

多径間輸送用索道のケーブル張力の変動に関する数値解析と考察

信州大学工学部 正会員 吉澤孝和 〇学生員 宮下修

1. はじめに

スキリフトなどの多径間連続ケーブルは、索条に搬器を一定の間隔で吊し、索条を移動させることによって搬器を運搬する輸送システムである。索条を高い張力で緊張することによって系全体の剛度が保持される。このシステムの設計には通常、搬器の重量をケーブル全体に一樣に分布する荷重に換算した方法が用いられている。したがって搬器の移動に関係なく、系の各部でのケーブル張力が算定される。本研究は、実際の系においては搬器の移動に伴って、ケーブルの各部の張力がどのように変動するかを数値解析によって検討するものである。解析の対象とした系は、野沢温泉スキー場の全長1642.17mのゴンドラリフトである。

2. 解析手法

ケーブルをチェーン(要素長1cm)を連結した力学系で近似し、以下の手法で解析する。

- 1) 単径間ケーブルの解析方法 ①ケーブル長の仮定 ②左側支点の支点反力の2軸方向成分の仮定
 ③ケーブル形状を各節点の平衡条件により算定 ④右側支点でのケーブルの結合誤差の算出 ⑤結合誤差が1mm以内であれば計算終了 ⑥1mm以上ならケーブル長を修正して②へもどる ⑦収束するまで反復計算
 2) 多径間連続ケーブルの解析手法 ①上記1)より往路の個々のスパンでの静止状態の形状を解析
 ②各支柱上の支持滑車上で発生する摩擦力の計算 ③各スパンのケーブル左端張力の修正 ④運転時における各スパンの形状を解析 ⑤余剰長(静止時と運転時のケーブル長の差)の計算 ⑥復路も同様にして①～④を計算 ⑦不足長(余剰長の逆)の計算 ⑧[較差]=[余剰長]-[不足長]の計算 ⑨[較差]≤[1cm]ならば計算終了 ⑩[較差]>[1cm]なら緊張滑車の位置を較差の1/2だけ修正し②へもどる ⑪収束するまで反復計算

3. 解析条件

図1に解析対象の野沢温泉スキー場ゴンドラリフトを示す。図に併記した数値を用いて、原動滑車を山頂側、緊張滑車を山麓側に配置した場合について解析をおこなう。解析では、緊張側で緊張滑車抵抗(17kg)が発生するものとし、乗降用停留場内の索輪での抵抗も考慮する。なお、原動滑車側での抵抗は無視する。

4. 解析結果及び考察

解析は解法A(通常的设计法)、解法B(搬器をケーブルの等分布荷重に換算した本解析法)、解法C(搬器を集中荷重として扱った本解析法)の3つの方法でおこなった。表1に第6スパンのケーブルの左端(ポイント1)、および第12スパンのケーブルの左端(ポイント2)の張力を示す。解法Cは一つの搬器が起点0の上に位置した場合で、このとき各位置での張力の変動値はポイント1では最大、ポイント2では最小値を示す。

図2は一つの搬器が緊張滑車と原動滑車の間を往復するときに生ずる搬器の位置でのケーブル張力の変化を示す。集中荷重で計算した解法Cは、変動がはげしく、特に輸送荷重の大きい往路で顕著である。しかし、分布荷重で計算した解法Bよりも全体的に低めの値を示す。

図3に第9スパン内を搬器が移動する場合の搬器取付位置でのケーブル張力の変化とそれに対応する他のスパン内でのスパンの搬器数を示す。■のマークは、あるスパンで搬器数が変化したことを示す。図には搬器を10m刻みで移動させたときの張力を示す。解法Bによるものは破線で示すように、搬器がスパンの左端から右端へ移動するにつれて連続的な張力増加を示す。しかし実際の系では、解法Cによる実線のように張力が変動する。このような変動が生ずる原因は、当該スパン、または他のスパン内に存在する搬器の数の変化にある。例えば(4)から(5)では、当該の第9スパン内の搬器数が2個から1個に減少するために張力

表1 解析手法によるケーブル張力の比較

		ポイント 1	ポイント 2
A	通常的设计での実用式(kg)	22573.6	30359.0
B	本法(分布荷重に換算)(kg)	22554.5	30328.5
C	本法(集中荷重として)(kg)	22685.3	30275.7
	A-C , (A-C)/C	-111.7, -0.005	83.3, 0.002
	B-C , (B-C)/C	-130.8, -0.006	52.8, 0.002

