慮する
	改良地盤②(1号炉取水路上部等)	・役割に期待しない。	・難透水性の地盤ではあるが、役割に期待しない。	保守的に埋戻土として考慮する
	改良地盤③(防波壁背後)	・役割に期待しない(解析モデルに取り込み、防波壁への相互作用を考慮する)。	・難透水性を保持する。	保守的に埋戻土として考慮する
	岩盤	・鋼管杭及び被覆コンクリート壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・鋼管杭の変形を抑制する。	・鋼管杭及び被覆コンクリート壁を支持する。 ・鋼管杭の変形を抑制する。	考慮する
	埋戻土(掘削ズリ),埋戻土(粘性土),砂礫層	・役割に期待しない(解析モデルに取り込み、防波壁への相互作用を考慮する)。	・防波壁より陸側については、津波荷重に対して地盤反力として寄与する。	埋戻土として考慮する
	施設護岸,基礎捨石	・役割に期待しない(解析モデルに取り込み、防波壁への波及的影響を考慮する)。	・役割に期待しない。	埋戻土として考慮する
	捨石,被覆石			考慮しない
	消波ブロック	・役割に期待しない。	・役割に期待しない。	考慮しない
グラウト材(埋戻土部杭間部充填)	・役割に期待しない。	・難透水性の地盤ではあるが、役割に期待しない。	考慮しない	



耐震・耐津波評価において役割を期待する範囲

地盤安定性評価上の区分 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)(1/2)

- ・防波壁(多重鋼管杭式擁壁)は、「防波壁の設計方針」(第888回審査会合)に係る審査において、施設の耐震・耐津波評価上の観点から、「一般部」, 「取水路横断部」, 「施設護岸前出し部」, 「輪谷部」, 「東端部」及び「西端部」の6つに区分されている。
- ・基礎地盤の安定性評価の観点から、これら6つの区分は「一般部」, 及び「取水路横断部」の2つに再区分できる。

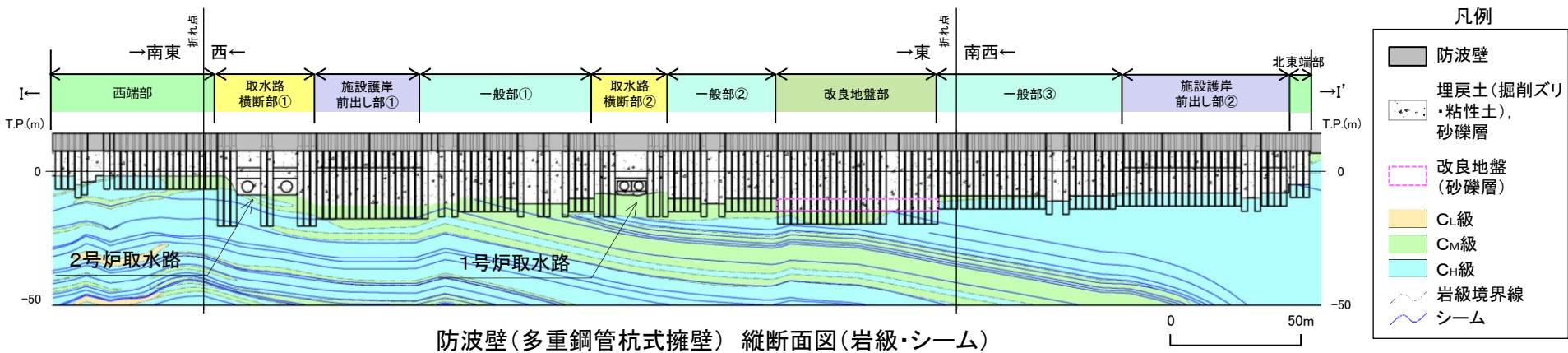


防波壁(多重鋼管杭式擁壁) 縦断面図(岩級・シーム)

耐震・耐津波評価上の施設の区分※	一般部	改良地盤部	西端部
標準断面図			
基礎地盤安定性評価上の施設の区分	「一般部」とする	「一般部」と比べ、施設の構造(施設重量, 杭底面幅及び根入れ長)は概ね同様であることから、「一般部」に区分する	

※耐震・耐津波上の施設の区分, 標準断面図, 構造等の詳細は9. 2. 2章を参照

地盤安定性評価上の区分 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)(2/2)



耐震・耐津波評価上の施設の区分※	取水路横断部	施設護岸前出し部	北東端部
標準断面図			
基礎地盤安定性評価上の施設の区分	「一般部」と比べ、施設の構造(施設重量)が異なるため、「取水路横断部」に区分する	「一般部」と比べ、施設の構造(施設重量, 杭底面幅及び根入れ長)は概ね同様であることから、「一般部」に区分する	

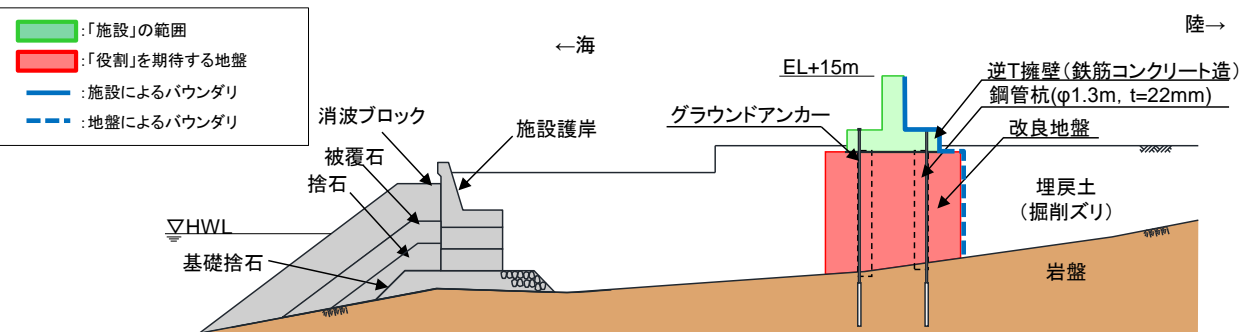
※耐震・耐津波上の施設の区分, 標準断面図, 構造等の詳細は9.2.2章を参照

地盤安定性評価において考慮する施設 防波壁(逆T擁壁)

・「防波壁の構造についての設計方針及び構造成立性」(第909回審査会合)に係る審査における『耐震・耐津波評価上の各部位の役割』の資料(補足P299参照)を参考に、下表のとおり地盤安定性評価において考慮する施設等を整理した。

防波壁(逆T擁壁)の各部位の役割, 地盤安定性評価において考慮する施設等

部位の名称	耐震・耐津波評価上の役割		地盤安定性評価において考慮する施設等	
	地震時の役割	津波時の役割		
鋼管杭	・役割に期待しない。※2	・役割に期待しない。※2	考慮しない(モデル化を行わず, 杭の支持力やせん断強度を見込まない)	
施設	逆T擁壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに, 遮水性を保持する。	考慮する
	止水目地	・逆T擁壁間の変形に追従する。	・逆T擁壁間の変形に追従し, 遮水性を保持する。	安定性評価に影響しないため考慮しない
	グラウンドアンカー	・逆T擁壁及び改良地盤の滑動・転倒を抑止する。	・逆T擁壁及び改良地盤の滑動・転倒を抑止する。	考慮する(モデル化は行わないが, 安全率算定時にグラウンドアンカーによる緊張力を考慮する)
地盤	改良地盤※1	・逆T擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・逆T擁壁を支持する。 ・難透水性を保持する。	考慮する(保守的に埋戻土としてモデル化する)
	岩盤	・逆T擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・逆T擁壁を支持する。	考慮する
	埋戻土(掘削ズリ)	・役割に期待しない(解析モデルに取り込み, 防波壁への相互作用を考慮する)。	・防波壁より陸側については, 津波荷重に対して地盤反力として寄与する。	埋戻土として考慮する
	施設護岸, 基礎捨石	・役割に期待しない(解析モデルに取り込み, 防波壁への波及的影響を考慮する)。	・役割に期待しない。	埋戻土として考慮する
	被覆石, 捨石			考慮しない
	消波ブロック	・役割に期待しない。	・役割に期待しない。	考慮しない

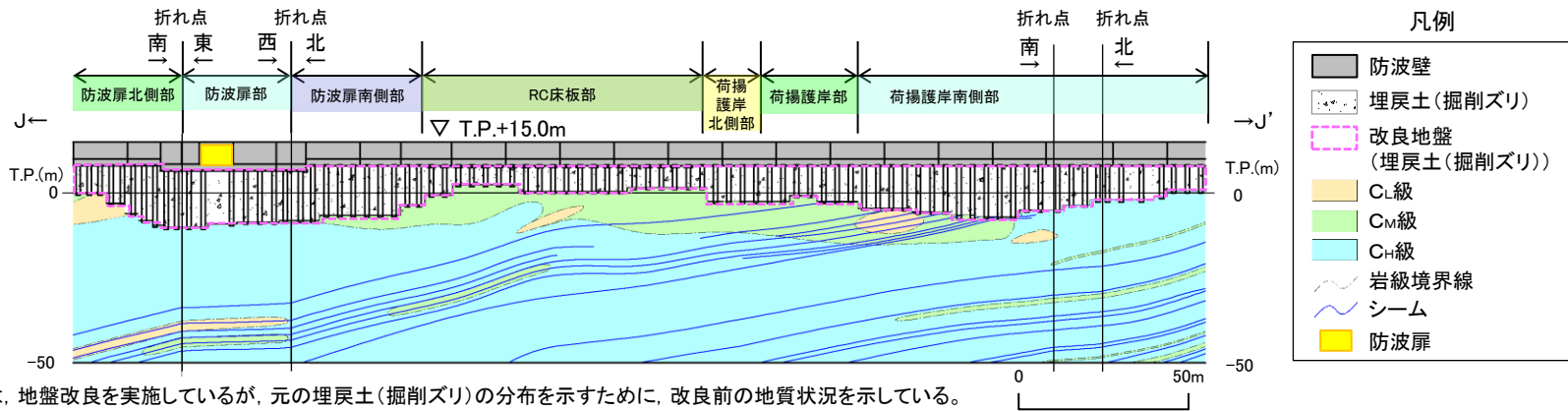


耐震・耐津波評価において役割を期待する範囲

※1 RC床板については, 保守的に改良地盤として扱う。
 ※2 鋼管杭は役割に期待しないため, 解析モデルに取り込まない。なお, 詳細設計段階においては, 鋼管杭が逆T擁壁に悪影響を与えない設計とする。

地盤安定性評価上の区分 防波壁(逆T擁壁)(1/3)

- ・防波壁(逆T擁壁)は、「防波壁の設計方針」(第888回審査会合)に係る審査において、施設の耐震・耐津波評価上の観点から、「防波扉北側部」、「防波扉部」、「防波扉南側部」、「RC床板部」、「荷揚護岸北側部」、「荷揚護岸部」及び「荷揚護岸南側部」の7つに区分されている。
- ・基礎地盤の安定性評価の観点から、これら7つの区分は「一般部」及び「防波扉部」の2つに再区分できる。



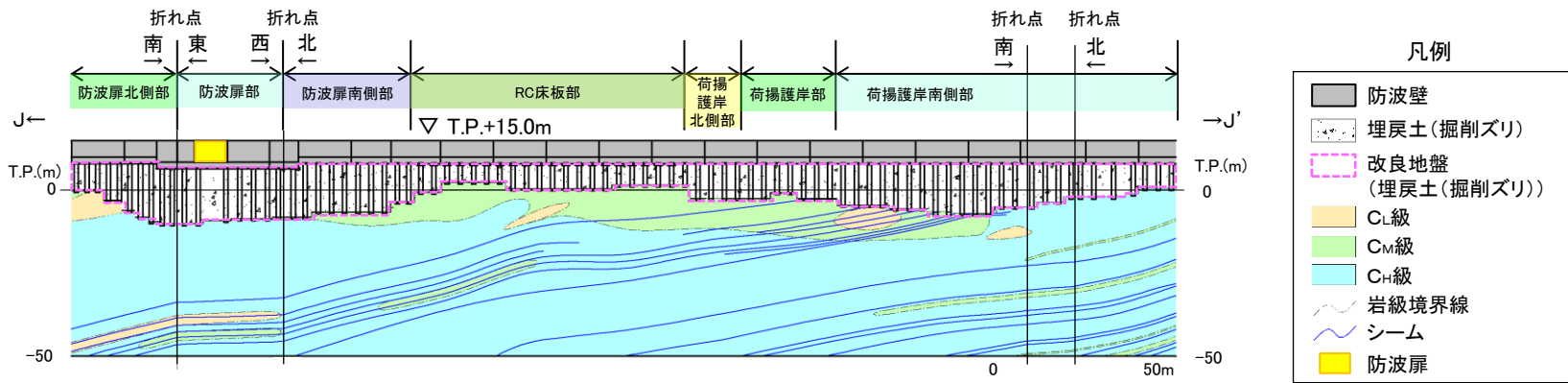
※1 図中の [] については、地盤改良を実施しているが、元の埋戻土(掘削ズリ)の分布を示すために、改良前の地質状況を示している。
 ※2 図中の杭は投影している。

防波壁(逆T擁壁) 縦断面図(岩級・シーム)

耐震・耐津波評価上の施設の区分※	防波扉北側部	防波扉部
標準断面図		
基礎地盤安定性評価上の施設の区分	「一般部」とする	「一般部」と比べ、施設の構造(施設重量)が異なるため、「防波扉部」に区分する

※耐震・耐津波上の施設の区分、標準断面図、構造等の詳細は9. 2. 3章を参照

地盤安定性評価上の区分 防波壁(逆T擁壁)(2/3)



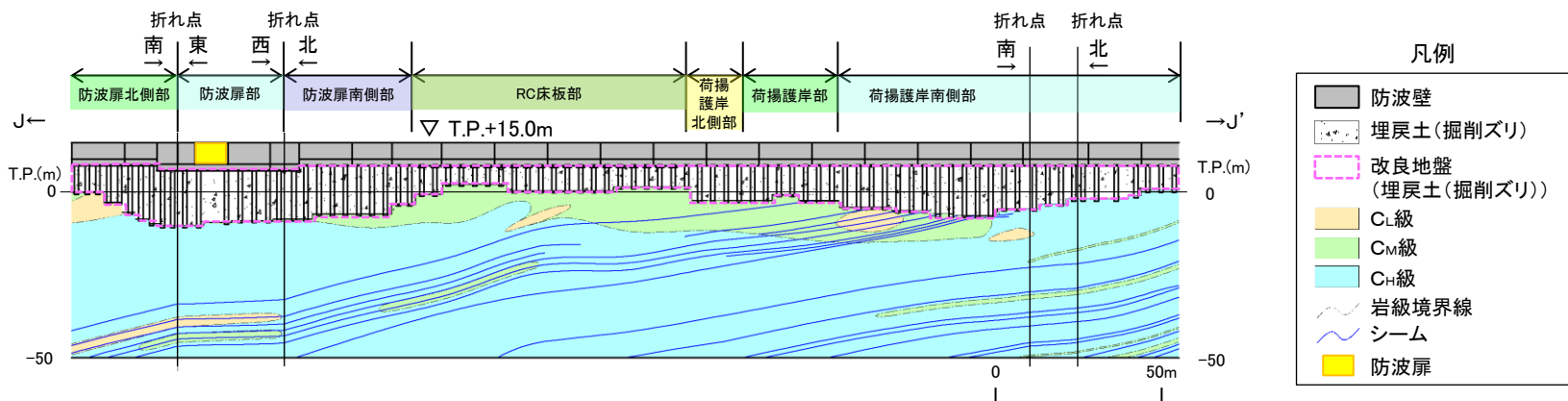
※1 図中の [] については、地盤改良を実施しているが、元の埋戻土(掘削ズリ)の分布を示すために、改良前の地質状況を示している。 ※2 図中の杭は投影している。

防波壁(逆T擁壁) 縦断面図(岩級・シーム)

耐震・耐津波評価上の施設の区分※	防波扉南側部	RC床版部
標準断面図		
基礎地盤安定性評価上の施設の区分	「一般部」と比べ、施設の構造(施設重量)は概ね同様であることから、「一般部」に区分する	

※耐震・耐津波上の施設の区分、標準断面図、構造等の詳細は9. 2. 3章を参照

地盤安定性評価上の区分 防波壁(逆T擁壁)(3/3)



※1 図中の [] については、地盤改良を実施しているが、元の埋戻土(掘削ズリ)の分布を示すために、改良前の地質状況を示している。 ※2 図中の杭は投影している。

防波壁(逆T擁壁) 縦断面図(岩級・シーム)

耐震・耐津波評価上の施設の区分	荷揚護岸北側部	荷揚護岸部	荷揚護岸南側部
標準断面図			
基礎地盤安定性評価上の施設の区分	「一般部」と比べ、施設の構造(施設重量)は概ね同様であることから、「一般部」に区分する		

※耐震・耐津波上の施設の区分、標準断面図、構造等の詳細は9.2.3章を参照

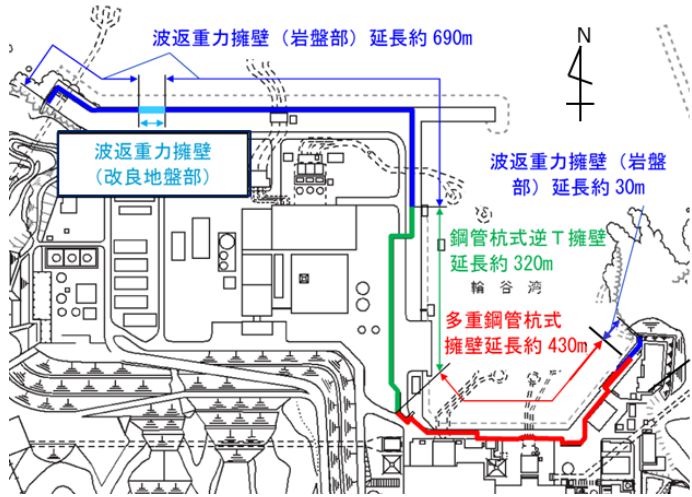
9. 防波壁の構造概要

9. 2 各防波壁の構造

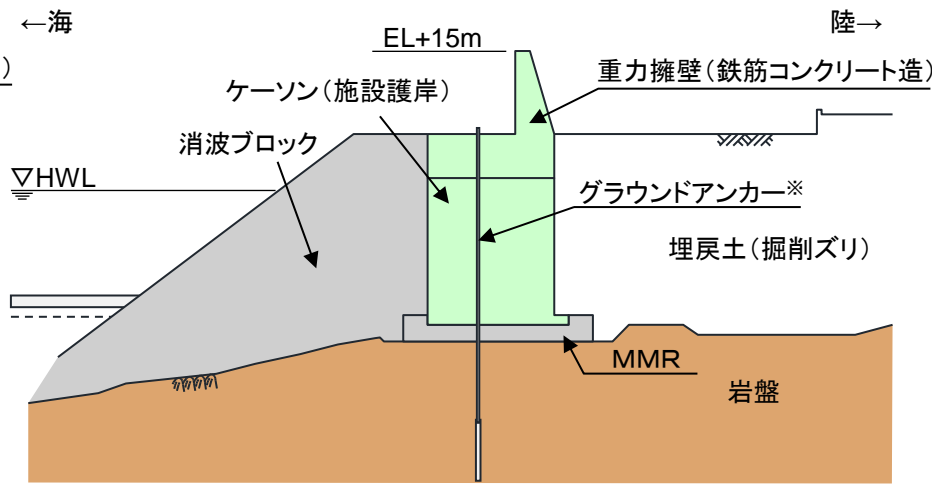
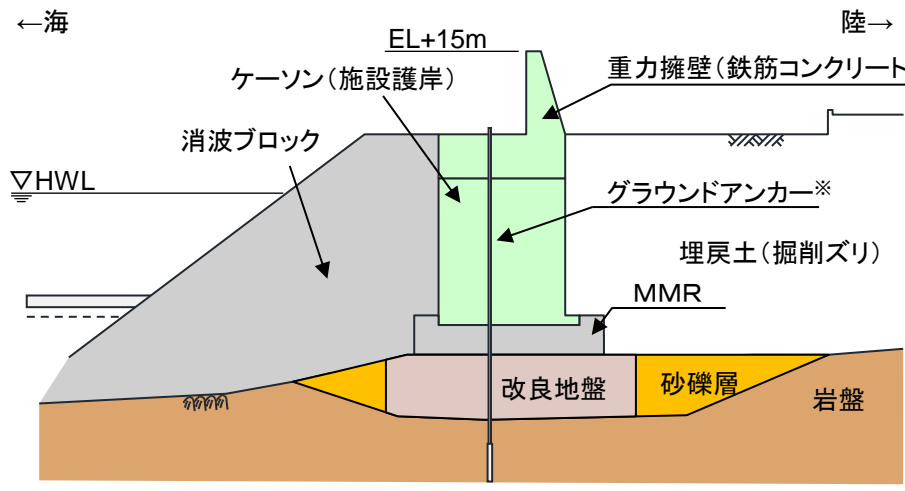
9. 2. 1 防波壁（波返重力擁壁）

- ・「島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止 論点3 防波壁の設計方針について」（第888回審査会合 資料2-1, 2020年8月20日）の抜粋
- ・「島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止 論点3 「防波壁の構造についての設計方針及び構造成立性」（第909回審査会合 資料1-2, 2020年10月15日）の抜粋

防波壁(波返重力擁壁)構造概要(1/12)



- 防波壁(波返重力擁壁)は、3号炉北側及び防波壁両端部に配置した。3号炉北側についてはケーソン及びMMR(マンメイドロック)を介して岩盤上に設置し、防波壁両端部については堅硬な地山に直接設置した。なお、砂礫層が分布する箇所については、地盤改良を実施した。
- 重力擁壁は、約10mを1ブロックとした壁体を連続して設置する。このブロック間の境界には、止水性を保持するための止水目地を設置する。
- グラウンドアンカー(永久アンカー)を設置しているが、アンカーの効果を期待しなくても、耐震・耐津波性を担保している。



※ 防波壁(波返重力擁壁)は、グラウンドアンカーの効果を期待しなくても、耐震・耐津波安全性を担保している。

防波壁(波返重力擁壁)(改良地盤部)断面図

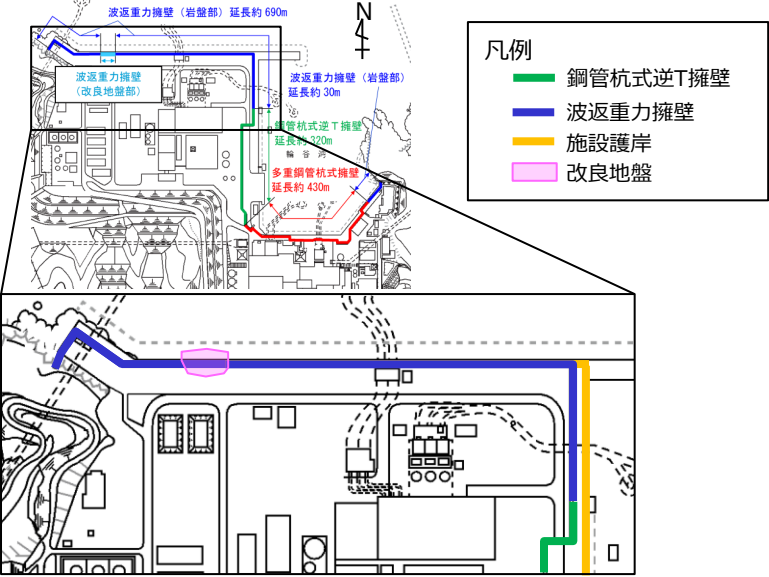
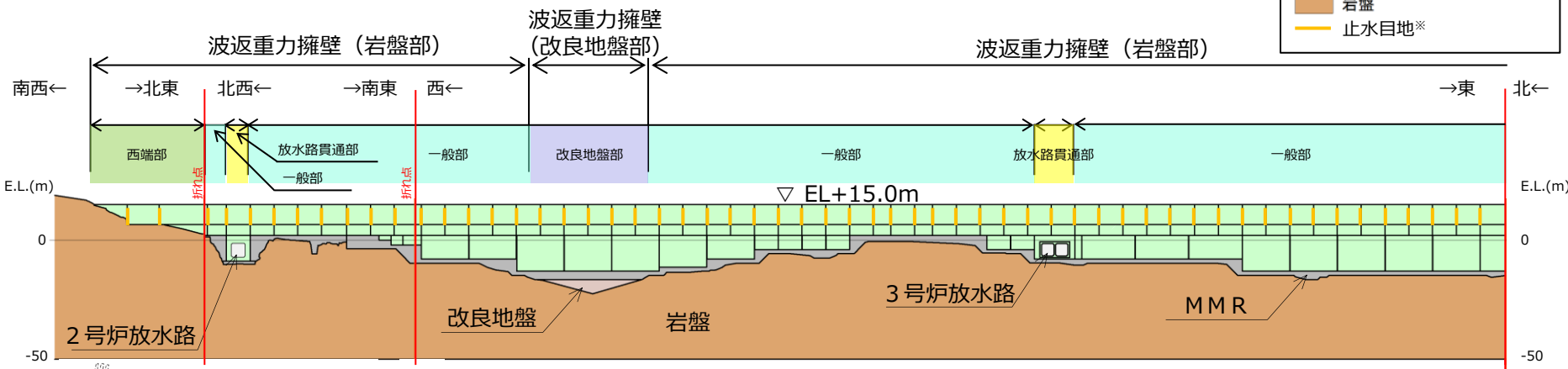
防波壁(波返重力擁壁)(岩盤部)断面図

防波壁(波返重力擁壁)構造概要(2/12)

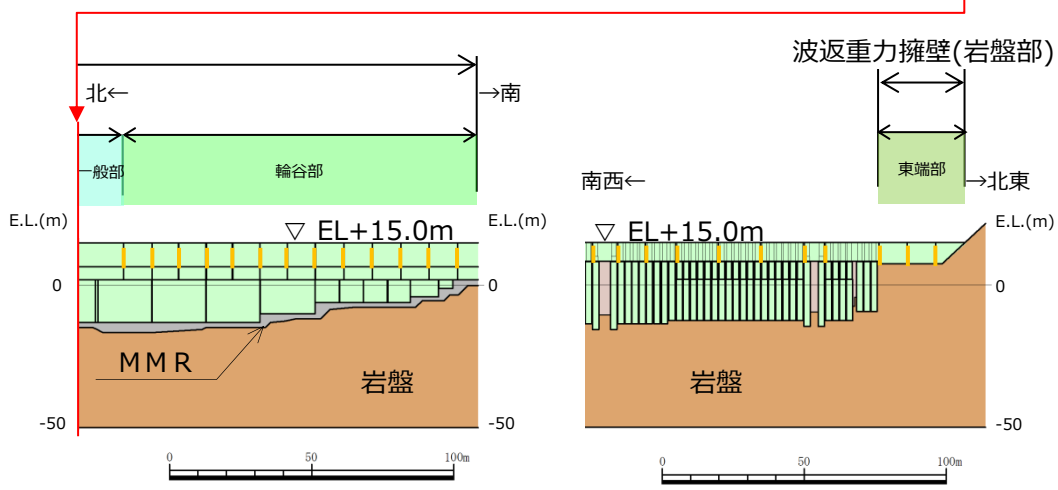
■ 防波壁(波返重力擁壁)については、3号炉北側の概ね全線にわたり岩盤に支持されているが、一部に砂礫層が介在する箇所に対して地盤改良を実施した。また、2、3号炉放水路がケーソンを貫通する箇所がある。

凡例

- 改良地盤
- 防波壁
- MMR・コンクリート構造物
- 岩盤
- 止水目地*



防波壁平面図(波返重力擁壁)

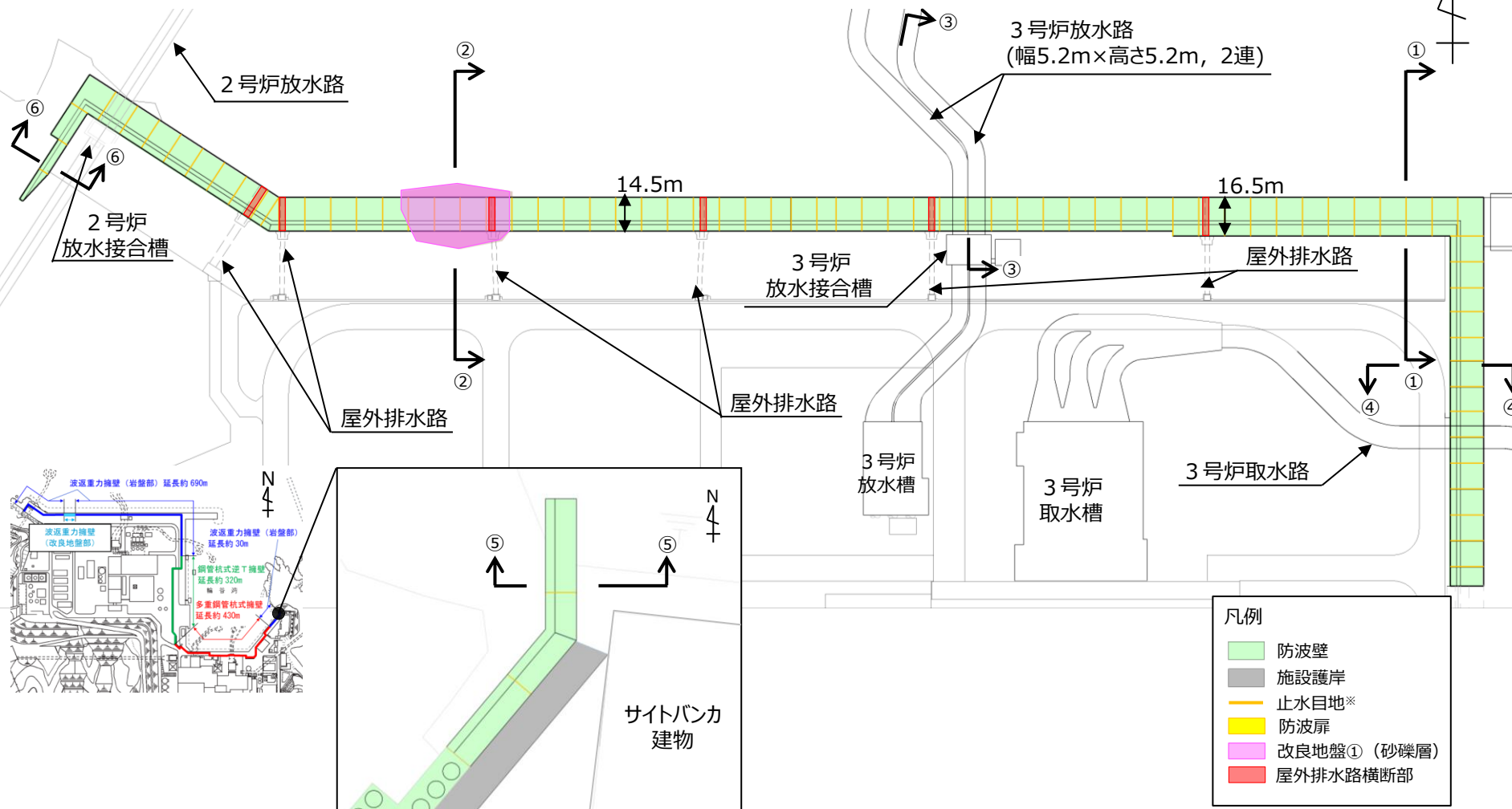


防波壁縦断図(波返重力擁壁)

*止水目地の設置高さ及び根入れ長については、敷地の地盤高さ及び入力津波高さを踏まえて設定する。

防波壁(波返重力擁壁)構造概要(3/12)

- 防波壁(波返重力擁壁)の平面図(止水目地位置含む)を以下に示す。
- 防波壁放水路横断部(③-③断面)には3号炉放水路(放水接合槽を含む), また, 東端部(⑤-⑤断面)東側にはサイトバンカ建物がそれぞれ隣接している。



