

## 第二篇

### 結構ニ於ケル應力

(Stresses in Framed Structures)

#### 第一章 一般ノ原則

79. 結構ノ定義及性質 結構ハ或方法ヲ以テ兩端ニ於テ結束セラレタル棒狀體ヨリ成立シ各棒狀體ノ長サガ變ゼザル限リハ其形ニ變化ヲ生ゼザルモノナリ而シテ結構ヲ構成セル各棒狀體ヲ部材 (Member) ト謂ヒ部材ノ相會セル點ヲ構節 (Joint) ト稱ス。結構ノ最モ簡單ナルハ三角形ナリ而シテ三角形ハ其邊ノ長サガ變ゼザル限リ其形ヲ變ヘザル唯一ノ形ニシテ結構ノ元素タリ從テ總テノ複雑ナル結構ハ此三角形ノ集合體ナラザルベカラズ。

結構ノ部材ハ其受クル力ノ種類ニヨリテ其名稱ヲ異ニシ壓力ヲ受ルモノヲ抗壓材 (Strut) ト稱シ伸張力ヲ受クルモノヲ抗張材 (Tie) ト謂フ。

結構ノ應力ヲ計算スルニ當リテハ次ノ假定ヲナスモノナリ。

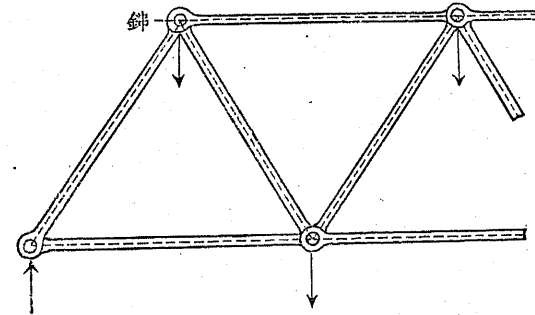
(イ) 各部材ノ軸ハ皆同一平面ニアリトス。

(ロ) 各構節ニ集レル各部材ノ軸ハ皆一點ニ會スルモノト考ヘ總テノ外力ハ此會合點ニ加ヘラル、モノトス。

(ハ) 各構節ニハ何等ノ摩擦ナキモノトス。

例令ハ第127圖ノ如ク鉗 (Pin) ニヨリテ結束セラレタル一ツノ結構アリトス而シテ構節ニハ全然摩

第127圖



擦ナシトスレバ或部材ガ鉗ニ及ボスカハ其接觸面ニ垂直ニ働クベシ即チ鉗ト部材ノ穴トガ真正ナル圓ナランニハ其力ノ働線ハ部材ノ兩端ニアル二圓ノ中心ヲ連ネタル線タルベシ。

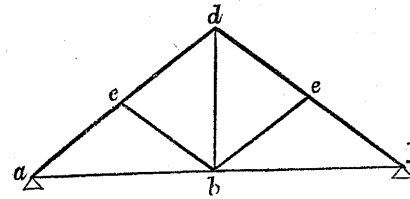
以上ノ三ツノ假定ヨリ考フルニ結構ノ各部材ニ於ケル應力ハ皆其軸ヲ働線トセルモノト見ルヲ得ベシ故ニ第127圖ノ如キ結構ハ圖中ニ破線ヲ以テ示セル骨組表圖 (Skeleton Diagram) トシテ取扱フヲ

得ベク從テ各部材ノ應力ハ軸ニ沿ヒテ働ク力即應張力 (Tension) 若シクハ應壓力 (Compression) ノミナルベシ.

80. 完全結構ノ條件 前ニ述タル如ク完全ナル結構ハ三角形ノ集合體ナラザルベカラズ然ルニ或結構ハ必要以外ノ過剩部材ヲ有スルモノアリ又ハ必要丈ノ部材數ヲ備エザルモノアルベシ後ヲ不<sub>レ</sub>完全結構 (Incomplete Frames) ト謂ヒ前者ヲ不<sub>レ</sub>靜定構 (Statically Indeterminate Framed Structures) ト謂フ是<sub>レ</sub>剩材ヲ有スル結構ハ靜力學ノ應用ノミニテハ其解法ヲナスコト能ハザルヲ以テナリ. 不<sub>レ</sub>靜定構ニ關シテハ本篇ノ終リニ述ルトコロアラントス又此不<sub>レ</sub>靜定構ニ對シテ完全結構ヲ稱シテ靜定構ト謂フコトアリ.

今或結構ガ完全ナルヤ否ヤヲ檢定スベキ準規ヲ見出サン先或一ツノ三角形ノ一邊ヲ考フレバ此邊ノ兩端ニ二ツノ頂點アリ而シテ此二頂點ヨリ殘リノ二邊ニヨリテ第三ノ頂點ヲ定ムルト考フルヲ得ベシ次ニ以上ノ三ツノ頂點中ノ任意ノ二ツヨリ更ニ新ナル二邊ニヨリテ新頂點一ツヲ得斯クシテ作圖ヲ續カルトキハ最初ニ考ヘタル三角形ノ一邊ト之ニ附屬セル二ツノ頂點トヲ除ケハ頂點一ツニ必

第 128 圖



ズ二邊宛ノ割合トナルベシ即チ第128圖ニ於テ abc ヲ最初ノ三角形トシ ab ヲ最初ニ考ヘタル

邊トスレバ之ニ附屬セル a 及 b ノ二頂點ヲ除ケバ頂點 c ヲ定ムルニハ ac, bc ノ二邊ヲ要シ頂點 d ニハ cd 及 bd, 頂點 e ニハ de 及 be, 頂點 f ニハ ef 及 bf ヲ要スベシ故ニ

$m$  = 完全結構ニ必要ナル邊ノ數

$n$  = 頂點ノ數

$$m - 1 = (n - 2) \times 2$$

$$\therefore m = 2n - 3 \dots\dots\dots(84)$$

即チ完全結構ノ部材ノ數ハ  $2n - 3$  ナラザルベカラズ若シ部材ガ之ヨリ多キトキハ其多キ丈ハ過剩ノモノタルベシ若シ部材ノ數ガ  $2n - 3$  ヲ少キトキハ其結構ハ不完全ノモノニシテ部材ノ長サヲ變セズシテ形ヲ變ズルコトヲ得ルモノナルベシ.

81. 應力計算ノ一般方法 此節ニ述ントスルハ無論完全結構ノ場合ノミナリトス. 結構ノ計算問題ニ於テハ通常荷重ガ與ヘラル、ニヨリ反力モ從テ直ニ知ルヲ得レバ外力ハ總テ既知ノモノニシテ

内力即應力ノミガ未知タルベシ而シテ結構全體トシテハ外力ヲ受ケ平衡状態ヲ保テルヲ以テ第一篇第五章第30節ニヨリ其一部分モ亦平衡状態ニアリ而シテ未知ナル應力ハ各部材ノ軸ヲ働線トセルニヨリ其實在ノ状態明カナレバ平衡ノ條件ヲ適用シテ夫等ノ未知ノ値ヲ見出スヲ得ベシ。而シテ解法ノ順序ハ次ノ如シ。

(1) 結構ノ各構節ニ加ハルベキ荷重ヲ計算シ此等ノ荷重ニ對スル反力ヲ見出スベシ。

(2) 應力ヲ求メントスル部材ヲ切斷スベキ或想像的斷面ニヨリテ結構ヲ二ツノ部分ニ分チ平衡状態ヲ考フ而シテ斷面ヲ選ブニ當リテハ未知ノ應力ノ數ガ平衡條件ノ數ヨリ超過セザル如クスベシ。

(3) 必要ナル平衡條件ヲ適用シテ求ムル應力ノ値ヲ定ムベシ。

以上ノ順序ニヨリ計算ヲナスニ當リ二ツノ方法アリ。

(I) 力ノ分解ニヨル方法。

(II) 力率ニヨル方法。

(I) (II) 共ニ解析解法及圖式解法ノ二ツニ細別スルヲ得。(I)ノ方法ハ鉛直及水平二線ニ沿ヒテ力ヲ分解シ其各ノ線ニ沿ヒタル分力ノ代數和即  $\Sigma V=0$ \*

$\Sigma H=0$ \* ナル條件ヲ適用スルモノナリ未知ノ應力ノ數ガ唯二ツノミナルトキハ此二條件ニヨリテ直ニ之ヲ見出スヲ得ベシ圖式解法ニテハ力ノ多邊形ガ閉形トナルト云フ條件ニヨリテ圖上ヨリ二應力ノ値ヲ見出スヲ得ベシ。(II)ノ方法ハ或原點ニ對スル力率ノ代數和即  $\Sigma M=0$ \* ナル條件ヲ適用スルモノニシテ未知ノ應力ガ三ツ以下ナレバ其數ダケ原點ヲ變フレバ之ニ應ズル代數式ヲ得ベキニヨリ夫等ノ未知ノ値ヲ見出スヲ得ベシ圖式解法ハ力ノ多邊形及索多邊形ガ閉形トナルト云フ條件ヲ應用スルニアリ。

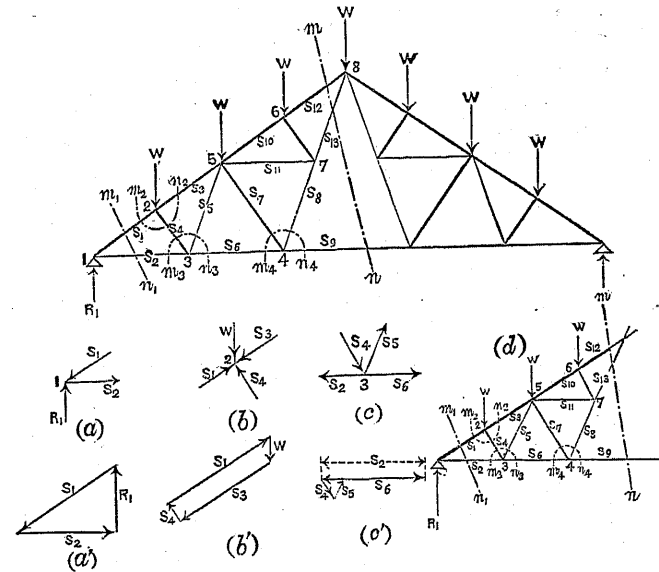
上叙ノ方法中孰レガ最モ適當ナルカハ勿論其問題ノ如何ニヨリテ決スベキモノニシテ或時ハ分解方法ガ可ナルベク又或時ハ力率ノ方法ガ便ナルコトアルベシ又同ジ方法中ニテモ解析解法ヨリ圖式解法ガ簡便ナルコトアルベク要スルニ實際ノ場合ニ於テハ或一方法ニ偏スルコトナク最モ簡便適切ナル方法ヲ撰ミ場合ニヨリテハ數方法ヲ兼用スルノ心懸肝要ナリトス尤モ普通ノ結構ノ應力計算ニ於テハ各構節ヲ想像的斷面ニテ切斷シ會合力トシテ其平衡ヲ考ヘ分解法ニヨリテ解スルガ簡便ナルベシ然レドモ或種類ノ結構ニ於テハ未知ノ應力ガ

\*  $\Sigma H=0$ ,  $\Sigma V=0$  及  $\Sigma M=0$  ハ夫々(28)式ノ  $\Sigma(F\cos\alpha)=0$ ,  $\Sigma(F\sin\alpha)=0$  及  $\Sigma(F\cdot\alpha)=0$  ニ相當ス。

三ツナル所アリテ最早會合力トシテ分解法ヲ續ケ能ハザルコトアルベシ此場合ニ於テハ力率法ヲ用ヒテ其中ノ一ツヲ見出し更ニ分解法ヲ繼續スベキナリ。圖式解法ニ依ル場合ニ於テハ殊ニ會合力トシテ分解法ヲ用フルヲ便ナリトス又解析解法ニヨル場合ニ於テハ先ヅ力表圖ヲ畫キ之ニヨリテ未知ノ應力ノ方向ヲ定メ然ル後分解法ヲ行ヘバ初學者ニハ甚便ナルベシ勿論力表圖ハ精確ナルヲ要セズ目分量ニテ略圖ヲ畫ケバ可ナリ。

今一例ヲ擧ケテ解法ノ一般ヲ示サントス第 129 圖ノ如キ結構アリトス先ツ断面  $m_1n_1$  ニヨリテ此結構ヲ二ツニ分割スルトキハ其兩部分ハ各平衡ニアリテ此断面ガ切斷セル二部材ノ應力  $S_1$  及  $S_2$  ヲ見出すニハ孰レノ部分ノ平衡ヲ考フルモ可ナリ故ニ計算ヲ簡便ニスル爲メ其左部分ヲ考フレバ (a) 圖ノ如ク  $S_1, S_2$  及  $R_1$  メ三ツノ會合力ガ平衡ニアリテ  $R_1$  ハ既知ナルヲ以テ解析的ニモ圖式的ニモ直ニ  $S_1$  及  $S_2$  ノ値ヲ見出すヲ得ベシ次ニ断面  $m_2n_2$  ニヨリテ切斷シ其上部分ノ平衡ヲ考フレバ (b) 圖ノ如ク  $S_1, S_3, S_4, W$  ナル四ツノ會合力ガ平衡ニアリテ  $S_1$  及  $W$  ハ既知ナレバ  $S_3$  及  $S_4$  ノ値ハ容易ニ算出スルヲ得。次ニ断面  $m_3n_3$  ニテ切リテ下部分ノ平衡ヲ考フレバ (c)

第 129 圖

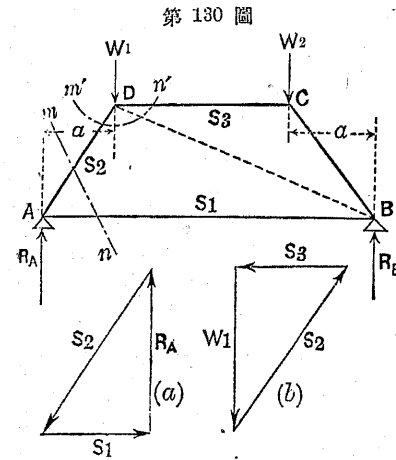


圖ノ如ク  $S_2, S_4, S_6, S_8$  ナル四ツノ會合力ガ平衡ニアリテ  $S_2$  及  $S_4$  ハ既知ナレバ  $S_6$  及  $S_8$  ノ値ヲ知ルヲ得ベシ此ノ如ク順次進行スレバ普通ノ簡單ナル結構ニ於テハ總テノ部材ノ應力ヲ見出すヲ得ルモノナルガ第 129 圖ノ如キ結構ニ於テハ  $m_3n_3$  ニテ切リタル後ハ構節 4 ヲ切リテモ  $S_7, S_8, S_9$  ナル三ツノ未知ノ應力アリ又構節 5 ヲ切リテモ  $S_7, S_{11}, S_{10}$  ナル三ツノ未知ノ應力アリテ最早此以上會合力トシテノ解法ヲ續クルコト能ハザルニヨリ断面  $mn$  ニテ結構ヲ切斷シ (d) 圖ノ如ク其左部分ノ平衡ヲ考フレバ構

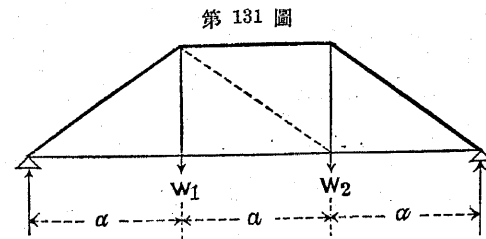
節 2, 5, 6 = 於ケル三ツノ  $W$  及  $R_1$  ナル四外力ト  $S_{12}$ ,  $S_{13}$ ,  $S_9$  ナル三應カトノ七ツノ力ガ平衡ニアルヲ以テ或原點ニ對スル此等ノ七力ノ力率ノ代數和ハ零トナルベシ今便宜上  $S_{12}$  及  $S_{13}$  ナル二應力ノ働線ノ會點即チ構節 8 ヲ原點トスレバ三ツノ  $W$  及  $R_1$  ノ合成力率ト  $S_9$  ノ力率トハ相等シク其方向相反スベシ故ニ解析的ニモ圖式的ニモ  $S_9$  ノ値ヲ見出スヲ得斯ク  $S_9$  ノ値ヲ知レバ斷面  $m_2n_4$  ニテ切斷シ其下部ノ平衡ヲ考フレバ未知ノ應力ハ  $S_7$  及  $S_8$  ノミナレバ前陳ノ如ク會合力トシテ解法ヲナスヲ得. 次ニ構節 5 ヲ切レバ未知ノモノハ  $S_{10}$  及  $S_{11}$  ノミナレバ其值ヲ知ルコト容易ナルベシ斯クシテ總テノ部材ノ應力ヲ見出スヲ得ルナリ (a'), (b'), (c) ノ三圖ハ (a) (b) (c) ノ場合ニ於ケル圖式解法力表圖ナリトス.

82. 不完全結構 不完全結構即チ部材ノ數ガ  $m=2n-3$  ヨリ少キ場合ニ於テモ其形ト荷重ノ如何ニヨリテハ平衡状態ヲ保チ得ルコトアリ第 130 圖ノ如キ梯形ノ結構ニ於テハ  $m=2n-3$  ナル式ニヨリテ檢査スルニ部材ノ數一個不足ナレドモ若シ  $W_1=W_2=W$  ナルトキハ  $R_A=R_B=W$  トナリ此結構ハ平衡状態ヲ保ツヲ得. 而シテ斷面  $mn$  ニテ結構ヲ分割シ其左部分ノ平衡ヲ考フレバ  $AB$  ニ於ケル應力

$S_1, AD$  = 於ケル應力  $S_2$ , 及  $R_A$  ハ平衡ヲ保ツベキ三ツノ會合力ニシテ其力表圖ハ (a) 圖ノ如クナルベシ次ニ斷面  $m'n'$  ニテ切斷シ其上部部分ノ平衡ヲ考フレバ其力表圖ハ (b) 圖ノ如クナルベシ同様ニシテ總テノ部材ノ應力ヲ見出スヲ得. 然



ルニ若シ  $W_1$  ト  $W_2$  トガ等シカラズ例令ハ  $W_1 > W_2$  ナルトキハ  $D$  ナル構節ハ下ニ押下ケラレ結構ハ變形スベキナリ然レドモ若シ  $BD$  若シクハ  $AC$  ナル對角線ノ一ツヲ加フルトキハ結構ハ完全トナリ從テ平衡状態ヲ保ツヲ得ベキナリ同様ニシテ第 131 圖ノ如キ不完全結構ニ於テモ若シ  $W_1=W_2$  ナルト

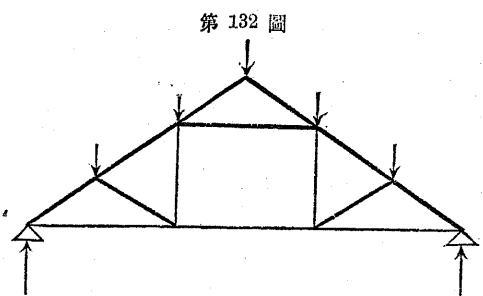


キハ平衡ヲ保ツヲ得ルモ  $W_1$  ト  $W_2$  トガ相等シカラサルトキハ此結構ハ變形スベキナリ此場合ニ於テモ圖ノ如ク一ツノ對

角線ヲ加フルトキハ完全結構トナル.

一般ニ結構ノ形ガ對稱ニシテ荷重モ亦對稱ナルトキハ不完全結構モ安定ヲ保ツヲ得ベシ.

第 132 圖ニ示セルハ 50 呎前後ノ徑間ノ小屋組 (Roof Truss) トシテ用ヒラル、モノナルガ  $m=2n-3$



第 132 圖

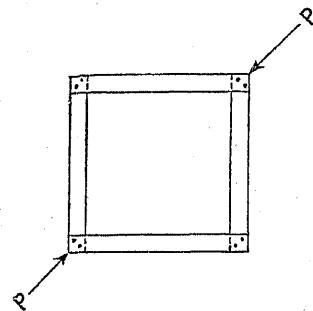
ナル式ニヨレバ 15 ノ部材アルベキ筈ナルモ此結構ハ 14 ノ部材ヲ有スルノミナレバ

不完全結構タルヲ免レズ然レドモ此結構ハ對稱ノモノナレバ荷重サヘ對稱ナランニハ平衡ヲ保ツベキナリ.

以上不完全結構ニ關シテノ所論ハ第 79 節ニ述ベタル如キ假定ガ滿サルベキ結構ノ場合ナルガ實際ニ於テハ構節ニ於ケル剛度 (Rigidity), 摩擦等ノ爲メニ不完全結構モ或程度ノ荷重ニ對シテハ抵抗力ヲ有スルモノナリ假令ハ第 133 圖ノ如キ四邊形ノ結構アリトスレハ四ツノ構節ガ皆第 79 節ノ如キ假定的ノモノナランニハ一ツノ對角線ニ沿ヒテ P ナル壓力ヲ加フレバ P ガ極小ナル力ナリトモ直ニ變形

スベシト雖構節ガ圖ノ如ク各二本ノ釘ニテ固定セ

第 133 圖



ラル、トキハ或程度ノ P ノ大サ迄ハ變形セサルベキナリ實際ニ用フル結構ニ於ケル構節ハ其構造上多少此種ノ抵抗力ヲ有スルモノナリ故ニ第 79 節ノ如ク構節ニハ何等摩擦ナ

ク全然自由ナリトノ假定ハ實際ニ當リテ一般ニ安全ノ度ヲ増スモノト知ルベシ.

### 第二章 結構ニ加ハル荷重

83. 結構ノ重量 結構ノ自己重量モ結構ニ加ハル荷重ノ一種ナリ抑モ結構ニ加ハル荷重ハ其構造ノ種類如何ニヨリテ多少ノ差異アリト雖要スルニ全ク外部ヨリ來ル荷重結構ノ自己重量及結構ニ附屬セル構造物ノ重量等ナリトス結構附屬ノ構造物トハ小屋組ナレバ屋根覆,天井等ニシテ橋梁ナレバ橋床,對風構造物等ナリ.

結構ノ自己重量ハ徑間ノ長短結構ト結構トノ間ノ距離及動荷重ノ如何ニヨリテ變スルモノニシテ設計完了ノ上ナラデハ其眞值ヲ知ルヲ得ス故ニ先

ツ此重量ヲ考ニ入レズシテ設計ヲナシ其設計ニ基キテ重量ヲ算出シ更ニ此重量ヲ用ヒテ設計ヲ繰返セハ可ナレトモ實際ノ場合ニ於テ必要アルトキハ經驗ノ結果ヨリ得タル公式ニヨリテ大略其値ヲ定ムルモノトス尤モ普通ノ小徑間ノ小屋組等ニ於テハ自己重量ヲ省略スルコト多シ。今自己重量ヲ定ムヘキ二三ノ經驗上ノ公式ヲ擧クレバ

小屋組ニ對スル公式:

$$(1) \quad W = \frac{1}{2}al\left(1 + \frac{1}{10}l\right) \dots\dots\dots \text{木造小屋組}$$

$$(ロ) \quad W = \frac{3}{4}al\left(1 + \frac{1}{10}l\right) \dots\dots\dots \text{鋼鐵小屋組}$$

$W$  = 一ツノ結構ノ自己重量(噸)

$l$  = 徑間ノ長サ(呎)

$a$  = 結構ト結構トノ間ノ距離(呎)

$$(ハ) \quad w = \frac{p}{45}\left(1 + \frac{l}{5\sqrt{a}}\right) \dots\dots\dots \text{鋼鐵小屋組}$$

$a, l$  ハ前同様

$w$  = 水平面ニ投射セル小屋面ノ一呎

平方ニ對スル小屋組ノ重量(噸)

$p$  = 小屋面ノ水平投射ノ一呎平方ニ

加ハル荷重(噸)

公道鐵橋ニ對スル公式:

$$(1) \quad w = 300 + l + 22b + \frac{1}{15}bl\left(1 + \frac{1}{1000}l\right)$$

$w$  = 一ツノ結構ノ每呎ノ重量(噸)但シ

橋床其他ノ重サヲ含ム

$b$  = 橋面ノ巾(呎)

$l$  = 徑間ノ長サ(呎)

$$(ロ) \quad w = (24 + 0.12l)b$$

此(ロ)式ハ人道車道ノ區別ナキ普通ノ公道橋ニ用フヘキモノナリ。

$$(ハ) \quad w = 0.05l\sqrt{p} + 50$$

$p$  = 動荷重ノ每呎ノ重サ(噸)

(ハ)式ニ於テ  $w$  ハ橋巾 16 呎ナル公道橋ノ每呎ニ對スル結構及橫桁ノ重サニシテ橋巾 16 呎ヨリ 2 呎増減スル毎ニ 0.2 $l$  ヲ加ヘ若クハ減ズベシ例令ハ橋巾 20 呎ナルトキハ

$$w = 0.05l\sqrt{p} + 50 + 2 \times 0.2l$$

此等ノ公式ヲ適用スルニハ自カラ制限アリテ如何ナル場合ニモ正確ナル値ヲ得ルコトヲ期スベカラズ殊ニ橋梁ニ於テハ橋構ノ形構造ノ種類其他仕様書ノ如何ニヨリテ變化アルヲ免レサレバ如何ナル公式ヲ用フルトモ設計完了ノ上ニ更ニ檢算スルコトヲ忘ルベカラズ。

84. 風壓 結構ノ計算ニ於テハ風ハ常ニ水平ニ吹クモノト假定ス而シテ小屋組ノ場合ニ於テハ水

平風壓ノ小屋面ニ沿ヒタル分力ハ何等ノ影響ヲ生ゼザレバ唯其垂直分力ノミヲ考フレバ可ナリ然ルニ此垂直分力ヲ見出スニハ通常ノ力ノ分解法ニヨルコト不可能ニシテ實驗ノ結果ヨリ得タル公式ヲ用キサルベカラズ今最モ普通ノ二三ノ公式ヲ舉ク

$P_n = \text{垂直分力}$

$P = \text{水平風壓力}$

$\alpha = \text{小屋面ガ水平トナス角}$

$P_n = P \sin \alpha^{1.842 \cos \alpha - 1} \dots\dots\dots (a)$

$P_n = P \frac{2 \sin \alpha}{1 + \sin^2 \alpha} \dots\dots\dots (b)$

此二式中ニテ (b) ハ非常ニ注意深キ實驗ヲ基礎トセルモノナレバ比較的信頼スルニ足ルベシ。次ニ舉クル所ノ式ハ至リテ簡單ニシテ大略 (a) 式ト同シ値ヲ與フルモノナレバ近來此式ヲ用フルモノ頗ル多シ尤モ此式ハ  $\alpha$  ガ  $45^\circ$  以内ノトキニ限ルト知ルベシ。

$P_n = \frac{1}{45} \cdot P \cdot \alpha \dots\dots\dots (c)$

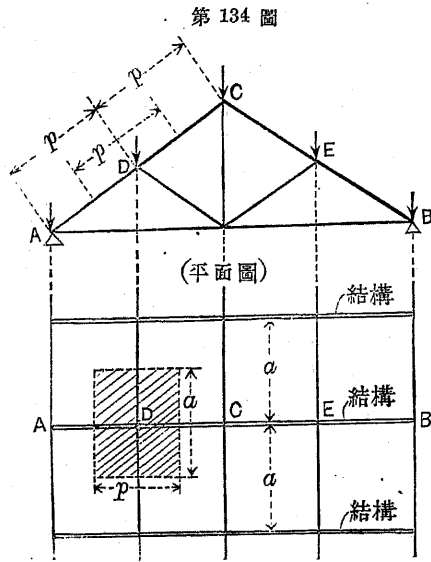
參考ノ爲メ上三式ノ比較トシテ  $\frac{P_n}{P}$  ノ値ヲ舉クレバ次ノ如シ

$\frac{P_n}{P}$  ノ値

$\alpha$	(a) 式	(b) 式	(c) 式
$0^\circ$	0	0	0
$10^\circ$	0.24	0.34	0.22
$20^\circ$	0.46	0.61	0.44
$30^\circ$	0.66	0.80	0.67
$40^\circ$	0.84	0.91	0.89
$50^\circ$	0.95	0.97	
$60^\circ$	1.00	0.99	

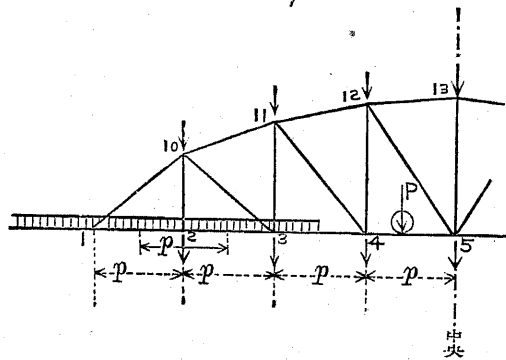
85. 構節ニ於ケル荷重ノ定メ方 先ツ小屋組ニ就テ述ベシニ雪屋根覆ノ重量, 風壓等ハ總テ構節ニ集中スルモノト考フルモノニシテ結構ノ自己重量モ亦同様ニ取扱フ扱此構節ニ於ケル荷重ヲ定ムルニハ一ノ結構ニ來ルベキ總荷重ヲ見出シ之ヲ適當ニ各構節ニ割當ツレバ可ナリ例令バ第 134 圖ノ如キ結構ニ於テ若シ結構ト結構トノ間ノ距離ヲ  $\alpha$  トスレバ構節 D ニ於ケル荷重ハ平面圖ニ於テ陰ヲ附セル部分即チ  $p \times \alpha$  ナル面積ニ加ハルベキ荷重ナリトス若シ AD, DC, CE, EB ナル長サガ相等シケレバ總荷重ヲ此ノ如キ部分ノ數即チ圖ノ如キ場合ニハ 4 ニテ除シタルモノガ兩端 A, B 以外ノ構節ニ於ケ





第 134 圖

ル荷重ニシテ兩端 A, B ノ荷重ハ各其半分ナリ, 圖ニ於テハ唯鉛直荷重ノミヲ示セルガ風壓ノトキモ亦同様ナリトス, 橋梁其他ニ於テモ大略之ニ準ズ即チ第 134 圖ノ如キ一ツノ橋

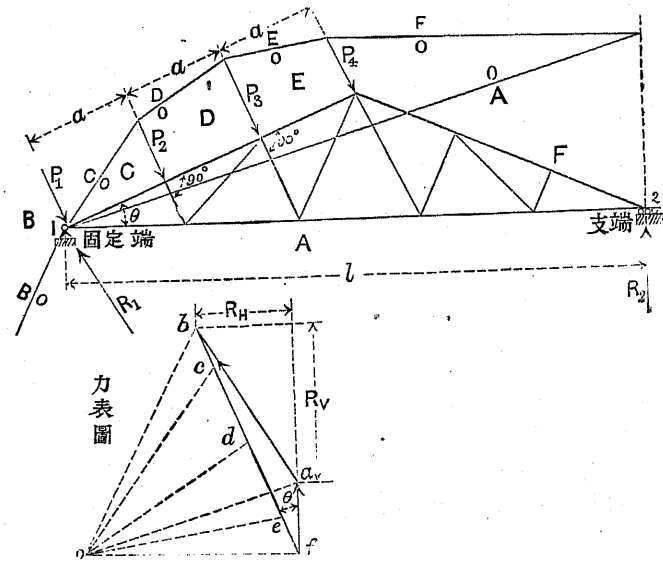


構 (Bridge Truss) アリテ徑間全部ニ毎呎  $w$  ナル等布荷重加ハルトキハ 2, 3, 4 等ノ構節荷重ハ皆  $p \times w$  ナリ若シ構節 3 及 4 間ノ如ク一部分ノミ荷重加ハル

トキハ 3 及 4 間ヲ單桁ト見做シ反カヲ見出スト同様ニ 3 及 4 ニ來ルベキ荷重ヲ計算スベシ 4 及 5 間ノ如ク中途ニ集中荷重アルトキ亦同ジ, 橋構ノ自己重量ハ普通上下ノ各構節ニ等分シ橋床及對風構造物ハ各其固定セラル、上下軌レカノ各構節ニノミ加フベキナリ。

86. 反力ノ方向 荷重ガ鉛直ノモノノミナルトキハ結構ノ兩端ノ構造如何ニ拘ラズ兩反力モ亦鉛直ナリトスルヲ得ベシ然レドモ風壓ノ如ク鉛直ナラザル荷重ニ對スル反力ハ兩端ノ構造如何ニヨリ

第 135 圖



テ其方向ニ變化アリ例令バ結構ノ一端ガ固定セラレ他端ガ單ニ支ヘラル、場合ナレバ支端ノ反力ハ鉛直ニシテ固定端ノ反力ハ荷重ノ合力及支端反力ノ二働線ノ會點ト固定端トヲ連結シタル線上ニ働クベシ然レドモ會合力トシテ取扱フコトハ通常不便ナルヲ以テ  $\Sigma V=0, \Sigma H=0, \Sigma M=0$  ナル條件ヲ用ヒテ解スルヲ宜シトス例令バ第 135 圖ノ如キ小屋組ガ固定端ノ方ヨリ風壓ヲ受クルトスレバ先ヅ固定端 1.ヲ原點トシ力率ヲ取レバ

$$\Sigma M = P_2 \times a + P_3 \times 2a + P_4 \times 3a - R_2 \times l = 0$$

此式ヨリ  $R_2$  ノ値ヲ得ベシ次ニ  $R_1$  ノ水平分力ヲ  $R_H$ 、鉛直分力ヲ  $R_V$  トスレバ

$$\Sigma H = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \sin \theta - R_H = 0$$

$$\Sigma V = R_2 - (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \cos \theta + R_V = 0$$

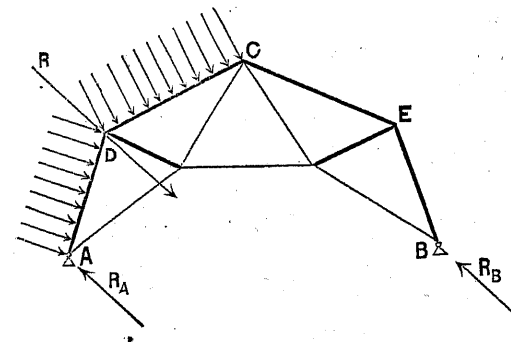
此二式ヨリ  $R_H$  及  $R_V$  ヲ見出シ之ヲ合成シテ  $R_1$  ノ値ヲ知ルヲ得ベシ。

圖式法ニヨルニハ先ヅ力線  $bf$  ヲ引キ或極  $O$  ニ對シテ索多邊形ヲ畫ク此時注意ヲ要スルハ必ズ固定端 1.ヲ通シテ此多邊形ヲ引キ始ムベキナリ如何トナレバ各力ノ働線上ニ於テ索多邊形ノ隣接セル二邊ガ相交ルベキモノナルニ  $R_1$  ノ働線ハ未知ナレバ其働線中ノ一點タルベキ固定端 1.ヲ通ラシムル

ニアラザレバ上ノ條件ヲ滿タスコト能ハザルベシ即チ圖中ニ於テ  $BO$  ト  $AO$  トガ  $R_1$  ノ働線上ニ相會シ  $BO$  ト  $CO$  トガ  $P_1$  ノ働線上ニ會セリ而シテ極  $O$  ヨリ  $AO$  ニ並行ニ  $Oa$  ヲ引キ  $f$  ヨリ  $R_2$  ニ並行ニ  $fa$  ヲ引ケバ  $fa$  ノ長サハ  $R_2$  ヲ表ハシ  $ab$  ガ  $R_1$  ヲ表ハス力表圖中ニ示セル  $R_V$  及  $R_H$  ハ  $R_1$  ノ鉛直分力及水平分力ナリトス。

