九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

調整式交互式架空索道の實用的解法

渡邊, 治人
九州帝國大學農學部

https://doi.org/10.15017/14094

出版情報：九州帝国大学農学部演習林報告. 13, pp.1-33, 1943-03-25. 九州大学農学部附属演習林
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

調整式交互式架空索道の實用的解法

H. Watanabe: Practical solution for the jig-back aerial cableway with counter weights.

敎授 農學博士 渡邊治人

目次

I.	緒論	1
II.	記號	2
III.	計算式	4
IV.	計算式の誘導	6
V.	計算式の應用	12
VI.	計算例	19
VII.	設計計算に必要なる事項	23
VIII.	設計計算例	26
	引用文献	33

I. 緒論

我邦に於て、木材運搬用に架設せられてゐる交互式架空索道（二條の架空道を備へ、各架空道には夫々一個の搬器が存し、動力又は重力に依つて、各搬器が交互に往復する架空索道）は、從來殆んど大部分が軌索の兩端を固定する所謂固定式である。然るに固定式架空索道にあつては、運搬荷重の位置によつて軌索に誘發せられる張力が廣範圍に變化し（註 1、第 5 圖表及び第 6 圖表參照）、荷重が兩支點間の中央附近に來れる時に最大張力が起り、荷重が其の位置より兩支點に向つて移動するに從ひ張力は漸次減少するものである。故に中央附近以外の位置に荷重が存在する時は、必要以上に強大なる鋼索を使用することゝなつて、鋼索の利用效率が低下するのみならず、其の張力計算は甚だ複雜である。其の他不測の荷重や衝擊に依

り、豫期以上の張力を惹起する危險があり、又支點に荷重が接近するに從ひ支點に於ける軌索の屈折角が著しく大となる爲運轉に種々の不都合を起す。之に反して、軌索の一端を固定し、他端に調整錘を備へたる所謂調整式架空索道に於ては、軌索の張力は常に一定値に保持せられ、計算は比較的簡易に行ふことが出來る。其の他風雪寒暑の影響及び木材の如く重量に變動の多い荷重に對しても調節が可能であり、且又支點附近に於ける軌索の屈折角の著しく大となることを防ぐことが出來て、運轉が圓滑である。斯の如き理由に依つて著者は小規模の架空索道又は地形上已むを得ざる場合の外は、運材用の交互式架空索道に於ても、固定式を避けて出來るだけ調整式架空索道の設計實行を推奬し度い。

著者は曩に交互式架空索道の索線の曲線、長さ及び張力に關する垂曲線理論に據る靜力學的研究（註1）を發表して正確なる解法を述べたが、其の基本式は双曲線函數を含み、調整式架空索道に對する解法も亦相當に複雜である。故に本論文に於ては、其の正確なる理論を基礎として簡便な近似式を誘導し、之を調整錘を有する交互式架空索道に應用して、實用的解法を述べ、實地家の設計に便ならしめんとする意圖である。

III. 記　　號

W_c = 軌索の單位長當りの重さ、 W_u = 上方曳索の單位長當りの重さ、 W_l = 下方曳索の單位長當りの重さ、 $\varepsilon = W_u \div W_c$, $\lambda = W_l \div W_c$, $\mu = \lambda \div \varepsilon$,

s_0, u_0, i_0, θ_0 = 上下兩支點間の水平距離、鉛直距離、斜距離及び傾斜角、

s_1, u_1, i_1, θ_1 = 軌索の上方支點と荷重點間の水平距離、鉛直距離、斜距離及び傾斜角、

s_2, u_2, i_2, θ_2 = 軌索の下方支點と荷重點間の水平距離、鉛直距離、斜距離及び傾斜角、

s_1', u_1', i_1', θ_1' = 上方曳索の上方支點と荷重點間の水平距離、鉛直距離、斜距離及び傾斜角、

s''_2, u''_2, i''_2, θ''_2 = 下方曳索の下方支點と荷重點間の水平距離、鉛直距離、斜距離及び傾斜角、

s_{a1} = 軌索の上方支點より上方軌索曲線の頂點に至る水平距離、s_{c2} = 軌索の荷重點より下方軌索曲線の頂點に至る水平距離、s'_{a1} = 上方曳索の上方支點より上方曳索曲線の頂點に至る水平距離、s''_{c2} = 下方曳索の荷重點より下方曳索曲線の頂點に至る水平距離、

l_0 = 運搬荷重存せざる時の軌索の長さ、l_1, l_2 = 運搬荷重存する時の上方軌索及び下方軌索の長さ、$l = l_1 + l_2$ = 運搬荷重存する時の軌索の全長、l'_1, l''_2 = 上方曳索及び下方曳索の長さ、

A_0, B_0 = 運搬荷重存せざる時の軌索の上方支點及び下方支點に於ける軌索張力、

$a_0 = A_0 \div W_c$, $b_0 = B_0 \div W_c$, H_0 = 運搬荷重存せざる時の軌索張力の水平分力、

$h_0 = H_0 \div W_c$ = 運搬荷重存せざる時の軌索が描く垂曲線のパラメター、

A, B = 運搬荷重存する時の上方支點及び下方支點の軌索張力、C = 曳索を使用する時の上方軌索及び下方軌索の荷重點に於ける軌索張力、$a = A \div W_c$, $b = B \div W_c$, $c = C \div W_c$, H_1, H_2 = 運搬荷重存し曳索を使用する時の上方軌索及び下方軌索の張力の水平分力、$h_1 = H_1 \div W_c$ = 曳索を使用する時の上方軌索が描く垂曲線のパラメター、$h_2 = H_2 \div W_c$ = 曳索を使用する時の下方軌索が描く垂曲線のパラメター、

A'_1, C'_1 = 上方曳索の上方支點及び荷重點に於ける張力、$a' = A' \div W_u$, $c'_1 = C'_1 \div W_u$, H'_1 = 上方曳索の張力の水平分力、$h'_1 = H'_1 \div W_u$ = 上方曳索の描く垂曲線のパラメター、

B'', C''_2 = 下方曳索の下方支點及び荷重點に於ける張力、$b'' = B'' \div W_l$, $c''_2 = C''_2 \div W_l$, H''_2 = 下方曳索の張力の水平分力、$h''_2 = H''_2 \div W_l$ = 下方曳索の描く垂曲線のパラメター、

P = 運搬荷重の重さ、$p = P \div W_c$.

III. 計　算　式

(1). 運搬荷重存せざる場合

$$h_0 = \cos\theta_0 \left\{ \left(a_0 - \frac{u_0}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_0}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{1}$$

$$l_0 = \left\{ i_0^2 + \frac{s_0^2}{12} \left(\frac{s_0}{h_0} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{2}$$

$$h_0 = \frac{s_0^2}{\{12\,(l_0^2 - i_0^2)\}^{\frac{1}{2}}} \tag{3}$$

$$a_0 = b_0 + u_0 = \left\{ \left(\frac{i_0}{2} \right)^2 + (h_0 \sec\theta_0)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + \frac{u_0}{2} \tag{4}_1, (4)_2$$

(2). 運搬荷重存する場合

(a). 軌索曲線に關する計算式

$$a = b + u_0 = c + u_1 \tag{5}$$

$$b = a - u_0 = c - u_2 \tag{6}$$

$$h_1 = \cos\theta_1 \left\{ \left(a - \frac{u_1}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_1}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{7}$$

$$h_2 = \cos\theta_2 \left\{ \left(b + \frac{u_2}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_2}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{8}$$

$$l = l_1 + l_2 = \left\{ i_1^2 + \frac{s_1^2}{12} \left(\frac{s_1}{h_1} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + \left\{ i_2^2 + \frac{s_2^2}{12} \left(\frac{s_2}{h_2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{9}$$

$$h_2 = \cos\theta_0 \left\{ \mathfrak{A} \sin\theta_0 + (b^2 - \mathfrak{A}^2 \cos^2\theta_0)^{\frac{1}{2}} \right\} \tag{10}$$

$$u_1 = \frac{s_1}{s_0} \left(u_0 + \mathfrak{B} \frac{s_2}{h_2} \right) \tag{11}$$

但し、$\mathfrak{A} = \mathfrak{B} \frac{s_1}{s_0} + \frac{1}{2} s_2 \sec\theta_0$

$$\mathfrak{B} = p + \frac{1}{2} (s_0 + \varepsilon s_1') \sec\theta_0$$

（上方曳索を使用する時）

$$= \left\{p + \frac{1}{2}(s_0 + \varepsilon s_1' + \lambda s_2'') \sec\theta_0\right\} \frac{b}{b + \lambda b''}$$

（上下兩曳索を使用する時）

$$u_1 = 0.496\left\{u_0 + l\left(1 - \frac{s_0^2}{l^2 - u_0^2}\right)^{\frac{1}{2}}\right\} \tag{12}$$

$$s_{a1} = \frac{h_1}{a}(a^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \tag{13}$$

$$s_{c2} = \frac{h_2}{c}(c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} = s_2 - \frac{h_2}{b}(b^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \tag{14}_1, (14)_2$$

(b). 曳索曲線に關する計算式

$$h_1' = \cos\theta_1'\left\{\left(a' - \frac{u_1'}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_1'}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{15}$$

$$h_2'' = \cos\theta_2''\left\{\left(b'' + \frac{u_2''}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_2''}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{16}$$

$$a' = c_1' + u_1' = \left\{\left(\frac{i_1'}{2}\right)^2 + (h_1' \sec\theta_1')^2\right\}^{\frac{1}{2}} + \frac{u_1'}{2} \tag{17}_1, (17)_2$$

$$b'' = c_2'' - u_2'' = \left\{\left(\frac{i_2''}{2}\right)^2 + (h_2'' \sec\theta_2'')^2\right\}^{\frac{1}{2}} - \frac{u_2''}{2} \tag{18}_1, (18)_2$$

$$l_1' = \left\{i_1'^2 + \frac{s_1'^2}{12}\left(\frac{s_1'}{h_1'}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{19}$$

$$l_2'' = \left\{i_2''^2 + \frac{s_2''^2}{12}\left(\frac{s_2''}{h_2''}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{20}$$

$$s_{a1}' = \frac{h_1'}{a'}(a'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \tag{21}$$

$$s_{c2}'' = \frac{h_2''}{c_2''}(c_2''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} = s_2'' - \frac{h_2''}{b''}(b''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} \tag{22}_1, (22)_2$$

(c). 荷重點に關する計算式

$$\varepsilon h_1' = h_2 - h_1 \tag{23}$$

$$\varepsilon h_1' - \lambda h_2'' = \varepsilon(h_1' - \mu h_2'') = h_2 - h_1 \tag{24}$$

$$p = \pm (c^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \pm (c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \pm \varepsilon (c_1'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \tag{25}$$

$$p = \pm (c^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \pm (c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \pm \varepsilon (c_1'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \pm \lambda (c_2''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} \tag{26}$$

IV. 計 算 式 の 誘 導

(1) 式の誘導:—

$$u_0 = (a_0^2 - h_0^2)^{\frac{1}{2}} \sinh \frac{s_0}{h_0} - a_0 \left(\cosh \frac{s_0}{h_0} - 1 \right) \qquad \text{註 1, } (a_1)$$

(a_1) 式に於て $\sinh \frac{s_0}{h_0} \fallingdotseq \frac{s_0}{h_0} + \frac{1}{\lfloor 3} \left(\frac{s_0}{h_0} \right)^3$, $\cosh \frac{s_0}{h_0} \fallingdotseq 1 + \frac{1}{\lfloor 2} \left(\frac{s_0}{h_0} \right)^2$ を代入して $\left(\frac{s_0}{h_0} \right)^4$ 以上の項を省略すれば、

$$\begin{aligned} h_0 &= \cos \theta_0 \left\{ a_0 (a_0 - u_0) - \frac{1}{3} s_0^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \\ &\fallingdotseq \cos \theta_0 \left\{ a_0 (a_0 - u_0) - \left(\frac{s_0}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \\ &= \cos \theta_0 \left\{ \left(a_0 - \frac{u_0}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_0}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \tag{1}$$

