すなわち，剪断力に対する e を与える公式として，曲げモーメントに対すると同一公式を使用するのは，不適当であつて，もし公式を使用するものとすると，式 (4)，(5) のようなものが適当であると思う。

米国の示方書では剪断力に対する e は規定されていないが，曲げモーメントに対する e の規定をみると[6]，主鉄筋が車輛の進行方向に直角な場合と平行な場合とでは，全く別の式を使つており，後者の場合が小さい値を与えるようになつている。これは当然のことであり，日本の剪断力に関する規定も同様であるべきはずであつて，この点日本の示方書は矛盾しており，著者の式が合理的であると思う。

剪断力を計算するのに有効巾の公式を使用しないとすれば，表—1，3 によればよい。

なお示方書に規定されている e' なる規定は片持版では不必要なものであり，また示方書の e および e' を説明した図は誤りであることに気附いたことを附記しておきたい。

本研究は京大教授小西博士の御示唆にもとずき，成岡助教授の御指導の下に行つたものである。ここに附記して謝意を表したい。

参 考 文 献

1) 道路協会（現在の日本道路技術協会）発行の示方書解説中にも説明されていない。
2) 成岡：土木学会論文集第4号（昭 24) p.1
3) 成岡，米沢：土木学会誌第 36 巻第 11 号（昭. 26) p.492.
4) N.M. Newmark: A Distribution Procedure for the Analysis of Slabs Continuous over Flexible Beams. : University of Illinois Bulletin. No. 304 (1938)
5) 成岡，米沢：土木学会誌第 36 巻第 10～11 号及び第 37 巻第1号（昭.26～27）
6) 小西：土木学会誌第 35 巻第 10.11 号（昭.25）

（昭. 27.1.16）

UDC 624.072.233

弾性支承上にある有限長梁が集中荷重を受ける場合の解法とその機械的計算法の提案

正員 柴田元良*

A PROPOSAL OF MECHANICAL CALCULATION METHOD, AS A SOLUTION OF THE BEAM ON AN ELASTIC FOUNDATION UNDER CONCENTRATED LOADS

(JSCE May 1952)

Motoyoshi Shibata, C.E. Member

Synopsis In this paper, the author proposed one solution of the beam on elastic foundation under a single concentrated load acting at any section on the beam. He induced the solution by means of modifying the actual beam length with the auxiliary length added to one end of the beam, and considering the acting load at the center of the beam with modified length. And based on the solution, he made some tables of various factors necessary for mathematical calculations of the beam, and made clear that calculations are easily and mechanically done with helps of these mathematical tables.

要旨 本文は弾性支承上にある有限長梁の任意の断面に，単一集中荷重が働く場合，梁の一端に補助長を附加して梁の長さを修正し，荷重が修正長梁の中央に働くと考えて得られる解法を誘導し，且つ本解法を利用して数値計算を行うに必要な諸元の数値表を作製しこれらを利用して容易にしかも機械的に数値計算を行うことが出来る方法を提案したものである。

1. 概 説

地盤上につくられる帯状基礎が集中荷重を受ける場合の応力計算は，弾性支承上にある有限長梁の問題として取扱われるのが合理的である。この問題の理論的な解法は微分方程式に出発して解析され，多くの業績が発表されている。然しこれらの理論解法に基いて直接数値計算を行うには相当複雑な作業を伴うのが一般である[1]。実用数値計算を簡易化する一方法として，Hans Bleich 博士[2] は，無限長梁に単一集中荷重が働く場合の影響線を利用して誘導される計算法を提案したが，その計算の過程には4元1次の連立方程式を解かねばならない。その外，岡本教授[3] の有限長梁の両端に支持点を考えた方法や，三沢氏[4] の連立方程式を機械的に解く計算方法等がある。

* 国鉄名古屋鉄道管理局施設長

筆者は有限長梁に補助長を附加して，梁長を修正し単一集中荷重が修正された梁長の中央に働くものとして誘導される解法を求め，この解法による機械的な計算方法を提案した。なお本文で取扱つている範囲では次の如く仮定した。

a．地盤反力は変位に比例する。

b．載荷後の梁断面の中立軸の変位と，梁外面の変位との差は無視する。

c．梁の浮上つた部分には，弾性張力が下方に働く。

d．断面2次率は梁全長に亘り一定である。

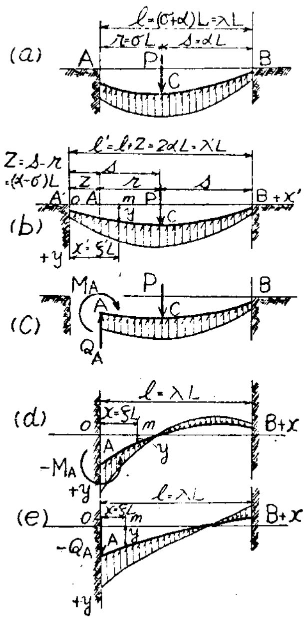
e．地盤と梁との接触摩擦抵抗は考えない。

f．地盤係数は支承面の各点で同一である。

2. 基本式の誘導

図—1(a) を参照して，長さ l なる有限長梁 AB の任意の点 C に P なる集中荷重が働くと考える。なお使用記号は図示に従う。図—1 (b) の如く，梁 AB を CB−AC$=s-r=$ Z に等しく，左側に延長して A′C$=$ CB，即ち載荷点 C が丁度修正梁長 A′B の中央になるようにする。この A′A$=Z$ を補助長と名付ける。

図—1



この場合梁 A′B の平衡状態から，弾性曲線は載荷点 C を通る垂直軸に関して左右対称となる。又この平衡状態を梁 AB について考えると図—1(c) の如くに，梁 AB の A 端に於て，梁 A′B の A′A 部分に働く反力によつて生ずる曲げモーメント M_A と剪力 Q_A が働いて平衡を保つていることになる。然し実際の梁 AB の A 端では，曲げモーメント及び剪力は零であるべきであるから，もしこの A 端にそれぞれ M_A 及び Q_A と大さは同じであつて，方向の相反する $-M_A$ 及び $-Q_A$ を働かせて，即ち図—1(c) に図—1(d) 及び 図—1(e) の場合を累集すれば，図—1(a) に等しい平衡状態を保つべきである。言い換えれば，

a. 長さ $l+Z=l'$ なる梁 A′A の中央点 C に荷重 P が働く場合，任意の断面 m に於ける弾性量を p_1, M_1, Q_1, A 断面の曲げモーメントを M_A，剪力を Q_A

b. 長さ l なる梁 AB の A 端に $-M_A$ が働く場合，任意の断面 m に於ける弾性量を p_2, M_2, Q_2

c. 長さ l なる梁 AB の A 端に $-Q_A$ が働く場合，任意の断面 m に於ける弾性量を p_3, M_3, Q_3

で表わせば，求める弾性量は次のようになる。

$$\left.\begin{aligned} p&=p_1+p_2+p_3\\ M&=M_1+M_2+M_3\\ Q&=Q_1+Q_2+Q_3 \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

