

## 林業架線装置の安全対策

福島・事業課技術専門官 三村和男  
 “ 機械係 三浦直樹  
 “ “ 池沢芳雄  
 “ “ 丸口達雄

### はじめに

施設事故を防止するために、積極的な努力を重ねているところであるが、残念乍ら絶無の状態には改善されていない。私共のグループでは、この事故を絶滅するための対策について、検討を進めて来たので、その内容を発表する。

### I 安全な集材線を架線するための集材架線の手引きの紹介

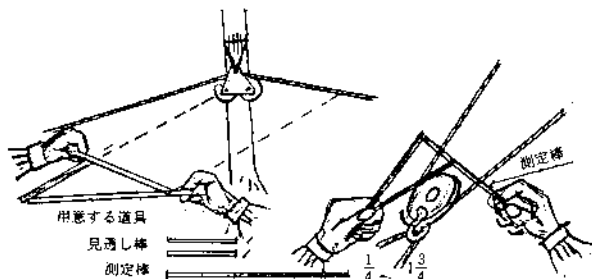
集材作業装置のうち、ワイヤロープの張力計算については、所定の方法によって計算がなされているが、それ以外の張力に耐えられる株の強さ大きさ、控索の本数、柱の強度、人工スタンプの強度、過荷重の防止策、等は計算で表わされた基準がないので、本来は一つ一つ計算をして、設計をしなければならないところである。しかし現場ではそういうことが困難であり、従来からの慣習や勘に頼って実行することが多く、それは極めて危険なことである。そこで当署では、そういうもの一つ一つについて計算をして、一定の目安を作り現場の各セットに備え付け、それを活用して設計し、架線するように指導をしている。この発表は、その内容について行うものである。

例 以下の設計計算では主索はサンロープ24<sup>mm</sup>/m B種、作業索、控索はPi(25) 12 /w A種をそれぞれ使った場合のものである。

#### (1) 簡単な内角測定法

図-1

設計には欠くことができない条件の一つに内角の問題があるが、日常の作業ではその部度器具を使って測定することはできないので簡単におおよその角度を測る方法として、細い棒を使って測定するようにしている。できるだけ真直な3本の棒を



測定棒の長さ	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4
おおよその角度	15°	30	45	60	80	100	120

用意し、それを使って図1のような方法で測定する。

#### (2) ガイドブロック用の株の大きさ

ワイヤロープにかかる張力と内角によって、株に働く張力は変わるのでその張力に耐えられる、

株の大きさとブロックの大きさを決めるようにしている。根株の強度は長野営林局の調査値である。(壬滝本谷の木曾ひのきを対象)この調査値に対し2.7の安全率をみて計算している。その目安は図-2のとおりである。

(3) 主索のスタンプと控索の本数

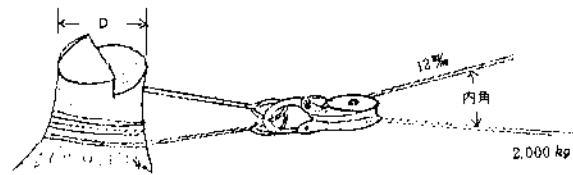
この場合も対象根株の強度とその安全率はガイドブロック用の株の場合と同じである。

主索に 17,000 kg の張力が働いた場合にそれぞれ株径によって異なる強度に対しその不足する荷重を控索によって補強する場合の控索の本数の目安を示したものである。(図3)なお、図のように控索は総てタンバックルを用いて均等に張るようになっている。

(4) 人工スタンプの強度

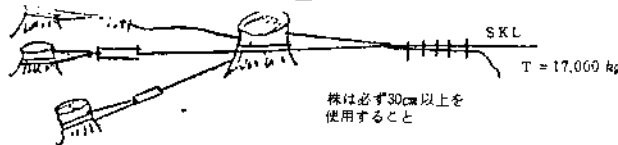
表1の強度表は普通科研修資料によるものである。人工スタンプの対象としては集材機用と主索用があるが、その方式は何れの場合も丸太埋設(横木式)を採用している。規模はそれぞれの目的に応じて決定し、強度の安全率を、1.5程度見込んで十分耐えら

