

ZE-PonBbDe Ver.0.1

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

ソフトの概要

NASTRAN による地震の動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マクロです。

NASTRAN の各荷重の部材力は荷重毎にシートに出力されます。使用した部材力等をすべて出力し、計算式をセルに相対セルで出力しているため参照先の値を確認できます。

荷重組合せ後の部材力の絶対値での最大値、応力の最大値が部材毎に出力されます。

また、その要素番号も出力されます。

なお、全要素の計算結果が出力されますが最大値行以外は非表示となります。ただし、最大値行の前後と最初と最後の 2 行は表示されます。

メリット

- ①各項目毎の全要素の数値が表示されます。
- ②部材力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マクロ処理のため要素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	2022/1/14	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	6
4. 使用方法	7
4.1 起動方法	7
4.2 入力フォーム	8
4.3 部材剛性データ	10
4.4 計算結果	11
4.4.1 応力評価	11
4.4.2 最大値	16
4.4.3 単位荷重部材力	17
4.4.4 セル計算式	19

参考資料

①ZE-PonBbSe Ver. 0.1

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

②ZW-PonBbDe Ver. 0.1

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

③ZW-PonBbSe Ver. 0.1

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

添付ファイル

①使用説明書

ZE-PonBbDe_Ver. 0.1_NASTRAN バー要素地震荷重による応力計算Bタイプ
Excel マクロ使用説明書.pdf

②マクロファイル

ZE-PonBbDe_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。)

- ・バー要素の計算結果

¥TestData¥Test_Load_X. f06

¥TestData¥Test_Load_Y. f06

¥TestData¥Test_Load_Z. f06

¥TestData¥Test_Load_S1. f06

¥TestData¥Test_Load_S2. f06

¥TestData¥Test_Load_S2_分布荷重. f06

- ・部材剛性

¥TestData¥部材剛性. inp

1. 概要

本 Excel マクロは、図 1-1 に示すように NASTRAN による地震の動解析(X, Y, Z 方向地震)^{注1}を行った結果のアウトプットリストよりバー要素部材力を SRSS または絶対和して荷重とし、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ために作成した。なお、自重等の静荷重を組合せすることが可能であり、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。

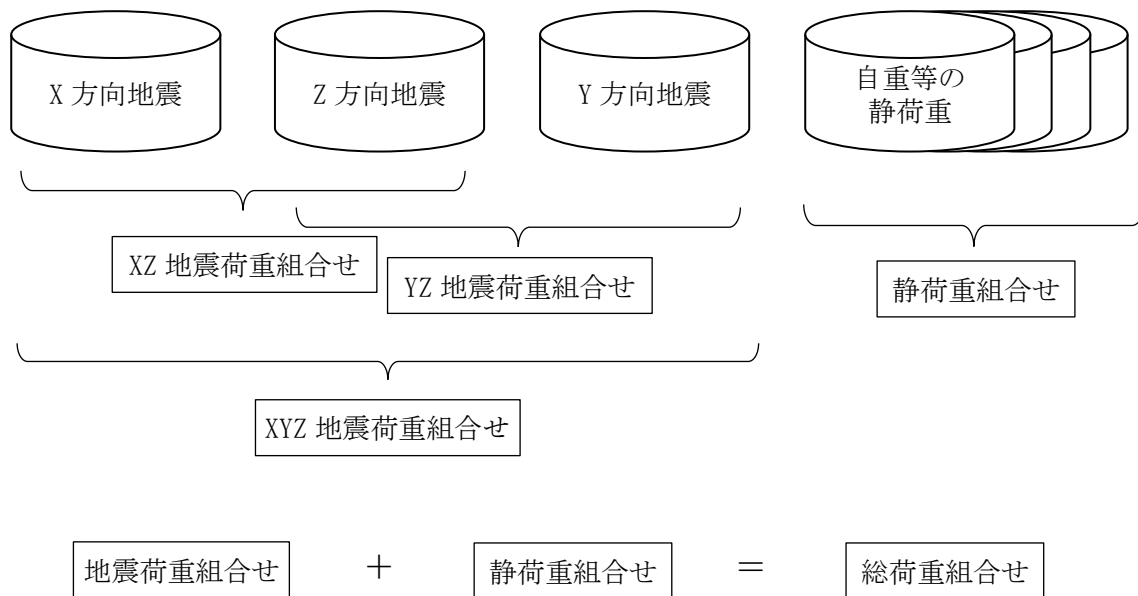
注1:動解析としているが重力加速度を与えた静解析計算結果を使用してもよい。

注2: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3: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4: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。



①地震荷重の組合せ

2 方向 SRSS 組合せ、3 方向 SRSS 組合せ、2 方向絶対値組合せ、3 方向絶対値組合せから選択

②静荷重の組合せ

任意数の単純和組合せ固定(絶対値で地震荷重と組み合わせる)

③求める応力

引張応力、圧縮応力、せん断応力、曲げ応力、組合せ応力

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	, 3550.0	, 3550.0	, 6760.0	, 6.0	, 271.0	, 156.0	, 100.0	, 125.0
2	, □100×20	, 33300.0	, 6660.0	, 224000.0	, 20.0	, 271.0	, 156.0	, 120.0	, 135.0

入力データ:PID, 部材名, Asy, Asz, J, L, 1. 5ft, 1. 5fc, 1. 5fs, 1. 5fb

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、以下の計算式にて全要素の引張応力、圧縮応力、せん断応力、曲げ応力及び組合せ応力を求める。なお、①～③については3方向の荷重について行い、④～⑧の応力を求める。

① 静荷重組合せ

静荷重組合せ=静荷重 1 + 静荷重 n

② 動荷重組合せ

- ・ 2 方向 SRSS 組合せの場合

$$XZ \text{ 地震荷重組合せ} = \sqrt{X \text{ 方向荷重}^2 + Z \text{ 方向荷重}^2}$$

$$YZ \text{ 地震荷重組合せ} = \sqrt{Y \text{ 方向荷重}^2 + Z \text{ 方向荷重}^2}$$

- ・ 3 方向 SRSS 組合せの場合

$$XYZ \text{ 地震荷重組合せ} = \sqrt{X \text{ 方向荷重}^2 + Y \text{ 方向荷重}^2 + Z \text{ 方向荷重}^2}$$

- ・ 2 方向絶対和組合せの場合

$$XZ \text{ 地震荷重組合せ} = |X \text{ 方向荷重}| + |Z \text{ 方向荷重}|$$

$$YZ \text{ 地震荷重組合せ} = |Y \text{ 方向荷重}| + |Z \text{ 方向荷重}|$$

- ・ 3 方向絶対和組合せの場合

$$XYZ \text{ 地震荷重組合せ} = |X \text{ 方向荷重}| + |Y \text{ 方向荷重}| + |Z \text{ 方向荷重}|$$

③ 静荷重と動荷重組合せ

- ・ 引張応力

$$\text{荷重組合せ} = |\text{静荷重組合せ}| + \text{動荷重組合せ}$$

- ・ 圧縮応力

$$\text{荷重組合せ} = |\text{静荷重組合せ}| - \text{動荷重組合せ}$$

- ・ 引張、圧縮応力以外

$$\text{荷重組合せ} = |\text{静荷重組合せ}| + \text{動荷重組合せ}$$

④引張応力

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

⑤圧縮応力

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

⑥せん断応力

・SRSS 組合せの場合

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{\text{せん断荷重}F_y}{\text{先端面積}A_{sy}}\right)^2 + \left(\frac{\text{せん断荷重}F_z}{\text{先端面積}A_{sz}}\right)^2 + \left(\frac{\text{ねじり荷重}M_x \times \text{最大距離}L}{\text{ねじり定数}J}\right)^2}$$

