

# 電子顕微鏡による触針の傷痕の研究

宮坂 忠 昭\*

(昭和47年5月11日受理)

## 1. 緒 言

表面あらさ測定の触針法と光干渉法のそれぞれについて、同一場所の測定値を比較した場合、触針法による値が小さく示される。この原因を電子顕微鏡を用いて調べてみた結果、触針による傷痕の影響が関係していることが先の研究<sup>1)</sup> でわかった。

触針法の傷痕が測定値に及ぼす影響は、理論的に触針の先端曲率半径及び触針荷重などの観点から考察されている<sup>2)</sup> が、実験的研究はあまりみられないようである。筆者らの先の研究では、ゼラチンを用いた目的視野二段レプリカ法の応用例として、触針の傷痕幅を電子顕微鏡で測定するのが主な目的であったので、触針の先端曲率半径や触針荷重には簡単に公称値を用い、また金属試料も一種類を用いたのみであった。そのため、その結果はある程度推定にとどまった。

ここではこの問題をさらに詳細に検討して、触針の傷痕が触針荷重、触針の移動速度、金属の種類等によってどのように変るかを調べ、触針法を用いる場合の、傷痕の影響を知るための基礎的実験をした。

## 2. 実 験

この実験において、金属試料としては硬度が大きく異っている鋼 (S 40 C)、ニッケル、真鍮、銅の四種類を用いた。これらの金属試料をエメリーペーパー (#100, #240, #600) で湿式研磨した後、試料琢磨機(丸本式)によって円盤の回転数 1025 r・p・m、ラップ荷重約 100 g/cm<sup>2</sup>、砥粒に酸化クロムを用い、約30分間湿式ラッピングして実験に用いる鏡面を作った。

この鏡面に適当な荷重で触針を押しつけて移動しその際生ずる傷痕について、電子顕微鏡を用いて測定を行った。触針の荷重は板バネの曲げ応力で与え、それを抵抗線ひずみ計で測定した(図1参照)。板バネは 110.0 × 6.2 mm の硬鋼線材からなり、一端にサファイヤの触針を取付け、他端に抵抗線を貼りつけた。本実験では、測定範囲 0~2000mg、及び 0~5000mgの二種の板バネを作った。この板バネの触針を取付けた側とは反対側の端を工具顕微鏡の鏡筒に取付け鏡筒を上下に微動させ、板バネに曲げ応力を与え、触針荷重を連

---

\* 精密工学教室 助手

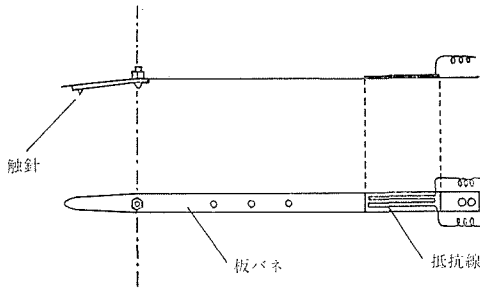


図1 触針の取付け部

続的に変化させた。また金属試料を載せるテーブルに電気マイクロメータ(±10μ)とダイヤルゲージ(0~3mm)を取付け、前者で傷痕の間隔を、後者で傷痕の長さを測定した。また触針の相対的な移動速度は、ダイヤルゲージの針が一周する時間で決め0.2mm/sec, 0.1mm/sec, 0.05mm/secの三種に変化させた。

このようにして、触針荷重を鋼については1000mg, 750mg, 500mg, 250mgと変化させ、ニッケル、真鍮、銅については1000mg, 500mg, 250mg, 125mgと変化させ、それぞれの試料について長さ2mm, 間隔約10μの4本の傷痕を印した。この操作中つねに、測定器によって一定の荷重が触針にかかっていることを確認した。

なお触針の荷重の大きさ(すなわち曲げ応力)と抵抗線ひずみ計のよみとの関係は、天秤の一方の皿に触針を触れさせて載せ、他方の皿に分銅を載せて平衡させ、表1(a)(b)及び図2(a)(b)の結果を得た。また板バネの弾性疲労の影響を調べるために、2000mgの荷重を1時間かけ放しにしたり、4000mgの荷重をかけたりはずしたりした後、上記の検定を行ってみたが、その結果は図2と同じであった。天秤は実感量1/10mgの島津製化学天秤、抵抗線ひずみ計は新興通信工業製を用いた。

