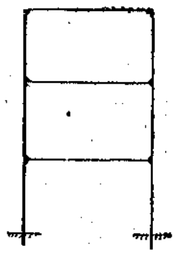
論説報告

土木學會誌 第三卷第六號 大正六年十二月

平行弦ヲ有スル重框構ノ一解法

工學博士 吉町太郎一

重框構 (Vierendeel truss) ノ解法ニ種々アリ一々枚擧スルニ遑ナシトイヘトモ各自ノ特異トスル所ハ要スルニ不靜定應力ノ選擇法如何ニ存シ其結果解析ノ手數ニ難易ノ差別ヲ生スルニアルノミ下記ノ方法ハBaumstark氏カ第一圖ニ示スカ如キ鐵骨若クハ鐵筋混凝土ノ建物ニ應用セラルヘキ重框構ノ解法ニ採用セル未知數ノ選擇法(Beton und Eisen 1910, Heft VII)ニ倣ヒ著者カ嘗テ橋梁構桁ニ試ミタルモノニシテ此點ニ於テハ寧ロ陳腐ニ屬スルノ嫌ナキニアラストイヘトモ本法ニアリテハ或ル程度迄構材斷面ノ變化ヲ考慮セルト又橋梁構桁ノ如ク動荷重ヲ取リ扱フ場合ハ建物ト多少其趣ヲ異ニスル點ナキニアラサルヲ以テ敢テ紙上ノ餘白ヲ汚ス所以ニシテ萬一大方諸賢ノ參考ノ一端トモナラハ著者ノ滿足之ニ過キサルヘシ



第一圖

著者ハ下記ノ方法ヲ以テ重框構ノ解法ノ最良ナルモノト認ムルニアラス何トナレハ弦材平行ナラサルトキ本法ニ從ヒテ未知數ヲ選定スルトキハ其結果トシテ各自五個乃至八個ノ未知數ヲ含ム所ノ聯立等式ヲ得ヘク而カモ普通許容サルヽ所ノ構材斷面比率ニ關スル假定ヲ挿入スルモ前記ノ聯立等式ハ之ヲ簡約スルニ由ナシ從テ格間ノ數極メテ少ナキトキハイサ知ラス普通ノ場合

ニ於テハ到底實用ニ供スルノ見込ナキヲ以テナリ故ニ一般ノ場合ニアリテハ著者ハ寧ロOstenfeld教授ノ巧妙ナル解法(Beton und Eisen 1910, Heft II)又ハ其他ニ依ルヲ勧ムルモノニシテ唯弦材平行ナル場合ニ於テハ爰ニ述フル所ノ方法モ亦最簡單ナル解法ノ一ナル事ヲ主張スルニ過キス

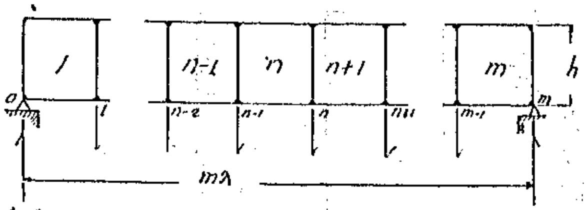
第二圖ニ示スカ如ク

h＝構高

λ＝格間

m＝格間總數

トシ左端ノ格間ヨリ始メテ順次第一第二ト數フルモノトス



第二圖

上下弦材斷面ノ惰率ハ格間毎ニ相等シキモノトシ格間番號ヲ尾添トシテ之ヲ區別ス例令ハI_1 I_2ノ如シ又垂直材斷面ノ惰率ハI_0ニテ表ハシ更ニ分格點ノ番號ヲ添補シテ之ヲ區別ス即チ

$I_{0(n-1)}$＝n番格間ノ左側垂直材ノ斷面惰率

I_{0n}　＝同格間ノ右側垂直材ノ斷面惰率

今各格間ヲ其右端垂直材ニ接シテ截斷セリト假定シ各弦材ノ斷面ニ起ル所ノ彎曲率應剪力及軸力ノ內

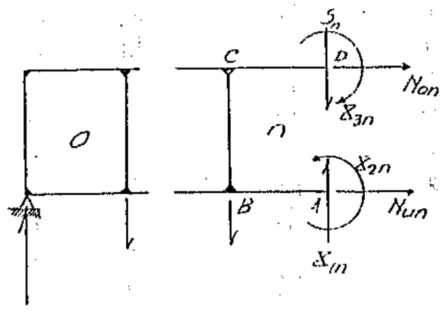
下弦ノ應剪力＝X_1

下弦ノ彎曲率＝X_2

上弦ノ彎曲率＝X_3

トシ是等ヲ不靜定應力トシテ選擇スヘシ而シテ是等ノ未知數ハ格間毎ニ其値ヲ異ニスヘキヲ以テ第二ノ尾添トシテ格間番號ヲ用ヰテ之ヲ區別ス例令ハn番格間ノ不靜定應力ハ第三圖ニ示ス

カ如ク



第三圖

ナルカ如シ別ニ此等ノ不靜定應力ノ外

X_{1n}　X_{2n}　X_{3n}

下弦ノ軸力 $=N_u$

上弦ノ軸力 $=N_o$

上弦ノ應剪力 $=S$

ノ發生スルアリ是亦格間番號ヲ尾添トシ n 番格間ニ對シテハ

N_{un}　N_{on}　S_n

ノ如ク表ハスモノトス

構材ノ彎曲率ノ正負ハ便宜上下ノ如ク定ム

凡テ弦材ノ彎曲率ハ彈曲線ヲシテ外方ニ向テ凸狀ヲ爲サシムルモノヲ正トシ之ニ反スルモノヲ負トス垂直材ノ彎曲率ハ左側ニ向テ凸狀ヲ生スルモノヲ正トシ之ニ反スルモノヲ負トス而シテ斷面ニ生スル應力ノ向ノ假定ハ任意ナレトモ是亦便宜上第三圖ニ示スカ如ク構材ニ正彎曲率ヲ起ス樣假定スルモノトス

吾人ノ目的トスル所ハ各格間ノ X ヲ定ムルニアルモ先以テ X 既知ナリト假定シ S N 其他ヲ X ノ函數トシテ表ハセル算式ヲ作成シ置クヘシ

第三圖ニ示セル n 番格間ノ截斷面ヨリ左側ノ一半ニツキテ平衡狀態ヲ考フルトキハ

$$\Sigma H=0$$

ヨリ

$$N_{on}+N_{un}=0 \quad \therefore \quad N_{un}=-N_{on} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

又 A ヲ原點トシ

$$\Sigma M=0$$

ヲ應用スルニ外力ノAノ周圍ノ彎曲率ヲM_{0n}ニテ表ハストキハ

$$M_{0n}-X_{2n}+X_{3n}+N_{0n}h=0$$

$$\therefore\ N_{0n}=\frac{1}{h}\{-M_{0n}+(X_{2n}-X_{3n})\}$$

今便宜上

$$X_{2n}-X_{3n}=\eta_n \quad \cdots\cdots(2)$$

トシテ代用スルトキハ

$$N_{0n}=\frac{1}{h}(\eta_n-M_{0n}) \quad \cdots\cdots(3)$$

故ニXが既知ナルトキハ算式(1)及(3)ニ依リテ弦材ノ軸力ヲ定ハル事ヲ得ヘシ

又

$$\Sigma V=0$$

ヲ應用スルニ外力ノ剪斷力ヲS_{0n}トシテ表ハストキハ

$$S_{0n}+X_{1n}-S_n=0$$

$$\therefore\ S_n=S_{0n}+X_{1n} \quad \cdots\cdots(4)$$

弦材ノ右端彎曲率ハ假定ニ依リテ上弦ニハ$-X_{3n}$下弦ニハ$+X_{2n}$ナリトシテ左端ニアリテハ

$$\left.\begin{array}{ll}\text{上弦材} & -X_{3n}+S_n\lambda \\ \text{下弦材} & +X_{2n}+X_{1n}\lambda\end{array}\right\} \quad \cdots\cdots(5)$$

ナルコト明ナリ

又垂直材ノ内應力ヲXノ函數トシテ表ハス爲メニn番格間ヲ引拔キテ考ソルトキハ其四隅ニ起

ル應力第四圖ニ示スカ如クナルヲ以テ頭部ニ於ケル彎曲率ハ

$$M_{vo(n-1)}=+X_{3n}-X_{3(n-1)}+S_n\lambda\;\cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

脚部ニ於テハ

$$M_{vu(n-1)}=+X_{2n}-X_{2(n-1)}+X_{1n}\lambda\;\cdots\cdots\cdots\cdots(7)$$

トナルヘシ尤モ此兩者ハ其量ヲ等ウシ唯正負相異ナルノミナルハ後自ラ判明スヘシ

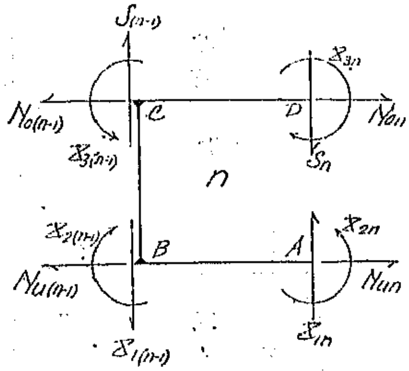
垂直材ノ軸力ハ

$$N_{v(n-1)}=-S_n+S_{(n-1)}\;\cdots\cdots\cdots\cdots(8)$$

應剪力ハ

$$S_{v(n-1)}=N_{on}-N_{o(n-1)}\;\cdots\cdots\cdots\cdots(9)$$

ナルコト是亦第四圖ニ依リテ明カナリトス



第四圖

此ノ如ク任意ノ構材任意ノ斷面ニ於ケル應力ハXヲ知ラルヽニ從ヒ自ラ解決セラルヘシ而シテXヲ定ムル彈性等式ハXノ數ト同シク各格間ニ於テ三個宛作成スルコトヲ得今n番格間ニ對スル三個ノ内X_{1n}ニ相當スル一個ヲ擧クレハ軸力應剪力ノ變形ニ及ホス影響ヲ無視シテ

