

硬質アルマイトの耐平面摩耗試験仕方に 関する調査経過報告

中 山 孝 廉

Report on the progress of the investigation on the
proper way for the test method of resistance to
abrasive wheel plane wearing on Hard Anodized Aluminium

Takakado Nakayama

1. はじめに

此の試験はあまり固苦しい考え方ではなく、現在自分の取りかかって来た硬質アルマイトの評価方法即ち JISH 8682 耐摩耗性試験方法(3)の平面摩耗試験に制定され且つ ISO/TC 79/SC 2 /WG 9 硬質アルマイト部門で審議中であるカーボランダムペーパー貼付研削輪使用の平面研摩試験機を使用する耐摩耗試験方法につき、これがどのような限界に拠れば硬質アルマイトの耐摩耗性を正確に評価できるかを調べる為に試みた極く私的な実験の報告である。私は昭和 8 年にアルマイトに取り掛り、昭和 9 年に Fig. 1 の略図のような摩耗テスターを木で自製し手廻しでペーパー #1 か #0 かの布ペーパーを刃 (10 mm × 10 mm) に捲きつけ 555 g の荷重がこれにかかるように鉛の重錘を載せ、10 往復毎にペーパーを取り替えては下地 Al の現われるまでの回数を見て、ア

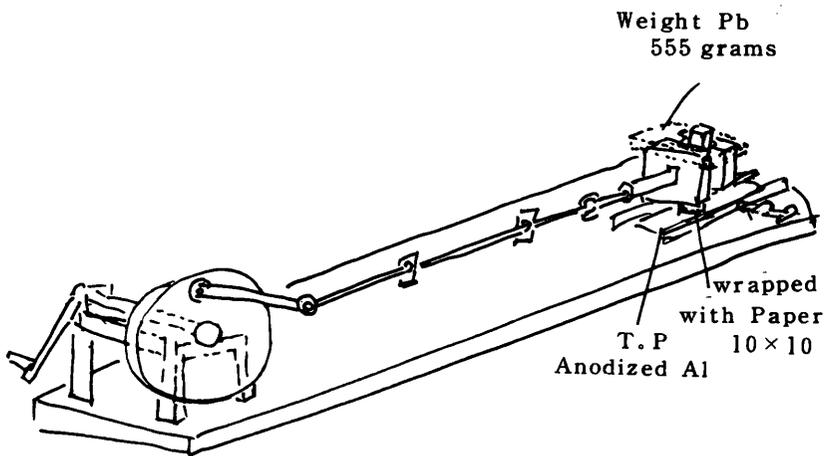


Fig. 1 手廻し平面摩耗試験機 (昭和 9 年)

— 解 説 —

ルマイトの耐摩耗性を見た。この方法により 2000 回程も耐えたしゅう酸アルマイト皮膜は非常に耐摩耗性が大きい。悪いのは200回位で下地が出てしまうと云うような子供だましのようなテストをしたことがあったがこれで結構正確な比較値を得たと覚えている。このようなテストをした理由は一般の耐摩耗試験に使われている取り変えない鋼片や特殊の摩擦片を使用すると、たとえその表面を再清掃してもアルマイトへの当りは2度目の当りからは摩擦粉を潤滑剤としたものになりそのアルマイトの初めの本質の耐摩耗性は判らないことになると考えられるからである。それで私はその後も何とか私の考えに合うような耐摩耗性の試験機はないものかと気にかけていたところ丁度私の考えをもっと進めて自動的に新規のペーパー部分を出現させる構造の Erichsen 耐摩耗テスターに出合った。ところがそれをスガ試験機(株)の須賀 蒔 氏はもっと進めて負荷が最も正確にかかるような設計の本試験機を造られ、これで実際に硬質アルマイトに対する試験をする機会を与えら

