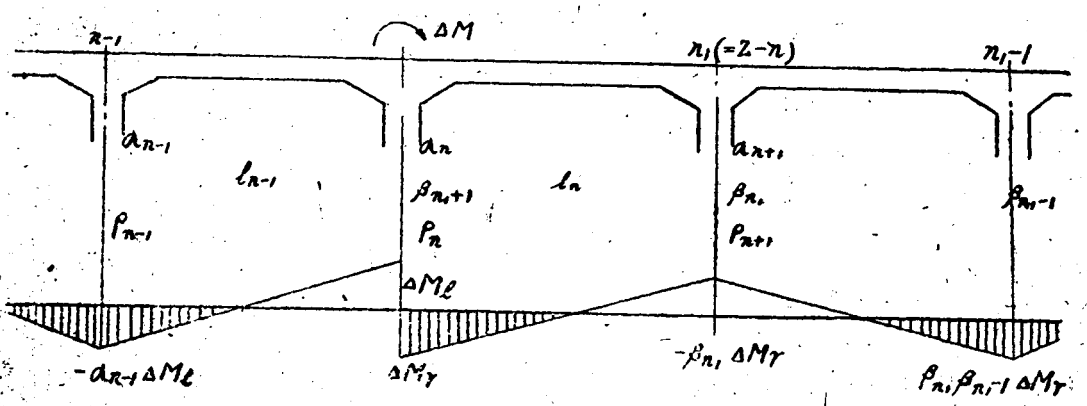
ハンチを有する連續桁及びラーメンの迅速正確解法(2)

正會員 瀬戸 政章*

E. 配分モーメント

支點nなる桁部で△Mなる moment は桁の左側に於て△M_l の及び右側に△M_r なる momentに分割される。(第14圖)



第 14 図

〔20〕
$$\begin{cases} \triangle M_l = -\dfrac{\rho_n}{100}\cdot\triangle M \\ \triangle M_r = \dfrac{100-\rho_n}{100}\cdot\triangle M = \dfrac{\rho'_n}{100}\cdot\triangle M \end{cases}$$

とおけばρ_n は(n—1)番目とn番目との格點に於ての Ssützen drehwinkel が相等しいと云ふことから決定されるとなる。

$$\triangle M_l \cdot \frac{l'_{n-1}}{6}\cdot K_{I\,n-1} - \alpha_{n-1}\cdot\triangle M_l \cdot \frac{l'_{n-1}}{6} K_{\;n-}$$

$$= \triangle M_r \frac{l'_n}{6} K'_{I\,n} - \beta_{z-n}\triangle M_r \frac{l'_n}{6}\cdot K'_{II\,n}$$

となる。

支點の數が Z なるとき

$$n_I = Z - n$$

〔20〕式から△M_l , △M_r に對する確定値を與へる、

$$\rho_n = \frac{100}{1 + \dfrac{l'_{n-1}}{l'_n}\cdot\dfrac{K_{In-1} - K_{IIn-1}\alpha_{n-1}}{K'_{In} - K_{IIn}\,\beta_{n-1}}}$$

* 工學士 文部技正 特許廣明局技正發明審査官

此處で〔13〕式から。

$$\frac{l'_{n-1}}{l'_n}\cdot\frac{K_{IIn-1}}{K_{IIn}}(K_{n-1}-\alpha_{n-1})=-K'_n+\frac{1}{\alpha_n}$$

そして〔21〕式をうる

$$〔21〕\quad \rho_n=\frac{100}{1-\dfrac{1-\dfrac{1}{\alpha_n K'_n}}{1-\dfrac{\beta_n'}{K'_n}}}$$

此處に

$$K'_n=\frac{K'_{In}}{K_{IIn}}$$ である。

又V_nは此の値から大さを得る、更に其處でn番目の格點の左側の Haunchに對して次の如き式が計算される。

$$〔22〕\quad \rho_n=\frac{100}{1-\dfrac{1-\dfrac{1}{\alpha_n K_n}}{1-\dfrac{\beta_{n-1}}{K'_n}}}$$

此で、

$$K_n=\frac{2-3V_n+2V^2_n-V^3_n}{1-2V^2_n+V^3_n}$$

そしてρ_nは圖表Abb, 10で得られる。

即ち自由回轉支承(Haunch無しの)の右の格點に對しては。

$$\beta_{n1}=\beta_1=0,\ V_{Z-1}=0.2,\ W_{Z-1}=0$$

第一表より

$$K'_{IZ-1}=2-3\times0.2+2\times0.2^2-0.5\times0.2^3=1.476$$

$$K_{IIZ-1}=1-0.2^2+0.5\times0.2^3=0.964$$

〔21〕式に依つて

$$\rho_n=\frac{100}{1-\dfrac{1-\dfrac{0.964}{0.3\times1.476}}{1-0}}=46.0\%$$

〔22〕式に依つて

$$\rho_n=\frac{100}{1-\dfrac{1-\dfrac{0.928}{0.3\times1.476}}{1-0}}=47.5\%$$

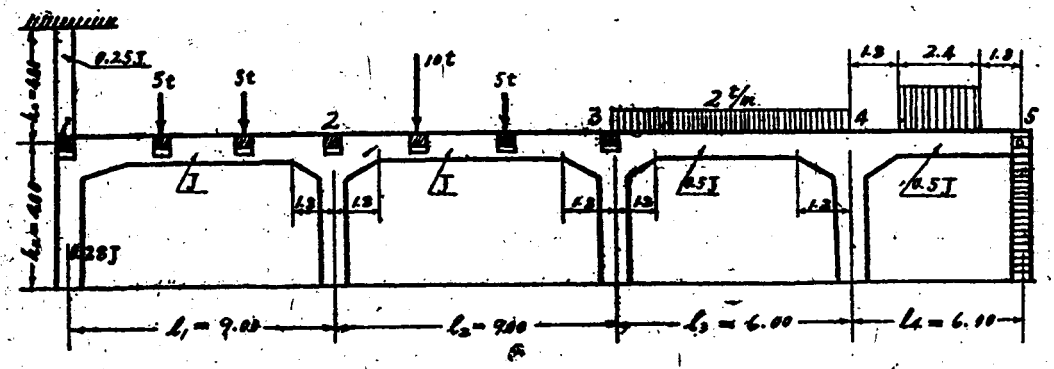
即ち約1.5%の差がある。

Abb, 10からρ_nを得ることに對しては線點線(圖表)の方法で一例を擧げてある。

$$\alpha_n=0.350,\ V=0.2,\ \beta_{n1}=0.340$$

第一目盛(梯)からα_{n1} =0.350 を、第二目盛から β_{n1} =0.340 を探し出して此等を線點線(Chain line)で結合する、此の破線がV= 0.20、線と交る點を通して Skala に迄目盛と平行線を引くとρ_n が得られる、そうすると吾人は ρ_n = 49.6% なる値を得る。

