

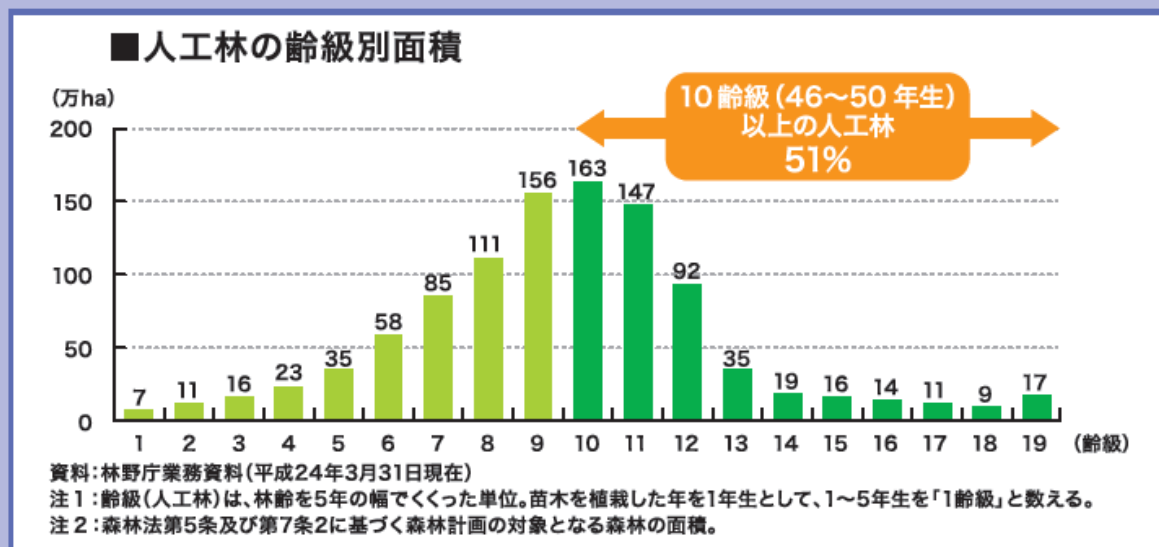
架線作業について

四国森林管理局森林技術・支援センター

1 架線系作業システムによる効率的な施業方法の確立が課題

我が国の森林資源は、高齢級の森林が増えており、資源として本格的な利用が可能な段階となっている。

このような森林資源の循環利用を図るとともに、森林の有する多面的機能を維持・向上させるための森林整備や持続的な林業経営を進めていくには、生産体制等の整備が重要となり、これまで、路網整備や高性能林業機械の導入・改良等による生産体制等の効率化が進められてきたが、今後は、路網整備が比較的困難な奥地林の急傾斜地における間伐や皆伐、再造林等の森林施業も必要となることから、架線系作業システムによる効率的な施業は避けて通れない課題となっている。



2 架線系作業システムの現状

皆伐では集材機、間伐ではスイングヤーダによる集材が主流

架線系作業システムとは、集材に架線を利用する集材機やタワーヤーダ、スイングヤーダとプロセッサといった高性能林業機械を組み合わせた作業システム。

現在の架線系作業システムは、皆伐では集材機、間伐ではスイングヤーダによる集材が主流となっているが、奥地林での施業では、集材機による2段集材、小面積皆伐や間伐では、日本製の自走式搬器による集材等も実施されている。



集材機を利用した架線集材



欧州のタワーヤーダを利用した間伐作業

3 現在の索張り方式

大きく主索型と非主索型に分類され、さらに自重型と機械運行型に分類される

集材機の軸数や胴数、シングルもしくはエンドレスといったドラムの種類が、索張りの方式を大きく限定する。また、索張り方式は大きく分けて、主索型か非主索型の2種類に分類され、さらに、搬器が自重で走行する自重型と搬器をエンドレス索等により集材機械の力で動かす機械運行型に分類される。



主索型の索張り方式



非主索型の索張り方式

日本は、横取りの必要性が高く、主索型のエンドレスタイラー方式が主流

日本では自重型による索張り方式が欧州より導入されていたが、路網の整備が進んでおらず、地形等から下げ荷集材の必要性も認識され、集材機械を谷側に設置できるタイラー方式が多く用いられるようになった。

さらに、エンドレスドラム付き集材機が製造され、大規模皆伐や急傾斜でシワのある地形における横取りの必要性から、現在では、3胴式のエンドレスタイラー方式が最も多く使われるようになっている。

また、間伐作業では、ダブルエンドレス方式やH型架線方式、短距離の集材では、スイングヤードによるランニングスカイライン等の非主索型の索張り方式も用いられている。

【集材機の索張り方式】

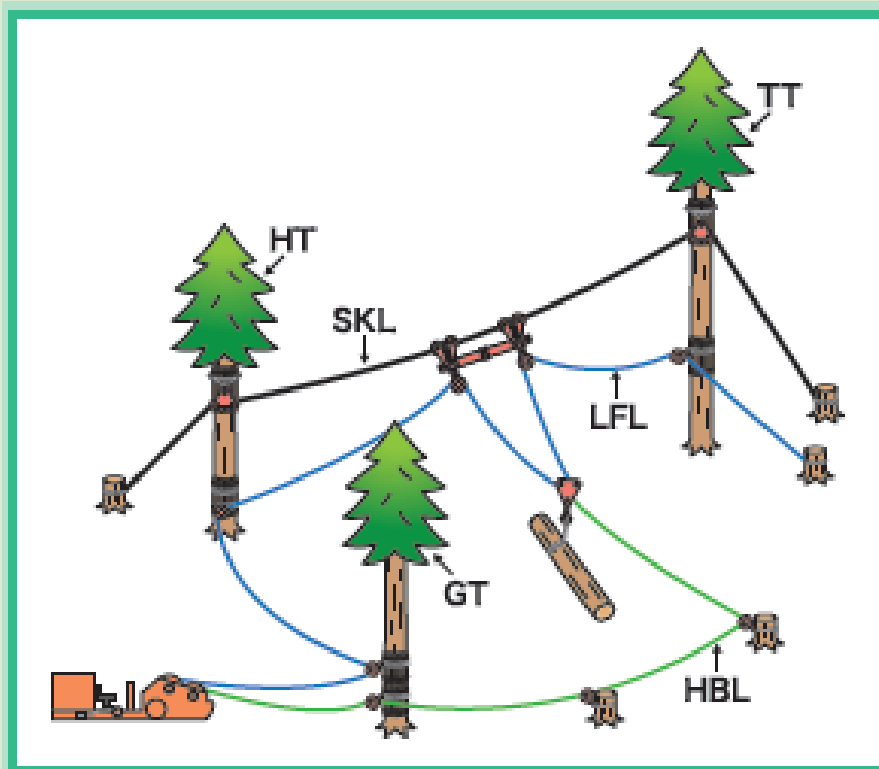
集材機は、架設や撤収の作業が煩雑であるが、長スパンでの集材や横取りが可能であり、一度の索張りで広範囲の集材が可能。

それぞれの索張り方式では、架設や撤収を容易にしたり、長スパンに対応して搬器の動きを制御しやすくしたりするなどの工夫がなされている。

5-1 主な集材機の索張り方式

タイラー方式

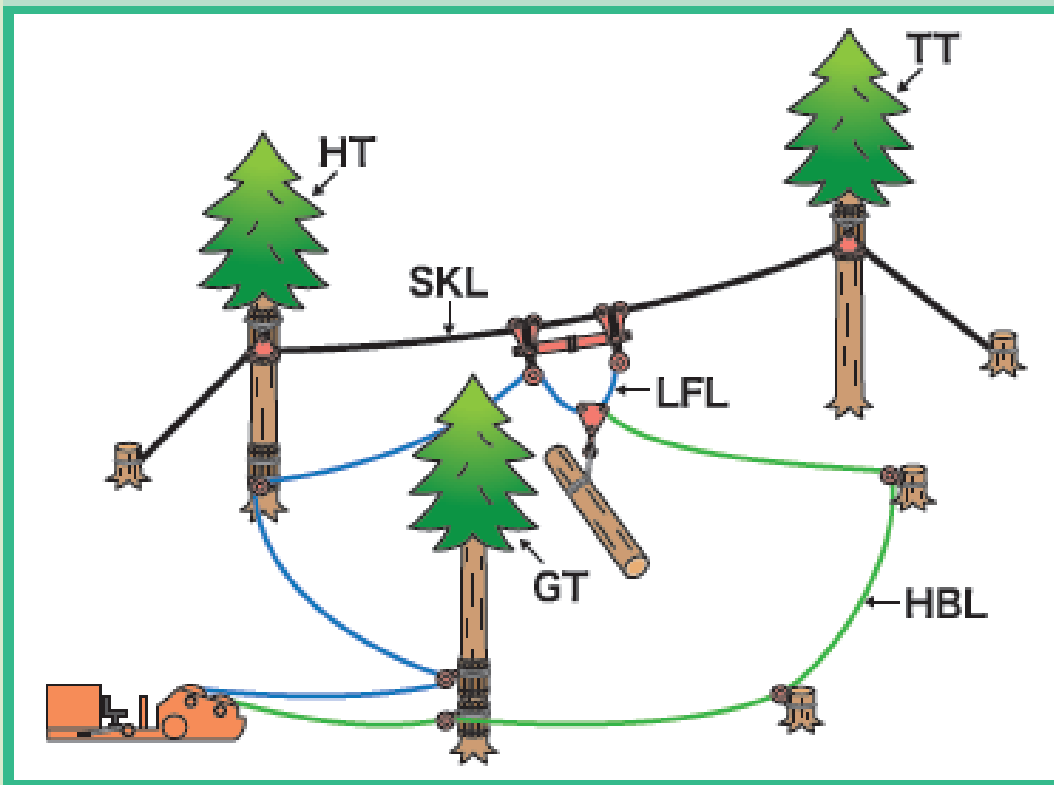
先端が先柱に固定された荷上索が、搬器の滑車を通してローリングブロックを吊り下げた構造で、エンドレスタイラー方式やフォーリングブロック方式の原型となる自重型の索張り方式です。搬器の自重で走行できる傾斜地での下げ荷用として用いられますが、引寄索を追加（3胴式タイラー方式）することで機械運行型となる。



5 - 2 主な集材機の索張り方式

フォーリングブロック方式

タイラー方式の荷上索の先端を搬器に固定した構造で、支間傾斜が水平または緩傾斜の箇所で用いられている。構造は簡単であるが、荷上索と引戻索を同調させるため、操作はやや難しい索張り方式である。

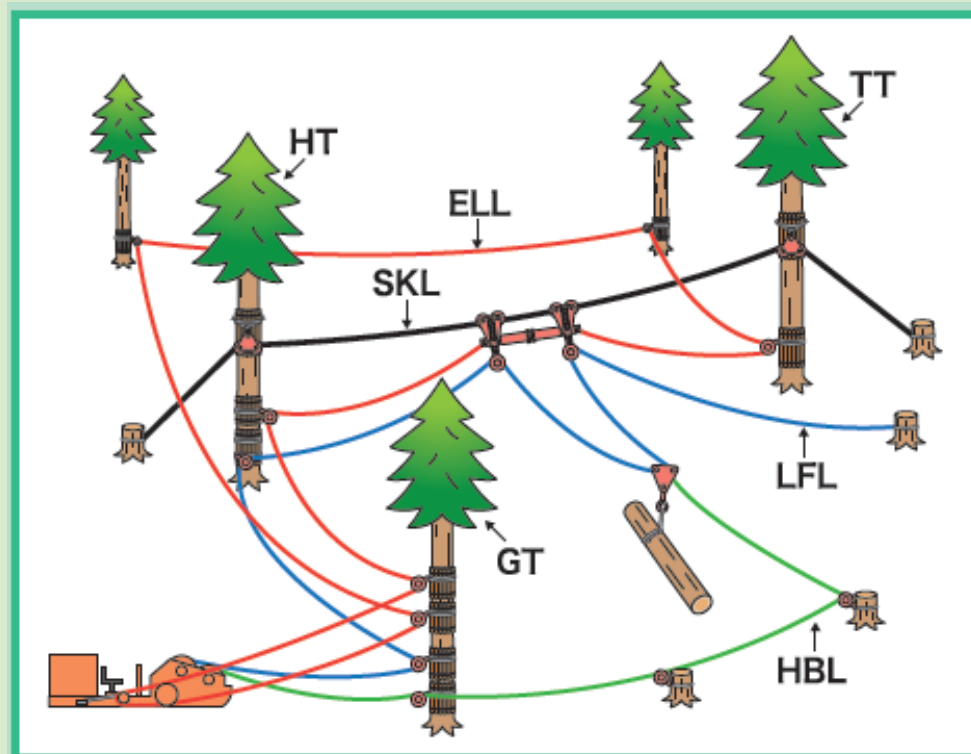


5-3 主な集材機の索張り方式

エンドレスタイラー方式

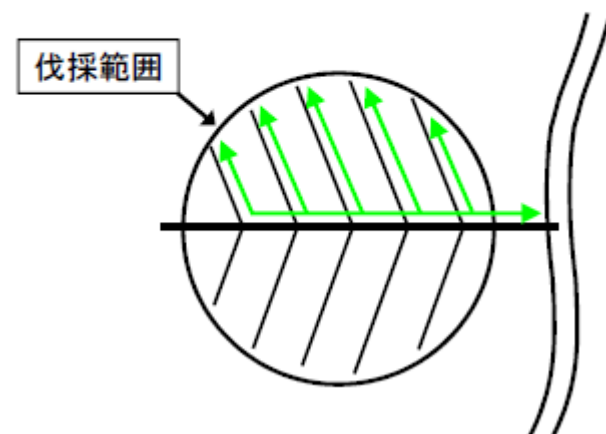
タイラー方式を基本に、エンドレス索を追加し、その両端を搬器に取り付け、エンドレスドラムで走行させる構造（3胴式エンドレスタイラー方式）が一般的。

