

第5章 タワーヤードによる架線作業

5-1 架線作業の手順

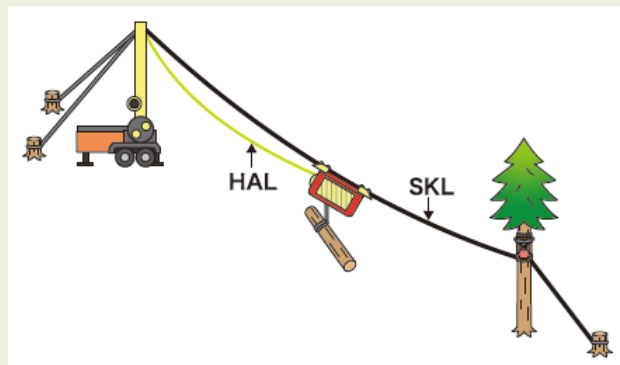
我が国では、沢沿いに林道が整備されていることが多いため、タワーヤードによる架線作業は、沢沿いの林道端に設置して、下げ荷集材により行う場合が多い実態にあります。しかし、一般的には、架設・撤収や集材作業がより容易なことから、タワーヤードを山側に設置した上げ荷集材が基本とされています。

そのため、使用機械の構造や現地の状況により、採用する索張り方式や集材作業の方法が異なりますが、ここでは、巻上索内蔵型搬器を用いた、上げ荷集材の索張り方式を例として説明します。

大まかな架線作業の流れは、次のようになります。

タワーヤードの架線作業（巻上索内蔵型搬器による上げ荷集材の場合）

- ① 準備作業
歩道の作設、支障木の伐開、器材等の点検・準備、タワーヤードの搬入
- ② タワーヤードの設置
据え付け、タワーの起立、ガイラインの設置
- ③ 主索の引き回し・固定
リードロープの引き回し、主索アンカーの作設、主索の引き回し・固定
- ④ 支柱の作設
先柱の作設、中間サポートの作設
- ⑤ 主索の張り上げ
搬器の組み付け、主索の張り上げ、点検と試運転
- ⑥ 伐倒作業
伐倒方向の検討、伐倒順序の検討
- ⑦ 集材作業
作業開始前の点検、荷掛け作業、搬器の走行、吊り上げ・運搬、荷下ろし作業
- ⑧ 撤収作業
搬器の取り外し、主索や作業索の撤収、支柱や主索アンカーの解体、タワーヤードの撤収



5-2 準備作業

(1) 歩道の作設

Point!

架設・撤収の繰り返しに対応できるルートを確認

先柱の作設等で使用する器材の運搬や急傾斜地での集材作業の通り道として歩道が必要です。また、架設・撤収を繰り返しながら集材作業を行うので、全体の作業工程を考慮し、複数の先柱に移動できるルートを確認することが重要です。

(2) 支障木の伐開

Point!

先柱や中間サポート等の支柱として使用する立木を伐採しないように注意

架設・集材作業の支障となる立木やかん木を伐採します。伐開する幅は、伐出方式（全木・全幹等）に応じて2～5m程度を目安とし、できるだけ狭く抑えます。この際に、残存木の損傷を最小限に抑えるための犠牲木や集材木の動きを制御するための誘導木を設けます。

また、先柱や中間サポートを設置する場合には、支柱として使用する立木は伐採しないように、テープで印を付けたりするなどして注意します。



狭い伐開幅で伐採



誘導木で材の動きを制御

(3) 器材等の点検・準備

Point!

張力に応じた規格の器材を準備し、点検も同時に実施

作業中にかかる張力に応じた規格の器材を必要な個数を準備し、点検を行います。

ブロック類は、損傷や変形の有無、シーブの摩耗の程度や回転状態等を点検し、正常なものだけを選び、必要に応じて給油します。

繊維スリングは、繊維のほつれ等の状態を点検し、劣化している場合は廃棄します。

ワイヤロープは、摩耗の程度、断線の有無、形くずれ、キンクその他異状の有無を点検し、不良なものは除外します。



器材の準備と点検を同時に行う

タワーヤードや搬器は、機種により構造が異なるため、メーカーの取扱説明書の指示に基づき点検・整備を実施します（一般的な点検項目については、第6章6-1を参照）。

タワーヤードに搭載されている主な装置

- ・ウインチ（主索・作業索・ガイライン用）
- ・タワー
- ・アウトリガー
- ・センターリガー
- ・油圧発生装置
- ・オイルクーラー
- ・タワー起立装置
- ・ターンテーブル
- ・制御盤
- ・滑車等

(4) タワーヤードの搬入

Point!

必要に応じて誘導員を配置するなど、安全を確保しながら搬入

タワーヤードには、大型機種ではトラック搭載型、小・中型機種ではクローラ搭載型や牽引型などがあります。それぞれの機種の走行性能（タワーヤードの移動方法については、第2章2-2(5)を参照）により、幅員等の移動に適する路網の規格などが異なります（路網とタワーヤードの組み合わせについては、第4章4-4(1)を参照）。

一般道を含め、必要に応じて誘導員を配置するなど、安全を確保しながら搬入します。また、森林作業道等の林内路網の改良・補修が必要な場合は、予め実施しておきます。

5-3 タワーヤードの設置

(1) 据え付け

Point!

全てのリガーを接地させて、タワーヤード本体が水平になるよう据え付け

搬入する際には、計画した架線配置に架設できる位置や方向に停車し、センターリガーやアウトリガーの接地部には、重量を支持する強度のある鉄板等を敷き、全てのリガーに重量が掛かり、タワーヤード本体が水平になるよう据え付けます。

傾斜のある路上では、傾斜の下方側の車輪下に角材等を敷くことにより、タワーヤードを水平に近づけてから、輪止めを利用して車体を固定します。



角材で車体を水平に近づけ輪止めで逸走を防止



リガーの接地部に角材等を敷設

(2) タワーの起立

Point!

架線方向に正対させるとともに、直立具合をリガー装置やチルト機能等で調整

タワーヤードを設置した後、タワーを起立させるとともに、ターンテーブルを回転させたり、タワー頂部のガイラインの滑車位置を調整したりするなどして、計画した架線方向に架設できるようタワーの向きを調整します。なお、タワーヤードは機種によって、架設可能な方向が規定されていますが、多くの機種が周囲 360 度の方向に対応しています。

次に、水準器等を確認しながら、リガー装置やチルト機能により、タワーが垂直になるよう調整します。なお、主索の緊張時には、タワーが架線方向へとわずかに傾くことから、あらかじめ架線方向の反対側へタワーを傾斜させておくことにより、張り上げ後にタワーをより垂直に近づけることが可能です。



水準器で土台の水平を確認



チルト機能で調整されたタワー

(3) ガイラインの設置

ア 固定方法

Point!

シャックルと台付けロープ等によりガイラインを固定

最近のタワーヤードに搭載されているガイラインの先端は、シングル入りロック加工がされているため、シャックルと台付けロープ等により、簡単に根株等に固定できます。

台付けロープは、立木等に腹1回巻きして取り付けます。また、根株を利用する場合に、台付けロープ等が抜けるおそれがあれば、切り込みを入れます。なお、台付けロープは、ワイヤロープの代わりにラウンドスリングを使うこともあります。

固定する立木等は、できるだけ大径のものを選定し、当て木による保護を実施します。大径木が選定できずに強度不足が見込まれる場合は、添え木やアンカーを設置して補強します（補強用アンカーの設置については、第4章4-6(4)を参照）。

Point!

ガイライン用のドラムを用いて、均等に張り上げるとともに、左右の角度を確認

ガイラインは、角度や張力が異なると片効きになり、ガイラインにかかる張力が1本に集中してしまうため、それぞれのガイラインにかかる張力が均等にかかるように張り上げます。また、左右のガイラインの角度が均等になっているか確認します。

一般的に、タワーヤードのガイライン用ドラムは、スプリットドラムになっているので、張り上げの最終段階で、ワイヤロープをサイドドラム側に入れて巻き込みます。なお、ガイラインを同じ長さで設置することができれば、張力の調整が容易になります。



ラウンドスリングでガイラインを固定



ガイラインの張り上げ作業

イ 主索とガイラインのなす角度

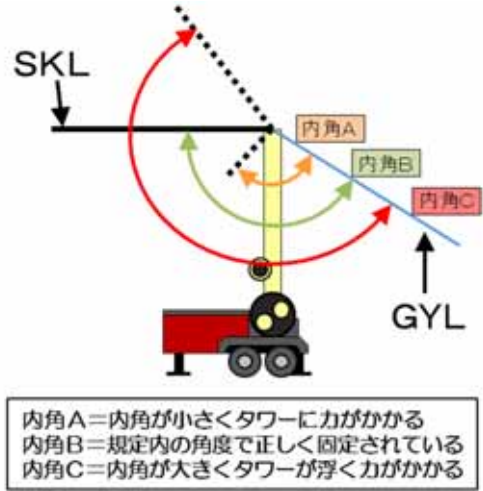
Point!

