

日本木材重量強度彈力試驗成績表
 (東京帝國大學工科大学ニ於テ)
 西曆一九二二年二月

日本名稱	材名	重量 (二寸對度 W)	挫折率 (二寸對度 F)	彈率 (二寸對度 E)
Momi.	樅	26	7917	988122
Mukurogi.	無患樹	48	11478	1370557
Muku.	梅	39	12001	1104650
Mume.	檜	50	12256	1253069
Nara.	梨	58	13324	1198396
Nashi.	肉桂	46	12633	1818693
Nemurigi.	木	35	6929	1390186
Nikkei.	肉桂	24	12962	1223620
Yabu Nikkei.	山日花	40	8660	1000157
Sakura.	百	42	13652	1562512
Sansho.	山日花	35	9515	1139576
Sarusuberi.	糖	50	13324	1563251
Sawara.	糖	20	6614	731499
Sendan.	糖	28	9184	956812
Shide.	糖	46	10134	1317273
Shii.	糖	33	10518	1322762
Shioji.	鹽地	28	9988	933228
Sugi Common.	杉	19	6409	806862
{ Akami sugi.	赤味杉	27	8289	1155107
{ Kurobe sugi.	黒部杉	31	9827	873179
Tochi.	椽	33	12352	1479870
Toneriko.	椽	35	9249	917122
Tsubaki.	椽	55	13146	1431559
Tsuga.	椽	37	9552	809225
Tsuge.	椽	58	17002	1197225
Urushi.	椽	32	8756	1080135
Yanagi.	椽	25	4723	781555
Yenji.	椽	41	12313	1580756
Yenoki.	椽	39	7948	779058

日本木材重量強度彈力試驗成績表
 (東京帝國大學工科大学ニ於テ)
 西曆一九二二年二月

日本名稱	材名	W	F	E
Aburaki.	油木	28	7560	1130480
Akatamo.	油木	41	13263	1583480
Asuda.	油木	43	11237	1330900
Doronoki.	油木	26	7918	1305368
Gampi.	椽	35	11164	1399680
Hannoki.	椽	34	10395	1292760
Hiki Zakura.	椽	26	7614	618540
Honoki.	椽	29	10462	1224720
I taya.	石	42	10390	314000
Ishinara.	石	48	12703	1592136
Kaide.	石	42	6828	1224720
Lashjwa.	石	53	14934	1530900
Kata-sugi.	堅杉	36	10557	1306368
Katsura.	桂	33	11394	1396680
Kawa-zakura.	皮櫻	38	11461	1224720
Kuri.	栗	31	9939	1224720
Kurumi.	胡桃	34	8680	1632960
Kuwa.	桑	40	9072	1664712
Midzuki.	水七	39	12892	1632960
Nana-kamado.	木	39	10634	1480488
Nigaki.	苦木	34	9224	1088640
Nukasen.	木	37	10676	1440180
Onko.	木	37	12179	1063171
Onsen.	木	35	9762	1309770
Shikoro.	木	35	9045	1131740
Shinanoki.	木	22	6832	816481
Shiuri-zakura.	木	83	12387	1447160
Yachitamo.	木	40	11419	1469664
Yanagi.	木	52	6723	1197504
Yatsuba Hannoki.	木	35	9706	1577960
Yenju.	木	39	9733	1224720
Yezomatsu.	木	31	8164	1088640

檜ヒノキ (松柏科) 暖温帯ニ在ル常緑喬木ニシテ材ハ白色微紅、用途甚廣ク各種建築器具ニ、皮ハ屋根繩ニ用フ

椴ヒキ (松柏科) 暖温帯及熱帯ノ終ニ生スル常緑喬木ニシテ白色帶黄、建築用ニ、又樹皮ハ箱トシテ用ユ

榿ハシラ (松柏科) 暖温帯ニ生スル常緑喬木ニシテ水温ニ堪ユ、桶材ニ用ユ、建築材ニモ用ユ

杉スギ (松柏科) 暖温帯ニ生スル常緑喬木ニシテ所用甚廣シ、堅牢ナラズ

高野槲コウヤノキ (松柏科) 暖温帯ニ生スル常緑喬木ニシテ水湿ニ能ク堪ユ故ニ風呂槽、水槽、橋梁杭、ニ用ユ

榲ツガ (松柏科) 暖温帯ニ生スル常緑喬木ニシテ質緻密水湿ニ堪ヘ永存ス、柱、土臺、敷居、鴨居、板、薪材ニ用ユ

榿ミ (松柏科) 暖温帯ニ生スル常緑喬木質輕粗伸縮多シ天井板、箱、障子、ニ用ユ製紙原料ニ適ス

落葉松カラマツ (松柏科) 温帯ニ生スル落葉喬木赤松ニ似テ又水湿ニ耐ユ橋梁其他建築用材、船艦用ニ適ス

姫小松ヒメコノマツ (松柏科) 温帯ニ生スル常緑喬木赤松ヨリ質密ニ彈力少ナシ水湿ニ耐ヘテ天井、障子、等乾燥セル所ニ用ユ

黒松クロマツ (松柏科) 暖温帯ニ生スル常緑喬木ニシテ質堅硬脂氣多ク保存期永シ土臺、杭木、等濕氣ヲ所ニ適ス

赤松アカマツ (松柏科) 暖温帯ニ生スル常緑喬木ニシテ建築材及薪材ニ重用セラレ

赤楊ハシノキ (樺木科) 暖帯ノ終ヨリ温帯全部ノ低濕地ニ生スル落葉喬木ニシテ薪材、器具ニ用ユ杭木ニ用ユ

柳シラカバ (穀斗科) 暖帯ニ生スル常緑喬木白色髓線

アリ質粘軟諸器械、クサビ、柄等ニ用ユ

檜ヒノキ (穀斗科) 寒温帯平濕地ニ生ズル落葉喬木ニシテ材質堅固割烈ノ患アリ永存セズ薪材、樽等ニ用ユ

栗クリ (穀斗科) 暖温帯ニ生ズル落葉喬木質堅硬水湿ニ堪ユ保存永シ土臺、井戸枿、湯殿、鐵道枕木ニ用ユ

栲クサ (穀斗科) 温帯稍濕地ニ生ズル落葉喬木質堅硬器具下駄齒、薪材、鐵道枕木、(藥液滲入)ニ用ユ

榿ハシラ (榆科) 温帯南部平野地ニ生ズル落葉喬木腐朽シ易シ薪用トシテ適當ナリ

榿クサ (榆科) 暖温兩帯ニ生ズル落葉喬木邊材ハ帶黄白色、心材ハ黄褐色、質堅固、建築用材トシテ重要ノモノ器具ニモ用ユ

桂カヅラ (雲葉科) 温帯ノ低濕地ニ生スル落葉喬木ニシテ材淡褐色ニシテ彫刻材、薪材、建築用材ニ用ユ

樟クス (樟科) 暖帯及熱帯ノ終リニ生ズル常緑喬木ニシテ質堅實、香氣アリ水湿ニ對シ保存期永シ建築、造船、器具ニ用ユ

ヤヤ (荳科) 暖温帯ニ生ズル落葉喬木ニ用ユ質堅硬、淡黄褐色、器具建築用、鐵道枕木等ニ用ユ

黄蘗キハダ (芸香科) 温帯稍濕地ニ生ズル落葉喬木皮ハ藥シテ用材トス

槭樹モミジ (槭樹科) 温帯ニ生ズル落葉喬木ニシテ材紅色、微赤、肌、箱、鐵砲臺、建具、張板ニ用ユ




七葉樹トチノキ (七葉樹科) 温帯低濕地ニ生ズル落葉喬木ニシテ材ニ玉歪多ク彫刻材、薪炭材、建築材ニ用ユ

枳椇クシボク (鼠李科) 温帯ニ生ズル落葉喬木ニシテ材ハ水鉢、文房具、櫛等ヲ作ルニ用ユ

鹽地シラサギ (木犀科) 温帯低濕地ニ生ズル落葉喬木ニシ

長柱ニアルポソ氏算式

$$P = \frac{fA}{1 + a\left(\frac{l}{h}\right)^2}$$
 P = 柱上ニ載セ得ル重量 (封度)
 A = 柱断面積 (平方吋)
 l = 柱ノ長さ (吋)

木材 $l > 10h - 20h$ 
 煉鐵 $l > 10h$ 
 鑄鐵 $l > 5h$ 

h = 柱ヲ包ム長方形ノ幅ノ最少ナルモノ即チ圖中アルモノノ如シ (吋)
 a = 表中ニアル係數
 f = 表中ニアル杭壓破壞強度 (一平方吋ニ付封度ノ數)

種類	横断面ノ形状	a			f
		兩端圓端	兩端定端	一端定端 一端圓端	
木材	角・角 角圓筒筒 角圓筒筒 角圓筒筒 角圓筒筒	4/250	1/50	1/140	7200
		4/450	1/450	1/250	80000
		1/100	1/450	1/225	"
		1/150	1/600	1/340	"
		4/500	1/500	1/280	"
		1/250	1/3000	1/1700	36000
		4/250	1/2250	1/1200	"
		4/5500	1/5500	1/3940	"
		1/500	1/2000	1/1125	67000
		1/350	1/1400	1/800	"
		4/2500	1/2500	1/1280	"
		鑄鐵	角圓筒筒 角圓筒筒 角圓筒筒 角圓筒筒	4/250	1/50
4/450	1/450			1/250	80000
1/100	1/450			1/225	"
1/150	1/600			1/340	"
4/500	1/500			1/280	"
1/250	1/3000			1/1700	36000
煉鐵	角圓筒筒 角圓筒筒 角圓筒筒 角圓筒筒	4/250	1/50	1/140	7200
		4/450	1/450	1/250	80000
		1/100	1/450	1/225	"
		1/150	1/600	1/340	"
		4/500	1/500	1/280	"
		1/250	1/3000	1/1700	36000
鋼鐵	角圓筒筒 角圓筒筒 角圓筒筒 角圓筒筒	4/250	1/50	1/140	7200
		4/450	1/450	1/250	80000
		1/100	1/450	1/225	"
		1/150	1/600	1/340	"
		4/500	1/500	1/280	"
		1/250	1/3000	1/1700	36000

ラソキンポソ氏公式

$$P = \frac{fA}{1 + b\left(\frac{l}{r}\right)}$$

P = 柱上ニ載セ得ル荷重 (封度)
 r = 最小環動半徑 (吋)
 b = 表ニ示ス如キ係數

種類	b			f
	兩端圓端	兩端定端	一端定端 一端圓端	
木	1/750	1/3000	1/1680	7200
	1/1600	1/6400	1/3600	80000
	1/9000	1/36000	1/20000	36000
煉鐵	1/9000	1/36000	1/20000	36000
	1/6250	1/25000	1/13500	67000
鋼	1/6250	1/25000	1/13500	67000

若シ偏心率 eヲ以テ偏心荷重ヲ受クルトキハ

$$P = \frac{fA}{1 + b\left(\frac{l}{r}\right)^2 + \frac{eh}{2r^2}}$$

オイラー氏公式

$$P = EI \frac{\pi^2}{l^2} \quad \text{(兩端圓端)}$$

$$P = 4EI \frac{\pi^2}{l^2} \quad \text{(兩端定端)}$$

$$P = \frac{9}{4} EI \frac{\pi^2}{l^2} \quad \text{(一端定端他端圓端)}$$

$$P = \frac{1}{4} EI \frac{\pi^2}{l^2} \quad \text{(一端定端他端放端)}$$

P = 柱上ニ載セ得ル荷重(封度)
 E = 物質ノ弾率(一平方吋ニ付封度)
 I = 最小階率(吋ノ四乗)

l = 柱ノ長(吋)

カイラー氏公式ハ柱ガ極メテ長キ場合ニノミ適用ス

即チ $\frac{l}{r} > 150$ (圓端)

$\frac{l}{r} > 200$ (定端)

P ハ破壊荷重ナル故安全荷重ヲ求メシニハ安全率ニテ除

スベシ
 安全率 $\begin{cases} \text{鑄鐵} & 8 \\ \text{鍊鐵} & 5 \\ \text{鋼鐵} & 9 \end{cases}$

若シ兩端定端ノ長柱ガm個所ニテ固著セラレm+1個ノ
 若シキ部分ニ分タル、トキハ

$$P = EI \frac{\pi^2}{l^2} (m+1)^2$$

直線公式

$$p = \frac{P}{F} = K \left\{ 1 - \frac{2}{3} \frac{\sqrt{K}}{\pi \sqrt{\mu}} \sqrt{\frac{l}{r}} \right\}$$

p = 破壊荷重(一平方吋ニ付封度)

K = 破壊強度(一平方吋ニ付封度)

μ = 係數

l = 柱ノ長(吋)

r = 最小環動半徑(吋)

鍊鐵ノ兩端圓端ナルトキ $\frac{l}{r} < 180$

$$p = 42000 - 157 \frac{l}{r}$$

鍊鐵ノ兩端定端ナルトキ $\frac{l}{r} < 220$

$$p = 42000 - 128 \left(\frac{l}{r} \right)$$

鋼鐵ノ兩端圓端ナルトキ $\frac{l}{r} < 170$

$$p = 52500 - 220 \left(\frac{l}{r} \right)$$

鋼鐵ノ兩端定端ナルトキ $\frac{l}{r} < 200$

$$p = 52500 - 179 \left(\frac{l}{r} \right)$$

拋物 公式

$$p = \frac{P}{F} = K - \frac{K^2}{4\mu\pi^2 E} \left(\frac{l}{r} \right)^2$$

鍊鐵兩端圓端

$$\frac{l}{r} < 170 \quad p = 34000 - 0.67 \left(\frac{l}{r} \right)^2$$

鍊鐵兩端定端

$$\frac{l}{r} < 120 \quad p = 34000 - 0.43 \left(\frac{l}{r} \right)^2$$

柔鋼兩端定端

$$\frac{l}{r} < 150 \quad p = 42000 - 0.97 \left(\frac{l}{r} \right)^2$$

柔鋼兩端定端

$$\frac{l}{r} < 190 \quad p = 42000 - 0.62 \left(\frac{l}{r} \right)^2$$

鑄鐵兩端圓端

$$\frac{l}{r} < 70 \quad p = 60000 - \frac{25}{4} \left(\frac{l}{r} \right)^2$$

鑄鐵兩端定端

$$\frac{l}{r} < 120 \quad p = 60000 - \frac{9}{4} \left(\frac{l}{r} \right)^2$$

以上ハ破壊荷重ナルガ安全率ハ約四トスレバヨシ

柱ノ兩端定端ノモノ其断面一平方吋ニ對スル破壊重量幾
封度ナルヤヲ示ス表

比例 $\frac{l}{r}$	鑄鐵 Cast Iron	鍊鐵 Wt. Iron	柔鋼 Mild Steel	剛鋼 Hard Steel
20	77600	35800	47400	68700
40	67800	34900	45700	65800
60	54700	33400	43300	60500
80	42000	31100	39900	53600
100	30000	28400	36000	45500
120	21200	25300	31000	37400
140	16000	22200	26500	30500
160	12600	19200	22500	25000
180	10200	16500	19100	20900
200	8300	14100	16400	17500
220	6900	12100	13900	14900
240	5700	10500	12000	12600
260	5000	9300	10400	11000
280	4400	8200	9100	9500
300	3900	7200	8200	8400
320	3400	6300	7200	7300
340	3000	5600	6300	6500
360	2700	5100	5500	5700
380	2470	4700	5100	5200
400	2270	4210	4750	4800

柱ノ兩端定端ノモノ其断面一平方吋ニ對スル破壊重量幾
封度ナルヤヲ示ス表

柱ノ兩端定端ノモノ其断面一平方吋ニ對スル破壊重量幾
封度ナルヤヲ示ス表

比例 $\frac{l}{r}$	鑄鐵 Cast Iron	鍊鐵 Wt. Iron	柔鋼 Mild Steel	剛鋼 Hard Steel
20	72300	35200	46700	67200
40	50800	32600	42700	58600
60	30000	28400	36000	45500
80	17600	23200	28300	33000
100	11700	18200	21500	23700
120	8300	14100	16400	17500
140	6300	11100	12700	13300
160	4900	8800	10100	10400
180	3900	7200	8160	8360
200	3200	5900	6710	6850
220	2680	4970	5620	5710
240	2270	4210	4750	4820
260	1950	3640	4080	4130
280	1690	3140	3550	3570
300	1480	2750	3100	3130
320	1300	2430	2730	2740
340	1160	2160	2430	2440
360	1040	1940	2190	2190
380	940	1730	1960	1960
400	850	1570	1760	1760

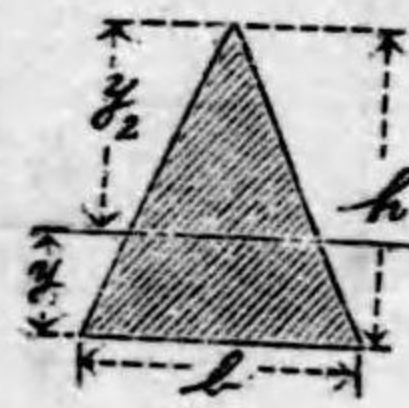
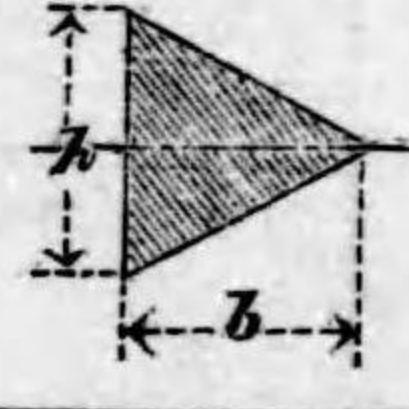
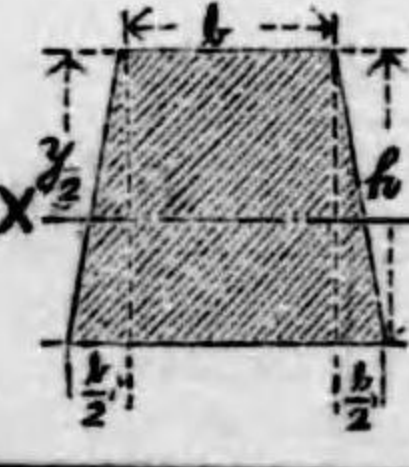
柱ノ兩端定端ノモノ其断面一平方吋ニ對スル破壊重量幾
封度ナルヤヲ示ス表

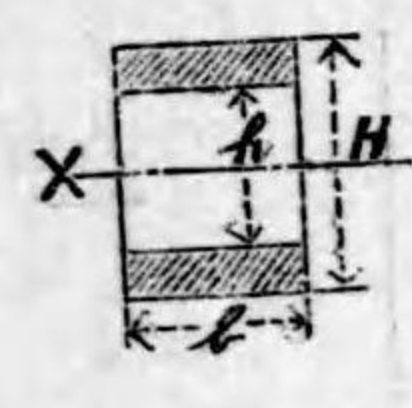
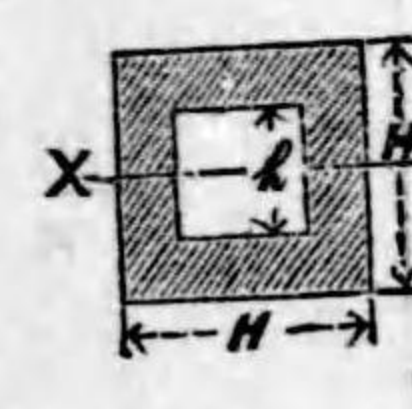
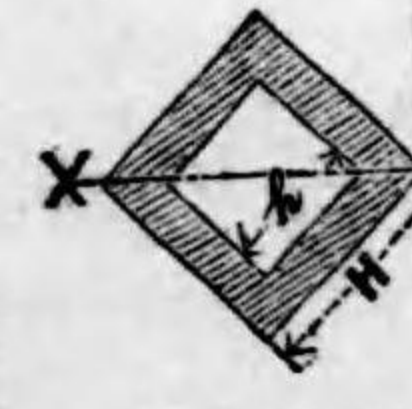
No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マテノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA. 階率 I	SECTION MODULUS. 断面率 W
1		b h	$\frac{h}{2}$	$\frac{b h^3}{12}$	$\frac{b h^2}{6}$
2		h^2	$\frac{h}{2}$	$\frac{h^4}{12}$	$\frac{h^3}{6}$
3		h^2	$\frac{\sqrt{2}}{2} h$	$\frac{h^4}{12}$	$\frac{\sqrt{2}}{12} h^3 = 0.1179 h^3$

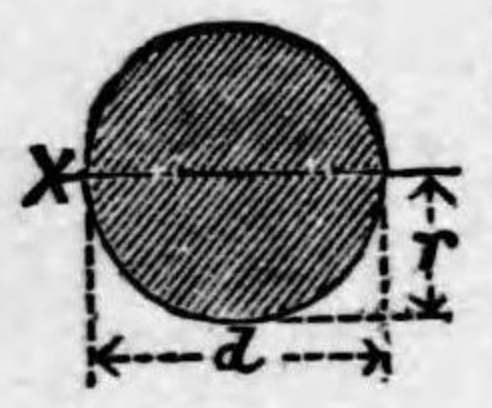
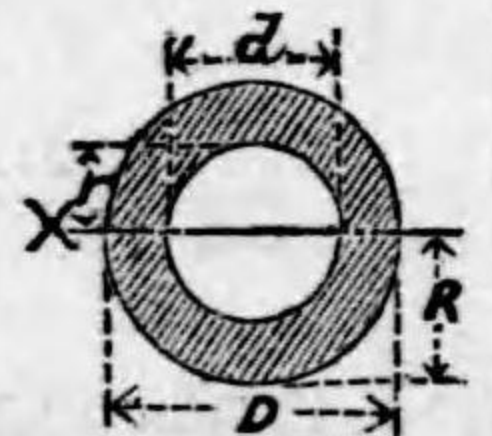
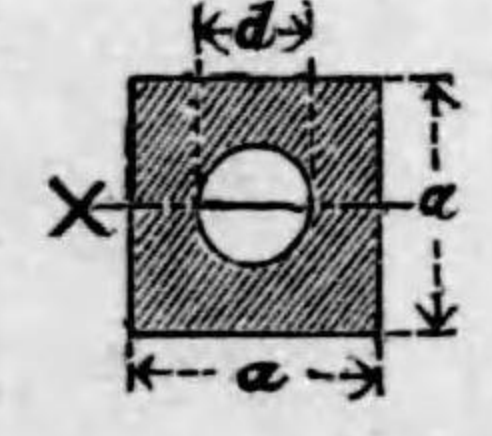
徑間下ニ示ス如キ處ニ掛渡シタルキ安全ニ載セ得ル等布荷重ノ總重量ヲ示ス(噸)

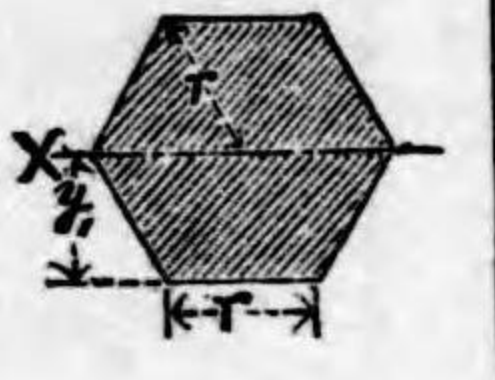
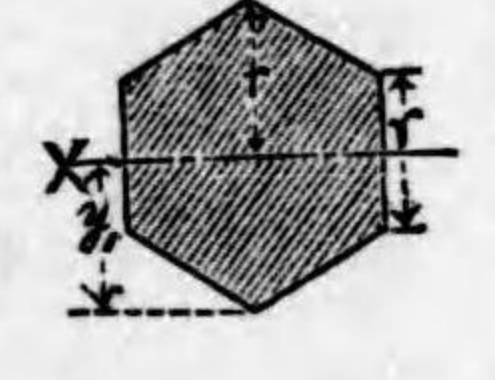
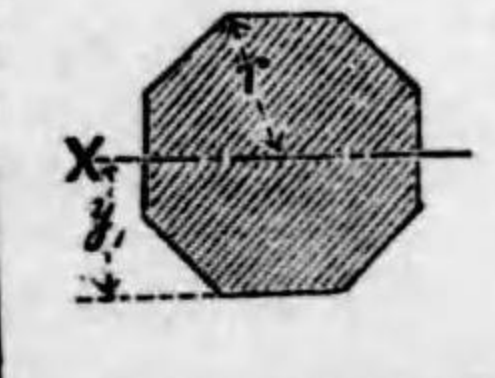
h 吋	b 吋	t 吋	s 吋	長 封 度 ノ 重 サ	徑間下ニ示ス如キ處ニ掛渡シタルキ安全ニ載セ得ル等布荷重ノ總重量ヲ示ス(噸)											
					8呎	10呎	12呎	14呎	16呎	18呎	20呎	22呎	24呎	26呎	28呎	30呎
20	7 $\frac{1}{3}$	$\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{4}$	92	—	—	—	—	—	—	27.0	25.0	23.5	20.5	19.0	18.0
16	6	$\frac{3}{8}$	1	57	—	40.0	34.0	30.0	26.5	22.0	21.3	19.8	17.6	15.5	14.1	13.0
14	6	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	54	—	32.0	27.8	25.8	23.5	21.5	19.0	17.0	15.0	13.5	12.3	11.3
12	6	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	51	33.0	27.5	22.2	20.0	16.3	14.3	13.2	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0
12	5	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	41	26.0	21.5	18.5	15.5	13.5	12.2	11.1	10.0	9.0	8.1	7.3	6.5
10	5	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	36	18.0	15.0	12.0	10.8	9.7	8.2	7.5	6.8	6.4	5.9	5.4	4.9
9	4	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	23	9.9	8.2	7.0	6.1	5.2	4.5	4.0	3.5	2.8	2.3	1.8	1.5
8	4	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	9.4	7.9	6.7	5.8	5.0	4.3	3.7	3.3	2.5	2.2	1.6	1.4
7	4	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	8.7	6.9	5.5	4.8	4.1	3.7	3.3	2.9	2.2	2.0	1.5	1.3
6	5	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	26	8.1	6.2	5.4	4.6	3.6	3.1	2.8	2.2	1.9	1.7	1.4	1.2
6	3	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	14	5.1	4.3	3.4	2.9	2.4	2.1	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
5	4 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	6.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	—	—	—	—
5	3	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	12	3.2	3.0	2.5	2.1	1.9	1.5	—	—	—	—	—	—
4	3	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	11 $\frac{3}{4}$	2.5	2.0	1.6	1.3	0.9	0.6	—	—	—	—	—	—
4	2	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	7	1.4	1.2	1.1	1.0	0.7	0.4	—	—	—	—	—	—


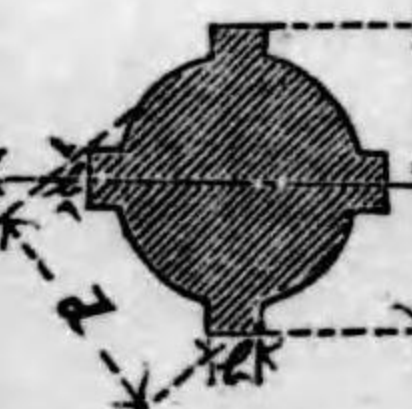
中心荷重ノキハ此噸數ノ二分ノ一ヲ取ルベシ

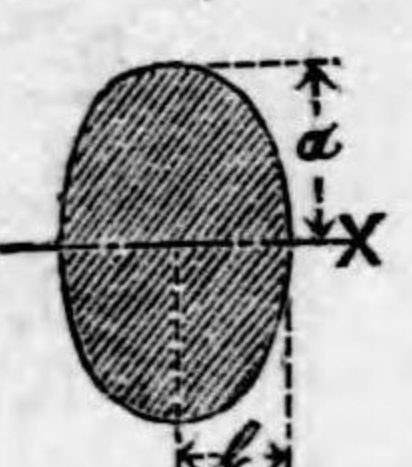
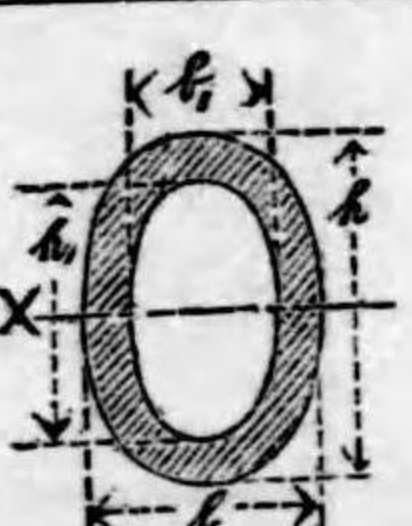

No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マデノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA. 階率 I	SECTION MODULUS. 断面率 W
7		$\frac{bh}{2}$	$y_2 = \frac{2h}{3}$ $y_1 = \frac{h}{3}$	$\frac{bh^3}{36}$	$w_2 = \frac{bh^2}{24}$ $w_1 = \frac{bh^2}{12}$
8		$\frac{bh}{2}$	$\frac{h}{2}$	$\frac{bh^3}{48}$	$\frac{bh^2}{24}$
9		$(2b + b_1) \frac{h}{2}$	$y_2 = \frac{3b + 2b_1}{3} \frac{h}{3}$	$\frac{6b^2 + 6bb_1 + b_1^2}{36(2b + b_1)} h^3$	$w_2 = \frac{6b^2 + 6bb_1 + b_1^2}{12(3b + 2b_1)} h^2$

No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マデノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA. 階率 I	SECTION MODULUS. 断面率 W
4		$b(H-h)$	$\frac{H}{2}$	$\frac{b}{12}(H^3-h^3)$	$\frac{b}{6H}(H^3-h^3)$
5		H^2-h^2	$\frac{H}{2}$	$\frac{H^4-h^4}{12}$	$\frac{1}{6H}(H^4-h^4)$
6		H^2-h^2	$\frac{\sqrt{2}}{2} H$	$\frac{H^4-h^4}{12}$	$\frac{\sqrt{2}}{12H}(H^4-h^4)$ $= 0.1179 \frac{H^4-h^4}{H}$

No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マテノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA. 階率 I	SECTION MODULUS. 断面率 W
13		$\pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$	$r = \frac{d}{2}$	$\frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi r^4}{4}$ $= 0,0491d^4$ $= 0,7854r^3$	$\frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi r^3}{4}$ $= 0,0982d^3$ $= 0,7854r^3$
14		$\pi(R^2 - r^2)$ $= \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$	$R = \frac{D}{2}$	$\frac{\pi}{64}(D^4 - d^4)$ $= \frac{\pi}{4}(R^4 - r^4)$	$\frac{\pi}{32} \frac{D^4 - d^4}{D}$ $= \frac{\pi}{4} \frac{R^4 - r^4}{R}$
15		$a^2 - \frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{a}{2}$	$\frac{1}{12}(\alpha^4 - \frac{3\pi}{16}d^4)$	$\frac{1}{6\alpha}(\alpha^4 - \frac{3\pi}{16}d^4)$

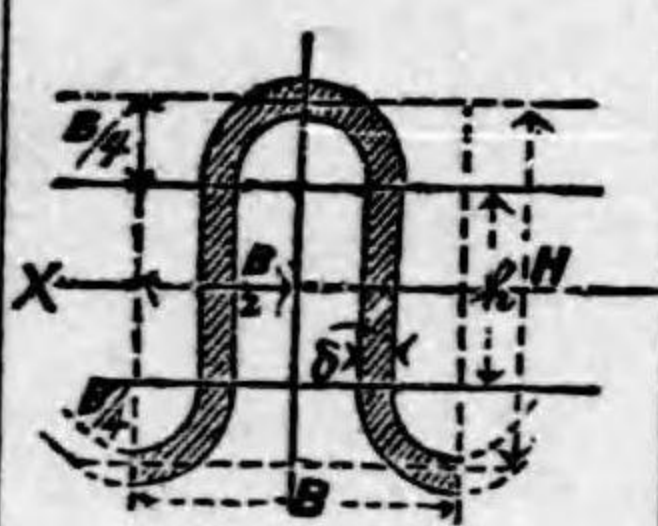
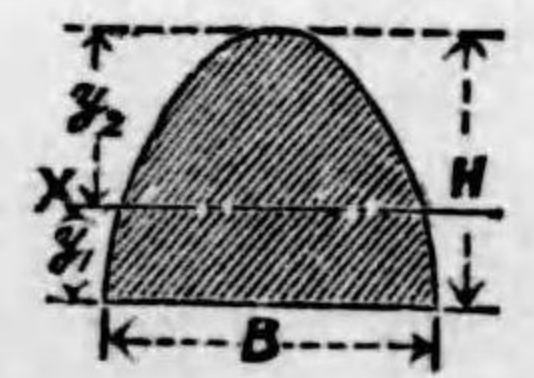
No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マテノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA. 階率 I	SECTION MODULUS. 断面率 W
10		$\frac{3\sqrt{3}}{2} r^2 = 2,958r^2$	$r\sqrt{\frac{3}{4}} = 0,866r$	$\frac{5\sqrt{3}}{16} r^4 = 0,5413r^4$	$\frac{5}{8} r^3$
11		$\frac{3\sqrt{3}}{2} r^2 = 2,958r^2$	r	$\frac{5\sqrt{3}}{16} r^4 = 0,5413r^4$	$\frac{5\sqrt{3}}{16} r^3 = 0,5413r^3$
12		2,828r	0,924r	$\frac{1+2\sqrt{2}}{6} r^4 = 0,6381r^4$	0,6906r^3

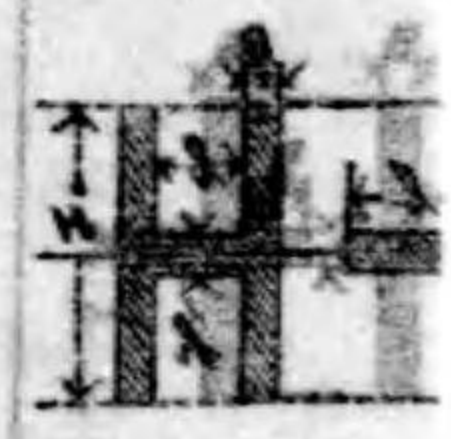


No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マデノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA. 階率 I	SECTION MODULUS. 断面率 W
19		$\frac{\pi}{2}(R^2 - \gamma^2)$	$y_1 = \frac{4}{3\pi} \frac{R^2 + R\gamma + \gamma^2}{R + \gamma}$ $y_2 = R - y_1$	$0,1098(R^4 - \gamma^4)$ $\frac{0,283R^2\gamma^2(R - \gamma)}{R + \gamma}$ $= \sim 0,38\gamma^3$	$w_1 = \frac{I}{y}$ $w_2 = \frac{I}{y_2}$
20		$2b(h - d)$ $+\frac{\pi d^2}{2}$	$\frac{h}{2}$	$\frac{1}{12} \left[\frac{3\pi}{16} d^4 + b(h^3 - d^3) \right]$ $+ b^3(h - d)$	$\frac{1}{6h} \left[\frac{3\pi}{16} d^4 + b(h^3 - d^3) \right]$ $b^3(h - d)$

No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マデノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA. 階率 I	SECTION MODULUS. 断面率 W
16		πab	a	$\frac{\pi b a^3}{4} = 0,7854 b a^3$	$\frac{\pi b a^2}{4} = 0,7854 b a^2$
17		$\frac{\pi}{4} (bh - b_1 h_1)$ $- 0,7954 (bh - b_1 h_1)$	$\frac{h}{2}$	$\frac{\pi}{64} (bh^3 - b_1 h_1^3)$ $= 0,0491 (bh^3 - b_1 h_1^3)$	$\frac{\pi}{32} (bh^2 - \frac{b_1 h_1^3}{h})$ $= 0,0982 (bh^2 - \frac{b_1 h_1^3}{h})$
18		$\frac{\pi \gamma^2}{2}$	$y_1 = 0,4244\gamma$ $y_2 = 0,5756\gamma$	$\gamma^4 \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right)$ $= 0,1098\gamma^4$	$w_1 = 0,2587\gamma^3$ $w_2 = 0,1908\gamma^3$

No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マデノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA 隋率 I	SECTION MODULUS. 断面率 W
23		HB+hb	$\frac{H}{2}$	$\frac{1}{12}(BH^3+bh^3)$	$\frac{1}{6H}(BH^3+bh^3)$
24		HB-b(y ₂ +h)	$y_1 = \frac{\alpha H^2 + bd^2}{\alpha H + bd}$ $y_2 = H - y_1$	$\frac{1}{3}(By_1^3 - bh^3 + \alpha y_2^3)$	$w_1 = \frac{I}{y_1}$ $w_2 = \frac{I}{y_2}$
25			$\frac{H+\delta}{2}$	$I = \frac{64}{105}(b_1 h_1^3 - b_2 h_2^3)$ $h_1 = \frac{1}{2}(H+\delta)$ $h_2 = \frac{1}{2}(H-\delta)$ $b_1 = \frac{1}{4}(b+2,6\delta)$ $b_2 = \frac{1}{4}(b-2,6\delta)$	$\frac{2I}{H+\delta}$

No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マデノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA. 隋率 I	SECTION MODULUS. 断面率 W
21		$+\frac{\pi}{4}(d_1^2 - d_2^2)$ 2b(h-d)	$\frac{h}{2}$	$\frac{1}{12} \left\{ \frac{3\pi}{16}(d_1^4 - d_2^4) + b(h^3 - d_1^3) + b^3(h - d_1) \right\}$	$\frac{1}{6h} \left[\frac{3\pi}{16}(d_1^4 - d_2^4) + b(h^3 - d_1^3) + b^3(h - d_1) \right]$
22		HB-hb	$\frac{H}{2}$	$\frac{1}{12}(BH^3 - bh^3)$	$\frac{1}{6H}(BH^3 - hb^3)$

No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マテノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA. 率 I	SECTION MODULUS. 断面率 W
26			$\frac{H+\delta}{2}$	$\frac{\delta}{4} \left(\frac{\pi B^3}{16} + B^2 h \right) + \frac{\pi B h^2}{2} + \frac{2}{3} h^3$ $h = H - \frac{B}{2}$	$\frac{2I}{H+\delta}$
27		$\frac{2}{3} BH$	$y = \frac{3}{5} H$ $y_1 = \frac{2}{5} H$	$\frac{8}{175} BH^3 = \frac{12}{175} FH^3$	$w_1 = \frac{4}{35} BH$ $w_2 = \frac{8}{175} BH^2$

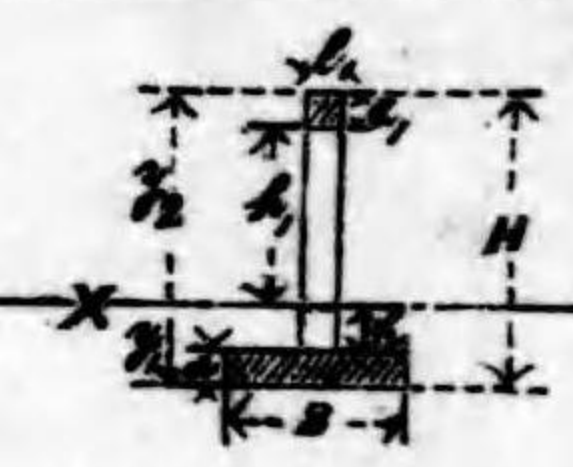
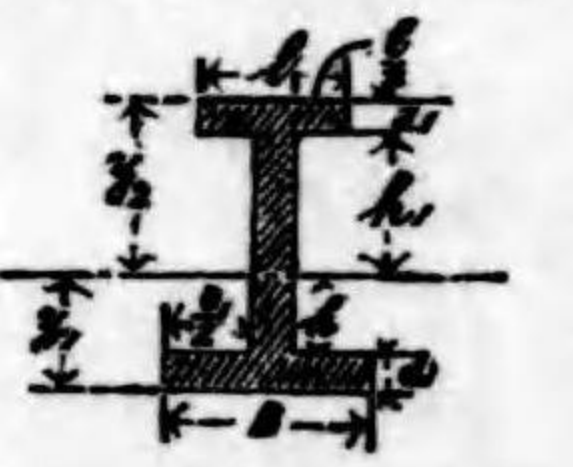

SECTION MODULUS 率 W	MOMENT OF INERTIA 率 I	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マテノ距離 Y	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	SECTION MODULUS. 断面率 W
$\frac{I}{H+\delta}$	$\frac{1}{12} (BH^3 + \delta B^3)$	$\frac{H}{2}$	$\frac{1}{2} (BH + \delta B)$	$\frac{1}{2} (BH + \delta B)$	
$\frac{I}{w_1} = \frac{I}{y_1}$ $\frac{I}{w_2} = \frac{I}{y_2}$	$\frac{1}{8} (B^2 y_1^2 + \delta^2 y_2^2)$	$y_1 = \frac{2}{3} H$ $y_2 = H - \frac{2}{3} H = \frac{1}{3} H$	$\frac{2}{3} BH$	$\frac{2}{3} BH$	
$\frac{I}{H+\delta}$	$\frac{1}{105} (d_1^5 - d_2^5) + \frac{1}{10} (d_1^3 - d_2^3) (d_1 + d_2)$ $d_1 = \frac{1}{2} (\delta + H)$ $d_2 = \frac{1}{2} (\delta - H)$ $d_1 = \frac{1}{2} (\delta + d)$ $d_2 = \frac{1}{2} (\delta - d)$	$\frac{\delta + H}{2}$		25	

CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF THE EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マデノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA I	SECTION MODULUS. 断面率 W
	$BH - (B-b)(y_2+h)$	$y_1 = \frac{1}{3} \frac{Bd^2 + bd_1(2H-d_1)}{Bd + bd_1}$ and $I = 0,047d^4$ If $b = \frac{d}{2}$, $F = 0,711d^2$, $y_1 = 0,433d$	$\frac{1}{3} [B(y_1^3 - h^3) + b(y_2^3 - h_1^3)]$	$w_1 = \frac{I}{y_1}$ $w_2 = \frac{I}{y_2}$
	$BH - B_1(h_1+h) - d_1(B-b)$	$y_1 = \frac{1}{2} \frac{aH^2 + B_1d^2 + b_1d_1(2H-d_1)}{aH + B_1d + b_1d_1}$ $y_2 = H - y_1$	$\frac{1}{3} [By_1^3 - B_1h^3 + by_2^3 - b_1h_1^3]$	$w_1 = \frac{I}{y_1}$ $w_2 = \frac{I}{y_2}$
	If $b = \frac{d}{3}$, $F = 0,779d^2$, $y_1 = 0,476d$ and $I = 0,048d^4$ If $b = \frac{d}{2}$, $F = 0,763d^2$, $y_1 = 0,447d$ and $I = 0,041d^4$			$w_1 = \frac{I}{y_1}$ $w_2 = \frac{I}{y_2}$

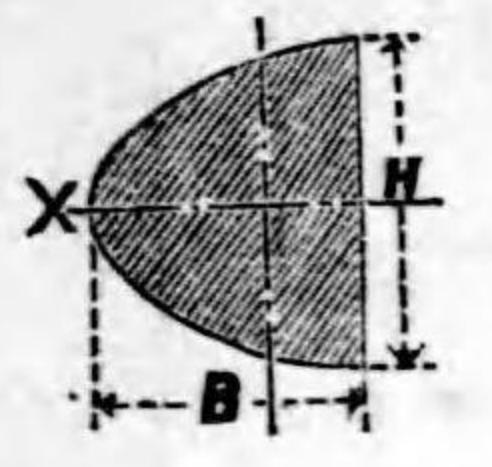
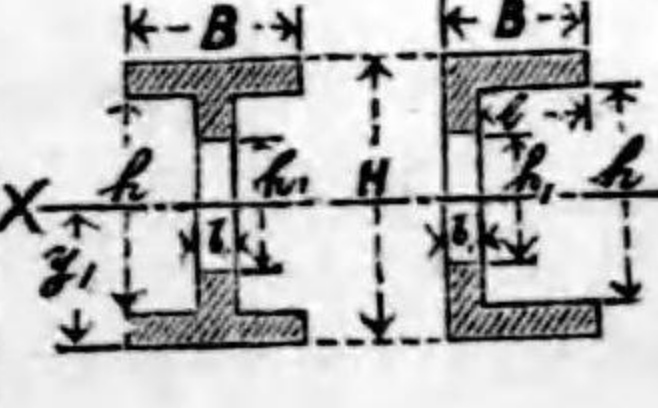
百九十ノ次

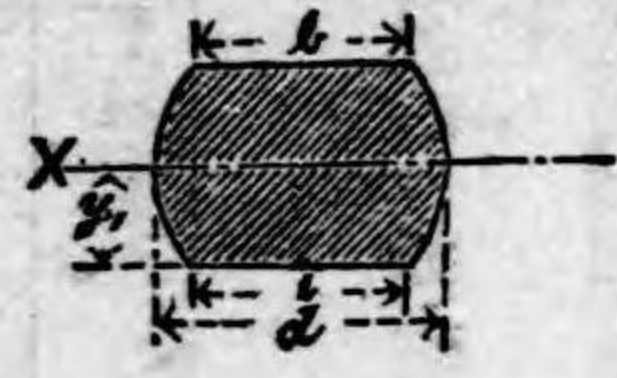
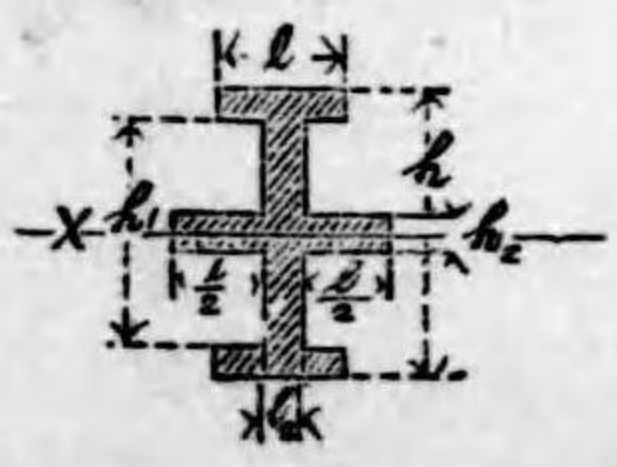
No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マデノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA. I	SECTION MODULUS. 断面率 W
28		$\frac{2}{3}BH$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3}{30} = \frac{1}{20}FH$	$\frac{BH^2}{15}$
29		$BH - bh - b_1h_1$	$\frac{H}{2}$	$12 [B(H^3 - h^3) + b_1(h^3 - h_1^3)]$	$\frac{B(H^3 - h^3) + b_1(h^3 - h_1^3)}{6H}$

百九十

No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF THE EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マデノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA 階率 I	SECTION MODULUS. 断面率 W
30		$BH - (B-b)(y_2 + h)$	$y_1 = \frac{1}{2} \frac{Bd^2 + bd_1(2H - d_1)}{Bd + bd_1}$ $y_2 = H - y_1$	$\frac{1}{3} [B(y_1^3 - h^3) + b(y_2^3 - h_1^3)]$	$w_1 = \frac{I}{y_1}$ $w_2 = \frac{I}{y_2}$
31		$BH - B_1(h_1 + h) - d_1(B - b)$	$y_1 = \frac{1}{2} \frac{\alpha H^2 + B_1 d^2 + b_1 d_1 (2H - d_1)}{\alpha H + B_1 d + b_1 d_1}$ $y_2 = H - y_1$	$\frac{1}{3} [By_1^3 - B_1 h^3 + by_2^3 - b_1 h_1^3]$	$w_1 = \frac{I}{y_1}$ $w_2 = \frac{I}{y_2}$
32		If $b = \frac{d}{3}$, $F = 0,779d^2$, $y_1 = 0,476d$ and $I = 0,048d^4$ If $b = \frac{d}{2}$, $F = 0,763d^2$, $y_1 = 0,447d$ and $I = 0,044d^4$		$w_1 = \frac{I}{y_1}$ $w_2 = \frac{I}{y_2}$	

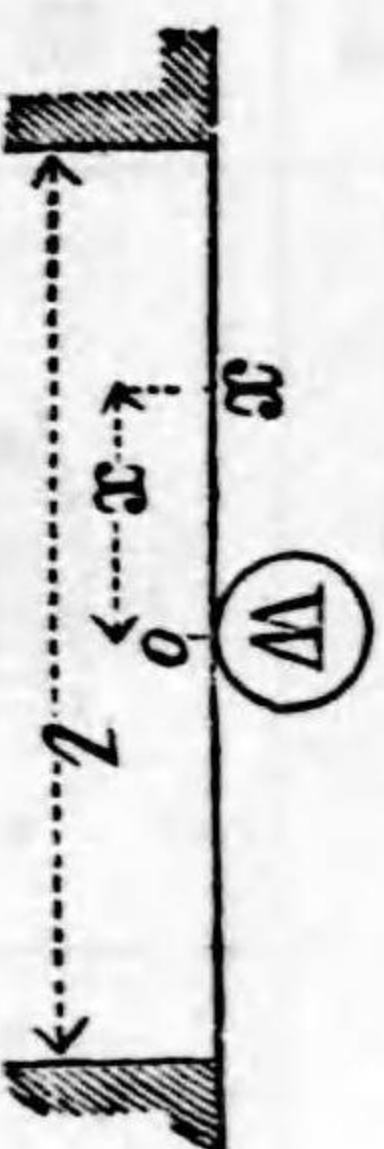
百九十九次

No. 番號	CROSS SECTION. 断面	CROSS SECTIONAL AREA. 断面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マデノ距離 Y
28		$\frac{2}{3}BH$	$\frac{H}{2}$
29		$BH - bh - b_1 h_1$	$\frac{H}{2}$

No. 番號	CROSS SECTION. 斷面	CROSS SECTIONAL AREA. 斷面積 F	DIST. OF EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マテノ距離 Y	MOMENT OF INERTIA. 階率 I	SECTION MODULUS. 斷面率 W
33		If $b = \frac{d}{3}$, $F = 0,714d^2$, $y_1 = y_2 = 0,471d$ and $I = 0,047d^4$ If $b = \frac{d}{2}$, $F = 0,711d^2$, $y_1 = y_2 = 0,433d$ and $I = 0,043d^4$			$w_1 = w_2 = \frac{I}{y_1}$
34		$2b(h-h_1) + b_1h_2 + b_2h_1$	$\frac{h}{2}$	$\frac{bh^3 - (b-b_2)h_1^3 + b_1h_2^3}{12}$	$\frac{bh^3 - (b-b_2)h_1^3 + b_1h_2^3}{6h}$

SECTION MODULUS 斷面率 W	MOMENT OF INERTIA 階率 I	DIST. OF THE EXTREME FIBRE FROM N. A. 中軸ヨリ外縁マテノ距離 Y	CROSS SECTIONAL AREA. 斷面積 F
$\frac{I}{\lambda_1} = w_1$ $\frac{I}{\lambda_2} = w_2$	$\frac{1}{3} [B(\lambda_1^2 - \lambda_2^2) + \rho(\lambda_2^2 - \lambda_1^2)]$	$\lambda_1 = \frac{Bq_2 + \rho q_1(2H - q_1)}{Bq_1 + \rho q_2}$ $\lambda_2 = H - \lambda_1$	$BH - B_1(B - \rho)(\lambda_2 + \rho)$
$\frac{I}{\lambda_1} = w_1$ $\frac{I}{\lambda_2} = w_2$	$\frac{1}{3} [B\lambda_1^2 - B_1\lambda_2^2 + \rho\lambda_2^2 - \rho_1\lambda_1^2]$	$\lambda_1 = \frac{\alpha H_2 + B_1q_2 + \rho_1q_1(2H - q_1)}{\alpha H + B_1q + \rho_1q_1}$ $\lambda_2 = H - \lambda_1$	$BH - B_1(\lambda_1 + \rho)$ $- \rho_1(B - \rho)$
$\frac{I}{\lambda_1} = w_1$ $\frac{I}{\lambda_2} = w_2$			If $p = \frac{d}{3}$, $F = 0,776d^2$, $\lambda_1 = 0,476d$ and $I = 0,048d^4$ If $p = \frac{d}{2}$, $F = 0,763d^2$, $\lambda_1 = 0,447d$ and $I = 0,044d^4$

彎曲力率公式



l の距離(呎)
 x の中心ヨリ x 點迄ノ距離(呎)
 0 の距離ノ中心點
 W の中心荷重又ハ單獨荷重(封度)
 w の平等荷重徑間長一呎毎ニ(封度)
 U の同上全荷重(封度)即ハチ $w = l$ ヲ乘シタルモノ
 M_0 の中心點彎曲力率(呎封度)
 M_x の x 點ノ彎曲力率(呎封度)

中心荷重 $M_0 = \frac{1}{4} Wl$ $M_x = \frac{W}{2} \left(\frac{l}{2} - x \right)$

平等荷重 $M_0 = \frac{1}{8} Ul = \frac{1}{8} wl^2$ $M_x = -\frac{w}{2} \left\{ \frac{l^2}{4} - x^2 \right\}$

右相合シタルトキ $M_0 = \frac{1}{8} Ul + \frac{1}{4} Wl$ $M_x = W(l-x) + \frac{w}{2} \left\{ \frac{l^2}{4} - x^2 \right\}$

W 動クトキ $M_0 = \frac{1}{4} Wl$ $M_x = \frac{W}{l} \left\{ \frac{l^2}{4} - x^2 \right\}$

以上 M の量ハ呎封度ヲ以テ示スモノナルガ故ニ之ヲ吋封度ニ改算スル爲メニ(12)拾ニテ乘スベシ

剪断力公式

前ト同一ナル符合ヲ用ヰ只 M ノ換ニ F ヲ用ヒテ剪断力トス

中心荷重 $F_0 = \frac{W}{2}$ $F_x = \frac{W}{2}$

平等荷重 $F_0 = 0$ $F_x = wx$ 最大 $F = \frac{wl}{2}$

右相合シタルトキ $F_0 = \frac{W}{2}$ $F_x = \frac{W}{2} + wx$ 最大 $F = \frac{W}{2} + \frac{wl}{2}$

W 動クトキ 抵抗力率 $F_0 = W$ $F_x = W$ 最大 $F = W$.

I ヲ桁断面形積率トス(大サハ吋ヲ以テ示スベシ) f ハ物料ノ受ケ得ル應力(一平方吋断面ニ付封度) y ハ断面形ノ重心ヨリ f ノ在處迄距離(吋)

抵抗力率 $= \frac{f}{y} I$ 吋封度

四角形巾 b 吋高 h 吋ナルベシ

抵抗力率 $= \frac{1}{6} f b h^2$ 吋封度

圓形直徑 D 吋ナルトキハ

抵抗力率 $= \frac{1}{10.2} f D^3$ 吋封度

圓筒外徑 D 吋内形 d 吋ナルベシ

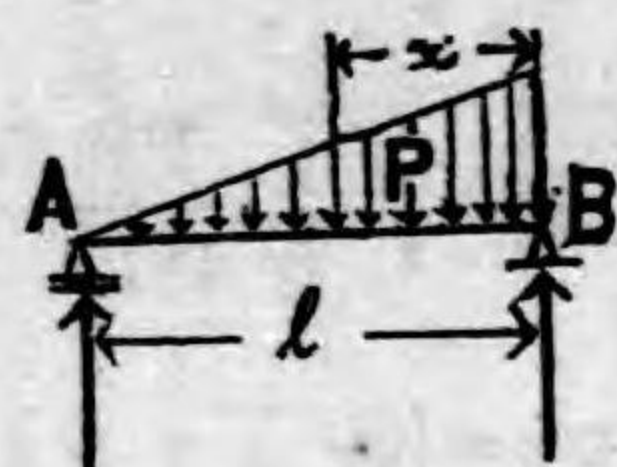
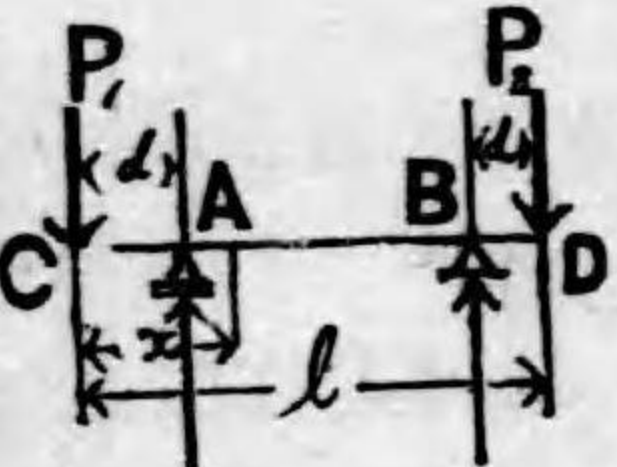
抵抗力率 $= \frac{1}{10.2} f \frac{D^4 - d^4}{D}$.

