

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密あるいは防護上の観点  
から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-340-11 改2
提出年月日	平成30年8月9日

## 工事計画に係る補足説明資料

補足-340-11 竜巻防護設備関連の耐震評価について

平成30年8月

日本原子力発電株式会社

## 補足説明資料目次

1. 海水ポンプエリア竜巻防護対策施設の上部に設置される構造物の影響について
2. RCスラブの強度計算モデルの設定について
3. 海水ポンプエリア竜巻防護対策施設(エリア⑧)における最大応力比発生箇所について
4. 海水ポンプエリア竜巻防護対策施設(エリア⑧)の固有値解析結果について
5. フレームモデルの固有値解析モデルの境界条件について
6. 海水ポンプ室壁面への付加質量の影響について
7. 海水ポンプエリア竜巻防護対策施設の耐震性評価に適用する床応答曲線について
8. 考慮する荷重について
9. 海水ポンプ室壁面の相対変位の影響について

：本日も説明

4. 海水ポンプエリア竜巻防護対策施設(エリア⑧)の  
固有値解析結果について

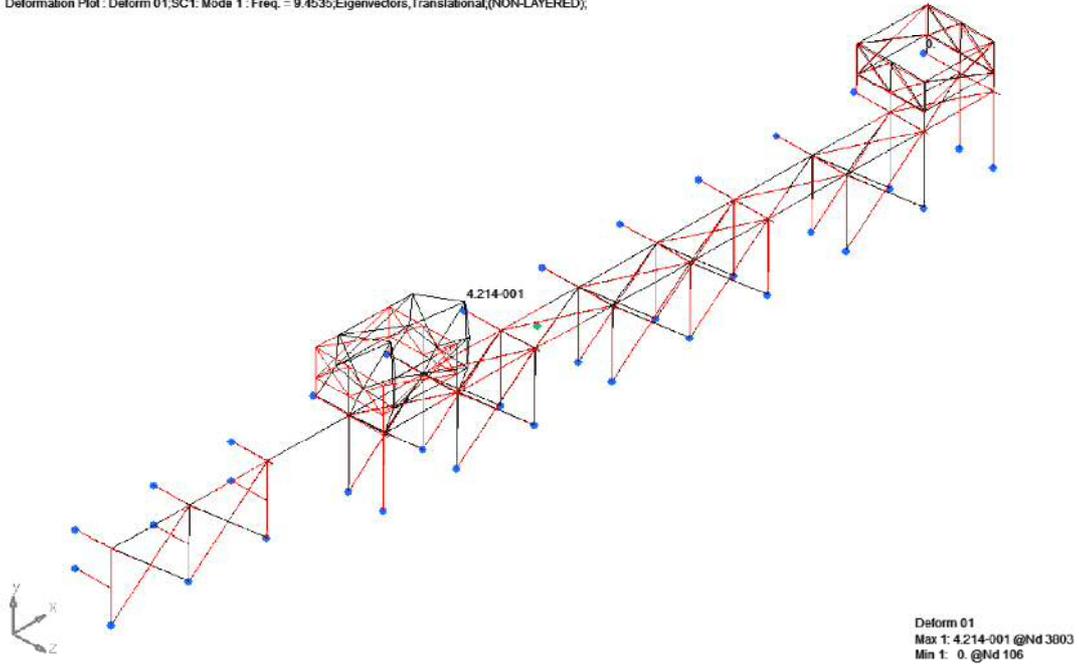
## 1. 概要

「V-2-11-2-9 海水ポンプエリア竜巻防護対策施設の耐震性についての計算書」に示す海水ポンプエリア竜巻防護対策施設のうち、エリア⑧の固有値解析結果について以下に示す。

モード	固有周波数 (Hz)	固有周波数 (s)
1	9.454	0.106
2	9.702	0.103
3	12.241	0.082
4	12.582	0.079
5	16.846	0.059
6	17.304	0.058
7	22.254	0.045
8	22.811	0.044
9	26.235	0.038
10	26.349	0.038
11	26.970	0.037
12	27.138	0.037
13	31.310	0.032
14	33.734	0.030
15	34.484	0.029
16	37.567	0.027
17	39.701	0.025
18	40.298	0.025
19	40.589	0.025
20	40.728	0.025
21	40.953	0.024
22	41.117	0.024
23	44.294	0.023
24	46.089	0.022
25	49.999	0.020
26	56.847	0.018
27	59.493	0.017
28	59.945	0.017
29	60.561	0.017
30	62.385	0.016

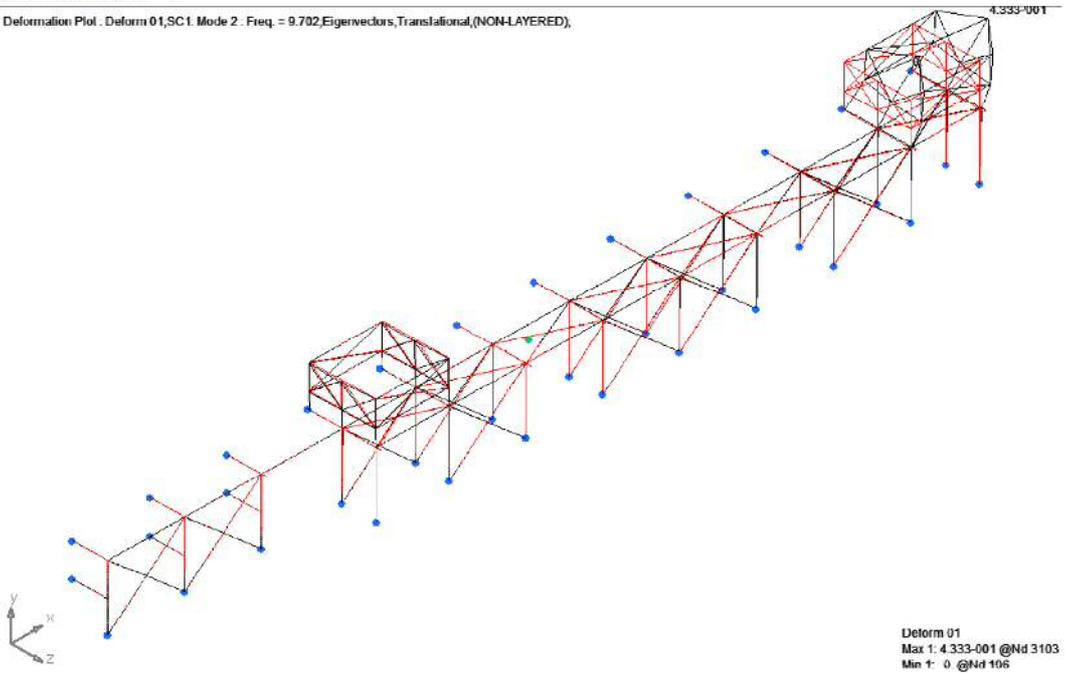
## NASTRAN 1次モード

Deformation Plot : Deform 01, SC1: Mode 1 : Freq. = 9.4535, Eigenvectors, Translational, (NON-LAYERED);



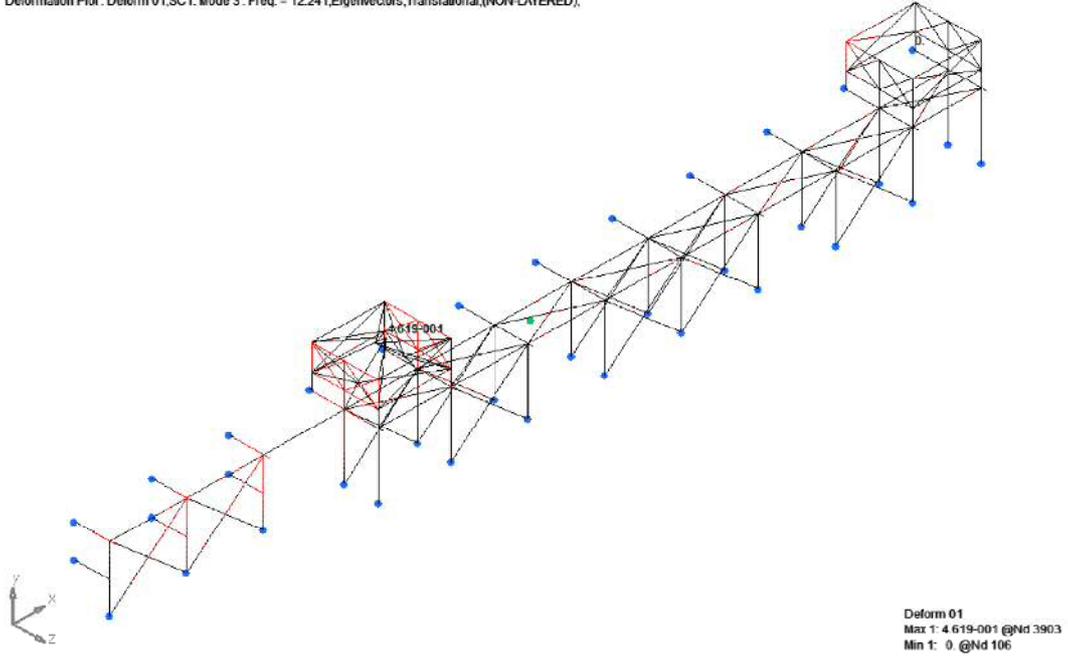
## NASTRAN 2次モード

Deformation Plot : Deform 01, SC1: Mode 2 : Freq. = 9.702, Eigenvectors, Translational, (NON-LAYERED);



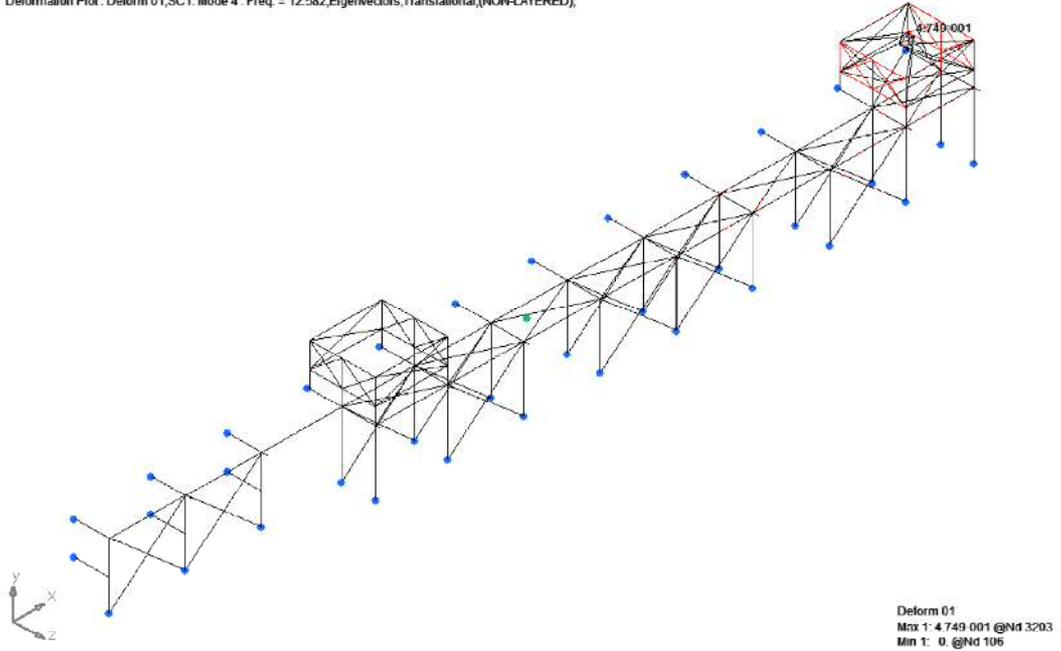
### NASTRAN 3次モード

Deformation Plot : Deform 01,SC1: Mode 3 : Freq. = 12.241;Eigenvectors,Translational,(NON-LAYERED);



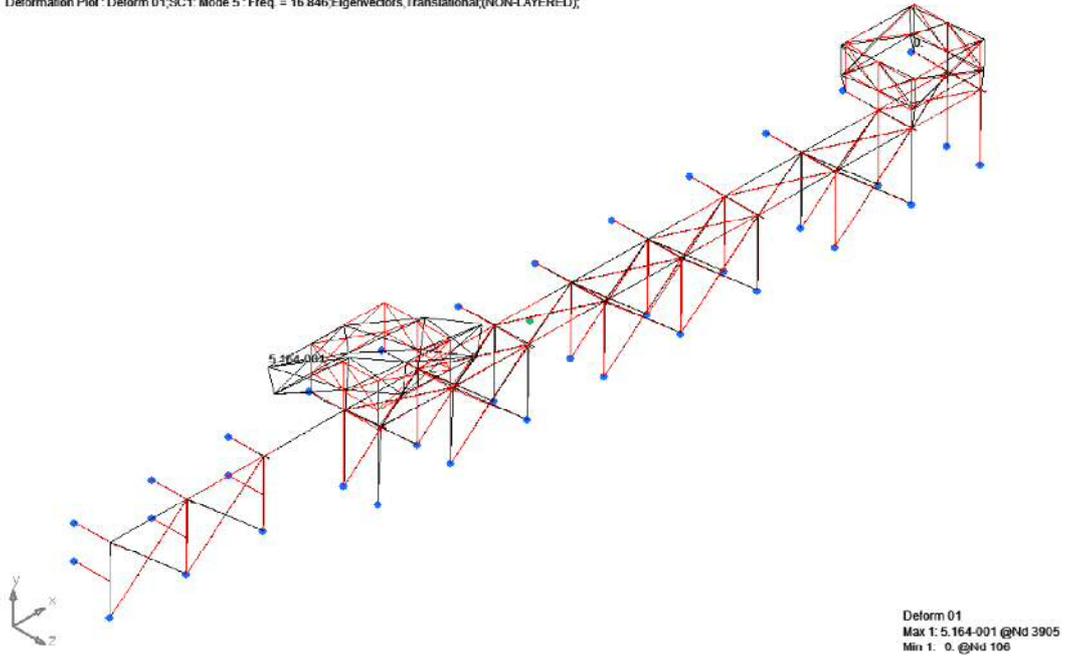
### NASTRAN 4次モード

Deformation Plot : Deform 01,SC1: Mode 4 : Freq. = 12.582;Eigenvectors,Translational,(NON-LAYERED);



