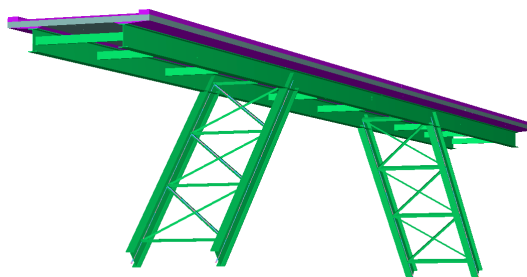


鋼方杖ラーメン橋に対する影響線解析の入力と検証

UC-win/FRAME(3D) Ver 5.1/6.1



サンプル:SteelStruttedRahmenBridge_L20.f3d

活荷重の入力例と結果の検証方法を解説します。活荷重は一本棒の影響線上を移動するので1本のフレームが必要です。当サンプルモデルでは、活荷重が載荷される床版を1本のフレームでモデル化し、2主桁はそれぞれをフレームでモデル化し、床版から各主桁へは仮想部材で接続しています(図2)。このため、上部構造のモデル化例にもなっています。

活荷重は昭和31年に制定されたTL-20(一等橋20t)を想定し、“連行荷重”を利用しています。活荷重の入力には本プログラム固有の“ゾーン”があり、これを設定することにより、活荷重位置に応じた衝撃係数の違いを考慮して部材断面力を算出させることができます。

なお、本プログラムでは幅員方向に活荷重は移動しません。橋軸方向に活荷重が移動したときに各部材に発生する断面力が厳しい位置と値を求めることができます。

橋梁諸元：橋長が40mの鋼方杖ラーメン橋で、支間長は不等径間です(図1、図2)。

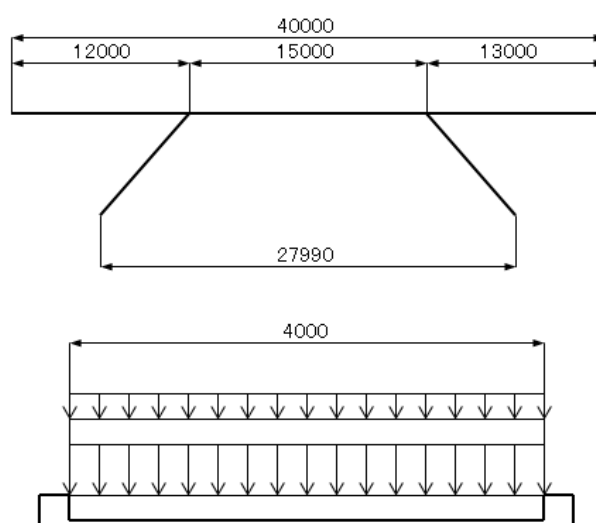


図1: 構造寸法 (mm)

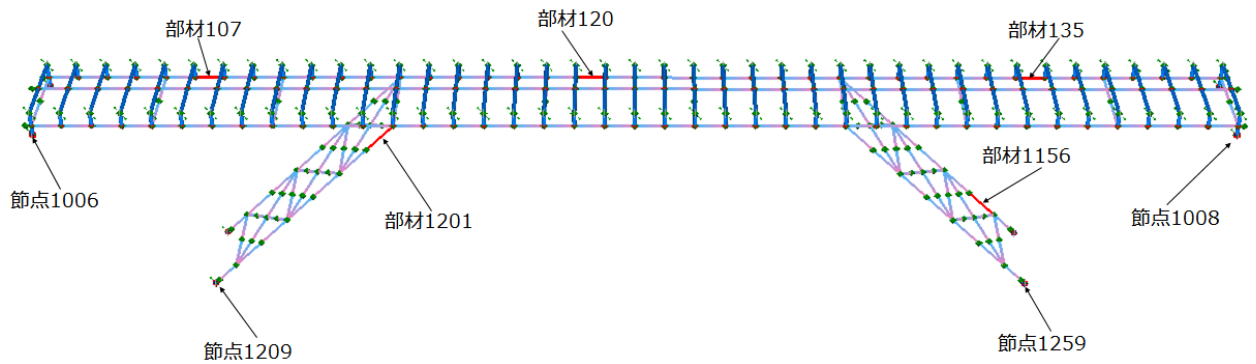


図 2: 解析モデル図

目次

1	活荷重の条件	3
2	活荷重の入力画面	3
2.1	基本設定タブ	3
2.2	幅員データタブ	4
2.3	グループ作成タブ	5
2.4	Zoning/p2,q タブ	6
2.5	連行荷重タブ	7
2.6	衝撃係数タブ	7
2.6.1	等分布荷重 q	8
2.6.2	線荷重 P	9
2.7	単位荷重ピッチタブ	10
3	活荷重の結果画面	11
3.1	支点反力	11
3.2	曲げモーメント	12
4	結果の検証	13
4.1	支点反力	13
4.2	曲げモーメント	14
5	影響線データから求める実例	15

1 活荷重の条件

T 荷重と L 荷重がありますが、ここでは主桁や下部構造部材を設計する場合によく採用される L 荷重を載荷します。橋の等級を一等橋とすると、線荷重 P は 50kN/m、等分布荷重 p は支間 L が 80m 以下より 3.5kN/m² となります。

本プログラムは旧活荷重 (TL-20, TL-14) に直接対応していませんので、線荷重は“連行荷重”で代用します。連行荷重は集中荷重 (kN) で与えるので、線荷重 P と幅員から 1 個の集中荷重を求めます。連行荷重の前後には等分布荷重 p を設定します。

$$\begin{aligned} \text{線荷重} \quad P &= 50.0(\text{kN/m}) \times 4.0(\text{m}) = 200.0(\text{kN}) \\ \text{等分布荷重} \quad p &= 3.5(\text{kN/m}^2) \\ \text{群集荷重} \quad &\text{無し} \end{aligned}$$

2 活荷重の入力画面

本サンプルデータでは、床板を表す連続したフレーム要素に活荷重領域「活荷重 1」が定義されています。活荷重領域の長さはオーバーハング (20cm+20cm) を考慮しているので 40.4m となっています。

2.1 基本設定タブ

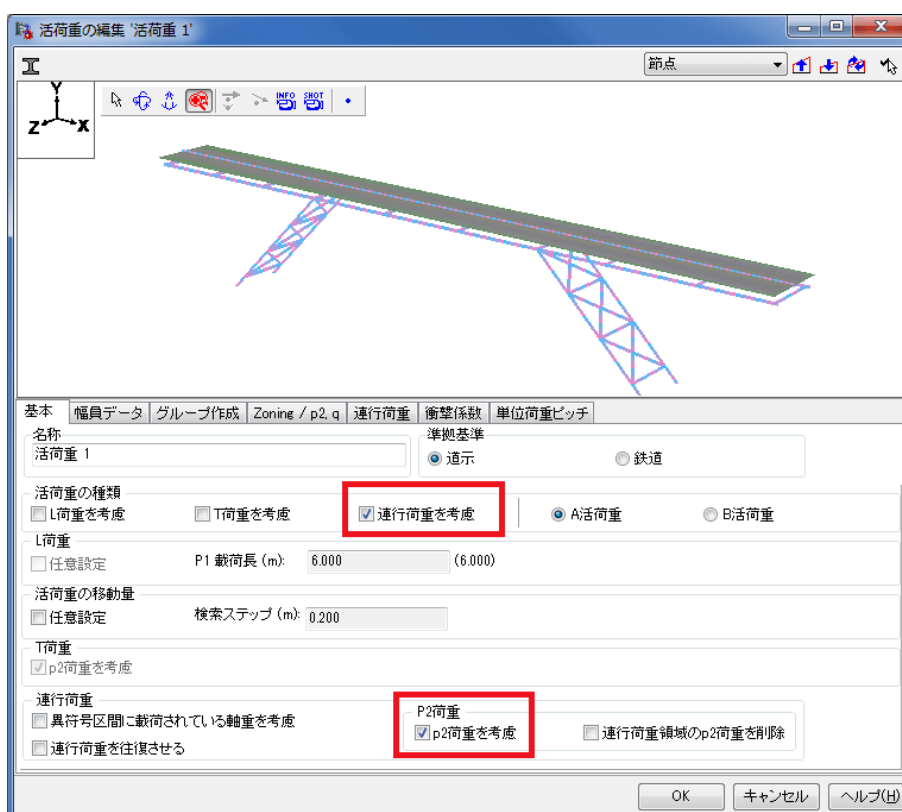


図 3: 基本設定

基本設定では図 3 のように、活荷重の種類を連行荷重とし、“p2 荷重を考慮”にチェックを入れます。p2 荷重は現行の道路橋示方書の規定ですが、旧道路橋示方書 (たとえば昭和 55 年 5 月) の等分布荷重 p に相当します。

複数の集中荷重が不等間隔に配置されている場合には“連行荷重を往復させる”にはチェックを入れる必要がありますが、本サンプルデータのように集中荷重が 1 個だけの場合は往復させても復路で決定されることはないので不要です。“連行荷重を往復させる”はチェックをオフにします。