・絶対和組合せの場合

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

⑦曲げ応力

$$\sigma_b = \left(\frac{\text{曲げモーメント}M_y}{\text{断面二次}I_y} \times |\text{断面座標値}z_i| + \frac{\text{曲げモーメント}M_z}{\text{断面二次}I_z} \times |\text{断面座標値}y_i| \right)$$

注:i は 1~4(C~F)の断面の座標値を示し、最大の値を曲げ応力とする。

⑧組合せ応力

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

注:計算式中の断面積A、断面二次I_y、断面二次I_zはNASTRANインプットのPBARの値を使用する。

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 : CBAR
- ⑥最大バー要素数 : 999999
- ⑦動荷重応力の組合せ : SRSS または絶対和
- ⑧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、図 4-1-1 の Excel シートが表示されます。4.2 項で入力する応力計算用部材ファイル指定した場合はそのデータの内容が「メイン」シートに出力されません。ファイルを使用しないで部材剛性を直接入力する場合は以下の「メイン」シートに必要数繰り返し入力して下さい。なお、入力データの詳細については 4.3 項を参照して下さい。

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。

ID	名称	断面積 (mm ²)	断面二次モーメント (mm ⁴)		曲げ応力を計算する座標値 (mm)								せん断面積 (mm ²)		ねじり剛性 J (mm ⁴)	最大距離 L (mm)	許容値 (N/mm ²)			
			Iy	Iz	C1	C2	D1	D2	E1	E2	F1	F2	Asy	Asz			1.5ft	1.5fc	1.5fs	1.5fb
1	L50×50×6	584.4	128000	128000	-14.4	-14.4	35.6	-14.4	-8.4	35.6	-14.4	35.6	3550	3550	6780	6	271	156	100	125
2	□100×20	2000	688000	1680000	-50	-10	50	-10	50	10	-50	10	33300	6660	224000	20	271	156	120	135

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。

図 4-2-1 入力フォーム

①「X 方向地震」、「Y 方向地震」、「Z 方向地震」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。「X 方向地震」、「Y 方向地震」のファイル名はどちらか 1 つは入力して下さい。「Z 方向地震」のファイル名は必ず入力して下さい。

②「荷重 1」～「荷重 4」テキストボックス(必要な場合のみ)

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。

③「応力計算部材剛性ファイル」テキストボックス

パ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。

なお、空白にした場合は図 4-1-1 に示す「メイン」シートに直接入力して下さい。

④「せん断応力組合せ」コンボボックス

Y 方向せん断応力、Z 方向せん断応力と X 軸回転せん断応力の組合せを「SRSS」、「絶対和」から選択して下さい。2 項⑥せん断応力の計算式を参照して下さい。

⑤「動荷重組合せ」コンボボックス

「方向」、「組合せ」コンボボックスで次の 4 つの組合せが可能です。

- ・ 2 方向 SRSS、3 方向 SRSS、2 方向絶対和、3 方向絶対和

- ⑥「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。
- ⑦「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③でファイルの部材剛性を使用する場合は、以下の形式でカンマで区切ってファイルを作成しておいて下さい。

③～⑱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4-3-1に示す。

- ①PID : 部材番号
- ②部材名 : 部材名称
- ③Asy : せん断面積
- ④Asz : せん断面積
- ⑤J : ねじり剛性^{注1}
- ⑥L : 最大距離
- ⑦1.5ft : 引張応力の許容値
- ⑧1.5fc : 圧縮応力の許容値
- ⑨1.5fs : せん断応力の許容値
- ⑩1.5fb : 曲げ応力の許容値
- ⑪C1 : 応力リカバリ係数(NASTRAN インプット PBAR の C1)^{注1}
- ⑫C2 : 応力リカバリ係数(NASTRAN インプット PBAR の C2)^{注1}
- ⑬D1 : 応力リカバリ係数(NASTRAN インプット PBAR の D1)^{注1}
- ⑭D2 : 応力リカバリ係数(NASTRAN インプット PBAR の D2)^{注1}
- ⑮E1 : 応力リカバリ係数(NASTRAN インプット PBAR の E1)^{注1}
- ⑯E2 : 応力リカバリ係数(NASTRAN インプット PBAR の E2)^{注1}
- ⑰F1 : 応力リカバリ係数(NASTRAN インプット PBAR の F1)^{注1}
- ⑱F2 : 応力リカバリ係数(NASTRAN インプット PBAR の F2)^{注1}

注1:入力しなければ NASTRAN アウトプットリスト中の PBAR の値を使用する。

注2:①～⑥は必ず入力して下さい。

表 4-3-1 バー要素部材剛性データ

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

入力データ:PID, 部材名, Asy, Asz, J, L, 1.5ft, 1.5fc, 1.5fs, 1.5fb

4.4 計算結果

本マクロを実行すると図 4-4-1 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部材力のシートの 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。

4.4.1 応力評価

図 4-4-1～図 4-4-8 に示す「応力評価」シートには応力評価に使用した「形状及び材料」、「NASTRAN 計算結果」、「部材力」、「応力成分」、「X、Z 地震時評価」、「Y、Z 地震時評価」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。