測定した傷痕の幅から傷痕の深さを知るためには、触針の軸方向に垂直な先端曲率半径を触針の進行方向から測定しなくてはならない。このため触針の先端を実験前と後に電子顕微鏡で撮影した。

表1(a)(b) 荷重測定装置の検定結果

(a)	荷重(mg)		0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
	メータの読み	行き	0	100	195	300	400	495	595	690	785	885	980
		戻り	5	—	205	—	400	—	600	—	805	—	1010
	荷重(mg)		1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	—
メータの読み	行き	1090	1195	1295	1400	1500	1590	1685	1785	1880	1980	—	
	戻り	—	1210	—	1405	—	1595	—	1795	—	1980	—	

(b)	荷重(mg)		0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
	メータの読み	行き	0	500	995	1490	1990	2495	2990	3485	3985	4480	4985	5480	5975
		戻り	10	510	1005	1510	2005	2515	3010	3505	4000	4495	4990	5485	5975

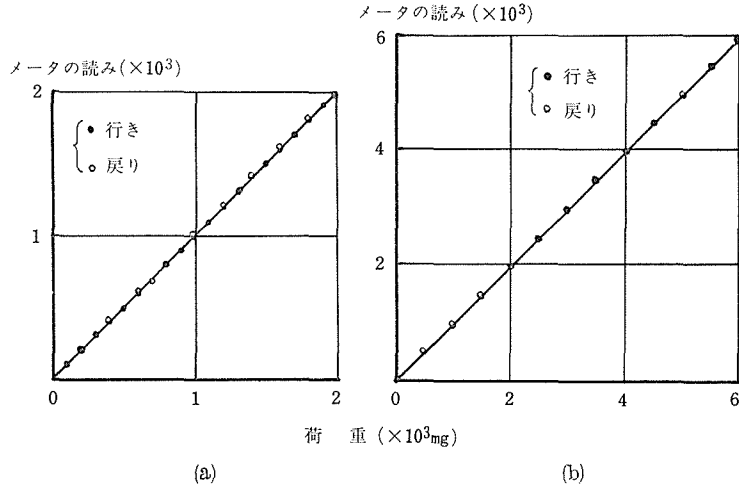


図2 (a)(b) 荷重測定装置の検定図

保持具に取付けられている触針をメッシュホルダに固定して、保持具の軸方向つまり触針の進行方向から電子線を照射して、触針の先端を2000倍で撮影した結果を図3に示す。この場合、先端の温度変化を防ぐために電子線をできるだけ弱くした。この撮影したネガから測定した結果、先端は頂角 $144^{\circ} \pm 1^{\circ}$ の平たい円錐形で、先端の曲率半径は $4.5 \mu$ であった。実験後に再び同様の測定をして、触針の先端を検査したが実験前との変化は認められなかった。

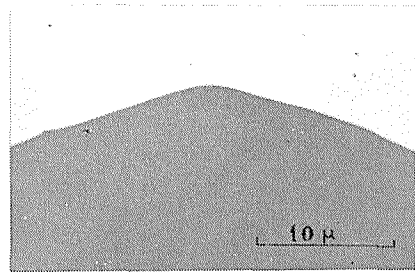


図3 触針先端の電子顕微鏡写真

光学顕微鏡(倍率400倍)で観察の結果、各金属試料に触針荷重125 mgを除いて、他はいずれも傷痕の存在が認められた。この傷痕の電子顕微鏡写真を、先に発表したゼラチンを用いた目的視野二段レプリカ法<sup>3)</sup>を用いて撮影した。Crのシャドウィング角を $35^{\circ}$ とし、Cは $90^{\circ}$ で蒸着した。双眼実体顕微鏡でメッシュ孔の列んでいる方向に、傷痕の方向を正確に一致させ、四本の傷痕が全て一つのメッシュ孔に入るようにゼラチンレプリカを採取することにより、傷痕の全長2 mmにわたって観察できた。

なお傷痕の測定に入る前に、ゼラチンレプリカ作成過程でゼラチンが固まる際の縮少が問題と思われたので、アセチルセルローズフィルムを用いるレプリカ法<sup>4)</sup>によって、同じ試料の電子顕微鏡写真を撮影して比較検討してみた。その結果によると、縮小率は約2%以下であった。よって本実験においてはこの影響は無視できるものとした。