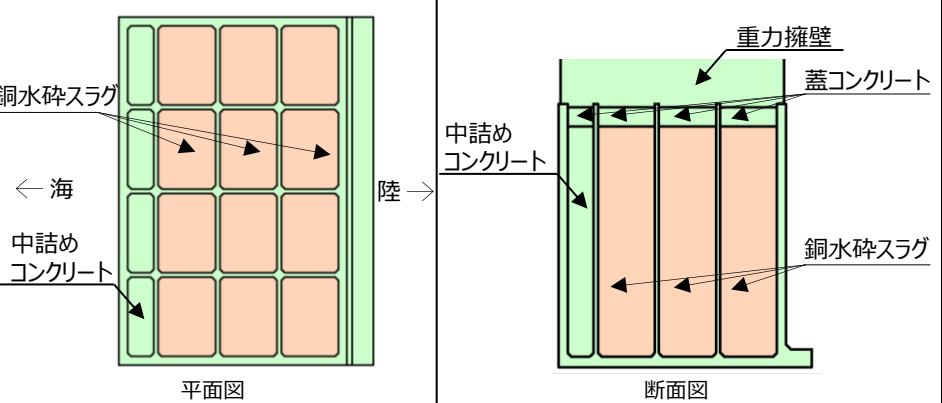
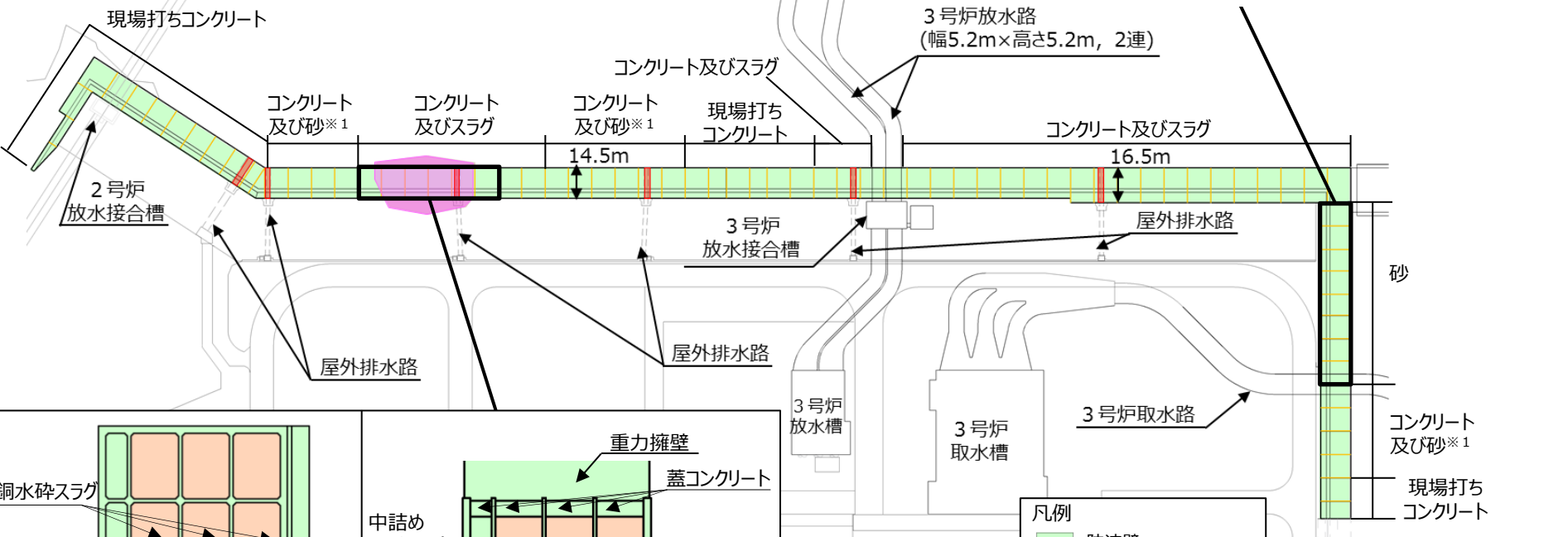
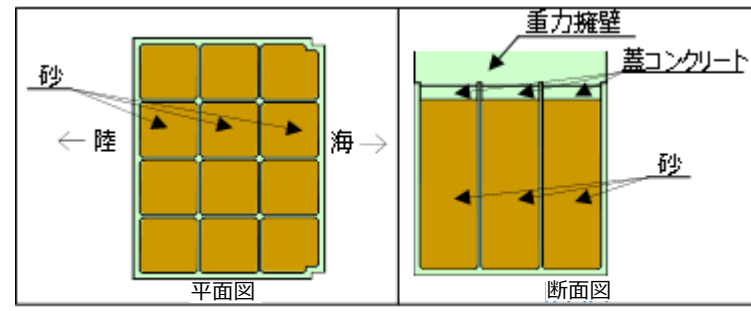
凡例

	防波壁
	施設護岸
	止水目地※
	防波扉
	改良地盤①(砂礫層)
	屋外排水路横断部

※止水目地の設置高さ及び根入れ長については、敷地の地盤高さ及び入力津波高さを踏まえて設定する。

防波壁(波返重力擁壁)構造概要(4/12)

- 防波壁(波返重力擁壁)のケーソン中詰材の施工状況を以下に示す。
- 中詰材の種類は、ケーソンの安定性確保の観点から以下の3種類を選定している。
- なお、一部の区間においては、現場打ちコンクリートとしており、ケーソンを使用しない構造としている。



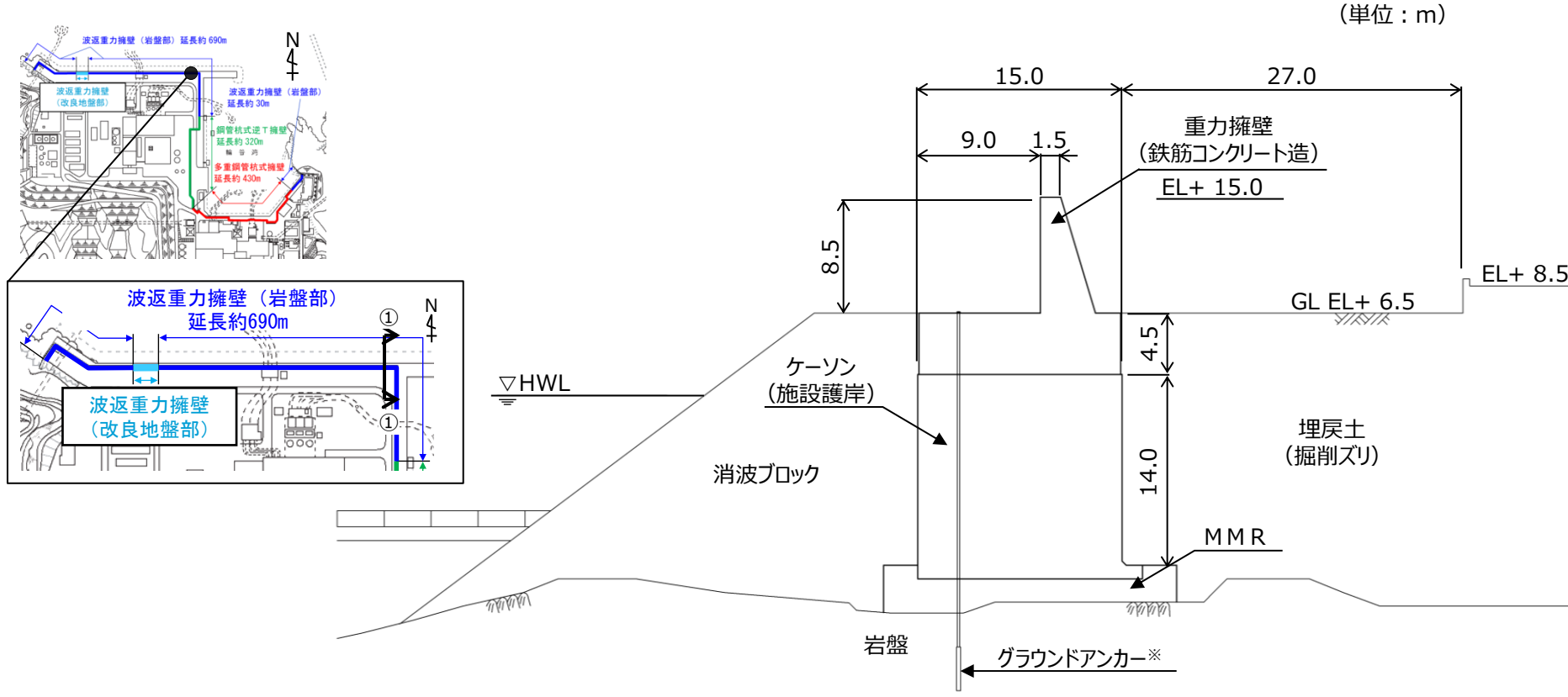
凡例

	防波壁
	施設護岸
	止水目地※2
	防波扉
	改良地盤① (砂礫層)
	屋外排水路横断部
	銅水砕スラグ
	砂

※1 コンクリート及び砂の場合、左図の中詰材である銅水砕スラグの代わりに砂を使用。
 ※2 止水目地の設置高さ及び根入れ長については、敷地の地盤高さ及び入力津波高さを踏まえて設定する。

防波壁(波返重力擁壁)構造概要(5/12)

- 防波壁(波返重力擁壁)一般部(①-①断面)については、MMRを介して岩盤に直接設置されたケーソン上に重力擁壁を設置した。

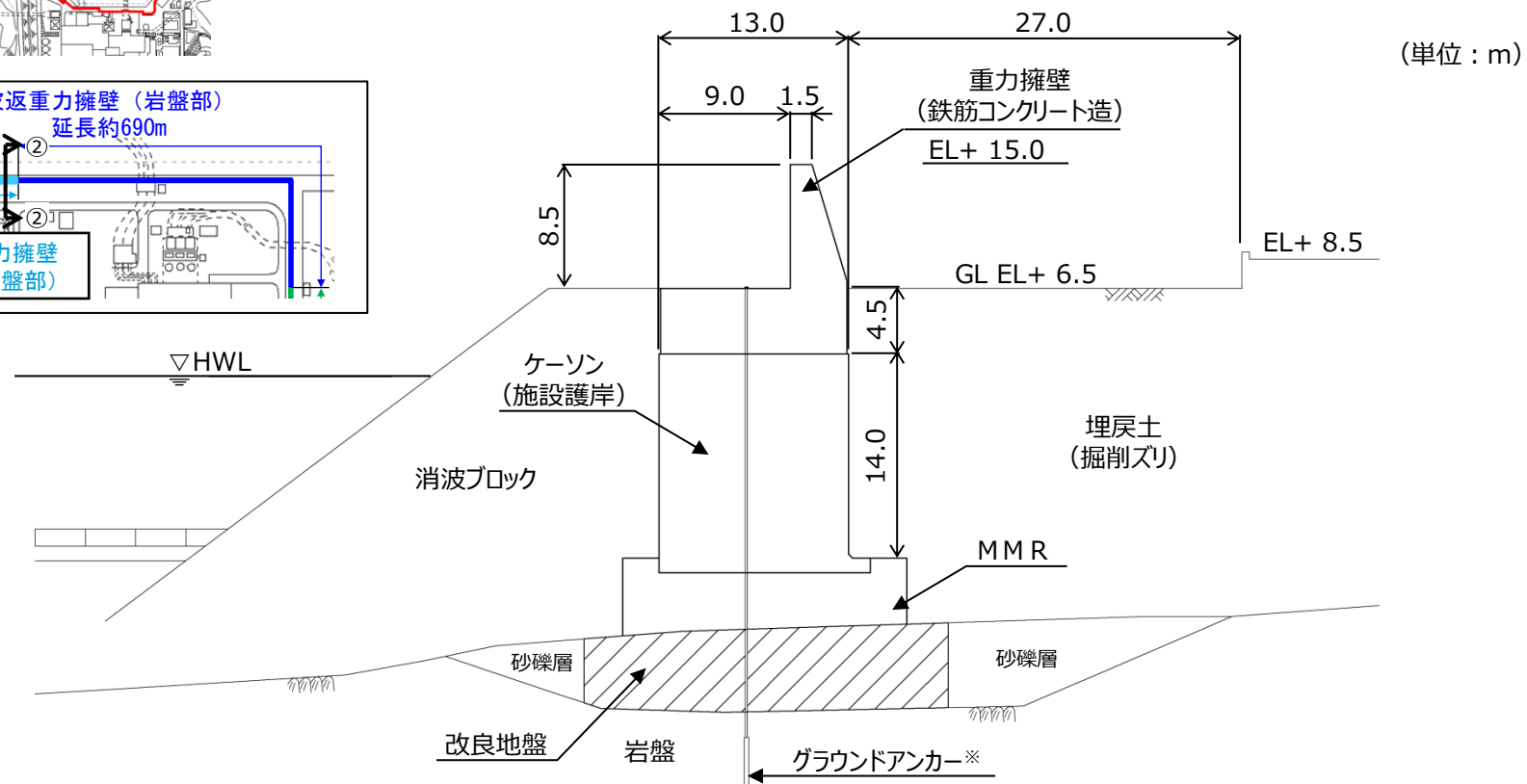
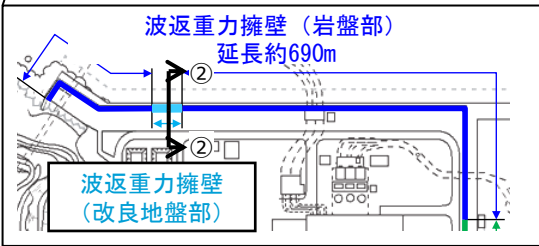
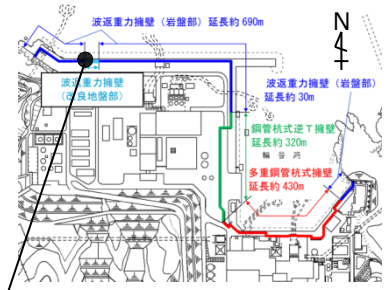


※ 防波壁(波返重力擁壁)は、グラウンドアンカーの効果も期待しなくても、耐震・耐津波安全性を担保している。

防波壁(波返重力擁壁)一般部(①-①断面) 断面図

防波壁(波返重力擁壁)構造概要(6/12)

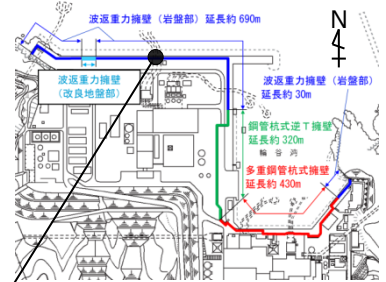
■ 防波壁(波返重力擁壁)改良地盤部(②-②断面)については、ケーソン下部に砂礫層を介在していたことから、高圧噴射攪拌工法による地盤改良を実施した。



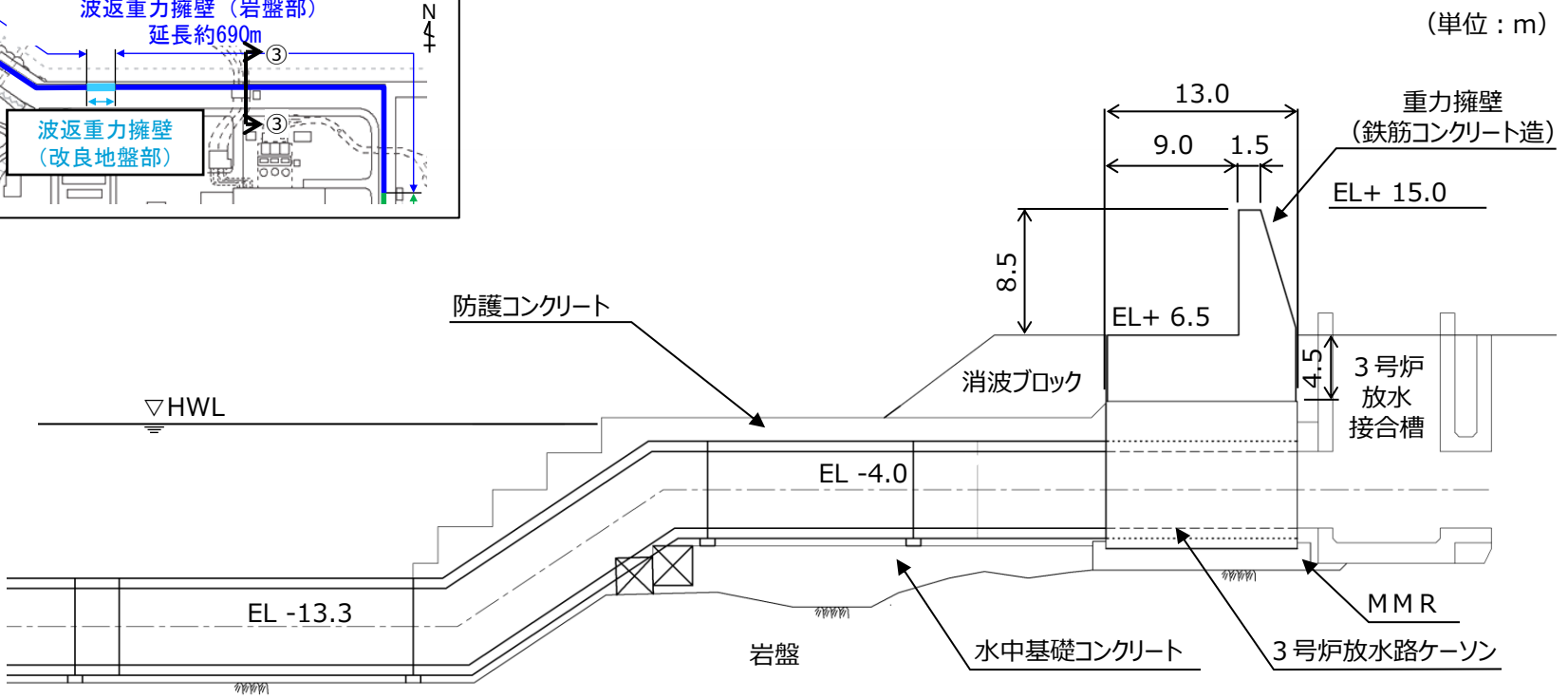
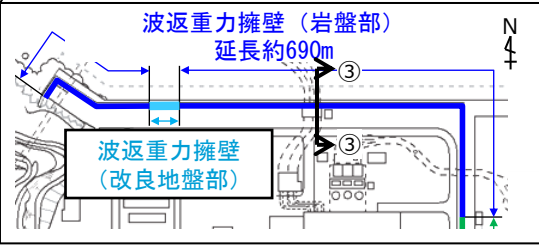
※ 防波壁(波返重力擁壁)は、グラウンドアンカーの効果을期待しなくても、耐震・耐津波安全性を担保している。

防波壁(波返重力擁壁)改良地盤部(②-②断面)断面図

防波壁(波返重力擁壁)構造概要(7/12)



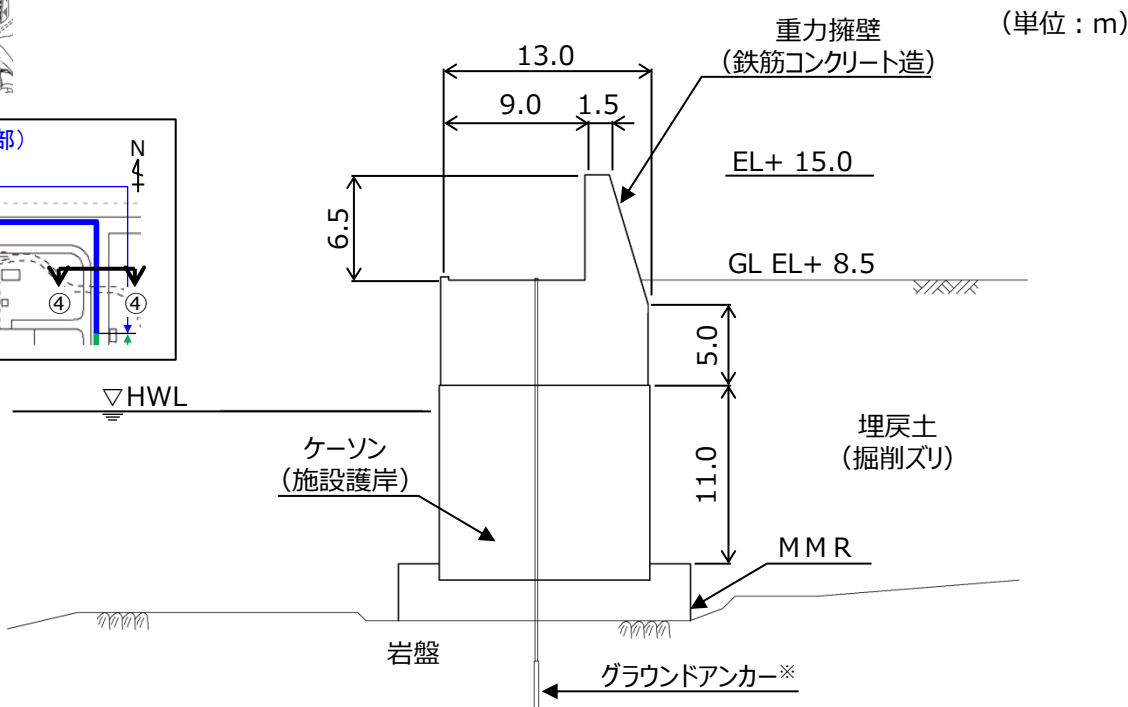
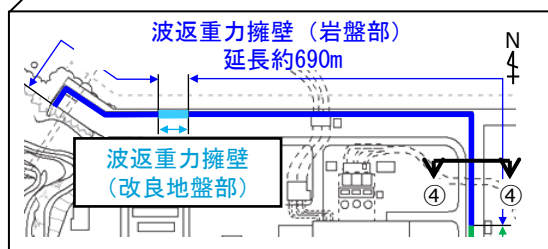
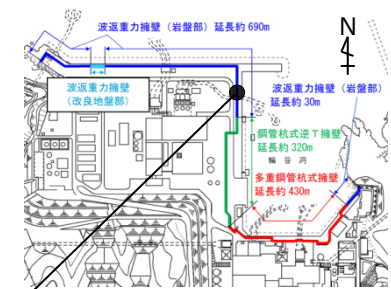
- 防波壁(波返重力擁壁)放水路貫通部(③-③断面)については, 3号炉放水路(幅5.2m×高さ5.2m, 2連)が貫通するケーソン上に重力擁壁を設置した。
- 3号炉放水路貫通部の放水路(ケーソン)は重力擁壁を間接支持する構造物とする。



防波壁(波返重力擁壁)放水路貫通部(③-③断面) 断面図

防波壁(波返重力擁壁)構造概要(8/12)

- 防波壁(波返重力擁壁)輪谷部(④-④断面)については、防波壁(波返重力式擁壁)の東側に位置し、輪谷湾に面しており、防波壁の海側に消波ブロックを設置していない断面である。

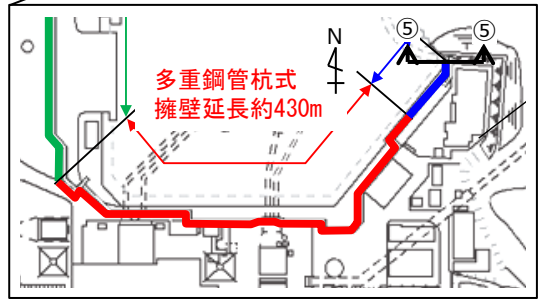
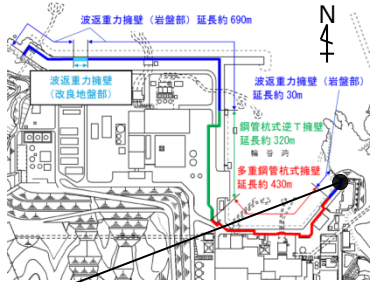


※ 防波壁(波返重力擁壁)は、グラウンドアンカーの効果を期待しなくても、耐震・耐津波安全性を担保している。

防波壁(波返重力擁壁)輪谷部(④-④断面) 断面図

防波壁(波返重力擁壁)構造概要(9/12)

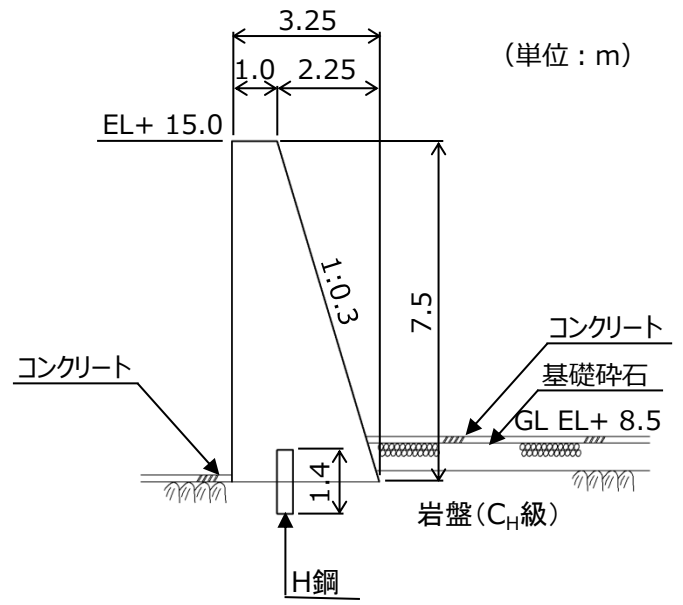
■ 防波壁(波返重力擁壁)東端部(⑤-⑤断面)については、地震及び津波による沈下やずれを生じさせないため、岩盤を露出させ、H鋼(H-350×350×12×19)を1m間隔で打設し、重力擁壁を堅硬な地山に直接設置する設計とした。また、前面及び背面をコンクリートで被覆した。



防波壁東端部 外観写真



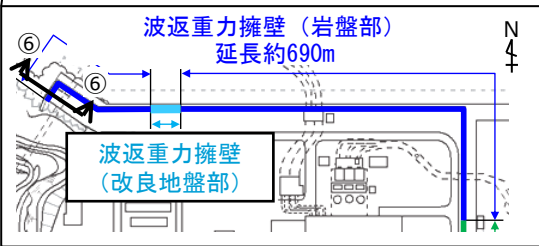
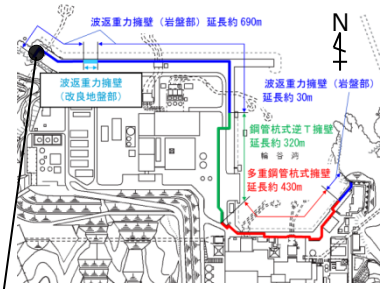
防波壁東端部 岩盤露出状況



防波壁(波返重力擁壁)東端部(⑤-⑤断面) 断面図

防波壁(波返重力擁壁)構造概要(10/12)

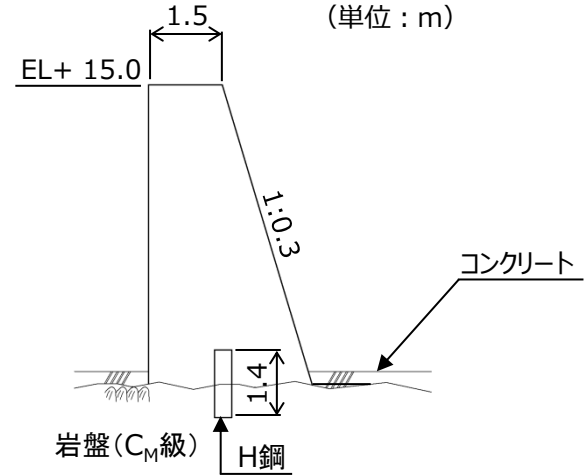
- 防波壁(波返重力擁壁)西端部(⑥-⑥断面)については、東端部同様、地震及び津波による沈下やずれを生じさせないため、岩盤を露出させ、H鋼(H-350×350×12×19)を1m間隔で打設し、重力擁壁を堅硬な地山に直接設置する設計とした。また、前面及び背面をコンクリートで被覆した。



防波壁西端部 状況写真



防波壁西端部 岩盤露出状況

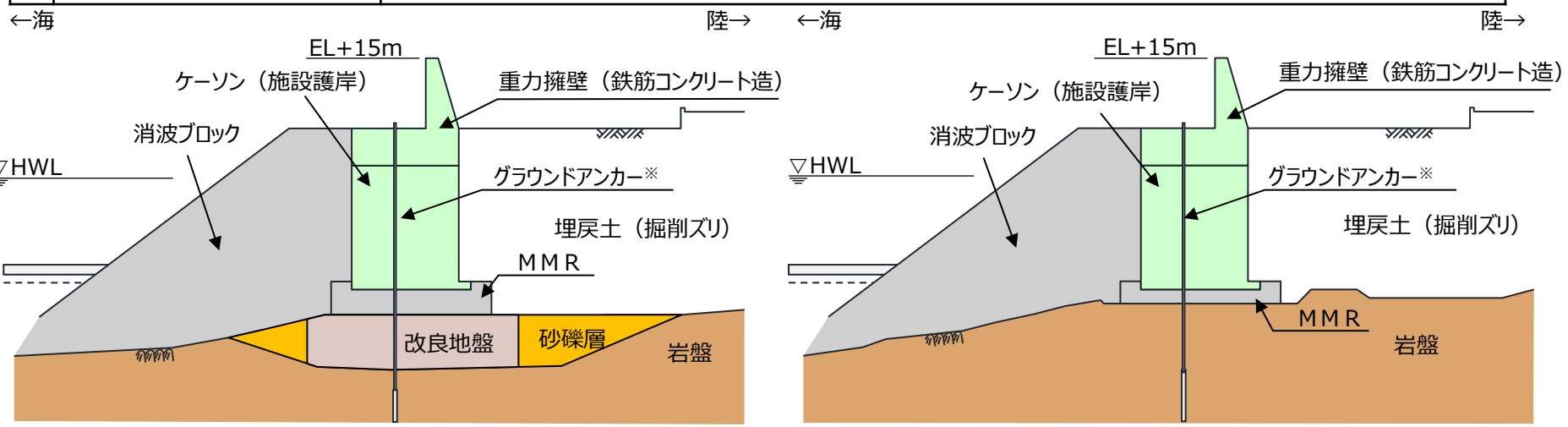


防波壁(波返重力擁壁)西端部(⑥-⑥断面) 断面図

防波壁(波返重力擁壁)構造概要(11/12)

■ 防波壁(波返重力擁壁)を構成する各部位は以下の仕様とした。

部位	仕様
【施設】	
重力擁壁	コンクリート : $f'_{ck}=24\text{N/mm}^2$ 鉄筋 : SD345
止水目地	ゴムジョイント, シートジョイント : クロコプレングム
ケーソン	プレキャストコンクリート
H鋼	H-350×350×12×19, SM490
【地盤】	
MMR	ケーソン架台に打設した基礎コンクリート, $f'_{ck}=24\text{N/mm}^2$
改良地盤	高圧噴射攪拌工法 (セメント系固化材)



※ 防波壁(波返重力擁壁)は、グラウンドアンカーの効果을期待しなくても、耐震・耐津波安全性を担保している。

防波壁(波返重力擁壁(改良地盤部))断面図

防波壁(波返重力擁壁(岩盤部))断面図

防波壁(波返重力擁壁)構造概要(12/12)

- 防波壁(波返重力擁壁)を構成する評価対象部位及び構造上のバウンダリを下表に示す。
- 防波壁(波返重力擁壁)は重力擁壁, 止水目地, ケーソン, MMR及び地盤改良を構造上のバウンダリとする。
- なお, 設置許可基準規則を踏まえた評価対象部位の役割及び性能目標等について次頁以降で詳述する。

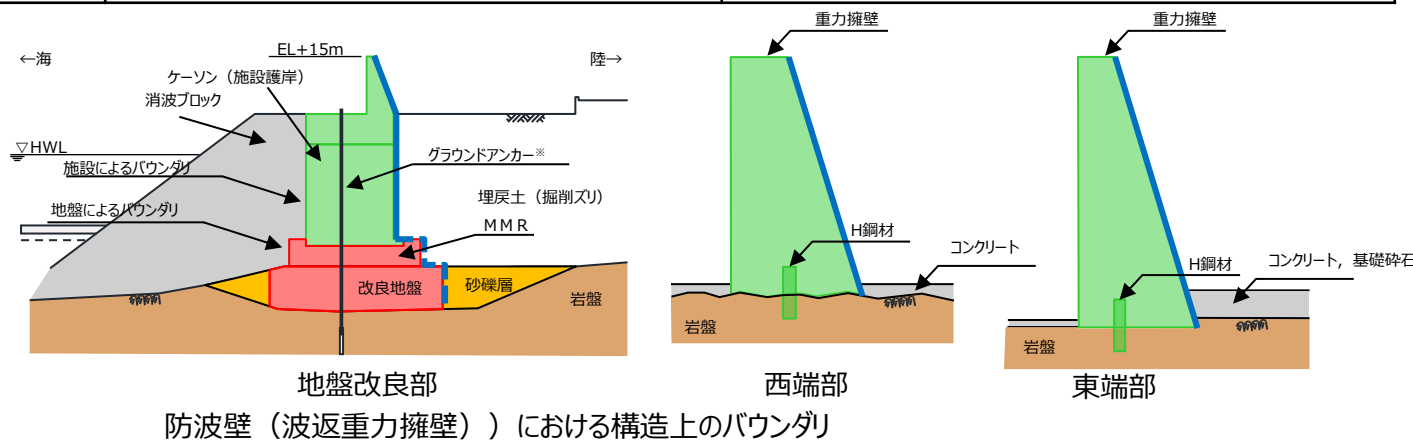
評価対象部位の役割

■ 施設の範囲 ■ 「役割」を期待する地盤

評価対象部位	役割	備考
重力擁壁	止水目地を支持, 遮水性の保持	
止水目地	重力擁壁間の遮水性の保持	
ケーソン	重力擁壁を支持, 遮水性の保持	
H鋼	重力擁壁の滑動を抑制	東端部, 西端部に設置
MMR	ケーソン及び重力擁壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与, 難透水性の保持	基礎地盤, 24N/mm ²
改良地盤	ケーソン及び重力擁壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与, 難透水性の保持	基礎地盤(ケーソン下面と岩盤上面の間に, 砂礫層が介在している区間のみ), 高圧噴射攪拌工法
岩盤	ケーソン及び重力擁壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与	基礎地盤
埋戻土(掘削ズリ), 砂礫層, 消波ブロック	役割に期待しない	

■ : 「施設」の範囲
 ■ : 「役割」を期待する地盤
 — : 施設によるバウンダリ
 - - - : 地盤によるバウンダリ

※ 防波壁(波返重力擁壁)は, グラウンドアンカーの効果も期待しなくても, 耐震・耐津波安全性を担保している。

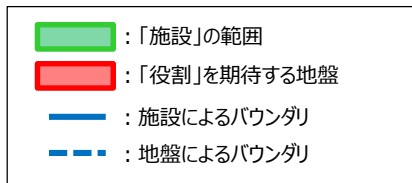


設置許可基準規則に対する確認事項(1/2)

