

集材機作業索の引張作用に関する試験

本 多 三 雄¹⁾
秋 保 親 悌²⁾

1 試験の目的

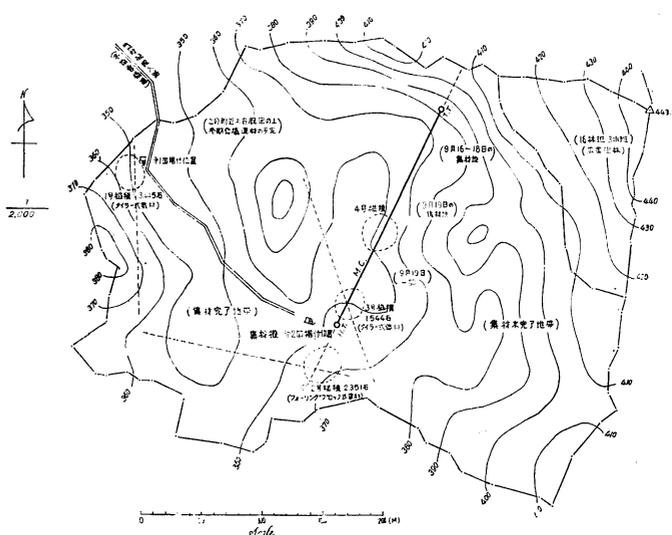
集材機作業索は近時集材能率向上の見地から、引張力並びに速度大となり鋼索にとつて苛酷な条件を増し、寿命の低下、したがつて消耗の増加を招く傾向を有している。かような条件下の消耗現象については、耐久試験などによつて究明し寿命延長の対策を求め、資材経費の節減をはかることは緊要な課題と考える。

この試験は鋼索の損耗に影響を及ぼすと考えられる張力と速度について、現場使用実態の測定を行い、作業上あるいは鋼索取り扱い上の注意事項並びに前記試験研究上必要な条件と資料とを求める目的で行つたものである。

2 試験の場所と集材方式

この試験は秋田営林局管内、能代営林署仁鮎経営区小掛山国有林じゃくじり沢 16 林班い小班において昭和 27 年 9 月 16 日から 19 日にわたつて実施したもので、試験地の地形および集材状況を第 1 図に示す。

この試験では集材機は Y—25 第 2 回据付位置にあり、主索は MC にて示す実線のごとき配置であつた。試験実施間の集材範囲は主として 9 月 16~18 日の集材地および 9 月 19 日集材地に示す附近で、大部分 4 号



第 1 図 27 年度伐採地、地形および集材機配置図
(仁鮎小掛山国有林じゃくじり沢 16 林班い小班内)

- 1) 経営部作業科長
- 2) 秋田支場経営研究室

はい積に荷卸しし、ただ 19 日最後の数回（引縮索試験の後半）のみ 3 号はい積附近の集材を行ひ、これに荷卸ししたときに測定を行つたのである。

集材機の要目と架線方式を示すと次のとおりである。

集材機 岩手富士産業株式会社製 Y—25CD 型

いすず DA—75 ジーゼル機関 (3000 rev/min, 60 HP) 付

2 胴, 12 mm 鋼索巻込容量 770 m,

速度 3 段 93, 198, 422 m/min (1.55, 3.3, 7.03 m/s)

架線方式 タイラー式

スパン 201.4 m, 高低差 37.9 m (傾斜角 10°40')

主索 19×6 26 mm, 補助索 24×6 12 mm

3 試験方法

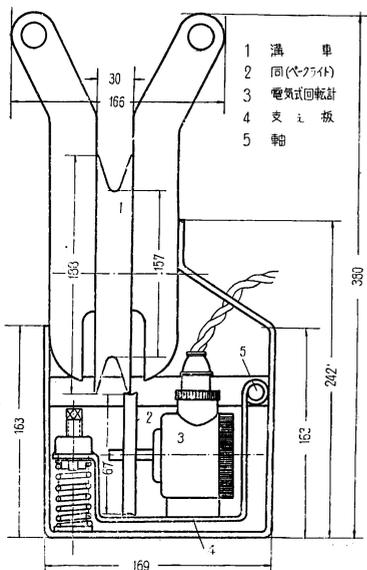
この試験には第 2 図に示すように特に 7" 並滑車（石井製）に電気式回転計（横河製 A—10 型）を取り付けたものを用意し、これを支柱下滑車として使用した。回転計は溝車フランジで駆動されるからこの滑車に引戻索または荷揚索を通し、作業時の回転数を読みとれば、各鋼索の線速度が換算される。回転計については各作業段階（横取吊上、自重降下、ただし荷揚索では卸し、および引戻し）ごとに最高値と平均して多く現われる回転範囲とを読みとつた。