若シ結構ノ兩端ガ共ニ固定セラレ居ルトキハ反力ハ兩端共ニ荷重ノ合力ノ方向ニ並行ナルモノト假定スルヲ常トス例令バ第 136 圖ノ如キ兩端固定

第 136 圖



ノ小屋組アリテ左方ヨリ風ヲ受クルトスレバ兩端 A, Bニ於ケル反力ハ  $AD$  ト  $DC$  面トニ受クル垂直風壓ノ合力

$R$  ノ方向ニ並行ナリト假定スルモノトス。

一端ニ於テ固定サレ他端ガ單ニ支ヘラル、小屋組ガ風壓ヲ受クル場合ニハ風ガ固定端ノ方ヨリ吹クトキト支端ノ方ヨリ吹クトキトハ反力ノ値異ナ

リ從テ結構部材ノ應力モ亦異ナルベキニヨリニツノ場合共ニ考フルノ必要アリトス。

橋梁ノ場合ニ於テハ風壓ハ皆水平ニ働クモノト考フルヲ以テ之ニ對スル反力ハ水平ニシテ他ノ荷重ハ皆鉛直ナレバ此等ニ對スル反力モ亦鉛直ナリト知ルベシ。

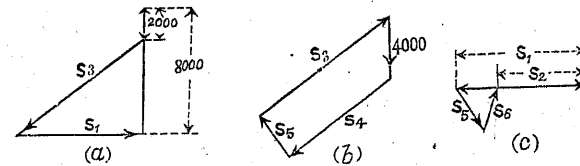
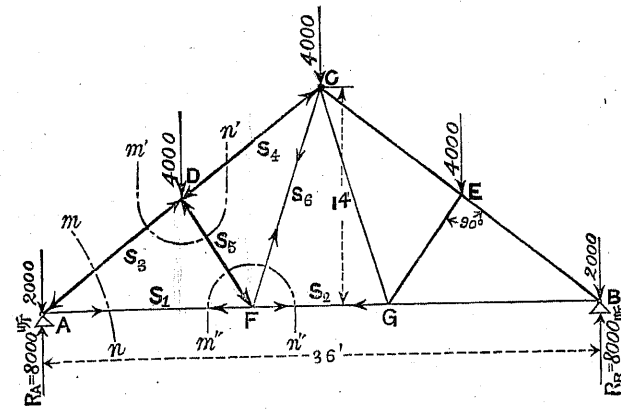
### 第參章 應力ノ計算

89. 小屋組 小屋組ノ應力計算ノ一般方法ハ第一章第81節ニ述ベシニヨリ今茲ニハ一ノ例題ニヨリ之ヲ説明セントス。

第137圖ノ如キ小屋組アリ徑間36呎ニシテ高サ14呎ナリ而シテD及Eハ夫々AC, BCノ中央ニアリトス然レバ此結構ハ對稱ニシテ荷重モ亦對稱ナレバ左半分ニ於ケル各部材ノ應力ハ右半分ニ於テ之ニ對スル各部材ノ應力ト相等シ故ニ左右孰レカノ半分ノ應力ヲ見出セバ可ナリ今AF, FG, AD等ノ部材ノ應力ヲ夫々 $S_1, S_2, S_3$ 等トシ此等ノ各部材ガ鉛直線トナス角ヲ夫々 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ 等トス然レバ計算ニヨリ

$$\sin\theta_1 = \sin\theta_2 = 1 \quad \cos\theta_1 = \cos\theta_2 = 0$$

第137圖



$$\begin{aligned} \sin\theta_3 &= \sin\theta_4 = 0.790 & \cos\theta_3 &= \cos\theta_4 = 0.614 \\ \sin\theta_5 &= 0.614 & \cos\theta_5 &= 0.790 \\ \sin\theta_6 &= 0.247 & \cos\theta_6 &= 0.969 \end{aligned}$$

先ヅ断面  $mn$  ノ左側ノ平衡ヲ考フルニ2,000 听ノ荷重, 8,000 听ノ反力及  $S_1, S_3$  ナル四力ガ平衡ニアルヲ以テ目分量ニテ(a)圖ノ如ク之ニ對スル力表圖ヲ畫ケバ $S_3$ ノ方向ハA點ニ向ヒ此點ヲ壓スル働キヲ有ス即チ $S_3$ ハ應力ナルコト明カナリ之ニ反シ $S_1$ ハA點ヲ引張ラントスル働キヲ有スレバ $S_1$ ハ明カ

ニ應張力タルベキナリ而シテ  $S_3$  が應壓力ナルヲ示スニハ第137圖ノ如ク  $AD = \leftarrow \rightarrow$  ナル記號ヲ附シ  $S_1$  が應張力ナルヲ示スニハ  $AF = \rightarrow \leftarrow$  ナル記號ヲ附シ置クヲ便トス次ニ  $S_1$  及  $S_3$  ノ大サヲ定ムルニハ

$$\Sigma H = S_1 - S_3 \sin \theta_3 = S_1 - S_3 \times 0.79 = 0$$

$$\Sigma V = 8,000 - 2,000 - S_3 \cos \theta_3 = 6,000 - S_3 \times 0.614 = 0$$

上式ニ於テ水平分力ハ右向キヲ正トシ左向キヲ負トス鉛直分力ハ上向キヲ正トシ下向キヲ負トセリ。

上ノ二式ヨリ  $S_3 = 9,770^{\text{㏞}}$  應壓力

$S_1 = 7,720^{\text{㏞}}$  應張力

次ニ斷面  $m'n'$  ノ上部分ノ平衡ヲ考ヘ (b) 圖ノ如ク力表圖ヲ畫ケバ前ト同様ニシテ  $S_4$  及  $S_5$  ハ共ニ應壓力ナルヲ知ル。

$$\Sigma H = S_3 \sin \theta_3 - S_4 \sin \theta_4 - S_5 \sin \theta_5 = 0$$

$$= 9,770 \times 0.790 - S_4 \times 0.790 - S_5 \times 0.614 = 0$$

$$\Sigma V = S_3 \cos \theta_3 - 4,000 - S_4 \cos \theta_4 + S_5 \cos \theta_5 = 0$$

$$= 9,770 \times 0.614 - 4,000 - S_4 \times 0.614 + S_5 \times 0.790 = 0$$

$\therefore S_5 = 3,160^{\text{㏞}}$  應壓力

$S_4 = 7,320^{\text{㏞}}$  應壓力

次ニ斷面  $m''n''$  ノ下部分ノ平衡ヲ考ヘ (c) 圖ノ如キ力表圖ヲ畫ケバ  $S_2$ ,  $S_6$  ハ共ニ應張力ナルヲ知ル

$$\Sigma H = S_2 - S_1 + S_5 \sin \theta_5 + S_6 \sin \theta_6 = 0$$

$$\Sigma V = S_3 \cos \theta_3 - S_6 \cos \theta_6 = 0$$

上ノ二式ニ既知ノ値ヲ入ルレバ第二式ヨリ直ニ  $S_6$  ノ値ヲ得ルニヨリ之ヲ第一式ニ代入シテ  $S_2$  ノ値ヲ知ルヲ得ベシ。

$S_6 = 2,570^{\text{㏞}}$  應張力

$S_2 = 5,140^{\text{㏞}}$  應張力

第一章第81節ニ述ベタル如ク小屋組ノ形ニヨリテハ上述ノ方法ノミニヨルコト能ハザルコトアリ此場合ニハ力率ニヨル解法即チ  $\Sigma M = 0$  ナル條件ヲ用フベシ尙前例題ハ全然  $\Sigma M = 0$  ナル條件ノミヲ用キテ之ヲ解スルヲ得ベシ。

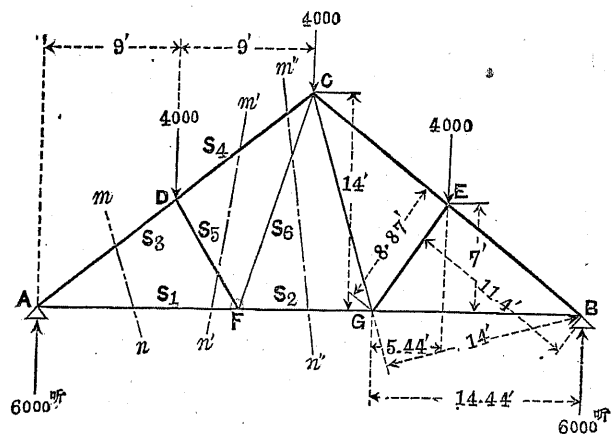
A, B ニ於ケル反力ハ其眞値ハ8,000听ナレドモA及B上ノ荷重2,000听ヲ差引シテ6,000听トスルモ應力計算上ニハ何等差支ナキコト明カナリ。

今第138圖ニ於テ斷面  $mn$  ノ左側ヲ考フレバ6,000听,  $S_1$  及  $S_3$  ノ三力平衡ニアルニヨリ任意ノ原點ニ對スル此三力ノ力率ノ代數和ハ零ナリ故ニ便宜上  $S_1$  ノ働線上ノ一點 F ヲ原點トスレバ  $S_1$  ノ力率ハ零ナレバ  $\Sigma M = 6,000 \times 14.44 - S_3 \times 8.87 = 0$

$\therefore S_3 = 9,770^{\text{㏞}}$  應壓力

6,000听ノ反力ノ力率ノ方向ガ右廻リナレバ  $S_3$  ノ力率ハ之ト反對ナラザルベカラズ即  $S_3$  ハ應壓力ナリ

第 138 圖



次 =  $S_3$  の働線上ノ一點 D ヲ原點トスレバ

$$\Sigma M = 6,000 \times 9 - S_1 \times 7 = 0$$

$$\therefore S_1 = 7,715 \text{ 應張力}$$

次 = 断面  $m'n'$  ノ左側ヲ考フレバ  $6,000$ ,  $4,000$ ,  $S_1$ ,  $S_6$  及  $S_4$  ノ五力ガ平衡ニアルヲ以テ先ツ  $S_1$  及  $S_6$  ノ働線ノ會點 F ヲ原點トスレバ  $S_1$  及  $S_6$  ノ力率ハ共ニ零ナレバ

$$\Sigma M = 6,000 \times 14.44 - 4,000 \times 5.44 - S_4 \times 8.87 = 0$$

$$\therefore S_4 = 7,320 \text{ 應壓力}$$

上式 = 於テ第一項ト第二項トノ差ハ右廻リノ力率ナルコト明カナレバ  $S_4$  ノ力率ハ左廻リナリトス次 =  $S_1$  ト  $S_4$  トノ働線ノ會點 A ヲ原點トスレバ  $S_1$ ,  $S_4$  及

$6,000$  ノ力率ハ各零ナレバ

$$\Sigma M = 4,000 \times 9 - S_6 \times 11.4 = 0$$

$$\therefore S_6 = 3,160 \text{ 應壓力}$$

次 = 断面  $m'n''$  ノ左側ヲ考フレバ  $6,000$ ,  $4,000$ ,  $S_1$ ,  $S_6$ ,  $S_2$  ノ五力ガ平衡ニアルヲ以テ先ツ  $S_1$  及  $S_6$  ノ働線ノ會點 C ヲ原點トスレバ

$$\Sigma M = 6,000 \times 18 - 4,000 \times 9 - S_2 \times 14 = 0$$

$$\therefore S_2 = 5,140 \text{ 應張力}$$

上式 = 於テ第一項ハ第二項ヨリ大ナレバ  $S_2$  ノ力率ハ左廻リナラサルベカラズ故ニ  $S_2$  ハ應張力ナリ次 =  $S_2$  及  $S_4$  ノ働線ノ會點 A ヲ原點トスレバ

$$\Sigma M = 4,000 \times 14 - S_6 \times 14 = 0$$

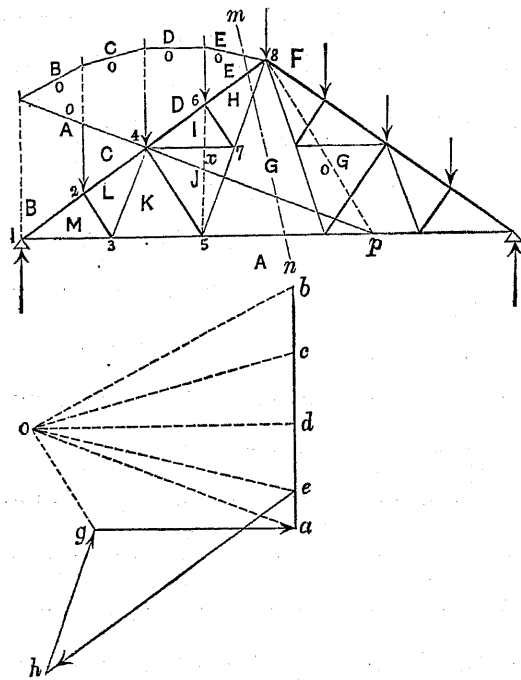
$$\therefore S_6 = 2,570 \text{ 應張力}$$

圖式解法 第壹章第 81 節ニ述ベシ如ク圖式解法ニテハ出來得ル限リ分解方法即チ力ノ多邊形ガ閉形トナルト云フ條件ヲ用キ未知ノ力ノ數ガ三ツアリテ最早此方法ノミニテ解スルコト不可能ナルニ至リテ力率ノ方法即索多邊形ガ閉形トナルト云フ條件ヲ適用スルナリ前ノ例題ト同一小屋組ヲ取リ説明センニ第 137 圖ニ於ケル (a), (b), (c) 圖ヲ一定ノ縮尺ニテ正確ニ畫キ  $S_1, S_2, S_3$  等ヲ同縮尺ニテ測レバ各應力ノ大サヲ知ルヲ得其應力ノ種類ハ矢標ニヨリ



ナル三荷重及EH, HG, GAナル三應力ノ七ツノカガ  
 平衡ニアリテ三應力ノ大サノミガ未知ナリ故ニ先  
 ズ力線 *abcde* ヲ引キ或極 *O* ニ對シテ出來ル丈索多  
 邊形ヲ畫ク此時注意スベキハ索多邊形ハ未知ナル  
 三應力中ノ或二ツノ働線ノ會點ヨリ引キ始ムルヲ  
 要ス圖ニ於テハEH, HGノ會點即チ構節8ヨリ始メ

第140圖



タリ然ルニ  
 索多邊形ハ  
 閉形トナル  
 ベキニヨリ  
 應力GAノ  
 働線ト索多  
 邊形ノ一邊  
 OAト相會  
 スル點*p*ト  
 8トヲ連結  
 シタルモノ  
 ハ索多邊形  
 ノ一邊タル  
 ベキナリ而  
 シテ極*O*ヲ通シテ此邊OGニ並行ニ引キタルO*g*線  
 ト*a*ヲ通シテ應力GAノ働線ニ並行ニ引キタル線

トノ會點ヲ*g*トスレバ*g*ハ力ノ多邊形ノ一頂點タ  
 ルベシ次ニ*e*ヨリ  $eh // EH$ , *g*ヨリ  $gh // GH$ ニ引ケバ*h*  
 ナル會點モ亦力ノ多邊形ノ一頂點ニシテ *ch*, *hg*, *ga*  
 ガ求ムル所ノ三應力ノ大サ及方向ヲ表ハス此圖法  
 ニ於テハ力表圖ノ*O*ト*h*トヲ連ネタル線ニ並行ナ  
 ル索多邊形ノ一邊ガ缺ケ居ルヲ見ルベシ然ルニ此  
 邊ハEH及HGノ間ニ位スベキモノナレバ其會點ニ  
 集中セルモノト見做スベキナリ.

次ニ簡易ナル別法ヲ述ベンニ構節3迄ハ通常ノ  
 如ク進行シ構節4ノ平衡ヲ考フル場合ニHIトIJト  
 ノ二部材ヲ取除キ其代用トシテ5ト6トヲ連ネタ  
 ル部材*α*ガアルモノト假定スレバ構節4ノ解法ハ  
 容易ニ之ヲナスヲ得ベシ次ニ代用部材ノ儘ニテ構  
 節5ノ解法ヲナスベシ然ルトキハ此代用部材ノ爲  
 メニGAノ應力ニハ何等ノ影響ナシ何トナレバ斷  
 面*mn*ノ左側ヲ考フレバ代用部材ノ爲メニ平衡ニ  
 アル内力及外力ニ何等ノ影響ヲ及ボサレバナリ  
 スクシテ得タルGAノ値ヲ利用シ構造ヲ原形ニ復  
 シテ更ニ構節5ノ解法ヲナシKJ, JGノ値ヲ見出  
 シ更ニ構節4ニ歸リテDIトIJトノ値ヲ定ムベシ  
 (附圖II. 參照).

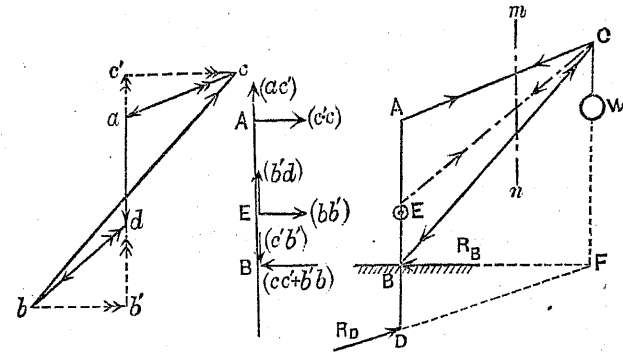
本節ノ解法ニ於テハ鉛直荷重ノ場合ノミヲ考ヘ

シガ風壓ノ場合ニ於テモ方法上ニ何等ノ差異ナシ  
 斯クシテ別々ニ見出シタル應力ヲ合計シテ部材ガ  
 受クル最大應力ヲ定ムルヲ得ベシ尤モ鉛直荷重ト  
 風壓トヲ同時ニ考ヘ解法ヲナスモ可ナリ附圖II及  
 IIIニ小屋組及簡單ナル橋構ノ圖式解法ヲ擧ゲテ其  
 範ヲ示セリ。

88. 起重機結構 (Frames of Crane) 起重機トハ重量  
 ヲ引揚グルニ用キラル、一ノ構造物ニシテ結構ト  
 或機構 (Mechanism) トヲ併用シタルモノナリ。今此種  
 ノ結構中ニテ靜力學ノ範圍内ニテ解法ヲナシ得ル  
 二三ノモノニ就キ述ベントス。

突梁起重機 (Jib Crane) 此起重機ニハ種々アリ  
 第141圖ニ示セルハ簡單ナル種類ノ骨組ナリ即チ  
 鉛直柱AD, 傾斜突梁BC, 及控綱ACヨリ成立ス而シ  
 テ柱ADノ一部ハ地中ニ埋メラレ其終端ハ通常凹  
 狀座鐵ニ接シADヲ軸トシ廻轉スルヲ得。Cニ滑車  
 アリ之ヲ經テ鎖ヲ垂下シ其鎖ノ終端ニ引揚グベキ  
 重量ガ懸ケラル而シテ柱ニ固定セラレタル卷胴  
 (Drum) Eヲ廻セバ鎖ハ之ニ卷カル、仕掛ナリ又通  
 常控綱ノ長サヲ伸縮シテ突梁ヲ上下スルヲ得ルノ  
 設備ヲ有セリ若シCニ於テ滑車ガ唯一ツアルノミ  
 ナレバ鎖ノ張力ハ常ニ $W$ ニ等シク一般ニ $n$ ヲ以テ

第141圖



Cヨリ垂下セル鎖ノ數ヲ表ハセバ鎖ノ張力ハ  $\frac{W}{n}$   
 ナルベシ之ハ全ク摩擦ナキモノト考ヘタル場合ニ  
 シテ摩擦ヲ考フレバ重量ヲ引上グルトキノ鎖ノ張  
 力ハ常ニ  $\frac{W}{n}$  ヨリ大ニシテ重量ガ下ルトキハ之ヨ  
 リ小ナリトス。

先ヅ此起重機ニ働ケル外力ハ重量  $W$ , Dニ於ケル  
 凹狀座鐵ノ反力  $R_D$ , 及Bニ於ケル邊板 (Curb Plate)  
 ノ水平反力  $R_B$  ノ三ツナリ而シテ此三力ハ平衡ニア  
 ルヲ以テ會合力ナラザルベカラズ故ニ  $R_D$  ハ  $W$  ト  
 $R_B$  トノ會點 Fヲ通過スベシ而シテ此等ノ大サハ  
 $\triangle DBF$  ノ三邊ニ比例スルコト明カナレバ解析的ニ  
 モ圖式的ニモ直ニ之ヲ見出スヲ得ベシ。

結構部材ノ應力ヲ見出スニハ圖式法ニヨルヲ最  
 モ便ナリトス先ヅ断面  $mn$  ノ右側ノ平衡ヲ考フレ



バ四ツノ力ノ力表圖ハ閉形トナラザルベカラズ故  
 =  $ad$ ヲ  $W$ ニ等シク取り  $db$ ヲ鎖ノ方向ニ並行ニ引キ  
 其長サヲ鎖ノ張力ニ等シクシ  $b$ ヨリ  $bc//BC$ ,  $a$ ヨリ  
 $ac//AC$ ニ引ケバ  $bc$ ハ突梁ノ應壓力,  $ca$ ハ控綱ノ應張  
 力ヲ表ハスベシ.

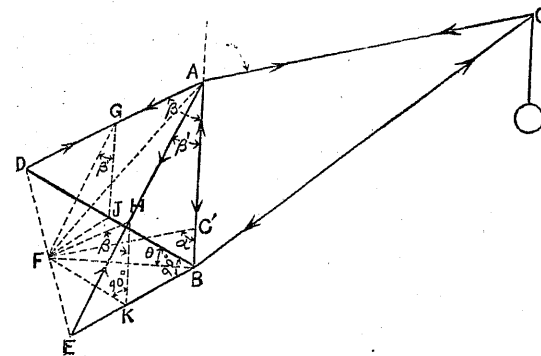
次ニ柱  $AB$ ニ如何ナル應力が起ルカヲ考フルニ  
 先ヅ  $A$ 點ニ於テ  $AC$ ノ方向ニ又  $E$ 點ニ於テ  $EC$ ノ  
 方向ニ引張ラレ  $B$ ニ於テ  $CB$ ノ方向ニ壓セラル今  
 此等ノ三カヲ水平ト鉛直トノ分力ニ分解スレバ第  
 141圖ニ示ス如ク  $A$ ニハ  $c'e$ ノ長サニ等シクシテ右  
 向キノ水平力及  $ac'$ ニ等シキ上向キノ鉛直力が働  
 キ  $E$ ニハ  $bb'$ ニ等シキ水平力及  $b'd$ ニ等シキ鉛直力  
 が働クベシ故ニ柱ノ  $AB$ ナル部分ハ突桁ノ働ヲナ  
 スト同時ニ  $AE$ ナル部分ハ  $ac'$ ニ等シキ張力ヲ受  
 ケ  $BE$ ノ部分ハ此張力ノ外ニ  $b'd$ ナル張力ヲ受クベ  
 シ然ルニ  $B$ 點ニハ前述ノ水平力ノ和ト同ジ大サニ  
 シテ方向相反スル水平力(即チ突梁ニ於ケル應力  $cb$   
 ノ水平分力)働キ又  $c'b'$ ニ等シキ鉛直力働クベシ而  
 シテ  $c'b'$ ハ前ノ二ツノ鉛直力ノ和ヨリ  $ad$ 即チ  $W$ 丈  
 大ナルコト圖ニヨリテ明ナリ此  $W$ ガ凹狀坐鐵  $D$ ニ  
 傳ハリ  $R_D$ ノ鉛直分力ト平均スルモノナリ.

以上ノ計算ニ於テハ鎖ノ影響ヲ考ヘニ入レタル

モ普通之ヲ省略スルコト多シ以下述ベントスル起  
 重機ニ於テハ之ヲ省略スルコト、セリ.

動臂起重機 (Derrick Cranes) 此種ノ起重機ノ骨組  
 ハ第142圖ニ示スガ如シ鉛直柱  $AB$ ノ下ニハ凹狀坐  
 鐵アリテ此柱ガ廻轉スルトキハ突梁  $BC$ 及控綱  $AC$   
 モ亦廻轉スルモノナリ又控綱  $AC$ ノ長サヲ伸縮シ  
 テ突梁ヲ上下シ得ル設備ヲ有スルモノアリ.  $AE$ 及  
 $AD$ ハ控脚ニシテ通常其長サ相等シク且ツ  $\angle DBE$   
 ハ直角ナリ,控脚ノ下端ハ地上ニ固定セラル、コト

第142圖



アルモ多ク  
 ノ場合ニ於  
 テ  $BE, BD$ ナ  
 ル水平材ニ  
 固着セラル  
 、モノナリ  
 而シテ此水  
 平材ノ上ニ

對重 (Counter Weight)ヲ載セ起重機ノ轉覆ニ備フ.

此種ノ起重機ニ於テモ突梁及控綱ノ應力ハ前ノ  
 場合ト同様ニ見出スヲ得. 控脚及柱ニ於ケル應力  
 ハ突梁ノ位置如何ニヨリテ其値異ナルヲ以テ先ヅ  
 突梁ガ如何ナル位置ニアルトキ此等ノ應力最大ナ



ハ應壓力トナル應壓力ハ控綱ガ AC' ノ位置ニ來ル  
トキ最大ナリ控脚 AD ニ就テ考フルモ亦同様ノ關  
係アリ。

次ニ柱 AB ニ於ケル應力ハ AC' ニシテ次ノ如シ。

$$AC' = GJ + HK - BC'$$

然ルニ (b), (b') 二式ヨリ

$$KH = FC' \sin \alpha \cdot \cos \theta \cdot \cot \beta$$

$$GJ = FC' \cdot \sin \alpha \cdot \sin \theta \cdot \cot \beta'$$

$$\therefore AC' = FC' \sin \alpha (\sin \theta \cdot \cot \beta' + \cos \theta \cdot \cot \beta) - FC' \cdot \sin \alpha$$

此式中ニテ變化スルハ  $\theta$  ノミナレバ此式ガ最大ナル  
ルニハ  $(\sin \theta \cdot \cot \beta' + \cos \theta \cdot \cot \beta)$  ガ最大ナルヲ要ス然ルニ  
之ハ豫備數學ノ最大最小ノ條件ニヨリテ

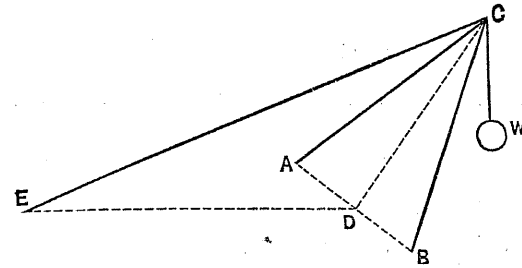
$$\tan \theta = \frac{\cot \beta'}{\cot \beta}$$

ナルトキ最大ナリ若シ  $\beta = \beta'$  ナルトキハ  $\theta = 45^\circ$  ナ  
ルトキニ最大ナリ。

合掌起重機 (Shear Legs) 前述ノ動臂起重機及此  
機ハ建築其他ノ工事ニ於テ廣ク用ヒラル、モノニ  
シテ其骨組ハ第 144 圖ニ示スガ如ク長サ相等シキ  
AC, BC ナル二脚ヨリ成立チ此合掌ハ AB 線ヲ軸ト  
シテ廻轉スルヲ得ル仕組ナリ C ニ滑車アリテ鎖又  
ハ綱ガ懸リ其一端ニ重量垂下シ他端ハ捲重機 (Crab

Winch) ニ連結セラル又合掌ノ倒ル、ヲ防ク爲メニ

第 144 圖

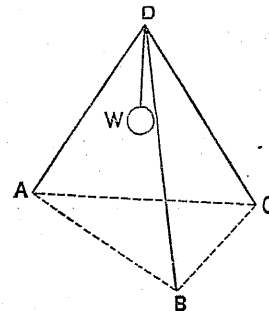


控綱 EC ア  
リ此綱ノ長  
サヲ伸縮シ  
テ合掌ノ傾  
斜ヲ加減ス  
合掌及控

綱ノ應力ヲ見出スニハ控綱ト重量 W トノ平面ガ合  
掌ノ平面ヲ切ル線ヲ CD トスレバ前述ノ動臂起重  
機ノ場合ト同様ニ AC, BC ナル二脚ハ DC ナル想像  
的ノ脚ニヨリテ代用セラレタルモノト考フルヲ得  
ル故ニ先ヅ DC ニ於ケル應力ヲ見出シ之ヲ AC, BC  
ニ沿ヒタル分力ニ分解スレバ所要ノ應力ヲ得ベシ  
AC, BC ノ長サ相等シクシテ D ガ A ト B トノ中央  
ナレバ二脚ノ應力ハ相等シ又二脚ノ應力ハ共ニ應

力ニシテ控綱ハ應張力ナル  
コト論ヲ俟タザルナリ。

第 145 圖



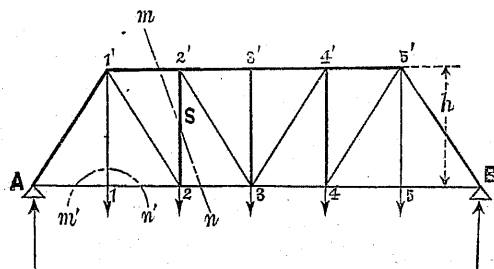
三脚 (Tripod) 三ツノ脚ガ其  
頂點ニテ結束セラレ其頂點ノ  
鉛直投射ハ脚端ニヨリ形ヅク  
ラル、三角形内ニアルモノナ  
リ此場合ニ於テハ三ツノ應力

ハ皆應壓力ニシテ其見出シ方ハ前同様ナリ。

89. 簡單ナル橋構 (Simple Bridge Truss) ノ靜荷重應力 橋構ハ通常二ツノ結構ヨリ成立シ之ニテ橋床ヲ支保ス若シ橋床ガ其下部ニアルトキハ之ヲ下路橋 (Through Bridge) ト謂ヒ若シ上部ニアルトキハ之ヲ上路橋 (Deck Bridge) ト稱ス。

橋構ハ上弦材 (Upper Chords), 下弦材 (Lower Chords), 及腹材 (Web Members) ヨリ成ル, 腹材ニ二種アリ鉛直材 (Verticals) 及對角材 (Diagonals) 是ナリ第146圖中ニ於テ 1'2', 2'3', 3'4', 及 4'5' ナル部材ハ上弦材ニシテ A1, 12, .....5B ハ下弦材ナリ而シテ此上下二弦間ニア

第146圖



ルモノハ總テ腹材ナリ腹材中ニテ 1'1, 2'2, 3'3 等ハ鉛直材ニシテ他ハ皆對角材ナリト

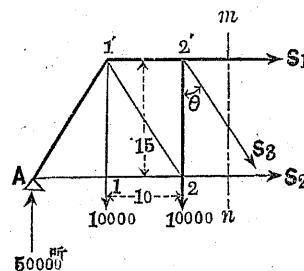
ス。橋梁ニ於テハ各構節ヲ稱シテ特ニ格點 (Panel Point) ト謂ヒ A1, 12, 23 等ノ長サヲ格間距離 (Panel Length) ト稱ス特種ノ場合ヲ除クノ外下弦格點ハ徑間ヲ等分ス即チ橋構ノ格間距離ハ皆相等シ。

橋構ノ上弦材ハ常ニ應壓力ヲ受ケ下弦材ハ常ニ

應張力ヲ受クルモノナリ其理由ハ此結構全體ヲ一ツノ桁ト見做セハ自カラ明カナルベシ而シテ腹材ノ應力ハ結構ノ形如何ニヨリテ其種類ヲ異ニスルモノナリ一般ニ靜荷重ニ對スル橋構ノ應力ハ小屋組ノ場合ト全ク同一方法ニヨリテ見出スヲ得ルモノナリ然レドモ小屋組ノ場合ニ於テハ初學者ヲシテ容易ニ理解セシムルヲ目的トセシヲ以テ今茲ニ應力ノ何タルカヲ定ムル普通ノ方法ニ就テ少シク述ヘントス。

未知ノ應力ハ總テ應張力ナリト假定スルヲ便トス此假定ノ下ニ平衡ノ條件ヲ適用シ應力ノ値ヲ求メ若シ其値ガ正ナルトキハ假定ハ眞ニシテ其應力ハ應張力ナルベク若シ其値ガ負ナレバ應壓力ナル

第147圖



ベシ例令バ第147圖ニ於テ格點荷重ハ各10,000<sup>斤</sup>, 格間10<sup>尺</sup>, 構ノ高サ15<sup>尺</sup>トシ斷面mnガ分割スル部材ノ應力S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>ヲ求ム。然レバ平衡ニアルハ六ツノ力ニシテ内S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>

未知ナレバ皆應張力ト假定シ圖ノ如ク矢標ヲ附ス然レバ

$$\Sigma V = 50,000 - 10,000 - 10,000 - S_3 \cos \theta = 0$$

然ルニ  $\cos\theta = 15/\sqrt{10^2+15^2} = 0.832$

$\therefore S_3 = +36,060^{\text{N}}$  應張力.

次ニ格點 2' ヲ原點トスレバ

$\Sigma M = 50,000 \times 20 - 10,000 \times 10 - S_2 \times 15 = 0$

$\therefore S_2 = +60,000^{\text{N}}$  應張力.

$S_1$  ヲ見出すニハ

$\Sigma H = S_2 + S_1 + S_3 \sin\theta = 0$  然ルニ  $\sin\theta = 0.554$

$\therefore 60,000 + S_1 + 36,060 \times 0.554 = 0$

$\therefore S_1 = -79,980^{\text{N}}$  應壓力.

$S_1$  ハ負ナルバ假定シタル其方向ハ逆ナルヲ知ル即チ應壓力ナリトス又一般ニ應壓力ニハ (-) ノ記號ヲ附シ應張力ニハ (+) ノ記號ヲ附シテ區別スルモノトス.