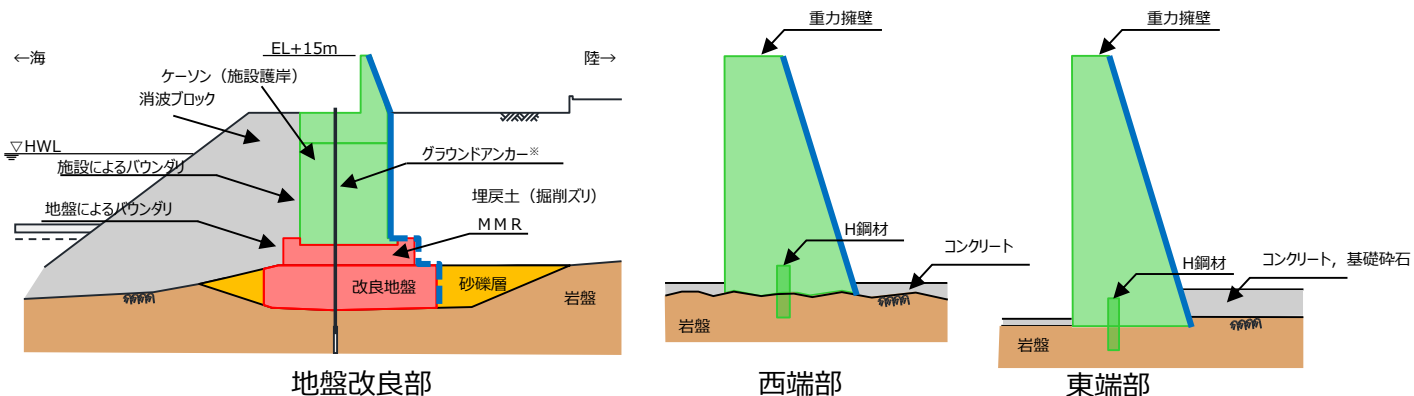
- 新規制基準への適合性において、防波壁（波返重力擁壁）における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を下表のとおり整理した。
- 以下の条文を確認することにより、防波壁（波返重力擁壁）の各条文への適合性を確認する。

防波壁（波返重力擁壁）における検討要旨

規則	検討要旨
第3条（設計基準対象施設の地盤）	<ul style="list-style-type: none"> 施設（重力擁壁，ケーソン）を支持する地盤を対象とし，すべり，支持力，傾斜等に対する安定性を確認する。
第4条（地震による損傷の防止）	<ul style="list-style-type: none"> 施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮したうえで，施設の耐震安全性を確認する。
第5条（津波による損傷の防止）	<ul style="list-style-type: none"> 地震（本震及び余震）による影響を考慮したうえで，機能を保持できることを確認する。 液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。



※ 防波壁（波返重力擁壁）は，グラウンドアンカーの効果も期待しなくても，耐震・耐津波安全性を担保している。



波返重力擁壁（改良地盤部）の「施設」・「地盤」の範囲

設置許可基準規則に対する確認事項(2/2)

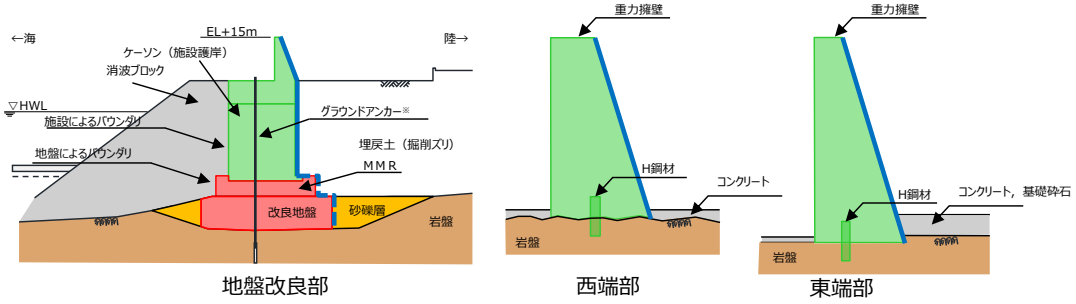
- 防波壁（波返重力擁壁）における条文に対応する各部位の役割を以下のとおり整理した。なお、以下では、津波を遮断する役割を『遮水性』，材料として津波を通しにくい役割を『難透水性』とし，これらを総称として『止水性』と整理する。
- 漂流物衝突荷重の影響により，防波壁の各部位の照査の結果，性能目標を維持できない場合は，防波壁（津波防護施設）の一部として漂流物対策工を追加設置する。なお，当該施設の設計方針については，「指摘6 漂流物衝突荷重の設定方針」において説明する。

防波壁（波返重力擁壁）の各部位の役割

	部位の名称	地震時の役割	津波時の役割
施設	重力擁壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに，遮水性を保持する。
	止水目地	・重力擁壁間の変形に追従する。	・重力擁壁間の変形に追従し，遮水性を保持する。
	ケーソン	・重力擁壁を支持するとともに，遮水性を保持する。	・重力擁壁を支持するとともに，遮水性を保持する。
	H鋼	・重力擁壁の滑動を抑制する。	・重力擁壁の滑動を抑制する。
地盤	MMR	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・難透水性を保持する。
	改良地盤	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・難透水性を保持する。
	岩盤	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。
	埋戻土（掘削ズリ），砂礫層	・役割に期待しない（解析モデルに取り込み，防波壁への相互作用を考慮する）。	・津波荷重に対して地盤反力として寄与する。
	消波ブロック	・役割に期待しない。	・役割に期待しない。

: 「施設」の範囲
 : 「役割」を期待する地盤
 : 施設によるバウンダリ
 : 地盤によるバウンダリ

※ 防波壁（波返重力擁壁）は，グラウンドアンカーの効果も期待しなくても，耐震・耐津波安全性を担保している。



役割を期待する範囲

ケーソン構造成立性検討(1/2)

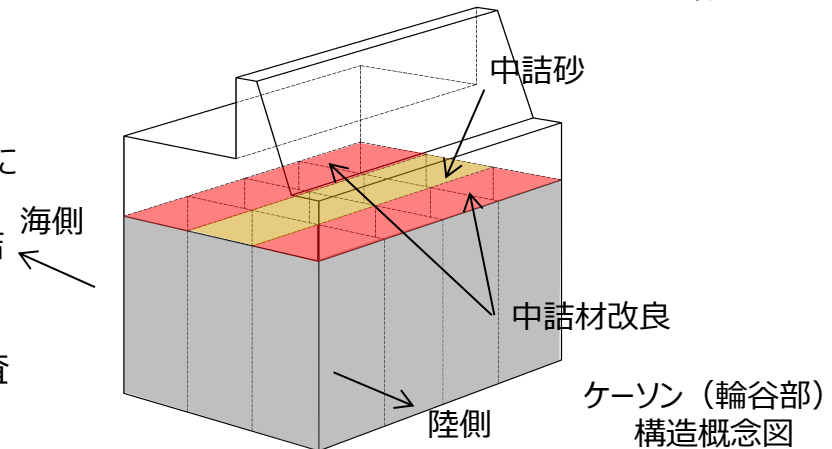
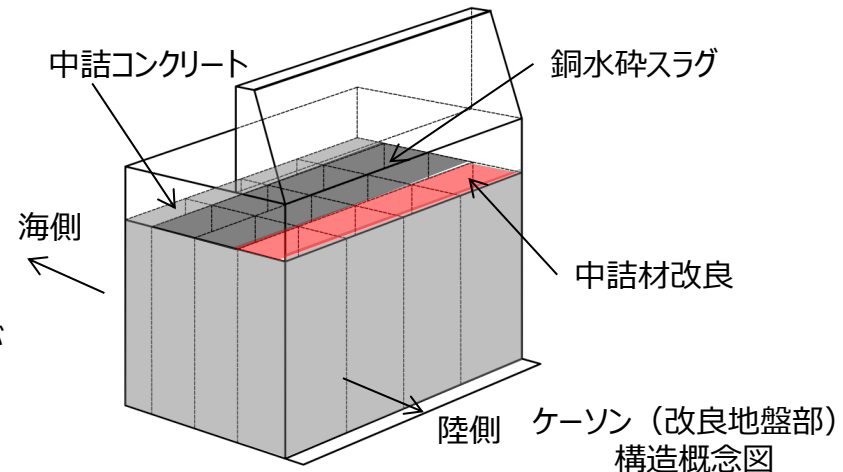
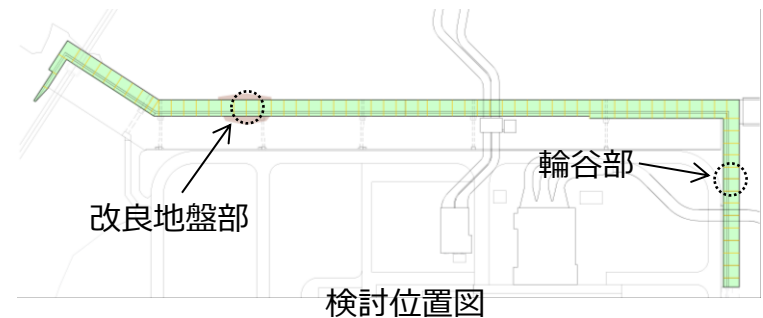
- 防波壁(波返重力擁壁)ケーソンの構造成立性を確認するため、3次元静的 F E M解析による検討を実施する。検討にあたっては、地震時のケーソン背後の地震時土圧及び慣性力によるケーソンへの影響が大きいことから、地震時による検討を実施する。
- ケーソンの評価について、2次元動的 F E M解析によりケーソン全体を評価する方針から、2次元動的 F E M解析から荷重等を抽出し、3次元静的 F E M解析によりケーソンの各部材を評価する方針に見直した。
- また、ケーソンの剛性について、港湾基準に基づきケーソン全体に対してコンクリートの剛性を設定する方針から、中詰材の剛性を期待しない方針に見直した。
- 上記の方針の見直しに伴い、地震時荷重を直接負担する部材等で構造成立性が見込めないことから、対策工として中詰材の一部を改良したものととして構造成立性を検討する。

【検討断面及び検討用地震動】

- 検討断面は、他の断面と比較してケーソン高さが高く、ケーソンの構造が異なる改良地盤部断面及び輪谷部断面を選定する。
- 地震荷重は基準地震動 S s - Dとする。

【解析条件】

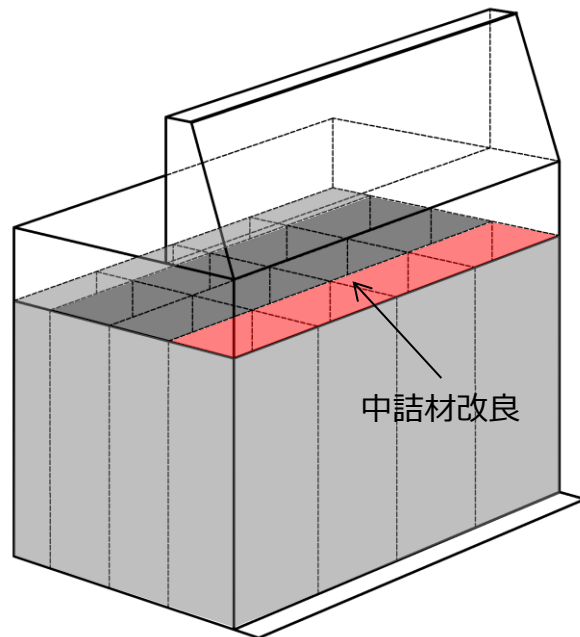
- 2次元動的 F E M解析(有効応力解析)を実施し、ケーソンの頂底板間の相対変形量が最大となる時刻における加速度及び荷重(地震時土圧、動水圧)を抽出し、3次元静的 F E Mモデルに作用させる。
- 2次元動的 F E M解析では、ケーソンの躯体のコンクリート強度と構造に応じた剛性を考慮した解析用物性値を設定する。
- 3次元静的 F E M解析では、2次元動的 F E M解析と同様に、中詰材の剛性を期待せず、重量のみ考慮する。
- 3次元静的 F E M結果を踏まえ、構造部材のうち、前壁、後壁、側壁、隔壁、底板及びフーチングを対象に、短期許容応力度による照査を実施する。



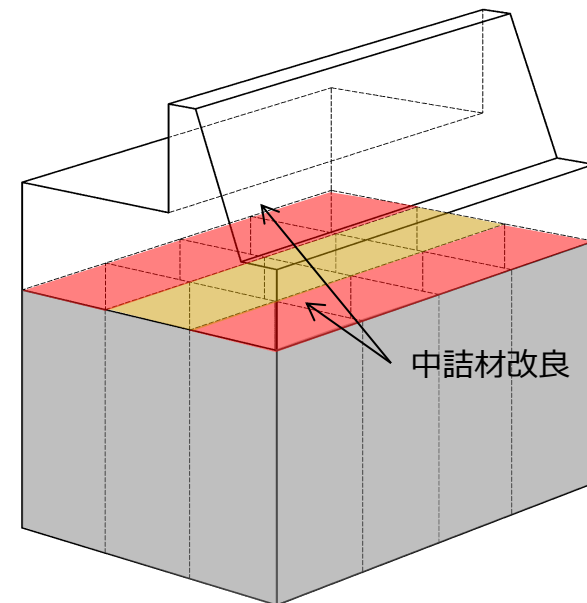
ケーソン構造成立性検討(2/2)

【中詰材の改良範囲及び仕様】

- ケーソンの中詰材の一部を改良（固化処理等）することで、基準地震動 $S_s - D$ に対し、改良地盤部及び輪谷部のケーソンにおける各構造部材において構造成立性が確保されることを確認する。
- 詳細設計段階において、他の断面も適切に検討したうえで、地震時及び津波時の荷重の不確かさ及び物性値のばらつきを考慮しても、ケーソンの各構造部材が津波防護施設としての性能を保持させる設計とし、中詰材の改良範囲及び仕様を決定する。
- 中詰材の改良範囲として、地震時、津波時荷重等が直接作用するケーソン前壁及び後壁の背面の中詰材を改良することを基本とし、ケーソンの照査結果を踏まえ、必要に応じて改良範囲の追加を検討する。また、中詰材改良の仕様として、ケーソンの照査結果を踏まえ、中詰材及びケーソン隔壁内に実施する中詰材改良の解析用物性値（剛性）を設定し、解析用物性値（剛性）の妥当性を試験等により確認する。



ケーソン（改良地盤部）耐震補強対策工（例）



ケーソン（輪谷部）耐震補強対策工（例）

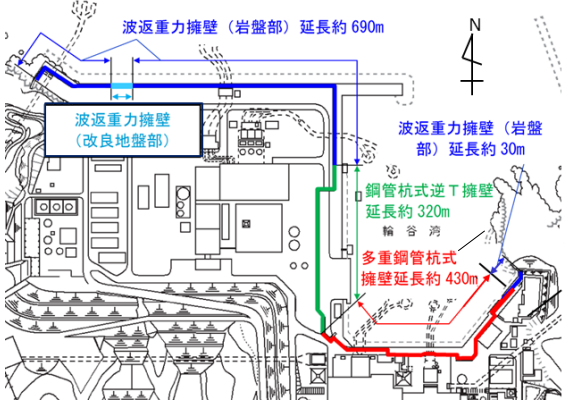
9. 防波壁の構造概要

9. 2 各防波壁の構造

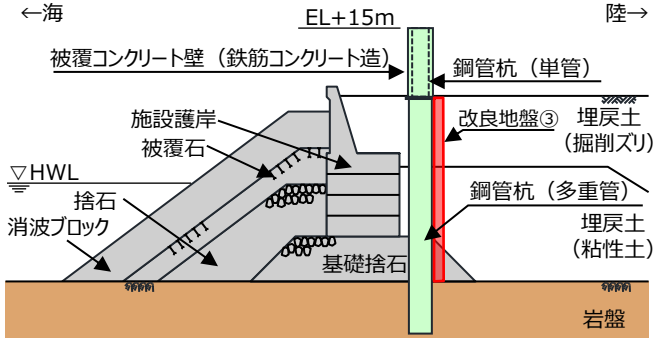
9. 2. 2 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）

- ・「島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止 論点3 防波壁の設計方針について」（第870回審査会合 資料1-2-1, 2020年6月30日）の抜粋に,
「島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止 論点3 防波壁の設計方針について」（第888回審査会合 資料2-4, 2020年8月20日）の内容を反映
- ・「島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止 論点3 「防波壁の構造についての設計方針及び構造成立性」（第909回審査会合 資料1-2, 2020年10月15日）の抜粋

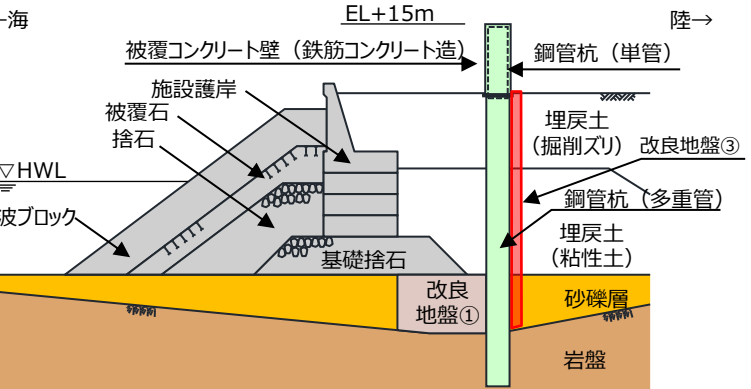
防波壁(多重鋼管杭式擁壁)構造概要(1/12)



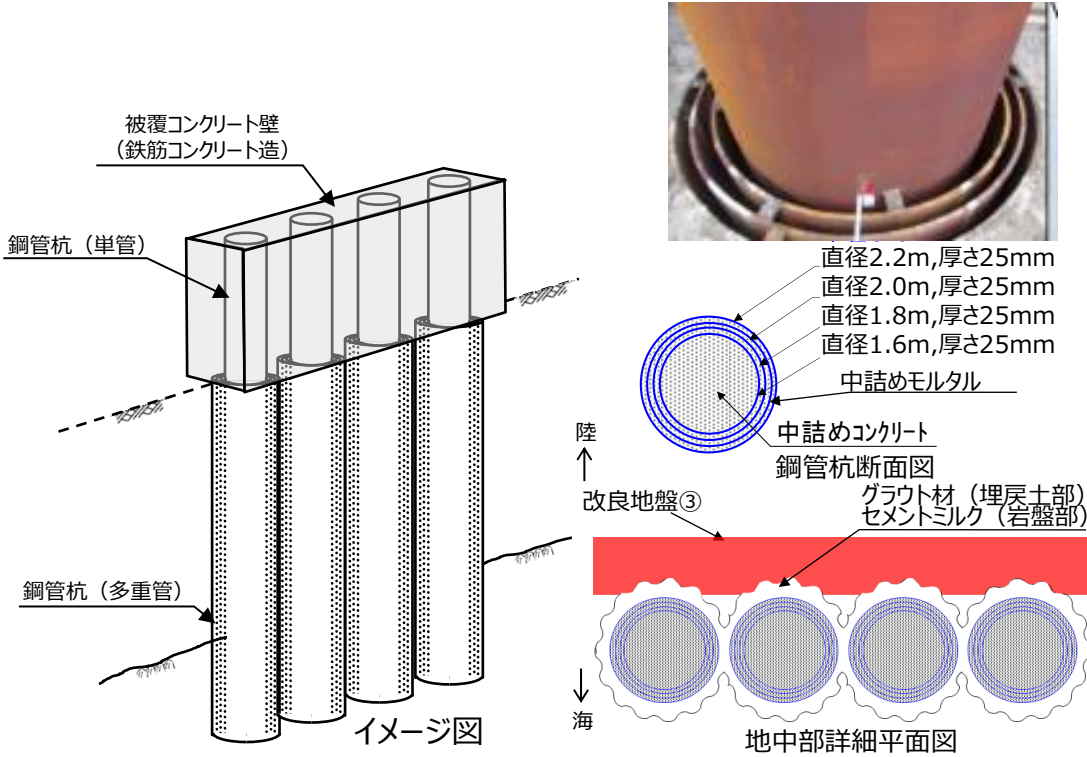
- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の構造概要を示す。
- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)は、1, 2号炉北側に配置し、鋼管杭を岩盤に打設した(根入れ深さ: 5.0m程度)。
- 鋼管杭は、コンクリートで中詰めされた大口径管の多重構造を採用している。また、岩盤部では隣り合う多重鋼管杭間にセメントミルクを間詰めし、埋戻土部はグラウト材で間詰めた。
- 被覆コンクリート壁は、下部の鋼管杭から連続する鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆した部材で構成される。鋼管杭6本程度を1ブロックの標準とした壁体を連続して設置した。このブロック間の境界には、止水性を保持するための止水目地を設置する。
- 防波壁の背後に止水性を有する地盤改良を実施する対策を行う。



防波壁(多重鋼管杭式擁壁)断面図



防波壁(多重鋼管杭式擁壁(改良地盤部))断面図



直径2.2m,厚さ25mm
直径2.0m,厚さ25mm
直径1.8m,厚さ25mm
直径1.6m,厚さ25mm

中詰めモルタル

中詰めコンクリート

鋼管杭断面図

グラウト材(埋戻土部)
セメントミルク(岩盤部)

陸

↑

改良地盤③

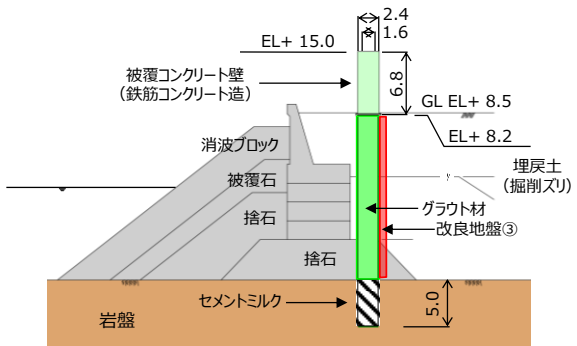
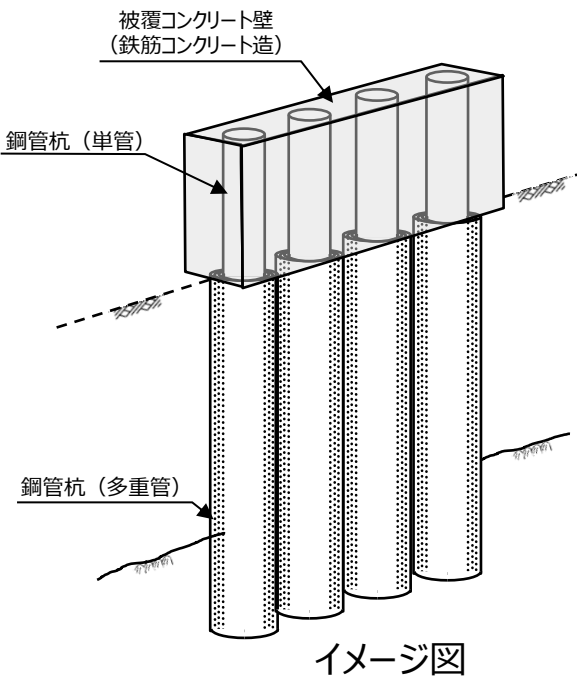
↓

海

地中部詳細平面図

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)構造概要(2/12)

■ 地中部の鋼管杭の最外管の間隔は約30cmであり、隣り合う多重鋼管杭間はセメントミルク(岩盤部)又はグラウト材(埋戻土部)で充填されている。

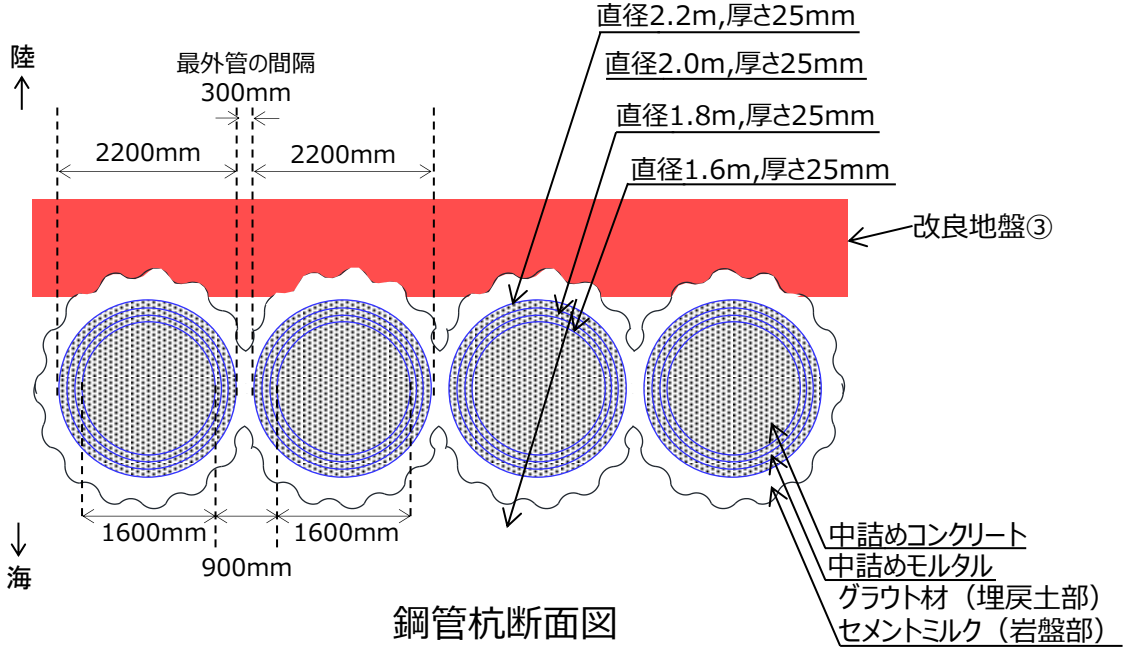


凡例

	防波壁、防波扉
	MMR・コンクリート構造物
	岩盤
	セメントミルク
	グラウト材
	改良地盤③

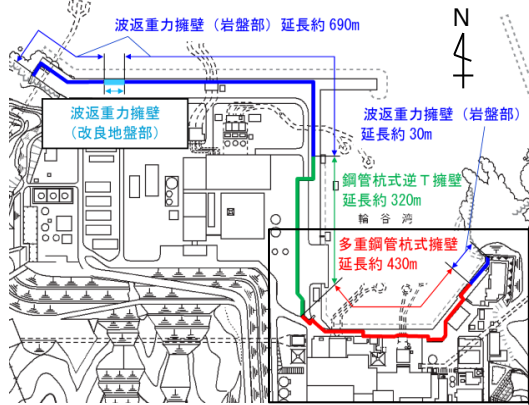
防波壁(多重鋼管杭式擁壁) 杭間部 断面図

【地中部】



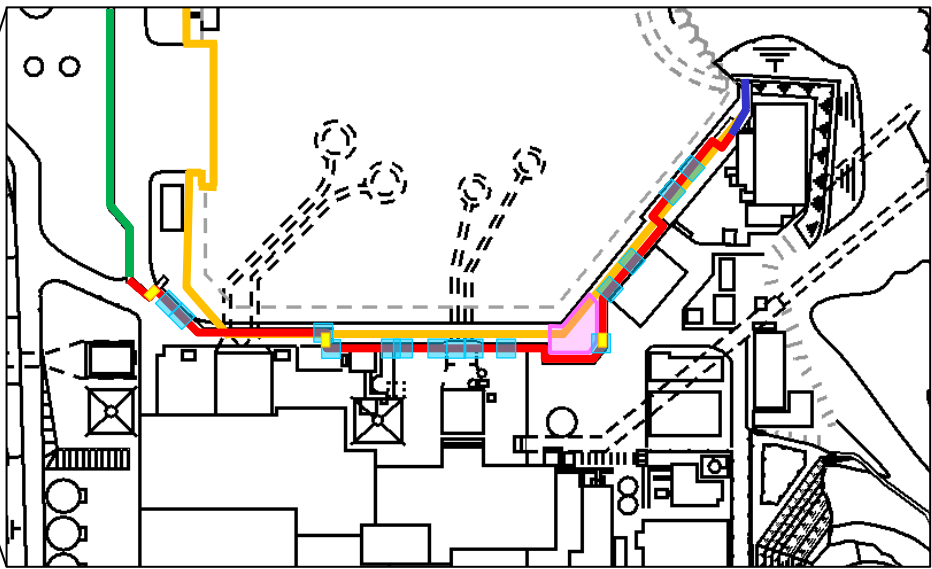
防波壁(多重鋼管杭式擁壁)構造概要(3/12)

- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)については、1, 2号炉北側全線にわたり多重鋼管杭を連続的に設置した。
- 岩盤上に砂礫層が堆積している範囲において防波壁前面で薬液注入工法(特殊スラグ系固化材)により地盤改良を実施した(改良地盤①)。
- また、取水路及び屋外排水路設置箇所等で杭間隔が大きい区間については、側方の鋼管杭に支持された上部工が横断する構造としており、横断部の地中については、止水性を保持する観点から薬液注入工法(セメント系固化材)により地盤改良を実施した(改良地盤②)。

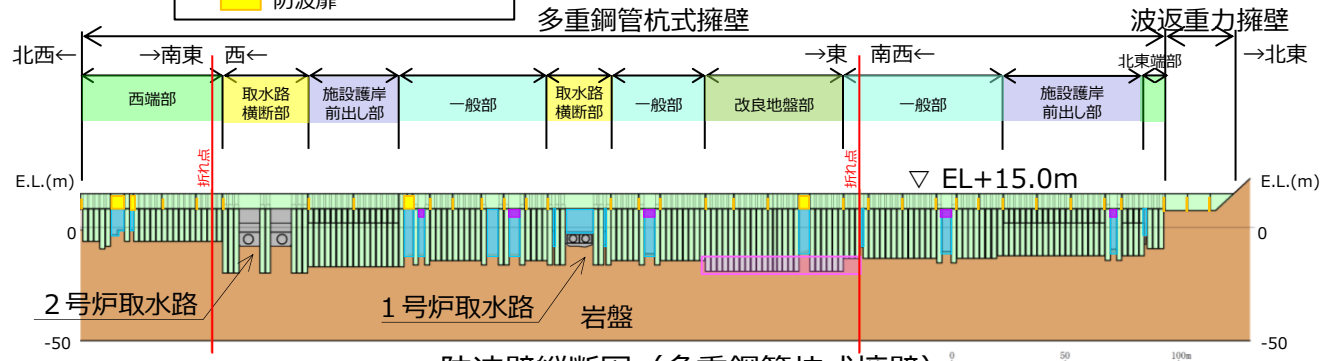


凡例

- 多重鋼管杭式擁壁
- 鋼管杭式逆T擁壁
- 波返重力擁壁
- 施設護岸
- 改良地盤①(砂礫層)
- 改良地盤②(杭間部)
- 防波扉



防波壁平面図(多重鋼管杭式擁壁)



防波壁縦断図(多重鋼管杭式擁壁)

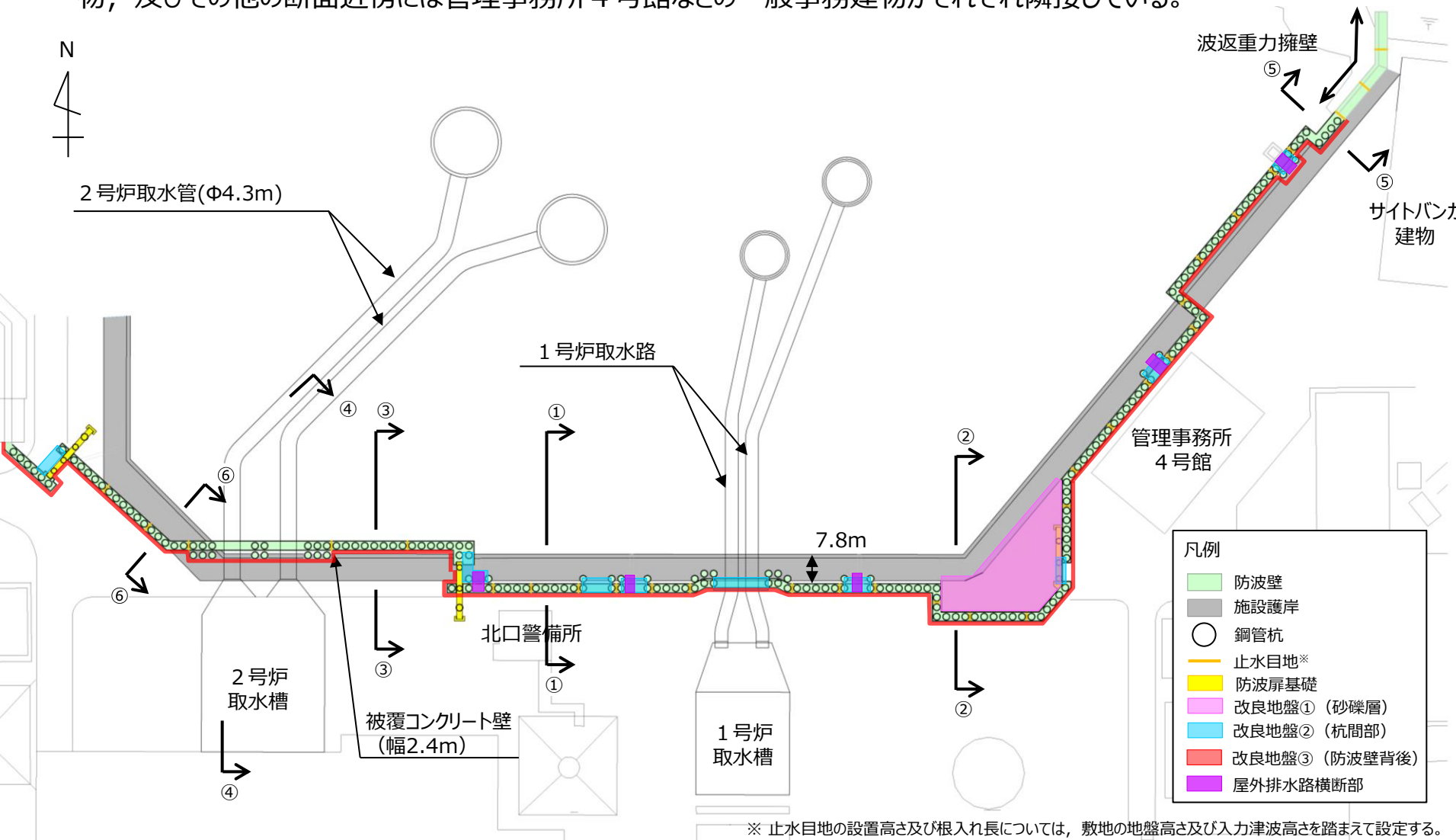
凡例

- 改良地盤①(砂礫層)
- 改良地盤②(1号炉取水路上部等)
- 防波壁
- MMR・コンクリート構造物
- 岩盤
- 防波扉
- 屋外排水路横断部
- 止水目地*