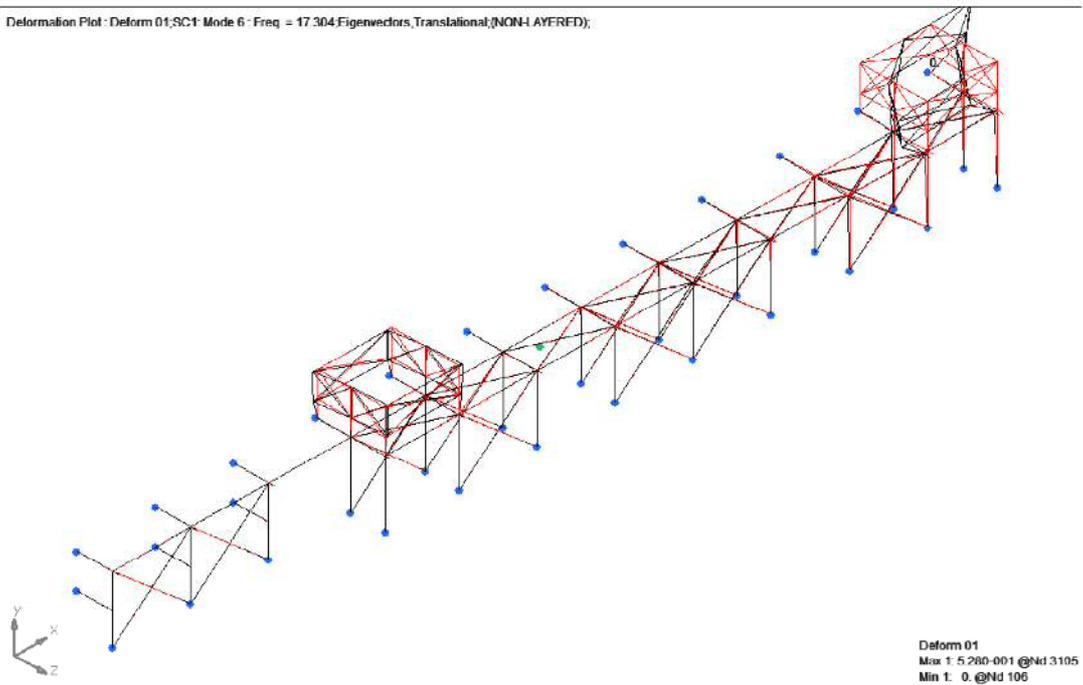
### NASTRAN 5次モード

Deformation Plot : Deform 01;SC1: Mode 5 : Freq = 16.846;Eigenvectors, Translational;(NON-LAYERED);



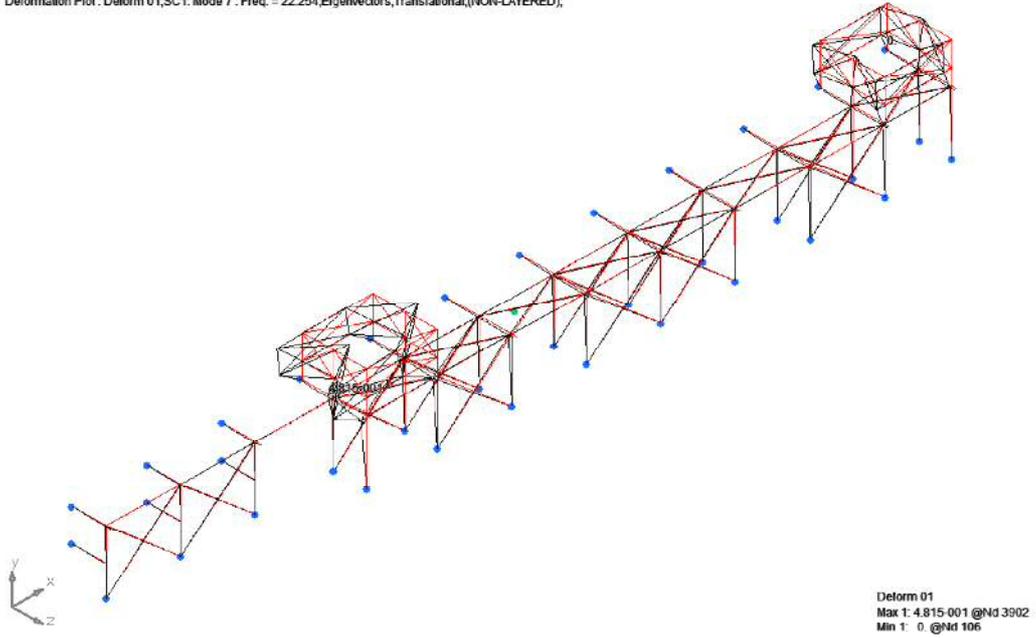
### NASTRAN 6次モード

Deformation Plot : Deform 01;SC1: Mode 6 : Freq = 17.304;Eigenvectors, Translational;(NON-LAYERED);



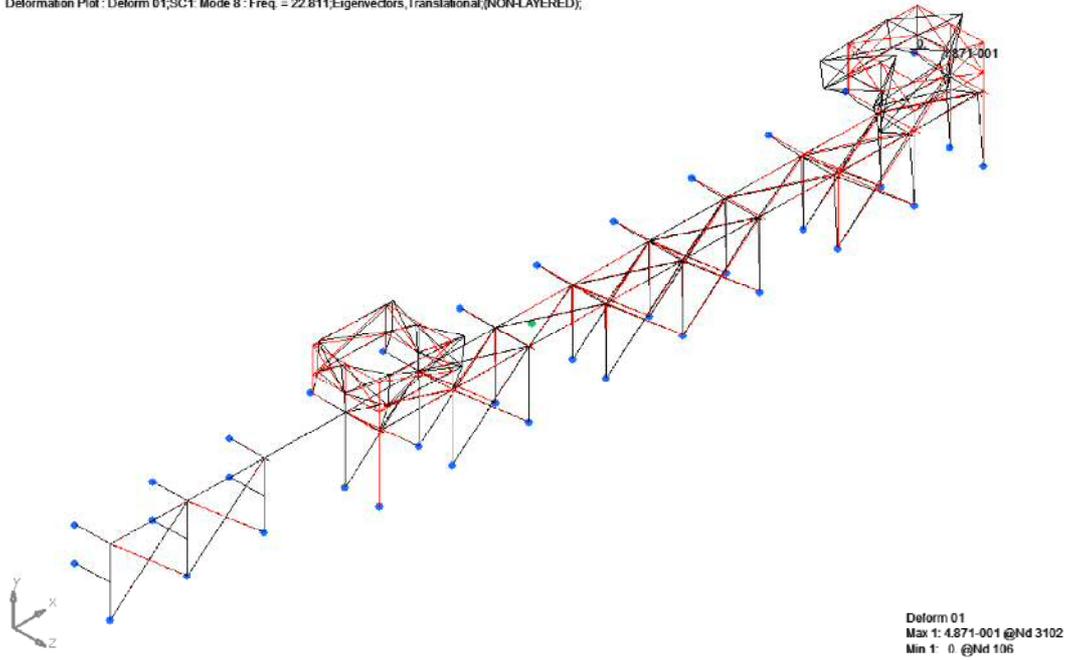
NASTRAN 7次モード

Deformation Plot : Deform 01,SC1, Mode 7 : Freq. = 22.254,Eigenvalues,Translational,(NON-LAYERED);



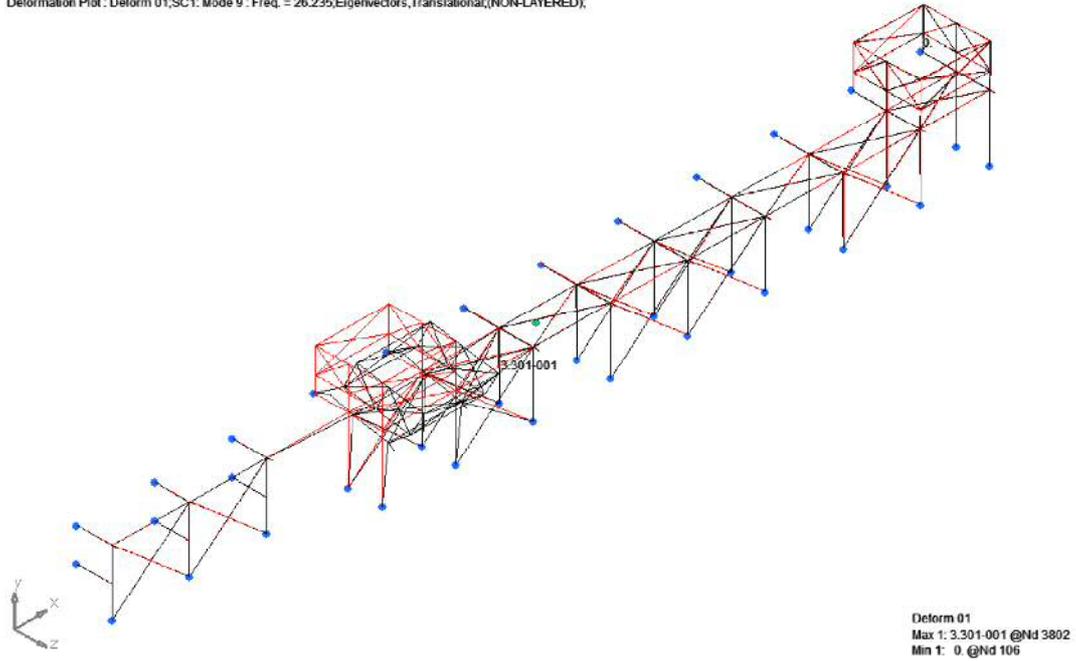
NASTRAN 8次モード

Deformation Plot : Deform 01,SC1, Mode 8 : Freq. = 22.811,Eigenvalues,Translational,(NON-LAYERED);



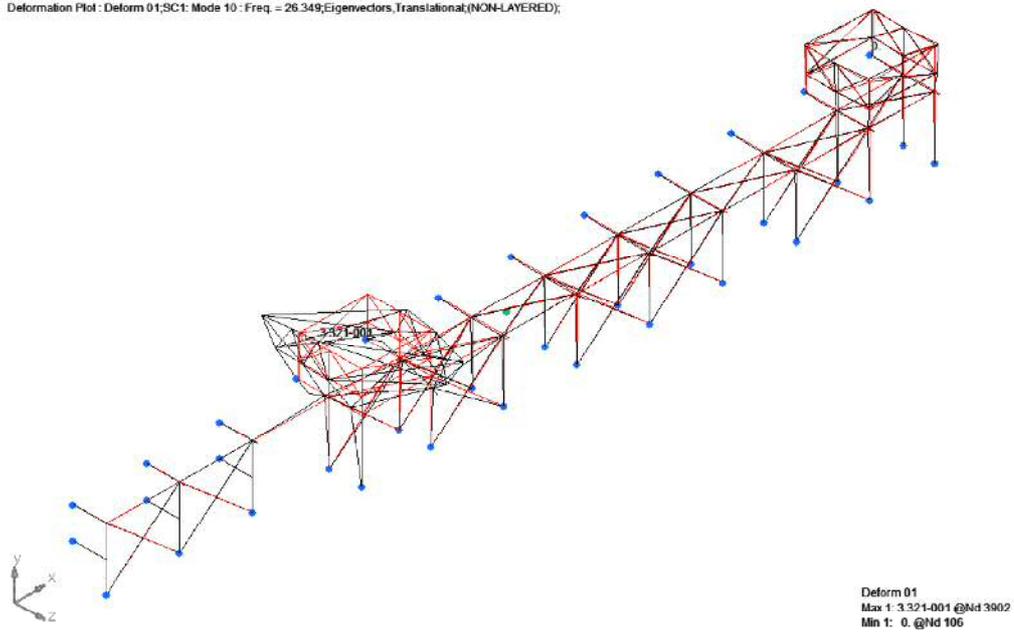
### NASTRAN 9次モード

Deformation Plot : Deform 01; SC1: Mode 9 : Freq. = 26.235; Eigenvectors, Translational; (NON-LAYERED);



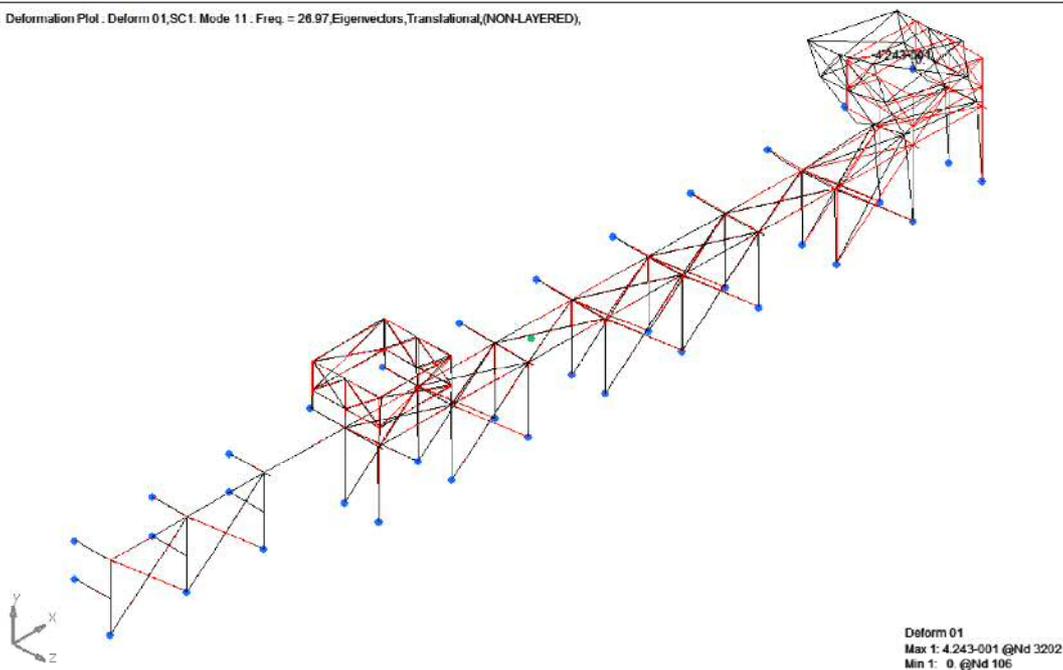
### NASTRAN 10次モード

Deformation Plot : Deform 01; SC1: Mode 10 : Freq. = 26.349; Eigenvectors, Translational; (NON-LAYERED);



