

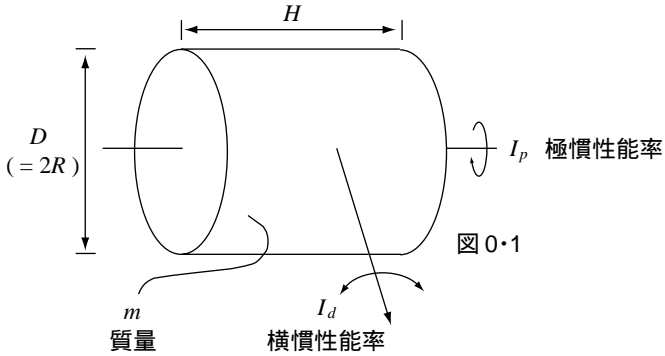
回転軸振動解析ソフト MyROT
(My ROTordynamics programs)

目次	頁
1 . MyROT 軸系インプットデータカード.....	1
2 . MyROT 解析機能とコマンドカード.....	1 1
3 . 応用例	2 3
4 . インストール上の注意	3 3
5 . Rotordynamics 解説	3 5

連絡先 〒 239 - 8686 横須賀市走水 1 - 1 0 - 2 0
 防衛大学校 機械工学科
 松下 修己
 Tel. 0468 - 41 - 3810 内 2326
 Fax. 0468 - 44 - 5900
 E-mail : myrot_osami@yahoo.co.jp
 osami@nda. ac. jp

MyROT 豆知識

(1) 質量および慣性能率



$$M = \frac{\pi}{4} D^2 \rho = \pi R^2 \rho$$

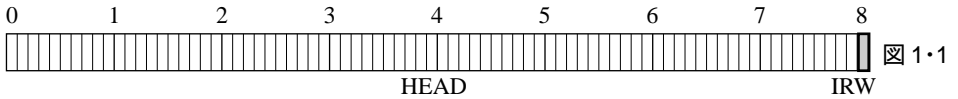
$$I_d = m \left(\frac{D^2}{16} + \frac{H^2}{12} \right) = m \left(\frac{R^2}{4} + \frac{H^2}{12} \right)$$

$$I_p = m \frac{D^2}{8} = m \frac{R^2}{2}$$

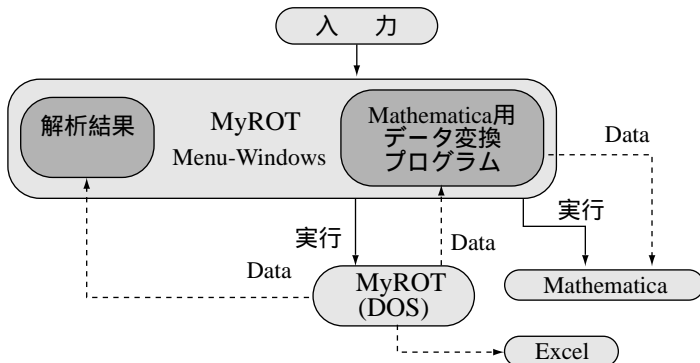
薄い板では $D > H$ なので $2I_d = I_p$ となる .

MyROT 軸系入力カードとデータ構成

1. タイトル・カード (19A4, A3, A1)



カラム	変数名	コメント
1 ~ 79	HEAD	タイトル(ロータの機種名, データ作成者, 日付など 入力するデータに関する情報を任意に記入する)
80	IRW	{ = ' '... タイトルカードの読み込み終了と同時に以後この 最終カードの内容をタイトルと定義する. ' '... タイトルカードを再度読み込む



- ・ Visual Basic を用いて作成した MyROT を Windows 上より操作する統括プログラム
- ・ DOS を意識することなく操作が可能

図 X01.01 MyROT-Windows 版の全体の流れ

2. 総数カード (8I10, 3I10)

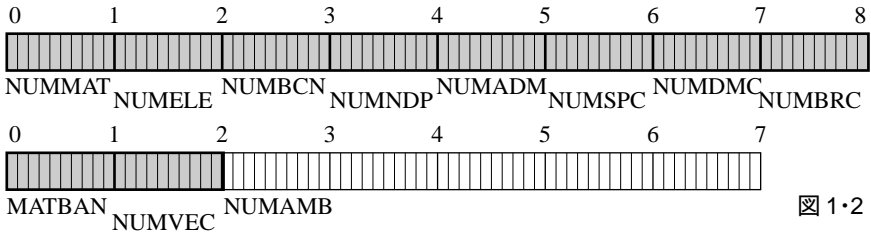
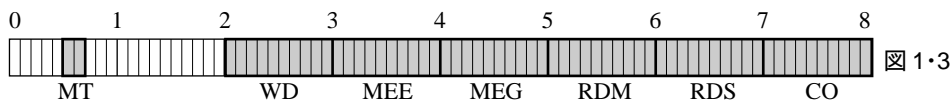


