

結構内ニ於ケル扭應力

(Engineering, Oct. 15, 1915.)

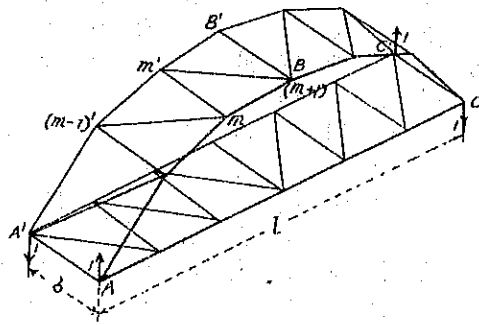
861

第一節 吊架 (Suspended span) ヲ有スル複線ノ駘木橋 (Cantilever br.) ヲ設計スル上ニ於テ其ノ突臂 (Cantilever) 及控臂 (Anchor arm) ニ左右不平均ノ荷重カ來リタル場合吊架ニ生スル應力ヲ計算スル必要アリ且又普通ノ構桁橋構拱或ハ四ツノ支點ヲ有スル他ノ結構ニ於テ其ノ支點カ不均一ノ沈下ヲナス爲メニ生スル應力モ決定スルコトハ或場合ニ於テ必要ナリトス同様ノ問題カ又橋梁建設用動架臺等ニ關シテモ生スルナリ斯ル狀況ニ於テ生スル應力ヲ扭應力ト稱ス如何トナレハ此ノ應力ハ二ツノ等シキ互ニ相反スル各力カ二ツノ平行面内ニ横ハルニツノ偶力ニ依リ生スル應力ニ相當スルモノナリ(第一圖參照)支點ノ沈下ニヨリ生スル應力ノ計算方法ニ對シテハ多クノ專門家ニヨリテ既ニ紹介セラレ居レリ然レトモ是等ノ方法ハ甚タ複雑ニシテ面倒ナル事ヲ免レス然ルニ此ノ計算ハ吾人カ次ニ述ヘントスル定理ヲ用フル時ハ甚タシク其ノ手續ヲ短縮スル事ヲ得此ノ定理ハ理論上ヨリ見ルモ甚タ興味多シ

此ノ定理ヲ用フルコトニヨリ扭力ノ爲メニ結構内ニ生スル應力ハ僅ニ數分間ノ計算ニヨリテ求ムルコトヲ得而シテ主構桁内ノ應力モ普通ノ力圖ニヨリ從ツテ容易ニ決定スルコトヲ得

第二節 定理 若シモ第一圖ニ示ス如キニツノ互ニ平行セル構桁 ABO 及 $A'B'O'$ ヲ成ル結構各構桁ハ同形ニシテ横構ニヨリ連結セラルルカ互ニ相等シク而シテ方向相反セル互ニ平行シテ AA'

接 萃 結構内ニ於ケル扯應力



第 一 圖

O 及 O' ニ各々單位ノ力カ働クコトニヨリテ成ル偶力ニ作用セラ
 ル、時ハ構桁ノ面ニ直角ナル方向ノ剪力 S ハ何處ニ於テモ一定
 ナリ而シテ其ノ價ハ結構ノ底面ノ面積ヲ一ツノ構桁ノ面積ノ二
 倍ニテ除シタルモノニ等シ第一圖ノ記號ヲ用フレハ