橋構ノ形如何ニ拘ラズ弦材應力ノ計算ニ於テハ力率ニヨル解法ガ甚ダ便ナリトス例令ハ第 148 圖ノ如キ橋構アリテ  $S_1$  及  $S_2$  ヲ求ムルトスレバ

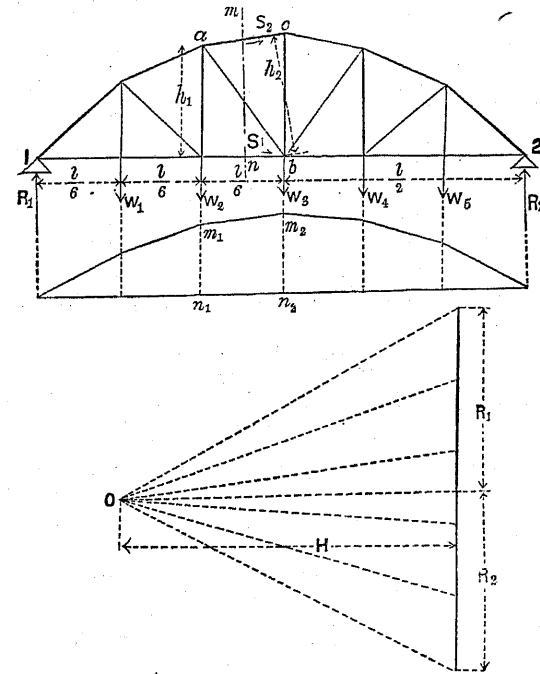
a ヲ原點トシテ  $R_1 \times \frac{l}{3} - W_1 \times \frac{l}{3} - S_1 \times h_1 = 0$

$\therefore S_1 = \frac{R_1 \times \frac{l}{3} - W_1 \times \frac{l}{3}}{h_1}$

b ヲ原點トシテ  $R_1 \times \frac{l}{2} - W_1 \times \frac{l}{3} - W_2 \times \frac{l}{6} + S_2 \times h_2 = 0$

$\therefore S_2 = \frac{R_1 \times \frac{l}{2} - W_1 \times \frac{l}{3} - W_2 \times \frac{l}{6}}{h_2}$

第 148 圖



然ルニ圖ノ如ク極 O = 對スル索多邊形ヲ畫ケバ

$R_1 \times \frac{l}{3} - W_1 \times \frac{l}{3} = m_1 n_1 \times H$

$R_1 \times \frac{l}{2} - W_1 \times \frac{l}{3} - W_2 \times \frac{l}{6} = m_2 n_2 \times H$

ナルヲ以テ

$$S_1 = \frac{m_1 n_1 \times H}{h_1}$$

$$S_2 = -\frac{m_2 n_2 \times H}{h_2}$$

即チ索多邊形ニヨリテ容易ニ弦材應力ヲ見出スヲ得ベシ上下弦ガ並行ナルトキハ  $h_1 = h_2$  ナル故一般ニ弦材應力ハ次ノ式ニヨリテ表ハサル

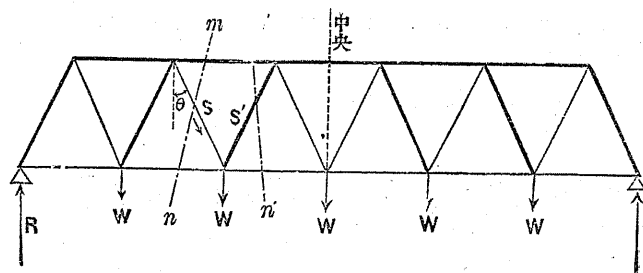
$$S = \pm \frac{mn \times H}{h}$$

$mn$  ノ値ノミガ變化スルナリ。

橋構ノ上弦及下弦ガ並行ナルトキハ特種ノ手段ニヨリテ大ニ計算方法ヲ簡單ナラシムルコトヲ得先ツ腹材應力ニ就テ述ベシ。

腹材應力 第149圖ニ示スハ**わあれん**構 (Warren Truss) ト稱スルモノナルガ断面  $mn$  ノ左側ノ平衡ヲ考フレバ  $S$  ナル應力ハ次ノ式ヨリ見出スコトヲ得ベシ。

第149圖



$$R - W - S \cos \theta = 0$$

此式中ニテ  $\theta$  ハ腹材ガ鉛直線トナス角ナリ而シテ  $R - W$  ハ断面  $mn$  ノ左側ニ於ケル鉛直力ノ代數和ナレバ此腹材ヲ切ル鉛直断面ニ於ケル剪斷力ナリ之ヲ  $V$  ニテ表ハセバ

$$V - S \cos \theta = 0 \quad \text{即} \quad S = V \sec \theta \dots \dots \dots (85)$$

即チ上下弦共ニ水平ナル橋構ノ腹材應力ハ其腹材ヲ切ル鉛直断面ノ剪斷力ニ其腹材ガ鉛直線トナス角ノ正割ヲ乘シタルモノナリ 此應力ガ應張力ナルカ應壓力ナルカラ定ムルニハ先ツ剪斷力ガ正ナルカ負ナルカラ檢シ且ツ腹材ガ何方ニ傾斜セルカラ知ルヲ要ス靜荷重ノ場合ニハ橋構ノ中央ヨリ左側ニ於テハ剪斷力ハ正即チ上向キナリ故ニ腹材應力ノ鉛直分力ハ常ニ負即チ下向キナルベシ從テ  $S$  ノ如キ傾斜ニ於テハ應力ハ應張力ニシテ次ノ腹材應力  $S'$  ハ應壓力ナリ中央ヨリ右側ニ於テハ全ク之ニ反ス。

第146圖ノ如キ**ぶらつと**構 (Pratt Truss) 及第150圖ノ如キ**はう**構 (Howe Truss) ニ於テハ或鉛直材<sup>2/2</sup>ノ應力  $S$  ハ  $\theta = 0$  即チ  $\sec \theta = 1$  ナレバ (85) 式ニヨリ

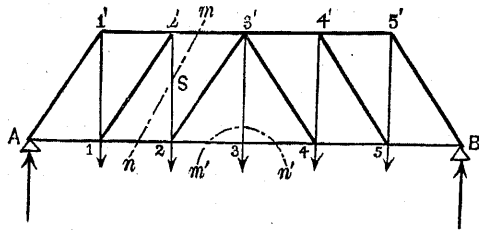
$$S = V.$$

茲ニ注意スベキハ鉛直材ノ應力ヲ見出ス際ノ  $V$

ハ第146圖又ハ第150圖ニ於ケル断面  $mn$  ガ殆ント鉛直トナリ將ニ鉛直材ト一致セントスルトキノ其断面ノ剪斷力ナリト知ルベシ故ニ  $W$  ヲ下弦格點ノ荷重トスレバ第146圖ニ於テ  $2/2$  ノ應力ヲ見出ス際ニハ  $V=R_A-2W$  トナリ第150圖ノ場合ニハ  $V=R_A-W$  トナル上弦格點ニ荷重アル場合モ之ニ準スベシ。

ハウ構ニテハ此  $2/2$  ノ如キ鉛直材ハ常ニ應張力ニシテぶらっと構ニテハ常ニ應壓力タルベキヤ明カナ

第150圖



リ尤モ後者ノ場合ニ於テ鉛直材  $1/1$  (第146圖) 及之ニ準ズルモノハ應張力ナリトス此

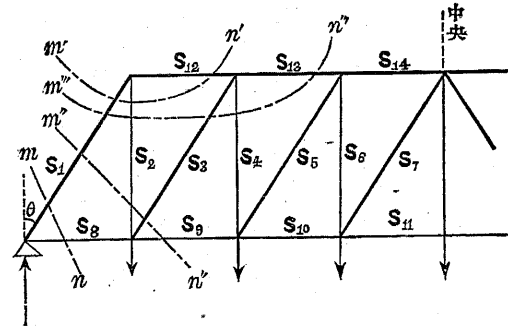
等ノ應力ヲ見出スニハ圖ノ如ク断面  $m'n'$  ノ下方ノ平衡ヲ考フレバ其應力ハ格點1ニ於ケル荷重ニ等シキコト明カナリ第150圖ノ場合ニ於テ  $3/3$  ノ應力ヲ求ムルトキモ亦同ジ、第146圖ニ於テ上弦格點ニ荷重アルトキハ  $3/3$  ノ鉛直材ハ應壓力ヲ受クルコト無論ナリ。

弦材應力 第151圖ニ於テ先ツ断面  $mn$  ノ左側ノ平衡ヲ考フレバ

$$S_3 = S_1 \sin \theta \quad \text{然ルニ} \quad S_1 = V_1 \sec \theta.$$

$$\therefore S_3 = V_1 \tan \theta.$$

第151圖



次ニ断面  $m'n'$  ノ上部ノ平衡ヲ考フレバ

$$S_{12} = S_1 \sin \theta + S_2 \sin \theta^0$$

$$\therefore S_{12} = V_1 \tan \theta = S_3$$

次ニ  $m'n''$  ノ左側ヲ考フレバ

$$S_9 = S_1 \sin \theta + S_2 \sin \theta^0 + S_3 \sin \theta$$

$$= V_1 \tan \theta + V_3 \tan \theta$$

$$= (V_1 + V_3) \tan \theta \quad \text{又ハ} \quad = S_3 + V_3 \tan \theta$$

同様ニシテ

$$S_{13} = (V_1 + V_3) \tan \theta \quad \text{又ハ} \quad = S_{12} + V_3 \tan \theta$$

$$S_{10} = (V_1 + V_3 + V_5) \tan \theta \quad \text{又ハ} \quad = S_9 + V_5 \tan \theta$$

$$S_{14} = (V_1 + V_3 + V_5) \tan \theta \quad \text{又ハ} \quad = S_{13} + V_5 \tan \theta$$

$$\text{一般ニ} \quad S_n = \Sigma V \tan \theta \quad \text{又ハ} \quad = S_{n-1} + V \tan \theta \dots \dots \dots (86)$$

上式ニ於テ  $\Sigma V$  ハ弦材  $n$  ノ左側ニ於ケル各對角材ヲ切ル鉛直断面ノ剪斷力ノ總和ニシテ  $V'$  ハ弦材  $n$  ト弦材  $n-1$  トノ間ニアル對角材ヲ切ル鉛直断面ノ剪斷力ナリ若シ此間ニ二ツノ對角材アルトキハ二ツノ剪斷力ノ和ナリ例令バ第 152 圖ニ於テ  $S_{11}$  ヲ見出スニハ

$$S_{11} = S_{10} + (V_5 + V_7) \tan \theta$$

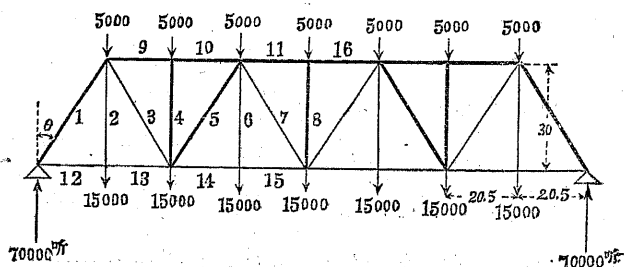
ナリ而シテ弦材應力ハ上弦ハ總テ應壓力ニシテ下弦ハ應張力ナレバ唯其大サヲ知レバ可ナリ其大サハ各對角材ニ對スル  $V \tan \theta$  ノ値サヘ分レバ前式ヨリ直ニ之ヲ知ルヲ得ベシ  $V \tan \theta$  ヲ稱シテ弦材應力ノ增加率ト謂フ此場合ニ於テ鉛直材ノ應力ハ考ヘニ入ルノ必要ナシ。

例題 徑間 164 呎、高サ 30 呎ナル第 152 圖ノ如キ橋樑アリテ圖ノ如ク荷重ヲ受クルトキ各部材ノ應力ヲ求ム。

$$\sec \theta = \sqrt{30^2 + 20.5^2} / 30 = 1.211$$

$$\tan \theta = 20.5 / 30 = 0.683$$

第 152 圖



腹材應力

$$S_2 = S_6 = +15,000 \text{ 應張力}$$

$$S_4 = S_8 = -5,000 \text{ 應壓力}$$

$$V_1 = 70,000, S_1 = -(70,000 \times 1.211) = -84,770$$

$$V_3 = 50,000, S_3 = +(50,000 \times 1.211) = +60,550$$

$$V_5 = 30,000, S_5 = -(30,000 \times 1.211) = -36,330$$

$$V_7 = 10,000, S_7 = +(10,000 \times 1.211) = +12,100$$

弦材應力 断面  $mn$  ノ下部ノ平衡ヲ考フレバ  $S_{12} = S_{13}$  ナルコト明カナリ同様ニ

$$S_{14} = S_{15}, S_9 = S_{10}, S_{11} = S_{16}$$

(V)	{增加率 ( $V \tan \theta$ )}	(應力)
$V_1 = 70,000$	47,810	$+47,810 = S_{12} = S_{13}$
$V_3 = 50,000$	34,150	$-81,960 = S_9 = S_{10}$
$V_5 = 30,000$	20,490	$+102,450 = S_{14} = S_{15}$
$V_7 = 10,000$	6,830	$-109,280 = S_{11} = S_{16}$

### 第四章 動荷重ヲ受ケタル單構

(Simple Trusses under Live Loads).

90. 應力影響線 (Stress Influence Lines) 或部材ノ應力影響線トハ構ノ上ヲ動ク單位荷重ノ爲ニ其部材ニ生ズル應力ノ變化ヲ示ス線ヲ云フ。

今任意ノ單構ノ下弦材ノ應力影響線ヲ引カントス。或部材ノ應力ヲ見出スニハ第 153 圖ノ如ク断面  $tt$  ニテ切リタル三部材中ノ他ノ二者ノ交點  $E$  ヲ力率原點トスベシ。



$\mathcal{L}$  = 單位荷重ノタメニ下弦材ニ起ル應力.

$a$  = 力率原點ヨリ左ノ支點マデノ水平距離.

$b$  = " " 右 " " " "

$r$  = 力率原點ヨリ考ヘツツアル部材マデノ垂直距離.

$A$  = 左ノ支點 = 起ル反力.

$B$  = 右ノ支點 = 起ル反力.

$l$  = 兩端ニ於ケル支持面ノ中心距離即チ支間 (Effective Span).

單位荷重ガ AE 間ニアルトキバ  $B = \frac{1}{l} \cdot x$ , 斷面  $tt$  ヨリ右ニ  $\Sigma M = 0$  ナル平衡條件ヲ適用スレバ

$$-\frac{1}{l} x \cdot b + \mathcal{L} r = 0$$

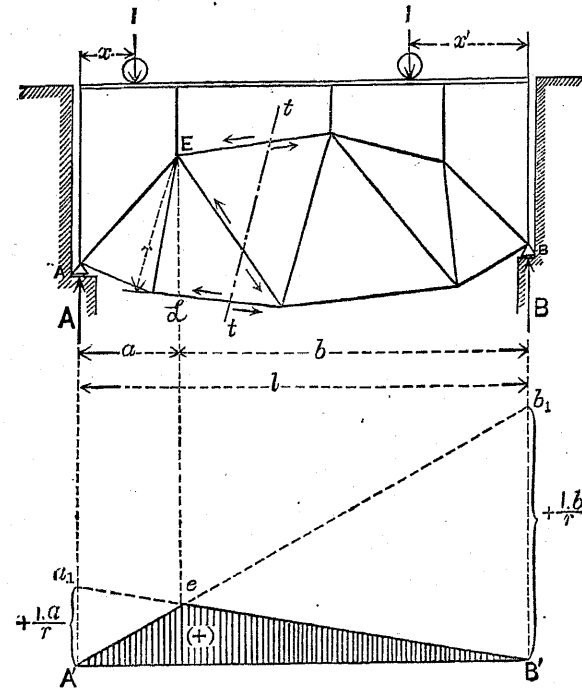
$$\therefore \mathcal{L} = +\frac{1 \cdot b}{r} \cdot \frac{x}{l} \dots \dots \dots (a)$$

コレガ應力  $\mathcal{L}$  ノ變化ヲ示ス方程式ナリ. 而シテ之ハ  $x$  = 關シテ一次式ナレバ直線ヲ表スコト明カナリ. 此直線ノ位置ヲ定ムルタメニ  $x=0$  トスレバ

$\mathcal{L}=0$  トナリ.  $x=l$  トスレバ  $\mathcal{L} = +\frac{1 \cdot b}{r}$  トナル故ニ

應力  $\mathcal{L}$  ノ變化ハ  $A'b_1$  デ表ハサル. 然ルニ方程式 (a) ハ荷重ガ AE 間ニ在ルトキノミニ適用スベキ式ナレバ  $A'b_1$  線ト E ヲ通ル鉛直線トノ交點  $e$  ヲ求ムレバ  $A'e$  ガ求ムル AE 間ノ影響線ナリ.

第 153 圖



次ニ單位荷重ガ EB 間ニ在ル場合ヲ考フレバ  $A = \frac{1}{l} \cdot x'$ , 左半分ノ平衡ヲ考フレバ  $\frac{1}{l} x' \cdot a - \mathcal{L} \cdot r = 0$

$$\therefore \mathcal{L} = \frac{1 \cdot a}{r} \cdot \frac{x'}{l} \dots \dots \dots (b)$$

コノ直線ノ位置ヲ知ル爲メニ  $x'=0$  トスレバ  $\mathcal{L}=0$  又  $x'=l$  トスレバ  $\mathcal{L} = \frac{1 \cdot a}{r}$  トナル故ニ方程式 (b) ノ示ス直線ハ  $a_1B'$  ナリ. 此直線中 (b) 式ヲ適用スベキ範圍ハ EB 間ナルヲ以テ求ムル影響線ハ  $eB'$  ナルコ

トヲ知ル。(a)式ノ $\omega$ ノ代リニ $a$ ヲ代入シ(b)式ノ $\omega'$ ノ代リニ $b$ ヲ入ルルトキハ(a)及(b)式ハ同一ノ値トナル。換言スレバ直線 $A'b_1$ ト $a_1B'$ トハ共通點 $e$ ニテ交ルコトヲ知ルベシ。

此影響線 $A'eB'$ ノ形ヨリ明カナル如ク應力 $\mathcal{L}$ ハ荷重ガ何處ニ加ハルトモ常ニ應張力ナリ。因テ $\mathcal{L}$ ヲ最大ナラシムルタメニハ總テノ格點ニ荷重ヲ加フベキナリ。

上弦材ノ應力影響線ヲ求メントスルニハ第154圖ニ於テ單位荷重ガ夫々 $AE$ ,  $GB$ 及 $EG$ ノ部分ニアル場合ヲ考フベキナリ。先ヅ荷重ガ $AE$ 間ニアルトキハ直線 $A'e$ ガ求ムル影響線トナリ荷重ガ $BG$ 間ニアルトキハ $B'g$ 線ニテ表ハサルルコト明カナリ。唯荷重ガ $EG$ 間ニアルトキハ荷重ノ一部分ハ $E$ ニ傳ハリ他ノ部分ハ $G$ ニ傳ハル。而シテ $E$ ニ傳ハル荷重ヲ $P_E$ トシ $G$ ニ傳ハル部分ヲ $P_G$ トスレバ

$$P_E = \frac{1}{\lambda} \cdot x_1 \quad P_G = \frac{1}{\lambda} (\lambda - x_1)$$

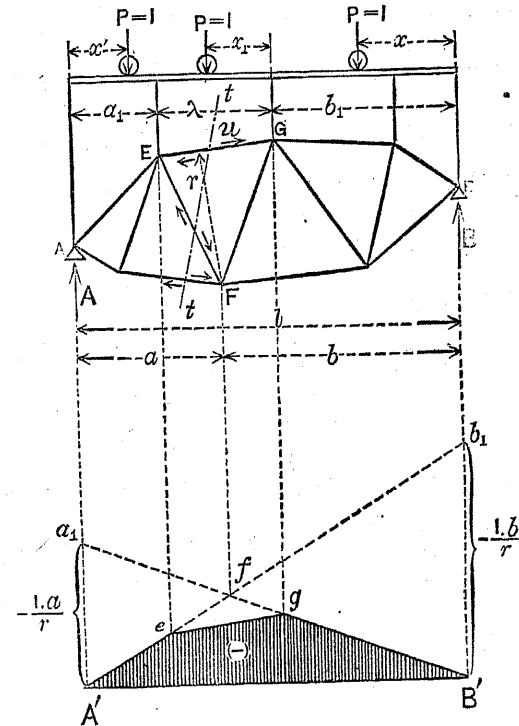
$P_E$ 及 $P_G$ ノタメニ起ル左支點ノ反力 $A$ ハ

$$A = \frac{P_E}{l} (b_1 + \lambda) + \frac{P_G}{l} \cdot b_1$$

$$\therefore A = \frac{x_1}{\lambda} (b_1 + \lambda) + \frac{b_1}{\lambda} (\lambda - x_1) = \frac{x_1 + b_1}{\lambda}$$

$F$ ヲ原點トシテ $\Sigma M = 0$ ヲ適用スレバ

第154圖



$$A \cdot a - P_E (a - a_1) + \mathcal{L} \cdot r = 0$$

$$\therefore \mathcal{L} = \frac{x_1}{\lambda} \frac{a - a_1}{r} - \frac{x_1 + b_1}{l} \frac{a}{r} \dots \dots \dots (c)$$

コノ式ヲ見レバ上弦材ノ應力 $\mathcal{L}$ ハ變數 $x_1$ ト共ニ變ズ而シテ $x_1$ ハ一次ナレバ $EG$ 間ノ影響線ハ $e$ 及 $g$ ヲ結ブ直線ナルコトヲ知ル。

コノ影響線ヨリ知ル如ク應力 $\mathcal{L}$ ハ荷重ガ何處ニアルモ常ニ應張力ナリ。因テコノ應力ヲ最大ナラ

シムル爲ニハ總テノ格點ニ荷重ヲ加フベキナリ。

對角材ノ應力  $\mathcal{D}$  ノ影響線ヲ求ムルニハ前ト同様ニ斷面  $tt$  ヲ以テ構ヲ兩斷シテ右又ハ左半分ノ平衡ヲ考フベキナリ。(第 155 圖)。此場合ニハ切ラレタル兩弦材ノ交點  $O$  ヲ力率原點トスベシ。單位荷重ガ  $AE$  間ニアルトキハ  $B=1 \cdot \frac{\alpha}{l}$ , 右半分ニ  $\Sigma M=0$  ヲ適用スレバ

$$-1 \cdot \frac{\alpha}{l} \cdot b - \mathcal{D} \cdot r = 0 \quad \therefore \mathcal{D} = -\frac{1 \cdot b}{r} \cdot \frac{\alpha}{l} \dots\dots\dots (d)$$

$\alpha=0$  ノトキハ  $\mathcal{D}=0$  及ビ  $\alpha=l$  ノトキハ

$\mathcal{D} = -\frac{1 \cdot b}{r}$  即チ此條件ヨリ (d) 式ガ示ス直線ハ  $A'b_1$  ナリ。此直線中ニテ影響線トナルハ  $A'e$  ノ部分ナリ。

次ニ單位荷重ガ  $BG$  間ニアルトキハ  $A = \frac{1}{l} \alpha'$ , 左半分ノ平衡ヲ考フレバ

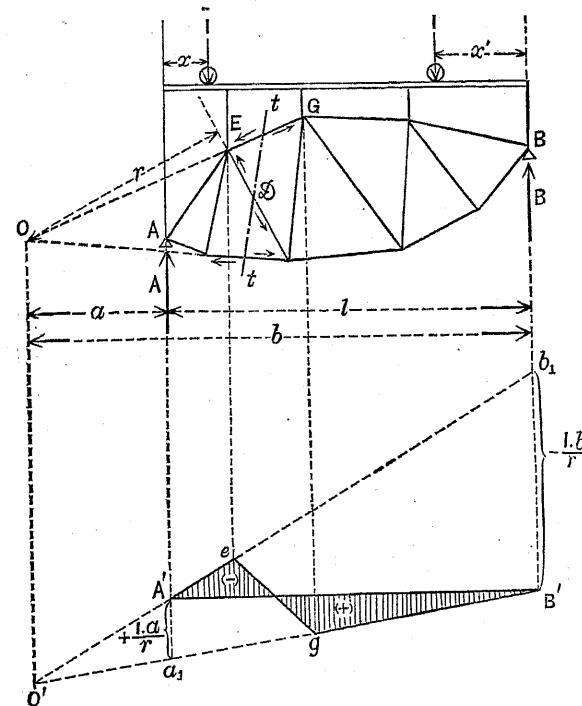
$$-\frac{1}{l} \alpha' \cdot a + \mathcal{D} \cdot r = 0 \quad \therefore \mathcal{D} = +\frac{1 \cdot a}{r} \cdot \frac{\alpha'}{l} \dots\dots\dots (e)$$

$\alpha'=0$  ノトキハ  $\mathcal{D}=0$  及ビ  $\alpha'=l$  ノトキハ

$\mathcal{D} = +\frac{1 \cdot a}{r}$  此條件ヨリ (e) 式ノ示ス直線ハ  $B'a_1$  ナルコトヲ知ル。此直線中ニテ  $B'g$  ノ部分ガ影響線ナリ。

荷重ガ  $EG$  間ニアルトキモ前ニ述ベタルト同様ニ影響線ハ直線ナルヲ以テ  $eg$  ヲ結ベバ之ガ影響線

第 155 圖



トナル。因テ應力  $\mathcal{D}$  ノ影響線ハ  $A'egB'$  ナリトス。

(d) 式ノ  $\alpha$  ノ代リニ  $(-a)$  ヲ入レ (e) 式ノ  $\alpha'$  ノ代リニ  $b$  ヲ入ルレバ (d) 式及 (e) 式ハ同一ノ値ヲ與フ。換言スレバコノ二直線ハ力率原點  $O$  ノ直下  $O'$  ニ於テ交ルヲ知ルベシ。

影響線ノ形ヨリ知ル如ク斷面  $tt$  ヲ右側ノ格點ニ加ハリタル荷重ハコノ對角材ニ應張力ヲ生ジ斷面ヨリ左側ノ格點ニ加ヘタル荷重ハ其部材ニ應壓

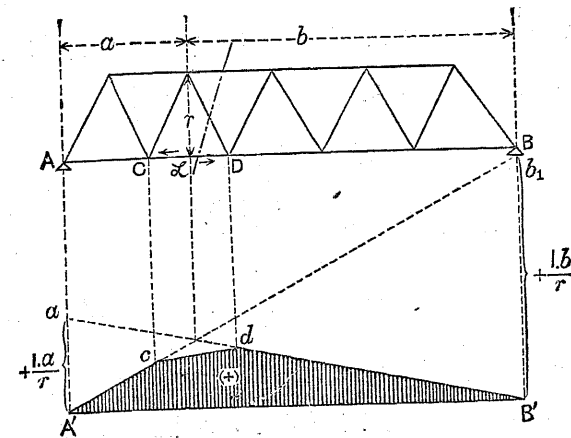
カヲ生ズ。故ニ其部材ニ最大動荷重應張力或ハ最大動荷重應壓力ヲ生ゼシムルタメニハ夫々断面ヨリ右側或ハ左側ノ總テノ格點ニ荷重ヲ加フベキナリ。

第153圖第154圖ノ場合ト第155圖ノ場合トヲ比較スルニ前二者ニ於テハ力率原點ハ支間ノ内側ニ在リ。後者ニ於テハ同原點ハ支間外ニ在リ。是ニ由テ見レバ力率原點ガ内ニアルトキハ或部材ノ應力ノ性質ハ荷重ノ位置ノ如何ニ拘ラズ一定ナリ。而シテ原點ガ外ニ在ルトキハ應力ハ荷重ノ位置ノ如何ニヨリテ其性質ヲ變ズ。

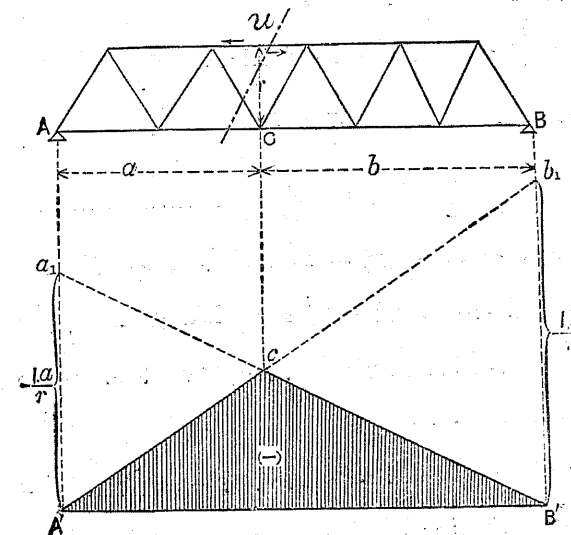
是レ總テノ單構ニ適用シ得ル應力影響線ノ重要ナル性質ナリトス。

91. われん構 (Warren Truss). 上弦材及下弦材ノ應力影響線ハ前節ニ述ベタル如クシテ引クラ得。此等ノ部材ノ應力ヲ求ムルトキノ力率原點ハ支間内ニ在ルヲ以テ荷重ノ移動ノ爲メニ應力ハ其性質ヲ變セズ。從テ動荷重ノ爲メニ弦材ニ生ズル最大動荷重應力ハ荷重ガ總テノ格點ニアル時ニ起ルヲ以テ其應力計算法ハ靜荷重應力ノ計算ト同一ナリ。即チ靜荷重應力ニ格點動荷重ト格點靜荷重トノ比ヲ乘ズレバ動荷重應力ヲ得。(第156及157圖)。

第156圖



第157圖



荷重ガ移動スルト共ニ對角材ノ應力  $D$  ハ如何ナル變化ヲナスカラ研究セントス. 先ヅ單位荷重ガ AC 間ニ在ルトキヲ考フルニ (第 158 圖).

$$B = \frac{1}{l} \cdot x' \quad \text{断面 } tt \text{ ノ右側} = \Sigma V = 0$$

ナル條件ヲ適用スレバ  $\frac{1}{l} x' + D \cdot \cos \alpha = 0$

$$\therefore D = -1 \cdot \sec \alpha \cdot \frac{x'}{l} \dots \dots \dots (a)$$

$x' = 0$  トスレバ  $D = 0$  ニシテ  $x' = l$  トスレバ  $D = -1 \cdot \sec \alpha$ . 即チ (a) 式ハ  $A'b_1$  ナル直線ヲ表ハシ  $A'e$  ガ AC 間ノ影響線ナリ.

次ニ荷重ガ BD 間ニアルトキハ

$$A = \frac{1}{l} \cdot x \quad \text{断面 } tt \text{ ヨリ左半分} = \Sigma V = 0$$

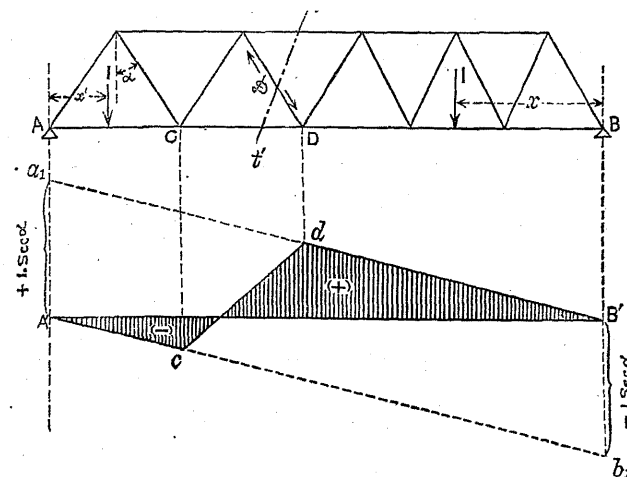
ヲ適用スレバ  $\frac{1}{l} \cdot x - D \cdot \cos \alpha = 0$

$$\therefore D = +1 \cdot \frac{x}{l} \cdot \sec \alpha \dots \dots \dots (b)$$

$x = 0$  ノトキハ  $D = 0$  又ハ  $x = l$  ノトキハ  $D = +1 \cdot \sec \alpha$ . (b) 式ハ直線  $a_1B'$  ヲ表ス而シテ  $B'd$  ガ BD 間ノ影響線トナル. 單位荷重ガ CD 間ニアルトキハ  $dc$  ガ其影響線トナルベシ.

今考ヘツ、アル向キノ對角材ニハ断面  $tt$  ヨリ右側ノ總テノ格點ニ荷重ガ加ハルトキ最大應張力ヲ生ジ又断面ヨリ左側ノ總テノ格點ニ荷重ガ加ハル

第 158 圖



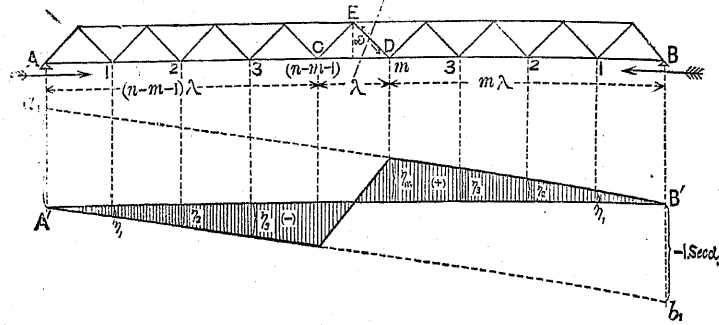
トキ最大動荷重應壓力ヲ生ズ而シテ傾斜ノ方向ガ之ニ反スル部材ニ於テハ動荷重最大應力ノ性質モ亦之ニ反ス. 今此動荷重最大應力ヲ計算スル一般式ヲ求メントス.

$P$  = 格點動荷重,  $n$  = 格間數,  $\lambda$  = 格間距離.

第 159 圖ノ影響線ヨリ明カナル如ク DE 部材ノ最大動荷重應張力ハ右ヨリ荷重ガ進ミ來リテ  $m$  番目ノ格點マデ加ハルトキニ起リ最大動荷重應壓力ハ左ヨリ荷重ガ  $(n-m-1)$  番目ノ格點マデ加ハルトキニ起ル. 然ルトキハ

$$\text{最大動荷重應張力} = +P(\eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_m)$$

第 159 圖



最大荷重應壓力 =  $-P(\eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_{n-m-1})$

$$\frac{\eta_1}{\lambda} = \frac{1 \cdot \sec\alpha}{n\lambda} \quad \therefore \eta_1 = \frac{1 \cdot \sec\alpha}{n}; \quad \frac{\eta_2}{2\lambda} = \frac{1 \cdot \sec\alpha}{n\lambda}$$

$$\therefore \eta_2 = \frac{2 \cdot \sec\alpha}{n} \quad \text{同様} = \quad \eta_m = \frac{m \cdot \sec\alpha}{n}$$

$$\eta_{n-m-1} = \frac{(n-m-1) \sec\alpha}{n}$$

故 = 最大動荷重應張力 =  $+\frac{P}{n} \sec\alpha(1+2+\dots+m)$ .

最大動荷重應壓力 =  $-\frac{P}{n} \sec\alpha(1+2+\dots+n-m-1)$ .

故 = 一般 = 最大動荷重應力ハ右或ハ左側ヨリ荷重ガ進ミ來リテ r 番目ノ格點マデ加ハルトキニ起ルモノナレバ (r ハ上式ノ m 又ハ  $n-m-1$  = 相當ス)

最大動荷重應力 =  $\pm \frac{P}{n} \sec\alpha(1+2+\dots+r)$  ..... (87)

今動荷重ガ r 番目ノ格點マデ加ハルトキ即チ或部材 = 最大動荷重應力ヲ生ズル荷重ノ位置ニ於テ

斷面 tt ノ動荷重剪斷力ヲ V トスレバ

$$V = \pm \frac{P}{n} (1+2+\dots+r) \dots\dots\dots (88)$$

故 = 最大動荷重應力 =  $\pm V \cdot \sec\alpha$  ..... (89)

即チ此場合ニ於テ  $\sec\alpha$  ハ常數ナルヲ以テ剪斷力 V ガ最大ナルトキニ應力ハ最大ナリ. 故 = 最大動荷重應力ヲ計算スルニハ最大動荷重剪斷力ヲ求メ之ニ  $\sec\alpha$  ヲ乘ズレバ可ナリ.

例題. 第 160 圖ニ於テ 支間 = 62.60 呎 構高 = 6.67 呎  
 格點動荷重 = 10.7 基呎 (但シー基呎ハ千呎ヲ表ハス).  
 格點靜荷重 = 5.35 基呎 格間距離 = 12.52 呎  
 格間數 = 5  $\sec\alpha = 1.37$

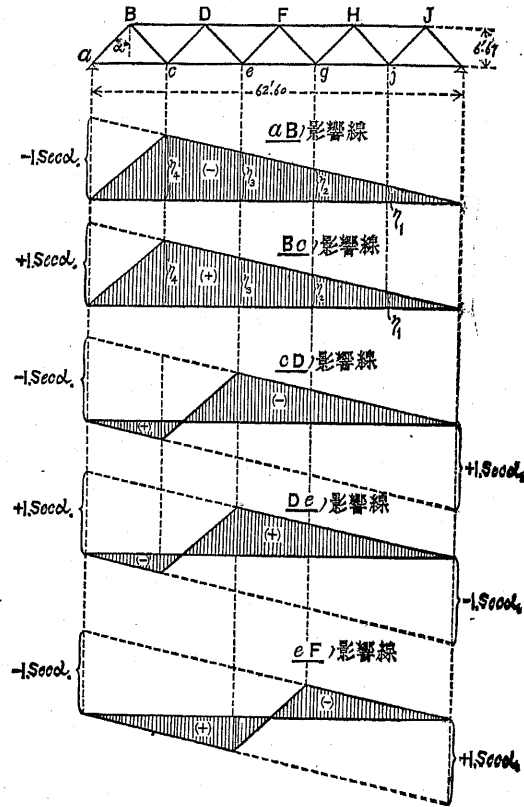
靜荷重應力ノ計算ハ前章ニ於テ述べタルヲ以テ茲ニハ結果ノミヲ表記ス.