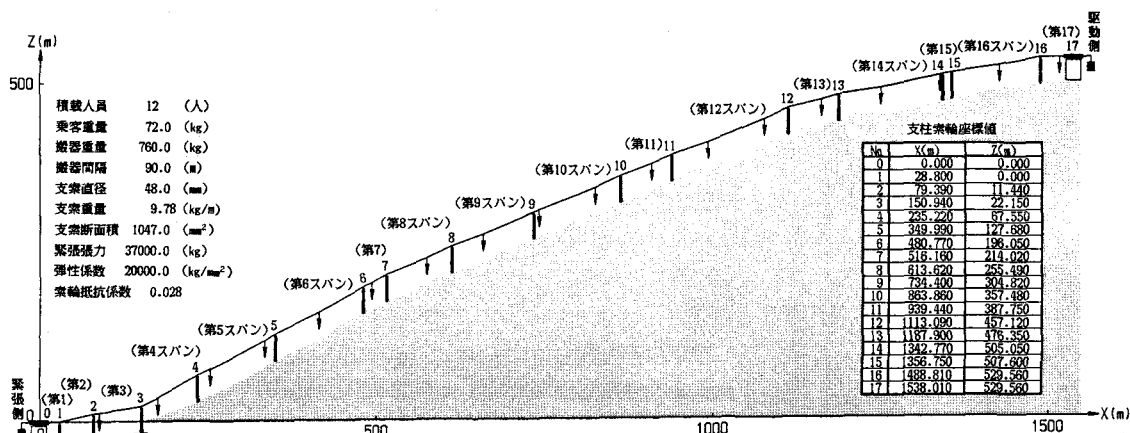


図1 野沢温泉スキー場 Gondラリフトの諸元

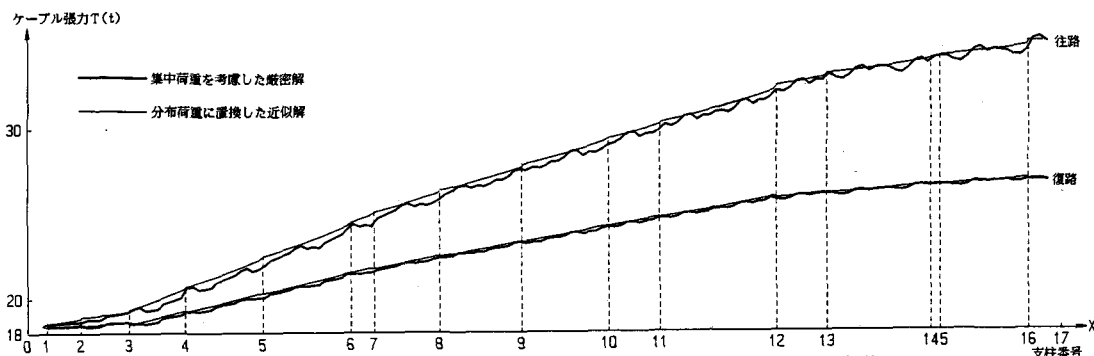


図2 搬器の移動に伴う当該搬器取付位置のケーブル張力の変化

の低下が起こる。また、(6)から(7)では、第5スパン内の搬器数が2個から1個に減少するために張力の低下が起こる。逆に(2)から(3)や(11)から(12)では、第5スパン内の搬器数が1個から2個に増加するために張力の上昇が起こるものと思われる。さらに、第3スパンに搬器がないときに第9スパンのケーブル張力が大きめに保たれていることから、第3スパンのように支柱間勾配が急変する手前のスパンでの搬器数がケーブル張力に大きく影響するものと考えられる。その他の諸点に対する考察は、搬器の位置とケーブル張力の関係を更に詳しく調べなければならない。

近年の輸送ケーブルは大型化・高速化している。そのためにケーブルの緊張力はかなり高いものとなる。振り幅の大きい張力の変動はケーブルの疲労を加速することになるので安全輸送上の新しい課題と考えられる。

脱索は支柱部の滑車からケーブルが外れる現象である。支柱通過時におけるケーブル張力の変動が脱索とどのように関わるかは、搬器荷重や風荷重の条件を考慮して今後詳細に検討しなければならない。

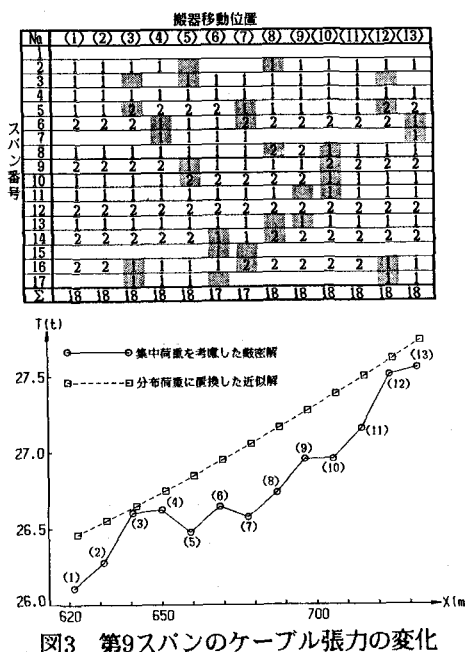


図3 第9スパンのケーブル張力の変化