

林業機械の効果的作業技術

中 村 英 石⁽¹⁾

まえがき

Forewords

ここに述べる一群の調査は、現在一般におこなわれている機械作業の現場には、意外に多くの重大な技術的盲点が未解決のままに残されており、それらが作業の能率や安全性をいちじるしくそこなっていることがわかってきたので、重要かつ改善の見込みの大きなものから逐次取り上げて調査をおこない、問題の所在を明らかにするとともに、実用技術への幾つかの具体的提案を試みたものである。

なお、研究員不足の状態で広範囲の調査をおこなわねばならなかったことと、成果の普及拠点を早期に充実させるために、国立林試におけるパイロット調査に引きつづき、連絡試験等の方法により、各県の試験研究機関に対するプロジェクトリーディングをおこなって、成果の確認と内容の拡充を図ってきた。

1. 集材機作業技術改善のための基本的諸調査

Some essential studies in actual skyline yarding

1-1. 架空索用根株アンカーの強度

Strength of stump-anchors for skylines

集材機や索道のスカイラインを固定するためには根株をアンカーとして利用することが多い。現在ではスカイラインそのものの設計に関する研究は非常に進歩しており、現場のそれについての知識もかなりの水準に達してはいるが、そのスカイラインの両端を固定する根株アンカーについては、国立林試の故藤林誠教授らによる目黒林試構内の造林木のヒノキに対する調査（林試林業技術シリーズ No. 8）、前橋営林局の長期研修生竹村幸男、永野正之両氏によるスギ造林木の調査（長期実務研修生研究報告 No. 1）などのほか、農業分野では開墾作業での抜根について山崎、八幡、田原、中田、石川の各氏による一連の共同研究（農業土木研究 20 巻 6 号～23 巻 3 号）がある程度で、バラツキのきわめて大きい根株強度の実態から考えるときは、まだデータ不足で安全作業確保のためにはきわめて不十分な状態であった。それで 1963 年以来、茨城県大子営林署管内と群馬県沼田営林署管内などで、主としてスギの造林木根株について一連の実測調査をおこなってきたが（中間報告、機械化林業 No. 115 号）、さらに調査範囲を拡大するために 1964～1965 年には現地適用試験として、栃木県林業センター（担当福田弘之）、長野県林業指導所（担当有賀 宏）、兵庫県林業試験場（担当平野義和）、島根県林業試験場（担当福田敏久）、高知県林業指導所（担当高橋重敏）、宮崎県林業指導講習所（担当真方鉄見）の協力を得て、それぞれの地方の実態に即した実用数値の積み重ねをおこない（中間報告、日本林業技術協会パンフレット最近の林業技術 No. 10）、それらにもとづいて根株アンカー使用技術確立のための問題点の解明をおこなった。

1969 年 6 月 25 日受理

(1) 機械化部作業科長

1-1-1. 調査のやり方 Method of surveying

複雑高価な自記装置や面倒な野帳同時記入を省き、各現場において比較的容易に多くの要素を記録できる方法として連続写真記録法を採用して、ほぼ満足すべき成果を収め得た。すなわち、張力計には国有林その他にかなり多数導入されていた比較的廉価な谷藤の 15 トン油圧張力計に、直径約 15cm の特注の大型目盛板を取りつけたものを使い、抜けていく根株の倒伏角度を読み取るためには、垂子と分度板を持ち、測定開始時に根株上に正立させ、垂子を 0° の位置にセットできる 姿勢調整装置を備えた手製の根株傾斜計を使用した。またそれらの背後には樹種、根株の大きさ、局地的地形（尾根、平斜、凹斜など）、局地的

地面傾斜（斜面方向、傾斜角など）、けん引方向（最大傾斜線方向に対し）、けん引角度（地表面に対し）、けん引点の高さ（根株山側で測定）、伐採年月、測定年月日など必要な諸条件を記載した表示板、根株の移動距離を知るための板尺などを置いて、それらのすべてを 16 ミリシネカメラで逐次記録させた。

なお、各県林試では予算の関係からリコーオートハーフやキャノンダイヤル 35 などの自動カメラを使って成功している。また、国立林試ではけん引機に小型集材機とヒールブロックを使用した。各県の場合はチルホールなどの手動けん引機を使った。この場合はけん引速度がおそいので自動カメラでなくとも普通の小型カメラで十分追跡することができる。一般に普及している 8 ミリシネカメラ

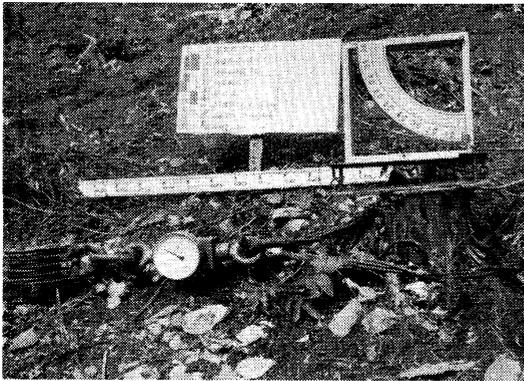


Photo. 1 連続記録写真の 1 カット

（9 枚連続撮影のうち第 3 カット、張力計、根株傾斜計、条件因子表示板、函尺などが根株とその周辺の局地環境とともに記録されている。使用カメラはキャノンダイヤル 35）
（兵庫県立林業試験場実行の写真野帖より）

A cut of continuous record of stump strength surveying.

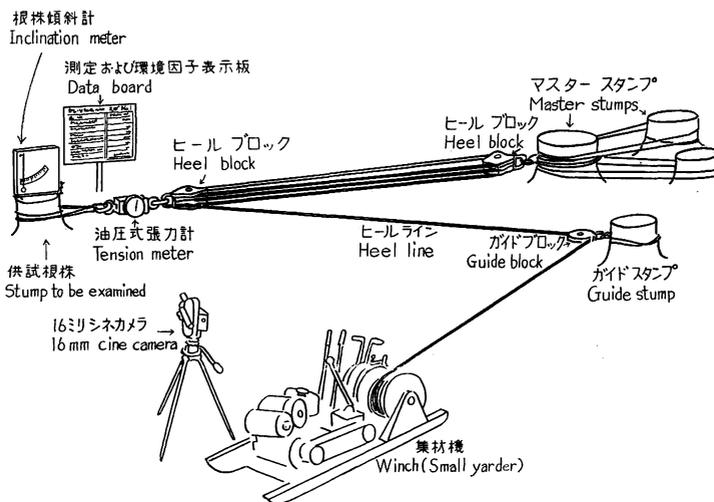


Fig. 1 根株強度測定装置概念図

Lay out of stump strength surveying.

は廉価であるが解像力の関係からこの試験には不適當であった。

記録の読み取りはフィルムを直接ルーペでのぞき込めばよく、焼付けや引伸しの必要はない。写真記録法によれば文字や数字であらわしにくい根株周辺の林況、地況や抜きあげられた根系の姿も記録されているので、この写真野帳は将来調査を拡充していく際のパイロット的資料としても各方面で活用できるものと思われる。

1-1-2. 根株の太さと強度との関係

Relation between diameter and strength of stumps

根株の強度は同じ樹種、同じ地区においてもバラツキが大きく、それに影響を与えると思像される因子も数多くあるが、われわれはまず実用可能なデータをうることに、広範に概況をはあくすることに当面の目標を置き、けん引高のみを根株山側の地際に台付けロープがかかるようにすることに統一して測定をおこなった。今後さらに多くの人により、多くの場所での調査経験が積み重ねられれば、しだいに根株強度に大きく影響する条件因子が明らかになっていき、客観的普遍的な強度推定技術が確立されていくと信ずるが、そのためにも取りあえずは地域ごとに多くの実測データを確保する努力を払う必要がある。

1-1-2-1. スギ *Cryptomeria japonica* D. DON

スギについては国立林試による大子営林署管内上田代国有林と沼田営林署根利国有林のデータのほか、現適試験として栃木県矢板市、兵庫県安富町および夢前町、島根県来島県有林、高知県土佐郡土佐村、宮崎県諸県県有林での調査成果が寄せられている。

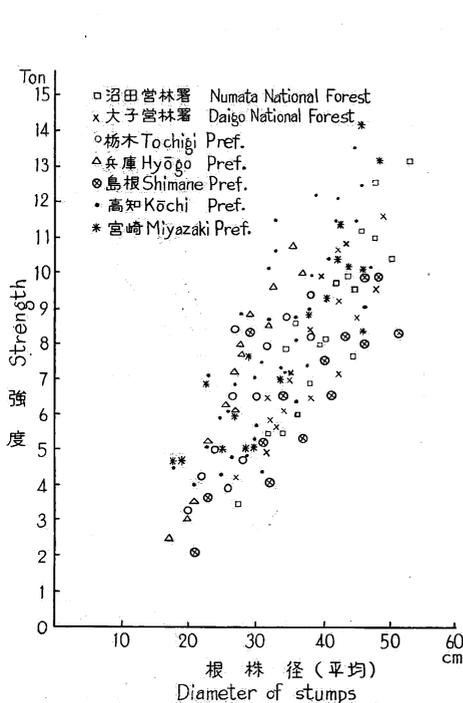


Fig. 2 各地スギ根株の強度
Strength of *Cryptomeria* stumps.

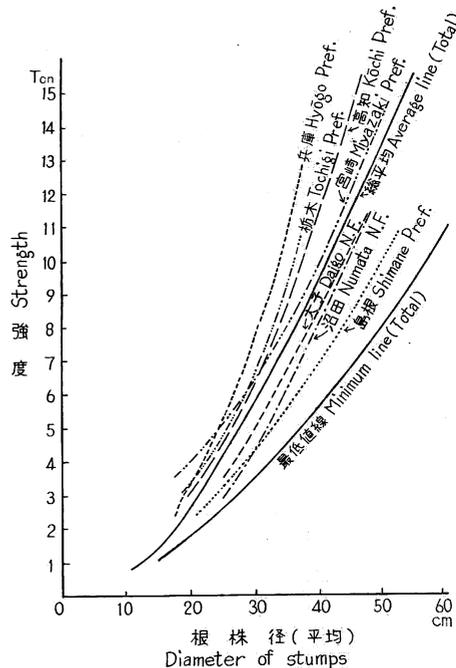


Fig. 3 各地のスギ根株強度の平均傾向線と全体の総平均傾向線および最低値線
Tendency of *Cryptomeria* stump strength in each district, and total average line and total minimum line.

Fig. 2は各地における実測値を同一座標におとしてみたものである。同じ径の根株でも最強のものと最低のものでは2~3倍の差があり、地域的に見ても強度やその傾向に大きな開きがある。このようなものを平均してたとえば全国一本の強度表や平均値曲線を作っても、個々の現場の実用技術にはあまり役立たず、時としては重大な危険を招くおそれもある。

Fig. 3は上記各地域ごとのスギ根株強度の平均傾向線と、全体の総平均傾向線を作り、それらを参考にしつつ分散の最低値を結んで、これら七地域についての最低値線を引きしてみたものである。

根株強度は架線設計上はワイヤロープの破断強度と同様に保証強度として考えるべきものであるので、この最低値線は重要な意義を持っている。各地域で根株強度の実測をおこなった際には、理由の明らかないぢるしく弱いデータを除去した上で、それぞれこの最低値線を引き、設計の基礎とすべきである。Fig. 3の最低値線は実測データを持たない所でスギの根株をアンカーとして使用する際には参考値として使用することができよう。それぞれの現場が実測データを持つようになれば、場所によっては Fig. 3よりも強い最低値が使えることになる。なお、スカイラインの安全率は2.7以上と定められているのだから、それを結びつける根株もこの最低値にさらに2.7以上の安全率を見込まねばならないのは当然で、信頼度の低い根株の実態から推して集材線で3~6以上、索道のように長期にわたり使用するスカイライン用アンカーとしては根株の老朽化を考慮して5~10以上の安全係数を見込むべきであろう。

1-1-2-2. ヒノキ *Chamaecyparis obtusa* S. et Z.

ヒノキについては1947年(昭和22年)の国立林試構内のものほか、栃木県矢板市、兵庫県千種町および波賀町、高知県土佐郡土佐村、宮崎県諸県県有林における各県林試の調査が寄せられた。Fig. 4は各

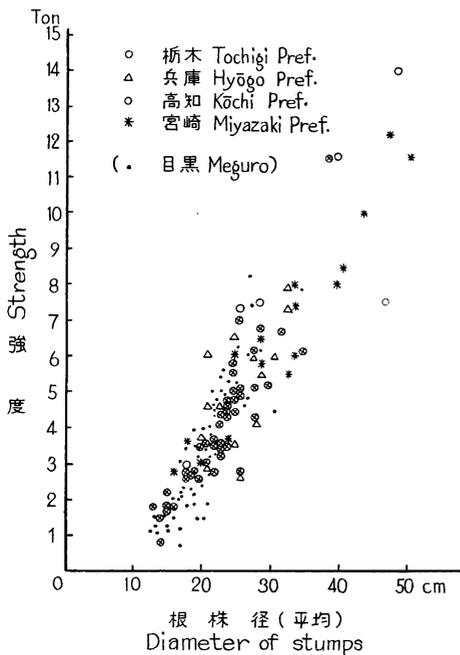


Fig. 4 各地のヒノキ根株の強度
Strength of *Chamaecyparis* stumps.

