

② NASTRAN バー要素地震荷重による応力計算 B タイプアプリ (ZW-PonBbDe)

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

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。

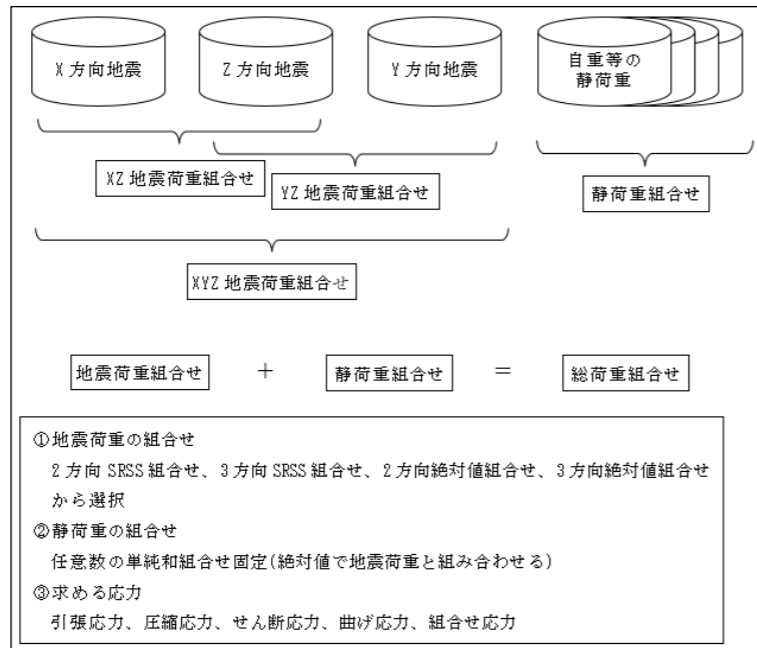


表 1-1 バー要素 NASTRAN アウトプットリストの抜粋

0	ELEMENT ID.	BEND-MOMENT END-A		BEND-MOMENT END-B		- SHEAR -		AXIAL FORCE		TORQUE
		PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	
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+00	-2.934302E+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		

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

```

*** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 1 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0
0 ELEMENT FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ID. BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
10 2.615919E-03 -3.305196E-03 2.429515E-03 2.554479E-03 8.820197E-00 -2.92637E-02 1.078100E-02 1.078100E-02
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 3 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0
0 ELEMENT FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ID. BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
10 -1.522966E-04 3.136296E-03 -1.520487E-04 2.408297E-03 -1.239499E-00 3.626842E-01 -5.825628E-02 -5.06779E-02
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 4 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0
0 ELEMENT FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ID. BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
10 -6.581136E-03 1.340356E-03 -6.540542E-03 1.029187E-03 -5.297005E-01 1.555488E-01 -2.403822E-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

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

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

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

$$A_{xy} = 3550 \text{ mm}^2$$

$$A_{xz} = 3550 \text{ mm}^2$$

$$J = 6760 \text{ mm}^4$$

$$L = 6 \text{ mm}$$

$$\tau = \sqrt{(F_y / A_{xy})^2 + (F_z / A_{xz})^2 + (M_x \times L / J)^2}$$

$$= \sqrt{(5.208856E+00/3550)^2 + (3.296121E+02/3550)^2 + (4.195579E+03 \times 6/6760)^2}$$

$$= 3.72504458 = 4 \text{ MPa}$$

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

*** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 1 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0
0 ELEMENT FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ID. BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
30 5.208183E-02 -8.810227E-03 1.019086E+03 -2.597014E-03 -4.913400E-00 -3.109507E-02 3.180417E-00 3.930833E-03
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 3 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0
0 ELEMENT FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ID. BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
30 -8.722591E-03 2.930802E-03 -8.744444E-03 2.174114E-03 8.046395E-01 3.819818E-01 -3.486232E-02 -5.347745E-02
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 4 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0
0 ELEMENT FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ID. BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
30 -3.721774E-03 1.355002E-03 -3.730442E-03 8.291040E-02 2.583929E-01 1.632401E-01 -1.488432E-02 -2.383361E-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

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

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

$$I_y = 66600 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 1660000 \text{ mm}^4$$

$$C1 = -50 \text{ mm} \quad C2 = -10 \text{ mm} \quad D1 = 50 \text{ mm} \quad D2 = -10 \text{ mm}$$

$$E1 = 50 \text{ mm} \quad E2 = 10 \text{ mm} \quad F1 = -50 \text{ mm} \quad F2 = 10 \text{ mm}$$

$$Y_i = C1, D1, E1, F1 \text{ (バー断面 Y 座標値の絶対値)}$$

$$Z_i = C2, D2, E2, F2 \text{ (バー断面 Z 座標値の絶対値)}$$

$$\sigma_{b1} = M_y / I_y \times Z_i + M_z / I_z \times Y_i$$

$$\sigma_{b1} = 1.383223E+05/66600 \times 10 + 6.612568E+04/1660000 \times 50 = 22.76084546$$

$$\sigma_{b2} = 1.383223E+05/66600 \times 10 + 6.612568E+04/1660000 \times 50 = 22.76084546$$

$$\sigma_{b3} = 1.383223E+05/66600 \times 10 + 6.612568E+04/1660000 \times 50 = 22.76084546$$

$$\sigma_{b4} = 1.383223E+05/66600 \times 10 + 6.612568E+04/1660000 \times 50 = 22.76084546$$

$$\sigma_b = \max(22.76084546, 22.76084546, 22.76084546, 22.76084546) = 22.76084546 = 23 \text{ MPa}$$

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

*** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 1 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0
0 ELEMENT FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ID. BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
76 5.059230E-04 1.091800E-05 6.612568E-04 1.017620E-05 -5.192194E-02 2.475549E-08 2.687021E-05 -8.087261E-03
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 3 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0
0 ELEMENT FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ID. BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
76 2.892000E-04 7.553000E-04 2.687021E-04 8.690841E-04 6.851722E-07 -7.146750E-02 -3.802829E-00 3.915857E-05
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 4 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0
0 ELEMENT FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ID. BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
76 1.235899E-04 3.227800E-04 1.148300E-04 4.141385E-04 2.928077E-07 -3.057742E-02 -1.625139E-00 1.673444E-05
    
```

表 2-4 組合せ応力

組合せ応力

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

$$= \sqrt{(\max(1.088844E-03, 2.713983E-03) + 22.76085E+01)^2 + 3 \times 7.383033E-01^2}$$

$$= 22.79944983 = 23 \text{ MPa}$$

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

*** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 1 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0
0 ELEMENT FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ID. BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
76 5.059230E-04 1.091800E-05 6.612568E-04 1.017620E-05 -5.192194E-02 2.475549E-08 2.687021E-05 -8.087261E-03
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 3 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0
0 ELEMENT FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ID. BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
76 2.892000E-04 7.553000E-04 2.687021E-04 8.690841E-04 6.851722E-07 -7.146750E-02 -3.802829E-00 3.915857E-05
1 *** TEST ELAS BAR ****
**** LOAD - 4 ****
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0
0 ELEMENT FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ID. BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL FORCE TORQUE
76 1.235899E-04 3.227800E-04 1.148300E-04 4.141385E-04 2.928077E-07 -3.057742E-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。