

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-他-F-19-0041_改0
提出年月日	2021年7月14日

竜巻ネット反力他に対する海水ポンプ室の構造成立性について

1. はじめに

海水ポンプ室の耐震評価において考慮している荷重のうち、竜巻防護ネット、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）（以下、「海水配管ダクト（鉛直部）」という。）及び主要なポンプ等の機器については、海水ポンプ室の床応答（横断面及び縦断面）を用いて個別に設計している。一方、海水ポンプ室は、弱軸となる横断方向加震の代表時刻に対し設計しており、土圧・慣性力が支配的な荷重であることや、付属する施設の重量は相対的に小さいことから、付属する施設の荷重が耐震性に及ぼす影響は小さいため、二次元地震応答解析による節点加速度に施設の質量を乗じた慣性力を付属する施設の荷重として三次元構造解析で考慮している。

付属する施設の個別設計は、加震方向、ばらつきの考慮方法、包絡荷重の採用等の荷重抽出の考え方等において、海水ポンプ室の設計とは異なるため、付属する施設の個別設計の方針を踏まえたうえで、海水ポンプ室の構造成立性に影響を及ぼすことが無く、海水ポンプ室の設計に問題ないことを確認した。

本資料では、まず、海水ポンプ室の設計と、付属する施設の個別設計の荷重を整理し、海水ポンプ室の設計に影響を及ぼさないと判断し、簡略化している荷重を抽出した。次に、抽出した荷重に対し、簡略化している理由を明確にし、一部の荷重については、定量的に個別の施設の耐震評価から算定される荷重に対する海水ポンプ室の構造成立性を評価した。構造成立性とは、海水ポンプ室の増厚や部材追加等の構造の変更が必要となり、付属する施設の設計に用いる床応答が変更となる可能性が無いこととし、構造成立性の評価としては、曲げ・軸力系の破壊（面内せん断を含む）に対する照査により評価した。なお、せん断については、一部、後施工せん断補強筋を追加する可能性があるが、荷重の精査により不要となる見込みである。

評価の結果、簡略化している個別の施設の耐震評価を踏まえた荷重を考慮しても、床応答に影響を及ぼすような海水ポンプ室の補強は必要なく、海水ポンプ室の設計が問題ないこと、かつ構造成立性に影響を与えないことを確認した。

2. 海水ポンプ室及び付属する施設の設計で考慮する荷重の整理

海水ポンプ室の設計及び付属する施設の個別設計において考慮している荷重とそれらの相違点を表 2-1 に示す。

2.1 海水ポンプ室の設計荷重

海水ポンプ室の設計では、弱軸方向となる東西方向加震を対象に、損傷モード毎・部材毎に照査時刻を選定し、構造解析を実施しており、1地震動あたり最大 27 時刻の照査を行っている。付属する施設の荷重は、二次元地震応答解析モデルにおいて節点重量として考慮し、照査時刻における節点の加速度に施設の質量を乗じた荷重を慣性力として、構造解析モデルの設置位置に、水平力及び鉛直力として作用させている。

竜巻防護ネット、海水配管ダクト（鉛直部）、機器荷重の二次元地震応答解析モデルにおける節点位置及び構造解析モデルの慣性力作用位置を図 2-1～図 2-3 にそれぞれ示す。

2.2 竜巻防護ネットの設計荷重との相違点

竜巻防護ネットの設計荷重は、図 2-4 に示すとおり、基準地震動 Ss7 波の包絡荷重として算定されており、かつ、ゴム支承等の剛性のばらつきを考慮していることから、海水ポンプ室の設計荷重に比べ、保守的な荷重となっている。

竜巻防護ネットの加震方向は、東西方向、南北方向、鉛直方向の加震となっており、海水ポンプ室では東西方向と鉛直方向の加震となっている。

2.3 海水配管ダクト（鉛直部）の設計荷重との相違点

海水配管ダクト（鉛直部）の設計は、静的解析で構造解析しているため地震時荷重を保守的に評価する必要があり、基準地震動毎の包絡荷重を用い、更に深度区分毎に最大荷重を設計荷重としており、海水ポンプ室の設計荷重に比べ、かなり保守的な荷重となっている。

東西方向加震においては、海水ポンプ室と同じ地震応答解析モデルの土圧及び慣性力を用いており、構造解析に作用させる元となる荷重は同一である。つまり、海水配管ダクト（鉛直部）の設計では、包絡荷重の深度区分最大荷重を設計荷重としており、海水ポンプ室の設計では、照査時刻の荷重を設計荷重としている。なお、海水ポンプ室の照査時刻のうち、総水平荷重最大時刻において、海水配管ダクトを含めた最大荷重が考慮されている。

南北方向加震については、表 2-1(1)に示すとおり、海水ポンプ室の強軸方向であり、質量も相対的に小さいことから耐震性に及ぼす影響は小さいと評価している。

2.4 機器の設計荷重との相違点

機器の荷重は、基準地震動 Ss7 波の包絡荷重に対して評価しており、海水ポンプ室の設計に比べ、保守的な荷重となっている。また、表 2-2 に示すとおり、海水ポンプ室の設計では、水平荷重と鉛直荷重として設計しているのに対し、機器の設計荷重では、ポンプ類の高さを考慮した転倒モーメントが算定されている。