また、この滑車全体には作業索張力が加わるから、この滑車を第 3 図のように張力測定索で別の滑車を通して力量加減器を介し牽引力計に連結し、張力の合力を記録測定した。牽引力計

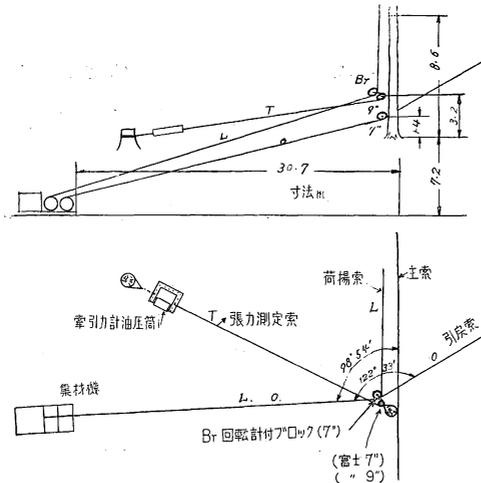
は先に雪上運材試験に用いたもの¹⁾と同一であり、ただ自記圧力計は圧力 20 kg/cm², 記録紙 1 回転 10 min のものを使用した。記録は圧力で示されるから、油圧筒ピストン面積および力量加減器倍率によつて力に換算することは前回と同じで、さらに作業索が回転計付滑車に掛つている時の巻掛角（実測はその補角）を知つて力の平行 4 辺形法から分力として索の張力を求めた。

第 4 図は引縮索張力測定方法を示す。すなわち引縮索の集材機寄りの部分を、牽引力計に取りつけた並滑車に通してクリップで締合せる。図中の鎖線部分は引縮索の緊張または弛めに使用した部分で、測定中はもちろん弛める。動力計 (2 t 容量) は試験終了時クリップを外したとき牽引力計の示度との比較検定に用いたものである。

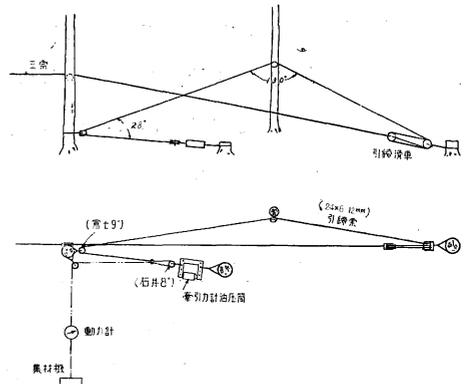
なおこの試験中、集材石数の記録とともに 2 t 動力計を用いて大部分の丸太重量を測定した。材積と重量との



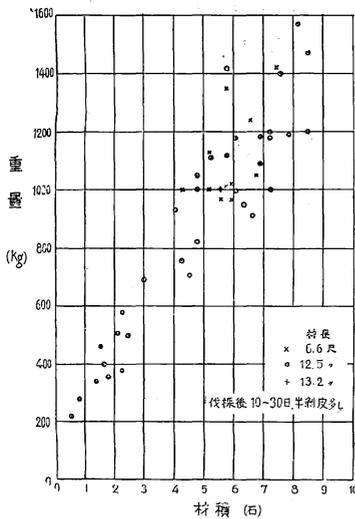
第 2 図 回転計付並滑車



第3図 作業索張力測定方法



第4図 引戻索張力測定方法



第5図 丸太材積と重量

関係は第5図のとおりで、半剥皮のものが多いためか、かなりのバラつきを示すが、未秤量のもの重量換算にはこれらの図上平均直線を用いた。

4 試験成績

1) 引戻索

引戻索の張力について、1回の集材ごとに牽引力計の円形記録から普通の図に直したものの2, 3の例を附図1に示す。附表1は、かような図から最高値および平均値(ただし自重降下については最低値)を読みとつた値と、鋼索速度とを併べたものである。