以下それぞれの場合についての算式を誘導する。なお使用記号は次のものを表わすものとする。

E：梁の弾性係数 ($\mathrm{kg\cdot cm^{-2}}$)

J：梁断面の水平重心軸に関する断面2次率 ($\mathrm{cm^4}$)

b：梁の巾 (cm)

K：支承盤の地盤係数 ($\mathrm{kg\cdot cm^{-3}}$)

p：単位面積に働く反力 ($\mathrm{kg\cdot cm^{-2}}$)

M：曲げモーメント (kg·cm)，符号は m 断面の左側で時計針廻りを＋とする

Q：剪力 (kg)　符号は m 断面の左側で上向きを＋とする

x'：梁 A′B において A′ を原点とする直交坐標軸の水平軸距 (cm)

x：梁 AB において A を原点とする直交坐標軸の水平軸距 (cm)

y：x' 又は x に於ける垂直変位 (cm)

AC$=r$, CB$=s$, AB$=r+s=l$,　A′A$=$CB$-$AB$=s-r=Z$, A′B$=$A′A$+$AB$=Z+l=2s=l'$

$$L=\sqrt[4]{\frac{4EJ}{bK}},\quad \sigma=\frac{r}{L},\quad \alpha=\frac{s}{L},\ \lambda=\frac{l}{L}=\sigma+\alpha$$

$$\lambda'=\frac{l'}{L}=\frac{2s}{L}=2\alpha,\ \xi=\frac{x}{L},\ \xi'=\frac{x'}{L},$$

$\xi_1'=\sinh\xi'\cdot\sin\xi'$, $\xi_2'=\sinh\xi'\cdot\cos\xi'$,

$\xi_3'=\cosh\xi'\cdot\sin\xi'$, $\xi_4'=\cosh\xi'\cdot\cos\xi'$

$\xi_1=\sinh\xi\cdot\sin\xi$, $\xi_2=\sinh\xi\cdot\cos\xi$,

$\xi_3=\cosh\xi\cdot\sin\xi$, $\xi_4=\cosh\xi\cdot\cos\xi$

$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$

(1) p_1, M_1, Q_1 及び M_A, Q_A の算式　図—1(b)を参照して，図示のような坐標軸につき，長さ l' なる梁 A′B の中央点 C に荷重 P が働く場合に求められる弾性量を表わす諸式は，その結果のみをかくと次のようになる。

$$\left.\begin{aligned}
p_1&=\frac{P}{bL}\Big[[\lambda_1{}']'(\xi_2{}'+\xi_3{}')+[\lambda_1{}']''\xi_4{}'\Big]=\frac{P}{bL}\cdot p_1\\
M_1&=\frac{PL}{2}\Big[-[\lambda_1{}']'(\xi_2{}'-\xi_3{}')+[\lambda_1{}']''\xi_1{}'\Big]\\
&=\frac{PL}{2}m_1\\
Q_1&=\frac{P}{2}\Big[[\lambda_1{}']'2\xi_1{}'+[\lambda_1{}']''(\xi_2{}'+\xi_3{}')\Big]\\
&=\frac{P}{2}\cdot Q_1\\
&\text{但し}\\
[\lambda_1{}']'&=\frac{\cosh\frac{\lambda'}{2}\cdot\sin\frac{\lambda'}{2}-\sinh\frac{\lambda'}{2}\cdot\cos\frac{\lambda'}{2}}{\sinh\lambda'+\sin\lambda'}\\
[\lambda_1{}']''&=\frac{2\cosh\frac{\lambda'}{2}\cdot\cos\frac{\lambda'}{2}}{\sinh\lambda'+\sin\lambda'}
\end{aligned}\right\}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

以上の諸式は梁 A′B の A′～Cの範囲の弾性量を表わすものであるが，C～B の範囲のそれは，C 点を通る垂直軸に関し，x' 軸上対称の位置に於いて A′～C 範囲の弾性量と相等しい値をとるから容易にもとめられる。但し C～B 範囲の剪力 Q_1 は慣用の規約によつて反対の符号をとる。

次に A 断面に於ける M_A 及び Q_A は式（3）で $x'=Z$，従つて $\xi'=\alpha-\sigma$ とおけばよい。

$$\left.\begin{aligned}
M_A&=[M_1]_{\xi'=\alpha-\sigma}=PL/2\cdot[m_1]_{\xi'=\alpha-\sigma}\\
&=PL/2\cdot[m_1]_A\\
Q_A&=[Q_1]_{\xi'=\alpha-\sigma}=P/2\cdot[Q_1]_{\xi'=\alpha-\sigma}\\
&=P/2\cdot[Q_1]_A\\
&\text{但し}\\
[m_1]_A&=\big[-[\lambda_1{}']'(\xi_2{}'-\xi_3{}')+[\lambda_1{}']''\xi_1{}'\big]_{\xi'=\alpha-\sigma}\\
[Q_1]_A&=\big[[\lambda_1{}']'2\xi_1{}'+[\lambda_1{}']''(\xi_2{}'+\xi_3{}')\big]_{\xi'=\alpha-\sigma}
\end{aligned}\right\}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

表―1 λ' に対する $[\lambda_1{}']'$, $[\lambda_1{}']''$ の値

λ'	$[\lambda_1{}']'$	$[\lambda_1{}']''$	λ'	$[\lambda_1{}']'$	$[\lambda_1{}']''$	λ'	$[\lambda_1{}']'$	$[\lambda_1{}']''$
0.0	0	∞	3.6	0.2071	-0.0791	7.2	0.0124	-0.0490
2	0.0015	5.0000	8	0.1975	-0.1017	4	0.0078	-0.0419
4	0.0067	2.4986	4.0	0.1858	-0.1180	6	0.0040	-0.0354
6	0.0150	1.6627	2	0.1727	-0.1289	8	0.0008	-0.0294
8	0.0266	1.2404	4	0.1588	-0.1352	8.0	-0.0017	-0.0239
1.0	0.0413	0.9814	6	0.1445	-0.1377	2	-0.0040	-0.0190
2	0.0589	0.8015	8	0.1303	-0.1372	4	-0.0057	-0.0147
4	0.0790	0.6644	5.0	0.1163	-0.1341	6	-0.0070	-0.0109
6	0.1009	0.5521	2	0.1028	-0.1293	8	-0.0079	-0.0075
8	0.1237	0.4550	4	0.0900	-0.1229	9.0	-0.0085	-0.0047
2.0	0.1463	0.3576	6	0.0779	-0.1156	2	-0.0089	-0.0023
2	0.1674	0.2875	8	0.0667	-0.1075	4	-0.0090	-0.0002
4	0.1557	0.2137	6.0	0.0563	-0.0990	3π	-0.0092	0.0000
6	0.2004	0.1462	2	0.0468	-0.0902	6	-0.0089	0.0014
8	0.2106	0.0858	2π	0.0423	-0.0850	8	-0.0087	0.0028
3.0	0.2162	0.0328	4	0.0382	-0.0815	10.0	-0.0084	0.0038
π	0.2175	0.0000	6	0.0305	-0.0729	∞	0	0
2	0.2170	-0.0124	8	0.0237	-0.0665			
4	0.2138	-0.0495	7.0	0.0176	-0.0565			