(2) 式の誘導:—

$$l_0 = \left\{ u_0^2 + 2h_0^2 \left(\cosh \frac{s_0}{h_0} - 1 \right) \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad \text{註 1, } (a_3)$$

(a_3) 式に於て $\cosh \frac{s_0}{h_0} \fallingdotseq 1 + \frac{1}{\lfloor 2} \left(\frac{s_0}{h_0} \right)^2 + \frac{1}{\lfloor 4} \left(\frac{s_0}{h_0} \right)^4$ を代入すれば、

$$l_0 = \left\{ i_0^2 + \frac{s_0^2}{12} \left(\frac{s_0}{h_0} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{2}$$

(3) 式の誘導:—

(2) 式より h_0 を求むれば、

$$h_0 = \frac{s_0^2}{\{12 (l_0^2 - i_0^2)\}^{\frac{1}{2}}} \tag{3}$$

(4) 式の誘導:—

(1) 式及び註 1, $(a_2)_1$ 式より、

$$a_0 = b_0 + u_0 = \left\{\left(\frac{i_0}{2}\right)^2 + (h_0 \sec\theta_0)^2\right\}^{\frac{1}{2}} + \frac{u_0}{2} \qquad (4)_1, (4)_2$$

(5) 式の誘導:—

註 1, (c_1) 式より、

$$a = b + u_0 = c + u_1 \qquad (5)$$

(6) 式の誘導:—

註 1, (c_2) 式より、

$$b = a - u_0 = c - u_2 \qquad (6)$$

(7) 式の誘導:—

$$u_1 = (a^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \sinh\frac{s_1}{h_1} - a\left(\cosh\frac{s_1}{h_1} - 1\right) \qquad \text{註 1, } (c_3)$$

(c_3) 式に於て $\sinh\frac{s_1}{h_1} \fallingdotseq \frac{s_1}{h_1} + \frac{1}{\lfloor 3}\left(\frac{s_1}{h_1}\right)^3$, $\cosh\frac{s_1}{h_1} \fallingdotseq 1 + \frac{1}{\lfloor 2}\left(\frac{s_1}{h_1}\right)^2$ を代入して $\left(\frac{s_1}{h_1}\right)^4$ 以上の項を省略すれば、

$$h_1 = \cos\theta_1\left\{a(a - u_1) - \frac{1}{3}s_1^2\right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$\fallingdotseq \cos\theta_1\left\{a(a - u_1) - \left(\frac{s_1}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$= \cos\theta_1\left\{\left(a - \frac{u_1}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_1}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (7)$$

(8) 式の誘導:—

$$u_2 = \pm (b^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \sinh\frac{s_2}{h_2} + b\left(\cosh\frac{s_2}{h_2} - 1\right) \qquad \text{註 1, } (c_4)$$

(c_4) 式に於て $\sinh\frac{s_2}{h_2} \fallingdotseq \frac{s_2}{h_2} + \frac{1}{\lfloor 3}\left(\frac{s_2}{h_2}\right)^3$, $\cosh\frac{s_2}{h_2} \fallingdotseq 1 + \frac{1}{\lfloor 2}\left(\frac{s_2}{h_2}\right)^2$ を代入して $\left(\frac{s_2}{h_2}\right)^4$ 以上の項を省略すれば、

$$h_2 = \cos\theta_2\left\{b(b + u_2) - \frac{1}{3}s_2^2\right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$\fallingdotseq \cos\theta_2 \left\{ b(b+u_2) - \left(\frac{s_2}{2}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$= \cos\theta_2 \left\{ \left(b + \frac{u_2}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_2}{2}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (8)$$

(9) 式の誘導:—

$$l = l_1 + l_2 = \left\{ u_1^2 + 2h_1^2 \left(\cosh\frac{s_1}{h_1} - 1\right) \right\}^{\frac{1}{2}} + \left\{ u_2^2 + 2h_2^2 \left(\cosh\frac{s_2}{h_2} - 1\right) \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad \text{註 1, } (c_5)$$

(c_5) 式に $\cosh\frac{s_1}{h_1} \fallingdotseq 1 + \frac{1}{\lfloor 2}\left(\frac{s_1}{h_1}\right)^2 + \frac{1}{\lfloor 4}\left(\frac{s_1}{h_1}\right)^4$, $\cosh\frac{s_2}{h_2} \fallingdotseq 1 + \left(\frac{s_2}{h_2}\right)^2 + \frac{1}{\lfloor 4}\left(\frac{s_2}{h_2}\right)^4$

を代入すれば、

$$l = l_1 + l_2 = \left\{ i_1^2 + \frac{s_1^2}{12}\left(\frac{s_1}{h_1}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + \left\{ i_2^2 + \frac{s_2^2}{12}\left(\frac{s_2}{h_2}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (9)$$

(10) 式、(11) 式の誘導:—

註 1, (n_1) 式及び註 1, (0_3) 式より、

$$h_2 = \cos\theta_0 \left\{ \mathfrak{A} \sin\theta_0 + (b^2 - \mathfrak{A}^2 \cos^2\theta_0)^{\frac{1}{2}} \right\} \qquad (10)$$

註 1, (n_2) 式及び註 1, (0_4) 式より、

$$u_1 = \frac{s_1}{s_0}\left(u_0 + \mathfrak{B}\frac{s_2}{h_2}\right) \qquad (11)$$

但し、$\mathfrak{A} = \mathfrak{B}\frac{s_1}{s_0} + \frac{1}{2}s_2 \sec\theta_0$

$$\mathfrak{B} = p + \frac{1}{2}(s_0 + \varepsilon s_1')\sec\theta_0$$

(上方曳索を使用する時)

$$= \left\{ p + \frac{1}{2}(s_0 + \varepsilon s_1' + \lambda s_2'')\sec\theta_0 \right\} \frac{b}{b + \lambda b''}$$

(上下兩曳索を使用する時)

(12) 式の誘導:—

$$u_1 = \frac{1}{2(l^2 - u_0^2)}\left[u_0\mathfrak{C} + l\{\mathfrak{C}^2 - 4s_1^2(l^2 - u_0^2)\}^{\frac{1}{2}} \right] \qquad \text{註 1, } (m_2)$$

但し、$\mathfrak{C} = l^2 - u_0^2 + s_1^2 - s_2^2$

(m_2) 式に於て $s_1 = s_2$ とし且つ近似度を高める爲に 99.2 % をとれば、

$$u_1 = 0.496\left\{u_0 + l\left(1 - \frac{s_0^2}{l^2 - u_0^2}\right)^{\frac{1}{2}}\right\} \tag{12}$$

(13) 式の誘導:—

$$s_{a1} = h_1 \tanh^{-1}\frac{1}{a}(a^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \qquad \text{註 1, } (c_6)$$

(c_6) 式に $\tanh^{-1}\frac{1}{a}(a^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \fallingdotseq \frac{1}{a}(a^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}}$ を代入して、

$$s_{a1} = \frac{h_1}{a}(a^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \tag{13}$$

(14) 式の誘導:—

$$s_{c2} = h_2 \tanh^{-1}\frac{1}{c}(c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} = s_2 - h_2 \tanh^{-1}\frac{1}{b}(b_2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \qquad \text{註 1, } (c_7)_1,\ (c_7)_2$$

$(c_7)_1$ 式及び $(c_7)_2$ 式にそれぞれ $\tanh^{-1}\frac{1}{c}(c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \fallingdotseq \frac{1}{c}(c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}}$ 及び $\tanh^{-1}\frac{1}{b}(b^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \fallingdotseq \frac{1}{b}(b^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}}$ を代入すれば、

$$s_{c2} = \frac{h_2}{c}(c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} = s_2 - \frac{h_2}{b}(b^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \tag{14}_1,\ (14)_2$$

但し、$(14)_1$ 式は荷重點が下方支點より高位に在る時に用ひ、$(14)_2$ 式は荷重點が下方支點より低位に在る時に用ふ。

(15) 式の誘導:—

$$u_1' = (a'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \sinh\frac{s_1'}{h_1'} - a'\left(\cosh\frac{s_1'}{h_1'} - 1\right) \qquad \text{註 1, } (d_1)$$

(d_1) 式に $\sinh\frac{s_1'}{h_1'} \fallingdotseq \frac{s_1'}{h_1'} + \frac{1}{\underline{3}}\left(\frac{s_1'}{h_1'}\right)^3$, $\cosh\frac{s_1'}{h_1'} \fallingdotseq 1 + \frac{1}{\underline{2}}\left(\frac{s_1'}{h_1'}\right)^2$ を代入して $\left(\frac{s_1'}{h_1'}\right)^4$ 以上の項を省略すれば、

$$\begin{aligned} h_1' &= \cos\theta_1'\left\{a'(a' - u_1') - \frac{1}{3}s_1'^2\right\}^{\frac{1}{2}} \\ &\fallingdotseq \cos\theta_1'\left\{a'(a' - u_1') - \left(\frac{s_1'}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \\ &= \cos\theta_1'\left\{\left(a' - \frac{u_1'}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_1'}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \tag{15}$$

(16) 式の誘導:—

$$u_2'' = \pm (b''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} \sinh \frac{s_2''}{h_2''} + b''(\cosh \frac{s_2''}{h_2''} - 1) \qquad \text{註 1, } (d_2)$$

(d_2) 式に $\sinh \frac{s_2''}{h_2''} \fallingdotseq \frac{s_2''}{h_2''} + \frac{1}{\underline{3}}\left(\frac{s_2''}{h_2''}\right)^3$, $\cosh \frac{s_2''}{h_2''} \fallingdotseq 1 + \frac{1}{\underline{2}}\left(\frac{s_2''}{h_2''}\right)^2$ を代入して $\left(\frac{s_2''}{h_2''}\right)^4$ 以上の項を省略すれば、

$$\begin{aligned} h_2'' &= \cos\theta_2'' \left\{ b''(b'' + u_2'') - \frac{1}{3} s_2''^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \\ &\fallingdotseq \cos\theta_2'' \left\{ b''(b'' + u_2'') - \left(\frac{s_2''}{2}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \\ &= \cos\theta_2'' \left\{ \left(b'' + \frac{u_2''}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_2''}{2}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \qquad (16)$$

(17) 式の誘導:—

(15) 式及び註 1, $(d_3)_1$ 式より、

$$a' = c_1' + u_1' = \left\{ \left(\frac{i_1'}{2}\right)^2 + (h_1' \sec\theta_1')^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + \frac{u_1'}{2} \qquad (17)_1, (17)_2$$

(18) 式の誘導:—

(16) 式及び註 1, $(d_4)_1$ 式より、

$$b'' = c_2'' - u_2'' = \left\{ \left(\frac{i_2''}{2}\right)^2 + (h_2'' \sec\theta_2'')^2 \right\}^{\frac{1}{2}} - \frac{u_2''}{2} \qquad (18)_1, (18)_2$$

(19) 式の誘導:—

$$l_1' = \left\{ u_1'^2 + 2h_1'^2 (\cosh \frac{s_1'}{h_1'} - 1) \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad \text{註 1, } (d_5)$$

(d_5) 式に $\cosh \frac{s_1'}{h_1'} \fallingdotseq 1 + \frac{1}{\underline{2}}\left(\frac{s_1'}{h_1'}\right)^2 + \frac{1}{\underline{4}}\left(\frac{s_1'}{h_1'}\right)^4$ を代入すれば、

$$l_1' = \left\{ i_1'^2 + \frac{s_1'^2}{12}\left(\frac{s_1'}{h_1'}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (19)$$