$$S = \frac{b l}{2 \times A B C \text{ノ面積}} \dots \dots \dots (1)$$

ノ材片ノ直角ノ方向ノ分力ニ等シク其ノ方向反スヘシ斯クシテ格間 $(m-1)$ m ノ間ノ構桁ノ面ニ
 直角ナル方向ノ剪力ハ $m(m+1)$ ノ間ノ剪力ニ等シカルヘク而シテ同様ニ凡テノ格間ニ於テ皆等
 シキコトヲ知ル同様ニシテ又如何ナル型ノ構桁ニ於テモ此ノ剪力ハ全體ニ通シテ等シキ事ヲ知
 ル之レヲ S ニテ表ハス今全體ノ結構ハ二ツノ主構桁ト一ツノ横構トノ三ツノ部分ヨリ成ルトシ
 各々ハ只各格點ニ於テ連結セラル、モノト想像ス其ノ中構桁ハ $A O A' O'$ ニ於テ各々單位力ニ依
 リテ働カレ横構ハ剪力 S ヲ傳フルモノトス主構桁ノ弦材ハ横構ノ弦材ト共通ニナリ居レルモノ
 ト見做ス横構ハ主構桁ノ格點ニ F ナル力ヲ働カス此ノ各力ハ皆各々構桁ノ弦材ニ平行ニシテ第
 二圖ニ示セルカ如シ斯クテ $A B C$ 構桁ノ或ル格點 m ニ於テハ横構ノ格間 $m(m+1)$ ニヨリテ働カ
 ル、 F_m ナル力カ働キ居レリ

此ノ格間ノ平衡ヲ考フル時ハ

$$F_m = S \frac{a}{b}$$

ナルコトハ明カナリ式中 a ハ格間距離 b ハ主構桁間ノ距離トス
 (第二圖)

第二圖ニ於テ構桁 ABO ノ平衡ニ對シテ構桁ノ面ニ直角ナル A
 ヲ通ル軸ノ廻リノ力率ノ和ハ零ナルヘシ故ニ

$$l \times l - \sum (F_m \cos \theta y_m - F_m \sin \theta a_m) = 0$$

ヨハ凡テノ格點ノ總和ヲ示ス故ニ $\sin \theta$ ト $\cos \theta$ ノ値ヲ置き替ヘ

$$l = S \sum \left[\frac{a}{b} \left(\frac{a_{m+1} - a_m}{a} \right) y_m - \frac{a}{b} \left(\frac{y_{m+1} - y_m}{a} \right) a_m \right]$$

或ハ

$$l = S \sum (a_{m+1} y_m - y_{m+1} a_m) \dots \dots \dots (2)$$

今 ABO ノ面積ノ二倍ハ

$$2P = \sum [2ay_m (a_{m+1} - a_m) + (y_{m+1} - y_m)(a_{m+1} - a_m)] \\ = \sum (a_{m+1} y_m - a_m y_{m+1}) - \sum a_m y_m + \sum a_{m+1} y_{m+1}$$

