

桁構橋ニ要スル材料ノ容積ヲ速知スル法式

(Amount of material in bridge trusses.)

井上清介君

今茲ニ述べント欲スル法式ハ各種桁構橋ノ内平行臥材(Parallel chord)ヲ有スル桁構ニ付キ其結構ニ要スル材料ノ容積ヲ算知スル便法ニ過ギザルナリ此法ニ依テ算定シタル結果ハ元ヨリ其桁構各部ニ就キ許多ノ勞力ヲ費シ精密ニ算定シタルモノト其精粗ヲ比較スルコト能ハズト雖モ此ノ精法ニ較々近キ結果ヲ得バク又桁構橋設計豫算上其材料ノ容積ヲ求ムルトキ若クハ同設計上一旦推定死重ヲ以テ設計ヲ終リタル後推定死重ノ當否ヲ照査スル場合ニ此ノ法ヲ用ユルヲ尤モ便利ナリト信スルヲ以テ左ニ其法式ヲ述ブシ

○平行臥材ノ材料(The material in the entire chords of parallel chord bridge.)

桁構上下臥材全部ハ力率リ耐ヨルヤハム假定セバ其容積ハ左式ノ如クナルシ

$$(1) V_c = \frac{2}{f_a h} \int M dx, \dots \text{式中 } \left\{ \begin{array}{l} V_c = \text{臥材ノ容積(Volume).} \\ f_a = \text{単位應力(allowable stress per sq. in.)} \\ h = \text{桁構ノ高(depth).} \\ M = \text{力率(moment).} \end{array} \right.$$

今若シ單位應力ヲ死重活重リ付キ區別ベシ必要アム場合ハ

$$(2) V_c = \frac{2 \int M_a dx}{f_a h} + \frac{2 \int M_d dx}{f_d h}, \dots \text{式中 } \left\{ \begin{array}{l} f_a = \text{活重=對スル單位應力} \\ f_d = \text{死重=對スル單位應力} \\ M_a = \text{活重=對スル力率} \\ M_d = \text{死重=對スル力率} \end{array} \right.$$

桁ノ理(Beam theory)ニ依レバ臥材ガ等布荷重ヲ荷フ場合ハ死活重ニリ起ル力率ノ合數量ハ各々左記ノ如ク記スルコトヲ得シ

$$(3) \quad \int M_a dx = \frac{2}{3} \frac{l^4}{8} \rho l^2, \quad \int M_d dx = \frac{2}{3} \frac{l^4}{8} \sigma l^2. \quad \text{式中} \begin{cases} \rho = \text{活重ノ單位.} \\ \sigma = \text{死重ノ單位.} \\ l = \text{臥材ノ長.} \end{cases}$$

依テ第一式ノ(M)ニ第三式ノ相當數ヲ代用セバ(V°)ハ左ノ如クナルシ

$$(4) \quad V_c = \frac{l^3}{6\pi} \left(\frac{\rho}{f_f} + \frac{\sigma}{f_d} \right).$$

今第四式ノ死活重ノ單位應力并ニ全單位荷重ヲ各々同一ナルモノト見ナシ之ヲ一括シテ(f°)、(g°)ト命スヘキ。

$$(5) \quad V_c = \frac{l^3}{6\pi f^2}.$$

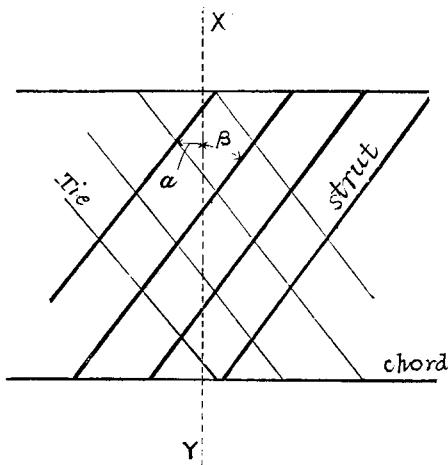
第五式ハ臥材ノ各部ヲ平均シ全一ノ斷面積ヲ有スル如ク見做ナシタレトモ實際ハ臥材上ノ外應力ハ其ノ長サヲ通シ全一ナル順序ヲ以テ變化スルモノニアラス其對角柱材若クハ垂直柱材ガ臥材ト交接スル點ニ於テ俄然大ナル變化ヲナスモノナレバ此ノ部分ハ比較的多量ノ材料ヲ要スベシ故ニ此ノ交接部ニ於ケル材料ノ増加ハ第五式ニ依テ得タル結果ニ相當ノ係數ヲ乘シテ得ラルベシ而シテ此ノ増加ハ桁構材料全體ヨリ見ルトキハ極メテ少量ニシテ精密ヲ要セザル場合ハ此増加ヲ見込ム必要ナシ然レドモ精密ヲ要スル場合ハ單數(unity)以上ノ係數ヲ用ユベキハ勿論ナリト雖モ此ノ係數ハ交接部構造ノ種類荷重ノ大小等諸種ノ原因ニ依テ自ラ其數値ヲ異ニシ逐一此等ヲ茲ニ記述スルハ稍々煩雜ノ嫌アルヲ以テ他日論スルコト・シ茲ニ省ク

