

ZW-PonBoSe Ver.0.4

NASTRAN ボルト部自重等の静荷重による応力計算 Word マクロ使用説明書

ソフトの概要

NASTRAN による自重等の静荷重応力計算アウトプットリストよりばね要素荷重、拘束点反力、多点拘束荷重及びバー要素部材力をボルト部荷重として、引張応力及びせん断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。

使用した応力値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荷重値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。

なお、ばね要素を使用する場合は荷重方向を定義するため要素番号の付番にルールがあります。同様に多点拘束のスカラーポイントを使用する場合も付番にルールがあります。

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。
- ③ワード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	0.4	2022/3/24	初版

目 次

1. 概要	1
1.1 ばね要素	2
1.2 拘束節点	3
1.3 多点拘束スカラーポイント	4
1.4 バー要素	5
2. 計算式	6
3. 計算制限	7
4. 使用方法	8
4.1 起動方法	8
4.2 入力フォーム	9
4.3 処理範囲データ	10
4.4 計算例	11
4.5 計算結果 CSV ファイル	24

参考資料

①ZE-PonBoSe Ver. 0.2

NASTRAN ボルト部地震荷重による応力計算 Excel マクロ使用説明書

②ZE-PonBoDe Ver. 0.2

NASTRAN ボルト部自重等の静荷重による応力計算 Excel マクロ使用説明書

③ZW-PonBoDe Ver. 0.4

NASTRAN ボルト部地震荷重による応力計算 Word マクロ使用説明書

添付ファイル

①使用説明書

ZW-PonBoSe_Ver. 0. 4_NASTRAN ボルト部自重等の静荷重による応力計算
Word マクロ使用説明書.pdf

②マクロファイル

ZW-PonBoSe_Ver. 0. 4. 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。)

- ・ばね要素、バー要素を使用の場合

¥TestData¥Test_Load_Elass_Bar_S1. f06

¥TestData¥Test_Load_Elass_Bar_S2. f06

- ・拘束節点、多点拘束のスカラーポイントを使用の場合

¥TestData¥Test_Load_SPC1_MPC_S1. f06

¥TestData¥Test_Load_SPC1_MPC_S2. f06

¥TestData¥Test_Load_SPC1_MPC_S3. f06

¥TestData¥Test_Load_SPC1_MPC_S4. f06

- ・処理範囲データ

処理範囲_バー要素. inp

処理範囲_SPC1. inp

1. 概要

本 Word マクロは、図 1-1 に示すように NASTRAN による自重等の静荷重応力計算アウトプットリストよりばね要素荷重、拘束点反力、多点拘束荷重及びバー要素部材力を単純和してボルト部荷重とし、引張応力及びせん断応力を求めるために作成した。なお、静荷重計算結果のアウトプットリストは4つまでとする。

本マクロを使用するには 1.1~1.4 項に示すインプット及びアウトプットリストが必要です。インプットはアウトプットリスト内のインプットデータエコーを使用します。

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

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

注 2: サブケースの指定は出来ません。解析ケースは1つとして下さい。

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

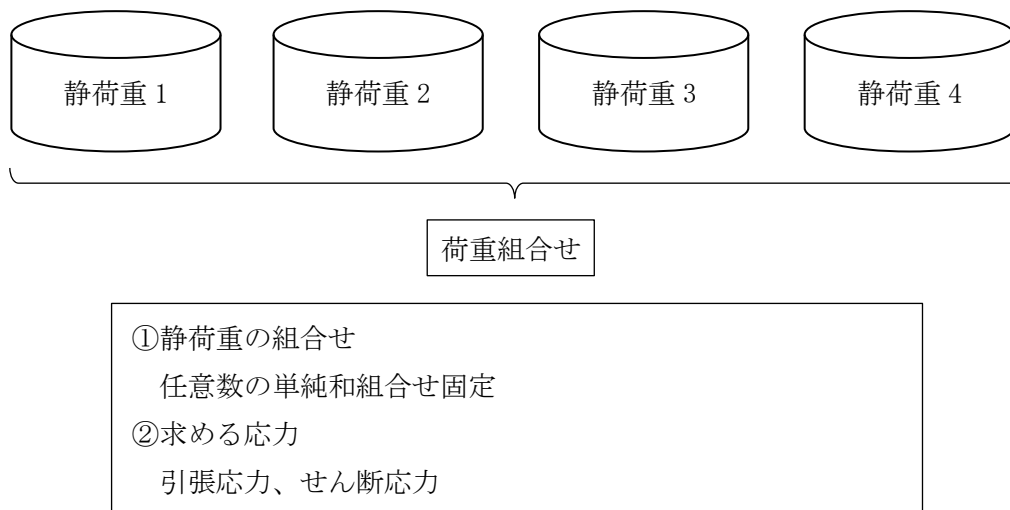


図 1-1 マクロの概要

1.1 ばね要素

ばね要素でボルトの応力計算に使用するインプットデータとアウトプットリストの抜粋を表 1-1-1 及び表 1-1-2 に示す。

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

なお、応力計算には自由度 1~3 の荷重を使用し、軸力の方向はユーザーが指定する。

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

CELAS2	6111	1. +11	5011	1	5111	1	0.
CELAS2	6112	1. +11	5011	2	5111	2	0.
CELAS2	6113	1. +11	5011	3	5111	3	0.
CELAS2	6121	1. +11	5012	1	5112	1	0.
省略							
CELAS2	6823	1. +11	5082	3	5182	3	0.
CELAS2	6831	1. +11	5083	1	5183	1	0.
CELAS2	6832	1. +11	5083	2	5183	2	0.
CELAS2	6833	1. +11	5083	3	5183	3	0.

