

手順を公開！
イラスト&解説で進める全9回
資機材リスト付き。作業進捗リスト付き



けいかせん さくばり 軽架線システムの索張り (PDF)



2020年7月21日 森の機械株式会社 作成
搬器メーカーとして販売促進を目的として本資料を提供しています。
架線集材や伐採にかかわる業務は事業として行っておりませんのでどうかご了承ください。
記載した数値は実際のケースによって大きく異なることがありますのでお客様の裁量にて採用ください。
本資料の記述は予告なく変更することがあります。
本資料は許可無く複製・配布できません。

【お問合せ先】「森の機械」で検索 または メール：sup@morinokikai.com または 電話：0575-30-8129

「軽架線システムの索張り」の手引き書です

重機を使わず、最も単純な索張り（＝軽架線）で材を小運搬するための方法を取りまとめました。
道を付けられない場所での作業や、寄りつきの悪い場所での作業、重機を使わず小型動力のみによる作業をお考えの方はぜひご参考ください。
この作業に先立って行われる伐倒（伐り倒すこと）の手順については触れていませんのでご了承ください。

0. はじめに

日本は山が急峻で、大型重機を入れる道が付けられません。立派な道を作ると治山・治水上も問題が出てきます。

いずれ道を広げず、あるいは道から離れた材を長距離運搬する必要が出て参ります。それに応えられるのはいずれドローンになるかもしれませんが、今は架線による方法も大事です。

架線による運搬方法としては、最近はスイングヤード（高性能林業機械の1つ）が普及してきています。しかし7トン以上もある大型重機のため、現場に寄りつくには広い道が必要になります。また高額のため資金がないと参入できませんし、当事者になれば当然のごとく投資回収のために大規模な運用に走りがちです。そうすると山にとってあまりよい未来が描けません。

規模を求めざるを得なくなった林業のコアの世界にいらっしゃる方々はそんなジレンマを抱えておられると思います。

■ 活用いただきたい方

ところで、これからご紹介する軽架線システムを活用いただきたい方は、林業を本業とせず、副業あるいは林業の関連産業として従事されている方々です。

林業の現場で常識的に導入されている大型重機を果たして購入する必要があるのか、別のジレンマを感じておられましょう。自然とふれあって仕事をしたいのに、機械に頼りすぎることに抵抗をお感じになるかもしれません。目の届く範囲が狭くなることに抵抗をお感じになるかもしれません。

軽架線システムは、現在の林業の世界から見ると原始的で、使う機材は軽装です。しかし**大型重機を使わないので設備負担が小さく、原理も分かりやすい**という特長があります。

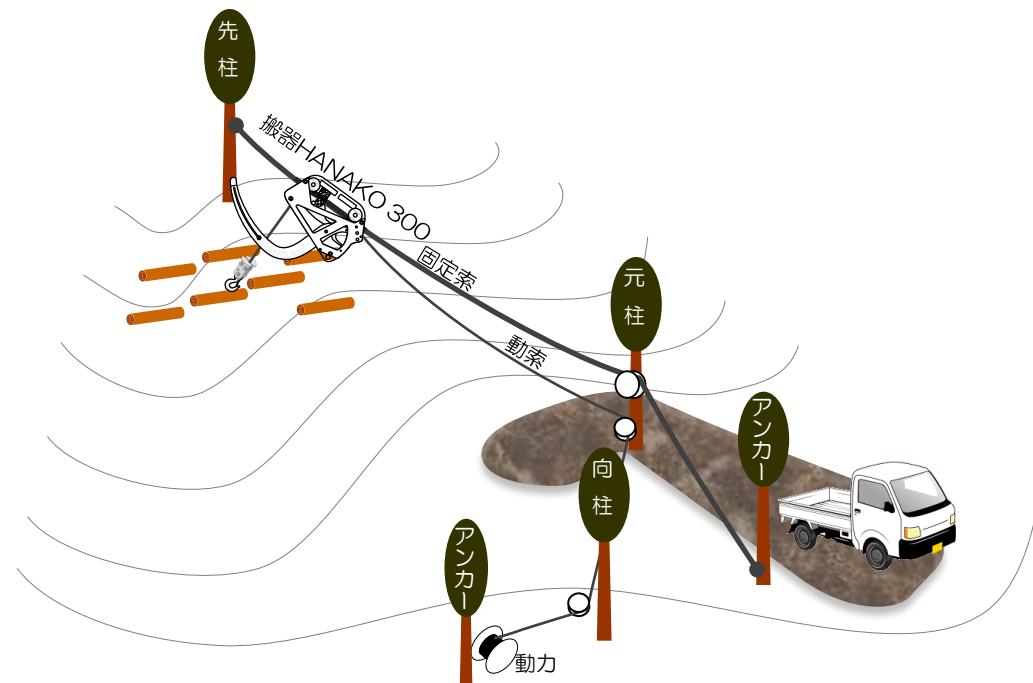
規模を追わない小さな林業を担う方々へ

農業の片手間で山の木を集められないか、キノコ・薪炭の原木を運搬できないか、里山の倒木・危険木・林地残材の撤去ができないか、資材や苗を運べないか、など軽架線システムの応用範囲はいろいろあります。

軽架線システムは運搬量は小さい（小運搬）ながらも様々な荷を対象にすることができます。**小さな林業、あるいは山仕事全般における運搬用途**のために、軽架線システムの活用をどうか一考ください。

まずは次の図をごらんください。

道のない所で伐った木をどうやって道のあるところまで運ぶか？を考えていただけるとイメージしやすいでしょう。軽架線システムは、ざっくりとしたイメージで表すとこんな具合です。



上図は単純なケースを想定して描いています。
また周辺機材を省略して描いていますのでご注意ください。

とはいえ、それでも複雑に見えるかもしれません。

架線（かせん）＝空中に張ったロープです。電車の架線のように電気が走っているように誤解されるかもしれませんが、こちらの架線は電気を伝えず、力を伝える手段として使われています。

架線システム＝架線に加え動力や搬器などを含んだ全体構成をいいます。構成する要素の多さで、費用や技術も変わってきます。

集材（しゅうざい）＝林内のように一般道路がない場所で行う運搬をいいます。軽架線システムは、架線による集材を行うための、最も単純な方法です。
※一般道路における運搬を運材といえます。

索張り（さくばり）＝架線を設置することをいいます。本資料は軽架線システムの索張りについて説明しています。

【本資料が想定する集材イメージ】
本資料ではHANAKO 300（森の機械製）の仕様に準拠し、小運搬を目的に以下を前提条件に解説しています。
・経路長（先柱～元柱）：50m
・集材する荷の重さ：最大150kgf
個別ケースにおける資機材の仕様・数量はこの前提を応用して対応ください。

■ 軽架線システムの構成要素

軽架線システムを実現するにはいくつかの資機材が必要になります。
構成要素として示すとざっと以下のものがようになります。

・ 固定索（こていさく） 1本

固定索はその名の通り固定されたロープで、鉄道で喩えるとレールの役割を果たします。これ自体で動力を伝えることはできませんが、搬器や荷の運動の軌道をなしてくれます。

固定索は主索、本線と呼ぶこともあります。

また空中で荷を支えることからスカイラインと呼ぶこともあります。

・ 動索（どうさく） 1本

荷に動力を伝達するためのロープです。

したがって動索の一端は、荷につながります。

もう一端は動力につながります。

・ 動力（どうりょく） 1つ

動索に動力を伝えます。

ここで使用する動力は、ロープを巻き取るドラムを備えたタイプのものです。

・ 搬器（はんき） 1つ

固定索によって空中に支持され、荷の運動制御を行います。

これ自体に動力を持ちませんが、動索から伝わる動力を滑車などの機械的なしくみを使って制御しています。

よって、搬器の中を固定索と動索が通過します。

※軽架線システムにおいて、搬器の運動制御の方法はさまざまなので、ここでは詳細を省かせていただきます。

先の図のHANAKO（森の機械製）も搬器の1つです。

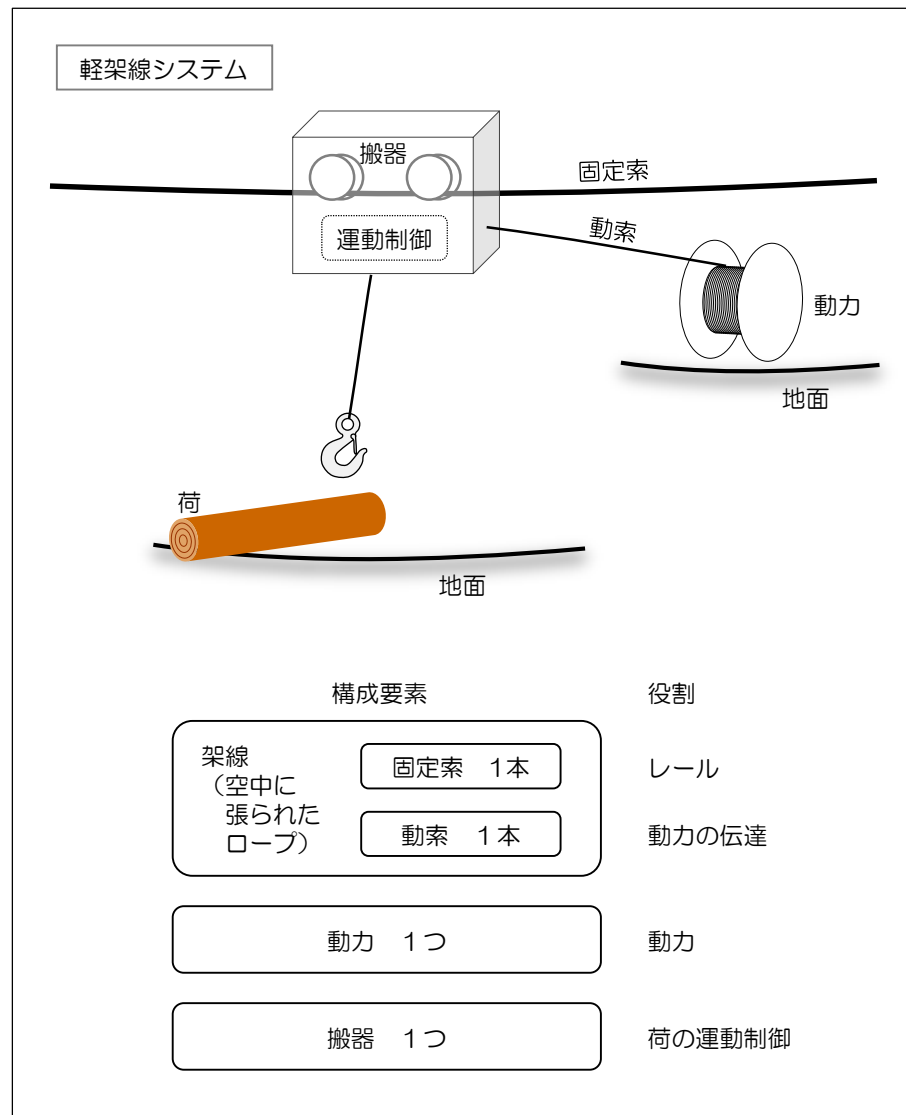
以上、軽架線システムの構成要素として列挙させていただきました。

■ 何が単純なのか

軽架線システムの何が単純かというと、「**動力が1つ**」という点です。これこそ軽架線システムの定義といってもかまいません。

「軽架線って何ですか？」と言われたら、「動力1つで行う架線」と答えてよいでしょう。

動力が1つというのは大きなメリットで、導入のハードルがいきなり低くなります。2つと1つとではシステムの複雑さが大きく違うため、運用のための技術や導入費用も違って当然です。



【追加解説】

他方、現在の架線集材は、動力を2つ以上組みあわせて使うシステムが一般的になっています。複数の動力を使うのは、荷の運動制御の能力を高めるためでした。他方で問題点も残して（増やして）いますので次の例に示します。

○スイングヤード（動力2つ）

荷を前側と後側から同時に引っ張りながら地面から浮かせて運びます。2つの動力を電子回路で同調するように制御しているので、運転は簡単になります。しかし機械がとても高価です。また大型重機がベースマシンになるので、広い道が必要になり、寄りつきの悪さが急峻地形における大きな制約になります。

○エンドレスタイラー方式の架線集材（動力3つ）

3つの動力がそれぞれ、「荷を昇降する」「荷を前後に移動する」「荷掛け地点までフックを動かす」仕事に割り当てられています。マニュアルで動力を操作して行っていますので、運転に高い技量が求められます。それを教えられる人に出会うのがますます難しくなっています。

一度この業界に入ってしまうと、これらが普通の方法になるのですが、「動力が2つ以上」になるとシステムがいきなり複雑になり、費用や技量の面でハードルが高くなることがお分かりになるのではないのでしょうか。

ひるがえって、軽架線システムは動力が1つのため

- ・ 設置が簡単
- ・ 設備投資も少ない
- ・ メンテナンスも楽
- ・ 動きが目につきやすく想像もしやすい

というメリットがございます。

■ 地引とも違います

念のため、動力1つで行う集材には、「地引（じびき、地曳とも）」があります。

ただしこれは架線を使わない方式です。架線を使わないので、材を浮かせず、完全に地ベタを引きずって集材する方法になります。

よって地引集材は株などの障害物があると立ちゆかなくなることがあります。

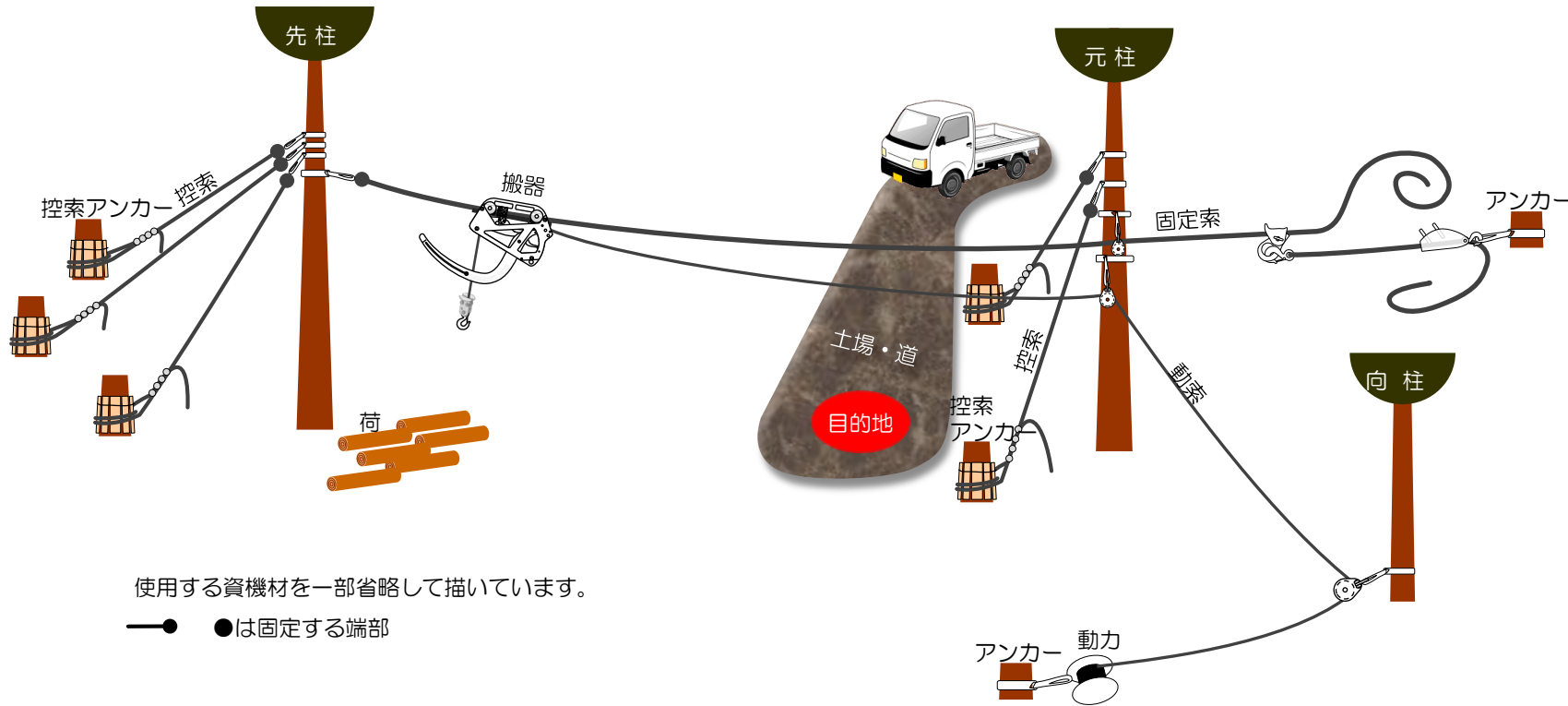
改めて、架線とは厳密には「空中に張られたロープ」をいいます。空中に張られたロープで荷を垂直方向に支え、地面の抵抗や障害物を回避する目的が込められています。つまり架線を使うことで、浮かせた状態で荷を運べるようになるのです。

軽架線は地引ではありません。

改めて、軽架線とは「動力1つで行う”架線”」と申し上げておきます。

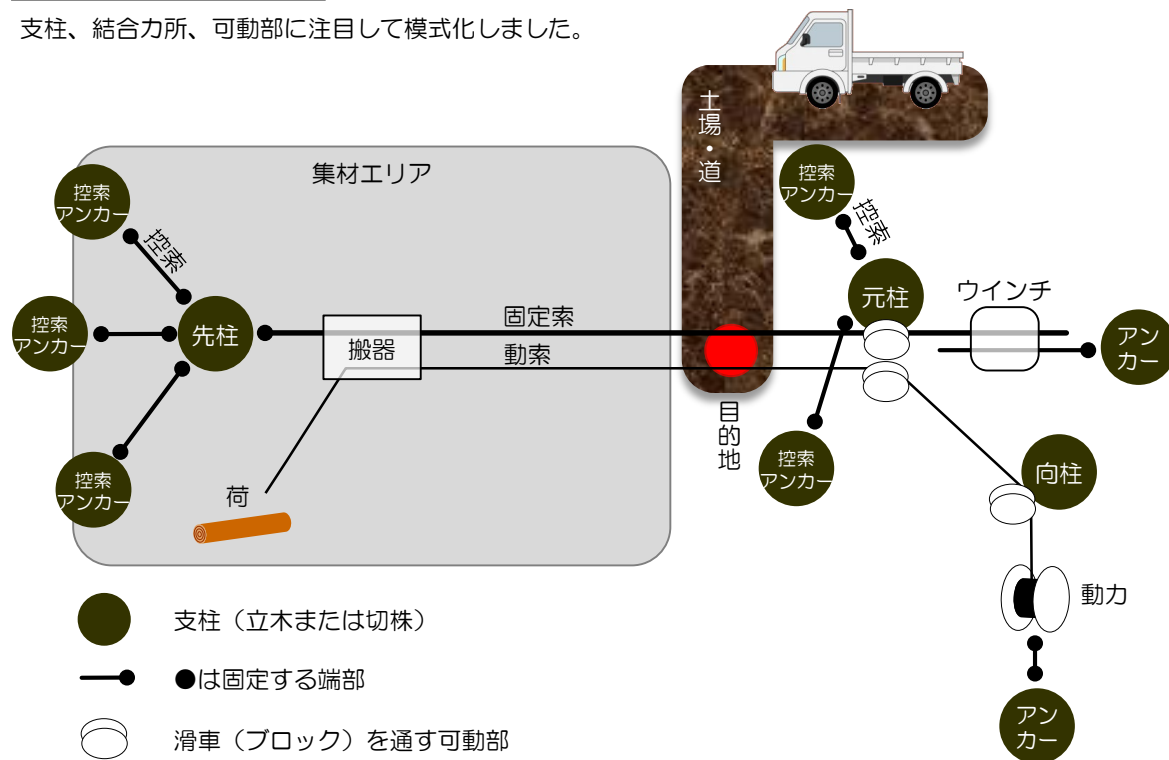
A. 完全ケース

先柱や元柱の強度に不安があり、控索による補強索が必要になるケースです。支柱が増えるため作業量が多くなります。



真上から見た模式図

支柱、結合力所、可動部に注目して模式化しました。



■ 全体像

解説の前提となる全体像は以下2ケースです。ケースによって作業内容が異なりますので、目次をみて進めてください。

A. 完全ケース

先柱や元柱の強度に不安があり、控索による補強索が必要になるケースです。支柱が増えるため作業量が多くなります。

B. 簡易ケース

先柱や元柱の強度に不安がなく、補強策を必要としないケースです。必要最小限の支柱ですみます。

実際の立木や切株を使用する関係で、現実にはAとBの中間的なものになります。必要に応じ、何を省き何を足すかを柔軟に対応してください。

目次 A. 完全ケースに必要な作業の流れと解説ページ（回）

地形を確認する	地形によって架線集材の適性が決まります。 →第1回 P5
支柱を決める	索張りに使用する支柱（立木、株）を決めます。 →第2回 P7
集材路を伐開する	支柱を残して、集材路を伐開します。 →第3回 P10
固定索を設置する	先柱に取り付ける ☆ →第4回 P12
	控索で先柱を補強する ☆ →第5回 P13
	元柱に掛け、アンカーに繋ぐ ☆ →第6回 P15
	控索で元柱を補強する ☆ →第7回 P17
	固定索の張り上げ状態点検する → P20
動力を設置する ☆	動力を設置し、アンカーに繋ぎ止めます。 →第8回 P21
動索を引き回す ☆	動索を引き回します。 →第9回 P22
（付属資料） 資機材リスト → P24 （付属資料） 作業進捗リスト → P26	