壹平方時ノ單位應力ヲ張力・壓力ノ二種ニ區別セバ

今前記係數ヲ K トベシ

$$(6) \quad V_o = \frac{Kd^3}{6f_h q} \quad \text{或ハ} \quad V_o = \frac{Kd^3}{6f_h} \left(\frac{P}{f_u} + \sigma \right)$$

○桁腹材ノ材料 (The material in the web)



第一圖ニ示ス如ク析構上任意ノ所ニ(XY)ナ
ル垂直線ヲ以テ斷面(Section)ヲ設クレバ該線ハ
若干數ノ對角柱材ヲ切ルベシ今此ノ斷面ノ所
在ヲ桁構ノ中心ヨリ若干尺左方ニアルモノト
見ナシ(S)ヲ該斷面中ニ起ル剪斷力、(N)ヲ對角
柱材ノ數、(α)ヲ繫柱ト垂直線間ノ角度、(β)ヲ
支桿ト垂直線間ノ角度、(V_w)ヲ桁腹材ノ容積ト
スレバ

$$(7) \quad V_w = \frac{Sh}{Nf} (N \sec^\alpha \alpha + N \ sec^\beta \beta) \quad \text{式中ノ} \left\{ S(\text{Shear}) \text{ハ對角柱材ノ數ニ應シ等シク割當テラム、モノト知ルベシ} \right\}$$

$$(8) \quad V'_{w} = \frac{Sh}{N} \left(\frac{N \sec^2 \alpha}{f_t} + \frac{N \sec^2 \beta}{f_c} \right).$$

第八式ノ壓力ニ對スル單位應力ノ數價ハ普通張力ニ對スルモノヨリ小ナリ然レドモ張力ニ對スル材料ノ斷面積ハ綴釘(rivet)等ノ積ヲ控除シタル純積(net area)ヲ採ルヲ普通トス故ニ應張力ノ大積(gross area)ハ應壓力ノ面積ト略ボ同一ト見做スモ可ナルベシ(但シ柱材公式(Column formula)ズ)故ニ此ノ理ニ依テ第八式ヲ左ノ如ク變スルコトヲ得ベシ

$$(9) \quad V''_{w} = \frac{Sh}{f_c} (\sec^2 \alpha + \sec^2 \beta).$$

第一圖中ノ各繫柱並ニ各支桿ノ臥材上ニ投影スル長サ $h \tan \alpha$ 及 $h \tan \beta$ ナルベシ故ニ桁腹材長延壹尺ノ數量ハ左式ノ如クナルベシ

$$(10) \quad V''_{w} = \frac{S_i (\sec^2 \alpha + \sec^2 \beta)}{f_c (\tan \alpha + \tan \beta)}.$$

第十式ヨリシテ桁腹材ノ容積ハ桁腹材各部ガ何レモ同一ナル夾角ヲ有スル以上ハ其桁構ノ高サ又桁腹材ノ員數等ニ關係ナキヲ知ルベク又同時ニ桁構ノ高サノ増加スルニ隨ヒ其材料ノ數量ヲ減スルコトヲ知ルベシ然レトモ此レ柱公式ニ依テ考フル時ハ高サヲ増加スル毎ニ單位應力ノ數價ヲ減スル等却テ反對ニ其數量ヲ増加スベシ依テ前者ノ理由ニ基キ容積(V''_{w})ハ左記ノ場合ニ於テ尤モ小量ナルベシ

