

索道用ケーブルの張力に対する風の影響

信州大学工学部 (正) 吉澤孝和 ○(学) 三木大隆

1 はじめに スキー場における近年のスキーヤの輸送設備は、大型化・高速化の傾向にある。1～2人乗りのスキーリフトに代わり、数人乗りのゴンドラリフトが増加している。しかし設計法は従来のものと大差はない。搬器の大型化は必然的にケーブル直径を増加させる。搬器とともに風荷重の影響を受けやすくなることが予想される。本稿はゴンドラリフトの運転時における風荷重の影響を数値解析により検討し、これを将来的には脱索等の事故防止や、より安全で合理的な搬器間隔および支柱配置方式の設計法に利用できる基礎資料とすることを目的とする。解析の対象として、野沢温泉スキー場のゴンドラリフト(全長 1642m, 水平距離 1538m, 高低差 530m)を選んだ。

2 風荷重の作用方向別検討 解析手法は文献1)に準ずる。山麓から山頂に向かうケーブルの水平方向にX軸、鉛直方向にZ軸、右手系でXZ面に直角にY軸をとる。図1は個々の軸方向別に同一速度の風荷重を作用させた場合の各搬器の取付位置におけるケーブルの張力である。山麓側に緊張滑車を置き水平張力 18500 kgを加えている。ケーブル張力は緊張滑車から遠ざかるにつれて変動幅が増す。風荷重が作用しない場合に対して、登り線(満車)では-Z方向の風が最も張力を増加させ -X方向の風がこれに次ぐ。反面 +X, +Z方向の風は張力を減少させる。下り線(空車)の場合も類似の傾向が見られる。+Y軸方向の横風がケーブルの

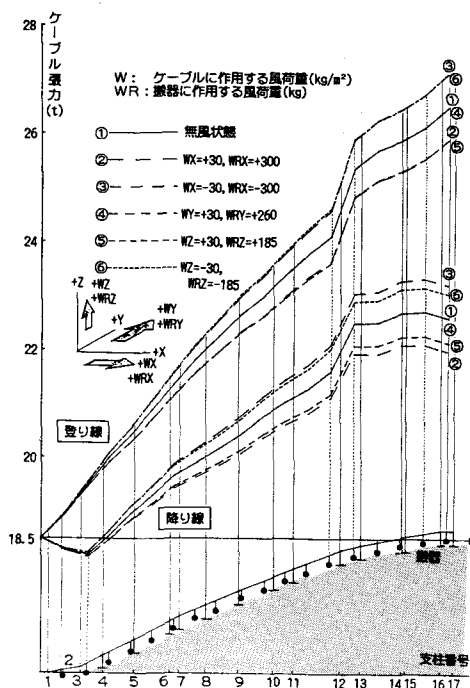


図1 方向別風荷重の作用に対するケーブル張力
(個々の搬器の取付位置における緊張力)

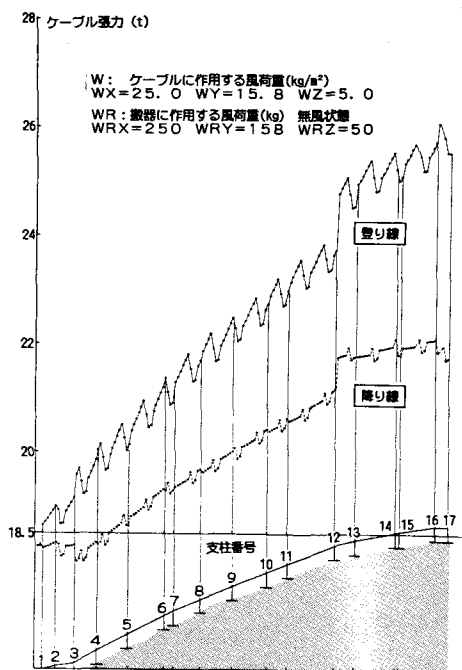


図2 谷風の作用の下での運転中のケーブル張力変動
(1台の搬器の往復中の搬器取付位置の緊張力)

