

集材機作業索に関する研究（第2報）

フオーリングブロック式

本 多 三 雄⁽¹⁾・上 田 実⁽²⁾

斎 藤 敏 彦⁽³⁾・風 間 貢⁽⁴⁾

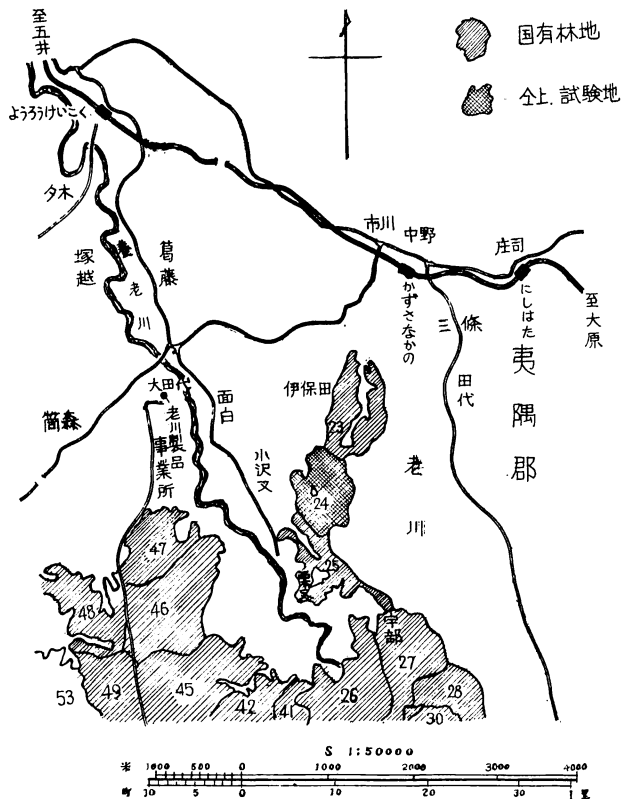
I 目 的

集材機運材作業中の作業索の張力については第1報¹⁾でタイラー式の場合についてその張力の力学的解析を行い、作業索の太さの決定、標準功程表作成等に必要な事項について述べたが、下方から荷を引揚げ際に用いられるフオーリングブロック式も集材作業には重要な作業方式であり、特に復胴集材機を用いて実搬器を運行する場合には吊荷は引寄索と引戻索とが引張りあつて吊上げられているので、どちらかの索が切れても吊荷は均衡を破られて落下する。かかる観点から作業索の実態を知ることが災害防止上重要であるし、安全をとりすぎてあまり索を太くすることは運材費節減上からも不利である。ここにフオーリングブロック式運材の現場作業中の作業索の張力ならびに速度を実測し、これが解析を行つたので作業上あるいは鋼索の太さの決定上に、または功程表作成上の資料に供せんとするものである。

II 試験の場所と集材方式

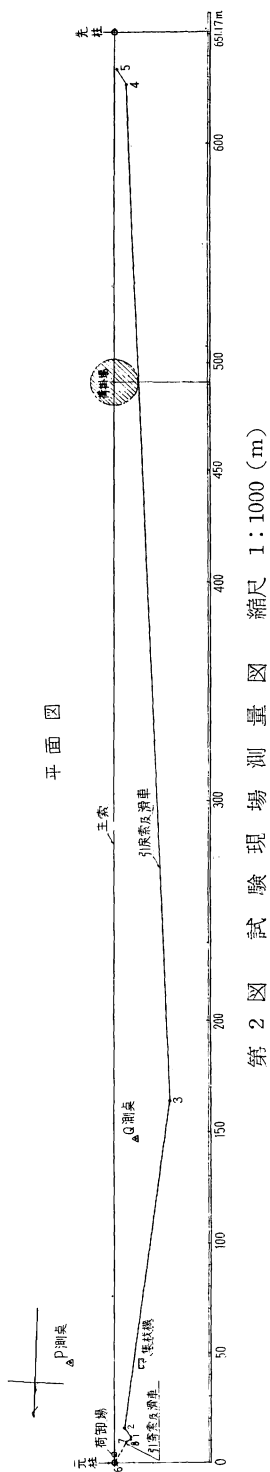
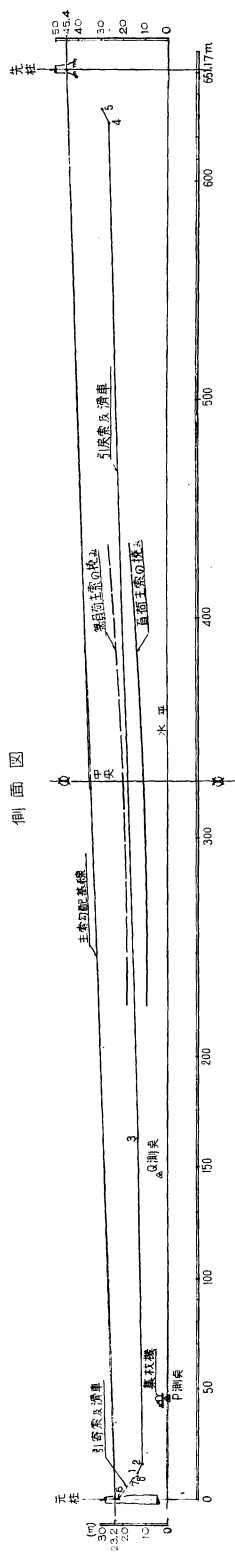
この試験は東京営林局管内、千葉営林署夷隅経営区管谷国有林24林班と小班において、昭和31年8月8日から10日にわたつて実施したもので、試験地の位置および集材状況を第1、2図に示す。

この試験に使用した集材機の要目と架線方式を示すと次のとおりである。



第1図 試験地位置図（千葉営林署管内 24林班）

(1) 元経営部作業科長・防衛大学校教授 (2) 経営部作業科機械研究室長 (3)(4) 経営部作業科機械研究室員
1) 林業試験場研究報告 第92号参照



第 2 図 試驗現場測量図 縮尺 1:1000 (m)

集材機 岩手富士産業株式会社製 Y-25

BG

いすゞ DG-32 90HP/2800RPM

2 胴 12mm 鋼索 巻込量 770m

速度 3 段 50, 120, 250m/min (1500 RPM)

架線方式 フォーリングブロック式

水平距離 651.2m, 高低差 22.2m (傾斜角 $1^{\circ}57'$)

主索 6×19 18mm, 引寄索 6×19

12mm, 引戻索 6×19 10mm

本試験の集材方式を述べると、搬器は森藤機械製作所製 (テーバーローラーベアリング No. 30208 型入, 重量 55kg), 吊下滑車は三角滑車 (黄銅軸受) を代用し, 当事業所 (千葉営林署老川伐採事業所) で考案試作した引込滑車を用いて分銅は用いずに集材を行った。すなわち, 荷卸しを行っている時は引戻索は充分ゆるめてあるから, その時に写真 1, 2 のような滑車を, 次に運材を予定し, すでに荷縛索をかけ終った同索の蛇口に取りつけて, この引込滑車に引戻索を誘導する。しかるのちに空搬器を運行し, 適当な地点で引寄索を緩めると引戻索は吊下滑車を引込滑車のところまで引き込んでくるので (写真 3), そのフックを荷縛索の蛇口につぎに引込滑車を引戻索ならびに荷縛索から離脱させる。それから一般に見られるように引寄索ドラムで吊荷を吊上げ, 実搬器運行に入る時に引戻索ドラムはインターロックしてブレーキの役をするから引寄索の張力と張り合つて荷は吊上げられて実搬器は運行する。

Ⅲ 試験方法

本試験は第 3 図のように第 1 報タイラー式の場合とほとんど同一の方法で行つたが, 作業案の速度は新たに自記々録することにした。すなわち, 第 4 図のような発電機 (横河 AS 型据置式) をタイラー式の試験の時に用いた滑車に取りつけ, この発電機の回転により生じた交流電流の時間的変化を連続的に記録す