図 1・2

カラム	変数名	コメント
1 ~ 10	NUMMAT	材料総数(...材料カードの数)
11 ~ 20	NUMELE	要素総数(...梁要素カードの数)
21 ~ 30	NUMBCN	境界, 節点間の条件の総数(...境界条件カードの数)
31 ~ 40	NUMNDP	総節点数
41 ~ 50	NUMADM	附加慣性総数(...附加慣性データの数)
51 ~ 60	NUMSPC	ばね要素の総数(...ばね要素カードの数)
61 ~ 70	NUMDMC	ダンパ要素の総数(...ダンパ要素カードの数)
70 ~ 80	NUMBRC	ジャーナル軸受(...すべり軸受要素カードの数)
1 ~ 10	MATBAN	宣言するバンド幅 $\{(N_1 - N_2 + 1) * 2\}$ ただし, $ N_1, N_2 $ は梁要素やばね要素などで関係する節点 番号で $ N_1 - N_2 = MAX$ なるものとする
11 ~ 20	NUMVEC	求める固有ベクトルの数
21 ~ 30	NUMAMB	磁気軸受総数

3. 材料カード (4X, I2, 14X, 5D10.3, 2A4, A2)



カラム	変数名	コメント
5 ~ 6	MT	材料番号 (Material)
12 ~ 30	WD	比重量 γ kg/m ³ (Mass density)
31 ~ 40	MEE	縦弾性係数 E kg/GPa (Modulus of elastic. E)
41 ~ 50	MEG	横弾性係数 G kg/GPa (Modulus of elastic. G)
51 ~ 60	RDM	レーリダンピング γ の比例定数 (Rayleigh damping ; mass)
61 ~ 70	RDS	レーリダンピング E の比例定数 (Rayleigh damping ; Gstiffness)
71 ~ 80	CO	コメント (材料番号などを記入) (Comment)

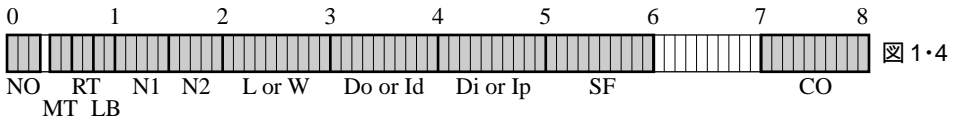
表1 工業材料の機械的性質 (GPa = 10⁹ N/m²)

材 料	密 度 ρ kg/m ³	縦弾性 係 数 E GPa	横弾性 係 数 G GPa	材 料	密 度 ρ kg/m ³	縦弾性 係 数 E GPa	横弾性 係 数 G GPa
鉄鋼材	7.86E+03	206	80.4	塩化ビニール(硬質)		3.92	
鑄鉄	7.96E+03	98.0	34.3	ポリエステル(硬質)		3.92	
鋼(軟・硬質)	8.65E+03	123	46.1	ナイロン		2.94	
黄銅	8.65E+03	98.0	39.2	木材(木目方向)		9.8	
青銅	8.65E+03	98.0	39.2	タングステン	14.5E+03	402	157
Al青銅	8.65E+03	98.0		タングステンカーバイド	14.5E+03	573	221
Be青銅	8.65E+03	123		純チタン	4.51E+03	103	398
アルミニウム(軟・硬質)	2.70E+03	68.6	26.5	Ti-6Al-4V	4.43E+03	113	430
ジュラルミン	2.80E+03	68.6	26.5	アルミナ(Al ₂ O ₃)	3.98E+03	392	148
鉛	11.3E+03	16.7	7.35	窒化ケイ素(Si ₃ N ₄)	3.21E+03	274	
硝子	2.50E+03	68.6		窒化ケイ素(SiC)	3.15E+03	402	
コンクリート	2.00E+03	19.6		ジルコニア(Zr ₂ O ₃)	6.05E+03	206	
合成樹脂	1.30E+03	3.92		CFRR(トレカT400)	1.60E+03	40	15.4

この表には工業材料の機械的性質と物理的性質の大体の値を示している

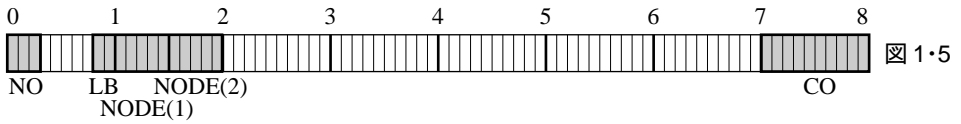
引用：中原一朗著「材料力学(上巻)」養賢堂，三輪光砂著「ガスタービンの基礎と実際」成山堂，「機械設計便覧」丸善，他。

4. 梁要素カード (I3, 1X, 3I2, 2I5, 4D10.3, 10X, 2A4, A2)



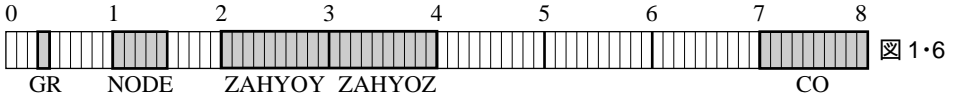
カラム	変数名	コメント
1 ~ 1	NO	カード番号
5 ~ 6	MT	材料番号 (Material)
7 ~ 8	RT	回転指数 0...非回転 1...回転 (Rotation)
9 ~ 10	LB	要素ライブラリー 1...梁要素 (左右に節点を持つ要素) 2...質点要素 (集中マス: 並進のみが考慮される) 3...円板要素 (集中ディスク: 並進と傾きが考慮される)
11 ~ 15	N1	節点番号 (左 or 上)
16 ~ 20	N2	節点番号 (右 or 下)
21 ~ 30	L or W	長さ mm or 質量
31 ~ 40	Do or Id	外径 mm or 横慣性能率 kgm^2
41 ~ 50	Di or Ip	内径 mm or 縦慣性能率 kgm^2
51 ~ 60	SF	前断係数 (入力しなければ内部セット)
71 ~ 80	CO	コメント