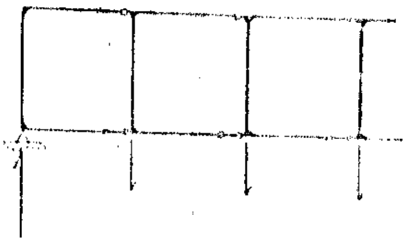
$$X_{11}\int\frac{M_{11}M_{1n}}{EI}dx+X_{21}\int\frac{M_{21}M_{1n}}{EI}dx+X_{31}\int\frac{M_{31}M_{1n}}{EI}dx+\cdots\cdots$$

$$+X_{1m}\int\frac{M_{1m}M_{1n}}{EI}dx+X_{2m}\int\frac{M_{2m}M_{1n}}{EI}dx+X_{3m}\int\frac{M_{3m}M_{1n}}{EI}dx=\int\frac{M_0M_{1n}}{EI}dx+\int\varepsilon t N_{1n}dx$$

ナル一般形式ヲ以テ表ハスコトヲ得ヘシ但シ零ヲ尾添トスル所ノMハ一切ノ不靜定應力カ消滅

セル場合ノ主系(Hauptsystem)即チ第五圖ニ示スカ如ク各格間ノ上弦材ハ其右端ニ於テ鉸結セラレ下弦材ハ同端ニ於テ鉸桿ヲ以テ連結セラル、靜定構桁ノ構材カ與ヘラレタル荷重ノ下ニ受クル所ノ彎曲率ニシテ二個ノ尾添ヲ有スルM及Nハ第二ノ尾添カ表ハス格間ノ第一ノ尾添カ表ハス不靜定應力 -1 トシテ作用スルトキ生スル所ノ彎曲率及軸力ナリトス

而シテ或格間ノ不靜定應力ノ一個カ -1 トシテ作用スルトキ其影響ヲ受クル構材ハ該格間ヲ組成スル四材ノミニシテ其他ノ構材ハ何等ノ感應ナキコト後ニ述フルカ如シ故ニ前式内ノ積分中ニ含マルヽ一對ノMハ多クノ場合ニ於テ一方有値ナルトキハ他ハ無値ニシテ兩者ノ乘積零ニ歸スルモノ多ク其結果一個ノ等式中實際成立スル所ノ項數ハ一般ニ九個ヲ超ユルコトナシ今



第五圖

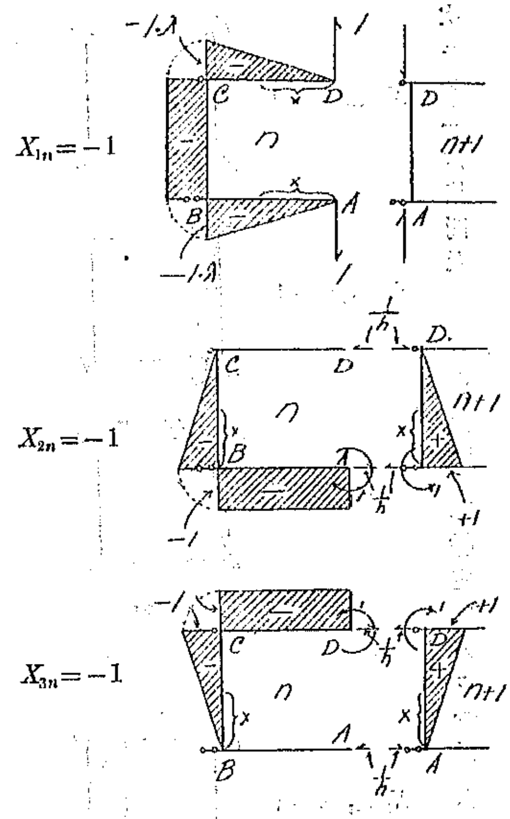
$$[M_{rs}\,M_{tu}]=\int\frac{M_{rs}\,M_{tu}}{EI}\,dx$$

ナル略符ヲ用キ且ツ等式ノ右邊ヲQ_{1n}ニテ表ハストキハ前式ハ

$$\begin{aligned}X_{1(n-1)}&[M_{1(n-1)}\,M_{1n}]+X_{2(n-1)}[M_{2(n-1)}\,M_{1n}]+X_{3(n-1)}[M_{3(n-1)}\,M_{1n}]+X_{1n}[M_{1n}^2]\\&+X_{2n}[M_{2n}\,M_{1n}]+X_{3n}[M_{3n}\,M_{1n}]+X_{1(n+1)}[M_{1(n+1)}\,M_{1n}]+X_{2(n+1)}[M_{2(n+1)}\,M_{1n}]\\&+X_{3(n+1)}[M_{3(n+1)}\,M_{1n}]=Q_{1n}\quad\cdots\cdots\cdots(10)\end{aligned}$$

トナルヘク若シ夫レX_{2n}及X_{3n}ニ相當スル等式ヲ得ントセハ前式中M_{1n}及N_{1n}ニ代フルニM_{2n}及N_{2n}若クハM_{3n}及N_{3n}ヲ以テスヘキナリ

次ニXノ係數ヲ算定スル爲メ先ツX_{1n} X_{2n} X_{3n}カ順次 -1トシテ作用スル場合ヲ考フルニ影響ヲ蒙ムル構材ハn番格間ヲ組成スル$AB, BC, CD,$ DAノ四材ノミナルコト第六圖ニ示ス所ノ如シ而シテ是等構材ノ任意ノ點ノ彎曲率ハ容易ニ算定シ得ヘク其値ハ第一表ニ掲クル所ノ如シ



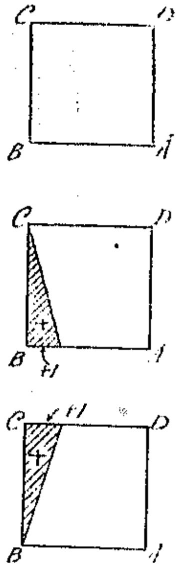
第六圖

第一表

	AB	BC	CD	DA
$M_{1(n-1)}$	0	0	0	0
$M_{2(n-1)}$	0	$1-\frac{x}{h}$	0	0
$M_{3(n-1)}$	0	$\frac{x}{h}$	0	0
M_{1n}	$-1x$	-1λ	$-1x$	0
M_{2n}	-1	$-1+\frac{x}{h}$	0	$1-\frac{x}{h}$

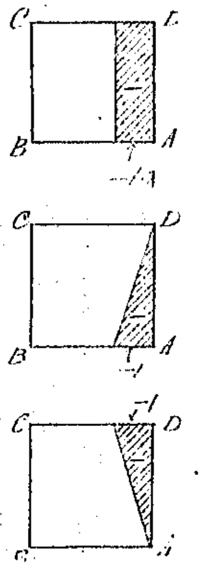
M_{3n}	0	$-\frac{x}{h}$	-1	$\frac{x}{h}$
$M_{1(n+1)}$	0	0	0	-1λ
$M_{2(n+1)}$	0	0	0	$-1+\frac{x}{h}$
$M_{3(n+1)}$	0	0	0	$-\frac{x}{h}$
N_{1n}	0	$+1$	0	-1
N_{2n}	$+\frac{1}{h}$	0	$-\frac{1}{h}$	0
N_{3n}	$-\frac{1}{h}$	0	$+\frac{1}{h}$	0

$X_{1(n-1)}=-1$　$X_{2(n-1)}=-1$　$X_{3(n-1)}=-1$



第七圖

$X_{1(n+1)}=-1$　$X_{2(n+1)}=-1$　$X_{3(n+1)}=-1$



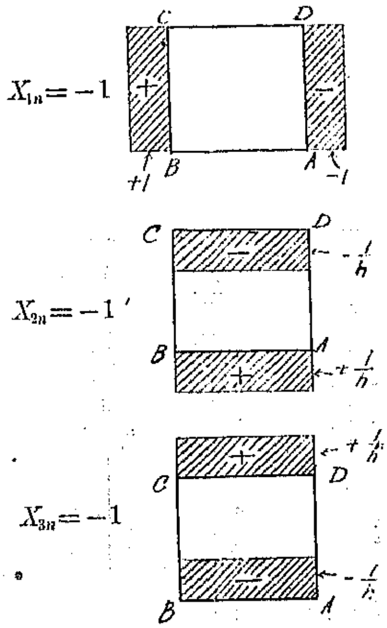
第八圖

次ニ$(n-1)$番格間及$(n+1)$番格間ノ不靜定應力カ各自-1トシテ作用スルトキ前記四材ニ及ホス彎

曲率モ前述ノ場合ヨリ容易ニ想到スルコトヲ得ヘク之ヲ圖示スレハ第七圖及第八圖ノ如シ

尚温度應力ノ計算ニ必要ナルヲ以テ X_{1n} X_{2n} X_{3n} ノ各自カ -1 トシテ作用スルトキ生スル所ノ軸力ヲ求ムルニ是亦第六圖ヨリ容易ニ判定スルコトヲ得ヘク第九圖ハ之ヲ圖示セルモノナリ