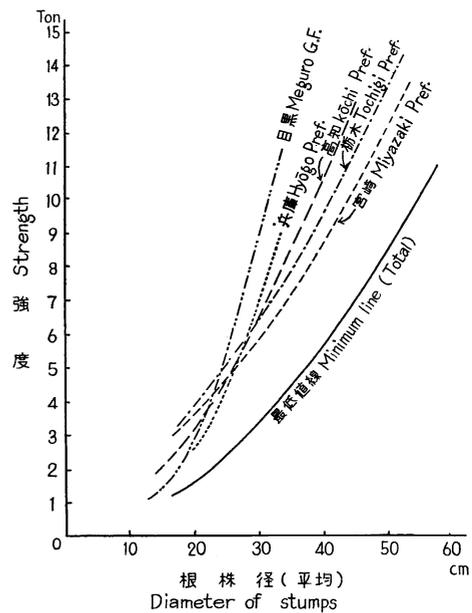


Fig. 5 各地のヒノキ根株強度の平均傾向線
と全体の最低値線

Tendency of *Chamaecyparis* stump strength in some districts and total minimum line.

地の実測データを同一座標に重ね合わせたものである。前のスギに比べてバラツキが少なく、かなりスッキリとまとまっているように見える。それは偶然？ 宮崎、栃木、高知の傾向が同様であったことと、目黒と兵庫に太いものがなかったためで、各県ごとのバラツキを単独に比較すれば、スギのバラツキとあまり差が見られなかった。

Fig. 5は各地のヒノキの根株強度の平均傾向線と全体の最低値線である。目黒の林試構内のヒノキと兵庫のそれは他の3県の傾向に比べていちじるしく強く、立ち上がりが鋭い。したがって、これらの地区で単独に最低値線を作れば、図のものよりはるかに強い値を使って架空索の設計をすることができる。

1-1-2-3. アカマツ *Pinus densiflora* S. et Z.

アカマツについては栃木県林業センター内と、長野県東筑摩郡朝日村、兵庫県新宮町のデータが寄せられた。Fig. 6はそれらの実測データを重ね合わせてみたものである。サンプルがやや少なかったがバラツキは小さく、前のスギやヒノキよりもアンカーとして信頼できそうな姿になっている。特に各県ごとに観察すれば、そのまとまりはいっそう良くなっていることがわかる。Fig. 7の傾向線に直して見ると各県の線はほとんど平行して走り、しかも互いに接近している。さらに最低値線がそれらに近く、立ち上がりも鋭いことは、アンカーとしてのアカマツがすぐれていることを示している。われわれが経験的に、針葉樹のなかではアカマツをアンカーとして愛用してきたこともこれによって裏づけされたようである。

スギ、ヒノキのほとんどが人工植栽であり、アカマツには天然のものが多いことも強度の差の原因になっているかと思われるが、栃木県のデータは人工林のものである。ただし、傾向としては人工植栽のもの

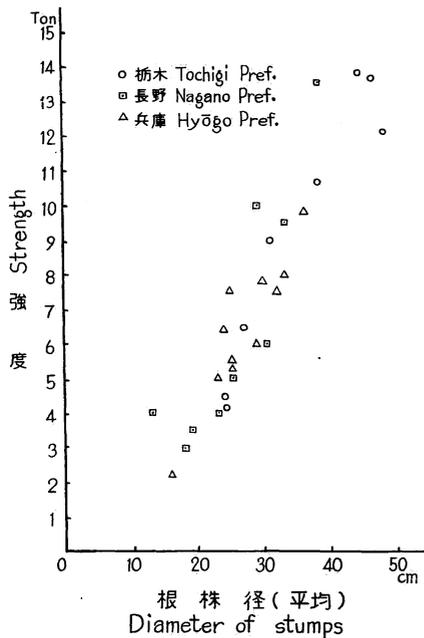


Fig. 6 各地のアカマツ根株の強度
Strength of *Pinus* stumps.

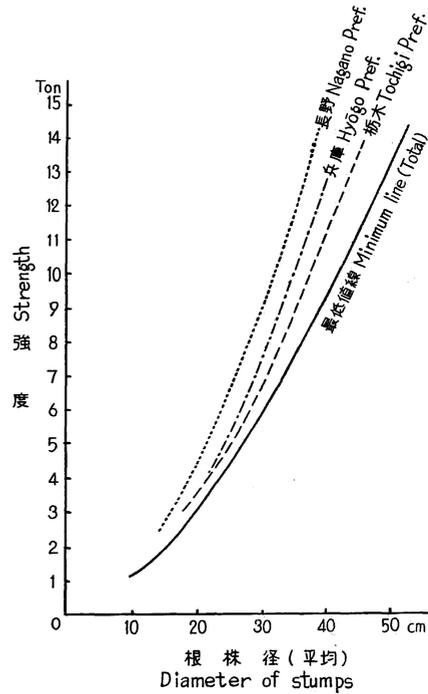


Fig. 7 各地のアカマツ根株強度の平均傾向線
と全体の最低値線
Tendency of *Pinus* stump strength in some
prefectures and total minimum line.

のは天然のものよりやや劣ることがあるらしく、3者のなかでは栃木の線は最も弱い。なお、さらに検討すると、最低値線上には長野や兵庫の天然下種のものもそれぞれ同程度あらわれているので、今次調査の範囲に限っては実用的には差は無かったということもできる。

1-1-2-4. カラマツ *Larix leptolepis* GORDON

これについては長野のみが実施した。場所は東筑摩郡朝日村である。

経験的にはカラマツはスギやヒノキよりも強いといわれている。Fig. 8には一つだけ弱いサンプルが見られるが、これはなんらかの理由で、以前に伐採された古い根株であったとのことなので除外すると、前のアカマツと同等以上のすぐれた最低値線になり、アンカーとしても非常に好都合な樹種であることがわかる。

1-1-2-5. 広葉樹 Broad leaved trees

樹種を指定しなかったので、各県はそれぞれに重要と思われるものについて調査をおこなった。すなわち、長野は西筑摩郡三岳村でナラを、北安曇郡小谷村においてブナを、兵庫は和田山町の薪炭林で雑を、島根は飯石郡の赤木町と林業研修所で雑を、宮崎は諸県県有林でコナラを対象としている。

一見、非常にバラツキが多いように見えるが、それは兵庫および島根のザツが入っているからで、それもそれぞれ1本ずつである。長野のナラおよびブナ、あるいは宮崎のコナラというように樹種をしぼって観察すれば、むしろスッキリとした傾向を読み取ることができる (Fig. 9)。

Fig. 10に樹種のはっきりしたブナ、ナラ、コナラについて、平均傾向線と最低値線を引いてみた。サンプルがやや少ないので断定的にはいえないが、それぞれの最低値線は平均傾向線に接近しており、信頼度がかかなり高いことを示している。また強度の点においても針葉樹にまさる抗張力を持っており、ことに

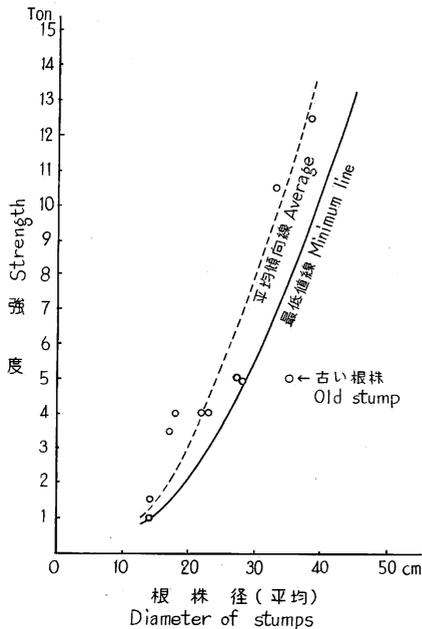


Fig. 8 長野のカラマツ根株の強度
Strength of *Larix* stumps in
Nagano prefecture.

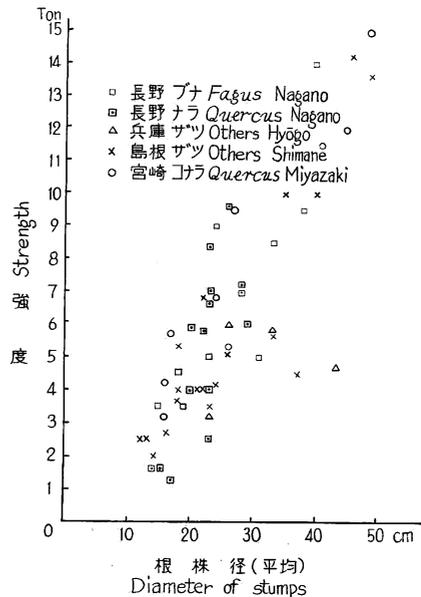


Fig. 9 各地の広葉樹根株の強度
Strength of stumps of Broad-
leaved trees.

長野のナラは大径のものの測定ができなかったのは残念であるが、立ち上がり非常に鋭いので20~30 cm 級以上では今次調査の範囲の最強の樹種であることが想像される。ただし、細いものはなぜか逆に非常に弱いことにも注意を払わねばならない。その点、同じ長野県のブナは、宮崎のコナラとともに立ち上がりの時期が早く、10~20 cm 級の細いものでもかなりの強度を示していた。

1-1-3. 根株の倒伏角と残留強度との関係

Relation between inclining angle of stump and remaining strength

写真野帳には張力計の示度と根株傾斜計の示度を、引き倒されていく根株の動作などと一緒に連続撮影で、逐次記録してあるので、これから種々の興味深い事実を追跡することができる。

根株にどのくらいの力がかかったときに根株はどのように姿勢を変えるのか、またどのくらい抜けてきたときにどの程度の残留強度を示すのか、ということはおれわれ現場で働く者にとって大きな問題である。

スカイラインの垂下量および張力に影響する要素としては、アンカーの移動量を知りたいところであるが、後に述べるように、抜けていく根株の動作は直線運動ではなく、複雑な曲線移動であるために実用的な移動の定義づけがやりにくいので、今回は便宜上倒伏角と残留強度との関係でとらえることにした。もちろん、写真野帳があるので目的に応じて、たとえば水平方向の移動量というような追跡をすることも可能ではある。

1-1-3-1. スギ *Cryptomeria japonica* D. DON

アンカーとして使われる程度、すなわち直径30cm程度以上の根株に張力をかけていくと、ある張力に達するまでは根株の傾きはきわめてわずかずつか増加しない。スギの場合、一般的にいって傾きが1°になるのは、その根株の示す最大抗張力の70%以上の力がかかった時期であるのが普通である。さらに張力をかけていくと、傾きが3~5°付近になったところで最大の抗張力を示し、以後は傾きが増すにつれて抗張力は減少していく。地域的な差はあるが、概して大径の丈夫な根株ほど5°付近の最大抗張力発揮段階以後の抗力低下はすみやかで、傾きが20°前後になったときに抗張力は半分程度に落ちてくるのが多いが、逆に細く若い根株では、同じく5°付近で最大抗張力を示してから後も、傾きが20~30°に達しても目だた抗力低下を示さない傾向がある。ただし、そのようなものでも最大抗張力に達するのはほとんどすべてが2~5°付近である点が共通しており、Fig. 11では省略したが、他の栃木、宮崎両県のデータにおいても同様であった。これはスギのアンカーの一つの特徴と考えてもよさそうである。

このことから、アンカーに板を打ちつけ、これに錘子と分度目盛りを設けて、根株の5°前後の傾き(スギの場合)を発見することができるようにすることにより、そのアンカーが安全圏内にあるか、危険段階

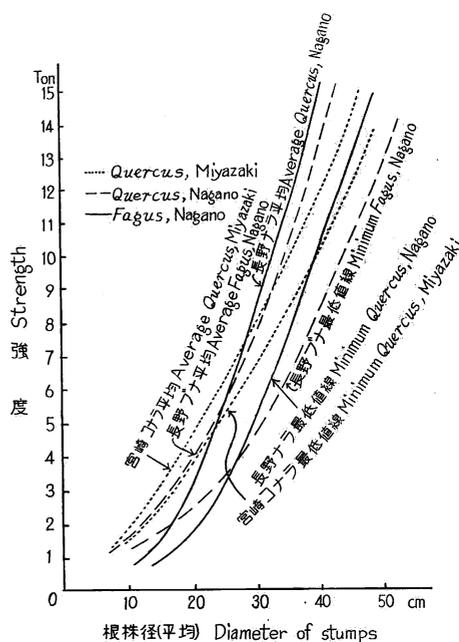


Fig. 10 長野のナラとブナおよび宮崎のコナラの平均傾向と最低値線
Average and minimum strength of *Fagus* stump and *Quercus* stump.