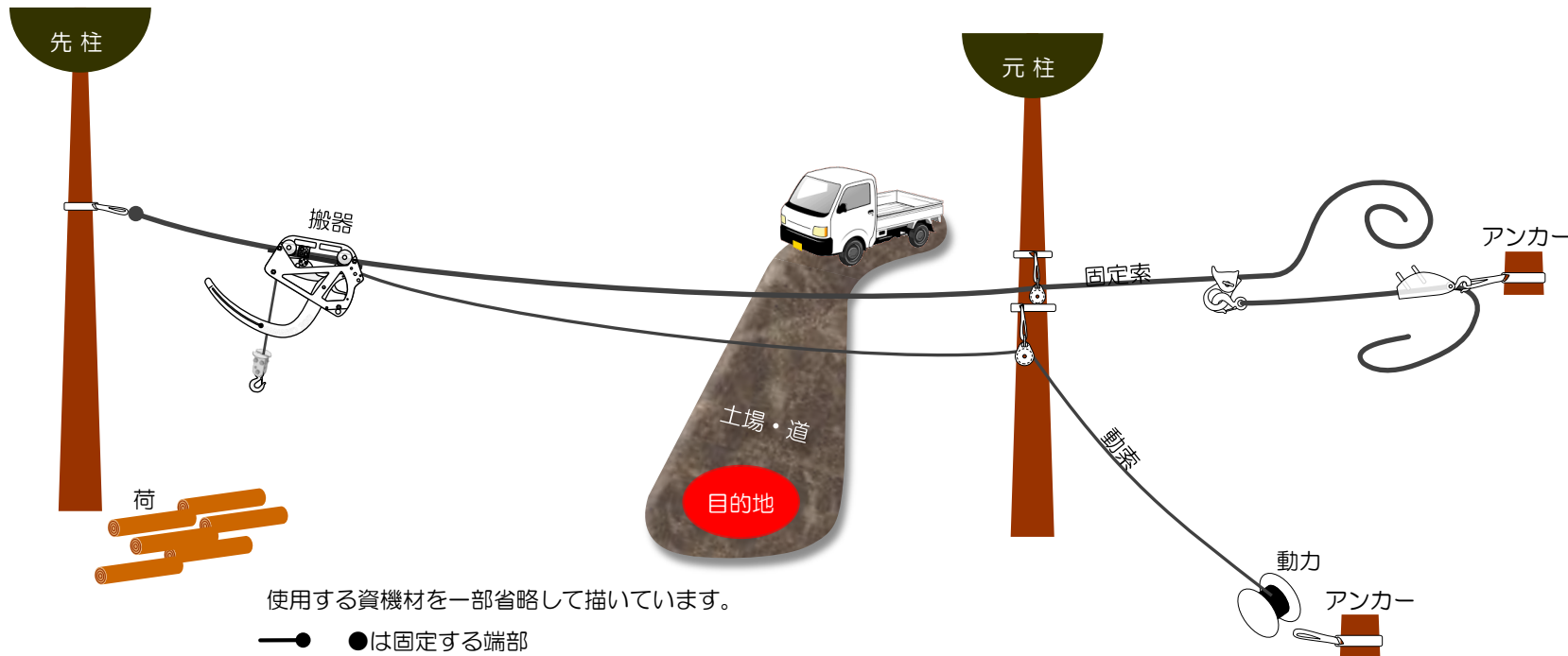
（ご参考）HPIにて解説「HANAKOの使い方」をご覧ください。
<https://www.morinokikai.com/products/hanako300/howto/>
 本資料では省略



☆のついたページ：必要な資機材をリストしていますのでご参考ください。

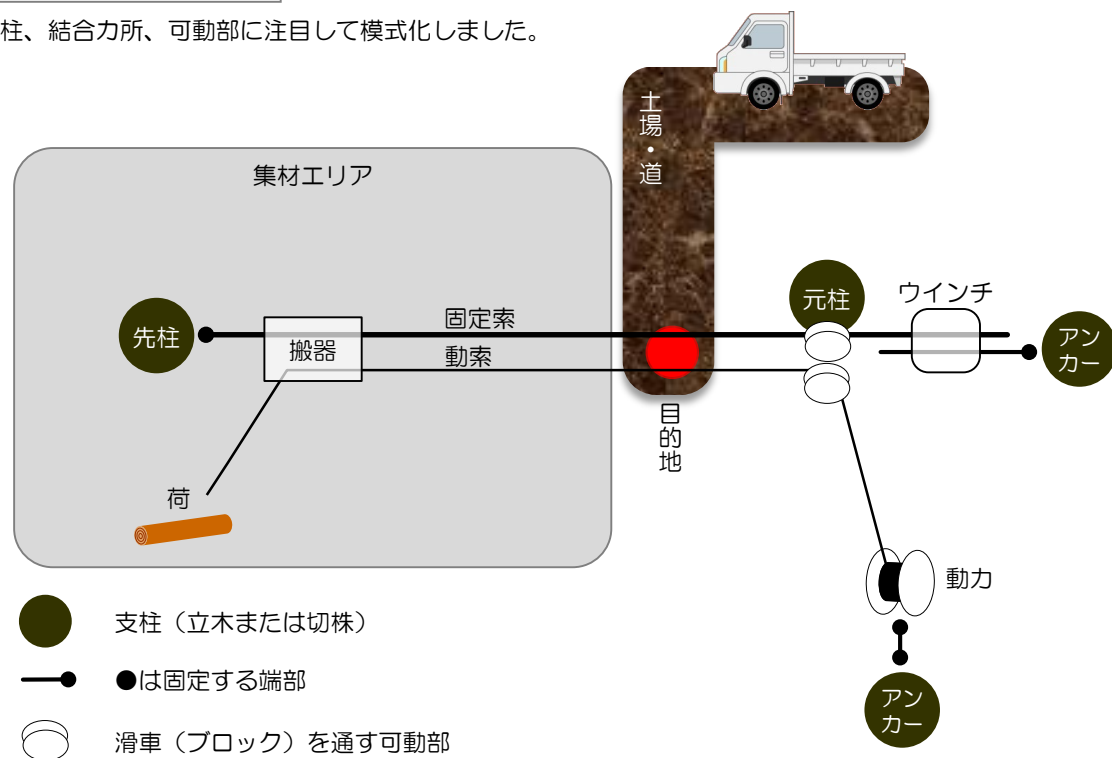
B. 簡易ケース

先柱や元柱の強度に不安がなく、補強策を必要としないケースです。
必要最小限の支柱ですみます。



真上から見た模式図

支柱、結合力所、可動部に注目して模式化しました。



目次 B. 簡易ケースに必要な作業の流れと解説ページ（回） 第5回と第7回が省略されます

地形を確認する	地形によって架線集材の適性が決まります。 →第1回 P5
支柱を決める	索張りに使用する支柱（立木、株）を決めます。 →第2回 P7
集材路を伐開する	支柱を残して、集材路を伐開します。 →第3回 P10
固定索を設置する	先柱に取り付ける ☆ →第4回 P12
	控索で先柱を補強する ☆ →第5回 P13
	元柱に掛け、アンカーに繋ぐ ☆ →第6回 P15
	控索で元柱を補強する ☆ →第7回 P17
	固定索の張り上げ状態点検する → P20
動力を設置する ☆	動力を設置し、アンカーに繋ぎ止めます。 →第8回 P21
動索を引き回す ☆	動索を引き回します。 →第9回 P22
（付属資料） 資機材リスト → P24 （付属資料） 作業進捗リスト → P26	

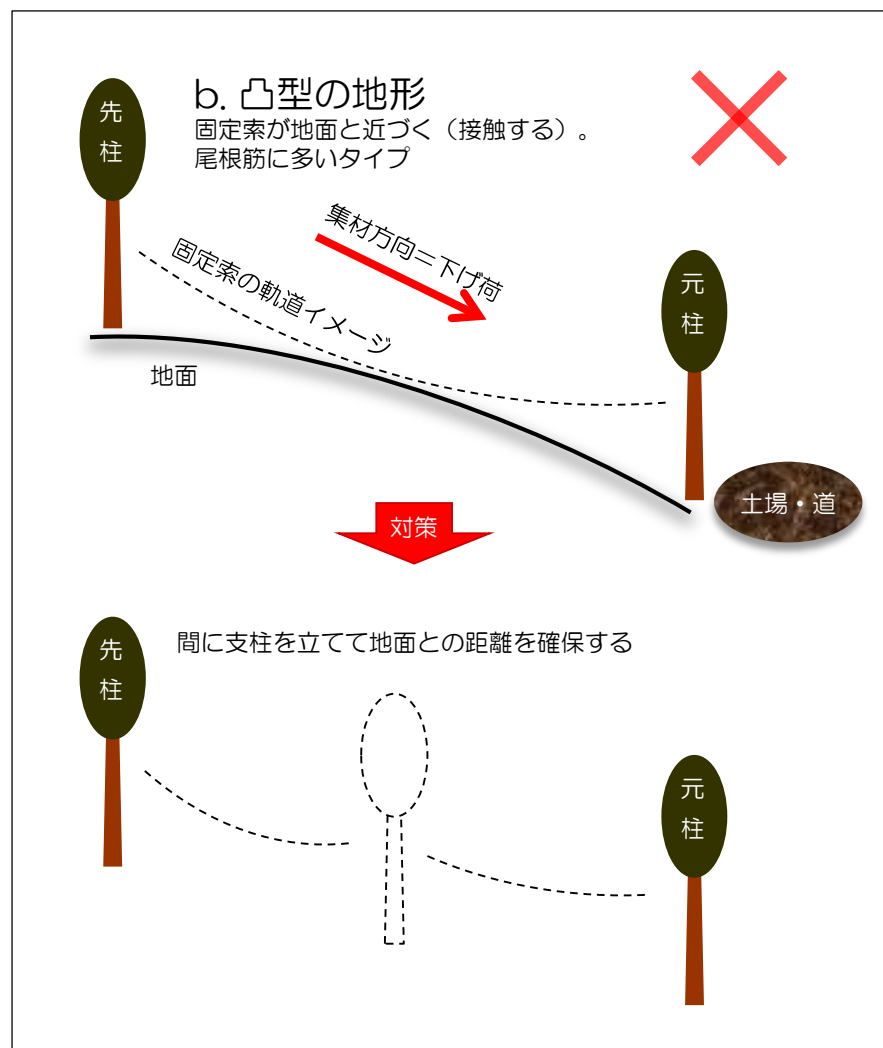
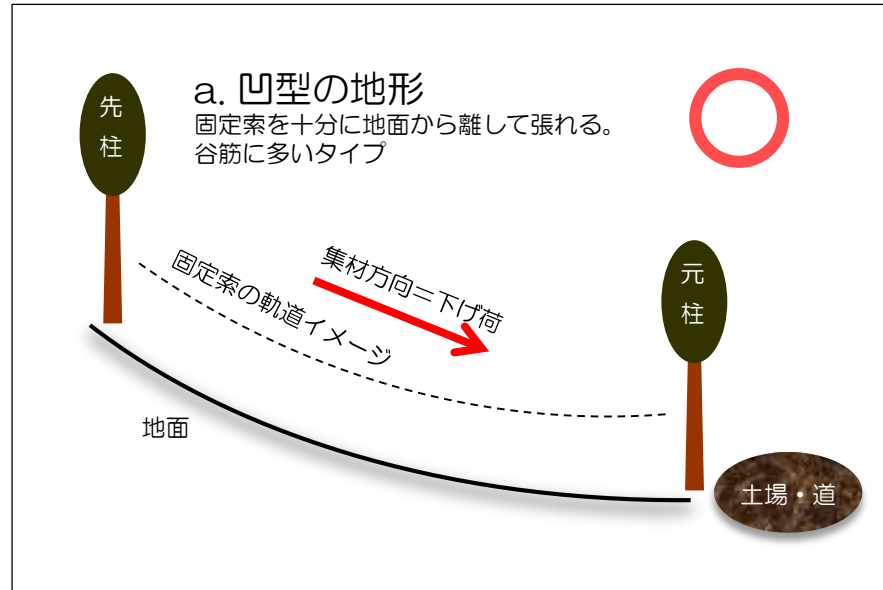
（ご参考）HPIにて解説「HANAKOの使い方」をご覧ください。
<https://www.morinokikai.com/products/hanako300/howto/>
 本資料では省略



☆のついたページ：必要な資機材をリストしていますのでご参考ください。

下げ荷となる傾斜

集材の目的地となる土場・道が谷側にある



架線集材は地形の影響を大きく受けます。地形によって架線集材の適性が決まります。

地形は変えられませんので、最初に地形を確認しておきます。後に続く支柱の見当付けも、地形に基づいて行われます。

地形の大きなポイントは傾斜です。傾斜すなわち集材方向が「下げ荷」か「上げ荷」かで、リスクが大きく変わってきます。

下げ荷となる傾斜

集材の目的地となる土場・道が谷側にあるケースです。

下げ荷方向の集材は、材が地面から離れたときに暴走（滑落）する危険があります。

牽引方向と重力方向が一致するため、株などにひっかかって力を貯めてしまうと、解放されたときに材がいきなり飛び出し、減速せずに谷側に落ちてきたりするので、事故に発展するリスクがあります。

とくに、20° を超える斜面は要注意です。

【対策】その上で、とるべき対策は、

谷側での作業が危険なので、立入禁止エリアや退避エリアを事前に決めておくことは最低限必要になります。

また可能であれば、材の暴走（滑落）抑止などの仕組みを架線や搬器に事前に取り入れておくことも大事です。

凹型か凸型か

そして架線への適性という点で、地形（地面の形状）が凹型か凸型かも大事なポイントです。

a. のように凹型の地形になっていると、架線集材しやすくなります。なぜかという、架線を地面から十分に離して張ることができるからです。

なかでも固定索（または主索、本線とも呼びます）は、荷を地面から浮かす支持力を伝えるロープです。荷を掛けた状態は当然のことながら、架線自体も重力で垂下しますので（垂れ下がる）、地面からの距離を保持するうえで、凹型になっていることは大事なポイントです。

逆にb. のような凸型の地形はどうでしょう。

架線が地面に近づいてしまいますので、架線集材には不向きです。垂下（垂れ下がり）する分もあるので、なおさらです。地面との距離を確保するために架線の取付位置を高くするのはお勧めできません。

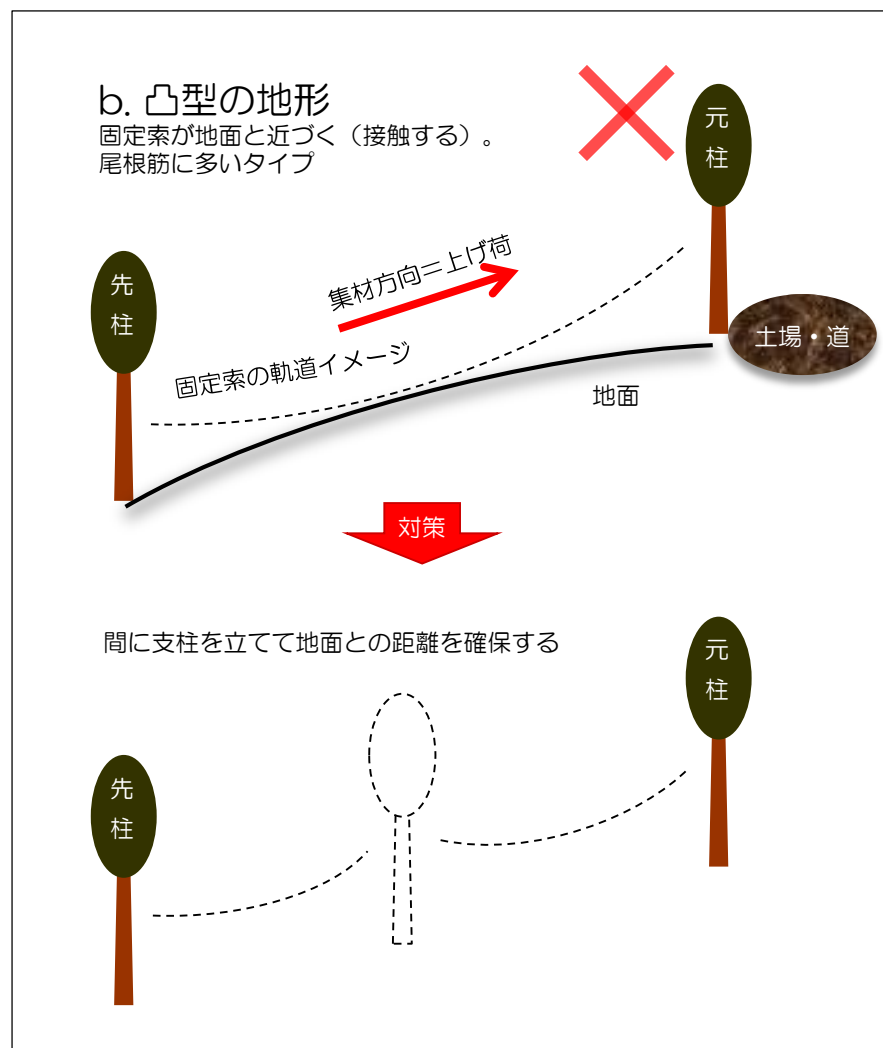
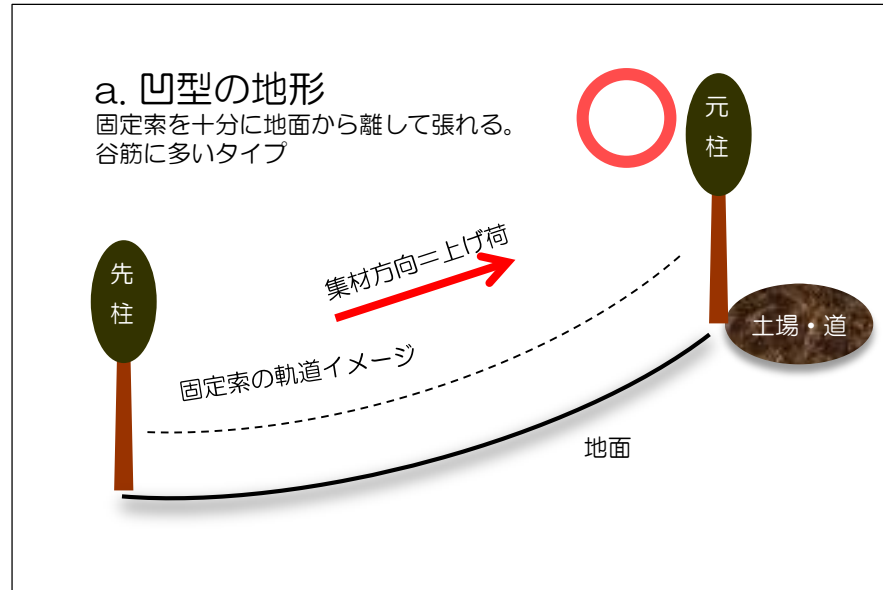
取付位置が高くなると作業が大変になり、また支柱となった立木が倒れやすくなります。テコの原理で、小さな力でも立木を倒すことに発展しかねませんので、架線を高くすればよいというものではありません。