前記ノ圖表ヲ參照シテ等式(10)及之ニ續出スル等式内ノ係數ヲ案スルニ下記ノモノハ



第九圖

$$[M_{1(n-1)}\,M_{1n}]=0,\quad [M_{1(n-1)}\,M_{2n}]=0,\quad [M_{1(n-1)}\,M_{3n}]=0,$$

$$[M_{1(n+1)}\,M_{1n}]=0,\quad [M_{2(n+1)}\,M_{1n}]=0,\quad [M_{3(n+1)}\,M_{1n}]=0$$

消滅スルコト明ナルヲ以テ X_1 ニ對スル等式ハ結局

$$X_{2(n-1)}[M_{2(n-1)}\,M_{1n}]+X_{3(n-1)}[M_{3(n-1)}\,M_{1n}]+X_{1n}[M_{1n}^2]+X_{2n}[M_{2n}M_{1n}]+X_{3n}[M_{3n}\,M_{1n}]=Q_{1n}\quad\cdots\cdots(11)$$

トナルヘク同様ニ X_{2n} 及 X_{3n} ニ相當スルモノハ下ノ如シ

$$X_{2(n-1)}[M_{2(n-1)}\,M_{2n}]+X_{3(n-1)}[M_{3(n-1)}\,M_{2n}]+X_{1n}[M_{1n}\,M_{2n}]+X_{2n}[M_{2n}^2]$$

$$+X_{3n}[M_{3n}\,M_{2n}]+X_{1(n+1)}[M_{1(n+1)}\,M_{2n}]+X_{2(n+1)}[M_{2(n+1)}\,M_{2n}]+X_{3(n+1)}[M_{3(n+1)}\,M_{2n}]$$

$$=\int\frac{M_0M_{2n}}{EI}\,dx+\int\epsilon t\,N_{2n}\,dx=Q_{2n}\quad\cdots\ \cdots\ \cdots(12)$$

$$X_{2(n-1)}\left[M_{2(n-1)}\,M_{3n}\right]+X_{3(n+1)}\left[M_{3(n+1)}\,M_{3n}\right]+X_{1n}\left[M_{1n}\,M_{3n}\right]+X_{2n}\left[M_{2n}M_{3n}\right]+X_{3n}\left[M_{3n}^2\right]$$

$$+X_{1(n-1)}\left[M_{1(n+1)}\,M_{3n}\right]+X_{2(n+1)}\left[M_{2(n+1)}\,M_{3n}\right]+X_{3(n+1)}\left[M_{3(n+1)}\,M_{3n}\right]$$

$$=\int\frac{M_0M_{3n}}{EI}\,dx+\int\varepsilon t\,N_{3n}\,dx=Q_{3n}\cdots\quad\cdots\quad\cdots(13)$$

今第一表ヲ參照シテ是等等式內ノXノ係數ヲ求ムルニ

$$\mu_n=\frac{h}{\lambda}\cdot\frac{I_n}{I_{v(n-1)}}\,,\qquad \mu_n'=\frac{h}{\lambda}\cdot\frac{I_n}{I_{vn}},\qquad \kappa_n=\frac{1}{EI_n}\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots(14)$$

ナル略符ヲ用ウルトキハ下ノ結果ニ到達スヘシ

$$\left[M_{2(n-1)}\,M_{1n}\right]=\int_0^h\frac{\left(-1+\dfrac{x}{h}\right)\lambda}{EI_{v(n-1)}}\,dx=-\frac{\lambda^2\,\kappa_n\,\mu_n}{2}=a_n$$

$$\left[M_{3(n-1)}\,M_{1n}\right]=\int_0^h\frac{-\dfrac{x}{h}\,\lambda}{EI_{v(n-1)}}\,dx=-\frac{\lambda^2\,\kappa_n\,\mu_n}{2}=a_n$$

$$\left[M_{1n}^2\right]=2\int_0^\lambda\frac{x^2}{EI_n}\,dx+\int_0^h\frac{\lambda^2}{EI_{v(n-1)}}\,dx=\frac{\lambda^3\,\kappa_n}{3}\,(2+3\mu_n)=b_n$$

$$\left[M_{2n}\,M_{1n}\right]=\int_0^\lambda\frac{x}{EI_n}\,dx+\int_0^h\frac{\lambda\left(1-\dfrac{x}{h}\right)}{EI_{v(n-1)}}dx=\frac{\lambda^2\,\kappa_n}{2}\,(1+\mu_n)=c_n$$

$$[M_{3n}\,M_{1n}]=\int_0^h \frac{\lambda\dfrac{x}{h}}{EI_{v(n-1)}}\,dx+\int_0^\lambda \frac{x}{EI_n}\,dx=c_n$$

$$[M_{2(n-1)}\,M_{2n}]=\int_0^h \frac{\left(-1+\dfrac{x}{h}\right)\left(1-\dfrac{x}{h}\right)}{EI_{v(n-1)}}\,dx=-\frac{\lambda\,\kappa_n}{3}\,\mu_n=2d_n$$

$$[M_{3(n-1)}\,M_{2n}]=\int_0^h \frac{-\dfrac{x}{h}\left(1-\dfrac{x}{h}\right)}{EI_{v(n-1)}}\,dx=d_n$$

$$[M_{2n}^2]=\int_0^\lambda \frac{1}{EI_n}\,dx+\int_0^h \frac{\left(1-\dfrac{x}{h}\right)^2}{EI_{v(n-1)}}\,dx+\int_0^h \frac{\left(-1+\dfrac{x}{h}\right)^2}{EI_{vn}}\,dx=\frac{\lambda\,\kappa_n}{3}(3+\mu_n+\mu_n')=e_n$$

$$[M_{3n}\,M_{2n}]=\int_0^h \frac{\dfrac{x}{h}\left(1-\dfrac{x}{h}\right)}{EI_{v(n-1)}}\,dx+\int_0^h \frac{-\dfrac{x}{h}\left(-1+\dfrac{x}{h}\right)}{EI_{vn}}\,dx=\frac{\lambda\,\kappa_n}{6}(\mu_n+\mu_n')=-d_n-d_n'$$

$$[M_{1(n+1)}\,M_{2n}]=\int_0^h \frac{\lambda\left(-1+\dfrac{x}{h}\right)}{EI_{vn}}\,dx=-\frac{\lambda^2\,\kappa_n}{2}\,\mu_n'=a_n'$$

$$[M_{2(n+1)}\,M_{2n}]=\int_0^h \frac{\left(-1+\dfrac{x}{h}\right)\left(1-\dfrac{x}{h}\right)}{EI_{vn}}\,dx=-\frac{\lambda\,\kappa_n}{3}\,\mu_n'=2d_n'$$

$$[M_{3(n+1)}\,M_{2n}]=\int_0^h\frac{\frac{x}{h}\left(-1+\frac{x}{h}\right)}{EI_{vn}}\,dx=-\frac{\lambda\,\kappa_n}{6}\,\mu_n'=d_n'$$

$$[M_{2(n-1)}\,M_{3n}]=\int_0^h\frac{\frac{x}{h}\left(-1+\frac{x}{h}\right)}{EI_{v(n-1)}}\,dx=-\frac{\lambda\,\kappa_n}{6}\,\mu_n=d_n$$

$$[M_{3(n-1)}\,M_{3n}]=\int_0^h\frac{-\frac{x^2}{h^2}}{EI_{v(n-1)}}\,dx=-\frac{\lambda\,\kappa_n}{3}\,\mu_n=2d_n$$

$$[M_{3n}^2]=\int_0^h\frac{\frac{x^2}{h^2}}{EI_{v(n-1)}}\,dx+\int_0^\lambda\frac{1}{EI_n}\,dx+\int_0^h\frac{\frac{x^2}{h^2}}{EI_{vn}}\,dx=\frac{\lambda\,\kappa_n}{3}(3+\mu_n+\mu_n')=e_n$$

$$[M_{1(n+1)}\,M_{3n}]=\int_0^h\frac{-\lambda\frac{x}{h}}{EI_{vn}}\,dx=-\frac{\lambda^2\,\kappa_n}{2}\,\mu_n'=a_n'$$

$$[M_{2(n+1)}\,M_{3n}]=\int_0^h\frac{-\frac{x}{h}\left(1-\frac{x}{h}\right)}{EI_{vn}}\,dx=-\frac{\lambda\,\kappa_n}{6}\,\mu_n'=d_n'$$

$$[M_{3(n+1)}\,M_{3n}]=\int_0^h\frac{-\frac{x^2}{h^2}}{EI_{vn}}\,dx=-\frac{\lambda\,\kappa_n}{3}\,\mu_n'=2d_n'$$

如上ノ係數ヲ(11)(12)(13)ニ代用スルトキハ

$$a_n X_{2(n-1)} + a_n X_{3(n-1)} + b_n X_{1n} + c_n X_{2n} + c_n X_{3n} = Q_{1n} \quad \cdots\cdots(15)$$

$$2d_n X_{2(n-1)} + d_n X_{3(n-1)} + c_n X_{1n} + e_n X_{2n} + (-d_n - d_n') X_{3n} + a_n' X_{1(n+1)} + 2d_n' X_{2(n+1)} + d_n' X_{3(n+1)} = Q_{2n} \quad \cdots\cdots(16)$$

$$d_n X_{2(n-1)} + 2d_n X_{3(n-1)} + c_n X_{1n} + (-d_n - d_n') X_{2n} + e_n X_{3n} + a_n' X_{1(n+1)} + d_n' X_{2(n+1)} + 2d_n' X_{3(n+1)} = Q_{3n} \quad \cdots\cdots(17)$$