A 表

對角材	剪斷力	應力	弦材	應力
aB	10.7 基呎	-14.7 基呎	ac	+10.1 基呎
Bc	10.7 ,,	+14.7 ,,	BD	-20.2 ,,
cD	5.35 ,,	-7.4 ,,	ce	+25.3 ,,
De	5.35 ,,	+7.4 ,,	DF	-30.3 ,,
eF	0	0	eg	+30.3 ,,

第 160 圖ノ應力影響線ヨリ各對角部材ニ最大動荷重應力ヲ起ス荷重ノ位置ヲ知ルヲ得. 例令バ部材 aB ノ應力ハ荷重ガ右ヨリ進ミ來リテ四番目ノ格點マデ加ハルトキニ最大ナル. 故 = (87) 式ヨリ應力ヲ計算スルコトヲ得. 即チ

第 160 圖



$$\text{最大動荷重應力} = -\frac{10.7}{5} \times 1.37(1+2+3+4) = -29.3 \text{ 基噸}$$

其他ノ部材ニ就テモ同様ニシテ今此等ヲ表示スレバ

B 表 (荷重ガ右側ヨリ來ル場合)

部材	r	(1+2+...+r)	$\frac{P}{n}$	$V = \frac{P}{n}(1+2+...+r)$	sec $\alpha$	最大動荷重應力
aB	4	10	2.14	21.40基噸	1.37	-29.3基噸
Bc	4	10	2.14	21.40 ,,	1.37	+29.3 ,,
cD	3	6	2.14	12.84 ,,	1.37	-17.7 ,,
De	3	6	2.14	12.84 ,,	1.37	+17.7 ,,
eF	2	3	2.14	6.42 ,,	1.37	-8.8 ,,

C 表 (荷重ガ左側ヨリ進ミ來ル場合)

部材	r	(1+2+...+r)	$\frac{P}{n}$	$V = \frac{P}{n}(1+2+...+r)$	sec $\alpha$	最大動荷重應力
aB	0	0	2.14	0 基噸	1.37	0 基噸
Bc	0	0	2.14	0 ,,	1.37	0 ,,
cD	1	1	2.14	2.14 ,,	1.37	+2.93 ,,
De	1	1	2.14	2.14 ,,	1.37	-2.93 ,,
eF	2	3	2.14	6.42 ,,	1.37	+8.80 ,,

各部材ヲ設計スルニハ普通靜荷重應力ト動荷重應力トヲ組合セタル最大應力及最小應力ヲ求ムベキナリ。即チ之ニヨリ或一ツノ部材ガ動荷重及靜荷重ノ爲ニ受クル應力ノ範圍ヲ知ルヲ得。最大及最小應力ハ同性ナルコトアリ又異性ナルコトアリ。

D表(最大及最小應力ヲ求ム)

部材	静荷重應力	動荷重右ヨリ 進ミ來ルトキ	動荷重左ヨリ 進ミ來ルトキ	最大應力	最小應力
aB	-14.7基噸	-29.4基噸	0 基噸	-44.1基噸	-14.7基噸
Bc	+14.7 〃	+29.4 〃	0 〃	+44.1 〃	+14.7 〃
cD	- 7.4 〃	-17.7 〃	+2.9 〃	-25.1 〃	- 4.5 〃
De	+ 7.4 〃	+17.7 〃	-2.9 〃	+25.1 〃	+ 4.5 〃
eF	0 〃	- 8.8 〃	+8.8 〃	- 8.8 〃	+ 8.8 〃

表中最大應力トハ其部材ノ静荷重應力ト之ト同性ノ最大動荷重應力トヲ組合セタルモノナリ、而シテ最小應力トハ静荷重應力ト之ト異性ノ最大動荷重應力トヲ組合セタルモノナリ。表中eF部材ノ最大應力ト最小應力トハ異性ナルヲ見ルベシ。因テ此部材ハ應張力及應壓力ニ抵抗スル様ニ設計スベシ。動荷重ノ爲メニ部材ガ應力ノ性ヲ變ズルハ支間ノ中央ニ近キ部材ニシテ如斯基部材ハ交番應力(Alternate Stress)ヲ受クト云フ。而シテ支間ガ大トナルニ從ツテ此交番應力ヲ受クル部材ノ數ガ増加ス。

92. はら構 (Howe Truss) コノ構ニ於テモ上下弦材ハ荷重ノ移動如何ニ拘ラズ應力ノ性質ハ變ゼズ。因テ總テノ格點ニ動荷重ガ加ハルトキニ最大動荷重應力ヲ生ズ。對角材ニ於テハ應力影響線ヨリ明カナル如ク最大動荷重應力ハ斷面ttヨリ右側ノ總テノ格點ニ荷重ガ加ハルトキニ起ル。而シテ最大動荷重應張力ハ荷重ガ斷面ヨリ左側ノ總テノ格點ニ加ハルトキニ起ル。即チ對角材ニ就テハわおれん構ノトキト略同様ナリ。

鉛直材ノ應力影響線ニ就キテ考フルニ單位荷重

ガAC間ニ在ルトキハ  $B = \frac{1}{l} \cdot x$

斷面ttヨリ右側ニ  $\Sigma V = 0$  ヲ適用スレバ

$$v + \frac{1}{l} \cdot x = 0 \quad \therefore v = -\frac{1}{l} \cdot x \dots\dots\dots (a)$$

$x=0$ ノトキハ  $v=0$  而シテ  $x=l$ ノトキハ  $v=-1$ , コノ條件ヨリ  $A'b_1$  直線ヲ得。此線中ニテ  $A'c_1$  ガ求ムル影響線ナリ。

次ニ荷重ガDB間ニ在ルトキハ  $A = \frac{1}{l} \cdot x'$

斷面ttヨリ左側ニ  $\Sigma V = 0$  ヲ適用スレバ

$$\frac{1}{l} \cdot x' - v = 0 \quad \therefore v = +\frac{1}{l} \cdot x' \dots\dots\dots (b)$$

$x'=0$ ノトキハ  $v=0$  而シテ  $x'=l$ ノトキハ  $v=+1$ , 之ヨリ  $a_1B'$  ナル直線ヲ得。此線中ニテ  $B'd_1$  ガ求ムル影響線トナル。

單位荷重ガCD間ニ在ルトキハ影響線ハ直線ニシテ  $c_1d_1$  トナル。

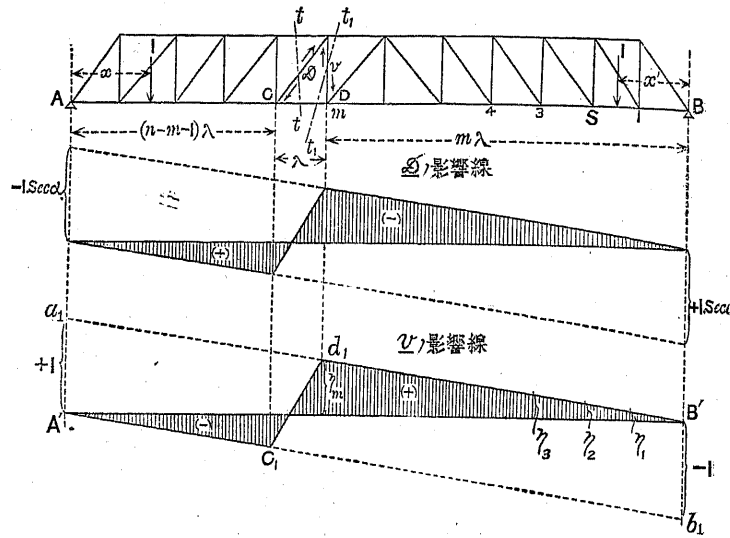
影響線ヨリ明ナル如ク最大動荷重應張力ハ斷面ttヨリ右側ノ各格點ニ荷重ガ加ハルトキニ起ル。而シテ最大動荷重應壓力ハ斷面ヨリ左側ノ各格點ニ荷重ガ加ハルトキニ起ル。

最大動荷重應張力  $= +P(\eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_m)$

$$\eta_1 = \frac{1 \cdot \lambda}{n \lambda} = \frac{1}{n} \quad \eta_2 = \frac{2}{n}$$



第 161 圖



同様ニシテ

$$\eta_m = \frac{m}{n}$$

故 = 最大動荷重應張力 =  $+\frac{P}{n}(1+2+\dots+m) \dots\dots (c)$

最大動荷重應壓力 =  $-\frac{P}{n}(1+2+\dots+n-m-1) \dots\dots (d)$

一般 = 最大動荷重應力 =  $\pm \frac{P}{n}(1+2+\dots+r) \dots\dots (90)$

茲ニ於テ V ヲ斷面  $t_1$  ニ於ケル動荷重剪斷力トス

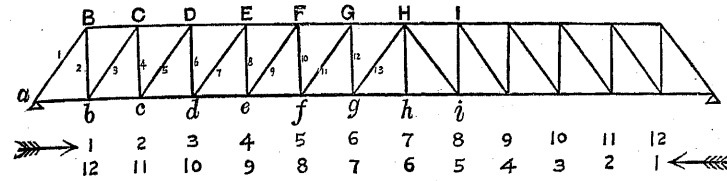
レバ

$$V = \frac{P}{n}(1+2+\dots+r)$$

故 = 最大動荷重應力 =  $\pm V \dots\dots (91)$

例題 第 162 圖ニ於テ 格間數 =  $n=13$   
格間距離 = 11.0 呎 構高 = 24.3 呎

第 162 圖



上弦格點靜荷重 = 3.42 基呎  
下弦 " " = 6.84 "  
格點動荷重 = 22.17 "

前述ノ如ク動荷重ノタメニ弦材ニ起ル應力ノ計算法ハ靜荷重應力ノトキト同様ナレバ茲ニ述ベズ。又腹材ノ靜荷重應力ヲ掲グレバ次ノ如シ。

A 表

部材	aB	Bb	bC	Cc	cD	Dd	dE	Ee
應力	-67.5	+58.0	-56.3	+47.8	-45.0	+37.6	-33.8	+27.3
部材	eF	Ff	fG	Gg	gH			
應力	-22.5	+17.1	-11.3	+6.8	0			

注意：應力ニハ基呎ノ單位ヲ用ヒタリ。

最大及最小應力ヲ計算スルニハ先ヅ次ノ表ヲ作ルヲ便トス。

B 表

荷重ノ加ハリタル格點數 r	(1+2+...+r)	動荷重ノ最大剪斷力 $V = \frac{P}{n}(1+2+\dots+r)$	對角材ノ最大動荷重應力 $D = V \cdot \sec \alpha$
12	78	133.0 基呎	146.2 基呎
11	66	112.6 "	123.7 "
10	55	93.8 "	103.1 "

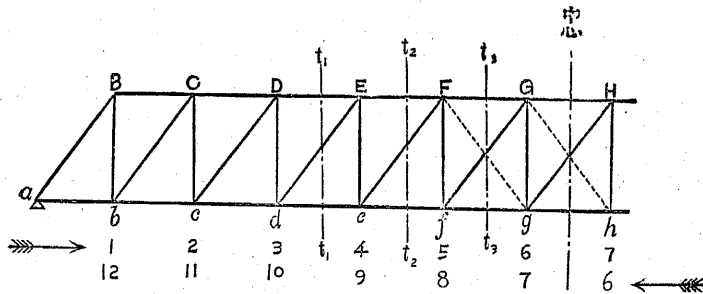
B表(續)

荷重ノ加ハリ タル格點數 r	(1+2+...+r)	動荷重ノ最大剪斷力 $V = \frac{P}{n}(1+2+...+r)$	對角材ノ最大動荷重 應力 $S = V \cdot \sec \alpha$
9	45	76.7 基听	84.4 基听
8	36	61.4 "	67.5 "
7	28	47.8 "	52.5 "
6	21	35.8 "	39.4 "
5	15	25.6 "	28.1 "
4	10	17.0 "	18.7 "
3	6	10.2 "	11.2 "
2	3	5.1 "	5.6 "
1	1	1.7 "	1.9 "

注意: 表中  $\sec \alpha = 1.1$

次ニ主ナル部材ニ就キテ其最大及最小應力ノ計算法ヲ述ベントス。

第 163 圖



對角材 aE: コノ部材ノ最大及最小應力ヲ求ムルニハ斷面  $t_1$  ヲ取ルベキナリ。然ラバB表ヨリ

荷重ガ右側ヨリ來ルトキノ最大動荷重應力 = -84.4 基听。

荷重ガ左側ヨリ來ルトキノ最大動荷重應力 = +11.2 。

故ニ  
最大應力 = -84.4 - 33.8 = -118.2 基听  
最小應力 = +11.2 - 33.8 = -22.6 。

コノ部材ニ於テハ最大及最小應力ハ同性ナリ。

對角材 cF:

荷重ガ右側ヨリ來ルトキノ最大動荷重應力 = -67.5

荷重ガ左側ヨリ來ルトキノ最大動荷重應力 = +18.7

故ニ  
最大應力 = -67.5 - 22.5 = -90.0 基听

最小應力 = +18.7 - 22.5 = -3.8 。

コノ部材ノ最大及最小應力モ亦同性ナリ。

對角材 fG:

荷重ガ右側ヨリ來ルトキノ最大動荷重應力 = -52.5

荷重ガ左側ヨリ來ルトキノ最大動荷重應力 = +28.1

故ニ  
最大應力 = -52.5 - 11.3 = -63.8 基听

最小應力 = +28.1 - 11.3 = +16.8 。

コノトキハ最大及最小應力ハ性ヲ異ニス。即チ荷重ガ左側ヨリ來ルトキハコノ對角材ハ張力ヲウクルナリ。故ニコノ部材ハ張力及壓力ニ抵抗シ得ベキ様ニ設計スベキナリ。然ラザレバコノ格間ニ方向ヲ異ニセル他ノ對角材 Eg ヲ挿入シテ之ヲ抗壓材トシテ働カシムルヲ要ス。如斯キ部材ヲ對材 (Counter) ト稱ス。此場合ニ於テ fG ガ働ク間 Eg ハ働カズ又 Eg ガ働ク間ハ fG ハ働カザルヲ以テ

fG 部材ノ最大應力 = -63.8 基听

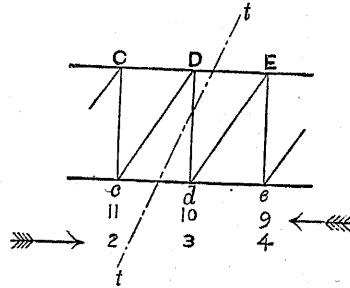
Eg 部材ノ最大應力 = -16.8 。

fG 及 Gf ノ最小應力 = 0 。

對角材 gH: 前ノ格間ニ於テ既ニ對材ヲ必要トセシヲ以テコノ格間ニモ亦對材 Gh ヲ要スルコト明ナリ。部材 gH ノ最大應力ハ動荷重ガ右側ヨリ進ミ來ルトキニ起リ亦對材 Gh ノ最大應力ハ動荷重ガ左側ヨリ進ミ來ルトキニ起ル。

故 =  $gH$  ノ最大應力 =  $-39.4$  基听  
 $gH$  ノ最小應力 =  $0$   
 又  $Gh$  ノ最大應力 =  $-39.4$  „  
 $Gh$  ノ最小應力 =  $0$  (論ズル迄モ無クコノ格間ノ對角材ノ靜荷重應力ハ零ナリ)

第 164 圖



鉛直材  $Dd$ : 鉛直材ノ應力ヲ求ムルニハ考ヘツツアル荷重ノ位置ニ對シテ働キツツアル對角材ヲ切ラザル様ニ断面ヲ通ズベキナリ。鉛直材  $Dd$  ナ考フレバコノトキハ隣リノ格間ニ對材ヲキユヘ第 164 圖ノ如ク断面ヲ通ジテ應力ヲ求ムレバ可ナリ。

荷重ガ右側ヨリ來ルトキノ最大動荷重應力 =  $+93.8$   
 荷重ガ左側ヨリ來ルトキノ最大動荷重應力 =  $-5.1$   
 最大應力 =  $+93.8 + 37.6 = +131.4$  基听  
 最小應力 =  $-5.1 + 37.6 = +32.5$  „

鉛直材  $Gg$ : コノ鉛直材ノ兩側ニ對材アル故前ノ鉛直材ト異ナリ三ツノ場合ヲ考ヘテ最大及最小應力ヲ決スベキナリ。

- (a) 對角材  $Gf$  及  $Hg$  ガ同時ニ働ク場合。
- (b) 對材  $Fg$  及  $Gh$  ガ同時ニ働ク場合。
- (c) 對角材  $Gf$  及對材  $Gh$  ガ同時ニ働ク場合。

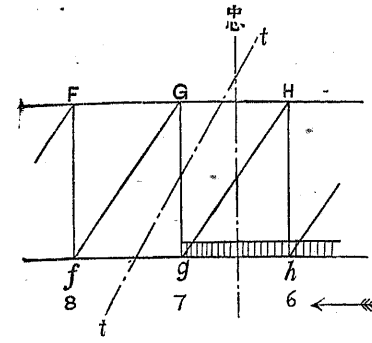
尙此外ニ對材  $Fg$  及對角材  $Hg$  ガ同時ニ働ク場合ヲ想像スルヲ得ルモコレハ實際ニ起ルコト能ハザルヲ以テ考フル必要ナシ。

第 165 圖ノ如ク動荷重ガ右側ヨリ進ミ來リテ  $g$  迄格點荷重ガ加ハルトキヲ考フルニ (圖ニ於テ等布荷重ノ如ク見ユルハ便宜上ノ記號ニシテ其點マデ格點荷重ガ加ハレルコトヲ示ス)。

$Gf$  ノ動荷重應力 =  $-52.5$      $Gf$  ノ靜荷重應力 =  $-11.3$

故 =  $Gf$  ノ合成應力 =  $-63.8$  基听

第 165 圖



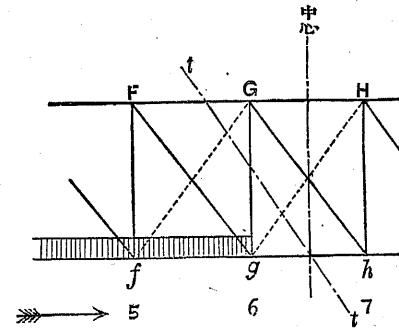
故 = コノ荷重ノ位置ニ於テハ部材  $Gf$  ガ働キツツアルヤ明カナリ。而シテ

$Hg$  ノ靜荷重應力 =  $0$   
 $Hg$  ノ動荷重應力 =  $-(47.8 - 22.2) \times 1.1 = -28.16$

故 = コノ荷重位置ニ於テ部材  $Hg$  モ亦抗壓材トシテ働キツツアルヤ明カナリ。故ニ圖ニ示ス如キ断面ヲ通ジテ  $Gg$

ノ應力ヲ求ムルコトヲ得。  $Gg$  ノ最大動荷重應力 =  $+47.8$   
 靜荷重應力 =  $+6.8$  故ニ合成應力 =  $+47.8 + 6.8 = +54.6$  基听。

第 166 圖



第 166 圖ノ如ク荷重ガ左ヨリ格點  $g$  マデ進ミ來ルトキヲ考フルニ

$Gf$  ノ動荷重應力 =  $+(35.8 - 22.2) \times 1.1 = +14.96$   
 $Gf$  ノ靜荷重應力 =  $-11.3$

故ニ合成應力 =  $+14.96 - 11.3 = +3.7$  基听

然ラバ  $Gf$  ハ張力ヲウクル故對材  $Fg$  ガ働クベキナリ。

次ニ  $Gh$  ノ靜荷重應力 =  $0$   
 $Gh$  ノ動荷重應力 =  $-39.4$

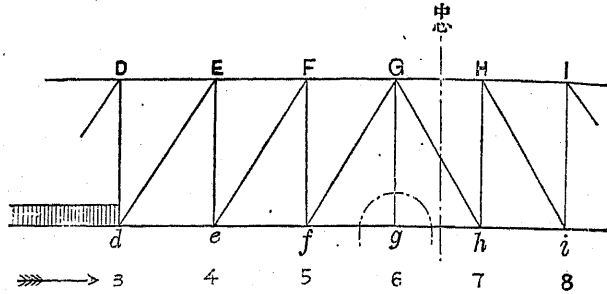
故ニ合成應力 =  $-39.4$

從ツテ  $Gh$  ガ働キツツアルヤ明カナリ。故ニ第 166 圖ニ示ス場合ハ實現セラル。コノトキノ断面ノ通シ方ハ圖ノ如シ。

$Gg$  ノ靜荷重應力 =  $-3.4$

Ggノ動荷重應力=+35.8  
 故= 合成應力=+35.8-3.4=+32.4基听.

第167圖



次=第167圖=示ス如ク荷重ガ左ヨリ格點dマデ進ミ來ルト  
 キヲ考フル=

Gfノ動荷重應力=+11.2

Gfノ靜荷重應力=-11.3

故= 合成應力=-0.1基听  
 依テコノ荷重=テハGfガ働キツツアリ.

Ghノ靜荷重應力=0

Ghノ動荷重應力=-11.2

Ghノ合成應力=-11.2基听.

故= Ghガ働キツツアルヤ明カナリ. 然ラバ圖ノ如キ斷面ヲ通  
 シテGgノ應力ヲ求ムルコトヲ得.

靜荷重應力=+6.8 動荷重應力=0

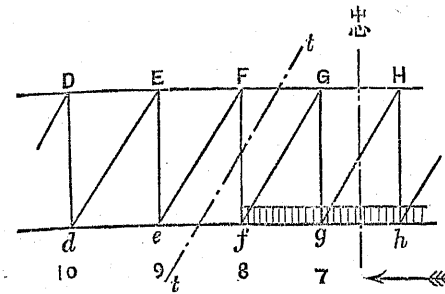
合成應力=+6.8基听

以上三ツノ場合ヨリ求メタル合成應力ヲ比較シテ次ノ結果ヲ  
 得.

最大應力=+54.6基听 最小應力=+6.8基听

直材Ef: 荷重ガ第168圖=示ス如ク右側ヨリ進ミテ格點f

第168圖

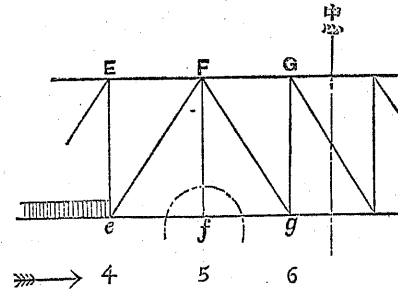


荷重ガ右側ヨリ來ルトキノ最大動荷重應力=+61.4

靜荷重應力=+17.1

故= 最大應力=+61.4+17.1=+78.5基听

第169圖



對材Egノ動荷重應力=-18.7

對材Egノ靜荷重應力=+11.3

故= 合成應力=-7.4基听

即チEg對材ハ抗壓材トシテ働キツツアルヲ知ル. 然ラバ圖ノ  
 如キ斷面ヲ通スコトヲ得. 然ルトキノ

合成應力=+6.8基听

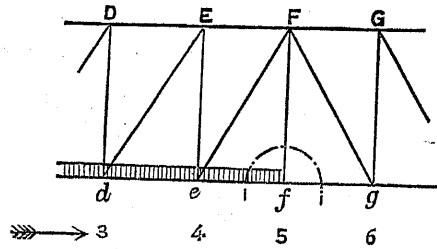
第170圖=示ス如ク尙荷重ガ右ニ進ミテ格點fマデ來ルトキノ  
 考フル=コノトキ部材Egハ働キツツアルヤ否ヤヲ檢セントス.

動荷重ガ左側ヨリ來ルトキノEgノ應力=-28.1

マデ來ルトキノ對角  
 材Gfガ働キツツアル  
 コトハ容易ニ知ルヲ  
 得. 而シテ部材Eeハ  
 荷重ガ如何ナル位置  
 ニアルモ常ニ働キツ  
 ツアルナリ. 故ニ圖  
 ノ如キ斷面ヲ通スコ  
 トヲ得.

第169圖ノ如ク荷重ガ  
 左側ヨリ格點eマデ  
 來ルトキノ對材Egガ  
 働キツツアルカナ檢  
 セントス.  
 夫ニハEgガ働キツ  
 ツアルトシテ應力ヲ  
 求ムレバ

第170圖



Egノ静荷重應力  
 = +11.3  
 故 = 合成應力  
 = -16.8 基听  
 即チEgガ働キツツア  
 ルヲ知ルベシ。而シ  
 テFeハ常ニ働キツツ  
 アルヲ以テ圖ノ如キ

断面ヲ通スコトヲ得。

故 = 動荷重應力 = +22.2  
 静荷重應力 = +6.8

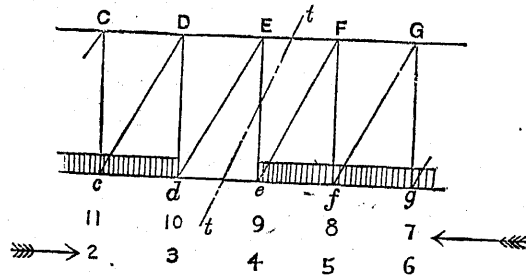
合成應力 = +22.2 + 6.8 = +29.0 基听

故 = 第169圖及第170圖ノ場合ノ合成應力ヲ比較シテ

最小應力 = +6.8 基听

鉛直材Ee: コノ部材ノ兩隣ニハ對材ナキヲ以テ如何ナル動

第171圖



荷重ノ位置ニ對シテモ圖ノ如キ断面ヲ通スコトヲ得。

右側ヨリ動荷重ガ來ルトキノ最大動荷重應力 = +76.7

静荷重應力 = +27.2

故 = 最大應力 = +76.7 + 27.2 = +103.9 基听

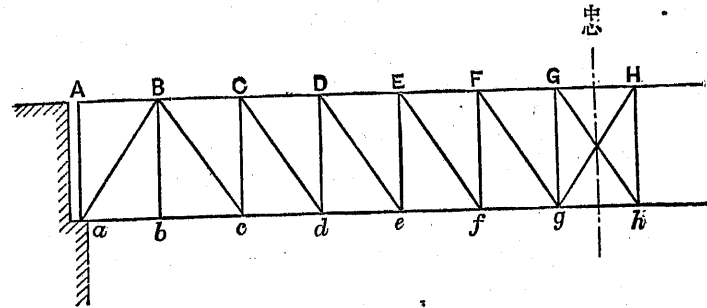
荷重ガ左ヨリ來ルトキノ最大動荷重應力 = -10.2

静荷重應力 = +27.2

故 = 最小應力 = -10.2 + 27.2 = +17.0 基听

93. ぶらっと構 (Pratt Truss) コノ構ハ其對角材  
 ガ張力ヲウクル様ニ設計セルモノナリ。一般ニ應  
 力ノ計算ハ前節ニ於ケルト同様ナレバ茲ニハ例ヲ  
 以テ説明セントス。

第172圖



格間數 = n = 13 支間 = 231 呎  $\frac{1}{4}$  吋

構高 = 24 呎 格點動荷重 = 88.85 基听

上弦格點静荷重 = 21.7 基听

下弦格點静荷重 = 12.7 基听

A表 (静荷重應力)

部材	aB	Bb	Bc	cC	Cd	dD	De
應力	-256.8	+12.7	+214.0	-159.3	+171.2	-124.9	+128.4

部材	eE	Ef	fF	Fg	gG	Gh
應力	-90.5	+85.6	-56.1	+42.8	-21.7	0

最大動荷重應力ヲ計算スル爲ニ次ノ表ヲ作ルヲ便トス。

B表

荷重ノ加ハル格點數 $r$	$(1+2+\dots+r)$	最大動荷重剪斷力 $=\frac{P}{n}(1+2+\dots+r)$	對角材ノ應力 V.sec $\alpha$
12	78	533.1 基听	663.3 基听
11	66	451.1 "	561.1 "
10	55	375.9 "	467.8 "
9	45	307.6 "	382.7 "
8	36	246.0 "	306.2 "
7	28	191.4 "	238.1 "
6	21	143.5 "	178.6 "
5	15	102.5 "	127.6 "
4	10	68.3 "	85.0 "
3	6	41.0 "	51.0 "
2	3	20.5 "	25.5 "
1	1	6.8 "	8.5 "

鉛直材  $aA$ : コノ部材ハ唯格點荷重ノ半分ヲウクルノミナ

リ。故ニ

$$\text{最大應力} = -\frac{1}{2}(88.85+21.7) = -55.3 \text{ 基听}$$

$$\text{最小應力} = -\frac{1}{2} \times 21.7 = -10.9 \text{ 基听}$$

鉛直材  $Bb$ : コノ部材ハ動荷重ニハ關係ナク唯格點  $b$ ニ加ハル靜荷重ノミヲウク。

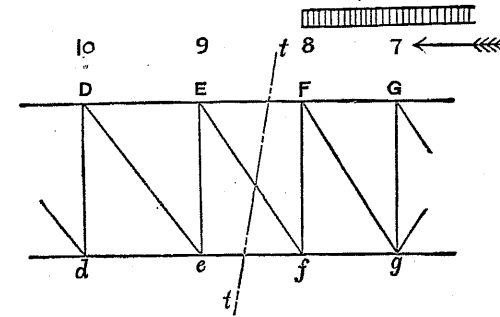
故ニ  $Bb$ ノ應力 = +12.7 基听

對角材  $Ef$ : 第173圖ノ如ク荷重ガ加ハルトキハ B表ヨリ

$$\text{最大動荷重應力} = +306.2$$

$$\text{靜荷重應力} = +85.6$$

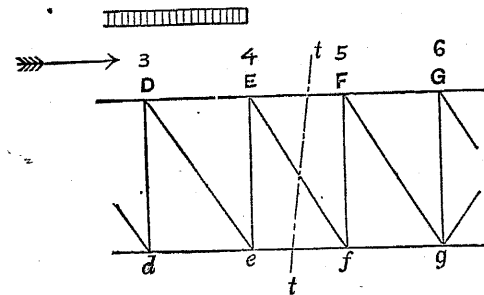
第173圖



故ニ

$$\text{最大應力} = +391.8 \text{ 基听}$$

第174圖



第174圖ノ如ク荷重ガ加ハルトキハ

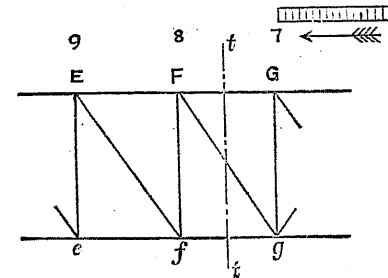
$$\text{最大動荷重應力} = -85.0$$

$$\text{靜荷重應力} = +85.6$$

$$\text{最小應力} = +85.6 - 85.0 = +0.6 \text{ 基听}$$

對角材  $Fg$ : 第175圖ノ如ク荷重ガ加ハルトキハ

第175圖



$$\text{最大動荷重應力} = +238.1$$

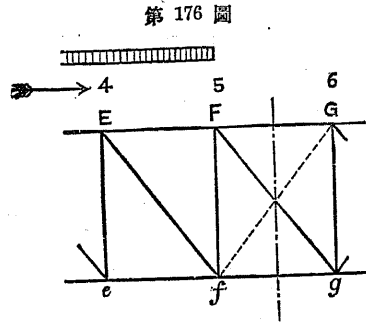
$$\text{靜荷重應力} = +42.8$$

故ニ

$$\text{最大應力} = +238.1 + 42.8 = +280.9 \text{ 基听}$$

第176圖ニ示セル如ク荷重ガ加ハルトキハ

$$\text{最大動荷重應力} = -127.6$$



第176圖

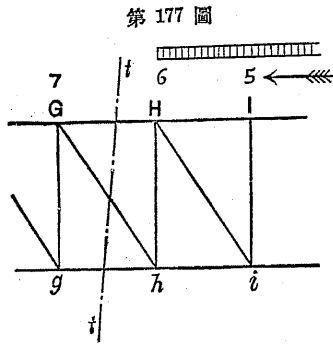
静荷重應力 = +42.8  
 合成應力 = -127.6 + 42.8  
 = -84.8

故 = コノトキハ部材 Gf ガ働クナリ。即チコノ格間ニハ對材ヲ要スルコトヲ知ル。

對材 Gf ノ最大應力 = +84.8 基听

Gf 及ビ Fg ノ最小應力 = 0

對角材 Gh: 第177圖ノ如ク



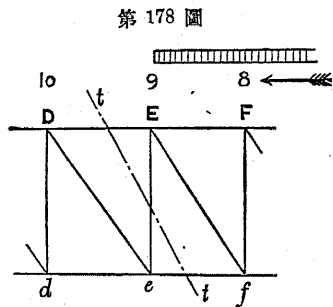
第177圖

荷重ガ右ヨリ來ルトキハ部材 Gh ノ最大動荷重應力 = +178.6

荷重ガ左ヨリ來ルトキハ部材 Hg ノ最大動荷重應力 = +178.6

部材 Gh 及ビ Hg ノ最大應力 = +178.6 基听

部材 Gh 及 Hg ノ最小應力 = 0



第178圖

鉛直材 Ee: 第178圖ニ示ス如ク荷重ガ右ヨリ E 格點マデ來ルトキハ

最大動荷重應力 = -307.6

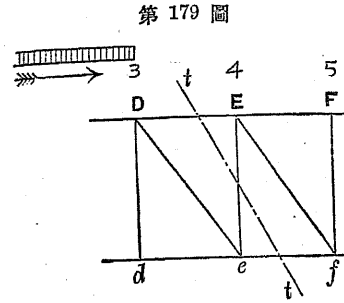
静荷重應力 = -90.5

最大應力 = -307.6 - 90.5 = -398.1 基听

第179圖ノ如ク荷重ガ左側ヨリ格點 D マデ乘ルトキハ

最大動荷重應力 = +41.0

静荷重應力 = -90.5



第179圖

故 = 最小應力 = +41.0 - 90.5  
 = -49.5 基听

鉛直材 Ef: 第180圖ニ於テ

最大動荷重應力 = -246.0

静荷重應力 = -56.1

故 = 最大應力 = -246.0 - 56.1  
 = -302.1 基听

第181圖ノ如キ動荷重ノ位置

= 於テ先ヅ部材 Fg ガ働キツ

ツアルヤ否ヤチ知リ夫ニ由リ

テ斷面ヲ通スベキナリ。格間

FG = 於ケル動荷重剪斷力ハ

-68.3 基听ナリ。而テ同格間ニ

於ケル静荷重剪斷力ハ

+21.7 + 12.7 = +34.4 基听ナリ。

故 = 合成剪斷力 = -68.3

+34.4 = -33.9

故 = コノ格間ニ於テハ對材 Gf

ガ働キツツアルコトヲ知ル。

因テ圖ノ如キ斷面ヲ通ズ。

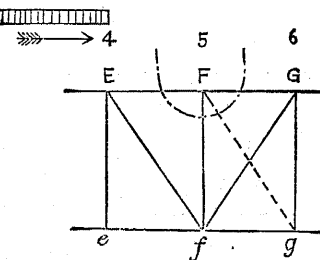
然ラバ

Ef ノ最小應力 = -21.7 基听

鉛直材 Gg: 第182圖ニ於テ

最大動荷重應力 = -191.4

静荷重應力 = -21.7



第181圖

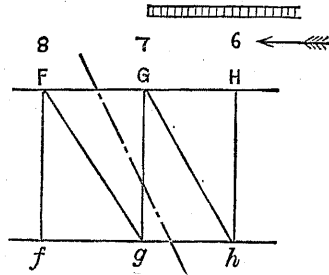
故 = 最大應力 = -191.4 - 21.7 = -213.1 基听

第183圖ノ如ク動荷重ガ左ヨリ進ミテ格點 C マデ來ルトキチ考

フルニ格間 GH = 於テハ静荷重剪斷力ガ零ナルヲ以テ

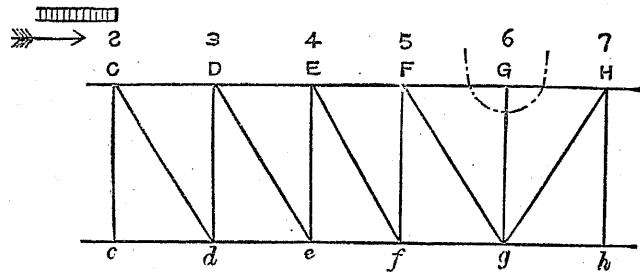
格間 GH ノ動荷重剪斷力 = -20.5

第 182 圖



故 = コノ格間 = 於テハ部材 Hg ガ働キツツアルヲ知ル。  
 次 = 格間 FG ノ動荷重剪斷力 = -20.5  
 格間 FG ノ靜荷重剪斷力 = +21.7 + 12.7 = +34.4

第 183 圖

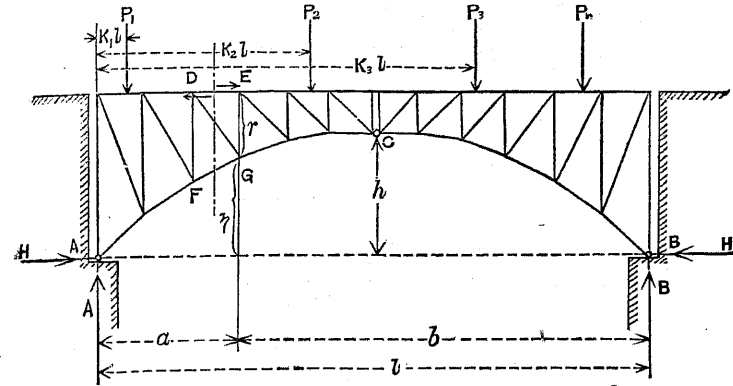


故 = 合成剪斷力 = +34.4 - 20.5 = +13.9  
 然ラバコノ格間 = 於テハ Fg カ働キツツアルヲ知ル。因テ圖ノ如キ斷面ヲ通スコトヲ得。Gg ノ最小應力 = -21.7 基噸。

94. 三鉸拱構 (Three-Hinged Arch). 三鉸拱構ガ或荷重ヲ受クルトキニ起ル反力ハ全ク靜力學ノ平衡條件ニ依リテ計算スルコトヲ得。今荷重ハ鉛直ニ加ハリ鉸點 A 及 B ハ同一ノ高サニアリトス。

鉸點 A = 對スル力率ヲ零ニスレバ

第 184 圖



$$B = \frac{P_1}{l} K_1 l + \frac{P_2}{l} K_2 l + \dots + \frac{P_n}{l} K_n l$$

$$B = P_1 K_1 + P_2 K_2 + \dots + P_n K_n$$

$$\therefore B = \sum P \cdot K \dots \dots \dots (a)$$

同様ニシテ B 點 = 對スル力率ヲ零ニスレバ

$$A = \sum P(1 - K) \dots \dots \dots (b)$$

即チ三鉸拱構ノ兩端ノ反力ハ同一ノ荷重ヲ受クル單構ニ起ル反力ニ等シ。

次 = C 點 =  $\sum M = 0$  ヲ適用スレバ

$$A \frac{l}{2} - \sum P \left( \frac{l}{2} - Kl \right) - H \cdot h = 0$$

$$\therefore H = \frac{l}{2h} \left[ A - \sum P(1 - 2K) \right] \dots \dots \dots (92)$$

次 = 任意ノ上弦材 DE ノ應力ヲ求ムルニハ G ヲ力



率原點トスベキナリ. G點 =  $\Sigma M=0$  ヲ適用スレバ

$$A.a - \Sigma_A^G P(a-Kl) - H.\eta + \mathcal{U}r = 0$$

$$\therefore \mathcal{U} = -\frac{A.a - \Sigma_A^G P(a-Kl)}{r} + H.\frac{\eta}{r}$$

上式中ノ第一項ハ構 AB ヲ單構ト見做セルトキニ部材 DE ニ起ル應力ナリ. 故ニコレヲ  $\mathcal{U}_0$  トスレバ

$$\mathcal{U} = -\mathcal{U}_0 + H.\frac{\eta}{r} \dots \dots \dots (93)$$

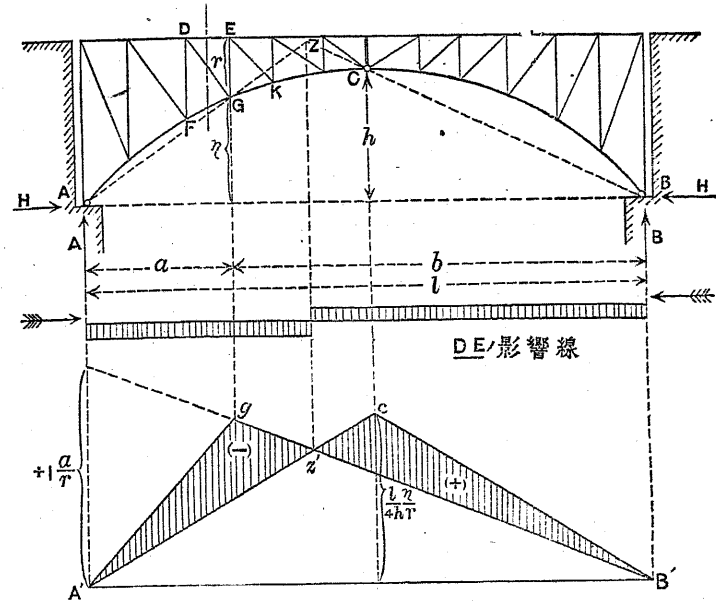
故ニ部材ノ應力影響線ヲ引クニハ先ヅ單構トシテ其部材ノ應力影響線ヲ引キ之ト  $H.\frac{\eta}{r}$  線トヲ合成スレバ可ナリ.