表 2-1 (1) 海水ポンプ室と付属する施設の荷重の相違点

付属施設	設置位置	海水ポンプ室の設計における荷重の考慮方法		付属施設の個別設計からの荷重	設計荷重の相違点
		弱軸方向 (東西)	強軸方向 (南北)		
竜巻防護ネット	補機ポンプエリアの北側隔壁と、南側隔壁のコーベル	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動 S_s あたり、損傷モード・部位に着目した最大 27 照査時刻の耐震評価を行う。 ・二次元地震応答解析から得られる照査時刻の加速度に質量を乗じた慣性力を三次元構造解析モデルに作用させる。 ・慣性力は、水平方向荷重 (東西) 及び鉛直方向荷重として、竜巻防護ネットの設置位置に作用させる。(図 2-1 参照) 	<ul style="list-style-type: none"> ・弱軸方向の評価において照査値が最も厳しい時刻 (1 時刻) を対象に、水平 2 方向載荷による耐震評価を行う。 ・二次元地震応答解析から得られる照査時刻の加速度に質量を乗じた慣性力を三次元構造解析モデルに作用させる。 ・慣性力は、水平方向荷重 (東西及び南北) 及び鉛直方向荷重として、竜巻防護ネットの設置位置に作用させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動 S_s 7 波の包絡荷重に対して荷重を算定している。 ・ゴム支承の剛性のばらつき等を見込んだ荷重を算定している。 ・竜巻防護ネットの支点毎に東西方向荷重、南北方向荷重、鉛直方向荷重が算定されている。(図 2-4 参照) 	<ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護ネットの荷重は基準地震動 S_s 7 波の包絡荷重かつばらつきを考慮しており、海水ポンプ室の設計荷重より保守的になっている。 ・竜巻防護ネットの水平方向荷重は、東西方向及び南北方向に対して評価しているが、海水ポンプ室の設計は弱軸方向となる東西方向に対し実施している。(南北方向は水平 2 方向の影響確認を実施)
海水配管ダクト (鉛直部)	西側側壁	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動 S_s あたり、損傷モード・部位に着目した最大 27 照査時刻の耐震評価を行う。 ・二次元地震応答解析から得られる照査時刻の加速度に質量を乗じた慣性力を三次元構造解析モデルに作用させる。 ・慣性力は、水平方向荷重 (東西) 及び鉛直方向荷重として、側壁の海水配管ダクト (鉛直部) 設置位置に作用させる。 ・土圧は、海水ポンプ室横断面の地震応答解析により評価される土圧を直接、面直力及び鉛直方向摩擦力として作用させる。(図 2-2 参照) 	<ul style="list-style-type: none"> ・弱軸方向の評価において照査値が最も厳しい時刻 (1 時刻) を対象に、水平 2 方向載荷による耐震評価を行う。 ・二次元地震応答解析から得られる照査時刻の加速度に質量を乗じた慣性力を三次元構造解析モデルに作用させる。 ・慣性力は、水平方向荷重 (東西及び南北) 及び鉛直方向荷重として、側壁の海水配管ダクト (鉛直部) 設置位置に作用させる。 ・土圧は、海水ポンプ室横断面の地震応答解析により評価される土圧を直接、面直力及び鉛直方向摩擦力として作用させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・各基準地震動 S_s の包絡荷重に対して荷重を算定している。 ・耐震評価断面を水平輪切り断面とし、東西方向と南北方向の 2 方向の土圧及び慣性力を同時作用させている。 ・南北方向の地震時荷重により水平荷重に加え曲げモーメントが算定される。(図 2-5 参照) 	<ul style="list-style-type: none"> ・海水配管ダクト (鉛直部) の設計は、静的解析で評価するため、各基準地震動 S_s の包絡荷重を用いており、海水ポンプ室の設計荷重よりかなり保守的になっている。 ・海水ポンプ室の設計は弱軸方向となる東西方向に対し実施している。 ・海水ポンプ室の設計において、東西方向加震は、土圧及び慣性力とも海水配管ダクト (鉛直部) の荷重を評価しており、総水平荷重最大時刻に対する照査において、海水配管ダクト (鉛直部) の最大荷重も考慮している。(南北方向は水平 2 方向の影響確認を実施)

表 2-1 (2) 海水ポンプ室と付属する施設の荷重の相違点

付属施設	設置位置	海水ポンプ室の設計における荷重の考慮方法		付属施設の個別設計からの荷重	設計荷重の相違点
		弱軸方向 (東西)	強軸方向 (南北)		
<p>機器 (循環水ポンプ 及び 原子炉機器 冷却海水ポンプ等)</p>	<p>補機ポンプ エリア 及び 循環水ポンプ エリアの 中床版</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動 S_s あたり、損傷モード・部位に着目した最大 27 照査時刻の耐震評価を行う。 ・二次元地震応答解析から得られる照査時刻の加速度に質量を乗じた慣性力を三次元構造解析モデルに作用させる。 ・慣性力は、水平方向荷重 (東西) 及び鉛直方向荷重として、中床版の機器設置位置に作用させる。 (図 2-3 参照) 	<ul style="list-style-type: none"> ・弱軸方向の評価において照査値が最も厳しい時刻 (1 時刻) を対象に、水平 2 方向載荷による耐震評価を行う。 ・二次元地震応答解析から得られる照査時刻の加速度に質量を乗じた慣性力を三次元構造解析モデルに作用させる。 ・慣性力は、水平方向荷重 (東西及び南北) 及び鉛直方向荷重として、中床版の機器設置位置に作用させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動 S_s 7 波の包絡荷重に対して荷重を算定している。 ・機器毎に水平方向荷重、鉛直方向荷重、<u>転倒モーメント</u>が算定されている。 (表 2-2 参照) 	<ul style="list-style-type: none"> ・海水ポンプ室の設計においては、水平方向荷重と鉛直方向荷重を考慮しており、機器の設計では曲げモーメントが考慮されている。 ・海水ポンプ室の設計は弱軸方向となる東西方向のみ実施している。 (南北方向は水平 2 方向の影響確認を実施)

