

ケーペ式巻上機用ライニングの摩擦特性と耐摩耗性

Friction and Wear Properties of Lining for Koepe Winders

今 井 正 也* 永 野 周 一*

Masaya Imai

Shūichi Nagano

内 容 梗 概

ワイヤロープとシーブとの接触角を実際のケーペ式巻上機における値に近い188度として、径の1%異なる二つのシーブを組合わせた差動機構からなる実験装置により、ワイヤロープとシーブライニングとの摩擦係数を測定した。その際ライニングと塗布剤の種類、面圧およびすべり速度を種々に変え、それらが摩擦係数に及ぼす影響をも明らかにした。また Eitelwein の式によって定義される見かけの摩擦係数とロープ張力との関係を検討した結果、今回の測定値は実機に適用できるものと考えられた。

さらに、摩擦係数の比較的良好なゴムあるいは PVC からなるライニング4種に関して摩耗試験を行った結果、布入ゴムライニングの耐摩耗性はあまりよくなかったが、それ以外のものでは大差なかった。また摩擦仕事に対する摩耗体積の割合、すなわち摩耗率は $10^{-5} \sim 10^{-4}$ cc/kgm であった。

1. 緒 言

つるべのようにワイヤロープをシーブに巻き掛けて、ロープの先につけた荷を上下させるケーペ式巻上機はヨーロッパ、特にドイツの立坑において盛んに用いられており、わが国でも今後盛んになると思われる⁽¹⁾。

この方式においてはシーブに取付けたライニングとワイヤロープとの間の摩擦力によって最大正味巻上荷重が決定されるので、ケーペ式巻上機設計のためには、それらの間の摩擦係数の値を知り、また摩擦係数と最大正味巻上荷重との関係を知ることが必要である。このため国内、国外の多くの研究機関においては、種々な実験方法によって、ロープとライニングとの摩擦係数の測定が行なわれているが、そのおもなものとしては次のようなものがある。

- (1) ロープを二つのライニングで両側からはさみ、ロープを引抜くのに要する力とはさむ力とから摩擦係数を算出する。
- (2) 一端を固定し、他端に重錘をつるしたロープをシーブに巻掛け、このシーブを回転させるのに必要なトルクと重錘荷重とから摩擦係数を算出する。
- (3) ロープとシーブとを共に動かし、ロープの張力と速度、およびシーブの周速を任意にかえ、その際シーブに作用するトルクとロープ張力とから摩擦係数を算出する。

これらの中で(1)の方法は、ロープがライニングの端部でしぼられるために径が小さくなり、引抜きに要する力は摩擦力以上に大きくなるので(エッジ効果)、摩擦係数の測定値はシーブにおける値よりも大きくなる⁽²⁾。次に(2)の方法では(1)の方法によるよりは、かなり実機の摩擦係数に近いものが測定できるが、常にロープの同じ部分がライニングに接触するのが難点であると思われる。最後に(3)の方法によれば最も実機に近くて良いが、この場合には装置全体があまり膨大にならないようにする必要上、ロープをエンドレスにすることが多い⁽³⁾。この際ロープとシーブとの接触角を実機よりも小さくすることを避け、180度程度に保つためには、何か特別な機構を考える必要がある。もしも接触角が実機とはなはだしく異なる場合には、2.章で述べるように実験装置と実機とでは摩擦係数とロープ張力との相似性が保たれなくなり、実験結果をはたして実機に適用しうるものかどうか疑問が生じる。

今回発表する実験装置においては、差動機構を用いることによりロープとシーブとの接触角を実機に近い188度に保ったままで、ロープとシーブとを共に動かし、すべり速度を種々に変え、またロープはつぎつぎと違う部分でライニングに接触するようにしたので、

実験装置としては、かなり実機に近い状態での摩擦係数を測定し得たものと考えている。

次に大切なことはライニングの耐摩耗性を知ることである。一般にゴムのような物質の摩耗量は使用条件の影響を非常に受けやすいものであり、たとえばタイヤとしては耐摩耗性の良い材質でもはき物用としては必ずしも耐摩耗性がよくないとされている⁽³⁾。したがって摩耗試験機での耐摩耗性と実機での耐摩耗性との間には、一般には相関関係を見出しがたい。そこで最も信頼性のある摩耗試験は実地試験であるが、この場合には結果が出るまでに長時間と多大の費用とを必要とすることが多い。

ケーペ式巻上機においても実地試験が最も望ましいわけであるが、上記の理由によりこれは容易には行えないので、今回は一応の目安をつけるために摩擦係数測定装置をそのまま利用して、摩耗量の測定を行った。

2. 理 論 的 考 察

2.1 ロープ張力と摩擦係数との関係

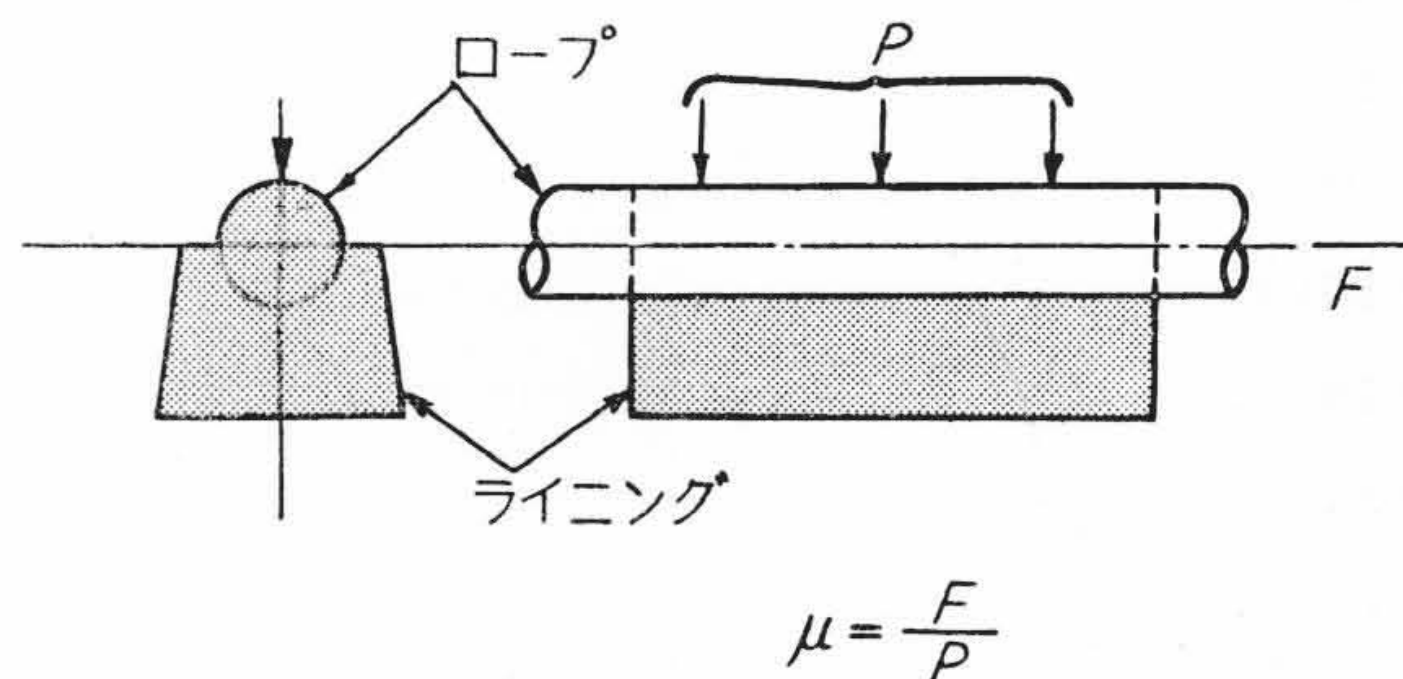
いま第1図のようにロープを P の力でライニングに押付け、ロープを引抜くのに F の力が必要であるとして、摩擦係数 μ を次式で定義する。