式 (3) に於て $[\lambda_1{}']'$, $[\lambda_1{}']''$ は λ' のみの函数であり，予め数値表として作製することが出来る。λ'の 0.0～10.0 に対し $[\lambda_1]'$, $[\lambda_1{}']''$ の値を計算して表にしたものが **表―1** である。

$\xi_1{}'$～$\xi_4{}'$ の値は ξ' のみの函数であつて，これには林博士の高等函数表[5] がある。数値計算の必要上**表―5** として末尾に引用した。即ち式 (3) 及び式 (4) による数値計算は**表―1** と **表―5** の組合せで容易に行うことができるものである。

（2） p_2, M_2, Q_2 の算定　図―1 (c) を参照して，図示のような坐標軸につき長さ l なる梁 AB の A 端に $-M_A$ が働く場合に求められる弾性量を表わす諸式はその結果のみをあげると次のようである。

表―2 λ に対する $[\lambda_2]'$, $[\lambda_2]''$ の値

λ	$[\lambda_2]'$	$[\lambda_2]''$	λ	$[\lambda_2]'$	$[\lambda_2]''$	λ	$[\lambda_2]'$	$[\lambda_2]''$
0.0	∞	-∞	1.8	1.2461	-1.1574	3.6	1.0012	-1.0033
1	200.0000	-2000.0000	9	1.1830	-1.1102	7	1.0014	-1.0030
2	72.7273	-363.7273	2.0	1.1341	-1.0762	8	1.0015	-1.0027
3	33.3426	-111.2315	1	1.0966	-1.0520	9	1.0016	-1.0024
4	18.7889	-47.0821	2	1.0680	-1.0350	4.0	1.0015	-1.0021
5	12.0240	-24.1811	3	1.0467	-1.0233	1	1.0015	-1.0018
6	8.3668	-14.1046	4	1.0310	-1.0154	2	1.0014	-1.0015
7	6.1730	-9.0050	5	1.0198	-1.0104	3	1.0012	-1.0013
8	4.7541	-6.1558	6	1.0119	-1.0072	4	1.0011	-1.0010
9	3.7881	-4.4485	7	1.0067	-1.0054	5	1.0009	-1.0008
1.0	3.1040	-3.3699	8	1.0033	-1.0044	6	1.0008	-1.0006
1	2.6050	-2.6602	9	1.0014	-1.0040	7	1.0007	-1.0005
2	2.2324	-2.1783	3.0	1.0004	-1.0038	3/2π	1.0007	-1.0005
3	1.9493	-1.8431	1	1.0000	-1.0037	8	1.0005	-1.0004
4	1.7315	-1.6057	π	0.9963	-1.0037	9	1.0004	-1.0003
5	1.5623	-1.4354	2	1.0000	-1.0037	5.0	1.0003	-1.0002
π/2	1.4665	-1.3449	3	1.0003	-1.0037	∞	1	-1
6	1.4303	-1.3121	4	1.0006	-1.0036			
7	1.3269	-1.2226	5	1.0009	-1.0036			

$$\left.\begin{aligned}
p_2&=\frac{P}{bL}\cdot[m_1]_A\big[[\lambda_2]'\xi_4\\
&\quad+[\lambda_2]''(\xi_2+\xi_3)+\xi_1\big]=\frac{P}{bL}\cdot[m_1]_A\cdot p_2\\
M_2&=\frac{PL}{2}\cdot[m_1]_A\cdot\big[[\lambda_2]'\xi_1-[\lambda_2]''\\
&\quad\times(\xi_2-\xi_3)-\xi_4\big]=\frac{PL}{2}[m_1]_A m_2\\
Q_2&=\frac{P}{2}[m_1]_A\cdot\big[[\lambda_2]'(\xi_2+\xi_3)+[\lambda_2]''2\xi_1\\
&\quad-(\xi_2-\xi_3)\big]=\frac{P}{2}[m_1]_A Q_2\\
&\text{但し}\\
[\lambda_2]'&=\frac{\cosh 2\lambda-\cos 2\lambda}{\cosh 2\lambda+\cos 2\lambda-2}\\
[\lambda_2]''&=-\frac{\sinh 2\lambda+\sin 2\lambda}{\cosh 2\lambda+\cos 2\lambda-2}
\end{aligned}\right\}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

式 (5) で $[\lambda_2]'$, $[\lambda_2]''$ は λ のみの函数である。

表―2 は λ の 0.0〜0.5 の値に対する $[\lambda_2]'$, $[\lambda_2]''$ の値を計算して表にしたものである。ξ_1〜ξ_4 の値は表―**5** に示されている。$[m_1]_A$ は式 (4) で求められる値である。この場合も (1) と同様，数値表の組合せによつて容易に計算が行なわれる。

もし λ の値が大きい場合，即ち l が L に比して大きい場合は，近似的に $[\lambda_2]'=1$, $[\lambda_2]''=-1$ とおけるから式 (5) は次のようになる。

$$\left.\begin{aligned} p_2&=\frac{P}{bL}[m_1]_A\cdot[\xi_1-\xi_2-\xi_3+\xi_4]\\ M_2&=\frac{PL}{2}[m_1]_A\cdot[\xi_1+\xi_2-\xi_3-\xi_4]\\ Q_2&=P[m_1]_A\cdot[-\xi_1+\xi_3]\end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots(5)'$$

(3)　p_3, M_3, Q_3 の算式　次に図―1 (e) を参照して，図示のような坐標軸につき，長さ l なる梁 AB の A 端に $-Q_A$ が働く場合の弾性量を表わす諸式は，その結果のみをあげると次のようになる。

$$\left.\begin{aligned} p_3&=\frac{P}{bL}\cdot[Q_1]_A\cdot\{[\lambda_3]'\xi_4-[\lambda_3]''\\ &\quad\times(\xi_2+\xi_3)+\xi_3\}=\frac{P}{bL}\cdot[Q_1]_A\cdot p_3\\ M_3&=\frac{PL}{2}[Q_1]_A\cdot\{[\lambda_3]'\xi_1\\ &\quad+[\lambda_3]''(\xi_2-\xi_3)-\xi_2\}=\frac{PL}{2}[Q_1]_A\cdot m_3\\ Q_3&=\frac{P}{2}[Q_1]_A\cdot\{[\lambda_3]'(\xi_2+\xi_3)-[\lambda_3]''\cdot 2\xi_1\\ &\quad+(\xi_1-\xi_4)\}=\frac{P}{2}\cdot[Q_1]_A\cdot Q_3\\ &\text{但し}\\ [\lambda_3]'&=\frac{\sinh 2\lambda-\sin 2\lambda}{\cosh 2\lambda+\cos 2\lambda-2}\\ [\lambda_3]''&=\frac{\cosh 2\lambda-1}{\cosh 2\lambda+\cos 2\lambda-2}\end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots(6)$$

