

原子炉建屋の耐震性に及ぼす地下水位の影響

1. 概要

原子炉建屋の周辺には、地下水位低減を目的としたサブドレン設備が設置されている。水位 EL-15.2m で排水ポンプが起動する設定となっており、原子炉建屋周辺の地下水位は、通常において EL-15.2m 以下となっている。ポンプの故障等により排水されなくなった場合、水位が 6.2m 上昇すると基礎盤の下端レベルに達し、さらに上昇すると原子炉建屋の健全性に影響を及ぼす可能性が生じる。

ここでは浮力及び水圧の影響を受ける原子炉建屋基礎盤（以下、「基礎盤」という）及び地下外壁の評価に対する地下水位の影響について検討する。

2. 基礎盤への影響

2.1 検討方法

基礎盤の応力解析において、地下水位による浮力を考慮した場合の影響について確認する。

基礎盤は厚さ 5.0m の鉄筋コンクリートのスラブであり、そのレベルは、上端が EL-4.0m、下端が EL-9.0m である。

ここでは、地下水位について図 1 に示す 3 ケースを設定し、当該水位に相当する浮力と基準地震動 S_s による地震力を組み合わせ、応力解析を行い基礎盤の状態を確認する。

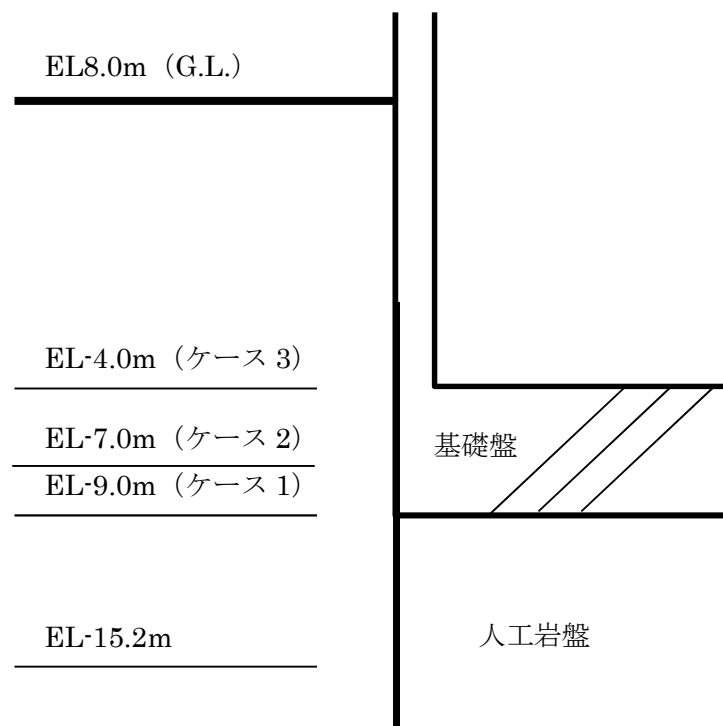


図 1 地下水位の設定ケース
1

2.2 検討結果

評価結果として、原子炉棟基礎及び付属棟基礎のケース1～3の検定値コンターをそれぞれ表1～3に示す。結果は、Ss地震時の水平2方向作用時の全ケースの包絡値とする。

なお、原子炉格納容器底部コンクリートマットについては、いずれのケースにおいても許容値に対して余裕があることを確認しており、ここでは記載を省略する。

ケース1 (EL-9.0m=基礎盤下端レベル) は、浮力を考慮しないレベルであり、工認での評価と同じである。

ケース2 (EL-7.0m=基礎盤下端+2.0m) では、原子炉棟基礎のシェル壁周辺及び付属棟基礎の内部ボックス壁出隅部の一部の要素において、面外せん断力の検定値が1を超えている。検定値1を超える要素が連続するシェル壁周辺部において、最も検定値の大きい要素について応力平均化の検討を図2に示す。応力平均化により1以下となることを確認した。なお、内部ボックス壁出隅の要素についても隣接する要素の検定値が小さいため応力平均化により1以下となる。

