

ZW-PonBaSe Ver.0.3

NASTRAN バー要素自重等の静荷重による応力計算 Word マクロ使用説明書

ソフトの概要

NASTRAN による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、せん断応力、曲げ応力及び組合せ応力を求め最大応力発生個所の計算結果を詳細に数式で出力するマクロです。

使用した部材力等をすべて表示するため電卓での検証が可能です。

また、計算に使用したアウトプットリストのヘッダ及び部材力の行も出力するため使用したアウトプットリストとの検証が可能です。

メリット

- ①アウトプットリストから直接指定範囲の最大応力が求められる。
- ②計算に使用している数値が分かる。
- ③Word に出力しているためそのまま資料に使用できます。
- ④Word があれば誰でもマクロを作成、修正することができます。

デメリット

- ①マクロ処理のため処理が遅い。
- ②マクロでは複雑な処理ができない。

注意事項

- ①本マクロは個人所有です。開発者の許可を得て使用して下さい。
- ②機能のチェックは行っていますが、使用者の責任において使用して下さい。
- ③不具合、機能の追加要望については開発者に連絡をお願いします。
- ④本マクロはパスワードを設定しています。開示してほしい方は開発者に相談して下さい。

開発者:茨木 栄

Mail:sakae-ibaraki@mbr.nifty.com

改正来歴

説明書 Rev.	システム Ver.	改正日	改正内容
0.0	0.3	2022/1/14	初版

目次

1. 概要	1
1.1 バー要素	2
2. 計算式	4
3. 計算制限	5
4. 使用方法	6
4.1 起動方法	6
4.2 入力フォーム	7
4.3 部材剛性データ	9
4.4 計算例	10
4.5 計算結果 CSV ファイル	18

参考資料

①ZE-PonBaDe Ver. 0.3

NASTRAN バー要素地震荷重による応力計算 Excel マクロ使用説明書

②ZE-PonBaSe Ver. 0.3

NASTRAN バー要素自重等の静荷重による応力計算 Excel マクロ使用説明書

③ZW-PonBaDe Ver. 0.3

NASTRAN バー要素地震荷重による応力計算 Word マクロ使用説明書

添付ファイル

①使用説明書

ZW-PonBaSe_Ver. 0.3_NASTRAN バー要素自重等の静荷重による応力計算
Word マクロ使用説明書.pdf

②マクロファイル

ZW-PonBaSe_Ver. 0.3.docm

③テストファイル(計算に不要な個所は削除しています。)

- ・バー要素の計算結果

¥TestData¥Test_Load_Elass_Bar_S1.f06

¥TestData¥Test_Load_Elass_Bar_S2.f06

¥TestData¥Test_Load_Elass_Bar_S2_分布荷重.f06

- ・部材剛性

¥TestData¥部材剛性.inp

¥TestData¥部材剛性_閉囲面積.inp

1. 概要

本 Word マクロは、図 1-1 に示すように NASTRAN による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部材力を荷重とし、引張応力、せん断応力、曲げ応力及び組合せ応力を求めるために作成した。なお、静荷重計算結果のアウトプットリストは4つまでとする。