表―**3**　λ に対する $[\lambda_3]'$, $[\lambda_3]''$ の値

λ	$[\lambda_3]'$	$[\lambda_3]''$	λ	$[\lambda_3]'$	$[\lambda_3]''$	λ	$[\lambda_3]'$	$[\lambda_3]''$
0.0	∞	∞	1.8	1.2148	1.1230	3.6	1.0009	1.0006
1	13.5000	100.5000	9	1.1727	1.0915	7	1.0008	1.0007
2	9.6818	36.8636	2.0	1.1376	1.0671	8	1.0008	1.0008
3	6.6667	17.1759	1	1.1084	1.0483	9	1.0008	1.0008
4	5.0088	9.8944	2	1.0845	1.0340	4.0	1.0008	1.0008
5	4.0012	6.5120	3	1.0650	1.0233	1	1.0008	1.0007
6	3.3356	4.6834	4	1.0493	1.0155	2	1.0007	1.0007
7	2.8635	3.5865	.5	1.0368	1.0099	3	1.0007	1.0006
8	2.5096	2.8771	6	1.0270	1.0060	4	1.0007	1.0005
9	2.2359	2.3941	7	1.0195	1.0033	5	1.0006	1.0005
1.0	2.0189	2.0520	8	1.0138	1.0017	6	1.0006	1.0004
1	1.8433	1.8025	9	1.0096	1.0007	7	1.0005	1.0003
2	1.6992	1.6162	3.0	1.0066	1.0002	3/2π	1.0005	1.0003
3	1.5795	1.4747	1	1.0044	1.0000	8	1.0004	1.0003
4	1.4795	1.3657	π	1.0037	1.0000	9	1.0004	1.0002
5	1.3955	1.2812	2	1.0030	1.0000	5.0	1.0003	1.0002
π/2	1.3449	1.2333	3	1.0020	1.0001	∞	1	1
6	1.3247	1.2151	4	1.0014	1.0003			
7	1.2651	1.1635	5	1.0011	1.0004			

式 (6) で $[\lambda_3]'$, $[\lambda_3]''$ は λ のみの函数である。**表―3** は λ の 0.0〜5.0 に対する $[\lambda_3]'$, $[\lambda_3]''$ の値を計算して表にしたものである。又 ξ_1〜ξ_4 は **表―5** の値である。$[Q_1]_A$ は式 (4) でもとめられるものである。この場合も前と同様，数表の組合せで計算を行うことができる。

もし λ の値が，大きい場合は，(2) と同様に，近似的に $[\lambda_3]'=1$, $[\lambda_3]''=1$ とおけるから，上式は次のようになる。

$$\left.\begin{aligned} p_3&=\frac{P}{bL}[Q_1]_A\cdot[-\xi_2+\xi_4]\\ M_3&=\frac{PL}{2}[Q_1]_A\cdot[\xi_1-\xi_3]\\ Q_3&=\frac{P}{2}[Q_1]_A\cdot[-\xi_1+\xi_2+\xi_3-\xi_4]\end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots(6)'$$

表―4　計　算　順　序　表

順位	区分	基本計算式	備考
(I) CB−AC=Z に等しい補助長を附加して AC=CB とする	断面 ξ' p_1 m_1 Q_1	A′ A m P↓C n B $x'=\xi' L$, $Z=(\alpha-\lambda)L$, $l=\lambda L$, $\Delta=\alpha L$ $l'=2\Delta=\lambda' L$ A′ n′ A m C n B 0 α−λ $\frac{x'}{L}$ α $[\lambda_1]'(\xi_2'+\xi_3')+[\lambda_1]''\xi_4'$ $-[\lambda_1]'(\xi_2'-\xi_3')+[\lambda_1]''\xi_1'$ $[m_1]_A$ $[\lambda_1]'2\xi_1'+[\lambda_1]''(\xi_2'+\xi_3')$ $[Q_1]_A$ 梁A′Bの中で C 断面につき A′C 部分と対称の値をとる Q_1 については符号を反対にする。	1 $L=\sqrt[4]{\frac{4EI}{bk}}$ 2 $\alpha=\frac{\Delta}{L}$, $\lambda=\frac{l}{L}$, $\alpha-\lambda=\frac{\Delta-l}{L}$ 3 $\lambda'=2\alpha$ 4 $\xi'=\frac{x'}{L}$ 5 表-5 より ξ' に対する ξ_1'〜ξ_4' 6 表-1 より λ' に対する $[\lambda_1]'$, $[\lambda_1]''$ 7 A 断面 ($\xi'=\alpha-\lambda$) に於ける m_1, Q_1 即ち $[m_1]_A$, $[Q_1]_A$ の算定 8 A′ を原点とする 9 m, n は任意の断面, C は荷重 P の載荷点を示す
(II) 梁ABの A 端に $-M_A$ を働かせる	断面 ξ $[m_1]_A\ p_2$ $[m_1]_A\ m_2$ $[m_1]_A\ Q_2$	$-M_A$ A m C n B $x=\xi L$, $l=\lambda L$ A m C n B 0 $\frac{x}{L}$ α $\frac{x}{L}$ λ $[m_1]_A\{[\lambda_2]'\xi_4+[\lambda_2]''(\xi_2+\xi_3)+\xi_1\}$ $[m_1]_A\{[\lambda_2]'\xi_1-[\lambda_2]''(\xi_2-\xi_3)-\xi_4\}$ $[m_1]_A\{[\lambda_2]'(\xi_2+\xi_3)+[\lambda_2]''2\xi_1-(\xi_2-\xi_3)\}$	1 $\lambda=\frac{l}{L}$ 2 $\xi=\frac{x}{L}$ 3 表-5 より ξ に対する ξ_1〜ξ_4 4 表-2 より λ に対する $[\lambda_2]'$, $[\lambda_2]''$ 5 (I) の $[m_1]_A$ の使用 6 A を原点とする 7 m, n は任意の断面, C は荷重 P の載荷相当位置を示す
(III) 梁ABの A 端に $-Q_A$ を働かせる	断面 ξ $[Q_1]_A\ p_3$ $[Q_1]_A\ m_3$ $[Q_1]_A\ Q_3$	$-Q_A$↓A m C n B $x=\xi L$, $l=\lambda L$ A m C n B 0 $\frac{x}{L}$ α $\frac{x}{L}$ λ $[Q_1]_A\{[\lambda_3]'\xi_4-[\lambda_3]''(\xi_2+\xi_3)+\xi_3\}$ $[Q_1]_A\{[\lambda_3]'\xi_1+[\lambda_3]''(\xi_2-\xi_3)-\xi_2\}$ $[Q_1]_A\{[\lambda_3]'(\xi_2+\xi_3)-[\lambda_3]''2\xi_1+(\xi_1-\xi_4)\}$	1 $\lambda=\frac{l}{L}$ 2 $\xi=\frac{x}{L}$ 3 表-5 より ξ に対する ξ_1〜ξ_4 4 表-3 より λ に対する $[\lambda_3]'$, $[\lambda_3]''$ 5 (I) の $[Q_1]_A$ の使用 6, 7 (II) の相当欄に同じ
(IV) (I)(II)(III) を加へる	断面 P M Q	A m C n B $\frac{P}{bL}\Sigma p=\frac{P}{bL}\{p_1+[m_1]_A p_2+[Q_1]_A p_3\}$ $\frac{PL}{2}\Sigma m=\frac{PL}{2}\{m_1+[m_1]_A m_2+[Q_1]_A m_3\}$ $\frac{P}{2}\Sigma Q=\frac{P}{2}\{Q_1+[m_1]_A Q_2+[Q_1]_A Q_3\}$	