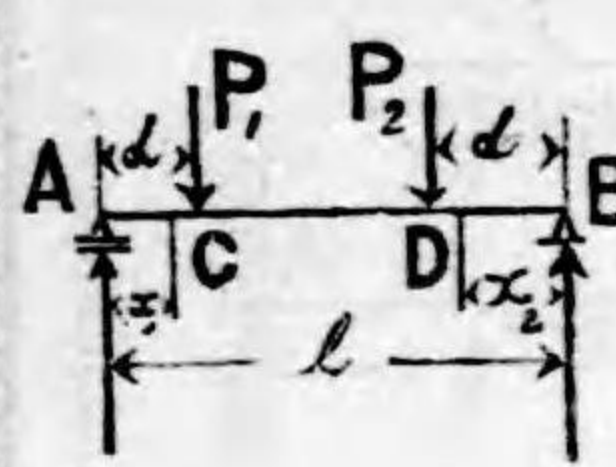
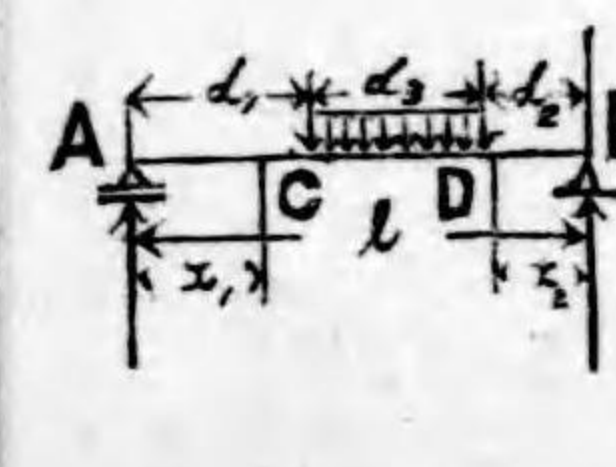
其他ノ形ナルベシ最初ノ算式及積率ノ表ヲ用フベシ

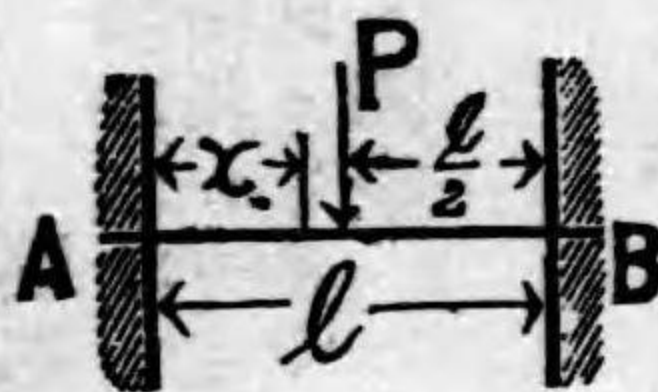
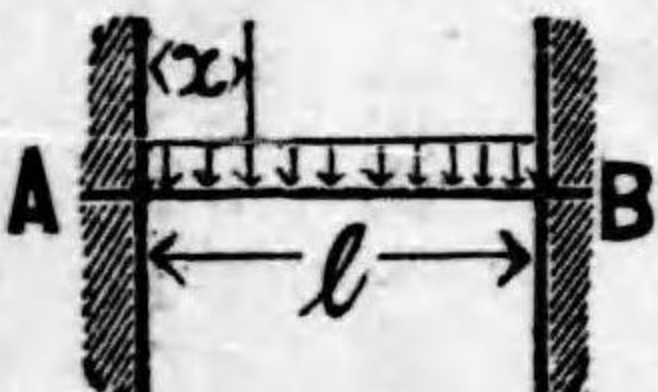
桁及ビ荷重ノ種類	反力 R_a 及 R_b	彎曲率 M	最大撓度 D
	$R_a = R_b = \frac{P}{2}$	$M_x = \frac{Px}{2}$ $M_{max} = \frac{Pl}{4}$	$D = \frac{Pl^3}{48EI}$
	$R_a = \frac{Pl_2}{l}$ $R_b = \frac{Pl_1}{l}$	$M_{x1} = \frac{Pl_2}{l}x$ $M_{x2} = \frac{Pl_1}{l}x_2$ $M_{max} = \frac{Pl_1l_2}{l}$	$D = \frac{Pl^3}{3EI} \frac{l_1^2}{l^2} \frac{l_2^2}{l^2}$
<p>$p = \text{単位長ノ荷重}$</p>	$R_a = R_b = \frac{pl}{2}$	$M_x = \frac{1}{2}px(l-x)$ $M_{max} = \frac{pl^2}{8}$	$D = \frac{5}{384} \frac{pl^4}{EI}$

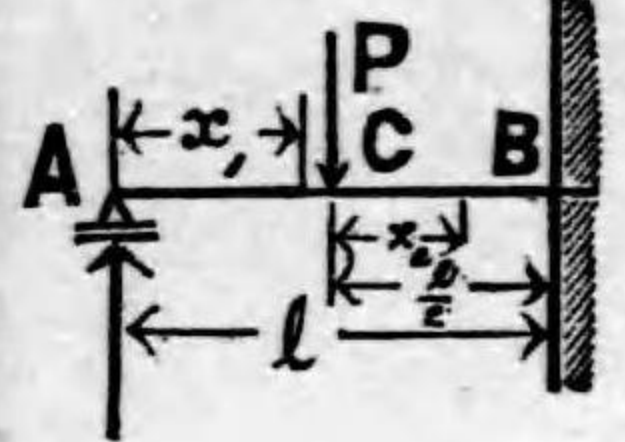
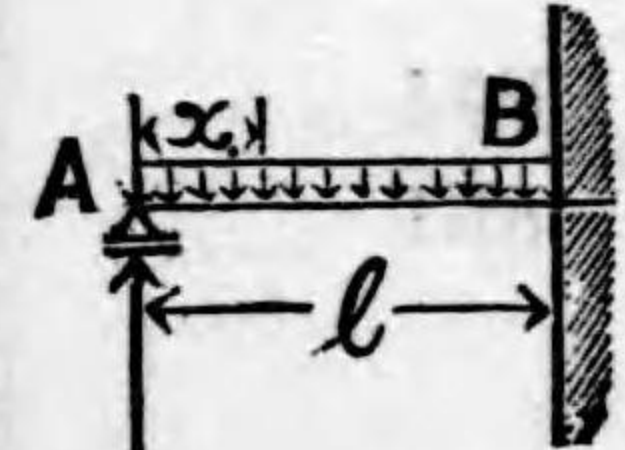
均等ナル横断面ヲ有スル桁ノ反力、彎曲率及ビ撓度ヲ示ス表
E=彈性率、I=階率

桁及ビ荷重ノ種類	反力 R_a 及 R_b	彎曲率 M	最大撓度 D
	$R_a = P$	$M_x = Px$ $M_{max} = Pl$	$D = \frac{Pl^3}{3EI}$
	$R_a = pl$	$M_x = \frac{px^2}{2}$ $M_{max} = \frac{pl^2}{2}$	$D = \frac{pl^4}{8EI}$
	$R_a = P$	$M_x = \frac{Px^3}{3l^2}$ $M_{max} = \frac{Pl}{3}$	$D = \frac{Pl^3}{15EI}$

桁及ビ荷重ノ種類	反力 R_a 及 R_b	彎曲率 M	最大撓度 D
	$R_a = \frac{1}{3}P$ $R_b = \frac{2}{3}P$	$M = \frac{Px}{3} \left(1 - \frac{x^2}{l^2}\right)$ $M_{max} = \frac{104Pl}{810}$	$D = \frac{47}{3600} \frac{Pl^3}{EI}$
	$R_a = R_b = P$	CAノ部分 $M = Pd$ BDノ部分 $M = Pd$ ABノ部分 $M = Pd$	$D = \frac{Pl^2d}{8EI}$

桁及ビ荷重ノ種類	反力 R_a 及 R_b	彎曲率 M	最大撓度 D
	$R_a = R_b = P$	AC, BDノ部分 $M = Px$ CDノ部分 $M = Pd$ $M_{max} = Pd$	$D = \frac{Pd}{24EI} (3l^2 - 4d^2)$
	$R_a = \frac{pd_3(2d_2 + d_3)}{2l}$ $R_b = \frac{pd_3(2d_1 + d_3)}{2l}$	ACノ部分 $M_{x1} = \frac{pd_3(2d_2 + d_3)}{2l} x_1$ BDノ部分 $M_{x2} = \frac{pd_3(2d_1 + d_3)}{2l} x_2$ $M_{max} = R_a \left(d_1 + \frac{R_a}{2p}\right)$	

桁及ビ荷重ノ種類	反力 R_a 及 R_b	彎曲率 M	最大撓度 D
	$R_a = R_b = \frac{P}{2}$	$M_x = \frac{Pl}{2} \left(\frac{x}{l} - \frac{1}{4} \right)$ $M_{max} = \frac{Pl}{8}$	$D = \frac{Pl^3}{192EI}$
<p>p = 單位長ノ荷重</p> 	$R_a = R_b = \frac{pl}{2}$	$M_x = \frac{pl^2}{2} \left(\frac{1}{6} - \frac{x}{l} + \frac{x^2}{l^2} \right)$ $M_{max} = \frac{pl^2}{12}$ <p>{ M_{max} AB 點 = } { テ起ル }</p>	$D = \frac{pl^4}{384EI}$

桁及ビ荷重ノ種類	反力 R_a 及 R_b	彎曲率 M	最大撓度 D
	$R_a = \frac{5}{16}P$ $R_b = \frac{11}{16}P$	<p>ACノ部分</p> $M_{x_1} = \frac{5}{16}Px_1$ <p>CBノ部分</p> $M_{x_2} = Pl \left(\frac{5}{32} - \frac{11x_2}{16l} \right)$ $M_{max} = \frac{3}{16}Pl$ $M_c = \frac{5}{32}Pl$	$D_c = \frac{7}{768} \frac{Pl^3}{EI}$ $D_{max} = \sqrt{\frac{1}{5}} \frac{Pl^3}{48EI}$ <p>{ 但 $x = l\sqrt{\frac{1}{5}}$ ナル } { 點ニテ D_{max} 起ル }</p>
	$R_a = \frac{3}{8}pl$ $R_b = \frac{5}{8}pl$	$M_x = \frac{px^2}{2} \left(\frac{3}{4} - \frac{x}{l} \right)$ $M_{max} = \frac{pl^2}{8}$ <p>(M_{max} B 點ニテ起ル)</p>	$D = \frac{pl^4}{185EI}$ <p>{ 但 $x = 0.4215l$ ナ } { ル點ニテ起ル }</p>

連続桁

連続桁ノ應力計算ニ於テ基礎トナルベキ公式ハ所謂三個反偶力ノ定理ニシテ即チ左式ノ如シ
 一、一般ノ場合 $M_{r-1} M_r M_{r+1}$... 任意ノ連続セル三支點ノ反偶力



$l_r l_{r+1}$... 徑間

$F_r F_{r+1}$... 單桁トシテノ彎曲率圖面積

$\xi_r \xi_{r+1}$... F_r ノ重心ヨリ左及右ノ支點ニ至ル水平距離

E... 彈性率

I... 桁断面ノ中軸ニ對スル慣性率(餘長ヲ減ジテ)

β_r ... 支點r-1ヲ結ブ直線ガ水平線トナス角ノ正切

$$M_{r-1} l_r + 2M_r (l_r + l_{r+1}) + M_{r+1} l_{r+1}$$

$$= b F_r \frac{\xi_r}{l_r} + b F_{r+1} \frac{\xi'_{r+1}}{l_{r+1}} + 6EI(\beta_{r+1} - \beta_r) \dots (1)$$

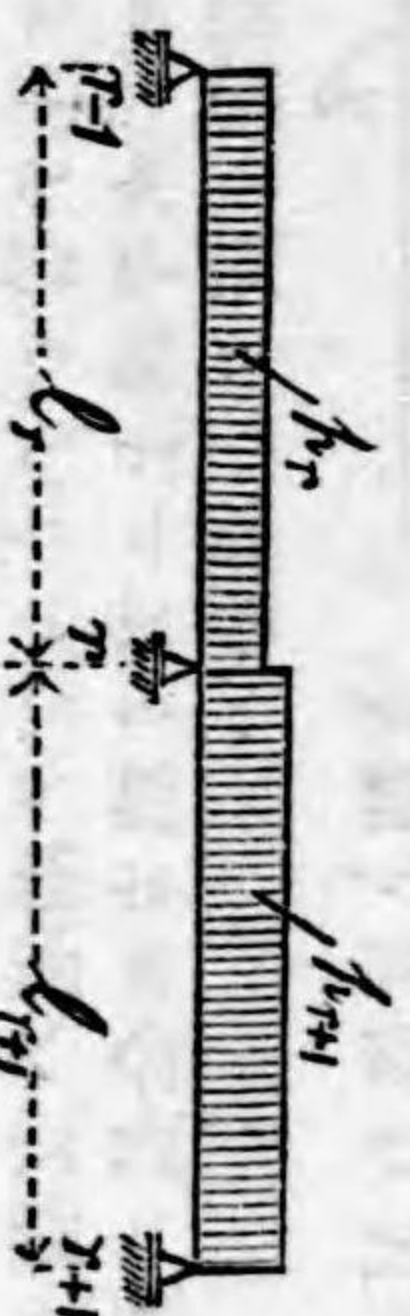
二、支點ガ皆一水平線上ニアリテ集荷重ヲ受ケル場合



$$M_{r-1} l_r + 2M_r (l_r + l_{r+1}) + M_{r+1} l_{r+1}$$

$$= \frac{1}{l_r} \sum P_r a_r b_r (l_r + a_r) + \frac{1}{l_{r+1}} \sum P_{r+1} a_{r+1} b_{r+1} (l_{r+1} + a_{r+1}) \dots (2)$$

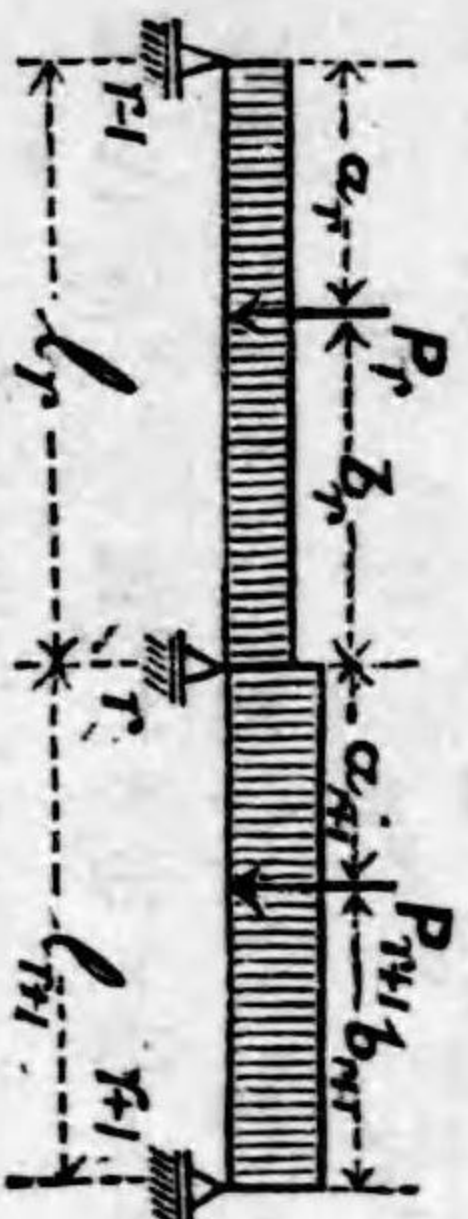
三、支點ガ皆一水平線上ニアリ徑間全部ニ等布荷重ヲ受ケル場合



$$M_{r-1} l_r + 2M_r (l_r + l_{r+1}) + M_{r+1} l_{r+1} = \frac{1}{4} P_r l_r^2 + \frac{1}{4} P_{r+1} l_{r+1}^2$$

四、支點ガ皆一水平線上ニアリ集荷重ト徑間全部ニ等布荷重トヲ同時ニ受ケル場合

$$M_{r-1} l_r + 2M_r (l_r + l_{r+1}) + M_{r+1} l_{r+1} = \frac{1}{4} P_r l_r^2 + \frac{1}{4} P_{r+1} l_{r+1}^2 + \frac{1}{l_r} \sum P_r a_r b_r (l_r + a_r) \dots (3)$$

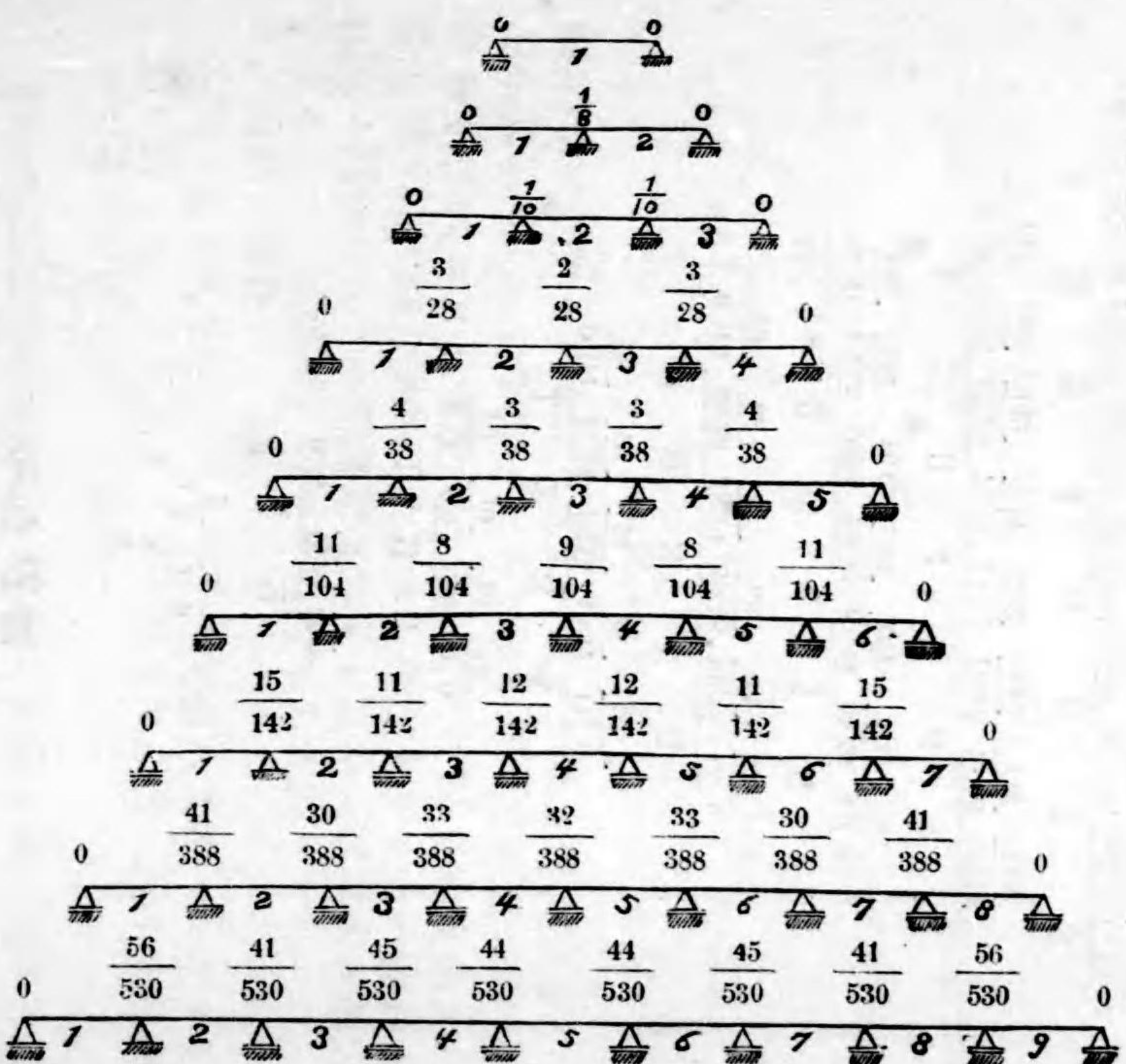


右ノ各場合ニ於テ最終最始ノ兩端ガ支點ニシテ徑間ノ數ガnナルトキハ兩端ガ支點ナルヨ

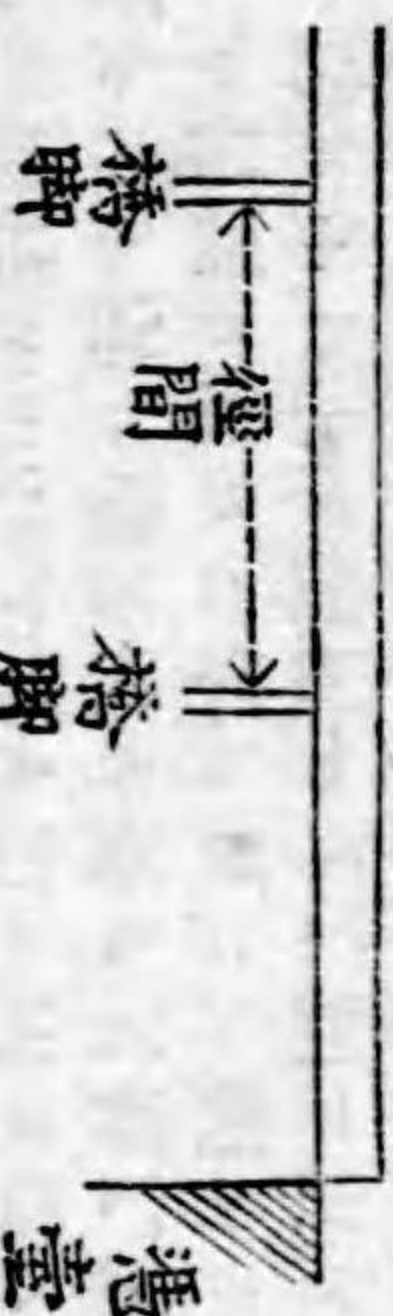
$$M_0 = 0 \quad M_n = 0$$

ニシテ三ツノ連続セル支點ニ就イテ生ズル(n-1)個ノ三個反偶力ノ方程式ノ右邊ハ何レモ既知量ナルヲ以テ今 $a_1 a_2 a_3 \dots a_{n-1}$ ニテ示セバ

支點反偶力ノ係數 a
 全等布荷重
 全等徑間



連続シタル構桁ノ憑臺及橋脚ニ分配スル重量

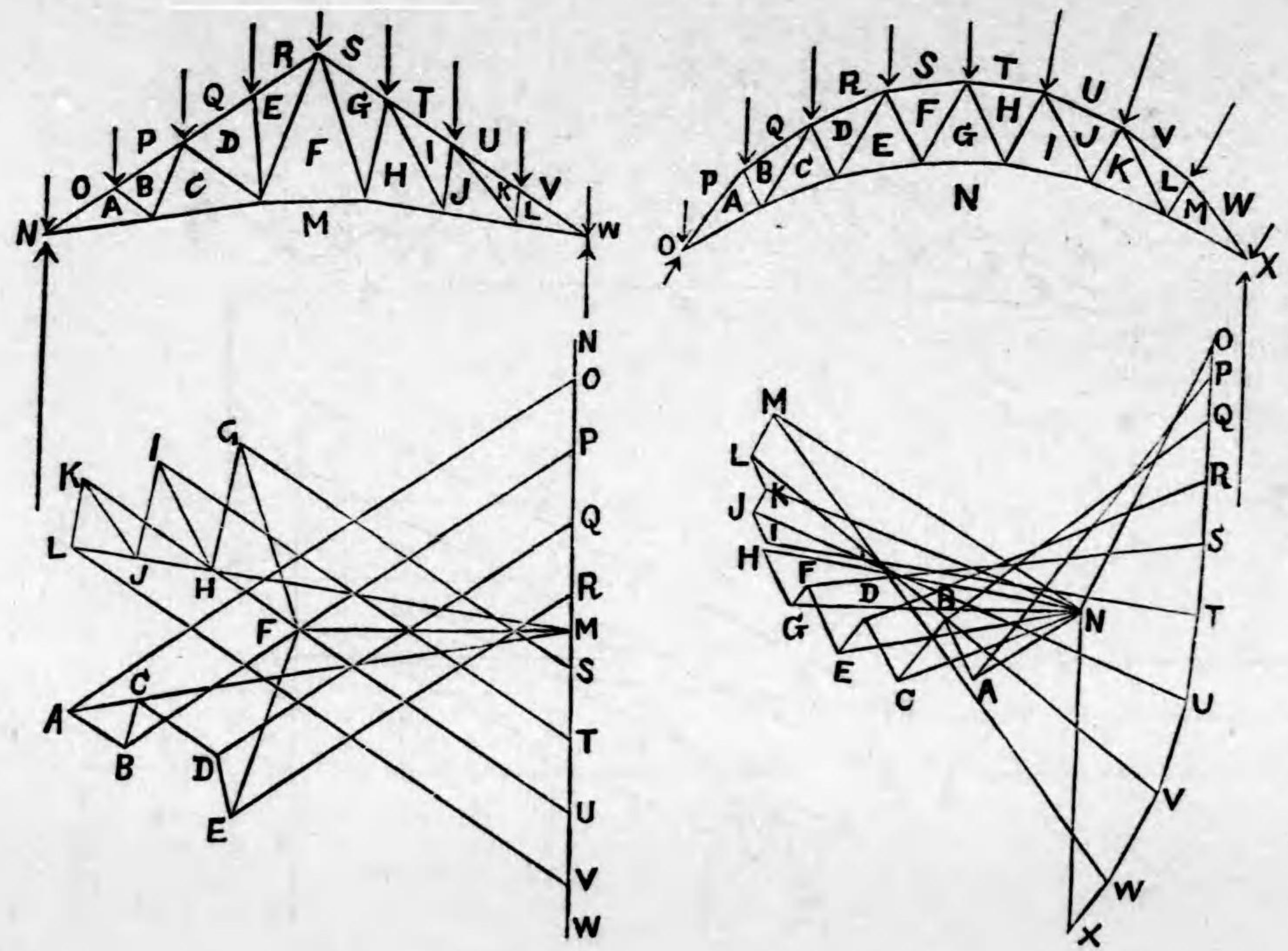


上圖ニ示ス如ク桁連續シタルトキ各徑間ニ重荷一個ヲ有
 スルモノトスレバ其分配ノ量左ノ表ニ示スモノハ如シ
 假令ハ徑間ノ數四ノ數ハ一方ノ憑臺ヨリ順次ニ割合
 セバ

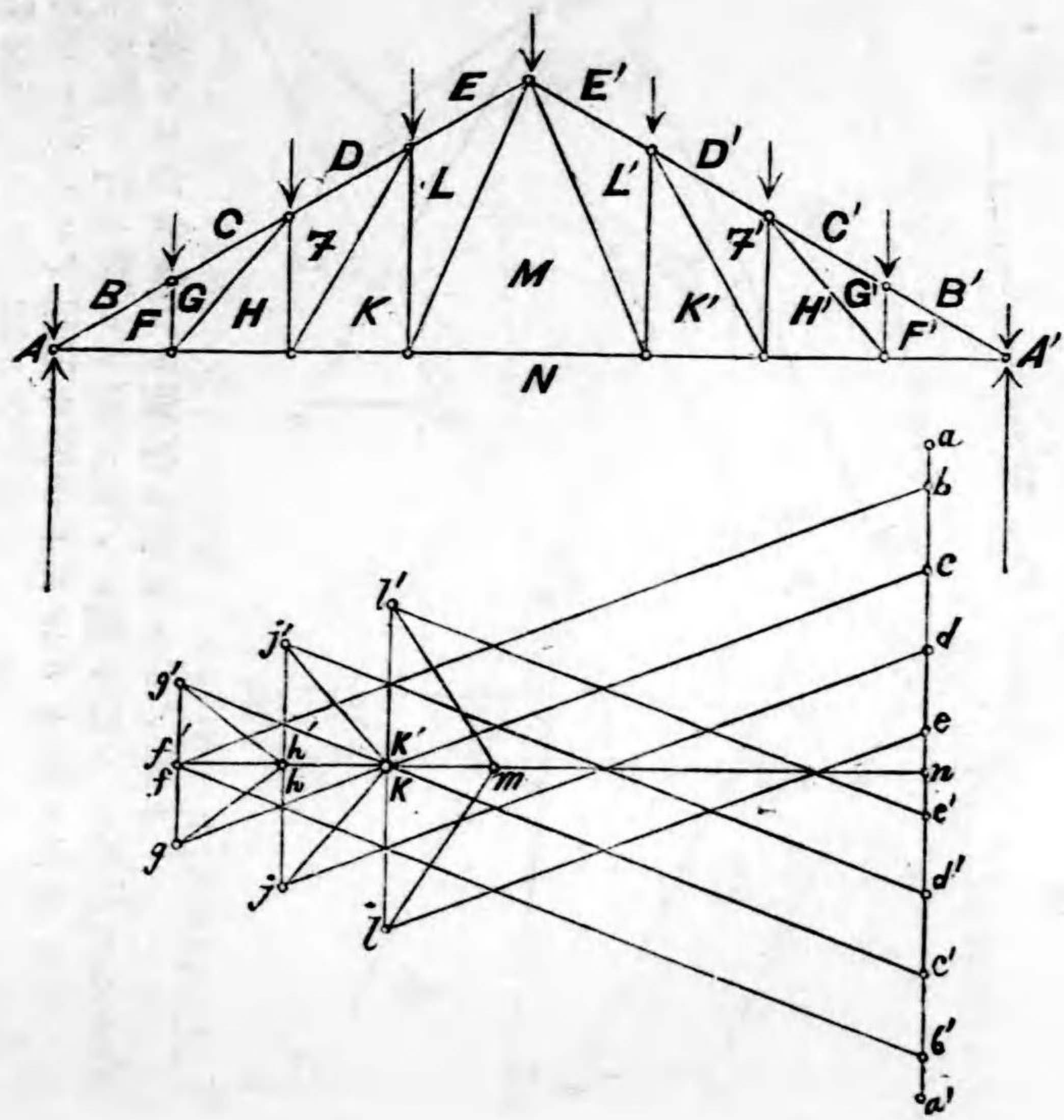
徑間一 同上 同上 同上
 憑臺 第一 第二 第一 憑臺
 11 32 26 32 11
 23 28 23 28 23

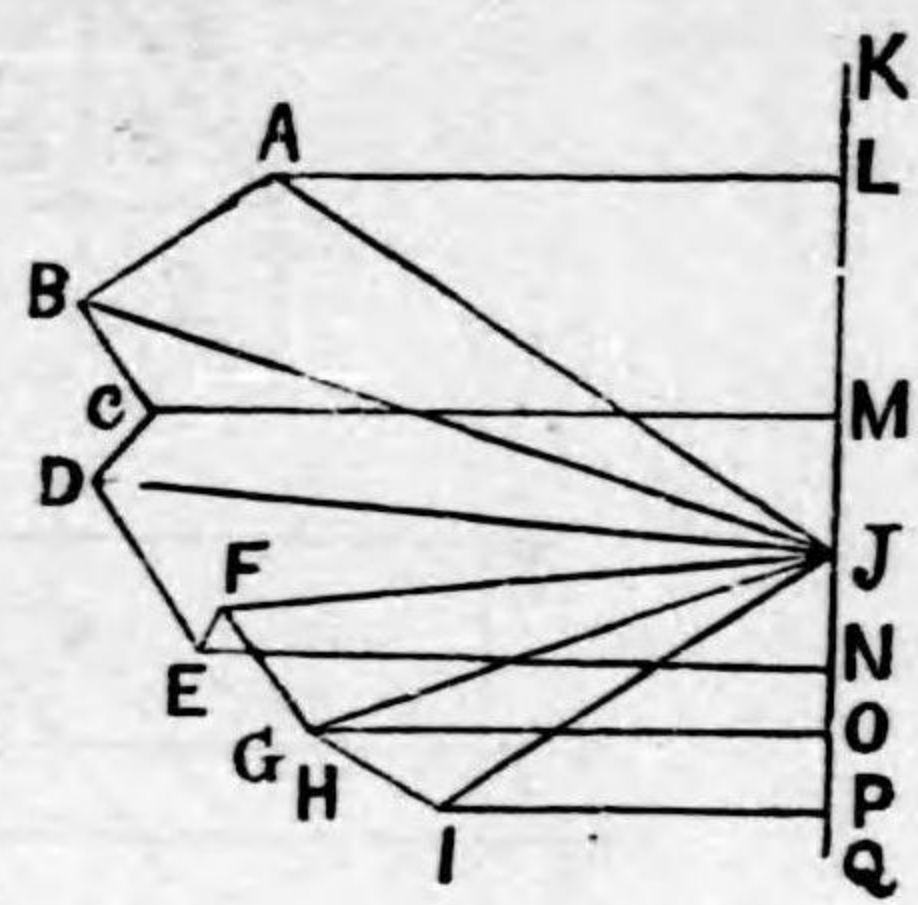
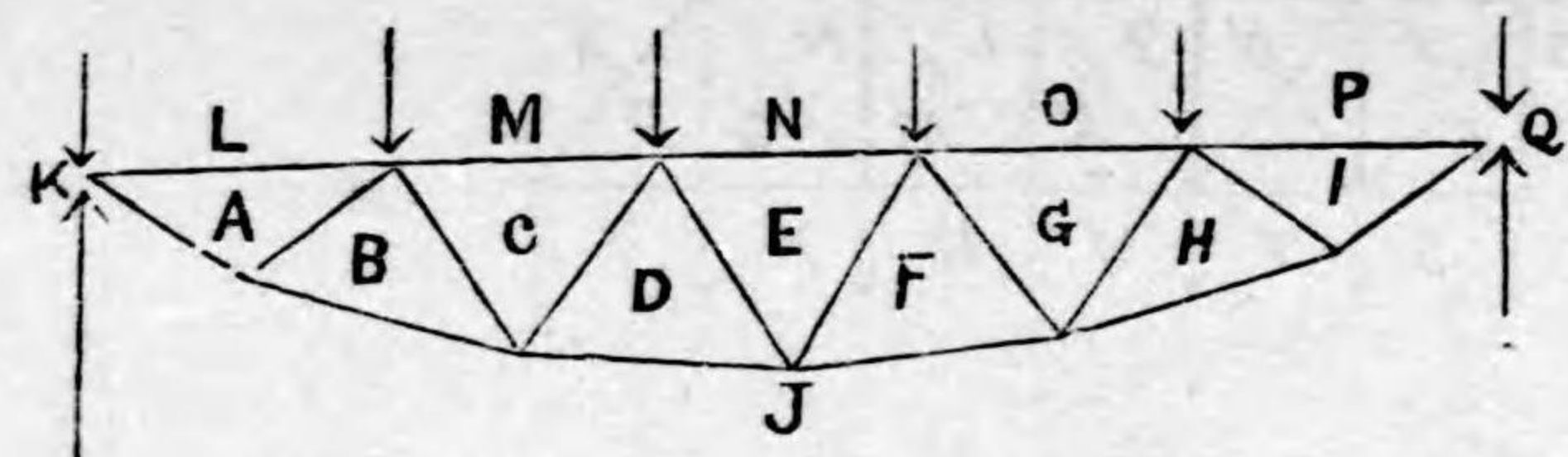
徑間ノ數五箇以上ニ達スルトキハ憑臺及橋脚上ニ分配ス
 ル重量ハ徑間無限ナルトキト相同シキナリ

徑間ノ數	荷重						
	第一	第二	第三	第四	第五	第六	第七
2	3/8	1/0	—	—	—	—	—
3	4/10	1/1	—	—	—	—	—
4	1/28	2/28	2/28	—	—	—	—
5	1/38	2/38	3/38	—	—	—	—
無限	.2943	1.1340	.9641	1.0096	.9974	1.0007	.9998
							1.00

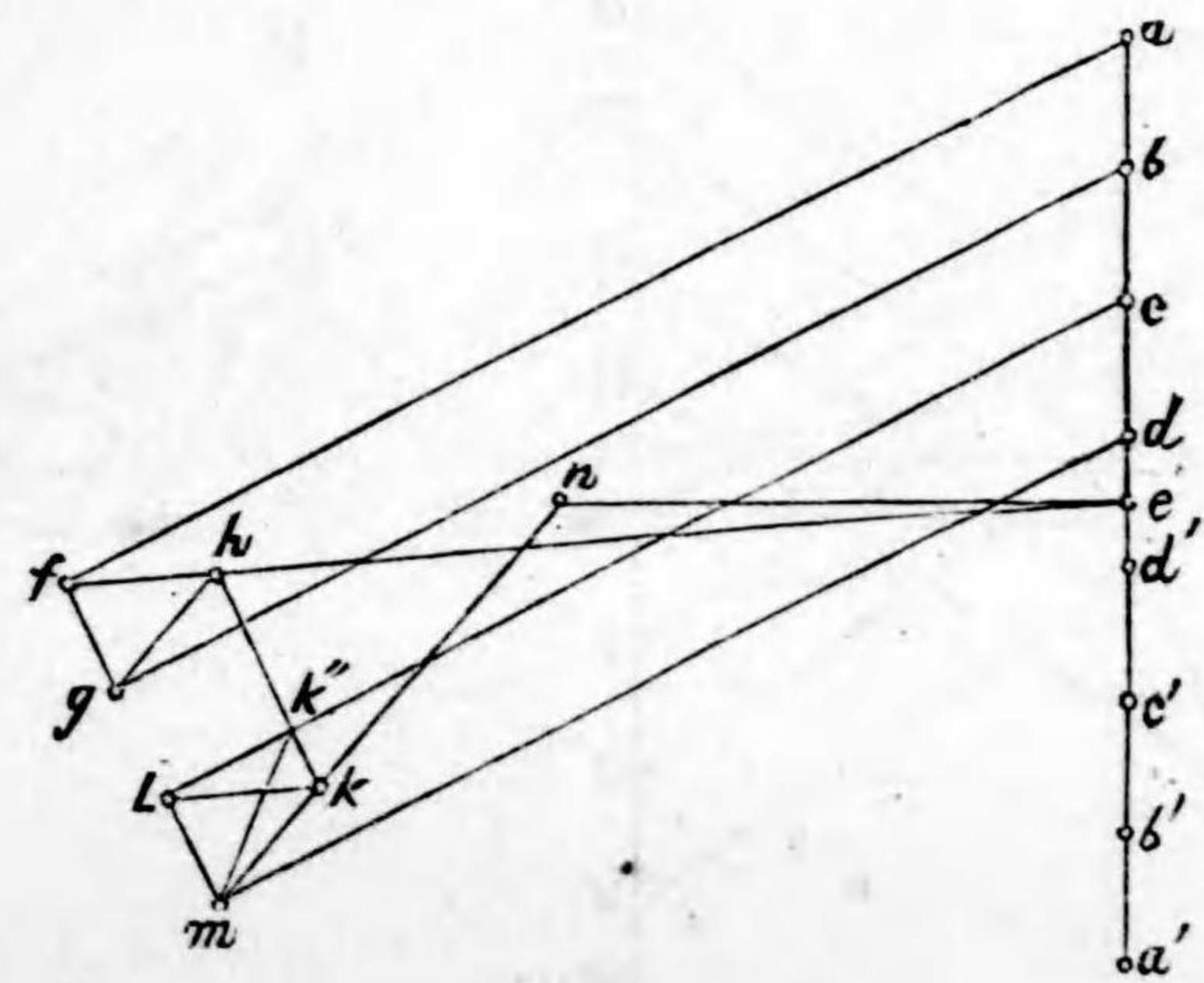
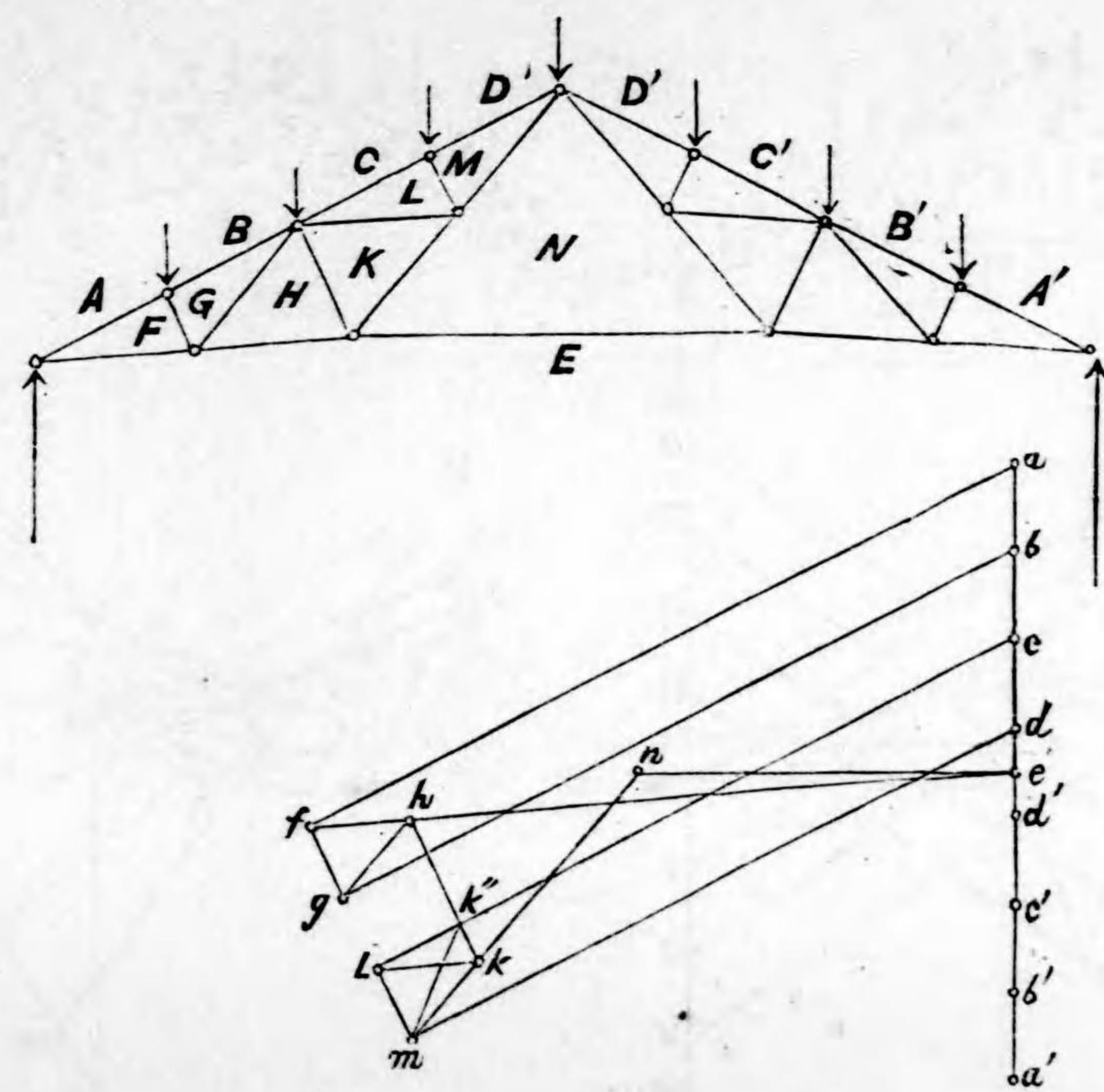
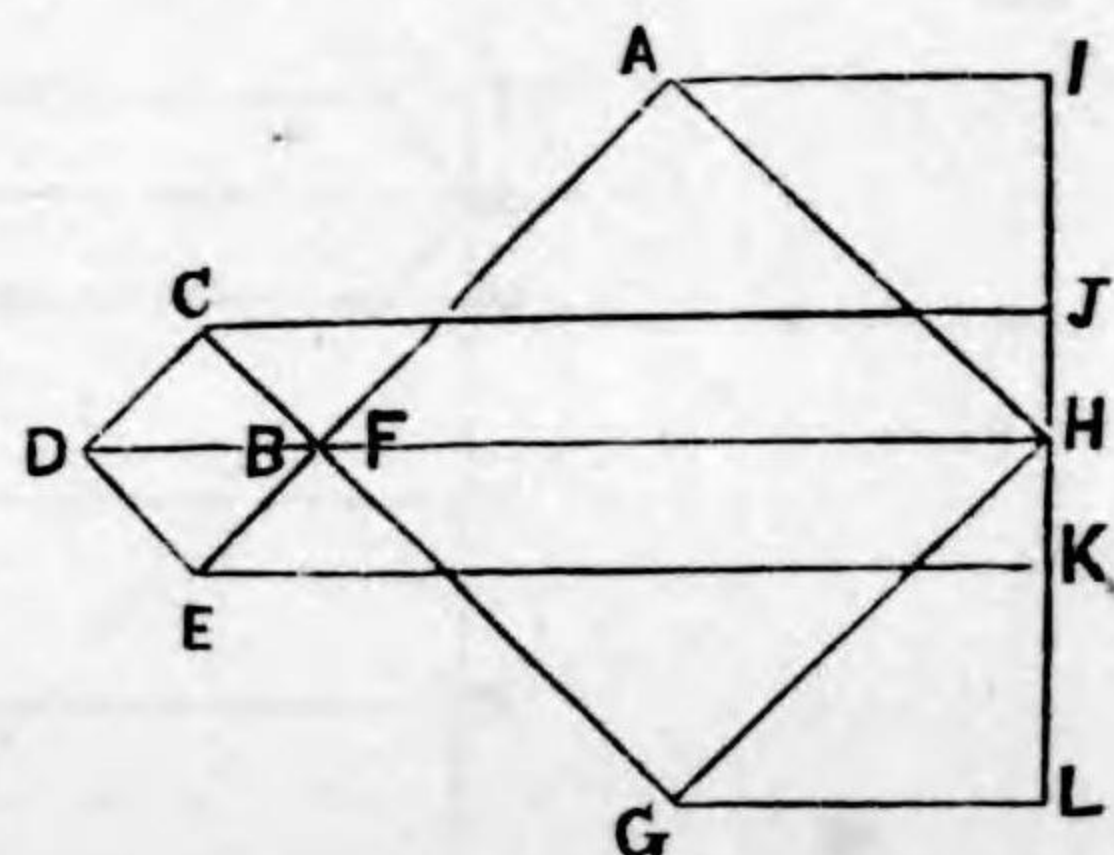
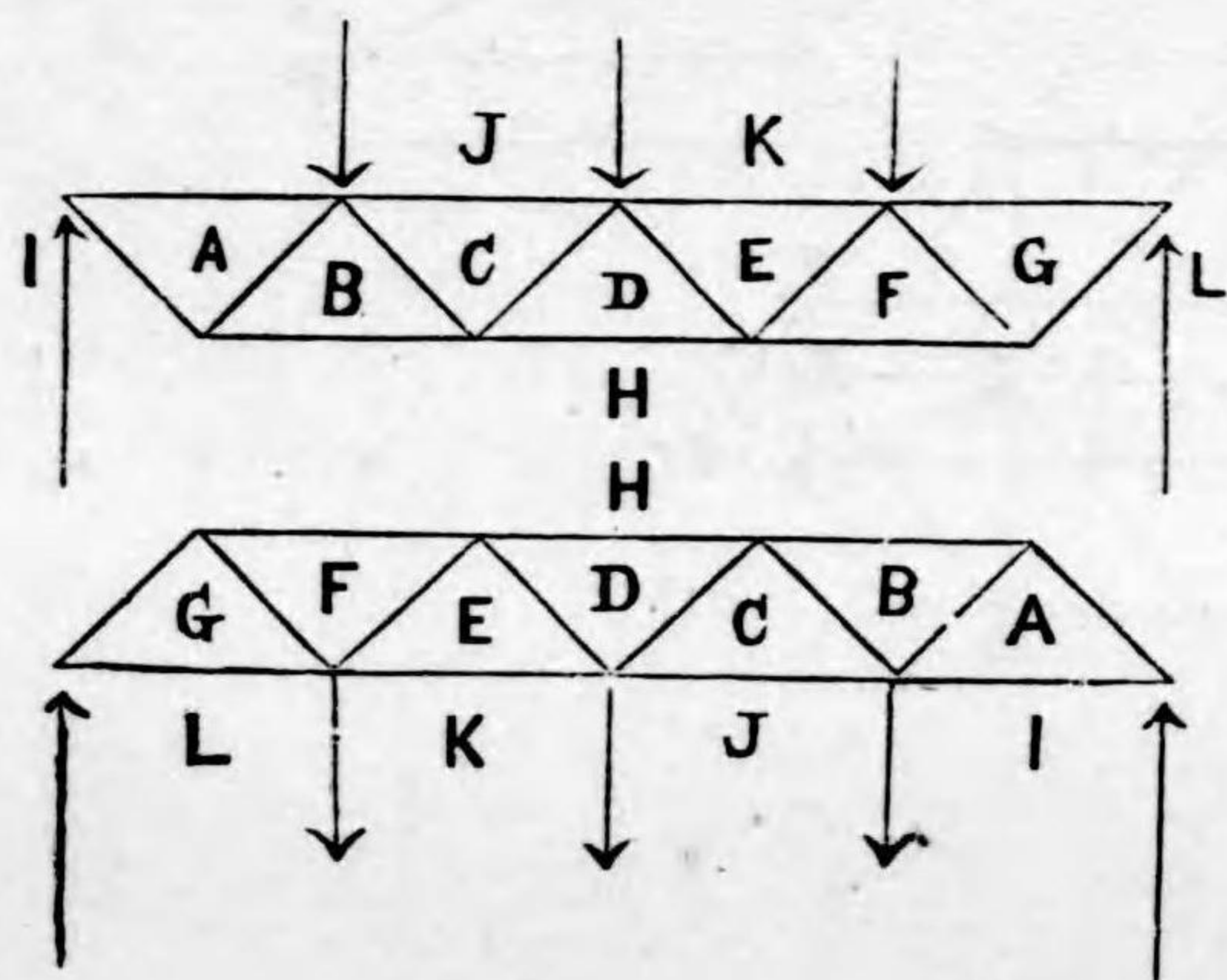


圖式力學ニヨリ結構ノ各部構材ノ應力ヲ求ムル法
大ナル屋根ノ如キモ

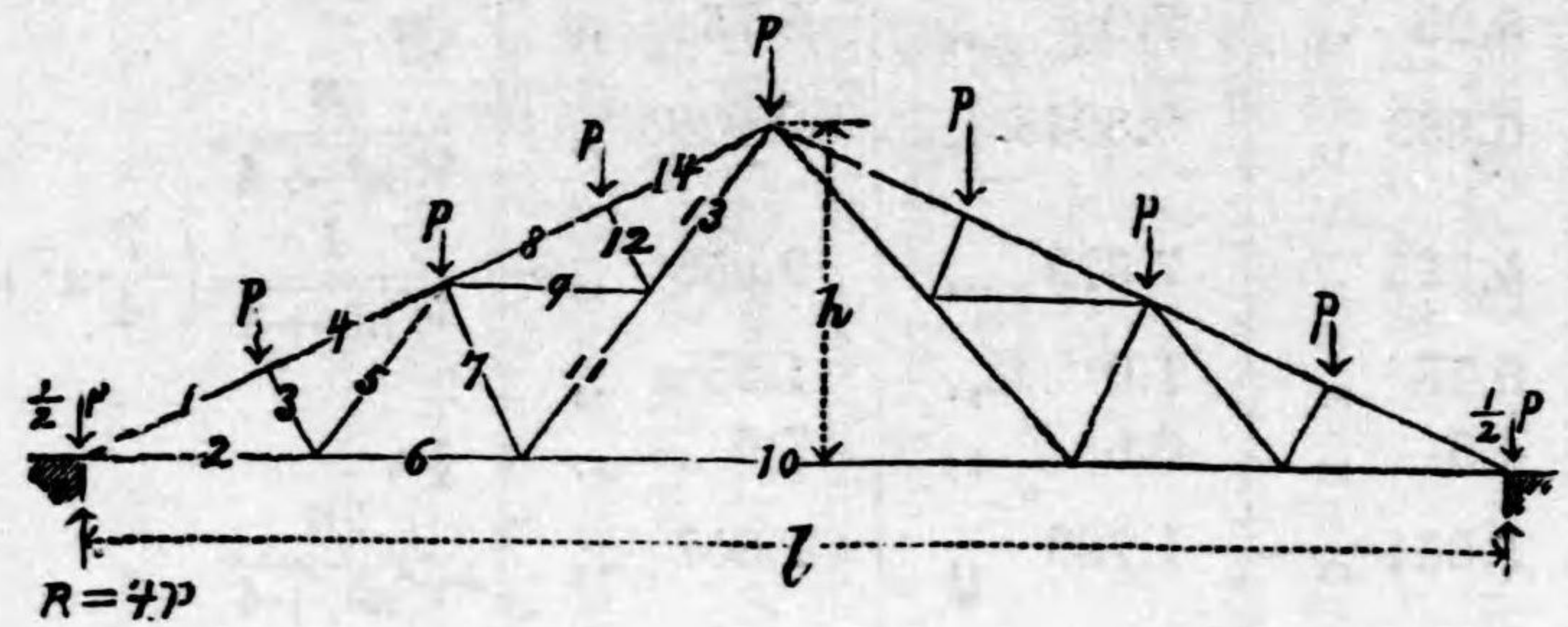




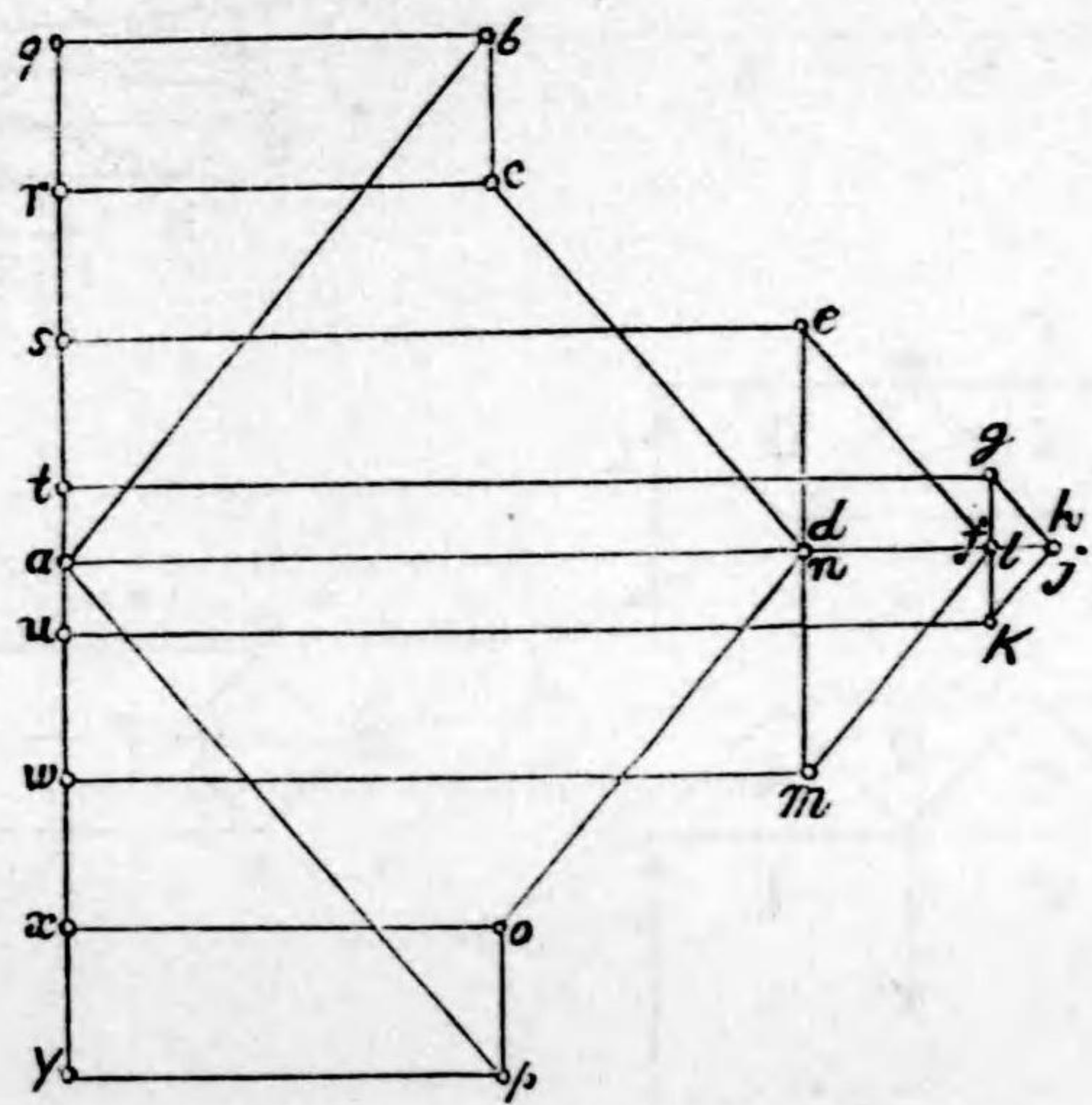
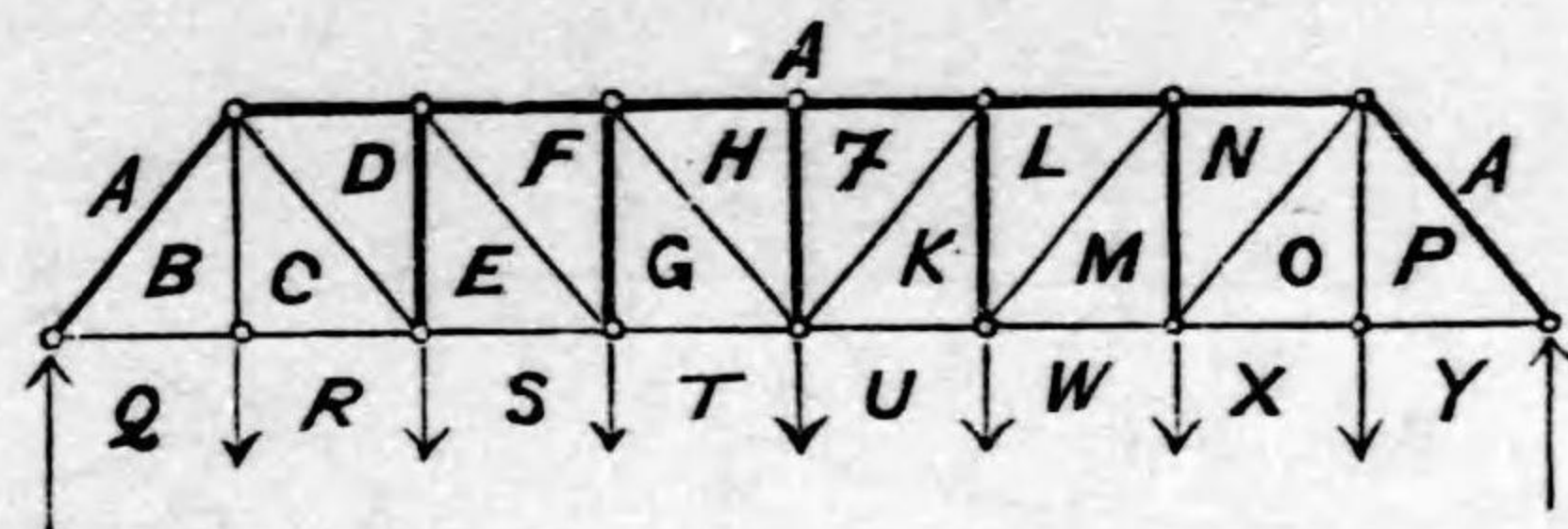
橋構ノ如キモノ



フリンク氏屋根組應力表



$$n = \frac{l}{h}$$



各部	n=3	n=4	n=5	一般
1 壓 strut	6.31 P	7.826 P	7.4247 P	$\frac{1}{4}\sqrt{n^2+4}$ × P
2 張 Tie	5.25 "	7.0 "	8.75 "	$\frac{1}{4}n$ "
3 壓 strut	0.832 "	0.8945 "	0.9285 "	$\frac{n}{\sqrt{n^2+4}}$ "
4 ,, strut	5.755 "	7.379 "	9.053 "	$\frac{1}{\sqrt{n^2+4}}\left(\frac{7}{4}n^2+5\right)$ "
5 張 Tie	0.75 "	1.0 "	1.25 "	$\frac{n}{4}$ "
6 ,, Tie	4.5 "	6.0 "	7.5 "	$\frac{3}{2}n$ "
7 壓 strut	1.664 "	1.789 "	1.857 "	$\frac{2n}{\sqrt{n^2+4}}$ "
8 ,, strut	5.200 "	6.902 "	8.681 "	$\frac{1}{\sqrt{n^2+4}}\left(\frac{7}{4}n^2+3\right)$ "
9 張 Tie	0.75 "	1.0 "	1.25 "	$\frac{n}{4}$ "
10 ,, Tie	3.0 "	4.0 "	5.0 "	$\frac{n}{2}$ "
11 ,, Tie	1.5 "	2.0 "	2.5 "	$\frac{1}{2}n$ "
12 壓 strut	0.832 "	0.8945 "	0.9285 "	$\frac{n}{\sqrt{n^2+4}}$ "
13 張 Tie	2.25 "	3.0 "	3.75 "	$\frac{3}{4}n$ "
14 壓 strut	4.646 "	6.485 "	8.310 "	$\frac{1}{\sqrt{n^2+4}}\left(\frac{7}{4}n+1\right)$ "

橋梁ノ種類

材料上ノ區別

1. 木橋 (Wooden bridge)
2. 鐵橋 (Iron bridge)
3. 石橋 (Stone bridge)
4. 鐵筋混凝土橋 (Reinforced concrete bridge)

目的上ノ區別

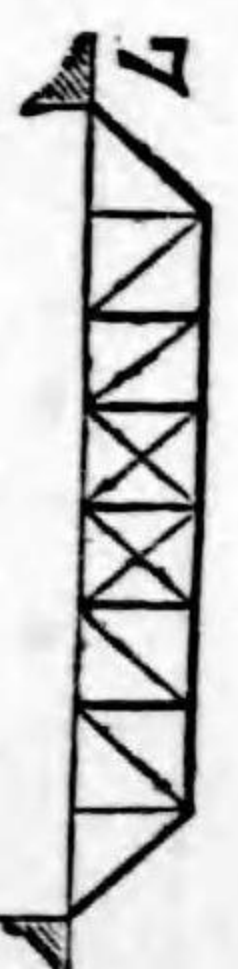
1. 公道橋 (Highway bridge)
2. 鐵道橋 (Railway bridge)
3. 水道橋 (Aqueduct)
4. 陸橋 (Viaduct)

構造上ノ區別

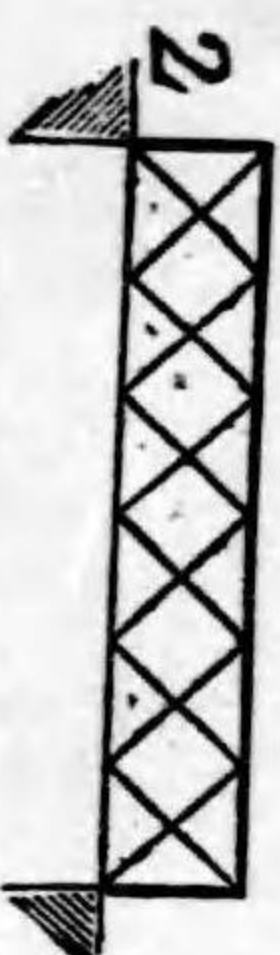
1. 桁橋 (Beam bridge)
2. 鈹桁橋 (Girder bridge)
3. 構桁橋 (Trussed bridge)
4. 拱橋 (Arched bridge)
5. 可動橋 (Movable bridge)
6. 肱木橋 (Cantilever bridge)
7. 吊橋 (Suspension bridge)
8. 連桁橋 (Continuous bridge)



1
ワッレン構桁
(Warren truss)



7
プラット構桁
(Pratt truss)



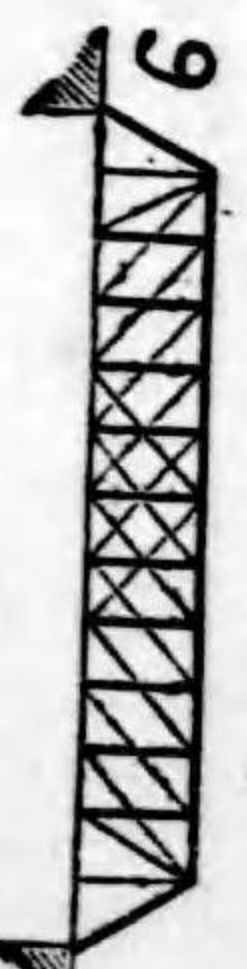
2
ダブルワッレン構桁
(Double Warren truss)



8
バルチモア構桁
(Baltimore truss)



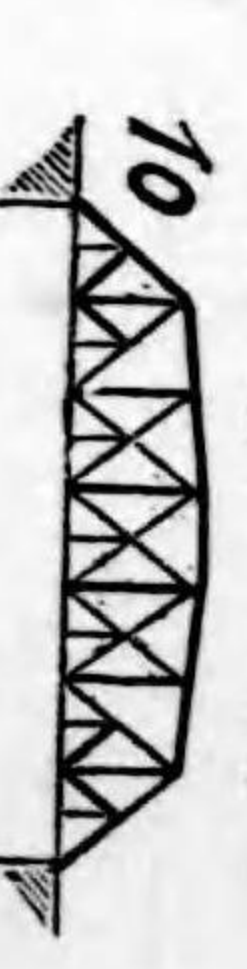
3
ピンク構桁
(Pink truss)



9
ホイップル構桁
(Whipple truss)



4
ボルマン構桁
(Bollman truss)



10
プティー構桁
(Petit truss)



5
ラチス構桁
(Lattice truss)



11
シュウェツドラー構桁
(Schwedler truss)



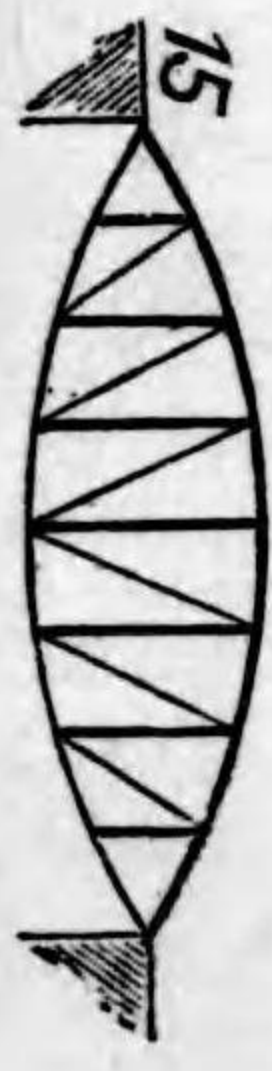
6
ハウ構桁
(Howe truss)



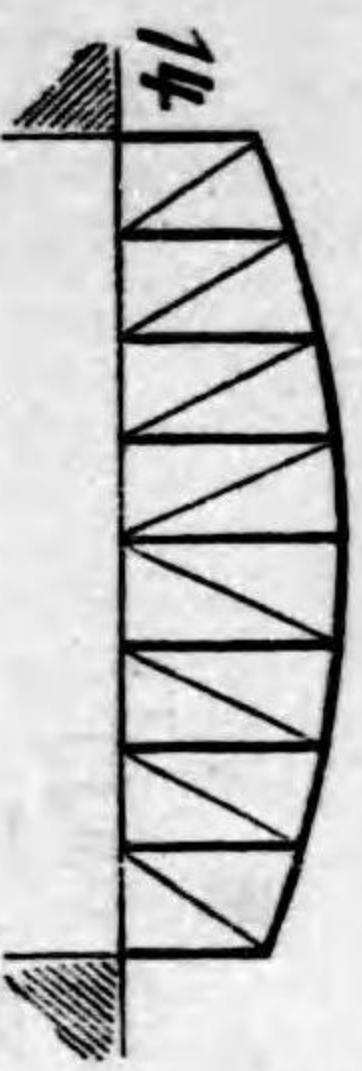
12
ペンシルバニア構桁
(Pennsylvania truss)



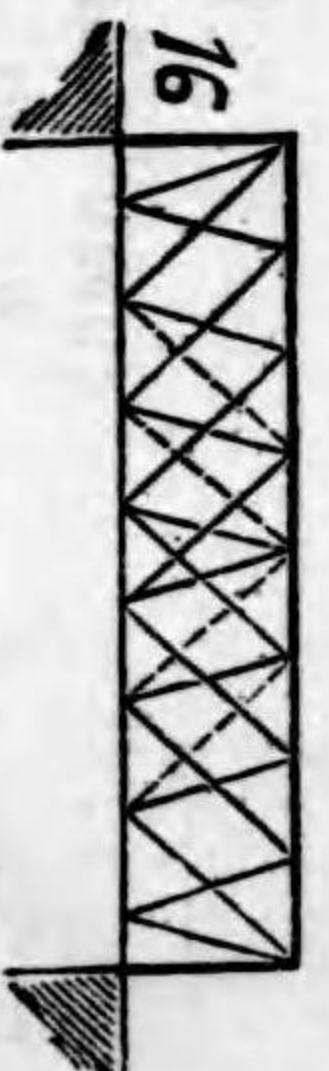
13
バウストリング構桁
(Bowstring truss)



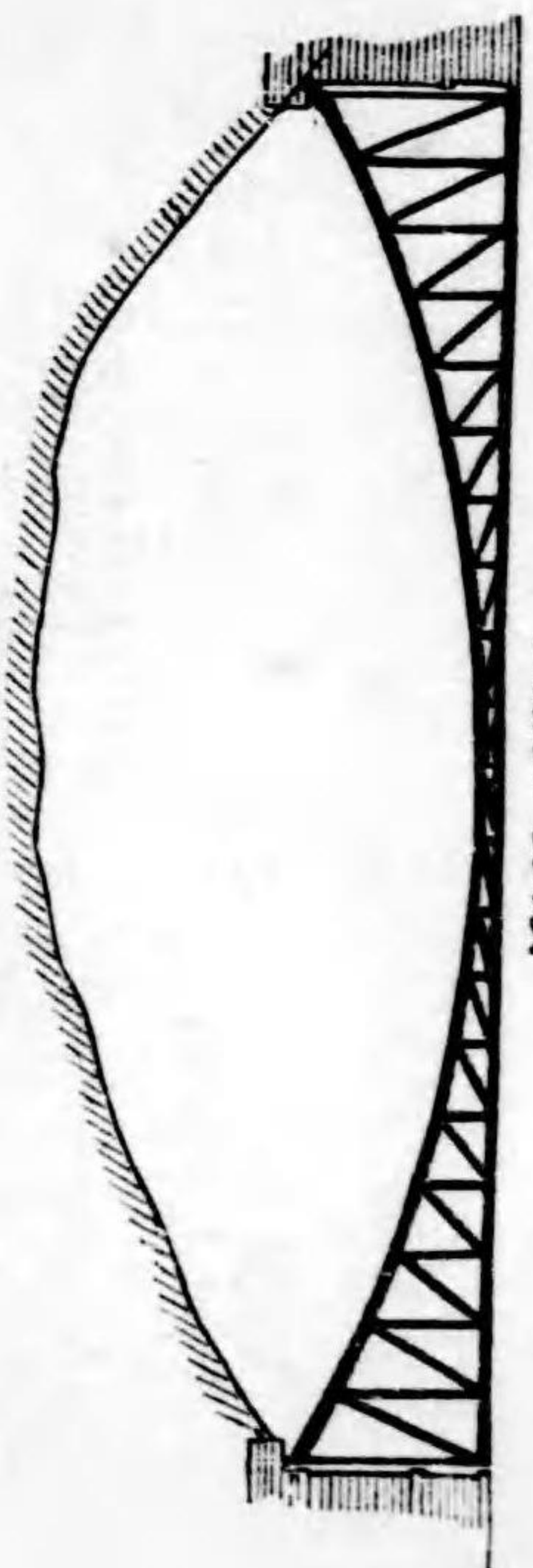
15
レンチキュラー構桁
(Lenticular truss)



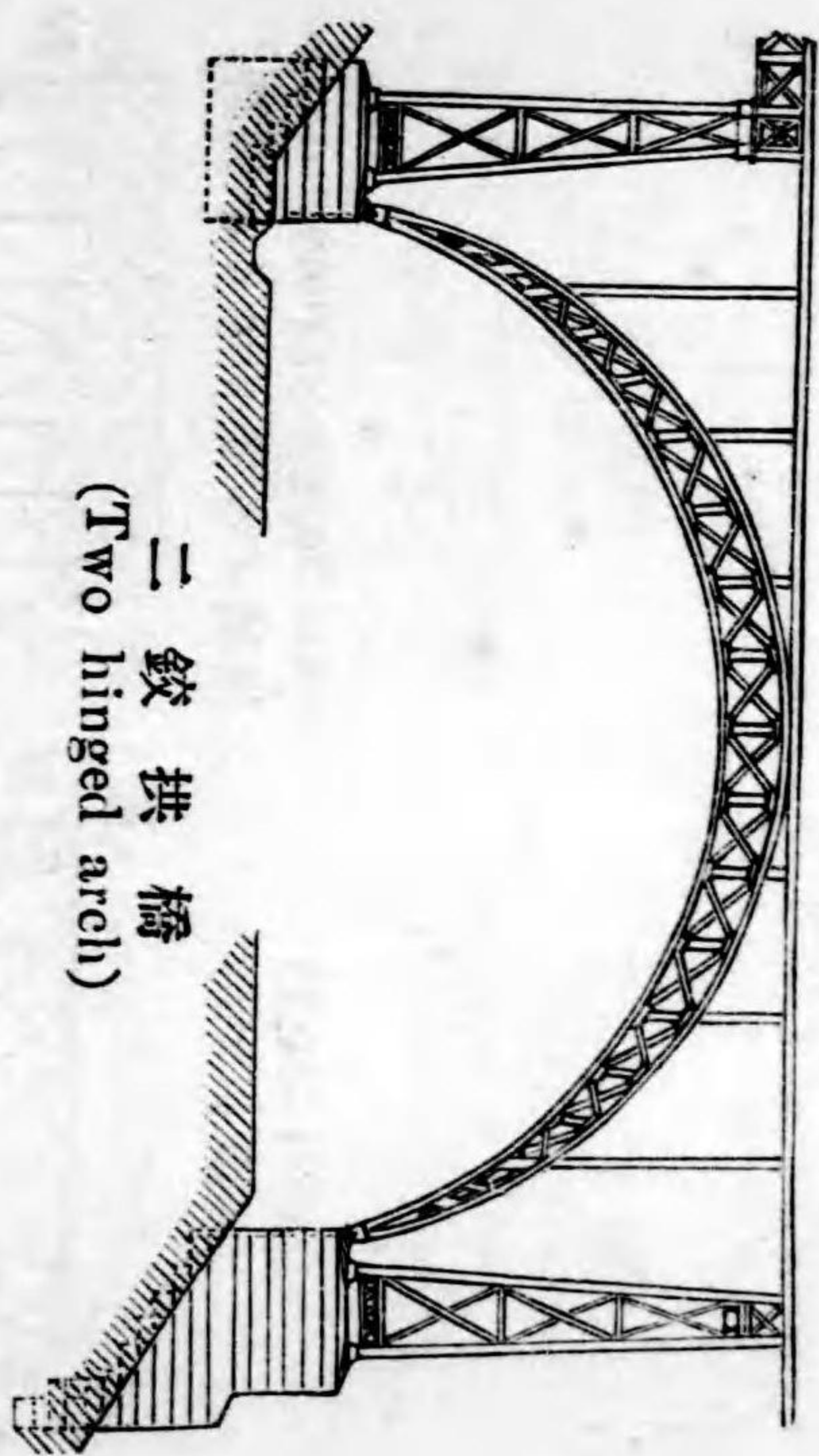
14
截形バウストリング構桁
(Truncated bowstring truss)



