

枝打ちロボットの昇降メカニズムについて

北見工業大学 ○森谷 優 飛沢宏哉
桜井鉄鋼(株) 井越哲也

要旨

最近の日本における林業の状況をみると、種々の理由から収益性が悪化している。そのため、枝打ち作業により無節材を人工的に作りだし、木材の付加価値を高めることで収益を向上させる必要がある。軽量で高性能な枝打ちロボットの開発が必要である。本研究では、軽量化に着目し、これまでの枝打ち機械と異なった昇降方式を考案し、昇降メカニズムについての考察を行った。

1. はじめに

現在、使用されている枝打ち機の昇降方式は、立木の幹を覆うように支持するフレームがあり、8本のタイヤを押し付け昇降駆動を行っている。重量が増大につながる構造となっている。本装置は、ベルトにより駆動部を幹に押し付けて上昇力を発生する構造になっているため、駆動部のタイヤを4本に減らすことができた。その結果、幹を取り囲むように支えていたフレームが取り払われ、駆動部の軽量化が可能になった。同様な駆動方式の木登りロボットが三輪⁽¹⁾によって報告されている。

2. ベルト支持駆動方式のモデル化

図1に示すようなロボットのモデルにおいて、駆動部の重心に働く力の釣り合いを考える。タイヤが進行方向とある角度で横滑りしながら転動するとき、接地面では、滑り角に垂直な力が発生する。これを横滑り摩擦力Fとする。昇り角に対し滑り角が小さい範囲で、次式が成り立つことが示されている⁽²⁾。

$$F = P \beta \tag{1}$$

P(：コーナリングパワー)は、タイヤ角 α で駆動されるときの上昇力の割合を示すことから、次式で表せる。

$$P = (R + M - W \sin \alpha) / \{\beta \cos(\alpha - \beta)\} \tag{2}$$

各パラメータは、図2に示す。上昇力Faと昇り量Lは次式で表される。

$$F_a = \{P \beta \cos(\alpha - \beta) + W \sin \alpha\} = (R + M) \tag{3}$$

$$L = \pi D \tan \{ \alpha - (R + M - W \sin \alpha) / P \cos(\alpha - \beta) \} \tag{4}$$

上昇力は、枝打ちする際の抵抗に置き換えて負

Fa: 上昇力 [N]	P: コーナリングパワー [N/deg]
F: 横滑り摩擦力 [N]	M: 駆動部質量 [N]
N: 押し付け力 [N]	α : タイヤ角 [°]
R: 負荷加重 [N]	β : 滑り角 [°]
W: 駆動力 [N]	L: 昇り量 [mm]

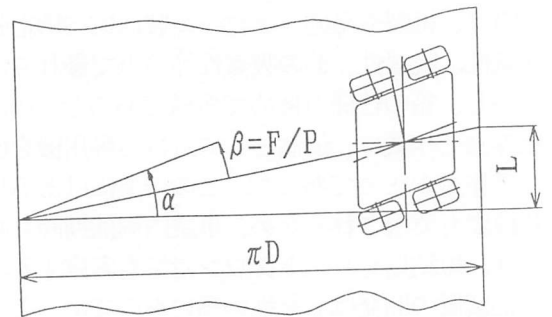


図2 昇り量と力の関係

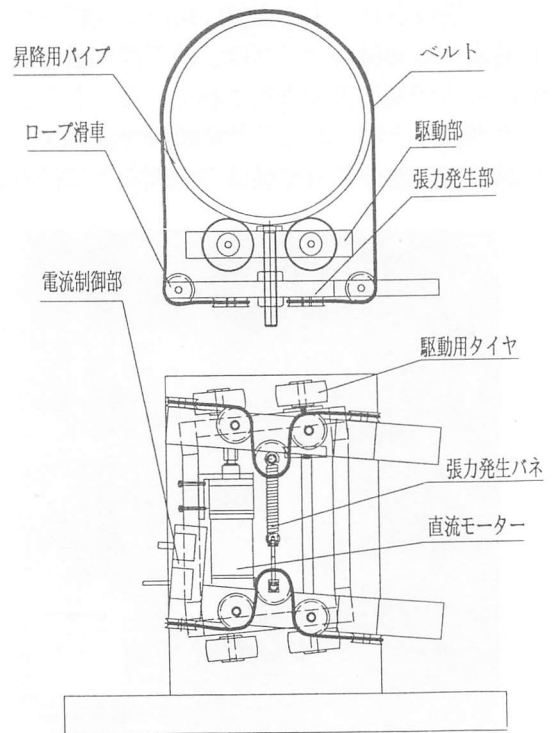


図3 駆動部実験装置

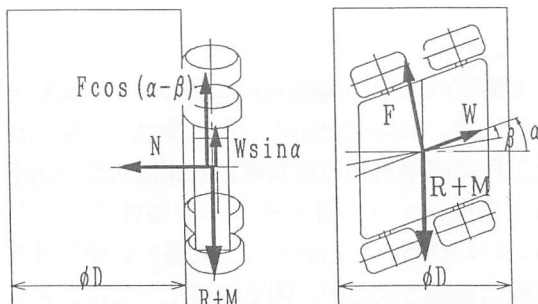


図1 力の釣り合い

荷荷重を加えたものである。昇り量は、幹を一周したときのロボットの昇った距離を表し、幹と支持ベルトとの摩擦は考慮していない。

3. 実験装置および方法

本研究では、ベルト支持駆動方式の諸特性を調べるため、枝打ちロボットの実験機として図3に示す昇降駆動部を試作した。駆動は後輪2輪を直流モータで駆動し、昇降円筒に対する押し付け力は、張力発生バネによって変化させた。また、昇降用円筒に塩化ビニールパイプを使用した。一定の直径で表面が比較的滑らかな円筒は、昇降時の滑りのメカニズムを把握する上で適していると考えられるからである。そのような観点から、モデル化した計算結果と実験値との比較を行った。