然ルニ今

$$\sum a_m y_m = \sum a_{m+1} y_{m+1}$$

故ニ

$$2P = \sum (a_{m+1} y_m - a_m y_{m+1}) \dots \dots \dots (3)$$

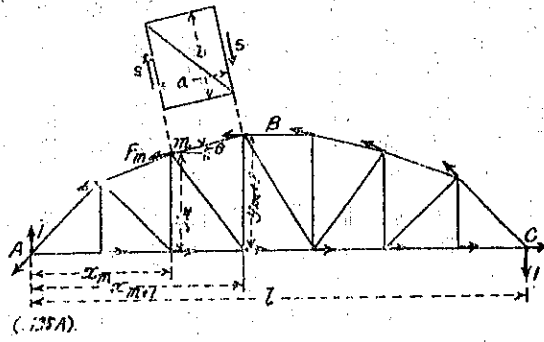


圖 二 第

斯クテ(2)ヲ(3)ニ入レテ

$$S = \frac{W}{2P} \dots \dots \dots (4)$$

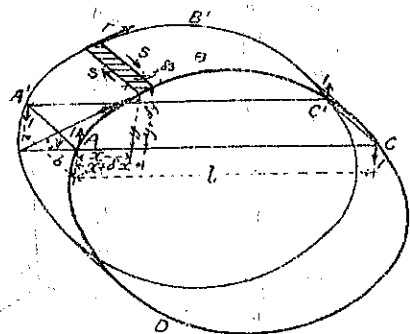
斯クテ定理ヲ證明スルコトヲ得タリ
 横構ノ材片内ニ於ケル應力ハ直チニ剪力 S カ各々ノ格間ニ働クト見テ發見スルコトヲ得ヘシ主
 構桁ノ材片内ニ於ケル應力ヲ發見スル爲メニハ F ナル力及 A ト O ニ於ケル單位力ヲ用ヒテ圖解
 法ニヨリテ直チニ求ムルコトヲ得ヘシ後ニ例題 iii ニ於テ實例ニ就キテ説明スル所アルヘシ腹材
 ニ於テハ之レカ直チニ扯應力ナリトナスヲ得レトモ弦材ニ於テハ風壓應力ノ計算ノ場合ニ於ケ
 ルカ如ク横構ヨリ生スル應力ヲ加入セサルヘカラス是等ハ横構ノ型ノ如何ニ依リ F ナル力ニ等
 シキカ或ハ其ノ半ハナリトス

第三節 定理ノ擴張

(a) 構造物ノ底面カ一平面内ニナキ場合

之レニ於テモ定理ハ(4)式ニ擧ケタル形ニ於テ眞ナリ然レトモ此ノ場合ニ於テハ $\cos \alpha$ ハ底面ノ面
 積ニ等シカラス斯クテ(4)式ハ構桁動架構等ニ用フル事ヲ得ルナリ實際或ル數對ノ等シキ方向相
 反スル平行ナル偶力ヲ互ニ平行ナル平面内ニ有スル結構ニハ凡テ此ノ定理ヲ用フルコトヲ得
 (b) 定理ハ尙擴張シテ或ル薄キ壁ヲ有スル圓柱又ハ角柱面ニシテ此ノ表面ニ直角ナル二ツノ平
 行セル表面ヲ以テ限ラレタル物體ニ迄及ホスコトヲ得今第三圖ヲ以テ斯ル表面ヲ表ハストシ此
 ノ場合 b ハ柱ノ長サトス A 及 O ニ於ケル力ハ一ツノ偶力ヲ形成スルモノトス又 A' 及 O' ニ於ケル
 力モ他ノ偶力ヲ形成スルモノトス然ルトキハ第三圖ノ記號ヲ用ヒテ

$$F = \frac{S \cdot 2bs}{b}$$



第三圖

Aヲ通りテ柱ノ表面ニ平行セル軸ノ廻リノ力率ヲ取り端面 ABCD
ノ平衡ニ對シテ

$$l \times l - \sum (F \cos \psi \cdot y - F \sin \psi \cdot x) = 0$$

$$\therefore M = S \sum (y \sin \alpha - x \cos \alpha)$$

此ノDハ周圍 ABCDニ行キ波ルモノトス斯クテ前ノ如ク

$$S = \frac{M}{2 \times ABCD \text{ノ面積}}$$

ヲ得

(c) 最一般的ニ定理ハ次ノ如クニ述フルコトヲ得即四圍カ表面ヨリ成ルカ或ハ結構ヨリ成ルトニ拘ラス一ツノ空虛ナル柱狀物體アル場合其レカ其ノ延長ニ直角ナル平面ノ端ヲ有ストセハ此ノ端ノ面内ニ於ケル偶力ノ爲メニ扭力ヲ受クルトキハ其ノ柱體ノ縦ノ方向ノ剪力ハ何處ニ於テモ一定ニシテ其ノ量ハ扭力率ニ柱體ノ長サヲ乘シ一端ノ面ノ面積ノ二倍ヲ以テ除シタルモノニ等シ

