

# 森林環境観測用架線システムとして適用した 全自動架線システムの架設・操作

利用班 代表 二村 一男

## I はじめに

近年、二酸化炭素、二酸化窒素などの増加にともなった大気汚染による地球環境に与える影響が危惧されている。

平成4年度に、農学部、演習林、生態学研究センターによる京都大学教育研究学内特別プロジェクトが組織され、「芦生演習林における森林の環境安定機能についての総合的研究」が進められることになった。この研究は、「芦生演習林における、3次元架線を用いた炭酸ガス濃度などの微環境測定と量水堰堤による流出水質のモニタリングを行い、森林のもつ環境安定・浄化機能を究明する」ことを目的としている。しかし、当初システムの開発は3次元架線であったが、研究費の制約から2次元システムに変更され、森林環境の観測を行うための設備として全自動架線システムを架設することとなった。架設作業は利用班（二村一男・藤井弘明・黒田真人）が中心になって行ったが、企画班（石川秀夫）、造林班（大牧治夫）、林英夫技官の協力を得た。そこで、架設方法と振動波法による主索の張力検定の結果を報告する。

報告に際して、御教示いただいた林業工学研究室の沼田邦彦助教授に厚くお礼申し上げる。

## II 経緯

平成4年度：沼田助教授より芦生演習林に全自動架線システムの架線作業の依頼があり、利用班が担当することになった。架設場所について、スギ林に対する森林環境調査に適するところを選定することになり現地を踏査した結果、立地条件が整った第20林班の通称笹峠に決定した。

平成5年度：架設を完了し、試運転したところ、搬器走行と計測器格納用ゴンドラの昇降を行う内臓ドラムへの切り替え制御が働かないトラブルが生じた。これはエンドレス索の緊張・弛緩を引き締め索（張力コントロール索）により作動させるのであるが、十分な張力変化を与えられないことによるものであった。

平成6年度：林内に循環させていたエンドレス索の返り線のガイドブロックによる摩擦抵抗を少なくするため、スカイラインの下に張り替え、最短距離にした。また、エアー制御用のエアータンクの圧力が上がらなかったため、エアーバルブを交換した。しかし、搬器走行と内臓ドラムの昇降の切り替えが十分でなく、搬器に取り付けてあるスプリングとエンドレス索の張力コントロールを再点検、制御の張力設定値の適正範囲を再設定することを、全自動架線システム製作会社の丸研工業（岐阜県各務原市）に依頼した。その結果、集材機と搬器の一部改良が行われた。また、主索の支持ブロックを取り替え（サドルブロックに）、元柱を控え索で支持し、搬器の内臓ドラムの荷揚げ索を入れ替え、さらに計測器の取付のための盤台を作設して全自動システムの架設を完成させた。9月14日に沼田助教授らによる「森林環境観察・観測用架線システムを利用した研究に関する現地検討会」が行われ、20名を越す多数の参加者があり、森林環境調査への利活用について話し合われた。11月21日には、観測ポイントの精度に関する調査が実施され、ノン

プリズム測距儀『クライテリオン レーザモデル400』で搬器とゴンドラの測定位置及びゴンドラの降下上昇する移動位置に関する計測などが沼田助教授らによって行われ、利用班も調査に加わった。また、集材機の格納小屋（平屋建カラー波鉄板葺き20㎡）を仮設物として建設した。

### Ⅲ 架設作業および全自動架線の運転

#### (1) 架設方法

元柱は、胸高直径110cm、先柱は、枕谷右岸尾根付近の胸高直径60cmのいずれも天然スギを使用した。まず、無火薬式ロープ投射機（窒素ガス・最大使用圧力100kg/cm<sup>2</sup>）で先柱を照準してメッセンジャーロープを張り渡し、さらに、リードロープ（クレモナ 10mm）に替え、このロープを利用してエンドレス索（6×19 O/O 8mm A種）と主索（6×7 C/L 14mm B種）を架設した。

#### (2) 全自動架線システムとは

本システムは観測が森林の微環境測定を目的としているため、発動機の排気ガスの影響を考慮して装備された三相交流の電動モーターにより油圧ポンプを駆動し、エンドレス索と張力コントロール索のドラムをコンピューター制御する機構になっている（写真-1）。電動モーターの電源は、エンジン発電機（デンヨーパワーSP三相（4線式）220V 65.6A）を使用している。

## 仕 様

#### 1. 集材機

- 1) 発動機 ----- 11KW 4P(15.5PS /1735rpm)
- 2) 張力コントロールドラム
  - ① 巻き込み容量 ----- φ 9 × 30m
  - ② ドラム寸法 ----- φ 165 × φ 240 × 144mm
  - ③ 直引力 ----- 880kg 低圧時150~250kg
- 3) エンドレスドラム
  - ① ドラム寸法 ----- φ 360mm
  - ② 直引力 ----- 500kg