*止水目地の設置高さ及び根入れ長については、敷地の地盤高さ及び入力津波高さを踏まえて設定する。

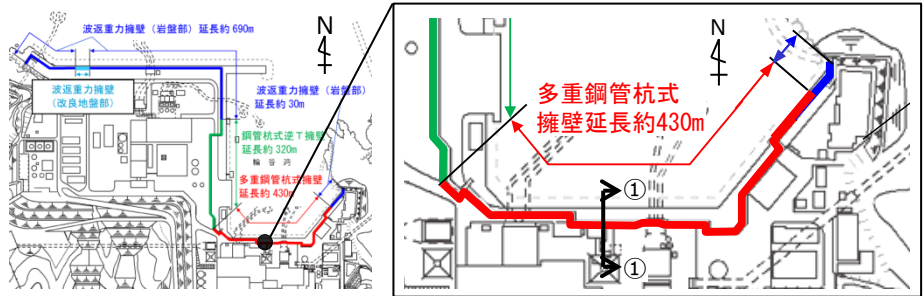
防波壁(多重鋼管杭式擁壁)構造概要(4/12)

- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)平面図(止水目地位置含む)を以下に示す。
- 防波壁取水路横断部(④-④断面)南側には2号炉取水槽, 北東端部(⑤-⑤断面)東側にはサイトバンカ建物, 及びその他の断面近傍には管理事務所4号館などの一般事務建物がそれぞれ隣接している。

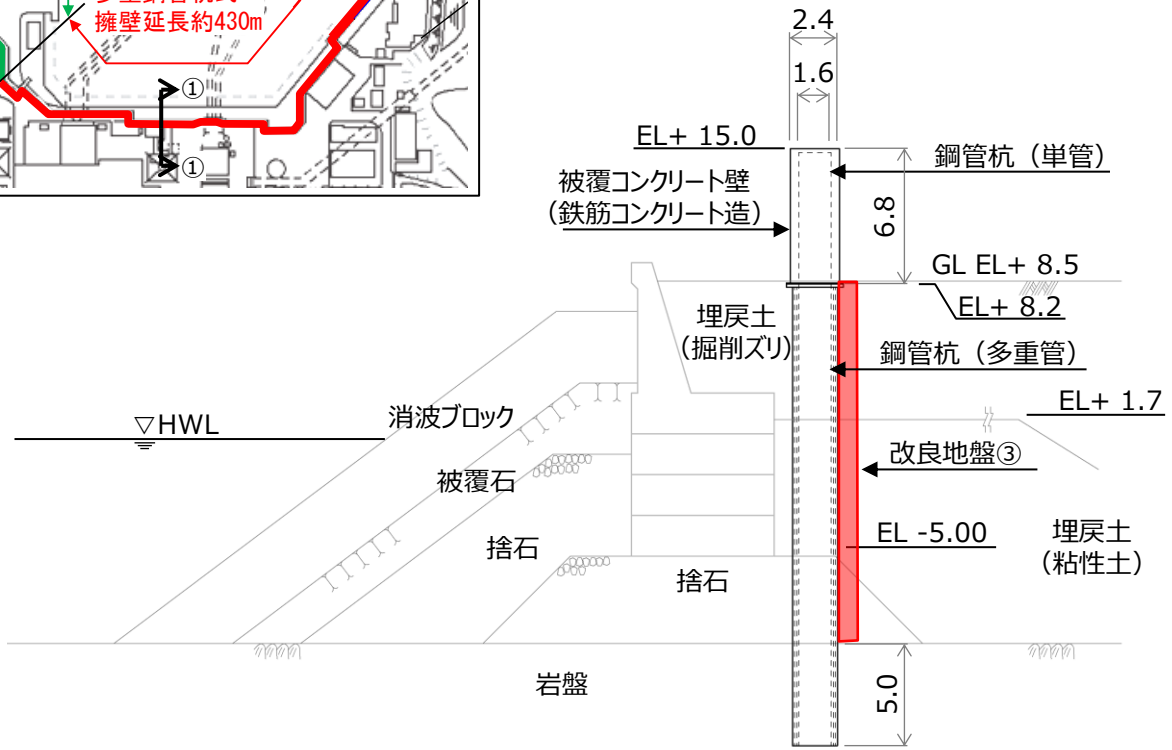


防波壁(多重鋼管杭式擁壁)構造概要(5/12)

- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)一般部(①-①断面)については、施設護岸の南側(陸側)に防波壁(多重鋼管杭式擁壁)が配置される構造となっている。



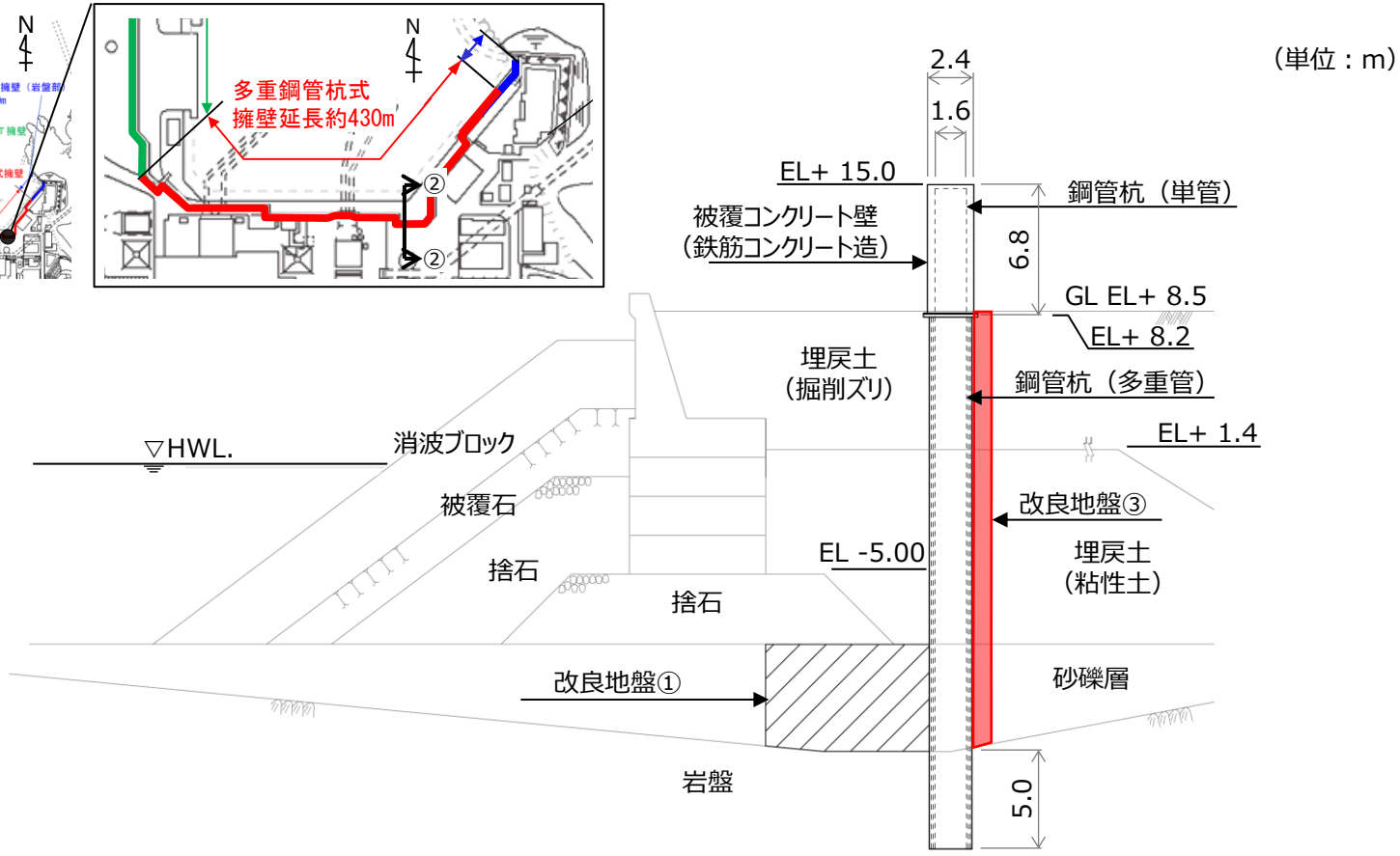
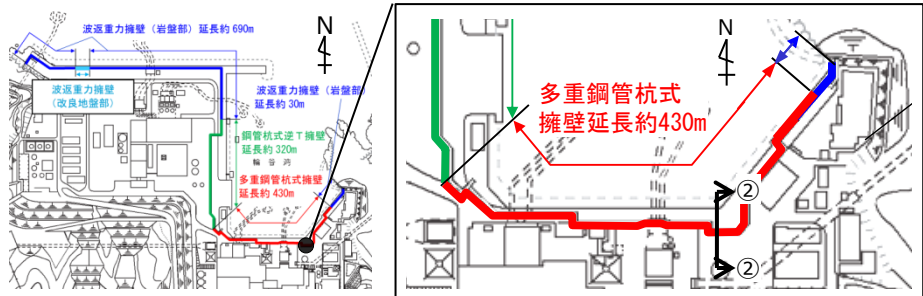
(単位 : m)



防波壁(多重鋼管杭式擁壁)一般部(①-①断面)断面図

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)構造概要(6/12)

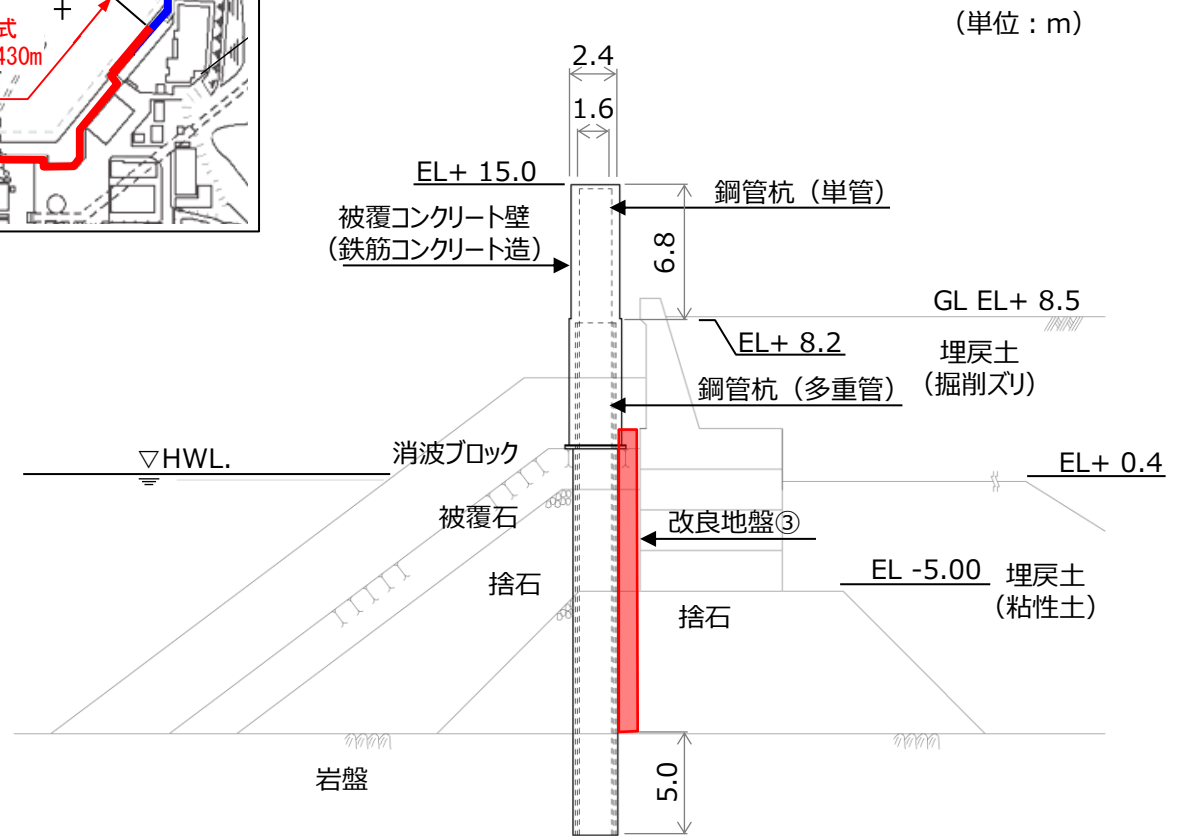
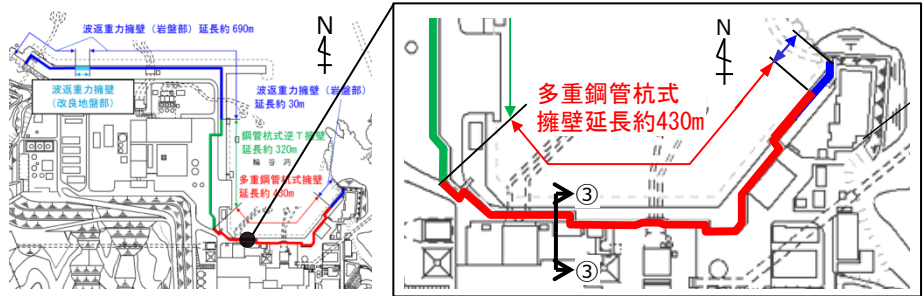
- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)改良地盤部(②-②断面)については、防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の南東角部に位置し、支持地盤が深く、杭長が最も長い箇所である。周辺の砂礫層(海側)に対しては、薬液注入工法により地盤改良を実施した。



防波壁(多重鋼管杭式擁壁) 改良地盤部(②-②断面) 断面図

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)構造概要(7/12)

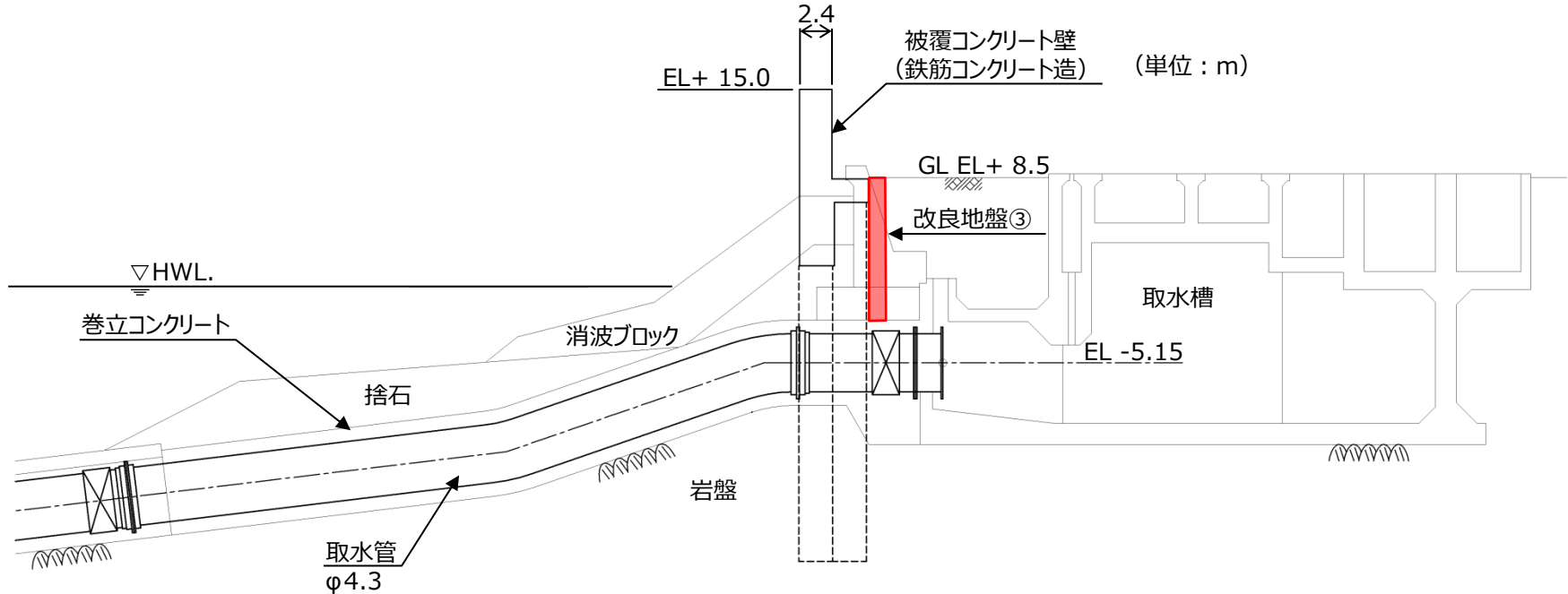
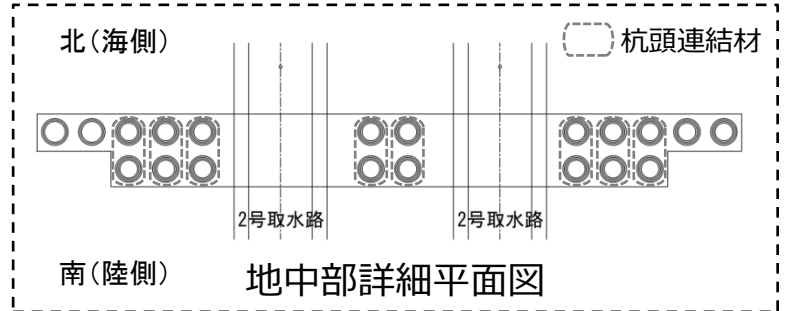
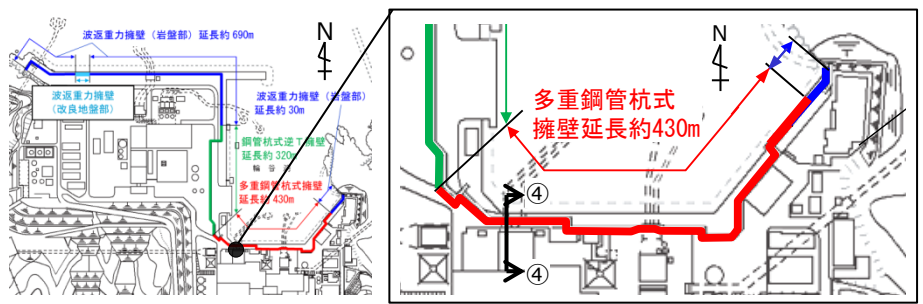
- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)施設護岸前出し部(③-③断面)については、施設護岸の北側(海側)に防波壁(多重鋼管杭式擁壁)が配置される構造となっている。



防波壁(多重鋼管杭式擁壁) 施設護岸前出し部(③-③断面) 断面図

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)構造概要(8/12)

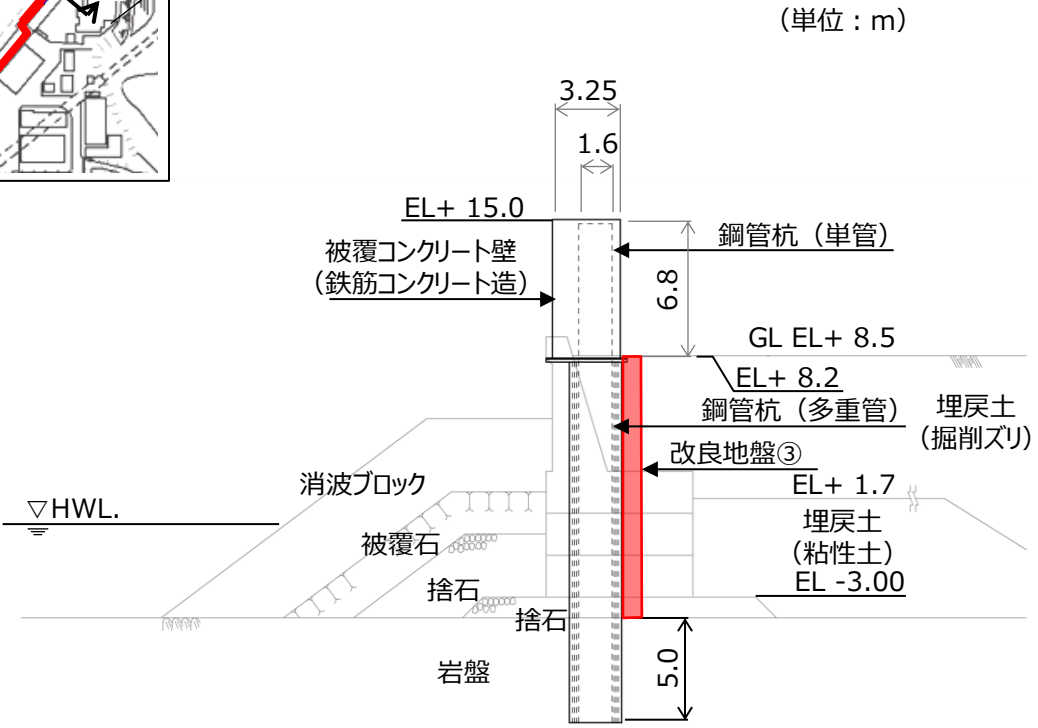
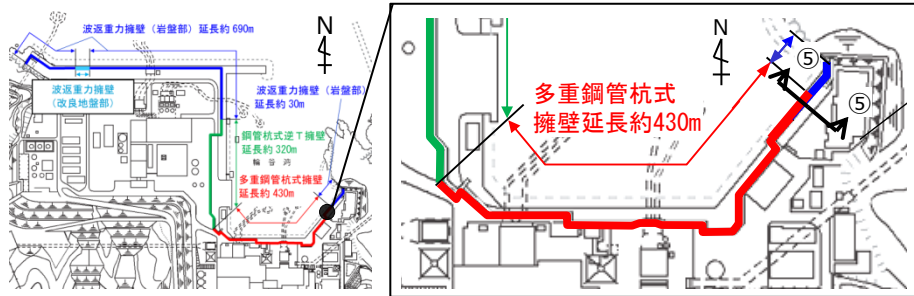
- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)取水路横断部(④-④断面)については、2号炉取水管(φ4.3m)を横断するため、側方の多重鋼管杭を南北方向に2列配置し、杭頭連結材を設置した。



防波壁(多重鋼管杭式擁壁)取水路横断部(④-④断面) 断面図

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)構造概要(9/12)

- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)北東端部(⑤-⑤断面)については、施設護岸上に防波壁(多重鋼管杭式擁壁)が配置される構造となっている。

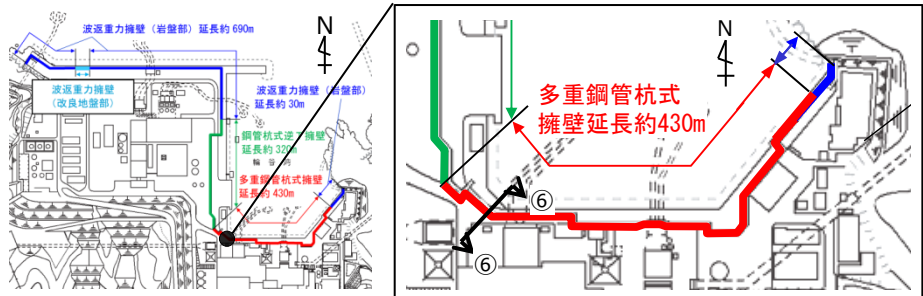


(単位 : m)

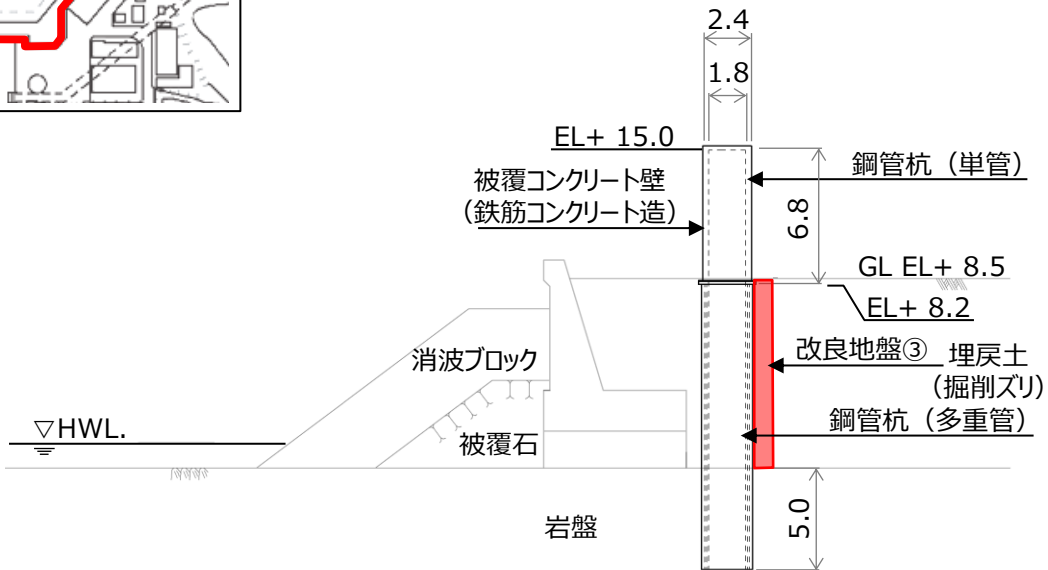
防波壁(多重鋼管杭式擁壁) 北東端部(⑤-⑤断面) 断面図

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)構造概要(10/12)

- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)西端部(⑥-⑥断面)については、施設護岸の南西側(陸側)に防波壁(多重鋼管杭式擁壁)が配置される構造となっている。



(単位 : m)



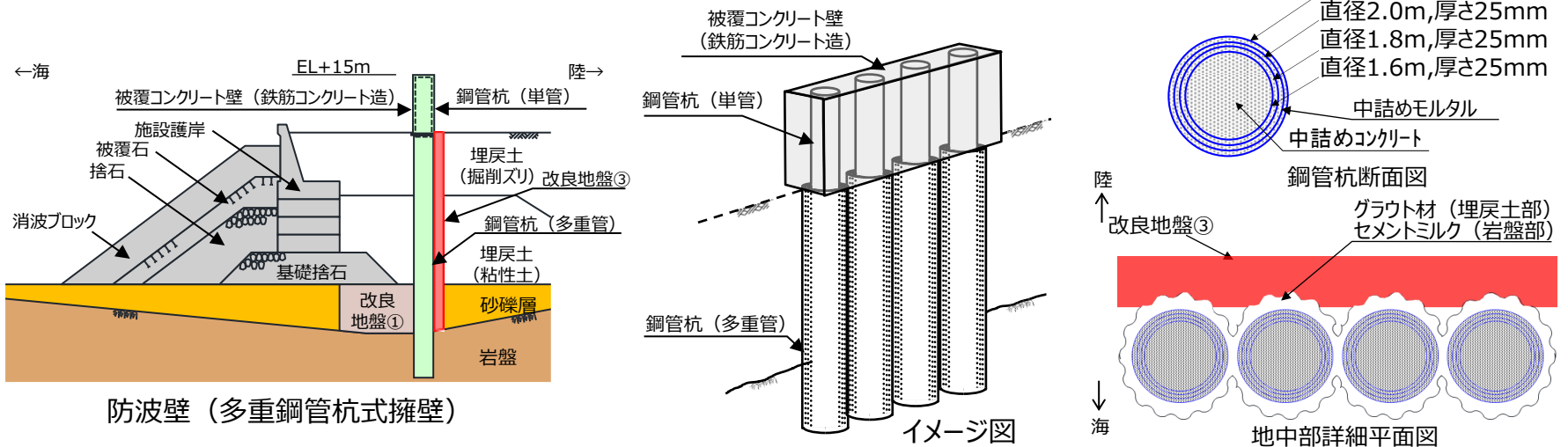
防波壁(多重鋼管杭式擁壁) 西端部(⑥-⑥断面) 断面図

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)構造概要(11/12)

■ 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)を構成する各部位は以下の仕様とした。

部位	仕様
【施設】	
鋼管杭	最内管：φ1600mm,t=25mm,SKK490 最内から2番目の管：φ1800mm,t=25mm,SKK490 最内から3番目の管：φ2000mm,t=25mm,SKK490 最外管：φ2200mm,t=25mm,SKK490又はSM490Y 中詰コンクリート (f'ck=18N/mm ²)
被覆コンクリート壁	コンクリート：f'ck=24N/mm ² 鉄筋：SD345
止水目地	ゴムジョイント, シートジョイント：クロロプレンゴム
【地盤】※	
セメントミルク	q _u =9.8N/mm ² 以上
改良地盤①(砂礫層)	薬液注入工法(セメント系固化材, 特殊スラグ系固化材)

※防波壁の背後に実施する地盤改良(改良地盤③)の仕様は詳細設計段階において説明する。



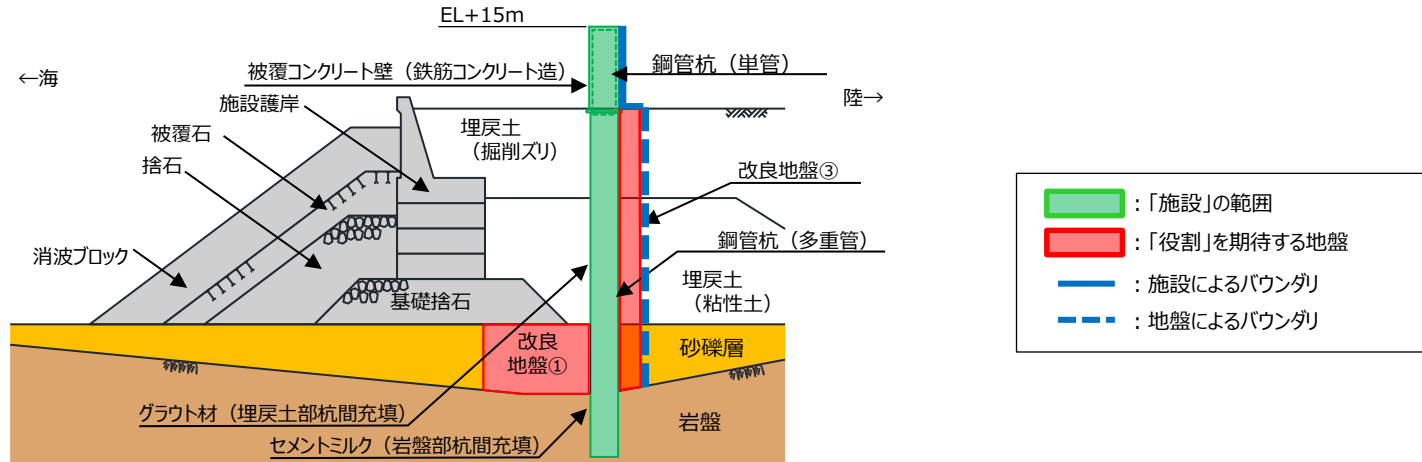
防波壁(多重鋼管杭式擁壁)構造概要(12/12)

- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)を構成する評価対象部位及び構造上のバウンダリを示す。
- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)は被覆コンクリート壁及び止水目地を構造上のバウンダリとする。また、地中部の改良地盤③についても構造上のバウンダリとする。

評価対象部位の役割

施設の範囲
 「役割」を期待する地盤

評価対象部位	役割	備考
鋼管杭	被覆コンクリート壁を支持	
被覆コンクリート壁	止水目地を支持, 遮水性の保持	
止水目地	被覆コンクリート壁間の遮水性の保持	
セメントミルク	鋼管杭の変形を抑制, 難透水性の保持	
改良地盤①(砂礫層)	鋼管杭の変形を抑制, 難透水性の保持	薬液注入工法
改良地盤③(防波壁背後)	難透水性の保持	薬液注入工法(計画)
岩盤	鋼管杭及び被覆コンクリート壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与, 鋼管杭の変形を抑制	基礎地盤
改良地盤②(1号炉取水路上部等), 埋戻土(掘削ズリ), 埋戻土(粘性土), 砂礫層, 施設護岸, 被覆石, 捨石, 基礎捨石, 消波ブロック, グラウト材	役割に期待しない	