ケース3 (EL-9.0m=基礎盤上端レベル) では、原子炉棟基礎のシェル壁周辺の多数の要素で面外せん断力の検定値が1を超え、最大値が1.751である。検定値が1.0を超える要素が隣接していること、浮力を考慮しない場合に比べ検定比の平均で約3割程度大きくなっていること、浮力を考慮しない場合に応力平均化を行った後の検定値が0.8～0.9であることを踏まえると、地下水位を基礎上端まで考慮した場合には応力平均化を行ったとしても、許容値以下とはならないと考えられる。

2.3 まとめ

地下水位が基礎版下端より2m上昇したEL-7.0mの場合、基礎盤の応力は許容値以下となり、機能維持に問題ないことが確認できた。また、地下水位が基礎盤上端のEL-4.0mの場合、基礎盤の応力は許容値を超えるため、工認計算書と評価手法では機能維持が担保できないこととなる。

表 1 原子炉棟基礎及び附属棟基礎の検定値
 (ケース 1 : 地下水位 EL-9.0m (基礎盤下端=浮力非考慮))

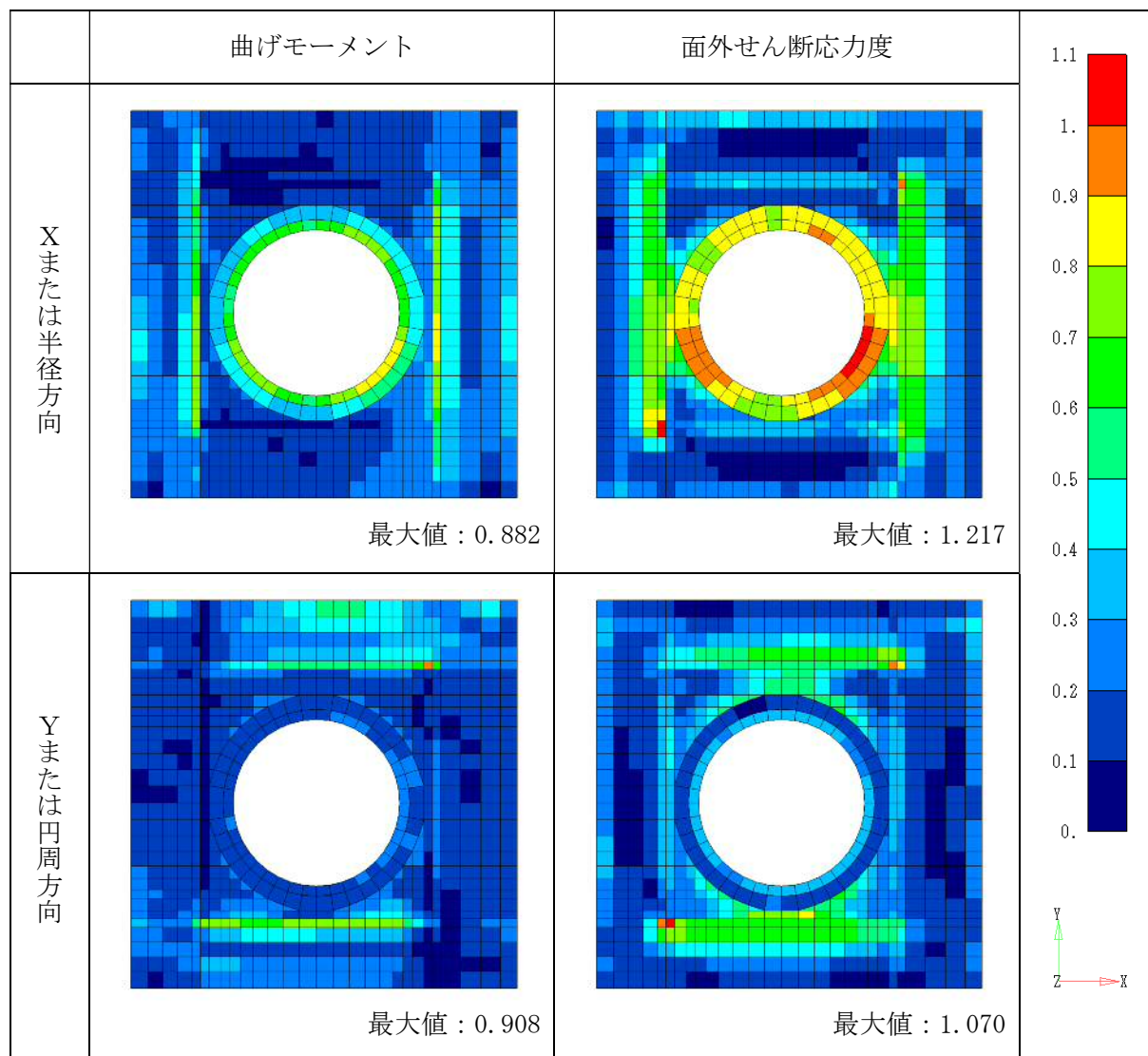


表 2 原子炉棟基礎及び附属棟基礎の検定値
 (ケース 2 : 地下水位 EL-7.0m (基礎盤下端+2m))

