

1022

尙橋梁設計ノ軌近ノ傾向トシテ注目スヘキハ衝擊及副應力ニ關スル事項ナリ近來衝擊係數ハ多ク Schneider 氏ノ發案セル $\frac{300}{300+L}$ ナル公式ヲ使用シ來リシカ最近制定ノ(三)及(四)ニ於テハたゞ一氏ノ發案セル $\frac{30,000}{30,000+L}$ ナル公式ヲ使用セントス而テ L ハ前式ニ於テハ載荷ノ長サ後者ニ於テハ徑間ヲ意味ス副應力ニ關スル規定ノ示方書ニ現ハレタルモ亦最近ノ事實ニシテ(三)及(四)ハ共ニ其算定ヲ求メ只之ヲ主應力ニ加算スル場合ハ許容應力ヲ適當ニ増加セシムルコトヲ許セリ(完)

彈性荷重ニ依ル拱橋ノ新解法

(Engineering News-Record, March 6, 1919)

兩端固定シタル拱橋ヲ彈性理論ニヨリ解クニハ普通拱環ヲ數個ニ區分シ其區分ノ長サト其斷面ノ物量力率トノ比 δ/I カ常數ナル様ニスルヲ普通トスレトモ此方法ニテハ區分ハ起拱點附近ニ過大ニ尙拱頂附近ニ過小トナルモ實際拱ノ物量力率ハ起拱線附近ニテハ變化大ニシテ拱頂附近ニテハ變化少ク爲メニ算出ノ結果ハ不精密トナルヲ免レス且ツ此方法ニ於テ彎曲力率ヲ算出スル諸點ハ計算ヲ簡單ナラシムルニハ不適當ニシテ荷重ノ位置ニハ關係ナク特ニ開側拱ニ於テ然リトス又此方法ハ動荷重ニ對スル影響線ノ應用モ頗ル困難ナリ

今茲ニ述フル方法ハ任意點ニ對スル單位荷重ニ依ル拱頂ノ水平推力彎曲力率及ヒ剪力ヲ求ムル事ヲ得ヘク且ツ如何ナル形式ノ荷重ニ對シテモ容易ニ之ヲ算出スルヲ得ヘシ而シテ拱頂ニ於ケル此等ノ未知數カ決定セハ眞ノ平衡多角形ヲ畫クヲ得ヘク從テ各斷面ノ應力ヲ計算シ得ヘシ此方法ニテハ拱環ノ水平射影ヲ等長ニ區分スルヲ以テ其計算簡單ニシテ而モ其結果ハ精確ナリ次

第 一 表

TABLE I—COMPUTATION OF REQUIRED QUANTITIES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	33.75	14.3	2.95	2.95	0	42.2	42.2	0	99.5	99.5	0	3,380	603.0
1	29.25	10.2	4.36	7.31	2.95	44.4	85.6	42.2	127.5	227.0	99.5	3,730	453.0
2	24.75	7.1	5.44	12.72	10.26	38.4	123.0	138.8	134.0	361.0	328.5	3,320	273.0
3	20.25	4.6	7.95	20.67	22.98	37.0	162.0	253.8	161.0	522.0	687.5	3,260	170.0
4	15.75	2.8	10.90	31.57	43.65	30.5	192.5	415.8	171.8	693.8	1,209.5	2,705	83.5
5	11.25	1.4	12.85	44.42	75.22	18.0	210.5	608.3	144.5	838.3	1,908.3	1,625	28.2
6	6.75	0.5	15.91	60.33	119.64	7.9	218.4	818.8	107.2	945.5	2,741.6	725	4.0
7	2.25	0.1	17.85	78.18	179.97	1.8	220.2	1,037.2	40.1	983.6	3,687.1	90	0.2
8	.....	.....	.....	.....	219.06*	.....	.....	*1,147.3	.....	.....	*4,180.0	.....	.....
9	.....	.....	78.18	.....	.....	220.2	.....	*1,037.2 + $\frac{1}{2}$ (220.2)	983.6	.....	.....	18,815	1,614.0
10	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	*1,037.2 + $\frac{1}{2}$ (220.2)	.....	.....	.....	.....	.....
11	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
12	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
13	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

