

FEM解析結果 Case1

揚水井戸ふた&受桁計算結果まとめ

【設計条件】

『材質』

・鋼材 SM400 F 235 N/mm2

| ・ボルト(長期許容応力度) | 引張 | せん断 |
|--------------------------------|---------|-----------|
| 井戸ふた受桁 上下固定ボルト S45C 強度区分6.8 | 280 | 280/√3 |
| 接着系アンカーボルト SNR490B | 325/1.5 | 325/1.5√3 |

『荷重』 (1kgf = 10N)

・鋼材自重 78.5 kN/m2
※計算時はボルトやリブ等を考慮し(x1.2)とする。

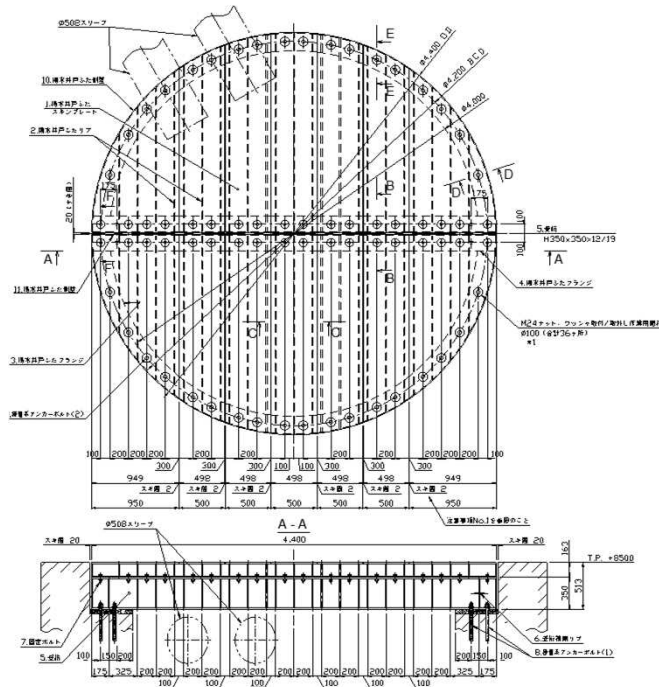
・車輛荷重 40 kN/m2 (4t/m2)
※地震時には考慮しないものとする。