ナル n 番格間ニ對スル三個ノ基本等式ヲ得ヘシ

今

$$\left.\begin{aligned} X_{2(n-1)} + X_{3(n-1)} &= \xi_{n-1} \\ X_{2n} + X_{3n} &= \xi_n \\ \cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(18)$$

トシテ表ハストキ等式(15)ハ

$$a_n \xi_{n-1} + b_n X_{1n} + c_n \xi_n = Q_{1n}$$

トナリコレヨリ

$$X_{1n} = -\frac{a_n}{b_n}\xi_{n-1} - \frac{c_n}{b_n}\xi_n + \frac{Q_{1n}}{b_n} \quad \cdots\cdots(19)$$

ヲ得ヘシコレ即チ n 番格間ニ對スル X_1 ヲ定ムル算式ニシテ其他ノ格間例令ハ $(n+1)$ 番格間ニアリテハ同様ニ

$$X_{1(n+1)} = -\frac{a_{n+1}}{b_{n+1}}\xi_n - \frac{c_{n+1}}{b_{n+1}}\xi_{n+1} + \frac{Q_{1(n+1)}}{b_{n+1}} \quad \cdots\cdots(20)$$

ナルコト明ナリ依リテ ξ ヲ知ルトキハ任意ノ格間ノ X_1 ヲ算出スルコトヲ得ルナリ

ξ ヲ定ムル爲メニ等式(16)ニ等式(17)ヲ加ヘテ

$$3d_n \xi_{n-1} + (e_n - d_n - d_n')\xi_n + 3d_n'\xi_{n+1} + 2c_n X_{1n} + 2a_n' X_{1(n+1)} = Q_{2n} + Q_{3n}$$

トナリ之ニ(19)及(20)ニテ示サレタル X_{1n} 及 $X_{1(n+1)}$ ノ値ヲ代用スルトキハ

$$\left(3d_n-2c_n\frac{a_n}{b_n}\right)\xi_{n-1}+\left(e_n-d_n-d_n'-2c_n\frac{c_n}{b_n}-2a_n'\frac{a_{n+1}}{b_{n+1}}\right)\xi_n+\left(3d_n'-2a_n'\frac{c_{n+1}}{b_{n+1}}\right)\xi_{n+1}$$

$$=Q_{2n}+Q_{3n}-2c_n\frac{Q_{1n}}{b_n}-2a_n'\frac{Q_{1(n+1)}}{b_{n+1}}\quad\cdots\cdots\cdots(21)$$

本式ハn番格間ニ相當スルモノニシテ他ノ格間ニ於テモ同型ノ等式ヲ作成スルコトヲ得ルカ故其總數ハξノ數ト同シク從テ此等聯立等式ヲ解クコトニ依リテ爰ニ初メテξヲ定メ得ルノ理ナリトイヘトモ實ハ其手數ヲ要セス凡テノ格間ニ於テ$\xi=0$ナルコト後ニ記スルカ如シ

又等式(15)ヨリ(17)ヲ減去シ等式(2)ニ示セル略符ヲ用ウルトキハ

$$\eta_{n-1}+\frac{e_n+d_n+d_n'}{d_n}\eta_n+\frac{d_n'}{d_n}\eta_{n+1}=\frac{Q_{2n}-Q_{3n}}{d_n}$$

ヲ得ヘク之ニe及dノ値ヲ代用シテ

$$\eta_{n-1}-\frac{6+\mu_n+\mu_n'}{\mu_n}\eta_n+\frac{\mu_n'}{\mu_n}\eta_{n+1}=-\frac{6(Q_{2n}-Q_{3n})}{\lambda\mu_n\kappa_n}\quad\cdots\cdots\cdots(22)$$

ヲ得

本式モ亦格間毎ニ作成スルコトヲ得ルカ故其數ηト同數ナルヲ以テ之ニ依リテηヲ定ムルコトヲ得ヘシ

斯クテ等式(21)及(22)ニ依リテξ及ηヲ定ムルトキハ等式(2)及(18)ヲ參照シテX_2及X_3ヲ求ムルコトヲ得ヘク別ニ又X_1ハ等式(19)ニ依リテ知ルコトヲ得ルカ故茲ニ不靜定應力ハ全部解決セラレタルモノトイフヘシ然モ新タニQノ値ヲ求メテ此等諸式ニ代用スルトキハ一層簡單ナル結果ニ到達ス

ルコトヲ得ルナリ

Qハ溫度變化ノ影響ハ暫ラク之ヲ省キ單ニ荷重ノミヲ考フルトキハ

$$Q_{1n}=\int\frac{M_0\,M_{1n}}{EI}\,dx=[M_0\,M_{1n}]$$

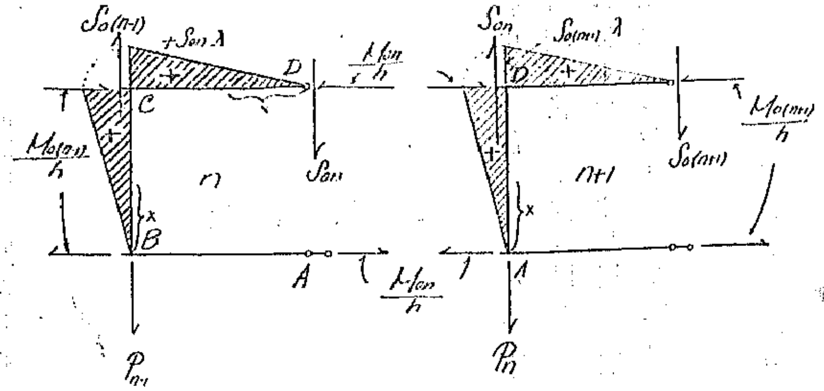
同樣ニ

$$Q_{2n}=[M_0\,M_{2n}]$$

$$Q_{3n}=[M_0\,M_{3n}]$$

ニシテ其内M_0ノ値ハ與ヘラレタル荷重ニ依リテ左右セラル荷重ハ橋梁構桁トシテハ應力ノ影響線ヲ畫クヲ以テ最後ノ目的トスヘキカ故單荷重ヲ考フヘキナレトモ便宜上先以テ任意ノ荷重ヲ論シ單荷重ノ影響ハ其特別ノ場合トシテ誘導スヘシ即チ第五圖ニ示セル如ク任意ノ荷重ヲ負擔スル主系ヲ考フルニ元來主系ハ靜定構桁ナルカ故各弦材右端ノ連結部ニ生スル應力ハ　$\Sigma V=0,\quad \Sigma H=0,\quad \Sigma M=0$　ナル三個ノ平衡要件ヲ適用スルコトニ依リテ容易ニ之ヲ定ムルコトヲ得ルナリ第十圖ハn及ヒ$(n+1)$番格間ヲ引離シテ其四隅ニ生スル應力及之ニ伴フ構材ノ彎曲率M_0ノ配布ヲ表ハスモノニシテ圖中ノS_{0n}トハn番格間ノ剪斷力M_{0n}トハn番分格點ニ於ケル外力ノ彎曲率ニ外ナラス

第二表ハ四材AB, BC, CD, DAカ受クルM_0ノ値ヲ擧ケタルモノ



第十圖

ニシテ荷計算ノ便宜上第一表ヨリ抄出セル M_{1n}, M_{2n}, M_{3n} ヲモ併記セリ

第　二　表

	AB	BC	CD	DA
M_0	0	$+S_{on}\lambda\dfrac{x}{h}$	$+S_{on}x$	$+S_{o(n+1)}\lambda\dfrac{x}{h}$
M_{1n}	$-1x$	-1λ	$-1x$	0
M_{2n}	-1	$-1+\dfrac{x}{h}$	0	$1-\dfrac{x}{h}$
M_{3n}	0	$-\dfrac{x}{h}$	-1	$+\dfrac{x}{h}$

表中 M_0 ノ値ハ n ナル尾添ノ値ヲ變更スルコトニ依リテ何レノ格間ニモ適用スルコトヲ得レトモ右端最後ノ格間ニ限リ DA 材ニ相當スル終端垂直材ノ彎曲率ハ零ナルコトニ注意セサルヘカラス何トナレハ本格間ニ對シテハ $S_{o(n+1)}$ ナル剪斷力ハ存在セサレハナリ