(20) 式の誘導:—

$$l_2'' = \left\{ u_2''^2 + 2h_2''^2 (\cosh \frac{s_2''}{h_2''} - 1) \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad \text{註 1, } (d_6)$$

(d_6) 式に $\cosh \frac{s_2''}{h_2''} \fallingdotseq 1 + \frac{1}{\lfloor 2}\left(\frac{s_2''}{h_2''}\right)^2 + \frac{1}{\lfloor 4}\left(\frac{s_2''}{h_2''}\right)^4$ を代入すれば、

$$l_2'' = \left\{ i_2''^2 + \frac{s_2''^2}{12}\left(\frac{s_2''}{h_2''}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{20}$$

(21) 式の誘導:—

$$s_{a1}' = h_1' \tanh^{-1}\frac{1}{a'}(a'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \qquad \text{註 1, } (d_7)$$

(d_7) 式に $\tanh^{-1}\frac{1}{a'}(a'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \fallingdotseq \frac{1}{a'}(a'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}}$ を代入すれば、

$$s_{a1}' = \frac{h_1'}{a'}(a'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \tag{21}$$

(22) 式の誘導:—

$$s_{c2}'' = h_2'' \tanh^{-1}\frac{1}{c_2''}(c_2''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} = s_2'' - h_2'' \tanh^{-1}\frac{1}{b''}(b''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} \qquad \text{註 1, } (d_8)_1,\ (d_8)_2$$

$(d_8)_1$ 式及び $(d_8)_2$ 式にそれぞれ $\tanh^{-1}\frac{1}{c_2''}(c_2''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} \fallingdotseq \frac{1}{c_2''}(c_2''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}}$ 及び $\tanh^{-1}\frac{1}{b''}(b''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} \fallingdotseq \frac{1}{b''}(b''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}}$ を代入すれば、

$$s_{c2}'' = \frac{h_2''}{c_2''}(c_2''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} = s_2'' - \frac{h_2''}{b''}(b''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} \qquad (22)_1,\ (22)_2$$

但し、$(22)_1$ 式は荷重點が下方支點より高位に在る時に用ひ、$(22)_2$ 式は荷重點が下方支點より低位に在る時に用ふ。

(23) 式、(24) 式の誘導:—

註 1, (e_1) 式より、

$$\varepsilon h_1' = h_2 - h_1 \tag{23}$$

註 1, (e_2) 式より、

$$\varepsilon h_1' - \lambda h_2'' = \varepsilon(h_1' - \mu h_2'') = h_2 - h_1 \tag{24}$$

(25) 式、(26) 式の誘導:—

註 1, (e_4) 式より、

$$p = \pm(c^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \pm (c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \pm \varepsilon(c_1'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \tag{25}$$

但し、右邊第 1 項の ± 符號は、荷重點に於ける上方軌索の傾斜角が仰角なる時に + 符

號をとり、俯角なる時に－符號をとる。第2項の±符號は、荷重點に於ける下方軌索の傾斜角が仰角なる時に＋符號をとり、俯角なる時に－符號をとる。第3項の±符號は、荷重點に於ける上方曳索の傾斜角が仰角なる時に＋符號をとり、俯角なる時に－符號をとる。

註1, (e_5) 式より、

$$p = \pm (c^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \pm (c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \pm \varepsilon (c_1'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \pm \lambda (c_2''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} \qquad (26)$$

但し、右邊第1項、第2項及び第3項の±符號の選び方は(25)式と同樣にして定む。第4項の±符號は、荷重點に於ける下方曳索の傾斜角が仰角なる時に＋符號をとり、俯角なる時に－符號をとる。

V. 計算式の應用

(1). 運搬荷重存せざる場合

(a). s_0, u_0 從つて θ_0, i_0 及び $a_0 = b_0 + u_0$ が與へられて h_0, l_0 を求む。

$$h_0 = \cos\theta_0 \left\{ \left(a_0 - \frac{u_0}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_0}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (1)$$

$$l_0 = \left\{ i_0^2 + \frac{s_0'^2}{12} \left(\frac{s_0}{h_0} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (2)$$

(b). s_0, u_0 從つて θ_0, i_0 及び l_0 が與へられて h_0, $a_0 = b_0 + u_0$ を求む。

$$h_0 = \frac{s_0^2}{\{12 (l_0^2 - i_0^2)\}^{\frac{1}{2}}} \qquad (3)$$

$$a_0 = b_0 + u_0 = \left\{ \left(\frac{i_0}{2} \right)^2 + (h_0 \sec\theta_0)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + \frac{u_0}{2} \qquad (4)_1, (4)_2$$

(2). 運搬荷重存する場合

(A). 上方曳索を使用する場合 $(u_1 < u_0)$

(a). $s_0 = s_1 + s_2$, $u_0 = u_1 + u_2$, s_1, u_1, s_2, u_2, s_1', u_1' 從つて θ_1, i_1, θ_2, i_2, θ_1', i_1' 及び $a = b + u_0 = c + u_1$, $b = a - u_0 = c - u_2$, $a' = c_1' + u_1'$ が與へられて h_1, h_2, h_1', ε, s_{a1}, s_{c2}, s_{a1}', p, l, l_1' を求む。

$$h_1 = \cos\theta_1 \left\{ \left(a - \frac{u_1}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_1}{2}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (7)$$

$$h_2 = \cos\theta_2 \left\{ \left(b + \frac{u_2}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_2}{2}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (8)$$

$$h_1' = \cos\theta_1' \left\{ \left(a' - \frac{u_1'}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_1'}{2}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (15)$$

$$\varepsilon = \frac{1}{h_1'}(h_2 - h_1) \qquad (23)$$

$$s_{a1} = \frac{h_1}{a}(a^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \qquad (13)$$

$$s_{c2} = \frac{h_2}{c}(c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} = s_2 - \frac{h_2}{b}(b^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \qquad (14)_1,\ (14)_2$$

$$s_{a1}' = \frac{h_1'}{a'}(a'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \qquad (21)$$

$$p = \pm (c^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \pm (c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \pm \varepsilon (c_1'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \qquad (25)$$

$$l = \left\{ i_1^2 + \frac{s_1^2}{12}\left(\frac{s_1}{h_1}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + \left\{ i_2^2 + \frac{s_2^2}{12}\left(\frac{s_2}{h_2}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (9)$$

$$l_1' = \left\{ i_1'^2 + \frac{s_1'^2}{12}\left(\frac{s_1'}{h_1'}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (19)$$

(b). $s_0 = s_1 + s_2$, $u_0 = u_1 + u_2$, s_1, u_1, s_2, u_2, s_1', u_1' 従つて θ_1, i_1, θ_2, i_2, θ_1', i_1' 及び $a = b + u_0 = c + u_1$, $b = a - u_0 = c - u_2$, ε が與へられて h_1, h_2, h_1', $a' = c_1' + u_1'$, s_{a1}, s_{c2}, s_{a1}', p, l, l_1' を求む。

$$h_1 = \cos\theta_1 \left\{ \left(a - \frac{u_1}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_1}{2}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (7)$$

$$h_2 = \cos\theta_2 \left\{ \left(b + \frac{u_2}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_2}{2}\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (8)$$

$$h_1' = \frac{1}{\varepsilon}(h_2 - h_1) \qquad (23)$$

$$a' = \left\{ \left(\frac{i_1'}{2}\right)^2 + (h_1' \sec\theta_1')^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + \frac{u_1'}{2} \qquad (17)_2$$

$$s_{a1}=\frac{h_1}{a}(a^2-h_1^2)^{\frac{1}{2}} \tag{13}$$

$$s_{c2}=\frac{h_2}{c}(c^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}}=s_2-\frac{h_2}{b}(b^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}} \tag{14)$_1$, (14)$_2$}$$

$$s'_{a1}=\frac{h'_1}{a'}(a'^2-h'^2_1)^{\frac{1}{2}} \tag{21}$$

$$p=\pm(c^2-h_1^2)^{\frac{1}{2}}\pm(c^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}}\pm\varepsilon(c'^2_1-h'^2_1)^{\frac{1}{2}} \tag{25}$$

$$l=\left\{i_1^2+\frac{s_1^2}{12}\left(\frac{s_1}{h_1}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}}+\left\{i_2^2+\frac{s_2^2}{12}\left(\frac{s_2}{h_2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{9}$$

$$l'_1=\left\{i'^2_1+\frac{s'^2_1}{12}\left(\frac{s'_1}{h'_1}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{19}$$

(c). $s_0=s_1+s_2$, $u_0=u_1+u_2$ 從つて θ_0 及び s_1, s_2, s'_1, $a=b+u_0=c+u_1$, $b=a-u_0=c-u_2$, ε, p が與へられて h_1, h_2, u_1, h'_1, $a'=c'_1+u'_1$, l, l'_1 を求む。

$$h_2=\cos\theta_0\left\{\mathfrak{A}\sin\theta_0+(b^2-\mathfrak{A}^2\cos^2\theta_0)^{\frac{1}{2}}\right\} \tag{10}$$

$$u_1=\frac{s_1}{s_0}\left(u_0+\mathfrak{B}\frac{s_2}{h_2}\right) \tag{11}$$

$$\mathfrak{A}=\mathfrak{B}\frac{s_1}{s_0}+\frac{1}{2}s_2\sec\theta_0$$

$$\mathfrak{B}=p+\frac{1}{2}(s_0+\varepsilon s'_1)\sec\theta_0$$

$$h_1=\cos\theta_1\left\{\left(a-\frac{u_1}{2}\right)^2-\left(\frac{i_1}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{7}$$

$$h'_1=\frac{1}{\varepsilon}(h_2-h_1) \tag{23}$$

$$a'=\left\{\left(\frac{i'_1}{2}\right)^2+(h'_1\sec\theta'_1)^2\right\}^{\frac{1}{2}}+\frac{u'_1}{2} \tag{17)$_2$}$$

$$l=\left\{i_1^2+\frac{s_1^2}{12}\left(\frac{s_1}{h_1}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}}+\left\{i_2^2+\frac{s_2^2}{12}\left(\frac{s_2}{h_2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{9}$$

$$l'_1=\left\{i'^2_1+\frac{s'^2_1}{12}\left(\frac{s'_1}{h'_1}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{19}$$

(d). $s_0 = s_1 + s_2$, $u_0 = u_1 + u_2$, $a = b + u_0 = c + u_1$, $b = a - u_0 = c - u_2$, ε 及び $s_1 = s_2 = \frac{s_0}{2}$ なる時の l, s_1' が與へられて u_1, h_1, h_2, h_1', $a' = c_1' + u_1'$, s_{a1}, s_{c2}, s_{a1}', p, l_1' を求む。

$$u_1 = 0.496\left\{u_0 + l\left(1 - \frac{s_0^2}{l^2 - u_0^2}\right)^{\frac{1}{2}}\right\} \tag{12}$$

$$h_1 = \cos\theta_1\left\{\left(a - \frac{u_1}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_1}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{7}$$

$$h_2 = \cos\theta_2\left\{\left(b + \frac{u_2}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_2}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{8}$$

$$h_1' = \frac{1}{\varepsilon}(h_2 - h_1) \tag{23}$$

$$a' = \left\{\left(\frac{i_1'}{2}\right)^2 + (h_1' \sec\theta_1')^2\right\}^{\frac{1}{2}} + \frac{u_1'}{2} \tag{17}_2$$

$$s_{a1} = \frac{h_1}{a}(a^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \tag{13}$$

$$s_{c2} = \frac{h_2}{c}(c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} = s_2 - \frac{h_2}{b}(b^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \tag{14}_1, (14)_2$$

$$s_{a1}' = \frac{h_1'}{a'}(a'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \tag{21}$$

$$p = \pm(c^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \pm (c_2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \pm \varepsilon(c_1'^2 - h_1'^2) \tag{25}$$

$$l_1' = \left\{i_1'^2 + \frac{s_1'^2}{12}\left(\frac{s_1'}{h_1'}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{19}$$

