

秩父演習林に於ける實驗吊じゅらの架設

文部教官 住 田 芳 太 郎

成 瀬 善 高

Yoshitaro SUMITA and Yoshitaka NARUSE :

Construction of an Experimental Suspension Chute
in the "Chichibu" University Forest, with Plate I

目 次

I 緒 言.....	61	VI 建設費.....	73
II 吊じゅら架設地點の現況及び條件	64	VII 木材滑走實驗.....	79
III 木材の摩擦抵抗に關する豫備實驗.....	64	圖版說明.....	79
IV 板じゅら區間の設計	66	Résumé	79
V 吊じゅら區間の設計	67	圖版 I	

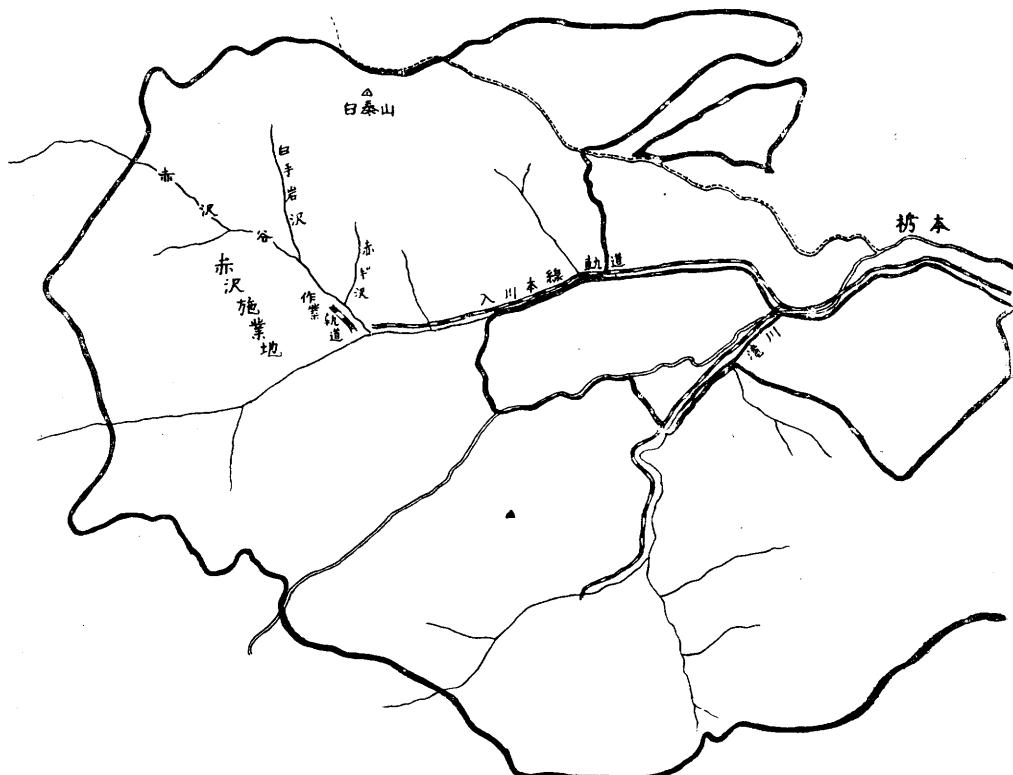
I 緒 言

(1) 秩父演習林赤澤施業地の概要

秩父演習林赤澤施業地の位置及び地況は第1圖に示すが如く、十文字峠分水嶺より東南に流れ
る赤澤谷渓谷の流域で標高995~1790m、その面積は550haである。この赤澤谷は支流白手岩澤
との合流點より上流は渓流稍々緩漫であるが、これより下流入川谷に至る間は大小多數の瀧をな
している。地形も中腹以上は緩漫な傾斜をなしているが中腹以下は急峻となり、特に澤際は急峻
險阻になつていて山脚部には部分的に絶壁をなしている箇所もある。全般的に南東斜面で平均傾
斜角27°~35°、澤際附近は45°~50°以上に及ぶ急傾斜で、又狹き小澤をつくる小峰が多く複雑な
地形をなしている。

林況は上部及び峰筋附近の天然生針葉樹林を除いては天然生廣葉樹林で、上部の針葉樹はコメ
ツガ・ツガ・モミ類等で尾根筋にはヒノキの群生した箇所もある。廣葉樹はイヌブナ・ブナ多く
カヘデ類(イタヤカヘデ・メグスリノキ・オ・モミヂ等) カンバ類(ミヅメ・タケカンバ・オノ
オレカンバ等) シデ・ナツツバキ・サワグルミ・ミズナラ・トチノキ・カツラ・キハダ・セン・
ケヤキ其の他の樹種が混生している。特に澤筋の陰濕地にはシオジの帶狀群落がある。大徑木は
少ないが比較的良好な林相をなしていて胸高直徑は40~60cmのものが多い。その立木蓄積は
ha當り約740石(206.4m³)、總蓄積407.000石(134.000m³)、現在の經濟狀態から推算すれば素
材78.375石(22.000m³)、木炭500.000俵が生産される見込みである。また本施業地奥に隣接する

國有林の蓄積は約 252,000 石 ($70,000\text{m}^3$) と豫想される。これらの搬出は總て赤澤谷に沿つて運材せねばならない。從來運材施設が無いために本施業地は殆んど利用不能で、部分的には木馬運材・鐵砲堰による管流も試みられたが搬出能率低く管流では木材の損耗率が 20 % 以上に及ぶのみならず豪雨により流失する等極めて不利な状況であった。現在に於ける運材系統は第 2 圖の通りであつて、最寄驛三峰口までの運材費の概要は第 1 表の通りである。¹⁾



第1圖 秩父演習林概略圖

よつて本施業地に對して運材費の輕減と運材能率の向上と安全とを期するため赤澤谷に沿う山腹に延長約 2km の森林軌道の新設を計畫し、昭和 24 年度に於て内 1.2km を完成した。

第 1 表 在來の運材費 (木材 1 石當り)

區間	伐採地—赤澤土場	赤澤土場—入川	入川—二瀬	二瀬—三峰口	計	備考
距離 km	0.8	5.0	7.2	14.0	27.4	昭和23年度
運材法	木馬運材	管 流	手押トロ	馬トロ	自動車	"
石當り單價 円	64	49	60	100	122	346 ~331 "

1) 赤澤伐採地 $\xrightarrow{0.8\text{km}}$ 赤澤土場 $\xrightarrow{5.0\text{km}}$ (軌道) $\xrightarrow{\quad}$ 入川 $\xrightarrow{7.2\text{km}}$ (軌道) $\xrightarrow{\quad}$ 二瀬 $\xrightarrow{14\text{km}}$ (トラック) $\xrightarrow{\quad}$ 三峰口 $\xrightarrow{\quad}$ (秩父鐵道) \rightarrow

(2) 實驗吊じゅら試作の理由

しかるに前記の如く赤澤は入川本流との合流點附近に於て瀑布狀の急湍をなすために赤澤に新設の作業軌道と既設の本線軌道（入川林道）との間には相當な高低差があり、この作業軌道と本線軌道との連絡方法に多大の困難を生じた。よつて各種の連絡方法施設に就て比較検討した結果は次の通りである。

- a) スイッチバックを用いる軌道にて連絡するとすれば數回のスイッチバックを要し、その延長約1800m 工費約300万円となり且つ地形上施工極めて困難で、其の維持費は年々多額の経費を要することが豫想される。
- b) インクラインを以つて連絡するとすれば地形上大規模の下部構造を要し特に大徑間の橋梁架設を伴うので工費約80~100万円に達し、しかも相當の難工事である。
- c) 架空索道により連絡する方法は前2者に比べ比較的有利で、秩父地方で常に用いられる方法であるが、本計畫に於ては上部積替場所として必要な土場の設置が地形上極めて困難である。よつて作業軌道により搬出された材を常に停滯せしめることなく本線軌道に運材する事を要し、従つて索道の起點及び終點に於ては積み換えのため當時少くとも5~6人の從業員を配置しなくては能率的な運材が期待されない。然るに作業軌道による木材の搬出量は、これらの從業員が終日作業に從事する量に達せず、ために作業費は増嵩を免がれない等の極めて不利な事が豫想される。即ち通常採用される上記の如き方法はいづれも満足し得ないものである。
- d) よつて特に合理的な設計によるしゅらを用いて工費及び作業費を節約することが作業上最も經濟的ではないかと考え、しゅら及び赤澤本流の渓谷を横断するために實驗吊じゅらを設置するものとして架空索道との工費及び作業費の比較検討を行つてその結果を表示すれば第2表の通り

