

新簡易機械集材法(岩大方式) (II)

本集材法に関する力学的考察

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	大河原,昭二
発行元	日本林學會
巻/号	53巻7号
巻号補足	
掲載ページ	p. 199-204
発行年月	1971年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



 論 文

 Eine neue Methode des Holzrückens mit leichter Kurzstrecken-
 seilförderanlage (Iwate-Universität-System=(Iw.U.S.) (II)
 Dynamische Bedeutungen dieses Systems (Iw.U.S)

Shōji ŌKAWARA*

新簡易機械集材法 (岩大方式) (II)

本集材法に関する力学的考察

大河原 昭二*

要 旨: この報告では、本法専用の風力ガバナ設計ならびに使用上必要となる力学的諸関係について説明する。

1) 索の張力には、架空索理論における要因 (荷重, 中央垂下比, 索傾斜角など) と, 材の地面摺動運動に関する要因 (材と地面の間の摩擦係数, 材の地面に対するつり上げ角度, 材の重心位置, 地面勾配など) の両者が複雑に関係するが, その近似解は, (5)~(10)式のようなものと考えられる。この場合, 1例として, 残る要因を一定に保ち, 索張力比 (索張力と木材重量の比) を, 索傾斜角 α , 地面傾斜角 β の組み合わせ相関で示せば, Abb. 2~4 のようになる。したがって, 風力ガバナに作用する外力は運転抵抗を別にして, 同様に Abb. 5 のように表現される。

2) 外力と風力ガバナの制御トルクバランスは, (17) 式で示される。その際の外力トルク, 風力ガバナ用ミッションの増速比, 風車軸回転数ならびに索速度の関係は, 運転抵抗を除き, 理論上 Abb. 7 のようには握できる。したがって, 風力ガバナを設計する場合は, あらかじめ設計条件にもとづき, 同様の図を作製し, 前記の力学的諸関係とあわせ, その機能を十分検討しておくべきことが知れる。

Zusammenfassung: In diesem Referat erkläre ich die dynamischen Bedeutungen dieses Systems um einen zweckmäßigen Windflügelregler zu entwerfen.

1) Trotz der zahlreichen komplizierten Elemente können die Annäherungen der Seiltensionen mit Hilfe der Formeln (5)~(10) theoretisch herbeigeführt werden. Deren graphischen Darstellungen sind beispielsweise in Abb. 2~4.

2) Die Antriebskraft zum Windflügelregler (T_1-T_2) wird in Formel (13) erfolgt, und deren Abhängigkeit von α , β wird, abgesehen von den Antriebswiderständen, beispielsweise in Abb. 5 dargestellt.

3) Das mit dem Außerkräftsmoment an der Achse der Endlos-Seil-Trommel M_a zu balanzierende Widerstandsmoment des Windflügelreglers M_w ist in Formel (17) gegeben.

4) Beim Entwerfen des Windflügelreglers mit zweckmäßiger Kapazität, muß man vor allem die für die angenommenen Arbeitsbedingungen möglichst geeignete Elemente von d , D_1 , ϵ , v und n_m zu untersuchen, damit sie zweckmäßig sein können.

 1. Theoretische Tensionen des Endlos- und Offen-
 Seils in den Vorwärtsgängen des vollen
 Laufwagens

Es wäre schwer oder unmöglich die Tensionen der Seile in diesem System theoretisch befriedigend zu lösen, wenn es auch statisch angenommen würde, —dafür dort immer zu viel veränderliche Bedingungen miteinander zusammenhängend beherrschen. Gleichwohl müssen wir die Annäherungen irgendwie gegenwärtig ermitteln.