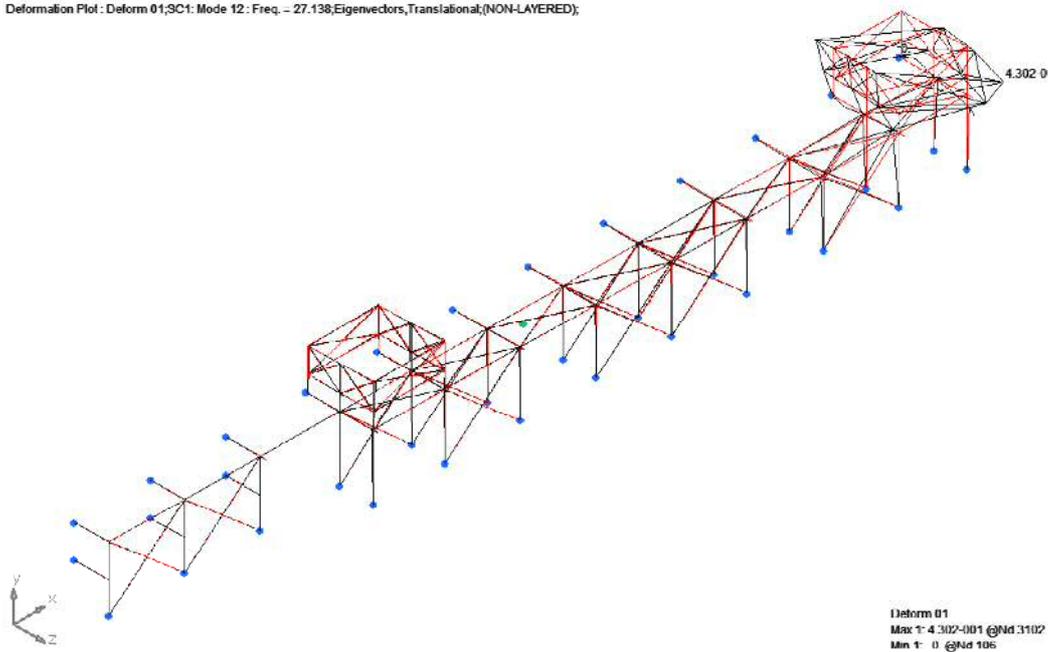
### NASTRAN 11次モード

Deformation Plot : Deform 01,SC1: Mode 11 : Freq. = 26.97,Eigenvectors,Translational,(NON-LAYERED),



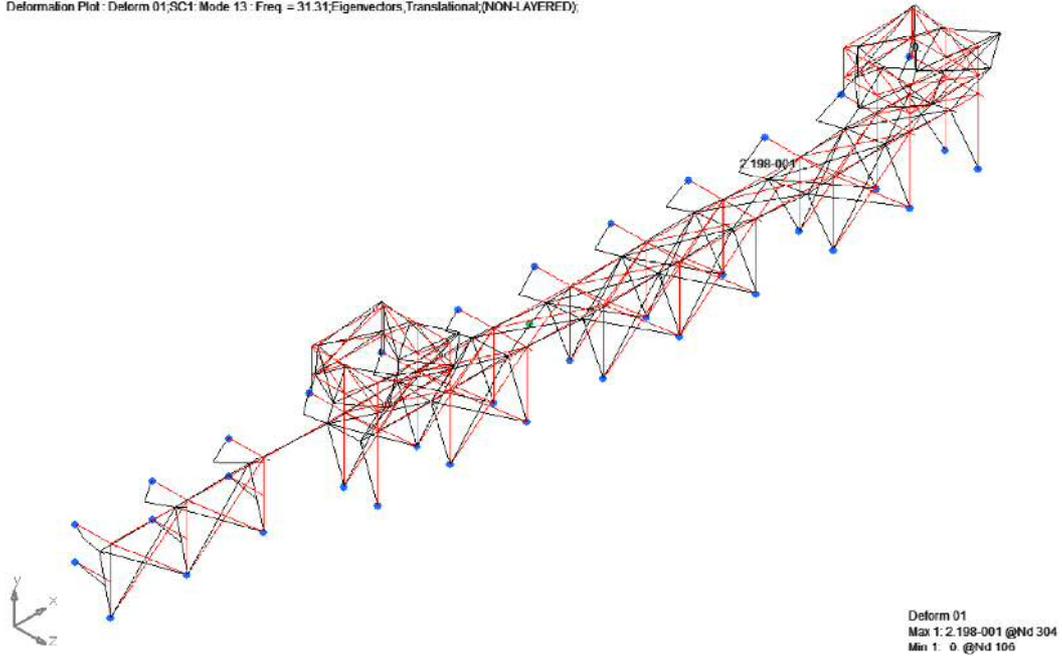
### NASTRAN 12次モード

Deformation Plot : Deform 01,SC1: Mode 12 : Freq. = 27.138,Eigenvectors,Translational,(NON-LAYERED);



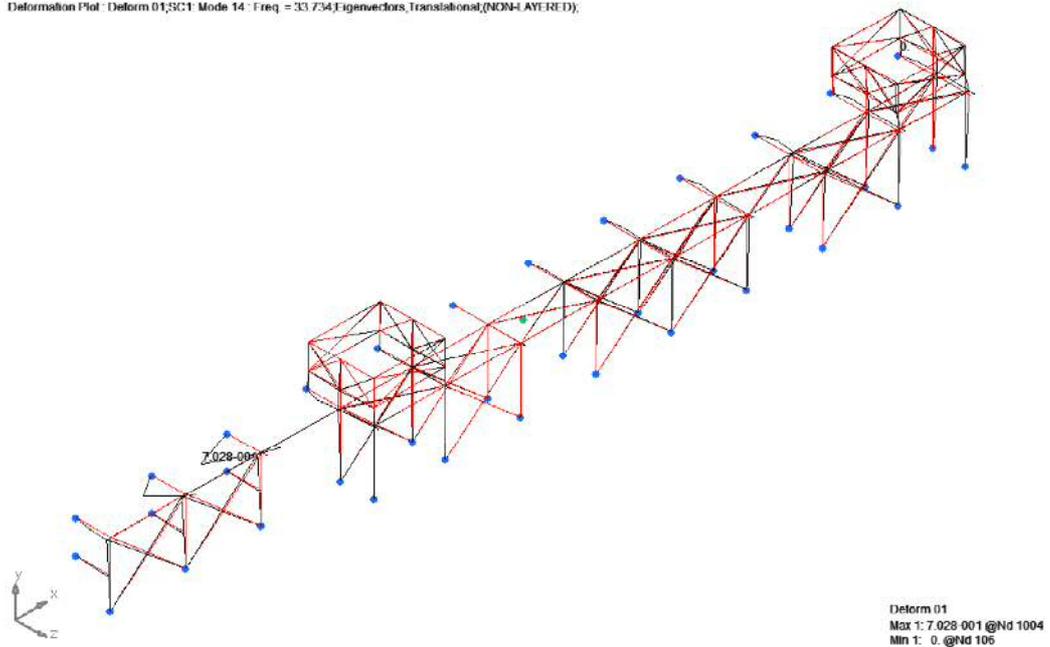
NASTRAN 13次モード

Deformation Plot : Deform 01;SC1; Mode 13 : Freq = 31.31;Eigenvectors,Translational;(NON-LAYERED);



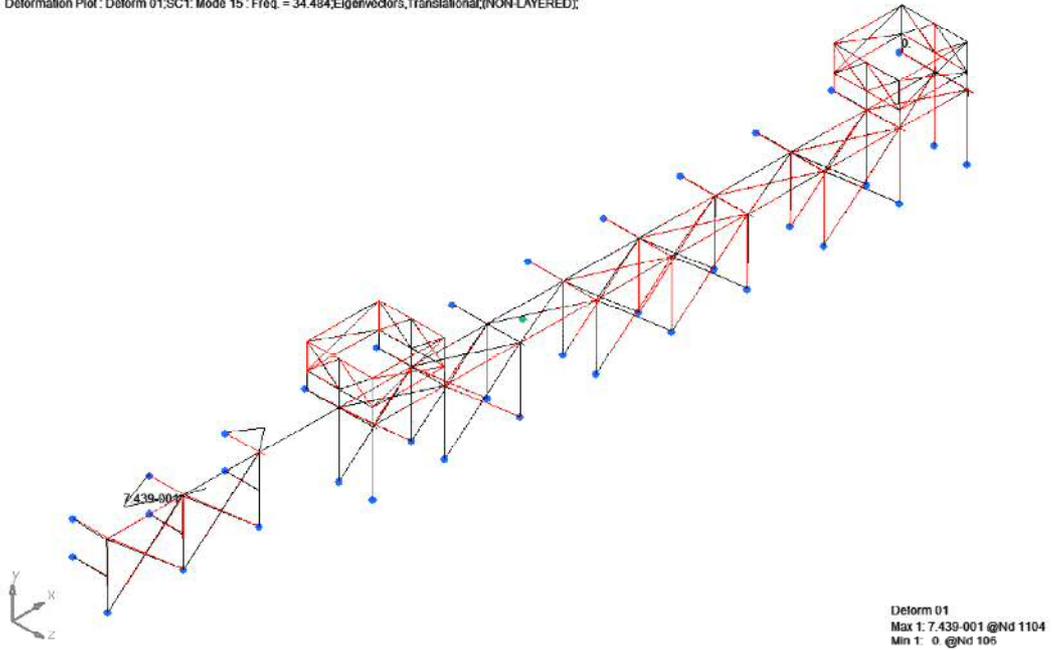
NASTRAN 14次モード

Deformation Plot : Deform 01;SC1; Mode 14 : Freq = 33.734;Eigenvectors,Translational;(NON-LAYERED);



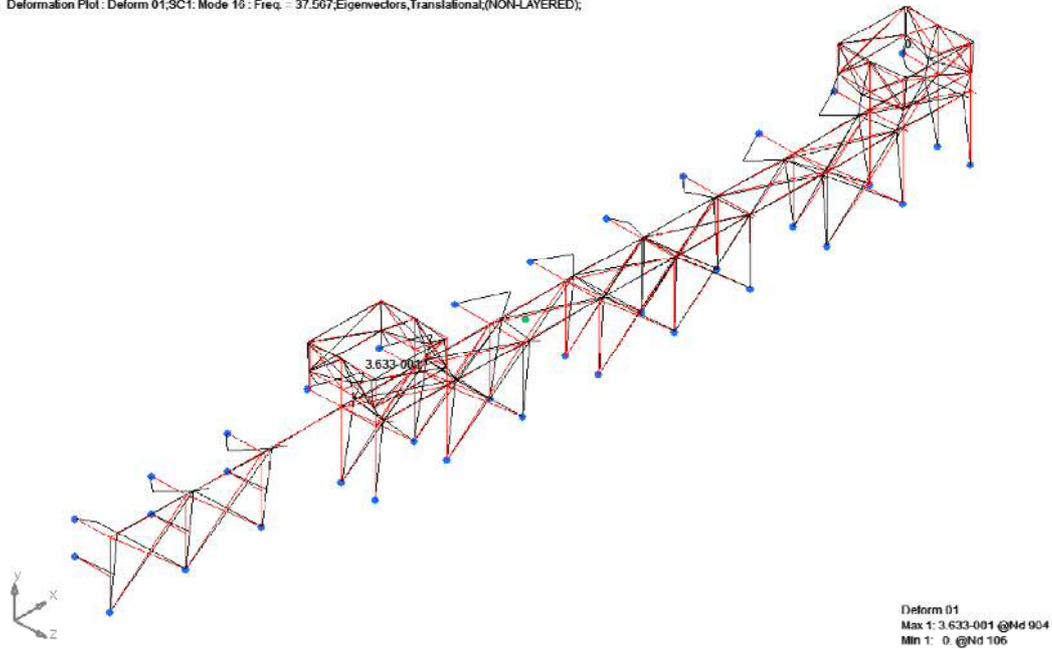
### NASTRAN 15次モード

Deformation Plot : Deform 01;SC1: Mode 15 : Freq. = 34.484;Eigenvectors,Translational,(NON-LAYERED);