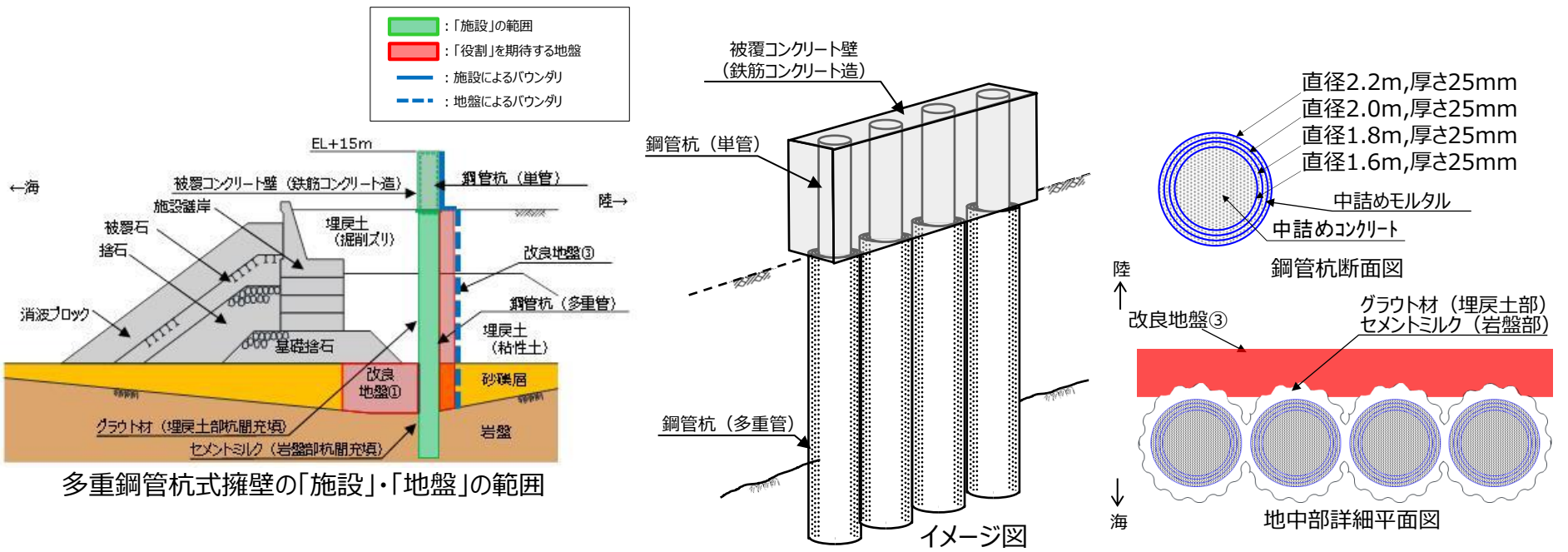
防波壁(多重鋼管杭式擁壁)(改良地盤部)における構造上のバウンダリ

設置許可基準規則に対する確認事項(1/2)

- 新規性基準への適合性において、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を下表のとおり整理した。
- 以下の条文を確認することにより、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の各条文への適合性を確認する。

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）における検討要旨

規則	検討要旨
第3条（設計基準対象施設の地盤）	<ul style="list-style-type: none"> 施設（鋼管杭）を支持する地盤を対象とし、すべり、支持力、傾斜等に対する安定性を確認する。
第4条（地震による損傷の防止）	<ul style="list-style-type: none"> 施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮したうえで、施設の耐震安全性を確認する。
第5条（津波による損傷の防止）	<ul style="list-style-type: none"> 地震（本震及び余震）による影響を考慮したうえで、機能を保持できることを確認する。 液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。



多重鋼管杭式擁壁の「施設」・「地盤」の範囲

イメージ図

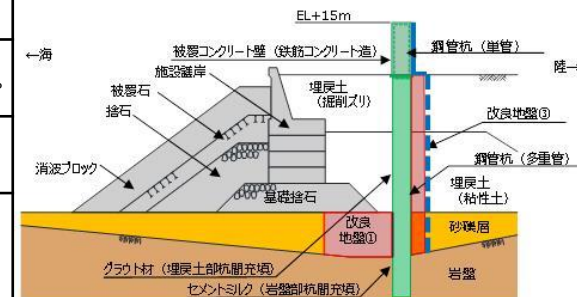
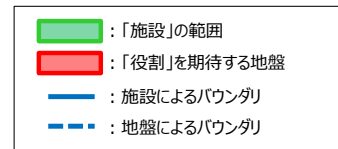
地中部詳細平面図

設置許可基準規則に対する確認事項(2/2)

- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)における条文に対応する各部位の役割を以下のとおり整理した。なお、以下では、津波を遮断する役割を『遮水性』, 材料として津波を通しにくい役割を『難透水性』とし、これらを総称として『止水性』と整理する。
- 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の周辺地盤及び施設護岸については、設置状況に応じて解析モデルに取り込むが、防波壁の前面に位置している施設護岸については、その損傷による防波壁への影響が大きいと考えられるため、それが損傷した場合の防波壁の耐震性への影響を確認する(5.5(4)参照)。
- 鋼管杭間を間詰めしているグラウト材及び改良地盤②は難透水性の地盤ではあるが、地震により施設護岸が損傷し、杭間に直接津波波圧が作用した場合には、止水性を担保することが困難であることから、津波の地盤中からの回り込みに対して万全を期すため、防波壁の背後に地盤改良(改良地盤③)を実施する(5.5(4)参照)。

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の各部位の役割

	部位の名称	地震時の役割	津波時の役割
施設	鋼管杭	・被覆コンクリート壁を支持する。	・被覆コンクリート壁を支持する。
	被覆コンクリート壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
	止水目地	・被覆コンクリート壁間の変形に追従する。	・被覆コンクリート壁間変形に追従し、遮水性を保持する。
地盤	セメントミルク(岩盤部杭間部充填)	・鋼管杭の変形を抑制する。	・鋼管杭の変形を抑制する。 ・難透水性を保持する。
	改良地盤①(砂礫層)	・鋼管杭の変形を抑制する。	・難透水性を保持する。
	改良地盤②(1号炉取水路上部等)	・役割に期待しない。	・難透水性の地盤ではあるが、役割に期待しない。
	改良地盤③(防波壁背後)	・役割に期待しない(解析モデルに取り込み、防波壁への相互作用を考慮する)。	・難透水性を保持する。
	岩盤	・鋼管杭及び被覆コンクリート壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・鋼管杭の変形を抑制する。	・鋼管杭及び被覆コンクリート壁を支持する。 ・鋼管杭の変形を抑制する。
	埋戻土(掘削ズリ), 埋戻土(粘性土), 砂礫層	・役割に期待しない(解析モデルに取り込み、防波壁への相互作用を考慮する)。	・防波壁より陸側については、津波荷重に対して地盤反力として寄与する。
	施設護岸, 基礎捨石, 捨石, 被覆石	・役割に期待しない(解析モデルに取り込み、防波壁への波及的影響を考慮する)。	・役割に期待しない。
	消波ブロック	・役割に期待しない。	・役割に期待しない。
	グラウト材(埋戻土部杭間部充填)	・役割に期待しない。	・難透水性の地盤ではあるが、役割に期待しない。



役割を期待する範囲

9. 防波壁の構造概要

9. 2 各防波壁の構造

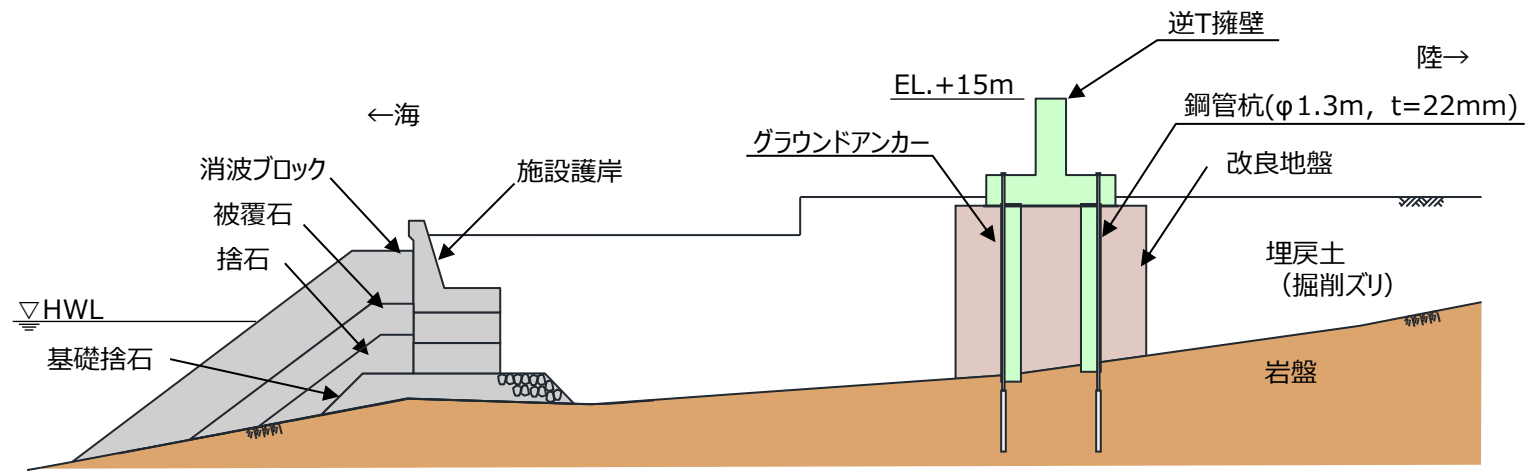
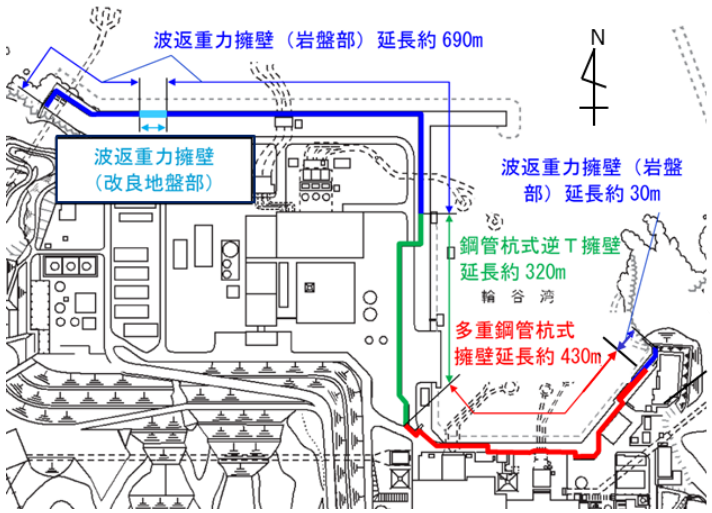
9. 2. 3 防波壁(逆T擁壁)

- ・「島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止 論点3 防波壁の設計方針について」(第888回審査会合 資料2-1, 2020年8月20日)の抜粋
- ・「島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止 論点3 「防波壁の構造についての設計方針及び構造成立性」(第909回審査会合 資料1-2, 2020年10月15日)の抜粋

※資料中の「防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)」については、名称を「防波壁(逆T擁壁)」に変更予定

防波壁(逆T擁壁)構造概要(1/10)

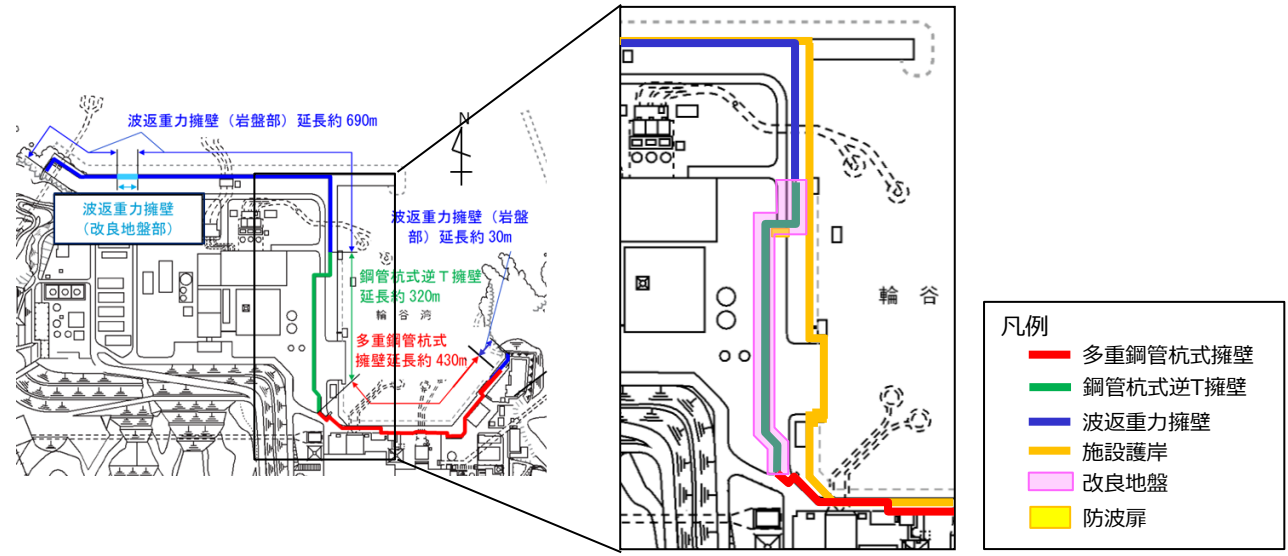
- 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)は、3号炉東側に配置し、鋼管杭を岩盤に打設した。
- 逆T擁壁は、鋼管杭8本程度(横断方向に2列、縦断方向に4列)を1ブロックの標準とした壁体を連続して設置した。このブロック間の境界には、止水性を保持するための止水目地を設置する。
- 逆T擁壁上に、標準的な1ブロックにおいて海側では8本、陸側では4本を基本にグラウンドアンカーを設置している。



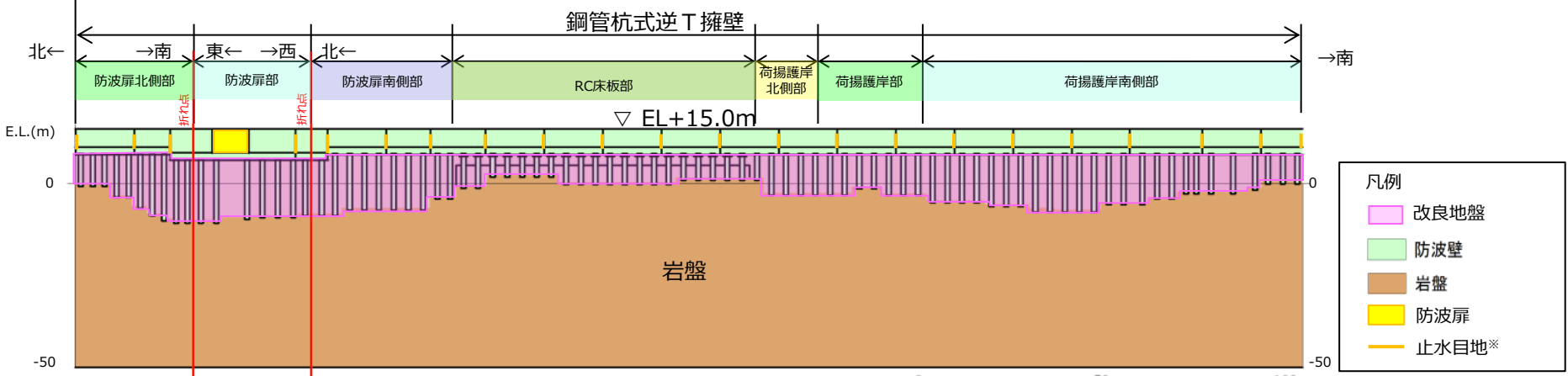
防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)断面図

防波壁(逆T擁壁)構造概要(2/10)

■ 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)については、3号炉東側全線にわたり鋼管杭を約4m間隔で配置し、逆T擁壁の支持及び止水性の保持の観点から杭間の埋戻土(掘削スリ)に対して地盤改良を実施した。



防波壁平面図(鋼管杭式逆T擁壁)

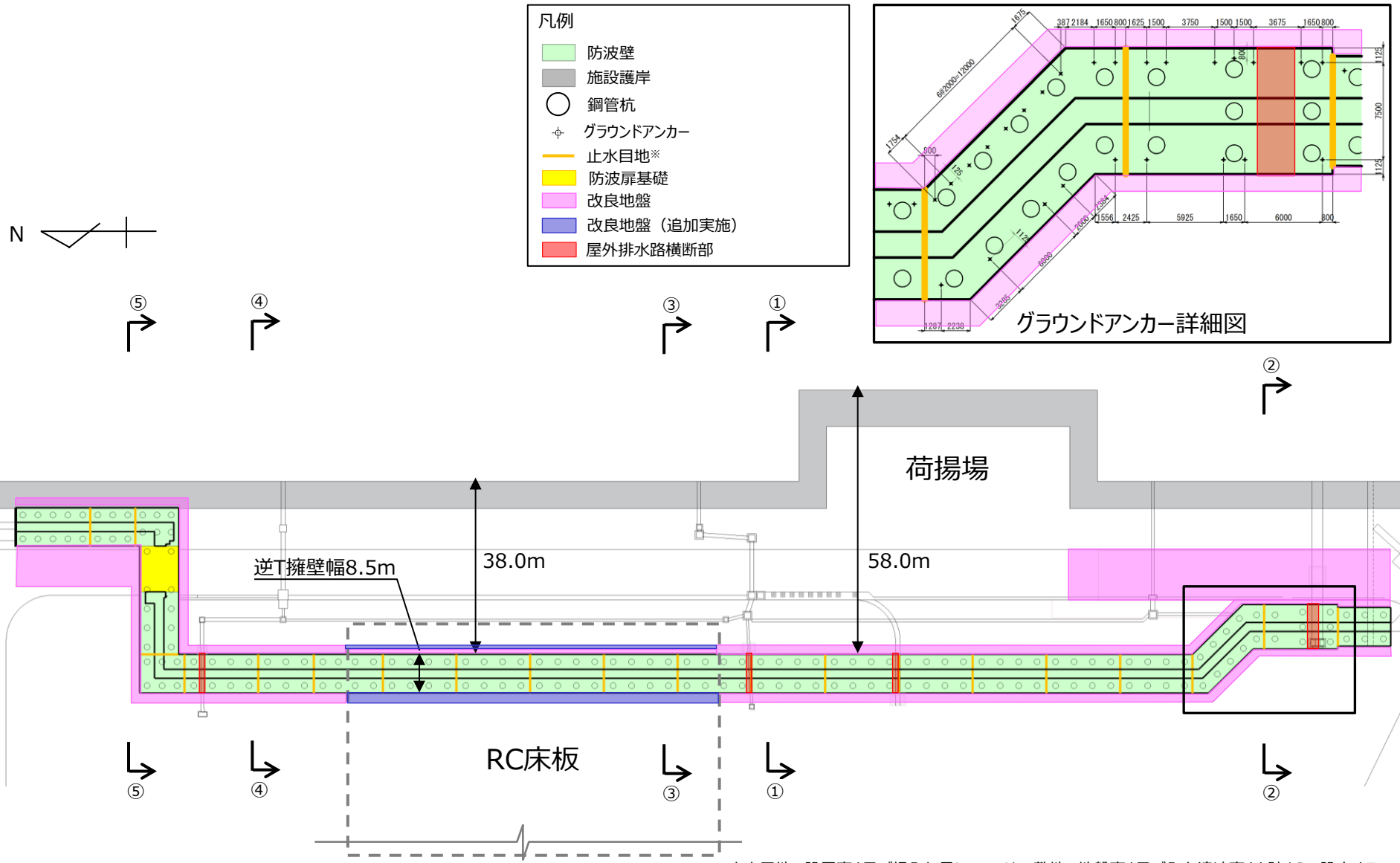


防波壁縦断図(鋼管杭式逆T擁壁)

*止水目地の設置高さ及び根入れ長については、敷地の地盤高さ及び入力津波高さを踏まえて設定する。

防波壁(逆T擁壁)構造概要(3/10)

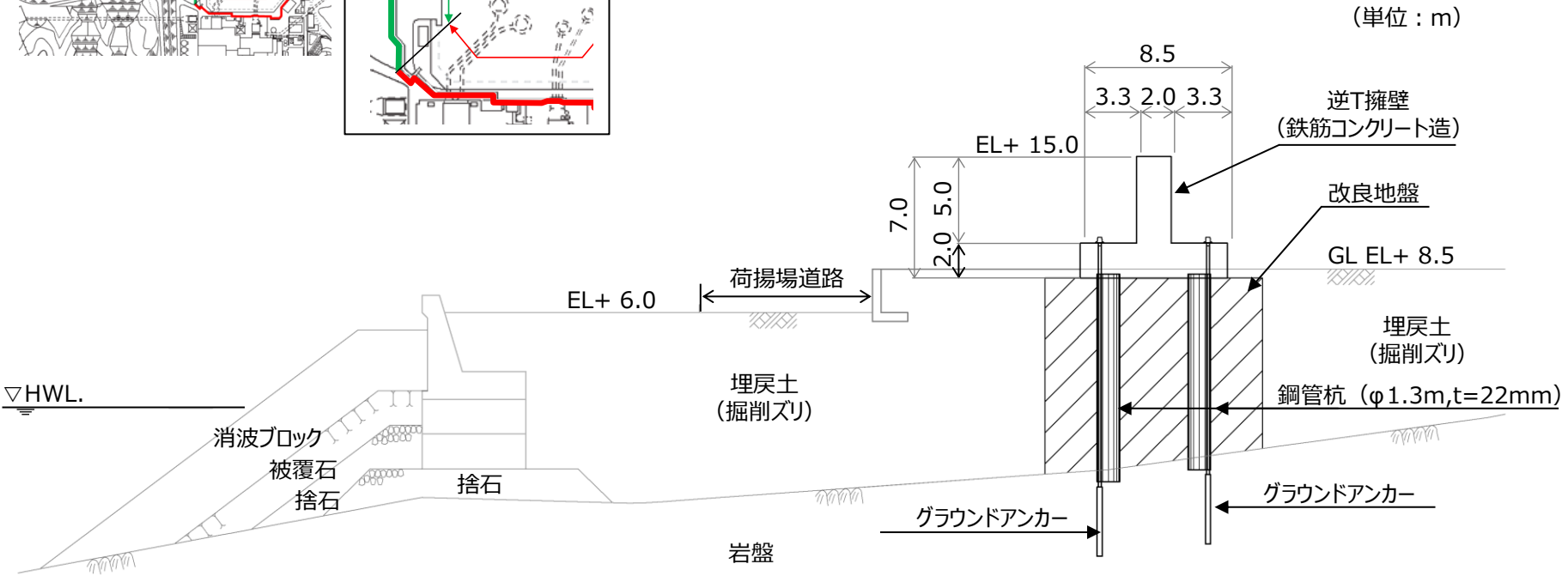
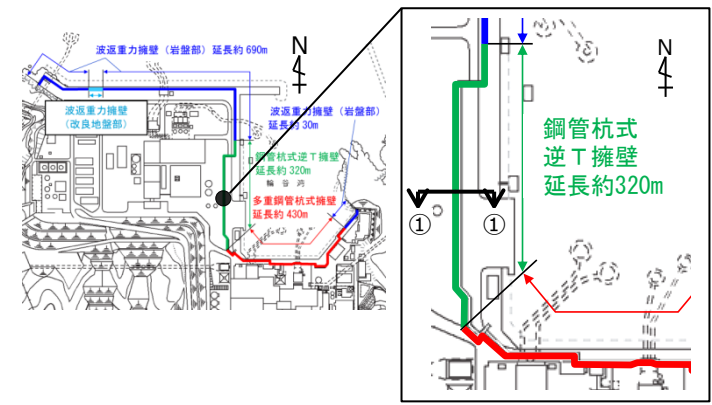
■ 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の平面図(止水目地位置含む)を以下に示す。



*止水目地の設置高さ及び根入れ長については、敷地の地盤高さ及び入力津波高さを踏まえて設定する。

防波壁(逆T擁壁)構造概要(4/10)

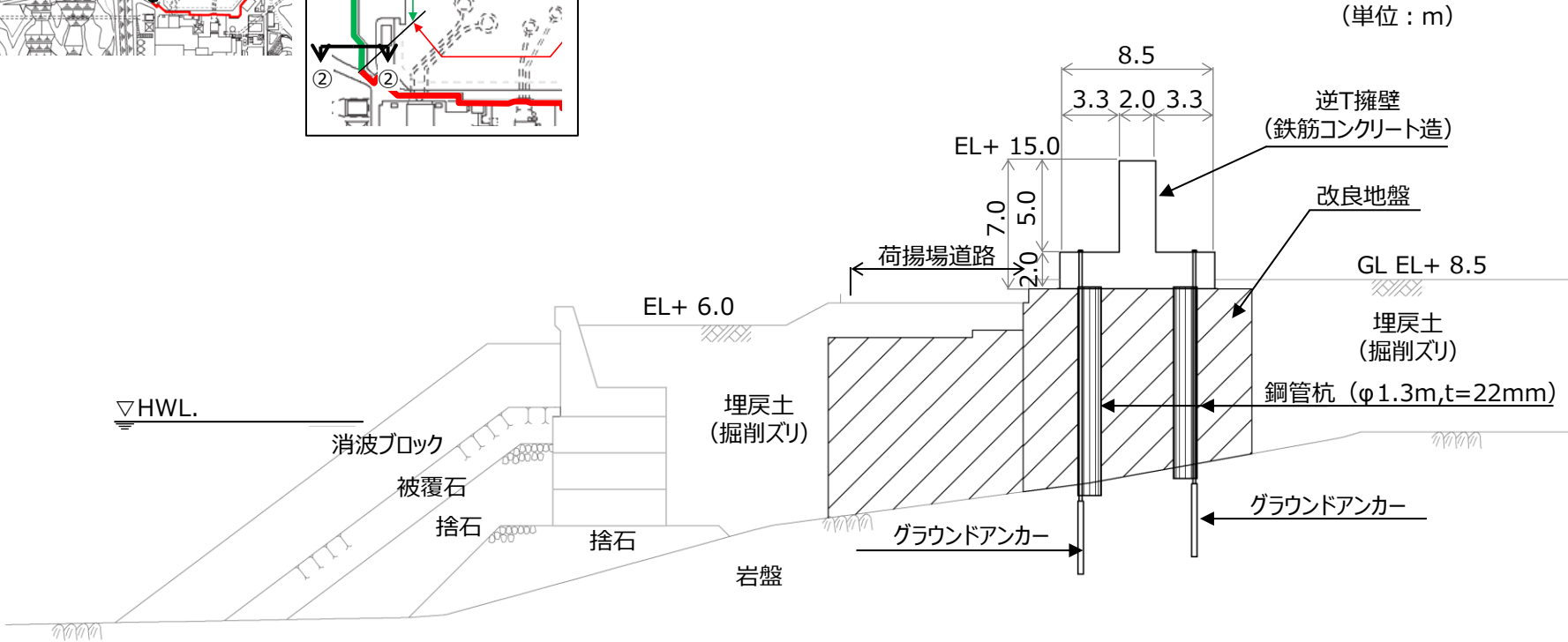
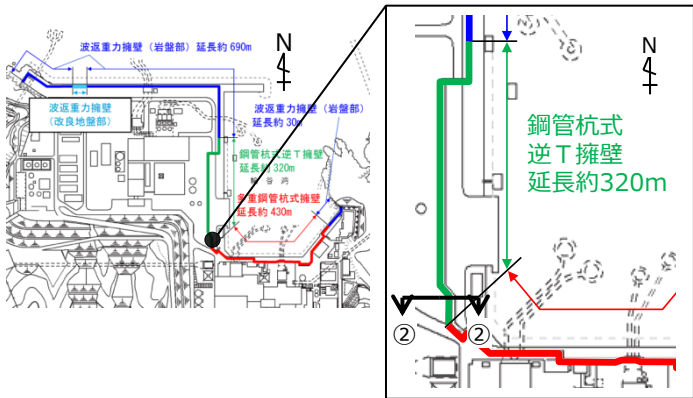
- 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)荷揚護岸北側部(①-①断面)については、施設護岸の西側(陸側)に防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)が配置される構造となっている。



防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)荷揚護岸北側部(①-①断面) 断面図

防波壁(逆T擁壁)構造概要(5/10)

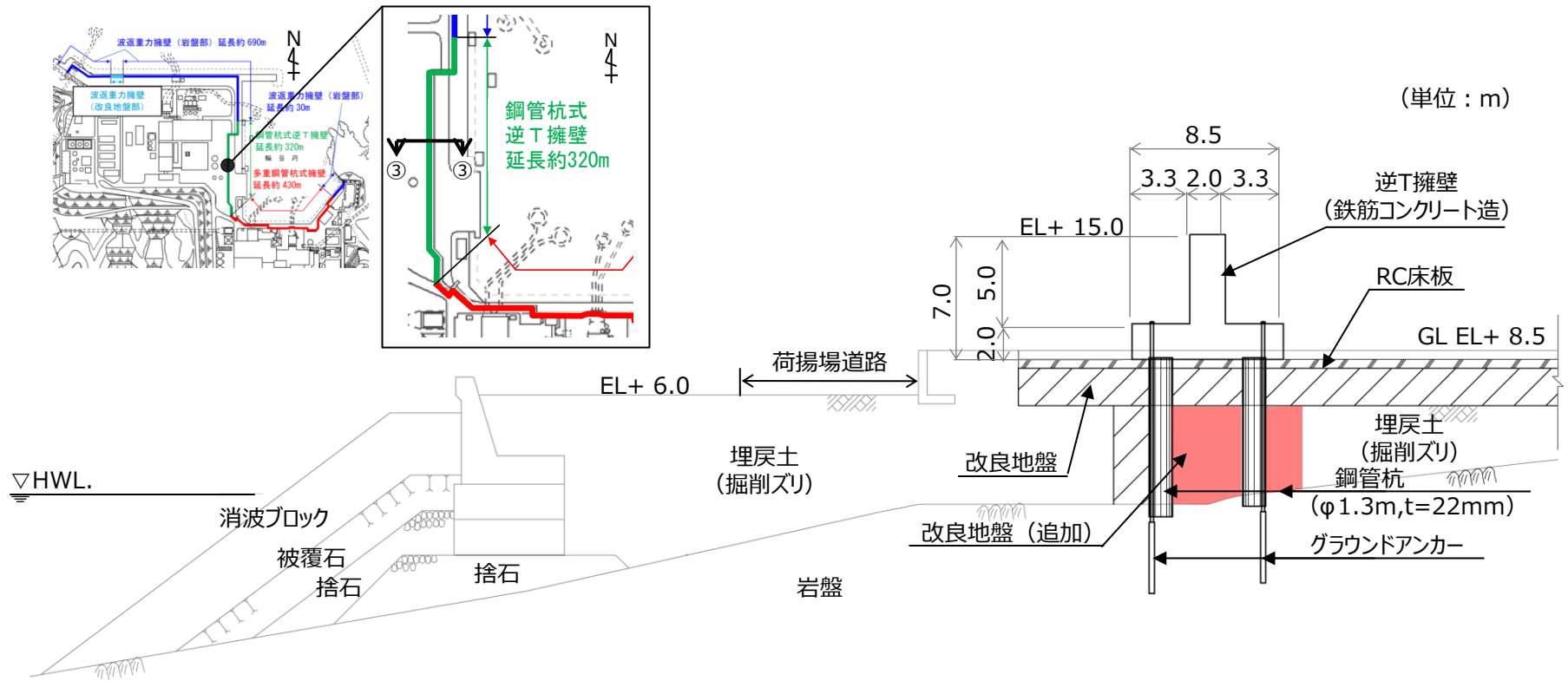
- 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)荷揚護岸南側部(②-②断面)については、施設護岸の西側(陸側)に防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)が配置される構造となっている。



防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)荷揚護岸南側部(②-②断面) 断面図

防波壁(逆T擁壁)構造概要(6/10)

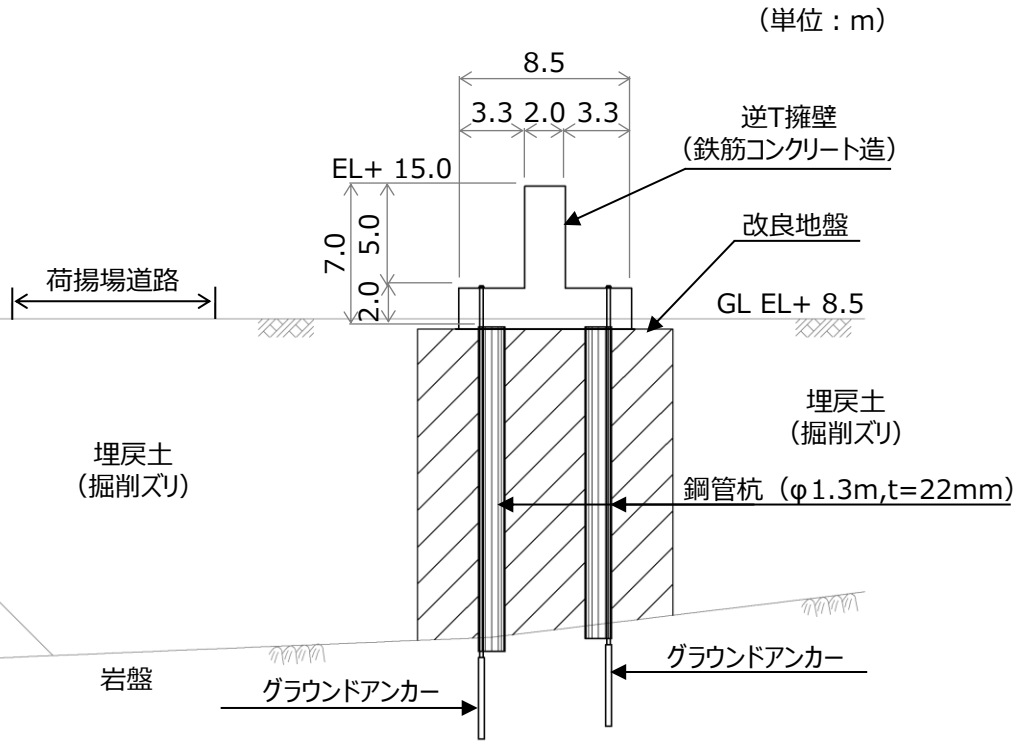
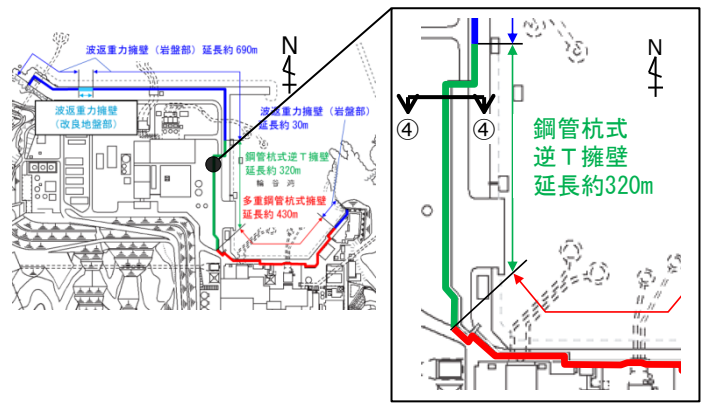
- 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁) RC床版部(③-③断面)については、施設護岸の西側(陸側)に防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)が配置される構造となっている。
- 3号炉建設時において、地盤改良を実施し、その上部にRC床版を設置している。
- 当該区間は岩盤が浅く、鋼管杭が短いことから、地震時及び津波時の鋼管杭の変形量が小さいため津波による地盤中からの回り込みを防止することを目的として、鋼管杭の海側に幅の狭い地盤改良を実施していたが、他の断面同様、逆T擁壁下部全幅にわたり、埋戻土(掘削ズリ)の地盤改良を追加実施する。