Verschieden von den Fällen des üblichen Tragseil-systems, dürfe ich zu diesem Zweck die Spur des Laufwagens als Ellipskurve (abgesehen von den kurzen Teilen in der Nähe beiden Masten) annehmen, denn im allgemeinen die Last des Holzsortiments ist vielmehr größer im Vergleich mit dem Gewicht der dünnadrätigen Seile. Zu gleicher Zeit wird die Kurve solcher Seile zwischen dem Laufwagen und den Masten ungefähr für die Schnurlinie gehalten. Durch diese Annahme läßt sich dieses Problem mit ziemlich leichter Mühe lösen. Nachher wird die

 * Landwirtschaftliche Fakultät, Staatliche Universität zu Iwate, Morioka 岩手大学農学部

wirkliche Annäherung der Tensionen vom Endlos-Seil dadurch vollkommen, daß zu den oben erwähnten Lösungen (T_P , T_Q), welche in folgendem Punkt erreicht werden, die gründlichen Tensionen (T_0) ohne Last und die Antriebswiderstände (T_{R1} , T_{R2}) summiert werden.

Wie nämlich:

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= T_0 + T_P - T_{R1} \\ T_2 &= T_0 + T_Q + T_{R2} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

wobei

T_1 : Annäherung der sämtlichen Tensionen von spannenden Endlos-Seil

T_2 : Annäherung der sämtlichen Tensionen von entspannenden Endlos-Seil

T_0 : Gründliche Tensionen des Endlos-Seils

T_P : Zugkraft des spannenden Endlos-Seils wegen der Last

T_Q : Zugkraft des entspannenden Endlos-Seils wegen der Last

T_{R1} : Antriebswiderstand des spannenden Endlos-Seils

T_{R2} : Antriebswiderstand des entspannenden Endlos-Seils

T_P und T_Q sind abhängig von den Tensionen des Offen-Seils „ F “ und T_{R1} und T_{R2} sind sekundär abhängig von T_P und T_Q .

1) T_P , T_Q und F

Auf Grund des statischen Gesetzes und mit Hilfe der Abb. 1, können wir folgende Formeln annehmen:

Aus dem Gesetz des „Horizontale Komponenten = 0“:

$$(T_P + T_Q + F) \cos \phi_1 = 2T_P \cos \phi_2 - F \cos(\phi + \phi_1) \quad (2)$$

Sowie aus dem Gesetz des „Perpendikuläre Komponenten = 0“:

$$(T_P + T_Q + F) \sin \phi_1 = 2T_P \sin \phi_2 - F \sin(\phi + \phi_1) \quad (3)$$

Und sowie aus der Bedingung des „Moment am Punkt E = 0“, dabei für die einfache Lösung der

demnach

$$T_P = F \cdot \frac{-\sin \phi}{2 \sin(\phi_1 - \phi_2)} \quad (5)$$

$$T_Q = F \left[\frac{\sin \phi}{\sin(\phi_1 - \phi_2)} \left(\frac{1}{2} - \frac{\sin \phi_2}{\sin \phi_1} \right) - \frac{\sin(\phi + \phi_1)}{\sin \phi_1} - 1 \right] \quad (6)$$

$$F = \frac{P \cos(\theta - \beta)}{2 [\sin(\phi + \phi_1) \cos(\theta - \beta) + \cos(\phi + \phi_1) \sin(\theta - \beta)]} \quad (7)$$

Durch die obigen drei Formeln werden T_P , T_Q und F gefunden, wenn die unbekannten Größen ϕ , ϕ_1 und ϕ_2 bestimmt wären. Zum Zweck zunächst läßt sich ϕ dadurch erreichen, daß die anderen Bedingungen des „Horizontale und perpendikuläre Komponenten am Holz = 0“, wobei R die senkrecht

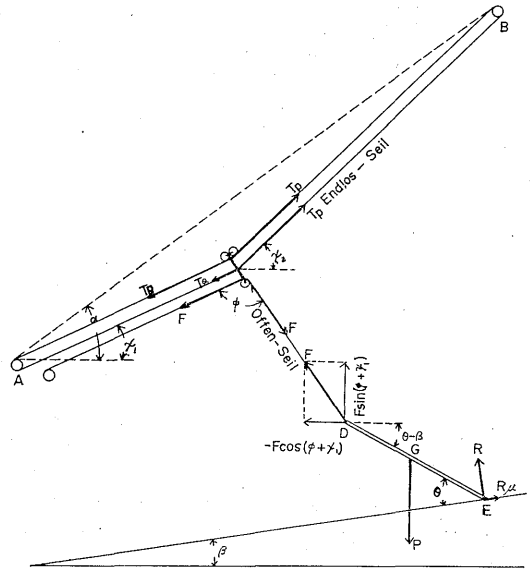


Abb. 1 Kräfteverhältnisse des Iw.U.S.