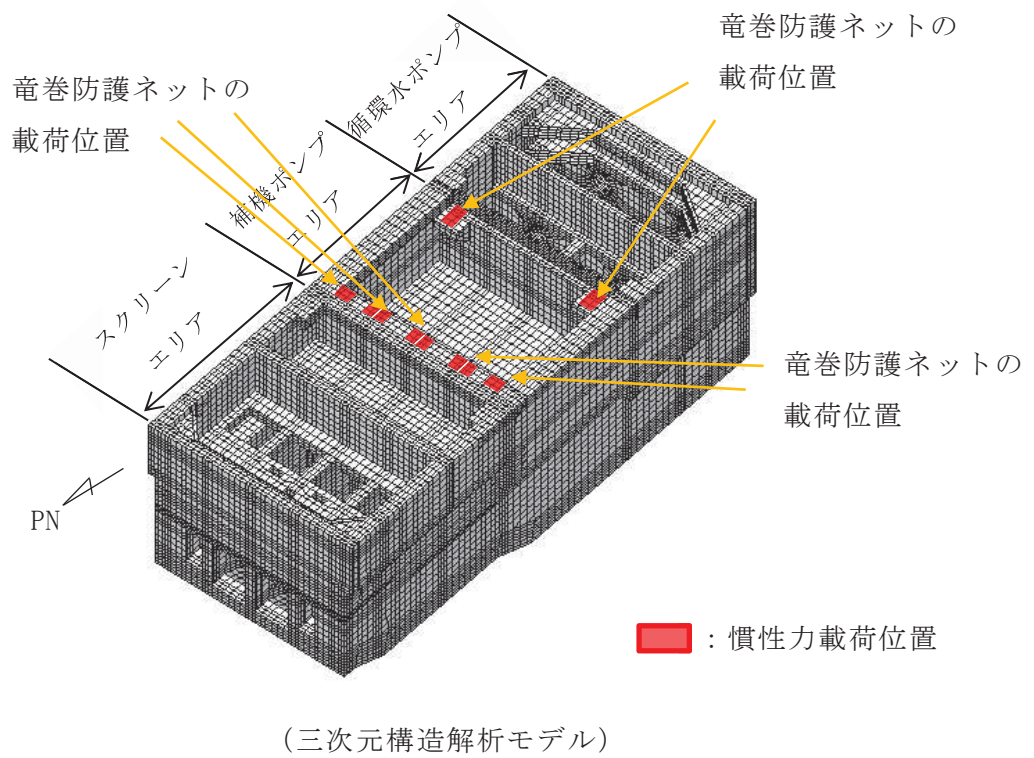
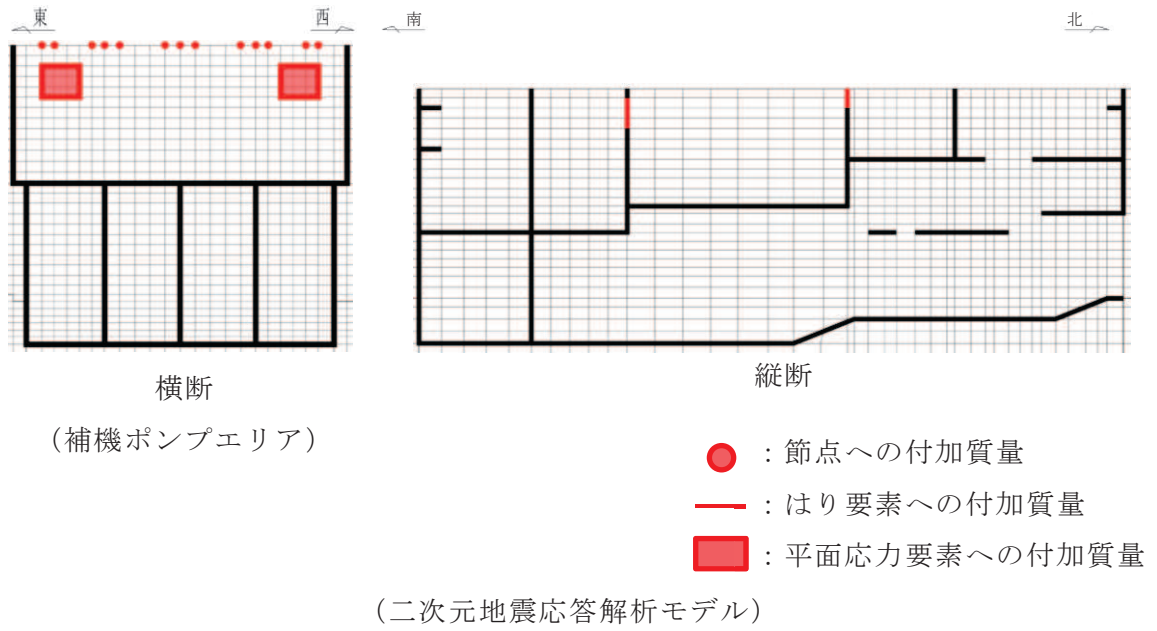
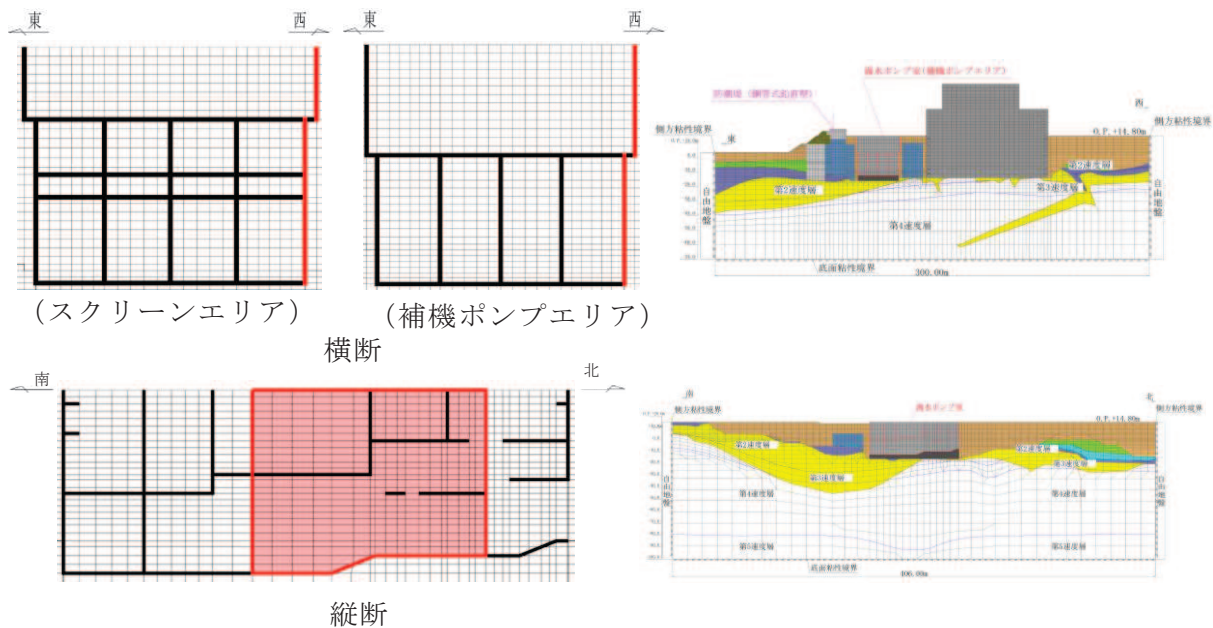
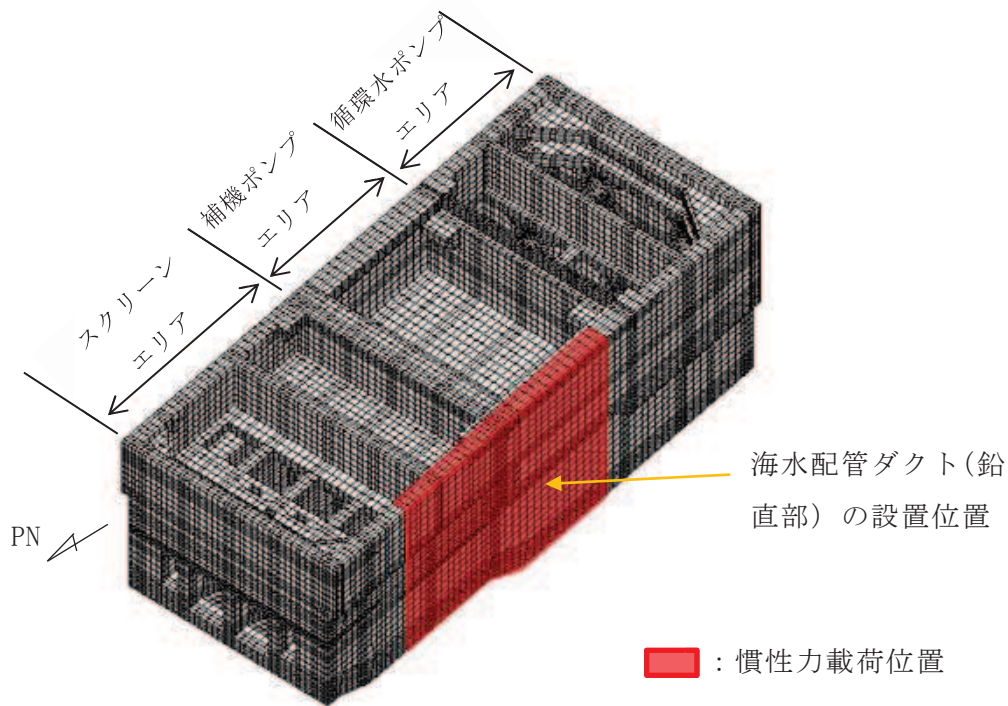


