論 說 報 告

第十八卷第十號 昭和七年十月

高架式架構に於ける應力性質の二三に就て

准員 三 澤 芳 雄

Stress Characteristics of Viaduct-Bents

By Yoshio Misawa, Assoc. Member.

內 容 梗 槪

本文は垂直荷重を有する固定脚高架式三徑間架構が，兩側二脚柱の高さを連續變化せしむる時，之に因り彎曲率並に架構格點の水平移動量に對して誘發せらるべき變化並に影響を研究し且つ是等彎曲率並に格點水平移動を表すべき二つの項を誘導し，之に依り架構部材の大さに關係する項と，荷重そのものに主として支配せらるゝ項との二つを表示し，併せて之が計算式を示したものである。

緒 言

架構は夫が單に不靜定構造なるの故を以て，計算の複雜性に基因して，多くの場合與へられた特定の構造物に就て，其應力算定に努力せられて居た。然るに近時架構の計算が，機械的に且つ迅速に行はれ得るに至つた結果として[1]，吾々は單に特定の架構を設計するの狹範圍より脱して，類似架構の連續種々相を研究して，架構領域に今迄隱れて居た新らしき性質を見出さんと努力することに興味を感ずる。

抑々一つの架構に於て，一定點の彎曲率が荷重の變化に依つて增減することは，影響線の圖示法に依りあまりにも周知なことである。一定點の彎曲率が一定の荷重に對しても，よく部材斷面の變化に依り增減することの研究は，同樣に興味あることに思はれる。又一定點の彎曲率の値が斷面を一定に保つ時に於ても，其長さを變化することに依り增減するの性質は重要なることゝ思はれる。

數多くの取殘されたる問題の中で，著者は茲に先づ斷面を一定に保つて，上記の架構兩側二脚柱の長さを變化せしめ，之に基因して變化する彎曲率及水平移動の性質に就て研究せんとするものである。

建築架構に關する之に類似の研究には鷹部屋，武藤兩博士其他二三の文獻がある[2]。然るに高架式架構に關する此種の性質に就ての文獻は甚だ寥々たるもので，著者とは稍別な立場からの研究に對して，阿部博士及 Strassner

1) Takabeya's Mechanical Tabulation Method 參照。

2) 鷹部屋博士； 架構應力研究 I, II
高級桁梁論
モーメント圖譜
Rahmentafeln
北大紀要第 1 卷 2 號, 3 號, 5 號, 第 2 卷 4 號
武藤博士； 矩形架構の新設計方針と其計算方法（建築雜誌 537 號）
田中氏； 矩形架構の性質に關する一考察（建築雜誌 543 號）
谷氏； 高層矩形架構群に於ける横力分布に就て（建築雜誌 549 號）

等に依る研究がある[3]。而して後者に依るものは著者の取扱つた場合の特殊のものと見做すことが出來る。

本文を稿するに當り，多大の指導を與へられた北海道帝國大學教授鷹部屋博士に對し深甚の謝意を表する次第である。

1. 彎曲率に對する影響

1. 一般なる場合

今格點廻轉角並に部材廻轉角を含む未知量を夫々 φ 及 μ を以て表す時は，**第一圖**に示す如き架構の解法として，機械的作表法は是等未知量を決定する爲に**第一表**を與へる。

但し表中 ξ_r, ρ_r, k_r, J, E, R_r, L_r は次の如きものを表す。

ξ_r：　r 部材の惰性率と該部材長との比

ρ_r：　r 點に集る ξ の總和の 2 倍

k_r：　$f_r\xi_R$　($f_r=h/h_r$,　h＝任意長)

J：　$\dfrac{2}{3}\sum f_r^2\xi_R$

E：　材料彈性係數

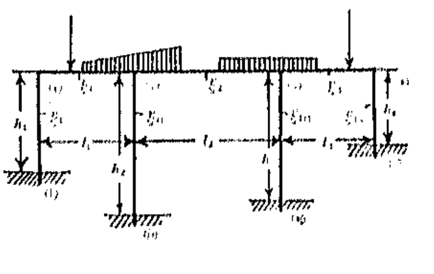
R_r：　$\dfrac{2\mathfrak{A}}{l^2}\left\{3\lambda-l\right\}$

L_{r+1}：　$\dfrac{2\mathfrak{A}}{l^2}\left\{2l-3\lambda\right\}$

玆に $\mathfrak{A}$ は單桁 r $r+1$ 上の中間荷重に依るモーメント示圖の面積にして，λ は $r+1$ の點より面積 $\mathfrak{A}$ の重心に至る水平距離である。即ち R_r, L_{r+1} は部材 r $r+1$ に加はる中間荷重により決定し，種々の荷重に對し豫め計算表示せられ得るものである[4]。

之より未知量を決定する爲には消去法と反復試算法とがあるが，著者の場合に於ては消去法を用ひた。

第 一 圖



第 一 表

方程式番號	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	μ	方程式右邊 係數：1；2E
(1)	ρ_1	ξ_1			k_1	R_1
(2)	ξ_1	ρ_2	ξ_2		k_2	R_2-L_2
(3)		ξ_2	ρ_3	ξ_3	k_3	R_3-L_3
(4)			ξ_3	ρ_4	k_4	$-L_4$
(5)	k_1	k_2	k_3	k_4	J	0

（方程式左邊：φ_1 ～ μ）

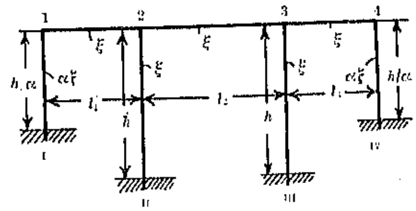
3) 阿部博士：鐵筋混凝土理論輯 596 頁
Strassner: Tabellen für die Einflusslinien und die Momente des durchlaufenden Rahmens.
Marcus: Die Einflusslinien mehrfach gestützter Rahmenträger.