なお、表題欄は図 4-2-1 の入力フォームで入力したファイル及び地震荷重の組合せで異なって表示されます。

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。

NO	Element ID	Property ID	断面形状		断面二次モーメント		応力計算する座標値								せん断係数		ねじり剛性 J (cm ⁴)	最大変位 L (mm)	評価値(%)					
			A (cm ²)	Iy (cm ⁴)	Iz (cm ⁴)	C1 (cm)	C2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	E1 (cm)	E2 (cm)	F1 (cm)	F2 (cm)	Asy (cm ²)	Asz (cm ²)	1.5ft			1.5fc	1.5fb				
4	1	1	1 L50×50×8	564.4	120000	120000	-14.4	-14.4	35.8	-14.4	-8.4	35.8	-14.4	35.8	-14.4	35.8	3550	3550	6700	6	271	156	100	125
5	2	2	1 L50×50×8	564.4	120000	120000	-14.4	-14.4	35.8	-14.4	-8.4	35.8	-14.4	35.8	-14.4	35.8	3550	3550	6700	6	271	156	100	125
13	9	9	1 L50×50×8	564.4	120000	120000	-14.4	-14.4	35.8	-14.4	-8.4	35.8	-14.4	35.8	-14.4	35.8	3550	3550	6700	6	271	156	100	125
14	10	10	1 L50×50×8	564.4	120000	120000	-14.4	-14.4	35.8	-14.4	-8.4	35.8	-14.4	35.8	-14.4	35.8	3550	3550	6700	6	271	156	100	125
15	11	11	2 □100×20	2000	68000	1600000	-50	-10	50	-10	50	10	-50	10	-50	10	93000	6800	224000	20	271	156	120	135
27	23	23	1 L50×50×8	564.4	120000	120000	-14.4	-14.4	35.8	-14.4	-8.4	35.8	-14.4	35.8	-14.4	35.8	3550	3550	6700	6	271	156	100	125
28	24	30	1 L50×50×8	564.4	120000	120000	-14.4	-14.4	35.8	-14.4	-8.4	35.8	-14.4	35.8	-14.4	35.8	3550	3550	6700	6	271	156	100	125
29	25	31	2 □100×20	2000	68000	1600000	-50	-10	50	-10	50	10	-50	10	-50	10	93000	6800	224000	20	271	156	120	135
30	26	48	1 L50×50×8	564.4	120000	120000	-14.4	-14.4	35.8	-14.4	-8.4	35.8	-14.4	35.8	-14.4	35.8	3550	3550	6700	6	271	156	100	125
44	40	50	1 L50×50×8	564.4	120000	120000	-14.4	-14.4	35.8	-14.4	-8.4	35.8	-14.4	35.8	-14.4	35.8	3550	3550	6700	6	271	156	100	125
45	41	51	2 □100×20	2000	68000	1600000	-50	-10	50	-10	50	10	-50	10	-50	10	93000	6800	224000	20	271	156	120	135
51	57	73	2 □100×20	2000	68000	1600000	-50	-10	50	-10	50	10	-50	10	-50	10	93000	6800	224000	20	271	156	120	135
52	58	72	2 □100×20	2000	68000	1600000	-50	-10	50	-10	50	10	-50	10	-50	10	93000	6800	224000	20	271	156	120	135
53	59	74	2 □100×20	2000	68000	1600000	-50	-10	50	-10	50	10	-50	10	-50	10	93000	6800	224000	20	271	156	120	135
60	61	75	2 □100×20	2000	68000	1600000	-50	-10	50	-10	50	10	-50	10	-50	10	93000	6800	224000	20	271	156	120	135
66	62	76	2 □100×20	2000	68000	1600000	-50	-10	50	-10	50	10	-50	10	-50	10	93000	6800	224000	20	271	156	120	135
67	63	81	1 L50×50×8	564.4	120000	120000	-14.4	-14.4	35.8	-14.4	-8.4	35.8	-14.4	35.8	-14.4	35.8	3550	3550	6700	6	271	156	100	125
69	81	109	1 L50×50×8	564.4	120000	120000	-14.4	-14.4	35.8	-14.4	-8.4	35.8	-14.4	35.8	-14.4	35.8	3550	3550	6700	6	271	156	100	125
86	82	110	1 L50×50×8	564.4	120000	120000	-14.4	-14.4	35.8	-14.4	-8.4	35.8	-14.4	35.8	-14.4	35.8	3550	3550	6700	6	271	156	100	125
87	83	111	2 □100×20	2000	68000	1600000	-50	-10	50	-10	50	10	-50	10	-50	10	93000	6800	224000	20	271	156	120	135
121	117	153	2 □100×20	2000	68000	1600000	-50	-10	50	-10	50	10	-50	10	-50	10	93000	6800	224000	20	271	156	120	135
122	118	154	2 □100×20	2000	68000	1600000	-50	-10	50	-10	50	10	-50	10	-50	10	93000	6800	224000	20	271	156	120	135

図 4-4-1 「応力評価」シート 形状及び材料

NO	Element ID	Property ID	静荷重 (N・mm)								X 方向地震 (N・mm)							
			MzA	MyA	MzB	MyB	Fy	Fz	Axial	Torque	MzA	MyA	MzB	MyB	Fy	Fz	Axial	Torque
1	1	1	0.00E+00	7.28E-12	0.00E+00	1.84E-11	0.00E+00	-4.55E-13	-4.78E-01	-1.14E-13	0.00E+00	0.00E+00	-7.28E-11	1.47E+01	3.84E-12	-7.36E-01	0.00E+00	4.55E-13
2	2	1	-5.41E+02	-3.84E-12	-7.74E+02	3.98E+01	4.98E+00	-2.10E+00	-4.08E+01	2.93E+01	1.27E+02	1.47E+01	3.19E+02	-1.14E+03	-4.04E+00	2.44E+01	9.03E+00	-3.86E+02
9	8	1	-4.55E+03	1.10E+03	-5.18E+03	1.84E+03	1.27E+01	-4.86E+00	-1.08E+01	6.34E+01	1.74E+03	-3.69E+03	1.82E+03	-3.31E+03	-1.78E+00	-6.31E+00	5.10E+01	-2.91E+02
10	10	1	-6.55E+03	1.34E+03	-6.54E+03	1.03E+03	-5.30E-01	1.58E+01	-2.49E+02	-2.18E+02	2.62E+03	-3.31E+03	2.44E+03	2.55E+03	8.82E+00	-2.33E+02	1.08E+02	3.68E+03
11	11	2	1.03E+03	6.54E+03	6.40E+02	6.53E+03	1.56E+01	6.30E-01	-2.82E+02	-2.18E+02	2.55E+03	-2.44E+03	9.98E+02	-2.22E+03	-2.87E+02	-8.82E+00	1.08E+02	3.68E+03
23	23	1	-2.59E+03	1.04E+03	-2.95E+03	1.26E+03	7.47E+00	-4.89E+00	-3.14E+01	6.43E+01	7.22E+02	-8.05E+02	9.05E+02	-8.05E+02	-8.82E+00	1.62E+01	2.06E+00	-6.14E+02
24	30	1	-3.73E+03	1.26E+03	-3.74E+03	9.29E+02	2.58E-01	1.68E+01	-1.49E+02	-2.29E+02	8.21E+02	-8.82E+03	1.02E+03	-2.60E+03	-4.91E+00	-3.11E+02	3.18E+00	3.93E+03
25	31	2	3.29E+02	3.74E+03	5.21E+02	3.74E+03	1.63E+01	-2.58E-01	-1.82E+02	-2.29E+02	-2.60E+03	-1.02E+03	5.29E+03	-1.14E+03	-3.15E+02	4.91E+00	3.18E+00	3.93E+03
39	49	1	-3.83E+03	5.72E+02	-4.38E+03	7.02E+02	1.11E+01	-2.74E+00	-1.12E+02	3.84E+01	9.20E+01	-8.07E+03	5.98E+01	-8.85E+03	8.04E-01	1.63E+01	7.59E+00	-6.16E+02
40	50	1	-5.50E+03	7.02E+02	-5.52E+03	6.23E+02	1.08E+00	3.89E+00	-2.10E+02	-3.50E+01	1.70E+02	-8.95E+03	9.95E+01	-2.68E+03	3.52E+00	-3.08E+02	1.59E+01	3.89E+03
41	51	2	6.23E+02	5.52E+03	5.25E+02	5.55E+03	3.93E+00	-1.08E+00	-2.12E+02	-5.50E+01	-2.68E+03	-3.95E+01	5.12E+03	-1.15E+01	-3.12E+02	-3.52E+00	1.59E+01	3.89E+03
57	71	2	-2.09E-06	5.82E+03	-8.41E-06	5.82E+03	2.93E-07	1.63E+00	-2.81E+02	1.50E-04	-1.62E+04	1.18E-05	-4.19E+03	1.25E-05	-4.82E+02	-2.68E-08	2.48E-08	5.93E+03
58	72	2	-9.41E-06	5.82E+03	-1.67E-05	5.78E+03	2.93E-07	1.63E+00	-2.86E+02	1.50E-04	-4.19E+03	1.25E-05	6.09E+03	1.31E-05	-4.88E+02	-2.68E-08	2.48E-08	5.93E+03
59	73	2	1.50E-04	5.78E+03	1.41E-04	1.45E+04	2.93E-07	-2.90E+02	-1.83E+02	1.87E-05	5.39E+03	1.31E-05	2.02E+04	1.24E-05	-4.96E+02	2.48E-08	2.68E-08	-8.09E+03
61	75	2	1.32E-04	2.93E+04	1.24E-04	3.23E+04	2.93E-07	-3.00E+02	-1.83E+00	1.87E-05	3.53E+04	1.17E-05	5.06E+04	1.09E-05	-5.11E+02	2.48E-08	2.68E-08	-8.09E+03
62	76	2	1.24E-04	3.23E+04	1.15E-04	4.14E+04	2.93E-07	-3.05E+02	-1.83E+00	1.87E-05	5.06E+04	1.09E-05	6.61E+04	1.02E-05	-5.19E+02	2.48E-08	2.68E-08	-8.09E+03
63	81	1	-4.11E-05	-2.24E+02	-4.23E-05	1.84E+02	6.08E-08	-2.09E+01	-4.78E-01	2.83E+02	3.62E+02	6.65E+02	-2.58E+01	6.80E+02	1.84E+01	-7.36E-01	2.22E+01	5.81E+02
81	109	1	5.72E+02	-3.83E+03	7.02E+02	-4.38E+03	-2.74E+00	1.11E+01	-1.28E+02	-3.84E+01	8.07E+03	-3.20E+01	8.85E+03	-5.38E+01	-1.63E+01	-7.36E-01	-7.58E+00	-6.16E+02
82	110	1	7.02E+02	-5.50E+03	6.23E+02	-5.52E+03	3.93E+00	1.08E+00	-2.10E+02	5.50E+01	8.85E+03	-1.70E+02	2.68E+03	-9.95E+01	3.08E+02	-3.52E+00	-1.59E+01	3.89E+03
86	111	2	-6.23E+02	5.52E+03	-5.25E+02	5.55E+03	3.93E+00	-1.08E+00	-2.12E+02	-5.50E+01	-2.68E+03	3.95E+01	5.12E+03	-1.15E+01	-3.12E+02	3.52E+00	-1.59E+01	3.89E+03
117	153	2	2.18E+02	6.51E+03	6.82E+02	1.49E+04	-1.56E+01	-2.81E+02	-5.30E-01	2.51E+02	3.68E+03	2.00E+03	1.29E+04	5.21E+03	-3.11E+02	-1.08E+02	-8.82E+00	-1.76E+04
118	154	2	6.82E+02	1.49E+04	1.15E+03	2.22E+04	-1.56E+01	-2.86E+02	-5.30E-01	2.51E+02	1.29E+04	5.21E+03	2.24E+04	8.43E+03	-3.18E+02	-1.08E+02	-8.82E+00	-1.76E+04