・雪荷重 0.7 kN/m2
※地震時でも低減はないものとする。

『たわみ制限』 1/600

『計算ソフト』 STAAD.Pro CONNECT Edition - バージョン22.10.00.153

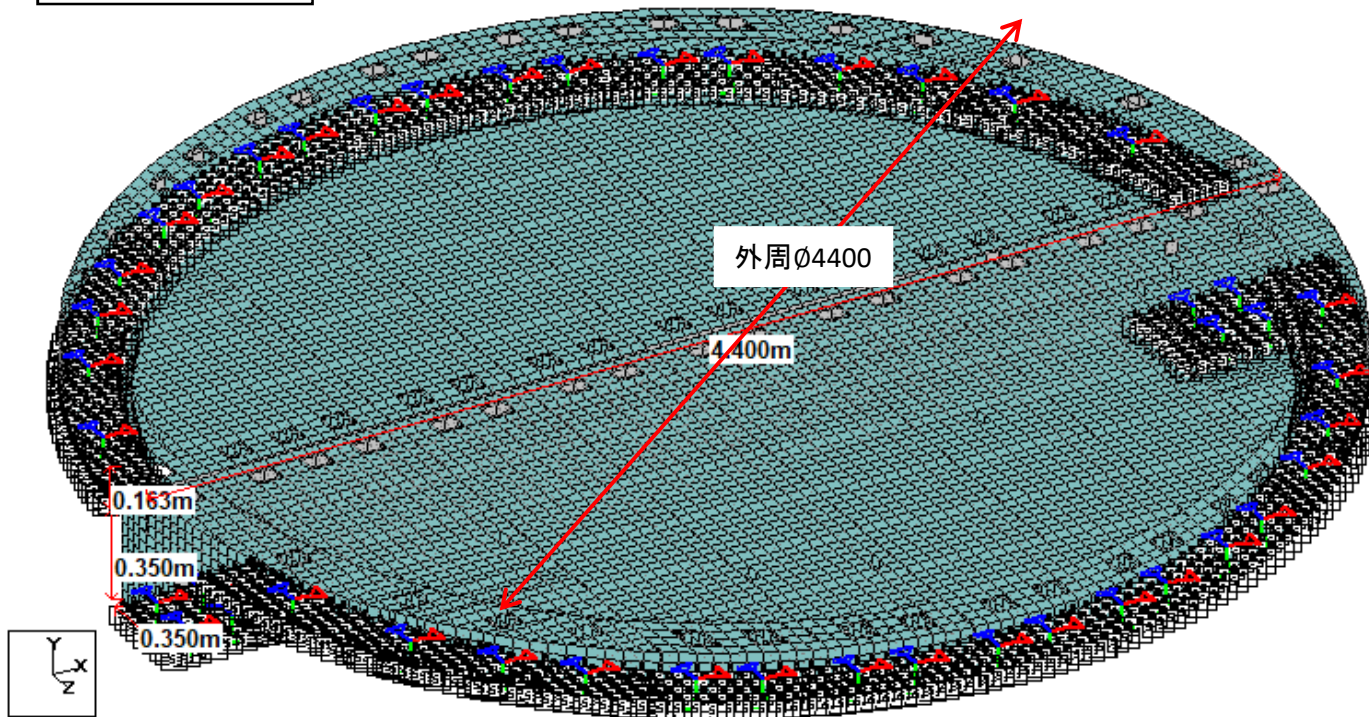
『計画図』



『結果まとめ』

| | | 発生応力 | | 許容応力 | | | |
|----------------------|----|--------|------|-------|-------|---------------|-----------|
| | | 長期 | 短期 | 長期 | 短期 | 長期 | 短期 |
| ・受桁 | 長期 | 154.8 | 41.3 | 156.7 | 235.0 | 0.99 < 1.0 OK | (13/21参照) |
| | 短期 | | | | | 0.18 < 1.0 OK | (14/21参照) |
| ・ふた | 長期 | 107.0 | 39.9 | 156.7 | 235.0 | 0.68 < 1.0 OK | (15/21参照) |
| | 短期 | | | | | 0.17 < 1.0 OK | (16/21参照) |
| ・固定ボルト (M22) | 長期 | 引張 | 36.3 | 232.2 | 235.0 | 0.16 < 1.0 OK | (18/21参照) |
| | | せん断 | 99.9 | 161.7 | 235.0 | 0.62 < 1.0 OK | " |
| | 短期 | 引張 | 4.6 | 420.0 | 235.0 | 0.01 < 1.0 OK | " |
| | | せん断 | 36.4 | 242.5 | 235.0 | 0.15 < 1.0 OK | " |
| ・接着系アンカーボルト 受桁 (M24) | 長期 | 引張 | 81.5 | 196.5 | 325.0 | 0.41 < 1.0 OK | (21/21参照) |
| | | せん断 | 66.7 | 125.1 | 325.0 | 0.53 < 1.0 OK | " |
| | 短期 | 引張 | 22.3 | 325.0 | 325.0 | 0.07 < 1.0 OK | " |
| | | せん断 | 58.6 | 187.6 | 325.0 | 0.31 < 1.0 OK | " |
| ふた (M24) | 長期 | 引張 | 44.4 | 174.5 | 235.0 | 0.25 < 1.0 OK | " |
| | | せん断 | 80.5 | 125.1 | 235.0 | 0.64 < 1.0 OK | " |
| | 短期 | 引張 | 16.9 | 325.0 | 235.0 | 0.05 < 1.0 OK | " |
| | | せん断 | 33.0 | 187.6 | 235.0 | 0.18 < 1.0 OK | " |
| (たわみ) | 受桁 | 1/3231 | < | 1/600 | | 0.19 < 1.0 OK | (17/21参照) |
| | ふた | 1/2944 | < | 1/600 | | 0.20 < 1.0 OK | (17/21参照) |

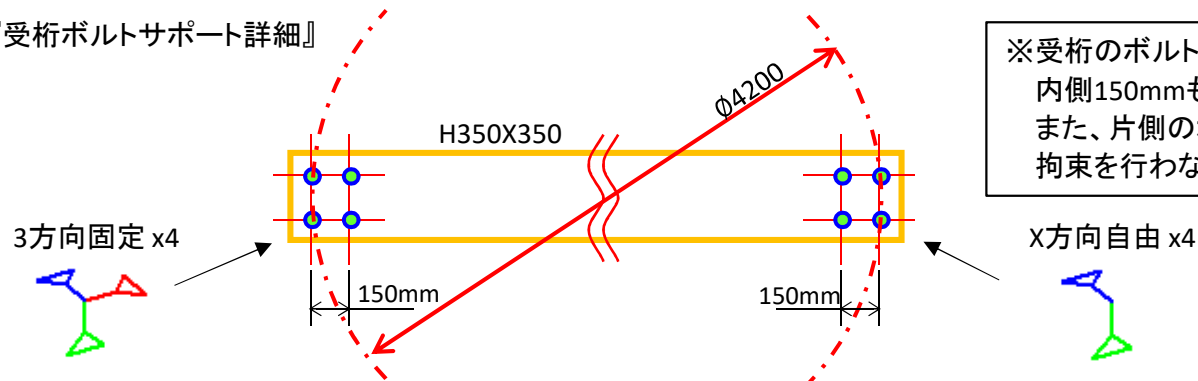
モデル図(1/2)