第2表

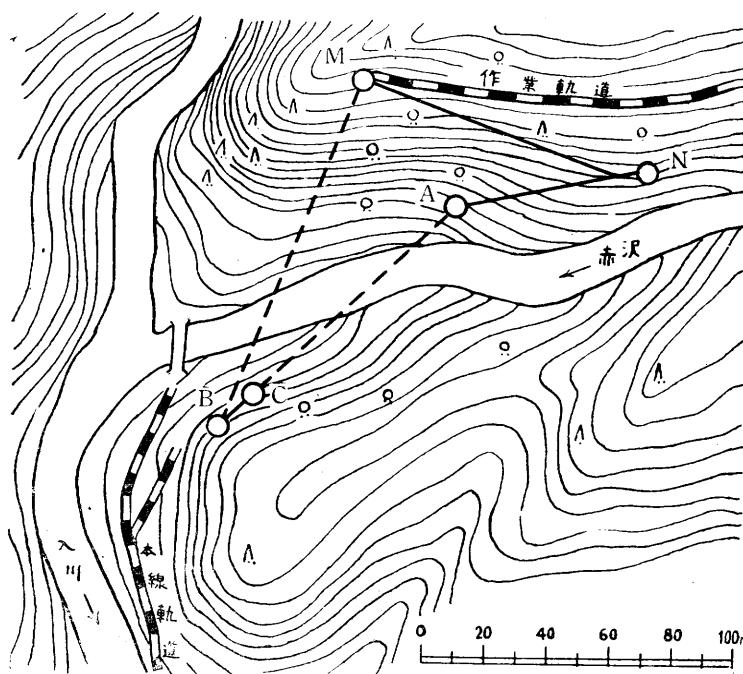
運材法	建設費	維持費	一日出材能率	所要從業員	運材費 (石當り)	摘要
架空索道	円 360.000	一年間 24.000 円	素材 120 石	人 5~6	円 25	建設費償却年限10年 從業員賃金250円/1日
しゅら	200.000	" 20.000	" 200	1~2	15	"

である。即ち第2表の結果に基き、こゝに理論的設計による吊じゅらが果して良好な結果を齎らすか否かを實驗することとした。

尙本設計及び實驗は東京大學農學部森林利用學教室の教授藤林誠・助教授加藤誠平・助手丸山正和の諸氏の御懇篤なる御指導を受けて行つたもので、こゝに深甚の感謝を捧げると共に本研究が文部省科學試驗研究—森林作業の機械化に関する研究ーの一部に該當するものであることを附記する。

II 吊じゅら架設地點の現況及び條件

架設地點の地形は第2圖に示す通りで作業軌道終點Mと本線軌道終點土場上方地點Bとの高低差83.20mである。M～B間を單徑間とすることとは地形上不適當な爲め、上記M～N～A間を



第2圖 吊じゅら架設地點の地形・運材系統圖

板じゅらとし中間Nにスイッチバックを設け、溪流部A～B間を吊じゅらで渡すこととした。即ち吊じゅらの徑間A～Bの高低差は30m、水平距離は97mである。運材作業は作業軌道をトロでM點に運材して來た素材を直ちに板じゅらに轉落滑走させN點のスイッチバックを徑てA點より吊じゅらを滑降させる。吊じゅら滑走面の終點CはB點の手前約16mとしC點

で土場に轉落し、ここで本線軌道のトロに積み換えるのである。

III 木材の摩擦抵抗に関する豫備実験

本設計上最も基本的なものは木材の摩擦係数の値を如何にとるべきかの問題である。既往の研究による數字を見ると第3表の様なものがある。

第3表に示す如く摩擦係数は樹種・材長・形狀・乾濕の状態・速度などにより相當大きな範囲に變化することが知られる。しかしてしゅらの場合は始發點では傾斜角は靜摩擦角よりも若干大なることを要し、その他の區間では動摩擦係数に應じて適當な速度を保ち得る様な傾斜角にしなければならない。よつて設計の標準に用うべき係数を定めるために現場産主要樹種につき短區間の板じゅらを現場附近に設置して豫備実験を行つた。その結果は第4表・第5表の通りである。

この實験結果を考察して始發點に於ける傾斜を約30°(5%)、動摩擦係数は $\mu=0.3$ を設計の標準として採用することとした。

第3表 既往の木材摩擦係数

滑路面	滑走木材	動摩擦係数		静摩擦係数 μ_0
		μ	μ_0	
A ブナ皮付湿润	ブナ皮付丸太湿润	0.268	0.56	
	トウヒ皮付"	0.398	0.55	
	" 剥皮"	0.275	0.59	
ブナ皮付乾燥	ブナ皮付 "乾燥	0.383	0.61	
	トウヒ皮付"	0.557	0.75	
	" 剥皮"	0.413	0.63	
トウヒ皮付乾燥	ブナ皮付 "乾燥	0.381	0.65	
	トウヒ皮付"	0.576	0.82	
	" 剥皮"	0.427	0.68	
トウヒ剥皮乾燥	ブナ皮付 "乾燥	0.312	0.61	
	トウヒ皮付"	0.451	0.73	
	" 剥皮"	0.353	0.60	
トウヒ剥皮湿润	ブナ皮付丸太湿润	0.225	0.49	
	トウヒ "	0.329	0.61	
	" 剥皮 "	0.233	0.50	
B スギ鉋削面	スギ剥皮丸太	0.51	斜面傾斜角 30°~40° 平均	
	スギ皮付丸太	0.54	滑走速度 0.7~1.8m/sec	
	トドマツ皮付丸太	0.45		

A : HAUSKA氏の数字* B : 東京大學農學部
森林利用學教室實驗値(山脇三平氏測定)

第4表 木材摩擦係数(I)

試験番號	滑走材の種類	静摩擦角 (ϕ_0)			静摩擦係数 (平均) $\mu_0 = \tan\phi_0$	備考
		第1回	第2回	平均		
I	ツガ皮付丸太	27°20'	26°20'	26.50	0.51	ツガ板上に供試材を静かに置き徐々に上げ自重にて將に滑走し始めんとする時の角度(ϕ_0)を測定
	ブナ "	30.00	28.20	29.10	0.56	
	シデ "	31.00	28.00	29.30	0.57	
	シオジ "	33.20	33.20	33.20	0.66	
	ミズメ "	36.10	33.20	34.45	0.69	
	平均			30.43	0.59	
II	ツガ皮付丸太	22°20'	22.15	22.12	0.41	上と同じ供試材でツガ板に軽く振動を與えた場合に滑走し始めんとする時の角度(ϕ_0)を測定。
	ブナ "	26.00	26.20	26.10	0.49	
	シデ "	24.10	25.00	24.35	0.46	
	シオジ "	23.00	24.00	23.30	0.43	
	ミズメ "	28.00	27.00	27.30	0.52	
	平均			24.50	0.46	

(昭和24年8月21日實驗)

第5表 木材摩擦係数(II)

試験番號	滑路面の乾濕狀態	滑走木材		滑走時間 t sec	滑走終速度 $v = \frac{2s}{t} m/sec$	動摩擦角 $\phi_i = \tan(\mu_i)$	動摩擦係数 $\mu_i = \tan\alpha - \frac{2s}{gt^2 \cos\alpha}$	備考	
		種類	末口徑 cm						
I	濕	ツガ剥皮丸太	45	3.1	9.0	9.6	5.10	0.09	滑路長s=43.30
	稍々濕	" "	52	3.3	11.2	7.7	7.20	0.13	m傾斜角 $\alpha=11^\circ$
	濕	モミ "	30	2.9	9.0	9.6	5.10	0.09	20' (20%) 初速
	稍々濕	ミズメ "	33	2.3	13.5	6.4	8.00	0.14	$V_0=0m/sec$
	" "	ブナ "	46	3.7	11.8	6.3	7.50	0.14	供試材は流送し
	濕	シオジ "	28	4.1	9.0	9.6	5.10	0.09	た湿润材、板じ
II	稍々濕	" "	29	4.1	11.0	6.9	7.10	0.12	ゅらは乾燥せぬ
	平均				10.6	8.2	6.50	0.12	よう撒水した。
	稍々乾	シデ皮付丸太	12.5	1.3	5.8	6.5	13.00	0.23	山腹を利用し、
	"	" "	15	1.3	5.4	6.9	12.00	0.21	滑路長s=18.70
	"	ブナ "	15	1.3	7.6	4.9	15.40	0.28	m傾斜角 $\alpha=19^\circ$
	"	" "	11	1.3	6.8	5.5	14.40	0.26	20' (34.9%) 初速
	"	" "	16	1.2	6.4	5.8	14.00	0.25	$V_0=0m/sec$
	"	ミズメ "	12	1.3	8.0	4.7	16.50	0.30	供試材は伐採後
	"	ツガ "	22	1.3	6.0	5.3	13.30	0.24	一週間位の生材
	"	" "	12	1.3	6.4	5.8	14.00	0.25	板じゅらは樹蔭
	"	シオジ "	14	1.3	7.0	5.3	15.10	0.27	の稍々蔭湿地に
	"	" "	13	1.3	5.9	6.3	13.00	0.23	設置
	平均				6.5	5.7	14.20	0.26	