$$\mu = F/P \dots\dots\dots (1)$$

ただしこの場合に F の値としては先に述べたエッジ効果は、なんらかの方法によって除去してあるものを用いる。

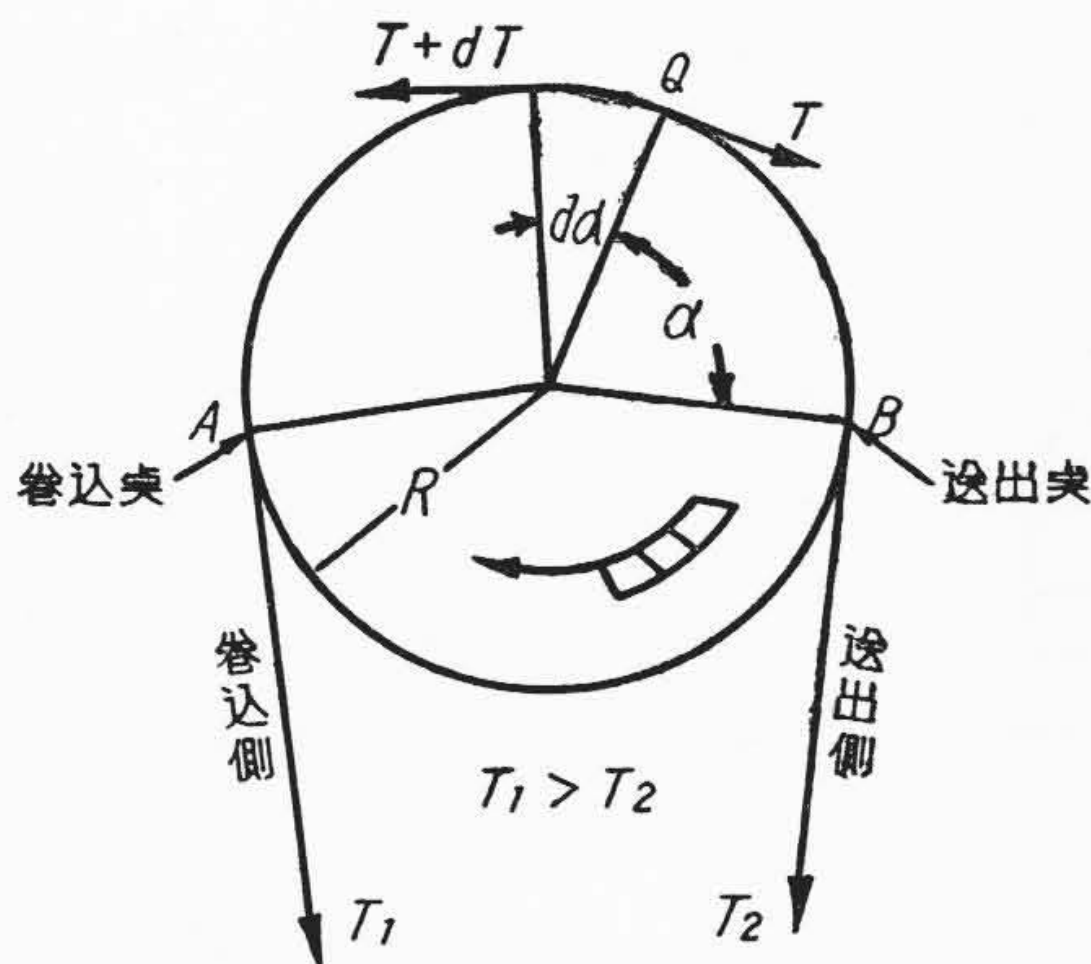
なお、Hymansによれば、第1図の場合の μ は平面接触の場合の普通の摩擦係数の $4/\pi$ 倍になっている⁽⁵⁾。

次にロープがシーブに巻き掛けてある場合にはロープとシーブとが共に弾性体であるために、シーブに接触している部分のロープは厳密には円弧とはならないが⁽⁶⁾、これらの変形を無視し、摩擦力は円周方向にのみ作用するものとするれば第2図においては次の関係がなりたつ。

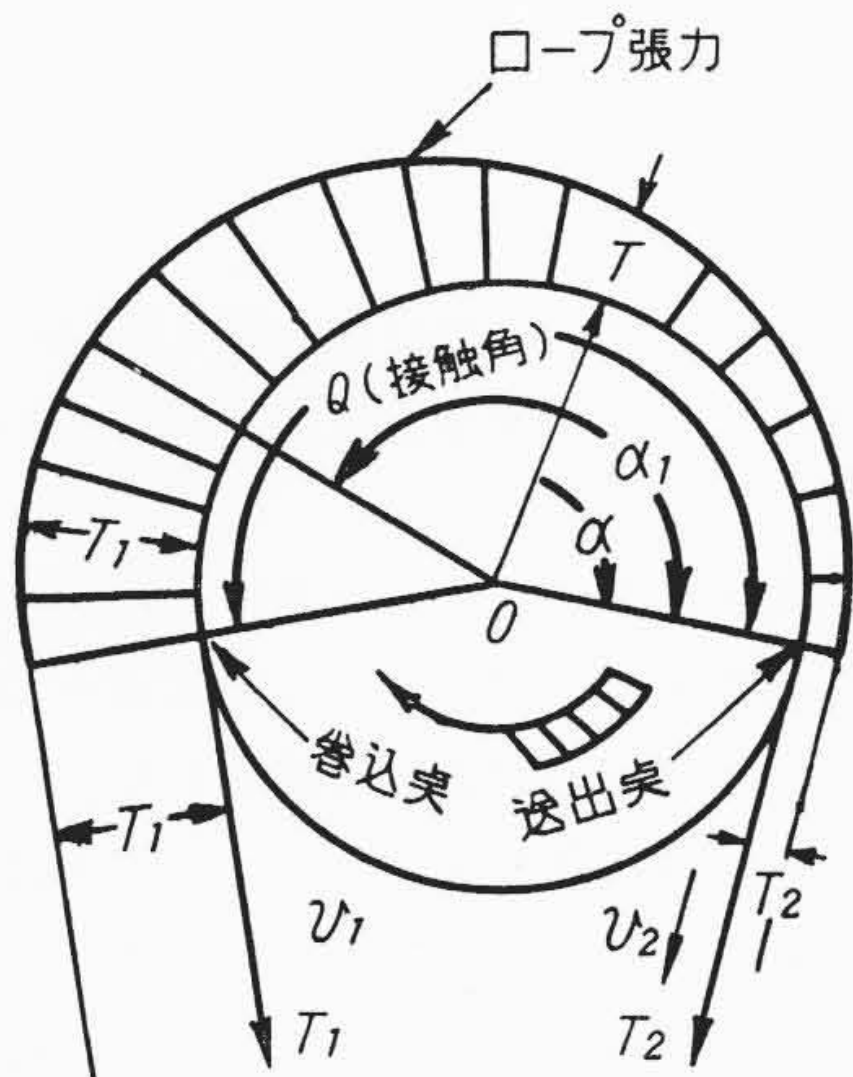


第1図 ロープとライニングとの摩擦係数の定義

* 日立製作所亀有工場



第2図 ロープ張力と摩擦係数との関係を求めるための図



第3図 シーブ上でのロープ張力の分布

$$u(T d\alpha - \omega^2 R^2 d\alpha \cdot w/g) = dT$$

$$d\alpha = \frac{dT}{\mu \left(T - \frac{\omega^2 R^2 w}{g} \right)} \quad (2)$$

ここで α : ロープの送出し点Bから張力が変化している部分の任意の点Qまでの角度

T : 点Qでのロープ張力

ω : シーブの角速度

R : シーブの半径

w : ロープの単位長さ当りの重量

g : 重力の加速度

次にロープに加わる遠心力の影響は通常小さいのでこれを無視することにすれば(2)の分母の後の項はなくなる。そして巻込側、送出側の張力をそれぞれ T_1 、 T_2 として(2)式を積分した値を α_1 とすれば

$$\alpha_1 = \int_{T_2}^{T_1} \frac{dT}{\mu T} \quad (3)$$

の関係が得られる。これが摩擦係数とシーブの両側のロープ張力とが与えられた時に必要最小限の接触角 α_1 を求める一般式である。接触角 θ が α_1 よりも大きい場合には、 α_1 から θ までの間では張力は T_1 で一定である。すなわちロープ張力は第3図のように分布し、AからCまではロープ張力は一定、Cからはしだいに減少してBで最小値 T_2 となる。

T_1 と T_2 の差が大きくなるにつれてCはAに近づき、ついにCはAに達し $\alpha_1 = \theta$ となる。今後は $\alpha_1 = \theta$ の場合について考えることにする。すなわちこの場合には

$$\theta = \int_{T_2}^{T_1} \frac{dT}{\mu T} \quad (3)'$$

である。

μ が一定の場合には(3)'式からただちに

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu \theta} \quad (4)$$

が得られ、これが通常用いられている Eitelwein の式である。

しかしながらライニング材として一般に用いられているゴムや合成樹脂においては、 μ が一定であることは少なく、通常は面圧、すべり速度、ロープとシーブとの接触時間などによってかなり変るものである。