図 2-1 竜巻防護ネットの荷重評価・作用位置



- : はり要素への付加質量
- : 平面応力要素への付加質量

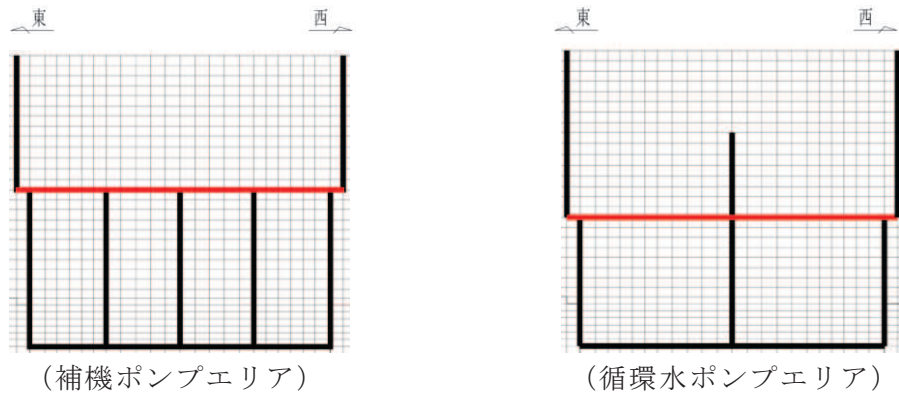
(二次元地震応答解析モデル)



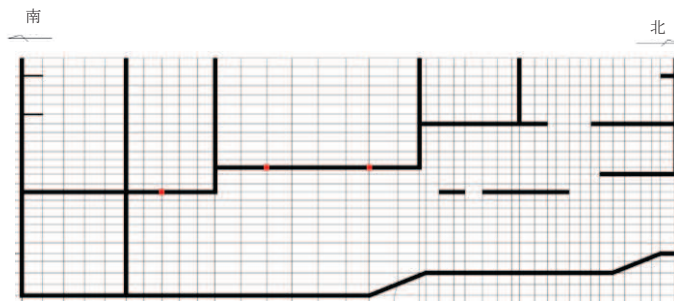
(三次元構造解析モデル)

注：土圧は慣性力とは別に側壁全面に作用させる。

図 2-2 海水配管ダクト (鉛直部) の荷重評価・作用位置



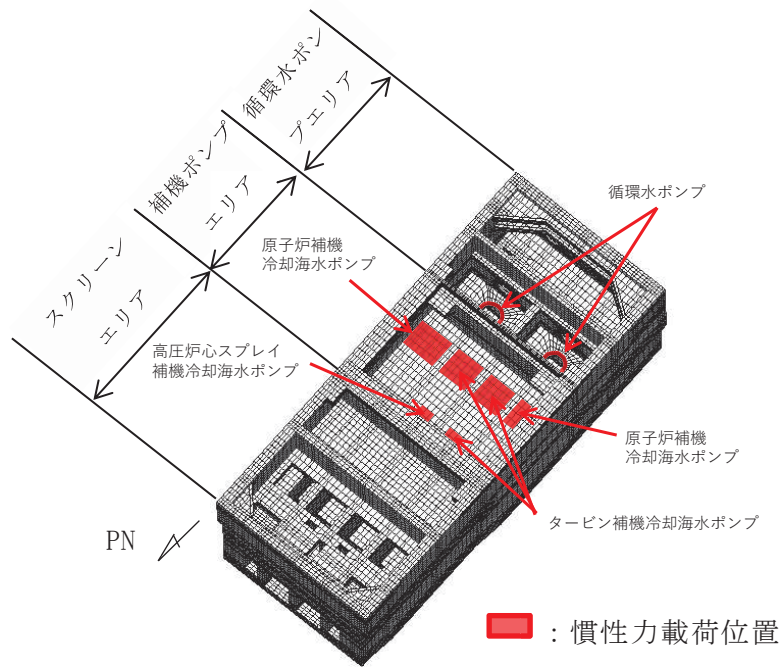
横断



縦断

- : 節点への付加質量
- : はり要素への付加質量

(二次元地震応答解析モデル)



(三次元構造解析モデル)

図 2-3 機器の荷重評価・作用位置

(東西方向検討用)

作用位置*1	①竜巻防護ネットの設計荷重 (kN)			②海水ポンプ室の設計荷重*2 (kN)			①/②荷重比		
	南北方向	東西方向	鉛直方向	南北方向	東西方向	鉛直方向	南北方向	東西方向	鉛直方向
N1	140.0	351.0	533.0	—	200.3	2.7	—	1.8	197.5
N2	253.0	931.0	738.0	—	311.7	17.8	—	3.0	41.5
N3	308.0	1160.0	902.0	—	317.6	31.1	—	3.7	29.1
N4	253.0	931.0	738.0	—	311.7	29.5	—	3.0	25.1
N5	140.0	351.0	533.0	—	200.3	19.4	—	1.8	27.5
S1	0.0	2026.0	1254.0	—	1197.6	77.0	—	1.7	16.3
S2	0.0	2026.0	1254.0	—	1197.6	102.9	—	1.7	12.2

注記*1：下図に作用位置を示す。

*2：隔壁の面内変形（面内せん断ひずみ）が最大となる地震動及び時刻における荷重を示す。

(南北方向検討用)

作用位置*	①竜巻防護ネットの設計荷重 (kN)			②海水ポンプ室の設計荷重 (kN)			①/②荷重比		
	南北方向	東西方向	鉛直方向	南北方向	東西方向	鉛直方向	南北方向	東西方向	鉛直方向
N1	629.0	12.0	370.0	—	—	—	—	—	—
N2	1240.0	13.0	354.0	—	—	—	—	—	—
N3	1228.0	2.0	460.0	—	—	—	—	—	—
N4	1240.0	13.0	354.0	—	—	—	—	—	—
N5	629.0	12.0	370.0	—	—	—	—	—	—
S1	658.0	14.0	2292.0	—	—	—	—	—	—
S2	658.0	14.0	2292.0	—	—	—	—	—	—