次ニ單位荷重ガ移動スルトキ水平反力 H ハ如何ナル變化ヲナスカヲ考フルニ (92) 式ヨリ直線變化ヲナスコトヲ知ルベシ. 而シテ

$$K = \frac{1}{2} \text{ナルトキ最大ニシテ } H = l/4h$$

ナルコトヲ知ル. 故ニ H ノ影響線ハ二等邊三角形ニシテ其高サハ  $l/4h$  ナリ. 從ツテ  $H.\frac{\eta}{r}$  線モ亦二等邊三角形ニシテ其高サハ  $l.\eta/4hr$  ナリ. 即チ第 185 圖ニ於テ  $A'gB'$  ハ  $\mathcal{U}_0$  影響線ニシテ  $A'cB'$  ハ  $H.\frac{\eta}{r}$  線ナリ. 故ニ兩者ノ縦距ノ差ヲ取レバ夫ガ應力影響線ヲ表ハス. 此二ツノ線ハ圖ノ如ク Z' 點ニ於テ交ル 即チ Z'

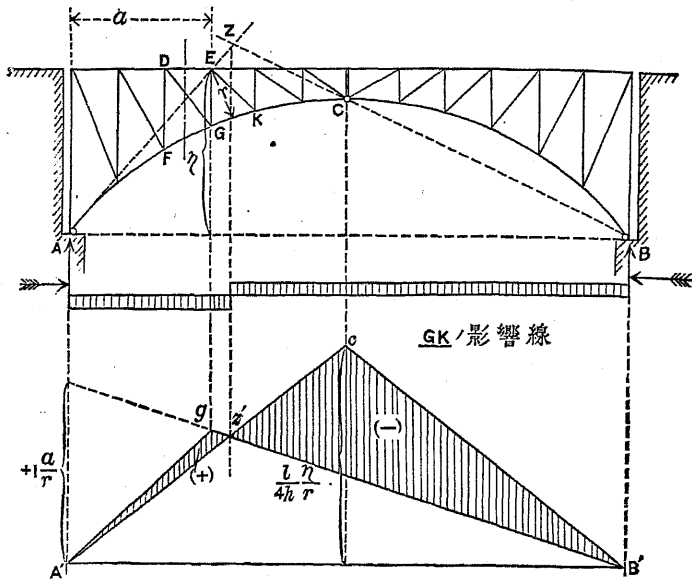
第 185 圖



Z' 點ノ直上ニ荷重ヲ加フルトモ部材 DE ニハ應力ヲ生ゼズ. 此 Z' 點ハ直線 AG 及 BC ノ交點 Z ノ直下ニ在ルベキナリ. コレハ影響線ヲ畫クトキノ照査トナル. 何トナレバ Z 點ニ荷重ヲ加フレバ A 及 B ニ起ル反力ハ夫々 AG 及 BC ノ方向ヲ有スレバナリ. 然ラバ此トキノ G 點ノ力率ハ零ナリ. 即チ DE 部材ノ應力ハ零ナリ.

第 186 圖ハ部材 GK ノ應力影響線ヲ示シ其作圖ハ前同様ナリ. 此等ノ影響線ヨリ或並材ニ最大應張

第 186 圖



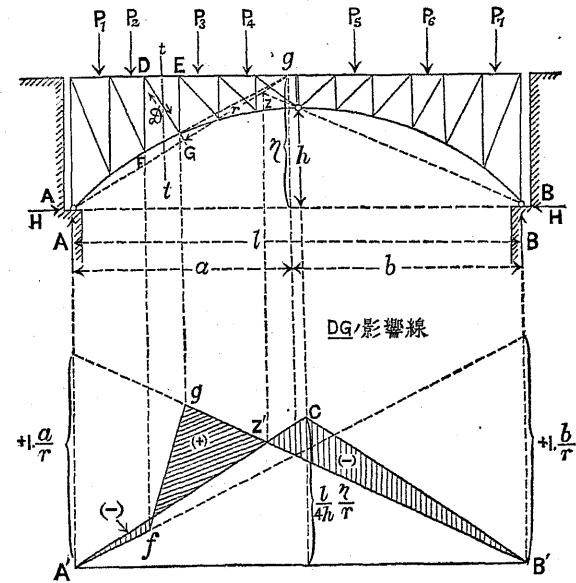
力或ハ應壓力ヲ起スベキ動荷重ノ位置并ニ其大サヲ決定スルコトヲ得。

第 187 圖ニ於ケル如ク對角材 DG ノ應力影響線ヲ求ムルニハ先ヅ圖ノ如キ構ニ任意ノ荷重  $P_1, P_2, \dots, P_n$  ガ加ハリタリトス。DG ノ應力ヲ求ムルトキノ力率原點ハ  $g$  點ニ在ルヤ明ナリ。斷面  $tt$  ヲ通シ左側ノ平衡ヲ考フレバ

$$A \cdot a - m - H \cdot \eta - \mathcal{D} \cdot r = 0$$

上式中ノ  $m$  ハ AD ノ部分ニ加ハレル荷重ノ力率原點  $g$  ニ對スル力率ナリ。

第 187 圖



$$\mathcal{D} = \frac{Aa - m - H \cdot \eta}{r}$$

今  $A \cdot a - m = m_0$  トスレバコノ  $m_0$  ハ構 AB ヲ單構ト見做シタルトキ斷面  $tt$  ヨリ左側ニ於ケル外力ノ  $g$  點ニ對スル力率ナリ。

然ルトキハ

$$\mathcal{D} = \frac{m_0}{r} - H \cdot \frac{\eta}{r} \dots \dots \dots (94)$$

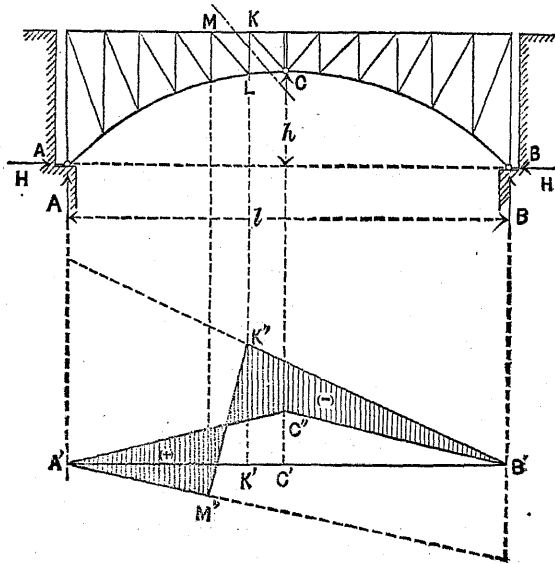
上式中ノ  $m_0/r$  ハ構 AB ヲ單構ト見做シタルトキノ部材 DG ノ應力ナリ。故ニ之ヲ  $\mathcal{D}_0$  トスレバ

$$D = D_0 - H \frac{\eta}{r} \dots \dots \dots (95)$$

依リテ DG ノ應力  $D$  ノ影響線ヲ引クニハ先ツ AB  
ヲ單構ト見做シテ其部材ノ應力影響線ヲ引キ之ト  
 $H \frac{\eta}{r}$  線トヲ合成スレバ可ナリ。即チ圖ニ於テ  $A'gB'$   
ハ  $D_0$  影響線、 $A'cB'$  ハ  $H \frac{\eta}{r}$  線ニシテ其面積ノ差ガ所  
要ノ面積ナリ。コノトキモ Z ノ如キ點ニ荷重ヲ加  
フルトモ DG ニハ應力ヲ生ゼズ。之ハ前圖同様ニ  
證明スルコトヲ得、影響線ノ形ヲ知レバ之ニ由リテ  
最大動荷重應力ヲ生ズル荷重ノ位置ヲ知ルヲ得。

次ニ鉛直材 KL ノ應力影響線ヲ引クニハ弦材ノ

第 188 圖

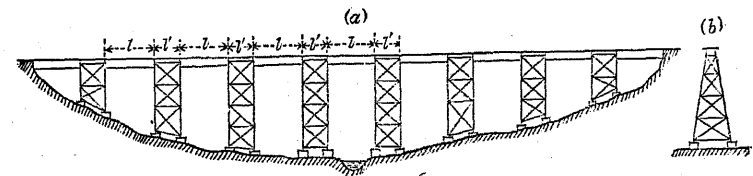


交點ヲ力率原點トシテ  $\Sigma M = 0$  ヲ適用スルヨリハ剪  
斷力ノ式ヲ用フルヲ便トス。

第 188 圖ニ於テ  $K'$  及  $M'$  ヲ定ムルニハ  $K$  及  $M$  點ニ  
夫々單位荷重ヲ加ヘ AB ヲ單構ト見做シテ部材 KL  
ニ起ル應力ヲ計算スレバ可ナリ。次ニ水平反力  $H$  ノ  
影響ヲ考フルニ  $C$  點ニ單位荷重ヲ置ケバ  $A$  及  $B$  點  
ニ夫々水平反力  $l/4h$  ヲ生ズ。故ニコノ  $l/4h$  ノ爲メ  
ニ KL ニ起ル應力ヲ計算シテ夫ヲ  $C'O''$  ノ長サニ取  
リテ  $A'$  及  $B'$  ト  $C''$  トヲ結ベバ可ナリ。如斯ニシテ  
最後ニ得タル應力影響線ハ圖ノ如シ。

95. 構脚 (Trestle Bent) 第 189 圖ハ深谷ヲ横ギル陸  
橋 (Trestle or Viaduct) ノ普通ノ形ヲ示スモノニシテ  
軌道ハ交互ニ支間  $l$  及  $l'$  ヲ有スル鈹桁或ハ構ニ依

第 189 圖



ツテ支持セラレ。而シテ連續二支間ノ相隣レル支  
端ハ一對ノ柱ニテ支持セラレ其柱ノ頂上ハ略鈹桁  
又ハ構ノ直下ニ在リ。此等ノ柱ハ下方ニ向ツテ外  
側ニ傾斜セリ。各支間ニ於テニツノ構或ハ鈹桁ノ

支端ヲ支フル一對ノ柱ハ軌道ニ直角ナル鉛直面中ニ於テ横抗壓材及ビ對角材ニテ連結サルルコト圖ノ如シ。(b)圖參照). ニツノ柱ト筋違(Bracing)トヲ總稱シテ構脚(Trestle Bent)ト謂フ. 短支間  $l$  ノ兩端ニ於ケル構脚ハ軌道ノ方向ニ並行ナル傾斜面中ニ於テ筋違材ニヨリテ連結サル((a)圖參照). ニツノ構脚ト筋違トヲ總稱シテ塔(Tower)ト謂フ. 筋違材ノ應力ハ普通ノ靜力學ニ由リ計算スルヲ得. 今桁ヨリニツノ柱ニ傳ヘラルル荷重ヲ夫々  $P$  トス. (第190(a)圖). 風壓ノ合成力ハ  $H$  ニシテ塔頂ヨリ  $h$  ノ高サニ働クトス. 各柱ガ鉛直線トナス角ヲ  $\theta$  トス. 水平材  $AA'$  及  $BB'$  等ハ張力或ハ壓力ヲ受クルコトヲ得ベク對角材ハ張力ノミヲ受クル様ニ設計スルヲ普通トス. 格間ノ高サヲ  $h_1, h_2$  等トシ此等ノ格間ノ底幅ヲ  $b_1, b_2$  等トス. 而シテ格點  $B, C, D$  等ニ於ケル靜荷重ヲ  $W_1, W_2$  等トス. 今各部材ノ應力ヲ求メントス.

先ヅ鉛直荷重ヨリ起ル應力ヲ求メントス. 對稱荷重ヲ受クルトキハ對角材ハ働カザルヲ以テ格點ニ加ヘラレタル靜荷重ヲ柱ノ方向及水平部材ノ方向ニ分解スレバ(第190圖(b))

$$\text{部材 } AB \text{ 或ハ } A'B' \text{ ノ應力} = -P \cdot \sec\theta.$$

$$\text{部材 } BC \text{ 或ハ } B'C' \text{ ノ應力} = -(P + W_1) \sec\theta.$$

$$\left. \begin{aligned} \text{部材 } CD \text{ 或ハ } C'D' \text{ ノ應力} &= -(P + W_1 + W_2) \sec\theta. \\ \text{部材 } AA' \text{ ノ應力} &= -P \cdot \tan\theta. \\ \text{部材 } BB' \text{ ノ應力} &= -W_1 \cdot \tan\theta. \\ \text{部材 } CC' \text{ ノ應力} &= -W_2 \cdot \tan\theta. \end{aligned} \right\} \dots (a)$$

即チ此等ノ應力ハ皆應壓力ニシテ鉛直荷重ヨリ起ルモノナリ.

次ニ任意ノ柱ニ起ル風壓應力ヲ求メントセバ其柱ヲ水平面ニテ切斷スベシ. 而シテ此斷面ハ三部材ヲ切ルヲ以テ他ノ二部材ノ交點ヲ力率原點ニ取リテ平衡條件式  $\Sigma M = 0$  ヲ適用スレバ可ナリ. 例令バ  $BC$  部材ニ對スル力率原點ハ  $B'$  ナルガ如シ. 今  $AB$  ノ應力ヲ求メントスレバ便宜上  $A$  點ニ極ク接近シテ斷面  $tt$  ヲ通スベシ.  $S$  ヲ  $AB$  部材ノ(第190圖(c))應力トシ.  $S$  ヲ水平分力  $S_h$  及鉛直分力  $S_v$  ニ分解スレバ  $S_h = S \cdot \sin\theta$ ,  $S_v = S \cdot \cos\theta$

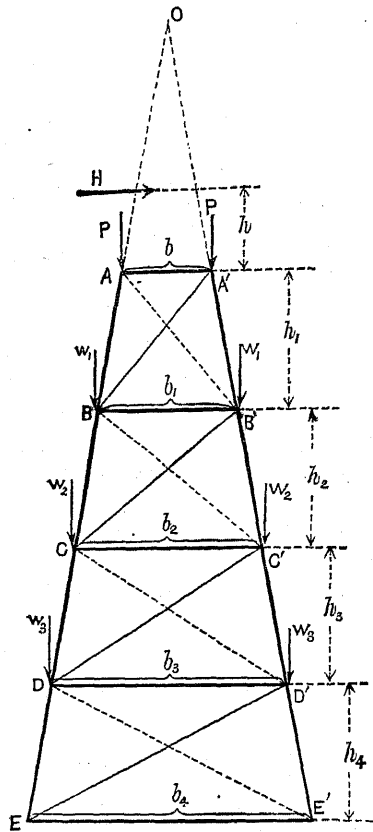
(c)圖ノ如ク  $S$  ノ代リニ  $S \cdot \sin\theta$  及  $S \cdot \cos\theta$  ヲ加ヘテ斷面  $tt$  ヲ上ノ部ニ  $\Sigma M = 0$  ヲ應用スレバ

$$S \cdot \cos\theta \cdot b - H \cdot h = 0$$

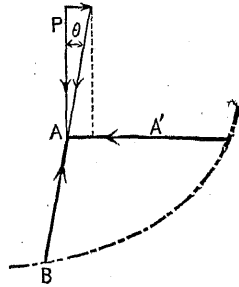
上式中ノ  $S \cdot \sin\theta$  ノ力率ハ零ナリ.

$$\therefore S = +H \frac{h}{b} \sec\theta$$

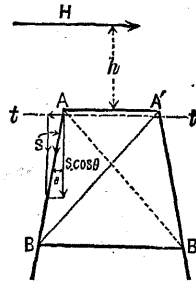
第190(a)圖



(b)



(c)



即チ ABノ應力 =  $+H \frac{h}{b} \sec\theta$

同様ニシテ A'B'ノ應力 =  $-H \frac{h+h_1}{b_1} \sec\theta$  .....(b)

BCノ應力 =  $+H \frac{h+h_1}{b_1} \sec\theta$

B'C'ノ應力 =  $-H \frac{h+h_1+h_2}{b_2} \sec\theta$

如斯ニ風壓ハ風下ノ方ノ柱ノ應壓力ヲ増シ風上ノ方ノ應壓力ヲ減ズルヲ見ルベシ。

水平部材ノ應力ヲ求ムルニハ其部材ヲ切ル斷面ヲ通シ其以上ノ部分ニ對シテ  $\Sigma H=0$  ナル條件ヲ適用スレバ可ナリ。例令バ BB' 部材ヲ考フルニ斷面ニテ BC, BB', 及 A'B' ヲ切レバ(第190圖(d))

$$H - \overline{BC} \cdot \sin\theta - \overline{A'B'} \cdot \sin\theta + \overline{BB'} = 0$$

$$\therefore H - H \frac{h+h_1}{b_1} \tan\theta - H \frac{h+h_1}{b_1} \tan\theta + \overline{BB'} = 0$$

$$\therefore \overline{BB'} \text{ノ應力} = 2H \frac{h+h_1}{b_1} \tan\theta - H$$

同様ニシテ

$$\overline{CC'} \text{ノ應力} = 2H \frac{h+h_1+h_2}{b_2} \tan\theta - H$$

或ハニツノ柱ノ交點Oヲ力率原點トシテ  $\Sigma M=0$ ヲ適用スルモ可ナリ。(例題ヲ見ヨ)。

次ニ對角材ヲ考フルニ斷面  $t_2 t_2$ ヲ通シテ(第190圖e))

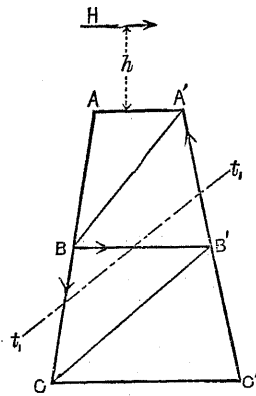
$\Sigma V=0$ ヲ適用スレバ

$$\overline{BA'} \cos\theta_1 + \overline{AB} \cos\theta - \overline{A'B'} \cos\theta = 0$$

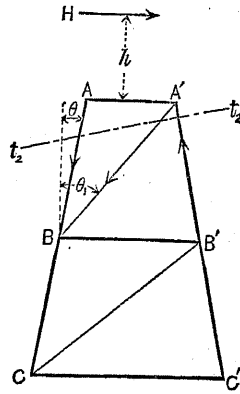
$$\therefore \overline{BA'} \cos\theta_1 = H \frac{h+h_1}{b_1} \sec\theta \cdot \cos\theta - H \frac{h}{b} \sec\theta \cdot \cos\theta$$

$$\therefore \overline{BA'} \text{ノ應力} = H \left( \frac{h+h_1}{b_1} - \frac{h}{b} \right) \sec\theta_1 \dots\dots\dots(d)$$

第 190 (d) 圖



(e)



同様ニシテ他ノ總テノ對角材ノ應力ヲ求ムルヲ得。對角材ノ應力モ亦 O 點ヲ力率原點トシテ  $\Sigma M=0$  ヨリ求ムルヲ得。

例題 附圖 II (4) = 於テ對角材ノ應力ヲ求ムルニハ力率原點ヲ A 點ニ取ルベキナリ。然ラバ 1-2 部材ノ應力ニ對シテハ

$$1-2 \times 15.9 + 3,000 \times 19.3 = 0 \quad \therefore 1-2 \text{ノ應力} = -3,640\#$$

又 3-4 部材ニ對シテハ

$$3-4 \times 32.0 + 3,000 \times 19.3 + 2,000 \times 34.3 = 0$$

$$\therefore 3-4 \text{ノ應力} = -3,950\#$$

5-6 部材ニ對シテハ

$$5-6 \times 48.5 + 3,000 \times 19.3 + 2,000 \times 34.3 + 2,000 \times 49.3 = 0$$

$$\therefore 5-6 \text{ノ應力} = -4,650\#$$

反力  $R_1$  ナ知ルニハ  $h$  ナ力率原點ニ取レバ可ナリ。

$$\text{即チ} \quad R_1 \times 30 + 2,000 \times 15 + 2,000 \times 30 + 3,000 \times 45 = 0$$

$$\therefore R_1 = +7,500\# \quad R_2 = -7,500\#$$

次ニ部材 2-3, 4-5, 6-7 ナ求ムルニハ夫々  $b, c$  及  $d$  ナ力率原

點ニ取レバ可ナリ。即チ

$$2-3 \times 15.6 - 3,000 \times 15 = 0 \quad \therefore 2-3 \text{ノ應力} = +2,885\#$$

$$3-4 \text{ノ應力} = -2,885\#$$

$$4-5 \times 22.4 - 3,000 \times 30 - 2,000 \times 15 = 0$$

$$\therefore 4-5 \text{ノ應力} = +5,360\# \quad 5-6 \text{ノ應力} = -5,360\#$$

$$6-7 \times 29.25 - 3,000 \times 45 - 2,000 \times 30 - 2,000 \times 15 = 0$$

$$\therefore 6-7 \text{ノ應力} = +7,600\#$$

次ニ水平部材ノ應力モ亦 A 點ニ就テ力率ヲ取レバ可ナリ。

$$-2-3 \times 34.3 + 3,000 \times 19.3 + 2,000 \times 34.3 = 0$$

$$\therefore 2-3 \text{ノ應力} = +3,690\#$$

$$-4-5 \times 49.3 + 3,000 \times 19.3 + 2,000 \times 34.3 + 2,000 \times 49.3 = 0$$

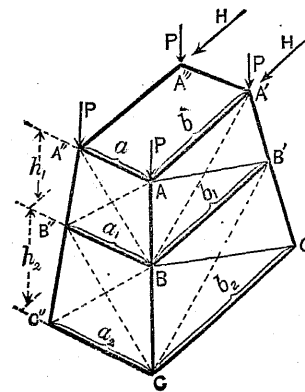
$$\therefore 4-5 \text{ノ應力} = +4,560\#$$

$$-6-7 \times 64.3 + 3,000 \times 19.3 + 2,000 \times 34.3 + 2,000 \times 49.3 + R_1 \times 15 + 1,000 \times 64.3 = 0$$

$$\therefore 6-7 \text{ノ應力} = +6,250\#$$

96. 構塔 (Trussed Tower) 四ツノ柱ヲ有スル構塔ノ應力ハ前節ノ原理ヲ應用シテ求ムルヲ得。第 191

第 191 圖



圖ハ二ツノ階 (Story) ヲ有スル構塔ヲ示ス。P ヲ各柱ノ頂上ニ加ハル鉛直荷重、W ヲ B, B', B'' 及 B''' = 於ケル鉛直荷重、H ヲ AA' = 並行ナル合成風壓力トス。而シテ H ハ塔頂ヨリ  $h$  ノ高サニ働クトス。A = 加ハレル鉛直荷重ヲ AB, AA'

及 AA'' ノ三方向ニ分解スベキナリ。今  $\theta$  ヲ AB ガ鉛直線トナス角、 $\beta$  ヲ AC ノ水平投影ト CC' トナス角トス。

$$\left. \begin{aligned} AB \text{ ノ 應力} &= -P \cdot \sec\theta \\ AA' \text{ ノ 應力} &= -P \cdot \tan\theta \cdot \cos\beta \\ AA'' \text{ ノ 應力} &= -P \cdot \tan\theta \cdot \sin\beta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (a)$$

又格點 B ニ於テ分力ヲ求ムレバ

$$\left. \begin{aligned} BC \text{ ノ 應力} &= -(P+W)\sec\theta \\ BB' \text{ 應力} &= -W \cdot \tan\theta \cdot \cos\beta \\ BB'' \text{ ノ 應力} &= -W \cdot \tan\theta \cdot \sin\beta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (b)$$

上式中ノ  $\beta$  及  $\theta$  ノ値ハ次式ヨリ求メラル。

$$\left. \begin{aligned} \tan\beta &= (a_1 - a) / (b_1 - b) \\ \tan\theta &= \sqrt{\frac{\frac{1}{4}(a_1 - a)^2 + \frac{1}{4}(b_1 - b)^2}{h_1}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (c)$$

風ガ A'A = 並行ニ吹クトキ外力 H ハ構 ACC'A' ニ働キ對角材 AB' 及 BC' ニ應力ヲ生ズ。H ヨリ起ル應力ハ前節ノ方法ニ依リテ可ナリ精密ニ求ムルヲ得ベシ。尤モ鉛直距離  $h_1$  及  $h_2$  ヲ用キズシテ  $b$  及  $b_1$  并ニ  $b_1$  及  $b_2$  ノ間ノ實際距離(構ノ平面中ニ於テ)ヲ用フベシ。

部材 AA' ノ風壓力ハ  $\frac{1}{2}H$  ナリト考フルヲ至當ト

ス。何トナレバ A 及 A' ニ於テ支持サレタル橫桁 (Floor Beam) ニヨリテ A =  $\frac{1}{2}H$  ガ傳ヘラルルト考フルヲ得ルヲ以テナリ。圖ニ示セル如ク風壓力ガ加ハルトキハ構 ACC'A'' ノ腹材ニハ應力ヲ生ゼズ。

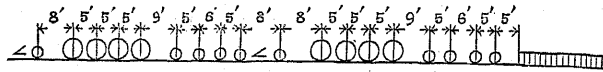
97. 機關車荷重及列車荷重 (Locomotive Load and Train Load) 今迄ハ總テノ動荷重ヲ等布荷重トシテ取扱ヒタリ。從ツテ各格點動荷重ハ皆等シカリキ。コノ方法ハ一般ノ公道橋及鐵道橋ノ一部ニ適用シ得ルモ後者ニ對シテハ一般ニ實際ノ機關車荷重及列車荷重ヲ用キテ各部材ノ最大及最小動荷重應力ヲ計算ス。以下各節ニ於テ或集中荷重ノ爲ニ構ノ部材ニ起ル最大動荷重應力并ニ其應力ヲ生ズル荷重ノ位置ヲ研究セントス。

扱實際其橋梁ヲ通ル機關車荷重并ニ列車荷重ハ貨客ノ増加スルニ從ツテ其重サヲ増加スルヲ以テ將來ノ發展ヲ豫期シテ實際用ヒツツアル荷重ヨリモ重キ或機關車及列車荷重ヲ假定シ之ニ依リテ橋梁ヲ設計スルヲ普通トス。便宜上機關車二台ヲ聯結シ其後方ニ貨車ヲ牽引セル標準荷重 (Standard Loading) ヲ用ヒテ應力計算ヲナス。而シテ機關車荷重ハ集中荷重トシテ取扱ヒ列車荷重ハ等布荷重トシテ取扱フ。又支間ノ小ナル橋梁ハ特別ノ荷重ヲ

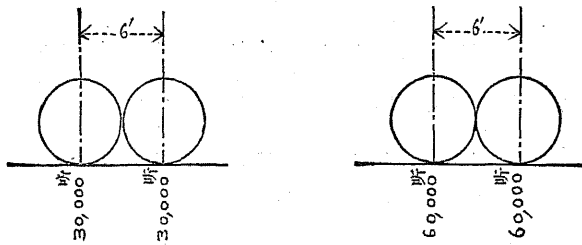
以テ設計ス。

現今用ヒラレツツアル標準荷重ニハ種々アレドモ多ク用ヒラルルハ次圖ニ示セルくうばあ氏ノ荷重ナリトス。コノ荷重ニハ其重サニ應ジテ E30, E50 等ノ名稱アリ。而シテ名稱ヲ異ニスルトモ其車輪ノ

第 192 圖 (甲種荷重)



乙種荷重



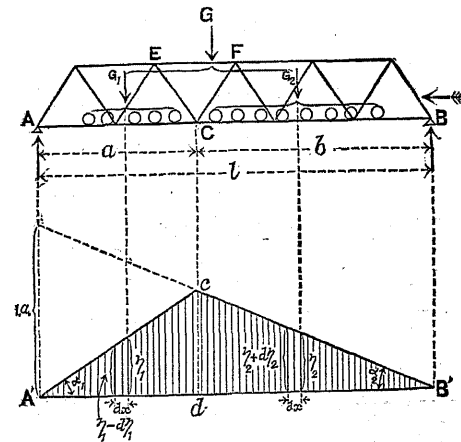
相互間ノ距離ハ不變ニシテ唯其重サヲ變ズルノミナリ。故ニコノ表外ノ E60 ノ如キ荷重ヲ求メントスレバ單ニ其比ヲ乘ズレバ可ナリ。例令バ E30 ハ E60 ノ半分ノ重サナルガ如シ。支間ノ小ナル橋梁ニ對シテハ乙種荷重ヲ用フ。

以上ノ外標準荷重アリテ此等ハ各國ニ於テ又會社ニ於テ異ナレリ。

98. 弦材ニ最大動荷重應力ヲ生ズベキ荷重ノ位

置 先ヅ直接動荷重ガ加ハラザル弦材 EF ニ最大動荷重應力ヲ生ズベキ荷重ノ位置ヲ決定セントス。既ニ述ベシ如ク一般ニ單構弦材ノ應力ハ  $\sigma = \frac{M}{I}$  ニテ表ハサル。茲ニ於テ或部材ニ對シテ  $r$  ガ一定不變ノ數ナレバ弦材ノ應力ヲ最大ナラシムル爲ニハ力率原點ニ於ケル彎曲率ヲ最大ナラシムル様ニ荷重ヲ置クベキナリ。故ニ部材ノ應力ヲ最大ナラシムル荷重ノ位置ヲ決定スル條件ヲ求ムルニハ其部材ニ對スル力率原點ノ彎曲率ヲ最大ナラシムル荷重ノ位置ヲ決定スル條件ヲ求ムレバ可ナリ。

第 193 (a) 圖



A/cB'ヲ引クベシ。構ガ第 193 (a) 圖ノ如ク荷重ヲウクルトキハ C 點ノ力率ハ

扱弦材 EF ニ對スル力率原點ハ C ニアルヲ以テ EF ニ最大動荷重應力ヲ生ゼシムル爲ニハ C ノ力率ヲ最大ナラシムルベキナリ。故ニ C ニ對スル力率影響線



$$M = G_1 \eta_1 + G_2 \eta_2 \dots \dots \dots (a)$$

サテ此Mヲ最大ナラシムル荷重ノ位置ヲ求メ  
ニ先ヅコノ集中荷重ヲ全體dxダケ左ニ動カシタリ  
トセヨ。コノトキ各輪荷重ハ點A, C及Bヲ通過  
セザルモノト假定ス。換言スレバG<sub>1</sub>及G<sub>2</sub>ノ値不  
變ナリトスレバ

$$M + dM = G_1(\eta_1 - dx \cdot \tan \alpha_1) + G_2(\eta_2 + dx \cdot \tan \alpha_2)$$

上式中ノdMハ荷重ノ移動ノ爲ニ生ズル力率ノ  
變化ヲ示ス。

$$\therefore dM = G_2 \cdot dx \cdot \tan \alpha_2 - G_1 \cdot dx \cdot \tan \alpha_1$$

$$\therefore \frac{dM}{dx} = G_2 \cdot \tan \alpha_2 - G_1 \cdot \tan \alpha_1 \dots \dots \dots (b)$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{cd}{b} \quad \tan \alpha_1 = \frac{cd}{a}$$

而シテC點ノ力率Mヲ最大ナラシムル爲ニハ其微  
分係數dM/dxガ零ナルベキナリ。故ニ(b)式ヨリ

$$\frac{dM}{dx} = \frac{cd}{b} \left( \frac{G_2}{b} - \frac{G_1}{a} \right) = 0 \quad \therefore \frac{G_2}{b} = \frac{G_1}{a}$$

$$\therefore \frac{G_2 + G_1}{l} = \frac{G_1}{a} \quad G = G_1 + G_2 \quad \text{トスレバ}$$

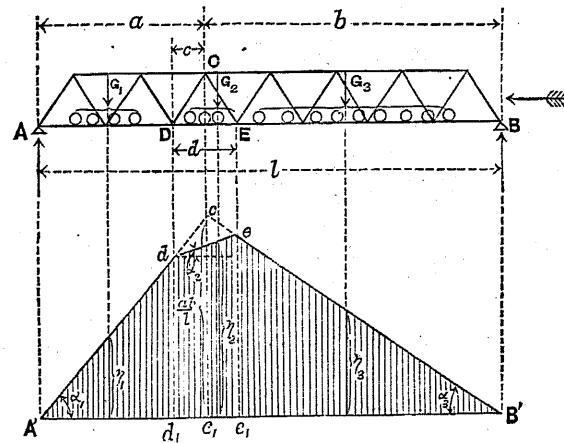
$$\frac{G}{l} = \frac{G_1}{a} \dots \dots \dots (96)$$

此(96)式ガ最大彎曲率ヲ求ムルトキノ條件式ナリ。  
即チ或點ノ彎曲率ヲ最大ナラシムル爲ニハ其點ヨ

リ左側ニ於ケル單位延長ノ平均荷重ガ全支間ニ於  
ケル平均荷重ニ等シカラザルベカラズ。

或點ニ對シテ此條件ヲ満足スベキ機關車荷重ノ  
位置ガ二ツ以上アルコトアリ。其トキハ各ノ場合  
ニ就テ實際ノ彎曲率ヲ計算シテ其中ノ最大値ヲ取  
ルベシ。(96)式ニ於テG<sub>1</sub>/aガG/lヨリ小ナルトキハ彎  
曲率ヲ増加セシムル爲ニハ全體ノ荷重ヲ左方ニ動  
カスベキナリ、之ニ反シテG<sub>1</sub>/aノ方が大ナルトキ  
ハ荷重ヲ右方ニ動カスベキナリ。而シテ最大彎曲率  
ハ集中荷重ノ中ノ一ツガC點ニ乘リタルトキニ起  
ル。

第193(b)圖



次ニ直接ニ荷重ガ加ハル弦材DEニ就キテ考  
ルニコノトキハ力率原點ハCニ在リ。先ヅC點ニ

對スル力率影響線 A'deB'ヲ引クベシ. 荷重ガ圖ノ如ク加ハルトキハ C 點ノ彎曲率ハ

$$M = G_1\eta_1 + G_2\eta_2 + G_3\eta_3 \dots \dots \dots (c)$$

次ニ全體ノ荷重ヲ dx ダケ左方ニ動かセバ

$$M + dM = G_1(\eta_1 - dx \cdot \tan\alpha_1) + G_2(\eta_2 - dx \cdot \tan\alpha_2) + G_3(\eta_3 + dx \cdot \tan\alpha_3)$$

$$\therefore dM = G_3 dx \cdot \tan\alpha_3 - G_2 dx \cdot \tan\alpha_2 - G_1 dx \cdot \tan\alpha_1 \dots \dots \dots (d)$$

力率 Mヲ最大ナラシムル爲ニハ dM/dxガ零ナルベキナリ.