(B). 上方曳索と下方曳索とを使用する場合

(a). $s_0 = s_1 + s_2$, $u_0 = u_1 + u_2$, s_1, u_1, s_2, u_2, s_1', u_1', s_2'', u_2'' 從つて θ_1, i_1, θ_2, i_2, θ_1', i_1', θ_2'', i_2'' 及び $a = b + u_0 = c + u_1$, $b = a - u_0 = c - u_2$, $a' = c_1' + u_1'$, $b'' = c_2'' - u_2''$, μ が與へられて h_1, h_2, h_1', h_2'', ε, s_{a1}, s_{c2}, s_{a1}', s_{c2}'', p, l, l_1', l_2'' を求む。

$$h_1 = \cos\theta_1\left\{\left(a - \frac{u_1}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_1}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{7}$$

$$h_2 = \cos\theta_2\left\{\left(b + \frac{u_2}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_2}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{8}$$

$$h_1' = \cos\theta_1' \left\{ \left(a' - \frac{u_1'}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_1'}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{15}$$

$$h_2'' = \cos\theta_2'' \left\{ \left(b'' + \frac{u_2''}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_2''}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{16}$$

$$\varepsilon = \frac{h_2 - h_1}{h_1' - \mu h_2''} \tag{24}$$

$$s_{a1} = \frac{h_1}{a} (a^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \tag{13}$$

$$s_{c2} = \frac{h_2}{c} (c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} = s_2 - \frac{h_2}{b} (b^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \tag{$14)_1$, $(14)_2$}$$

$$s_{a1}' = \frac{h_1'}{a'} (a'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \tag{21}$$

$$s_{c2}'' = \frac{h_2''}{c_2''} (c_2''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} = s_2'' - \frac{h_2''}{b''} (b''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} \tag{$22)_1$, $(22)_2$}$$

$$p = \pm (c^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \pm (c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \pm \varepsilon (c_1'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \pm \lambda (c_2''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} \tag{26}$$

$$l = \left\{ i_1^2 + \frac{s_1^2}{12} \left(\frac{s_1}{h_1} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + \left\{ i_2^2 + \frac{s_2^2}{12} \left(\frac{s_2}{h_2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{9}$$

$$l_1' = \left\{ i_1'^2 + \frac{s_1'^2}{12} \left(\frac{s_1'}{h_1'} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{19}$$

$$l_2'' = \left\{ i_2''^2 + \frac{s_2''^2}{12} \left(\frac{s_2''}{h_2''} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{20}$$

(b). $s_0 = s_1 + s_2$, $u_0 = u_1 + u_2$, s_1, u_1, s_2, u_2, s_1', u_1', s_2'', u_2'', 従つて θ_1, i_1, θ_2, i_2, θ_1', i_1', θ_2'', i_2'', 及び $a = b + u_0 = c + u_1$, $b = a - u_0 = c - u_2$, $b'' = c_2'' - u_2''$, ε, λ が與へられて h_1, h_2, h_1', h_2'', $a' = c_1' + u_1'$, s_{a1}, s_{c2}, s_{a1}', s_{c2}'', p, l, l_1', l_2'' を求む。

$$h_1 = \cos\theta_1 \left\{ \left(a - \frac{u_1}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_1}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{7}$$

$$h_2 = \cos\theta_2 \left\{ \left(b + \frac{u_2}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_2}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{8}$$

$$h_2'' = \cos\theta_2'' \left\{ \left(b'' + \frac{u_2''}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_2''}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{16}$$

$$h_1' = \frac{1}{\varepsilon}(h_2 - h_1 + \lambda h_2'') \tag{24}$$

$$a' = \left\{\left(\frac{i_1''}{2}\right)^2 + (h_1' \sec\theta_1'')^2\right\}^{\frac{1}{2}} + \frac{u_1'}{2} \tag{17}_2$$

$$s_{a1} = \frac{h_1}{a}(a^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \tag{13}$$

$$s_{c2} = \frac{h_2}{c}(c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} = s_2 - \frac{h_2}{b}(b^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} \tag{14}_1,\ (14)_2$$

$$s_{a1}' = \frac{h_1'}{a'}(a'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \tag{21}$$

$$s_{c2}'' = \frac{h_2''}{c_2''}(c_2''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} = s_2'' - \frac{h_2''}{b''}(b''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} \tag{22}_1,\ (22)_2$$

$$p = \pm(c^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \pm (c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} + \varepsilon(c_1'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} \pm \lambda(c_2''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} \tag{26}$$

$$l = \left\{i_1^2 + \frac{s_1^2}{12}\left(\frac{s_1}{h_1}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} + \left\{i_2^2 + \frac{s_2^2}{12}\left(\frac{s_2^2}{h_2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{9}$$

$$l_1' = \left\{i_1'^2 + \frac{s_1'^2}{12}\left(\frac{s_1'}{h_1'}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{19}$$

$$l_2'' = \left\{i_2''^2 + \frac{s_2''^2}{12}\left(\frac{s_2''}{h_2''}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{20}$$

(c). $s_0 = s_1 + s_2$, $u_0 = u_1 + u_2$, 従つて θ_0 及び s_1, s_2, s_1', s_2'', $a = b + u_0 = c + u_1$, $b = a - u_0 = c - u_2$, $b'' = c_2'' - u_2''$, ε, λ, p が與へられて h_1, h_2, h_1', h_2'', u_1, $a' = c_1' + u_1'$, l, l_1', l_2'' を求む。

$$h_2 = \cos\theta_0\left\{\mathfrak{A}\sin\theta_0 + (b^2 - \mathfrak{A}^2\cos^2\theta_0)^{\frac{1}{2}}\right\} \tag{10}$$

$$u_1 = \frac{s_1}{s_0}\left(u_0 + \mathfrak{B}\frac{s_2}{h_2}\right) \tag{11}$$

$$\mathfrak{A} = \mathfrak{B}\frac{s_1}{s_0} + \frac{1}{2}s_2\sec\theta_0$$

$$\mathfrak{B} = \left\{p + \frac{1}{2}(s_0 + \varepsilon s_1' + \lambda s_2'')\sec\theta_0\right\}\frac{b}{b + \lambda b''}$$

$$h_1 = \cos\theta_1\left\{\left(a - \frac{u_1}{2}\right)^2 - \left(\frac{i_1}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{7}$$

$$h_2'' = \cos\theta_2'' \left\{ \left(b'' + \frac{u_2''}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_2''}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{16}$$

$$h_1' = \frac{1}{\varepsilon} (h_2 - h_1 + \lambda h_2'') \tag{24}$$

$$a' = \left\{ \left(\frac{i_1'}{2} \right)^2 + (h_1' \sec\theta_1')^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + \frac{u_1'}{2} \tag{17}_2$$

$$l = \left\{ i_1^2 + \frac{s_1^2}{12} \left(\frac{s_1}{h_1} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + \left\{ i_2^2 + \frac{s_2^2}{12} \left(\frac{s_2}{h_2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{9}$$

$$l_1' = \left\{ i_1'^2 + \frac{s_1'^2}{12} \left(\frac{s_1'}{h_1'} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{19}$$

$$l_2'' = \left\{ i_2''^2 + \frac{s_2''^2}{12} \left(\frac{s_2''}{h_2''} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{20}$$

(d). $s_0 = s_1 + s_2$, $u_0 = u_1 + u_2$, $a = b + u_0 = c + u_1$, $b = a - u_0 = c - u_2$, $b'' = c_2'' - u_2''$, ε, λ 及び $s_1 = s_2 = \frac{s_0}{2}$ なる時の l, s_1', s_2'' が與へられて u_1, h_1, h_2, h_1', h_2'', $a' = c_1' + u_1'$, s_{a1}, s_{c2}, s_{a1}', s_{c2}'', p, l_1', l_2'' を求む。

$$u_1 = 0.496 \left\{ u_0 + l \left(1 - \frac{s_0^2}{l^2 - u_0^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right\} \tag{12}$$

$$h_1 = \cos\theta_1 \left\{ \left(a - \frac{u_1}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_1}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{7}$$

$$h_2 = \cos\theta_2 \left\{ \left(b + \frac{u_2}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_2}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{8}$$

$$h_2'' = \cos\theta_2'' \left\{ \left(b'' + \frac{u_2''}{2} \right)^2 - \left(\frac{i_2''}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{16}$$

$$h_1' = \frac{1}{\varepsilon} (h_2 - h_1 + \lambda h_2'') \tag{24}$$

$$a' = \left\{ \left(\frac{i_1'}{2} \right)^2 + (h_1' \sec\theta_1')^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + \frac{u_1'}{2} \tag{17}_2$$

$$s_{a1} = \frac{h_1}{a} (a^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} \tag{13}$$

$$s_{c2}=\frac{h_2}{c}(c^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}}=s_2-\frac{h_2}{b}(b^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}} \qquad (14)_1,\ (14)_2$$

$$s'_{a1}=\frac{h'_1}{a'}(a'^2-h'^2_1)^{\frac{1}{2}} \qquad (21)$$

$$s''_{c2}=\frac{h''_2}{c''_2}(c''^2_2-h''^2_2)^{\frac{1}{2}}=s''_2-\frac{h''_2}{b''}(b''^2-h''^2_2)^{\frac{1}{2}} \qquad (22)_1,\ (22)_2$$

$$p=\pm(c^2-h_1^2)^{\frac{1}{2}}\pm(c^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}}\pm\varepsilon(c'^2_1-h'^2_1)^{\frac{1}{2}}\pm\lambda(c''^2_2-h''^2_2)^{\frac{1}{2}} \qquad (26)$$

$$l'_1=\left\{i'^2_1+\frac{s'^2_1}{12}\left(\frac{s'_1}{h'_1}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (19)$$

$$l''_2=\left\{i''^2_2+\frac{s''^2_2}{12}\left(\frac{s''_2}{h''_2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (20)$$

VI. 計　算　例

例題 1. —— (1). (a). —— $s_0=600$ m, $u_0\fallingdotseq 279.79$ m 従つて $\cos\theta_0=0.90631$, $i_0=662.03$ m 及び $a_0=b_0+u_0=3060$ m が與へられて h_0, l_0 を求む。

(1) 式より $h_0=2629.46$ m, (2) 式より $l_0=663.21$ m.

例題 2. —— (1). (b). —— $s_0=600$ m, $u_0=279.79$ m 従つて $\cos\theta_0=0.90631$, $i_0=662.03$ m 及び $l_0=663.21$ m が與へられて h_0, $a_0=b_0+u_0$ を求む。

(3) 式より $h_0=2627.93$ m, $(4)_2$ 式より $a_0=3058.33$ m.

例題 3. —— (2). (A). (a). —— $s_0=s_1+s_2=600$ m, $u_0=u_1+u_2=279.79$ m, $s_1=s'_1=300$ m, $u_1=u'_1=181.87$ m, $s_2=300$ m, $u_2=97.92$ m 従つて $\cos\theta_1=\cos\theta'_1=0.85514$, $i_1=i'_1=350.82$ m, $\cos\theta_2=0.95063$, $i_2=315.58$ m 及び $a=b+u_0=c+u_1=3060$ m, $b=a-u_0=c-u_2=2780.21$ m, $a'=c'_1+u'_1=1380$ m が與へられて h_1, h_2, h'_1, ε, s_{a1}, s_{c2}, s'_{a1}, p, l, l'_1 を求む。

(7) 式より $h_1=2534.53$ m, (8) 式より $h_2=2685.31$ m, (15) 式より $h'_1=1092.08$ m, (23) 式より $\varepsilon=0.138$, (13) 式より $s_{a1}=1420.14$ m, $(14)_1$ 式より $s_{c2}=966.34$ m, (21) 式より $s'_{a1}=667.64$ m, 故に (25) 式より

$p=(c^2-h_1^2)^{\frac{1}{2}}-(c^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}}+\varepsilon(c_1'^2-h_1'^2)^{\frac{1}{2}}=396.02\,\mathrm{m}$, (9) 式より $l=666.70\,\mathrm{m}$, (19) 式より $l_1'=351.63\,\mathrm{m}$.