図 4-4-2 「応力評価」シート NASTRAN 計算結果(1/2)

NO	Element ID	Property ID	Y 方向地震 (N・mm)								Z 方向地震 (N・mm)								
			MzA	MyA	MzB	MyB	Fy	Fz	Axial	Torque	MzA	MyA	MzB	MyB	Fy	Fz	Axial	Torque	
1	1	1	0.00E+00	-2.31E-11	1.47E+01	4.37E-11	-7.36E-01	-3.64E-12	0.00E+00	3.09E-13	-1.18E-10	0.00E+00	-1.16E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-1.12E+00	-2.27E-13	
2	2	1	3.82E+01	2.31E-11	2.69E+03	9.79E+01	-5.80E+01	-2.05E+00	1.53E+00	2.88E+01	-1.27E+03	-7.28E-12	-1.81E+03	2.03E+02	1.14E+01	-4.30E+00	-9.54E+01	6.87E+01	
9	8	1	4.53E+04	-1.55E+03	5.78E+04	-2.19E+03	-2.47E+02	1.88E+01	6.53E+00	-1.90E+02	-1.07E+04	2.59E+03	-1.21E+04	3.14E+03	2.96E+01	-1.16E+01	-3.47E+02	1.62E+02	
10	10	1	5.34E+04	-2.19E+03	6.52E+04	-4.84E+03	-2.90E+02	1.92E+02	1.34E+02	-1.85E+03	-1.53E+04	9.14E+03	-1.53E+04	2.41E+03	-1.24E+00	3.84E+01	-5.84E+02	-5.10E+02	
11	11	2	-4.84E+03	-6.52E+04	-8.15E+03	-7.29E+04	1.92E+02	2.94E+02	1.34E+02	-1.85E+03	2.41E+03	1.53E+04	1.50E+03	1.53E+04	3.84E+01	1.24E+00	-5.80E+02	-5.10E+02	
23	23	1	4.53E+04	7.25E+02	5.78E+04	5.99E+02	-2.59E+02	2.68E+00	-2.13E+02	-3.75E+01	-6.07E+03	2.49E+03	-6.30E+03	2.84E+03	1.75E+01	-1.07E+01	-2.14E+02	1.50E+02	
24	30	1	5.78E+04	5.99E+02	6.49E+04	-1.78E+03	-3.34E+02	1.18E+02	-2.14E+02	-1.85E+03	-8.79E+03	2.94E+03	-8.74E+03	2.17E+03	6.05E-01	3.82E+01	-3.49E+02	-5.95E+02	
25	31	2	-1.78E+03	-6.43E+04	-4.70E+03	-7.27E+04	1.18E+02	3.38E+02	-2.14E+02	-1.85E+03	2.17E+03	8.74E+03	1.22E+03	8.78E+03	3.82E+02	-6.05E-01	-3.55E+02	-5.95E+02	
39	49	1	5.24E+04	2.50E+03	6.62E+04	2.70E+03	-2.89E+02	-4.24E+00	-1.14E+02	5.93E+01	-8.98E+03	1.34E+03	-1.02E+04	1.64E+03	2.80E+01	-6.41E+00	-2.98E+02	8.98E+01	
40	50	1	6.72E+04	2.70E+03	7.44E+04	-8.95E+02	-3.80E+02	1.67E+02	-2.12E+02	-2.33E+03	-1.29E+04	1.84E+03	-1.29E+04	1.48E+03	2.54E+00	8.20E+00	-4.81E+02	-1.29E+02	
41	51	2	-6.35E+02	-7.44E+04	-4.80E+03	-8.34E+04	1.67E+02	3.84E+02	-4.30E+01	-2.33E+03	1.48E+03	1.29E+04	1.29E+04	1.30E+04	3.20E+00	-2.54E+00	-4.37E+02	-1.29E+02	
57	71	2	-3.10E-06	-7.70E+04	5.04E-05	-8.55E+04	-2.14E-08	3.38E+02	2.47E+02	-8.77E-04	-4.90E-06	1.37E+04	-2.20E-05	1.86E+04	6.85E-07	3.80E+00	-6.59E+02	3.51E-04	
58	72	2	5.04E-05	-8.55E+04	1.04E-04	-9.41E+04	-2.14E-08	3.48E+02	2.47E+02	-8.77E-04	-2.20E-05	1.36E+04	-3.92E-05	1.85E+04	6.85E-07	3.80E+00	-6.68E+02	3.51E-04	
59	73	2	-8.77E-04	-9.41E+04	-8.18E-04	-1.01E+05	-2.14E-08	2.47E+02	3.53E+02	-1.04E-04	3.51E-04	1.35E+04	3.30E-04	3.38E+04	6.85E-07	-6.79E+02	-3.80E+00	3.32E-05	
61	75	2	-7.49E-04	-1.09E+05	-6.85E-04	-1.18E+05	-2.14E-08	2.47E+02	3.89E+02	-1.04E-04	3.10E-04	5.45E+04	2.89E-04	7.55E+04	6.85E-07	-7.03E+02	-3.80E+00	3.32E-05	
62	76	2	-6.85E-04	-1.16E+05	-6.21E-04	-1.24E+05	-2.14E-08	2.47E+02	3.76E+02	-1.04E-04	2.89E-04	7.55E+04	2.69E-04	9.69E+04	6.85E-07	-7.15E+02	-3.80E+00	3.32E-05	
63	81	1	2.44E-04	-5.08E+02	1.47E+01	4.40E+02	-7.36E-01	-4.74E+01	-3.02E-07	6.44E+02	-9.62E-05	-5.29E+02	-9.90E-05	4.53E+02	1.42E-07	-4.88E+01	-1.12E+00	6.63E+02	
81	109	1	2.50E+03	5.24E+04	2.70E+03	6.62E+04	-4.24E+00	-2.89E+02	-1.14E+02	-5.33E+01	1.34E+03	-8.36E+03	1.64E+03	-1.02E+04	-6.41E+00	2.60E+01	-2.36E+02	-8.98E+01	
82	110	1	2.70E+03	6.72E+04	-6.35E+02	7.44E+04	1.67E+02	-3.80E+02	-4.30E+01	2.33E+03	1.64E+03	-1.29E+04	1.46E+03	-1.29E+04	3.20E+00	2.54E+00	-4.31E+02	1.29E+02	
86	111	2	6.35E+02	-7.44E+04	4.80E+03	-8.34E+04	-1.67E+02	3.84E+02	-4.30E+01	-2.33E+03	1.48E+03	1.29E+04	1.30E+04	-3.20E+00	-2.54E+00	-4.37E+02	1.29E+02		
117	153	2	1.85E+03	-8.01E+04	5.80E+03	-8.41E+04	-1.32E+02	1.34E+02	-3.09E+02	-1.15E+04	5.10E+02	1.52E+04	1.60E+03	3.35E+04	-3.84E+01	-6.10E+02	-1.24E+00	5.88E+02	
118	154	2	5.80E+03	-8.41E+04	8.75E+03	-8.80E+04	-1.32E+02	1.34E+02	-3.15E+02	-1.15E+04	5.21E+02	1.60E+03	3.35E+04	2.68E+03	5.20E+04	-3.84E+01	-6.22E+02	-1.24E+00	5.88E+02

