

ZW-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

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	0.1	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 計算例	11
4.5 計算結果 CSV ファイル	46

参考資料

①ZE-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

②ZE-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

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

ZW-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.pdf

②マクロファイル

ZW-PonBbDe_Ver. 0.1.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_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 Word 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}を行った応力計算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。

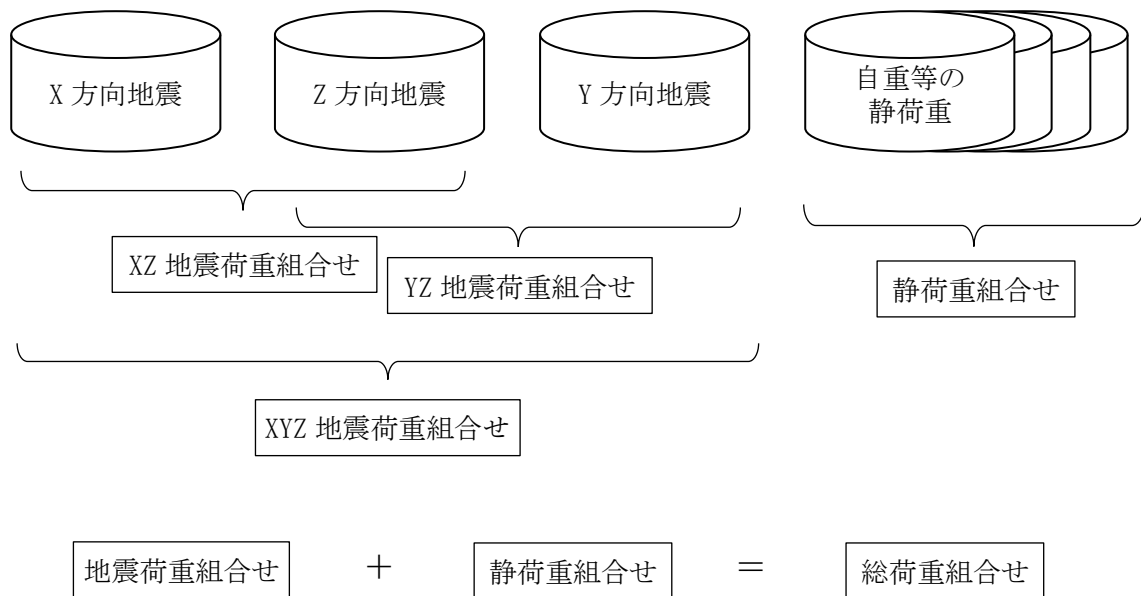
注 1: 動解析としているが重力加速度を与えた静解析計算結果を使用してもよい。

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

任意数の絶対値組合せ固定

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^注, 1.5fc^注, 1.5fs^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。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、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 バー要素地震荷重による応力計算Bタイプ Word マクロ ZW-PonBbDe Ver.0.1 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「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。

④「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。

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「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。

⑦「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。

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 部材剛性データ

4.2 項③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。

③～⑱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^注, 1.5fc^注, 1.5fs^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 4-4-5-5 に静荷重を 1 ケースで地震荷重の全組合せを示す。地震方向組合せが 2 方向の場合は XZ 地震と YZ 地震が出力されるが XZ 地震のみ添付し YZ 地震については省略した。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 2 ケースと無しの計算例を表 4-4-6-1 と表 4-4-7-1 に示す。引張応力のみ添付して他の応力については省略した。表 4-4-1～表 4-4-7-1 に示すせん断応力は SRSS 組合せのケースのため、絶対和組合せのケースを表 4-4-8-1 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	地震方向 組合せ	動荷重 組合せ	せん断 応力 組合せ	引張応力 表番号	圧縮応力 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
1 ケース	2 方向	SRSS	SRSS	表 4-4-2-1	表 4-4-2-2	表 4-4-2-3	表 4-4-2-4	表 4-4-2-5
	3 方向	SRSS	SRSS	表 4-4-3-1	表 4-4-3-2	表 4-4-3-3	表 4-4-3-4	表 4-4-3-5
	2 方向	絶対和	SRSS	表 4-4-4-1	表 4-4-4-2	表 4-4-4-3	表 4-4-4-4	表 4-4-4-5
	3 方向	絶対和	SRSS	表 4-4-5-1	表 4-4-5-2	表 4-4-5-3	表 4-4-5-4	表 4-4-5-5
2 ケース	2 方向	SRSS	SRSS	表 4-4-6-1	—	—	—	—
無し	2 方向	SRSS	SRSS	表 4-4-7-1	—	—	—	—
2 ケース	2 方向	SRSS	絶対和	—	—	表 4-4-8-1	—	—

表 4-4-2-1 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース 引張応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **X Z 地震**

Element ID: **10**

引張応力

処理したデータ

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**

静荷重 1

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

静荷重+動荷重
組合せ荷重

X 方向地震荷重

Z 方向地震荷重

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

$\sigma_t = F_x / A$

$= 3.440521E+02 / 564.4$

$= 0.60958912 = 1 \text{ MPa}$

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
0 **** LOAD - 1 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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
10     2.615919E+03 -3.305196E+03  2.439515E+03  2.554479E+03  8.820197E+00 -2.929837E+02  1.078100E+02  3.679296E+03
1 *** TEST ELASS CBAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 3 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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
10     -1.532966E+04  3.136266E+03 -1.530487E+04  2.408297E+03 -1.239499E+00  3.639842E+01 -5.835628E+02 -5.095779E+02
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 4 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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
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 4-4-2-2 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース 圧縮応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **X Z 地震**

Element ID: **10**

圧縮応力

処理したデータ

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

静荷重 1

$F_x = -2.493858E+02$

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

$\sigma_c = F_x / A$

$= |-8.428237E+02| / 564.4$

$= 1.49330917 = 2 \text{ MPa}$

静荷重+動荷重組合せ荷重

$1.078100E+02$ (X 方向地震荷重)

$(-5.835628E+02)$ (Z 方向地震荷重)

$= -8.428237E+02$

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
0 **** LOAD - 1 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEMEN 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
10 2.615919E+03 -3.305196E+03 2.439515E+03 2.554479E+03 8.820197E+00 -2.929837E+02 1.078100E+02 3.679296E+03
1 *** TEST ELASS CBAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 3 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEMEN BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE
10 -1.532966E+04 3.136266E+03 -1.530487E+04 2.408297E+03 -1.239499E+00 3.639842E+01 -5.835628E+02 -5.095779E+02
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 4 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEMEN BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 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 4-4-2-3 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース せん断応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **X Z 地震**

Element ID: **30**

せん断応力

処理したデータ

最大応力 全要素

No: 24

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

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

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

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

Asy = 3550 mm²

Asz = 3550 mm²

J = 6760 mm⁴

L = 6 mm

X 方向地震荷重

Z 方向地震荷重

静荷重+動荷重 組合せ荷重

$$\tau = \sqrt{(F_y / Asy)^2 + (F_z / Asz)^2 + (M_x \times L / J)^2}$$

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

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

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 - 1 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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 TORQUE
30 9.208183E+02 -8.816027E+03 1.019086E+03 -2.597014E+03 -4.913400E+00 -3.109507E+02 3.180417E+00 3.930833E+03
1 *** TEST ELASS CBAR ****                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 3 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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 TORQUE
30 -8.732351E+03 2.938080E+03 -8.744444E+03 2.174116E+03 6.046395E-01 3.819818E+01 -3.486232E+02 -5.347745E+02
1 *** TEST ELASS BAR ****                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 4 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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 TORQUE
30 -3.731774E+03 1.255590E+03 -3.736942E+03 9.291094E+02 2.583929E-01 1.632401E+01 -1.489843E+02 -2.285361E+02
    
