

市町村森林境界明確化等支援事業

森林整備効率化支援



グラップルソー装着トラックシステム 特殊伐採マニュアル



～市町村森林整備効率化支援～

令和7年（2025年）3月

長野県 林務部



～市町村森林整備効率化支援～

グラップルソー装着トラックシステム特殊伐採マニュアル

目 次

はじめに

1 『グラップルソー装着トラックシステム』	・・・ 1
2 マニュアル作成の背景	・・・ 1
3 本マニュアルの留意点	・・・ 2
4 本マニュアルの構成	・・・ 2

第1章 グラップルソー装着トラックシステムとは

1-1 特殊伐採とは	・・・ 3
1-2 “フェリンググラップル”とは	・・・ 4
1-3 フェリンググラップル機械システム	・・・ 6

第2章 グラップルソー装着トラック作業システム

2-1 本マニュアルの作業システム	・・・ 7
2-2 作業システムの効果	・・・ 7
【効率化・省力化・作業時間短縮の事例】	・・・ 9
2-3 作業システムの適用範囲	・・・ 10
（1）道路幅員と道路勾配	・・・ 10
（2）作業範囲	・・・ 11
（3）伐倒対象樹木	・・・ 13
（4）作業目的による作業種の差	・・・ 15
（5）道路規制・安全確保	・・・ 17
2-4 作業システムの適用フロー	・・・ 18

第3章 グラップルソー装着トラック作業システム歩掛（案）

3-1 作業システムの基礎調査	・・・ 19
（1）作業システムの功程	・・・ 19
（2）1日当りの作業量	・・・ 20
（3）材積換算	・・・ 20
3-2 作業システムの歩掛（案）の因子	・・・ 21
（1）歩掛単位	・・・ 21
（2）作業システムのセット人員	・・・ 22
（3）作業システムのコスト試算	・・・ 23

3-3 作業システムの参考歩掛（案）	・・・ 24
（1）参考歩掛（案）計算の適用項目	・・・ 24
（2）【参考】歩掛（案）：日当り（日＝6時間）	・・・ 25
（3）【参考】歩掛（案）：材積当り	・・・ 26
3-4 参考歩掛（案）からみた効果	・・・ 26
（1）人件費を基にした比較	・・・ 26
（2）参考歩掛からの1本当り伐採費用の比較	・・・ 27
3-5 積算上の留意点	・・・ 27

第4章 グラップルソー装着トラック作業システム特記仕様書（案）

4-1 委託時には特記仕様書が必要となる	・・・ 29
4-2 特記仕様書（案）	・・・ 29
【特記仕様書（案）】	・・・ 30

おわりに

終-1 事例を積み重ねる	・・・ 33
（1）歩掛（案）の可能性	・・・ 33
（2）歩掛（案）の検証	・・・ 33
終-2 安全・安心、資源活用を目指して	・・・ 34

作業システム導入チェックリストと簡易 Excel 支援ツール

作業システム導入検討 チェックリスト	・・・ 36
安全確認 チェックリスト	・・・ 36
事前手続き・設計（積算） チェックリスト	・・・ 37
簡単計算（Excel 支援ツール）	・・・ 39





はじめに

1 『グラップルソー装着トラックシステム』

『森林整備効率化支援～グラップルソー装着トラックシステム特殊伐採マニュアル～』（以下：「本マニュアル」といいます。）は、市町村等が森林環境譲与税を活用しつつ、ライフライン沿い等の樹木伐採の効率化及び推進に資することを目的としています。

近年市町村等の行政機関に要望が多く寄せられる生活道路等ライフライン沿いの樹木伐採（以下：「特殊伐採」といいます。）について、最新型機械（グラップルソー装着トラックシステム「フェリンググラップル」）による特殊伐採歩掛（案）、仕様書（案）及び市町村でも設計・発注ができる選択型の設計支援ツールについて解説します。

2 マニュアル作成の背景

ライフライン沿いの樹木について、県民の皆さんから多くの意見が市町村に寄せられています。

- ※ 道路沿いに倒れると電線を切ってしまう立木や枯木が多いので、停電等による集落の孤立を防止するうえで何とかならないか？
- ※ 電線に木の枝が触れて切れそうな場所がある！
- ※ 道に枝が落ちてきそう！
- ※ 松くい虫の被害木が朽ちていて危ない！
- ※ 子供たちの通学路に枯木が多くあって危険。何とかならないか？
- ※ 道際の樹木で日陰になって、冬に道路が凍って危ない！などなど

県では、市町村森林整備支援事業（長野県森林づくり県民税活用事業）により「ライフライン等の支障木伐採」を支援していますが、ライフライン沿い等の樹木伐採の多くは、通常の林業的な伐採方法ではなく、クレーン等を使った「特殊伐採」で実施するケースが多く、条件によっては 1 本当たり 2 万円～10 万円以上の費用が掛かるため、実施予算が十分に確保できず、整備が進まない等の意見が寄せられています。

このような状況の中、効率よく予防的に倒伏の危険性のある樹木や支障のある枝等を伐採できる最新型機械が県内にも導入されてきています。この最新型機械は、トラックに林業用クレーンを架装し、グラップルソーヘッドを装着したものとなっており、安全かつ効率よく伐採を行うことができますが、その効率性や費用等は、導入から間もないことから一部の情報以外は示されていません。

さらに、道路沿いの森林（森林法第 5 条森林）を対象とした場合、伐採木のバイオマス燃料材への活用も期待されることから、その作業の実態を把握することが必要になっています。

そこで、この最新型機械の伐採実装作業を調査し、市町村の皆さんがライフライン等の支障木伐採対策の委託業務等に活用していただく積算根拠（歩掛案）を整備することとしました。



3 本マニュアルの留意点

本マニュアルは、次の事項について留意してください。

-  ライフラインの保全に取り組む施設管理者（道路管理者、電力線管理者等）も活用できるように記載していますが、林務関係者の活用を想定しています
-  最新型機械は「グラップルソー装着トラックシステム」ですが、より分かりやすい名称として製品名である「フェリンググラップル」を用いています
-  「フェリンググラップル」と称する機械は、国内にグラップルソータイプとフェラーバンチャタイプの2機種があります。本マニュアルはグラップルソータイプのフェリンググラップルに限定しています
-  「特殊伐採」を対象としますが、作業システムにおいて枝や幹を伐る作業を「伐倒」と表記しています
-  委託発注等にあたり、当該機種を所有する事業者が限定（特定）される可能性があります

4 本マニュアルの構成

本マニュアルは、次の構成としています。

-  はじめに
-  第1章 グラップルソー装着トラックシステムとは
-  第2章 グラップルソー装着トラック作業システム
-  第3章 グラップルソー装着トラック作業システム歩掛（案）
-  第4章 グラップルソー装着トラック作業システム特記仕様書（案）
-  おわりに
-  作業システム導入チェックリストと簡易 Excel 支援ツール

本マニュアルは、次の企業・団体の皆さんの協力の下に作成しています。

- | | |
|---|---|
|  株式会社 丸光イトウ | http://marumitu.co.jp/ |
|  有限会社 矢守産業 | https://yyamoris.wixsite.com/yamori-industry |
|  マルマテクニカ株式会社 | https://www.maruma.co.jp/ |
|  有限会社 岐南車体工業 | https://www.ginan-s.co.jp/ |
|  企業組合 山人 | https://yamando.jp/ |
|  阿南町 | http://www.town.anan.nagano.jp/ |
|  阿智村 | https://www.vill.achi.lg.jp/ |
|  下條村 | https://www.vill-shimojo.jp/ |



第1章 グラップルソー装着トラックシステムとは

1-1 特殊伐採とは

特殊伐採は、通常の樹木の伐採（伐倒）が困難な場合に、樹木の上部から伐り、伐った部分を吊り下ろすなどして伐採を行う手法で、一部の枝や樹の頭頂部のみを取り除く剪定作業を含めて、立木状態で部分伐採や除去の作業を行います。

特殊伐採にはラフテレーンクレーン（以下：「ラフタークレーン」写真 1-1）や昇降作業台付車両（以下：「EWP」、図 1-1）を使って、伐った枝・幹を吊り下ろす機械化作業と、「アーボリスト®（樹護士）※1-1」と称される伐倒士がロープワークで木に上がり、切断作業を行い、ロープコントロールで地上に降ろすツリークライミング作業（図 1-2）に区分されています。



写真 1-1 ラフテレーンクレーンによる特殊伐採

松本市松くい虫被害木特殊伐採
（長野県森林づくり県民税事業 2019 年）

※1-1 樹木に関わるプロフェッショナルとして、一定基準以上のツリークライミングとリギング技術、樹木に関する知識、樹上レスキューを修得し、この試験に合格した者だけに与えられる資格で、現在商標登録されている。



図 1-1 昇降作業台付車両（EWP）

Safe Work Australia(2016)
「GUIDE TO MANAGING RISKS OF
TREE TRIMMING AND REMOVAL WORK.」
Figure.4 p11



図 1-2 ツリークライミング作業
ロープワークのイメージ

長野県内では住民が利用する生活道路、学童の利用する通学路、電線等のライフライン沿いの樹木が、成長して道路側に傾いていたり、冬季において日影が道路路面の凍結を助長したり、松くい虫被害地域ではアカマツ枯損木の倒伏現象が道路沿いに発生するなど、住民生活へ様々な影響を発生させています。

しかし、道路沿いの法面が急であったり、道路側へ伐倒できないなど様々な立地条件の制約が存在するとともに、通常の地際でのチェーンソー伐倒作業は急峻な立地であるなど危険を伴います。

これらの対策として「特殊伐採」が行われることが増えてきました。ツリークライミングのロープワークの作業は特殊な技術を要し（写真 1-2）、危険を伴うため



写真 1-2 ツリークライミング作業
2022 年・2024 年日本ツリークライミングチャンピオン：矢澤 貴司氏（飯田市 矢守産業）



般の作業員では対応できません。そのため移動式クレーンによる機械化作業が一般化してきていますが、その作業経費は高額となりやすい状況です。

海外においても移動式クレーンによる伐倒・吊降ろし作業工程の研究・調査等は少なく、アメリカ合衆国パーデュ大学（Purdue University, インディアナ州）の研究では、都市林業（Urban forestry）の管理の一部として「都市の樹木を除去するには林業の伐採技術とは異なる特殊な機器と技術が必要で、従来の森林伐採よりもかなり高価になる（Daniel L. Cassens and Edith Makra 2014）。」と解説されるように、作業経費は高額となる傾向が示されています。

このような中、南信州地域においてトラッククレーンにグラップルソー伐採装置を装着した最新型機械（以下：「フェリンググラップル」）が導入され、その実績を伸ばしています（写真 1-3）。



写真 1-3 フェリンググラップル伐倒作業 （有）矢守産業 下條村事業現場 GMT035

1-2 “フェリンググラップル” とは

フェリング（felling）は「伐採・伐倒」、グラップル（grapple）は「物を掴む」ことを意味しており、「フェリンググラップル」は「掴んで伐倒する（機械）」となります。

本マニュアルのフェリンググラップル※1・2は、ラフタークレーン等のクレーン車両ではなく、林業用トラッククレーンの先端に装着して、立木の枝や幹を伐る機械（アタッチメント）です。

従来の「掴む」機能に加え、枝や幹の角度に合わせて、「チェーンソーで伐る」という機能を持ち合わせています。林業用のクローラ式重機には同様の機械（グラップルソー）はありますが、トラッククレーンに搭載するものでは日本初の仕様となっています。

※1・2 「フェリンググラップル」は日本国内の名称で、製造元のオランダ GMT Equipment では「グラップルソー：grapple saws」の名称となっている。さらに、本マニュアルで示す機種以外にも国内では他にフィンランド Biojack Oy 社のフェラーバンチャ形式の機械が有り、同名の名称となっている（徳光建機株式会社；<https://tmkenki.co.jp/product/biojack/>）。



本マニュアルのフェリンググラップル本体は、オランダ製(GMT Equipment)の GMT035、GMT050 の2つの機種とします(写真 1-4、表 1-1)。GMT035 はクレーン仕様に最適で(写真 1-5)、重機の場合 0.25 クラス以上に適合し、GMT050 もクレーン仕様にでき、重機の場合 0.45 クラス以上(写真 1-6)に適合します。



写真 1-4 フェリンググラップル GMT035 (左) と GMT050 (右)

(株) 丸光イトウカタログ

GMT Equipment : <https://www.gmt-equipment.com/>

表 1-1 フェリンググラップル緒元

型式	GMT035	GMT050
最大伐採直径	400mm	500mm
最大開き幅	850mm	1,220mm
重量	245kg	395kg
ソーバー長	520mm	640mm
チェーン	2mm 404" 64 links	2mm 404" 74links



写真 1-5 10 tトラック装着 GMT035

2024 森林・林業・環境機械展示実演会(福井県)



写真 1-6 重機に装着した GMT050

丸光イトウ岐阜県伐採現場(2024 年 10 月)



1-3 フェリンググラップル機械システム

GMT035 と GMT050 は単体では作業ができません。機械装備は次となります。

本マニュアルではこれらを「フェリンググラップル機械システム（図 1-3）」と称します。

-  ベーストラック
-  林業用クレーン+操縦装置（トップシート）
-  フェリンググラップル（GMT）



図 1-3 フェリンググラップル機械システム

通常タイプ（左：丸光イトウ）と特殊タイプ（右：矢守産業）

特殊タイプはコンテナを外して木材（丸太）輸送用のスターション付き

令和 7 年（2025 年）2 月末現在、長野県内には GMT035 が 2 システム、GMT050 が 1 システム導入されています（表 1-2）。

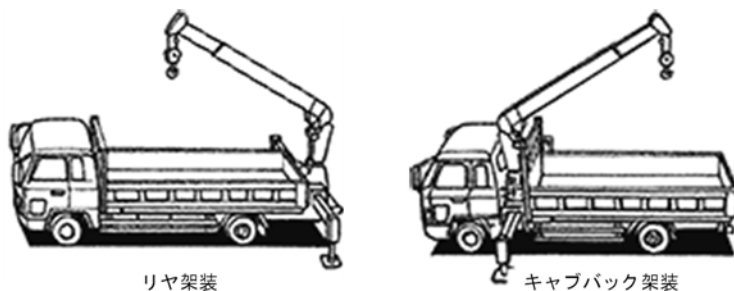
表 1-2 長野県内におけるフェリンググラップル機械システム（2025 年 2 月末現在）

システム	ベーストラック	林業用クレーン※1		所有者	所在地
GMT035	10 トン車	M12Z	リヤ架装※2	(有) 矢守産業	飯田市
	4 トン車	C85Z	キャブバック架装※3	企業組合 山人	伊那市
GMT050	10 トン車	M12Z	リヤ架装	(有) 矢守産業	飯田市

