

① NASTRAN バー要素地震荷重による応力計算アプリ (ZW-PonBaDe)

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バー要素 (CBAR) の部材力を荷重として、引張応力、圧縮応力、せん断応力、曲げ応力及び組合せ応力を求めるアプリです。

インプット

図 1-1 「入力」フォーム

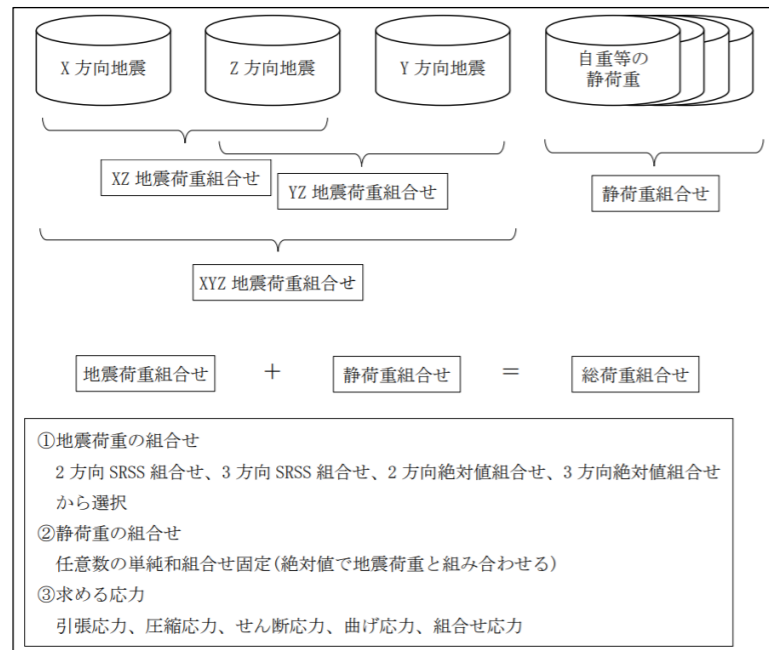


図 1-2 荷重の組合せ及び求める応力

表 1-1 バー要素 NASTRAN アウトプットリストの抜粋

0 ELEMENT ID.	FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)						AXIAL FORCE TORQUE	
	BEND-MOMENT END-A	BEND-MOMENT END-B	- SHEAR -	AXIAL FORCE	TORQUE			
1	0.0	7.275958E-12	0.0	1.637090E-11	0.0	-4.547474E-13	-4.779363E-01	-1.136868E-13
2	-5.414788E+02	-3.637979E-12	-7.738042E+02	9.955667E+01	4.891062E+00	-2.095930E+00	-4.076803E+01	2.934302E+01
3	-7.738042E+02	9.955667E+01	-1.006130E+03	1.991133E+02	4.891062E+00	-2.095930E+00	-4.303822E+01	2.934302E+01
省略								
152	-6.403150E+02	6.527299E+03	-2.514430E+02	6.514056E+03	-1.555488E+01	5.297020E-01	-2.562148E+02	2.177683E+02
153	2.177683E+02	6.514056E+03	6.818248E+02	1.429637E+04	-1.555488E+01	-2.608581E+02	-5.297020E-01	2.514430E+02
154	6.818248E+02	1.429637E+04	1.145881E+03	2.222941E+04	-1.555488E+01	-2.659107E+02	-5.297020E-01	2.514430E+02

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: 応力計算に使用する部材特性ファイル名を入力し荷重の組合せ方法を選択して「実行」ボタンをクリックして表 2-1~表 2-4 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

バー要素 X Z 地震 最大応力 全要素
Element ID: 10 No: 10 部材名: L50×50×6

引張応力

$$F_x = -2.493858E+02 + \sqrt{1.078100E+02^2 + (-5.835628E+02)^2} = 3.440521E+02$$

$$A = 564.4 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_t = F_x / A = 3.440521E+02 / 564.4 = 0.60958912 = 1 \text{ MPa}$$

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 1 *****
0
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
10 2.619919E+03 -3.305196E+03 2.439515E+02 2.554479E+03 8.820197E+00 -2.929837E+02 1.078100E+02 3.679296E+03
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 3 *****
0
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
10 -1.532966E+04 3.136296E+03 -1.530487E+04 2.408297E+03 -1.239496E+00 3.639642E+01 -5.835628E+02 -5.095779E+02
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 4 *****
0
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
10 -6.591136E+03 1.340285E+03 -6.540542E+03 1.029187E+03 -5.297005E-01 1.555488E+01 -2.493858E+02 -2.177683E+02
    