Beispiel(實例)Abb,15



第 15 図

Feld	1	2	3	4
$\rho_n = \frac{l_n}{J_n}$	9.0	9.0	12.0	12.0
ハンチノ長さ V_n	0.15	0.22	0.26	0.30
ハンチノ長さ W_n	0.18	0.24	0.28	0

固定端モーメントからの Haunch, の長さは Abb.5,7 and 8 から得る兩側の固定を有する格點nに對しては。

$$V=\frac{V_n+W_n}{2}$$

Feld	1	2	3	4
M_I とM_{II} に對するハンチの長さ	0.165	0.230	0.270	0.30

傳達率α,βなるものから得られる Haunch, の長さは

V=V_1 に對して第一支承に於ては Abb,12から

$V=\frac{W_{n-1}+V_n}{2}$ に對して第n支承に於てはAbb,10から。

Stütze	1	2	3	4	5
ρとβに對する Haunch の長さ	0.15	0.20	0.25	0.29	0

第n番目の支點V=V_n に對する配分モーメントを考へるとき、Haunch の長さはAbb, 10から。

Stütze	1	2	3	4	5
ρに對するHaunchの長さ	0.15	0.22	0.26	0.30	0

〔17〕 式に依り

$$C=\frac{9\times0.25}{4}+\frac{9\times0.28}{4}=1.19$$

第13圖から　　$V_1=0.15$に對し

$$\alpha_1=0.340,\ \beta_1=0$$

Abb,10から Reihe (數値列)が得られる。

Stütze n	1	2	3	4	5
α_n	0.340	0.353	0.415	0.391	—
β_n	—	0.351	0.322	0.337	0
ρ_n	51	49	57	58	—
Stütze m	5	4	3	2	1

此の値はαとβから第1番目に先づ見出される、そして次のにρが得られる、即ち $\rho_3:\alpha_3=0.415$ から第一柱(Leiter圖表の)で得られ

$$\beta_{n1}=\beta_{Z-n}=\beta_{5-3}=\beta_2=0.337$$

が第2柱から發見されそして比等の値は$V=0.26(=V_3)$に對する Haunch line, の交點迄 Broken line(Fluchs linie)で結ばれる。

此等の點Vなる柱を通る一線がρ_nに對して skala (目盛り)に迄達すると

$$\rho_3=57.0\%$$

を與へる。

固定端モーメント

$\left(\frac{1}{3}\text{點}=\text{Single load が乘れるもの}\right)$

第1徑間

$$M_I=M_{II}=-(0.183+0.074)\times5\times9=-11.54\text{tm}$$

(from Abb,7)

第2徑間

$$M_I=-(2\times20.193+0.074)\times5\times9=-20.70\text{tm}$$

$$M_{II}=-(0.193\times2+0.074)\times5\times9=-15.33\text{tm}$$

(from Abb7)

第3徑間

$$M_I = M_{II} = -1.196 \times 2 \times \frac{6^2}{12} = -7.18\text{tm}$$

(from Abb,5)

第4徑間

排列荷重は4箇の等値集中荷重として載つてゐる。

$$\rho = 0.6 \times 4 = 2.4\text{t}$$

それは

$$\zeta_1 = \frac{1.8+0.3}{6} = 0.35 \qquad \zeta_2 = \frac{1.8+0.9}{6} = 0.45$$

$$\zeta_3 = \frac{1.8+1.5}{6} = 0.55 \qquad \zeta_4 = \frac{1.8+2.1}{6} = 0.65$$

なる距離で左側の支點から乘つてゐる Abb,8から

$V = 0.30$ 、 となる

$$M_I = -(0.257+0.270+0.255+0.221) \times 2.4 \times 6 = -14.45\text{tm}$$

支承モーメントは次の樣なる plan の下に發見される。

Unbalanced Moment	+11.54	+9.16	-8.13	+7.27	0
固定端モーメント M_I	0	-11.54	-15.33	-7.18	0
M_{II}	-11.54	-20.70	-7.18	-14.45	
配分モーメント ΔM_l	-5.88	-4.48	+4.65	-4.22	0
ΔM_r	+5.66	+4.68	-3.50	+3.05	
傳達モーメント M_t	+2.29	-2.26	+1.75	0	
		-1.98	-0.87	+1.47	0
最終モーメント $M_l = M_{II} + \Delta M_l + M_t$	-3.59	-0.26	-9.80	-9.93	0

解法の經過は次の如くである。

先づ Einspann moment M_{II} 及 M_I を求めるそして之れから unbalanced moment (Differenzen moment) $\triangle M$ を探がす

+(plus), unbalancedmomentは支點を Clockwise に變形さすそれで plus $\triangle M_r$ と Negative $\triangle M_l$ を與へる。

それから配分モーメントの計算である、それで左側で $\triangle M_r = -\rho \triangle M$、右側で $\triangle M_l = \triangle M + \triangle M_l$ である。

配分モーメントは傳達される其處に於て吾人は外側右支點に於て $\triangle M_r$ に對して始め次に左側に及びそして $\triangle M_r$ に對して外方左側について始めて右に及ぶ、解法は pier を通じて表す。