それでも架線を使うということであれば、間に支柱を立てて、地面との距離を確保するようにします。荷の上げ下ろしが増えますが、支柱を増やせば確実に長距離を運ぶことができます。

集材にはa. の凹型の地形が有利です。a. は谷筋に多く、b. は尾根筋に多く見られますので、谷筋から見当を探し始めるのがよいでしょう。

上げ荷となる傾斜

集材の目的地となる土場・道が山側にある



■ 上げ荷となる傾斜

集材の目的地となる土場・道が山側にあるケースです。

上げ荷では下げ荷のような暴走事故が起きにくいといえます。牽引方向と重力方向が拮抗するためです。

そのため、安全に行えるのが特長になっています。

経験の浅い方の立場にたって優先順位を申し上げるなら、上げ荷の斜面を優先すべしとお勧めします。

しかし道がついておらず上げ荷ができない林で上げ荷を行うには、道を林の上方まで延ばす必要があります。元から作られていた道ならともかく、集材をするためにわざわざ道を作るのはいかながなものでしょう。道を作るにはバックホウなど重機も必要になります。

（余談）日本には放置林が多いと言われます。

地形が急峻なので、なかなか道を付けづらいこともあり、植林された人工林も、道の下（谷側）には少なく、道の上（山側）に広がっていることが多くあります。下げ荷が危険な作業のため、上げ荷に比べて後回しになってきたことも、人工林を放置する背景になってきたように思われます。放置林と集材技術の問題はきっと深い関わりがありましょう。

凹型か凸型か

さて、架線への適性という点で、地形が凹型か凸型かは重要なポイントです。下げ荷のケースと同様です。

a. のように凹型の地形になっていると、架線集材しやすくなります。なぜかという、架線を地面から十分に離して張ることができるからです。

なかでも固定索（または主索、本線とも呼びます）は、荷を地面から浮かす支持力を伝えるロープです。荷を掛けた状態は当然のことながら、架線自体も重力で垂下しますので（垂れ下がる）、地面からの距離を保持するうえで、凹型になっていることは大事なポイントです。

逆にb. のような凸型の地形はどうでしょう。

架線が地面に近づいてしまいますので、架線集材には不向きです。垂下（垂れ下がり）する分もあるので、なおさらです。地面との距離を確保するために架線の取付位置を高くするのはお勧めできません。

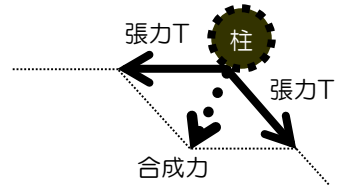
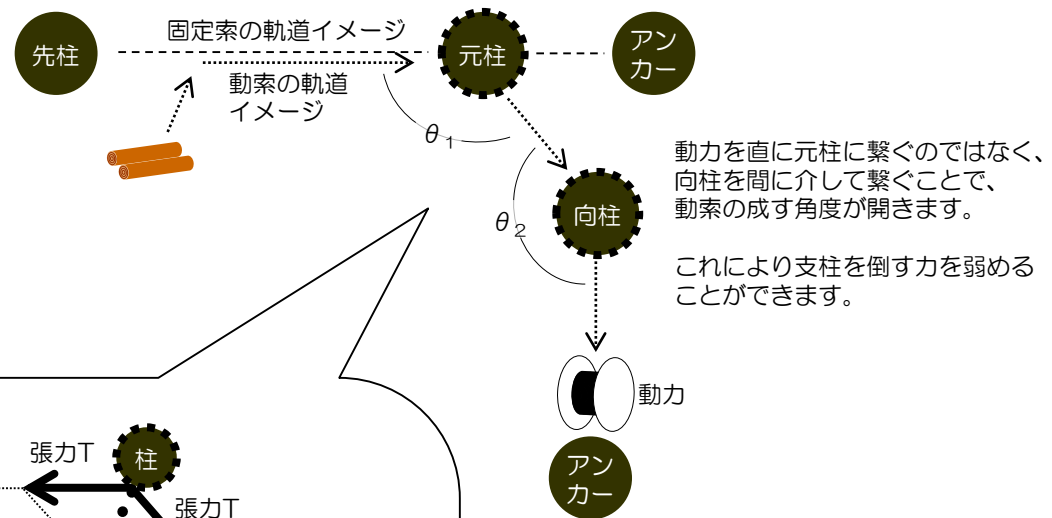
取付位置が高くなると作業が大変になり、また支柱となった立木が倒れやすくなります。テコの原理で、小さな力でも立木を倒すことに発展しかねませんので、架線を高くすればよいというものではありません。

それでも架線を使うということであれば、間に支柱を立てて、地面との距離を確保するようにします。荷の上げ下ろしが増えますが、支柱を増やせば確実に長距離を運ぶことができます。

集材にはa. の凹型の地形が有利です。a. は谷筋に多く、b. は尾根筋に多く見られますので、谷筋から見当を探し始めるのがよいでしょう。

向柱の検討

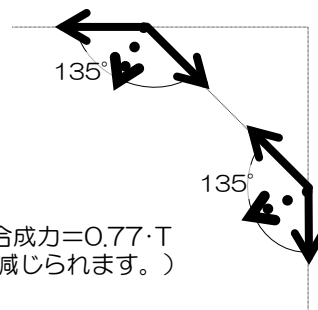
向柱は基本の支柱ではありませんが、元柱の強度によって使用すべきか検討します。



合成力 < 張力T にする

動索の成す角度 θ を大きめの鈍角（ $120^\circ \sim 180^\circ$ ）にすることで、支柱を倒す力を弱めることができます。

【計算例】



135° のとき、合成力 = $0.77 \cdot T$
（張力の77%に減じられます。）

■ 元柱の強度を確認する

元柱には、動索の張力が横方向（斜め方向含めて）から働きます。

後述するように危険エリアがあり、元柱の後ろ側（アンカー側）は動力を置くことが難しいため、動力は固定索に対して横方向に離して置くことになるためです。こうした動力からの力をふまえ、元柱が倒れてこないか強度を確認します。

- ・ 元柱が細くて頼りない（腐っていたり枯れているものは論外）
- ・ 動索の成す角度が小さく（ $\sim 120^\circ$ 以下）、元柱に動索の緊張が強く伝わる
- ・ 動索の取付位置が高く、弱い力でも倒す力が大きなものとなる。

このような様子が感じられるなら、元柱が転倒するリスクがありますので対策を講じる必要があります。転倒のパターンには、幹折れや根返り（根こそぎ倒れること）も含まれます。

■ 向柱を立てて元柱の転倒を防止する

元柱の強度に不安があるときは、向柱（むかいばしら）を立てて元柱の転倒を防止します。

元柱と動力の間に適切な立木（または株）を見つけてそれを向柱にします。動力や動力固定のためのアンカーの位置も、向柱次第で決め直してもよいでしょう。

「向柱を立てる」というのは、**動索の力を2段階で和らげる**、という意味です。元柱の段階と向柱の段階に分けて力を和らげることで転倒リスクを低くすることができます。

動索が元柱を倒そうとする力は、張力の合成力でお考えください。張力は動索の両側（入口側と出口側）で同じ大きさで働きます。「力の平行四辺形」はこの場合、4辺の長さが等しい菱形になり、張力の合成力は簡単に概算できます。

【計算式】 合成力 = $2T \cdot \cos(\theta/2)$

例えば次のような比較をしてみましょう。

- ・ 向柱を使わず元柱から直角に動力を引いた場合

元柱にかかる合成力 = $1.4T$ となり、元柱には張力の4割増しの力がかかることになります。動索の取り付け位置が高ければテコの作用が強く働き、元柱を引き倒しかねません。

- ・ 向柱を使い動索の力を均等に分散した場合

図のように動索の成す角度が、元柱と向柱のいずれも 135° になると想定します。すると元柱、向柱の各々にかかる合成力 = $0.77T$ となり、張力の8割分にまで落とすことができます。

このように、向柱をもう1本立てるだけで、元柱の転倒リスクを減らすことができます。

以上の通りですが、元柱の強度に不安があるときは向柱を立てるようにしてください。

■ 向柱のもう一つの役割

補足しておきます。向柱は動力（ドラム）に向かう動索（ロープ）を適切にガイドする役割も兼ねています。

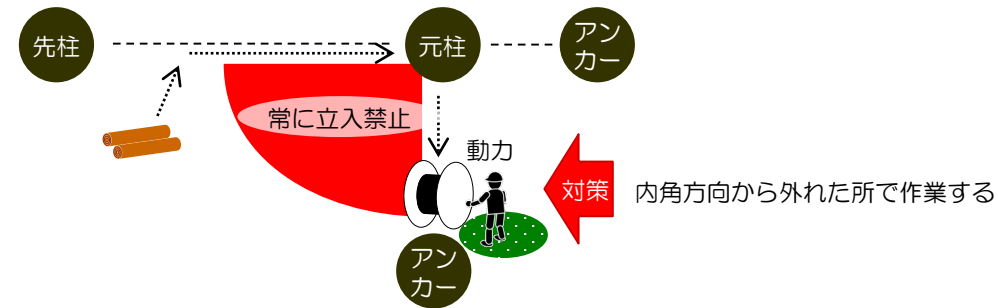
動索を元柱から動力に引き回した場合、地面からの高さが違いすぎる（例：元柱側が高すぎる）と、張力がかかったときに動力が仰向けに起き上がってしまうことがあります。**向柱を間に置くことで、動索の高さを動力が置かれた高さまで引き下げることが可能になります。**

危険エリアの認識

支柱が決まると危険エリアが決まります。
支柱の見当を付けたら、どこでいつ作業してはいけないのか認識に入れます。

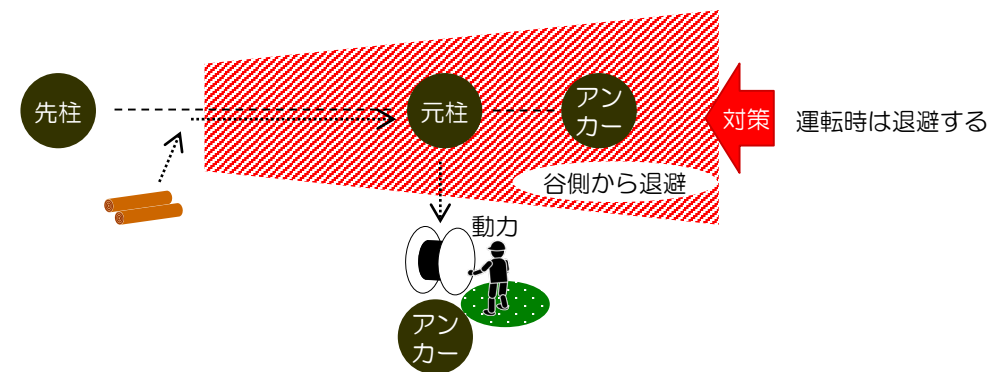
①内角作業の禁止

動索の成す内角方向が“常に”危険エリアになります



②谷側作業の禁止

下げ荷の場合、谷側が危険エリアになります



危険エリアを認識する

集材の作業には危険がともないます。車両系集材には車両の周囲に危険があるように、架線集材にも危険な場所が存在します。

支柱が決まると危険エリアが決まりますので、支柱の見当を付けたら、どこでいつ作業してはいけないのか認識しておきます。

①内角作業の禁止

力がかかった状態でロープが切れたり、滑車（ブロック）からロープが外れて飛び出したときに一番危険なのは”内角方向”のエリアです。

固定索の場合は支柱の真下付近になりますが、広さやリスクの大きさから問題になるのは動索の成す内角のエリアです。

本来は運転中だけ気をつけていれば良いのですが、ロープから力が抜けている状態が外見から分からないこともあるので、ここで作業することを最初から禁止するようにします。

このことを一般に「内角作業の禁止」といいます。

運転前にも、作業員同士で認識を共有しておく必要があります。危険を受けやすい動力の運転員は、内角方向から外れた場所で作業するようにします。

なお、向柱を立てると内角の角度が広がりますが、このエリアが危険であることに変わりはありません。どうかご注意ください。

②谷側作業の禁止

下げ荷の場合、元柱方向に広がる谷側が危険エリアになります。左図は下げ荷の場合を想定して描いています。

一番大きな危険は、**掛けた荷（やそれに衝撃を受けた荷）が谷側に転落**してくることです。荷掛者は、荷を掛けたらこのエリアから退避します。

また動力もこのエリアから外れた場所に置きます。

上げ荷の場合、図のイメージとは逆に先柱方向に危険エリアが広がります。

いずれの場合においても、**荷を動かす前に必ず退避**するように癖をつけましょう。

探索アンカーの見当をつけておく

探索（ひかえさく）アンカーについては、第7回の説明をお読みください。探索を張る必要がある場合は、探索の本数分、アンカーとなる立木や切株に見当をつけておきます。

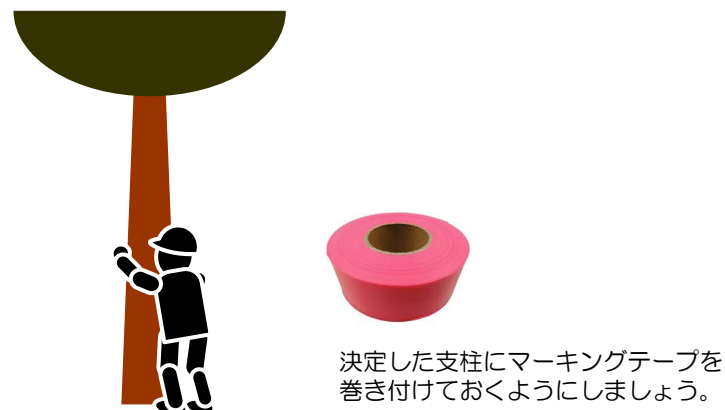
支柱にマーキングする

今回は、支柱を決めることに説明しました。

現場での確認作業ですので、決めた支柱を後で見失わないよう立木にマーキング（目立つようにすること）しておくことが大切です。

マーキングには、マーキングテープを使います。実際にマーキングすることで、離れた所からの目測がしやすくなりますし、二人以上で行う場合も確認がはかどります。ノートにレイアウト図を残すよりも簡単かつ確実ですので強くお勧めします。

マーキングテープの代わりにマーキングスプレーを使ってもかまいません。



今回は、集材路の伐開についてのご説明です。

■集材路を決める

最初に線道（せんみち）をイメージしてください。架線（空中を張ったロープ）によるシステムでは、支柱と支柱の間を真っ直ぐに架線を通す必要があります。この架線の軌道（直線軌道）のことを線道（せんみち）と呼びます。

そしてこの線道に沿ってある程度の幅を持った空間を作る作業が発生します。この幅を持った空間のことを、ここを**通って材が移動することから、集材路（しゅうざいろ）**と呼びます。

伐開（ばっかい）する＝集材路を伐り開く、あるいは線道に沿って伐り開く作業が今回のテーマです。

ではどれぐらいの幅に伐ればよいのか＝伐開幅（ばっかいはば）、言い換えるとどこまで残存木を残すのか、といったことを考慮に入れなくてはなりません。

（注意）以下数字を使った解説は、集材の規模感によって異なりますのでご了承ください。本資料のご説明は、固定索（主索または本線とも呼びます）にΦ9mm前後のワイヤーロープで行った、経験値的なものと捉えていただければ幸いです。

上図では、濃いグレーで示した場所が集材路です。集材路を伐開するときは、残すべき支柱（残存木）に気をつけてください。支柱のご説明は前回の説明をご参考ください。

■伐開幅（ばっかいはば）はどれぐらいか

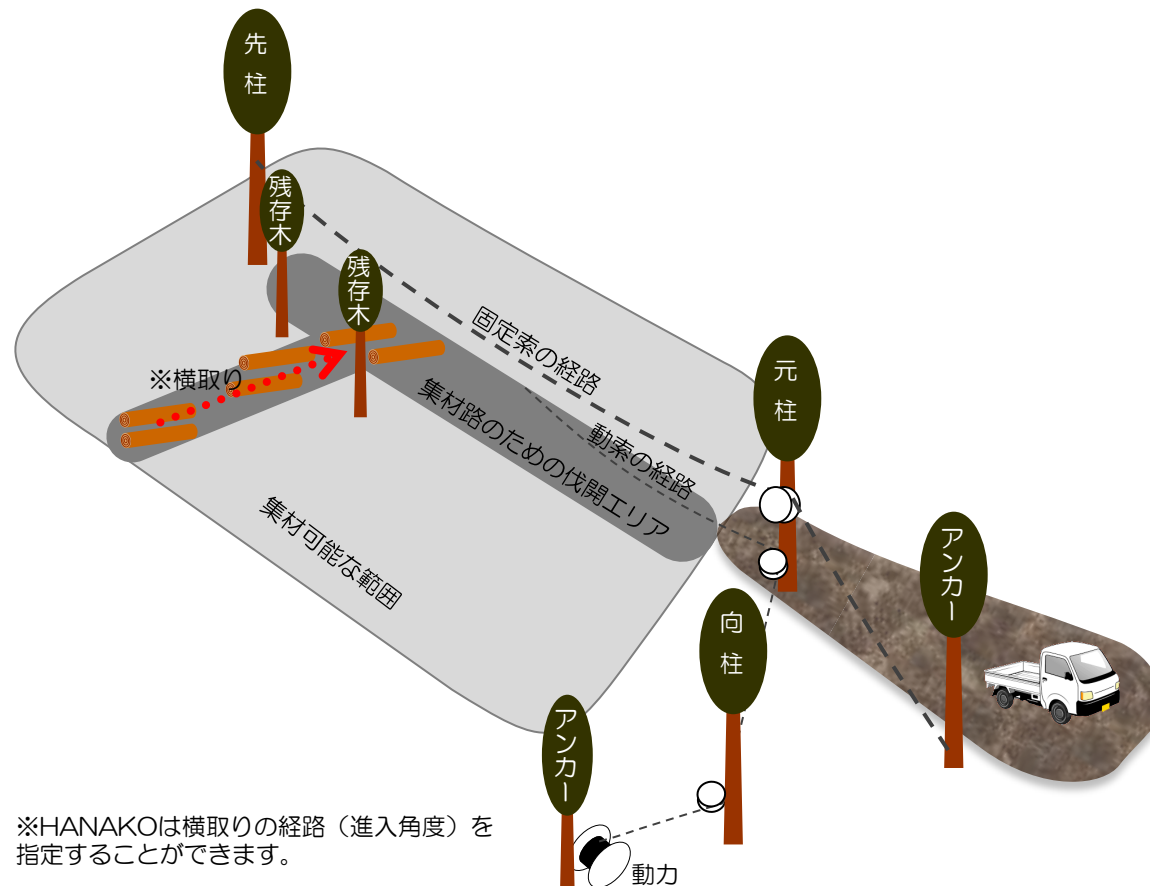
伐開幅は横取り（よこどり）を行うか行わないかで違ってきます。

横取りとは、固定索（主索、本線とも呼びます）の横幅方向に外れたところから材を寄せてくることをいいます。

横取りを行わず、線下（せんした、固定索の真下）にある材だけを集材してくるなら、伐開幅は材を抜き通せる幅でかまいません。

しかし横取りを行う場合は、固定索のタワミを考慮に入れ、伐開幅を広めにとる必要があります。これは、横取りをしている最中の架線のタワミをイメージしていただくと分かります。