※1 パルフィンガーエプシロン製

※2 クレーンのユニットがボディ後端に架装されるもの

※3 クレーンのユニットがトラックの運転室と荷台との間に架装されるもの



参考：一般社団法人日本クレーン協会 <https://cranenet.or.jp/>



第2章 グラップルソー装着トラック作業システム

2-1 本マニュアルの作業システム

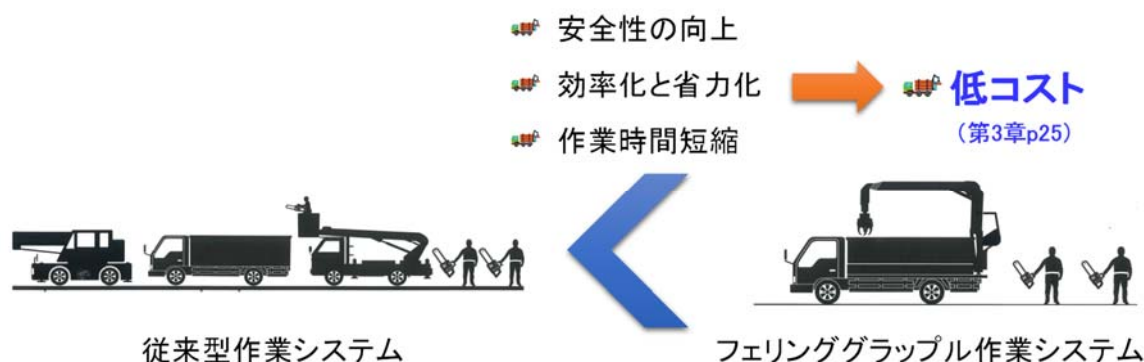
前述の「ベーストラック+林業用クレーン+フェリンググラップル（GMT）」の機械システムによる道路際の樹木伐倒を行う作業を「フェリンググラップル作業システム（以下：「作業システム」）」と本マニュアルでは定義します。

さらに、2025 年 2 月末現在^{※2-1}で稼働している 10 トントラックに架装した機械システム（図 1-3）を基準とします。

※2-1 前章（p6）表 1-2 に示す「4 トン車キャブバック架装車」の稼働は限定的。

2-2 作業システムの効果

この作業システムの効果は次のとおりです（図 2-1）。



（株）丸光イトウカカタログ図を一部改変

図 2-1 フェリンググラップル作業システムの効果

安全性の向上

- 通常のチェーンソー伐採では足場の確保が困難な急峻な斜面（法面）に生育している樹木の伐倒が可能
- 伐倒作業員の EWP やラフタークレーン搭乗設備への搭乗（写真 2-1）、ツリークライミング作業といった高所での作業が減少し、作業の安全性が高まる
- クレーン操縦席だけでなくリモコン操作でも「掴む」と「伐る」が同時にできるため（写真 2-2）、作業員（オペレーター）が安全な場所で作業ができる（写真 2-3）



写真 2-1 EWP による伐採作業（左：阿南町）とラフタークレーンによる伐倒作業（右：松本市）
EWP には作業員 2 名、ラフタークレーンの搭乗設備には作業員 1 名（ともに安全帯を装着して搭乗）



写真 2-2 4 トンベストラックの機械システム（左）と GMT リモコン装置
2024 森林・林業・環境機械展示実演会（有限会社 岐南車体工業）



写真 2-3 オペレーター1 名によるヒノキ伐倒作業（左：下條村）と広葉樹伐倒作業（右：阿南町）
オペレーターのみで作業が可能で、クレーン旋回範囲内に作業員を常駐させておく必要がないため安全である。

作業システムの効率化と省力化

- 通常の作業では、チェーンソー、EWP、伐倒木の移動積込グラップル、クレーン架装トラックや運搬用トラック等、多種多様な複数の車両等が必要となるが、伐倒→積込→運搬の作業が1 台で可能となり効率が図れる（図 2-2）
- 作業車両が減ることにより、少人数での作業が可能となる

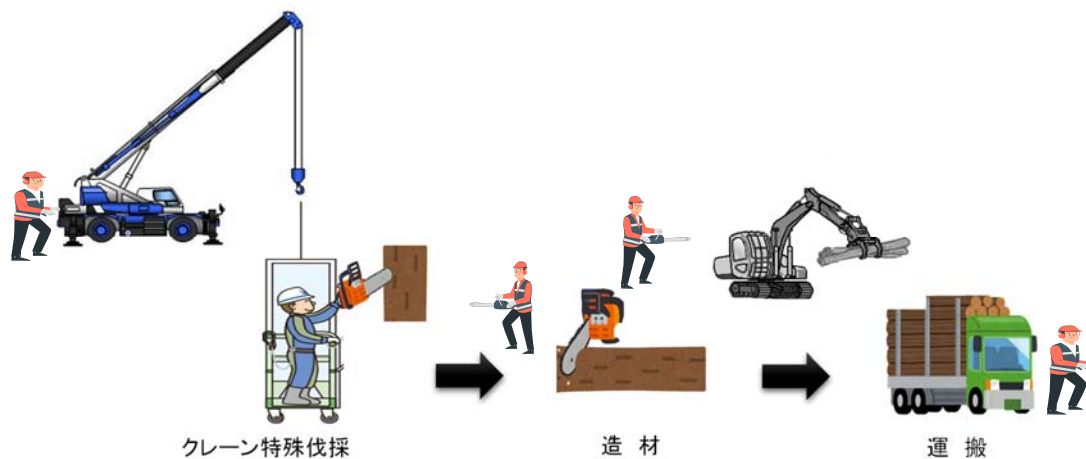


図 2-2 従来（ラフタークレーン）特殊伐採作業にかかる車両と人員イメージ



作業時間短縮

- 他の特殊伐採システム（ツリークライミング作業、EWP、ラフタークレーン）よりも作業時間の短縮が可能となる（次ページ）
- GMTによる伐倒→トラック積込が一連の作業で出来るため、作業時間の短縮（次ページ）が図れる

【効率化・省力化・作業時間短縮の事例】

2025年1月に実施した阿南町西條の現場（道路延長46m、幅員4.2～6.0m、平均縦断勾配6.5%、最大勾配8.4%、最小勾配5.0%、法面勾配45度）は、町道路体上部法面のクヌギ、コナラ、カスミザクラ、タカノツメ等の38本を対象とした作業でした（表2-1、図2-3）。

表2-1 阿南町西條の伐倒対象木38本の立木情報

	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	枝下高 (m)	道路路面からの根元 までの高さ (m)	材積 (m ³)	総材積 (m ³)
平均	12.0	14.9	4.2	6.3	0.133	5.07
最小	5.2	7.0	1.2	2.5	0.001	
最大	20.5	34	10.2	10.2	0.628	

道路谷側に電線がある現場で、樹高が高く、枝が多い等、本作業システムでは電線に支障を及ぼす危険性と安全に伐倒できない立木が7本（道路路面から樹頂までの平均高21.3m）あると判断し、EWPと併用する作業を行いました（写真2-4）。

EWPには作業員2名が搭乗し、枝払い、枝下高までの伐倒を行いました。EWPと本作業システムが同時に稼働した時間（開始8:55、終了10:14）を比較すると、EWPが4本の枝払い等を行っている間に、本作業システムは立木17本、1.59m³を伐倒しました。

① 安全性

EWPの作業員は、安全帯（ハーネス）を装着して昇降作業台に搭乗して、1名が直接枝や幹を掴み、1名がチェーンソーで切断する作業です。高所作業となるため最優先で安全を確保しなければなりません。

一方、本作業システムは安全な場所にあるクレーン操縦席から作業ができます。

② 効率化と省力化、作業時間短縮

EWPは2名、本作業システムは1名の伐倒作業であるため、作業人員数も1/2となります。EWP作業によって枝下高まで伐倒した場合の幹材積は4本で0.27m³、本作業システムが1.59m³なので、同一時間内に5.9倍の伐倒処理ができたことになります。



図2-3 阿南町西條の現場（ドローン空撮画像）

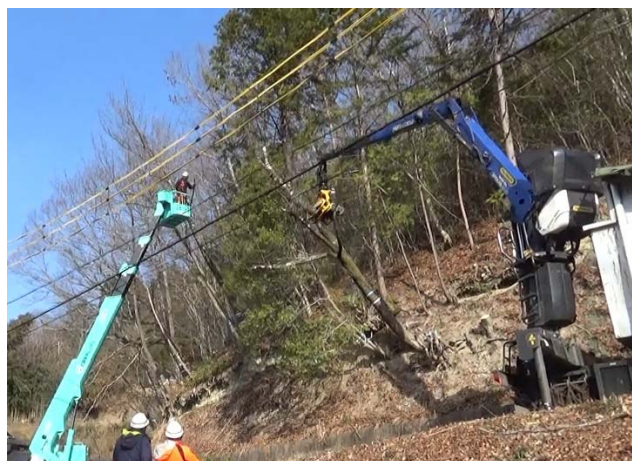


写真2-4 EWP（左）と本作業システム（右）の作業状況



さらに、本作業システムでは切断した枝や幹をトラックに直接積込むことができますが、EWPでは、安全な場所に投下することになるため、積込作業は含まれません（図 2-4）。このように本作業システムは、伐倒作業に付帯する作業が一連の工程で行えるため、効率化と省力化及び作業時間が短縮されます。

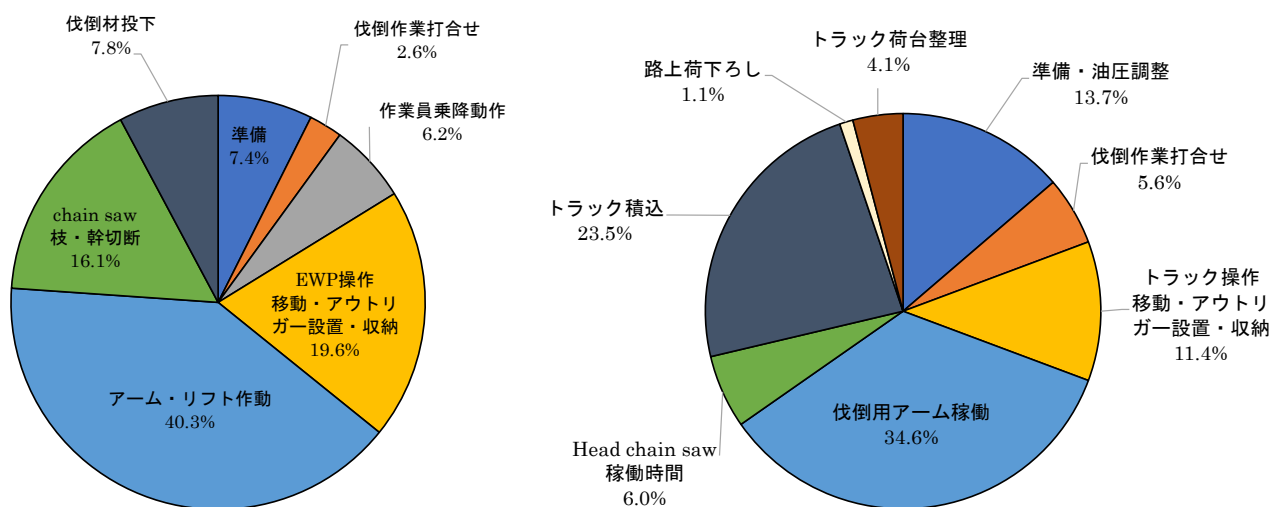


図 2-4 EWP(左)と本作業システム(右)の同一時間内作業区分割合
実装調査(ビデオ解析)同一作業時間内 1 時間 19 分 44 秒による割合

2-3 作業システムの適用範囲

本作業システムは、安全性の向上、作業の効率化・省力化といった効果はありますが、全ての現場で適用できるものではありません。また、留意が必要な事項もあります。

(1) 道路幅員と道路勾配

① 道路幅員

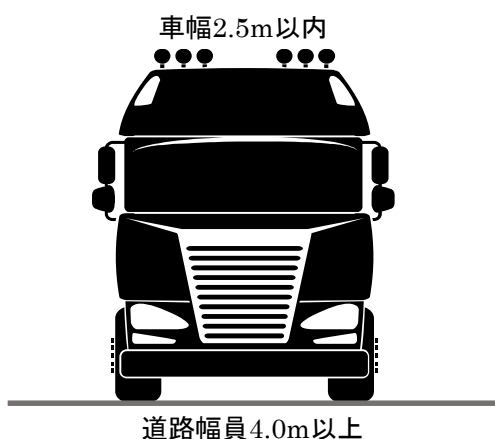


図 2-5 10 トントラックの車幅と道路幅員の関係

作業システムのベースとなるトラックは、全長 12,000mm 以内、全幅 2,500mm 以内（図 2-5）、全高 3,800mm 以内と車両制限令（昭和 36 年 7 月 17 日政令第 265 号）で定められています。さらに車種によって異なりますが、10 トントラックが安全に走行できる道路の最小半径は 12m 以上、幅員は 3.5m 以上です。

また、車体を安定させ安全に作業を行うためにアウトリガー^{※2-2}による支保が必要となります（図 2-6）。クレーンの機種にもよりますが、アウトリガーの最小幅は 2.5m、最大幅は 4.1～4.6m となります。以上から本作業システム導入可能な道路幅員は 4.0m 以上（一部 3.5m 以上^{※2-3}）となります。

※2-2 アウトリガーとはクレーン車の左右に取り付けられている装置のことで、クレーン使用時に車両の転倒を防ぐ役割がある。本システムは荷台の前後にアウトリガーが付いている「リアアウトリガータイプ」。

※2-3 幅員 3.5m 以上で、現場までの区間の曲線半径が 12m 以上あり、伐倒作業箇所に待避所等の作業スペースがある場合は導入可能。



② 道路縦断勾配

一般の市町村道、県道、国道、高速道路など道路構造令に示されている道路では、道路構造令第20条に示される制限縦断勾配以内（第4種：設計速度20km/時で最大12%）で、道路幅員が確保できれば作業ができます。一方、林道規程（林道規程第20条）に示される林道では、10トントラックが走行できる林道2級の場合、制限速度20km/時では制限勾配が14%、100m区間に限り16%となっています。

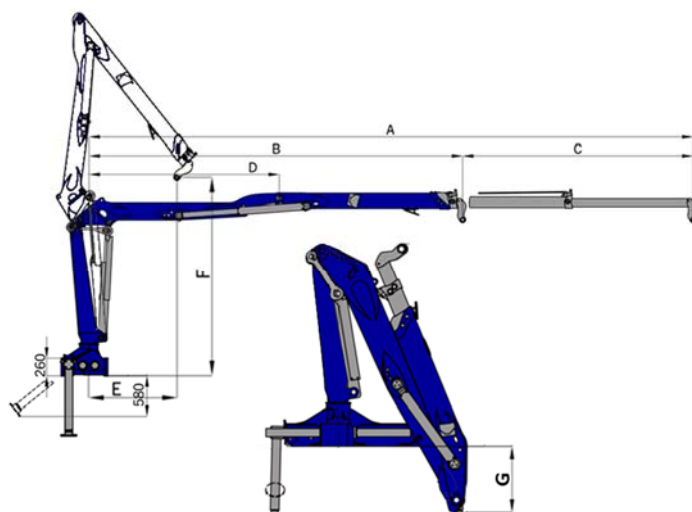
本作業システムは安全を優先すべきなので、道路縦断勾配は道路構造令に示される12%以内の道路での作業としてください。



図 2-6 アウトリガー設置状況

（2）作業範囲

作業システムの林業用クレーンは、10.5mのロングリーチとなっています（図2-7、写真2-5）。



ブームシステム	105
伸縮数（段）	2 段
長さ A（mm）	10,510
長さ B（mm）	6,430
長さ C（mm）	4,070
長さ D（mm）	3,280
長さ E（mm）	1,410
長さ F（mm）	3,140
長さ G（mm）	720
作業半径 - 定格荷重 [kg]	4m - 2,600
	5m - 2,070
	6m - 1,700
	7m - 1,430
	8m - 1,230
	9m - 1,080
旋回角度 [度]	10m - 800
	425°