$\triangle M_l$ に對しては第5支點に對して得られる。

$\triangle M_l$ は α に依つて第4支點に向ひ $-0.391 \times 0 = 0$tmで傳達する第4支點に於て

$\triangle M_l = -4.22 + 0 = 4.22$ 及び

$(-4.22) \times (-0.415) = +1.75$ にして

第3支點に向ふ

$\triangle M_l = +4.65+1.75=+6.40$及び

$-0.353(+6.40)=-2.26$にして

第2支點に向ふ

最後に第2支點では

$\triangle M_l = -4.48-2.26=6.74$となり

$-0.340(-6.74)=+2.29$となつて第1支點に向ふ。

$\triangle M_r$に對しては第1支點に始められる。

$\triangle M_r = +5.66$

はβに依つて$-0.351(+5.66)=-1.98$で第2支點に向ふ。

第2支點では

$\triangle M_r = +4.68-1.98=+2.70$で第3支點に向ひ

$-0.322(+0.270)=-0.87$を foltpflanzen

(傳達)する

同樣にして第3支點では

$\triangle M_r = -3.50-0.87=-4.37$は第4支點に向ひ

$-0.337(-4.37)=+1.47$を、

第4支點では

$\triangle M_r = +3.05-1.47=+4.52$が第5支點に向ひ

$0\times 4.52=0$を foltplanzen する

α_1を決定する式を通じて支柱モーメントが決定される。

〔23〕 $$M_0=M_I\cdot\frac{h'n}{h'_0+h'n}$$

$$M_0=-3.59\cdot\frac{14.3}{16+14.3}=-1.89\text{t.m.}$$

今や Spannmoment と剪斷は簡單なる力學的法則から發見される。

例 2.

桁の排列と荷重は例題1に於ける如し、然して$V=W=0$である。故に$C=1.19$であり Abb,13から得られる如く$V_1=0$：$\alpha=0.307$であり更に$\beta_1=0$でありその數列は Abb,10から得られる。

支點 n	1	2	3	4	5
α_n	0.307	0.271	0.303	0.271	—
β_m	—	0.266	0.231	0.250	0

ρ_n	58.0	51.2	− 57.5	54.2	100
支　點　m	5	4	3	2	1

α及βの Value は次の方法で求められる。

即ちβ_2は ermitteln (確め)られる。

$$l'_{m-1}=12,\ l'_m=9,\ \beta_{m-1}=\beta_2=0.250$$

第一柱(圖表1)に就いて$\frac{l_{m-1}}{2}$= 6が求められる、それで之等の點に先の尖つた pencil 又は針を立てる。

それから $l'_m=9/2=4.5$を第2柱上で讀む迄鉛筆を軸としてセルロイド定規を廻轉せしめる。

セルロイド定規は此等の位置で Haunch line V=0迄伸ばして位置を保つ、此の位置に鉛筆で以つて軸として第2柱で $\beta_{m-1}=0.25$(目盛りα_{n-1}上に)讀むに到る迄回轉せしむる。

此の位置で定規に對して Leiter 1 で$\beta_2=00.231$(α_{n1}の目盛上で)を讀むに致る。

即ちρ_2を探し當てると$\alpha_2=0.303$を Leiter I 上で、$\beta_2=0.250$(β_{m1})を Leiter II で探し出し得る、そして破線又はセルロイド定規の讀みの長さで結ばれる。

Haunch line のV=0上では $\rho_3=57.5\%$を見付け得る。

固定端モーメント

Feld 1. $M_I=M_{II}=-(0.148+0.074)5\times9=-10.00$t.m.

Feld 2. $M_I=-(2\times0.148+0.074)5\times9=-16.63$t.m.

Feld 3. $M_I=M_{II}=-2\times\frac{6^2}{12}$

Feld 4. $M_I=-(0.187+0.192+0.179+0.153)\times2\times4.6=-10.23$t.m.

(Aus Abb.8)

Feld 4. に於てM_I に對する調節としては次の如き方法で確實なる Formula から發見される。

$$M_I=-4\cdot\frac{2.4}{8}\left[\overline{2.4^2}+6\times1.8(6-1.8)\right]=-10.23\text{t,m.}$$

支點モーメントは例題1に示す如き方法に基きて發見される。

Moment abfferenzen $\triangle M=M_{II}-M_I$	+10.00	+6.63	−7.31	+4.23	0
Einspan moment					
M_{II}	0	− 10.00	− 13.31	− 6.00	−
M_I	−	− 10.00	−. 16.63	− 6.00	0
Verteil moment					
$\triangle M_I$	− 5.80	− 3.40	+ 4.20	− 2.30	− 10.23

ΔM_r		+ 4.20	+ 3.23	− 3.11	+ 1.93
Fortgepflanzte moment	+ 1.45	− 1.33 − 1.12	+ 0.70 − 0.49	0 + 0.90	0
M_f	− 4.35	− 15.85	− 8.90	− 7.40	0
Stütze	1	2	3	4	5

F. 4等徑間桁

等4徑間に對し傳達係數は$\alpha_1=0$に對し(端支點が廻轉自由なる場合)

$$\alpha_2=\frac{1}{2K}=\frac{1-2V^2+V^3}{4-6V+4V^2-2V^3}$$

$$\alpha_3=\frac{1}{2K-\alpha_2}\approx 0.27+0.37V$$

$$\alpha_4=\frac{1}{2K-\alpha_3}\approx 0.27+0.41V$$

$$\alpha_5=\alpha_6\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots=\alpha\infty$$

$$\alpha_\infty=\frac{1}{2K-\alpha\infty}$$

此等は

〔24〕 $\alpha\infty=K-\sqrt{K^2-1}\approx 0.27+0.41V$

$\alpha_1=\frac{1}{K}$に對し (端支點が不動固定される場合)

(Starr enigespannt)

$$\alpha_2=\frac{1}{2K-\alpha_1}\approx 0.29+0.50V$$

$$\alpha_3=\frac{1}{2K-\alpha_2}\approx 0.27+0.43V$$

$$\alpha_4=\frac{1}{2K-\alpha_3}=0.27+0.41V=\alpha\infty$$

配分モーメントは

端が自由支承なるとき $\rho_1=0$

〔22〕式より

$$\rho_2=\frac{100}{1-\dfrac{1-\dfrac{1}{\alpha_2 K}}{1-\dfrac{\alpha\infty}{K}}}\approx 46.6-1.4V$$

$$\rho_3=\frac{100}{1-\dfrac{1-\dfrac{1}{\alpha_3 K}}{1-\dfrac{\alpha\infty}{K}}}\approx 50-0.4V$$

