

短 報 (Note)

小径木の根株強度について

上村 巧^{1)*}・伊藤 崇之¹⁾・広部 伸二¹⁾・田中 良明¹⁾・毛綱 昌弘¹⁾・飯田 富士雄²⁾

Stump Holding Power of Small Trees

UEMURA Takumi^{1)*}, ITOU Takayuki¹⁾, HIROBE Shinji¹⁾,
TANAKA Yoshiaki¹⁾, MOZUNA Masahiro¹⁾ and IIDA Fujio²⁾

Abstract

Usage of young trees as anchors of yarding operations was discussed. Maximum stump holding power of three species (Japanese larch: *Larix kaempferi*, Japanese cedar: *Cryptomeria japonica* and Japanese cypress: *Chamaecyparis obtusa*) were measured in Yamanashi prefecture, and the relationships between the inclining angles of the stumps and pulling power were analyzed by a 3D motion analyzer. The stump holding power correlated closely with square of the stump diameters. The inclination with which the stumps show the maximum holding power were ranged 4 – 6 degrees. It was concluded that the stumps have lost the function as an anchor when the inclinations were so large that they could be observed.

Key words: stump anchor, stump holding power, inclining angles of stumps

1. はじめに

比較的短期間に架設撤去を繰り返す集材架線設備においては、現場にて調達可能な人工構造物以外の物を利用することが多く、特に立木やその幹を取り除いた根株(伐根)は主たる構成物であると言って良い。集材作業時の張力はワイヤロープを介して、最終的にはアンカーである根株にかかるため、その強度が十分でなければ集材作業が不可能となるだけでなく、設備全体が崩壊し広範囲に危険を及ぼすおそれがある。このため、根株の引き抜き強度については既に数多くの試験が行われ、架設の際の目安となるべき指標は完成されているように思える(中村, 1966, 1969)。しかしながら、これらの試験が行われた当時と現在では森林の状況や作業方法が大きく変化した。これらの指標が作成された頃はアンカーとして利用可能な大径の伐倒木や根株が多数存在したことに加え、様々な樹種の広葉樹が尾根筋や林班界等に存在したが、現在これらの大径木は減少し、広範囲の人工林化の影響により樹種が単一化してしまっている。また、森林に対する要求の多様化などから、大面積皆伐から小面積の間・択伐へと作業方法が変化し、架線集材においても1カ所の作業現場における集材距離が短くなりつつある。これらのように、全体的に林齢が低下したことに加え、集材架線の短距離化に伴い同一林班か隣接林班内の比較

的小径な根株にアンカーを求めざるを得ない状況がある。

本報告では山梨県森林総合研究所の協力の下、カラマツ、スギ、ヒノキについて、これまで試験事例の少ない平均胸高直径16~20cmの小径木の根株の引き抜き試験を行い、その強度を明らかにすることを目的とした。

2. 試験地と試験方法

試験地は全て山梨県の県有林で、その概要はTable 1のとおりである。いずれの試験地でも十分な強度を持つと見られる木にヒールブロックを取り付けマスタースタンプとし、この木より全ての供試根株を引き抜き試験した。また、供試根株上部の伐倒はけん引試験直前に行った。根株の強度試験を行う場合、荷重点と引張高低角が問題となる。本試験では小沼ら(1988)にある方法を踏襲し、荷重点を平均地上高20cmの位置、引張高低角については、試験ごとに測量および後述の3次元動態分析により求め、引張荷重の水平分力を計算する方法を採った。また、張力計の取り付け位置はヒールブロック等の摩擦抵抗の影響を取り除くため、富永(1972)と同様に供試根株に取り付けたスリングとヒールブロックの間とした(Fig.1)。