1) 吉澤・宮下：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，JSCE中部支部講義集，1992。

張力に及ぼす影響はほとんど見られない。

3 運転時の風荷重

図2に搬器とケーブルに作用する谷風の3軸方向成分を示す。

この荷重の下でリフトを運転した場合、1台の搬器が山麓と山頂の駅を往復する間の搬器取付点のケーブル張力の変動を考察する。

登り線の張力は搬器が山頂部の原動滑車の近くに達した時最大値

を示し、山麓の緊張力の138%まで上昇する。そして下り線に入ると118%となり、20%ほど低下する。なお、谷風の場合は図1の検討で明らかのように、無風状態でのケーブル張力よりも低目の値を示す。

搬器がひとつのスパンを通過する間においても張力は図示のように頻繁に変動する。この変動は主として他の搬器が支柱部を通過して他のスパンへ移行することに起因することを、過去の研究で確認している。¹⁾ 図2において注目すべき点は、各スパン通過時の張力変動の波形である。これには支柱間の直線勾配とスパン長が関与しているものと考ええる。概して直線勾配の急なスパンでは振幅が小さく、緩やかなスパンでは振幅が大きい。また支柱の両側のスパンの直線勾配が変化する場所では、波形が著しく変動する。

表1は、無風状態と有風状態における各スパン通過時の搬器取付位置の張力変動幅を、登り線と下り線について示したものである。

		1	2	3	4	5	6	7	8
無風状態	登り線	30	365	497	503	911	1131	513	428
	下り線	8	116	254	443	512	750	129	372
有風状態	登り線	29	353	488	525	852	1068	494	512
	下り線	7	109	217	347	551	504	197	284

	9	10	11	12	13	14	15	16	17
863	1062	523	851	568	747	*	671	536	
441	425	280	655	120	294	*	322	149	
811	798	502	795	557	720	*	643	535	
784	521	202	561	224	282	*	314	243	

注) *は短スパンのため計算省略

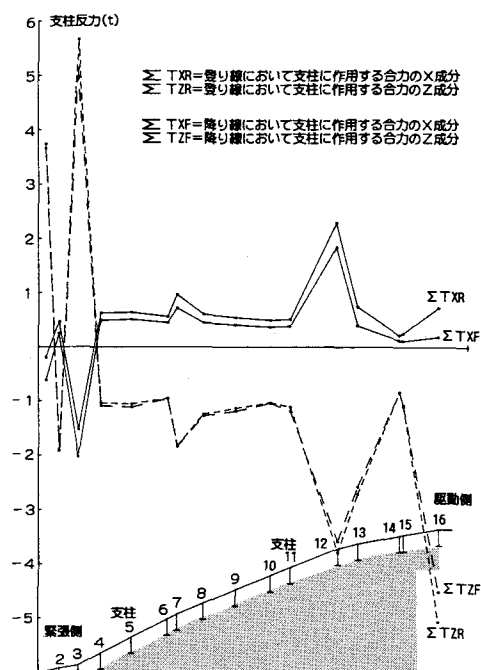


図3 谷風作用時の支柱反力(搬器:図1)

4 支柱に作用する荷重の検討 リフトの支柱に作用する荷重は、支柱の両側のケーブル張力の合力と支柱に直接作用する風荷重である。ここではケーブル張力の合力のみの検討を示す。搬器の位置が図1の状態、図2の谷風が作用した場合の各支柱に作用する力をX軸方向の水平成分(+)は山向(-)は谷向)とZ軸方向の鉛直成分(+)は上向(-)は下向)について図3に示す。

支柱に作用する荷重は支柱の配置形状に大きく支配される。ある支柱に隣接する左右の支柱を結ぶ直線が、下に凸の形状に折れ曲がると、支柱3のような上向きの荷重が、上に凸の形状では支柱12のような下向きの荷重が作用する。折れ曲がり角が大きいほど正負の荷重も大きくなる。なおこれにはスパン長も影響する。

5 おわりに 風荷重によってケーブル張力が大きく変動したり、支柱に作用する荷重が正負に反転するような場合、脱索等の事故を起こしやすい状態となる。本稿では一様な風荷重の例題を示したが、風荷重も搬器の位置も時間と共に変動するものである。このことを考慮して本研究は、今後多くの解析条件を設定してリフトの設計に関する注意点を検討していく必要がある。