5. 境界条件カード (I3, 5X, I2, 2I5, 50X, 2A4, A2)



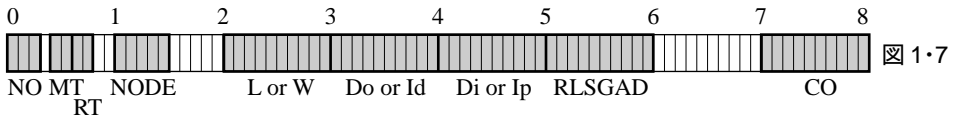
カラム	変数名	コメント
1 ~ 3	NO	カード番号
9 ~ 10	LB	境界条件ライブラリー
		1...Pin(変位 = 0, 傾き = 0)
		2...Roller(変位 = 0, 傾き = 0)
		3...Fix(変位 = 0, 傾き = 0)
11 ~ 15	NODE(1)	節点番号
16 ~ 20	NODE(2)	節点番号(ただし, EARTH のとき 0)
71 ~ 80	CO	コメント

6. 節点座標カード (3X, A1, 6X, I5, 5X, 2D10.3, 30X, 2A4, A2)



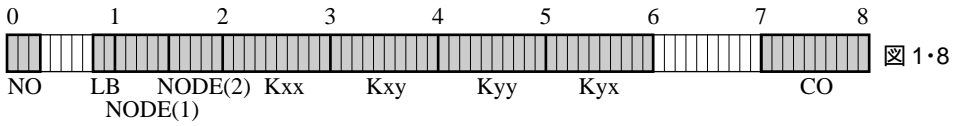
カラム	変数名	コメント
4	GR	縮小する時の自由度 B...その節点のたわみと傾きを考慮 D...その節点のたわみのみを考慮 A...その節点の傾きのみを考慮 '...'...その節点の運動自由度を無視 (Guyan Reduction)
11 ~ 15	NODE	節点番号
21 ~ 30	ZAHYO Y	Y 座標 mm 多重軸系のとき , 軸を区別するために使用 XY プロッタ
31 ~ 40	ZAHYO Z	Z 座標 mm ラインプリンタにモードを 出力時に利用 プロットする時に使用 . 各節点の軸方向位置
71 ~ 80	CO	節点名に対するコメントなど

7. 附加慣性カデータ (13, 1X, 2I2, 2X, I5, 5X, 4D10.3, 10X, 2A4, A2)



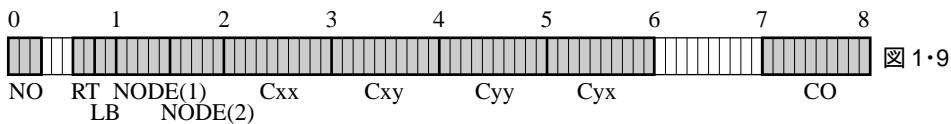
カラム	変数名	コメント
1 ~ 3	NO	カード番号
5 ~ 6	MT	材料番号 (Material)
		形状入力の時記入し, 質量入力の時は記入しない
7 ~ 8	RT	回転指標
		0...非回転
		1...回転 (Rotation)
11 ~ 15	NODE	節点番号
21 ~ 30	L or W	長さ mm or 質量 kg
31 ~ 40	Do or Id	外径 mm or 慣性モーメント kgm ²
41 ~ 50	Di or Ip	内 mm or 極慣性モーメント kgm ²
51 ~ 60	RLSGAD	重心までの距離 mm
71 ~ 80	CO	コメント

8 . ばね要素カード (I3 , 5X , I2 , 2I5 , 4D10.3 , 10X , 2A4 , A2)



カラム	変数名	コメント
1 ~ 3	NO	カード番号
9 ~ 10	LB	ばね要素ライブラリー 1...直線ばね 2...回転ばね
11 ~ 15	NODE(1)	節点番号
16 ~ 20	NODE(2)	節点番号(ただし, EARTH のとき 0)
21 ~ 30	Kxx	ばね定数 N/m
31 ~ 40	Kxy	ばね定数 N/m
41 ~ 50	Kyy	ばね定数 N/m
51 ~ 60	Kyx	ばね定数 N/m
71 ~ 80	CO	コメント

9 . ダンパ要素カード (13 , 3X , 2I2 , 2I5 , 4D10.3 , 10X , 2A4 , A2)



カラム	変数名	コメント
1 ~ 3	NO	カード番号
7 ~ 8	RT	回転指数 0...非回転 1...回転 (Rotation)
9 ~ 10	LB	ダンパ要素ライブラリー 1...直線ダンパ 2...回転ダンパ
11 ~ 15	NODE(1)	節点番号
16 ~ 20	NODE(2)	節点番号 (ただし , EARTH のとき 0)
21 ~ 30	Cxx	ダンピング定数 N_s/m
31 ~ 40	Cxy	ダンピング定数 N_s/m
41 ~ 50	Cyy	ダンピング定数 N_s/m
51 ~ 60	Cyx	ダンピング定数 N_s/m
71 ~ 80	コメント	

10 . すべり軸受 (回転数依存形動特性)

(1) NUMBRG 分必要 (I3 , 5X , I2 , 2I5)

