

挟み吊揚具の先端（心金）の摩擦係数に関する実験

機械課 技 官 秋 山 英 司

技 官 袴 塚 禎 三

1. は し が き

起重機には鋼塊を吊上げる場合には通常、トングと称せられる専用の挟み吊具が使用される。これら挟み吊具の構造は製作者によって各種の機構が用いられているが、いずれも先端はポンチ状の心金があり、この心金の摩擦力によって鋼塊は吊上げられる。それゆえ、この摩擦による保持力は安全上極めて重要であり、設計のさいこの値の取り方が不当ならば荷が滑って吊上げることができなかつたり、あるいは吊上げても運搬中に滑り落ちて重大な結果を招くおそれがある。ところがこれら心金の材料に対する摩擦は単位接触面の圧荷重が極めて高く、吊上げられる材料に著しい圧痕を残すほどであり、一般にいわれている摩擦現象とは異っている。当然その限界摩擦係数 μ （摩擦力/圧荷重）も低圧荷重の場合のものは使用できないと思われる。そのため、つぎのように実験装置によってその値を測定した。

2. 実験装置および方法

図1に示す蝶番状の挟み具Aの中央に、先端が球面をしたポンチ状の心金Cを取付け、この心金で材料Mを挟みボルトBとナットNにより挟み具Aを締め付けて圧荷

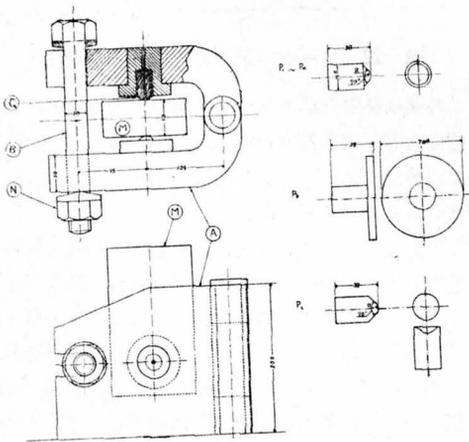


図1 実験用挟み具

重を与えた。しかるのち 50 トンアムスラー万能引張試験機にて材料Mを上方より押し、その滑り量と摩擦力ならびにその時の圧荷重を測定した。これについて三様の荷重のかけ方を行った。すなわち、(a)最初ボルトを締めつけたままで材料Mを上から押した場合、(b)圧荷重が常に一定になるように手動でボルトの締め付けを加減しながら行った場合と、(c)摩擦力の増加に比例するだけ圧荷重を増加させて行った場合とである。この締め付け力はボルトのBの中ほどに貼られたワイヤストレンゲージによりその応力を計測、これより算定した。また摩擦力は引張試験機の荷重計により、変位量はダイヤゲルージ(0.01mm)を使って計測した。

表1 心金の種類

心金番号	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
先端球面のR	mm 2.5	5	10	13.5	∞ (平坦)	5 (クサビ状)
硬度 H _v 荷重20kg	613	540	604	709	—	845

表2 材 料

種 別	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅
材 質	軟 鋼	軟 鋼	軟 鋼	半硬鋼	真 鍮
硬度 H _v 試験荷重 20kg	139	155	115	202	151

3. 実験結果

(a) 三様の荷重の掛け方のうち、最初の方法すなわち心金の間に材料を挟んだ後、ボルトBにより所定の圧荷重になるまで締めつけた後、試片Mを上方から徐々に押した場合に、ごく初期の滑り距離は摩擦力に比例してほぼ直線的に増大する。しかしこの段階では未だ滑りは肉眼的には観察されない。しばらくして点S(図3・4参照)に達すると急激に変位量が増加し、肉眼でその滑りが認められるようになる。図4はこれを示すもので最初の圧荷重を5トン、心金P₄を用いたときの滑りと摩擦力との関係を示す。このS点を滑り始めの点とし、この点に