自由度

同じ番号にする。

表 1-1-2 ばね要素 NASTRAN アウトプットリストの抜粋

FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)							
ELEMENT ID.	FORCE	ELEMENT ID.	FORCE	ELEMENT ID.	FORCE	ELEMENT ID.	FORCE
6111	2. 051308E+01	6112	-1. 318637E+01	6113	9. 966986E+01	6121	-2. 862269E+00
6122	7. 765612E+00	6123	9. 144351E+01	6131	-2. 095930E+00	6132	4. 891063E+00
6133	3. 867706E+01	6211	2. 091766E+01	6212	-7. 213708E+00	6213	5. 597480E+01
6221	-2. 578937E+00	6222	4. 837202E+00	6223	5. 202072E+01	6231	-2. 014715E+00
6232	2. 634898E+00	6233	2. 139335E+01	6311	6. 670812E+00	6312	-1. 002252E+01
6313	8. 188936E+01	6321	-1. 785303E+00	6322	7. 278441E+00	6323	7. 633094E+01
6331	-9. 549974E-01	6332	3. 827955E+00	6333	3. 206500E+01	6411	4. 365223E+00
6412	-5. 183843E+00	6413	4. 437272E+01	6421	-1. 143282E+01	6422	2. 038557E+00
6423	5. 434277E+01	6431	-2. 874180E+01	6432	2. 332723E+00	6433	2. 079747E+01
6511	-4. 365222E+00	6512	-5. 183843E+00	6513	4. 437272E+01	6521	1. 143282E+01
6522	2. 038553E+00	6523	5. 434277E+01	6531	2. 874180E+01	6532	2. 332719E+00
6533	2. 079747E+01	6611	-6. 670812E+00	6612	-1. 002252E+01	6613	8. 188936E+01
6621	1. 785303E+00	6622	7. 278440E+00	6623	7. 633094E+01	6631	9. 549974E-01
6632	3. 827955E+00	6633	3. 206500E+01	6711	-2. 091766E+01	6712	-7. 213707E+00
6713	5. 597480E+01	6721	2. 578937E+00	6722	4. 837201E+00	6723	5. 202072E+01
6731	2. 014715E+00	6732	2. 634898E+00	6733	2. 139335E+01	6811	-2. 051308E+01
6812	-1. 318637E+01	6813	9. 966986E+01	6821	2. 862269E+00	6822	7. 765611E+00
6823	9. 144351E+01	6831	2. 095930E+00	6832	4. 891061E+00	6833	3. 867706E+01

使用する荷重

1.2 拘束節点

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

なお、応力計算には自由度 1~3 の荷重を使用し、軸力の方向はユーザーが指定する。

表 1-2-1 拘束の NASTRAN インプットデータの抜粋

SPC1	1	123456	15
SPC1	1	123456	32
SPC1	1	123456	49
SPC1	1	123456	67
SPC1	1	123456	95
SPC1	1	123456	112
SPC1	1	123456	127

拘束節点

自由度

表 1-2-2 節点拘束アウトプットリストの抜粋

FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT							
POINT_ID	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3
20	G	-8.717143E+01	6.853520E+01	1.384206E+02	0.0	0.0	-1.191036E+03
134	G	-5.187490E-02	4.543558E-02	2.186048E+02	0.0	0.0	-6.940633E-01
248	G	8.722113E+01	-6.858063E+01	1.384204E+02	0.0	0.0	1.191826E+03
296	G	8.717143E+01	6.853520E+01	1.384206E+02	0.0	0.0	1.191036E+03
410	G	5.187489E-02	4.543557E-02	2.186048E+02	0.0	0.0	6.940631E-01
524	G	-8.722113E+01	-6.858063E+01	1.384204E+02	0.0	0.0	-1.191826E+03

節点番号 G は節点 使用する荷重

1.3 多点拘束スカラーポイント

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

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

表 1-3-1 多点拘束 NASTRAN インプットデータの抜粋

MPC	1	29	11.000000	10011	01.000000	+
+		2995	1-1.00000			
MPC	1	29	21.000000	10012	01.000000	+
+		2995	2-1.00000			
MPC	1	29	31.000000	10013	01.000000	+
+		2995	3-1.00000			
\$						
MPC	1	143	11.000000	10021	01.000000	+
+		3014	1-1.00000			
MPC	1	143	21.000000	10022	01.000000	+
+		3014	2-1.00000			
MPC	1	143	31.000000	10023	01.000000	+
+		3014	3-1.00000			
			省略			
MPC	1	419	11.000000	10051	01.000000	+
+		3028	1-1.00000			
MPC	1	419	21.000000	10052	01.000000	+
+		3028	2-1.00000			
MPC	1	419	31.000000	10053	01.000000	+
+		3028	3-1.00000			
\$						
MPC	1	533	11.000000	10061	01.000000	+
+		3047	1-1.00000			
MPC	1	533	21.000000	10062	01.000000	+
+		3047	2-1.00000			
MPC	1	533	31.000000	10063	01.000000	+
+		3047	3-1.00000			