第二表ニ依リテ Q ヲ求ムルニ等式(14)ノ略符ヲ使用シテ下ノ値ヲ得ヘシ

$$Q_{1n}=[M_0\,M_{1n}]=\int_0^h\frac{-S_{on}\dfrac{\lambda^2}{h}x}{EI_{v(n-1)}}dx+\int_0^\lambda\frac{-S_{on}x^2}{EI_n}dx=-\frac{S_{on}\lambda^3}{6}\kappa_n(2+3\mu_n)\quad\cdots\cdots(23)$$

$$Q_{2n}=[M_0\,M_{2n}]=\int_0^h\frac{-S_{on}\dfrac{\lambda}{h}x\left(1-\dfrac{x}{h}\right)}{EI_{v(n-1)}}dx+\int_0^h\frac{+S_{o(n+1)}\dfrac{\lambda}{h}x\left(1-\dfrac{x}{h}\right)}{EI_{vn}}dx$$

$$= -\frac{S_{on}\lambda^2\kappa_n}{6}\left(\mu_n - \frac{S_{o(n+1)}}{S_{on}}\mu_n'\right) \cdots \quad \cdots \quad \cdots (24)$$

$$Q_{3n} = [M_0 M_{3n}] = \int_0^h \frac{-S_{on}\lambda\left(\frac{x}{h}\right)^2}{EI_{v(n-1)}}dx + \int_0^\lambda \frac{-S_{on}x}{EI_n}dx + \int_0^h \frac{+S_{o(n+1)}\lambda\left(\frac{x}{h}\right)^2}{EI_{vn}}dx$$

$$= -\frac{S_{on}\lambda^2\kappa_n}{6}\left(3 + 2\mu_n - 2\frac{S_{o(n+1)}}{S_{on}}\mu_n'\right) \cdots \quad \cdots \quad \cdots (25)$$

是等ノ値ヲ等式(21)ノ右邊ニ代用スルトキハ

$$Q_{2n} + Q_{3n} = -\frac{S_{on}\lambda^2\kappa_n}{2}\left(1 + \mu_n - \frac{S_{o(n+1)}}{S_{on}}\mu_n'\right)$$

$$-2\frac{c_n}{b_n}Q_{1n} = -\frac{S_{on}\lambda^2\kappa_n}{2}(-1-\mu_n)$$

$$-2\frac{a_n'}{b_{n+1}}Q_{1(n+1)} = -\frac{S_{on}\lambda^2\kappa_n}{2}\left(\frac{S_{o(n+1)}}{S_{on}}\mu_n'\right)$$

ナルヲ以テ其和ハ消滅スヘシ故ニ等式(21)ハ何レノ格間ニ對シテモ常ニ

$$A_n\xi_{n-1} + B_n\xi_n + C_n\xi_{n+1} = 0$$

ナル形式ヲ有スヘク從ツテ直チニ

$$\xi = 0 \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots (26)$$

ドナリ即チ

$$X_2 + X_3 = 0$$

ナルヲ以テ何レノ格間ニ於テモ

ナル關係アリ依テ同格間ノ上弦ト下弦ノ終端彎曲率ハ量ヲ等ツシテ符號ヲ異ニスルモノナルヲ

$$X_3 = -X_2 \quad \cdots\cdots(26_a)$$

知ルヘシ又等式(26)ヲ等式(19)ニ代用シテ

$$X_{1n} = \frac{Q_{1n}}{b_n}$$

之ニQ_{1n}及b_nノ值ヲ挿入シテ

$$X_{1n} = -\frac{S_{on}}{2} \quad \cdots\cdots(27)$$

更ニ之ヲ等式(4)ニ代用シテ

$$S_n = +\frac{S_{on}}{2} \quad \cdots\cdots(28)$$

垂直材ノ脚部ノ彎曲率ハ等式(7)ニ依リテ

$$M_{vu(n-1)} = +X_{2n} - X_{2(n-1)} + X_{1n}\lambda$$

ナルカ等式(26$_a$)ニ依レハ

$$X_{2n} = -X_{3n} \qquad -X_{2(n-1)} = +X_{3(n-1)}$$

ナルノミナラス等式(27)及(28)ニ依リテ

$$X_{1n} = -S_n$$

ナルヲ以テ是等ノ值ヲ代用シ

$$M_{vu(n-1)} = -X_{3n} + X_{3(n-1)} - S_n\lambda$$

ヲ得ヘク之ヲ等式(6)ト比較スレハ

ナルコトヲ知ルヘシ即チ垂直材ノ頭部ト脚部トハ彎曲率ノ量ヲ等ウシ其符號ヲ異ニス從ッテ彈

$$M_{u(n-1)}=-M_{o(n-1)} \qquad \cdots\cdots(29)$$

曲線ノ反曲點ハ高サノ中央ニ存在スルコト明カナリ

ミノ消滅ニ伴フ簡約ハ上ノ如シトシテ更ニQノ値ヲ等式(22)ニ代用スルトキハηヲ求ムヘキ等式ノ最後ノ形式ヲ得

即チ

$$\eta_{n-1}-\frac{6+\mu_n+\mu_n'}{\mu_n}\eta_n+\frac{\mu_n'}{\mu_n}\eta_{n+1}=-S_{on}\lambda\frac{3+\mu_n-\frac{S_{o(n+1)}}{S_{on}}\mu_n'}{\mu_n} \qquad \cdots\cdots(30)$$

但シ最右端ノ格間ニ對スル等式トシテハ右邊分子ノ第三項ハ既述ノ理由ニ依リ自ラ消滅スルモノトス

扨格間毎ニ本式ヲ作成スルトキハηト同數ノ聯立等式ヲ得ルヲ以テ逐次消去法ニ依リηヲ求ムルコトヲ得ヘシ尤モ格間ノ數多キトキハ消去法ハ其手數稍煩雜ナルヲ免カレサルヲ以テ此場合ニ於テハ寧ロ圖解法ニ依ルヲ便トス元來本式ノ形ハ三力率等式(Equation of three moments)ト同型ナレハ連續桁ノ支點彎曲率ヲ求ムル圖解法ハ其儘移シテ茲ニ應用スルコトヲ得ヘケレハナリ

η定マルトキハ等式(2)及(26a)ヲ對照シテ

$$\eta=2X_2$$

$$\therefore\ X_2=\frac{\eta}{2} \qquad \cdots\cdots(31)$$

斯クテX_1ハ等式(27)X_2及X_3ハ等式(31)及(26a)ニ依リテ知ルコトヲ得ヘク茲ニ凡テノ不靜定應力ハ比較的簡單ニ解決シ得ルモノナルコトヲ知ルヘシ既ニ述フル所ハ上下兩弦材ノ斷面ハ格間毎ニ相等シカルヘキテフ唯一條件ヲ有スルノミニシテ其他ノ變化ハ何等ノ制限ナキ場合ナリ若シソレ凡

テノ垂直材カ同等ノ断面惰率ヲ有スルモノトセハ

$$\mu_n=\mu_n'$$

ナルヲ以テ等式(30)ハ

$$\eta_{n-1}-\frac{6+2\mu_n}{\mu_n}\eta_n+\eta_{n+1}=-S_{on}\lambda\frac{3+\mu_n\left(1-\frac{S_{o(n+1)}}{S_{on}}\right)}{\mu_n}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots(32)$$

トナルヘク若シ又弦材ノ断面モ全長ニ亘リテ不變ナリトスレハμハ各格間ヲ通シテ常數トナルカ故μノ尾添nハ之ヲ省クコトヲ得ヘシ

任意ノ荷重ノ場合ハ上述既ニ之ヲ盡セルヲ以テ爰ニ單荷重ノ影響ヲ考フヘシ等式(30)右邊ノS_{on}及$S_{o(n+1)}$ハ考フル格間ト單荷重トノ相互的位置ニ依リテ其値ヲ異ニス先ツPナル單荷重ハ考フルn番格間ノ右側ニアリトスヘシ然ルトキハ第十一圖ニ示スカ如ク

$$S_{on}=S_{o(n+1)}=+\frac{Pu}{l}$$

ニシテP若シ分格點Aニ在ルトキハ

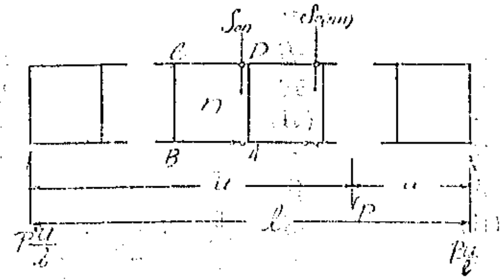
$$S'_{on}=+\frac{Pu}{l}$$

$$S'_{o(n+1)}=-P\frac{u'}{l}$$

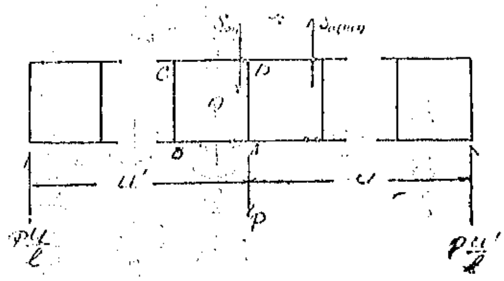
トナリ最後ニPカn番格間ノ左側ニ在ルトキハ

$$S_{on}=S_{o(n+1)}=-P\frac{u'}{l}$$

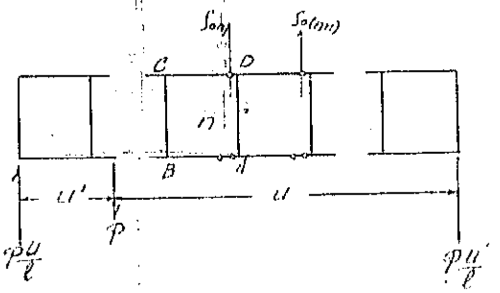
トナルヘシ此等ノ値ヲ順次等式(30)ニ代用スルトキハ下ノ諸式ヲ得



第十一圖



第十二圖



第十三圖

P右側ニ在ルトキ

$$\eta_{n-1}-\frac{6+\mu_n+\mu_n'}{\mu_n}\eta_n+\frac{\mu_n'}{\mu_n}\eta_{n+1}=-P\lambda\frac{u}{l}\cdot\frac{3+\mu_n-\mu_n'}{\mu_n}\quad\cdots\cdots(33)$$

