

### ③ NASTRAN ボルト部地震荷重による応力計算アプリ (ZW-PonBoDe)

NASTRAN による地震荷重と自重等の静荷重応力計算アウトプットリストよりボルトの部材力(CELAS2, SPC1, MPC, CBAR)を荷重として、引張応力、許容引張応力及びせん断応力を求めるアプリです。

#### インプット

注1: 図 1-1 に応力計算に使用する各荷重の NASTRAN アウトプットリスト名を入力する。

注2: 荷重の組合せ方法を選択し、応力計算に使用するボルトの軸方向、ボルト断面積またはボルト径と許容値を入力して「実行」ボタンをクリックして表 2-1 及び表 2-2 に示す Word ファイルを出力する。

#### アウトプット

表 2-1 引張応力

ボルト X Z 地震 最大応力 全ばね要素  
BOLT ID: 632

ボルト断面積  
ボルト径: 12  
 $A = \pi \times \text{ボルト径}^2 / 4 = \pi \times 12^2 / 4 = 113$   
断面積: 113 mm<sup>2</sup>

引張応力 (Fy ID: 6322)  
 $F_{yt} = 7.278441E+00 + 1.726666E+03 = 1.733944E+03$   
 $F_y = |1.733944E+03| + \sqrt{1.332337E+00^2 + 1.703155E+01^2} = 1.751028E+03$   
 $\sigma_t = F_y / A = 1.751028E+03 / 113 = 15.49582322 = 16 \text{ MPa}$

許容引張応力  
 $\sigma_a = \text{Min}(f_u, 1.4f_u - 1.6\sigma_c) = \text{Min}(487, 1.4 \times 487 - 1.6 \times 6.91379848) = 487 \text{ MPa}$   
裕度  
 $\sigma_t / \sigma_a = 15.49582322 / 487 = 0.0318189389$

表 2-2 せん断応力

ボルト X Z 地震 最大応力 全ばね要素  
BOLT ID: 641

ボルト断面積  
ボルト径: 12  
 $A = \pi \times \text{ボルト径}^2 / 4 = \pi \times 12^2 / 4 = 113$   
断面積: 113 mm<sup>2</sup>

せん断応力 (Fx ID: 6411, Fz ID: 6413)  
 $F_{xt} = 4.365223E+00 + 1.778983E+03 = 1.783348E+03$   
 $F_{zt} = 4.437272E+01 + 7.967828E+02 = 8.411555E+02$   
 $F_x = |1.783348E+03| + \sqrt{-2.267170E+02^2 + 1.021462E+01^2} = 2.010295E+03$   
 $F_z = |8.411555E+02| + \sqrt{6.806148E+01^2 + 1.038322E+02^2} = 9.653066E+02$   
 $\tau = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} / A = \sqrt{2.010295E+03^2 + 9.653066E+02^2} / 113 = 19.73491741 = 20 \text{ MPa}$