2.2 幅員データタブ

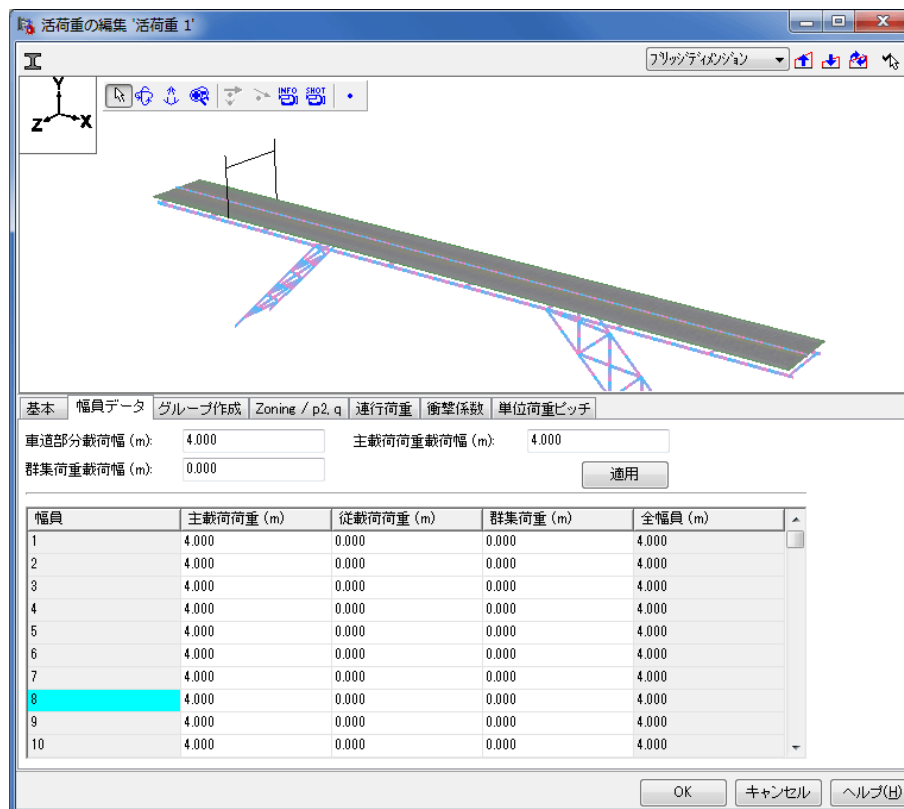


図 4: 幅員データの入力

幅員データでは図 4 のように入力します。幅員が 4m なので従載荷荷重は発生しません。主載荷荷重 (幅 5.5m 以内) のみを考慮します。

2.3 グループ作成タブ

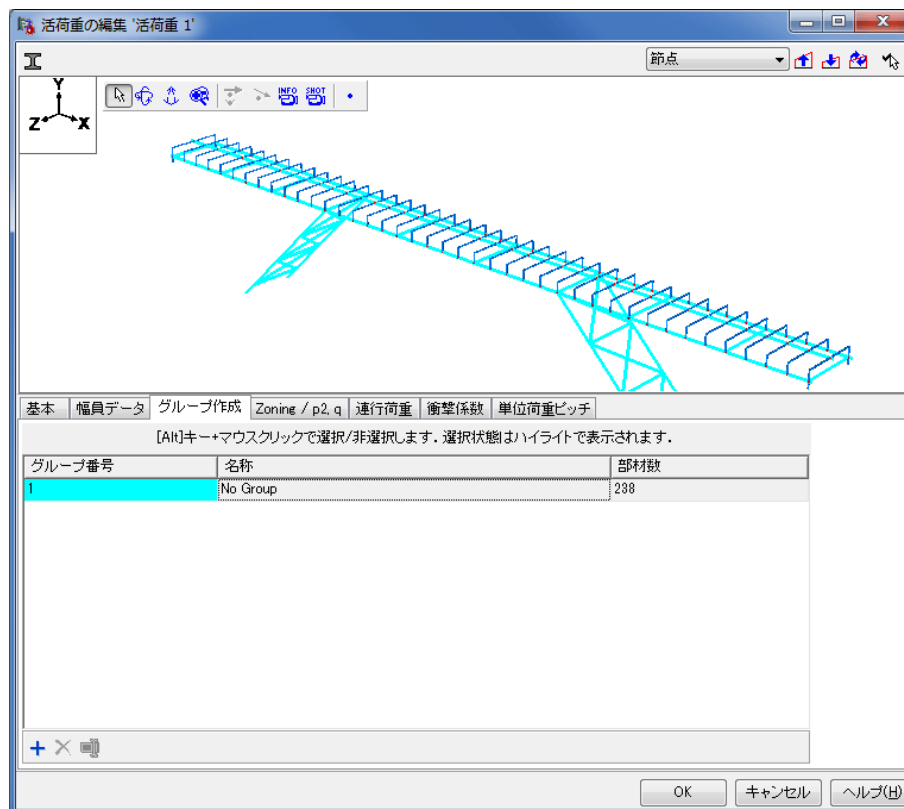


図 5: グループの定義

グループは下記のような場合に作成します。

- 特定の部材のために特別な p1 荷重強度を使用する場合
- 特定の部材のために特別な T 荷重の割増しを使用する場合
- 特定の部材のために特別な衝撃係数を使用する場合

たとえば、衝撃係数を求めるときの支間長は、トラス橋では弦材・端柱、支承に対して支間長により求めますが、下路トラスの吊材に対しては床桁の支間長により求めます。このような場合に部材をグループに分ける必要があります。

本サンプルデータでは、衝撃係数を求めるときの支間長は活荷重載荷位置に応じて変化するので、部材をグループに分ける必要がありません。そのため、図 5 のようにデフォルトの「No Group」(グループなし)のままとしています。

2.4 Zoning/p2,q タブ

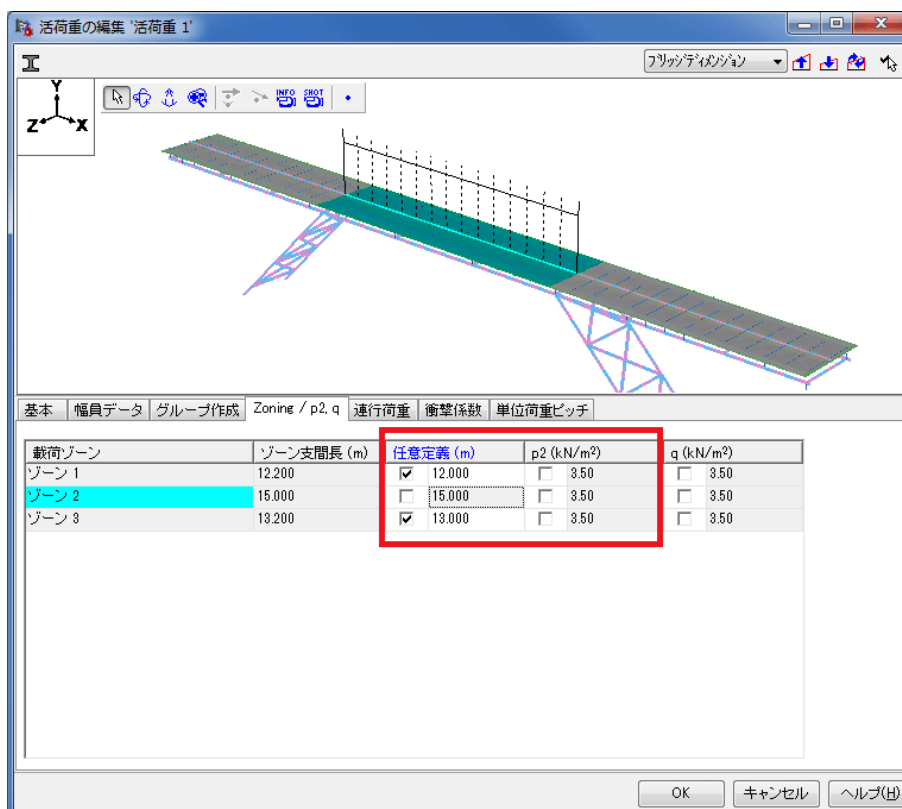


図 6: ゾーンの設定

「ゾーン」とは活荷重領域のうち、中間支点やゲルバー桁のヒンジ部等で区切られた範囲のことです。活荷重の載荷位置によって衝撃係数を求める支間長が異なるため、これをプログラムが認識するために必要な設定です。本サンプルデータでは図 6 のように設定されています。

ゾーン 1 :オーバーハング 20cm を控除するために任意定義で 12.0m を与える

ゾーン 2 :支間長 15.0m で問題ないのでそのままとする

ゾーン 3 :オーバーハング 20cm を控除するために任意定義で 13.0m を与える

p2 荷重強度には等分布荷重 p を与えます。支間 L が 80m 以下なので $3.5(\text{kN/m}^2)$ です。デフォルトのままでよいのでそのままとしています。

参考までに現行の道路橋示方書における等分布荷重 p_2 は以下のとおりです。これは旧道路橋示方書 (たとえば昭和 55 年 5 月) の等分布荷重 p と変わっておりません。

$$\begin{aligned}
 L \leq 80 \text{ のとき} & \quad p_2 = 3.5 & \quad (\text{kN/m}^2) \\
 80 < L \leq 130 \text{ のとき} & \quad p_2 = 4.3 - 0.01L & \quad (\text{kN/m}^2) \\
 130 < L \text{ のとき} & \quad p_2 = 3.0 & \quad (\text{kN/m}^2)
 \end{aligned}$$

群集荷重 q を本サンプルデータでは考慮しませんが、解析に影響しませんのでそのままとします。

2.5 連行荷重タブ

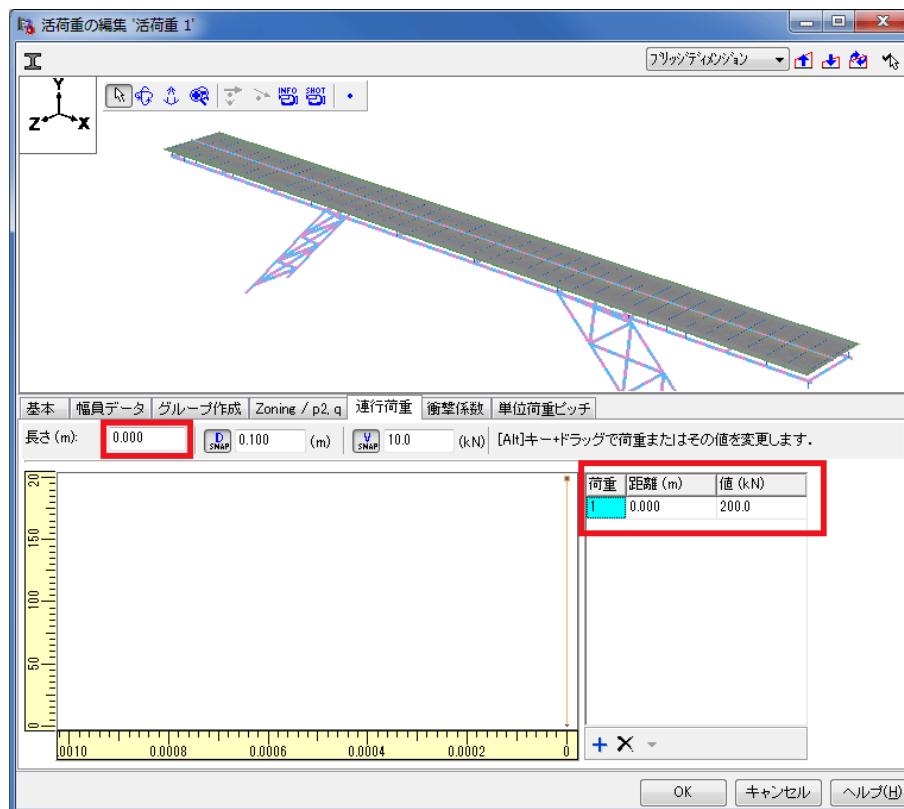


図 7: 連行荷重の入力

1 個の集中荷重を与えますので、連行荷重の長さは 0.000m とします。
連行荷重の大きさは、p.3 の第 1 節より、200kN を距離 0.000m に与えます (図 7)。