第 二 表

TABLE II—COMPUTATION OF H_U , M_U AND V_U

	8	14	15	16	17	18	19	20	21	11	22	
1	42.2	3,300	2.95	650	$\frac{Q}{14-15}$	$\frac{S-Q}{K}$	13.3	33	-19.7	-0.126	99	± 0.019
2	128.8	10,100	10.26	2,260	7,940	0.2286	46.2	99	-52.8	-0.338	326	± 0.089
3	253.3	19,850	22.98	5,060	14,790	0.427	103.5	188	-84.5	-0.540	688	± 0.082
4	415.8	32,500	43.65	9,600	22,300	0.662	196.0	231	-95.0	-0.606	1,209	± 0.144
5	608.3	47,600	75.22	16,550	31,050	0.896	338.0	334	-56.0	-0.358	1,903	± 0.227

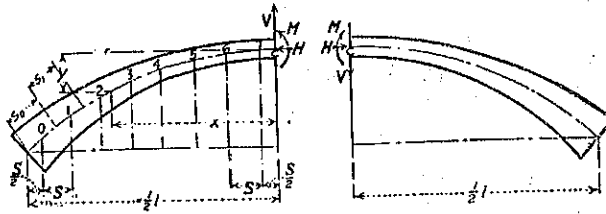
6	8183	64,000	-119.64	26,300	37,700	1.091	538.0	480	+ 58.0	+0.371	2,742	+0.325
7	1,037.2	81,100	179.67	39,640	41,460	1.195	810.0	525	+ 231.0	+1.515	3,687	+0.441
0	1,147.3	89,700	219.06	48,200	41,500	1.200	986.0	523	+ 458.0	+2.920	4,180	+0.500

$K=2[(614 \times 78.2) + 220 \times 23] = 155,600$ $S = 36.8 = 4.5$ $25\Delta = 2 \times 7.12$ $25\Delta = 2 \times 18.815$

ニ混凝土拱ノ一例ニ就テ之ヲ證明センニ第一表及ヒ第二表ハ拱頂ヲ含ム十五個ノ断面カ單位荷重ニ對スル場合ノ H, M 及ヒ V ノ解法ヲ表示スルモノニシテ表中ノ 22 行ノ中ニ 12 行ハ乗除ノ計算ヲ要シ其中 6 9 12 13 ノ只四行ノミニ二箇ノ變數ノ積ナルヲ以テ計算尺ヲ使用スルニ少シク煩雜ナルモ他ノ第 14 15 17 18 19 21 及ヒ 22 行ハ常數ト變數ノ積ナルヲ以テ算出極メテ容易ナリ又第 4 5 7 8 10 及ヒ 11 行ハ加算ノ結果ニシテ第 16 行及ヒ第 20 行ハ減算ニ依リテ得ヘク第 1 行及ヒ第 2 行ハ圖上ヲ測リ求ムルコトヲ得第 3 行ハ S/I ニシテ如何ナル解法ニ依ルモ必ス計算ヲ要スヘキモノナリ先ツ動荷重及靜荷重ニ對シ拱頂ノ H, M 及ヒ V ヲ見出スヲ要シ是等ヲ知レハ他ノ所要數値ハ普通ノ方法ニテ靜力學的ニ決定スルヲ得