図2-7 本作業システムの林業用クレーンの緒元

マルマテクニカ株式会社 EPSILONP roduct Catalogから引用（一部加筆）



写真2-5 林業用クレーンの計測状況

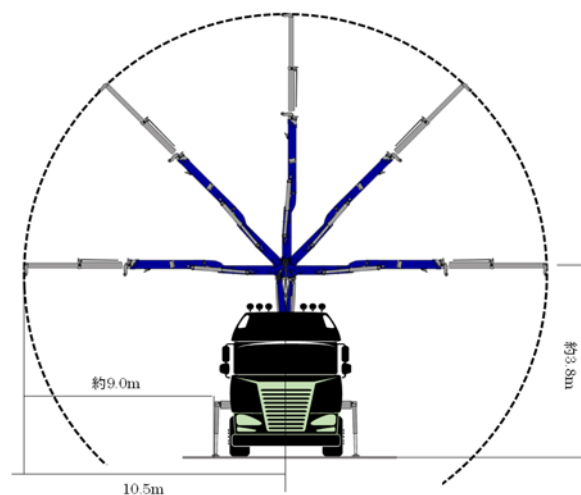


図2-8 作業システムの作業範囲の目安

マルマテクニカ株式会社

EPSILONP roduct Catalogを参考に作成



第2章

作業範囲は、対象となる道路の幅員、法面勾配、伐倒対象木の大きさ（樹高と太さ）によって異なります。トラックと伐倒木の位置関係が水平である場合は、道路と直角の方向では道路肩（道路の端）から約9.0mの樹木に届きます。法面の立木を対象とした場合は、急傾斜になるに従い必然的に届く距離が短くなります（図2-8）。

また、クレーンのアームを常に最大限伸ばしたまま伐倒や掴みは行わないため、作業範囲は小さくなります。

安全に作業ができる範囲は、道路幅員から水平で 9.0m 以内、45 度程度の傾斜がある場合は水平距離で 6.0m 程度以内であると考えてください。

作業システムのロングリーチクレーンの可動範囲と吊り上げ能力（荷重）は図 2-9、GMT035 を装着した可動範囲と吊り上げ能力（荷重）は図 2-10 となります。

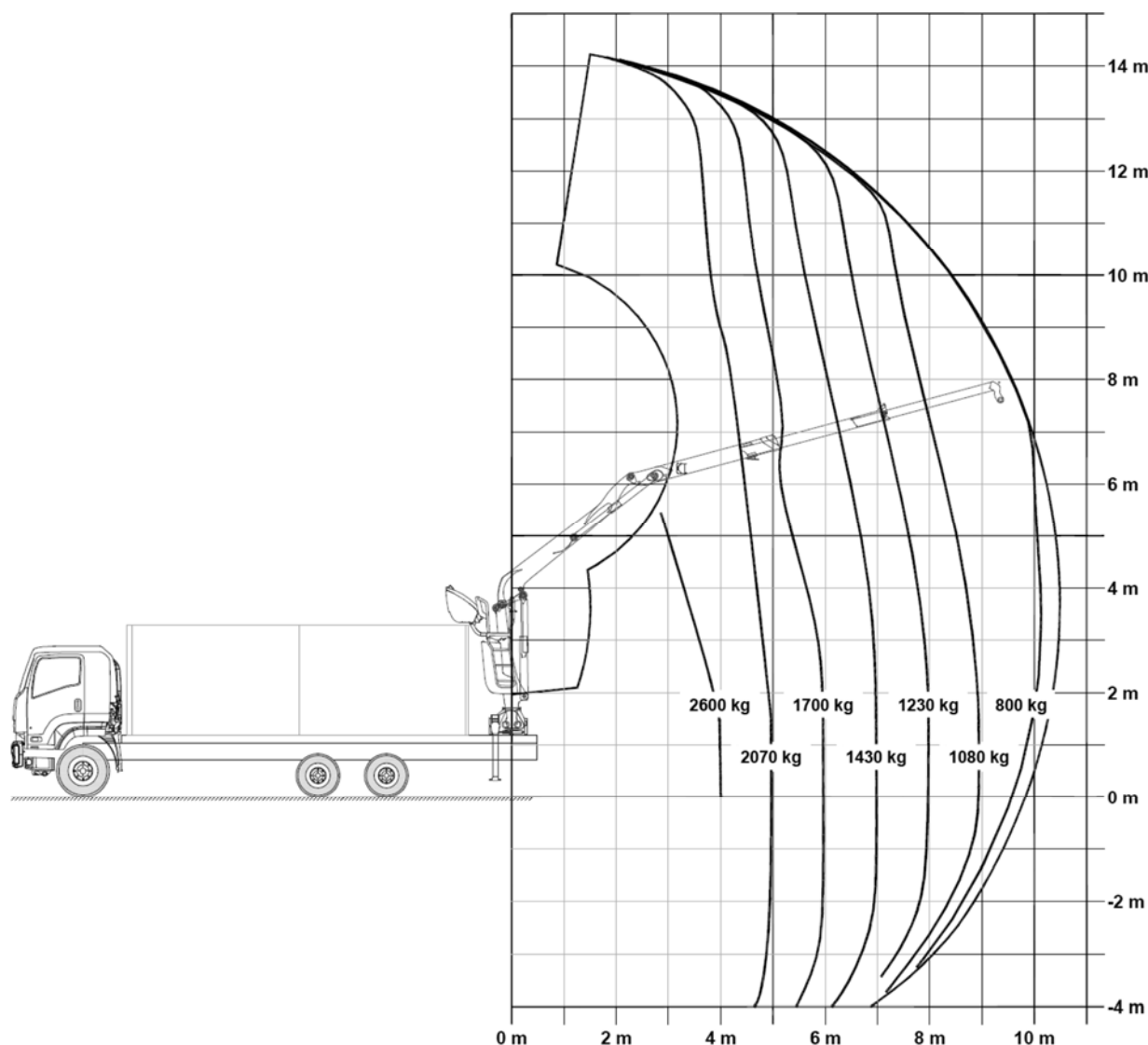


図2-9 ロングリーチクレーンの可動範囲と吊り上げ能力（荷重）

ローテータ及びクイックコネクター、フェリンググラップル本体のない状態

株式会社丸光イトウ資料

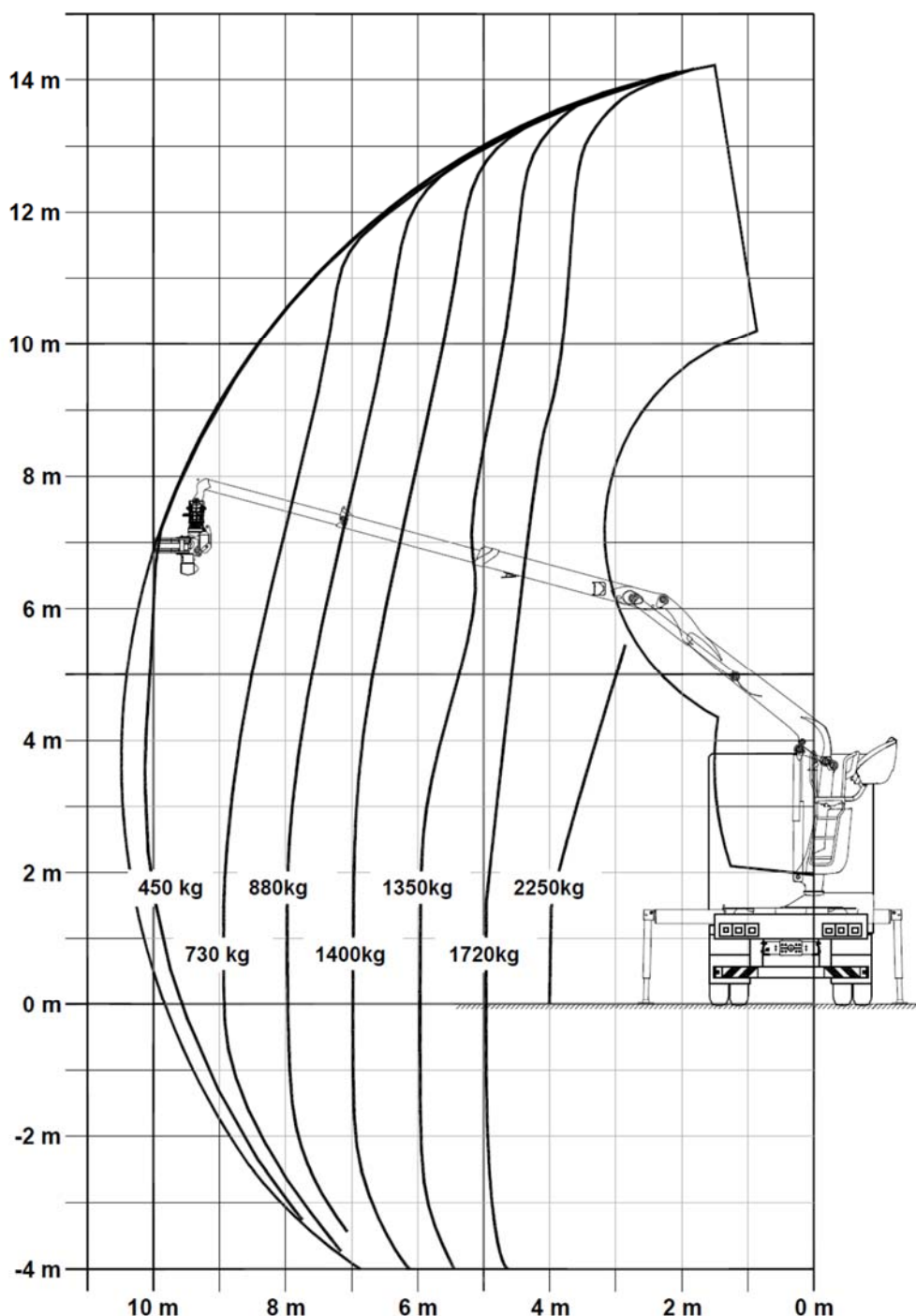


図 2-10 GMT035 を装着した可動範囲と吊り上げ能力（荷重）

ローテータ及びクイックコネクター、フェリンググラップル本体を装着した状態
株式会社丸光イトウ資料

（3）伐倒対象樹木

① 本作業システムの一般的な伐倒方法

一般的な樹木伐倒は、チェーンソーによる地際からの伐倒です（図2-11）。しかし、特殊伐採が必要になる場所は、道路際で電線等があったり、建物等の地物があるなど通常の伐倒作業が適用できない場所となります。

本作業システムでもEWPやラフタークレーンを用いた作業と同様に、伐倒対象木の梢部分や枝から伐倒を開始し、順次根元に向かって伐り下ろしていく方法（ラフタークレーンなどでは吊るし伐り）がとられます。



図 2-11 林業的な
チェーンソー伐倒



ただし、ラフタークレーン等の場合は、伐倒木を定めて樹木上部から順次吊るし伐りを行う場合が多いものの（写真2-6）、本作業システムではGMTヘッドやクレーンアームの操作・旋回がスムーズに行えるよう、周囲の樹木の枝等の伐倒を優先します（写真2-7）。さらに、こまめにベーストラックを移動させて伐倒を進めていきます。



写真 2-6 ラフタークレーンのアカマツ大径木吊るし伐り（松本市）



写真 2-7 本作業システムの伐倒（阿南町西條）
複数の樹木の枝を先行して伐倒し、GMTヘッドやクレーンアームの操作・旋回をスムーズに行う

② 針葉樹と広葉樹

人工林針葉樹と天然生広葉樹の作業システムとでは、基本的に変わりはありません。しかしながら、人工林の場合は一定間隔で成立していますが、天然生広葉樹は樹種が多様で、道路際などは道路側に傾いていたり、枝が張り出すなどしています。

日当たりの良い場所ではツルなども多くあり、作業効率は当然のことながら天然生広葉樹の方が低下すると思われがちですが、大径化した樹高の高い人工林針葉樹は、本作業システムだけでは伐倒できない可能性があります。人工林針葉樹（写真2-8）も天然生広葉樹（写真2-9）も木の大きさや立地条件によって作業効率を左右し、一概にどちらかが有利とはいえません。



写真 2-8 人工ヒノキ林の伐倒（下條村）



写真 2-9 GMT 伐倒前のツル伐り
ツルが繁茂していた現場（阿智村伍和）

③ ツルの繁茂

特に、枝や幹に絡まっているツルが繁茂している現場は、本作業システムにおいて危険性が存在します。 GMTで伐倒した部位にツルが絡み旋回等ができなくなる現象や、伐倒部位と他の立木にツルが絡んでいる場合には立木の枝や幹が折れて、アームや操縦席側に飛来する危険があります。

ツルが多い現場では、本作業システムを稼働させる前に、作業員によるツル伐りが必要となります（写真2-9）。



④ 太さと樹高

本作業システムのGMT035、GMT050は伐倒材径に対応した規格となっています。GMT035は最大伐採直径400mm、GMT050は500mmです（前掲表1-1、p5）。この値も立木の位置（トラックからの距離・傾斜等）や樹木の傾きの状況、根元付近か幹の中段かによっては伐倒できない場合があります（写真2-9）。作業システムにおけるオペレーターの安全性や車両・クレーンの安全性を考慮しなくてはならない場合があります。

樹高も十分検討しなくてはならない事項です。前述の作業範囲にも記載したとおり、アームの伸長極限で荷重の大きい幹を伐倒すると、クレーンのアームが損傷したり、ベーストラックの安定性を損なう場合があります。樹高が高い樹木では、先に上部を作業員によるチェーンソー伐倒を行い、アームが届きバランスを保てる高さから本作業システムによる伐倒を行うことが必要です（写真2-10・11、前述p9～10の事例参照）。



写真 2-10 根元付近のチェーンソー伐倒
支保（補助）



写真 2-11 樹高が高い木のチェーンソー
先行伐倒

⑤ 作業システムに適さない竹

ツルと共に竹の繁茂した現場は注意が必要です。竹林が対象となる場合は、本作業システムの導入を避ける必要があります。

竹を伐倒すると GMT のチェーンソーのチェーンが外れたり、傷みが早くなるとともに、竹の稈（かん）が裂けたりして危険であるなど、作業効率が極めて悪くなるためです。

針葉樹や広葉樹の中にわずかに竹がある場合は、別途作業員がチェーンソーで伐倒するなどの処置が必要です（写真 2-12）。



写真 2-12 林業用仕様（重機に装着 GMT050）
グラップル機能で竹を引きちぎることもできる
（少ない事例）

丸光イトウ岐阜県伐採現場（2024 年 10 月）

（4）作業目的による作業種の差

道路沿いの支障木伐採を目的とする作業と伐倒木を薪等に有効利用する作業では、作業種に差が生じます。

図 2-12 は支障木伐採を目的とした作業の作業割合を示したものです。伐倒した枝や幹を直接トラックに積込むため、荷台枝条整理（枝を伐ったり、押し込んで空隙を小さくする作業）の割合が高くなっています。



第2章

一方、図 2-13 は伐倒木を薪等に有効利用した作業の割合を示したものです。薪を採取するため、直接トラックに積込む回数が減り、路上で薪材を造材したり、集積（材をまとめる）する作業が増え、枝払い等による枝条を集積してトラックに積込む作業の割合が高くなっています。