4. 実験結果と検討

図4は β が小さい範囲でのコーナリングパワーを押し付け力Nに対して示したものである。タイヤの横滑り特性を表すコーナリングパワーは、滑り角度の小さい範囲で押し付け力に比例すると考えられている。本実験においても同様の傾向となった。

図5に $\beta = 6.7, 8.1 [^\circ]$ の上昇力Faを押し付け力Nに対して示す。対象円筒への押し付け力が増加すると上昇力も増加している。図には、モデル化した計算値と実験値を併せて示しているが、滑り角が大きくなると、上昇力は、両結果ともに大きくなっている。押し付け力が小さい範囲では、実験値が計算値と同様な値を示しているが、押し付け力が増大するにつれ両者の差が大きくなっている。この原因として、円筒とベルトの摩擦力の影響が考えられる。さらに、図5に示していないが、滑り角 $\beta = 10 [^\circ]$ では、押し付け力の増加ととともに上昇力の増加は認められなかった。

図6は、負荷荷重(R+M)が比較的小さい領域での昇り量Lを押し付け力に対して示したもので、実験値と共に計算値も示してある。図示した範囲では、実験値は全体的に小さな値となっているが、比較的安定した昇り量を示している。実験値が計算値に対して全体的に小さいのは、滑りに起因するものと考えられる。さらに、負荷荷重が増え約39[N]を境に押し付け力の小さな範囲で大きな滑り量が見られた。

5. まとめ

- (1) 滑り角および押し付け力の小さい範囲において、上昇力は、計算値と近い値を示した。
- (2) 本駆動方式において、昇り量は負荷荷重が小さな領域で計算値と同様な結果を示したが、負荷荷重がある値を超えると大きな滑りが認められた。

参考文献

- 1) 三輪敬之：木登りロボット開発，日経産業新聞 1997-5-20.
- 2) 自動車工学全書 12 タイヤ，ブレーキ：山海堂

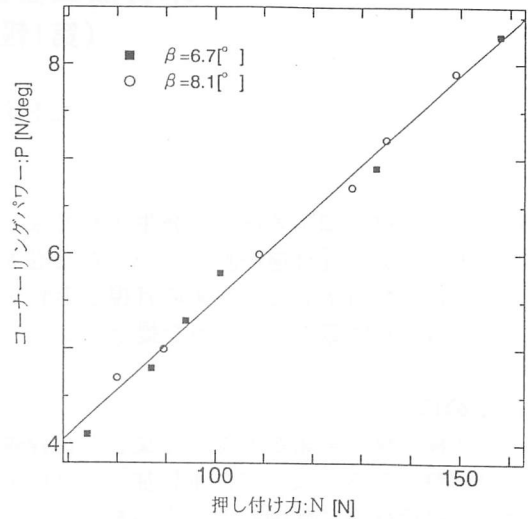


図4 コーナリングパワーと押し付け力の関係

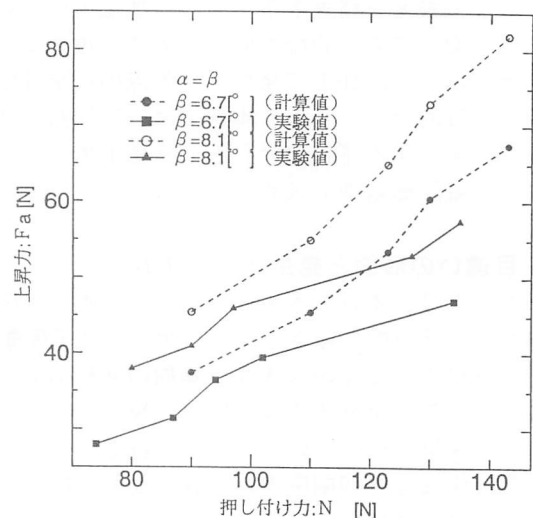


図5 上昇力の計算値と実験値の関係

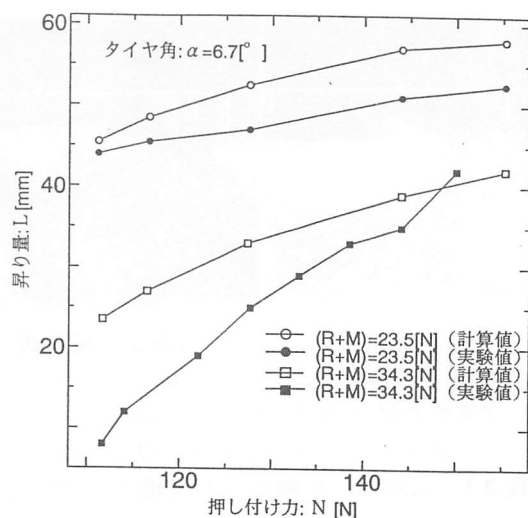


図6 昇り量:Lの計算値と実験値の関係