

## ZE-PonWeSe Ver.0.1

### NASTRAN 溶接部自重等の静荷重による応力計算 Excel 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ばね要素荷重、拘束点反力、多点拘束荷重及びバー要素部材力を溶接部荷重として、引張応力、曲げ応力及びせん断応力を求めるマクロです。

NASTRAN の各荷重の溶接部荷重は荷重毎にシートに出力されます。使用した荷重等をすべて出力し、計算式をセルに相対セルで出力しているので参照先の値を確認できます。

荷重組合せ後の荷重の絶対値での最大値、応力の最大値が出力されます。

また、その溶接部番号も出力されます。

#### メリット

- ①各項目毎の全評価位置の数値が表示されます。
- ②荷重を他の計算にも使用できます。
- ③Excel 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マクロ処理のため評価位置数が増えると処理が遅い。
- 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	0.1	2022/3/24	初版

## 目 次

1. 概要	1
1.1 ばね要素	2
1.2 拘束節点	3
1.3 多点拘束スカラーポイント	4
1.4 バー要素	5
2. 計算式	6
3. 計算制限	7
4. 使用方法	8
4.1 起動方法	8
4.2 入力フォーム	9
4.3 応力計算用溶接部剛性データ	11
4.4 処理範囲データ	11
4.5 計算結果	12
4.5.1 応力評価	12
4.5.2 最大値	13
4.5.3 溶接部剛性	13
4.5.4 単位荷重の溶接部荷重	14
4.5.6 セル計算式	15
4.6 溶接部荷重	17
4.6.1 ばね要素荷重	17
4.6.2 拘束節点荷重	18
4.6.3 多点拘束スカラーポイント荷重	19
4.6.4 バー要素荷重	20

### 参考資料

①ZE-PonWeDe Ver. 0.1

NASTRAN 溶接部地震荷重による応力計算 Excel マクロ使用説明書

②ZW-PonWeDe Ver. 0.1

NASTRAN 溶接部地震荷重による応力計算 Word マクロ使用説明書

③ZW-PonWeSe Ver. 0.1

NASTRAN 溶接部自重等の静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

ZE-PonWeSe\_Ver. 0.1 NASTRAN 溶接部自重等の静荷重による応力計算  
Excel マクロ使用説明書.pdf

### ②マクロファイル

ZE-PonWeSe\_Ver. 0.1.xlsm

### ③テストファイル(計算に不要な個所は削除しています。)

- ばね要素、バー要素を使用の場合

¥TestData¥Test\_Load\_Elass\_Bar\_S1.f06

¥TestData¥Test\_Load\_Elass\_Bar\_S2.f06

- 拘束節点、多点拘束のスカラーポイントを使用の場合

¥TestData¥Test\_Load\_SPC1\_MPC\_S1.f06

¥TestData¥Test\_Load\_SPC1\_MPC\_S2.f06

¥TestData¥Test\_Load\_SPC1\_MPC\_S3.f06

¥TestData¥Test\_Load\_SPC1\_MPC\_S4.f06

- 溶接部剛性データ

溶接部剛性.inp

- 処理範囲データ

処理範囲\_ばね.inp

処理範囲\_バー.inp

処理範囲\_SPC.inp

処理範囲\_MPC.inp

処理範囲\_SPC\_マイナス.inp

処理範囲\_SPC\_絶対値.inp

## 1. 概要

本 Excel 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ばね要素荷重、拘束点反力、多点拘束荷重及びバー要素部材力を単純和して溶接部荷重とし、引張応力、曲げ応力及びせん断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。

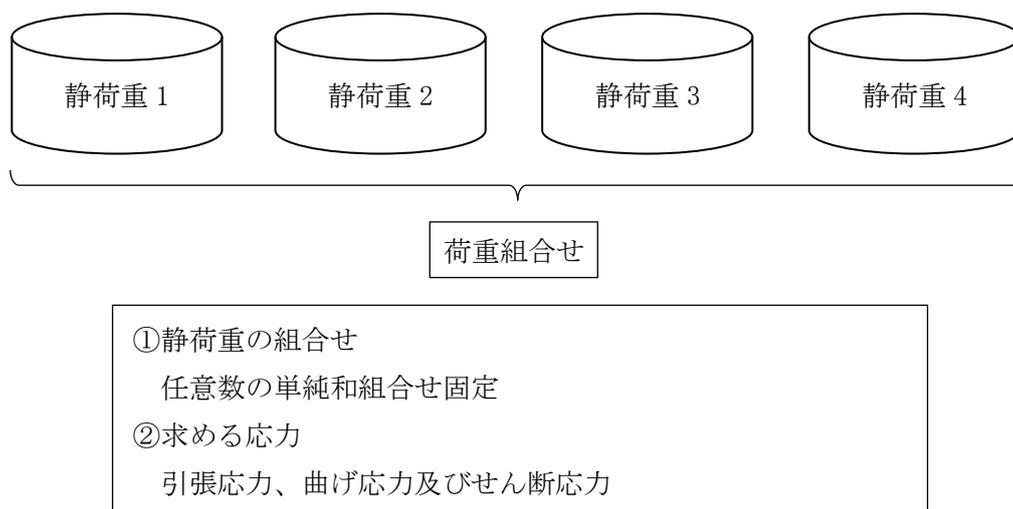


図 1-1 マクロの概要

### 1.1 ばね要素

ばね要素で溶接部の応力計算に使用する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 及び表 1-1-2 に示す。

ばね要素番号の下一桁と自由度を同じにしておく必要がある。また、ばね要素番号の下一桁を除いた番号を溶接部 ID とする。

なお、応力計算には自由度 1~6 の荷重を使用し、軸力の方向はユーザーが指定する。

表 1-1-1 ばね要素 NASTRAN インプットデータの抜粋(計算には使用しない)

CELAS2	6111	1. +11	5011	1	5111	1	0.
CELAS2	6112	1. +11	5011	2	5111	2	0.
CELAS2	6113	1. +11	5011	3	5111	3	0.
CELAS2	6114	1. +11	5011	4	5111	4	0.
省略							
CELAS2	6433	1. +11	5043	3	5143	3	0.
CELAS2	6434	1. +11	5043	4	5143	4	0.
CELAS2	6435	1. +11	5043	5	5143	5	0.
CELAS2	6436	1. +11	5043	6	5143	6	0.