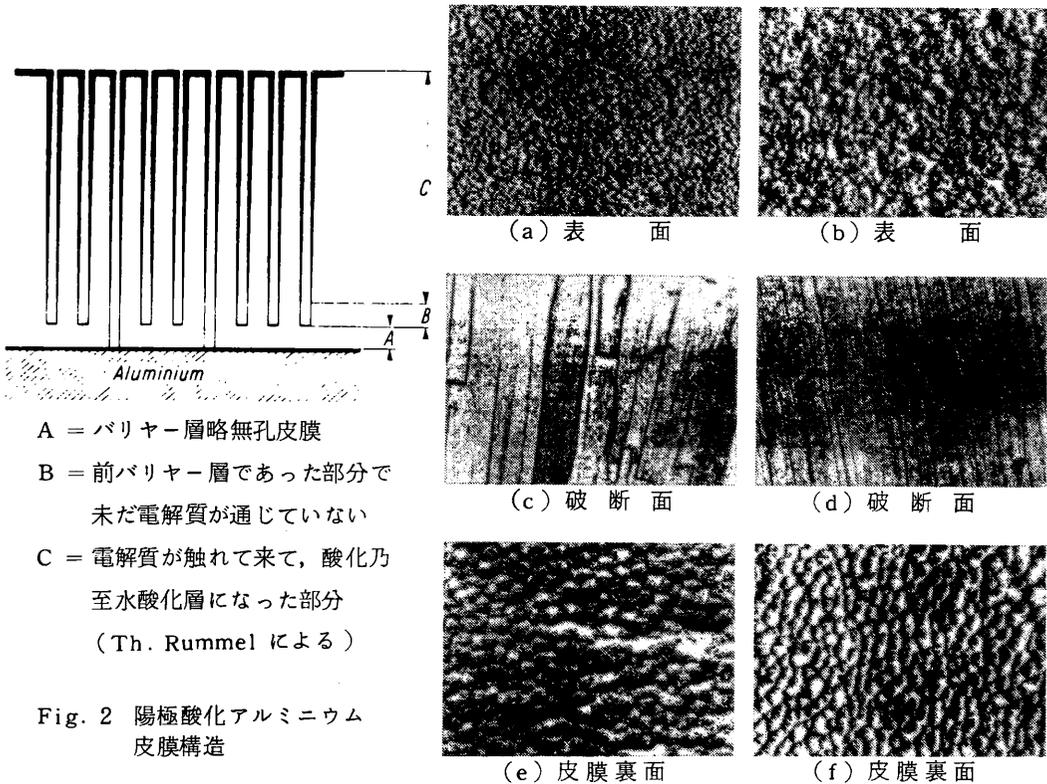


Fig. 3 2017 合金硫酸系硬質皮膜 $DC 4 A/dm^2$, $5^{\circ}C$, $3.5 Kg/cm^2$ 蒸気 Sealing したもの
 左側 (a), (c), (e) は Sealing なし
 右側 (b), (d), (f) は Sealing した (日軽総研による)

たれわけである。なお遅ればせながら今一度硬質アルマイトの摩耗ということを考えて見ると、この皮膜は本質的に Fig. 2 の型であり、これを電子顕微鏡で見ると Fig. 3 のようである。そして膜は周知の通り脆く硬いものである。今これに1つの硬い相手物質が摩擦すると、この表面には擦過組織が発生する。

この組織を想像するため Dr. Kissin の Surface Flow by Plastic Deformation の例 (G. H. Kissin Finishing of Aluminium P. 207 より) を示す。今 Pearlite Steel の縦目の組織を 100 メッシのアルミナベルトで仕上げた時の変化を Fig. 4. の通りに示して居る。硬質アルマイトでも硬い1つのきまった物質で摩擦すると丁度これと同じように擦過傾斜組織と粉末部が発生し、これに繰返し摩擦すれば当初の摩耗と後続の摩耗とはその態様は著しく変わるに違いない。そして本質的耐摩耗性は求めることができないに違いない。



Fig. 4 パーライト鋼の100メッシアルミナベルトで磨いた組織(2000X)

左 : 事実上カーバイドの曲りなし
中央 : 表面削りで少しカーバイド板の曲がりあり
右 : 削でカーバイド板が粉碎

2. 研削輪平面摩耗試験機について

こゝに關与する試験機の構造は Fig. 5, 又実使用機械は Fig. 6 の2台である。これは摩擦部として正確な摩耗性を示す研削材の裏に粘着糊を付けた Carborundum paper (本試験では Bühler 社の #320 メッシ又は #240 メッシ) を $50\text{mm}\phi \times 12\text{mm}$ 巾の摩擦輪に張りつけ適度の荷重を正確に与えて 40 rpm の速度で行程 30 mm で往復摩擦し各一往復 (Double Stroke, 即ち DS) 毎に輪を 0.9° 宛回転(従って 400 DS で 1 回転. 新ペーパーと取換)してペーパーの新面を摩擦面に常に出す。これを或摩擦回数で幾許の皮膜厚さが減少するか、その 100 DS 当りの膜減量即ち $\mu\text{m}/100\text{DS}$, 又は重量減 $\text{mg}/100\text{DS}$ を求める方式である。つまり此の試験法で乾燥摩耗試験を完全に行うことができ、且つ各回の摩擦が常に最初と同様の条件で行われて、或る限界の摩擦力によって幾らの皮膜が摩耗減されるかが見られる。この際あまりに少量の摩減量では試験片相互の耐摩耗度の比較ができない。又余りに多くの DS では所要時間が多くかかり過ぎ互いの比較に不便であり、且つ多いことは必ずしも正確な比較を示すことにはならない。その適度のものを知る為の実験する。