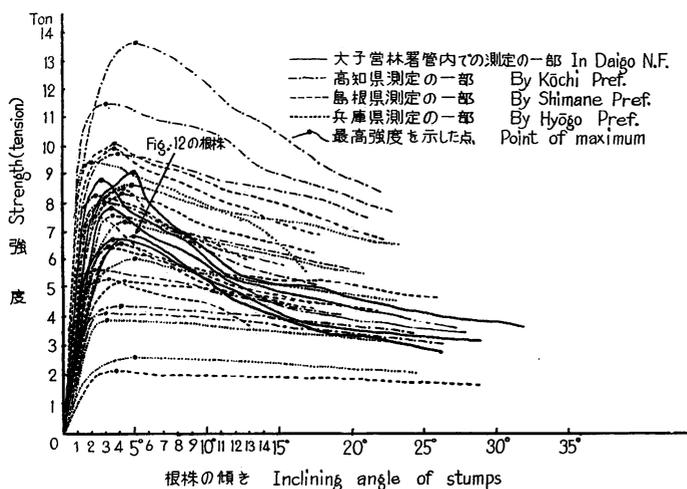


Fig. 11 スギ根株の倒伏角と残留強度との関係
Relation between inclining angle of stumps
and remaining strength of "Cryptomeria".

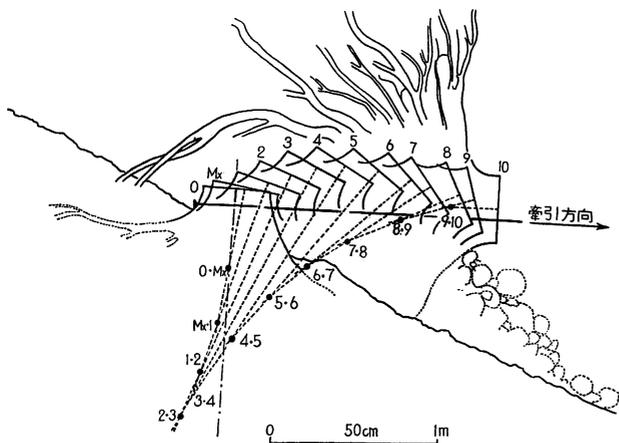


Fig. 12 抜けていくスギ根株の動作の一例
Motion of *Cryptomeria* stump.

において、伐倒鋸断面に直角に樹幹の中心線と思われる線を引き、たとえば最初の位置(0の位置)と5°傾いて最大抗張力を発揮した Mx の位置との中心線の交点を 0・Mx として示してある。すなわち、いちばん下の 2・3 は根株の 2 の位置と 3 の位置の中心線の交点であるとの意味である。はじめの間 Mx に、達するまでは根の破断もほとんど無く、根株は大地をしっかりとつかんでおり、傾く動作の中心は地表に近い 0・Mx 付近にあるが、根系の一部が切れはじめると土を抱えた根系はしだいに転動動作に移行する。すなわち、傾斜動作の中心は Mx・1→1・2→としだいに深い所へと移り、あたかも杭を引き倒そうとするときの杭の動作に近い現象を示し、2・3→3・4 あたりで倒伏動作の中心は最も深い所に達する。以後は根系に抱えられた半球状の土のかたまりは、外周からしだいにこわれて小さくなりつつ地中から浮き上りながら転動しはじめるので、中心は 4・5→5・6 と推移し、9・10 のあたりではほぼ完全な転動動作になったことを示している。もちろん、この経過は樹種、径級、土質などによって異なると思うから、この手法を拡大し

に入りつつあるかを判定する重要な手がかりが得られることを知ることができる。

なお根株の抜けていく動作を側方からシネカメラで撮影した写真野帳があるので、これから一種の動作分析を試みた。これは 1963 年 3 月におこなった大子営林署上田代国有林のスギの例で、地表勾配約 25° のところにあった 40 cm × 33 cm 径の伐採後 8 か月を経た根株で、地表に対し約 20° の方向に引き抜いたものである。ワイヤロープは他のすべての例と同様に、根株の山側の地際に接した部分に当たるように切り込みやスパイクを使ってセットしてある。最大抗張力を示した倒伏角は約 5° (Fig. 12 の Mx の位置) で、そこまでの移動距離は約 6 cm であった。なおそれが示した最大抗張力は 6.9 トンで、Fig. 11 では矢印で示したものである。これは一例にすぎないが、この手法は将来根株破壊のメカニズムを追及するための一つの有力な手がかりになると思う。

Fig. 12 では根株のそれぞれの位置

ていけば非常に面白い研究ができるのではなからうか。

1-1-3-2. ヒノキ

Chamaecyparis obtusa S. et Z.

Fig. 13 をスギのそれと比較すると、最高強度を示したときの根株の傾きは 2° から 9° の間に分散し、また、根株の傾きが 1° になるに要する張力も最大抗張力の30%程度のものであれば90%を越えた例もあるというように、傾向がはっきり出ていない。

最大張力に達した以後の抗張力減少の傾向は、太く丈夫なものにあってはスギに似ているが、概して抗張力はゆるやかにねばり強く減少していき、 30° ほど傾いても60~70%以上の強度を残しているものが多い。この点から見ればアンカーとしてスギより有利だということもできるが、前述のパラツキが多く信頼感がやや少ない欠点を考えれば長短相殺されてしまう。使用に当たってはそれらの性質を理解しておく必要があると思う。

1-1-3-3. アカマツ

Pinus densiflora S. et Z.

最大抗張力を示したときの根株傾斜の時期は 4° から 15° までとかなり広範囲にバラツキているが、よく見ると 5° を中心として 4° ~ 6° の間に濃密な部分があることがわかる。

また、最大抗張力を示して以後の抗力減少の傾向は、太く強いものはスギやヒノキの場合と似ているが、細いものではヒノキよりもさらにねばり強くゆるやかに減少していき、 30° 付近でも最大抗張力の90%前後の強度を残すものも少なくなかった。根株の傾きを 1° にするに要した張力は、スギよりやや弱く最大抗張力の70~40%で、ヒノキよりもバラツキは少なかった。

1-1-3-4. 広葉樹

Broad leaved trees

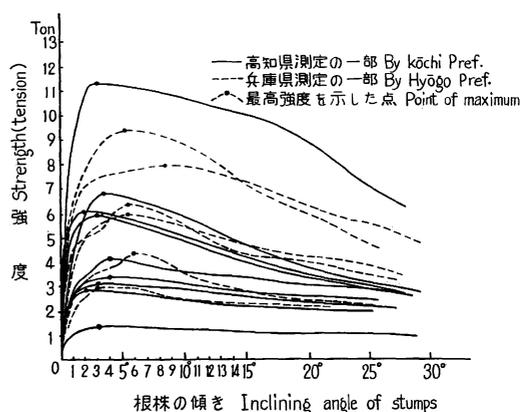


Fig. 13 ヒノキ根株の倒伏角と残留強度との関係
Relation between inclining angle of stumps and remaining strength of "Chamaecyparis".

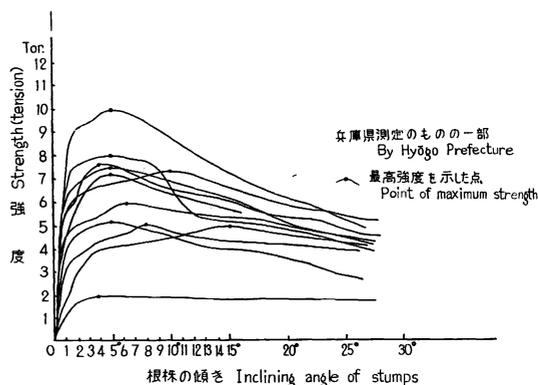


Fig. 14 アカマツ根株の倒伏角と残留強度との関係
Relation between inclining angle of stumps and remaining strength of "Pinus".

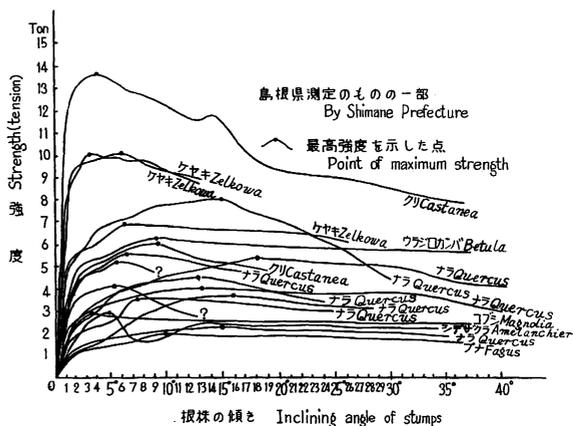


Fig. 15 広葉樹根株の倒伏角と残留強度との関係
Relation between inclining angle of stumps and remaining strength of broad leaved trees.

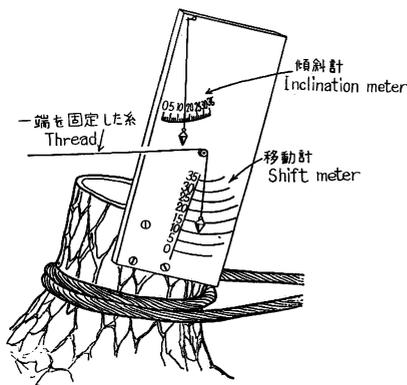


Fig. 16 手製の簡易根株傾斜移動計
Hand-made inclination meter
and shift meter.

傾向を知るためには参考になると思う。

Fig. 15 に示すように、ナラのみは 6° 最大という 1 本を除き他の 6 本は 13° から 18° という大きな傾きのときに最大抗張力を示しており、きわめてねばり強い傾向を読み取ることができる。ただし、ナラでもさらに大径木になるにつれて 10° 以下、あるいは 5° 前後に最大抗力点が移っていくであろうことは予想される。ナラ以外の樹種にあっては、すべて 9° 以内で最大抗張力を示しているが、針葉樹に比べるとバラツキは多いようである。なお、細いものでは $30\sim 35^\circ$ を越えても、ほとんど強度低下を示さないという極度にねばり強いものがあること、太いもの細いものを通じていったん最大張力に達した後、強度低下の過程においてふたたび抗張力が増加するという、特異な現象を示すものがあることも注目したい。

傾いていく根株の残留強度などを知る手がかりとしては、傾斜計が有効であることは上述の調査で明らかになったので、これを実用技術に取り入れるために、若干の試みをして成功したので紹介する。

そのひとつは Fig. 16 の木片を使って作った手製の根株傾斜移動計である。木の板の上に糸で錘子を吊り、分度目盛りを書き込んだ傾斜計と、少し離れた別の根株などに結んだ糸の先に別の錘子を吊り、根株の移動によって錘子が引き上げられる量を読み取るようにしたものである。これをくぎなどで根株の側面に正しくセットしておけば、後日巡察に行ったときに前記の諸性質を参考にしてアンカーが健全であるかどうかを容易に判定することができる。

手製傾斜計は雨などにぬれて紙が剥げたり文字が消えたりするおそれがあり、各人が作るのも面倒だという場合のために全天候型の傾斜計も試作した。これは価格の点、機構の点でまだ問題があるが、Photo. 2 に紹介しておく。

なお、このような調査がさらに広範囲に数多くおこなわれて、十分なデータが集められ、樹種、径級等別に整理されれば、たとえば大径のある樹種では 0.5° 、小径の別の樹種では 3° までというように、根株を比較的小さな力で引いて傾けて見て、それに要した力をもとにして、その根株の抗張力を推測する技術を築き上げることが可能だと思われる。

土質、地面勾配、けん引方向、けん引角度、伐採後の経過年月などと抗張力との相関も当然問題になるので、何とかしてとらえてみたいと思ったが、あまりにもバラツキの多い対象なので、今回程度の規模の調査では技術的に安心できるところまでは追い込めなかった。この種の調査は作業の安全と重大な関連が

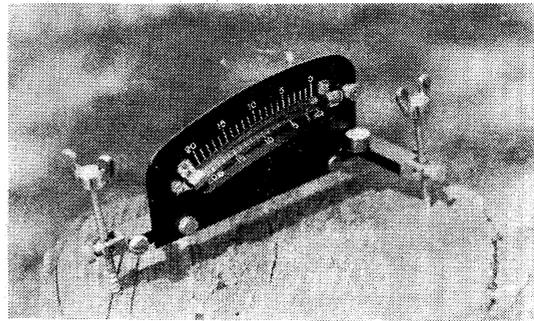


Photo. 2 試作全天候型気泡管根株傾斜計
All weather stump inclination meter.