第四節 例題

(i) 平行弦ヲ有シ等長ノ格間距離ヲ有スル橋梁

今カヲ格間數、dヲ格間ノ長サ、hヲ構桁ノ高サトシ、lヲ間隔トス斜材ハ全部ニ行キ波リ具ヘラルルモノトス然ルトキハ上路橋ノ場合ニ於ケルカ如ク端柱カ直立セル場合ニ於テハ

$$S = \frac{\text{底面ノ面積}}{2 \times \text{一ツノ構桁ノ面積}} = \frac{bhd}{2ld}$$

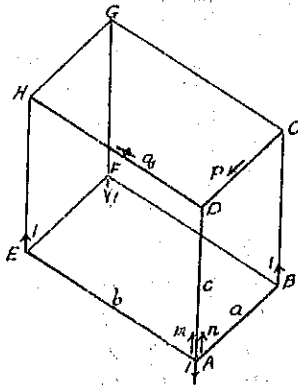
拔萃 結構内ニ於ケル扭應力

若シモ兩端柱カ下路橋ノ場合ニ於ケルカ如ク傾斜セル場合ニ於テハ

$$S = \frac{bnd}{2h \{ (n-2)d + d \}} = \frac{n}{n+1} \frac{b}{2h}$$

是等ノ結果ハ Thomson, Bryan & Turneaure 著 "Modern Framed Structure" Vol. II, page 375 ニ示セルガニ一致セリ

(ii) 薄キ壁ヲ有スル長方形箱



第 四 圖
テ

此ノ定理ノ一ツノ興味アル應用ハ第四圖ニ示スカ如キ長方形ノ箱ニ於ケル場合トス今 AH 及 EG ヲ角柱ノ端トシ EB, AC, DG 及 GE 面ニ於ケル剪力ハ AD ニ並行ナル方向ニ於テ

$$S_1 = \frac{ab}{2bc} = \frac{a}{2c} \dots \dots \dots (1)$$

面ニ於ケル剪力ハ AE ニ平行ナル方向ニ於テ

$$S_2 = \frac{ab}{2ac} = \frac{b}{2c} \dots \dots \dots (2)$$

ト與ヘラル之レニ依リテ $\frac{S_1}{S_2} = \frac{a}{b}$ ナルコトヲ知ル

今壁カ均一ナル厚サトヲ全體ニ於テ有スルモノトスル時 AC 及 EG 面ニ於ケル剪力ノ強度ハ

$$\frac{S_1}{ab} = \frac{1}{2cd}$$

DE 及 FC ノ面ニ對シテハ $\frac{S_d}{bf} = \frac{1}{2cf}$ ヲ得 EB 及 HC ノ面ニ對シテハ $\frac{S_e}{cf} = \frac{1}{2cf}$ ヲ得斯クテ剪力強

度ハ壁全體ニ渡リテ均一ニシテ其ノ値ハ $\frac{1}{2cf}$ ナリ

此ノ場合ニ於テ上ノ結果ハ甚タ簡單ニ次ノ如クシテ求ムル事ヲ得ヘシAニ於ケル力ノ中今mヲ
 ハAH面ニテ抵抗セラレヌヲハAO面ニヨリ抵抗セラルノモノトス(圖ニ示ス)然ル時ハAH, AO及
 BE面ノ平衡ニ對シテハ