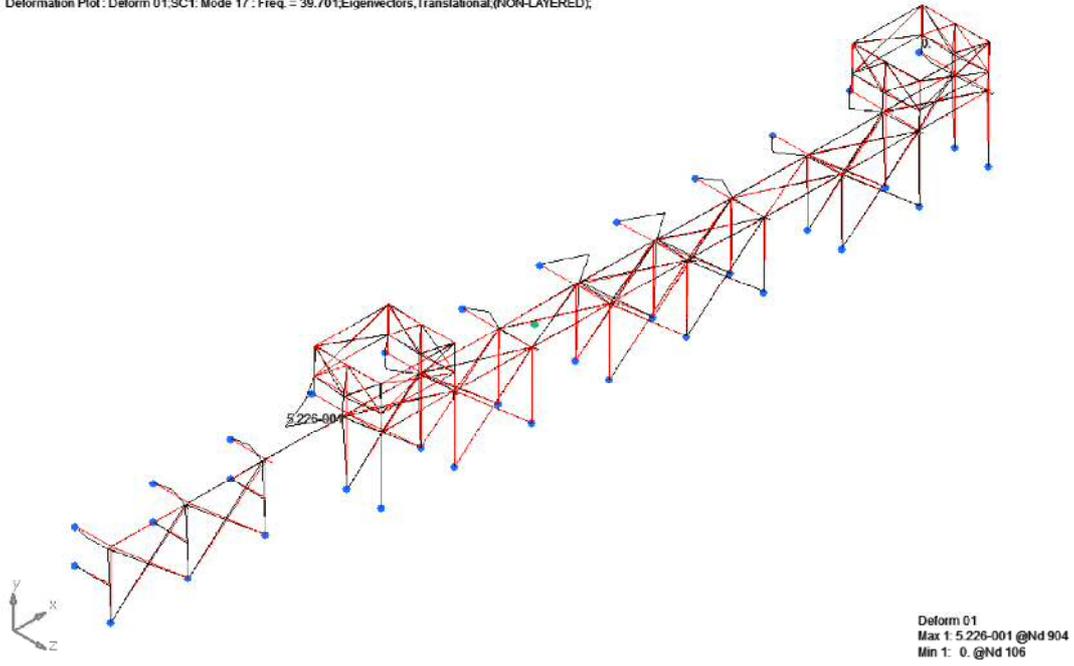
### NASTRAN 16次モード

Deformation Plot : Deform 01;SC1: Mode 16 : Freq. = 37.567;Eigenvectors,Translational,(NON-LAYERED);



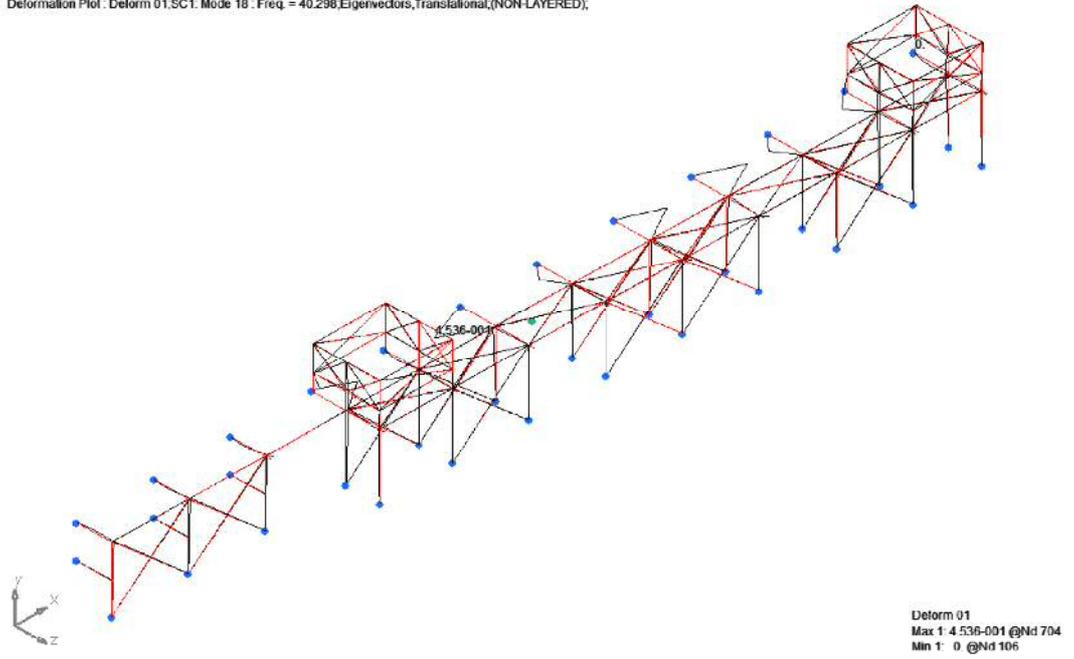
NASTRAN 17次モード

Deformation Plot : Deform 01,SC1, Mode 17 : Freq. = 39.701,Eigenvalues,Translational,(NON-LAYERED);



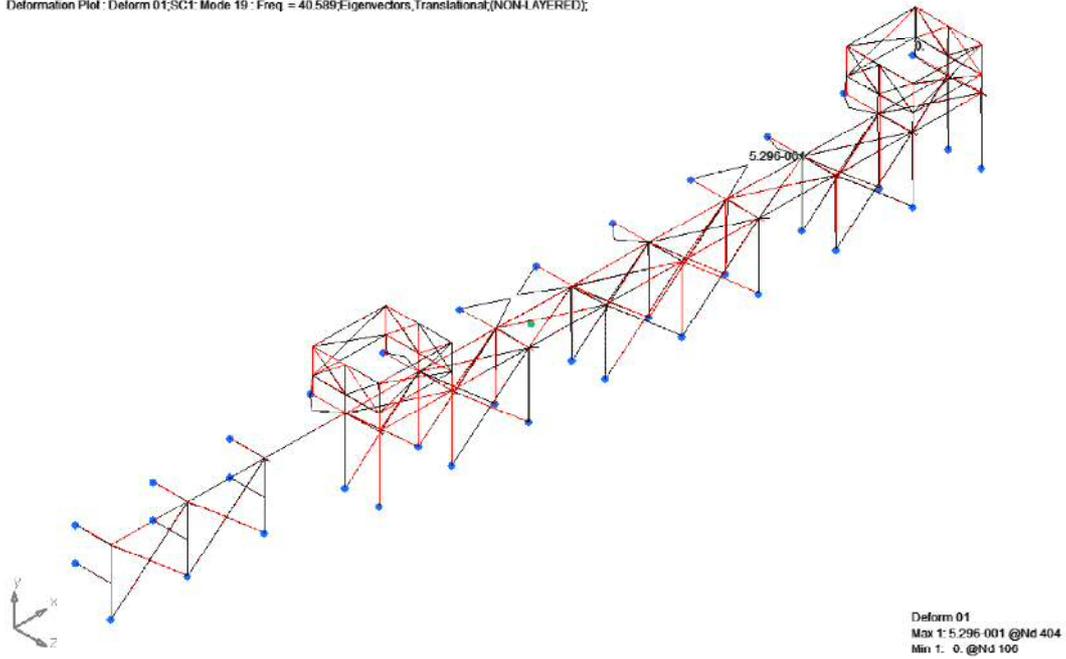
NASTRAN 18次モード

Deformation Plot : Deform 01,SC1, Mode 18 : Freq. = 40.298,Eigenvalues,Translational,(NON-LAYERED);



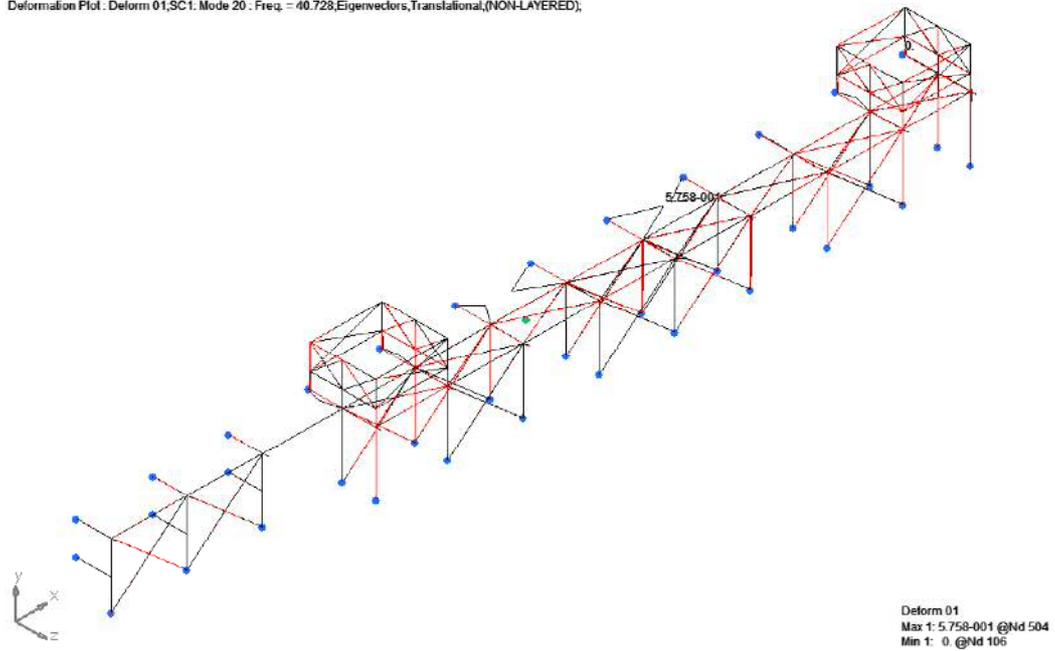
NASTRAN 19次モード

Deformation Plot : Deform 01;SC1: Mode 19 : Freq = 40.589;Eigenvectors,Translational;(NON-LAYERED);



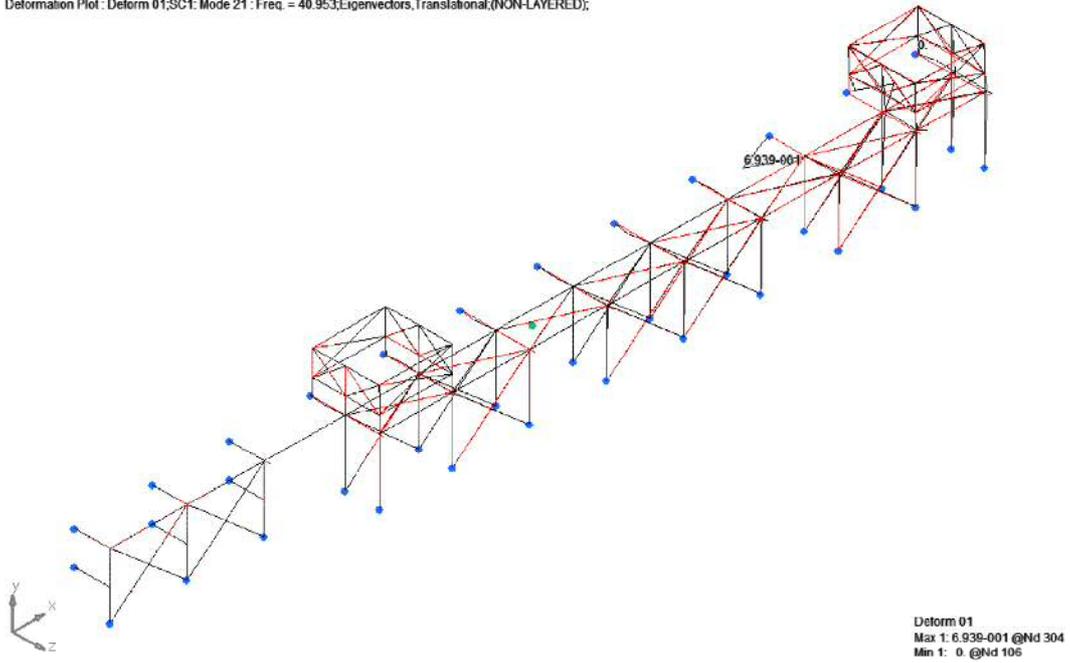
NASTRAN 20次モード

Deformation Plot : Deform 01;SC1: Mode 20 : Freq = 40.728;Eigenvectors,Translational;(NON-LAYERED);



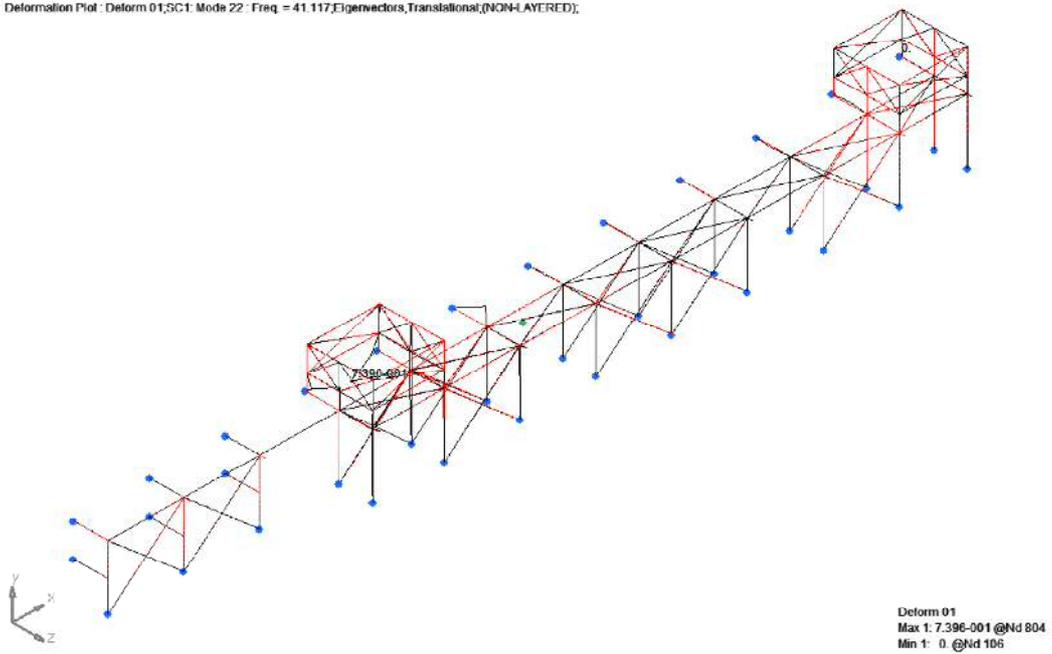
NASTRAN 21次モード

Deformation Plot : Deform 01;SC1: Mode 21 : Freq. = 40.953;Eigenvectors,Translational;(NON-LAYERED);