これらの結果特に附図第1によると引戻索は、タイラー式におけるその性能上荷かけ滑車の引戻のほかは、横取、吊上、自重降下、卸し等に直接関係がないにもかかわらず、極めて不規則不安定な張力を受けている。張力の絶対値としては大きくはないが衝撃的な変化を受けているので鋼索にとっては不利である。これらの変動は横取、吊上、自重降下、卸しなどの際の一時停止による吊材の惰力、あるいは素材、伐根、地面等への吊材の衝突によるものである。また引戻の際にも荷かけ滑車あるいは鋼索が障害物に引掛ることなどにより予想外に大きな力が働くことを示している。後者の場合自記圧力計の最大目盛を超した場合(936 kg 以上)もあつた(附表1試験番号18.02参照)。かくのごとく各回ごとに張力の変動は不規則で集材丸太重量との間には何等関係を認め難いことは引戻索の性質上当然であらう。

牽引速度は自重降下の際に大きな値を示し最高は 8 m/s (480 m/min) 引戻の際には 4.6 m/s

(276 m/min) が最大であつた。

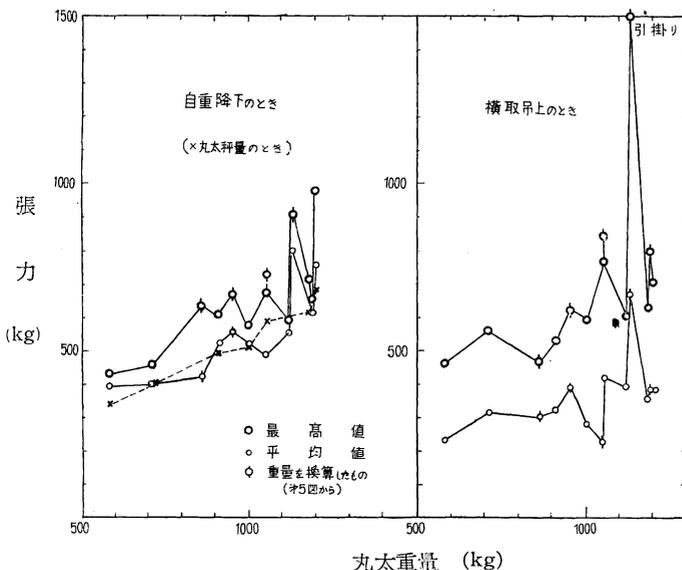
また引戻索の横取吊上時の速度は、後に示す荷揚索の速度に比し相当大きい値を示しており、これは両者の試験で別々に測定しているので直接比較はできないが、その時の集材機撰択速度（この試験では一々記録を取らなかつた）と機関回転数の関係のほか、斜面上の集材の関係で荷揚索の索引とは無関係に素材が転動し、あるいは斜めの吊上に伴う横移動による速度上昇をも含むと考えられる。

2) 荷揚索

前と同様に成績例を附図 2 および附表 2 に示す。荷揚索の牽引力の変化は引戻索に比較してかなり一様な状態を示し、特長としては自重降下の際に張力が顕著な振動的变化を示している。これは実際には荷揚索は移動していないが、引戻索の自重降下速度で搬器下の滑車によって索がしごかれるためと認められる。かような高速度で荷揚索が常にこの摩擦をうける点がタイラー式の不利な点であろう。概括的には荷重の 1/2 の張力である筈が、振動的張力の最高値は 1/2 よりもかなり大きい値を示し（附表 2 の試験番号 18.02 参照）、横取の際の引掛り等でははるかに大きな張力が作用することもある（同表 18.04 参照）。

丸太重量と張力との関係を図に表わすと、第 6 図のようにほぼ相関性を有するようである。ことに静止状態で行つた素材秤量時の張力が直線を示し、なお自重降下の時の平均張力とほとんど一致することが認められる。

索速度は荷卸しの際に最も大きく、最高 10 m/s に近い場合もある（附表 2 試験番号 18.02）。横取吊上時の速度が最も遅いのは牽引力を最高度に発揮する場合として自然であろう。この際引戻索の速度が荷揚索のそれに比して著しく大きい特異点については先に述べた。



第 6 図 丸太重量と荷揚索の張力

なお、引戻の際には荷揚索速度が引戻索のそれよりもかなり大きい筈であるが、附表 1 と 2 を較べ多少その傾向が認められる。すなわち理論的には荷かけ滑車が引かれる速度の 2 倍の速度で荷揚索が延びる筈である。引戻索のところでも述べたとおり別々に測定しているので、この 2 表の数値は直接比較することはできない。