タワーのガイラインは、機種により指定された角度で設置

タワーヤードの主索は、ドラムから出て、タワー頂部から繰り出されることから、後方角が存在せず、主索の張力は常に主索前方側へと働きます。したがって、基本的に、ガイラインは常に主索後方側に張ることになります。

主索とガイラインのなす角度により、タワーにかかる力の方向が異なり、その角度が小さくなると、押し潰そうとする力が、逆に大きくなると、浮き上げようとする力がかかり、それぞれタワーヤードの破損や転倒に繋がります。

機種により主索とガイラインのなす角度が規定されており、その範囲内で主索の角度や集材方向、立木や根株の位置などに応じてガイラインを調整し設置します。一般的には、タワーヤードを押し潰そうとする力を小さくするためには、主索とガイラインのなす角度を 120 度以上とし、反対に、タワーヤードを浮き上げようとする力がかからないようにするためには、主索とガイラインのなす角度を 180 度未満とする必要があります。



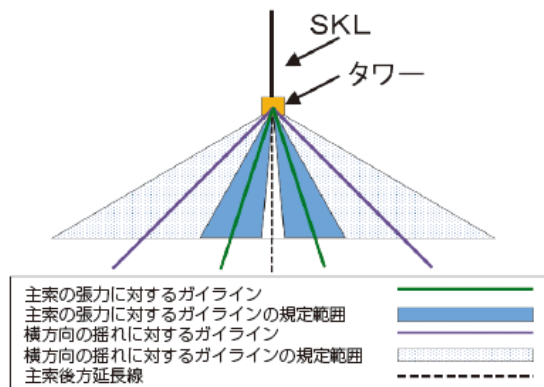
ウ ガイラインの水平角

Point!

主索後方の延長線の左右に、機種により指定された角度で均等配置

タワーヤードのガイラインは、機種により本数などが異なりますが、近年日本に導入されているタワーヤードは、4本のガイラインを搭載しており、主として、内側の2本が主索の張力に、外側の2本が横方向の揺れに対応します。

機種によりガイラインの水平角が指定されており、対になるガイラインは、その範囲内で主索後方延長線の左右に均等となる角度とし、タワーから放射状になるように設置します。



セーフティラインの必要性

主索の切断等によりガイライン側にタワーヤードが転倒するのを防ぐために設置する控え索のことである。

特に、アウトリガーで車体を固定できない小・中型の機種の場合、安全対策として集材方向（上げ荷・下げ荷）を問わず非常に重要なものとなっている。

セーフティラインは、4本のガイラインと別に、造材・集材作業の支障にならないよう、プロセッサ等の位置を考慮して主索方向に選定し、ガイラインを張り上げる前に設置する。



5-4 主索の引き回し・固定

主索を引き回して固定するには、人力によりリードロープを引き回して、主索とリードロープを連結し、タワーヤードに搭載された専用ドラムを用いて、リードロープと主索を入れ替えます。

また、下げ荷集材の場合は、搬器を先山に移動させるための引戻索が必要になります。大まかな主索の引き回し・固定作業の流れは、次のようになります。

上げ荷集材の場合の引き回し・固定

- ① リードロープの先端を持ち、主索予定線を通り、主索用アンカーまで引き回す
- ② 主索用のアンカーを作設する
- ③ リードロープを主索用アンカーのガイドブロックに通し、タワーまで引き回す
- ④ リードロープに主索を連結して巻き取り、主索アンカーまで引き回す
- ⑤ 主索を主索アンカーに固定してから、リードロープから取り外す

下げ荷集材の場合の引き回し・固定

- ① リードロープの先端を持ち、主索予定線直下を通り、主索用アンカーまで引き回す
- ② 引戻索用の支柱と主索用アンカーを作設する
- ③ リードロープを主索用アンカーや引戻索用支柱のガイドブロックに通しながらタワーまで引き回す
- ④ リードロープを引戻索に連結して巻き取り、引戻索をタワーまで引き回す
- ⑤ 引戻索をリードロープと主索に連結して巻き取り、主索アンカーまで引き回す
- ⑥ 主索を主索アンカーに固定し、引戻索から主索のみを取り外す
- ⑦ リードロープを巻き取り、引戻索を搬器の取り付け場所まで引き回す

(1) リードロープの引き回し

Point!

主索をアンカーに固定できる位置まで引き回す

巻き出されたリードロープを人力で引き回します。必要に応じて、もう一人の作業員が引き回し手の後ろに付き、リードロープが枝等に絡まないように補助します。このとき、主索アンカーやリードロープを固定するための台付けロープ等の器材を運搬します。

先山に到着後、リードロープ用のガイドブロックを設置し、リードロープを折り返します。なお、リードロープ用のガイドブロックは、台付けロープの長さを調整する等により、容易に主索をアンカーに固定できる位置に設置します。



リードロープの引き回しと同時に器材を運搬



リードロープ用ガイドブロックの設置

(2) 主索アンカーの作設

Point!

アンカーラインは均等に緩みなく張る

主索を固定するアンカーは、設計計算により示された張力に耐えられる十分な強度をもった立木等を使用し、必要に応じて、当て木を取り付けます。

アンカーの強度が不足する場合は、添え木を取り付けるほか、近傍の立木等にアンカーラインを作設して補強します。アンカーラインは、アンカーと立木等の間に、ワイヤロープを均等に緩みなく張り、クリップで固定します（補強用アンカー設置については、第4章4-6(4)を参照）。

なお、空搬器の走行に耐えられるアンカーを選定した場合は、アンカーライン等の器材を搬器で運搬することも可能です。しかし、自重が1,000kgを超える重い搬器もありますので、十分に注意し、安全が確保できる場合に実施します。



ラッシングベルトを利用したアンカーライン

(3) 主索の引き回し・固定

Point!

台付けロープ等とシャックルを用いて主索を固定

折り返したリードロープの先端のアイと主索の先端のシンブルを、シャックルなどで連結します。そして、リードロープを巻き取り、主索の先端を主索アンカーまで引き回します。

主索アンカーまで引き回した後、リードロープから主索を取り外し、主索アンカーに腹1回巻きした台付けロープにシャックルで固定します。このほかに、直接、主索をアンカーに腹2回巻きをしてシャックルで固定する方法もあります。

下げ荷集材や主索が谷越しをする場合は、主索が自重で谷に滑り落ちるおそれがあることから、主索を仮止めした後、リードロープから主索を取り外し固定します。また、リードロープと主索のロック加工部をチェーン等により連結して引き回すことで、主索の先端のシンブルが自由になり、主索が自重で谷に滑り落ちるのを防ぎながら、主索をアンカーに固定することが可能になります。



主索のシンブル部をシャックルで固定



ロック加工部をリードロープに連結

5-5 支柱の作設

架線高が確保できない場合は、十分な強度をもった立木を用いて先柱や中間サポートを作設します。また、立木の強度（立木・根株の選定については、第4章4-6（1）を参照）が不足する場合は、添え木等で補強します（支柱にかかる力については、参考資料4を参照）。

（1）先柱の作設

先柱の作設作業の手順は次のようになりますが、作業索用の支柱に関しても、基本的には同じです。

先柱作設作業の手順

- ① 作設準備
木登り用具の準備、足場の作設、立木の枝下ろし
- ② 荷引き上げ用ブロックの取り付け
サドルブロック等の器材を引き上げるためのガイドブロックの取り付け
- ③ 当て木の取り付け
立木の損傷防止や支柱としての強度を増すための当て木の取り付け
- ④ ブロック類の取り付け
台付けロープ、サドルブロック、ガイドブロックの取り付け
- ⑤ ガイラインの取り付け
取り付け方向と角度、固定方法に注意して張り上げ

Point!