Pカ考フル格間ノ右ノ分格點ニ在ルトキハ式ノ右邊ハ

$$-P\lambda\frac{u}{l}\cdot\frac{3+\mu_n+\dfrac{u'}{u}\mu_n'}{\mu_n}\quad\cdots\cdots(34)$$

P左側ニ在ルトキ

$$+P\lambda\frac{u'}{l}\cdot\frac{3+\mu_n-\mu_n'}{\mu_n}\quad\cdots\cdots(35)$$

而シテ最右端ノ格間ニ相當スル等式ニアリテハ右邊分子ノ第三項ハ消滅スルヲ以テ

$$+P\lambda\frac{u'}{l}\cdot\frac{3+\mu_n}{\mu_n}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(36)$$

斯クテ任意ノ位置ニ於ケル單荷重ニ起因スルηヲ算出スルコトヲ得ヘシηヲ知ルトキハXヲ知リXヲ知ルトキ任意ノ斷面ノ內應力ヲ知ルコトヲ得ルカ故單荷重ヲ種々ノ位置ニ移動シテ之ニ相當スル內應力ヲ求ムルトキハ爰ニ內應力ノ影響線ヲ畫クコトヲ得ヘク依リテ以テ最大應力ヲ算出スルコトヲ得ヘシ

最後ニ溫度應力ニ就キテハ其最モ起リ勝ナル場合ヲ考ヘ下弦ノ溫度變化ハ全長ニ亘リテ$t+\Delta t$ナルニ對シ他ノ凡テノ構材ハ平等ニtナル溫度變化ヲ受クルモノトスヘシ然ルトキハ第九圖若クハ第一表ヲ參照シテ

$$\left.\begin{aligned}Q_{1n}&=\int\epsilon t N_{1n}\,dx=\int_0^h\epsilon t(+1)dx+\int_0^h\epsilon t(-1)dx=0\\Q_{2n}&=\int\epsilon t N_{2n}\,dx=\int_0^\lambda\epsilon(t+\Delta t)\left(\frac{1}{h}\right)dx+\int_0^\lambda\epsilon t\left(-\frac{1}{h}\right)dx=\epsilon\Delta t\frac{\lambda}{h}\\Q_{3n}&=\int\epsilon t N_{3n}\,dx=\int_0^\lambda\epsilon(t+\Delta t)\left(-\frac{1}{h}\right)dx+\int_0^\lambda\epsilon t\left(\frac{1}{h}\right)dx=-\epsilon\Delta t\frac{\lambda}{h}\end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots(37)$$

是等ノ値ヲ等式(21)ニ代用スレハ再ヒ

$$\xi=0$$

即チ

$$X_2+X_3=0$$

ナル結果ヲ得更ニ等式(19)ニ依リテ

トナリ又此場合

$$X_{1n}=0\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(38)$$

$$S_{on}=0,\qquad M_{on}=0$$

ナルヲ以テ等式(4)ヨリ

$$S_n=0\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(39)$$

等式(1)及(3)ヨリ

$$N_{on}=-N_{un}=\frac{\eta_n}{h}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(40)$$

又

$$Q_{on}-Q_{un}=2\varepsilon\Delta t\frac{\lambda}{h}$$

ナルヲ以テ之ヲ(22)ニ代用スルトキハ

$$\eta_{n-1}-\frac{6+\mu_n+\mu_n'}{\mu_n}\eta_n+\frac{\mu_n'}{\mu_n}\eta_{n+1}=-\frac{12\varepsilon\Delta t}{h\,\mu_n\,\kappa_n}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots(41)$$

本式ニ依リテ温度變化ノ爲メニ生スルX_2 X_3ヲ求ムルコトヲ得ヘク別ニ又(40)ニ依リテ弦材ノ受クル軸力ヲ知ルコトヲ得ヘシ是等ヲ知ルトキハ弦材及垂直材ノ温度變化ニ因ル彎曲率モ亦容易ニ算定スルコトヲ得ルナリ

本論ヲ結フニ簡單ナル一例ヲ以テスヘシ構材斷面變化スルトキハ格間毎ニμ及μ'ノ値ヲ算出シテ之ヲ前記ノ諸式ニ挿入スヘキナレトモ茲ニハ專ラ簡明ヲ主トシテ弦材モ垂直材モ共ニ斷面不變ニシテ且ツ相等シトスヘシ加之

ナリトスルトキハ

$$\lambda = h$$

トナリ(33)以下(36)ニ至ル等式ハ下ノ形式ヲ取ルヘシ即チPカn番格間ノ右側ニアルトキ

$$\mu = \mu' = 1$$

$$\eta_{n-1} - 8\eta_n + \eta_{n+1} = -3\frac{u}{l}P\lambda \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (33_a)$$

Pカ格間右端ノ分格點ニ在ルトキ

$$\eta_{n-1} - 8\eta_n + \eta_{n+1} = -\left(4 + \frac{u'}{u}\right)\frac{u}{l}P\lambda \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (34_a)$$

Pカ格間ノ左側ニアルトキ

$$\eta_{n-1} - 8\eta_n + \eta_{n+1} = +3\frac{u'}{l}P\lambda \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (35_a)$$

同シ場合ニ於テ最右端ノ格間ニ對シテハ

$$\eta_{n-1} - 8\eta_n + \eta_{n+1} = +4\frac{u'}{l}P\lambda \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (36_a)$$

扨五個ノ格間ヲ有スル重框構ヲ假定シ先ツ單荷重Pカ第四ノ分格點ニ在ルトキヲ考フルニ(第十四圖)

$$\frac{u}{l} = \frac{1}{5}, \qquad \frac{u'}{l} = \frac{4}{5}$$

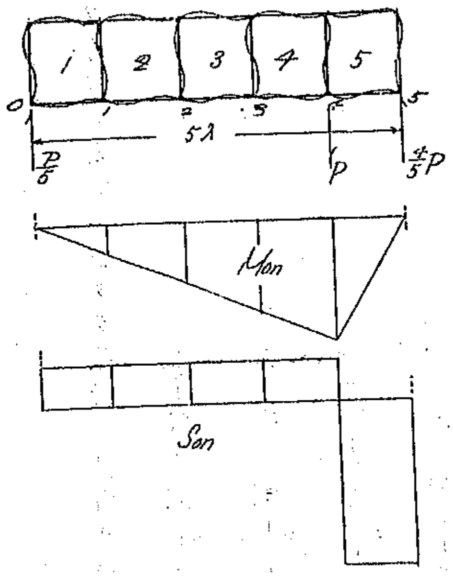
ニシテM_{0n}及S_{0n}ノ値ハ下ノ如シ

$M_{01}=0{\cdot}2\,P\lambda \qquad M_{02}=0{\cdot}4\,P\lambda$

$M_{03}=0{\cdot}6\,P\lambda \qquad M_{04}=0{\cdot}8\,P\lambda$

$S_{01}=S_{02}=S_{03}=S_{04}=+0{\cdot}2\,P$

$S_{05}=-0{\cdot}8\,P$



第十四圖

ηノ等式ハ左端ノ格間ヨリ初メテ順次

1. $0\ -8\eta_1+\eta_2=-\dfrac{3}{5}P\lambda$

2. $\eta_1-8\eta_2+\eta_3=-\dfrac{3}{5}P\lambda$

3. $\eta_2-8\eta_3+\eta_4=-\dfrac{3}{5}P\lambda$

4. $\eta_3-8\eta_4+\eta_5=-\dfrac{8}{5}P\lambda$

5. $\eta_4-8\eta_5+0=+\dfrac{16}{5}P\lambda$

之ヨリηヲ算出シ又(31)及(26_a)ニ依リテ求メ得タルX_2及X_3ノ値下ノ如シ

$\eta_1=+0{\cdot}0874\,P\lambda, \quad X_{21}=+0{\cdot}0437\,P\lambda=-X_{31}$

$\eta_2=+0{\cdot}0994\,P\lambda, \quad X_{22}=+0{\cdot}0497\,P\lambda=-X_{32}$

$\eta_3=+0{\cdot}1082\,P\lambda, \quad X_{23}=+0{\cdot}0541\,P\lambda=-X_{33}$

$$\eta_4 = +0{\cdot}1660\ P\lambda,\quad X_{24} = +0{\cdot}0830\ P\lambda = -X_4$$

$$\eta_5 = -0{\cdot}3794\ P\lambda,\quad X_{25} = -0{\cdot}1897\ P\lambda = -X_5$$