而シテ

$$\tan\alpha_1 = b/l \quad \tan\alpha_3 = a/l$$

$$\tan\alpha_2 = \frac{ee_1 - dd_1}{d} = \frac{e_1B'tan\alpha_3 - A'd_1tan\alpha_1}{d}$$

$$\therefore \tan\alpha_2 = \frac{c \cdot l - a \cdot d}{l \cdot d}$$

故ニ (d) 式ハ

$$G_3 \frac{a}{l} - G_2 \frac{cl - ad}{ld} - G_1 \frac{l - a}{l} = 0$$

今 G = G<sub>1</sub> + G<sub>2</sub> + G<sub>3</sub> トスレバ

$$\frac{a}{l} G = G_1 + G_2 \frac{c}{d} \quad \therefore \frac{G}{l} = \frac{G_1 + \frac{c}{d} G_2}{a} \dots \dots \dots (97)$$

普通ノ場合ニハ  $\frac{c}{d} = \frac{1}{2}$  ナルヲ以テ上式ハ

$$\frac{G}{l} = \frac{G_1 + \frac{1}{2} G_2}{a} \dots \dots \dots (97a)$$

コノトキ C 點ノ彎曲率ヲ計算スルニハ反力 A 及集中荷重ノ群 Gノ力率ハ單桁ノトキト同様ニ輪荷重ヨリ直接ニ求ムルコトヲ得. 集中荷重ノ群 G<sub>2</sub>ノ影響ヲ考フルニハ先ヅ此中ニテ格點 Dニ傳ハル荷重ノ部分ヲ計算シテ之ガ C 點ニ對スル力率ヲ取ルベキナリ.

又 C 點ノ彎曲率ハ D 及 E 點ニ於ケル力率ヨリ計算スルコトヲ得. 即チ DE 間ノ力率ハ直線的變化ヲナスヲ以テ

$$\frac{M_c - M_D}{c} = \frac{M_E - M_D}{d}$$

M<sub>D</sub> = 或荷重ノ位置ニ於テ D 點ニ起ル彎曲率.

M<sub>E</sub> = 同ジ荷重ノ位置ニ於テ E 點ニ起ル彎曲率.

M<sub>c</sub> = 求ムル C 點ニ起ル彎曲率.

$$\text{上式ヨリ} \quad M_c = M_D + (M_E - M_D) \frac{c}{d} \dots \dots \dots (98)$$

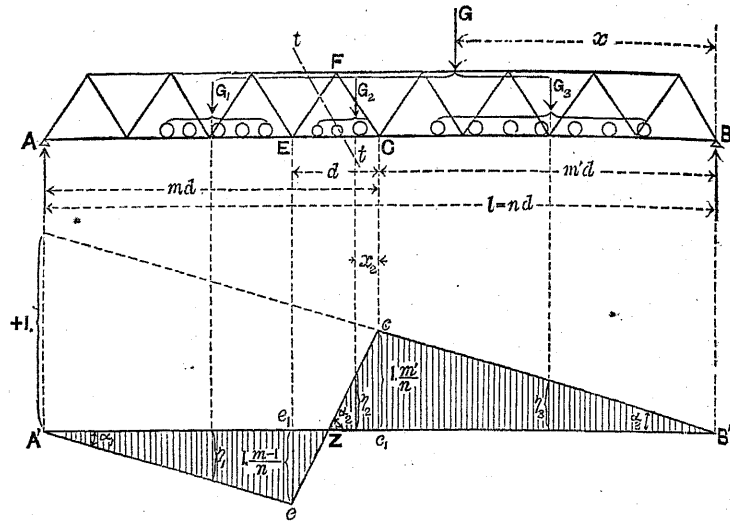
普通ノ場合ノ如ク  $\frac{c}{d} = \frac{1}{2}$  ナルトキハ

$$M_c = \frac{1}{2} (M_D + M_E) \dots \dots \dots (98a)$$

一般ニ或格點ノ彎曲率ガ最大ナル爲ニハ出來ルダケ多クノ荷重ヲ支間ニ乗セ且ツ其中ノ一ツノ輪荷重ヲ考ヘツツアル格點ニ加フベキナリ.

99. 對角材ニ取大動荷重應力ヲ生ズベキ荷重ノ

第 194 圖



位置 前述ノ如ク對角材ノ應力ハ一般  $D = V \cdot \sec \alpha$ ニテ表ハサル。コノ式ヨリ見レバ應力ハ剪斷力ガ最大ナルトキニ最大トナル。因テ第 194 圖ニ於テ部材 EF ノ最大應力ヲ生ズル荷重ノ位置ヲ求ムルニハ斷面  $tt$  ノ剪斷力ヲ最大ナラシムル荷重ノ位置ヲ知レバ可ナリ。今コノ斷面ノ剪斷力ヲ最大ナラシムル荷重ノ位置ヲ求ムル條件ヲ定メントス。

コレニハ先ヅ此斷面ノ剪斷力ノ影響線  $A'ecB'$ ヲ引クベシ。次ニ此荷重ノ位置ニ於テ斷面ノ剪斷力  $V$ ハ

$$V = G_3 \eta_3 + G_2 \eta_2 - G_1 \eta_1 \dots \dots \dots (a)$$

次ニコノ全體ノ荷重ヲ  $dx$  ヲケ左方ニ動カセバ剪斷力ハ  $(V + dV)$  トナル。但シコノ移動ノ爲ニ  $G_1, G_2$  及  $G_3$  ニハ變化ナシトス。

$$V + dV = G_3(\eta_3 + dx \cdot \tan \alpha_3) + G_2(\eta_2 - dx \cdot \tan \alpha_2) - G_1(\eta_1 - dx \cdot \tan \alpha_1)$$

$$\therefore \frac{dV}{dx} = G_3 \tan \alpha_3 - G_2 \tan \alpha_2 + G_1 \tan \alpha_1 \dots \dots \dots (b)$$

剪斷力  $V$  ガ最大ナル爲ニハ  $dV/dx$  ハ零ナルベキナリ。而シテ  $\tan \alpha_3 = 1/l$

$$\tan \alpha_2 = \frac{\overline{cc_1}}{zc_1} = \frac{\overline{ee_1}}{d - zc_1} \quad \overline{cc_1}(d - zc_1) = \overline{ee_1} zc_1$$

$$\therefore \frac{m'}{n}(d - zc_1) = \frac{m-1}{n} zc_1 \quad \therefore zc_1 = \frac{m'd}{m-1+m'} = \frac{m'd}{n-1}$$

$$\therefore \tan \alpha_2 = \frac{\overline{cc_1}}{zc_1} = \frac{m'}{n} \cdot \frac{n-1}{m'd} = \frac{n-1}{nd}$$

$$\tan \alpha_1 = \frac{1}{l} \quad \therefore G_3 \frac{1}{l} - G_2 \frac{n-1}{nd} + G_1 \frac{1}{l} = 0$$

$$\therefore G_3 - (n-1)G_2 + G_1 = 0 \quad \text{今 } G = G_1 + G_2 + G_3 \text{ トスレバ}$$

$$G_2 = \frac{G_1 + G_3}{n-1} = \frac{G_1 + G_2 + G_3}{n} = \frac{G}{n} \dots \dots \dots (99)$$

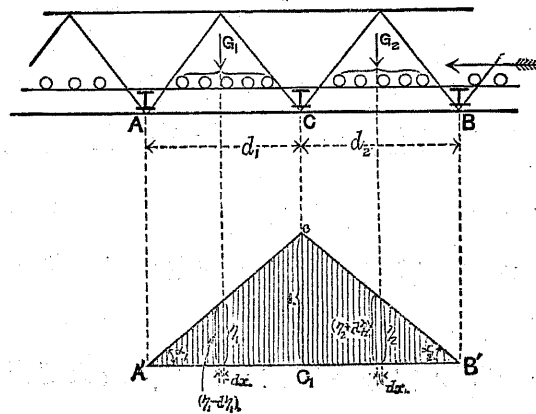
即チ任意ノ格間ノ剪斷力ヲ最大ナラシムル爲ニハ其格間ニアル荷重ガ全體ノ荷重ヲ格間ノ數ヲ除シタル商ニ等シクナル様ニ置クベキナリ。

併シ  $AE$  ノ部分ニ荷重ガ乘リテ最大剪斷力ノ條件ヲ滿スハ極特別ナル輪荷重排列ノ場合ニシテ實

際ノ場合ニハ AE ノ部分ニ荷重ノナキトキ即チ  $G_1=0$  ナルトキニ上ノ條件ヲ滿スコト多シ. 然ラバ  $G$  ハ  $(G_2+G_3)$  ヲ意味スルコトトナルベシ.

100. 最大格點荷重 橋梁ニ加ハル荷重ハ縦桁ヨリ横桁ニ傳ハリ夫ヨリ格點 A, C 及 B 等ニ傳ハルナリ. 今格點 C ニ於ケル最大格點動荷重ハ如何ナル荷重ノ位置ニ於テ起ルカヲ知ラントス. C 點ノ格點荷重ニ影響ヲ及ボスハ格間 AC 及 CB 上ニアル荷重ノミナリ. 即チ荷重  $G_1$  及  $G_2$  ヨリ C ニ起ル最大反力ガ求ムル格點荷重ナリ. 故ニ C ニ起ル反力ノ影響線ヲ引キテ最大格點荷重ヲ求ムルコトヲ得而シテ其影響線ハ A'C'B' トナルコト明ナリ.

第 195 (a) 圖



今荷重ガ圖ノ如ク乗レルトキニ C 點ニ傳ハル格點荷重 P ハ

$$P = G_1\eta_1 + G_2\eta_2 \dots \dots \dots (a)$$

今荷重ヲ  $dx$  ダケ左方ニ動カストキハ P ハ變ジテ  $(P+dP)$  トナル. 但シコノトキ  $G_1$  及  $G_2$  ハ變ゼザルモノトス. 然ルトキハ

$$P+dP = G_1(\eta_1 - dx \tan \alpha_1) + G_2(\eta_2 + dx \tan \alpha_2)$$

$$\therefore \frac{dP}{dx} = G_2 \tan \alpha_2 - G_1 \tan \alpha_1 \dots \dots \dots (b)$$

圖ノ如キ荷重ノ位置ガ最大格點荷重ヲ與フルトセバ  $dP/dx=0$  ナルベキナリ.

$$\therefore G_2 \tan \alpha_2 - G_1 \tan \alpha_1 = 0$$

$$\tan \alpha_1 = 1/d_1 \quad \tan \alpha_2 = 1/d_2$$

$$\therefore \frac{G_2}{d_2} = \frac{G_1}{d_1} \dots \dots \dots (c)$$

$G = G_1 + G_2$  トスレバ

$$\frac{G_1}{d_1} = \frac{G}{d_1 + d_2} \dots \dots \dots (100)$$

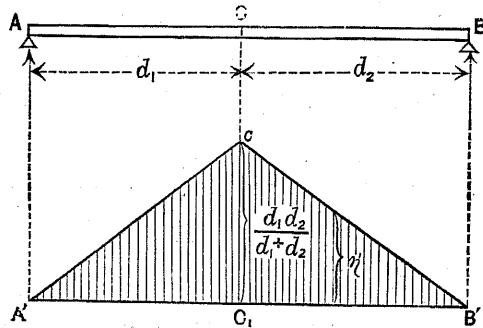
此式ハ  $(d_1 + d_2)$  ナル長サノ單桁ノ任意ノ點 C ニ最大彎曲率ヲ起スベキ荷重ノ位置ヲ求ムル條件式ト同一ナリ.

普通ノ場合ノ如ク  $d_1 = d_2$  ナルトキハ

$$G_1 = G_2 \dots \dots \dots (100a)$$

即チ二ツノ格間上ニアル荷重ハ等シカルベキナリ。而シテ此準則ハ集中荷重ノ一ツヲ C 點ニ加フルトキニ満足スルコト多シ。(100)式ニヨリテ最大格點荷重ヲ起ス荷重ノ位置ヲ知ルヲ得。而シテ實際ニ格點荷重ヲ計算スルニハ彎曲率ヲ利用スルヲ便トス。今前ニ述ベタル如ク反力影響線ト AB ヲ單桁ト見做セルトキノ彎曲率影響線トヲ比較センニ前者ニ於テハ c 點ノ下ノ縱距ハ 1 ニシテ後者ニ於テハ  $d_1 d_2 / (d_1 + d_2)$  ナリ。

第 195 (b) 圖



故ニ前者ノ任意ノ點ノ縱距ヲ  $\eta$  トシ後者ノ同點ニ於ケル縱距ヲ  $\eta'$  トスレバ

$$\eta' : \eta = \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2} : 1$$

$$\therefore \eta = \eta' \frac{d_1 + d_2}{d_1 d_2} \dots \dots \dots (101)$$

普通ノ場合ノ如ク  $d_1 = d_2 = d$  ナルトキハ

$$\eta = \eta' \frac{2}{d} \dots \dots \dots (102)$$

故ニ C ニ於ケル格點荷重ヲ計算スルニハ與ヘラレタル荷重ヨリ C ニ起ル彎曲率ヲ求メ夫ニ  $(d_1 + d_2) / d_1 d_2$  或ハ  $2/d$  ヲ乘ズレバ可ナリ。

101. 機關車荷重ノ力率表 第三表ハ E33 ニ對スル力率表 (Moment Table) ニシテ之ヲ利用スルトキハ或構ノ部材ニ起ル最大動荷重應力ヲ容易ニ計算スルコトヲ得。先ヅコノ表ニ就テ説明センニ第四列ハ左側ヨリ順次ニ各輪荷重ノ排列ヲ示スモノニシテ圓ノ中ニ書キタルハ其番號。而シテ圓ト圓トノ間ニ記入セルハ各荷重間ノ距離ヲ呎ニテ表セルモノナリ。以下第四番目ノ輪荷重ト書ク代リニ便宜上④ト書ス。例令バ④ト⑤トノ間ノ距離ハ 5 呎ナリト云フガ如シ。第一列ハ各輪荷重ノ重サヲ示スモノニシテ⑥ノ重サハ 7.365 噸ナルガ如シ。第二列ハ左側ヨリ順次ニ輪荷重ノ重サヲ累加シタルモノニテ例令バ F 行ニ 37.930 噸トアルハ①ヨリ⑥マデノ重サノ總和ヲ表ハス。第三列ハ右側ヨリ順次ニ輪荷重ノ重サヲ累加セルモノニテ例令バ K 行ニ 48.620 噸トアルハ⑩ヨリ①マデノ重サノ和ヲ表ハスガ如

シ。次ニ第五列下ノ階段線ヨリ左側ニアル部分ハ力率表ニシテ其右側ニアル數字ハ輪荷重相互ノ間ノ距離ヲ表ハス。先ヅ力率表ニ就テ説明センニ第七列 G 行ニ 1,859.330 噸呎トアルハ何ヲ意味スルカト云ヘバ ⑩ヨリ ⑦マデノ輪荷重ガ力率原點 ⑰ニ對スル力率ノ總和ヲ表ハス。コレハ如何ニシテ知ルカト云ヘバ 1,859.330 ノ行即チ G 行ニ於テ第四列ヲ見レバ輪荷重 ⑦アリ。之ヨリ此數ハ ⑩ヨリ ⑦マデノ輪荷重ノ力率總和ナルコトヲ知ル。而シテ其力率原點ヲ知ルニハ 1,859.330 列即チ第七列ヲ夫ヨリ右ニ沿ヒテ行ケバ階段ヲナセル鉛直太線ヲ横ギル其太線ノ次ノ行即チ Q 行ノ第四列ヲ見レバ ⑰ナルコトヲ知ル。之レ即チ力率原點ナリ。尙一例ヲ掲グレバ第五列 N 行ニ 470.030 トアリ。之ハ ⑱ヨリ ⑭マデノ輪荷重ガ列車荷重ノ先頭ヲ力率原點トセルトキノ力率和ヲ表ハス。亦逆ニ ⑱ヲ力率原點トセルトキニ ⑭ヨリ ⑨マデノ荷重ノ力率和ヲ求メントスレバ先ヅ輪荷重 ⑱ノ行即チ P 行ヲ下ニ降リテ階段ヲナス水平太線ノ次ノ列即チ第八列ヲ得。夫ヨリ左ニ沿ヒテ輪荷重 ⑨ノアル行即チ I 行ヲ見レバ 1,009.050 ナルコトヲ知ル。次ニ階段ノ右側ノ部分ニ就キテ説明センニ第十七列 M 行ニ 42.0 呎トアル

# 第三表

## Tabulation of Moments (力率表)

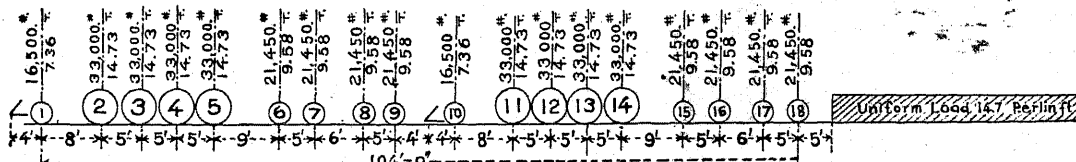
Cooper's Class E 33. (クイバオ氏'E 33.級)

(重4104.6英噸/四軸機關車載個=每呎1.47噸/列車荷重+連結ス  
力率ハーツノ構對スルモノニテ呎ノ噸ニテ表ハシ 距離ハ呎ニテ表ハス)

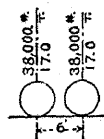
2-104.6 ton consolidation Engines followed by train load 1.47 per lin.ft. Loads given in tons of 2,240 lbs. Moments given in foot-tons for one truss & Distances given in feet

Load (荷重)	列	(A.)	(B.)	(C.)	(D.)	(E.)	(F.)	(G.)	(H.)	(I.)	(J.)	(K.)	(L.)	(M.)	(N.)	(O.)	(P.)	(Q.)	(R.)	(S.)
	1.	3.680	7.365	7.365	7.365	7.365	4.790	4.790	4.790	4.790	3.680	7.365	7.365	7.365	7.365	4.790	4.790	4.790	4.790	4.790
	2.	3.680	11.045	18.410	25.775	33.140	37.930	42.720	47.510	52.300	55.980	63.345	70.710	78.075	85.440	90.230	95.020	99.810	104.600	
	3.	104.600	100.920	93.555	86.190	78.825	71.460	66.670	61.880	57.090	52.300	48.620	41.255	33.890	26.525	19.160	14.370	9.580	4.790	
	4.	① 8.0	② 5.0	③ 5.0	④ 5.0	⑤ 9.0	⑥ 5.0	⑦ 6.0	⑧ 5.0	⑨ 8.0	⑩ 8.0	⑪ 5.0	⑫ 5.0	⑬ 5.0	⑭ 9.0	⑮ 5.0	⑯ 6.0	⑰ 5.0	⑱ 5.0	
	5.	6026.540	5625.420	4881.535	4174.515	3504.300	2870.910	2502.080	2157.200	1841.060	548.870	1353.830	1022.405	727.805	470.030	249.080	148.490	71.850	23.950	5.0
	6.	5503.540	5120.820	4413.780	3743.565	3110.175	2513.610	2168.730	1847.800	1555.610	1287.370	1110.730	816.130	558.355	337.405	153.280	766.40	23.950	5.0	10.0
	7.	5004.490	4640.170	3969.955	3336.565	2740.000	2180.260	1859.330	1562.350	1294.110	1049.820	891.580	633.805	412.855	228.780	81.430	28.740	6.0	11.0	16.0
	8.	4434.370	4092.130	3465.105	2876.905	2324.530	1808.980	1516.790	1248.550	1009.050	793.500	657.340	443.755	266.995	127.060	23.950	5.0	11.0	16.0	21.0
	9.	3983.220	3659.380	3070.180	2517.805	2002.255	1523.530	1255.290	1011.000	795.450	603.850	486.090	309.330	169.695	66.285	9.0	14.0	20.0	25.0	30.0
	10.	3214.260	2923.540	2400.625	1914.535	1465.270	1052.830	827.700	626.520	454.080	305.590	220.950	110.475	36.825	5.0	14.0	19.0	25.0	30.0	35.0
	11.	2823.885	2551.565	2065.475	1616.210	1203.770	828.155	626.975	449.745	301.255	176.715	110.475	36.825	5.0	10.0	19.0	24.0	30.0	35.0	40.0
	12.	2470.395	2216.415	1767.150	1354.710	979.095	640.305	463.075	309.795	185.255	84.665	36.825	5.0	10.0	15.0	24.0	29.0	35.0	40.0	45.0
	13.	2153.610	1918.090	1505.650	1130.035	791.245	484.280	336.000	206.670	106.080	29.440	8.0	13.0	18.0	23.0	32.0	37.0	43.0	48.0	53.0
	14.	1705.770	1499.690	1146.170	829.475	549.605	306.560	191.600	100.590	38.320	8.0	16.0	21.0	26.0	31.0	40.0	45.0	51.0	56.0	61.0
	15.	1287.370	1110.730	816.130	558.355	337.405	153.280	76.640	23.950	5.0	13.0	21.0	26.0	31.0	36.0	45.0	50.0	56.0	61.0	66.0
	16.	1049.820	891.580	633.805	412.855	228.730	81.430	28.740	6.0	11.0	19.0	27.0	32.0	37.0	42.0	51.0	56.0	62.0	67.0	72.0
	17.	793.500	657.340	443.755	266.995	127.060	23.950	5.0	11.0	16.0	24.0	32.0	37.0	42.0	47.0	56.0	61.0	67.0	72.0	77.0
	18.	603.850	486.090	309.830	169.395	66.285	9.0	14.0	20.0	25.0	33.0	41.0	46.0	51.0	56.0	65.0	70.0	76.0	81.0	86.0
	19.	305.590	220.950	110.475	36.825	5.0	14.0	19.0	25.0	30.0	38.0	46.0	51.0	56.0	61.0	70.0	75.0	81.0	86.0	91.0
	20.	176.715	110.475	36.825	5.0	10.0	19.0	24.0	30.0	35.0	43.0	51.0	56.0	61.0	66.0	75.0	80.0	86.0	91.0	96.0
	21.	84.665	36.825	5.0	10.0	15.0	24.0	29.0	35.0	40.0	48.0	56.0	61.0	66.0	71.0	80.0	85.0	91.0	96.0	101.0
	22.	23.440	8.0	13.0	18.0	23.0	32.0	37.0	43.0	48.0	56.0	64.0	69.0	74.0	79.0	88.0	93.0	99.0	104.0	109.0

### Typical Train Load (標準荷重)



(甲)

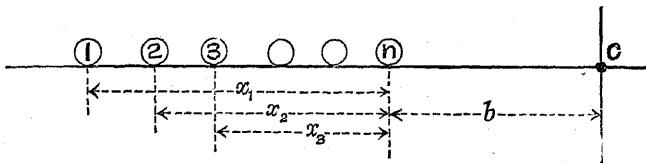


(乙)

ハ輪荷重⑥ヨリ⑩マデノ距離ヲ表ハス。之ハ如何ニシテ見出スカト云ヘバ 42.0 呎ハ M 行ニシテ其第四列ハ⑩ナリ。次ニ 42.0 呎ハ第十七列ナレバ夫ヨリ左ニ進メバ鉛直太線ノ次ノ行即チ F 行ニ至ル。此行ノ第四列ハ⑥ナリ。故ニ 42.0 呎ハ⑩ト⑥トノ距離ヲ示ス。以上ノ力率表ヨリ力率ヲ計算スルニハ次ニ述ブル原理ヲ適用スルヲ便利トス。

今  $M_n = \textcircled{n}$  ヲ力率原點トセルトキノ ①ヨリ ⑩マデノ力率ノ總和。

第 196 圖



$M_c = C$  點ヲ力率原點トセルトキノ ①ヨリ ⑩マデノ力率ノ總和。

$b = C$  點ヨリ ⑩マデノ距離。

然ルトキハ  $M_n = \sum_1^n (P \cdot x)$

$$M_c = \sum_1^n [P(x+b)] = \sum_1^n (P \cdot x) + \sum_1^n (P \cdot b) = \sum_1^n (P \cdot x) + b \sum_1^n P$$

$$\therefore M_c = M_n + b \sum_1^n P \dots \dots \dots (103)$$

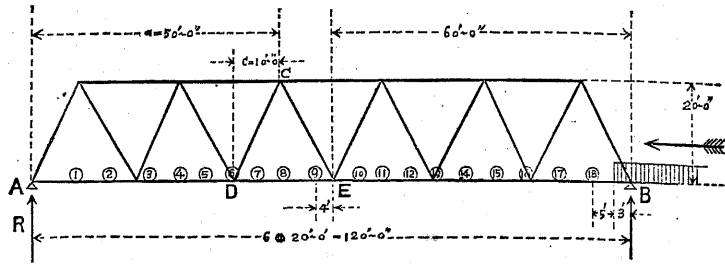
即チ ⑩ヨリ  $b$  ダケ隔リタル任意ノ點 C ニ對スル



①ヨリ⑩マデノ荷重ノ力率總和ハ⑪ニ對スル全體ノ荷重ノ力率總和ト全體ノ荷重ノ和ニ距離 $l$ ヲ乘ジタルモノトノ和ニ等シ。

計算例題 第197圖ニ於テ部材DEノ最大動荷重

第197圖



應力ヲ求メントス。コノ部材ニ對スル力率原點ハCニ在リ。故ニCノ力率ヲ最大ニスル荷重ノ位置ヲ求ムベキナリ。コノトキノ條件式ハ第98節ノ(97<sub>a</sub>)式ナリ。即チ

$$\frac{G}{l} = \frac{G_1 + \frac{1}{2}G_2}{a} \dots\dots\dots (97_a)$$

圖ノ如ク荷重⑥ガ格點Dニ乗リタル場合ヲ考レバ此荷重ハ丁度格點Dノ上ニアルヲ以テ之ハ $G_1$ ニ屬スルト見得ベク又 $G_2$ ニ屬スルモノトモ見得ベキナリ。即チ

$$G_1 = ① + ② + ③ + ④ + ⑤ \quad \text{或ハ} \quad G_1 = ① + ② + \dots + ⑥$$

故ニ第三表第二列E及F行ヨリ

$$G_1 = 33.140 \quad \text{或ハ} \quad G_1 = 37.930$$

同様ニシテ  $G_2 = ⑥ + ⑦ + ⑧ + ⑨$  或ハ  $G_2 = ⑦ + ⑧ + ⑨$

$$\text{故ニ} \quad G_2 = 52.300 - 33.140 = 19.160$$

$$\text{或ハ} \quad G_2 = 52.300 - 37.930 = 14.370$$

$$\therefore \frac{G_2}{2} = 9.580 \quad \text{或ハ} \quad 7.185$$

$$\therefore G_1 + \frac{1}{2}G_2 = (33.140 + 9.580)$$

$$\text{或ハ} \quad (37.930 + 7.185) = 42.720 \quad \text{或ハ} \quad 45.115$$

$$\therefore \frac{G_1 + \frac{1}{2}G_2}{50} = 0.854 \quad \text{或ハ} \quad 0.903$$

$$G = 104.600 + 0.735 \times 3 = 104.600 + 2.205 = 106.805$$

$$\therefore \frac{G}{120} = 0.890$$

然ルニ 0.890 ハ 0.854 及 0.903 ノ中間ニ在ルヲ以テ

$$\frac{G}{120} = \frac{G_1 + \frac{1}{2}G_2}{50}$$

ナル條件式ヲ満足ス。

次ニコノ荷重ノ位置ニ於テC點ニ起ル最大動荷重彎曲率ヲ求メントス。夫ニハ先ツ左支端ノ反力ヲ求ムベキナリ。右支端Bヲ力率原點トシ  $\Sigma M = 0$ ヲ適用スレバ

$$M_i = R.l \dots \dots \dots (a)$$

上式中ノ  $M_i$  ハ橋梁上ノ總テノ荷重ノ B 點ニ對スル力率總和, R ハ此等ノ荷重ヨリ A 支點ニ起ル反力及  $l$  ハ支間ヲ表ハス.

$$\therefore R = M_i/l \dots \dots \dots (b)$$

第三表第五列 A 行ヨリ

總テノ輪荷重ノ列車頭ニ對スル力率和 = 6,026.540

次ニ總テノ輪荷重ノ B 點ニ對スル力率和ヲ  $M_i'$

トスレバ第101節(103)式ヨリ

$$M_i' = 6,026.540 + 104.600 \times 3 = 6,340.340$$

列車荷重ノ B 點ニ對スル力率 =  $\frac{1}{2} \times 0.735 \times 3^2 = 3.308$

$$\therefore M_i = 6,340.340 + 3.308 = 6,343.648$$

$$(b) \text{ 式ヨリ } R = 6,343.648 \div 120 = 52.864$$

D 點ノ彎曲率ハ R ノ D 點ニ對スル力率ヨリ D 點ノ左側ニ於ケル荷重ノ D = 對スル力率ヲ減シタルモノナリ.

$$\therefore M_D = 52.864 \times 40 - 603.850 = 1,510.699$$

次ニ E 點ノ彎曲率ヲ計算センニ先ヅ E 點ノ左ニ在ル輪荷重ノ E = 對スル力率ハ第101節(103)式ヨリ求ムルコトヲ得.

即チ E 點ニ對スル輪荷重ノ力率 = 1,287.370

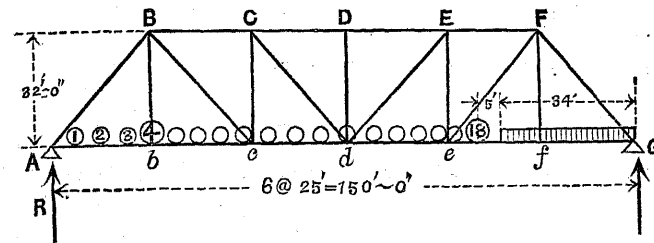
$$+ 52.300 \times 4 = 1,496.570$$

$$\therefore M_E = 52.864 \times 60 - 1,496.570 = 1,675.254$$

C 點ノ力率ハ(98<sub>a</sub>)式ヨリ

$$M_c = \frac{1}{2}(M_E + M_D) = \frac{1}{2}(1,510.699 + 1,675.254) = 1,592.977$$

第198圖



次ニ第198圖ノ如キふらつこ構ニ就テ説明セントス. 先ヅ格點  $b, c$  及  $d$  ニ於ケル最大動荷重彎曲率ヲ求メントス. 條件式ハ(96)式ヨリ

$$\frac{G_1}{a} = \frac{G}{l} \quad a = md \text{ 及 } l = nd \text{ トスレバ}$$

$$\frac{G_1}{m} = \frac{G}{n} \dots \dots \dots (c)$$

茲ニ於テ  $n$  ハ支間ノ格間數ニシテ  $m$  ハ考ヘツツアル格點ヨリ左側ニ於ケル格間數ヲ表ハス.