図-2



内角	張力	株径(D)
15°	3,964 kg	50 cm
30	3,864	50
45	3,696	45
60	3,464	40
90	2,828	35
120	2,000	30

図-3



株径(D)	許容荷重	控索本数
70 cm	8,300 kg	5
80	10,000	4
90	11,500	3
100	13,000	2
120	16,000	2

控索はすべてタンバックルを用いて均等に張ること

表1 丸太埋設(横木式)スタンプ強度表  $\alpha 30^\circ$

穴の深さ	丸太の径材長		30 cm	40 cm	50 cm
	2 m	3 m			
1.5 m	2 m	3 m	14.0 t	15.6	17.1
	3 m	4 m	20.3	22.4	24.4
	4 m	5 m	26.6	29.2	31.8
2.0 m	2 m	3 m	23.4	25.7	28.0
	3 m	4 m	33.9	36.9	39.9
	4 m	5 m	44.4	48.1	51.8

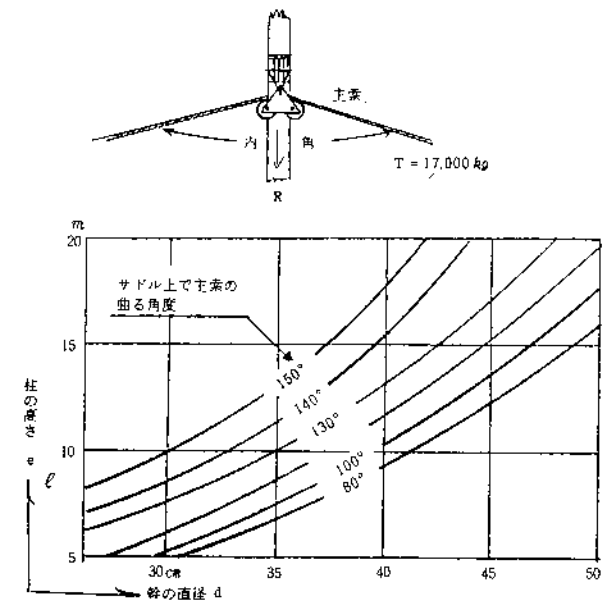
れるものを作設するようにしている。

(5) 柱の太さと高さ

サドル部分に働く、ロープの張力は一定であっても内角の大きさによって柱に働く合力は、それぞれ異なる。この合力に耐えられる柱の強度は運材索構造指導基準の解説を参考にし、柱の強度を計算し図4により表わしたものである。

図4のように最大張力 17,000 kg でサドル部分の内角が 150° の場合なら、柱の高さが 10 m だとすれば、サドル部分における幹の太さは 30 cm で耐えられるが、内角が 80° の場合になると、同じ高さでも 42 cm 程度の太さでないと耐えられない計算になっている。

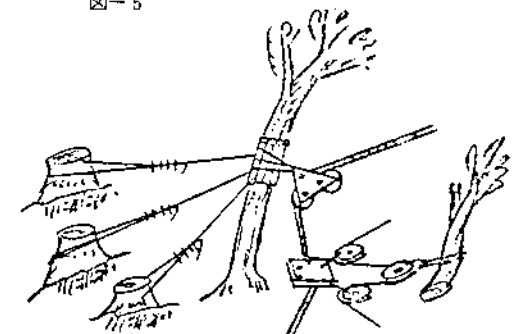
図-4



(6) サドルを張出させた柱の控索の必要量

サドルの機能を十分果させるために図5のように主索にカーブをつけて張るようにしている。そのことについては後述するが、この場合柱は横に引倒される力が作用するので、柱に生じる力に応じて図5のように控索の本数の目安を定めている。