ケースコントロールデータで指定されている MID のみ対象とする。

自由度

スカラーポイント

表 1-3-2 多点拘束アウトプットリストの抜粋

FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT							
POINT ID.	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3
20	G	0.0	1.314850E+02	4.793833E+01	0.0	0.0	1.266283E+04
			省略				
10011	S	1.199040E+02	1.141660E+02	3.798584E+01			
10021	S	1.845433E+02	1.223981E+02	3.933761E+00			
10031	S	1.218862E+02	1.156849E+02	3.594255E+01			
10041	S	1.199040E+02	1.141660E+02	3.798582E+01			
10051	S	1.845432E+02	1.223981E+02	3.933795E+00			
10061	S	1.218861E+02	1.156849E+02	3.594256E+01			
10111	S	4.843647E+01	7.868630E+01	1.313794E+02			
10121	S	4.843647E+01	7.868631E+01	1.313795E+02			
10131	S	4.440431E+01	7.863978E+01	1.312739E+02			
10141	S	4.440429E+01	7.863979E+01	1.312739E+02			

スカラーポイント

G は節点
S はスカラーポイント

使用する荷重

1. 4 バー要素

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

なお、「AXIAL FORCE」を軸力とし「SHEAR」の「PLANE1」及び「PLANE2」をせん断荷重とする。

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

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

表 1-4-2 バー要素 NASTRAN アウトプットリストの抜粋

FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)									
0	ELEMENT ID.	BEND-MOMENT END-A		BEND-MOMENT END-B		- SHEAR -		AXIAL FORCE	TORQUE
		PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2		
	1	0.0	7.275958E-12	0.0	1.637090E-11	0.0	-4.547474E-13	-4.779363E-01	-1.136868E-13
	2	-5.414788E+02	-3.637979E-12	-7.738042E+02	9.955667E+01	4.891062E+00	-2.095930E+00	-4.076803E+01	2.934302E+01
	3	-7.738042E+02	9.955667E+01	-1.006130E+03	1.991133E+02	4.891062E+00	-2.095930E+00	-4.303822E+01	2.934302E+01
省略									
	152	-6.403150E+02	6.527299E+03	-2.514430E+02	6.514056E+03	-1.555488E+01	5.297020E-01	-2.562148E+02	2.177683E+02
	153	2.177683E+02	6.514056E+03	6.818248E+02	1.429637E+04	-1.555488E+01	-2.608581E+02	-5.297020E-01	2.514430E+02
	154	6.818248E+02	1.429637E+04	1.145881E+03	2.222941E+04	-1.555488E+01	-2.659107E+02	-5.297020E-01	2.514430E+02

使用する荷重

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

FORCE DISTRIBUTION IN BAR ELEMENTS (CBAR)									
0	ELEMENT ID.	STATION (PCT)	BEND-MOMENT		SHEAR FORCE		AXIAL FORCE	TORQUE	
			PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2			
	1	0.000	2.980231E-09	-6.984919E-10	-3.166498E-10	-5.820766E-11	0.0	-3.637979E-12	
	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	

2. 計算式

本マクロは、以下の計算式にて引張応力とせん断応力を求める。なお、②④の荷重方向はユーザーが指定する。また、②の軸方向荷重は符号をユーザーが指定する。

①静荷重組合せ

静荷重組合せ=静荷重 1+静荷重 n

②引張応力

$\sigma_t = \text{軸方向荷重} / \text{ボルト断面積}$

注 1: 引張応力がない場合は最小圧縮応力が出力されます。

注 2: 軸方向荷重が圧縮の場合は 0 とします。

③許容引張応力(引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力)

$f_{ts} = \text{Min}(f_{to}^*, 1.4 f_{to}^* - 1.6 \tau)$

注 3: f_{to}^* は JSME S NC1 SSB-3131(1)により規定される値。

④せん断応力

$\tau = \sqrt{\text{せん断荷重1}^2 + \text{せん断荷重2}^2} / \text{ボルト断面積}$

3. 計算制限

本マクロは、以下の制限において使用が出来ます。

- ①環境 : Windows Office365 (他のバージョンで確認していません)
- ②ソルバー : NASTRAN
- ③NASTRAN 入力形式 : シングルワード(8文字入力)
- ④ファイル数 : 静荷重 4
- ⑤対応要素タイプ : CELASS2 , CBAR
- ⑥拘束節点 : SPC1(拘束節点)
- ⑦多点拘束 : MPC(スカラーポイント)
- ⑧最大評価位置数 : 999999
- ⑨静荷重応力の組合せ : 単純和
- ⑩処理方法 : 以下の 8 種類

- ・ 全ばね要素荷重の引張またはせん断応力が最大値の要素
- ・ 指定したボルト番号^{注1}の範囲で引張またはせん断応力が最大値の要素
- ・ 全拘束節点荷重の引張またはせん断応力が最大値の節点
- ・ 指定した拘束節点番号の範囲の荷重で引張またはせん断応力が最大値の節点
- ・ 全多点拘束のボルト番号^{注2}荷重の引張またはせん断応力が最大値の節点
- ・ 指定したボルト番号^{注2}の範囲の荷重で引張またはせん断応力が最大値の節点
- ・ 全バー要素の部材力の引張またはせん断応力が最大値の要素
- ・ 指定したバー要素番号の範囲の部材力で引張またはせん断応力が最大値の要素

注 1:ばね要素(CELASS2)の荷重でボルトの応力求める場合に範囲を指定する場合、ばね要素番号の下 1 桁を除いた番号をボルト番号とします。

注 2:多点拘束(MPC)荷重でボルトの応力求める場合に範囲を指定する場合、スカラーポイント番号の下 1 桁を除いた番号をボルト番号とします。

注 3:ばね要素(CELASS2)荷重でボルトの応力求める場合は NASTRAN に出力されてるいるインプットデータエコーの CELASS を使用します。

注 4:多点拘束(MPC)のスカラーポイント荷重でボルトの応力求める場合は NASTRAN に出力されてるいるインプットデータエコーの MPC を使用します。

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 ボルト部自重等の静荷重による応力計算 Word マクロ ZW-PonBoSe Ver.0.4 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 4-4-5-2 を参照して下さい。なお、入力フォームで「F1」キーを押すと本説明書が表示されます。