#### 2. 搬器

- 1) スカイライン ----- φ 14mm
- 2) エンドレス索 ----- φ 8mm
- 3) ゴンドラ昇降索 --- φ 8mm
- 4) 巻き込み容量 --- 8mm × 80m
- 5) 最大荷重 ----- 200kg

搬器（写真-2）は計測器格納用ゴンドラの昇降作動時にスカイラインに固定するクランプと走行時にゴンドラが下がらない為のブレーキを装備している。搬器の制御はエア制御で行われ、エンドレス索の張力の緊張と弛緩により、搬器のスプリングを操作し、エア制御スイッチを切り替えることができる。搬器走行時はスカイラインに固定するクランプが開放され、エンドレス索の動力は搬器走行に切り替わり、ゴンドラ昇降時はクランプが働き、搬器をスカイラインに固定し、エンドレス索の駆動力はゴンドラ昇降用の内蔵ドラムの駆動に切り替わる。また、搬器の走行距離には搬器用のカウンターブロックが、ゴンドラ昇降距離にはゴンドラ用のカウンターブロックが移動距離をブロックの回転数として記憶され、集材機のエンドレスドラムの正逆回転の回転数として制御される。エアータンクのエアは、搬器走行時にエアコンプレッサーが駆動され蓄積される。

#### (3) 運転方法

- 1) 集材機側のコントロールボックス横側面のセレクトスイッチにより、エンドレスドラム及び張力コントロールドラムを直接動かす方法
- 2) 観測地点側のコントロールボックスの上昇・下降・先柱・元柱のボタンで集材機が自動的

にエンドレス索の張力をコントロールして動かす方法

- 3) 観測地点側のコントロールボックスに観測地点、観測スタート地点の停止位置及び各減速位置を数値設定しエンドレス索に取り付けられた二つのカウンターブロックにより自動停止させる方法

などがある。

ただし、1) では、搬器、ゴンドラの位置を数値表示しない。2) では、停止時のショックによるコントロールブロックの誤作動などの欠点が生じる。また、3) の方法でもエンドレス索に張力をかけて動作を行うため設定数値とは多少の誤差が生じる。

前記の計測（11月21日）はこの誤差を把握するために測定したものである。

#### IV スカイライン（主索）の張力検定

主索の緊張度を測定するために、振動波法による検定を実施した（表-1）。方法は、両支点間に張られた主索の元柱に近い所に木棒で打撃を与え、振動が主索を伝わり1往復して元の位置に帰るまでの時間を測定するもので、振動波が5回往復した時間を測り、これを3回繰り返して平均値とした。

表-1 無負荷時と負荷時の最大張力及び安全率

	無負荷索	単一荷重負荷索		計 算 式
		P=200kg	P=300kg	
スパン傾斜角	2.36°	2.36°	2.36°	$\theta = \tan^{-1} \times (h/l_0)$ 元柱と先柱の座標値
索荷重	193.8kg	193.8kg	193.8kg	$W = PL \approx Pl$
中央垂下比	0.03238	—	—	$S_0 = f_0 / l_0$
中央垂下量	8.66m	—	—	$f_0 = 0.306 \times t^2$
無負荷最大張力	759.0kg	—	—	$T_0 = W \Phi_0 = W / (8S_0) \sqrt{1 + (4S_0 + \tan \theta)^2}$
索重量+搬器重量	—	293.8kg	493.8kg	$W+P$
荷重比	—	1.0320	1.5479	$n = P/W$
垂下比当値係数	—	0.7525	0.7113	$Z_1 = (1+n) / \sqrt{1+3n+3n^2}$
当値垂下比	—	0.02437	0.0230	$S_1 = Z_1 S_0$
負荷時最大張力	—	2039.2kg	2703.9kg	$T_1 = (W+P) \Phi_1 = (W+P) / (8S_1) \sqrt{1 + (4S_1 + \tan \theta)^2}$
安全率	—	6.37	4.80	$N = T_{B.s} / T_1$

ただし、p：索の単位長重量（kg/m）0.724kg/m t=5.32秒（振動波法による）  
 l：スパンの斜距離267.68m l<sub>0</sub>：水平距離267.45m  
 L：スパン267.45m（ノンプリズム測距儀による） T<sub>B.s</sub>：破断張力=13000kg  
 h：スパン高低差11.01m