この方式は、横取り範囲が広く、運転操作が容易で架線の支間傾斜に関係なく使用できるほか、搬器を主索上の任意の位置に固定できるため荷下ろし等の作業が容易である。



■横取り型

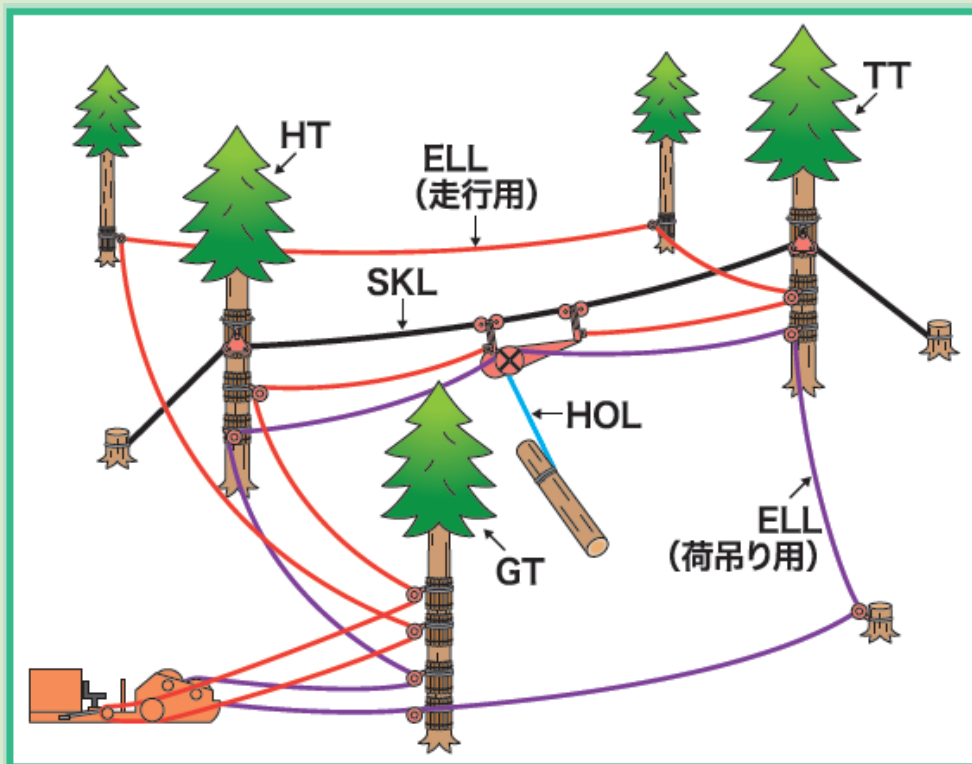
□ 集材架線（固定主索式）



5 - 4 主な集材機の索張り方式

ダブルエンドレス方式

ホイスティングキャレジ（アベックキャレジ）といわれる特殊搬器と、その搬器の走行及び搬器に内蔵された巻上ドラムを操作するための2本のエンドレス索を使用する構造で、一般的にフロントドラムに割エンドレスドラムを取り付けて、エンドレスドラムとして利用する。なお、ホイスティングキャレジ式やアベックキャリア式とも呼ばれる。



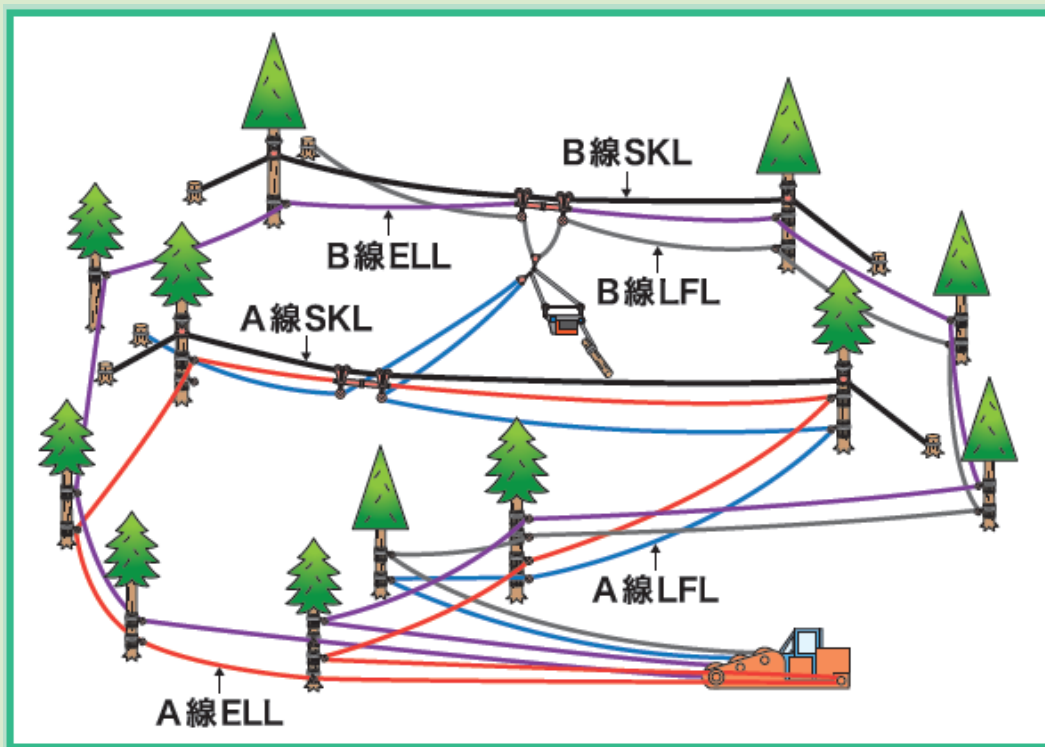
特殊搬器（ホイスティングキャレジ）

フロントドラムに取り付けられた割エンドレスドラム

5-5 主な集材機の索張り方式

H型架線方式

エンドレスタイラー方式を2本張り、双方のロージングブロックを繋ぐエンドレスタイラーダブル方式で、形がH型になることから、H型架線方式という。広範囲な集材に有効であるほか、任意の地点で荷の上げ下ろしが可能なので、適宜土場を選定・移動できます。また、荷を真上に引き上げられることから、周囲の立木を傷めることが少ない。

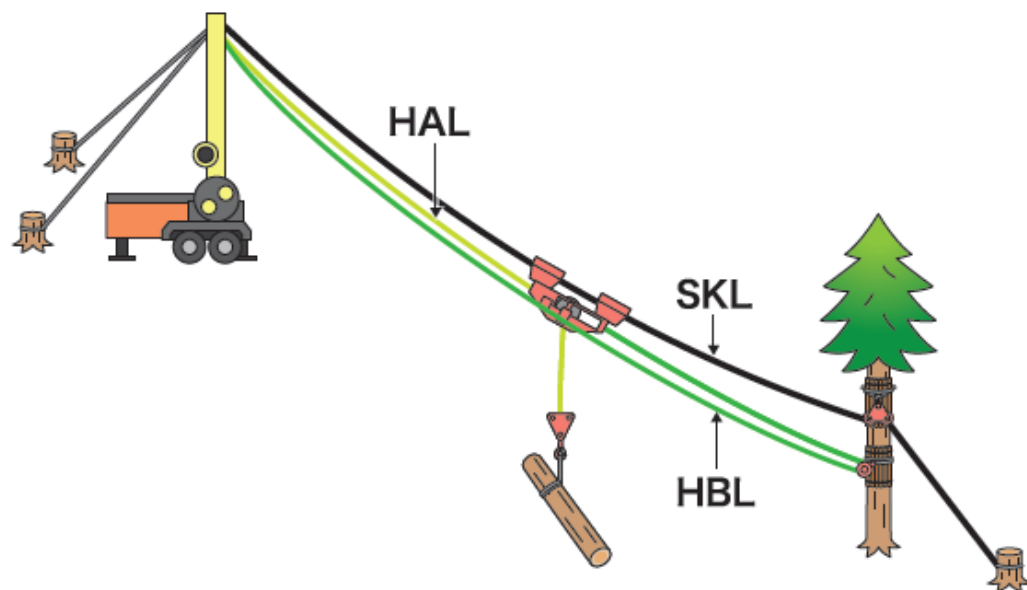


6-1 主なタワーヤーダの索張り方式

自動繫留搬器方式

タワーヤーダは、架設・撤収が容易であることから、移動しながら索張りを繰り返して集材できる。

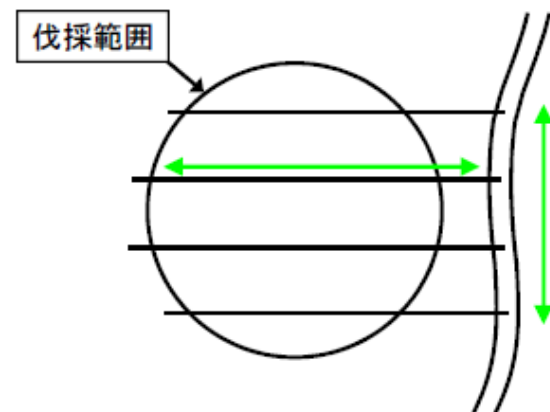
引寄索と先柱等で折り返した引戻索を取り付けた構造で、搬器の走行はタワーヤーダにより行うため、搬器の制御が可能となることから、全地形で対応できる。なお、搬器の位置がタワーヤーダから遠くなると、人力での横取り作業が難しくなるため、強制降下機構を搭載した搬器もある。



■ 張替え型

□ 簡易架線

□ タワーヤーダ・スイングヤーダ



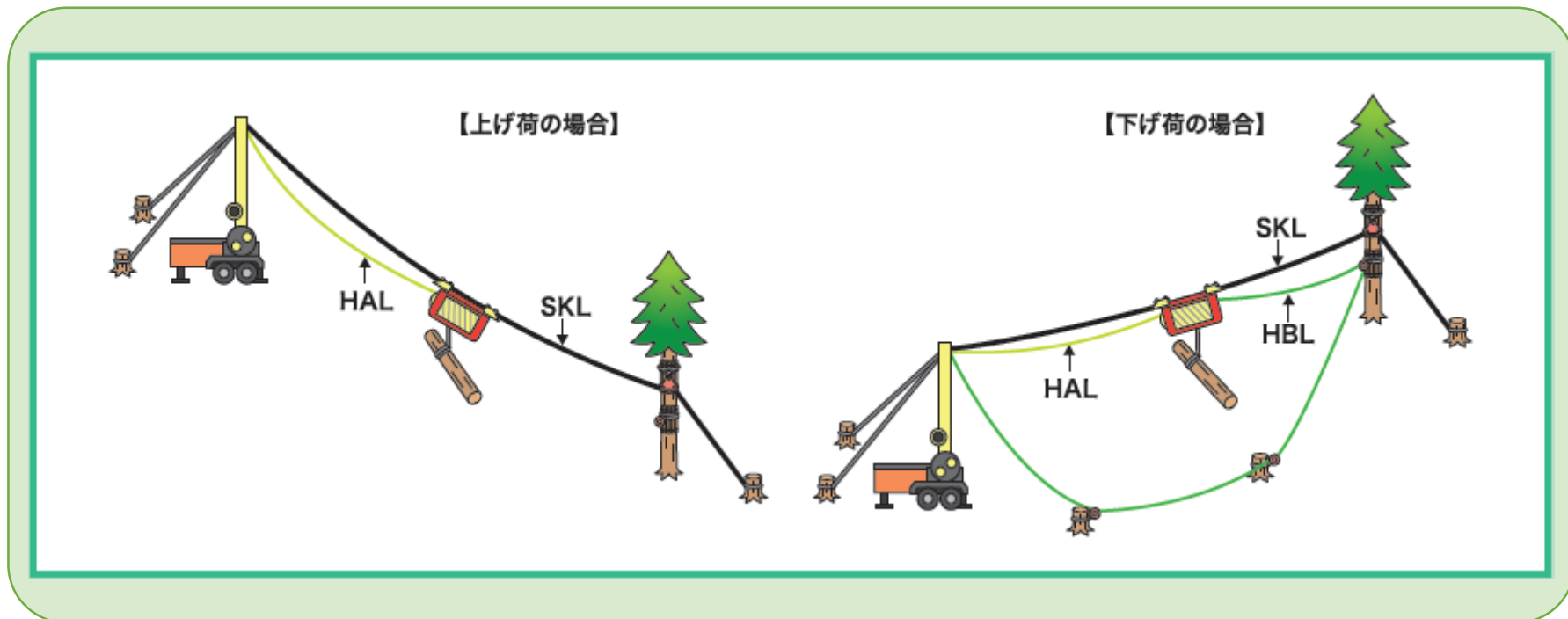
6-2 主なタワーヤードの索張り方式

巻上索内蔵搬器方式

基本的に自動繫留搬器と同様の構造で全地形に対応できます。また、集材機と組み合わせた場合は、エンドレス索を取り付けた構造でも対応可能。

搬器の走行は自動繫留搬器と同様。また、エンジンと荷上索を搭載していることから、材の吊上げは、荷掛手がリモコン操作で行うことができる。

欠点は、エンジンを搭載していることから搬器が重く、支柱とする立木に補強を要することや凸型地形や緩傾斜地では主索高が低くなり、伐倒方法や材の吊上げ作業に支障が生じる恐れがあること等が挙げられる。