2.6 衝撃係数タブ

衝撃係数 i を算出するときの支間長 L の取り方は図 8 のようになります。衝撃係数算出式は鋼橋 $\left(i = \frac{20}{50 + L}\right)$ を指定します。

荷重 に対して $L = 27.99$ ($i = 0.32258$)
 荷重 に対して $L = 12.00$ ($i = 0.25644$)
 荷重 に対して $L = 13.00$ ($i = 0.31746$)

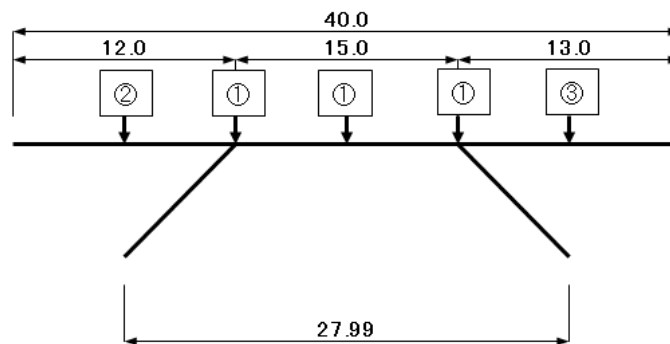


図 8: 衝撃係数用活荷重載荷位置 (m)

2.6.1 等分布荷重 q

部材用の衝撃係数 等分布荷重 q による部材の衝撃係数は、“部材 L 荷重” タブで支間長を任意入力
 で与えます。図 9 のように、チェックオンにして数値を与えます。各ゾーンの行をクリックすると右
 側に算出された衝撃係数が表示されます。

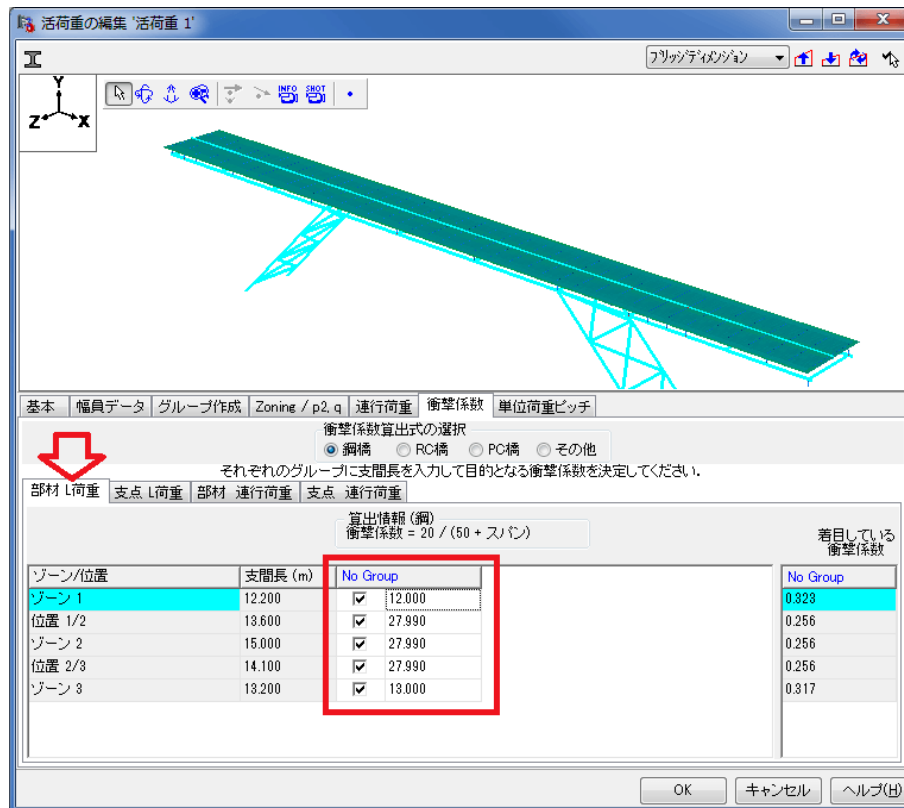


図 9: 等分布荷重 q による部材の衝撃係数

支点用の衝撃係数 等分布荷重 q による支点の衝撃係数は、“支点 L 荷重” タブで支間長を任意入力
 で与えます。図 10 のように、チェックオンにして数値を与えます。各ゾーンの行をクリックすると右
 側に算出された衝撃係数が表示されます。

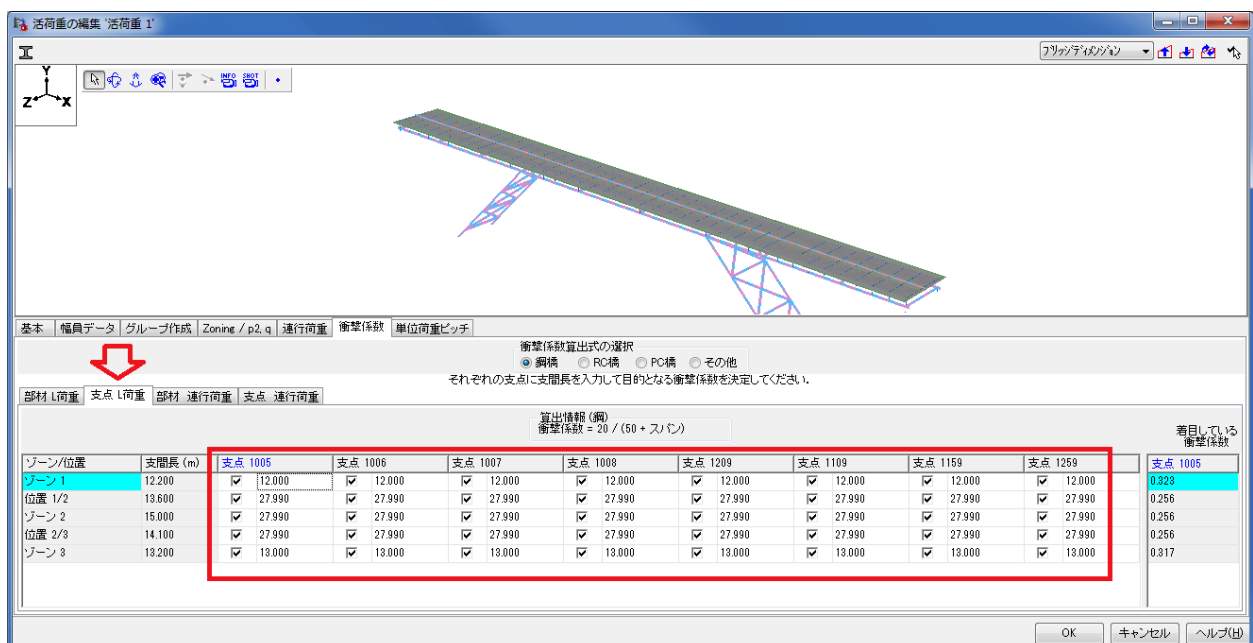


図 10: 等分布荷重 q による支点の衝撃係数

2.6.2 線荷重 P

部材用の衝撃係数 線荷重 P による部材の衝撃係数は、“部材 連行荷重” タブで支間長を任意入力で与えます。図 11 のように、チェックオンにして数値を与えます。各ゾーンの行をクリックすると右側に算出された衝撃係数が表示されます。

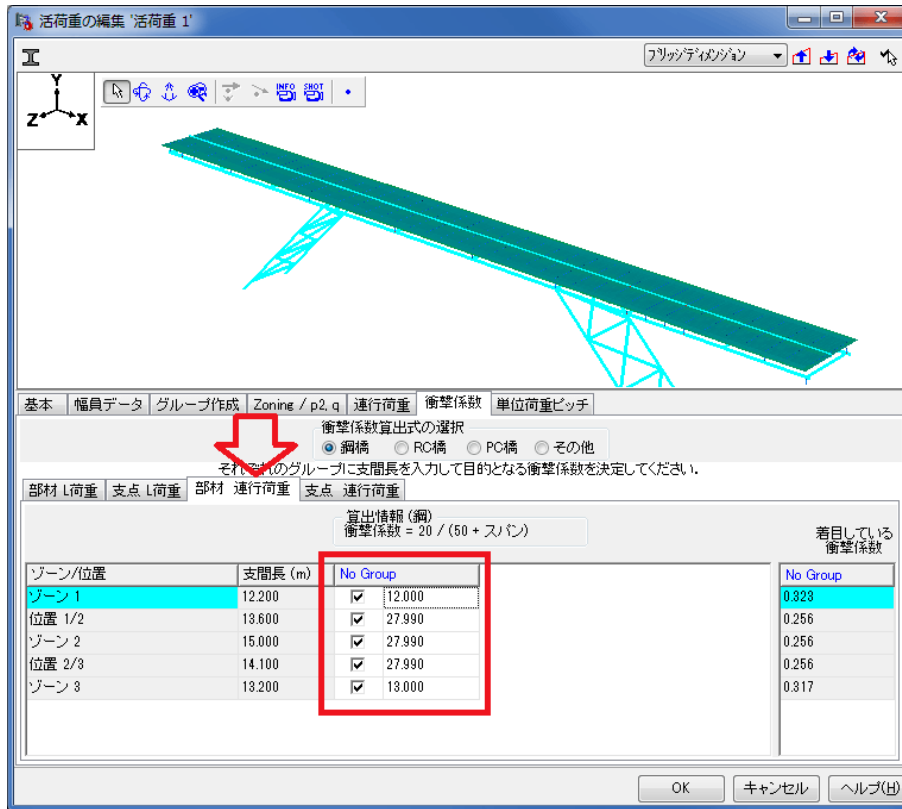


図 11: 線荷重 P による部材の衝撃係数

支点用の衝撃係数 線荷重 P による支点の衝撃係数は、“支点 連行荷重” タブで支間長を任意入力で与えます。図 12 のように、チェックオンにして数値を与えます。各ゾーンの行をクリックすると右側に算出された衝撃係数が表示されます。