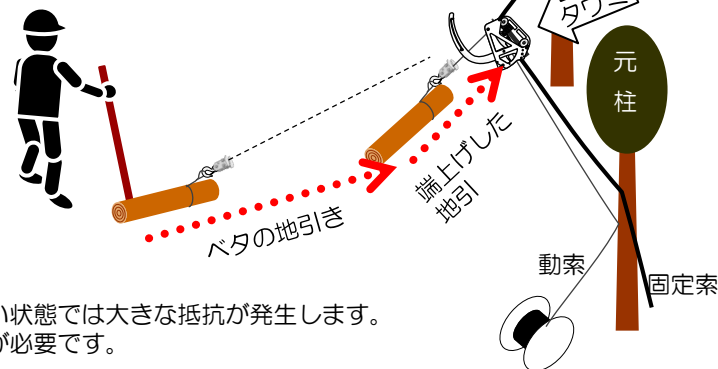
下図は、元柱から見た横取り作業のイメージです。このように、**横取り中は固定索が大きくたわみます**。材の接地摩擦が大きな抵抗になるためです。とくに固定索の中央部（先柱～元柱の midpoint）で行う横取りのときにタワミが最大になります。



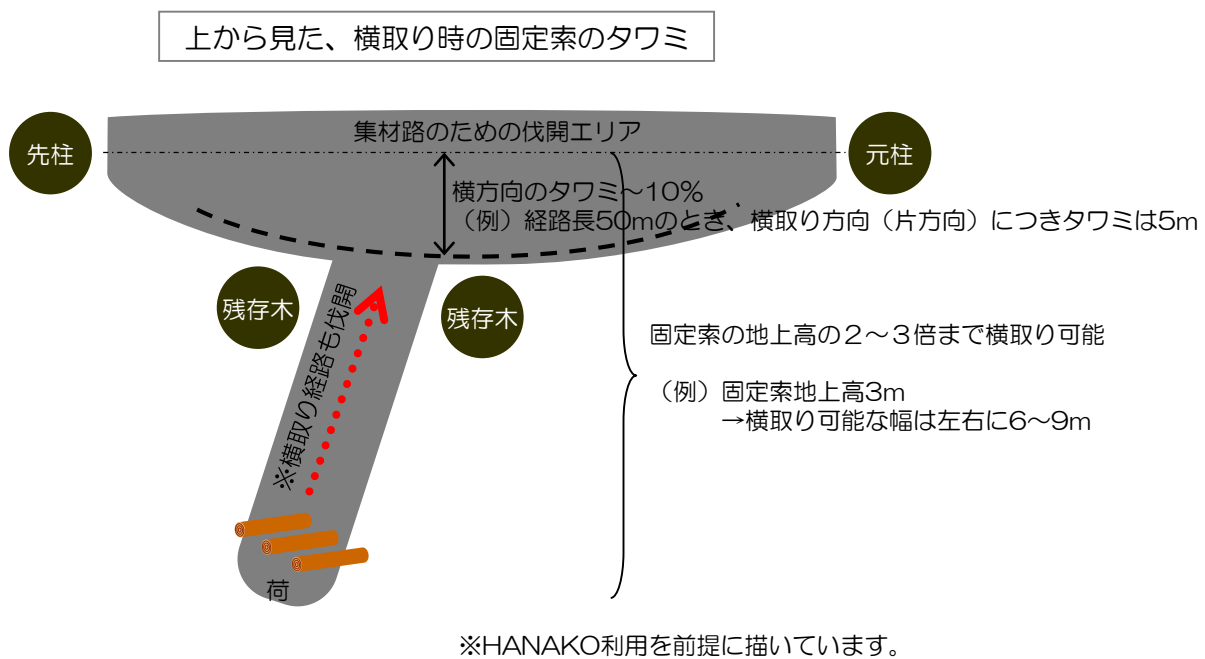
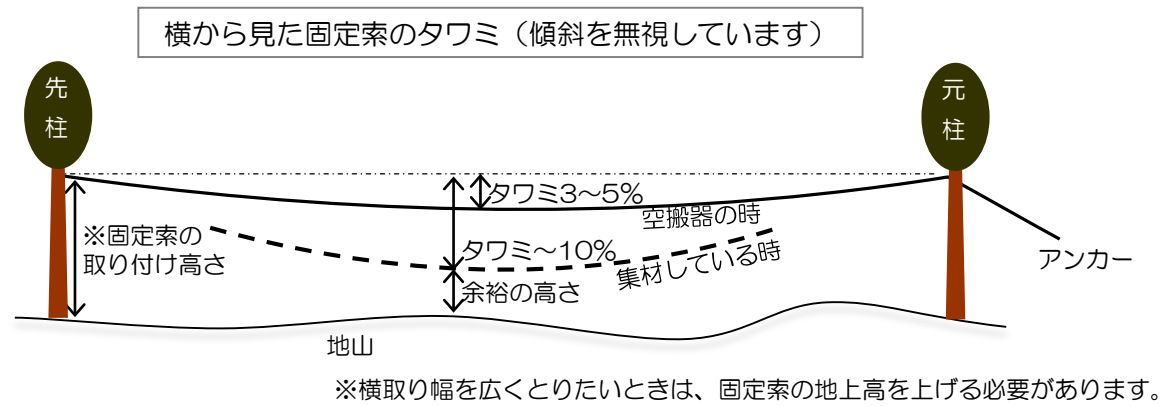
元柱から見た、横取り時の固定索のタワミ

横取りしている間、摩擦抵抗により固定索が横方向にたわみます。

ベタの地引きをしている間は介助する



端（はな）が上がらない状態では大きな抵抗が発生します。端が上がるまで、介助が必要です。



軽架線システムに対応した次世代搬器HANAKO



■ タワミの量を想定する

ではタワミの量（幅）はどれぐらいでしょうか。架線を横から・上から見たイメージを使って考えたいと思います。

上図（横から見た固定索のタワミ）で前提条件を説明します。

通常、架線システムにおいては**固定索（主索、本線とも呼びます）を「無負荷時の中央垂下比が3~5%」に緊張させて使います。**

すなわち材を運んでいないときの固定索のタワミ（支柱間の中点での垂れ下がり）が、支柱間の長さに対して、3~5%程度になるようにするのが一般的です。

それをふまえ、中図（上から見た、横取り時の固定索のタワミ）をごらんください。

横取り時のタワミは10%程度になります。10%と大きくなるのは、荷重と同様に摩擦抵抗が働くためです。

例えば支柱間の長さが50mの場合は、横取り時のタワミは横方向に5mほどになります。したがって、伐開幅は、横取りする方向につき5mとる必要があります。

そして横取りすべき材が固定索の両側にあるときは、両側に5m、すなわち伐開幅は10mとる必要が出てきます。

※ただし単純に長方形の帯にする必要はなく、楕円形状の伐開でよい訳ですから、中央部はしっかり伐開しても支柱近くはだいぶん残すことができます。

伐開幅が案外広くなる印象を持たれたかもしれませんが、このように横取り時のタワミを最初から想定しておかないと、索張りをした後で面倒が増えるかもしれません。

索張りをした（架線を張った）後でさらに伐倒すべき立木が出てきたときは、架線の緊張をゆるめ完全に地面に落としてから行ってください。さもないと使用した支柱が巻き込まれて倒れる危険があります。

■ 横取りの進路を指定できる搬器

中図のように、横取りの経路近くに残存木があり、その間を抜くようにして横取りしたい場合には、**横取りの進路（または固定索への進入角度）を指定する必要があります。**

これをするには、横取り中の搬器位置を固定しておく必要があります。

従来の軽架線システムでは搬器位置の固定が困難（※）でしたが、HANAKO（弊社開発の搬器）がこれを可能にしました。

HANAKOは独自の制動原理で、搬器位置と材の運動方向を制御します。

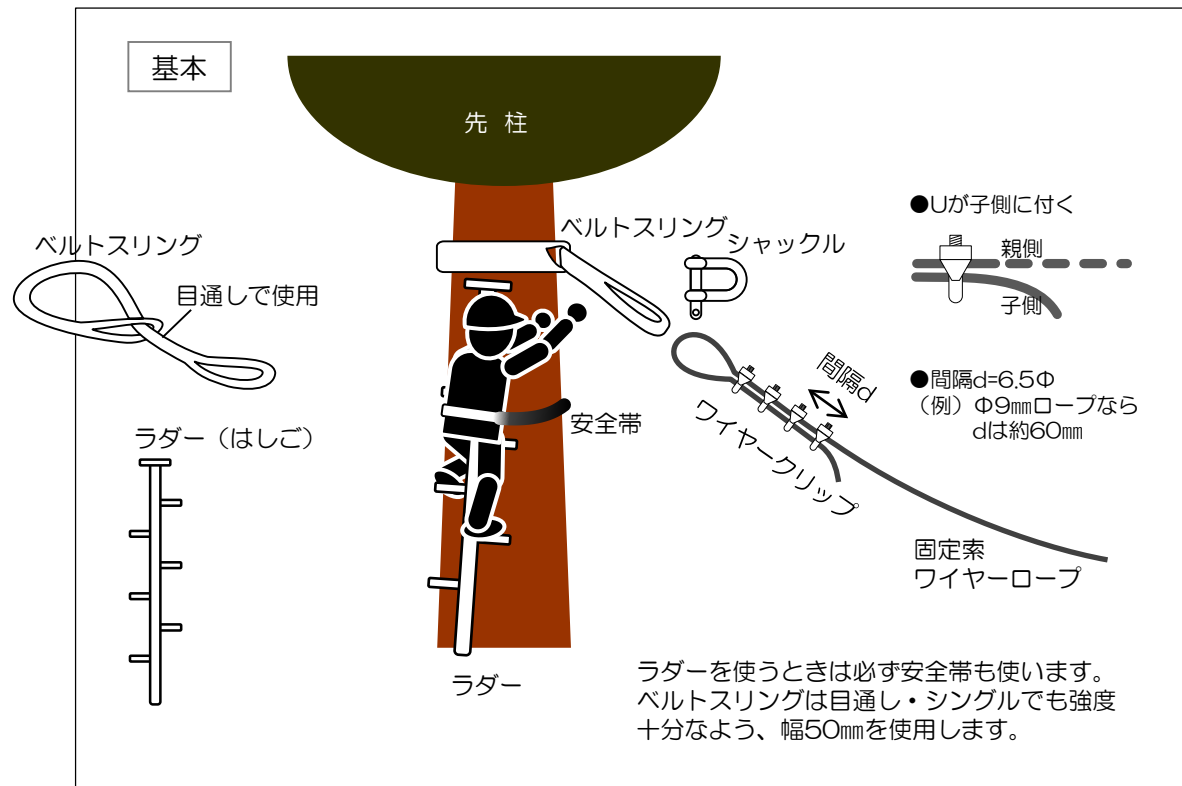
軽架線システムにおける「動力が1つ」という前提条件をそのままに、HANAKOがこうした運動を可能にしました。

HANAKOの登場により、伐開幅を無駄に広げず、残存木を犠牲にせずピンポイントで集めてくることが可能になりました。

こうしたニーズがある場合にはご検討ください。

（※）厳密には従来型搬器においても、上げ荷の場合は条件付きで搬器位置を指定することが可能です。

ただし搬器位置は、傾斜角、搬器重量、荷の重量、倍力の数によって複雑に変化しますので、経験則に従うしかないので現状です。



今回から固定索（主索、本線とも呼びます）の設置方法の説明に入ります。最初に行うのが、先柱（さぎばしら）への取り付けです。

（注意）以下数字を使ったご説明がありますが、架線集材のサイズ感によって多少異なってくるかもしれませんのでご了承ください。

本資料では、材の最大荷重が150キロ、固定索（主索または本線とも呼びます）にΦ9mmのワイヤーロープを使用した場合の、経験値的なものと捉えていただければ幸いです。

■ 取り付け位置（高さ）を決める

固定索を緊張させたときに、全経路（先柱～元柱）にわたってタルミ（垂下量）をふまえても、十分な地上高が確保される位置を選びます。

緊張時のタルミは、「第3回. 集材路を伐開する 「タルミ量を想定する」」を参考にしてください。固定索を張り上げた後でも、取り付け位置は調整が必要になることがあります。

■ 事前にアイ加工しておく

先柱への取り付け作業を行う前に、ワイヤーロープ（固定索）の一端をアイ加工しておきます。アイ加工とは、ロープの端にアイ（eye、目）を作ることを行います。

ワイヤーロープのサイズにあったワイヤークリップを4つ（以上）取り付けてください。4つ取り付けることで、ワイヤーロープが抜けたりアイが縮まっていけない十分な摩擦力が得られます。

ワイヤークリップには向きがあります。U字ボルトが、子側（端のある側）のロープを受けるように取り付けてください。俗称ですが、「U子ちゃん」と覚えておくとも忘れません。

ワイヤークリップの間隔は、ロープ径の6.5倍（以上）にします。Φ9mmロープなら、だいたい60mm（6センチ）です。

（応用）シンプルでアイを保護する

アイ加工をした固定索の端には大きな張力が働きますので、そのままですとアイが潰れてしまいます。この潰れはクセになって残りますので、避けるためにはシンプル（ワイヤーコース、下写真）を使います。アイ加工する際に、アイの内側にこれをはめてからワイヤークリップを締め上げるアイの形が保護されます。サイズがいろいろあるので、ワイヤーロープの径にあったものをお使いください。



電動インパクトドライバーがあると便利

ワイヤークリップの締め付け作業は割合時間がかかります。固定索の端以外にも、アイ加工の力所はいくつかあります。

スパナやレンチでもかまいませんが、電動インパクトドライバーが便利です。

クリップ1つごとに2つのナットをバランスよく締め付けていく手間は意外とかかるものです。インパクトドライバーは時短になるのみならず、音の様子で締め付けの強さを知ることができます。

ベルトスリングを使って先柱に固定

先柱への取り付けには幅50mmのベルトスリングを使います。幅50mmは強度的に安心という以上に、樹皮をいためない効果があります。

それをふまえ、支柱に巻いたときに捻れ（ねじれ）を起こしていないかチェックしてください。

シャックルは十分余裕があるサイズを使う

固定索には荷重の5倍程度の張力が働くとお考えください。材が100kgfでしたら、固定索には500kgfの張力が働きます。

シャックルはギリギリの使用荷重のものではなく、十分余裕があるサイズのものをお使いください。ギリギリのものを使うと、Uの部分がかたがた開いてしまい、ピンボルトが抜けなくなって撤収のときにとても困ることがあります。

ラダーと安全帯はセットで使用

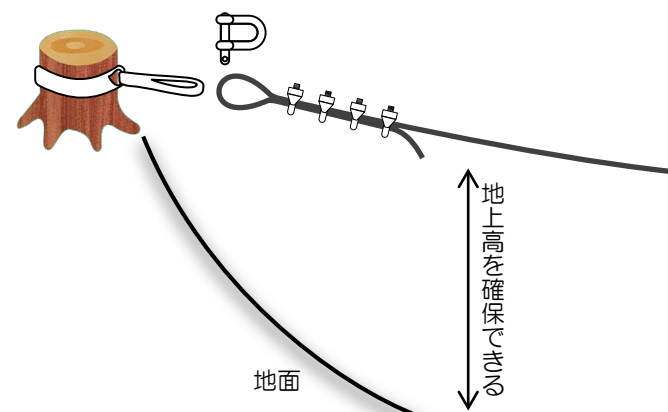
取り付け位置が高いときは、ラダー（はしご）を使います。地形的に恵まれている場合をのぞき、だいたいにおいて取り付け位置は手の届かない所にあります。

ラダーを使えば、ラダーの長さ+2メートル分（身長+手の長さ）までは手が届きます。ラダーが2メートルなら取り付け高さは最大4メートルです。

取り付け作業は両手を使える状態にするため、ラダーに登るときは必ず安全帯を付けてください。

応用

固定索の地上高を確保できるなら取付位置が低くても可
切株（伐ったばかり）でも可



■ （応用）切株に取り付ける

地形に恵まれ、固定索の地上高が十分に確保できる場合は、取り付け位置を低くすることができます。その場合、切株に取り付けることも可能です。ただし、切株は伐ったばかりのものにしてください。

実は取り付け位置が低くなるほうが、強度的にも安心です。なぜなら、先柱が固定索の張力によって引き倒されるリスクが小さくなるからです。地形の利とはこのことです。

架線を張るときにまず地形を確認する（第1回で説明）のが大事だということがお分かりになるでしょう。

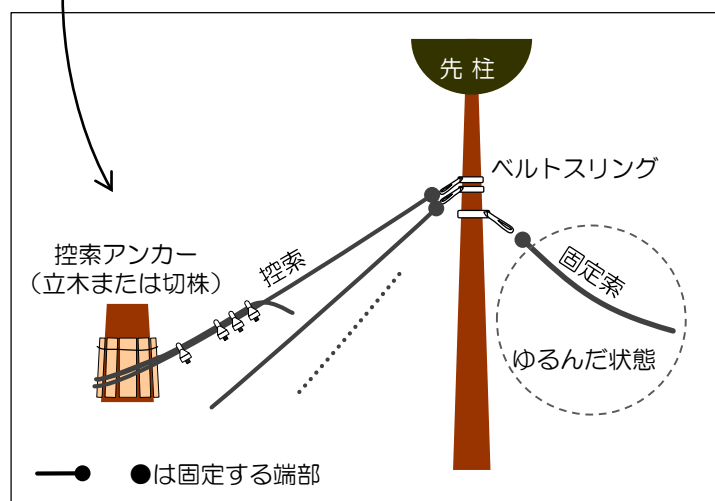
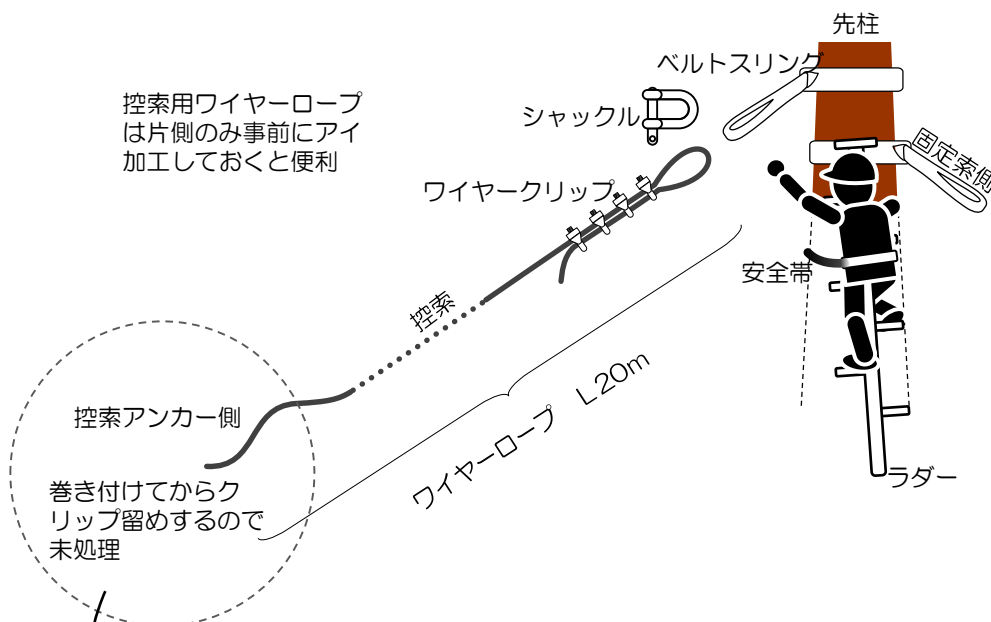
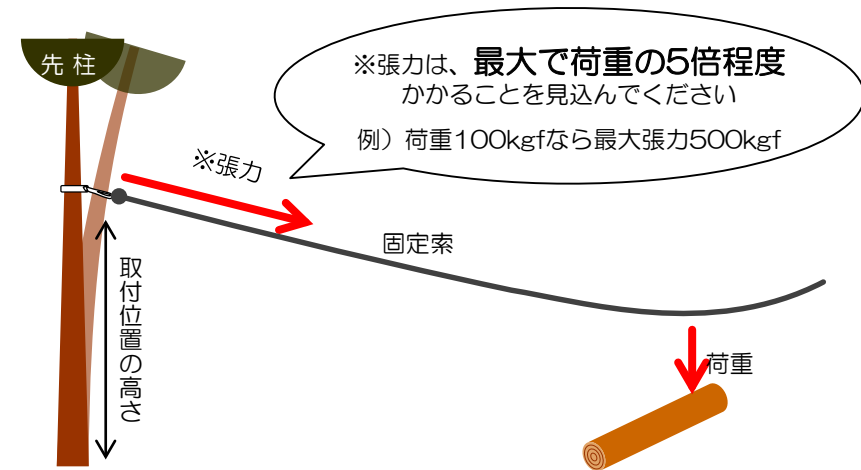
固定索を先柱に取り付けるための資機材