自由度

同じ番号にする。

表 1-1-2 ばね要素 NASTRAN アウトプットリストの抜粋

FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)							
ELEMENT ID.	FORCE	ELEMENT ID.	FORCE	ELEMENT ID.	FORCE	ELEMENT ID.	FORCE
6111	-9.997439E+01	6112	4.233270E+00	6113	2.812336E-08	6114	-9.523239E+03
6115	-8.795521E+03	6116	1.729974E+03	6121	-1.397224E+02	6122	0.572722E+04
6123	-2.565690E+00	6124	-4.497955E+03	6125	-1.544994E+04	6126	2.997493E+02
6131	-3.730097E+01	6132	-9.595656E-01	6133	3.825995E+00	6134	-1.795597E+03
6135	-4.063974E+05	6136	3.977300E+04	6211	-1.869776E+01	6212	-1.565674E-01
6213	5.378355E+00	6214	-4.950639E+04	6215	-1.749550E+03	6216	3.730055E+03
6221	-1.051277E+02	6222	-2.673783E+00	6223	3.116779E+01	6224	-1.063979E+04
6225	-3.187300E+03	6226	1.300512E+03	6231	-2.243001E+02	6232	-1.378300E+00
6233	1.787339E+01	6234	-1.631873E+04	6235	4.936332E+04	6236	3.051239E+04
6311	-2.751207E+02	6312	-3.807873E+00	6313	2.0889974+00	6314	-2.187306E+03
6315	-1.193512E+03	6316	-1.517512E+04	6321	-2.1657955+02	6322	-4.787312E+00
6323	-1.036373E+00	6324	2.871935E+05	6325	-3.9385656+04	6326	-2.751270E+03
6331	3.371573E+00	6332	-1.870363E+00	6333	-4.2687300+02	6334	1.199743E+03
6335	-1.189912E+04	6336	-1.513715E+04	6411	7.0850639+00	6412	1.079554E-13
6413	-1.949102E+02	6414	-3.601899E+04	6415	-9.0163783+04	6416	-3.356562E+05
6421	-3.865232E+01	6422	-1.997491E+00	6423	2.6340512+00	6424	-1.173002E+03
6425	-2.599745E+04	6426	1.795552E+04	6431	-1.8071873+01	6432	-1.906395E+00
6433	4.679559E+00	6434	-3.565600E+03	6435	-1.5987873+03	6436	3.837839E+00

使用する荷重

### 1.2 拘束節点

拘束節点で溶接部の応力計算に使用するインプットデータとアウトプットリストの抜粋を表 1-2-1 及び表 1-2-2 に示す。

表 1-2-1 及び表 1-2-2 は X 方向地震(自由度:1)の例で拘束節点と仮想支持点と多点拘束で結合している。このためスカラーポイントの荷重を従属節点の荷重とする。

表 1-2-1 の場合は多点拘束の自由度は 1 であるため 20001 のスカラーポイントの荷重は節点番号 20 の T1 の値になる。

なお、応力計算には自由度 1~6 の荷重を使用し、軸力の方向はユーザーが指定する。

表 1-2-1 節点拘束と多点拘束の NASTRAN インプットデータの抜粋

ケースコントロール データで指定され ている MID のみ対 象とする。	SPC1	1	23456	20	拘束節点			
	SPC1	1	23456	134				
	SPC1	1	23456	248				
	SPC1	1	23456	296				
	SPC1	1	23456	410				
	SPC1	1	23456	524				
	省略							
MPC	1	20	1	1.	20001	0	1.	+
+		100000	1	-1.				
MPC	1	134	1	1.	20002	0	1.	+
+		100000	1	-1.				
MPC	1	248	1	1.	20003	0	1.	+
+		100000	1	-1.				
MPC	1	296	1	1.	20004	0	1.	+
+		100000	1	-1.				
MPC	1	410	1	1.	20005	0	1.	+
+		100000	1	-1.				
MPC	1	524	1	1.	20006	0	1.	+
+		100000	1	-1.				

表 1-2-2 節点拘束と多点拘束の NASTRAN アウトプットリストの抜粋

G は節点 S はスカラーポイント	FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT							
	POINT ID.	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3
	20	G	0.0	1. 314850E+02	4. 793833E+01	1. 143614E+03	-3. 192361E+02	1. 266283E+04
	134	G	0.0	1. 122951E+02	2. 807326E+00	2. 135883E+03	-5. 112428E+02	1. 603885E+04
	248	G	0.0	1. 327424E+02	4. 740941E+01	2. 962088E+03	-7. 032495E+02	1. 266659E+04
	296	G	0.0	1. 314850E+02	4. 793833E+01	3. 622227E+03	-1. 482043E+03	1. 266283E+04
	410	G	0.0	1. 122951E+02	2. 807357E+00	3. 792067E+03	-1. 566681E+03	1. 603885E+04
	524	G	0.0	1. 327424E+02	4. 740942E+01	3. 795841E+03	-1. 651319E+03	1. 266659E+04
省略								
	20001	S	1. 083182E+02	2. 377448E+02	1. 108393E+02	1. 083181E+02	2. 377447E+02	1. 108392E+02

左からスカラーポイント 2001~2006 となり  
拘束節点 20, 134, 248, 296, 410, 524 の T1 とな

### 1.3 多点拘束スカラーポイント

多点拘束のスカラーポイントで溶接部の応力計算に使用するインプットデータとアウトプットリストの抜粋を表 1-3-1 及び表 1-3-2 に示す。

スカラーポイント番号の下一桁と自由度を同じにしておく必要がある。また、スカラーポイント番号の下一桁を除いた番号を溶接部 ID とする。

表 1-3-1 多点拘束 NASTRAN インプットデータの抜粋

MPC	1	29	11.000000	10011	01.000000	+
+		2995	1-1.00000			
MPC	1	29	21.000000	10012	01.000000	+
+		2995	2-1.00000			
MPC	1	29	31.000000	10013	01.000000	+
+		2995	3-1.00000			
MPC	1	29	41.000000	10014	01.000000	+
+		2995	4-1.00000			
MPC	1	29	51.000000	10015	01.000000	+
+		2995	5-1.00000			
MPC	1	29	61.000000	10016	01.000000	+
+		2995	6-1.00000			
省略						
MPC	1	2430	11.000000	10141	01.000000	
+		4010	1-1.00000			
MPC	1	2430	21.000000	10142	01.000000	
+		4010	2-1.00000			
MPC	1	2430	31.000000	10143	01.000000	
+		4010	3-1.00000			
MPC	1	2430	41.000000	10144	01.000000	
+		4010	4-1.00000			
MPC	1	2430	51.000000	10145	01.000000	
+		4010	5-1.00000			
MPC	1	2430	61.000000	10146	01.000000	
+		4010	6-1.00000			