Fig. 5. 平面摩擦試験装置の一例

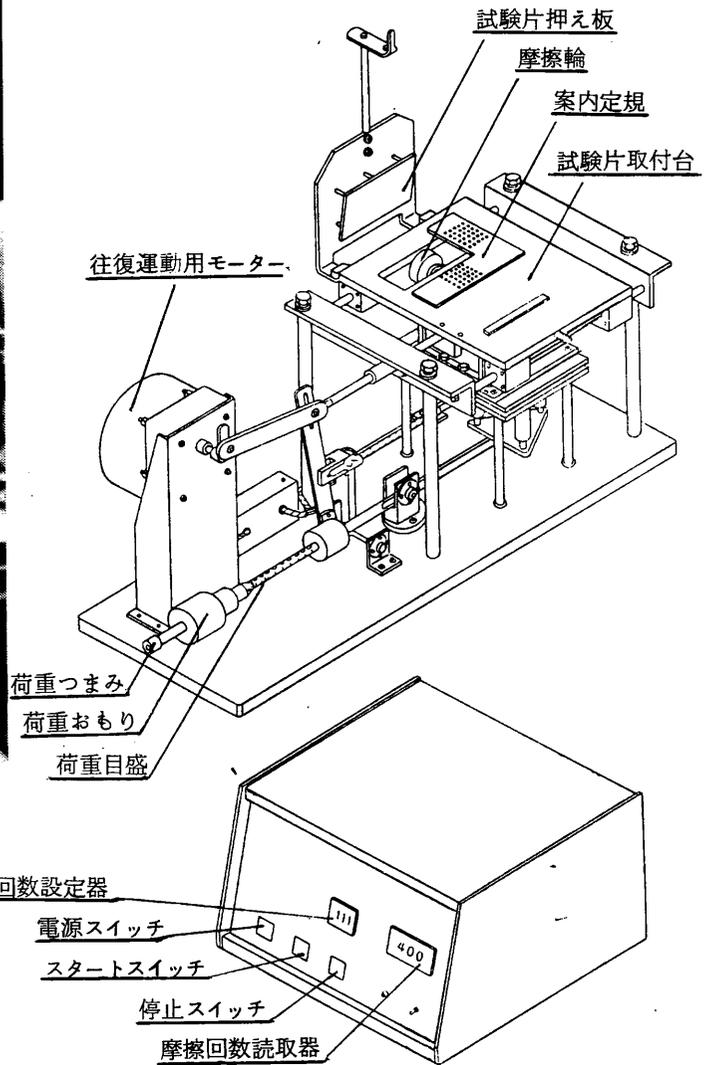


Fig. 6. 実使用平面摩擦試験機
2台

3. 実 験 I

3. 1 目 標

硬質アルマイト製品の耐摩擦性の比較をするにはどんな規準を設定すればよいか、その明確にしなければならない具体的な項目として次の事が考えられる。

- 1) 何DSで比較すればよいか,
- 2) 比較の際の減耗度, 100 DS当りに何 μm 又は何 mg 程度にすれば最も判別が明瞭になるか,
- 3) それに必要なペーパーの粗さ,
- 4) それに必要な荷重,
- 5) 使用機械に特有な個性がないか

例えばこの摩擦は往復運動であるから往復時にジャンピング現象があり、又どこかで最も平静な

減耗度を示す場所がある筈である。これらは実験の中で検討できる筈である。

3. 2 試験片

硬質アルマイトのアルミニウム材料— 1050—H24, 大きさ $2\text{ t} \times 100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$, 電解条件— 0°C 3.5 A/dm^2 40分, 電解液— 147 g/l H_2SO_4 , 膜厚測定は Permascope を毎回プラスチック膜厚規準板でチェックして行った。その指示値は非常に安定していた。

3. 3 実験 I

この実験は要するに 3. 1 の 1) ~ 5) 項を明らかにすることである。そこで各試験片の相似面を何回も試験したが、その際に Fig. 7 に示す通り、膜厚計測箇所にモーター側から 1 → 7 のシンボルマークをつけて測定した。又試験の摩擦回数 (DS) は相当に長い 2000 DS までのものまで行った。ペーパーは Bühler の #320 と #240 を適用したが、下記の事情により結果の比較用にはペーパー粗さ #240 で 800 DS を適用することが妥当であると考えた結果になった。その理由は、

3. 1 - 2) の減厚目標は大体 $1.5\ \mu\text{m}/100\text{ DS}$ 位はないと判り難い。

3. 1 - 3) は前述, 3. 1 - 4) 試験機は当初荷重能力 700 gf の小機のみを借りられたが後に更に 2.7 Kg の大機をも借りられたので, 700 gf , 1.2 , 1.5 , 2.0 , 2.5 Kg などを一応実験できた。

3. 1 - 4) では摩擦部分に Fig. 7 に示したように 1 ~ 7 のマークを付けて、減退速度を見た結果、此種の往復摩擦機構には始動モーターに向かって波荷重の個性はあるがモーター側近点のジャンピング附近を除いた部分の中央あたり即ち、No. 3, 4 あたりに 1 つの Consistent Wearing の平面摩擦部分があることがデータの中から判った。

また実験の当初は 1200 DS を比較規準用摩擦 DS にしようとしたが、より短かく且つ正確さは 800 DS にもあるので後に 800 DS を比較用 DS 数とした。この場合荷重も減厚量目標に近付ける為に 2 Kg にした。但し皮膜厚さ $30\ \mu\text{m}$ 以下の硬質や 2000 番代 Cu 含有合金は皮膜が硬質品と雖も耐摩耗性が低い為と、ジャンピングエフェクト部分はより早く下地が出る為に 400 DS で数値をとり $\frac{400 - 100}{3}\ \mu\text{m}/100\text{ DS}$ を出さねばならないことになる。また試験の最初には試験片

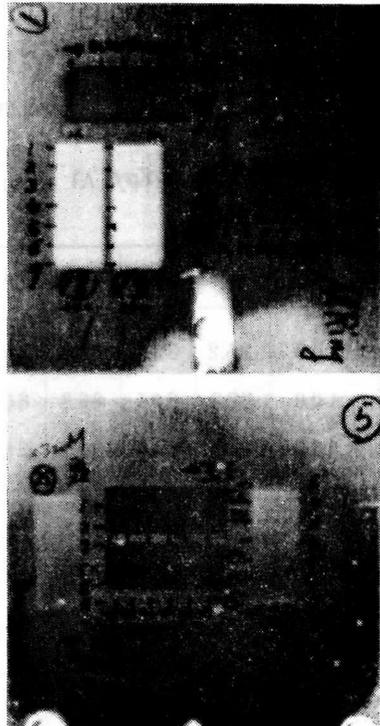


Fig. 7 平面摩擦試験跡
No. は膜厚測定 Spots
を示す。

- 解 説 -

の表面が摩擦になじみが少く異常数値を示すことが多いので、最初の100DSは上にも示す通り勘定に入れないことにした。更に実験結果中 22)~25) は最近の数字であるが非常に安定していることが見られるであろう。また測定箇所はモーター側から1~7とマークしたが、1と7はデータで見られる通り異常数値を出すことが多いので殆んどものは計算から除外した。なおゴム輪がついた摩擦輪についても実験したがゴムの影響が出たので今回はこれを省略する。