本作業システムも作業の目的によって作業種が異なることを理解しておく必要があります。

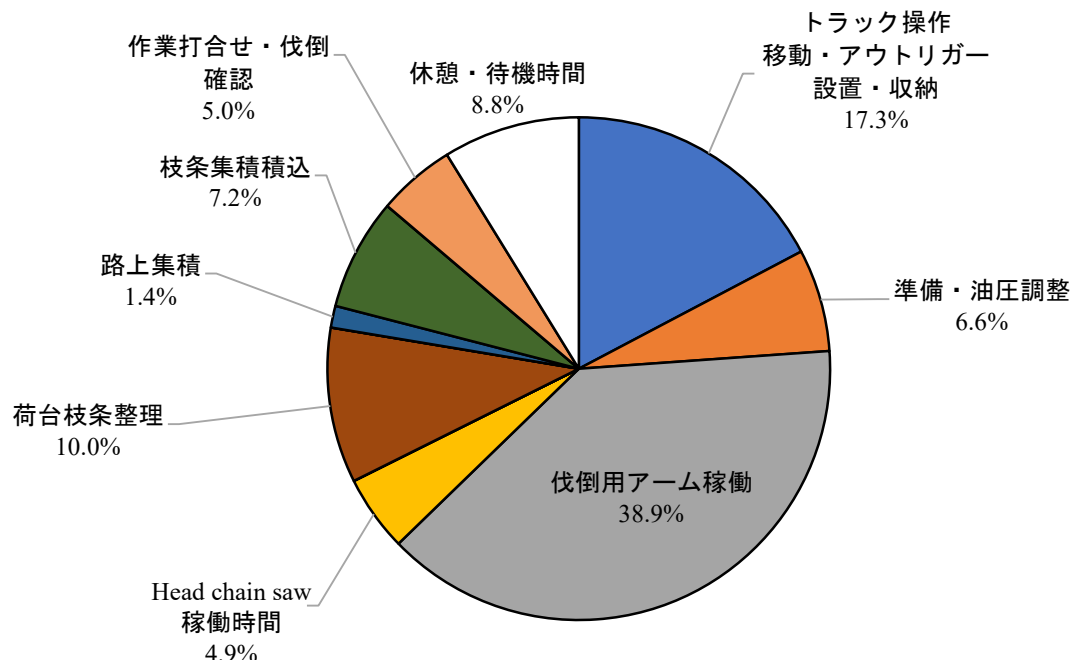


図2-12 支障木伐採を目的とする作業の作業割合

実装調査（ビデオ解析）総作業時間（SMH：Scheduled Machine Hour）による割合

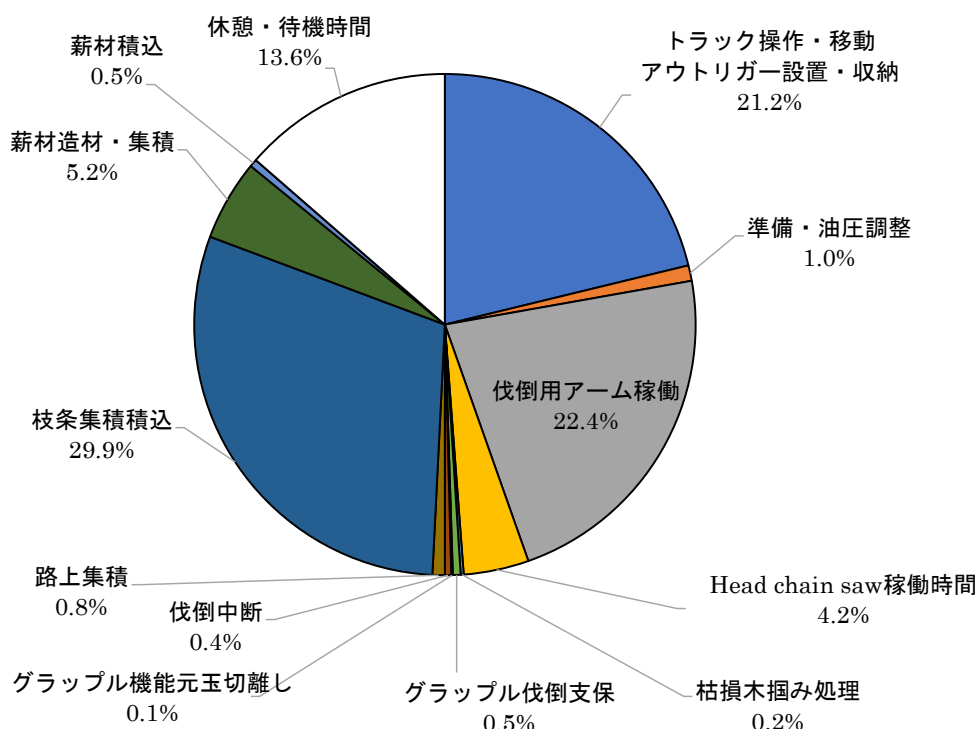


図2-13 伐倒木を薪等に有効利用した作業の作業割合

実装調査（ビデオ解析）総作業時間（SMH：Scheduled Machine Hour）による割合



(5) 道路規制・安全確保

本作業システムによる場合は、住民等の歩行者や車両の安全確保のため道路規制が必要です。歩行者や車両交通量の多い道路、通学路となっている道路では、午前 8～9 時頃から午後 3～4 時頃まで通行止や車線規制（写真 2-13 左）を行います。

一車線道路の場合は全面通行止めの規制となります（写真 2-13 右）。二車線道路^{※2-4}では片側車線規制によって作業ができる場合もあります（写真 2-14）。この場合は道路管理者の指示に従い規制標識やコーン、誘導員を配置するなどの対策を行ってください。

さらに、送電線等がある場合は管理者と協議して、安全対策を施してください。

※2-4 地方部において道路構造令に規定される道路規格は 3 種 4 級・5 級。道路構造令第 5 条第 4 項に示される 3 種 4 級の車道幅員は片側 2.75m、最小路肩 0.5m を含めて、二車線道路の最小全幅員は 6.5m となる。その他、路肩部の構造や歩道（3 種は必要がある場合に設ける：道路構造令第 11 条第 1 項、第 2 項）によっても幅員が異なるため、二車線道路においても全面通行止の規制が必要な場合がある。



写真 2-13 通行止め標識（左）と一車線道路での全面通行止め作業（右）

本作業システムの林業用ロングリーチクレーンには、作業半径 20m 以内の警告が表示されています（図 2-14）。

作業半径 20m 以内に住民等が侵入しないよう注意勧告や警戒を行うことが必要です。



写真 2-14 二車線道路での車線規制作業



図 2-14 ロングリーチクレーンの警告表示



2-4 作業システムの適用フロー

「2-3 作業システムの適用範囲」で示した適用範囲、留意事項について、次のフローを確認して作業システムの導入を検討してください（図 2-15）。

さらに、巻末の「チェックリスト」も参考に検討してください。

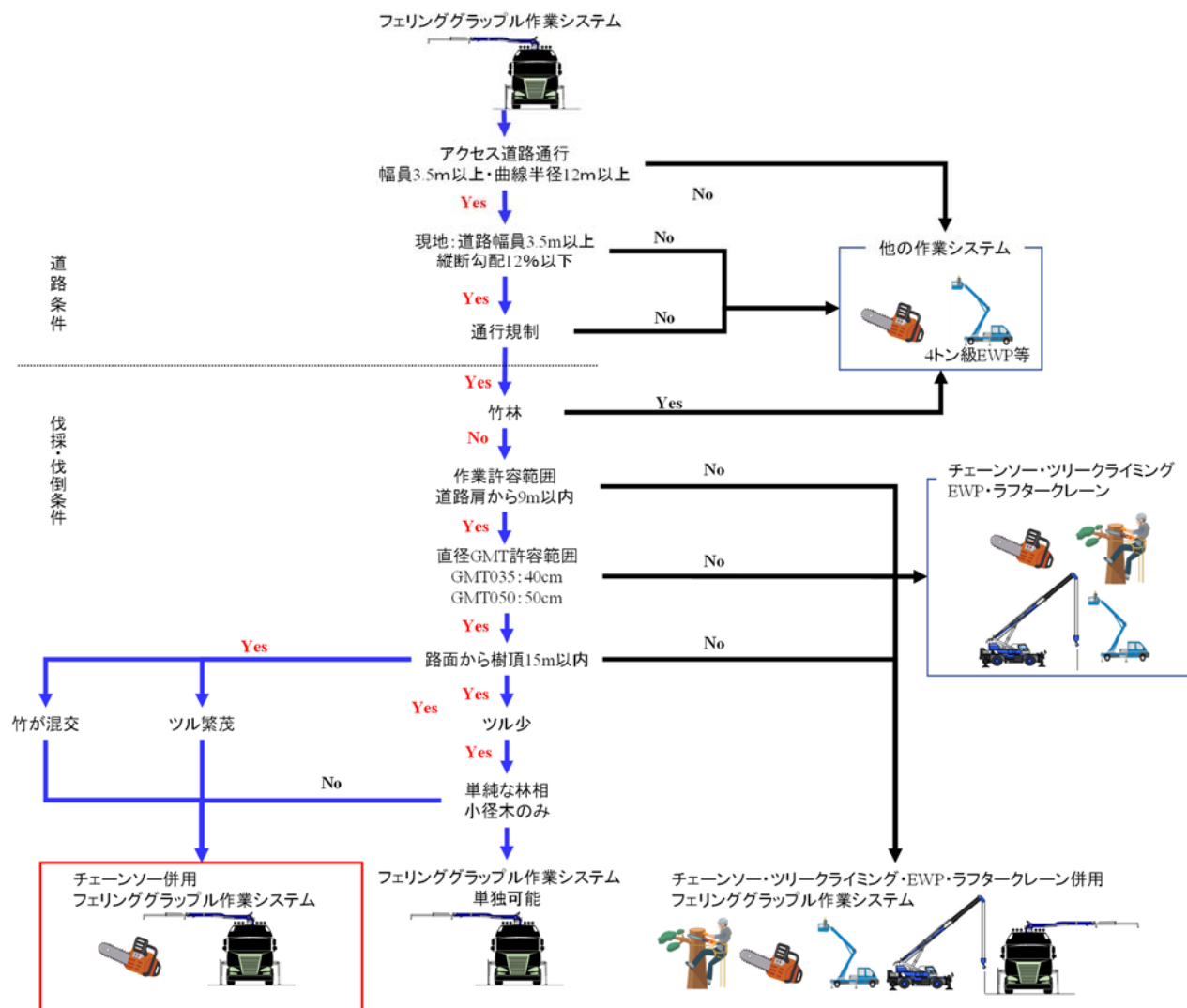


図 2-15 「フェリンググラップル作業システム」導入検討フロー

現場条件は均一ではなく、伐倒木も様々なため、フェリンググラップル単独稼働の作業システムは用いられていません。作業の安全性や効率性等から実際の現場では「チェーンソー併用フェリンググラップル作業システム」が用いられています。





第3章 グラップルソー装着トラック作業システム 歩掛（案）

3-1 作業システムの基礎調査

（1）作業システムの工期※3-1

① 作業割合

本作業システムの実装調整（ビデオ撮影）を阿智村伍和地区、阿南町西條地区の2地区で実施した結果、本作業システムの工期（仕事量・作業程度）は、次となりました（表3-1）。

作業はともに道路切取法面側（45～60度）で、伐倒作業を行った区間延長は道路センター延長で阿智村伍和地区 49m、阿南町西條地区 46m でした。

阿智村伍和地区は薪造材を行う作業を伴い、午前には GMT050、午後は GMT035 を装着した作業システムでした。

阿南町西條地区は電線がある道路沿いで、午前と午後共に GMT050 を装着したシステムでしたが、樹高が高い樹木と枝が電線に影響しそうな樹木を EWP で枝落としを行った併用作業で、EWP の作業中に本システムが待機する時間帯が含まれています（参照：p9～10）。

両地区の作業区分とその時間割合は図3-1 となりました。

※3-1 仕事量や作業程度を示す場合は「工期」、仕事や作業を進めていく順序を示す場合は「工程」。この節では示す内容は「工期」となる。

表3-1 フェリンググラップル実装調査結果

現地	道路延長 (m)	幅員 (m)	平均縦断勾配 (%)	平均法勾配 (度)	GMT機種	作業時間 総作業時間(SMH : Scheduled Machine Hour)			生産(伐採)重量(t)			材積換算 (t/m³)	材積(m³)
						総稼働	稼働時間	休憩時間	総重量	幹	枝条		
阿智村伍和	49	4～4.5	平均1.2 Max1.5 Min0.8	55	GMT050	3:25:17	3:03:25	0:21:52					
					GMT035	2:07:46	1:44:13	0:23:33					
					合計	5:33:03	4:47:38	0:45:25	6.78	3.67	3.11	1.09	7.39
阿南町西條	46	4.2～6.0	平均6.5 Max8.4 Min5.0	45	GMT050	2:45:11	2:30:58	0:14:13					
					GMT050	2:43:52	0:53:48	1:50:04					
					合計	5:29:03	3:24:46	2:04:17	5.64			1.09	6.15

※作業時間：総作業時間（SMH : Scheduled Machine Hour）

※生産（伐採）重量：トラックスケール

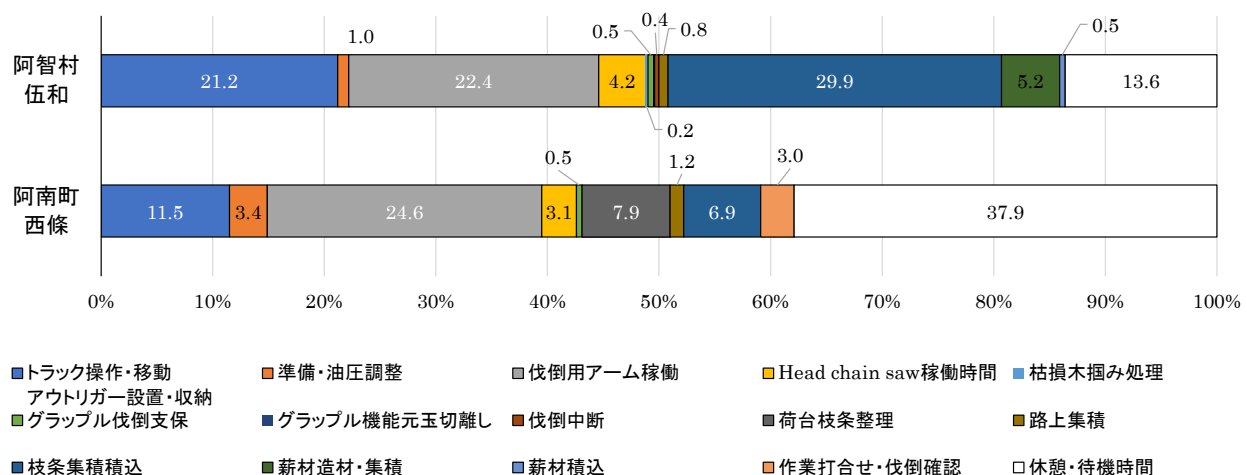


図3-1 阿智村伍和地区と阿南町西條地区の作業工期（時間割合）



② 作業量

調査に先立ち、伐倒対象木の樹高及び胸高直径を計測し、幹材積計算式によって幹材積量を算出しました。その結果は表 3-2 となります。

しかし、両地区とも広葉樹が主体であり、樹形が傾いていたり、枝等が多く、幹材積が計測困難な灌木（胸高直径 4cm 未満）が多かったため、幹材積が実際の作業量とならない状況でした。そこで、伐倒木をトラックスケールにて重量計測を行い、阿智村伍和地区 6.78 トン、阿智村西條地区は 5.64 トンの結果を得ました（表 3-2）。