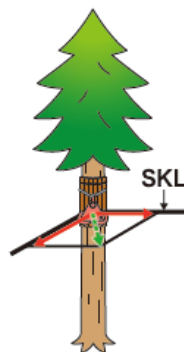
支柱にかかる力は、主索のなす内角が小さいと大きくなる

主索がサドルブロックでなす内角により、先柱にかかる力は異なり、主索のなす内角が小さいと、支柱に対して大きい合力が働きます。

また、計画した垂下比まで張り上げるために必要な主索の張力は、支間距離や角度、索張り方式や最大荷重等に応じて異なり、設計計算から求めることができます。

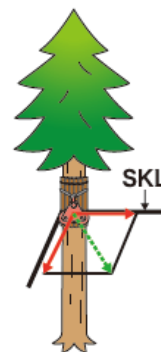
なお、実際の張力は、タワーヤードの計器類やモニター等で確認できるものもあります。

【主索の内角が大きい】



支柱にかかる力が小さい

【主索の内角が小さい】



支柱にかかる力が大きい

ア 作設準備

Point!

2m以上での高所作業では、必ず安全帯を使用して作業する

先柱の作設は、木登りから始まります。木登りの方法には、安全帯併用かんじき木登り法、ぶり縄木登り法、梯子又は足場による木登り法などがあります。最近はこれらの方法に加えて、足場付き木登り器が用いられています。木登り用具類は、事前によく点検し、安全なものを正しく使用して作業します。なお、高さ2m以上の箇所では作業を行う場合は、必ず安全帯を使用します（安衛則第518条）。

支柱として使用する立木の枝は、作業の支障とならないように切り落としておきます。枝下ろし作業は、下方より順次上方に向かって作業します。また、樹冠が発達したことで風の抵抗を強く受けるおそれのある支柱は、不必要な樹冠部の枝等も切り落とします。

この際、昇り降りや作業中の足掛かり・手掛かりのほか、サドルブロック等を固定する台付けロープやラウンドスリング等のずり下がり防止になる枝を、30cm程度切り残します。

イ 荷引き上げ用ブロックの取り付け

Point!

作業する位置より、やや高めに取り付ける

ブロック類、ワイヤロープ等は重量があることに加え、樹上における不安定な姿勢での取り付け作業となることから、これらの荷を引き上げるために、サドルブロックの台付けロープより2m程度上方に、ベルトスリング等を用いて荷引き上げ用ブロックを取り付け、ブロックに通したナイロンロープを輪状にし、地上の作業者が手繰り寄せることで荷の引き上げを行います。ブロック等の取り付け作業中も、その重量は地上の作業者が支えるようにします。

なお、器材の引き上げ作業中、荷が外れて落下するおそれがあるため、引き上げる荷の直下に立ち入らないようにします。



取り付け中もロープで器材重量を支える

ウ 当て木の取り付け

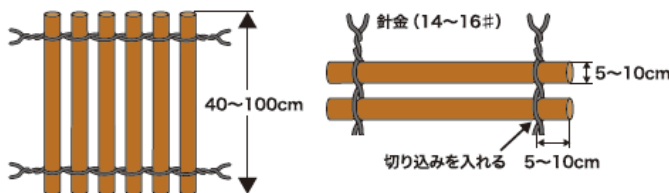
Point!

自動車の古チューブを使うと、能率的に作業ができる

当て木は、立木の支柱としての強度を補強する必要がある場合や、台付けロープやガイラインとしてワイヤロープを使用する場合に、立木への損傷を防ぐために取り付けます。

材料は強度のある直径 5~10cm 程度の細い丸太か、これより太いものは半割にして使用します。長さは普通 40~60cm 程度ですが、サドルブロック取り付け部に使用する当て木は、ガイラインの当て木としても利用するため、80~100cm の長めのものが必要になります。

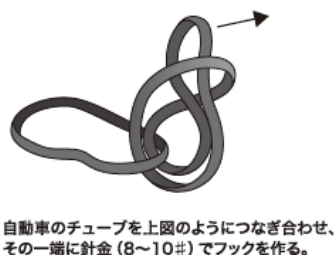
当て木の固定の方法には、針金などで当て木をあらかじめ編んで繋げておく方法や、自動車などの古チューブを輪切りにしたものを繋ぎ合わせて使う方法があります。



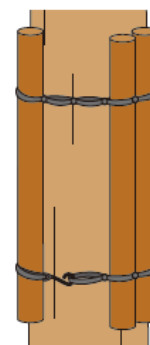
※サドルブロック等の取り付け用としては 80~100cm の長い当て木を。ガイドブロック用には 40~60cm 程度のものが使用される。

針金を編んで繋げた当て木は、短時間で取り付けることができるものの、支柱の径の大小によって編柵の長さの調整が必要です。

古チューブの輪切りを使用する場合は、適当な長さに繋ぎ、一端に針金でフックを作ります。支柱の径に応じて適当な位置にフックを引っ掛けて、ゴムバンドと支柱との間に当て木を挟み込むことで、より能率的に作業ができます。



自動車のチューブを上図のようにつなぎ合わせ、その一端に針金 (8~10#) でフックを作る。



支柱にチューブベルトを上下2カ所に取り付け、その間に当て木を差し込んでいく。

このほか、ワイヤロープのストランドを使う方法等もあります。

なお、サドルブロックの台付けにラウンドスリング等の繊維スリングを使用する場合は、一般的に、使用する立木の支柱としての強度が確保できていれば、当て木は無くても良いですが、その立木を保護する場合には、当て木の代わりに簡易な毛布などを取り付けます。

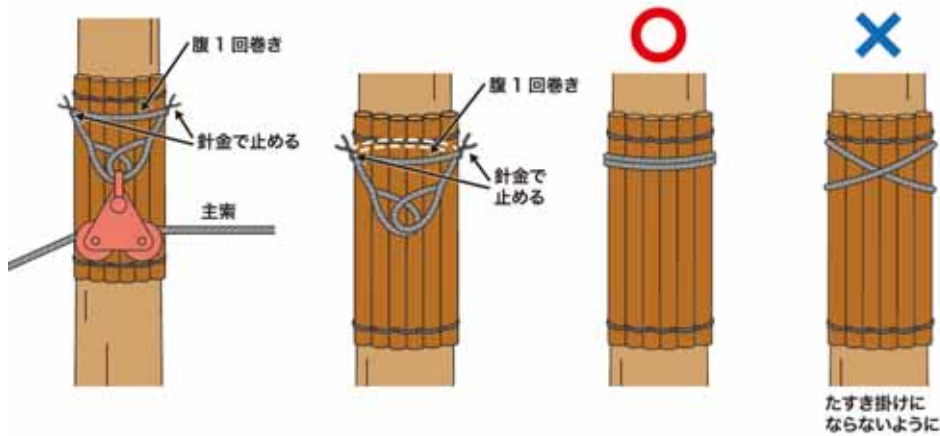
エ ブロック類の取り付け

(ア) 台付けロープの取り付け

Point!

ブロックがつく側で、1回巻き以上になるように取り付ける

台付けロープは、柱にブロックがつく側（腹側）で1回巻いて、両アイに均等に張力が働き、片効きにならないように取り付けます。この際、反対側で、たすきがけ（重なり）にならないように注意します。なお、ラウンドスリング等の繊維スリングを用いる場合も同様に取り付けます。



(イ) サドルブロックの取り付け

Point!

なるべく高い位置で、支柱に対して集材する区域が広い側に取り付ける

サドルブロックを取り付ける位置は、主索が高いほど横取り作業が広範囲にできるので、なるべく高い位置で、かつ支柱に対して集材する区域が広く、横取り量が多い側に取り付けます。

この際、サドルブロックを支柱に取り付けた後に、シンプル入りロック加工された主索を通過させることはできないので、主索をサドルブロックに通した状態で、荷引き上げ用ブロックとナイロンロープ等を用いて吊り上げて固定します。

サドルブロックの取り付けには、主索と同等以上の径をもつ台付けロープや、十分な強度のある繊維スリングを用います。

また、取り付けしたサドルブロックに張力を掛けるとずり下がることがあるので、次のような防止対策を講じる必要があります。



サドルブロックずり下がり防止対策

- ・ 作設準備の際に太い枝を残し、台付けロープをその上に掛ける
- ・ 台付けロープの両サイドに、下側からクサビを打ち込む
- ・ 釘やカスガイを、当て木に台付けロープを巻き付けた位置に打ち込む
- ・ 横木（枕）を取り付けて、その上に台付けロープを巻き付ける
- ・ 切り込みを入れた添え木を取り付けて、その上に台付けロープを巻き付ける



横木（枕）を取り付ける



切り込みを入れた添え木を取り付ける

(ウ) ガイドブロックの取り付け

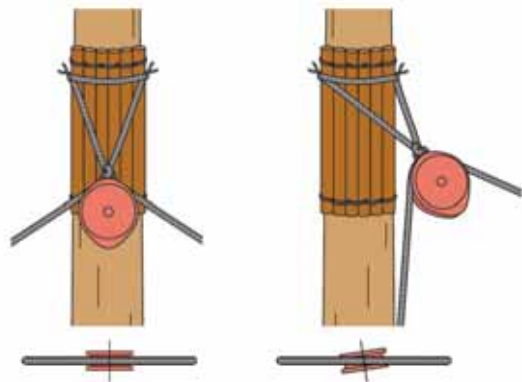
Point!