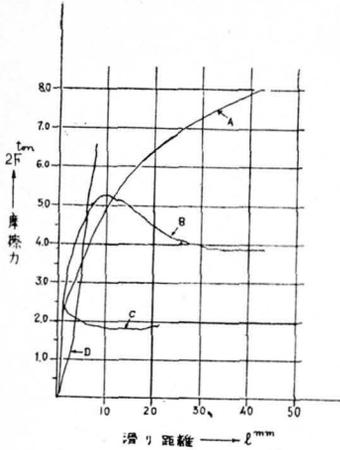


図2 F・l 線 図

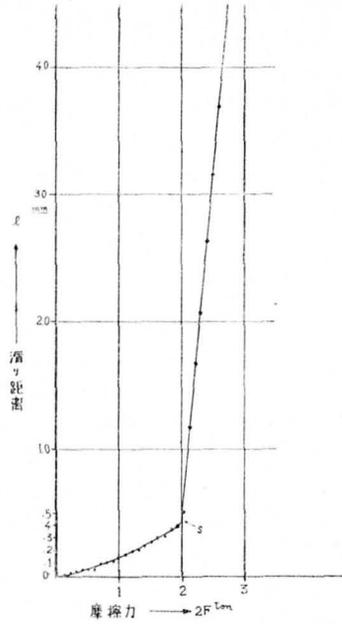


図4 F・l 線 図

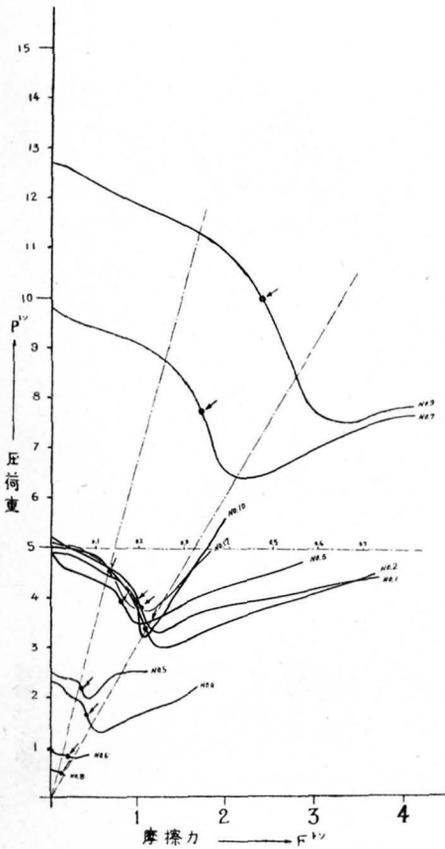


図3 P-F 線 図

おける摩擦力と圧荷重の比を限界摩擦係数 μ とした。またこの実験過程内においては摩擦力の増加、換言すれば滑りの進むにつれて心金の圧荷重が変動するが、その状況は図3に示す。縦軸に圧荷重、横軸に摩擦力を示すも

ので滑り始めるまでは摩擦力の増加に伴って圧荷重はほぼ直線的に減少し、滑り始めると同時に急激に減少し始め、しばらくして最小圧荷重を示し、つぎに逆に漸増し最初の圧荷重を超えるようになる。曲線中の矢印の点は滑り始めの点を示すもので、この点の μ の値を表3および表4に示す。表3は種々の心金を用い初圧荷重を5ト

表 3

心 金	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
μ	0.21	0.34	0.25~0.35	0.25	0.25	0.17

備考 材料Mはいずれも軟鋼材を使用。P₅を使用したときの接触面の平均圧力 130kg/cm²

表 4

M材の 種 類	心 金 の 初 圧 荷 重	μ	滑り始めの瞬 間の 圧 荷 重
軟	17 トン	0.34	11.5 トン
	13	0.24	11.4
	10	0.25	7.6
鋼	5	0.25~0.35	3.7
	2.5		0.17
	材	1	0.27
0.5		0.27	0.48
半硬鋼	5	0.14	4.6
真 鍮	5	0.17	4.3