今は一応摩擦係数は面圧 p (kg/cm²) とすべり速度 v_s (mm/s) との関数と考え、 $\mu = \mu(p, v_s)$ とする。ただしここで p は次式によって定義する。

$$p = \frac{T}{R d} \quad (5)$$

ここで、ロープ径 d とシーブ径 R との単位は cm、また T の単位は kg とする。したがって(3)'式は

$$\theta = \int_{T_2}^{T_1} \frac{dT}{\mu \left(\frac{T}{R d} \cdot v_s \right) \cdot T} = \int_{T_2}^{T_1} \frac{dT}{\mu \left(\frac{T}{R d} \cdot v_s \right) \cdot T} \quad (6)$$

となる。

いま、ロープ張力を変えて $T_1' = k T_1$ 、 $T_2' = k T_2$ とし、一方 p がもとのままの値となるように $R d$ を k 倍にし、また v_s を一定に保つ場合に必要の接触角を θ_k とすれば

$$\theta_k = \int_{T_2}^{T_1} \frac{dT}{\mu \left(\frac{T}{k R d} \cdot v_s \right) \cdot T} = \int_{k T_2}^{k T_1} \frac{dT}{\mu \left(\frac{T}{k R d} \cdot v_s \right) \cdot T}$$

となる。ここで $T = k \tau$ と置換すれば

$$\theta_k = \int_{T_2}^{T_1} \frac{d\tau}{\mu \left(\frac{\tau}{R d} \cdot v_s \right) \cdot \tau} = \theta$$

となる。ゆえにこのことから、 p 、 v_s 、 T_1/T_2 さえ一定に保てば、 R 、 d 、 T_1 、 T_2 を変えても θ は不変であることがわかる。逆にいえば $T_1/T_2 = f(\theta, p, v_s)$ の関係がなりたつことになる。これが種々条件を変えたときになりたつ相似則である。

実機的设计にはこの関係を知りたいわけである。しかしここでは θ 、 p 、 v_s と T_1/T_2 の関係で整理せずに θ 、 p 、 v_s と次式によって定義される見かけの摩擦係数 μ_n との関係で整理することにする。

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu_n \theta} \quad (7)$$

あるいは

$$\mu_n = \frac{2.303}{\theta} \log_{10} \frac{T_1}{T_2} \quad (8)$$

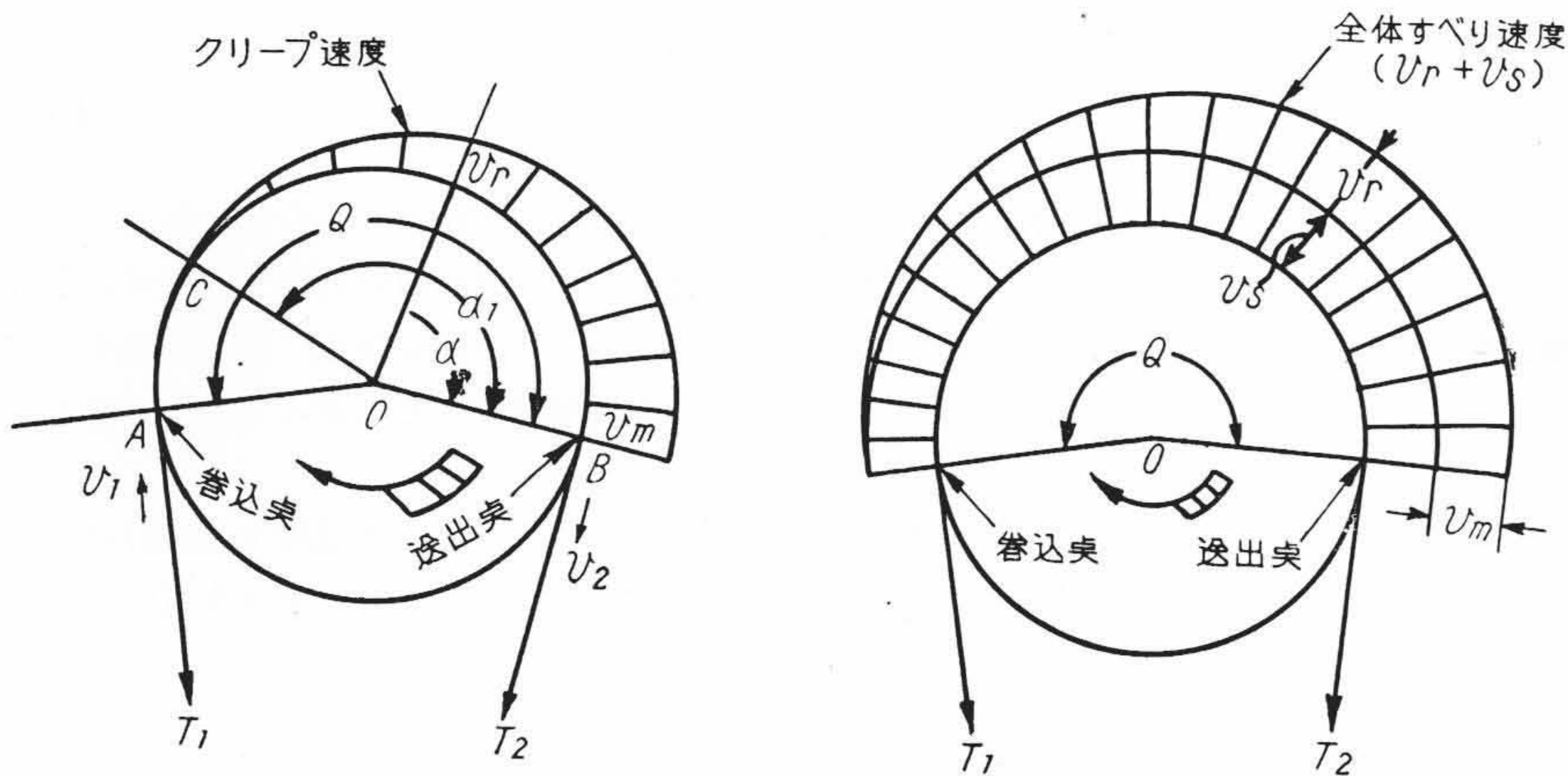
なお、 μ が一定の場合には $\mu_n = \mu$ である。

2.2 すべり速度について

2.1 において述べたように、ロープとライニングとのすべり速度は摩擦係数に関係があるので、シーブ各点でのすべり速度がどのようになるかについて述べることにする。

シーブ上でのロープ張力が第3図のように変化していく際に、ロープ変形量とライニング変形量とに差があれば、両者間にはすべりが生じる。このすべりとすべり速度とはそれぞれクリープおよびクリープ速度といわれる。 T_1 と T_2 との差が大きくなってC点がA点に一致するとロープとシーブとの接触部分全体がすべり始める。これが一般にスリップといわれているものである。ここではこれを全体すべりということにする。まず全体すべりの生じていない場合について述べる。

シーブ上で張力 T が加わっている際のロープの単位長さ当りの伸び



(a) 全体すべりのない場合 (b) 全体すべりのある場合

第 4 図 シープ上でのすべり速度の分布

第 1 表 ヨーロッパの立坑における最大クリープ速度 ((14)式による)

製作 年度	国	名 称	正味 荷重 (t)	巻上 速度 (m/s)	ロープ		クリー プ速度 (mm/s)
					本数	径 (mm)	
1959	ド イ ツ	Augste-Victoria	6	10	2	52	1.4
1959	ド イ ツ	Sophia-Jacoba	15.6	16	2	52	5.9
1959	ド イ ツ	Sophia-Jacoba	9	10	2	48	2.5
1959	ド イ ツ	Emscher-Lippe	7	12	2	51	2.1
1959	フ ラ ン ス	H.B.N.P.C.Barrois	13.2	18	4	47.3	3.5
1959	ス ェーデン	LKAB Kiruna	20	11	4	35	5.7

は $\frac{T}{EA} + \frac{\nu}{E} p$ で与えられる。

ここで p : (5)式による

E : ロープの縦弾性係数

A : ロープの正味断面積

ν : 同一量のロープ長さの変化を与えるのに必要なロープ軸に平行な力と垂直な力との比 (ポアソン比に相当)。

この式の第 2 項は普通は第 1 項に比し非常に小さいので、これを無視することにする。そうすれば、張力 T が加わる場合のロープ長さは力が加わらない場合の $(1 + \frac{T}{EA})$ 倍となる。

ロープの連続の条件(たるんだり、たりなくなったりしないこと)から、ロープ長さとロープ速度とは比例しなければならないので

$$\frac{v_1}{1 + \frac{T_1}{EA}} = \frac{v_2}{1 + \frac{T_2}{EA}} = \frac{v}{1 + \frac{T}{EA}} \dots\dots\dots (9)$$