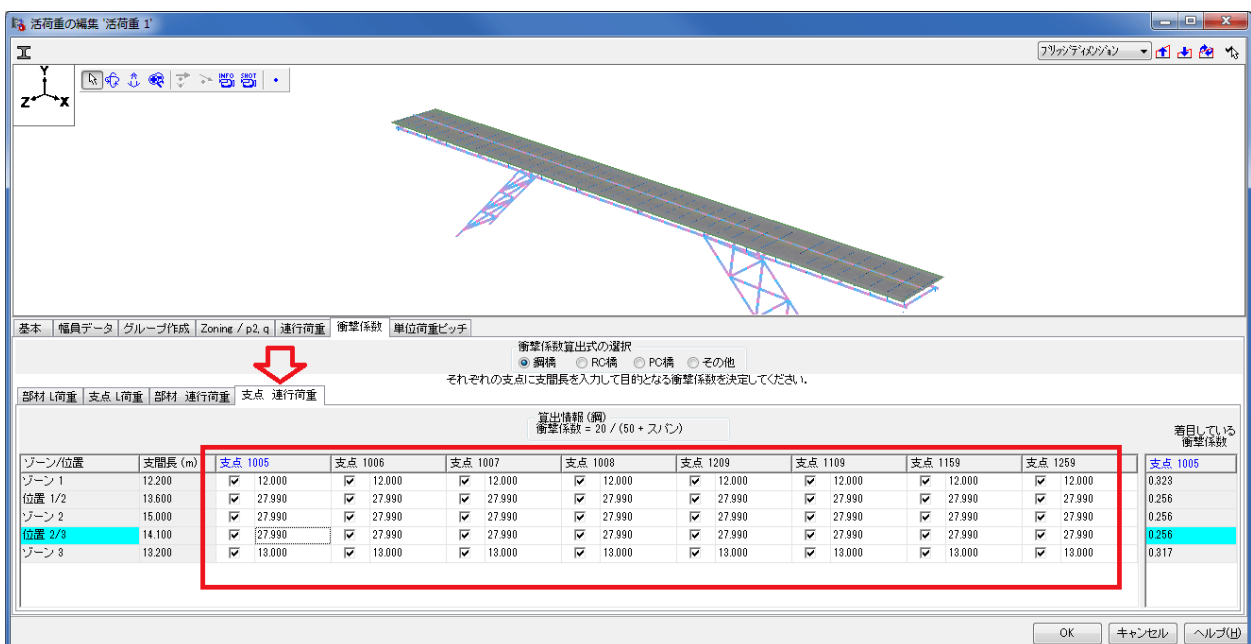


図 12: 線荷重 P による支点の衝撃係数

2.7 単位荷重ピッチタブ

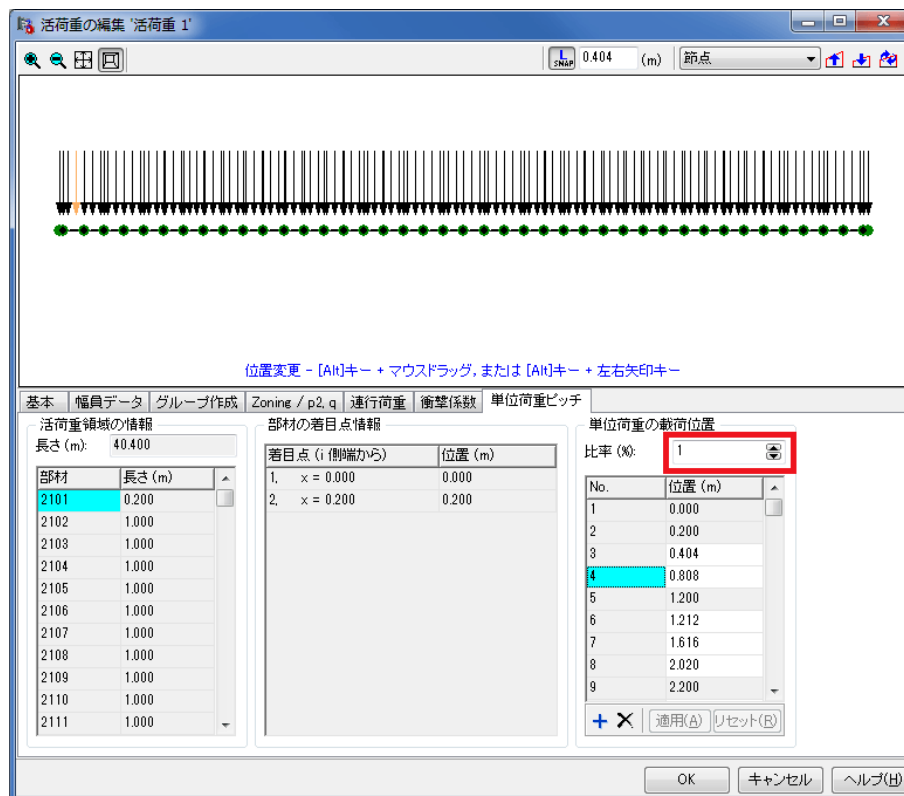


図 13: 単位荷重ピッチ

図 13 のように、比率を 1% とします。この設定は、影響線の精度を左右します。プログラムはここで指定された位置に対して単位荷重 $P = 1(\text{kN})$ を載荷してフレーム計算を行い、影響線を作成します。単位荷重載荷位置が多いほど影響線が滑らかとなり影響線の縦距や面積の精度が向上します。

3 活荷重の結果画面

3.1 支点反力

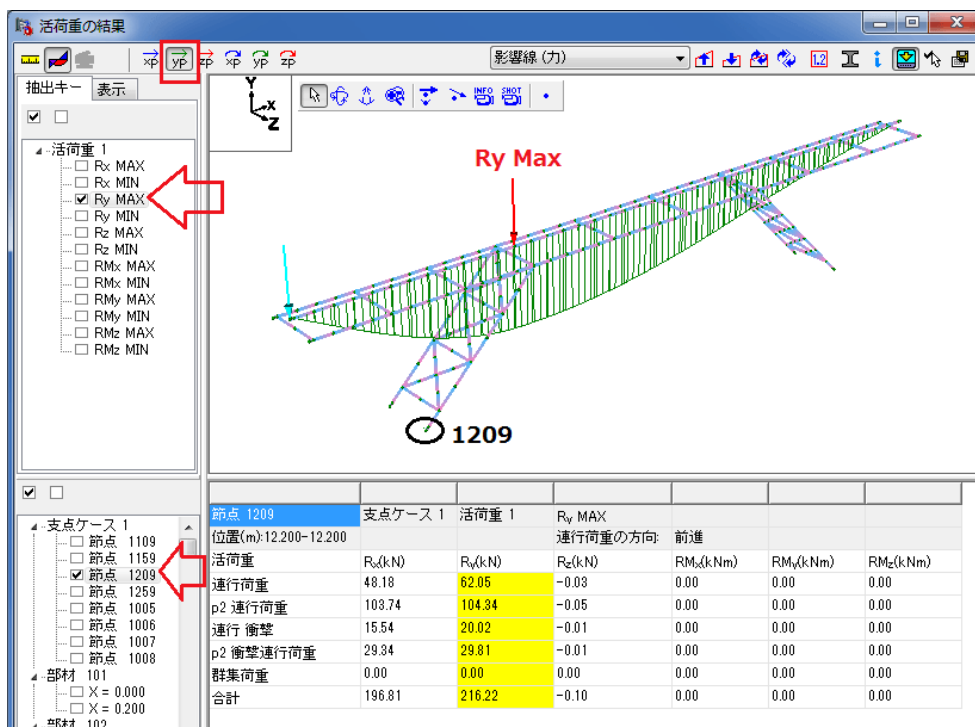


図 14: 支点反力

節点 1209 の支点反力の結果を確認します (図 14)。支点反力は鉛直上向きが正なので “Ry MAX” にチェックを入れます。図には影響線も表示させています。図中の「連行荷重」と「連行 衝撃」を合計した値が線荷重 P による支点反力になります。「p2 連行荷重」と「p2 衝撃連行荷重」を合計した値が等分布荷重 q による支点反力になります。

$$\text{線荷重} : 62.05 + 20.02 = 82.07 \quad (1)$$

$$\text{等分布荷重} : 104.34 + 29.81 = 134.15 \quad (2)$$

$$\text{合計} : 216.22 \quad (3)$$

3.2 曲げモーメント

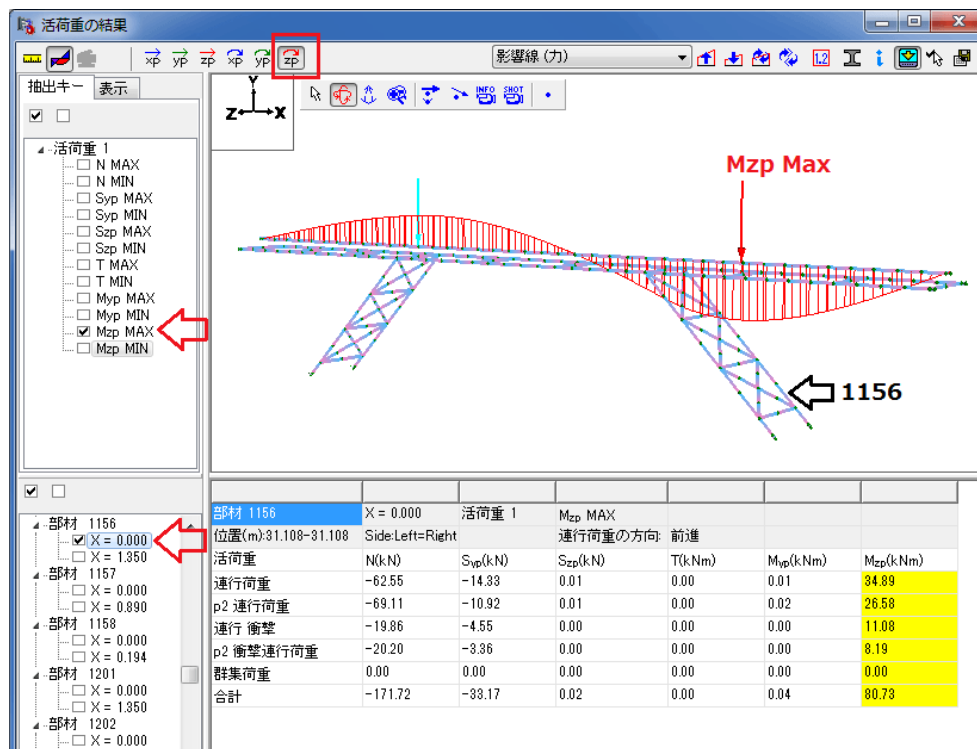


図 15: 曲げモーメント

部材 1156 の曲げモーメントの結果を確認します (図 15)。正の曲げモーメントに着目するので “Mzp MAX” にチェックを入れます。図には影響線も表示させています。図中の「進行荷重」と「進行 衝撃」を合計した値が線荷重 P による曲げモーメントになります。「p2 進行荷重」と「p2 衝撃進行荷重」を合計した値が等分布荷重 q による曲げモーメントになります。