広葉樹については連絡試験の島根県のデータを引用した。樹種は雑多で名称不明のものもあるが、広葉樹全般の

あるから、わずかの経験で全体を律したり、単純無分別に平均値のみを追いかけたり、調査のための調査に終わったりすることのないように気をつけなければならない。今次の調査は従来のものから見れば技術的にかなり大きな前進であったと自負はしているが、これとてもおよその問題の所在を提示し得たにすぎないので、今後さらに多くの人によって真剣に探究がつけられることを切望するものである。

1-2. 集材機作業用ガイドブロックおよび作業索の脱索などによる損傷防止

Troubles on guide blocks for skyline yarding

集材機作業用ガイドブロックは、林内深く人目につきにくいところに分散使用されているが、各地でガイドブロックを点検した経験から、非常に多くのものの側板などが作業索と異常に烈しく擦れ合っており、重大な損傷を受けていることを知った。現場によってはその半数以上の側板が、作業索に食い込まれた溝状の傷を残しており、そのことは作業索の方にもそれ相当の損耗と重大な危険を招いていることが推察される。筆者も9inの新品のブロックが首吊り脱索を起し、摩擦により煙と火花を出しながら、ほとんど数十秒の間に側板を30mmも削り込まれるのを目撃したことがあるし、今次の協同調査員のなかには同様の事故により作業索が切断する現場に出遭った者もある。

この問題に対してはメーカー側もユーザ側も本格的に調査研究をおこなったことは無く、使用技術についても基準的なものがほとんど整備されていなかったばかりでなく、必ずしも優秀とはいえないような型のブロックが流行したり、実情に合わない指導が監督官庁側からなされたりするありさまであったので、急いで実態の正しいはあくど、適正な対策を樹立する必要に迫られていた。

それではまず広域実態調査をおこなうこととし、連絡試験により、栃木（担当福田弘之）、山形（担当矢作一雄）、新潟（担当阿部英雄）、山梨（担当中嶋政光）、長野（担当有賀 宏）、広島（担当松田 寛）、愛媛（担当大野 紀）、高知（担当高橋重敏）の各県研究機関と協力して、かなり綿密な調査を実施した。計画と経過についてはさほど重要ではないので省略し、その結果として浮かび出た個々の問題点と対策について報告することにしたい。

1-2-1. 脱索現象の種類

Classification of desheavement and other troubles

1-2-1-1. 首吊り脱索 Strangle desheavement

これは Fig. 17 のように作業索がガイドブロックの側板の外側にはずれ、ブロックの首の細くなったところに掛かったまま復原せず、側板頭部に食い込むように激しい摩擦を

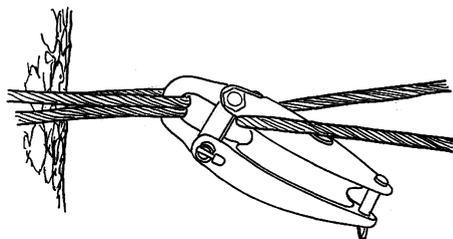


Fig. 17 首吊り脱索
Strangle desheavement.

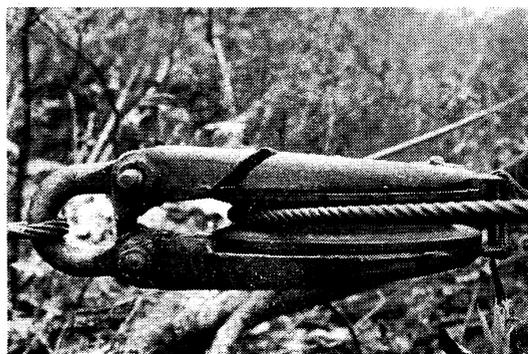


Photo. 3 首吊り脱索ともたれかかり脱索で破壊されたガイドブロック

Damage by strangle desheavement and leaning-on desheavement.

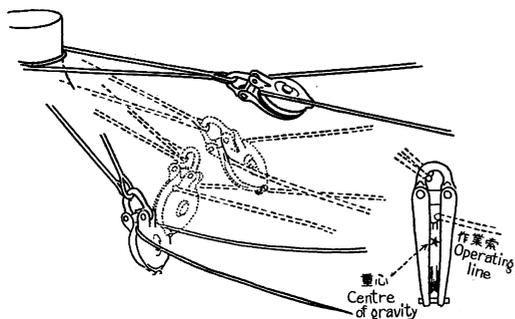


Fig. 18 首吊り脱索になる一つの動作例
A motion of strangle desheavement.

おこす故障である。これは最も危険な脱索のひとつで、作業索の切断事故につながることもあり、いったん食い込み跡がつくと、索はなかなか元へもどらず、また仮に元へもどっても、次の機会にふたたび同じ切込み溝へ索がはまり込んでしだいに傷は悪質化していってしまう。このトラブルの起こる状態を観察すると、たとえば Fig. 18 のような動作になる。すなわち、一般にガイドブロックの重心は作業索の通る位置より先の方にあり、大型のものほどその傾向は

強い。したがって、いったん作業索がゆるんでガイドブロックが垂れ下がった状態から、急に張力が加かって側方にはね出されると、瞬間的に吊り環の方が先に飛び出す動作になる。また、ガイドブロックがおもければ重いほど、作業索によって引かれる方向と異なった下の方にガイドブロックの先端は垂れ下がろうとする。したがって、

- a. ガイドブロックが重すぎるか、
- b. ブロックの肩の形状が不適当で、いったん首にかかった作業索が正しくシーブの位置に復原しにくい、
- c. 以前に首吊りその他の脱索により側板に摩耗溝ができていて、そこへ作業索が引っ掛かるか、

などの条件があると、ガイドブロックは首吊り状態になったままで作業索は走りはじめ、事態は急激に悪化してしまう。

なお、首吊り脱索は作業索の引きまわし状態にも関連があり、変向角が大きい（内角が小さい部分で発生しやすく、変向角の小さな場合は発生しにくい）。また、ブロックの位置により、作業索が水平より上方からはいて、ふたたび上方に抜けていく場所で発生しやすく、反対に下方からはいてふたたび下方へ抜けていく場所では発生しにくい。

作業索の張力関係では、張力がときどき非常に小さくなってガイドブロックが垂れ下がってしまったり、また次の段階では強く緊張されるような場合に発生しやすく、長スパンの場合などで作業索の重量により常にかかりの張力が存在するときには発生しにくい。したがって、作業索の種類ではエンドレスラインには発生しにくく、張力が抜ける機会のあるリフティングラインやホールバックラインの集材機に近い部分にあるガイドブロックに発生し

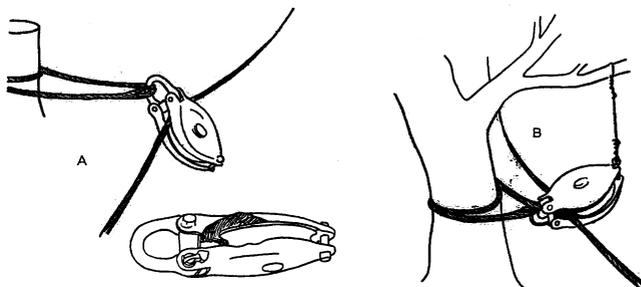


Fig. 19 2種類のもたれかかり脱索
2 types of leaning-on desheavement.

やすいので、集材機運転に当たって上記のことに注意し、急激に張力を掛けたり、無用に張力を抜かぬように注意すれば、事故はある程度防ぐこともできる。

1-2-1-2. もたれかかり脱索
Leaning-on desheavement
これには幾つもの場合がある。

その代表的なもののひとつは、作業索を引きまわすときに、岩石とか樹木などの障害物をかわすために、ガイドブロックを使って索にわずかの方向変換を与えたような場合、ブロックの重量に比較して台付けにかかる分力があまりにも小さいので、ガイドブロックは正しい姿勢を取ることができず、作業索にもたれかかるようになって、索はシーブにはならず、側板を擦って走ることになる (Fig. 19のA)。

また、首吊り脱索など、作業索が緊張した際に生ずるトラブルを避けようとして、従来よく見かけるように、ガイドブロックの先端にある小さな環を使って上方へ吊り上げてやると (Fig. 19のB)、張力が小さくなった状態では下側の側板で索を受けることになり、Aとは逆のもたれかかり脱索になる。

これらはいずれも側板に強い力がかかることは少ないので、急激に側板やワイヤロープを損傷することはないが、毎日不正の位置を作業索が走っているうちには側板に大きな擦痕を残すことになり、ワイヤロープにもそれだけの損傷を与える結果になる。

1-2-2. 脱索対策 Adequate measures against desheavement

Fig. 18 のような首吊り脱索の対策には3-1-1でも少しふれてあるが、重心と作業索の力の作用点との関係から生ずるトラブルに対しては次のようにして逃げる事ができる。

すなわち、台付け用のシャックル部が先に飛び出すことを防ぎ、ブロックに力がかかれば常にそれに適応する姿勢でブロック全体が振り出されるようにするには、Fig. 20のAのようにガイドブロックの先端の小環とシャックル部とを使って適当な長さの小枝を縛りつけ、他端を丈夫な紐か小繩でスタンプ側につなぎ留めるのである。これは現場での応用動作としてなかなか有効であった。もうひとつは Fig. 20のBのようにブロックのシャックルを特製の長シャックルと交換するのである。もちろん普通の場合は標準シャックルを使っておき、首吊り脱索の危険のある場所に限りこの長シャックルと取り替えて使用する。これはブロックメーカーがオプションパーツとして準備し発売してくれると好つごうである。なお、これらの首吊り脱索対策は当然の結果としてブロックの重量を増加させることになるので、作業索張力がときどきあまりにも小さくなる、すなわちイニシャルテンションが小さ過ぎる場所では、別種類の脱索である

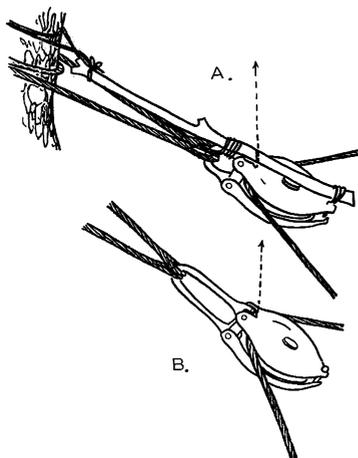


Fig. 20 首吊り脱索対策の一部
Some adequate measures against strangle desheavement.

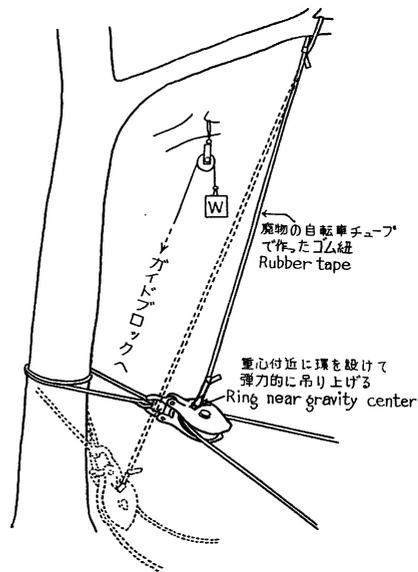


Fig. 21 もたれかかり脱索対策の一例
Adequate measure against leaning-on desheavement.

もたれかかり脱索現象がおこる。そのような場合は次に述べるブロックの重心部の吊り上げを併用する必要も出てくる。

もたれかかり脱索は作業索の台付けに対する分力が小さすぎるために、ガイドブロックが十分に作業索の決定する平面内に追いつけないこと、すなわち作業索変向角の小さすぎる場所に重すぎるガイドブロックを使った際に生じるトラブルであるが、集材機作業現場では変向角 10° 以下、すなわち内角 170° 以上になるガイドブロックもしばしば設けねばならないので、最大けん引力が4～5トンの日本の集材機に対しては、現在の標準型の丈夫なガイドブロックのシリーズに加えて、強度は標準型の1/5程度でもよいからできるだけ軽量化した小変向角用ブロックを準備して、適材適所にキメの細かな使い分けができるようにするのが理想である。ただし、現在はそのような特殊軽ブロックは市販されていないので、はなはだしいもたれかかり脱索の生じる場所に対しては、たとえば Fig. 21 のように自転車などのタイヤチューブを細長く切って長いゴムテープを作り、これでブロックの重心付近（先端では効果は無い）を上方に弾力的に吊り上げればよい。

現在市販されているブロックは先端に吊り環がついているのが多いが、重心部にはついていないので、Fig. 20 のAのように添え木を当てるなどの方法で重心付近を吊れるように改造しなければならない。なお長シャックルを使うと重さは大きくなるが、他面、重心も移動して止めピン付近にこさせることができるので吊り上げにも好つごうになる。このように書いてくると脱索対策は非常に面倒で実行困難に思われるかもしれないが、重大な脱索の発生する個所は多くは無いので、そのような所をねらって対策を施せばよいから実際にはそれほど厄介ではない。

ガイドブロック本体の脱索対策は上述の内容を理解すれば自然にでき上がると思うが、改めて整理すれば、

a. ガイドブロックのシリーズをさらにキメ細かく充実させ、強い力のかかる変向角の大きなところに使う大径の特に頑丈なものから、小変向角の弱い力しかかからないところに使う軽量のものまで、機種をふやして適材適所に使い分けるよう作業現場に対しても十分に指導すること。

b. 側板の形状に再検討を加え、首吊りにならぬよう肩の曲線を改良し、あわせて首吊りやもたれかかりによるワイヤロープの切り込みの生じにくい曲面を採用する。また重量軽減につとめ、できるだけ肉を

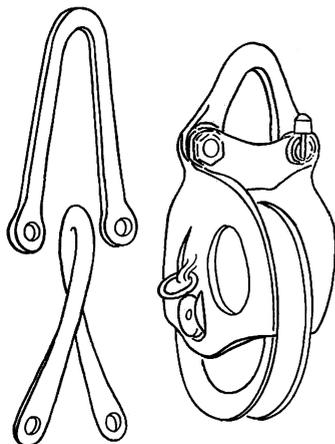


Fig. 22

ぬすむとともに重心部付近に吊り環を設ける。ベアリングに防水防塵型のオイルシールを使うなどの方法によれば側板はシーブを完全におおう必要はない。

c. 作業索のシャックル部への浮き上がり移動を防ぐためのクロスバーの形状位置に検討を加え、作業索通過に必要な十分なだけのすき間をシーブとの間に残すようにする。

d. オプショナルパーツとしての長シャックル、ねじれシャックル（後述の斜がかり対策）、およびねじれシャックルを準備して特殊用途に備える。なお斜がかり対策としてスィーベル入りのガイドブロックは価格と重量の点で問題があり、そこまでやる必要はない。