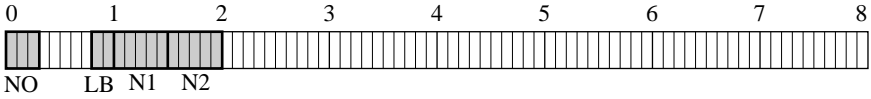


図 1・10・1

カラム	変数名	コメント
1 ~ 3	NO	カード番号
9 ~ 10	LB	1...直線形並進ばねダンパ 2...回転形モーメントばねダンパ
11 ~ 15	N1	節点番号
16 ~ 20	N2	節点番号

(2) (I3 , 76X , 1A)

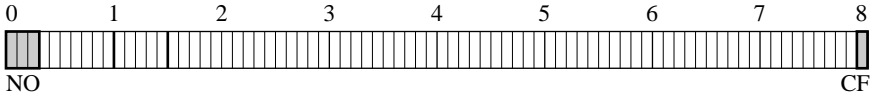
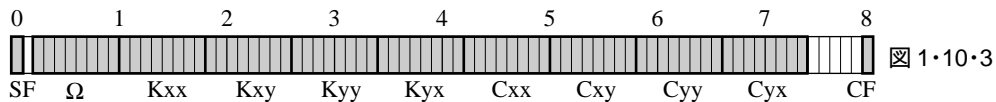


図 1・10・2

カラム	変数名	コメント
1 ~ 3	NO	(3)の軸受定数をセットする節点のカード番号 . 各カード NO の節点に同じ軸受定数を採用する場合は , その NO を重ねる .
80	CF	$\left\{ \begin{array}{l} = ' ' \dots \text{連続読み込み} \\ = E \dots \text{終了} \end{array} \right.$

(3)

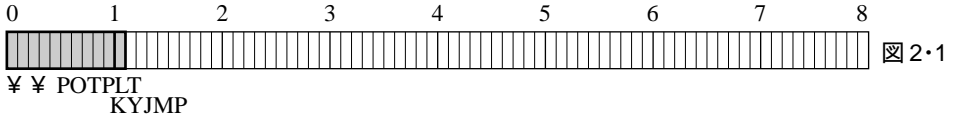
(A1 , 1X , D8.2 , 8D8.2 , 5X , A1)



カラム	変数名	コメント
1	SF	回転数単位 ' '...RPS R...RPM
4 ~ 10	Ω	回転数(SF に従って入力)
11 ~ 74		{ K_{xx} , K_{xy} , K_{yy} , K_{yx} , C_{xx} , C_{xy} , C_{yy} , C_{yx} }
80	CF	8カラム設定 = ' '... 連続読み込み = E ... 終了

MyROT 解析機能とコマンドカード構成

1. ロータ図面出力 (A10, A1)

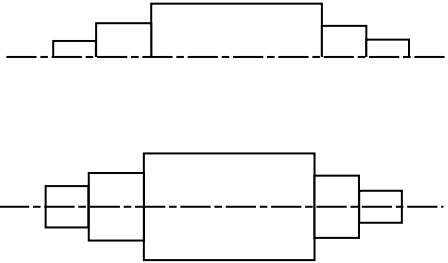


カラム 変数名 コメント

1 ~ 10 \ \ ROTPLT ロータ図面を出力するコマンド

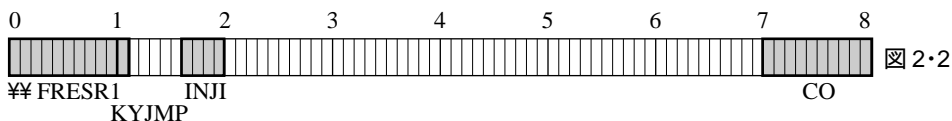
11 KYJMP 作図フラグ

{ = ' ' ... 軸中心から上側のみ作成
= 1 ... 軸対称図



2. 非回転不減衰固有値解析(軸対象支持系)

(A2, 2A4, A1, 5X, I4, 50X, 2A4, A2)



カラム	変数名	コメント
-----	-----	------

1 ~ 10	\\ FRESR1	非回転不減衰固有値解析を呼び出すコマンド
--------	-----------	----------------------

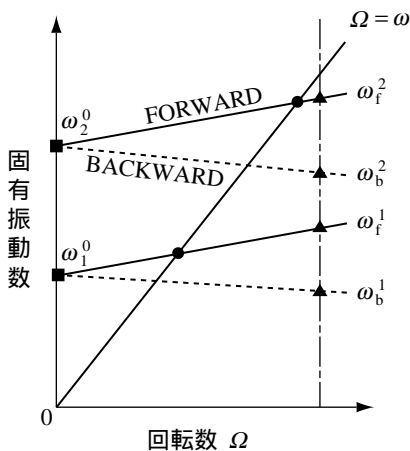
11	KYJMP	解法フラグ
----	-------	-------

{	= ' ' ... \DEB2M
	(MSL 「...パイセクション法, 逆反復法)で解く
	= 1 ... DMUQRI

(MURATA - QR - INVERSE METHOD)で解く

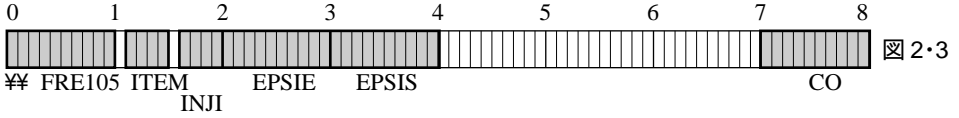
17 ~ 20	INJI	印字指標	{	= 0 ... モードプリントをしない
				= 1 ... モードプリントをする