『サポート記号』

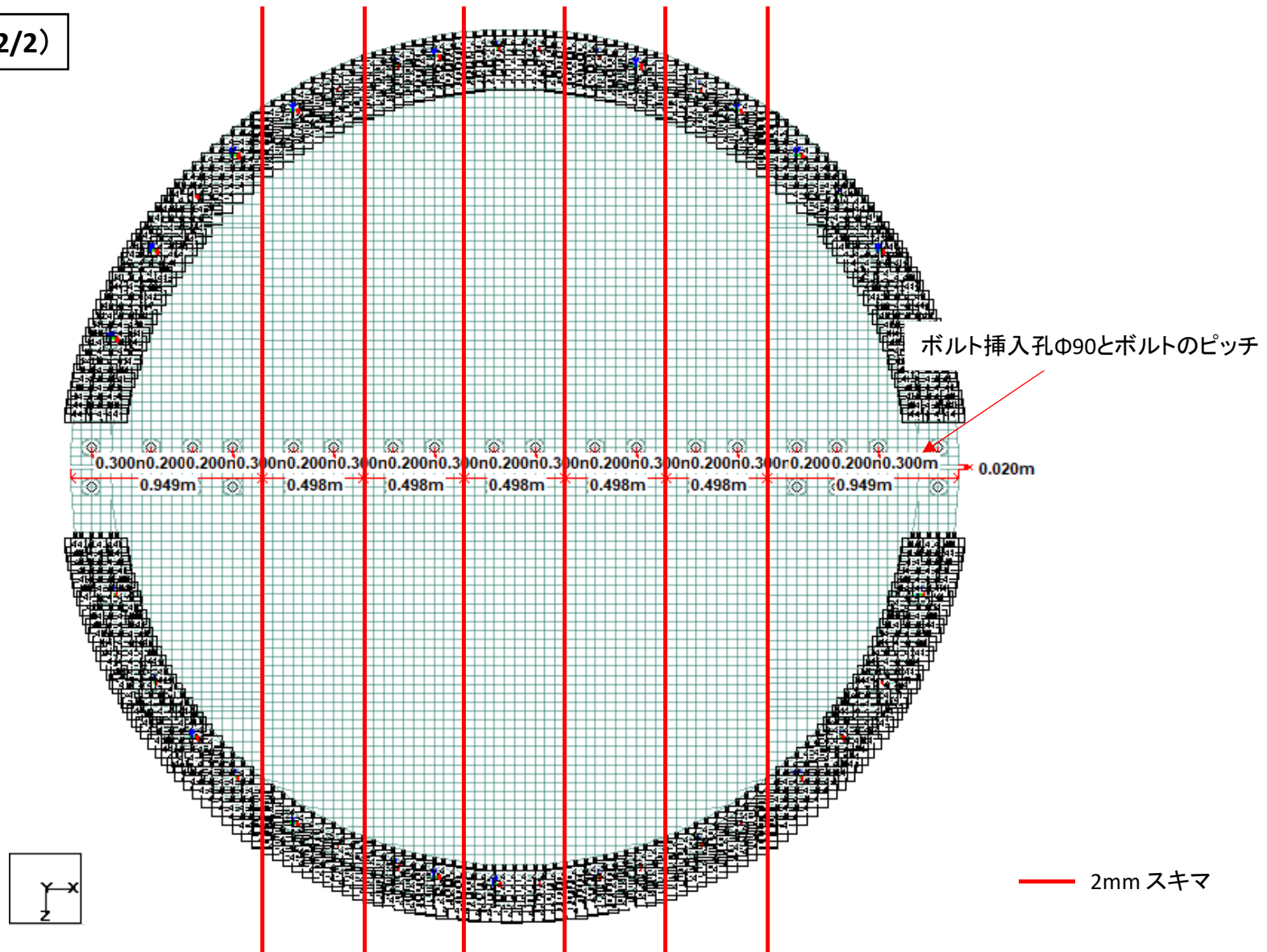
- ・ボルト拘束
 $\pm X, \pm Y, \pm Z$ 方向拘束
 $\phi 4200$ 周上
 ふた 36箇所
 受桁 4箇所
- ・ボルト拘束
 $\pm Y, \pm Z$ 方向拘束
 $\phi 4200$ 周上
 受桁 4箇所
- ・コンクリート接触面
 $-Y$ (鉛直下向き)方向のみ拘束
 (圧縮のみ受ける状態とする)

『受桁ボルトサポート詳細』



※受桁のボルトはふたと共通の $\phi 4200$ 周上に加え、内側150mmもボルトで固定する。また、片側のボルトに関しては部材軸方向に対する拘束を行わないものとする。