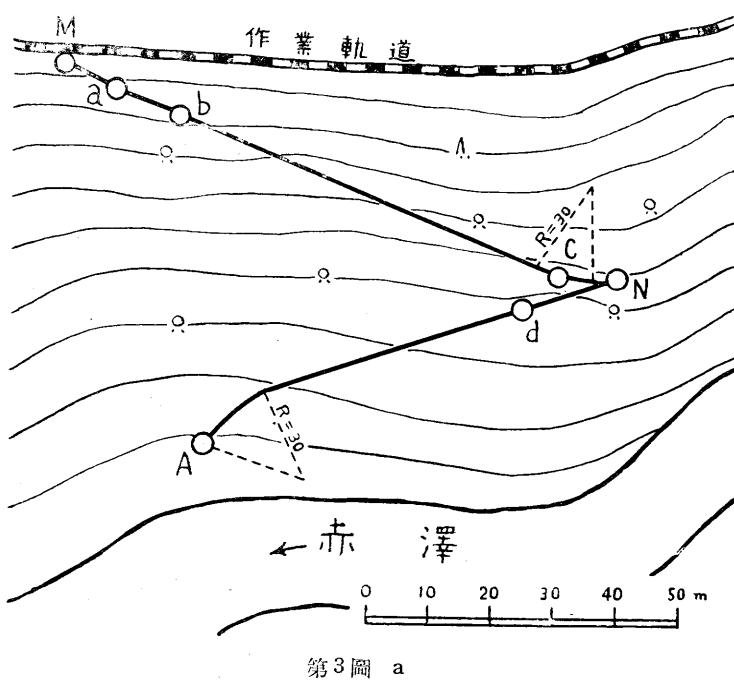
(昭和24年9月5日實驗)

* HAUSKA, Leo : Das forstliche Bauingenieurwesen, Bd. III, Teil I, 1938, S. 110

IV 板じゅら區間の設計

(1) 路線及び勾配

上記の摩擦係数の標準と現場の地形とを考慮し板じゅら區間の路線及び勾配は第3圖 a・bに示す通りとし、勾配の變移部には半径100mの縦断面曲線を挿入した。板じゅらの横断面は第4圖の如き梯形とし、曲線部には遠心力に依る側方移動を考慮して普通の計算により横断勾配をつけた。

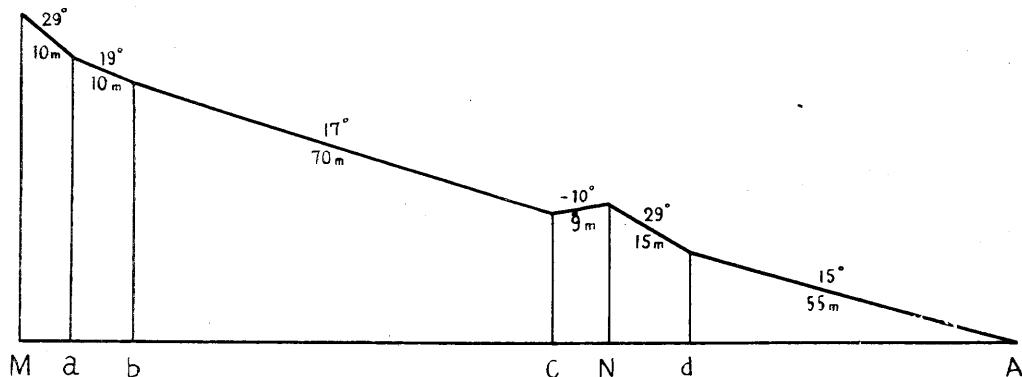


この區間の滑走速度を推算すれば第6表の通りで吊じゅら區間に滑入する時の速度は3.2m/secである。

(2) 構造

土工により幅員2mの路面を構築し第4圖の様な角材による横構を2m間隔に並列して床を造り埋込み丸太及びしゅら板で連絡したしゅら板はツガの厚板(6×15×230cm)で、その寸法は單荷重1000kgとして曲げ

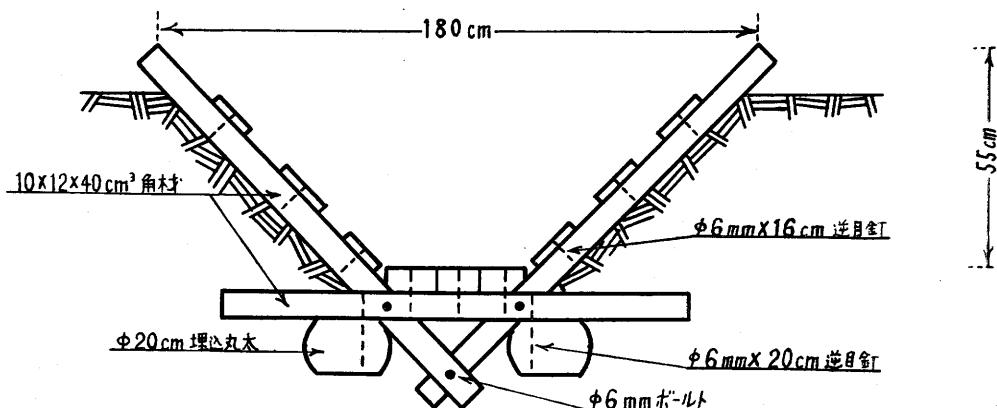
第3圖 a



第3圖 b

應力に耐えるように定めた。この板を床の底部には間隙なく3枚、側壁には10cmの間隙を設けて3枚計9枚を縦方向に重ね繰ぎにして逆目釘で止めた。曲線部は横断勾配をつけ側壁の板も間隙なく4枚張つた。板じゅらの起點はトロで運材してきた材を卸すと同時に轉落して滑路に入

第4圖



第6表

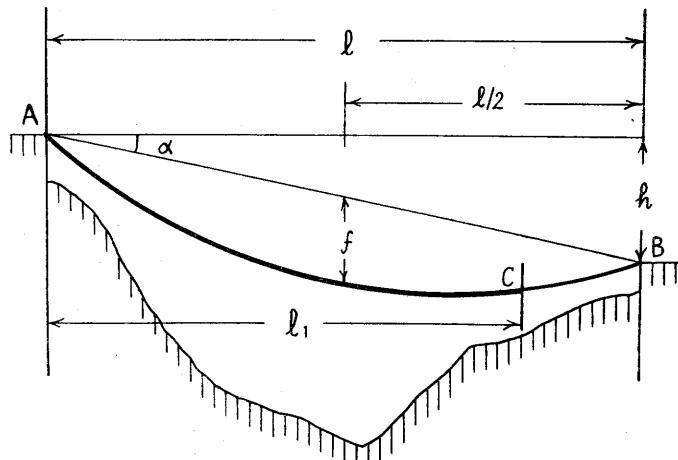
區間	滑走距離 <i>s</i> (m)	傾斜角 α (°)	滑走速度(m/sec)	
			V_0	V_1
M~N	10	29	0	6.6
	10	19	6.6	7.3
	70	17	7.3	7.8
	9	-10	7.8	0
N~A	15	29	0	8.1
	55	15	8.1	3.2
備考	$V_1 = \sqrt{V_0^2 + 2gs \sin \alpha - \mu g \cos \alpha}$			

り滑走を容易にするため末口徑 18~20cm のツガ丸太材で漏斗状に擴げ反對側は轉落した材の逸脱するのを防ぐため高さ 1.8m の防柵を造つた。スイッチバックは計算より得た逆勾配 10° 長さ 9m とし此の間は末口徑 20cm のツガ丸太で構築した。