作業索がブロックのシーブに、正しく当たるように取り付ける

ガイドブロックにおいて屈曲されたワイヤロープとガイドブロックのシーブの方向が一致していないと、ガイドブロックのシーブの偏摩耗や、側板と作業索の接触による断線の危険性があります。

シーブに作業索が正しく当たるように調整するためには、ガイドブロックの取り付けの際、台付けロープのアイを掴んで、台付けロープに撚りをかける方向か、あるいはその

反対方向に捻ってから取り付けると、ワイヤロープの反発力によって捻った逆方向に戻ろうとする力が働くため、その力を利用して滑車の向きを調整できます。

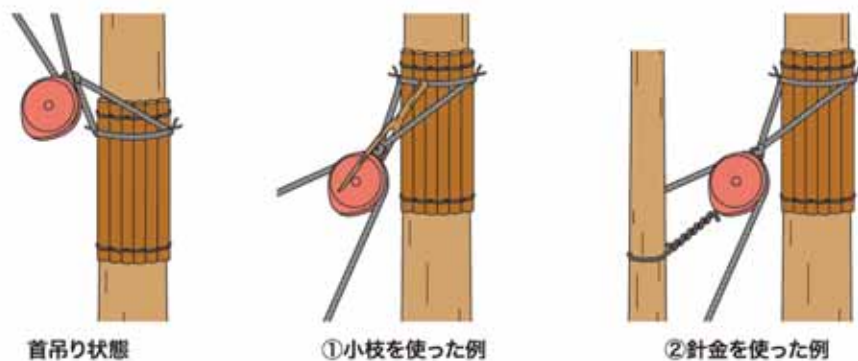


Point!

首吊り状態にならないよう防止策を講じる

ガイドブロックは、その両隣のブロックとの位置関係等により、首吊り状態になることがあります。特に引戻索は張力の変動が大きく、索が緩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かかると、索がガイドブロックの根元付近に掛かることで首吊り状態になってしまい、作業索の破断の原因となります。索が鋭角に屈曲されて、上方へ向かう場所では、首吊りを起こし易いので、首吊り防止策を講じておく必要があります。

首吊り防止策としては、小枝などで添え木をするか、向かい側の立木や上部の枝などからナイロンロープや針金を使って固定します。



首吊り状態

①小枝を使った例

②針金を使った例

Point!

作業索の内角が大きくなるように取り付ける

屈曲する作業索の内角が小さいほど、台付けロープは強い引張力を受けるため、支柱等への負担が大きくなり、シーブにかかる張力やワイヤロープとの摩擦力も大きくなるため、作業索の疲労と損耗が早まります。

このため、ガイドブロックで屈曲する作業索の内角は、できるだけ大きい方が望ましく、場合によっては、ガイドブロックの数を増やして、内角が鋭角にならないようにします。また、内角の小さい箇所は、シーブ径の大きいガイドブロックを使用する必要があります。なお、台付けロープは、作業索と同等以上の強度を有するものを使用します。

ガイドブロック及び台付けロープに掛かる張力

ガイドブロックに掛かる張力を、内角の角度別に指数で示すと、以下のようになる。

作業索内角	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°
張力指数	200	199	197	193	188	181	173	164	153	141	129	115	100	085	068	052	035	017	000

例えば、作業索の張力が 14.7kN (1,500 kg) で内角が 100 度の場合は、14.7kN (1,500 kg) の 1.29 倍 (18.96kN (1,935 kg))、140 度であれば 0.68 倍 (10.0 kN (1,020 kg)) の張力が掛かることになる。

また、台付けロープに掛かる張力を作業索の内角別、台付けロープの内角別に指数で示すと、以下のようになる。

台付けロープ内角	作業索内角						
	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°
30°	0.97	0.90	0.79	0.67	0.52	0.35	0.18
40°	1.00	0.92	0.82	0.68	0.53	0.36	0.18
50°	1.04	0.96	0.85	0.71	0.55	0.38	0.19
60°	1.09	1.00	0.88	0.74	0.58	0.39	0.20
70°	1.15	1.06	0.94	0.78	0.61	0.42	0.21
80°	1.23	1.13	1.00	0.84	0.65	0.45	0.23

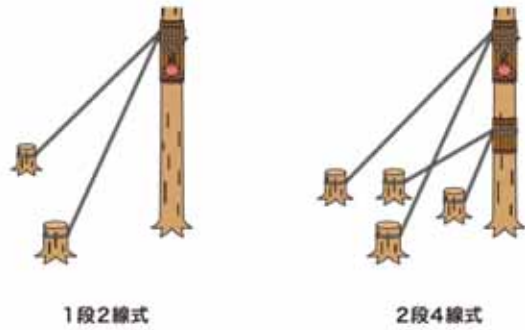
例えば、作業索の張力が 14.7kN (1,500 kg)、内角が 100 度で、台付けロープの内角が 60 度の場合は、分力は 0.74 倍で 10.88kN (1,110 kg) となる。

オ ガイラインの取り付け

Point!

サドルブロック等のすぐ上に、同一径のワイヤロープを2本以上用いて均等に張る

ガイラインは、主索や作業索の張力により、支柱が倒れるのを防ぐために取り付けます。このため、索の張力により生ずる合力の方向、大きさや位置をよく見極めて、ガイラインの取り付け位置、取り付け本数、取り付け方向などを決めなければなりません。



支柱に取り付ける位置は、サドルブロック等を固定する台付けロープ等のすぐ上とし、同一径のワイヤロープを2本以上用いて均等に張ります。支柱が高く、折損のおそれがある場合は、2段4線式にします。

ガイラインを取り付ける方法は、タワーのガイラインとは違い、ドラムで張力がかかることができないため、手で引き締める作業が必要です。取り付けに当たっての注意点は、次のようになります。

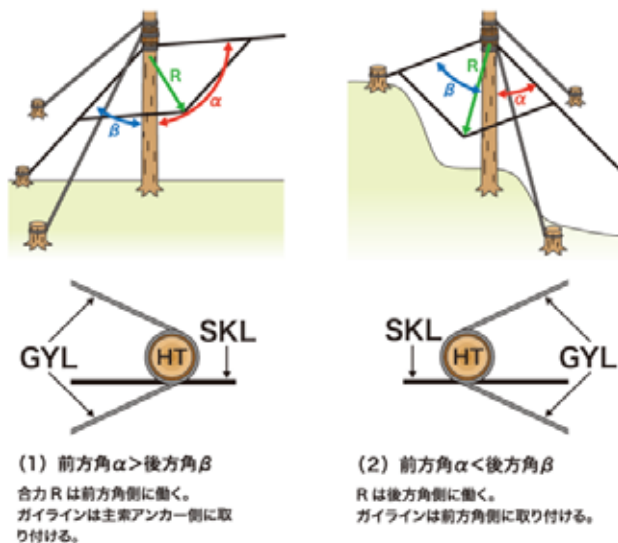
(ア) 取り付け方向と角度

Point!