図-5



(7) 運転操作と過荷重防止

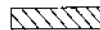
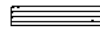

集材機にはそのシフトに応じ図表2の張力が起るが、過荷重防止の警報装置がないので、運転手は常に索張り方式によって異なる巻上

柱への力		控索の本数	
内角	荷重	45°	60°
170°	3,000 kg	3本	2本
160°	5,600	4	4
150°	8,300	6	5
140°	10,900	8	7

力を念頭におき、過荷重とならない範囲で慎重な運転に心掛けるよう指導している。

表-2

集材機		2本掛 (巻上力)	3本掛 (巻上力)
シフト	引張力		
ロ	3,000 kg	6,000	9,000
セ	2,000	4,000	6,000
サ	1,200	2,400	3,600
ト	650	1,300	1,950

-  通常の集材機には使用しない。
-  静かに注意しつつ無理しない。
-  常時使用するシフト。

## II サドルによる主索の保全対策

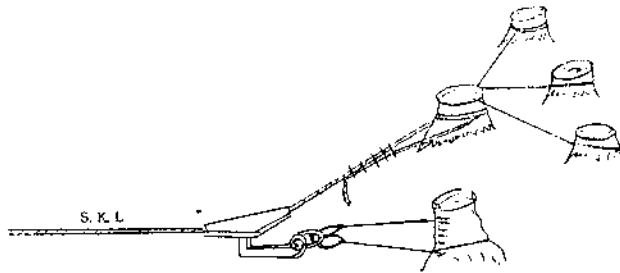
### (1) 主索の屈曲角が大きい場合

図-6

ア 中間支持金具を活用する。

イ リングサドルを使う。

等により主索の急激な曲げを防ぎその保全につとめている。(図6のとおり)



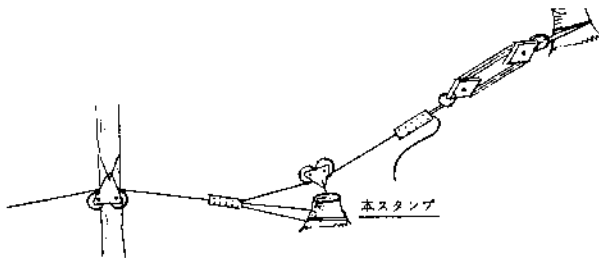
### (2) サドルとスタンプの間が長い場合

サドルとスタンプの間が長いと、その部分にタルミができるので吊荷をして支間に荷重がかかるとそのタルミに、更に弾性伸長が加わりこれが支間側に移動し、サドル上を走行するような作用がシーブ

図-7

の小さいサドル上で繰返されることによって、索が損傷する。

この損傷を防止するため7図のように柱の近くに本スタンプを作り、索の流れを防止し保全につとめている。



### (3) サドルの側板による損傷防止策

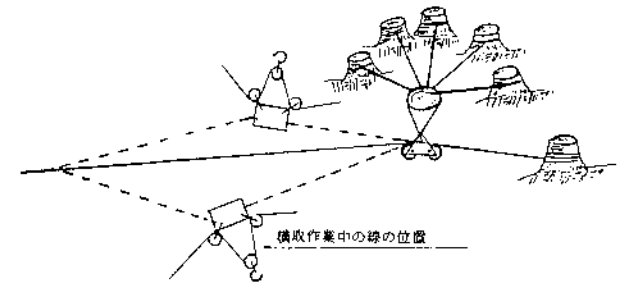
8図のように主索にカーブをつけて張り、サドルをやや張出させるように架線している。柱を中心にして一直線上に架線した場合、サドルを配してある方向へ引込む場合には、サドルは極めて正常な形で作動し、その機能を十分果す。

しかし、反対側に引込む場合には、サドルは柱が邪魔をして理想的な形で作動しないので、サ

ドルはその機能を果さない。そのため索はサドルの側板で磨って損傷することが考えられる。主索の断線がこの付近に集中しているが、断線の大きな原因の一つとも考えられる。そこで図8