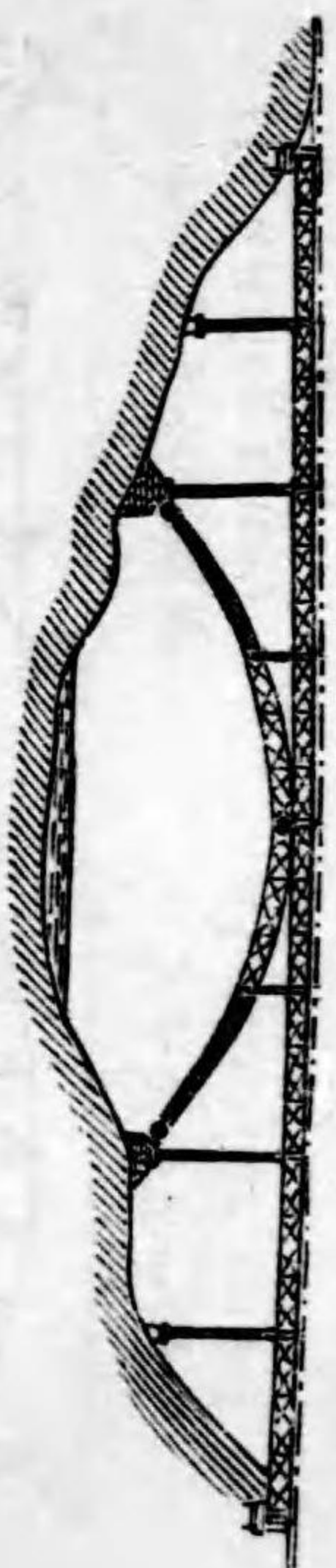
16
ポスト構桁
(Post truss)



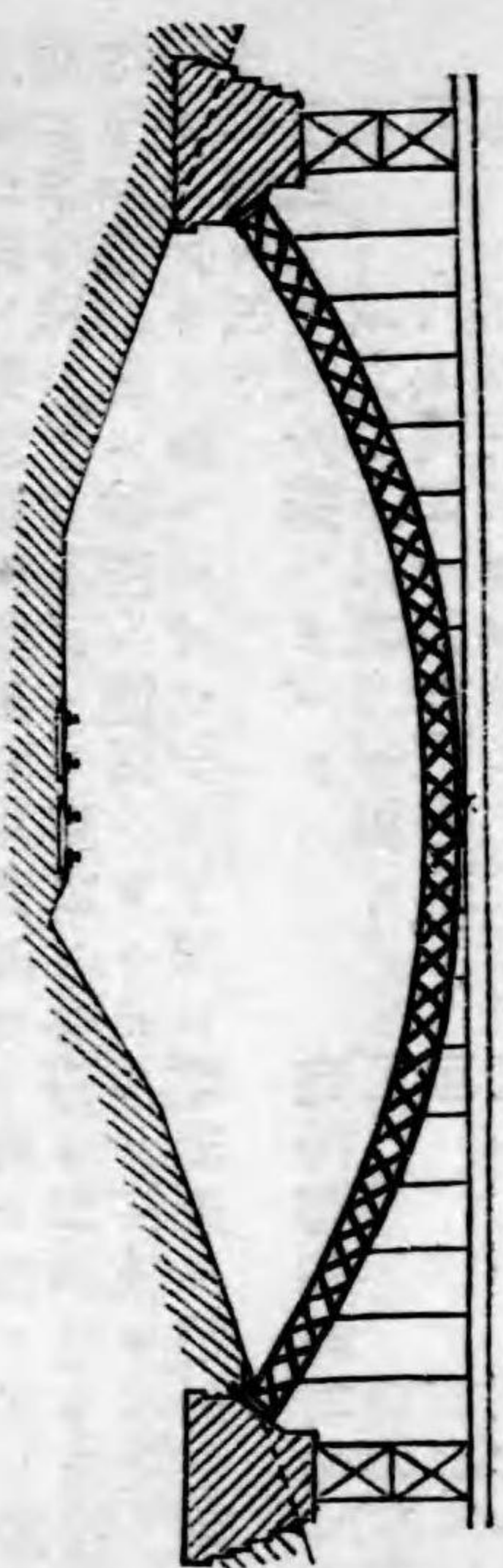
拱腹構拱
(Spandel braced arch)



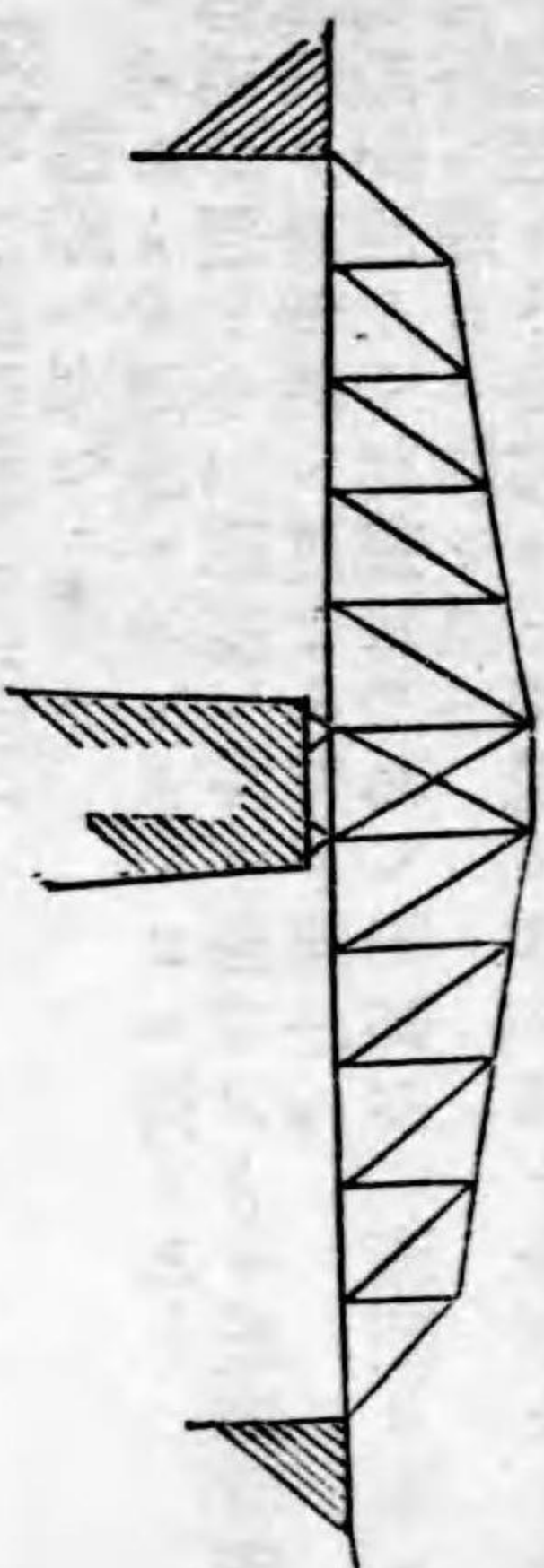
二鉸拱橋
(Two hinged arch)



三鉸拱橋
(Three hinged arch)



無鉸拱橋
(Hingeless arch)



旋開橋 (可動橋ノ一種)
(Swing bridge)



懸木橋
(Cantilever bridge)



吊橋 (Suspension bridge)

- 1. 旋開橋 (Swing bridge)
- 2. 跳躍開橋 (Bascule bridge)
- 3. 昇開橋 (Rolling bridge)
- 4. 浮渡橋 (Lift bridge)
- 5. 浮渡橋 (Pontoon bridge)
- 6. 浮渡橋 (Transfer bridge)

橋梁ノ受クル力ハ左ノ力ニ依リ成ルベシ
 (一) 列車ノ重量ハ橋梁ノ自重ニ比シテ
 (二) 風ノ力ハ橋梁ノ自重ニ比シテ
 (三) 地震ノ力ハ橋梁ノ自重ニ比シテ
 (四) 浮渡橋ノ力ハ橋梁ノ自重ニ比シテ

橋桁ノ重量(靜荷重假定用)

木桁橋

橋面一平方呎ニ付十八乃至三十封度トス但シ徑間大ナル程荷重大ナリ

ハリ式構桁

公道橋ナレバ橋面一平方呎ニ付四十乃至八十封度トス但シ徑間大ナル程荷重大ナリ又軌間四呎八吋半ノ鐵道橋ナレバ下式ノ如シ

W = 長サ一呎ニ對スル靜荷重(封度)
l = 徑間(呎)

W = 6.5l + 275

但シ軌條枕木等ノ重量ハ含マズ其重量ハ長一呎ニ付約四百封度トス

鐵桁

公道橋ニハ適當ノ式ナシ

W = 一ツノ鐵桁ニ載ルベキ全當荷重(噸)
l = 徑間(呎)

一ツノ鐵桁ノ重量 = $\frac{wl}{560}$

鐵道橋ナレバ軌間四呎八吋半ノモノニ於テハ

W = 長一呎ノ鐵材ノ重量(封度)
l = 鐵桁ノ全長(呎)

w = 12l + 150 (上路橋)
w = 12l + 500 (下路橋)

但シ軌條枕木等ノ重量ハ含マズ
軌間三呎六吋ノモノニ於テハ

w = 8.5l + 100

但シ風構ノ重量ヲ含マズ
アラウト式構桁

公道橋

w = 橋幅十六呎ノトキ狀構ヲ除クル靜荷重(長一呎ニ付封度)

I = 荷重撃衝 (Impact) の為メニ増加スベキ應力
 S = 荷重ノ為メニ起ル最大應力
 L = 最大應力ヲ生ズルベキ動荷重ノ徑間上ニアル長尺

$$I = S \frac{300}{L + 300}$$

橋梁ノ受クル風壓

橋梁ノ受クル風壓ハ其ノ風ニ曝サル、面積一平方呎ニ付左ノ割合トスベシ

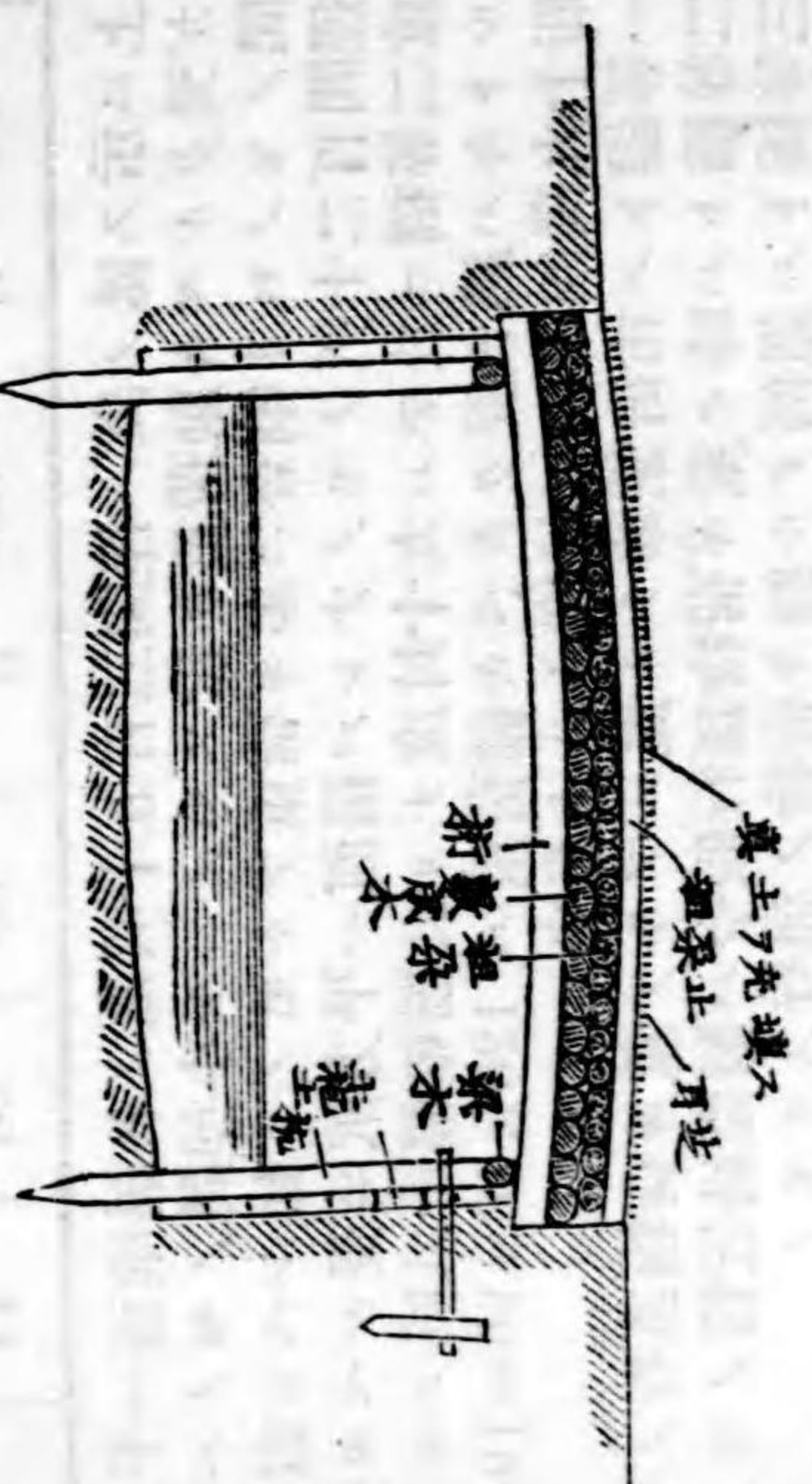
徑間百呎未満ノモノハ面一平方呎ニ付四十封度以上徑間三百呎ニ至ルマテ順次遞減シテ同三十封度ニ至ルモノヲ用フ尤モ殊更ニ風壓大ナル場所ト認ムルトキハ右ノ壓力ニ其二割五分ヲ加フベシ
 右ノ面積トハ橋床張リ橋板等ヲ水平ノ方向ニ見タル形ト一方釣桁及手摺等ヲ水平ノ向キニ見タル形トトテ合シタルモノヲ云フ

公道橋ノ受クル動荷重下表ノ如シ

Span 徑 間	Moving load per Sq. Foot of Bridge 動荷重橋面一平方呎ニ付 (封度)			
	一等	二等	三等	四等
0 呎ヨリ	ポンド 100	ポンド 100	ポンド 80	ポンド 65
50 呎迄	100	95	80	60
50	100	95	80	60
100	150	90	75	55
150	175	85	75	50
175	200	85	70	—
200	225	80	65	—
225	250	75	60	—
250	275	70	55	—
275	300	65	50	—
300	350	65	45	—

上ニ示ス處ノ表ハ徑間三百五十呎迄ノ各橋梁面一平方呎が受クルベキ動荷重ヲ示スモノニテ小徑間ノモノハ大徑間ノモノヨリ割合ノ多キ荷重アルモノト知ルベシ假令ハ徑間百二十呎ノモノナレバ橋面一平方呎ニ受ケルベキ動荷重ニ等橋ニ於テハ九十封度ナリ此橋梁幅十八呎ノモノナルトキハ總テ受クルベキ動荷重ハ $120 \times 18 \times 90 = 194400$ 即十九萬四千四百封度ナリ上表中ニアル
 一等橋トハ市街繁華ナル處ニアリテ重キ荷物通行ノモノ
 二等橋トハ時々重キ荷物通行假令ハ製造場近傍ノモノ
 三等橋トハ通例ナル輕キ荷物ノ通行スルモノ
 四等橋トハ田舎ニシテ尤モ輕キ荷物通行スルモノナリ而シテ四等橋ハ一徑間百七十五呎以上ノモノハ造ラズ

土橋



土橋ハ橋梁ノ最モ簡單ナルモノ上圖ノ如キ構造ニシテ粗
ニ里道ガ小流ヲ通過スル箇所ニ設ケラルル粗末ナル木材
梁今尙村落ニテハ頗ル簡易ニ架設セララル、故費用モ極メテ低
廉ナリ静荷重ニテハ其設計ニ當リテ大略下ノ如ク假定ス

- 土砂利及砂 100ポンド(一立方呎ニ付)
- 雪 120ポンド(一立方呎ニ付)
- 霰 8ポンド(一立方呎ニ付)
- 張足 50ポンド(一立方呎ニ付)
- 粗梁 15ポンド(一立方呎ニ付)
- 木材 25ポンド(一立方呎ニ付)

土橋ノ設計ハ只其桁ノ計算ニ止マリ他ハ適當ノ判断ニ依
ルナリ次表ハ概桁ノ大サヲ與フルモノニシテ桁ガ六尺毎
ニ置カレタルトキ徑間ニ應ジテ用フル所ノ角材又ハ丸太
ノ大サヲ示スナリ
但シ動荷重ハ毎平方呎100ポンド静荷重ハ120ポンド
トス

徑間 (尺)	角材ノ邊 (尺)	丸太ノ徑 (尺)	徑間 (尺)	角材ノ邊 (尺)	丸太ノ徑 (尺)
12	0.79	0.94	25	1.01	1.20
13	0.81	0.96	26	1.02	1.21
14	0.83	0.99	27	1.04	1.23
15	0.85	1.01	28	1.05	1.24
16	0.87	1.03	29	1.06	1.26
17	0.89	1.05	30	1.07	1.27
18	0.91	1.07	31	1.09	1.28
19	0.92	1.09	32	1.10	1.30
20	0.94	1.11	33	1.11	1.31
21	0.95	1.13	34	1.12	1.33
22	0.97	1.16	35	1.13	1.34
23	0.98	1.17	36	1.14	1.35
24	1.00	1.18			

木桁橋 (Wooden beam bridge)

桁ノ計算
 W = 一個ノ桁ノ受持ツベキ静及動荷重 (ポンド)
 即チ桁ノ長サト桁ノ間隔トヲ乗ジタル面積ニ
 一平方呎ニ付テノ静及動荷重ヲ乗ジタルモノ
 l = 桁ノ長サ (呎)
 b = 桁ノ幅 (吋) 桁ガ角材ナルトキ
 h = 桁ノ厚サ (吋)
 d = 桁ノ直徑 (吋) 桁ガ丸太ナルトキ
 f = 安全抗壓或ハ抗張強度 (一平方吋ニ付ポンド)
 角材厚 h ナキ場合
 $b = \frac{gWl}{fh^2}$

幅bhヲ假定シテ厚サhヲ求ムル場合

$$h = \sqrt{\frac{EWL}{fb}}$$

但シh>bナルハ強度ヨリ見テ經濟ナルバー方ヲ假定シテ他ヲ求ムルトキh<bナルバ假定ヲ變更シテh>bナラシムベシ

丸太ノ場合ニ直徑ヲ求ムルニハ次式ニ依ルベシ

$$d = 3 \sqrt{\frac{15WL}{f}}$$

上式fノ價ハ材料ニ從ヒテ下ノ如クス

槐	1200	(一平方吋ニ付封度)
栗	1000	"
檜	800	"
松	800	"
杉	600	"

例、徑間24呎桁ノ間隔4呎橋上ノ動荷重毎平方呎100ポンド靜荷重25ポンドナルトキ機械材ノ桁ノ大サ如何

$$W = 24 \times 4(100 + 25) = 12000 \text{ ポンド}$$

$$f = 1200 \text{ 一平方吋ニ付ポンド}$$

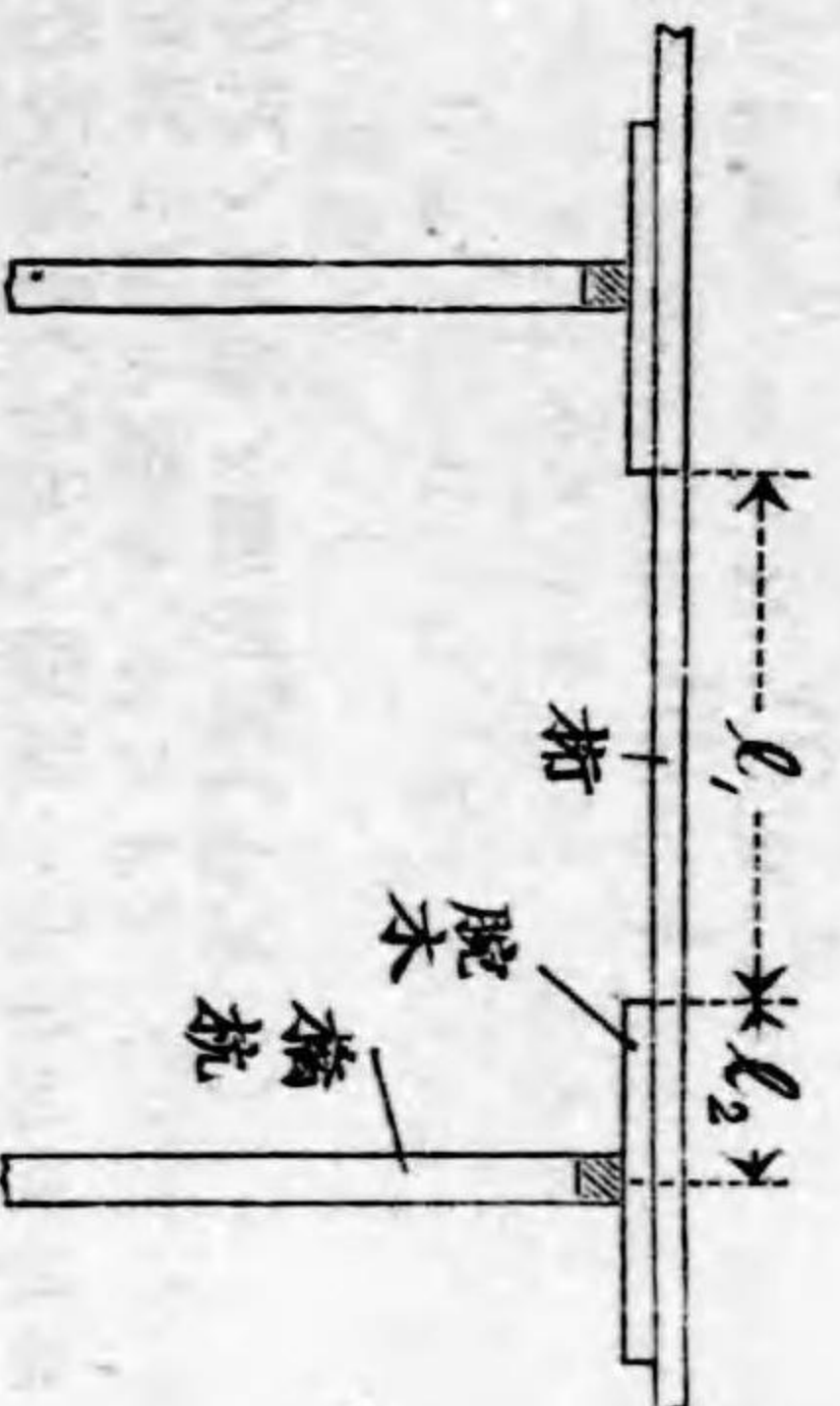
今幅b=12吋ト假定スル

$$h = \sqrt{\frac{9WL}{fb}} = \sqrt{\frac{9 \times 24 \times 12000}{1200 \times 12}} = 13.4 \text{ 吋}$$

丸太ヲ用ヒテ其直徑dヲ見ンニハ

$$d = 3 \sqrt{\frac{15WL}{f}} = 3 \sqrt{\frac{15 \times 12000 \times 24}{1200}} = 15.3 \text{ 吋}$$

腕木ノ計算



サトナルトキハ其徑間ヲ小ニスル爲メ腕木ヲ用テ大断面ノ長サ一呎上ノ動靜兩荷重(ポンド)ヲ腕木ニサレバ下式ニヨルベシ

l1 = 桁ノ徑間(呎)

l2 = 腕木ノ突出セル長(呎)

b = 腕木ノ幅(吋)

h = 腕木ノ厚サ(吋)

f = 安全強度(一平方吋ニ付ポンド)

角材ノ場合

$$bh^2 = \frac{36(l_1 + l_2)W}{f}$$

丸太ノ場合

$$d^3 = \frac{61(l_1 + l_2)W}{f}$$

腕木ハ普通角材トシ幅bハ桁ト同一ニス

例、桁ノ徑間 l1 = 20 腕木ノ突出部 l2 = 5 桁ノ間隔 4 毎平方呎ノ動靜兩荷重 130 ポンド檜材ヲ用フル時腕木ノ大サ求ム

桁ノ長サ一呎上荷重ハ

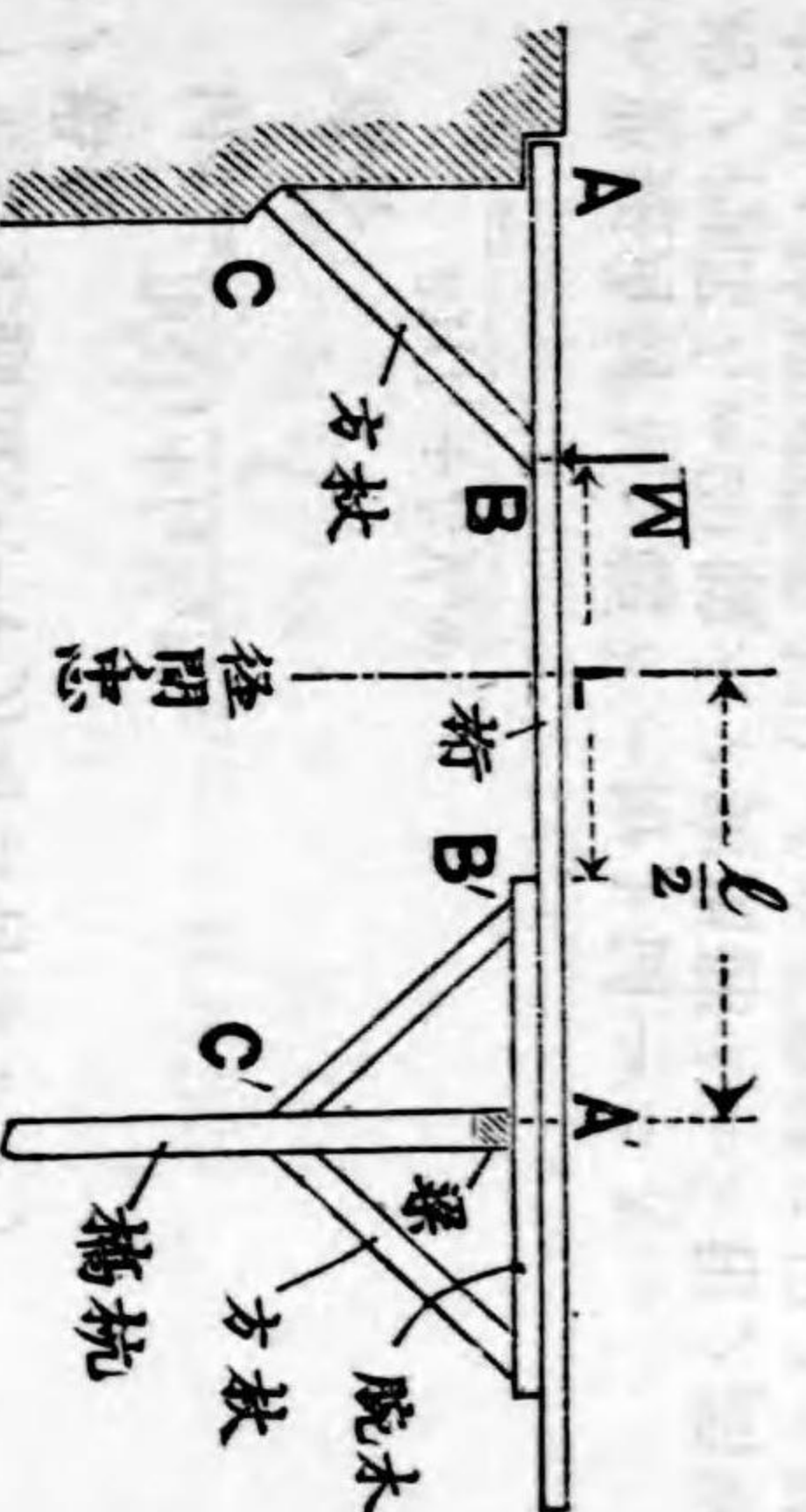
$$W = 4 \times 130 = 520 \text{ #}$$

$$\therefore bh^2 = \frac{36(l_1 + l_2)W}{f} = \frac{36(20 + 5) \times 5 \times 520}{800} = 2925$$

腕木ノ幅 b ナ 12吋ト假定スレバ厚サ h ハ

$$h = \sqrt{\frac{2925}{12}} = 16吋$$

方杖ノ計算



桁ノ徑間長キトキハ又方杖ヲ用テ此時桁ノ計算ニハ L ナ其長サトスベシ方杖ノ計算ハ下式ニ從フベシ

- W = B點ニ集ル荷重
- f = 安全抗壓強度(一平方吋ニ付ポンド)
- l = 方杖ノ長サ(呎)
- b = 方杖ノ幅又ハ厚ノ中小ナルモノ、寸法(呎)
- P = 安全荷重(方杖ノ斷面一平方吋ニ付ポンド)
- S = 方杖ニ起ル應力(ポンド)
- F = 方杖ノ所要ノ斷面積(平方吋)

$$P = \frac{1}{1 + \frac{1}{250} \left(\frac{l}{b}\right)^2} f$$

$$F = \frac{S}{P} = W \times \frac{BC}{AC} \times \frac{1}{P}$$

f ノ値ハ 檜 900 檜松 600 トス

方杖ハ普通ハ水平ヨリ 45°ノ傾斜ニ作ルモノトス
例、 BB' = 20呎

AA' = 30呎 AB = A'B' = 5呎 AC = 5呎

桁ノ間隔 4 呎動靜兩荷重ノ和每平方呎 200 ポンドナルトキ方杖ノ大サヲ求メヨ但シ機材ノ場合トス

A 點ニ集ル荷重 W ハ BC = l = \sqrt{AB^2 + AC^2} = \sqrt{5^2 + 5^2} = 7.05呎

$$W = \left(\frac{20}{2} + \frac{5}{2}\right) \times 4 \times 200 = 10000 \text{ ポンド}$$

故ニ方杖ニ起ル應力 S ハ

$$S = W \times \frac{BO}{AC} = 10000 \times \frac{7.05}{5} = 14,100 \text{ ポンド}$$

方杖ニ作用スル每平方吋ノ安全抗壓強度 P ナ計算スルニ其最小幅ヲ 5 吋ト假定スレバ

$$P = \frac{1}{1 + \frac{1}{250} \left(\frac{l}{b}\right)^2} = \frac{1}{1 + \frac{1}{250} \left(\frac{7.05}{0.42}\right)^2} = 380 \text{ 每平方吋ポンド}$$

故ニ bh = \frac{S}{P} = \frac{14100}{380} = 37 \text{ 平方吋}

然ルニ b = 5吋 故ニ P = \frac{37}{5} = 7.4吋

即チ 5吋 × 7.5吋角材ヲ用フルベシ
以上ハ計算ヨリ得タル方杖ノ必要斷面ニシテ概シテ小ナルトモ實際ハ桁ニ鈎合ハシテ外觀宜シキ大サトナスベシ腕木及ビ方杖ヲ A'B'C'ノ如ク併用スル場合ニ腕木 A'B'ノ受クル應力ハ張力ニシテ

$$T = \frac{1}{2} l \cdot W \frac{A'B'}{A'O'} ; F = \frac{T}{t}$$

l = A'O'ヨリ徑間ノ中心ニテノ距離(呎)

W = 長一呎上ノ靜動兩荷重(ポンド)

T = 腕木ノ受クル張力(ポンド)

F = 所要ノ断面積(平方呎)

t = 木材ノ安全抗張強度(毎平方呎ニ付ポンド)

計算上ハ過小トナル故枅方杖ト比較シテ外觀宜シキ大トナスベシ

方杖 B'C'ノ受クル應力 C₁ハ

$$C = \frac{3}{2} l \cdot W \frac{B/C'}{A/C'}$$

コノ C₁ヲ前項方杖計算式中ノ Sニ代用セバ可ナリ

例、兩橋柱間距離 l = 30呎 A/B' = 5呎 方杖ハ 45°ノ傾斜ニ

作リ枅ノ間隔 4呎 荷重毎平方呎 200ポンドトス 椴材ト

シテノ腕木ノ大サヲ求ム

腕木ノ張力 T₁ハ T₁ = $\frac{1}{2} \times 30 \times (200 \times 4) \times \frac{1}{5} = 12000$ ポンド

所要断面 F₁ハ F₁ = $\frac{T}{t} = \frac{12000}{1000} = 12$ 平方呎

即チ 3呎 × 4呎 角材ニテ十分ナルト實際枅ノ寸法ト鈞合ハ
スタメ之レヨリ大ニスベシ

梁ノ計算

橋杭間ノ距離ヲ其徑間トシ中央ニ一個ノ枅ヲ荷フモノト

シテ計算ス其ノ算式ハ下ノ如シ

W = 一個ノ枅上ニ來ル動靜兩荷重(ポンド)

l = 梁ノ徑間(呎)

f = 安全強度(平方呎ニ付ポンド)

s = 角材ノ一巴(吋)

d = 丸太ノ直徑(吋)

$$S = \frac{3}{\sqrt{18}} \frac{Wl}{f} \quad d = \frac{3}{\sqrt{30}} \frac{Wl}{f}$$

例、橋杭ノ距離 6呎 枅ノ間隔 3呎 枅ノ長サ 28呎 動靜荷重

ニ毎平方呎ニ付 120ポンドトス 松材トシテノ大

サヲ求ム

W = 120 × 3 × 28 = 10080ポンド

l = 6呎

f = 800平方呎ニ付ポンド

$$S = \frac{3}{\sqrt{18}} \frac{18 \times 10080 \times 6}{800} = 11.08 \text{吋} \dots \text{角材}$$

$$d = \frac{3}{\sqrt{30}} \frac{30 \times 10080 \times 6}{80} = 13.11 \text{吋} \dots \text{丸太}$$

橋杭ノ計算

サツポ一チイソクバイル(Supporting pile)ト考ヘラルハ、モ

ノハ長柱(Long Column)ノ公式ヨリ計算セラル橋杭一本

ニ來ル荷重ハ枅ノ長サニ橋杭間距離ヲ乗ジタル面積内ノ

總荷重ニシテ之レニ堪ヘル様ニ断面ヲ定ムベシ

f = 毎平方呎ノ安全抗壓強度(ポンド)

P = 安全荷重(橋杭ノ斷面一平方呎ニ付ポンド)

l = 橋杭ノ地盤上ニ出ラタル(呎)

d = 丸太ノ徑(吋)

$$P = \frac{1}{1 + \frac{1}{188} \left(\frac{l}{d}\right)^2} f$$

W = 杭上ノ總荷重(ポンド)

A = 所要ノ断面積(平方呎)

$$A = \frac{W}{P}$$

橋杭ハ乾燥常ナラザル部分ニ於テ最モ腐朽シ易キ故計
算上得タル寸法ヨリモ大ナルヲ用キ通常丸太ノ徑ヲ長
サノ二十分ノ一トス

例、枅ノ長サ 24呎 橋杭ノ間隔 6呎 毎平方尺上ノ靜動兩荷重

200ポンド 橋杭ハ松材ヲ用キ其長サ 24呎 地盤上ニ出ラタ

ル杭ノ部分 15呎 ナルトキハ丸太ノ徑如何

橋杭上ノ總荷重 W = 24 × 6 × 200 = 28800ポンド
今丸太ノ徑ヲ 24 × $\frac{1}{20} = 1.2$ トセバ

$$P = \frac{600}{1 + \left(\frac{1}{188}\right)^{1.52}} = 330 \text{ 毎平方吋ニ付ボンド}$$

$$A = \frac{W}{p} = \frac{28800}{330} = 87.3 \text{ 平方吋}$$

故ニ径d=10.6吋ニテ可ナリ是レ計算上ノ寸法實際ニハ一尺ニテ用ラベシ
次ニ橋杭チベニアリンガバイル(Bearing pile)トシテ考フル時ハ杭ノ支持力ハ下式ニテ計算セラレベシ

$$P = \frac{2WH}{p+1} \quad (\text{サエリントソ氏公式}) \quad P = \frac{Wh}{6(p+1)}$$

P = 橋杭ノ安全荷重(ボンド)

W = ノ目方(ボンド)

H = 鍵ノ落下スル高サ(呎) h = 同上(吋)

p = 最後ニ沈下スル深サ(吋)

例、1000ボンドノ鍵ヲ十呎ノ高サヨリ落シテ打込ムトキ 最後ノ沈下1吋ヲレバ橋杭ノ受クベキ安全荷重如何

$$P = \frac{2WH}{p+1} = \frac{2 \times 1000 \times 10}{1+1} = 10000 \text{ ボンド}$$

即チ10000ボンドノ荷重チ安全ニ荷ビ得ベシ此ノPハ前述ノWニ相當スルモノニシテ今W=28800ボンドチ安全ニ荷フ爲メニハ最後ノ沈下如何ヲ求メシニハ鍵2880ボンドニシテ落下ノ高サ10呎ナリトセバ

$$28800 = \frac{2 \times 2880 \times 10}{p+1}; p = 1 \text{ 吋}$$

即ハチ一吋沈下スルニ至ラバ此荷重ニ堪ヘラレベシ

桁ノ撓度

桁ノ最大撓度ハ其長サノ四百八十分ノ一ヲ超過スベカラズ最大撓度ノ計算ハ下式ニヨルベシ
D = 桁ノ最大撓度(吋)

E = 木材ノ彈性率 楓1800000ボンド(毎平方吋)
松1600000

W = ツノ桁ノ受クル動靜兩荷重(ボンド)

b = 桁ノ長サ(呎)

h = 桁ノ幅(吋)

d = 桁ノ厚サ(吋)

d = 桁ノ直徑(吋)

$$\text{角材: } D = \frac{270W^{1/3}}{Ebh^3}$$

$$\text{丸太: } D = \frac{458W^{1/3}}{E^{1/4}}$$

杭

F = 打込タル木杭ノ受ケ得ル極度ノ荷重

W = 落下スル撞錘(鎗)ノ重量ボンド

ω = 杭ノ重量ボンド

H = 落下ノ高サ(呎)

h = 同上吋

P = 一打ニテ沈下スル深サ呎

p = 同上吋

φ = 杭木ノ彈力基數每平方吋ニ付1500,000ボンド

S = 杭木ノ斷面積平方吋

L = 杭木ノ長呎

$$\text{サソダー(Sander)} \quad F = \frac{WH}{P}$$

$$\text{ウイスマハ(Weisbach)} \quad F = \frac{W^2H}{P(W+\omega)}$$

$$\text{ナイストロム(Nyström)} \quad F = \frac{W^3H}{P(W+\omega)}$$

$$\text{ラッキン(Rankin)} \quad F = \frac{2SeP}{L} + \sqrt{\frac{4Se^2P^2}{L^2} + \frac{4SeWH}{L}}$$

$$\text{メーカー(Baker)} \quad F = \frac{53000}{3} \sqrt{\frac{3}{560} WH + (50P)^2 - 50P}$$

$$\text{ウェリントン(Wellington)} \quad F = \frac{WH}{p+1}$$

以上ノ算式ヲ適用スル場合ハ Wハ1000ポンド以上Hハ10呎以上ノモノニシテPハ0.1呎若ハPハ1呎以上タルベシ尤モW一噸餘トナレバHハ5呎以上トス小杭ヲ輕キ樁ニテ打チ一分二分等ノ少キ沈下ニ適用スベカラズ

サンダー式ニ於テハ $\frac{WH}{8P}$ トシテ之ヲ安全ニ受ケ得ル荷重トス

ウェリントン式ニ於テハ $\frac{WH}{6(P+1)}$ 或ハ $\frac{2WH}{p+1}$ トシテ安全荷重トス其他ノ式ニ於テハ4乃至10ノ安全率ヲ取ルヲ要ス

杭沈下ノ(吋) 壹噸ノ重量アル撞錘ヲ落下サスル高サ(呎)

杭沈下ノ(吋)	5呎	6呎	8呎	10呎	12呎	14呎	16呎	18呎	20呎	25呎
1	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	25.0
1½	4.5	5.4	7.1	8.9	10.7	12.5	14.3	16.1	17.9	22.3
1¾	4.0	4.5	6.4	8.0	9.6	11.2	12.8	14.4	16.0	20.0
2	3.6	4.4	5.8	7.3	8.8	10.2	11.7	13.1	14.6	18.2
2½	3.3	4.0	5.3	6.7	8.0	9.3	10.7	12.8	13.3	16.7
3	—	3.4	4.6	5.7	6.9	8.0	9.1	10.3	11.4	14.3
3½	—	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5
4	—	—	3.6	4.4	5.3	6.2	7.1	8.0	8.9	11.1
4½	—	—	3.2	4.0	4.8	5.6	6.4	7.2	8.0	10.0
5	—	—	—	3.3	4.0	4.7	5.3	6.0	6.7	8.3

此表ハウェリントン氏算式ニヨツテ計算シタル杭ノ安全ニ支ヘ得ル重量(安全率6)ナリ假令バ十呎落下ニシテ沈下2吋ナレバ其杭ノ安全ニ支ヘ得ル重量ハ6.7噸ナル若シ撞錘2噸ノモノヲ用フレバ此貳倍即ハチ13.4噸トナル又安全率ノ數ヲ變化スレバ其割合ニ表中ノ數字ヲ訂正スベシ

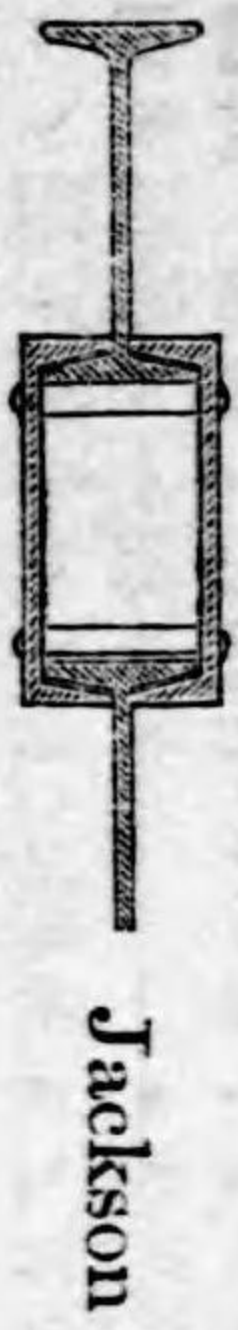
表掛夫人打杭

根入 末長	三 尺	四 尺	五 尺	六 尺	七 尺	八 尺	九 尺	十 尺	十 一 尺	十 二 尺	十 四 尺	十 五 尺
〇、二五	25本	23	20									
〇、三	20本	16	13	10	8							
〇、三五	15本	12	10	7	5							
〇、四	0.1人	0.2	0.4	0.6	0.9	1.3	1.7					
〇、五			0.7人	1.0	1.3	1.7	2.2	1.7				
〇、六				1.5人	1.9	2.3	2.8	4.0				
〇、七					2.6人	3.1	3.7	5.2	6.2			
〇、八						4.0人	4.7	6.4	8.8	10.3		
〇、九							5.8人	7.7	10.3	12.0		
一、〇								9.1	11.9	13.8	16.3	
一、一									13.7	15.8	18.6	
一、二										18.2	21.3	
							10.2人	12.7	14.2	15.9	18.2	21.3

末口3寸ノモノヲ5尺打込△コトハ一人ニテ一日13本ナリ末口8寸ノモノ
ヲ9尺打込△爲メニ4人7分ヲ要ス

木杭ハ乾キタル地質ノトコロニ於テハ腐朽スルノ患アリ
ドモ濕氣多キトコロナレバ耐久年限甚タ永シ普通皮付松
丸大ヲ使用スルコト多クレバモ往々檜、栗、楓、鹽地等ヲ
用ユ小石鉄多キトコロへ打込ムトキハ光頭へ鐵沓及杭頭
鐵環ヲ鉄筋ノトス
近來ハ濕癩土杭及鐵筋混凝土杭ヲ使用ス鐵製ノ管杭及地
中へ打込ミ之ヲ拔キ取リ其場所へコンクリートヲ場所詰
スルモノアリレバモソド及シソノ式ハ其例ナリ
場所詰コンクリート中へ鐵鏈ヲ落下セシメ固タルモノ
コンクリート式ナリ鐵筋ノ入リテ打込ムモノアリ置キ
ケ月以上其固ナルヲ待テ木杭ノ如ク打込ムモノアリ種
種ラムノ重サ半噸乃至四噸ニシテ落下四呎乃至十二呎ト
ビツク式ハ其例ナリ
矢板ニモ鐵筋混凝土及左圖ニ示ス如キ鐵棒ヲ使用ス

打込用鐵製堰杭



Jackson



Friestedt



Johns & Laughlin



United states

0 5 4吋

鋼桁 (Plate Girder)

鋼桁ハ以前鍊鐵ヨリ作リシガ現今ハ何レモ鋼製トス其高サハ普通徑間ノ八分ノ一乃至十五分ノ一鋼桁間ノ中心距離ハ徑間ノ十分ノ一最小チ其高サト同一ニス而シテ縁板 (Flange plate) ノ幅ハ高サノ約四分ノ一トス
 荷重ヨリノ彎曲率ハ全部上下臥材 (Flange) ニテ堪ヘ剪力ハ全部腹材 (web) ニテ堪フルモノトス
 腹材タル鋼板ノ最小厚ハ鐵道橋ニテハ八分ノ三吋公道橋ニテハ十六分ノ五吋トス
 張力ヲ受クル下部臥材ト壓力ヲ受クル上部臥材トハ同一ノ斷面トシ縁板ハ普通何レモ同厚ニスレドモ若シ相異ナル厚サノ鋼ヲ用フルナラバ薄キモノチ外侧ニ置ク縁板ノ最小厚ハ四分ノ一吋トス
 腹材總板ハ腹材ノ兩側又ハ一方ノミニ置キ腹材ト同厚ニシテ手ノ一側ニ於テ二列ノ綴釘ヲ打ツダゲノ最小幅チ有シムベシ
 補剛材 (Stiffener) ハ三呎以上ノ高サチ有スル鋼桁チラバ其間隔チ高サト同一ニス之ハ徑間ノ中央ニ於ケル間隔ニシテ漸次支承ニ近ヅクニ從ヒテ小ニスベシ三呎以下ノ高サチレバ三呎毎ニ補剛材チ置ク用フル所ノ角鐵ハ普通3呎 $\frac{1}{2}$ " \times 3" $\frac{1}{2}$ " \times 5" $\frac{1}{2}$ " \times 3" $\frac{1}{2}$ " \times 3" $\frac{1}{2}$ " \times 3" $\frac{1}{2}$ "トス
 綴釘ノ直徑ハ接合スベキ鋼板ノ最小厚ヨリ小ナルベカラズ普通四分ノ三吋ヨリノ八分ノ七吋マデトス
 釘距 (Pitch of stoet) ハ綴釘直徑ノ三倍ヨリ大ニシテ六倍ヨリ小ニス尙壓力ヲ受クル場合ニハ最モ薄キ板ノ厚サノ十六倍以下トス普通釘距ハ三吋乃至五吋チナリトス
 床板 (Bed plate) ノ上ニ來ル可キ荷重ハ一平方吋ニ付二百乃至三百封度厚サハ四分ノ三吋乃至一吋、一吋以上ニ付二枚ノ板チ併用ス但シ鑄鐵チラバ一吋以上チ用テ、脚板 (Foot or Shoe plate) モ之レニ同シ

鋼桁ニ於ケル應力計算

公道橋

P = 長一呎ニ對スル靜荷重 (封度)
 P' = 長一呎ニ對スル動荷重 (封度)
 l = 徑間 (呎)
 x = 徑間ノ中央ヨリ考フル點 x = 至ル距離 (呎)
 Mx = 動靜兩荷重ヨリ生ズル x 點ノ彎曲率 (呎、封度)
 G = 上下ノ臥材ニ於ケル應力 (封度)
 d = 鋼桁ノ高サ (呎)
 Sx = x 點ニ於ケル最大剪力 (封度)
 $M_x = \frac{p+p'}{2} \left\{ \left(\frac{l}{2} \right)^2 - x^2 \right\}$ $G = \frac{M_x}{d}$
 $S_x = px + \frac{p' \left(\frac{l}{2} + x \right)^2}{2l}$

鐵道橋



w_1, w_2, w_3, w_n = 集荷重ノ等布荷重
 u = 單位長ニ考フル點 x ヨリ支承 A = 至ル距離
 x = 考フル點 x ヨリ支承 A = 至ル距離
 n = 等布荷重ノ橋上ニ在ル長
 l = 徑間
 w_3 點ニ在リトシ此荷重 (圖ノ配合ノ如キ) ガ x 點ニ最大彎曲率チ生ズル爲メニハ下ノ條件ヲ滿スチ要ス
 $\frac{x}{l} < \frac{w_1 + w_2 + \dots + w_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n + u.n.}$
 $\frac{x}{l} > \frac{w_1 + w_2 + \dots + w_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n + u.n.}$

此條件ニ通セル荷重ヨリ各點ノ彎曲率ヲ求メ公道橋ト同
様ニ上下臥材ノ應力ヲ見出スナリ
次ニ各點ノ最大剪力ハ普通各點ヨリ先キニ荷重ノ全ク無
キ場合ニ起ル即チ最初ノ荷重ガ各點ニ在ル時ナルトモ之
レガ割合ニ小ニシテ第二ノ荷重大ナルトキハ第二荷重ノ
各點ニ在ル時最大剪力起ルベシ

臥材ノ斷面積

A = 臥材ノ斷面積(平方吋)

A' = 綴釘ノ爲メニ失ハル下臥材ノ斷面積(平方吋)

d = 上下臥材ノ各重心間距離(呎)

M = 彎曲率(呎、封度)

f = 纖維應力強度 allowable fibre stress (一平方吋
ニ付封度)

$$A = \frac{M}{fd} + A' \dots \dots \dots \text{(下臥材)}$$

$$A = \frac{M}{fd} \dots \dots \dots \text{(上臥材)}$$

f へ綴桁ノ受クル最大及ビ最小荷重ノ割合ニ從ヒテ下式
ノ如ク變化ス

$$f = 10000 \left(1 + \frac{\text{最小荷重}}{\text{最大荷重}} \right) \dots \dots \dots \text{(下臥材)}$$

$$f = 9000 \left(1 + \frac{\text{最小荷重}}{\text{最大荷重}} \right) \dots \dots \dots \text{(上臥材)}$$

腹材ノ斷面積

A = 腹材ノ斷面積(平方吋)

f_s = 應剪強度 allowable Shearing stress (一平方吋ニ
付、封度)

$$S = \text{剪力(封度)} = 8000 \frac{\text{封度}}{\text{平方吋}}$$

$$A = \frac{S}{f_s}$$

補剛材(Stiffener)

d = 腹材ノ高さ(吋)

t = 腹材ノ厚サ(吋)

s = 腹材ノ屈曲(Buckling)ニ抵抗スル安全應力強
(一平方吋ニ付、封度)

$$S = \frac{12000}{1 + \frac{d^2}{3000t^2}}$$

S 前記ノ $\frac{F}{A}$ ヨリ大ナル時ハ腹材ハ横ニ屈曲スル傾キ
アルヲ以テ補剛材ヲ用ヒテ之レヲ防グヲ要ス
即チ補剛材ノ置カル、部分ニ於テ腹材及ビ補剛材ノ斷面
積ヲ以テ其點ノ全剪力ヲ除シタル應剪力(一平方吋ニ付
封度)カ S ヨリ小ナルダケノ補剛材ノ斷面積ヲ要スルナリ

綴釘(Rivet)

腹材又ハ臥材ニ於ケル綴釘ハ下ノ如ク計算セララル

直徑：—

d = 綴釘ノ直徑(吋)

t = 鋼板ノ厚サ(吋)

$$d = 1\frac{1}{4} \times t + \frac{t^2}{8}$$

綴釘孔ハ直徑ヨリ十六分ノ一大ニス
個數：—

P = 接合點ニ於ケル全應力(封度)

n = 綴釘數

d = 綴釘ノ直徑(吋)

t = 接合スベキ板ノ厚サ(吋)

$$n = \frac{d \cdot t \times 12500}{P}$$

$$n = \frac{\pi d^2}{4} \times 7500$$

二式中大ナル値ヲ取ルベシ添板二枚ヲ用フル場合ニハ上ノ第二式ハ

$$n = \frac{P}{\frac{\pi d^2}{4} \times 7500}$$

トシテ計算スベシ
釘距(pitch):—

P = 釘距(吋)

A = 鋸釘ノ斷面積(平方吋)

t = 鋼板ノ厚サ(吋)

d = 鋸釘ノ直徑(吋)

$$p = \frac{A}{t} + d$$

添板二枚ヲ用ヒテ複剪力ヲ受クル場合ハ

$$p = \frac{2A}{t} + d$$

臥材ト腹材トヲ連結スル

鋸釘ノ計算

P = 鋸桁長一吋ニ付荷重(封度)

S = 考フル點ニ於ケル剪力(封度)

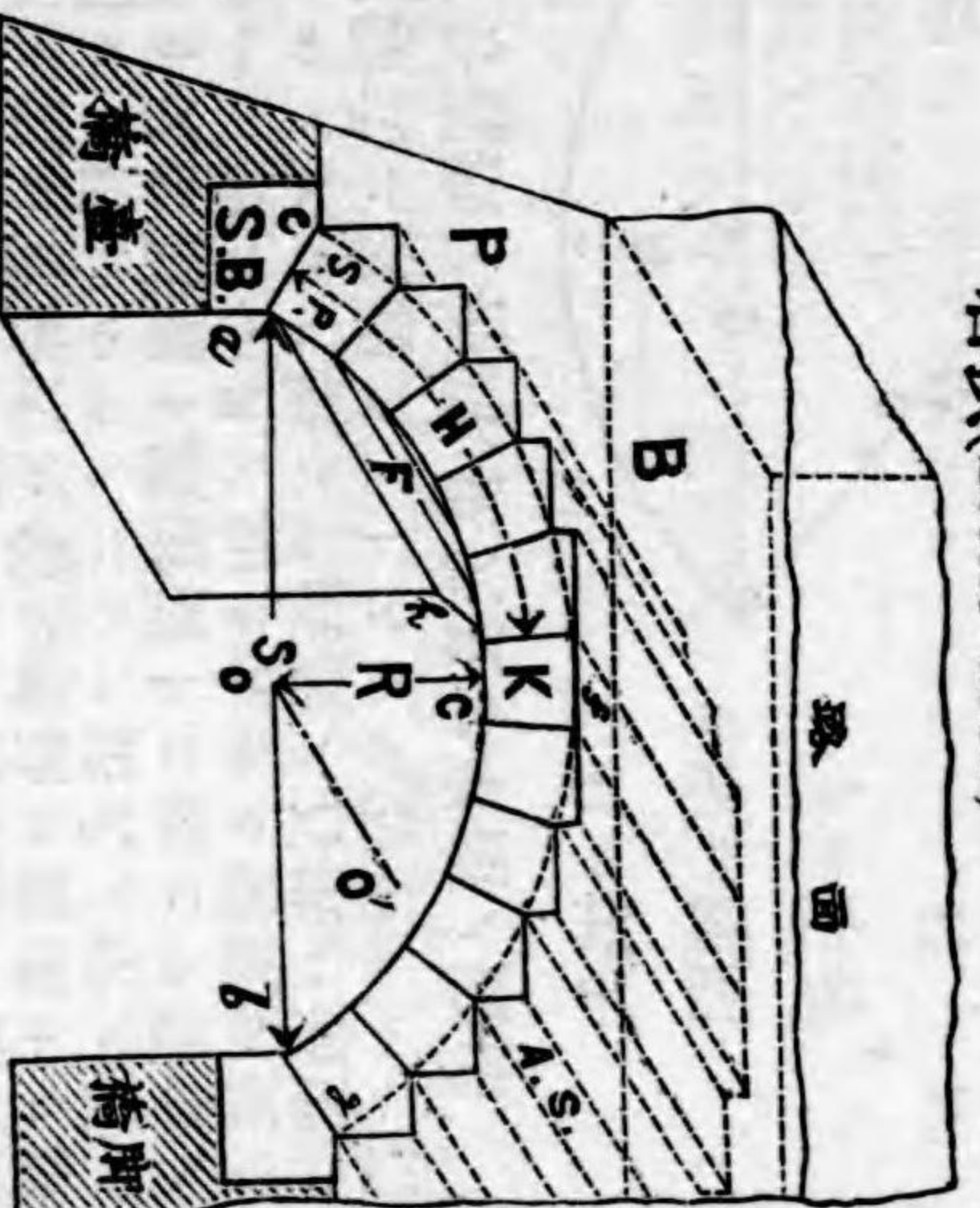
h = 上下臥材ノ鋸釘線間垂直距離(吋)

r = 一本ノ鋸釘ノ支へ得ル強度(剪力或ハ支カヨリ見ユル小ナル方ノ値、一平方吋ニ付封度)

p = 釘距(吋)

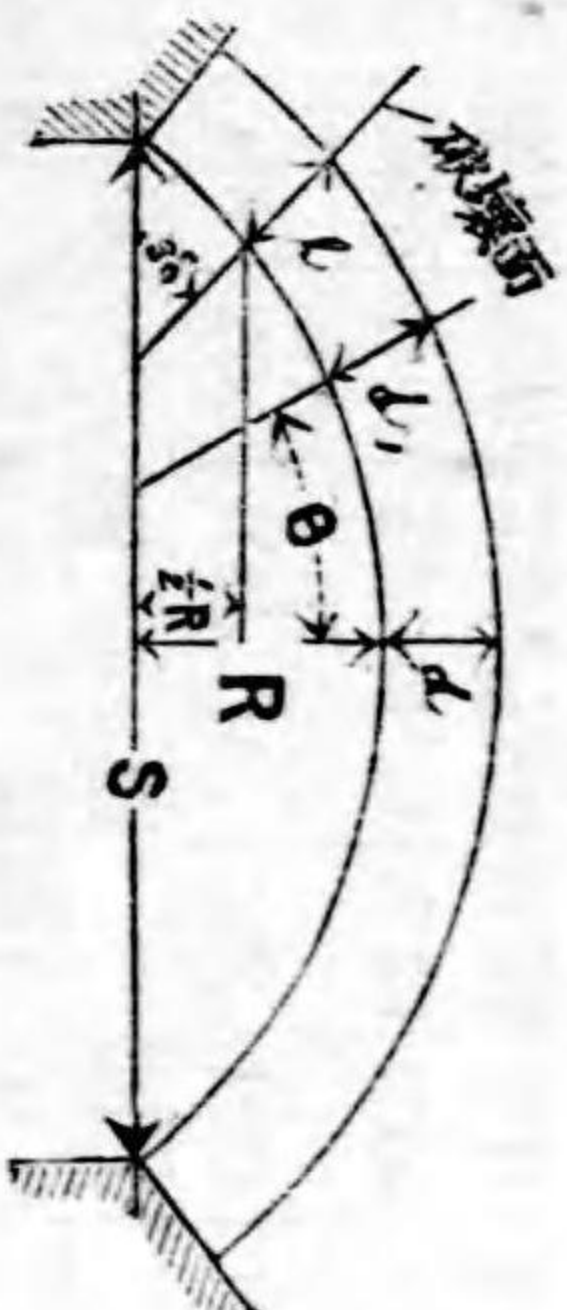
$$p = \sqrt{\frac{r^2}{P^2 + \left(\frac{S}{h}\right)^2}}$$

各部ノ名稱
石拱(Stone arch)



- S = 徑間(Span)
 - R = 拱矢(Rise)
 - oo' = 拱軸(Axis)
 - C = 拱頂(Crown)
 - acb = 拱腹線(Intrados)
 - efg = 拱背線(Extrados)
 - K = 樞石(Keystone)
 - H = 拱腰(Haunch)
 - S.B. = 拱座石(Skewback stone)
 - a.e = 拱座(Skewback)
 - S.P. = 起拱石(Springer)
 - ah = 起拱線(Springing line)
 - F = 拱腹(Soffit)
 - P = 拱側(Spandrel)
 - B = 裏込(Backing)
 - A.s. = (Arch sheeting)
- 拱ヲ構成スル石片 = 拱石(Voussoir or Ring stone)
拱石ノ形ル環 = 拱環(Arch ring)

破壊面(Joint of rupture)ニ於ケル拱環ノ厚サ



d = 樞石ノ厚サ
 l = 破壊面ニ於ケル拱環ノ厚サ
 R = 拱矢
 S = 徑間

$\frac{R}{S} \geq \frac{1}{4}$	ナル時	$l = 2.00d$
$\frac{R}{S} = \frac{1}{6}$	ナル時	$l = 1.40d$
$\frac{R}{S} = \frac{1}{8}$	ナル時	$l = 1.24d$
$\frac{R}{S} = \frac{1}{10}$	ナル時	$l = 1.15d$
$\frac{R}{S} = \frac{1}{12}$	ナル時	$l = 1.10d$

破壊面ヨリ拱頂ニ至ル部分ノ拱環ノ厚サ d_1 ハ考フル接合(Joint)ガ垂直線トナス角ヲ θ トセバ

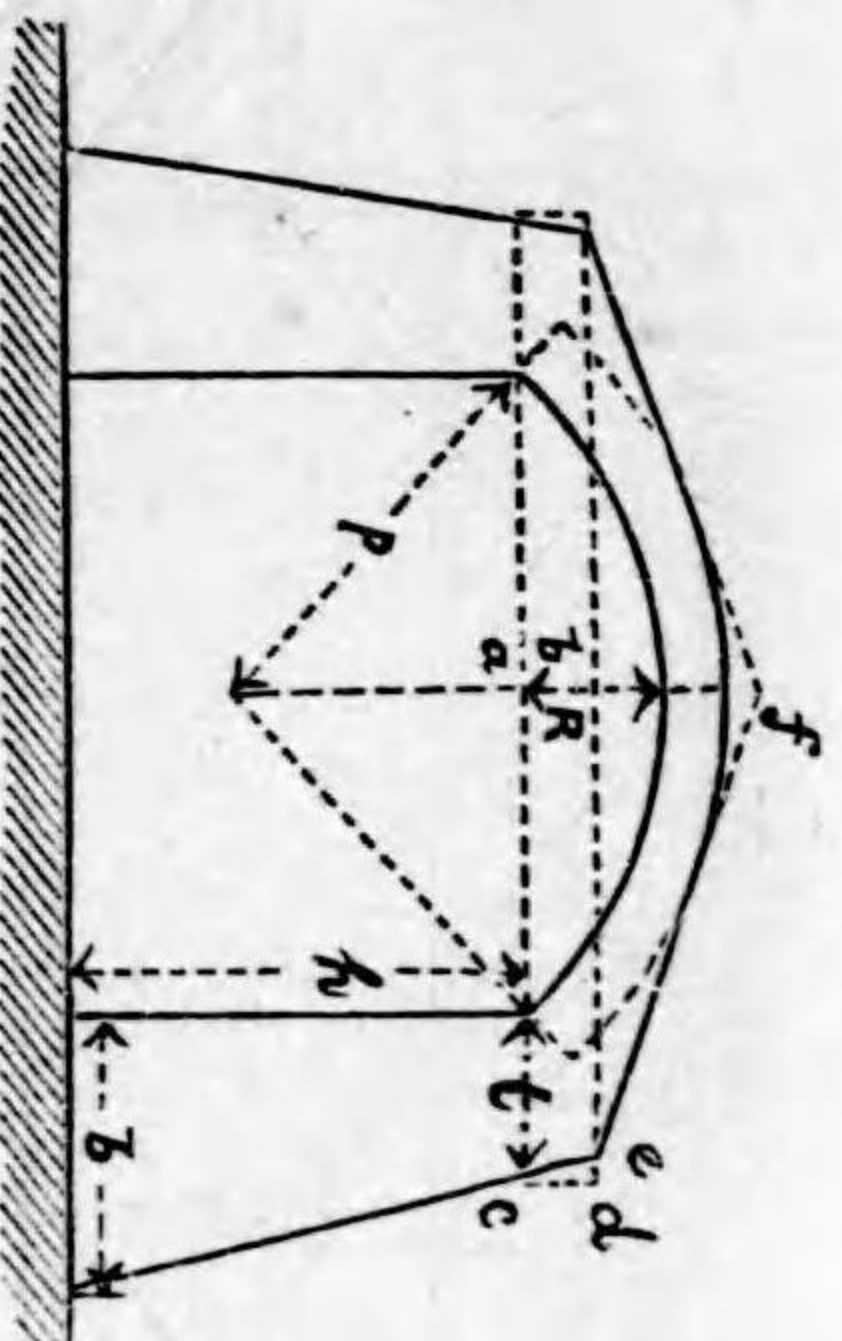
$d_1 = d \sec \theta$

ヨク計算スベシ

橋臺ノ厚サ

トロートワイツ氏公式(米式)

b = 底ニ於ケル橋臺ノ厚サ(呎)
 t = 起拱線ニ於ケル橋臺ノ厚サ(呎)