V 吊じゅら区間の設計

(1) 吊じゅらの縦断曲線に関する豫備考察

第5圖



$$\text{高低角} ; \alpha = 17^\circ 10' \quad \tan \alpha = \frac{h}{l} \doteq 0.309$$

吊じゅらを設計する区間の水平距離 ; $l_1 = 80.70\text{m}$

したがつて支間の中央に於ける吊じゅらの撓みを f とすれば $\frac{f}{l}$ の値は概ね 0.1 程度となることは明らかである。即ち曲線 AB は極めて扁平な曲線となる見込みであるから吊じゅらの垂曲線には

a) 與えられた條件
吊じゅら設計箇所の地形はその縦断面に於て概ね第5圖のような状況で上部支點を A、下部支點を B とすれば

$$\text{水平距離} ; l = 97.00\text{m}$$

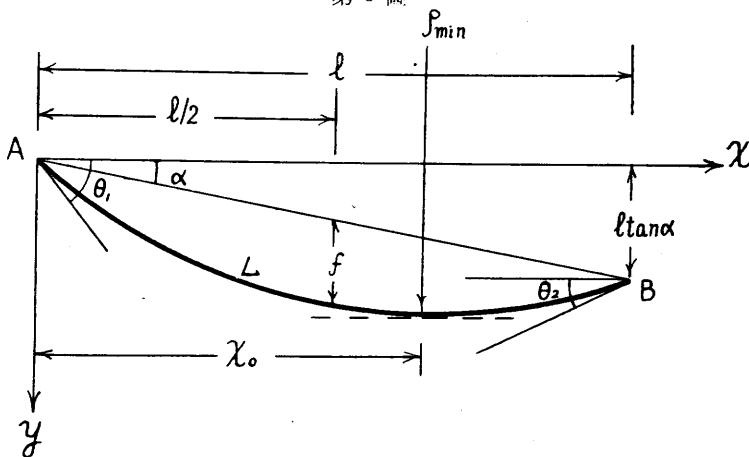
$$\text{斜距離} ; AB = \frac{l}{\cos \alpha} = \frac{97.00}{0.9555} = 101.52\text{m}$$

$$\text{高低差} ; h = 30.00\text{m}$$

近似的な抛物線素の理論を用いても差し支えない。吊じゅらの構造（滑路面）は A B 間に架設した鐵索中 A C 部分にのみ取り付けることになるから曲線 A C, C B は 2 つの曲線になるが l_1 が l に比べて相當大きいから、不連續の曲線 A C B の形狀は抛物線素 A B の形狀と甚しい相違はない筈である。また鐵索の彈性伸長は極めて僅少であるから、これが線形に及ぼす影響も無視し得る程度と考へてよい。よつて吊じゅらの縦斷曲線を一應 A · B 間に張つた鐵索と同じ抛物線と見做して木材の滑降速度などを推定し、これにより鐵索の張り方を決めることとした。

b) 抛物線素に関する方程式　抛物線は垂曲線の縦距 y を $\frac{f}{l}$ の函数で示した方程式を展開形で與え $\frac{f}{l}$ の高次項を省略することにより得られる近似式であるが、これを力學的に見れば鐵索に加わる荷重をその曲線に沿う等分布荷重とせず、近似的に曲線の水平射影に沿う等分布荷重と見做した場合に得られる曲線式であつて、この假定は $\frac{f}{l}$ の値が0.1程度であれば極めて近似性が高い。今第6圖に示すように上部支點Aを原點とする直交坐標により抛物線素の諸式を示せば次の通りである。

第 6 關



$$\text{曲線の方程式} \quad y = \frac{wlx - wx^2}{2H\cos\alpha} + x\tan\alpha \quad (1)$$

$$\text{または } y = \frac{4f}{l^2} (l-x)x + x \tan \alpha = \left(\frac{4f}{l} + \tan \alpha \right) x - \frac{4f}{l^2} x^2. \quad (1)'$$

A B線に沿う等分布荷重に換算した等分布荷重（ただし W は總荷重）

$$\text{任意の点の傾斜} \quad \tan\theta = \frac{dy}{dx} = \frac{wl - 2wx}{2H\cos\alpha} + \tan\alpha \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

$$\text{または} \quad \frac{dy}{dx} = \left(\frac{4f}{l} + \tan\alpha \right) - \frac{8f}{l^2} x \quad (5)'$$

$$\text{A点の傾斜} \quad \tan\theta_1 = \left(\frac{dy}{dx} \right)_{x=0} = \frac{4f}{l} + \tan\alpha \quad (6)$$

$$\text{B点の傾斜} \quad \tan\theta_2 = \left(\frac{dy}{dx} \right)_{x=l} = -\frac{4f}{l} + \tan\alpha \quad (7)$$

$$\text{頂點の横距} \quad x = \frac{l}{2} + \frac{l^2}{8f} \tan\alpha \quad (8)$$

$$\text{曲率半径} \quad \rho = \frac{\left(1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right)^{3/2}}{\frac{d^2y}{dx^2}} \quad (9)$$

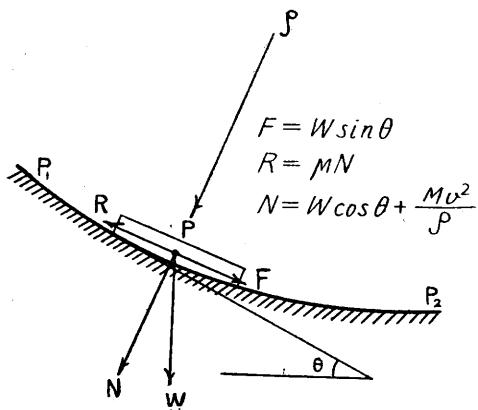
$$\text{頂點に於ける曲率半径} \quad \rho_{min} = \frac{l^2}{8f} \quad (10)$$

$$\text{曲線の長さ} \quad L = \int_0^l \left\{ 1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right\}^{1/2} dx = l \left\{ 1 + \frac{8f^2}{3l^2} + \frac{1}{2} \tan^2 \alpha \right\} \quad (11)$$

c) 縦断曲線上に於ける木材の運動 縦断曲線上を木材が滑降する場合第7圖の如く曲線上の任意の位置をP點とし、P點の傾斜角を θ 、曲率半径 ρ 、P點に於ける木材の速度を v 、木材の重

第7圖

量を W 、質量を $M = \frac{W}{g}$ とすれば



木材の滑走方向（接線方向）に働く力

$$F = W \sin \theta$$

しゅらに加はる壓力（法線方向）

$$N = W \cos \theta + \frac{M v^2}{\rho}$$

木材としゅら間の摩擦抵抗

$$R = \mu N \quad (\text{但}\mu\text{動摩擦係数})$$

よつて木材を滑走させる力 B は

$$B = F - R = W \sin \theta - \mu \left(W \cos \theta + \frac{M v^2}{\rho} \right) = W \left\{ \sin \theta - \mu \left(\cos \theta + \frac{v^2}{g \rho} \right) \right\} \quad (12)$$

運動の方程式より加速度を a とすれば

$$B = F - R = Ma \quad \therefore \quad a = \frac{F - R}{M} = \frac{F - R}{W} g = g \sin \theta - \mu \left(g \cos \theta + \frac{v^2}{\rho} \right) \quad (13)$$

しかして v が小なるとき及び ρ が大なるときには $\mu \frac{v^2}{\rho}$ の値が $g(\sin \theta - \mu \cos \theta)$ に比べて小さいから $\frac{v^2}{\rho}$ 項を省略しても誤差は僅少である。従つて

$$a \approx g(\sin \theta - \mu \cos \theta) \quad (14)$$

しかるに運動の方程式より

$$s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2 a_m} \quad (\text{ただし } s = \text{滑走距離}, v_0 = \text{初速}, v_1 = \text{終速}, a_m = \text{平均加速度}) \quad (15)$$

の関係があるから或る任意の點に於ける速度 v_0 が與えられゝば s の距離を滑走した後の速度 v_1 は

P_1 に於ける傾斜を $\tan\theta_1$, P_2 に於ける傾斜を $\tan\theta_2$ とすれば平均傾斜 $\tan\theta_m = \frac{\tan\theta_1 + \tan\theta_2}{2}$ で