写真 1 荷縛索に取付けた横取滑車に引戻索をかけたところ



写真 2 蝶番になつている側板をもとにもどすと普通の並滑車と同様になり, 準備完了



写真 3 横取滑車の方向に吊下滑車が引込まれる状態

また、この試験において主索張力について新たに試作したワイヤロープ伸び測定器を利用し実際張力を求めたが、これについては別に報告する。

Ⅳ 試験結果

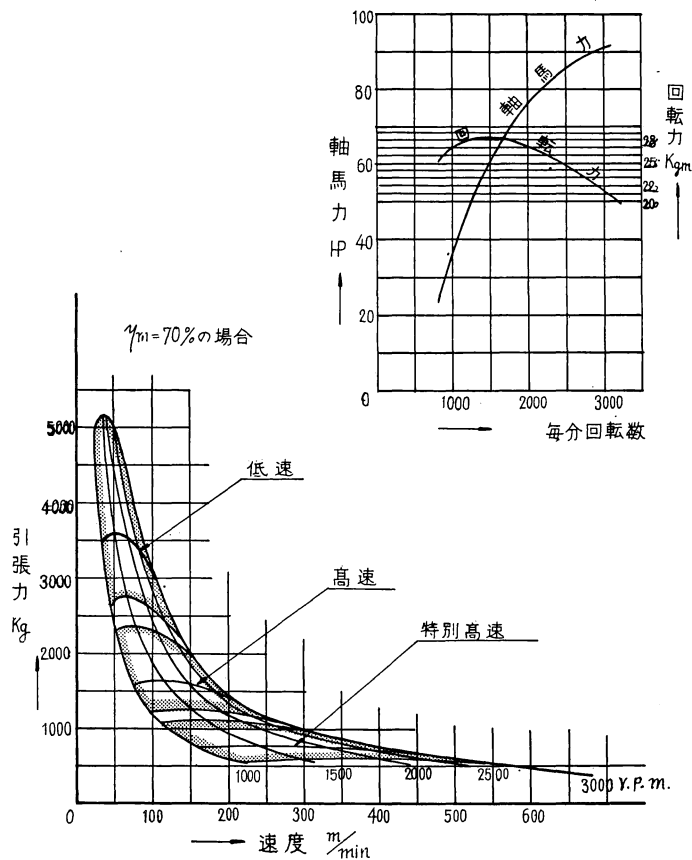
搬器一往復中における引戻索と引寄索の張力の変化ならびにドラムに巻かれてゆく索の速度を同一図面に直したものの標準的なものと、特殊な事態の起つた1, 2の例を付図1~4に示す。付図にみるように荷が途中の障害物に撃突したり、立木にひつかかっていた索(主として引戻索)が離れた瞬間に、作業索は衝撃的な負荷を受けるが、異状のない時の張力はほぼ規則的な変化を示す。

1. 引戻索

引戻索の張力は引寄索の張力にくらべ若干変化するが、タイラー式のような加速度ならびに減速度抵抗がほとんどみられない。

吊下滑車の横取りの時、空搬器返送時の約2倍の張力になり、積荷横取りの際に全作業を通じて最大の張力を示すが、張力はほぼ安定した値を持続する。

実搬器運行中は積荷横取り時より若干低い値をもつが、索が途中の障害物に接触している間はたえず振



(1) 引張力・速度曲線 エンジン全開最大性能 (2) いすゞ DG-32 性能曲線 90HP/2800r. p. m

第6図 Y-25 BG 性能曲線

動して張力は小さい波状の変動をみせる。運行途中、ドラムの巻直径の関係で吊下滑車が搬器に近接して引寄索を巻くことができなくなると、一たん引寄索を緩めて吊荷を降下させるが、その時は張力は一時低下するが、ふたたび引寄索がドラムに巻かれはじめると急激に上昇する。

2. 引 寄 索

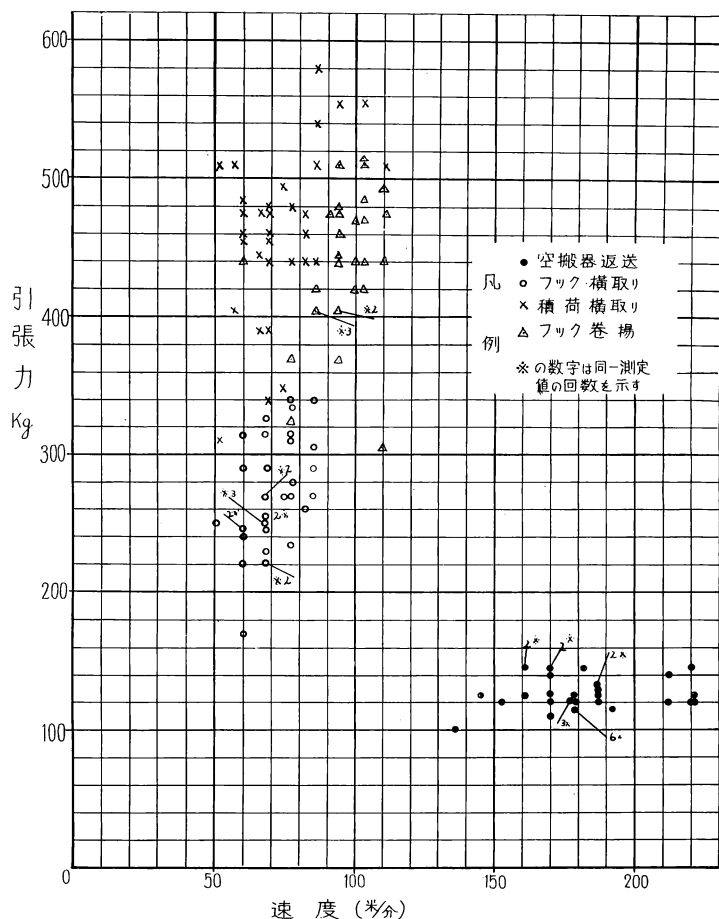
引寄索の張力は空搬器返送の場合と実搬器運行の場合にはほぼ安定した値を示す。ただし積荷横取りの時に吊荷が障害物に衝突した場合、あるいは索が途中の立木にひつかかった場合等に急激な張力の上昇がみられる。

3. 作業索の速度

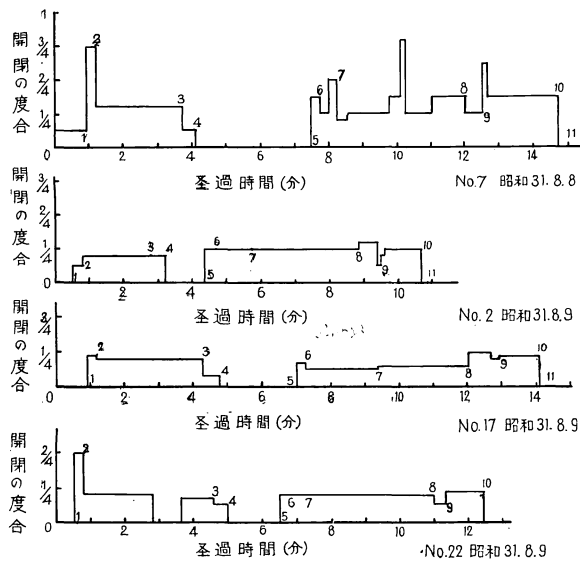
作業索の速度は実搬器運行中は引戻し、引寄両索ともほとんど同一速度で、100 *m/min*. 前後の速度を保っているが、空搬器返送の時は、引寄索は索の自重で地形に沿って垂下するので空搬器の運行にともない不規則かつ急激な上昇をみせる（付図 5 参照）。

4. 集材機の馬力

試験に使用した集材機の性能は第 6 図のようであるが、実際に測定したドラムの引張力と速度の関係を図示すると第 7 図のようになる。これをみるとほぼ第 6 図の 20～30% 付近で仕事をやつていることにな



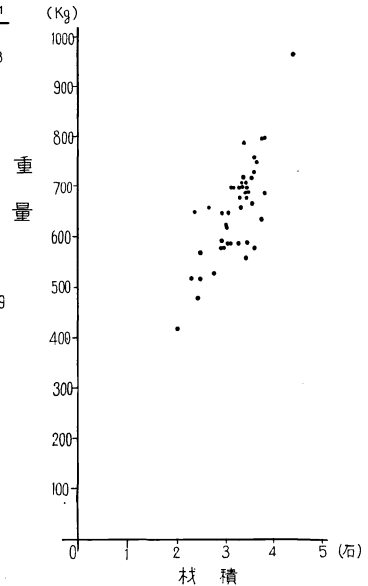
第 7 図 作業中の引張力と巻取速度



備考

1-2	吊上滑車巻上	2-3	空搬器運行
3-4	吊下滑車横取	4-5	荷掛待
5-6	積荷地上から離れる	6-7	積荷巻上
7-8	実搬器運行	8-9	積荷下け
9-10	実搬器運行	10-11	到着積荷FL