図 4-1 入力フォーム

①「荷重 1」～「荷重 4」テキストボックス

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

②「処理方法」オプション

以下の 8 つから処理する方法をコンボボックスから選択して下さい。

- ・「ばね最大」

全ばね要素^{注1}の中で最大引張及びせん断応力の要素を出力します。

- ・「ばね入力」

入力したボルト番号^{注1}を出力します。

- ・「SPC1 最大」

全拘束節点の中で最大引張及びせん断応力の節点を出力します。

- ・「SPC1 入力」

入力したばね拘束節点を出力します。

- ・「MPC 最大」

全スカラーポイント^{注2}の中で最大引張及びせん断応力のスカラーポイントを出力します。

- ・「MPC 入力」

入力したボルト番号^{注2}を出力します。

- ・「バー最大」

全バー要素の中で最大引張及びせん断応力の要素を出力します。

- ・「バー入力」

入力したバー要素の引張及びせん断応力の要素を出力します。

注 1:ばね要素 (CELASS2) でボルトの応力求める場合、ばね要素番号の下 1 桁を除いた番号をボルト番号とします。

例:要素番号 12341 はボルト番号 1234 とし、下一桁は荷重方向

注 2:多点拘束 (MPC) でボルトの応力求める場合、スカラーポイント番号の下 1 桁を除いた番号をボルト番号とします。

例:スカラーポイント番号 12341 はボルト番号 1234 とし、下一桁は荷重方向

③範囲入力

②で「ばね入力」、「SPC1 入力」、「MPC 入力」および「バー入力」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。複数の番号及び複数の範囲を入力する場合は予めテキスト形式のデータで入力しておいて左のテキストボックスを空白にして下さい。「実行」ボタンをクリックした後にファイル名を入力するダイアログが表示されます。入力形式は 4.3 項を参照して下さい。

④部材力位置

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

⑤許容値

許容引張応力を入力して下さい。

⑥「ボルト応力計算の選択」オプション

「軸方向」コンボボックスでボルトの軸方向とする荷重方向を選択して下さい。荷重方向でマイナス符号の方向を選択した場合は組合せ後の軸方向荷重の符号を反転させます。また、絶対値の方向を選択した場合は組合せ後の軸方向荷重を絶対値にします。応力計算に使用するボルトの断面積の入力形式を「断面積」または「ボルト径」ラジオボタンで選択し、断面積またはボルト径を入力して下さい。また、ボルト径より断面積を求める場合は数値の丸め方をコンボボックスから選択して下さい。

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 処理範囲データ

4.2 項③で複数の番号及び複数の範囲を入力する場合、テキストファイルに番号を入力しておいて下さい。継続する番号の場合はマイナス符号として下さい。

1 行に空白を区切りとして入力して下さい。複数行の入力も出来ます。

例:1、11、21、30～50 の番号

1	11	21
30	-50	

4.4 計算例

本マクロの計算例を表 4-4-1 に示す。計算は最大応力発生ボルトを出力した結果を示す。
 なお、計算結果タイトルは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

ボルト処理方法	引張応力 表番号	せん断応力 ^{注1} 表番号	せん断応力 表番号
ばね要素荷重	表 4-4-2-1	表 4-4-2-2	表 4-4-2-3
拘束節点荷重	表 4-4-3-1	表 4-4-3-2	表 4-4-3-3
スカラーポイント荷重	表 4-4-4-1	表 4-4-4-2	表 4-4-4-3
バー要素部材力	表 4-4-5-1	表 4-4-5-2	表 4-4-5-3

注 1: 引張応力の許容値を求めるために使用するせん断応力表です。引張応力とせん断応力の出力ボルトが同じであれば出力されません。

注 2: 軸方向は全条件 Y 方向としている。

表 4-4-2-1 ばね要素荷重 引張応力

地震荷重の組合せ
処理ボルト ID

ボルト ID: 632

最大応力 全ばね要素

入力ボルト径

ボルト径: 12

ボルト断面積
 $A = \pi \times \text{ボルト径}^2 / 4 = \pi \times 12^2 / 4 = 113$
 断面積 : 113 mm²

ボルト断面積
整数値に切り捨て(ユーザー選択)

荷重方向とばね要素番号

静荷重 1 引張応力 (Fy ID:6322)
 $F_y = 7.278441E+00 + 1.726666E+03 = 1.733944E+03$
 $\sigma_t = F_y / A$
 $= 1.733944E+03 / 113$
 $= 15.34464107 = 16 \text{ MPa}$

静荷重 2 静荷重組合せ荷重

整数値に切り上げ

許容引張応力
 $\sigma_a = \text{Min}(f_{t0}^*, 1.4f_{t0}^* - 1.6\tau) = \text{Min}(487, 1.4 \times 487 - 1.6 \times 5.3291752)$
 $= 487 \text{ MPa}$

裕度
 $\sigma_t / \sigma_a = 15.34464107 / 487$
 $= 0.0315085033$

入力した許容引張応力
せん断応力 表 4-4-2-2 参照

応力比 切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 16							
*** TEST ELASS BAR ****							
**** LOAD - 4 ****							
ELEMENT ID.	FORCE	FORCES IN ELEMENT ID.	SCALAR FORCE	SPRINGS ELEMENT ID.	(CELAS2) FORCE	ELEMENT ID.	FORCE
6313	8.188936E+01	6321	-1.785303E+00	6322	7.278441E+00	6323	7.633094E+01