(14) 式に代入し a_m を求むれば

これを(16)式に代入すれば

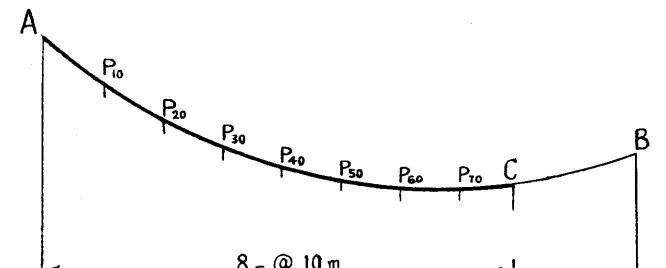
$$v_1 = \left\{ s - \frac{v_0^2}{2g(\sin\theta_m - \mu\cos\theta_m)} \right\}^{1/2} \quad \dots \dots \dots \quad (18)$$

d) 吊じゅら上の木材の運動に関する推定及び鐵索の張り方の決定　　吊じゅら上に於てはA點を比較的低い速度で出發した木材が速度を得て支障なく滑速しC點附近では適當に減速されることが望ましいから、A點の勾配は概ね 30° (58%)以上、B點附近の傾斜は逆勾配であることが適切であろうと豫想される。よつてまづ $\tan\theta_2 = -0.10$ になるように鐵索を架設した場合を想定すれば(7)式により

よつて (1)~(10) 式により

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=0} = \tan\theta_1 = 0.721 \quad \theta_1 = 35^\circ 50' \dots \quad (22)$$

$$\rho = [1 + (0.721 - 0.0085x)^2]^{3/2} \times 117 \quad \dots \dots \dots \quad (24)$$



第 8 圖

よつて與えられた曲線に於て
 は $\rho = 117 \sim 188.4\text{m}$ となり假に
 $v = 5 \sim 10\text{m/sec}$ として計算すれば(13)式の代りに(14)式を用ひることによる誤差は數%の範囲である。よつて第8圖に示すようく A 點より水平距離 10m 每

の點をとつて區分平均法により (18) 式を用ひて $\mu=0.3$ 及び $\mu=0.4$ として木材の滑走速度の近似値を求めて見ると第 7 表のようになる。

第7表のような計算結果によれば $\mu=0.3$ の場合の終點に於ける終速は若干過大の如く思はれるが、短材で乾燥した状態の場合は μ の値が相當に増大することが豫想され $\mu=0.4$ の場合には

第7表

区分點	水平 距離 (m)	傾斜 $\tan\theta$	平均 傾斜 $\tan\theta_m$	平均傾 斜角 (°) θ_m	滑走距離 (m) $s = \frac{10}{\cos\theta_m}$	(平均加速度 m/sec^2) $a_m = 9.8(\sin\theta_m - \mu\cos\theta_m)$ $\mu = 0.3$ $\mu = 0.4$	終速 度 (m/sec)				
							$v_t = \sqrt{2a_ms + v_0^2}$				
							$\mu = 0.3$	$\mu = 0.4$	初速 $v_0 = 0m/sec$	初速 $v_0 = 3m/sec$	
A	10.00	0.721	0.679	31.10	12.092	3.087	2.264	0	3.00	0	3.00
P10	10.00	0.636	0.534	30.40	11.638	2.470	1.627	8.64	9.15	7.39	7.98
P20	10.00	0.551	0.509	27.00	11.223	1.833	0.960	11.45	11.87	9.62	10.08
P30	10.00	0.466	0.424	23.00	10.858	1.127	0.225	13.58	13.91	10.68	11.10
P40	10.00	0.381	0.339	18.40	10.550	0.353	-0.578	14.45	14.77	10.91	11.32
P50	10.00	0.296	0.254	14.10	10.309	-0.451	-1.491	14.71	15.01	10.34	10.78
P60	10.00	0.211	0.169	9.40	10.101	-1.234	-2.234	14.39	14.70	8.83	9.34
P70	10.00	0.126	0.084	4.50	10.040	-2.107	-3.077	13.47	13.80	5.73	6.49
C		0.041						11.80	12.18	—	—

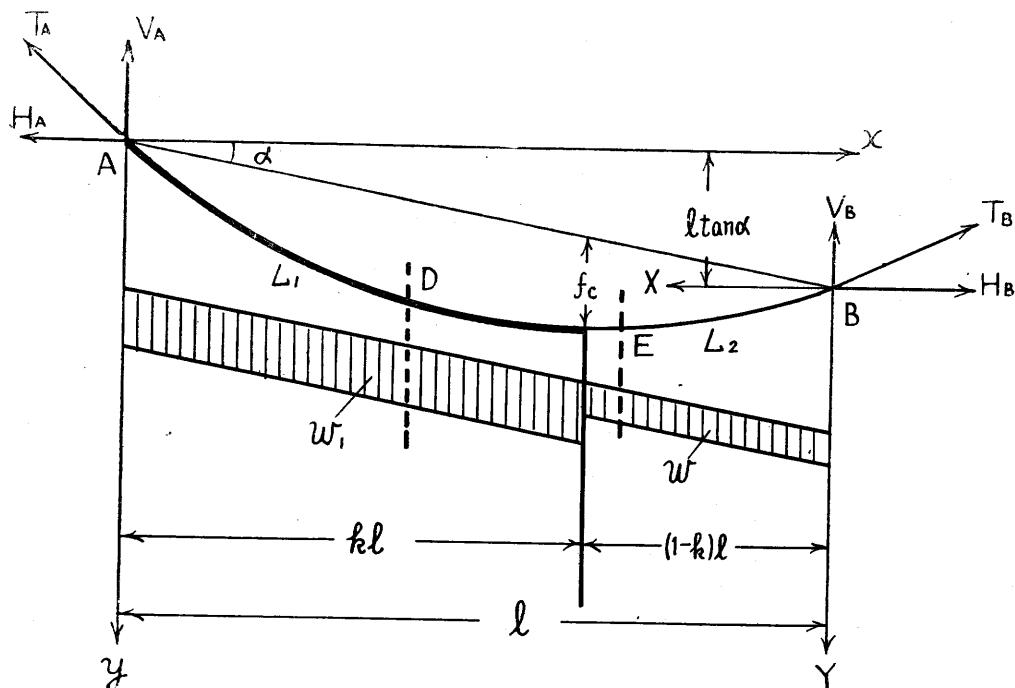
木材はC點の間近で停止する。よつて速度の過大なものは終點附近に制動装置（のれん）を設けて調節するのを得策と認め最初に想定した曲線に依り吊じゅらを架設することとした。

よつて(11)式に(19)式を代入して鐵索の長さを求める

$$L = 97 \left\{ 1 + \frac{8}{3} \frac{(9.94)^2}{(97)^2} + \frac{1}{2} (0.309)^2 \right\} = 104.37m \quad \dots \dots \dots (25)$$

となる。然るに實際には吊じゅらの構造（滑路面）はAC間にのみとりつけるのであるから曲線ACは拋物線のそれよりも幾分緩くなる筈である。また張索による彈性伸長、架設が冬期であるため温度による伸長などを考慮して計算値よりも僅かに短縮して實際には一對の鐵索の長さがL

第9圖



= 104.30m となるようにコンクリートで施工した支点AB間に架設し曲線に沿ひAより88mの間に滑路面を構築することとした。

(2) 吊じゅらの静力学的解析

第9圖に示すが如く

$l = AB$ 間の水平距離

$w_1 = AC$ 線に沿ひて均一に分布せるものと假定した吊じゅらの単位長さ當り重量

$w = CB$ 線に沿ひて均一に分布

$T =$ 鐵索の張力の水平分布力
 $V_A = A$ 點に於ける鐵索の張力の

$V_B = B$ 點に於ける鐵索の張力の
垂直分力

とすれば、曲線の方程式は鐵索の平衡條件に依り求めることが出来る。即ち曲線ACの方程式は第10圖の如く鐵索をAC間任意の點Dにて切斷して考えると $\Sigma H = 0$ の條件より

$$H_A = H_B = H = \text{一定} \quad \text{であるから B 点の廻りのモーメントをとつて} \quad \Sigma M_B = 0 \quad \text{と置くことにより}$$

$$V_A l = w_1 k l \sec \alpha \left(l - \frac{kl}{2} \right) + w (1-k) l \sec \alpha \frac{(1-k)l}{2} + H l \tan \alpha$$

$$w_1 = nw \quad \text{と置けば} \quad V_A = -\frac{wl}{2\cos\alpha} \left\{ nk(2-k) + (1-k)^2 \right\} + H \tan \alpha = \frac{wl}{2\cos\alpha} \left\{ 1 + 2(n-1)k - nk^2 \right\}$$