ケースコントロールデータで指定されている MID のみ対象とする。

自由度

スカラーポイント

表 1-3-2 多点拘束アウトプットリストの抜粋

FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT								
POINT ID.	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3	
20	G	0.0	1.314850E+02	4.793833E+01	0.0	0.0	1.266283E+04	
省略								
10011	S	1.199040E+02	1.141660E+02	3.798584E+01	1.472044E+01	-1.272295E+02	1.143614E+03	
10021	S	1.845433E+02	1.223981E+02	3.933761E+00	1.143614E+03	-3.192361E+02	2.135883E+03	
10031	S	1.218862E+02	1.156849E+02	3.594255E+01	2.135883E+03	-5.112428E+02	2.962088E+03	
10041	S	1.199040E+02	1.141660E+02	3.798582E+01	2.962088E+03	-7.032495E+02	3.622227E+03	
10051	S	1.845432E+02	1.223981E+02	3.933795E+00	3.622227E+03	-1.482043E+03	3.792067E+03	
10061	S	1.218861E+02	1.156849E+02	3.594256E+01	3.792067E+03	-1.566681E+03	3.795841E+03	
10111	S	4.843647E+01	7.868630E+01	1.313794E+02	3.795841E+03	-1.651319E+03	3.633551E+03	
10121	S	4.843647E+01	7.868631E+01	1.313795E+02	3.633551E+03	-1.735957E+03	3.305196E+03	
10131	S	4.440431E+01	7.863978E+01	1.312739E+02	3.305196E+03	-2.615918E+03	-2.554479E+03	
10141	S	4.440429E+01	7.863979E+01	1.312739E+02	2.554479E+03	2.439514E+03	9.978978E+03	

スカラーポイント

G は節点  
S はスカラーポイント

使用する荷重

### 1.4 バー要素

バー要素で溶接部評価に使用するインプットデータとアウトプットリストの抜粋を表 1-4-1~表 1-4-3 に示す。アウトプットリストは 2 つの形式に対応している。

なお、「AXIAL FORCE」を軸力とし「SHEAR」の「PLANE1」及び「PLANE2」をせん断荷重とし、モーメントは指定された A 端または B 端のみを荷重とする。

表 1-4-1 バー要素 NASTRAN インプットデータの抜粋(計算には使用しない)

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.

表 1-4-2 バー要素 NASTRAN アウトプットリストの抜粋

FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)									
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		
	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

A 端の使用する荷重

B 端の使用する荷重

使用する荷重

表 1-4-3 バー要素 NASTRAN アウトプットリストの抜粋(分布荷重)

FORCE DISTRIBUTION IN BAR ELEMENTS (CBAR)									
0	ELEMENT ID.	STATION (PCT)	BEND-MOMENT		SHEAR FORCE		AXIAL FORCE	TORQUE	
			PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2			
	1	0.000	2.980231E-09	-6.984919E-10	-3.166498E-10	-5.820766E-11	0.0	-3.637979E-12	A 端
	1	1.000	-7.320000E+01	4.656613E-10	7.320000E+00	-5.820766E-11	0.0	-3.637979E-12	B 端
	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	

## 2. 計算式

本マクロは、以下の計算式にて引張応力、曲げ応力及びせん断応力を求める。②～④の荷重方向はユーザーが指定する。

### ① 静荷重組合せ

- ・ 静荷重組合せ= 静荷重 1+ 静荷重 n
- ・ 静荷重組合せ=-(静荷重 1+ 静荷重 n)
- ・ 静荷重組合せ= |(静荷重 1+ 静荷重 n)|

注 1:軸力荷重の組合せは上記の 3 つから選択できます。

### ② 引張応力 $\sigma_t$ (圧縮の場合は 0 とする)

$$\sigma_t = \text{軸方向荷重 } F_x' / \text{断面積 } A$$

注 2:軸方向荷重が圧縮の場合は 0 とします。

### ③ 曲げ応力 $\sigma_b$

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

### ④ せん断応力 $\tau$

$$\tau = \frac{\sqrt{\text{せん断荷重 } F_y'^2 + \text{せん断荷重 } F_z'^2}}{\text{断面積 } A} + \frac{|\text{ねじりモーメント } M_x'|}{\text{断面係数 } Z_p}$$

### ⑤ せん断応力 $\tau_w$

$$\tau = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2}$$

### 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 : 動荷重 3、静荷重 4
- ⑤対応要素タイプ : CELASS2 , CBAR
- ⑥拘束節点 : SPC1(拘束節点)
- ⑦多点拘束 : MPC(スカラーポイント)
- ⑧最大評価位置数 : 999999
- ⑨静荷重応力の組合せ : 単純和
- ⑩最大溶接部剛性数 : 999

## 4. 使用方法

### 4.1 起動方法

本マクロのファイルを開くと、図 4-1-1 の Excel シートが表示されます。シート左上の「実行」ボタンをクリックすると図 4-2-1 が表示されます。

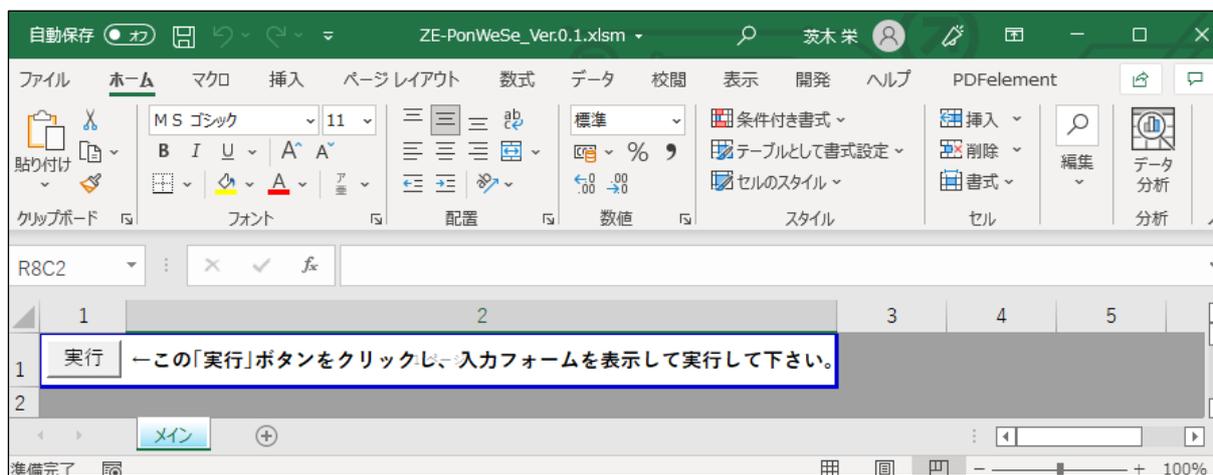


図 4-1-1 起動時の Excel

## 4.2 入力フォーム

本マクロを起動すると図 4-2-1 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。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。