Schwerpunkt der Last in der Mitte des Holzes angenommen werden darf:

$$\begin{aligned} \frac{P}{2} \cos(\theta - \beta) - F \cos(\phi + \phi_1) \sin(\theta - \beta) \\ = F \sin(\phi + \phi_1) \cos(\theta - \beta) \end{aligned} \quad (4)$$

wobei

ϕ_1 : Gefälle der Endlos- bzw. Offen-Seile zwischen dem Hauptmast und dem Laufwagen

ϕ_2 : Gefälle der Endlos-Seile zwischen dem Endmast und dem Laufwagen

ϕ : Eingeschlossener Winkel des Offen-Seils

β : Gefälle des Forstgeländes

θ : Aufhebender Winkel des Holzes gegen den Boden

P : Gewicht der Last

wirkende Gegenkraft gegen den Boden und μ den Reibungskoeffizient zwischen dem Holzende und dem Boden bedeutet, erfüllt werden:

$$\left. \begin{aligned} R(\cos \beta + \mu \sin \beta) &= P - F \sin(\phi + \phi_1) \\ R(\sin \beta - \mu \cos \beta) &= P \cos(\phi + \phi_1) \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

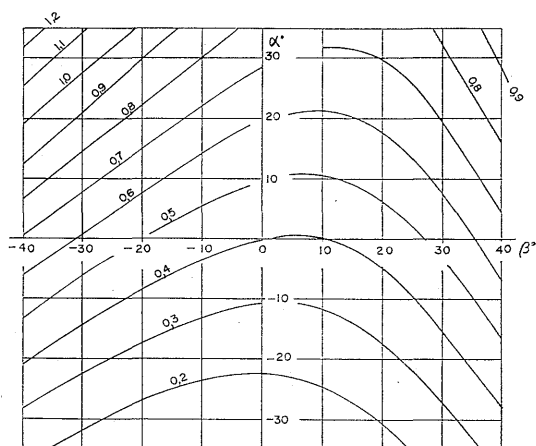


Abb. 5 Beispiel eines Diagramms von $(T_P - T_Q)/P$ in Abhängigkeit von α (Neigung der Seilstrecke) und β (Gefälle der Forstgelände) unter den gleichen Bedingungen mit Abb. 2

$(T_P - T_Q)$ ist.

In der Abb. 5 beim Bergauftransport zeigt β den Minuswert, während es beim Bergabtransport den Pluswert zeigt. Jedoch, andererseits hinsichtlich des α , folgt es nicht immer nach diesen Verhältnissen— z.B. beim Bergabtransport darf man das Endlos-Seil, entsprechend den Forstweg- und Geländeverhältnissen, nicht nur abwärts (α : Plus) bzw. horizontal (α : 0), sondern auch sogar aufwärts (α : Minus) spannen.

In jeder Strecke, verändern sich die Werte von $(T_P - T_Q)/P$ zwar je nach dem k , aber dessen Bereich bleibt gewöhnlich $\pm 20\%$ weniger als obige Werte (beim $k=1/2$), wenn man auf die Teile in der Nähe der beiden Maste unberücksichtigt.

3. Widerstände des Windflügelreglers

1) Widerstandsmoment an einer Achse des Windflügelaggregats m , das aus den zwei bzw. vier Windflügeln besteht

Es ist schon bereits wohlbekannt, das Widerstandsmoment (Drehmoment) an einer Achse des Windflügelaggregats in folgender Formel festgelegt zu sein, welche von Turbinemechanik herbeigeführt und ins Flugzeuggebiet angewandt wird.

$$m = C_Q \rho D_1^5 n_s^2 \quad (14)$$

wobei

m : Widerstandsmoment an einer Achse des Windflügelaggregats

C_Q : Koeffizient des Drehmoments (Dieser Koeffizient wird mit Form, Anzahl und Zustände des Windflügels bestimmt.) Dessen gewöhnliche Größe ist ungefähr 0.6~0.7 (bei den rechteckigen 2-Flügeln), 0.8~1.0 (bei den rechteckigen 4-Flügeln) vermessen zu sein.