図 4-4-3 「応力評価」シート NASTRAN 計算結果(2/2)

NO	Element ID	Property ID	X、Z地震(SRSS)、静荷重の合成(N・mm)						Y、Z地震(SRSS)、静荷重の合成(N・mm)												
			Pt	Pc	Fy	Fz	Torque	MzA	MyA	MzB	MyB	Pt	Pc	Fy	Fz	Torque	MzA	MyA	MzB	MyB	
1	1	1	0.6	-1.6	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	2	1	55.1	-136.6	17.0	27.0	421.9	1014.9	14.7	2612.4	1266.7	54.6	-136.2	62.0	7.4	103.8	1809.1	0.0	4020.4	352.1	
3	3	1	202.2	-459.4	42.3	18.5	402.6	15352.7	5564.1	17356.0	5936.7	198.5	-494.7	261.2	22.8	318.6	51677.7	4117.1	64027.0	5166.6	
4	4	1	344.1	-942.8	9.4	310.8	3932.2	22102.4	5896.7	22038.6	4539.9	949.3	-848.1	230.6	152.8	2139.4	67800.9	5166.6	73517.1	6434.3	
5	5	2	347.4	-951.4	314.8	3.4	3932.2	4539.9	10731.2	21961.5	352.6	-856.6	152.8	234.6	2139.4	6434.3	73517.1	8924.8	80673.0	8707.0	
6	6	1	122.5	-305.3	25.4	24.0	696.6	8704.1	9443.4	3905.9	10548.3	210.3	-891.1	267.2	15.7	219.4	48303.4	3570.3	80975.9	4253.3	
7	7	2	198.7	-497.6	5.2	323.6	4195.6	12512.5	10548.3	12540.8	4316.0	260.2	-856.2	934.0	140.1	1961.4	61896.0	4253.3	83599.0	8724.3	
8	8	2	203.1	-506.3	333.6	5.2	4195.6	4916.0	12540.8	5336.7	12577.1	262.8	-856.9	140.1	338.0	1961.4	3724.3	63539.0	5376.8	7691.4	
9	9	1	169.4	-422.2	37.1	20.3	681.1	12784.4	8755.3	14546.1	3702.0	190.6	-443.4	301.4	10.4	146.0	57010.8	3406.3	71291.9	3863.0	
10	10	1	281.5	-701.3	5.4	312.4	3950.3	18376.2	3702.0	18447.3	3677.2	293.1	-702.3	961.0	171.0	2393.3	73876.8	3863.0	80969.0	2214.7	
11	11	2	235.0	-709.9	316.4	5.4	3950.3	3677.2	18447.3	5795.3	18538.0	286.6	-711.5	171.0	965.0	2393.3	2214.7	80969.0	5484.2	90004.1	
12	12	2	376.3	-939.5	482.1	5.4	5392.8	16182.2	19577.0	4123.0	19441.3	421.7	-894.3	0.0	840.3	0.0	0.0	84051.4	0.0	92358.3	
13	13	2	382.6	-953.6	488.6	5.4	5392.8	4123.0	19441.3	8087.3	19305.6	426.8	-897.8	0.0	847.4	0.0	0.0	92358.3	0.0	100850.4	
14	14	2	2.2	-5.4	495.8	969.2	8087.3	5392.8	19305.6	20225.4	351.3	-854.6	0.0	1012.7	0.0	0.0	100850.4	0.0	121444.7	0.0	
15	15	2	2.2	-5.4	511.4	1003.0	8087.3	35292.4	77801.4	50592.3	107808.6	366.8	-870.2	0.0	1045.2	0.0	0.0	140504.1	0.0	170923.7	0.0
16	16	2	2.2	-5.4	519.2	1018.9	8087.3	50592.3	107808.6	66125.7	138322.3	374.7	-878.0	0.0	1061.4	0.0	0.0	170923.7	0.0	198517.0	0.0
17	17	1	21.7	-22.7	19.4	68.7	1164.4	361.5	1069.5	25.8	1010.4	0.6	-1.8	0.7	88.3	1207.0	0.0	952.8	14.7	825.2	
18	18	1	169.4	-422.2	20.3	37.1	681.1	8755.3	12784.4	3702.0	14546.1	190.6	-443.4	10.4	301.4	146.0	3406.3	57010.8	3863.0	71291.9	
19	19	1	281.5	-701.3	312.4	5.4	3950.3	3677.2	18447.3	5795.3	18538.0	286.6	-711.5	171.0	961.0	2393.3	3863.0	73876.8	2214.7	80969.0	
20	20	2	376.3	-939.5	316.4	5.4	3950.3	3677.2	18447.3	5795.3	18538.0	286.6	-711.5	171.0	965.0	2393.3	2214.7	80969.0	5484.2	90004.1	
21	21	2	8.4	-8.4	328.3	860.7	17827.8	3932.2	21887.4	13726.8	48159.3	307.2	-808.2	152.8	885.7	11722.3	2139.4	88021.4	6896.5	104768.0	
22	22	2	8.4	-8.4	336.1	897.4	17827.8	13726.8	48159.3	23792.5	74925.1	315.0	-816.0	152.8	902.4	11722.3	6896.5	104768.0	11257.6	124486.0	