ZE-PonWeSe NASTRAN:溶接部自重等の静荷重による応力計算(Ver.0.1)

NASTRANアウトプットリスト使用ファイル 静解析結果

荷重1 D:\VBA\VbaExcel\ZE-PonWeSe\_Ver.0.1\TestData\Test\_Load\_SPC1\_MPC\_S1.f06 参照

荷重2 D:\VBA\VbaExcel\ZE-PonWeSe\_Ver.0.1\TestData\Test\_Load\_SPC1\_MPC\_S2.f06 参照

荷重3 参照

荷重4 参照

応力計算用溶接部剛性ファイル

ファイル名 D:\VBA\VbaExcel\ZE-PonWeSe\_Ver.0.1\TestData\溶接部剛性.inp 参照

処理方法

選択 SPC1 節点番号 ~ 節点番号 A0端

溶接部応力計算の選択

軸方向 +X 断面積 500 断面係数Zy 2000 断面係数Zz 3000 断面係数Zp 700

処理 実行 終了

図 4-2-1 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「応力計算用溶接部剛性ファイル」テキストボックス

溶接部剛性データをファイルより入力する場合は 4.3 項の入力形式で予めデータを作成しておいてファイル名を入力して下さい。

## ③「処理方法」オプション

以下の4つから処理する方法をコンボボックスから選択して下さい。

## ・「ばね」

ばね要素<sup>注1</sup>の荷重を使用して引張、曲げ及びせん断応力を出力します。

## ・「SPC1」

拘束節点の反力を使用して引張、曲げ及びせん断応力を出力します。

## ・「MPC」

スカラーポイント<sup>注2</sup>の荷重を使用して引張、曲げ及びせん断応力を出力します。

## ・「バー」

バー要素の部材力を使用して引張、曲げ及びせん断応力を出力します。

注1:ばね要素(CELASS2)で溶接部の応力求める場合、ばね要素番号の下1桁を除いた番号を溶接部番号とします。

例:要素番号12341は溶接部番号1234とし、下一桁は荷重方向

注2:多点拘束(MPC)で溶接部の応力求める場合、スカラーポイント番号の下1桁を除いた番号を溶接部番号とします。

例:スカラーポイント番号12341は溶接部番号1234とし、下一桁は荷重方向

## ④範囲入力

③で選択した溶接部のデータの範囲を、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。最初の番号に0を入力した場合はアウトプットリストに含まれる③で指定したデータを全て出力します。

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。複数の番号及び複数の範囲を入力する場合は予めテキスト形式のデータで入力しておいて左のテキストボックスを空白にして下さい。「実行」ボタンをクリックした後にファイル名を入力するダイアログが表示されます。入力形式は4.4項を参照して下さい。

注:範囲の番号をテキストボックスに入力した場合の溶接部の軸方向は⑥で入力した方向になり、溶接部剛性IDは1になります。名称は空白です。

## ⑤部材力位置

③で「バー」を選択した場合は使用する部材力を「A端」または「B端」から選択して下さい。

## ⑥「溶接部応力計算の選択」オプション

「軸方向」コンボボックスで溶接部の軸方向とする荷重方向を選択して下さい。軸方向でマイナス符号の方向を選択した場合は軸力荷重の符号を反転させます。また、絶対値の方向を選択した場合は軸力荷重を絶対値にします。

また、応力計算に使用する溶接部の断面積、断面係数  $Z_y$ ,  $Z_z$ ,  $Z_p$  を入力して下さい。

なお、②の「応力計算用溶接部剛性ファイル」テキストボックスでファイル名を入力した場合は断面積  $A$ 、断面係数  $Z_y$ ,  $Z_z$ ,  $Z_p$  は無視されます。

## ⑦「実行」ボタンをクリックすると Excel に計算結果のシートが追加されます。

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。

## ⑧「終了」ボタンをクリックするとマクロを終了します。

#### 4.3 応力計算用溶接部剛性データ

4.2 項②で溶接部剛性をファイルを入力する場合、テキストファイルに部材剛性 ID、名称、断面積 A、断面係数  $Z_y, Z_z, Z_p$  を入力しておいて下さい。

1 行にカンマを区切りとして入力して下さい。行の最初の文字が\$の場合はコメント行として読み飛ばします。

\$ID	NAME	A	Zx	Zy	Zp
1	溶接部①	729.3	4350	7600	1020
2	溶接部②	729.3	7600	4350	1020
3	溶接部③	446.7	3480	3480	625
4	溶接部④	739.2	10800	22500	1030

ファイルより入力しなかった場合は 4.2 項の⑥で入力した値となり、以下のテキストファイルと同じになります。

ただし、部材剛性 ID は 1 で固定、名称はブランク、断面積 A、断面係数  $Z_y, Z_z, Z_p$  は入力した値です。

1 , , 500 , 2000 , 3000 , 700
-------------------------------

#### 4.4 処理範囲データ

4.2 項④で複数の溶接部番号及び複数の範囲を入力する場合、テキストファイルに部材剛性 ID、溶接部軸方向(+X, +Y, +Z, -X, -Y, -Z, |X|, |Y|, または|Z|)と溶接部番号を入力しておいて下さい。

1 行にカンマを区切りとして入力して下さい。継続する番号の場合はマイナス符号として下さい。行の最初の文字が\$の場合はコメント行として読み飛ばします。

例:20~134, 248, 296, 410, 524 の番号

\$拘束点の節点番号		
\$ID	軸	番号 1 番号 2
1	-Z	20 , -134
2	+X	248 , 296
3	+Y	410 , 524

### 4.5 計算結果

本マクロを実行すると図 4-5-1 に示すように「部材特性」及び「応力評価」シートと NASTRAN のアウトプットリストより読み込んだ荷重のシートの Excel ブックが作成されます。

なお、各シートのページ書式、表示設定はマクロにより設定されます。

#### 4.5.1 応力評価

拘束節点の荷重を使用した計算例を図 4-5-1～図 4-5-5 に示す。「応力評価」シートには応力評価に使用した「NASTRAN 計算結果」、「荷重」、「評価応力」のように表題欄を分けて出力されます。シート左上のドロップダウンリストにより表示する列を選択することが出来ます。

ファイルを保存後に評価の Excel ブックを開くと「セキュリティの警告 リンクの自動更新が無効にされました。」と表示されます。ドロップダウンリストを使用する場合は「コンテンツの有効化」ボタンをクリックして下さい。ドロップダウンリストの表示処理は評価のマクロを使用しているため評価マクロファイルを開き実行するためです。なお、「応力評価」シートの印刷時にはドロップダウンリストは印刷されません。