$\rho_4=\rho_5=\cdots\cdots\cdots\cdots=\rho\infty=50$

端が fest eingespannt (固定端承)なるとき。

$\rho_1=100$

$\rho_2=53.4+1.4V$

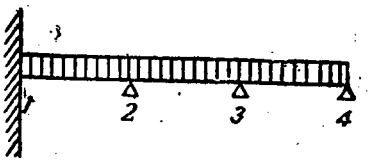
$\rho_3\approx 50.+0.4V$

$\rho_4=\rho\infty=50$

支承モーメント(對稱荷重あ對し)

$M_1=M_2=M_3=\cdots\cdots\cdots\cdots=M_n=M_I=M_{II}$

Fall



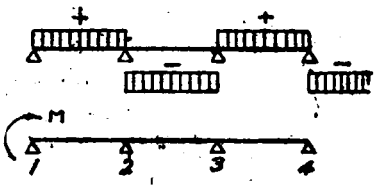
等分布荷重に依るとき

$$M_I=-a\cdot\frac{pl^2}{12}=M_{II}$$

單一荷重卽ち單一の集中荷重に對し

$$M_I=M_{II}=l\sum p_{r1}$$

Fall 2.



$M_I=M_2=\cdots\cdots\cdots\cdots=M_n=0$

Fall 3. $M_1=M$ $\qquad M_4=-\alpha^3M$

$M_2=-\alpha M$ $\qquad M_5=+\alpha^4M\approx 0$

$M_3=+\alpha^2M$

此處に $\alpha=0.27+0.41V$

Fall 4.

$=\text{Fall}(3+1)$

Fall 3 =に對しては

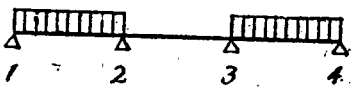
$$M=M_I=\begin{cases}-a\cdot\dfrac{Pl^2}{12}\\ -l\sum Pr_1\end{cases}$$

又 $M_I=0$

$M_2=M_I\,(1+\alpha)$, $\qquad M_4=M_I\,(1+\alpha^2)$

$M_3=M_I\,(1-\alpha^2)$, $\qquad M_5=M\infty=M_I$

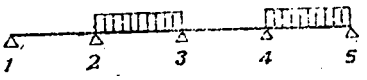
Fall 5.



$=0.5(\text{Fall}1+2+3)=0.5\text{Fall}4$

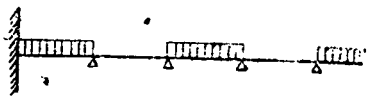
$$M_1=0,\ M_2=M_I=\frac{1+\alpha}{2}$$

Fall 6.



=Fall 5

Fall 7.



=0.5 (Fall1+2+3)

Fall 3. に對してMは

Fall 3 に對する端回轉角

=Fall 2 に對する端回轉角

なることから定まる。

$$M\cdot\frac{l'}{6}\cdot(K_I-\alpha K_{II})=M_C\cdot\frac{l'}{6}\cdot K_0$$

$$M=M_C\frac{K_0}{K_I}\frac{1}{1-\frac{\alpha}{K}}=M_C\cdot\frac{K_0}{K_I}\cdot C$$

$$C=1.15+0.68V$$

等分布荷重に對して

$$M=\frac{pl^2}{8}\cdot be$$

單一集中荷重に對して

$$M=al\sum p\gamma_1$$

それは次の如くなる

$$M_i=M_I+M$$

$$M_1=M_I-\alpha M$$

$$M_2=M_I+\alpha^2 M$$

等分布荷重に對して

$$M_1=-\frac{pl^2}{12}\cdot\frac{a+1.5be}{2}$$

$$M_2=-\frac{pl^2}{12}\cdot\frac{a-1.5be\alpha}{2}$$

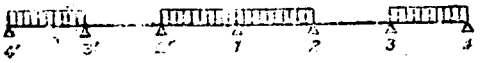
etc.

a,b は Abb, 5 で得られる、そして

$$e=1.15+0.68V$$

$$\alpha=0.27+0.41V$$

Fall 8.



=Fall 7

$M_1 = M_I + M$

$M_2 = M_2' = M_I - \alpha M$

G. Influence line

此處に示す方法は又支承モーメントの影響線及びそれから得られる力學的な數値の大さを示すことに對して便利である。

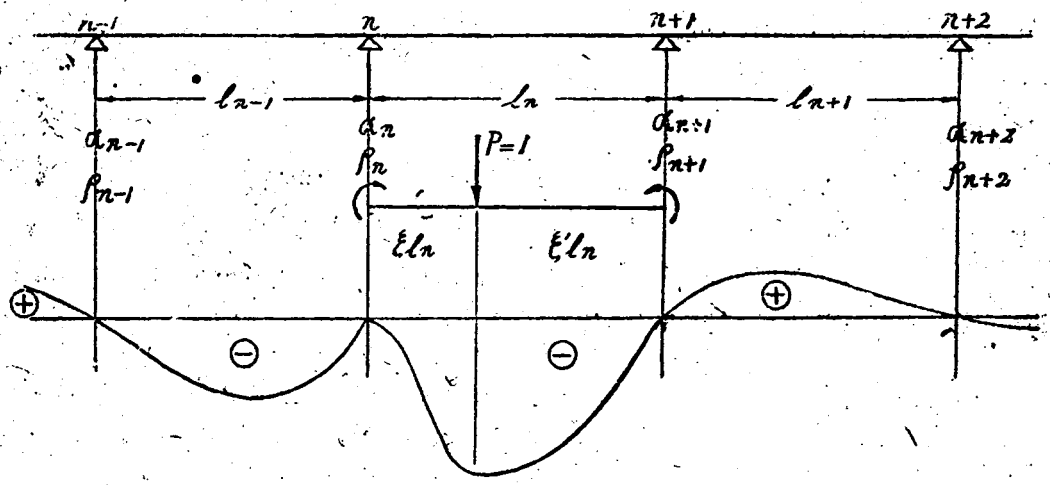
P=1 が徑間 n=あるときは Abb,16の通りM_{II}である。

$$
[24]\begin{cases}
M_n = \dfrac{-\rho_n}{100}\cdot M_I + \alpha_n \cdot \dfrac{\rho_n + 1}{100}\cdot M_{II} \\
\quad = -\dfrac{\rho_n l_n}{100}(\gamma_1 - \gamma l_n \gamma_1') \\
\text{此處に} \quad \gamma l_n = \alpha_n \cdot \dfrac{\rho'_{n+1}}{\rho_n}(\rho'_{n+1} = 100 - \rho_{n+1})
\end{cases}
$$