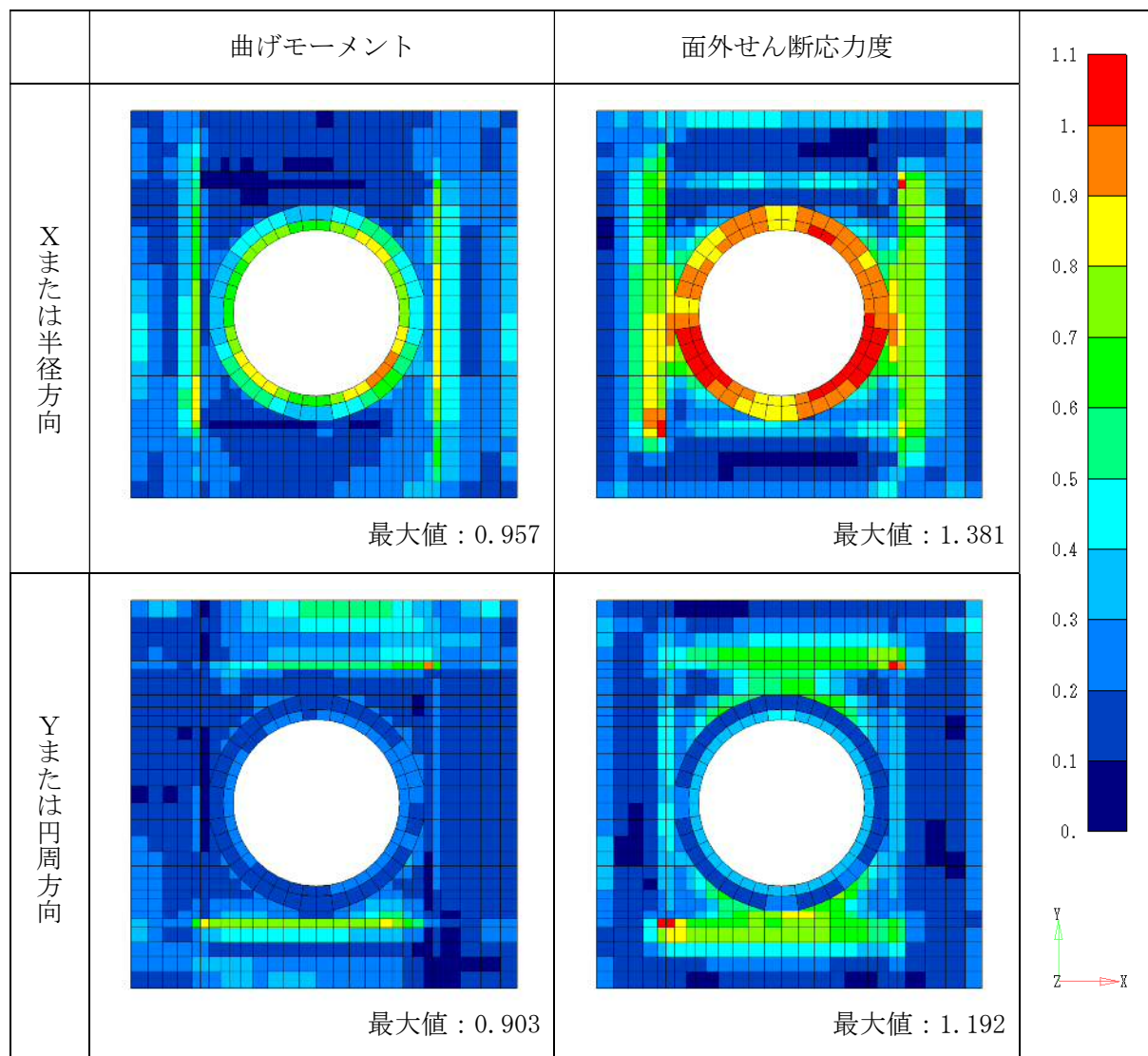