支柱に対する主索の前方角と後方角を比較して、小さい方に取り付ける

横から見た、支柱に対してガイラインを取り付ける側は、主索と支柱のなす前方角及び後方角の大きさによって決まります。

理論的には、ブロックを軸とした左右の索の張力は等しいため、合力の方向は、主索の内角の二等分線の方とほぼ一致します。したがって、サドルブロックにかかる主索の合力(R)は、主索と支柱のなす角 α と β の大きい方の側に働くため、ガイラインはその反対側の、角度の小さい方の側に取り付けます。



(1) 前方角 $\alpha >$ 後方角 β
合力Rは前方角側に働く。
ガイラインは主索アンカー側に取り付ける。

(2) 前方角 $\alpha <$ 後方角 β
Rは後方角側に働く。
ガイラインは前方角側に取り付ける。

また、前方角と後方角が同じ場合、作業中の横方向にかかる力に対応するため、ガイドラインは横方向に取り付けます。

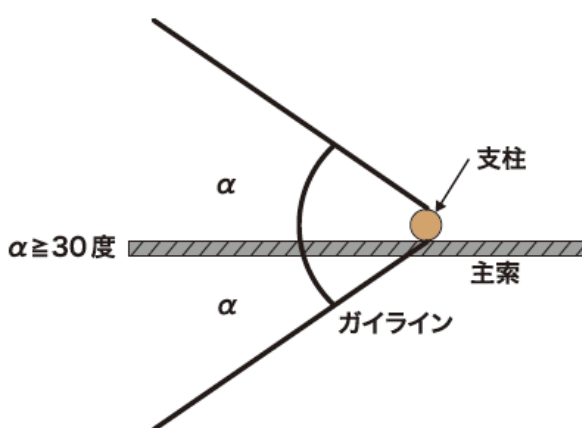
なお、搬器が支柱付近まで移動する場合や横取り作業を行う場合は、主索の張力が複雑に働きますので、ガイドラインを張る方向は、主索の張力の方向をよく見極めて張る必要があります。場合によっては、ガイドラインの本数を増やすことも必要になります。

Point!

ガイドラインの水平角は、30度以上とする

上から見た主索に対するガイドラインの取り付け方向（水平角）は、主索と支柱のなす前方角及び後方角の大きさにより加減して、30度以上とします。

角度が小さいと、主索の固定方向に対する効果は大きいものの、横方向への力を支える効果が小さくなります。逆に角度が大き過ぎると、効果も反対になります。

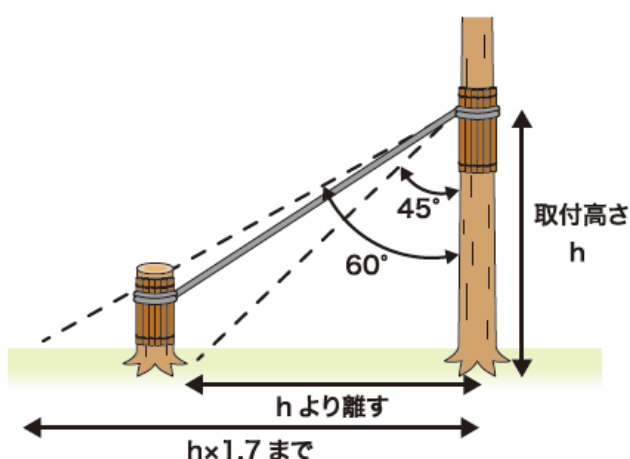


Point!

ガイドラインと支柱のなす角度は45度～60度とする

ガイドラインと支柱のなす角度は30度以上と定められていますが、実際の作業からは、45度から60度程度とするのがよいとされています。

ガイドラインと支柱のなす角度が60度以上になると、ガイドラインにかかる張力が小さくなり、安全係数が増しますが、ガイドラインが長くなるため、伸びや自重でたるみが大きくなり、安定した固定が難しくなります。



ガイラインの角度別張り方の目安

支柱にガイラインを張る際に、主索との角度、支柱との角度を現地で判断するための目安を示すと、以下のようになる。

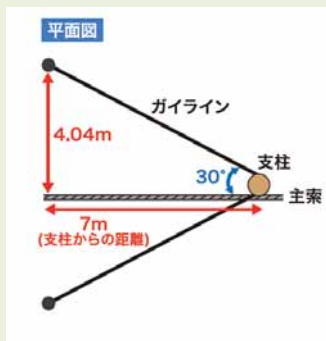
支柱のガイラインの取り付け高さ (m)	ガイラインと支柱の角度						
	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
3	1.73	2.10	2.52	3.00	3.58	4.28	5.20
4	2.31	2.80	3.36	4.00	4.77	5.71	6.93
5	2.89	3.50	4.20	5.00	5.96	7.14	8.66
6	3.46	4.20	5.03	6.00	7.15	8.57	10.39
7	4.04	4.90	5.87	7.00	8.34	10.00	12.12
8	4.62	5.60	6.71	8.00	9.53	11.43	13.86
9	5.20	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、ガイラインと支柱の角度を50度で張る場合、支柱に取り付けるガイラインの位置が4mであれば、支柱から4.77m離れたところにスタンプ等を取ればよい。



支柱から主索延長線上の水平距離 (m)	ガイラインと主索の角度						
	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	4.20	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の方向にガイラインを張ればよい。

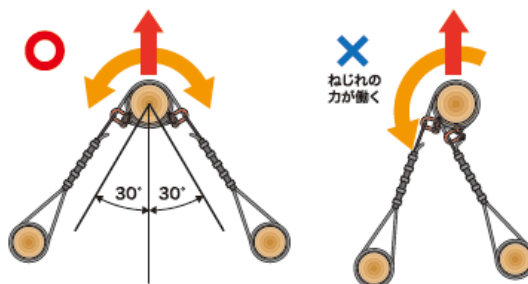


(イ) 固定方法

Point!

支柱の外周接線方向に巻き付ける

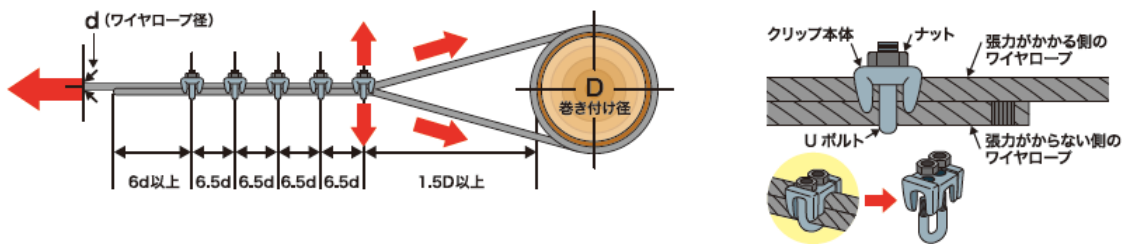
ガイラインを支柱に固定するため、当て木の上から、アイ加工した側のガイラインを腹1回巻き付け、シャックルで止めます。シャックルで止めた部分を、支柱の外周接線方向へ調整し、ワイヤロープに曲りが生じないようにします。また、ガイラインを2本以上取り付ける場合は、支柱に捻れが生じないように、巻き付けの方向を交互にします。



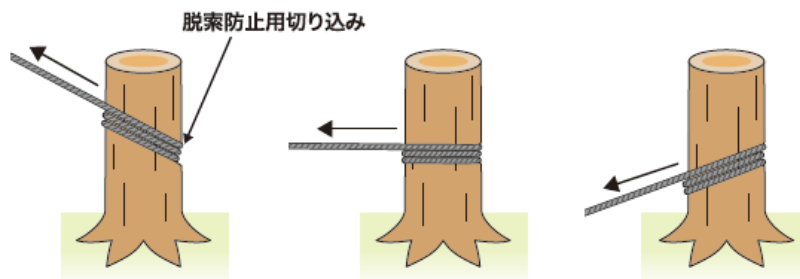
Point!

ロープの一端を立木等に止める場合は、腹2回以上巻き付け、立木等と第1クリップとの間隔は立木等の直径の1.5倍以上とする

ガイラインの另一端を立木等に固定するため、腹側で2回以上巻き付けて、クリップで止めます。立木等と最初のクリップとの間隔は、立木等の直径の1.5倍以上を確保します。十分に離さないと第1クリップやワイヤロープに無理な力がかかります。

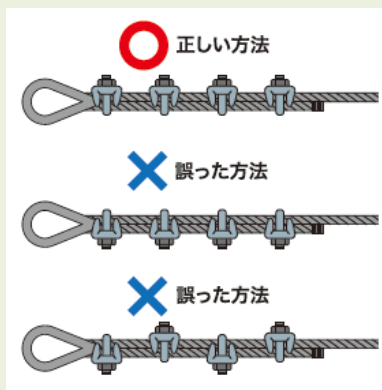


根株などに固定する場合は、脱索を防止するために、切り込みを入れます。切り込みの深さは、ロープ径の2倍以上とし、ガイラインの張力の方向を考えて切り込みます。



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しないで、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、これより広過ぎても狭過ぎても良くない）。
- ・ 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。
- ・ ワイヤロープを立木や根株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。