にした場合の μ の値を示すものであり、表4はいずれも心金 P_3 を用い初圧荷重を種々かえて行った場合を示すものである。

(b) 次に圧荷重が常に一定となるように調節しながら行った場合は、図2 B 曲線のように著しい滑り始めの点が認められない。またこの場合、途中において摩擦力を

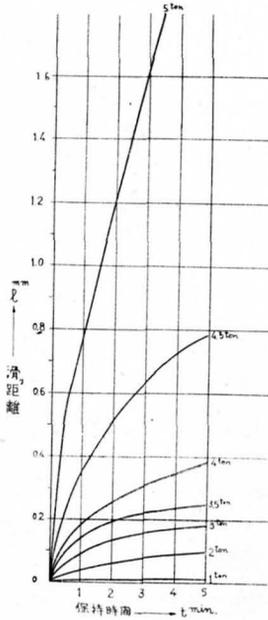


図5 $l-t$ 線 図

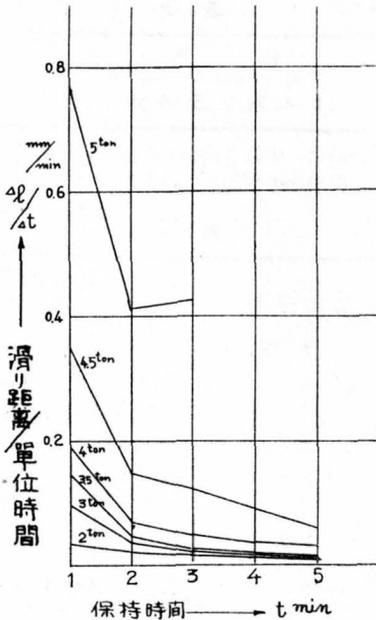


図6 $\Delta l-\Delta t$ 線 図

上げるのを一時止めて、その止めた時の摩擦力にて保持すればごく僅か緩であるが滑りが続く。図5はこの状況を示すもので、1トン・2トン・3トン・3.5トン・4トン・4.5トンにてそれぞれ5分間づつ保持した場合の滑り量を示すものである。図6はこの間における単位時間当りの滑り量を示すもので4トンまでは時間の経過とともに単位時間当りの滑り距離は減少している。ところがある摩擦力に達すると、この場合5トン以上になると滑り距離は減らず、連続して滑りがおこる。これに使用した心金は P_3 、初圧荷重は5トンである。

なお、 P_3 を使用して行った場合は、滑りが始まっても圧荷重の変動は少なく、また滑り始めると摩擦力は急激に下り、ほぼ一定の値を示す。図2 C 曲線は圧荷重5トンの場合を示すものである。写真に示す圧痕 No. 15、No. 16 は心金 P_3 と軟鋼材 M_3 を使用したときのものである。

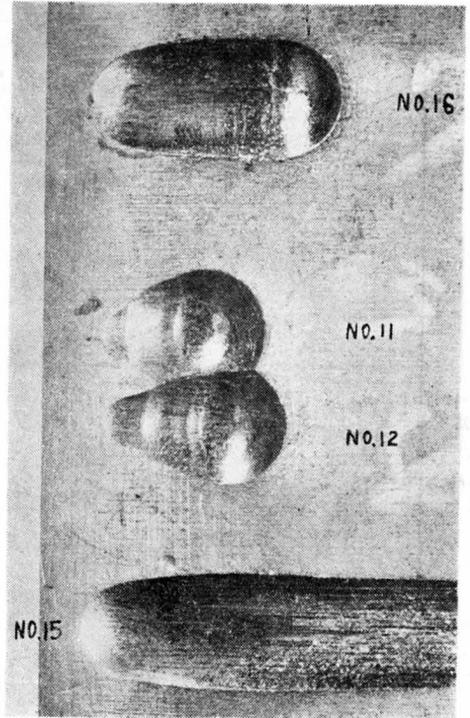


写真 圧 痕

(c) 摩擦力の増加に伴って圧荷重を増大させた場合は図2 D 曲線のような傾向を示す、これは初圧荷重1トンで材料Mを押し、摩擦力の上昇にはほぼ比例するように圧荷重を増加させた場合である。このときも滑りの始まる