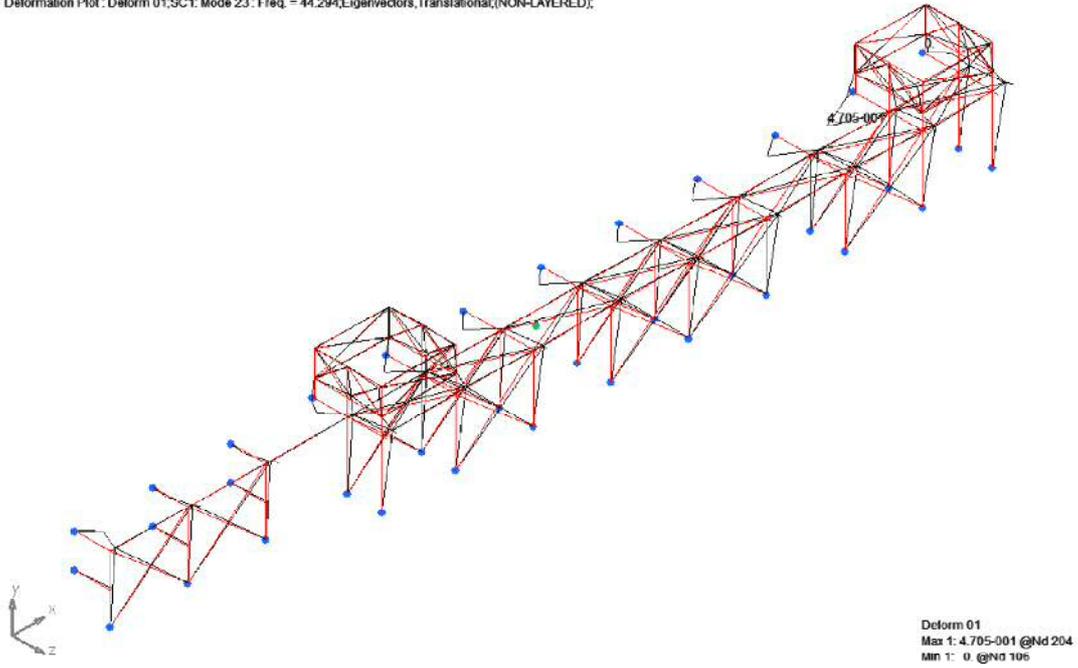
NASTRAN 22次モード

Deformation Plot : Deform 01;SC1: Mode 22 : Freq. = 41.117;Eigenvectors,Translational;(NON-LAYERED);



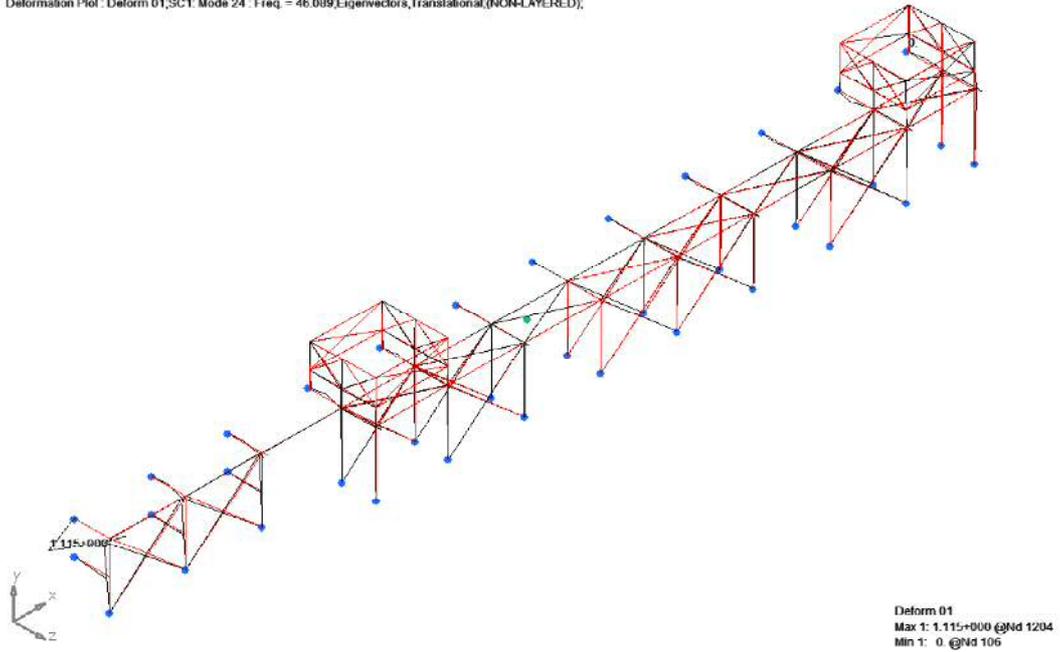
### NASTRAN 23次モード

Deformation Plot : Deform 01, SC1, Mode 23, Freq. = 44.294, Eigenvectors, Translational, (NON-LAYERED);



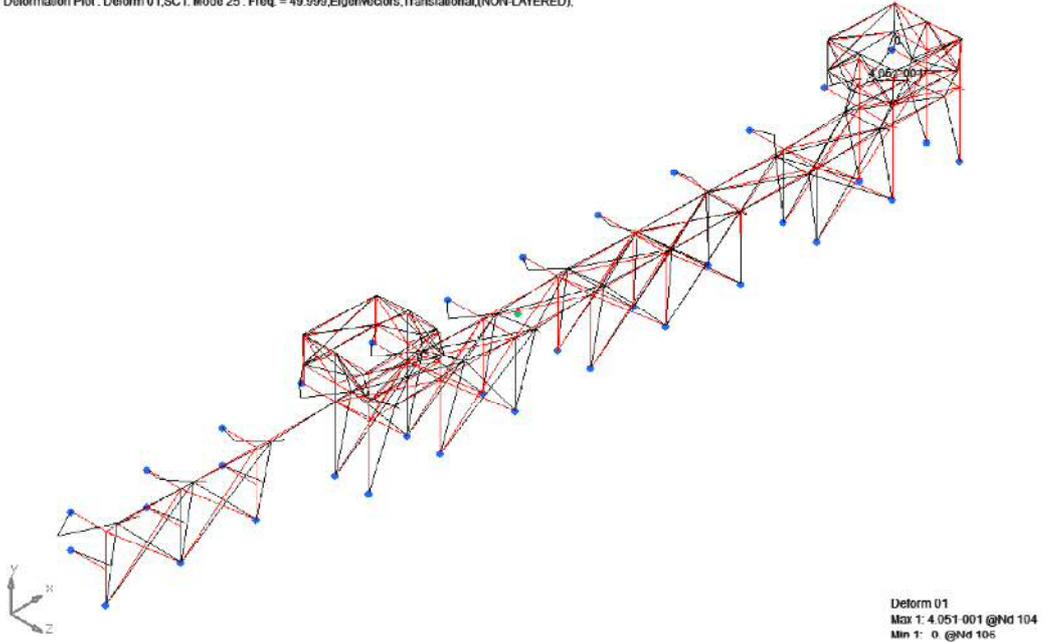
### NASTRAN 24次モード

Deformation Plot : Deform 01, SC1, Mode 24, Freq. = 46.089, Eigenvectors, Translational, (NON-LAYERED);



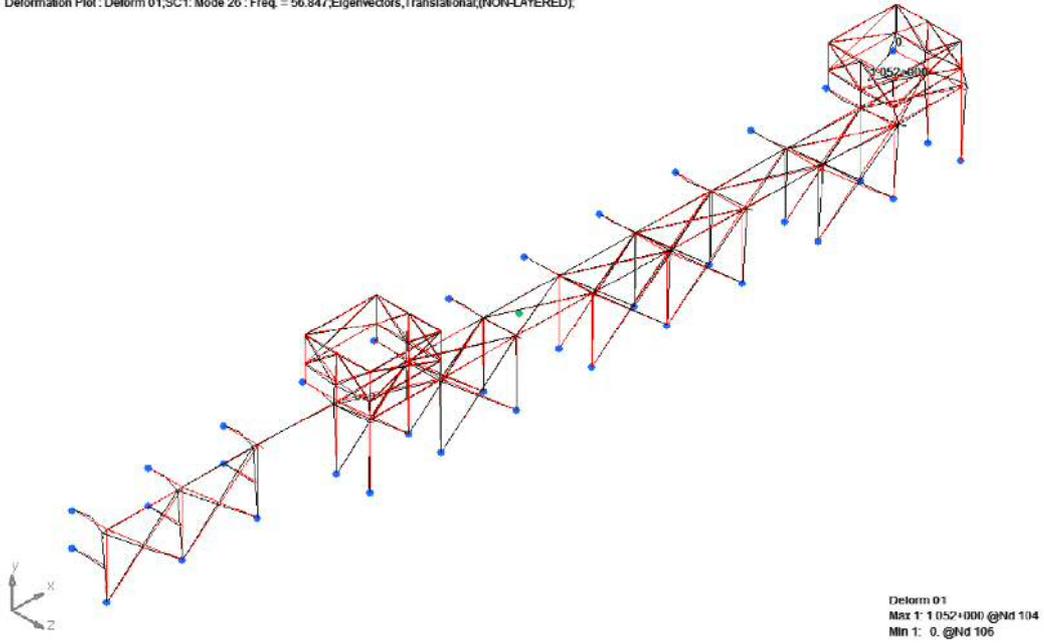
NASTRAN 25次モード

Deformation Plot : Deform 01,SC1: Mode 25 : Freq. = 49.999,Eigenvalues,Translational,(NON-LAYERED);



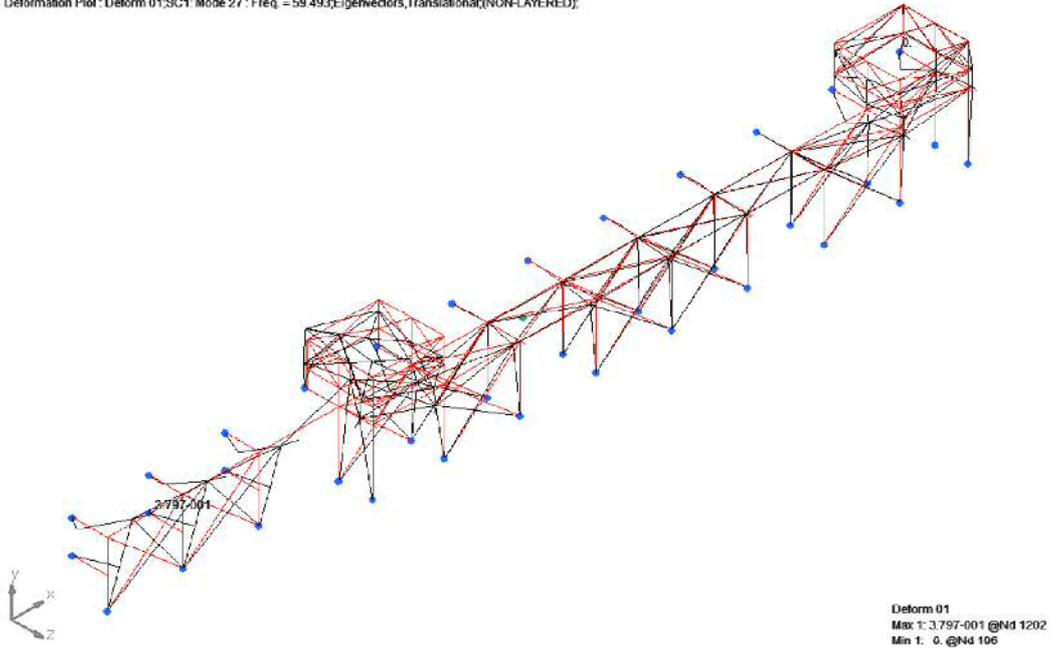
NASTRAN 26次モード

Deformation Plot : Deform 01,SC1: Mode 26 : Freq. = 56.847,Eigenvalues,Translational,(NON-LAYERED);



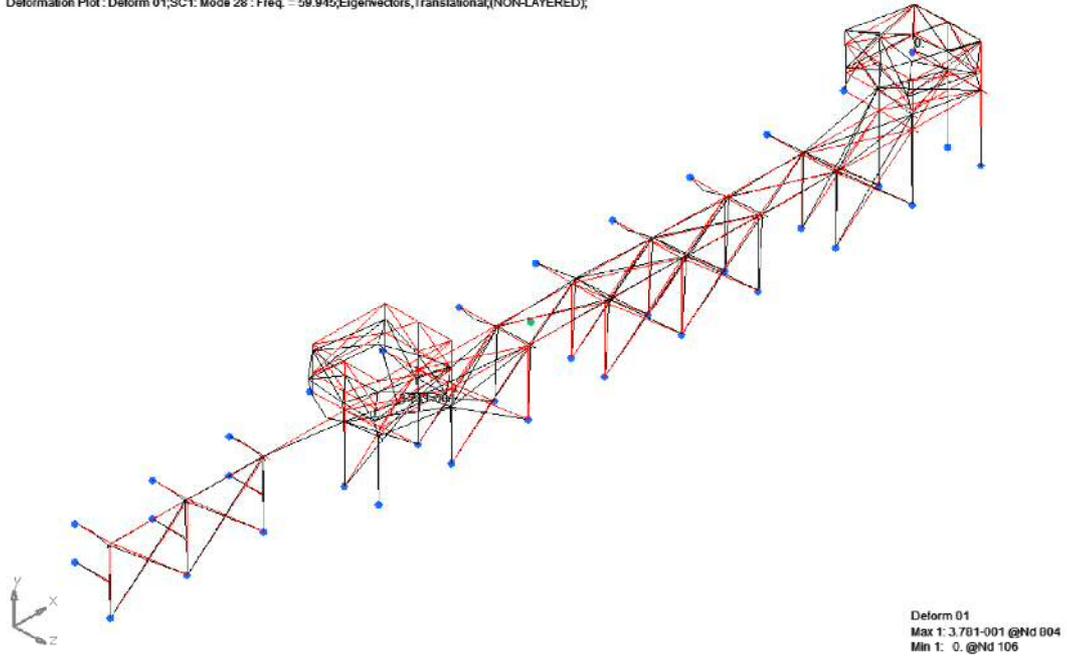
NASTRAN 27次モード

Deformation Plot : Deform 01;SC1: Mode 27 : Freq. = 59.493;Eigenvectors,Translational;(NON-LAYERED);