また電子顕微鏡の倍率の正確を期し、その検定を行った。スケールの標準<sup>5)</sup>としては、 $0.357 \mu \pm 0.0056 \mu$ のポリスチレンラテックス<sup>6)</sup>及び1200 grooves/mmのエシレット

\* The Dow Chemical Company, Midland, Michigan. の御好意による。

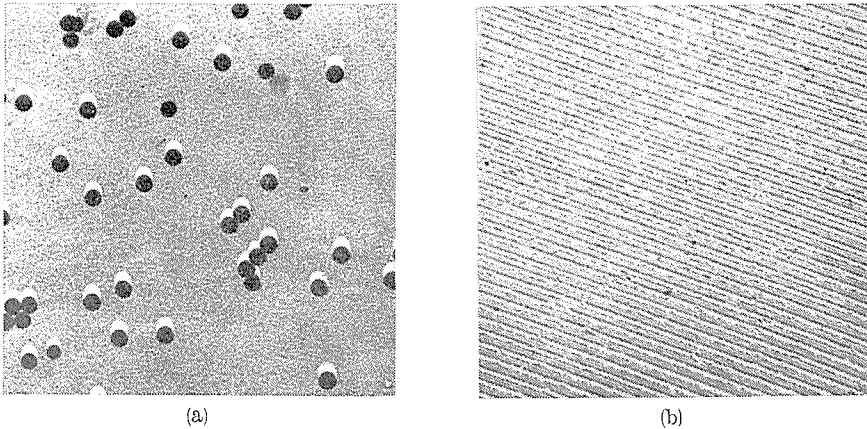


図4 (a): 電子顕微鏡の倍率検定に用いたポリスチレンラテックス、  
球径  $0.357 \pm 0.0056 \mu$ .  
(b): (a)と同じ目的に用いたエンシェレット型回折格子、  
格子定数 1200本/mm.

型回折格子を用いた。それぞれの電子顕微鏡写真を図4(a)(b)に示す。

撮影した光学顕微鏡写真と電子顕微鏡写真を図5(a)(b)(c)に示す。(a)は銅の傷痕を100倍の光学顕微鏡で撮影したもの。(b)は(a)の中央部を400倍の光学顕微鏡で撮影したもの。(c)は(b)に対応する部分を2000倍で撮影した電子顕微鏡写真である。

### 3. 実験結果

各金属試料の傷痕を撮影した結果を、図6～図12に示す。図6～図8は触針の荷重が125 mg～1000 mgの場合の電子顕微鏡写真、図9～図12は、1000 mg～5000 mgの場合の光学顕微鏡写真である。触針の荷重100 mg以上の傷痕を光学顕微鏡で測定した理由は、傷痕幅が大きいため、電子顕微鏡用試料作製上、メッシュの単孔視野中に全傷痕を含ませることが困難であり、かつ電子顕微鏡での低倍率撮影においては、取差による像のひずみが生ずるためこれを避けた。

傷痕をつけた直後、その両端において、明石製マイクロビッカース硬度計で荷重を25 g～500 g 変えて、硬度  $H_V(\text{Kg}/\text{mm}^2)$  を測定した。測定結果を表2及び図13に示す。荷重25 g～200 gで  $H_V$  は徐々に小さくなるが、200 g 以上ではほぼ一定である。

表3(a)(b)(c)(d)は撮影したフィルムについて、傷痕幅  $d$  (単位、 $\mu$ ) を座標測定器で測定した結果である。

本実験に用いた、触針とその接触面積との関係は図14に示す。触針の荷重を  $W$  (単位、mg)、触針と金属試料との円錐形の接触面積を  $A$  (単位、 $\mu^2$ ) とすると、図14から  $0 < d \leq 2.78$  の場合