と置き (28) 式を (27) 式に代入し

また $\Sigma V=0$ の条件より $V_4=V+w_1x\sec\alpha$ しかしで $V=\frac{dy}{dx}H$, $w_1=nw$ であるから

$V_A = \frac{dy}{dx} H + nwx \sec \alpha$ 次に $\frac{dy}{dx} = \frac{V_A - nwx \sec \alpha}{H}$ であるから V_A の代りに (29) 式

を代入すれば

$$\frac{dy}{dx} = \frac{wl}{2H\cos\alpha} A + \tan\alpha - \frac{nwx}{H\cos\alpha} = \frac{w}{2H\cos\alpha} (Al - 2nx) + \tan\alpha \quad \dots\dots\dots (30)$$

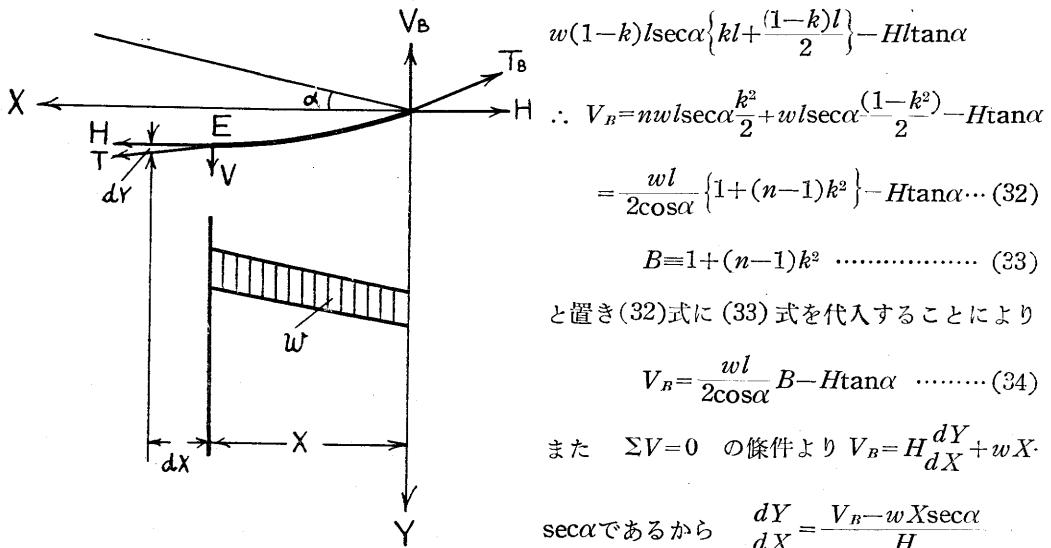
今A点を原點とする坐標軸を考へ(30)式を積分すれば曲線ACの方程式を得る。

$$y = \frac{w}{2H\cos\alpha} (Alx - nx^2) + xt \tan\alpha \quad \dots \dots \dots \quad (31)$$

曲線CBの方程式も前法と同様にして第11図に於て示す如く鐵索をC B間の任意の點即ちBよりXなる距離の點Eにて切斷して考へると

第11圖

$$\Sigma M_A = 0 \quad \text{の条件より} \quad V_B l = w_1 k l \sec \alpha \frac{kl}{2} +$$



この式の V_B に(34)式を代入すれば

(35)式を積分すれば原點B及び坐標軸XYに関する曲線CBの方程式は

しかして第9図に示すようにAC間の水平距離 kl , CB間の水平距離を $(1-k)l$ とすればC点の撓み f_c は曲線ACと曲線CBに於て等しくなければならない。即ち

$f_c = Y_{x=kl} - klt \tan \alpha = Y_{x=(1-k)l} + (1-k)lt \tan \alpha$ である。よって(31)式及び(36)式により

(28)式及び(33)式より

$$Ak - nk^2 = \{1 + 2(n-1)k - (n-1)k^2\}k - nk^2 = k + (n-2)k^2 - (n-1)k^3 \dots \dots \dots \quad (a)$$

$$B(1-k) - (1-k)^2 = \{1 + (n-1)k^2\}(1-k) - (1-k)^2 = k + (n-2)k^2 - (n-1)k^3 \dots \text{(b)}$$

で明らかに(a)=(b)であるから

と置けば(37)式は

$$\text{故に } {}^2H\cos\alpha = \frac{wl^2}{f_c} C \quad \text{または} \quad \frac{1}{2H\cos\alpha} = -\frac{f_c}{wl^2 C} \quad \text{となり}$$

上式を用ひて(30)式の H の項を書き換えると

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{f_c(Al - 2nx)}{l^2 C} + \tan \alpha \\ \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 &= \left[\frac{f_c(Al - 2nx)}{l^2 C} + \tan \alpha \right]^2 = \frac{f_c^2(A^2 l^2 - 4Al nx + 4n^2 x^2)}{l^4 C^2} + \frac{2f_c(Al - 2nx)}{l^2 C} \cdot \tan \alpha + \tan^2 \alpha \end{aligned} \quad (41)$$

また(35)式は同様に $\frac{dY}{dX} = \frac{f_e(Bl-2X)}{l^2C} - \tan\alpha$ であるから

$$\left(\frac{dY}{dX}\right)^2 = \left[\frac{f_c(Bl-2X)}{l^2C} - \tan\alpha \right]^2 = \frac{f_c^2(B^2l^2-4BlX+4X^2)}{l^4C^2} - \frac{2f_c(Bl-2X)}{l^2C} \tan\alpha + \tan^2\alpha \quad (42)$$

曲線ACの長さを L_1 とすれば曲線の長さを與える一般公式より

$$L_1 = \int_0^x \left[1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right]^{1/2} dx \quad \text{括弧内を展開すれば}$$

$$\left[1 + \frac{dy^2}{dx}\right]^{1/2} = 1 + \frac{1}{2} \frac{dy^2}{dx} - \frac{1}{8} \frac{dy^4}{dx^2} + \frac{1}{16} \frac{dy^6}{dx^3} - \dots$$

第二項以下を省略し(41)式を代入すれば

$$\int_0^x \left[1 + \frac{dy}{dx} \right]^{\frac{1}{2}} dx = \int \left[1 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{f_c^2 (A^2 l^2 - 4 A \ln x + 4 n^2 x^2)}{l^4 C^2} + \frac{2 f_c (A l - 2 n x)}{l^2 C} \tan \alpha + \tan^2 \alpha \right\} \right] dx \doteq x \left[1 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{f_c^2}{l^4 C^2} \left(A^2 l^2 - 2 A \ln x + \frac{4}{3} n^2 x^2 \right) + \frac{2 f_c}{l^2 C} (A l - n x) \tan \alpha + \tan^2 \alpha \right\} \right]$$

$x = kl$ とし上式に代入すれば

$$L_1 = \int_0^{kl} \left(1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right)^{1/2} dx = l \left[k + \frac{1}{2} \left\{ \frac{f_c^2}{l^2 C^2} (A^2 k - 2 A k^2 n + \frac{4}{3} n^2 k^3) + \frac{2 f_c}{l C} (A k - n k^2) \tan \alpha \right. \right. \\ \left. \left. + k \tan^2 \alpha \right\} \right] \dots \dots \dots \quad (43)$$

曲線CBの長さ L_2 も同様にして

$L_2 = \int_0^X \left[1 + \left(\frac{dY}{dX} \right)^2 \right]^{1/2} dX$ であるから括弧内を展開し(42)式を代入し積分すれば

$$L_2 = \int \left[1 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{f_c^2}{l^4 C^2} (B^2 l^2 - 4BlX + 4X^2) - \frac{2f_c}{l^2 C} (Bl - 2X) \tan \alpha + \tan^2 \alpha \right\} \dots \dots \dots \right] dX$$

$$\doteq X \left[1 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{f_c^2}{l^4 C^2} (B^2 l^2 - 2BlX + \frac{4}{3} X^2) - \frac{2f_c}{l^2 C} (Bl - X) \tan \alpha + \tan^2 \alpha \right\} \right]$$

$X = (1-k)l$ を代入し上式を書き換えれば

$$L_2 = \int_0^{(1-k)l} \left[1 + \left(\frac{dY}{dX} \right)^2 \right]^{1/2} dX = l \left[(1-k) + \frac{1}{2} \left\{ \frac{f_c^2}{l^2 C^2} \{ B^2(1-k) - 2B(1-k)^2 \right. \right.$$

$$\left. \left. + \frac{4}{3}(1-k)^3 \} - \frac{2f_c}{lC} \{ B(1-k) - (1-k)^2 \} \tan \alpha + (1-k) \tan^2 \alpha \right\} \right] \dots \dots \dots \quad (44)$$