ρ = 拱腹線ノ半徑(呎)
 R = 拱矢(呎)
 $t = 0.2\rho + 0.1R + 2$

但シ $b > \frac{3}{8}h$

圓拱、隋圓拱ノ何レニモ適用セララル

上圖ハ橋臺及ビ拱ノ断面ノ形状ヲ示ス一例ニシテ其ノ構造法ハ ab ヲ拱矢ノ半分トシ bd ヲ ac ニ cd ヲ ab ニ平行ニ引キ d 點ヲ得 de ヲ徑間ノ四十八分の一ニ取り ec ヲ結ビテ延長シ e ヨリ拱背線ニ切線ヲ引クベシ
 ランキン氏公式ハ英式
 上等ノ拱ナレバ拱頂ニ於ケル半徑ノ三分の一乃至五分ノ一トス

獨式又ハ露式

h = 起拱線ハ基礎表面トノ垂直距離(呎)

s = 徑間(呎)

$t = 1 + 0.04(5s + 4h)$

佛式

d = 樞石ノ厚サ(呎)

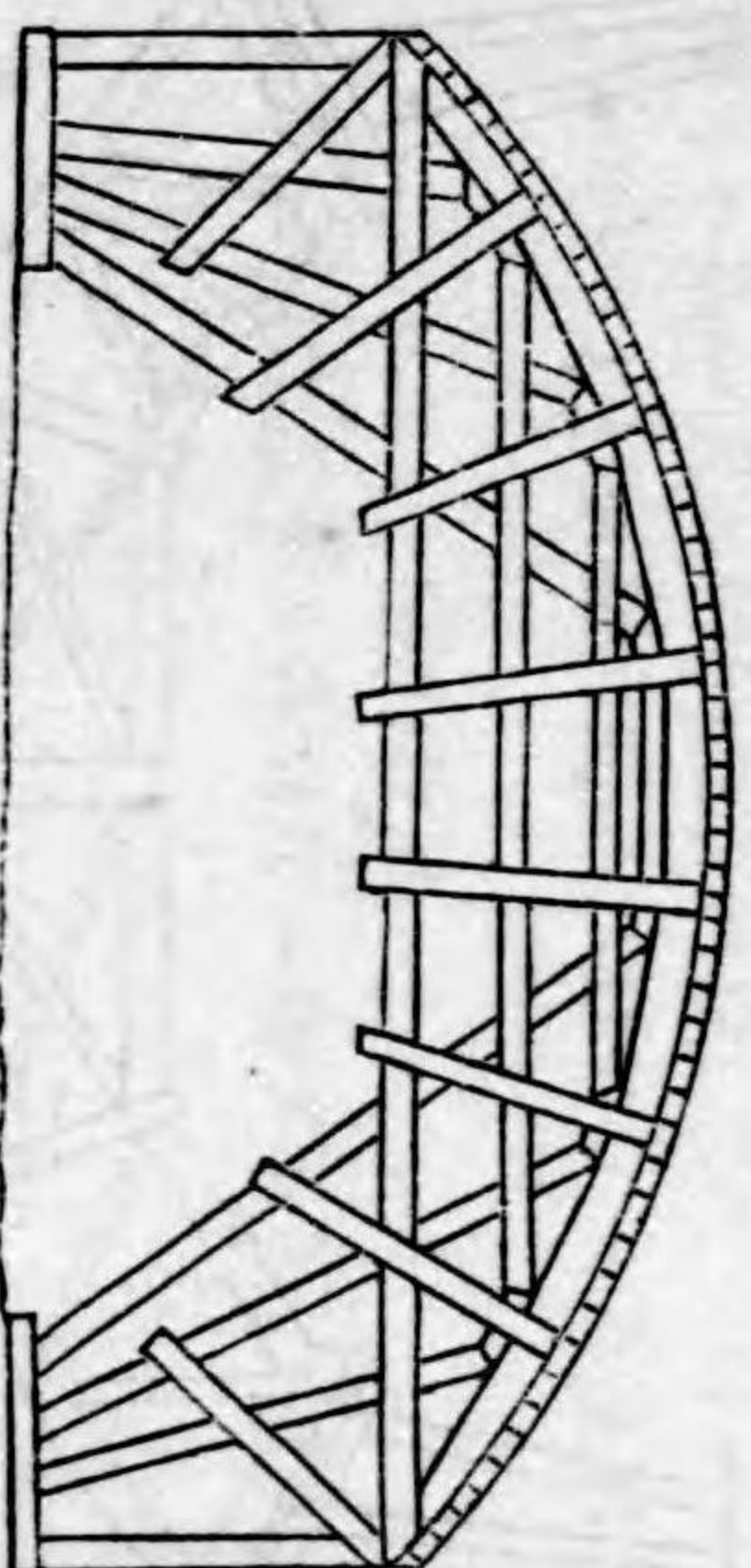
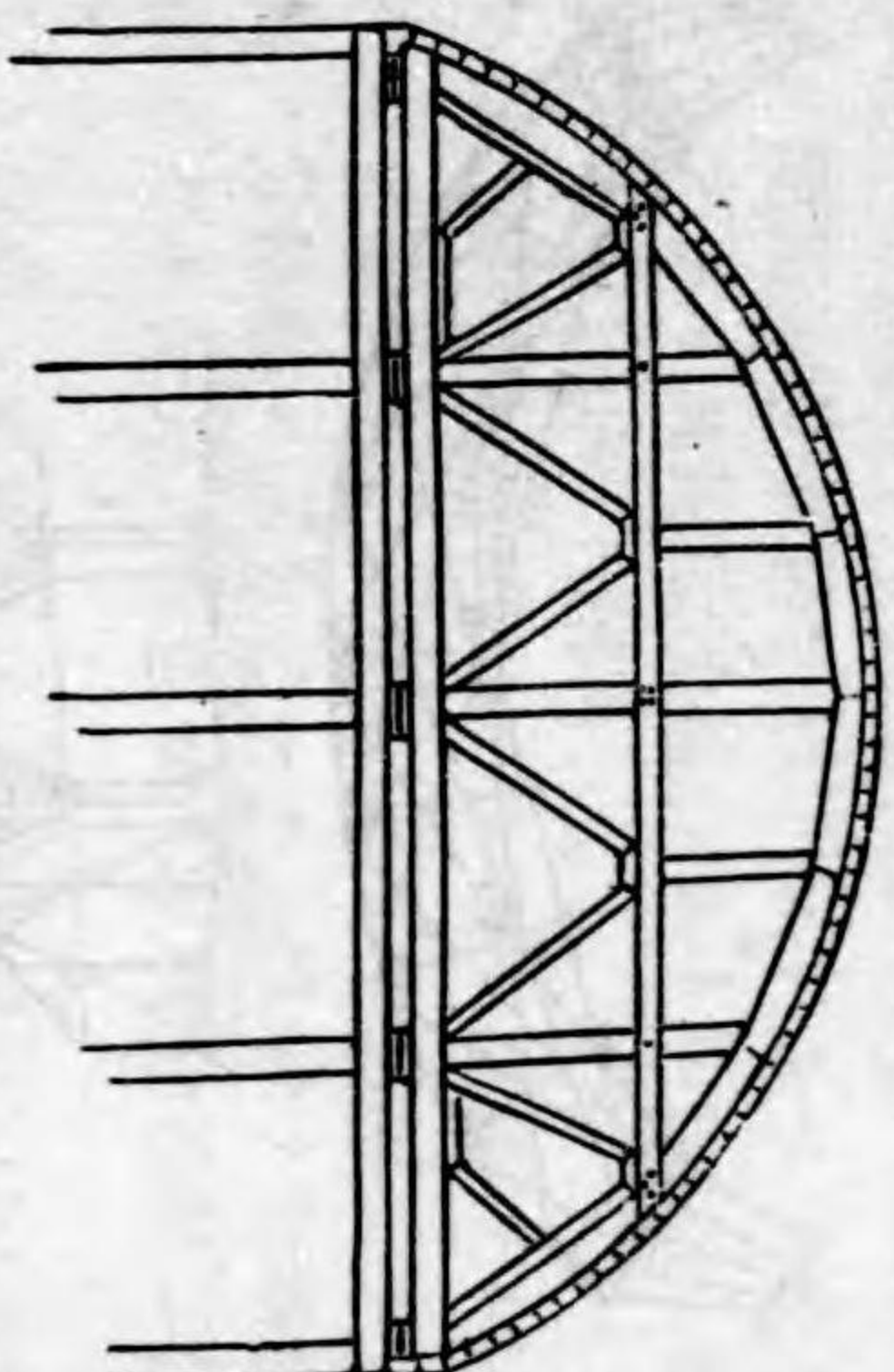
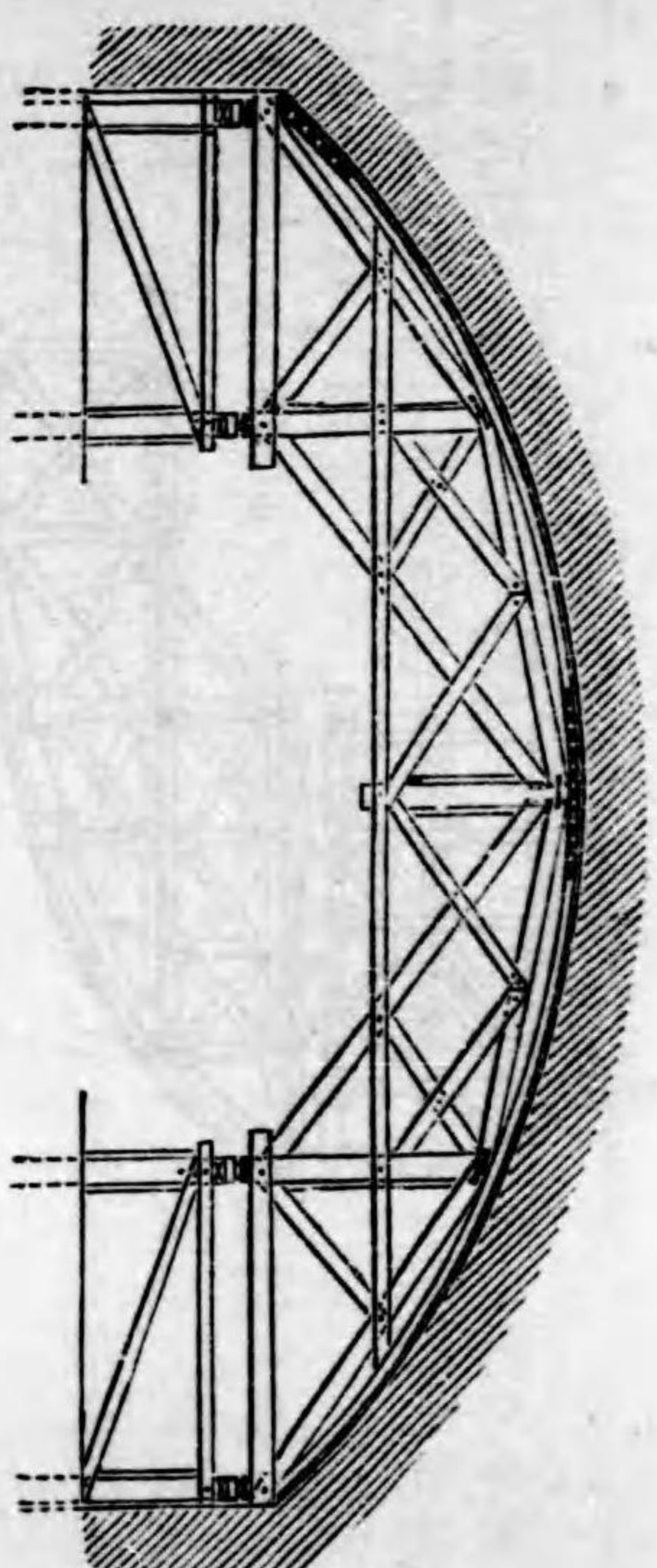
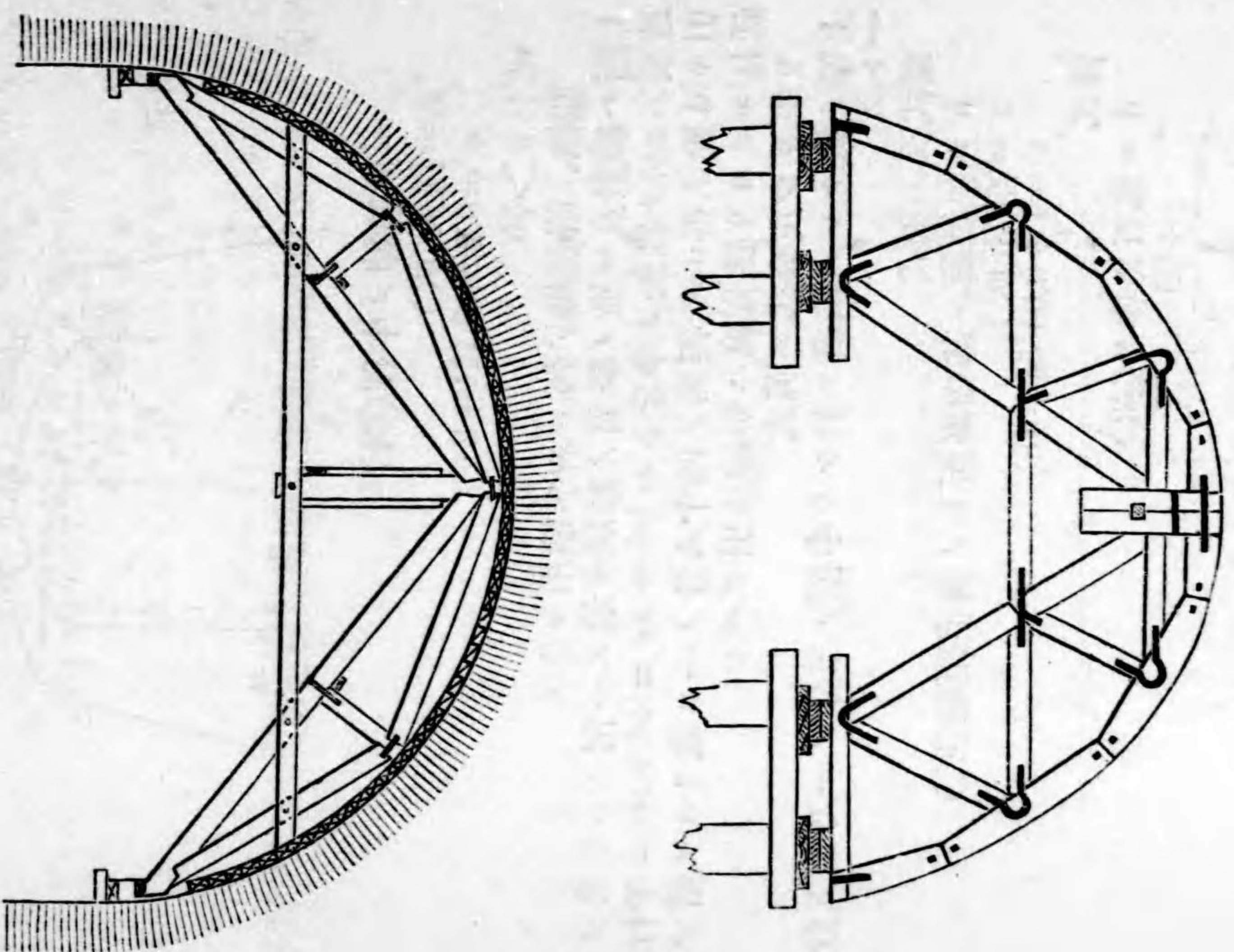
$t = \frac{\rho + 2d}{4}$

橋脚ノ厚サ

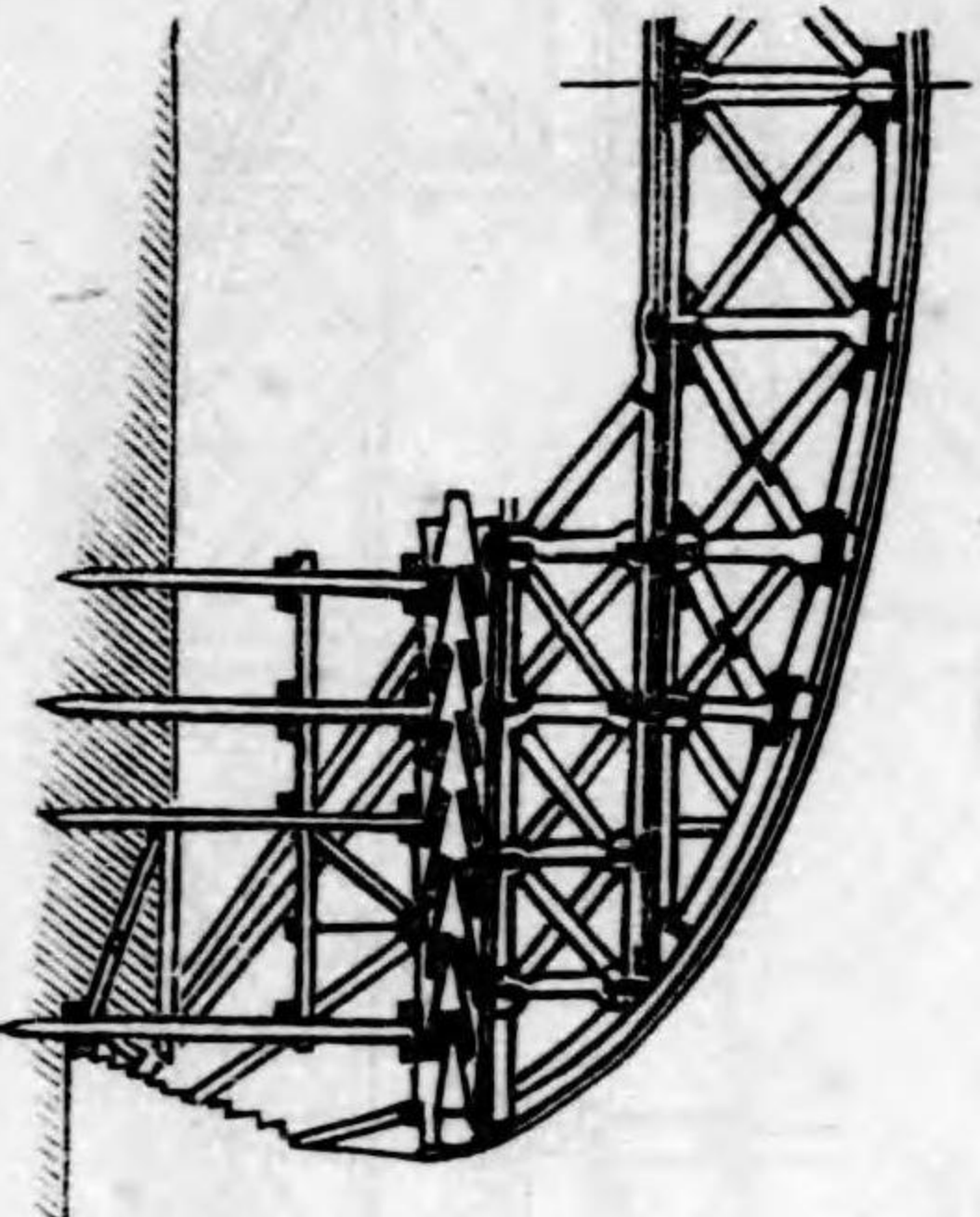
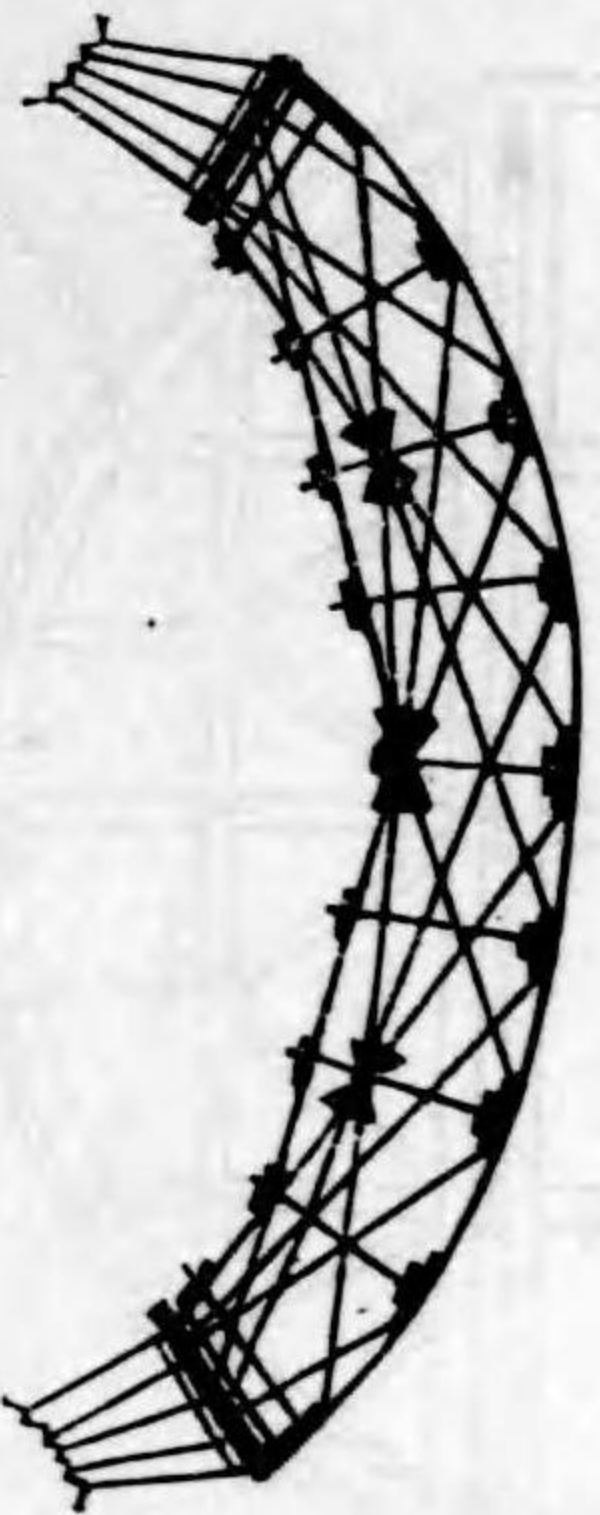
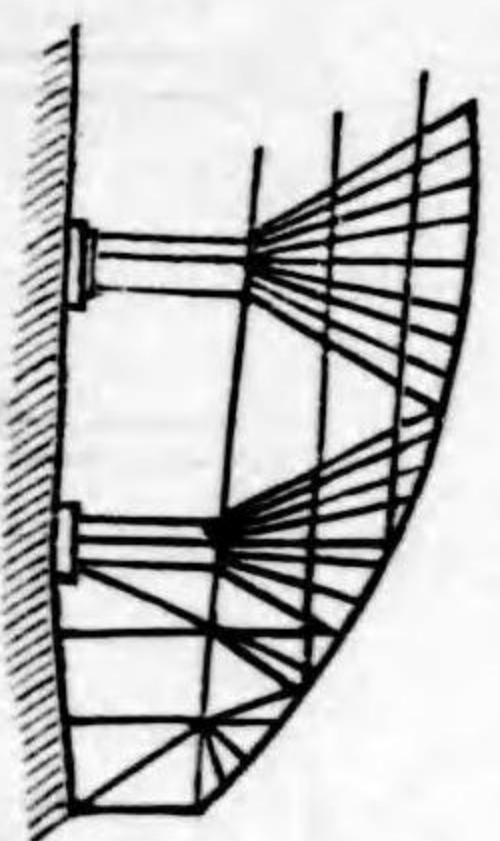
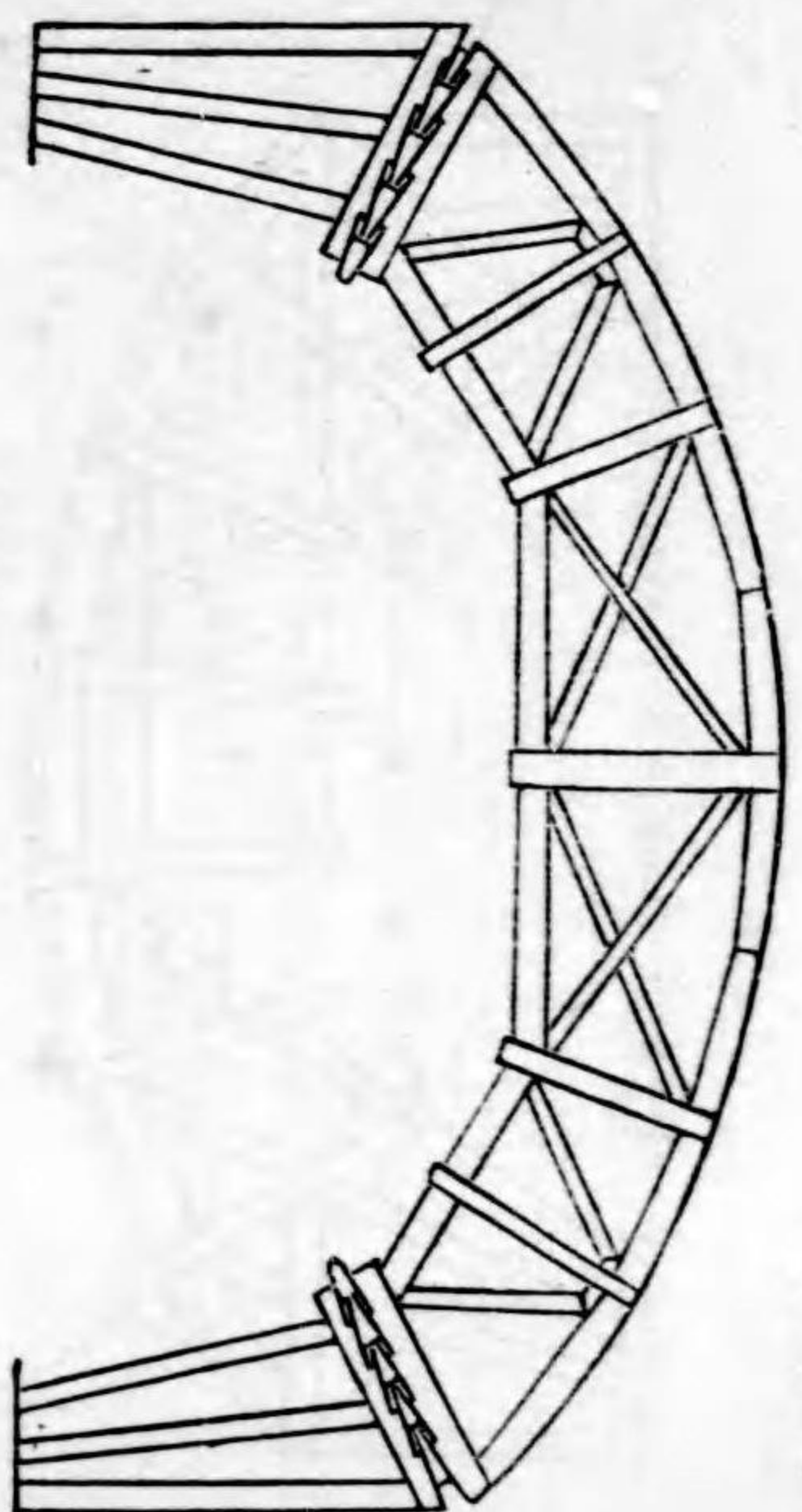
拱ガ連續シテ橋脚上ニ乗ル時ハ橋脚頭部ノ厚サハ徑間ノ六分の一乃至七分の一トナスヲ普通トス

拱架(Arch Center)ノ構造

二百五十



二百五十一



ハウ式構桁(Howe Truss)

垂直材ハ張力ヲ受ケ鐵材ヲ用ヒ斜材ハ壓力ヲ受ケ木材ヲ用フ上臥材ハ凡テ壓力ヲ受グ下臥材ハ何レモ張力ニ抗シ共ニ木材ヲ用フ
隅沓(Angle block)ハ普通木材トシ時ニハ鑄鐵ヲ用フ
斜材ハ短キ方其断面小ニテ足ルヲ以テ其傾斜ハ可及的急ニス
ゾラット式構桁ナレバ斜材張力ヲ受クル故比較的緩ニス

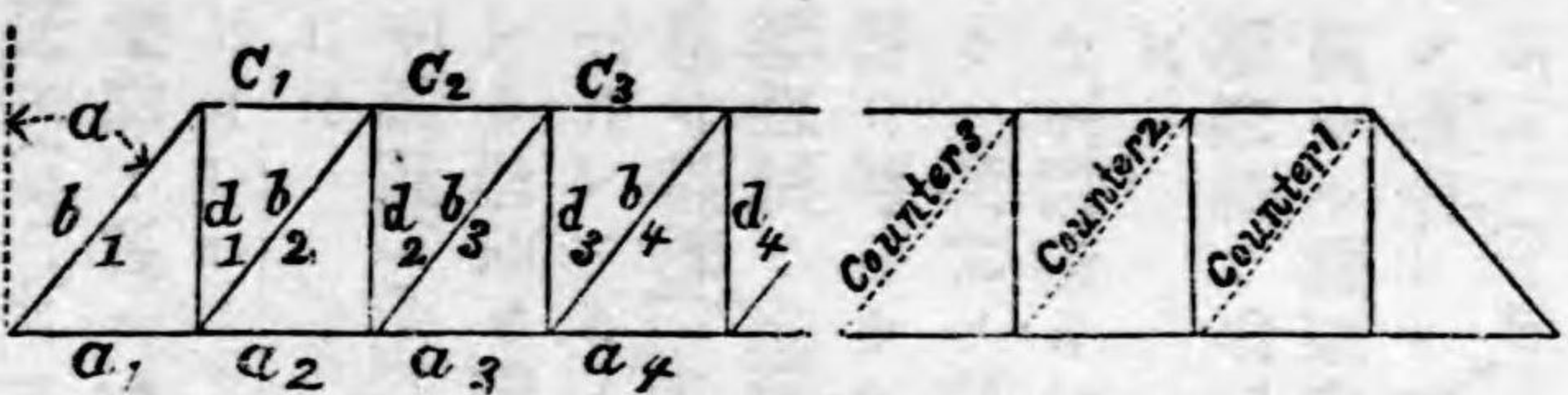
上路橋(Deck bridge)ト下路橋(Through bridge)トノ二種アリ前者ハ構桁が全部路面以下ニアルモノ後者ハ路面以上ニアルモノナリ又對風繞構(wind bracing)無キモノヲ殊ニ矮構(Pony truss)ト稱ス

靜荷重ハ徑間小ナル構桁ニテハ凡テ荷重アル臥材ノ分格點ニ集中シテ働クトシ徑間大ナル下路橋ニテハ三分ノ二ハ下臥材ノ分格點ニ三分ノ一ハ上臥材ノ分格點ニ働クトシ上路橋ニテハ全部ノ荷重が上臥材分格點ニ働クモノトス

靜荷重ハ公道橋ノ場合ニハ一平方呎ニ付四十乃至六十封度トシ鐵道橋(ハサ式構桁ハ鐵道橋トシテハ餘リ用ヒズ)ノ場合ニハ長一呎ニ付約三百封度(三呎六吋ゲージ)トス反リ(Camber)ハ普通徑間ノ二百分ノ一乃至四百分ノ一トス

應力計算

動荷重及ビ靜荷重ヨリ各材片ニ生ズル應力ハ次表ヨリ計算スルコトヲ得



W = 各分格點ノ静荷重
 L = ,, ,, ,, ,, ,, 動荷重
 N = 分格ノ數

	Lower chord "a" 下臥材 Upper chord "b" 上臥材	Main diagonal "b" 斜材	vertical "d" 垂直材	Counter* 對材
1	$\frac{n-1}{2}(W+L)\tan. a$	$\left\{\frac{n-1}{2}W + \frac{n-1}{2}L\right\}\sec a$	$\frac{n-1}{2}W + \frac{n-1}{2}L$	$\left\{\frac{1 \times 2}{2n}L - \frac{n-3}{2}W\right\}\sec a$
2	$\frac{2n-4}{2}(W+L)\tan. a$	$\left\{\frac{n-3}{2}W + \frac{(n-1)(n-2)}{2n}L\right\}\sec a$	$\frac{n-3}{2}W + \frac{(n-1)(n-2)}{2n}L$	$\left\{\frac{2 \times 3}{2n}L - \frac{n-5}{2}W\right\}\sec a$
3	$\frac{3n-9}{2}(W+L)\tan. a$	$\left\{\frac{n-5}{2}W + \frac{(n-2)(n-3)}{2n}L\right\}\sec a$	$\frac{n-5}{2}W + \frac{(n-2)(n-3)}{2n}L$	$\left\{\frac{3 \times 4}{2n}L - \frac{n-7}{2}W\right\}\sec a$
4	$\frac{4n-16}{2}(W+L)\tan. a$	$\left\{\frac{n-7}{2}W + \frac{(n-3)(n-4)}{2n}L\right\}\sec a$	$\frac{n-7}{2}W + \frac{(n-3)(n-4)}{2n}L$	$\left\{\frac{4 \times 5}{2n}L - \frac{n-9}{2}W\right\}\sec a$
5	$\frac{5n-25}{2}(W+L)\tan. a$	$\left\{\frac{n-9}{2}W + \frac{(n-4)(n-5)}{2n}L\right\}\sec a$	$\frac{n-9}{2}W + \frac{(n-4)(n-5)}{2n}L$	$\left\{\frac{5 \times 6}{2n}L - \frac{n-11}{2}W\right\}\sec a$

* Counter unnecessary, when negative. 負數トナルトキハ反對斜柱ハ不用ナリ

上臥材(Upper chord)ノ面積

壓力ヲ受クル上臥材ハ何レモ兩定端ノ長柱トシテ下式ヨリ計算スベシ

A = 所要ノ斷面積(平方吋)

P = 最大應力(封度)

l = 臥材ノ長サ(吋)

h = 臥材ノ最小幅(吋)

f = 木材ノ纖維應力強度(一平方吋ニ付封度)

$$A = \frac{P}{f} \left\{ 1 + \frac{1}{250} \left(\frac{l}{h} \right)^2 \right\}$$

上式ニ於テ最初 h ヲ豫定シテ A ヲ求メ A ヲ h ニテ除セバ高サ h ヲ得ベシ

斜材及ビ對斜材(Diagonal and Counter)

壓力ヲ受クル是等ノ部材ハ一端圓、他端定ノ長柱トシテ下式ヨリ計算スベシ

$$A = \frac{P}{f} \left\{ 1 + \frac{1.5}{250} \left(\frac{l}{h} \right)^2 \right\}$$

端斜材(end diagonal)ハ上臥材ノ式ニ從フベシ

垂直材(vertical)

垂直材ハ鍊鐵棒ニシテ張力ヲ受クルモノ下式ヨリ斷面ヲ定ムベシ

F = 所要ノ斷面積(平方吋)

d = 所要ノ直徑(吋)

P = 最大應力(封度)

f = 鍊鐵ノ抗張強度(一平方吋ニ付封度) = 10000 封度 / 平方吋

$$F = \frac{P}{f}$$

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}$$

Pニハポルト縮附ヨリ生ズル張力ヲモ加フベシ
下臥材(Lower Chord)

張力ト彎曲率トヲ受クル下臥材ハ下式ヨリ其斷面積ヲ求
ムベシ

b = 下臥材ノ幅(吋)
h = 下臥材ノ厚(吋)

P = 最大應張力(封度)

M = 橫梁上ノ荷重ヨリ生ズル彎曲率(吋.封度)

f = 纖維應力強度及ビ應張強度中ノ小ナル方

(一平方吋ニ付封度)

$$b = \frac{1}{f} \left(\frac{P}{h} + \frac{6M}{h^2} \right)$$

ハチ最初假定シ置キテ上式ヲ用フベシ但シhハbヨリ大
チリトス

ハツ式構桁公道橋
設計ノ例



- 徑 間 = 96呎
- 格 間 = 12'
- 格 數 = 8
- 構桁ノ高 = 16'
- 車道ノ幅 = 15'
- 人道ノ幅 = 6'
- 動 荷 重 = 90#/方' (一平方呎)
- 靜 荷 重 = 60#/方' (一平方呎)
- 風 荷 重 = 30#/方'

動靜兩荷重ヨリ生ズル應力ノ計算

一分格靜荷重 = $\frac{\text{幅} \times \text{格間} \times 60 \#}{2} = \frac{(15+6 \times 2) \times 12 \times 60}{2} = 9720 \# = p$

一分格動荷重 = $\frac{\text{幅} \times \text{格間} \times 90 \#}{2} = \frac{(15+6 \times 2) \times 12 \times 90}{2} = 14580 \# = q$

$P_1 = \frac{9720}{3} = 3240 \#$ (上臥材ノ分格靜荷重)

$P_2 = \frac{2}{3} \times 9720 = 6480 \#$ (下臥材ノ分格動荷重)

$\text{Sec} \theta = \sqrt{\frac{12^2 + 16^2}{16}} = 1.25$



靜荷重ヨリ生ズル剪力:—

Dd = 6480 # Dc = p × 0.5 = 4860 #

Cc = Dc + p₂ = 11340 Ob = p × 1.5 = 14580

Bb = Ob + p₂ = 21060 Ba = p × 2.5 = 24300

Aa = Ba + p₂ = 30780 Aa = p × 3.5 = 34020

動荷重ヨリ生ズル剪力:—

荷重右ヨリ進入スルト考ヘ所要分格點ニ其頭部アル時最大
剪力ヲ生ズ

Ff = q × $\frac{1+2}{8}$ = 14580 × $\frac{3}{8}$ = 5467.5# = Fe

Ee = q × $\frac{1+1+3}{8}$ = 10935.0 = Ed

Dd = q × $\frac{1+2+3+4}{8}$ = 18225.0 = Dc

Cc = q × $\frac{1+2+3+4+5}{8}$ = 27337.5 = Ob

$$B_b = q \times \frac{1+2+3+4+5+6}{8} = 38272.5 = B_a$$

$$A_a = q \times \frac{1+2+3+4+5+6+7}{8} = 51030.0 = A_o$$

動静兩荷重ヨリ生ズル腹材ノ應力：—

$$D_d = 6480 + 18225 = 24705 \#$$

$$D_c = (4860 + 18225) \times 1.25 = -30856$$

$$C_c = 11340 + 27337.5 = 38677$$

$$C_b = (14580 + 27337.5) \times 1.25 = -52397$$

$$B_b = 21060 + 38272.5 = 59332.5$$

$$B_a = (24300 + 38272.5) \times 1.25 = -78215$$

$$A_a = 30780 + 51030 = 81810$$

$$A_o = (34020 + 51030) \times 1.25 = -106312$$

動静兩荷重ヨリ生ズル上下臥材ノ應力：—

$$\tan \theta = \frac{1}{2} = \frac{3}{6}$$

$$p+q = 9720 + 14580 = 24300 \#$$

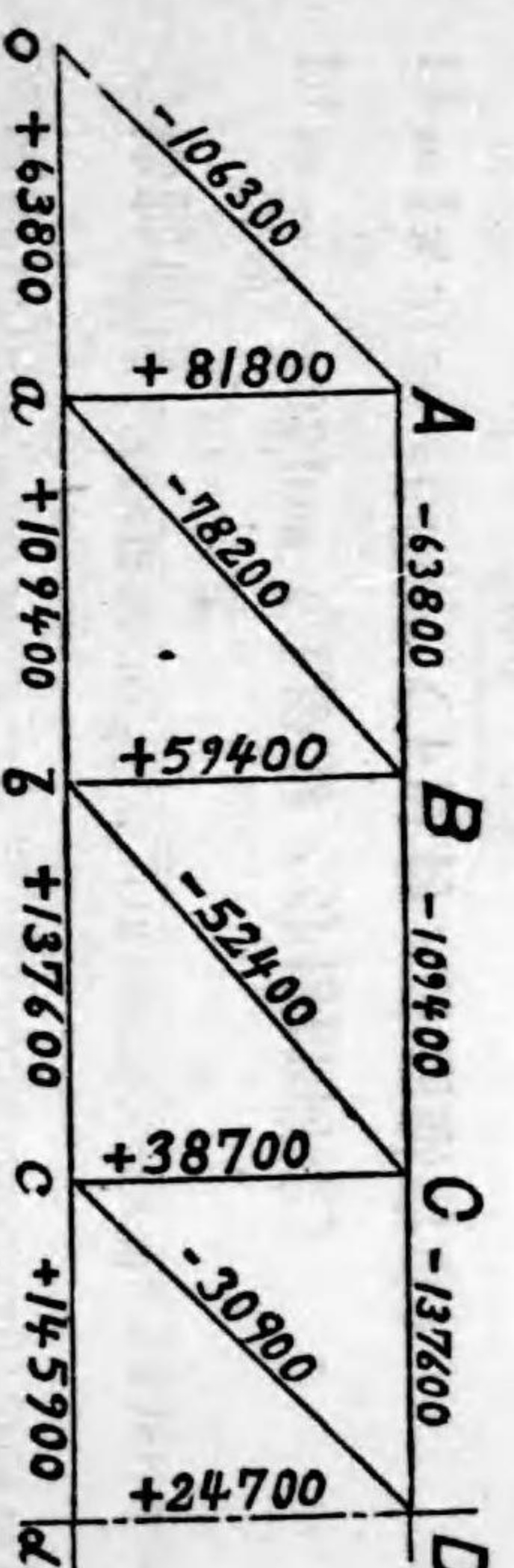
$$AB = 24300 \times 3.5 \times \frac{3}{6} = 63788 \# = -o_a$$

$$BC = 24300 \times 6.0 \times \frac{3}{6} = 109350 = -ab$$

$$CD = 24300 \times 7.5 \times \frac{3}{6} = 137575 = -bc$$

$$cd = 24350 \times 8.0 \times \frac{3}{6} = 145850$$

上ノ結果ヲ一括セバ次ノ如シ



風荷重ヨリ生ズル應力ノ計算

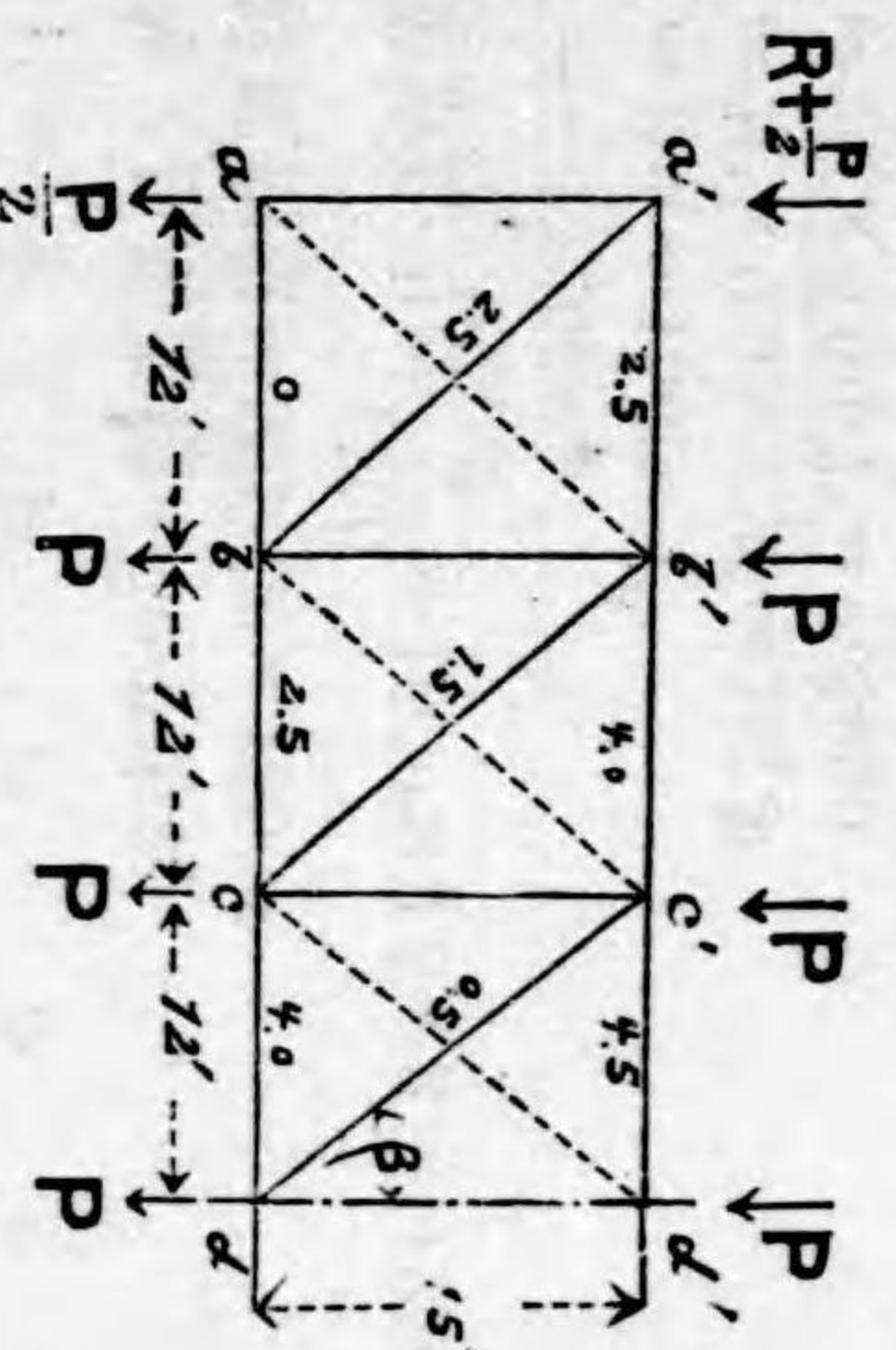
上横構(Upper lateral system)：—

一分格毎ノ風壓面積ヲ三十平方呎ト假定セバ

一分格風荷重 = $30 \times 30 = 900 \# = P$

風荷重ノ合力 = $R + \frac{P}{2} = \frac{5}{2} \times 900 \times 2 + \frac{900}{2} = 4950 \#$

上横構ハ下圖ノ如クアラット式トセバ各材片ニ於ケル應力係數ハ記入セルガ如キ値ヲ有ス



$$\text{Sec} \beta = \frac{\sqrt{12^2 + 15^2}}{15} = 1.25$$

$$\tan \beta = \frac{12}{15} = 0.8$$

$$aa' = -4950 \#$$

$$dd' = P = -900$$

$$c'd = 2P \times 0.5 \times \text{Sec} \theta = 2 \times 900 \times 0.5 \times 1.25 = 1125$$

$$cc' = 2P \times 0.5 + P = 2 \times 900 = -1800$$

$$b'e = 2P \times 0.5 \times \text{Sec} \theta = 2 \times 900 \times 1.5 \times 1.25 = 3375$$

$$bb' = 2P \times 1.5 + P = 4 \times 900 = -3600$$

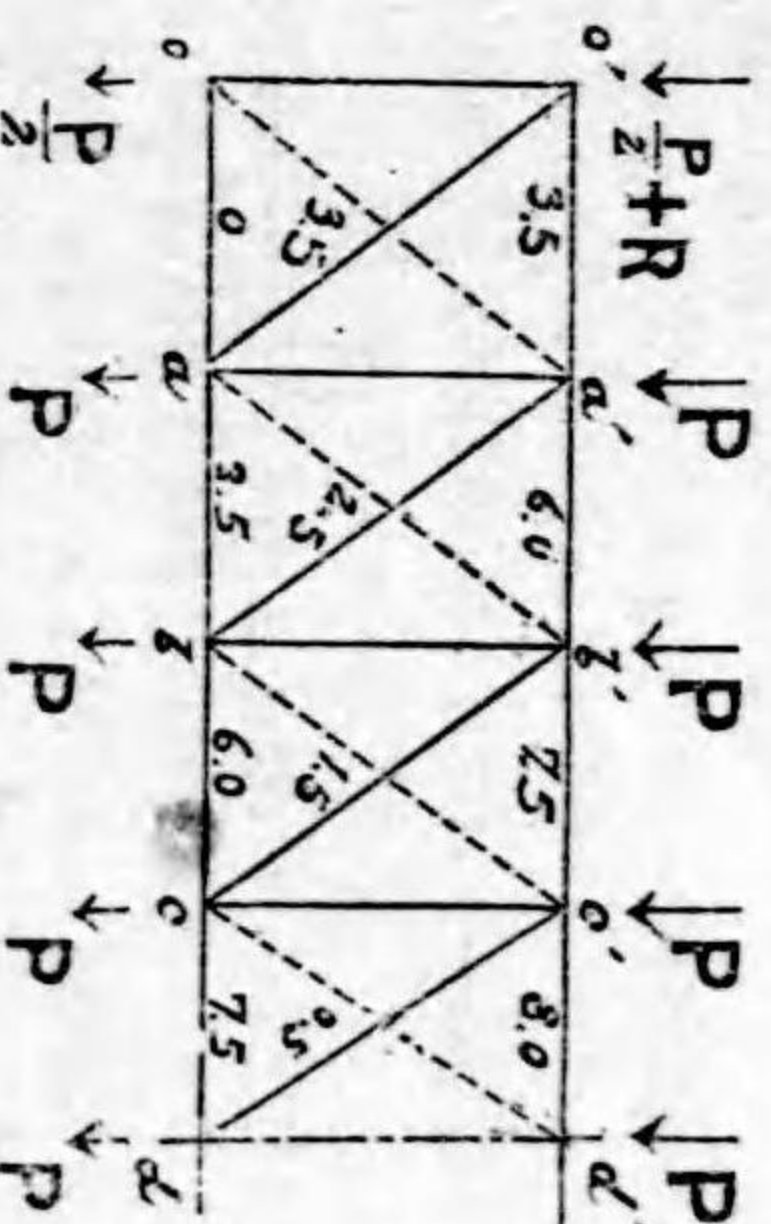
$$a'b = 2P \times 2.5 \times \text{Sec} \theta = 2 \times 900 \times 2.5 \times 1.25 = 5625$$

$$ao = 0$$

11 風力十

$$\begin{aligned} a'b' &= 2P \times 2.5 \times \tan\theta = 1800 \times 2.5 \times 0.8 = -3600 = -bc \\ b'c' &= 2P \times 4.0 \times \tan\theta = 1800 \times 4.0 \times 0.8 = -5760 = -cd \\ c'd' &= 2P \times 4.5 \times \tan\theta = 1800 \times 4.5 \times 0.8 = -6480 \end{aligned}$$

下横構(Lower lateral System): —



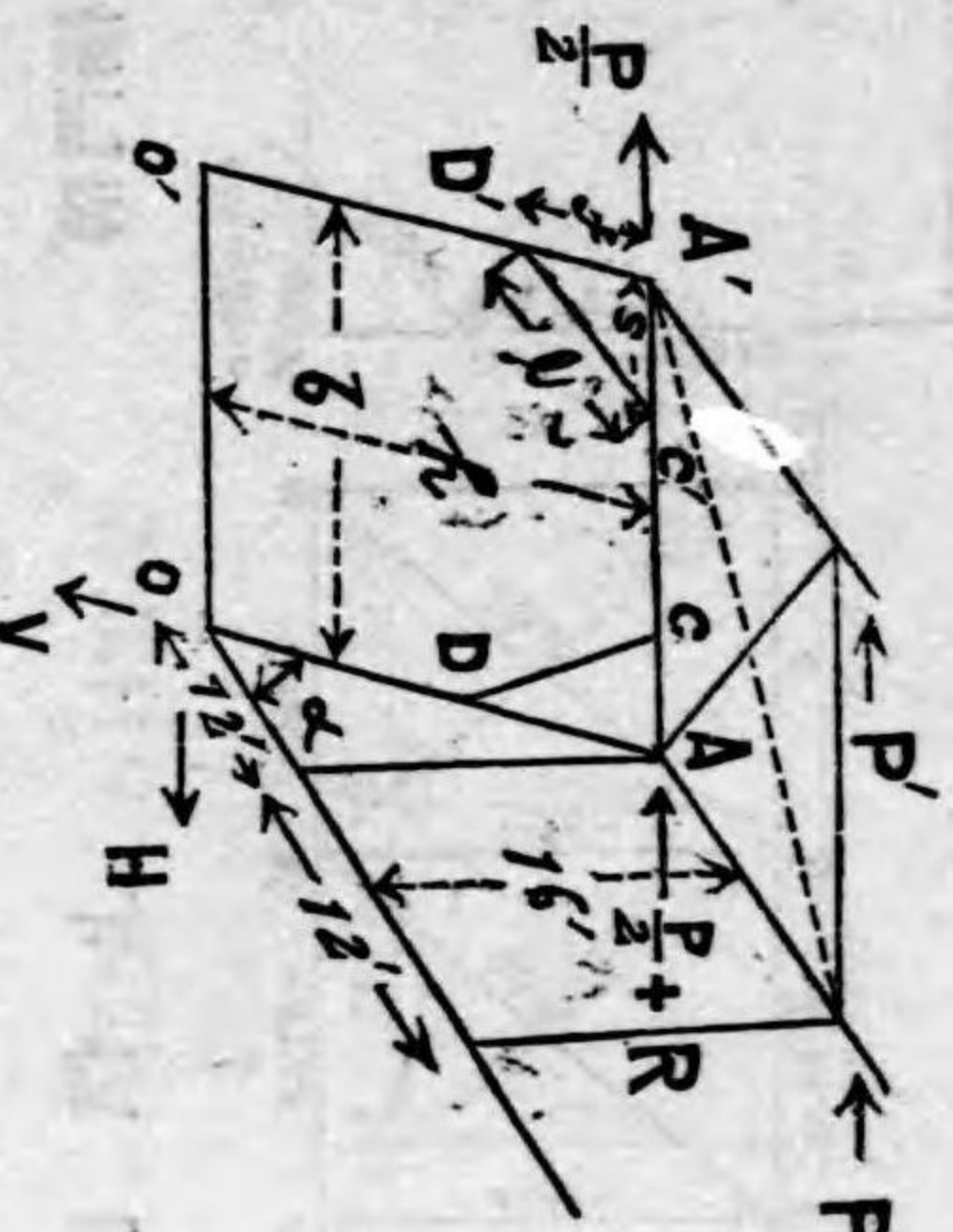
一分格毎ノ風壓面積 = 50 平方呎

一分格風荷重 = $50 \times 30 = 1500\#$

$$\text{風荷重合力} = \frac{1500}{2} + 1500 \times 3.5 \times 2 = 11250\#$$

$$\begin{aligned} oo' &= -11250\# \\ dd' &= P = -1500 \\ c'd &= 2P \times 0.5 \times 1.25 = 1875 \\ cc' &= 2P \times 0.5 + P = -3000 \\ b'c &= 2P \times 1.5 \times 1.25 = 5625 \\ hb' &= 2P \times 1.5 + P = -6000 \\ a'b &= 2P \times 2.5 \times 1.25 = 9375 \\ aa' &= 2P \times 2.5 + P = -9000 \\ o'a &= 2P \times 3.5 \times 1.25 = 13125 \\ o'a' &= 2P \times 3.5 \times 0.8 = -9400 = -ab \\ a'b' &= 2P \times 6.0 \times 0.8 = -14450 = -bc \\ b'c' &= 2P \times 7.5 \times 0.8 = -18000 = -cd \\ c'd' &= 2P \times 8.0 \times 0.8 = -19200 \end{aligned}$$

橋門構(Portal bracing): —



$$\begin{aligned} h &= \sqrt{16^2 + 12^2} = 20' \\ S &= f = 5' \quad \text{トス} \\ b &= 15' \\ R &= \frac{1}{3} \times 900 \times 2 = 4500\# \\ P &= 900\# \\ \cos \alpha &= \frac{16}{20} = \frac{4}{5} \\ V &= \frac{R+P}{b} \cdot h = \frac{4500+900}{15} \times 20 = 7200\# \\ cc' &= -\frac{R}{2} = -\frac{4500}{2} = -2250 \\ Ac &= -\left(\frac{R}{2} + \frac{R+P}{2} \times \frac{h}{f}\right) = -\left(\frac{2500 + \frac{4500+900}{2} \times \frac{20}{5}\right) = -13050 \\ OD &= \frac{R+P}{2} \cdot \frac{h}{g} \cdot \frac{l}{f} = \left(\frac{4500+900}{2}\right) \times \frac{20}{5} \times \frac{\sqrt{5^2 \times 2}}{5} = 15220 \\ Mc &= \frac{R+P}{2} \cdot h \left(1 - \frac{2g}{b}\right) = \left(\frac{4500+900}{2}\right) + 20 \left(1 - \frac{2 \times 5}{15}\right) = 18000 \\ Md &= \frac{R+P}{2} (h - f) = \left(\frac{4500+900}{2}\right) (20 - 5) = 40500\# \text{ 斜度} \\ V \cos \alpha &= 7200 \times \frac{4}{5} = 4320 \end{aligned}$$

各部材片應力表

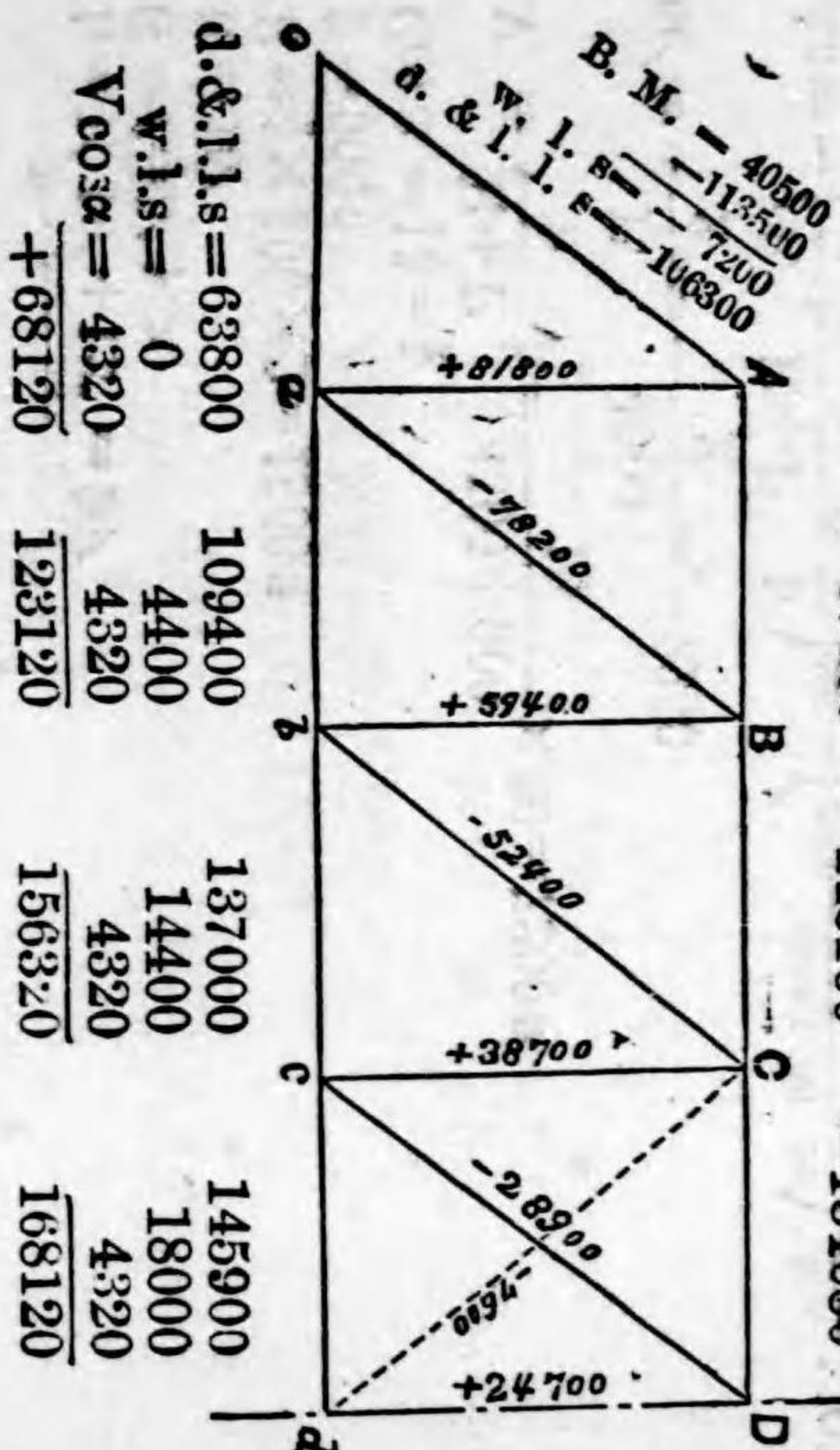
d. & l. l. s. = 動静兩荷重ニ基ク應力(封度)

w. l. s. = 風荷重ニ基ク應力(封度)

B. M. = 風荷重ニ基ク彎曲率(呎、封度)

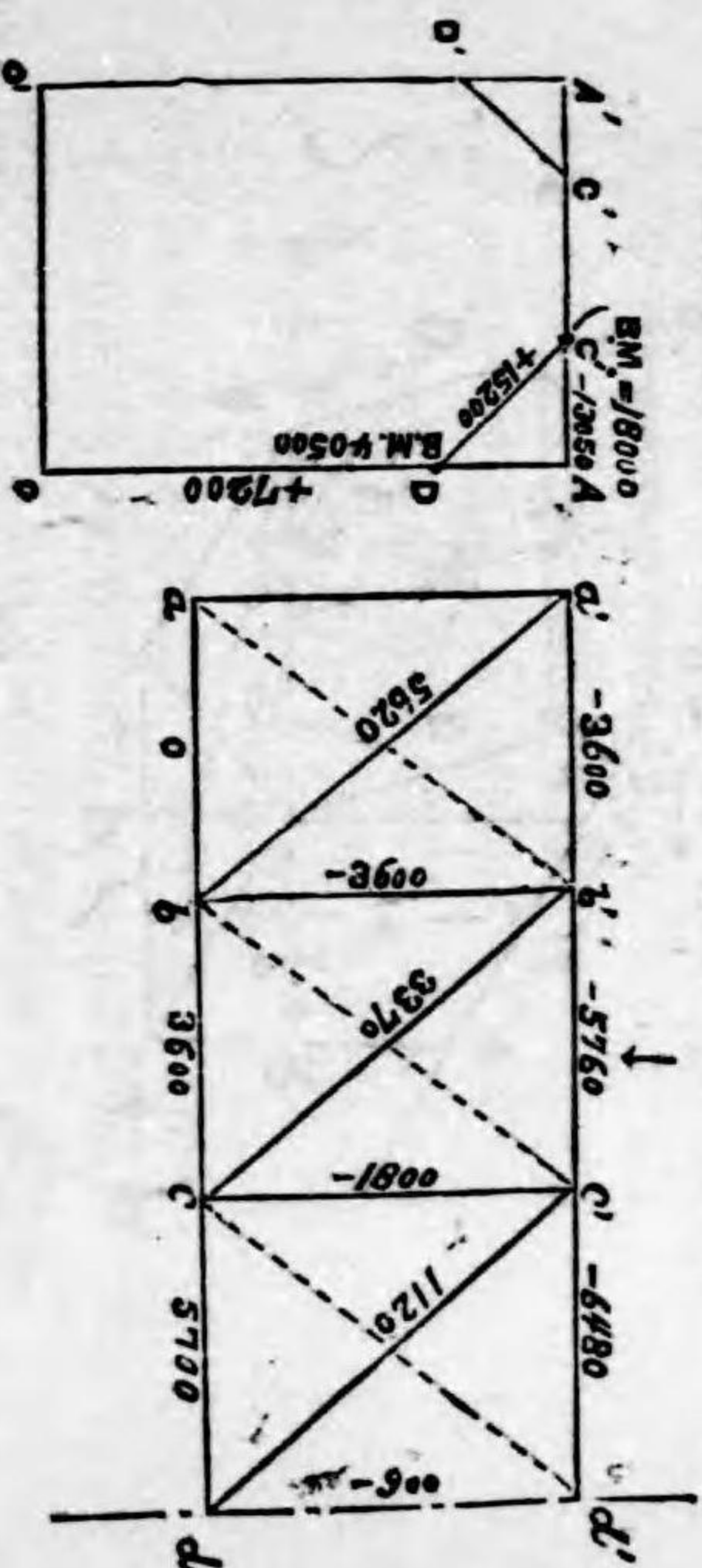
本構桁

d. & l. l. s. = -63800	-109400	= 137600
w. l. s. = -3600	-5760	-6480
	-67400	-115160
		<u>-134080</u>