図 4-4-4 「応力評価」シート 部材力

NO	Element ID	Property ID	X、Z地震時(MPa)												
			Pt/A	Pc/A	Fy/Asy	Fz/Asz	T x L/J	曲げ応力_A1 MyA/ly x D2 + MzA/lz x D1	曲げ応力_A2 MyA/ly x D2 + MzA/lz x D1	曲げ応力_A3 MyA/ly x F2 + MzA/lz x E1	曲げ応力_A4 MyA/ly x F2 + MzA/lz x F1	曲げ応力_B1 MyB/ly x D2 + MzB/lz x D1	曲げ応力_B2 MyB/ly x D2 + MzB/lz x D1	曲げ応力_B3 MyB/ly x E2 + MzB/lz x E1	曲げ応力_B4 MyB/ly x F2 + MzB/lz x F1
1	1	1	0.001	-0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.004	0.004
2	2	1	0.098	-0.242	0.005	0.008	0.374	0.209	0.514	0.125	0.212	0.443	0.893	0.532	0.656
3	3	1	0.358	-0.893	0.012	0.005	0.357	2.390	4.974	2.596	3.327	2.658	5.578	2.829	3.650
4	4	1	0.610	-1.493	0.003	0.008	3.490	3.200	6.919	3.140	4.192	3.038	6.746	2.752	3.801
5	5	2	0.174	-0.426	0.009	0.001	0.351	3.446	3.446	3.446	3.446	3.621	3.621	3.621	3.621
6	6	1	0.217	-0.541	0.007	0.007	0.618	2.074	3.539	3.248	3.663	2.938	4.004	3.641	4.112
7	7	1	0.354	-0.892	0.001	0.039	3.724	2.636	4.741	3.814	4.410	1.926	4.038	2.055	2.658
8	8	2	0.102	-0.253	0.010	0.001	0.375	2.013	2.013	2.013	2.013	2.067	2.067	2.067	2.067
9	9	1	0.300	-0.740	0.010	0.006	0.567	2.462	4.613	3.328	3.935	2.771	5.219	3.711	4.404
10	10	1	0.499	-1.242	0.002	0.008	3.507	3.209	6.301	3.866	4.841	2.529	5.633	2.269	3.147
11	11	2	0.142	-0.355	0.010	0.001	0.353	2.881	2.881	2.881	2.881	2.958	2.958	2.958	2.958
12	12	2	0.188	-0.470	0.014	0.001	0.482	3.427	3.427	3.427	3.427	3.043	3.043	3.043	3.043
13	13	2	0.191	-0.477	0.015	0.001	0.482	3.043	3.043	3.043	3.043	3.142	3.142	3.142	3.142
14	14	2	0.001	-0.003	0.015	0.148	0.722	3.061	3.061	3.061	3.061	7.862	7.862	7.862	7.862
15	15	2	0.001	-0.003	0.015	0.151	0.722	12.745	12.745	12.745	12.745	17.711	17.711	17.711	17.711
16	16	2	0.001	-0.003	0.016	0.153	0.722	17.711	17.711	17.711	17.711	22.761	22.761	22.761	22.761
17	17	1	0.038	-0.040	0.005	0.020	1.034	0.164	0.224	0.326	0.343	0.118	0.123	0.297	0.298
18	18	1	0.300	-0.740	0.006	0.010	0.587	2.462	3.935	4.198	4.613	2.771	4.404	4.757	5.219
19	19	1	0.499	-1.242	0.008	0.002	3.507	3.209	4.841	5.839	6.301	2.529	3.147	5.467	5.839
20	20	2	0.142	-0.355	0.010	0.001	0.353	2.881	2.881	2.881	2.881	2.958	2.958	2.958	2.958
21	117	153	2	0.004	-0.005	0.010	0.132	1.592	3.405	3.405	3.405	7.644	7.644	7.644	7.644
22	118	154	2	0.004	-0.005	0.010	0.135	1.592	7.644	7.644	7.644	11.965	11.965	11.965	11.965

図 4-4-5 「応力評価」シート X、Z地震時成分応力(1/2)

〇全列			応力															
			Y、Z地震時(MPa)															
N0	Element ID	Property ID	Pt/A	Pc/A	Fy/Asy	Fz/Asz	T x L/J	曲げ応力_A1 MyA/Iy x D2+ MzA/Iz x D1	曲げ応力_A2 MyA/Iy x D2+ MzA/Iz x D1	曲げ応力_A3 MyA/Iy x E2+ MzA/Iz x E1	曲げ応力_A4 MyA/Iy x F2+ MzA/Iz x F1	曲げ応力_B1 MyB/Iy x D2+ MzB/Iz x D1	曲げ応力_B2 MyB/Iy x D2+ MzB/Iz x D1	曲げ応力_B3 MyB/Iy x E2+ MzB/Iz x E1	曲げ応力_B4 MyB/Iy x F2+ MzB/Iz x F1			
1	1	1	0.001	-0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.002		
2	2	1	0.097	-0.241	0.017	0.002	0.082	0.207	0.511	0.121	0.207	0.500	1.178	0.388	0.558			
3	9	1	0.362	-0.877	0.074	0.006	0.284	6.377	15.072	4.608	7.068	7.908	18.681	5.728	8.777			
4	10	1	0.819	-1.503	0.082	0.043	1.899	8.351	19.775	5.986	9.220	9.137	21.507	6.719	10.220			
5	11	11	2	0.178	-0.428	0.005	0.044	0.191	11.232	11.232	11.232	11.232	12.382	12.382	12.382			
6	23	29	1	0.373	-0.696	0.075	0.004	0.195	5.928	14.058	4.229	6.529	7.455	17.714	5.287	8.171		
7	24	30	1	0.461	-0.989	0.084	0.039	1.741	7.570	18.000	5.334	9.286	8.266	19.808	5.626	8.882		
8	25	31	2	0.181	-0.283	0.004	0.051	0.175	10.412	10.412	10.412	10.412	11.721	11.721	11.721	11.721		
9	39	49	1	0.338	-0.786	0.085	0.003	0.130	6.905	16.497	4.763	7.478	8.589	20.584	5.844	8.239		
10	40	50	1	0.502	-1.245	0.102	0.048	2.124	8.885	21.315	6.017	9.534	8.509	23.136	6.025	8.882		
11	41	51	2	0.143	-0.356	0.005	0.055	0.214	12.227	12.227	12.227	12.227	13.679	13.679	13.679	13.679		
12	57	71	2	0.211	-0.492	0.000	0.051	0.000	12.620	12.620	12.620	12.620	13.868	13.868	13.868	13.868		
13	58	72	2	0.213	-0.499	0.000	0.052	0.000	13.868	13.868	13.868	13.868	15.143	15.143	15.143	15.143		
14	59	73	2	0.178	-0.177	0.000	0.152	0.000	15.143	15.143	15.143	15.143	18.235	18.235	18.235	18.235		
15	81	75	2	0.183	-0.185	0.000	0.157	0.000	21.780	21.780	21.780	21.780	25.664	25.664	25.664	25.664		
16	82	76	2	0.187	-0.189	0.000	0.159	0.000	25.664	25.664	25.664	25.664	29.807	29.807	29.807	29.807		
17	83	81	1	0.001	-0.003	0.000	0.025	1.071	0.109	0.109	0.269	0.269	0.098	0.098	0.234	0.235		
18	81	109	1	0.338	-0.786	0.085	0.085	0.130	6.905	7.478	16.335	16.487	8.589	9.239	20.400	20.584		
19	82	110	1	0.502	-1.245	0.048	0.102	2.124	8.885	6.534	21.131	21.315	8.509	9.882	23.030	23.136		
20	83	111	2	0.143	-0.356	0.005	0.055	0.214	12.227	12.227	12.227	12.227	13.679	13.679	13.679	13.679		
21	117	153	2	0.154	-0.154	0.005	0.133	1.047	13.281	13.281	13.281	13.281	15.933	15.933	15.933	15.933		
22	118	154	2	0.157	-0.158	0.005	0.135	1.047	15.933	15.933	15.933	15.933	19.032	19.032	19.032	19.032		