しかるに(38)式より $Ak - nk^2 = B(1-k) - (1-k)^2$ であるから

$$L_1 + L_2 = l \left[1 + \frac{1}{2} \frac{f_c^2}{l^2 C^2} \{ A^2 k - 2Ak^2 n + \frac{4}{3} n^2 k^3 \} + \{ B^2(1-k) - 2B(1-k)^2 + \frac{4}{3}(1-k)^3 \} \right. \right.$$

$$\left. \left. + \frac{1}{2} \tan^2 \alpha \right] \dots \dots \dots \quad (45)$$

$$D = \left\{ (A^2 k - 2Ak^2 n + \frac{4}{3} n^2 k^3) + \{ B^2(1-k) - 2B(1-k)^2 + \frac{4}{3}(1-k)^3 \} \right\} \dots \dots \dots \quad (46)$$

と置けば(45)式は

$$L_1 + L_2 = l \left[1 + \frac{1}{2} \frac{f_c^2}{l^2} \frac{D}{C^2} + \frac{1}{2} \tan^2 \alpha \right] \dots \dots \dots \quad (47)$$

となる。しかるに $L_1 + L_2 = L$ であるから(11)式及び(47)式より

$$l \left[1 + \frac{1}{2} \frac{f_c^2}{l^2} \frac{D}{C^2} + \frac{1}{2} \tan^2 \alpha \right] = l \left(1 + \frac{8}{3} \frac{f_c^2}{l^2} + \frac{1}{2} \tan^2 \alpha \right) \therefore \frac{1}{2} \frac{f_c^2}{l^2} \frac{D}{C^2} = \frac{8}{3} \frac{f_c^2}{l^2}$$

この式 より f_c を求めれば

$$f_c = f \frac{4C}{\sqrt{3D}} \dots \dots \dots \quad (48)$$

$$(40)式に(48)式を代入すれば鐵索の張力の水平分力 $H = \frac{wl^2}{2f_c \cos \alpha} C = \frac{wl^2 \sqrt{3D}}{8f \cos \alpha} \dots \dots \dots \quad (49)$$$

A點の張力の垂直分力は

$$V_A = H \left(\frac{dy}{dx} \right)_{x=0} \dots \dots \dots \quad (50)$$

B點の張力の垂直分力は

$$V_B = H \left(\frac{dy}{dx} \right)_{x=l} \dots \dots \dots \quad (51)$$

張力はA點に於て最大なる故

$$T_A = T_{max} = \sqrt{H^2 + V_A^2} \dots \dots \dots \quad (52)$$

B點の張力は

$$T_B = \sqrt{H^2 + V_B^2} \dots \dots \dots \quad (53)$$

(3) 吊じゅらの設計及び構造

- a) 吊じゅらの設計計算 静荷重は片側の鐵索に對し後記の如く 50.5kg/m, 鐵索のみの荷重は 5.24kg/m である。滑走材の重量は最大 1000kg, 吊じゅら區間の全徑間に 1 個のみ作用するものと假定し且つこれを等分布荷重と見做せば片側鐵索にかかる動荷重は $\frac{1000}{88} \times \frac{1}{2} = 4.5\text{kg/m}$

となる。鐵索の線形及び張力は實際の單荷重（集中荷重）の影響を受けること勿論であるが、これを集中荷重として撓みの增量を算出してみると¹⁾無視し得る程度であることが知られたので、張力等の計算には等分布荷重として支障ない。また滑路區間は 88m を適當と認めたので、これらの條件より(26)～(53)式を用いて鐵索の張力等を求めれば次の通りである。

$$l=97.00\text{m} \quad l_1=80.70\text{m} \quad (\text{滑路區間の曲線を } 88\text{m} \text{とした場合の水平距離})$$

$$k=\frac{l_1}{l}=0.832, \alpha=17^\circ 10' \quad w_1=50.5+4.5=55\text{kg/m} \quad w=5.24\text{kg/m} \quad (26)\text{式より}$$

$$n=\frac{w}{w_1}=\frac{55}{5.24} \doteq 10.5 \quad \dots \quad (54)$$

(33), (38), (46)式に(54)式を代入し A, B, C, D, の値を求めれば

$$A=10.232 \quad B=7.576 \quad C=1.245 \quad D=32.05 \quad \dots \quad (55)$$

(43)(49)式に(55)式を代入すれば $f_c=5.05\text{m}$ \dots (56)

$$H=6.36\text{ton} \quad \dots \quad (57)$$

(43)(44)及び(54)～(57)式より A C 及び C B の曲線の長さ L_1 及び L_2 を求むれば

$$L_1=88.0\text{m} \quad \dots \quad (58)$$

$$L_2=16.3\text{m} \quad \dots \quad (59)$$

また $\frac{dy}{dx}=\frac{f_c(Al-2nx)}{l^2C}+\tan\alpha$ より $\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=0}=0.737$ \dots (60)

$$\frac{dY}{dX}=\frac{f_c(Bl-2X)}{l^2C}-\tan\alpha \quad \text{より } X=0 \text{なる場合} \left(\frac{dY}{dX}\right)_{X=0}=0.0078 \quad \dots \quad (61)$$

(57)(60)(61)式より V_A, V_B を求めると(50)(51)式より

$$V_A=4.69\text{ton} \quad \dots \quad (62)$$

$$V_B=0.05\text{ton} \quad \dots \quad (63)$$

(52)(53)式に(57)(62)(63)式を代入し張力を求めると

$$T_{max}=T_A=7.90\text{ton} \quad \dots \quad (64)$$

$$T_B=6.36\text{ton} \quad \dots \quad (65)$$

然るに使用した鐵索の破斷強度は後記の如く $18.25+26.50=44.75\text{ton}$ であるから靜力學荷重による最大張力に對する安全率は $N=\frac{44.75}{7.9}=5.7$ で、吊じゅらは架空索道の如く衝擊及び振動の影響を受けることが少いから、十分の安全率を有するものと認められる。架設した吊じゅらの全景及び曲線形は第 I 圖版第 1・2 圖に示す。

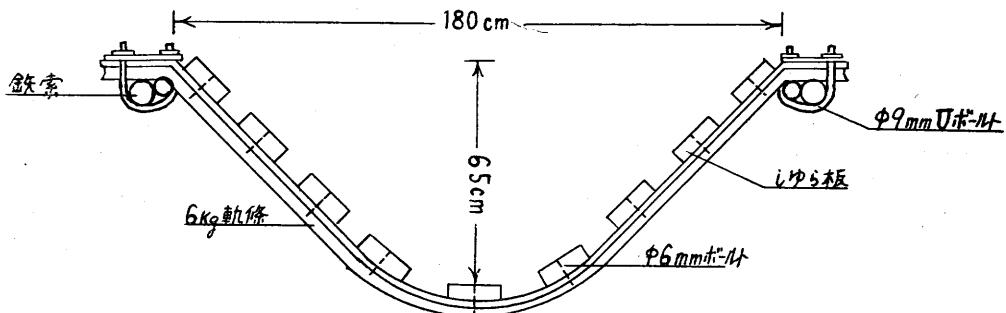
b) 鐵 索 鐵索には手持の鐵索を利用する關係上徑 24mm (2.13kg/m) 及び 29mm (3.11kg/m) の 7 本線 6 つ撚り中心麻入り鐵索大小 2 本を合せたものを夫々左右一對用い、これに

1) 加藤誠平：パラボリックケーブルの靜力學的性質（前掲）p. 44 (35) 公式による。

第12圖に示すような断面のしゅらを取りつけた。この鐵索の破断強度は24mm 鐵索 18.25ton, 29mm 鐵索 26.5ton である。

c) 吊じゅらの構造 第12圖に示すように長さ2.7mの6kg軌條の軌底を内側にし、稍々半圓形に彎曲させ、その両端を水平に近く曲折しUボルトの插入溝を刻んだ。またしゅら板をとめるボルトの穴を所定の間隔に千鳥に軌底に9個穿つた。しかして鐵索上に軌條の両端をかけこれをUボルトで固定し、その間隔を1mとした。しゅら板はツガの厚板(6×15×130cm)を重ね繕ぎに張り徑6mmのボルトで締めつけ、軌條内に9枚用いた(第I圖版第3圖参照)。この構造の片側索にかかる静荷重は索長1m當り50.5kg/m(鐵索2本5.24kg/m, 軌條8.10kg/m, しゅら板36.00kg/m, ボルト類1.16kg/m)である。