```

表 4-4-2-4 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース 曲げ応力

地震荷重の組合せ

要素番号: X Z 地震
Element ID: 76

処理したデータ: 最大応力 全要素 No: 62

曲げモーメントの端点名: 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

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

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

$I_y = 66600 \text{ mm}^3$
 $I_z = 1660000 \text{ mm}^3$

X 方向地震荷重: $6.612568E+04$
 Z 方向地震荷重: $2.687021E-04$

C1 = -50 mm C2 = -10 mm D1 = 50 mm D2 = -10 mm
 E1 = 50 mm E2 = 10 mm F1 = -50 mm F2 = 10 mm

$Y_i = C1, D1, E1, F1$ (バー断面 Y 座標値の絶対値)
 $Z_i = C2, D2, E2, F2$ (バー断面 Z 座標値の絶対値)

$\sigma b_i = My / I_y \times Z_i + Mz / I_z \times Y_i$

$\sigma b_1 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084546$
 $\sigma b_2 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084546$
 $\sigma b_3 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084546$
 $\sigma b_4 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084546$

$\sigma b = \max(22.76084546, 22.76084546, 22.76084546, 22.76084546)$
 = 22.76084546 = 23 MPa

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 - 1 ****
0
X 方向地震荷重
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEMEN BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL
ID.      PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE TORQUE
76      5.059230E+04 1.091680E-05 6.612568E+04 1.017620E-05 -5.192194E+02 2.47549E-08 2.681978E-08 -8.087261E+03
1
*** TEST ELASS CBAR ****                                APRIL  7, 2021  MSC Nastran  9/11/18  PAGE   15
**** LOAD - 3 ****
0
Z 方向地震荷重
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEMEN BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL
ID.      PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE TORQUE
76      2.892003E-04 7.553060E+04 2.687021E-04 9.690841E+04 6.851722E-07 -7.145755E+02 -3.802826E+00 3.915857E-05
1
*** TEST ELASS BAR ****                                APRIL  7, 2021  MSC Nastran  9/11/18  PAGE   15
**** LOAD - 4 ****
0
静荷重 1
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEMEN BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL
ID.      PLANE 1 PLANE 2 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
    
```

表 4-4-2-5(1/3) 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース 組合せ応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **X Z 地震**

Element ID: **76**

引張応力

処理したデータ

最大応力 全要素

No: 62

曲げモーメントの端点名 **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

$F_x = -1.625139E+00 + \sqrt{2.681978E-08^2 + (-3.802826E+00)^2} = 2.177687E+00$

引張応力

$A = 2000 \text{ mm}^2$

$\sigma_t = F_x / A$

$= 2.177687E+00 / 2000$

$= 0.00108884 = 1 \text{ MPa}$

静荷重+動荷重 組合せ荷重

X 方向地震荷重

Z 方向地震荷重

圧縮応力

静荷重 1

$F_x = -1.625139E+00 - \sqrt{2.681978E-08^2 + (-3.802826E+00)^2} = -5.427965E+00$

圧縮応力

$A = 2000 \text{ mm}^2$

$\sigma_c = F_x / A$

$= |-5.427965E+00| / 2000$

$= 0.00271398 = 1 \text{ MPa}$

整数値に切り上げ

静荷重+動荷重 組合せ荷重

X 方向地震荷重

Z 方向地震荷重

せん断応力

静荷重 1

$F_y = |2.928077E-07| + \sqrt{-5.192194E+02^2 + 6.851722E-07^2} = 5.192194E+02$

$F_z = |-3.053742E+02| + \sqrt{2.475549E-08^2 + (-7.145755E+02)^2} = 1.019950E+03$

$M_x = |1.673444E-05| + \sqrt{-8.087261E+03^2 + 3.915857E-05^2} = 8.087261E+03$

せん断応力

$A_{sy} = 33300 \text{ mm}^2$

$A_{sz} = 6660 \text{ mm}^2$

$J = 224000 \text{ mm}^4$

$L = 20 \text{ mm}$

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

$= \sqrt{(5.192194E+02/33300)^2 + (1.019950E+03/6660)^2 + (8.087261E+03 \times 20 / 224000)^2}$

$= 0.73830326 = 1 \text{ MPa}$

整数値に切り上げ

静荷重+動荷重 組合せ荷重

X 方向地震荷重

Z 方向地震荷重

表 4-4-2-5(2/3) 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース 組合せ応力

静荷重 1

曲げ応力

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

静荷重+動荷重
組合せ荷重

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

X 方向地震荷重

Z 方向地震荷重

$I_y = 66600 \text{ mm}^3$
 $I_z = 1660000 \text{ mm}^3$
 $C1 = -50 \text{ mm}$ $C2 = -10 \text{ mm}$ $D1 = 50 \text{ mm}$ $D2 = -10 \text{ mm}$
 $E1 = 50 \text{ mm}$ $E2 = 10 \text{ mm}$ $F1 = -50 \text{ mm}$ $F2 = 10 \text{ mm}$
 $Y_i = C1, D1, E1, F1$ (パ一断面 Y 座標値の絶対値)
 $Z_i = C2, D2, E2, F2$ (パ一断面 Z 座標値の絶対値)
 $\sigma b_i = M_y / I_y \times Z_i + M_z / I_z \times Y_i$
 $\sigma b_1 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084546$
 $\sigma b_2 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084546$
 $\sigma b_3 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084546$
 $\sigma b_4 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084546$
 $\sigma b = \max(22.76084546, 22.76084546, 22.76084546, 22.76084546)$
 $= 22.76084546 = 23 \text{ MPa}$

組合せ応力

整数値に切り上げ

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

$$= \sqrt{(\max(1.088844E-03, 2.713983E-03) + 2.276085E+01)^2 + 3 \times 7.383033E-01^2}$$

整数値に切り上げ

$$= 22.79944985 = 23 \text{ MPa}$$

表 4-4-2-5(3/3) 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 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 - 1 ****									
X 方向地震荷重									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT		FORCES		IN BAR ELEMENTS (C BAR)		- SHEAR -		AXIAL
	PLANE 1	PLANE 2	END-A	END-B	BEND-MOMENT	END-B	PLANE 1	PLANE 2	FORCE TORQUE
76	5.059230E+04	1.091680E-05			6.612568E+04	1.017620E-05	-5.192194E+02	2.475549E-08	2.681978E-08 -8.087261E+03
1 *** TEST ELASS CBAR **** APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
**** LOAD - 3 ****									
Z 方向地震荷重									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT		FORCES		IN BAR ELEMENTS (C BAR)		- SHEAR -		AXIAL
	PLANE 1	PLANE 2	END-A	END-B	BEND-MOMENT	END-B	PLANE 1	PLANE 2	FORCE TORQUE
76	2.892003E-04	7.553060E+04			2.687021E-04	9.690841E+04	6.851722E-07	-7.145755E+02	-3.802826E+00 3.915857E-06
1 *** TEST ELASS BAR **** APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
**** LOAD - 4 ****									
静荷重 1									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT		FORCES		IN BAR ELEMENTS (C BAR)		- SHEAR -		AXIAL
	PLANE 1	PLANE 2	END-A	END-B	BEND-MOMENT	END-B	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

表 4-4-3-1 3 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース 引張応力

地震荷重の組合せ

要素番号

処理したデータ

計算に使用した部材剛性の部材名称

静荷重+動荷重 組合せ荷重

引張応力

部材名:L50×50×6

最大応力 全要素

XYZ地震

Element ID: 10 No: 10

静荷重 1

$$F_x = -2.493858E+02 + \sqrt{1.078100E+02^2 + 1.337424E+02^2 + (-5.835628E+02)^2} = 3.589361E+02$$

A = 564.4 mm²

$\sigma_t = F_x / A$

= 3.589361E+02 / 564.4

= 0.63596054 = 1 MPa

X 方向地震荷重 Y 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

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 - 1 ****
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
10    2.615919E+03 -3.305196E+03  2.439515E+03  2.554479E+03  8.820197E+00 -2.929837E+02  1.078100E+02  3.679296E+03
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL  7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 2 ****
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
10    5.940366E+04 -2.191945E+03  6.520450E+04 -4.838920E+03 -2.900417E+02  1.323488E+02  1.337424E+02 -1.852883E+03
1 *** TEST ELASS CBAR ****                               APRIL  7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 3 ****
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
10    -1.532966E+04  3.136266E+03 -1.530487E+04  2.408297E+03 -1.239499E+00  3.639842E+01  -5.835628E+02 -5.095779E+02
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
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 4-4-3-2 3 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース 圧縮応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **XYZ地震** 最大応力 全要素

Element ID: **10** No: 10

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+動荷重 組合せ荷重

静荷重 1 圧縮応力

$$F_x = -2.493858E+02 - \sqrt{1.078100E+02^2 + 1.337424E+02^2 + (-5.835628E+02)^2} = -8.577077E+02$$

