

第一行、

見出しが  $M_{01}$  となっている。

よって、考点 01 に於ける「切り口の式」を作る。

考点 01 では、片側のみに小スパンがあるから、

$$2kM_{01} + kM_1 + (d_{01} + d_1) / J =$$

未知数 を左辺に寄せて、

$$2k M_{01} + k M_1 + (d_{01} + d_1) / J = 0$$

第 2 行、

見出しは  $M_1$  だから、考点 1 について式を作る。

考点 1 では、両側に小スパンがあるから、

$$k M_{01} + 4k M_1 + k M_2 + (d_{01} + 2d_1 + d_2) / J = 0$$

第 3 行から、

以下同様に、見出し  $M$  に沿って切り口の式をたてる。

$M$  の最後の見出し、 $M_9$  における切り口の式は、

$M_{10} = 0$  だから、

$$k M_8 + 4k M_9 + (d_8 + 2d_9 + d_{10}) / J = 0 \text{ となる。}$$

つぎに、見出しが、 $d_{01}$  となるので、 $d_{01}$  における力の和の式を作る。

第 1 番目のクイを横に見ると、弾性支承上の梁である。

この梁のセン断力方向の力について調べる。

$d_{01}$  のところは組グイの交点にあたり、関係する力は、 $S_{01}, S_{02}, N_{02}$ , 及び  $P$  である。

よって、

$$S_{01} + P \cos 25 + S_{02} \cos 40 + N_{02} \cos 50 = 0$$

$P$  は既知数だから、右辺に寄せて、

$$S_{01} + S_{02} \cos 40 + N_{02} \cos 50 = P \cos 25$$

つぎの見出しは  $d_1$  である。

ここでの力の釣り合い式は、

$$M_{01} / J + 2M_1 / J + M_2 / J - K_1 d_1 = 0$$

同様に、見出しに沿って  $d_2$  以下、力の和の式を作っていく。

最後の  $d_{10}$  においては、 $M_{10} = 0$  だから、

$$M_9 / J - K_{10} d_{10} = 0$$

となる。

見出しが第2番目のクイにはいり、M02 となると、第一番目のくいの時と同様に、

$$2kM_{02} + kM_{21} + (d_{02} + d_{21}) / J =$$

であるから、未知数の を左辺に持って行き、

$$2kM_{02} + kM_{21} + (d_{02} + d_{21}) / J = 0$$

とする。

みだしのMがおわり、d02 となると、第2の杭においての力の和の式をつくる。

一本目のクイの時と同様、セン断力方向の力の釣り合いを式にする。

d02 の場所は、組グイの交点であるから、関係する力は、S01,S02,N01,及びPである。

よって、

$$S_{01} \cos 40 + P \cos 15 + S_{02} + N_{01} \cos 50 = 0$$

P は既知数だから、右辺に寄せて、

$$S_{01} \cos 40 + S_{02} + N_{01} \cos 50 = P \cos 15$$

つぎの見出しは d21 である。

ここでの力の釣り合い式は、

$$M_{02} / J - 2M_{21} / J + M_{22} / J - K_{21} d_{21} = 0$$

である。

d21 以降も同様に、見出しに沿って力の和の式を作っていく。

dの最後の d29 においては、M29 = 0 だから、

$$M_{28} / J - K_{29} d_{29} = 0$$

となる。

見出しが S1 となると、もともと、 $S_1 = (M_1 - M_{01}) / J$  であるから、

$$S_1 + (M_1 - M_{01}) / J = 0$$

見出しが S2 になれば、

$$S_2 + (M_{21} - M_{02}) / J = 0$$

をおく。

見出しが、N1 となると、

$$N_1 = K_{30} d_{n1} \text{ より、 } N_1 - K_{30} d_{n1} = 0$$

見出しが N2 となれば、

$N_2 \quad K_{31} \quad d_{n2} = 0$  をおく。

見出しが  $d_{n1}, d_{n2}$  になると、第 1 杭と第 2 杭の交点において、両者の変位が一致することを条件とする。

まず  $d_{n1}$  において、両グイの水平方向の変位が等しいとおく。

関係する変位は  $d_{n1}, d_{n2}$  のほかに、 $d_{01}, d_{02}$  があるので、

$$d_{01} \cos 25 + d_{n1} \sin 25 = d_{02} \cos 15 + d_{n2} \sin 15$$

より、未知数を左辺に寄せて、

$$d_{01} \cos 25 + d_{n1} \sin 25 - d_{02} \cos 15 - d_{n2} \sin 15 = 0$$

見出しが  $d_{n2}$  になると、両グイの鉛直方向の変位が等しいとおいて、

$$d_{01} \sin 25 - d_{n1} \cos 25 = d_{02} \sin 15 - d_{n2} \cos 15$$

