

エクセルFRAME 解説書

Civil engineering Researcher

2026.09現在

もくじ

はじめに	-----	1
エクセルFRAMEの構成	-----	2
インプット		
基本データ	-----	3
節点座標データ	-----	4
固定拘束(支点)	-----	5
はり要素	-----	6
はり要素特性	-----	7
材料特性	-----	8
バネ要素	-----	9
バネ要素特性	-----	10
剛バネ要素	-----	11
節点バネ要素	-----	12
節点バネ要素特性	-----	13
節点荷重	-----	14
部材荷重	-----	15
アウトプット		
骨組図	-----	16
断面力図	-----	17
変位	-----	18
断面力	-----	19
バネ要素断面力	-----	20
反力	-----	21
節点バネ要素反力	-----	22
ツール		
断面二次モーメント	-----	23
橋脚の断面諸元	-----	24
分散支承のバネ定数	-----	25
直接基礎のバネ定数(常時)	-----	26
直接基礎のバネ定数(地震時)		27
H型鋼の断面性能	-----	28
鋼矢板の断面性能	-----	29

はじめに

本プログラムはエクセルVBAによる2次元任意形線形構造解析ソフトです。

エクセル・シート上で動くのでエクセルで作ったデータをインプット・シートに引き継ぐことが出来ます。また解析結果を他のシートに関連付けて構造検討等を行うことが出来ます。このように、本プログラムを構造解析エンジンとして活用しエクセル上でのより幅広い開発が可能になればと思います。

構造解析は変位法によっています。参考とした図書は大地洋三著マトリックス構造解析です。支点条件は固定拘束に加えて節点バネ要素でバネ支持も可能です。また、要素は一般的なはり要素の外に節点間をつなぐバネ要素と剛バネ要素も可能です。外力は節点荷重と部材荷重です。部材荷重には集中荷重と分布荷重に加えて温度変化、温度差、プレストレスを準備しました。アウトプットは各部材両端の節点での断面力と変位および反力等です。加えて、簡単骨組図と断面力図を出力します。

さらに、インプットデータ作成を支援するために簡単なツールのシートを準備しました。

エクセルFRAMEの構成

FRAME計算シート

エクセルFRAME	
基本データ	解析実行
節点データ	
固定拘束(支点)	骨組図
はり要素	断面力図
はり要素特性	変位
材料特性	断面力
バネ要素	バネ要素断面力
バネ要素特性	反力
剛バネ要素	節点バネ要素反力
節点バネ要素	
節点バネ要素特性	
節点荷重	
部材荷重	

付録シート

断面二次モーメント
橋脚の断面諸元
分散支承のバネ定数
直接基礎のバネ定数(常時)
直接基礎のバネ定数(地震時)
H型鋼の断面性能
鋼矢板の断面性能



基本データ

件 名	
担 当 者	
作成年月日	

单位系

本プログラムでは角度のみラジアン(rad)で規定しています。

これ以外の物理量については全て無単位として扱っています。
すなわち、入力がかN, m系であれば出力もかN, m系となります。

重さの単位	長さの単位	適用
kN	m	
N	mm	
tf	m	
kgf	cm	

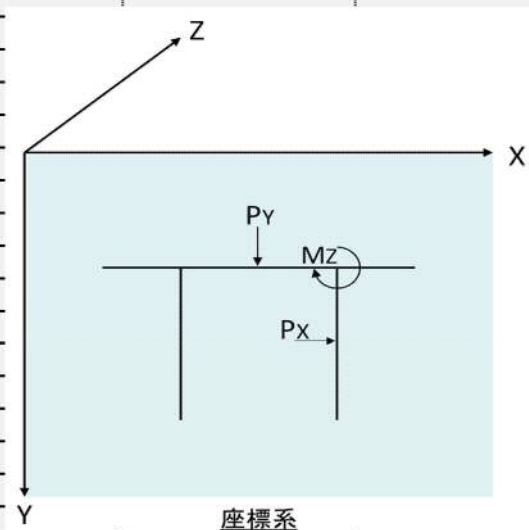
コメント

--

基本データは解析結果に影響しません。メモとして使用します。単位系についてどれを適用したかチェックを入れておきましょう。

節点座標データ

節点座標			
コメント： 右手座標系 各軸の正方向は図のとおり			
	節点番号名	X座標	Y座標
1	1	0.000	0.000
2	2	5.000	0.000
3	3	10.000	0.000
4	4	15.000	0.000
5	5	20.000	0.000
6	6	25.000	0.000
7	7	30.000	0.000
8	8	35.000	0.000
9	9	40.000	0.000
10	10	10.000	10.000
11	11	10.000	20.000
12	12	30.000	10.000
13	13	30.000	20.000
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			



座標系は右手座標系で各軸の正方向は図のとおりです。

構造はX-Yの平面骨組み構造で面内解析を行います。任意形の平面骨組み解析が可能です。

節点番号名は任意の数字とします。順番や大きさは不順でかまいません。



固定拘束（支点）

固定拘束(支点)				
Tx: X方向並進 Ty: Y方向並進 Rz: Z回り回転				
	拘束節点番号名 (節点番号名)	拘束自由度(拘束:1 非拘束:0)		
		T _x	T _y	R _z
1	1	0	1	0
2	9	0	1	0
3	11	1	1	1
4	13	1	1	1
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

節点の固定拘束条件いわゆる支点条件を定義します。
拘束できる方向は図のと通りの3方向です。全てを拘束すると完全固定。左の節点番号名1, 9は水平ローラーの例です。

節点番号名は節点座標データで定義されていなければなりません。

バネで支持する場合は節点バネ要素で定義します。

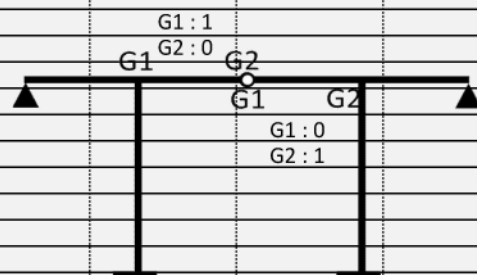
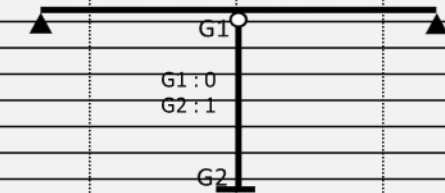