図-8

のようにカーブをつけて張上げるとサドルは、柱に密着せずに張出されるので、反対側に引込む場合であっても十分作動し、その機能は果されるので索の損傷は起きないことになるので、当署ではこのような方法で実行している。



### (4) 構取りに支障のない限り柱は作らない。利点としては、

- ア 高所作業等危険で特殊な技術を要しない。
- イ 資材運搬、柱作り等の副作業が軽減できる。
- ウ 主索の損傷が少なく点検が容易で安全である。

欠点としては、

- ア 柱高の分、線を高く張るためスパンが長くなる。
- イ スパンの延長分、吊荷が制約される。(5%)

利点と欠点は以上のとおりであるが、この利点は極めて大きな要因と考えられるので、工夫して欠点が何とかカバーできれば、柱は作らない方向で実行している。

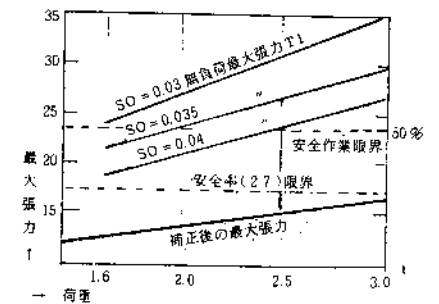
## III 安全な架線設計をするために

### (1) 主索に及ぼす張力の比較

図9の条件で吊荷を1.6~3.0tとして荷重をかけた場合、中央垂下比によって、それぞれ異なる最大張力が図のように動く。この無補正の最大張力は、当然のことながら安全係数(2.7)を大きくはみ出してしまうものであるが、次に、補正計算をすると、その何れの条件のものもすべて安全率の限界内におさまってしまう。

図-9 主索に及ぼす張力比較表

主索 24 m/m 保証破断力 45.8 t  
スパン 600 m  $\alpha = 15^\circ$



### (2) 総合補正係数の比較

図10は、図9の条件で総合補正係数を比較して見たものである。計算上補正係数の算出因子である支点変位率は固定しているが、弾性伸長率はロープに力がかかれば、

かかるだけワイヤが伸びる計算になっていて、それは無限の状態である。

従ってこの相乗積である総合補正係数は図で見られるように、最初の無補正値が大きければ大きい程、その値に比例して大きな値となり、これによって補正されるので補正後の最大張力は結果的には、どの線も同じような張力になるわけである。このような計算によって設計されるので安全率は労働安全衛生規則上、適法な2.7が確保されている。

③ 安全設計のための考察

ワイヤロープの参考書によると、主索では破断強度の50%の張力の範囲内で使用することが、索の保全上必要だと説明されている。ワイヤロープはその特性から荷重がかかれば伸びて、その荷重を抜けば再び元の形にもどる、いわゆる復元現象があるが弾性限界を境にして、それ以上張力をかけると復元できないものであると云われている。従って設計するに当たって、特段の制約がない限り無補正の最大張力が常にこの弾性限界の範囲内にとどまるよう配慮することが大切であると思われる。(図11参照)

IV 架線時における主索の張力測定法

試運転時における主索の張力測定は本来、無負荷の張力を測定すべきであるが、架線終了時には搬器が乗っており厳密には、搬器負荷時の最大張力が働いている。

また一方では振動波法もあるがやはりこの場合も搬器が障害となって正確な測定が困難である。そこで当署では、次の計算式によって搬器荷重を載荷した最大張力を算出し、主索の張力測定を行なっている。