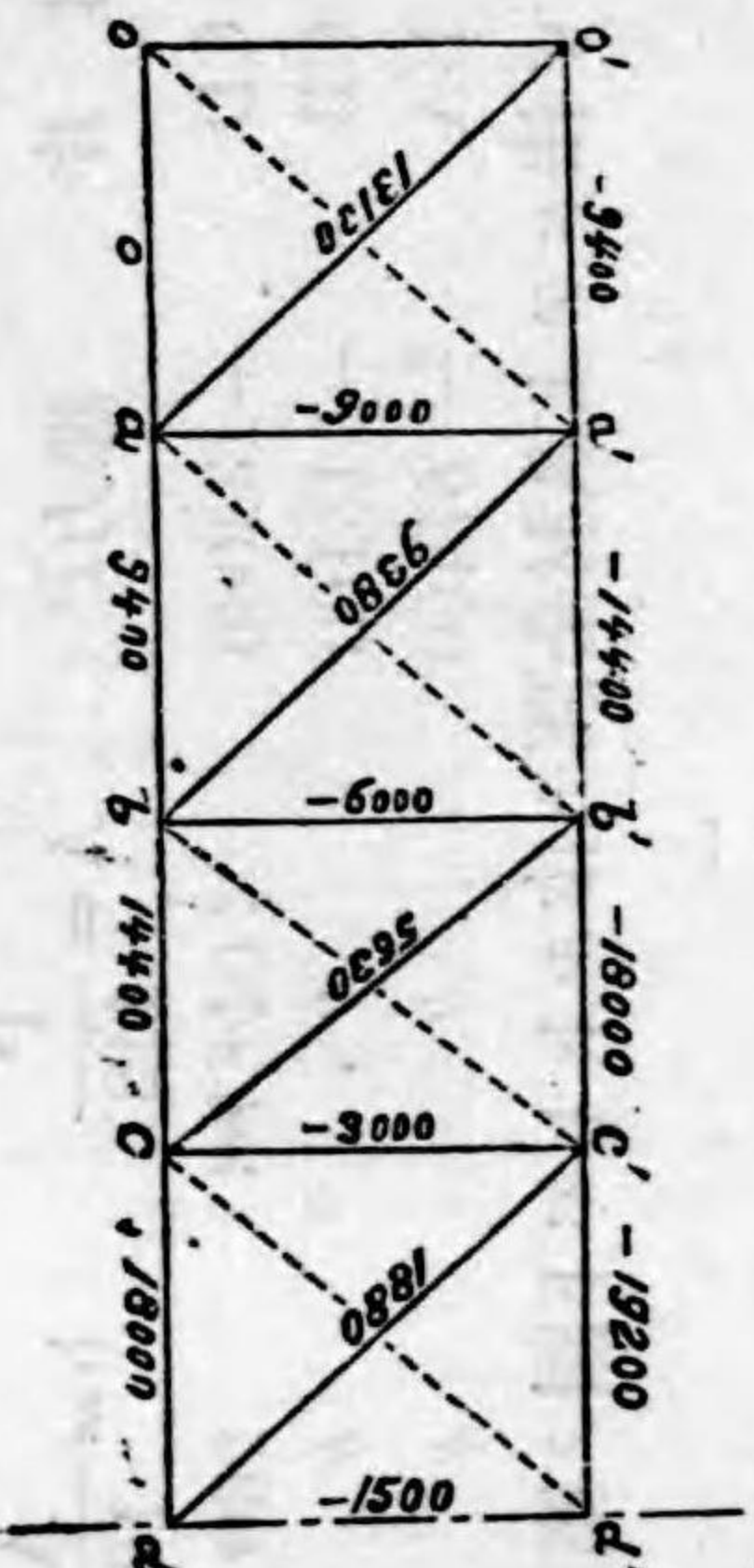
橋門構

上横構



下横構

各部材片ノ設計



垂直材: 一
垂直材ハ鍊鐵釘ヲ用キボルトニテ緊付クル故初メヨリ若
干ノ陰力アリ(荷重加ワラヌ以前ニ)此張力ハ釘ノ直径ニ
ヨリテ異ナルレバ先ヅ直径ヲ求メテ相當スル張力ヲ定メ以
テ必要ナル断面ヲ見出スコト次ノ如シ

材片	Aa	Bb	Cc	Dd
力	# 81800 = 2 × 40900	# 59400 = 2 × 29700	# 28700 = 2 × 19350	# 24700 = 2 × 13300
應	2-4.07	2-2.97	2-1.94	2-1.24

假定断面	2吋 ⁵ / ₈	2吋	1吋 ⁵ / ₈	1吋 ⁵ / ₈
(佐用強鉄ヲ 10000#(平方 吋)トス)				

釘ノ直径	7500#	6000#	4500#	3500#
最初ノ張力	2-48400#	2-35700#	2-23850#	2-15850#
應力ノ和	2-4.84	2-3.57	2-2.39	2-1.59

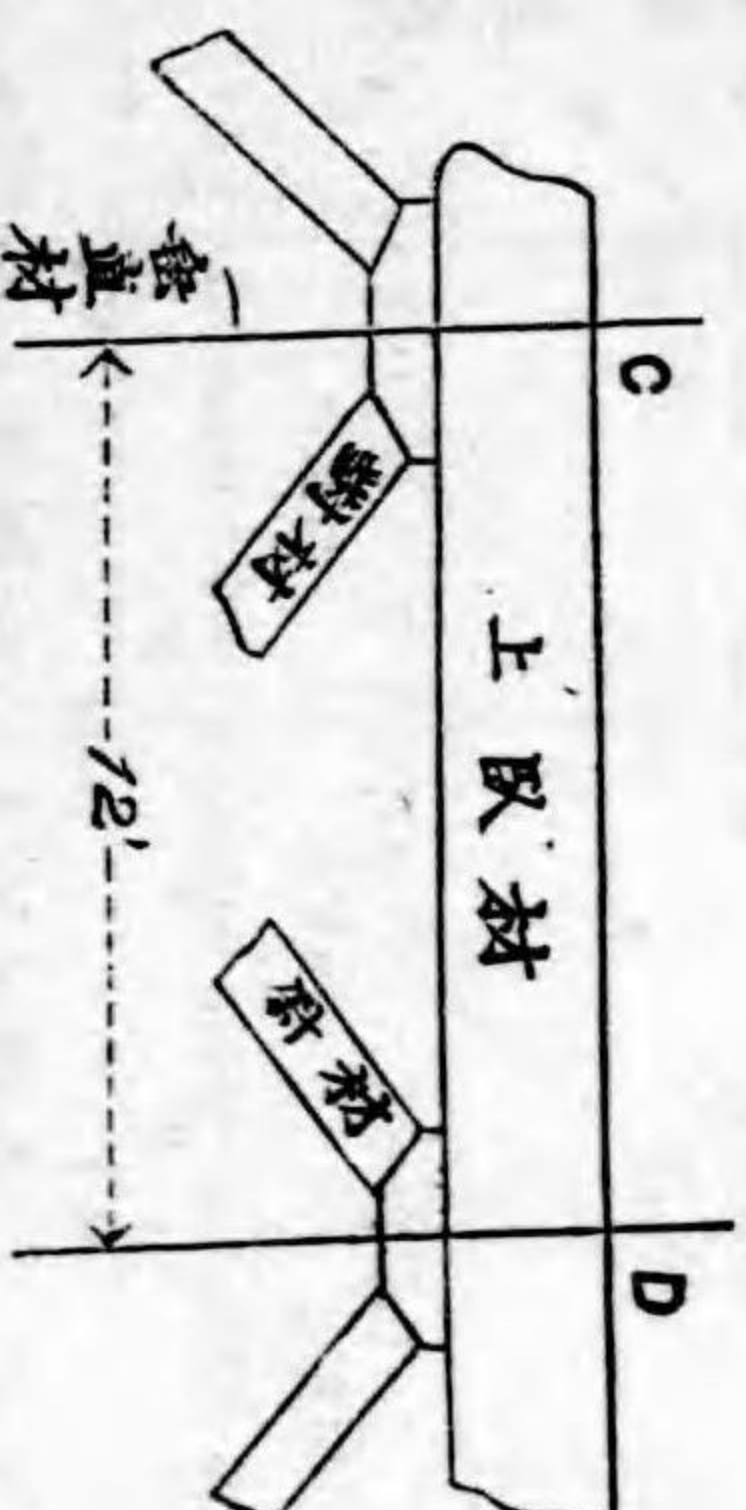
所要断面	2-2吋 ³ / ₈	2-2吋 ³ / ₈	2-1吋 ³ / ₈	2-1吋 ³ / ₈
所要直径				

釘ノ直径	最初ノ張力	釘ノ直径	最初ノ張力
(吋)	(封度)	(吋)	(封度)
2 3/8	1000	1 3/8	5000
1 3/4	1500	1 1/2	5500

1144十圖

1	2000	2	6000
$1\frac{1}{8}$	2500	$2\frac{1}{2}$	6500
$1\frac{1}{4}$	3000	$2\frac{1}{2}$	7000
$1\frac{3}{8}$	3500	$2\frac{3}{8}$	7500
$1\frac{1}{2}$	4000		
$1\frac{5}{8}$	4500		

上臥材：—

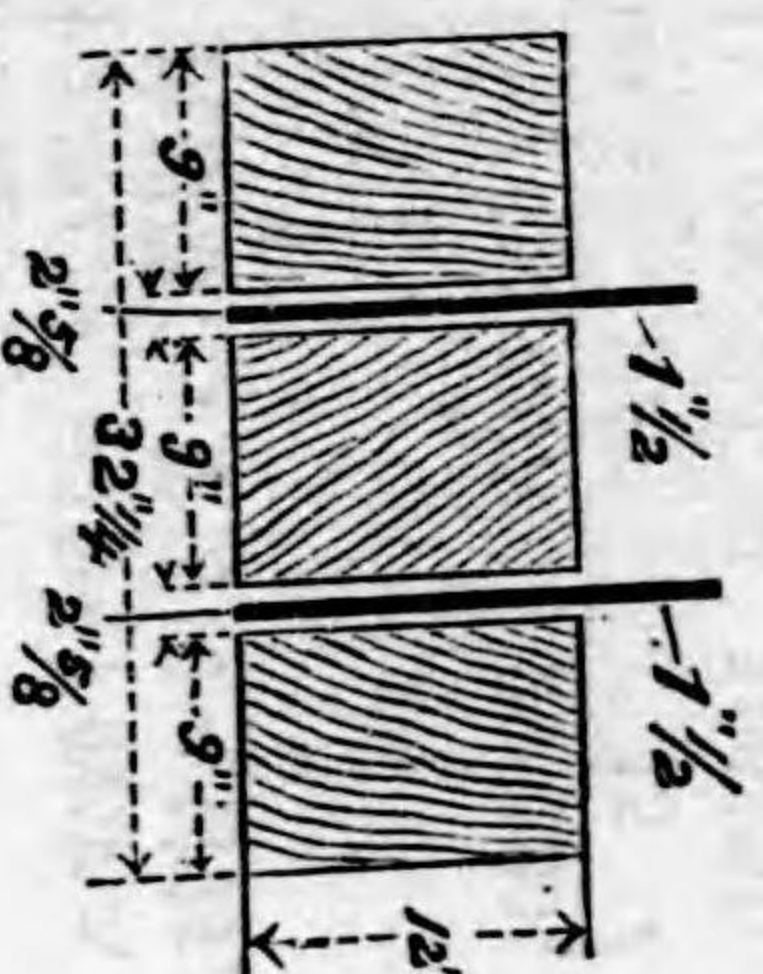


$h = 12''$ 卜假定ス

$$A = \frac{P}{f} \left\{ 1 + \frac{1}{250} \left(\frac{1}{h} \right)^2 \right\} = \frac{P}{700} \left\{ 1 + \frac{1}{250} \left(\frac{12 \times 12''}{12} \right)^2 \right\} = \frac{P}{442}$$

材片	應力 P	$A = \frac{P}{442}$	$b = \frac{A}{12}$
CD	-134080	304平方呎	26吋
CB	-115160	"	"
BA	-67400	"	"

CDノ寸法ニテ上臥材全部ヲ作ルトセズ下圖ノ断面ヲ得



端斜材(End diagonal)：—

$$M = 40500 \times 12'' = 486000 \text{ 吋} \cdot \text{呎度}$$

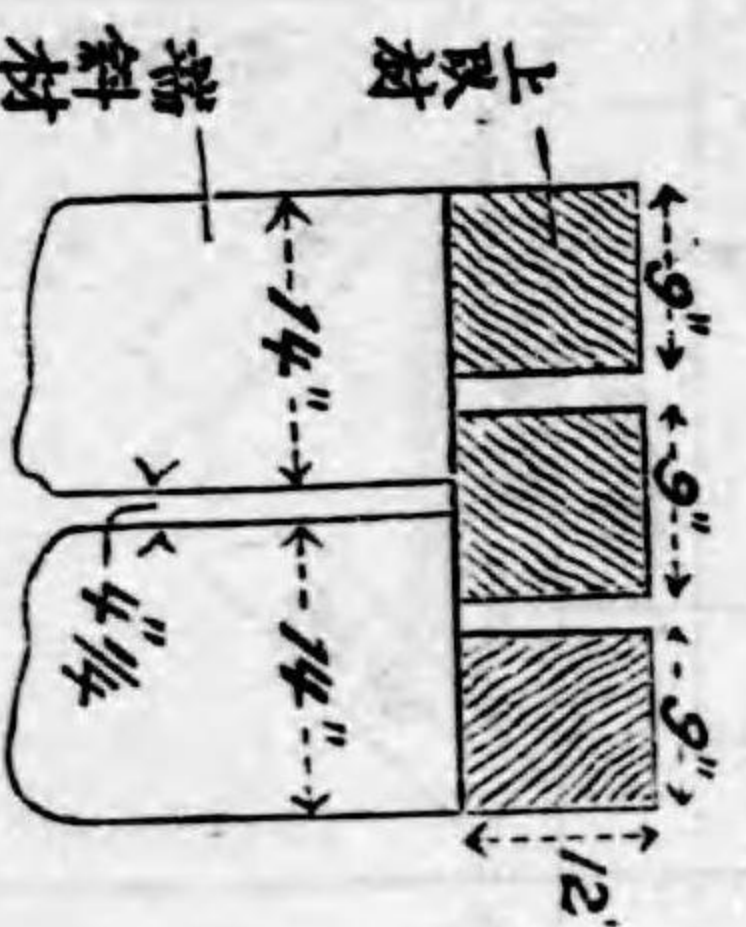
$h = 17$ 吋 卜假定ス

$f = 600$ 磅度 (—平方吋ニ付)

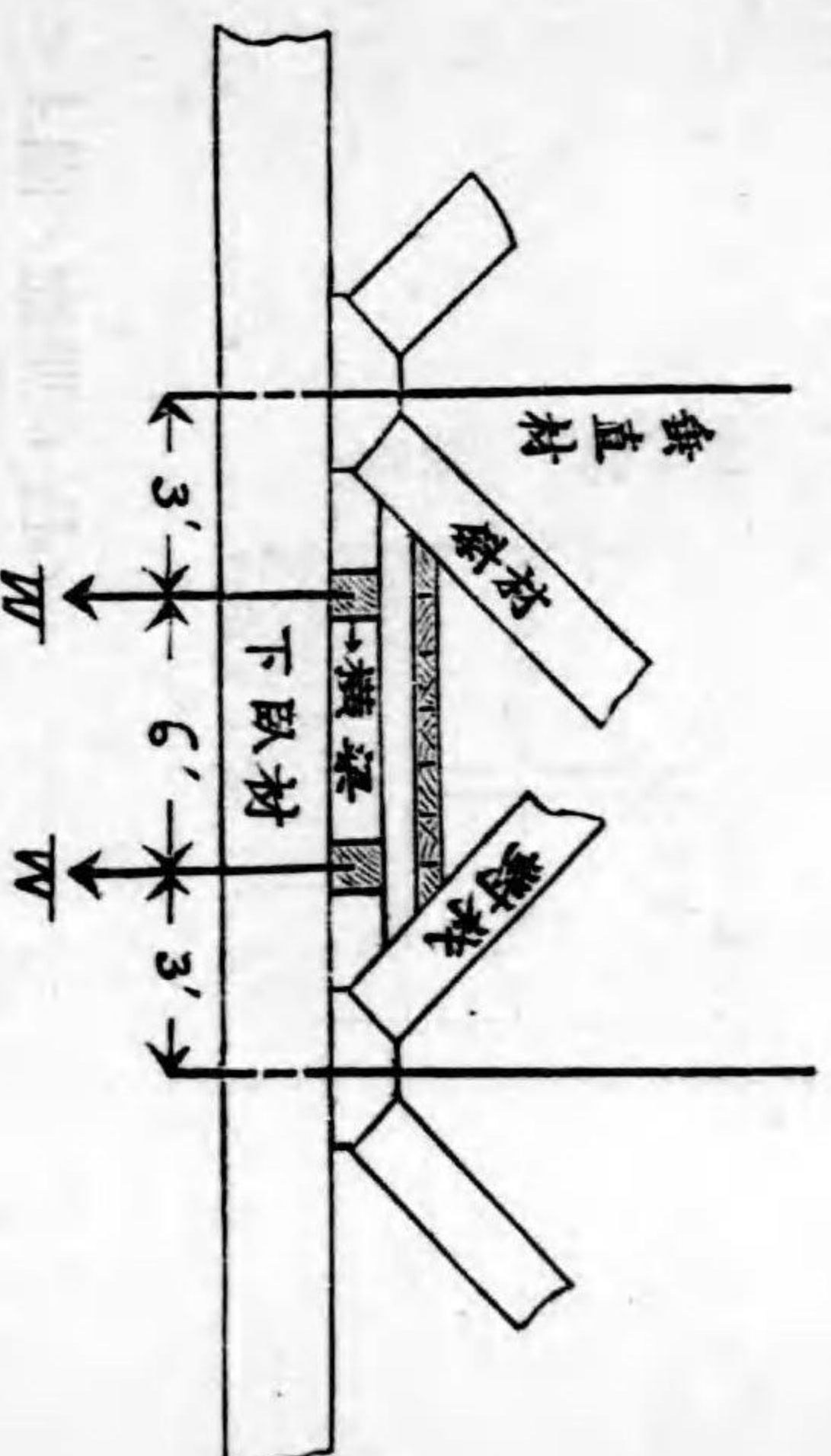
$$T = -113500$$

$$b = \frac{6M}{fh^2} + \frac{T}{fh} = \frac{6 \times 486000}{600 \times 17^2} + \frac{113500}{600 \times 17} = 28 \text{ 吋}$$

故ニ下圖ノ断面ヲ用フ



下臥材：—



横梁及ヒ其上ニ加ハル動静兩荷重 W

$$W = \frac{6 \times (15 + 6 \times 2) \times (20\# / 0' + 90\# / 0')}{2} = 8910\#$$

Wヨリ生ズル最大彎曲率 M

$$M = 8910 \times 3 \times 12\text{吋} = 320760\text{吋}\cdot\text{封度}$$

下臥材ハ應力表ニ示セル直壓力 T ト彎曲率 M トヲ考ヘ下式ヨリ計算セララル

b = 下臥材ノ幅(吋)

h = 下臥材ノ厚(吋) = 15吋ト假定ス

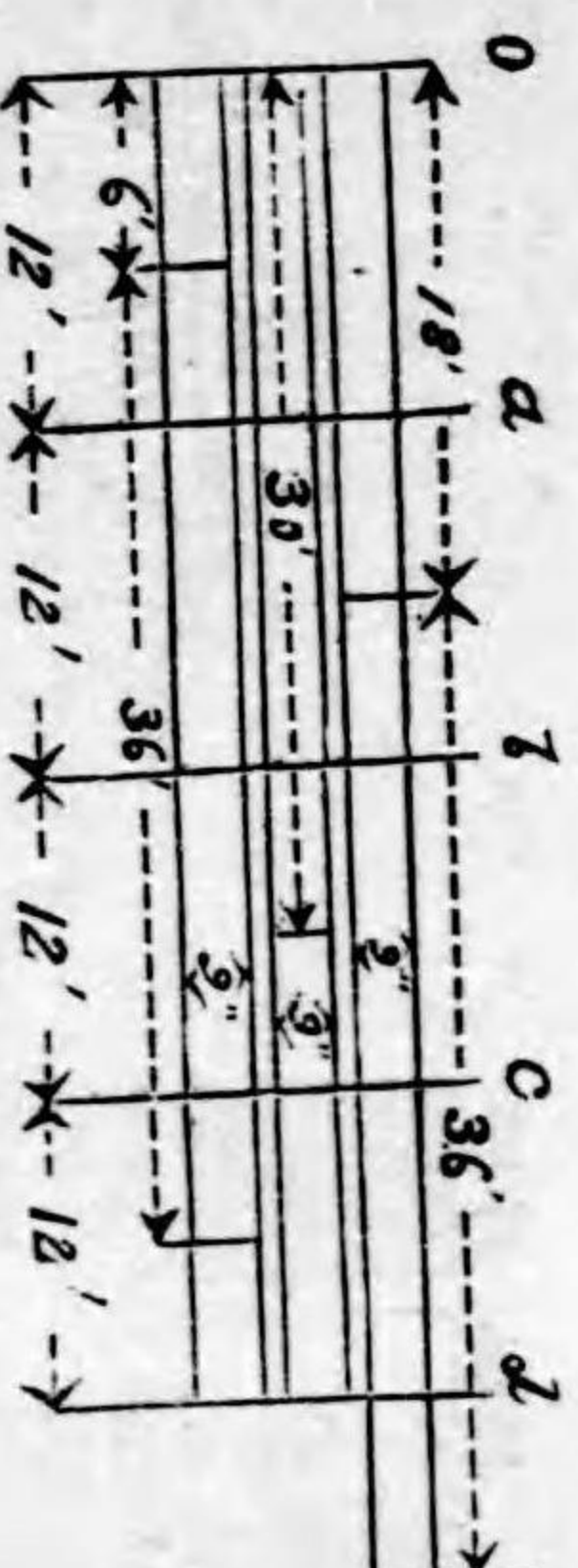
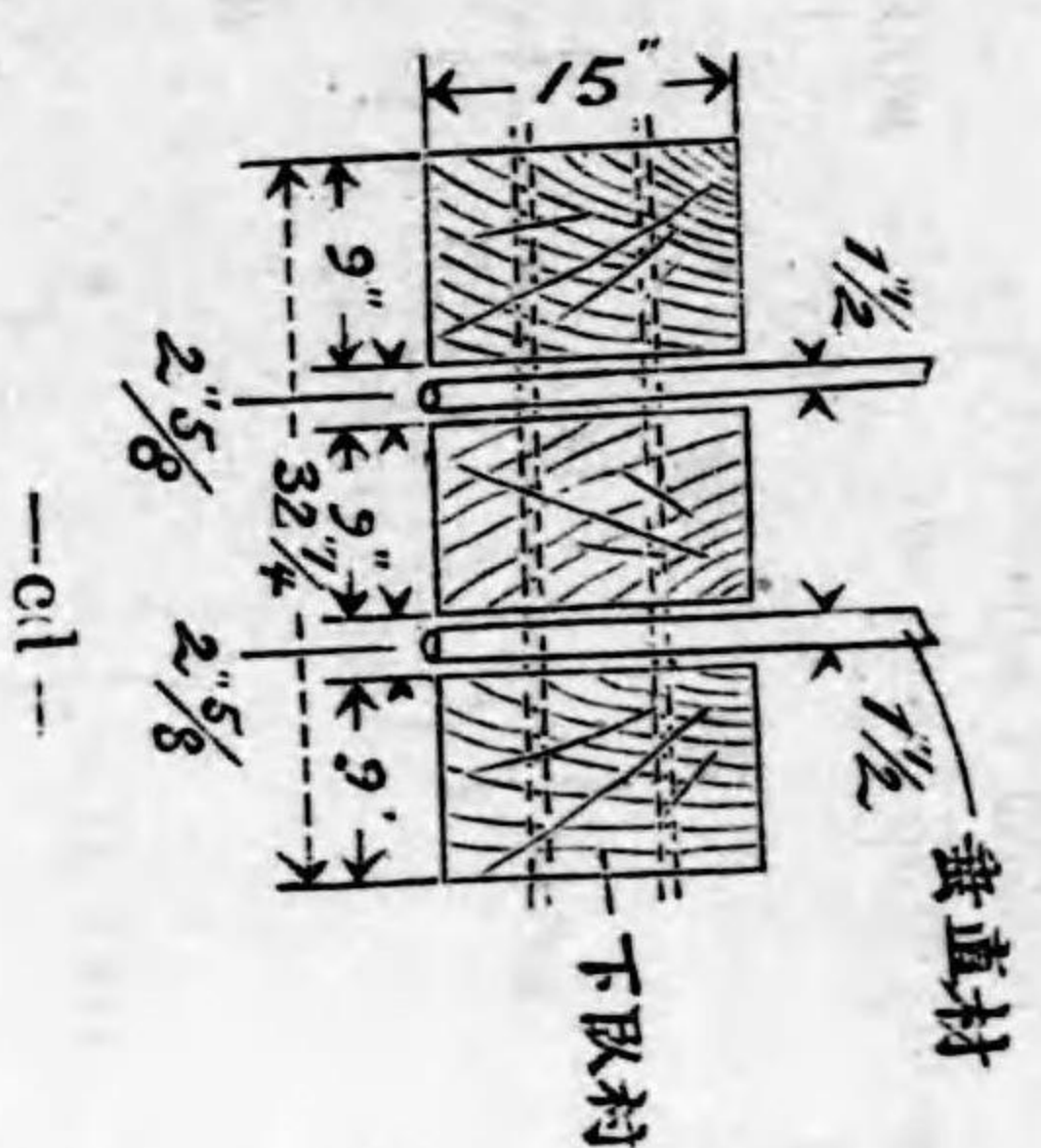
f = 木材ノ抗張強(一平方吋ニ付封度) = 700#/0'

$$b = \frac{1}{f} \left(\frac{6M}{h^2} + \frac{T}{h} \right)$$

$$\text{材片 cd ノ幅} = \frac{1}{700} \left(\frac{6 \times 320760}{15^2} + \frac{268120}{15} \right) = 27\text{吋}$$

$$\text{材片 bc ノ幅} = \frac{1}{700} \left(\frac{6 \times 320760}{15^2} + \frac{156320}{15} \right) = 26\text{吋}$$

便宜上下臥材ハ凡テ cd 材片ト同一ノ寸法トス



平面圖(下臥材ノ長サヲ示ス)

斜材：—

$$Ba = -78200\#$$

$$A = P \left\{ \frac{1 + \frac{4}{250} \left(\frac{1}{h} \right)^2}{f} \right\} = 78200 \left\{ \frac{1 + \frac{4}{250} \left(\frac{10 \times 12''}{12} \right)^2}{700} \right\} = 290\text{方吋}$$

$$b = \frac{A}{h} = \frac{290}{12} = 24\text{吋}$$



—Ba—

$C_b = -52400 \#$

$$A = -52400 \left\{ \frac{1 + \frac{4}{150} \left(\frac{10 \times 12 \sqrt{2}}{102} \right)^2}{700} \right\} = 195 \text{ 平方吋}$$

$b = \frac{195}{12} = 16 \text{吋}$

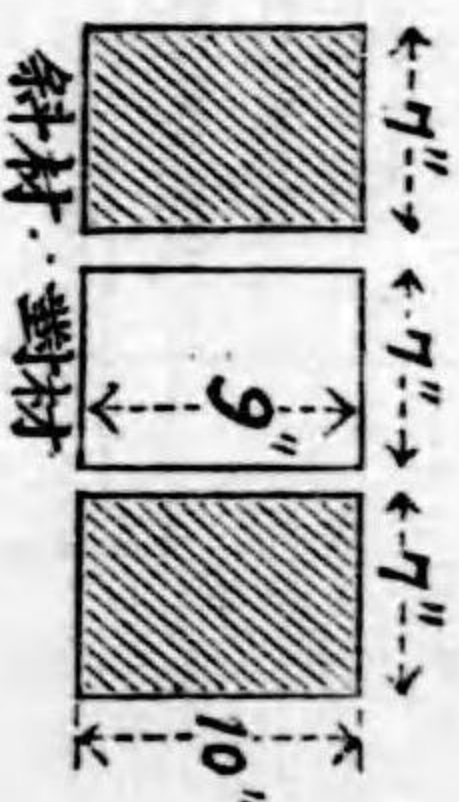


—Cb—

$D_c = -28900 \#$

$$A = 7600 \left\{ \frac{1 + \frac{4}{250} \left(\frac{10 \times 12 \sqrt{2}}{12} \right)^2}{700} \right\} = 136 \text{ 平方吋}$$

$b = \frac{A}{h} = \frac{136}{16} = 14 \text{吋}$



—Dc—
—Cd—

對材：—

$C_d = -7600 \#$

$$A = 7600 \left\{ \frac{1 + \frac{4}{250} \left(\frac{10 \times 12 \sqrt{2}}{7} \right)^2}{700} \right\} = 9 \text{吋}$$

下 橫 樑

支柱aa'

$P = -9000 \#$
 $l = 15 \times 12 \sqrt{2} = 180 \text{吋}$
 $h = 6 \text{吋}$ 假定

$C_b = -52400 \#$

$$A = -52400 \left\{ \frac{1 + \frac{4}{150} \left(\frac{10 \times 12 \sqrt{2}}{102} \right)^2}{700} \right\} = 195 \text{ 平方吋}$$

$b = \frac{195}{12} = 16 \text{吋}$

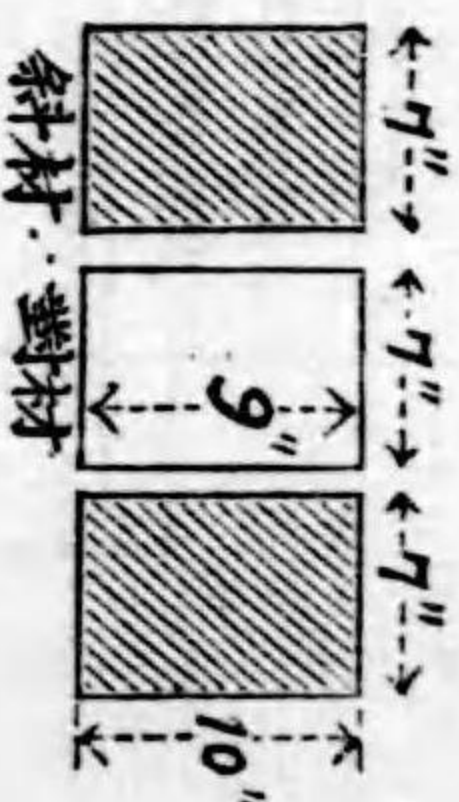


—Cb—

$D_c = -28900 \#$

$$A = 7600 \left\{ \frac{1 + \frac{4}{250} \left(\frac{10 \times 12 \sqrt{2}}{12} \right)^2}{700} \right\} = 136 \text{ 平方吋}$$

$b = \frac{A}{h} = \frac{136}{16} = 14 \text{吋}$



—Dc—
—Cd—

對材：—

$C_d = -7600 \#$

$$A = 7600 \left\{ \frac{1 + \frac{4}{250} \left(\frac{10 \times 12 \sqrt{2}}{7} \right)^2}{700} \right\} = 9 \text{吋}$$

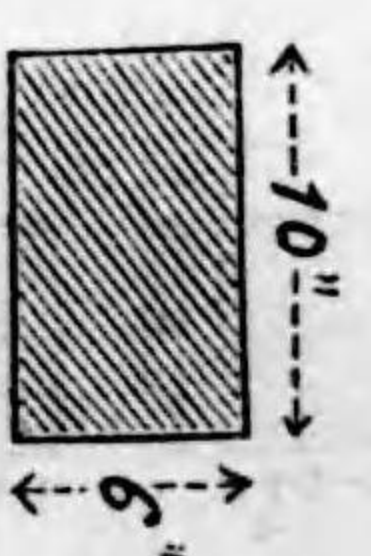
下 橫 樑

支柱aa'

$P = -9000 \#$
 $l = 15 \times 12 \sqrt{2} = 180 \text{吋}$
 $h = 6 \text{吋}$ 假定

$$A = 9000 \left\{ \frac{1 + \frac{1}{250} \left(\frac{180}{6} \right)^2}{700} \right\} = 60 \text{ 平方吋}$$

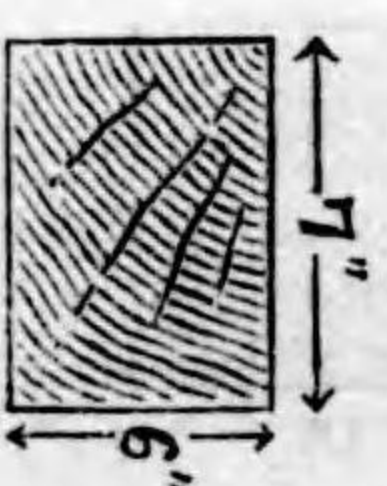
$b = \frac{60}{6} = 10 \text{吋}$



支柱66'
 $P = -6000 \#$ $h = 6 \text{吋}$

$$A = 6000 \left\{ \frac{1 + \frac{1}{250} \left(\frac{180}{6} \right)^2}{700} \right\} = 40 \text{ 平方吋}$$

$b = \frac{40}{6} = 7 \text{吋}$



支柱cc'
 $P = -3000 \#$ $h = 5 \text{吋}$

$$A = 3000 \left\{ \frac{1 + \frac{1}{250} \left(\frac{180}{5} \right)^2}{700} \right\} = 30 \text{ 平方吋}$$

$b = \frac{30}{5} = 6 \text{吋}$



支柱dd'

$h = 5 \text{吋}$ $b = 5 \text{吋}$



繫材：—

材	片	o/a	a/b	b/c	c/d
應	力	13130#	9380#	5630#	1880#
假	定	13130#	0.94□"	0.56□"	0.19□"
假	定	10000#/□"			
釘	の	1 7/8	1 1/8	7/8	1 1/2
最	初	3500#	2800#	1500#	1000#
應	力	16630#	11880#	7130#	2880#
所	要	1.66□"	1.19□"	0.71□"	0.29□"
所	要	1 1/2	1 1/4	1"	5/8"

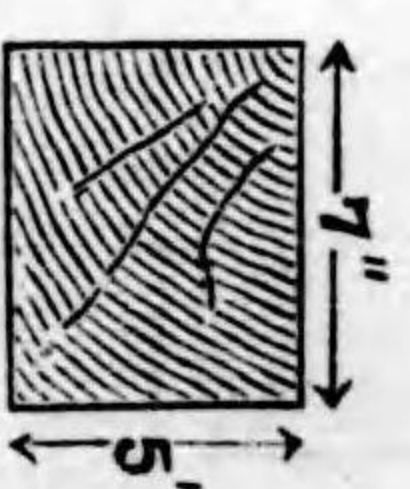
上 横 構

支柱bb'

P = -3600# h = 5" 卜 又

$$A = 3600 \left\{ \frac{1 + \frac{1}{250} \left(\frac{180}{5} \right)^2}{700} \right\} = 32 \square"$$

$$b = \frac{32}{5} = 7"$$



支柱cc'

P = -1800# b = 5" h = 5"



支柱dd'

P = 300 b = 5" h = 5"



繫材：—

材	片	ab'	b/c	c/d
應	力	5620	3370	1120
假	定	0.56	0.34	0.11
假	定	7/8	58	3/8
假	定	1500	1000	1000
釘	の	7122	4370	2120
最	初	0.71	0.44	0.21
應	力	1	6/8	1 1/2
所	要	橋	門	構
所	要			

支柱c'D'

P = 15200# h = 6" 卜 又

$$A = \frac{P}{f} \left\{ 1 + \frac{1}{250} \left(\frac{l}{h} \right)^2 \right\} = \frac{15200}{700} \left\{ 1 + \frac{1}{250} \left(\frac{5\sqrt{2} \times 12}{6} \right)^2 \right\} = 39 \square"$$

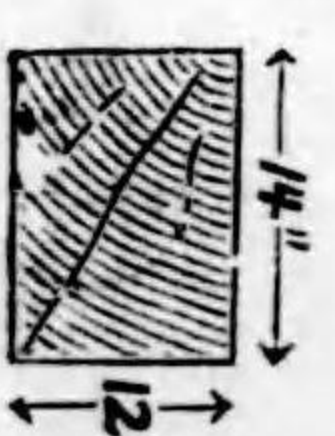
$$b = \frac{39}{6} = 7"$$



支柱AA'

P = 13050# Mc = 18000呎・封度 h = 12" 卜 又

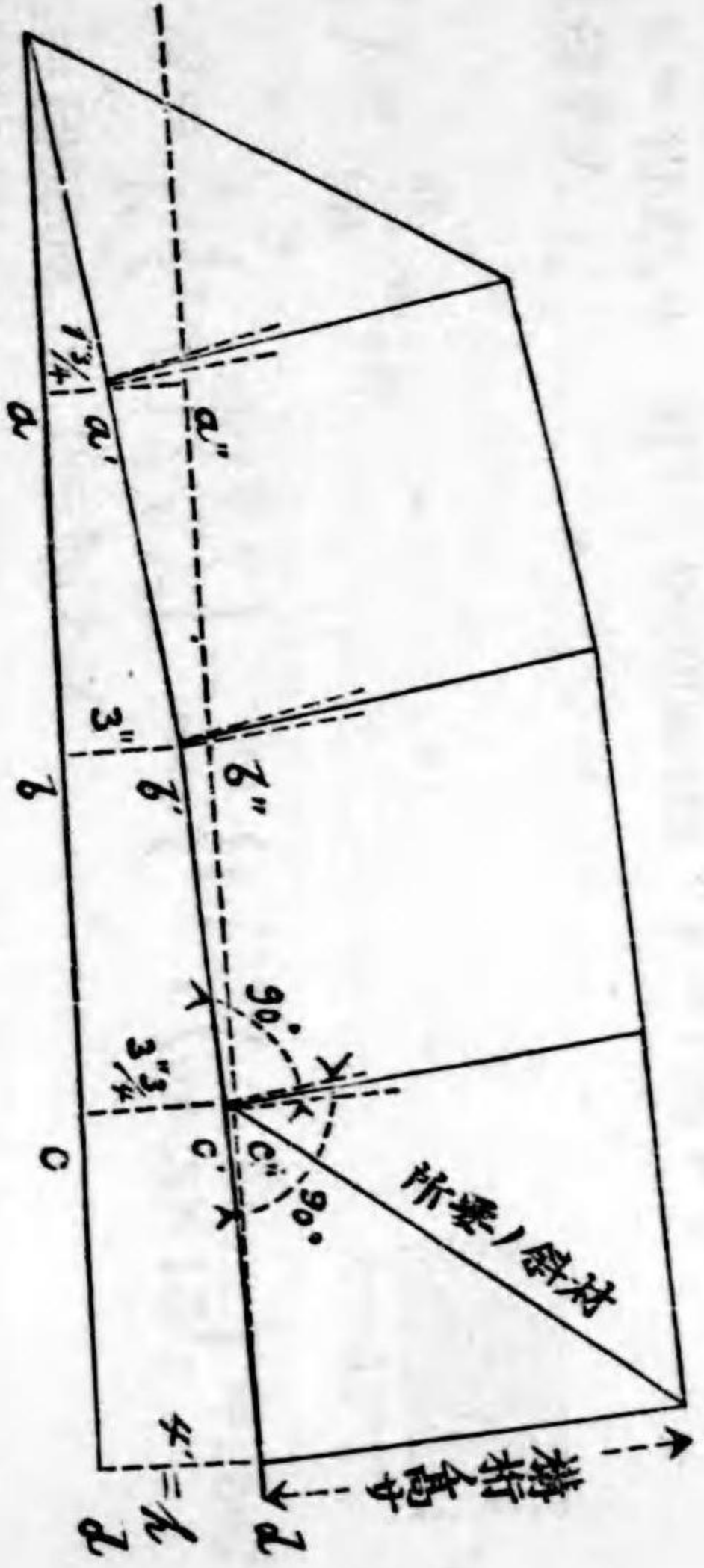
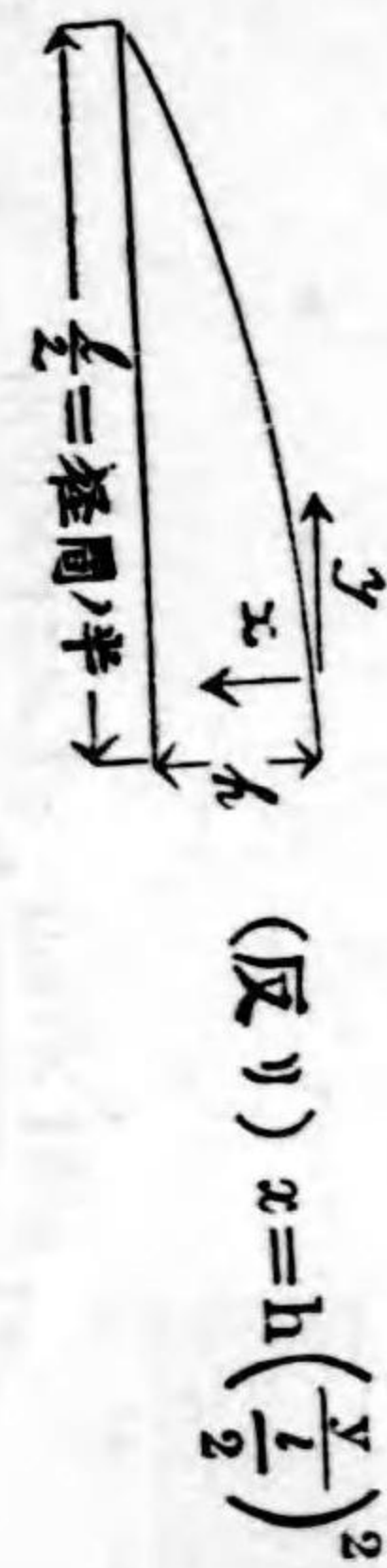
$$b = \frac{6M}{fh^2} + \frac{P}{fh} = \frac{6 \times 18000 \times 12}{600 \times 12 \times 12} + \frac{13050}{600 \times 12} = 14"$$



反り (Camber)

$$l = \frac{96 \times 12''}{300} = 3.784 = 4\text{吋}$$

徑間ノ三分の一トセバ $\frac{l}{300} = \frac{96 \times 12''}{300} = 3.784 = 4\text{吋}$
 拋物線ノ方法ニテ各分格點ノ高ヲ求ムルハ



$$dd'' = 4''$$

$$c'c'' = h \left(\frac{y}{2} \right)^2 = 4 \left(\frac{12}{96} \right)^2 = \frac{1''}{4} \quad \therefore cc' = 3\frac{3}{4}$$

$$b''b'' = \quad \quad = 4 \left(\frac{12 \times 2}{96} \right)^2 = 1'' \quad \therefore bb' = 3''$$

$$a'a'' = \quad \quad = 4 \left(\frac{12 \times 3}{96} \right)^2 = 2\frac{1}{4} \quad \therefore aa' = 1\frac{3}{4}$$

プラット式構桁 (Pratt truss)

外觀ハサ式ニ似タルモ斜材ノ方向ハ反對ニシテ左上ヨリ右下ニ取附ケラル

垂直材ニハ應壓力ヲ生シ斜材ニハ應張力ヲ生ズ而シテ對材 (Counter) ハ部分荷重ヲ受クル時應張力ヲ生ズルモノトス此構桁ニハ木製ノモノ無キニアラザルモ普通ハ鋼製トス一般ニ鐵構桁ハ其構造上ヨリ區別シテ鉋結 (pin Connection) ト釘結 (rivet connection) トノ二種トス

前者ハ分格點ニ於ケル各材片ガ鐵釘ヲ以テ結合セラレ後者ハ鉋ヲ以テ結合セラレタルモノヲ云フ

上路橋ト下路橋トノ區別アルハハサ式ト同様ナリ

張力ヲ受ケル下臥材ハ普通眼釘 (Eyebars) 又ハ鐵ヲ用テ前者ハ下臥材ガ單ニ張力ヲ受ケ鉋結ト爲ス場合ニ用ヒ後者ハ鐵場合ニ釘結又ハ鉋結ニヨリテ用キラル、ナリ

大ナル場合ニ上臥材及ビ垂直材ハ鐵鉋鐵ヲ函形ニ組合セ之レニ綾綴 (Lacing) 又ハ覆綴工 (Latticeing) ヲ施セルモノヲ用ヒ分格點ニ鉋結又ハ釘結ノ何レニテモ可ナリ張力ヲ受ケル斜材ハ圓鉋 (Round bar) 角鉋 (Square bar) 平鐵鉋 (Flat bar) 又ハ眼鉋ヲ用ヒ鉋結トス但シ釘結ノ構桁ニテハ普通上臥材ト同形ヲ用テ對材ハ普通圓鉋又ハ角鉋トス

風荷重ナルモノハ鐵上鉋ヲ組合セ綾綴ヲ以テ臥材ニ連結シ復雜ナルモノハ張力ヲ受ケル斜材ヲ圓鉋又ハ角鉋トシ壓力ヲ受ケル支柱材ハ鐵ニ綾綴ヲ施コシタルモノヲ用

靜荷重及ビ等布動荷重ガ上下臥材ニ働ク有様ハハサ式ト同一ナリ集中動荷重ハ荷重ノアル臥材ニ固有ノ荷重方法ヲ以テ働クモノトス

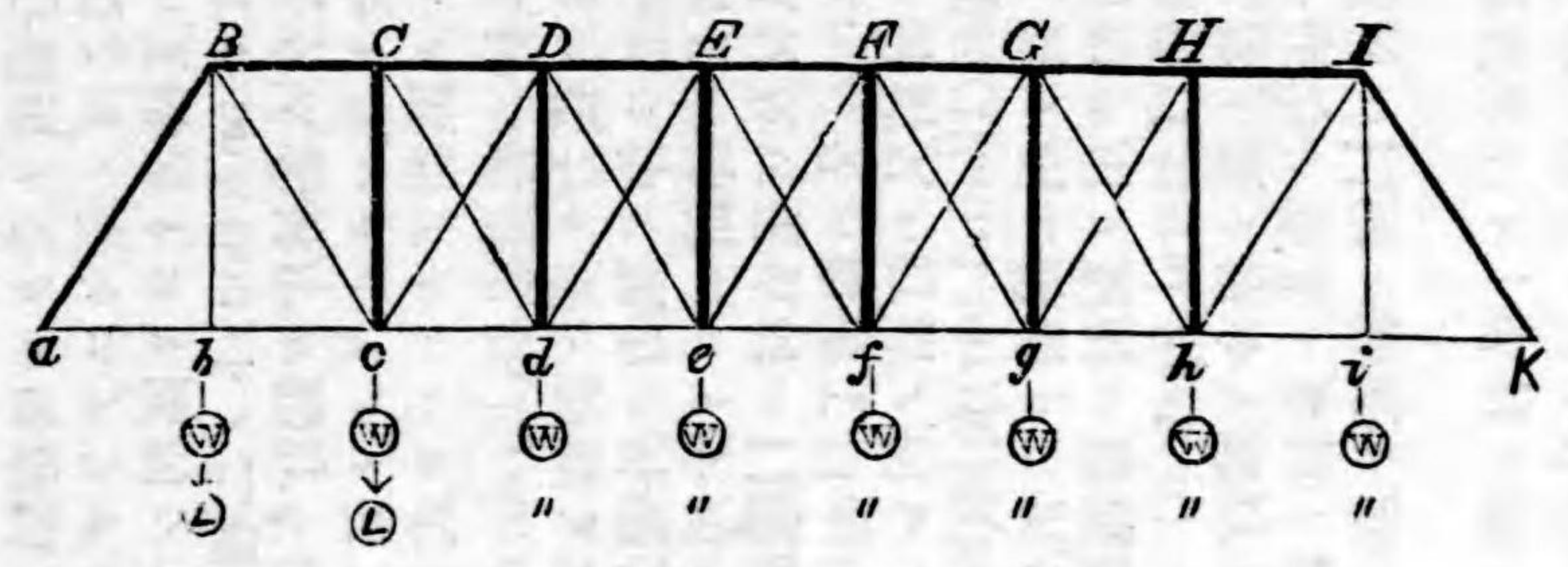
反リハ一般鐵構ニ於ケル如ク徑間ノ六百分ノ一乃至千二百分ノ一トス

Stress of 應力	9 Panels 九分格	8 Panels 八分格	7 Panels 七分格	6 Panels 六分格	5 Panels 五分格	
aB Bc Cd De Ef Fg Gh	$4W + 4L$ $3W + \frac{2}{3}L$ $2W + \frac{2}{3}L$ $W + \frac{1}{3}L$ $0 + \frac{1}{3}L$ $-W + \frac{2}{3}L$ $-2W + \frac{2}{3}L$	$3.5W + 3.5L$ $2.5W + \frac{2}{3}L$ $1.5W + \frac{1}{3}L$ $0.5W + \frac{1}{3}L$ $-0.5W + \frac{2}{3}L$ $-1.5W + \frac{2}{3}L$	$3W + 3L$ $2W + \frac{1}{3}L$ $W + \frac{1}{3}L$ $0 + \frac{1}{3}L$ $-W + \frac{2}{3}L$	$2.5W + 2.5L$ $1.5W + \frac{1}{3}L$ $0.5W + \frac{2}{3}L$ $-0.5W + \frac{2}{3}L$	$2W + 2L$ $1.0W + \frac{2}{3}L$ $0 + \frac{2}{3}L$ $-1W + \frac{2}{3}L$	商サ長ノ此 チニサモ欄 乘テチ内ニ ス除チ構各 可シ桁自 シルノ高ノ
ab, bc BC, cd CD, de DE, ef	$4(W+L)$ $7(W+L)$ $9(W+L)$ $10(W+L)$	$3\frac{1}{2}(W+L)$ $6(W+L)$ $7\frac{1}{2}(W+L)$ $8(W+L)$	$3(W+L)$ $5(W+L)$ $6(W+L)$	$2.5(W+L)$ $4(W+L)$ $4.5(W+S)$	$2(W+L)$ $3(W+L)$	商ニノノ此 チテ長モ欄 乘除チニ内 スシ構一ニ 可タ桁分アル シル高格所
Cc Dd Ee	$2W + \frac{2}{3}L$ $W + \frac{1}{3}L$ $0 + \frac{1}{3}L$	$1.5W + \frac{1}{3}L$ $0.5W + \frac{1}{3}L$ $-0.5W + \frac{2}{3}L$	$2W + \frac{1}{3}L$ $W + \frac{1}{3}L$ $0 + \frac{1}{3}L$	$1.5W + \frac{1}{3}L$ $0.5W + \frac{2}{3}L$ $-0.5W + \frac{2}{3}L$	$W + \frac{2}{3}L$ $0 + \frac{2}{3}L$	示自ハア此 ス應力直ル欄 チ各ニモノニ

プラット構桁應力表 (二)

プラット構桁應力表

Pratt or Single Quadrangular Truss



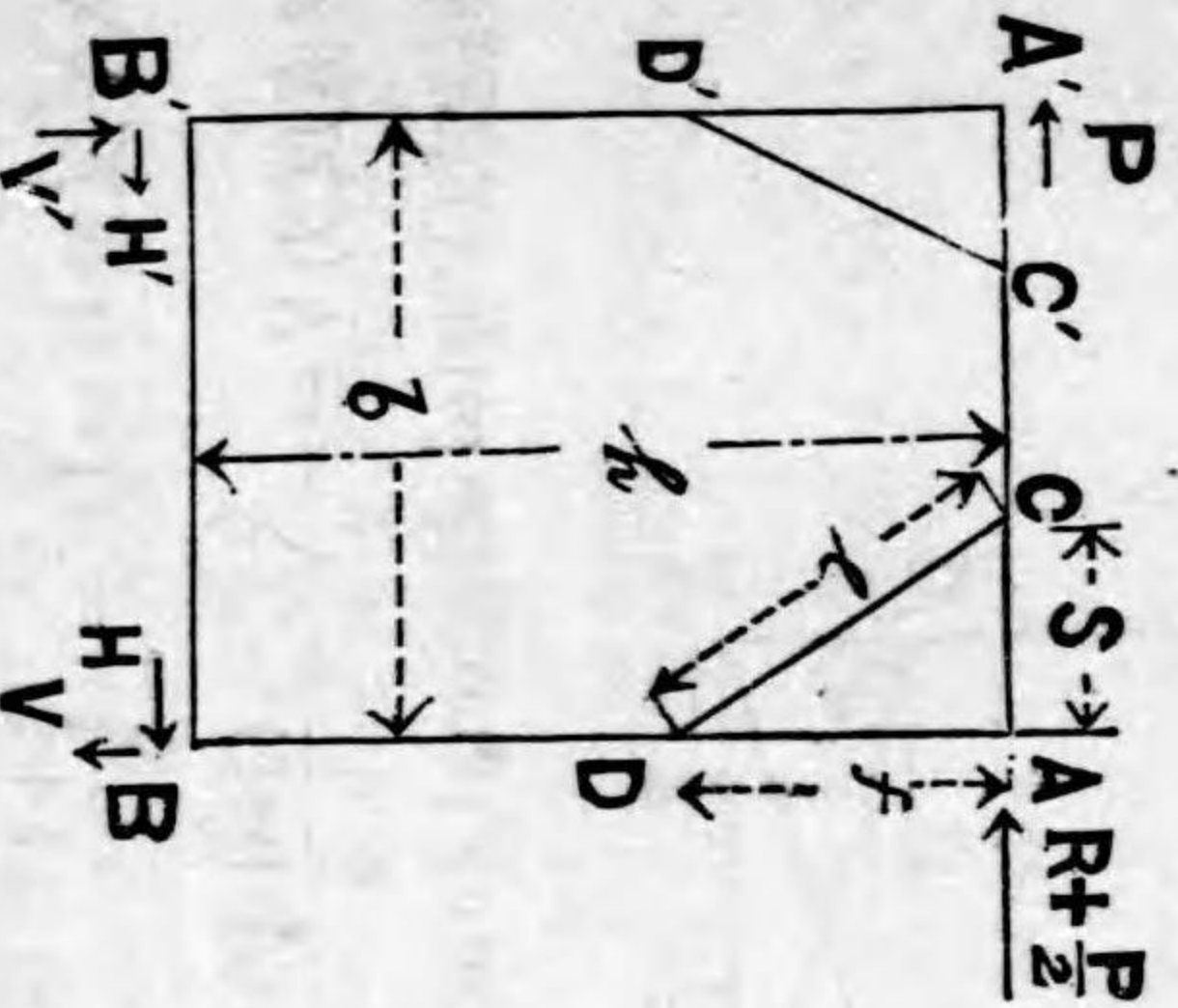
Wハ分格點ノ靜荷重Lハ同動荷重ナリ

プラット構桁應力表 (一)

Stress of 應力	12 Panels 拾二分格	11 Panels 拾一分格	10 Panels 拾分格	
aB Bc Cd De Ef Fg Gh Hi	$5\frac{1}{2}W + 5\frac{1}{2}L$ $4\frac{1}{2}W + \frac{5}{10}L$ $3\frac{1}{2}W + \frac{4}{10}L$ $2\frac{1}{2}W + \frac{3}{10}L$ $1\frac{1}{2}W + \frac{2}{10}L$ $\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$ $-\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$ $-1\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$	$5W + 5L$ $4W + \frac{4}{10}L$ $3W + \frac{3}{10}L$ $2W + \frac{2}{10}L$ $W + \frac{1}{10}L$ $0 + \frac{1}{10}L$ $-W + \frac{1}{10}L$ $-2W + \frac{1}{10}L$	$4\frac{1}{2}W + 4\frac{1}{2}L$ $3\frac{1}{2}W + \frac{3}{10}L$ $2\frac{1}{2}W + \frac{2}{10}L$ $1\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$ $\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$ $-\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$ $-1\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$	此欄内ニアル所ノ各サテ モノ高サニテ チ構桁ノ高サ 除シタル力ヲ ルハ其力ヲ得 ルモナリ
ab, bc BC, cd CD, de DE, ef EF, fg FG,	$5\frac{1}{2}(W+L)$ $10(W+L)$ $13\frac{1}{2}(W+L)$ $16(W+L)$ $17\frac{1}{2}(W+L)$ $18(W+L)$	$5(W+L)$ $9(W+L)$ $12(W+L)$ $14(W+L)$ $15(W+L)$	$4\frac{1}{2}(W+L)$ $8(W+L)$ $10\frac{1}{2}(W+L)$ $12(W+L)$ $12\frac{1}{2}(W+L)$	此欄内ニアル所ノ各サテ 分格ノ高サニ 構桁ノ高サ 除シタル力ヲ 乗スルハ其力 應力ナルヲ得
Cc Dd Ee Ff Gg	$3\frac{1}{2}W + \frac{3}{10}L$ $2\frac{1}{2}W + \frac{2}{10}L$ $1\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$ $\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$ $-\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$	$3W + \frac{3}{10}L$ $2W + \frac{2}{10}L$ $W + \frac{1}{10}L$ $0 + \frac{1}{10}L$	$2\frac{1}{2}W + \frac{2}{10}L$ $1\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$ $\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$ $-\frac{1}{2}W + \frac{1}{10}L$	此欄内ニアル所ノ各サテ ルモノ力ヲ 示スルハ其力 示スルハ其力

風荷重ニ因ル應力

風荷重ハ臥材斜材垂直材ノ面積ニ加ハル風力ニシテ構桁ノ中央ヨリ上部ノモノハ上臥材ノ各分格點ニ下部ノモノハ下臥材ノ各分格點ニ集中シテ動クモノトス但シ列車ニ加ハル風力ノ動荷重ハ上路橋ニ於テハ上臥材ノ分格點ニ集中シテ下路橋ニ於テハ下臥材ノ分格點ニ集中スルモノトス如上ク考ヘタル構造ハ下臥材ノ分格點ニ以テ構桁ハ同様ニ計算セラルベシ
風力ハ水平ノ方向ニ於テ一平方呎ニ付三十乃至四十封度ナリトス
橋門隅束 (Portal knee bracing) ニ於ケル風應力ハ下式ヨリ計算セラルベシ (但シ上部對風鏡構ガプラット式ノ場合トス)



$P =$ 風力ノ分格荷重 (上部對風鏡構ノ各分格點ニ動ク)

 $R =$ 中間ニアル分格荷重ノ總和

 $CD =$ 於ケル應張力

 $= \frac{R+P}{2} \cdot \frac{h}{s} \cdot \frac{l}{f}$

 $CD' =$ 於ケル應壓力

 $= -\frac{R+P}{2} \cdot \frac{h}{s} \cdot \frac{l}{f}$

 $CC' =$ 於ケル應壓力

 $= -\frac{R}{2}$

$AC =$ 於ケル應壓力

 $= -\left(\frac{R}{2} + \frac{R+P}{2} \cdot \frac{h}{f}\right)$

 $AC' =$ 於ケル應張力

 $= \left(\frac{R+P}{2} \cdot \frac{h}{f} - \frac{R}{2}\right)$

 $BD' =$ 於ケル應壓力

 $= \frac{(R+P)h}{b}$

ADニ於ケル應壓力 = $(R+P) \left(\frac{h}{2s} - \frac{h}{b} \right)$

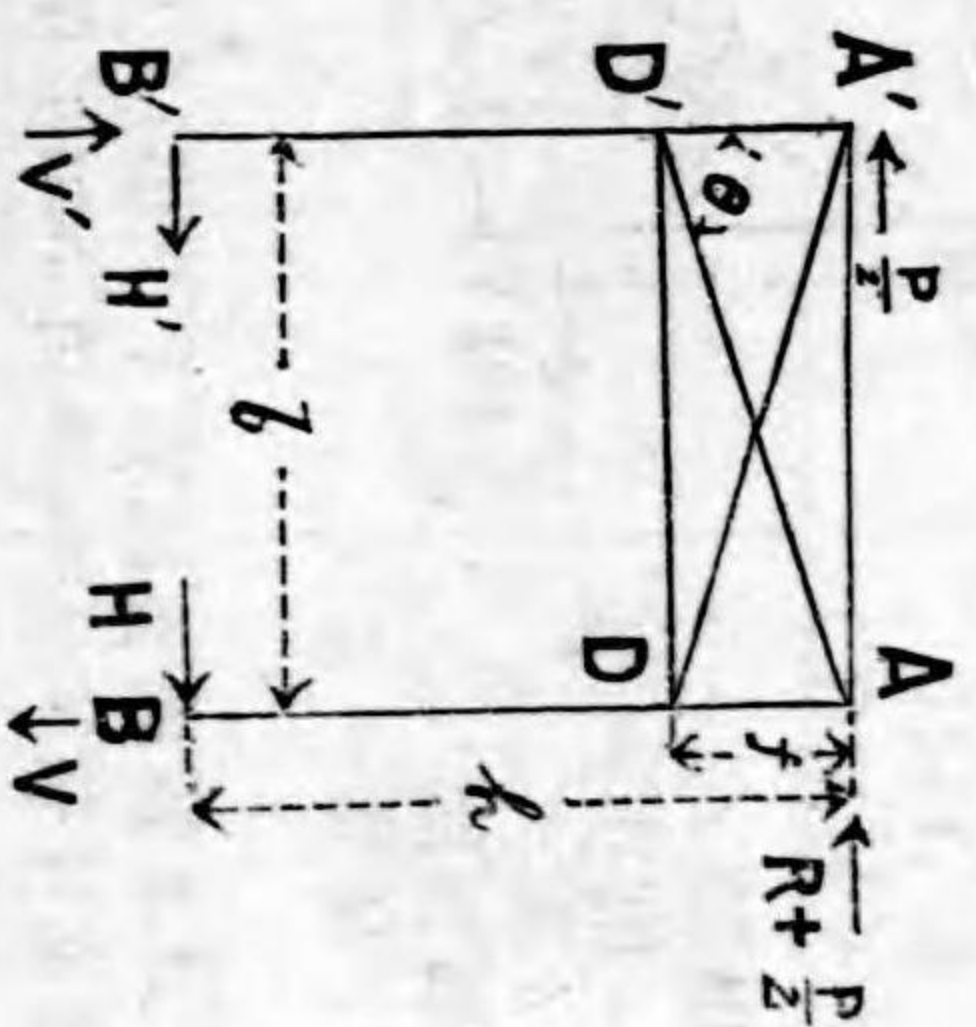
C點ニ於ケル彎曲率 = $\frac{(R+P)}{2} \left(1 + \frac{2s}{b} \right) h$

D點ニ於ケル彎曲率 = $\frac{(R+P)}{2} (h-f)$

水平反力 $H = H' = \frac{R+P}{2}$

垂直反力 $V = -V' = \frac{(R+P)h}{b}$

筋違式(Portal diagonal bracing)



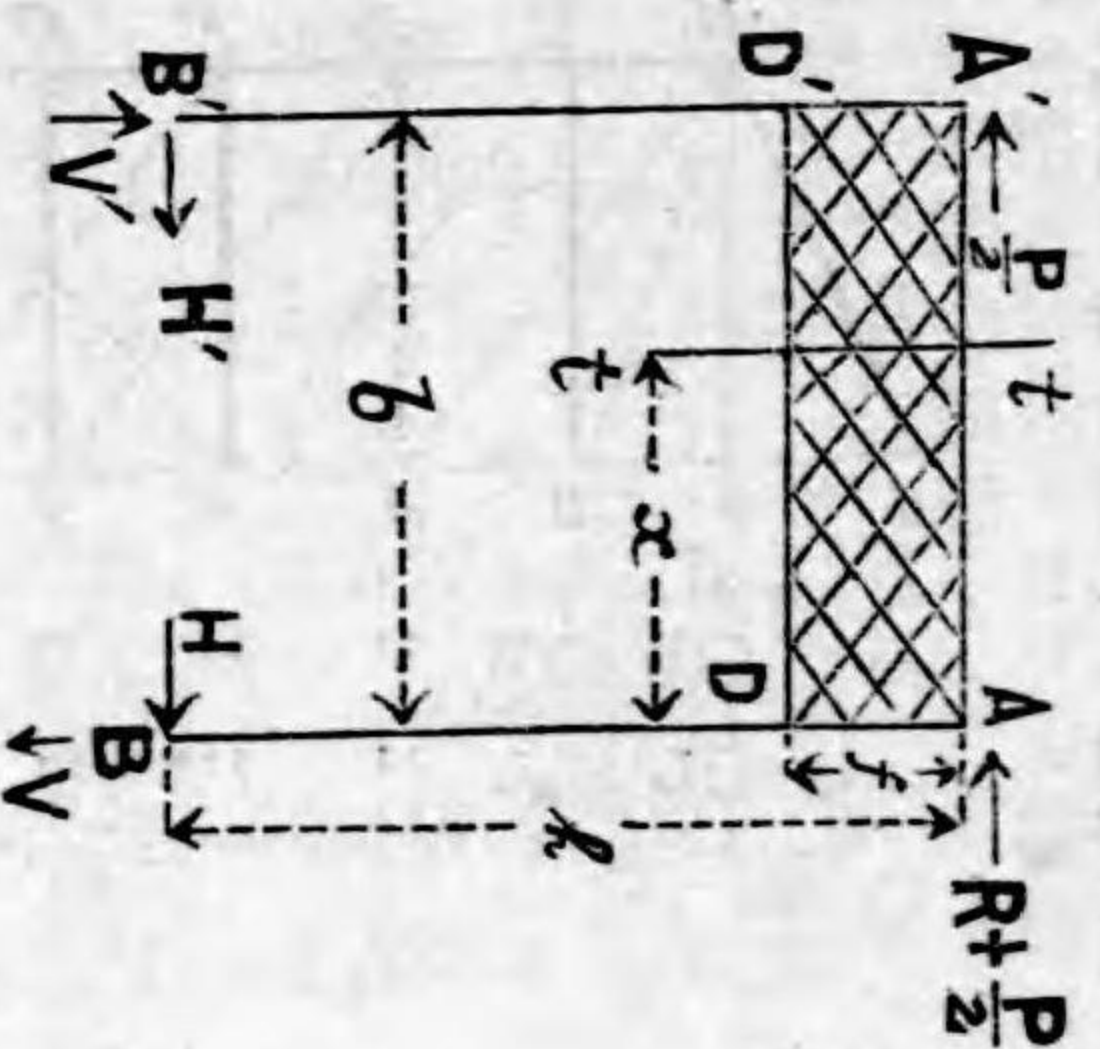
AA'ニ於ケル應壓力 = $\frac{(R+P)}{2} \cdot \frac{h}{f} + \frac{R}{2}$

A'Dニ於ケル應張力 = $\frac{(R+P)h}{b} \text{Sec}\theta$

DD'ニ於ケル應壓力 = $\frac{(R+P)}{2} \cdot \frac{h}{f}$

D或ハD'ニ於ケル彎曲率 = $\frac{(R+P)}{2} \cdot (h-f)$

格子式(Portal lattice bracing)



AA'ニ於ケル應壓力 = $\frac{R}{2} + \frac{V}{f} \left(\frac{b}{2} - x \right)$

DD'ニ於ケル應壓力 = $\frac{R+P}{2} \cdot \frac{h}{b} - \frac{(R+P)h}{b} \times \frac{x}{f}$

断面はニ於ケル剪力ハVニ等シク之ハ格子ノ断面ニ等布應剪力ヲ生ズルモノトス

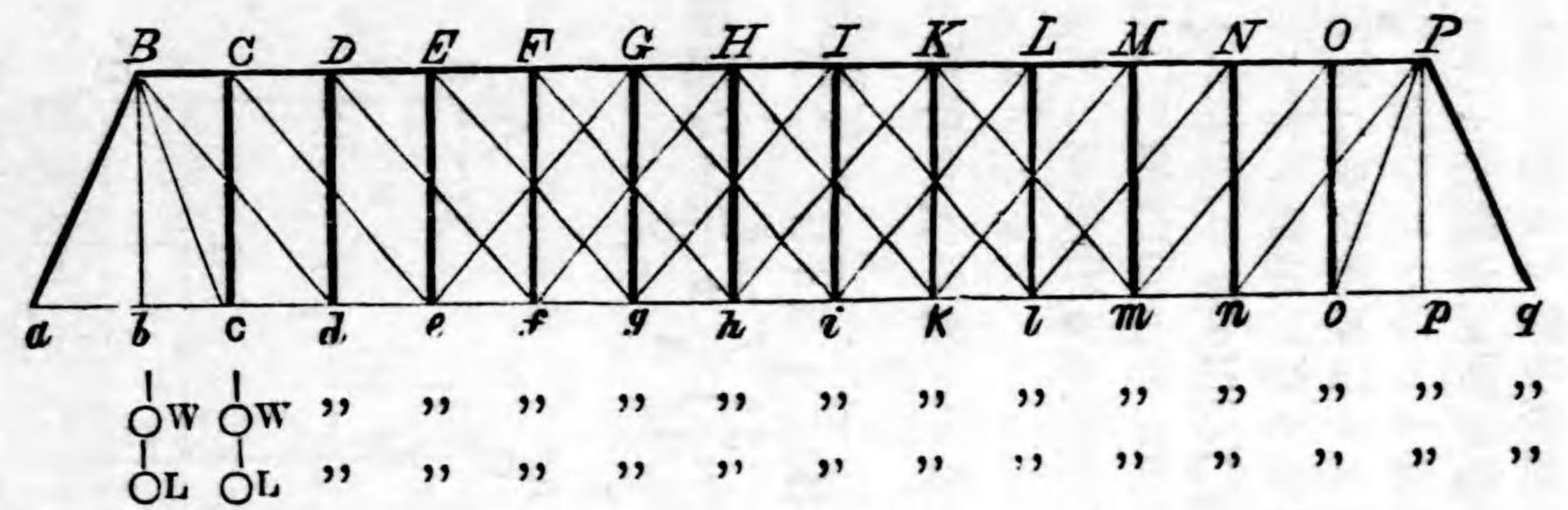
カ#アル構桁(Whipple truss)

アラット式構桁ヲ二重式(double intersection)ニセルモノノ徑間大ナル場合ニ用フ其應力計算法ハアラット式ト同様ニシテ唯之レヲ二ツノ構桁ニ分チ各別ニ應用ヲ求ムルナリ次表ニ靜荷重及ビ等布動荷重ヨリ生ズル各材ノ應力ヲ示ス集合動荷重ノ場合ニハ之レヲ當量等布荷重(Equivalent uniform load)ト機關車ノ超過重量(Enigne Excess)トノ二種ニスルカ或ハ全クノ集合荷重トシテ計算スルナリ

Stress of 應力	15 Panels 拾五分格	14 Panels 拾四分格	13 Panels 拾三分格	12 Panels 拾二分格	記事
aB	7W + 7L	6.5W + 6.5L	6W + 6L	5.5W + 5.5L	ウキプル構桁應力表 (一) 表中ニアル所ノモノニ各自ノ長サヲ構 桁ノ高サニテ除シタル商ヲ乗ズルハ 其應力ヲ得ルモノナリ 假令ハ拾五分格ウキプル構桁ニ於テ eノ受ル應力如左 Ce 應力 = $\left\{ \begin{array}{l} 33 \\ 15 \end{array} \right\} W + \left\{ \begin{array}{l} 33.5 \\ 15 \end{array} \right\} L$ \times 構桁ノ高サ Ce ノ長サ
Bc	$\frac{48}{15}W + \frac{48.5}{15}L$	$3.0W + \frac{42.5}{14}L$	$\frac{35}{13}W + \frac{35.5}{13}L$	$2.5W + \frac{30.5}{12}L$	
Bd	$\frac{42}{15}W + \frac{42.5}{15}L$	$2.5W + \frac{35.5}{14}L$	$\frac{30}{13}W + \frac{30.5}{13}L$	$2.0W + \frac{24.5}{12}L$	
Ce	$\frac{33}{15}W + \frac{35.5}{15}L$	$2.0W + \frac{30.5}{14}L$	$\frac{22}{13}W + \frac{24.5}{13}L$	$1.5W + \frac{20.5}{12}L$	
Df	$\frac{27}{15}W + \frac{30.5}{15}L$	$1.5W + \frac{24.5}{14}L$	$\frac{17}{13}W + \frac{20.5}{13}L$	$1.0W + \frac{15.5}{12}L$	
Eg	$\frac{18}{15}W + \frac{24.5}{15}L$	$1.0W + \frac{20.5}{14}L$	$\frac{9}{13}W + \frac{15.5}{13}L$	$0.5W + \frac{12.5}{12}L$	
Fh	$\frac{12}{15}W + \frac{20.5}{15}L$	$0.5W + \frac{15.5}{14}L$	$\frac{4}{13}W + \frac{12.5}{13}L$	$0 + \frac{8.5}{12}L$	
Gi	$\frac{3}{15}W + \frac{15.5}{15}L$	$0 + \frac{12.5}{14}L$	$-\frac{4}{13}W + \frac{8.5}{13}L$	$-0.5W + \frac{6.5}{12}L$	
Hk	$-\frac{3}{15}W + \frac{12.5}{15}L$	$-0.5W + \frac{8.5}{14}L$	$-\frac{9}{13}W + \frac{6.5}{13}L$	$-1.0W + \frac{3.5}{12}L$	
Ie	$-\frac{12}{15}W + \frac{8.5}{15}L$	$-1.0W + \frac{6.5}{14}L$	$-\frac{17}{13}W + \frac{3.5}{13}L$		
Km	$-\frac{18}{15}W + \frac{6.5}{15}L$				

ウキプル構桁應力表

Whipple or Double Quadrangular Truss.