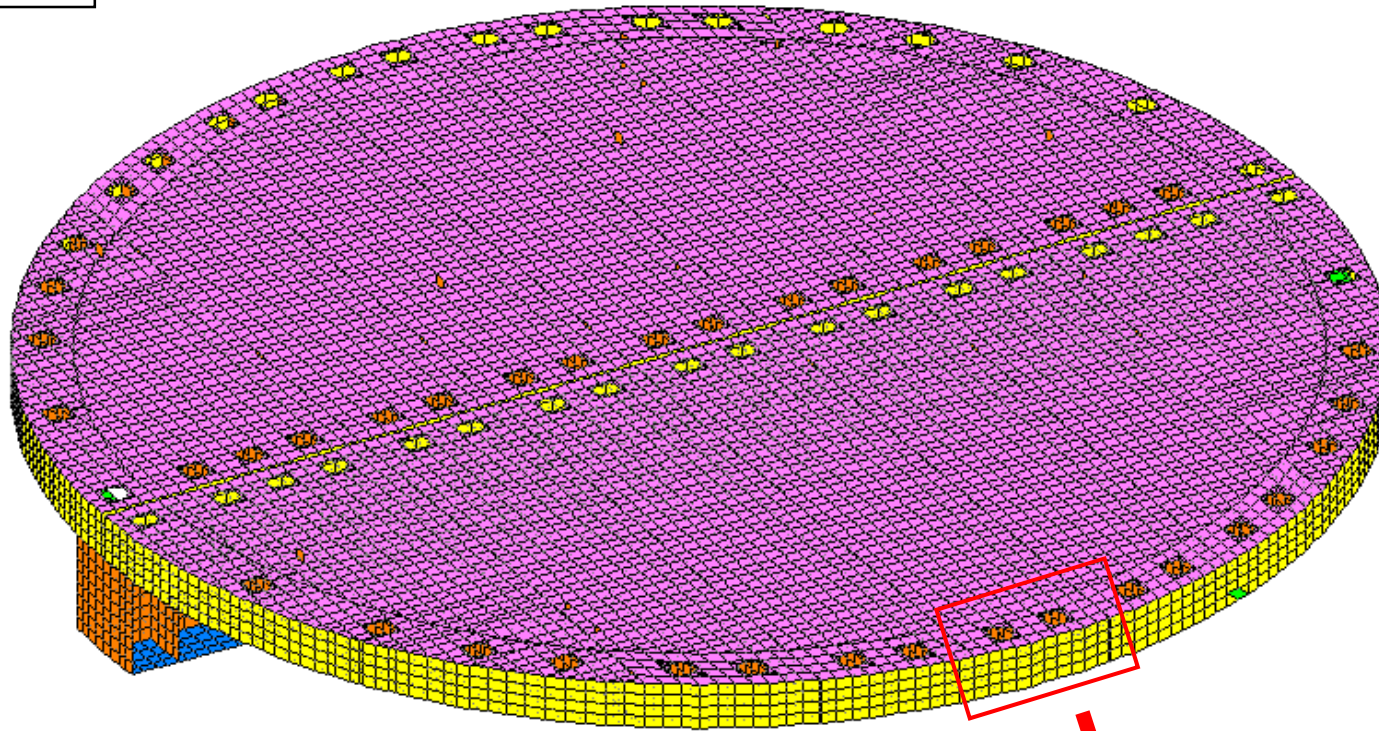
モデル図(2/2)



各板サイズ

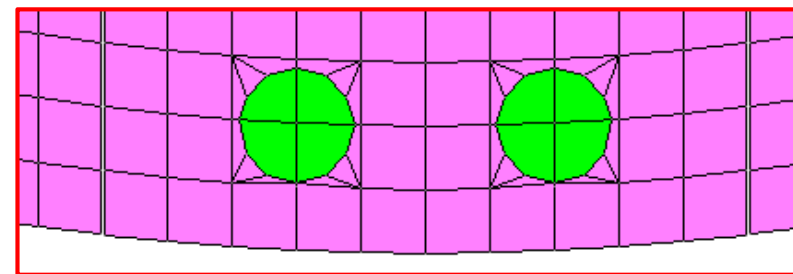
エンティティ色の凡例

- _9T 
- 12T 
- 16T 
- 19T 
- 22T 



2mm スキマ

2mm スキマ

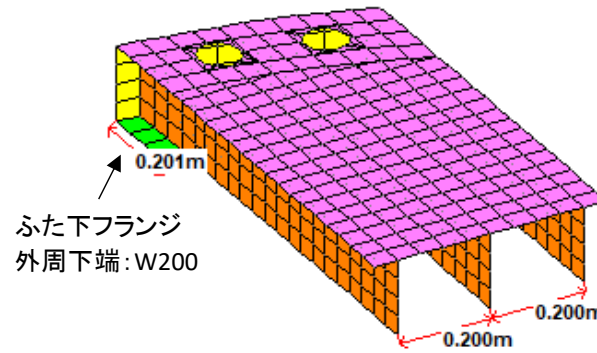
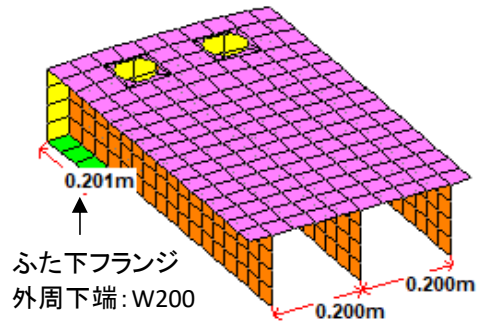


ふたの各ブロック間に連続性はなく、2mmのスキマ有り。

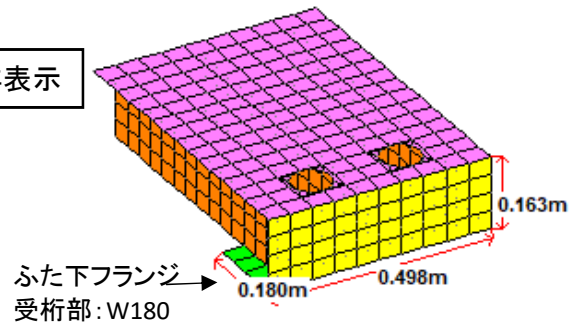
各板サイズ(1/3)