(4)　p, M, Q の算定　以上(1)(2)(3)で求められた諸式を式 (1) に代入すると所要の弾性量を求める諸式として次のものが得られる。

$$\left.\begin{aligned} p&=p_1+p_2+p_3=P/bL\cdot\{p_1+\\ &\quad[m_1]_A\cdot p_2+[Q_1]_A\cdot p_3\}\\ M&=M_1+M_2+M_3=PL/2\times\\ &\quad\{m_1+[m_1]_A m_2+[Q_1]_A m_3\}\\ Q&=Q_1+Q_2+Q_3=P/2\times\\ &\quad\{Q_1+[m_1]_A Q_2+[Q_1]_A Q_3\}\end{aligned}\right\}$$

以上の基本式の誘導では載荷点 C が梁ABの中央断面の左側にあり，従つて，

AC<CB で補助長 l を左側に附加した。載荷点が中央断面の右側にある場合は，中央断面を通る垂直軸に関し，載荷位置と梁上対称の位置に同一の荷重を働かせた時に得られる弾性量，即ち上述の場合のものの相当値によつて求められることは明らかである。ただ剪力については，慣用の規約に一致させるため，求められた結果につきその符号を反対にすればよい。

なお梁が多数の集中荷重を担う場合の弾性量は個々の集中荷重について得られた弾性量の累集によつて求められることは言うまでもない。

又集中荷重が梁 AB の中央に働く場合は，補助長 $Z=0$ であり，従つて $\xi'=\alpha-\sigma=0$ であるから，式(4) で $[m_1]_{A=0}, [Q_1]_{A=0}$ となり，この場合の弾性量は(1)の計算のみを行えばよい。

3. 計 算 順 序 表（附　計算例）

以上提案の方法による計算の順序を表にまとめると表—4 のようになる。

この表によつて計算を行うには次の順序をふめばよい。

a．E, J, b, K, l, l' より L, λ, λ' の算出

b．表—1 より λ' に対する $[\lambda_1']', [\lambda_1']''$ の発見

c．(I) の諸式で $[\lambda_1']', [\lambda_1']''$ 及び表—5 の ξ' に対する $\xi_1'\sim\xi_4'$ を用いて，$p_1, m_1, Q_1, [m_1]_A, [Q_1]_A$ を計算

d．表—2 より λ に対する $[\lambda_2]', [\lambda_2]''$ の発見

e．(II)の諸式で $[\lambda_2]', [\lambda_2]'', [m_1]_A$ 及び表—5 の ξ に対する $\xi_1\sim\xi_4$ を用いて $[m_1]_A\cdot p_2, [m_1]_A m_2, [m_1]_A\cdot Q_2$ の計算

f．表—3 より λ に対する $[\lambda_3]', [\lambda_3]''$ の発見

g．(III)の諸式で，$[\lambda_3]', [\lambda_3]'', [Q_1]_A$ 及び表—5 の ξ に対する $\xi_1\sim\xi_4$ を用いて $[Q_1]_A\cdot p_3, [Q_1]_A\cdot m_3, [Q_1]_A\cdot Q_3$ の計算

h．(IV) の諸式で c, e, g 項の結果を加え，荷重項を乗ずる。

なお以上の計算は，表—1，表—2，表—3 及び表—5 が充分に準備されていれば，算盤と計算尺のみで全く機械的に作業を行うことができる。以下簡単な例について，数値計算を行い，計算過程を示すことにする。

4. 計 算 例

図—2 に示すような鉄筋コンクリート帯状基礎に図示の位置に集中荷重 $P=50$t が働く場合，各断面に生ずる弾性量 p, M, Q を計算すること。

なお計算に必要な基本数値は次のようである。

$l=1\,200$ cm，$E=1.4\times10^5$ kg·cm^{-2}，

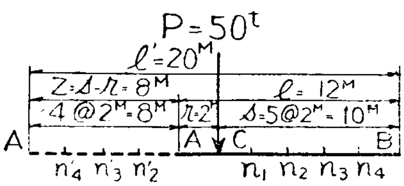
$J=0.256\times10^8$ cm^4，$b=140$ cm，$K=4$ kg·cm^{-3}，