防波壁(鋼管杭式逆T擁壁) RC床版部(③-③断面) 断面図

防波壁(逆T擁壁)構造概要(7/10)

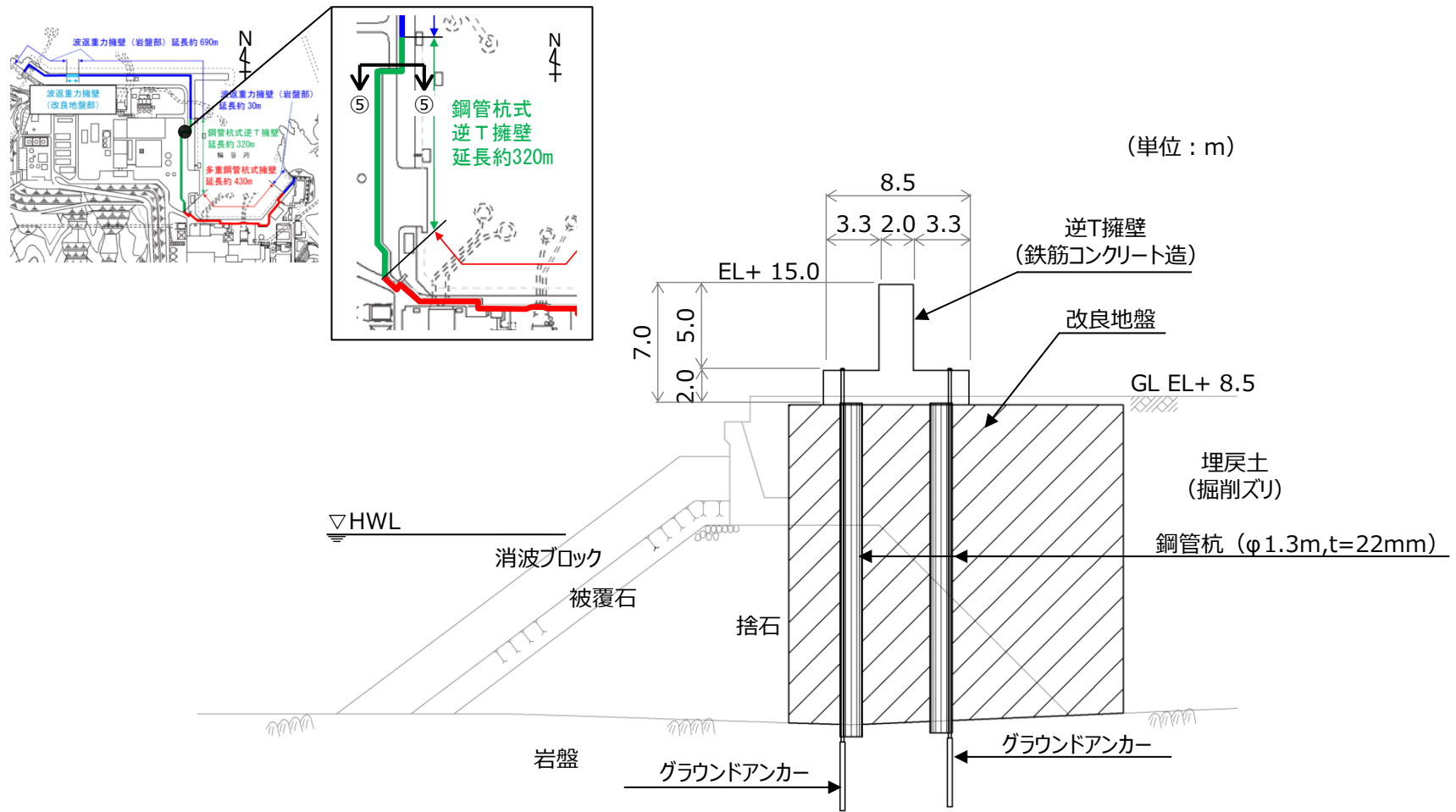
- 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)防波扉南側部(④-④断面)については、施設護岸の西側(陸側)に防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)が配置される構造となっている。



防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)防波扉南側部(④-④断面) 断面図

防波壁(逆T擁壁)構造概要(8/10)

- 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)防波扉北側部(⑤-⑤断面)については、施設護岸の西側(陸側)に防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)が配置される構造となっている。



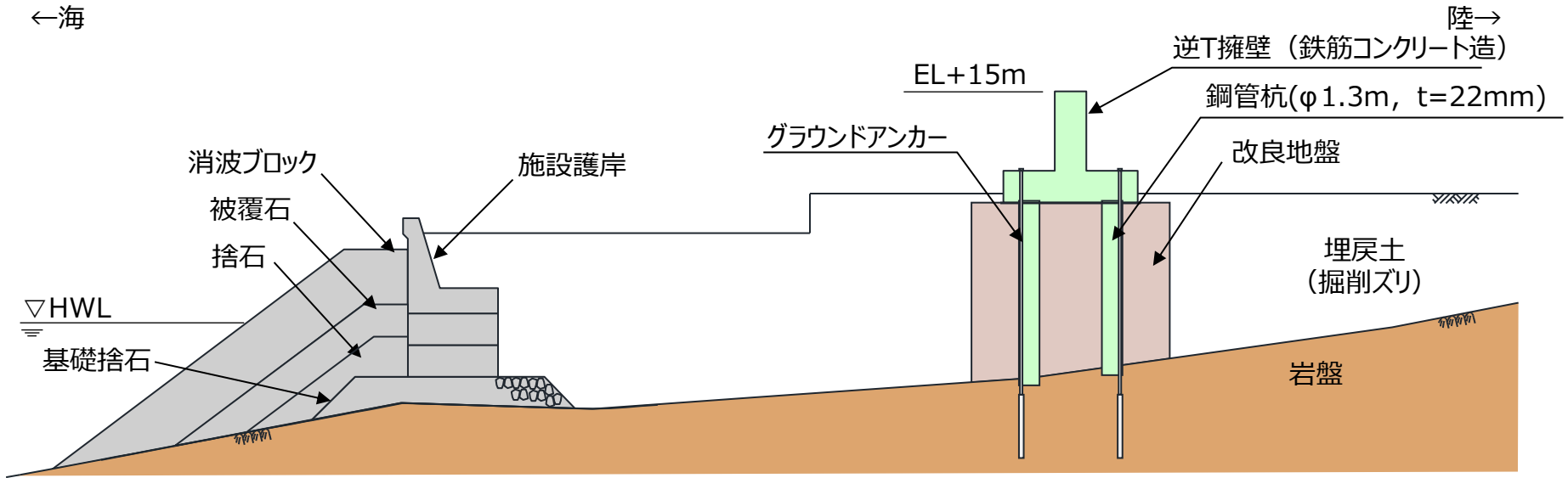
防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)防波扉北側部(⑤-⑤断面)断面図

防波壁(逆T擁壁)構造概要(9/10)

■ 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)を構成する各部位は以下の仕様とした。

部位	仕様
【施設】	
鋼管杭	φ1300mm,t=22mm,SKK490
逆T擁壁	コンクリート : f'ck=24N/mm ² 鉄筋 : SD345
止水目地	ゴムジョイント, シートジョイント : クロロプレンゴム
グラウンドアンカー	永久アンカー※ (PC鋼より線)
【地盤】	
改良地盤	薬液注入工法 (セメント系固化材, 特殊スラグ系固化材), 表層改良工法 (セメント系固化材)

※永久アンカーとは、アンカーによって安定を図る永久構造物あるいは斜面などに用いるもので、腐食の恐れがある使用材料に対しては確実な防食・防錆を行ったものをいう。
(グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説 (平成24年5月) より抜粋)



防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)

防波壁(逆T擁壁)構造概要(10/10)

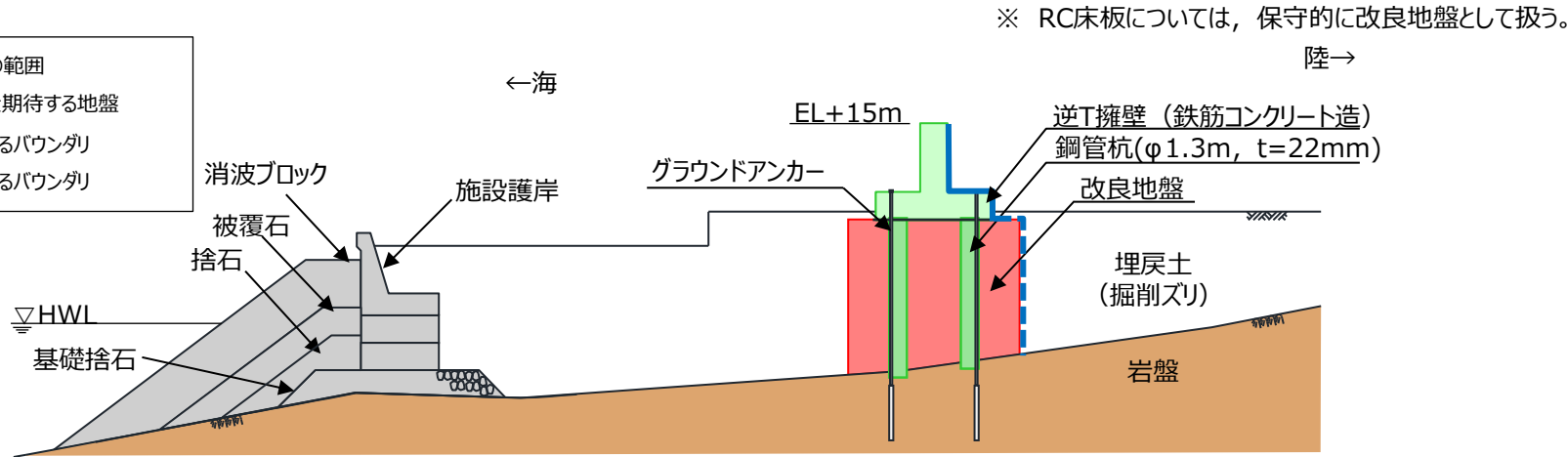
- 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)を構成する評価対象部位及び構造上のバウンダリを示す。
- 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)は逆T擁壁及び止水目地を構造上のバウンダリとする。また、地中部の改良地盤についても構造上のバウンダリとする。
- なお、設置許可基準規則を踏まえた評価対象部位の役割及び性能目標等について次頁以降で詳述する。

評価対象部位の役割

■ 施設の範囲 ■ 「役割」を期待する地盤

評価対象部位	役割	備考
鋼管杭	役割に期待しない(解析モデルに取り込み、改良地盤との相互作用を考慮する)	
逆T擁壁	止水目地を支持、遮水性の保持	
止水目地	逆T擁壁間の遮水性の保持	
グラウンドアンカー	逆T擁壁及び改良地盤の滑動・転倒の抑止	
改良地盤※	逆T擁壁の支持、難透水性の保持	薬液注入工法、表層改良工法
岩盤	逆T擁壁を支持、基礎地盤のすべり安定性に寄与	基礎地盤
埋戻土(掘削ズリ)、施設護岸、被覆石、捨石、基礎捨石、消波ブロック	役割に期待しない	

■ : 「施設」の範囲
 ■ : 「役割」を期待する地盤
 — : 施設によるバウンダリ
 - - - : 地盤によるバウンダリ



※ RC床板については、保守的に改良地盤として扱う。

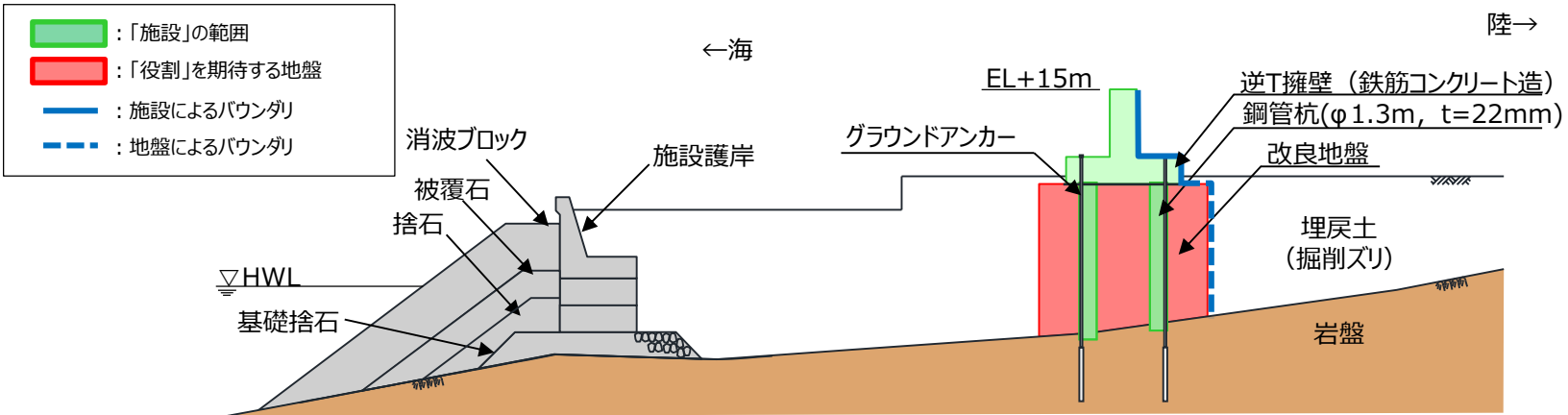
防波壁(鋼管杭式逆T擁壁) (荷揚護岸北側部)における構造上のバウンダリ

設置許可基準規則に対する確認事項(1/2)

- 新規制基準への適合性において、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を下表のとおり整理した。
- 以下の条文を確認することにより、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の各条文への適合性を確認する。

防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）における検討要旨

規則	検討要旨
第3条（設計基準対象施設の地盤）	・ 施設を支持する地盤を対象とし、すべり、支持力、傾斜等に対する安定性を確認する。
第4条（地震による損傷の防止）	・ 施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮したうえで、施設の耐震安全性を確認する。
第5条（津波による損傷の防止）	・ 地震（本震及び余震）による影響を考慮したうえで、機能を保持できることを確認する。 ・ 液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。



鋼管杭式逆T擁壁の「施設」・「地盤」の範囲

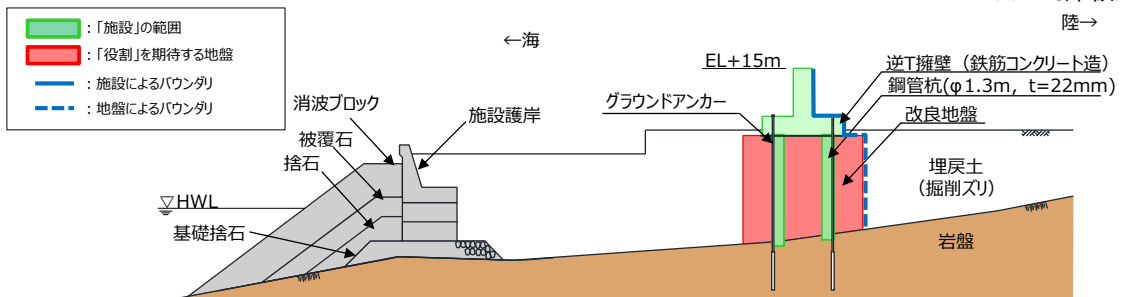
設置許可基準規則に対する確認事項(2/2)

- 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）における条文に対応する各部位の役割を以下のとおり整理した。なお、以下では、津波を遮断する役割を『遮水性』，材料として津波を通しにくい役割を『難透水性』とし，これらを総称として『止水性』と整理する。
- 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の周辺地盤及び施設護岸については，設置状況に応じて解析モデルに取り込むが，防波壁の前面に位置している施設護岸については，その損傷による防波壁への影響が大きいと考えられるため，それが損傷した場合の防波壁の耐震性への影響を確認する。
- 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）は，改良地盤が逆T擁壁を支持しているが，鋼管杭は改良地盤との相互作用を考慮するため，解析にあたっては鋼管杭を解析モデルに取り込む。なお，詳細設計段階においては，鋼管杭が逆T擁壁に悪影響を与えない設計とする。
- 鋼管杭については，地震時及び津波時において杭先端の岩盤根入れが0.5m程度であることを踏まえ，岩盤からのせん断抵抗を考慮しない設計とする。また，グラウンドアンカーのアンカー力により，逆T擁壁を改良地盤に，改良地盤を岩盤に押し付ける構造としているため，逆T擁壁及び改良地盤の滑動・転倒抑止の役割に期待する設計とする。

防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の各部位の役割

	部位の名称	地震時の役割	津波時の役割
施設	鋼管杭	・役割に期待しない。（解析モデルに取り込み，改良地盤との相互作用を考慮する）	・役割に期待しない。（解析モデルに取り込み，改良地盤との相互作用を考慮する）
	逆T擁壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに，遮水性を保持する。
	止水目地	・逆T擁壁間の変形に追従する。	・逆T擁壁間の変形に追従し，遮水性を保持する。
	グラウンドアンカー	・逆T擁壁及び改良地盤の滑動・転倒を抑止する。	・逆T擁壁及び改良地盤の滑動・転倒を抑止する。
地盤	改良地盤※	・逆T擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・逆T擁壁を支持する。 ・難透水性を保持する。
	岩盤	・逆T擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・逆T擁壁を支持する。
	埋戻土（掘削スリ）	・役割に期待しない（解析モデルに取り込み，防波壁への相互作用を考慮する）。	・防波壁より陸側については，津波荷重に対して地盤反力として寄与する。
	施設護岸，基礎捨石 被覆石，捨石	・役割に期待しない（解析モデルに取り込み，防波壁への波及的影響を考慮する）。	・役割に期待しない。
	消波ブロック	・役割に期待しない。	・役割に期待しない。

※ RC床板については，保守的に改良地盤として扱う。
陸→

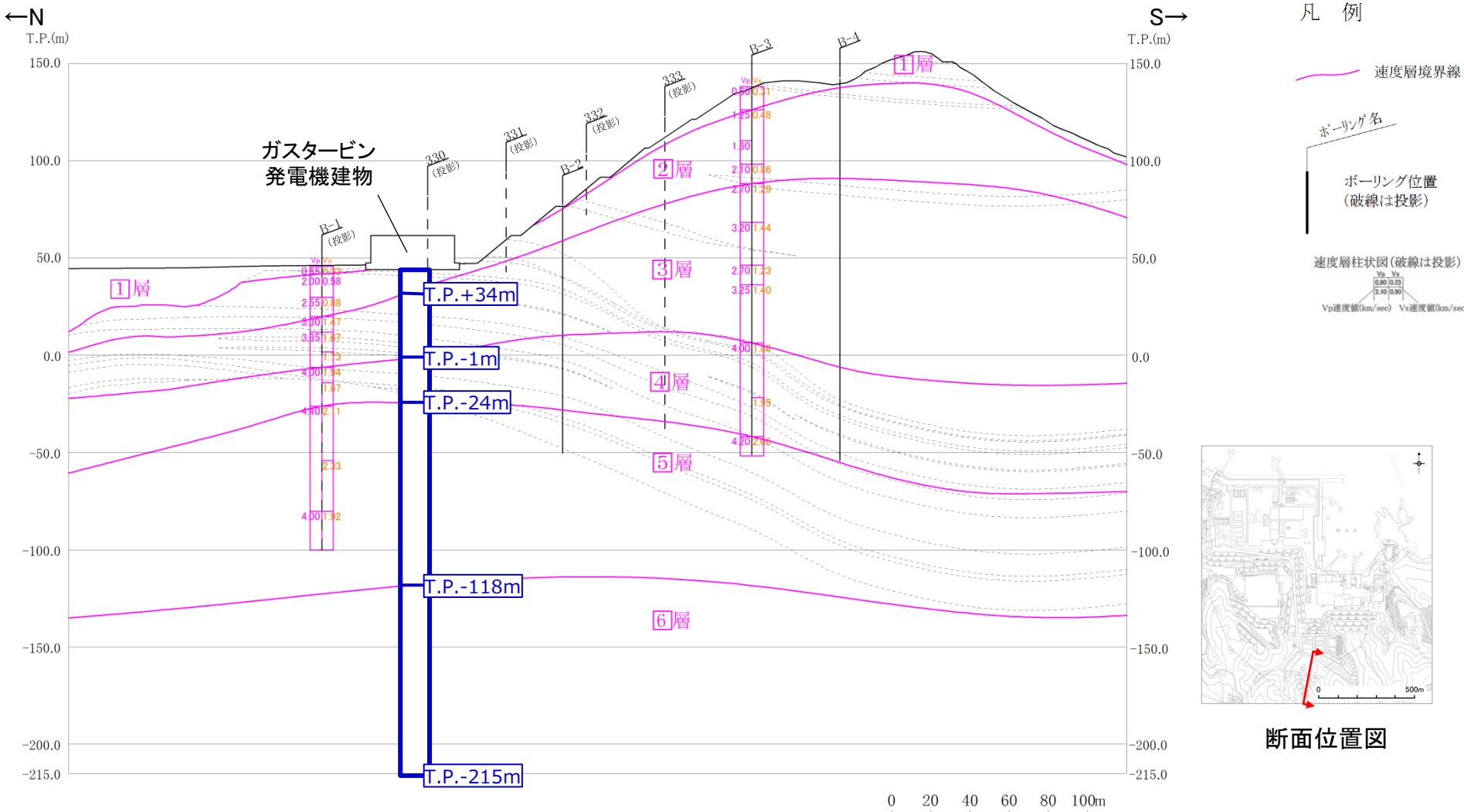


役割を期待する範囲（地震時・津波時）

10. 建物・構築物の地震応答解析における 入力地震動評価

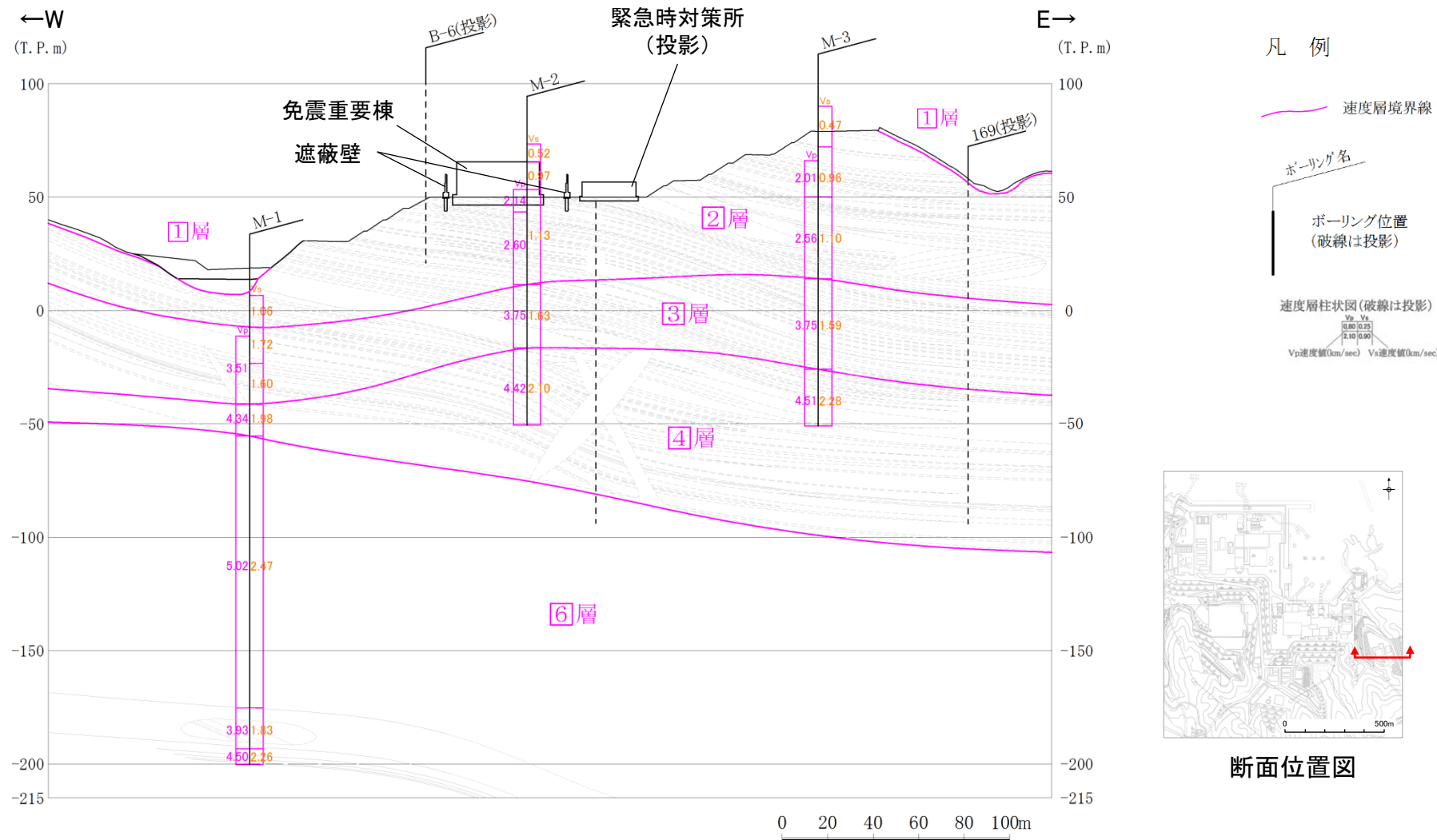
ガスタービン発電機建物エリアの地盤モデル

- ・建物・構築物の入力地震動評価に用いる地盤モデルは、建物・構築物位置の速度層の層厚、物性値に基づき一次元地盤モデルにモデル化する。
- ・ガスタービン発電機建物を設置している高台エリアの一次元地盤モデルを以下に示す。



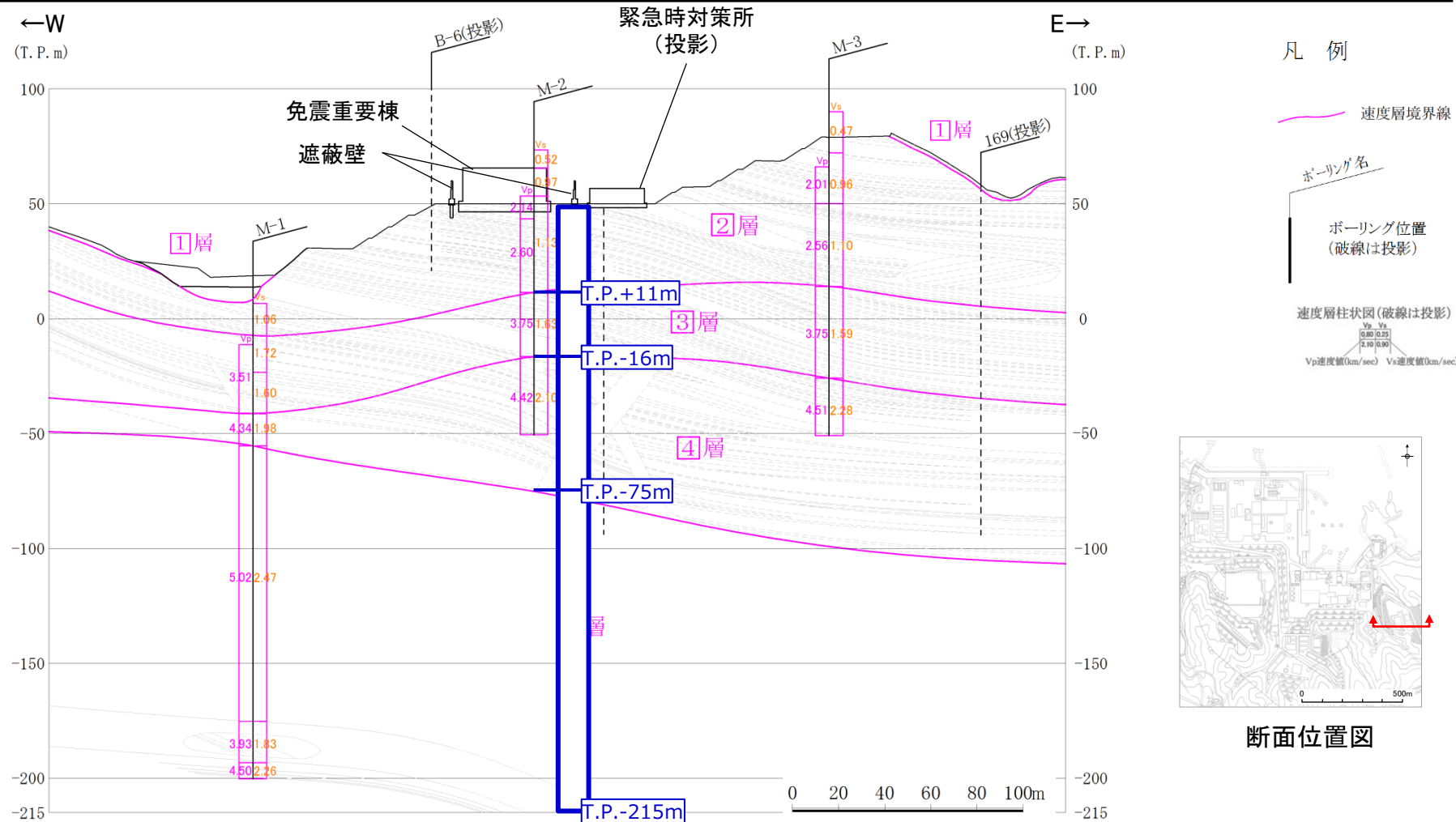
緊急時対策所エリアの地盤モデル(1/2)

- ・緊急時対策所エリアの速度層鉛直断面図は、No.M-1～M-3のPS検層結果及び地質・地質構造に基づき作成した。
- ・速度層構造はPS検層結果に基づいて6層に区分され、地質構造と同様に緩やかな傾斜を示す。



緊急時対策所エリアの地盤モデル(2/2)

- ・緊急時対策所を設置している高台エリアは中央付近のPS検層において直接的な試験結果が得られており、概ね水平成層構造であることから、No.M-2のPS検層結果に基づいて層厚を設定する。
- ・建物・構築物の入力地震動評価に用いる地盤モデルは、建物・構築物位置の速度層の層厚、物性値に基づき一次元地盤モデルにモデル化する。
- ・緊急時対策所を設置している高台エリアの一次元地盤モデルを以下に示す。



11. 地震による盛土斜面崩落事例との比較

11. 地震による盛土斜面崩落事例との比較

地震による斜面崩落事例の抽出

・原子力施設情報公開ライブラリ(NUCIA)から、同公開ライブラリに登録された以下の地震を対象に、原子力発電所における斜面の崩落事例を抽出した。

【対象とした情報】

- ・宮城県沖地震(女川原子力発電所:平成17年8月)
 - ・能登半島地震(志賀原子力発電所:平成19年3月)
 - ・新潟県中越沖地震(柏崎刈羽原子力発電所:平成19年7月)
 - ・駿河湾地震(浜岡原子力発電所:平成21年8月)
 - ・東北地方太平洋沖地震(福島第二, 女川原子力発電所, 東海第二発電所*:平成23年3月)
- ・抽出された柏崎刈羽原子力発電所の土捨場斜面について、情報収集を行い、2号炉南側盛土斜面との比較を行った。

※ NUCIA最終報告となっているものを対象とした。

原子力発電所における斜面の崩落事例

対象地震 (発電所)	件名	地震被害事象及び発生要因の概要
中越沖(柏崎)	【中越沖地震】土捨て場一部崩落(北側斜面)等	地震の震動による土捨場北側斜面の一部崩落。

11. 地震による盛土斜面崩落事例との比較 新潟県中越沖地震時に観測された最大加速度

・新潟県中越沖地震では、柏崎刈羽原子力発電所において、5号機観測小屋にて964, 1223galの最大加速度値が観測された。

表 3.2-1 中越沖地震本震時に観測された主な観測点での最大加速度値

観測点		最大加速度値 (単位: Gal)		
		NS 成分	EW 成分	UD 成分
1号機	地下5階	311 (274) ※1	680 (273) ※1	408
2号機	地下5階	304 (167) ※1	606 (167) ※1	282
3号機	地下5階	308 (192) ※1	384 (193) ※1	311
4号機	地下5階	310 (193) ※1	492 (194) ※1	337
5号機	地下4階	277 (249) ※1	442 (254) ※1	205
6号機	地下3階	271 (263) ※1	322 (263) ※1	488
7号機	地下3階	267 (263) ※1	356 (263) ※1	355
1号機観測小屋		890	890	715
5号機観測小屋		964	1223	539
サービスホール	SG1 (T. M. S. L. +65.1m) ※2	347	437	590
	SG2 (T. M. S. L. +16.7m) ※2	340	411	179
	SG3 (T. M. S. L. -31.9m) ※2	403	647	174
	SG4 (T. M. S. L. -182.3m) ※2	430	728	160

※1 ()内は設計時の基準地震動 S2 (1号機については EL CENTRO 等) による応答値。
動的設計を行っている原子炉建屋の水平方向を記載。
※2 T. M. S. L. : 東京湾平均海面