本マクロを使用するには 1.1 項に示すインプット及びアウトプットリストが必要です。インプットはアウトプットリスト内のインプットデータエコーを使用します。

注 1: NASTRAN のバージョンによるアウトプット形式は変わらないものとして処理しています。

1.1 項のアウトプットリスト中のタイトルを判断して計算結果の読み込みを行っているため、異なる場合は処理が出来ません。

注 2: サブケースの指定は出来ません。解析ケースは1つとして下さい。

注 3: 本説明書中の図中にバージョンの表記がありますがバージョン以外に変更がない場合は旧バージョンの表記のままとします。

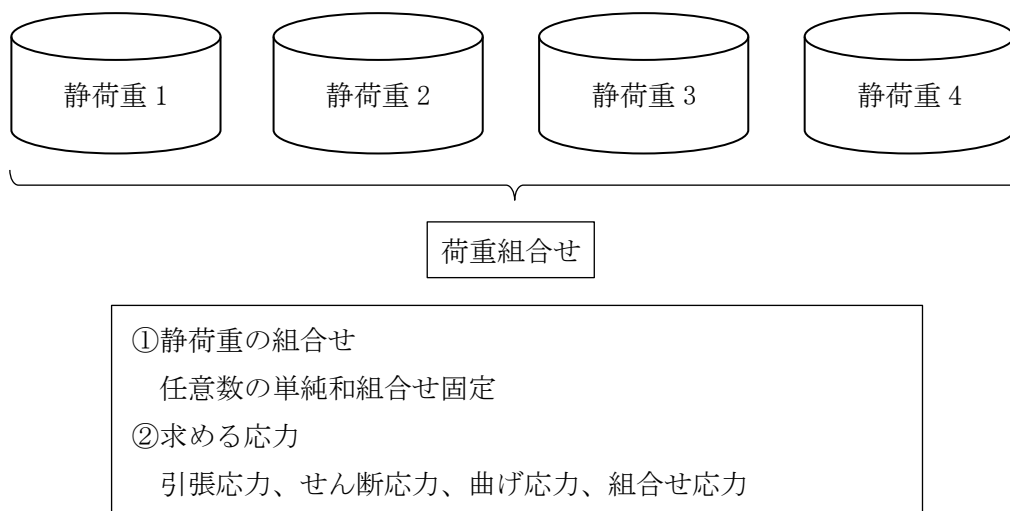


図 1-1 マクロの概要

1.1 バー要素

バー要素の応力計算に使用するバー要素部材剛性データ及びNASTRANのインプットデータとアウトプットリストの抜粋を表1-1-1～表1-1-4に示す。なお、NASTRANインプットデータはアウトプットリスト中のデータを使用するためインプットデータエコーを出力しておいてください。

表1-1-2のバー要素部材番号からユーザーがインプットした表1-1-1に示す部材剛性データを参照し、表1-1-3及び表1-1-4の部材力から各応力を求める。NASTRANのアウトプットリスト形式は荷重によって異なる。表1-1-3及び表1-1-4の形式以外には対応していないので注意すること。

部材剛性データについては4.3項を参照して下さい。

表 1-1-1 バー要素部材剛性データ

1, L50×50×6, 564.4, 300.0, 300.0, 3550.0, 3550.0, 6760.0, 6.0, 271.0, 156.0, 0.0, 0.0
2, □100×20, 2000.0, 1330.0, 1330.0, 33300.0, 6660.0, 224000.0, 20.0, 271.0, 156.0, 0.0, 0.0

入力データ:PID, 部材名, A, Asy, Asz, Zz, Zy, J, t, 1.5ft^注, 1.5fs^注, 1.5fc^注, 1.5fb^注

注:本ソフトでは使用していない。

表 1-1-2 バー要素 NASTRAN インプットデータの抜粋

CBAR	1	1	1	2	0.	1.	0.
CBAR	2	1	2	3	0.	1.	0.
CBAR	3	1	3	4	0.	1.	0.
省略							
CBAR	152	2	124	125	1.	0.	0.
CBAR	153	2	125	126	1.	0.	0.
CBAR	154	2	126	127	1.	0.	0.

バー要素番号

バー要素部材番号

表 1-1-3 バー要素 NASTRAN アウトプットリストの抜粋(等分布荷重)

FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)										
0	ELEMENT ID.	BEND-MOMENT END-A		BEND-MOMENT END-B		- SHEAR -		AXIAL		
		PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	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	

曲げモーメント
A 端 Mz, My

曲げモーメント
B 端 Mz, My

せん断荷重
Fy, Fz

軸力荷重
Fx

ねじり荷重
Mx

表 1-1-4 バー要素 NASTRAN アウトプットリストの抜粋(線分布荷重)

FORCE DISTRIBUTION IN BAR ELEMENTS (C BAR)									
0	ELEMENT ID.	STATION (PCT)	BEND-MOMENT		SHEAR FORCE		AXIAL		TORQUE
			PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE		
	1	0.000	2.980231E-09	-6.984919E-10	-3.166498E-10	-5.820766E-11	0.0	-3.637979E-12	
	1	1.000	-7.320000E+01	4.656613E-10	7.320000E+00	-5.820766E-11	0.0	-3.637979E-12	
	2	0.000	-7.578900E+02	-2.328306E-10	4.802640E+02	2.145981E+01	-4.890643E+01	-3.004373E+02	
	2	1.000	-2.398333E+04	-1.019341E+03	4.976490E+02	2.145981E+01	-4.890643E+01	-3.004373E+02	
		省略							
	153	0.000	-1.673911E+04	6.735574E+05	1.195651E+03	-1.143518E+03	2.455642E+03	1.009772E+05	
	153	1.000	-5.240955E+04	7.076726E+05	1.195651E+03	-1.143518E+03	2.455642E+03	1.009772E+05	
	154	0.000	-5.240955E+04	7.076726E+05	1.195651E+03	-1.143518E+03	2.455642E+03	1.009772E+05	
	154	1.000	-8.807999E+04	7.417877E+05	1.195651E+03	-1.143518E+03	2.455642E+03	1.009772E+05	