はり要素

はり要素						
Z回り回転自由度 ピン:0 剛結:1						
	はり要素 番号名	はり要素特性 番号名	第1節点 番号名 (G1)	第2節点 番号名 (G2)	G1端 Rz	G2端 Rz
1	1	100	1	2	1	1
2	2	100	2	3	1	1
3	3	100	3	4	1	1
4	4	100	4	5	1	1
5	5	100	5	6	1	1
6	6	100	6	7	1	1
7	7	100	7	8	1	1
8	8	100	8	9	1	1
9	9	100	3	10	1	1
10	10	100	10	11	1	1
11	11	100	7	12	1	1
12	12	100	12	13	1	1
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						



はり要素番号名: 任意の数字で指定
はり要素特性番号名: 任意の数字で指定



構造を構成するはり要素を定義します。

はり要素番号名は任意の数字とします。順番や大きさは不順でかまいません。

はり要素特性番号名は任意の数字とします。順番や大きさは不順でかまいません。はり要素特性を参照します。

第1・第2節点番号名ははり要素の両端の節点番号名です。G1からG2方向がはりの部材軸方向となります。節点座標データで定義されていない限りはなりません。

G1端およびG2端のRzはZ軸回りの自由度です。連続する一般のはりでは両端共に剛結:1となります。柱頭部をピン結合ではりと接続する例および中央ヒンジのはりの例を左図に示します。



はり要素特性

はり要素特性				
	はり要素特性 番号名	材料特性 番号名	断面積	断面2次モーメント Z軸回り
1	100	100	1.000000	0.083333
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

次頁の材料特性が
参照されます。

はり要素の特性を定義します。

はり要素特性番号名ははり要素で定義したものです。

材料特性番号名は任意の数字とします。順番や大きさは不順でかまいません。材料特性を参照します。

断面積, Z軸回りの断面2次モーメントを指定します。



材料特性

材料特性		
	材料特性 番号名	ヤング率
1	100	2.000E+08
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

はり要素の材料特性
(ヤング率)を指定しま
す。

材料特性番号名は
はり要素特性で定義し
たものです。

参考値として道路橋
示方書に規定されて
いるヤング係数を表に
示します。

21	コンクリートのヤング係数	
22	設計基準強度	ヤング係数
23	21	2.35E+04 N/mm2
24	24	2.50E+04 N/mm2
25	27	2.65E+04 N/mm2
26	30	2.80E+04 N/mm2
27	40	3.10E+04 N/mm2
28	50	3.30E+04 N/mm2
29	60	3.50E+04 N/mm2
30	70	3.70E+04 N/mm2
	80	3.80E+04 N/mm2

鋼材のヤング係数	
鋼 種	定 数
鋼及び鉄鋼のヤング係数	2.00E+05 N/mm2
PC鋼線のヤング係数	2.00E+05 N/mm2
PC鋼より線のヤング係数	1.95E+05 N/mm2
PC鋼棒のヤング係数	2.00E+05 N/mm2
鉄鋼のヤング係数	1.00E+05 N/mm2
鋼のせん断弾性係数	7.70E+04 N/mm2
鋼及び鉄鋼のポアソン比	0.3
鉄鋼のポアソン比	0.25



バネ要素

バネ要素				
X方向並進自由度方向				
Y方向並進自由度方向				
Z回り回転自由度方向のバネを自由度毎に指定します				
	バネ要素 番号名	バネ要素特性 番号名	第1節点 番号名 (G1)	第2節点 番号名 (G2)
1	1001	1001	101	201
2	1002	1002	101	201
3	1003	1003	101	201
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

次頁のバネ要素特性
が参照されます。

バネ要素番号名: 任意の数字で指定
バネ要素特性番号名: 任意の数字で指定
自由度コード, バネ定数をバネ要素特性で指定

構造を構成するバネ要素を定義します。X方向並進自由度方向・Y方向並進自由度方向・Z回り回転自由度方向のバネを自由度毎に指定します。自由度方向はバネ要素特性で指定します。

バネ要素番号名は任意の数字とします。順番や大きさは不順でかまいません。

バネ要素特性番号名は任意の数字とします。順番や大きさは不順でかまいません。バネ要素特性を参照します。

第1・第2節点番号名はバネ要素の両端の節点番号名です。節点座標データで定義されていなければなりません。



バネ要素特性

バネ要素特性			
T _x :X方向並進自由度方向			
T _y :Y方向並進自由度方向			
R _z :Z回り回転自由度方向のバネを自由度毎に指定します			
	バネ要素特性 番号名	自由度コード T _x =1,T _y =2,R _z =3	バネ定数
1	1001	1	500,000
2	1002	2	1,700,000
3	1003	3	3,600,000
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

バネ要素の特性を定義します。

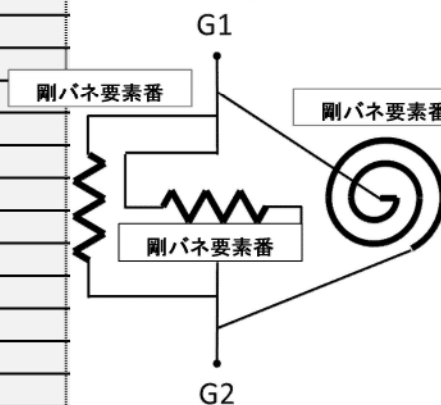
バネ要素特性番号はバネ要素で定義したものです。

自由度コードではT_x:X方向並進自由度方向・T_y:Y方向並進自由度方向・R_z:Z回り回転自由度方向のバネの自由度方向を指定します。



剛バネ要素

剛バネ要素				
T _x :X方向並進自由度方向				
T _y :Y方向並進自由度方向				
R _z :Z回り回転自由度方向のバネを自由度毎に指定します				
	剛バネ要素番号名	第1節点番号名(G1)	第2節点番号名(G2)	自由度コード T _x =1,T _y =2,R _z =3
1	9001	2001	3001	1
2	9002	2002	3002	2
3	9003	2003	3003	3
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				



構造を構成する剛バネ要素を定義します。X方向並進自由度方向・Y方向並進自由度方向・Z回り回転自由度方向の剛バネを自由度方向毎に指定します。

剛バネ要素番号名は任意の数字とします。順番や大きさは不順でかまいません。

第1・第2節点番号名は剛バネ要素の両端の節点番号名です。節点座標データで定義されていなければなりません。

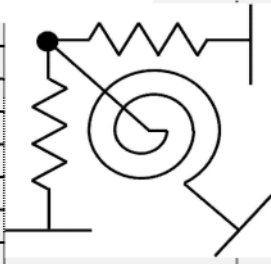


節点バネ要素

節点バネ要素			
杭基礎等の様なバネ支持条件を指定します			
	節点バネ 要素番号名	節点バネ要素 特性番号名	接続する 節点番号名
1	10001	10001	1
2	10009	10009	9
3	10013	10009	13
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