Wハ分格點ノ靜荷重Lハ動荷重ナリ

Stress of 應力	15 Panels 拾五分格	14 Panels 拾四分格	13 Panels 拾三分格	12 Panels 拾二分格	記事
ab, bc	7(W+L)	6.5(W+L)	6(W+L)	5.5(W+L)	記事 ef 應力 = $\frac{303}{15}(W+L)$ × 長サノ高サ e 假令ノ應力(CD之ニ同シ)左ノ如シ f 令ハ拾五分格ウキプルモナリ 表ヲ中ニアル所ノモノニ壹分格ノ長サ ナルニテ除シタル商ヲ乘ス ナル高サヲ得ルモナリ 其力ヲ得ルモノナリ 拾五分格ウキプルモナリ 拾五分格(CD之ニ同シ)左ノ如シ 假令ノ應力(CD之ニ同シ)左ノ如シ
cd	$\frac{15.3}{15}(W+L)$	9.5(W+L)	$\frac{11.3}{13}(W+L)$	8.0(W+L)	
BC, de	$\frac{23.7}{15}(W+L)$	14.5(W+L)	$\frac{17.3}{13}(W+L)$	12.0(W+L)	
CD, ef	$\frac{30.3}{15}(W+L)$	18.5(W+L)	$\frac{21.7}{13}(W+L)$	15.0(W+L)	
DE, fg	$\frac{35.7}{15}(W+L)$	21.5(W+L)	$\frac{25.1}{13}(W+L)$	17.0(W+L)	
EF, gh	$\frac{39.3}{15}(W+L)$	23.5(W+L)	$\frac{26.9}{13}(W+L)$	18.0(W+L)	
FG, hi	$\frac{41.7}{15}(W+L)$	24.5(W+L)	$\frac{27.7}{13}(W+L)$	FG=EF	
GH,	$\frac{42.3}{15}(W+L)$	GH=FG	GH=FG		
HI,	$\frac{42.3}{15}(W+L)$				

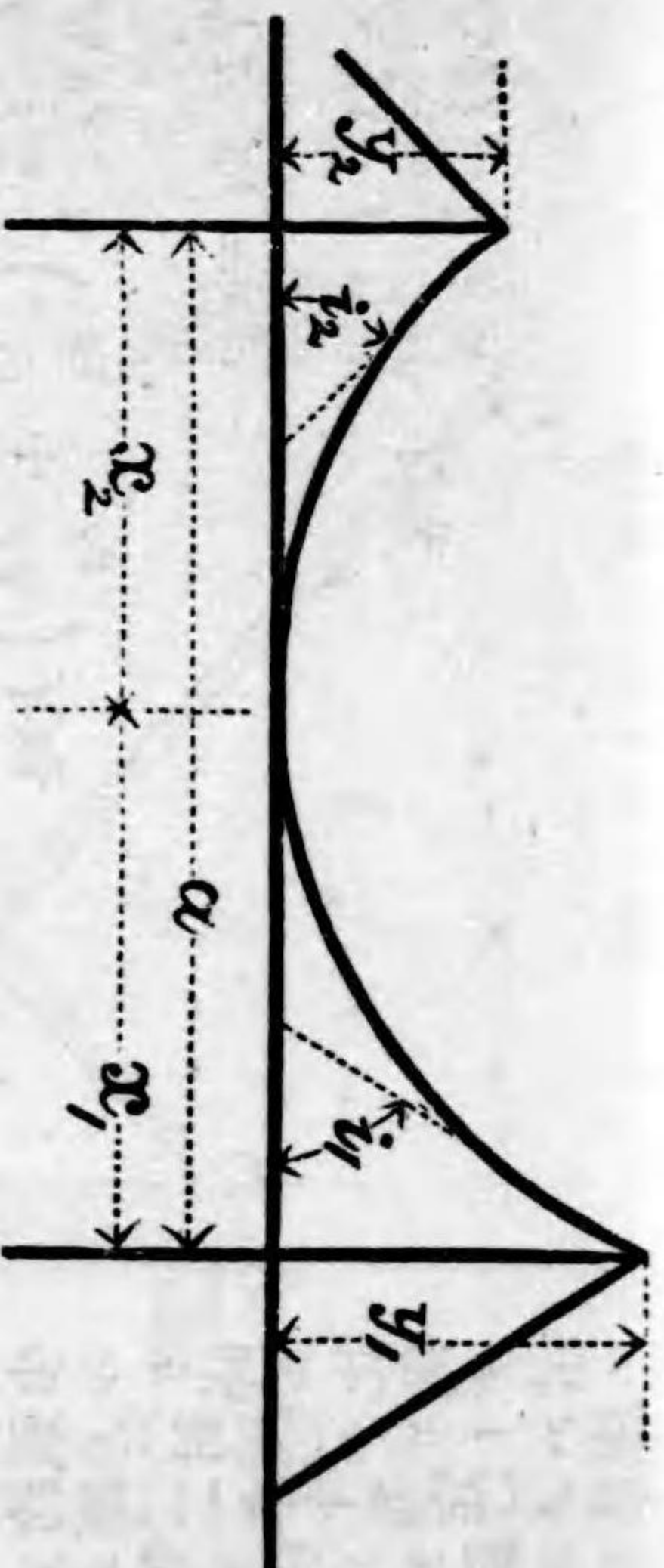
ウキプル構桁應力表 (三)

Stress of 應力	20 Panels 貳拾分格	19 Panels 拾九分格	18 Panels 拾八分格	17 Panels 拾七分格	16 Panels 拾六分格
aB	9.5W+9.5L	9W+9L	8.5W+8.5L	8W+8L	7.5W+7.5L
Bc	4.5W + $\frac{91.5}{20}$ L	$\frac{80}{19}W + \frac{80.5}{19}L$	4.0W + $\frac{72.5}{18}L$	$\frac{63}{17}W + \frac{63.5}{17}L$	3.5W + $\frac{56.5}{16}L$
Bd	4.0W + $\frac{80.5}{20}L$	$\frac{72}{19}W + \frac{72.5}{19}L$	3.5W + $\frac{63.5}{18}L$	$\frac{56}{17}W + \frac{56.5}{17}L$	3.0W + $\frac{48.5}{16}L$
Ce	3.5W + $\frac{72.5}{20}L$	$\frac{61}{19}W + \frac{63.5}{19}L$	3.0W + $\frac{56.5}{18}L$	$\frac{46}{17}W + \frac{48.5}{17}L$	2.5W + $\frac{42.5}{16}L$
Df	3.0W + $\frac{63.5}{20}L$	$\frac{53}{19}W + \frac{56.5}{19}L$	2.5W + $\frac{48.5}{18}L$	$\frac{39}{17}W + \frac{42.5}{17}L$	2.0W + $\frac{35.5}{16}L$
Eg	2.5W + $\frac{56.5}{20}L$	$\frac{42}{19}W + \frac{48.5}{19}L$	2.0W + $\frac{42.5}{18}L$	$\frac{29}{17}W + \frac{35.5}{17}L$	1.5W + $\frac{30.5}{16}L$
Fh	2.0W + $\frac{48.5}{20}L$	$\frac{34}{19}W + \frac{42.5}{19}L$	1.5W + $\frac{35.5}{18}L$	$\frac{22}{17}W + \frac{30.5}{17}L$	1.0W + $\frac{24.5}{16}L$
Gi	1.5W + $\frac{42.5}{20}L$	$\frac{23}{19}W + \frac{35.5}{19}L$	1.0W + $\frac{30.5}{18}L$	$\frac{12}{17}W + \frac{24.5}{17}L$	0.5W + $\frac{20.5}{16}L$
Hk	1.0W + $\frac{35.5}{20}L$	$\frac{15}{19}W + \frac{30.5}{19}L$	0.5W + $\frac{24.5}{18}L$	$\frac{5}{17}W + \frac{20.5}{17}L$	0 + $\frac{15.5}{16}L$
Ie	0.5W + $\frac{30.5}{20}L$	$\frac{4}{19}W + \frac{24.5}{19}L$	0 + $\frac{20.5}{18}L$	$-\frac{5}{17}W + \frac{15.5}{17}L$	-0.5W + $\frac{12.5}{16}L$
Km	0 + $\frac{24.5}{20}L$	$-\frac{4}{19}W + \frac{20.5}{19}L$	-0.5W + $\frac{15.5}{18}L$	$-\frac{12}{17}W + \frac{12.5}{17}L$	-1.0W + $\frac{8.5}{16}L$
Ln	-0.5W + $\frac{20.5}{20}L$	$-\frac{15}{19}W + \frac{15.5}{19}L$	-1.0W + $\frac{12.5}{18}L$	$-\frac{22}{17}W + \frac{8.5}{17}L$	-1.5W + $\frac{6.5}{16}L$
Mo	-1.0W + $\frac{15.5}{20}L$	$-\frac{23}{19}W + \frac{12.5}{19}L$			

ウキプル構桁應力表 (二)

カ井アル構桁應力表 (六)

Stress of 應力	20 Panels 貳拾分格	19 Panels 拾九分格	18 Panels 拾八分格	17 Panels 拾七分格	16 Panels 拾六分格
Co	$3.5W + \frac{72.5}{20}L$	$\frac{61}{19}W + \frac{63.5}{19}L$	$3.0W + \frac{56.5}{18}L$	$\frac{46}{17}W + \frac{48.5}{17}L$	$2.5W + \frac{42.5}{16}L$
Dd	$3.0W + \frac{63.5}{20}L$	$\frac{53}{19}W + \frac{56.5}{19}L$	$2.5W + \frac{48.5}{18}L$	$\frac{39}{17}W + \frac{42.5}{17}L$	$2.0W + \frac{35.5}{16}L$
Ee	$2.5W + \frac{56.5}{20}L$	$\frac{42}{19}W + \frac{48.5}{19}L$	$2.0W + \frac{42.5}{18}L$	$\frac{29}{17}W + \frac{35.5}{17}L$	$1.5W + \frac{30.5}{16}L$
Ff	$2.0W + \frac{48.5}{20}L$	$\frac{34}{19}W + \frac{42.5}{19}L$	$1.5W + \frac{35.5}{18}L$	$\frac{22}{17}W + \frac{30.5}{17}L$	$1.0W + \frac{24.5}{16}L$
Gg	$1.5W + \frac{42.5}{20}L$	$\frac{23}{19}W + \frac{35.5}{19}L$	$1.0W + \frac{30.5}{18}L$	$\frac{12}{17}W + \frac{24.5}{17}L$	$0.5W + \frac{20.5}{16}L$
Hh	$1.0W + \frac{35.5}{20}L$	$\frac{15}{19}W + \frac{30.5}{19}L$	$0.5W + \frac{24.5}{18}L$	$\frac{5}{17}W + \frac{20.5}{17}L$	$0 + \frac{15.5}{16}L$
li	$0.5W + \frac{30.5}{20}L$	$\frac{4}{19}W + \frac{24.5}{19}L$	$0 + \frac{20.5}{18}L$	$-\frac{5}{17}W + \frac{15.5}{17}L$	$-0.5W + \frac{12.5}{16}L$
Kk	$0 + \frac{24.5}{20}L$	$-\frac{4}{19}W + \frac{20.5}{19}L$	$-0.5W + \frac{15.5}{18}L$		
Ll	$-0.5W + \frac{20.5}{20}L$				



$$1 = a \frac{\sqrt{y_1}}{\sqrt{y_1 + \sqrt{y_2}}}$$

$$x_2 = a \frac{\sqrt{y_2}}{\sqrt{y_1 + \sqrt{y_2}}}$$

若シ $y_1 = y_2$ $x_1 = x_2 = \frac{1}{2}a$

$$\text{Tan } i_2 = \frac{1}{a} \left\{ 2y_1 + 2\sqrt{y_1 y_2} \right\}$$

$$\text{Tan } i_2 = \frac{1}{a} \left\{ 2y_2 + 2\sqrt{y_1 y_2} \right\}$$

若シ $y_1 = y_2$

$$\text{Tan } i_1 = \text{Tan } i_2 = \frac{4y_1}{a}$$

上圖ニ示ス如ク釣り橋ニ於テ a ハ其徑間 y_1 及 y_2 ハ双方ノ塔ノ高サヲ示スモノトシ x_1 及 x_2 ハ繩ノ最モ低キ點ヨリ塔迄ノ距離トスルトキハ其比例左式ノ如シ尤モ右ハ徑間平等三重量ヲ受ケタルトキノ事ニテ繩ノ形ハ拋物線ノ形ヲナスモノナリ

i_1 及 i_2 ハ繩ノ塔ニ達スル處ノ傾斜ノ度ナリ

左ニ示ス所ノ式ニ於テPハ橋ノ上ニアル重量ノ割合假令ハaヤx等ヲ吹ニテ顯ハシPハ橋ノ半中ニ受ル重量長一呎ニ付何對度トスルトキEハ其約繩(二本ト假定)ノ最低點ニアル處ノ張力ニシテT₁、T₂ハ塔ノ上ニ接近スル處ノ約ノ張力(對度)ナリレハ繩ノ長ニシテ最後ニ示スバ繩ノ少シク伸長シタル爲メニ繩ノ少シク降ル比例ヲ示ス△lノ長ニテ最後ニ示スバ繩ノ少シク降ル距離ナリ

$$H = \frac{pa^2}{2y_1 + 2y_2 + 4\sqrt{y_1 y_2}}$$

$$T_1 = H \sqrt{1 + \frac{4y_1^2}{x_1^2}}; T_2 = H \sqrt{1 + \frac{4y_2^2}{x_2^2}}$$

若シ y₁ = y₂

$$H = \frac{Pa}{8y_1}; T_1 = T_2 = H \sqrt{1 + \frac{16y_1^2}{a^2}}$$

繩ノ長 $l = a + \frac{8}{3} \left(\frac{y_1^2}{x_1} + \frac{y_2^2}{x_2} \right)$ 大略

若シ y₁ = y₂

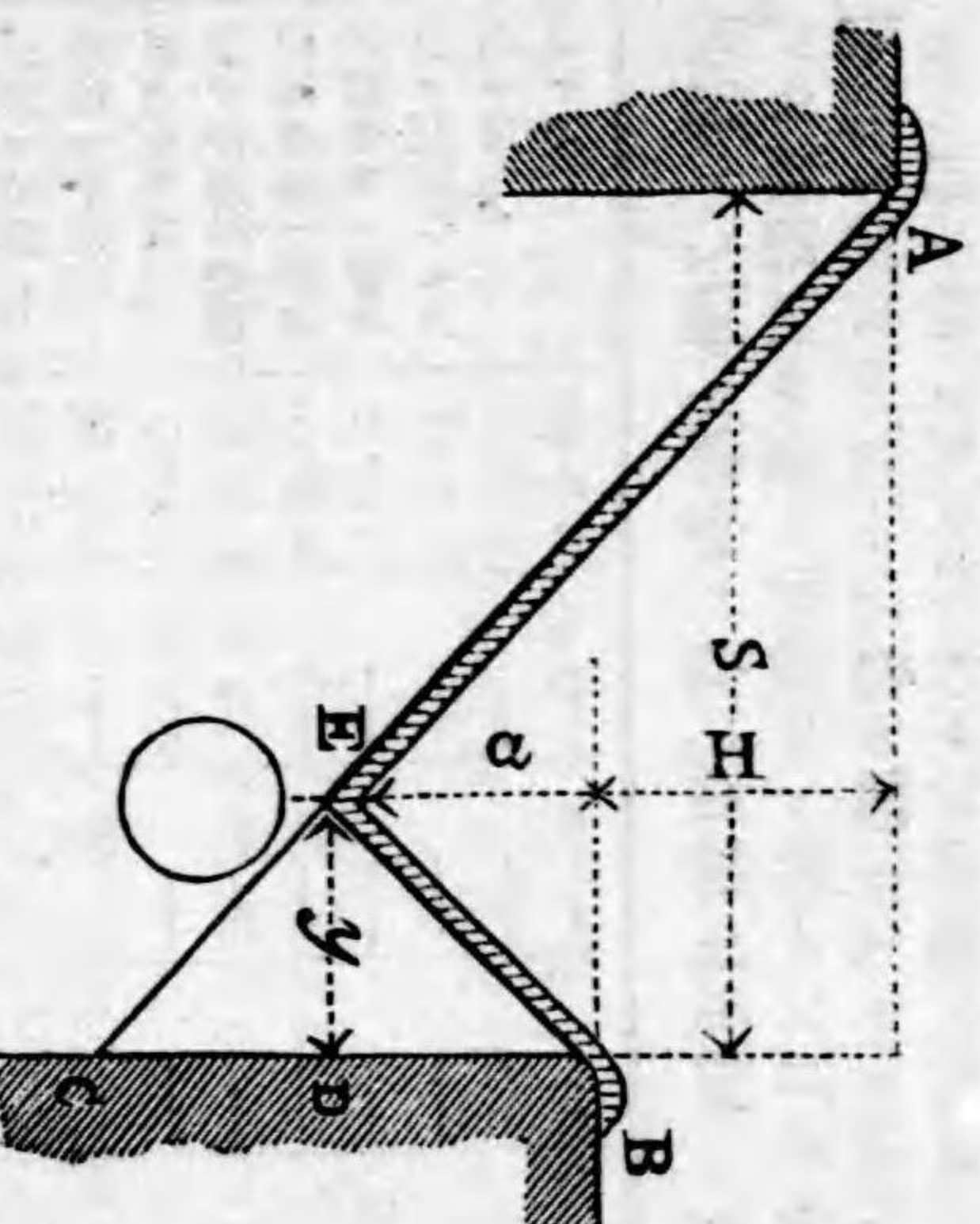
$$l = a + \frac{8}{3} \cdot \frac{y_1^2}{a} \text{ 大略}$$

$$\frac{(\Delta l)}{(\Delta y)} = \frac{4}{3} \left(-\frac{y_1}{x_1} + \frac{y_2}{x_2} \right) \text{ 大略}$$

若シ y₁ = y₂

$$\frac{(\Delta l)}{(\Delta y)} = \frac{8}{3} \frac{y_1}{a} \text{ 大略}$$

重量ヲ掛ケタル繩



繩ノ上ニ重量ノ安置スル位置ヲ知ント欲ス今AトBトハ其支點ナリ而シテACヲ繩ノ長ニ等シクシDノ所ニ重量ヲ等分スベシ水平線DEトACノ交切點Eハ則チ重量安置ノ所ナリ

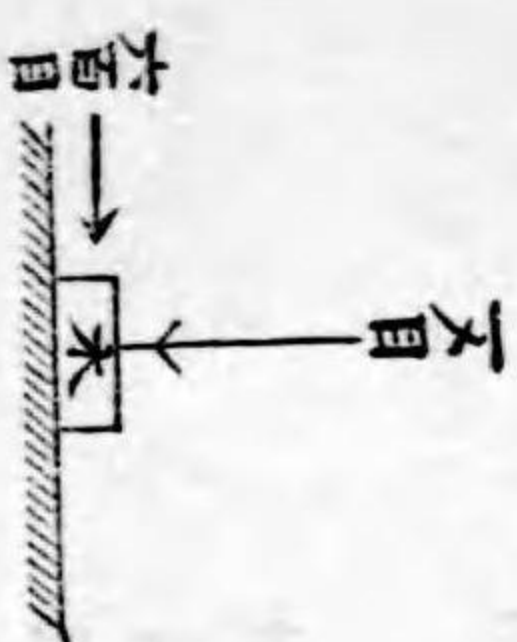
L ハ 繩ノ長
S ハ 徑間
H ハ 兩支點ノ高ノ差

$$a = \frac{\sqrt{(L+S)(L-S)} - H}{2}$$

$$y = \frac{aS}{\sqrt{(L+S)(L-S)}}$$

平面ノ摩擦

下ニ示ス所ノ表ハ摩擦ヲ受クル表面ノ種類ト之ニ相當スル係數トヲ記載スルモ之ヲ假令ハ圖ニ示テ其動キ得ル板ノ上ニ木片ヲ置キ之ヲ縦横ヨリ壓シテ表申〇・六〇ナキハ右ノ様ニ能ク力一貫目ナラバ之ヲ横ヨリ六百以上ノ力ヲ用ヒザレバ動カザルモノナリ



金屬板上ニアル木片 (共ニ千キタルトキヲ示ス)

平面摩擦ノ係數ヲ示ス表

摩擦ノ種類	キタルトキ	水ヲ以テ濡ラセタルトキ	ホリテ付ル	油ヲ付ル	滑ルトキ	極ク滑ルトキ
木質ト木質	〇・五〇	〇・六八	—	〇・一九	〇・三五	—
木質ト金屬	〇・六〇	〇・六五	〇・一〇	〇・一二	〇・一五	—
金屬ト金屬	〇・一八	—	〇・一二	〇・一一	〇・一一	—
麻布ト木質	〇・六三	〇・八七	—	—	—	—
皮ト木質或金屬	〇・六二	〇・八〇	〇・一三	—	—	—
金屬輪車ト帶皮	〇・五四	—	—	—	—	—
木製輪車ト帶皮	〇・四七	—	—	—	—	〇・二八
石ト石或ハ	〇・七一	—	—	—	—	—
石ト鐵	〇・四五	—	—	—	—	—
石ト木	〇・六〇	—	—	—	—	—

固體ト固體トノ間ノ摩擦ハ單ニ其重力比例ニノミ關係スルモノニテ其摩擦ヲ受ル面積ニハ關セズ且又右ニ示ス所ノ表ハ横壓ノ爲メニ其一方未ダ動カザルトキノ場合ニテ若シ一方ガ動キ初メタル以來ハ其摩擦ハ前表ノ七割ニ相當スルモノナリ尤モ其動ク所ノ速度如何ニ關係ス

石灰石ノ分析法

石灰石ハ殆ソド水ニ溶解セズ鐵片ニテ摩擦スレバ瑕ヲ附クルヲ得之ニ稀酸類ヲ注グトキハ起泡シテ溶解ス
石灰石ヲ粉末ニナシ篩ニテ透スヘシ
其粉末五匁ヲ試験管ニ入レ稀鹽酸ヲ少量ヅ、起泡ノ終ル迄加フベシ
之ヲ濾紙ニテ濾シ清水ハ一合程ヲ以テ能ク濾紙ニ注キ洗除スベシ (清水ノ量ハ酸ノ痕跡ヲ止メザルヲ度トスベシ)
濾紙ノ上ニ残りタルモノヲ能ク乾カシ集メ之ガ目方ヲ掛ル可シ此目方ヲ原量五匁ヨリ引タル殘リハ炭酸石灰ノ重量ト知ル可シ
先ノ濾紙上ヲ殘リタルモノヲ更ニ能ク乾カシ目方ヲ掛ク土ノ分ヲ砂ノ流通セシメ此殘物ヲ能ク乾カヨリ炭酸石灰ト砂ノ重量ヲ引キタル殘リハ粘土ノ重量ナリ石灰石ノ相當ナル質ナルモノハ左ノ通りノ成分ナラザル可ラズ

炭酸石灰
粘土

三匁七分三厘) 以上
〇匁三分) 以下
〇匁九分七厘)

合方法モアリ其他セメント及砂ニ混合シテ使用スル特
種ノ藥品モアリ
黒色トナルコトヲ厭ハザル場所ニ於テハ土瀝青紙及土瀝
青ヲ熔シテ塗ルベシ

土管寸法及重量

長	内 徑	厚	重 量
2 尺	5 寸	8 分	6 貫目
2 尺	7寸5分	1 寸	9 貫目
2 尺	1 尺	1寸1分	16 貫目
2 尺	1尺5寸	1寸5分	30 貫目

セメント 石灰 火山灰

膠泥ニ用エル原料ハ石灰。セメント。火山灰。水性石灰。砂
及水ノ各種ノ混合物トナス
石灰膠泥ヲ除ク外セメント。火山灰。水性石灰ノ膠泥ハ
水中ニテ凝固スルノ質ヲ有ス
石灰一俵ノ目方ハ普通六貫目トナシ一俵目方十貫目及十
六貫目ノモノモアリ
生石灰ニ水ヲ灌クトキハ其目方凡ソ三分一ノ重量アル水
ト和合シ熱度ヲ發シ原容積ニ倍ヨリ三倍動ナラスト雖
灰ハ大氣中ニハ水分ト和合シテ順次右ノ如キ動ナラスト雖
トモ膠泥用ニハ大氣中ニテフケタルモノハ甚ダ適セズ
此石灰ハ其容積一倍乃至二倍ノ砂ト混合シ水ニテ練リノ
ルモノハ膠泥トシテ用ユルトナリキ凝固スルモノナリ
酸氣ト和合シテ炭酸石灰トナリ立方一尺五分五厘
石灰六貫目俵一俵ノ容量凡ソ一立方一尺五分四分八厘
石灰一立方尺目方三貫八百三十分五分或ハ四分六分位ノ
人造セメント

混合物ヲ燒キ粉ニ挽キタルモノニテ水氣ト混和シテ固結
ス
膠混ニ使用スルセメントハ通常同量ニ倍三四倍ノ容量ノ
砂ト混合ス、砂ト混合スルノ理由ハ第一費用ヲ節減スル
コトト第二壓力抵抗ヲ増スコトト第三容量ノ變化セサルコト
是トナリト雖トモ砂ヲ混和スルトキハ其張力ヲ減シテ大略
左表ノ如シ

膠泥モルタル分量	一年ノ後セメント ノミノ抗張力ノ
セメント一分	四 分
セメント一分	二 分
セメント一分	三 分
セメント一分	四 分
セメント一分	五 分
セメント一分	六 分

上等石灰

比重二、三ニシテ硅石、礬土、マンガン等ノ不純物一割以
下ノモノナリ

下等石灰ハ不純物

二割乃至三割ヲ含有シテ水ヲ注グモ急ニ熱度ヲ發セズ其
積ノ増大モ多カラズ

水性石灰

粘土質一割乃至二割ヲ含有スルモノニシテ燒上ダタルモ
ノハ水ヲ注ガズ干キタルマ、ニテ粉末トナシテ用ユ水中
ニテ凝結スルノ質ヲ有ス

石灰モルタル	石灰一分	砂一分ヨリ二分迄
セメントモルタル	セメント一分	砂一分ヨリ五分迄
コンクリート	石灰或ハセメントハ四分	砂利栗石四分ヨリ八分迄

セメント一升ヲ水ニテ練ルトキハ容量凡ソ九合トナル
 砂一升ヲ水ニテ練ルトキハ容量凡八合トナル
 砂及セメント同分量ノモノ一升ヲ水ニテ練ルトキハ容量
 凡八合トナル
 一吋五分目ノ篩ニテ透シタル割栗石一立坪中ノ空数凡ソ
 三合三勺乃至四合トス
 右ノモノノ依テ石灰コンクリート或ハセメントコンクリ
 ート出来上リ一坪ニ要スル所ノ割栗石セメント砂等ノ分
 量ヲ算出スルヲ得ベシ
 セメントハ高價ナルモノナルカ故ニ丁寧ナル取扱ヲ受ク
 レドモ砂ハ取扱中甚シク失フモノナリ
 右ハ概略ノ數ヲ示スモノナルヲ以テ實際施行ノ場合ニハ
 少シク餘分ヲ見込ムヲ好トス
 下ニ原料及練上セメントモルタルノ比例ヲ記ス可シ

セメント	一升	砂	一升	清水	六合	練上モルタル	一升 六合
セメント	一升	砂	一升	清水	七合	練上モルタル	二升
セメント	一升	砂	二升	清水	八合	練上モルタル	二升 四合
セメント	一升	砂	三升	清水	二升	練上モルタル	三升 六合

セメント一樽通常容量四立方尺升目ニテ凡七斗四升ヨリ
 七斗七升ニ至ル
 セメント一樽正味目方三百七十封度ヨリ四百封度迄即ハ
 チ四拾四貫目餘ヨリ四十八貫目迄トス
 セメント一升目方凡五封度二分即ハチ六百二十五匁内外
 トス
 セメント一立方尺目方凡九貫六百匁トス
 火山灰ハ黒紫色赤褐色ヨリ鼠白色ニ至ル極メテ細末トセ
 シモノニ非ザレバ效力少ナク粗ナルモノ程力ヲ減ズ

通常一立坪目方七千五百斤トナス但シ一斤ハ百六十目ナ

リ
 砂一立方尺目方極乾キタルモノ凡ソ十二貫目
 一立坪目方極乾キタルモノ凡ソ二千六百貫目

一立坪ノコンクリートヲ製スベキ材料

セメント	砂	砂利	割石
1	2	4	
割合	1	2	3
所用	2.8 匁三寸	11	5 匁五寸
	2.8 匁一寸	10	1.5 匁一寸二分
	1.5 匁一寸二分	87	0.45
			{0.52 {0.52 {0.81 {0.24

「ポルトランド、セメント」試験方法
 (明治四十二年十二月改正)

第一條 定義

「ポルトランド、セメント」トハ主成分トシテ珪酸、礬土、
 酸化鐵ヲ含有スル原料及石灰ヲ或一定ノ割合ニテ親密ニ
 混和シ之ヲ殆ソド熔融セントスル迄熱灼シタル後碎粉シ
 チ細末トシタルモノヲ謂フ
 「ポルトランド、セメント」ニハ他ノ物質ヲ混和スベカラ
 ズ但シ其重量百分ノ三以下ノ石膏ヲ混和スルハ此限ニ在
 ラズ

第二條 粉末ノ程度

「ポルトランド、セメント」ハ每平方「センチメートル」ニ
 九百孔ヲ有スル篩ヲ以テ篩別スルニ其殘滓ハ百分ノ五ヲ
 超過セサルヲ要ス但篩ノ針金ノ太サハ〇・一「ミリメー
 ル」タルベシ

本檢定ハ百「グラム」ノ「セメント」ヲ秤取シ二回以上之
 チ行フモノトス

第三條 凝結

凝結性「ポルトランド、セメント」ハ注水後一時間後ニ凝

結チ始メ十時間以内ニ凝結チ終ルチ要ス
 凝結時間檢定用セメントノ標準稠度ニ適スル水量ヲ加
 ムルニハセメント四百「グラム」ヲ秤取シ適宜ノ水ヲ加
 ハ較々固キ糊狀體ヲ作リ能ク捏混シタル後直ニ之ヲ圓
 筒ニ填充シ剩餘ハ之ヲ除キ去ルベシ但圓筒ハ豫メ硝子
 板ノ如キ水ヲ吸收セザルモノノ上ニ安置スベシ而シテ
 稠度計ノ金屬棒ヲ指鐵四十「ミリメートル」ノ點六「ミ
 リメートル」ノ點ニ止マシ降下セシメ其指鐵六「ミ
 リメートル」ノ點ニ止マルトキハ則チ其ノ水量ハ標
 準稠度ニ適スルモノトス
 凝結ノ初發及終結ヲ檢定スルニハ標準針ヲ稠度計ノ金
 屬棒ニ換用シ尙ホ全重量ヲ三百「グラム」トシ而シテ標
 準稠度ノ填充水量ヲ加ヘ捏混シテ作リタル糊狀體ニセメント
 圓筒ニ填充シ之ヲ標準針ノ下ニ安置シ此ノ針ヲセメン
 トノ中ニ降下スルニ其ノ指鐵凡ソ一「ミリメートル」ノ
 點點ニ止マレハ則チ此ノ時ヲ以テ凝結ノ初發トナシ其
 レヨリ漸次凝結シテ針頭全クセメントニ入ルコト能ハ
 サルニ至リ始メテ凝結ヲ終リタルモノトス
 本檢定ニ用フル稠度計及標準針左ノ如シ

稠度計ハ長サ五「センチメートル」直徑一「センチメ
 ートル」ノ金屬棒ト糊狀「セメント」ヲ容ルヘキ高サ
 四「センチメートル」直徑八「センチメートル」ノ圓筒
 ト「ミリメートル」ニ分割サレタル計尺ニ指鐵ヲ附シ
 タルモノヨリ成立シ而シテ此ノ金屬棒及之ト共ニ降
 下スヘキモノノ全重量ヲ三百「グラム」トス
 標準針ハ長サ四・五「センチメートル」截面一平方「ミ
 リメートル」ノ金屬針ニシテ其ノ頭ヲ平ニ切リタル
 モノトス

第四條 膨脹性龜裂

「ポルトランドセメント」ハ膨脹性龜裂ヲ生ゼザルチ要
 ス其檢定法左ノ如シ
 浸水法 「セメント」百「グラム」ニ適量ノ水ヲ加ヘ能ク

捏混シテ糊狀體ト爲シ之ヲ硝子板上ニ直徑大約十「セ
 ンチメートル」ニ展延シ中央ニ於テ厚サ大約一・五「セ
 ンチメートル」線端ニ於テ較々薄キ饅頭形體二個以上
 ヲ作り凡ソ二十四時間ヲ經テ水中ニ浸漬シ二十七日間
 ニ於テ歪曲又ハ龜裂ヲ生ゼザルチ要ス
 浸水法ニ於テ糊狀體ヲ作ルニ用フル水量ハ「セメント」
 ノ重量ニ對シテ大約五分乃至三割トク周邊ニ流出シ
 載セタル硝子板ヲ輕ク敲クニ始メテ漸ク周邊ニ凝結シ
 ルナル迄濕氣ヲ箱ニ入レ若ハ濕布ヲ以テ覆ヒ且空氣シ
 至流通及日光遮斷シ以テ收縮ノ爲ニ裂罅ヲ發シ多ク饅頭
 ザル様ノ注意スベシ但收縮ニ因リ生スル裂罅ハ「セメント」
 形體ノ中央ニ起ルモノニシテ（特ニ緩結性「セメント」
 ニ於テハ此ノ裂罅ヲ生シ易キカ故ニ注意スルチ要ス）
 膨脹性龜裂トハ毫無關係セザル別象ナリ

第五條 強度

ポルトランドセメントノ強度ハセメント一分（重量ニ依
 ル以下做之）ニ標準砂三分ヲ混和シタルモノニ就キ耐伸
 強及耐壓強ヲ檢定ス
 耐伸強ハ七日間（但空氣中二十四時間水中六日間）固結ス
 後ニ於テ每平方「センチメートル」ニ付八「キログラム」
 （每平方吋ニ付百十四「ポンド」）二十八日間（但空氣中二十
 四時間水中二十七日間）ノ後ニ於テハ每平方「センチメー
 トル」ニ付十六「キログラム」（每平方吋ニ付二百二十八「ポ
 ンド」）以上タルベシ但二十八日間後ノ耐伸強ハ七日間後
 ノ強度ニ比シテ二「キログラム」（每平方吋ニ付二十八「ポ
 ンド」）以上ノ増加ヲ要ス
 耐壓強ハ二十八日間後ニ於テ每平方「センチメートル」ニ
 付百二十「キログラム」（每平方吋ニ付千七百七「ポンド」
 以上タルベシ）

耐伸強ノ供試體ハ其ノ切斷部ニ於ケル面積五平方「セ
 ンチメートル」ノモノタルベシ而シテ試驗器ハ二重槓

杆式ノモノヲ以テ標準トス

耐壓強ノ供試體ハ五十平方センチメートルノ平面ヲ

有スル正立方體タルベシ其内強度ノ高キモノ四箇ノ平

各種供試體ハ六個ヲ作り其内強度トス

耐伸強試體ハ標準鐵槌器ヲ以テ成形セシモノヲ標準ト

ス但便宜上手工ニ依リテ成形スルモ妨ナシ其方法左ノ如

シ

機械法 機械ニ依リテ砂入「セメント」供試體ヲ作ルニ
ハ先ツ模型ヲ取リ其ノ内部ニ少シク礦油ヲ塗り附屬
螺旋ヲ以テ堅ク置キ而シテ「セメント」一分ト以テ標
砂三分ヲ充分ニ混和シ更ニ適量ノ水ヲ加ヘ鑊ヲ以テ
混シテ之ヲ右模型中ニ填充シタル後鐵砧ヲ標準鐵打シ
螺旋ヲ扭入シテ模型ヲ安固ナラシメ而シテ鐵打シ器
ノ「キログラム」ノ槌ヲ以テ百五十回之ヲ敲打シ其模
型上ニ岔出スル剥分ハ之ヲ削リ去リ其ノ上面ヲ平滑ニ
スベシ

手工法 手工ニテ供試體ヲ作ルニハ模型ノ内部ニ少
ク礦油ヲ塗リ之ヲ金屬板或ハ硝子板上ニ置キ次ニ填充
ノ如ククニシテ作りタル「セメント」ヲ模型中ニ填充
シ鐵籠(鐵頭ハ幅五長サ八「セメント」ノ平面ヲ
有シ柄ノ長サ三十「セメント」全重量大約二百五
十「グラム」又ハ鐵槌ヲ以テ敲打シ其ノ表面ニ少シク
水分ノ浸出スルニ至リテ止ム模型上ニ岔出スル剥分ハ
之ヲ削リ去リ其ノ上面ヲ平滑ニスベシ

耐壓強試體ヲ作ル方法左ノ如シ
「セメント」一分ト標準砂三分ヲ秤量シ充分ニ混和シ之
ニ適量ノ水ヲ加ヘ能ク捏混シタル後標準鐵槌器ニ填充シ
スル模型(内側ニ少シク礦油ヲ塗りタルモノ)ニ填充シ
鐵砧ヲ箱入シテ敲打スルコト百五十回トス
前各項ニ記載セル供試體ヲ作ルニ要スル水ノ分量ハ鐵

槌ヲ以テ敲打スルコト百回乃至百十回ニ至リ供試體ノ

裏面ニ水ノ少ク充ハシ浸出スルヲ以テ適度トス

捏混及豫防シ度ノ變更ヨリハ直ニ模型ヨリ取外スモ妨ナシ

燥ヲ以テ經テ置キ二十四時間ハ空氣ノ溫度攝氏五度以下ニ降

ラサ

ル樣注意ハスヘシ

供試體ハ固結中ニ浸漬セシム但其ノ水ノ溫度ハ攝氏五

度以下ニ降ラサル樣注意スベシ

標準砂ハ石灰ヲ碎粉シ之ヲ充分ニ洗滌シ且乾燥セ別シ

一號ト三號ト但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

孔ノトス但一號ハ每平方センチメートルニ六十四

第六條 苦土及硫酸ノ定限

「ポルトランド」セメント中ニ現在スル苦土ハ百分ノ三
硫酸(SO₃)ハ百分ノ二・五ヲ超過スベカラズ但海水工事ニ
使用スル「ポルトランド」セメントハ其ノ百分ノ一・五以
上ノ硫酸(SO₃)ヲ含有セザルヲ要ス

附 則

海水工事用「ポルトランド、セメント」ノ試験ニハ凡テ海水ヲ用フルモノトス

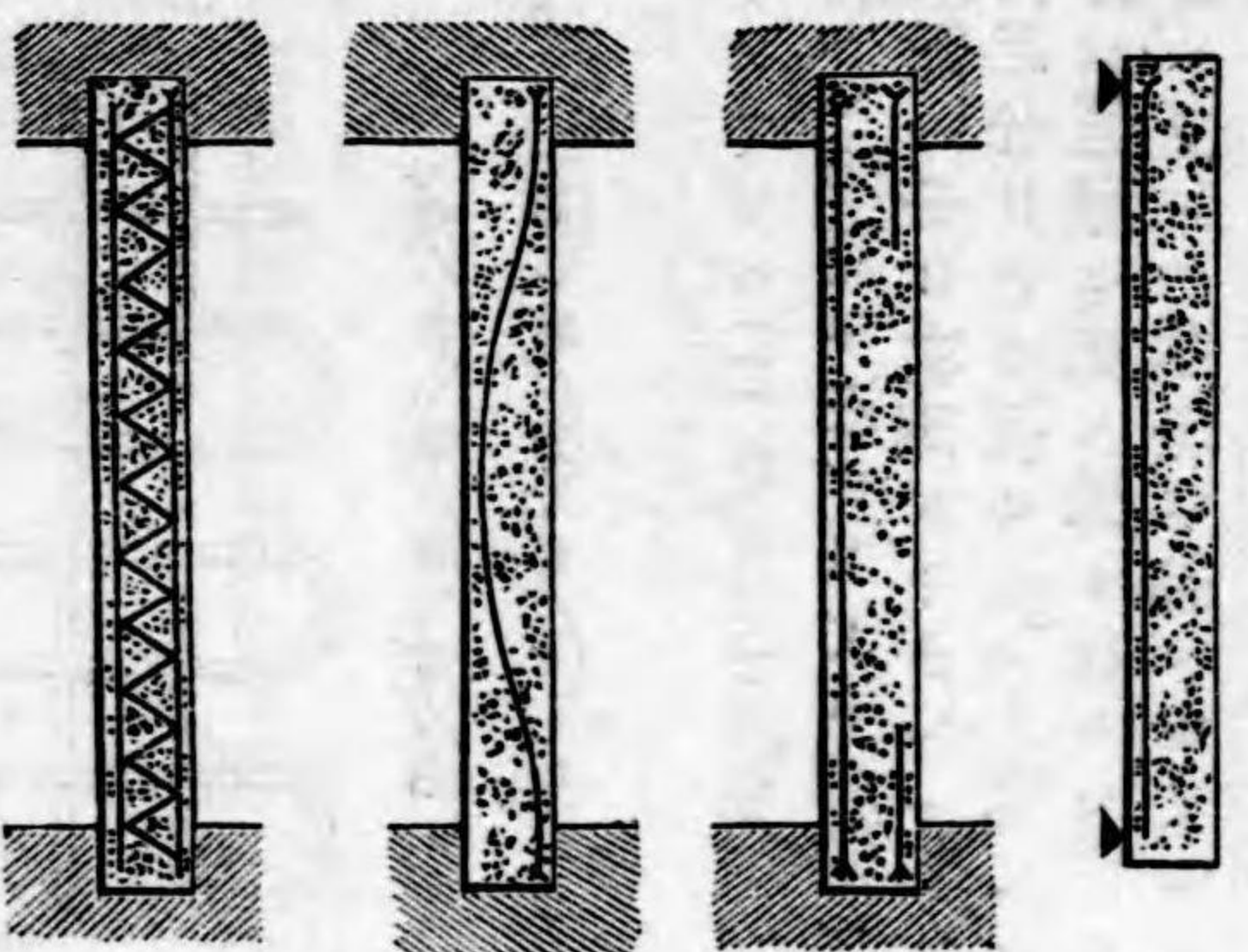
鐵筋混凝土 又ハ Ferroconcrete

鐵筋混凝土(英 Reinforced concrete, Steel concrete, 獨 Eisenbeton, 佛 Béton armé)トハ混凝土ニ鋼鐵(若シクハ鐵)ヲ挿入シ兩者ノ特質ヲ併セ利用セル建築材料ニシテ廉價ナルコト、強堅ニシテ耐久カアルコト、震動及激動ニ對スル抗力ノ大ナルコト、耐火性ニ富マルコト、成形容易ニシテ外觀亦美麗ナルコト、施工ノ迅速ナルコト等ヲ以テソノ應用頗ル度ク橋梁(殊ニ拱)、堰堤、貯水池、擁壁、水道管、下水管、抗、鐵道枕木、電柱其他各種ノ工事ニ適用セララル。

鐵筋混凝土工法ノ諸式

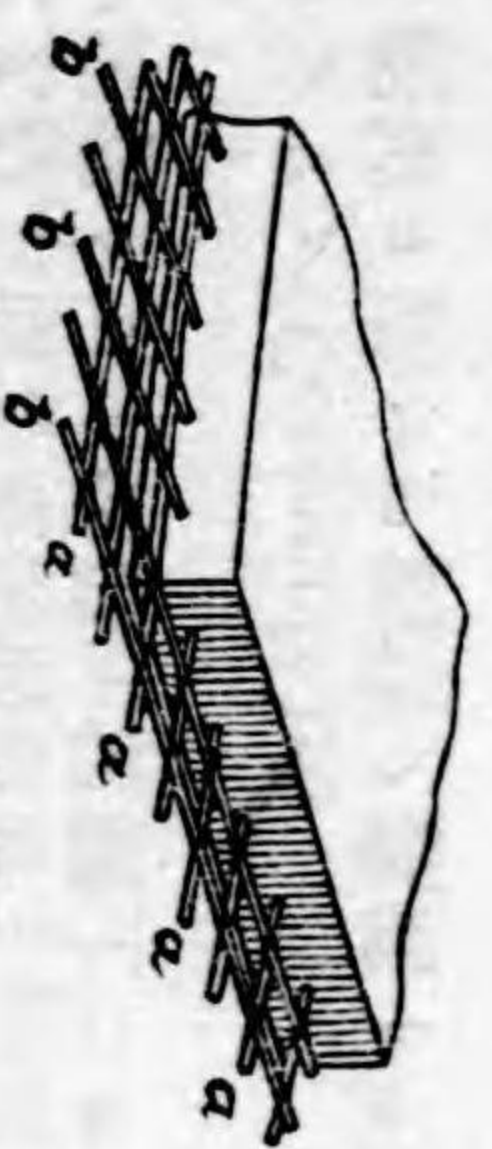
鐵筋混凝土ニ於テハ混凝土ノ壓力ニ對スル強度大ナリト雖モ張力、剪力ニ對スル強度ハ至ツテ小ナルヲ以テコン缺點ヲ抗張強度、抗剪強度ノ大ナル鐵ニヨリテ補フニアリ且ツ鐵ト混凝土トハ鐵ヲ包ミ以テソノ腐蝕ヲ防グニアリシテ鐵ト對スル膨張率モ殆ソト相等シキガ故ニ鐵筋混凝土内ニ物質ハ殆ソト同質同體ノ如キ作用ヲ呈スルモノトス
クノ如キ鐵筋混凝土ノ特質ヲ完全ニ發揮シ最モ有效ナル作用ヲ得ザルベカラズ即チ構造物ヲ以テ其性質、分布ノ状態ヲ考察シコトニ適應スル如ク鐵筋ヲ配置スルコトモ必要ナリトス、コトノ形狀ヲ變テナルベク鐵及ビ鐵筋ヲ配置又ハ鐵筋ノ形狀ヲ變シタルガタメニ種々ノ方式ヲ以テ各種構造物ニツキ根本ノ原則及ビソノ諸式ヲ記述セ

桁及床板 ニアリテハ荷重ノタメ應力及ビ應張力ヲ生ズ而シテ混凝土ハ前者ニ抵抗シ得ベキモ後者ニ對シテ鐵筋挿置スル強度ヲ要ス而シテ應力ノ分布ハ兩端支承ニ從テ鐵筋挿置スル場合ニヨリテ異ナル故ニ鐵筋ノ配置モ亦之ニ變改ヲ要ス次ニ示ス如シ



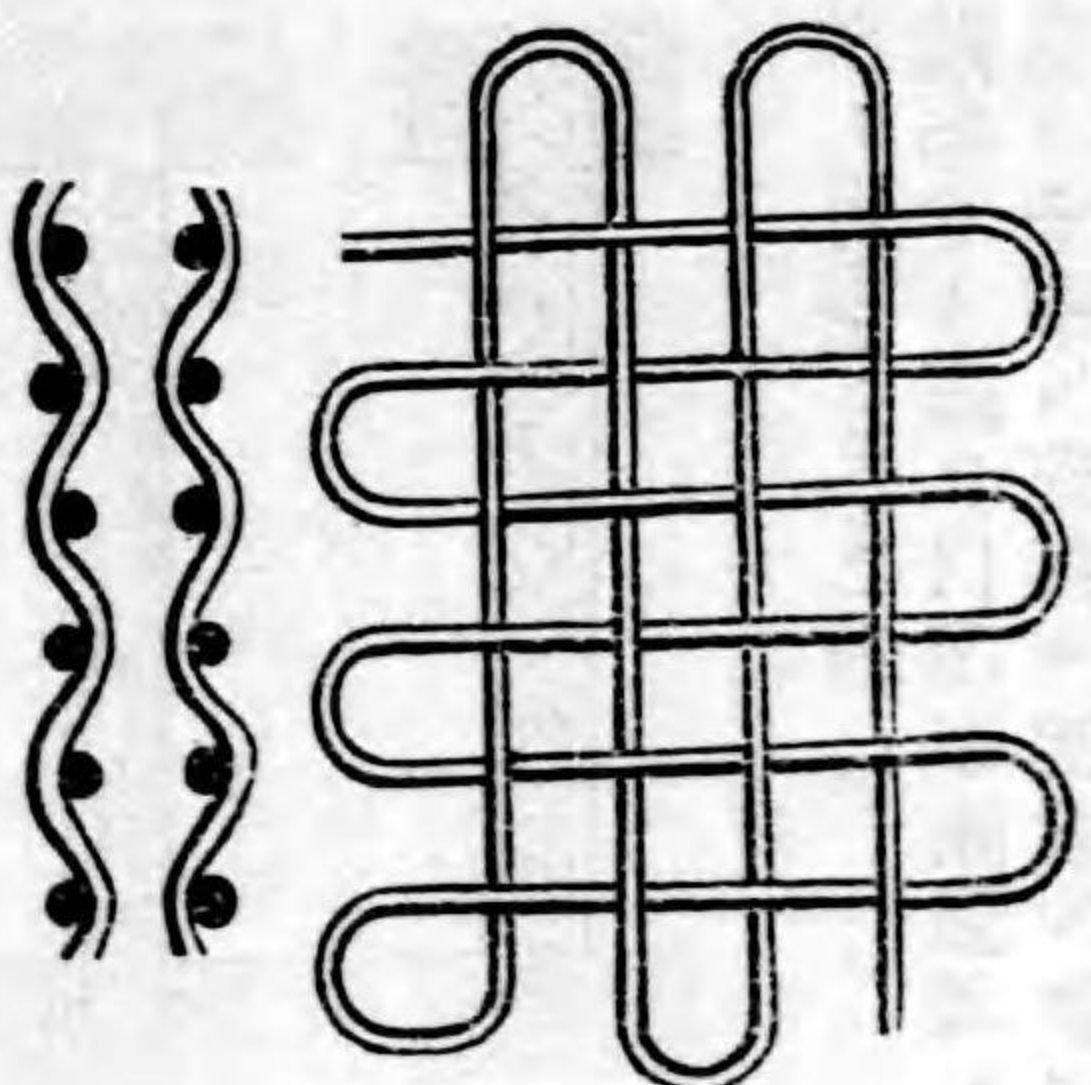
モニエー式(Monier)式

床板ノ下面ニ接近シテ縱ニ二吋乃至四吋ノ間隔ニ鐵筋(a)ヲ並置シ横ニ小徑ノ鐵線ヲ前者ノ凡ソ二倍位ノ間隔



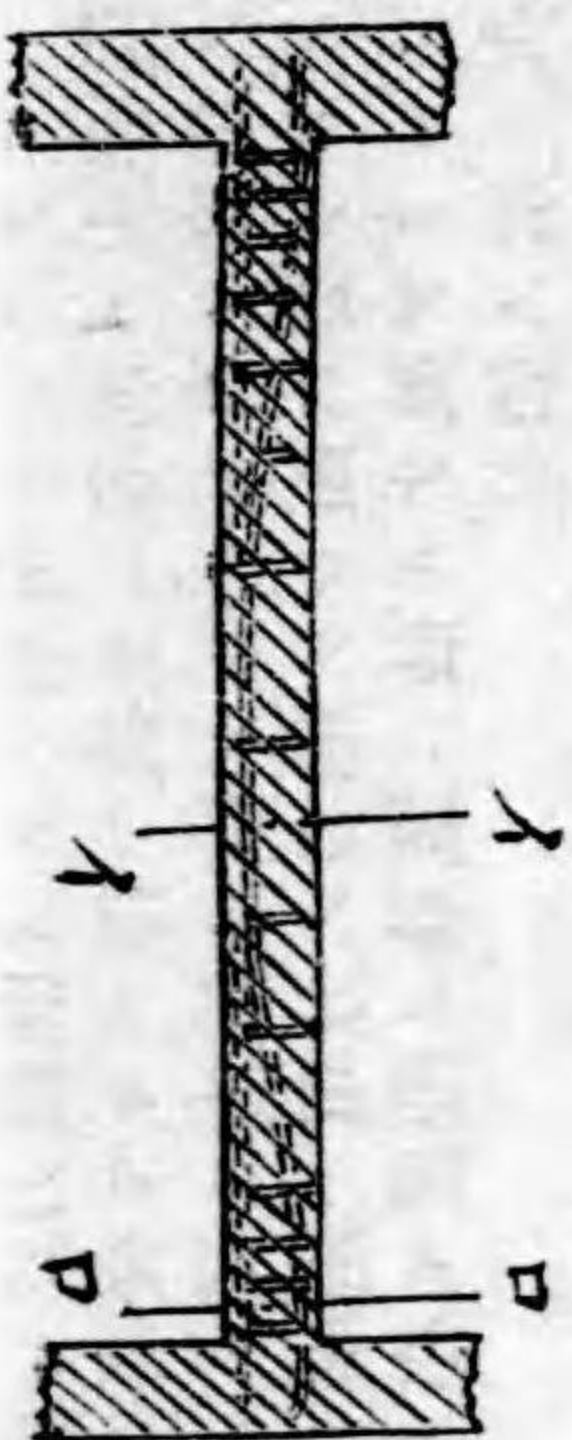
ニ配置シ其交叉點三個乃至四個所毎ニ一個ツツ細キ鐵線ヲ以テ締結シ網狀トシテ全部ヲ混凝土ニテ包繞セルモノナリ

コタンサン(Cottancin)式
次ニ示ス如ク鐵線ヲ網シテ網狀ノ鐵筋トナシタルモノナリ



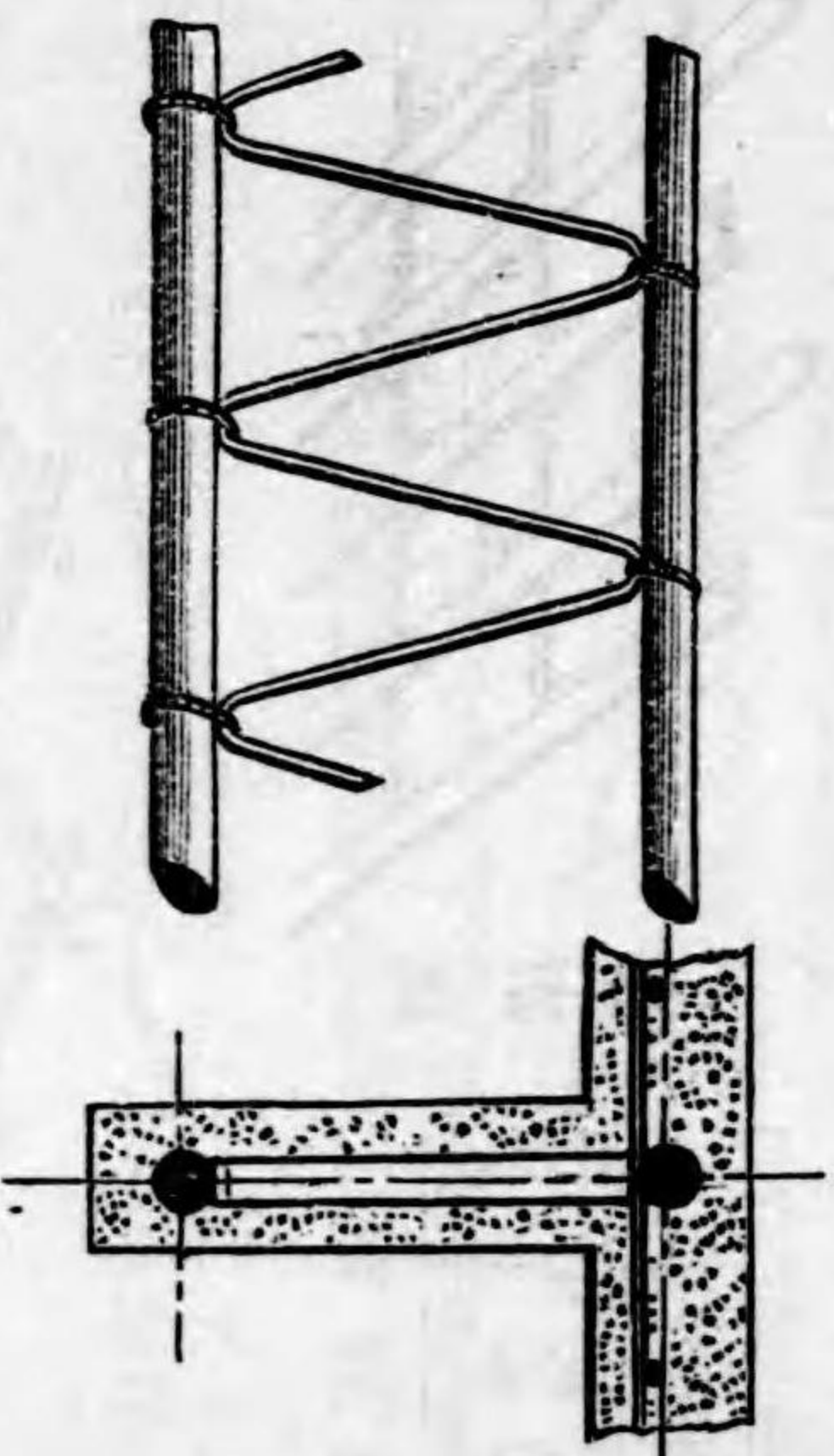
アソヌビツカ(Hennebique)式

徑 $3/8$ "ヨリ $1\frac{1}{2}$ "ノ圓銃ヲ用ヒコロニ繫鐵トシテU字形ノ平銃ヲ掛ケ混凝土中ニ挿置スルモノトス、U字形平銃ハ幅一吋乃至二吋半ニシテ厚サ $\frac{1}{8}$ "一 $\frac{1}{4}$ "ノモノナリ桁ノ兩端ニ向ヒ漸次其離間ヲ減ジ數ヲ多クス、コノ目的ハ混凝土ノ水平剪力ニ對スル抗力ヲ増スタメナリ