表—5　ξ' 又は ξ に対する $\xi_1'\sim\xi_4'$ 又は $\xi_1\sim\xi_4$ の値

ξ' ξ	ξ_1' ξ_1	ξ_2' ξ_2	ξ_3' ξ_3	ξ_4' ξ_4	ξ' ξ	ξ_1' ξ_1	ξ_2' ξ_2	ξ_3' ξ_3	ξ_4' ξ_4	ξ' ξ	ξ_1' ξ_1	ξ_2' ξ_2	ξ_3' ξ_3	ξ_4' ξ_4
0	0	0	0	1.0000										
0.01	0.0001	0.0100	0.0100	•	1.21	1.4273	0.5373	1.7083	0.6446	2.41	3.6871	-4.1870	3.7491	-4.1757
2	4	200	200	•	2	578	313	291	327	2	850	1881	938	2588
3	9	300	300	•	3	743	229	500	206	3	802	2678	377	3545
4	0.0016	400	400	•	4	973	142	710	082	4	744	3482	307	4487
5	25	500	500	•	5	1.5202	051	921	0.5955	5	678	4296	228	4961
6	36	599	601	•	6	432	0.4957	1.8133	824	6	603	5116	141	5780
7	49	699	701	•	7	664	857	346	691	7	519	5944	045	6606
8	64	798	802	•	8	896	758	560	555	8	425	6777	3.6937	7440
9	81	898	902	"	9	1.6130	652	775	415	9	322	7621	824	8280
0.10	0.0100	997	0.1003	"	1.30	365	543	991	272	2.50	209	8471	700	9128
1	121	0.1096	104	•	1	601	430	1.9208	128	1	3.6086	-4.9328	3.6566	-4.9984
2	144	194	206	•	2	838	314	425	0.4977	2	3.5974	-5.0192	422	-5.0846
3	169	293	307	•	3	1.7076	193	644	824	3	811	1014	268	1716
4	196	391	409	•	4	314	067	863	688	4	658	1943	104	2573
5	225	489	511	•	5	554	0.3940	2.0084	508	5	494	2829	3.5929	3437
6	256	586	614	0.9999	6	775	808	305	345	6	320	3722	744	4368
7	289	684	716	9	7	1.8036	671	526	178	7	134	4623	548	5266
8	324	781	819	8	8	279	531	749	008	8	3.4935	5530	341	6172
9	361	877	923	8	9	522	386	972	0.3834	9	730	6445	124	7084
0.20	400	973	0.2027	7	1.40	766	237	2.1196	656	2.60	511	7366	3.0894	8002
1	441	0.2067	131	7	1	1.9011	084	421	474	1	281	8275	654	8927
2	484	164	235	6	2	256	0.2726	646	287	2	037	9231	401	9862
3	529	259	340	5	3	502	764	871	100	3	3.3784	-6.0173	137	-6.0802
4	576	354	446	5	4	747	578	2.2098	0.2707	4	518	1122	3.3861	1742
5	625	448	552	4	5	976	427	325	710	5	237	2078	572	2701
6	676	541	658	2	6	2.0244	252	552	509	6	3.2908	3041	272	3661
7	729	634	765	1	7	-472	073	780	304	7	644	4011	3.2958	4627
8	784	726	873	0	8	741	0.1888	2.3008	095	8	327	4987	632	5600
9	841	818	981	0.9988	9	970	1700	236	0.1882	9	3.1776	5969	293	6580
0.30	900	909	0.3087	7	1.50	2.1240	1506	465	684	2.70	653	6958	3.1940	7566
1	961	0.3000	198	5	1	487	0.1308	2.3694	0.1442	1	296	7753	574	8558
2	0.1024	090	308	3	2	740	105	924	216	2	3.0725	8955	195	7556
3	87	177	417	0	3	990	0.0898	2.4153	0.0986	3	541	9953	3.0802	-7.0561
4	0.1156	268	530	0.9978	4	2.2241	685	383	751	4	142	-7.0977	374	1571
5	0.1225	355	641	5	5	491	468	613	512	5	2.9729	1977	2.9973	2588
6	96	443	754	2	6	742	246	843	268	6	9301	3023	9537	3611
7	0.1363	527	867	0.9969	7	993	018	2.5073	020	7	6859	4055	9087	4637
8	0.1444	815	980	5	8	2.3244	-0.0216	304	-0.0235	8	8402	5993	8621	5674
9	0.1521	697	0.4095	1	9	495	451	534	490	9	7930	6137	8141	6714
0.40	0.1600	783	210	0.9957	1.60	746	694	764	753	2.80	7443	7186	7646	7757
1	81	866	326	3	1	996	941	994	-0.1020	1	6939	8241	7135	8810
2	0.1763	949	443	0.9948	2	2.4247	-0.1194	2.6223	291	2	6420	9301	6608	9867
3	0.1848	0.4030	560	3	3	497	452	453	568	3	5885	-8.0367	6066	-8.0928
4	0.1935	111	678	0.9938	4	747	715	682	849	4	8334	1437	5507	1995
5	0.2024	190	798	2	5	996	984	911	-0.2136	5	4766	2513	4932	3067
6	115	267	918	0.9925	6	2.5245	-0.2258	2.7139	427	6	4182	3594	4341	4144
7	208	346	0.5038	17	7	494	537	367	724	7	3581	4680	3733	5226
8	303	423	160	02	8	742	822	594	-0.3025	8	2963	5770	3108	6312
9	400	477	283	04	9	987	-0.3113	821	332	9	2328	6865	2466	7403
0.50	477	573	406	0.9896	1.70	2.6236	407	2.8047	644	2.90	1675	7765	1807	8497
1	0.2577	0.4647	0.5531	87	1	482	710	273	961	1	1005	9068	1130	9597
2	702	717	656	78	2	727	-0.4016	478	-0.4280	2	0316	-9.0277	0435	-9.0703
3	807	790	782	69	3	971	331	722	612	3	1.9610	1289	1.9722	1811
4	913	860	909	58	4	2.7215	649	945	945	4	8885	2405	8991	2923
5	0.3022	927	0.6030	48	5	457	974	2.9167	-0.5284	5	8141	3525	8241	4039
6	133	997	167	36	6	677	-0.5304	388	628	6	7377	4629	7473	5158
7	245	0.5063	297	24	7	937	640	607	977	7	6598	5776	6685	6281
8	360	128	428	11	8	2.8175	983	828	-0.6333	8	5797	6906	5877	7407
9	476	192	560	0.9770	9	416	-0.6331	3.0046	694	9	4477	8040	5053	8537
0.60	595	255	694	84	1.80	652	685	262	-0.7060	3.00	4137	9176	4207	9669
1	715	316	828	67	1	887	-0.7045	477	433	1	3277	-10.0326	3342	-10.0804
2	838	376	963	54	2	2.9121	411	671	811	2	2397	1458	2456	1942
3	962	434	0.7100	38	3	353	787	904	-0.8175	3	1497	2602	1551	3082
4	0.4088	491	237	21	4	583	-0.8162	3.1114	585	4	0576	3749	0625	4225
5	217	547	376	03	5	812	547	323	980	5	0.9635	4898	0.9678	5370
6	347	601	516	0.9684	6	3.0037	938	531	-0.9382	6	8672	6049	8710	6517
7	479	653	657	64	7	264	-0.9335	737	790	7	7688	7202	7721	7665
8	613	705	797	44	8	487	737	940	-1.0203	8	6701	8356	6710	8815
9	749	754	942	22	9	708	-1.0147	3.2142	623	9	5655	9512	5678	9966
0.70	887	802	0.8086	00	1.90	929	566	342	1061	3.10	4606	-11.0667	4624	-11.1119
1	0.5027	848	232	0.9577	1	1143	989	540	1481	1	3534	1827	3548	2272
2	169	893	378	52	2	358	1418	735	1920	2	2441	2985	2447	3426
3	312	936	526	27	3	570	1854	928	2364	3	1324	4144	1328	4581
4	358	977	675	01	4	779	2297	2.3117	2815	4	0184	5306	0184	5736
5	605	0.6017	825	0.9473	5	986	2746	308	3273	5	-10.0779	6462	-10.0783	6891
6	755	055	976	44	6	3.2190	3202	494	3737	6	2165	7621	2174	8045
7	906	091	0.9127	15	7	392	3665	677	4207	7	3375	8779	3387	9200
8	0.6059	125	283	0.9384	8	591	4130	857	4683	8	4609	9935	4625	-12.0353
9	214	157	430	51	9	786	4610	3.4035	5161	9	5866	-12.1075	5887	1506
0.80	371	188	594	18	2.00	977	5073	210	5656	3.20	7148	2250	7172	2657
1	550	216	752	0.9283	1	3169	-1.5583	3.4381	-1.6153	1	8955	3404	8482	3807
2	690	243	910	47	2	355	6080	550	6656	2	9786	4557	9817	4955
3	853	267	1.0070	10	3	538	6583	715	7165	3	-11.1142	5708	-11.1177	6102
4	0.7017	290	232	0.9171	4	718	7094	877	7682	4	2534	6856	2562	7246
5	183	310	394	31	5	894	7611	3.5036	8205	5	3731	8002	3773	8388
6	351	329	558	0.9090	6	3.4066	8136	191	8735	6	5363	9145	5407	9526
7	521	345	723	47	7	235	8667	343	9271	7	6822	-13.0285	6871	-13.0662
8	692	357	890	02	8	377	9206	490	9815	8	8306	1422	8359	1795
9	866	371	1.1057	0.8956	9	560	9751	634	-2.0365	9	7813	2555	7873	2923
0.90	0.8041	381	226	908	2.10	717	-2.0304	744	0922	3.30	-2.1355	3684	-2.1414	4048
1	218	387	376	857	1	870	0864	910	1487	1	2919	4807	2981	5169
2	397	394	567	808	2	3.5018	1431	3.6042	2058	2	5011	5929	4576	6285
3	577	397	740	756	3	162	2006	167	2636	3	6130	7044	6197	7396
4	759	397	914	701	4	30	2587	292	3221	4	7776	8154	7846	8501
5	943	396	1.2089	645	5	436	3176	411	3814	5	8917	9257	8923	9600
6	0.9127	391	266	587	6	566	3772	525	4413	6	-3.1152	-14.0357	-3.1228	-14.0646
7	317	385	444	528	7	691	4376	634	5020	7	2882	1449	2960	1784
8	506	376	623	466	8	811	4987	738	5633	8	4640	2535	4721	2866
9	697	364	803	403	9	926	5605	837	6254	9	6027	3614	5536	3940
1.00	889	350	985	337	2.20	3.6036	6230	931	6882	3.40	8243	4685	8329	5008
1	1.0083	333	1.3168	270	1	140	6863	3.7020	7517	1	-4.0088	5749	4078	6068
2	279	313	352	201	2	237	7503	104	8160	2	1962	6805	2051	7119
3	476	291	537	127	3	332	8151	182	8810	3	3865	7852	3957	8163
4	676	266	724	056	4	419	8806	254	9467	4	5778	8890	5872	9197
5	876	237	912	0.7900	5	501	9467	321	-3.0131	5	7761	9920	7857	-15.0223
6	1.1079	209	1.4101	902	6	576	-3.0137	382	0802	6	9754	-15.0939	9852	1238
7	282	175	291	822	7	646	0816	436	1481	7	-5.1774	1947	-5.1877	2244
8	488	139	483	740	8	707	1501	485	2167	8	3830	2947	3931	3240
9	695	100	676	655	9	765	2192	527	2861	9	5904	3939	6018	4224
1.10	903	058	870	568	2.30	815	2890	563	3562	3.50	8029	4919	8139	5198
1	1.2113	014	1.5065	477	1	857	3601	592	4270					
2	325	0.5966	262	387	2	895	4316	615	4986					
3	538	915	460	293	3	924	5037	630	5709					
4	752	861	658	196	4	947	5769	638	6439					
5	968	804	857	097	5	967	6507	640	7177					
6	1.3186	743	1.6060	0.6995	6	967	7252	635	7922					
7	404	680	262	891	7	957	8005	621	8675					
8	625	613	466	784	8	942	8765	600	9435					
9	846	543	670	674	9	916	9532	572	-4.0202					
1.20	1.4069	470	876	561	2.40	877	-4.0306	535	0977					