格點  $b$  ニ於ケル最大動荷重彎曲率: 第198圖ニ示ス如ク④ヲ格點  $b$  ニ置ケバ

$$G = 104.600 + 0.735 \times 34 = 126.650$$

$$\frac{G}{n} = 126.650 \div 6 = 21.108$$

$$G_1 = 18.410 \text{ 或ハ } 25.775$$

$$G_1/m = 18.410 \text{ 或ハ } 25.775$$

故 =  $G/n$  即チ 21.108 ハ 18.410 ト 25.775 トノ中間ニ在ルヲ以テ條件ヲ滿ス。

列車頭ニ對スル輪荷重ノ力率總和 = 6,026.540

支端  $G$  ニ對スル輪荷重ノ力率總和 =  $M'_i$

$$= 6,026.540 + 104.600 \times 34 = 9,582.94$$

$$\begin{aligned} \text{支端 } G \text{ ニ對スル列車荷重ノ力率} &= \frac{1}{2} \times 0.735 \times 34^2 \\ &= 424.820 \end{aligned}$$

$$\text{故} = M_i = 9,582.94 + 424.820 = 10,007.760$$

$$\therefore R = M_i/l = 10,007.760 \div 150 = 66.718$$

$$M_b = 66.718 \times 25 - 176.715 = 1,491.235 \text{ 噸呎。}$$

其他ノ輪荷重ヲ格點  $b$  ニ置クモ條件ヲ滿サズ。讀者自ラ試ム可シ。

格點  $c$  ニ於ケル最大動荷重彎曲率：第 199 圖ノ如ク ⑦ヲ格點  $c$  ニ加フレバ

$$G = 104.600 + 0.735 \times 28 = 125.180$$

$$G/n = 125.180 \div 6 = 20.863$$

$$G_1 = 37.930 \text{ 或ハ } 42.720$$

$$G_1/m = 18.965 \text{ 或ハ } 21.360$$

故ニ條件ヲ滿ス。其他ノ荷重ヲ  $c$  ニ置クモ條件ヲ滿サズ。讀者自ラ試ム可シ。

列車頭ニ對スル輪荷重ノ力率總和 = 6,026.540

$$M'_i = 6,026.540 + 104.600 \times 28 = 8,955.340$$

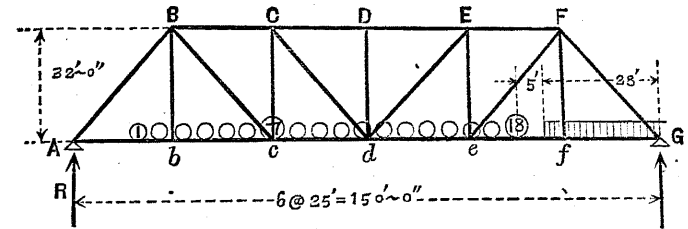
$$G \text{ ニ對スル列車荷重ノ力率} = \frac{1}{2} \times 0.735 \times 28^2 = 288.120$$

$$\therefore M_i = 8,955.340 + 288.120 = 9,243.460$$

$$R = 9,243.460 \div 150 = 61.623$$

$$\therefore M_c = 61.623 \times 50 - 793.500 = 2,287.650 \text{ 噸呎。}$$

第 199 圖



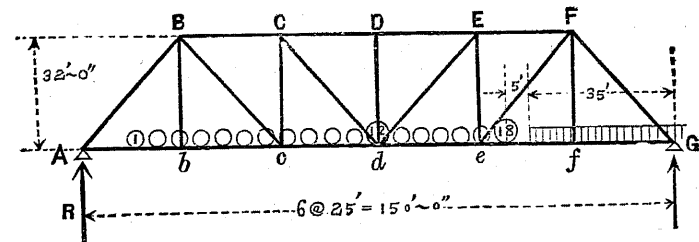
格點  $d$  ニ於ケル最大動荷重彎曲率：第 200 圖ノ

如ク ②ヲ格點  $d$  ニ置クトキハ

$$G = 104.600 + 0.735 \times 35 = 130.325$$

$$G/n = 130.325 \div 6 = 21.721$$

第 200 圖



$$G_1 = 63.345 \text{ 或 } \cdot 70.710$$

$$G_1/m = 21.115 \text{ 或 } \cdot 23.570$$

故ニ之ハ條件ヲ満足ス。

列車頭ニ對スル輪荷重ノ力率總和 = 6,026.540

$$\therefore M_1' = 6,026.540 + 104.600 \times 35 = 9,687.540$$

$$G \text{ 點} = \text{對スル列車荷重ノ力率} = \frac{1}{2} \times 0.735 \times 35^2 \\ = 450.188$$

$$\therefore M_1 = 9,687.540 + 450.188 = 10,137.728 \text{ 噸呎}$$

$$R = 10,137.728 \div 150 = 67.585$$

$$M_a = 67.585 \times 75 - 2,470.335 = 2,598.540 \text{ 噸呎}$$

次ニ各格間ニ起ル最大動荷重剪斷力ヲ求メントス。

格間  $Ab$  ノ最大動荷重剪斷力: コノ格間ノ剪斷力ヲ最大ニナスベキ荷重ノ位置ハ格點  $b$  ノ力率ヲ最大ニナス荷重ノ位置ト同一ナリ。(第198圖參照)

$$\therefore R = 66.718$$

④ヨリ左側ニ在ル輪荷重ノ④ニ對スル力率和ヲ  $m$  トシ且ツ  $Ab$  上ニアル輪荷重ノ中ニテ  $A$  ニ傳ハル荷重ノ部分ヲ  $W_a$  トスレバ

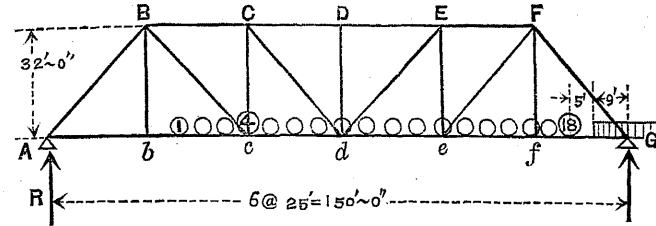
$$W_a \times 25 = m \text{ 即チ } W_a = m/25$$

$$W_a = 176.715 \div 25 = 7.069$$

$$\text{剪斷力 } V_{Ab} = 66.718 - 7.069 = 59.649 \text{ 噸}$$

格間  $bc$  ノ最大動荷重剪斷力:

第201圖



$$\text{コノトキノ條件式ハ } G_2 = \frac{G}{n} \quad \therefore G_2 = \frac{G}{6}$$

格點  $c$  = ④ヲ置ケバ

$$G = 104.600 + 0.735 \times 9 = 111.215$$

$$G \div 6 = 111.215 \div 6 = 18.536$$

$$G_1 = 18.410 \text{ 或 } \cdot 25.775$$

故ニ條件ヲ滿スヲ知ル。

列車頭ニ對スル輪荷重ノ力率和 = 6,026.540

$$M_1' = 6,026.540 + 104.600 \times 9 = 6,967.940$$

$$G \text{ 點} = \text{對スル列車荷重ノ力率} = \frac{1}{2} \times 0.735 \times 81 \\ = 29.768$$

$$M_1 = 6,967.940 + 29.768 = 6,997.708$$

$$\therefore R = 6,997.708 \div 150 = 46.651$$

$$W_b = 176.715 \div 25 = 7.069$$

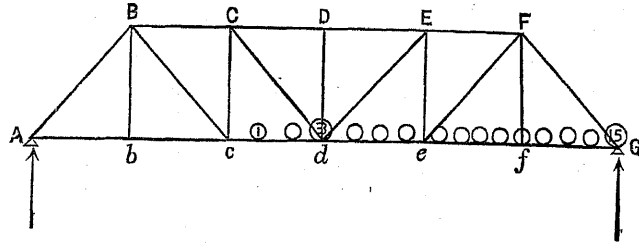
$$\therefore V_{bc} = 46.651 - 7.069 = 39.582 \text{ 噸}$$

次ニ③ヲ  $c$  點ニ置クモ最大動荷重剪斷力ノ條件

ヲ滿ス而シテ其値ハ前出ノモノト同一ナルヲ知ルベシ。

格間  $cd$  ノ最大動荷重剪斷力: 第 202 圖 = 於テ

第 202 圖



$$G = 85.440 \text{ 或ハ } 90.230$$

$$G/n = 14.240 \text{ 或ハ } 15.038$$

$$G_1 = 11.045 \text{ 或ハ } 18.410$$

故ニ條件ヲ滿ス。

支端  $G$  = 對スル輪荷重ノ力率和 = 3,983.220

$$R = 3,983.220 \div 150 = 26.555$$

$$W_c = 84.665 \div 25 = 3.387$$

$$\therefore V_{ca} = 26.555 - 3.387 = 23.168 \text{ 噸}$$

格間  $de$  ノ最大動荷重剪斷力: 第 203 圖 = 於テ

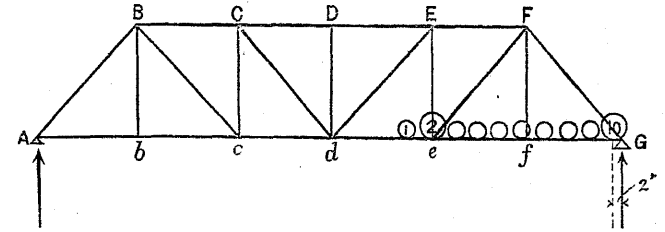
$$G = 55.980 \quad G/6 = 55.980 \div 6 = 9.330$$

$$G_1 = 3.680 \text{ 或ハ } 11.045$$

夫故ニ條件ハ滿サル。

$$\textcircled{10} = \text{對スル輪荷重ノ力率和} = 1,705.770$$

第 203 圖



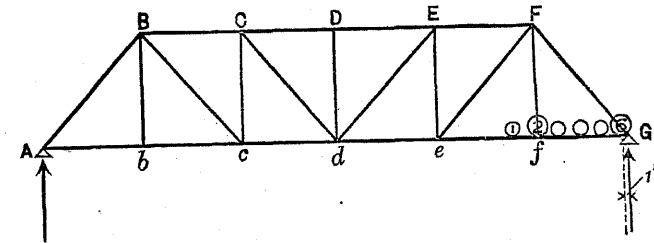
$$M_t = 1,705.770 + 55,980 \times 2 = 1,817.730$$

$$R = 1,817.730 \div 150 = 12.118$$

$$\therefore V_{ae} = 12.118 - 1.178 = 10.940 \text{ 噸}$$

格間  $ef$  ノ最大動荷重斷剪力: 第 204 圖 = 於テ

第 204 圖



$$\text{格點 } f = \textcircled{2} \text{ ヲ加フレバ } G = 37.930$$

$$\frac{G}{6} = 37.930 \div 6 = 6.322$$

$$x_1 = 3.680 \text{ 或ハ } 11.045 \text{ 故ニ條件ヲ滿ス。}$$

輪荷重  $\textcircled{2}$  ヲ力率原點トスル輪荷重ノ力率和 = 603.850

$$\therefore M_t = 603.850 + 37.930 \times 1 = 641.780$$

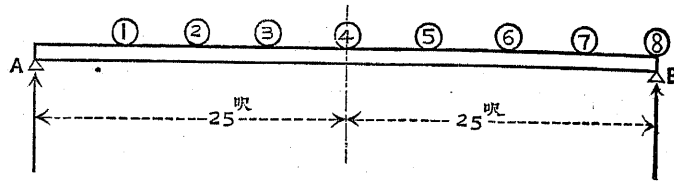
$$R = 641.780 \div 150 = 4.278$$

$$W_e = m/d = 29.440 \div 25 = 1.178$$

$$\therefore V_{ef} = 4.278 - 1.178 = 3.100 \text{ 噸}$$

最大格點動荷重: 最大格點動荷重(即チ部材 Bb 又ハ Ef = 起ル最大動荷重應張力)ヲ求ムルニハ 50 呎支間ノ單桁ノ中央ニ起ル最大彎曲率ヲ求メ之ニ  $2/d$  ヲ乘ズレバ可ナリ。

第 205 圖



先ヅ ④ヲ中央ニ置ケバ  $G = 42.720$  或ハ  $47.510$

$$\therefore G/2 = 21.360 \text{ 或ハ } 23.755$$

$$G_1 = 18.410 \text{ 或ハ } 25.775 \text{ 故ニ條件ヲ滿ス。}$$

支端 B = 對スル輪荷重ノ力率和 = 1,049.820

$$A = \text{起ル反力} = 1,049.820 \div 50$$

$$\therefore \text{中央ニ起ル彎曲率} = \frac{1,049.820}{50} \times 25 = 176.715$$

$$= 348.195$$

$$\therefore \text{最大格點動荷重} = 348.195 \times \frac{2}{25} = 27.855 \text{ 噸}$$

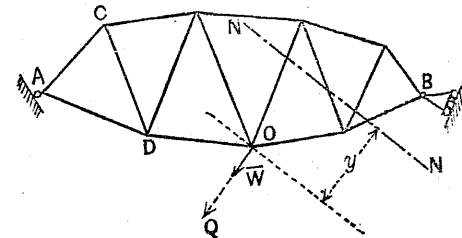
コノ外ニ ⑤ヲ中心ニ置クモ條件ヲ滿タスヲ知ル。併シ其値ハ上ノ場合ヨリ小ナリ。

## 第五章 撓度及不靜定結構 (Deflection and Indeterminate Framed Structures)

102. 或部材ノ長サノ變化即チ變形ニ伴フ任意ノ格點ノ變位溫度ノ變化或ハ應力ノ爲ニ或構造ノ一部材ガ變形スレバ一般ニ構造ノ總テノ部分ハ皆少シツツ變位ス。若シ數多ノ部材ガ變形スレバ夫等ガ構ノ形ニ及ボス影響ハ各ノ變形ガ及ボス影響ノ合成ナリ。而シテ此等ノ變形ガ微小ナルトキハ或格點ノ最終ノ變位ハ各部材ノ變形ヨリ起ル變位ヲ別々ニ求メテ夫等ヲ合成シタルモノト考フルモ差支ナシ。換言スレバ任意ノ部材ノ變形ガ或格點ノ變位ニ及ボス影響ハ其他ノ部材ガ其點ノ變位ニ及ボス影響ニハ無關係ナリト考フルヲ得。之ヲ數學的ニ云ヘバ構ノ形及ビ格點ノ位置ハ總テノ部材ノ長サノ函數ナリ。而シテ若シ或部材或ハ總テノ部材ガ變形スレバ夫等ガ或格點ノ位置ニ及ボス最後ノ影響ハ各變形スル部材ニ關シテ其函數ヲ別々ニ微分シ夫等ヲ加ヘテ求ムルコトヲ得。

第 206 圖ニ於テ AB ヲ與ヘラレタル任意ノ構トシ A ヲ固定點トシ O ヲ任意ノ格點トス。

第 206 圖



今任意ノ部材 OD ノ變形ノ爲メニ格點 O ノ任意ノ方向 OQ = 於ケル變位ヲ求メ尙進デ總テノ部材ノ變形ノ爲ニ格點 O ノ同方向ニ於ケル最後ノ變位ヲ求メントス。

l=部材 CD ノ原ノ長サ.

Δl=部材 CD ノ長サノ變化即チ變形.

δ=變形 Δl ノ爲 = OQ ナル方向 = 於ケル O ノ變位.

D=Σδ=總テノ部材ノ變形ノ爲 = OQ ナル方向 = 於ケル O ノ變位.

OQ = 直角ナル一定面 NN = 關シテ O 點ノ位置ハ CD ノ長サ及  
其他ノ部材ノ長サノ項ニテ表ハスヲ得ベシ.

即チ  $y=f(l)$ .....(a)

コノ式ヲ長サ l = 就キテ微分スレバ δ ト Δl トノ間ノ關係ヲ得.  
何トナレバ δ ト Δl トハ微小ナレバ微分ト同一ナリト見テ大差  
ナシ. 即チ

$$\frac{\delta}{\Delta l} = \frac{dy}{dl} \dots\dots\dots(b)$$

$$\therefore \delta = \Delta l \frac{dy}{dl} \dots\dots\dots(c)$$

數多ノ部材ノ長サガ變ズル場合ハ

$$D = \Sigma \delta = \Sigma \Delta l \frac{dy}{dl} \dots\dots\dots(d)$$

即チ最後ノ變位 D ナ求ムルニハ  $\Delta l \frac{dy}{dl}$  ナル項ヲ各部材ニ就テ  
別々ニ計算シテ夫等ヲ加フレバ可ナリ.

今格點 O = 於テ OQ ナル方向ニ働ク外力  $\bar{W}$  ナ加フレバコノ力  
ハ各部材ニ應力及變形ヲ生ズ. 此等ノ影響ニヨリテ OQ ナル方向  
ニ變位即チ撓度ヲ生ズ. 今部材 CD ノ變形ガ此撓度ニ及ボス影響  
即チ變位加量ヲ或方法ニテ求ムレバ此加量ト CD ノ變形トノ比  
ハ即チ  $\gamma$  ナ CD ノ長サニ就テ微分シタルモノニ外ナラザルナリ.

$\bar{S}$  = 荷重  $\bar{W}$  ノ爲 = CD 部材ニ起ル應力.

$\bar{\Delta l}$  = 應力  $\bar{S}$  ノ爲 = CD<sub>0</sub> = 起ル變形.

$\delta$  = CD ノ變形  $\bar{\Delta l}$  ノ爲 = O ガナス變位.

O 點ガ變位チナス間ニ荷重  $\bar{W}$  ハ働チナス. 其分量ハ平均荷重  
 $\frac{1}{2}\bar{W}$  = 變位  $\delta$  ナ乗ジタルモノナリ. 即チ荷重  $\bar{W}$  ノ働 =  $\frac{1}{2}\bar{W} \cdot \delta$

コノ働ハ部材 CD ガ  $\bar{\Delta l}$  丈變形スル爲ニナセル働ニ等シカル可シ.

而シテ部材ノ平均應力ハ  $\frac{1}{2}\bar{S}$  ナルヲ以テ應力ノ働 =  $\frac{1}{2}\bar{S} \cdot \bar{\Delta l}$

$$\therefore \frac{1}{2}\bar{W} \cdot \delta = \frac{1}{2}\bar{S} \cdot \bar{\Delta l}$$

$$\therefore \frac{\delta}{\Delta l} = \frac{\bar{S}}{\bar{W}} \dots\dots\dots(e)$$

此(e)式ハ求ムル所ノ比即チ O ノ變位ト CD ノ變形トノ比ヲ與フ  
ルモノナリ. 而シテ  $\bar{W}$  ハ任意ノ荷重ニシテ  $\bar{S}$  ハ此荷重ノ爲ニ  
考ヘツツアル部材ニ起ル應力ナル故ニ此  $\bar{S}/\bar{W}$  ハ常數ナリ.

故ニ一般ニ  $\frac{dy}{dl} = \frac{\delta}{\Delta l} = \frac{\bar{S}}{\bar{W}} = \frac{\delta}{\Delta l} \dots\dots\dots(f)$

$$\therefore \delta = \Delta l \cdot \frac{dy}{dl} = \Delta l \cdot \frac{\bar{S}}{\bar{W}} \left. \dots\dots\dots(g) \right\}$$

或ハ  $\delta \cdot \bar{W} = \Delta l \bar{S}$

便宜ノ爲ニ  $\bar{W}$  ナ單位重量トシ之ニ對スル應力  $\bar{S}$  ナ  $S_0$  トスレバ  
 $1 \cdot \delta = \Delta l S_0 \dots\dots\dots(h)$

總テノ部材ノ長サガ變形スルト考フレバ

$$D = \Sigma 1 \cdot \delta = \Sigma \Delta l S_0 \dots\dots\dots(104)$$

(104)式ニ於テ  $\Delta l$  ハ與ヘラレタル荷重ノ爲ニ或一ツノ部材ニ生  
ズル變形ニシテ  $S_0$  ハ變位ヲ求メントスル格點ニ於テ其變位ノ  
方向ニ加ヘタル單位荷重ノタメニ其部材ニ起ル應力ナリ.

103. 結構ノ撓度 (Deflections of Framed Structures) 今或構ニ荷重  
ガ加ハリテ部材ニ應力ヲ生ジ其爲ニ起ル撓度ヲ求メントス.

$\Delta l$  = 或荷重ノ爲ニ部材ニ起ル變形.

$S$  = 其荷重ノ爲ニ任意ノ部材ニ起ル應力.

$A$  = 部材ノ斷面積.

$l$  = 部材ノ長サ.  $E$  = 彈性係數

然ルトキハ  $\Delta l = \frac{Sl}{EA}$

故ニ (104) 式ヨリ  $D = \Sigma \frac{Sl}{EA} S_0 \dots\dots\dots(105)$

次 = 温度ノ變化ノ爲ニ起ル撓度ヲ求メントス。温度ノ變化ニ基因スル變形ヲ  $\Delta l$  トスレバ

$$\Delta l = \omega l$$

茲ニ

$\omega$  = 伸縮係數.

$t$  = 或部材ノ温度ノ變化.

$$\therefore D = \sum \omega l S_0 \dots \dots \dots (106)$$

次ニ撓度ノ公式ヲ應力ノ働ヨリ求ムレバ次ノ如シ。應力  $S$  ナル部材ノ働ハ變形  $Sl/EA$  ニ平均應力  $\frac{1}{2}S$  ナ乗ジタルモノナリ。コノ働ヲ  $K$  トスレバ

$$K = \frac{Sl^2}{2EA}$$

之ヲ任意ノ荷重  $\bar{W}$  = 就キテ微分スレバ

$$\frac{dK}{d\bar{W}} = \frac{Sl}{EA} \frac{dS}{d\bar{W}}$$

故ニ數多ノ部材ガアルトキハ

$$\frac{dK}{d\bar{W}} = \sum \frac{Sl}{EA} \frac{dS}{d\bar{W}} \dots \dots \dots (107)$$

此式中ノ  $dS/d\bar{W}$  ハ應力ノ加量ト荷重ノ加量トノ比ニシテ  $S_0$  = 相當スルモノナリ。故ニ

$$\frac{dK}{d\bar{W}} = \sum \frac{Sl}{EA} S_0 \dots \dots \dots (107_a)$$

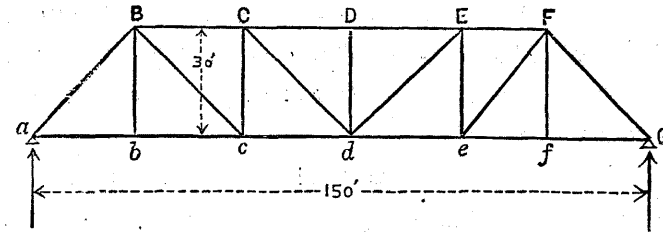
即チコノ式ハ(105)式ト同一ナル故

$$D = \frac{dK}{d\bar{W}} \dots \dots \dots (107_b)$$

即チ或與ヘラレタル荷重ノ爲ニ結構ニ起ル撓度ハ變位ヲ求メントスル點ニ加ヘタル外力ニ關シテ變形ノ働ヲ微分シタル微分係數ニ等シ。

第207圖ニ示スぶらっと構ノ格點  $d$  ノ撓度ヲ求メントス。一ツノ構ガ受クル等布荷重ヲ延長每一呎ニツキ2.5基听トス。詳細ナル計算ハ表中ニ示ス。但シ  $E=29,000$  基听毎平方吋。

第207圖



	長さ (l) 吋	應力 (S) 基听	斷面積 (A) 平方吋	$\frac{Sl}{EA}$	$S_0$ 基听	$\frac{Sl}{EA} S_0$
aB	459	-203.090	31.8	-0.103	-0.651	+0.067
BC	300	-268.500	31.8	-0.068	-0.833	+0.056
CD	300	-234.500	31.8	-0.076	-1.250	+0.095
ab	300	+130.000	26.4	+0.051	+0.417	+0.021
bc	300	+130.000	26.4	+0.051	+0.417	+0.021
cd	300	+208.500	29.5	+0.055	+0.833	+0.145
Be	469	+122.000	18.7	+0.106	+0.651	+0.069
Cd	409	+40.600	10.0	+0.066	+0.651	+0.043
Bb	360	+62.500	17.6	+0.044	0	+0
Cc	360	-31.250	14.7	-0.026	-0.500	+0.013
Dd	360	0	11.8	0	0	0

$$\sum \frac{Sl}{EA} S_0 = +0.430$$

上表ニ於テ  $S_0$  ハ格點  $d$  ニ加ヘタル1基听ヨリ部材ニ生ズル應力ナリ。此場合ニハ  $S_0$  ノ符號ハ各部材トモ  $S$  ノ符號ニ同ジ。故ニ  $\sum Sl/EA$  ノ符號ハ常ニ正ナリ。

此構ハ中心線ニ對シテ對稱ナルヲ以テ構ノ半分ヲ考ヘタリ而シテ全體ノ撓度ハ上表ヨリ求メタルモノヲ二倍スレバ可ナリ。

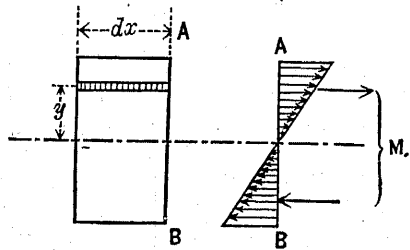
即チ  $D = 2 \times 0.430 = 0.860$  吋。

今迄撓度ニ就キテ求メタル公式ハ部材ガ軸應力ノミヲ受クル構ニ適用スベキモノナリ。若シ或部材ガ彎曲率ヲ受クルト



キハ撓度ノ公式ハ少シク變化スルヲ要ス。第206圖ニ示ス構、  
一ツノ部材ガ桁トシテ働クトスレバ其彎曲率及撓度ハ〇點ノ  
變位ニ幾分ノ影響ヲ及ボスヤ明カナリ。此場合ニハ先ツ此等  
ノ彎曲率ヨリ起ル變形ガナス働ヲ求メ之ヲ任意ノ荷重 $\bar{W}$ ニ就  
キテ微分スレバ可ナリ。

第208圖



Mニ與ヘラレタル荷重ノ爲ニ桁ノ任意ノ断面ニ起ル彎曲率。  
此断面ヲ含ミテ桁ノ極細微ナル長サ $dx$ ヲ考フ。然ラベコノ $dx$   
ナル部分ニ於ケル變形ノ爲ス働ハ(中巻材料力學第九章參照)。

$$k = \frac{M^2}{2EI} dx \dots \dots \dots (108)$$

之ヲ〇ニ加ヘタル荷重 $\bar{W}$ ニ就キテ微分スレバ

$$\frac{dk}{d\bar{W}} = \frac{M dx}{EI} \frac{dM}{d\bar{W}} \dots \dots \dots (109)$$

之ハ細微部分 $dx$ ニ於ケル彎曲率 $M$ ノ爲ニ起ル〇點ノ撓度ナリ。  
部材全體ヲ通ジテノ彎曲率ノ全影響ハ(109)式ヲ全長ニワタリ  
テ積分スレバ可ナリ。今考ヘツツアル一ツノ部材ニ於ケル彎  
曲ノ爲ニ起ル〇點ノ全撓度ヲ $\delta$ トスレバ

$$\delta = \int_0^l \frac{M dx}{EI} \frac{dM}{d\bar{W}} \dots \dots \dots (110)$$

若シ $d\bar{W}$ ヲ單位荷重トスレバ $dM$ ハ〇點ニ加ヘタル單位荷重ノ爲  
ニ桁ノ任意ノ點ニ起ル彎曲率ナリ。コノ彎曲率ヲ $M_0$ トスレバ

$$\delta = \int_0^l \frac{M dx}{EI} M_0 \dots \dots \dots (111)$$

此 $M_0$ ハ(104)式ノ $S_0$ ニ相當スルモノナリ。

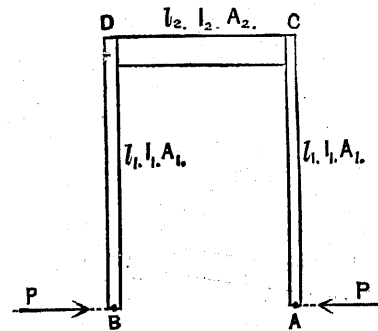
桁トシテ働ク部分ガ數多アルトキハ各部材ニ就キテ $\delta$ ヲ計  
算シ夫等ヲ合計スレバ可ナリ。

$$D = \sum \delta = \sum \left[ \int_0^l \frac{M dx}{EI} M_0 \right] \dots \dots \dots (112)$$

故ニ或構ノ撓度ヲ與フベキ一般公式ハ

$$D = \sum \frac{S_0}{EA} S_0 + \sum \left[ \int_0^l \frac{M dx}{EI} M_0 \right] \dots \dots \dots (113)$$

第209圖



第209圖ニ示セルハ橋  
門ノ一例ナリ。其長サ、斷  
面積及ビ慣性能率ハ圖ニ  
示スガ如シ。今外力 $P$ ノ  
爲ニ $B$ ニ關シテノ $A$ ノ橫  
撓度ヲ求メントス。部材  
AC及BDハ桁トシテ働ク。  
部材BD及ACヲ考ヘ原點  
ヲ夫々 $B$ 及 $A$ ニ取レバ

$$M = Px \quad M_0 = x$$

$$\therefore \int_0^{l_1} \frac{M dx}{EI_1} M_0 = \frac{P}{EI_1} \int_0^{l_1} x^2 dx = \frac{Pl_1^3}{3EI_1}$$

部材CDヲ考フレバ  $M = Pl_1 \quad M_0 = l_1$

$$\therefore \int_0^{l_2} \frac{M dx}{EI_2} M_0 = \frac{Pl_1^2 l_2}{EI_2}$$

次ニCDハ柱トシテ働クヲ以テ  $S = P, S_0 = 1$

$$S/S_0/EA = Pl_1/EA_2$$

故ニ(113)式ヨリ  $D = 2 \times \frac{Pl_1^3}{3EI_1} + \frac{Pl_1^2 l_2}{EI_2} + \frac{Pl_1^2}{EA_2}$

今  $P = 4,000$  斤  $l_1 = 30$  呎  $l_2 = 16$  呎

$$I_1 = 2,000 \text{ 吋}^4 \quad I_2 = 3,000 \text{ 吋}^4$$

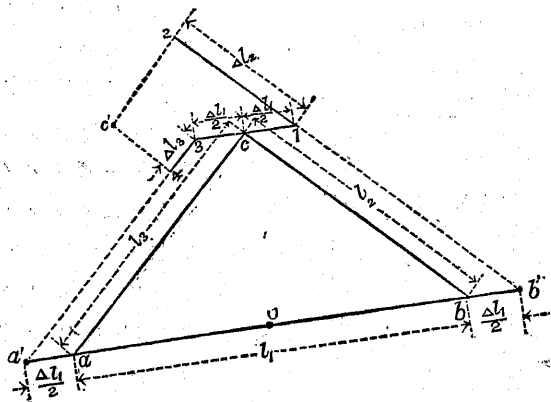
$$A_2 = 15 \text{ 吋}^2 \quad E = 29,000,000 \text{ 斤/吋}^2$$

トスレバ  $D=2 \times 0.79 + 0.86 + 0.001 = 2.44$  吋

上式ニ於テ項 0.001 ハ CD ガ柱トシテ働クトキノ影響ナリ。即チ撓度ハ主トシテ撓曲率ニ基因スルヲ知ルベシ。

104. ちりぞ氏ノ變位圖 (Williot Displacement Diagram) 單構ノ各部材ノ變形ヲ知ルトキハ構ノ各格點ノ相互ノ變位ハ簡單ニ圖式的ニ求ムルコトヲ得。第 210 圖ニ於テ  $\Delta abc$  ナ考フ。

第 210 圖



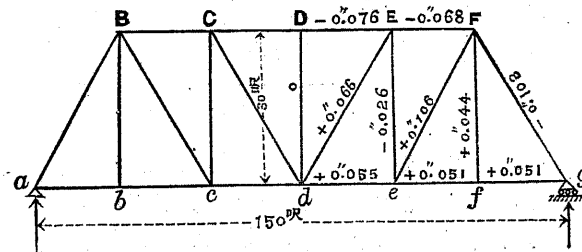
部材  $ab$  及  $bc$  ハ夫々  $\Delta L_1$  及  $\Delta L_2$  丈ケ伸長シ部材  $ac$  ハ  $\Delta L_3$  丈ケ短縮スルモノトス。今  $ab$  ノ方向ハ不變ニシテ然モ其中點  $O$  ハ固定セルモノトシテ他ノ格點  $a, b$  及  $c$  ノ新位置ヲ求メントス。

先ヅ  $a$  及  $b$  ノ兩側ニ  $ab$  ノ伸長  $\Delta L_1$  ノ半分ヲ取りテ  $a'$  及  $b'$  點ヲ定ム。然ルトキハ  $a'$  及  $b'$  ナ中心トシ  $ac$  及  $bc$  ノ新長即チ  $(l_3 - \Delta L_3)$  及  $(l_2 + \Delta L_2)$  ナ半徑トシテ圓ヲ畫キ其交點  $C'$  ナ求ムレバ是レ  $c$  點ノ變位セル位置ナリ。即チ圖ニ於テ變形後ノ長サハ  $\overline{b'c'}$  及  $\overline{a'c'}$  ナリ。而シテ長サノ變化ハ  $\overline{1-2}$  及  $\overline{3-4}$  ナリ。同様ノ理ニ由リ他ノ格點ノ新位置ヲ決定スルコトヲ得。

實用的ニハ斯ノ如クシテ變位ヲ決定スルハ却テ不便ナリ。何トナレバ長サノ變化ハ部材ノ長サニ比スレバ非常ニ小ナル

ユヘ部材ト同一縮尺ニテ變形ヲ表ハスコト甚ダ困難ナルヲ以テナリ。故ニ部材自身ノ長サヲ考ヘズシテ唯變形ノミヲ考ヘテ適當ノ縮尺ニテ解法ヲナスヲ便トス。即チ第 210 圖ニ於テ  $\overline{c1} = \overline{b'v} = \frac{\Delta L_1}{2}$ ,  $\overline{c3} = \overline{a'w} = \frac{\Delta L_2}{2}$  ナル様ニ  $c$  ヨリ左右ニ取りテ點 1 及 3 ナ決定ス。但シ直線  $\overline{1-3}$  ハ  $\overline{ab}$  ニ並行ナリ。次ニ  $\overline{1-2}$  ナ  $bc$  ニ並行ニ引キ其長サヲ變形  $\Delta L_2$  ニ等シク取ル。又  $\overline{3-4}$  ナ  $ac$  ニ並行ニ引キ其長サヲ變形  $\Delta L_3$  ニ等シク取ル。斯クシテ 2 及 4 點ヲ得。點 2 及 4 ニ於テ今引キタル直線ニ垂線ヲ引キ其交點  $c'$  ナ求ムレバ是レ變位後ノ  $c$  ノ位置ナリトス何トナレバ變形ガ甚ダ小ナルユヘ  $\overline{b'2}$  ト  $\overline{b'c'}$  及  $\overline{a'4}$  ト  $\overline{a'c'}$  ハ各相等シト見做シ得レバナリ。解析解法ハ唯一點ノ一方向ニ於ケル變位ヲ與フルノミナレドモ此圖式解法ニヨレバ一ツノ表圖ニテ各格點ノ變位ヲ同時ニ知ルヲ得。是レ此解法ノ便利ナル點ナリトス。

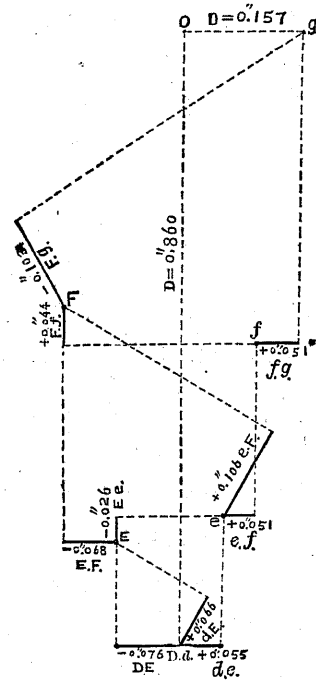
第 211 圖



茲ニ一例ヲアゲテ説明セントス。第 211 圖ニ示セル數ハ構ガ或對稱荷重ヲウクルトキ各部材ニ生ズル變形ヲ表ハス。コノトキノ變位圖ハ中央ノ鉛直材ヨリ始ムルヲ便トス。尤モ對稱荷重ナルヲ以テ中央ヨリ右側又ハ左側ヲ考ヘ之ニ對スル變位圖ヲ畫ケバ可ナリ。

第 212 圖ハ變形ヲ用ヒテ畫キタル變位圖ナリ。圖中  $\overline{Oa}$  ハ格點  $a$  ノ鉛直撓度ニシテ  $\overline{Og}$  ハ  $\overline{ag}$  部材ノ變形ノ半分ナリ。

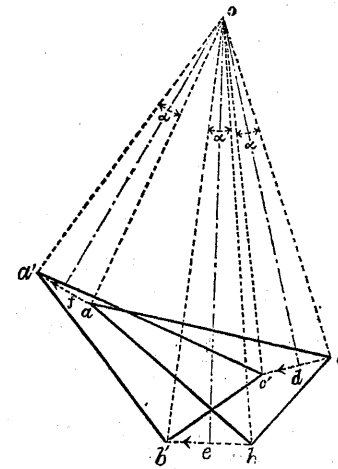
第 212 圖



105. もろゝ氏廻旋圖 (Mohr's Rotation Diagram) 剛構 (Rigid Frame)  $abc$  アリテ之ヲ  $a'b'c'$  ノ位置ニナルマデ少シク廻旋スルトキ瞬間廻旋中心  $o$  ハ  $cc'$ ,  $aa'$  及  $bb'$  ノ中點ヨリ引キタル垂線ノ交點ニアリ。直線  $aa'$ ,  $bb'$  及  $cc'$  ハ三角形ノ各頂點ノ變位ヲ表ハス。