3) 引縮索

附図3および附表3に測定結果の例を示す。引縮索の張力は前二者に較べて平滑な変化を示すことが特長である。これは一般に2車3車の引縮滑車を介して主索の張力のほぼ1/5が引縮索に現われること、三角滑車から引縮滑車並滑車等の多くの滑車を経ていること、主柱と尾柱が主索の張力に対し偏つてスパンのふれを生じ幾分柔軟性を示すこと²⁾等の理由により、作業索の衝撃的または振動的張力が搬器から伝わつても、これが緩和されて附図3のような大部分平滑な変化となるものと考えられる。横取りの際の引掛りでは幾分急激で最高圧の高い変化を示すこともある(附図3, No. 9, 附表3試験番号19.07の例)。

吊上または自重降下の際の張力と荷重との関係を図示したものが第7図である。丸太重量と張力との相関性が認められる。ほぼ静止秤量時の張力よりも10%以上大きい傾向を示している。横取引掛りの場合は2倍に近い張力を示す。先に筆者らの測定した引縮滑車の効率³⁾を考慮に入れ、上述の引縮索張力をほぼ5.4倍すれば、主索主柱側の張力と推定しても大なる誤りはない。

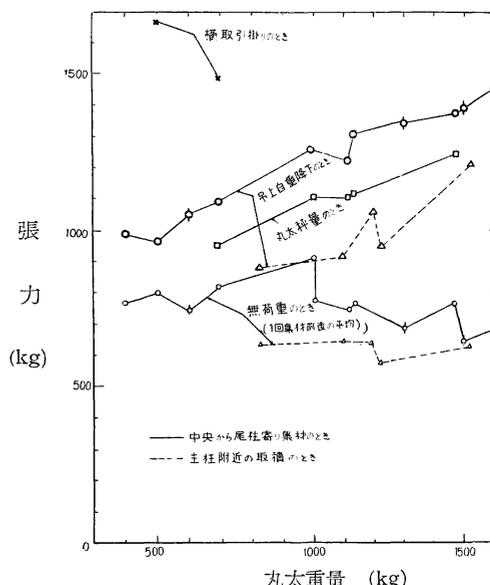
以上の観点によると主索張力の理論的計算が静止荷重によつていことから、安全係数の撰定には慎重を要することが判る。すなわち横取の際の引掛りあるいは自重降下の動的影響などから架線時想定した静的的安全係数の低下をきたすことに注意する必要があるからである。

第7図の無荷重時の張力は毎回の集材において、横取ははじめの零線と最後の引戻し終における零線の読みの張力の平均である。各回の測定において一致をみないのは、作業索の張力が充分零に復していないかあるいは前述のように滑車の数が多いためその摩擦があること、等に基づくものと認められる。

附図3のNo.17の右端試験終了時の圧力変化は、牽引力計並滑車に掛けた引縮索の止めクリップを外した後、集材機巻胴を少し縮めてから全く引縮索を緩めた時の変化である。クリップを外すと圧力がほぼ2倍になること。油圧筒圧力がほとんど零を記録し、記録圧力計の誤差は僅少であることを示している。

5 総括

(1) 特に用意した回転計付並滑車と油圧式牽引力計によつて、タイラー式架線集材における引戻索および荷揚索の張力と速度、並



第7図 丸太重量と引縮索張力

びに引縮索の張力について、集材現場において観測を行つた。

(2) 引戻索は搬器と荷かけ滑車の引戻しが役目で横取、吊上、自重降下、卸し等の作業ではただ附随的役目をもつにもかかわらず、一般に極めて不安定かつ衝撃的な張力を受けることが多い。これは吊材の惰性、動揺、衝突等による。また引戻しにおいても荷かけ滑車や鋼索の引掛りに起因する。今回の測定で前者の例では特に大きい張力ではない(卸しの際の衝突で 740 kg が最高)が衝撃的であり、後者では相当大きな抵抗(引戻しの引掛りで計器示度 936 kg 超過)を示すことがあり、集材上注意を要する。

(3) 荷揚索は前者に比し安定な張力を示すが、横取の際の引掛りのため大きな抵抗(1500 kg の例)を示すことがある。自重降下の際は自身静止状態でありながら、振動的張力を示すことが特長である。これは張力をうけながら搬器下滑車でしごかれるため、鋼索にとつては静荷重より大きい張力下で S 状の屈曲を繰返し極めて不利な状態であることを知り、かような条件下の鋼索損耗現象の研究の必要性が認められる。引戻しの際には荷かけ滑車の引揚と引込のとき張力を増すだけで引掛りの影響はない。