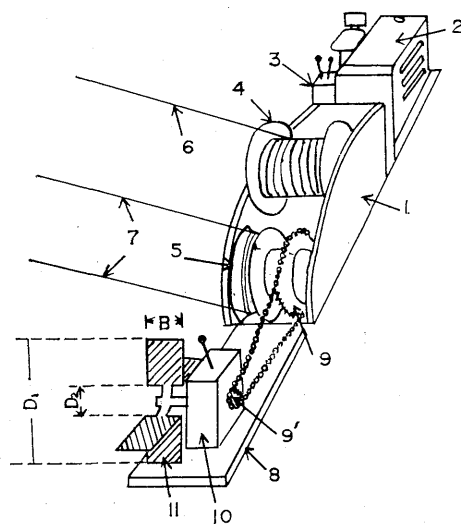


Abb. 6 Schema eines mit der üblichen Motorseilwinde vorgerichteten Windflügelregler

1. Übliche Motorseilwinde mit zwei Trommeln 2. Motor
3. Transmission zwischen Motor und Seiltrommeln 4. Offen-Seil-Trommel 5. Endlos-Seil-Trommel 6. Offen-Seil
7. Endlos-Seil 8. Windflügelregler 9, 9'. Kettenräder 10. Transmission zwischen Endlos-Seil-Trommel und Windflügelregler 11. Windflügel

ρ : Dichte der Luft (beinahe 0.125 Kg/m³)

D_1 : Durchmesser des Windflügels (s. Abb. 6)

n_s : Sekundliche Drehzahl der Achse von Windflügelaggregat ($n_s = n_m/60$, n_m : Minutliche Drehzahl derselben)

2) Sämtliches Widerstandsmoment des Windflügelreglers M_W

Das sämtliche Widerstandsmoment als ein Windflügelregler selbst, das die Kapazität des Windflügelreglers bedeutet, verändert sich nicht nur durch die Größe des Flügels, sondern mit dem Drehzahlverhältnis der Transmission. Wir sollen die Veränderung dieser Kapazität lieber durch jede Auswahl des Drehzahlverhältnisses von Transmission durchführen, als daß wir die Flügelgröße nach jedem entsprechenden Bedarf auf der Kapazität regulieren.

Das sämtliche Widerstandsmoment des Windflügelreglers M_W , das zu der Achse der Endlos-Seil-Trommel versetzt wird, wird mit der Formel (15) erfolgt, wobei ε das Drehzahlverhältnis zwischen der Endlos-Seil-Trommel und dem Windflügelaggregat ist.

$$M_W = \varepsilon m = \varepsilon C_Q \rho D_1^5 \left(\frac{n_m}{60} \right)^2 \quad (15)$$

4. Betrachtungen über das Entwerfen des Windflügelreglers

Die Funktionen des Windflügelreglers werden

durch Balanzieren zwischen zwei Momenten erfüllt:
1 Außerkräftsmoment an der Achse der Endlos-Seil-Trommel (d. i. $M_a = T(1/2)d$; d : Durchmesser der Endlos-Seil-Trommel), 2 Sämtliches Widerstandsmoment des Windflügelreglers an derselben Achse (d. i. M_W).

Wie nämlich

$$M_a = M_W \quad (16)$$

d. h.

$$\frac{(T_P - T_Q) - f(P + W)}{2} d = \varepsilon C_Q \rho D_1^5 \left(\frac{n_m}{60} \right)^2$$

oder

$$n_m = 60 \sqrt{\frac{(T_P - T_Q) - f(P + W)}{2 \varepsilon C_Q \rho D_1^5} d} \quad (17)$$