$$A = 127.17 - 28.26\sqrt{4.5^2 - \frac{d^2}{4}}$$

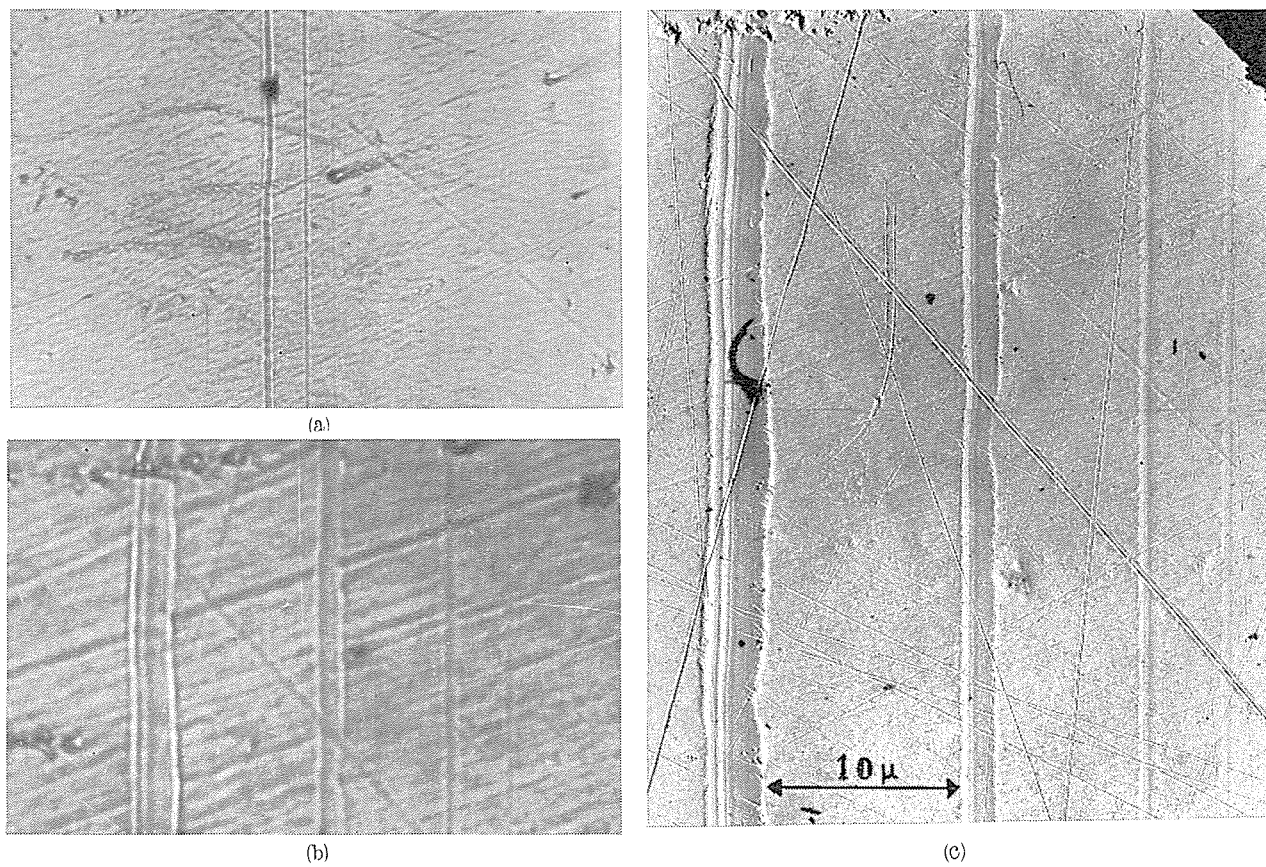


図5 (a)(b)：光学顕微鏡で撮影した触針の傷痕，金属試料は銅。  
(c)：目的視野二段レプリカ法を使って電子顕微鏡で撮影した(a)(b)に対応する傷痕。  
左から触針荷重 1000, 500, 250, 125 mg の傷痕。