例題 4. —— (2). (A). (b). —— $s_0=s_1+s_2=600\,\mathrm{m}$, $u_0=u_1+u_2=279.79\,\mathrm{m}$, $s_1=s_1'=300\,\mathrm{m}$, $u_1=u_1'=181.87\,\mathrm{m}$, $s_2=300\,\mathrm{m}$, $u_2=97.92\,\mathrm{m}$ 從つて $\cos\theta_1=\cos\theta_1'=0.85514$, $i_1=i_1'=350.82\,\mathrm{m}$, $\cos\theta_2=0.95063$, $i_2=315.58\,\mathrm{m}$ 及び $a=b+u_0=c+u_1=3060\,\mathrm{m}$, $b=a-u_0=c-u_2=2780.21\,\mathrm{m}$, $\varepsilon=0.138$ が與へられて h_1, h_2, h_1', $a'=c_1'+u_1'$, s_{a1}, s_{c2}, s_{a1}', p, l, l_1' を求む。

(7) 式より $h_1=2534.53\,\mathrm{m}$, (8) 式より $h_2=2685.31\,\mathrm{m}$, (23) 式より $h_1'=1092.61\,\mathrm{m}$, $(17)_2$ 式より $a'=c_1'+u_1'=1380.62\,\mathrm{m}$, 故に $c_1'=1198.75\,\mathrm{m}$, (13) 式より $s_{a1}=1420.14\,\mathrm{m}$, $(14)_1$ 式より $s_{c2}=966.34\,\mathrm{m}$, (21) 式より $s_{a1}'=667.93\,\mathrm{m}$, 故に (25) 式より $p=(c^2-h_1^2)^{\frac{1}{2}}-(c^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}}+\varepsilon(c_1'^2-h_1'^2)^{\frac{1}{2}}$ $=396.06\,\mathrm{m}$, (9) 式より $l=666.70\,\mathrm{m}$, (19) 式より $l_1'=352.32\,\mathrm{m}$.

例題 5. —— (2). (A). (c). —— $s_0=s_1+s_2=600\,\mathrm{m}$, $u_0=u_1+u_2=279.79\,\mathrm{m}$ 從つて $\cos\theta_0=0.90631$ 及び $a=b+u_0=c+u_1=3060\,\mathrm{m}$, $b=a-u_0=c-u_2=2780.21\,\mathrm{m}$, $s_1=s_1'=300\,\mathrm{m}$, $s_2=300\,\mathrm{m}$, $\varepsilon=0.138$, $p=396.02\,\mathrm{m}$ が與へられて h_2, u_1, h_1, h_1', $a'=c_1'+u_1'$, l, l_1' を求む。

(10) 式より $\mathfrak{B}=749.83\,\mathrm{m}$, $\mathfrak{A}=540.42\,\mathrm{m}$, $h_2=2687.31\,\mathrm{m}$, (11) 式より $u_1=181.75\,\mathrm{m}$, 故に $u_2=u_0-u_1=98.04\,\mathrm{m}$, 從つて $u_1=u_1'=181.75\,\mathrm{m}$ とすれば $\cos\theta_1=\cos\theta_1'=0.85529$, $i_1=i_1'=350.76\,\mathrm{m}$, $i_2=315.61\,\mathrm{m}$, 故に (7) 式より $h_1=2535.03\,\mathrm{m}$, (23) 式より $h_1'=1103.48\,\mathrm{m}$, $(17)_2$ 式より $a'=c_1'+u_1'$ $=1392.92\,\mathrm{m}$, (9) 式より $l=666.67\,\mathrm{m}$, (19) 式より $l_1'=351.55\,\mathrm{m}$.

例題 6. —— (2). (A). (d). —— $s_0=s_1+s_2=300\,\mathrm{m}$, $u_0=u_1+u_2=279.79\,\mathrm{m}$, $a=b+u_0=c+u_1=3060\,\mathrm{m}$, $b=a-u_0=c-u_2=2780.21\,\mathrm{m}$, $\varepsilon=0.138$ 及び $s_1=s_2=\frac{s_0}{2}=300\,\mathrm{m}$ なる時の $l=666.70\,\mathrm{m}$, $s_1'=300\,\mathrm{m}$ が與へられて u_1, h_1, h_2, h_1', $a'=c_1'+u_1'$, s_{a1}, s_{c2}, s_{a1}', p, l_1' を求む。

(12) 式より $u_1=181.82\,\mathrm{m}$, 從つて $u_2=u_0-u_1=97.97\,\mathrm{m}$, 故に $u_1=u_1'=181.82\,\mathrm{m}$

とすれば $\cos\theta_1=\cos\theta_1'=0.85519$, $i_1=i_1'=350.80\,\mathrm{m}$, $\cos\theta_2=0.95060$, $i_2=315.59\,\mathrm{m}$, (7) 式より $h_1=2534.70\,\mathrm{m}$, (8) 式より $h_2=2685.25\,\mathrm{m}$, (23) 式より $h_1'=1090.94\,\mathrm{m}$, $(17)_2$ 式より $a'=c_1'+u_1'=1378.58\,\mathrm{m}$, 従つて $c_1'=a'-u_1'=1196.76\,\mathrm{m}$, (13) 式より $s_{a1}=1420.03\,\mathrm{m}$, $(14)_1$ 式より $s_{c2}=966.58\,\mathrm{m}$, (21) 式より $s_{a1}'=666.96\,\mathrm{m}$, 故に (25) 式より $p=(c^2-h_1^2)^{\frac{1}{2}}-(c^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}}+\varepsilon(c_1'^2-h_1'^2)^{\frac{1}{2}}=395.40\,\mathrm{m}$, (19) 式より $l_1''=351.61\,\mathrm{m}$.

例題 7. —— (2). (B). (a). —— $s_0=s_1+s_2=600\,\mathrm{m}$, $u_0=u_1+u_2=279.79\,\mathrm{m}$, $s_1=s_1'=300\,\mathrm{m}$, $u_1=u_1'=181.87\,\mathrm{m}$, $s_2=s_2''=300\,\mathrm{m}$, $u_2=u_2''=97.92\,\mathrm{m}$, 従つて $\cos\theta_1=\cos\theta_1'=0.85514$, $i_1=i_1'=350.82\,\mathrm{m}$, $\cos\theta_2=\cos\theta_2''=0.95063$, $i_2=i_2''=315.58\,\mathrm{m}$ 及び $a=b+u_0=c+u_1=3060\,\mathrm{m}$, $b=a-u_0=c-u_2=2780.21\,\mathrm{m}$, $a'=c_1'+u_1'=1380\,\mathrm{m}$, $b''=c_2''-u_2''=700\,\mathrm{m}$, $\mu=\frac{1}{2}$ が與へられて h_1, h_2, h_1', h_2'', ε, s_{a1}, s_{c2}, s_{a1}', s_{c2}'', p, l, l_1'', l_2'' を求む。

(7) 式より $h_1=2534.53\,\mathrm{m}$, (8) 式より $h_2=2685.31\,\mathrm{m}$, (15) 式より $h_1'=1092.08\,\mathrm{m}$, (16) 式より $h_2''=696.00\,\mathrm{m}$, (24) 式より $\varepsilon=0.203$, (13) 式より $s_{a1}=1420.14\,\mathrm{m}$, $(14)_1$ 式より $s_{c2}=966.34\,\mathrm{m}$, (21) 式より $s_{a1}'=667.64\,\mathrm{m}$, $(22)_1$ 式より $s_{c2}''=340.36\,\mathrm{m}$, 故に (26) 式より $p=(c^2-h_1^2)^{\frac{1}{2}}-(c^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}}+\varepsilon(c_1'^2-h_1'^2)^{\frac{1}{2}}-\lambda(c_2''^2-h_2''^2)^{\frac{1}{2}}=388.25\,\mathrm{m}$, (9) 式より $l=666.70\,\mathrm{m}$, (19) 式より $l_1''=351.63\,\mathrm{m}$, (20) 式より $l_2''=317.78\,\mathrm{m}$.

例題 8. —— (2). (B). (b). —— $s_0=s_1+s_2=600\,\mathrm{m}$, $u_0=u_1+u_2=279.79\,\mathrm{m}$, $s_1=s_1'=300\,\mathrm{m}$, $u_1=u_1'=181.87\,\mathrm{m}$, $s_2=s_2''=300\,\mathrm{m}$, $u_2=u_2''=97.92\,\mathrm{m}$, 従つて $\cos\theta_1=\cos\theta_1'=0.85517$, $i_1=i_1'=350.82\,\mathrm{m}$, $\cos\theta_2=\cos\theta_2''=0.95063$, $i_2=i_2''=315.58\,\mathrm{m}$ 及び $a=b+u_0=c+u_1=3060\,\mathrm{m}$, $b=a-u_c=c-u_2=2780.21\,\mathrm{m}$, $b''=c_2''-u_2''=700\,\mathrm{m}$, $\varepsilon=0.203$, $\lambda=0.102$ が與へられて h_1, h_2, h_1', h_2'', $a'=c_1'+u_1'$, s_{a1}, s_{c2}, s_{a1}', s_{c2}'', p, l, l_1'', l_2'' を求む。

(7) 式より $h_1=2534.53\,\mathrm{m}$, (8) 式より $h_2=2685.31\,\mathrm{m}$, (16) 式より $h_2''=696.00\,\mathrm{m}$, (24) 式より $h_1'=1092.46\,\mathrm{m}$, $(17)_2$ 式より $a'=c_1'+u_1'=1378.17\,\mathrm{m}$, (13) 式より $s_{a1}=1420.14\,\mathrm{m}$, $(14)_1$ 式より $s_{c2}=966.34\,\mathrm{m}$, (21) 式より s_{a1}'

$=665.99$ m, $(22)_1$ 式より $s''_{c2}=340.36$ m, 故に (26) 式より $p=(c^2-h_1^2)^{\frac{1}{2}}-(c^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}}+\varepsilon(c_1'^2-h_1'^2)^{\frac{1}{2}}-\lambda(c_2''^2-h_2''^2)^{\frac{1}{2}}=387.17$ m, (9) 式より $l=666.70$ m, (19) 式より $l'_1=351.63$ m, (20) 式より $l''_2=317.78$ m.

例題 9. —— (2). (B). (c). —— $s_0=s_1+s_2=600$ m, $u_0=u_1+u_2=279.79$ m, 從つて $\cos\theta_0=0.90631$ 及び $s_1=s'_1=300$ m, $s_2=s''_2=300$ m, $a=b+u_0=c+u_1=3060$ m, $b=a-u_0=c-u_2=2780.21$ m, $b''=c''_2-u''_2=700$ m, $\varepsilon=0.203$, $\lambda=0.102$, $p=388.25$ m が與へられて h_2, u_1, h_1, h''_2, h'_1, $a'=c'_1+u'_1$, l, l'_1, l''_2 を求む。

(10) 式より $\mathfrak{B}=750.47$ m, $\mathfrak{A}=540.74$ m, $h_2=2687.38$ m, (11) 式より $u_1=181.78$ m, 從つて $u_2=u_0-u_1=98.01$ m, 故に $u_1=u'_1=181.78$ m 及び $u_2=u''_2=98.01$ m とすれば $\cos\theta_1=\cos\theta'_1=0.85524$, $i_1=i'_1=350.78$ m, $\cos\theta_2=\cos\theta''_2=0.95057$, $i_2=i''_2=315.60$ m となる。 (7) 式より $h_1=2534.87$ m, (16) 式より $h''_2=696.00$ m, (24) 式より $h'_1=1101.00$ m, $(17)_2$ 式より $a'=c'_1+u'_1=1390.14$ m, (9) 式より $l=666.68$ m, (19) 式より $l'_1=351.57$ m, (20) 式より $l''_2=318.80$ m.