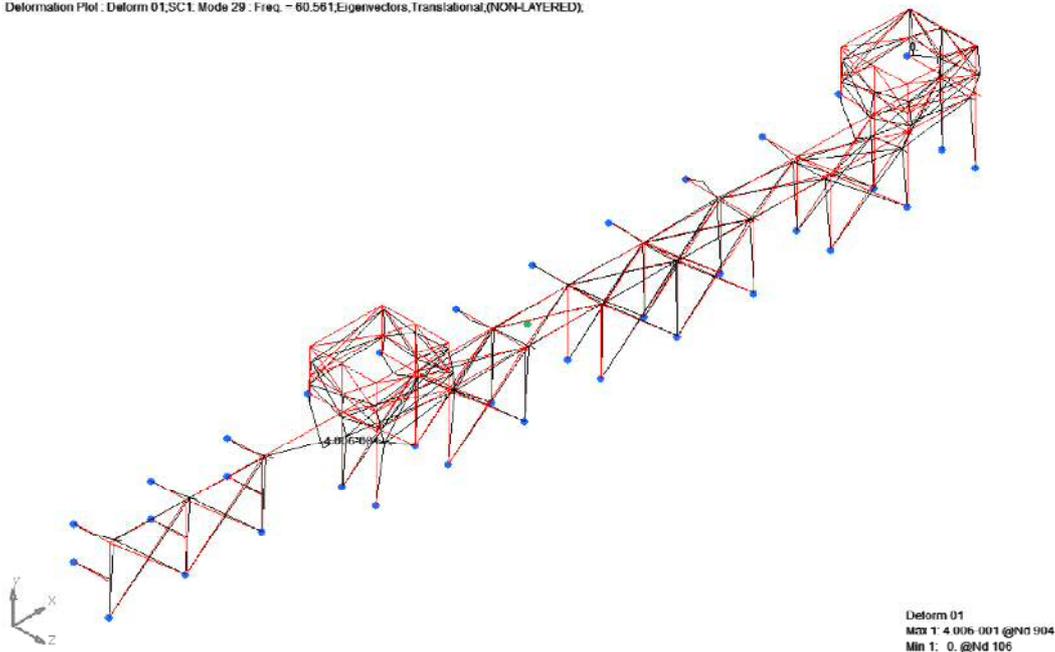
NASTRAN 28次モード

Deformation Plot : Deform 01;SC1: Mode 28 : Freq. = 59.945;Eigenvectors,Translational;(NON-LAYERED);



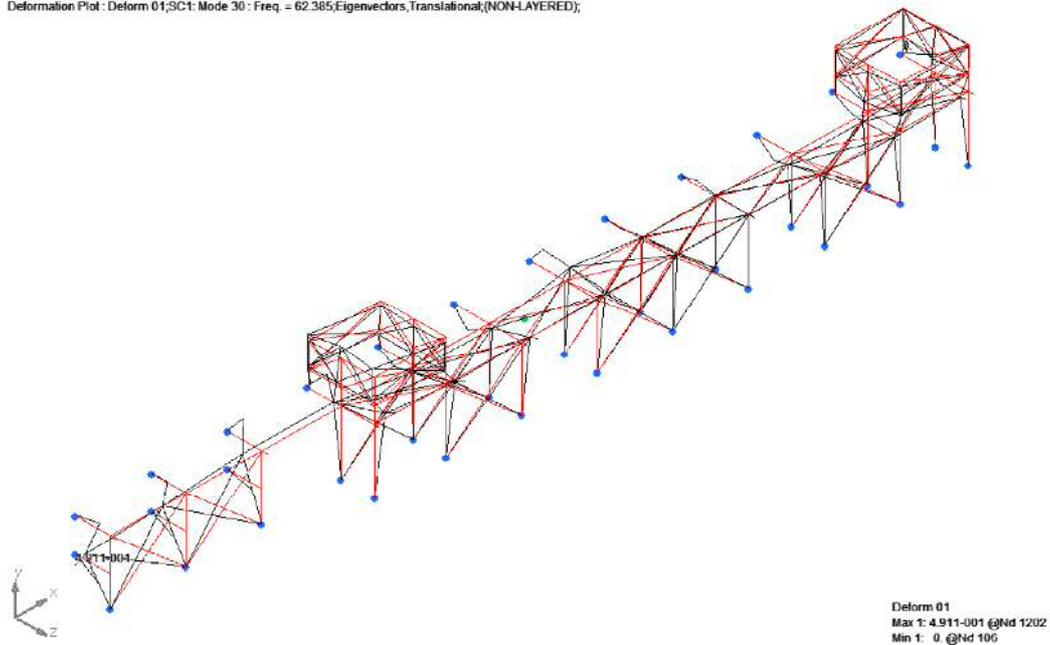
NASTRAN 29次モード

Deformation Plot : Deform 01,SC1: Mode 29 : Freq. = 60.561,Eigenvalues,Translational,(NON-LAYERED);



NASTRAN 30次モード

Deformation Plot : Deform 01,SC1: Mode 30 : Freq. = 62.385,Eigenvalues,Translational,(NON-LAYERED);



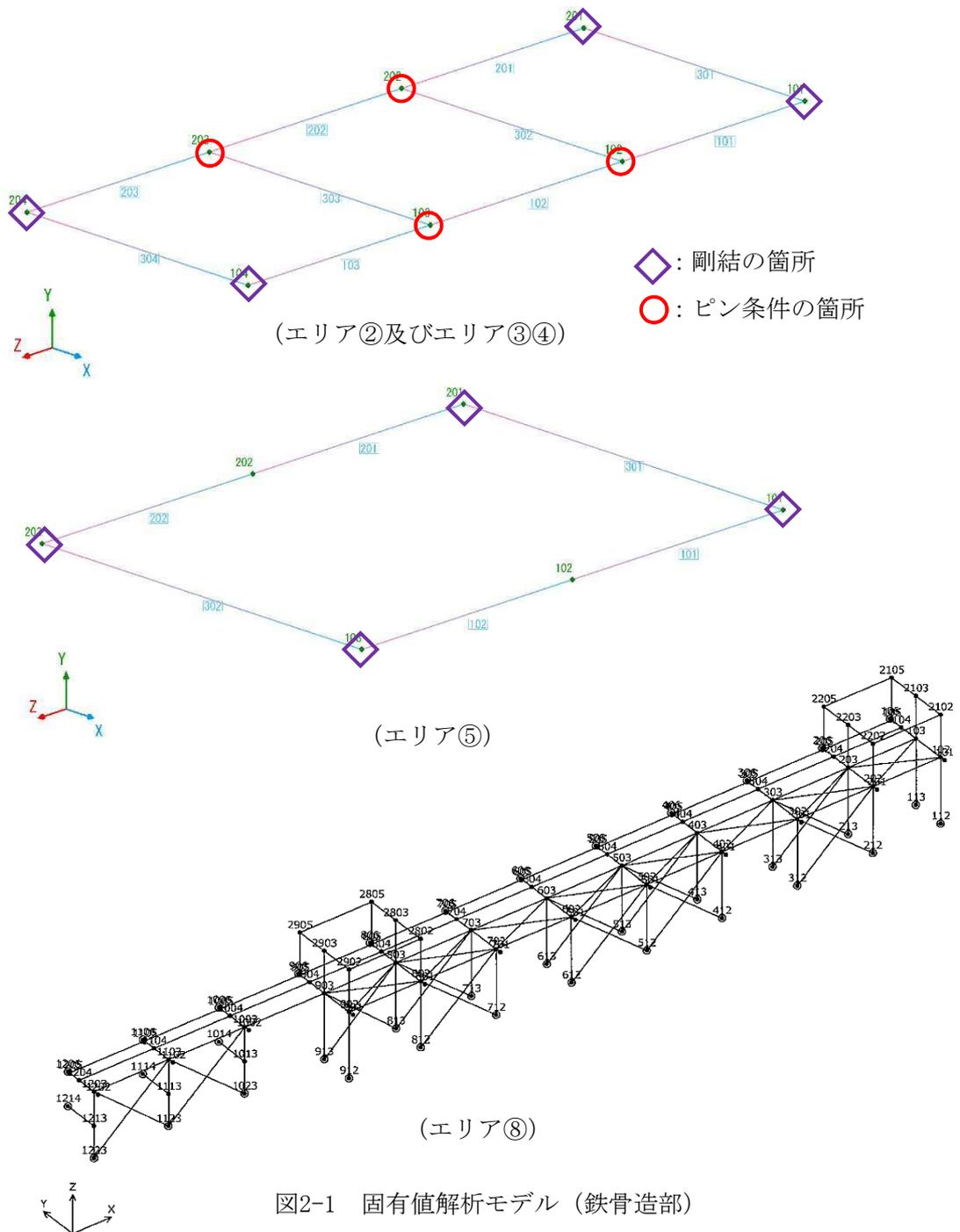
## 5. フレームモデルの固有値解析モデルの境界条件について

## 1. 概要

V-2-11-2-9「海水ポンプエリア竜巻防護対策施設の耐震性についての計算書」における、海水ポンプエリア竜巻防護対策施設のフレームモデルに関し、その境界条件の設定の考え方を説明する。

## 2. フレームモデルの基本的形状

解析に用いるフレームモデルの形状を図 2-1 に示す。エリア②～④は四角形のフレームの内部に 2 本のはりが渡されている形状，エリア⑤は四角形，エリア⑧は多数の柱材で構成される形状となっている。



### 3. 境界条件について

注) 以下において、座標  $(X, Y, Z)$  は全体座標系、座標  $(x, y, z)$  は部材座標系を示す。

#### 3.1 エリア②～④及び⑤

比較的形状が単純な、エリア②～⑤の境界条件について示す。

- エリア②～④のフレームモデルにおいては、外周を構成する 4 本の部材は全て端部で剛結とし、内部の 2 本のはりについては、 $x$  方向には剛結となるが、 $y$  及び  $z$  方向にはピンとなっている。

ピンとなっている位置は、図 1 に示す。

- エリア⑤のフレームモデルにおいては、外周を構成する 4 本の部材が全て端部で剛結となっている。

#### 3.2 エリア⑧

エリア⑧のフレームモデルにおいても、各部材の端部は剛結若しくはピン構造となっている。これらの使い分けの考え方を以下に示す。

- 柱材と  $Y$  方向に配置された梁材は全て剛結とし、ラーメン架構を形成する。  
※ただし、二層部\*山側の柱下端のみピンとする
- $X$  方向に配置された梁材は、架構同士のつなぎ材として、 $x$  方向は剛結、 $y$  及び  $z$  方向はピン  
\*：防護ネットが設置されて、二層構造になっている部分
- 水平及び鉛直の斜材はブレースであるため、 $x$  方向は剛結、 $y$  および  $z$  方向はピン

以 上

6. 海水ポンプ室壁面への付加質量の影響について

## 1. 概要

V-2-11-2-9「海水ポンプエリア竜巻防護対策施設の耐震性についての計算書」における、海水ポンプエリア竜巻防護対策施設の土台となる海水ポンプ室壁面の振動特性に対し、壁に取り付けられている設備等の付加質量が与える影響を以下のとおり考慮した。

## 2. 壁面に取り付けられている設備等の状況

海水ポンプ室の壁面に取り付けられている設備等の状況について、現場調査を行った。壁面には配管、電線管、歩廊等が基礎を取っており、その中で、東側の南北方向壁に取り付けられている、大口径の海水系配管（残留熱除去系海水系（以下「RHRS」という。）及びディーゼル発電機用海水系配管（以下「DGSW」という。）が重量的に影響を与え得るものと考えられる。

新設予定の設備を含めた、主な設備の重量を表 2-1 に示す。また現場の状況を図 2-1 に示す。

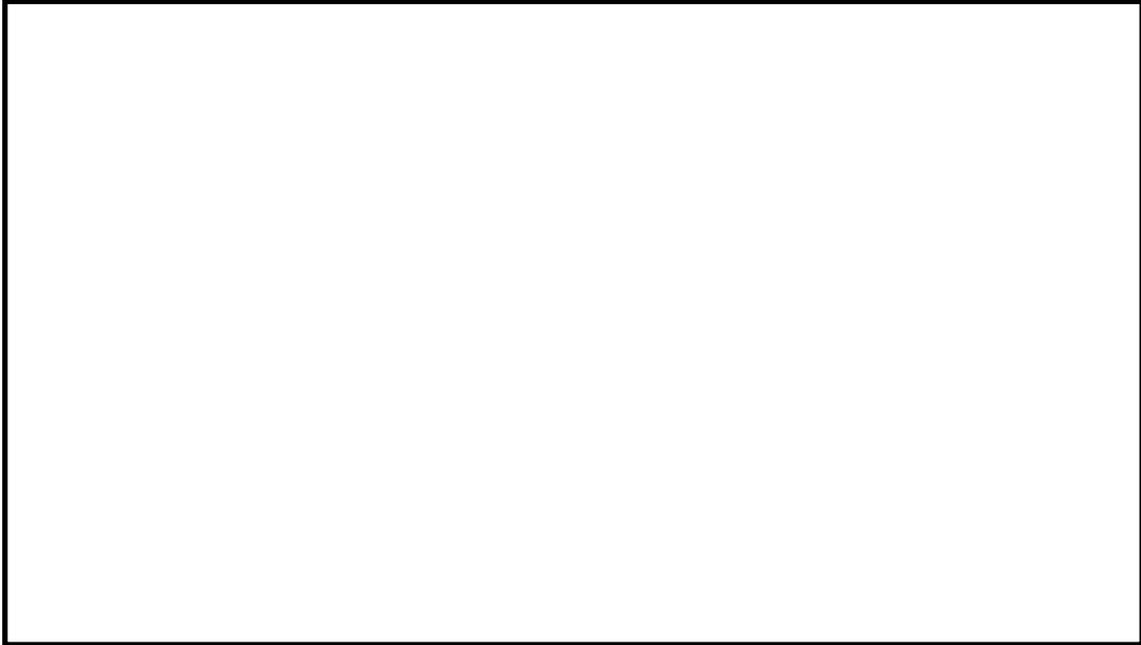


図 2-1 現場調査時に確認された主な付加質量

表 2-1 主な付加質量

設備等	付加質量 (kg/m)
海水配管 (RHRS : 径 20B) (保温, 内包水, 外壁サポート含む)	1080
エリア③④ RHRS 貫通部内壁サポート	420*
海水配管 (DGSW : 径 10B) (保温, 内包水, 外壁サポート含む)	330
電線管*2	340