図 4-5-1 「応力評価」シート

	A	B	C	D
1	○全列			端点:A
2				
3				
	NO	ID	Weld ID	軸方向

注:バー要素の場合は部材力を使用した A 端または B 端が表示されます。

### 4.5.2 最大値

図 4-5-2 に示す「応力評価」シートの最下段に荷重の絶対値での最大値、応力等の最大値とその溶接部番号が表示されます。なお、溶接部剛性 ID が 1 つの場合は全体の最大値のみが表示されます。

応力計算結果														
		NASTRAN 計算結果						評価 応力						
		静荷重 (N・mm)						静荷重 (MPa)						
NO	ID	Weld ID	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	引張応力 $\sigma_t$	曲げ応力 $\sigma_b$	せん断応力 $\tau$	せん断応力 $\tau_w$		
1	1	20	-3.29E+01	1.35E+02	1.63E+02	2.74E+03	3.85E+02	5.17E+03	0.223	0.681	5.263	5.340		
2	2	134	1.19E+02	5.64E+01	2.20E+02	2.30E+03	1.91E+02	8.06E+03	0.302	0.555	8.085	8.130		
3	3	248	1.43E+02	-1.93E+00	1.62E+02	2.18E+03	2.57E+02	7.56E+03	0.196	1.772	2.357	3.070		
4	4	296	1.41E+02	1.35E+02	1.63E+02	2.76E+03	1.29E+02	7.56E+03	0.194	1.754	2.993	3.571		
5	5	410	1.18E+02	5.64E+01	2.20E+02	2.06E+03	-1.08E+03	8.06E+03	0.126	2.910	2.282	3.799		
6	6	524	-3.17E+01	-1.93E+00	1.62E+02	4.13E+03	3.10E+02	5.18E+03	0.000	2.674	0.867	2.811		
最大値		全体	1.43E+02	1.35E+02	2.20E+02	4.13E+03	-1.08E+03	8.06E+03	0.302	2.910	8.085	8.130		
ID			248	20	410	524	410	410	134	410	134	134		
最大値		1	1.19E+02	1.35E+02	2.20E+02	2.74E+03	3.85E+02	8.06E+03	0.302	0.681	8.085	8.130		
ID			134	20	134	20	20	134	134	20	134	134		
最大値		2	1.43E+02	1.35E+02	1.63E+02	2.76E+03	2.57E+02	7.56E+03	0.196	1.772	2.993	3.571		
ID			248	20	20	296	248	248	248	248	296	296		
最大値		3	1.18E+02	5.64E+01	2.20E+02	4.13E+03	-1.08E+03	8.06E+03	0.126	2.910	2.282	3.799		
ID			410	410	410	524	410	410	410	410	410	410		

図 4-5-2 「応力評価」シート 最大値

### 4.5.3 溶接部剛性

応力計算に使用した溶接部剛性は図 4-5-3 に示すように「メイン」シートに出力されます。

剛性 ID	名称	断面積 (mm <sup>2</sup> )	断面係数 (mm <sup>3</sup> )		
			Zy	Zz	Zp
1	溶接部①	729.3	4350	7600	1020
2	溶接部②	729.3	7600	4350	1020
3	溶接部③	446.7	3480	3480	625
4	溶接部④	739.2	10800	22500	1030

図 4-5-3 「部材剛性」シート 溶接部剛性

#### 4.5.4 単位荷重の溶接部荷重

図 4-5-4 及び図 4-5-5 に示すように NASTRAN のアウトプットリストから読み込んだ単位荷重の荷重はファイル毎にシートが作成されます。バー要素の場合は使用した端点の部材力のみ出力されます。

ID	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
20	-8.717143E+01	6.853520E+01	1.384206E+02	5.725419E+01	4.402578E+01	-1.191038E+03
134	-5.187490E-02	4.543558E-02	2.186048E+02	5.375808E+01	1.238584E+02	-6.940633E-01
248	8.722113E+01	-6.858063E+01	1.384204E+02	5.026198E+01	1.898407E+02	1.191826E+03
296	8.717143E+01	6.853520E+01	1.384206E+02	4.676587E+01	2.628629E+02	1.191038E+03
410	5.187489E-02	4.543557E-02	2.186048E+02	9.908916E-01	2.998070E+02	6.940631E-01
524	-8.722113E+01	-6.858063E+01	1.384204E+02	2.505212E+00	3.103217E+02	-1.191826E+03

図 4-5-4 「荷重 1」シート

ID	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
20	5.431125E+01	6.602437E+01	2.408958E+01	2.684208E+03	3.412633E+02	6.365403E+03
134	1.194344E+02	5.636804E+01	1.410883E+00	2.249789E+03	6.745944E+01	8.062617E+03
248	5.556576E+01	6.664864E+01	2.382271E+01	2.126583E+03	6.745944E+01	6.367270E+03
296	5.431121E+01	6.602437E+01	2.408958E+01	2.710872E+03	-1.338185E+02	6.365404E+03
410	1.194344E+02	5.636804E+01	1.410899E+00	2.063098E+03	-1.376037E+03	8.062617E+03
524	5.556573E+01	6.664864E+01	2.382272E+01	4.128978E+03	1.246812E-05	6.367270E+03

図 4-5-5 「荷重 2」シート

#### 4.5.6 セル計算式

「応力評価」シート内の「NO」、「ID」及び「Weld ID」以外はすべてのセルにおいて相対セルで参照しています。このため、「応力評価」シート以外のシートの値を変更すると「応力評価」シートの値は変更されます。

以下に各セルの計算式の例を示す。

##### ①溶接部剛性

「メイン」シートから各溶接部の剛性データを参照します。

=VLOOKUP(RC3, 部材剛性!R4C1:R7C6, 2, FALSE)

##### ②NASTRAN計算結果 静荷重

「荷重 1」～「荷重 n」シートから各溶接部の荷重の総和を求めます。以下は荷重 1 と荷重 2 のファイルがある場合の例です。

=荷重 1!R[-1]C[-8]+荷重 2!R[-1]C[-8]