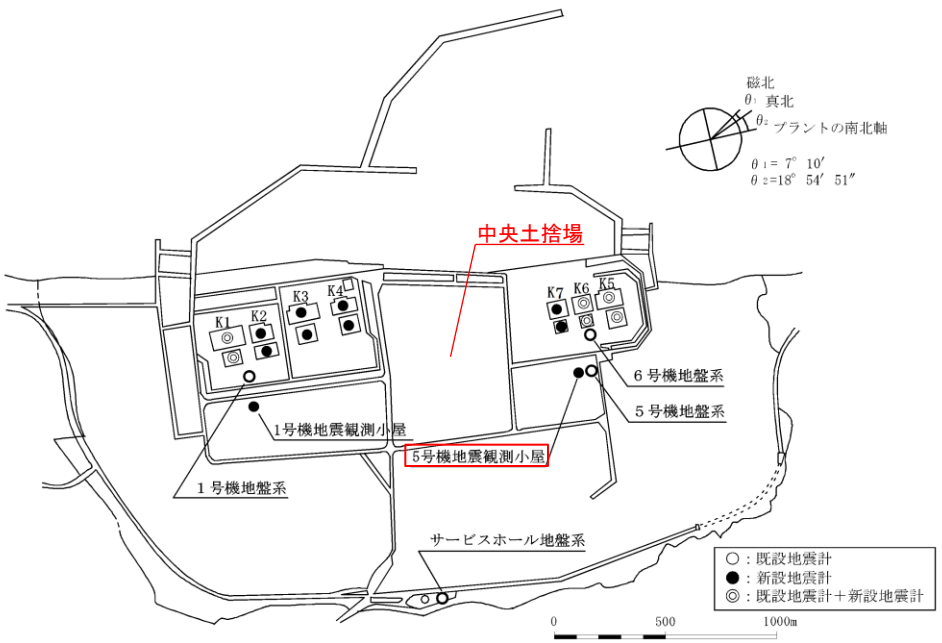
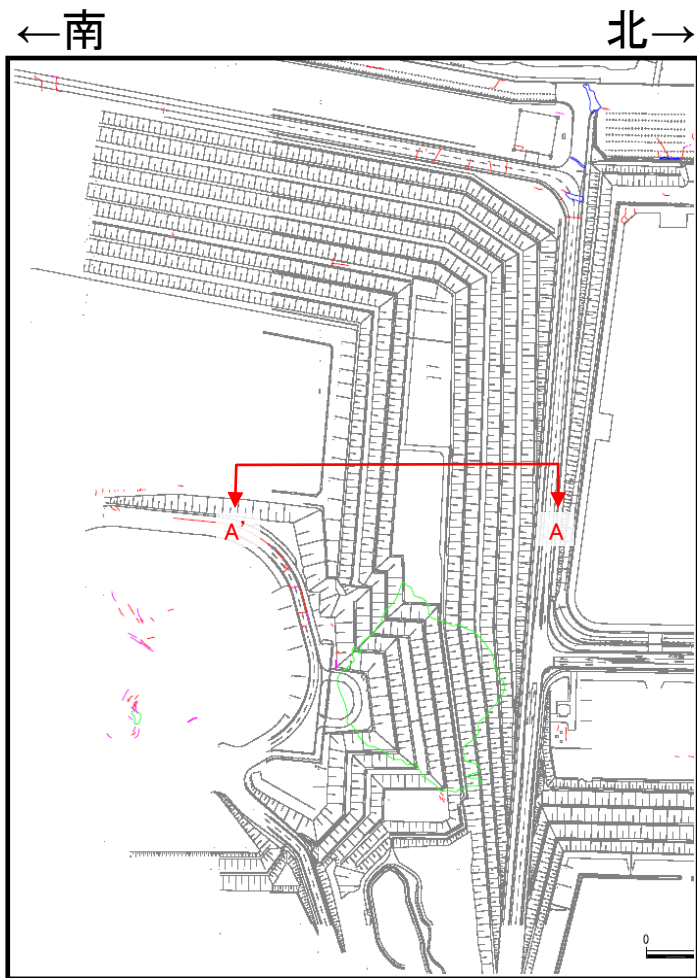


図 3.1-1 柏崎刈羽原子力発電所における地震観測点の配置

※ 東京電力(株)「柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告書」(2008年9月22日)より引用。
赤字: 弊社にて加筆・修正。

柏崎刈羽原子力発電所 中央土捨場 一般部(1/2)

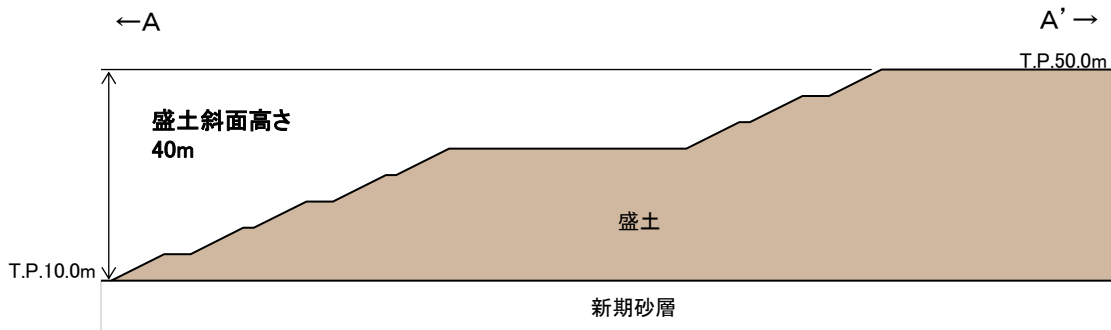
・柏崎刈羽原子力発電所の中央土捨場は盛土斜面であり、新潟県中越沖地震時において、斜面崩落は生じなかった。



平面図



位置図





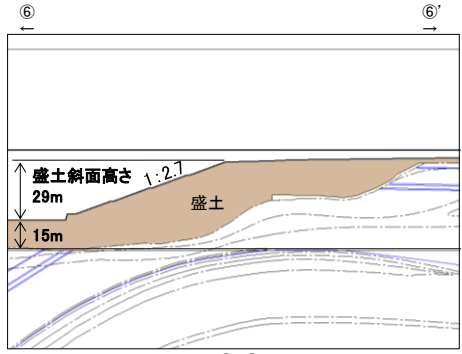
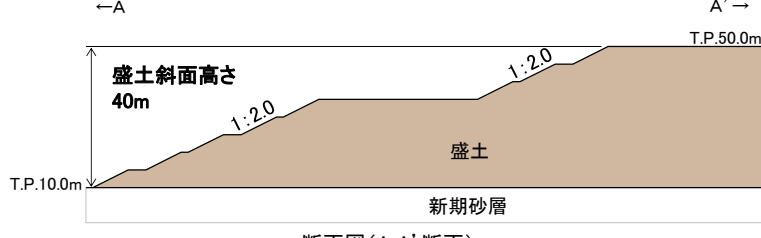
断面図(A-A'断面)

※ 記載内容については、東京電力ホールディングス株式会社からの聞き取り・情報提供をもとに弊社の責任において独自に解釈し、資料化した。

11. 地震による盛土斜面崩落事例との比較

柏崎刈羽原子力発電所 中央土捨場 一般部(2/2)

- ・柏崎刈羽原子力発電所の中央土捨場では、5号機観測小屋にて964, 1223galの最大加速度値が観測された場合でも、斜面崩落は生じなかった。
- ・島根原子力発電所の2号炉南側盛土斜面は、柏崎刈羽原子力発電所の中央土捨場と比較し、斜面高さが低いこと、斜面勾配が緩いこと、密度等の地盤物性値が大きいこと、また、新潟県中越沖地震時における地表面付近の最大加速度が、島根原子力発電所の基準地震動SsIによる2号南側盛土斜面の応答加速度よりも大きいことを確認した。
- ・以上のことから、島根原子力発電所の2号炉南側盛土斜面は、柏崎刈羽原子力発電所の中央土捨場の事例と比較し、同規模の地震が起きた場合、斜面崩落が生じる可能性は低いと考えられる。

		島根原子力発電所 2号炉南側盛土斜面	柏崎刈羽原子力発電所 中央土捨場※1
斜面高さ(m)		<p>・耐震重要施設等の周辺斜面に位置する。</p>  <p>加速度抽出位置</p>	<p>・耐震重要施設等の周辺斜面ではない。</p> 
斜面勾配		 <p>断面図(⑥-⑥'断面)</p>	 <p>断面図(A-A'断面)</p>
地盤物性	密度(g/cm ³)	2.11	1.86
	せん断強さτ(N/mm ²)	$\tau = 0.22 + \sigma \cdot \tan 22^\circ$	$\tau = 0.0554 + 0.316 \cdot P$
地震動の大きさ		【基準地震動Ss-Dによる最大加速度応答値(2号炉南側盛土斜面法尻部)】 水平方向 699ガル	【新潟県中越沖地震時 最大加速度(5号機観測小屋)】 水平方向 (NS) 964ガル, (EW) 1223ガル

※1 斜面の諸元に係る記載内容については、東京電力ホールディングス株式会社からの聞き取り・情報提供をもとに弊社の責任において独自に解釈し、資料化した。

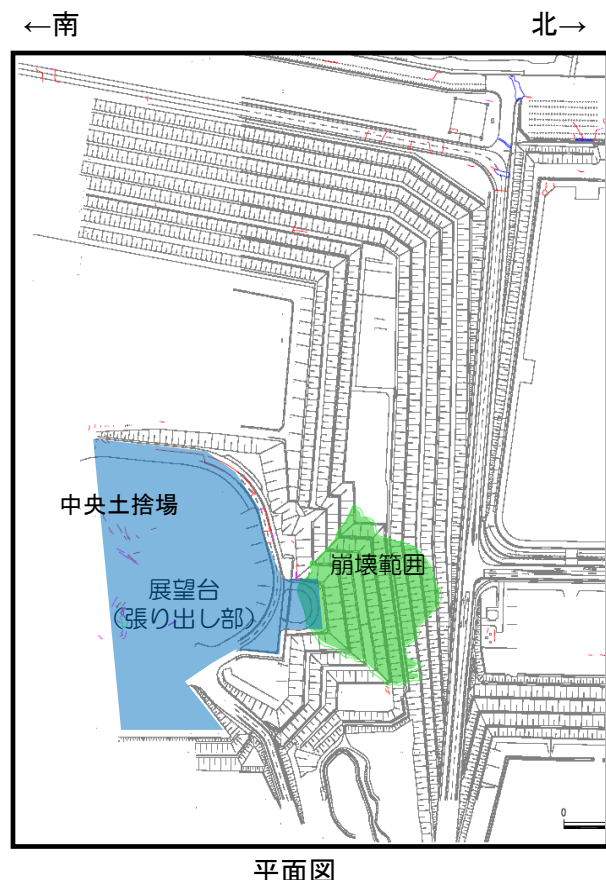
なお、埋戻土の物性値は、工事計画に係る説明資料(2020年10月12日)における荒浜側高台保管場所の埋戻土の物性を使用した。

※2 σは、垂直応力(N/mm²)、Pは、平均有効拘束圧(N/mm²)を示す。

11. 地震による盛土斜面崩落事例との比較

(参考) 柏崎刈羽原子力発電所 中央土捨場 張り出し部

- 新潟県中越沖地震時に斜面本体は崩落しなかったが、展望台付近において法尻まで到達しない小規模な表層崩壊が発生した。
- 表層崩壊は、見学者用の展望台となっている張り出し部付近で発生した局所的な事象であった。なお、島根原子力発電所の2号炉南側盛土斜面では、類似した張り出し地形はない。



新潟県中越沖地震時に中央土捨場の展望台付近で表層崩壊が発生。崩壊土砂は法尻までは到達せず、斜面部に留まっていた。

※ 記載内容については、東京電力ホールディングス株式会社からの聞き取り・情報提供をもとに弊社の責任において独自に解釈し、資料化した。

12. 3次元浸透流解析の解析条件

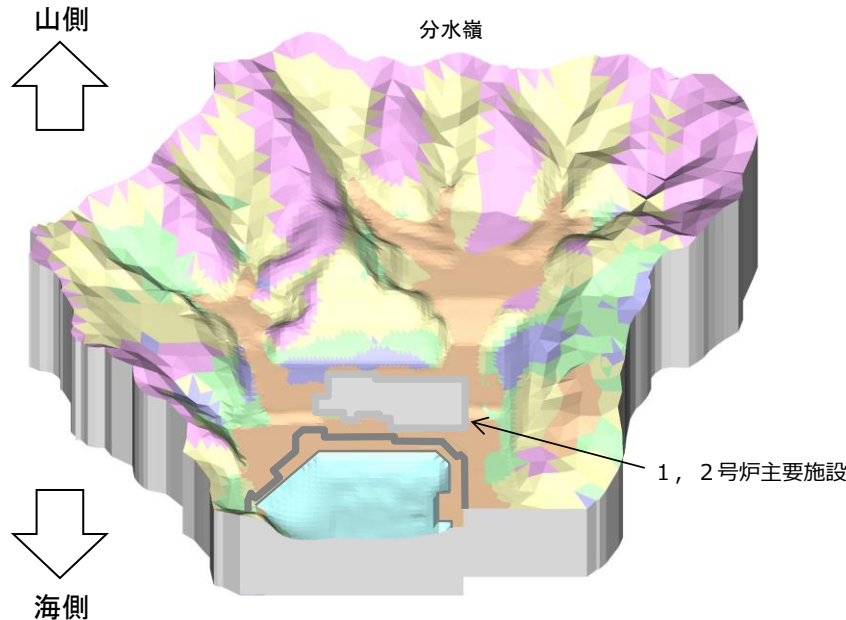
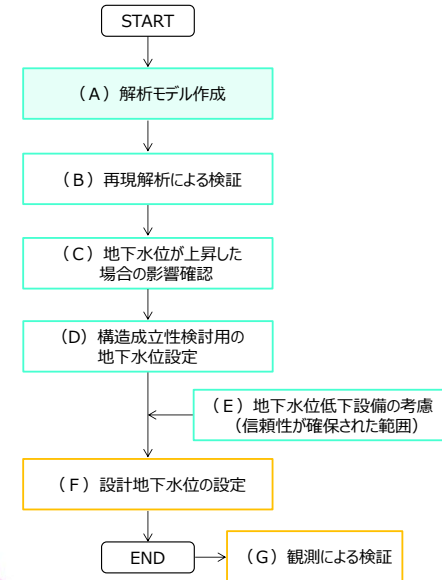
12. 3次元浸透流解析の解析条件 解析モデル作成(1/2)

- 地下水位の評価においては、敷地を取り囲む分水嶺までを解析範囲とした三次元地形モデルを作成することから、計算機能力を踏まえて適切に地下水位を評価するため、それぞれのエリアで解析モデルを作成した(下表, 下図)(解析ソフト: Dtransu-3D・EL,バージョン: ver.2af90MP)。
- なお、両モデルの境界において、重なる部分における地下水位は概ね一致することを確認している。

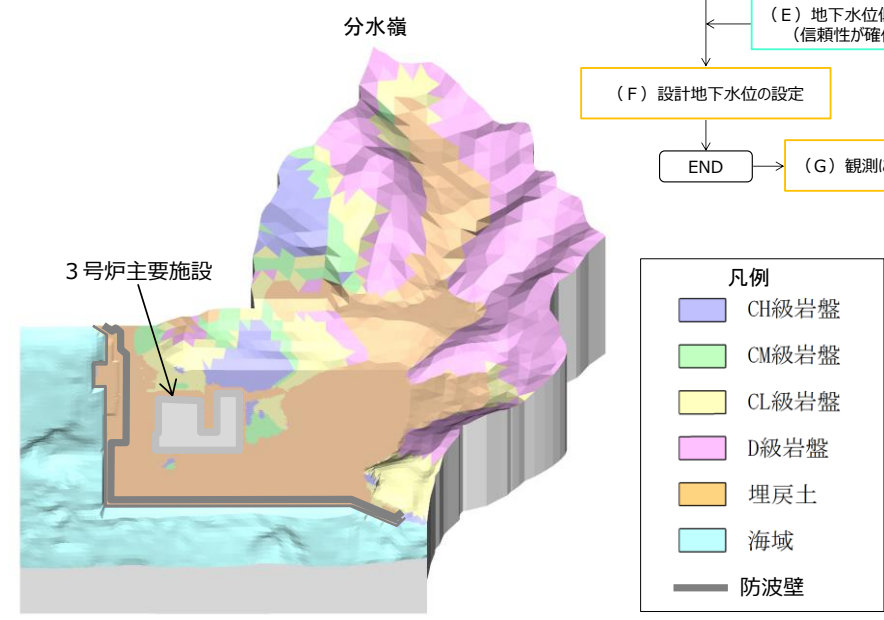
表 解析モデルの概要

項目	内容
モデル化範囲等	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地を取り囲む分水嶺までを対象範囲とする。 ・対象領域内の構造物※をモデル化し、敷地造成時における掘削・埋戻しを反映する。

※耐震裕度向上等の目的で実施した地盤改良等は、難透水層としてモデル化する。



1, 2号炉エリア 解析モデル

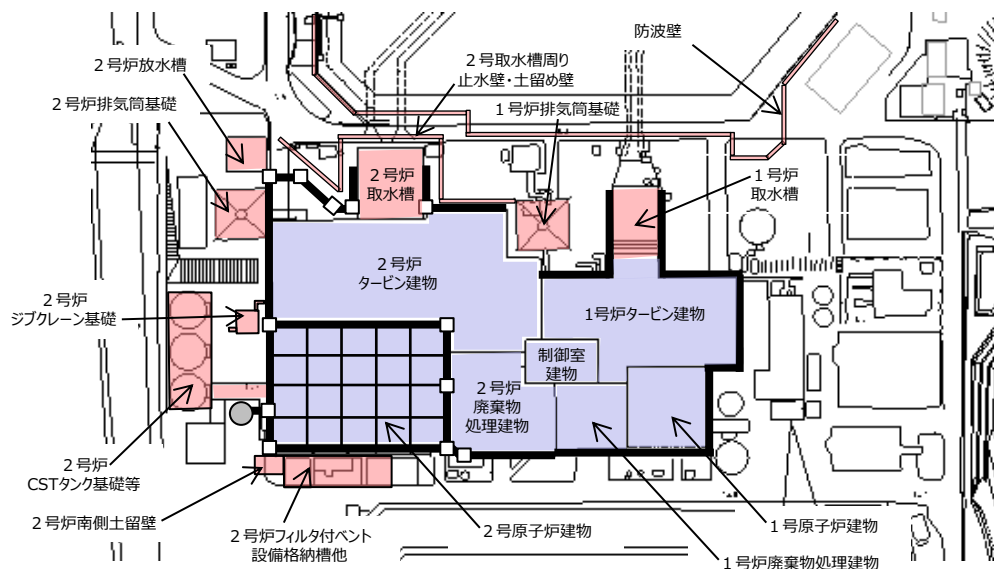


3号炉エリア 解析モデル

図 解析モデルの概要

12. 3次元浸透流解析の解析条件 解析モデル作成(2/2)

- 1, 2号炉主要建物周辺における構造物等のモデル化方針について、下図に示す。
- 原子炉建物等の主要建物については、揚圧力影響を検証するために不透水層として設定する。
- 主要建物周辺の地下水流に影響を及ぼすと考えられる長大な構造物等については、実際の地下水流を模擬するため、難透水層 ($1.0 \times 10^{-5} \text{ (cm/s)}$) として設定した。



凡例	
	集水管・接続枡
	サブドレーン
	サブドレーンピット
	不透水層としてモデル化した範囲
	難透水層としてモデル化した範囲

	名称
不透水層としてモデル化	2号原子炉建物
	2号炉タービン建物
	2号炉廃棄物処理建物
	制御室建物
	1号原子炉建物
難透水層としてモデル化	1号炉タービン建物
	1号炉廃棄物処理建物
	2号炉排気筒基礎
	2号炉取水槽
	2号炉放水槽
	2号炉CSTタンク基礎等
	2号炉フィルタ付バント設備格納槽他
	1号炉排気筒基礎
	1号炉取水槽
	防波壁
2号炉ジブクレーン基礎※	
2号炉取水槽周り止水壁・土留め壁※	
2号炉南側土留め壁※	

※ 2号炉建設時の工所用仮設構造物

図 主要建物周辺における構造物等のモデル化方針

12. 3次元浸透流解析の解析条件

降雨条件の設定及び地下水位低下設備(既設)の機能

- 設置許可段階の構造成立性の確認を行うに当たり、地下水位低下設備(既設)が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を予測する浸透流解析を実施する。
- 構造成立性確認のための予測解析では、再現解析で妥当性を確認した解析モデルに対して、以下に示す保守性を確保する方針とする。なお、これらの保守性については、詳細設計段階における予測解析においても考慮する方針とする。

・降雨条件→年間降水量として2,400mmを設定(詳細については、敷地の水文環境参照)

島根原子力発電所での地下水位観測期間における平均年間降水量は約1,540mmであり、気象庁松江地方気象台における年間降水量(1941~2018年)の平均値は約1,880mmである。

浸透流解析における降水量の設定条件として、上記松江地方気象台における年間降水量にばらつきを考慮した値(平均値+1 σ)に、今後の気候変動予測による降水量の変化*を加味し、降水量を設定する。3-8図に解析用降雨条件と観測降雨条件によるモデル境界地点での水位分布を示す。

・地下水位低下設備(既設)の機能に期待しない

ドレーンは碎石及び土砂が流入して集水機能が低下した状態、揚水ポンプは稼働しない状態とし、揚水経路としない。

* 気象庁・環境省「日本国内における気候変動の不確実性を考慮した結果について」より

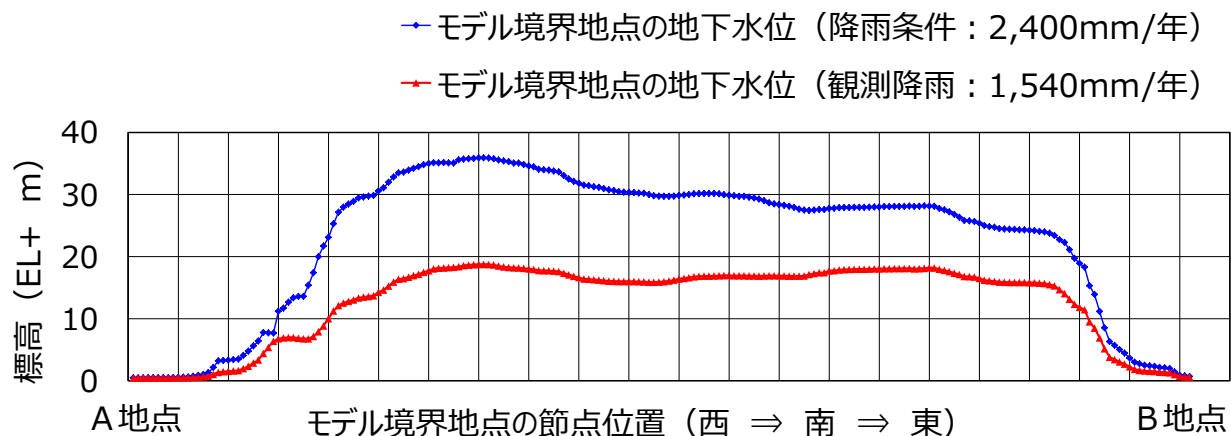
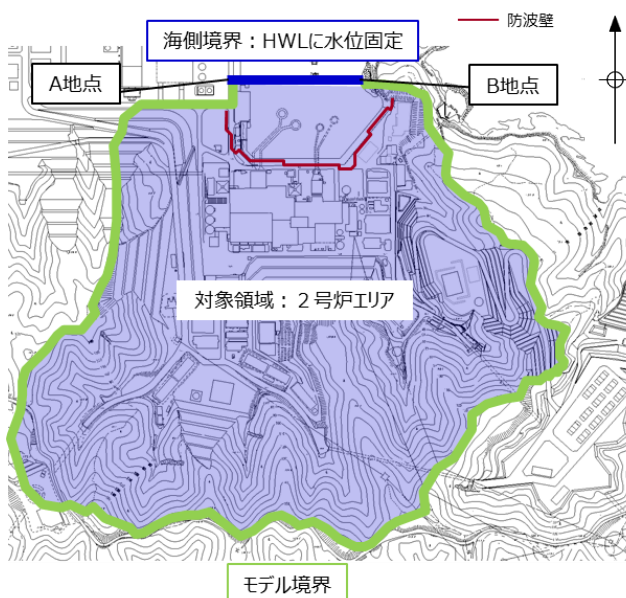
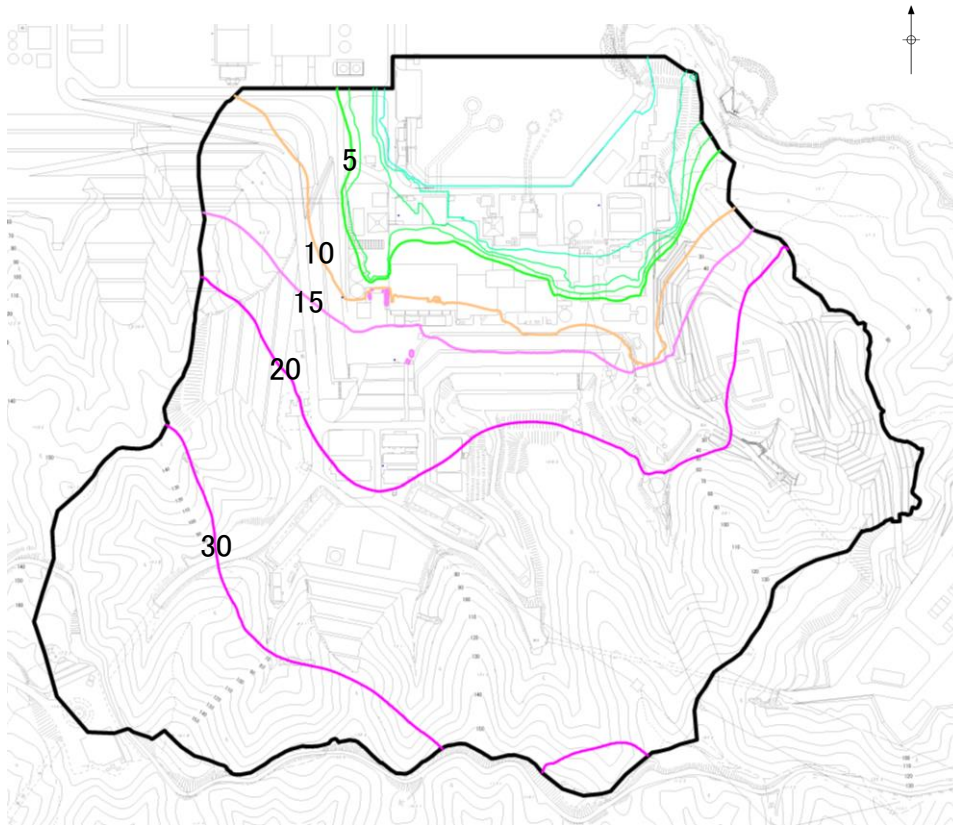


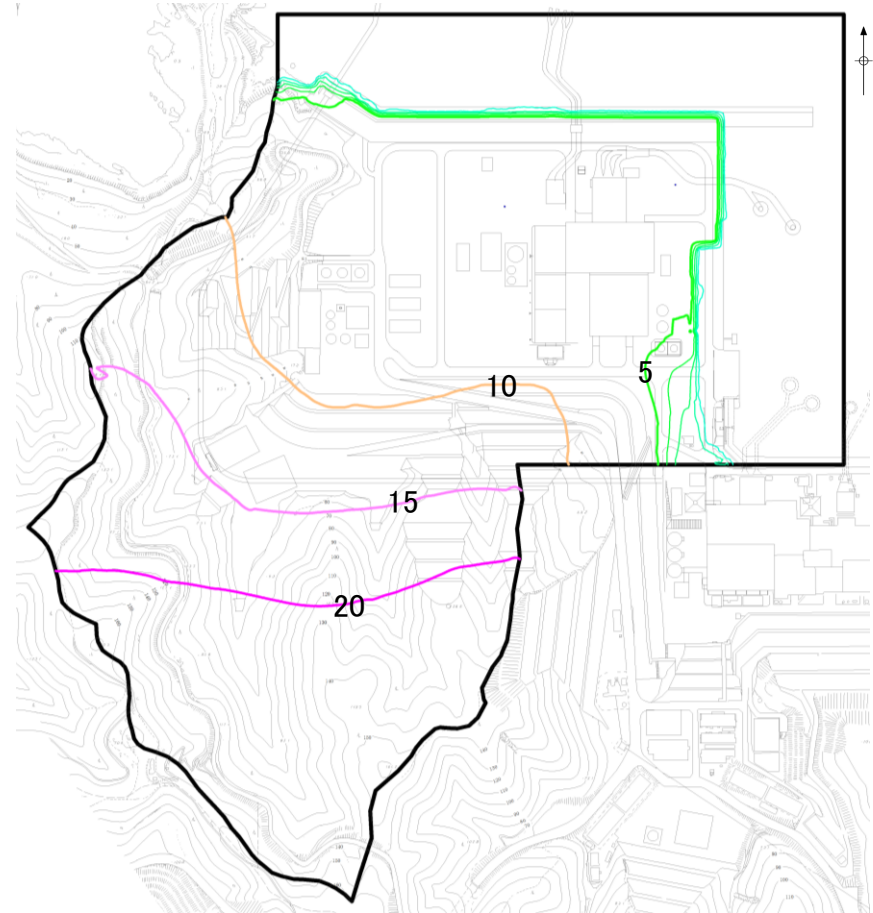
図 保守的な降雨条件の設定例

12. 3次元浸透流解析の解析条件 地下水位分布算定結果

- 地下水位低下設備（既設）が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を予測した浸透流解析の結果を下図に示す。
- 防波壁周辺の地盤改良により敷地内から海側への排水経路が遮断されることから、敷地内に流入した地下水が滞留し、この結果、地下水位が上昇する。



1, 2号炉エリア

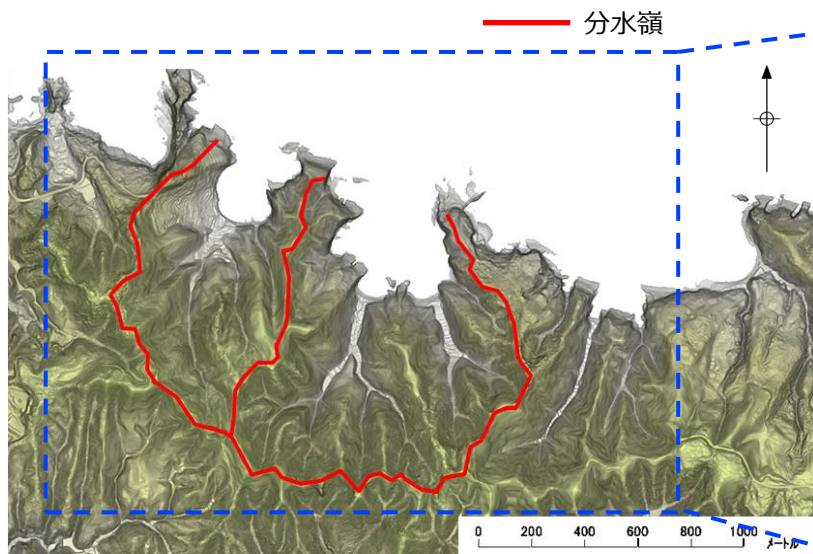


3号炉エリア

図 地下水位低下設備（既設）が機能しない場合の地下水位分布算定結果

12. 3次元浸透流解析の解析条件 敷地の水文環境(1/2)

- 敷地は、北側が海に面し、その他は山地に囲まれている。敷地の地形は、左下図及び右下図に示すとおり、沿岸低山地と後背山地に大別され、沿岸低山地は標高約80m以下の山地で、緩慢な山頂面から海に急傾斜している。また、後背山地は標高約80～160mの山地で、開折谷が発達しており、中央が扇状に大きく広がっている。
- 山側に降った雨は、蒸発散分を除き、表面水として敷地へ流入するものと盛土や岩盤内に浸透し地下水として敷地に流入するものに分かれる。
- 表面水は排水路を通じて海へ排水される。
- また、地下水は主要建物周辺に設置した地下水位低下設備（既設）により集水後、排水路へ排水される。



※航空レーザー測量で取得した2mメッシュのDEMデータに、空中写真により取得した旧地形のDEMデータを合成して作成したもの

図 発電所周辺の分水嶺等の分布状況



.....➡ 主な地表水の流れ

島根原子力発電所周辺の空中写真
出典：国土地理院（2009年撮影）

図 発電所周辺の主な地表水の流れ

12. 3次元浸透流解析の解析条件 敷地の水文環境(2/2)

- 地下水位の設定に係る浸透流解析における、敷地の地下水位に影響を与える降雨条件について、保守的な評価となるよう検討する。
- 降雨条件については、島根原子力発電所が位置する島根県松江市の気象庁松江地方気象台の過去78年間（1941～2018年）の年間降水量の記録に基づき、年間降水量の平均値及びばらつきを考慮する。
- この期間における年間降水量の平均値は、1,880mm/年であり、ばらつきを考慮した値（平均値+1σ）は2,163mm/年である。
- また、気象庁・環境省における今後の気候変動予測に関する分析によると、西日本日本海側において、地球温暖化が深刻に進展したシナリオでは、将来的に（2080～2100年）年間降水量が約130mm/年増加する可能性があることが報告されている。
- 上記を踏まえ、地下水位の設定に係る浸透流解析を実施するに当たっては、降雨条件として、2,400mm/年を用い、定常的に与えることとする。