注記*：下図に作用位置を示す。

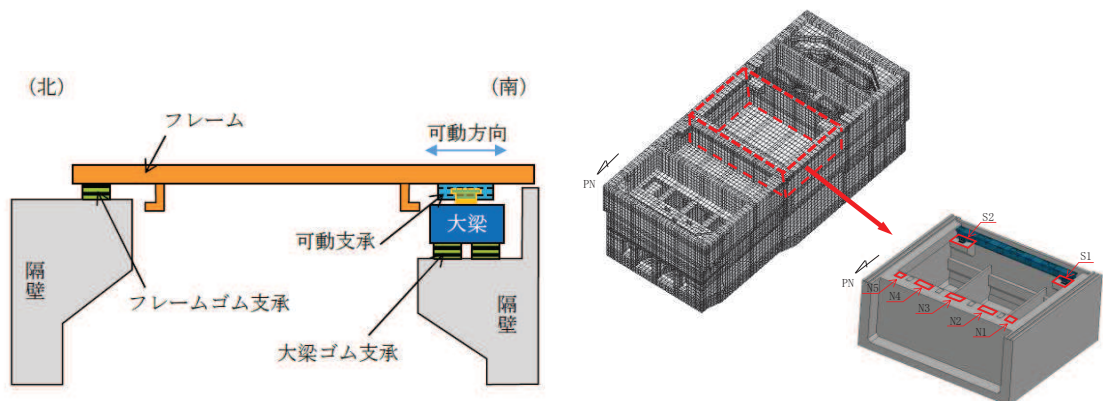


図 2-4 竜巻防護ネットの荷重比較

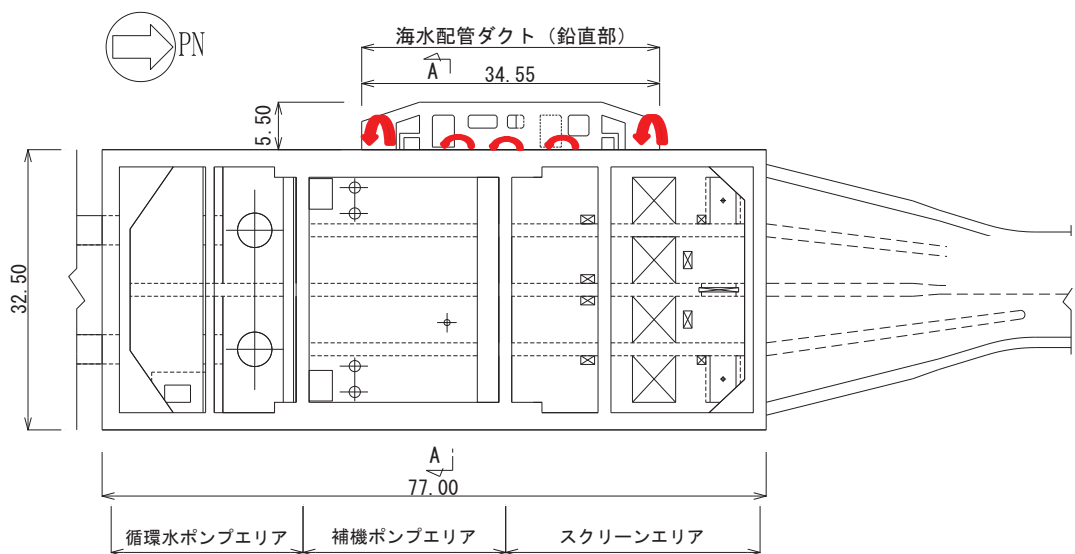


図 2-5 海水配管ダクト（鉛直部）から作用する曲げモーメント

表 2-2 機器荷重

機器名称 反力		原子炉補機 冷却海水ポンプ	循環水ポンプ	
			縦断方向	横断方向
水平方向 (kN)		2,628	79,440	90,780
鉛直 方向 (kN)	圧縮	5,498	11,135	7,380
	引張	4,612	21,592	17,842
転倒モーメント (kN・m)		4,258	17,210	8,196

3. 海水ポンプ室の設計では簡略化している荷重に対する影響確認方針

「2. 海水ポンプ室及び付属する施設の設計で考量する荷重の整理」において、海水ポンプ室の設計では、耐震性への影響が小さいと判断し簡略化している荷重が、海水ポンプ室の構造成立性に及ぼす影響と確認方針について、表 3-1 にまとめた。

表 3-1 海水ポンプ室の設計で簡略化している荷重とその影響の確認方針

付属する施設	荷重	評価及び影響確認方針
竜巻防護ネット	ばらつきを考慮した包絡荷重に対する安全性（東西方向）	<ul style="list-style-type: none"> 荷重は比較的小さく、また、海水ポンプ室の隔壁に対し面内方向に作用するが、面内変形の耐力は大きいため、簡略化しても構造成立性に影響は無い。 念のため、三次元構造解析に竜巻防護ネットの荷重を作用させて検証する。 (4章参照)
	ばらつきを考慮した包絡荷重に対する安全性（南北方向）	<ul style="list-style-type: none"> 荷重は比較的小さいため構造成立性に影響は無い。 (水平2方向の影響検討で確認) 念のため、海水ポンプ室の隔壁に面外荷重として作用する南北方向の水平方向荷重が最大となる基準地震動の時刻に竜巻防護ネットの荷重を作用させて検証する。 (4章参照)
海水配管ダクト（鉛直部）	南北方向加震時に、海水配管ダクト（鉛直部）から海水ポンプ室側壁へ作用するモーメント荷重に対する安全性	<ul style="list-style-type: none"> 南北方向加震時に海水ポンプ室の側壁（壁厚2m以上）に面内荷重として作用する荷重（せん断力）は、側壁の面内変形に対する耐力は大きいため、構造成立性に影響は無い。 (水平2方向の影響検討で確認) 念のため、海水ポンプ室側壁へ作用する曲げモーメントについては、荷重を作用させて検証する。 (5章参照)
機器	包絡荷重に対する安全性と、モーメント荷重に対する安全性	<ul style="list-style-type: none"> 機器は海水ポンプ室の床に設置されているが、床は下層の水路の隔壁等によりスパンの短い四辺固定版の集合体となっており、十分耐力が大きく、かつ裕度を有していることから、水平及び鉛直荷重の評価により、構造成立性に影響はない。

4. 竜巻防護ネットからの荷重による影響評価

4.1 検証方法

竜巻防護ネットの設計を踏まえた荷重を考慮した三次元構造解析を行い、海水ポンプ室の構造成立性への影響を検証する。竜巻防護ネットは図 4-1 に示すように、補機ポンプエリアの北側と南側の隔壁部に設置されることから、東西及び南北方向において、隔壁が厳しくなる時刻を選定し評価を行う。東西方向及び南北方向の選定時刻の考え方を以下に示す。

- ・東西方向：地震荷重が隔壁に対し面内方向に作用することから、隔壁の面内変形（面内せん断ひずみ）が最大となる地震動及び時刻を選定（ $S_s - N1$ （++），解析ケース③，7.53 秒）
- ・南北方向：地震荷重が隔壁に対し面外方向に作用することから、隔壁に作用する水平方向荷重が最大となる地震動及び時刻を選定（ $S_s - D2$ （++），解析ケース①，6.83 秒）