A = 564.4 mm²

$$\sigma_c = F_x / A = |-8.577077E+02| / 564.4 = 1.51968059 = 2 \text{ MPa}$$

X 方向地震荷重 Y 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

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
0 **** LOAD - 1 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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
10 2.615919E+03 -3.305196E+03 2.439515E+03 2.554479E+03 8.820197E+00 -2.929837E+02 1.078100E+02 3.679296E+03
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 2 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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
10 5.940366E+04 -2.191945E+03 6.520450E+04 -4.838920E+03 -2.900417E+02 1.323488E+02 1.337424E+02 -1.852883E+03
1 *** TEST ELASS CBAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 3 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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
10 -1.532966E+04 3.136266E+03 -1.530487E+04 2.408297E+03 -1.239499E+00 3.639842E+01 -5.835628E+02 -5.095779E+02
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 4 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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
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 4-4-3-3 3 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース せん断応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **XYZ地震** 最大応力 全要素

Element ID: **50** No: 40

計算に使用した部材剛性の部材名称 **部材名:L50×50×6**

せん断応力

静荷重 1

静荷重+動荷重 組合せ荷重

$$F_y = | 1.083873E+00 | + \sqrt{ 3.522525E+00^2 + (-3.599332E+02)^2 + 2.536262E+00^2 } = 3.610432E+02$$

$$F_z = | 3.930512E+00 | + \sqrt{ -3.083001E+02^2 + 1.667687E+02^2 + 9.197399E+00^2 } = 3.545661E+02$$

$$M_x = | -5.502717E+01 | + \sqrt{ 3.893725E+03^2 + (-2.334762E+03)^2 + (-1.287636E+02)^2 } = 4.596920E+03$$

Asy = 3550 mm²

Asz = 3550 mm²

J = 6760 mm⁴

L = 6 mm

X 方向地震荷重 Y 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

$$\tau = \sqrt{ (F_y / Asy)^2 + (F_z / Asz)^2 + (M_x \times L / J)^2 }$$

$$= \sqrt{ (3.610432E+02/3550)^2 + (3.545661E+02/3550)^2 + (4.596920E+03 \times 6/6760)^2 }$$

$$= 4.08259551 = 5 \text{ MPa}$$

整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1 *** TEST ELAS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 1 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEM BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B AXIAL TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 - SHEAR - FORCE TORQUE
50 1.699784E+02 -8.848632E+03 9.952785E+01 -2.682629E+03 3.522525E+00 -3.083001E+02 1.587651E+01 3.893725E+03
1 *** TEST ELAS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 2 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEM BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B AXIAL TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 - SHEAR - FORCE TORQUE
50 6.715224E+04 2.700327E+03 7.435090E+04 -6.350478E+02 -3.599332E+02 1.667687E+02 -4.298739E+01 -2.334762E+03
1 *** TEST ELAS CBAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 3 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEM BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B AXIAL TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 - SHEAR - FORCE TORQUE
50 -1.287356E+04 1.642929E+03 -1.292428E+04 1.458981E+03 2.536262E+00 9.197399E+00 -4.911208E+02 -1.287636E+02
1 *** TEST ELAS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 4 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEM BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B AXIAL TORQUE
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 - SHEAR - FORCE TORQUE
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
    