総称	サイズ 個数（例）	備考
ワイヤーロープ	Φ9mm × L100m × 1本	固定索用。長さLは経路長によります
ワイヤークリップ	Φ9mm用 × 4個	固定索のアイ作成用
シャックル	W3/4（1t用） × 1個	
ベルトスリング	幅50mm × L2m × 1本	長さLは柱径によります
ラダー	L2m	高さ4m（長さL+身長）まで作業可
安全帯		柱上作業用

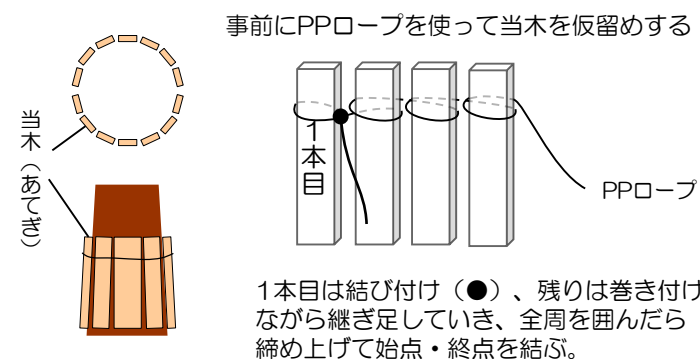
先柱の強度の確認

- ・ 先柱が細くて倒れる危険がある
- ・ 取付位置が高く倒れる危険がある

など、先柱の強度に不安があるときは転倒防止策が必要です。



立木の樹皮を保護する必要がある場合、
当木（あてぎ）を敷いて控索を巻き付けます。



今回は、先柱の補強策についての説明です。

先柱には大きな力がかかりますので、強度を確認しておきましょう。

固定索には、最大で荷重の5倍程度の張力がかかることを思い出してください。テコの原理で、これが先柱を倒す力になりえますので注意が必要です。

次の場合には注意が必要です。

- ・ 先柱が細い
- ・ 取り付け位置が高い

このような点で先柱の強度に不安があり転倒する恐れがあると感じたときは、探索（ひかえさく）を使った転倒防止策を講じます。

探索はガイドラインと呼ぶこともあります。

控索は補強のためですので、必要がなければ省くことができます。補強のための作業にもかかわらず、固定索の取り付け以上に手間がかかります。

高所作業も発生しますので気をつけて行います。

「第7回、固定索の設置－控索で元柱を補強する」も併せてお読みください。先柱と元柱は固定索の取り付け方の違いから力のかかり方も異なりますので、理解を深めるうえで参考になります。

■ 一端は先柱へ

探索は、先柱の転倒方向とは反対方向（この場合張力と反対方向）に取り付けます。

控索には、ワイヤーロープを20メートル（1本あたり、前後でOK）に切っておくと便利です。

太さは固定索と同じか、少し細めのものでもかまいません。

探索の一端はベルトスリングを巻いた先柱に取り付けます。

先柱への取り付け位置（ベルトスリングの高さ）は固定索の上側が望ましいですが、難しければ下側でも大丈夫です。

取り付け方は、先柱に固定索を取り付けたときと同様、事前にアイ加工しておいた端部をシャックルを介してベルトスリングで繋ぐ要領です。アイ加工の方法は、「第4回、固定索の設置 - 先柱に取り付ける」をご参考ください。

■ もう一端は探索アンカーへ

控索のもう一端は、控索アンカー（立木または切株）に巻き付けます。

先柱の揺れ（倒れようとする動き）にともなって、探索が強く緊張しますので、立木の樹皮を保護する必要がある場合は、当木（あてぎ）を取り囲むように巻き、その上から探索を巻き付けるようにします。

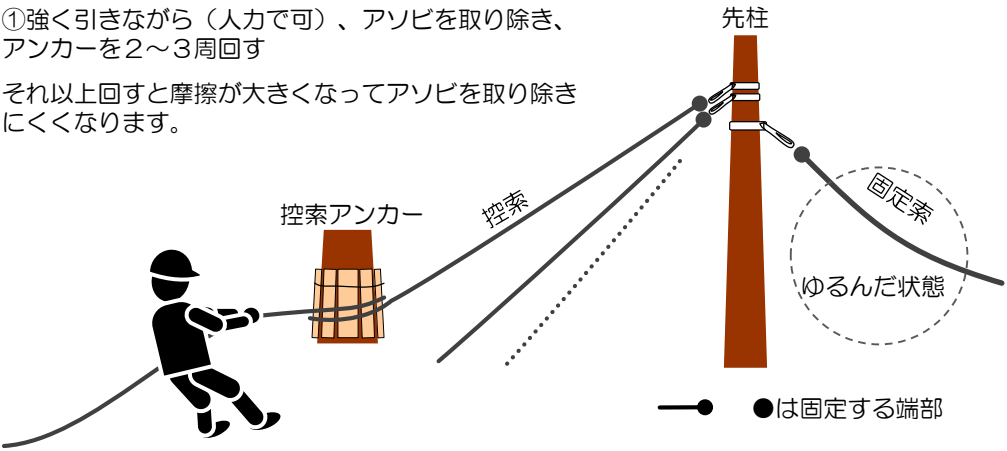
この作業は固定索がゆるんだ状態（緊張させていない状態）で行ってください。

当木には端切れ板や太枝などを使うと良いでしょう。

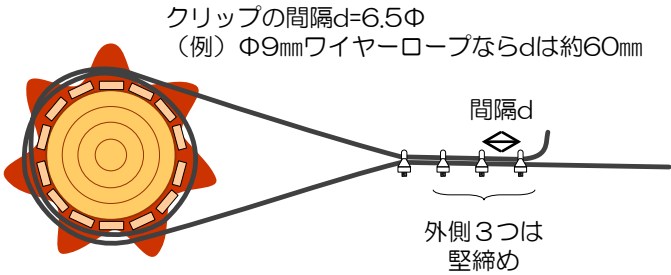
当木の仮留めは図のとおり。あとで控索を巻き付けることでしっかり固定されますので、仮留めにはPPロープで十分です。

当木の調達は事前に行っておくとよいでしょう。当木の代わりに使い古した毛布なども用を果たせます。

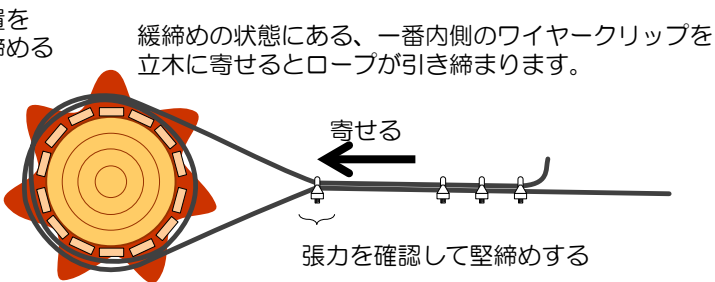
①強く引きながら（人力で可）、アソビを取り除き、アンカーを2～3周回す
それ以上回すと摩擦が大きくなってアソビを取り除きにくくなります。



②ワイヤークリップを取り付ける



③ワイヤークリップ位置を動かしてロープを引き締める



■ アンカーへの取り付け手順

アンカーへの控索の取り付けにウインチは必要ありません。転倒防止が目的ですので、控索をことさら強く緊張させておく必要はないためです。この作業は固定索がゆるんだ状態（緊張していない状態）で行います。ここでは人力でほどほどの緊張を作り出すための手順を追って説明します。

①強く引きながら（人力で可）、アソビを取り除き、アンカーを2～3周回します

これで十分な摩擦力を得られます。それ以上回すとかえって摩擦の大きさに阻まれてアソビを取り除けなくなります。2～3周すれば十分に摩擦力を得られ、②の作業に移りやすくなります。

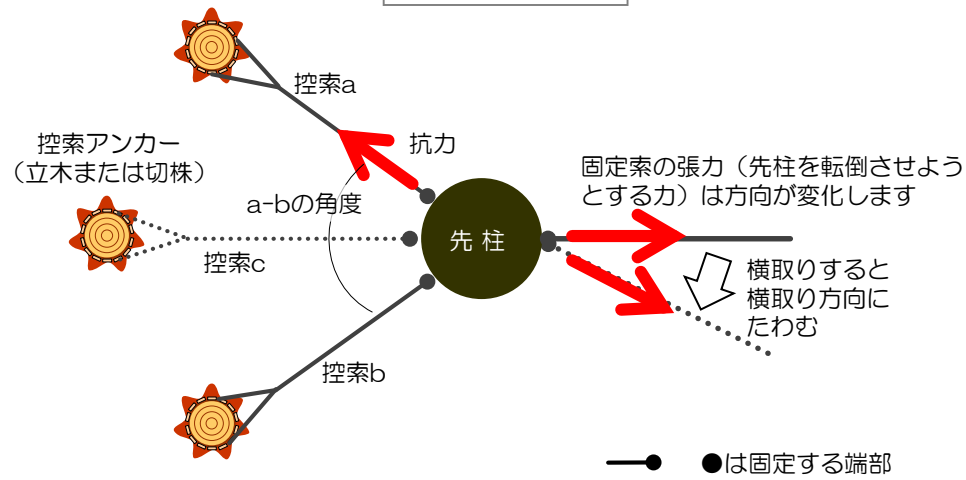
②ワイヤークリップを取り付けます

ワイヤークリップは4個使用。うち外側3つは緊締めし、内側の1つは緩い状態にしておきます。

③内側のワイヤークリップを動かしてロープを引き締めます

緩く締めてあった内側のワイヤークリップをアンカー側に寄せるとロープが引き締まります。張力を手で確認し、このクリップを緊締めします。

真上から見た図



■ 控索は2本または3本必要

さて控索は何本必要になりましょうか。

固定索の張力の働き方は一様ではなく、横取りすると方向が変わります。すると先柱を（前後方向ではなく）横方向に倒そうとしますので、先柱の左右にも気を配っておく必要があります。

アンカーとなる立木や切株もたいていは理想どおりに配置されていませんので、安全を見て控索の本数を増やす判断も柔軟に行うようにしてください。

控索は最低2本（控索a、b）必要です。

a-bの角度を大きくすることで、横取りに伴う転倒を防止することができます。その代わり固定索の張力への抗力が減ります。

その不安があるときは、a-bの角度を広めにとった上で、3本目の控索cを取り付けます。

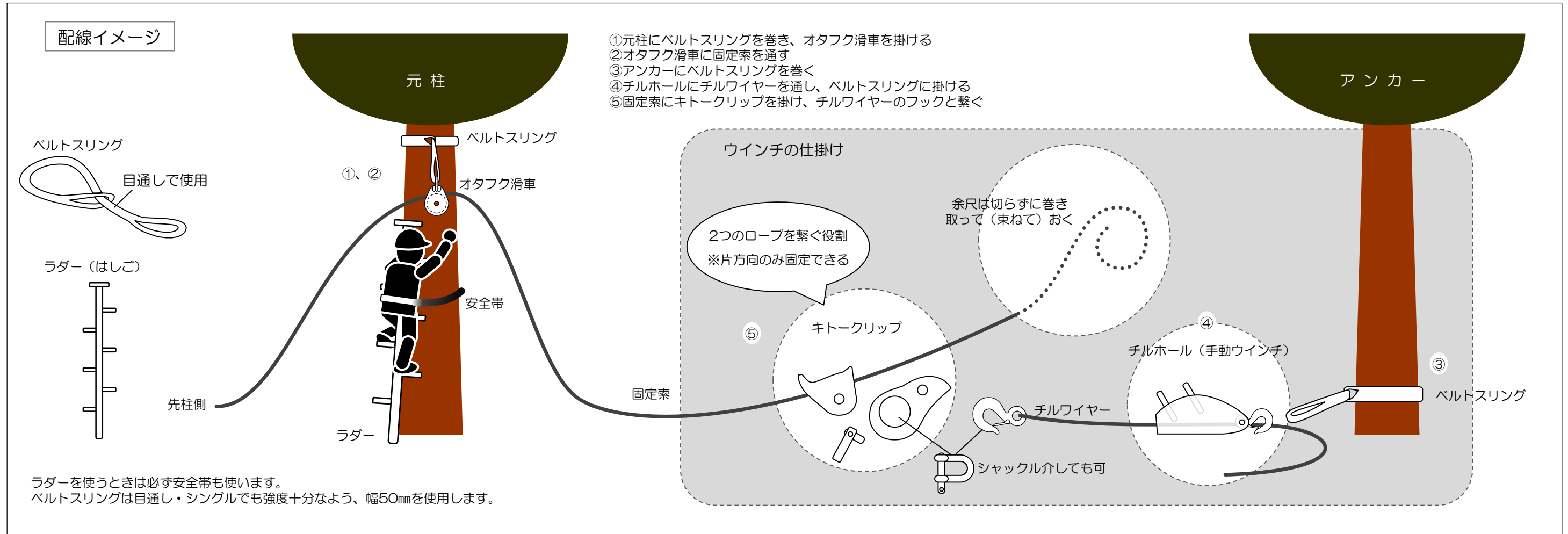
以上で控索の取り付け作業は完了です。

これにより先柱の転倒リスクを減らすことができました。

なお、必要なワイヤークリップの数に注意してください。控索1本につき、先柱側のアイ加工に4個、控索アンカー側に4つですので、1本あたり合計8個必要になります。

先柱の控索のための資機材

総称	サイズ 個数（例）	備考
ワイヤーロープ	Φ9mm × L20m × 3本	控索用。実情に合わせて本数を用意
ワイヤークリップ	Φ9mm用 × 24個	控索3本分のアイ作成用
シャックル	W3/4（1t用） × 3個	控索3本分
ベルトスリング	幅50mm × L2m × 3本	控索3本分。長さLは柱径によります
ラダー	L 2m	高さ4m（長さL＋身長）まで作業可
安全帯		柱上作業用
当木（あてぎ）	長さ30～50センチ×多数	現地調達可能。古毛布で代用可
PPロープ	Φ6mm	当て木の仮留め用。Φ5mmでも可
ワイヤーロープカッター	切断能力Φ12mm	ワイヤーロープ切断用



今回は、固定索（主索、本線とも呼びます）のもう一端の固定方法についてです。

固定索のもう一端は、元柱を経由してアンカーに繋がります。アンカー側には、固定索を緊張させたりゆるめたりできるようにする「ウインチの仕掛け」も同時に行います。新たな資機材が必要になりますので、順を追って説明します。

■ 元柱への取り付け位置（高さ）を決める

固定索を緊張させたときに、全経路（先柱～元柱）にわたってタルミ（垂下量）をふまえても、十分な地上高が確保される位置を選びます。

緊張時のタルミは、「第3回. 集材路を伐開する 「タルミ量を想定する」」を参考にしてください。固定索を張り上げた後でも、取り付け位置は調整が必要になることがあります。

■ 配線する

まずは必要な資機材を揃え、配線作業を行います。

高所作業もありますので、注意して行ってください。

① 元柱にベルトスリングを巻き、オタフク滑車を付ける

垂れ下がった**ベルトスリングのアイが、真横になる**（元柱からみて、固定索と直角方向）ようベルト位置を調整してください。

※固定索が緊張したときに元柱に擦れず、かつシーブ（滑車の車）から外れないようにするためです。

オタフク滑車がぶら下がった位置が、固定索の元柱側での高さになります。

ラダーを使用する場合は、安全帯をつけてください。

② オタフク滑車に固定索を通す

通したら、固定索の先端部をしっかりと地上まで下ろしておきます。

次はアンカー側での「ウインチの仕掛け」作業に移ります。アンカーに選んだ支柱が、固定索の経路（先柱～元柱）に対してまっすぐに位置しているか確認してください。

以下、ウインチの仕掛けに入ります。

③ アンカーにベルトスリングを巻く

引き出したベルトスリングの**アイが、元柱に正対する**（向かい合う）方向になるようベルト位置を調整してください。ベルトスリングの取り付け位置は、地上近くの高さになります。この高さでチルホールの作業が行われることになります。

④ チルホールにチルワイヤーを通し、ベルトスリングに掛ける

チルホール（本体）についたフックがベルトスリング（アンカー側）に、チルワイヤーについたフックが元柱側に向きます。このようにフックが2つありますので取り付ける相手に注意してください。

⑤ 固定索にキートクリップを掛け、チルワイヤーのフックを繋ぐ

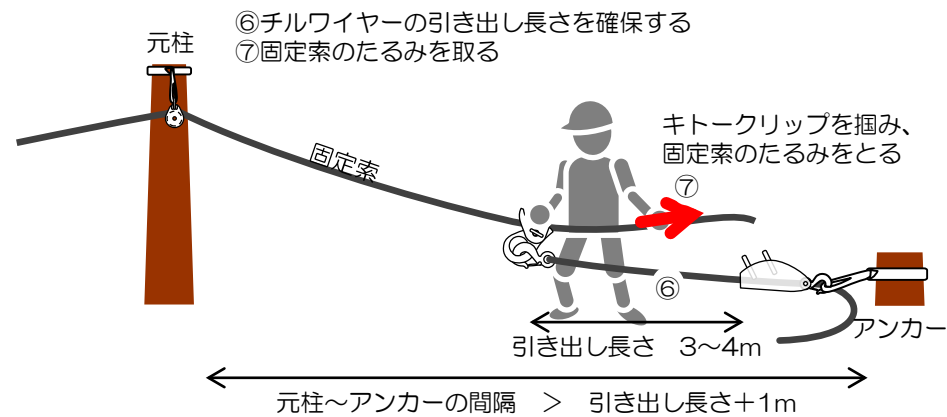
固定索の端を取り、キートクリップを抱かせます。

チルワイヤーのフックを取り、キートクリップの輪っかに掛けます。

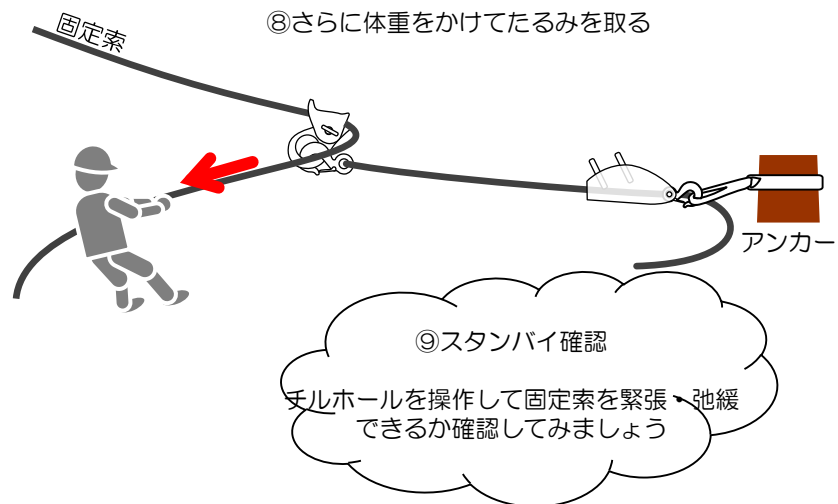
キートクリップには向きがあります。片方向にのみ抵抗が働き、反対方向は無抵抗に抜けていきますので向きに注意してください。キートクリップの輪っかとフックのサイズが合わないときはジャックルを介して繋ぐようにします。