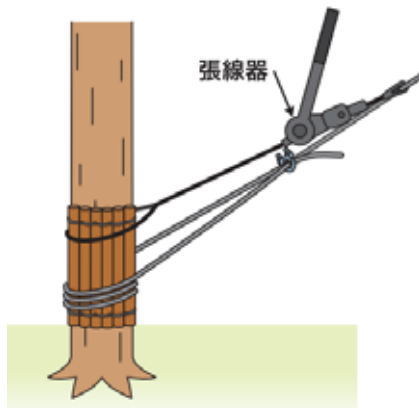


ワイヤロープの直径 (単位 mm)	クリップの種類	取付個数 (単位 個)			取付間隔 (単位 cm)	締め付けトルク (単位 N・m)		
		6×24 6×37	6×19	6×7		6×24 6×37	6×19	6×7
6.3~8	F8又はMR8	4	5	6	5	7	8	10
9~10	F10又はMR10	4	5	6	7	16	19	22
11.2~12.5	F12又はMR12	4	5	6	8	24	29	34
14	F14又はMR14	4	5	6	9	37	46	52
16	F16又はMR16	4	5	6	10	52	63	73
18	F18	5	7	8	12	67	81	93
20	F20-22	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

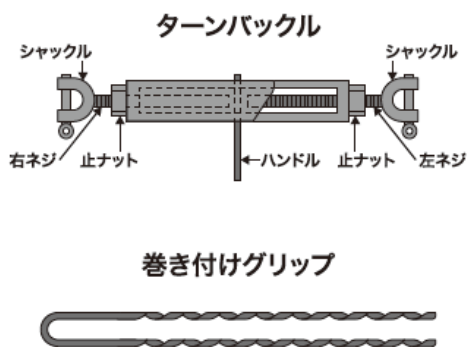
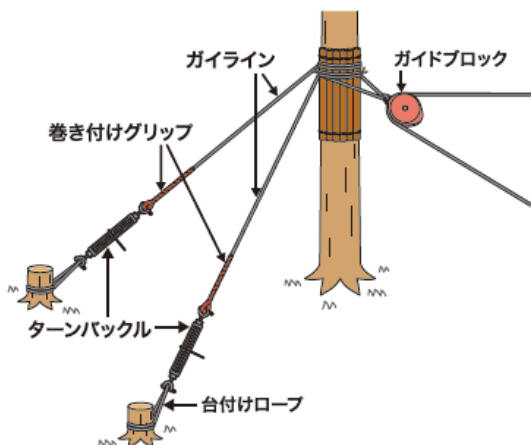
(注) Fは鍛造製、MRは鋳造製、取付間隔は6×19、6×24、6×37の場合

(ウ) 張り上げ方法

ガイラインを緊張するためには、一般的に張線器等を使用します。2本以上のガイラインを均等に張り上げるため、1本ずつ張り具合を確認しながら張り上げます。



張線器のほかに、ターンバックルを使うこともあります。ターンバックルとガイラインを連結するために巻き付けグリップを使うと便利です。この場合は、巻き付けグリップを巻き付けるガイラインは、油分の少ない滑りにくいものを用います。巻き付けグリップは、端部がほぐれないようにして使います。



このほかに、張り替えの効率を考慮して、ベルトスリングやアルミシーブシャックルの組み合わせも使用することがあります。

当て木をする必要がなく、軽量の器材である上に、ガイラインを立木等に巻かず、シーブにかけるため、張線器で緊張させる際に回転しながら折り返したガイラインを巻き出すことで、容易に張り上げることができます。



ベルトスリングとアルミシーブシャックル

(2) 中間サポートの作設

Point!

中間サポートの作設技術を習得し、地形や立木の位置等に応じて使い分ける

中間サポートは、架線高を確保し、集材距離を伸ばして、1線当たりの集材量を増やすために設置するもので、支持木、中間支持金具、ガイライン等により構成されます。また、ガイラインやガイドブロック等の固定方法については、一般的な支柱作設方法の考え方と同様です。なお、支持木は十分な強度を有する立木を使用し、ガイラインの引き締めには、アルミシーブシャックルやベルトスリング等を用いると効率的に作設することができます。

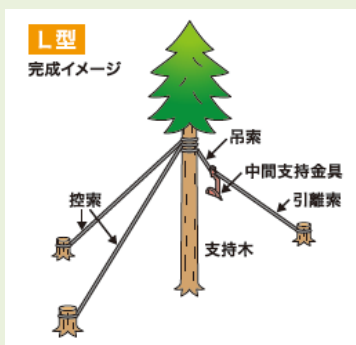
中間サポートには、主に以下に示した4種類があり、それぞれ設置を必要とする場所の地形や立木の位置等に応じて使い分ける必要があります。そのため、それらの作設方法を習得することが求められます。

なお、中間サポートの詳しい作設技術については、国立研究開発法人・森林総合研究所が作成した「中間サポート架設の手引き」に解説が記載されていますので、そちらを参考にしてください。この資料は、国立研究開発法人・森林総合研究所のウェブサイト ([http://www. ffpri. affrc. go. jp](http://www.ffpri.affrc.go.jp)) からダウンロードできます。



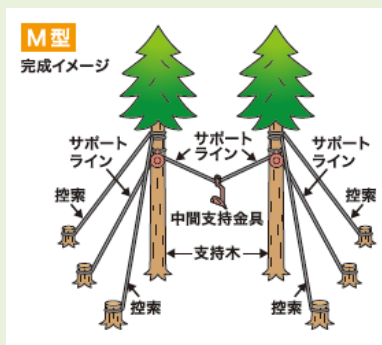
提供：国立研究開発法人 森林総合研究所

L型（架設が簡単で資材を少なくしたいときに利用）



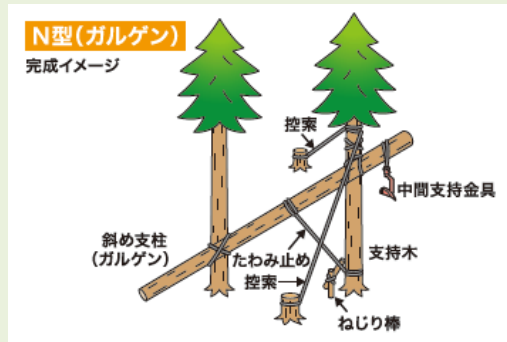
長所	資材が少なく、高所作業が1ヶ所
短所	支持木から主索までの距離が短い 吊索の取り付け位置が高いわりに、主索の高さが低い 中間サポートの作設後に主索を中間支持金具にのせる
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> • 支持木の中心から主索までの距離は0.8~1.5mまで • 吊索の支持木に対する角度は30度 • 吊索の長さは支持木の中心から主索までの距離の2倍必要 • 吊索と引離索の角度は150度まで

M型（中間支柱と主索の距離が離れているときに利用）



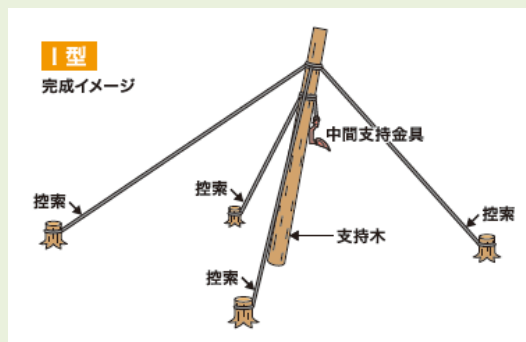
長所	主索位置の自由度が高い
短所	資材が多い、高所作業が2箇所必要
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> • 主索に対してほぼ直角な2本の支持木が必要 • 主索の位置と支持木の中心は最大3m（支持木の間隔は最大6m） • サポートラインの角度は120度とし、主索の高さが決まると滑車の高さも決まる

N型（主索の高さを上げたいときに利用）



長所	主索を高く取り付けできる
短所	資材が多い、設置に時間がかかる
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> • 支持木の中心から主索までの距離は 2mまで • 中間支持金具にかかる力をもとに、斜め支柱の太さを決定 • 斜め支柱のたわみ止めは、必要に応じて設置

I型（適切な場所に立木がないときに利用）



長所	場所を選ばない、主索を高く取り付けできる
短所	資材が多く、設置に最低 3 名必要となり、手間と時間がかかる
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> • 支持木の根元から主索までの距離は支持木の高さの 3 割まで • 中間支持金具にかかる力をもとに支持木の太さを決定 • 設置場所の地形傾斜によって架設の方法が変わる

5-6 主索の張り上げ

(1) 搬器の組み付け

Point!