$$mb = qa$$

$$na = pc$$

$$pb = qa$$

$$\therefore \frac{mb}{a} = \frac{qa}{b} = 1$$

換言スレハAニ於ケル力ノ半ハAH面ニヨリテ取ラレ他ノ半ハAO面ニヨリ取ラル而シテ之レ
 ハ邊ノ長サニ關セス且又AO面ニ於ケル剪力ノ強度ハ

$$\frac{n}{cf} = \frac{1}{2cf}$$

AH面ニ對シテハ

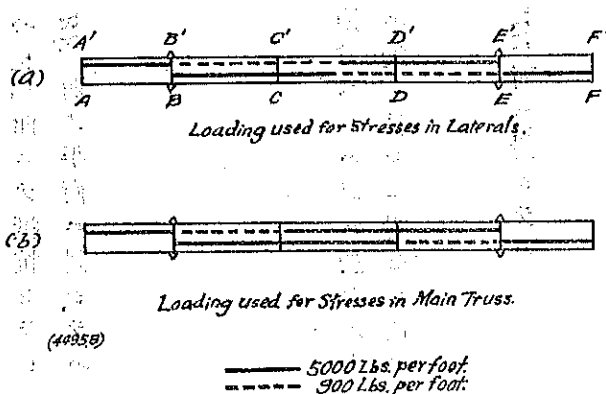
$$\frac{m}{cf} = \frac{1}{2cf}$$

BE面ニ對シテハ

$$\frac{q}{bf} = \frac{mb}{cft} = \frac{1}{2cf}$$

即前ニ得タル結果ト一致ス

(iii) 不均衡ノ荷重ノ爲メニ生スル肘木橋 (Cantilever bridge) ノ吊架 (Suspended span) ニ生スル扭應力



第五圖

第五圖ハ複線ノ朮木橋ノ略圖ニシテ橋柱ハ BB' 及 EE' 存ス AB - EF 及 BC - FD ハ突臂ナリ而シテ CD ヲ以テ吊架トス

今活荷重ノ位置ヲハ圖ニテ示シタル太線ノ如シト想像スサスレハ一見シテ知ル如ク吊架ハ CD 各支點ニ活荷重ノ不均衡ノ爲メニ起ル不均一ノ沈下アリ

テ説明スヘシ

第六圖ハ現今築造シツ、アル新 Quebec Bridge ノ吊架ノ正面圖

トス徑間ハ六四〇呎ニシテ構桁ノ間隔ハ八八呎ナリ横構ハ第七圖ノ a 及 c ニ示セルカ如シ此ノ式ノ斜材ハ張力及壓力ヲ共ニ受ク橋門 (Portal) ノ彎曲ハ今ハ無視シ各斜材横構ノハ剪力ノ半ヲ受クルモノト見做ス主構桁ノ中央徑間ニモ之レヲ適用ス主構桁ノ副材 (Subbracing) ハ扭力ノ爲メニ少シモ應力ヲ受ケス故ニ應力ヲ考ヘラルハ、第七圖 b ニ示ス材片ナリトス

此橋梁ノ突臂及控臂ハ第五圖 a ニ示セルカ如シ此ノ圖ハ橋梁全體ノ平面圖トス活荷重ハ一呎當リ五〇〇〇呎トシ之レニ一

呎當リ九〇〇呎ノ空車ヲ供ハシム前者ハ圖中太實線ヲ以テ表ハシ後者ハ太キ破線ヲ以テ示セリ突臂ト控臂トニ於ケル左右

不均衡ノ荷重ハ吊架ニ扭力ヲ受ケシムサレトモ設計ニ影響スルモノハ他ノ原因ヨリ來ル主構桁ノ最大應力ト共ニ存在スル扭應力ナリトス此ノ橋梁ニ於テハ突臂及控臂ニ於テハ上横構ヲ缺ク若シ然ラザレハ之レニモ吊架ト同様ニ扭力ヲ生スヘシサレトモ吊架ニ生スル扭應力ハ之レカ爲