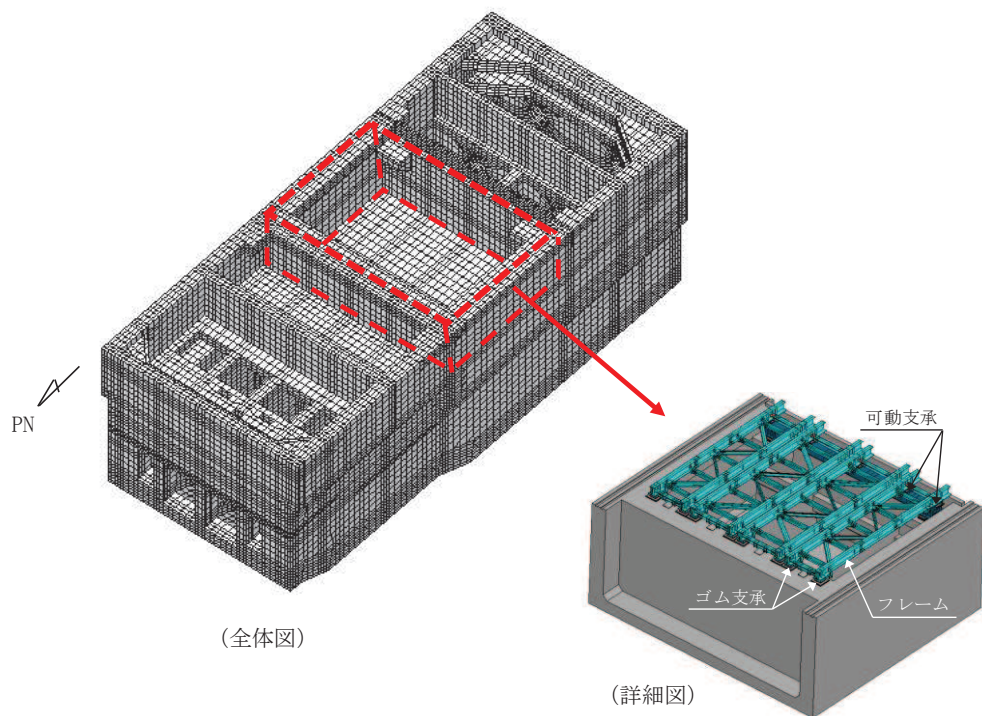


図 4-1 竜巻防護ネット設置個所

4.2 検証結果

三次元構造解析による耐震評価結果として、海水ポンプ室の地震応答に影響を及ぼす増厚等の改造がないことを確認するために、曲げ・軸力系に対する照査に着目する。

東西方向の結果を表 4-1 に、南北方向の結果を表 4-2 に示す。東西方向の結果には、海水ポンプ室の設計で考慮している荷重（慣性力：加速度×質量）の比較結果と併せて示す。また、東西方向のコンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみの分布図を図 4-2 及び図 4-3 に示す。

図 2-4 に示すように、過大な荷重となる竜巻防護ネットからの荷重を作用させたが、海水ポンプ室の設計で考慮している荷重（慣性力）を作用させた結果との差異は軽微であることが確認された。また、南北方向の結果を表 4-2 に示しているが、東西方向と同様に、過大な荷重として竜巻防護ネットからの荷重を作用させても、発生ひずみは小さいことが確認された。

以上より、過大な荷重となる竜巻防護ネットからの荷重を作用させても、海水ポンプ室の構造成立性には影響を与えるものではないと評価できる。

表 4-1 (1) コンクリートの圧縮ひずみ（東西方向）*1

評価部材	照査用ひずみ*2		照査用ひずみ比 $\varepsilon_{d1} / \varepsilon_{d2}$
	竜巻防護ネットからの荷重 ε_{d1} (許容限界：2000 μ)	海水ポンプ室の設計荷重 ε_{d2} (許容限界：2000 μ)	
底版	698 μ	687 μ	1.02
中床版	633 μ	623 μ	1.02
側壁	669 μ	675 μ	1.00
隔壁	<u>1576 μ</u>	<u>1568 μ</u>	1.01
導流壁	226 μ	214 μ	1.06
妻壁	158 μ	158 μ	1.00

注記*1：下線部は、照査用ひずみのうち最大値を示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a

表 4-1 (2) 主筋ひずみ (東西方向) *1

評価部材	照査用ひずみ*2		照査用ひずみ比 $\varepsilon_{d1} / \varepsilon_{d2}$
	竜巻防護ネットからの荷重 ε_{d1} (許容限界: 1725 μ)	海水ポンプ室の設計荷重 ε_{d2} (許容限界: 1725 μ)	
底版	<u>1449 μ</u> *3	<u>1318 μ</u> *3	1.10
中床版	1248 μ	1200 μ	1.04
側壁	1436 μ	1408 μ	1.02
隔壁	1215 μ	1197 μ	1.02
導流壁	170 μ	152 μ	1.12
妻壁	81 μ	83 μ	0.98

注記*1: 下線部は, 照査用ひずみのうち最大値を示す。

*2: 照査用ひずみ = 発生ひずみ \times 構造解析係数 γ_a

*3: 要素平均化後の値を示す。

表 4-1 (3) 面内せん断ひずみ (東西方向) *1

評価部材	照査用ひずみ*2		照査用ひずみ比 $\varepsilon_{d1} / \varepsilon_{d2}$
	竜巻防護ネットからの荷重 ε_{d1} (許容限界: 2000 μ)	海水ポンプ室の設計荷重 ε_{d2} (許容限界: 2000 μ)	
底版	—	—	—
中床版	—	—	—
側壁	—	—	—
隔壁	<u>518 μ</u>	<u>505 μ</u>	1.03
導流壁	—	—	—
妻壁	145 μ	144 μ	1.01

注記*1: 下線部は, 照査用ひずみのうち最大値を示す。

*2: 照査用ひずみ = 発生ひずみ \times 構造解析係数 γ_a

表 4-2 コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみ*¹（南北方向）

評価部材	照査用ひずみ* ²	
	竜巻防護ネットからの荷重	
	コンクリートの圧縮ひずみ (許容限界：2000 μ)	主筋ひずみ (許容限界：1725 μ)
底版	148 μ	34 μ
中床版	99 μ	46 μ
側壁	182 μ	124 μ
隔壁	<u>237 μ</u>	155 μ
導流壁	204 μ	148 μ
妻壁	75 μ	<u>342 μ</u>