表 浸透流解析に用いる降雨条件の考え方

	降水量 (mm/年)
(参考)島根原子力発電所における年間降水量	1,540
松江地方気象台における年間降水量の平均値	1,880
標準偏差	283
平均値+1σ	2,163
将来的な増加量	130
気候変動予測における降水量の増加量を加味した解析用降水量	2,400

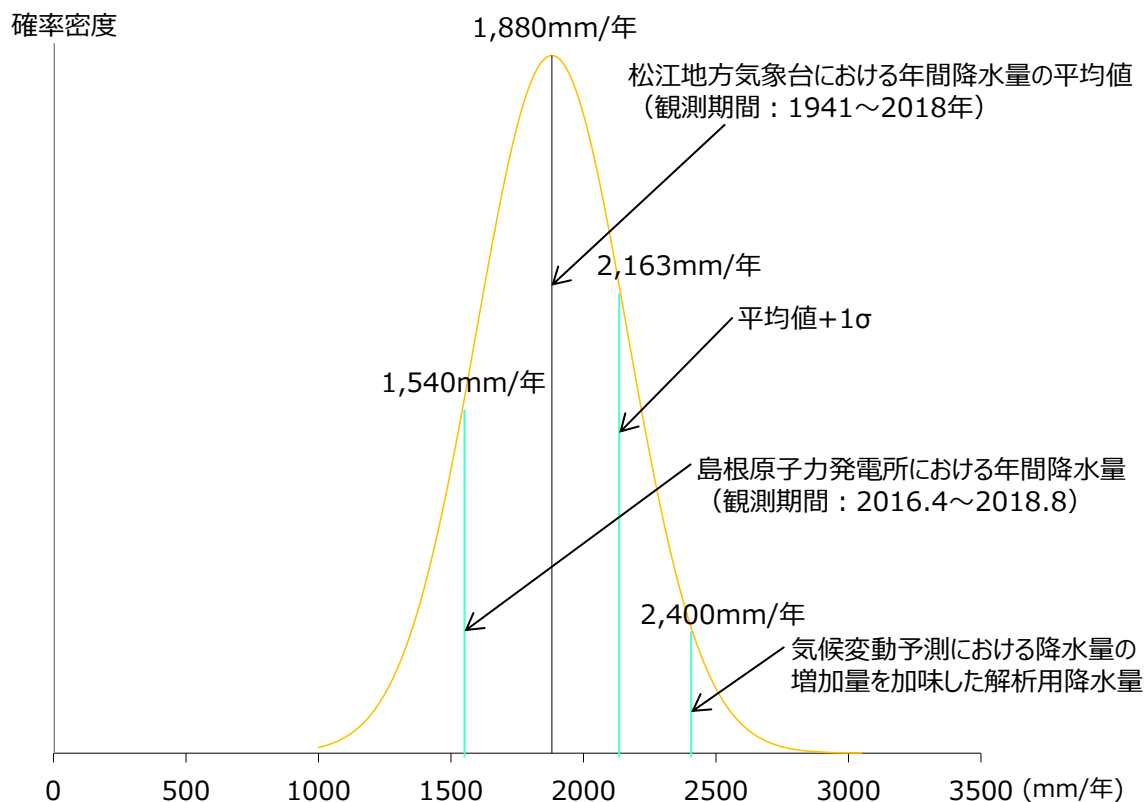


図 松江市の年間降水量の正規分布

12. 3次元浸透流解析の解析条件 解析条件(透水係数)

- 今回、浸透流解析を実施するにあたり、透水試験等に基づき地盤の透水係数を設定している。
- 再現解析結果から、透水係数を含めた解析モデル全体の妥当性を確認した。

表 建設時工認の透水係数

材質	透水係数 (cm/s)
護岸・止水壁	1.0×10^{-8}
頁岩・凝灰岩(下層部)	2.0×10^{-4}
頁岩・凝灰岩(上層部)	5.0×10^{-4}
埋戻し土	5.0×10^{-3}

表 地下水位の設定に係る透水係数

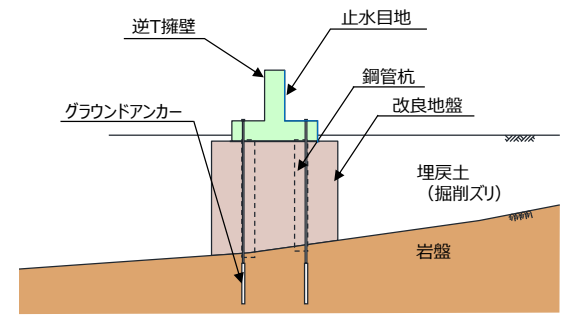
区分	解析用 透水係数 (cm/s)	設定方法	【参考】 試験結果 (cm/s)
構造物, 改良地盤	1×10^{-5}	『管理型廃棄物埋立護岸 設計・施工・管理マニュアル(改訂版)※』に基づき、不透水性地層相当(難透水層)として設定した。不透水材料として透水係数が 1×10^{-5} cm/s以下であり、適切な厚さを持つことで不透水性地層と同等以上の遮水の効力を発揮できるとされていることから、構造物の透水係数を不透水性地層とした。	-
C _H 級	5×10^{-5}	建設時工認の岩盤の透水係数は頁岩・凝灰岩(上層部)及び(下層部)の2種類を設定していたが、今回、3次元浸透流解析を行うに当たり、解析の精度向上を目的として、敷地の岩級に合わせて透水係数を設定する。	4.5×10^{-5}
C _M 級	6×10^{-4}		5.6×10^{-4}
C _L 級	1×10^{-3}		1.0×10^{-3}
D級	2×10^{-3}	D級岩盤の大部分は地表付近に分布する強風化した土砂状の岩盤であり、その粒度特性を踏まえ、クレーガーの方法により 2.8×10^{-4} cm/s(≒ 3×10^{-4} cm/s)を設定していた。しかし、D級岩盤は割れ目の発達した岩盤と風化の進行した岩盤に大別されるが、粒度試験12試料のうち割れ目が発達した黒色頁岩は1試料のみであったため、その特性を透水係数に反映できていないと考える。黒色頁岩の粒度試験結果から設定した透水係数により、揚水量が低減する傾向が認められることから、地下水位が高く算定されると判断し、割れ目が発達したD級岩盤の影響を考慮した透水係数 2×10^{-3} cm/sを採用する。	1.75×10^{-3}
砂礫層	4×10^{-3}	建設時工認では設定されていなかったが、今回、3次元浸透流解析を行うに当たり、解析の精度向上を目的として現場透水試験を実施し、透水係数を設定した。	3.6×10^{-3}
埋戻し土 (掘削スリ)	2×10^{-1}	建設時工認の埋戻し土の透水係数は、工学的な観点から岩盤の透水係数より1オーダー大きな値とすることで地下水位を保守的に評価することに重点を置き、現場透水試験によらず透水係数を設定していた。今回、3次元浸透流解析を行うに当たり、解析の精度向上を目的として現場透水試験を実施し、透水係数を設定した。	1.7×10^{-1}

13. 基礎底面の傾斜による防波壁の構造成立性

13. 基礎底面の傾斜による防波壁の構造成立性

防波壁（逆T擁壁）の傾斜に対する性能目標と設計評価方針

- 設置許可基準規則の各条文に対して、防波壁の耐震性（第4条）及び耐津波性（第5条）については第909回審査会合（令和2年10月15日）において、基礎地盤の支持力及びすべり（第3条）については第940回審査会合（令和3年1月29日）において、それぞれ説明している。
- 今回、基礎底面の傾斜（第3条）について、防波壁の要求機能を担保するため、防波壁（逆T擁壁）の各部位に対する性能目標及び設計方針（損傷モード、許容限界等）を以下のとおり整理し、逆T擁壁、止水目地及びグラウンドアンカーの構造成立性について確認する。



防波壁（逆T擁壁）

: 本資料において、構造成立性を確認する部位

要求機能	評価対象部位	傾斜による性能目標 (第3条)	応力等の状態	損傷モード	設計に用いる許容限界	
・防波壁は、地震後の繰返しの襲来を想定した入力津波に対して、津波による漏水及び浸水を防止することが要求される。 ・防波壁（逆T擁壁）は、基準地震動 S_s に対し、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、十分な構造強度を有した構造であることが要求される。	防波壁（逆T擁壁）	逆T擁壁 (鉄筋コンクリート造)	構造部材の健全性を保持するために、逆T擁壁が概ね弾性状態に留まること。	曲げ・せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	
		止水目地	止水目地	逆T擁壁間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。	変形・水圧	有意な漏えいに至る変形・水圧
			止水目地の鋼製部材		曲げ・せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態
		グラウンドアンカー	逆T擁壁及び改良地盤の転倒抑止のために、グラウンドアンカーが概ね弾性状態に留まること。	変位	グラウンドアンカーが伸張し、逆T擁壁が転倒	「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説（平成24年5月）」を踏まえた弾性変位量とする。
	地盤	改良地盤	逆T擁壁を鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。	支持力	鉛直支持機能を喪失する状態	「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（平成14年3月）」を踏まえ、妥当な安全余裕を考慮した極限支持力度とする。
				すべり安全率	すべり破壊し、難透水性を喪失する状態	「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用してすべり安全率1.2以上とする。
		岩盤	基礎地盤のすべり安定性を確保するため、十分なすべり安全性を保持すること。	支持力	鉛直支持機能を喪失する状態	「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（平成14年3月）」を踏まえ、妥当な安全余裕を考慮した極限支持力度とする。

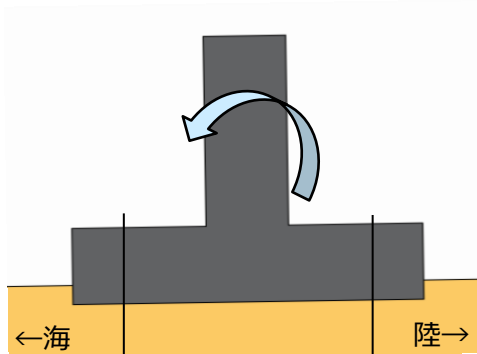
防波壁（逆T擁壁）の傾斜により要求機能を喪失する事象の抽出（1 / 2）

- 防波壁（逆T擁壁）の各部位が、損傷して要求機能を喪失する事象を抽出し、それに対する設計・施工上の配慮について整理した。

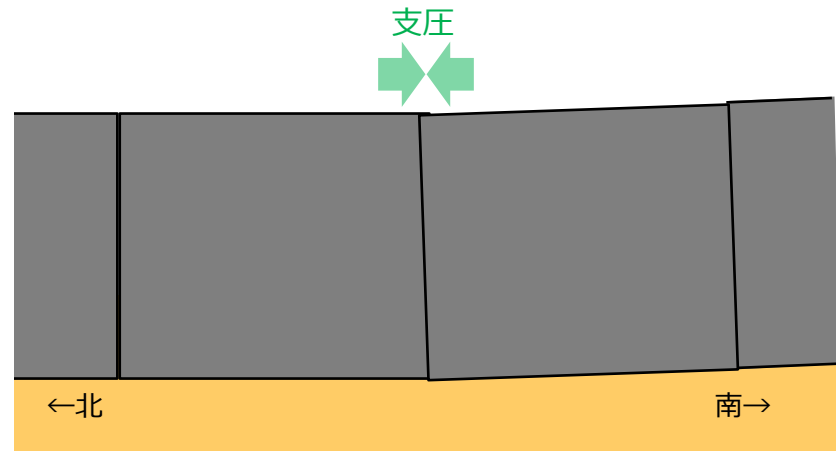
部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース※	設計・施工上の配慮	照査
逆T擁壁	<ul style="list-style-type: none"> 地盤が傾斜することにより曲げ・せん断破壊し、遮水性を喪失する。 	①	<ul style="list-style-type: none"> 逆T擁壁の発生応力度が、許容応力度以下であることを確認する。 	○
	<ul style="list-style-type: none"> 地盤が傾斜することにより逆T擁壁の隣接する躯体同士が相互に支圧することにより破壊し、遮水性を喪失する。 	②	<ul style="list-style-type: none"> 隣接する躯体同士が衝突しないことを確認する。 隣接する躯体同士が衝突する場合、逆T擁壁の支圧応力度が、許容応力度以下であることを確認する。 	○

※ 喪失する事象の想定ケース

①逆T擁壁の損傷



②隣接する躯体同士の支圧による損傷

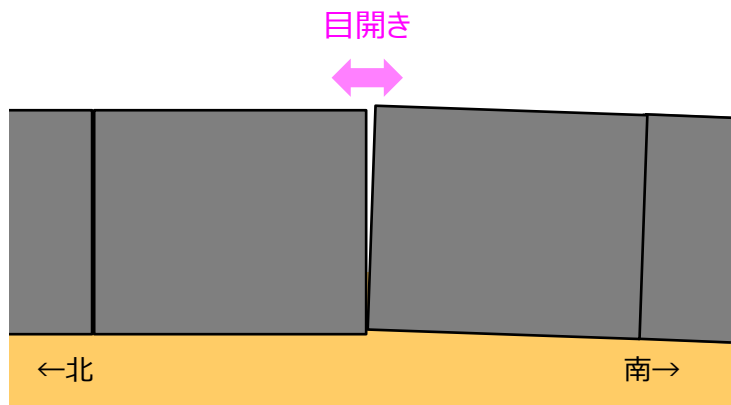


防波壁（逆T擁壁）の傾斜により要求機能を喪失する事象の抽出（2 / 2）

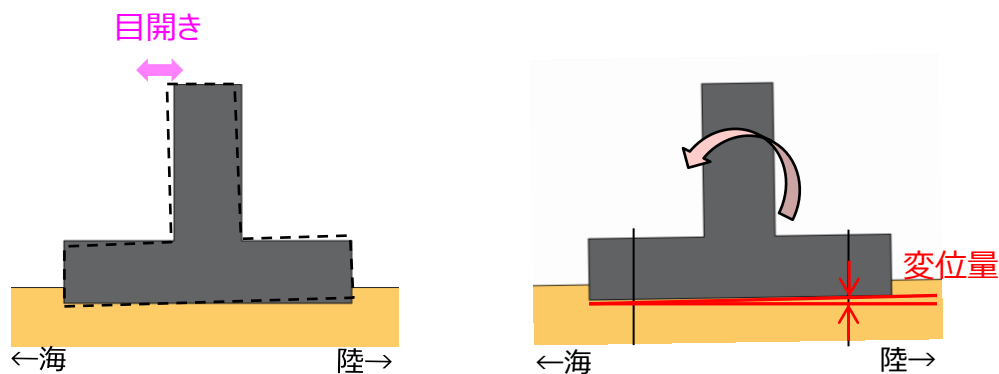
部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース※	設計・施工上の配慮	照査
止水目地 (支持部含む)	<ul style="list-style-type: none"> 地盤が傾斜することにより隣接する躯体間（法線方向、法線直交方向）の変形により、止水目地の許容変形量を超える変形が生じ、遮水性を喪失する。 	③	<ul style="list-style-type: none"> メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量以下であることを確認する。 	○
グラウンドアンカー	<ul style="list-style-type: none"> 地盤が傾斜することによりグラウンドアンカーが破損し、逆T擁壁が転倒する。 	④	<ul style="list-style-type: none"> 地盤の傾斜による変位量が、グラウンドアンカーの弾性変位量以下であることを確認する。 	○

※ 喪失する事象の想定ケース

③防波壁間の変形による止水目地の損傷



④グラウンドアンカーの破損



13. 基礎底面の傾斜による防波壁の構造成立性

設計方針及び検討概要

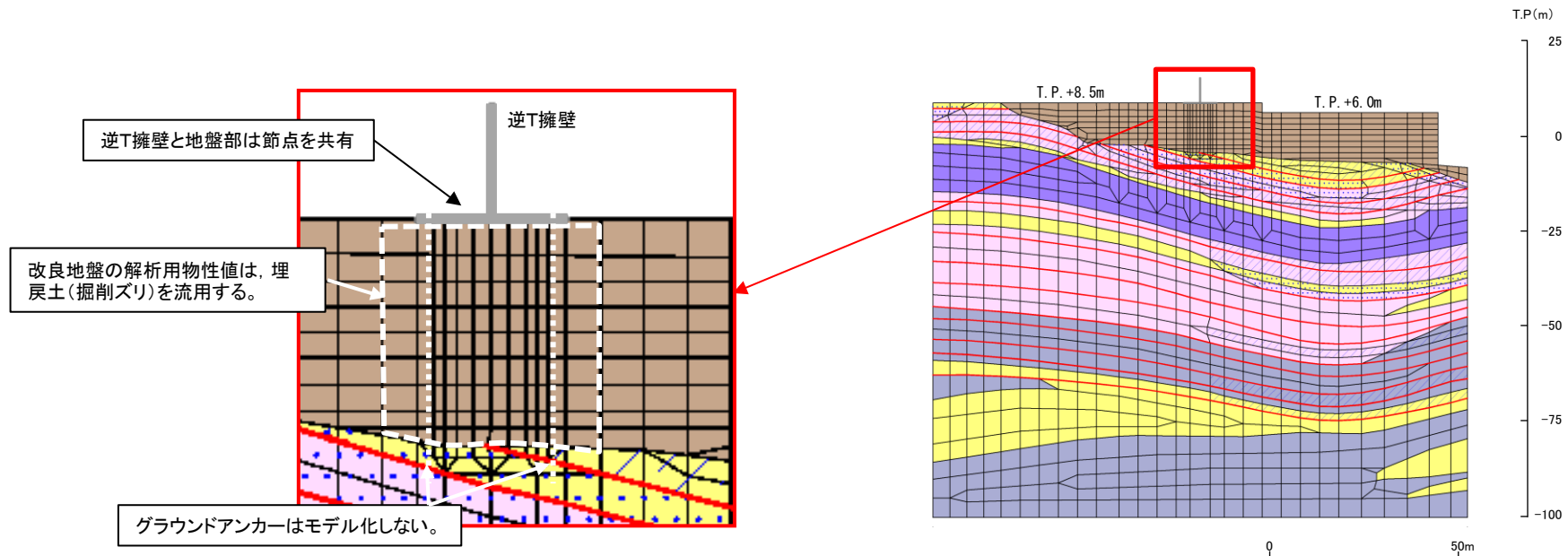
- 防波壁（逆T擁壁）における要求機能を喪失する事象に対する設計方針を下表に示す。
- 設置許可段階においては、下表の設計方針による構造成立性の見込みについて確認する。
- 構造成立性の確認に当たっては、地盤の安定解析に用いた動的FEM解析（全応力解析）に加え、防波壁の耐震性及び耐津波性に関する構造成立性の確認に用いた動的FEM解析（有効応力解析）を用いる。

施設	部位の名称	設計方針	照査項目	設置許可段階での検討方針
防波壁 (逆T擁壁)	逆T擁壁 (鉄筋コンクリート造)	<ul style="list-style-type: none"> 逆T擁壁の発生応力度が、許容応力度以下となる設計とする。 	曲げせん断	<ul style="list-style-type: none"> 逆T擁壁の発生応力度が、許容応力度以下であることを確認する。
		<ul style="list-style-type: none"> 隣接する躯体同士が衝突しないように離隔を設ける等の設計とする。 上記設計が困難な場合、逆T擁壁の支圧応力度が、許容応力度以下となる設計とする。 	曲げせん断	<ul style="list-style-type: none"> 隣接する躯体同士が衝突すると仮定し、支圧応力度を算定し、許容応力度以下であることを確認する。
	止水目地 (支持部含む)	<ul style="list-style-type: none"> 隣接する躯体間の相対変位量が、止水目地のメーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量以下となる設計とする。 	変形	<ul style="list-style-type: none"> 隣接する躯体間の相対変位量を算定し、その相対変位量が止水目地の許容変形量以下であることを確認する。
	グラウンドアンカー	<ul style="list-style-type: none"> 地盤の傾斜による変位量が、グラウンドアンカーの弾性変位量以下となる設計とする。 	変位	<ul style="list-style-type: none"> 基礎底面の傾斜による変位量を算定し、その変位量がグラウンドアンカーの弾性変位量以下であることを確認する。

13. 基礎底面の傾斜による防波壁の構造成立性

動的FEM解析（全応力解析）

- 防波壁（逆T擁壁）基礎地盤の安定解析における動的FEM解析（全応力解析）では、以下のとおり解析条件を設定していることから、基礎底面の傾斜が大きくなり易い条件となっている。
- 逆T擁壁直下の改良地盤の解析用物性値については、すべり安定性に大きく寄与する強度特性の増加を見込まないようするため、保守的に埋戻土（掘削ズリ）の解析用物性値を流用していることから、有効応力解析における剛性の1/2以下となっている。
 - 逆T擁壁と改良地盤のモデル化において、両者の節点を共有させているため、改良地盤は地震時慣性力による逆T擁壁の変形の影響を受け易い。
 - 逆T擁壁及び改良地盤の転倒等を抑止する機能を有するグラウンドアンカーをモデル化していないため、逆T擁壁及び改良地盤が変形し易い。



動的FEM解析（全応力解析）解析モデル図

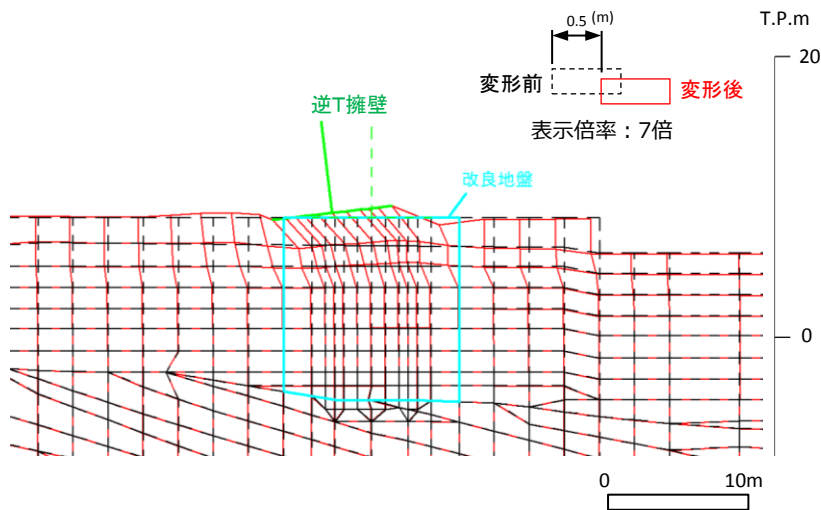
13. 基礎底面の傾斜による防波壁の構造成立性

動的FEM解析（全応力解析）における最大傾斜発生時の変形モード

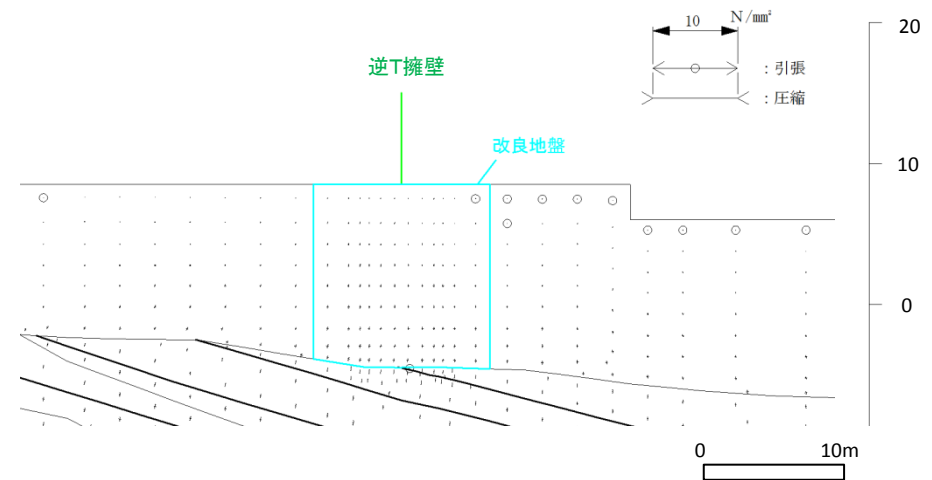
- 防波壁（逆T擁壁）基礎底面の地震時傾斜が最大となる時刻（Ss-D, 12.09秒）における変形図及び主応力図を下図に示す。
- 最大傾斜発生時には、逆T擁壁及びその直下の改良地盤部は、大きく変形しているが、その周辺の地盤には、その影響は及んでいない。
- このことから、基礎底面に生じた傾斜は、逆T擁壁に作用した地震時慣性力の作用による影響が大きいと考えられる。

地震動による最大傾斜

	全応力解析
地震動による傾斜	1/59



最大傾斜発生時の変形図 (Ss-D,12.09秒)

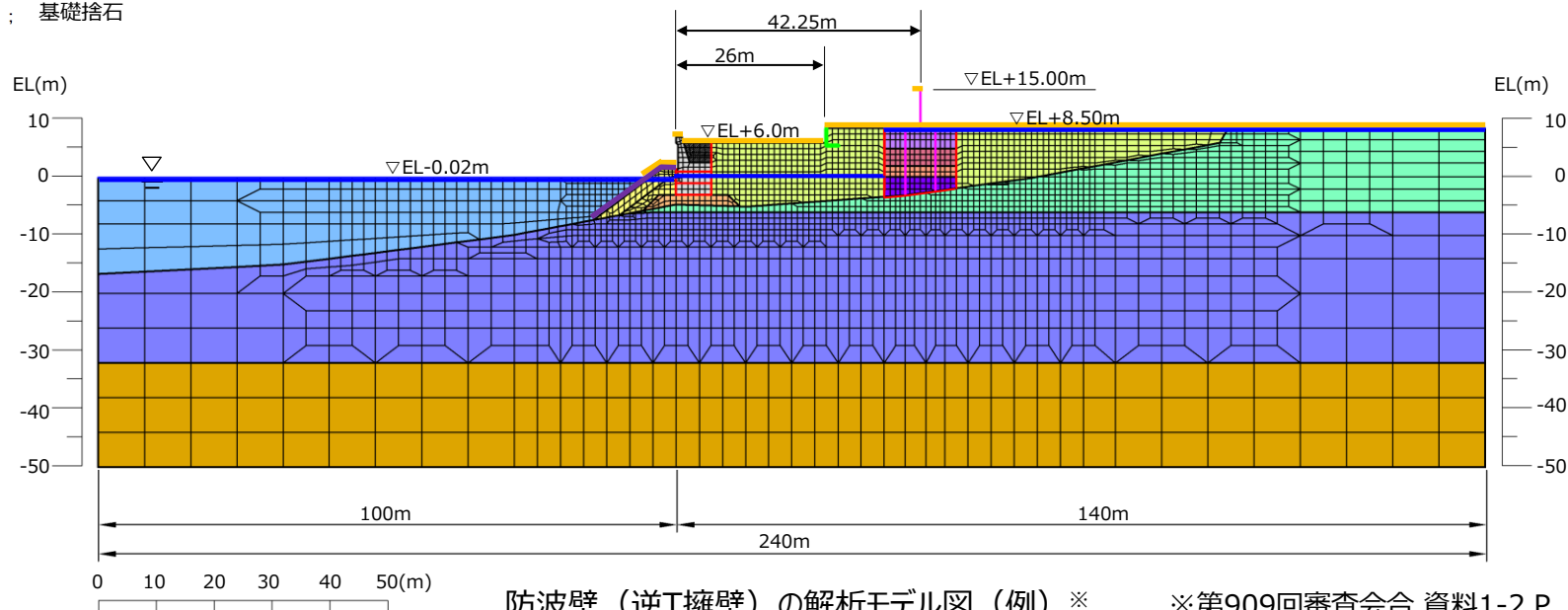
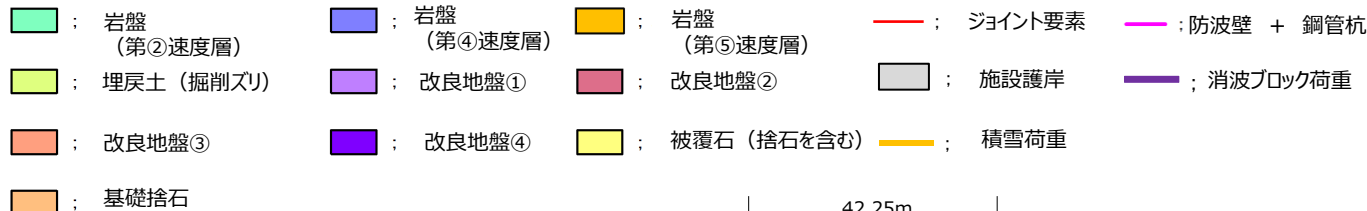


最大傾斜発生時の主応力図 (Ss-D,12.09秒)

動的FEM解析（有効応力解析）

➤ 防波壁（逆T擁壁）の構造成立性を確認した動的FEM解析（有効応力解析）の条件は以下の特徴を有しており、より現実的な応答を示すモデルとなっている。

- 逆T擁壁直下の改良地盤については、PS検層結果を踏まえた剛性を解析用物性値として設定している。
- 防波壁と周辺地盤など、要素間の滑り・剥離を考慮する箇所は、ジョイント要素でモデル化している。
- 逆T擁壁の変形抑制機能を有するグラウンドアンカーをモデル化していない。なお、グラウンドアンカーは実態に合ったモデル化を実施し、詳細設計段階において説明する。



防波壁（逆T擁壁）の解析モデル図（例）※

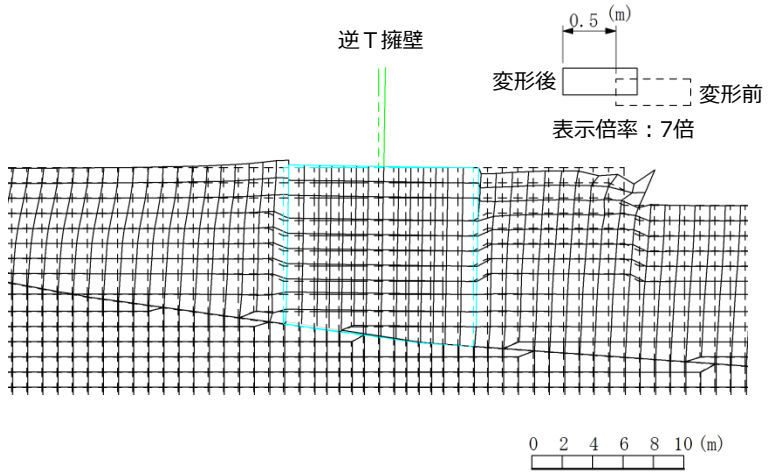
13. 基礎底面の傾斜による防波壁の構造成立性

動的FEM解析（有効応力解析）における最大傾斜発生時の変形モード

- 動的 F E M解析（有効応力解析）の最大傾斜発生時の変形図及び主応力図を下図に示す。
- 最大傾斜発生時には、逆T擁壁の直下の改良地盤部及び周辺地盤に大きな変形は生じておらず、防波壁（逆T擁壁）の基礎地盤の傾斜については、動的 F E M解析（全応力解析）と比較して小さい。

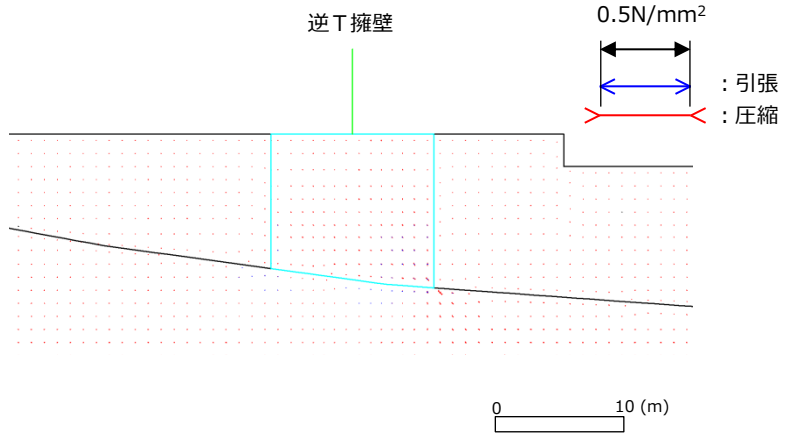
地震動による最大傾斜

	有効応力解析
地震動による傾斜	1/446



※動的 F E M解析（全応力解析）の変形図に合わせ、左右反転している。

動的 F E M解析（有効応力解析）
最大傾斜発生時の変形図



※動的 F E M解析（全応力解析）の主応力図に合わせ、左右反転している。

動的 F E M解析（有効応力解析）
最大傾斜発生時の主応力図

まとめ

- 基礎底面の傾斜に対して防波壁に要求される安全機能，及び防波壁（逆T擁壁）の設計方針（損傷モード，許容限界等）を整理した。
- 防波壁（逆T擁壁）の逆T擁壁，止水目地及びグラウンドアンカーが基礎底面の傾斜により損傷し，要求機能を喪失する事象を抽出した。
- 要求機能を喪失する事象に対し，動的FEM解析（全応力解析）及び動的FEM解析（有効応力解析）を用いた照査の結果，防波壁（逆T擁壁）の各部位は許容限界を満足することから，基礎底面の傾斜を考慮しても防波壁は構造成立することを確認した。

参考文献

- (1) 土木学会(2009): 原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術<技術資料>, 土木学会原子力土木研究委員会
- (2) 足立紀尚, 林田師照, 安川郁夫, 中野毅, 森本浩行(1997): 土質力学, 実教出版
- (3) 中島康介, 小高猛司, 板橋一雄, 李圭太(2009): 締固め度が礫混じり砂の力学特性に及ぼす影響, 第64回土木学会年次学術講演会
- (4) ロックフィル材料の試験と設計強度編集委員会(1982): ロックフィル材料の試験と設計強度, 土質工学会
- (5) 上本雄也, 澁谷啓, 橋元洋典, 川尻峻三(2011): 砂礫盛土材の締固め特性および変形・強度特性に及ぼす粒度特性の影響, 地盤工学ジャーナル, Vol.6, No.2, P181-190