表 3-2 伐倒対象木の幹材積

現地	道路延長 (m)	幅員 (m)	平均縦断勾配 (%)	平均法勾配 (度)	伐倒本数	平均樹高 (m)	平均胸高直径(cm)	幹材積 (m ³)	重量 (t)
阿智村伍和	49	4~4.5	平均1.2 Max1.5 Min0.8	55	28	17.4	12.7	4.1653	6.78
阿南町西條	46	4.2~6.0	平均6.5 Max8.4 Min5.0	45	38	14.9	12.0	5.0708	5.64

※長野アカマツ：長野営林局アカマツ立木幹材積表調製説明書（1964 年）

※長野ブナ（ブナ、ナラ、カンバ、その他広葉樹）：長野営林局ブナ群・サワグルミ群立木材積表調製説明書（1960）

※重量：トラックスケール実測値

(2) 1日当りの作業量

阿智村伍和地区、阿南町西條地区の結果を 1 日当り（林業を基準として作業時間 6 時間／日）に換算すると、生産（伐採）重量は阿智村伍和地区が 7.33 トン、阿南町西條地区が 6.17 トンとなります（表 3-3）。

伐採対象木の樹種、大きさ、形状等の違いや、作業内容の違い（前掲図 3-1）はあるものの、この重量換算値から本作業システムの日生産重量は 6.1~7.3 トン程度と推察されます。

表 3-3 伐倒対象木の 1 日当たりの重量換算

現地	道路延長 (m)	幅員 (m)	平均縦断勾配 (%)	平均法勾配 (度)	GMT 機種	作業時間 総作業時間 (SMH : Scheduled Machine Hour)			1日(6時間換算値) 生産(伐採)重量(t)
						総稼働	稼働時間	休憩時間	
阿智村伍和	49	4~4.5	平均1.2 Max1.5 Min0.8	55	GMT050 GMT035	5:33:03	4:47:38	0:45:25	7.33
阿南町西條	46	4.2~6.0	平均6.5 Max8.4 Min5.0	45	GMT050	5:29:03	3:24:46	2:04:17	6.17

※総作業時間（SMH）による 6 時間／日の換算重量

(3) 材積換算

単位体積重量「重量／材積（t／m³）」は樹種、時期（季節）によって異なります。未知の条件下では絶乾と仮定して 0.6（dry・t）を用いる場合もありますが、実装調査と同時期の冬季に実施した過去の長野県内での重量計測と材積換算事例^{※3-2}の結果を基に材積換算をしました。過去の事例は、重機による吊り上げ計測 116 本（クリ、ミズナラ、ウリハダカエデ等）とトラックスケールでの 8 トントラック 13 回（コナラ主体）の計測値です。

※3-2 実測値「長野市大岡県有林・北安曇郡池田町（2013.3）平成 24 年度長野県森林資源量調査」大岡県有林：全木吊り上げ計測（116 本：1.2754t）・池田町：トラックスケール（140.66 トン）換算結果。



この値に異常値がないか棄却検定（Smirnov-Grubbs test.有意水準 5%棄却^{※3-3}）を行った結果、0.94～1.32 t / m³ の範囲（変動係数 10.8%：標準偏差÷平均×100）にあり、平均 1.12 t / m³ となりました。

この換算値 1.12 t / m³ を用いて両地区の材積換算を行うと表 3-4 となります。

阿智村伍和地区 6.54m³ / 日、1.09m³ / 時間

阿南町西條地区 5.51m³ / 日、0.92m³ / 時間

両地区の平均値 6.03m³ / 日、1.00m³ / 時間

※3-3 Smirnov-Grubbs' test：データの母集団が正規分布に従うという仮定の下で、データの中で特に大きい値や特に小さい値が外れ値であるかどうかを検定する手法。
有意水準とは、帰無仮説が間違っていると判断する基準となる確率のことで、有意水準 0.05 に設定した場合、5%以下の確率で生じる現象は、非常にまれなことであるとする。

表 3-4 伐倒対象木の幹材積

現地	道路延長 (m)	幅員 (m)	平均縦断勾配 (%)	平均法勾配 (度)	GMT機種	作業時間 総作業時間 (SMH : Scheduled Machine Hour)			1日(6時間換算値) 生産(伐採)重量(t)	材積換算 (t/m ³)	材積 (m ³ /日)	材積 (m ³ /時間)	平均 材積 (m ³ /時間)
						総稼働	稼働時間	休憩時間					
阿智村伍和	49	4～4.5	平均1.2 Max1.5 Min0.8	55	GMT050 GMT035	5:33:03	4:47:38	0:45:25	7.33	1.12	6.54	1.09	
													1.00
阿南町西條	46	4.2～6.0	平均6.5 Max8.4 Min5.0	45	GMT050	5:29:03	3:24:46	2:04:17	6.17	1.12	5.51	0.92	

なお、阿南町西條地区では、伐倒した樹木は全て事前調査した立木であったため、重量計測値 5.64 トンに対し、換算値 1.12 t / m³ を用いて材積換算すると 5.5089m³、この値を幹材積 5.0708m³ で除すると 1.09 となり、これが幹材積に対する枝条率（9%）と考えられます。

3-2 作業システムの歩掛（案）の因子

（1）歩掛単位

① 歩掛単位の課題

本作業システムを用いた伐採業務の発注に際し、歩掛の単位を設定する必要があります。歩掛の単位は材積（m³）、重量（t）、延長（m）、面積（m²）等があります（表 3-5）。

通常、林業的歩掛の単位では材積（m³）を用います。しかし、特殊伐採が必要な急傾斜地や天然生広葉樹などの立地で、毎木調査（4cm 以下の灌木、ツルも計測^{👁️}）を実施するのは困難です。さらに、そのデータから幹材積、枝条材積を計測しなくてはなりません。作業を実施した場合の検収も大変です。特に枝条材積は計測できません。設計と実施に大きな差が生じた場合は設計変更が必要となります

重量（t）は上記の毎木調査を行い、幹材積と枝条材積から推測するしかありません。作業量の検収はトラックスケールによる重量換算で可能ですが、距離が遠くてもトラックスケールのある施設に必ず運搬しなくてはなりません。設計と実施に大きな差が生じた場合は設計変更が必要となります

延長や面積では、延長測量や区域測量が必要となります。立木本数が異なったり、地形傾斜によってアームの届く範囲が異なるなど、一様な条件とはなりません。延長と面積を単位とした場合は、短時間に作業が終了するか、長時間（複数日）に及ぶかなども想定する必要があります



表 3-5 歩掛単位と推計・設計方法及び必要事項と設計変更の有無

単位	推計・設計方法	必要事項	設計変更
材積 (m^3)	対象範囲の毎木調査から幹材積を推計 幹材積に対する枝条率を乗じて枝条量を推計 幹材積と枝条材積を加算して作業量（総材積）	毎木調査 幹材積計算・枝条率計算	有
重量 (t)	上記の総材積と換算係数（ t/m^3 ）から作業量（総重量） を推計	毎木調査 幹材積計算・枝条率計算 重量換算係数	有
延長 (m)	延長を確定	測量	有
面積 (m^2)	延長確定とアームの届く範囲を想定して施業範囲の特定	測量 区域測量（面積確定）	有

② 日単位

阿智村伍和地区と阿南町西條地区の総作業時間（SMH）を1日（6時間）当りに換算して、道路区間延長、生産（伐採）重量を比較すると、道路区間延長では差が2.7m、生産（伐採）重量では1.2トン、比率は1.05と1.19となりました。両地区の比較から、ほぼ1日当りの作業量に大きな差はないと考えます（表3-6）。

本作業システムは作業量の規模に関わらず、必ず「ベーストラック+林業用アーム+GMT」の機械システムが必要です。10トンベーストラックの荷台積載量が満杯になった段階で作業が終了します。10トンベーストラックは枝条等が多いため過積載しない範囲で最大7～8トン程度となると考えられます。

したがって、1日単位の現場作業が基本となり、歩掛（案）の単位は“日”とすることが最も有効であると考えました。

表 3-6 実装調査両地区の1日（6時間）当りの道路延長と作業量

現地	値			1日(6時間換算)		差(A-B)		比率(A/B)	
	時間 (SMH)	道路延長 (m)	重量 (t)	道路延長 (m)	重量 (t)	道路延長 (m)	重量 (t)	道路延長 (m)	重量 (t)
阿智村伍和 (A)	5:33:03	49	6.78	53.0	7.33				
						2.7	1.2	1.05	1.19
阿南町西條 (B)	5:29:03	46	5.64	50.3	6.17				

（2）作業システムのセット人員

本作業システムの基本セット人員は、特殊運転手1名、特殊作業員1名及び普通作業員1名の計3名とします（図3-2）。

特殊運転手は、トラック運転とフェリンググラップルの操作を行うオペレーターです。

特殊作業員は、大径材やツル除去等のチェーンソー作業員です。普通作業員は路上で枝払いや路上及び法面等に落ちた枝葉等の片づけを行います（写真3-1）。



フェリンググラップル作業システム

特殊運転手1名

作業員2名



図 3-2 フェリンググラップル作業システムセット人員
(株) 丸光イトウカタログ図を一部改変



写真 3-1 セット人員

オペレーターはコックピットに、作業員2名は車両後方で路面の清掃を行っている。

(3) 作業システムのコスト試算

① 機械価格

機械価格は全てオープン価格^{※3-4}です。GMT 単体の価格は 300～450 万円ですが、GMT 単体の販売はありません。「ベーストラック+林業用アーム+GMT」の機械システムでの価格となります。

近年の機械部品の品薄状態等により、機械システムの価格も上昇傾向です。特にトラック(自動車)メーカーやディーラー業界は「物価高騰による部材・部品の値上がり」等により大幅な値上げとなっています。値上げ幅は 0～500 万円程度と幅があります。さらに、油圧クレーンも大幅な値上げとなっています。

そこで、2020 年頃に導入されたセット価格は約 3,600 万円であったとされていますが、値上げ幅を考慮して、「10 トンベーストラック+林業用アーム+GMT」の機械システムの価格は 5,000 万円^{※3-5}とします。

※3-4 販売する商品に対してメーカー側が希望小売価格を具体的に定めていないもの。

※3-5 トラックのメーカーやグレード、林業用ロングリーチアームの規格等によって幅がある。今後も価格変動が想定される。

② 計算式

コスト計算は、「全国林業改良普及協会編(2001)機械化のマネージメント」、「日本林業技士会(2009)低コスト作業システム構築事業 事業報告書」に示される計算式を準用します(表 3-7)。

歩掛は「固定費」に 6 時間乗じ単位を「日」とし、作業セット人員単価(公共労務基礎単価)を加算して「〇〇円/日」としました。

さらに、林業的に伐倒材積が把握されている場合のために、「〇〇円/m³」の参考歩掛も作成しました(参照 p24)。

表 3-7 コスト計算因子

項目	機械価格 (千円)	燃料消費量 Q(l/h)	燃料価格 (円)	耐用時間 (時間)	耐用年数法 定(年)	耐用年数経 済寿命(年)	年間稼働日 数(日)	年間稼働 時間 (時間)	実働時間 (時間)	償却費率 (残存率)	保守・修理 費率	固定費 (円/時)
記号	A	Q	T1	O1	n	O	Nx	Nh	H	γ	eA + eB	P
項目	管理費率	機材消耗品 費 (円/m ³)	機材消耗品 費 (円/時)	工程 (m ³ /時)	償却費 (円/時)	管理費 (円/時)	資本回収 係数	資本利子 (円/時)	保守修理費 (円/時)	燃料油脂費 (円/時)	機材費 (円/時)	固定費 (資本利子除く) (円/時)
記号	ec	D	R	C	B	W	i	V	X	T	R	P1

全国林業改良普及協会編(2001)機械化のマネージメント p124～161

日本林業技士会(2009)低コスト作業システム構築事業 事業報告書 p17～19



3-3 作業システムの参考歩掛（案）

（1）参考歩掛（案）計算の適用項目

「全国林業改良普及協会編（2001）機械化のマネージメント」、「日本林業技士会（2009）低コスト作業システム構築事業 事業報告書」に記載されている機械は発刊当時の林業用機械で、最新は 2009 年の「低コスト作業システム構築事業 事業報告書」ですが、それ以降の改訂や検討がなく、本作業システムが適用できる機種の記事ありません。

そこで、計算式に示される各計算因子について次を根拠としました（表 3-8）。

表 3-8 作業システムの歩掛（案）計算の適用項目

項目	適用項目
機械価格(千円)	オープン価格
燃料消費量(ℓ/h)	実績(70 リットル/8 時間: 回送費含む)
燃料価格(円)	2025 年 3 月 1 日県単価
チェーンソー消費量(ℓ/h)	0.33 リットル
チェーンソーオイル価格(円)	生分解性林業用チェーンソーオイル 2025 年 3 月 1 日県単価
耐用時間(時間)	計算値
耐用年数法定(年)	5 年
耐用年数経済寿命(年)	標準歩掛建設機械損料算定表 トラッククレーン
年間稼働日数(日)	標準歩掛建設機械損料算定表 トラッククレーン
年間稼働時間(時間)	年間稼働日数(日) × 6 時間
実働時間(時間)	6 時間
償却費率(残存率)	標準歩掛建設機械損料算定表 トラッククレーン
保守・修理費率	標準歩掛建設機械損料算定表 トラッククレーン
管理費率	標準歩掛建設機械損料算定表 トラッククレーン・チェーンソー平均
機材消耗品費(円/m ³)	計算値
機材消耗品費(円/時)	計算値
工程(m ³ /時)	工程調査(t 換算)1.12
償却費(円/時)	計算値
管理費(円/時)	計算値
資本回収係数	年利 4%と仮定
資本利子(円/時)	計算値
保守修理費(円/時)	計算値
燃料油脂費(円/時)	計算値(燃料+チェーンソーオイル)
機材費(円/時)	計算値
固定費(円/時)	計算値
固定費(資本利子除く)(円/時)	計算値
変動費(人件費除く)(円/時)	計算値
オペレーター(円/日)	公共労務基礎単価(特殊運転手) 6 時間換算
特殊作業員(円/日)	公共労務基礎単価 6 時間換算
作業員(円/日)	公共労務基礎単価 6 時間換算
諸雑費率(%)	森林整備保全事業標準歩掛(造材)

「機械価格」はオープン価格（前述 p23）、「燃料消費量」は聞き取り調査値、「燃料価格」は最新の長野県単価、「工程」は実装試験の材積換算値、その他の因子は「令和 6 年版 治山林道必携 積算・施工編 森林整備保全事業標準歩掛 標準歩掛建設機械損料算定表」に示される最新の値を用います。



稼働時間は、6 時間を基準とします（図 3-3）。

人件費は、特殊運転手 1 名と特殊作業員 1 名、普通作業員 1 名の基本労務費（8 時間）をそれぞれ実働時間 6 時間として計上し、諸雑費は林野庁「森林整備保全事業標準歩掛 第 2 編 治山 第 5 森林整備」の造材を適用し、チェーンソーの損料及び燃料費等として人件費に 4 % を加算しています。