エンティティ色の凡例

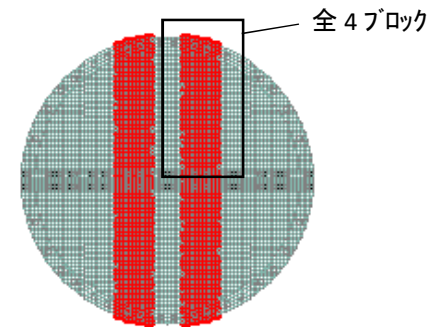
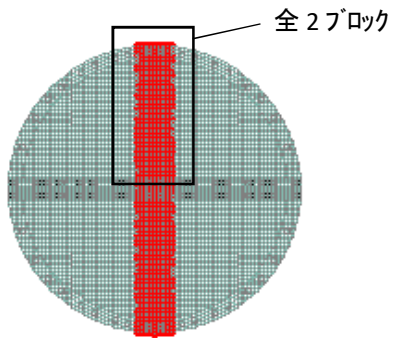
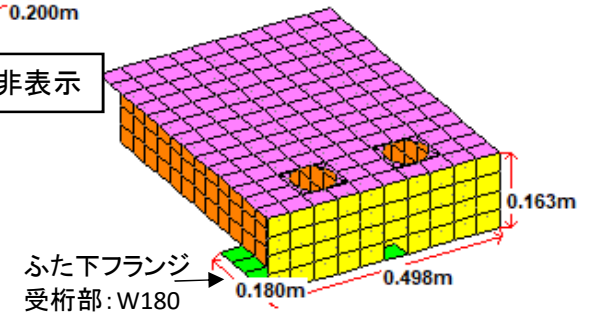
- _9T
- _12T
- _16T
- _19T
- _22T



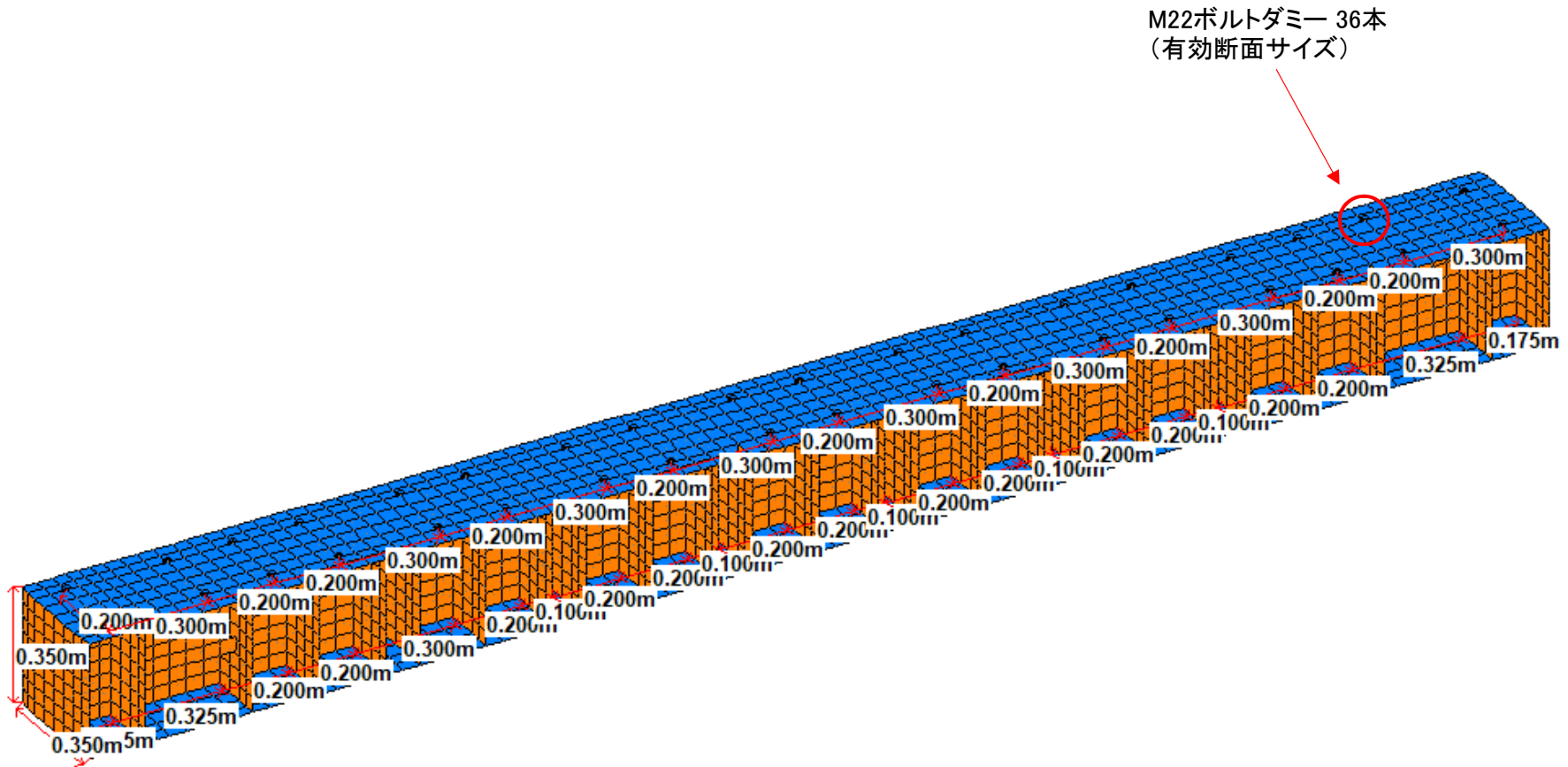
中間断面非表示



中間断面非表示



各板サイズ(3/3)