4) 鷹部屋博士：架構應力研究 I, 14 頁 第 1 表
架構新論, 47 頁 第 5 表

2. 兩側二脚柱の高さ等しく且つ同時に變化する場合

A) 任意荷重の場合

第　二　圖



内側二脚柱の高さを h にて表し，外側二脚柱の高さを h/α とし，又各部材の ξ を第二圖に示す如く取る。即ち四脚柱が同一高を有する場合に於て，架構の剛比を 1.0 とする。斯くする時は第一表より撓角並に水平移動量は決定せられ，從つて之に依り剛節點並に脚部彎曲率は一般に次式に依り表される。

$$M=AR_1+B(R_2-L_2)+C(R_3-L_3)-DL_4+T \quad \cdots\cdots(\mathrm{I})$$

茲に A, B, C 及 D は α の値に依つて決定せられ，α をして既知ならしむれば一定常數となる。又 T は中間剛節點彎曲率に於てのみ存在し，桁材のみに就き計算せらるべき値である。今 M_{I1}, M_{I2} 等に對し是等を表示せば第二表の如くである。

第　二　表

	A	B
M_{I1}	$\alpha\Delta(\alpha p+r)$	$-\alpha\Delta(\alpha q+s)$
M_{II2}	$1+\Delta(1+\alpha)\{(1-\alpha)p-2r\}$	$-\Delta(1+\alpha)\{q(1-\alpha)-2s\}$
M_{12}	$-\alpha\Delta(\alpha p+2r)$	$\alpha\Delta(\alpha q+2s)$
M_{21}	$2-\Delta\{2\alpha(\alpha p+2r)+3r\}$	$\Delta\{2\alpha(\alpha q+2s)+3s\}$
M_{23}	$-4-\Delta\{p(1-4\alpha^2)-r(7+8\alpha)\}$	$1+\Delta\{q(1-4\alpha^2)-s(7+8\alpha)\}$
M_{2II}	$-(A_{M_{21}}+A_{M_{23}})$	$-(B_{M_{21}}+B_{M_{23}}-1.0)$

	C	D	T
M_{I1}	$-\alpha\Delta(\alpha q+t)$	$\alpha\Delta(\alpha p-u)$	0
M_{II2}	$-\Delta(1+\alpha)\{q(1-\alpha)-2t\}$	$\Delta(1+\alpha)\{p(1-\alpha)+2u\}$	0
M_{12}	$\alpha\Delta(\alpha q+2t)$	$-\alpha\Delta(\alpha p-2u)$	0
M_{21}	$\Delta\{2\alpha(\alpha q+2t)+3t\}$	$-\Delta\{2\alpha(\alpha p-2u)-3u\}$	L_2
M_{23}	$\Delta\{q(1-4\alpha^2)-t(7+8\alpha)\}$	$-\Delta\{p(1-4\alpha^2)+u(7+8\alpha)\}$	$-R_2$
M_{2II}	$-(C_{M_{21}}+C_{M_{23}})$	$-(D_{M_{21}}+D_{M_{23}})$	0

茲に

$$\Delta\equiv(12.60+27.86\alpha-69.02\alpha^2-174.44\alpha^3-111.05\alpha^4-130.16\alpha^5-158.27\alpha^6-34.30\alpha^7)^{-1}$$
$$p\equiv0.05+1.05\alpha-13.23\alpha^2-14.70\alpha^3+46.31\alpha^4+51.45\alpha^5$$
$$q\equiv1.89+3.09\alpha-12.08\alpha^2-28.98\alpha^3-8.09\alpha^4+7.35\alpha^5$$
$$r\equiv6.97+7.70\alpha-47.71\alpha^2-44.94\alpha^3-1.23\alpha^4-62.72\alpha^5-42.88\alpha^6$$
$$s\equiv1.33+1.47\alpha-10.05\alpha^2-9.80\alpha^3+6.09\alpha^4-3.43\alpha^5-6.62\alpha^6$$
$$t\equiv-0.07+0.07\alpha-0.67\alpha^2-0.84\alpha^3+8.54\alpha^4+9.31\alpha^5-3.19\alpha^6$$
$$u\equiv0.04+0.81\alpha^2+0.14\alpha^3-11.03\alpha^4-0.98\alpha^5+25.73\alpha^6$$