第8図 スロットバルブ開閉の度合



第9図 丸太材積と重量

るが、この時のスロットバルブの開閉の度合は第8図²⁾のように全開はほとんどみられず、全作業を通じて1/4開度付近で仕事をやり、ギヤー切替時においてごく短時間バルブ全開がみられた。

5. 吊荷材の材積と重量との関係は第9図のとおりである。

V 結果の解析

第3図においてタイラー式の場合に準じ記号を次のように定める。

θ : 主索の上下両支点を結ぶ傾斜角(度) α : 任意の点における搬器の傾斜角(度)

β_1 : 引寄索関係滑車の接触角(度) $\Sigma\beta_1$: β_1 の合計 β_2 : 引戻索関係滑車の接触角(度)

γ : 吊下滑車を直接引張っている引戻索の傾斜角(度)

δ : 吊下滑車に力を及ぼしている吊荷の重量と引戻索の張力の合力が水平面となす角(度)

d : 主索の上下両支点間の水平距離(m)

x : 主索上方支点(先柱)と任意の点にある搬器との水平距離(m)

f : x の点における主索の垂下量(m) h_1 : 搬器の所の引寄索と集材機ドラムとの高低差(m)

h_2 : 吊下滑車の所の引戻索と集材機ドラムとの高低差(m)

l_{10} : 搬器に負荷を及ぼしている引寄索々長(m) l_{20} : 搬器に負荷を及ぼしている引戻索索長(m)

q_1 : 引寄索の単位長重量(kg/m) q_2 : 引戻索の単位長重量(kg/m)

w_1 : 搬器の重量(kg) w_0 : 吊下滑車の重量(kg) w : 吊荷の重量

2) 本測定ならびに資料取りまとめは東京営林局監査課菊池技官が行った。

タイラー式と同様次の式で求められる。

$$\text{引寄索ドラムの張力} \quad D_1 = T_1 e^{\mu_1 \Sigma \beta_1} - q_1 h_1 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{引戻索ドラムの張力} \quad D_2 = T_2 / e^{\mu_2 \Sigma \beta_2} - q_2 h_2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

1) — 1 δ について

式(3)を δ について解くと

$$\delta = \tan^{-1} \left(\frac{W}{T_2} \sec \gamma - \tan \gamma \right) \quad \dots\dots\dots (7)$$

式(6)より

$$T_2 = (D_2 + q_2 h_2) e^{\mu_2 \Sigma \beta_2} \quad \dots\dots\dots (6)'$$

式(6)'において D_2 , q_2 , h_2 , $\Sigma \beta_2$ はそ

れぞれ調査の結果既知であるから(ただし、第3図でわかるとおり引戻索、引寄索のドラムのところの張力 D_2 , D_1 はそれぞれ滑車番号2, 7において測定しているため、厳密にはドラムのところの張力ではないが、計算のつごう上測定滑車の位置をドラムの位置とした。したがって h_2 , h_1 も同様である), 今かりに $\mu_2 = 0.025$ とすると T_2 は求められる。

これを式(7)に代入し, γ を図上より推定して $\gamma = 11^\circ$ とすると, δ は求められる。

その度数分布は第11図のごとく 45° 前後が最も頻度が高い。

1) — 2 μ_1 について

$$\text{式(5)より} \quad T_1 = (D_1 + q_1 h_1) / e^{\mu_1 \Sigma \beta_1} \quad \dots\dots\dots (5)'$$

$$\text{式(4)より} \quad T_1 = \frac{R}{2} e^{\mu_1 \beta_c} = \frac{W e^{\mu_1 \beta_c}}{2 \cos \delta (\tan \gamma + \tan \delta)}$$

これに式(7)を代入すると

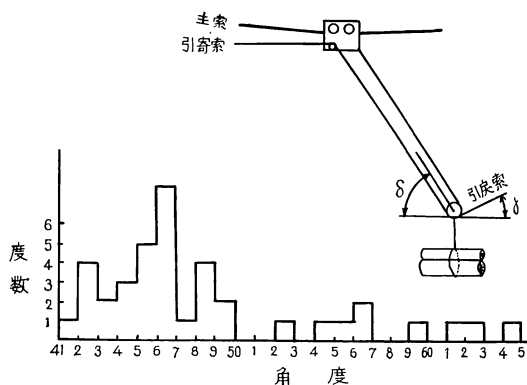
$$T_1 = \frac{\cos \gamma \cdot T_2 \cdot e^{\mu_1 \beta_c}}{2 \cos \tan^{-1} \left(\frac{W}{T_2} \sec \gamma - \tan \gamma \right)} \quad \dots\dots\dots (4)'$$

式(4)', (5)' より

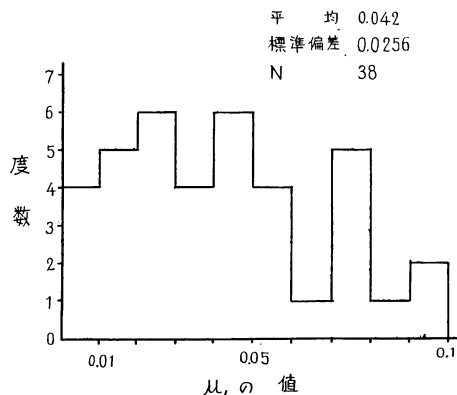
$$e^{\mu_1 (\Sigma \beta_1 + \beta_c)} = \frac{2 (D_1 + q_1 h_1) \cos \tan^{-1} \left(\frac{W}{T_2} \sec \gamma - \tan \gamma \right)}{\cos \gamma \cdot T_2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式(8)において μ_1 を除きほかの因子は既知であるから, μ_1 は求められる。その度数分布は第12図のごとく 0.04 前後が最も頻度が高い。

ここに D_1 , D_2 の値は積荷が吊り上げられた時, すなわち付図2~5でいうと積荷吊上げの最後のところの値を読んだ。また, 荷掛け位置は測量地点からはそのつと見えなかつたので, γ の値は1) — 1 のように図上より求めた。



第11図 荷が地上を離れた時の δ の度数分布

第 12 図 μ の度数分布

2) 積荷巻上げ

一旦地上を離れた積荷は積荷吊上げと同一状態でさらに運材に支障のない高さまで巻上げられる。ゆえに引戻滑車(第 3 図でいうと滑車番号 5)が荷掛場より高い位置にある時は γ は逐次小さくなる。測量の結果積荷が巻上げられた時の γ はほとんど $\gamma = 4^\circ$ であった。

今かりに δ は γ の変化に対しあまり変らないとし、 $\delta = 45^\circ$ とすると式 (3) より

$$T_2 = \frac{W}{\sin \gamma + \cos \gamma}$$

$$\therefore \gamma = 11^\circ \text{ の } T_2 = 0.853W, \gamma = 4^\circ \text{ の } T_2 = 0.937W$$

$$\therefore \frac{T_2(\gamma = 4^\circ)}{T_2(\gamma = 11^\circ)} = \frac{0.937}{0.853} \approx 1.1$$

すなわち、荷が地上を離れて巻き上げられる間に引戻索は約 10% の張力の増加をみるはずである。

同様のことを式 (4) について行くと、引寄索も約 10% の張力の増加をみるはずである。

今全データについて眺めると、ほぼこの傾向がみられる。しかし、その張力の上昇具合はゆるい曲線で上昇する場合と階段状に上昇する場合、あるいは急に階段状に低下した場合はその後で急激に上昇する等区々である。これは測量位置と張力測定位置との関係でそのつど連絡がとれなかつたため、張力変化の個々の変動に対しては説明できないが、荷が巻上げられる途中において立木にひつかかたり、あるいは作業索が立木の枝条とたえず接触していたことなどが望遠鏡で観察されたことからほぼ推察されることである。