α及びρはAbb,10で、γ_1(ζに對し)てAbb,7の上の目盛で、γ_1'(ζに對して)は下の目盛で得られる。

$(\gamma - \gamma l \gamma') = \overline{\omega}T$に對しては圖式表で(G.Worch [17]の如き)V=0なる樣な一定慣性モーメントを持つ桁に對して表はすことが出來る、他の徑間にある P=1 に對しては吾人は同樣なる方法で即ち n−1徑間にあるPに對して誘導出來る。

$$
[25]\begin{cases}
M_n = -\rho'_n M_{II} + \rho_{n-1}\beta_{n+1} M_I \\
\quad = -\dfrac{\rho'_n l_{n-1}}{100}(\gamma'_1 - \gamma l'_{n-1}\gamma_1)
\end{cases}
$$



第 16 圖

$\gamma l'_{n-1} = \dfrac{\rho_{n-1}}{\rho'_n}\cdot\beta_{n_1+1}$ (n_1=Z−n ; Z=No. of Span) Span n+1=P はがあるとき。

$$
[26]\quad M_n = -\alpha_n M_{n_1+1} = \frac{\alpha_n \cdot \rho_{n+1} \cdot l_{n+1}}{100}(\gamma_1 + \gamma l_{n+1}\gamma'_1)
$$

徑間nにあるPに對する M_n+1 〔24〕式から

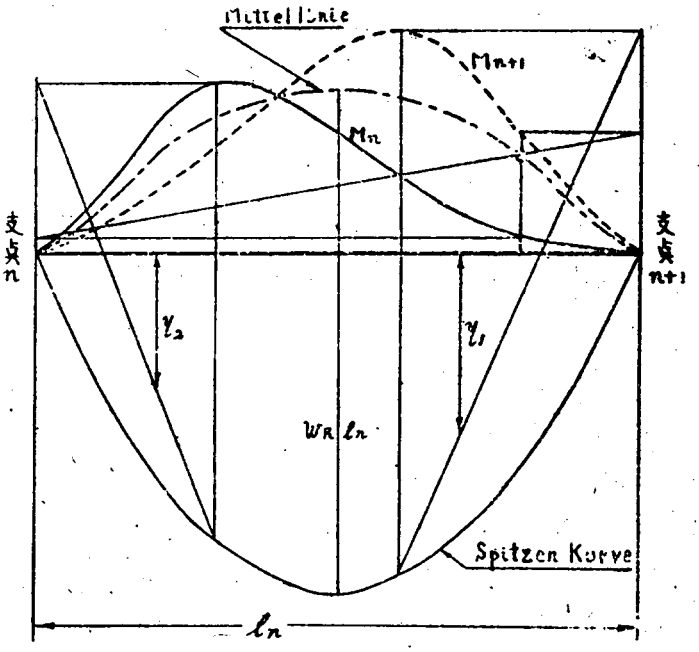
$$
〔27〕\begin{cases} M_{n+1}=-\rho'_{n+1}M_{II}+\rho_n\beta_{n\,1}M_I \\ \quad =-\dfrac{\rho'_{n+1}l_n}{100}(\gamma_1'-\gamma'l_n\gamma_1) \\ \gamma'l_n=\dfrac{\rho_n}{\rho'_n+1}\cdot\beta_{n1} \end{cases}
$$

Stützemoment が發見されたとき桁面と徑間上にある荷重に對するEinflusslinieが圖式的に求められる。

最後に M_n 及 M_{n+1}, einflussl inien (徑間n=Pなる荷重あるとき、Spannmoment,)は〔25〕及び及び〔27〕式から計算されるしAbb 17に示される、そしてAbbildungに示す如く moment, Mittellinie が形成される。

此の中央線 (Mittellinie)はSimple beam, moment.

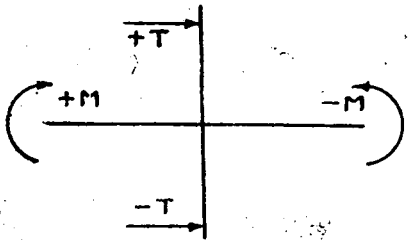
$W_R l_n=\zeta\zeta'l_n$ が abgetllzes (用ひる) られそして Spilzen kurve (尖つた曲線)が結ばれる。



第 17 図

H. Rahmen

多徑間ラーメン及び高層ラーメンそのものに對して何等習慣的な公式〔8cad〕が與へられてない、かゝる Rahmen は Cross〔3〕の多回モーメント分配法 (Nachdem Verfahven der allmälichen, Moment Verteilung)に基いて計算出來る筈である。



第 18 図

此處では多くの部材方向がある明なる指示法則に從ふ樣に導かれた、+poss, Momens は+poss, shearと同樣に時計方向へ回轉するものとす。 (Abb,18)

方法は次の如し :——

1. 凡て節點は回轉と移動に對して確固としてゐる、それで固定モーメント M_I 及び M_{II} (架載桁に於ける) は存在する M_I 及び M_{II} は圖表 Abb, 5,7及び8

で得られる。

そしてAbb 21bで「アルーフ」、Tragmerk で先に述べた樣式で畫かれる。

2. 「アルーフ」の節點に於て △M 即ち荷重の載つてゐる部材の固定モーメントの代數和が分配される。in dem der betrachtete Knoten punkt lasgelassen, die übrigen festgehatten gedacht werden,