曲げモーメント
Mz, My

せん断荷重
Fy, Fz

軸力荷重
Fx

ねじり荷重
Mx

注: 上段が A 端、下段が B 端

2. 計算式

本マクロは、以下の計算式にて引張応力、圧縮応力、せん断応力、曲げ応力及び組合せ応力を求める。

①静荷重組合せ

$$\text{静荷重組合せ} = \text{静荷重 1} + \text{静荷重 n}$$

②引張応力

$$\sigma_t = \frac{\text{軸方向引張荷重} F_x}{\text{断面積} A}$$

③圧縮応力

$$\sigma_c = \frac{\text{軸方向圧縮荷重} F_x}{\text{断面積} A}$$

④せん断応力(閉囲面積 A_t が 0 の場合)

$$\tau = \frac{|\text{せん断荷重} F_y|}{\text{先端面積} A_{sy}} + \frac{|\text{せん断荷重} F_z|}{\text{先端面積} A_{sz}} + \frac{|\text{ねじり荷重} M_x| \times \text{板厚} t}{\text{ねじり定数} J}$$

⑤せん断応力(閉囲面積 A_t が 0 でない場合)

$$\tau = \frac{|\text{せん断荷重} F_y|}{\text{先端面積} A_{sy}} + \frac{|\text{せん断荷重} F_z|}{\text{先端面積} A_{sz}} + \frac{|\text{ねじり荷重} M_x|}{2 \times \text{閉囲面積} A_t \times \text{板厚} t}$$

⑥曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{|\text{曲げモーメント} M_y|}{\text{断面係数} Z_y} + \frac{|\text{曲げモーメント} M_z|}{\text{断面係数} Z_z}$$

⑦組合せ応力

$$\sigma_M = \sqrt{\{\max(\text{引張応力 } \sigma_t, \text{圧縮応力 } \sigma_c) + \text{曲げ応力 } \sigma_b\}^2 + 3 \times \text{せん断応力 } \tau^2}$$

3. 計算制限

本マクロは、以下の制限において使用が出来ます。

- ①環境 : Windows Office365 (他のバージョンで確認していません)
- ②ソルバー : NASTRAN
- ③NASTRAN 入力形式 : シングルワード(8文字入力)
- ④ファイル数 : 静荷重 4
- ⑤対応要素タイプ : CBAR
- ⑥最大バー要素数 : 999999
- ⑦静荷重応力の組合せ : 単純和

4. 使用方法

4.1 起動方法

本マクロのファイルを開くと、表 4-1 の文章が表示されます。以下の内容で使用して下さい。

表 4-1 起動時の説明

NASTRAN バー要素自重等の静荷重による応力計算 Word マクロ ZW-PonBaSe Ver.0.3 実行方法

①初めて使用される方は右の「説明書」ボタンをクリックして下さい。

説明書

②右の「実行」ボタンを押すとマクロを実行します

実行

③マクロが実行され入力フォームが表示されます。

④必要に応じてファイル名等を入力して「実行」ボタンをクリックして下さい。

最初はファイル名等は初期設定されたものが表示されます。

入力方法が分からない場合は「F1」をクリックして下さい。

⑤マクロが実行され「終了」のメッセージが表示されますので「OK」ボタンをクリックして下さい。続けて処理する場合は条件を変更して「実行」ボタンをクリックして下さい。

⑥新規文書に作成された計算結果を保存する場合はファイル名を変更して保存して下さい。

⑦入力フォームで「終了」ボタンをクリックするとフォームを閉じて終了します。

注:計算結果計算式中のルート、分数及び二乗はフィールドコードで作成しています。

4.2 入力フォーム

本マクロを起動すると図 4-1 に示すフォームが表示されます。以下の内容に従い入力等を行い、「処理」フレーム内のボタンをクリックして下さい。計算結果は表 4-4-2-1～表 4-4-7-1 を参照して下さい。なお、入力フォームで「F1」キーを押すと本説明書が表示されます。