3) 実搬器運行

実搬器運行中の状態は積荷を巻上げた時の張力を引寄索および引戻索が保持しつつ引寄索をドラムに巻くことによつて実搬器を引寄せるのであるから、引戻索は引寄索が巻かれた分だけ緩めてやらなければならない。そのためには引戻索ドラムはたえず 500kg 前後のブレーキをかけ通しにしていなければならないので、ブレーキの保守上引戻索ドラムはインターロックして、引寄索ドラムの回転と逆方向に回転するようにする。しかし、両ドラムの直径は同一であるが、索を巻いたドラムの巻き直径は刻々に変化する。すなわち、積荷を吊上げた時は引寄索ドラムはほとんど索は巻かれていなくて裸であるが、引戻索ドラムはドラムの半分ぐらいまで巻かれているので引寄索ドラムより直径は大きい。ゆえに実搬器の運行が始まると引寄索の巻かれる速度より引戻索の緩められる速度が速いため、荷は逐次降下するが、搬器が中央点付近に近づく頃からは逆の傾向がはじまり荷は逐次上昇する。荷が搬器に接触してから引寄索をさらに巻くと引戻索は索の垂みを小さくすることによつて索を緩める速度の遅れを補うことになり、引戻索の張力は不要に増大することになるので、これを防ぐために荷が搬器に近接すると一旦引寄索ドラムの廻転を停止し、引戻索ドラムをギヤーからぬくと、引寄索は緩められ、荷は約 30m ぐらい下がる。作業現場は丁度都合の良い谷になつていたので、この操作をするのに便利であつた。そしてふたたび前同様の運行をはじめる。

実搬器運行中の搬器の所の引寄索の張力は引戻索と引張り合つて荷を吊つた状態の張力のほかに、搬器にかかっている重量——すなわち、吊荷の重量 $w + w_0$ と、引戻索引寄索の搬器に負荷を及ぼしている重量

$$\frac{q_1 l_{10} + q_2 l_{20}}{2}$$

および搬器自身の重量 w_1 の合計——をもった搬器を α なる斜角の主索を運行させるに必要な張力が別に必要である。

すなわち、第 13 図において、フォーリングブロックをはさんで引寄索に張力 $\frac{R}{2}$ が働いていて、 T_1 は搬器の傾斜角 α に平行に働くとすれば一般に T_1 は

$$T_1 = \frac{R}{2} e^{\mu_1 \beta_c} + \left(w + w_0 + w_1 + \frac{q_1 l_{10} + q_2 l_{20}}{2} \right) (\sin \alpha + \mu_c \cos \alpha) \quad \dots\dots\dots (9)$$

ただし、 $\frac{R}{2}$ は式 (4)' または (4) より

$$\frac{R}{2} = \frac{\cos \gamma \cdot T_2}{2 \cos \tan^{-1} \left(\frac{W}{T_2} \sec \gamma - \tan \gamma \right)} = \frac{W}{2 \cos \delta (\tan \gamma + \tan \delta)}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left[\frac{f(d-2x)}{x(d-x)} + \tan \theta \right]^{31}$$

で与えられるから、引寄索ドラムの張力 D_1 は式 (5) 同様

$$D_1 = T_1 e^{\mu_1 \Sigma \beta_1} - q_1 h_1$$

また、この時の引戻索ドラムのところの張力 D_2 は式 (6) 同様

$$D_2 = T_2 / e^{\mu_2 \Sigma \beta_2} - q_2 h_2$$

で求められる。

ここに実搬器運行中の γ, δ は搬器の移動につれて荷が上下するので、すこしずつではあるが変化する。本試験においては荷が地面をはなれた時の γ は 11° 、運行を始める時の γ は 4° 、運行を始めてから運行終了の間をほぼ等分して 2 カ所で吊下滑車の位置を測量して γ を図上より求めたが、運行をはじめると荷が降下するので、初めの測点では 7° になり、次の測点では搬器に接近して 5° になった。以上のごとく γ は逐次変化するので、これにともない δ もまた

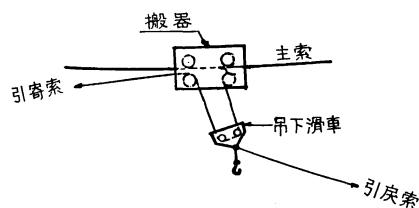
第 1 表 搬器の傾斜角 α の値

	元柱からの 水平距離	空搬器の場合 実搬器の場合	
搬器の摩擦係数 μ_c については観測値が少ないのであるが、前に求めた μ_1, μ_2 を用いて計算してみると $\mu_c = 0.06$ 前後の値をとる。また、本試験における搬器の傾斜角 α を計算で求めると第 1 表のとおりである。	17	—	$5^\circ 15'$
	177	—	$2^\circ 19'$
	228	$0^\circ 7'$	$0^\circ 32'$
	269	$0^\circ 55'$	$-0^\circ 34'$
	366	$2^\circ 42'$	$-2^\circ 58'$
	430	$3^\circ 54'$	$-4^\circ 39'$
	466	$4^\circ 39'$	$-5^\circ 51'$
	491	$5^\circ 5'$	$-6^\circ 51'$

2. 空搬器のゆき

本試験における空搬器返送の要領を説明すると次のと

ただし、進行方向に対して上り勾配は +、下り勾配は - とする。



第 14 図

荷下しが終つた時の搬器と吊下滑車の状態
は、トランスミッションから切り放して軽く制動してある。

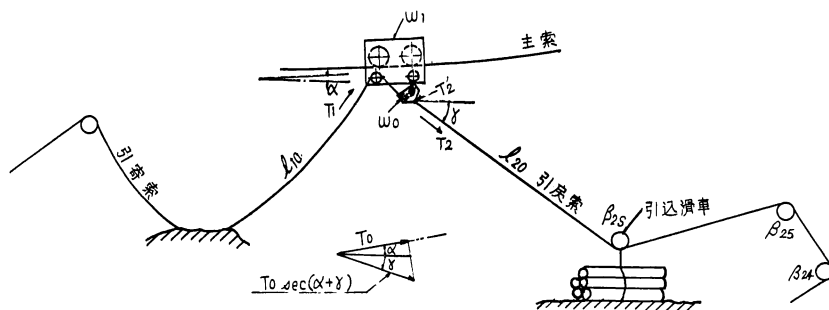
おりである。

荷卸場に到着した荷の荷縛索の蛇口を荷掛鈎から離すと、空搬器は引戻索の重量に引かれて約 20m ぐらい荷卸場から移動し、引寄索と引張りあつて静止する。この時吊下滑車は第 14 図のように約 2m ぐらい搬器から下つてることが多かつた。この状態から付図 2～6 にみる作業索の張力の自記がはじまる。この時引寄索ドラム

1) 吊下滑車の吊上げ

まず、引戻索ドラムを回転すると、その張力は増加するが、ドラムのところで約 100kg の制動がかかっているので、引寄索にこの力が及ぶまでは引寄索ドラムは動かず、その間に吊下滑車は搬器に接着する。

2) 空搬器返送



第 15 図 空搬器 運行中の状態

さらに引戻索が巻かれて引戻索が引寄索ドラムに約 100kg の引張力を与えると、吊下滑車の重量は約 20kg しかないので、引戻索はこれを搬器に密着させたまま引寄索と一体になって引寄索ドラムを回転するようになる。すなわち、第 15 図において、空搬器返送開始直前の引寄索、引戻索の搬器の所の張力をそれぞれ T_1 , T_2' とし、引寄索ドラムを回転するに要する引張力を P とすると

$$T_2' = T_1 = (P + q_1 h_1) e^{\mu_1 \Sigma \beta_1}$$

空搬器が運行するためには T_2' の外にその走行抵抗の分だけ余分に張力が必要である。しかして空搬器運行中の引戻索の張力を T_2 とし、その引張り方向が γ なる斜角をもち、 α 方向の走行抵抗を T_0 とすると

$$T_0 = \left(w_1 + w_0 + \frac{q_1 l_{10} + q_2 l_{20}}{2} \right) (\sin \alpha + \mu_c \cos \alpha)$$

であるから、 γ 方向に引張る走行抵抗は $T_0 \sec(\alpha + \gamma)$

$$\therefore T_2 = T_2' + T_0 \sec(\alpha + \gamma)$$

$$= (P + q_1 h_1) e^{\mu_1 \Sigma \beta_1} + \left(w_1 + w_0 + \frac{q_1 l_{10} + q_2 l_{20}}{2} \right) (\sin \alpha + \mu_c \cos \alpha) \cdot \sec(\alpha + \gamma) \dots \dots (10)$$