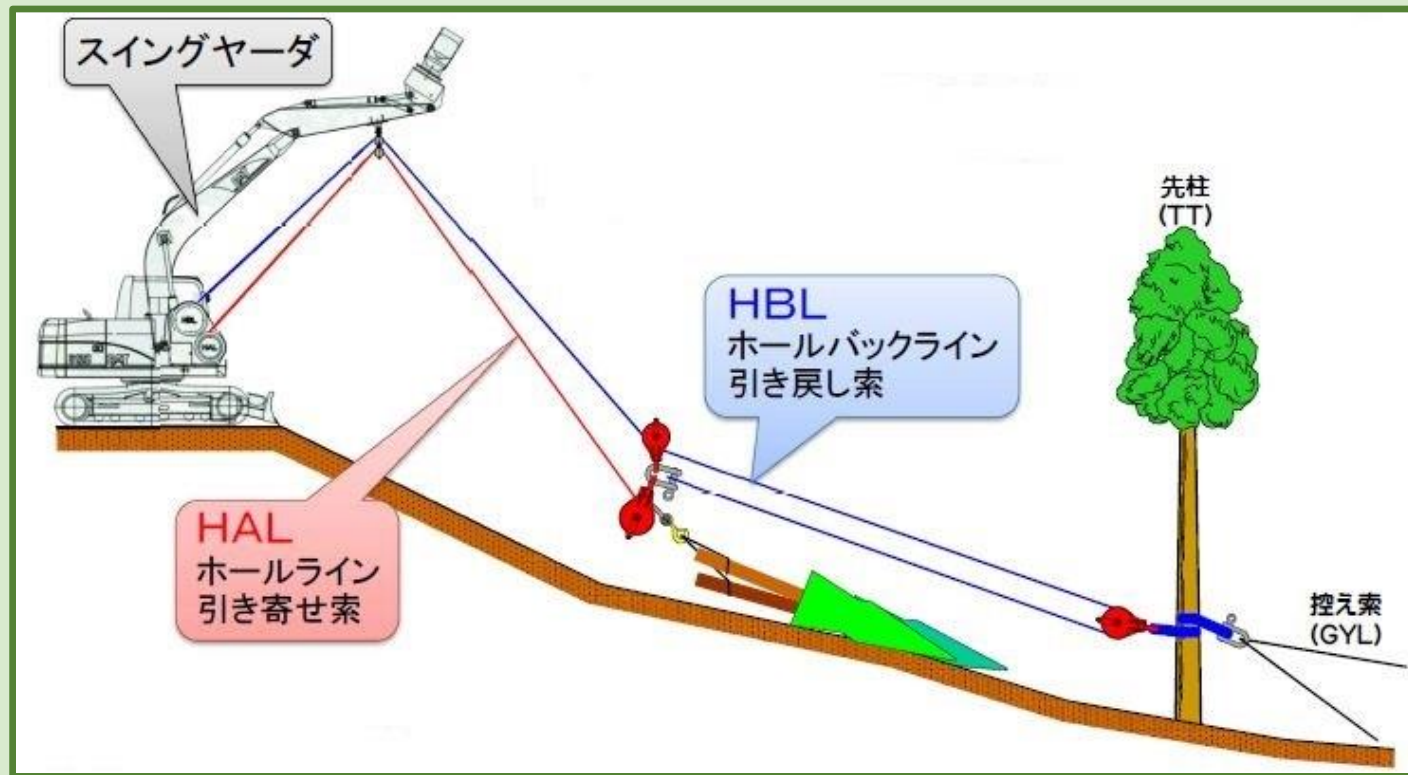


7-1 主な非主索型の索張り方式（スイングヤーダ）

ランニングスカイライン方式

先柱で折り返した引戻索に搬器を乗せる構造で、引寄せ索と引戻索を操作して集材。

小規模・短距離集材に適しており、一般的に、材を空中に吊り上げず、地曳きでの集材となる。

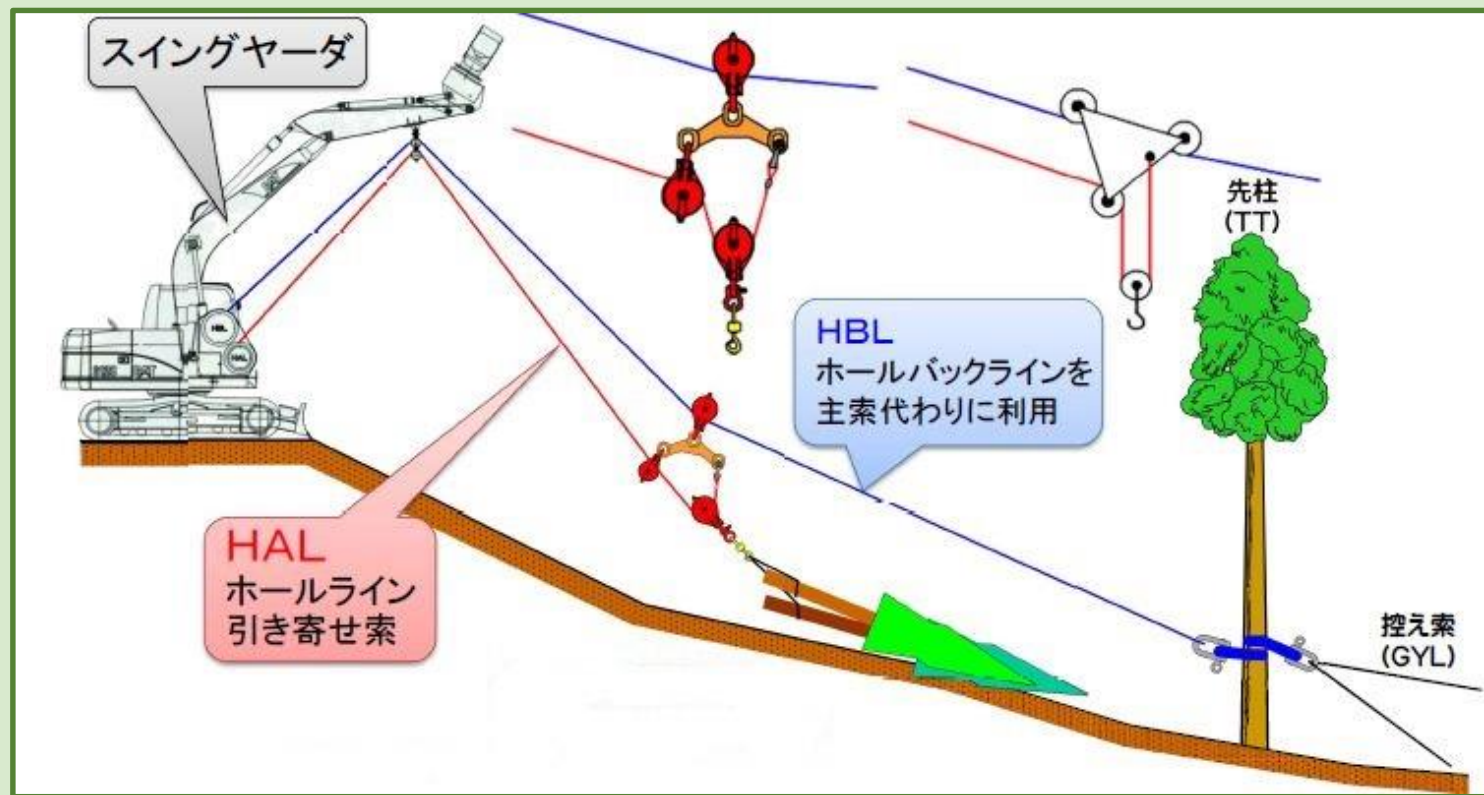


7-2 主な非主索型の索張り方式（スイングヤーダ）

スラックライン方式

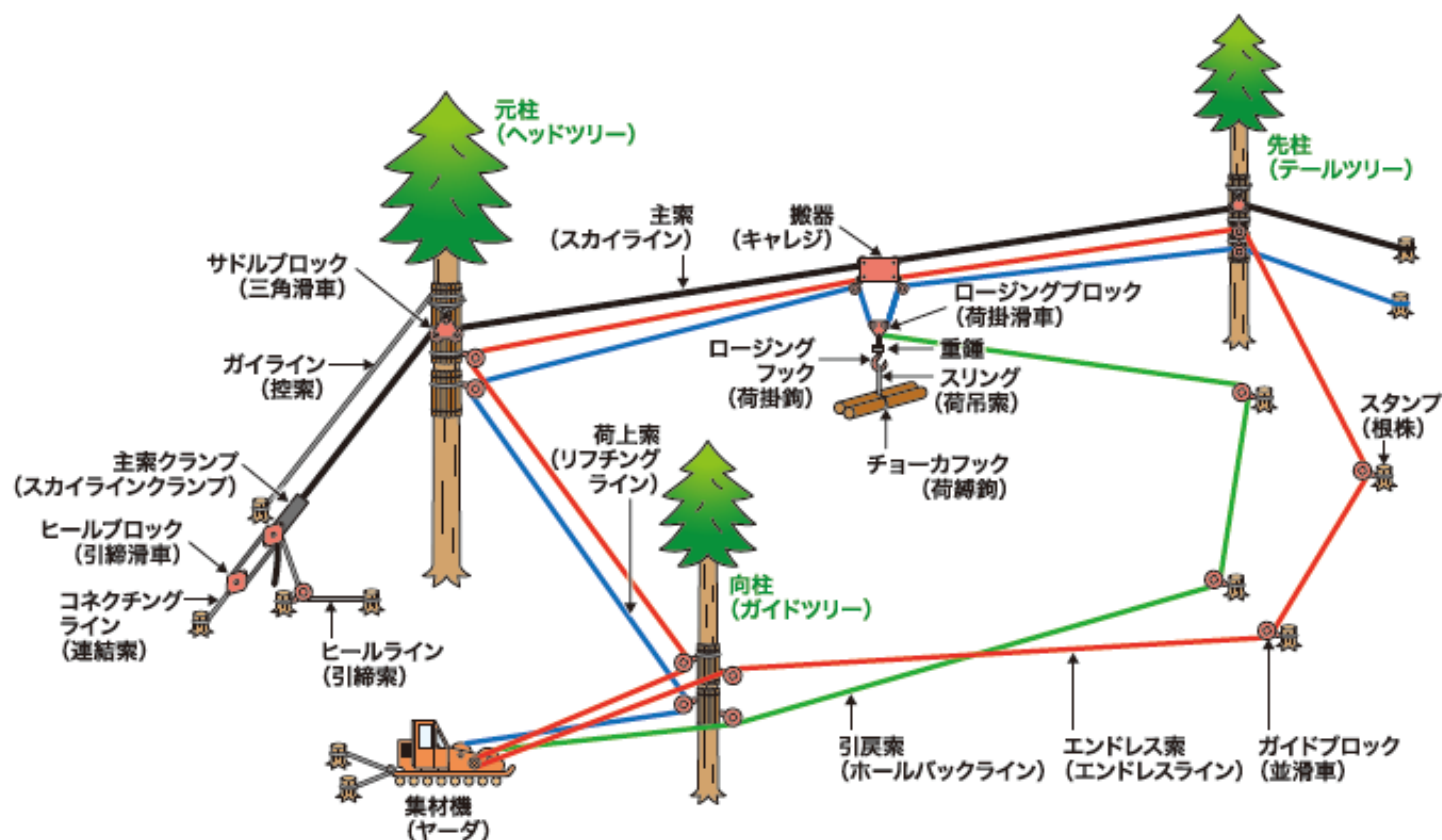
引戻索を主索として利用する自重型の集材。

小規模・短距離集材に適しており、一般的に、材を空中に吊り上げず、地曳きでの集材となる。



8 エンドレスタイラー方式の架設手順・方法

3 胴式エンドレスタイラー方式は、集材機を利用した索張り方式の中で、最も広く使用されているもの。リードロープによるエンドレス索や引戻索の引き回し、エンドレス索による主索の引き伸ばし、ヒールラインを組み付けて主索を張り上げるといった架設作業が複雑な索張り方式。



8 エンドレスタイラー方式の架設手順・方法

- ①エンドレス索のためのリードロープの引き回し
- ②エンドレス索の引き回し（リードロープとエンドレス索の入れ替え）
- ③エンドレス索の張り上げ
- ④エンドレス索による主索の引き伸ばし
- ⑤主索の先柱側アンカーへの固定
- ⑥主索の元柱側の固定（ヒールラインの組み付け、主索クランプの取り付け）
- ⑦搬器の組み付け
- ⑧主索の張り上げ
- ⑨荷上索の送り出し
- ⑩荷上索の固定
- ⑪エンドレス索の張力調整
- ⑫リードロープによる引戻索の引き回し
- ⑬主索の張力検定

8 エンドレスタイラー方式の架設手順・方法

①エンドレス索のためのリードロープの引き回し

まずリードロープを引き回し、これを使って作業索、主索の架設を行う。先山への器材の運搬はかなりの重労働となるが、エンドレス索を先に引き回すことにより、これら器材の人力運搬を少なくし、労働軽減が図られる。