である。

α の値に 0.1～10.0 を入れ是等 A, B, C, D の値を計算したものは，第三表に示すところである。之を圖示せば第三圖より第八圖に示す様になる。

之より各彎曲率に就て，α 値の連續的變化に依る影響を研究するに次の如くである。

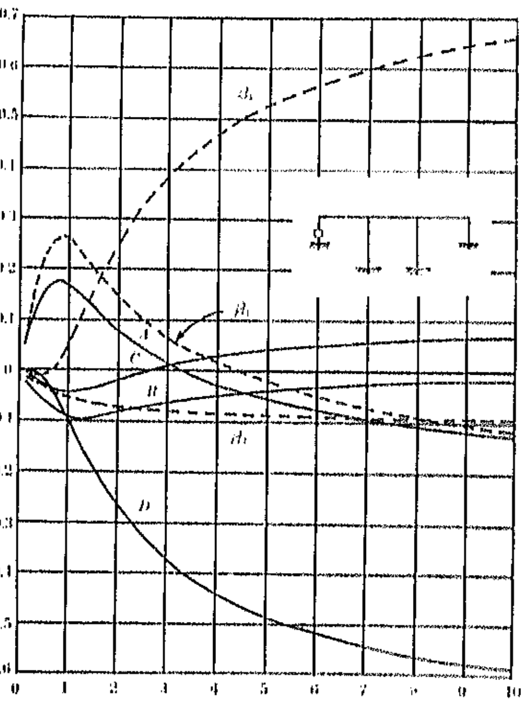
a) 外脚柱の固定脚部に於ける彎曲率に就て

第 三 表

α \ M	M_{11} A	M_{11} B	M_{11} C	M_{11} D	M_{22} A	M_{22} B	M_{22} C	M_{22} D	$M_{12}(=-M_{11})$ A	$M_{12}(=-M_{11})$ B	$M_{12}(=-M_{11})$ C	$M_{12}(=-M_{11})$ D	M A	M B	M C	M D	M A	M B	M C	M D	M A	M B	M C	M D
0.1	.0506	-.0163	-.0003	.0003	-.0310	.1115	-.1561	.0630	-.1081	.0203	.0110	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0.3	.1253	-.0301	-.0090	.0003	-.0396	.0187	-.1090	.0283	-.2101	.0551	.0053	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0.5	.1691	-.0368	-.0109	-.0090	-.0779	.1108	-.1308	-.0172	-.3083	.1452	.0134	.0106	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0.75	.1843	-.0773	-.0320	[illegible]	-.1193	.1182	-.1001	[illegible]	[illegible]	.1001	.0115	.0315	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1.0	.1904	-.0881	-.0330	[illegible]	-.1036	.1300	[illegible]	-.0310	[illegible]	.1206	.0153	.0656	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1.25	[illegible]	[illegible]	-.0322	[illegible]	-.1476	.1063	-.0628	[illegible]	-.0816	.1253	[illegible]	.0332	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1.5	.1239	-.0882	-.0259	-.1383	-.1571	.1373	-.0505	-.1012	-.3180	.1290	.0020	.1182	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2.0	.0990	-.0787	-.0031	-.2110	-.1202	.1637	-.0312	-.0894	-.3510	.1213	-.0140	.1330	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2.5	.0605	-.0806	.0030	-.3272	-.1149	.1106	-.0313	-.0254	-.5810	.1283	-.0188	.1085	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.0	.0123	-.0598	.0191	-.3423	-.0092	.1765	-.0235	-.0630	-.6113	.1292	-.0281	.1106	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.5	-.0151	-.0524	.0271	-.4074	-.0151	.1191	-.0290	-.0506	-.6812	.1303	-.0287	.1415	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4.0	[illegible]	[illegible]	.0353	[illegible]	-.0670	.1193	-.1167	-.0163	[illegible]	.1380	-.0312	.1008	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4.5	[illegible]	[illegible]	.0021	-.6602	-.0392	.1112	-.1165	-.0883	-.6933	.1336	-.0310	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5.0	-.0165	-.0158	.0281	[illegible]	-.0529	.1110	-.0250	-.0359	-.4123	.1382	-.0301	.1313	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6.0	-.0480	-.0296	.0376	-.5123	-.0613	.1165	-.0260	.0286	[illegible]	.1301	-.0314	.1255	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
7.0	-.0552	-.0101	.0663	-.1101	-.0360	.1161	-.0263	.0236	-.1000	.1008	-.0361	.1160	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
8.0	[illegible]	-.0190	.0102	-.5581	-.0115	.1156	-.0267	-.0110	-.0912	.1030	-.0366	.1102	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
9.0	-.1191	-.0160	.0103	[illegible]	-.0116	.1162	-.0280	-.0192	-.0882	.1111	-.0366	.1110	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
10.0	-.1100	-.0130	.0087	[illegible]	-.0180	.1109	[illegible]	-.0150	-.1230	.1063	-.0366	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

第一，第二及第三徑間の荷重（略して荷重 S_1, S_2 及 S_3 とする）に對し，外側柱高の同時連續變化が彎曲率 M_{11} に與ふる影響は，第三圖に於て (A, B), (B, C) 及 (C, D) の各二曲線間に挾まれたる縱距の變化，即ち β_1, β_2 及 β_3 なる各曲線に依り表すことが出來る。之を以て見るに，α の變化が M_{11} に與ふる影響は，荷重 S_1 及 S_3 に就ては大にして S_2 に對しては小である。又 S_1 より受けるところの彎曲率は，$\alpha=1$ 即ち總ての柱高が同一なる場合に於て最大にして夫より漸次減少して行くのであるが，荷重 S_3 よりの影響は α の增大に從って增加し，他のものに比し著しく大となる。

第 三 圖



今兩側徑間の荷重强度を g_1 kg/m，中央に於けるものを g_2 kg/m，徑間長は兩側を l_1，中央に於けるものを l_2 とし，兩外側柱の高さを內柱の 1/2 即ち α が 2 なる場合に於て荷重を滿載せる架構に就て，彎曲率を算出すれば次の如くである。

即ち先づ R, L, T を求むれば

$$R_1 = L_2 = R_3 = L_4 = 0.083\dot{3}\, g_1 l_1^2$$

$$R_2 = L_3 = 0.083\dot{3}\, g_2 l_2^2, \quad T = 0$$

又第三表或は第三圖より

$$A = 0.0770, \quad B = -0.0787, \quad C = -0.0607,$$

$$D = -0.2080$$

$$\therefore \quad M_{11} = AR_1 + B(R_2 - L_2) + C(R_3 - L_3) - DL_4 + T = 0.0345\, g_1 l_1^2 - 0.0057\, g_2 l_2^2$$

即ち g_1 に依る M_{11} の增加は g_2 に依る M_{11} の減少に對し，前者を 1 とすれば後者は凡そ 0.17 である。即ち g_2 の影響は g_1 に比し微小である。尙上記の如き條件に於ては，剛節點及脚部の彎曲率は，總ての α 値に於て

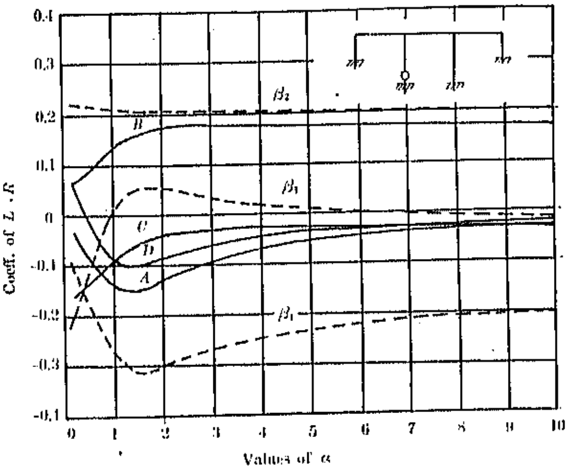
$$M=0.08\dot{3}(\beta_1+\beta_3)g_1l_1^2+0.08\dot{3}\beta_2g_2l_2^2$$

に依り表すことが出來る。**第三圖**より M_{I1} にありては，常に $(\beta_1+\beta_3)$ は β_2 と異符號なることを知るが故に，如何なる α の値に對しても $M_{I1}=0$ なるべき g_1 と g_2，或は l_1 と l_2 との關係が存在する。若し $\alpha=2$ ならば $g_1=g_2$ の時 $l_2\fallingdotseq2.5\,l_1$ に於て $M_{I1}=0$ である。又 $l_1=l_2$ の時 $g_2\fallingdotseq6.1\,g_1$ に於て $M_{I1}=0$ となる。

b) 第二脚柱固定脚部に於ける彎曲率に就て

荷重 S_2 より生ずる彎曲率を見るに α の値に依る相違は省略的微量にして，S_1 及 S_3 に對するものは $\alpha\fallingdotseq1.5$ に於て何れも其増減の方向を轉ずるものである。又 $R_3=L_4$ なる場合に於ては，α の値が 1.0 及 6.0 に近似の値をとる時，荷重 S_3 に依る彎曲率は零となることを**第四圖**より知ることが出來る。

