

スキースリフト用ケーブルの力学挙動に関する基礎的研究

信州大学工学部 正会員 吉澤孝和 ○学生員 加藤清隆

はじめに スキースリフトのようなケーブルの高張力を利用した輸送施設は、一条の索条の上に搬器を所定の間隔で吊し、索条を移動させることにより搬器を運搬させる方式で単線固定循環式索道と呼ばれている。本研究において解析の対象とするスキースリフトのようなシステムは、単線固定循環式で、搬器の位置で種々の集中荷重を受ける多径間連続ケーブルとして解析を行うことが可能である。これまでの研究¹⁾では、便宜的に静止状態のケーブルに対して解析を行ってきたが、本研究では、緊張滑車及び支柱上の滑車での抵抗を考慮し、運転状態にあるケーブルについて解析を行う。また、スキースリフトのような多径間連続ケーブルは、設置される場所の地形や支柱の配置形態によって多様性があり、荷重条件も複雑である。そこで、本研究においては、このような条件をふまえて、運転状態にある各種の多径間連続ケーブルの挙動を数値解析によって比較検討を行うものである。

解析手法 数値解析のアルゴリズム

を図1に示す。最初に、静止状態における引張側及び弛緩側の解析を行う。静止状態の解析が終了したならば、緊張滑車及び各支柱上に設けた受索輪（圧索輪）で発生する抵抗を考慮し、引張側及び弛緩側の解析を行い、較差を求め、これが許容量以内収束するまで反復計算を行う。そこで、最終的に得られた数値を解とする。

なお、本研究においては、緊張滑車では機械抵抗及び弯曲抵抗が発生するものとし、原動滑車での抵抗は無視する。

また、本研究では、ケーブルをチェーンで近似し、応力法により解析を進めた。通常、ケーブルをチェーンで近似したモデルでは解析手順が大幅に単純化される。この解法においてもチェーンの分割数を多くすれば、簡単に厳密解に近づくことが知られている。²⁾

解析条件 図2は、縦断面上における線路の配置形状を示す。

Type 1は、 30° の一様勾配をもたせた直線上に並ぶ支柱上に線路を配置したものであり、Type 2は、凸型の斜面、Type 3は、凹型の斜面に配置したものである。

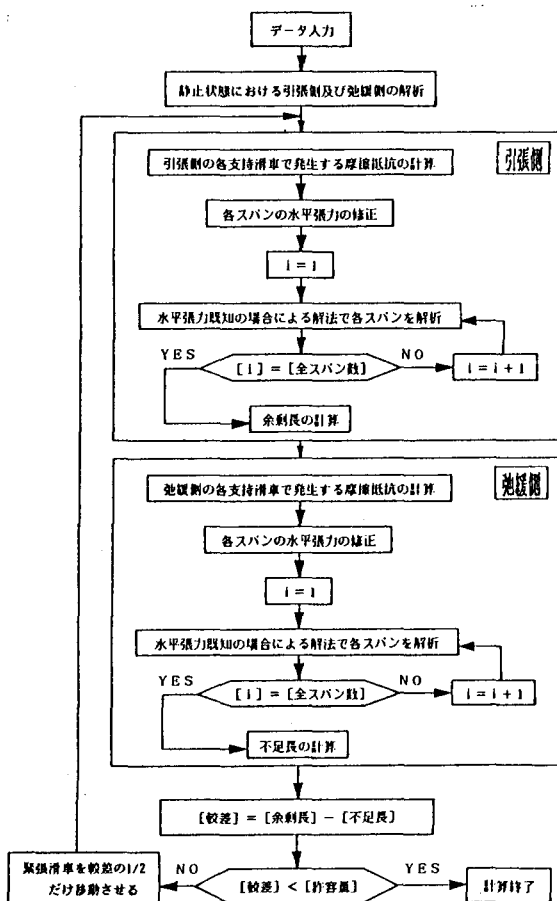


図1 数値解析のアルゴリズム

1) 吉澤孝和・尾崎昇：多くの支点を有し任意荷重を運搬する索道ケーブルの解析，土木学会中部支部研究発表会講演概要集 pp.70-71, 1988年 3月。

2) 吉澤・高村：任意荷重を受けるケーブルの図解法および数値解法，土木学会論文報告集第 275号, 1978。

図3は、平面上における支柱の配置を示す。ケーブルのスパン割は、等間隔で10スパンに分割したType A、及び不等間隔で10スパンに分割したType Bの2通りである。Type A, Bは一直線上に配置されており、総支間長は500mである。ここでスパン番号は、原動滑車が山頂側に存在する場合、もしくは山麓側に存在する場合のどちらのケースに対しても、往路・復路共に緊張滑車側から順に1, 2, 3, ..., 9, 10とし、また、各スパンに対して、緊張滑車側の支点を緊張側支点、原動滑車側を原動側支点と呼ぶ。水平張力は本解析例では、Case a(2500kg), Case b(5000kg), Case c(10000kg)の3通りについて解析を行う。