注記*1：下線部は，照査用ひずみのうち最大値を示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a

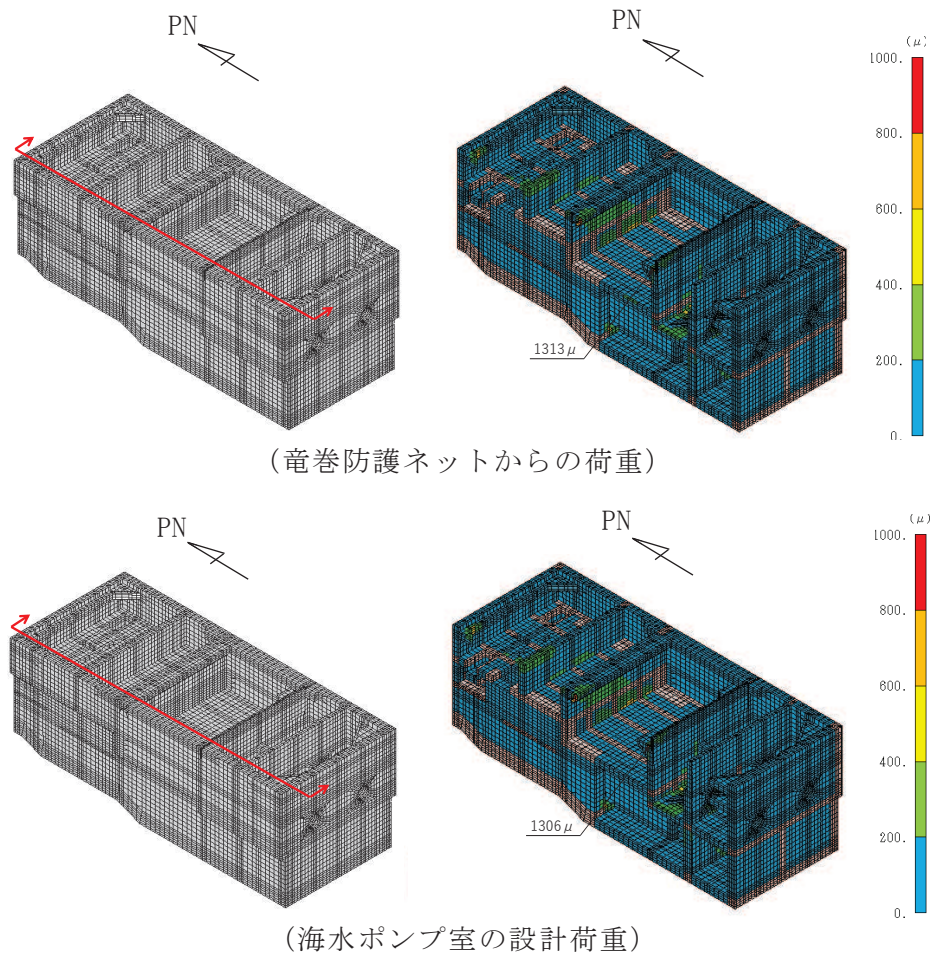


図 4-2 コンクリートの圧縮ひずみ分布図（東西方向，隔壁）

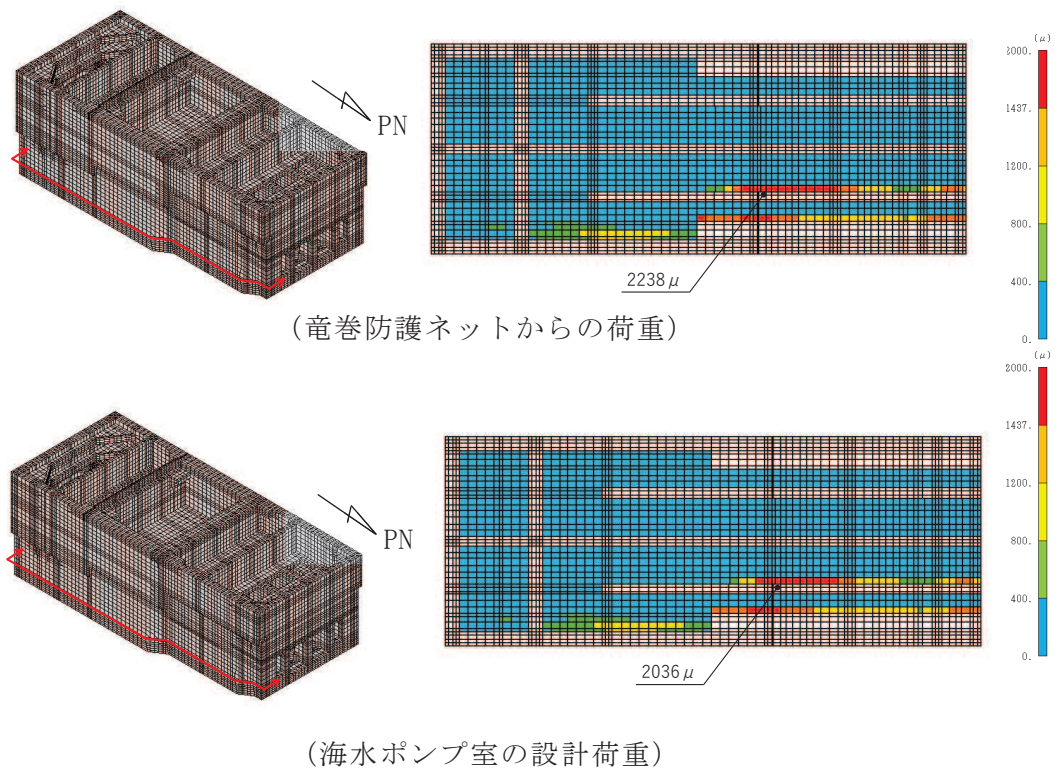


図 4-3 主筋ひずみ分布図（東西方向，底版）

5. 海水配管ダクト（鉛直部）からの荷重による影響評価

5.1 検証方法

海水配管ダクト（鉛直部）の耐震評価は、水平輪切り断面として東西方向と南北方向の2方向の荷重を作用させているため、南北方向加振時の慣性力と土圧が作用することにより、海水配管ダクト（鉛直部）の張出長さに応じた曲げモーメントが、海水ポンプ室西側の側壁に荷重として作用する。一方、海水ポンプ室の設計においては、海水配管ダクト（鉛直部）の躯体重量は海水ポンプ室の8%程度、張出長は5.5m程度、さらに躯体周囲には改良地盤が施工されており、海水ポンプ室への影響は軽微と考えられることから、海水ポンプ室の設計荷重では、水平方向荷重と鉛直方向荷重として考慮しており、曲げモーメントの影響はないと評価している。このため、海水配管ダクト（鉛直部）からの曲げモーメントの作用による海水ポンプ室への構造成立性への影響について検証する。

検証として、海水ポンプ室は東西方向の耐震評価を行っているため、保守的な評価となるよう弱軸である東西方向の荷重状態に、海水配管ダクト（鉛直部）の耐震評価から算定される曲げモーメントを作用させた三次元構造解析を行い、海水ポンプ室の構造成立性への影響を評価する。