第四圖



前記の例題に於ける架構條件を用ふれば

$$M_{II2}=-0.0201\,g_1l_1^2+0.0172\,g_2l_2^2$$

となる。

g_1 に依る M_{II2} の減少と g_2 に依る增加の比は 1:0.86 にして，$g_1=g_2$ とする時 $l_2\fallingdotseq1.1\,l_1$ に於て，又 $l_1=l_2$ の時は $g_2=1.2\,g_1$ に於て $M_{II2}=0$ となる。

若し又四柱等長にして，中央徑間にのみ等布荷重を満載せる場合の M_{II2} を求めんとすれば，

$\alpha=1,\quad R_1=L_2=R_3=L_4=0,$

$R_2=L_3=0.08\dot{3}\,gl^2$

にして，**第三表或は第四表**より $B=0.1300$，$C=-0.0805$ である。故に (I) 式より

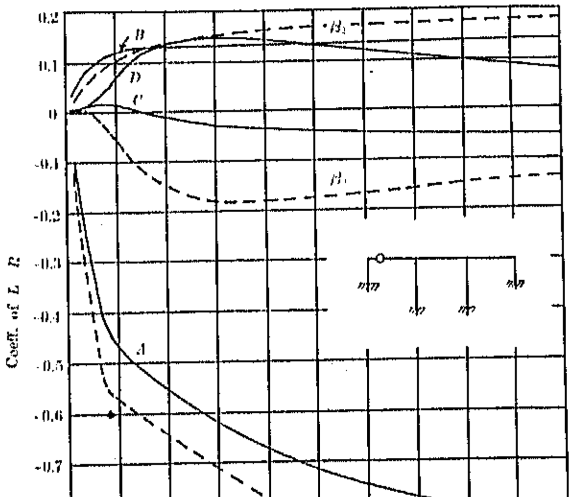
$M_{II2}=BR_2-CL_3=0.0175\,gl^2$

となる。之を阿部博士に依り算出されたる値と比較するに全く相一致する（鐵筋混凝土理論編 604 頁圖表參照）。

c) 第一徑間水平桁に於ける左端の彎曲率に就て

M_{I2} は M_{I1} と等値異符號にして，**第五圖**に見る如く荷重 S_1, S_2 に對しては α の變化に比例し，荷重 S_3 に對しては α が 3.5 の近似値をとる時最大となり，夫より後は α の增加に伴ひ減少する。

第五圖



前記例題の架構條件に於て M_{I2} を求むれば次の如くなる。

$$M_{12}=-0.0690\,g_1l_1^2+0.0115\,g_2l_2^2$$

即ち M_{12} の g_1 に依る減少と g_2 に依る増加の比は 1:0.17 にして，$g_1=g_2$ とする時は $l_2=2.4\,l_1$ に於て，又 $l_1=l_2$ なる時は $g_2=6\,g_1$ に於て夫々 $M_{12}=0$ となる。

d) 第一徑間水平桁に於ける右端の彎曲率に就て

α の變化に依る荷重 S_2 の影響は微小にして，荷重 S_1 に對しては α の増加と共に減少し，S_3 に對しても $\alpha\fallingdotseq2.5$ より大なる値に對しては減少して行く。(I) 式に於て，M_{21} にありては $T=L_1$ であるから，$M_{21}=AR_1+(1-B)L_2+BR_2+C(R_3-L_3)-DL_4$ となる。故に荷重 S_1 が α の變化に依り M_{21} に與ふる影響は $1.0+(A-B)$ を以て表はし得る。**第六圖**に於ける β_1 は特に此値を示すものである。

前記例題條件に於て M_{21} を算出すれば，

$$M_{21}=0.0603\,g_1l_1^2+0.0316\,g_2l_2^2$$

となる。即ち g_1 と g_2に依る M_{21} の増加比は 1:0.52 である。**第六圖**に見る如く總ての α 値に於て $\beta_1+\beta_3$ は β_2 と同符號をとるに依り，g_1, g_2 或は l_1, l_2 の如何なる値に於ても常に $M_{21}\neq0$ である。

e) 第二徑間水平桁に於ける左端彎曲率に就て

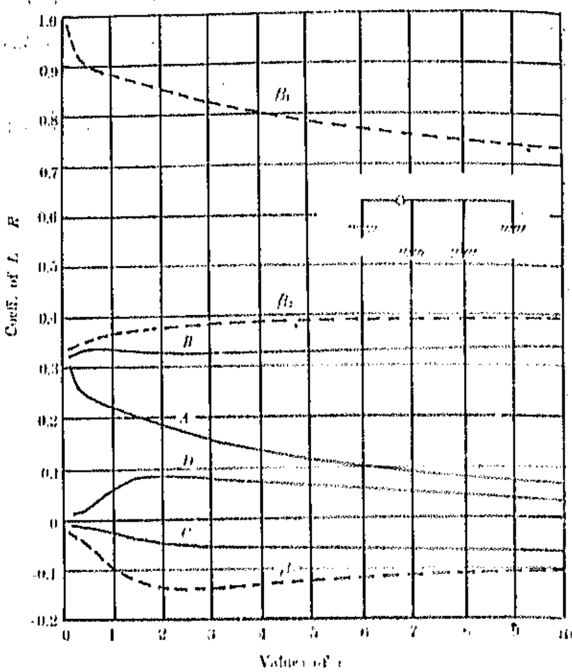
荷重 S_1, S_2 及 S_3 に依る何れの彎曲率も，$\alpha=1.5$ より大なる値に對しては，α に依る影響は微弱である。M_{23} は (I) 式に於て $T=-R_2$ なるに依り，M_{21} に於ける **第六圖**の β_1 と同様に，**第七圖**に於て β_2 は $(B-C)-1.0$ を示すものである。

前記例題條件に於ては M_{23} は次の如くなる。

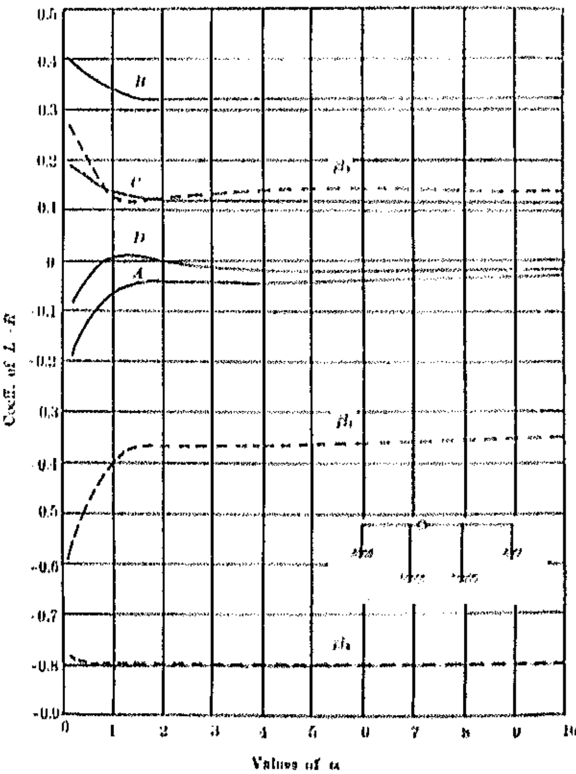
$$M_{23}=-0.0200\,g_1l_1^2-0.0661\,g_2l_2^2$$