Table 1 に 1)~25) に 涉って実験データを示す。

Table 1. 荷重容量 700 g (small) と 3 Kg (large) の 2 台の
平面摩擦試験機による硬質アルマイト摩擦テスト 1050 材

1) Test No. 12. 2Kg Al ring for wearing paper #240 Large Machine TP 1 ⊥ (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	\bar{X}	$\frac{2 \sim 6}{\bar{X}}$	$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$
03	85.2	86.3	89.9	90.7	90.7	91.6	92.5	89.52	89.84	88.97
100	82.8	84.1	86.3	86.3	89.0	90.7	89.9	87.01	87.28	85.57
400	78.2	89.5	81.1	82.8	83.9	82.8	89.9	81.26	81.20	81.11/7.86

$$\frac{85.57 - 81.11}{3} = 1.487 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

2) Test No. 13. 700 g #240 Small Machine, TP 3. ⊥ (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	\bar{X}	$\frac{2 \sim 6}{\bar{X}}$	$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$
03	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	82.9	81.36	81.10	81.10
100	77.5	78.4	76.6	78.4	79.3	78.0	79.3	78.21	78.03	77.80
800	74.7	75.8	75.6	76.6	75.8	74.9	76.2	75.66	75.57	76.00/1.8
1200	72.3	73.1	72.2	72.7	72.2	71.8	75.8	72.87	72.38	72.67/8.43
1600	69.6	70.5	69.6	70.7	68.7	67.0	79.3	71.08	69.35	71.03
2000	67.0	67.8	67.4	68.7	65.2	64.8	64.3	66.46	66.82	67.97
2400	66.1	65.5	65.4	65.5	63.4	59.9	66.1	64.56	64.30	65.47

$$\frac{77.80 - 76.00}{7} = 0.257 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

- 解 説 -

3) Test No. 15. 700 gf #240 Small Machine, TP 1. \perp (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	\bar{X}	$\frac{2 \sim 6}{\bar{X}}$	$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$
03	83.7	84.6	84.6	84.6	85.5	84.1	86.2	84.76	83.96	84.6
100	82.8	83.7	84.1	83.5	84.4	84.1	83.4	83.71	83.96	83.77
400	82.8	81.1	81.2	81.1	81.1	79.7	81.3	81.19	80.84	81.33
800	85.5	78.4	78.4	78.0	77.5	79.9	76.2	78.56	77.64	78.27/5.5
1200	84.6	74.4	74.9	74.9	74.0	70.9	74.9	75.51	73.82	74.73/9.04
1600	83.7	71.4	71.4	70.5	70.5	64.8	63.4	70.81	69.22	71.10

$$\frac{83.77 - 78.27}{7} = 0.7857 \mu m / 100 DS$$

4) Test No. 16. 700 gf #240 Small TP 1. \perp (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	\bar{X}	$\frac{2 \sim 6}{\bar{X}}$	$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$
100	84.6	84.6	84.6	84.6	84.6	85.6	85.6	84.89	84.8	84.6
400	82.4	82.4	82.4	81.9	81.9	82.8	85.0	82.69	82.28	82.23
800	79.3	80.2	79.3	79.3	78.0	78.4	79.3	79.11	79.04	79.6 / 5.0
1200	75.8	74.9	75.8	75.3	74.0	74.1	74.0	74.84	74.82	75.33/9.27
1600	72.7	72.4	72.9	72.4	70.5	69.2	74.4	72.07	71.48	72.57

$$\frac{79.6 - 84.6}{7} = 0.714 \mu m / 100 DS$$

5) Test No. 17. 700 gf #240 Small TP 1. \perp (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	\bar{X}	$\frac{2 \sim 6}{\bar{X}}$	$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$
03	84.9	85.9	86.3	86.8	86.3	86.8	86.6	86.23	86.42	86.33
100	85.5	84.9	86.3	86.2	85.6	86.3	86.3	85.87	84.86	85.80
400	81.9	81.9	82.8	82.4	81.9	82.8	86.8	82.93	82.36	82.36
800	77.7	78.6	78.8	78.0	77.7	77.7	77.1	78.03	78.28	78.67 / 7.13
1200	74.9	75.8	75.8	74.9	72.4	72.6	71.4	73.97	74.30	75.50 / 10.30
1600	73.1	74.0	74.0	73.1	70.0	69.6	74.0	72.54	72.14	73.00

$$\frac{85.80 - 78.67}{7} = 1.019 \mu m / 100 DS$$

- 解 説 -

6) Test No. 20. 700 gf #320 Small TP 1. \perp (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	\bar{X}	$\frac{2 \sim 6}{X}$	$\frac{2 \sim 4}{X}$
0	89.9	80.0	80.0	88.1	89.9	80.0	80.0	83.99	83.60	82.70
400	83.7	83.7	83.7	83.7	81.9	82.5	82.8	83.14	83.10	83.70
800	79.9	80.3	79.6	79.6	79.8	77.7	78.4	79.33	79.40	79.83/2.87
1200	75.9	76.1	75.9	75.8	74.0	72.2	72.1	75.57	74.80	75.93/6.77
1600	74.0	74.0	72.7	73.8	68.7	67.0	67.8	70.91	71.24	73.50 (from zero)

$$\frac{82.7 - 79.8}{8} = 0.3625 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

7) Test No. 21. 700 gf #320 Small TP 5. // (μm) *a

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	\bar{X}	$\frac{2 \sim 6}{X}$	$\frac{2 \sim 4}{X}$
0	88.1	88.1	88.1	88.9	88.1	88.9	88.9	88.44	88.42	88.37
400	85.6	85.5	86.3	85.9	85.9	86.3	87.2	86.10	85.98	85.90
800	83.3	82.9	84.6	84.6	82.8	82.8	82.8	83.40	83.54	84.03/4.34
1200	80.6	81.1	81.1	80.2	79.3	79.3	82.8	81.06	81.02	80.80/7.56 (from zero)

$$*a \frac{88.37 - 84.03}{8} = 0.5425 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