例題 10. —— (2). (B). (d). —— $s_0=s_1+s_2=600$ m, $u_0=u_1+u_2=279.79$ m, $a=b+u_0=c+u_1=3060$ m, $b=a-u_0=c-u_2=2780.21$ m, $b''=c''_2-u''_2=700$ m, $\varepsilon=0.203$, $\lambda=0.102$, 及び $s_1=s_2=\frac{s_0}{2}=300$ m なる時の $l=666.70$ m, $s'_1=300$ m, $s''_2=300$ m が與へられて u_1, h_1, h_2, h'_1, h''_2, $a'=c'_1+u'_1$, s_{a1}, s_{c2}, s'_{a1}, s''_{c2}, p, l'_1, l''_2 を求む。

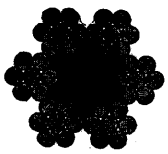
(12) 式より $u_1=181.82$ m 從つて $u_2=u_0-u_1=97,97$ m, 故に $u_1=u'_1=181.82$ m, 及び $u_2=u''_2=97.97$ m とすれば $\cos\theta_1=\cos\theta'_1=0.85519$, $i_1=i'_1=350.80$ m, $\cos\theta_2=\cos\theta''_2=0.95060$, $i_2=i''_2=315.59$ m となる。 (7) 式より $h_1=2534.70$ m, (8) 式より $h_2=2685.25$ m, (16) 式より $h''_2=696.00$ m, (24) 式より $h'_1=1091.34$ m, $(17)_2$ 式より $a'=c'_1+u'_1=1379.04$ m, (13) 式より $s_{a1}=1420.03$ m, $(14)_1$ 式より $s_{c2}=966,58$ m, (21) 式より $s'_{a1}=667.17$ m, $(22)_1$ 式より $s''_{c2}=340.43$ m, 故に (26) 式より $p=(c^2-h_1^2)^{\frac{1}{2}}-(c^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}}+\varepsilon(c_1'^2-h_1'^2)^{\frac{1}{2}}-\lambda(c_2''^2-h_2''^2)^{\frac{1}{2}}$

$= 387.62$ m, (19) 式より $l_1' = 351.61$ m, (20) 式より $l_2'' = 317.79$ m.

VII. 設計計算に必要なる事項

(1). 鋼索の破斷强を單位長當りの重さで除したる數値を破斷長と名付くれば、同質の鋼で製作したる同一構造の鋼索の破斷長は、鋼索の直徑の如何に拘らず略々一定値となる。例へば、運材用架空索道の軌索用として普通に使用される7本線6つ撚中心麻入の鋼索では第1表の最下行に示す如く、又曳索用に使用される37本線6つ撚中心麻入の鋼索では第2表の最下行に示す如く、同質の鋼線より成立せる鋼索に對しては略々一定の破斷長を有す。鋼索が有する此の特性に根據を置いて此の論文に述べたる計算法が成立して居る。

鋼　　索（軌索用）

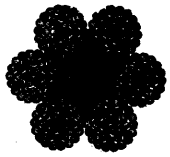


七本線、六ツ撚、中心麻入、ラングレー

（東京製綱株式會社）　第1表

直徑（粍）	重さ（瓩/米）	保證破斷力		
		インプルーブドペーテントスチール	マイルドプラウスチール	インプルーブドプラウスチール
		上等鋼索（瓲）	最上等鋼索（瓲）	特別鋼索（瓲）
16	0.947	13.07	14.52	15.83
17	1.069	14.75	16.39	17.86
18	1.199	16.53	18.37	20.02
19	1.336	18.42	20.47	22.31
20	1.480	20.41	22.68	24.72
21	1.632	22.51	25.01	27.26
22	1.791	24.70	27.45	29.92
23	1.957	27.00	30.00	32.70
24	2.131	29.40	32.67	35.61
25	2.313	31.90	35.45	38.64
26	2.501	34.51	38.34	41.79
27	2.697	37.21	41.34	45.06
28	2.901	40.01	44.46	48.46
29	3.112	42.93	47.70	51.99
30	3.330	45.94	51.04	55.63
31	3.556	49.05	54.50	59.40
32	3.789	52.27	58.08	63.31
平均破斷長（米）		13700	15300	16700

特別柔軟鋼索（曳索用）



三十七本線、六ツ撚、中心麻入、普通撚

（東京製綱株式會社）　第 2 表

直徑（粍）	重さ（瓩/米）	保證破斷力		
		インプルーブドペーテントスチール	マイルドプラウスチール	インプルーブドプラウスチール
		上等鋼索（噸）	最上等鋼索（噸）	特別鋼索（噸）
8	0.230	2.94	3.19	3.47
9	0.292	3.72	4.03	4.40
10	0.360	4.59	4.98	5.43
12	0.518	6.61	7.17	7.81
14	0.706	9.00	9.76	10.61
16	0.922	11.76	12.75	13.89
18	1.166	14.87	16.13	17.58
20	1.440	18.37	19.92	21.70
22	1.742	22.22	24.11	26.28
24	2.074	26.45	28.69	31.26
26	2.434	31.05	33.66	36.69
28	2.822	36.00	39.00	42.50
30	3.240	41.34	44.82	48.84
平均破斷長（米）		12700	13800	15000

但　破斷長＝保證破斷力÷重さ

（2）. 運材用の交互式架空索道には、上方曳索のみを使用して主として運搬荷重の重力に依つて運轉するものと、上方曳索及び下方曳索を使用して運搬荷重の重力並びに原動機の動力に依つて運轉するものとある。前者は兩支點間の傾斜角が相當に大なる場合に採用せられ、後者は主として傾斜角が小なる場合に採用せられる型である。

（3）. 設計の基準となるものは種々あるが、それ等の基準に應じて V. に述べた計算法を適當に應用すべきである。基準の一例を擧ぐれば、上方曳索のみを使用する場合には實搬器が荷重の重力に依つて下方停車場に到達する爲に、實搬器が兩支点間の中央に在る時に其の荷重点と上方支点間の鉛直距離が上下兩支點間の鉛直距離の 60～70％となることを設計の基準とし、上下兩曳索を使用する場合には軌索の調整錘の許容移動距離を基準として設計する等の如し。

（4）. 調整式交互式架空索道を設計するには次の順序で計算を行ふ。

(A). 上方曳索を使用する場合。

(a). 設計の基準に依り、運搬荷重が與へられたる時は軌索と曳索の大さを決定し、軌索と曳索の大さが與へられたる時は運搬荷重を求める。

(b). 運搬荷重が兩支點間に存在しない場合に就いて計算する。

(c). 實搬器が積荷停車場（上方停車場）に存在する場合に就いて計算する。

(d). 實搬器が兩支點間の中央に存在する場合に就いて計算する。

(e). 實搬器が卸荷停車場（下方停車場）に存在する場合に就いて計算する。

(f). 空搬器が積荷停車場に存在する場合に就いて計算する。

(B). 上下兩曳索を使用する場合。

此の場合には (A) の計算に更に次の計算を加へる。

(g). 空搬器が兩支點間の中央に存在する場合に就いて計算する。

(h). 空搬器が卸荷停車場に存在する場合に就いて計算する。

（**5**）. 軌索の張力は常に一定であつて、其の張力安全率(張力のみに對する安全率で鋼索の彎曲等に因る應力を考慮して居ない。從つて眞の安全率は張力安全率より小である）は5以上にとり、曳索の張力安全率は曳索に起る最大張力に對して5～10にとる。

（**6**）. 兩支點間に於ける軌索の長さは (b) の場合が最短で (d) の場合が最長となる。從つて兩者の差が軌索の調整錘の最大移動距離となる。上方曳索のみを使用する場合の曳索の最長は實搬器が卸荷停車場（下方停車場）に達するに必要な長さ、即ち實搬器が卸荷停車場に在り空搬器が積荷停車場（上方停車場）に在る時の曳索の長さとする。上下兩曳索を使用する場合には曳索は兩軌道に連絡して環狀を形成して居る故に、曳索の最長と最短は (4) に述べたる各場合に就いて算定したる長さを適當に組合せて比較し決定する。而して最長と最短の差の半量が曳索の調整錘の最大移動距離となる。

（**7**）. 一軌道に於ける必要な軌索用の鋼索の長さは、計算で求めたる兩支點間の軌索の最大長に其の兩端支點に於ける碇着用及び調整錘取付用に要する長さを加へたものである。又必要な曳索用の鋼索の長さは、計算で求めたる兩支點間の曳索の

最大長に、上方曳索のみを使用する場合には上端支點に於ける制動機（又は原動機）取付用に要する長さを加へたものであり、上下兩曳索を使用する場合には兩端支點に於ける原動機（又は制動機）及び調整錘取付用に要する長さを加へたものである。

（8）. 此の計算では支點と荷重點に於ける摩擦抵抗を考慮せざる故に、計算に依つて得たる動力の大さには之を考慮すると共に、動力圓盤の抵抗や原動機の效率等を參照して適當の馬力を增加しなければならぬ。（註 2）

VIII. 設 計 計 算 例

設計例 1. —— 水平距離 600 m, 鉛直距離 279.79 m なる兩支點間に、上方曳索を使用する調整式交互式架空索道を架設して、900 kg（空搬器 100 kg, 積載荷重 800 kg）の荷重を運搬せんとす。但し實搬器が兩支點間の中央に在る時に其の荷重點と上方支點間の鉛直距離が兩支點間の鉛直距離の 65 % となることを基準として設計する。軌索は上方支點に於て碇着し、下方支點に於て調整錘を備へる。

$s_0=600$ m, $u_0=279.79$ m 從つて $i_0=662.03$ m, $\cos\theta_0=0.90631$ が與へられてゐる。今 $a_0=a=3060$ m にとれば $b_0=b=a_0-u_0=2780.21$ m となる。然る時は $s_1=s_2=300$ m に於ける $u_1=0.65\times u_0=181.87$ m, $u_2=u_0-u_1=97.92$ m 及び $a'=1380$ m を設計の基準とする。從つて $s_1=s_1'$, $u_1=u_1'$ とすれば $i_1=i_1'=350.82$ m, $\cos\theta_1=\cos\theta_1'=0.85514$, $i_2=315.58$ m, $\cos\theta_2=0.95063$, $c=a_0-u_1=2878.13$ m, $c_1'=a'-u_1'=1198.13$ m となる。以上の諸値を用ひて次の計算を行ふ。

(a). 設計基準に依る計算。—— V. (2). (A). (a). ——（7）式より $h_1=2534.53$ m,（8）式より $h_2=2685.31$ m, (15) 式より $h_1'=1092.08$ m, (23) 式より $\varepsilon=0.138$, (13) 式より $s_{a1}=1420.14$ m, $(14)_1$ 式より $s_{c2}=966.34$ m, (21) 式より $s_{a1}'=667.64$ m, 故に (25) 式より $p=(c^2-h_1^2)^{\frac{1}{2}}-(c^2-h_2^2)^{\frac{1}{2}}+\varepsilon(c_1'^2-h_1'^2)^{\frac{1}{2}}=396.02$ m.