即ち，M_{23} にありては，g_2 に依る減少は g_1 に依る減少に比し凡そ 3 倍である。**第七圖**に見る如く，α の如何なる値に於ても $\beta_1+\beta_3$ は常に β_2

第 六 圖



第 七 圖



と同符號をとることは M_{r1} の場合と同樣である。

f) 第二脚柱上端に於ける彎曲率に就て

α の變化に依る荷重 S_2 の影響は殆んど省略的微量にして、荷重 S_1 及 S_3 は其變化曲線に於て $\alpha=1.5$ 及 $\alpha=2$ に於て夫々其増減の方向を轉ずる（第八圖參照）。

前記條件に於て M_{2u} を求むれば

$$M_{2u}=-0.0408\,g_1 l_1^2+0.0345\,g_2 l_2^2$$

となる。卽ち g_1 に依る M_{2u} の減少を 1.0 とすると、g_2 に依る増加は 0.86 である。

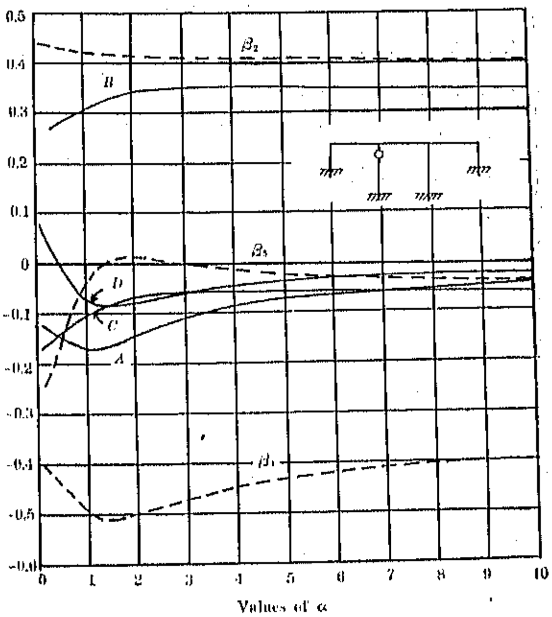
又 $g_1=g_2$ なる時は $l_2=1.1\,l_1$ に於て、$l_1=l_2$ なる時は $g_2=1.3\,g_1$ に於て $M_{2u}=0$ となる。

B) 等布荷重に依る最大彎曲率の決定

任意荷重に依る彎曲率は (I) 式に依り次式で表される。

$$M=AR_1+B(R_2-L_2)+C(R_3-L_3)-DL_4+T$$

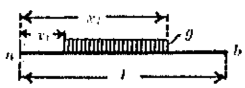
第八圖



第一徑間より第二、第三徑間に亙る夫々に對し，上式に於て，(A, B), (B, C) 及 (C, D) の各組が夫々其組の中に於て異符號なる時，換言すれば第三圖より第八圖に於て (A, B), (B, C), (C, D) の二つ宛の曲線が零座標軸を挾む時は，其 α の範圍に於ては，各其徑間に於ける influence line は正或は負の一方の面積を描く。又同符號なる時卽ち同圖に於て，上記二曲線が零座標軸の一方にある時は正負兩方の面積を包含する。此際 influence line の零座標軸との交點を其徑間の左方剛節點より測り x_0 とし，$\eta_0=x_0/l$ (<1) とすれば，$\eta_0=P/(P+Q)$ となる。

玆に P 及 Q は (I) 式に於て各徑間に對する R 及 L の夫々の係數をつくるものである。例へば第一徑間に於ては，P は R_1 の係數卽ち A にして，Q は L_2 の係數 B である。之より等布荷重に依る剛節點及固定點の最大彎曲率を算出することが出來る。第九圖に於て

第九圖



$$R_0=gl^2\int\eta(1-\eta)^2d\eta$$

$$L_0=gl^2\int\eta^2(1-\eta)\,d\eta$$

である。

之より下の二つの場合を誘導することが出來る。

I) $x_1=0$, $x_2=\eta_0 l$ なる場合

$$R_0'=0.08\dot{3}\,gl^2\eta_0^2(6-8\eta_0+3\eta_0^2)$$

$$L_0'=-0.08\dot{3}\,gl^2\eta_0^3(4-3\eta_0)$$

若し $\eta_0=1$ なる時は

$$Ra' = Lb' = 0.08\dot{3}\,gl^2$$

ii)　$x_1=\eta_0 l,\quad x_2=l$　なる場合

$$Ra'' = 0.08\dot{3}\,gl^2 - Ra'$$

$$Lb'' = 0.08\dot{3}\,gl^2 - Lb'$$

今**第十圖**より**第十五圖**に至る 6 個の圖表を見るに，是等は $l_1=l_2=l_3=l$ なる場合に於て，夫々等布荷重に依る最大彎曲率と α の關係を示すものである。而して架構に附加圖示せる曲線は，$\alpha=1$ の場合の influence line を示すものにして，圖中の數値は其曲線に依り圍まれたる面積を示すべき $1.l^2\times10^{-2}$ の係數である。例へば M_{11} は**第十圖**に見る如く，第一徑間よりは荷重を滿載せる場合に最大正彎曲率を起し，g なる等布荷重をもつ時，其値は $2.19\,gl^2\times10^{-2}$ となる。尙圖表中の鎖線は等布荷重を各徑間に滿載せる時の値で，例へば M_{11} は**第十圖**に於て，$\alpha=5$ の時 $3.53\,gl^2\times10^{-2}$ となる（**第四表參照**）。