引き回しは人力が多いが、地形や架線長によってはロープ発射機等を使用していたが、最近はドローンを使って、細いリードロープを元柱と先柱の間に引き伸ばすこともある。

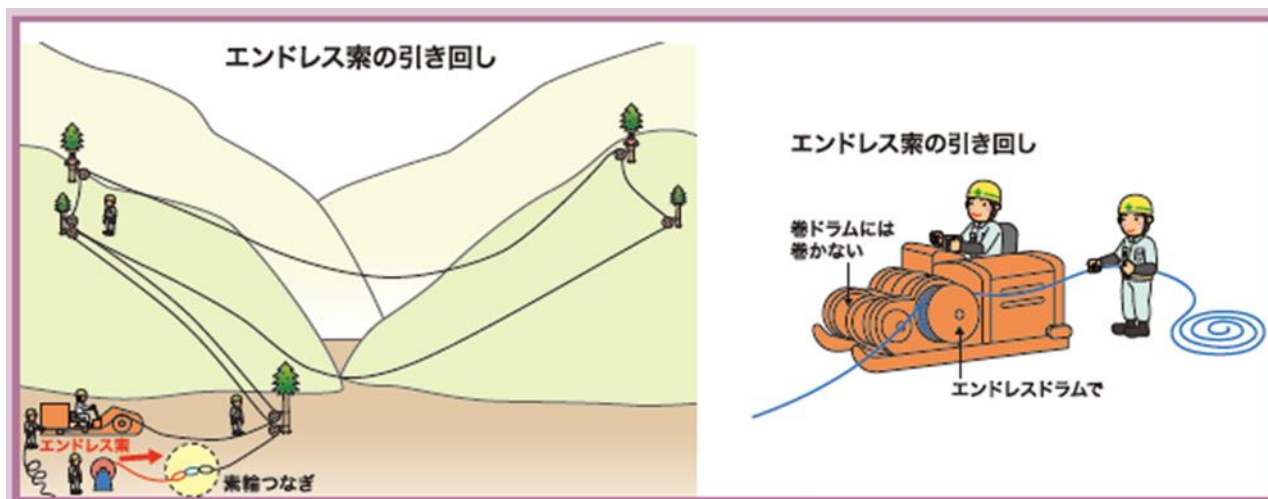
エンドレス索用のリードロープを集材区域の主索予定線直下とそれに平行(必ずではない)して索同士が絡まない程度(10m程度)を離して張る遊びの線返し線、控え線とも言う)を集材機の設置場所まで引き回します。

②エンドレス索の引き回し

集材機の設置場所まで主索直下を引き回した組のリードロープは、エンドレスドラム後方のガイドブロックに通してから、エンドレスドラムに4～5回巻き付ける。

エンドレスドラムに巻き付けたリードロープを手繰り寄せながら、エンドレス索を徐々に送り出す。この時、集材機のエンドレスドラムはゆっくり運転し、巻き取るリードロープと送り出すエンドレス索の動きに注意する。

リードロープとエンドレス索の連結部が集材機まで到達したならば、エンドレス索をエンドレスドラムに4～5回巻き付けて、更に、余裕の長さだけ引き出し、クリップ等で固定してリードロープから外す。

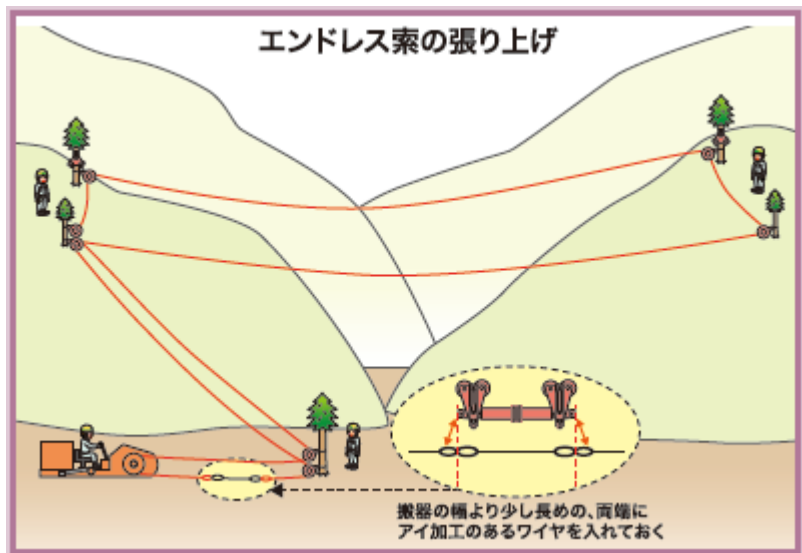


8 エンドレスタイラー方式の架設手順・方法

③エンドレス索の張り上げ

エンドレス索が一周した終端末は、集材機の第1ドラムに仮に巻き込んで張り上げまる。張り上げた後、第2ドラムを使ってバイスで固定し、第1ドラムのエンドレス索を緩め、エンドレスドラムに巻き付けた端末と連結。

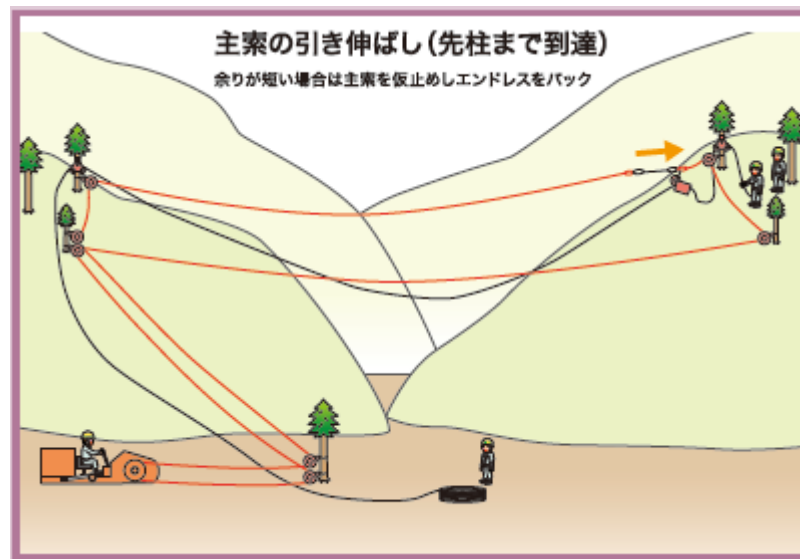
エンドレス索の張力を調整するコントロールラインを組み付ける。



④主索の引き伸ばし

エンドレス索に連結バイス又はクリップで主索の端を固定する（主索に余長（先柱からアンカーまでの長さ）をとる）。この時、主索とエンドレス索が捻（ねじ）れないように、捻れ防止用の棒を差し込んでおく。

主索の先端（固定部）が先柱に到達した時、余長分の端末をサドルブロックに通し、主索のアンカーまで引き伸ばす。

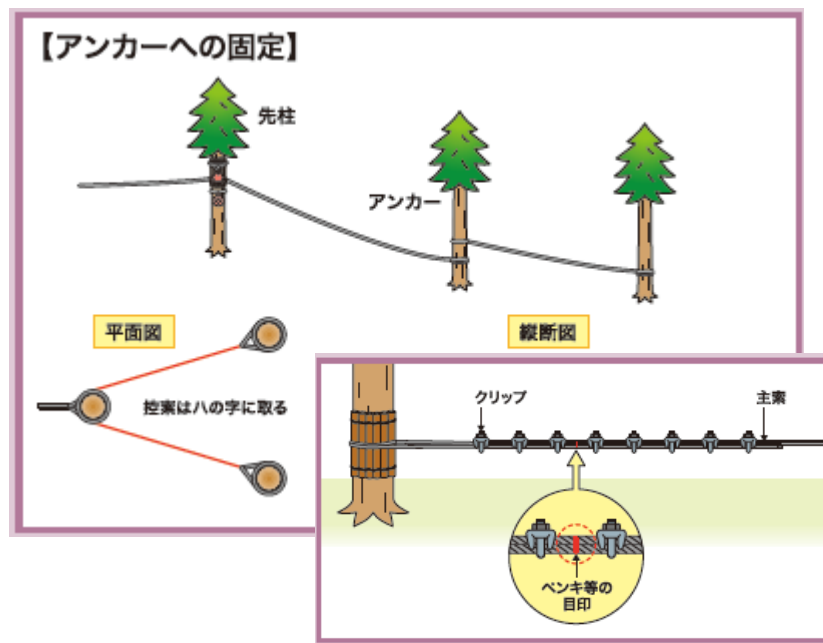


8 エンドレスタイラー方式の架設手順・方法

⑤主索の先柱側アンカーへの固定

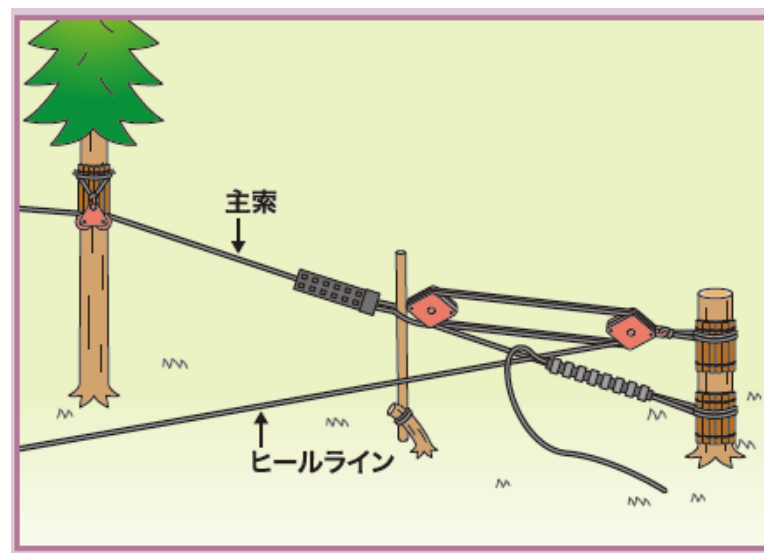
アンカーは、一つのスタンプ等で十分な強さが得られない場合は、アンカーラインを張るなどして、必要な強さを持たせる。また、スタンプ等が得られない場合には、埋め込みアンカーや打込みアンカーを用いる。埋め込みアンカーは、地中に丸太の構造物と岩石等で作設する。

アンカーに固定する方法は、主索を固定物（根株、立木）に腹側で2回以上巻いてクリップ止め。なお、クリップ止めした部分に目印（スリップマーキング）をつけ、作業中におけるロープの滑りの有無を点検する。



⑥主索の元柱側の固定

主索を固定するには、主索をアンカーに直接固定することが一般的な方法。長い主索の途中をアンカーに2回巻き付けることは容易でないことと主索を直接固定する時の索の傷みを防ぐことができることから、アンカーサドルを利用して固定することもある。



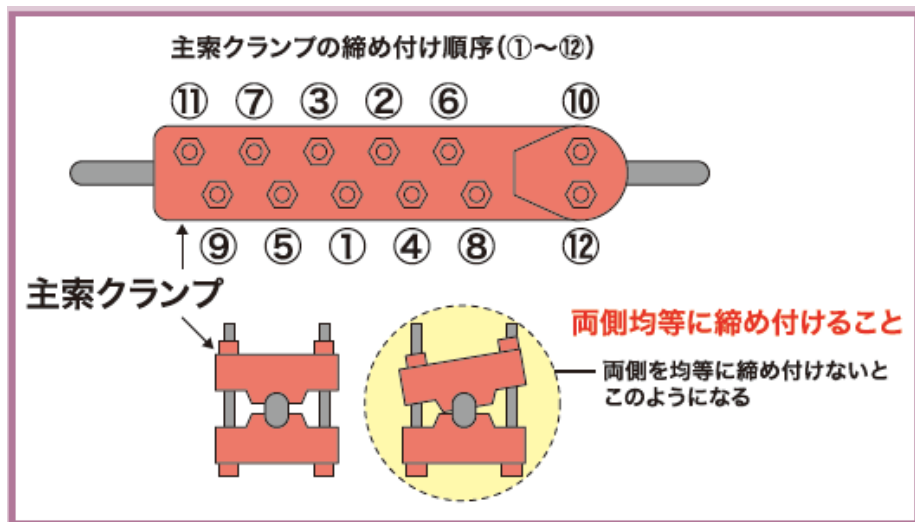
8 エンドレスタイラー方式の架設手順・方法

⑥主索の元柱側の固定

(ア) 主索クランプの取り付け

集材機の空いているドラムにワイヤロープを巻き、その末端を元柱手前にある主索にクリップ止め、又は、特殊なバイス（三徳バイスなど）を用いて連結して、スパン間の主索のたるみを極力無くし、作業に支障のない程度まで張り上げる。