次頁の節点バネ要素特性が参照されます。

接続する
節点番号名



節点バネ要素

杭基礎等の様なバネ支持条件を指定します。

節点バネ要素番号名は任意の数字とします。順番や大きさは不順でかまいません。

節点バネ要素特性番号名は任意の数字とします。順番や大きさは不順でかまいません。節点バネ要素特性を参照します。

接続する節点番号名は節点座標データで定義されていなければなりません。



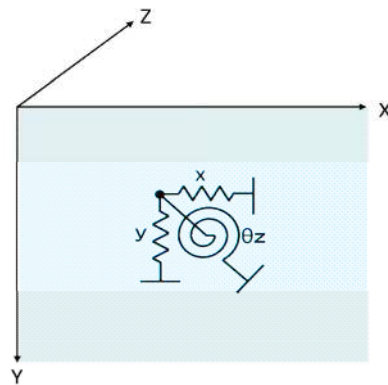
節点バネ要素特性

節点バネ要素特性							
	節点バネ要素 特性番号名	K11	K22	K33	K12	K13	K23
1	10001	524685	1748950	3643662	0	0	0
2	10009	634742	1957600	4223673	0	0	0
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

節点バネ要素特性を指定します。

節点バネ要素特性番号名は節点バネ要素で定義したものです。

節点バネ定数は図およびマトリックスに示す関係にあります。



反力 節点バネ定数 変位

$$\begin{bmatrix} R_x \\ R_y \\ R_\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ \theta_z \end{bmatrix}$$

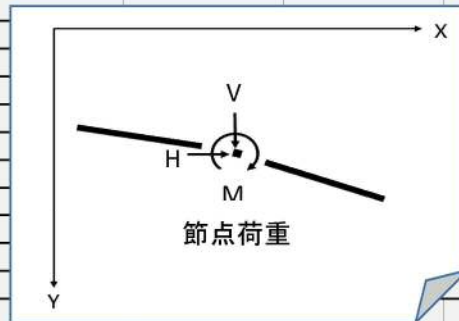
$$K_{21}=K_{12} \quad K_{31}=K_{13} \quad K_{32}=K_{23}$$



節点荷重

節点荷重					
荷重ケースの名称は部材荷重シートで入力					
M:Z軸回り H:X軸方向 V:Y軸方向					
	荷重ケース※1 (1~10の整数)	節点番号名	荷重		
			M	H	V
1	1	5	10,000.0		
2	4	5		100.0	
3	7	5			100.0
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					

節点荷重



節点荷重を指定します。

節点荷重の正方向は図に示すとおりです。

荷重ケースは1から12の整数です。部材荷重の荷重ケースも同様に節点荷重と部材荷重と一連で構造解析を行います。

荷重ケースは節点荷重と部材荷重で欠番がないようにします。順番は前後してもかまいません。重複して複数指定できます。

荷重ケースの名称は部材荷重のシートで記載します。



部材荷重

部材荷重							
	荷重ケース※1 (1～12の整数)	はり要素 番号名	荷重の種類 番号(右表)	Pa	Pb	a	b
1	2	5	6	10000.000		0.000	
2	3	5	7	10000.000	10000.000	0.000	4.000
3	5	5	1	100.000		0.000	
4	6	5	2	100.000	100.000	0.000	4.000
5	8	5	4	100.000		0.000	
6	9	5	5	100.000	100.000	0.000	4.000
7	10	4	8	15.000	0.000	1.000	
8	10	5	8	15.000	0.000	1.000	
9	11	1	9	10000.000	10000.000	1.000	1.000
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							

部材荷重を指定します。

部材荷重の正方向ははり要素で指定したG1-G2方向を部材軸方向として図のとおりとなります。即ち軸力はG1-G2方向が正方向、部材直角方向の荷重は部材をG1-G2方向に向けて図のとおり、モーメント荷重は時計回りが正方向となります。

荷重ケースは1から12の整数です。部材荷重の荷重ケースも同様で節点荷重と部材荷重と一連で構造解析を行います。

荷重ケースは節点荷重と部材荷重で欠番がない様にします。順番は前後してもかまいません。重複して複数指定できます。

荷重の種類	Pa	Pb	a	b
1 集中軸力	軸力Pu	—	a	—
2 分布軸力	分布軸力pua	分布軸力pub	a	b
3 温度上昇	温度上昇t	線膨張係数 α	断面積A	—
4 集中荷重	集中荷重P	—	a	—
5 分布荷重	分布荷重Pa	分布荷重Pb	a	b
6 集中モーメント荷重	集中モーメントM	—	a	—
7 分布モーメント荷重	分布モーメントma	分布モーメントmb	a	b
8 温度差	温度差 Δt	線膨張係数 α	はり高さh	—
9 プレストレス	プレストレスPta	プレストレスPtb	偏心距離ea	偏心距離eb

※ Δt は部材の下側が高い場合が正

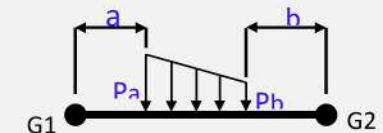
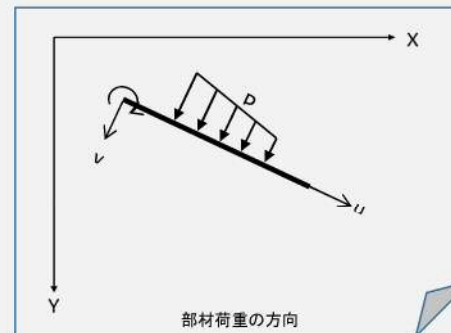
※部材荷重はこれによる固定端断面力を算出して部材両端の節点に載荷しているの