圖 六 第

拔 萃
結構内ニ於ケル扭應力

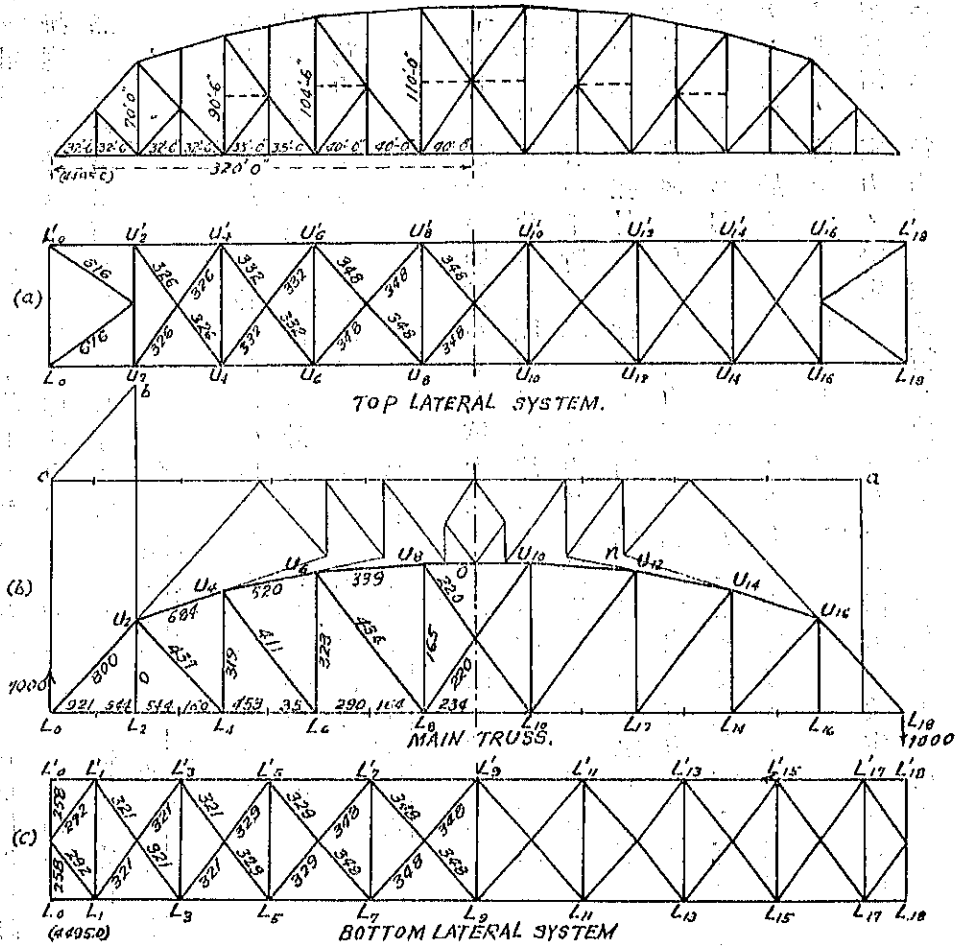


圖 七 第

メ突臂ト控臂トニ多少
剛性ヲ與フルカ故ニ幾
分減少セラルヘシ
今茲ニ第五圖 a 及 b ニ
示セルカ如キニツノ載
荷ノ場合ヲ考フ a 圖ニ
示セルモノハ横構中ノ
扭應力ヲ計算スル場合
ニ用ヒル圖ニ示セルモ
ノハ主構桁ノ材片ノ扭
應力ヲ考フル時ニ用フ
ルモノトス充分満足ニ
應力ヲ計算セント欲セ
ハ尙他ノ載荷ノ場合ヲ
考ヘサルヘカラスサレ
トモ主構桁内ニ生スル
扭應力ハ特別ノ面倒ナ
ル計算ヲ必要トスル程
大ナルモノニ非ラス
先ツ吊架ニ生スル扭應

力ヲ計算スルニハ第一ノ手續トシテハ $L_0, L_{18}, L_0', L_{18}'$ ニ各單位ノ方向相反スル荷重カ加ハリタル場合ノ扭應力ヲ計算スルニアリ即此力ハ G' 及 D ニ於テハ下向ストシ C 及 D' ニ於テハ上向スルモノトス然ル時ハ第二節ニヨリテ是等ノ力ニヨリ受クル橋梁ノ方向ニ直角ナル方向ノ剪力ハ

$$S = \frac{\text{底ノ面積}}{2 \times \text{樑桁ノ面積}} = \frac{88 \times 640}{2 \times 54,600} = 0.516$$

即 $L_0, L_{18}, L_0', L_{18}'$ ニ於ケル各一〇〇〇听ノ外力ノ爲メニ起ル剪力ハ五一六听ナルヘシ之レヨリシテ横構内ニ生スル扭應力ハ直チニ計算スルヨトヲ得ヘシ例ヘハ上横構ノ U_8, U_{10} ノ格間ニ於テ各々ノ斜材ハ剪力ノ半分ヲ受クルモノトシ次ノ應力ヲ計算スル事ヲ得ヘシ

$$\frac{258 \times \text{斜材ノ長さ}}{\text{樑桁間ノ間隔}} = \frac{258 \times 118.8}{88} = 349^m$$