然るに $P=p\cdot W_c=900$ kg なる故に $W_c=\dfrac{P}{p}=2.273$ kg/m. 從つて 7 本線 6 つ撚中心麻入の鋼索を用ふれば第 1 表より $W_c=2.313$ kg/m（直徑 25 mm）の鋼索を軌索に使用する。次に $W_u=\varepsilon W_c=0.138\times 2.273=0.313$ kg/m. 從つて 37 本線 6 つ

撚中心麻入の鋼索を用ふれば第 2 表より $W_u = 0.360$ kg/m（直徑 10 mm）の鋼索を曳索に使用する。それ故に實際には $\varepsilon = \frac{W_u}{W_c} = \frac{0.360}{2.313} = 0.156$, 實搬器に對しては $p = \frac{900}{2.313} = 389.11$ m, 空搬器に對しては $p = \frac{100}{2.313} = 43.23$ m となる。

〔備考. (25) 式より $p = 396.02$ m が求まれば、若し手元にある鋼索例へば $W_c = 1.957$ kg/m（直徑 23 mm）を使用するものとすれば $P = p \cdot W_c = 396.02 \times 1.957 = 775$ kg を運搬し得ることになる。〕

(**b**). 運搬荷重存せざる場合。—— V. (1). (a). ——（1）式より $h_0 = 2629.46$ m, （2）式より $l_0 = 663.21$ m.

(**c**). 實搬器が上方停車場に在る場合（上方停車場は上方支點より下方支點側へ水平距離 10 m の點に在るものとす）。—— V. (2). (A). (c). ——

$s_1 = s_1' = 10$ m, $s_2 = 590$ m, $p = 389.11$ m.

(10) 式より $\mathfrak{B} = 720.98$ m, $\mathfrak{A} = 337.51$ m, $h_2 = 2633.71$ m, (11) 式より $u_1 = 7.36$ m $= u_1'$, 故に $u_2 = u_0 - u_1 = 272.43$ m, 從つて $i_1 = i_1'' = 12.42$ m, $\cos\theta_1 = \cos\theta_1' = 0.80515$, $i_2 = 649.86$ m, （7）式より $h_1 = 2460.79$ m, (23) 式より $h_1' = 1108.46$ m, $(17)_2$ 式より $a' = 1380.40$ m, （9）式より $l = 663.40$ m, (19) 式より $l_1'' = 12.42$ m.

(**d**). 實搬器が兩支點間の中央に在る場合。—— V. (2). (A). (c). ——

$s_1 = s_1' = 300$ m, $s_2 = 300$ m, $p = 389.11$ m.

(10) 式より $\mathfrak{B} = 745.94$ m, $\mathfrak{A} = 538.48$ m, $h_2 = 2686.86$ m, (11) 式より $u_1 = 181.54$ m $= u_1'$, 故に $u_2 = u_0 - u_1 = 98.25$ m, 從つて $i_1 = i_1'' = 350.65$ m, $\cos\theta_1 = \cos\theta_1' = 0.85555$, $i_2 = 315.68$ m, (7) 式より $h_1 = 2535.89$ m, (23) 式より $h_1' = 967.76$ m, $(17)_2$ 式より $a' = 1235.43$ m, （9）式より $l = 666.63$ m, (19) 式より $l_1'' = 351.68$ m.

(**e**). 實搬器が下方停車場に在る場合（下方停車場は下方支點より上方支點側へ水平距離 10 m の點に在るものとす）。—— V. (2). (A). (c). ——

$s_1 = s_1' = 590$ m, $s_2 = 10$ m, $p = 389.11$ m.

(10) 式より $\mathfrak{B} = 770.90$ m, $\mathfrak{A} = 763.57$ m, $h_2 = 2732.89$ m, (11) 式より u_1

$= 277.90\,\mathrm{m} = u_1'$, 故に $u_2 = u_0 - u_1 = 1.89\,\mathrm{m}$, 從つて $i_1 = i_1' = 652.17\,\mathrm{m}$, $\cos\theta_1$ $= \cos\theta_1' = 0.90467$, $i_2 = 10.18\,\mathrm{m}$, (7) 式より $h_1 = 2626.07\,\mathrm{m}$, (23) 式より $h_1' = 684.74\,\mathrm{m}$, $(17)_2$ 式より $a' = 963.10\,\mathrm{m}$, (9) 式より $l = 663.47\,\mathrm{m}$, (19) 式より $l_1' = 668.48\,\mathrm{m}$.

(f). 空搬器が上方停車場に在る場合。 —— V. (2). (A). (c). ——

$s_1 = s_1' = 10\,\mathrm{m}$, $s_2 = 590\,\mathrm{m}$, $p = 43.23\,\mathrm{m}$.

(10) 式より $\mathfrak{B} = 375.10\,\mathrm{m}$, $\mathfrak{A} = 331.75\,\mathrm{m}$, $h_2 = 2632.02\,\mathrm{m}$, (11) 式より u_1 $= 6.06\,\mathrm{m} = u_1'$, 故に $u_2 = u_0 - u_1 = 273.73\,\mathrm{m}$, 從つて $i_1 = i_1' = 11.69\,\mathrm{m}$, $\cos\theta_1$ $= \cos\theta_1' = 0.85543$, $i_2 = 650.41\,\mathrm{m}$, (7) 式より $h_1 = 2615.02\,\mathrm{m}$, (23) 式より $h_1' = 108.97\,\mathrm{m}$, $(17)_2$ 式より $a' = 130.55\,\mathrm{m}$, (9) 式より $l = 663.22\,\mathrm{m}$, (19) 式より $l_1' = 11.69\,\mathrm{m}$.

以上の計算に依れば、

運搬荷重存せざる場合 —— $l_0 = 663.21\,\mathrm{m}$.

實搬器が上方支點に在る場合 —— $a' = 1380.40\,\mathrm{m}$, $l = 663.40\,\mathrm{m}$, $l_1' = 12.42\,\mathrm{m}$.

實搬器が兩支點間の中央に在る場合 —— $a' = 1235.43\,\mathrm{m}$, $l = 666.63\,\mathrm{m}$,

$l_1' = 351.68\,\mathrm{m}$.

實搬器が下方支點に在る場合 —— $a' = 963.10\,\mathrm{m}$, $l = 663.47\,\mathrm{m}$, $l_1' = 668.48\,\mathrm{m}$.

空搬器が上方支點に在る場合 —— $a' = 130.55\,\mathrm{m}$, $l = 663.22\,\mathrm{m}$, $l_1' = 11.69\,\mathrm{m}$.

故に軌索の最長は $l_{max} = 666.63\,\mathrm{m}$, 最短は $l_{min} = 663.21\,\mathrm{m}$. 從つて軌索の調整錘の最大移動距離は $\Delta l = l_{max} - l_{min} = 3.42\,\mathrm{m}$. 曳索の最長は實搬器が下方停車場に在り空搬器が上方停車場に在る場合の長さであつて $l_{1max}' = 668.48\,\mathrm{m} + 11.69\,\mathrm{m} = 680.17\,\mathrm{m}$. 曳索に起る最大張力は $A_{max}' = W_u\, a_{max}' = 0.360 \times 1380.40 = 496.94\,\mathrm{kg}$.

從つて求むる値は、

軌索：7 本線 6 つ撚中心麻入の索鋼（第 1 表）を用ひ、直徑は 25 mm, 長さは 666.63 m に上方支點に於て軌索碇着用及び下方支點に於て調整錘取付用の長さを加へたもの 2 本を要す。張力安全率は最上等鋼索を用ふれば $\frac{\text{鋼索の破斷長}}{a} = \frac{15300}{3060}$ $= 5.0$. 調整錘の重さは $B = b\,W_c = 2780.21 \times 2.313 = 6430.63\,\mathrm{kg}$, その移動距離は

3.42 m.

曳索：37 本線 6 つ撚中心麻入の鋼索（第 2 表）を用ひ、直徑は 10 mm, 長さは 680.17 m に上方支點に於ける制動機取付用の長さを加へたものを要す。張力安全率は最上等鋼索を用ふれば $\frac{\text{鋼索の破斷長}}{a'_{max}} = \frac{13800}{1380.40} = 10.0$ である。

設計例 2. —— 水平距離 500 m を距てたる等高の兩支點間に、上下兩曳索 即ち環狀曳索を使用する 調整式交互式架空索道を 架設して、 1200 kg（空搬器 200 kg, 積載荷重 1000 kg）の荷重を運搬せんとす。但し軌索の調整錘の最大移動距離が約 3.5 m となることを基準として設計する。裝置は積荷停車場側の支點に於て 軌索を碇着し曳索に 原動機を取付け、卸荷停車場側の支點へ軌索用並びに曳索用の調整錘を備へる。

$s_0 = 500$ m, $u_0 = 0$ m 從つて $i_0 = 500$ m, $\cos\theta_0 = 1$ が與へられてゐる。今 $a_0 = a = 3060$ m にとれば $b_0 = b = a_0 - u_0 = 3060$ m となる。又 $b'' = 1360$ m 及び $\varepsilon = 0.2$ とする。然る時は（1）式より $h_0 = 3049.77$ m,（2）式より $l_0 = 500.56$ m, 故に軌索の最長を $l_{max} = l_0 + \Delta l = 500.56$ m $+ 3.5$ m $= 504.06$ m にとり、之を設計の基準とする。以上の諸値を用ひて次の計算を行ふ。

(a). 設計基準に依る計算。—— V. (2). (B). (d). ——

(12) 式より $u_1 = 31.66$ m, 之は $s_1 = 250$ m に於ける u_1 の値である。故に $u_2 = u_0 - u_1 = -31.66$ m となる。$s_1 = s'_1$, $s_2 = s''_2$, $u_1 = u'_1$, $u_2 = u''_2$ とすれば $i_1 = i'_1 = i_2 = i''_2 = 252.00$ m, $\cos\theta_1 = \cos\theta'_1 = \cos\theta_2 = \cos\theta''_2 = 0.99206$,（7）式より $h_1 = 3017.41$ m,（8）式より $h_2 = 3017.41$ m,（16）式より $h''_2 = 1327.63$ m,（24）式より $h'_1 = 1327.63$ m,（17)$_2$ 式より $a' = 1360.00$ m, 故に $c'_1 = a' - u'_1 = 1328.34$ m, $c''_2 = b'' + u''_2 = 1328.34$ m,（13）式より $s_{a1} = 501.68$ m,（14)$_2$ 式より $s_{c2} = -251.68$ m,（21）式より $s'_{a1} = 287.94$ m,（22)$_2$ 式より $s''_{c2} = -37.94$ m, 故に（26）式より $p = (c^2 - h_1^2)^{\frac{1}{2}} + (c^2 - h_2^2)^{\frac{1}{2}} + \varepsilon(c_1'^2 - h_1'^2)^{\frac{1}{2}} + \lambda(c_2''^2 - h_2''^2)^{\frac{1}{2}} = 531.49$ m. 然るに $P = 1200$ kg なる故に $W_c = \frac{P}{p} = 2.258$ kg/m. 從つて 7 本線 6 つ撚中心麻入の鋼索を用ふれば第 1 表より $W_c = 2.313$ kg/m（直徑 25 mm）の鋼索を軌索に使用する。次に $W_u = W_l = \varepsilon W_c = 0.200 \times 2.258 = 0.452$ kg/m, 從つて 37 本線 6 つ撚中心麻入の

鋼索を用ふれば第 2 表より $W_u = W_l = 0.518$ kg/m（直徑 12 mm）の鋼索を曳索に使用する。それ故に實際には $\varepsilon = \lambda = \frac{W_u}{W_c} = \frac{W_l}{W_c} = 0.224$, 實搬器に對しては $p = \frac{1200}{2.313} = 518.81$ m, 空搬器に對しては $p = \frac{200}{2.313} = 86.47$ m となる。

(**b**). 運搬荷重存せざる場合。—— V. (1). (a). ——

(1) 式より $h_0 = 3049.77$ m, (2) 式より $l_0 = 500.56$ m.

(**c**). 實搬器が積荷停車場に在る場合（積荷停車場は動力支點より卸荷停車場側へ水平距離 10 m の點に在るものとす）。—— V. (2). (B). (c). ——

$s_1 = s_1' = 10$ m, $s_2 = s_2'' = 490$ m, $p = 518.81$ m.

