

# ウィンチ付きパワーショベルによる集材作業

木 幡 靖 夫

北海道内で最も多く使われている車両系の林業機械は、クローラタイプのトラクタとパワーショベルであろう。これらの機械は土場や集材路の作設そして集材作業に使われるばかりでなく、近年はフェラーバンチャ、ハーベスタ、プロセッサなどの高性能林業機械のベースマシンとしても活用されている。ここで取り上げた機械もこうした活用事例の一つで、通常のパワーショベルに油圧ウィンチを装着したものである。この機械を用い、トドマツ人工林で間伐木の集材作業を行ったので、その使用方法と作業の特長、功程等について紹介しよう。

## ウィンチ付きパワーショベル

この機械はK社製油圧ウィンチ HC30 を装着した重量約 12 トン、出力 85PS のパワーショベルである（写真 - 1）。ウィンチはブームの基部付近に取り付けられ、メインドラムとエンドレスドラムから構成されている。メインドラムの大きさは外径 500 mm、内径 274 mm、幅 214 mmで、太さ 12 mmのワイヤロープが 240m巻かれている。エンドレスドラムは外径 390 mm、内径 326 mm、幅 160 mmで、今回は太さ 10 mm、長さ 150mのワイヤロープをエンドレスラインとして用いた。

本体のアーム先端（バケット基部）には3個のフックがあり、ここにブロック（滑車）を下げてワイヤロープを通すことができるようになっている。ブーム・アームをいっぱい伸ばすと地上から約 6 mの高さとなる。集材作業を行った場所は、道有林岩見沢経営区 72 林班 63 小班の昭和 38 年植栽のトドマツ人工林で、作業実施時の林況は林齢 29 年生、立木本数 1,860 本 / ha、材積 18m<sup>3</sup> / ha、平均胸高直径 14 cmであった。



写真 - 1 ウィンチ付きパワーショベル

## 使用方法その1 ウィンチ集材

トラクタ集材では付属のウィンチを使った集材が行われるが、ワイヤロープの引き出し位置が低いため、木寄せ中に伐根などの地表にある障害物にぶつかり作業がしばしば中断する。この問題を解決する方法の一つとして、ワイヤロープの引き出し位置を高くすることがあげられ

る。そこで、ウィンチ付きパワーショベルのメインワイヤをアームの先端に下げたブロックを通して約6mの高きから引き出し、傾斜20度の場所で間伐木（全木材と全幹材）の引き上げ集材を行った。作業人員は機械オペレータ1名、ワイヤロープ引き出し手1名、林内荷掛け手1名の3名構成である。

平均集材距離38.4mの条件で、間伐木3.68m<sup>3</sup>を集材するのに約1時間20分を要した。1回当たりの平均集材量は本数で2本、材積で0.26m<sup>3</sup>となった。要素作業別の時間構成をみると(図-1)、ワイヤロープの巻き取りに多くの時間を費やし、全体の37%を占めた。この巻き取り時間と密接な関係を示したのは集材距離で、両者の間には正の有意な相関関係がみられた(図-2)。なおワイヤロープの巻き取り中、ブームやアームを上下に動かしたり本体を旋回するなどして地表の障害物を回避する動作が頻繁にみられた。荷外しには作業時間全体の約28%を要しているが、集材木からスリングワイヤを外すと同時に集積作業も行ったためである。

集材作業中にみられた障害物の回避動作や荷外し時の集積作業は、従来のトラクタに装着されたウィンチでは実行不可能なものであり、ウィンチ付きパワーショベルによる集材作業の特長といえよう。調査結果から1日6時間当たりの功程を求めたところ10.7m<sup>3</sup>となった。