また、根株の倒伏過程とけん引方向の変化を明らかにするため三次元動態分析を行った。これは2台のビデオカメラの映像画素より任意の点の三角測量を行い、その

原稿受付：平成14年6月18日 Received Jun. 18, 2002 原稿受理：平成14年8月5日 Accepted Aug. 5, 2002

* 森林総合研究所 林業機械研究領域 〒305-8687 つくば市松の里1

Department of Forest Machinery, Forestry and Forest Products Research Institute, P.O.Box16, Tsukuba Norin Kenkyu Danchi-nai, Ibaraki 305-8687, Japan; e-mail: takumi@ffpri.affrc.go.jp

1) 森林総合研究所 林業機械研究領域 Department of Forest Machinery, Forestry and Forest Products Research Institute

2) 山梨県富士北麓 東部地域振興局 Yamanashi Prefectural Fujihokuroku-Tobu Area Promotion Bureau

Table 1. 試験地の概要
Outlines of examination stands.

樹種 Species	樹齢 Tree age (yr)	平均胸高直径 Mean DBH (cm)	平均樹高 Mean tree height (m)	平均斜度 Mean gradient (deg)	供試本数 Number of sample tree
カラマツ J. larch	40	20	17	1.1	15
スギ J. cedar	37 ~ 40	18	18	18.8	9
ヒノキ J. cypress	34	16	18	6.3	11

試験地の所在地

カラマツ：北巨摩郡大泉村大字谷戸字並木上県有林 第84林班ほ8小班

スギ：南巨摩郡増穂町最勝寺奥平野、研究所実験林 第1林班へ4小班

ヒノキ：南巨摩郡増穂町最勝寺大掘田、研究所実験林 第2林班は1小班

Locations of examination stands

J. larch : Prefectural forest of Yamanashi Pref. at Oizumi Vill.

J. cedar : Arboretum of Yamanashi For. Res. Inst. at Masuho Town.

J. cypress : Arboretum of Yamanashi For. Res. Inst. at Masuho Town.

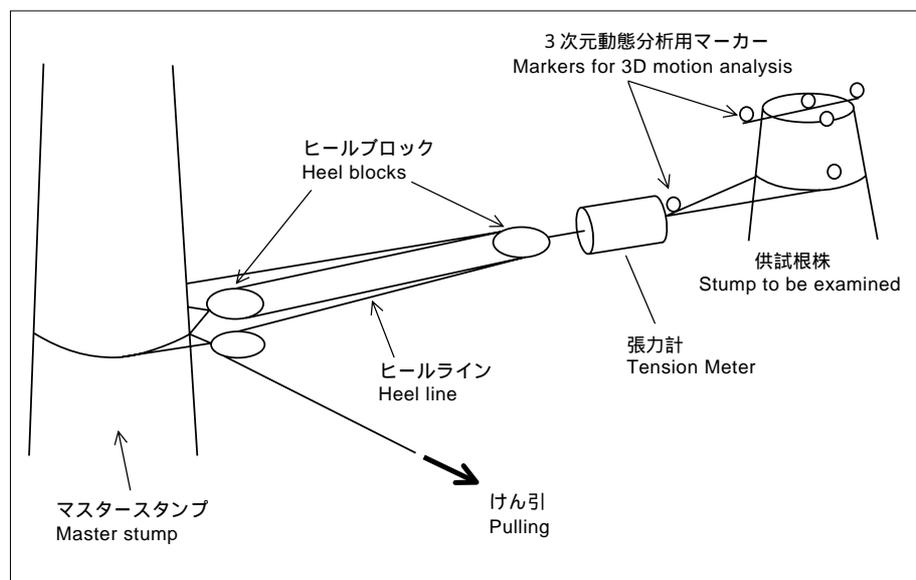


Fig.1. 試験方法
Lay out of examinations.