Diese Formel (17) stellt sich in Abb. 7 mit

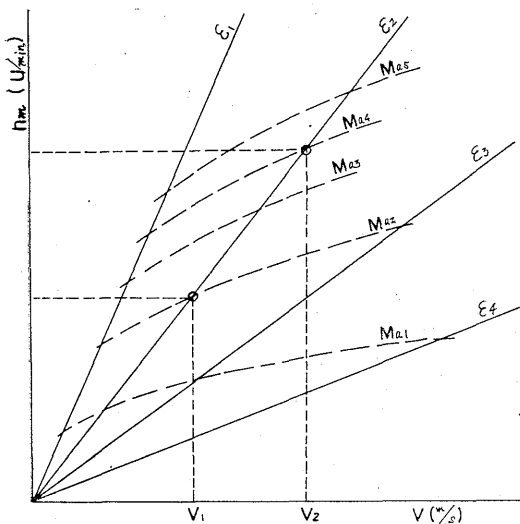


Abb. 7 Graphische Erklärung der Funktionen eines Windflügelreglers in Iw.U.S.

gestrichelte Linie graphisch dar, wobei ε beispielsweise als 4-stufig ausgewählt würde. In dieser Abb. 7 zu gleicher Zeit, wird die volle Linie angesehen, welche von der folgenden Abhängigkeit herbeigeführt wird, worin v die Geschwindigkeit des Endlos-Seils (nämlich des Laufwagens) (in m/s) ist.

$$n_m = \frac{60 \varepsilon v}{\pi d} \quad (18)$$

Aus dieser Abb. 7 werden die Funktionen des Windflügelreglers folgendermaßen erklärt. Z.B. wenn das Außerkräftsmoment M_a nach der verschiedenen Last und der Laufwagensstelle zwischen $M_{a2} \sim M_{a4}$ verändert würde, müßte man in erster Linie das Drehzahlverhältnis zum ε_2 auswählen. Anschließend, wenn man mittels des Beschleunigungspedals der

Offen-Seil-Trommel die Geschwindigkeit v des Endlos-Seils zwischen $v_1 \sim v_2$ kontrolliert, kann man diese Anlage befriedigend glatt betreiben. Dieser zweckmäßige Antrieb, wie im I. Teil dieser Serienabhandlungen erwähnt wird, wird mit leichter Mühe durchgeführt.

Mit anderen Worten, wie die oben genannten Verhältnisse wohl erfüllt werden können, so sollen d , D_1 , sowie ε den Arbeitsbedingungen entsprechend im voraus entwerfen. Wobei bemerkt man davon, daß ① sich der zulässige Bereich der Offen-Seil-Geschwindigkeit v (m/s) hauptsächlich durch die Struktur der Seilwinde sowie der Motorstärke bedingt, und ② der versicherte maximale Umlauf des Windflügelaggregats ($n_{m \max}$) überhaupt innerhalb 1200 U/min zu denken ist.

In Hinsicht auf den obigen ①, abgesehen von der Aufhebung der ganzen Last in der Höhe, werde

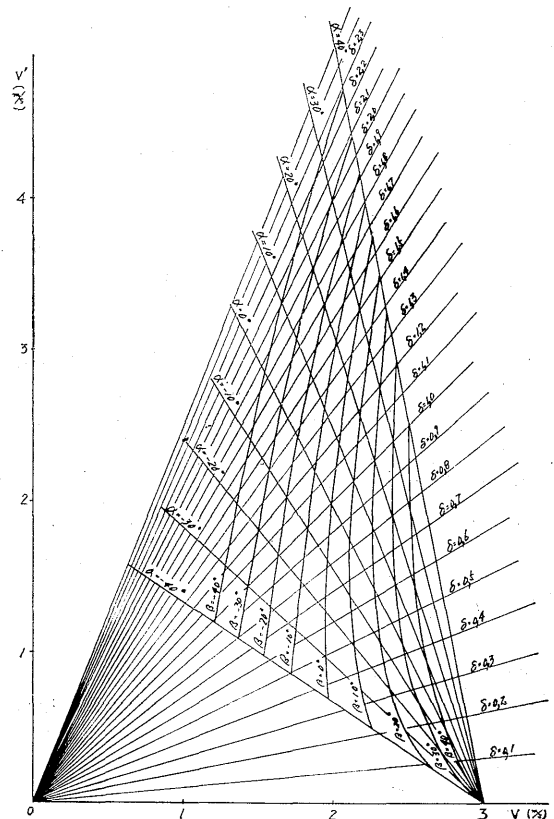


Abb. 8 Graphische Darstellung der Verhältnisse ($\delta = v'/v$) in verschiedenen Kombinationen zwei Winkel α , β