検証に用いる地震動は、海水配管ダクト（鉛直部）から算定される曲げモーメントが最も大きく算出されるよう、海水配管ダクト（鉛直部）の南北方向加振において水平荷重が最大となる地震動として $S_s - D2(++)$ を選定する。なお、海水配管ダクト（鉛直部）に作用する土圧は、図5-1に示す海水配管ダクト（鉛直部）の南北断面モデルにより評価し、得られた土圧分布から図5-2に示すように、保守的な荷重設定となるよう深度方向の各断面区間における最大値包絡とし、海水ポンプ室に作用させる曲げモーメントを保守的に算定している。

特に O.P. +10m 以浅や O.P. -2m 以深において保守的な荷重を用いている。

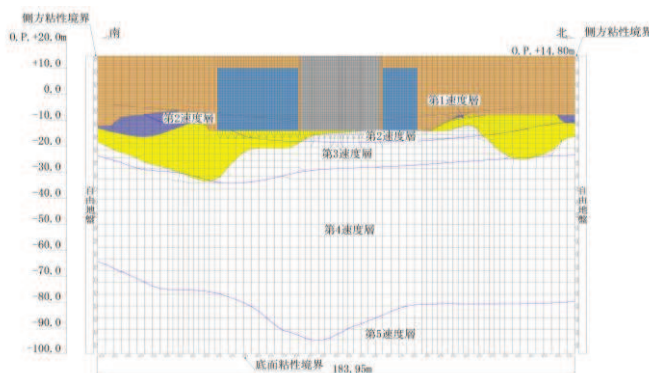


図 5-1 海水配管ダクト（鉛直部）の南北断面地震応答解析モデル

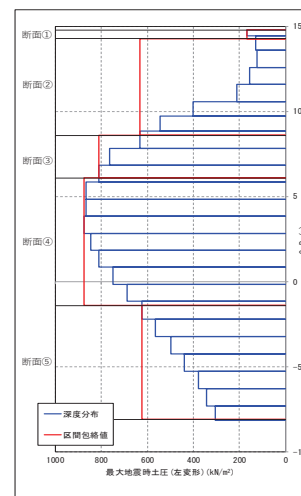


図 5-2 土圧分布図

（北側に作用する土圧，北→南への変形）

5.2 検証結果

三次元構造解析による耐震評価結果として、海水ポンプ室の地震応答に影響を及ぼす増厚等の改造がないことを確認するために、曲げ・軸力系に対する照査に着目する。照査結果を表 5-1 に示す。併せて、発生ひずみのうち最大値となっている主筋のひずみ分布図を図 5-3 に示す。

表 5-1 に示すように、保守的に算定した海水配管ダクト（鉛直部）の南北加震による側壁への曲げモーメントを、より保守的な評価となるよう海水ポンプ室の弱軸である東西方向の荷重状態に作用させても、曲げ・軸力系に対する許容限界を満たしていることが確認できた。

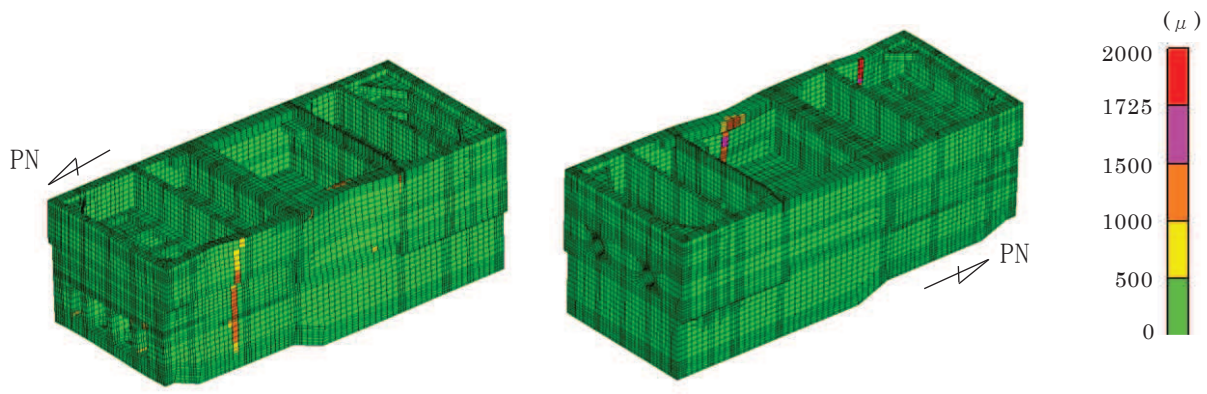
以上より、海水配管ダクト（鉛直部）からの荷重を保守的に考慮しても、海水ポンプ室の構造成立性には影響を与えるものではないと評価できる。

表 5-1 コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみ*¹

評価部材	照査用ひずみ* ²	
	海水配管ダクト（鉛直部）からの荷重	
	コンクリートの圧縮ひずみ （許容限界：2000 μ ）	主筋ひずみ （許容限界：1725 μ ）
底版	384 μ	748 μ
中床版	273 μ	735 μ
側壁	785 μ	<u>1515 μ</u>
隔壁	<u>1424 μ</u>	416 μ
導流壁	110 μ	53 μ
妻壁	119 μ	24 μ

注記*1：下線部は、発生ひずみのうち最大値を示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a



海水配管ダクト（鉛直部）からの荷重

図 5-3 主筋のひずみ分布図

6. まとめ

海水ポンプ室に付属する竜巻防護ネット、海水配管ダクト（鉛直部）及び機器について、付属する施設の個別設計は、加震方向、ばらつきの考慮方法、包絡荷重の採用等の荷重抽出の考え方等において、海水ポンプ室の設計とは異なるため、個別設計の結果を反映した荷重と海水ポンプ室の設計で評価している荷重を整理し比較した。

海水ポンプ室に作用する荷重については、主要な荷重については設計に見込んでおり、海水ポンプ室の設計で荷重を簡略化しても耐震性への影響はないと考えられる。ただし、竜巻防護ネットの荷重や海水配管ダクト（鉛直部）の荷重については、念のため定量的に個別評価を実施した。

竜巻防護ネットの荷重を用いた東西、南北それぞれに対する構造解析を実施し、曲げ・軸力系の照査を行い、安全性を確認できたことから、海水ポンプ室の床応答へ与える影響がないと判断した。

海水配管ダクト（鉛直部）についても、南北方向加震により、海水ポンプ室側壁へ曲げモーメントが作用することから、保守的に評価した荷重に基づく曲げモーメントを海水ポンプ室の側壁に作用させて構造解析を実施し、曲げ・軸力系の照査を行い、安全性を確認できたことから、海水ポンプ室の床応答へ与える影響がないと判断した。

以上より、海水ポンプ室の設計では簡略化している個別の施設の耐震評価から算定される荷重に対しても、床応答に影響を及ぼすような海水ポンプ室の補強は必要なく、海水ポンプ室の設計が問題無いこと、かつ構造成立性に影響を与えないことを確認した。