故に空搬器運行中の引戻索のドラムの張力 D_2 は

$$D_2 = T_2 e^{\mu_2 \Sigma \beta_2} - q_2 h_2$$

ただし、 $\Sigma \beta_2$ には引込滑車の接触角 β_{2s} を含む。

搬器が荷掛場に近づくとき、引戻索は引込滑車を経て引張られているので、 T_2 の斜角 γ は逐次大きくなり、したがって走行抵抗は増大する（付図1～4参照）。

また、引寄索は搬器の返送がはじまると逐次その自重を増すから、張力を $100kg$ に保つために索は不規則かつ波状的な速度変化をみせてドラムを回転し、搬器が荷卸場から約 $100m$ の地点にも到らぬうちに索は地表面まで垂下し、それからほぼ地形の起伏に沿って地表面を走つた。ゆえに式 (10) の

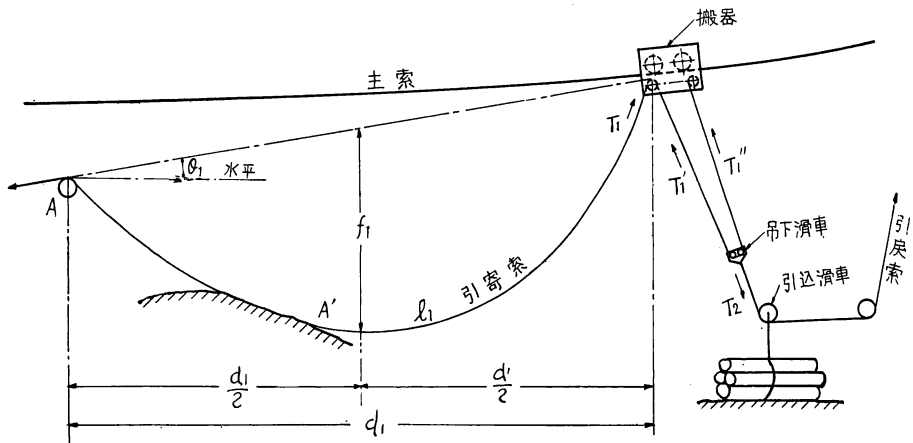
$$\frac{q_1 l_{10} + q_2 l_{20}}{2}$$

は搬器運行につれて逐次変化するが、データにはこの影響は顕著には見られない。

また、始発時においてタイラー式にみられた加速度抵抗も明瞭には現われなかつた。これは速度曲線からもわかるように急激な加速度運転でないことと、張力が逐次上昇して $100kg$ に達すると搬器が動いたことによると考えられる。

3) 吊下滑車の横取り

信号手の合図により引戻索ドラムの回転はそのまま続行し、引寄索ドラムのブレーキをゆるめると、引戻索は吊下滑車を引込滑車の方向へ引込みはじめる（第16図参照）。



第16図 吊下滑車の横取状態

この時の引寄索の張力 T_1 は次の式で与えられる。

$$T_1 = q_1 l_1 \frac{[1 + (4s + \tan^2 \theta_1)^2]^{\frac{1}{2}}}{8s} \dots \dots \dots (11)$$

$$\text{ただし } s = \frac{f_1}{d_1}$$

$$l_1 = \left(1 + \frac{8}{3}s^2 \cos^4 \theta_1\right) d_1$$

しかるに引寄索は第16図のように地面にたれて、A点がA'点に移っているため、 d_1 、 θ_1 などはそれぞれ補正を要するが、観測の都合で求めていないので、概略ではあるが当ててみる。

A'から搬器までの索長は約 $200 \sim 300m$ であったから、その自重は約 $100 \sim 160kg$ である。引寄索は第16図にみるように充分垂下しているため、自重相当分が T_1 として働くと考え、 $T_1 = T_1' = T_1''$ とす

ると、引戻索が吊下滑車を横取りする時の張力は T_1' 、 T_1'' の合力、すなわち $200 \sim 320 \text{ kg}$ となる。ゆえに引戻索ドラムの張力はその接触角と高低差の補正を施すと $230 \sim 350 \text{ kg}$ の値をとることになる。引索案の垂下の状態はそのつど異なっていたことと、その状態の観測ができなかつたこととによつて、以上簡単な解析から引戻索ドラムの張力 D_{2s} を求めると

$$D_{2s} = T_{2s} e^{\mu_2 \Sigma \beta_2} - q_2 h_2$$

ただし、引索案が垂下して地面に接着している時 $T_{2s} = 2q_1 l_{10}$

引索案が地面に接着していない時 $T_{2s} = 2T_1$ (T_1 は式 (11) による)

Ⅵ 考 察

1. 集材機の性能について

本試験に用いたY—25BG型集材機の動力伝達のトランスミッションの減速比は第2表のとおりである。

第 2 表 減 速 比

回 転	ドラム別	称 呼	レバー変速	自動変速	変速略号	トランス ミッション 減 速 比	全減速比	変速称呼
			レバー位置					
正 転	両ドラム共	1 速	後へ引く	ロ	1L	6.23	41.6	低 速
				ト ッ プ	1T	2.86	19.0	高 速
		2 速	前へ押す	ロ	2L	3.0	20.0	
				ト ッ プ	2T	1.375	9.16	特別高速
逆 転	第1ドラムのみ	1 速	中立位置にて下へ倒す	ロ	1LB	6.65	41.1	低 速
				ト ッ プ	1TB	2.82	18.8	高 速

1) 実搬器運行

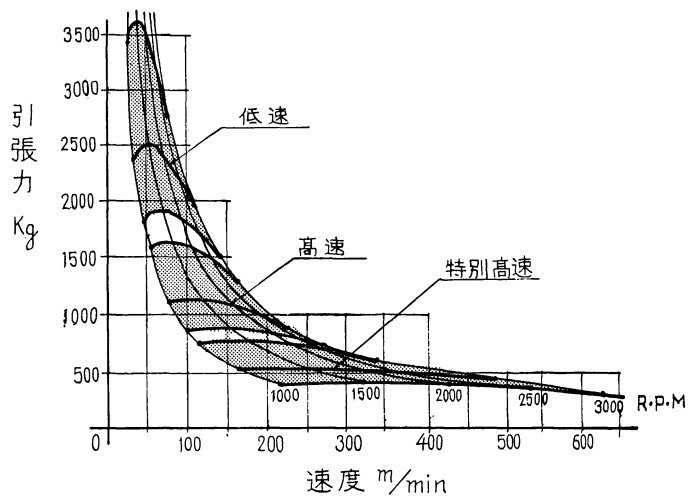
本集材機は、第1ドラムのみ逆転可能であるので、実搬器運行に当り、第2ドラムの引索案を1L、1Tで正回転し、第1ドラムの引戻索を1LB、1TBで逆回転する時は、第2表の全減速比が1Lの41.6と1LBの41.1；1Tの19.0と1TBの18.8とがそれぞれ近似しているので、この場合のみインターロックと同じ状態の運転が可能になつて、第1ドラムを制動することなしに積荷を吊つた状態で搬器を運行することができる。この状態で運転した時の低速は、第2ドラムの引索案は正転で変速第1ギヤーで巻かれ、第1ドラムの引戻索は逆転で第1ギヤーでゆるめられ、その時の速度対引張力の関係はスロットルバルブ全開で運転した時に第6図の性能曲線のような関係を見る。高速の場合も同様である。本試験の場合のように引張力 500 kg ぐらいの時は当然高速の性能を発揮して、その速度は $70 \sim 230 \text{ m/min}$ で運転できるはずであるが、試験結果は第7図のようにはば 100 m/min 付近で運転している。この時のスロットルバルブの開度は $1/4$ 開度である。

2) 空搬器返送

空搬器返送時の引戻索の張力は 150 kg ぐらいであるから、この時の速度は変速2Tの特別高速によつて運転されるから、空搬器返送開始時引戻索がドラムにほとんど巻かれていない不利な時でも $120 \sim 340 \text{ m/min}$ 、空搬器が中央点付近をすぎた時は $170 \sim 450 \text{ m/min}$ の間で返送されてよいのであるが、結果は第7図のように $135 \sim 220 \text{ m/min}$ の間、 180 m/min 付近が一番多く、充分その性能を発揮していない。この時のスロットルバルブの開度も $1/4$ 開度である。

以上のように一番時間のかかる空搬器返送、実搬器運行の工程とともに集材機の性能が充分発揮されていない感がある。特にスロットルバルブ半開で運転するのは搬器一往復に要する時間をいたずらに長く