8) Test No. 22. 700 gf #320 Small TP 5. \perp (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	\bar{X}	$\frac{2 \sim 6}{X}$	$\frac{2 \sim 4}{X}$
0	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1
400	87.2	86.4	86.3	86.3	85.0	85.0	83.7	85.7	85.80	86.33
800	84.7	82.8	83.0	82.9	82.8	81.5	82.8	82.93	82.6	82.90/5.2
1200	82.8	81.5	81.5	81.1	79.3	77.5	82.4	80.87	80.18	81.37/6.73 (from zero)

$$\frac{88.1 - 82.90}{8} = 0.65 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

*a Parallel to The substrate texture

- 解 説 -

9) Test № 23. 700 gf #320 Small TP 5. ⊥ (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	\bar{X}	$\frac{2 \sim 6}{\bar{X}}$	$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$
0	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1
400	86.3	86.3	85.5	85.5	85.1	84.6	83.0	83.76	83.40	85.77
800	83.1	83.7	82.7	81.5	81.1	80.2	81.9	82.03	81.84	82.63/5.47
1200	81.1	80.2	80.4	80.3	77.7	76.6	78.0	79.19	79.04	80.30/7.8 (from zero)

$$\frac{88.1 - 82.63}{8} = 0.68 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

10) Test № 24. 700 gf #320 Small TP 5. ⊥ (μm) 1050材

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	\bar{X}	$\frac{2 \sim 6}{\bar{X}}$	$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$
03	82.5	84	82.8	85.5	85	85	85.7			84
100	83	83	83	83.2	82.5	84.2	84.5			83.7
400	82	82	82.2	82.2	82	80.8	86.2			82.1
800	80.5	81.5	81	81	79.8	78.2	81			81.2/2.5
1200	78	78.2	78.2	78.2	78.2	76.0	75			78.2
1600	76	75.5	75	75.5	74	76.5	80			75.3
2000	74.4	73	74	72.2	70.1	69.2	66			73.0

$$\frac{83.7 - 81.2}{7} = 0.357 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

11) Test № 25. 700 gf #320 Small TP 5. // (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	\bar{X}	$\frac{2 \sim 6}{\bar{X}}$	$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$
03	87.5	87	87	87	85	84	85			87
400	84.8	84	84	84	82.1	82	82			84
800	83	83	83	83	82.1	78	80			83/4 from 0
1200	80	81.5	81.5	80	78	75.5	83			81
1600	78.5	78.1	78	78	72.2	74.1	85			78.03
2000	75	75.8	76	75.5	71.5	66	78			75.8

$$\frac{87 - 83}{8} = 0.5 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

- 解 説 -

12) Test No. 27. 2 Kgf #320 Large TP 4. ⊥ (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7		$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$	$\frac{4 \sim 6}{\bar{X}}$
03		86	86.3	86.1	86	88	88.2		86.1	86.7
100		85	84.5	84.6	85.5	85	85.2		84.7	85.0
400		78.5	79.9	80	81.3	82	82		79.5	81.1
800		72.2	76	76	76.5	76.5	79		74.7	76.3/87
1200		68	70	71.6	72.4	72.6	73		69.9	72.2
1600		62.5	65.2	68	70	69	68.8		65.3	69.1
2000		56	58.5	61.8	62	62.5	62.5		58.5	62.1

$$\frac{85.0 - 76.3}{7} = 1.243 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

13) Test No. 29. 2 Kgf #320 Large TP 4. ⊥ (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7		$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$	$\frac{4 \sim 6}{\bar{X}}$
03		92	91	90.2	89	89	90			
100		88.1	89.4	89.9	89.5	89	90.4			89.5
400		86	86.8	87	86.7	87	89			86.9
800		83.8	83.9	84	84.8	84.9	88.9			84.0/55
1200		78	82	80.2	81.5	82.8	88.1			81.5
1600		76	78	78.2	79.5	81	90			79.6
2000		72	74	77.5	77	79	80			77.8

$$\frac{89.5 - 84.0}{7} = 0.786 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

14) Test No. 31. 2 Kgf #320 TP 5 B ⊥ (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7		$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$	$\frac{4 \sim 6}{\bar{X}}$
03		88.5	89.2	88.5	88.2	89.5			88.7	88.7
100		86	88.5	88	88	87			87.5	87.7
400		82	83	84	84.5	84.7			83	84.4
800		78.8	80	80.7	82.8	82			80	82 /5.7
1200		72	76	77.5	77.5	78.8			75.2	77.8/9.9(100)

$$\frac{87.7 - 80}{7} = 0.814 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

- 解 説 -

15) Test No. 32. 2Kgf #320 Large TP 5 B ⊥ (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7		$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$	$\frac{4 \sim 6}{\bar{X}}$
03	88	88	88	86	86.1	86.1	86			86.1
100	86	85	86	86	86	86.2	86.5			86.2
400	79	82.8	89.3	82.6	82.3	83.6	83			82.8
800	76	77	78	79.3	81	78.5	78			79.6/6.6
1200	67.1	69	72	72.5	73	74	76			73.1/13.1(100)

$$\frac{86.2 - 79.6}{7} = 0.943 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

16) Test No. 33. 2Kgf #320 Large TP 5 B ⊥ (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7		$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$	$\frac{4 \sim 6}{\bar{X}}$
03	87	88.1	88	89.3	87.6	88			88.5	88.3
100	86	87.1	87	86.3	86.1	89			86.8	87.1
400	82	84	84	84.1	82.8	83.8			84	83.6
800	74	77.8	77	78.7	76.6	77.0			77.8	77.4/9.7
1200	70	71.4	74.2	74.7	75.9	75.6			73.4	75.4

$$\frac{87.1 - 77.4}{7} = 1.386 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