71 ~ 80	CO	コメント
---------	----	------



3. 回転不減衰危険速度解析(軸対象支持系)

(A2, 2A4, 1X, I4, 1X, I4, 2D10.3, 30X, 2A4, A2)



カラム	変数名	コメント
1 ~ 10	¥ FRE105	回転不減衰危険速度解析を呼び出すコマンド
12 ~ 15	ITEM	繰り返し回数
17 ~ 20	INJI	印字指標
		{ = 0...モードプリントしない = 1...モードプリントする
21 ~ 30	EPSIE	
31 ~ 40	EPSIS	固有ベクトル収束精度
71 ~ 80	CO	コメント

4.ねじり振動固有値解析

(1) (A10, 1X, I4, I5, 2D10.3)

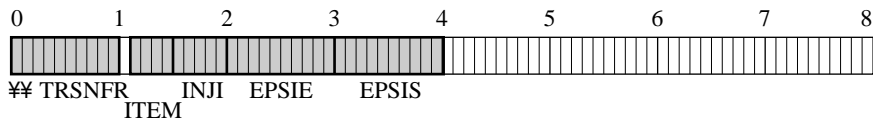


図 2・4・1

カラム	変数名	コメント
1 ~ 20	\\ TRSNFR	ねじり振動固有値解析を呼び出すコマンド
12 ~ 15	ITEM	繰り返し回数
16 ~ 20	INJI	印字指標
21 ~ 30	EPSIE	固有値収束精度
31 ~ 40	EPSIS	直交化収束精度

= 0...モードプリントをしない

= 1...モードプリントをする

(2)総数カード (4I10)

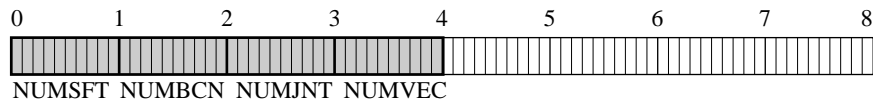


図 2・4・2

カラム	変数名	コメント
1 ~ 10	NUMSFT	軸の総数((3)のセットカードの枚数)
11 ~ 20	NUMBCN	境界条件総数((4)のカード枚数)
21 ~ 30	NUMJNT	ジョイント要素総数((5)のカード枚数)
31 ~ 40	NUMVEC	求める固有値の数

(3)ねじり要素節点カード (I3 , A , 3X , I3 , D10.3 , 10I5 / 20X , 10I5 / ...)

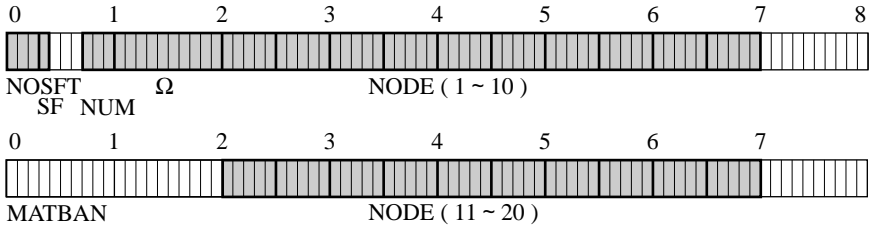


図 2・4・3

カラム	変数名	コメント
1 ~ 3	NOSFT	軸番号
4	SF	回転数単位指標
		$\left\{ \begin{array}{l} = ' \dots \text{ rps} \\ = R \dots \text{ prm} \end{array} \right.$
8 ~ 10	NUM	
11 ~ 20	Ω	軸回転数
21 ~ 25	NODE(1)	関連の節点番号(節点総数だけ列挙)
	:	
135 ~ 140	NODE(20)	関連の節点番号

(4)境界条件カード (I , 7X , 2I5)

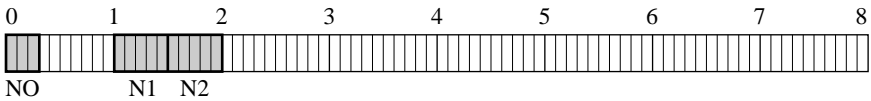


図 2・4・4

カラム	変数名	コメント
1 ~ 3	NO	カード番号
11 ~ 15	N1	節点番号
16 ~ 20	N2	節点番号

(5)ばね・ダンパジョイントカード (I3, 5X, I2, 2I5, 3D10.3)

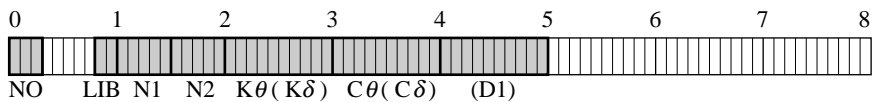


図 2・4・5

カラム	変数名	コメント
1 ~ 3	NO	カード番号
9 ~ 10	LIB	ジョイントライブラリー
		$\left\{ \begin{array}{l} = 1 \dots \text{コイル型} \\ = 2 \dots \text{歯車型} \end{array} \right.$
11 ~ 15	N1	節点番号(歯車型の場合, 駆動側節点)
16 ~ 20	N2	節点番号(歯車型の場合, 被駆動側節点)
<コイル型>		
21 ~ 30	$K\theta$	回転ばね定数 Nm / rad
31 ~ 40	$C\theta$	回転ダンピング定数 Nms / rad (現在使用不可)
<歯車型>		
21 ~ 30	$K\delta$	ばね定数 N / m (一対の噛み合い剛さ)
31 ~ 40	$C\delta$	ダンピング定数 N / m (現在使用不可)
41 ~ 50	D1	駆動軸歯車基礎円直径 mm