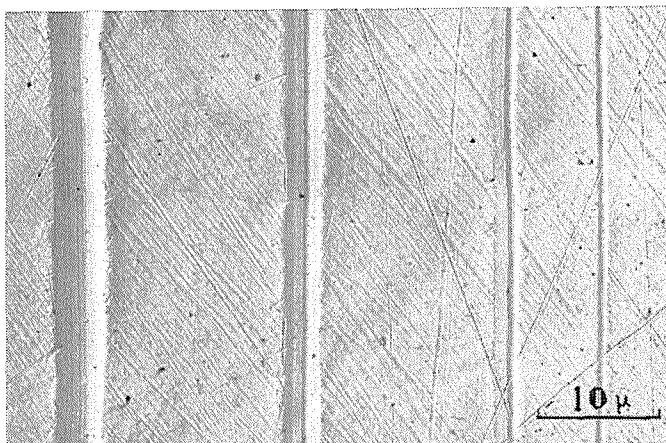


図6 鋼

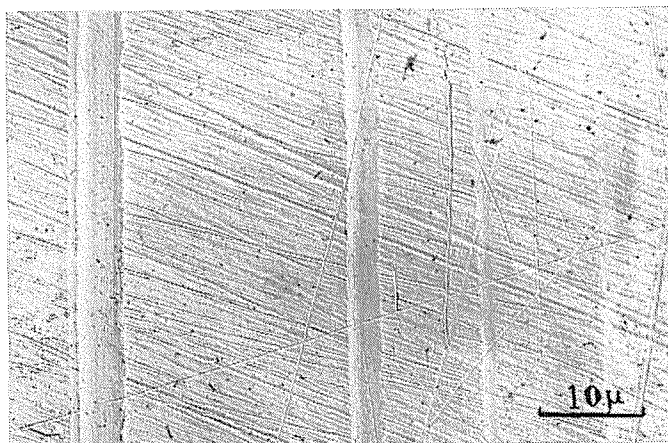


図7 ニッケル

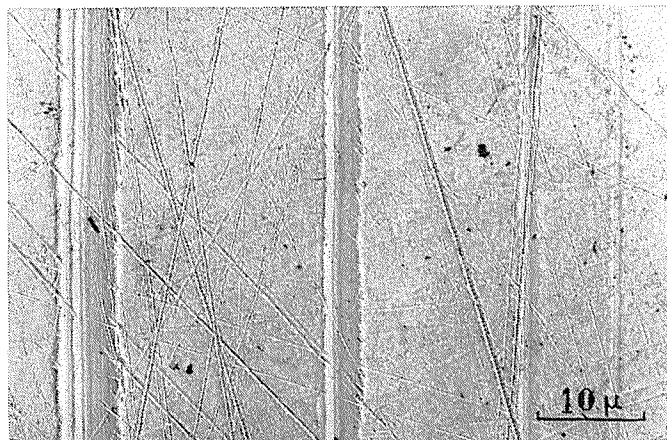


図8 銅

左から触針荷重 1000, 500, 250, 125 mg (鋼のみ1000, 750, 500, 250) の傷痕

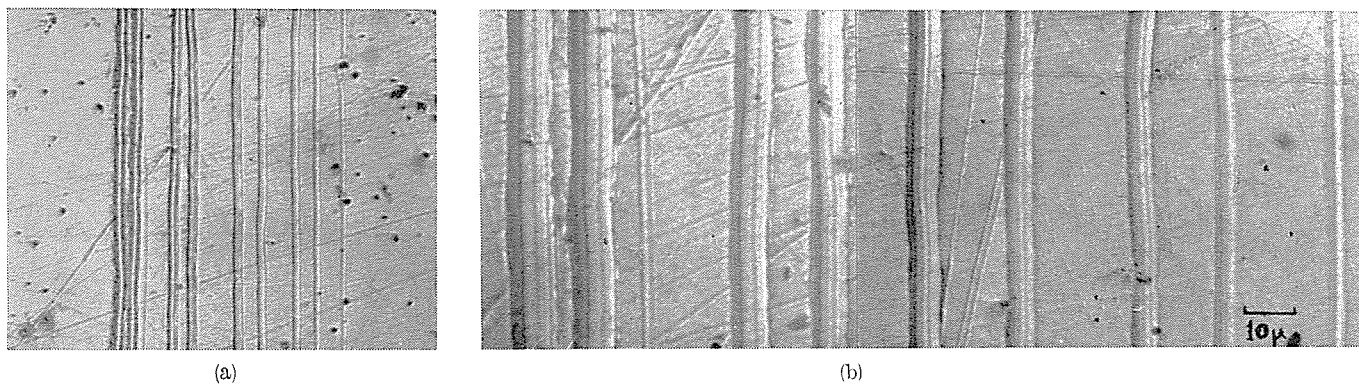


図9 (a): 金属試料は銅, 光学顕微鏡 ( $\times 100$ ) で撮影した触針の傷痕.  
 (b): 同じ試料の光学顕微鏡 ( $\times 400$ ) 写真, 左から触針荷重5000, 4500, 4000, 3500, 3000, 2500, 2000, 1500, 1000 mg の傷痕.