17) Test No. 34. 2Kgf #320 Large TP 5 B ⊥ (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7		$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$	$\frac{4 \sim 6}{\bar{X}}$
03	84.2	86	85.9	86	86	85				85.7
100	85	85.9	84.6	86	87	86				86.7
400	80	81	80	81	82	82.2				81.7
800	72	74	76	76	77.3	76.1				76.5/10.2
1200	71.6	72.6	76	74	76	76				75.3/10.7

$$\frac{86.7 - 76.5}{7} = 1.457 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

- 解 説 -

18) Test No. 35. 1.2Kgf #240 Large TP 4 B ⊥ (μm)

spots DS \	1	2	3	4	5	6	7		$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$	$\frac{4 \sim 6}{\bar{X}}$
03		85	85.7	86	86	86.6			85.6	86.2
100		85.2	86.5	86.9	87.3	88			86.2	87.4
400		84.1	84.5	85.7	86	86			84.4	85.9
800		82	83.7	84.0	84.3	84.1			83.2	84.1/3.3
1200		80	80.3	82	83	82			80.8	82.3

$$\frac{87.4 - 84.1}{7} = 0.471 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

19) Test No. 36. 1.5Kgf #240 Large TP 1 B ⊥ (μm)

spots DS \	1	2	3	4	5	6	7		$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$	$\frac{4 \sim 6}{\bar{X}}$
03	87	88	89.6	88	88	88			88.53	88
100	88	88	87	86.1	87.5	86				86.53
400	82.2	82.5	82.2	82.2	82.5	82.1				82.2
800	76.2	78	78.4	78.2	79.5	79				78.3 / 8.23
1200	69	72	72.4	74	74	74				74 / 12.53

$$\frac{86.53 - 78.3}{7} = 1.176 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

20) Test No. 38. 2Kgf #320 Large TP 3 B ⊥ (μm)

spots DS \	1	2	3	4	5	6	7		$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$	$\frac{4 \sim 6}{\bar{X}}$
03		81	81	82	82	82			81.3	82
100		78	78	78.2	78	78.5			78.1	78.2
400		75	76	77	77	76				76.3
800		69.5	70	70.5	71.8	72			70	71.4 / 6.8
1200		63.5	64.5	66	67	68			64.7	67

$$\frac{78.2 - 71.4}{7} = 0.971 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

- 解 説 -

21) Test No. 39. 1.5Kgf #240 Large TP5B ⊥ (μm)

spots DS	1	2	3	4	5	6	7		$\frac{2 \sim 4}{\bar{X}}$	$\frac{4 \sim 6}{\bar{X}}$
03	86	86	85.5	86	85.2	86				
100	86	85.5	85	85.5	86	84.5			85.3	85.3
400	82.5	82	82.5	82.5	81.5	82			82.3	82
800	77.5	79	79.2	80	79.5	80			79.4	80 / 5.3
1200	77.5	76.5	77	77	77	77			77	77 / 8.3

$$\frac{85.3 - 80}{7} = 0.757 \mu\text{m}/100 \text{ DS}$$

22) Test No. W1-1 2Kgf #240 Large TPW1-1 (μm) 1050材

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	重 量		
03				42				^g 24.4565		
100				42				24.4557		
400				37.6				24.4530		
800				33.2				24.4480		

$$\frac{42 - 33.2}{7} = 1.257 \mu\text{m}/100 \text{ DS} \quad \frac{55.7 - 48.0}{7} = 1.1 \text{ mg}/100 \text{ DS}$$

23) Test No. W1-2 2Kgf #240 Large TPW1-2 (μm) 1050材

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	重 量		
03				41.5				24.4480		
100				41.2				24.4473		
400				38				24.442		
800				33.2				24.4395		

$$\frac{41.5 - 33.2}{7} = 1.186 \mu\text{m}/100 \text{ DS} \quad \frac{47.3 - 39.5}{7} = 1.14 \text{ mg}/100 \text{ DS}$$

- 解 説 -

24) Test No. W 2 - 1. 2Kgf #240 Large TPW 2 - 1 (μm) 1050材

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	重 量		
03				43.5				24.5488		
100				42.2				24.5484		
400				38.2				24.5447		
800				33.2				24.5400		

$$\frac{42.2 - 33.2}{7} = 1.285 \mu m / 100 DS \quad \frac{48.4 - 40.0}{7} = 1.2 mg / 100 DS$$

25) Test No. W 2 - 2. 2Kgf #240 Large TPW 2 - 2 (μm) 1050材

spots DS	1	2	3	4	5	6	7	重 量		
				44				24.5400		
				43				24.5385		
				38.5				24.5355		
				34				24.5308		

$$\frac{43 - 34}{7} = 1.286 \mu m / 100 DS \quad \frac{38.5 - 30.8}{7} = 1.1 mg / 100 DS$$

- ※ spots No. は、モーター側から約 5 mm 間隔
- ※ 03 DS は最初測定の際位置決めの為の捨て DS

< Table 1 の説明 >

上記の各測定 spot の数値で特徴的なことはこの摩擦の仕方が往復運動であり、中央附近は常に中節点があると見えて spot No. 3 乃至 No. 4 は常に平均値と相似の数値を示している。この事は中央平原とも云うべき箇所は正常的な減厚態様があると考えてよいようである。そして勿論 spot No. 1 と No. 7 は異常を示すことが多い。すなわちこれはむやみに平均に入れるべきでなく、寧ろこれ等を枠外に計算から外して置くべきであろう。