$$\text{線荷重} : 34.89 + 11.08 = 45.97 \quad (4)$$

$$\text{等分布荷重} : 26.56 + 8.19 = 34.75 \quad (5)$$

$$\text{合計} : 80.73 \quad (6)$$

4 結果の検証

4.1 支点反力

節点 1209 に対する支点反力の影響線は図 16 の“太線”です。

衝撃係数を考慮すると“細線”のようになります。 $x = 12.2\text{m}$ と $x = 27.2\text{m}$ の位置を境にして衝撃係数が異なるので細線に段差がみられます。

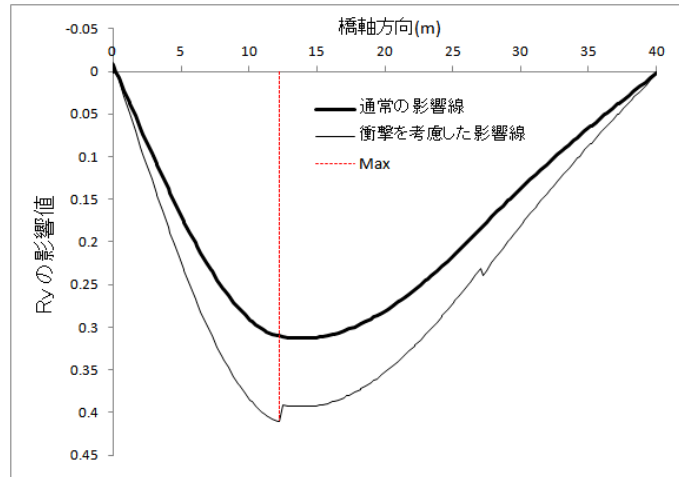


図 16: 支点反力の影響線

影響線の縦距を η 、衝撃を考慮した影響線の縦距を η' とすると、

$$\eta' = \eta(1 + i) \quad (7)$$

影響線の面積を A 、衝撃を考慮した影響線の面積を A' とすると、

$$A' = \sum_{k=1}^n A_k(1 + i_k) \quad (8)$$

となります。ここで、 i は衝撃係数、 A_k と i_k はそれぞれ影響線によって囲まれる面積を分割したときの k 番目の面積と k 番目の衝撃係数、 n は分割された面積の数です。支点反力の正側最大を求めるときは、正の A_k だけを集計対象とします。負の A_k は無視します。

線荷重 P による支点反力を R_P 、等分布荷重 q による支点反力を R_q とすると、支点反力 R は

$$R = R_P + R_q \quad (9)$$

$$R_P = P\eta' \quad (10)$$

$$R_q = qBA' \quad (11)$$

となります。ここで、 B は幅員です。

支点反力が最大となる位置は、衝撃を考慮した影響線(細線)の縦距 η' が最大となる位置 $x = 12.2\text{m}$ です(図 16 の赤点線)。このとき、 $\eta' = 0.410357$ です。

その他、 $P = 200\text{kN}$ 、 $B = 4\text{m}$ 、 $q = 3.5\text{kN/m}^2$ 、 $A' = 9.58187$ なので、式(9)、(10)、(11)に代入すると、

$$R_P = 82.07 \quad R_q = 134.15 \quad R = 216.22$$

が得られます(単位:kN)。これらの値は、式(1)、式(2)、式(3)と一致しています。つまり、プログラムの計算結果と影響線から手動で求めた結果が同じになることを確認できました。

4.2 曲げモーメント

部材 1156 に対する曲げモーメントの影響線は図 17 の“太線”です。

衝撃係数を考慮すると“細線”のようになります。 $x = 12.2\text{m}$ と $x = 27.2\text{m}$ の位置を境にして衝撃係数が異なるので細線に段差がみられます。

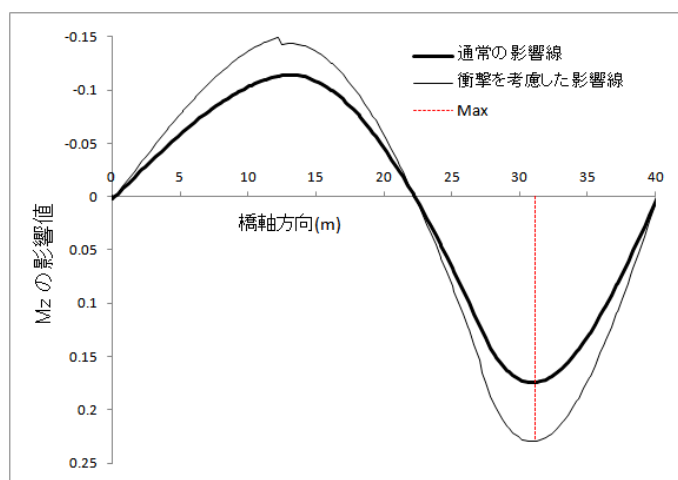


図 17: 曲げモーメントの影響線

影響線の縦距を η 、衝撃を考慮した影響線の縦距を η' とすると、

$$\eta' = \eta(1 + i) \quad (12)$$

影響線の面積を A 、衝撃を考慮した影響線の面積を A' とすると、

$$A' = \sum_{k=1}^n A_k(1 + i_k) \quad (13)$$

となります。ここで、 i は衝撃係数、 A_k と i_k はそれぞれ影響線によって囲まれる面積を分割したときの k 番目の面積と k 番目の衝撃係数、 n は分割された面積の数です。これらは式 (7) と式 (8) と全く同じです。ここでも重要な事は、曲げモーメントの正側最大を求めるときは、正の A_k だけを集計対象とすることです。負の A_k は無視します。

線荷重 P による曲げモーメントを M_P 、等分布荷重 q による曲げモーメントを M_q とすると、曲げモーメント M は

$$M = M_P + M_q \quad (14)$$

$$M_P = P\eta' \quad (15)$$

$$M_q = qBA' \quad (16)$$

となります。

曲げモーメントが最大となる位置は、衝撃を考慮した影響線 (細線) の縦距 η' が最大となる位置 $x = 31.108\text{m}$ です (図 17 の赤点線)。このとき、 $\eta' = 0.229818$ です*¹。

その他、 $P = 200\text{kN}$ 、 $B = 4\text{m}$ 、 $q = 3.5\text{kN/m}^2$ 、 $A' = 2.483139$ *² なので、式 (14)、(15)、(16) に代入すると、

$$M_P = 45.964 \quad M_q = 34.764 \quad M = 80.73$$

が得られます (単位:kNm)。これらの値は、式 (4)、式 (5)、式 (6) と一致しています。つまり、プログラムの計算結果と影響線から手動で求めた結果が同じになることを確認できました。

*¹第 5 節の η' を参照

*²第 5 節の A' を参照

5 影響線データから求める実例

影響線データから第4.2節の η' と A' を求める手順を解説します。以下は、プログラムから「部材1156 - X=0.000」の影響線データを出力したものです。Rz (kNm) の列が曲げモーメントの縦距です。これは式(12)の η に相当します。

```
***** Action - Force *****
===== Bridge - 1 =====
----- Load Direction - Vertical -----
```