が成り立つ。

ここで v_1 : ロープの巻込速度(点 A)

v_2 : 送出速度(点 B)

v : 任意の点 Q でのロープ速度

T_1, T_2, T : それぞれ点 A (C), B, Q でのロープ張力

また点 Q のクリープ速度 v_r , シープの周速度 v_h とロープ速度 v との間には次の関係がなりたつ。

$$v_r = v_h - v \dots\dots\dots (10)$$

この際にライニングを剛体と仮定すると v_h は一定となる。また点 C から点 A までの間では、ロープ速度は一定で

$$v_h = v_1 \dots\dots\dots (11)$$

となる。すなわちクリープは生じていない。また(9)式から

$$v = \frac{1 + \frac{T}{EA}}{1 + \frac{T_1}{EA}} v_1 = \left(1 + \frac{T - T_1}{EA}\right) v_1 \dots\dots\dots (12)$$

が得られ、(10), (11), (12)から

$$v_r = \frac{T_1 - T}{EA} v_h \dots\dots\dots (13)$$

となる。したがって点 A と点 C との間では v_r は最小値であり、点 B では最大値 v_m となる。 v_m は次式で与えられる。

$$v_m = \frac{T_1 - T_2}{EA} v_h \dots\dots\dots (14)$$

第 4 図 (a) はこの間の変化を示す。ここでもしも(4)式が成り立てば(13), (14)から

$$v_r = \frac{T_1}{EA} \left\{1 - e^{u(\alpha - \alpha_1)}\right\} v_h \dots\dots\dots (15)$$

$$v_m = \frac{T_1}{EA} \left\{1 - e^{-u\alpha_1}\right\} v_h \dots\dots (16)$$

となる。

次に全体すべりが生じている場合には第 4 図 (b) に示すように点 A でのすべり速度とクリープ速度とを加えたものが全体すべり速度となる。

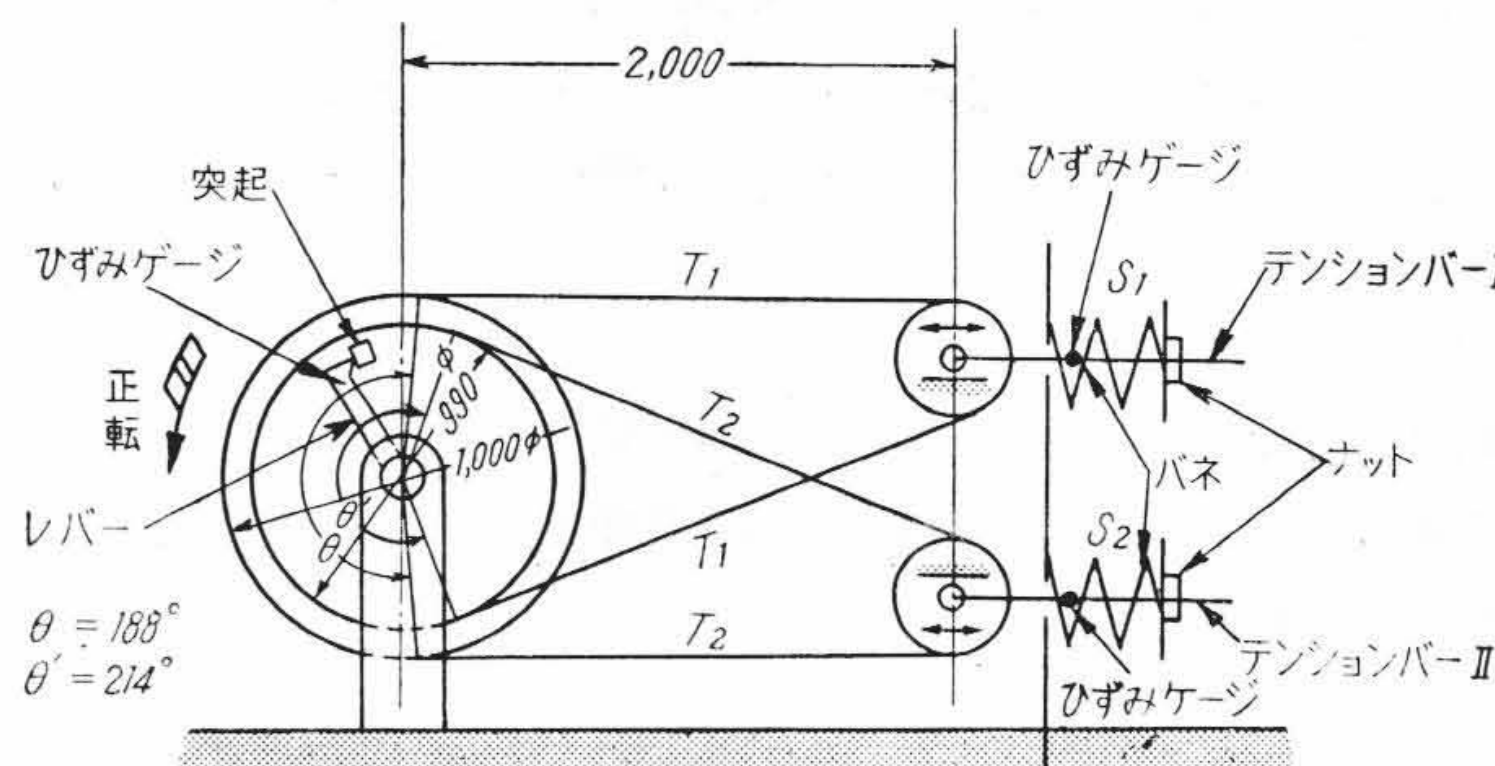
ヨーロッパの立坑での最大クリープ速度 v_m を(14)式によって計算したものが第 1 表である。ただしここでは $E = 10,000 \text{ kg/mm}^2$ とし、また A はフラット形ロープとして計算した。

以上の計算ではロープは弾性体で、ライニングは剛体であるとの仮定に基いているわけであるが、実際にはライニングも弾性体であるので、真のクリープ速度は上記よりも小さく、時には 0 になることも考えられる。この場合にはライニングとロープとの間にはすべりが起らないか、または一様な全体すべりが起るかである。

3. 摩擦係数の測定

3.1 実験装置および実験方法

第 5 図は今回用いた実験装置である。左方の二つの大きなシープは直径が 1% ほど異なる。これらと右方の二つの小さなシープとの間には 1 本のエンドレスロープが巻き掛けられている。供試ライニングは二つの大シープに取付けられる。テンションバー I, II にはめたナットを締めていくと、バネ S_1, S_2 は縮み、それに伴い球軸受によってささえられた小シープは案内面により導びかれて右方に引かれ、ロープに一樣な張力を与える。大シープの中で $1,000\phi$ のほうは軸に固定されているが、 990ϕ のほうは球軸受を介して軸に取付けられている。いま軸を矢印の向きに回転させると $1,000\phi$ のシープは軸とともに回転してロープを駆動し、 990ϕ のほうはロープにより駆動され、 $1,000\phi$ のシープより大きな回転数でまわる。そして 990ϕ のシープに取付けられた突起はある時間の後に軸に固定してあるレバーに当る。その後には両シープは等しい回転数でまわることになり、両者の周速は等しくなるので、ロープはどちらかのシープでスリップしなければならない。しかるに $1,000\phi$ のシープの



第 5 図 ケーベ式巻上機用ライニングの摩擦係数測定装置

接触角 θ (188°) は 990ϕ のシーブの接触角 θ' (214°) よりかなり小さいので、 $1,000\phi$ のシーブで最初にスリップが生じることになる。もしも μ がすべり速度の増加によりいちぢるしく増加する場合には $1,000\phi$ のシーブでのすべり速度が増すにつれて 990ϕ のシーブにおいてもすべりが生じるが、 $1,000\phi$ のシーブにおけるすべり速度のほうが常に大きい。この際にテンションバー I, II に加わる引張力をひずみゲージで測定し、それからロープ張力 T_1 , T_2 を求め、(8) 式により μ_n を算出した。