以上のことからスカイラインの許容安全率2.7を超えており十分な安全率である。

#### V ま と め

芦生演習林で全自動架線システムによる森林の総合的研究が行われることになった。一次は架線の運転のトラブルで試行錯誤もあったが、完成することができた。現在の架線架設位置はスギ林を対象にされているが、将来的には芦生演習林の広葉樹天然林に架設することが計画されている。この架線システムを活用した本格的な観測が実施されよう。

#### VI 参 考 文 献

- 1) 集材機架線作業の実務(1978). 林業機械化協会 . 123
- 2) 集運材架線技士テキスト(1962). 労働省労働基準局監修. 56-61

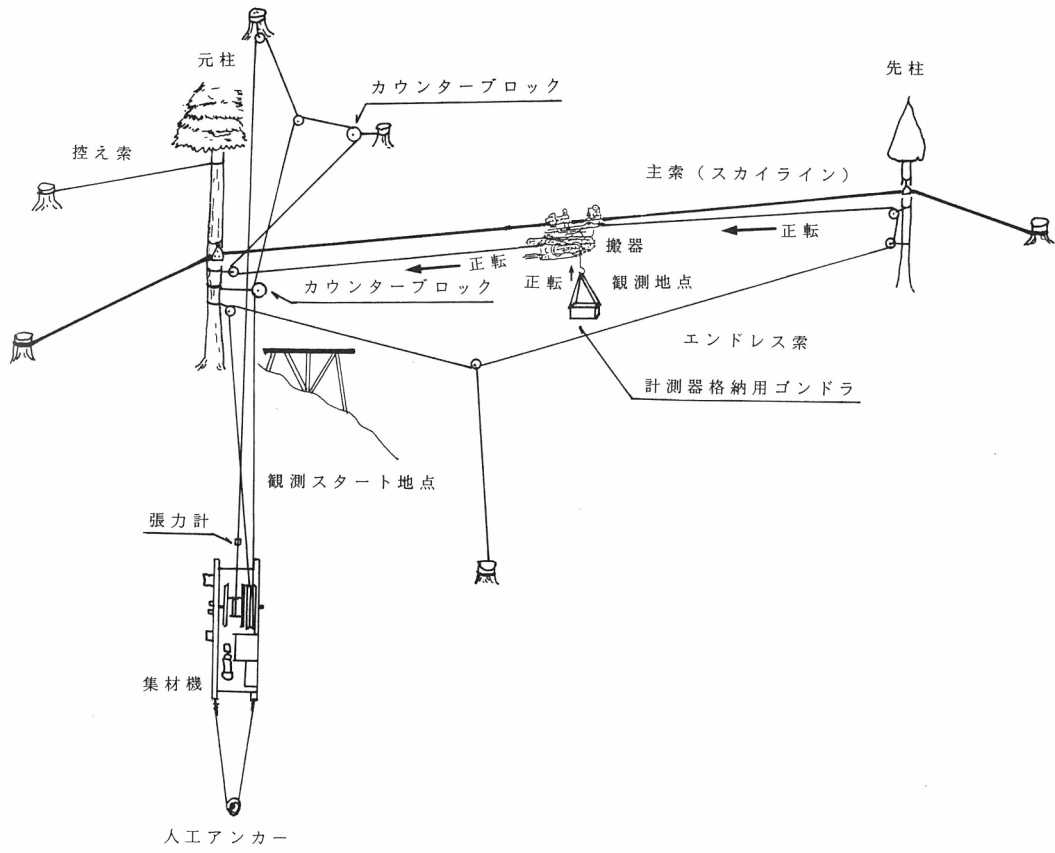


図 - 1 索 張 り 図

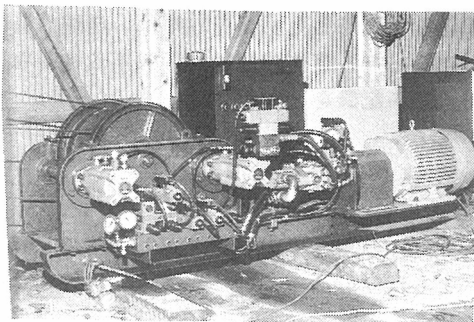


写真-1 集材機

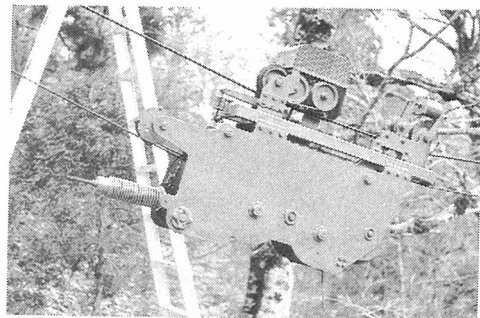


写真-2 搬器