集中荷重をより詳細に解析するためには節点を設けて節点荷重として入力することをお勧めします

※偏心距離は部材図心より上側が正、 $Pt \times e$ による不静定力を解析します。ピン結合には対応していません。

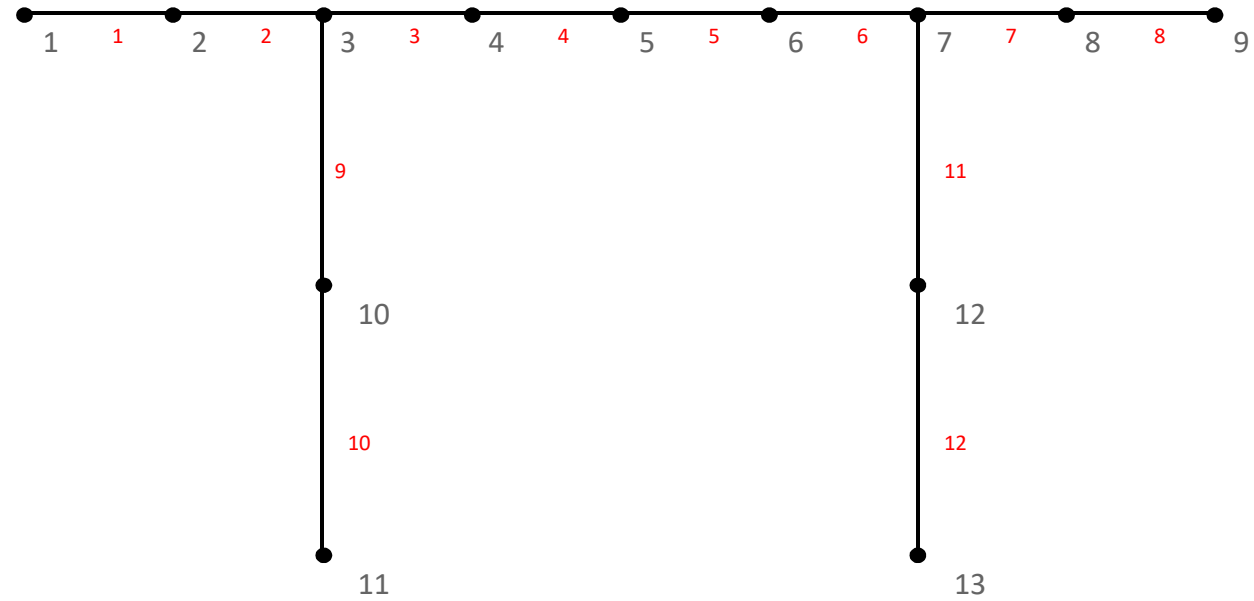
荷重ケース	荷重ケースの名称
1	節点M
2	集中モーメント
3	分布モーメント
4	節点H
5	集中軸力
6	分布軸力
7	節点V
8	集中荷重
9	分布荷重
10	温度差
11	プレストレス
12	

※節点荷重の荷重ケースの名称もこれが参照されます



鋼構造物における鋼の線膨張係数	12E-06
コンクリート構造物における鋼材及びコンクリートの線膨張係数	10E-06
鋼桁とコンクリート床版の合成作用を考慮する場合の鋼及びコンクリートの線膨張係数	12E-06

構造図

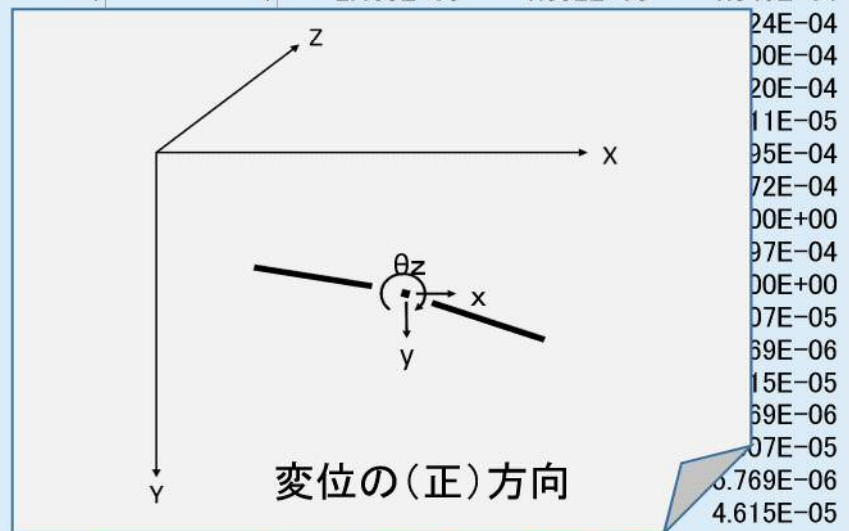


黒 : 節点番号名
赤 : はり要素番号名

CASE 1 節点M 軸力図	CASE 1 節点M セン断力図	CASE 1 節点M モーメント図
CASE 2 集中モーメント 軸力図	CASE 2 集中モーメント セン断力図	CASE 2 集中モーメント モーメント図
CASE 3 分布モーメント 軸力図	CASE 3 分布モーメント セン断力図	CASE 3 分布モーメント モーメント図
CASE 4 節点H 軸力図	CASE 4 節点H セン断力図	CASE 4 節点H モーメント図
CASE 5 集中軸力 軸力図	CASE 5 集中軸力 セン断力図	CASE 5 集中軸力 モーメント図
CASE 6 分布軸力 軸力図	CASE 6 分布軸力 セン断力図	CASE 6 分布軸力 モーメント図
CASE 7 節点V 軸力図	CASE 7 節点V セン断力図	CASE 7 節点V モーメント図
CASE 8 集中荷重 軸力図	CASE 8 集中荷重 セン断力図	CASE 8 集中荷重 モーメント図
CASE 9 分布荷重 軸力図	CASE 9 分布荷重 セン断力図	CASE 9 分布荷重 モーメント図
CASE 10 温度差 軸力図	CASE 10 温度差 セン断力図	CASE 10 温度差 モーメント図
CASE 11 プレストレス 軸力図	CASE 11 プレストレス セン断力図	CASE 11 プレストレス モーメント図