図 4-1 入力フォーム

①「荷重 1」～「荷重 4」テキストボックス

NASTRAN アウトプットリスト名を入力して下さい。「参照」ボタンをクリックすると「ファイルを開く」ダイアログが表示され、ファイル名を選択して入力することが出来ます。

②「応力計算部材剛性ファイル」テキストボックス

バー要素の部材剛性ファイル名を入力して下さい。「参照」ボタンをクリックすると「ファイルを開く」ダイアログが表示され、ファイル名を選択して入力することが出来ます。ファイルの内容については 4.3 項を参照して下さい。

③「処理要素」オプション

以下の6つから処理する要素を選択して下さい。

・「最大応力要素」

全要素の中で最大応力の要素を出力します。

・「入力要素」

入力した要素番号の要素を処理します。

・「範囲入力要素」

入力した範囲の要素番号の中で最大応力の要素を出力します。

・「入力部材」

入力した部材番号の中で最大応力の要素を出力します。

・「範囲入力部材」

入力した範囲の部材番号の中で最大応力の要素を出力します。

・「部材毎最大応力」

全部材の同じ部材番号の中で最大応力の要素を出力します。

注:「範囲入力要素」及び「範囲入力部材」を選択した場合はテキストボックスに最初の番号と最後の番号を入力して下さい。1つの場合は左のテキストボックスのみ入力して下さい。

④「実行」ボタンをクリックすると文書に計算結果が表示されます。

実行時の入力フォームに入力したデータはレジストリに保存され、次回の起動時に同じデータが表示されます。なお、バージョンアップした場合はクリアされます。

⑤「終了」ボタンをクリックするとマクロを終了します。

4.3 部材剛性データ

4.2 項②で使用するファイルはカンマで区切って以下の形式で入力しておいて下さい。

③～⑩のデータを使用して応力の計算を行います。詳細については2項の計算式を参照して下さい。入力例を表 4-3 に示す。

- ①PID : 部材番号
- ②部材名 : 部材名称
- ③A : 断面積
- ④Asy : せん断面積
- ⑤Asz : せん断面積
- ⑥Zz : 断面係数
- ⑦Zy : 断面係数
- ⑧J : ねじり剛性
- ⑨At : 閉囲面積
- ⑩t : 最大板厚
- ⑪1.5ft : 引張応力の許容値
- ⑫1.5fc : 圧縮応力の許容値
- ⑬1.5fs : せん断応力の許容値
- ⑭1.5fb : 曲げ応力の許容値

表 4-3 バー要素部材剛性データ

1	,	L50×50×6	,	564.4	,	300.0	,	300.0	,	3550.0	,	3550.0	,	6760.0	,	0.0	,	6.0	,	271.0	,	156.0	,	100.0	,	125.0
2	,	□100×20	,	2000.0	,	1330.0	,	1330.0	,	33300.0	,	6660.0	,	224000.0	,	0.0	,	20.0	,	271.0	,	156.0	,	120.0	,	135.0

入力データ:PID, 部材名, A, Asy, Asz, Zz, Zy, J, At, t, 1.5ft^注, 1.5fs^注, 1.5fc^注, 1.5fb^注

注:本ソフトでは使用していない。

4.4 計算例

本マクロの計算例の一覧表を表 4-4-1 に示す。表 4-4-2-1～表 4-4-2-4 に静荷重を 2 ケースした全応力計算結果を示す。また、静荷重数が異なると静荷重の出力形式が異なるため静荷重 1 ケースの計算例を表 4-4-3-1 に示す。引張応力のみ添付し他の応力については省略した。

表 4-4-2-1～表 4-4-3-1 に示すせん断応力は閉囲面積なしケースのため、閉囲面積ありを表 4-4-4-1 に示す。

なお、計算結果タイトルの処理したデータは処理方法によって異なる。

表 4-4-1 計算例一覧表

静荷重 組合せ	閉囲面積	引張応力 表番号	せん断応力 表番号	曲げ応力 表番号	組合せ応力 表番号
2 ケース	なし	表 4-4-2-1	表 4-4-2-2	表 4-4-2-3	表 4-4-2-4
1 ケース	なし	表 4-4-3-1	—	—	—
2 ケース	あり	—	表 4-4-4-1	—	—