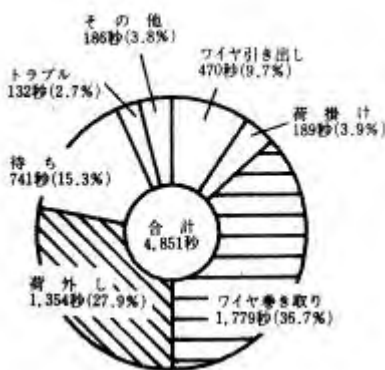


図-1 ウィンチ集材の時間構成

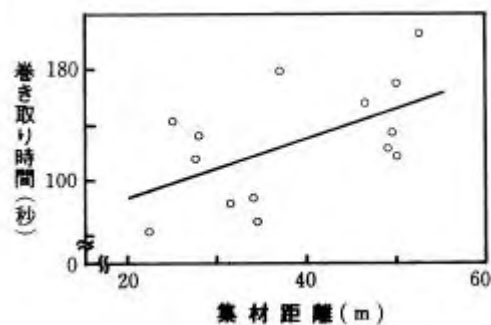


図-2 集材距離と巻き取り時間  
 $T = 2.18D + 43.45$  ( $r = 0.556^*$ )  
 ただし T: 巻き取り時間 (秒)  
 D: 集材距離 (m)

## 使用方法その2 タワーヤード集材

トラクタなどの車両系機械による集材が困難な急傾斜地では、一般に架線系機械が適用される。特に、間伐が小規模に分散して発生する一般民有林では、張り替えの手間が少なく機動性の高い機械が望まれている。こうした要求に対する答の一つとして、適正路網とタワーヤードの組み合わせがあげられる。タワーヤードとは自走式車両に自立式のタワーを搭載した、機動性と簡易性を備えた集材用の機械である。ウィンチ付きパワーショベルはブーム・アームを振り上げることで高さ約6mのタワーとして使用することができる。さらに、タワーの高さをブーム・アームの上げ下げにより極めて簡単に調節できることが特長である。

タワーヤード集材は、元柱から先柱までのスパン長71m、高低差24.7m、平均傾斜20.4度

の条件で引き上げとした。索張り方式はエンドレス型ランニングスカイラインの一種である。ここでは引き寄せ索と引き戻し索をつないでエンドレスラインとし、メインラインはエンドレスラインの張力調整索とした(図-3)。集材木は材長2.4mと3.65mの短幹材で、架線下と架線の両側(最大で片側9m)を集材範囲とした。作業人員は架設、撤去3名、集材2名である。

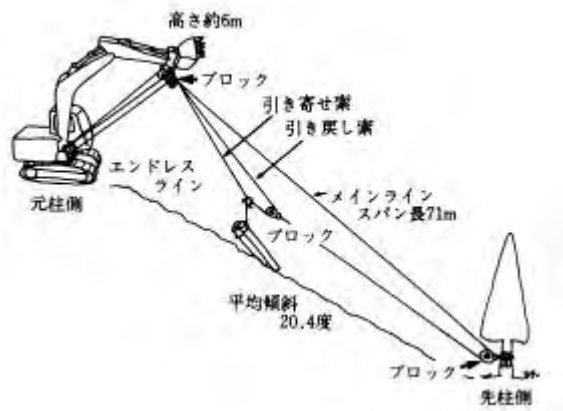


図-3 タワーヤード集材の概念図

### 架設作業

架設に要した時間は約23分であった。このうちの65%を索張りが占めた(図-4のA)。この理由は索の引き出しや引き上げのために作業員が傾斜地を歩行移動しているためである。ちなみに作業員の平均歩行速度は上り0.48m/s,下り0.79m/sであった。その他の内容はエンドレスラインをドラムに巻き付ける際の誤作業であり、これは今後の習熟化によって発生しなくなると思われる。したがって、20分程度で架設することも十分可能であろう。