ガイドブロックのシャックルはシーブ面と直角に取りつけてあるので、現行規定どおり台付けロープをアンカーに巻いて両端のアイをシャックルに掛けると、ブロックにねじれの力が働き、シーブは作業索の決定する面に対し斜めになる傾向がある。これを斜がかり現象と呼ぶが、場合によってはそれがひどく、作業索が側板と摩擦して脱索の場合と同様に損傷をおこすことがある。この場合、索はシーブから脱索してはいないが無視できないトラブルである。

変向角が小さく、台付けにわずかの力しかかからず、したがって台付けにきわめて大きな安全率が見込まれるような場所にも、両端のアイを掛けねばならない現在の指導規準にも問題があり、たとえば台付けに10以上の安全率が実際に確保されることを条件に、1個のアイを掛けることをみとめる必要もあると思うが、現行規定に従うとすれば、はなはだしい斜がかりを生じる場所のブロックに対しては、もう一つ別の普通のシャックルを追加使用することによって一応解決することができる。ただし、これは振動によってピンがゆるむ危険があるので、前述のガイドブロック用ねじれシャックルと交換して使用する方が安全であろう。

1-3. スカイラインクランプやワイヤロープクリップなど締めつけ固定技術の問題点

Troubles on skyline-clamp and wire-rope-clip

近年、長大スパンによる全幹集材の流行と高性能ワイヤロープの出現により、スカイラインクランプに掛かる力が増大したためか、クランプの固定がすべての事故が多くなってきたようである。また、ワイヤロープクリップによる固定技術に関する指針にも不十分なところがあり、それに起因すると思われる事故も跡を絶たない。

この問題について調査はまだ十分に進んではいないが、中間報告的に幾つかの具体的提案を試みたい。

1-3-1. スカイラインクランプ Skyline-clamp

現在一般に使われているスカイラインクランプの型式は、昭和26年に輸入されたウイッセン集材機の付属品としてのクランプのスケッチかその亜流で、高張力用にもそれを比例的に拡大した長大なクランプで間に合わせようとしているところに問題がある。もう一つの問題はクリップについてもいえることであるが、技術指導が林内現場環境を忘れた工場的、実験室的な理想論にとらわれすぎ、たとえばナットの締めつけにトルクレンチを与えておいて、ネジの発錆、腐蝕、変型、不適合が珍しくない現場がそれを盲信することの危険を見落としていることである。

頑丈で長大な高張力用スカイラインクランプを締めるには、ナットを1個ずつ合理的な順序と力で締めていかねばならないが、ワイヤロープが強いある程度の弾性を持っているために、1つの部分のナットを締めようとするれば強直なクランプの鋼板に圧されたワイヤロープの他のすべての部分はそれに抵抗する。したがって、クランプが長くなればなるほど締めつけは困難になる。

対策としては、

- a. クランプを対象索径の15倍長ほどのものに分割し、短スパンの現場には2組を、長スパン高張力現場には3組以上を、それぞれ連結金具で連結して使用するようにする。
- b. 片側の板のみは索径の30~45倍の長いものとし、他の側の板を索径の10~15倍長に分割する。
- c. 片側は上と同じ1枚の板とし、これに対してクリップの鞍金のようなものを10個以上20個ほどならべて取りつける。

さらに締めつけトルクについては工場などで実験実測の際に、トルクレンチなどを使って適正締めつけ

程度がわかったら、同時に締めつけられたワイヤロープの弾性的変形の状態を写真等で記録し、現場に対しては締めつけによるワイヤロープの弾性的変形の度合を目安として技術指導をする。こうすることによって、トルクレンチの示度のような間接的なスタンダードではなく、締められたワイヤロープの姿そのものがものさしとなって、ポールナットの変形や錆による締めつけ不十分の危険な誤りを無くすることができよう。

1-3-2. ワイヤロープクリップ Wire rope-clip

クリップ止めについても一応使用個数その他の規準は出ているが不十分で、現場における使い方には2本の索の仮り継ぎ、スカイラインやガイラインなどのスタンプへの固定など様々な変化があり、枯れて乾いた根株と樹液流動期の樹幹のちがいが、当て木をした場合と幹に直接巻いた場合のちがいが、単に1回巻いた場合と幾度も巻いた場合のちがいがなどについても、慎重綿密な調査がなされないと安心はできない。また、現場でときどき見かける応用動作の3本以上の索をクリップ止めする場合についても、どの索にどのようにかかったときにどのくらいの保持力が期待できるか、索とクリップ、索と索の間に径の不一致があったらどうなるかなどについても、慎重に調べる必要がある。たれかがちょっと測って見たに過ぎないデータを、十分に確かめもしないで使用することのないように注意したい。

1-4. 集材機のけん引力などにもとづいた作業索張力の把握を基礎とした集材機作業技術（自由集材機作業）への考察

Ideas for method of planning and calculation for yarding wire rope systems, based upon tension of operating-lines, caused by the pulling power of yarder (Free skyline yarding)

スカイライン張力については多くの研究が発表されており、集材機作業についてもこれを応用しているのが表向きの実情であるが、それらの研究は実は索道用主索を対象としたものであって、集材機というウインチで駆動され、横取り吊り取りをおこなうアクティブな装置を、単に軌索に沿って運材するだけのパッシブな索道の理論だけを柱とし、アクティブな面を安全率の中へかくしてしまうことは不合理であり、安全率計算の基礎を静荷重の力学計算で片付けるのは危険でもある。もちろん、架空索理論は集材機作業においても重要なひとつの基礎的支柱であり、集材機作業技術者は当然これを身につけている必要はあるが、もう1つの支柱であるウインチ、すなわち作業索のけん引力（張力）をもとにしても実用的な集材架線技術が成立し、しかもその方が能率的、合理的であり安全でもあると思うので若干の試みの報告と、今後の方向づけの提案をしてみたい。

1-4-1. 作業索張力の把握

How to know the tension of the operating-line

作業索は動索であるために、その刻々の張力変化をとらえるのは多少厄介である。しかし方法は無いわけではなく、その気になれば幾つかの実行可能なものが考えられる。

1-4-1-1. 作業索固定側での測定

Measuring at the fixed end of operating-line

動索である作業索も他の端は何か固定されている。すなわちヒールラインはヒールブロックの一つへ、リフティングラインはテールツリー側で結ばれており、ここに張力計を入れて電線などで集材機の運転席と結べば運転者は常に張力変化を監視しつつ安全作業ができる。ヒールラインの張力計についてはすでに丸研や小宮山などの製品が出ているが、主索のみに目を向けていることと、運転者との関係を重視して

いないところにねらいのずれが感じられる。リフティングライン用の張力計も同様なやり方で実行できるはずであるが、商品化されてはいない。ホールラインやホールバックライン、あるいはエンドレスラインなど、搬器やロージングブロックに一端を結ぶものは、そこに張力計を取りつけても運転席でその変化を読み取るのはかなり面倒である。この種の固定側に張力計を入れるやり方を採用した場合、ガイドブロックやヒールブロックなどの摩擦によって指示張力と知りたい実際の張力の間に差の出ることに注意しなければならないが、取りあえずヒールライン、したがってスカイラインの張力とリフティングラインの張力については、この種の方法に若干の改良を加えることによって運転席で読み取るようにすることができる。

1-4-1-2. 動索をガイドブロックなどで曲げて、その分力から張力変化を知る方法

Measuring by component tension of operating-line, bended by 3 sheaves

動索の張力変化を測定する オーズドックスな方法は 作業索の一部をガイドブロックなどで側方へ曲げて、そのガイドブロックにかかる力を測定するものである。著者らも調査研究に際しても、実用試験にあたっては主としてこの方法を採用した。配置および配線は Fig. 23 のとおりである。なお、試作動索張力監視装置を Photo. 4 に紹介しておく。

1-4-1-3. 集材機に作業索張力計を組み

込む方法

Operating-line tension

meters, mounted on yarder

理想的な姿としては集材機自体に作業索張力計を組み込み、特別な配線や張力ピックアップ装置を林内に設けなくても索張力の変化を運転席で監視できるようにした集材機の完成である。これは試作完成の段階にまで到達できなかったが、1-4-1-2の方法と同じ原理

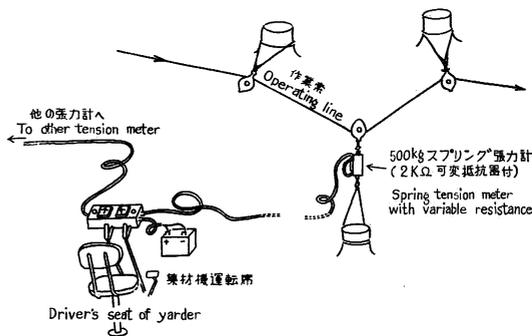
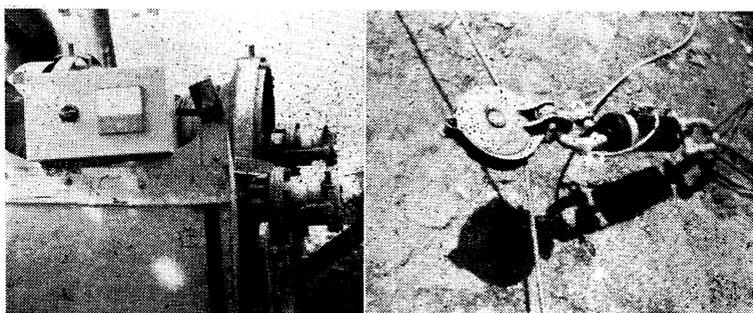


Fig. 23



左 集材機運転席に設けられた作業張力計
Tension meter on yarder.
右 ガイドブロック台付け部に入れた張力ピックアップ
Tension pickup.
両者はキャプタイヤコードで連絡されている。

Photo. 4 試作作業索張力計
Operating-line tension indicator.

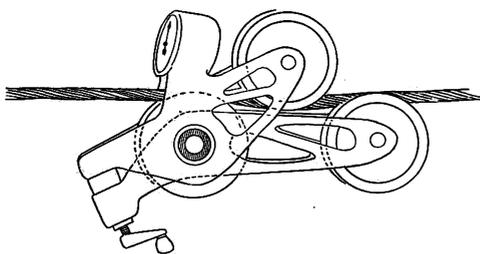


Fig. 24 集材機用作業索張力計
Tension meter for yarders.

のコンパクトな器具を集材機の前にアタッチメントとして取りつける中間的ないき方で試作にかかっている。あるいはこの方が実現性があるかもしれない。

1-4-1-4. 集材機のエンジンのトルク性能と変速減速比から作業索けん引力を推定する実用的簡便方法

Idea to estimate the pulling

power of yarder, considering

the torque of engine, reduction ratio, etc.