此處でそ時に考へらきた節點が移動し固定と考へられてゐたものの影響が入り配分モーメントが決定する、即ち結合せる部材の節點に於ける廻轉角が等しいと云ふことから。

〔28〕 $\varphi_1=\varphi_2=\cdots\cdots\cdots\cdots=\varphi_n$ (n stäbe)

此處で (Abb,19)

$$\varphi=M\cdot\frac{l'}{6}K_I-\alpha M\cdot\frac{l'}{6}K_{II}$$

$$=M\cdot\frac{l'}{6}(K_I-\alpha K_{II})$$

ある固定桁端に對しての傳達係數は

$$\alpha=\frac{K_{II}}{K_I}$$

そして

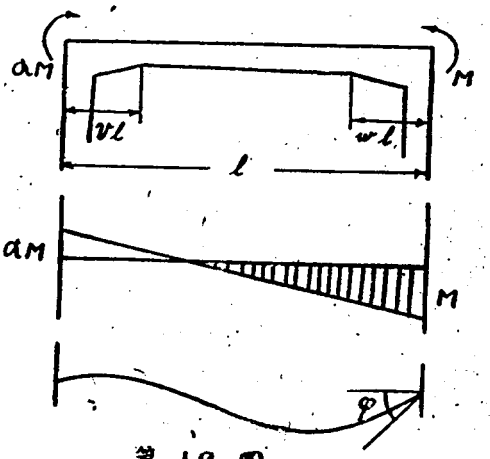
〔29〕 $\varphi=M\cdot\frac{l'}{6}\left(K_I-\frac{K_{II}^2}{K_I}\right)=\frac{M}{4S}$

此處に於て S=固定桁端をもつ桁の强さ

$$S=\frac{J}{l}\cdot\gamma \quad 其處で \quad \gamma=\frac{1.5K_I}{K_I^2-K_{II}^2}$$

自由廻轉桁端に對して $\alpha=0$

〔30〕 $\varphi=M\cdot\frac{l'}{6}\cdot K_I=\frac{M}{4S'}$



第19図

此處に於て S'=自由桁端を持つてゐる桁に對しての强さ

$$S'=\frac{J}{l}\cdot\gamma' \quad 其處で \quad \gamma'=\frac{1.5}{K_I}$$

此處にγ及びγ'は、Table 3 (S290)に得られる、そして實際に荷重の載つてゐる桁端の節點の Haunch の長さに對してその中で强さは測定される。

Table 3,

固定桁の端に對する强さ $S=\frac{J}{l}\cdot\gamma$

自由端桁の端に對する强さ $S'=\frac{J}{l}\gamma'$

	V	0	2	4	6	8
γ γ'	0.0	1.00 0.75	1.05 0.77	1.11 0.80	1.16 0.82	1.22 0.85

γ γ'	0.1	1.29 0.87	1.36 0.90	1.44 0.93	1.52 0.96	1.61 0.99
γ γ'	0.2	1.70 1.02	1.80 1.06	1.90 1.09	2.00 1.12	2.10 1.16
γ γ'	0.3	2.20 1.20	— —	— —	— —	— —

〔28〕 より

$$\frac{\triangle M_1}{4S_1}=\frac{\triangle M_2}{4S_2}=\cdots\cdots\cdots\cdots\frac{\triangle M_1+\triangle M_2+\cdots\cdots}{4\ S_1+4\ S_2+\cdots\cdots}=\frac{\triangle M}{4\Sigma S}$$

此れより

〔31〕 $\triangle M_1=\frac{\triangle M}{\Sigma S}\cdot S_1,\quad \triangle M_2=\frac{\triangle M}{\Sigma S}\cdot S_2,$ etc

different moment は又それの部材上で結合する部材の節點の強さに比例する如く配分される。

3. 自由點の回轉とそして接合點にかゝる△Mは共に色々變化して考へられる、固定端を通じて隣接する桁に傳はる傳達モーメントMfは傳達係數 $\alpha=\frac{K_{II}}{K_I}$ により一定の値を取る。

$$Mf=\alpha\triangle Mi$$

$\triangle M_1$は桁 i 上で分配される分配モーメントである、Mi 及び Mf は常に△Mの如く同樣の notation をもつ、αは Abb12で C=∞ に對して得られる、それで此處で固定桁端に對して測定される。

4. 2 及び 3 の操作は逐次凡ての節點で得られる、その中の最大△Mで始められる。

5. 此等の行程即ち 2 及び 3 及び 4 が進められて 2 或ひは 3 回繰返される、傳達モーメメントが殘らない迄やる。

必要なるモーメトを得るために固定端モーメント、配分モーメント、傳達モーメントが各部材について加算される。

凡ての節點に平衡條件式$\Sigma M=0$ が用ひられる。

例題 3. (Abb,21a)

ν なる値を取るに當り此處では支柱と桁に對して次の樣に取られる。

$$V=0.20$$

Abb,12から桁に對し V=0.20に對して C=∞、α=0.5 支柱CFに對し Moment of Inertia, 節點Cに於ける昂上はV=0.06に對して Table 3. が得られることを思ひ起す。

Table. 3.

Stab	$\frac{J}{l}$	γ	$S=\frac{J}{l}\cdot\gamma$	節點 i =於ケル配分モーメント $\triangle Mi=\frac{100S}{\Sigma S}\%$		
				B	C	D
AB	0.20	1.70	0.340	29	—	—

BC	0.50	1.70	0.850	71	40	—
CD	0.60	1.70	1.020	—	49	80
CF	0.25	1.07	0.255	—	—	20
DE (?)	0.20	1.16	0.232	—	11	—

固定モーメント：——

Abb, 7, から桁BCに對し

$$\left\{\begin{array}{l}\zeta=\dfrac{2.8}{8}=0.35\\ V=0.20\end{array}\right\}\quad \begin{array}{l}M_{I}=+(2\times0.188+0.080)10.8=+36.50\text{tm}\\ M_{II}=-(0.188+2\times0.080)10.8=-27.80\text{tm}\end{array}$$