No.	xPos (m)	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)	Rx (kNm)	Ry (kNm)	Rz (kNm)
1	0.000	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000
2	0.000	4.7847E-003	-1.0342E-003	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	2.5171E-003
3	0.200	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	-1.6592E-005
4	0.404	-4.8774E-003	1.0686E-003	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	-2.6007E-003
5	0.808	-1.4540E-002	3.1695E-003	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	-7.7142E-003
6	1.200	-2.3917E-002	5.2031E-003	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	-1.2664E-002
7	1.212	-2.4204E-002	5.2652E-003	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	-1.2815E-002
8	1.616	-3.3869E-002	7.3524E-003	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	-1.7895E-002
9	2.020	-4.3537E-002	9.4269E-003	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	-2.2944E-002
10	2.200	-4.7846E-002	1.0346E-002	0.0000E+000	0.0000E+000	1.0987E-005	-2.5182E-002
11	2.424	-5.3209E-002	1.1485E-002	0.0000E+000	0.0000E+000	1.2219E-005	-2.7953E-002
12	2.828	-6.2885E-002	1.3523E-002	0.0000E+000	0.0000E+000	1.4441E-005	-3.2913E-002
13	3.200	-7.1800E-002	1.5378E-002	0.0000E+000	0.0000E+000	1.6488E-005	-3.7428E-002
14	3.232	-7.2567E-002	1.5536E-002	0.0000E+000	0.0000E+000	1.6664E-005	-3.7814E-002
15	3.636	-8.2254E-002	1.7522E-002	0.0000E+000	0.0000E+000	1.8889E-005	-4.2648E-002
16	4.040	-9.1948E-002	1.9477E-002	1.0058E-005	0.0000E+000	2.1115E-005	-4.7406E-002
17	4.200	-9.5790E-002	2.0242E-002	1.0478E-005	0.0000E+000	2.1997E-005	-4.9267E-002
18	4.444	-1.0165E-001	2.1397E-002	1.1119E-005	0.0000E+000	2.3343E-005	-5.2078E-002
19	4.848	-1.1136E-001	2.3278E-002	1.2181E-005	0.0000E+000	2.5573E-005	-5.6657E-002
20	5.200	-1.1983E-001	2.4883E-002	1.3107E-005	0.0000E+000	2.7518E-005	-6.0562E-002
21	5.252	-1.2108E-001	2.5117E-002	1.3244E-005	0.0000E+000	2.7805E-005	-6.1132E-002
22	5.656	-1.3081E-001	2.6909E-002	1.4308E-005	0.0000E+000	3.0039E-005	-6.5495E-002
23	6.060	-1.4055E-001	2.8652E-002	1.5373E-005	0.0000E+000	3.2276E-005	-6.9737E-002
24	6.200	-1.4393E-001	2.9244E-002	1.5742E-005	0.0000E+000	3.3052E-005	-7.1177E-002
25	6.464	-1.5030E-001	3.0342E-002	1.6439E-005	0.0000E+000	3.4516E-005	-7.3849E-002
26	6.868	-1.6006E-001	3.1974E-002	1.7506E-005	0.0000E+000	3.6758E-005	-7.7822E-002
27	7.200	-1.6810E-001	3.3270E-002	1.8385E-005	0.0000E+000	3.8604E-005	-8.0977E-002
28	7.272	-1.6984E-001	3.3546E-002	1.8575E-005	0.0000E+000	3.9004E-005	-8.1647E-002
29	7.676	-1.7963E-001	3.5053E-002	1.9645E-005	0.0000E+000	4.1253E-005	-8.5315E-002
30	8.080	-1.8944E-001	3.6492E-002	2.0717E-005	0.0000E+000	4.3505E-005	-8.8818E-002
31	8.200	-1.9235E-001	3.6905E-002	2.1036E-005	0.0000E+000	4.4175E-005	-8.9825E-002
32	8.484	-1.9926E-001	3.7859E-002	2.1790E-005	0.0000E+000	4.5761E-005	-9.2145E-002
33	8.888	-2.0910E-001	3.9150E-002	2.2865E-005	0.0000E+000	4.8021E-005	-9.5288E-002
34	9.200	-2.1671E-001	4.0094E-002	2.3696E-005	0.0000E+000	4.9769E-005	-9.7585E-002
35	9.292	-2.1895E-001	4.0363E-002	2.3942E-005	0.0000E+000	5.0285E-005	-9.8241E-002
36	9.696	-2.2883E-001	4.1494E-002	2.5021E-005	0.0000E+000	5.2554E-005	-1.0099E-001
37	10.100	-2.3872E-001	4.2536E-002	2.6101E-005	0.0000E+000	5.4825E-005	-1.0353E-001
38	10.200	-2.4117E-001	4.2780E-002	2.6368E-005	0.0000E+000	5.5388E-005	-1.0412E-001
39	10.504	-2.4862E-001	4.3484E-002	2.7181E-005	0.0000E+000	5.7099E-005	-1.0584E-001
40	10.908	-2.5855E-001	4.4344E-002	2.8266E-005	0.0000E+000	5.9381E-005	-1.0793E-001
41	11.200	-2.6578E-001	4.4914E-002	2.9055E-005	0.0000E+000	6.1042E-005	-1.0932E-001
42	11.312	-2.6856E-001	4.5122E-002	2.9359E-005	0.0000E+000	6.1681E-005	-1.0982E-001
43	11.716	-2.7865E-001	4.5813E-002	3.0460E-005	0.0000E+000	6.3998E-005	-1.1151E-001
44	12.120	-2.8870E-001	4.6378E-002	3.1557E-005	0.0000E+000	6.6308E-005	-1.1288E-001
45	12.200	-2.9068E-001	4.6471E-002	3.1773E-005	0.0000E+000	6.6763E-005	-1.1311E-001
46	12.524	-2.9863E-001	4.6776E-002	3.2640E-005	0.0000E+000	6.8588E-005	-1.1385E-001
47	12.928	-3.0831E-001	4.6977E-002	3.3696E-005	0.0000E+000	7.0813E-005	-1.1434E-001
48	13.200	-3.1463E-001	4.6989E-002	3.4386E-005	0.0000E+000	7.2267E-005	-1.1437E-001
49	13.332	-3.1764E-001	4.6955E-002	3.4713E-005	0.0000E+000	7.2956E-005	-1.1429E-001
50	13.736	-3.2655E-001	4.6700E-002	3.5685E-005	0.0000E+000	7.5005E-005	-1.1366E-001
51	14.140	-3.3508E-001	4.6227E-002	3.6614E-005	0.0000E+000	7.6965E-005	-1.1251E-001
52	14.200	-3.3632E-001	4.6139E-002	3.6749E-005	0.0000E+000	7.7249E-005	-1.1230E-001
53	14.544	-3.4326E-001	4.5552E-002	3.7505E-005	0.0000E+000	7.8844E-005	-1.1087E-001
54	14.948	-3.5108E-001	4.4681E-002	3.8357E-005	0.0000E+000	8.0642E-005	-1.0875E-001
55	15.200	-3.5578E-001	4.4039E-002	3.8868E-005	0.0000E+000	8.1721E-005	-1.0719E-001
56	15.352	-3.5854E-001	4.3616E-002	3.9169E-005	0.0000E+000	8.2356E-005	-1.0616E-001
57	15.756	-3.6562E-001	4.2363E-002	3.9940E-005	0.0000E+000	8.3985E-005	-1.0311E-001
58	16.160	-3.7233E-001	4.0924E-002	4.0670E-005	0.0000E+000	8.5527E-005	-9.9607E-002
59	16.200	-3.7297E-001	4.0772E-002	4.0740E-005	0.0000E+000	8.5675E-005	-9.9236E-002
60	16.564	-3.7866E-001	3.9308E-002	4.1357E-005	0.0000E+000	8.6982E-005	-9.5671E-002
61	16.968	-3.8460E-001	3.7517E-002	4.2003E-005	0.0000E+000	8.8348E-005	-9.1312E-002
62	17.200	-3.8784E-001	3.6411E-002	4.2355E-005	0.0000E+000	8.9093E-005	-8.8622E-002
63	17.372	-3.9016E-001	3.5556E-002	4.2606E-005	0.0000E+000	8.9625E-005	-8.6541E-002
64	17.776	-3.9532E-001	3.3432E-002	4.3166E-005	0.0000E+000	9.0812E-005	-8.1370E-002
65	18.180	-4.0008E-001	3.1147E-002	4.3682E-005	0.0000E+000	9.1907E-005	-7.5810E-002
66	18.200	-4.0031E-001	3.1030E-002	4.3707E-005	0.0000E+000	9.1959E-005	-7.5525E-002
67	18.584	-4.0444E-001	2.8709E-002	4.4154E-005	0.0000E+000	9.2910E-005	-6.9875E-002
68	18.988	-4.0839E-001	2.6120E-002	4.4582E-005	0.0000E+000	9.3819E-005	-6.3574E-002
69	19.200	-4.1030E-001	2.4703E-002	4.4788E-005	0.0000E+000	9.4258E-005	-6.0126E-002
70	19.392	-4.1193E-001	2.3387E-002	4.4964E-005	0.0000E+000	9.4633E-005	-5.6921E-002
71	19.796	-4.1505E-001	2.0513E-002	4.5300E-005	0.0000E+000	9.5352E-005	-4.9927E-002
72	20.200	-4.1775E-001	1.7504E-002	4.5591E-005	0.0000E+000	9.5974E-005	-4.2605E-002
73	20.604	-4.2002E-001	1.4366E-002	4.5834E-005	0.0000E+000	9.6498E-005	-3.4965E-002
74	21.008	-4.2187E-001	1.1101E-002	4.6031E-005	0.0000E+000	9.6923E-005	-2.7020E-002
75	21.200	-4.2259E-001	9.5073E-003	4.6108E-005	0.0000E+000	9.7090E-005	-2.3140E-002
76	21.412	-4.2328E-001	7.7164E-003	4.6180E-005	0.0000E+000	9.7248E-005	-1.8781E-002
77	21.816	-4.2424E-001	4.2159E-003	4.6281E-005	0.0000E+000	9.7472E-005	-1.0262E-002
78	22.200	-4.2475E-001	7.8575E-004	4.6331E-005	0.0000E+000	9.7590E-005	-1.9130E-003
79	22.220	-4.2477E-001	6.0443E-004	4.6333E-005	0.0000E+000	9.7594E-005	-1.4717E-003
80	22.624	-4.2484E-001	-3.1131E-003	4.6336E-005	0.0000E+000	9.7613E-005	7.5763E-003
81	23.028	-4.2447E-001	-6.9312E-003	4.6289E-005	0.0000E+000	9.7528E-005	1.6869E-002
82	23.200	-4.2417E-001	-8.5860E-003	4.6254E-005	0.0000E+000	9.7459E-005	2.0897E-002
83	23.432	-4.2363E-001	-1.0845E-002	4.6193E-005	0.0000E+000	9.7337E-005	2.6394E-002
84	23.836	-4.2233E-001	-1.4850E-002	4.6045E-005	0.0000E+000	9.7040E-005	3.6142E-002