注記 \*1 : 保守的に, 壁面全体へ分布すると設定

\*2 : 新設予定

3. 壁面設置設備の重量を考慮した海水ポンプ室壁面の応答特性

当該配管が全体に渡り取り付けられている, エリア③④東側壁面(図 3-1)については, 現場調査で確認した海水系配管 (RHRS 及び DGSW) (保温, 内包水及びサポート含む) の重量を付加したモデル (図 3-2) において固有値解析を実施した。

その他の部位の結果と合わせ, 各部位の固有振動数を表 3-1 に示す。

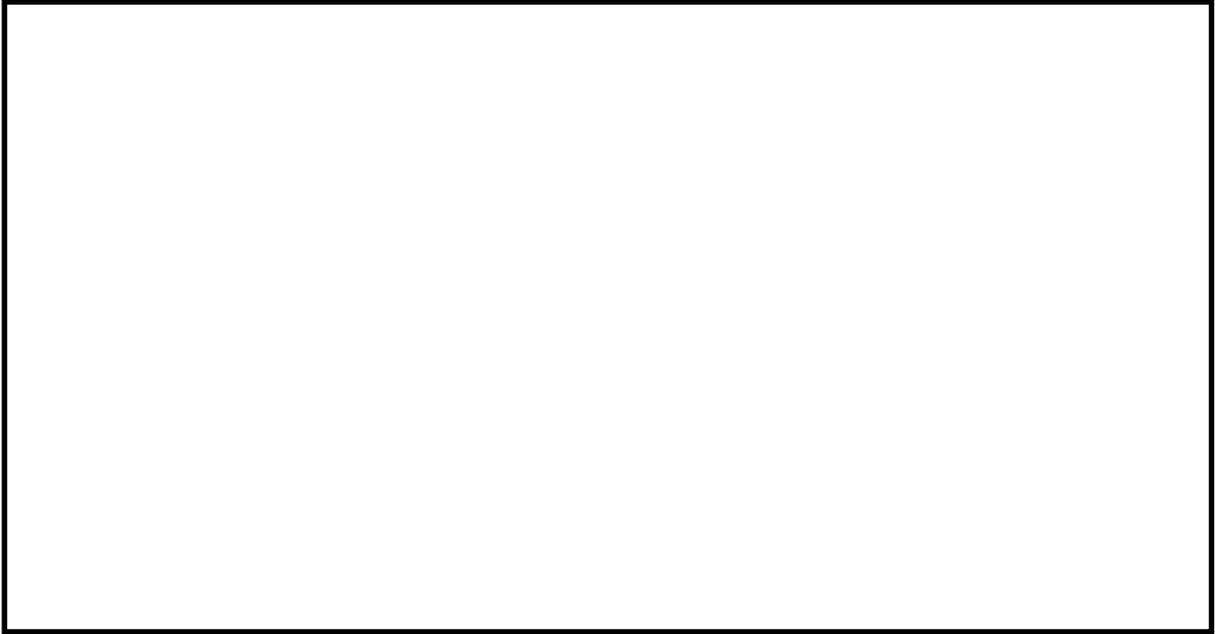


図 3-1 固有値解析対象箇所



図 3-2 解析モデル (エリア③④東側壁面 : 図 3-1 の「⑥」)

本評価結果は詳細確認中であり、  
8月10日ヒアリング時に変更となる可能性があります

表 3-1 固有値解析結果

部位	付加質量の考慮	固有振動数 (1次)
①	なし	14.449
②	なし	20.115
③	なし	63.176
④	なし	15.551
⑤	なし	76.240
⑥	海水配管が全体的に分布するため、 以下の付加質量を考慮 RHRS 配管 : $M_1=1080$ (kg/m) DGSW 配管 : $M_2=330$ (kg/m) 内壁サポート : $M_3=420$ (kg/m) 電線管 : $M_4=340$ (kg/m)	21.399
⑦	なし	18.076

#### 4. 配管のモデル化におけるサポート部の扱いについて

配管のモデル化にあたり，図 4-1 及び図 4-2 に示すとおり，サポートで荷重を受けている箇所より上部の配管中心に荷重を設定しモデル化している。なお，配管中心は保守的に配管勾配の最も高い箇所に設定している。

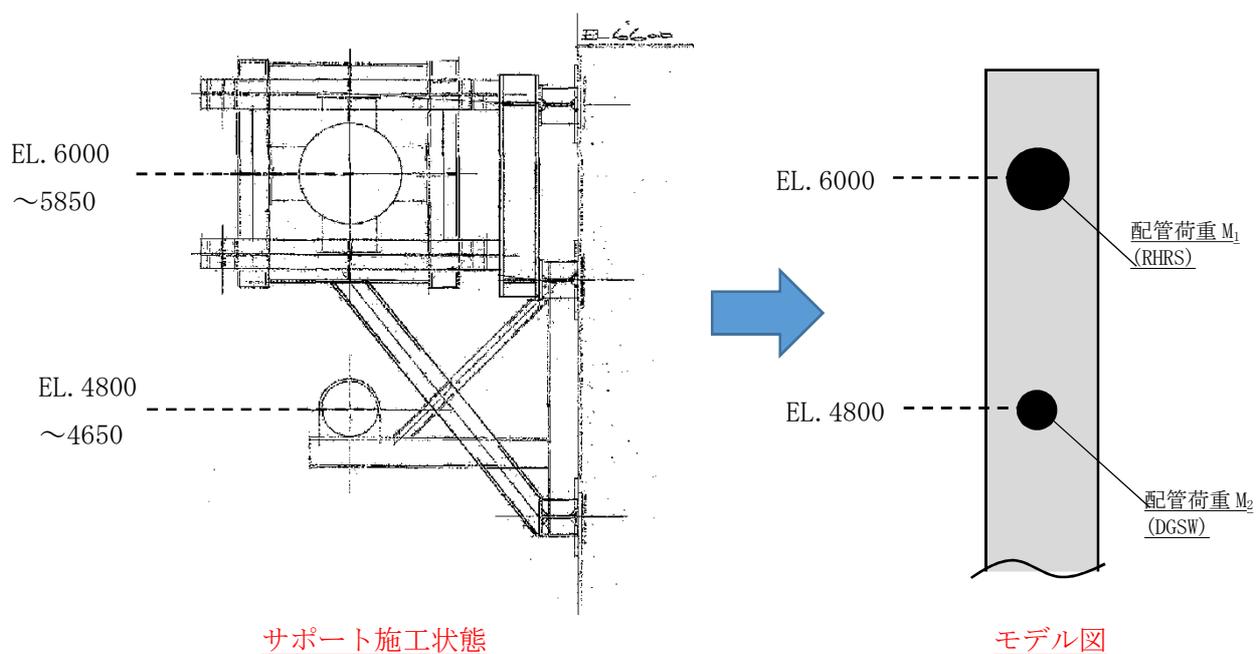


図 4-1 外壁側サポート設置状況

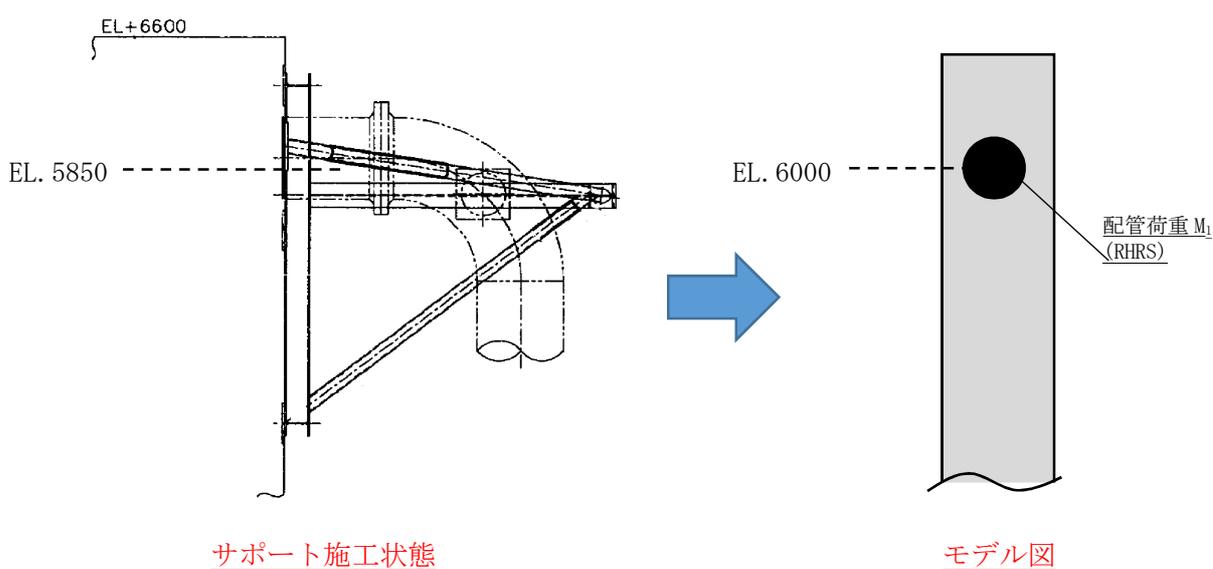


図 4-2 内壁側サポート設置状況

## 8. 考慮する荷重について

1. 概要

「V-2-11-2-9 海水ポンプエリア竜巻防護対策施設の耐震性についての計算書」において考慮する荷重について説明する。

2. 考慮する荷重

海水ポンプエリア竜巻飛来物防護対策設備の荷重の組合せは「 $D + S_s + P_k + P_s$ 」としており、表 2-1 に内訳を示す。

表 2-1 荷重の内訳

記号	記号の説明	内訳
D	死荷重	(エリア②～⑤) ・自重：2.2 kN/m <sup>2</sup> (エリア⑧：防護ネット部) ・自重：7.7 kN/m <sup>2</sup> (エリア⑧：防護ネット部以外) ・自重：3.8 kN/m <sup>2</sup>
S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub> により定まる地震力	(エリア②～④) ・水平地震力 k <sub>h</sub> ：3.36 ・鉛直地震力 k <sub>v</sub> ：6.15 (エリア⑤) ・水平地震力 k <sub>h</sub> ：1.87 ・鉛直地震力 k <sub>v</sub> ：1.04 (エリア⑧) ・FRSに基づき部材ごとに算出
P <sub>k</sub>	風荷重	風速は、建築基準法施行令に基づく平成12年建設省告示第1454号に定められた東海村の基準風速である30 m/sとする。 風荷重は、道路橋示方書・同解説より次式にて算出する。 $P_k = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot U_w^2 \cdot C_d \cdot G$ ここで P <sub>k</sub> ：風荷重 ρ：空気密度 (=1.22 kg/m <sup>3</sup> *1) U <sub>w</sub> ：風速 (=30 m/s) C <sub>d</sub> ：抗力係数 (=1.6 *2) G：ガスト係数 (=1.9 *2)  ・ P <sub>k</sub> =0.5×1.22×30 <sup>2</sup> ×1.6×1.9≒1.7kN/m <sup>2</sup>
P <sub>s</sub>	積雪荷重	フレーム及び鋼板に雪が積もるとし、積雪荷重を考慮する。なお、積雪深は、茨城県建築基準法等施行細則（昭和45年3月9日茨城県規則第9号）による東海村の垂直積雪量30 cmに平均的な積雪荷重*3を与えるための係数0.35を考慮する。積雪荷重については、建築基準法施行令第86条第2項により、積雪量1 cmごとに20 N/m <sup>2</sup> の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。  ・積雪荷重=雪の密度(20N/cm <sup>2</sup> )×積雪厚(30cm)=600N/m <sup>2</sup> =0.6kN/m <sup>2</sup> (エリア②～⑤) ・ P <sub>s</sub> =積雪荷重(0.6kN/m <sup>2</sup> )×ネットに対するフレームの面積比(0.3)×係数(0.35)≒0.1kN/m <sup>2</sup>  (エリア⑧) ・ P <sub>s</sub> =積雪荷重(0.6kN/m <sup>2</sup> )×係数(0.35)≒0.2kN/m <sup>2</sup>

注記 \*1：建築物荷重指針・同解説（2014）

\*2：道路橋示方書・同解説 I 共通編，IV 下部構造編（平成 24 年）

\*3：建築物荷重指針・同解説（2014）

## 9. 海水ポンプ室壁面の相対変位の影響について

1. 概要

V-2-11-2-9「海水ポンプエリア竜巻防護対策施設の耐震性についての計算書」における、竜巻等防護設備を支持する海水ポンプ室壁面に発生する相対変位を確認し、竜巻防護対策施設への影響の有無を確認した。

2. 海水ポンプ室壁面の相対変位

海水ポンプ室壁面の配置を図 2-1 に示す。地震発生時に、海水ポンプ室の南北方向の壁面を構成する部材①～③が東西方向に変形することで、部材①及び②並びに部材②及び③の間にはそれぞれ相対変位が発生し、上載される竜巻防護対策施設には、相対変位による変形に応じた荷重が発生することが考えられる。