点は明確に掴むことはできないが、最終荷重における滑り距離は他の場合に比べ非常に小さい。そしてこの最終圧荷重における μ の値は0.34であった。写真のNo. 11, No. 12の圧痕はこのときのものである。

4. 考察および結論

心金先端の球面の半径の差異による摩擦係数の差異は当実験に使った心金の半径の範囲では認められなかった。

冷塊鋼を掴んで吊上げる場合採用すべき摩擦係数は、荷重のかけ方によって相当違いがあり、本実験では例えば、滑り始めの点を基準とすれば0.17~0.35程度となる。

しかしながら、低荷重の摩擦では二物体が滑り始めるといわゆる、動摩擦係数となり、静摩擦の場合より一般に低い値を示すが、このポンチ状の心金の場合には滑りが進行した場合それにつれて摩擦力も増大し、一般的な摩擦現象とは異なる。勿論この大きさには限界があると考えられるが、相当に大きな値、すなわち圧荷重またはこれ以上の値になる。また実験(b)の場合に示したように、ある荷重以下ならば滑ってもある限界内に停止して材料を保持することができるとも考えられる。またリンク機

構の自動挟み吊具の場合、吊上材重量による心金にかかる荷重は常に方向一定と考えられるが、この場合に最も近いと思われる状態の実験(c)を見ると、滑り量は非常に小さい。

現在トングの設計摩擦係数は0.35程度にとられて、別段の支障を生じないのはこれらの理由によるものである。

トングの生命はこの掴み性能の良否にある。現場で使用中のトングや挟みは勿論のこと、将来製作すべきものについては、少くとも吊具の形状が、必要十分な圧荷重を生み出すか否かを検討しなければならない。静摩擦係数としては0.2~0.3程度に考えるのが妥当ではなかろうか。特に鋼材運搬用の挟み型式の簡便吊具については0.25以下に考えることが安全であろう。

5. あとがき

以上の実験から高圧荷重の場合の摩擦現象の様相を知ることができた。これは吊具の安全性を検討するさい役立つ資料と思われる。最後にこの実験装置について多大の援助を戴いた株式会社ダット工場に厚く謝意を表す。

Measurement of Frictional Coefficient of Ingot-tongs-tips in Lifting Materials

By E. Akiyama
T. Hakamazuka

The frictional coefficient of tongs-tips with various radius were measured with the experimental apparatus. We obtained the following result. The friction differed from the general idea, that is to say, the kinetic frictional force was larger than the conventional statical force under the same load, and the more the tip slid, the more the value rose. The statical frictional coefficient was in the range between 0.17 and 0.35. The radius of tip did not affect the value of the coefficient.

Shift-System Labor and its Burdens on the Living Body

By C. Gotoh

In order to make clear how the labor of shift system affects the living body and to establish the counter measures necessary for maintaining the health of workers by determining the rational form of labor, the writer conducted investigations as follows :

1. Measurements of fatigue with Flicker test.
2. Investigation of length of each part in the living hours.
3. Efficiency, rate of absenteeism and accident rate.
4. Investigation of attitude.

As the result, the writer obtained the following findings :

1. The debility increases in the order of 8 hr. day shift, 12hr. day shift, 8 hr. night shift and 24hr. labor.
2. As the working hours, the commuting hours or both of them increase, the sleeping hours and the free hours are forced to decrease.
3. There are correlations between the form of shift and the efficiency, the rate of absenteeism and the accident rate.
4. If any shift form is continuously repeated, the worker tends to adapt himself to it and to become to feel less fatigue.