図 4-4-6 「応力評価」シート Y、Z 地震時成分応力(2/2)

Figure 4-4-7 shows a screenshot of an Excel spreadsheet titled "2方向 静荷重1ケース SRSS組合せ せん断SRSS.xlsx". The spreadsheet displays stress evaluation results for X and Z earthquakes. The columns include Element ID, Property ID, and various stress components such as axial stress (軸応力), bending stress (曲げ応力), and shear stress (せん断応力). The data is organized into multiple sections for different stress types and directions.

図 4-4-7 「応力評価」シート X、Z地震評価

Figure 4-4-8 shows a screenshot of an Excel spreadsheet titled "2方向 静荷重1ケース SRSS組合せ せん断SRSS.xlsx". The spreadsheet displays stress evaluation results for Y and Z earthquakes. The columns include Element ID, Property ID, and various stress components such as axial stress (軸応力), bending stress (曲げ応力), and shear stress (せん断応力). The data is organized into multiple sections for different stress types and directions.

図 4-4-8 「応力評価」シート Y、Z地震評価

4.4.2 最大値

図 4-4-9 に示す「応力評価」シートの最下段に部材力の絶対値での最大値、応力等の最大値とその要素番号が表示されます。部材が複数ある場合は各部材での最大値も表示されます。

なお、全要素の結果が出力されますが最大値行以外は非表示となります。ただし、最大値行の前後と最初と最後の 2 行は表示されます。

NO	Element ID	Property ID	Y、Z地震時評価値(MPa)																		
			軸応力(引張)			軸応力(圧縮)			せん断応力			曲げ応力_A			曲げ応力_B			組合せ応力_A		組合せ応力_B	
			発生応力	許容応力	裕度	発生応力	許容応力	裕度	発生応力	許容応力	裕度	発生応力	許容応力	裕度	発生応力	許容応力	裕度	軸+曲げ+せん断	裕度	軸+曲げ+せん断	裕度
10	10	1	0.618	271	0.00228	1.503	156	0.00963	1.801	100	0.01801	18.775	125	0.15820	21.507	125	0.17205	21.531	0.07845	23.244	0.08577
11	11	2	0.178	271	0.00065	0.428	156	0.00275	0.186	120	0.00183	11.232	135	0.08920	12.382	135	0.09172	11.868	0.04305	12.815	0.04729
23	23	1	0.373	271	0.00137	0.898	156	0.00446	0.209	100	0.00209	14.056	125	0.11245	17.714	125	0.14171	14.757	0.05445	18.414	0.06795
24	30	1	0.461	271	0.00170	0.389	156	0.00534	1.744	100	0.01744	18.000	125	0.14400	18.808	125	0.15946	19.227	0.07895	21.015	0.07755
25	31	2	0.131	271	0.00046	0.293	156	0.00181	0.182	120	0.00152	10.412	135	0.07713	11.721	135	0.08682	10.700	0.03948	12.008	0.04431
38	49	1	0.338	271	0.00125	0.788	156	0.00504	0.155	100	0.00155	16.497	125	0.13198	20.584	125	0.16467	17.205	0.06378	21.371	0.07386
40	50	1	0.502	271	0.00185	1.245	156	0.00798	2.127	100	0.02127	21.315	125	0.17052	23.136	125	0.18508	22.859	0.08435	24.858	0.08039
41	51	2	0.143	271	0.00053	0.356	156	0.00228	0.221	120	0.00184	12.227	135	0.09057	13.679	135	0.10133	12.583	0.04645	14.040	0.05181
57	71	2	0.211	271	0.00078	0.432	156	0.00315	0.051	120	0.00043	12.620	135	0.09349	13.858	135	0.10272	13.113	0.04839	14.380	0.05299
58	72	2	0.219	271	0.00079	0.499	156	0.00320	0.052	120	0.00043	13.888	135	0.10272	15.143	135	0.11217	14.367	0.05301	15.642	0.05772
59	73	2	0.178	271	0.00065	0.177	156	0.00114	0.152	120	0.00127	15.143	135	0.11217	18.235	135	0.13507	15.322	0.05654	18.414	0.06795
61	75	2	0.183	271	0.00068	0.185	156	0.00119	0.157	120	0.00131	21.780	135	0.16133	25.864	135	0.19011	21.967	0.08106	26.851	0.08533
62	76	2	0.187	271	0.00069	0.189	156	0.00121	0.159	120	0.00133	25.664	135	0.19011	29.807	135	0.22080	25.855	0.09540	29.398	0.11083
63	81	1	0.001	271	0.00000	0.003	156	0.00002	1.072	100	0.01072	0.269	125	0.00215	0.235	125	0.00188	1.876	0.00692	1.871	0.00690
81	109	1	0.338	271	0.00125	0.788	156	0.00504	0.155	100	0.00155	16.497	125	0.13198	20.584	125	0.16467	17.205	0.06378	21.371	0.07386
82	110	1	0.502	271	0.00185	1.245	156	0.00798	2.127	100	0.02127	21.315	125	0.17052	23.136	125	0.18508	22.859	0.08435	24.858	0.08039
88	111	2	0.143	271	0.00053	0.356	156	0.00228	0.221	120	0.00184	12.227	135	0.09057	13.679	135	0.10133	12.583	0.04645	14.040	0.05181
117	153	2	0.154	271	0.00057	0.154	156	0.00099	1.055	120	0.00878	13.281	135	0.08838	15.933	135	0.11802	13.559	0.05003	16.190	0.05974
118	154	2	0.157	271	0.00058	0.158	156	0.00101	1.055	120	0.00880	15.933	135	0.11802	19.032	135	0.14098	16.194	0.05378	19.277	0.07713
最大値	Element ID	全体	0.618		0.00228	1.503		0.00963	2.127		0.02127	25.664		0.19011	29.807		0.22080	25.855	0.09540	29.398	0.11083
最大値	Element ID	10		10		10		10	50		50	76		76	76		76	76	76	76	76
最大値	Element ID	1	0.618		0.00228	1.503		0.00963	2.127		0.02127	21.315		0.17052	23.136		0.18508	22.859	0.08435	24.858	0.08039
最大値	Element ID	10		10		10		10	50		50	110		110	110		110	110	110	110	110
最大値	Element ID	2	0.213		0.00079	0.499		0.00320	1.055		0.00880	25.664		0.19011	29.807		0.22080	25.855	0.09540	29.398	0.11083
最大値	Element ID	72		72		72		72	154		154	76		76	76		76	76	76	76	76