することであるから、当を得ないと思う。しかしながら、本試験を行つた現場は荷卸場が狭くて、荷卸しされた丸太は直ちに索道で下方に運材される中継作業を行つていたので、流れ作業の円滑な運営上、あまり搬器の往復時間を短縮する必要がなかつたため、エンジンの回転数を落して運転を行つていたものと推察される。したがつて、スロット



第 17 図 Y—25BG 性能曲線 $\eta_m 50\%$ の場合

ルバルブ全開の場合の速度対引張力の性能は本試験においては行われなかつた。

しかしながら、第 6 図の性能曲線は新品の場合のエンジンにおいて、その性能の 70% の効率がドラムのところにおいて図のような速度対引張力の関係を発揮するものとして計算上求めた図であるので、実際の作業中におけるそれが第 6 図のようになるとはいえない。すなわち、瞬間的に現われる馬力は第 6 図のようになってても、連続的に運転されている時の馬力は第 6 図のさらに 70% ぐらいに落すのが妥当のようである（第 17 図参照）。ゆえに比較的長時間連続的に運転される工程に対しては、その工程の作業案の張力が求められ、それよりその時の索の速度を推定するには燃料消費も低く、かつ回転力最大の 1400～1500 回転付近の速度をもつて標準速度とみなすのが適当と考えられる。この点についてはさらに調査を更ね検討を要する。なお、本試験に用いた集材機は古い型に属し、現在岩手富士産業で製作しているもののトランスミッションの減速比は第 1 ドラムの逆転の場合がほぼ表 2 の正転 2 速に接近して作られ、全減速比が 2LB で 20.4、2TB で 9.33 となっているので、インターロックのような状態で運転する場合、特に本試験のように、その引張力が 500kg ぐらいの時は特別高速、すなわち 300～700m/min で実搬器が運行できるようになっている。

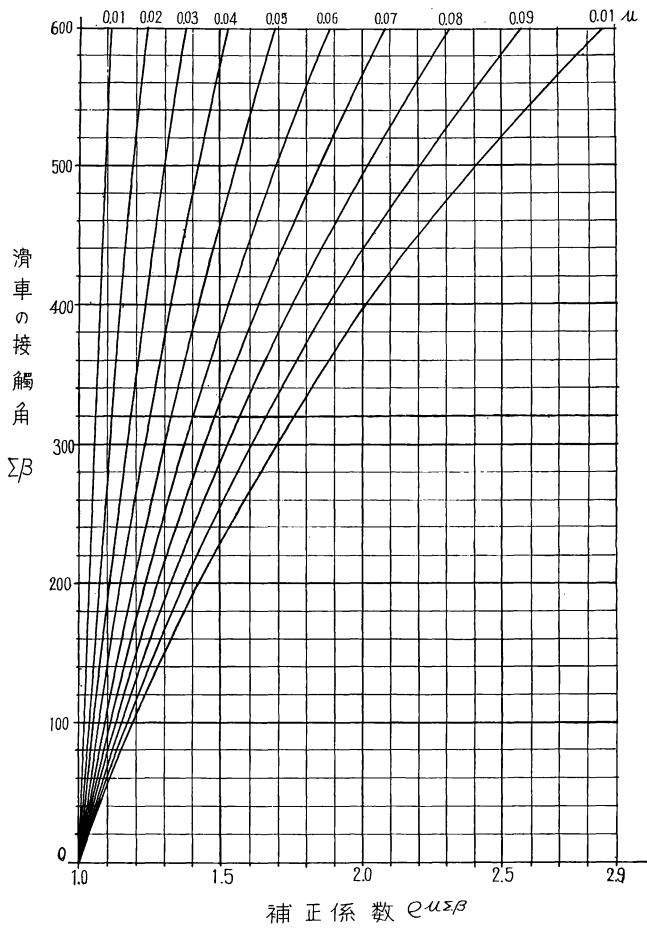
2. 滑車の摩擦係数について

引戻索関係滑車の平均摩擦係数を $\mu_2 = 0.025$ と仮定した時の引寄索関係滑車の平均摩擦係数を計算で求めると、 μ_1 は 0.0008 から 0.099 までの値をとり、その平均は 0.040 であつた。その度数分布は第 12 図のようである。

搬器滑車の摩擦係数 μ_c については、観測値が少ないのであるが、 $\mu_c = 0.06$ 前後の値をとつた。

以上滑車の摩擦係数は第 1 報タイラー式と同様の傾向をみる。

なお、滑車の摩擦と接触角による張力の補正を実験式において行つていたので、滑車の摩擦係数と接触角の変化にともなう補正係数 $e^{\mu \Sigma \beta}$ を表示すると第 18 図のようになる。接触角は索張りのつどことなるが、引戻索関係で約 400～500°、引寄索関係で 200～300° ぐらいの値をとるとして滑車の摩擦係数をかえてみると補正值 $e^{\mu \Sigma \beta}$ はかなり変動することがわかる。ゆえになるべく滑車は転りやすいものを使用するよう留意するとともに、滑車の点検は集材機の性能を充分発揮させるうえにも重要である。

第18図 補正係数 $e^{\mu\Sigma\beta}$

Ⅶ 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り、フォーリングブロック式架線集材における引戻索および引寄索の張力と速度について、集材現場において観測を行った。

2. 引戻索は空搬器の返送、吊下滑車の横取り、積荷横取りの際の吊下滑車の保持、実搬器運行中の吊下滑車の保持などフォーリングブロック式架線集材における操作上の役目は大きい。

その最大張力は積荷巻上げの時にあってあらわれるが、実搬器運行中において積荷が途中の障害物に衝突した時には衝撃的な張力増加をみる。

その集材機ドラムのところの張力は次の実験式で与えられる。

1) 空搬器返送時の張力 D_2

$$D_2 = T_2 e^{\mu_2 \Sigma \beta_2} - q_2 h_2$$

ただし

$$T_2 = (P + q_1 h_1) e^{\mu_1 \Sigma \beta_1} + \left(w_1 + w_0 + \frac{q_1 l_{10} + q_2 l_{20}}{2} \right) (\sin \alpha + \mu_c \cos \alpha) \cdot \sec(\alpha + \gamma)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left[\frac{f(d-2x)}{x(d-x)} + \tan \theta \right]$$

2) 吊下滑車の横取り時の張力 D_{2s}

$$D_{2s} = T_{2s} e^{\mu_2 \Sigma \beta_2} - q_2 h_2$$

$$\text{ただし} \quad T_{2s} = 2q_1 l_{10}$$

3) 積荷巻上げ時の張力 D_2

$$D_2 = T_2 / e^{\mu_2 \Sigma \beta_2} - q_2 h_2$$

$$\text{ただし} \quad T_2 = \frac{w + w_0}{\cos \gamma (\tan \gamma + \tan \delta)}$$

4) 実搬器運行中の張力は、積荷巻上げ時の張力と同じ式で与えられる。

3. 引寄索は前者に比し安定した張力を示すが、実搬器運行中の張力はほぼ引戻索と同一値をみせる。

その集材機ドラムのところの張力は次の実験式で与えられる。

1) 積荷巻上げ時の張力 D_{1s}

$$D_{1s} = T_{1s} e^{\mu_1 (\Sigma \beta_1 + \beta_c)} - q_1 h_1$$

$$T_{1s} = \frac{w + w_0}{2 \cos \delta (\tan \gamma + \tan \delta)}$$

2) 実搬器運行中の張力 D_1

$$D_1 = T_1 e^{\mu_1 \Sigma \beta_1} - q_1 h_1$$

$$T_1 = \frac{w + w_0}{2 \cos \delta (\tan \gamma + \tan \delta)} e^{\mu_1 \beta_c} + \left(w + w_0 + w_1 + \frac{q_1 l_{10} + q_3 l_{20}}{2} \right) \cdot (\sin \alpha + \mu_c \cos \alpha)$$

4. 以上述べてきた式中、滑車の摩擦係数は $\mu_2 = 0.025$ と仮定した時 μ_1 の平均値は第 12 図のごとく 0.04 をとり、 δ の平均値は第 11 図のごとく 45° であった。また、滑車の接触角による張力の補正係数 $e^{\mu \Sigma \beta}$ の値は第 18 図のとおりである。

5. 作業案の速度は、実搬器運行中においてはほぼ相等しく、空搬器返送中は引戻索はドラムの巻取り速度であるが、引寄索は付図 5 にみるような不規則かつ急激な変化をみせる。しかしてドラムの巻取り速度はその張力により異なるが $70 \sim 230 \text{ m/min}$ の値をとつた。

おわりにのぞみ、この試験を行うにあたっては東京営林局監査課ならびに作業課、および千葉営林署の多大の援助と便宜を与えられたもので、試験期間中監査課梶川惣三郎、勝野章次、菊池良雄各技官、および同署事業課長藤田丙午技官、老川製品事業所の各位には試験準備、作業指示、測定補助の労を煩わした。また、本場作業研究室員渡部庄三郎技官には測量を分担してもらつた。

ここに記して、それぞれ深謝する次第である。

**Study on the Operating Ropes of a Skidder.
(2nd Report) On the falling-block system.**

Mitsuo HONDA, Minoru UEDA, Toshihiko SATO and Mitsugu KAZAMA

(Résumé)

Following the previous experiment on the Tyler System, we carried out a similar test on logging by the “falling-block” System at a national forest in Isumi District, Chiba Prefecture. In this experiment we adopted an electrical speed recorder for measuring the velocities of outhaul and skidding ropes alternately.