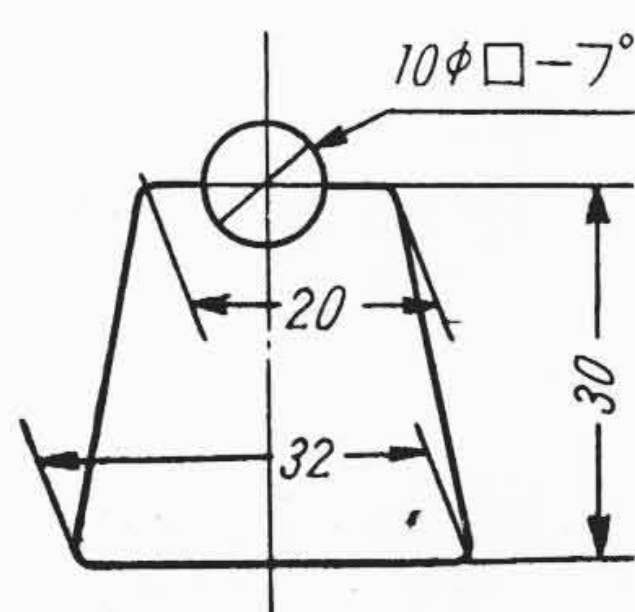
面圧としては次式で定義されている平均面圧 p_m を考え、これを $5 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ の範囲で変えた。

$$p_m = \frac{T_1 + T_2}{2 R d} \dots \dots \dots (17)$$

すべり速度 v_s はシーブ周速 v_h の $1/100$ であるとした。なお真のすべり速度は、さらにこれにクリープ速度が加わるので最大で 40% 程度大きくなると思われる。また μ が v_s の増加につれて著しく増加する場合には v_s は $1,000\phi$ シーブと 990ϕ シーブとでのすべり速度の和となる。この v_s を $0 \sim 70 \text{ mm/s}$ で変化させ、さらに必要に応じては 200 mm/s にまで上げた。このような範囲で測定しておけば 3. 章で述べた実機でのクリープ速度の範囲を満たしており、さらに全体すべりが生じたときの摩擦係数をも測定できることになる。なお実験中のロープの温度は不明であるが、停止直後のロープの温度をサーミスタ温度計で測定し、それが 30°C 以下になるようにした。

本実験装置においては接触角は 188 度で実機に近いし、また装置全体が小形の割にシーブ径は 1 m で割合に大きいので、実機と比較する際に寸法効果をあまり考慮しなくてもよいものと思われる。なお差動機構のために、シーブを高速、低トルクでまわしても、シーブとロープとの間に低すべり速度で大トルクを作用させることができ、このため減速装置が小形ですむということも本装置の利点の一つであると思われる。

供試ライニングはゴム、PVC (塩化ビニール樹脂) あるいは軽合金を素材とする国産およびドイツ製のものを使用した。第 6 図はその断面図である。ロープとしてはガソリンで脱油処理をしたもの、市販されているケーペ用油またはロープ油を塗ったものあるいは水をつけたものを用いた。ロープの種類も普通 Z より $6 \times 37 - 10\phi$ と $6 \times 19 - 10\phi$ との 2 種に関して実験したが、その差は小さかった。