図 4-4-9 「応力評価」シート 最大値

4.4.3 単位荷重部材力

図 4-4-10～図 4-4-13 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部材力はファイル毎にシートが作成されます。

Figure 4-4-10 shows an Excel spreadsheet titled "X方向地震" (X-direction earthquake). The spreadsheet contains a table with columns for ID, PID, and various force components (Mz, My, Fy, Fz, Fx, Mx) under "END-A" and "END-B" headings. The data is organized in a grid format with multiple rows and columns.

図 4-4-10 「X方向地震」シート

Figure 4-4-11 shows an Excel spreadsheet titled "Y方向地震" (Y-direction earthquake). The spreadsheet contains a table with columns for ID, PID, and various force components (Mz, My, Fy, Fz, Fx, Mx) under "END-A" and "END-B" headings. The data is organized in a grid format with multiple rows and columns.

図 4-4-11 「Y方向地震」シート

ZE-PonBbDe Ver. 0.1 NASTRAN パー要素地震荷重による応力計算BタイプExcel マクロ使用説明書

Figure 4-4-12 shows a screenshot of an Excel spreadsheet titled "Z方向地震" (Z-direction earthquake). The spreadsheet displays a table of results for various elements (ID 1 to 34) and nodes (PID 1 to 34). The table is organized into columns for different force components: Mz, My, Fy, Fz, Fx, and Mx. The data is presented for two different directions, labeled "END-A" and "END-B". The values are numerical, representing force components in scientific notation. The spreadsheet interface includes standard Excel menus and toolbars.

図 4-4-12 「Z方向地震」シート

Figure 4-4-13 shows a screenshot of an Excel spreadsheet titled "荷重1" (Load 1). The spreadsheet displays a table of results for various elements (ID 1 to 34) and nodes (PID 1 to 34). The table is organized into columns for different force components: Mz, My, Fy, Fz, Fx, and Mx. The data is presented for two different directions, labeled "END-A" and "END-B". The values are numerical, representing force components in scientific notation. The spreadsheet interface includes standard Excel menus and toolbars.

図 4-4-13 「荷重1」シート

4.4.4 セル計算式

「応力評価」シート中の「NO」、「Element ID」、「Property 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 形状及び材料

「部材特性」シートから Property ID で各要素の部材特性を参照します。

=VLOOKUP(RC3, メイン!R4C1:R5C21, 2, FALSE)

② NASTRAN 計算結果 静荷重

「荷重 1」～「荷重 n」シートから各要素の部材力の総和を求めます。以下は荷重 1 のファイルがある場合の例です。

=荷重 1!RC[-21]

③ NASTRAN 計算結果 動荷重

「X 方向地震」、「Y 方向地震」、「Z 方向地震」シートから各要素の部材力を参照します。

=X 方向地震!RC[-29]

④ 部材力

NASTRAN 計算結果から各要素の部材力の合計を求めます。式は荷重の組合せにより異なります。以下は引張荷重の式の例です。

=IF(SQRT(RC[-18]^2+RC[-2]^2)+RC[-26]> 0, SQRT(RC[-18]^2+RC[-2]^2)+RC[-26], 0)

⑤ 成分応力

組合せた部材力と部材剛性より各成分の応力を求めます。

=RC[-18]/RC[-69]

⑥ 評価

発生応力と許容値を参照し、裕度を求めます。

発生応力 :=RC[-26]

許容値 :=IF(RC[-81]=0, "", RC[-81])

裕度 :=IF(RC[-1]="", "", RC[-2]/RC[-1])

⑦最大値

全体と部材毎の最大値とその要素番号を求めます。部材毎は「応力評価」シートの「Propaty ID」列の番号が連続していても構いません。

- 全体 最大値

=IF(COUNT(R[-118]C:R[-1]C)=0, "", IF(MAX(R[-118]C:R[-1]C)>ABS(MIN(R[-118]C:R[-1]C))), MAX(R[-118]C:R[-1]C), MIN(R[-118]C:R[-1]C))

- 全体 Element ID

=IF(COUNT(R[-119]C:R[-2]C)=0, "", LOOKUP(MATCH(R[-1]C, R[-119]C:R[-2]C, 0), R[-119]C1:R[-2]C1, R[-119]C2:R[-2]C2))

- 部材毎 最大値

=IF(COUNT(R[-120]C:R[-111]C, R[-106]C:R[-97]C, R[-90]C:R[-81]C, R[-74]C:R[-65]C, R[-58]C:R[-39]C, R[-32]C:R[-23]C, R[-16]C:R[-7]C)=0, "", IF(MAX(R[-120]C:R[-111]C, R[-106]C:R[-97]C, R[-90]C:R[-81]C, R[-74]C:R[-65]C, R[-58]C:R[-39]C, R[-32]C:R[-23]C, R[-16]C:R[-7]C)>ABS(MIN(R[-120]C:R[-111]C, R[-106]C:R[-97]C, R[-90]C:R[-81]C, R[-74]C:R[-65]C, R[-58]C:R[-39]C, R[-32]C:R[-23]C, R[-16]C:R[-7]C))), MAX(R[-120]C:R[-111]C, R[-106]C:R[-97]C, R[-90]C:R[-81]C, R[-74]C:R[-65]C, R[-58]C:R[-39]C, R[-32]C:R[-23]C, R[-16]C:R[-7]C), MIN(R[-120]C:R[-111]C, R[-106]C:R[-97]C, R[-90]C:R[-81]C, R[-74]C:R[-65]C, R[-58]C:R[-39]C, R[-32]C:R[-23]C, R[-16]C:R[-7]C))

- 部材毎 Element ID

=IF(COUNT(R[-121]C:R[-112]C, R[-107]C:R[-98]C, R[-91]C:R[-82]C, R[-75]C:R[-66]C, R[-59]C:R[-40]C, R[-33]C:R[-24]C, R[-17]C:R[-8]C)=0, "", LOOKUP(MATCH(R[-1]C, (R[-121]C:R[-4]C), 0), R[-121]C1:R[-4]C1, R[-121]C2:R[-4]C2))