注: 指定した要素で引張応力求める荷重がマイナスの場合は以下のように出力されます。

バー要素	静解析	最大応力	部材番号:1
Element ID: 0	No: 0	A 端	部材名:
引張応力はありませんでした。			

表 4-4-2-1 静荷重 2 ケース 引張応力

要素番号

バー要素 静解析
Element ID: 149

最大応力 全要素
No: 113

計算に使用した
部材剛性の部材名称
部材名:L50×50×6

静荷重 1

軸応力(引張または圧縮)
 $F_x = -1.481029E+02 + (-9.481029E+02) = -1.096206E+03$

静荷重 2

$A = 564.4 \text{ mm}^2$
 $\sigma_c = F_x / A$
 $= 1096.206 / 564.4$
 $= 1.94224982 = 2 \text{ MPa}$

引張応力 (σ_t) と圧縮応力 (σ_c) で大きい方で表示

整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

1 *** TEST ELASS BAR ***										
**** LOAD - 4 *****										
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15										
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)										
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
149	1.104770E+03	-4.554565E+03	1.340285E+03	-5.155757E+03	-4.958199E+00	1.265667E+01	-1.481029E+02	-6.941479E+01		

1 *** TEST ELASS BAR ***										
**** LOAD - 5 *****										
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15										
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)										
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
149	1.104770E+03	-4.559365E+03	1.345935E+03	-5.155757E+03	-4.958199E+00	1.265667E+01	-9.481029E+02	-6.941479E+01		

表 4-4-2-2 静荷重 2 ケース せん断応力

処理したデータ
A 端 B 端で荷重が
2 つある場合は
A 端, B 端を表示

計算に使用した
部材剛性の部材名称
部材名:L50×50×6

要素番号
バー要素 静解析
Element ID: 130
せん断応力
最大応力 全要素
No: 98

静荷重 1

Fy = 1.632401E+01 + 1.639481E+01 = 3.271882E+01

Fz = 2.583922E-01 + 2.523822E-01 = 5.107744E-01

Mx = 2.285361E+02 + 9.259361E+02 = 1.154472E+03

Asy = 300 mm²

Asz = 300 mm²

t = 6 mm

J = 6760 mm⁴

$\tau = |Fy| / Asy + |Fz| / Asz + Mx \times t / J$

= |3.271882E+01| / 300 + |5.107744E-01| / 300 + |1.154472E+03| × 6 / 6760

= 1.13544478 = 2 MPa

静荷重 2

静荷重組合せ荷重

整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

1 *** TEST ELASS BAR ****										APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15	
**** LOAD - 4 ****										静荷重 1	
0											
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)											
- SHEAR -											
ELEMENT	BEND-MOMENT	END-A	BEND-MOMENT	END-B	AXIAL FORCE		TORQUE				
ID.	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2					
130	1.255590E+03	-3.731774E+03	9.291094E+02	-3.736942E+03	1.632401E+01	2.583922E-01	-1.489843E+02		2.285361E+02		
1 *** TEST ELASS BAR ****										APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15	
**** LOAD - 5 ****										静荷重 2	
0											
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)											
- SHEAR -											
ELEMENT	BEND-MOMENT	END-A	BEND-MOMENT	END-B	AXIAL FORCE		TORQUE				
ID.	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2					
130	9.265590E+03	-3.735534E+03	9.293554E+02	-3.736942E+03	1.639481E+01	2.523822E-01	-1.489843E+02		9.259361E+02		

表 4-4-2-3 静荷重 2 ケース 曲げ応力

処理したデータ

要素番号: 76 (Element ID)

バー要素: 静解析

最大応力: 全要素 No: 62

端点: B 端

計算に使用した部材剛性の部材名称: 部材名: □100×20

静荷重 1 曲げ応力

$My = 4.141385E+04 + 4.141785E+04 = 8.283170E+04$ (静荷重組合せ荷重)
 $Mz = 1.148300E-04 + 1.100100E-04 = 2.248400E-04$
 $Zy = 6660 \text{ mm}^3$
 $Zz = 33300 \text{ mm}^3$
 $\sigma_b = |My| / Zy + |Mz| / Zz$
 $= |8.283170E+04| / 6660 + |2.248400E-04| / 33300$
 $= 12.4371922 = 13 \text{ MPa}$ (整数値に切り上げ)