より、未知数を左辺に寄せて、

$$d_{01} \sin 25 - d_{n1} \cos 25 + d_{02} \sin 15 - d_{n2} \cos 15 = 0$$

最後に、みだしは となるが、ここでは、

$M_{01} \quad M_{02} = 0$  を置く。

以上のようにして、式をつくり、未知数の係数を対応する升目に記入すれば、求める方程式の「左辺の係数マトリクス」が得られる。

上記の未知数は 47 個、式も 47 個であり、 $47 \times 47$  のマトリクスとなる。

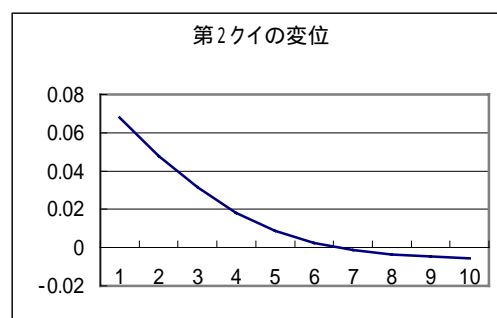
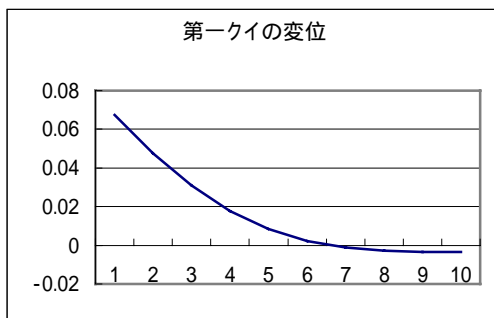
最後に、「左辺の係数マトリクス」の逆マトリクスをつくり、右辺の縦のマトリクスを掛ければ方程式の解がえられる。

以下にその結果を掲げる。

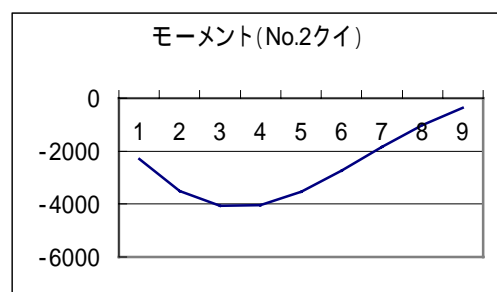
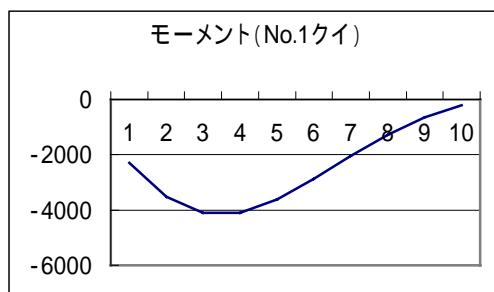
M01	-2298.342596	M02	-2298.342596	S1	-1211.363769
M1	-3509.706365	M21	-3498.635698	S2	-1200.293103
M2	-4103.04367	M22	-4074.337102	N1	1808.25788
M3	-4094.626774	M23	-4038.684811	N2	-1864.05848
M4	-3622.974455	M24	-3528.045251	dn1	0.02529032
M5	-2877.460718	M25	-2731.874516	dn2	-0.023898186
M6	-2042.700073	M26	-1839.511854		-0.02100655
M7	-1264.69565	M27	-1010.107884		
M8	-638.4044419	M28	-365.4106184		

M9	-211.8921335	d02	0.067825502
d01	0.067318807	d21	0.048045515
d1	0.047540497	d22	0.031351471
d2	0.03085919	d23	0.018268741
d3	0.017816747	d24	0.008785575
d4	0.008426505	d25	0.00246646
d5	0.002288382	d26	-0.001383708
d6	-0.00124739	d27	-0.003552052
d7	-0.002917562	d28	-0.004774131
d8	-0.003415024	d29	-0.005621702
d9	-0.003301849		
d10	-0.002963526		

上記の表は、縦一列となっているものを、紙面の都合で並べ替えたものである。  
上記をもとに、変位を図にすると、以下のようである。



また、クイのモーメントの様子は次のようである。



### (組グイのバネ常数)

組グイの水平変位は、

$$dx = d_{01} \cos 25 + d_{n1} \sin 25$$

(または、 $dx = d_{02} \cos 15 + d_{n2} \sin 15$ )

だから、

$$dx = 0.067319 \times 0.906308 + 0.02529 \times 0.422618 = 0.0717 \text{ (m)}$$

が得られる。

よって、組グイ自体のバネ常数は、与えた水平荷重の  $P = 1000 \text{ kN}$  を、水平変位  $dx = 0.0717 \text{ (m)}$  で割ることにより得られる。

組グイ自体のバネ常数を、 $K_c$  とすると、

$$K_c = P / dx = 1000 / 0.0717 = 13947 \sim 14,000 \text{ kN / m}$$

が得られた。

タイ材のバネ常数は、 $K_t = EA / L$  で計算できる。

いま、 $K_t = 80,000 \text{ kN/m}$  であると仮定すると、

タイ材と組グイをつないだときの合成のバネ常数  $K_0$  は、以下の式でえられる。

$$K_0 = 1 / (1 / K_c + 1 / K_t)$$

よって、

$$K_0 = 11,914 \text{ kN / m} \text{ と計算される。}$$

### (土止め矢板の計算)

$K_0$  が得られたことにより、すべての常数がそろったので、以下計算に進む。

まず、未知数をリストアップすると以下のようである。

M2	d1
M3	d2
M4	d3
M5	d4
M6	d5
M7	d6
M8	d7
M9	d8
M10	d9
M11	d10
M12	d11

M13     d12  
M14     d13  
M15     d14  
          d15  
          d16

よって、マトリクスの見出しとして、横に、M2,M3,M4,M5・・・,M15、d1,d2,d3,・・・,d16、と並べ、つぎにこれをコピーして、縦に張り付ける。  
この縦の見出しに沿って、式を立てて行く。