```

表 4-4-3-4(1/2) 3 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース 曲げ応力

地震荷重の組合せ

要素番号

処理したデータ

曲げモーメントの端点名

計算に使用した部材剛性の部材名称

静荷重+動荷重 組合せ荷重

バー要素 **X Y Z 地震** 最大応力 全要素

Element ID: **76** No: 62 **B 端** **部材名: □100×20**

静荷重 1 曲げ応力

$$M_y = | 4.141385E+04 | + \sqrt{1.017620E-05^2 + (-1.236534E+05)^2 + 9.690841E+04^2} = 1.985170E+05$$

$$M_z = | 1.148300E-04 | + \sqrt{6.612568E+04^2 + (-6.206600E-04)^2 + 2.687021E-04^2} = 6.612568E+04$$

I_y = 66600 mm³

I_z = 1660000 mm³

C1 = -50 mm C2 = -10 mm D1 = 50 mm D2 = -10 mm

E1 = 50 mm E2 = 10 mm F1 = -50 mm F2 = 10 mm

Y_i = C1, D1, E1, F1 (バー断面 Y 座標値の絶対値)

Z_i = C2, D2, E2, F2 (バー断面 Z 座標値の絶対値)

$\sigma b_i = M_y / I_y \times Z_i + M_z / I_z \times Y_i$

$\sigma b_1 = 1.985170E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 31.79909639$

$\sigma b_2 = 1.985170E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 31.79909639$

$\sigma b_3 = 1.985170E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 31.79909639$

$\sigma b_4 = 1.985170E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 31.79909639$

$\sigma b = \max(31.79909639, 31.79909639, 31.79909639, 31.79909639)$

= **31.79909639 = 32 MPa**

← 整数値に切り上げ

X 方向地震荷重 Y 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

表 4-4-3-4(2/2) 3 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース 曲げ応力

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 - 1 ****											
0 X 方向地震荷重											
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)											
ELEMENT	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	TORQUE			
76	5.059230E+04	1.091680E-05	6.612568E+04	1.017620E-05	-5.192194E+02	2.475549E-08	2.681978E-08	-8.087261E+03			
1 *** TEST ELASS BAR ****										APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15	
**** LOAD - 2 ****											
0 Y 方向地震荷重											
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)											
ELEMENT	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	TORQUE			
76	-6.846458E-04	-1.162659E+05	-6.206600E-04	-1.236534E+05	-2.138790E-06	2.469366E+02	-3.763410E+02	-1.038368E-04			
1 *** TEST ELASS CBAR ****										APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15	
**** LOAD - 3 ****											
0 Z 方向地震荷重											
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)											
ELEMENT	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	TORQUE			
76	2.892003E-04	7.553060E+04	2.687021E-04	9.690841E+04	6.851722E-07	-7.145755E+02	-3.802826E+00	3.915857E-05			
1 *** TEST ELASS BAR ****										APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15	
**** LOAD - 4 ****											
0 静荷重 1											
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)											
ELEMENT	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	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			

表 4-4-3-5(1/3) 3 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース 組合せ応力

地震荷重の組合せ

要素番号

処理したデータ

曲げモーメントの端点名

計算に使用した部材剛性の部材名称

最大応力 全要素

部材名: □100×20

静荷重+動荷重 組合せ荷重

Element ID: 76 No: 62 B端

引張応力

静荷重 1

$$F_x = -1.625139E+00 + \sqrt{2.681978E-08^2 + (-3.763410E+02)^2 + (-3.802826E+00)^2} = 3.747351E+02$$

X 方向地震荷重 Y 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

A = 2000 mm²

$\sigma_t = F_x / A$

= 3.747351E+02 / 2000

= 0.18736754 = 1 MPa

整数値に切り上げ

静荷重+動荷重 組合せ荷重

引張応力

静荷重 1

$$F_x = -1.625139E+00 - \sqrt{2.681978E-08^2 + (-3.763410E+02)^2 + (-3.802826E+00)^2} = -3.779854E+02$$

X 方向地震荷重 Y 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

A = 2000 mm²

$\sigma_c = F_x / A$

= |-3.779854E+02| / 2000

= 0.18899268 = 1 MPa

整数値に切り上げ

静荷重+動荷重 組合せ荷重

せん断応力

静荷重 1

$$F_y = |2.928077E-07| + \sqrt{-5.192194E+02^2 + (-2.138790E-06)^2 + 6.851722E-07^2} = 5.192194E+02$$

$$F_z = |-3.053742E+02| + \sqrt{2.475549E-08^2 + 2.469366E+02^2 + (-7.145755E+02)^2} = 1.061414E+03$$

$$M_x = |1.673444E-05| + \sqrt{-8.087261E+03^2 + (-1.038368E-04)^2 + 3.915857E-05^2} = 8.087261E+03$$

X 方向地震荷重 Y 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

Asy = 33300 mm²

Asz = 6660 mm²

J = 224000 mm⁴

L = 20 mm

$$\tau = \sqrt{(F_y / Asy)^2 + (F_z / Asz)^2 + (M_x \times L / J)^2}$$

$$= \sqrt{(5.192194E+02/33300)^2 + (1.061414E+03/6660)^2 + (8.087261E+03 \times 20/224000)^2}$$

整数値に切り上げ

0.73961976 = 1 MPa

表 4-4-3-5(2/3) 3 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース 組合せ応力

静荷重 1 曲げ応力

$$M_y = |4.141385E+04| + \sqrt{1.017620E-05^2 + (-1.236534E+05)^2 + 9.690841E+04^2} = 1.985170E+05$$

$$M_z = |1.148300E-04| + \sqrt{6.612568E+04^2 + (-6.206600E-04)^2 + 2.687021E-04^2} = 6.612568E+04$$

静荷重+動荷重
組合せ荷重

X 方向地震荷重 Y 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

$I_y = 66600 \text{ mm}^3$
 $I_z = 1660000 \text{ mm}^3$
 $C1 = -50 \text{ mm}$ $C2 = -10 \text{ mm}$ $D1 = 50 \text{ mm}$ $D2 = -10 \text{ mm}$
 $E1 = 50 \text{ mm}$ $E2 = 10 \text{ mm}$ $F1 = -50 \text{ mm}$ $F2 = 10 \text{ mm}$

$Y_i = C1, D1, E1, F1$ (パー断面 Y 座標値の絶対値)
 $Z_i = C2, D2, E2, F2$ (パー断面 Z 座標値の絶対値)

$$\sigma b_i = M_y / I_y \times Z_i + M_z / I_z \times Y_i$$

$$\sigma b_1 = 1.985170E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 31.79909639$$

$$\sigma b_2 = 1.985170E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 31.79909639$$

$$\sigma b_3 = 1.985170E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 31.79909639$$

$$\sigma b_4 = 1.985170E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 31.79909639$$

$$\sigma b = \max(31.79909639, 31.79909639, 31.79909639, 31.79909639)$$

$$= 31.79909639 = 32 \text{ MPa}$$

組合せ応力 整数値に切り上げ

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

$$= \sqrt{(\max(1.873675E-01, 1.889927E-01) + 3.179910E+01)^2 + 3 \times 7.396198E-01^2}$$

$$= 32.01373072 = 33 \text{ MPa}$$

整数値に切り上げ

表 4-4-3-5(3/3) 3 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 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 ****										
**** LOAD - 1 ****										
X 方向地震荷重										
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15										
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)										
- SHEAR -										
AXIAL										
TORQUE										
ELEMENT	BEND-MOMENT	END-A	BEND-MOMENT		END-B		SHEAR		AXIAL	TORQUE
ID.	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE	
76	5.059230E+04	1.091680E-05	6.612568E+04	1.017620E-05	-5.192194E+02	2.475549E-08	2.681978E-08	-8.087261E+03		
1 *** TEST ELASS BAR ****										
**** LOAD - 2 ****										
Y 方向地震荷重										
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15										
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)										
- SHEAR -										
AXIAL										
TORQUE										
ELEMENT	BEND-MOMENT	END-A	BEND-MOMENT		END-B		SHEAR		AXIAL	TORQUE
ID.	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE	
76	-6.846458E-04	-1.162659E+05	-6.206600E-04	-1.236534E+05	-2.138790E-06	2.469366E+02	-3.763410E+02	-1.038368E-04		
1 *** TEST ELASS CBAR ****										
**** LOAD - 3 ****										
Z 方向地震荷重										
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15										
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)										
- SHEAR -										
AXIAL										
TORQUE										
ELEMENT	BEND-MOMENT	END-A	BEND-MOMENT		END-B		SHEAR		AXIAL	TORQUE
ID.	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE	
76	2.892003E-04	7.553060E+04	2.687021E-04	9.690841E+04	6.851722E-07	-7.145755E+02	-3.802826E+00	3.915857E-05		
1 *** TEST ELASS BAR ****										
**** LOAD - 4 ****										
静荷重 1										
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15										
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)										
- SHEAR -										
AXIAL										
TORQUE										
ELEMENT	BEND-MOMENT	END-A	BEND-MOMENT		END-B		SHEAR		AXIAL	TORQUE
ID.	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE	
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		

表 4-4-4-1 2 方向絶対和組合せ 静荷重 1 ケース 引張応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **X Z 地震**

Element ID: **70**

最大応力 **全要素**

No: 56

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 引張応力

$F_x \Rightarrow -1.391083E+02 + |-3.384734E+02| + |-3.255135E+02| = 5.248786E+02$

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

$\sigma_t = F_x / A$

$= 5.248786E+02 / 564.4$

$= 0.92997626 = 1 \text{ MPa}$

X 方向地震荷重

Z 方向地震荷重

静荷重+動荷重 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
0 **** LOAD - 1 ****
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
0 ELEMEN BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
0 ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE
0 70 2.710872E+03 -1.086679E+03 -2.063098E+03 -1.376037E+03 2.386985E+02 1.446788E+01 -3.384734E+02 2.262386E+03
1 *** TEST ELASS CBAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 3 ****
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
0 ELEMEN BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
0 ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE
0 70 -6.880258E+01 -6.895840E+03 7.943597E+01 -6.857812E+03 -7.411928E+00 -1.901407E+00 -3.255135E+02 -1.006329E+02
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 4 ****
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
0 ELEMEN BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
0 ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE
0 70 -2.940281E+01 -2.946940E+03 3.394700E+01 -2.930689E+03 -3.167490E+00 -8.125672E-01 -1.391083E+02 -4.300552E+01
    
```

表 4-4-4-2 2 方向絶対和組合せ 静荷重 1 ケース 圧縮応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **X Z 地震**

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**

静荷重 1 圧縮応力

$F_x \Rightarrow -2.493858E+02 - |1.078100E+02| - |-5.835628E+02| = -9.407586E+02$

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

$\sigma_c = F_x / A$

$= |-9.407586E+02| / 564.4$

$= 1.66682955 = 2 \text{ MPa}$

X 方向地震荷重

Z 方向地震荷重

静荷重+動荷重 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
0 **** LOAD - 1 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
0 ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE
0 10 2.615919E+03 -3.305196E+03 2.439515E+03 2.554479E+03 8.820197E+00 -2.929837E+02 1.078100E+02 3.679296E+03
1 *** TEST ELASS CBAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 3 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
0 ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE
0 10 -1.532966E+04 3.136266E+03 -1.530487E+04 2.408297E+03 -1.239499E+00 3.639842E+01 -5.835628E+02 -5.095779E+02
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 4 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
0 ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE
0 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 4-4-4-3 2 方向絶対和組合せ 静荷重 1 ケース せん断応力

地震荷重の組合せ

要素番号
バー要素 **X Z 地震**
Element ID: **30**

処理したデータ
最大応力 全要素
No: 24

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

静荷重+動荷重
組合せ荷重

$$F_y = | 2.583929E-01 | + | -4.913400E+00 | + | 6.046395E-01 | = 5.776432E+00$$

$$F_z = | 1.632401E+01 | + | -3.109507E+02 | + | 3.819818E+01 | = 3.654729E+02$$

$$M_x = | -2.285361E+02 | + | 3.930833E+03 | + | -5.347745E+02 | = 4.694144E+03$$

Asy = 3550 mm²
Asz = 3550 mm²
J = 6760 mm⁴
L = 6 mm

X 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

$$\tau = \sqrt{(F_y / Asy)^2 + (F_z / Asz)^2 + (M_x \times L / J)^2}$$

$$= \sqrt{(5.776432E+00/3550)^2 + (3.654729E+02/3550)^2 + (4.694144E+03 \times 6/6760)^2}$$

$$= 4.1676717 = 5 \text{ MPa}$$

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
0 **** LOAD - 1 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS                                (C BAR)
ELEMEN  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
30      9.208183E+02 -8.816027E+03  1.019086E+03 -2.597014E+03 -4.913400E+00 -3.109507E+02  3.180417E+00  3.930833E+03
1
1 *** TEST ELASS CBAR ****                                APRIL  7, 2021  MSC Nastran  9/11/18  PAGE  15
0 **** LOAD - 3 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS                                (C BAR)
ELEMEN  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
30      -8.732351E+03  2.938080E+03 -8.744444E+03  2.174116E+03  6.046395E-01  3.819818E+01 -3.486232E+02 -5.347745E+02
1
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL  7, 2021  MSC Nastran  9/11/18  PAGE  15
0 **** LOAD - 4 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS                                (C BAR)
ELEMEN  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
30      -3.731774E+03  1.255590E+03 -3.736942E+03  9.291094E+02  2.583929E-01  1.632401E+01 -1.489843E+02 -2.285361E+02
    