移動式クレーン仕様の重機等を利用して、搬器の組み付けを容易に実施

移動式クレーン仕様の重機等を用いて、搬器を荷下ろし場所付近の架線下に移動します。

張り上げる前の主索を、移動式クレーン仕様の重機等に取り付けたロープと連結バイスを用いて搬器に手繰り寄せて、主索に余裕を持たせることで、主索へ搬器を組み付け易くします。

このとき、同時に引寄索を搬器に取り付けます。なお、下げ荷集材の場合は、引戻索も取り付けます。



重機と連結バイスで主索を手繰り寄せる

(2) 主索の張り上げ

Point!

圧力計を確認しながら張り上げる

主索がアンカーに確実に固定され、先柱のサドルブロックや中間支持金具に載っていることを確認した後、取り付けした搬器が暴走しないよう引寄索等で引き止めながら、主索のドラムを巻いて張り上げます。主索用ドラムは、圧力計を見ながら設計計算で求めた張力になるように調整します。

一般的に、タワーヤードの主索用ドラムは、巻き込まれているワイヤロープに直接張力が掛からないように2つに分かれているため、張り上げの最後の段階で、ワイヤロープをサイドドラムに入れて巻き込みます。

なお、主索に張力を掛けると、ワイヤロープのよりの方向に回転するため、主索を固定しているラウンドスリングなどがねじれないような対策を講じる必要があります。

(3) 点検と試運転

Point!

主索の張り具合を再確認するとともに、試運転により各部を点検

架設終了後に、施設各部の点検と試運転を行います。架線を張り上げた状態で、以下の項目について点検します。

主な点検項目

- ・タワーの直立性
- ・タワーヤードの向き
- ・センターリガー、アウトリガーの効き方（浮いていないか等）
- ・先柱の状態（支柱の強度、サドルブロックの台付けロープは片効きでないか等）
- ・ガイラインの張り方（固定状態、緊張状態等）
- ・主索の張力検定（圧力計の確認）
- ・作業索の状態（作業索同士やブロックとの擦れ具合、交差していないか等）
- ・タワーヤード本体の状態（エンジン制御系統等）
- ・搬器の機能（無線操作の状態等）
- ・各アンカーの状況

点検が終了した後に試運転を行います。試運転に当たっては、異常を発見できるようにタワーヤードの操作者、荷掛者のほか、先柱周辺等の注意すべき箇所に要員を配置します。また、一度に設計荷重を掛けることは危険ですので、最初は空搬器を往復させ、徐々に荷重を増やして設計荷重に近づけていきます。そして、設計荷重の荷を吊って数回搬器を走行させます。その後、必要に応じて調整を行い、再点検した後に集材作業を開始します。

使用する搬器が、走行滑車の回転により油圧等を発生させる方式の場合は、空荷で数回走行させ、必要な動力が搬器に蓄圧されたのを確認してから試運転を始めます。



水準器でタワーの直立性を最終確認



圧力計で張力を確認

5-7 伐倒作業

(1) 伐倒の方向

Point!

原則として、上げ荷集材の場合は谷側、下げ荷集材の場合は山側に伐倒

立木の伐倒方向は、集材の作業効率に大きく影響します。原則として、元口に荷掛けするため、上げ荷集材の場合は谷側に、下げ荷集材の場合は山側に伐倒します。こうすることで、荷掛け作業だけでなく、土場に元口を引き寄せることになるので、プロセッサ等での造材が容易になります。

また、同じ方向に伐倒するため、伐倒木が重なり合います。より荷掛けし易くするためには、伐倒木の状態を確認し、少しずつそのような方向に倒すことを意識します。

下げ荷集材において、急斜面や立木の傾き等により山側への伐倒が難しい場合には、谷側への伐倒となり、全木集材では梢端部に先掛けをすることになります。このような場合は、以下のような不具合が生じる可能性があるため、搬器走行速度を遅くした慎重な集材作業や先山造材による短幹集材を行う等の対策が必要です。

なお、伐倒作業は、材が滑落しないように行い、集材作業で障害とならないよう低い位置で伐り、必要に応じて伐根の面取りを行います。また、間伐であれば、残存木を傷つけないように適切な伐倒方向で行う必要があります。

下げ荷集材において谷側に伐倒した場合の問題点

- ・ 梢端部が邪魔をして荷掛けが難しい
- ・ 集材木を制御しにくく、間伐では残存木の損傷が起き易い
- ・ 集材木が搬器に近寄る際に、枝葉や梢端部が搬器に接触する
- ・ 搬器走行時に中間サポートや線道端の立木に枝葉や梢端部が差し込む
- ・ プロセッサと元口の距離が遠くなり、造材が行いにくくなる
- ・ 切り口の角が土壌表面を削って、浸食を招く恐れがある

(2) 伐倒の順序

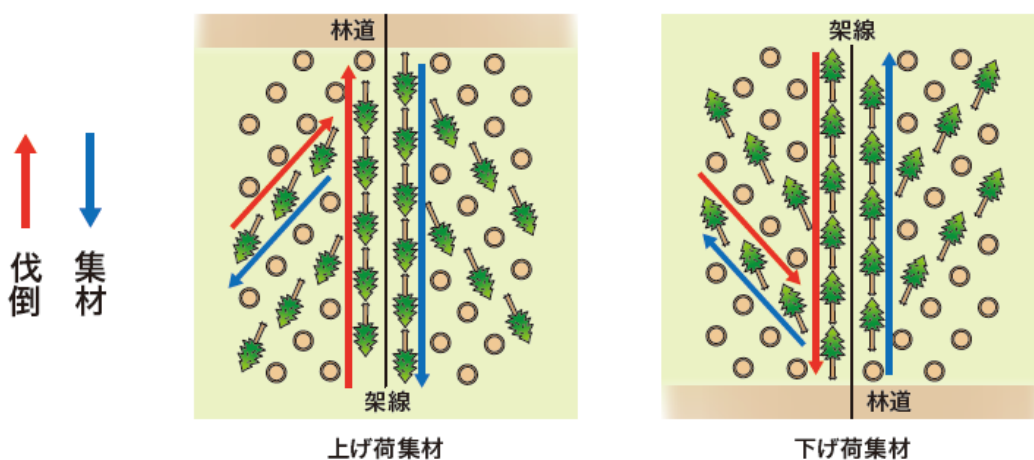
Point!

最後に集材する場所から順番に伐倒

伐倒作業は、集材する順序を考慮し、最後に集材する場所から順番に伐倒します。

架線下の伐開を行う場合に、上げ荷集材で谷側に伐倒する際は、谷側から伐倒を進めます。同様に、下げ荷集材で山側に伐倒する際は、山側から伐倒を進めます。

また、横取りの際には、奥側から伐倒を進めます。



5-8 集材作業

(1) 作業開始前の点検

Point!

架設直後の点検や試運転とは別に、集材作業を行う前に始業点検等を実施

架設直後の点検や試運転とは別に、日々の集材作業を行う前に、タワーヤーダの始業点検や架線装置の日常点検等を実施し、異常を認めたときは、補修又は取り替えてから集材作業を開始します（点検項目については、第6章 6-2を参照）。

主な点検項目

- ・ 制動装置及び警報装置の異常の有無
- ・ スリングの摩耗や変形などの異常の有無
- ・ 作業索の取り付け部の異常の有無
- ・ 無線送信機の異常の有無

(2) 荷掛け作業

Point!

退避場所を確保して、材を安定させてから荷掛けを行う

タワーヤードによる荷掛け作業は、基本的に人力で横取り箇所へ荷掛けフックを誘導することになります。

安全な退避場所を確保し、その場所で荷掛け者がリモコン操作により、搬器を誘導すると共にスリングを降下させます。搬器の停止とスリングの着地を確認した後、材の状態を確かめ、安定させてから、荷掛けを行います。

全木で地曳き集材を行う場合で、障害物の影響を受けやすいときは、荷掛けの際に、スリングのアイ部分を材の下側に回して巻き上げることで、集材木が回転しないため、先端を高く持ち上げることができます。

荷掛け後、材が抜けないことを確認し、安全な場所に退避した後、巻き上げの合図を行ってからリモコン操作で巻き上げを開始します。



安全な場所に退避してから巻き上げる

(3) 半自動運転

Point!

操作権の切り替えや半自動運転により効率的で安全な集材を実施

遠隔操作機構付きの機種では、搬器の操作権の切り替えや搬器を自動的に走行・停止させる半自動運転が可能です。

このため、安全な場所で搬器を操作できるほか、搬器の走行中も他の作業を行うことができる等、安全で効率的な作業が可能となります。

また、荷掛け者と造材者は、集材の連携を高めるためにも、細部にお互いの状況を確認しながら作業を進めます。



安全な場所から荷掛け者が操作

(4) 集材木の制御

ア 集材作業全般における制御

Point!