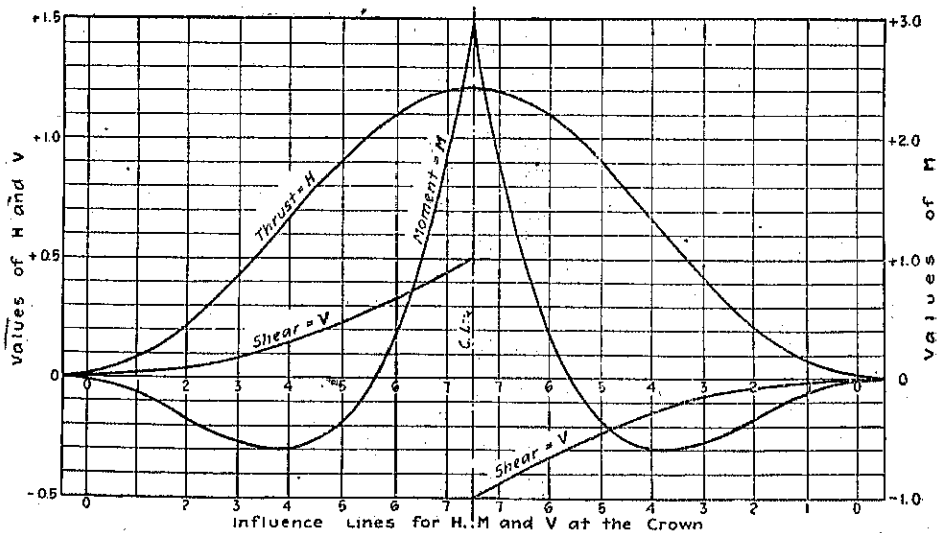
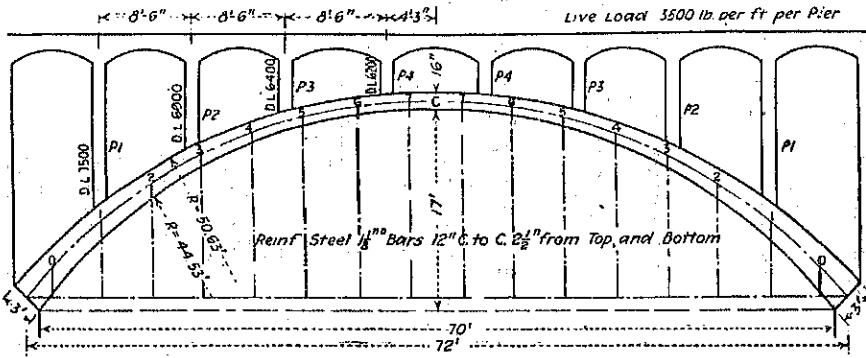
尙使用ノ諸記號及關係式ヲ說明センニ H, H_1, H_2 ヲ任意點ニ於ケル單位動靜荷重並ニ溫度ノ變化ニ基ク拱頂ノ水平推力トシ M, M_1, M_2 ヲ任意點ノ單位動靜荷重及ヒ溫度ノ變化ニ基ク拱頂ノ彎曲力率トシ V, V_1, V_2 ヲ任意點ノ單位動靜荷重ニ基ク拱頂ノ剪力トシ m_L, m_R ヲ各半部ヲ肱木桁ト考ヘ一方ノ半部ノ任意點ニ働ク荷重ニ基ク彎曲力率トシ m_L ヲ左半部ニ對スルモノトシ又 m_R ヲ右半部ノモノトシ S ハ拱軸線ニ沿ヒ測リシ拱ノ區分ノ長サ I ヲ各断面ノ物量力率 $\frac{S}{I} \parallel \Delta$ ハ 0 點ニテハ $\frac{S_0}{I_0}$ 1 點ニテハ $\frac{S_1}{I_1}$ 等ノ値ヲ有スル變數也及ヒ γ ハ拱頂ヲ原點トスル任意點ノ座標ニシテ C ヲ溫度ニヨル伸縮係數 T ヲ度ニテ示ス溫度ノ變化 E ヲ混凝土ノ彈性係數 γ ヲ拱ノ徑間長 S ヲ徑間ノ水平區分長トシ M 及ヒ V ハ左圖ニ於テ矢ニテ示ス如ク働クヲ正號トス而シテ彎曲桁ノ彈性平衡ノ三箇ノ基本方程式ヲ應用スレハ次ノ如シ

第一圖



ARCH TREATED AS CURVED CANTILEVER BEAM

第二圖



SPANDREL ARCH OF 70-FOOT SPAN ANALYZED BY INFLUENCE LINES

參考資料
彈性荷重ニ依ル拱橋ノ新解法

1026

$$H = \frac{\sum m g \Delta \Sigma \Delta - \sum m \Delta \Sigma y \Delta}{2 [\sum y^2 \Delta \Sigma \Delta - (\sum y \Delta)^2]} \dots \dots \dots (1)$$

$$M = \frac{\sum m \Delta - 2 H \sum y \Delta}{2 \Sigma \Delta} \dots \dots \dots (2)$$

$$V = \frac{\sum (m_x - m_y) x \Delta}{2 \Sigma x^2 \Delta} \dots \dots \dots (3)$$

$$H_1 = \frac{C T L E \Sigma \Delta}{2 [\sum y^2 \Delta \Sigma \Delta - (\sum y \Delta)^2]} \dots \dots \dots (4)$$