而かも興味ある点は small の機械の方は spots 2~4 に、large の機械は spots 4~6 に中央 spots に近い数値が存在しているように見られた。これはその機械の個性かと見える。これらを考えるとこの場合は大体 large の方では 4~6 の \bar{X} を、small の方は 2~4 の \bar{X} を求めたら常に定常的摩滅状態を示すことができるようである。

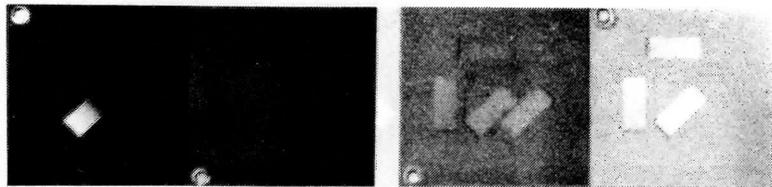
次に Double Stroke の繰り返し数であるがあまり長いと却って場所的な大差が出るようであり、あまりに短いと当初のあらさ、うねりなどの影響が来るようである。時間的にも余り長いことは試験速度に影響する。そこで最初は Ring 3 回転即ち 1200 DS を目標にしたが、途中で機械を返却せねばならないことも出て来て間に合わす為にも 800 DS まで縮めることを考えた。そしてこの間に判別に都合のよい差である $10 \mu m$ 前後の減厚ができるにはどれ位の荷重にすればよいかとも考えた。そこで、800 DS・2 Kgf、# 240 メッシュペーパーの組合わせができた。さて、最近の実験の結果を 22)~25) のデータに示したが、これらの結果が非常によく合っていることに感心している。

4. 実 験 II 応用成績

この方法を実際に適用して見る為、硬質アルマイト作成工程の電解温度と耐摩耗性の関係を見た。これを Fig. 8 及び Fig. 9, 10, 11 に示す。

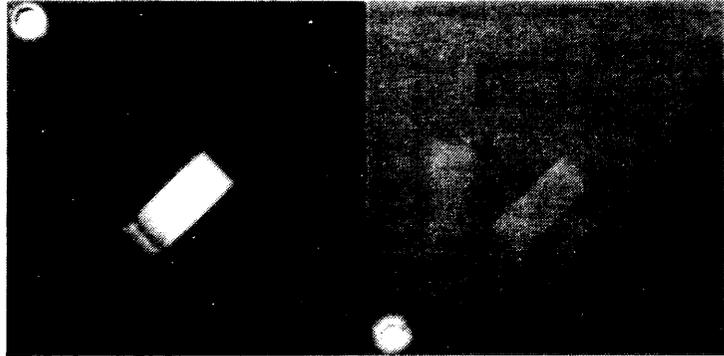
各種の電解温度による硬質アルマイトの研削輪平面摩耗試験

下地材料	1050-H 14	ロール仕上面
電解条件 液	13.5% V/V H_2SO_4	Al 分 0.5%
電流密度	3.5 A/ dm^2	60 分間 電圧 17~35 V
摩耗試験条件	研削ペーパー	240 メッシュカーボラダム
負 荷	2 Kgf	40 rpm
摩耗速度計算 (膜厚	100 DS の時	- 同 800 DS の時) / 7 = X μm / 100 DS
(重量	"	- 同 ") / 7 = X mg / 100 DS



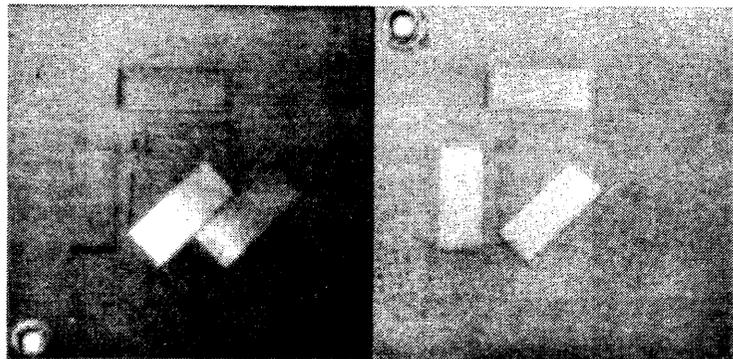
電 解 温 度	0 °C	5 °C	10 °C	20 °C
WR (下地に \perp と \parallel) μm / 100 DS	1.321	1.357	1.5	2.57
(") mg / 100 DS	1.265	1.1785	1.35	1.71
(傾斜摩耗) μm / 100 DS	1.7	1.7142	1.83	3.57
mg / 100 DS	1.4	1.428	1.53	2.54

Fig. 8 硬質アルマイト電解温度と耐平面摩耗値の関係



電解温度		0℃	5℃
WR(下地に \uparrow と \parallel) マモウの平均)	$\mu\text{m}/100\text{DS}$	1.321	1.357
	(") $\text{mg}/100\text{DS}$	1.265	1.1785
(傾斜マモウ)	$\mu\text{m}/100\text{DS}$	1.7	1.7142
	$\text{mg}/100\text{DS}$	1.4	1.428

Fig. 9 硬質アルマイト電解温度と耐平面摩耗値の関係



電解温度		10℃	20℃
WR(下地に \uparrow と \parallel) マモウの平均)	$\mu\text{m}/100\text{DS}$	1.5	2.57
	(") $\text{mg}/100\text{DS}$	1.35	1.71
(傾斜マモウ)	$\mu\text{m}/100\text{DS}$	1.83	3.57
	$\text{mg}/100\text{DS}$	1.53	2.54