Slab, CDに對し Abb,5 から

$$V=0.20$$

$$M_{I}=-M_{II}=1.16\,\frac{3\times\overline{6^2}}{12}=+10.45\text{tm}$$

配分び固定モーメントは Abb,21bの如く示さる、△Mは計算され配分される、そして節點Bに於て empfangen (接受)される、其處で

$$\triangle M=-(+36.50\times0)=36.50$$

配分モーメント

AB桁に於て　$-36.50\times0.29=-10.60$

此等はAに向つて $0.5(-10.60)=-5.30$ 丈傳達する

BC桁に於て　$-36.50\times0.71=-25.90$

此等はCに向ひ　$0.63(-25.90)=-16.30$　で傳達する

配分モーメントは既に書き示した如き固定モーメントの下で Abb,21 に示した如き方法で得られ一氣に此等のモーメントが傳達されるを知る。

固定モーメント　傳達モーメント

Cに於て　$\triangle M=-(\overbrace{-27.80+10.45}+\overbrace{16.30})=+33.65\text{tm}$

配分モーメント

BCでは　$33.65\times0.40=+13.45$

此等はDに向つて $0.63\times16.50=10.40$　で傳達する

CFに於ては　$33.65\times0.11=+3.70$

此等はFに向つて $0.5\times3.70=+1.85$　で傳達する

Dに於て　$\triangle M=-(10.45+10.40)=+0.05$

配分モーメント

CDに於ては　$0.05\times0.80=+0.04$

此等はCに向つて　$0.04\times0.63=+0.03$　で傳達する

DE桁に於ては　$0.05\times0.20=+0.01$

此れはEに向つて　$0\times0.01=0$　で傳達する

21行程は更に度々なされそしてそれはBに於て受けるモーメントに應じてなされるBに於ける Different moment は

$$\triangle M=-(+8.47)=-8.47 \quad \text{である}$$

これは分布され傳達される又加ふるにそこにはB の所で何等モーメントに對する抵抗が起つてはならない。

モーメントは加算され有効モーメントが得られる。

Cに於て　　$\triangle M=-(-3.78+0.03)=+3.75\text{t.m.}$

これは分布し FとDとに向つて傳達する。

配分モーメントハ二つの線を與へる、そしてCに於ける總てのモーメントは加算される。(使用式 $\Sigma M=0$)

これらの計算により不變接合點の moment が見出される

變位は以下の方法により求められる。

梁に關係する柱の剪力は

$$T=\frac{M_0+M_n}{h} \quad M_1 \text{と} M_n \text{　は柱のモーメント}$$

そこで

$$A_{AB}=\frac{-13.07-6.54}{5}=-3.92\text{t}$$

$$T_{FC}=\frac{-4.12+2.06}{8}=+0.77\text{t}$$

$$T_{ED}=\frac{-0.22}{4}=+0.05\text{t}$$

$$\Sigma T=-3.20\text{t}$$

右の方へ合はす

Abb,18參照)

反對變位は反對方向の抗剪力$-\Sigma T$を通じて求められる、之れに加へて外部の水平荷重Wが來るその結果全抗剪斷力は

$$H=3.20+4.80=8.00\text{t}(\text{左の方向へ向ふ})$$

平衡を保つために梁構造に$-H$(右方向の)なる力がかゝる、そして moment は次の如き方法で求められる。

固定モーメント$\triangle M$により起る回轉に對して抵抗する間に接合點には任意量δだけ右方に轉位する。

各柱の内部の Konstant はJのために變化する。

$$\delta=\frac{Th^2}{12J}=\frac{T}{\frac{12J}{h^2}}=\frac{T}{6M}=\frac{\triangle M}{\frac{6J}{h^2}}=\frac{\triangle M}{6t}\quad(\text{Abb},20,\text{a},)$$

$$t=\frac{J}{h^2}$$

$$\delta=\frac{T'h^2}{3J}=\frac{T'}{\frac{3J}{h^2}}=\frac{T}{6M'}=\frac{\triangle M'}{\frac{3J}{h^2}}=\frac{\triangle M'}{6t'}\quad(\text{Abb},20,\text{b},)$$

$$t'=\frac{J}{2h^2}$$

凡ての柱の變位は相等しくなければならぬ故に

$$\frac{T_1}{6M_1}=\frac{T_2}{6M_2}=\cdots\cdots\cdots\cdots=\frac{T_1+T_2+\cdots\cdots\cdots\cdots}{6(M_1+M_2+\cdots\cdots)}=\frac{\Sigma T}{6\Sigma M}$$

$$=\frac{\triangle M}{6t}\qquad \text{b.z.w.}=\frac{\triangle M'}{6t'}$$

$$\triangle M=\frac{\Sigma T}{\Sigma M}\cdot t\qquad \text{b.z.w. }\triangle M'=\frac{\Sigma T}{\Sigma M}\cdot t'$$

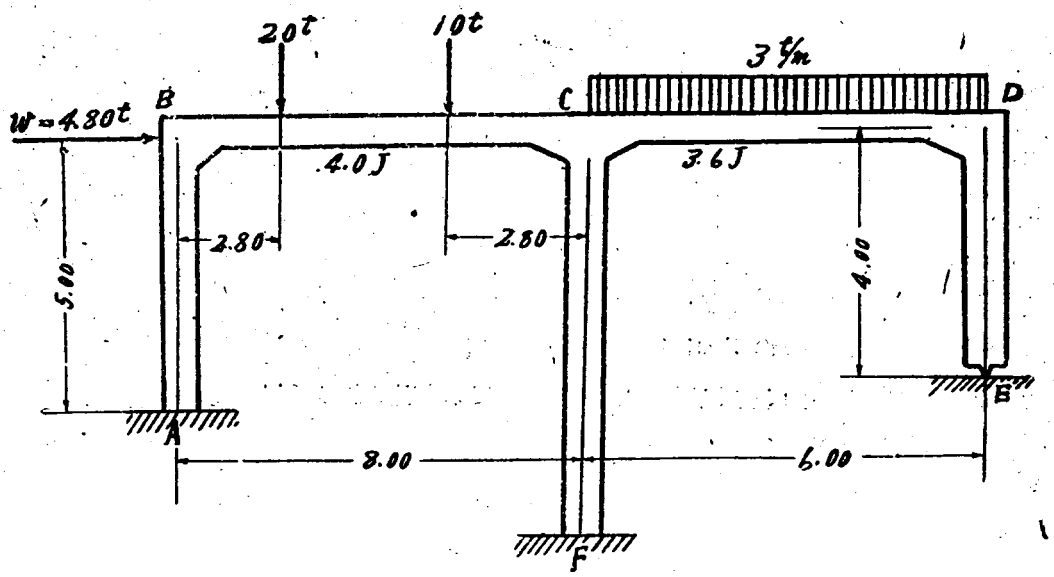
固定モーメントは亦tの値即ち$\frac{J}{h^2}$若しくは$\frac{J}{2h^2}$に比例する、こゝに一つの實例を示せば