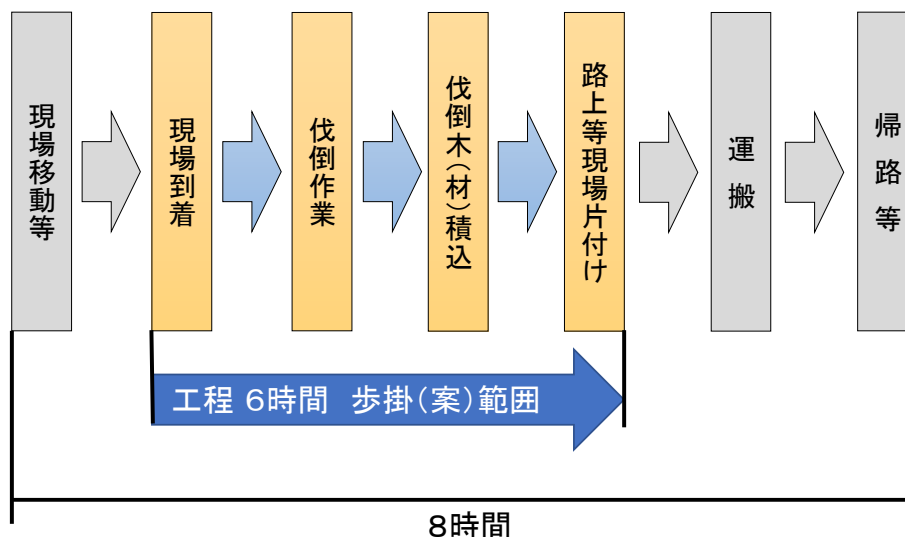


図 3-3 本作業システムの歩掛（案）の範囲

（２）【参考】歩掛（案）：日当り（日＝6 時間）

表 3-8 により固定費 16,078 円／時間、人件費 61,074 円／日、本システム稼働費 96,468 円／日、変動費 35,142 円／日となり、本作業システムの歩掛は 192,684 円／日となります（直接単価：諸経費を含まない）。

固定費(円/時)	P	16,078	
固定費(資本利子除く)(円/時)	P1	14,699	
変動費(人件費除く)(円/時)	VC	5,857	
オペレーター(円/日)	G1	20,175	公共労務基礎単価(特殊運転手)6 時間換算
特殊作業員(円/日)	G2	20,475	公共労務基礎単価 6 時間換算
作業員(円/日)	G2	18,075	公共労務基礎単価 6 時間換算
諸雑费率(%)	#1	2,349	造材歩掛 労務費の 4%
人件費	G	61,074	
本システム稼働(円/日)	C	96,468	P×6 時間
変動費(円/日)	VC6	35,142	VC×6 時間
本システム単価(円/日)	PC1	192,684	G+C+VC6

注 1：図 3-3 に示す稼働時間 6 時間の金額

注 2：運搬等の作業は別途計上

注 3：事業体からの見積は 8 時間単位として提出される場合あり

注 4：労務費は令和 7 年 3 月 1 日公共工事設計労務単価

**(3) 【参考】歩掛(案)：材積当り**

表 3-8 の固定費と変動費及び人件費を加算すると時間当たりの生産コスト 82,818 円/時となり、生産コストを実装調査実績工程で除すと、材積 1m³ 当りのコストとなります。

林業的な材積を基準とした場合は、本作業システムの歩掛は 82,818 円/m³となります(直接単価：諸経費を含まない)。

固定費(円/時)	P	16,078	
固定費(資本利子除く)(円/時)	P1	14,699	
変動費(人件費除く)(円/時)	VC	5,666	
オペレーター(円/日)	G1	20,175	公共労務基礎単価(特殊運転手)6 時間換算
特殊作業員(円/日)	G2	20,475	公共労務基礎単価 6 時間換算
作業員(円/日)	G2	18,075	公共労務基礎単価 6 時間換算
諸雑費率	#1	2,349	造材歩掛 労務費の 4%
人件費	G	61,074	
生産コスト(円/時)	Z	82,818	
本システム実績工程(m ³ /時)	C	1.00	本システム実績
本システム生産単価(円/m ³)	PC1	82,818	Z/C

3-4 参考歩掛(案)からみた効果**(1) 人件費を基にした比較**

阿南町西條地区の EWP と本作業システムの同時間に作業した人員数と伐倒材積から(前述：第 2 章 p9)、1 日当りに換算した人件費(円/日)、生産材積(m³/日)、人件費生産単価(円/m³)を比較すると大幅な効率化とコスト縮減となります(表 3-9)。

表 3-9 EWP と本作業システムの伐倒作業人件費 1 日当り換算値比較

区分	EWP(A)	本作業システム(B)	比較(差)(A-B)	比較(割合)(B/A: %)
作業員数(人)	2	1	1	50.0
人件費(円/日)	38,550	20,175	-18,375	52.3
生産材積(m ³ /日)	1.22	6.03	4.81	494.3
人件費生産単価(円/m ³)	31,598	3,346	-28,252	10.6

※ 伐倒作業に限定

※ EWP は特殊作業員 1 名、普通作業員 1 名

※ 本作業システムは特殊運転手 1 名

※ 阿南町西條地区の EWP と本作業システム同一作業時間内 1 時間 19 分 44 秒の伐倒材積を 6 時間に換算

※ 生産材積は伐倒材積を 6 時間に換算

※ 人件費生産単価は人件費÷生産材積



(2) 参考歩掛からの1本当り伐採費用の比較

本作業システムの 192,684 円/日 と、現行の一般的な1本当り 20,000～100,000 円の費用と比較すると、大幅なコスト縮減となります（表 3-10）。

表 3-10 特殊伐採費用と本作業システム1本当り伐倒費用比較

区分	特殊伐採費用 (概念値:A)	本作業システム(B)		比較(B/A:%)	
		阿智村伍和	阿南町西條	阿智村伍和	阿南町西條
単位本数	1	30(28)	42(38)	30	42
直接費(円)	Min: 20,000	6,423	4,588	32.1	22.9
	Max: 100,000			6.4	4.6

※ 本作業システムの単価は実装調査における日（6時間）換算伐採本数から試算

※ 単位本数の本数（n）は実伐採本数

3-5 積算上の留意点

「参考歩掛（案）：日当り」と「参考歩掛（案）：材積当り」は次の工程です（図 3-4）。

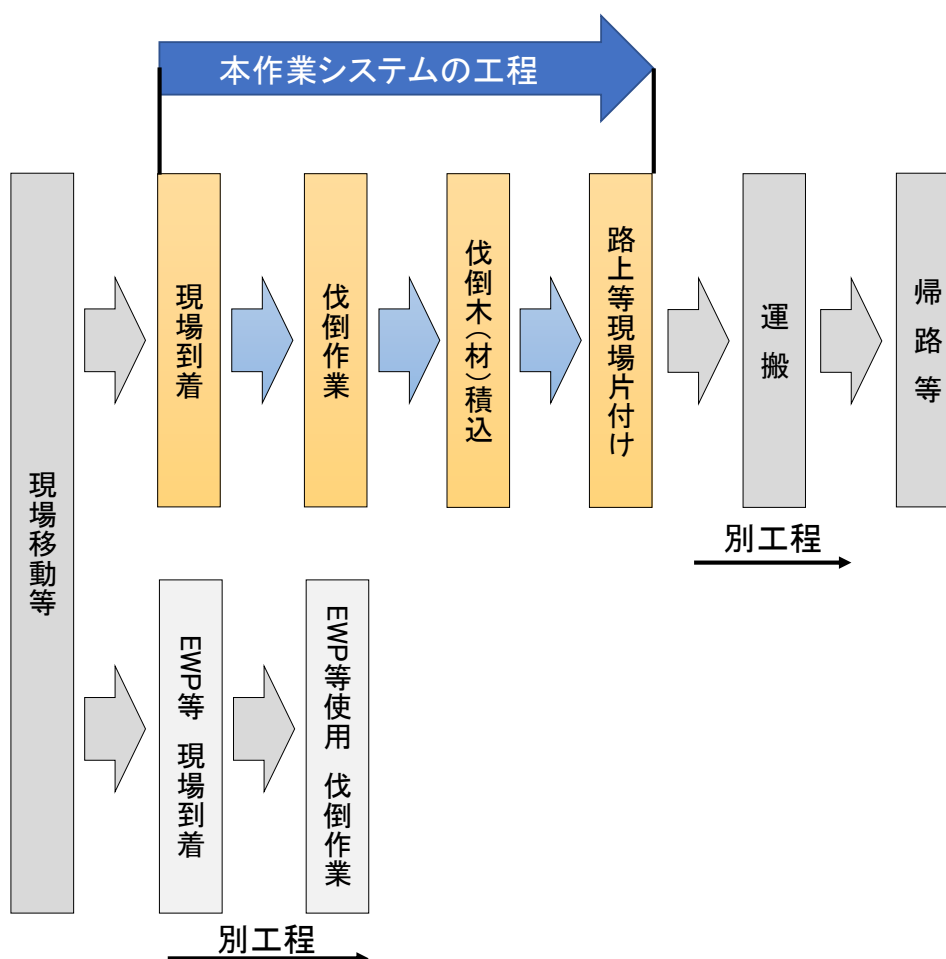


図 3-4 本作業システムの工程

「参考歩掛（案）：日当り」と「参考歩掛（案）：材積当り」は、作業システムのみの費用です。計上する場合は、事業費積算書（設計書）の内訳書（直接工事費）に掲載してください。

「歩掛（案）：日当り」の単位は“日”、「参考歩掛（案）：材積当り」は“m³”です。



第3章

伐倒した枝条・幹の運搬は別途計上してください（図 3-4、図 3-5）。運搬費は「森林整備保全事業設計積算要領」による積算、または「標準的な運賃^{※3-6}：北陸信越運輸局 標準的な運賃」から積算してください。さらに、ツリークライミング伐採作業、EWP、ラフタークレーンを併用する場合は別途計上してください（図 3-6）。

特殊伐採に伴う諸経費の工種区分は、一般道路等の場合は「道路維持工事」を適用してください。林業的に樹木を伐採する場合は「森林整備」が適用できます。これらも「森林整備保全事業設計積算要領」に従って積算してください。

※3-6 （公社）全日本トラック協会 https://jta.or.jp/wp-content/uploads/2021/05/hyoujun_imasugu.pdf

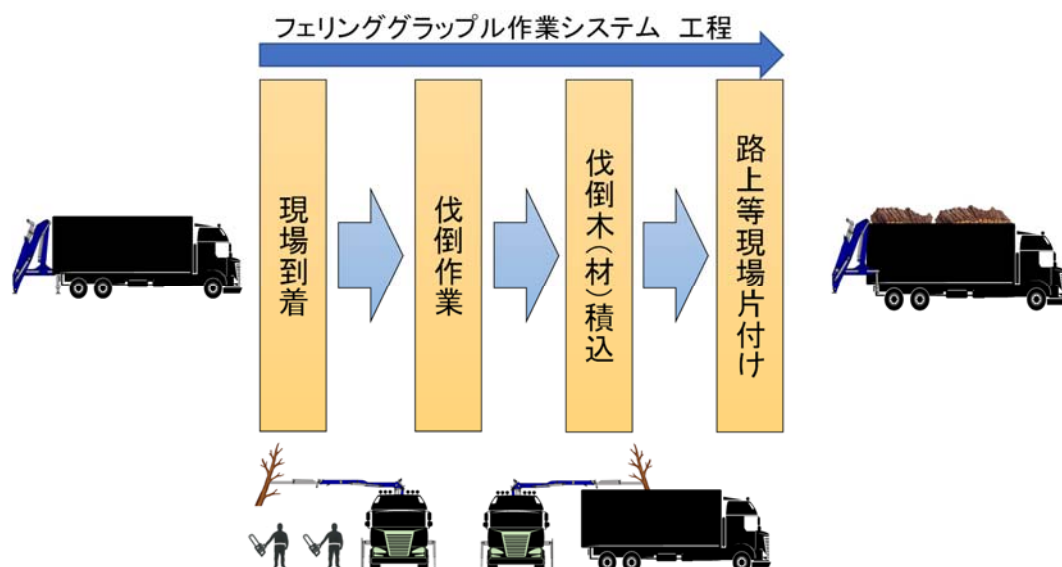


図 3-5 フェリンググラップル作業システム工程（セット人員 3 名）

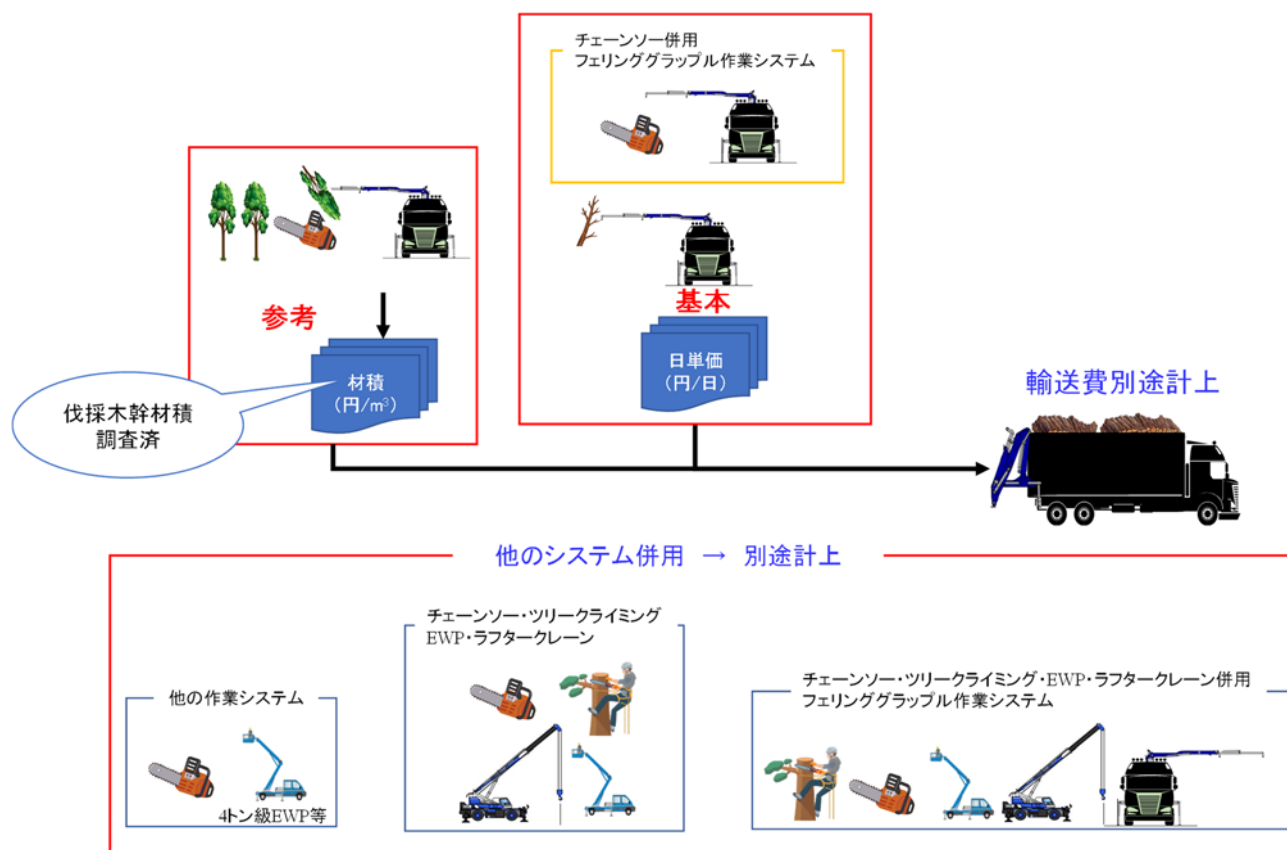


図 3-6 積算のイメージ



第4章 グラップルソー装着トラック作業システム 特記仕様書（案）

4-1 委託時には特記仕様書が必要となる

本作業システムを適用する特殊伐採事業の委託は、特記仕様書が必要です。

ライフライン沿い等の特殊伐採事業は、その立地条件や対象となる樹木によって、様々な作業形態が考えられます（図 4-1）。

本作業システムを適用する場合の特記仕様書（案）は、「チェーンソー併用フェリンググラップル作業システム」と「単独フェリンググラップル作業システム」に限定します（図 4-2）。