次ニ第 214 圖ニ示ス如ク  $o''$  ナル極ヲ假定シ之ヨリ  $a''o''$ ,  $b''o''$  及  $c''o''$  ナル夫々  $aa'$ ,  $bb'$  及  $cc'$  ニ並行ニ且ツ相等シキ長さニ取リ  $a''$ ,  $b''$  及  $c''$  ナル結ベバ三角形  $a''b''c''$  ナル得。之ハ原ノ構  $abc$  ニ相似ナル圖形ニシテ唯前者ニ對シテ  $90^\circ$  ダケ廻轉シタルモノナリ。何トナレバ廻旋角  $\alpha$  ハ細微ナルエハ直線  $of$ ,  $oe$ ,  $od$  ハ殆ド  $oa$ ,  $ob$ ,  $oc$  ト夫々一致スルモノト見做スヲ得即チ次ノ如ク考フルモ差支ナシ

第 213 圖



$$a''o'' \perp oa \quad b''o'' \perp ob \quad c''o'' \perp oc$$

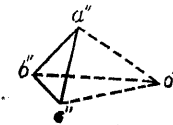
$$\therefore \frac{a''o''}{oa} = \frac{b''o''}{ob} = \frac{c''o''}{oc}$$

故ニ第 214 圖ニ於テ若シ點  $a''$  及  $c''$  ナル知レバ此  $a''c''$  ナル直線上ニ圖形  $abc$  ニ相似形ニシテ其各邊ガ前者ニ對シテ直角ヲナス様三角形ヲ畫ケバ  $b''$  點ノ位置ヲ知ルコトヲ得。從ツテ  $b$  點ノ變位ノ方向ト大サトハ  $o''b''$  ニテ表ハサル、若シ  $a$  ナ瞬間廻旋中心トスレバ第 214 圖ニ於テ  $o''$  ト  $a''$  トガ合シ  $a''c''$  ハ  $c$  點ノ變位ヲ、 $a''b''$  ハ  $b$  點ノ變位ヲ表ハスベキナリ。同様ニシテ此理ハ一般ニ如何ナル構ニモ適用スルヲ得。

構ノ場合ニ於テ廻旋ヨリ起ル二點ノ變位ヲ知レバ其他ノ總テノ點ノ變位ハ上述ノ方法ニ依リテ決定セラル。而シテ構ニ於テハ格點ノ一ツガ廻旋ノ中心トナリ靜定構ニ於テハ廻旋ヨリ起ル二點ノ變位ハ常ニ知ルコトヲ得。

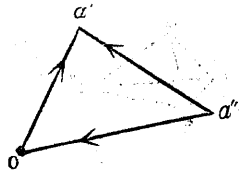
一點ガ一定點ヨリ測ラレタル二ツノ變位ヲ受クルナラバ其極ニ關スル其點ノ最後ノ變位ハ力ノ三角形ニ相當スル變位ノ

第 214 圖



三角形ヲ畫キテ求ムルコトヲ得。例令バ圖ニ於テ $a'o$ ハ構ガ或點ニ對シテ廻旋シタルトキ一格點ノ變位ヲ表ハストシ $oa'$ ハ其構ガ應力ヲ受ケタルトキ其點ノナス變位トスレバ同點ノ最後ノ變位ハ $oa'$ ト $a'o$ トヲ合成シタル $a'a'$ ナリ。

第 215 圖



一般ニ或構ガ或荷重ヲ受ケタルトキ其構ノ格點ノ眞ノ變位ヲ知ルニハ先ツ或一ツノ固定點ヲ取り且ツ其點ヲ通ル一部材ノ方向ヲ不變ナリト假定シテ $a$ ヲリを變位圖ヲ畫キテ各格點ノ變位ヲ知ル。而テコノトキハ一部材ノ方向ヲ

不變ト假定セルヲ以テ之ヨリ得タル結果ハ各點ノ眞變位ニ非ズ。次ニ與ヘラレタル條件ヨリ最初方向不變ト假定セル部材ヲ適當ニ廻旋シテ之ヨリ起ル變位ヲ求メ之ト應力ヨリ起ル變位ト合成シテ最後ノ眞變位ヲ得。

附圖第 IV (a)ニ示セル構ニ於テ格點 $d, e$ 及 $c$ ニ 62,500 斤ノ荷重ガ加ハリタルトキ各格點ノ變位ヲ求メントス。先ツ各部材ノ應力並ニ變形ヲ求メ中央ノ鉛直材 $Dd$ ハ方向不變ニシテ且ツ $d$ 點ハ固定點ナリト假定シテ變位圖ヲ畫クコト附圖第 IV. (c)ニ示ス如シ。コノトキノ $a$ 及 $g$ 點ハ鉛直材 $Dd$ ニ對スル此等ノ點ノ正シキ關係的位置ヲ與フ。然シ絕對的位置ヲ與フルニ非ズ何トナレバ實際ニハ $Dd$ ハ其方向ヲ變ズルヲ以テナリ。尙變位圖(c)ヲ見ルニ $g$ 點ハ $a$ ニ對シテ鉛直及水平變位ヲナセリ。而シテ實際ハ(a)圖ニ於ケル $a$ 點ハ固定點ニシテ $g$ ハ水平動ノミヲナシ得ルガ故ニ此變形シタル構ヲ $a$ 點ノマワリニ廻旋シテ $g$ 點ガ軌子ノ動ク線中ニ來ル様ニナスベキナリ。(c)圖ニ於テ $a$ ハ固定點ナルヲ以テ廻旋ニ因リテ變位スルコトナギ故尙一ツノ點ノ變位ヲ知レバ他ノ總テノ點ノ廻旋變位ヲ知ルヲ得。(a)圖ノ構ガ $a$ 點ノマワリニ廻旋スルトキ $g$ 點ハ $ag$ 線ハ直角ナル線中ヲ動クヲ以テ(c)圖ニ於テ $ag''$ ヲ鉛直ニ引ク又 $g$ 點ハ水平變位ノ

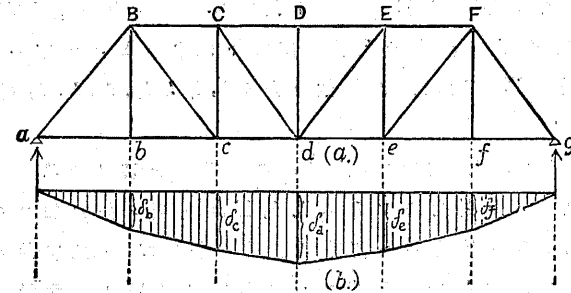
ミヲナスモノナレバ應力ニ基因スル變位 $ag$ ト廻旋ニ基因スル鉛直變位トノ合成ハ水平ナルベキヲ以テ水平線 $gg''$ ヲ引キ其交點 $g''$ ヲ求ムレバ此點ハ $a$ ニ對シテ $g$ ノ點ノ變位ヲ表ハスベキ最後ノ位置ナリ然ラバ廻旋圖上ニ二點 $a$ 及 $g''$ ヲ得タルヲ以テ其他ノ點ノ變位ハ直チニ求ムルコトヲ得即チ $ag''$ ヲ下弦材トシテ與ヘラレタル構ニ相似形ニシテ然モ部材ガ夫々直角ヲナセル圖形ヲ作レバ直チニ廻旋圖ヲ得(第 214 圖ノ三角形 $a''b''c''$ ニ相當ス)。從テ各格點ノ撓度ハ容易ニ求メラル。附圖第 IV (b)ハ實ニ下弦材ノ各格點ノ撓度ヲ表ハスモノニシテ所謂撓度多邊形(Deflection Polygon)ナリ。

他ノ格點例令 $F$ 點ヲ考フルニ $aF$ ハ應力ニ基因スル $a$ ニ對シテノ $F$ 點ノ變位ヲ表ハシ $aF''$ ハ廻旋ニ基因スル $a$ ニ對シテノ $F$ 點ノ變位ヲ表ハスヲ以テ $F$ 點ノ $a$ ニ對シテノ最後ノ變位ハ $FF''$ ニテ表ハサル。

106. 撓度影響線 (Deflection Influence Line) 附圖第 IV. (b)ハ下弦材ノ格點ノ撓度ヲ表ハス曲線ナリ。之ト同様ニ上弦材ニ對シテモ撓度曲線ヲ引クヲ得。

今格點 $d$ ニ單位荷重ヲ置キテ附圖第 IV. (b)ノ如ク下弦材ノ格點ノ撓度多邊形ヲ作リテ第 216 圖(b)ヲ得タリトセヨ。今任意ノ縱距 $\delta_c$ ヲ考フルニ之ハ $d$ ニ單位荷重ヲ置キタルトキ $c$ 點ノ撓

第 216 圖



度ナリ。故ニ之ヲ式ヲ以テ表ハセバ

$$\delta_c = \sum \frac{S_l}{EA} S_0 \dots \dots \dots (a)$$

式中  $S$  ハ  $d$  = 加ヘラレタル單位荷重ヨリ任意ノ部材ニ生ズル應力ナリ。  $S_0$  ハ撓度ヲ求ムル點  $c$  = 加ヘラレタル單位荷重ヨリ任意ノ部材ニ生ズル應力ナリ。次ニ  $c$  點ニ單位荷重ヲ加ヘタルトキノ  $d$  點ノ撓度ハ同理ニ由リ

$$\delta_d = \sum \frac{S_0 l}{EA} S \dots \dots \dots (b)$$

茲ニ於テ (a) 式ト (b) 式ハ同一ナリ。即チ任意ノ點  $c$  = 加ヘタル單位荷重ヨリ  $d$  = 起ル撓度ハ  $d$  點ニ加ヘタル單位荷重ヨリ  $c$  = 起ル撓度ニ相等シ。

故ニ  $c$  = 加ヘタル荷重  $P_1$  ノ爲ニ  $d$  = 起ル撓度ハ  $P_1 \delta_c$  又  $b$  = 加ヘタル荷重  $P_2$  ノ爲ニ  $d$  = 起ル撓度ハ  $P_2 \delta_b$  ナリ。故ニ  $d$  = 起ル撓度ハ一般ニ

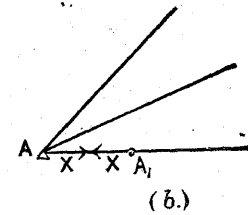
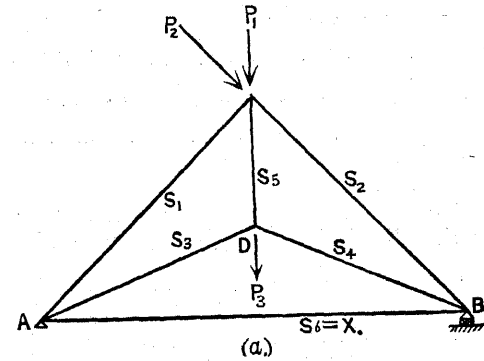
$$D_d = P_1 \delta_c + P_2 \delta_b + \dots = \sum P \delta \dots \dots \dots (114)$$

即チ (b) 圖ハ  $d$  點ノ撓度ニ對スル影響線ナリ。之ニ由リテ任意ノ荷重ヲウケタルトキ此點ノ撓度ハ容易ニ計算スルコトヲ得。撓度影響線ヲ引クニハ唯一ツノ  $\delta$  を變位圖ヲ作レバ可ナレドモ解析法ニ依レバ甚ダ煩ハシ。

107. 一ツノ剩材ヲ有スル構 第217圖ニ示スハーツノ剩材ヲ有スル構ナリ。此場合ニ於テハ何レノ部材ヲ剩材ト見做スモ可ナリ。今  $AB$  部材ガ剩材ナリト假定ス。圖ノ如ク各部材ノ應力ヲ  $S_1, S_2, S_3$  等トシ  $S_0$  ナ剩材ノ應力トシ之ヲ  $X$  ニテ表ハス。各部材ノ長サ、斷面積及彈性係數ヲ夫々  $l_1, l_2, l_3$  等、 $A_1, A_2, A_3$  等及  $E_1, E_2, E_3$  等トス。

部材  $AB$  ナ  $A$  點ニ非常ニ接近シタル點ニテ切りテ考フルニ此部材ノ應力  $X$  ナ外力トシテ  $A$  及  $A_1$  點ニ (b) 圖ノ如ク加フルトモ他ノ部材ニ起ル應力ニハ何等ノ變動ヲ來サズ。此状態ニ於テ  $A$  = 關シテ  $A_1$  ノ撓度ヲ計算スレバ  $A_1$  點ト  $A$  點トハ非常ニ接近

第217圖



セルヲ以テ撓度ハ零ニ等シカルベキナリ。此撓度ハ

$$D = \sum_1^6 \frac{SS_0 l}{EA}$$

ニテ與ヘラルルヲ以テ

$$\sum_1^6 \frac{SS_0 l}{EA} = 0 \dots \dots \dots (115)$$

此式ハ彈性關係ヲ表ハスモノニシテ之ヲ用ヒテ  $X$  ナ求ムルコトヲ得。

上式ヲ計算ニ便利ナル形ニナス爲ニ任意ノ部材ニ起ル應力  $S$  ナ二ツノ部分ヨリ成立ツモノト考フ。即チ剩材ヲ取除キタルトキ外力ノ爲ニ部材ニ起ル應力  $S'$  ト  $A$  及  $A_1$  = 加ヘラレタル外力  $X$  ノ爲ニ各部材ニ起ル應力  $S''$  トヨリ成立スルモノト考フ。

而テ S' ハ 靜力學 = 由リテ容易 = 計算スルコトヲ得。 S'' モ亦 X ナ知レバ直チ = 知ルコトヲ得。

S<sub>0</sub> ハ A<sub>1</sub> = 左向キ = 加ヘラレタル單位荷重ヨリ任意ノ部材 = 生ズル應力ナルヲ以テ S'' ハ明カ = X.S<sub>0</sub> = 等シ。 故 =

S = S' + S'' = S' + X.S<sub>0</sub>.....(116)

(115) 式ハ

Σ<sub>1</sub><sup>6</sup> (S' + S<sub>0</sub>X)S<sub>0</sub>l / EA = Σ<sub>1</sub><sup>6</sup> S<sub>0</sub>S'l / EA + Σ<sub>1</sub><sup>6</sup> S<sub>0</sub><sup>2</sup>Xl / EA = 0

剩材 AB = 對シテハ S' = 0 ナルヲ以テ上式ハ

Σ<sub>1</sub><sup>6</sup> S<sub>0</sub>S'l / EA + X Σ<sub>1</sub><sup>6</sup> S<sub>0</sub><sup>2</sup>l / EA = 0

X = - (Σ<sub>1</sub><sup>6</sup> S<sub>0</sub>S'l / EA) / (Σ<sub>1</sub><sup>6</sup> S<sub>0</sub><sup>2</sup>l / EA).....(117)

上式ヨリ X ナ容易 = 計算スルコトヲ得。 コノトキ = 應張力ハ正トシ應壓力ハ負トナスコトヲ忘ルベカラズ。 應力 S<sub>0</sub> ハ剩材 = 單位應張力ヲ生ズルトキ任意ノ部材 = 起ル應力ナリ。 X ナ知ンバ任意ノ部材ノ應力ハ (116) 式ヨリ容易 = 求ムルコトヲ得。

例題 第 217 圖 = 示ス構 = 於テ

支間 = 30 呎 高サ = 15 呎 部材 CD ノ長サ = 7.5 呎

P<sub>1</sub> = 40,000 呎 P<sub>2</sub> = 10,000 呎 P<sub>3</sub> = 30,000 呎

A<sub>1</sub> 及 A<sub>2</sub> = 4 呎<sup>2</sup> A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> 及 A<sub>5</sub> = 3 呎<sup>2</sup> A<sub>6</sub> = 2 呎<sup>2</sup>

Table with 10 columns: 部材, l 吋, A 呎<sup>2</sup>, S' 基呎, S<sub>0</sub> 基呎, S<sub>0</sub>/A, S'S<sub>0</sub>/A, S<sub>0</sub><sup>2</sup>/A, XS<sub>0</sub>, S 基呎. Rows 1-6 and summary row.

X = -58,790 / 1,220 = +48.19 基呎

108. 最小働ノ原理 (Principle of Least Work) (107) 式ヨリ撓度ヲ表ハス式ハ次ノ如シ。

dK / dW = Σ S'l / EA dS / dW.....(107)

即チ此式ハ内働 (Internal Work) ナ考ヘツツアル點 = 加ヘタル荷重 W = ツキテ微分シタル微分係數ナリ。 而シテ 107 節 (115) 式 = 依リ一ツノ剩材ヲ有スル構 = 於テ不靜定應力ヲ求ムル彈性的條件ハ此撓度ヲ零 = ナスベキナリ。 換言スレバ内働ヲ剩材ノ一端 = 加ヘタル外力 = ツキテ微分シタルモノハ零ナルベキナリ。 然ル = 或函數ノ第一次微分係數ガ零ナルトキハ其函數ハ最大值カ又ハ最小値ヲ有スルモノナレドモ此場合 = 於テハ常 = 最小タルベキナリ。 故 = 剩材ヲ有スル構 = 於ケル應力ノ配布ハ常 = 内働ヲ極小ナラシムルモノナリ。 之ヲ最小働ノ原理ト云フ。

dK / dW = 0.....(118)

考ヘツツアル構ガ軸應力ノミヲ受クル部材ヨリ成ルトキハ

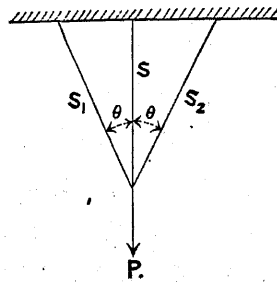
dK / dW = Σ l / EA dS / dW = 0.....(119)

又構ガ軸應力ヲ受クル部材ト彎曲率ヲ受クル部材トヨリ成レルトキハ

dK / dW = Σ S'l / EA dS / dW + Σ [ M dx / EI dW ] = 0.....(120)

此原理ハ剩材ヲ有スル構ノ應力ヲ計算スル = 用ヒラル。 一例ヲ舉ゲントス。 圖ノ如ク天井ヨリ同ジ太サノ三本ノ絲ヲ下ゲ其ノ先端 = P ナル荷重ヲ吊ス。 中心ノ絲ハ垂直ニシテ他ノ兩側ノ絲ハ之ト角 θ ナナス。 此三絲 = 起ル應力ヲ求メントスル = 靜力學ノ平衡條件トシテハニツアリ。

第 218 圖



即チ  $\Sigma H=0$  及  $\Sigma V=0$  ナリ.

$$\therefore S_1 \sin \theta = S_2 \sin \theta \therefore S_1 = S_2 \dots \dots \dots (a)$$

又  $-P + S + S_1 \cos \theta + S_2 \cos \theta = 0 \dots \dots \dots (b)$

第三條件ハ最小働ノ原理ヨリ求ムベキナリ.

今  $l$  ナ鉛直線ノ長サトシ兩側ノ線ノ長サヲ夫々  $l_1$  トシ各ノ斷面積ヲ  $A$  トスレバ内働ハ

$$K = \frac{1}{2} \left( \frac{S^2 l}{AE} + \frac{S_1^2 l_1}{AE} + \frac{S_2^2 l_1}{AE} \right) \dots \dots \dots (c)$$

b) 式ヨリ  $S_1 = S_2 = \frac{1}{2}(P-S) \sec \theta \quad l_1 = l \sec \theta$

$$\therefore K = \frac{1}{2AE} (S^2 l + S_1^2 l \sec \theta + S_2^2 l \sec \theta)$$

$$K = \frac{l}{2AE} \left\{ S^2 + \frac{1}{4}(P-S)^2 \sec^2 \theta + \frac{1}{4}(P-S)^2 \sec^2 \theta \right\}$$

$$\therefore K = \frac{l}{2AE} \left\{ S^2 + \frac{1}{2}(P-S)^2 \sec^2 \theta \right\}$$

$$\therefore \frac{dK}{dS} = \frac{l}{2AE} (2S + P - S \sec^2 \theta - 1) = 0$$

$$\therefore 2S + S \sec^2 \theta - P \sec^2 \theta = 0$$

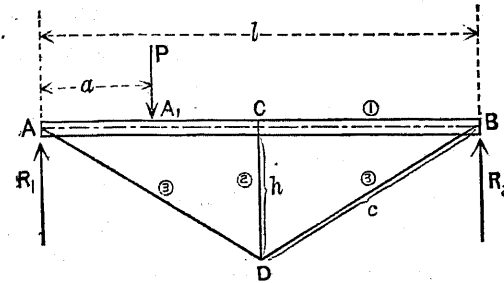
$$\therefore S(2 + \sec^2 \theta) - P \sec^2 \theta = 0$$

$$\therefore S = \frac{P \sec^2 \theta}{2 + \sec^2 \theta} = \frac{P}{2 \cos^2 \theta + 1}$$

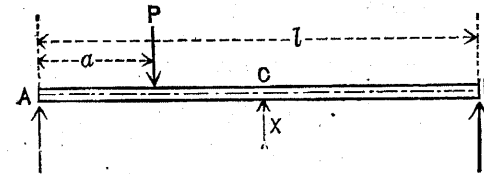
$$\therefore S_1 = S_2 = \frac{P \cos^2 \theta}{2 \cos^2 \theta + 1} \dots \dots \dots (121)$$

109. 雄柱構桁 (King-Post Trussed Beam) 第 219 圖ニ示スハ構ト

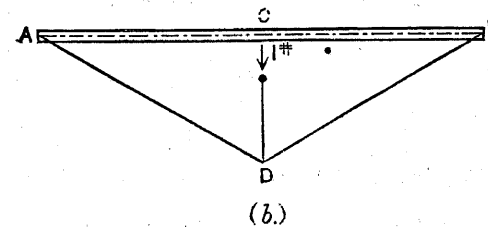
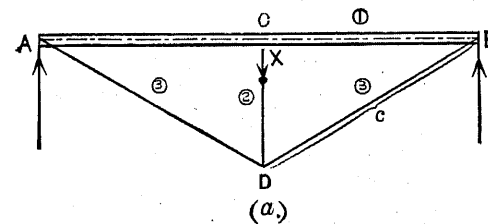
第 219 圖



第 220 圖



第 221 圖



桁トノ組合セニシテ屢々用ヒラルルモノナリ. 部材 AB ハ比較的大ナル桁ニシテ C ニ於テ支ヘラルル. 此場合ニ於テハ荷重ハ何處ニ加ハルモ可ナリ夫故ニ桁 ACB ハ直接ニ加ヘラレタル荷重ニ對シテ桁トシテ働クト同時ニ構 ADB ノ應力材トシテ働クナリ. 此構桁ニ於テハ部材 CD ナ剩材ト考ヘテ各部材ノ應力ヲ求ムルヲ得今此部材ヲ C 點ニ於テ切斷シ夫ヨリ上ノ桁ノ部分ヲ考ヘテ C 點ノ撓度ヲ計算シ之ヲ C 點ヨリ下ノ構ノ部分ヲ考ヘテ求メタ

ルC點ノ撓度ニ等シク置ケバ部材CDノ應力ヲ得。CDノ應力ヲXトス。第220圖ノ如クC點ニテ切斷シ桁ノ部分ヲ考フレバ外力ハ圖ノ如ク働キC點ノ荷重Pノ爲ニ下方ニ撓度ヲ生ジXノ爲ニ上方ニ撓度ヲ生ズ。故ニ最後ノC點ノ撓度ヲ $\Delta_1$ トスレバ

$$\Delta_1 = \frac{Pa}{12E_1I_1} \left( \frac{3}{4}l^2 - a^2 \right) - \frac{XI^2}{48E_1I_1} \quad (\text{中卷第四章参照})$$

次ニ桁ノ撓度ヲ求ムルニハCニ加ヘタルXノ荷重ニ對シテ $\Sigma SS_0/lEA$ ヲ計算スベキナリ。其計算ハ次表ノ如シ。

部材	S	$S_0$	$S_0/A$	$SS_0/A$
①	$-Xl/4h$	$-l/4h$	$-l^2/8hA_1$	$Xl^3/32h^2A_1$
②	$-X$	$-1$	$-h/A_2$	$Xh/A_2$
③	$+Xc/2h$	$+c/2h$	$+c^2/2hA_3$	$Xc^3/4h^2A_3$

部材①及③ニ對スル $SS_0/A$ ハ上表ニ示スモノヲ二倍シテ總和ヲ求ムベキナリ。然ラバ樑トシテノ樑桁ノ撓度 $\Delta_2$ ハ

$$\Delta_2 = X \left[ \frac{l^3}{16h^2A_1E_1} + \frac{h}{E_2A_2} + \frac{c^3}{2h^2E_3A_3} \right]$$

茲ニ於テ $\Delta_1 = \Delta_2$ トシテXヲ求ムレバ

$$X = \frac{\frac{Pa}{12E_1I_1} \left( \frac{3}{4}l^2 - a^2 \right)}{\frac{l^3}{16h^2E_1A_1} + \frac{h}{E_2A_2} + \frac{c^3}{2h^2E_3A_3} + \frac{l^3}{48E_1I_1}}$$

$$\therefore X = P \cdot \frac{\frac{a}{12} \left( \frac{3}{4}l^2 - a^2 \right)}{\frac{l^3}{16h^2} \frac{I_1}{A_1} + h \frac{E_1}{E_2} \frac{I_1}{A_2} + \frac{c^3}{2h^2} \frac{E_1I_1}{E_3A_3} + \frac{l^3}{48}} \quad (122)$$

此式ニ於テ分母ハ樑桁ノ形并ニ部材ノ大サニ關係シ外力ノ如何ニハ關係ナシ。

故ニ樑桁ガ與ヘラルルトキハ豫メ計算シ置クコトヲ得。故ニ之ヲ $\mu$ ニテ表ハセバ(122)式ハ

$$X = \frac{P}{\mu} \cdot \frac{a}{12} \left( \frac{3}{4}l^2 - a^2 \right) \quad (122a)$$

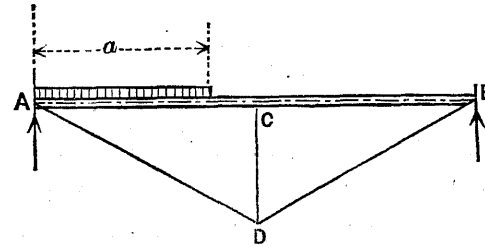
(122)式ニ於テ分母ノ初三項ハ軸應力ノ影響ヲ表ハスモノニシ

テ彎曲率ノ影響ニ比スレバ小ナルヲ以テ省略スレバ(122)式ハ

$$X = \frac{4Pa}{l^3} \left( \frac{3}{4}l^2 - a^2 \right) \quad (122b)$$

此式ハ三ツノ支點ヲ有スル連續桁ノ中心ニ起ル反力ヲ表ハス。

第222圖



第222圖ノ如ク $w$ ナル等布荷重ガ $a=0$ ヨリ $a=x_1$ マデ加ハレルトキハ(122a)式ハ

$$X = \int_0^{x_1} \frac{w dx}{\mu} \cdot \frac{a}{12} \left( \frac{3}{4}l^2 - a^2 \right) = \frac{w}{12\mu} \int_0^{x_1} \left( \frac{3}{4}l^2 x - a^3 \right) dx$$

$$\therefore X = \frac{w}{48\mu} \int_0^{x_1} (3l^2 x - 4a^3) dx = \frac{w}{96\mu} (3l^2 x_1^2 - 2x_1^4) \quad (123)$$

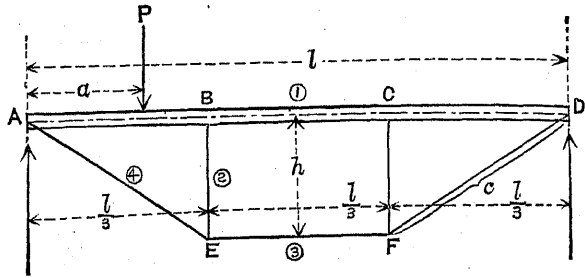
支間全體ニ等布荷重ノ乗レルトキハ上式ニ於テ $x_1 = \frac{1}{2}l$ トシ之ヲ二倍スレバ

$$X = \frac{5}{384\mu} wl^4 \quad (124)$$

110. 雌柱構桁 (Queen-Post Trussed Beam) 第223圖ニ示ス構桁モ屢々用ヒラル。此場合ニ部材ADハ連續桁トシテ働ケリ。中央格間ニ對角材ナキヲ以テ此構桁ノ剛度ハ桁ノ強サニ關係ス。而シテ構ノ働キニヨリ何處ニ荷重ガ乗ルモB及Cニ於ケル反力ハ互ニ相等シキモノト假定ス。部材BE及CFニ起ル應力ハ相等シト假定シ之ヲXトス。(此假定ハ殆ド實際ニ近シ)。部材AE及EDノ水平分應力ハEFノ應力ニ等シク其鉛直分應力ハ互ニ相等

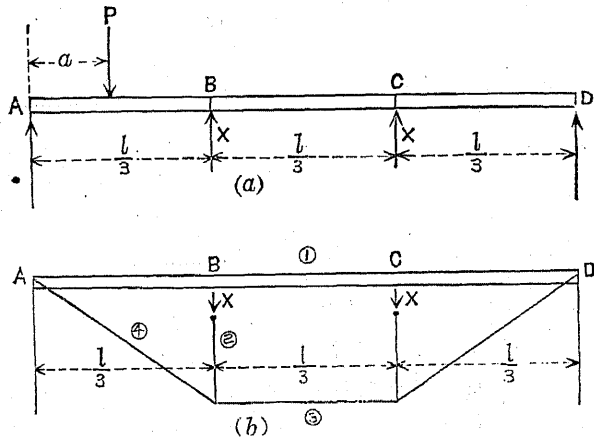


第 223 圖



シクシテ EB 及 FC ノ應力 = 等シ。此問題ヲ解クニハ先ツ桁トシテノ B 及 C 點ノ撓度ノ和ヲ求メ之ヲ構トシテ求メタル撓度ノ和 = 等シク置ケバ可ナリ。構ノミヲ考フレバ不安定平衡ニアルヲ以テ一點ノ撓度ハ他ノ點ノ撓度ニ關係ス。而テ此等二點ノ撓度ノ和ハ一定ナリ。第 224 圖ニ於テ A 及 B ノ間ニ荷重 P

第 224 圖 (a 及 b)



ヲ置ケバ B 及 C ノ下向キノ撓度ハ

$$\Delta_b = \frac{Pa}{9E_1I_1} \left( \frac{5}{9}l^2 - a^2 \right) \quad \Delta_c = \frac{Pa}{18E_1I_1} \left( \frac{8}{9}l^2 - a^2 \right)$$

$$\therefore \Delta_b + \Delta_c = \frac{Pa}{18E_1I_1} (2l^2 - 3a^2) \dots\dots\dots (a)$$

次ニ B 及 C 點ニ加ヘタル外力 X ノ爲ニ起ル各點ノ上向キノ撓度ハ

$$\Delta_b' = \Delta_c' = \frac{5}{162} \frac{XI^2}{E_1I_1}$$

$$\therefore \Delta_b' + \Delta_c' = \frac{5}{81} \frac{XI^2}{E_1I_1} \dots\dots\dots (b)$$

第 224 圖 (b) ニ於テ B 及 C ニ加ヘタル X ノ爲ニ此等ノ點ニ起ル構トシテノ撓度ハ  $\Sigma SS_0/l/EA$  ナ計算シテ求ムルゴトヲ得。

部 材	S	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub> /A	SS <sub>0</sub> /A
①	$-\frac{XI}{3h}$	$-\frac{l}{3h}$	$-\frac{l^2}{9hA_1}$	$+\frac{l^3}{27h^2A_1} X$
②	$-X$	$-1$	$-\frac{h}{A_2}$	$+\frac{h}{A_2} X$
③	$+\frac{XI}{3h}$	$+\frac{l}{3h}$	$+\frac{l^2}{9hA_3}$	$+\frac{l^3}{27h^2A_3} X$
④	$+\frac{Xc}{h}$	$+\frac{c}{h}$	$+\frac{c^2}{hA_4}$	$+\frac{c^3}{h^2A_4} X$

$$\Sigma \frac{SS_0^2}{EA} = \frac{l^3}{9h^2A_1E_1} X + \frac{2h}{A_2E_2} X + \frac{l^3}{27h^2A_3E_3} X + \frac{2c^3}{h^2A_4E_4} X$$

$$\therefore \Delta'' = X \left[ \frac{l^3}{9h^2A_1E_1} + \frac{2h}{A_2E_2} + \frac{l^3}{27h^2A_3E_3} + \frac{2c^3}{h^2A_4E_4} \right] \dots\dots\dots (c)$$

$$\Delta_b + \Delta_c - (\Delta_b' + \Delta_c') = \Delta'' \text{ .ナルヲ以テ之ヨリ}$$

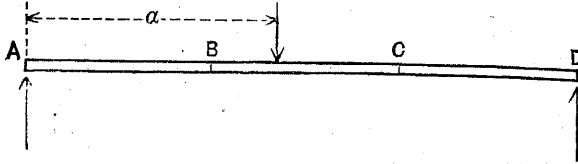
$$X = \frac{\frac{Pa}{18} (2l^2 - 3a^2)}{\frac{l^3}{9h^2} \frac{I_1}{A_1} + \frac{E_1I_1}{E_2A_2} \frac{2h}{2l} + \frac{l^3}{27h^2} \frac{E_1I_1}{E_3A_3} + \frac{2c^3}{h^2} \frac{E_1I_1}{E_4A_4} + \frac{5l^3}{81}} \dots\dots\dots (125)$$

上式ニ於テ分母ハ構桁ノ形並ニ部材ノ太サニヨリテ定マルモノニシテ之ヲ  $\mu$  トスレバ

$$X = \frac{Pa}{18\mu} (2l^2 - 3a^2) \dots\dots\dots (125_a)$$

第225圖ノ如ク荷重ガB及Cノ間ニ在ルトキハ同様ニシテ次式ヲ得.

第225圖



$$\Delta_b = \frac{P(l-a)}{162E_1I_1}(18la - 9a^2 - l^2)$$

$$\Delta_c = \frac{Pa}{162E_1I_1}(8l^2 - 9a^2)$$

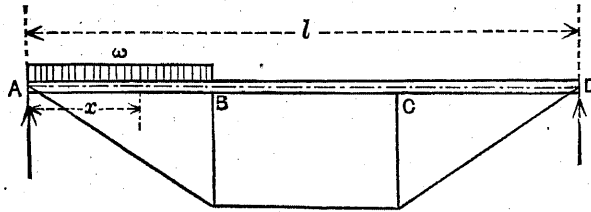
$$\therefore \Delta_b + \Delta_c = \frac{Pl}{162E_1I_1}[27a(l-a) - l^2] \dots \dots \dots (d)$$

$\Delta'_b, \Delta'_c$  及  $\Delta''$  ノ前ノ場合ト同様ナルヲ以テ

$$X = \frac{Pl}{162\mu}[27a(l-a) - l^2] \dots \dots \dots (126)$$

$\mu$  ノ値モ亦(125<sub>a</sub>)式ニ於ケルト同一ナリ.

第226圖



第226圖ノ如ク等布荷重  $w$  ガAヨリBマデ乗ルトキハ(125<sub>a</sub>)式ハ

$$X = \int_0^{\frac{l}{3}} \frac{w \cdot dx \cdot x}{18\mu}(2l^2 - 3x^2) = \frac{w}{18\mu} \int_0^{\frac{l}{3}} (2l^2x - 3x^3) dx$$

$$\therefore X = \frac{11wl^4}{1,944\mu} \dots \dots \dots (e)$$

等布荷重  $w$  ガBヨリCマデ乗ルトキハ(126)式ヨリ

$$X = \int_{\frac{l}{3}}^{\frac{2}{3}l} \frac{w dx \cdot l}{162\mu} [27(lx - x^2) - l^2]$$

$$X = \frac{wl}{162\mu} \int_{\frac{l}{3}}^{\frac{2}{3}l} [27(lx - x^2) - l^2] dx$$

$$\therefore X = \frac{11wl^4}{972\mu} \dots \dots \dots (f)$$

故ニAヨリDマデ全體ニ荷重ガ乗ルトキハ

$$X = \frac{11wl^4}{972\mu} + \frac{11wl^4}{972\mu} = \frac{11wl^4}{486\mu} \dots \dots \dots (127)$$

(第二篇終)