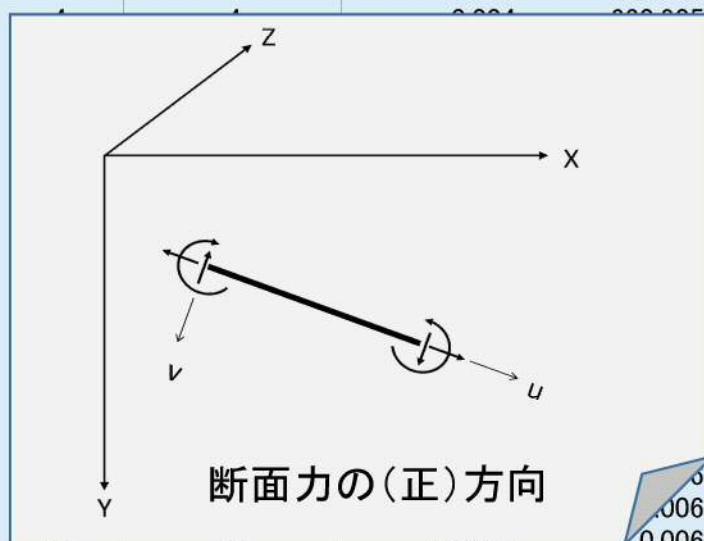
□変位

荷重ケース	節点番号	節点番号名	x	y	θ_z
1 節点M	1	1	-2.307E-03	0.000E+00	1.042E-04
	2	2	-2.307E-03	3.816E-04	2.049E-05
	3	3	-2.307E-03	-7.426E-05	-2.308E-04
	4	4	-2.307E-03	-1.421E-03	-1.503E-04
	5	5	-2.307E-03	-7.224E-11	8.765E-04
	6	6	-2.307E-03	1.421E-03	-1.503E-04
	7	7	-2.307E-03	7.426E-05	-2.308E-04
	8	8	-2.307E-03	-3.816E-04	2.049E-05
	9	9	-2.307E-03	0.000E+00	1.042E-04
	10	10	-5.768E-04	-3.713E-05	-1.154E-04
	11	11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	12	12	-5.768E-04	3.713E-05	-1.154E-04
	13	13	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
2 集中モーメント	1	1	-2.307E-03	0.000E+00	1.042E-04
	2	2	-2.307E-03	3.816E-04	2.049E-05
	3	3	-2.307E-03	-7.426E-05	-2.308E-04
	4	4	-2.307E-03	-1.421E-03	-1.503E-04
	5	5	-2.307E-03	-7.224E-11	8.765E-04
	6	6	-2.307E-03	1.421E-03	-1.503E-04
	7	7	-2.307E-03	7.426E-05	-2.308E-04
	8	8	-2.307E-03	-3.816E-04	2.049E-05
	9	9	-2.307E-03	0.000E+00	1.042E-04
	10	10	-5.768E-04	-3.713E-05	-1.154E-04
	11	11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	12	12	-5.768E-04	3.713E-05	-1.154E-04
	13	13	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
3 分布モーメント	1	1	-2.469E-03	0.000E+00	1.047E-04
	2	2	-2.469E-03	3.830E-04	2.052E-05
	3	3	-2.469E-03	-7.524E-05	-2.319E-04
	4	4	-2.469E-03	-1.392E-03	-1.349E-04
4 節点H	8	8	2.461E-03	8.653E-05	-5.769E-06
	9	9	2.461E-03	0.000E+00	-2.307E-05
	10	10	1.115E-03	3.028E-13	1.731E-04
	11	11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	12	12	1.115E-03	5.982E-14	1.731E-04
	13	13	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00



□断面力

荷重ケース	はり要素 番号	はり要素 番号名	第1節点番号名 第2節点番号名	N	S	M
1 節点M	1	1	1	0.000	111.669	0.000
			2	0.000	111.669	558.345
	2	2	2	0.000	111.669	558.345
			3	0.000	111.669	1,116.691
	3	3	3	0.004	-630.905	1,309.052
			4	0.004	-630.905	-1,845.474
	4	4	4	0.004	-630.905	-1,845.474
			5	0.004	-630.905	-5,000.000
	5	5	5	0.005	-630.905	5,000.000
			6	0.005	-630.905	1,845.474
	6	6	6	0.000	-630.905	1,845.474
			7	0.000	-630.905	-1,309.052
	7	7	7	0.003	111.669	-1,116.691
			8	0.003	111.669	-558.345
	8	8	8	0.002	111.669	-558.345
			9	0.002	111.669	0.000
	9	9	3	742.574	0.006	-192.362
			10	742.574	0.006	-192.303
	10	10	10	742.574	0.006	-192.303
			11	742.574	0.006	-192.245
	11	11	7	-742.574	0.006	-192.362
			12	-742.574	0.006	-192.303
	12	12	12	-742.574	0.006	-192.303
			13	-742.574	0.006	-192.245
2 集中モーメント	1	1	1	0.000	111.669	0.000
			2	0.000	111.669	558.345
	2	2	2	0.000	111.669	558.345
			3	0.000	111.669	1,116.691
	3	3	3	0.004	-630.905	1,309.052
			4	0.004	-630.905	-1,845.474
	4			0.004	-630.905	-1,845.474
				0.004	-630.905	-5,000.000
	5			0.005	-630.905	-5,000.000
				0.005	-630.905	1,845.474
	6			0.004	-630.905	1,845.474
				0.004	-630.905	-1,309.052
3 分布モーメント	7			0.003	111.669	-1,116.691
				0.003	111.669	-558.345
	8			0.002	111.669	-558.345
				0.002	111.669	0.000
	9			742.574	0.006	-192.362
				742.574	0.006	-192.303
	10			742.574	0.006	-192.303
				742.574	0.006	-192.245
	11			-742.574	0.006	-192.362
				-742.574	0.006	-192.303
	12			-742.574	0.006	-192.303
				-742.574	0.006	-192.245
	13			-742.574	0.006	-192.245
	1	1	1	0.000	112.176	0.000
			2	0.000	112.176	560.878
	2	2	2	0.000	112.176	560.878
			3	0.000	112.176	1,121.755



□バネ要素断面力

T _X :X軸方向 T _Y :Y軸方向 Rz:Z軸回り						
荷重ケース	バネ要素 番号	バネ要素 番号名	第1節点 番号名 (G1)	第2節点 番号名 (G2)	自由度コード T _X =1,T _Y =2,Rz=3	バネ要素反力

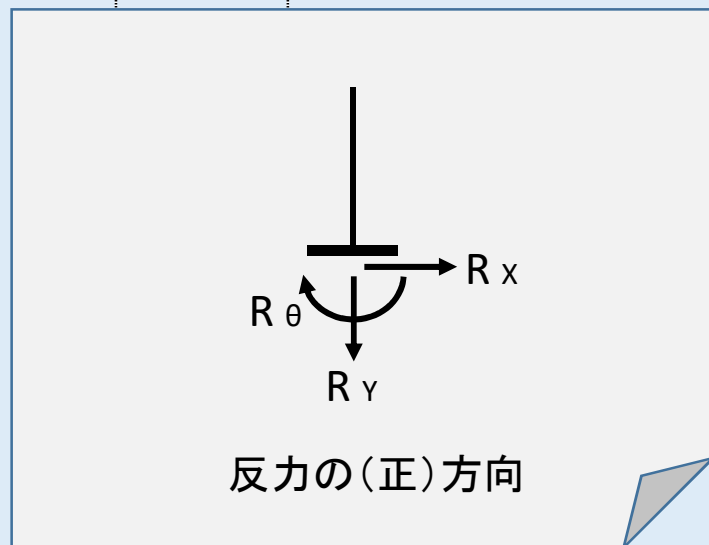
T_x : 引張を(正) 圧縮を(負)
 T_Y : 引張を(正) 圧縮を(負)
 R_Z : 時計回りを(正) 反時計回りを(負)とします。