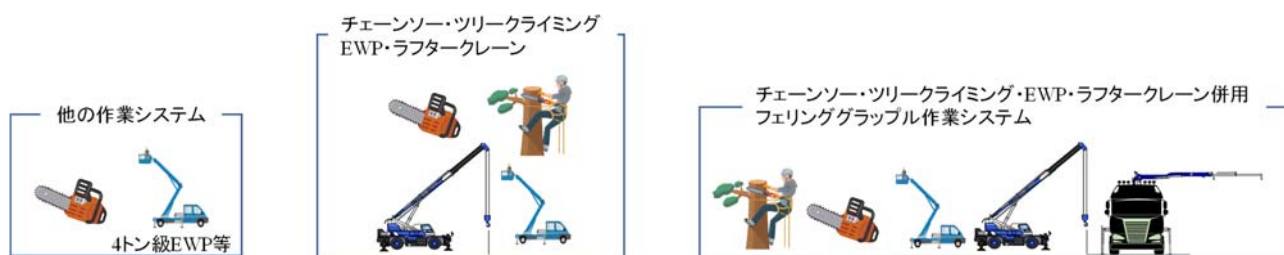


図 4-1 特殊伐採における様々な作業形態（作業システム）

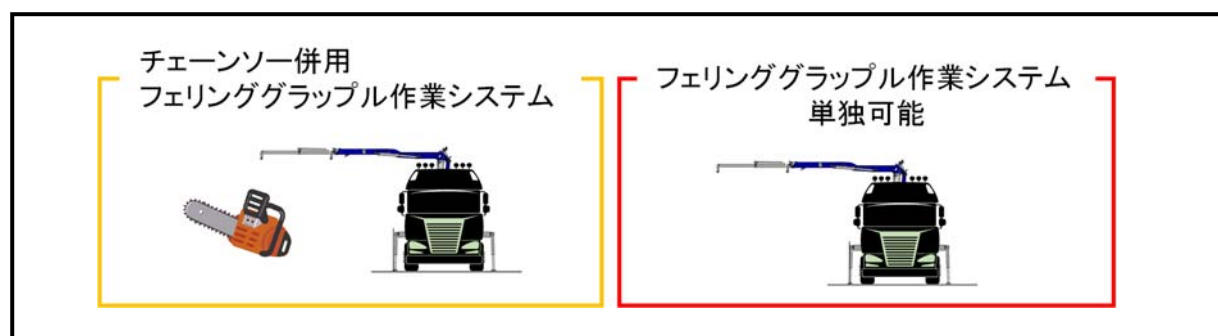


図 4-2 本作業システム特記仕様書（案）適用範囲

4-2 特記仕様書（案）

次ページから「グラップルソー装着トラック作業システム特記委託仕様書（案）」を掲載します。

参考にしていただくとともに、必要な項目等を選び、それぞれの市町村の様式に基づき、特記仕様書を作成してください。



【特記仕様書（案）】

グラップルソー装着トラック使用特殊伐採事業特記仕様書

本特記仕様書は、グラップルソー装着トラック（以下：「フェリンググラップル作業システム」という。）を使用する特殊伐採事業に適用します。

なお、伐倒した枝条や幹をバイオマス原料として使用する場合は、別途指示します。

第1 業務概要

- (1) 事業名 令和○年度 ライフライン保全事業業務委託（特殊伐採）
- (2) 事業箇所 ○○市町村 大字○○ 字 ○○
○○号線
- (3) 事業内容及び数量 延長：○○m
面積：○○m²
1日の作業目安：道路延長約 55m、伐採材積約 7m³
積載重量約 7～8 トン
- (4) 伐採・伐倒材運搬先 ○○処分場・バイオマス施設
○○市町村 大字○○ 字 ○○
- (5) 施業期間 自：令和○年○月○日
至：令和○年○月○日

第2 一般的事項

- 1 事業の実施期限を遵守してください。
- 2 明示のない事項及び不明瞭な点については、すべて監督員と協議し指示を受けて行ってください。
- 3 事業の実施にあたっては、関係法令の規定を遵守するとともに、作業員の危険防止について厳重な注意を払ってください。
- 4 現地への往復にあたっては交通ルールを厳守し、交通事故の無いよう注意してください。
- 5 事業地内の火災防止に万全を期してください。
- 6 作業個々の具体的事項については、次の作業別仕様によって実施してください。
- 7 仕様内容については、作業員に十分徹底するように措置してください。
- 8 現場代理人（専門技術者）は現場に常駐し、運営、取締りを行うとともに、発注者との連絡に支障をきたさないようにしてください。
- 9 受注者が下請契約を締結した場合、契約金額、内容にかかわらず下請人通知を提出してください。なお、この通知の提出により一括下請を認めるものではありません。

第3 フェリンググラップル作業システム

- 1 適用するフェリンググラップル機械システムは、「10 トントラック＋林業用クレーン＋グラップルソー（GMT）」としてください。「4 トントラック架装」等、他の規格の機械システムを用いる場合は協議してください。



- 2 ツリークライミング伐採作業、昇降作業台付車両（EWP）、ラフテレーンクレーンを併用する場合は協議をしてください。
- 3 フェリンググラップル作業システムの基本的な人員は、トラック運転併用オペレーターとチェーンソーを扱う作業員 2 名の計 3 名です。現場状況によって随時、作業員を増減してください。
- 4 トラック運転と林業用クレーンを操作するオペレーターは、大型車運転免許と移動式クレーン運転士免許を有する者としてください。

第4 フェリンググラップル作業システムによる作業

- 1 事前に伐倒木を確認し、道路沿い等の電線や構造物等を確認してください。
- 2 作業にあたっては道路の通行規制を行う必要があるため、受注者が道路管理者に対し許可申請を行ってください。
- 3 二車線道路にあつて片側規制による作業の場合は、道路管理者の指示に従い、誘導員を配置する必要がある場合は協議をしてください。
- 4 電線（送電線）等がある場合は、電線管理者に協議を行ってください。
- 5 道路縦断勾配 12%以内を基準としていますが、やむを得ず 12%を超える道路縦断勾配で作業を行う場合は協議してください。
- 6 道路幅員 3.5m 以上を基準としていますが、やむを得ず 3.5m 未満の道路幅員箇所で作業を行う場合は協議してください。
- 7 アウトリガーを安全に設置してください。
- 8 林業用クレーンアーム旋回範囲及び危険範囲 20m に作業員以外を立ち入らないようにしてください。
- 9 フェリンググラップルの GMT035 は直径 40cm まで、GMT050 は直径 50cm まで伐倒可能ですが、伐倒する樹木の位置や高さを十分見極め、林業用クレーンの損傷及びトラックの安定性に影響を及ぼす伐倒は避けてください。
- 10 根元付近の伐倒は地際から行ってください。
- 11 伐倒した枝や幹は直接トラックに積込む、または路上において枝払い等を行いトラックに積込んでください。
- 12 道路上の作業となるため、道路路面、道路構造物の破損、土砂流出等については、受注者の責任において現状復旧、除雪、清掃等を行ってください。
- 13 積込んだ枝条や幹は、過積載にならないよう注意してください。またトラックの飛散防止装置により荷台から枝条等が外へ飛散しないよう注意してください。
- 14 伐倒した枝条や幹材の運搬は、指定した箇所に運搬してください。なお、搬出木材量の増減については、発注者と受注者が協議のうえ決定するものとします。
- 15 運搬にあたっては道路施設等に損傷を与えないよう注意し、必要に応じて措置を講ずることとしてください。

第5 安全の確保

- 1 事業の実施にあたっては、労働基準法、労働安全衛生法並びにこれらに基づく法令、規則、通達及びチェーンソーによる振動障害防止措置に関する通達、安全確保基準を遵守するとともに、作業従事者等が労働災害補償保険等に参加していることを確認してください。
- 2 通行人、通行車両等に対する安全管理、注意喚起について万全を期してください。



- 3 夏季における猛暑日などの過酷な環境下（炎天下や高温多湿場所）での作業による熱中症の発生が懸念される場合は、熱中症対策を講じてください。
- 4 冬季における真冬日などの過酷な環境下（吹雪、凍結、低温）での作業による低体温症や凍傷の発生が懸念される場合は、対策を講じてください。

第6 提出書類

次の書類を提出してください。

- (1) 契約締結後速やかに施工計画書・工程表・着手届・現場代理人及び主任技術者届
- (2) 施工計画書、現場管理、しゅん工書類等の提出書類については、県治山事業と同様
- (3) 事業完了後速やかに完了届・作業記録
- (4) フェリンググラップル作業システムによる作業量（延長・幅・重量等）
- (5) 伐採・伐倒量がわかる集計表等
- (6) 実施状況写真（長野県林務部作成森林整備業務写真管理基準に準ずる） 施業前後の全景、設計書記載の施業内容（伐倒、積込、運搬等）
- (7) その他、発注者が必要と認める資料等

第7 その他注意事項

- 1 受注者は、契約において定める受託料を、この事業以外に使用できません。また、受託事業に係る経費について、帳簿、証拠書類を備え、収支を明らかにしておくとともに、発注者の求めに応じ提示してください。
- 2 受注者は、事業実施に影響を及ぼす事故、人命に損傷を生じた事故、第三者に損害を与えた事故等が発生した場合は、遅滞なくその状況を発注者に報告してください。
- 3 受注者は、事業実施にあたり、既設構造物等に支障を及ぼさないよう必要な措置を講じてください。既設構造物等に損傷を与えるか、やむを得ず一時除去する必要等が生じた場合は、発注者に報告のうえ、既設構造物等の管理者の承諾を受けて適切な措置を講じてください。
- 4 週休二日制での作業工程に取り組んでください。
- 5 この特記仕様書及び契約書に記載されていない事項については、発注者と受注者が協議を行うこととします。



おわりに

終-1 事例を積み重ねる

(1) 歩掛(案)の可能性

本マニュアルの最新型機械(グラップルソー装着トラックシステム「フェリンググラップル」)歩掛(案)は、解析した事例数が少ないため歩掛(案)の精度は高くない可能性があります。

しかしながら、作業の目安として1日当り、道路延長で55m程度、伐倒重量で7トン程度と推計できました(図.1)。2事例とも1日当りの作業延長や作業量に大きな差がないため(前述 p20:②日単位)、歩掛(案)は日単位(円/日)を基本としました。

さらに、林業的な材積単位(円/m³)も参考歩掛(案)として示しました。道路際の森林法第5条に該当する森林の人工針葉樹林(写真.1)を対象とした場合は、材積単位(円/m³)も使用可能と考えます。



図.1 阿智村伍和地区(左)と阿南町西條地区(右)
阿智村伍和地区は1日換算道路延長53.0m、1日換算重量7.33トン
阿南町西條地区は1日換算道路延長55.5m、1日換算重量6.81トン

(2) 歩掛(案)の検証

本歩掛(案)の基となった2事例は、道路切取法面の天然生広葉樹が対象でした。今後は道路盛土斜面等の事例と人工林針葉樹(写真.1)を対象に調査を行う必要があります。

また、今回の2事例は熟練のオペレーターが実施しています。本作業システムはオペレーターの熟練度によって大きな差が生じると言われていることから(事業体の聞き取り結果)、この点も含め、今後、事例を重ね歩掛(案)の修正を行っていく予定としています。



写真.1 人工ヒノキを対象とした本作業システム(下條村現場)

※ 実装調査はしていないため、結果は本マニュアルに反映されていない。

終-2 安全・安心、資源活用を目指して

本マニュアルは、市町村が森林環境譲与税等を活用しつつ、近年要望が多く寄せられる生活道路等のライフライン沿いの「危険樹木伐採」の効率化及び県民の安全・安心の生活を守ることを目的としています。