```

表 4-4-4-4 2 方向絶対和組合せ 静荷重 1 ケース 曲げ応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **X Z 地震**
Element ID: **76**

最大応力 全要素
No: 62

処理したデータ

曲げモーメントの端点名
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

$$M_y = | 4.141385E+04 | + | 1.017620E-05 | + | 9.690841E+04 | = 1.383223E+05$$

$$M_z = | 1.148300E-04 | + | 6.612568E+04 | + | 2.687021E-04 | = 6.612568E+04$$

X 方向地震荷重

Z 方向地震荷重

静荷重+動荷重
組合せ荷重

$I_y = 66600 \text{ mm}^3$
 $I_z = 1660000 \text{ mm}^3$
 $C1 = -50 \text{ mm}$ $C2 = -10 \text{ mm}$ $D1 = 50 \text{ mm}$ $D2 = -10 \text{ mm}$
 $E1 = 50 \text{ mm}$ $E2 = 10 \text{ mm}$ $F1 = -50 \text{ mm}$ $F2 = 10 \text{ mm}$
 $Y_i = C1, D1, E1, F1$ (バー断面 Y 座標値の絶対値)
 $Z_i = C2, D2, E2, F2$ (バー断面 Z 座標値の絶対値)
 $\sigma b_i = M_y / I_y \times Z_i + M_z / I_z \times Y_i$
 $\sigma b_1 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084547$
 $\sigma b_2 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084547$
 $\sigma b_3 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084547$
 $\sigma b_4 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084547$
 $\sigma b = \max(22.76084547, 22.76084547, 22.76084547, 22.76084547)$
 $= 22.76084547 = 23 \text{ MPa}$

整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1 *** TEST ELAS BAR ****                                APRIL  7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE  15
**** LOAD - 1 ****
0
X 方向地震荷重
0  ELEMENT          BEND-MOMENT END-A          FORCES IN BAR ELEMENTS          (C BAR)
   ID.             PLANE 1          PLANE 2          BEND-MOMENT END-B          - SHEAR -          AXIAL
   76              5.059230E+04  1.091680E-05  6.612568E+04  1.017620E-05  -5.192194E+02  2.475549E-08  2.681978E-08  -8.087261E-03
1 *** TEST ELAS CBAR ****                                APRIL  7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE  15
**** LOAD - 3 ****
0
Z 方向地震荷重
0  ELEMENT          BEND-MOMENT END-A          FORCES IN BAR ELEMENTS          (C BAR)
   ID.             PLANE 1          PLANE 2          BEND-MOMENT END-B          - SHEAR -          AXIAL
   76              2.892003E-04  7.553060E+04  2.687021E-04  9.690841E+04  6.851722E-07  -7.145755E+02  -3.802826E+00  3.915857E-05
1 *** TEST ELAS BAR ****                                APRIL  7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE  15
**** LOAD - 4 ****
0
静荷重 1
0  ELEMENT          BEND-MOMENT END-A          FORCES IN BAR ELEMENTS          (C BAR)
   ID.             PLANE 1          PLANE 2          BEND-MOMENT END-B          - SHEAR -          AXIAL
   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
    
```

表 4-4-4-5(1/3) 2方向絶対和組合せ 静荷重1 ケース 組合せ応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **X Z 地震**

Element ID: **76**

最大応力 全要素

No: 62

処理したデータ

曲げモーメントの端点名

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

引張応力

$F_x \rightarrow -1.625139E+00 + |2.681978E-08| + |-3.802826E+00| = 2.177687E+00$

X方向地震荷重

Z方向地震荷重

静荷重+動荷重 組合せ荷重

$A = 2000 \text{ mm}^2$

$\sigma_t = F_x / A$

$= 2.177687E+00 / 2000$

$= 0.00108884 = 1 \text{ MPa}$

静荷重1

圧縮応力

$F_x \rightarrow -1.625139E+00 - |2.681978E-08| - |-3.802826E+00| = -5.427965E+00$

X方向地震荷重

Z方向地震荷重

静荷重+動荷重 組合せ荷重

$A = 2000 \text{ mm}^2$

$\sigma_c = F_x / A$

$= |-5.427965E+00| / 2000$

$= 0.00271398 = 1 \text{ MPa}$

静荷重1

せん断応力

$F_y \rightarrow |2.928077E-07| + |-5.192194E+02| + |6.851722E-07| = 5.192194E+02$

$F_z \rightarrow |-3.053742E+02| + |2.475549E-08| + |-7.145755E+02| = 1.019950E+03$

$M_x \rightarrow |1.673444E-05| + |-8.087261E+03| + |3.915857E-05| = 8.087261E+03$

X方向地震荷重

Z方向地震荷重

静荷重+動荷重 組合せ荷重

$A_{sy} = 33300 \text{ mm}^2$

$A_{sz} = 6660 \text{ mm}^2$

$J = 224000 \text{ mm}^4$

$L = 20 \text{ mm}$

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

$= \sqrt{(5.192194E+02/33300)^2 + (1.019950E+03/6660)^2 + (8.087261E+03 \times 20 / 224000)^2}$

$= 0.73830327 = 1 \text{ MPa}$

整数値に切り上げ

表 4-4-4-5(2/3) 2 方向絶対和組合せ 静荷重 1 ケース 組合せ応力

静荷重 1

曲げ応力

$$M_y = |4.141385E+04| + |1.017620E-05| + |9.690841E+04| = 1.383223E+05$$

$$M_z = |1.148300E-04| + |6.612568E+04| + |2.687021E-04| = 6.612568E+04$$

静荷重+動荷重
組合せ荷重

X 方向地震荷重

Z 方向地震荷重

$I_y = 66600 \text{ mm}^3$
 $I_z = 1660000 \text{ mm}^3$
 $C1 = -50 \text{ mm}$ $C2 = -10 \text{ mm}$ $D1 = 50 \text{ mm}$ $D2 = -10 \text{ mm}$
 $E1 = 50 \text{ mm}$ $E2 = 10 \text{ mm}$ $F1 = -50 \text{ mm}$ $F2 = 10 \text{ mm}$

$Y_i = C1, D1, E1, F1$ (パー断面 Y 座標値の絶対値)
 $Z_i = C2, D2, E2, F2$ (パー断面 Z 座標値の絶対値)

$$\sigma b_i = M_y / I_y \times Z_i + M_z / I_z \times Y_i$$

$$\sigma b_1 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084547$$

$$\sigma b_2 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084547$$

$$\sigma b_3 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084547$$

$$\sigma b_4 = 1.383223E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 22.76084547$$

$$\sigma b = \max(22.76084547, 22.76084547, 22.76084547, 22.76084547)$$

$$= 22.76084547 = 23 \text{ MPa}$$

組合せ応力

整数値に切り上げ

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

$$= \sqrt{(\max(1.088844E-03, 2.713983E-03) + 2.276085E+01)^2 + 3 \times 7.383033E-01^2}$$

$$= 22.79944986 = 23 \text{ MPa}$$

整数値に切り上げ

表 4-4-4-5(3/3) 2 方向絶対和組合せ 静荷重 1 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 ****									
**** LOAD - 1 ****									
X 方向地震荷重									
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT		FORCES		IN BAR ELEMENTS (C BAR)		- SHEAR -		AXIAL
	PLANE 1	PLANE 2	END-A	END-B	BEND-MOMENT	END-B	PLANE 1	PLANE 2	FORCE TORQUE
76	5.059230E+04	1.091680E-05			6.612568E+04	1.017620E-05	-5.192194E+02	2.475549E-08	2.681978E-08 -8.087261E+03
1 *** TEST ELASS CBAR ****									
**** LOAD - 3 ****									
Z 方向地震荷重									
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT		FORCES		IN BAR ELEMENTS (C BAR)		- SHEAR -		AXIAL
	PLANE 1	PLANE 2	END-A	END-B	BEND-MOMENT	END-B	PLANE 1	PLANE 2	FORCE TORQUE
76	2.892003E-04	7.553060E+04			2.687021E-04	9.690841E+04	6.851722E-07	-7.145755E+02	-3.802826E+00 3.915857E-06
1 *** TEST ELASS BAR ****									
**** LOAD - 4 ****									
静荷重 1									
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT		FORCES		IN BAR ELEMENTS (C BAR)		- SHEAR -		AXIAL
	PLANE 1	PLANE 2	END-A	END-B	BEND-MOMENT	END-B	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