$P=50\,000$ kg

図—2



(I) の 計 算

$$L=\sqrt[4]{\frac{4EJ}{bK}}=\sqrt[4]{\frac{4\times1.4\times10^5\times0.256\times10^8}{140\times4}}=400\,(\mathrm{cm})^*$$

$$^*\ \alpha=\frac{s}{L}=\frac{1\,000}{400}=2.5,\quad \sigma=\frac{r}{L}=\frac{200}{400}=0.5,$$

$$\alpha-\sigma=2.5-0.5=2.0$$

$$\lambda=\frac{l}{L}=\frac{1\,200}{400}=3.0\quad \lambda'=2\alpha=5.0$$

表—1 より $\lambda'=5.0$ に対し $[\lambda_1']'=0.1163$, $[\lambda_1']''=-0.1341$

各断面につき $\xi'=x'/L=x'/400$ を計算し，表—5 より $\xi_1'\sim\xi_4'$ を求め表—4 の (I) の諸式で p_1m_1, Q_1 を計算すれば表—6 のようになる。

表—6

区分	断面	A'	n_4'	n_3'	n_2'	A	C	n_1	n_2	n_3	n_4	B
	ξ'	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5					
p_1	$0.1163(\xi_2'+\xi_3')$ $-0.1341\ \xi_4'$ Σ	0 -0.1341 -0.1341	0.1161 -0.1327 -0.0166	0.2249 -0.1118 0.1131	0.2904 -0.0223 0.2681	0.2223 0.2099 0.4322	-0.1369 0.6588 0.5219	0.4322	0.2681	0.1131	-0.0166	-0.1341
m_1	$-0.1163(\xi_2'-\xi_3')$ $-0.1341\ \xi_1'$ Σ	0 0 0	0.0097 -0.0335 -0.0238	0.0772 -0.1326 -0.0554	0.2554 -0.2848 -0.0294	0.5734 -0.4422 0.1312 $[m_1]_A$	0.9905 -0.4856 0.5049	0.1312	-0.0294	-0.0554	-0.0238	0
Q_1	$0.1163\ 2\xi_1'$ $-0.1341(\xi_2'+\xi_3')$ Σ	0 0 0	0.0581 -0.1338 -0.0757	0.2300 -0.2593 -0.0293	0.4940 -0.3349 0.1591	0.7671 -0.2564 0.5107 $[Q_1]_A$	0.8422 0.1578 1.0000	-0.5107	-0.1591	0.0293	0.0757	0

なお $[m_1]_A=0.1312$, $[Q_1]_A=0.5107$ となる。

(II) の 計 算

表—2 より $\lambda=3.0$ に対する $[\lambda_2]'=1.0004$, $[\lambda_2]''=-1.0038$, (I) より $[m_1]_A=0.1312$

各断面につき，$\xi=x/L=x/400$ を計算し，表—5 より $\xi_1\sim\xi_4$ を求めて表—4 の (II) の諸式の計算を行うと表—7 のようになる。