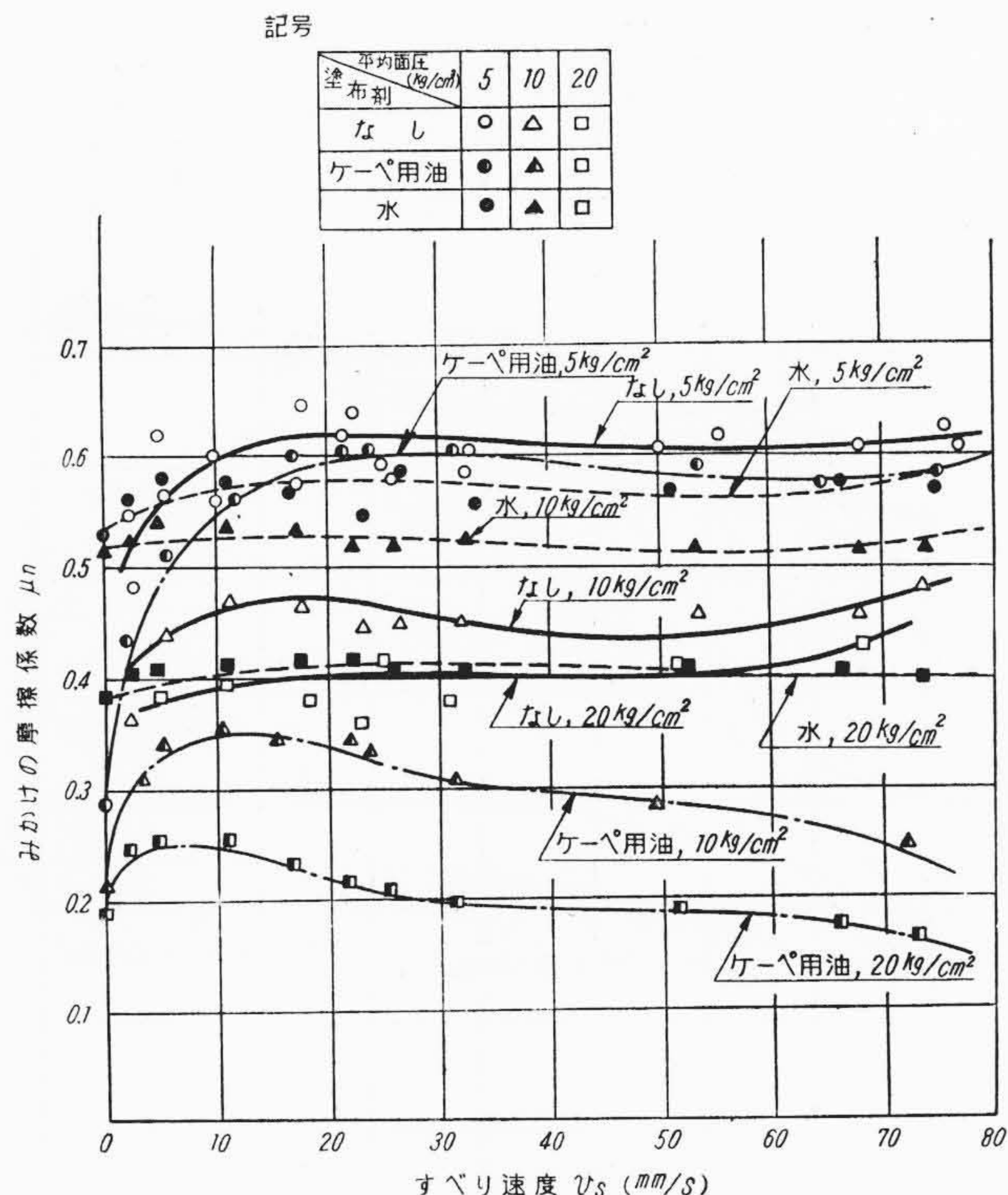
第 6 図 ライニング断面

3.2 実験結果

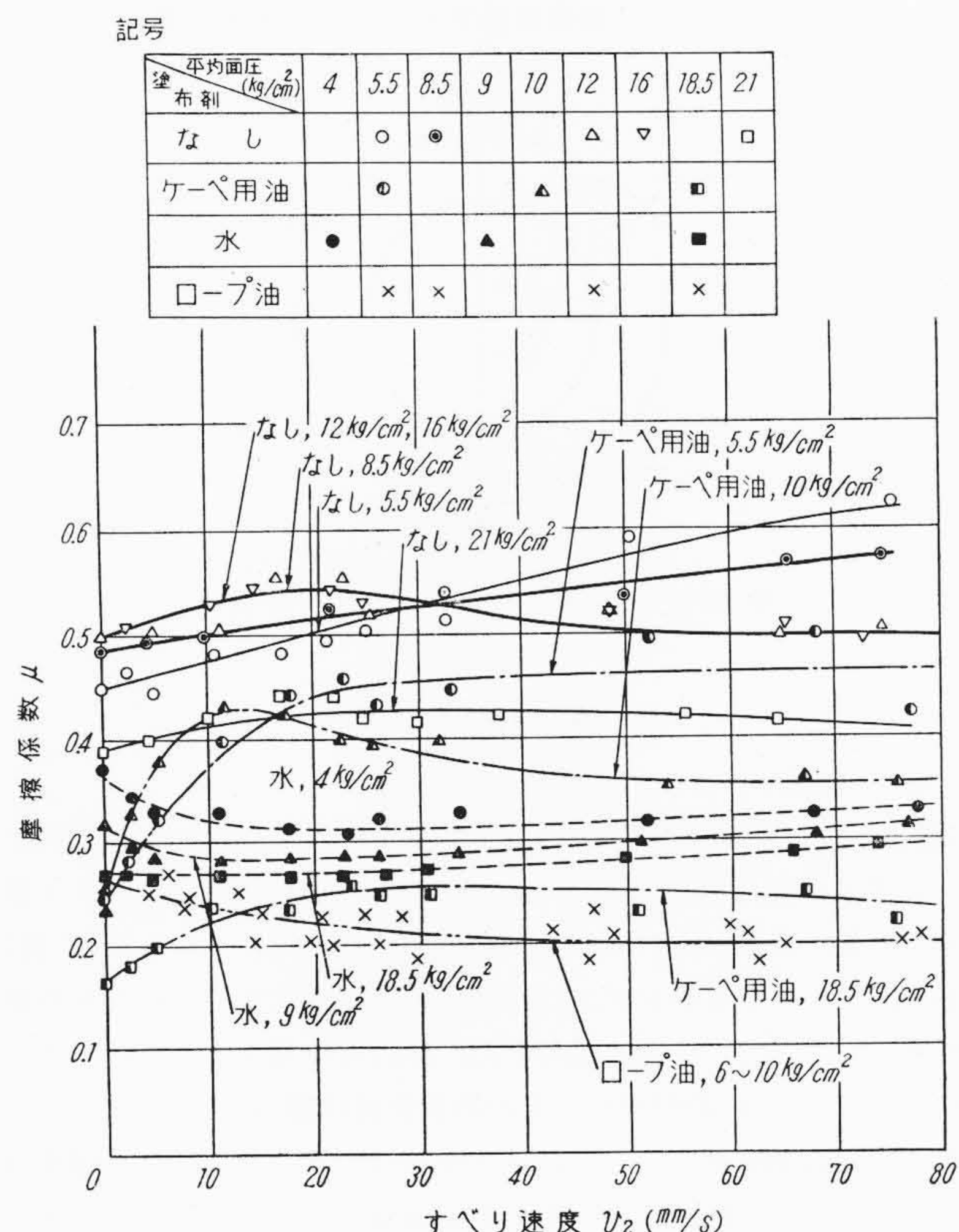
第 7～9 図は摩擦係数の測定結果の数例である。ただしここで $v_s=0$ の場合の μ_n として示している値は、静摩擦係数ではなく、 $v_s < 0.5 \text{ mm/s}$ における動摩擦係数である。

今回の測定によれば有機材料のゴムや PVC のライニングにおいては、面圧の増加によって摩擦係数の値は減少するのが普通であった。すなわちこれらに対しては、クーロンの摩擦の法則はほとんどなりたないようであった。したがって摩擦係数を一定として導びかれた(4)式はこの場合には不適當で、単に見かけの摩擦係数を定義するだけの式となる。

また軽合金ライニングの場合にはライニングが十分ロープになじむ前では面圧およびすべり速度の影響はともに小さい。十分なじんだ後には、すべり速度が小さい間は面圧が増すと μ_n はかなり大きくなり、すべり速度が 40 mm/s 程度まで大きくなると面圧の影響がなくなる。また市販されているケーペ用油をつけた場合には普通のロープ油をつけた場合に比べ、摩擦係数は大きな値となったが、何

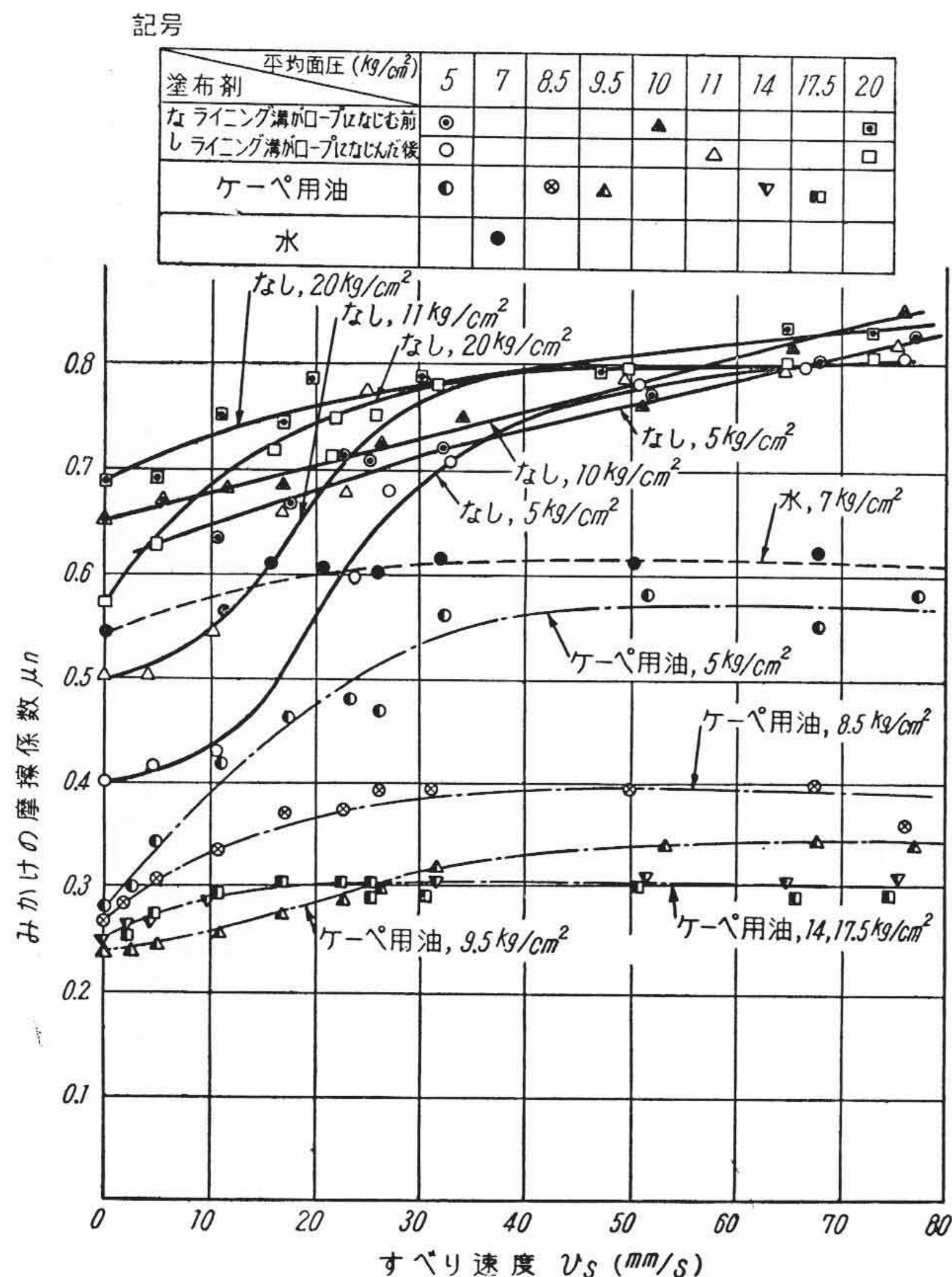


第 7 図 国産ゴムライニングの摩擦係数

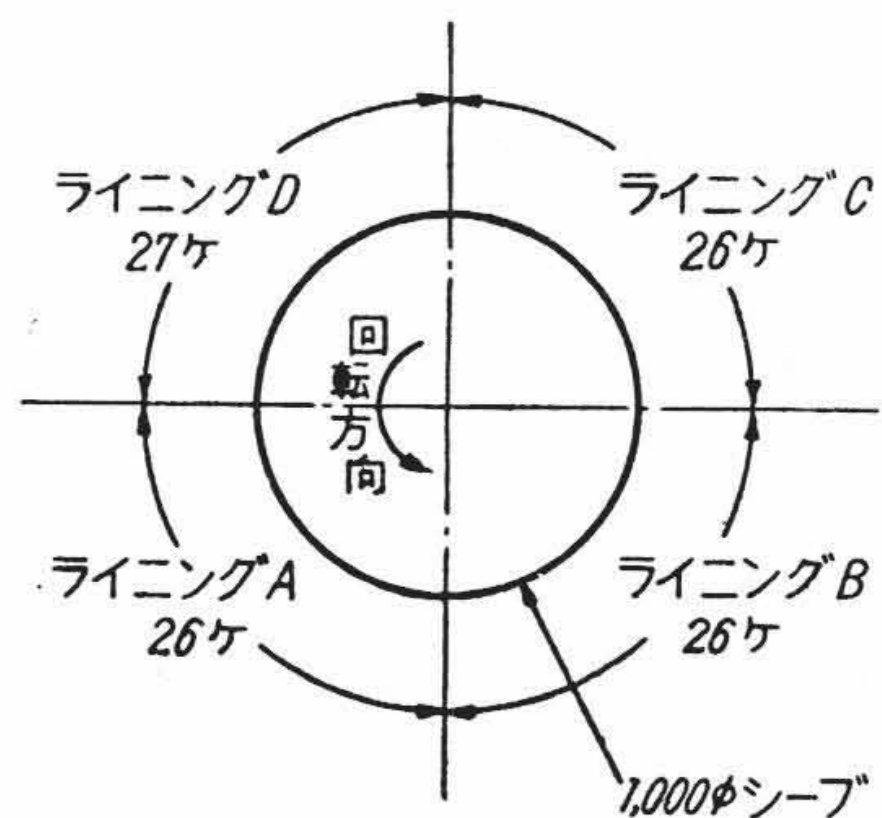


第 8 図 ドイツ製 PVC ライニングの摩擦係数

もつけない場合に比べると小さくなるのが普通であった。ときには水つきの場合よりも小さくなった。このことからして塗布剤の性質はさらに改善する余地があるものと思われる。またケーペ用油つきの場合には概してすべり速度が大となるにつれて摩擦係数は大となっているが、これはケーペ用油が半流体体であるために流体摩擦の性質を示すためと見られる。