Fig. 10 硬質アルマイト電解温度と耐平面摩耗値の関係

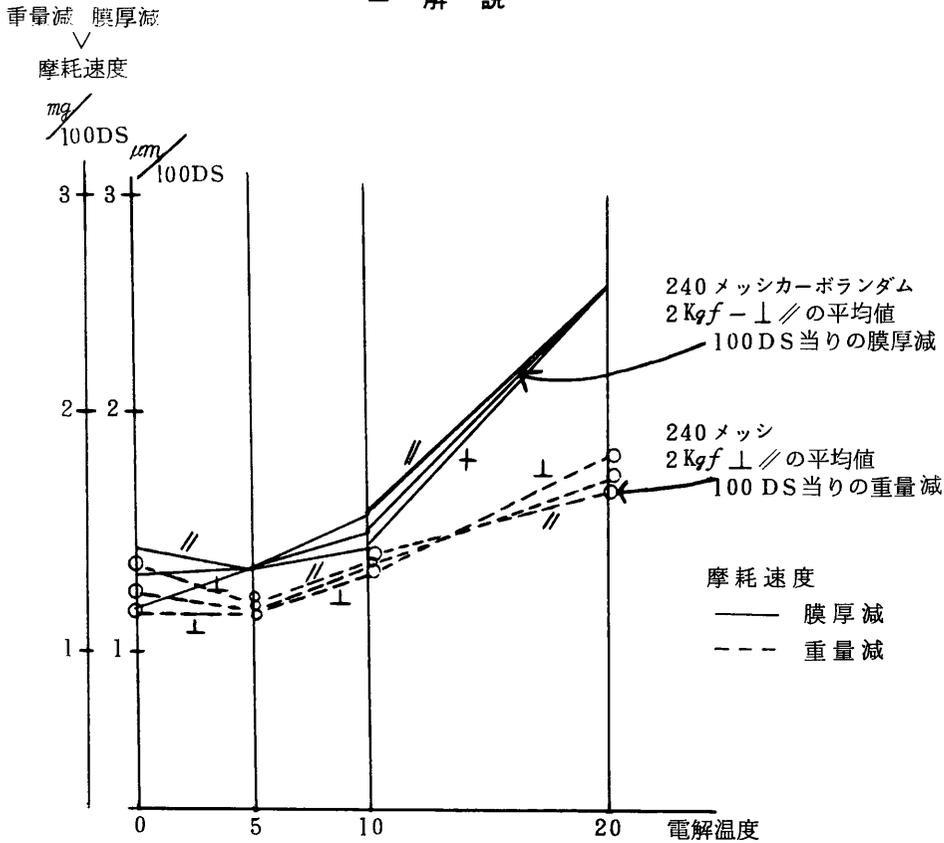


Fig. 11. 硬質アルマイト Fig. 8. の図示

電解温度と摩耗速度の関係 $\left\{ \begin{array}{l} \text{皮膜厚さの減少} \\ \text{重量の減少} \end{array} \right.$

(研削輪平面摩耗試験機による)

実験条件は 1050-H 14材, 電解条件 — 液 13.5% H_2SO_4

電流密度 : $3.5 A/dm^2$, 時間 60分間, 温度 : $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 20^\circ$,

平面摩耗試験条件 : ペーパー 240メッシュ carborundum, 荷重 : 2Kgf

ストローク速度 $40 DS/min$, $\frac{800-100}{7} = \dots \mu m/100 DS$

データは Fig. 8, 9, 10, 11 中に記載。

減厚度と電解度との関係は実によく低温硬質皮膜の性質を示している。さらにまた写真に見られる通り、電解温度と皮膜色と耐摩耗性データの関係が判然としている。

これらを見るとこの DS とペーパーの種類、負荷の決め方等はその間違っただけのものではないようである。これだけ明確にこの種の性格を示し得るものはどうも現在は他にないのではないかと痛感した。

5. 結 言

実験Ⅰの1)～21)は、昨年実験に取掛った最初の頃に実施したもので、陽極酸化にも未熟な点が多かったため種々の摩耗試験条件を暗中模索し、得られるデータもやや不ぞろいであった。しかし実験Ⅰの22)～25)の最近のデータおよび実験Ⅱは非常によく合っており、ゆえに現在扱っている試験条件は硬質アルマイトの評価に大体適しているように感じられる。なお耐摩耗性テストは硬さの結果と同調することもあるが相違することが多い。例えばアルマイトに油分などを浸潤した場合、粉末にまみれさせた場合など全然違って来る。このような例では、此の試験方法は殊に大きな偉力を発揮することになるであろう。最後に今一度結論的に私の胸に描くこの平面摩耗試験機による比較用規準的操作方式を列記すると、

「アルミニウム製研削輪 : 50 mm ϕ \times 12 mm 巾, ペーパーあらさ : # 240 メッシ,
Carborundum 裏糊ペーパー (目下 Bühler 社製), 往復工程 : 巾 12 mm \times 長さ 30 mm
但し長さ 30 mm の中ヘッド部 3 mm 及び残りの端部はテスト結果により除去すべき点を考える。
往復速度 : 1 分間 40 DS, 負荷 : 2 Kgf, 規準往復回数 : 800 - 100,
標準比較規準値 : 100 DS 当り $\frac{800 - 100}{7}$ の $\mu m/100 DS$
又は $mg/100 DS$ 」

報告事項の中には皮膜色感などを付け加える。

最後に本実験に当り花見化学 (株) より実験室とその諸道具類, 諸薬品類, 稼動経費類の供与を受け、スガ試験機 (株) から試験機の貸与を受け、又軽金属製品協会, 小山田軽金属奨学会, および硬質アルマイト委員会並びに近畿アルミニウム表面処理研究会の方々の多大の御後援と援助を受け、たゞたゞ心から感謝する次第であります。