なお、固定索の余尺は切らずに巻き取って（束ねて）PPロープなどで整理しておきます。切断する場合には、ワイヤーロープカッターが必要になります。

以上で仕掛けが完了しました。



※チルワイヤーの引き出し長さは固定索の経路長（先柱～元柱）によります。固定索を緊張させるに従い縮まります。



■ 固定索のたるみを取る

仕掛けができたら、固定索のたるみを取り、チルホール作業（固定索の緊張）のスタンバイ状態を作ります。

軽い張力（人力程度の張力）がかかっているほうが、キートークリップ（のピン）が外れにくいというメリットもあります。

⑥ チルワイヤーの引き出し長さを確保する

チルワイヤーの引き出し長さ（チルワイヤーのフック～チルホール本体）は、固定索を緊張させるために使われます。

固定索の経路長（先柱～元柱）によりますが、ここで言うたるみ取りの作業を事前に行っておけば、3～4mあれば十分です。

この間隔は固定索の緊張とともに縮まります。

【元柱～アンカーの間隔について】

改めて、ここで言うチルホール作業が行えるだけの間隔があるか確認してください。

元柱～アンカーの間隔 > 引き出し長さ+1m（最短でも） となるようにしてください。この間隔が不足すると固定索をしっかり緊張できませんので、その場合はアンカーを選び直す必要があります。

⑦ 固定索のたるみを取る

チルホールが牽引モード（解放（フリー）状態ではなく）にあることを確認し、キートークリップを掴んで固定索のたるみを取ります。

⑧ さらに体重をかけてたるみを取る

ある程度たるみが取れたら、キートークリップから手を放し、両手で固定索の端をつかんでたるみを取ってみます。立ち位置を変え、元柱方向に体重を載せる感じで引っ張ると、固定索のたるみが一層取れて、全体的に空中に上がってきます。

【搬器の設置がしやすい高さにできるか】

固定索の経路上で搬器を設置する地点を決め、搬器の設置ができることを確認します（高く揚がって搬器を設置できないのはNG）。

⑨ スタンバイ確認

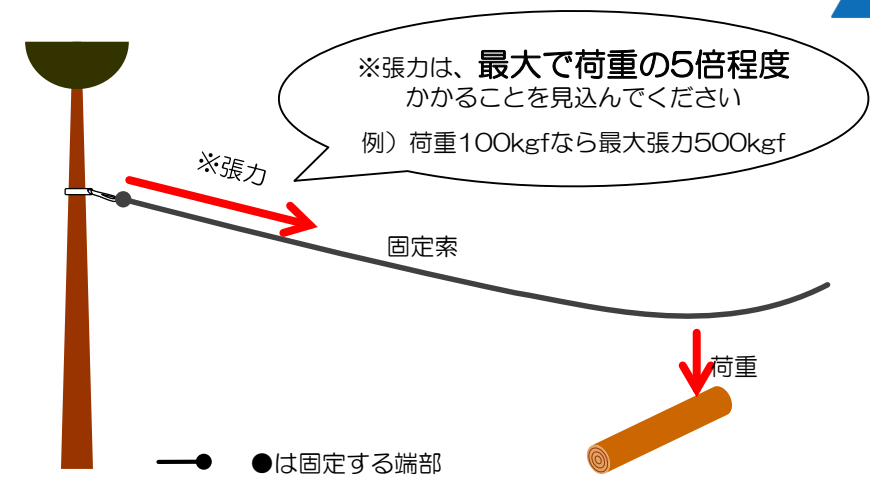
この状態で、チルホールを操作してみて、固定索に十分な緊張状態が得られるか確認してみます。

以上で固定索の設置が（とりあえず）完了しました。

チルホールとキートークリップは、ここでの集材が終了するまでここに常設されることになります。固定索の緊張⇄弛緩（しかん、ゆるめること）の状態は、状況にあわせてチルホール操作で変更してください。

【雨天対策】

日をまたがる作業を行う場合（たいていの場合は、1日で完了することはありません）、作業日ごとに雨天対策としてチルホールにはブルーシートを被せておくようにします。



■ ウインチ部分の仕様について

【チルホールの使用荷重】

固定索を緊張させた状態では、固定索に荷が掛かると、荷重の5倍の張力が固定索に伝わるとお考えください。たとえば100kgの荷重がかかると5000N（500kgf）の力がチルホールにかかってきます。

チルホールの製品は使用荷重によってサイズが分かれています。運ぶ材の荷重をふまえ、**荷重の5倍以上の使用荷重**が表記されているものをお使いください。

【チルワイヤーの長さ】

チルワイヤーにも長さのバリエーションがあったりします。ここで言う固定索の緊張にはせいぜい数メートルがあれば十分です。

※長いものは送り出しの手間（チルワイヤーのフックを所定の位置にセットする作業）もそれなりにかかりますのでご注意ください。

【キートークリップのサイズ】

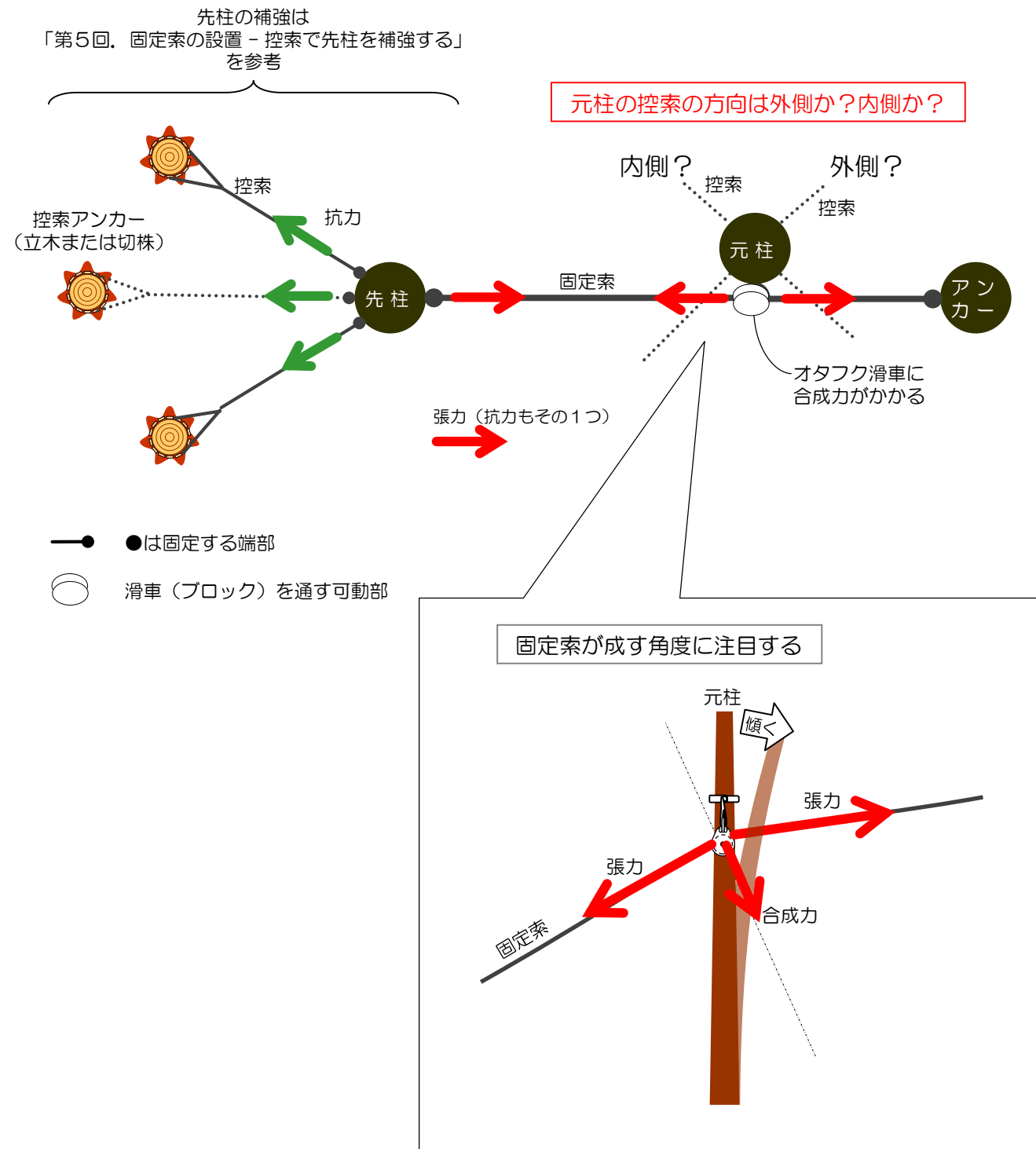
ワイヤーロープの径によって使えるキートークリップのサイズが異なります。ここでは固定索の径に合わせてキートークリップを選んでください。

Φ9mmの固定索の場合、Φ8～10（mm）と表記されたものは良いですが、Φ10～12と表記されたものは使えません。

ロープ径に対して大きすぎるキートークリップは、ツメが十分掛からず抜けてしまうので、使用しないようにしてください。

固定索の元柱側での作業のための資機材

総称	サイズ 個数（例）	備考
ワイヤーロープ	Φ9mm × L100m	長さLは経路長によります
ベルトスリング	幅50mm × L2m × 2本	長さLは柱径によります
オタフク滑車	車径Φ100mm（1tf） × 1個	
チルホール	使用荷重750kgf × 1個	チルワイヤーが付属
キートークリップ	Φ9mmが入るもの × 1個	
ラダー	L2m	高さ4m（長さL+身長）まで作業可
安全帯		柱上作業用
ワイヤーロープカッター	切断能力Φ12mm	ワイヤーロープ切断用



今回は、元柱の転倒を防止するための、控索（ひかえさく）の配置について説明します。

控索はガイドラインと呼ぶこともあります。

控索は補強のためですので、必要がなければ省くことができます。

取り付けの手順については、第5回「固定索の設置 - 控索で先柱を補強する」をご参考ください。

今回で説明するのは、控索の配置の考え方についてです。

ともあれ元柱に対して控索の配置が必要なのは、元柱の強度に不安がある場合です。つまり、

- ・ 元柱が細くて倒れる危険がある
- ・ 固定索の取り付け位置が高く倒れる危険がある

などの場合です。このような場合には転倒防止策として控索が必要になります。

■ 固定索が成す角度に注目

ただし、控索は外側に向けて張られるとは限りません。

→「先柱」を補強する控索は外側に向けて設置するように説明しました（第5回「固定索の設置 - 控索で先柱を補強する」での解説）。これは先柱を転倒させる力の向きが内側方向（＝元柱方向）に決まっているためです。

元柱の場合は、控索を張るべき方向が一律に決まりません。固定索がアンカーまで伸びているため、固定索の張力が元柱の両側に（内側にも外側にも）働くためです。

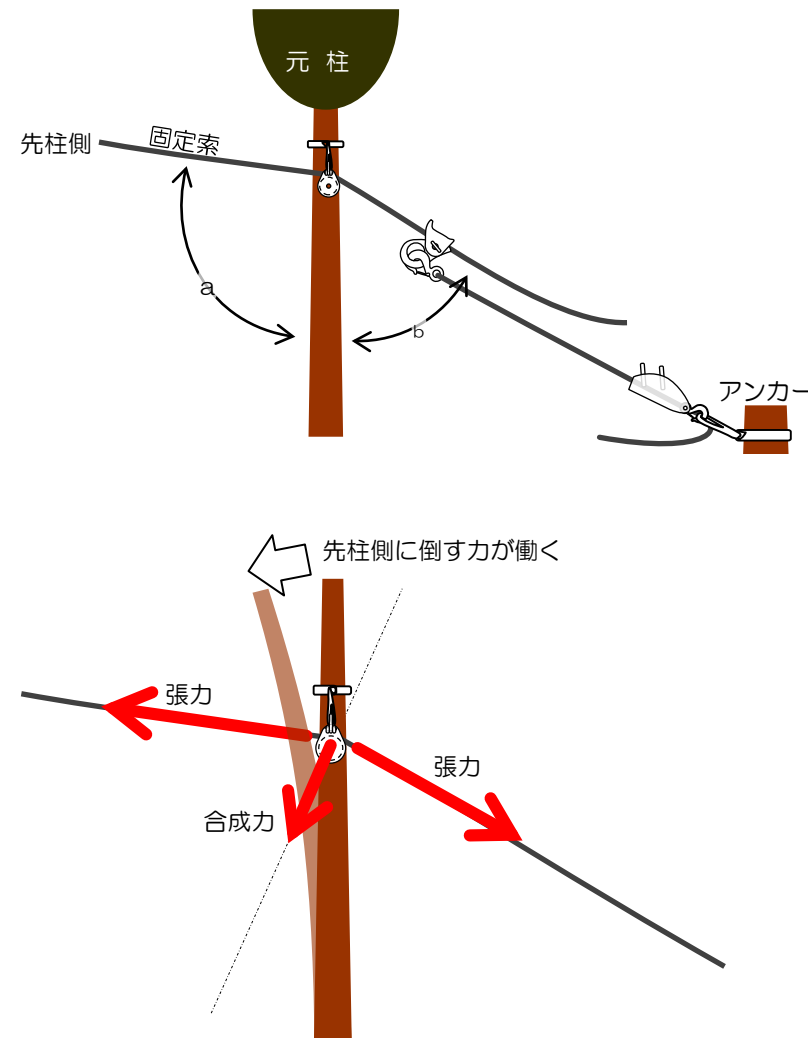
このことをふまえ、控索を張る方向は、**固定索が成す角度に注目**して決めるようにしてください。

したがって、以下は次の2つの場合に分けて説明します。

- ・ （固定索の）先柱側の角度が大きく開いている場合
- ・ （固定索の）アンカー側の角度が大きく開いている場合

力学の法則に変わりありませんが、机上では分かっているつもりでもいざ現場に立つと、立木を見上げる格好になり、状況判断が狂ってしまうことがあります。これは目線が変わってしまうためです。そういうときは「**離れてものを見る**」よう心がけてください。

先柱側の角度が大きく開いている場合 $a \gg b$



■ 先柱側の角度が大きく開いている場合

固定索と元柱の成す角度が、先柱側の角度が大きく開いている場合です。

左図のように、角度 $a \gg$ 角度 b となる場合の、元柱の両側（内側と外側）に働く張力の合成力を考えてみましょう。

合成力は、内側（先柱側）に向きます。したがって、元柱は先柱側に倒れるリスクを負うことになります。

【対策】

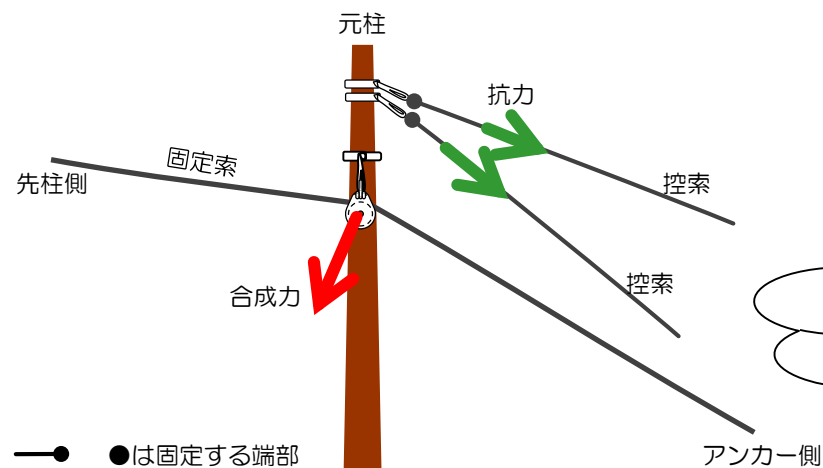
この場合の転倒防止策は、外側（アンカー側）に控索を配置することです。

【理由】

控索により合成力と反対向きの抗力が発生し、元柱を倒す力が打ち消されるため。

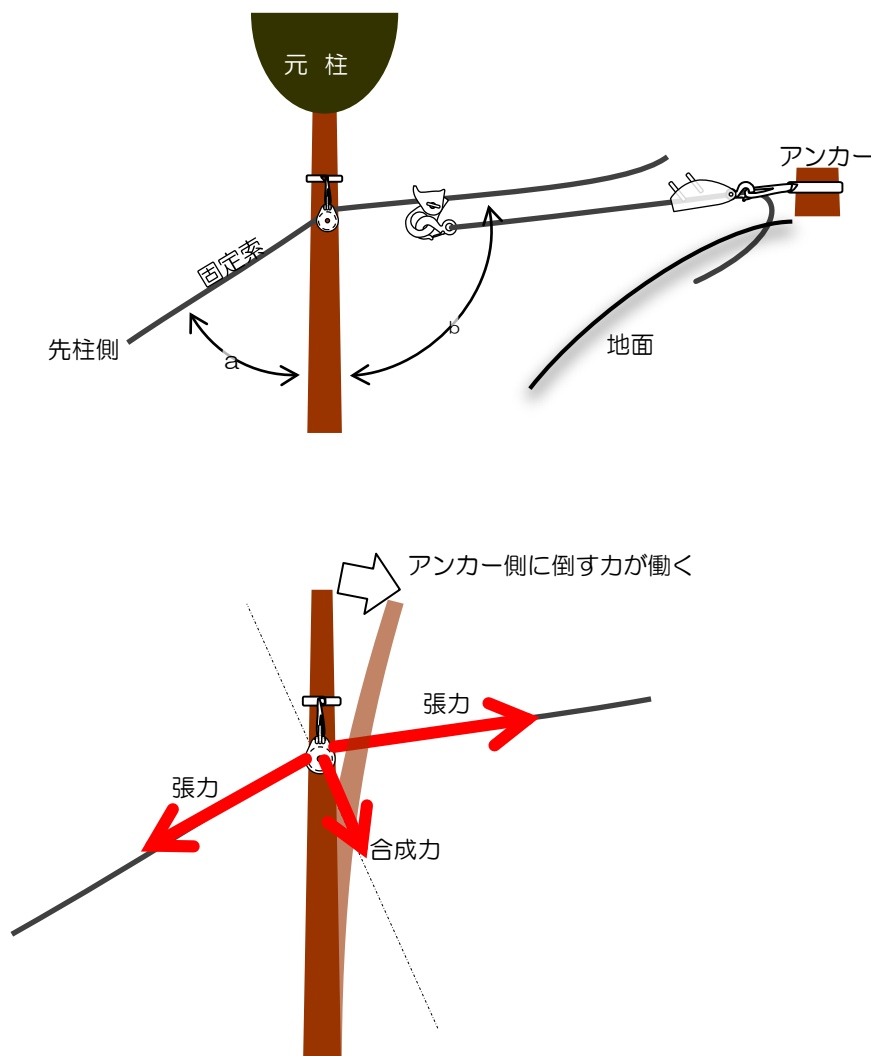
対策

アンカー側に控索を取り付け、転倒を防止する



チルホールを操作して固定索をよく緊張させ
元柱が倒れてこないことを確認してください。
倒れてこなければ控索の抗力がうまく作用している証拠です。

アンカー側の角度が大きく開いている場合 $a \ll b$



アンカー側の角度が大きく開いている場合

反対に、固定索と元柱の成す角度が、アンカー側の角度が大きく開いている場合です。

左図のように、角度 $a \ll$ 角度 b となる場合の、元柱の両側（内側と外側）に働く張力の合成力を考えてみましょう。

合成力は外側（アンカー側）に向きます。したがって、元柱はアンカー側に倒れるリスクを負うことになります。こうしたケースは、アンカーとなる立木が高い所にある場合におきます。

