

再造林における苗木や資材類の運搬方法に関する研究

(簡易架線における主索張力計算手法の検証)

森林経営課：山崎敏彦・山崎真 企画支援課：大廻隆寛

■ 目 的

近年の再造林については、ニホンジカ等による食害を防ぐ目的で、シカネット等の鳥獣害防止施設の整備が必要な箇所が増加し、過去5年間（H26～H30）の高知県造林事業における再造林・鳥獣害防止施設の実績を見ても、増加傾向にある。本県のように急峻で複雑な地形の多い森林では、高密度な路網整備や機械化が困難な森林が多く、苗木だけでなく、獣害防護資材の運搬のため、作業員の労働強度や作業コストが高くなってきており、再造林の推進には、運搬の省力化が必要となっている。本研究では、苗木や獣害防護資材の効率的な運搬と、造林作業者の軽労化を図るため、簡易な架線を利用することによる造林資材を運搬する手法の開発と検証を目的とする。

本年度は、使用するワイヤロープの選択、端末アイ加工強度の確認、ロープ途中での捆線方法等の基本試験を実施した後、当センター構内（架線作業主任者講習地）で主索張力等の測定を行い、その結果から簡易な張力算出方法の適応性を検討したので報告する。

■ 内 容

水平支間長 180m、支間傾斜角 10 度の主索張り調整で荷掛および荷外しが可能なスラックライン式で、表 1 に示す主索用ワイヤロープと作業索用ワイヤロープを用いた。図 1 のようにシカネット用支柱（皮膜鋼管支柱φ33mm×2.4m）を安定して運ぶための単管パイプを用いた長さ 1.8m の 2 点吊り搬器（空搬器質量 12kg）と、シカネット設置 100m 分の資材類で最も質量が大きい支柱 50 本（10 本/束×5 束、控用支柱含む質量 67kg）を組み合わせ、試験を行った。

負荷索試験として、搬器荷重（吊り荷+空搬器+作業索）0.789kN を上支点近くで吊り荷が地面から離れるところまで主索を張り上げ、小型ウインチドラム作業索を逆転させ自重で下支点側へと移動させた。その過程で支間中央部（主索張力が最大になる位置）での搬器位置をトータルステーションで測定し、主索位置を確認し張力を測定した。

無負荷索試験は、搬器を上支点近くの出発点へ小型ウインチドラム作業索を巻き取り、その後主索位置の印を施し、小型ウインチドラム主索をゆっくり逆転させ搬器をおろし荷および搬器を外し、前述の印の位置まで無負荷状態の主索を張り上げ、索揺れが安定したところで支間中央部の主索位置をトータルステーションで測定し、主索位置を確認し張力を測定した。なお、張力の測定については、ロードセル（容量 10kN）と計測用データロガーを用いた。

表 1 使用したワイヤロープの諸元

区 分	ワイヤロープ	
	主索用	作業索用
構 成	6×19 G/O	6×19 G/O
種 別	B種	S種
ロープ径	5mm	3mm
破 断 力	14.3kN	5.49kN
単 位 質 量	0.091kg/m	0.033kg/m

※S種は東洋製綱（株）の規格

■ 成 果

図2の索張り縦断面図のレイアウトにおいて表2必要箇所についてトータルステーションを用いて測量し、位置関係の数値を得た。その実測値や計算値について表2に、使用した器資材の質量および重量を表3に示す。

次に式1と式2に数値をあてはめ計算をした。その結果と実測主索張力を表4に示す。両方の式に共通して必要なのは、主索ロープ長の1/2重量と搬器荷重で、式1の特徴は支間水平距離と垂下量を用いるのに対し、式2では主索の支点中央索内角が必要な点である。表4を見ると、無負荷索は実測値と同等であるが、負荷索は実測値をやや上回る結果となった。計算値が高いほど安全側に立つのでこの差では実用上問題ないものとする。このことから索張りの架設・運転時に管理の必要なポイントとして、支間水平・斜距離と垂下量または支間中央索内角の把握が必要となる。

なお、式2で算出された負荷索張力3.65kNに衝撃が加わったとして3割増しにすると4.75kNとなり、今回使用した主索の破断力14.3kNを4.75kNで割ると安全係数3.0となり、機械集材装置または運材索道における主索安全係数2.7を上回り安全であることがわかる。



図1 2点吊り搬器と吊り荷の様子

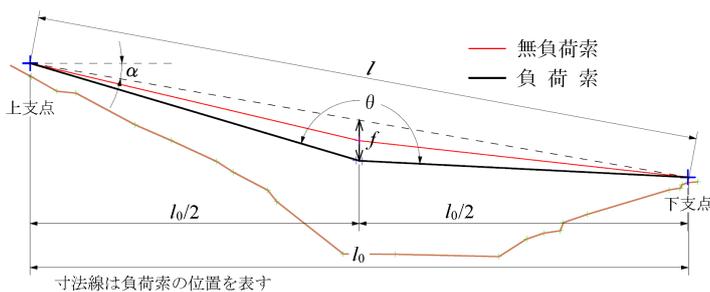


図2 索張り縦断面図

式1

$$T = \frac{(w_{1/2} + P)l_0}{4f}$$

式2

$$T = \frac{w_{1/2} + P}{2\cos\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

表2 検証するための実測値および計算値

記号	名 称 (単位)	実測・計算値	
		負荷索	無負荷索
l_0	支間水平距離 (m)	179.87	179.87
f	中央垂下量 (m)	11.13	5.63
α	支間傾斜角 (度)	9.88	9.88
l	支間斜距離 (m)	182.58	182.58
θ	支点中央索内角 (度)	166.30	173.04

表3 使用した器資材の質量および重量

記号	名 称	値	備 考
p	主索の単位質量	0.091 kg/m	表1より
$w_{1/2}$	主索の1/2重量	0.081 kN	$w_{1/2}=p \times l \div 9.8 \div 1000 \div 2$
P_0	積荷質量	67.0 kg	
P_c	空搬器質量	12.0 kg	
p'	作業索の単位質量	0.033 kg/m	表1より
w'	作業索重量	0.015 kN	$w'=p' \times l \div 4 \times 9.8 \div 1000$
P	搬器荷重	0.789 kN	$P=(p_0+p_c) \times 9.8 \div 1000 + w'$

■今後の計画

ウインチ新規導入のコスト低減を図るため、軽トラックホイールに取り付けた試作ドラム(図3)を利用した方法で搬器を動かすことと、任意の場所で作業索のみのコントロールで荷の上げ下げができる方法を検証する。また、今回得られた結果から現場で架設や管理のしやすい早見表および負荷索時の安全性向上のための簡易張力警報装置等の試作に順次取り組む。

表4 主索張力の計算値と実測値

区 分	主索張力区分(kN)	
	負荷索	無負荷索
式1	3.51	0.65
式2	3.65	0.67
実測値	3.38	0.67



図3 軽トラックホイールに取り付けた作業索用ドラム