上述せるところに依り，外側柱の脚部並に剛節點に於ける最大彎曲率は，α と共に增大するのであるが，他の多くは減少し，前者に於ては特に著しい變化を示すものである。

更に桁材中央部に於ける最大正彎曲率に就て調べて見る。今 s を以て左方剛節點より最大彎曲率の生ずる點までの距離を表し，l を以て徑間長とする。又 a 及 b を以て等布荷重を滿載せる該桁材の，夫々右端及左端の彎曲率に於ける gl^2 の係數の絕對値を表す。斯くすれば s 及 M_{max} は次の如くなる。

$$s=\{0.5+(a-b)\}\,l$$

$$M_{max}=\left[0.5\{0.5+(a-b)\}^2-a\right]gl^2 \ldots\ldots\ldots\ldots a\geqq b$$

$$=\left[0.5\{0.5-(a-b)\}^2-b\right]gl^2 \ldots\ldots\ldots\ldots a\leqq b$$

第　四　表

Coeff. : $gl^2\times10^{-2}$

M / Loading / α	M_{11} Max. load. +	M_{11} Max. load. −	M_{11} Full load.	M_{22} Max. load. +	M_{22} Max. load. −	M_{22} Full load.	M_{12} $(=-M_{11})$ Max. load. +	M_{12} Max. load. −	M_{12} Full load	M_{21} Max. load. +	M_{21} Max. load. −	M_{21} Full load	M_{23} Max. load +	M_{23} Max. load −	M_{23} Full load	M_{24} Max. load. +	M_{24} Max. load. −	M_{24} Full load
0.1	.51	−.09	.42	1.83	−2.66	−.83	.17	−1.00	−.83	11.04	−.20	10.84	2.23	−11.38	−9.15	3.66	−5.34	−1.69
0.3	1.33	−.30	1.03	1.81	−2.35	−.77	.46	−2.56	−2.10	10.59	−.26	10.33	1.96	−10.77	−8.81	3.63	−5.11	−1.54
0.5	1.91	−.43	1.48	1.79	−2.39	−.60	.65	−3.62	−2.97	10.52	−.39	10.13	1.60	−10.40	−8.80	3.59	−4.75	−1.16
0.75	2.38	−.49	1.89	1.88	−2.35	−.47	.79	−4.74	−3.95	10.31	−.59	9.92	1.27	−10.07	−8.80	3.56	−4.49	−.93
1.0	2.72	−.52	2.20	2.07	−2.51	−.44	.89	−5.28	−4.39	10.42	−.77	9.65	1.07	−9.84	−8.77	3.66	−4.54	−.88
1.25	2.96	−.53	2.43	2.19	−2.55	−.36	.96	−5.81	−4.85	10.40	−.92	9.48	.98	−9.71	−8.73	3.73	−4.48	−.75
1.5	3.15	−.55	2.60	2.23	−2.57	−.34	1.04	−6.25	−5.21	10.40	−1.02	9.38	.96	−9.61	−8.65	3.75	−4.43	−.70
2.0	3.44	−.57	2.87	2.20	−2.49	−.29	1.15	−6.90	−5.75	10.30	−1.12	9.18	1.01	−9.61	−8.60	3.74	−4.31	−.58
2.5	3.68	−.61	3.07	2.13	−2.37	−.24	1.23	−7.35	−6.12	10.21	−1.14	9.07	1.07	−9.64	−8.57	3.67	−4.17	−.50
3.0	3.84	−.64	3.20	2.04	−2.25	−.21	1.28	−7.69	−6.41	10.10	−1.13	8.97	1.11	−9.65	−8.54	3.62	−4.05	−.43
3.5	3.98	−.66	3.32	1.97	−2.16	−.19	1.33	−7.96	−6.63	10.01	−1.11	8.90	1.14	−9.65	−8.51	3.57	−3.95	−.38
4.0	4.14	−.73	3.41	1.91	−2.09	−.18	1.36	−8.17	−6.81	9.92	−1.09	8.83	1.16	−9.65	−8.49	3.53	−3.87	−.34
4.5	4.31	−.79	3.52	1.87	−2.02	−.15	1.39	−8.33	−6.94	9.85	−1.06	8.79	1.17	−9.65	−8.48	3.50	−3.81	−.31
5.0	4.48	−.95	3.53	1.83	−1.98	−.14	1.41	−8.47	−7.06	9.79	−1.03	8.76	1.17	−9.64	−8.47	3.47	−3.76	−.29
6.0	4.78	−1.16	3.62	1.78	−1.90	−.12	1.45	−8.69	−7.24	9.68	−.98	8.70	1.17	−9.62	−8.45	3.44	−3.68	−.24
7.0	5.04	−1.35	3.69	1.76	−1.86	−.10	1.48	−8.86	−7.38	9.59	−.94	8.65	1.17	−9.60	−8.43	3.41	−3.63	−.22
8.0	5.25	−1.50	3.75	1.74	−1.83	−.09	1.50	−9.00	−7.50	9.52	−.90	8.62	1.16	−9.58	−8.42	3.40	−3.60	−.20
9.0	5.41	−1.63	3.78	1.71	−1.79	−.08	1.51	−9.09	−7.58	9.45	−.87	8.58	1.15	−9.56	−8.41	3.40	−3.57	−.17
10.0	5.56	−1.73	3.83	1.71	−1.78	−.07	1.53	−9.17	−7.64	9.41	−.85	8.56	1.14	−9.55	−8.41	3.37	−3.53	−.16

之に依り次の三つの場合に就き研究して見る。

(i) 兩側徑間に等布荷重を滿載する場合，桁材 1-2 に於ける最大正彎曲率 (M_i)

(ii) 第一徑間に等布荷重を滿載する場合，桁材 1-2 に於ける最大正彎曲率 (M_{ii})

(iii) 中央徑間に等布荷重を滿載する場合，桁材 2-3 に於ける最大正彎曲率 (M_{iii})

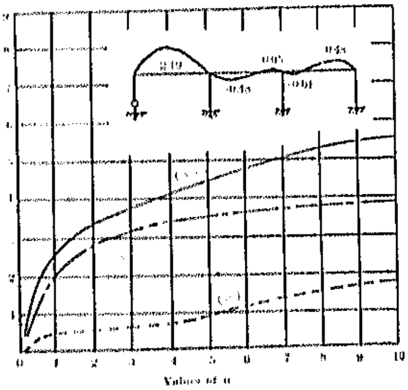
即ち上記の各場合に就て，s 及 M_{max} を調べて見ると**第五表**及**第十六圖**に示す様になる。α の各値に對する a 及 b は，夫々**第三表**より直接求めることが出來る。