静荷重 2

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
*** TEST ELASS BAR ****									
**** LOAD - 4 ****									
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT PLANE 1	BEND-MOMENT PLANE 2	BEND-MOMENT PLANE 1	BEND-MOMENT PLANE 2	- SHEAR - PLANE 1	- SHEAR - PLANE 2	AXIAL FORCE	TORQUE	
76	1.235899E-04	3.227803E+04	1.148300E-04	4.141385E+04	2.928077E-07	-3.053742E+02	-1.625139E+00	1.673444E-05	

静荷重 1

APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
*** TEST ELASS BAR ****									
**** LOAD - 5 ****									
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT PLANE 1	BEND-MOMENT PLANE 2	BEND-MOMENT PLANE 1	BEND-MOMENT PLANE 2	- SHEAR - PLANE 1	- SHEAR - PLANE 2	AXIAL FORCE	TORQUE	
76	1.231899E-04	3.222463E+04	1.100100E-04	4.141785E+04	2.928077E-07	-2.014982E+02	-1.625139E+00	1.678974E-05	

静荷重 2

表 4-4-2-4(1/2) 静荷重 2 ケース 組合せ応力

処理したデータ

要素番号: パー要素 静解析
Element ID: 76
No: 62
最大応力 全要素
B 端
計算に使用した部材剛性の部材名称
部材名: □100×20

静荷重 1 軸応力(引張または圧縮)
Fx = -1.625139E+00 + (-1.625139E+00) = -3.250278E+00 ← 静荷重組合せ荷重
A = 2000 mm²
σc = Fx / A
= 3.250278 / 2000
= 0.00162514 = 1 MPa ← 引張応力(σt)と圧縮応力(σc)で大きい方で表示

静荷重 1 せん断応力
Fy = 2.928077E-07 + 2.928077E-07 = 5.856154E-07 ← 静荷重組合せ荷重
Fz = -3.053742E+02 + (-2.014982E+02) = -5.068724E+02
Mx = 1.673444E-05 + 1.678974E-05 = 3.352418E-05 ← 静荷重組合せ荷重
Asy = 1330 mm²
Asz = 1330 mm²
t = 20 mm
J = 224000 mm⁴
τ = |Fy| / Asy + |Fz| / Asz + Mx × t / J
= |5.856154E-07| / 1330 + |-5.068724E+02| / 1330 + |3.352418E-05| × 20 / 224000
= 0.38110707 = 1 MPa ← 整数値に切り上げ

静荷重 1 曲げ応力
My = 4.141385E+04 + 4.141785E+04 = 8.283170E+04 ← 静荷重組合せ荷重
Mz = 1.148300E-04 + 1.100100E-04 = 2.248400E-04 ← 静荷重組合せ荷重
Zy = 6660 mm³
Zz = 33300 mm³
σb = |My| / Zy + |Mz| / Zz
= |8.283170E+04| / 6660 + |2.248400E-04| / 33300
= 12.4371922 = 13 MPa ← 整数値に切り上げ

組合せ応力
σu = √((max(σt, σc) + σb)² + 3 × τ²)
= √((1.625139E-03 + 1.243719E+01)² + 3 × 3.811071E-01²)
= 12.45631986 = 13 MPa ← 整数値に切り上げ

表 4-4-2-4(2/2) 静荷重 2 ケース 組合せ応力

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

1 *** TEST ELASS BAR ****										APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15	
**** LOAD - 4 ****										静荷重 1	
0											
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)											
- SHEAR -											
ELEMENT	BEND-MOMENT	END-A	BEND-MOMENT	END-B	AXIAL		TORQUE				
ID.	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE	TORQUE			
76	1.235899E-04	3.227803E+04	1.148300E-04	4.141385E+04	2.928077E-07	-3.053742E+02	-1.625139E+00	1.673444E-05			
1 *** TEST ELASS BAR ****										APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15	
**** LOAD - 5 ****										静荷重 2	
0											
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)											
- SHEAR -											
ELEMENT	BEND-MOMENT	END-A	BEND-MOMENT	END-B	AXIAL		TORQUE				
ID.	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE	TORQUE			
76	1.231899E-04	3.222463E+04	1.100100E-04	4.141785E+04	2.928077E-07	-2.014982E+02	-1.625139E+00	1.678974E-05			

表 4-4-3-1 静荷重 1 ケース 引張応力

要素番号

バー要素 静解析
Element ID: 10

最大応力 全要素
No: 10

計算に使用した
部材剛性の部材名称
部材名:L50×50×6

軸応力(引張または圧縮)
A = 564.4 mm²
 $\sigma_c = F_x / A$
= 249.3858 / 564.4
= 0.44186003 = 1 MPa