市町村の皆さんにあっては、本マニュアルの最新型機械を参考に、安全に効率よく、低廉な費用でライフライン沿いの「樹木伐採」を検討してください。

さらに、道路沿いの伐採木をバイオマス燃料材（図.2）として有効活用することも検討に加えていただきたいと思います。



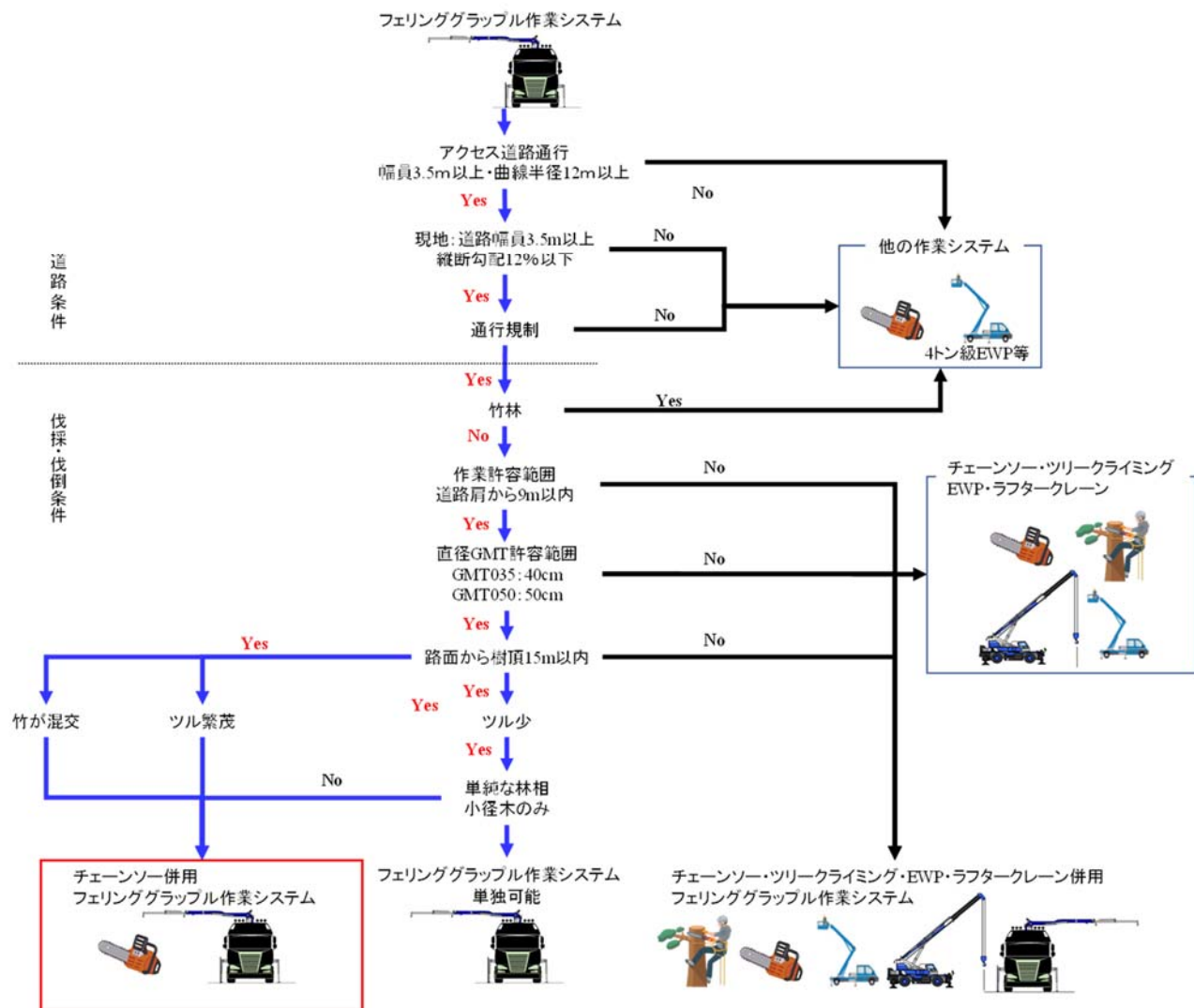
図.2 伐採木のバイオマス燃料材利用



作業システム導入チェックリストと簡易 Excel 支援ツール

「グラップルソー装着トラックシステム（フェリンググラップル作業システム）」の導入・実施を検討していただくためのチェックリストを次に記載します。

チェックの手順は下記の図（前掲 p18：図 2-15）と、安全確認、事前手続き・設計（積算：前掲 p27～28：図 3-4～図 3-6）について記載しています。



「フェリンググラップル作業システム」導入検討フロー



作業システム導入検討 チェックリスト

区分	チェック項目	チェック
道路条件	アクセス道路通行条件：幅員 3.5m以上・曲線半径 12m以上	
	現地道路条件：道路幅員 3.5m 以上	
	現地道路条件：縦断勾配 12%以下	
	通行規制の可否：全面通行止	
	通行規制の可否：二車線道路片側規制	
伐採・伐倒条件	竹林ではないか	
	作業許容範囲：対象木は道路肩から 9m 以内	
	直径 GMT 許容範囲：GMT035：40cm 以内、GMT050：50cm 以内	
	路面から樹頂 15m 以内	
	ツルが少ない → フェリンググラップル作業システム単独可能	
	ツルが繁茂 → チェーンソー併用作業システム	
	伐倒材はバイオマス燃料として利用可能か	

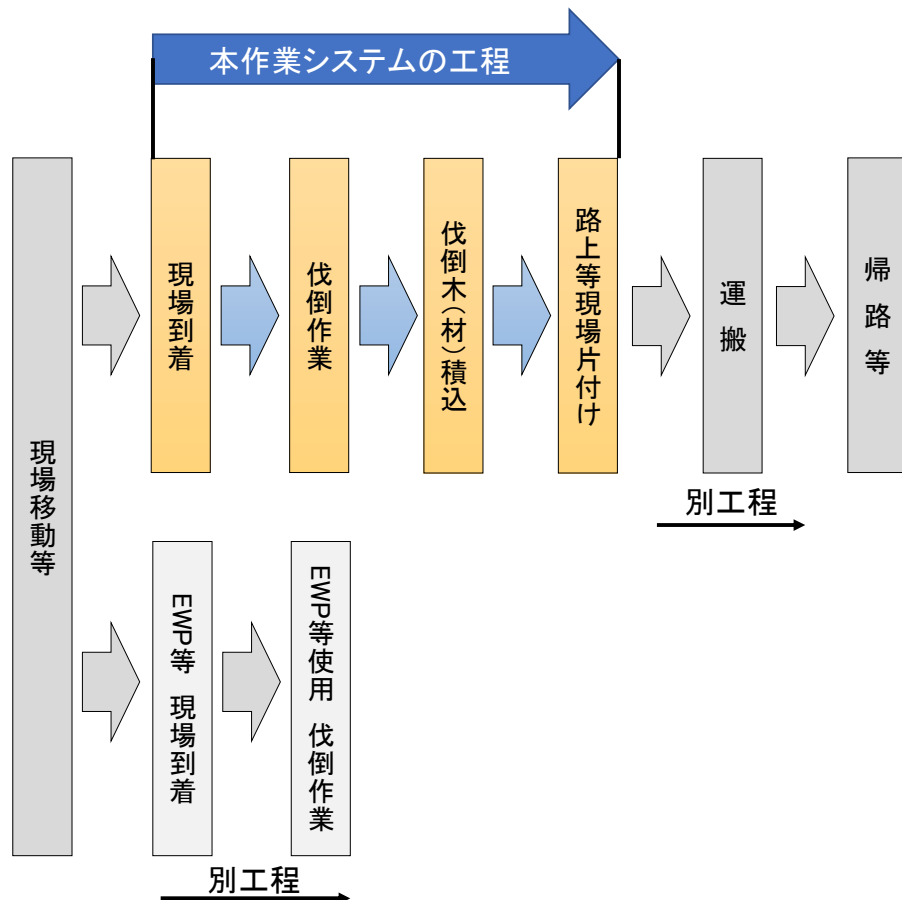
安全確認 チェックリスト

区分	チェック項目	チェック
安全確認	道路法面からの落石の危険性はないか	
	伐倒作業によって、道路法面の荒廃（侵食等）を発生させないか	
	道路構造物（擁壁、ガードレール等）に影響はないか	
	電線（送電線等）はあるか	
	電線（送電線等）に影響をおよぼさないか	
	通行規制において誘導員・監視員の配置は必要か	

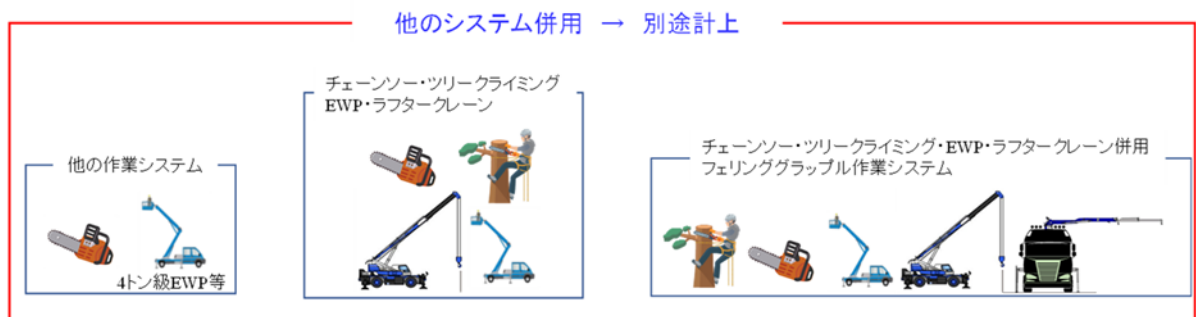
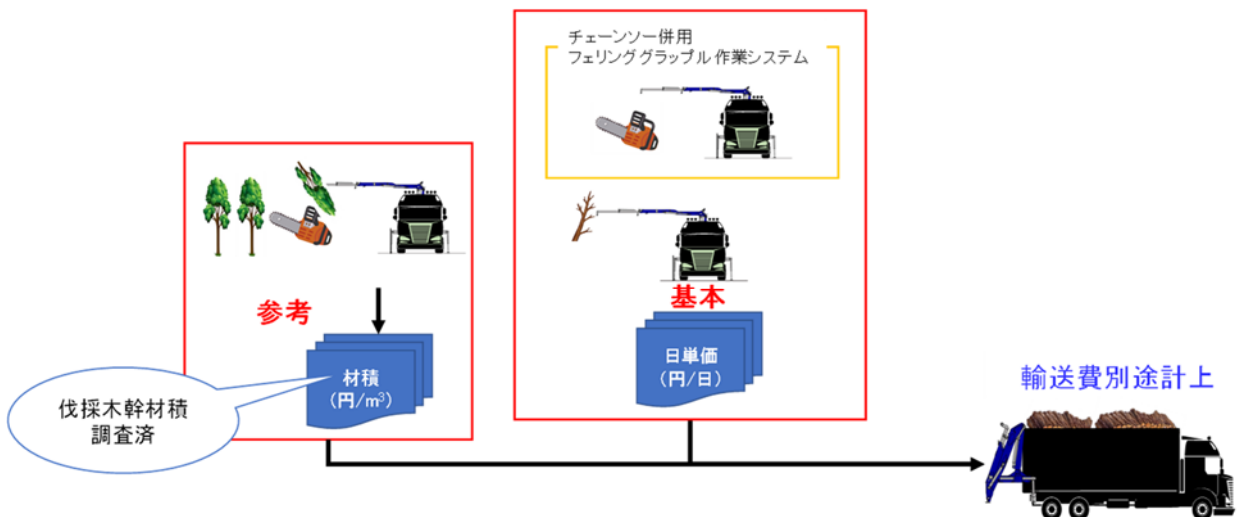


事前手続き・設計（積算）

チェックリスト



「フェリンググラップル作業システム」の工程



「フェリンググラップル作業システム」積算のイメージ



区分	チェック項目	チェック
諸手続き	対象地の地権者に伐採の承諾を得ているか	
	道路管理者と伐採事業を実施する協議をしたか	
	電線（送電線等）や建物等、対象地に影響がある管理者と協議し、所有者の承諾を得たか	
	業務対象地区に伐採事業の周知（お知らせ）はしたか	
設計・積算	対象樹木：人工針葉樹 → 材積調査（胸高直径・樹高）の実施	
	幹材積の計算 → 材積単位（円／m ³ ）で積算	
	対象樹木：天然生広葉樹 → 日単位（円／日）で積算	
	歩掛の範囲：現場到着 → 伐倒作業 → 積込 → 路上等現場片付け	
	歩掛範囲以外（他の機械・作業システム）の工程はあるか	
	歩掛範囲以外（他の機械・作業システム）の工程を別途積算したか	
	運搬先の指定の有無	
	運搬費別途計上：「森林整備保全事業設計積算要領」による積算	
	運搬費別途計上：「標準的な運賃：北陸信越運輸局 標準的な運賃」	
	諸経費工種区分：「道路維持工事」を適用	
	諸経費工種区分：林業的な作業 → 「森林整備」を適用	
	設計書は「森林整備保全事業設計積算要領」に従っている	
特記事項 特記仕様書	バイオマス利用における材の引き渡し（材価控除または買取）	
	特記仕様書の作成	



簡単計算（Excel 支援ツール）

「歩掛（案）：日当り」と「参考歩掛（案）：材積当り」の費用を簡単に計算できるシート（計算ソフト Excel 版）を作成しました。

市町村へ配付します。長野県林務部 森林政策課（森林経営管理支援センター）に問い合わせてください。

〒380-8570

長野県長野市大字南長野字幅下 692-2

TEL（代表） 026-232-0111（内線 3224）

TEL（直通） 026-235-7264

E-mail：shinrin-kanri@pref.nagano.lg.jp

【計算ソフト Excel 版 計算シート__グラップルソー装着トラックシステム特殊伐採】

- 使用 Excel Excel Excel2007～以降（xlsx）
- 構成：入力シート、出力シート、計算シート
- 入力シート：“円／日”または“円／m³”の選択、変動する「燃料価格」と人件費（公共労務基礎単価）のみ入力
- 出力シート：単価表形式。固定費とシステム単価（円／日）、または固定費と工程（m³／時）及びシステム生産単価（円／m³）
- 計算シート：出力はしないが、p24「表 3-8 作業システムの歩掛（案）計算の適用項目」の様式。積算根拠として保存
- シート保護：入力規制及びシート保護を設定

市町村森林整備効率化支援歩掛表			
グラップルソー装着トラックシステム特殊伐採 計算シート			
作業システム	グラップルソー装着トラックシステム（フェリンググラップル GMT035・GMT050）		
作業システムセット人員	特殊運転手1名	26,900 円	公共労務単価入力（日額）
	特殊作業員1名	27,300 円	公共労務単価入力（日額）
	普通作業員1名	24,100 円	公共労務単価入力（日額）
積算条件	適用単価世代	2025.3.1	
	日単価（円／日）	1	
	材積（円／m ³ ）		
	燃料（軽油）価格（円／ℓ）	156 円	長野県公共歩掛単価または直近の軽油価格
	チェーンソーオイル価格（円／ℓ）	580 円	長野県公共歩掛単価または直近の軽油価格

実数入力
 選択（プルダウン）

入力シート

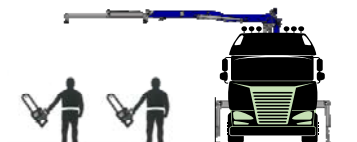


市町村森林整備効率化支援歩掛表

グラップルソー装着トラックシステム特殊伐採 単価表

作業システム グラップルソー装着トラックシステム(フェリンググラップルGMT035・GMT050)

作業システムセット人員 3名(オペレーター1名・作業員2名)



適用単世代 2025.3.1

単位: 日(6時間)

〇〇市町村 〇〇課 〇〇係

出力シート(表紙)

市町村森林整備効率化支援歩掛表

グラップルソー装着トラックシステム特殊伐採 日額

科目	記号	計算過程	金額(円)	備考
固定費(円/時)	P		16,078	
固定費(資本利子除く)(円/時)	PI		14,699	
変動費(人件費除く)(円/時)	VC		5,857	
オペレータ(円/日)	G1	26,900	20,175	公共労務基礎単価(特殊運転手)6時間換算
作業員(円/日)	G2	27,300	20,475	公共労務基礎単価 6時間換算
作業員(円/日)	G2	24,100	18,075	公共労務基礎単価 6時間換算
諸雑費率(%)	#1	$(G1+G2+G3) \times 4\%$	2,349	造材歩掛 労務費の4%
人件費	G	$G1+G2+G3+\#1$	61,074	
本システム稼働(円/日)	C		96,468	$P \times 6$ 時間
変動費(円/日)	VC6		35,142	$VC \times 6$ 時間
本システム単価(円/日)	PC1	$G+C+VC6$	192,684	$G+C+VC6$

出力シート(日額表)

市町村森林境界明確化等支援事業
森林整備効率化支援
グラップルソー装着トラックシステム特殊伐採マニュアル
～市町村森林整備効率化支援～

令和7年（2025年）3月

企 画： 長野県林務部 森林政策課 （森林経営管理支援センター）
発 行： 〒380-8570
長野県長野市大字南長野字幅下 692-2
TEL（代表） 026-232-0111（内線 3224）
TEL（直通） 026-235-7264
FAX 026-234-0330
E-mail：shinrin-kanri@pref.nagano.lg.jp
URL：https://www.pref.nagano.lg.jp/rinsei/kanriseido.html

実 施： 一般社団法人 長野県林業コンサルタント協会
作 成： 〒380-8567
長野県長野市大字中御所字岡田 30-16(林業センター2F)
TEL 026-228-7221
FAX 026-228-7222
E-mail: honbu@rincon.or.jp
URL：https://rincon.or.jp



～市町村森林整備効率化支援～

令和6年度
市町村森林境界明確化等支援事業
グラブソーラー装着トラックシステム特殊伐採マニュアル
令和7年(2025年)3月
長野県林務部