表 4-4-5-1 3 方向絶対和組合せ 静荷重 1 ケース 引張応力

地震荷重の組合せ

要素番号

処理したデータ

計算に使用した部材剛性の部材名称

静荷重+動荷重 組合せ荷重

最大応力 全要素

部材名:L50×50×6

Element ID: 70 No: 56

引張応力

静荷重 1

$$F_x = -1.391083E+02 + [-3.384734E+02] + [1.234683E+02] + [-3.255135E+02] = 6.483469E+02$$

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

$$\sigma_t = F_x / A$$

$$= 6.483469E+02 / 564.4$$

$$= 1.14873653 = 2 \text{ MPa}$$

X 方向地震荷重 Y 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

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 - 1 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEM BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE TORQUE
70 2.710872E+03 -1.086679E+03 -2.063098E+03 -1.376037E+03 2.386985E+02 1.446788E+01 -3.384734E+02 2.262386E+03
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 2 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEM BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE TORQUE
70 1.382227E+03 3.514367E+04 -1.595849E+03 3.848885E+04 1.489038E+02 -1.672593E+02 1.234683E+02 2.021691E+03
1 *** TEST ELASS CBAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 3 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEM BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE TORQUE
70 -6.880258E+01 -6.895840E+03 7.943597E+01 -6.857812E+03 -7.411928E+00 -1.901407E+00 -3.255135E+02 -1.006329E+02
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 4 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEM BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL
ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE TORQUE
70 -2.940281E+01 -2.946940E+03 3.394700E+01 -2.930689E+03 -3.167490E+00 -8.125672E-01 -1.391083E+02 -4.300552E+01
    
```

表 4-4-5-2 3 方向絶対和組合せ 静荷重 1 ケース 圧縮応力

地震荷重の組合せ

要素番号

処理したデータ

計算に使用した部材剛性の部材名称

静荷重+動荷重 組合せ荷重

最大応力 全要素

部材名:L50×50×6

Element ID: 10 No: 10

静荷重 1

圧縮応力

部材剛性: $A = 564.4 \text{ mm}^2$

静的荷重: $F_x = -2.493858E+02$

地震荷重の絶対値: $|1.078100E+02|$, $|1.337424E+02|$, $|-5.835628E+02|$

静的荷重+地震荷重の絶対値の和: $-2.493858E+02 + |1.078100E+02| + |1.337424E+02| + |-5.835628E+02| = -1.074501E+03$

圧縮応力計算: $\sigma_c = F_x / A = |-1.074501E+03| / 564.4 = 1.90379341 = 2 \text{ MPa}$

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 - 1 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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
10 2.615919E+03 -3.305196E+03 2.439515E+03 2.554479E+03 8.820197E+00 -2.929837E+02 1.078100E+02 3.679296E+03
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 2 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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
10 5.940366E+04 -2.191945E+03 6.520450E+04 -4.838920E+03 -2.900417E+02 1.323488E+02 1.337424E+02 -1.852883E+03
1 *** TEST ELASS CBAR ****                               APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 3 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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
10 -1.532966E+04 3.136266E+03 -1.530487E+04 2.408297E+03 -1.239499E+00 3.639842E+01 -5.835628E+02 -5.095779E+02
1 *** TEST ELASS BAR ****                               APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
**** LOAD - 4 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
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
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 4-4-5-3 3方向絶対和組合せ 静荷重1 ケース せん断応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **XYZ地震** 最大応力 全要素

Element ID: **50** No: 40

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

静荷重+動荷重 組合せ荷重

$$F_y = |1.083873E+00| + |3.522525E+00| + |-3.599332E+02| + |2.536262E+00| = 3.670759E+02$$

$$F_z = |3.930512E+00| + |-3.083001E+02| + |1.667687E+02| + |9.197399E+00| = 4.881967E+02$$

$$M_x = |-5.502717E+01| + |3.893725E+03| + |-2.334762E+03| + |-1.287636E+02| = 6.412278E+03$$

Asy = 3550 mm²

Asz = 3550 mm²

J = 6760 mm⁴

L = 6 mm

X方向地震荷重 Y方向地震荷重 Z方向地震荷重

$$\tau = \sqrt{(F_y / Asy)^2 + (F_z / Asz)^2 + (M_x \times L / J)^2}$$

$$= \sqrt{(3.670759E+02/3550)^2 + (4.881967E+02/3550)^2 + (6.412278E+03 \times 6/6760)^2}$$

$$= 5.69397096 = 6 \text{ MPa}$$

整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1 *** TEST ELAS BAR **** APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 1 ****
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEM 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
50 1.699784E+02 -8.848632E+03 9.952785E+01 -2.682629E+03 3.522525E+00 -3.083001E+02 1.587651E+01 3.893725E+03
1 *** TEST ELAS BAR **** APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 2 ****
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEM 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
50 6.715224E+04 2.700327E+03 7.435090E+04 -6.350478E+02 -3.599332E+02 1.667687E+02 -4.298739E+01 -2.334762E+03
1 *** TEST ELAS CBAR **** APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 3 ****
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEM 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
50 -1.287356E+04 1.642929E+03 -1.292428E+04 1.458981E+03 2.536262E+00 9.197399E+00 -4.911208E+02 -1.287636E+02
1 *** TEST ELAS BAR **** APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 4 ****
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
ELEM 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
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
    
```


表 4-4-5-4(1/2) 3方向絶対和組合せ 静荷重1 ケース 曲げ応力

地震荷重の組合せ

要素番号

処理したデータ

曲げモーメントの端点名

計算に使用した部材剛性の部材名称

静荷重+動荷重 組合せ荷重

バー要素 **X Y Z 地震** 最大応力 全要素

Element ID: **76** No: 62 **B 端** **部材名: □100×20**

静荷重 1 曲げ応力

My = | 4.141385E+04 | + | 1.017620E-05 | + | -1.236534E+05 | + | 9.690841E+04 | = 2.619757E+05

Mz = | 1.148300E-04 | + | 6.612568E+04 | + | -6.206600E-04 | + | 2.687021E-04 | = 6.612568E+04

Iy = 66600 mm³

Iz = 1660000 mm³

X 方向地震荷重 Y 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

C1 = -50 mm C2 = -10 mm D1 = 50 mm D2 = -10 mm

E1 = 50 mm E2 = 10 mm F1 = -50 mm F2 = 10 mm

Y_i = C1, D1, E1, F1 (バー断面 Y 座標値の絶対値)

Z_i = C2, D2, E2, F2 (バー断面 Z 座標値の絶対値)

$\sigma b_i = My / Iy \times Z_i + Mz / Iz \times Y_i$

$\sigma b_1 = 2.619757E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 41.32742207$

$\sigma b_2 = 2.619757E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 41.32742207$

$\sigma b_3 = 2.619757E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 41.32742207$

$\sigma b_4 = 2.619757E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 41.32742207$

$\sigma b = \max(41.32742207, 41.32742207, 41.32742207, 41.32742207)$

= **41.32742207 = 42 MPa**

整数値に切り上げ

表 4-4-5-4(2/2) 3 方向絶対和組合せ 静荷重 1 ケース 曲げ応力

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

1 *** TEST ELASS BAR ****										
**** LOAD - 1 ****										
X 方向地震荷重										
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)										
BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL										
ELEMENT ID.	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE	TORQUE
76	5.059230E+04	1.091680E-05	6.612568E+04	1.017620E-05	-5.192194E+02	2.475549E-08	2.681978E-08	-8.087261E+03		
1 *** TEST ELASS BAR ****										
**** LOAD - 2 ****										
Y 方向地震荷重										
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)										
BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL										
ELEMENT ID.	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE	TORQUE
76	-6.846458E-04	-1.162659E+05	-6.206600E-04	-1.236534E+05	-2.138790E-06	2.469366E+02	-3.763410E+02	-1.038368E-04		
1 *** TEST ELASS CBAR ****										
**** LOAD - 3 ****										
Z 方向地震荷重										
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)										
BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL										
ELEMENT ID.	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE	TORQUE
76	2.892003E-04	7.553060E+04	2.687021E-04	9.690841E+04	6.851722E-07	-7.145755E+02	-3.802826E+00	3.915857E-05		
1 *** TEST ELASS BAR ****										
**** LOAD - 4 ****										
静荷重 1										
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)										
BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL										
ELEMENT ID.	PLANE 1	PLANE 2	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		