静荷重 1

整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

*** TEST ELAS BAR ***										APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15	
**** LOAD - 4 ****											
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)											
ELEM ID.	BEND-MOMENT END-A		BEND-MOMENT END-B		- SHEAR -		AXIAL		TORQUE		
	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE				
10	-6.551136E+03	1.340285E+03	-6.540542E+03	1.029187E+03	-5.297005E-01	1.555488E+01	-2.493858E+02		-2.177683E+02		

表 4-4-4-1 静荷重 2 ケース せん断応力 閉囲面積あり

処理したデータ

要素番号: 50 (Element ID: 50) 最大応力 全要素: No: 40 端点: B 端 計算に使用した部材剛性の部材名称: 部材名:L50×50×6

静荷重 1

せん断応力

$$\begin{aligned}
 F_y &= 1.083873E+00 + 3.070757E+03 = 3.071841E+03 \\
 F_z &= 3.930512E+00 + (-1.498827E+03) = -1.494896E+03 \\
 M_x &= -5.502717E+01 + 2.098358E+04 = 2.092855E+04
 \end{aligned}$$

静荷重組合せ荷重

Asy = 300 mm²
 Asz = 300 mm²
 At = 100 mm²
 t = 6 mm

静荷重 2

$$\begin{aligned}
 \tau &= F_y / As_y + F_z / As_z + M_x / (2 \times At \times t) \\
 &= |3.071841E+03| / 300 + |-1.494896E+03| / 300 + |2.092855E+04| / (2 \times 100 \times 6) \\
 &= 32.66291856 = 33 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 4 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ELEM BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE FORCE
50 -5.501520E+03 7.021065E+02 -5.523198E+03 6.234963E+02 1.083873E+00 3.930512E+00 -2.098807E+02 -5.502717E+01
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 5 ****
0
0 FORCE DISTRIBUTION IN BAR ELEMENTS (CBAR)
ELEM STATION BEND-MOMENT SHEAR FORCE AXIAL TORQUE
ID. (PCT) PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE FORCE FORCE FORCE
50 0.000 -5.690435E+05 -2.604122E+04 3.063437E+03 -1.498827E+03 4.352963E+02 2.098358E+04
50 1.000 -6.303854E+05 3.935327E+03 3.070757E+03 -1.498827E+03 4.352963E+02 2.098358E+04
    
```

4.5 計算結果 CSV ファイル

本マクロでは全評価位置の計算結果を CSV 形式で出力している。例として表 4-4-2-1～表 4-4-2-4 に示す評価位置の結果を Excel のフィルター機能を使用して表示した結果を表 4-5-1 に示す。

CSV ファイルはマクロのフォルダに「ZW-PonBaSe.csv」で出力されます。

表 4-5-1 静荷重 2 ケース

ID	PID	A/B	Mz	My	Fy	Fz	Fx	Mx	Sig-t/c	Sig-b	Tau	Sig-comb
76	2	A	2.467798E-04	6.450266E+04	5.856154E-07	-5.068724E+02	-3.250278E+00	3.352418E-05	1.625139E-03	9.685084E+00	3.811071E-01	9.709174E+00
76	2	B	2.248400E-04	8.283170E+04	5.856154E-07	-5.068724E+02	-3.250278E+00	3.352418E-05	1.625139E-03	1.243719E+01	3.811071E-01	1.245632E+01
130	1	A	1.051118E+04	-7.467308E+03	3.271882E+01	5.107744E-01	-2.979686E+02	1.154472E+03	5.279387E-01	5.064363E+00	1.135445E+00	5.928030E+00
130	1	B	1.858465E+03	-7.473884E+03	3.271882E+01	5.107744E-01	-2.979686E+02	1.154472E+03	5.279387E-01	2.628831E+00	1.135445E+00	3.719260E+00
149	1	A	2.209540E+03	-9.113930E+03	-9.916398E+00	2.531334E+01	-1.096206E+03	-1.388296E+02	1.942250E+00	3.189710E+00	2.406540E-01	5.148859E+00
149	1	B	2.686220E+03	-1.031151E+04	-9.916398E+00	2.531334E+01	-1.096206E+03	-1.388296E+02	1.942250E+00	3.661334E+00	2.406540E-01	5.619065E+00