主索クランプのボルト締めは、最初は手で締められるだけ締め、次にラチェットレンチで締め付けてから、トルクレンチを使って指定のトルクで締め付ける。

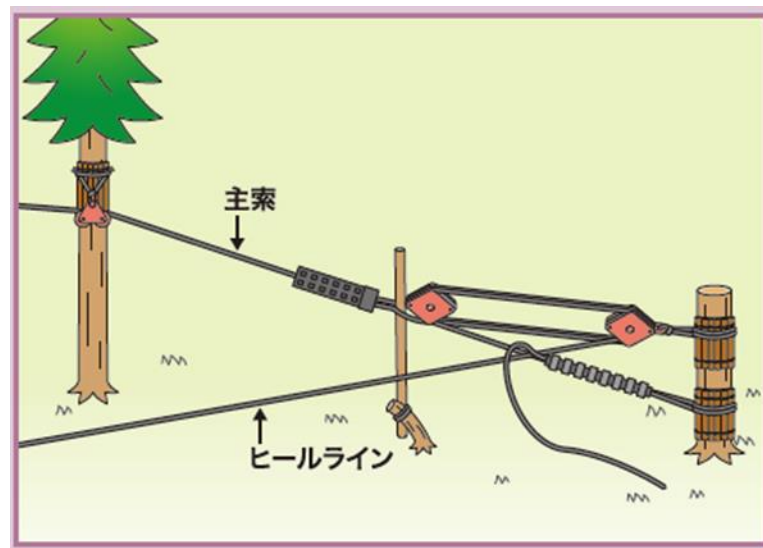


⑥主索の元柱側の固定

(イ) ヒールラインの組み付け

ヒールはスパンの外側でアンカーと元柱の間に設けることが多く、ヒールブロックの一方（4車）は、主索のアンカーに取り付け、もう一方のヒールブロック（3車）は、主索クランプに取り付ける。

ヒールブロックに索の流れの妨げとならないように回転防止用の小径丸太を固定する。



8 エンドレスタイラー方式の架設手順・方法

⑦搬器の組み付け

搬器の大きさは、小型のものから大型のものがあり、重量では30kg～200kgを超えるものもある。

重錘は、ロージングブロックを荷掛作業あるいは荷を吊らない時に接地させる場合に、荷上索の重さに打ち勝って降下させるために必要な重りで、重錘の上部はロージングブロックに連結し、下部はフックに連結する。

ア) 搬器を主索に掛け、イ) 搬器にエンドレス索を取り付ける。この時、搬器の長さより少し長めの、両端にアイ加工したワイヤを入れておいた両アイをシャックルで取り付ける。ウ) 荷上索用のガイドブロックを搬器の両端に付ける。



両持片持兼用型搬器

⑧主索の張り上げ

集材機のドラムに取り付けたヒールラインをゆっくり巻き上げると次第に主索が張り上がり、搬器も浮き出す。この時、搬器のシーブが主索に正しく乗っているかを確認する。また、先柱側アンカーに巻き付けた主索が重なり合っていないか、ヒールラインに捻れが生じていないかなども確認する。

短スパンの場合は、手動ウィンチや重機の地曳きウィンチ等を利用する場合もある。

所定の垂下比まで主索をヒールラインで張り上げ、主索をアンカーに固定する。

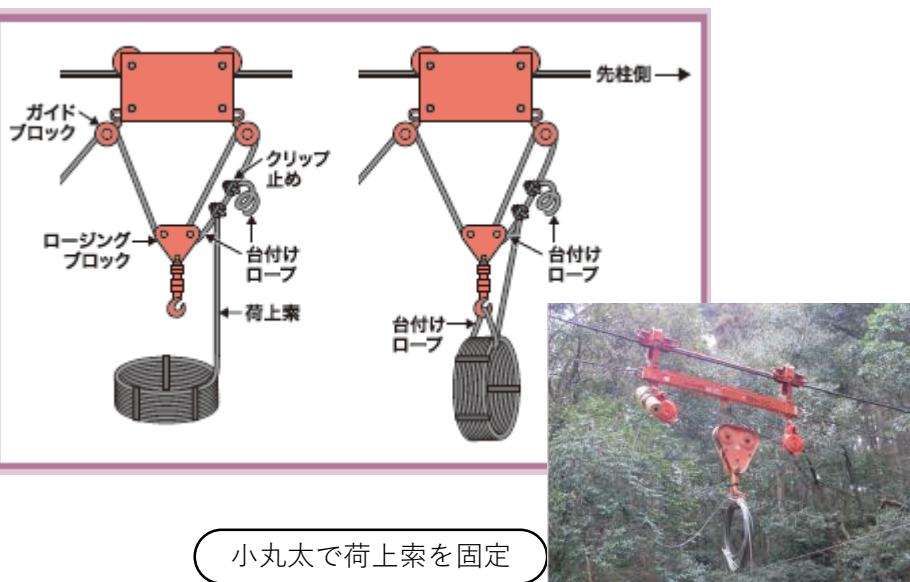
主索を張り上げた後、ヒールラインは集材機ドラムから抜き取る。

8 エンドレスタイラー方式の架設手順・方法

⑨荷上索の送り出し

荷上索を向柱、元柱を通し、搬器のガイドブロック、ロージングブロックを通して荷上索を取り付ける。その際、端末を先柱側で固定するために必要な長さ（余長分）を丸めて、引き抜けしないようにロージングブロックのワイヤ取り付け口に台付けロープを取り付け、クリップで止めるか、余長分の途中を小丸太（ストッパーの役目）に巻き付けて送り出す。

エンドレスドラムを駆動させて搬器を先柱側へ移動させ、荷上索が先柱付近まで到達した時、エンドレスドラムの駆動を止め、荷上索を緩めて、移動しないよう付近の根株等にクリップ等で仮止めする。

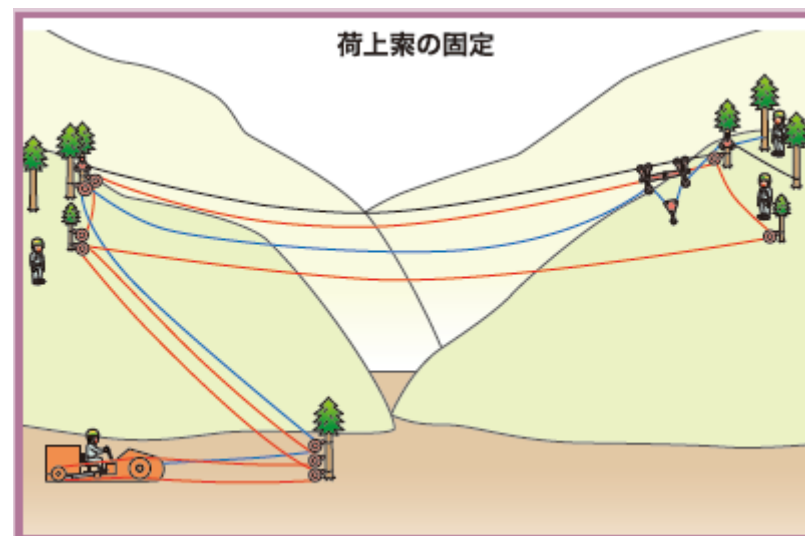


⑩荷上索の固定

荷上索の余長の部分を外し、固定する根株等まで引き伸ばす。

荷上索は、根株等に腹側2回巻いてクリップで固定し、仮止めを外す。

荷上索が木杵に巻いてある場合には、木杵から外し、集材機の第2ドラムに固定して巻き込む。



8 エンドレスタイラー方式の架設手順・方法

⑪ エンドレス索の張力調整

既にセットしてあるコントロールラインで搬器が走行できるだけの張力を加え、エンドレス索を張り上げる。垂下量は、主索より多少たわむ（120％）程度にする。張力が小さ過ぎるとエンドレス索は、エンドレスドラムをスリップして動かない。張力が大き過ぎると、エンドレスドラムとワイヤロープを傷めてしまう。

⑫ リードロープによる引戻索の引き回し

リードロープを引戻索の集材コース上を引き回し、先端をロージングブロックに取り付け、端末を素輪で引戻索に繋ぐ。

引戻索が最遠のガイドブロックを通過するまで、搬器でリードロープを引き込む。

引戻索の先端をロージングブロックに固定。

リードロープを切り離し、巻き取る。

⑬ 主索の張力検定

主索が設計書のとおり張り上げられたかどうかを検定する。検定する方法には、振動波法等がある。

一番簡易な振動波法による張力検定の手順は、以下のとおり。

ア) 搬器を元柱又は先柱近くに移動させて、エンドレス索の張力を除く。

イ) 小丸太で主索に打撃を加える。

ウ) 小丸太を主索に付けたまま、振動波が5回往復する時間を測定し、1往復に要した平均時間を計算式に代入して張力を検定する。

振動波法による張力測定計算式

■ 主索の平均張力の求め方

$$T = m \times V^2 / 1000 \quad T: \text{主索の平均張力 (kN)}$$
$$m: \text{主索の単位当たりの質量 (kg/m)}$$
$$V: \text{振動波の速度 (m/s)}$$

[計算例]

支間水平距離500m、支間傾斜角10°、振動波の1往復時間が8.4秒、
使用ワイヤロープ6×7 直径22mm、主索の単位当たりの質量1.80kg/m

$$\text{① 支間の斜距離: } l = l_0 / \cos \alpha = 500 / 0.985 = 507.61 \approx 508\text{m}$$

$$\text{② 振動波の速度: } V = (508 \times 2) / 8.4 = 120.95 \approx 121\text{m/s}$$

$$\text{③ 主索の平均張力: } T = 1.80 \times 121^2 / 1000 = 26.35 \approx 26\text{kN}$$

※設計計算の無負荷索の最大張力と比較する。

■ 中央垂下比の求め方

$$f_0 = 0.306 \times t^2 \quad f_0: \text{主索の中央垂下量 (m)}$$
$$t: \text{振動波の1往復に要した時間 (s)}$$
$$s_0 = f_0 / l_0 \quad s_0: \text{中央垂下比 (0.02} \sim 0.06 \text{であるが、0.03} \sim 0.05 \text{が望ましい)}$$
$$l_0: \text{支間水平距離 (m)}$$

[計算例]

支間水平距離500m、振動波の往復時間が5往復で42秒

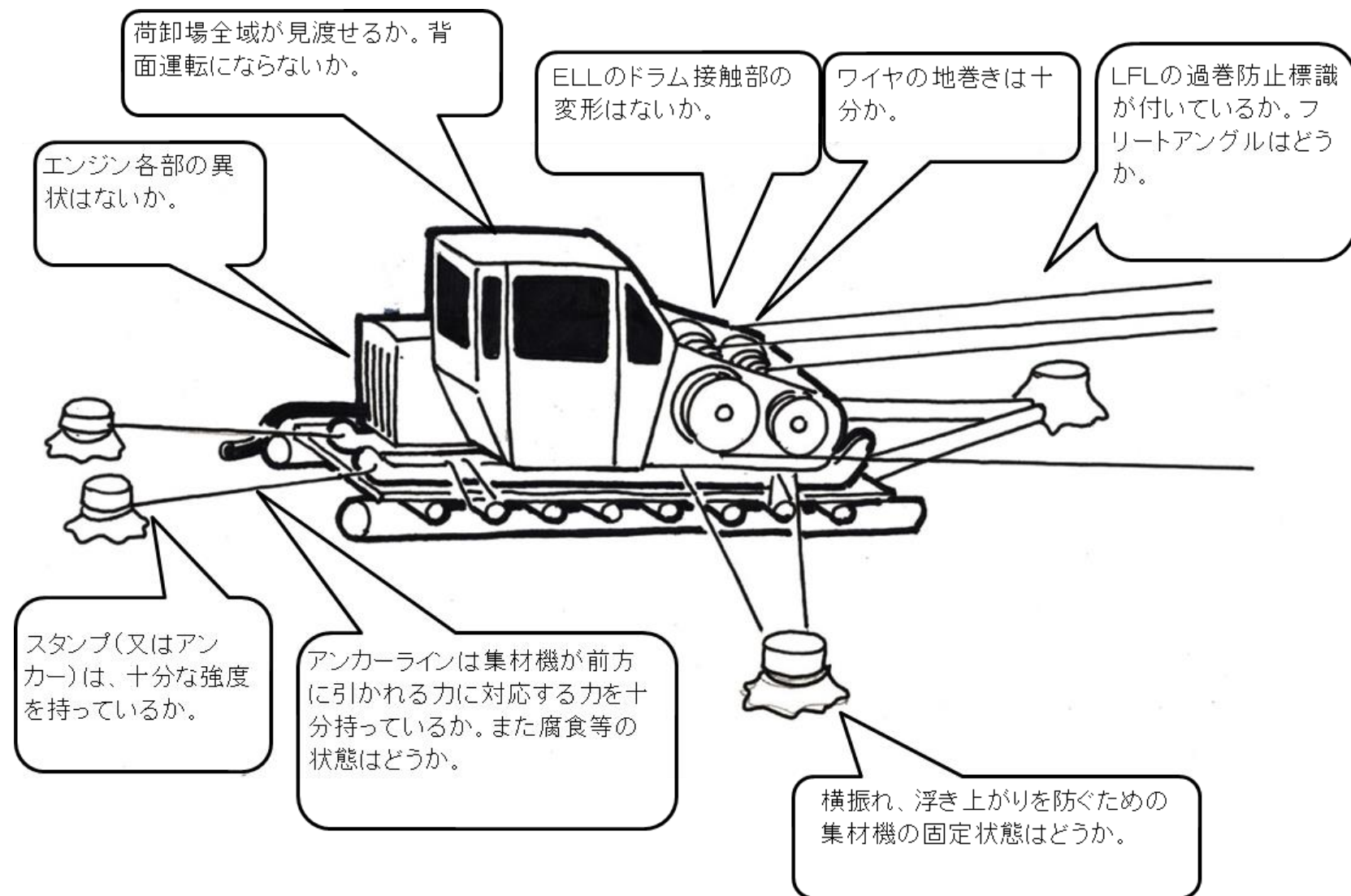
$$\text{① 1往復時間: } t = 42 / 5 = 8.4\text{秒}$$