静荷重 1

APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 16							
*** TEST ELASS BAR ****							
**** LOAD - 5 ****							
ELEMENT ID.	FORCE	FORCES IN ELEMENT ID.	SCALAR FORCE	SPRINGS ELEMENT ID.	(CELAS2) FORCE	ELEMENT ID.	FORCE
6313	5.425707E+02	6321	-4.629708E+01	6322	1.726666E+03	6323	-6.766051E+02

静荷重 2

表 4-4-2-2 ばね要素荷重 許容引張応力を求めるためのせん断応力

地震荷重の組合せ
処理ボルト ID

ボルト BOLT ID: 632

処理したデータ
最大応力 全ばね要素

ボルト断面積
ボルト径: 12
断面積: 113 mm²

入力ボルト径
ボルト断面積
整数値に切り捨て(ユーザー選択)

荷重方向とばね要素番号
せん断応力 (Fx ID:6321, Fz ID:6323)

静荷重 1
Fx = -1.785303E+00 + (-4.629708E+01) = -4.808238E+01
Fz = 7.633094E+01 + (-6.766051E+02) = -6.002742E+02

静荷重 2
静荷重組合せ荷重

$$\tau = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} / A$$

$$= \sqrt{-4.808238E+01^2 + (-6.002742E+02)^2} / 113$$

$$= 5.3291752 = 6 \text{ MPa}$$

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 16
0 **** LOAD - 4 *****
FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)
ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE
ID.      FORCE ID.      FORCE ID.      FORCE ID.      FORCE
6313    8.188936E+01 6321    -1.785303E+00 6322    7.278441E+00 6323    7.633094E+01
1 *** TEST ELAS BAR ***                APRIL  7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 16
0 **** LOAD - 5 *****
FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)
ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE
ID.      FORCE ID.      FORCE ID.      FORCE ID.      FORCE
6313    5.425707E+02 6321    -4.629708E+01 6322    1.726666E+03 6323    -6.766051E+02
    
```

表 4-4-2-3 ばね要素荷重 せん断応力

地震荷重の組合せ
処理ボルト ID

ボルト **最大応力** **全ばね要素**
BOLT ID: **641**

入力ボルト径
ボルト径: **12**
ボルト断面積
 $A = \pi \times \text{ボルト径}^2 / 4 = \pi \times 12^2 / 4 = \mathbf{113}$
断面積 : 113 mm²

ボルト断面積
整数値に切り捨て(ユーザー選択)

荷重方向とばね要素番号
静荷重 1 せん断応力 (Fx ID:6411, Fz ID:6413)
静荷重 2
静荷重組合せ荷重

Fx = 4.365223E+00 + 1.778983E+03 = 1.783348E+03
Fz = 4.437272E+01 + 7.967828E+02 = 8.411555E+02

$\tau = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} / A$
= $\sqrt{1.783348E+03^2 + 8.411555E+02^2} / 113$
= **17.44928432 = 18 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 16
0 **** LOAD - 4 *****
FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)
ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE
ID.      FORCE ID.      FORCE ID.      FORCE ID.      FORCE
6331    -9.549974E-01 6332    3.827955E+00 6333    3.206500E+01 6411    4.365223E+00
6412    -5.183843E+00 6413    4.437272E+01 6421    -1.143282E+01 6422    2.038557E+00

1 *** TEST ELAS BAR ***                APRIL  7, 2021 MSC Nastran 9/11/18  PAGE 16
0 **** LOAD - 5 *****
FORCES IN SCALAR SPRINGS (CELAS2)
ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE ELEMENT FORCE
ID.      FORCE ID.      FORCE ID.      FORCE ID.      FORCE
6331     9.167807E+01 6332     5.731346E+02 6333    -3.012618E+02 6411     1.778983E+03
6412     2.672431E+02 6413     7.967828E+02 6421     1.318114E+03 6422     6.030009E+02
    
```

表 4-4-3-1 拘束節点荷重 引張応力

地震荷重の組合せ
処理節点番号

ボルト 最大応力 全拘束節点
NODE ID: 296

処理したデータ

入力ボルト径
ボルト断面積
ボルト径: 12
A = π × ボルト径² / 4 = π × 12² / 4 = 113
断面積 : 113 mm²
ボルト断面積
整数値に切り捨て(ユーザー選択)

引張応力
静荷重1 静荷重2 静荷重組合せ荷重
Fy = 6.853520E+01 + 5.853130E+01 = 1.270665E+02
σt = Fy / A
= 1.270665E+02 / 113
= 1.1244823 = 2 MPa
整数値に切り上げ

許容引張応力
σa = Min(f_{tu}*, 1.4f_{tu}* - 1.6τ) = Min(487, 1.4 × 487 - 1.6 × 4.47486131)
= 487 MPa
整数値に切り上げ
入力した許容引張応力
せん断応力 表4-4-3-2 参照

裕度
σt / σa = 1.1244823 / 487
= 0.0023089986
応力比 切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

**** TEST SPC1, MPC ****								FEBRUARY 7, 2020 MSC Nastran 9/11/18		PAGE 13
**** TEST LOAD-4 ****										
FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT										
POINT ID.	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3			
296	G	8.717143E+01	6.853520E+01	1.384206E+02	0.0	0.0	1.191036E+03			
**** TEST SPC1, MPC ****								FEBRUARY 7, 2020 MSC Nastran 9/11/18		PAGE 13
**** TEST LOAD-5 ****										
FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT										
POINT ID.	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3			
296	G	2.638343E+01	5.853130E+01	3.543234E+02	0.0	0.0	4.653446E+03			