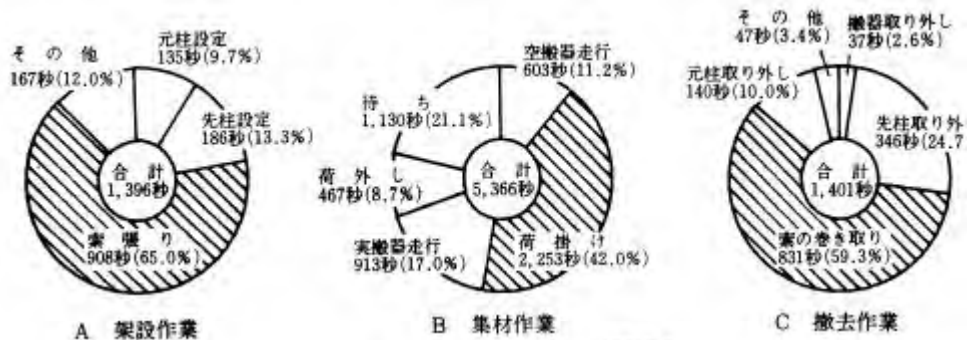


図-4 タワーヤード集材の時間構成

### 集材作業

平均集材距離45.1mの条件で、間伐木2.76m<sup>3</sup>を集材するのに要した時間は約1時間30分であった。要素作業中で最も時間を要したのは荷掛けで、全作業時間の42%を占めた(図-4のB)。1サイクル当たりの平均集材量は本数で9.5本、材積で0.276m<sup>3</sup>であった。搬器の走行速度は空搬器の時は平均0.79m/s,実搬器では0.54m/sとなった。実搬器の走行速度と集材本数との間には有意な負の相関関係が認められた。この理由として、本数が多い場合は近

接する複数の地点で荷掛けをしており、その間を本来の速度で移動できないこと、また半地曳き状態で集材するため走行抵抗が増して速度が低下することが考えられる。調査結果から1日6時間当たりの工期を求めたところ11.1m<sup>3</sup>の値が得られた。

### 撤去作業

撤去作業は架設作業とほぼ同じ時間(約23分)で終了することができた。しかし、エンドレスライン用の機械巻き取り装置がなかったため、索の巻き取りに全体の約60%を要した(図-4のC)。この部分を機械化できれば、撤去作業はさらに短時間で終了できよう。

### どちらの集材方法を選ぶか？

調査結果に基づき、ウィンチ集材とタワーヤード集材について集材距離別の作業工期をシミュレーションし図-5に示した。なお、タワーヤードについては距離別の架設、撤去時間も試算した。ウィンチ集材で予測された工期値は、集材距離10mで17.4m<sup>3</sup>/6h、20mで14.4m<sup>3</sup>/6h、40mで10.7m<sup>3</sup>/6hとなった。一方、タワーヤード集材では平均集材距離50mで11.0m<sup>3</sup>/6h、100mで8.6m<sup>3</sup>/6h、150mで7.0m<sup>3</sup>/6hの値が得られた。この時の架設+撤去時間は、距離50mで約52分、100mで1時間24分、150mで約2時間となった。また、架設+撤去時間を1時間以内に納めようとするれば、その時の平均集材距離は60~70m(スパン長は120~140m)となり集材工期は10m<sup>3</sup>程度が見込まれる。

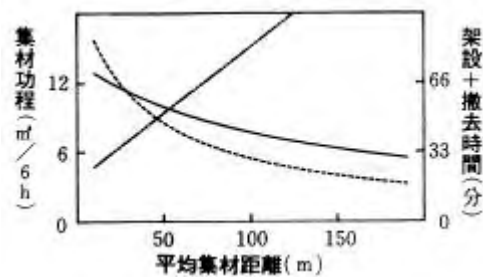


図-5 平均集材距離と集材工程、架設+撤去時間のシミュレーション

実線：タワーヤード集材  
2点破線：タワーヤードの架設+撤去時間  
点線：ウィンチ集材

シミュレーション結果からは、集材距離20~30mを境としてウィンチ集材とタワーヤード集材の作業工期が入れ替わり、距離が30m以上ではタワーヤード集材の工期が大きくなると予測された。ウィンチ集材では、作業員がワイヤロープを持って傾斜のある林内を歩行するので、労働強度や疲労を軽減するためにも長い距離の集材は避けるべきであろう。

### ウィンチ付きパワーショベルへの期待

ウィンチ付きパワーショベルの最大の魅力は、現在使われている身近な機械をベースマシンとしていることである。このことは、新たに高価な機械を購入する必要がなく、比較的安価な改造費で済むことを意味しており、現場レベルでの普及効果が大いに期待されることである。この機械を使ったウィンチ集材やタワーヤード集材の大きなメリットは、林内に大型機械が進まないため林地の攪乱がほとんど発生しないこと、急傾斜地での作業が安全に行えることである。今後はこのような集材方法とプロセッサによる枝払い・玉切りを組み合わせることで、急傾斜地においてより安全で、生産性の高い作業が実現できよう。(機械作業科)