之を以て之を見るに，若し各徑間長を相等しきものとせば，桁材に於ける最大正彎曲率は，$\alpha=0.1$ より $\alpha=1.6$ 迄は M_i に生じ，夫より $\alpha=3.5$ 迄は M_{ii} に依り，夫より大なる α の値に對しては M_{iii} に依り支配されることが知られる。尚 α の變化が M_{iii}

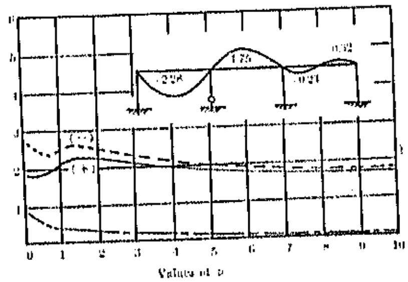
第　五　表

α	Case i		Case ii		Case iii	
	d_i	M_i	d_{ii}	M_{ii}	d_{iii}	M_{iii}
0.1	$0.43l$	$8.24gl^2\times10^{-2}$	$0.43l$	$8.16gl^2\times10^{-2}$	$0.5l$	$6.01gl^2\times10^{-2}$
0.3	0.45	7.66	0.45	7.51	〃	5.94
0.5	0.46	7.21	0.46	7.01	〃	5.93
0.7^5	0.48	6.72	0.47	6.52	〃	5.92
1.0	0.49	6.59	0.47	6.44	〃	5.92
1.2^5	0.49	6.40	0.48	6.32	〃	5.91
1.5	0.50	6.25	0.48	6.23	〃	5.90
2.0	0.51	6.05	0.49	6.11	〃	5.89
2.5	0.51	5.90	0.49	6.02	〃	5.88
3.0	0.52	5.79	0.49	5.94	〃	5.88
3.5	0.52	5.71	0.50	5.87	〃	5.87
4.0	0.53	5.65	0.50	5.81	〃	5.87
4.5	0.53	5.60	0.50	5.75	〃	5.86
5.0	0.53	5.55	0.51	5.70	〃	5.86
6.0	0.53	5.50	0.51	5.62	〃	5.86
7.0	0.53	5.44	0.51	5.56	〃	5.86
8.0	0.54	5.41	0.52	5.50	〃	5.85
9.0	0.54	5.38	0.52	5.46	〃	5.85
10.0	0.54	5.36	0.52	5.42	〃	5.85

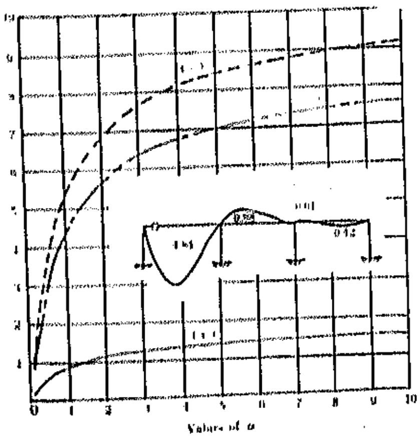
第十圖



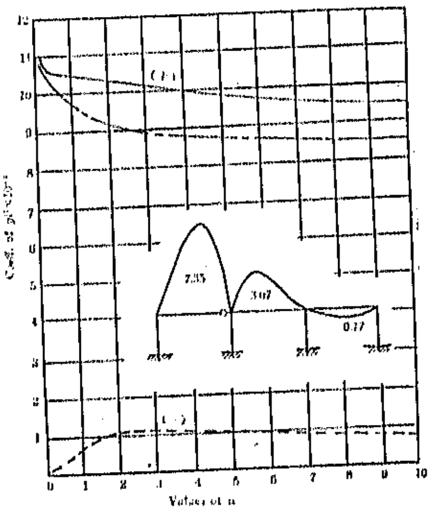
第十一圖



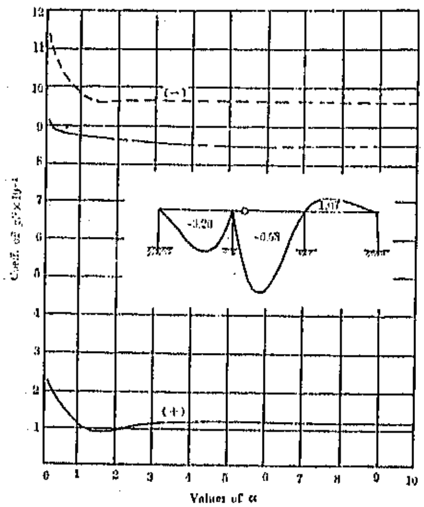
第十二圖



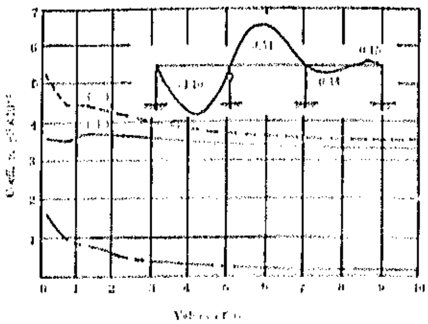
第十三圖



第十四圖

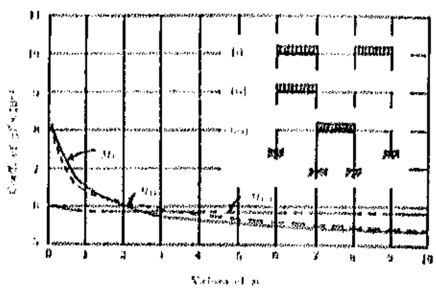


第十五圖



に與ふる影響の甚だ微小であることは第十六圖より明である。

第十六圖



2. 格點水平移動に就ての影響

以上彎曲率に就て述べたると同様に，格點の水平移動に就ても相似の關係を誘導し得るのである。

兩側二脚柱の高さ等しく且つ同時に變化する場合にありては，(I) 式に於て，$C=B$, $D=A$ と置くことが出來る。

又 T は中間剛節點桁材の彎曲率に於てのみ計算せらるべき値であるから，此際 $T=0$ である。從て格點水平移動量 δ は次式に依り表すことが出來る。

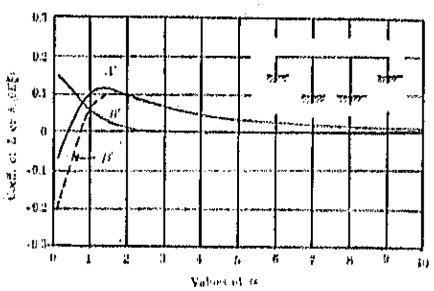
$$\delta=A(R_1-L_4)+B(R_2-L_2+R_3-L_3) \quad \text{(II)}$$