板応力(全体図)
長期: DL+LL+SN

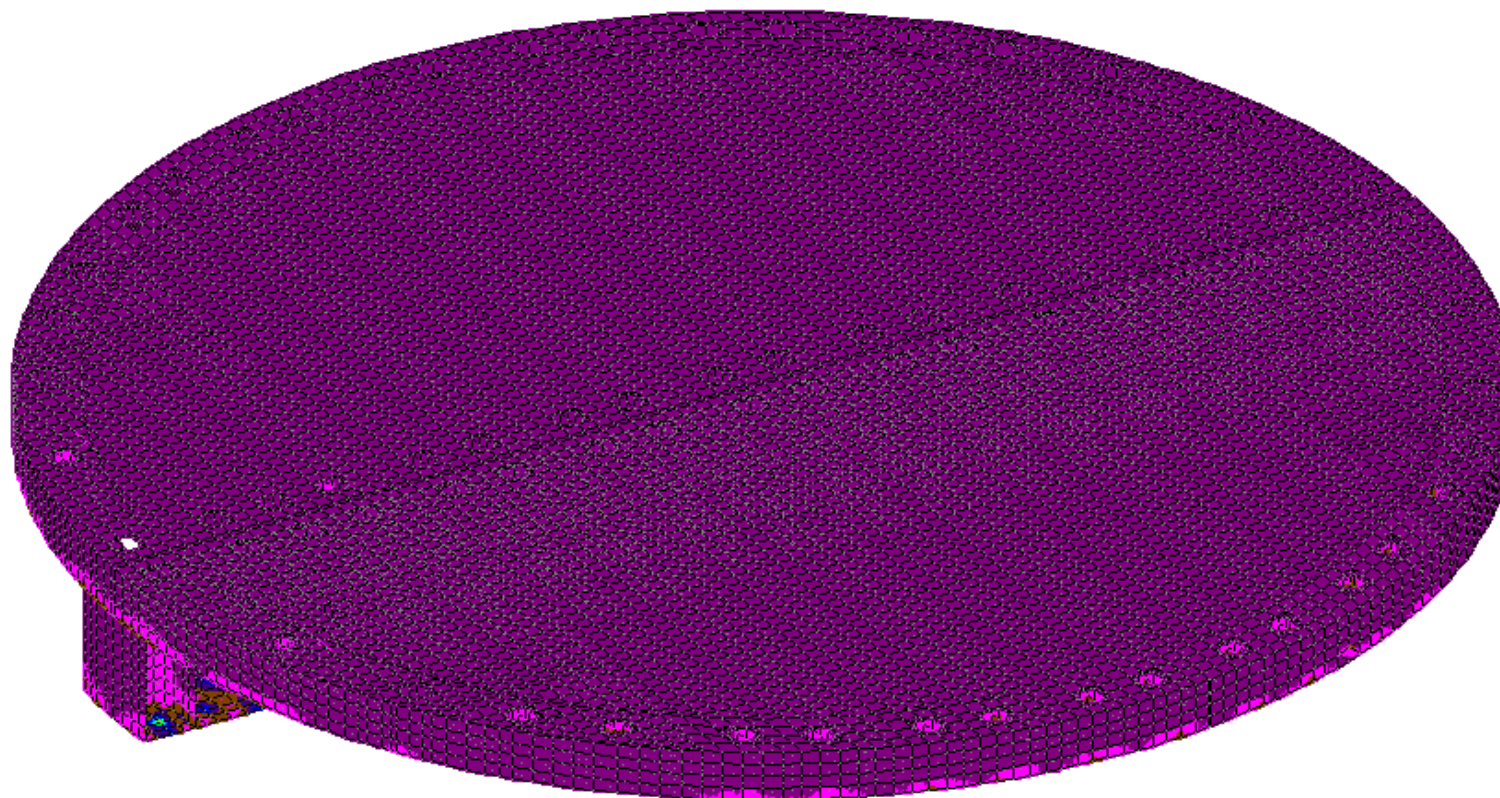
最大ミーゼス
N/mm²

<= 0.371

- 10.2
- 20.1
- 29.9
- 39.8
- 49.6
- 59.5
- 69.4
- 79.2
- 89.1
- 98.9
- 109
- 119
- 128
- 138
- 148