(V''_{w})ハ角度 $\alpha = \beta$ ナルトキ 又 $\alpha = \beta = 45^\circ$ ナルトキニ小量ナリ

次ニ桁腹材ノ構成方則ヲ三角形式矩形式等ニ就テ最小容量ノ算式ヲ示セバ

$$(11) \text{ 三角形式最小容量} (\min. V''_w) = \frac{2S}{f_o} \quad \text{(但し} \alpha = \beta = 45^\circ \text{ ト) }$$

$$(12) \text{ 矩形式(Rectangular System)最小容量} \min. V_w''' = \frac{S(2 + \tan^2 \alpha)}{f_c \tan \alpha} \quad \text{(但し} \beta = 0 \text{ ト) } \text{ (故ナリ)}$$

$$(13) \text{ 上式より} \tan \alpha = \sqrt{\frac{2}{2 + \mu}} \text{ ト} \quad \text{又} \min. V_w''' = 2\sqrt{\frac{2}{2 + \mu}} \frac{S}{f_c} = 2.828 \frac{S}{f_c} \quad \text{ト) } \text{ (但し} \mu \text{ ト) }$$

前記(11)(12)ノ二式ヲ相比較セバ矩形式ハ三角式ノ一四一四倍ニ相當スルシ依テ前記桁腹材ノ傾斜度ニ就テ考フハシ $\beta = 0$ $\alpha = 45^\circ$ 等ハ尤モ經濟ナル構造方ナルヲ知ルベシ
今桁構上桁腹材ノ全量ヲ示セバ左ノ如クナルベシ

$$(14) V_w = 2 \frac{\sec^2 \alpha + \sec^2 \beta}{f_o(\tan \alpha + \tan \beta)} \int_0^x S dx \dots \dots \dots \text{(但し式中ニ控材(counter)ヲ見込マサル分)}$$

第十四式ノ積分式ハ等布荷重ヲ荷フ場合ニ於テハ桁ノ理ニ基キ左ノ如ク記スルモ敢テ不當
ニアリサルベシ

$$(15) \int_0^x S dx = \frac{g l^2}{8} + \frac{7 p l^2}{48} = \frac{l^2(6g + 7p)}{48} \quad \therefore V_w = \frac{l^2(6g + 7p)(\sec^2 \alpha + \sec^2 \beta)}{24 f_o(\tan \alpha + \tan \beta)} K_w.$$

$$(16) \alpha = \beta \neq \mu \text{ ト} \quad V'_w = \frac{l^2(6g + 7p)(\sec^2 \alpha)}{12 f_o \sin 2\alpha} K_w.$$

$$(17) \quad \beta = 0^\circ + \nu \cdot \gamma \quad V'_{\text{w}} = \frac{l^2(6g + 7p)(2 + \tan^2 \alpha)}{24f_c \tan \alpha} K_w.$$

$$(18) \quad \alpha = \beta + \nu \cdot \gamma \quad V = \frac{K_d l^3}{6f_c q} q + \frac{l^2(6g + 7p)(\sec^2 \alpha)}{24f_c \tan \alpha} K_w = \frac{l^2}{6f_c} \left[\frac{K_d l}{h} q + \frac{(6g + 7p)\sec^2 \alpha}{4\tan \alpha} K_w \right].$$

今十八式ハ $(6g + 7p) + (7g + 7p)$ ハナタニ控材ノ爲ニ余裕ア見込ア左式ノ如クナニシム

$$(19) \quad V = \frac{l^2}{6f_c} \left[\frac{K_d l}{h} q + \frac{7K_w \sec^2 \alpha}{4\tan \alpha} \right].$$

$$(20) \quad \text{若シ} \nu \cdot \alpha = \beta = 45^\circ + \nu \cdot \gamma \quad V = \frac{l^2}{6f_c} q \left[\frac{K_d l}{h} q + \frac{7K_w}{2} \right].$$

$$(21) \quad \text{若シ} \nu \cdot \alpha = \beta = 30^\circ + \nu \cdot \gamma \quad V = \frac{l^2}{6f_c} q \left[\frac{K_d l}{h} q + \frac{7K_w}{\sqrt{3}} \right].$$

$$(22) \quad \text{若シ} \nu \cdot \beta = 0^\circ + \nu \cdot \gamma \quad V = \bar{K}_c \frac{l^3}{6f_c q} q + \frac{l^2(6g + 7p)(2 + \tan^2 \alpha)}{24f_c \tan \alpha} K_w.$$