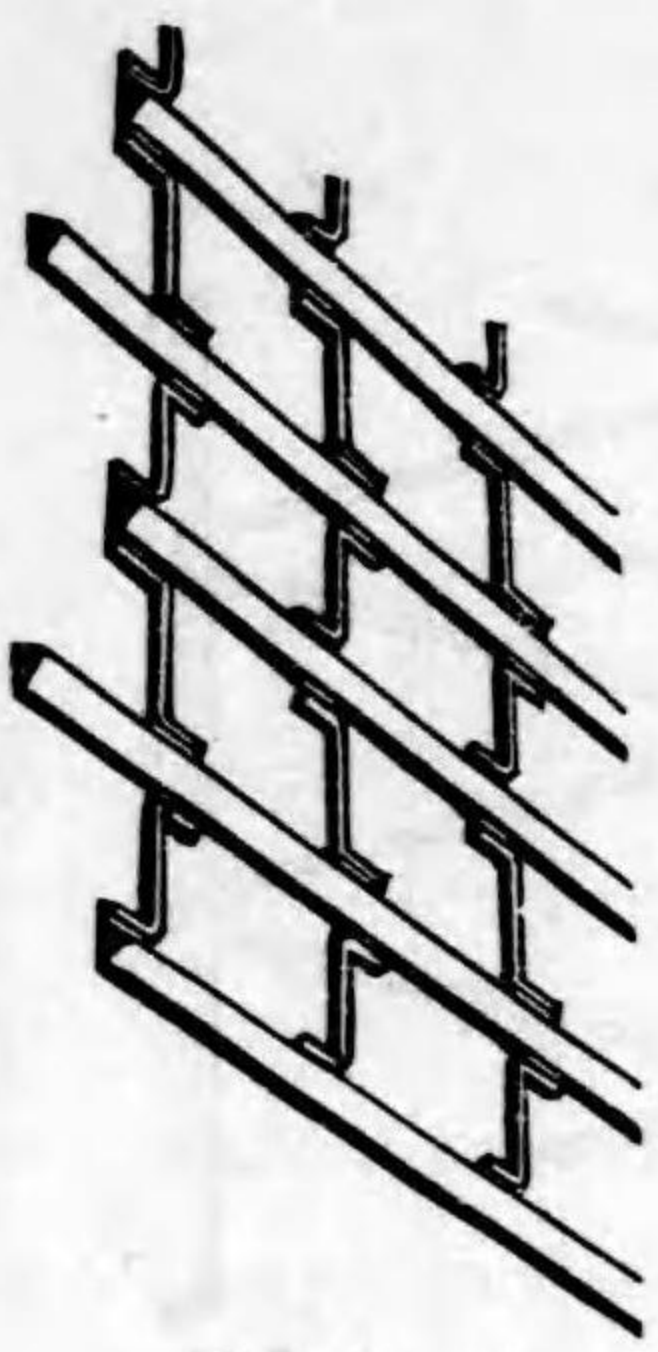
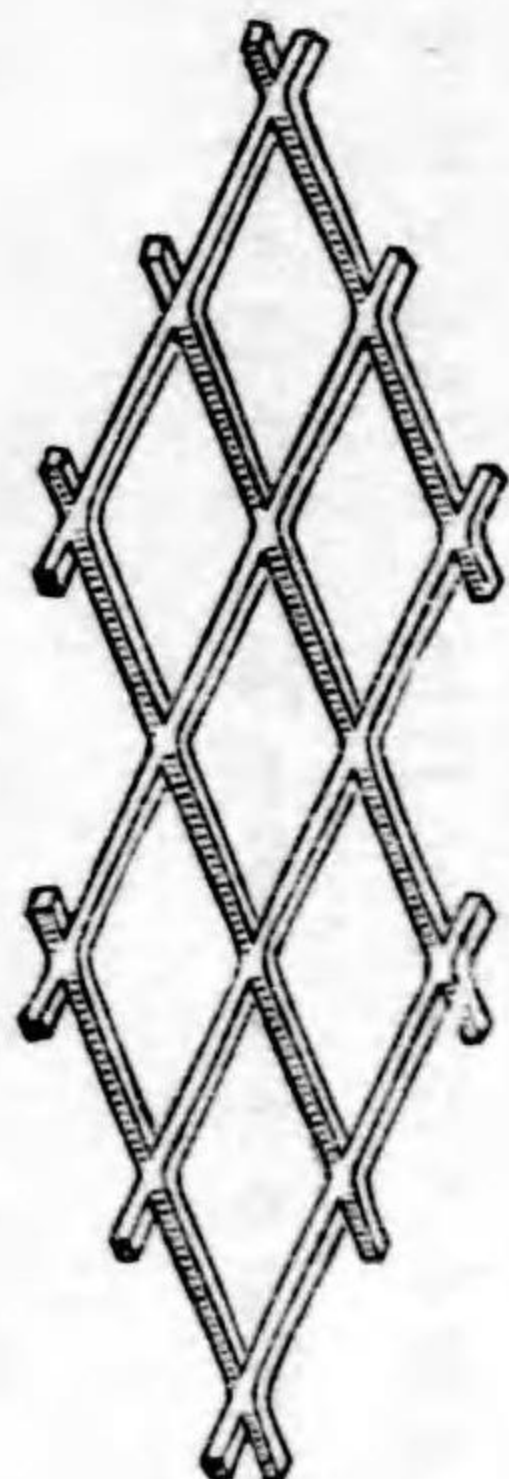
コアニエー(Coignet)式

上下ニ圓桿ヲ據エ圖ニ示ス如ク上下相連結スルモノナリ

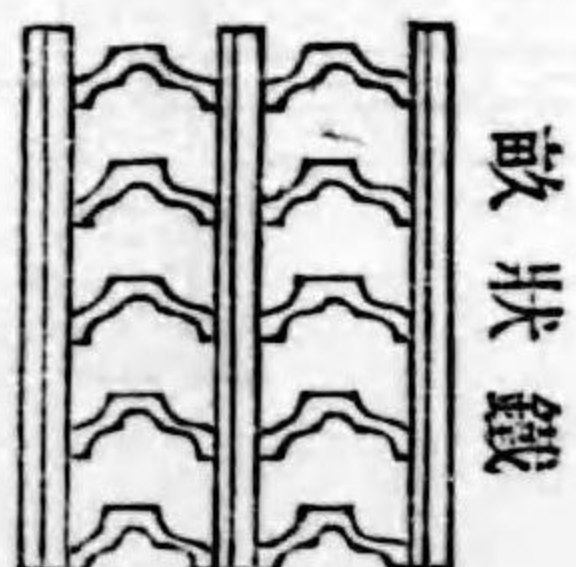


擴鐵(Expanded metal)式又ハゴールドザンク(Golding)式

網鐵板ニ多數ノ平行ナル切目ヲツクコレヲ擴ゲテ網狀トナシタルモノヲ鐵筋トシテ用フルナリ種々ノ變形アリ



敵梁鐵



敵狀鐵

カーン氏結構(Kahn trussed bar)式

圖ノ如キ特殊ノ形ヲ有セル鐵筋ノ挿入スルモノナリ



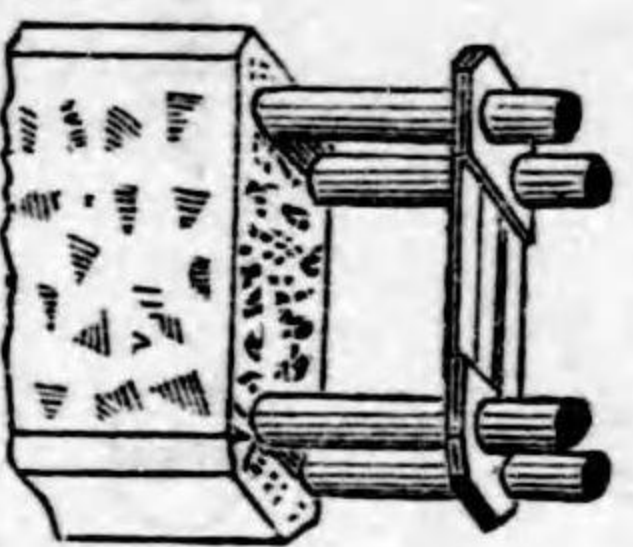
中心ニ於ケル断面



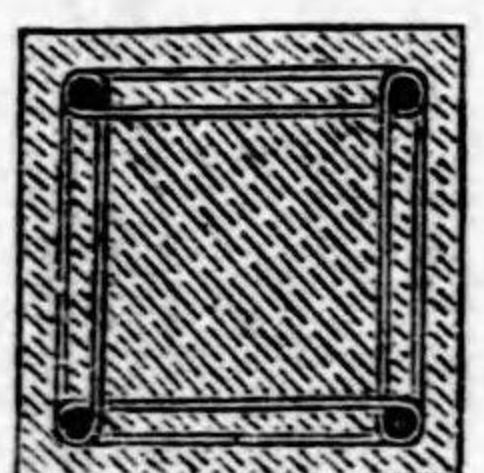
尙コノ外混凝土ト鐵トノ附着力ヲ増進セシムル目的ヲ以テ種々ノ形ノ鐵筋アリ何レモ床板及桁ニ採用セラレソノ形狀ノ次ニ示ス如シ

- | | | |
|------------------------------------|--|---------------|
| Ransome
cold-twisted
square. | | ランサム氏
扭棒 |
| Cold-twisted
lugbar. | | 突起螺狀棒 |
| Thacher. | | サッチャー
氏形鋼棒 |
| Square. | | 突縁角鋼棒 |
| Round. | | 突縁圓鋼棒 |
| Flat. | | 螺狀平扁棒 |
| Cupbar. | | 盃狀棒 |
| Diamond. | | ダイヤモンド
棒 |
| Priddle. | | プリッドル
氏棒 |

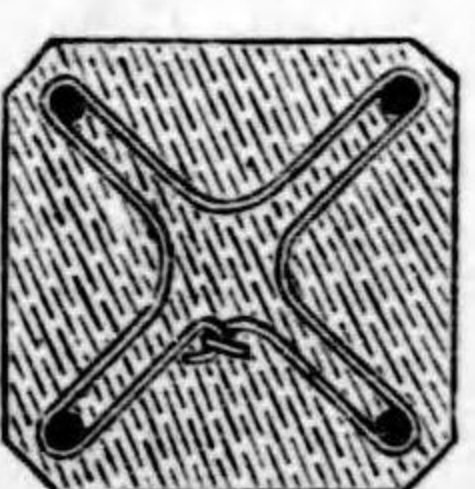
柱及抗 ニアリテハ其ノ長サノ方向ニ沿ヒ銃桿ヲ埋設シ中間ヨリ鐵筋ガ膨レ出サントスルノ傾向アルヲ以テ周圍ヲ纏フニ鐵線ヲ以テスコレニモ種々ノ方式アリ



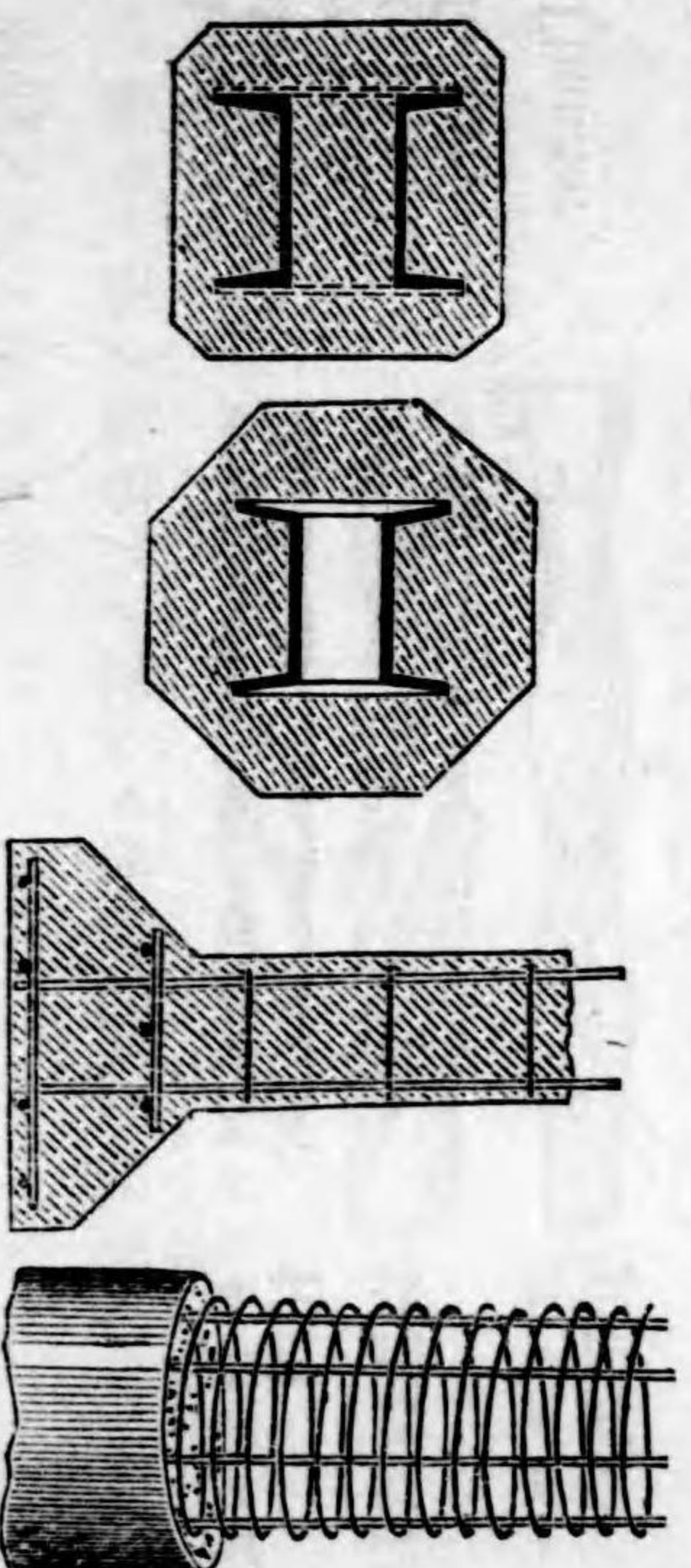
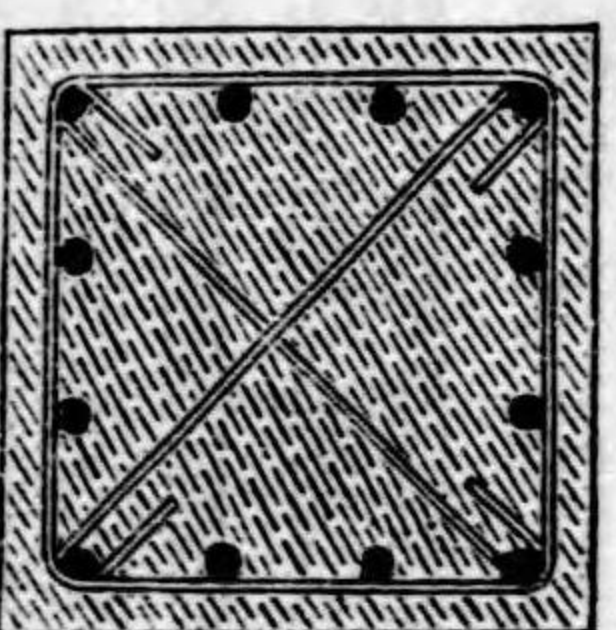
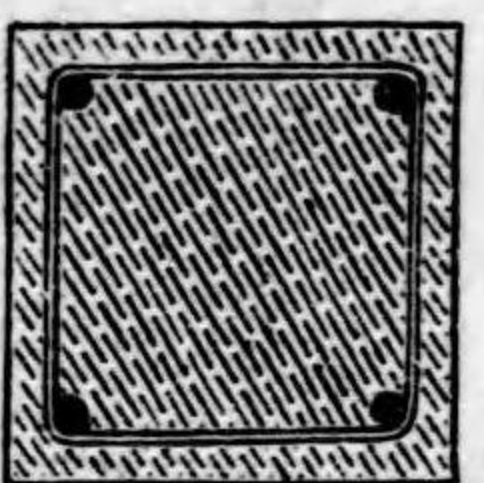
アンスピツク式 (Hennebique)



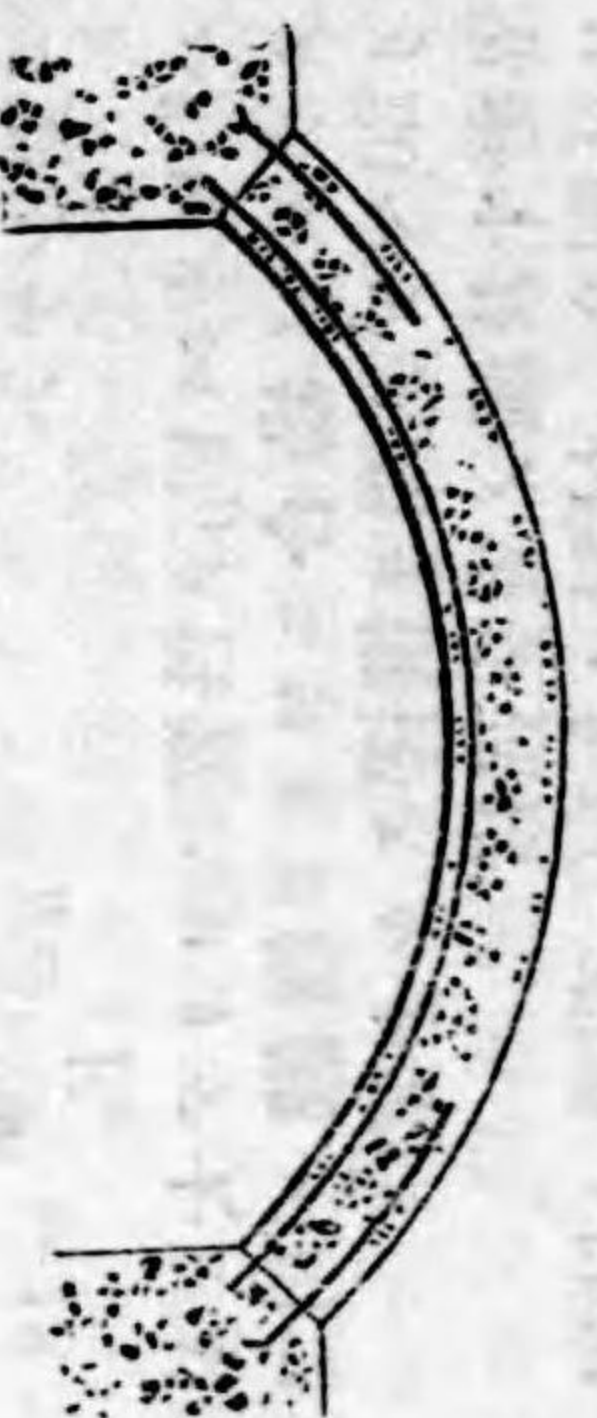
ゲーシロン及ガエリツク式 (Bousiron et Garris)



デゴン式 (Dagon)



拱ニ於テハ荷重ニヨリ大部分ハ應壓力ヲウケ應張力ハ拱頂及拱腰ノ内弧ニ於テ發生スルニ過ギス普通拱ノ破壊ハ拱頂附近ノ内弧及拱端附近ノ外弧ニ於ケル龜裂ニ因ルコト多シ故ニ少ナクモ次回ノ如ク配置スルヲ要ス尙完全ナ期スルタメニハ弧ノ内外ヲ通シテ鐵筋ヲ挿入スベシ



コノ方式ニモ諸種アリ、ソノ重ナルモノハモニエー式ニシテ鐵線ニテ作レル網ヲ用フルコト床板ノ場合ト同ジ、メラソ (Melan) 式ハ次ニ示ス如ク普通ノ鋼拱ト同様ニ上下兩臥材ヲ角鐵又ハ丁鐵トシコレヲワーレン式ニ平鐵ニテ互ニ連結セリ構造頗ル堅牢ニシテ徑間大ナル場合ニ用ヒラル



メラソ式

混凝土及鉄ノ性質及強度

鉄筋混凝土ノ重量 ハ混凝土ノ成分並ニソノ中ニ挿入セル鉄筋ノ量ニヨリテ差異アルベキモ先ヅ普通鐵筋混凝土ノ重量ハ一立方呎ニツキ150封度トシテ可ナリ

鐵及混凝土ノ膨脹率並ニ溫度ノ差

兩者殆ソト同一ニシテ普通計算ニ於テハ兩者ノ膨脹率ヲ攝氏一度ニツキ 0.00001
華氏一度ニツキ 0.000006

ト取ルベシ然シテ溫度ノ差ハ攝氏70度, 華氏125度トスレバ充分ナリ

鐵及混凝土ノ彈性係數

壓力ニ對スル混凝土ノ彈性係數ハ一平方吋ニツキ1,600.000封度内外ナリ、又鐵ノ彈性係數ハ次ノ如シ

鋼 鐵 25,000,000 (一平方吋ニツキ封度)

鋼 鐵 30,000,000 (同)

今混凝土ノ彈性係數ヲ E_c 、鐵ノ彈性係數ヲ E_m トスレバ彈性係數ノ比ハ次ノ如シ

$$n = \frac{E_m}{E_c} = 15$$

鋼鐵ニ對シテハ

$$n = \frac{E_m}{E_c} = 18$$

尙混凝土ハ「セメント」ノ性質ニヨリテ大ニソノ強度ヲ異ニスルモノナレバ場合ニヨリテ鋼鐵ヲ用フル時ト雖モ n ハ15ヨリ20マテノ間ヲ撰擇スルヲ要ス

混凝土及鐵ノ安全強度

混凝土ハソノ配合、材料ノ如何、荷重ノ狀況ニヨリテソノ安全強度ヲ異ニシ鐵モソノ種類ニヨリテ變化アルベシト雖次ニ大體ノ値ヲ示サン

材料

抗張強

抗壓強

抗剪強

混凝土 (1:2:4) (普通考ニトラス)

鋼鐵	10,000	10,000	7,000
柔鋼鐵	12,000—14,000	10,000	8,500

混凝土ノ附著強

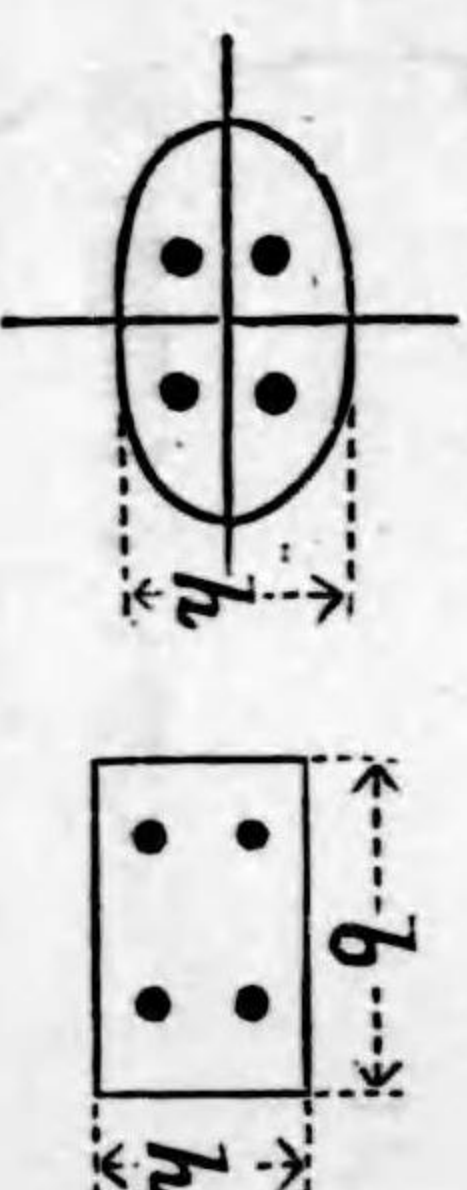
混凝土ガ鐵ニ附著スル強度ハ一平方吋ニツキ約55封度ナリトス

鐵筋混凝土ノ計算

コノ計算ニ於テハ(1)鐵筋混凝土ハ全ク等質ナルコト(2)鐵ト混凝土トハ能ク附著シテ共同變形ヲナスコト(3)荷重ノ存在セル間ト雖モ橫斷面ハ不變ナルコト(4)混凝土ノ抗張力ヲ無視シ(5)固有應力(荷重又ハ溫度等ノ變化ヲ受クルト以前ニ起ル應力)ヲ無視スルコト及ビ(6)彎曲力ト變形ノ關係ハ直線トノ假定セリ

壓力ヲ受クルモノノ應力計算
断面ニ直角ニソノ重心ニ壓ガ働ク場合

l = 柱ノ長サ
 h = 柱ノ最小徑
若クハ最短邊
トスレバ



$\frac{l}{h} < 18$ ナル時ハ短柱トシテ計算シ

$\frac{l}{h} \geq 18$ ナル時ハ長柱トシテ計算スベシ

短柱ノ場合

P = 壓力

A = 總橫斷面積

a = 鐵筋ノ總斷面積

f_o = 混凝土ニ於ケル應力度

f_m = 鐵筋ニ於ケル應力度

n = 鐵ノ彈性係數ト混凝土ノ彈性係數トノ比 = $\frac{E_m}{E_c}$

1. 混凝土ノ面積ニ比シ鐵ノ斷面積大ナル場合、柱及ビ鐵筋ノ斷面積ト荷重トヲ與ヘテ混凝土及ビ鐵筋ノ應力度ヲ求ム

$$\left. \begin{aligned} f_o &= \frac{P}{\{A+(n-1)a\}} \\ f_m &= \eta f_c = \frac{nP}{\{A+(n-1)a\}} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

混凝土ノ應力度ヲ與ヘテ斷面ヲ求ムルニハ
最初ニ $m = \frac{A}{a}$ ヲ假定シ

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{mP}{f_c(m+n-1)} \\ a &= \frac{A}{m} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

2. 混凝土ノ面積ニ比シ鐵ノ斷面小ナル場合

$$\left. \begin{aligned} f_o &= \frac{P}{A+na} \\ f_m &= \eta f_c = \frac{nP}{A+na} \\ A &= \frac{mP}{f_c(m+n)} \\ a &= \frac{A}{m} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)'$$

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{mP}{f_c(m+n)} \\ a &= \frac{A}{m} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2)'$$

例、幅6吋厚サ6吋長サ6呎ニシテ徑 $\frac{3}{8}$ 吋ノ鐵桿四條ヲ挿入セル受壓材アリテ16,000封度ノ壓力ヲ受ケ、混凝土及ビ鐵條ノ應壓度ヲ求メヨ但シ $n=18$ トス



故ニ短柱トシテ計算ス

$P=16,000\#$,
 $A=6 \times 6=36\text{sq}''$
 $a=4 \times 0.1963=0.785\text{sq}''$, $n=18$,
故ニ(1)'ニヨリテ

$$f_o = \frac{16,000}{36+18 \times 0.785} = 319\#/\text{sq}''$$

$$f_m = \eta f_c = 18 \times 319 = 5742\#/\text{sq}''$$

例、長サ6呎ニシテ16,000封度ノ壓力ヲ受ケル受壓材ノ斷面ヲ定メヨ、但シ混凝土ノ應壓度ハ $350\#/\text{sq}''$ ヲ起ユベカラズ

今混凝土ノ斷面積ノ1%ニ相當スル鐵條ヲ使用スルトセバ
 $m = \frac{A}{a} = 100$. 且ツ $n=18$ トス

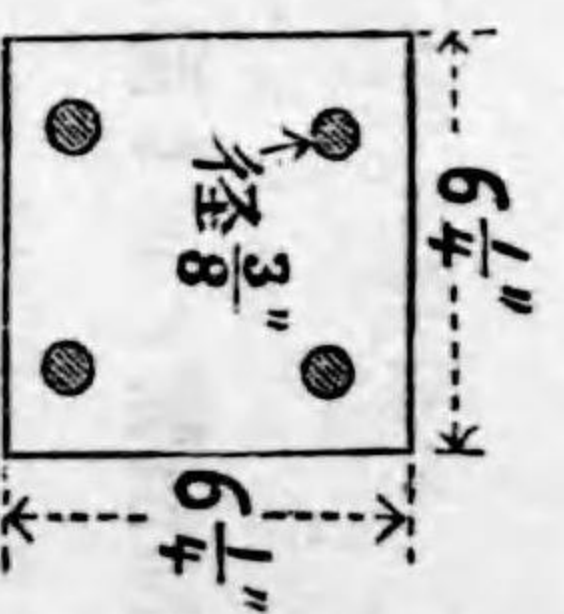
故ニ(2)'ニヨリテ

$$A = \frac{100 \times 16000}{350(100+18)} = 38.74\text{sq}''$$

斷面ヲ正方形トスルバ $b=h=1\sqrt{38.74}=6.23\text{吋}$

又 $a = \frac{A}{m} = \frac{38.74}{100} = 0.3874\text{sq}''$

故ニ求ムル斷面積ハ幅ノ厚サ各 $6\frac{1}{4}$ 吋トシ徑 $\frac{3}{8}$ 吋ノ鐵桿四條ヲ挿入スルバヨシ



長柱ノ場合
長柱ノ場合ニハ種々ノ公式アルベシト雖モ鐵筋混凝土長柱ニ對シ普通用キラル、ハ次ノ如シ

$$P = \frac{\pi^2}{S^2} E_c (I_c + nI_m)$$

但シ

P = 實用壓力

E_c = 混凝土ノ彈性係數

n = 鐵ノ彈性係數ト混凝土ノ彈性係數トノ比 = $\frac{E_m}{E_c}$

'S = 安全率(10 = 取ルチ普通トス)

I_c, I_m ハ夫々中軸ニ對スル混凝土及ビ鐵筋ノ隋率トス

$\pi^2 = 10, S = 10, n = 18, l$ 呎, P 英噸,

$E_c = 1,600,000 \text{ #/sq in}, I_c, I_m$ 呎⁴ 單位ニトシテ上式ハ次ノ如シ

$$P = \frac{5}{32}(I_c + 18I_m)$$

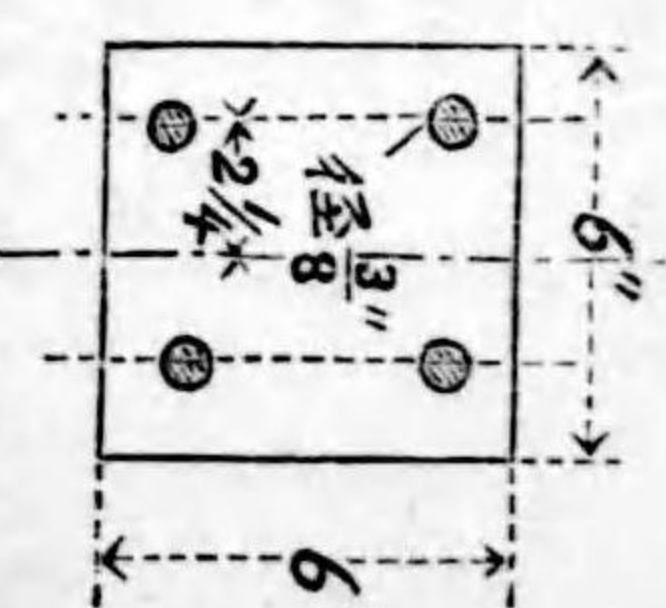
例、幅及厚サ各6吋長サ12呎ニシテ徑 $\frac{3}{8}$ 吋ノ鐵桿四條ヲ挿入セル受壓材ノ耐荷重ヲ求メヨ

$$\frac{l}{h} = \frac{12 \times 12}{6} = 24. \text{ ナルチ以テ長柱トシテ計算ス}$$

$l = 12,$

$$I_c = \frac{bh^3}{12} = \frac{6 \times 6^3}{12} = 108 \text{ in}^4$$

$I_m = a_s x^2 (a \text{ ハ 鐵筋ノ斷面積, } x \text{ ハ 中軸}$



ヨリ鐵筋ノ中心マデノ距離

$$= 0.442 \times 2.25^2 = 2.238 \text{ in}^4$$

但シ I_m ノ計算ニ於テ鐵筋ノ重心ヲ通ズル軸ニ對スル隋率ハ極メテ小ナルヲ以テ之レヲ無視シタリ故ニ

$$P = \frac{5}{122}(108 + 18 \times 2.233) = 5 \text{ 噸}$$

例、幅7.5吋厚サ9吋長サ15呎ニシテ10噸ノ荷重ヲ受ケル抗壓材ニ挿入スル鐵條ノ面積ヲ求メヨ

$$\frac{l}{h} = \frac{15 \times 12}{7.5} = 24 \text{ 故ニ長柱トシテ計算ス}$$

全斷面積ノ NN 及ビ $N'N'$ 兩軸ニ對スル隋率ハ夫々次ノ

如シ

$$I_n = I_c + 18I_m = \frac{hb^3}{12} + 18a_s x^2$$

$$I_{n'} = I_c + 18I_{m'} = \frac{bh^3}{12} + 18a_s' x'^2$$

此ノ二ツノ中 $I_{n'}$ ハ I_n ヨリ小ナルヲ以テ $I_{n'}$ ヲ取レバ

$$I_{n'} = \frac{9 \times 7.5^3}{12} + 18 \times 2.25^2 a$$

$$= 316.406 + 91.125a$$

故ニ

$$10 = \frac{5}{132}(316.406 + 91.125a)$$

$$a = 1.22 \text{ in}$$

鐵桿四條ヲ用フルトセバ一本ノ斷面積ハ 0.3 sq in 即チ徑 $\frac{3}{8}$ 吋ノモノヲ使用スルベヨシ

柱ノ橫繫間隔ノ計算
短柱及ビ長柱ニ於テ各鐵條ハ最大應壓力ノ許ニ各自ガ長柱ノ如ク彎曲セントスル故コレヲ防グタメニ或ル間隔ニ於テ相互ニ橫繫スルヲ要ス

L = 橫繫ノ間隔

d = 鐵條ノ直徑

トスレバ $L < 30d$ ナルベシ

或ハ $E_m = 30,000,000 \text{ #/sq in}$ ニ取リシ場合ニハ次式ニヨリテ計算スルヲ得

$$L(\text{呎}) = \frac{161d(\text{吋})}{\sqrt{f_m}}$$

但シ f_m ハソノ柱ニ於テ鐵條全部ガ受持ツルベキ壓力(#/sq in)トス



n = 鐵ノ彈性係數ト混凝土ノ彈性係數トノ比 $= \frac{E_m}{E_c}$

'S = 安全率(10 = 取ルチ普通トス)

I_c, I_m ハ夫々中軸ニ對スル混凝土及ビ鐵筋ノ隨率ト

$r^2 = 10, S = 10, n = 18, l$ 呎, P 千噸,

$E_c = 1,600,000 \text{ #/sq in}, I_c, I_m$ 千吋⁴ 單位ニトシテ上式ハ次

ノ如シ

$$P = \frac{5}{12} (I_c + 18I_m)$$

例、幅及厚サ各6吋長サ12呎ニシテ徑 $\frac{3}{8}$ 吋ノ鐵桿四條ヲ挿入セル受壓材ノ耐荷重ヲ求メヨ

$$\frac{l}{h} = \frac{12 \times 12}{6} = 24. \text{ ナルチ以テ長柱トシテ計算ス}$$

$l = 12,$

$$I_c = \frac{bh^3}{12} = \frac{6 \times 6^3}{12} = 108 \text{ in}^4$$

$I_m = a^2(a^2 \text{ 鐵筋ノ斷面積, } a \text{ ハ中軸}$

ヨリ鐵筋ノ中心マテノ距離

$$= 0.442 \times 2.25^2 = 2.238 \text{ in}^4$$

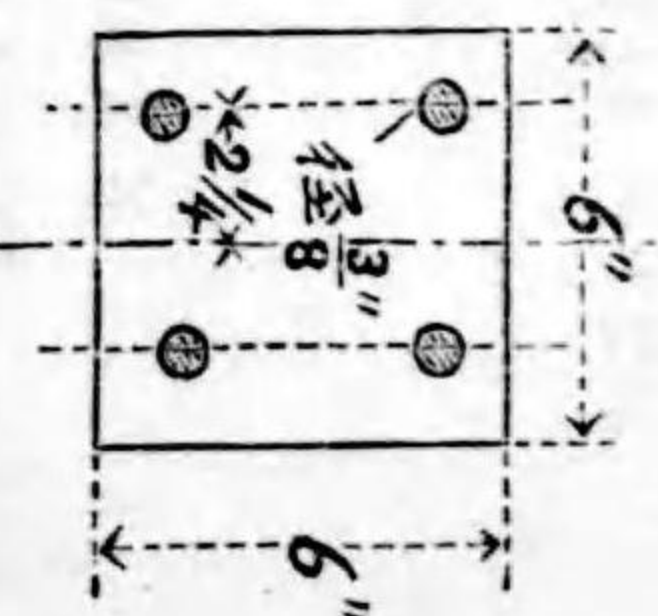
但シ I_m ノ計算ニ於テ鐵筋ノ重心ヲ通ズル軸ニ對スル隨率ハ極メテ小ナルヲ以テ之レヲ無視シタリ故ニ

$$P = \frac{5}{12} (108 + 18 \times 2.238) = 5 \text{ 噸}$$

例、幅7.5吋厚サ9吋、長サ15呎ニシテ10噸ノ荷重ヲ受ケル抗壓材ニ挿入スルキ鐵條ノ面積ヲ求メヨ

$$\frac{l}{h} = \frac{15 \times 12}{7.5} = 24 \text{ 故ニ長柱トシテ計算ス}$$

全斷面積ノ NN 及ビ $N'N'$ 兩軸ニ對スル隨率ハ夫々次ノ



如シ

$$I_n = I_c + 18I_m = \frac{bh^3}{12} + 18a^2$$

$$I_{n'} = I_c + 18I_m = \frac{bh^3}{12} + 18ax'^2$$

此ノ二ツノ中 $I_{n'}$ ハ I_n ヨリ小ナルヲ以テ $I_{n'}$ ヲ取レバ

$$I_{n'} = \frac{9 \times 7.5^3}{12} + 18 \times 2.25^2 a$$

$$= 316.406 + 91.125a$$

故ニ

$$10 = \frac{5}{12} (316.406 + 91.125a)$$

$$a = 1.22 \text{ in}$$

鐵桿四條ヲ用フルトセバ一本ノ斷面積ハ 0.3 sq in 即チ徑 $\frac{5}{8}$ 吋ノモノヲ使用スレバヨシ
柱ノ橫繫間隔ノ計算
短柱及ビ長柱ニ於テ各鐵條ハ最大應壓力ノ許ニ各自が長柱ノ如ク彎曲セントスル故コレヲ防グタメニ或ル間隔ニ於テ相互ニ橫繫スルヲ要ス

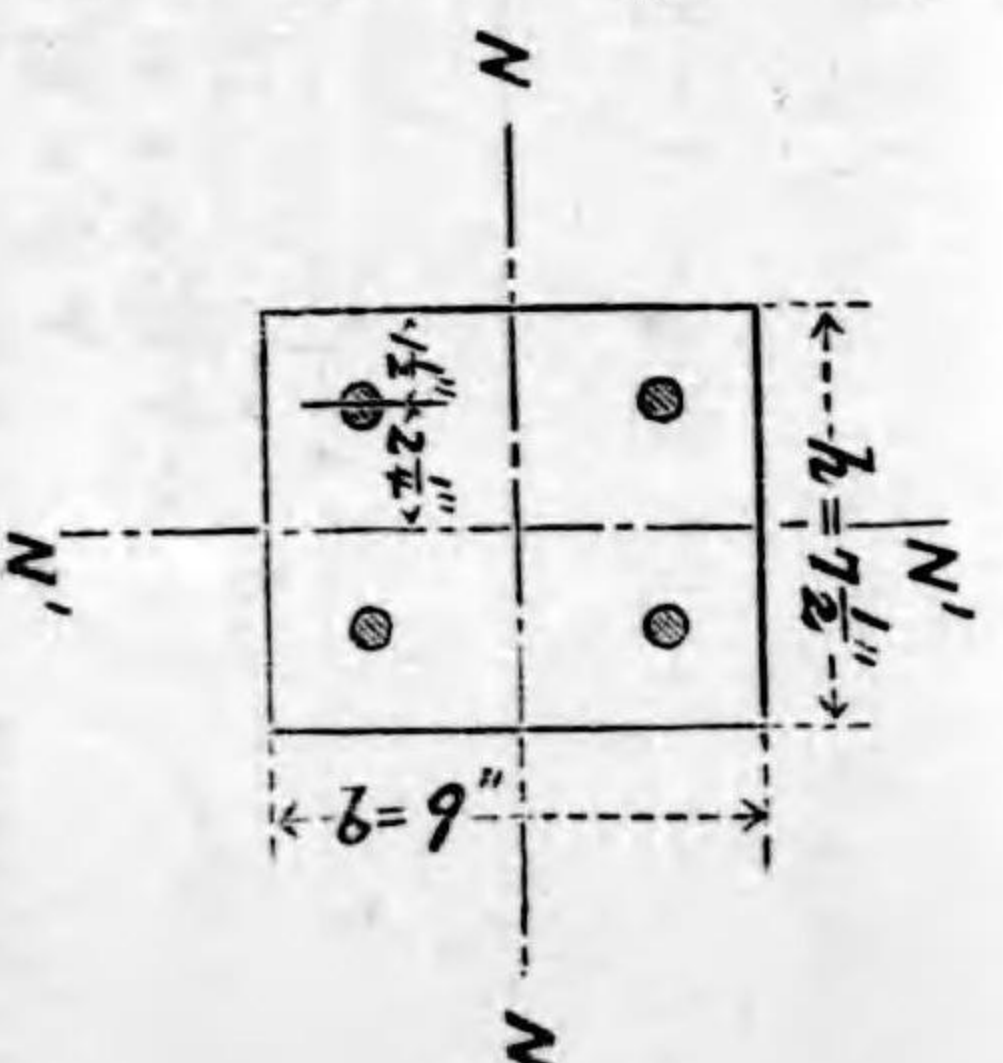
L = 橫繫ノ間隔

d = 鐵條ノ直徑

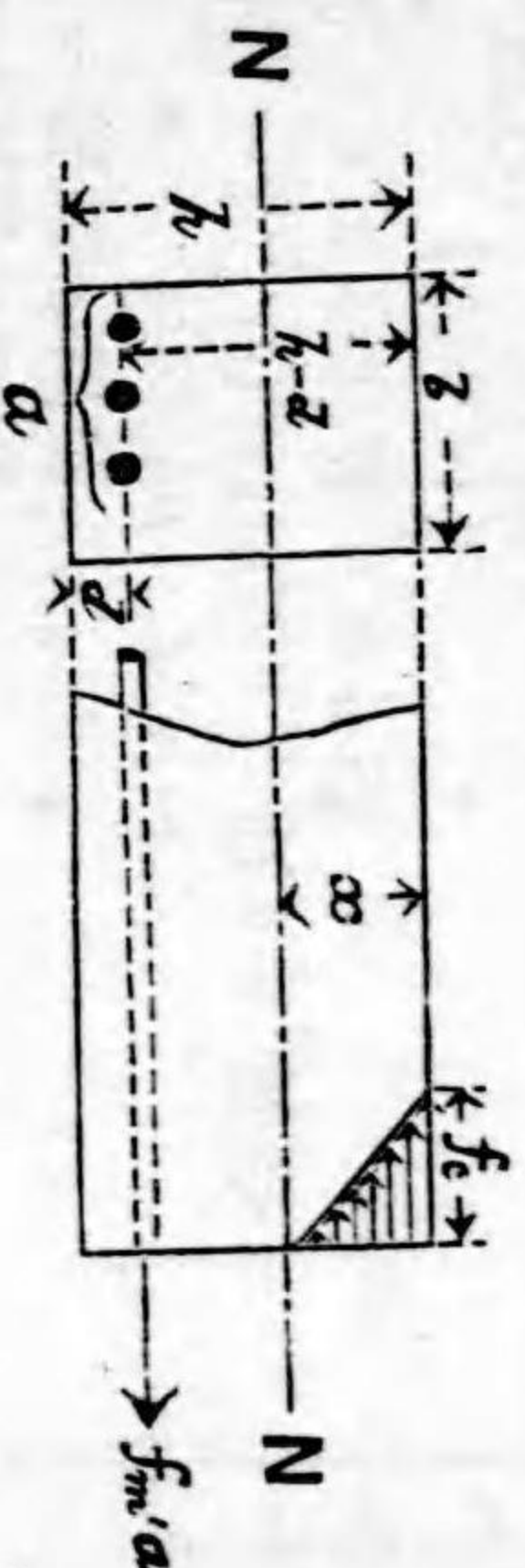
トスレバ $L < 30d$ ナルベシ
或ハ $E_m = 30,000,000 \text{ #/sq in}$ ニ取リシ場合ニハ次式ニヨリテ計算スルヲ得

$$L(\text{呎}) = \frac{161d(\text{吋})}{\sqrt{f_m}}$$

但シ f_m ハソノ柱ニ於テ鐵條全部が受持ツルキ壓力(#/sq in)トス



彎曲ヲ受ケル桁及ビ床板ノ計算
1. 断面矩形ニシテ鐵條下部ニ存在シ鐵條ノ斷面積小ナル場合



- M = 彎曲力率
- b = 幅
- h = 厚
- a = 鐵筋ノ斷面積
- x = 中軸ヨリ應壓力ヲ生ズル側ノ最端マデノ距離
- d = 鐵筋ノ重心ヨリ應張力ヲ生ズル側ノ最端マデノ距離
- f_c = 混凝土ノ最大應壓度
- f_m = 鐵筋ノ平均應張度
- $n = \frac{E_s}{E_c}$

(a) 断面ニ於ケル彎曲力率、混凝土及ビ鐵筋ノ斷面積ヲ知リテ混凝土及ビ鐵ノ應力度ヲ求ム
最初ニ中軸ノ位置ヲ次式ニヨリテ定ムベシ

$$x = \frac{n \cdot a}{b} \left[\sqrt{1 + \frac{2b(h-d)}{n \cdot a}} - 1 \right]$$

次ニコソキ用キテ

$$f_c = \frac{2M}{b \cdot x(h-d-x)}$$

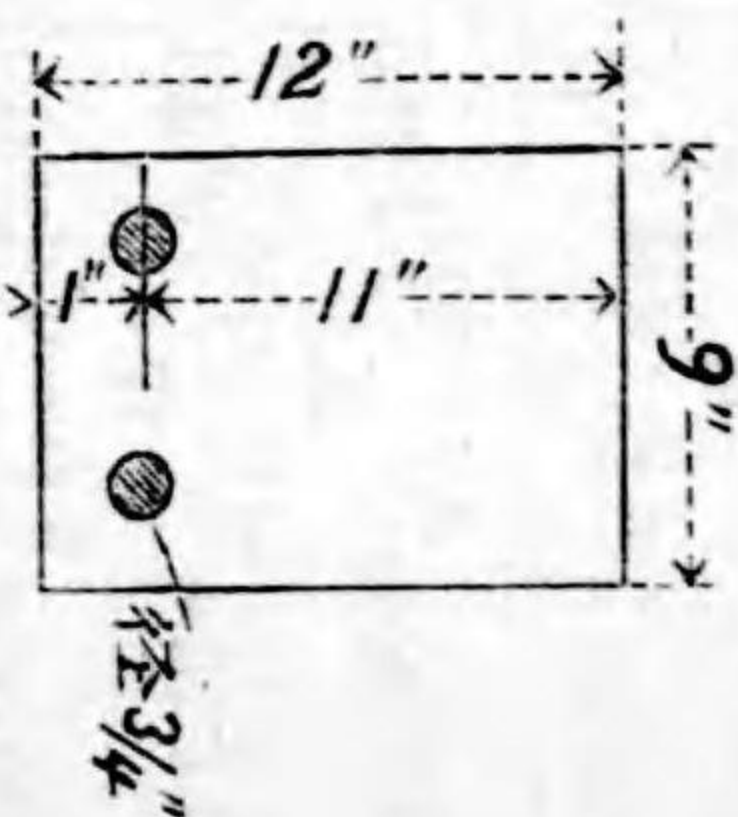
$$f_m = \frac{M}{a(h-d-x)}$$

ヲ求メ得ベシ

今 $m = \frac{b(h-d)}{a}$, $n = \frac{E_m}{E_c} = 18$ トシテ m ノ各種ノ値ニ對シ
テ x , f_c , f_m ノ値ヲ計算スルベキ表ノ如シ

m	x	f_c	f_m
100	0.446(h-d)	$\frac{M}{b(h-d)^2}$	$\frac{M}{117.5b(h-d)^2} = 22.30f_c$
110	0.431(h-d)	$\frac{M}{b(h-d)^2}$	$\frac{M}{128.5b(h-d)^2} = 23.71f_c$
120	0.418(h-d)	$\frac{M}{b(h-d)^2}$	$\frac{M}{139.4b(h-d)^2} = 25.08f_c$
130	0.406(h-d)	$\frac{M}{b(h-d)^2}$	$\frac{M}{150.3b(h-d)^2} = 26.39f_c$
140	0.395(h-d)	$\frac{M}{b(h-d)^2}$	$\frac{M}{161.2b(h-d)^2} = 27.65f_c$
150	0.384(h-d)	$\frac{M}{d(h-d)^2}$	$\frac{M}{172.1b(h-d)^2} = 28.87f_c$
160	0.375(h-d)	$\frac{M}{b(h-d)^2}$	$\frac{M}{182.9b(h-d)^2} = 30.00f_c$
170	0.366(h-d)	$\frac{M}{b(h-d)^2}$	$\frac{M}{193.6b(h-d)^2} = 31.11f_c$
180	0.358(h-d)	$\frac{M}{b(h-d)^2}$	$\frac{M}{204.4b(h-d)^2} = 32.22f_c$
190	0.351(h-d)	$\frac{M}{b(h-d)^2}$	$\frac{M}{215.2b(h-d)^2} = 33.35f_c$
200	0.344(h-d)	$\frac{M}{b(h-d)^2}$	$\frac{M}{225.9b(h-d)^2} = 34.40f_c$

例、厚サ 12吋、幅 9吋ニシテ下面ヨリ 1吋ノ距離ニ徑 3/4吋ノ鐵桿ニ本ヲ挿入セル桁アリ 60,000 吋封度ノ彎曲力率ヲ受クルトキハ混凝土及ビ鐵條ニ於ケル應力度各如何



$n = 18$ トシ
 $b = 9''$, $h-d = 11''$
 $a = 2 \times 0.44 = 0.88$ 吋

故ニ

$$x = \frac{18 \times 0.88}{9} \left[\sqrt{1 + \frac{2 \times 9 \times 11}{18 \times 0.88}} - 1 \right] = 4.70''$$

仍テ

$$f_c = \frac{2 \times 60,000}{9 \times 4.70 \left(11 - \frac{4.70}{3} \right)} = 301 \#/\text{sq}''$$

$$f_m = \frac{60,000}{0.88 \left(11 - \frac{4.70}{3} \right)} = 7237 \#/\text{sq}''$$

コノ場合ニ表ヲ用テモ $m = \frac{9 \times 11}{0.88} = 112$

故ニ n ヲ約 110ト見テ表ヨリシテ直チニ次ノ値ヲ得ベシ

$$x = 0.431(h-d) = 0.431 \times 11 = 4.74''$$

$$f_c = 5.419 \frac{M}{b(h-d)^2} = 5.419 \times \frac{60,000}{9 \times 11^2} = 300 \#/\text{sq}''$$

$$f_m = 23,705 \times f_c = 23,705 \times 300 = 7112 \#/\text{sq}''$$

即チ大體前ノ結果ト一致スベシ

(b) 混凝土及ビ鐵條ノ斷面積並ビニコレラノ作用強度ヲ與ヘテ最大彎曲率ヲ求ム 前ノ (a) ノ場合ノ如ク

$$x = \frac{n \cdot a}{b} \left[\sqrt{1 + \frac{2b(h-d)}{n \cdot a}} - 1 \right]$$

ヨリ x ヲ求メ次ニ f_c 及ビ f_m ヲ混凝土及ビ鐵ノ夫々作用強度ヲ表ハストスモ

$$M = f_c \frac{b \cdot x (h-d - \frac{x}{2})}{2}$$

$$M = m \cdot a (h-d - \frac{x}{3})$$

ノ二式ヨリシテ M ヲ求メツノニツノ内ノ小ナルモノヲ取

レバ可ナリ (c) 彎曲力率ト混凝土及ビ鐵條ノ作用強度ヲ與ヘ混凝土及ビ鐵ノ斷面積ヲ求ム

先ツ $s = \frac{n f_c}{f_m + n f_c}$ ヲ求メ

$$h-d = \sqrt{\frac{2}{(1-\frac{s}{3})^2}} \sqrt{\frac{M}{b}} = c_1 \sqrt{\frac{M}{b}}$$

$$a = \frac{1}{c_1 f_m} \sqrt{\frac{M \cdot b}{1-\frac{s}{3}}} = c_2 \sqrt{M \cdot b}$$

$$x = s(h-d)$$

ヲ用キテ斷面及ビ中軸ノ位置ヲ定ムルヲ得ベシ 例、 $f_c = 350 \#/\text{sq}''$, $f_m = 12000 \#/\text{sq}''$ トシテ 90000 吋封度ノ彎曲力率ニ堪ユル桁及ビ鐵條ノ斷面ヲ求ム 但シ桁幅ヲ 9 吋トス $n = 18$ トスモ公式ニヨリ

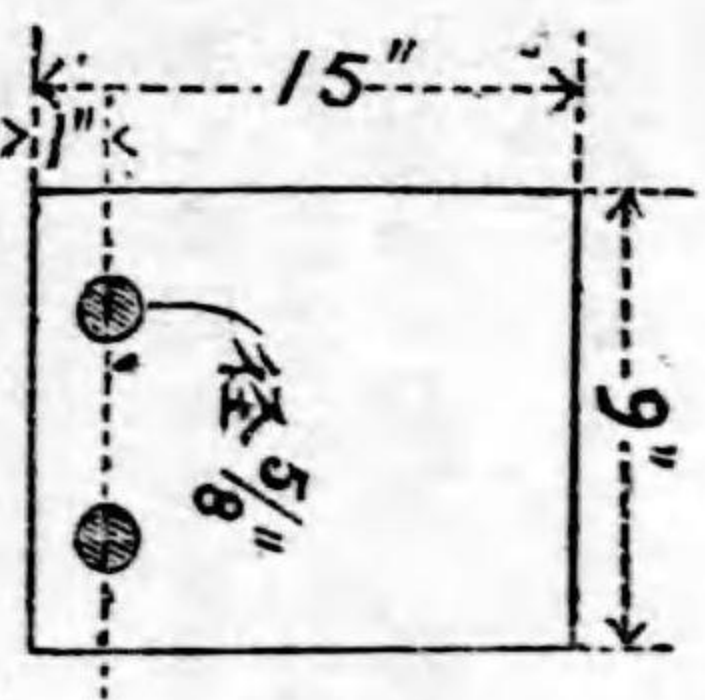
$$s = \frac{18 \times 350}{12000 + 18 \times 350} = 0.344$$

$$h-d = \sqrt{\frac{2}{(1-\frac{0.344}{3})^2}} \sqrt{\frac{90000}{b}} = 0.141 \sqrt{\frac{90000}{b}}$$

$$= 14.1''$$

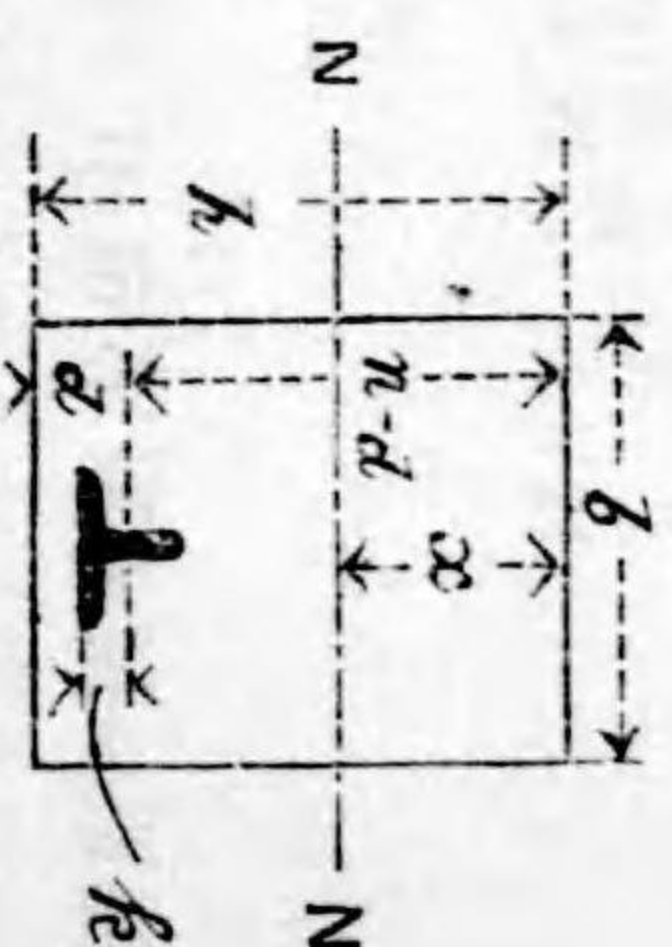
$$a = \sqrt{\frac{90000 \times 9}{0.141 \times 12000 \left(1 - \frac{0.341}{3}\right)}} = 0.00067 \sqrt{90000 \times 9} = 0.60 \text{ 吋}$$

即ち桁ノ厚サヲ 15 吋 ヲ 径 5/8 吋 ノ 鐵 棒 二 條 ヲ 挿 入 ス レバ 可 ナリ



II. 断面矩形ニシテ鐵條下部ニ存在シ鐵條ノ断面積大ナル場合

I_m ヲ 鐵 筋 ノ 重 心 ヲ 通 シ 中 軸 ニ 平 行 ナ ル 軸 ニ 對 ス ル 物 量 力 率 ト シ テ 鐵 筋 ノ 中 軸 ヲ リ ソ ノ 下 端 ヲ テ 然 レバ



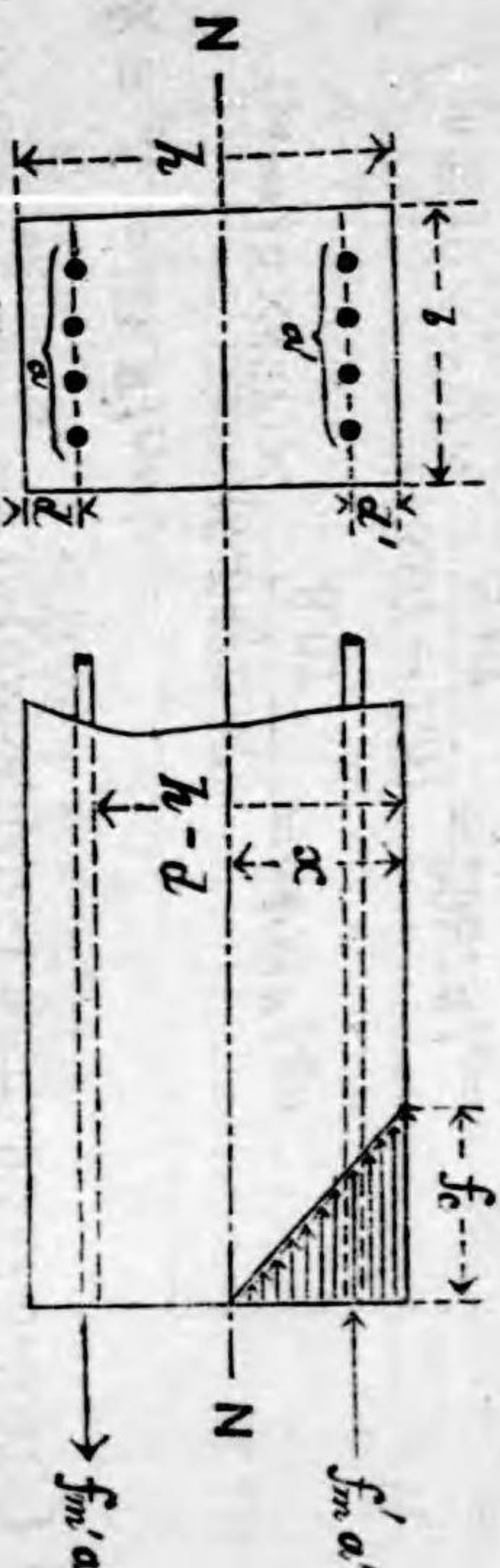
$$x = -\frac{na}{b} + \sqrt{\frac{n^2a^2}{b^2} + \frac{2na(h-d)}{b}}$$

$$M = \frac{f_c}{x} \left[\frac{bax^3}{3} + n \{ a(h-d-x)^2 + I_m \} \right]$$

最大 $[f_m] = n f_c (h-d-x+k)$

ノ 二 式 ヲ リ 計 算 ス ル ヲ 得 ベシ

断面矩形ニシテ鐵條上下兩部ニ存在シ鐵條ノ断面積何レモ小ナル場合



f_c = 混凝土ノ最大應壓度

f_m = 下部鐵筋ノ應張度

f'_m = 上部鐵筋ノ應壓度

a = 下部鐵筋ノ断面積

a' = 上部鐵筋ノ断面積

d = 下部鐵筋ノ重心ヨリ應張力ヲ生ズル側ノ最端

ヲテノ距離

d' = 上部鐵筋ノ重心ヨリ應壓力ヲ生ズル側ノ最端

ヲテノ距離

$$x = -\frac{n(a+a')}{b} + \sqrt{\frac{n^2(a+a')^2}{b^2} + \frac{2n[a(h-d)+a'd']}{b}}$$

$$M = \frac{f_c}{x} \left[\frac{1}{3} x^3 b + n \{ a'(x-d')^2 + a(h-d-x)^2 \} \right]$$

$$f_m = f_c n \frac{(h-d-x)}{x}$$

$$f'_m = f_c n \frac{(x-d')}{x}$$

今 $a = a'$, $d = d'$ ノ 場 合 ニ ハ 次 ノ 式 ヲ 用 フ レバ 可 ナリ

$$x = -\frac{2na}{b} + \sqrt{\frac{4n^2a^2}{b^2} + \frac{2nah}{b}}$$

$$M = \frac{f_c}{x} \left[\frac{bx^3}{3} + n\{a'(x-d)^2 + a(h-d-x)^2\} \right]$$

$$f_m = f_c n \frac{h-d-x}{x}$$

$$f'_m = f_c n \frac{x-d}{x}$$

例、50000 吋封度ノ彎曲力率ヲ受ルル圖ノ如キ桁アリ
 混凝土及ビ鐵條ニ於ケル應力度ヲ求ム

M = 50000 吋封度

n = 18, b = 12"

d = d' = 1.5"

h - d = 7.5"

a = 0.920 吋

a' = 0.589 吋

公式ニヨリ

$$x = \frac{18(0.92 + 0.589)}{12}$$

$$+ \sqrt{\frac{18^2(0.920 + 0.589)^2}{12^2} + \frac{2 \times 18(0.920 \times 7.5 + 0.589 \times 1.5)}{12}} = 3.07"$$

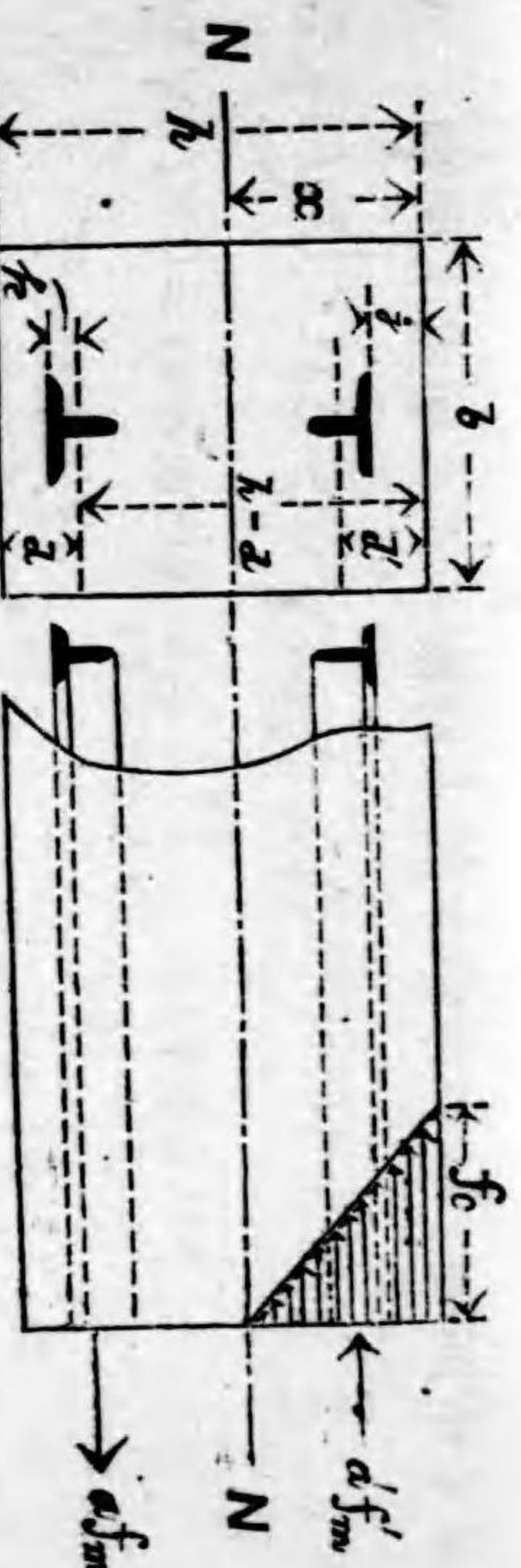
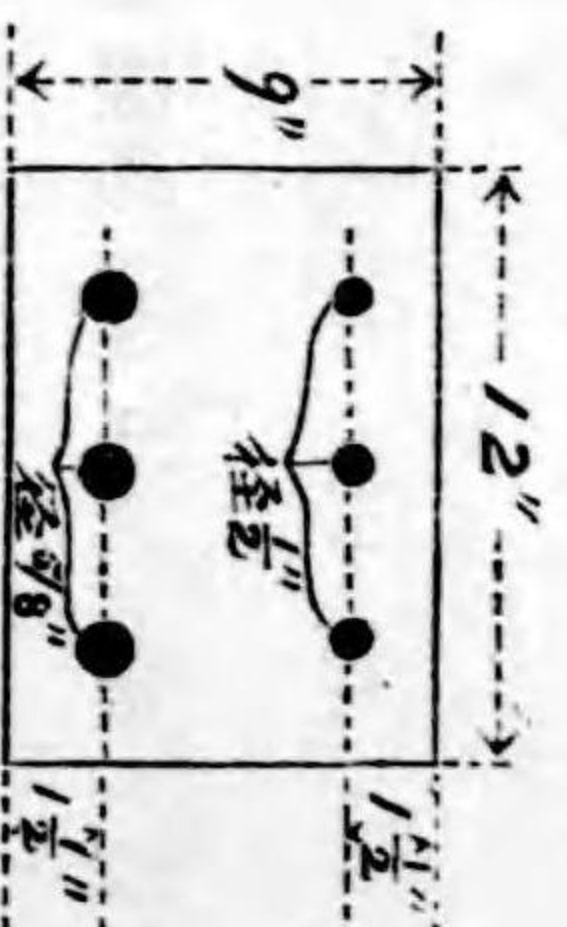
$$50000 = \frac{f_c}{3.07} \left[\frac{12 \times 3.07^3}{3} + 18\{0.589(3.07 - 1.5)^2 + 0.920(7.5 - 3.07)^2\} \right]$$