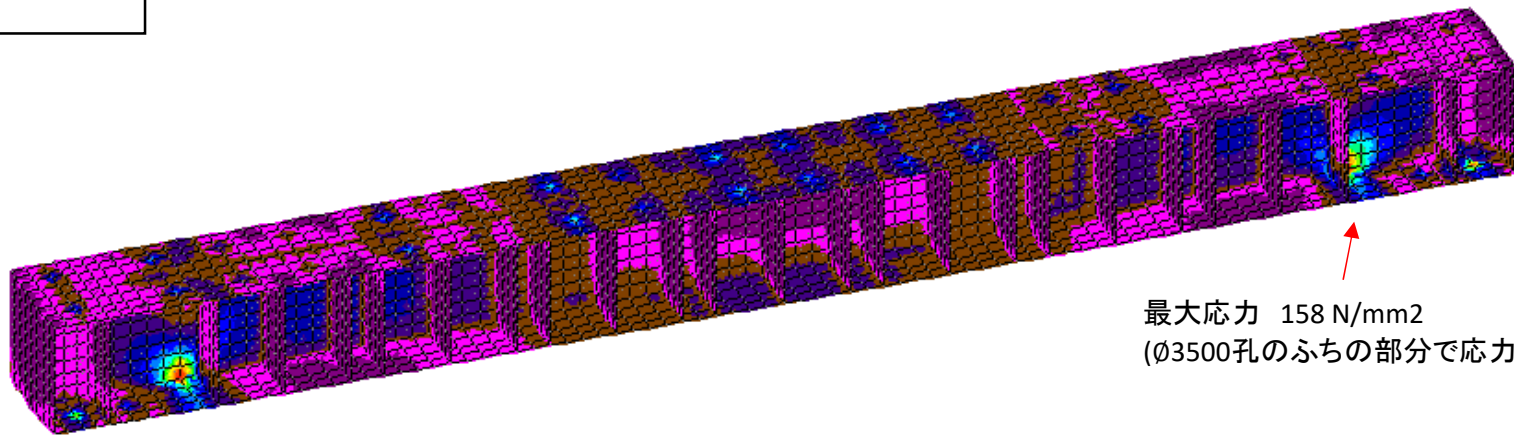
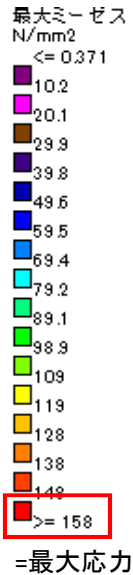
>= 158

=最大応力



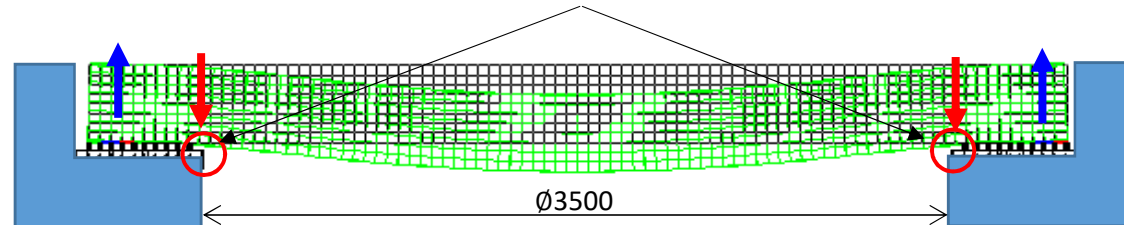
DL+LL+SN

板応力(受桁:H350X350)
長期:DL+LL+SN



最大応力 158 N/mm²
(Ø3500孔のふちの部分で応力最大)

下方向に荷重が働く際、孔のふちに圧縮力が集中する。



『長期:DL+LL+SN』

| | | | |
|-------|-----------------------|--------------|-----------------------|
| F | 235 N/mm ² | (1kgf = 10N) | |
| F/1.5 | 157 N/mm ² | 最大応力 | 158 N/mm ² |
| | | 応力度比 | 1.01 NG |

| | |
|------|-----------------------|
| 長さ | 4400 mm |
| 許容圧縮 | 149 N/mm ² |
| 許容曲げ | 157 N/mm ² |

| | |
|---------------|-----------------------|
| (1kgf = 9.8N) | |
| 最大応力 | 155 N/mm ² |
| 応力度比 | 0.99 < 1.0 OK |

(注記)
荷重入力に関して(1kgf = 10N)としていますが、
実際は(1kgf = 9.8N)ですので、
応力度比 = 1.01 x 9.8/10 = 0.99を採用します。