第9図 ドイツ製軽合金ライニングの摩擦係数



第10図 供試ライニングの取付位置

4. 摩耗試験

4.1 供試ライニングと試験方法

試験装置としては摩擦係数の測定装置をそのまま用いた。供試ライニングは4種 (A: ネオプレン系合成ゴム製, B: ニトリル系合成ゴム製, C: 布入りネオプレン系合成ゴム製, D: PVC製) であり、アルミライニングでは摩擦係数測定中にすでかなりの摩耗が見られたので、今回は除外した。これら4種のライニングを1,000φのシーブに取付けた。その取付位置は第10図に示すとおりである。なお990φのシーブにはトキワPVCを取付けた。面圧は15kg/cm²とし、またすべり速度は10mm/sとした。供試ワイヤロープとしては6×37-10φ、普通Zよりで脱油してあるものをそのまま用いた。

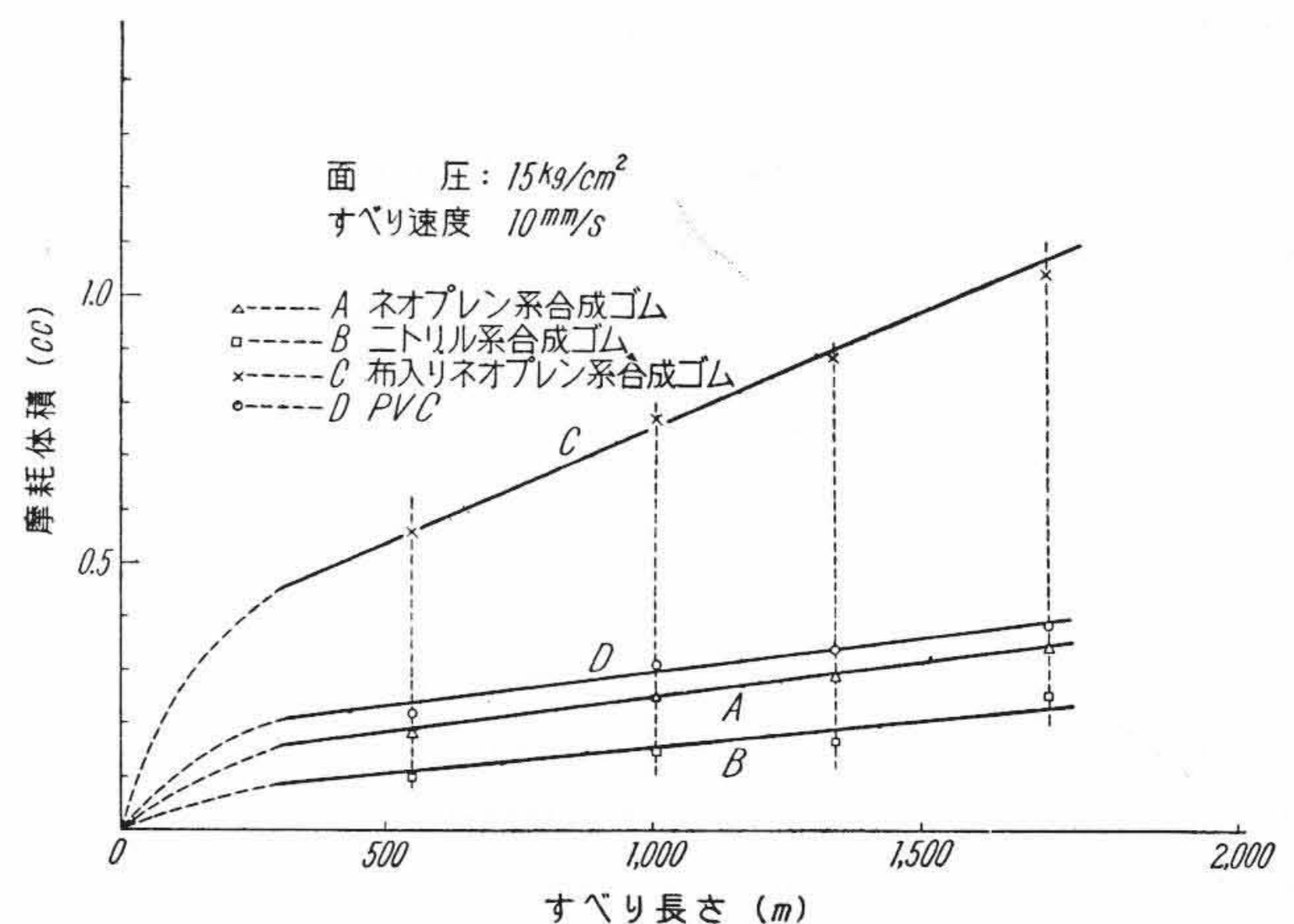
摩耗量の測定はライニング各組の中央部の3個を取出し1mg精密天秤によって行なった。別に水中重量測定法により求めておいた比重を用いて、これを摩耗体積に換算した。この摩耗体積の小さいものほど耐摩耗性のよいライニングということになる。

4.2 実験結果と検討

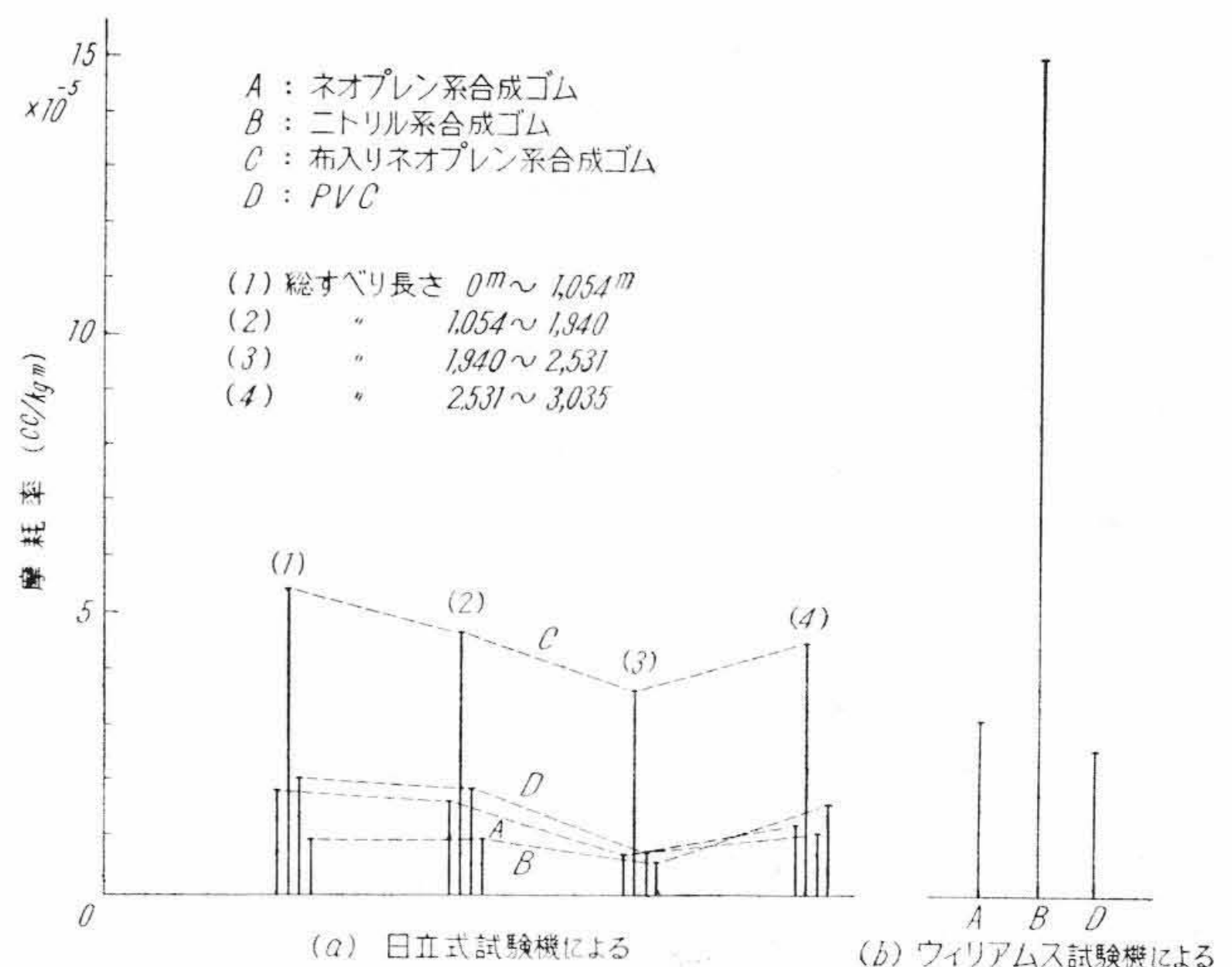
運転の際にライニングとロープとが実際に接触しているのはシーブ全周(360°)の中で、188°の部分のみであるからすべり長さは