表-3 架線時主索の張力測定

$$T_{\text{max}} = (W + P) \times \phi \times 1.03$$

W = 主索の総重量

P = 空搬器 + LEL + ELLの総重量

φ = 無負荷の最大張力係数

1.03 = φの補正値

図-10 総合補正係数比較表

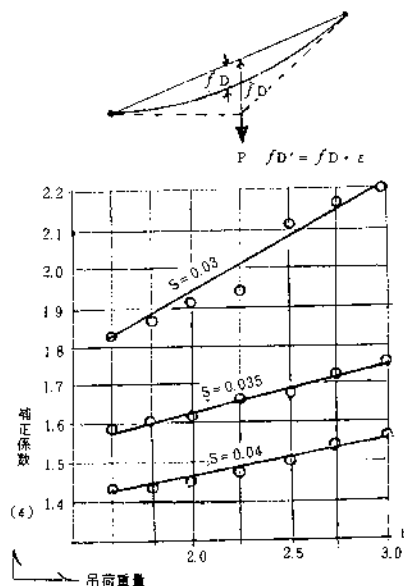
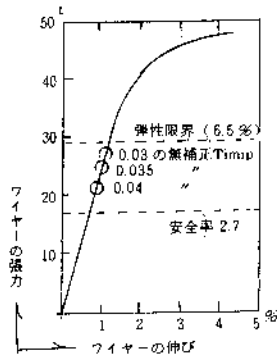


図-11

主索24mm/m 切断荷重45.8t  
設計吊荷重量2,250kg(50cm全木)



補正値算出

垂下比	無負荷	搬器負荷	増加率	平均値
0.025	5.33	5.54	1.040	1.03
0.030	4.47	4.62	1.036	
0.035	3.86	3.97	1.028	
0.040	3.40	3.51	1.023	
0.045	3.04	3.11	1.022	

一方測定の方法は図12で示すように、ヒールロープの平均値を示め、ヒールの本数を乗じて得た測定値を計算値の内輪に留めヒールロープを固定するようにしている。このような方法を採用する