又算式(27)及(28)ニ依リ

$$X_{11} = -\frac{S_{o1}}{2} = -0{\cdot}1\ P = -S_1$$

$$X_{12} = -\frac{S_{o2}}{2} = -0{\cdot}1\ P = -S_2$$

$$X_{13} = -\frac{S_{o3}}{2} = -0{\cdot}1\ P = -S_3$$

$$X_{14} = -\frac{S_{o4}}{2} = -0{\cdot}1\ P = -S_4$$

$$X_{15} = -\frac{S_{o5}}{2} = +0{\cdot}4\ P = -S_5$$

又算式(3)及(1)ニ依リテ弦材ノ軸力ヲ求ムルニ

$$N_{o1} = (\eta_1 - M_{01})\frac{1}{h} = (0{\cdot}0874 - 0{\cdot}2)\frac{P\lambda}{h} = -0{\cdot}1126\frac{P\lambda}{h} = -N_{u1}$$

$$N_{o2} = (\eta_2 - M_{02})\frac{1}{h} = (0{\cdot}0994 - 0{\cdot}4)\frac{P\lambda}{h} = -0{\cdot}3006\frac{P\lambda}{h} = -N_{u2}$$

$$N_{o3} = (\eta_3 - M_{03})\frac{1}{h} = (0{\cdot}1082 - 0{\cdot}6)\frac{P\lambda}{h} = -0{\cdot}4918\frac{P\lambda}{h} = -N_{u3}$$

$$N_{o4} = (\eta_4 - M_{04})\frac{1}{h} = (0{\cdot}1660 - 0{\cdot}8)\frac{P\lambda}{h} = 0{\cdot}6340\frac{P\lambda}{h} = -N_{u4}$$

$$N_{\alpha 5}=(\eta_5-M_{\alpha 5})\frac{1}{h}=(-0.3794-0)\frac{P\lambda}{h}=-0.3794\frac{P\lambda}{h}=-N_{\alpha 5}$$

弦材ノ端彎曲率ノ内右端ノ分ハX_2及X_3トシテ既知ナルヲ以テ等式(6)ニ依リテ左端ノ彎曲率ヲ求ムルトキハ上弦材ニアリテハ(假リニ格間番號ヲ尾添トシテ之ヲ區別ス)

$$M_1=X_{31}+S_1\lambda=(-0.0437+0.1)P\lambda=+0.0563\,P\lambda$$
$$M_2=X_{32}+S_2\lambda=(-0.0497+0.1)P\lambda=+0.0503\,P\lambda$$
$$M_3=X_{33}+S_3\lambda=(-0.0541+0.1)P\lambda=+0.0459\,P\lambda$$
$$M_4=X_{34}+S_4\lambda=(-0.0830+0.1)P\lambda=+0.0170\,P\lambda$$
$$M_5=X_{35}+S_5\lambda=(+0.1897-0.4)P\lambda=-0.2103\,P\lambda$$

垂直材頭部ノ彎曲率ハ等式(6)ニ依リテ頭部ニ於テハ

$$M_{vo(n-1)}=+X_{3n}+S_n\lambda-X_{3(n-1)}=M_n-X_{3(n-1)}$$

ナルカ故

$$M_{vo(0)}=M_1-0=+0.0563\,P\lambda$$
$$M_{vo1}=M_2-X_{31}=(0.0503+0.0437)\,P\lambda=+0.0940\,P\lambda$$
$$M_{vo2}=M_3-X_{32}=(0.0459+0.0497)\,P\lambda=+0.0956\,P\lambda$$
$$M_{vo3}=M_4-X_{33}=(0.0170+0.0541)\,P\lambda=+0.0711\,P\lambda$$
$$M_{vo4}=M_5-X_{34}=(-0.2103+0.0830)\,P\lambda=-0.1273\,P\lambda$$
$$M_{vo5}=0\ -X_{35}=-0.1897\,P\lambda$$

トナリ其符號ヲ變スレハ脚部ノ彎曲率トナルヘシ

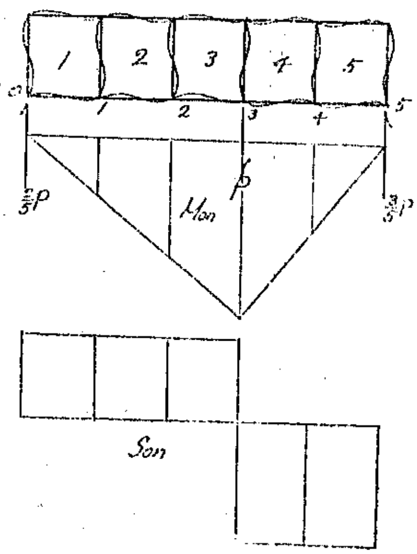
是等ノ彎曲率ヨリ判斷スレハ弦材及垂直材ノ彈曲線ノ形態ハ第十四圖ニ示ス所ノ如クナルヘシ

又垂直材ノ軸力ヲ求ムルニ等式(8)ニ依リテ

$$N_{v0}=-S_1+0=-0{\cdot}1\,P$$
$$N_{v1}=-S_2+S_1=(-0{\cdot}1+0{\cdot}1)\,P=0$$
$$N_{v2}=-S_3+S_2=(-0{\cdot}1+0{\cdot}1)\,P=0$$
$$N_{v3}=-S_4+S_3=(-0{\cdot}1+0{\cdot}1)\,P=0$$
$$N_{v4}=-S_5+S_4=(+0{\cdot}4+0{\cdot}1)\,P=+0{\cdot}5\,P$$
$$N_{v5}=0+S_5=-0{\cdot}4\,P$$

同様ニ單荷重Pカ第三分格ニアルトキノ結果ヲ列舉スレハ下ノ如シ

$$M_{01}=0{\cdot}4\,Pl$$
$$M_{02}=0{\cdot}8\,Pl$$
$$M_{03}=1{\cdot}2\,Pl$$
$$M_{04}=0{\cdot}6\,Pl$$
$$S_{01}=S_{02}=S_{03}=0{\cdot}4\,P$$
$$S_{04}=S_{05}=-0{\cdot}6\,P$$



第十五圖

ηノ等式ハ

$$\frac{u}{l}=\frac{2}{5}\qquad \frac{u'}{l}=\frac{3}{5}$$

ナルヲ以テ

1.　$$0\quad -8\eta_1+\eta_2=-\frac{6}{5}Pl$$

$$2.\qquad \eta_1-8\eta_2+\eta_3=-\frac{6}{5}P\lambda$$

$$3.\qquad \eta_2-8\eta_3+\eta_4=-\frac{11}{5}P\lambda$$

$$4.\qquad \eta_3-8\eta_4+\eta_5=+\frac{9}{5}P\lambda$$

$$5.\qquad \eta_4-8\eta_5+0=+\frac{12}{5}P\lambda$$

トナリ之ヨリ

$$\eta_1=+0{\cdot}1758\,P\lambda,\quad X_{21}=+0{\cdot}0879\,P\lambda=-X_{31}$$
$$\eta_2=+0{\cdot}2058\,P\lambda,\quad X_{22}=+0{\cdot}1029\,P\lambda=-X_{32}$$
$$\eta_3=+0{\cdot}2718\,P\lambda,\quad X_{23}=+0{\cdot}1359\,P\lambda=-X_{33}$$
$$\eta_4=-0{\cdot}2322\,P\lambda,\quad X_{24}=-0{\cdot}1161\,P\lambda=-X_{34}$$
$$\eta_5=-0{\cdot}3290\,P\lambda,\quad X_{25}=-0{\cdot}1645\,P\lambda=-X_{35}$$

又

$$X_{11}=-\frac{S_{01}}{2}=-0{\cdot}2\,P=-S_1$$

$$X_{12}=-\frac{S_{02}}{2}=-0{\cdot}2\,P=-S_2$$

$$X_{13}=-\frac{S_{03}}{2}=-0{\cdot}2\,P=-S_3$$

$$X_{14}=-\frac{S_{04}}{2}=+0{\cdot}3\,P=-S_4$$

$$X_{15}=-\frac{S_{o5}}{2}=+0\cdot3\,P=-S_5\,.$$

弦材ノ軸力ハ

$$N_{o1}=(0\cdot1758-0\cdot4)\,\frac{P\lambda}{h}=-0\cdot2242\,\frac{P\lambda}{h}=-N_{u1}$$

$$N_{o2}=(0\cdot2058-0\cdot8)\,\frac{P\lambda}{h}=-0\cdot5942\,\frac{P\lambda}{h}=-N_{u2}$$

$$N_{o3}=(0\cdot2718-1\cdot2)\,\frac{P\lambda}{h}=-0\cdot9282\,\frac{P\lambda}{h}=-N_{u3}$$

$$N_{o4}=(-0\cdot2322-0\cdot6)\,\frac{P\lambda}{h}=-0\cdot8322\,\frac{P\lambda}{h}=-N_{u4}$$

$$N_{o5}=(-0\cdot3290-0)\quad\frac{P\lambda}{h}=-0\cdot3290\,\frac{P\lambda}{h}=-N_{u5}$$

弦材左端ノ彎曲率ハ

$$M_1=(-0\cdot0879+0\cdot2)\,P\lambda=+0\cdot1121\,P\lambda$$
$$M_2=(-0\cdot1029+0\cdot2)\,P\lambda=+0\cdot0971\,P\lambda$$
$$M_3=(-0\cdot1359+0\cdot2)\,P\lambda=+0\cdot0641\,P\lambda$$
$$M_4=(+0\cdot1161-0\cdot3)\,P\lambda=-0\cdot1839\,P\lambda$$
$$M_5=(+0\cdot1645-0\cdot3)\,P\lambda=-0\cdot1355\,P\lambda$$

垂直材頭部ノ彎曲率ハ

$$M_{vo(0)}=(+0\cdot1121-0)\,P\lambda=+0\cdot1121\,P\lambda$$
$$M_{vo1}\;=(+0\cdot0971+0\cdot0879)\,P\lambda=+0\cdot1850\,P\lambda$$