第2表 供試4種ライニングの比重

ライニング	A	B	C	D
比重	1.34	1.42	1.34	1.30



第11図 すべり長さとライニング片の摩耗体積との関係



第12図 日立式試験機およびウィリアムス試験機によるライニングの摩耗率

$$L = \frac{188}{360} \cdot v_s \cdot H \quad (18)$$

で与えられる。

ここで L : すべり長さ (m) v_s : すべり速度 (m/s)

H : 運転時間 (s)

摩耗量の測定は4回行ったが、この間のすべり長さと摩耗量との関係を示したものが第11図である。これによると摩耗はすべり長さに対して直線的に増加している。なお4種のライニングの比重の測定値は第2表に示すとおりである。次に摩耗率の計算を行った。すなわち摩耗によって機械的エネルギーが消費されるが、この際の単位エネルギー当りの摩耗体積を摩耗率とし、その単位としてはcc/kgmを用いた。これは次式により算出される。

$$q = \frac{NV}{(T_1 - T_2) \cdot V_s \cdot H} \quad (19)$$

ここで q : 摩耗率 (cc/kgm)

V : ライニング1個当りの摩耗体積 (cc)

N : ライニングの個数 (105個)

T_1, T_2 : それぞれ巻込側, 送出側のロープ張力 (kg)

V_s : すべり速度 (m/s) H : 運転時間 (s)

今回の方法による摩耗率と各ライニングメーカーが行なったウィリアムス試験機（摩擦板でこする）による摩耗率とを示したものが第12図である。

本実験は4種のライニングに一樣な面圧とすべり速度とを与えた場合の摩耗量を調べたものであるが、実機における摩耗は全体すべりによるのではなく、クリープによるものが主であると思われる。最大クリープ速度はロープを弾性体、ライニング剛体として計算した場合には実機においては10 mm/s程度と計算されるが、実際にはライニングも弾性体であるために、これよりは小さい値となるはずである。そしてライニングが柔かいほどこれは小さな値となるだろう。したがって実機に取付けた場合の摩耗量の大小を云々する場合には、本実験のような定常すべりでの摩耗率の大小とともにライニングの弾性も考慮せねばならないと思われる。またライニングをシーブに取付ける方法も問題になる。すなわちライニングをできるだけわみやすくしておくことも摩耗を減らすために有効なのではないかと考えられる。

もう一つ考えておかねばならない問題は摩耗率に及ぼす面圧、すべり速度、塗布剤、温度、ロープ種類などの影響である。すなわちこれらの要因の組合せを変えた際には、一般に摩耗率も変化する。そしてこの変化の程度はライニング材質によって種々であるから、ある要因の組合せによってライニング材の耐摩耗性の順位をつけてみても他の要因の組合せにおいてはその順位が入れ換わるということも考えられる。実機と実験装置とでは使用条件に種々の相違があり、実験装置において成績のよいライニングが実機においてもよいとは必ずしもいえないかもしれない。しかしながら今回得られた耐摩耗性の順位は今回と同様の条件（ライニングにロープの素線の形がはっきり残る）のもとでは実機においてもあまり変わらないのではないかと考えられる。

5. 結 言

今回はケーベ式巻上機用の数種のライニングの摩擦係数の測定と摩耗試験とを行ったがその結果は次のようになった。

- (1) すべり速度が増して20 mm/s程度になるまでは、すべり速度の増加により摩擦係数はかなり変った。それ以後は大体一定となった。
- (2) 面圧が増加するとゴム、PVCライニングでは摩擦係数は減少したが、軽合金ライニングでは逆に増加した。
- (3) ケーベ用油、ロープ油および水はいずれも摩擦係数を低下させることが多かった。
- (4) 塗布剤なしのアルミライニングでは摩擦係数は他の場合に比べかなり大きい、摩耗ははげしかった。
- (5) 今回の条件下（ライニングに素線の形が付き表面が荒れる）では、布入りゴムライニングは他のものに比べ摩耗がはげしかった。
- (6) 今回用いたゴム（布なし）やPVCのライニングでは耐摩耗性は差なかった。
- (7) 単位摩擦仕事当りの摩耗体積、すなわち摩耗率は $10^{-5} \sim 10^{-4} \text{cc/mkg}$ であった。ウィリアムス摩耗試験機での値もこの程度とされている。

なお本研究の結果は中興鋳業株式会社納750 kW、大正鋳業株式会社納1,000 kWおよび現在受注決定または引合中の多数のケーベ式巻上機的设计資料として活用されている。

本実験装置の考案と設計とは富田主任、若森主任などによるものである。また実験の遂行に当っては、小堀博士、山岸部長ならびに関係各位にご指導をいただいた。以上のかたがたに深謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 青木、若森：日立評論 別冊30号（昭34-7）
- (2) 羽根田：炭鋳技術 10, 278（昭30-9）
- (3) 大久保、佐藤：機学会第37期通常総会講演会前刷集（昭35-4 潤滑）
- (4) 日本ゴム協会：ゴム工業便覧 753
- (5) F. Hymans u. A. V. Hellborn, Der Neuzeitliche Aufzug mit Treibscheibenantrieb, 58
- (6) O. Lutz: Konstruktion Im Maschinen-Apparate-u. Gerätebau, 12 (1960), Heft 7

日 立 造 船 技 報

Vol. 22

No. 2

目 次

- ◎超大型油送船の横強度に関する研究（第1報、実船実験の結果について）
- ◎超厚板クラッド鋼の溶接に関する研究
- ◎大形タンカーの船体抵抗に及ぼす浅水影響について
- ◎プロペラ後流の速度場について（第1報）
- ◎油送船のサクシヨンベルマウスの性能の実験的比較研究
- ◎燃料油中のいおうによるシリンダライナの腐食について
- ◎18-8ステンレス鋼の正面フライス削りについて
- ◎放電加工改良の基礎的研究(Ⅱ) —加工作用の検討, その1—
- ◎ステンレス鋼におけるクロム炭化物の電子顕微鏡的研究
- ◎貨客船"SHAMS"号について
- ◎特許および新案紹介, 製品紹介

日立造船株式会社技術研究所
大阪市此花区桜島北之町

1961

日 立

No. 9

目 次

- ◎巻頭言……………中村 立行
- ◎合成繊維維と洗濯機
- ◎汎用モータルの運転に活躍する新型マグネットスイッチ
- ◎天然ガスから硫安を作る
- ◎温泉郷伊香保に復活したケーブルカー
- ◎電話交換機の電子化
- ◎合成樹脂の積層板
- ◎新しい家庭照明
- ◎日立ポインターポンプ
- ◎データ処理用電子計算機
- ◎電線百話「F計画とテフロン」
- ◎新しい発明「理研ピストン柏崎工場の照明」
- ◎明日への道標「富士鉄50tストリッパークレーン」
- ◎ハイライイト「照明製品」

発行所 日立評論社
東京都千代田区丸の内1丁目4番地
振替口座 東京 71824 番
取次店 株式会社オーム社書店
東京都千代田区神田錦町3丁目1番地
振替口座 東京 20018 番