図-12

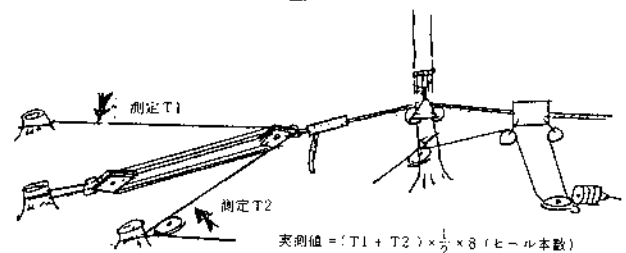


図-13

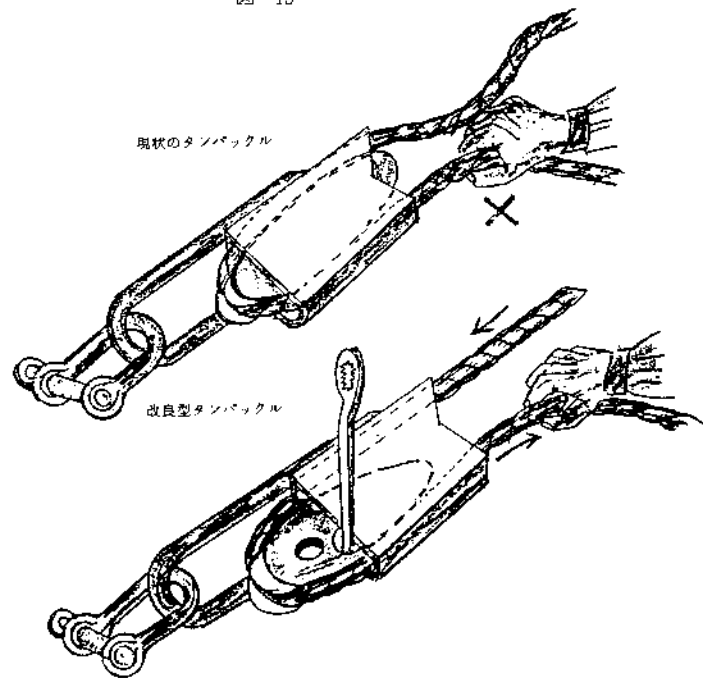
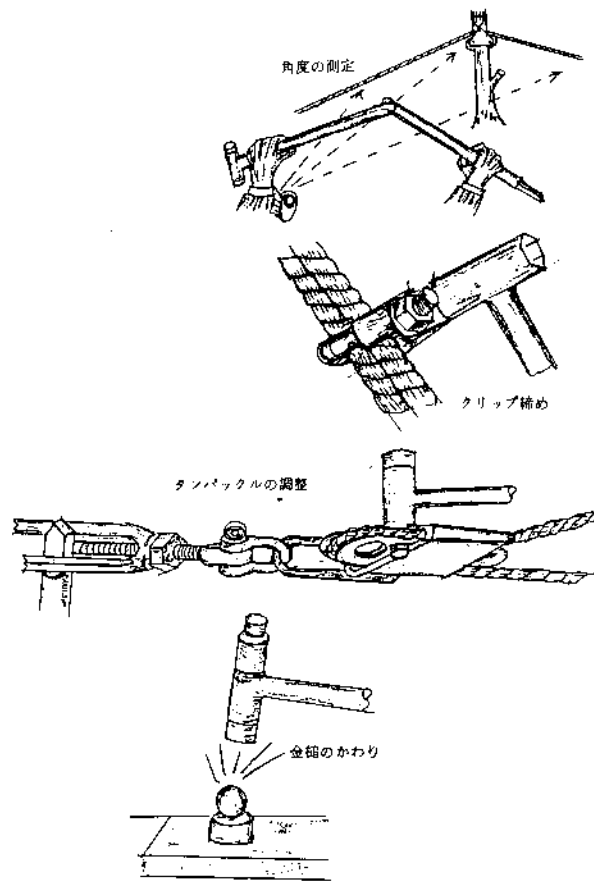


図-15 点検用ステッキの活用方法



と集材機で巻き乍ら測定を繰返し計算値を覗み乍ら丁度よい個所で固定ができる利点もあるので、極めて精度が高い測定ができるものと思う。

#### V 上運式タンパックルの改良

上運式楔止めタンパックルは軽量でよいと現場では好評であるが、緊張間が短かいため十分な緊張ができないことと、2人掛りで設置しなければならないと云う欠点が指摘されていた。そこで今回容易に1人で緊張できるようにと改良したものである。

図15のように鞘と楔の間にワイヤロープが自由に動くことができる一定の間隔を確保させることに着目し、そのために楔に穴をあけ、手持の工具で楔が締まらないようにしておけば、ロープの余備締めが1人で簡単にでき、その上で、工具等をはずせば楔はワイヤの張りで自動的に締るのであとはタンパックルを調整すれば十分緊張させることができるようになった。

#### VI 点検用ステッキの考案

集材線の点検時に携帯できる工具として考案したものである。このステッキに組込んである工具の種類は、内角測定盤、12、14mmのスパナ、タンパックル調整用の楔止めのピン部とレバー、ハンマー

以上の5つの工具を組込んである。

現場を巡回する際には、この工具をステッキ代りに携行するようにしてから、控索等に緩みを見れば、改めてセット人員の応援を求めなくても、この工具を使って、タンパックルの調整やその他簡単な補修の作業が出来るようになり、危険個所の発見を後日に見送ることなく、直ちに補修でき安全性を高められ成果を挙げている。

#### おわりに

この種の改善は、具体的な数字を示し、それを比較してこれだけ効果があったと云う説明は難かしいが、従来、とかく勘に頼って行なわれて来たことや、おざなりとなっていた事などを理論的に究明し、より安全を期して、作業を進められるようになったことは事実である。このような方法で指導をすれば、計算は苦手だとか、或は、むつかしいものであると云ったようなことはなくなり、理解が深まって来ている。私共は今回の発表を契機に、皆様方のご意見ご批判に耳を傾け、一層の知識と理解を深め、改善につとめて参りたい。

図-14 点検用ステッキ構造図