85	24.200	-4.2076E-001	-1.8536E-002	4.5869E-005	0.0000E+000	9.6681E-005	4.5113E-002
86	24.240	-4.2056E-001	-1.8945E-002	4.5847E-005	0.0000E+000	9.6636E-005	4.6110E-002
87	24.644	-4.1833E-001	-2.3125E-002	4.5597E-005	0.0000E+000	9.6124E-005	5.6283E-002
88	25.048	-4.1561E-001	-2.7373E-002	4.5295E-005	0.0000E+000	9.5502E-005	6.6622E-002
89	25.200	-4.1446E-001	-2.8985E-002	4.5168E-005	0.0000E+000	9.5239E-005	7.0546E-002
90	25.452	-4.1241E-001	-3.1673E-002	4.4940E-005	0.0000E+000	9.4768E-005	7.7089E-002
91	25.856	-4.0873E-001	-3.6059E-002	4.4533E-005	0.0000E+000	9.3924E-005	8.7764E-002
92	26.200	-4.0522E-001	-3.9911E-002	4.4145E-005	0.0000E+000	9.3119E-005	9.7138E-002
93	26.260	-4.0457E-001	-4.0597E-002	4.4073E-005	0.0000E+000	9.2971E-005	9.8808E-002
94	26.664	-3.9994E-001	-4.5287E-002	4.3562E-005	0.0000E+000	9.1908E-005	1.1022E-001
95	27.068	-3.9478E-001	-4.9958E-002	4.2993E-005	0.0000E+000	9.0727E-005	1.2159E-001
96	27.200	-3.9298E-001	-5.1446E-002	4.2795E-005	0.0000E+000	9.0313E-005	1.2521E-001
97	27.472	-3.8907E-001	-5.4411E-002	4.2364E-005	0.0000E+000	8.9416E-005	1.3243E-001
98	27.876	-3.8277E-001	-5.8473E-002	4.1671E-005	0.0000E+000	8.7970E-005	1.4232E-001
99	28.200	-3.7729E-001	-6.1338E-002	4.1070E-005	0.0000E+000	8.6712E-005	1.4929E-001
100	28.280	-3.7588E-001	-6.1981E-002	4.0915E-005	0.0000E+000	8.6388E-005	1.5086E-001
101	28.684	-3.6841E-001	-6.4848E-002	4.0096E-005	0.0000E+000	8.4672E-005	1.5783E-001
102	29.088	-3.6037E-001	-6.7140E-002	3.9217E-005	0.0000E+000	8.2828E-005	1.6341E-001
103	29.200	-3.5805E-001	-6.7686E-002	3.8963E-005	0.0000E+000	8.2295E-005	1.6474E-001
104	29.492	-3.5182E-001	-6.8944E-002	3.8281E-005	0.0000E+000	8.0863E-005	1.6780E-001
105	29.896	-3.4276E-001	-7.0291E-002	3.7291E-005	0.0000E+000	7.8782E-005	1.7108E-001
106	30.200	-3.3562E-001	-7.1007E-002	3.6512E-005	0.0000E+000	7.7143E-005	1.7282E-001
107	30.300	-3.3322E-001	-7.1187E-002	3.6249E-005	0.0000E+000	7.6590E-005	1.7326E-001
108	30.704	-3.2321E-001	-7.1641E-002	3.5157E-005	0.0000E+000	7.4290E-005	1.7437E-001
109	31.108	-3.1275E-001	-7.1673E-002	3.4016E-005	0.0000E+000	7.1886E-005	1.7444E-001
110	31.200	-3.1030E-001	-7.1623E-002	3.3749E-005	0.0000E+000	7.1325E-005	1.7432E-001
111	31.512	-3.0186E-001	-7.1304E-002	3.2828E-005	0.0000E+000	6.9384E-005	1.7355E-001
112	31.916	-2.9056E-001	-7.0551E-002	3.1597E-005	0.0000E+000	6.6788E-005	1.7171E-001
113	32.200	-2.8238E-001	-6.9802E-002	3.0706E-005	0.0000E+000	6.4909E-005	1.6989E-001
114	32.320	-2.7887E-001	-6.9433E-002	3.0323E-005	0.0000E+000	6.4102E-005	1.6899E-001
115	32.724	-2.6681E-001	-6.7967E-002	2.9010E-005	0.0000E+000	6.1330E-005	1.6542E-001
116	33.128	-2.5439E-001	-6.6170E-002	2.7658E-005	0.0000E+000	5.8477E-005	1.6105E-001
117	33.200	-2.5214E-001	-6.5816E-002	2.7413E-005	0.0000E+000	5.7960E-005	1.6019E-001
118	33.532	-2.4164E-001	-6.4060E-002	2.6271E-005	0.0000E+000	5.5547E-005	1.5592E-001
119	33.936	-2.2858E-001	-6.1657E-002	2.4849E-005	0.0000E+000	5.2545E-005	1.5007E-001
120	34.200	-2.1988E-001	-5.9935E-002	2.3903E-005	0.0000E+000	5.0546E-005	1.4588E-001
121	34.340	-2.1522E-001	-5.8976E-002	2.3396E-005	0.0000E+000	4.9474E-005	1.4354E-001
122	34.744	-2.0159E-001	-5.6036E-002	2.1912E-005	0.0000E+000	4.6340E-005	1.3639E-001
123	35.148	-1.8770E-001	-5.2856E-002	2.0401E-005	0.0000E+000	4.3147E-005	1.2865E-001
124	35.200	-1.8589E-001	-5.2430E-002	2.0205E-005	0.0000E+000	4.2732E-005	1.2761E-001
125	35.552	-1.7356E-001	-4.9452E-002	1.8865E-005	0.0000E+000	3.9899E-005	1.2036E-001
126	35.956	-1.5922E-001	-4.5843E-002	1.7304E-005	0.0000E+000	3.6601E-005	1.1158E-001
127	36.200	-1.5045E-001	-4.3572E-002	1.6351E-005	0.0000E+000	3.4586E-005	1.0605E-001
128	36.360	-1.4466E-001	-4.2047E-002	1.5722E-005	0.0000E+000	3.3256E-005	1.0234E-001
129	36.764	-1.2993E-001	-3.8080E-002	1.4121E-005	0.0000E+000	2.9870E-005	9.2684E-002
130	37.168	-1.1504E-001	-3.3963E-002	1.2502E-005	0.0000E+000	2.6446E-005	8.2661E-002
131	37.200	-1.1385E-001	-3.3630E-002	1.2373E-005	0.0000E+000	2.6173E-005	8.1853E-002
132	37.572	-1.0000E-001	-2.9711E-002	1.0868E-005	0.0000E+000	2.2989E-005	7.2313E-002
133	37.976	-8.4843E-002	-2.5343E-002	0.0000E+000	0.0000E+000	1.9504E-005	6.1681E-002
134	38.200	-7.6391E-002	-2.2877E-002	0.0000E+000	0.0000E+000	1.7561E-005	5.5681E-002
135	38.380	-6.9577E-002	-2.0876E-002	0.0000E+000	0.0000E+000	1.5995E-005	5.0810E-002
136	38.784	-5.4226E-002	-1.6329E-002	0.0000E+000	0.0000E+000	1.2466E-005	3.9744E-002
137	39.188	-3.8809E-002	-1.1722E-002	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	2.8529E-002
138	39.200	-3.8351E-002	-1.1584E-002	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	2.8195E-002
139	39.592	-2.3348E-002	-7.0721E-003	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	1.7213E-002
140	39.996	-7.8604E-003	-2.3976E-003	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	5.8356E-003
141	40.200	-3.5283E-005	-3.3048E-005	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	8.0428E-005
142	40.400	7.6367E-003	2.2855E-003	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	-5.5628E-003
143	40.400	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000	0.0000E+000

この中から、列「No.」、 $xPos(m)$ 、 $Rz(kNm)$ 」を抜き出し、下記項目を計算します。

A_k :影響線面積。台形面積として求める。式(13)中の A_k に相当。

i_k :衝撃係数。式(13)中の i_k に相当。

η' :衝撃を考慮した縦距。式(12)の η' に相当。

$A_k(1+i_k)$:衝撃を考慮した面積。式(13)右辺の $A_k(1+i_k)$ に相当。

また、ここでは影響線面積が正となる場合が対象なので、 A_k が負の行では $A_k(1+i_k)$ を0.0000とします。よって、以下のようになります。

No.	$xPos(m)$	$Rz(kNm)$	A_k	i_k	η'	$A_k(1+i_k)$
1	0.000	0.0000E+00	0.00000	0.32258	0.00000	0.00000
2	0.000	2.5171E-03	0.00000	0.32258	0.00333	0.00000
3	0.200	-1.6592E-05	0.00025	0.32258	-0.00002	0.00033
4	0.404	-2.6007E-03	-0.00027	0.32258	-0.00344	0.00000
5	0.808	-7.7142E-03	-0.00208	0.32258	-0.01020	0.00000
6	1.200	-1.2664E-02	-0.00399	0.32258	-0.01675	0.00000
7	1.212	-1.2815E-02	-0.00015	0.32258	-0.01695	0.00000
8	1.616	-1.7895E-02	-0.00620	0.32258	-0.02367	0.00000
9	2.020	-2.2944E-02	-0.00825	0.32258	-0.03035	0.00000
10	2.200	-2.5182E-02	-0.00433	0.32258	-0.03331	0.00000
11	2.424	-2.7953E-02	-0.00595	0.32258	-0.03697	0.00000
12	2.828	-3.2913E-02	-0.01229	0.32258	-0.04353	0.00000
13	3.200	-3.7428E-02	-0.01308	0.32258	-0.04950	0.00000
14	3.232	-3.7814E-02	-0.00120	0.32258	-0.05001	0.00000
15	3.636	-4.2648E-02	-0.01625	0.32258	-0.05641	0.00000
16	4.040	-4.7406E-02	-0.01819	0.32258	-0.06270	0.00000
17	4.200	-4.9267E-02	-0.00773	0.32258	-0.06516	0.00000
18	4.444	-5.2078E-02	-0.01236	0.32258	-0.06888	0.00000
19	4.848	-5.6657E-02	-0.02196	0.32258	-0.07493	0.00000
20	5.200	-6.0562E-02	-0.02063	0.32258	-0.08010	0.00000
21	5.252	-6.1132E-02	-0.00316	0.32258	-0.08085	0.00000