v' : Geschwindigkeit des Offen-Seils
 v : Geschwindigkeit des Endlos-Seils
 α : Neigung der Seilstrecke
 β : Gefälle der Forstgelände

man leicht erkennen, daß die Differenz der Geschwindigkeit zwischen Endlos- und Offen-Seilesinn gemäß verschieden je nach den Neigungen von α , β sei. Diese Differenz der Geschwindigkeit zwischen beiden Seile wird mit der Differenz von α und β zunehmen. Dessen Verhältnis wird wie folgt angenommen:

$$v' = v \{1 + (\sin \alpha - \cos \alpha \tan \beta)\} \text{ für } k=0.5=v\delta \quad (19)$$

wobei

v' : Geschwindigkeit des Offen-Seils

v : Geschwindigkeit des Endlos-Seils

δ =Verhältnis= $v'/v=1+(\sin \alpha - \cos \alpha \tan \beta)$

Diese Formel (19) stellt sich wie in Abb. 8 dar. In Abb. 8 z.B. wenn $\alpha=40^\circ$ und $\beta=30^\circ$ vorkommt, darf man die Schnittpunkt der zwei entsprechenden Linien suchen. Daher kann man $\delta=1,2$ finden. Auf der betreffenden Gerade von $\delta=1,2$ finden wir beliebig die Verhältnisse zwischen v und v' . Wobei, indem man das Endlos-Seil beispielweise mit der Geschwindigkeit von 2,0 m/s kontrollieren will, muß man das Offen-Seil mit der Geschwindigkeit von 2,4 m/s

betreiben. Jedoch solches Problem entsteht bei jedem Arbeiten in Hinsicht auf die Wahl der Transmission. Beim Entwerfen der Anlage (Windflügelregler) darf man nur auf einem gründlichen Fall des $\alpha=\beta$ berücksichtigen.

Literaturverzeichnis

- 1) OKAWARA, S.: Eine neue Methode des Holzrückens mit leichter Kurzstreckenseilförderanlage (Iwate-Universität-System=Iw.U.S.) (I) Erklärungen dieses Rückeverfahrens, das nur durch die neuen Anwendungen des Windflügelreglers ermöglicht wird. J. Jap. For. Soc. 53: 93~97, 1971
- 2) LUSAR, R.: Der hydraulische Drehmomentwandler und die hydraulische Kupplung. 179s, Carl Hanser, München, 1961
- 3) KATO, S.: Berechnung und Planung forstlicher Seilbahnen. 230s., Kanehara-Shuppan, Tokyo, 1959
- 4) PESTAL, E.: Seilbahnen und Seilkrane, 511s, Georg Fromme, Wien, 1961

(Eingegangen am 20. November, 1970)

新刊紹介

○生物社会と生態系 (Communities and Ecosystems)

ROBERT H. WHITTAKER: 158p., illus. Toronto: Macmillan Co., Collier-Macmillan Canada, Ltd. 1970, \$ 3.95 (アメリカ国内定価)

生物社会と生態系の概論としてよくまとまっている。しかし水中微生物から森林にいたるまでの広汎な領域を一人の著者が扱える限界というものもあり、個々の生態系に対するデータ、記述の正確さや内容の厚さにデコボコのあることはかくせない。また引用文献は一部ヨーロッパのものを除き、アメリカのものに限られているのも不足であり、森林生態系のデータなど日本のものと比べ

るとはるかにお粗末といえよう。アメリカの研究者は一般にわずかのデータからでもかなり大胆に論理を展開するくらいはあるが、この本はその点がかえってプラスしているともいえる。その点において生態系の物質、エネルギー循環のシミュレーションの説明などはすぐれたものといえよう。

バイオームの分類、解説にアメリカ大陸の豊かな資料をふんだんに使っているが、これは自然の豊庫を背後に持つアメリカの生態学者の恵まれた点である。

精度に問題はあると思うが、地球上の主な生態系の生産力を概算し、一覧表で示している。

本書は生態学の理解のために、林業関係のあらゆる分野の研究者に向くものと思われる。

(藤森隆郎)