$$\text{② 中央垂下量: } f_0 = 0.306 \times 8.4^2 = 0.306 \times 70.56 \approx 21.6\text{m}$$

$$\text{③ 中央垂下比: } s_0 = 21.6 / 500 = 0.043 \approx 0.04$$

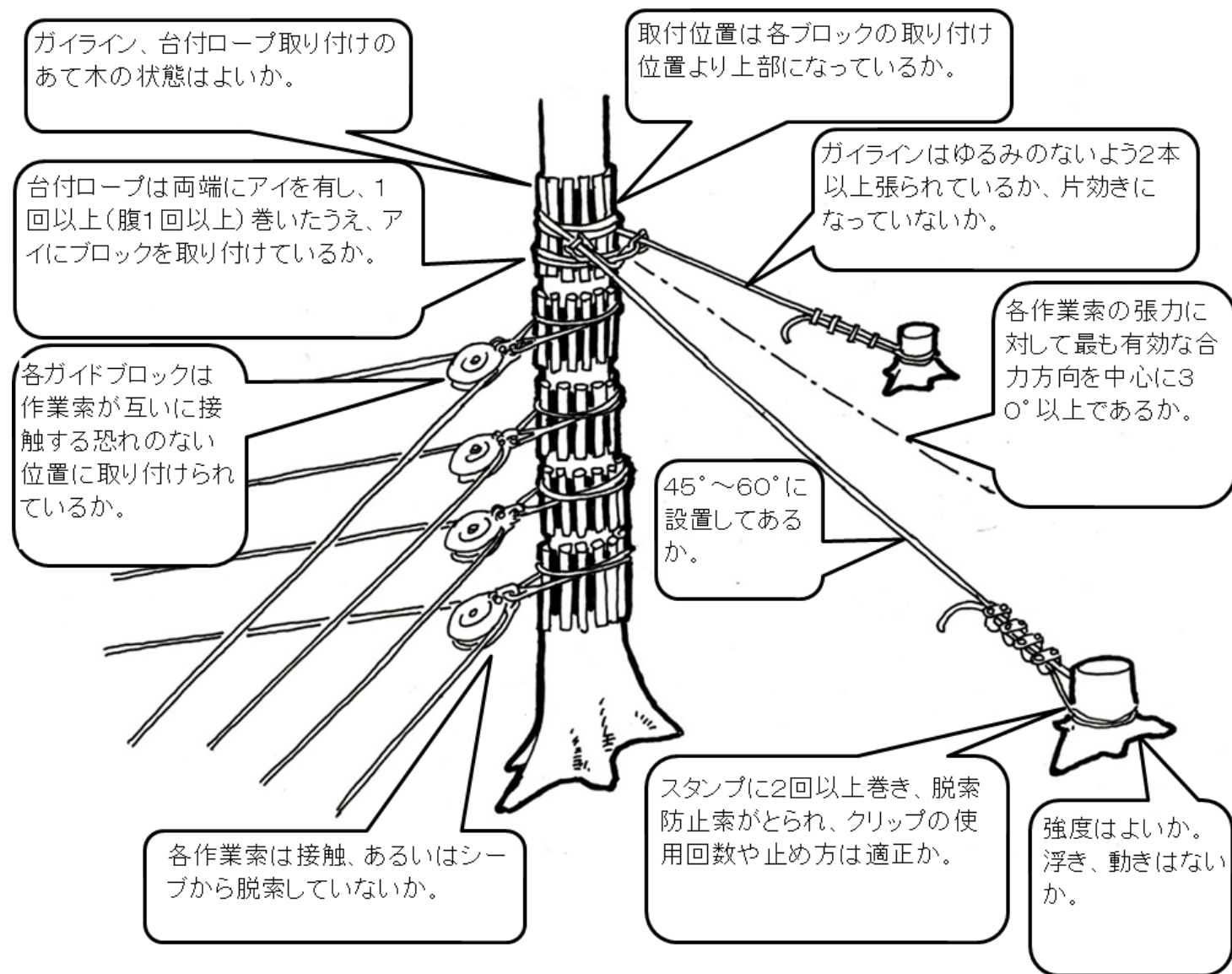
9 集材機設備のチェックポイント

①集材機の付近



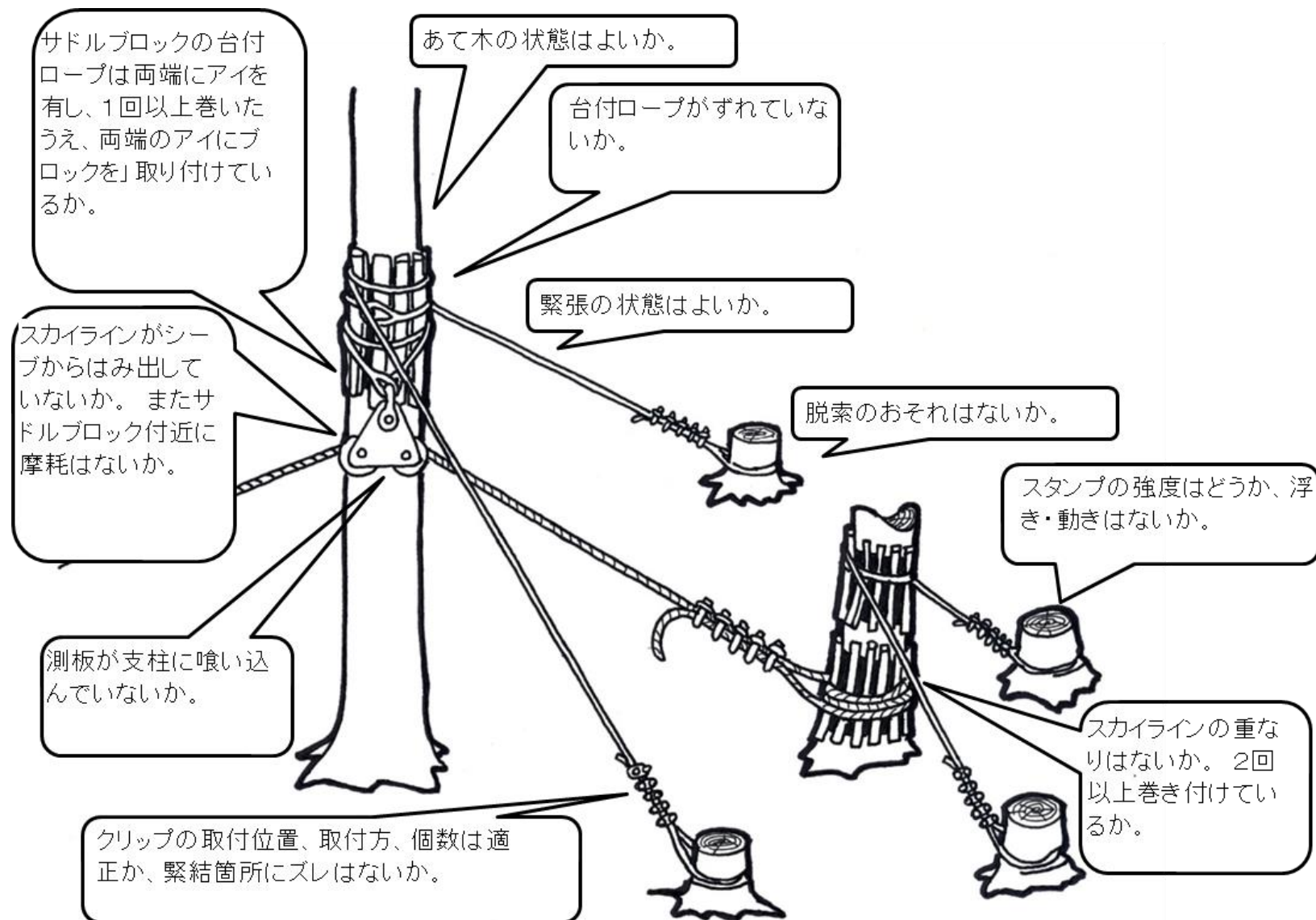
9 集材機設備のチェックポイント

②向柱の周辺



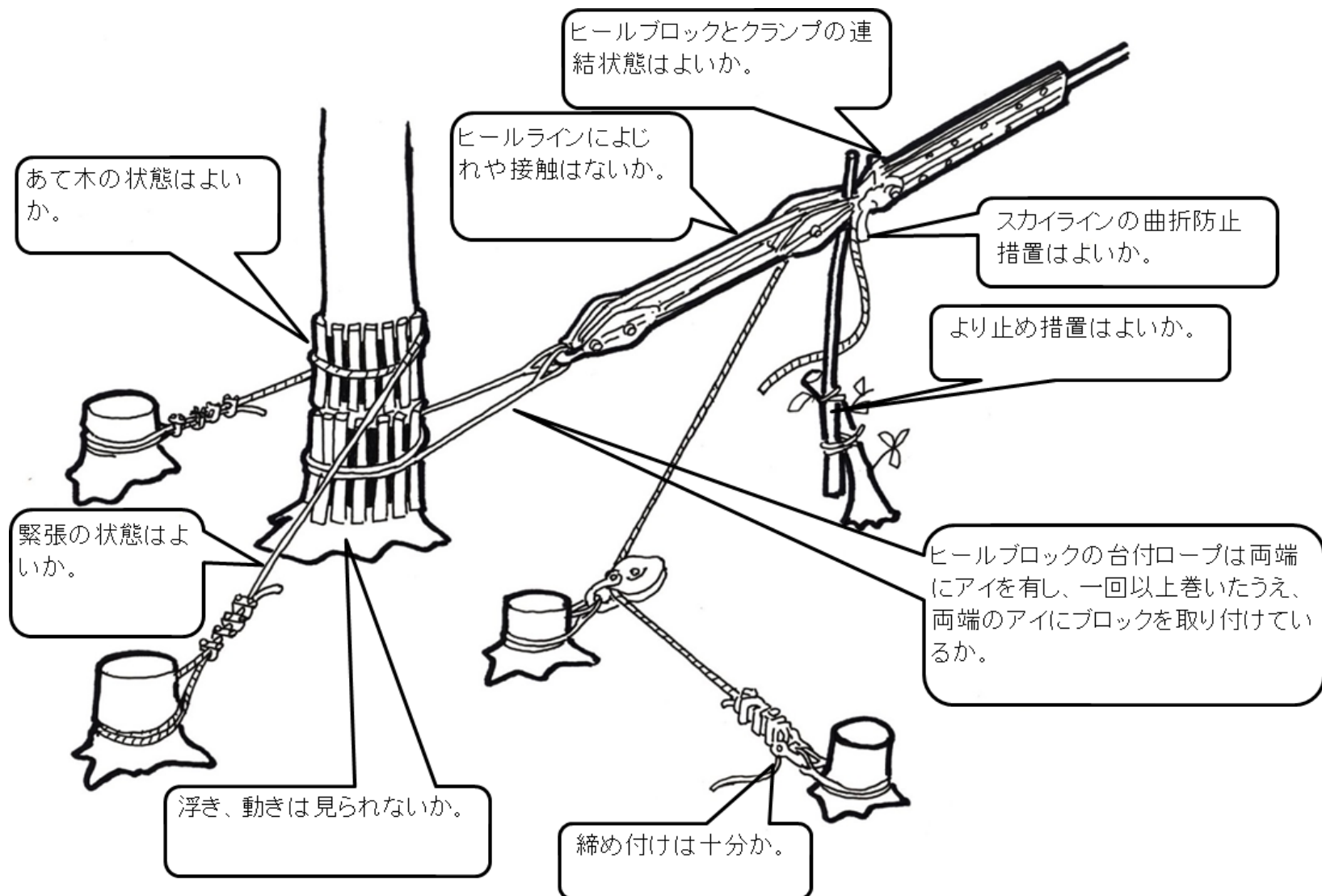
9 集材機設備のチェックポイント

③先柱の周辺



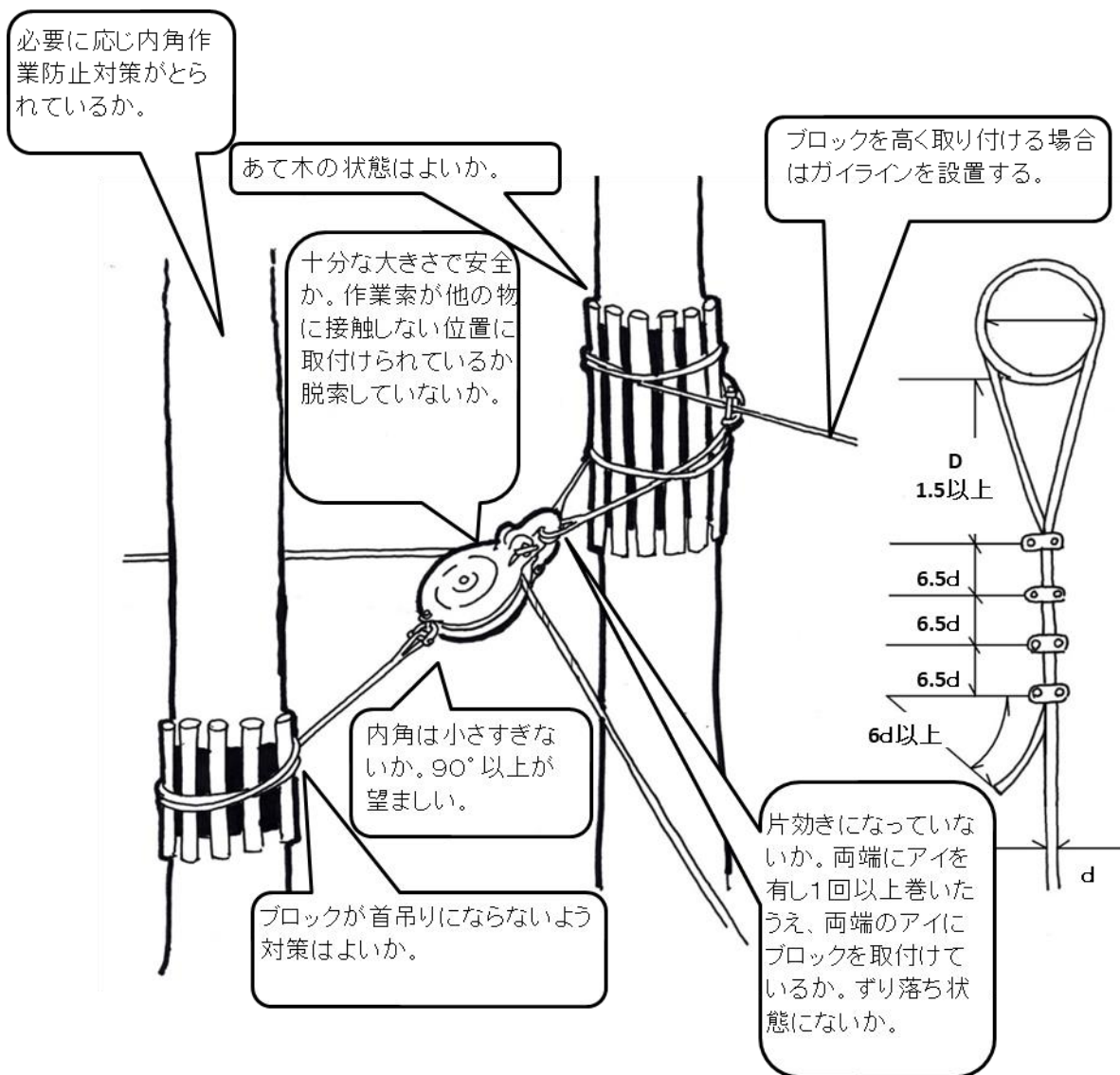
9 集材機設備のチェックポイント

④元柱の周辺



9 集材機設備のチェックポイント

⑤ガイドブロック等



9 集材機設備のチェックポイント

⑥根株の強度

台付ロープではその
切断荷重の2倍以上。

引張力の強度は伐採後の経
過年数や腐れ等の欠点の有
無、地形、地質、台付ロープ
の取付位置の高さ等により変
化します。

地面にヒビ割れなどが
ないか。。

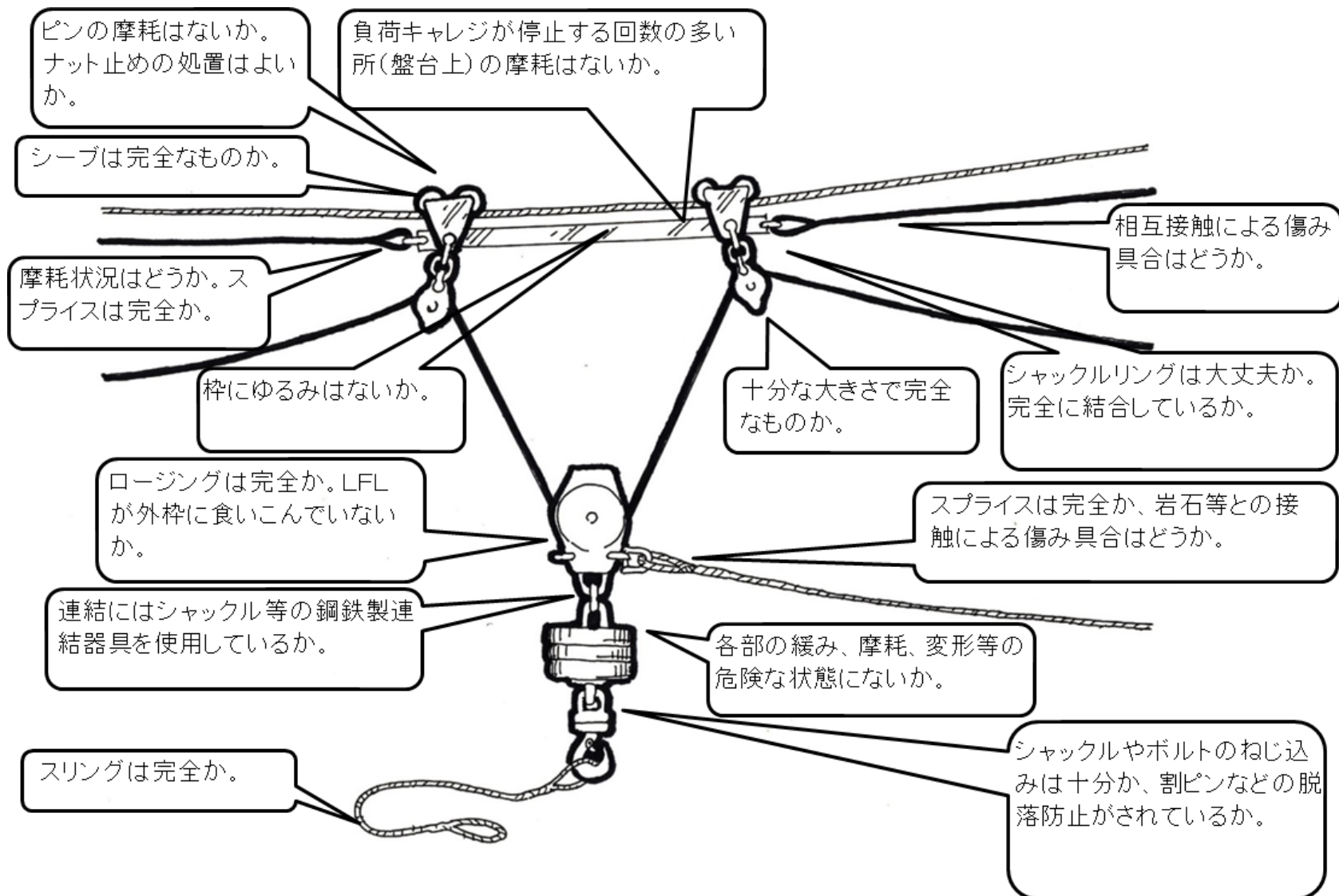
主索を直接固定する場合は主索切
断荷重以上。

表 根株の強さの予想数値

平均根回り 直径	人工林 (単位 t)			天然林 (単位 t)	
	スギ	ヒノキ	アカマツ	ツガ	ミズメ・ブナ
15cm	1.3	1.4	1.7	2.0	2.7
20cm	2.3	2.5	3.0	3.6	4.8
25cm	3.6	3.9	4.7	5.6	7.5
30cm	5.2	5.6	6.8	8.1	10.8
35cm	7.0	7.7	9.2	11.0	14.7
40cm	9.2	10.0	12.0	14.4	19.2
45cm	11.6	12.7	15.2	18.2	24.3
50cm	14.4	15.6	18.8	22.5	30.0
55cm	17.4	18.9	22.7	27.2	36.3
60cm	20.7	22.5	27.0	32.4	43.2
65cm	24.3	26.4	31.7	38.0	50.7
70cm	28.2	30.6	36.8	44.1	58.8
75cm	32.3	35.2	42.2	50.6	67.5
80cm	36.8	40.0	48.0	57.6	76.8
85cm	41.5	45.2	45.2	65.0	86.7
90cm	46.5	50.6	60.8	72.3	97.2
95cm	51.9	56.4	67.7	81.2	108.3
100cm	57.5	62.5	75.0	90.0	120.0

9 集材機設備のチェックポイント

⑦ キャレージ、ロージングブロック



9 集材機設備のチェックポイント

⑧クリップ止め要領

クリップ止めの要領

- ・クリップは、まず、スタンプから最も遠い方（末端）のクリップを取り付け、順次スタンプに近い方のクリップを取り付ける。
- ・クリップのあて金（鞍）は、ワイヤロープの張力の作用する側にあてて十分に締め付ける。張力がかかる側にUボルトが当たると、型崩れを起こし、強度が低下するおそれがあるので、Uボルトがロープの短い方の側に並ぶようにする。
- ・締め付けトルクは、使用するワイヤロープの太さによって異なり、ワイヤロープが若干凹む程度まで締め付ける。
- ・全部が均等の力で締め付けられるように1個ずつ完全に締め付けず、3回程度に分けて全体的に締め付ける。
- ・クリップとクリップの間隔は、ワイヤロープの1よりの長さ、おおむねワイヤロープの直径の6.5倍（6×7のワイヤロープの場合は8倍）とする（ピッチに合致するのが良いとされており、これより広すぎても狭すぎても良くない）。