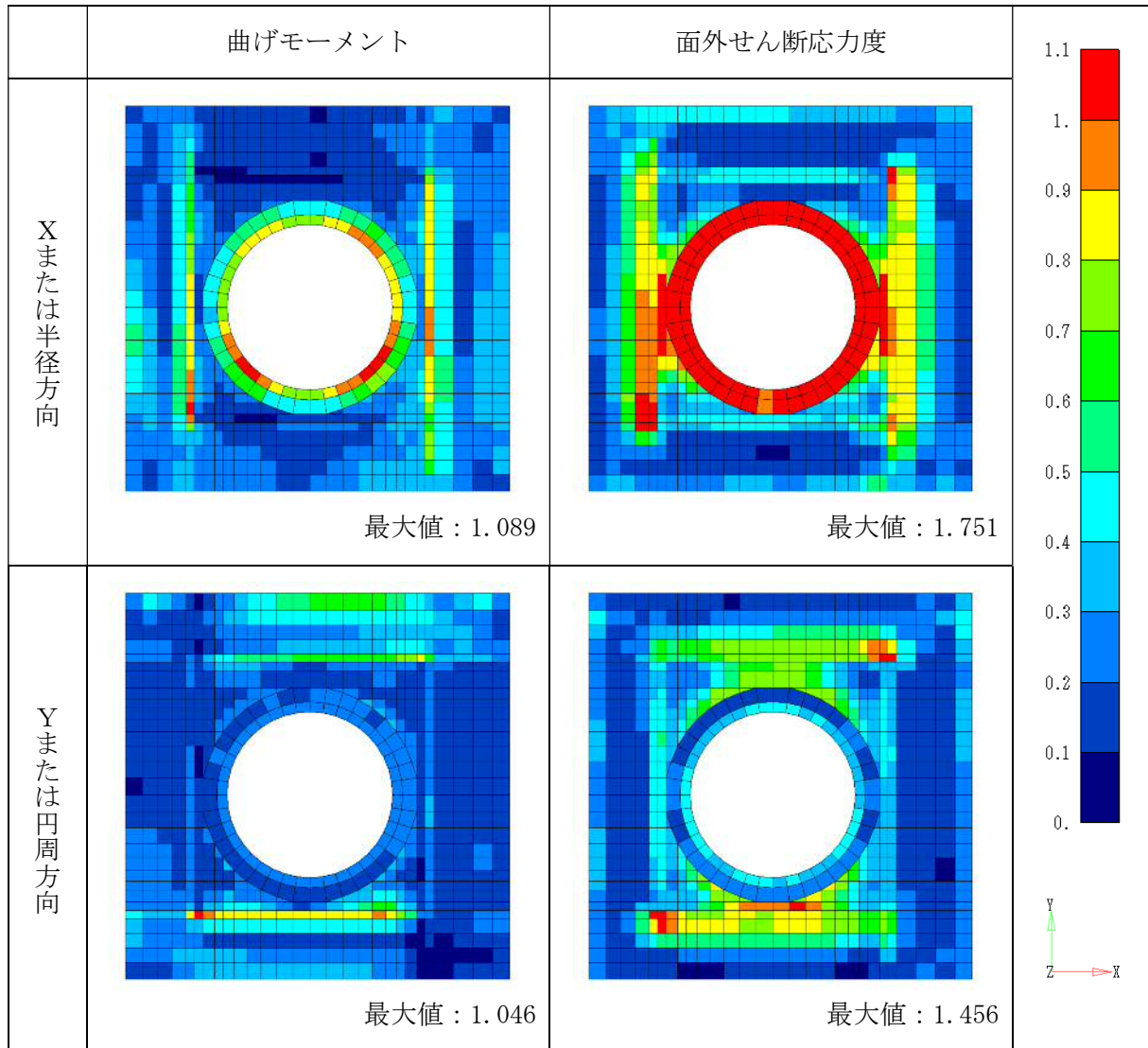