$$M_1 = \frac{F_1 \Sigma y \Delta}{\Sigma \Delta} \dots \dots \dots (5)$$

總和 $\sum m \Delta$ 及 $\sum m g \Delta$ ハ拱ノ全部ニ對スルモノニシテ其他ノ總和ハ拱ノ半部ニ屬スルモノナリ以
上ノ方程式ニ於テ算定ノ最モ煩雜ナル項ハ $\sum m \Delta$, $\sum m g \Delta$ 及 $\sum (m_x - m_y) x \Delta$ ナルモ然シ單位荷重ニ
對シ之等三個ノ項ハ加算ニ依リ簡單ニ求ムルヲ得ヘク拱ノ半部ノ水平射影ヲ S ナル等長區分ニ
分チ各斷面ノ中心ヲ 0 1 2 トス
今任意點假リニ 7 ニ單位荷重ヲ與ヘシトキ

$$\sum m \Delta = m_0 \Delta_0 + m_1 \Delta_1 + m_2 \Delta_2 + \dots + m_6 \Delta_6$$

而シテ $m_0 = 7S$, $m_1 = 6S$, $m_2 = 5S$ トス故ニ

$$\sum m \Delta = S [7 \Delta_0 + 6 \Delta_1 + 5 \Delta_2 + \dots + \Delta_6] \dots \dots \dots (6)$$

同様ニ

$$\sum m g \Delta = S [7 \Delta_0 g_0 + 6 \Delta_1 g_1 + 5 \Delta_2 g_2 + \dots + \Delta_6 g_6] \dots \dots \dots (7)$$

而シテ

$$\sum m a \Delta = S [\alpha_0 \Delta_0 + 6 \alpha_1 \Delta_1 + 5 \alpha_2 \Delta_2 + \dots + \alpha_n \Delta_n] \dots \dots \dots (8)$$

簡單ニスルニハ(6)(7)及ヒ(8)式ノ括弧内ノ項 $[\Delta]$ $[y\Delta]$ 及ヒ $[x\Delta]$ ヲ以テ示ストキハ即チ實例ニ對シテハ

$$[\Delta]_f = [\Delta]_g + \sum_0^f \Delta$$

夫レ故ニ若シ n 點ノ單位荷重ニ對シ

$$[\Delta]^n = [\Delta], [y\Delta]^n = [y\Delta], [x\Delta]^n = [x\Delta]$$

トスレハ一般ニ

$$[\Delta]^n = [\Delta]^{n-1} + \sum_0^{n-1} \Delta \dots \dots \dots (9)$$

$$[y\Delta]^n = [y\Delta]^{n-1} + \sum_0^{n-1} y \Delta \dots \dots \dots (10)$$

$$[x\Delta]^n = [x\Delta]^{n-1} + \sum_0^{n-1} x \Delta \dots \dots \dots (11)$$

(9) 及ヒ(11)式ヨリ即チ凡テノ點ニ對スル $[\Delta]$, $[y\Delta]$, 及ヒ $[x\Delta]$ ハ1點ヨリ初メテ遂次加ヘル事ニ依ツテ得ラル

$$[\Delta] = \Delta_0, [y\Delta] = y_0 \Delta_0 \text{ 及ヒ } [x\Delta] = x_0 \Delta_0$$

任意點ニ於ケル單位荷重ニ對シテハ即チ

$$H_u = S \frac{[y\Delta] \sum \Delta - [\Delta] \sum y \Delta}{2 [\sum y^2 \Delta \sum \Delta - (\sum y \Delta)^2]}$$

$$M_u = \frac{S [\Delta] - 2 H_u \sum y \Delta}{2 \sum \Delta}$$

$$V_u = \pm S \frac{[x\Delta]}{2 \sum x^2 \Delta}$$

V_1 ハ拱ノ左半部ニ對シテハ正而シテ拱ノ右半部ニ對シテハ負トス表ハ拱ノ徑間七〇呎ノモノニ
適スル様計算サレアルモ此方法ニ依ルトキハ常ニ $\frac{S}{I}$ ヲ常數ニナル様區分スルモノヨリモ願ル
簡單ナリ靜荷重ニ對スル全水平反力 H ノ價ハ H_1 ト荷重トノ積ニ依リ見出サレ而シテ H_1 ハ $5,387^{\text{lb}}$
同様靜荷重ニ對スル M ハ $-1,480^{\text{ft. lb}}$ 動荷重カ左半部ヲ覆ヒ且ツ P_1 カ右ニ有ルトキハ

$$H = 12,450^{\text{lb}}$$

$$M = +4,200^{\text{ft. lb}}$$

而シテ $V = +1,020^{\text{lb}}$ トナル (完)