(4) 引縮索に加わる張力は安定した変化を示す。横取の際の引掛りには多少急な上昇を示すが、吊上、自重降下等ほぼ一定した張力を示し、引戻張力はほとんど現われなくらいである。引掛りの時は秤量時(静荷重に相当する)の約 2 倍の張力(1670 kg の例)を示すことがある。一般に吊上、自重降下の際の張力が秤量時の張力より大きく、これは動的の影響と認められるが、さらに研究を要する。これらの点は特に安全係数撰定上考慮に入れる必要がある。

(5) 引戻索と荷揚索の速度については、前者の最高は自重降下のとき 8 m/s、後者の最高は卸しのとき約 10 m/s であつた。いずれも張力のほとんどない場合であるが、自重降下の際にこの引戻索の速度で搬器下滑車により、荷揚索がしごかれることは第 3 項に述べた。横取の際には荷揚索速度は低く最高で 1.7 m/s、最低で 0.5 m/s 附近であつた。機械の能力として多少低いくらいである。

終にのぞみこの試験に関しては秋田営林局特に能代営林署によつて多大の便宜を与えられたもので、試験間同署の木村英寿技官および仁鮎事業所の嶋山馨、五代儀昭久の両氏には試験準備作業指示、現場測量と作図の労を煩わした。また回転数測定には、秋田支場の石井邦彦助手の協力を得、自記圧力計の記録採取並びに本稿図面の透写には本場機械研究室石橋泰彦助手の協力を得た。ここに記してそれぞれ深謝する次第である。(昭和 28. 8. 5 記)

文 献

- 1) 林業試験集報 第 60 号 (昭和 26 年) 雪上運材用トラクター及び雪橇に関する試験 21 頁参照
- 2) 実際に使われている集材機主索の張力と垂るみ量 日本林学会誌 第 35 卷 (昭和 27 年) 167 頁 Table 2 参照
- 3) 同上

MITSUO HONDA, CHIKAYASU AKIHO : Some Experiments on the Pull of Operating
Ropes of a Skidder.