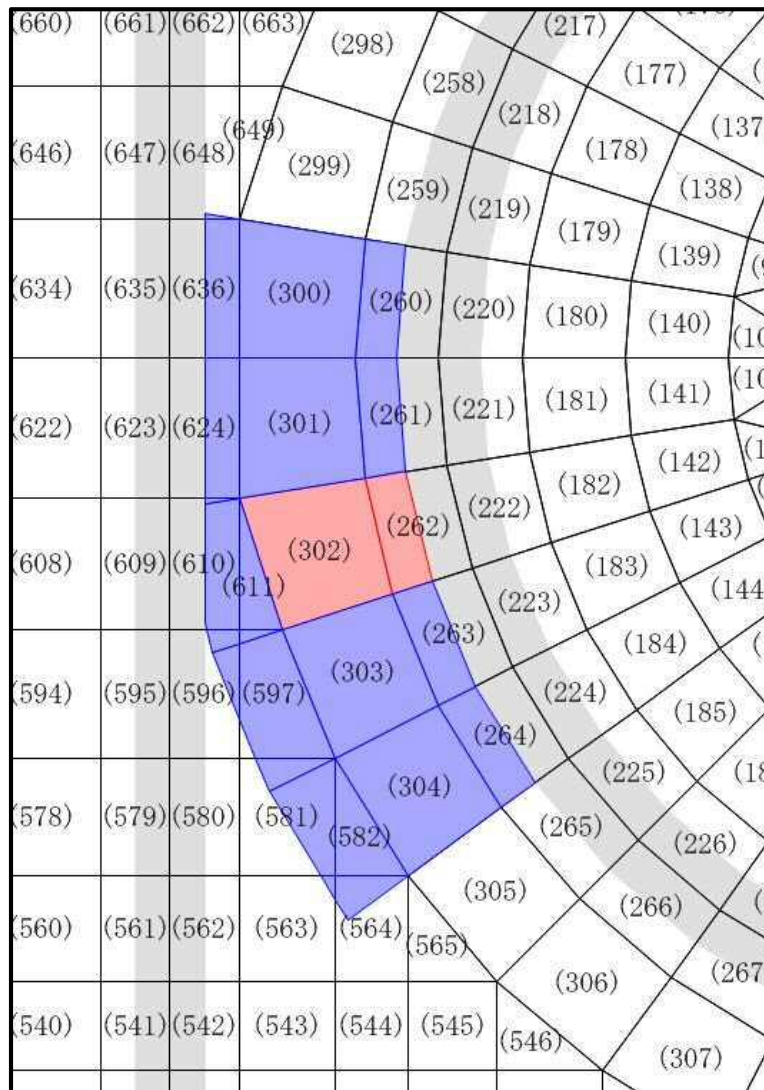