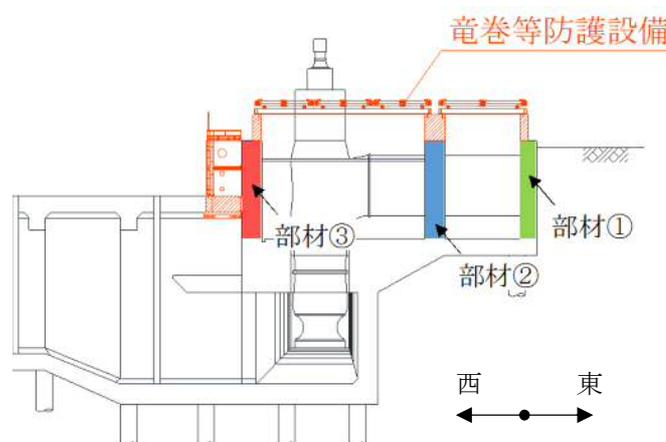


図 2-1 相対変位を考慮する海水ポンプ室壁面

部材①～③の間に生じる相対変位を表 2-1 に示す。相対変位は、既設 RC 部材天端での相対変位を解析により算出し、竜巻防護ネットが据え付けられる嵩上げ壁天端の相対変位のうち水平方向の値は、既設部天端の値に嵩上げ壁の高さを考慮した補正を実施した。

表 2-1 海水ポンプ室壁面（部材①～③）の相対変位\*1

評価箇所	水平方向(m)		鉛直方向(m)	
	既設部天端	嵩上げ壁天端*2	既設部天端	嵩上げ壁天端
部材①～部材②	$2.32 \times 10^{-5}$	$2.94 \times 10^{-5}$	$6.11 \times 10^{-3}$	
部材②～部材③	$3.18 \times 10^{-3}$	$4.02 \times 10^{-3}$	$8.41 \times 10^{-3}$	

注記 \*1：代表波として  $S_s-D1$  (H+, V+) を用い、且つ地盤を強制的に液化化させることを仮定した解析ケースにて算出。

\*2：既設部高さ (5.800m) と嵩上げ壁高さ (1.540m) から、既設部天端の高さに「 $(5.800+1.540)/5.800$ 」を乗じて算出

### 3. 竜巻防護対策施設への影響

嵩上げ壁には、竜巻防護対策施設である竜巻防護ネット取付架構が、部材①と②及び部材②と③をそれぞれ繋ぐ様な形で、嵩上げ壁天端にボルトで取り付けられる構造となっている。

ここで、取付部が固定されている場合には、嵩上げ壁間の相対変位によりネット取付架構及びボルトの変形を生じることになるため、その影響と対応について以下のとおり整理した。

#### 3.1 水平方向変位の影響

##### 3.1.1 ネット取付架構及び取付ボルト

ネット取付架構のフレーム及び取付ボルトが固定されていると仮定した場合に、水平方向の相対変位によりフレーム及び取付ボルトに発生する荷重を図 3-1 に示す。また、このモデルで評価した、フレームに発生する軸力による応力を表 3-1 に、取付ボルトに発生するせん断応力を表 3-2 に示す。

相対変位が mm のオーダーとなる部材②～部材③の場合には、フレーム及びボルトに無視し難い応力が発生し、特にボルトについては、せん断応力を許容値以内に抑えるには、多数のボルトが必要となる。

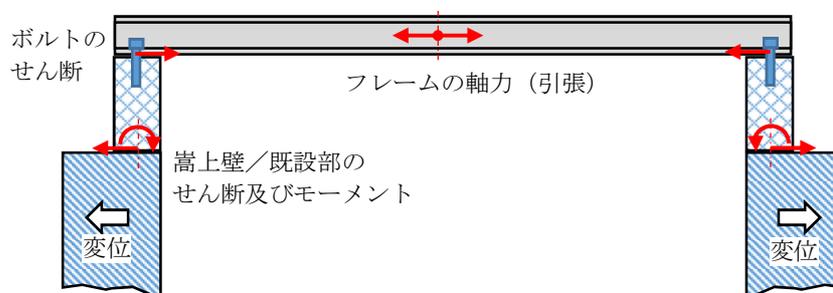


図 3-1 水平方向の相対変位により発生する荷重 (例：広がる場合)  
(フレーム端部固定時)

表 3-1 フレームに発生する応力

部位	相対変位 $\delta$ (m)	支間長 L (m)	フレームの ひずみ $\epsilon$	ヤング率 E (MPa)	発生応力 (MPa)		許容値* (MPa)	
					引張(圧縮)	引張	圧縮	
部材① ～ 部材②	$2.94 \times 10^{-5}$	5.010	$5.86 \times 10^{-6}$	$2.05 \times 10^5$	2	460	402	
部材② ～ 部材③	$4.02 \times 10^{-3}$	10.320	$3.90 \times 10^{-4}$	$2.05 \times 10^5$	80	460	258	

注記 \* : H-340×250×9×16 (SM570 (F 値 460 MPa))

表 3-2 取付ボルトに発生する応力

部位	発生応力 (MPa)	フレーム 断面積 $A_f$ *1 ( $m^2$ )	フレーム 軸力 $F_f$ (MN)	ボルト 本数 $n$ *2	ボルト1本当たりの評価			許容値*4 (MPa)
	引張 (圧縮)				せん断力 $F_b$ (MN)	断面積*3 $A_b$ ( $m^2$ )	せん断応力 (MPa)	
部材① ～ 部材②	1.2	0.010772	0.0129	1	0.0129	$3.80 \times 10^{-4}$	34	282
部材② ～ 部材③	79.9	0.010772	0.861	2	0.431	$3.80 \times 10^{-4}$	1133	282

注記 \*1 : H-340×250×9×16

\*2 : フレーム 1 端当たりの本数として仮定

\*3 : 呼び径 M22 の軸断面積

\*4 : S45C (F 値 460 MPa)

上記の評価を踏まえ、フレームの一方の端部に加工するボルト穴は、変位発生方向に長尺化する対策を施すこととしている (図 3-2)。この対策により、竜巻防護ネット取付架構が海水ポンプ室壁面（嵩上げ壁及び既設部）の変形を拘束することが無くなるため、架構及び海水ポンプ室壁面においては、壁面の水平方向相対変位に起因する応力が発生しないことになる。

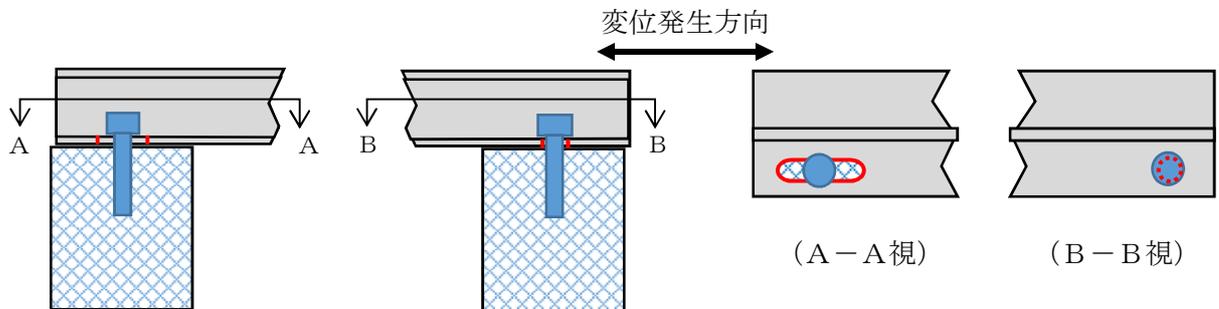


図 3-2 水平変位対策 (フレームのボルト穴長尺化)

### 3.1.2 海水ポンプ室壁面 (嵩上げ壁及び既設部)

上記のとおり、ボルトの影響評価結果を踏まえたフレームボルト穴を長尺化により、相対変位起因の応力は発生しなくなるため、影響は無い。

### 3.2 鉛直方向変位の影響

#### 3.2.1 ネット取付架構及び取付ボルト

フレームボルト穴の長尺化を考慮した場合に、鉛直方向の相対変位によりフレーム及び取付ボルトに発生する荷重を図 3-3 に示す。また、このモデルで評価した、フレームに発生する曲げ及びせん断応力を表 3-3 に、取付ボルトに発生する引張及びせん断応力を表 3-4 に示す。

相対変位は mm のオーダーとなるが、フレーム及びボルトに発生する応力度は許容値に比べ小さく、鉛直方向の相対変位による影響は軽微と考えられる。

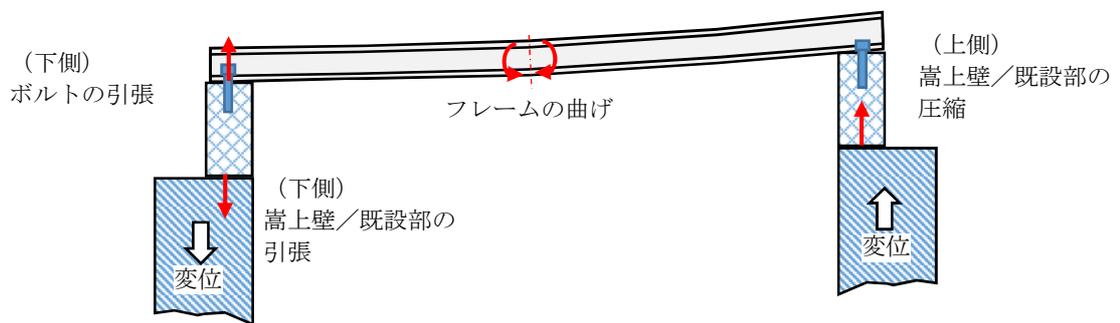


図 3-3 鉛直方向の相対変位により発生する荷重（水平変位対策実施時）

表 3-3 フレームに発生する応力\*1（鉛直変位時）

部位	相対変位 $\delta$ (m)	支間長 L (m)	断面2次 モーメント I (m <sup>4</sup> )	ヤング率 E (MPa)	鉛直荷重 F <sub>V</sub> (MN) *2	発生応力 (MPa) 【 】は許容値*3	
						曲げ	せん断
部材① ～ 部材②	$6.11 \times 10^{-3}$	5.010	$2.32 \times 10^{-4}$	$2.05 \times 10^5$	$6.93 \times 10^{-3}$	1 【460】	1 【265】
部材② ～ 部材③	$8.41 \times 10^{-3}$	10.320	$2.32 \times 10^{-4}$	$2.05 \times 10^5$	$1.09 \times 10^{-3}$	1 【460】	1 【265】

注記 \*1：フレームを、下図のような片持ちはりとして評価



\*2：片持ちはりのたわみの式から、 $F = 3 \cdot E \cdot I \cdot \delta / L^3$

\*3：H-340×250×9×16 (SM570 (F 値 460 MPa))

表 3-4 取付ボルトに発生する応力（鉛直変位時）

部位	鉛直荷重 $F_v$ (MN)	ボルト本数 $n^{*1}$	ボルト断面積 $A_b$ (m <sup>2</sup> ) <sup>*2</sup>	発生応力 (MPa) <sup>*3</sup>
				引張
部材① ～ 部材②	$6.93 \times 10^{-3}$	1	$3.80 \times 10^{-4}$	19 【345】
部材② ～ 部材③	$1.09 \times 10^{-3}$	2	$3.80 \times 10^{-4}$	3 【345】

注記 \*1：フレーム1端当たりの本数として仮定  
 \*2：呼び径 M22 の軸断面積  
 \*3：S45C (F 値 460 MPa)

### 3.2.2 海水ポンプ室壁面（嵩上げ壁及び既設部）

フレームボルト穴の長尺化を考慮した場合には、鉛直方向の相対変位が生じた場合に、嵩上げ壁と既設部境界に引張及び圧縮が発生する。この荷重を、単位幅の嵩上げ壁で受けた場合の評価を表 3-5 に示す。

表 3-5 嵩上げ壁と既設部の境界に発生する荷重（鉛直変位時）

部位	鉛直荷重 $F_v$ (MN)	嵩上げ壁 体積 $V$ (m <sup>3</sup> )	嵩上げ壁 密度 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	嵩上げ壁 質量 $M$ (kg)	嵩上げ壁に 生じる 加速度 $\alpha_1$ <sup>*3</sup>	当該部の 設計震度 $\alpha_2$ <sup>*4</sup>	地震力 + 変位に よる荷 重
部材① ～ 部材②	$6.93 \times 10^{-3}$	0.770 <sup>*1</sup>	2400 <sup>*2</sup>	1848	0.39	0.84	1.23
部材② ～ 部材③	$1.09 \times 10^{-3}$	0.770 <sup>*1</sup>	2400 <sup>*2</sup>	1848	0.06	0.84	0.90

注記 \*1：薄い方の厚さ (0.500m) × 高さ (1.540m) 単位幅 (1.000m)。竜巻防護ネットは1辺が2m超であり、負担幅として1mは保守側となる。  
 \*2：24.5 (kN/m<sup>3</sup>) を保守側に丸めた値  
 \*3：右式にて震度に換算  $(F_v \times 10^6) / M / 9.80665$   
 \*4：部材①～②では壁 4，部材②～③では壁 6  
 \*5：

ここで、相対変位により嵩上げ壁に作用する荷重は設計震度（慣性力）当該部の鉛直設計震度に対し無視出来ない値となっているため、その影響を検討した結果を表 3-6 に示す。慣性力に相対変位による荷重を加味した荷重の慣性力に対する増倍率は、慣性力のみを考慮した場合に部材に発生する応力の許容値に対する裕度に包

絡されるため、相対変位による荷重を重ね合わせた場合でも、設備の健全性に影響は無いと判断した。

表 3-6 相対変位による荷重と地震力の重ね合わせの影響評価

部位	相対変位により生じる加速度 $\alpha_1$	当該部の設計震度 $\alpha_2$	「慣性力+変位による荷重」と慣性力の比 $R_1^{*1}$	慣性力に対する発生応力の許容値に対する比 $R_2^{*2}$	$R_1 \times R_2^{*3}$
部材① ～ 部材②	0.39	0.84	1.47	0.29	0.43
部材② ～ 部材③	0.06	0.84	1.08	0.57	0.62

注記 \*1:  $(\alpha_1 + \alpha_2) / \alpha_2$

\*2: 照査項目（コンクリート、鉄筋、せん断、アンカー）のうち最大の比率のもの。部材①～②では壁 4，部材②～③では壁 6 が対象箇所

\*3: 1 以下であれば、慣性力に対する評価の裕度に包含されると判断

以 上