バネ要素断面力の(正)方向

□反力

荷重ケース	支点番号	節点番号名	R_x	R_y	R_θ
1 節点M	1	1	0.0	-111.7	0.0000
	2	9	0.0	111.7	0.0000
	3	11	0.0	742.6	192.2448
	4	13	0.0	-742.6	192.2447
2 集中モーメント	1	1	0.0	-111.7	0.0000
	2	9	0.0	111.7	0.0000
	3	11	0.0	742.6	192.2448
	4	13	0.0	-742.6	192.2447
3 分布モーメント	1	1	0.0	-112.2	0.0000
	2	9	0.0	127.1	0.0000
	3	11	3.7	752.4	230.7252
	4	13	-3.8	-767.4	180.6786
4 節点H	1	1	0.0	23.1	0.0000
	2	9	0.0	-23.1	0.0000
	3	11	-50.0	0.0	-538.3945
	4	13	-50.0	0.0	-538.3944
5 集中軸力	1	1	0.0	23.1	0.0000
	2	9	0.0	-23.1	0.0000
	3	11	-50.0	0.0	-538.3945
	4	13	-50.0	0.0	-538.3944
6 分布軸力	1	1	0.0	23.1	0.0000
	2	9	0.0	-23.1	0.0000
	3	11	-50.0	0.0	-538.3685
	4	13	-50.0	0.0	-538.4204
7 節点V	1	1	0.0	12.3	0.0000
	2	9	0.0	12.3	0.0000
	3	11	6.3	-62.3	42.1204
	4	13	-6.3	-62.3	-42.1204
8 集中荷重	1	1	0.0	12.3	0.0000
	2	9	0.0	12.3	0.0000
	3	11	6.3	-62.3	42.1204
	4	13	-6.3	-62.3	-42.1204
9 分布荷重					0.000
					0.000
					42.938
					-41.025
10 温度差					0.000
					0.000
					208.526
					-208.526
11 プレストレス					0.000
					0.001
					-821.659
					821.659



□節点バネ要素反力

荷重ケース	節点バネ 要素番号	節点バネ 要素番号名	接続する 節点番号名	R_x	R_y	R_θ
-------	--------------	---------------	---------------	-------	-------	------------

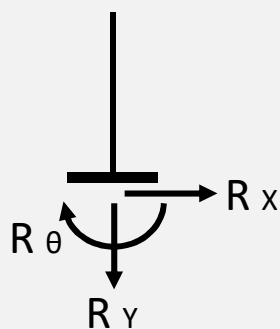
反力

節点バネ定数

変位

$$\begin{bmatrix} R_x \\ R_y \\ R_\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ \theta z \end{bmatrix}$$

$$K_{21}=K_{12} \quad K_{31}=K_{13} \quad K_{32}=K_{23}$$

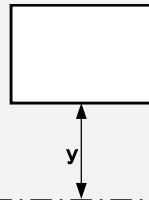


節点バネ要素反力の(正)方向

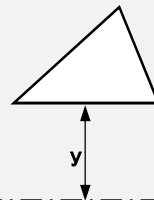
断面二次モーメントの計算

[基本データに戻る](#)

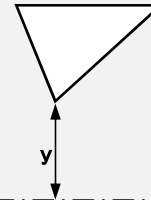
図形番号 1



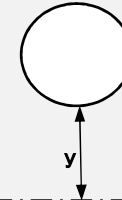
図形番号 2



図形番号 3



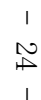
図形番号 4



	図形番号	図形の数 n	幅 b(m)	高さor直径 h(m)	基準線からの位置 y(m)	図心までの距離 yg(m)	断面積 A(m ²)	A × yg (m ³)	A × yg ² (m ⁴)	I _o (m ⁴)
1	1	1	1.500	0.150	1.600	1.675	0.22500	0.376875	0.631266	0.000422
2	3	2	0.500	0.030	1.570	1.590	0.01500	0.023850	0.037922	0.000001
3	1	1	0.500	0.030	1.570	1.585	0.01500	0.023775	0.037683	0.000001
4	3	2	0.170	0.090	1.480	1.540	0.01530	0.023562	0.036285	0.000007
5	1	1	0.160	1.370	0.200	0.885	0.21920	0.193992	0.171683	0.034285
6	2	2	0.170	0.210	0.200	0.270	0.03570	0.009639	0.002603	0.000087
7	1	1	0.500	0.200	0.000	0.100	0.10000	0.010000	0.001000	0.000333
8	4	-3		0.010	0.200	0.205	-0.00024	-0.000048	-0.000010	0.000000
9						0.000	0.00000	0.000000	0.000000	0.000000
10						0.000	0.00000	0.000000	0.000000	0.000000
Σ							0.62496	0.661645	0.918432	0.035136
									0.953568	

$$\begin{aligned}
 e &= 0.661645 & / & & 0.62496 & = & 1.059 \text{ (m)} \\
 \Sigma A \cdot e^2 &= 0.62496 & \times & & 1.058692^2 & = & 0.700478 \\
 I_s &= 0.953568 & - & & 0.700478 & = & \mathbf{0.253090 \text{ (m}^4\text{)}}
 \end{aligned}$$

※図形の数nを負の値にすることにより空洞を表すことができます。

- 24 -

ゴム支承のせん断剛性

ゴム支承のせん断剛性											
No 名称			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1支承線上の支承の数	n	—	4	4	1	1	1	1	1	1	1
ゴムの橋軸方向寸法	a	mm	600	1	1	1	1	1	1	1	1
ゴムの橋軸直角方向寸法	b	mm	600	1	1	1	1	1	1	1	1
積層ゴムの層の数	n e	層	5	1	1	1	1	1	1	1	1
〃の1層の厚さ	t e	mm	30	1	1	1	1	1	1	1	1
ゴム材料のせん断弾性係数	G e	N/mm ²	1.0	1	1	1	1	1	1	1	1
ゴム支承本体の側面被覆ゴムを除く面積	A e	mm ²	360,000	1	1	1	1	1	1	1	1
積層ゴムの総厚	Σ t e	mm	150	1	1	1	1	1	1	1	1
一次形状係数	S1	—	10.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
二次形状係数	S2	—	4.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ゴム支承のせん断剛性	Ks	N/mm	2,400	1	1	1	1	1	1	1	1
1支承線上当り	n・Ks	N/mm	9,600	4	1	1	1	1	1	1	1