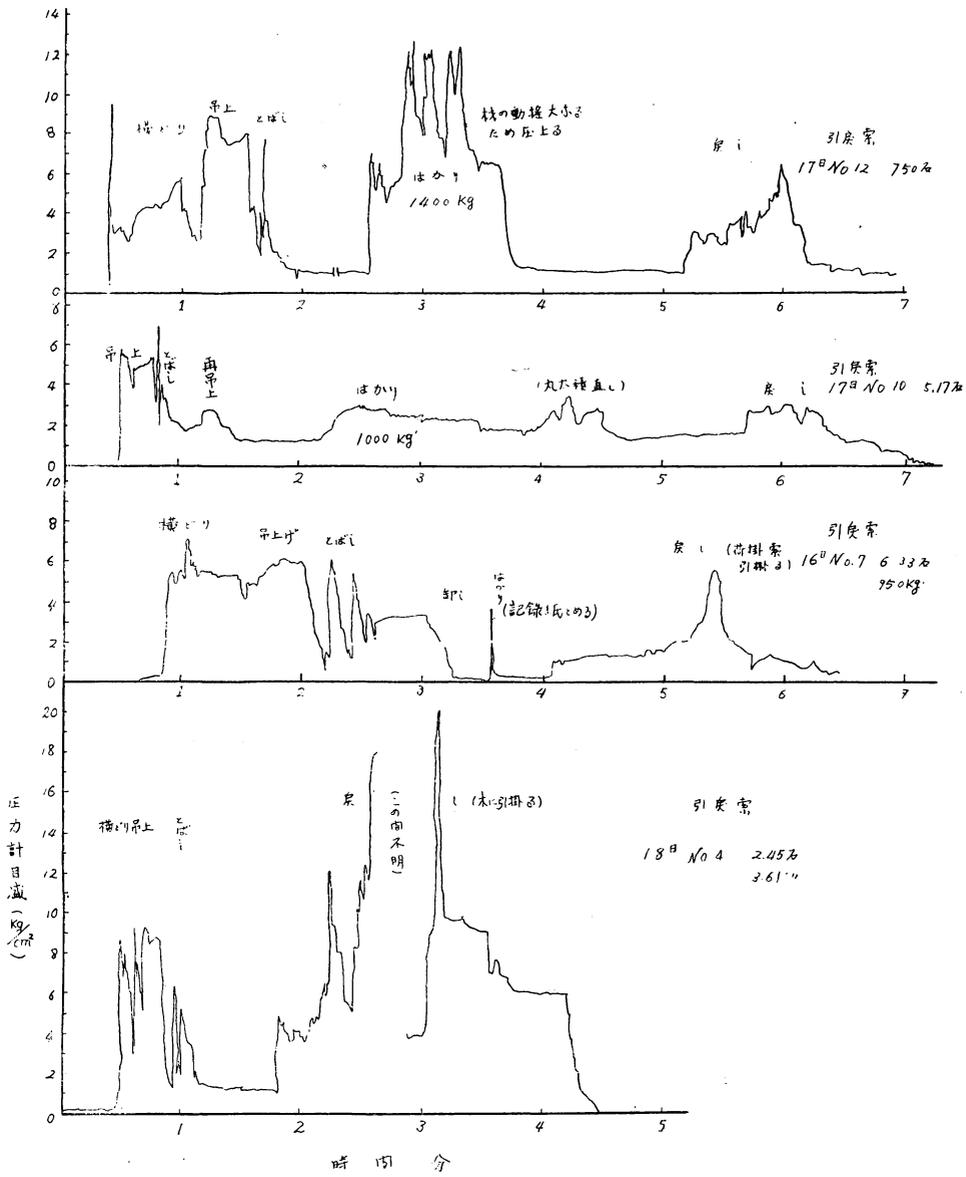
Résumé

To get some information about cable problems in logging and some materials for their laboratory test program for wire rope, the writers experimented on the working tension and speed of outhaul line and lifting line each during a skyline cable-skidding operation at a national forest in Noshiro district, Akita Prefecture. The rigging system was Tyler's, with a 26mm main cable and 12mm operating cables. The horizontal span was 201.4 m and the difference in elevation 37.9 m. A Y-25 CD type skidder of the Iwate Fuji Industrial Co. was applied.

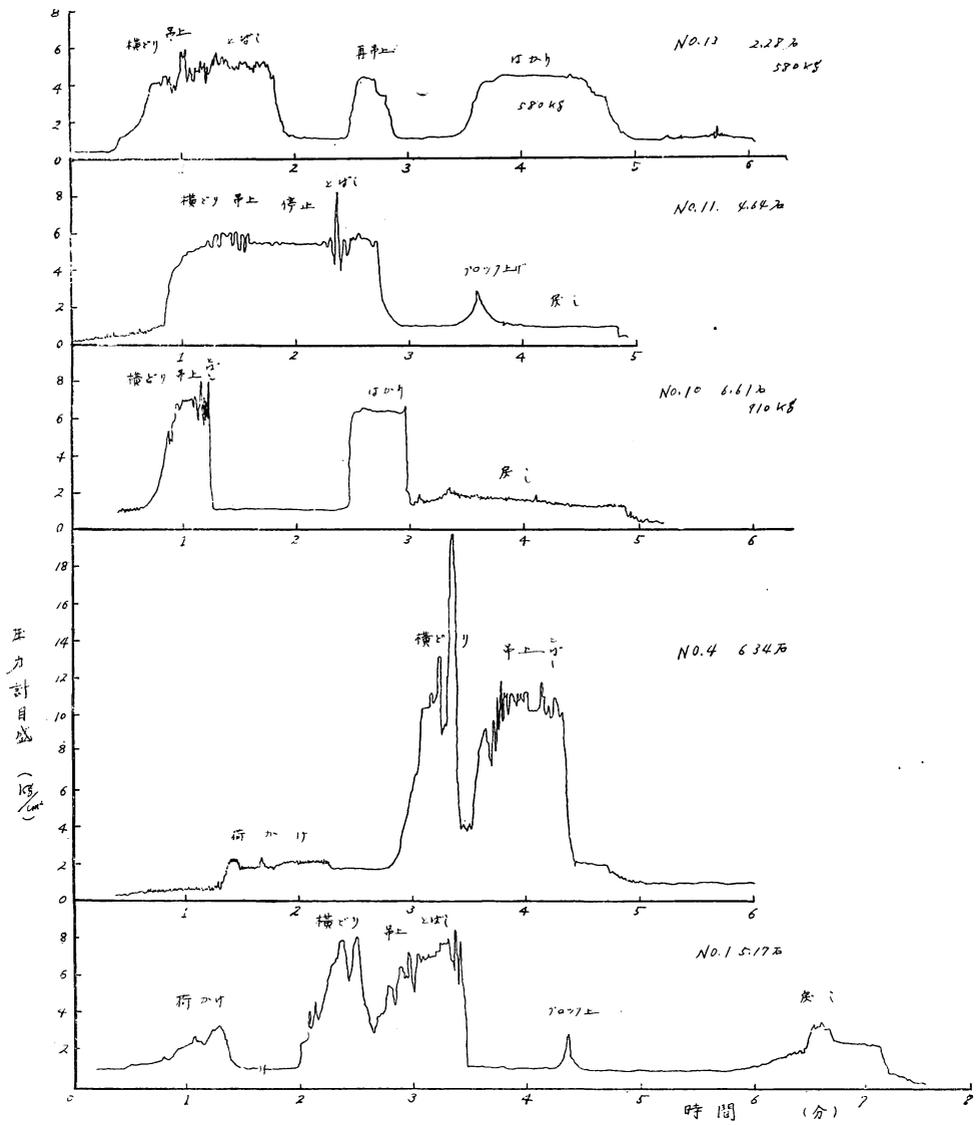
For this measurement, the writers arranged a special snatch block fitted with an electrical speed meter whose Bakelite friction pulley ran in contact with the sheave flange. This block hung from another block at one end of a rope, the other end of which was fastened to an oil dynamometer. As outhaul line or lifting line passed the special block, the resultant of each cable tension exerted a force on the dynamometer, causing oil pressure which was registered by a recording pressure gauge, and each line turned the sheave whose numbers of revolution per minute was indicated on the speed meter. Then the tension and speed of cable were estimated by calculation.