表 4-4-5-5(1/3) 3方向絶対和組合せ 静荷重 1 ケース 組合せ応力

地震荷重の組合せ

要素番号

処理したデータ

曲げモーメントの端点名

計算に使用した部材剛性の部材名称

静荷重+動荷重/組合せ荷重

最大応力 全要素

Element ID: 76 No: 62 B端 部材名: □100×20

引張応力

静荷重 1

$$F_x = -1.625139E+00 + |2.681978E-08| + |-3.763410E+02| + |-3.802826E+00| = 3.785187E+02$$

X方向地震荷重 Y方向地震荷重 Z方向地震荷重

A = 2000 mm²

$$\sigma_t = F_x / A = 3.785187E+02 / 2000 = 0.18925934 = 1 \text{ MPa}$$

圧縮応力

静荷重 1

整数値に切り上げ

$$F_x = -1.625139E+00 - |2.681978E-08| - |-3.763410E+02| - |-3.802826E+00| = -3.817690E+02$$

X方向地震荷重 Y方向地震荷重 Z方向地震荷重

A = 2000 mm²

$$\sigma_c = |F_x| / A = |-3.817690E+02| / 2000 = 0.19088448 = 1 \text{ MPa}$$

せん断応力

静荷重 1

整数値に切り上げ

$$F_y = |2.928077E-07| + |-5.192194E+02| + |-2.138790E-06| + |6.851722E-07| = 5.192194E+02$$

$$F_z = |-3.053742E+02| + |2.475549E-08| + |2.469366E+02| + |-7.145755E+02| = 1.266886E+03$$

$$M_x = |1.673444E-05| + |-8.087261E+03| + |-1.038368E-04| + |3.915857E-05| = 8.087261E+03$$

X方向地震荷重 Y方向地震荷重 Z方向地震荷重

Asy = 33300 mm²

Asz = 6660 mm²

J = 224000 mm⁴

L = 20 mm

$$\tau = \sqrt{(F_y / Asy)^2 + (F_z / Asz)^2 + (M_x \times L / J)^2}$$

$$= \sqrt{(5.192194E+02/33300)^2 + (1.266886E+03/6660)^2 + (8.087261E+03 \times 20/224000)^2}$$

$$= 0.74687549 = 1 \text{ MPa}$$

整数値に切り上げ

表 4-4-5-5(2/3) 3 方向絶対和組合せ 静荷重 1 ケース 組合せ応力

静荷重 1 曲げ応力

$$\begin{aligned}
 M_y &= | 4.141385E+04 | + | 1.017620E-05 | + | -1.236534E+05 | + | 9.690841E+04 | = 2.619757E+05 \\
 M_z &= | 1.148300E-04 | + | 6.612568E+04 | + | -6.206600E-04 | + | 2.687021E-04 | = 6.612568E+04
 \end{aligned}$$

静荷重+動荷重
組合せ荷重

$I_y = 66600 \text{ mm}^3$
 $I_z = 1660000 \text{ mm}^3$
 $C1 = -50 \text{ mm}$ $C2 = -10 \text{ mm}$ $D1 = 50 \text{ mm}$ $D2 = -10 \text{ mm}$
 $E1 = 50 \text{ mm}$ $E2 = 10 \text{ mm}$ $F1 = -50 \text{ mm}$ $F2 = 10 \text{ mm}$
 $Y_i = C1, D1, E1, F1$ (パー断面 Y 座標値の絶対値)
 $Z_i = C2, D2, E2, F2$ (パー断面 Z 座標値の絶対値)
 $\sigma b_i = M_y / I_y \times Z_i + M_z / I_z \times Y_i$
 $\sigma b_1 = 2.619757E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 41.32742207$
 $\sigma b_2 = 2.619757E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 41.32742207$
 $\sigma b_3 = 2.619757E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 41.32742207$
 $\sigma b_4 = 2.619757E+05 / 66600 \times 10 + 6.612568E+04 / 1660000 \times 50 = 41.32742207$
 $\sigma b = \max(41.32742207, 41.32742207, 41.32742207, 41.32742207)$
 $= 41.32742207 = 42 \text{ MPa}$

X 方向地震荷重 Y 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

組合せ応力

整数値に切り上げ

$$\begin{aligned}
 \sigma_w &= \sqrt{(\max(\sigma_t, \sigma_c) + \sigma_b)^2 + 3 \times \tau^2} \\
 &= \sqrt{(\max(1.892593E-01, 1.908845E-01) + 4.132742E+01)^2 + 3 \times 7.468755E-01^2} \\
 &= 41.53845505 = 42 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

整数値に切り上げ

表 4-4-5-5(3/3) 3方向絶対和組合せ 静荷重1 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 ****									
**** LOAD - 1 ****									
X 方向地震荷重									
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)									
BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL									
ELEMENT	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE	TORQUE	
76	5.059230E+04	1.091680E-05	6.612568E+04	1.017620E-05	-5.192194E+02	2.475549E-08	2.681978E-08	-8.087261E+03	
1 *** TEST ELASS BAR ****									
**** LOAD - 2 ****									
Y 方向地震荷重									
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)									
BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL									
ELEMENT	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE	TORQUE	
76	-6.846458E-04	-1.162659E+05	-6.206600E-04	-1.236534E+05	-2.138790E-06	2.469366E+02	-3.763410E+02	-1.038368E-04	
1 *** TEST ELASS CBAR ****									
**** LOAD - 3 ****									
Z 方向地震荷重									
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)									
BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL									
ELEMENT	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE	TORQUE	
76	2.892003E-04	7.553060E+04	2.687021E-04	9.690841E+04	6.851722E-07	-7.145755E+02	-3.802826E+00	3.915857E-05	
1 *** TEST ELASS BAR ****									
**** LOAD - 4 ****									
静荷重1									
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)									
BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL									
ELEMENT	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	

表 4-4-6-1 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重 2 ケース 引張応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **XZ地震** 最大応力 全要素
 Element ID: **85** No: 67

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 引張応力 $F_{xt} = -2.969903E+01 + (-2.967723E+01) = -5.937626E+01$ 静荷重組合せ荷重

静荷重2 $F_x = -5.937626E+01 + \sqrt{2.628629E+02^2 + (-6.949574E+01)^2} = 2.125181E+02$ 静荷重+動荷重組合せ荷重

静荷重組合せ荷重

$A = 564.4 \text{ mm}^2$
 $\sigma_t = F_x / A$
 $= 2.125181E+02 / 564.4$
 $= 0.37653816 = 1 \text{ MPa}$

X 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

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
0 **** LOAD - 1 ****
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
0 ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
0 85 3.643940E+02 -4.157615E+02 -2.701740E+02 -2.637141E+03 1.335933E+01 4.676587E+01 2.628629E+02 -3.080551E+02
1 *** TEST ELASS CBAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 3 ****
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
0 ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
0 85 -1.459171E+03 -3.176896E+02 -1.718452E+03 3.176896E+02 5.458558E+00 -1.337640E+01 -6.949574E+01 1.872697E+02
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 4 ****
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
0 ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
0 85 -6.235773E+02 -1.357648E+02 -7.343814E+02 1.357648E+02 2.332717E+00 -5.716412E+00 -2.969903E+01 8.002977E+01
1 *** TEST ELASS BAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 5 ****
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
0 ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2
0 85 -6.231773E+02 -1.352388E+02 -7.343814E+02 2.377248E+02 2.332717E+00 -5.715932E+00 -2.967723E+01 8.004987E+01
    