現在集材機に搭載されている原動機はジゼルあるいはガソリンのレシプロエンジンである。これらはいわゆるトルク一定型の原動機であって、集材機によるけん引作業のような場合、全負荷で作動させる。すなわち、せい一杯引っぱろうとすると、そのときの回転速度が変化して馬力が変わっても、トルクの方はあまり大きく変化しないという特性を持っている。したがって、変速器のある変速段については、巻胴のトルクも10~20%程度の偏差の範囲におさまるはずである。それで、たとえばドラムにワイヤロープがいっぱいに巻かれているか、半分巻かれているか、裸に近い状態かの3段階に分けて、それぞれの変速段でのけん引力を計算または実測により求めて、運転席に見やすく表示しておけば、それによって運転者はその変速段で出しうる最大けん引力を常に念頭に置いて作業することができる。

1-4-2. 集材機作業における主索の考え方

Idea of skyline in skyline yarding

現在、集材機作業用主索も索道用主索の設計計算によって設計されているためか、ヒールが入っていて随時緊張度を変えられる状態になっているにもかかわらず、半永久的な固定的軌索であるかのように考えられがちである。そのために集材機作業は不必要に硬直化されているきらいがある。架空索集材機作業は実はもっと柔軟性、機動性に富んだものであるべきで、一つの集材現場においても、部分的地形や作業の内容によって、随時緊張度を変化させながら最も能率のよい作業をおこなうばかりでなく、索張り方式も臨機応変に変化させながら作業を進めるように、指導方法を発展させていかなければならない。たとえば最初の架設に当たっては、支間中央付近に計画最大荷重に相当する荷を掛けておいて、ヒールの段数を考慮してスカイラインが所定の安全率（たとえば2.7）におさまるべきけん引力でヒールラインを緊張するようにすれば、従来おこなわれていたように、いちいち垂下量や索勾配などを測定して決定する索道的な架設方法によらなくとも、一応実用的な架設は可能になる。また、作業中に予定外の重い材が出てきたとき、一時的に大垂下比に変更してそれを搬出したり、逆に索勾配の関係で思うように荷が重力走行できなくなった場合、1荷の重さを少なくとも垂下量を減らして、搬器が荷卸し場まで到達できるようにするなどの種々の応用技術が、この作業索張力監視装置によりたやすく実行できるようになる。主索の上げ下げを気軽におこなう習慣がつけば、採面の奥の方であって、勾配を利用した自重走行のできる範囲にある材や、曳き出しに抵抗の少ない材は、たとえばタイラー方式の索張りでも出し、勾配の少なくなる採面手前の部分にある材や、全幹集材などで強制的な曳き出しを必要とする一部の材に対しては、直ちにフォーリングブロック方式などに組み変えるという機動性に富んだ作業が苦もなく可能になる。長大材の横取りで

スカイラインに過大の負担がかかるおそれのあるときでも、3胴集材機を使用してヒールライン、リフチングライン（またはホールライン）、およびホールバックラインなどの張力変化の推移を監視確認しつつ、要すれば適宜垂下比を増減するなどの処置をおこなうようにすれば、はじめて能率の向上と安全の確保が両立する生きた技術として完成される。

折角ヒールが組み込まれている集材機作業用主索であるから、このような柔軟性に富んだ考え方によって縦横に駆使されるようにならなければ、その本来の威力を発揮することはできないであろう。いわゆる円形集材（筆者の分類によればスカイラインハイリード）も、柔軟性に富んだ現場チームにあってはオーソドックスなタイラーやフォーリングブロック作業のひとつの応用動作として、強烈な横取りを必要とする時点で、自由軽快に索張りを変更して主索と地球が引っ張り合いをせず済む合理的対応策として活用できるようになる。

低質林の開発や小面積の集材作業などで、いちいち主索を張っていは架設撤収に要する作業の比重が大きくなって能率が悪いときには、ダンハムやダブルスラックラインなどのような、集材機のドラムに巻かれている作業索だけで集材をやってしまう簡易索張り集材方法を活用した方が、はるかに効果的な場合があるが、そのような際にも作業索張力を、意のままにコントロールできるこの「自由集材機作業技術」をマスターしている現場なら、むどうさ、かつ安全確実に目的を達成することができる。

1-4-3. 集材機作業における作業索の考え方

Problems in operating lines for skyline yarding

現行集材機作業にあっては表向きは索道用作業索と同様に、荷の重力を基礎とし、それを作業索で吊り上げ、あるいは主索に沿って走り下りようとする荷を引き止めるに要する力を力学計算で求めて済ましている。しかし、これも前述のように、集材機のけん引力を基礎に置いた考え方に置き替えた方がよい。もちろん運行中は索道の計算に合う状態で張力がかかる区間が大部分であるし、集材機作業技術者の基礎的素養として索道の力学計算を身につけていることは必要であるが、発生しうる最大張力は、実は集材機によるけん引力で引きおこされることが多いことに着目しなければならない。したがって、たとえば根株へのガイドブロックの取り付けに当たっても、この実際におこりうる作業索最大張力をもとにして、根株の強度や台付けロープの強さが決定されるべきである。

今までは根株および台付けにかかる力に関しては、現場作業員に対する教育は不十分であった。ガイドブロック取付けのための根株の選定は、多くの場合、1人の作業員によっておこなわれるのが普通であるから、上記の問題と関連して、ガイドブロックのところにおける作業索の変向角、または内角を知って直ちに台付け方向に対する分力を、作業索の最大張力に対する比として具体的に認識あるいは推定できる能力を、各人に持たせる必要がある。そのためには、Fig. 25のような簡便廉価な作業索張力台付分力係数測定器（分力測定器）をできるだけ大量に作って、その原理と使用方法を各作業員に教え込むのが良いと思う。集材機運転者および集材機作業員が、自分達の使っているワイヤロープの破断

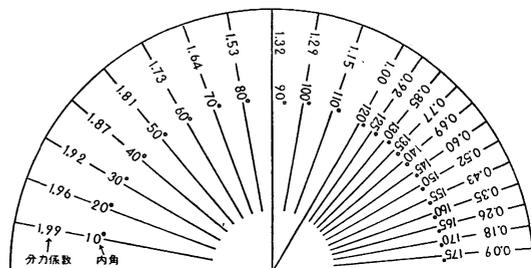


Fig. 25 台付分力測定盤
Protractor for component tension.

強度、集材機が各変速段で出しうる最大けん引力、各ガイドブロックにおいて台付けにかかりうる最大分力を正しく認識し、常にそれらを念頭に置いて作業するようになれば、集材機作業における平凡な行動災害以外の災害は、大幅に減少させることができるであろう。

なお作業索には集材機のけん引力以外にも、もうひとつの無視できない大きな問題がある。それは実搬器が走行中に主索が切断したり、アンカーが抜けたりなどした場合に対する配慮である。たとえばエンドレスライナーで作業中にアンカーが抜けたとすると、実搬器の重量と主索の重量が一瞬にエンドレスライナーやリフティングラインなどの作業索にかかってくる。そうなると、もしエンドレスラインが集材機の前からはいて、ふたたび前方へ出るように配索してあったとすると、エンドレス索の破断強度の2倍とリフティングラインの破断強度の合計に近い強烈な力で、集材機が前方へはじき出されようとする事態がおこりうる。また、各ガイドブロックの台付けにも通されている作業索の破断強度に相当するまでの、力の分力だけの力がかかることにもなるので、このような非常事態に対する対策も頭に置いて作業を実行せねばならない。

2. チェンソー使用技術改善のための基本的諸調査

Some essential in actual chainsaw operation

チェンソー作業については、すでにかなり多くの指導書や関連調査結果が発表されているが、実際の作業技術者の立場に立って検討していくと多くの不合理や盲点が発見されるのに驚かされる。著者は取りあえず現場作業指導技術者として、チェンソー使用技術の混迷から立ち直り、その改善と標準化に役だつことを念頭に置いて、重要かつ接近容易と思われるものから順次探りを入れていくことにした。時間と人員の関係から解明にまでは到達できなかったものも多いが、問題の所在をある程度明らかにし、将来の研究推進に役だてようとする当面の目的は一応果たし得たのではないかと考えている。

2-1. 最高鋸断面積速度と最適負荷回転速度

Relation between cutting speed (cm²/sec) and loaded engine speed (r.p.m.)

チェンソーは自動車やオートバイのエンジンとは異なり、鋸断中はスロットル全開で作業する機械である。したがって、鋸断中のエンジンの回転速度は負荷、すなわち材に対するソーブレードの圧着力等による鋸断抵抗の大小によって変化する。Fig. 26 は野外調査に便利な携帯用エンジンタコメーター（ソニーJM-1型）を使い、圧着力を変えて鋸断面積速度を測定した一例である。すなわち、きわめて軽く圧着してエンジンが7,500 r.p.m. と高速で回転するようにして鋸断した場合、および反対にきわめて強く力を入れて圧着し、4,500 r.p.m. と低速でまわるようにして鋸断した場合は、共に鋸断成績は悪く、その中間で、本機の場合は5,500 r.p.m. になるように圧着力を調節したときに最高の72 cm²/secの鋸断速度を發揮している。圧着が軽すぎると適正負荷の半分以下の面積速度になってしまうことがあること、また、逆に無用の力を加えて過度に圧着すると鋸断能率が低下するばかりでなく、クラッチがすべて鋸断困難になってしまう（このデータは著者ら自身が合理的練習と整備をおこなってから実施したものである）。

各負荷速度における鋸断面積速度の最高点を結んだ点線グラフは、一応理想に近い鋸断がおこなわれて、機械がその負荷状態において満度に性能を發揮した点を結んだものと考えたものである。それ以下の点は、多少の挽き曲りやチェンオイルの供給不十分など、なんらかの技術的欠陥によって性能が十分に發揮できなかったと見たのである。もちろん供試材の材質の不均衡も著しく影響し、たとえばふしなどが存

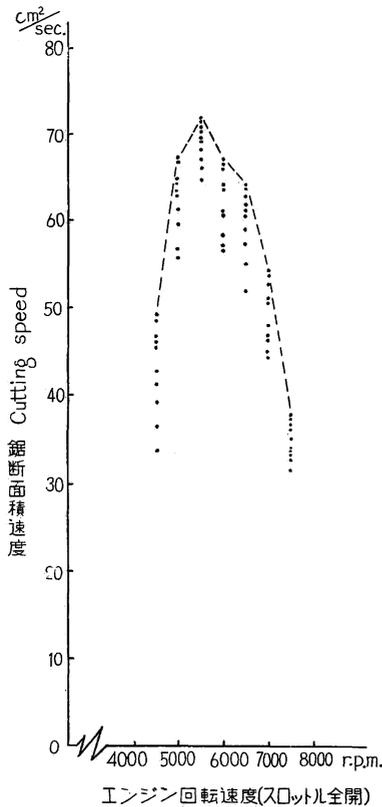


Fig. 26 圧着力を変化させて回転速度を変え鋸断面積速度傾向変化を測定した一例
使用機C S-80, 供試材スギ径45cm
Cutting speed by 80 cc class saw.
Cryptomeria, 45 cm, in diameter.
r.p.m. is controlled by pressing
the saw against the log.

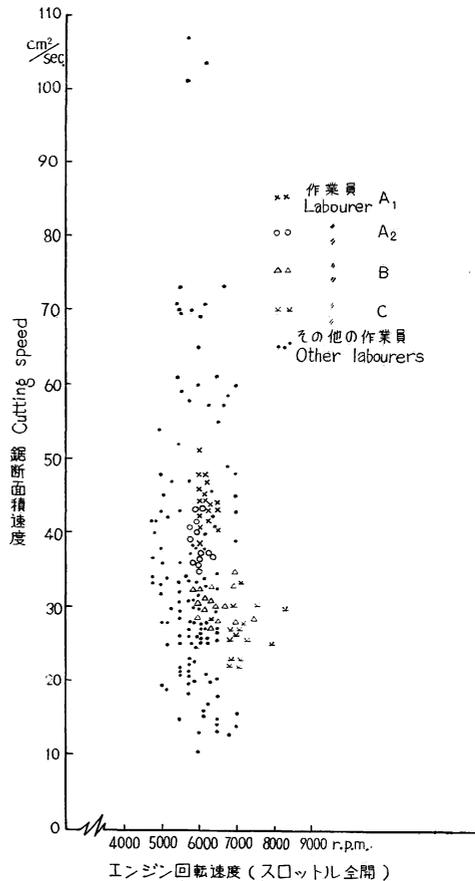


Fig. 27 一般作業員の造成作業における鋸断面積速度の実態
Cutting speed of chainsaws in actual
bucking operation by 80~100 cc class saw.

在すると明らかに鋸断速度は低下する。もちろんそのような明りょうな原因による不適当なデータは除去してあるが、局部的な材の硬軟で目視で察知できなかった場合は混入してバラツキとなっている。ともあれ、この調査はいかにして機械に最高の能力を発揮させるかということを目標の一つに取っているし、また最高点はその機械のその条件下での上部限界点であると考えたので、今次の一連の調査にあつては、常にこの最高点に注目して整理することにしたのである。もちろん機械によって最高性能を発揮する負荷回転速度は多少異なるが、いままでの経験ではそれは5,500r.p.m. から7,000r.p.m. の間のどこかにあるのが普通であり、最も有利な使用方法は、鋸断中その最適負荷回転速度を安定して保たせる技術を身につけることであるといふことができる。

参考までに、各地の現場における玉切り作業の実測鋸断面積速度を Fig. 27 に紹介する。樹種径級は一定でなく、使用機も80~100cc級の各種各様のものではあったが、実作業で最も能率よく鋸断することが希望されるべきははずのものであるにもかかわらず、使用している負荷回転速度の不適当な作業員は意外に多く、鋸断面積速度も一般に驚くほど低いことがわかる。たとえば、作業員A₁とA₂(技能度が一応上と

評価されている者)は妥当な負荷で作業しているが、B(技能度中)および特にC(技能度下)は負荷回転速度のバラツキが多く、圧着力不足により十分な鋸断効果をあげていないと思われる。また、その他の作業員のなかには強く圧着しすぎて、いたずらに腕力を浪費するばかりで、鋸断速度をかえっておそくしている者、目立てなどの整備が不良のため、一応適正と思われる負荷回転速度で鋸断を行ないながらも、能率が $30\sim 10\text{ cm}^2/\text{sec}$ ときわめて低いものなどがかなり多い。さきの Fig. 26 の著者らの成績と対比すれば、熟練者であるA₁、A₂といえども目立てなどの整備が、果たして良好であったかどうかには多分に疑問の余地がある。

2-2. 挽き曲りを防ぎ調査の能率をあげるための鋸断試験用架台

Swinging frame for cutting test

鋸断試験をおこなうに当たっては、鋸断成績に影響を及ぼすと思われる各種の条件をできるだけ明らかにし、目的とする変動因子以外のものはできるだけ良好な一定条件にそろえることが望ましいが、特に挽き曲りは鋸断速度をいちじるしくそこなう上に、個人差も大きく、また労務者でないわれわれの場合は、当初は順調に鋸断できても鋸断がくり返されるうちにしだいに疲労していき、挽き曲りなどの不安定な鋸断が多くなって成績が落ちていく傾向が強い。それで著者は挽き曲りを除去するために簡単なシーソー状の鋸断用チェーン架台を作り、これにチェーンを固定して各種の測定をおこなうことにした。架台の形状は Fig. 28 および Photo. 5 のとおりである。重錘を3個取りつけてあるのは1つは後部に固定して全体の概略のバランスを取るため、前方のものはチェーンの軽重に応じて架台上を摺動させ、細かく正しいバランスを取るためで、下に吊られているものは全体の重心をシャフトと合致させるために設けたものである。なお架台は、シャフト上を左右に自由に移動できるようにしたため、1面の鋸断を終わって

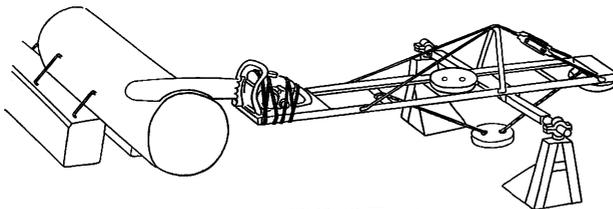


Fig. 28 鋸断試験用架台
Swinging frame for cutting test.