As for the tightening line, the tension at its fixed end was also measured by means of the oil dynamometer.

According to the results obtained, (i) Outhaul line is often subjected to very irregular and impulsive tension due to butting at obstacles or due to the inertia of a suspended log or logs in dragging, lifting or carrying-down by gravity, and also due to the hang-up of a loading block or cable itself in rehauling. (ii) The tension of lifting line is not so irregular as outhaul line, but sometimes increases considerably and quickly due to the hang-up in dragging. It shows a peculiar vibratory tension in carrying-down by gravity. (iii) Tightening line shows a very smooth change of tension, but receives a high and abrupt tension when the hang-up in dragging occurs. (iv) The highest speed of outhaul line is 8 m/s in carrying-down by gravity, and that of lifting line is about 10 m/s in lowering. Therefore at this outhaul line speed, lifting line is exposed to a snaky flexural movement under tension by the sheaves of a carriage and a loading block in carrying-down by gravity.



附図 1. 引索張力測定記録例



附図 2. 荷揚索張力測定記録例

(27. 9. 16—18)

附表 1. 引戻索の張力と速度の例 (タイラー式集材)

試 験	集材量		張力T kg 速度v m/s	作 業 区 分								摘 要	
	本数— 材 積	重 量 kg		横取吊上		自重降下		(秤 量)		引 戻			
				最大	平均	最大	最小	最大	平均	最大	平均		
引戻	16.04	1— 8.45	1200	T	275	250	350	(vは 平均) 75	225	225	93	81	
	v	—	—	—	—	6.4	4.8~5.7		—	—	4.6	1.8~3.8	
	16.09	1— 6.05	1180	T	462	234	381	94	194	194	206	106	
	v	—	—	—	—	6.1	3.2~5.4	—	—	2.1	1.6~1.9		
	16.13	2—(3.00 1.01)	—	T	343	204	187	175	—	—	131	100	
	v	—	—	—	—	3.5	2.9~3.2	—	—	4.6	3.8~4.2		
	17.02	1— 5.74	1010	T	285	75	426*	154	187	180	187	110	{ * 惰性のため, なお卸しの際ははい積に衝突し Tが600に急激に振れる
	v	—	—	5.8	4.5~5.1	4.8	3.5~4.3	—	—	4.2	3.7~4.0		
	17.06	2—(2.28 1.80)	380 (360)	T	164	150	267	56	220* 201	47 51	150	112	* 吊上のまま移動
	v	—	—	3.2	1.3~2.6	6.4	4.5~5.4	—	—	2.1	1.3~1.8		
	17.09	1— 5.94	1020	T	272	211	445	93	136	117	145	80	
	v	—	—	1.3	.48~.96	5.7	4.2~5.1	—	—	1.8	1.4~1.6		
	17.12	1— 7.50	1400	T	458	240	361	84	605*	280	313	148	* 材動揺のため
	v	—	—	3.2	2.2~2.6	8.0	3.2~6.4	—	—	1.8	1.3~1.6		
	17.13	2—(1.25 1.01)	—	T	365	218	257	70	—	—	379*	180	* ブロックが地上を引ずるとき
	v	—	—	3.2	1.6~2.2	3.5	2.6~2.9	—	—	1.9	1.4~1.6		
	17.17	4—(1.53 1.38 1.51 1.51)	—	T	192	159	550*	75	—	—	201	131	* 惰性のため, はい積上でさらに590に昇る
	v	—	—	3.7	1.9~2.6	7.3	3.8~6.1	—	—	4.2	2.9~3.7		
	18.02	2—(8.13 1.51)	(1570 460)	T	486	201	421	257	310 740*	295 141	>936 [△]	—	* 卸しのとき衝撃, △ } ブロックの引掛りはなほだしく, 平均値と * } り難い
	v	—	—	3.5	1.6~2.6	1.6	1.3~1.4	—	—	2.4	1.8~2.1		
	18.04	2—(2.45 3.61)	—	T	430	356	407	70	—	—	848*	—	* }
	v	—	—	2.2	1.3~1.8	4.8	2.9~4.2	—	—	2.1	1.8~1.9		