##### ③評価応力 引張応力 $\sigma_t$

軸方向荷重と断面積より引張応力を求めます。

=IF(IF(RC[-12]="+X", RC[-6], IF(RC[-12]="+Y", RC[-5], IF(RC[-12]="+Z", RC[-4], IF(RC[-12]="-X", -RC[-6], IF(RC[-12]="-Y", -RC[-5], IF(RC[-12]="-Z", -RC[-4], IF(RC[-12]="|X|", ABS(RC[-6]), IF(RC[-12]="|Y|", ABS(RC[-5]), IF(RC[-12]="|Z|", ABS(RC[-4]))))))))>=0, IF(RC[-12]="+X", RC[-6], IF(RC[-12]="+Y", RC[-5], IF(RC[-12]="+Z", RC[-4], IF(RC[-12]="-X", -RC[-6], IF(RC[-12]="-Y", -RC[-5], IF(RC[-12]="-Z", -RC[-4], IF(RC[-12]="|X|", ABS(RC[-6]), IF(RC[-12]="|Y|", ABS(RC[-5]), IF(RC[-12]="|Z|", ABS(RC[-4])))))))))/RC[-10], 0)

##### ④評価応力 曲げ応力 $\sigma_b$

曲げモーメントと断面係数より曲げを求めます。

=IF(MID(RC[-13], 2, 1)="X", ABS(RC[-3])/RC[-10]+ABS(RC[-2])/RC[-9], IF(MID(RC[-13], 2, 1)="Y", ABS(RC[-2])/RC[-10]+ABS(RC[-4])/RC[-9], IF(MID(RC[-13], 2, 1)="Z", ABS(RC[-4])/RC[-10]+ABS(RC[-3])/RC[-9])))

##### ⑤評価応力 せん断応力 $\tau$

せん断荷重と断面積よりせん断応力を求めます。

=IF(MID(RC[-14], 2, 1)="X", SQRT(RC[-7]^2+RC[-6]^2)/RC[-12]+ABS(RC[-5])/RC[-9], IF(MID(RC[-14], 2, 1)="Y", SQRT(RC[-6]^2+RC[-8]^2)/RC[-12]+ABS(RC[-4])/RC[-9], IF(MID(RC[-14], 2, 1)="Z", SQRT(RC[-8]^2+RC[-7]^2)/RC[-12]+ABS(RC[-3])/RC[-9])))

##### ⑥評価応力 せん断応力 $\tau_w$

引張応力、曲げ応力及びせん断応力よりせん断応力  $\tau_w$  を求めます。

=SQRT((RC[-3]+RC[-2])^2+RC[-1]^2)

⑨最大値

全体の最大値とその溶接部番号を求めます。

・ 最大値

=IF(COUNT(R[-6]C:R[-1]C)=0, "", IF(MAX(R[-6]C:R[-1]C)>ABS(MIN(R[-6]C:R[-1]C)), MAX(R[-6]C:R[-1]C), MIN(R[-6]C:R[-1]C)))

・ ID

=IF(COUNT(R[-7]C:R[-2]C)=0, "", LOOKUP(MATCH(R[-1]C, R[-7]C:R[-2]C, 0), R[-7]C1:R[-2]C1, R[-7]C2:R[-2]C2))

## 4.6 溶接部荷重

本マクロでは NASTRAN のアウトプットリストよりばね要素荷重、拘束点反力、多点拘束荷重及びバー要素部材力を読み込んで溶接部荷重として使用している。

アウトプットリストと本マクロで作成された荷重シートの内容の説明を以下に示す。

### 4.6.1 ばね要素荷重

溶接部の計算に使用する NASTRAN のアウトプットリストを表 4-6-1 に示す。また、溶接部荷重として使用する荷重シートを表 4-6-2 に示す。表 4-6-1 に示すばね要素番号の下 1 桁を除いた番号を溶接部の ID とし、ばね要素番号の下 1 桁が 1~3 を X, Y, Z 軸方向、4~6 を X, Y, Z のねじり荷重としている。

表 4-6-1 NASTRAN アウトプットリストの抜粋 ばね要素

FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)							
ELEMENT ID.	FORCE	ELEMENT ID.	FORCE	ELEMENT ID.	FORCE	ELEMENT ID.	FORCE
6111	-9.085239E+01	6112	4.371270E+00	6113	3.813856E-08	6114	-9.312259E+03
6115	-8.125721E+03	6116	1.197732E+03	6121	-1.391084E+02	6122	0.0
6123	-3.167490E+00	6124	-4.779363E+03	6125	-9.549974E+04	6126	0.0
6131	-3.415597E+01	6132	-9.549974E-01	6133	3.827955E+00	6134	-3.642617E+03
6135	-9.549974E+05	6136	3.827955E+04	6211	-3.869636E+01	6212	-9.549974E-01
6213	3.827955E+00	6214	-4.096656E+04	6215	-2.740300E+03	6216	3.827955E+03
6221	-1.195677E+02	6222	-2.740300E+00	6223	1.110639E+01	6224	-1.218379E+04
6225	-2.740300E+03	6226	1.110639E+03	6231	-1.241081E+02	6232	-2.740300E+00
6233	1.110639E+01	6234	-1.263783E+04	6235	3.930512E+04	6236	1.110639E+04
6311	-2.098807E+02	6312	-3.930512E+00	6313	1.083873E+00	6314	-2.124756E+03
6315	-3.930512E+03	6316	-1.083873E+04	6321	-2.167096E+02	6322	-3.930512E+00
6323	-1.083873E+00	6324	1.083873E+05	6325	-3.930512E+04	6326	-2.213600E+03
6331	1.083873E+00	6332	-3.930512E+00	6333	-2.264267E+02	6334	1.083873E+03
6335	-3.930512E+04	6336	-2.314935E+04	6411	1.083873E+00	6412	4.547474E-13
6413	-2.365602E+02	6414	-4.779363E+04	6415	-2.014715E+04	6416	-1.455192E+05
6421	-2.348432E+01	6422	-2.014715E+00	6423	2.634899E+00	6424	-2.575452E+03
6425	-2.014715E+04	6426	2.634899E+04	6431	-2.802472E+01	6432	-2.014715E+00
6433	2.634899E+00	6434	-3.029491E+03	6435	-4.593652E+03	6436	2.634899E+03

表 4-6-2 ばね要素荷重シート

荷重1

File Name:D:\VBA\VbaExcel\ZE-PonWeSe Ver. 0.1\TestData\Test\_Load\_Elass\_Bar\_S1.f06