表—7

区分	断面	A	C	n_1	n_2	n_3	n_4	B
	ξ	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$[m_1]_Ap_2$	$1.0004\xi_1$ $-1.0038(\xi_2+\xi_3)$ $+\ \xi_1$ Σ $0.1312\ \Sigma$	1.0004 0 0 1.0004 0.1312	0.9899 −1.0017 0.2498 0.2380 0.0312	0.8340 −1.9408 0.9889 −0.1179 −0.0155	0.1665 −2.5066 2.1239 −0.2162 −0.0284	−1.5662 −1.9188 3.2979 −0.1871 −0.0245	−4.9148 1.1815 3.6209 −0.1124 −0.0147	−9.9709 8.5292 1.4137 −0.0280 −0.0037
$[m_1]_Am_2$	$1.0004\xi_1$ $+1.0038(\xi_2-\xi_3)$ $-\ \xi_4$ Σ $0.1312\ \Sigma$	0 0 −1.0000 −1.0000 −0.1312	0.2499 −0.0836 −0.9895 −0.8232 −0.1080	0.9893 −0.6660 −0.8337 −0.5104 −0.0670	2.1247 −2.2042 −0.1664 −0.2459 −0.0323	3.2992 −4.9488 1.5656 −0.0840 −0.0110	3.6223 −8.5494 4.9128 −0.0143 −0.0019	1.4143 −911.384 0.9619 −0.0062 −0.0000
$[m_1]_AQ_2$	$1.0004(\xi_2+\xi_3)$ $-1.0038\ 2\xi_1$ $-\ (\xi_2-\xi_3)$ Σ $0.1312\ \Sigma$	0 0 0 0 0	0.9983 −0.5015 0.0833 0.5801 0.0761	1.9343 −1.9853 0.6635 0.6125 0.0804	2.4981 −4.2639 2.1959 0.4301 0.0564	1.9123 −6.6209 4.9301 0.2215 0.0291	−1.1775 −7.2693 8.5170 0.0702 0.0092	−8.5003 −2.8381 11.3383 −0.0001 0.0000

(III) の 計 算

表—3 より $\lambda=3.0$ に対する $[\lambda_3]'=1.0066$, $[\lambda_3]''=1.0002$, (I) より $[Q_1]_A=0.5107$

各断面につき，$\xi=x/L=x/400$ を計算し表—5 より $\xi_1\sim\xi_4$ を求めて表—4 の (III) の諸式の計算を行うと表—8 のようになる。

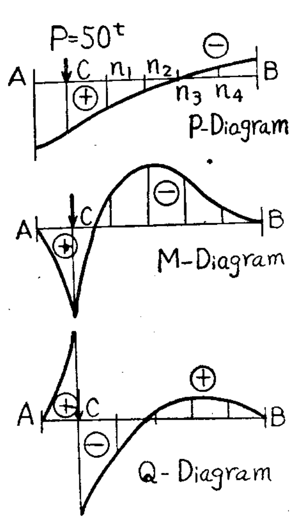
表—8

区分	断面	A	C	n_1	n_2	n_3	n_4	B
	ξ	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$[Q_1]_A p_3$	$1.0066\ \xi_4$	1.0066	0.9960	0.8392	0.1675	−1.5759	−4.9452	−10.0327
	$-1.0002(\xi_2+\xi_3)$	0	−0.9981	−1.9339	−2.4976	−1.9119	1.1772	8.4986
	$+\ \xi_3$	0	0.5406	1.2985	2.3465	3.4208	3.6700	1.4207
	Σ	1.0066	0.5385	0.2038	0.0164	−0.0670	−0.0980	−0.1134
	0.5107Σ	0.5141	0.2750	0.1041	0.0084	−0.0342	−0.0500	−0.0579
$[Q_1]_A m_3$	$1.0066\ \xi_1$	0	0.2514	0.9954	2.1379	3.3197	3.6448	1.4230
	$+1.0002(\xi_2-\xi_3)$	0	−0.0833	−0.6636	−2.1963	−4.9311	−8.5187	−11.3406
	$-\ \xi_2$	0	−0.4573	−0.6350	−0.1506	1.5093	4.8470	9.9176
	Σ	0	−0.2892	−0.3032	−0.2090	−0.1021	−0.0269	0.0000
	0.5107Σ	0	−0.1477	−0.1548	−0.1067	−0.0521	−0.0137	0
$[Q_1]_A Q_3$	$1.0066(\xi_2+\xi_3)$	0	1.0045	1.9463	2.5136	1.9241	−1.1848	−8.5530
	$-1.0002.2\xi_1$	0	−0.4997	−1.9782	−4.2486	−6.5971	−7.2432	−2.8280
	$+\ (\xi_1-\xi_4)$	−1.0000	−0.7397	0.1552	1.9575	4.8635	8.5337	11.3806
	Σ	−1.0000	−0.2349	0.1233	0.2225	0.1905	0.1057	−0.0004
	0.5107Σ	−0.5107	−0.1200	0.0630	0.1136	0.0973	0.0540	0

表—9

断面	A	C	n_1	n_2	n_3	n_4	B
Σp	1.0775	0.8281	0.5208	0.2481	0.0544	−0.0813	−0.1957
$P=8.929\Sigma p$(t/m²)	9.621	7.394	4.650	2.215	0.486	−0.726	−1.746
Σm	0	0.2492	−0.0906	−0.1684	−0.1185	−0.0394	0
$M=100\Sigma m$ (t.m)	0	24.92	−9.06	−16.84	−11.85	−3.94	0
ΣQ	0	0.9561	−0.3673	0.0109	0.1557	0.1389	0
$Q=25\quad\Sigma Q$(t)	0	23.90	−9.18	0.27	3.89	3.47	0

図—3



(IV) の計算

荷重項は $P/bL=50/1.4\times4=8.929$t/m², $PL/2=50\times4/2=100$t.m, $P/2=50/2=25$t であるから，以上(I), (II) (III)の計算の結果を表—4 の（IV）の式で加えてそれぞれの荷重項を乗じると求める弾性量は表—9 のようになる。

図—3 は以上の結果を図示したものである。尚この例題につき他の方法（前掲備考欄の (1) 及び (2)）で計算を行つてみたが，当然のこととはいえその結果はよく一致した。

参考文献

1) 例えば K. Hayashi : Theorie des Trägers auf elastischer Unterlage Berlin 1921, S.99～ の諸式
2) Hans Bleich : "Berechnung von Eisenbeton-streifenfundamenten als elastisch gestütze Träger". Bautech. Heft 37, 27 Aug. 1937 S.477～478
3) 岡本舜三："弾性床上の梁の簡易計算法" 土木技術第4巻12号（昭.24.12）
4) 三沢 浩："弾性基礎計算論" 土木技術，第4巻5号（昭.18.5)，第4巻6号（昭.18.6）
5) 林 桂一："高等函数表" 昭.16.2.5 第1版発行 p.88～98 第3表

（昭.27.1.21）