(10) 式より $\mathfrak{B} = 750.13$ m, $\mathfrak{A} = 260.00$ m, $h_2 = 3048.93$ m, (11) 式より $u_1 = 2.41$ m $= u_1'$, 故に $u_2 = u_0 - u_1 = -2.41$ m $= u_2''$, 從つて $i_1 = i_1'' = 10.29$ m, $\cos\theta_1 = \cos\theta_1' = 0.97182$, $i_2 = i_2'' = 490.01$ m, $\cos\theta_2 = \cos\theta_2' = 0.99998$, (7) 式より $h_1 = 2972.59$ m, (16) 式より $h_2'' = 1336.49$ m, (24) 式より $h_1' = 1677.28$ m, $(17)_2$ 式より $a' = 1727.13$ m, (9) 式より $l = 500.83$ m, (19) 式より $l_1' = 10.29$ m, (20) 式より $l_2'' = 492.75$ m.

(**d**). 實搬器が兩支點間の中央に在る場合。—— V. (2). (B). (c). ——

$s_1 = s_1' = 250$ m, $s_2 = s_2'' = 250$ m, $p = 518.81$ m.

(10) 式より $\mathfrak{B} = 750.13$ m, $\mathfrak{A} = 500.07$ m, $h_2 = 3018.86$ m, (11) 式より $u_1 = 31.06$ m $= u_1'$, $u_2 = u_0 - u_1 = -31.06$ m $= u_2''$, 從つて $i_1 = i_1'' = i_2 = i_2'' = 25192$ m, $\cos\theta_1 = \cos\theta_1' = \cos\theta_2 = \cos\theta_2'' = 0.99238$, (7) 式より $h_1 = 3018.86$ m, (16) 式より $h_2'' = 1328.26$ m, (24) 式より $h_1' = 1328.36$ m, $(17)_2$ 式より $a' = 1360.00$ m, (9) 式より $l = 503.98$ m, (19) 式より $l_1' = 252.29$ m. (20) 式より $l_2'' = 252.29$ m.

(**e**). 實搬器が卸荷停車場に在る場合（卸荷停車場は調整支點より積荷停車場側へ水平距離 10 m の點に在るものとす）。—— V. (2). (B). (c). ——

$s_1 = s_1' = 490$ m, $s_2 = s_2'' = 10$ m, $p = 518.81$ m.

(10) 式より $\mathfrak{B} = 750.13$ m, $\mathfrak{A} = 740.13$ m, $h_2 = 2969.14$ m, (11) 式より $u_1 = 2.48$ m $= u_1'$, 故に $u_2 = u_0 - u_1 = -2.48$ m $= u_2''$, 從つて $i_1 = i_1'' = 490.01$ m,

$\cos\theta_1=\cos\theta_1'=0.99998$, $i_2=i_2''=10.30$ m, $\cos\theta_2=\cos\theta_2''=0.97087$, (7) 式より $h_1=3048.87$ m, (16) 式より $h_2''=1319.17$ m, (24) 式より h_1' ≒963.23 m, $(17)_2$ 式より $a'=995.16$ m, (9) 式より $l=500.84$ m, (19) 式より $l_1'=495.27$ m, (20) 式より $l_2''=10.30$ m.

(**f**). 空搬器が積荷停車場に在る場合。—— V. (2). (B). (c). ——

$s_1=s_1'=10$ m, $s_2=s_2''=490$ m, $p=86.47$ m.

(10) 式より $\mathfrak{B}=356.94$ m, $\mathfrak{A}=252.14$ m, $h_2=3049.59$ m, (11) 式より $u_1=1.15$ m $=u_1'$, 故に $u_2=u_0-u_1=-1.15$ m $=u_2''$, 従つて $i_1=i_1'=10.07$ m, $\cos\theta_1=\cos\theta_1'=0.99305$, $i_2=i_2''=490.00$ m, $\cos\theta_2=\cos\theta_2''=1.00000$, (7) 式より $h_1=3038.16$ m, (16) 式より $h_2''=1337.17$ m, (24) 式より $h_1'=1388.20$ m, $(17)_2$ 式より $a'=1398.50$ m, (9) 式より $l=500.60$ m, (19) 式より $l_1'=10.07$ m, (20) 式より $l_2''=492.73$ m.

(**g**). 空搬器が兩支點間の中央に在る場合。—— V. (2). (B). (c). ——

$s_1=s_1'=250$ m, $s_2=s_2''=250$ m, $p=86.47$ m.

(10) 式より $\mathfrak{B}=356.94$ m, $\mathfrak{A}=303.47$ m, $h_2=3044.91$ m, (11) 式より $u_1=14.65$ m $=u_1'$, 故に $u_2=u_0-u_1=-14.65$ m $=u_2''$, 従つて $i_1=i_1'=i_2=i_2''=250.43$ m, $\cos\theta_1=\cos\theta_1'=\cos\theta_2=\cos\theta_2''=0.99828$, (7) 式より $h_1=3044.91$ m, (16) 式より $h_2''=1344.55$ m, (24) 式より $h_1'=1344.55$ m, $(17)_2$ 式より $a'=1360.00$ m, (9) 式より $l=501.00$ m, (19) 式より $l_1'=250.79$ m, (20) 式より $l_2''=250.79$ m.

(**h**). 空搬器が卸荷停車場に在る場合。—— V. (2). (B). (c). ——

$s_1=s_1'=490$ m, $s_2=s_2''=10$ m, $p=86.47$ m.

(10) 式より $\mathfrak{B}=356.94$ m, $\mathfrak{A}=354.80$ m, $h_2=3039.36$ m, (11) 式より $u_1=1.15$ m $=u_1'$, 故に $u_2=u_0-u_1=-1.15$ m $=u_2''$, 従つて $i_1=i_1'=490.00$ m, $\cos\theta_1=\cos\theta_1'=1.00000$, $i_2=i_2''=10.07$ m, $\cos\theta_2=\cos\theta_2''=0.99305$, (7) 式より $h_1=3049.60$ m, (16) 式より $h_2''=1349.97$ m, (24) 式より $h_1'=1304.26$ m, $(17)_2$ 式より $a'=1327{,}65$ m, (9) 式より $l=500.60$ m, (19) 式より l_1'

$= 492.87$ m,　(20) 式より　$l_2' = 10.07$ m.

以上の計算に依れば、

運搬荷重存せざる場合 —— $l_0 = 500.56$ m.

實搬器が積荷停車場に在る場合 —— $a' = 1727.13$ m,

$l = 500.83$ m,　$l' = l_1' + l_2' = 10.29$ m $+ 492.75$ m $= 503.04$ m.

實搬器が兩支點間の中央に在る場合 —— $a' = 1360.00$ m,

$l = 503.98$ m,　$l' = l_1' + l_2' = 252.29$ m $+ 252.29$m $= 504.58$ m.

實搬器が卸荷停車場に在る場合 —— $a' = 995.16$ m,

$l = 500.84$ m,　$l' = l_1' + l_2' = 495.27$ m $+ 10.30$ m $= 505.57$ m.

空搬器が積荷停車場に在る場合 —— $a' = 1398.50$ m,

$l = 500.60$ m.　$l' = l_1' + l_2' = 10.07$ m $+ 492.73$ m $= 502.80$ m.

空搬器が兩支點間の中央に在る場合 —— $a' = 1360.00$ m.

$l = 501.00$ m,　$l' = l_1' + l_2' = 250.79$ m $+ 250.79$ m $= 501.58$ m.

空搬器が卸荷停車場に在る場合 —— $a' = 1327.65$ m.

$l = 500.60$ m,　$l' = l_1' + l_2' = 429.87$ m $+ 10.07$ m $= 502.94$ m.

曳索は環狀に連結してある故に、兩支點間の環狀曳索の全長を l_t' とすれば、

實搬器が積荷停車場に在り空搬器が卸荷停車場に在る場合は $l_t' = 503.04$ m $+ 502.94$ m $= 1005.98$ m, 實搬器、空搬器共に兩支點間の中央に在る場合は $l_t' = 504.58$ m $+ 501.58$ m $= 1006.16$ m, 實搬器が卸荷停車場に在り空搬器が積荷停車場に在る場合は $l_t' = 505.57$ m $+ 502.80$ m $= 1008.37$ m となる。

故に軌索の最長は $l_{max} = 503.98$ m, 最短は $l_{min} = 500.56$ m. 從つて軌索の調整錘の最大移動距離は $\Delta l = l_{max} - l_{min} = 3.42$ m. 曳索の最長は $l'_{tmax} = 1008.37$ m, 最短は $l'_{tmin} = 1005.98$ m, 從つて曳索の調整錘の最大移動距離は $\Delta l_t' = \frac{1}{2}(l_{tmax} - l_{tmin}) = 1.20$m. 曳索に起る最大張力は $A'_{max} = W_u a'_{max} = 0.518 \times 1727.13 = 894.65$ kg.

動力支點に於ける實搬器側と空搬器側の曳索張力の差を $\Delta A'$ とし、$\Delta a' = \frac{\Delta A'}{W_u}$ とすれば、實搬器が積荷停車場に在り空搬器が卸荷停車場に在る場合は $\Delta a' = 1727.13$m $- 1327.65$ m $= 399.48$ m, 實搬器、空搬器共に兩支點間の中央に在る場合は

$\Delta a' = 1360.00\,\mathrm{m} - 1360.00\,\mathrm{m} = 0\,\mathrm{m}$, 實搬器が卸荷停車場に在り空搬器が積荷停車場に在る場合は $\Delta a' = 1398.50\,\mathrm{m} - 995.16\,\mathrm{m} = 403.34\,\mathrm{m}$.

故に實搬器を停車場迄引き上ぐるに必要なる動力 HP は、運搬荷重の速度を $v = 1.5\,\mathrm{m/sec}$ とすれば、

$$HP = \frac{\Delta A'}{75} v = \frac{W_u \cdot \Delta a'}{75} v = \frac{0.518 \times 403.34}{75} \times 1.5 = 4.2 \text{ 馬力}$$

從つて求むる値は、

軌索：7 本線 6 つ撚中心麻入の鋼索（第 1 表）を用ひ、直徑は 25 mm, 長さは 503.98 m に動力支點に於て軌索碇着用 及び調整支點に於て調整錘取付用の長さを加へたもの 2 本を要す。張力安全率は最上等鋼索を用ふれば $\frac{\text{鋼索の破斷長}}{a} = \frac{15300}{3060} = 5.0$. 調整錘の重さは $B = b\,W_c = 2.313 \times 3060 = 7077.78\,\mathrm{kg}$, その移動距離は 3.42 m.

曳索：37 本線 6 つ撚中心麻入の鋼索（第 2 表）を用ひ、直徑は 12 mm, 長さは 1008.37 m に動力支點に於ける 原動機取付用 及び調整支點に於ける 調整錘取付用の長さを加へたものを要す。張力安全率は最上等鋼索を用ふれば $\frac{\text{鋼索の破斷長}}{a'_{max}} = \frac{13800}{1727.13} = 8.0$, 調整錘の重さは $2W_l b'' = 2 \times 0.518 \times 1360 = 1408.96\,\mathrm{kg}$, 其の移動距離は 1.20 m.

原動機の馬力は 4.2 HP に支點及び荷重點に於ける摩擦抗抵、原動機ドラムの抵抗、機械の効率等を考慮して適當の增加を見込む必要がある。

引　用　文　献

註 1. 渡邊治人：交互式架空索道の索線の曲線、長さ及び張力に關する靜力學的研究。九州帝國大學農學部演習林報告、第 7 號、昭和 10 年。

註 2. 渡邊治人：運材用インクライン。林學會雜誌、第 12 卷、第 5 號、昭和 5 年。