【対策】

この場合の転倒防止策は、内側（先柱側）に控索を配置することです。

【理由】

控索により合成力と反対向きの抗力が発生し、元柱を倒す力が打ち消されるため。

【注意】

なおこの配置になると、控索が集材路の目的地を通ることになったり、通路を阻んでしまうことがあります。必要であれば、元柱から選び直し、固定索や控索のアンカー類や向柱の再検討なども行ってください。

以上、控索の配置の考え方について説明しました。

集材路を伐開した後では、候補となる支柱が限られてしまいますので、控索の必要性の検討は、支柱選びの段階で行っておくようにしましょう。

控索を設置し、補強状態を確認する

控索の配置方向が決まりましたので、控索アンカー（立木または切株）を決め、控索を取り付けます。

取り付けの手順については、「第5回. 固定索の設置 - 控索で先柱を補強する」をご参考ください。

【補強状態の確認を】

控索を設置しおえたら、チルホールを操作して固定索をよく緊張させ元柱が傾いてこないことを確認してください。傾いてこなければ控索の抗力がうまく作用している証拠です。

控索があれば万全ということではない

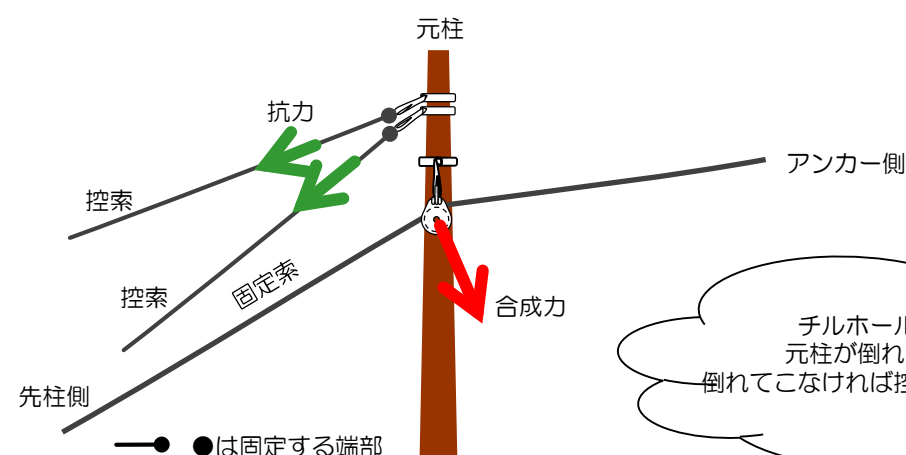
控索が仮に適切に配置されていても、万全ということはありません。対策の図で見るように、控索による抗力は立木を倒す力（前後左右に向かう力）を打ち消しますが、立木をつぶそうとする力（地面に向かう力）を打ち消すことはできません。そのため「倒れずにつぶれる」ことがあります。

なお、**控索をどんなに理想的に配置しても、木をつぶす力は打ち消すことはできません（原理的に不可能）**。よって、太さが十分ではない木など、つぶれる危険のある木は元柱として避けるべきです。

このことは先柱についても同様にいえます。

対策

先柱側に控索を取り付け、転倒を防止する

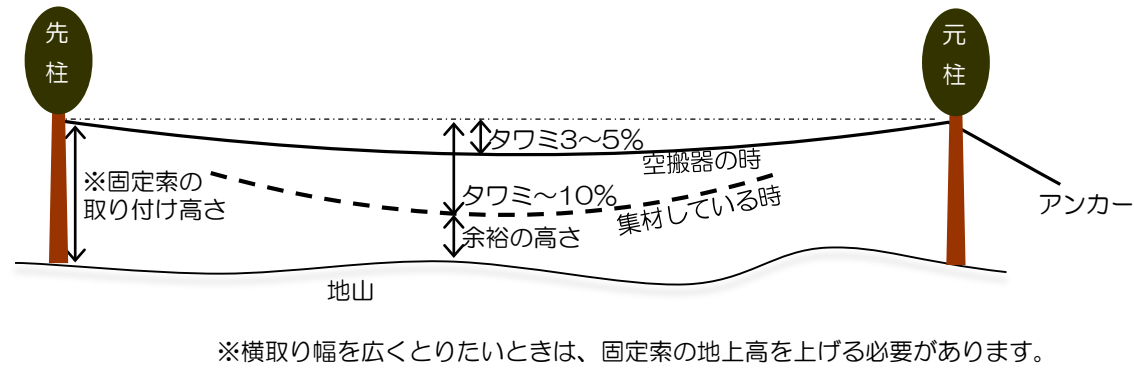


チルホールを操作して固定索をよく緊張させ元柱が倒れてこないことを確認してください。倒れてこなければ控索の抗力がうまく作用している証拠です。

元柱の控索のための資機材

総称	サイズ 個数 (例)	備考
ワイヤーロープ	Φ9mm × L20m × 2本	控索用。実情に合わせて本数を用意
ワイヤークリップ	Φ9mm用 × 16個	控索2本分のアイ作成用
シャックル	W3/4 (1t用) × 2個	控索2本分
ベルトスリング	幅50mm × L2m × 2本	控索2本分。長さLは柱径によります
ラダー	L 2m	高さ4m (長さL + 身長) まで作業可
安全帯		柱上作業用
当木 (あてぎ)	長さ30センチ × 多数	現地調達可能。古毛布で代用可
PPロープ	Φ6mm	当て木の仮留め用。Φ5mmでも可
ワイヤーロープカッター	切断能力Φ12mm	ワイヤーロープ切断用

横から見た固定索のタワミ（傾斜を無視しています）



「第6回. 固定索の設置 - 元柱に掛けアンカーに繋ぐ」まで、または「第7回. 固定索の設置 - 控索で元柱を補強する」までの作業が完了したら、固定索を緊張させた状態を点検してください。

■ タワミ3~5%になるよう張り上げる

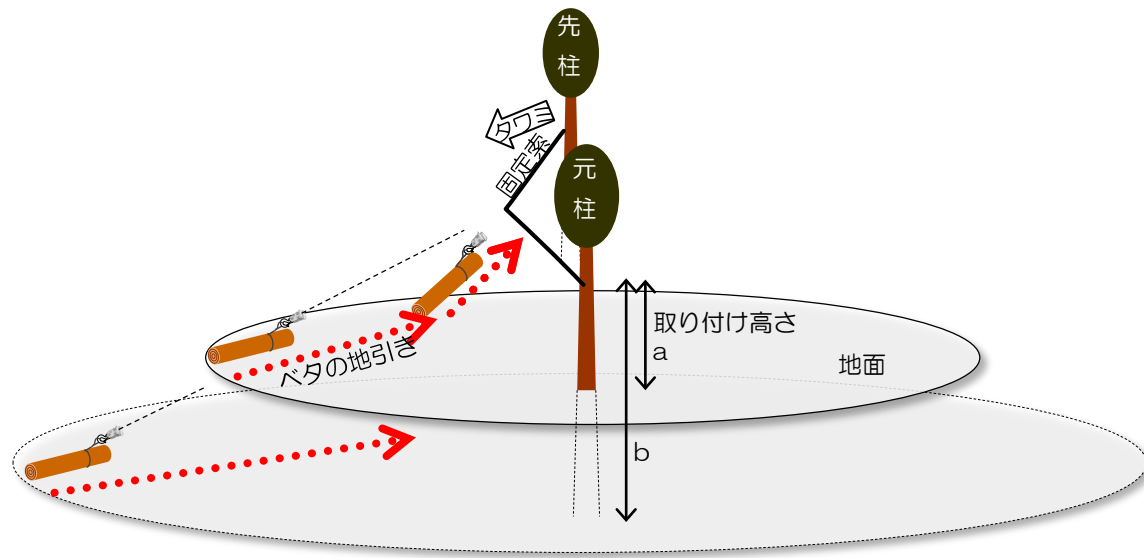
チルホールを操作して、固定索のタワミが3~5%の間になるよう緊張させます。

通常、架線システムにおいては固定索（主索、本線とも呼びます）を「無負荷時の中央垂下比が3~5%」に緊張させて使います。すなわち材を運んでいないときの固定索のタワミ（支柱間の midpoint での垂れ下がり）が、支柱間の長さに対して、3~5%程度になるようにするのが一般的です。

数字を小さくする（タワミを小さくする）ほど張力が増しますので、支柱やチルホールへの負荷が増します。数字を大きくする（タワミを大きくする）ほど張力が減りますので、支柱やチルホールへの負荷が減ります。

この緊張状態で集材（材の荷重がかかる）を行うと、タワミは10%程度まで大きくなります。

地上高を変えたときの横取りイメージ



■ 適切な地上高があるか

これを踏まえ、全経路（先柱~元柱）にわたって十分な地上高が確保されるか確認します。

十分でないときは、先柱または元柱（またはその両方）について固定索の取り付け高さを修正します。あるいは根本的に改善を図る必要があるときは、「第2回. 支柱を決める」作業に立ち戻ってみてください。

■ 横取りを頑張りすぎない

固定索の地上高を高くする（左図でaをbにした場合）と、全体的に端上げしやすくなり横取り作業も若干しやすくなります。

ただしバタの地引きの距離もそれなりに増え、支柱にかかる負担も大きくなります。支柱を倒すリスクが増えますので、高すぎないか、併せて確認してください。

動力の例

以下のいずれかタイプの動力を1つご用意ください。



林内作業車（ウインチ付き）
「やまびこ」など



ロープウインチ
「エンジンウインチVF80 BOLT」など



集材機



「マウントポニー」
※生産中止



「ひっぱりだこ」
※生産中止

「〇〇」は固有名詞

今回は、動力の設置について説明します。

これまでに固定索の設置が完了していますので、残るは動索となります。その動索の起点となるのが動力です。

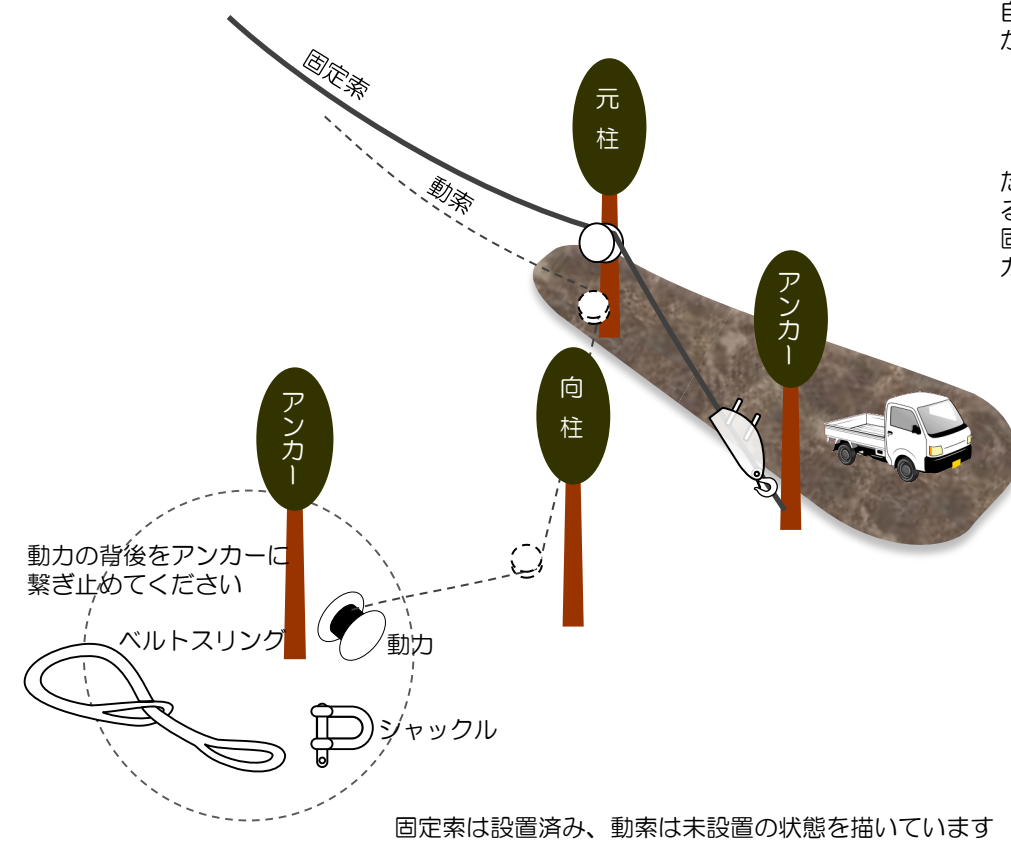
動力を用意する

軽架線システムに必要な動力は1個（台）です。

ドラムでロープを巻き取るタイプの動力製品や、そうした動力を装備品として備えた機械製品がいろいろ出ています。動力1個であれば候補は広がります。

左にその例を挙げます。これ以外のものでもかまいません。

中には自走や運搬の機能を備えたものもありますますので、これから購入される場合は全体の業務イメージを描いてから選ぶと良いでしょう。生産中止となっているものは、リサイクルショップやオークションサイトなどで手に入られることがあります。



動力を設置する

動力の設置場所は、第2回「支柱を決める」で説明したとおりです。

動索の方向をイメージし、ドラムが向柱（または元柱）に対して正対するように動力を設置します。

※ロープウインチでは正対が不要です。

アンカーに繋ぐ

ベルトスリングなどを用いて、動力の背後側をアンカーに繋がります。

【たるみを取る】

なお繋いだばかりのベルトスリングはたるんでいますので、実際に動力を動かして動索の張力が伝わると動力（機械）がズレ動いてしまいます。林内作業車など自走式の場合は、少し自走させてたるみを取っておきましょう。

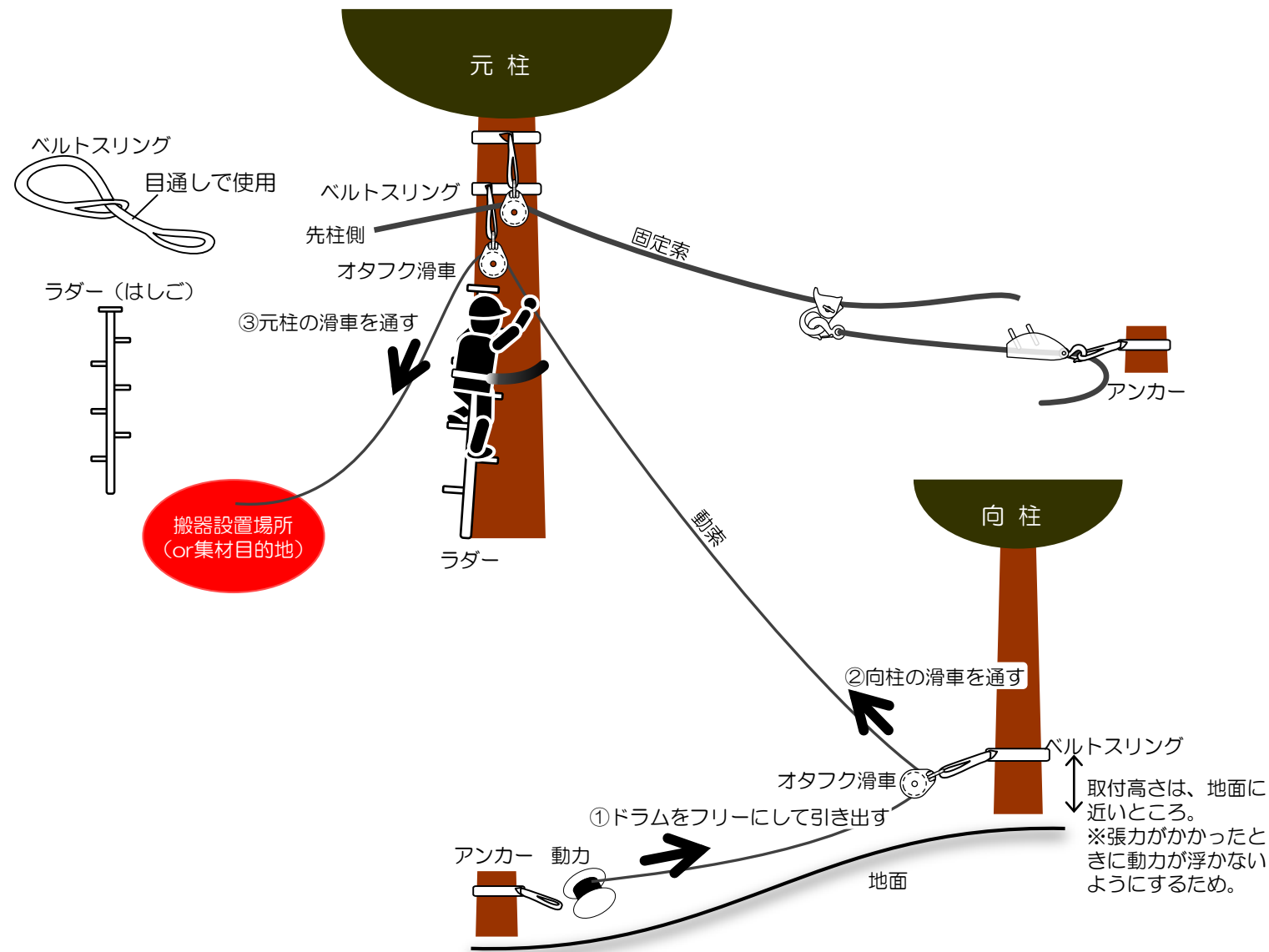
自走式でないものは、後の段階（動索を張り、搬器を設置した後）、負荷をかけた試運転を行う際に行うとよいでしょう。

【入射角度を調整し固定する】

たるみをとる際に動力を設置する方角にも気をつけてください。先の図にある集材機タイプの場合はドラムへの入射角度（フリートアングル）が適切に固定する必要があります。必要に応じ、複数のロープ（と複数のアンカー）を使うなど工夫して動力の固定を行ってください。

動力の設置に必要な資機材

総称	サイズ 個数（例）	備考
動力	1台	数馬力～10馬力までのもの
燃料		動力にあったもの
シャックル	W3/4（1t用） × 2個	動力側とアンカー側にそれぞれ
ベルトスリング	幅50mm × L3m × 1本	長さLは柱径や動力の配置によります



ラダーを使うときは必ず安全帯も使います。
ベルトスリングは目通し・シングルでも強度十分なよう、幅50mmを使用します。

今回は、動索を引き回すことについての説明です。

架線設置のための、搬器設置を除いて最後の作業になります。

高所作業がありますので、気をつけて行ってください。

■ 手順

動索を通すブロック（滑車）を経路上にある支柱にとりつけ、動索を①、②、③の順に通します。

通し終わったら、いまいちど動力が最初のブロック（滑車）に正対（まっすぐに向かい合う）しているか確認します。

①ドラムをフリーにして動索を引き出す

クラッチやブレーキのかかる動力はクラッチ解除（フリー）、ブレーキ解除して行ってください。

②向柱の滑車を通す

向柱を使う場合は、向柱にベルトスリングで滑車を取り付け、動索を通してください。

なお、動力と正対させる関係で、滑車（ベルトスリング）の取り付け高さは地面に近いところにします。取り付け位置が高いと、動索に張力がかかったときに動力が仰向けに浮いてしまうことありますので注意してください。

※ドラムの向きを固定する必要がないタイプの動力（例：ロープウインチなど）はこの限りではありません。

③元柱の滑車を通す

元柱にベルトスリングで滑車を取り付け、動索を通してください。そして搬器設置場所まで動索を引きます。

【動力が正対していることの確認】

動索に張力がかかると、ベルトスリングの余尺の分だけ滑車が支柱から離れます。すると動索の軌道が変わります。すると動索の軌道は、**厳密には支柱を結んだ線ではなく、滑車を結んだ線になります**ので留意してください。

このような現象をふまえ、「動力が最初の滑車※に正対している」ことを確認し、正対が保たれていなければ動力の向きを修正してください。

動力の中でもロープウインチのタイプのものはドラムの向きを固定できませんので、ベルトスリングの向きを調整して最短距離で最初の滑車に向かっていることを確認してください。