ケーブル及び載荷荷重については、ケーブルの単位重量は3.5kg/mで、搬器が15mの等間隔で取り付けられている。往路側のすべての搬器は実車（乗員あり）である。これに対して復路側のすべての搬器は空車（乗員なし）とする。また、搬器の自重は70kg、乗員の重量は80kgとする。なお、本解析例では、風圧荷重は考慮していない。

以上の条件のもとで、各方式の組合せについて数値解析を行い、比較検討をする。

解析結果 図4は、ケーブル張力の変化率を示す。

これは、各スパンの緊張側・原動側両支点での静止状態から運転状態へ移行した際のケーブル張力の変化率である。(a)図は線路の配置形状が一様勾配をもつ場合、(b)図は凸型形状の場合、(c)図は凹型形状の場合である。各図において、支柱の配置はType A、水平張力はCase a(2500kg)、原動滑車が山頂側に存在する場合の解析結果である。それぞれの図を比較してみると、支柱の配置、水平張力などの要因が同じであっても、線路の配置形状により異なった特性を示していることがわかる。この解析では山頂側に原動滑車を置いたが、逆に山麓側に置く場合には、(a)図のタイプを例にあげると、往路側では原動滑車に近いほど、ケーブル張力の減少率が大きく、復路側では増加率が大きくなるという傾向がみられる。

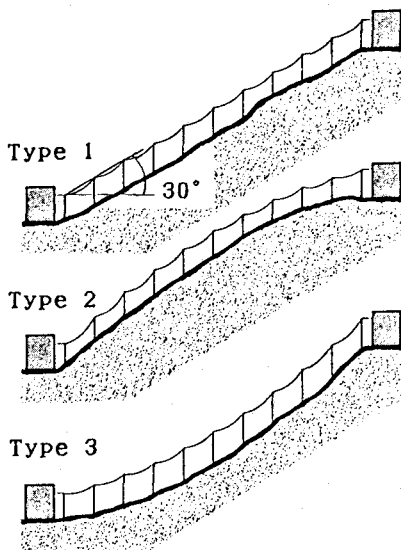


図2 線路の配置形状

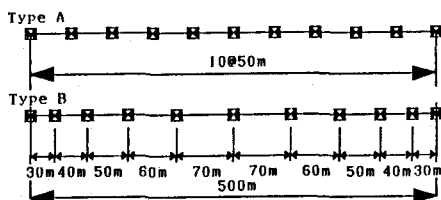


図3 支柱の配置

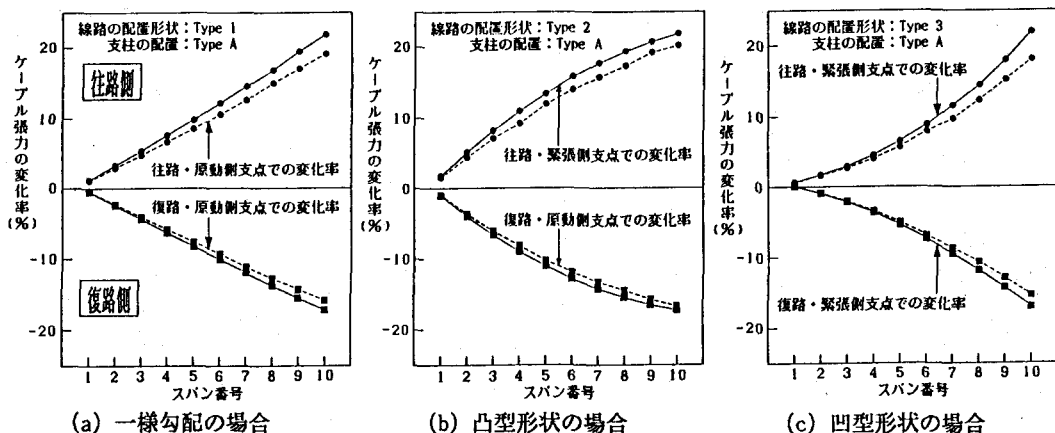


図4 ケーブル張力の変化率