ID	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
611	-9.085239E+01	4.371270E+00	3.813856E-08	-9.312259E+03	-8.125721E+03	1.197732E+03
612	-1.391084E+02	0.000000E+00	-3.167490E+00	-4.779363E+03	-9.549974E+04	0.000000E+00
613	-3.415597E+01	-9.549974E-01	3.827955E+00	-3.642617E+03	-9.549974E+05	3.827955E+04
621	-3.869636E+01	-9.549974E-01	3.827955E+00	-4.096656E+04	-2.740300E+03	3.827955E+03
622	-1.195677E+02	-2.740300E+00	1.110639E+01	-1.218379E+04	-2.740300E+03	1.110639E+03
623	-1.241081E+02	-2.740300E+00	1.110639E+01	-1.263783E+04	3.930512E+04	1.110639E+04
631	-2.098807E+02	-3.930512E+00	1.083873E+00	-2.124756E+03	-3.930512E+03	-1.083873E+04
632	-2.167096E+02	-3.930512E+00	-1.083873E+00	1.083873E+05	-3.930512E+04	-2.213600E+03
633	1.083873E+00	-3.930512E+00	-2.264267E+02	1.083873E+03	-3.930512E+04	-2.314935E+04
641	1.083873E+00	4.547474E-13	-2.365602E+02	-4.779363E+04	-2.014715E+04	-1.455192E+05
642	-2.348432E+01	-2.014715E+00	2.634899E+00	-2.575452E+03	-2.014715E+04	2.634899E+04
643	-2.802472E+01	-2.014715E+00	2.634899E+00	-3.029491E+03	-4.593652E+03	2.634899E+03

### 4.6.2 拘束節点荷重

溶接部の計算に使用する NASTRAN のアウトプットリストを表 4-6-3 に示す。また、溶接部荷重として使用する荷重シートを表 4-6-4 に示す。拘束点の T1, T2, T3 を X 方向、Y 方向 Z 方向荷重とし、R1, R2, R3 をねじり荷重としている。

表 4-6-3 NASTRAN アウトプットリストの抜粋 拘束点

FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT							
POINT ID.	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3
20	G	-8.717143E+01	6.853520E+01	1.384206E+02	5.725419E+01	4.402576E+01	-1.191036E+03
134	G	-5.187490E-02	4.543558E-02	2.186048E+02	5.375808E+01	1.238584E+02	-6.940633E-01
248	G	8.722113E+01	-6.858063E+01	1.384204E+02	5.026198E+01	1.898407E+02	1.191826E+03
296	G	8.717143E+01	6.853520E+01	1.384206E+02	4.676587E+01	2.628629E+02	1.191036E+03
410	G	5.187489E-02	4.543557E-02	2.186048E+02	9.908916E-01	2.998070E+02	6.940631E-01
524	G	-8.722113E+01	-6.858063E+01	1.384204E+02	2.505212E+00	3.103217E+02	-1.191826E+03

表 4-6-4 拘束点荷重シート

荷重1

File Name:D:\VBA\VbaExcel\ZE-PonWeSe\_Ver.0.1\TestData\Test\_Load\_SPC1\_MPC\_S1.f06

ID	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
20	-8.717143E+01	6.853520E+01	1.384206E+02	5.725419E+01	4.402576E+01	-1.191036E+03
134	-5.187490E-02	4.543558E-02	2.186048E+02	5.375808E+01	1.238584E+02	-6.940633E-01
248	8.722113E+01	-6.858063E+01	1.384204E+02	5.026198E+01	1.898407E+02	1.191826E+03
296	8.717143E+01	6.853520E+01	1.384206E+02	4.676587E+01	2.628629E+02	1.191036E+03
410	5.187489E-02	4.543557E-02	2.186048E+02	9.908916E-01	2.998070E+02	6.940631E-01
524	-8.722113E+01	-6.858063E+01	1.384204E+02	2.505212E+00	3.103217E+02	-1.191826E+03

### 4.6.3 多点拘束スカラーポイント荷重

溶接部の計算に使用する NASTRAN のアウトプットリストを表 4-6-5 に示す。また、溶接部荷重として使用する荷重シートを表 4-6-6 に示す。表 4-6-5 に示すスカラーポイント番号の下 1 桁を除いた番号を溶接部の ID とし、スカラーポイント番号の下 1 桁が 1~3 を X, Y, Z 軸方向、4~6 を X, Y, Z のねじり荷重としている。

表 4-6-5 NASTRAN アウトプットリストの抜粋 スカラーポイント荷重

FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT							
POINT ID.	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3
10011	S	-5.144097E+01	4.759001E+01	1.155579E+02	1.425704E+03	-4.243113E+01	-3.032473E+01
10021	S	-3.986682E-02	4.235564E-02	1.782447E+02	2.700064E+03	-6.753754E+01	-2.682863E+01
10031	S	5.147866E+01	-4.763237E+01	1.157772E+02	3.808359E+03	-9.264394E+01	-2.333252E+01
10041	S	5.144097E+01	4.759001E+01	1.155579E+02	4.750589E+03	-1.177503E+02	-1.983642E+01
10051	S	3.986682E-02	4.235564E-02	1.782447E+02	6.024197E+03	-1.683446E+02	-2.681280E+01
10061	S	-5.147866E+01	-4.763237E+01	1.157772E+02	7.131740E+03	-1.301650E+02	-2.331670E+01
10111	S	-4.879188E+00	-7.795061E-02	3.702810E+01	8.073218E+03	-9.198538E+01	-1.982060E+01
10121	S	4.879187E+00	-7.795061E-02	3.702810E+01	8.848632E+03	-5.380578E+01	-1.632449E+01
10131	S	5.578658E+00	7.795061E-02	3.611186E+01	2.682629E+03	-9.952785E+01	3.083001E+02
10141	S	-5.578657E+00	7.795061E-02	3.611185E+01	5.124780E+03	1.146472E+01	-3.122964E+02
20001	S	1.083182E+02	2.377448E+02	1.108393E+02	1.083181E+02	2.377447E+02	1.108392E+02

表 4-6-6 スカラーポイント荷重シート

荷重1

File Name:D:\VBA\VbaExcel\ZE-PonWeSe\_Ver.0.1\TestData\Test\_Load\_SPC1\_MPC\_S1.f06

ID	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1001	-5.144097E+01	4.759001E+01	1.155579E+02	1.425704E+03	-4.243113E+01	-3.032473E+01
1002	-3.986682E-02	4.235564E-02	1.782447E+02	2.700064E+03	-6.753754E+01	-2.682863E+01
1003	5.147866E+01	-4.763237E+01	1.157772E+02	3.808359E+03	-9.264394E+01	-2.333252E+01
1004	5.144097E+01	4.759001E+01	1.155579E+02	4.750589E+03	-1.177503E+02	-1.983642E+01
1005	3.986682E-02	4.235564E-02	1.782447E+02	6.024197E+03	-1.683446E+02	-2.681280E+01
1006	-5.147866E+01	-4.763237E+01	1.157772E+02	7.131740E+03	-1.301650E+02	-2.331670E+01
1011	-4.879188E+00	-7.795061E-02	3.702810E+01	8.073218E+03	-9.198538E+01	-1.982060E+01
1012	4.879187E+00	-7.795061E-02	3.702810E+01	8.848632E+03	-5.380578E+01	-1.632449E+01
1013	5.578658E+00	7.795061E-02	3.611186E+01	2.682629E+03	-9.952785E+01	3.083001E+02
1014	-5.578657E+00	7.795061E-02	3.611185E+01	5.124780E+03	1.146472E+01	-3.122964E+02