他ノ材片ニ於テモ同様ニシテ第七圖ノ a 及 c 圖ニ其ノ應力ヲ示シタリ
主構桁ノ材片ニ生スル應力ヲ計算スルニハ次ノ如クス第二節ニ於テ知り得タル如ク主構桁ハ L_0 及 L_{18} ニ働ク各一千听ノ二ツノ外力及各横構ヨリ來ル諸格點ニ働ク力ニヨリテ平衡ヲ保ツ後者ノ諸力ハ上及下弦材ニ平行ナル方向ニ働クモノナリ之レハ第二節ニ於テ述ヘ第二圖ニ示サレタル如シ横構ノ格間ニ存スル剪力例ヘハ L_{18}, U_{18} 内ノ剪力ハ U_{10} ニ移リ來リ又 U_{18}, U_{18} 間ノ剪力ハ U_{14} ニ移リ來ルモノトス勿論 L_{18}, U_{18} ノ剪力ハ L_{18} ニ來リ又 U_{18}, U_{18} ノ剪力ハ U_{10} ニ移リ來ル如ク考フルモ蓋支ヘナン結果ニ於テハ一樣ナリトス以上ノ諸外力ニヨリ主構桁ノ材片中ニ生スル應力ハ普通ノ力圖ヲ畫キテ直チニ求ムルコトヲ得ヘシ
即主構桁ノ應力ノ決定ニハ第一ニ F ナル諸力ヲ決定スヘシ例ヘハ U_8, U_{10}' ノ格間ヲ取ル時ハ此ノ中ニ存スル剪力 S ヲ主構桁ニ傳フルモノカ F_{10} ナルヲ以テ

$$F_{10} = \frac{S \times U_s \cdot U_{10}}{88} \text{ノ長サ} = U_s \cdot U_{10} \times 5.87$$

是ヨリシテ F ノ大サハ主弦材ノ長サニ比例スル事ヲ知ル然ラハ力圖ニ於テハ一々 F カヲ計算スルコトナクシテ次ノ方法ニヨリ應力ヲ求ムル事ヲ得ヘシ即或適宜ノ縮尺ヲ以テ第七圖 b ニ示ス如ク構桁ノ略形ヲ畫クヘシ而シテ計算ニヨリ或ル適宜ノ一ツノ F ヲ計算シテ弦材ノ長サヲ測ル時ハ其ノ長サカ F ヲ示スカ如キ縮尺ヲ求ムヘシ然ル後垂直線 L_{17} ヲ畫キ此ノ縮尺ヲ以テ一〇〇〇听ニ相當スル丈ニ長サヲ取ル斯クテ cc ヲ下弦材ニ平行ニ引キ次ニ cb ヲ $L_0 \cdot U_2$ ニ平行ニ引キ bU_2 ヲ下弦ニ垂直ニ引クヘシ少シク考慮ヲ費セハ $a \cdot L_{17}$ L_{17} L_{18} L_{18} ヲ U_2 ニ至ル迄ノ上弦 $U_2 \cdot b$ b_2 及 ca ハ閉力圖ヲ形成スル事ヲ知ルヲ得ヘシ此ノ力圖ニヨリ直チニ斜材中ニ於ケル應力ヲ知ル事ヲ得ヘシ弦材ハ主構桁ト横構トニ共通スルカ故ニ其ノ應力ハ例ヘハ U_{14} U_{15} ニ於テハ $\frac{1}{2} U_{15} - \frac{1}{2} U_{14} U_{15}$ ニテ表ハサル、モノタルヘシ之レハ容易ニ圖ニ表ハシテ求ムルコトヲ得斯クテ全體ニ對スル最後ノ結果ハ第七圖 a b 及 c ニ示スカ如シ次ノ手續キハ前述ノ想定セラレタル偶力ノ爲メニ生スル L_0 L_{18} L_{18} ノ各隅ニ於ケル相互ノ高低差ヲ發見スルニ在リトス是レハ各材片ノ斷面積ヲ知ル時ハ容易ニ $\sum \frac{p \cdot U L}{A E}$ ノ式ヨリシテ發見スル事ヲ得ヘシ故ニ今ハ計算ノ細目ハ茲ニハ省略ス Quebec Bridge ニ於テハ一〇〇〇六七吋カ L_0 L_0 トノ高低差トナル又第五圖ニ於テ不均衡ノ荷重ノ爲メニ C 點カ C' 點ニ對シテノ沈下ハ吊架カ少シモ拉力ニ對シ抵抗ヲ爲サスト考ヘ二〇六一吋ナル事ヲ知ル若シ又一〇〇〇听ノ重量ヲ C 點ニ掛クレハ C 點ノ沈下ハ一〇〇〇三一八吋トス然ルカ故ニ若シモ X ヲ以テ第五圖 a ニ示サレタル荷重ノ爲メニ突臂ヨリ吊架ノ L 點ニ傳フルカトセハ