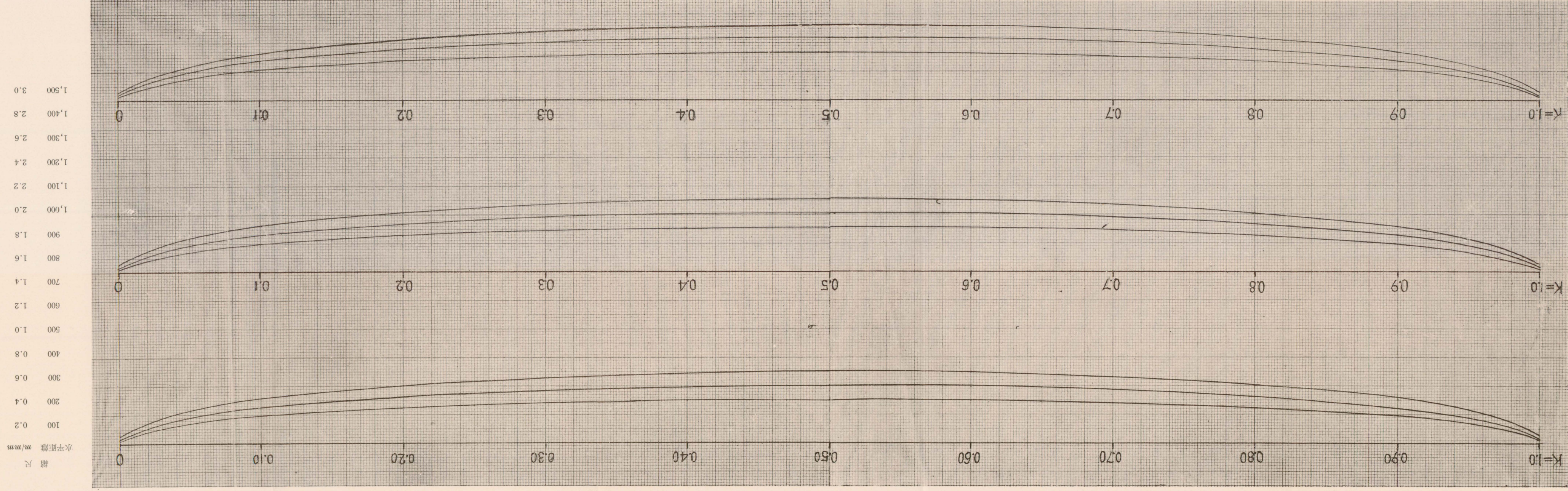
Conforming to the previous study we derived also in this report some formulas for the rope tensions at a winding drum of a skidder in such operation steps as follows: (A) for the outhaul line, (1) in outhauling the no-load carriage, (2) in bringing down the falling-block crosswise and (3) when the logs are lifted and skidded by the skidding rope, (B) for the skidding rope, (1) in lifting the loaded falling-block and (2) in skidding the loaded carriage. We think that these formulas can be used for the study of rope size, necessary power of a skidder engine, and operation rate in this logging system.

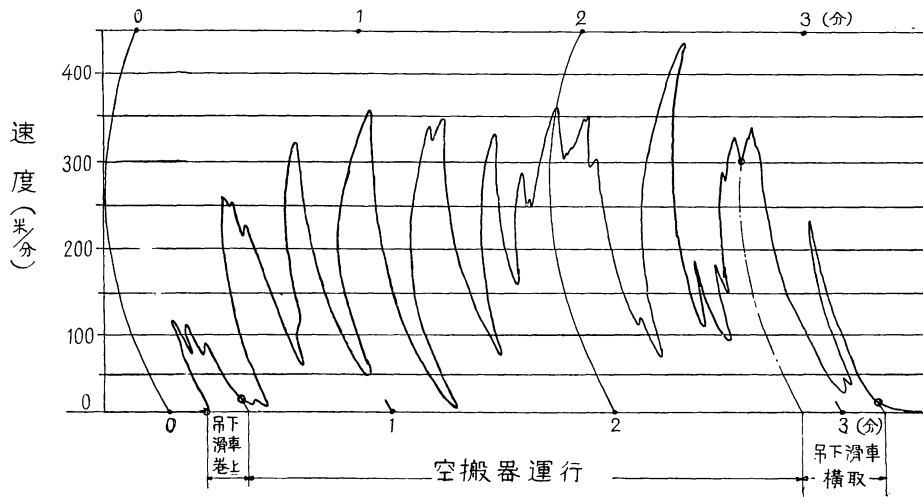
Generally speaking, we found the tensions of the operating rope comparatively small and accordingly, the skidder seems too powerful for the logging in the district.

A 図 水平距離 0 ~ 500 m 使用範囲

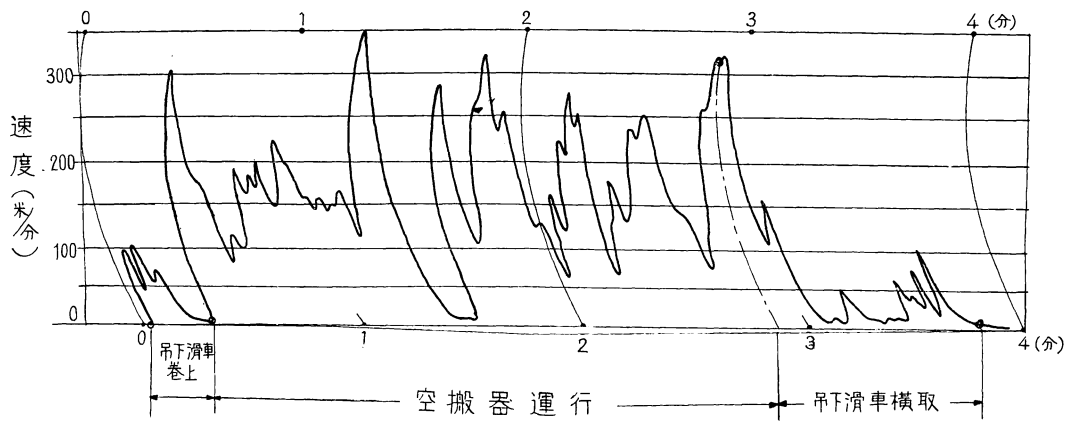
B ☒ 500 ~ 1,000 m //

1,000~1,500m ☑ C "