#### 4.6.4 バー要素荷重

溶接部の計算に使用する NASTRAN のアウトプットリストを表 4-6-7 に示す。また、溶接部荷重として使用する荷重シートを表 4-6-8 に示す。表 4-6-7 に示すバー要素の「AXIAL FORCE」を X 方向、「SHEAR PLANE1」を Y 方向、「SHEAR PLANE2」を Z 方向荷重としている。

なお、モーメントは指定された A 端または B 端のみが出力される。表 4-6-8 は A 端の結果を示す。

表 4-6-7 バー要素 NASTRAN アウトプットリストの抜粋 バー要素

0	ELEMENT ID.	FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)							
		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	
4	-1.006130E+03	1.991133E+02	-1.238455E+03	2.986700E+02	4.891062E+00	-2.095930E+00	-4.530842E+01	2.934302E+01	
5	-1.238455E+03	2.986700E+02	-1.470781E+03	3.982267E+02	4.891062E+00	-2.095930E+00	-4.757862E+01	2.934302E+01	
6	-2.750990E+03	3.982267E+02	-3.352182E+03	6.337412E+02	1.265667E+01	-4.958199E+00	-1.412923E+02	6.941479E+01	
7	-3.352182E+03	6.337412E+02	-3.953374E+03	8.692556E+02	1.265667E+01	-4.958199E+00	-1.435625E+02	6.941479E+01	
8	-3.953374E+03	8.692556E+02	-4.554566E+03	1.104770E+03	1.265667E+01	-4.958199E+00	-1.458327E+02	6.941479E+01	
9	-4.554566E+03	1.104770E+03	-5.155758E+03	1.340285E+03	1.265667E+01	-4.958199E+00	-1.481029E+02	6.941479E+01	
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	
11	1.029187E+03	6.540542E+03	6.403149E+02	6.527299E+03	1.555488E+01	5.297005E-01	-2.519808E+02	-2.177683E+02	
12	6.403149E+02	6.527299E+03	2.514429E+02	6.514057E+03	1.555488E+01	5.297005E-01	-2.562148E+02	-2.177683E+02	
13	-2.177683E+02	6.514057E+03	-6.818248E+02	1.429637E+04	1.555488E+01	-2.608581E+02	-5.297005E-01	-2.514429E+02	
14	-6.818248E+02	1.429637E+04	-1.145881E+03	2.222942E+04	1.555488E+01	-2.659107E+02	-5.297005E-01	-2.514429E+02	
21	1.164153E-10	-7.275958E-12	1.164153E-10	1.818989E-12	0.0	-4.547474E-13	-4.779363E-01	-1.136868E-13	
22	-2.995069E+02	0.0	-4.246646E+02	9.569895E+01	2.634898E+00	-2.014715E+00	-2.348432E+01	2.820601E+01	
23	-4.246646E+02	9.569895E+01	-5.498223E+02	1.913979E+02	2.634898E+00	-2.014715E+00	-2.575452E+01	2.820601E+01	
24	-5.498223E+02	1.913979E+02	-6.749799E+02	2.870968E+02	2.634898E+00	-2.014715E+00	-2.802472E+01	2.820601E+01	
25	-6.749799E+02	2.870968E+02	-8.001376E+02	3.827958E+02	2.634898E+00	-2.014715E+00	-3.029491E+01	2.820601E+01	

表 4-6-8 バー要素荷重シート

荷重1

File Name:D:\¥VBA¥VbaExcel¥ZE-PonWeSe\_Ver.0.1¥TestData¥Test\_Load\_Elass\_Bar\_S1.f06

ID	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-4.779363E-01	0.000000E+00	-4.547474E-13	-1.136868E-13	7.275958E-12	0.000000E+00
2	-4.076803E+01	4.891062E+00	-2.095930E+00	2.934302E+01	-3.637979E-12	-5.414788E+02
3	-4.303822E+01	4.891062E+00	-2.095930E+00	2.934302E+01	9.955667E+01	-7.738042E+02
4	-4.530842E+01	4.891062E+00	-2.095930E+00	2.934302E+01	1.991133E+02	-1.006130E+03
5	-4.757862E+01	4.891062E+00	-2.095930E+00	2.934302E+01	2.986700E+02	-1.238455E+03
6	-1.412923E+02	1.265667E+01	-4.958199E+00	6.941479E+01	3.982267E+02	-2.750990E+03
7	-1.435625E+02	1.265667E+01	-4.958199E+00	6.941479E+01	6.337412E+02	-3.352182E+03
8	-1.458327E+02	1.265667E+01	-4.958199E+00	6.941479E+01	8.692556E+02	-3.953374E+03
9	-1.481029E+02	1.265667E+01	-4.958199E+00	6.941479E+01	1.104770E+03	-4.554566E+03
10	-2.493858E+02	-5.297005E-01	1.555488E+01	-2.177683E+02	1.340285E+03	-6.551136E+03
11	-2.519808E+02	1.555488E+01	5.297005E-01	-2.177683E+02	6.540542E+03	1.029187E+03
12	-2.562148E+02	1.555488E+01	5.297005E-01	-2.177683E+02	6.527299E+03	6.403149E+02
13	-5.297005E-01	1.555488E+01	-2.608581E+02	-2.514429E+02	6.514057E+03	-2.177683E+02
14	-5.297005E-01	1.555488E+01	-2.659107E+02	-2.514429E+02	1.429637E+04	-6.818248E+02
21	-4.779363E-01	0.000000E+00	-4.547474E-13	-1.136868E-13	-7.275958E-12	1.164153E-10
22	-2.348432E+01	2.634898E+00	-2.014715E+00	2.820601E+01	0.000000E+00	-2.995069E+02
23	-2.575452E+01	2.634898E+00	-2.014715E+00	2.820601E+01	9.569895E+01	-4.246646E+02
24	-2.802472E+01	2.634898E+00	-2.014715E+00	2.820601E+01	1.913979E+02	-5.498223E+02
25	-3.029491E+01	2.634898E+00	-2.014715E+00	2.820601E+01	2.870968E+02	-6.749799E+02