$$= \frac{l^2}{6f_c} \left[\frac{K_d l}{h} q + \frac{(6g + 7p)(2 + \tan^2 \alpha)K_w}{4\tan \alpha} \right] \dots \dots \begin{cases} \text{式中ニ控材ヲ} \\ \text{見込マザル分} \end{cases}$$

$$(23) \quad V = \frac{l^2}{6f_c} q \left[\frac{K_d l}{h} q + \frac{7K_w(2 + \tan^2 \alpha)}{4\tan \alpha} \right] \dots \dots \begin{cases} \text{式中控材ヲ見込ミタ} \\ \text{部分以下之ニ同シ} \end{cases}$$

$$(24) \quad a = 45^\circ, \quad \text{トキ} \quad V = \frac{l^2}{6f_e} q \left[\frac{K_d}{h} + \frac{21K_w}{4} \right].$$

$$(25) \quad a = 30^\circ, \quad \text{トキ} \quad V = \frac{l^2}{6f_e} q \left[\frac{K_d}{h} + \frac{49\sqrt{3}}{12} K_w \right].$$

今(6)式 \sim (15)式 \sim 合せ之ヲ 柱構全部ノ容積トスル。

$$(26) \quad V = \frac{K_d l^3}{6l f_e} q + \frac{l^2 K_w (6g \times 7p) (\sec^2 \alpha + \sec^2 \beta)}{24 f_e (l \tan \alpha + l \tan \beta)} \dots \dots \dots \text{第一圖參照}$$

前記第十八式ヨリ貳十六式マデハ柱構ノ柱腹材構成種別ニ應シ柱構全部ノ容積ヲ表セル算式ナレバ平行臥材ヲ有スル柱構ナレバ何種ヲ問ハス總テ該算式ヲ應用スルコトヲ得ベシ又前記諸算式ヲ猶ホ簡便ノ体ニ爲サント欲セバ式中ニ於テ常ニ變化ヲナサム定數ノモノアレバ此レヲ一ツノ係數ニ變セシムルモ可ナリトス縱令ハ左記ノ如シ

$$(26) \text{式中 } \frac{qK_c}{f_e} = K_c, \quad \frac{(6g + 7p)(\sec^2 \alpha + \sec^2 \beta)K_w}{(l \tan \alpha + l \tan \beta)24 f_e} = K_w' \quad \text{トスル。}$$

$$(27) \quad V = \left[\frac{l^3 K'_c}{h} + l^2 K'_{ww} \right] = l^2 \left[\frac{k'_c l}{h} + K'_{ww} \right].$$

貳十七式ノレハ定數ト見做シ (K'_c) 中ニ含蓄セシムハ猶一層簡便ノ体ヲ爲スベシ

$$(28) \quad V = l^2 (K''_c + K'_{ww})$$

前記(27)(28)ノ一式ハ(元ヨリ變法)ニ過キズト雖モ大軸ノ容積ヲ知ルニハ充分ナリトス故ニ吾輩

ガ尤モ事實ニ近キ算式ト信スルハ第二十六式以上ナリト知ルミシ

桁構全部ノ重量ヲ知ラント欲セバ前記ノ容積ニ單位重量ヲ乗スレバ容易ニ知ルコトヲ得シ
シ附記ス本篇ノ算式ハ桁構ノ木鐵ヲ論セス總テ應用セラルミシ

今茲ニまりまん教授(Prof. Merriman)ハ桁構重量公式ヲ摘記シ諸君ノ參照ニ供セシ

$$W = 140 + 12b + 0.2bl - 0.4l = \begin{cases} \text{Total dead load of a high way bridge in lbs.} \\ \text{per linear foot, (including side walks)} \end{cases}$$

式中 l =span in feet. b =width in feet.

上式中 $(140 + 12b)$ ハ牀梁ノ重量ヲ代表スルカ如シ 又 (l) 橋巾ハ拾六呎以上貳十四尺ナルガ如シ

$$W = 560 + 5.6l = (\text{A single track railway bridge.})$$

上式中ノ 560 ハ牀梁ノ重量ヲ代表スルガ如シ

前記二式ハ共ニ鐵橋ナラム知ルミシ

(完)

拔萃

機械

○綱索傳動ニ就テ (七月三十一日ふらくちかるえんじにあ)

綱索傳動ニ就テ考フベキ要點 (1) 綱ノ直徑 (2) 綱車ノ直徑ト綱ノ直徑トノ比 (3) 綱車ノ周邊