表 4-4-3-2 拘束節点荷重 許容引張応力を求めるためのせん断応力

処理したデータ

処理節点番号
ボルト 最大応力 全拘束節点
NODE ID: 296

入力ボルト径
ボルト断面積
ボルト径: 12
 $A = \pi \times \text{ボルト径}^2 / 4 = \pi \times 12^2 / 4 = 113$
 断面積 : 113 mm²

ボルト断面積
整数値に切り捨て(ユーザー選択)

せん断応力

静荷重 1 静荷重 2 静荷重組合せ荷重

$F_x = 8.717143E+01 + 2.638343E+01 = 1.135549E+02$
 $F_z = 1.384206E+02 + 3.543234E+02 = 4.927440E+02$

$\tau = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} / A$
 $= \sqrt{1.135549E+02^2 + 4.927440E+02^2} / 113$
 $= 4.47486131 = 5 \text{ MPa}$

整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1      **** TEST SPC1, MPC ****                FEBRUARY  7, 2020  MSC Nastran  9/11/18  PAGE  13
0      **** TEST LOAD-4 ****

          FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT
POINT ID. TYPE   T1      T2      T3      R1      R2      R3
          296   G   8.717143E+01  6.853520E+01  1.384206E+02  0.0    0.0    1.191036E+03

1      **** TEST SPC1, MPC ****                FEBRUARY  7, 2020  MSC Nastran  9/11/18  PAGE  13
0      **** TEST LOAD-5 ****

          FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT
POINT ID. TYPE   T1      T2      T3      R1      R2      R3
          296   G   2.638343E+01  5.853130E+01  3.543234E+02  0.0    0.0    4.653446E+03
    
```

静荷重 1

静荷重 2

表 4-4-3-3 拘束節点荷重 せん断応力

処理したデータ

処理節点番号
 ボルト 最大応力 全拘束節点
 NODE ID: 248

入力ボルト径
 ボルト径: 12

ボルト断面積
 $A = \pi \times \text{ボルト径}^2 / 4 = \pi \times 12^2 / 4 = 113$
 断面積 : 113 mm²

ボルト断面積
 整数値に切り捨て(ユーザー選択)

せん断応力

静荷重 1 静荷重 2 静荷重組合せ荷重

$F_x = 8.722113E+01 + 8.234675E+01 = 1.695679E+02$
 $F_z = 1.384204E+02 + 4.432554E+02 = 5.816758E+02$

$\tau = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} / A$
 $= \sqrt{1.695679E+02^2 + 5.816758E+02^2} / 113$
 $= 5.36183876 = 6 \text{ MPa}$

整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1      **** TEST SPC1, MPC ****                FEBRUARY  7, 2020  MSC Nastran  9/11/18  PAGE   13
0      **** TEST LOAD-4 ****

          FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT
POINT ID.  TYPE   T1      T2      T3      R1      R2      R3
          248    G   8.722113E+01  -6.858063E+01  1.384204E+02  0.0      0.0      1.191826E+03

1      **** TEST SPC1, MPC ****                FEBRUARY  7, 2020  MSC Nastran  9/11/18  PAGE   13
0      **** TEST LOAD-5 ****

          FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT
POINT ID.  TYPE   T1      T2      T3      R1      R2      R3
          248    G   8.234675E+01  -4.858663E+01  4.432554E+02  0.0      0.0      1.544354E+03
    
```

静荷重 1

静荷重 2

表 4-4-4-1 スカラーポイント荷重 引張応力

処理したデータ

処理ボルト ID
ボルト 最大応力 全スカラーポイント
BOLT ID: 1004

入力ボルト径
ボルト断面積
ボルト径: 12
A = $\pi \times \text{ボルト径}^2 / 4 = \pi \times 12^2 / 4 = 113$
断面積 : 113 mm²

ボルト断面積
整数値に切り捨て(ユーザー選択)

荷重方向とスカラーポイント番号
静荷重 1 引張応力 (Fy ID: 10042)
Fy = 4.759001E+01 + 7.151001E+01 = 1.191000E+02
 $\sigma_t = Fy / A$
= 1.191000E+02 / 113
= 1.05398248 = 2 MPa

静荷重 2 静荷重組合せ荷重

整数値に切り上げ

許容引張応力
 $\sigma_a = \text{Min}(f_{t0}, 1.4f_{t0} - 1.6\tau) = \text{Min}(487, 1.4 \times 487 - 1.6 \times 4.36725117)$
= 487 MPa

裕度
 $\sigma_t / \sigma_a = 1.05398248 / 487$
= 0.0021642351

整数値に切り上げ
入力した 許容引張応力
せん断応力 表 4-4-4-2 参照
応力比 切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1      **** TEST SPC1, MPC ****                      FEBRUARY  7, 2020  MSC Nastran  9/11/18  PAGE  13
0      **** TEST LOAD-4 ****
          FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT
POINT ID.  TYPE      T1      T2      T3      R1      R2      R3
10041      S      5.144097E+01  4.759001E+01  1.155579E+02
1      **** TEST SPC1, MPC ****                      FEBRUARY  7, 2020  MSC Nastran  9/11/18  PAGE  13
0      **** TEST LOAD-5 ****
          FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT
POINT ID.  TYPE      T1      T2      T3      R1      R2      R3
10041      S      5.895634E+01  7.151001E+01  3.654349E+02
    