3次元座標を決定し動きを分析する方法である。本試験においてはImageExpressとMovias for Windows(ナックイメージテクノロジー製)を用いた。

3. 結果と考察

3.1 根株強度

生物である根系の状態と地形や地質の状態は密接に関係しており、これらが根株の強度を決定するものであるが、現段階では各因子の諸関係が複雑すぎて解明するに至っていない。また、根株をアンカーとして用いる以上、その強度の推定は非破壊で行わざるを得ないため、ばらつきの大きい結果であることを承知の上、現場において簡便に計測が行える因子を用いて推定することが望ましい。根株の直径はこの条件を満たしかつ強度との相関が

高い因子であり、過去の試験においても平均根株直径と強度の相関が論じられていることが多い。また、実用上有効な回帰式として根株強度は平均根株直径の2乗に比例するとした小沼ら(1988)の結果に基づき、本試験においてもFig.2の測定結果に回帰式 $y=bx^2$ のあてはめを試みた。なお、根株強度については水平分力に換算する必要があるが、けん引方向は次第に変化する。本試験では最大張力発生時のけん引角度を3次元動態分析より求め、従来試験に比べてより正確な水平分力を算出している。

各樹種の回帰式および相関係数は以下の通りである。

$$\text{カラマツ: } y=11.815x^2 \quad R^2=0.6979$$

$$\text{スギ: } y=10.292x^2 \quad R^2=0.7983$$

$$\text{ヒノキ: } y=10.091x^2 \quad R^2=0.8624$$

$$y: \text{根株強度 (kgf)} \quad x: \text{根株直径 (cm)}$$

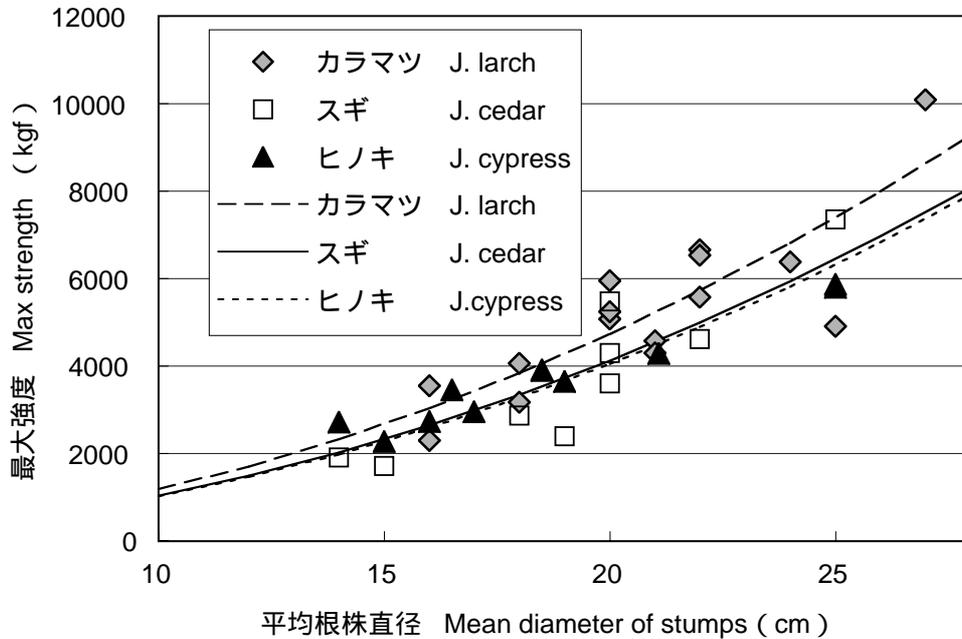


Fig.2. 根株直径と強度の関係
Relationship between diameter of stumps and strength.

以上のように各樹種とも根株の最大強度は根株直径の2乗値との間に高い相関があることが本試験においても確認された。しかし、カラマツについては他樹種に比較してばらつきが大きいので、実用上注意が必要である。最も低い実測値の回帰式から求めた計算値に対する割合は、カラマツ66.5%、スギ64.2%、ヒノキ91.8%となった。中村(1966, 1969)と同様に最低値線を本試験結果より求めるなら、それぞれの回帰式にこれらの割合を乗じればよい。

また、小沼ら(1988)によると過去の測定事例(尾坂ら, 1965)(東京営林局, 1968)より求めた回帰式は以下の通りである。

$$\text{スギ: } y = 7.373x^2$$

$$\text{スギ: } y = 7.390x^2$$

$$\text{ヒノキ: } y = 9.173x^2$$

y : 根株強度 (kgf), x : 根株直径 (cm)