```

表 2-2 せん断応力

バー要素 X Z 地震 最大応力 全要素
Element ID: 30 No: 24 部材名: L50×50×6

せん断応力

$$F_y = |2.583929E+01| + \sqrt{-4.913400E+00^2 + 6.046395E-01^2} = 5.208856E+00$$

$$F_z = |1.632401E+01| + \sqrt{-3.109507E+02^2 + 3.819818E+01^2} = 3.296121E+02$$

$$M_x = |-2.285361E+02| + \sqrt{3.930833E+03^2 + (-5.347745E+02)^2} = 4.195579E+03$$

$$\tau = F_y / A_{sy} + F_z / A_{sz} + M_x \times t / J$$

$$= 5.208856E+00 / 300 + 3.296121E+02 / 300 + 4.195579E+03 \times 6 / 6760 = 4.83995688 = 5 \text{ MPa}$$

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 1 *****
0
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
30 9.208183E+02 -8.816027E+03 1.019066E+03 -2.597014E+03 -4.913400E+00 -3.109507E+02 3.819818E+01 -3.930833E+03
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 3 *****
0
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
30 -8.722351E+03 2.938006E+03 -8.744444E+03 2.17419E+03 6.046395E-01 3.819818E+01 -3.486232E+02 -5.347745E+02
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 4 *****
0
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
30 -3.731774E+03 1.255906E+03 -3.736942E+03 9.291046E+02 2.583929E+01 1.632401E+01 -1.489843E+02 -2.285361E+02
    
```

注 3: 圧縮応力は引張応力と同様の計算式のため省略する。

表 2-3 曲げ応力

バー要素 X Z 地震 最大応力 全要素
Element ID: 76 No: 62 B 端 部材名: □100×20

曲げ応力

$$M_y = |4.141385E+04| + \sqrt{1.017620E+05^2 + 9.690841E+04^2} = 1.383223E+05$$

$$M_z = |1.148300E+04| + \sqrt{6.612568E+04^2 + 2.687021E+04^2} = 6.612568E+04$$

$$\sigma_b = M_y / Z_y + M_z / Z_z$$

$$= 1.383223E+05 / 6660 + 6.612568E+04 / 33300 = 22.75486427 = 23 \text{ MPa}$$

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 1 *****
0
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
76 5.059230E+04 1.091680E+05 6.612568E+04 1.017620E+05 -5.192194E+02 2.475549E+08 2.681978E+08 -8.087261E+03
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 3 *****
0
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
76 2.892002E+04 7.553006E+04 2.687021E+04 6.60841E+04 6.851722E-07 -7.145755E+02 -3.802829E+00 3.915857E-05
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 4 *****
0
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
76 1.235899E-04 3.227800E-04 1.148300E-04 4.141385E+04 2.920777E-07 -3.053742E+02 -1.625139E+00 1.673444E-05
    
```

表 2-4 組合せ応力

組合せ応力

$$\sigma_x = \sqrt{(\max(\sigma_t, \sigma_c) + \sigma_b)^2 + 3 \times \tau^2}$$

$$= \sqrt{(\max(1.088844E-03, 2.713983E-03) + 2.275486E+01)^2 + 3 \times (1.879347E+00)^2} = 22.9891975 = 23 \text{ MPa}$$

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 1 *****
0
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
76 5.059230E+04 1.091680E+05 6.612568E+04 1.017620E+05 -5.192194E+02 2.475549E+08 2.681978E+08 -8.087261E+03
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 3 *****
0
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
76 2.892002E+04 7.553006E+04 2.687021E+04 6.60841E+04 6.851722E-07 -7.145755E+02 -3.802829E+00 3.915857E-05
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 4 *****
0
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
76 1.235899E-04 3.227800E-04 1.148300E-04 4.141385E+04 2.920777E-07 -3.053742E+02 -1.625139E+00 1.673444E-05
    
```

注 4: 組合せ応力の計算に使用する引張、圧縮、せん断及び曲げ応力の式も出力されるが表 2-1 ~ 表 2-3 と同じ計算式のため省略する。