表 3 原子炉棟基礎及び附属棟基礎の検定値
 (ケース 3 : 地下水位 EL-4.0m (基礎盤上端))





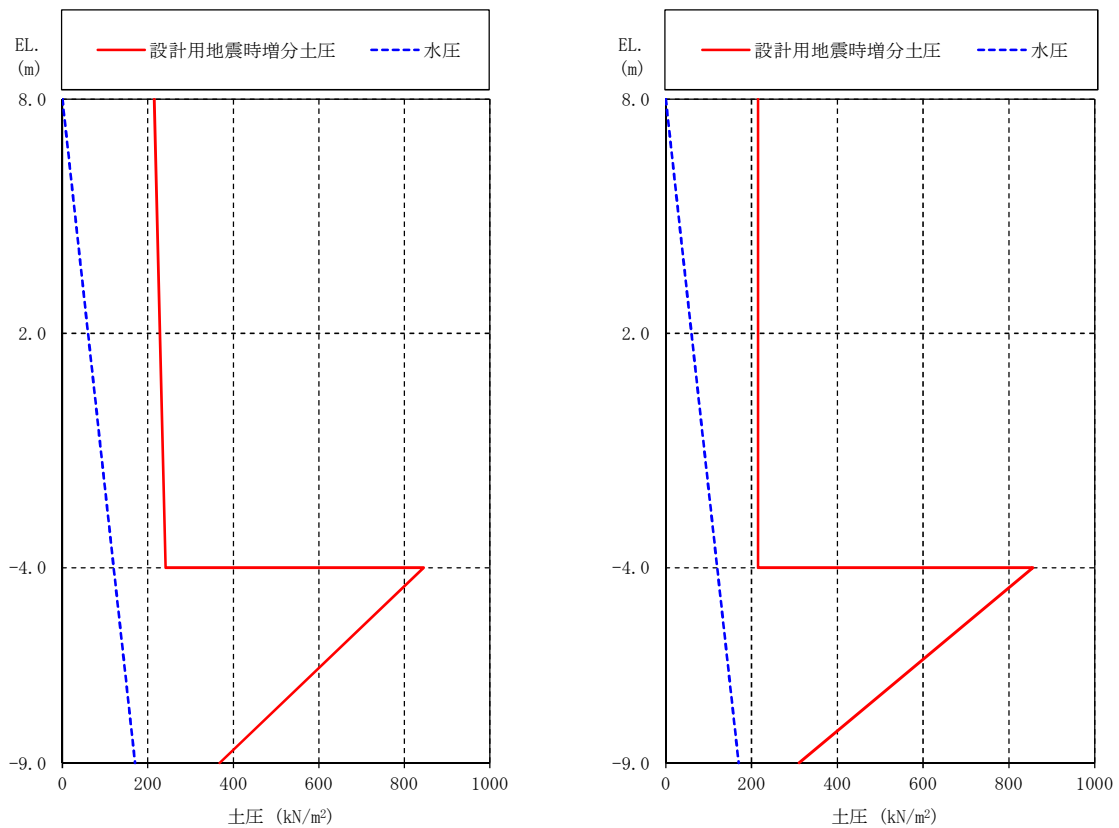
	せん断力 (kN/m)	検定値
平均化前	9108	1.051
平均化後	8115	0.964

図2 応力平均化例 (要素番号 262 及び 302)
(ケース 2 : 地下水位 EL-7.0m (基礎盤下端より 2m 上昇))

3. 地下外壁への影響

排水ポンプの故障により地表面まで地下水位が上昇した場合について、地震荷重との組合せを考慮しない場合の水圧の影響を検討する。

補足-370-11「原子炉建屋の耐震性評価に関する補足説明」において、Ss地震時の土圧による面外力に対する検討を行い、発生値が短期許容応力度以下となることを確認している。その際に設定した地震時土圧荷重と地下水位を地表面に設定した場合の水圧の比較を図3に示す。地下水位を地表面に設定した場合の水圧は地震時土圧荷重に包絡される。したがって、地下水位が地表面に達した場合でも、地下外壁の健全性に問題は生じない。



(a) NS 方向

(b) EW 方向

図3 設計用地震時増分土圧と水圧の比較