まず、M2の見出しに対して、考点を第2の切り口として、切り口の開きの式を置く。

$$k \times 0 + 4kM_2 + kM_3 + (d_1 - 2d_2 + d_3) / J = 0$$

以下、M3,M4と同様の式をたてる。

最後のM15まで来ると、考点を15の場所において、

$$kM_{14} + 4kM_{15} + k \times 0 + (d_{14} - 2d_{15} + d_{16}) / J = 0$$

Mが終わって、見出しがd1になると、力の和の式を置いて行く、  
まず、No.1の点では、

$$(0 + M_2) / J = 0$$

見出しがd2になると、

$$(0 + 2M_2 + M_3) / J = P1$$

見出しがd3になると、タイ材のバネ反力と、土圧P2がかかっているから、

$$(0 + M_2 - 2M_3 + M_4) / J - K_0 d_3 = P2$$

d4 から d9 までの見出しに対しては、荷重がかかっているから、

$$(0 + M_3 - 2M_4 + M_5) / J = P3$$

といった形の式がつづく。

見出しがd10以下になってくると、荷重は無く、バネ反力のみがさようするから、

$$(0 + M_9 - 2M_{10} + M_{11}) / J - K_1 d_{10} = 0$$

といった形の式が続く。

最後のd16に於いては、

$$(+ M_{15} \ 0) / J - K_7 d_{16} = 0$$

となる。

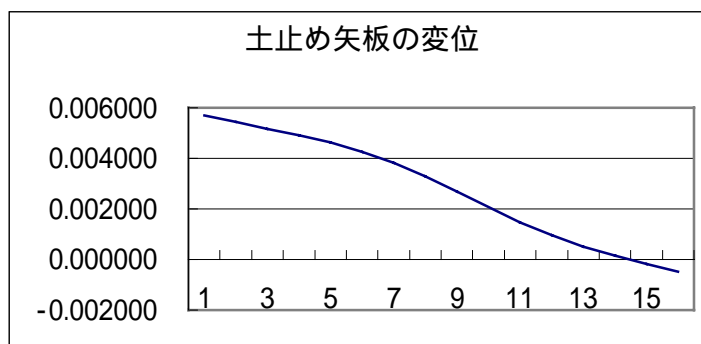
以上で全ての式が立てられた。

マトリクスの作り方としては、空欄にはゼロを打ち込んでおき、対応する升目に係数を記入する。

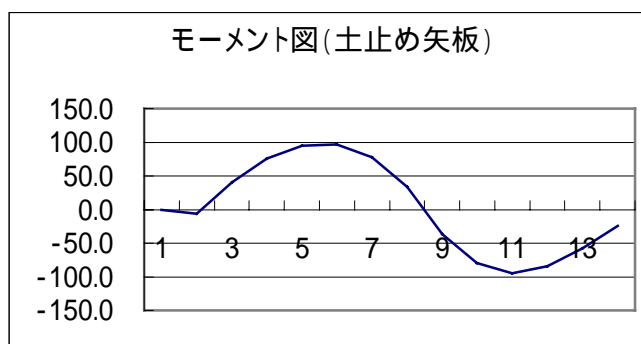
方程式の解を得るには、左辺の係数のマトリクスの逆行列に、右辺の値の縦の行列をかける。

得られた結果は以下の通りである。

d1	0.005688
d2	0.005431
d3	0.005174
d4	0.004915
d5	0.004620
d6	0.004260
d7	0.003816
d8	0.003287
d9	0.002692
d10	0.002070
d11	0.001477
d12	0.000952
d13	0.000510
d14	0.000142
d15	-0.000175
d16	-0.000469



M2	0.0
M3	-6.0
M4	40.6
M5	75.3
M6	94.9
M7	96.6
M8	77.2
M9	33.8
M10	-36.5
M11	-80.0
M12	-94.6
M13	-84.3
M14	-57.2
M15	-24.6



結局、d3 の変位が確定したから、この値をもとに、タイ材に働く力を求めることが出来る。

$$P = 0.005174 \times 11914 = 61.6 \text{ kN}$$

従って、

組みグイに戻り、タイ材からの荷重を与え、組みグイのクイの変形や、応力をもとめることが出来る。

(組みグイでの先行計算では、 $P = 1,000 \text{ kN}$ としていたので、先行計算で得られた値の、 $(61.6 / 1,000)$  倍の値となる。)

以上で「控え組みグイ式の土止め矢板」の計算例を終える。