茲に

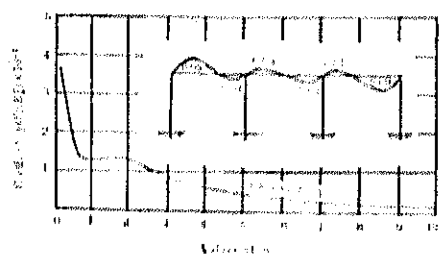
$$A=-\Delta p\,h/(6EI_0),\quad B=\Delta q\,h/(6EI_0)$$

である。

第十七圖



第十八圖



α の値に 0.1〜10 を入れ，是等の値を計算したものは**第六表**左側に示すところである。又之を圖示すれば**第十七圖**の如くである。但し是等諸表に於て A' 及 B' は夫々 $h/(6EK)$ の係數である。

之より δ と α との關係を見るに，格點水平移動量は荷重 S_1 及 S_3 よりは α が1.5に於て，其增減の方向を轉じて行く。而して荷重 S_2 に對しては，α が 2 より大なる値をとる時に於て，其影響並びに α に伴ふ變化は微小である。

又等布荷重に依る最大水平移動を，彎曲率に於ける場合と同樣に，各 α 值に對して求める時は，**第六表**右側並に**第十八圖**に示す如くである。之に依つて之を見るに，最大格點水平移動は α が 0.75 より 2.0 に至る間に於ては，其變化極めて微量である。

第六表

α	Any loading		Max loading Coeff. $8hl^2/(kEg)\times10^{-2}$	
	A'	B'	+	−
0.1	-.0634	.1474	.37	-.37
0.3	-.0183	.1330	.28	-.28
0.5	.0327	.1138	.17	-.17
0.7^5	.0839	.0828	.13	-.13
1.0	.1111	.0556	.13	-.13
1.2^5	.1195	.0353	.13	-.13
1.5	.1166	.0218	.14	-.14
2.0	.0993	.0074	.14	-.14
2.5	.0809	.0014	.11	-.11
3.0	.0660	-.0011	.09	-.09
3.5	.0544	-.0021	.08	-.08
4.0	.0455	-.0025	.07	-.07
4.5	.0385	-.0025	.06	-.06
5.0	.0330	-.0025	.05	-.05
6.0	.0250	-.0022	.04	-.04
7.0	.0196	-.0019	.03	-.03
8.0	.0158	-.0016	.02	-.02
9.0	.0129	-.0014	.02	-.02
10.0	.0108	-.0012	.02	-.02

結　　論

本文に於て述べたところは，大略次の數項に之を結ぶことが出來る。

玆に取扱つた架構は，高架式固定脚三徑間架構にして，全脚柱が同高なる場合に於て剛比 1.0 なる値を有するものである。此架構が任意垂直荷重を有する場合に於て，兩側に脚柱の高さを連續變化せしむる時，彎曲率並に格點水平移動量は一般に

$$AR_1+B(R_2-L_2)+C(R_3-L_3)-DL_4+T$$

に依り表すことの可能なるを示すものである。

又前記解式中の A, B, C, D 等を適宜算出する事に依り，柱高の連續變化が，彎曲率並に格點水平移動量に對し，如何なる影響を與ふるかに就て研究した。

卽ち夫等は下の如く總括することが出來る。

(1) 第一徑間の荷重 S_1 よりの α の連續的變化に依る剛節點並に固定點の彎曲率變化は次の如くである。剛節點 1 の彎曲率は α の增加に伴ひ其値を增し，剛節點 2 の桁材彎曲率は減少する。其他のもの卽ち固定脚部及第二柱上端彎曲率は，或特定の α 値までは其値を增加し，夫より其增減の方向を轉ずる。

第二徑間荷重 S_2 よりは，α の增大に伴ひ，第二柱の上下兩端彎曲率のみは減少すれど，其他の彎曲率はすべて增加する。而して荷重 S_2 よりの α の變化に依る彎曲率の影響は，何れも微小である。

第三徑間荷重 S_3 よりは，總べての彎曲率に於て，α の連續變化に伴ひ，增加及減少の二性質を表す。特に $\alpha=1.0$〜2.5 に於て，此性質を示すものが多い。尙第一脚柱の脚部彎曲率は α の增加に伴ひ，荷重 S_1 よりの影響が著しく增大して行くのである。

(2) 各徑間長を相等しとし，等布荷重に依る剛節點及固定點の最大彎曲率と α との關係を見るに，外側柱の固定點及剛節點に於ける彎曲率は，α の增加に伴ひ著しく其値を增すが，其他の點に於ける最大彎曲率に就ては，其變化小にして，且つ多くは減少して行く。

(3) α の變化が桁材中央部の最大正彎曲率に與ふる影響は，中央徑間桁材に於ては甚だ微小である。

今各徑間長を相等しとし，兩側徑間に荷重を有する場合及第一徑間のみに荷重を有する場合に於て，第一徑間桁材の最大正彎曲率を M_I 及 M_{II} にて表し，中央徑間のみに荷重を有する場合の中央桁材の最大正彎曲率を M_{III}

とせば次の如くなる。即ち桁材に於ける最大正彎曲率は $\alpha=0.1$ より $\alpha=1.5$ 迄は M_{I} により，夫依り $\alpha=3.5$ 迄は M_{II} に依り，更に夫より大なる α の値に於ては M_{III} に依り支配される。

(4) 兩側徑間の等布荷重强度を g_1，中央徑間に於けるものを g_2，徑間長は兩側を l_1，中央に於けるものを l_2 となす時，中間剛節點桁材に於ける彎曲率は，總べての α 値に於て g_1，g_2 或は l_1，l_2 の如何なる比に於ても常に $M\neq0$ である。其他の剛節點及脚部固定點にありては，$M=0$ なる値が存在し得る。

(5) 格點水平移動と α との關係を見るに，水平移動量は，荷重 S_1 及 S_3 よりは，$\alpha=1.5$ に於て之に伴ふ增減の方向を轉ずる。S_2 よりの影響は，α が 2 より大なる値をとるときに於て極めて微量となる。

等布荷重に依る最大水平移動は $\alpha=0.1$ より $\alpha=0.75$ まで著しく減少し，夫より $\alpha=2.0$ までは其變化極めて微量である。

（以　上）