5. 1 回転次数比応答解析 不つりあい応答, 玉通過振動など

(A2, 2A4, A1, 1X, I4, 2D10.3, 30X, A2, 2A4)

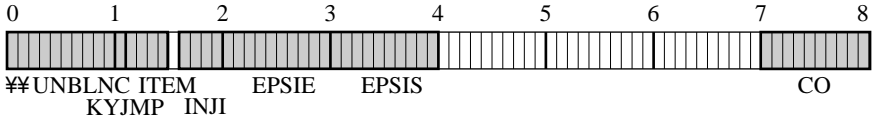
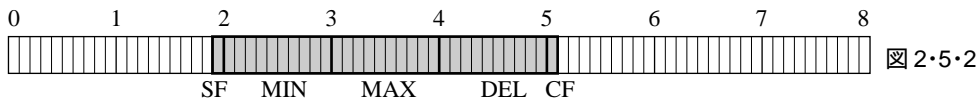


図 2・5・1

カラム	変数名	コメント
1 ~ 10	\\ UNBLNC	回転次数比の応答解析を呼び出すコマンド
11	KYJMP	解法フラグ { = ' ' ... バイセクション法, 逆反復法(MSL) = 1 ... MURATA - QR - INVERSE METHOD
12 ~ 15	ITEM	繰り返し回数
17 ~ 20	INJI	印字指標 { = 0 ... 変位モードのL/P出力なし = N ... N 回毎に変位モードをL/Pに出力する
21 ~ 30	EPSIE	固有値収束精度
31 ~ 40	EPSIS	直交化収束精度
71 ~ 80	CO	コメント

5.2 回転数範囲 (19X, A1, 3D10.3, A1)



カラム	変数名	コメント
19 ~ 20	SF	回転数単位指標 { = ' ' ... rps = R ... rps
21 ~ 30	MIN	スタート回転数
31 ~ 40	MAX	エンド回転数
41 ~ 50	DEL	回転数の増分
51	CF	データカード連続読込指標 { = ' ' ... 連続読み込み = E ... 1枚で終了

5.3 グラフィックデータ

(I3 , 7X , A4 , 5X , A1 , 3F10.0 , I1 , I4 , I5 , D10.3 , A1 , D8.2)

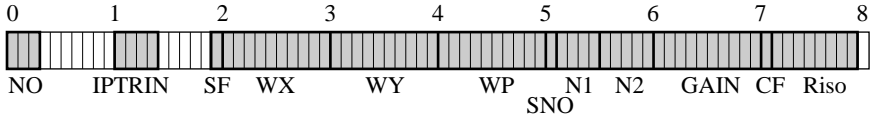


図 2・5・3

カラム	変数名	コメント
1 ~ 3	NO	カード番号
11 ~ 14	IPTRN	グラフ形式(LNLN...線形, LGLG...対数, PL...極形式)
20	SF	回転数単位指標 = ' ' ... rps = R ... rpm
21 ~ 30	WX	横軸の長さ or スケール
31 ~ 40	WY	縦軸の長さ or スケール
41 ~ 50	WP	位相軸の長さ or スケール
51	SNO	センサー型番 { = 1 ... 変位 = 2 ... 傾き = 3 ... 擬基準座標番号
52 ~ 55	N ₁	節点番号
56 ~ 60	N ₂	節点番号(ただし, EARTH のとき 0)
61 ~ 70	GAIN	出力時の倍率(1.0)
71	CF	データの読込指標
72 ~ 79	Riso	センサーの角度指定

5.4 力の型番とそれに対する作用点総数 (I10, I10, D10.3, A1)

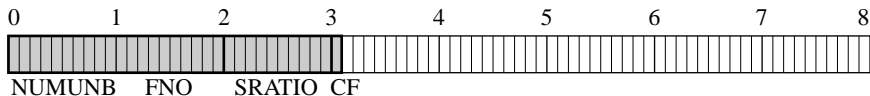


図 2・5・4

カラム	変数名	コメント
-----	-----	------

1 ~ 10	NUMUNB	下記の力が作用する点の総数
--------	--------	---------------

11 ~ 20	FNO	力の型番
---------	-----	------

$\left\{ \begin{array}{l} = 1 \dots \text{不つりあい力 } F=U\Omega^2 \exp(i\Omega t) \\ = 2 \dots \text{強制力 } F=V(n\Omega)^2 \exp(i\Omega t) \\ = 3 \dots \text{強制力 } F=V(n\Omega)^2 \exp(-i\Omega t) \\ = 4 \dots \text{強制力 } F=V(n\Omega)^2 \cos(n\Omega t) \end{array} \right.$

$$V(n\Omega)^2 \exp(i\Omega t) + \exp(-i\Omega t)$$

21 ~ 30	SRATIO	スピード比
---------	--------	-------

31	CF	カード読込指標 = ' ' ... 再度新たな力のもとで計算
----	----	--------------------------------

= R ... 下記の力の計算で \\ UNBLNC 終了

5.5 力の定義

FNO = 1 不つりあい力 (I3, 7X, I5, 5X, 6D10.3)