※左図では最初の滑車は向柱の滑車です。向柱を使わないときは、元柱の滑車が最初の滑車になります。

■ 動索用ロープの材質

ロープ材質（ワイヤーか繊維か）は、動力（機械）の仕様に従います。

■ 動索用ロープの使用荷重

（前提）これまで、材の最大荷重 1 5 0 キロ、固定索に径Φ9mmのワイヤーロープを使ったケースを想定して説明してきました。

動索にワイヤーロープを使用する場合は、径Φ6mm程度のものが軽くて取り回しもよく、使用荷重としても十分な強度が得られます。Φ6mmのワイヤーロープの使用荷重は、概ね破断荷重が1.8トン（18000N）です。

動索の安全係数＝6※として、使用荷重＝破断荷重／安全係数＝1.8トン／6＝300キロ（3000N）程度を上限とした運用が可能になります。

繊維ロープの場合はこの限りではありません。材質によって強度が大きく異なりますのでご注意ください。

破断荷重のみ記載されている場合には、安全係数を6として使用荷重を見積もってお選びください。

※安全係数：この軽架線システムで使用する動索は、巻き上げ（リフティング）の運動が含まれる関係で安全係数＝6としました。

■ 必要な動索の長さ

動索のロープを新規に購入される場合は、この軽架線システムで必要な長さを事前に概算しておくとう良いでしょう。右図のように、最奥にある材を集材することを想定して計算します。

例えば、「横取り長8m、経路長50m、元柱～動力の長さ20m、余尺5m」なら、必要な動索の長さは83mです。

ショップ等でのご購入はたいてい50m単位が多いので、100mのロープを購入します。

このままドラムに巻き付けてお使いになってもかまいませんが、余尺が長すぎてドラムが乱巻きや食い込みを起こす懸念がありましたら、使わない長さを切って使ってください。

おわりに

以上で、軽架線システムの索張り作業は完了しました。

本資料では、この後に続く搬器設置と集材作業について省略させていただきました。

【その後の点検・修正が肝心】

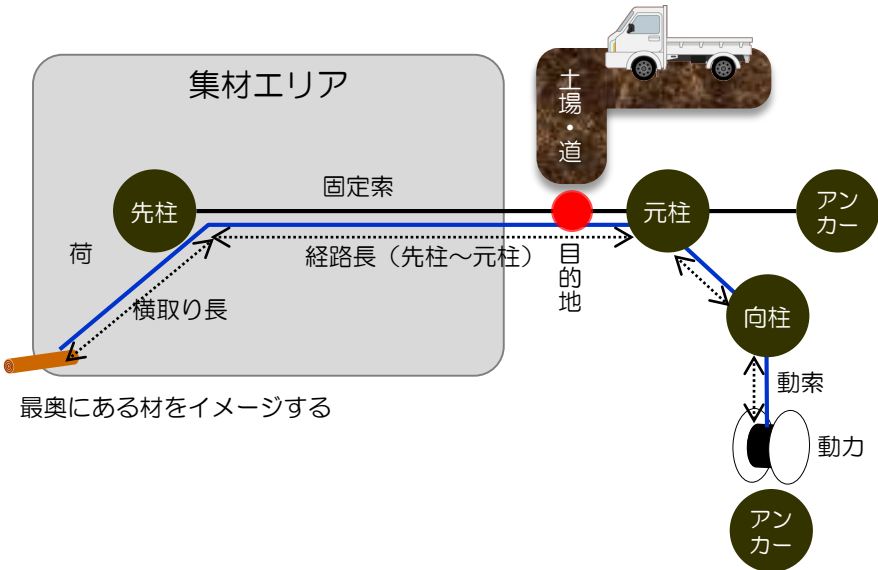
搬器を取り付けた後、試運転の後、および通常運転を開始した後も、架線の状態は早めに点検してください。

固定索は、実際に負荷がかかると伸び、支柱の取り付け力所でのアソビが増えるなどして、全体的にゆるみを生じるのが普通です。またベルトスリングがすり落ちて地上高が低くなることもよくあります。

張り上げ直後の点検のみならず、その後の各段階での索張りの状態を観察し、ロープの緊張状態や取り付け位置・取り付け状態などについて点検を行ってください。

必要な動索の長さ

真上から見た図



【計算】最奥にある材を想定した計算式。

必要な動索の長さ（MAX）＝ ※横取り長
＋経路長（先柱～元柱）
＋元柱～動力の長さ
＋余尺（無負荷時のたるみ、動力へのまき付け長さ）

※HANAKO 300では倍力を使いませんので、単純に横取り長（×1）を想定してください。
※倍力を想定した搬器で集材する場合は、横取り長×倍力の数 を想定する必要があります。

なお、余尺が長すぎると動力への巻き付け長さが大きくなって乱巻きなどの原因になります。
実情に合わせてほどよい長さをご用意ください。

動索の引き回しに必要な資機材

総称	サイズ 個数（例）	備考
ベルトスリング	幅50mm × L2m × 2本	元柱用および向柱用。
オタフク滑車	車径Φ75mm（500kgf） × 2個	元柱用および向柱用。
ワイヤーロープ※	Φ6mm×L100m×1本	動索用。必要な長さは上記計算式にて算出ください
繊維ロープ※	L100m×1本	動索用。必要な長さは上記計算式にて算出ください
ワイヤーロープカッター	切断能力Φ12mm	固定索ワイヤーロープと共用

※動力のタイプによって異なります。

HANAKO（森の機械製）を使った軽架線システムに必要な資機材の一覧です。これから架線集材を始めようとする方は、機材調達の参考にしてください。
第4回～第9回については、各回ごとに必要な資機材リストを各回の末尾に掲載していますので、併せてごらんください。

番号	品名	説明	チェック
1	動力	動力装置の付いたロープ巻取器（ウインチ）です。ドラム1つ（単胴）以上あれば実施できます。 ・ロープウインチ ・ウインチ付き林内作業車 ・バックホー取付型ウインチ などでも可能です。	☐
2	燃料	集材機の動力に合ったものがが必要です。	☐
3	索張りの環境	索張りに適した元柱、先柱があるか。控索やアンカーの取れる柱はあるか。集材機を設置するスペース、導線は確保できるか。 立木を活かすことができるので、伐倒前に検討しておく必要があります。	☐
4	固定索	元柱と先柱をつなぎ、搬器HANAKOを支持するためのワイヤーロープ。ロープ径φとロープ長は事前に検討が必要です。ロープ径は仕様をご覧ください。 ロープ長は、搬送距離（先柱～元柱の間隔）＋先柱～アンカーまでの距離＋元柱～アンカーまでの距離 が必要になります。設置時にはたるみが必要ですので、余尺を付けて下さい。	☐
5	動索	荷と集材機をつなぎ、搬器HANAKOを介して荷を引っ張る（揚げる＋寄せる）ためのロープ。ロープ長とロープ径は事前に検討が必要です。ロープ径は仕様をご覧ください。 ロープ長は、横取りの距離＋搬送距離（先柱～元柱の間隔）＋元柱～集材機までの距離 が必要になります。設置時にはたるみも必要ですので、余裕を付けて下さい。	☐
6	控索（ひかえさく）	木材を運搬するときに、元柱や先柱には大きな力が働きます。立木の径や索の取り付け高さを踏まえて、立木の強度に不安のないよう控索を設置してください。動力装置の固定にも控索が必要です。 径は固定索と近いものを使用します。一度使った固定索を再利用しても良いでしょう。伸びにくい材質が要求されますので、基本はワイヤーロープですが、伸びの少ない繊維ロープでも可能です。	☐
7	ブルーシート	作業前にロープや金物、道具類の置き場所を確保し、敷物としてブルーシートを使います。設置・撤収時に、品物を視認しやすいので、作業がはかどります。繊維ロープの絡みを防止するにも、シートを置くことで役立ちます。日をまたがって設置しておくもの（集材機やチルホールなど）を雨雪から保護するためにも使えます。 厚めのものを、大小あわせて4～5枚用意しておくとう便利です。	☐

番号	品名	説明	チェック
8	搬器 HANAKO一式	単引きで、上げ荷、下げ荷をとともに安全に行うことができます。運転時には付属の専用クリップ、フック、および予備の制動部などが必要になりますので忘れないようにしてください。	☐
9	フック	（HANAKO一式に付属）動索の端部に付け、玉掛けするためのフック。林内のような不整地では、荷掛け時に張力が伝わるまでに玉掛けワイヤーが外れることがよくありますので、ラッチが付いたものやセルフロック式のものの方が便利です。	☐
10	搬器操作用の繊維ロープ	（HANAKO一式に付属）空搬器を荷掛位置まで手で動かす際に、およびハンドブレーキを使用する際に、繊維ロープをHANAKOに取り付けます。設置後のHANAKOの地上高も考慮し、扱い易い長さに切ってお使いください。	☐
11	空搬器移動用の延長ロープ	足場のよい場所から空搬器を引くための延長用ロープ。繊維ロープ（パラコードタイプ）は軽くて摩擦が少ないのでお勧めです。ワイヤーロープの場合は重くならないよう、細め（φ4～5mm）のものをお使いください。	☐
12	玉掛け用ロープ	荷に掛けるための両端がアイのロープ。ベルトスリング（繊維）、ワイヤーロープいずれも可です。運転時にHANAKOのフックに掛けておくとう便利です。束ねられない荷をそれぞれ掛けることができるよう、数本用意しておくとう便利です。	☐
13	PPロープ	ワイヤーロープの収納などでPPロープが重宝します。当て木の設置やブルーシートの固定にも使います。太め（φ6mm以上）のものがあると手袋を付けた状態でも扱い易いです。	☐
14	ベルトスリング	立木への固定索の端部固定や滑車（ヤーディングブロック）の設置に使います。ベルトスリングは繊維のため立木を痛めない上、取り付け易いためワイヤーロープよりも重宝します。長さは固定する立木の直径の4倍以上必要になります。固定索の固定には幅50mm以上、動索の固定や玉掛け用には幅35mm以上をお使いください。1現場で10本程度あるとう安心です。	☐
15	当木（あてぎ）	固定索や控索を立木に固定する際、ベルトスリングを使わず、ワイヤーロープを直接立木に巻き付ける場合には、当て木を使います。現地で当て木の材料を調達するのは意外に大変ですので、事前にたくさん用意しておくようにします。効率を重視するならば、当て木を使わずベルトスリングのみで対応することもできます。	☐
16	マーカー	調査や動作指示をする際に、マーキングテープ、マーキング用ラッカースプレー、チョークなどがあると便利です。	☐

番号	品名	説明	チェック
17	滑車（ヤーディングブロック）	固定索の支持（固定索の引き締めと弛緩ができるよう元柱に使用）や、動索の動力までの動線部に合わせて用意してください。シーブ径がΦ100mmとΦ75mmのものをそれぞれ2～3個ずつ用意しておくといいでしょう。これより大きなサイズのものは強度的に安心できますが、重すぎて取り付けが困難になることがありますので持った感触を確認してください。	☐
18	ワイヤーリップ	固定索や控索の固定、動索の端部（アイ）作成のために使います。ワイヤー径に合わせて、不足のないよう十分な数を用意しておきます。一カ所あたりの取付数は4個以上です。取付数はワイヤーの太さやタイプによって異なりますので注意してください。 ご参考 http://www.marinefun.net/category/146_148.pdf	☐
19	シャックル	端部（アイ）とロープをつなぐために使います。使用荷重やロープ径を踏まえて、端部の数に対して不足しないよう用意しておきます。サイズはネジ径9～19mm（W3/8～3/4）のバリエーションがあると便利です。取り付け対象となる端部は、最低でも固定索（先柱側、元柱側、引き締め側）、動索（元柱側）に必要です。固定索端部には大きな張力が働きますので、ネジ径19mmのものをお使いください。他にも集材機の固定、滑車やフックの固定など様々ありますので余裕をもってご用意ください。	☐
20	ワイヤーカッター	固定索、控索、動索の切断に使用。Φ12mmに対応したワイヤーカッターがあると便利です。	☐
21	チルホール	固定索や控索の索張りの際の引き締めに、キトクリップなどと組み合わせて必要になります。索張りの為に限れば、チルホール用のワイヤーは短め（10m以下）のものが扱い易くて便利です。	☐
22	キトクリップ	チルホールとともに使います。固定索や控索の径に合わせて選んで下さい。ここでは8～10mmに対応したものを1～2個用意してください。	☐
23	ラダー（はしご）	立木に登っての作業に、安全帯とともに必要になります。足場を必要としない、木登り専用のラダーが便利です。取り付け高さに応じて必要な長さ（取り付け高さ－2m）のものを使ってください。 例）取り付け高さ4mなら、4－2＝2mの長さのラダーが必要です。	☐
24	安全帯	ラダーを使うときは必ず使用してください。	☐
25	とび口（鳶口）	荷掛の際、荷（木材に使用）を転がして移動します。また集材中に、荷の進行を介助する際に使用します。 （注）荷を掴んで持ち上げる道具にトングがあります。荷に体を近づけて使いますので、集材の介助にはお勧めできません。	☐
26	腰袋	索張りの際に、クリップ、シャックル、レンチ、PPロープなどを携帯するのに便利です。 荷掛け作業を行う人は、カラビナがついていると（後付でもOK）、ロープやフックの一時的な繋ぎ止めができて便利です。	☐

番号	品名	説明	チェック
27	リュックサック	索張りの際に、腰袋よりも多くの資機材を同時に運べます。ベルトスリング、インパクトドライバー、ブルーシートなど腰袋に入りきらないものがあるときに便利です。	
28	トランシーバ	索張りの際に、支柱間の距離が長いときに連絡手段として便利です。集材する際にも、荷掛者と集材機運転者の距離が離れたときの連絡手段として重宝します。とくに集材機が動いている時は機械音で声が通らなくなりますので、距離の短い現場でも助かります。	☐
29	距離計	支柱間の距離や集材路の長さを測るための、巻き尺、またはレーザー式の距離計があると便利です。索張り時には、メートル単位の大まかな距離が分かれば十分です。これにより固定索や動索に必要なロープ長を決めることができます。 レーザー式の距離計は、斜度を測る機能もついているのでお勧めです。ゴルフ用に出されているものでも十分機能します。	☐
30	巻き取りドラム	長いロープの設置、撤収、保管のいずれの場面においても便利です。ロープ展開時に“より”によるキンクなどの問題を避けることができ、また収納時に（人による）巻きの乱れやクセがつきにくいいため、巻き取りドラムがあると便利です。携帯できる手動式のものがお勧めです。 （ご参考）弊社製品にkMidra（クミドラ）がございます。	☐
31	レンチ（またはスパナ）	HANAKO本体のナット、専用クリップのボルト、およびワイヤーリップのナットを締めるのに使います。 ワイヤーリップには様々なナットサイズがありますので、以下のサイズのレンチは揃えておいてください。頭は全て六角です。 ・ M5（ネジ径5mm）→8mm(2面幅、レンチサイズ) ・ M6（ネジ径6mm）→10mm ・ M8（ネジ径8mm）→13mm※ ・ M10（ネジ径10mm）→17mm ・ M12（ネジ径12mm）→19mm※ ※はHANAKOで使用。 索張りには数多くのナットを使用し、かつ足場の悪いところでの作業になりますので、高価になりますがソケットレンチまたはボックスレンチをサイズごとに専用で揃えておくことが時短上、安全上の点でお勧めします。	☐
32	インパクトドライバー	バッテリー電源タイプのインパクトドライバーと、上記のサイズにあったソケットレンチ（またはボックスレンチ）の先端パーツを用意しておくくと便利です。	☐

以上、軽架線システムに必要なものをリストアップしましたが、設置方法によっては不要になるものがありますので、設置方法をご判断のうえお選びください。

また設置や集材業務にあたっては架線集材経験者の指導を受けていただくことをお勧めします。

伐倒作業に必要なもの（チェーンソーなど）は除外していますので、別途ご用意が必要です。

本資料の流れに沿った作業進捗リストをご用意しました。これから始める方は進捗状況の確認にお役立てください。不明な点は、表側の番号に相当した各回ページを参照ください。
資機材の手配は（付属資料）資機材リストや各回の資機材リストを参考に事前に進めてください。本リストに搬器設置以降の作業は含まれません。単位換算：キロ（kgf）≒10N

実施者：	実施日：
------	------

第1回。地形を確認する	下げ荷の傾斜である	☐
	上げ荷の傾斜である	☐
	ほぼ水平の傾斜である	☐
	凹型になっている	☐
	凸型になっている	☐
	全経路に渡って地引き（端上げ）できる	☐
	地形がえぐれ、宙吊りになる区間がある	☐
	傾斜を把握している	☐ （ 度）
	集材の目的地に寄りつける	☐
第2回。支柱を決める	集材エリアを決めた	☐
	目的地（集材のゴール）を決めた	☐
	荷の最大質量を把握した	☐ （ kg）
	運搬方法（宙吊り、端上げ）が決まった	☐ （ ）
	固定索の最大張力を想定した	☐ （ キロ）
	先柱を決めた	☐
	元柱を決めた	☐
	固定索のアンカーを決めた	☐
	動力のアンカーを決めた	☐
	動力の設置場所を決めた	☐
	元柱単体の強度に不安がある	☐
	向柱を決めた	☐
	元柱の控索アンカー（複数）を決めた	☐
	先柱単体の強度に不安がある	☐
	控索の控索アンカー（複数）を決めた	☐
	決めた支柱にマーキングした	☐
	危険エリアを認識した	☐
第3回。集材路を伐開する	先柱～元柱の距離（経路長L）を測った	☐ （ m）
	負荷時のタワミ量（L×10％）を概算した	☐ （ m）
	横取りする材がある	☐
	集材路の伐開幅を決めた	☐ （ m）
	集材路を伐開した	☐
第4回。固定索の設置 － 先柱に取り付ける	最大張力をふまえて固定索の径を決めた	☐ （Φ mm）
	十分な長さの固定索を用意した	☐ （ m）
	固定索の一端をアイ加工した	☐
	先柱に一端を取り付けた	☐

第5回。固定索の設置 － 控索で先柱を補強する	控索の組合せは元柱方向への転倒を防止する	☐
	控索の組合せは横取りによる転倒を防止する	☐
	一端をアイ加工した控索（複数）を用意した	☐
	控索（複数）のアイを先柱に取り付けた	☐
	十分な当木を用意した	☐
	控索（複数）アンカーに当木を仮留めした	☐
	控索（複数）のもう一端を控索アンカーに固定した	☐
第6回。固定索の設置 － 元柱に掛けアンカーに繋ぐ	固定索は元柱の滑車を通っている	☐
	チルホールの使用荷重は十分である	☐ （ キロ）
	ウインチの仕掛けを作った	☐
	固定索のたるみを取れた	☐
	チルホール操作で固定索を緊張できた	☐
	緊張した固定索の垂下量は経路長L×3～5％である	☐
	緊張した固定索は経路に渡って十分な地上高がある	☐
	搬器を設置する場所を決めた	☐
第7回。固定索の設置 － 控索で元柱を補強する	チルホール操作で搬器を設置できる高さにできる	☐
	控索の組合せは先柱方向への転倒を防止する	☐
	控索の組合せはアンカー方向への転倒を防止する	☐
	控索の組合せは横取りによる転倒を防止する	☐
	一端をアイ加工した控索（複数）を用意した	☐
	控索（複数）アンカーに当木を仮留めした	☐
	控索（複数）のもう一端を控索アンカーに固定した	☐
第8回。動力を設置する	動力を用意した	☐
	動力を設置場所に置いた	☐
	動力は最初の滑車に正対している	☐
	動力をアンカーに繋いだ	☐
	繋いだベルトスリング（等）のたるみが取れた	☐
	燃料を用意した	☐
第9回。動索を引き回す	運搬方法をふまえ、動索の使用荷重を想定した	☐ （ キロ）
	最低必要な動索の長さを概算した	☐ （ m）
	適切な長さの動索を用意した	☐
	動力に動索を巻き付けた	☐
	搬器を設置できる場所まで動索を引き回した	☐
	改めて、危険エリアを認識した	☐