```

静荷重 1
静荷重 2

表 4-4-4-2 スカラーポイント荷重 許容引張応力を求めるためのせん断応力

処理ボルト ID

ボルト **最大応力 全スカラーポイント**
BOLT ID: **1004**

処理したデータ

ボルト断面積

入力ボルト径

ボルト径: **12**

ボルト断面積
 $A = \pi \times \text{ボルト径}^2 / 4 = \pi \times 12^2 / 4 = 113$
 断面積 : 113 mm²

ボルト断面積
整数値に切り捨て(ユーザー選択)

荷重方向とスカラーポイント番

静荷重 1

せん断応力 (Fx ID:10041, Fz ID:10043)

静荷重 2

静荷重組合せ荷重

Fx = 5.144097E+01 + 5.895634E+01 = 1.103973E+02
 Fz = 1.155579E+02 + 3.654349E+02 = 4.809928E+02

$\tau = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} / A$

= $\sqrt{1.103973E+02^2 + 4.809928E+02^2} / 113$

= **4.36725117 = 5 MPa** ← 整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1      **** TEST SPC1, MPC ****          FEBRUARY  7, 2020  MSC Nastran  9/11/18  PAGE  13
0      **** TEST LOAD-4 ****
          FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT
POINT ID.  TYPE  T1      T2      T3      R1      R2      R3
10041      S      5.144097E+01  4.759001E+01  1.155579E+02
1      **** TEST SPC1, MPC ****          FEBRUARY  7, 2020  MSC Nastran  9/11/18  PAGE  13
0      **** TEST LOAD-5 ****
          FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT
POINT ID.  TYPE  T1      T2      T3      R1      R2      R3
10041      S      5.895634E+01  7.151001E+01  3.654349E+02
    
```

静荷重 1

静荷重 2

表 4-4-4-3 スカラーポイント荷重 せん断応力

処理ボルト ID
ボルト BOLT ID: 1005

処理したデータ
最大応力 全スカラーポイント

入力ボルト径
ボルト径: 12

ボルト断面積
断面積 : 113 mm²

ボルト断面積
整数値に切り捨て(ユーザー選択)
A = π × ボルト径² / 4 = π × 12² / 4 = 113

荷重方向とスカラーポイント番
せん断応力 (Fx ID:10051 , Fz ID:10053)

静荷重 1
Fx = 3.986682E-02 + 2.734672E-02 = 6.721354E-02
Fz = 1.782447E+02 + 4.654344E+02 = 6.436791E+02

静荷重 2
静荷重組合せ荷重

せん断応力
τ = √(Fx² + Fz²) / A
= √(6.721354E-02² + 6.436791E+02²) / 113
= 5.69627525 = 6 MPa
整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

```

1      **** TEST SPC1, MPC ****          FEBRUARY  7, 2020  MSC Nastran  9/11/18  PAGE   13
0      **** TEST LOAD-4 ****
          FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT
POINT ID.  TYPE   T1          T2          T3          R1          R2          R3
10051      S      3.986682E-02  4.235564E-02  1.782447E+02
1      **** TEST SPC1, MPC ****          FEBRUARY  7, 2020  MSC Nastran  9/11/18  PAGE   13
0      **** TEST LOAD-5 ****
          FORCES OF SINGLE-POINT CONSTRAINT
POINT ID.  TYPE   T1          T2          T3          R1          R2          R3
10051      S      2.734672E-02  4.535364E-02  4.654344E+02
    
```


表 4-4-5-1 バー要素部材力 引張応力

処理したデータ

処理要素番号
ボルト 最大応力 全バー要素 B 端
ELEMENT ID: 53

入力ボルト径
ボルト径: 12
ボルト断面積
 $A = \pi \times \text{ボルト径}^2 / 4 = \pi \times 12^2 / 4 = 113$
断面積 : 113 mm²
ボルト断面積 整数値に切り捨て(ユーザー選択)

引張応力
Fx = 1.083873E+00 + 3.070757E+03 = 3.071841E+03
 $\sigma t = Fx / A$
 $= 3.071841E+03 / 113$
 $= 27.1844325 = 28 \text{ MPa}$
静荷重1 静荷重2 静荷重組合せ荷重
整数値に切り上げ

許容引張応力
 $\sigma a = \text{Min}(f_{t0}^*, 1.4f_{t0}^* - 1.6\tau) = \text{Min}(487, 1.4 \times 487 - 1.6 \times 13.36395779)$
 $= 487 \text{ MPa}$
整数値に切り上げ
せん断応力 表 4-4-5-2 参照

裕度
 $\sigma t / \sigma a = 27.1844325 / 487$
 $= 0.05582019$
応力比 切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

*** TEST ELASS BAR ***									
**** LOAD - 4 ****									
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
FORCES IN BAR ELEMENTS (CBAR)									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT PLANE 1	BEND-MOMENT PLANE 2	BEND-MOMENT END-A PLANE 1	BEND-MOMENT END-B PLANE 1	BEND-MOMENT END-B PLANE 2	- SHEAR - PLANE 1	- SHEAR - PLANE 2	AXIAL FORCE	TORQUE
53	-5.502717E+01	5.577392E+03	-1.726153E+02	1.219976E+04	3.930512E+00	-2.213600E+02	1.083873E+00	-4.269707E+02	

静荷重1

*** TEST ELASS BAR ***									
**** LOAD - 5 ****									
APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
FORCE DISTRIBUTION IN BAR ELEMENTS (CBAR)									
ELEMENT ID.	STATION (PCT)	BEND-MOMENT PLANE 1	BEND-MOMENT PLANE 2	SHEAR FORCE PLANE 1	SHEAR FORCE PLANE 2	AXIAL FORCE	TORQUE		
53	0.000	2.098358E+04	7.839233E+05	-1.498827E+03	4.352963E+02	3.070757E+03	-7.887670E+04		
53	1.000	6.582363E+04	7.709006E+05	-1.498827E+03	4.352963E+02	3.070757E+03	-7.887670E+04		