図 1-1 「入力」フォーム

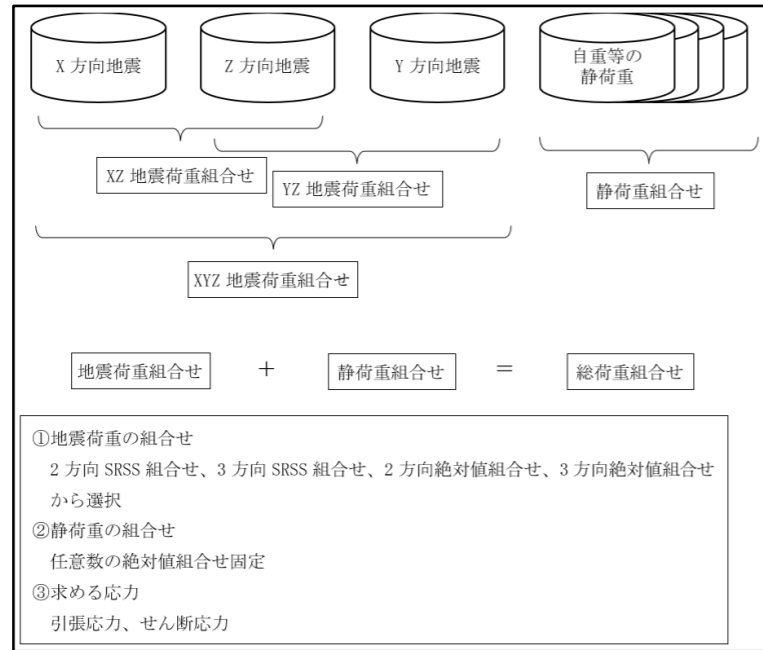


図 1-2 荷重の組合せ及び求める応力

表 1-1 ばね要素 NASTRAN アウトプットリストの抜粋

ELEMENT ID.	FORCE	ELEMENT ID.	FORCE	ELEMENT ID.	FORCE	ELEMENT ID.	FORCE
6111	-2.835869E+02	6112	1.060205E+01	6113	-5.680885E+01	6121	-6.825998E+00
6122	2.260397E+00	6123	-4.191337E+01	6131	2.760608E+01	6132	-4.042246E+00
6133	-9.087819E+00	6211	-3.246390E+02	6212	-1.062762E+00	6213	-1.118511E+00
省略							
6731	3.352527E+01	6732	7.614276E-01	6733	1.854645E+00	6811	-2.835869E+02
6812	-1.060205E+01	6813	5.680885E+01	6821	-6.825998E+00	6822	-2.260397E+00
6823	4.191337E+01	6831	2.760608E+01	6832	4.042246E+00	6833	9.087820E+00

注3: ばね要素以外のアウトプットリストは省略します。

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1 *** TEST ELAS BAR ***
**** LOAD - 1 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 16
0
FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)
ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE
ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID.
6313 -8.298041E-00 6321 1.047249E+01 6322 1.332337E-00 6323 -6.340908E-00
1 *** TEST ELAS CBAR ***
**** LOAD - 3 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 16
0
FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)
ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE
ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID.
6313 1.916211E-02 6321 -4.177606E-00 6322 1.703155E-01 6323 1.786144E-02
1 *** TEST ELAS BAR ***
**** LOAD - 4 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 16
0
FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)
ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE
ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID.
6313 8.188934E-01 6321 -1.785303E-00 6322 7.278441E-00 6323 7.633004E-01
1 *** TEST ELAS BAR ***
**** LOAD - 5 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 16
0
FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)
ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE
ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID.
6313 5.425707E-02 6321 -4.629708E-01 6322 1.726666E-03 6323 -6.766051E-02
    
```

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1 *** TEST ELAS BAR ***
**** LOAD - 1 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 16
0
FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)
ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE
ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID.
6331 3.354483E+01 6332 -5.285558E-01 6333 -1.237481E-00 6411 -2.287170E-02
6412 -1.299675E+01 6413 6.806148E-01 6421 -4.227888E-01 6422 9.739274E-01
1 *** TEST ELAS CBAR ***
**** LOAD - 3 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 16
0
FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)
ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE
ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID.
6331 -2.234094E+00 6332 8.957413E-00 6333 7.503209E-01 6411 1.021462E-01
6412 -1.213019E-01 6413 1.038322E-02 6421 -2.675281E-01 6422 4.770220E-00
1 *** TEST ELAS BAR ***
**** LOAD - 4 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 16
0
FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)
ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE
ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID.
6331 -9.549974E-01 6332 3.827955E-00 6333 3.205500E-01 6411 4.365223E-00
6412 -5.183843E+00 6413 4.437272E-01 6421 -1.143282E-01 6422 2.038575E-00
1 *** TEST ELAS BAR ***
**** LOAD - 5 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 16
0
FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)
ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE
ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID. ID.
6331 9.167807E+01 6332 5.731346E-02 6333 -3.012618E-02 6411 1.778983E-03
6412 2.672431E-02 6413 7.967828E-02 6421 1.318114E-03 6422 6.030096E-02
    
```