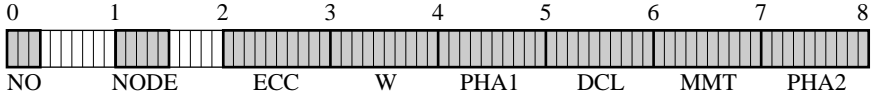


図 2・5・5

カラム	変数名	コメント
1 ~ 3	NO	附加マスのカード番号
11 ~ 15	NODE	不つりあいのある節点番号 (ただし、0の時はカード番号で指定される附加マスが該当)
21 ~ 30	ECC	
31 ~ 40	W	静不つりあい
41 ~ 50	PHA1	
51 ~ 60	DCL	
61 ~ 70	MMT	動不つりあい
71 ~ 80	PHA2	

FNO = 2 ~ 4 強制力 (10X, I5, 5X, D10.3, 10X, 2D10.3, 10X, D10.3)

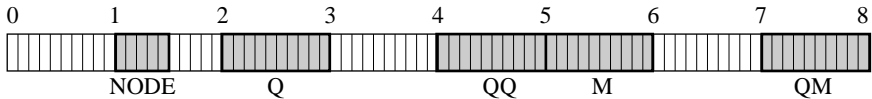
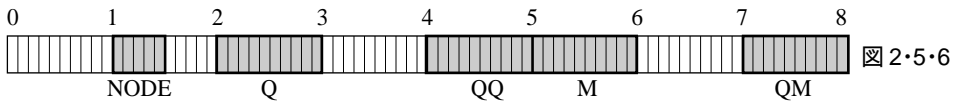


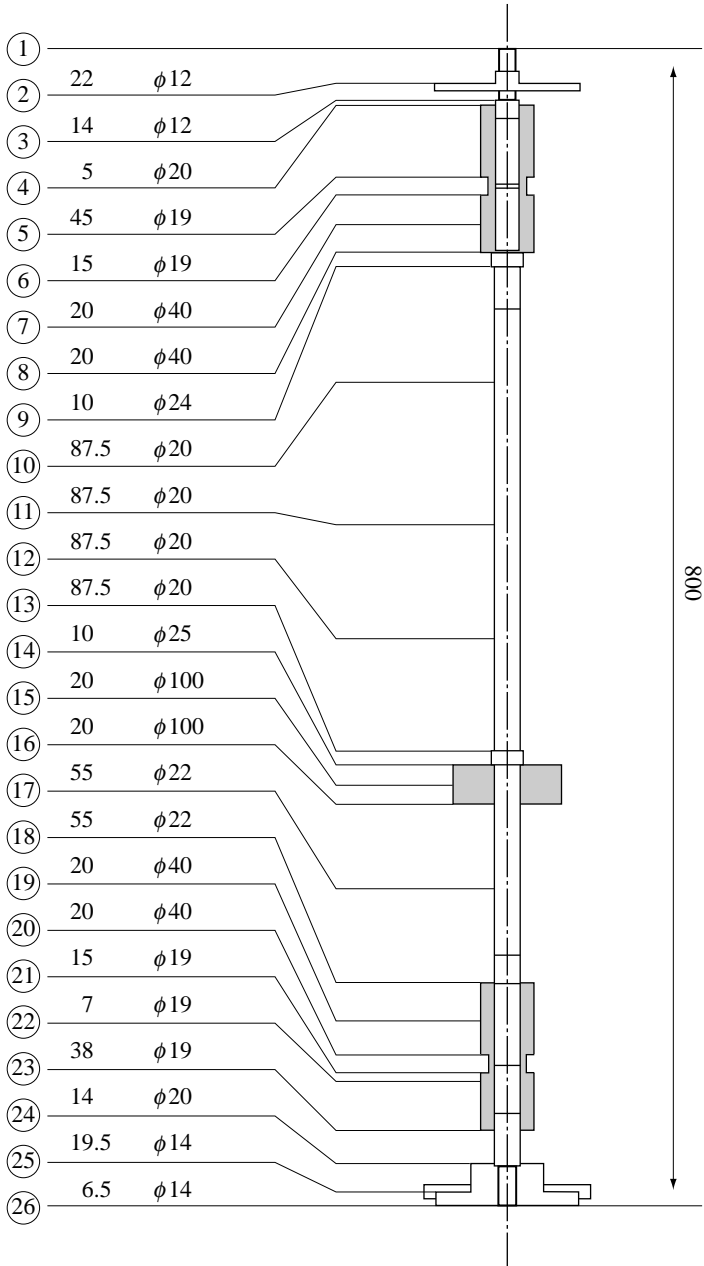
図 2・5・6

カラム	変数名	コメント
11 ~ 15	NODE	力の作用する節点番号
21 ~ 30	Q	前断力 Q Kg
41 ~ 50	QQ	位相 q_Q 度 $V = Qe^{iq_Q}$ 並進力
51 ~ 60	M	モーメント M Kgmm
71 ~ 80	QM	位相 q_M 度 $V = Me^{iq_M}$ モーメント

6 . ストップ命令 (A10)

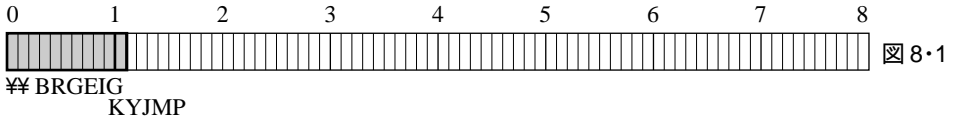


0 ~ 10 // STOP ストップ命令を呼び出すコマンド



8 . BrgEig 対回転数での固有値トラッキング解析

(1) ジョブカード (A10, A1)