集材木の横滑り等を抑制するためには、完全に吊り上げて集材

架線高を確保して、完全に吊り上げて集材することにより、集材木の横滑り等による衝撃や、間伐での残存木への損傷を防ぐことができます。

架線が高すぎると、集材木の巻き上げに時間がかかることや空中で大きく振れ易くなること等により、集材効率が低下します。このような場合は、主索の張力を緩め、振れ動きのない範囲で集材木を吊り上げます。

完全に吊り上げるために、十分な架線高の確保が困難な場合には、先山造材による短幹集材や2点吊りによる集材を検討します。



完全に吊り上げた状態での集材作業

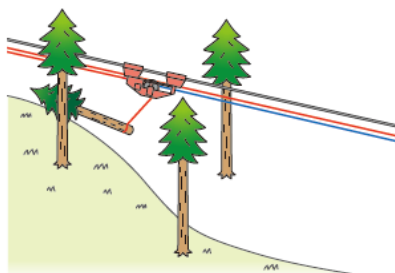
イ 下げ荷集材での制御

Point!

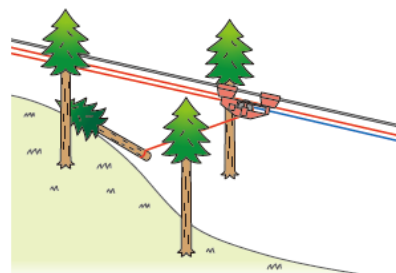
下げ荷集材の場合は、こまめな搬器の操作で集材木を制御

下げ荷集材において、地形変換点等で地曳きから宙吊りに変化する箇所や急傾斜地で集材中に材が自重で滑り落ちる箇所では、主索に大きな衝撃がかかったりするため、大変危険です。

したがって、荷掛け者は搬器をこまめに操作することで、搬器を引き寄せつつ、巻上索を巻き出し、材が安定する場所まで移動させてから、半自動運転を行うことが重要です。なお、自走式搬器や巻上索内蔵型搬器の場合は、搬器走行を行いながら、巻上索の操作が可能のため、集材木の制御を容易に行うことができます。



地形変換点で搬器を止めて巻上索を出す

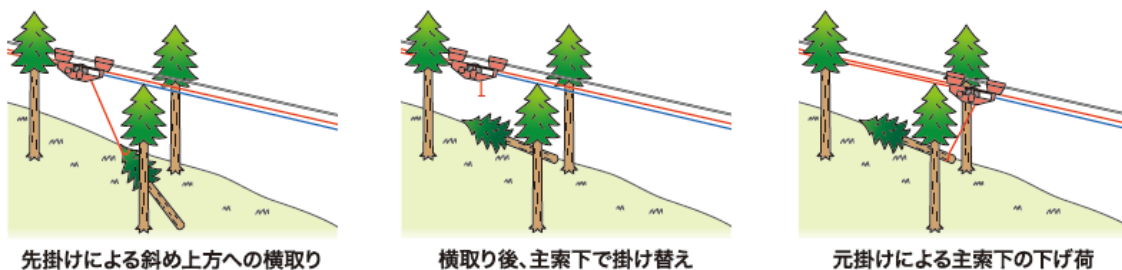


集材木の動きを確認しながら搬器を走行

ウ 下げ荷の横取りでの制御

急傾斜地での下げ荷集材において、地曳きで横取りする場合、荷掛した集材木が自重で滑るため、集材木の制御が難しくなります。このため、上げ荷と同様の横取り方法を検討します。この場合、吊り荷の架け替えが必要です。

吊り荷を架け替えする場合、最初に先掛けによる横取りを行い、主索下で元口に掛け替えます。このようにして、下げ荷の横取りでの集材木の制御を容易に行うことができます。



(5) 残存木の保護

Point!

犠牲木や添え木を利用して残存木を保護

横取りを行う場合は、残存木への損傷が発生する確率が高くなります。このため、横取り列から主索下に出る材を転回させる箇所では慎重に作業する必要があり、また、残存木が損傷しないように保護しなくてはなりません。

残存木を保護するためには、正確な方向への伐倒だけでなく、犠牲木や誘導木を事前に設定することにより、その損傷を最小限に抑えることが可能です。

犠牲木は、残存木の斜面の上方に設定することにより、横取り作業で滑り落ちた木から残存木を守ることができます。また、設定した犠牲木は、その列の横取り作業が終了した後に、主索から最も離れた木から順に伐出することで、残存木を傷つけずに集材することができます。なお、犠牲木を設定できない場合には、現地で調達した添え木をナイロンロープなどで固定して保護します。

誘導木は、荷外し場所付近等で、集材木の移動方向を制御する場合に用いるものです。架線下を伐採する時に伐根を高く残す等により設置します。



添え木で残存木を保護



誘導木で集材木の移動方向を制御

(6) 荷下ろし作業

Point!

滑落防止柵等を利用し、荷外しした集材木の滑落を防ぐ

退避場所を確保するとともに、材が完全に接地し、スリングが十分に緩んだことを確認した後、材の安定を確かめてから荷外しを行います。

ラジコン式自動荷外しフックを用いれば、造材機械の操作者が、重機に乗ったまま無線操作をして、荷外しをすることができます。

また、タワーヤードは、道路上に設置することが多く、荷下ろしするスペースが非常に狭くなることから、急傾斜地での上げ荷集材では、盤台の代わりに滑落防止柵などを利用すると、荷外しした集材木の滑落を防ぐことが可能です。



ラジコン式自動荷外しフックの利用



荷外し場所に設置した滑落防止柵

5-9 撤収作業

Point!

他の作業者と連携を図りながら慎重に行う

上げ荷集材の場合は、主索や作業索、ガイラインが、それぞれのドラムに繋がっていることや油圧制御により張力を調整しているため、比較的安全で簡単な作業となります。

そのため、作業を安易に考えがちで、不安全行動が起り易く、大きな事故につながるおそれがあることから、他の作業者と連携を図りながら慎重に行う必要があります。

また、張り替える場合は、主索アンカーや支柱等に使用した資器材を、次の架線の位置まで横移動して架設の準備をします。

撤収作業については、次の手順で行います。

上げ荷集材の場合の撤収作業

- ① 搬器の取り外し
- ② 主索や作業索の撤収
- ③ 支柱や主索アンカーの解体
- ④ タワーヤードの撤収

下げ荷集材の場合の撤収作業

- ① 搬器の取り外し
- ② リードロープと引戻索を連結し、引戻索を撤収
- ③ リードロープをアンカー付近まで巻き取り固定
- ④ 張線器等で主索を固定
- ⑤ 主索をアンカーから取り外す
- ⑥ 主索のシンプルにリードロープを連結
- ⑦ リードロープでバックテンションを掛けながら主索を撤収
- ⑧ リードロープを撤収
- ⑨ 支柱や主索アンカーの解体
- ⑩ タワーヤードの撤収

(1) 搬器の取り外し

Point!

主索や作業索が完全に緩んだのを確認してから搬器を取り外す

搬器を荷下ろし場所等の安定した場所に移動させて、搬器自体のクランプ等により主索に固定します。そして、主索と作業索を緩めて、搬器を地上に下ろします。主索や作業索が完全に緩んだことを確認してから、搬器を主索や作業索から取り外します。

(2) 主索や作業索の撤収

Point!

ドラムへの巻き取りは、乱巻きにならないように低速で巻き取る

主索用のドラムは、スプリットドラムとなっているため、引締め用のサイドドラムに移動させた部分を元のドラムに戻してから低速で巻き取ります。また、引寄索についても乱巻きにならないように低速で巻き取り撤収します。

上げ荷集材の場合は、主索が完全に弛んだのを確認してから、主索をアンカーから取り外すだけなので、安全な作業となります。

Point!

下げ荷集材の場合は、リードロープでバックテンションを加えながら撤収

下げ荷集材や谷越し集材の場合は、撤収時に主索を緩めた後も、自重により谷側へ滑り落ちようとしています。そのため、主索を取り外す際は、勢いよく外れることを防ぐために張線器等で固定します。また、索を引きずらずに、効率よく回収するため、リードロープでバックテンションを加えながら慎重に巻き取ります。

このとき、リードロープは、アンカーより山側のガイドブロックを通過させてから、シャックル等で主索のシングル部と連結することで、張力がかかっても、主索を安全に巻き取ることができます。