22	5.656	-6.5495E-02	-0.02558	0.32258	-0.08662	0.00000
23	6.060	-6.9737E-02	-0.02732	0.32258	-0.09223	0.00000
24	6.200	-7.1177E-02	-0.00986	0.32258	-0.09414	0.00000
25	6.464	-7.3849E-02	-0.01914	0.32258	-0.09767	0.00000
26	6.868	-7.7822E-02	-0.03064	0.32258	-0.10293	0.00000
27	7.200	-8.0977E-02	-0.02636	0.32258	-0.10710	0.00000
28	7.272	-8.1647E-02	-0.00585	0.32258	-0.10798	0.00000
29	7.676	-8.5315E-02	-0.03373	0.32258	-0.11284	0.00000
30	8.080	-8.8818E-02	-0.03517	0.32258	-0.11747	0.00000
31	8.200	-8.9825E-02	-0.01072	0.32258	-0.11880	0.00000
32	8.484	-9.2145E-02	-0.02584	0.32258	-0.12187	0.00000
33	8.888	-9.5288E-02	-0.03786	0.32258	-0.12603	0.00000
34	9.200	-9.7585E-02	-0.03009	0.32258	-0.12906	0.00000
35	9.292	-9.8241E-02	-0.00901	0.32258	-0.12993	0.00000
36	9.696	-1.0099E-01	-0.04024	0.32258	-0.13357	0.00000
37	10.100	-1.0353E-01	-0.04131	0.32258	-0.13693	0.00000
38	10.200	-1.0412E-01	-0.01038	0.32258	-0.13771	0.00000
39	10.504	-1.0584E-01	-0.03191	0.32258	-0.13998	0.00000
40	10.908	-1.0793E-01	-0.04318	0.32258	-0.14275	0.00000
41	11.200	-1.0932E-01	-0.03172	0.32258	-0.14458	0.00000
42	11.312	-1.0982E-01	-0.01227	0.32258	-0.14525	0.00000
43	11.716	-1.1151E-01	-0.04471	0.32258	-0.14748	0.00000
44	12.120	-1.1288E-01	-0.04533	0.32258	-0.14929	0.00000
45	12.200	-1.1311E-01	-0.00904	0.32258	-0.14960	0.00000
46	12.524	-1.1385E-01	-0.03677	0.25644	-0.14305	0.00000
47	12.928	-1.1434E-01	-0.04609	0.25644	-0.14366	0.00000
48	13.200	-1.1437E-01	-0.03110	0.25644	-0.14370	0.00000
49	13.332	-1.1429E-01	-0.01509	0.25644	-0.14360	0.00000
50	13.736	-1.1366E-01	-0.04605	0.25644	-0.14281	0.00000
51	14.140	-1.1251E-01	-0.04569	0.25644	-0.14136	0.00000
52	14.200	-1.1230E-01	-0.00674	0.25644	-0.14110	0.00000
53	14.544	-1.1087E-01	-0.03839	0.25644	-0.13930	0.00000
54	14.948	-1.0875E-01	-0.04436	0.25644	-0.13664	0.00000
55	15.200	-1.0719E-01	-0.02721	0.25644	-0.13468	0.00000
56	15.352	-1.0616E-01	-0.01621	0.25644	-0.13338	0.00000
57	15.756	-1.0311E-01	-0.04227	0.25644	-0.12955	0.00000
58	16.160	-9.9607E-02	-0.04095	0.25644	-0.12515	0.00000
59	16.200	-9.9236E-02	-0.00398	0.25644	-0.12468	0.00000
60	16.564	-9.5671E-02	-0.03547	0.25644	-0.12021	0.00000
61	16.968	-9.1312E-02	-0.03777	0.25644	-0.11473	0.00000
62	17.200	-8.8622E-02	-0.02087	0.25644	-0.11135	0.00000
63	17.372	-8.6541E-02	-0.01506	0.25644	-0.10873	0.00000
64	17.776	-8.1370E-02	-0.03392	0.25644	-0.10224	0.00000
65	18.180	-7.5810E-02	-0.03175	0.25644	-0.09525	0.00000
66	18.200	-7.5525E-02	-0.00151	0.25644	-0.09489	0.00000
67	18.584	-6.9875E-02	-0.02792	0.25644	-0.08779	0.00000
68	18.988	-6.3574E-02	-0.02696	0.25644	-0.07988	0.00000
69	19.200	-6.0126E-02	-0.01311	0.25644	-0.07554	0.00000
70	19.392	-5.6921E-02	-0.01124	0.25644	-0.07152	0.00000
71	19.796	-4.9927E-02	-0.02158	0.25644	-0.06273	0.00000
72	20.200	-4.2605E-02	-0.01869	0.25644	-0.05353	0.00000
73	20.604	-3.4965E-02	-0.01567	0.25644	-0.04393	0.00000
74	21.008	-2.7020E-02	-0.01252	0.25644	-0.03395	0.00000
75	21.200	-2.3140E-02	-0.00482	0.25644	-0.02907	0.00000
76	21.412	-1.8781E-02	-0.00444	0.25644	-0.02360	0.00000
77	21.816	-1.0262E-02	-0.00587	0.25644	-0.01289	0.00000
78	22.200	-1.9130E-03	-0.00234	0.25644	-0.00240	0.00000
79	22.220	-1.4717E-03	-0.00003	0.25644	-0.00185	0.00000
80	22.624	7.5763E-03	0.00123	0.25644	0.00952	0.00155
81	23.028	1.6869E-02	0.00494	0.25644	0.02119	0.00620
82	23.200	2.0897E-02	0.00325	0.25644	0.02626	0.00408
83	23.432	2.6394E-02	0.00549	0.25644	0.03316	0.00689
84	23.836	3.6142E-02	0.01263	0.25644	0.04541	0.01587
85	24.200	4.5113E-02	0.01479	0.25644	0.05668	0.01858
86	24.240	4.6110E-02	0.00182	0.25644	0.05793	0.00229
87	24.644	5.6283E-02	0.02068	0.25644	0.07072	0.02599
88	25.048	6.6622E-02	0.02483	0.25644	0.08371	0.03119
89	25.200	7.0546E-02	0.01042	0.25644	0.08864	0.01310
90	25.452	7.7089E-02	0.01860	0.25644	0.09686	0.02337
91	25.856	8.7764E-02	0.03330	0.25644	0.11027	0.04184
92	26.200	9.7138E-02	0.03180	0.25644	0.12205	0.03996
93	26.260	9.8808E-02	0.00588	0.25644	0.12415	0.00739
94	26.664	1.1022E-01	0.04222	0.25644	0.13849	0.05305
95	27.068	1.2159E-01	0.04683	0.25644	0.15277	0.05883
96	27.200	1.2521E-01	0.01629	0.25644	0.16496	0.02047
97	27.472	1.3243E-01	0.03504	0.31746	0.17447	0.04616
98	27.876	1.4232E-01	0.05550	0.31746	0.18750	0.07312
99	28.200	1.4929E-01	0.04724	0.31746	0.19668	0.06224
100	28.280	1.5086E-01	0.01201	0.31746	0.19875	0.01582
101	28.684	1.5783E-01	0.06236	0.31746	0.20793	0.08215
102	29.088	1.6341E-01	0.06489	0.31746	0.21529	0.08549
103	29.200	1.6474E-01	0.01838	0.31746	0.21704	0.02421
104	29.492	1.6780E-01	0.04855	0.31746	0.22107	0.06396
105	29.896	1.7108E-01	0.06845	0.31746	0.22539	0.09019
106	30.200	1.7282E-01	0.05227	0.31746	0.22768	0.06887
107	30.300	1.7326E-01	0.01730	0.31746	0.22826	0.02280
108	30.704	1.7437E-01	0.07022	0.31746	0.22973	0.09251
109	31.108	1.7444E-01	0.07046	0.31746	0.22982	0.09283
110	31.200	1.7432E-01	0.01604	0.31746	0.22966	0.02114
111	31.512	1.7355E-01	0.05427	0.31746	0.22865	0.07150
112	31.916	1.7171E-01	0.06974	0.31746	0.22622	0.09188
113	32.200	1.6989E-01	0.04851	0.31746	0.22382	0.06391
114	32.320	1.6899E-01	0.02033	0.31746	0.22264	0.02679
115	32.724	1.6542E-01	0.06755	0.31746	0.21793	0.08900
116	33.128	1.6105E-01	0.06595	0.31746	0.21218	0.08688
117	33.200	1.6019E-01	0.01156	0.31746	0.21104	0.01524
118	33.532	1.5592E-01	0.05247	0.31746	0.20542	0.06913
119	33.936	1.5007E-01	0.06181	0.31746	0.19771	0.08143
120	34.200	1.4588E-01	0.03907	0.31746	0.19219	0.05147
121	34.340	1.4354E-01	0.02026	0.31746	0.18911	0.02669
122	34.744	1.3639E-01	0.05655	0.31746	0.17969	0.07450
123	35.148	1.2865E-01	0.05354	0.31746	0.16949	0.07053
124	35.200	1.2761E-01	0.00666	0.31746	0.16812	0.00878
125	35.552	1.2036E-01	0.04364	0.31746	0.15857	0.05750

<-eta'_max

126	35.956	1.1158E-01	0.04685	0.31746	0.14700	0.06173
127	36.200	1.0605E-01	0.02655	0.31746	0.13972	0.03498
128	36.360	1.0234E-01	0.01667	0.31746	0.13483	0.02196
129	36.764	9.2684E-02	0.03939	0.31746	0.12211	0.05190
130	37.168	8.2661E-02	0.03542	0.31746	0.10890	0.04666
131	37.200	8.1853E-02	0.00263	0.31746	0.10784	0.00347
132	37.572	7.2313E-02	0.02867	0.31746	0.09527	0.03778
133	37.976	6.1681E-02	0.02707	0.31746	0.08126	0.03566
134	38.200	5.5681E-02	0.01314	0.31746	0.07336	0.01732
135	38.380	5.0810E-02	0.00958	0.31746	0.06694	0.01263
136	38.784	3.9744E-02	0.01829	0.31746	0.05236	0.02410
137	39.188	2.8529E-02	0.01379	0.31746	0.03759	0.01817
138	39.200	2.8195E-02	0.00034	0.31746	0.03715	0.00045
139	39.592	1.7213E-02	0.00890	0.31746	0.02268	0.01173
140	39.996	5.8356E-03	0.00466	0.31746	0.00769	0.00613
141	40.200	8.0428E-05	0.00060	0.31746	0.00011	0.00080
142	40.400	-5.5628E-03	-0.00055	0.31746	-0.00733	0.00000
143	40.400	0.0000E+00	0.00000	0.31746	0.00000	0.00000
						2.48314 <- A'

結果は、以下のとおりです。

- 衝撃を考慮した縦距 η' が最大となる位置は No.109 の行である (η')。
- 衝撃を考慮した面積 $A_{k(1+ik)}$ を合計した面積が 2.48314。これが式 (13) の値 (A')。

なお、図 17 の太線は R_z を、細線は η' をそれぞれグラフ化したものです。

図目次

1	構造寸法 (mm)	1
2	解析モデル図	2
3	基本設定	3
4	幅員データの入力	4
5	グループの定義	5
6	ゾーンの定義	6
7	連行荷重の入力	7
8	衝撃係数用活荷重載荷位置 (m)	7
9	等分布荷重 q による部材の衝撃係数	8
10	等分布荷重 q による支点の衝撃係数	8
11	線荷重 P による部材の衝撃係数	9
12	線荷重 P による支点の衝撃係数	9
13	単位荷重ピッチ	10
14	支点反力	11
15	曲げモーメント	12
16	支点反力の影響線	13
17	曲げモーメントの影響線	14