カラマツについては同様の分析がなかったため比較できないが、スギとヒノキについては本試験の測定事例の方が高い強度を持っていたという結果となった。

3.2 根株の倒伏角と強度について

根株にかかる力により根株の状態はどのように変化していくのか、また、状態の変化に応じた強度の変化を知ることが、根株をアンカーとして用いる上で重要な問題である。集材架線装置の索張力に影響する要素としてはアンカーの移動量を知る必要があるが、抜けていく根株の動作は直線運動ではなく複雑な曲線運動であることが

わかっている(中村, 1966, 1969)。また、索のけん引方向も逐次変化していくため、アンカーの移動量を求めるのは困難である。本試験では移動量の代わりに倒伏角と強度との関係について分析を行うこととした。

三次元動態分析の結果よりデータの解析が可能であったそれぞれの根株について、けん引開始直後の状態を0度とした根株倒伏角と測定張力(けん引角度による補正は行っていない)の推移をFig.3に示す。

カラマツについては、最大張力時の根株倒伏角は1.5~13度で、本試験の対象樹種では最もばらつきが大きかった。これらの根株倒伏角の平均値は9.2度であるが、最大値である39.7度の事例を除くと6.4度となる。根株倒伏角と測定張力の関係については、概して張力は最大張力を過ぎてからゆるやかに減少していき、約20度傾くまでけん引した9本の根株の強度は最大値の65~88%の範囲であった。

スギについては、本試験では最大張力時の根株倒伏角は3~7度、平均値は4.2度と本調査における他の2樹種と比較して最も小さく、ばらつきについても中村(1966)の試験結果の「2~5度」よりは大きい。根株倒伏角と測定張力の関係については「細く若い根株では、同じく5度付近で最大抗張力をしめしてから後も、傾きが20~30度に達しても目だたない抗力低下を示さない傾向がある」(中村, 1966)とした結果と同様、張力の低下が少ない傾向が見られたが、倒伏角10度程度で試験を中止したため十分な比較は出来なかった。