$$\triangle M_{AB}:\triangle M_{FC}:\triangle M_{ED}=\frac{1000}{5^2}:\frac{1000}{8^2}:\frac{1000}{2\times4^2}=40:25:31.2$$

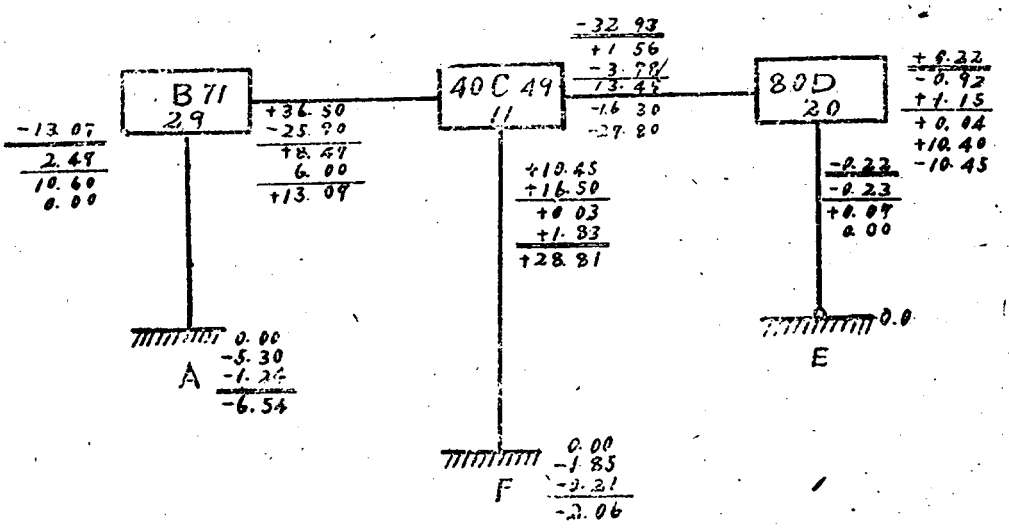
梁は斯樣な量δなる變位を起すそこで

$$\triangle M_{AB}=40\text{t,m},\ \triangle M_{FC}=25\text{t,m},\ \triangle M_{ED}=31.2\text{t,m},$$

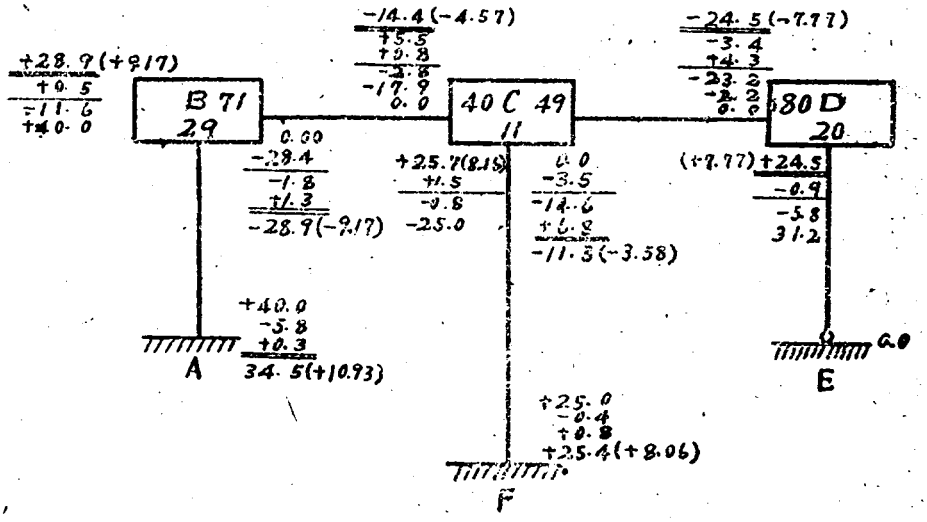
この狀態に於て接合點はこれ以上の變位に對して不動であるあるそして回轉に對して順々に自由となる。



第 20 図



第 20 図 (b)



第 20 図 (C)

Differenzen moment=Festhalte momentにして

Abb,21b に示される如く安定狀態になるまで分布され傳達される、(Abb,21c)そしてこれらの狀態から柱の各部應力の總動が計算される。

$$H\delta=\Sigma\frac{M_0+M_n}{h}$$

固定力Hに對する適當なる momens は

$$M_H=\frac{H}{H\delta}\cdot M\delta$$

實例3に對しては Abb.21,C, より明かなり

$$H\delta=\frac{34.5+28.9}{5}+\frac{25.1+25.4}{8}+\frac{24.5}{4}=25.2t$$

$$M_H=\frac{8.0}{25.2}\cdot M\delta\cdot=0.317M\delta$$

これらの moment は Abb, 21C の括弧内に書き込まれてゐる、多階ラーメンの計算には接合點にかゝる鉛直荷重を不動と見做す計算に加へて實例3のAbb,21b,に不動接合點が示される。

風壓に對しては漸次接近法が應用されるがこれは非常に冗漫になる。

非常に高壓なラーメン(摩天樓)に對してはVon Gvinter〔7〕が簡單な方法である。

二或ひは三層ラーメンに對しては Von Flack-Tonnesen〔15〕及び Takabeya〔14〕(鷹部屋博士)が最も早く結果を導く方法を指示する。