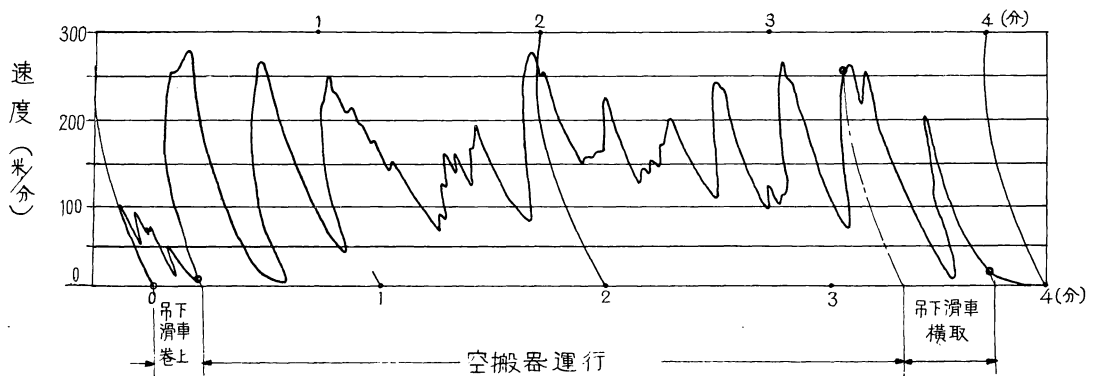




NO. 23. 昭和 31. 8. 9

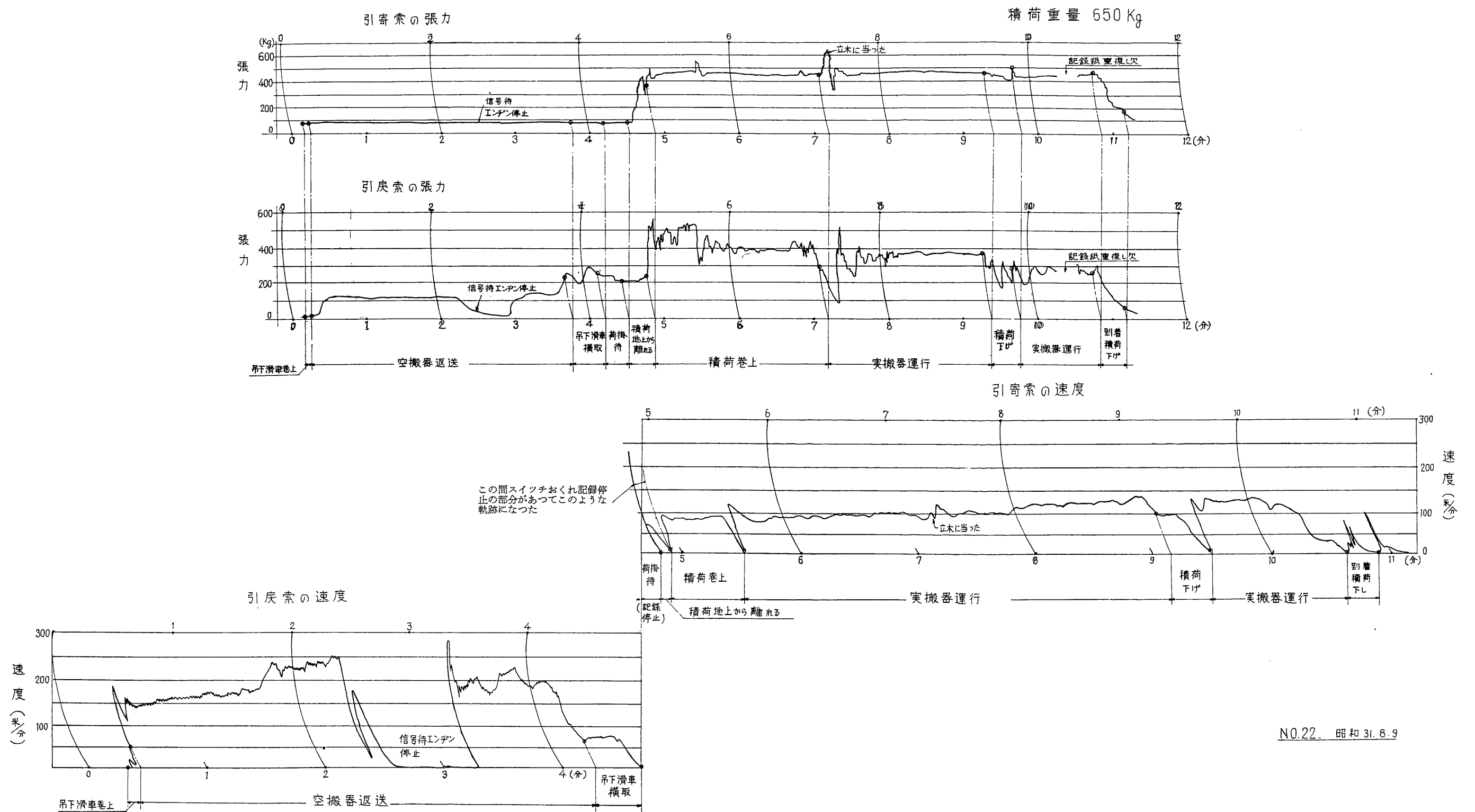


NO. 15 昭和 31. 8. 9



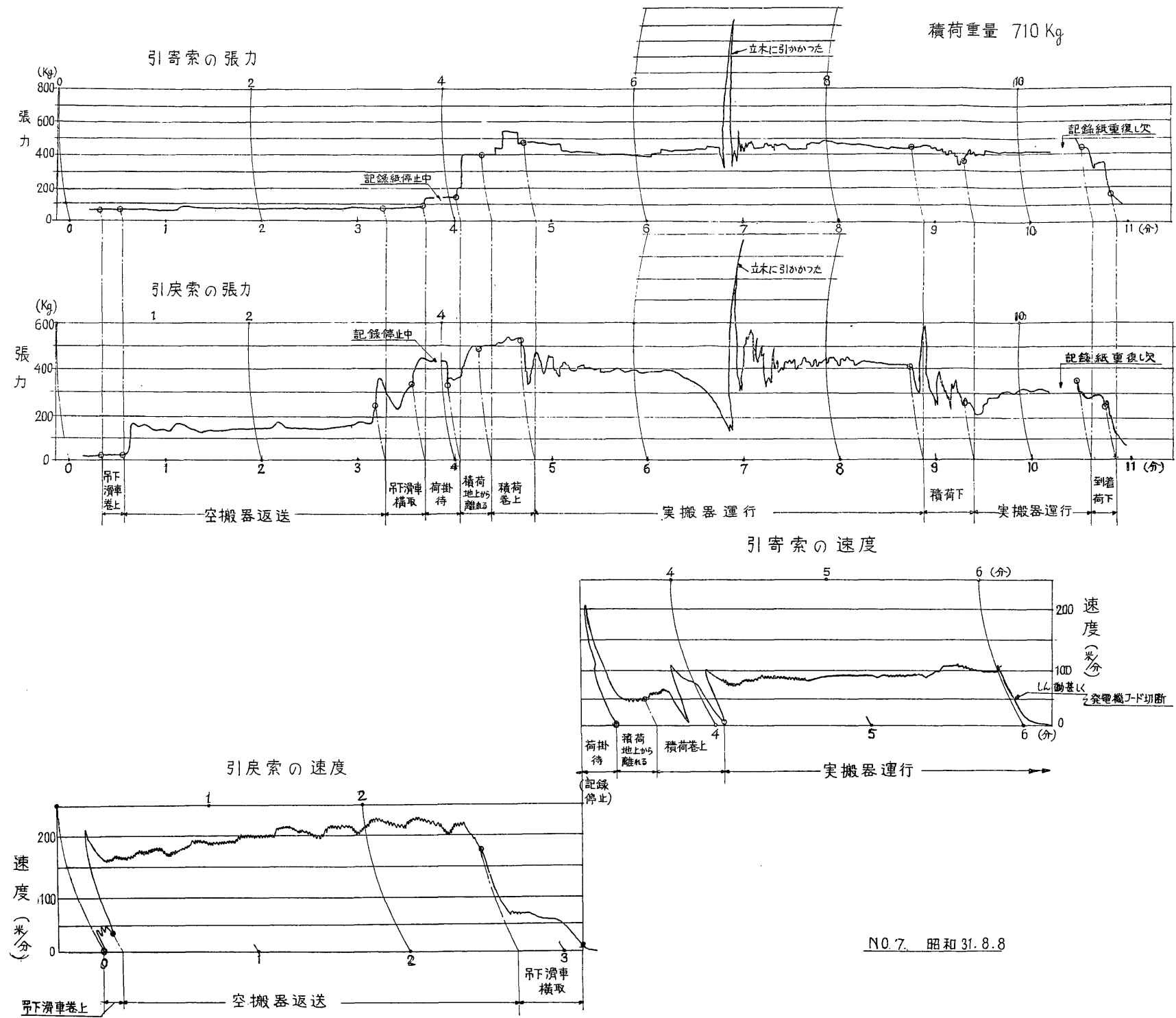
NO. 5. 昭和 31. 8. 9

付 図 5 返送行程における引寄索の速度



N0.22. 昭和 31. 8. 9

付 図 4 作業索の張力ならびに速度 (事故のあつたもの)



付 図 3 作業索の張力ならびに速度 (事故のあったもの)