第12圖



d) 鑽 碇 (64)式で求めた最大張力より上支點Aの鑽碇を構築した。即ち堅固な岩盤に徑30mm長さ1.50mの棒鋼4本を1.00m埋込み、これに固碇桿を縛りつけその脚部には8kg軌條6本を横に渡し、コンクリートでよく搗き固め固定した。コンクリートブロックの大きさは約 14.4m^3 で固碇桿は6kg軌條で工作した。下支點Bの鑽碇も(65)式より求めた張力により安全率を見込み、基礎を堅固な岩盤に上支點と同様徑30mm長さ1mの棒鋼3本を深さ50cm埋込みこれに固碇桿を縛りつけ、その脚部に6kg軌條3本を横に並べコンクリートで搗き固め固定した。コンクリートブロックの大きさは約 7.5m^3 で固碇桿は6kg軌條で工作した。

e) 滑走速度の正確な算定 吊じゅら上を滑走する木材の速度を區分平均法により(18)式を用いて $\mu=0.3$ として近似値を求めてみると第8表のようになる。即ち $\mu=0.3$ 以下の木材は終點に於ける終速は過大であるからこのようないくつかの滑走材に對しては制動装置(のれん)を用いて減速することが必要である。

f) 制動装置(のれん) 吊じゅらの終點近くに於ける速度 $v_0 = 11\text{m/sec}$ 程度のものをのれんにより $v_1 = 3\text{m/sec}$ 程度に減速し木材が安全に土場に轉落することを期した。石丸文雄氏¹⁾の式を用いて、必要なのれんの重量 $= P$ を求むれば次の通りである。即ち滑走材の重量 $Q = 500\text{kg}$, のれんを押し上げた高さ $h = 0.5\text{m}$, 滑走材の長さ $l = 4.00\text{m}$, 動摩擦係数 $\mu = 0.3$ とすれば $P =$

1) 石丸文雄：森林土木工學全書第四卷 運材及び貯木編(大7) p. 116

第 8 表

区分點	水平距離 (m) l_n	傾斜 tanθ	平均傾斜 tanθ _m	平均傾斜角 (°) θ _m	滑走距離 (m) $s = \frac{l_n}{\cos \theta_m}$	平均加速度(m/sec ²)		終速度 (m/sec)	
						$a_m = 9.8(\sin \theta_m - \mu \cos \theta_m)$	$\mu = 0.3$	$v_1 = \sqrt{2as + v_0^2}$	$\mu = 0.3$
						$v_0 = 0$	$v_1 = 3$		
A	10	0.737	0.692	34 40	12.134	3.128	0	3.00	
10.	10	0.646	0.601	31 00	11.656	2.526	8.71	9.20	
20.	10	0.556	0.511	27 00	11.223	1.830	11.61	11.99	
30.	10	0.465	0.420	22 50	10.851	1.094	13.26	13.60	
40.	10	0.375	0.329	18 10	10.524	0.262	14.13	14.45	
50.	10	0.284	0.239	13 30	10.284	-0.571	14.32	14.63	
60.	10	0.194	0.148	8 30	10.111	-1.459	13.91	14.16	
70.	10	0.103	0.055	3 10	10.716	-2.395	12.80	13.15	
80.70		0.006					10.61	11.03	
平均速度(m/sec)							10.11	11.14	

$\frac{Q(v_0^2 - v_1^2) - \mu Ql}{2g(h + \mu l)} = 1328\text{kg}$ となる。よつて吊じゅらの終點に斯様な重量 = P の値を有するの

れんを構築することとした。のれんの構造は第 I 圖版第 4 圖に示す通りである。

VII 建 設 費

本工事は昭和 24 年 9 月中旬より開始し同年 12 月下旬完了した。工事期間中天候悪く且急斜面の山腹作業のためと、工事中颶風に遭遇して板じゅら區間の崩壊其の他のため數回の被害を被り豫定以上の工費を要した。建設費中木材及び鋼索は手持品を使用したため省略した。その工費及び 1m 當りの人夫歩掛を示せば第 9 表の通りである。なほこの工費中には不慮の災害による復舊費を加算してあるから本來ならばその 3 割減約 170,000 円 (m 當り約 600 円、鐵索代を含まず) となる。

第 9 表

名 称	数 量	単位	單 價	金 額	備 考
鋼索 (29mm)	222.00	m	円	円	手持品
" (24mm)	222.00	m			"
6kg 軌條	57.00	本			"
ツガ素材	46.00	m ³			"
土工費	169.00	m	482.00	81,455.00	板じゅら區間の路面築造費
しゅら板製材費	1,570.00	枚		21,450.00	板じゅら用 778 枚吊じゅら用 792 枚
板じゅら構築費	169.00	m	221.50	37,433.00	板じゅら 1m 當り 0.88 人役の歩掛
吊軌條工作費	88.00	本	300.00	26,400.00	ボルト類附屬品を含む
鉛碇構築費	21.90	m ³	1,168.50	24,538.00	
吊じゅら架設費	88.00	m	496.00	43,637.00	吊じゅら 1m 當り 2.0 人役の歩掛
計				234,913.00	

VII 木材滑走実験

吊じゅら架設竣工後木材滑走実験を行つた。その結果は第10表の通りで概ね良好な成績を得た。実験結果よりみると吊じゅら区間の滑走速度は大體推算により得た速度に近い結果を示したが、実験回数が僅少なため更に今後の実験を續け又實際の運材試験を實施して作業能率等につき調査の上更めて結果を報告する豫定である。

第10表

樹種	末口径cm	長m	板じゅら滑走時間		吊じゅら滑走時間(t'')	しゅら滑走時間計(t'')	備考
			上部區間(t'')	下部區間(t'')			
イヌブナ皮付丸太	21	3.36	11.4	15.4	10.5	37.3	
モミ剥皮 "	32	3.00	8.5	10.4	5.8	24.7	
シオジ皮付 "	23	3.00	12.8	14.0	10.7	37.5	
ツガ " "	12	3.36	10.3	10.0	6.8	27.1	
" " "	16	2.50	9.1	10.8	6.3	26.2	
" " "	18	1.50	11.8	18.6	9.6	30.4	
" " "	24	3.00	14.9	15.4	7.9	37.8	
" " "	20	3.00	14.5	11.2	6.8	33.5	
平均滑走時間			11.7	13.4	8.0	31.8	
平均速度			8.6m/sec	5.2m/sec	11.0m/sec	8.4m/sec	

圖版説明

- | | |
|------------------|-----------------|
| 第I圖版 第1圖 吊じゅらの全景 | 同 第2圖 吊じゅらの曲線形 |
| 同 第3圖 吊じゅらの構造 | 同 第4圖 制動装置(のれん) |

(昭和25年10月 東京大學農學部附屬秩父演習林に於て)

Résumé

This article is a brief report on the construction of a cable suspension chute installed at Akazawa logging site in the "Chichibu" University Forest, Tokyo University, in 1949~50. The logging area is situated at the upper part of the University Forest and several kilometers apart from the terminal of the main forest railway track. The site has been planed to be operated during next ten years to yield approximately 100,000 *koku* of valuable logs of various kinds of hardwoods and conifers from the natural forest. To haul out the logs from this area to the main track terminal, a short stretch of another rail track was constructed in 1949.

But, owing to the most steep and rugged topography, it was indeed a difficult task to connect the new track to the main track terminal. The use of a aerial cable way or a chute was the only possible way considered.

The authors choised the chute for the experimental purposes to minimize the cost of construction and hauling operation. The main part of the chute installation had to be suspended over a deep valley by wireropes. For the design and construction of this unique structure of the "Suspension Chute", the authors carried out at first several preliminary experiments to determine the coefficients of statical and dynamic friction of logs on the chute, and then performed theoretical analysis in regard to the structural mechanics to determine the vertical curve of the runway and the maximum tension of the cable. The theory of the parabolic cable was applied, and the velocity of the sliding log was theoretically presumed.

The chute was erected with success, the logs run along the chuteway with their own gravity. The velocities of the running logs were measured, and proved almost satisfy the theoretically designed relations. The cost of construction was 234, 913 yen in total. The experimental hauling operation will be continued hereafter, so that the economical effect of the chute will be examined and reported in future.

All these studies were promoted by the strenuous guidance of Professor Makoto FUJIBAYASHI, Assistant Professor Seihei KATO and Masakazu MARUYAMA.

第 I 圖 版