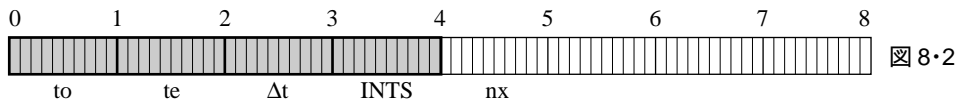
カラム 変数名 コメント

1 ~ 10 \\ BRGEIG すべり軸受動特性を加味して、

対回転数で固有値計算するコマンド

11	KYJMP	処理フラグ	flag = ' ... eigenvalue vs Ω flag = 3 ... eigenfrequency vs Ω
----	-------	-------	--

(2) パラメータカード (3F10.0, 2I10)



カラム	変数名	コメント
1 ~ 10	to	スタート回転数
11 ~ 20	te	エンド回転数
21 ~ 30	Δt	刻み回転数
31 ~ 40	INTS	プリントメモリのインターバル回数
41 ~ 50	nx	計算すべき固有値の数

(3) ゲインカード (8F10.0)



コラム	変数名	コメント
10	コラムピッチ	$g1(\pm \text{sign})$ ゲインを Neig 個だけ並べる .

(4) ゲインカード (8F10.0)

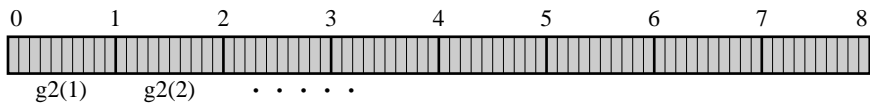
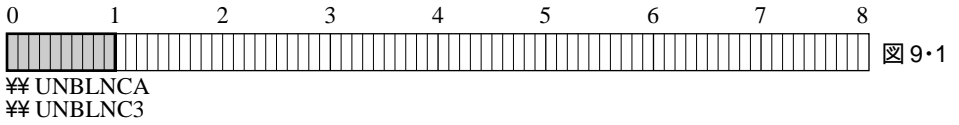


図 8・4

コラム	変数名	コメント
10	コラムピッチ	g2 (比例) ゲインを Neig 個だけ並べる .

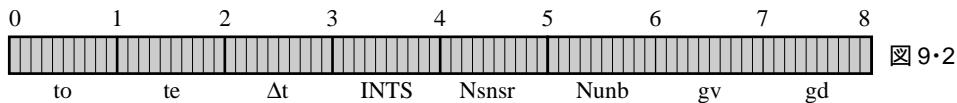
9 . UNBLNCA スヌーパストラッキング不つりあい振動解析
 UNBLNC3 3D トラッキング不つりあい振動解析

(1) ジョブカード (A10)



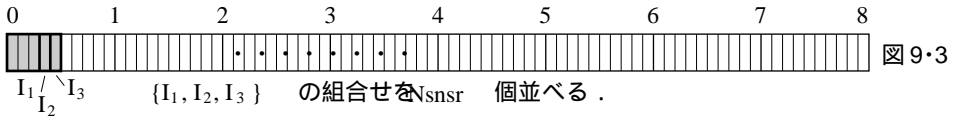
カラム	変数名	コメント
1 ~ 10	\\ UNBLNCA	不つりあい振動解析コマンド
	\\ UNBLNC3	

(2) パラメータ設定 (3F10.0, 3I10, 2F10.0)



カラム	変数名	コメント
1 ~ 10	to	スタート回転数
11 ~ 20	te	エンド回転数
21 ~ 30	Δt	刻み回転数
31 ~ 40	INTS	プリントメモリのためのインターバル回数
41 ~ 50	Nsnsr	センサの総数
51 ~ 60	Nunb	不つりあいの総数
61 ~ 70	gv	速度フィードバックゲイン
71 ~ 80	gd	変位フィードバックゲイン

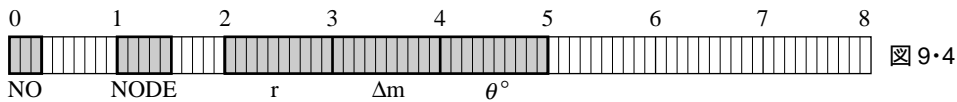
(3) センサカード (20 (I3, I1, I1))



カラム	変数名	コメント
1 ~ 3	I1	モード合成の方程式番号または節点番号
4	I2	表 9・1 for I2 参照
5	I3	表 9・2 for I3 参照

- (例)
- 240 = 節点 2 の XY タイプセンサの $\{a_x, a_y\}$
 - 241 = 節点 2 の XY タイプセンサの $a_x \theta_x$
 - 242 = 節点 2 の XY タイプセンサの $a_y \theta_y$
 - 310 = モード合成座標 #3(曲げ 1 次)の FB タイプの $\{a_f, a_b\}$

(4) 不つりあいカード (I10, 3F10.0)



カラム	変数名	コメント
1 ~ 10	NO	カード番号 ... Numb 個だけおく .
11 ~ 20	r	不つりあい半径 (mm)
21 ~ 30	Δm	質量 (kg)
31 ~ 40	θ°	角度 (deg)