$M_{w2} = (+0.0641+0.1029)P\lambda = +0.1670\,P\lambda$

$M_{w3} = (-0.1839+0.1359)P\lambda = -0.0480\,P\lambda$

$M_{w4} = (-0.1355-0.1161)P\lambda = -0.2516\,P\lambda$

$M_{w5} = (0-0.1645)P\lambda = -0.1645\,P\lambda$

垂直材ノ軸力ハ

$N_{v0} = -0.2\,P$

$N_{v1} = (-0.2+0.2)\,P = 0$

$N_{v2} = (-0.2+0.2)\,P = 0$

$N_{v3} = (+0.3+0.2)\,P = +0.5\,P$

$N_{v4} = (+0.3-0.3)\,P = 0$

$N_{v5} = (0-0.3)\,P = -0.3\,P$

爰ニ改メテ弦材ノ終端彎曲率ヲM_{mr}及M_{ml}ニテ表ハスヘシ第一ノ尾添ハ考フル弦材ノ附屬スル格間ノ番號ニシテ第二ノ尾添ハ左右兩端ヲ區別スルヲ目的トスカクテPノ種々ノ位置ニ相當スル終端彎曲率ヲ前記計算ノ結果ヨリ摘出スルトキハ下表ヲ得ヘシ

	Pノ位置			
	1	2	3	4
M_{1l}	+0·1897	+0·1645	+0·1121	+0·0563
M_{1r}	−0·2103	−0·1355	−0·0879	−0·0437
M_{2l}	−0·0830	+0·1161	+0·0971	+0·0503
M_{2r}	+0·0170	−0·1839	−0·1029	−0·0497

M_{2t}	$-0{\cdot}0541$	$-0{\cdot}1359$	$+0{\cdot}0641$	$+0{\cdot}0459$

垂直材頭部ノ彎曲率ヲPノ位置ニ應シテ列舉スルトキハ

	P ノ 位 置			
	1	2	3	4
$M_{ro(0)}$	$+0{\cdot}1897$	$+0{\cdot}1645$	$+0{\cdot}1121$	$+0{\cdot}0563$
M_{ro1}	$+0{\cdot}1273$	$+0{\cdot}2516$	$+0{\cdot}1850$	$+0{\cdot}0940$
M_{ro2}	$-0{\cdot}0711$	$+0{\cdot}0480$	$+0{\cdot}1670$	$+0{\cdot}0956$

其結果ヲ圖示スルトキハ是等彎曲率ノ影響線ヲ得ヘシ即チ第十六圖是ナリ本例ニ於テハ單ニ彎曲率ノ影響面ヲ示スニ止メタリト雖モ實際ノ設計ニアリテハ先ツ彎曲率ト軸力トニ依ル極織維應力ヲ各別ニ算出シテ之ヲ合成セルモノヽ影響面ヲ畫キ之ニ依リテ最大維應力ヲ知リ以テ豫定斷面ノ當否ヲ判定スルノ順序ニ依ラサルヘカラス

溫度變化ノ影響トシテハ等式(41)ニ依リ

$$0-8\eta_1+\eta_2=-\frac{12\,\varepsilon EI\Delta t}{h}=\gamma$$

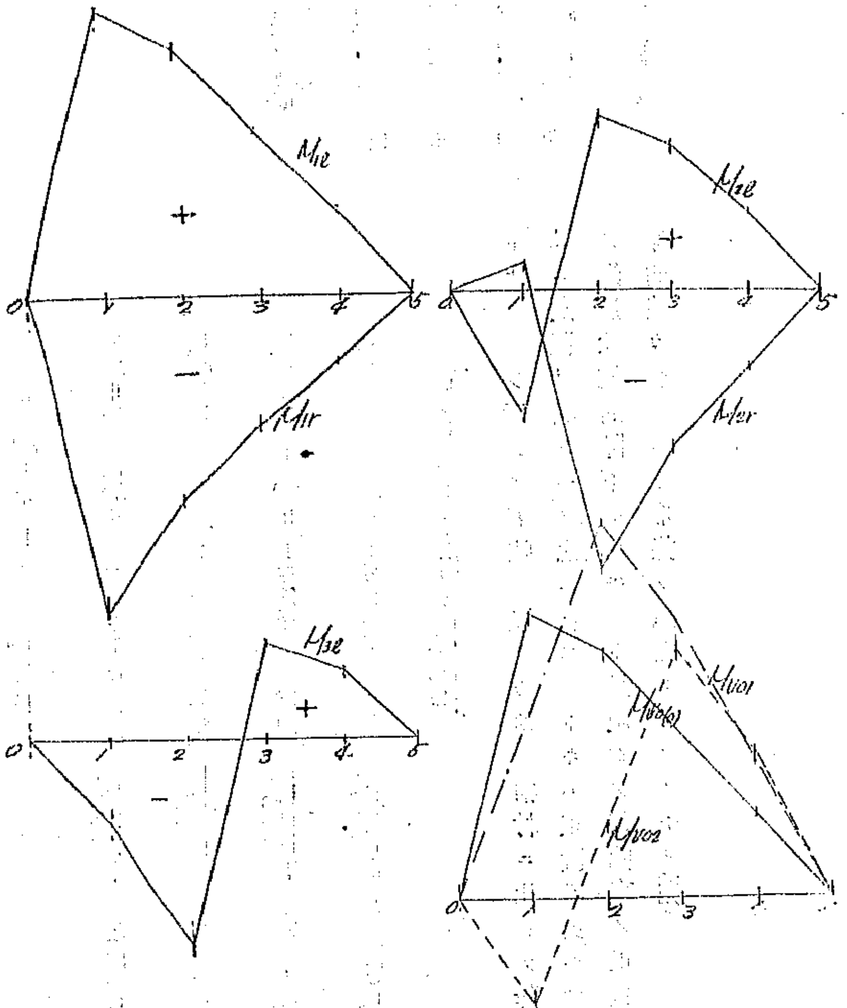
$$\eta_1-8\eta_2+\eta_3=\gamma$$

$$\eta_2-8\eta_3+\eta_4=\gamma$$

$$\eta_3-8\eta_4+\eta_5=\gamma$$

$$\eta_4-8\eta_5\qquad=\gamma$$

ナル聯立等式ヲ得ヘク之ヲ解キテ



第十六圖

$$\eta_1=1\cdot7472\,\frac{\varepsilon EI\,\varDelta t}{h}$$

$$\eta_2=1\cdot9692\,\frac{\varepsilon EI\,\varDelta t}{h}$$

$$\eta_3=1\cdot9908\,\frac{\varepsilon EI\,\varDelta t}{h}$$

$$\eta_4=1\cdot9692\,\frac{\varepsilon EI\,\varDelta t}{h}$$

$$\eta_5=1\cdot7472\,\frac{\varepsilon EI\,\varDelta t}{h}$$

從テX_2及X_3ハ

$$X_{21}=0\cdot8736\,\frac{\varepsilon EI\,\varDelta t}{h}=-X_{31}$$

$$X_{22}=0\cdot9846\,\frac{\varepsilon EI\,\varDelta t}{h}=-X_{32}$$

$$X_{23}=0\cdot9954\,\frac{\varepsilon EI\,\varDelta t}{h}=-X_{33}$$

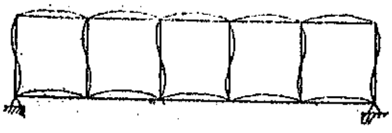
$$X_{24}=0\cdot9846\,\frac{\varepsilon EI\,\varDelta t}{h}=-X_{34}$$

$$X_{25}=0\cdot8736\,\frac{\varepsilon EI\,\varDelta t}{h}=-X_{35}$$

而シテ等式(5)ヲ(38)及(39)ト對照スルニ弦材左端ノ彎曲率ハ右端ノ彎曲率ト全然相等シキコトヲ知ルヘク又垂直材頭部ノ彎曲率ハ等式(6)及(39)ニ依リテ

$$M_{w0(n-1)}=+X_{3n}-X_{3(n-1)}$$

ナレハ此場合



第十七圖

$$M_{w0(0)}=X_{31}-0=-0{\cdot}8736\,\frac{\varepsilon EI\Delta t}{h}$$

$$M_{w01}=X_{32}-X_{31}=(-0{\cdot}9846+0{\cdot}8736)\frac{\varepsilon EI\Delta t}{h}=-0{\cdot}1110\,\frac{\varepsilon EI\Delta t}{h}$$

$$M_{w02}=X_{33}-X_{32}=(-0{\cdot}9954+0{\cdot}9846)\frac{\varepsilon EI\Delta t}{h}=-0{\cdot}0108\,\frac{\varepsilon EI\Delta t}{h}$$

$$M_{w03}=X_{34}-X_{33}=(-0{\cdot}9846+0{\cdot}9954)\frac{\varepsilon EI\Delta t}{h}=+0{\cdot}0108\,\frac{\varepsilon EI\Delta t}{h}$$

$$M_{w04}=X_{35}-X_{34}=(-0{\cdot}8736+0{\cdot}9846)\frac{\varepsilon EI\Delta t}{h}=+0{\cdot}1110\,\frac{\varepsilon EI\Delta t}{h}$$

$$M_{w05}=0-X_{35}=+0{\cdot}8736\,\frac{\varepsilon EI\Delta t}{h}$$

トナルヘシ而シテ下弦ノ溫度カ他ノ構材ニ比シテ降下スルトキハ前記諸式中ノΔtニ負號ヲ與フヘク之ニ反スルトキハ正號ヲ與ヘサルヘカラス第十七圖ハ下弦ノ溫度比較的降下セルモノト見做シテ彎曲率ノ正負ヲ定メ之ニ依リテ各構材ノ彈曲線カ取ルヘキ形態ヲ想像セルモノナリ(完)