```

表 4-4-7-1 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重なし 引張応力

地震荷重の組合せ

要素番号

バー要素 **X Z 地震**

Element ID: **10**

引張応力

処理したデータ

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

動荷重組合せ荷重

$$F_x = \sqrt{1.078100E+02^2 + (-5.835628E+02)^2} = 5.934379E+02$$

X 方向地震荷重 Z 方向地震荷重

A = 564.4 mm²

$$\sigma_t = F_x / A$$

$$= 5.934379E+02 / 564.4$$

$$= 1.05144914 = 2 \text{ MPa}$$

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
0 **** LOAD - 1 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
0 ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE
0 10 2.615919E+03 -3.305196E+03 2.439515E+03 2.554479E+03 8.820197E+00 -2.929837E+02 1.078100E+02 3.679296E+03
1 *** TEST ELASS CBAR ****                                APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15
0 **** LOAD - 3 ****
0
0 FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)
0 ELEMENT BEND-MOMENT END-A BEND-MOMENT END-B - SHEAR - AXIAL TORQUE
0 ID. PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 PLANE 1 PLANE 2 FORCE
0 10 -1.532966E+04 3.136266E+03 -1.530487E+04 2.408297E+03 -1.239499E+00 3.639842E+01 -5.835628E+02 -5.095779E+02
    
```

X 方向地震荷重

Z 方向地震荷重

表 4-4-8-1(2/2) 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重 2 ケース せん断応力 せん断応力絶対和組合せ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

X 方向地震荷重									
(C BAR)									
- SHEAR -									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT PLANE 1	END-A PLANE 2	BEND-MOMENT PLANE 1	END-B PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	AXIAL FORCE	TORQUE	
110	8.848632E+03	-1.699784E+02	2.682629E+03	-9.952785E+01	3.083001E+02	-3.522525E+00	-1.587651E+01	3.893725E+03	
Z 方向地震荷重									
(C BAR)									
- SHEAR -									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT PLANE 1	END-A PLANE 2	BEND-MOMENT PLANE 1	END-B PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	AXIAL FORCE	TORQUE	
110	1.642929E+03	-1.287356E+04	1.458981E+03	-1.292428E+04	9.197398E+00	2.536263E+00	-4.911208E+02	1.287636E+02	
静荷重 1									
(C BAR)									
- SHEAR -									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT PLANE 1	END-A PLANE 2	BEND-MOMENT PLANE 1	END-B PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	AXIAL FORCE	TORQUE	
110	7.021065E+02	-5.501521E+03	6.234963E+02	-5.523198E+03	3.930512E+00	1.083873E+00	-2.098807E+02	5.502717E+01	
静荷重 2									
(C BAR)									
- SHEAR -									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT PLANE 1	END-A PLANE 2	BEND-MOMENT PLANE 1	END-B PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	AXIAL FORCE	TORQUE	
110	0.000	-2.604122E+04	-5.690435E+05		-1.498827E+03	3.063437E+03	4.352964E+02	-2.098358E+04	
110	1.000	3.935328E+03	-6.303854E+05		-1.498827E+03	3.070757E+03	4.352964E+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 4-4-2-5 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～表 4-5-3 に示す。

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

表 4-5-1 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース (1/3)

LOAD	ID	PID	A/B	Mzs	Mys	Fys	Fzs	Fxs	Mxs
XZ	10	1	A	-6.551136E+03	1.340285E+03	-5.297005E-01	1.555488E+01	-2.493858E+02	-2.177683E+02
XZ	10	1	B	-6.540542E+03	1.029187E+03	-5.297005E-01	1.555488E+01	-2.493858E+02	-2.177683E+02
XZ	30	1	A	-3.731774E+03	1.255590E+03	2.583929E-01	1.632401E+01	-1.489843E+02	-2.285361E+02
XZ	30	1	B	-3.736942E+03	9.291094E+02	2.583929E-01	1.632401E+01	-1.489843E+02	-2.285361E+02
XZ	76	2	A	1.235899E-04	3.227803E+04	2.928077E-07	-3.053742E+02	-1.625139E+00	1.673444E-05
XZ	76	2	B	1.148300E-04	4.141385E+04	2.928077E-07	-3.053742E+02	-1.625139E+00	1.673444E-05
YZ	10	1	A	-6.551136E+03	1.340285E+03	-5.297005E-01	1.555488E+01	-2.493858E+02	-2.177683E+02
YZ	10	1	B	-6.540542E+03	1.029187E+03	-5.297005E-01	1.555488E+01	-2.493858E+02	-2.177683E+02
YZ	30	1	A	-3.731774E+03	1.255590E+03	2.583929E-01	1.632401E+01	-1.489843E+02	-2.285361E+02
YZ	30	1	B	-3.736942E+03	9.291094E+02	2.583929E-01	1.632401E+01	-1.489843E+02	-2.285361E+02
YZ	76	2	A	1.235899E-04	3.227803E+04	2.928077E-07	-3.053742E+02	-1.625139E+00	1.673444E-05
YZ	76	2	B	1.148300E-04	4.141385E+04	2.928077E-07	-3.053742E+02	-1.625139E+00	1.673444E-05

表 4-5-2 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース (2/3)

LOAD	ID	PID	A/B	Mzd	Myd	Fyd	Fzd	Fxd	Mxd
XZ	10	1	A	1.555125E+04	4.556368E+03	8.906864E+00	2.952360E+02	5.934379E+02	3.714416E+03
XZ	10	1	B	1.549807E+04	3.510735E+03	8.906864E+00	2.952360E+02	5.934379E+02	3.714416E+03
XZ	30	1	A	8.780767E+03	9.292720E+03	4.950463E+00	3.132881E+02	3.486377E+02	3.967043E+03
XZ	30	1	B	8.803626E+03	3.386925E+03	4.950463E+00	3.132881E+02	3.486377E+02	3.967043E+03
XZ	76	2	A	5.059230E+04	7.553060E+04	5.192194E+02	7.145755E+02	3.802826E+00	8.087261E+03
XZ	76	2	B	6.612568E+04	9.690841E+04	5.192194E+02	7.145755E+02	3.802826E+00	8.087261E+03
YZ	10	1	A	6.134976E+04	3.826328E+03	2.900443E+02	1.372627E+02	5.986924E+02	1.921678E+03
YZ	10	1	B	6.697661E+04	5.405094E+03	2.900443E+02	1.372627E+02	5.986924E+02	1.921678E+03
YZ	30	1	A	5.825418E+04	2.998306E+03	3.336993E+02	1.237755E+02	4.091818E+02	1.732856E+03
YZ	30	1	B	6.486209E+04	2.795162E+03	3.336993E+02	1.237755E+02	4.091818E+02	1.732856E+03
YZ	76	2	A	7.432205E-04	1.386457E+05	2.245859E-06	7.560396E+02	3.763602E+02	1.109751E-04
YZ	76	2	B	6.763281E-04	1.571032E+05	2.245859E-06	7.560396E+02	3.763602E+02	1.109751E-04

表 4-5-3 2 方向 SRSS 組合せ 静荷重 1 ケース (3/3)

LOAD	ID	PID	A/B	Sig-t	Sig-c	Sig-b	Tau	Sig-comb
XZ	10	1	A	6.095891E-01	-1.493309E+00	6.918705E+00	3.491204E+00	1.035990E+01
XZ	10	1	B	6.095891E-01	-1.493309E+00	6.745632E+00	3.491204E+00	1.021987E+01
XZ	30	1	A	3.537445E-01	-8.816832E-01	4.740810E+00	3.725045E+00	8.558055E+00
XZ	30	1	B	3.537445E-01	-8.816832E-01	4.036469E+00	3.725045E+00	8.112712E+00
XZ	76	2	A	1.088844E-03	-2.713983E-03	1.771135E+01	7.383033E-01	1.776016E+01
XZ	76	2	B	1.088844E-03	-2.713983E-03	2.276085E+01	7.383033E-01	2.279945E+01
YZ	10	1	A	6.188990E-01	-1.502619E+00	1.977517E+01	1.901167E+00	2.153108E+01
YZ	10	1	B	6.188990E-01	-1.502619E+00	2.150686E+01	1.901167E+00	2.324391E+01
YZ	30	1	A	4.610162E-01	-9.889548E-01	1.799965E+01	1.743867E+00	1.922733E+01
YZ	30	1	B	4.610162E-01	-9.889548E-01	1.980758E+01	1.743867E+00	2.101473E+01
YZ	76	2	A	1.873675E-01	-1.889927E-01	2.566422E+01	1.593714E-01	2.585469E+01
YZ	76	2	B	1.873675E-01	-1.889927E-01	2.980736E+01	1.593714E-01	2.999762E+01