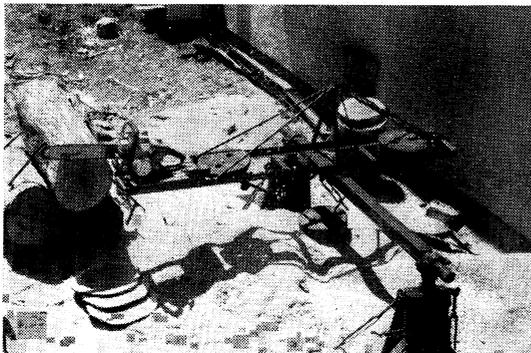


Photo. 5

次の鋸断に移るためには、腰で側方へ押して軽く簡単に架台を移動させ、きわめて薄い円板でも連続して迅速正確に作ることができる。

なお、挽き曲りには普通一般に知られている大曲率の挽き曲りのほかに、チェーン保持の不安定などによる小

刻みの挽き曲りがあり、断面に波形ができたリ挽き幅が広くなる程度なので時としては気付かれずに終わっていることもあるが、鋸断速度にはこれも明らかに影響する。架台を使っても架台が弱くて大きなビビリ振動をおこすと、一種の小刻み挽き曲りが出てくるので、構造には十分に注意する。また架台へのチェーンの取り付けも意外にやっかいで、当初、金具とビスナットでおこなったがうまくなく、けっきよくタイヤチェーンを細長く切って作ったゴムバンドで、さらに幾重にも巻

き縮めて成功している。

2-3. 刃あたり長と鋸断面積速度

Relation between cutting length and cutting speed

前記の鋸断架台を使って調査をおこないながら、それと並行して手持ち平行切りのデータを取ってみたところ、意外な傾向のあることを発見した。著者らは長期の練習のくり返しによって、いわゆる大根切り作業に関しては最高の熟練作業員にも劣らぬと自負するほどの技能を身につけていたが、その手持ち平行切りでも架台鋸断と比較すると断面の平滑さではどうしても見劣りする成績であった。つまり架台鋸断は挽き幅においても挽き曲りにおいても手持ち平行切りよりもすぐれており、無駄な切削は最小限に止められる。したがって、鋸断速度は当然手持ち平行切りよりも速くて然るべきものと考えられた。ところが両者を比べると Fig. 29 のとおりで逆傾向になってしまう。それは何回試みても同じ傾向が出てきたので、それぞれの鋸断面を再点検したところ、手持ち切りの場合は鋸筋が完全に平行でなく、わずかながら、あるときはブレードの先に近い部分が切り進み、次には手前の方が切り進むというように、ブレードがシーソー状のゆさぶり運動をした跡が見られた。つまり材の中にはいった鋸はその全面が切り進んだのではなく、部分的に、場所を変えながら短い刃当り長で切り進んだらしいことに気がついた。そして鋸断面積速度は刃当り長と密接な関連があるのではないかと思いついたのである。それで、この点を明らかにするために刃当り長を変えた角材を作り、架台鋸断によって上方から切り下げて鋸断速度を測ってみた。Fig. 30 はトチの例であるが、スギ、ナラについてもほぼ同様の結果である。刃当り長 36cm のときに比べて 16 cm, 9 cm と顕著に鋸断面積速度は上昇し、9 cm の刃当り長ではほぼ倍の速さになっている。しかし、さらに刃当りを小さくして 5 cm とすると逆に急激に能率が落ちて、36 cm の場合と同程度になってし

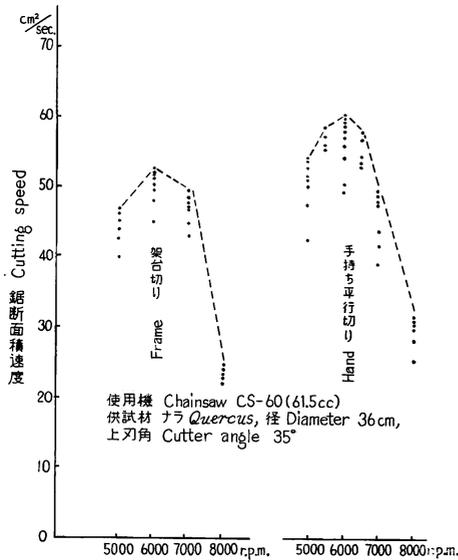


Fig. 29 架台切りと手持ち平行切りの鋸断速度の比較
Comparison between swinging frame cutting and hands held cutting.

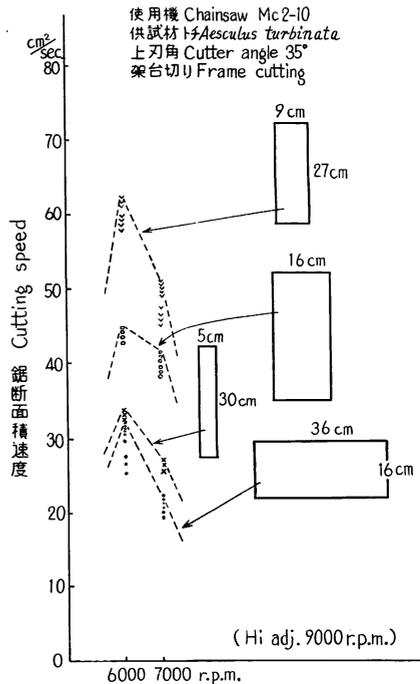


Fig. 30 刃あたり長を変えた角材による鋸断速度試験
Cutting speed by cutting length.

まう。これは3/8"ピッチのチェーンを使う機械の場合であるが、このような細いチェーンを使っても5cm級の材を鋸断するのは能率が悪く、その上チェーンや機械本体に激しい衝撃が加わることもなるので、問題であることを示している。なお、このように大きな変化があるにもかかわらず、エンジンの負荷回転速度はともに6,000 r.p.m. のときに最高の鋸断成績を示したことも注目に価する。

以上のことから、最も速く大径材の鋸断をおこないたいときには、機体を材の鋸断中にシーソーのように動かしながら進行させる、手持ちゆさぶり切りとでも呼ぶような操作を加え、それぞれの瞬間においてチェーンが材を切っている部分の長さを短くすることにより目的を果たせる見込みが立てられた。ただし、実際にそれを練習してみたが、ブレードを常に同一平面内に保ちつつゆさぶりを掛けることはかなり困難な技で、それができないとブレードの動揺のつど無用の切削がおこなわれて、悪くするとかえって架台切りよりもおそくなることすらある。ただし、われわれでも練習により普通の手持ち平行切りより、10%程度の増速に成功したこともあるので、大径材の鋸断に当たっては練習、研究の効果は大きいと思われる。

2-4. 気化器の Hi mix の調整と鋸断性能傾向の変化

Effect of adjusting for Hi mix screw of carburetter

チェーンソーの気化器には Hi mix と Lo mix の2つの調整ネジがついている。そのうち、Lo の方はアイドル用で鈍感でもあり、機械に添えられた説明書のとおり調整でよいが、高速調整用の Hi の方はなかなかデリケートで、説明書やセールスエンジニアの指示どおりにやっても、必ずしも最良一定の調子は得られなかった。それでタコメータを使って全開空転(レーシング)速度を少しずつ変えて、それぞれの場合の鋸断性能傾向を調べてみた。

Hi を閉めていくとガスはしだいに希薄になり、空転速度は上昇していくが、さらに薄くなるとエンジンの調子は悪くなる。また、反対にネジをもどして混合気を濃厚にすると空転速度は低下していく。

Fig. 31 は CS-60 でナラの丸太を架台切りした際の一例であるが、Hi mix のスクリューをわずかにもどし、ガスをやや濃くして空転速度を8,500r.p.m. に調整した場合は6,000r.p.m. の負荷回転速度に

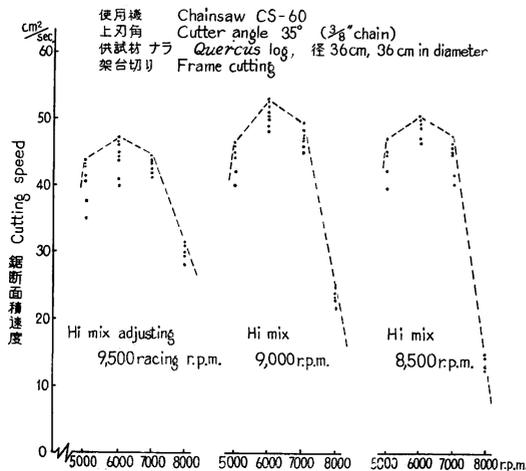


Fig. 31 気化器の Hi mix スクリューの調整による鋸断性能傾向の変化

Effect of adjusting for Hi mix screw of carburetter.

における最高鋸断速度は50.5cm²/secとなり、また、圧着を軽くして8,000 r.p.m. の負荷回転速度で切ろうとすると鋸断面積速度は10 cm²/sec とかわめて低いものになってしまった。次に空転速度を9,000 r.p.m. にあげて鋸断試験をおこなうと6,000 r.p.m. の負荷回転速度における鋸断面積速度は53 cm²/sec と高くなり、軽く圧着した8,000 r.p.m. のときの鋸断面積速度も25cm²/sec とかなり上昇してきた。さらにガスを薄くして空転速度を9,500 r.p.m. とすると、6,000 r.p.m. の負荷回転速度での最高鋸断面積速度は逆に低下して47.4 cm²/sec となってしまうが、8,000 r.p.m. の負荷回転速度における鋸断面積速度は32cm²/sec とそれまでの最高を示した。

以上の結果から、この CS-60 の場合は空転速度が 9,000 r.p.m. になるように Hi mix を調整したときが 6,000 r.p.m. の負荷回転速度での最高の鋸断面積速度が得られたので、これを以後の標準整備の目安とすることにした。鋸断技能度の低い作業者に取っては適正負荷の維持が困難であるからといって広範な負荷回転速度で比較的平均した面積速度の得られる 9,500 r.p.m. 整備がむしろ適しているという意見もあるかと思うが、あまり混合気を薄くすればエンジンの過熱を招くおそれが多くなる。特に標高の高い現場や酷熱の現場でエンジンのオーバーヒートの傾向がある場合には、定期的な点検とともに、上記事項を参考にしつつ気化器の Hi mix の点検をおこなうことを推奨する。

2-5. チェンの緊張度について

Tensioning of saw chain

一般にチェンの緊張度については無関心であるようである。取扱い説明書に書かれているのを無批判に受け入れているのはまだ良い方で、各地の現場で見かける実態は千差万別、でたらめといってもよいほどである。しかし、緊張度はかなり重要な問題であり、書物に書かれているほど単純なものではない。

著者は種々テストした結果、今次調査においては冷間に緊張調整ネジを締めていって、チェンのタイストラップがブレード下辺にピタリと接した瞬間に止めるのを標準緊張と定め、一般測定試験は常にこの状態で実施している。その状態を他の表示方法で示せば、オレゴンの 16 インチのブレードを使う場合、Fig. 32 のようにチェンの中央部をスプリングバランスに掛けて、3 kg の力で引いたときに、ブレードとチェンのタイストラップとの間に 8.8 mm のすき間ができる程度である。また、この状態では冷間でもチェンを片手でつまんでまわすことができ、そのことは運転開始に当たって、無用過大の抵抗は生じないことを意味している。鋸断を開始してチェンが熱を持ってくるとゆるみは自然に大きくなり、鋸断終了直後にエンジンを停止して見ると、タイストラップとブレードの間に数 mm の自然垂下間隙ができているのが普通である。すなわち、摩擦抵抗は鋸断中にはさらに小さくなっていることを意味している。著者の試験機はこの標準緊張で、直径 30~40cm のナラ、その他をすでにそれぞれ 400~500 回以上鋸断しているが、スプロケットやタイストラップ、ドライブリンクなどは常に正しいかみ合いをしているために、摩擦部が光ってちょうど当たりが出てきた程度で、一般現場でときどき見かけるような異常摩擦や変形の徴候はほとんど見られない。Fig. 33 の

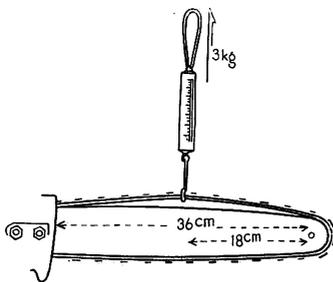


Fig. 32 スプリングバランスによるチェン緊張度測定 (XL-12, 16インチブレードの場合) Method of measuring tension of sawchain

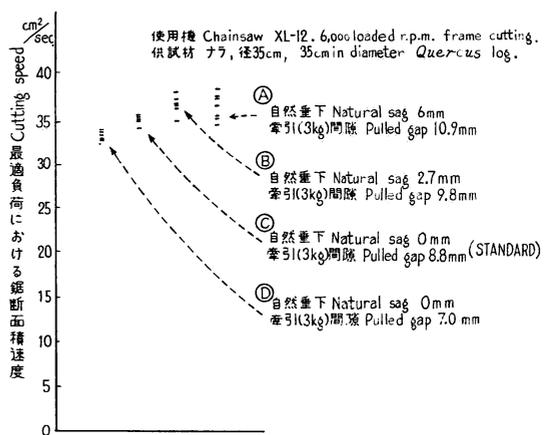


Fig. 33 チェン緊張度を変化させた場合の鋸断面積速度とバラツキの変化 Cutting speed by changing sagsness of the chain.