ヒノキについては、最大張力時の根株倒伏角は3~10度、平均値は5.2度であった。「最高強度をしめたと

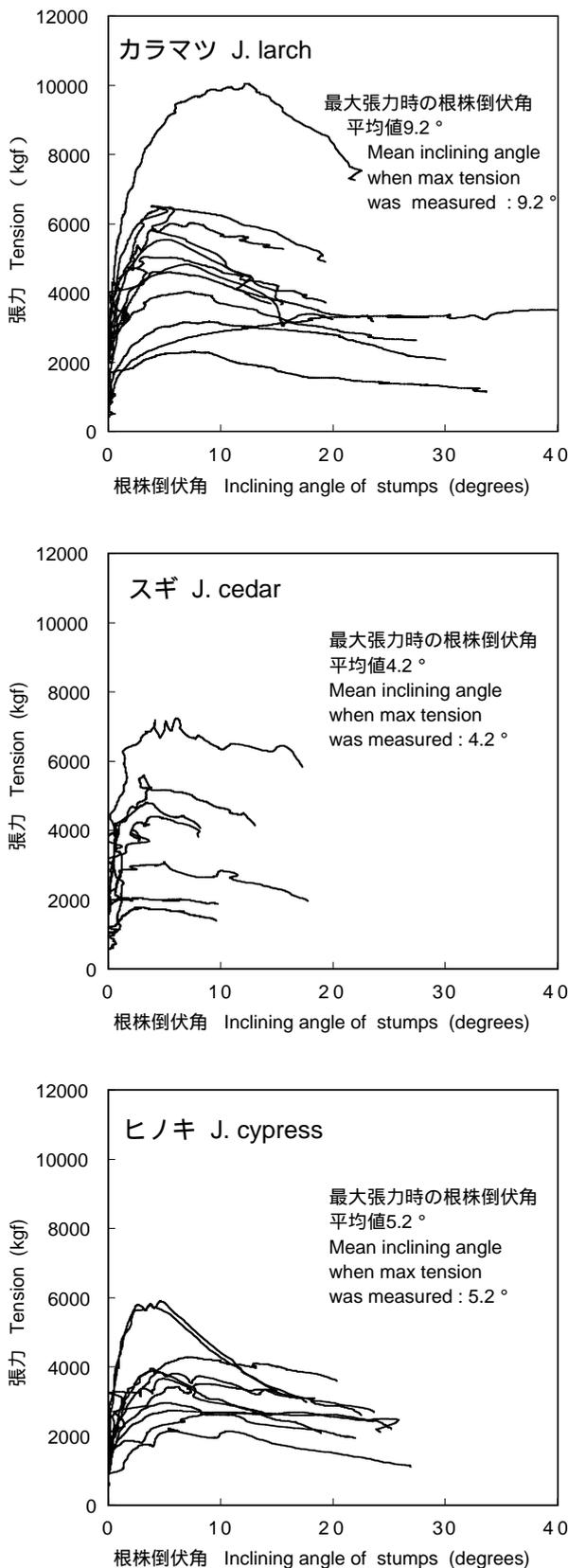


Fig.3. 根株倒伏角と測定張力の推移
Transitions of relationship between inclining angle of
stumps and measured tension

きの根株の傾きは2～9°の間に分散し傾向がはっきり出ていない。」とする中村(1966)の結果と同様であった。根株倒伏角と測定張力の関係については6000kgf程度の最大張力を記録した根株はその低下がすみやかで、傾きが20°前後になったときに張力は最大値の50%程度に低下する傾向が見られた。

4. まとめ

これらの試験分析を通じて根株強度について、常に不確実性を伴うことも既存の研究成果と同様認識せざるを得ない。試験場所の地質や土壌の状態、立木の生育状況等の各因子の複雑性がこの不確実性の原因であり、安全に作業を遂行する上では根株強度に十分な安全率を見込むことが必要となる。最大張力はランニングスカイライン式の控索で1tf程度、スナビング式の控索で2tf程度と言う測定事例がある(上村ら, 1992)。概ね今回の試験地では平均根株直径の2乗値の10倍が根株強度であるという結果が得られたため、集材架線の控索と同様に安全率4を適用すれば、控索の最大張力が2tfの時28cm、1tfの時20cmの根株が必要であり、これより小径の根株を利用する場合はあらかじめ十分な補強を施すことが安全作業上望ましいであろう。また、最大張力時の根株の傾きは平均で4～6°の範囲であり、目視で判断出来るほど傾いた根株はアンカーとして用をなしていないことがわかる。集材架線の架設後に行う試運転の際には最低限根株が動かないことを確認することが必要不可欠であることが再確認された。

最後に、本試験を遂行するにあたりご協力いただいた、林業・木材製造業労働災害防止協会の松隈 茂氏、山梨県森林総合研究所の小林茂樹、矢野正勝の両氏に深く感謝の意を表す。

引用文献

- 小沼順一・柴田順一・今富裕樹・峰川三七三(1988)根株強度の回帰式, 関東支論, 40, 261-262.
- 中村英碩(1966)集材機, 索道用根株アンカーの強さ, (社)日本林業技術協会 最近の林業技術, No.10, 38p.
- 中村英碩(1969)林業機械の効果的作業技術(架空索用根株アンカーの強度), 林試研報, 225, 1-11.
- 尾坂靖二・梅田昭二・角田二郎(1965)伐根の引抜き試験について, 青森営林局 林業技術研究集録, 145-148.
- 東京営林局 作業課(1968)集材架線用アンカーの強度試験報告書, 42p.
- 富永 貢(1972)伐根アンカーの強度, 機械化林業, 223, 59-69.
- 上村 巧・広部伸二・陣川雅樹・辻井辰雄(1992), タワー集材機の索張力特性, 平成4年度資源・素材関係学協会合同秋季大会分科研究会資料(ワイヤロープ), 49-52.