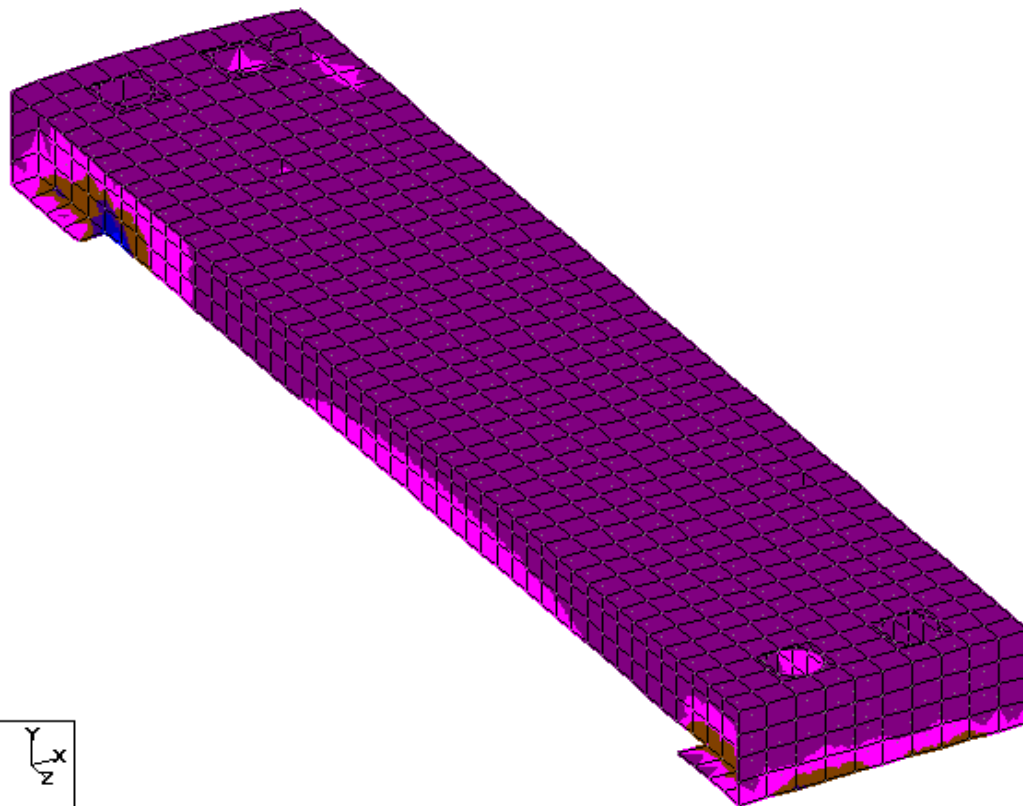
※H350X350を強軸方向の座屈長さ4400mmとした時、許容圧縮に若干の低減が見られます。
ただし、ふたによる固定や補剛リブが多数存在するため、実際に座屈は起きず、座屈低減は無視可能と考えます。
また、弱軸方向に関しては、ふたによって固定されているため座屈の影響はせず、許容曲げも低減無しとしています。

板応力(井戸ふた:最長ブロック)
長期: DL+LL+SN

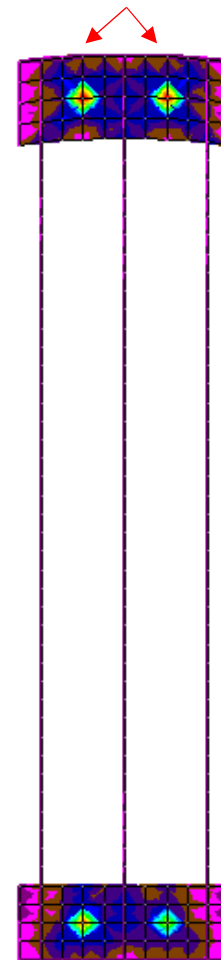
最大ミーゼス
N/mm²
<= 0.371

- 7.05
- 13.7
- 20.4
- 27.1
- 33.8
- 40.4
- 47.1
- 53.8
- 60.5
- 67.1
- 73.8
- 80.5
- 87.2
- 93.9
- 101
- >= 107

=最大応力



最大応力 107 N/mm²



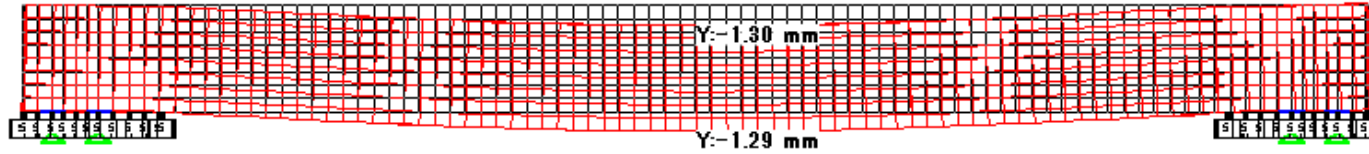
『長期: DL+LL+SN』

F 235 N/mm²
F/1.5 157 N/mm²

最大応力 107 N/mm²
応力度比 0.68 < 1.0 OK

伏図(蓋上部 22t 非表示)

たわみ(受桁:H350X350)
長期:DL+LL+SN



| | | | |
|------|----------------|-----------------------|----|
| 長さ | L | 4200 mm | |
| 許容 | L/600 | 7.00 mm | |
| たわみ | δ | 1.30 mm | |
| | $1/(L/\delta)$ | 1/3231 | |
| 許容比率 | | 0.19 (1/3231 < 1/600) | OK |

たわみ(井戸ふた:最長ブロック)
長期:DL+LL+SN



| | | | |
|------|----------------|---------------------------|----|
| 長さ | L | 4180 mm (1ブロック全長2090 * 2) | |
| 許容 | L/600 | 6.97 mm | |
| たわみ | δ | 1.42 mm | |
| | $1/(L/\delta)$ | 1/2944 | |
| 許容比率 | | 0.20 (1/2944 < 1/600) | OK |

※井戸ふた自体にはほとんど変形が見られず、受桁に追従する形で中心に向かい下方向にたわむ状態。
ふた2つのたわみを見た時、受桁と同形状のたわみであることから受桁同様の計算を行う。