註: 1. 横取吊上までにて最大と平均を示す。試験番号 16.13 までは速度測定洩れ。
(は現われない)。 3. 試験 17.02~17.09 は極めて近いところの横取のとき。

2. 秤量は試験のため特に丸太重量を測定したもの(静止のため速度

(27. 9. 18)

附表 2. 荷揚索の張力と速度の例 (タイラー式集材)

試 験 区分	番 号	集 材 量		張力 T kg 速度 v m/s	作 業 区 分								摘 要	
		本数 材 積	重 量 kg		横 取 吊 上		自 重 降 下		卸 し	(秤 量)		引 戻		
					最 大	平 均	最 大	平 均		最 大	平 均	最 大		平 均
荷上	18.02	1— 7.20	1200	T	705	383	972	760	92	705	682	238	115	正午休止のため引戻作業せず
	18.04	1— 6.34	—	v	0.79	0.47~0.63	—	—	9.7	—	—	5.7	1.6~4.1	
				T	1500	667	905	708	153	—	—	—	—	
				v	0.79	0.47~0.63	—	—	7.9	—	—	—	—	
	18.05	2— 0.90 5.78	—	T	798	383	652	613	130	—	—	263	153	
				v	0.94	0.63~0.79	—	—	6.3	—	—	4.9	2.5~4.1	
	18.06	1— 4.51	710	T	560	314	460	398	92	398	391	122	83	
				v	1.4	0.47~0.79	—	—	4.7	—	—	4.7	2.5~4.2	
18.08	1— 7.20	1180	T	630	353	712	613	96	652	620	100	84	{ はい積手前で再吊上のとき T = 1200kg を示す	
			v	0.79	0.47~0.79	—	—	6.3	—	—	4.9	3.2~4.1		
18.11	1— 4.64	—	T	468	306	637	422	88	—	—	230	115		
			v	0.79	0.63~0.79	—	—	7.2	—	—	4.4	2.2~3.8		
18.13	1— 2.28	580	T	460	230	430	391	84	337	322	107	77		
			v	1.7	0.63~1.6	—	—	5.7	—	—	5.0	1.6~4.3		

(27. 9. 19)

附表 3. 引締索の張力の例 (タイラー式集材)

試 験 区分	番 号	荷 重		各回はじめの張力 kg	作 業 区 分					各回終りの張力 kg	摘 要
		本数 材 積	重 量 kg		横 取 吊 上		自 重 降 下	(秤 量)	引 戻 し		
					最 大	平 均					
引締	19.01	3— 3.00 2.45 3.61	—	720	1460	1200	1450	—	700	640	秤量, 引戻しの影響現われない *曳出のとき引掛る。自重降下なし { この回後は荷揚索固定端を外し搬器滑車の1に固定し 支柱わきを取積す
	19.03	2— 1.95 6.33	—	650	1350	1250	1350	—	750	730	
	19.05	1— 1.65	400	760	920	900	990	780	780	780	
	19.07	1— 2.45	500	750	1670*	930	—	880	—	850	
	19.09	1— 3.00	690	800	1490	950	1090	940	870	840	
	19.12	1— 5.25	1110	780	1200	1000	1220	1110	710	700	
	19.14	2— 6.90 1.38	1180 340	600	1210	1100	1220	{ 760 660	550	550	
	19.16	1— 6.90	1090	610	910	860	920	760	690	680	
	19.17	1— 4.75	820	650	880	870	880	720	620	620	