- ・末端のクリップとロープ末端までの距離は、ロープ径の6倍以上とする。
- ・クリップは、取り付け後の緩みを防ぐために、ロープに設計荷重を負荷した後、必ず増締めを行うことが必要である。
- ・ワイヤロープを根株、立木等の固定物に取り付ける時は、固定物と直近のクリップとの間隔は、固定物の直径の1.5倍以上とする。



ワイヤロープの直径 (単位 mm)	クリップの種類	取付個数 (単位 個)			取付間隔 (単位 cm)	締め付けトルク (単位 N・m)		
		6×24 6×37	6×19	6×7		6×24 6×37	6×19	6×7
6.3~8	F8又はMR8	4	5	6	5	7	8	10
9~10	F10又はMR10	4	5	6	7	16	19	22
11.2~12.5	F12又はMR12	4	5	6	8	24	29	34
14	F14又はMR14	4	5	6	9	37	46	52
16	F16又はMR16	4	5	6	10	52	63	73
18	F18	5	7	8	12	67	81	93
20	F20~22	5	7	8	13	101	121	141
24~25	F24~25	5	7	8	16	119	143	166
26~28	F26~28	5	7	8	18	163	196	228
30~31.5	F30~32	6	8	9	20	188	224	261

(注) Fは鍛造製、MRは鋳造製

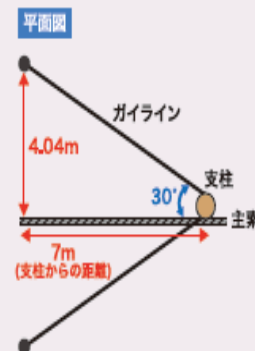
⑨ガイドラインの角度別張り方の目安

ガイドラインの角度別張り方の目安

支柱にガイドラインを張る際に、主索との角度、支柱との角度を現地で判断する際の目安を示すと、以下のようになります。

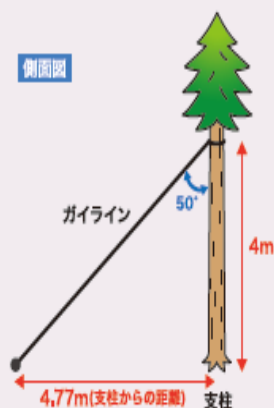
支柱から主索延長 線上の水平距離 (m)	主索とガイドラインの角度							
	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	
3	1.73	2.10	2.52	3.00	3.58	4.28	5.20	
4	2.31	2.80	3.36	4.00	4.77	5.71	6.93	
5	2.89	3.50	4.20	5.00	5.96	7.14	8.66	
6	3.46	4.26	5.03	6.00	7.15	8.57	10.39	
7	4.04	4.90	5.87	7.00	8.34	10.00	12.12	
8	4.62	5.60	6.71	8.00	9.53	11.43	13.86	
9	5.20	6.30	7.55	9.00	10.73	12.85	15.59	
10	5.77	7.00	8.39	10.00	11.92	14.28	17.32	

◆例えば、作業索の延長線上から30度の角度でガイドラインを張る場合、支柱からの水平距離で7m離れたところで4.04mの方向にガイドラインを張ればよい。



支柱のガイドライン の取付高さ (m)	ガイドラインの支柱との角度							
	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	
3	1.73	2.10	2.52	3.00	3.58	4.28	5.20	
4	2.31	2.80	3.36	4.00	4.77	5.71	6.93	
5	2.89	3.50	4.20	5.00	5.96	7.14	8.66	
6	3.46	4.26	5.03	6.00	7.15	8.57	10.39	
7	4.04	4.90	5.87	7.00	8.34	10.00	12.12	
8	4.62	5.60	6.71	8.00	9.53	11.43	13.86	
9	5.20	6.30	7.55	9.00	10.73	12.85	15.59	
10	5.77	7.00	8.39	10.00	11.92	14.28	17.32	