項目	記号	単位	算 式 お よ び 適 用 範 囲 等
橋軸方向の有効（鋼板）寸法	a	mm	100mm～2,000mm
橋軸直角方向の有効（鋼板）寸法	b	mm	100mm～2,000mm
ゴム支承本体の側面被覆ゴムの除く面積	A e	mm ²	A e = a × b
積層ゴムの層の数	n e	層	
積層ゴムの単層厚	t e	mm	3mm ≤ t e ≤ 60mm
有効ゴム総厚	Σ t e	mm	Σ t e = n e × t e : 積層ゴムの総厚 Σ t e ≤ 300mm
一次形状係数	S 1	—	0.5 ≤ b / a ≤ 2のとき S 1 = A e / { 2 × (a + b) × t e } ; 0.5 > b / a , b / a > 2のとき S 1 = min (a , b) / 2 × t e
二次形状係数	S 2	—	S 2 = min (a , b) / Σ t e 4 ≤ S 2
ゴム材料のせん断弾性係数	G e	N/mm ²	ゴム材料のせん断弾性係数の特性値（下表）
ゴム支承のせん断剛性	K s	N/mm	K s = G e × A e / Σ t e

ゴム材料のせん断弾性係数の特性値

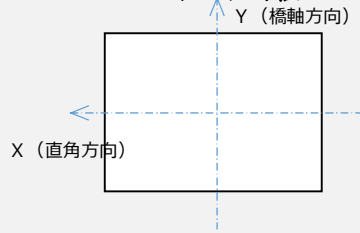
材料の種類	呼び	せん断弾性係数 (N/mm ²)
天然ゴム (NR)	G6	0.6
	G8	0.8
	G10	1.0
	G12	1.2
	G14	1.4
クロロプレンゴム (CR)	G8	0.8
	G10	1.0
	G12	1.2
高減衰ゴム (HDR)	G8	0.8
	G10	1.0
	G12	1.2

直接基礎のバネ定数(地震の影響を含まない場合)

1. 設計条件

[基本データに戻る](#)

1.1 フーチング寸法:



フーチングLX:
7,000 (mm)

フーチングLY:
5,000 (mm)

1.2 地層データ:

平均N値:

50

1.3 基礎の底面積、断面2次モーメント及び換算載荷幅

- 1) 底面積: $A_B = 7 \times 5$
= 35 m^2
- 2) 断面2次モーメント:
橋軸方向軸回り
 $I_{BY} = 7^3 \times 5 / 12$
= 142.917 m^4
橋軸直角方向軸回り
 $I_{BX} = 7 \times 5^3 / 12$
= 72.917 m^4
- 3) 換算載荷幅 $B' = \sqrt{A_B}$
= $\sqrt{35}$
= 5.9 m

1.4 地盤反力係数

- 1) 直径0.3mの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する地盤反力係数
 $k_o = \alpha E_o / 0.3$
= $1 \times 2800 \times 50 / 0.3$
= 466,667 kN/m^3
- 2) 地盤反力係数
 $k = \lambda \cdot k_o (B' / 0.3)^{-3/4}$
= $1 \times 466667 \times (5.9 / 0.3)^{-0.75}$
= 49,970 kN/m^3
- 3) 基礎底面の鉛直方向地盤反力係数
 $k_v = k$
- 4) 基礎底面の水平方向せん断地盤反力係数
 $k_s = 0.3 \cdot k_v$
= 0.3×49970
= 14,991 kN/m^3

1.5 地盤バネ定数の算定

- 1) 橋軸方向
 $K_h = k_s \times A_B$
= 14991×35
= 5.247E+05 kN/m
 $K_v = k_v \times A_B$
= 49970×35
= 1.749E+06 kN/m
 $K_m = K_v \times I_{BX}$
= 49970×72.917
= 3.644E+06 $kN \cdot m/rad$
 $K_{hm} = 0$
- 2) 橋軸直角方向
 $K_m = K_v \times I_{BY}$
= 49970×142.917
= 7.142E+06 $kN \cdot m/rad$

2. 計算結果

地盤バネ定数一覧表

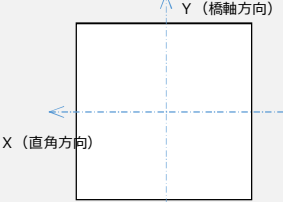
	橋軸方向(Y)	直角方向(X)
鉛直バネ K_v (kN/m)	1,748,950	1,748,950
水平バネ K_h (kN/m)	524,685	524,685
回転バネ K_m ($kN \cdot m/rad$)	3,643,662	7,141,562
連成バネ K_{hm} (kN/rad)	0	0

直接基礎のバネ定数(地震の影響を含む場合)

1. 設計条件

基本データに戻る

1.1 フーチング寸法：



フーチングLX:
10,000 (mm)

フーチングLY:
10,000 (mm)

1.2 地層データ：

平均N値：	30
基礎底面地盤土質(1-粘性土、2-砂質土)	2
基礎底面地盤の単位体積重量	20 kN/m ³
地盤動のポアソン比 ν_D ：	0.5

1.3 地盤の動的変形係数

- 1) 基礎底面地盤の平均せん断弾性波速度：
- $$V_s = 80 \times N^{(1/3)}$$
- $$= 80 \times 30^{(1/3)}$$
- $$= 248.6 \text{ m/s}$$
- 2) 地盤のせん断弾性波速度
- $$V_{SD} = C_v \times V_s$$
- $$= 0.8 \times 248.6$$
- $$= 198.9 \text{ m/s}$$
- 3) 地盤の動的せん断変形係数
- $$G_D = \gamma_t / g \times V_{SD}^2$$
- $$= 20 / 9.8 \times 198.9^2$$
- $$= 8073.7 \text{ kN/m}^2$$
- 4) 地盤の動的変形係数
- $$E_D = 2(1 + \nu_D) G_D$$
- $$= 2 \times (1 + 0.5) \times 8073.7$$
- $$= 24221.1 \text{ kN/m}^2$$

1.4 基礎の底面積、断面2次モーメント及び換算載荷幅

- 1) 底面積：
- $$A_B = 10 \times 10$$
- $$= 100 \text{ m}^2$$
- 2) 断面2次モーメント：
- 橋軸方向軸回り
- $$I_{BY} = 10^3 \times 10 / 12$$
- $$= 833.333 \text{ m}^4$$
- 橋軸直角方向軸回り
- $$I_{BX} = 10 \times 10^3 / 12$$
- $$= 833.333 \text{ m}^4$$
- 3) 換算載荷幅
- $$B' = \sqrt{A_B}$$
- $$= \sqrt{100}$$
- $$= 10 \text{ m}$$