故ニ f_c = 33 #/sq"

$$f_m = 18 \times 33 \times \frac{(7.5 - 3.07)}{3.07} = 8408 \#/\text{sq}"$$

$$f'_m = 18 \times 330 \times \frac{(3.07 - 1.5)}{3.07} = 2987 \#/\text{sq}"$$

IV. 断面矩形ニシテ鐵條上下兩部ニ存在シ鐵條ノ断面積大ナル場合



最大(f_m) = 下部鐵條ト最大應力度

最大(f'_m) = 上部鐵條ノ最大應力度

I_m = 下部鐵條ノ重心ヲ通シ中軸ニ平行ナル軸ニ對

スル隋率

I'_m = 上部鐵條ノ重心ヲ通シ中軸ニ平行ナル軸ニ對

スル隋率

トスレバ次ノ如シ

$$x = \frac{na + (n-1)a'}{na + (n-1)a'}$$

$$+ \sqrt{\frac{\{na + (n-1)a'\}^2}{b^2} + \frac{2\{na(h-d) + (n-1)a'd'\}}{b}}$$

$$M = \frac{f_c}{x} \left[\frac{bx^3}{3} + (n-1)\{a'(x-d)^2 + I'_m\} + n\{a(h-d-x)^2 + I_m\} \right]$$

$$\text{最大}(f_m) = n f_c \frac{h-d+k-x}{x}$$

$$\text{最大}(f'_m) = n f_c \frac{x-j}{x}$$

d = d', a = a', 從テ I_m = I'_mノ場合ハ次ノ式ヲ用テ

$$x = \frac{(2n-1)a}{b} + \sqrt{\frac{(2n-1)^2 a^2}{b^2} + \frac{2a(nh-d)}{b}}$$

$$M = \frac{a}{x} \left[\frac{bx^3}{3} + (2n-1)I_m + a\{(n-1)(x-d)^2 + n(h-d-x)^2\} \right]$$

$$\text{最大}(f_m) = n f_c \frac{h-d+k-1}{x}$$

$$\text{最大}(f'_m) = n f_c \frac{x-j}{x}$$

例、幅9吋厚15吋ノ桁アリテ圖ニ示ス如キ鐵筋ヲ有ス180000吋封度ノ彎曲力率ヲ受クルトキ混凝土及ビ鐵條ノ應力度ヲ求メヨ

M=180000吋封度

b=9", h=15", d=d'=2"

a=a'=2.38", I_m=I_m'=2×0.7=1.4(吋單位)

依テ後ノ場合ノ公式ニヨリ

$$x = \frac{(2 \times 18 - 1) \times 2.38}{9} + \sqrt{\frac{(2 \times 18 - 1)^2 \times 2.38^2}{9} + \frac{2 \times 2.38(18 \times 15 - 2)}{9}}$$

$$= 5.82"$$

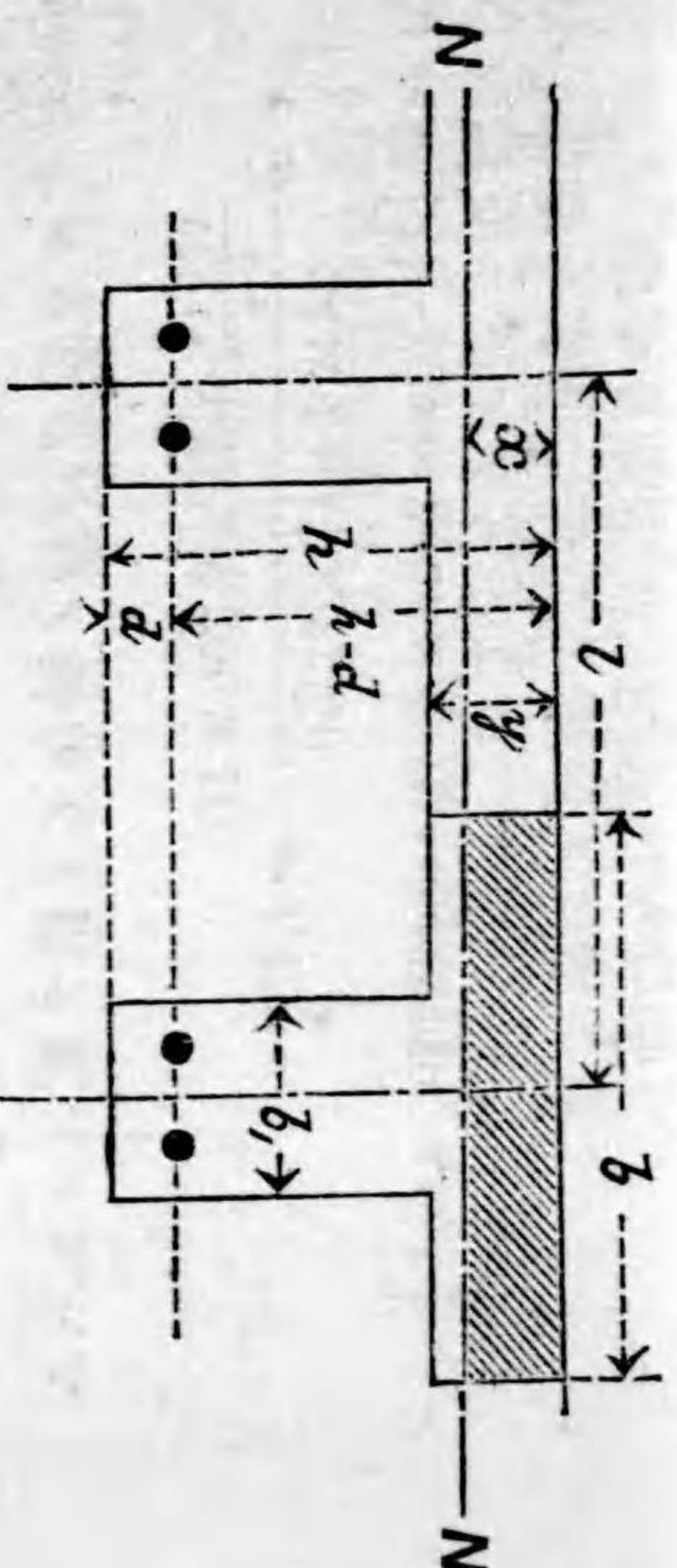
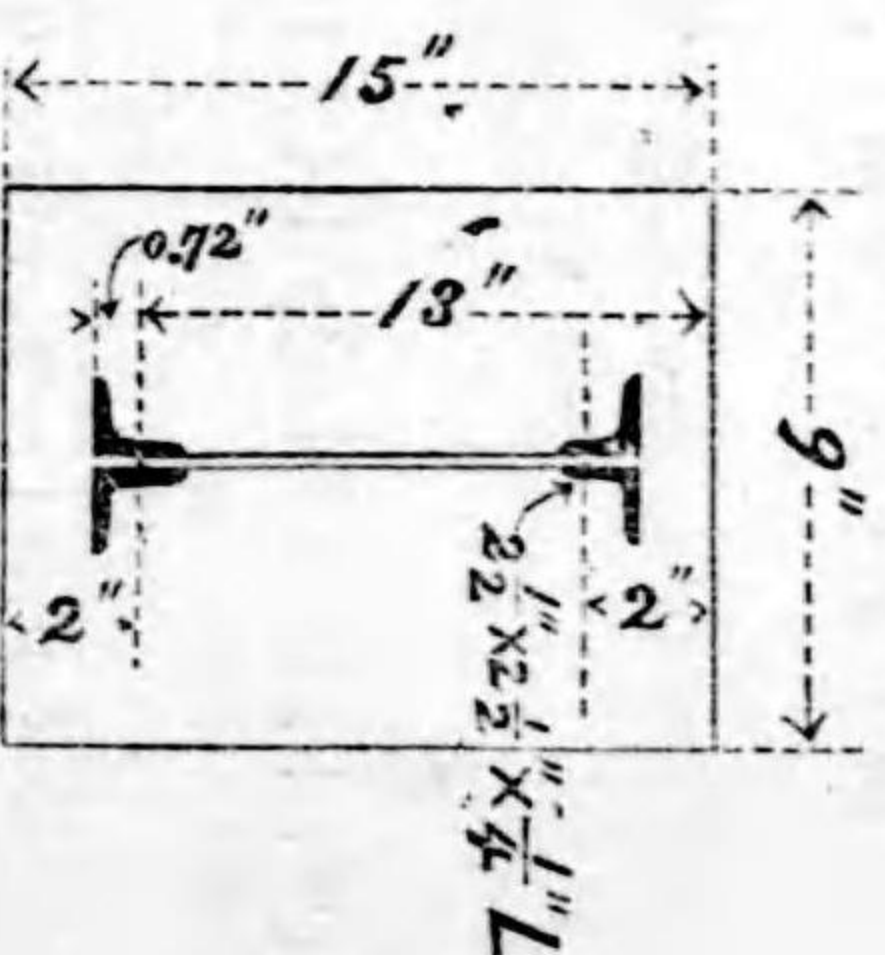
$$180000 = \frac{f_c}{5.82} \left[\frac{9 \times 5.82^3}{3} + (2 \times 18 - 1) \times 1.4 + 2.38 \{ (18 - 1) (5.82 - 2)^2 + 18(13 - 5.82)^2 \} \right]$$

$$\therefore f_c = 305 \# / \text{sq}''$$

$$\text{最大}(f_m) = 18 \times 305 \times \frac{13.72 - 5.82}{5.82} = 7438 \# / \text{sq}''$$

$$\text{最大}(f'_m) = 18 \times 305 \times \frac{5.82 - 1.28}{5.82} = 4281 \# / \text{sq}''$$

V. 断面丁字形ニシテ鐵材下部ニ存在シテ断面小ナル場合.



l = 桁ノ中心距離

b = 丁頭ノ幅

b1 = 丁脚ノ幅

y = 丁頭ノ厚サ

bノ桁ノ徑間ノ $\frac{1}{3}$ ヨリ小ナルベク又 $\frac{3l}{4}$ ヨリ小ナルベシ且

ツ又 b1 ノ五倍若シクハ六倍ヨリ大ナルベカラズ

丁字形桁ノ計算ニ於テハ最初次式ニヨリ中軸ノ位置ヲ定ムベシ

$$x = \frac{na}{b} \left[\sqrt{1 + \frac{2b(h-d)}{na}} - 1 \right]$$

コノ x ノ値ニヨリ二様ノ計算アリ

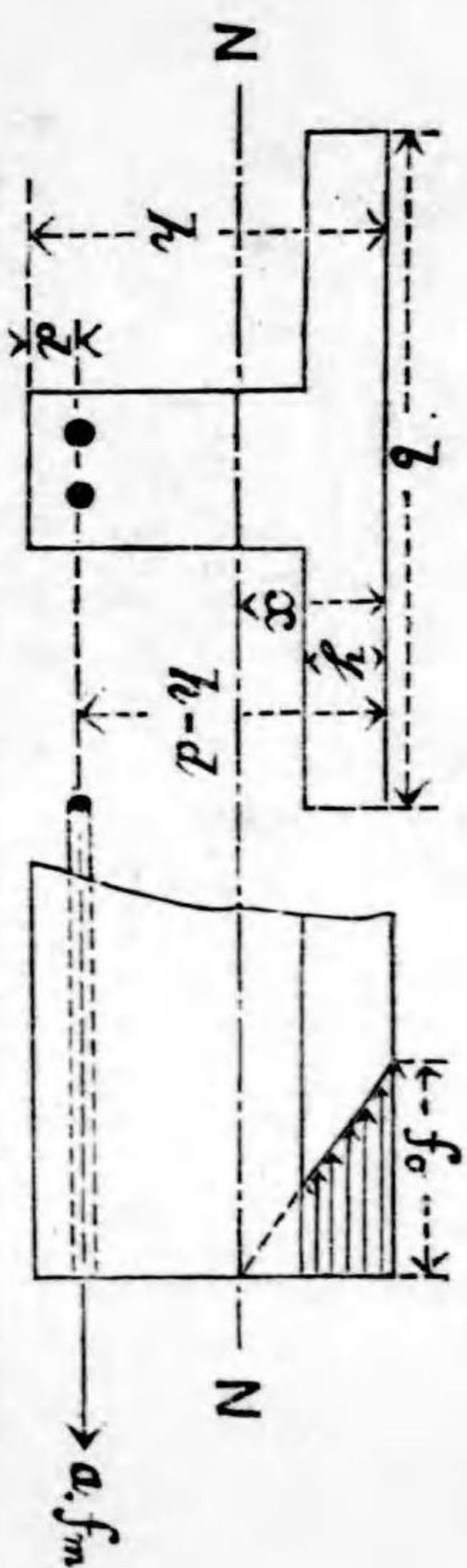
(a). $x \leq y$

コノ場合ニハニ I = 於テ記セシモノト同シク計算スルモノトス

$$f_c = \frac{2M}{b \cdot x(h-d-\frac{x}{3})}$$

$$f_m = \frac{M}{a(h-d-\frac{x}{3})}$$

(b). $x > y$



この場合ニハ丁頭部ノ下面ヨリ中軸ニ到ル間ノ混凝土ノ應壓力ヲ無視シ更ニ中軸ノ位置ヲ決定ス

$$x = \frac{by^2}{2} + na(h-d)$$

$$by + na$$

而シテ $M = \frac{f}{x} \left\{ \frac{by^3}{3} + byx(x-y) + na(h-d-x)^2 \right\}$

$$f_m = n f_c \frac{h-d-x}{x}$$

例、 $M = 184,680$ 吋封度、 $n = 18$ 、 $b = 24$ 、 $b = 6$ 、 $y = 4$ 、 $h = 12$ 、 $h-d = 10$ 、 $a = 2.356$ ナル場合ニ f_c 及 f_m ヲ求ム

$$x = \frac{18 \times 2.356}{24} \left[\sqrt{1 + \frac{2 \times 24 \times 10}{18 \times 2.356}} - 1 \right] = 4.42$$

$y = 4$ ナルヲ以テ $x > y$ ノ場合ナリ依テ更ニ x ヲ求ム

$$x = \frac{24 \times 4^2}{2} + 18 \times 2.356 \times 10 = 4.45$$

$$M = \frac{f_c}{4.45} \left[\frac{24 \times 4^3}{2} + 24 \times 4 \times 18 \times 2.356 (4.45 - 4) + 18 \times 2.356 (10 - 4.45)^2 \right]$$

之ヨリシテ $f_c = 409 \#/\text{sq. in.}$

$$\text{故ニ } f_m = 18 \times 409 \times \frac{10 - 4.45}{4.45} = 9176 \#/\text{sq. in.}$$

鐵ト混凝土トノ附着力ノ計算

$U =$ 鐵條ノ周圍ニ沿フテ作用スル應剪力

$Q =$ 断面ニ作用セル垂直剪力

$c =$ 幅 b_c 長サ l ニ對スル鐵條ノ表面積ノソノ他ハ前ト同シ記法ヲ用フ

$$U = \frac{Q}{c(h-d-\frac{x}{3})}$$

ニシテ U ガ附著強度ヲ超過セザルヲ要ス

例ハ最大剪力 $Q = 1800$ 封度

$h = 12$ 、 $h-d = 10.44$

$x = 4.6$

ノ桁アリテ徑 $7/8$ 吋鐵桿二條挿入

シテアリトス

$$c = 2 \times \frac{1}{2} \times 3.1416 \times 1 = 5.498$$

故ニ

$$\frac{1800}{5.498(10.44 - \frac{4.6}{3})} = 37 \#/\text{sq. in.}$$

附著強度ハ約 $55 \#/\text{sq. in.}$ ナルヲ以テ安全ナリトス

繫鐵ノ計算

(断面矩形ニシテ鐵條下部ニミ存在スル場合)

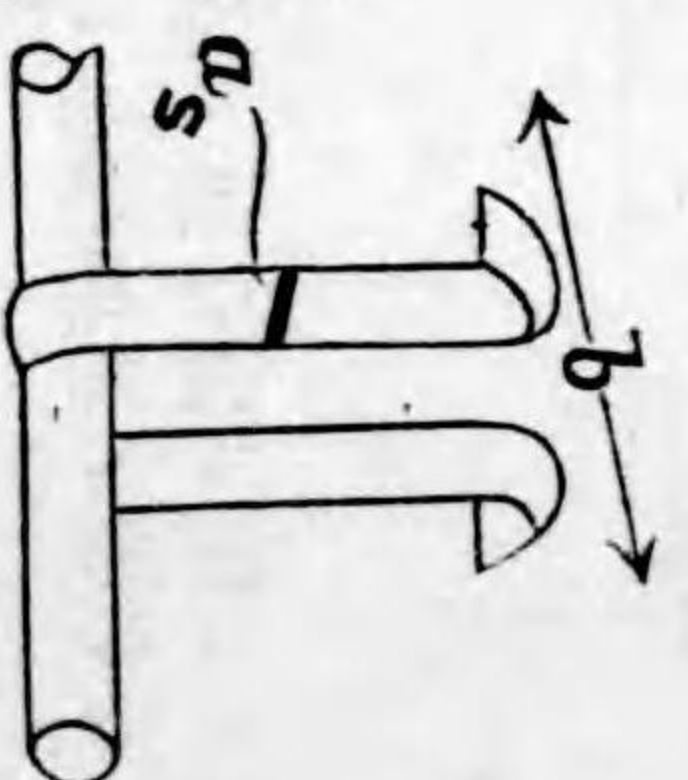
$V =$ 或ル断面ニ於ケル最大水平剪度

$Q =$ ソノ断面ニ作用セル垂直剪力

コノ他前ト同シ記法ニヨル

$$V = \frac{Q}{b(h-d-\frac{x}{3})}$$

ニシテコレニヨリ最大水平剪度ヲ求メ若シ混凝土ノ抗剪強ヨリ大トナレバ桁ハ水平剪力ニヨリテ破壊スルヲ以テ繫鐵ヲ用フルカ又ハ斜鐵ヲ作ルコトニヨリテ抗剪強ヲ補



足スルヲ要ス

a_s = 繫鐵ノ斷面積トシ普通起ル等布荷重ノ場合ヲ考
フレバ挿入スベキ繫鐵ノ數ハ次ノ剪力圖ヲ用フルヲ
簡便トス



但シ Q_1 = 混凝土ノ負擔スル應剪力 (= 50#/sq in)

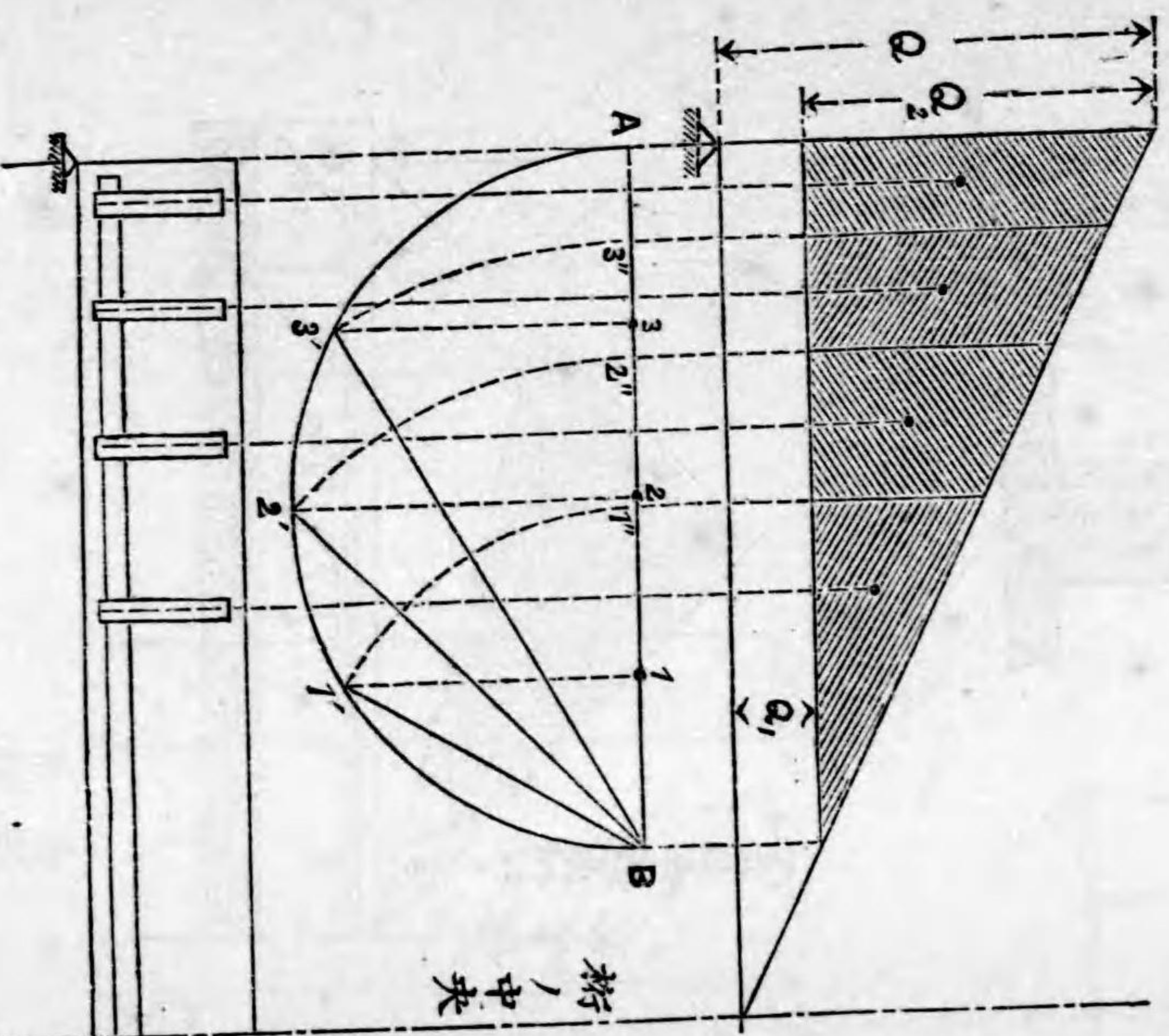
Q_2 = 繫鐵ガ負擔スル應剪力トス

圖ニ於テ斜影部ノ面積ヲ F トスレバ徑間ノ半分ニ對シ要
スベキ繫鐵ノ數ハ

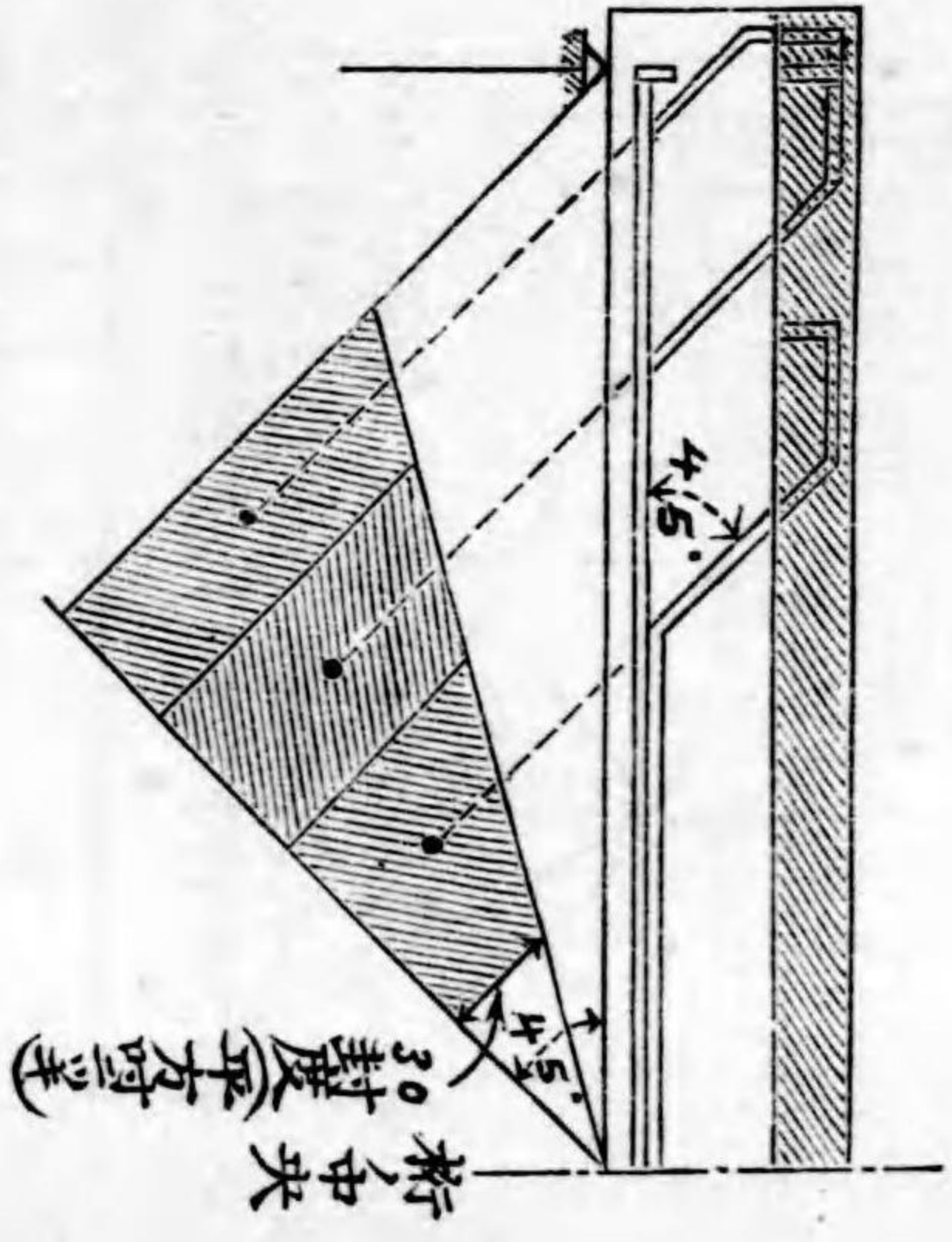
$$\frac{F}{2(l-d-\frac{x}{3})a_s} \times (\text{鐵ノ應剪強度})$$

繫鐵ノ配置ハ次ノ如クシテ求ムルヲ得ベシ

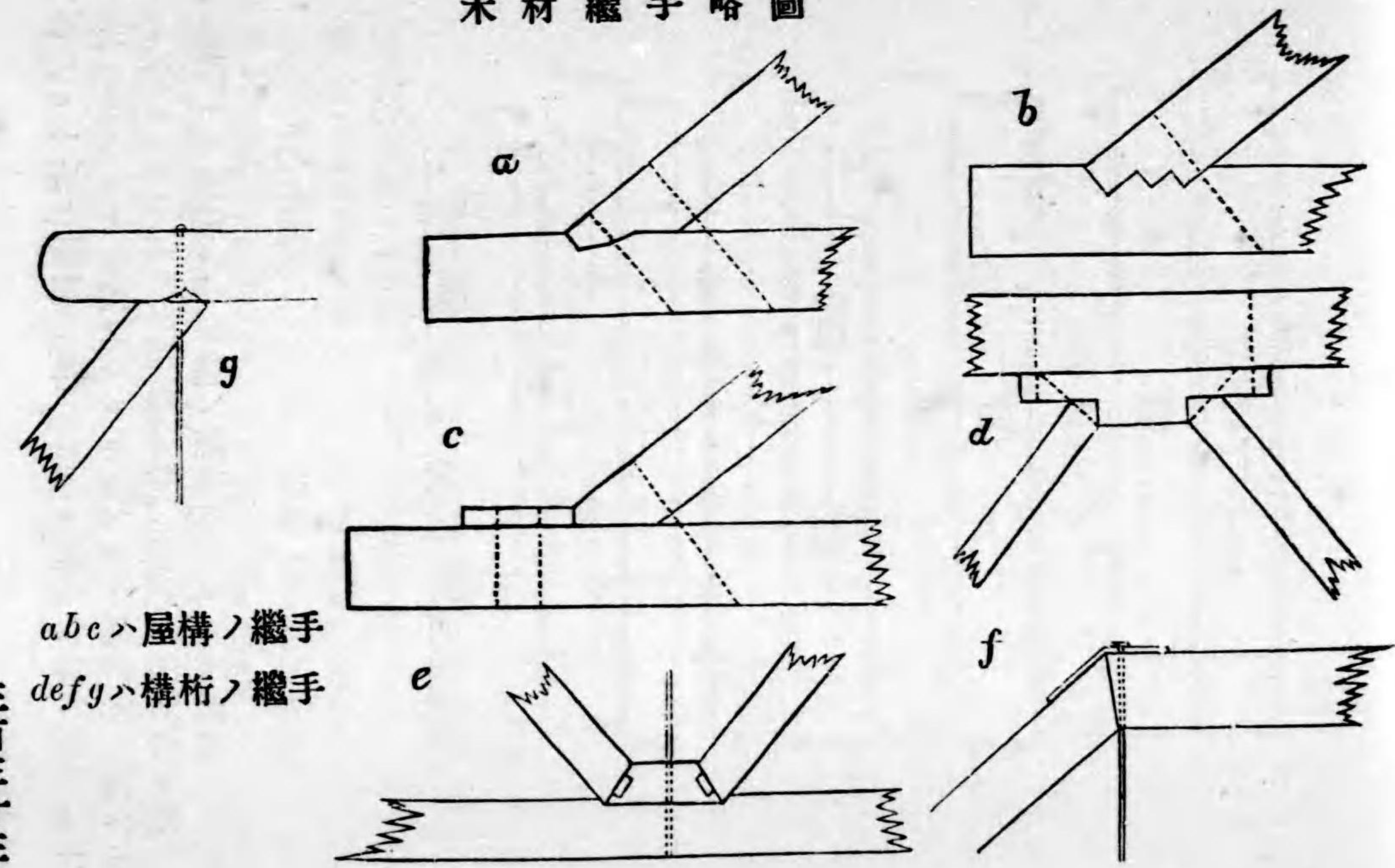
例ヘバ今繫鐵ノ數ヲ徑間ノ半分ニ對シ四本トスレバ圖ノ
如ク AB ノ上ニ半圓ヲ畫キ直径 AB チ四(繫鐵數ト同シク)
等分シテ垂線ヲ立テ圓周ト夫々 1', 2', 3', 4' ニテ交ラシム B
チ中心トシ 1/B, 2/B, 3/B チ夫々半徑トシテ圓弧ヲ畫ケク
1'', 2'', 3'' チ得コレラノ點ヲ通シテ圖ノ如ク區分線ヲ引ク
バコレ等ハ斜影部ノ面積ヲ四等分スルモノニシテ各
區分ノ重心ヲ求メソノ位置ニ繫鐵ヲ置ケバヨロシ



斜鐵ヲ用フル場合ニハ次ニ示ス如ク剪力圖ヲ引キ
 30#/cm²ハ混凝土ヲ以テ受持タシメ殘リノ斜影部ヲ同
 シ面積ニ分チ重心ヲ夫々求メテ斜鐵ノ位置ヲ定メ水
 線ト45°ノ角度ヲナシテ作ルモノトス

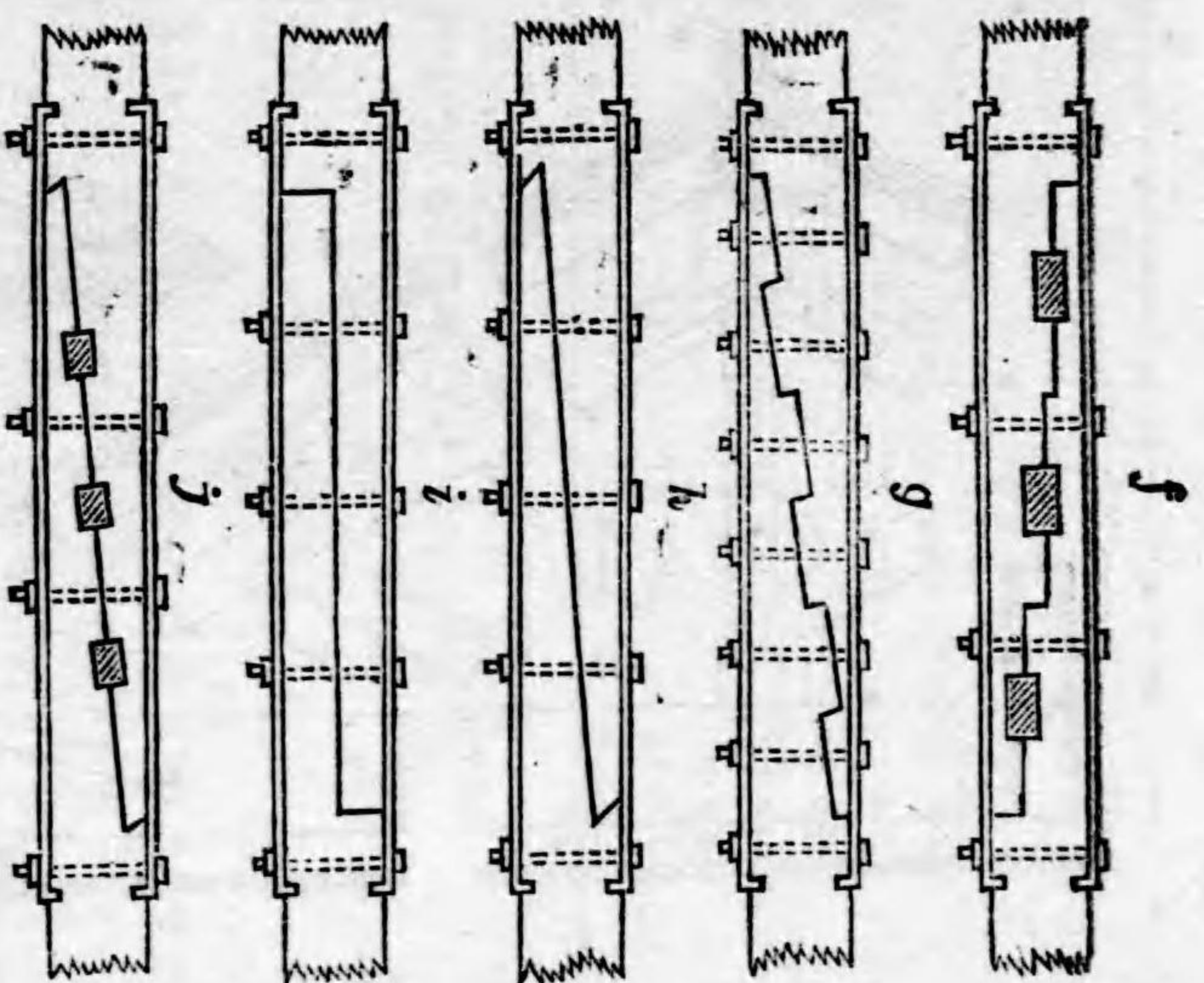
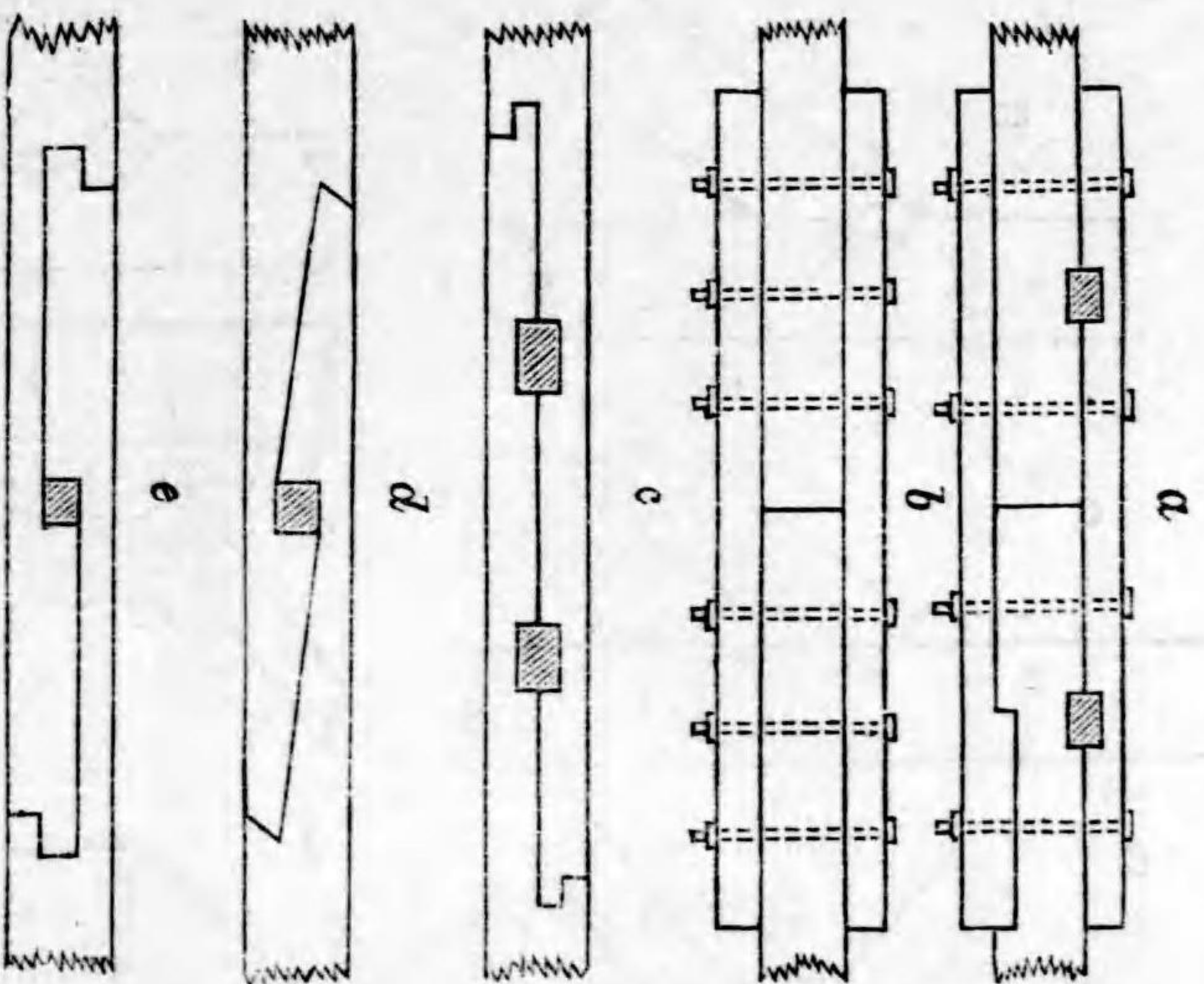


木材継手略圖



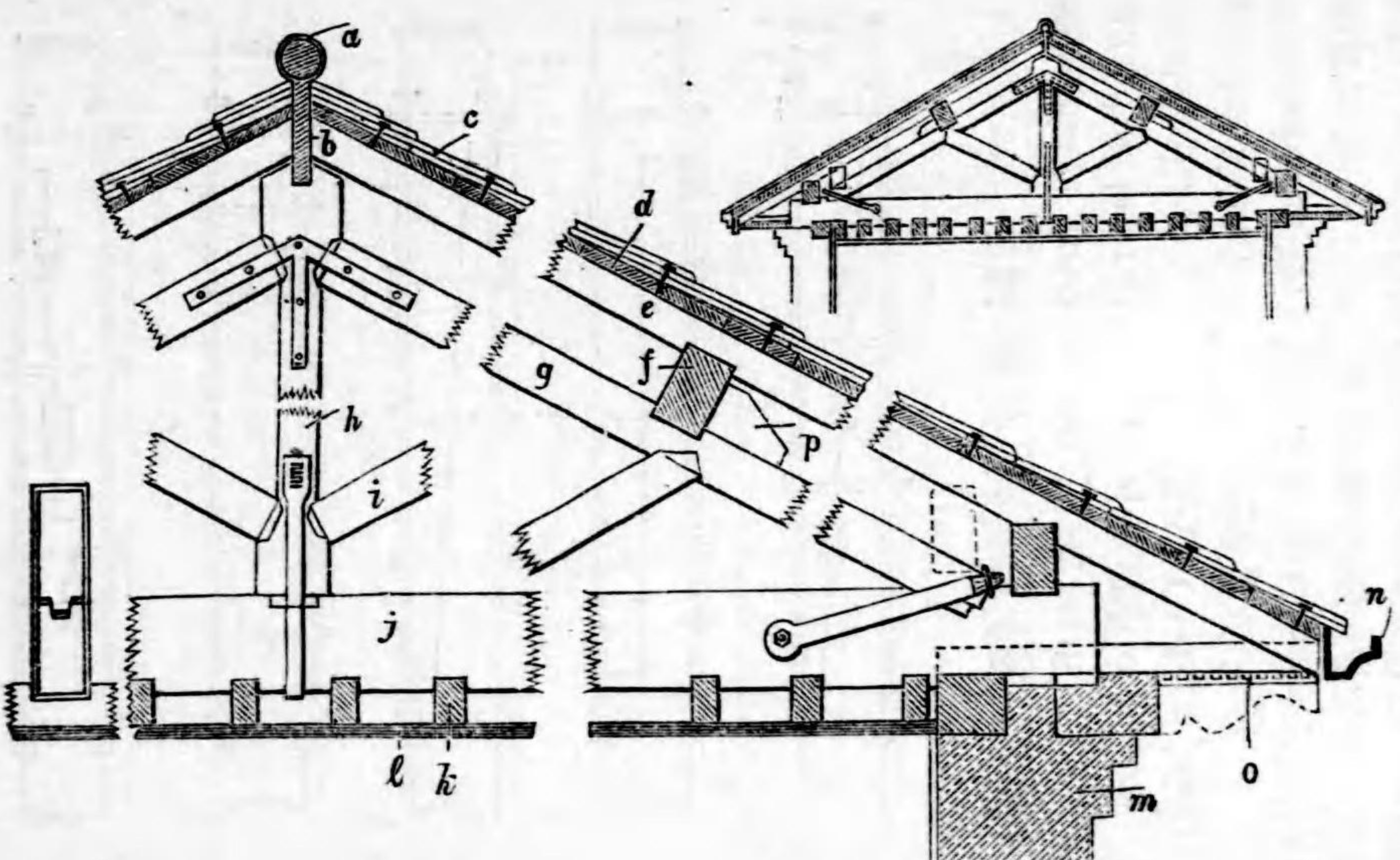
abcノ屋構ノ継手
 defgノ構桁ノ継手

a 及 b 下圖ハ添接(Fish joint)ト稱シ二枚ノ添板ヲ上下ニ附シホルトニテ緊付クタルモノハ尙之レニ楔ヲ用フ c d e f g h i j ハ何レモ嵌接(Scarf joint)ト稱木片ヲ圖ノ如ク切込ミテ相接セシメ楔ノ添板ホルトニテ緊付クタルモノナリ



屋根ノ構造 (次頁参照)

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| a. 圓棟木(ridge roll) | i. 方杖(Strut) |
| b. 棟木(ridge board) | . 小屋梁(tie beam) |
| c. 葺板(shingling) | k. 野縁(Cealing joist) |
| d. 裏板(Sheathing) | l. 天井(Ceiling) |
| e. 檼(Common rafter) | m. 蛇腹(Cornice) |
| f. 母屋(Purlin) | n. 樋(Gutter) |
| g. 合掌(Principal rafter) | o. 通風格子(Air grating) |
| h. 棟束(king post) | p. 轉留(Cleat) |



前圖ニ示ス屋根組木材ノ太サ(檜)

持離	甲	乙	丙	丁
15 尺	寸 3×3 3 ¹ / ₂ ×3 ¹ / ₂ 3 ¹ / ₂ ×3 ¹ / ₂ 3 ¹ / ₂ ×3 ¹ / ₂ 4 ¹ / ₂ ×4 ¹ / ₂ 4 ¹ / ₂ ×4 ¹ / ₂ 4 ¹ / ₂ ×4 ¹ / ₂	寸 3×3 3 ¹ / ₂ ×3 ¹ / ₂ 3 ¹ / ₂ ×3 ¹ / ₂ 3 ¹ / ₂ ×3 ¹ / ₂ 4 ¹ / ₂ ×4 ¹ / ₂ 4 ¹ / ₂ ×4 ¹ / ₂ 4 ¹ / ₂ ×4 ¹ / ₂	寸 3×4 ¹ / ₂ 3 ¹ / ₂ ×4 ¹ / ₂ 3 ¹ / ₂ ×5 ¹ / ₂ 3 ¹ / ₂ ×5 ¹ / ₂ 4 ¹ / ₂ ×5 ¹ / ₂ 4 ¹ / ₂ ×5 ¹ / ₂ 4 ¹ / ₂ ×6 ¹ / ₂ 4 ¹ / ₂ ×7	12 ^平 方寸 15 18 21 24 27 30 34

屋根ノ重量

瓦及其濕氣 面積平方呎ニ付 45 封度

風壓, 40 ,, 又ハ下ノ表ニヨル數

垂木其他 ,, ,, 7 ,,

合計 ,, ,, 92 ,,

但シナニコ板ヲ用フルキハ上ニ示ス 45 封度ヲ除キ 10 才
代用ス石板ヲ用フルトキハ同上 15 才代用ス

屋根ノ受クル風壓力 (Uw_{win})

a = 風ノ方向ト屋根トノ角度

F = 風ノ壓力

A = 屋根ノ面ニ直角ナル壓力

B = 風ノ方向ニ直角ナル壓力

C = 風ノ方向ニ並行ナル壓力

a =	°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
A = F ×		0.125	0.24	0.45	0.66	0.83	0.95	1.00	1.02	1.01
B = F ×		0.122	0.24	0.42	0.57	0.64	0.61	0.50	0.35	0.17
C = F ×		0.01	0.04	0.15	0.33	0.53	0.73	0.85	0.96	0.99

小屋組
(Roof truss)



帶梁小屋

棟束小屋



棟束 Fig 屋組
(King post roof truss)

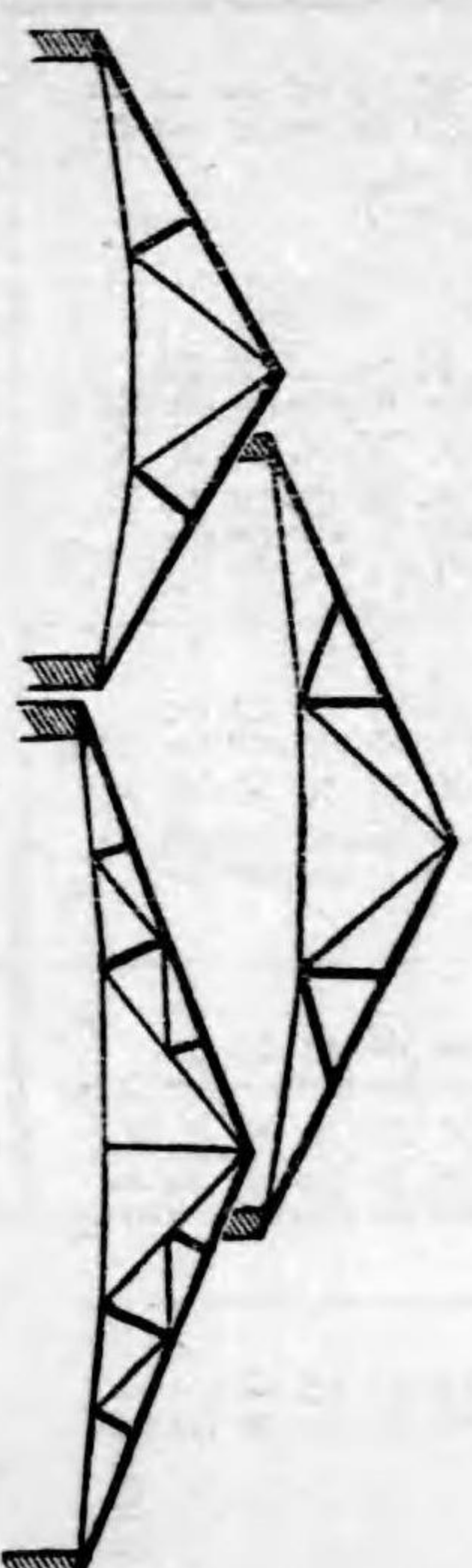
夫婦束小屋組
(Queen post roof truss)



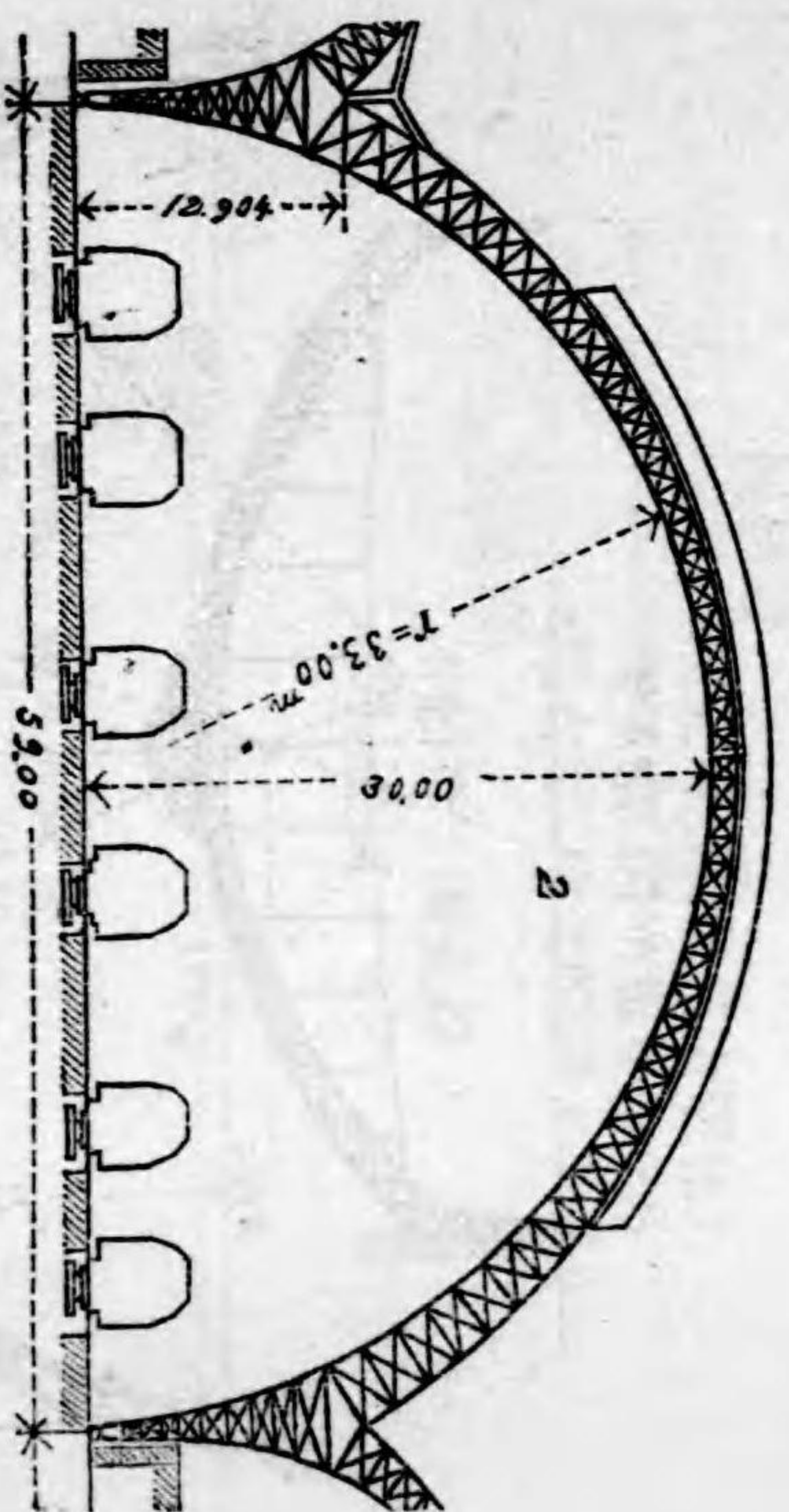
プリンス小屋組
(Princess roof truss)



三角形小屋組
(Triangular roof truss)

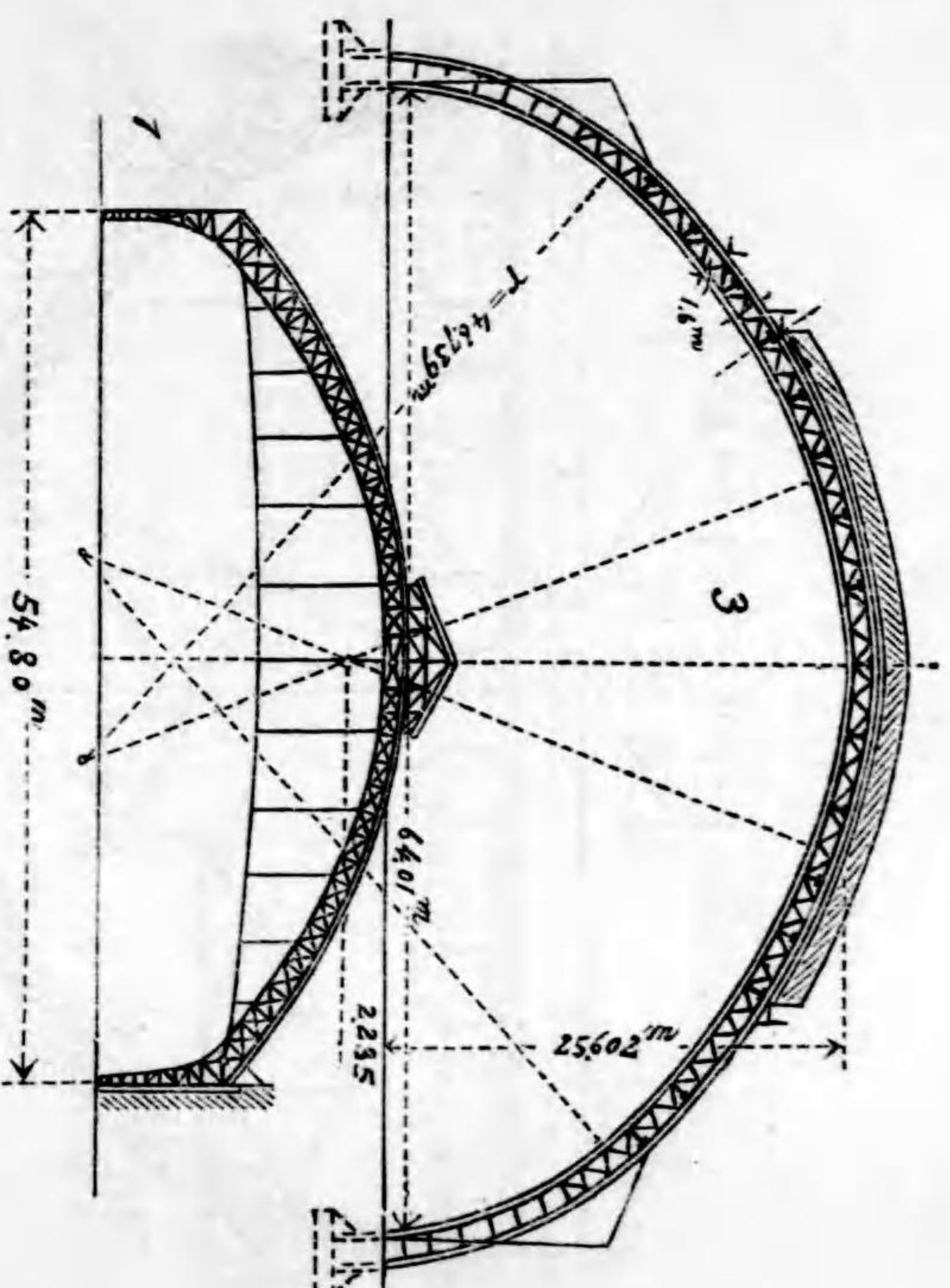


フシソカ小屋組
(Fink roof truss)



二鉸拱屋背
(Two hinge arched roof)

拱屋背 (Arched roof)



三鉸拱屋背
(Three hinge arched roof)

航路標識

立標
杆燈
燈臺

日中
夜間

不動燈

帶光燈(不斷四方ヲ照ラス)
方向燈(不斷一方ヲ照ラス)
明暗燈(明暗斷續)
交色燈(色光ヲ放ツ)

回轉燈

漸光燈(漸次光力變化)
閃光燈(閃光短キモノ)
電火燈(電光瞬間ノモノ)

混成燈

不動燈ト漸光燈
其他混成ノモノ

霧中信號

燈船
霧笛
霧鐘

船舶ニ關スル數量

貨物一噸	重量	2240ポンド
石	重量	42立方呎
貨物一噸	積量	$\frac{1}{6.72}$ 噸
軍艦一噸	積量	100立方呎
和船一噸	排水量	2240ポンド
石積	米登載量	7立方呎
船舶ノ積載	貨物ノ量	ハ通例其登簿噸數ニ1.2ヲ
乘タルニ略	得ベキ	汽船定繋ニ要スル港灣面積
		一噸ニ等シ要スル面積

總噸數 100—1000 } 船
2000—6000 } 船
8—9
6—7

音響

音響ノ速度ハ華氏三十二度ノトキ凡ソ一秒钟ニ付壹千〇八十五尺ニシテ夫ヨリ空氣ノ溫度高キトキハ一度ヲ壹千百ルニ凡ソ一尺ヲ増加ス即チ華氏五十度ノトキハ壹千〇三三尺トナル(以上大氣中ニテ)

水ノ音響ヲ傳フル速度ハ速ニシテ凡ソ空氣中ノ四倍則チ一秒钟時ニ付四千六百八十五尺、木材ノ音響ヲ傳フル速度ハ空氣ノ拾倍ヨリ拾六倍迄、金屬ニ於テハ四倍ヨリ十六倍迄ノモノナリ

音響ノ聞ヘ得ル距離ノ大略左ノ如シ

人聲 一丁餘 小銃 二里餘
大砲 八里餘

風ナキ時ノ霧及ビ雨ハ著シク音ノ傳達チ妨グズ然レドモ風ハ大ニ音ノ速度ニ影響ス

高キ音響ハ低キモノヨリ稍速ニ傳達スルモノナリ

人聲ハ之ヲ聞ク者ノ前面側面及ビ後方ニ在ルニ從テ其聞キ得ベキ距離ハ四、三及ビ一ノ割合ヲナスベシ

水

○日本度量ヲ用ユルトキ

水一立方尺 華氏三十九度ニキ 目方七貫四百二十匁
 水一立方寸 同上 目方七匁四分二厘
 水一升 同上 目方四百八十一匁
 水一斗 同上 目方積六十四立方寸八二七
 水一立升 同上 容量一斗五升四合二六
 水一貫目 同上 立積〇立方尺一三〇八
 水一貫目 同上 容量二升〇合七勺九
 海水一立方尺 同上 目方方七貫六百二十匁
 海水一升 同上 目方四百九十五匁

海水ノ比重ハ清水ヲ一ト定メ、〇二七トナス又其比重比例ハ三十五ト三十六トノ如シ

○英國度量ヲ用ユルトキ

水一立方呎 華氏三十九度ニキ 目方六十二封度四二五
 水一立方吋 華氏最重ノトキ 目方〇封度〇三六一三
 水一「ガロソン」華氏六十二度 目方十封度
 水一「ガロソン」ノトキ 立積 二七立方吋一七
 〇立方呎一六〇三三七
 容量〇六「ガロソン」六〇三七
 立積〇立方呎一六〇三七
 水一立方呎 華氏六十二度ノトキ 立積〇立方呎一六〇三七
 水一封度 華氏全上 立積三十五立方吋九
 水一噸 全上 容量二百二十四「ガロソン」
 海水一立方呎 目方六十四封度一
 海水一噸 容積三百四十八「ガロソン」

○佛國度量ヲ用ユルトキ

水一立方「メートル」^{華氏三十九度} 目方一千「キログラム」
 水一立方「センチメートル」^{同上} 目方一「キログラム」
 水一「リットル」 同上 目方一「キログラム」
 水一「リットル」 同上 立積一千立方「センチメートル」
 水一立方「メートル」 立積一立方「センチメートル」
 水一「グララム」 容量一「リットル」
 水「キログラム」 目方一千〇二十七「キログラム」
 海水一立方「メートル」 目方一「キログラム」
 海水一「リットル」 目方一「リットル」
 海水一「キログラム」 容量〇「リットル」九七三七

蒸 汽 實 壓 力 Absolute pressure. 平方吋ニ付ポンド	蒸 汽 溫 度 華 氏	蒸 汽 一 立 方 呎 ノ 重 量 「ポ ン ド」	蒸 汽 一 「ポ ン ド」 ノ 容 積 立 方 呎
100	327.625	0.220293	4.342
105	331.169	0.241139	4.147
110	334.582	0.251947	3.969
115	337.874	0.262732	3.806
120	341.056	0.273500	3.656
125	344.136	0.284243	3.518
130	349.121	0.294961	3.390
135	350.015	0.305659	3.292
140	352.827	0.316338	3.161
145	355.562	0.326998	3.058
150	358.223	0.337643	2.962
160	363.346	0.358886	2.786
170	368.226	0.380071	2.631
180	372.886	0.401201	2.492
190	377.352	0.422280	2.368
200	381.636	0.443310	2.256

飲料水ノ標準清浄度

(米國ミシガン州衛生試驗所指定)

1. 總殘滓ハ水百萬分中五百ヲ超過スベカラズ
2. 全殘滓ガ無機物ノミナラバ飲料水トシテ良好ナリ
3. 有機物殘滓ノ少量ヲ含ムホド清浄度大ナリ
4. 土質鹽基ノ量ハ水百萬分中二百ヲ超過スベカラズ
5. 鹽化ナトリウムノ量ハ水百萬分中二十(即チ鹽素ノ量ハ水百萬分中十二、一)ヲ超スベカラズ
6. 硫酸鹽類ノ量ハ水百萬分中百以下トス
7. 水百萬分中ノ有機物ハ過滿掩ナトリウム八以上ヲ選元スルホド多量ナルベカラズ(即チ水百萬分中二、二ノ酸素アルヲ要ス)
8. 遊離アンモニウムノ量ハ百萬分中〇、〇五以下トス
9. 有機性アンモニウムノ量ハ水百萬分中〇、一五以下トス
10. 硝酸ノ量ハ水百萬分中三、五以下トス(即チ硝酸鹽類トシテノ窒素ノ量ハ水百萬分中〇、九ヲ超過スベカラズ)
11. 純長ナル飲料水ハ全ク亞硝酸ヲ含有スベカラズ計量シ得ルホド亞硝酸ヲ含有スル水ハ無害ト認定スル能ハズ
12. 動物試驗ニヨリテ指摘セラルベキ有毒黴菌ハ毫モ含有スベカラズ

水百萬分中ノ夾雜物何分(即チ水一「キログラム」中ノ夾雜物何「グラム」ナル單位ヲ水一「アメリカン、ガロン」中ノ夾雜物何「ガロン」ナル單位ニ換算スル表

(但シ「アメリカン、ガロン」ハ二百三十一立方吋トス)

百萬分中何分	一「ガロン」中「ガロン」	百萬分中何分	一「ガロン」中「ガロン」
1	0.0588335	22	1.283369
2	0.116670	24	1.400089
3	0.175005	26	1.516708
4	0.233340	28	1.633378
5	0.291675	30	1.750048
6	0.350010	35	2.041723
7	0.408344	40	2.33398
8	0.466679	45	2.625072
9	0.525014	50	2.916747
10	0.583349	55	3.208422
11	0.641684	60	3.500097
12	0.700019	65	3.791771
13	0.758354	70	4.083446
14	0.816689	75	4.375121
15	0.875024	80	4.666796
16	0.933359	85	4.958470
17	0.991694	90	5.250145
18	1.050029	95	5.541820
19	1.108364	100	5.833494
20	1.166699		

華氏六十度ニ於ケル清淨水一「アメリカン、ガロン」ハ溫度華氏六十度氣壓三十吋ノ空中ニ在リテハ58335「ガロン」ナリ

飲料水々質試験(日本上水協議會協定)

化學的試験法

清濁及ビ色

七十「センチメートル」水層ヲ白紙上ニ置キ其上部ヨリ透見ス濁濁ノ程度及ビ色ハ白陶土及ビ「カラメル」溶液ヲ以テ比較試験チ行フ評語ハ「リツトル」水ニ對シ白陶土及ビ「カラメル」各一「ミリグラム」チ一度トス

但シ地方ニヨリ便宜上「カラメル」ニ代フルニ色素液ヲ用フルコトヲ得此ノ場合ニ於テハ其色素名及ヒ分量方法ヲ附記スベシ

臭氣

檢水二百立方「センチメートル」以上ヲ倍量以上ヲ容ルベキ「コルベツ」ニ取り四十度乃至五七度ノ熱ヲ與ヘテ試験ス

味

檢水冷却ナルトキハ溫ヲ與ヘ十五度乃至二十度ニ於テ試験ス

反應

中和シタル「ロズール」酸溶液ヲ以テ試験ス評語ハ弱酸性中性微弱「アルカリ」性弱「アルカリ」性トス

格魯兒ノ定量

檢水二百立方「センチメートル」以上ヲ蒸發シ濃稠トナシ「モール」氏ノ法ニ依リテ定量ス

硫酸

檢水二十立方「センチメートル」ニ鹽酸ヲ加ヘ酸性トナシ更ニ格魯兒「バリエム」溶液ヲ加ヘ十二時間ノ後上清ヲ傾斜シ其濁濁ニヨリテ量ノ多少ヲ定ム評語ハ微痕跡痕跡極、少量、少量トス

硝酸

檢水十立方「センチメートル」ヲ蒸發乾燥セシメ更ニ