◎に見られるように毎回の鋸断速度のパラツキも少なく、安定している。さらに少し強く緊張して④のように、3 kg けん引でタイストラップとブレードのすき間が7 mm になるようにしても鋸断面積速度は若干落ちる程度で、普通はあまり問題になることは無いが、風があったり気温が著しく低いときには、チェンの方は放熱面積が広いために急速に冷却収縮するのに比して、ブレードは温度の降下速度がおそく、膨張したままのブレードと縮んだチェンとの間で一時的に過大の緊張が生じて動きがとれなくなることがある。

これと類似した現象が心材部に水分を多く含んだ大径材の鋸断に当たっても起こることがある。すなわち、乾いた辺材部を切り進んで、チェンとブレードがともに熱せられて膨張した状態で水分の多い心材部に到達すると、チェンのみが一瞬に冷却されて収縮し、異常緊張によって鋸断不能になってしまう。場合によっては、◎の標準緊張で作業していてもおこることがあるが、これらの特殊条件の場合に限っては緊張を適宜ゆるめ、つまずきの生じない限度で、できるだけ無用のたるみを残さないよう、小まめに緊張度を調節するのが機械の保守の面からも好ましい取扱い方法だと考える。標準よりゆるい③や④は摩擦の減少から最高点は当然上昇するが、ゆるみが多いので各カッターの切削姿勢が思い思いに変化するためか、バラツキが急に増大した。③程度で長時間使用しても異常摩耗はさほど大きくならないかもしれないが、鋸断中の加熱伸長状態でのチェンの動作を観察すると、チェンがスプロケットからブレードに移る部分にあまり好ましくないたるみの発生が見られ、原則的には標準緊張の◎よりも不適當かと考えられる。さらにゆるい④は昔の標準緊張で、現在でもかなり多くの作業員がこの程度の緊張度を使っているのを見かける。鋸断速度やバラツキは③とあまり変わらないが、チェンに必要以上のたるみがあるために各所でチェンがおどって有害無用の衝撃をおこしている。チェンオイルをあまり与えなくてもよいからなどという迷論で、極端にゆるいチェンを推奨していたいわゆる老練作業員に会ったことがあるが、その人のチェンやスプロケットにははなはだしい異状摩耗を生じていた。つまりチェンの緊張度は取扱い説明書や参考書に出ているように、一定のものを固守すべきでなく、鋸断材の状況、気象条件などにより柔軟に変化させるような指導に改善していくのがよいのではないかと考えている。

2-6. 切れ味の変化と鋸断性能傾向変化

Sharpness of cutter and cutting speed

鋸断試験中に偶然チェンが材に付着した砂を切って火花を散らし、切れ味がはなはだしく落ちる事故があった。試みに引き続き鋸断をおこなってみると、Fig. 34 の◎のようにそれまでは6,000 r.p.m. 付近にあった最適負荷のピークが回転速度の低い方に移動して5,000 r.p.m. となり、そのために今までよりもはるかに強い力で機械を材に圧着しないと、その速度を維持できなくなった。手に力を入れなければ切れないということは鋸断能率が落ちるだけではなく、機械の振動が強くなり手に伝わってくることになるし、チェン、スプロケット、ブレードなどの摩耗も激しく、さらにエンジンに無理がかかり、クラッチもすべり気味になって、良いことは一つも無い。

ついで、このチェンを目立てし直してふたたび鋸断試験をおこなった。④の傾向線がそれである。供試材の材質の不均等のためか、従来の成果と比べてやや成績が悪く、ことに6,000 r.p.m. の最適負荷の部分の伸びが良くないのが少し気になるが、一応常識的な性能にもどったと考えてよからう。

なお、同規格の使い古して切れ味の落ちたままになっているチェンがあったので、それと取り替えて試みたのが③である。以上3つの結果を重ねて見ると、もし供試材が均質であれば、新しく鋭いチェンが、

最適負荷回転速度がたとえば6,000 r.p.m.であったとすれば、切れ味が落ちるにつれて最適負荷回転速度が低い方へ5,500→5,000r.p.m.と移動し、同時に鋸断面積速度も半分以下へと低下していくらしいことが推測される。逆にもし標準目立てよりも切れ味の良いチェーンが得られれば、さらに軽く機械を材に押し当てる(それは手に伝わる振動が少なくなることを意味する)だけで、6,000r.p.m.以上のより高い最適負荷回転速度が得られ、エンジンの馬力性能特性カーブのさらに高いところを使って、もっと迅速な鋸断ができる見込みが考えられるので、現在標準とされているカッターのハードクロームメッキの厚み10~20ミクロンを、試験的に5~10ミクロンと薄くしたものを作ってもらい、棒やすりも使い古した滑らかなものを使って鋸断テストをおこなったが、多少鋸断速度が上がった程度で予期したほどの好結果は得られなかった。なおそのようなチェーンは、切れ味の持続時間が短く、実用品としては問題にならないらしいこともわかった。

2-7. 鋸断材質の硬軟と上刃目立角

Cutting speed by angle of top filing and by hardness of log

上刃目立角は針葉樹に対しては40~35°、広葉樹に対しては35~30°が適しているとされているが、念のため新品のソーチェーンをそれぞれ35°と45°に目立てし直して、ナラとスギの丸太を架台切りで比較してみた。標準の40°とせず、あえて45°を採用したのは、前にスギに対して45°が好成績を示したことを経験していたこと、傾向差を大きくして比較してみたかったためである。また30°を使わなかったのは、これも前に30°と35°ではほとんど差がみとめられなかったため、あとの別の調査の都合を考えて標準的目立角の35°にしておいたにすぎない。

結果は Fig. 35 のとおりで、スギについては定説のとおり45°の方が35°よりも10%前後速くなった。またナラの場合も定説どおり、すなわちスギの場合とは逆に35°の方がやや速いという傾向を示している。ここで問題になるのはチェーンの潤滑、ことにブレードの溝の中を走るドライプリックへの給油効果である。カッターには上刃角がついているから、ドライプリックは溝の中で側方に押しつけられる。その力は

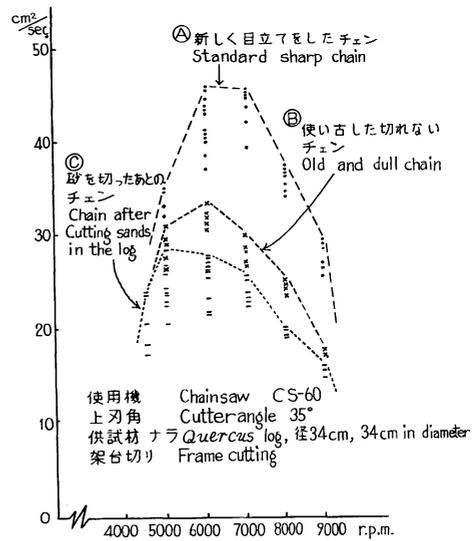


Fig. 34 切れ味の異なるチェーンでの鋸断試験
Cutting speed test by chain of different sharpness.

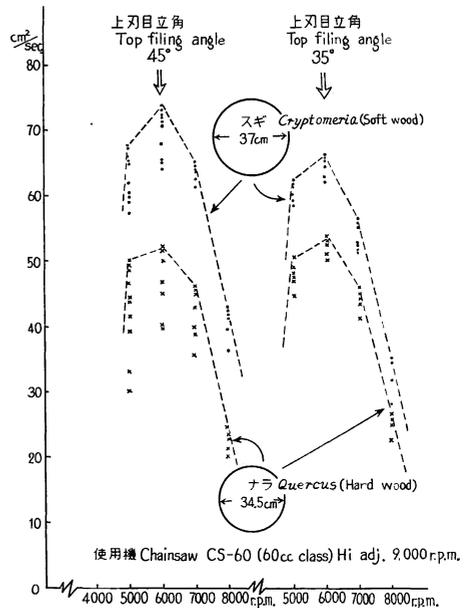


Fig. 35 針広別, 上刃目立角別鋸断面積速度変化の傾向 (架台切り)
Cutting speed by angle of top filing, and by hardness of log (frame cutting).

上刃角の大小に影響されるが、それ以上に鋸断材の硬軟に影響されるはずである。著者らはチェーンオイルをやや多量に、すなわち 4～5 秒のサイクルでゆっくり給油ポンプを押すようにしているが、交互に使った 35° と 45° のチェーンのうち、45° の方はドライブリンクの側面が 35° のものに比べて目だって早く黒い皮膜が消失し、白く光ってきた。これは明らかに側圧が大きく異なることを示している。もし給油量を少なくして鋸断したとすれば、上刃角の差による鋸断速度変化の傾向はさらに大きく出てきたであろうと想像するが、それについては確認していない。

現在、チップタイプソーチェーンが国際的にも主流を占めているが、近年トップファイリング型チェーンや V-Pac チェーンなど新型式のチェーンが、それぞれ目立て作業の容易さを新しいセールスポイントとして進出をはじめようとしている。それらについては十分な検討をする余裕が無かったが、その形状からチップー型チェーンよりも側圧が小さいらしいことが推測される点でも注目に値すると思う。

**Some Essential Studies about Improvements
in Actual Mechanical Operations**

Eiseki NAKAMURA

(Résumé)

In our studies for actual logging operations, we found many serious blind spots. So we tried to make them clear as far as we could.

1. Skyline yarding

1-1. Concerning planning and calculation for skyline of cableway, we already have many theories and methods. But we have not enough information about the strength of stump-anchors, on which the skyline is to be tied.

We carried out extensive surveying in several prefectures for some important tree species.

The results can be seen in figures No. 1 to No. 16, and photos No. 1 and No. 2.

1-2. Guide blocks for skyline yarding are usually distributed in wide yarding fields, and they are often damaged by running wire rope.

We carried out some widespread surveying and several trials, and found some effective adequate measures against desheavements of guide blocks.

In figures No. 17 to No. 22 and photo No. 3, we can see the outline of problems and methods to solve them.

1-3. In this article, we tried to point out certain troubles on skyline clamp and wire rope clips. And also made some recommendations to solve them.

1-4. The technique of planning and calculation for gravity skyline cableway is popular in Japan now. But in the case of skyline yarding, we must consider the load put on the skyline, not only by the gravity of the log, carriage etc., but also pulling power of loading block, caused by the pulling power of the yarder.

Here we give some ideas for method of planning and calculation for yarding wire rope systems, based upon tension of operating lines, which is caused by the pulling power of yarder.

2. Chainsaw operation

2-1. To make effective guidance for actual chainsaw operation, we found that the highest cutting speed (cm²/sec.) can be expected only in peculiar loaded engine speed (r.p.m.).

2-2. Straight and parallel cutting was very difficult for us ; so we made a swinging frame, and succeeded in eliminating yawing motion of chainsaw blade. which confuses constant cutting speed.

2-3. In our field surveying, we experienced that the cutting speed in bigger log is lower than that of small-sized log ; therefore we made trial cuttings for lumbers of several sizes and found the highest cutting speed expected in cutting of more or less 9 cm length. And the speed decreases, if the cutting length increases or decreases. (figure No. 30)

2-4. Adjustment of high mix screw in carburetter is very delicate, so we made some trial for Hi mix control, and found proper adjusting method using engine tachometer.

2-5. From the viewpoint of cutting speed, loose-tensioned chain seems advantageous. But a too loose chain causes many mechanical troubles in cutting operation. We found that the sufficient tensioning of sawchain should be changed to accord with the cutting conditions.

2-6. The sharpness of sawchain cutters has influences not only upon the cutting speed, but also changes cutting peculiarity curve, vibration in cutting operation etc. So to keep cutters sharp is essential from many viewpoints.

2-7. Angle of top filing should be changed depending on hardness of logs. But in this case, we must also consider the lubrication of sawchain.