$$0.0067 X = 2.061 - 2 \times 0.00318 X$$

$$\therefore X = 157,800 \text{ 磅}$$

$$0.516 \times 157,800 \text{ 磅} = 81,500 \text{ 磅}$$

斯クシテ S ノ實際ノ價ハ

拔萃 結構内ニ於ケル抵抗力

第五圖の荷重の場合ニ於テハ $X=99,400^{\text{kg}}$ 而シテ $S=51,300^{\text{kg}}$ トナル實際ノ扭應力ハ第七圖ニ於テ求メタル應力ニ一五七八及九九四ヲ各々乘シテ得ヘシ例ヘハ上弦材 U_3 U_4 ニ於テ他ノ原因ヨリ來ル最大應力ト共在スル實際ノ扭應力ハ $157.8 \times 348 = 54,900^{\text{kg}}$ ニシテ其ノ材片ノ斷面積ヲ一四平方吋トセハ其ノ應力ハ一平方吋ニ付三九二〇所トナル

第五節結論 上ニ述ヘタル例題ハ此定理ヲ説明スルニ充分ナルヘシ支點ノ不均一ノ沈下ニヨリ生スル應力ハ (iii)ノ例題ト同様ニシテ求ムル事ヲ得ヘシ而シテ X ヲ求ムルタメニ彈性方程式ヲ造ルノ必要ナキヲ以テ一層簡單ナリ他ノ應用トシテハ動架臺 (Derrick traveller) 三絞拱等ノ左右不均一ノ荷重ノ場合ニ用ヒラル第三節 c ニ與ヘタル定理ノ形ハ或ル薄壁ヲ有スル角鑄カ扭力ヲ受ケタル時ノ扭角度等ヲ發見スルニ用フルコトヲ得且又或任意ノ平面ノ斷面ヲ有スル軸ヲ扱フ場合ノ近似計算トシテ應用スル事ニ擴張スル事ヲ得ヘシ(完)

工事用材ニ於ケル應力ノ分布

(Engineering, Oct. 8, 1915.)

本文ハ會長 J. Perry 教授幹事 E. G. Coker 並ニ W. E. Peavel 兩教授以下數多ノ博士教授及技師等カ工事用諸材料ニ於ケル甚々複雑ナル應力分布ニ就キ其正確ナルモノヲ報告センカ爲メ起レル調査委員會ノ報告書ニシテ過クル九月十一日ヲ以テまんぢすたノ所在不列顛協會 G 部ニ提出シ而シテ同協會ノ濠太刺利亞集會席上ニ於テ發表セル所ノモノナリ實ニ本報告書ハ精製セル三種ノ材料即チ軟鋼、車軸用鋼(〇三ばいせん)とノ炭素ヲ含ム並ニ白銅鋼ノ一合金ニ關シ完全ニシテ且