静荷重2

表 4-4-5-2 バー要素部材力 許容引張応力を求めるためのせん断応力

処理要素番号

処理したデータ

ボルト 最大応力 全バー要素 A 端
ELEMENT ID: 53

ボルト断面積

入力ボルト径

ボルト径: 12

ボルト断面積
 $A = \pi \times \text{ボルト径}^2 / 4 = \pi \times 12^2 / 4 = 113$
 断面積 : 113 mm²

ボルト断面積
整数値に切り捨て(ユーザー選択)

せん断応力

静荷重 1

静荷重 2

静荷重組合せ荷重

$F_y = 3.930512E+00 + (-1.498827E+03) = -1.494896E+03$
 $F_z = -2.213600E+02 + 4.352963E+02 = 2.139363E+02$

$\tau = \sqrt{F_y^2 + F_z^2} / A$
 $= \sqrt{-1.494896E+03^2 + 2.139363E+02^2} / 113$
 $= 13.36395779 = 14 \text{ MPa}$

整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

*** TEST ELASS BAR ****										APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15	
**** LOAD - 4 ****											
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)										静荷重 1	
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT PLANE 1	BEND-MOMENT PLANE 2	BEND-MOMENT PLANE 1	BEND-MOMENT PLANE 2	- SHEAR - PLANE 1	- SHEAR - PLANE 2	AXIAL FORCE	TORQUE			
53	-5.502717E+01	5.577392E+03	-1.726153E+02	1.219976E+04	3.930512E+00	-2.213600E+02	1.083873E+00	-4.269707E+02			

*** TEST ELASS BAR ****										APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15	
**** LOAD - 5 ****											
FORCE DISTRIBUTION IN BAR ELEMENTS (C BAR)										静荷重 2	
ELEMENT ID.	STATION (PCT)	BEND-MOMENT PLANE 1	BEND-MOMENT PLANE 2	SHEAR FORCE PLANE 1	SHEAR FORCE PLANE 2	AXIAL FORCE	TORQUE				
53	0.000	2.098358E+04	7.839233E+05	-1.498827E+03	4.352963E+02	3.070757E+03	-7.887670E+04				
53	1.000	6.582363E+04	7.709006E+05	-1.498827E+03	4.352963E+02	3.070757E+03	-7.887670E+04				

表 4-4-5-3 バー要素部材力 せん断応力

処理要素番号

ボルト **最大応力 全バー要素 A 端**
ELEMENT ID: **51**

入力ボルト径

ボルト断面積
ボルト径: **12**
 $A = \pi \times \text{ボルト径}^2 / 4 = \pi \times 12^2 / 4 = \mathbf{113}$
断面積 : 113 mm²

ボルト断面積
整数値に切り捨て(ユーザー選択)

せん断応力

静荷重 1 静荷重 2 静荷重組合せ荷重

$F_y = \mathbf{3.930512E+00} + \mathbf{(-1.498827E+03)} = \mathbf{-1.494896E+03}$
 $F_z = \mathbf{-1.083873E+00} + \mathbf{(-3.070757E+03)} = \mathbf{-3.071841E+03}$

$\tau = \sqrt{F_y^2 + F_z^2} / A$
 $= \sqrt{-1.494896E+03^2 + (-3.071841E+03)^2} / 113$
 $= \mathbf{30.23250526} = \mathbf{31 MPa}$
 整数値に切り上げ

NASTRAN アウトプットリストの抜粋

APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
*** TEST ELASS BAR ****									
**** LOAD - 4 ****									
FORCES IN BAR ELEMENTS (C BAR)									
ELEMENT ID.	BEND-MOMENT PLANE 1	BEND-MOMENT PLANE 2	BEND-MOMENT PLANE 1	BEND-MOMENT PLANE 2	- SHEAR - PLANE 1	- SHEAR - PLANE 2	AXIAL FORCE	TORQUE	
51	6.234963E+02	5.523198E+03	5.252335E+02	5.550295E+03	3.930512E+00	-1.083873E+00	-2.124756E+02	-5.502717E+01	

静荷重 1

APRIL 7, 2021 MSC Nastran 9/11/18 PAGE 15									
*** TEST ELASS BAR ****									
**** LOAD - 5 ****									
FORCE DISTRIBUTION IN BAR ELEMENTS (C BAR)									
ELEMENT ID.	STATION (PCT)	BEND-MOMENT PLANE 1	BEND-MOMENT PLANE 2	SHEAR FORCE PLANE 1	SHEAR FORCE PLANE 2	AXIAL FORCE	TORQUE		
51	0.000	3.935327E+03	6.303854E+05	-1.498827E+03	-3.070757E+03	4.352963E+02	2.098358E+04		
51	1.000	4.140601E+04	7.071544E+05	-1.498827E+03	-3.070757E+03	4.352963E+02	2.098358E+04		

静荷重 2

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 4-4-2-3 に示す評価位置の結果を Excel のフィルター機能を使用して表示した結果を表 4-5-1 に示す。

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

表 4-5-1 ばね要素荷重

ID	Fx	Fy	Fz	Sig-t	Tau	Sig-a	Tolerance
632	-4.808238E+01	1.733944E+03	-6.002742E+02	1.534464E+01	5.329175E+00	4.870000E+02	3.150850E-02
641	1.783348E+03	2.620593E+02	8.411555E+02	2.319108E+00	1.744928E+01	4.870000E+02	4.762030E-03