1.5 地盤反力係数

- 1) 水平方向地盤反力係数の基準値
- $$K_{H0} = E_D / 0.3$$
- $$= 24221.1 / 0.3$$
- $$= 80737 \text{ kN/m}^3$$
- 2) 鉛直方向地盤反力係数の基準値
- $$K_{V0} = E_D / 0.3$$
- $$= 24221.1 / 0.3$$
- $$= 80737 \text{ kN/m}^3$$
- 3) 基礎底面の鉛直方向地盤反力係数
- $$k_v = k_{v0} (B' / 0.3)^{-3/4}$$
- $$= 80737 \times (10 / 0.3)^{-0.75}$$
- $$= 5819.9 \text{ kN/m}^3$$
- 4) 基礎底面の水平方向せん断地盤反力係数
- $$k_s = 0.3 \cdot k_v$$
- $$= 0.3 \times 5819.9$$
- $$= 1746 \text{ kN/m}^3$$

1.6 地盤バネ定数の算定

- 1) 橋軸方向
- $$K_h = k_s \times A_B$$
- $$= 1746 \times 100$$
- $$= 1.746E+05 \text{ kN/m}$$
- $$K_v = K_v \times A_B$$
- $$= 5819.9 \times 100$$
- $$= 5.820E+05 \text{ kN/m}$$
- $$K_m = K_v \times I_{BX}$$
- $$= 5819.9 \times 833.333$$
- $$= 4.850E+06 \text{ kN} \cdot \text{m/rad}$$
- $$K_{hm} = 0$$
- 2) 橋軸直角方向
- $$K_m = K_v \times I_{BY}$$
- $$= 5819.9 \times 833.333$$
- $$= 4.850E+06 \text{ kN} \cdot \text{m/rad}$$

2. 計算結果

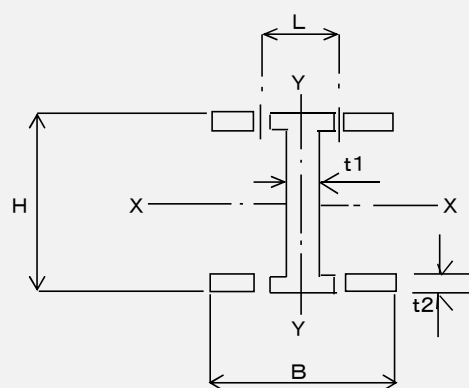
地盤バネ定数一覧表

	橋軸方向(Y)	直角方向(X)
鉛直バネKv (KN/m)	581,990	581,990
水平バネKh (KN/m)	174,600	174,600
回転バネKm (KN・m/rad)	4,849,915	4,849,915
連成バネKhm (KN/rad)	0	0

H型鋼の断面性能(リース材、ボルト孔考慮)

H×B×t1×t2	孔の位置(mm)	A(cm ²)	V(kg・f/m)	I×(cm ⁴)	Iy(cm ⁴)	Zx(cm ³)	Zy(cm ³)	ix(cm)	iy(cm)
H-200×200×8/12	孔なし	63.53	49.9	4,720	1,600	472	160	8.62	5.02
	L=100	51.53	55.0	3,660	1,300	366	130	8.43	5.02
H-250×250×9/14	孔なし	92.18	72.4	10,800	3,650	867	292	10.80	6.29
	L=150	78.18	80.0	8,850	2,860	708	229	10.60	6.05
H-300×300×10/15	孔なし	119.80	94.0	20,400	6,750	1,360	450	13.10	7.51
	L=150	104.80	100.0	17,300	5,900	1,150	394	12.90	7.51
H-350×350×12/19	孔なし	173.90	137.0	40,300	13,600	2,300	776	15.20	8.84
	L=150	154.90	150.0	35,000	12,500	2,000	716	15.10	8.99
H-400×400×13/21	孔なし	218.70	172.0	66,600	22,400	3,330	1,120	17.50	10.10
	L=150	197.70	200.0	59,000	21,200	2,950	1,060	17.30	10.40
H-500×500×25/25	孔なし	362.50	285.0	160,000	52,100	6,400	2,080	21.00	11.90
	L=150	337.50	300.0	146,000	50,700	5,840	2,020	20.80	12.20

※ボルト孔径は25φとする。



U型鋼矢板

形 式	寸 法			断面積	重 量		断面二次モーメント		断面係数	
	w mm	h mm	t mm	1枚当り cm ²	1枚当り Kg/m	壁幅1m当り Kg/m ²	1枚当り cm ⁴	壁幅1m当り cm ⁴ /m	1枚当り cm ³	壁幅1m当り cm ³ /m
YSP-I	400	75	8.0	46.49	36.5	91.2	429	3,820	66.4	509
YSP-U5	400	80	7.6	45.21	35.5	88.8	454	4,220	64.7	527
FSP-IA	400	85	8.0	45.21	35.5	88.8	598	4,500	88.0	529
YSP-II	400	100	10.5	61.18	48.0	120.0	986	8,690	121.0	869
FSP-II	400	100	10.5	61.18	48.0	120.0	1,240	8,740	152.0	874
YSP-U9	400	110	9.3	55.01	43.2	108.0	1,070	9,680	120.0	880
FSP-IIA	400	120	9.2	55.01	43.2	108.0	1,460	10,600	160.0	880
YSP-III	400	125	13.0	76.42	60.0	150.0	1,920	16,400	196.0	1,310
FSP-III	400	125	13.0	76.42	60.0	150.0	2,220	16,800	223.0	1,340
YSP-U15	400	150	12.2	74.40	58.4	146.0	2,700	22,800	238.0	1,520
FSP-IIIA	400	150	13.1	74.40	58.4	146.0	2,790	22,800	250.0	1,520
YSP-IV	400	155	15.5	96.99	76.1	190.0	3,690	31,900	311.0	2,060
FSP-IV	400	170	15.5	96.99	76.1	190.0	4,670	38,600	362.0	2,270
YSP-U23	400	175	14.7	94.21	74.0	185.0	4,380	39,400	330.0	2,250
FSP-IVA	400	185	16.1	94.21	74.0	185.0	5,300	41,600	400.0	2,250
YSP-V	420	175	22.0	134.00	105.0	250.0	5,950	55,200	433.0	3,150
FSP-VL	500	200	24.3	133.80	105.0	210.0	7,960	63,000	520.0	3,150
FSP-VIL	500	225	27.6	153.00	120.0	240.0	11,400	86,000	680.0	3,820

備考： 壁幅1m当りの重量は(1枚当りの重量×1,000/W(有効幅))の数値を
JIS Z8401により丸めた数値です。