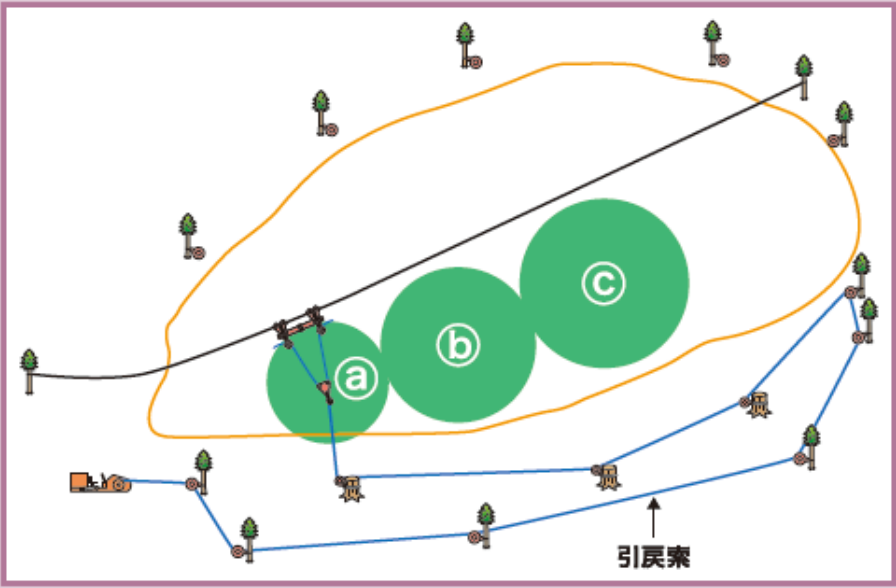
◆例えば、ガイドラインの支柱との角度を50度で張る場合、支柱に取り付けるガイドラインの位置が4mであれば、支柱から4.77m離れたところにスタンプを取ればよい。



①横取り作業

【主索方向で左右を片方ずつ行う横取り作業】

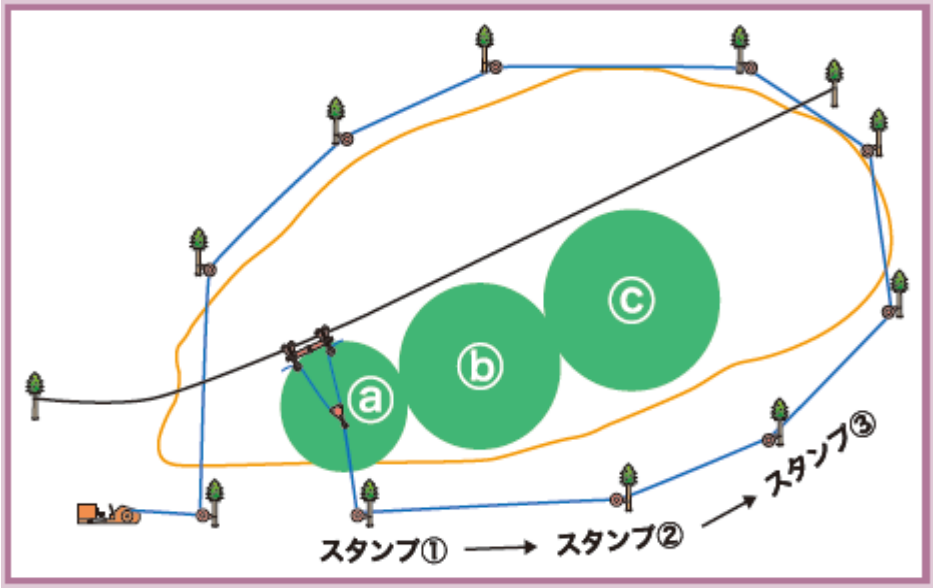
主索直下の部分を集材してから、主索方向で左右の区域を片方ずつ、①の区域から順に②、③と横取り集材を行います。片側の横取りが完了した後で、引戻索を反対側の集材区域の外周へ移して集材。



①横取り作業

【引戻索を全周に引き回して行う横取り作業】

集材装置を架設するとき、最初に、集材区域の全周に引戻索を引き回し、集材線の主索方向で左右分け、まず、片側を元柱に近い①の区域から順に②、③と、引戻索のスタンプ等の位置 (①→②→③) を変えて、先柱の方へ移動しながら横取り集材を繰り返す。



11 安全作業等

①労働基準監督署への届出

定格出力が7.5kwを超える原動機を使用し、荷を空中に吊り上げた集材方法で、組み立てから解体までの期間が60日以上の場合は、「建設物機械等設置・移転・変更届」を事業開始の30日前までに労働基準監督署に届出（安衛則第85条、86条）。

②関係者との調整

架線集材装置が公道や他人の所有地（一級河川）を横断したり、使用したり、隣接地で作業する場合は、事前に関係者から許可や了解を得るようにする。

③表示及び標識の設置

機械集材装置や簡易架線集材装置を使用する場合は、「最大使用荷重」を見やすい箇所に表示しなければならない（安衛則第151条の138・163）。

作業に関係のない第三者の安全確保を図るために、架線集材区域内に侵入するおそれのある箇所（公道、林道、森林作業道、歩道、沢等）に「立入禁止」、「架線集材作業中」等の標識を設置するとともに、必要に応じ、ロープや丸太等により侵入できないような措置をする。

また、作業者自身の安全意識の向上や、注意喚起のために、「内角への立入禁止」等の標識を設置する。

④林業架線作業主任者・作業指揮者の選任

原動機の定格出力が7.5kWを超えるもの、支間の斜距離が350m以上、最大使用荷重が200kg以上のいずれかにかに該当する機械集材装置の組み立て、解体、修理等の作業又はこれらの設備による集材作業を行う場合は、林業架線作業主任者免許の資格を有する者の中から林業架線作業主任者を選任し、関係労働者に周知する（労働安全衛生法施行令第6条第3号、安衛則第16条、18条、151条の126・127）。

⑤作業者の立入禁止区域

- ・ 岩石等の滑落など物体の飛来等により労働者に危険が生ずるおそれのある箇所（安衛則第151条の96）
- ・ 架線集材機械のブーム、アーム等又はこれらにより支持されている原木等の下（安衛則第151条の97）
- ・ 主索の下で、荷の落下又は降下により作業者が危害を受けるおそれのある箇所（安衛則第151条の142）
- ・ 荷掛けや集材している場所の下方で、原木等が転落し、又は滑ることにより危害を受ける恐れのある箇所（安衛則第151条の142・166）
- ・ 作業索の内角側で、索又はガイドブロック等が反発し、又は飛来することにより危害を受けるおそれのある箇所（安衛則第151条の142・166）
- ・ 柱上作業中の支柱の周辺箇所
- ・ 前記箇所に作業者を立ち入らせる必要がある場合には、あらかじめ、機械の運転停止・安全支柱・安全ブロック等を使用させる等の措置を講じ、危害発生のおそれの無いようにすること（安衛則第151条の97・143・167）。

⑥緊急時連絡体制の周知

- ・ 作業場所における作業中の作業者相互の連絡方法
- ・ 労働災害等発生時における作業場所から事業場の事務所、消防機関・救急機関等への連絡方法
- ・ 労働災害発生時における被災者の災害発生場所から医療機関までの移送方法
- ・ 電話の通信可能な場所の事前確認、周知
- ・ 現場における負傷者の手当てに必要な救急用具、救急品の内容及び保管場所等

⑦架線作業の注意事項

【ワイヤー】

- ・ワイヤロープは安全係数の満たされたものを使用する（安衛則第151条の120・130・156）。

【集材機運転手】

- ・運転者は、決められた合図を確実に確かめて（復唱、自己確認等）から警報（クラクション）を発し、ドラムの始動をする（安衛則第151条の123・141・165）。
- ・スイングヤーダ等の架線集材機械を機械集材装置等の集材機として使用する場合、架線集材機械の運転者が運転位置から離れる時は、作業装置を地上に下ろすとともに、原動機を止めること（安衛則第151条の147・172）。
- ・作業終了後は、荷上索を緩め、重錘等は接地させておく

【荷掛】

- ・常に材の材積と重量との関係を知り、重量目測に努め、最大使用荷重を超えて荷掛けをしない
- ・荷掛け終了後の合図は、あらかじめ決めた安全な退避場所に退避してから行うこととし、退避しながらの合図は絶対に行わない。

【荷下ろし】

- ・材が所定の位置や方向に接地しない場合は、運転者に連絡して材の搬入をやり直す。ただし、やむを得ず、材を荷下ろし場で方向を変える場合は、荷の落下及び降下による危害のおそれのないようにして、運転者と連絡を取り、材をできるだけ下げ、材の横ぶれが完全に静止してから、トビなどを打ち込み材の方向を変える。

【その他】

- ・搬器、ロージंकブロック、重錘、吊り荷等に搭乗してはならない（安衛則第151条の144・168）。
- ・機械集材装置及び簡易架線集材装置の運転作業に従事する場合には、それぞれの従事する作業の特別教育を受けなければならない（安衛則第36条～第39条）

架線集材の用語と機器

用語	略号	用途
機械集材装置	—	集材機、架線、搬器、支柱及びこれらに付属する物により構成され、動力を用いて、原木又は薪炭材を巻き上げ、かつ、空中において運搬する設備
集材機械	—	集材機やタワーヤード、スイングヤード等の架線集材を実施するために利用するウインチ等を有した機械の総称
集材機（ヤード）	YD	エンジン（原動機）・動力伝達装置（エンジンの動力をドラムに伝達する一連の装置の組み合わせ）・ドラム（鋼索巻き取り胴）などを備えたウインチ
タワーヤード	TY	支柱となるタワーとウインチ等を組み合わせた装置で自走式や牽引型の機種がある。このような構造であることから架設・撤収にかかる作業時間を短縮できる
スイングヤード	SY	バックホウに集材用ウインチを架装し、アームに作業索を引き込むための滑車を取り付けた林業機械。簡易索張り方式（ランニングスカイライン方式等）に対応した機種が多い
搬器（キャレジ）	CR	材を吊って主索上を走行するものの総称
自走式搬器	ACR	エンジンと走行装置及び巻上索用ドラムを内蔵し、無線を用いて走行と材の昇降を行う搬器の総称
元柱（ヘッドツリー）	HT	集材機側の主となる支柱
先柱（テールツリー）	TT	集材機から遠い側の主となる支柱
向柱（ガイドツリー）	GT	集材機を元柱に正対して置けない場合に、作業索を張り巡らすための支柱
中間支柱 （スカイラインサポートツリー）	SST	尾根越し集材や長距離集材で、途中で荷が地物等に接触する場合等に、元柱と先柱の間に設置し、主索中間支持金具を設置するための支柱
人工支柱	AT	元柱や先柱として十分な負荷力を持つ生立木が無く、支柱に高さや強度が要求される場合に使用する人工的な支柱
スタンプ	ST	主索や作業索、ガイライン等の固定に用いられる根株
主索（スカイライン）	SKL	空中に張上げて、搬器走行のレールとし、運搬材の重量を負荷するワイヤロープ
作業索（オペレーティングライン）	OPL	荷上索やエンドレス索等の動索の総称

荷上索（リフティングライン）	LFL	タイラー方式等の索張りに使われ、ロージングブロックを抱え、材の昇降や側方からの曳き寄せを行う作業索
巻上索（ホイストライン）	HOL	高性能搬器等に搭載されている巻上ドラム用の作業索
引寄索（ホールライン）	HAL	フォーリングブロックやハイリード等の索張りに使われ、搬器と材とを元柱方向に吊り上げ、曳き集めるための作業索 なお、タワーヤードでは、メインラインと呼ばれる
引戻索（ホールバックライン）	HBL	空搬器とロージングブロック等を集材点から林内へ曳き戻すための作業索
エンドレス索（エンドレスライン）	ELL	集材機のエンドレスドラムで駆動され、搬器の走行等の動作を行う環状無端の作業索
ヒールライン（引締索）	HEL	ヒールブロックの間に幾重にも掛けまわして集材機に巻き取り、主索を強く張り上げるためのワイヤロープ
コントロールライン（調整索）	CLL	エンドレス索の一部をたぐり込んだり、緩めたりしてエンドレス索の張力を調整するための作業索
アンカーライン（固定索）	ANL	主索の張力を負担するためのアンカーに結ばれたワイヤロープ。1本～数本を使う場合がある
ガイライン（控索）	GYL	支柱等をしっかり支えるために必要な方向に設けられた張り索
ガイドブロック（並滑車）	GB	台付ロープでスタンプ等に取り付け、作業索を支えたり、方向を変えたりする滑車
サドルブロック（三角滑車）	SB	一般的に三角形の鋼板に2個の滑車を設けたものであり、これを通して主索を元柱、先柱に吊るす滑車
ロージングブロック（荷掛滑車）	LB	搬器の下に荷上索等により抱えられて吊られた滑車。それらの索の緊張に応じて昇降し、材を吊上げたり降ろしたりする
ヒールブロック（引締滑車）	HB	何枚かのシーブを持った2個1組の滑車で、幾重にもヒールラインを掛けて主索を強力に緊張する
スリング（荷吊索）	SL	材を縛ってロージングフックに掛けるための短いワイヤロープ。一端は蛇口（アイ）、他端にチョーカフックを取り付けたものが多い
チョーカフック（荷縛鈎）	CH	スリングの一端につけてある鈎 これでスリングのループを絞って材を縛る
ラジコン式自動荷外しフック	ACH	無線により、荷外しを自動で行うことができるフック
ロージングフック（荷掛鈎）	LH	ロージングブロックに取り付けた大型のフック。スリングで縛った材を吊るすためのフック
主索クランプ（スカイラインクランプ）	SCP	主索とヒールブロック等を連結する場合等に使う金具
ワイヤクリップ	CL	Uボルトと2個のナット及び丈夫な鞍金からなり、ワイヤロープを支柱に結び付け、ワイヤロープの端末を固定する場合に使用
連結用バイス	BS	架設作業等で主索と作業索等を一時的に連結する金具
主索中間支持金具（スカイラインサポート）	SS	尾根越し集材や長距離集材において、途中で荷が地物等に接触する場合等に、搬器の通過に支障が無いように主索を吊る器具
作業索受滑車（オペレーティングラインサポート）	OS	主索中間支持金具と同様な場合に用い、作業索が地面に接触しないようにするための滑車