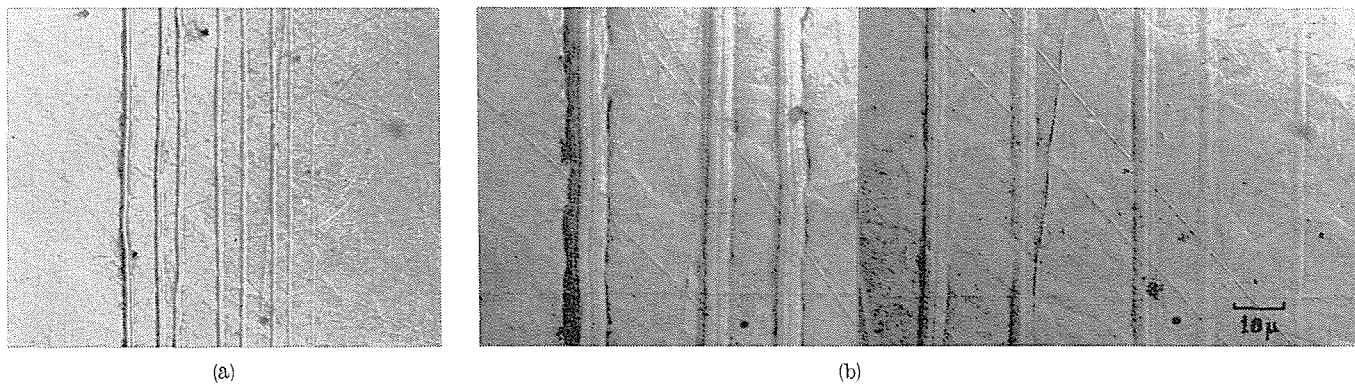


図10 (a): 金属試料は真鍮, 光学顕微鏡 ( $\times 100$ ) で撮影した触針の傷痕.  
 (b): 同じ試料の光学顕微鏡 ( $\times 400$ ) 写真, 左から触針荷重5000, 4500, 4000, 3500, 3000, 2500, 2000, 1500 mg の傷痕.

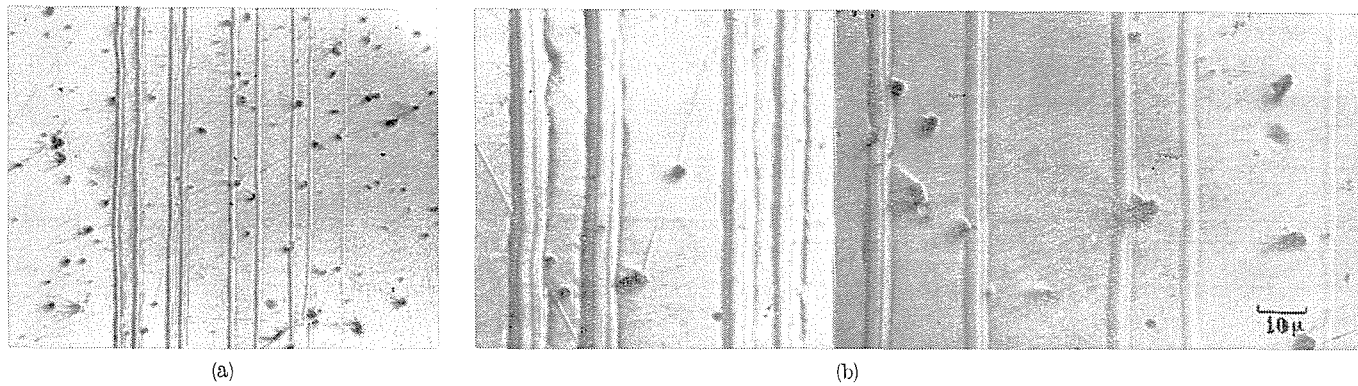


図11 (a): 金属試料はニッケル, 光学顕微鏡 ( $\times 100$ ) で撮影した触針の傷痕.  
 (b): 同じ試料の光学顕微鏡 ( $\times 400$ ) 写真, 左から触針荷重5000, 4500, 4000, 3500, 3000, 2500, 2000, 1500, 1000 mg の傷痕.

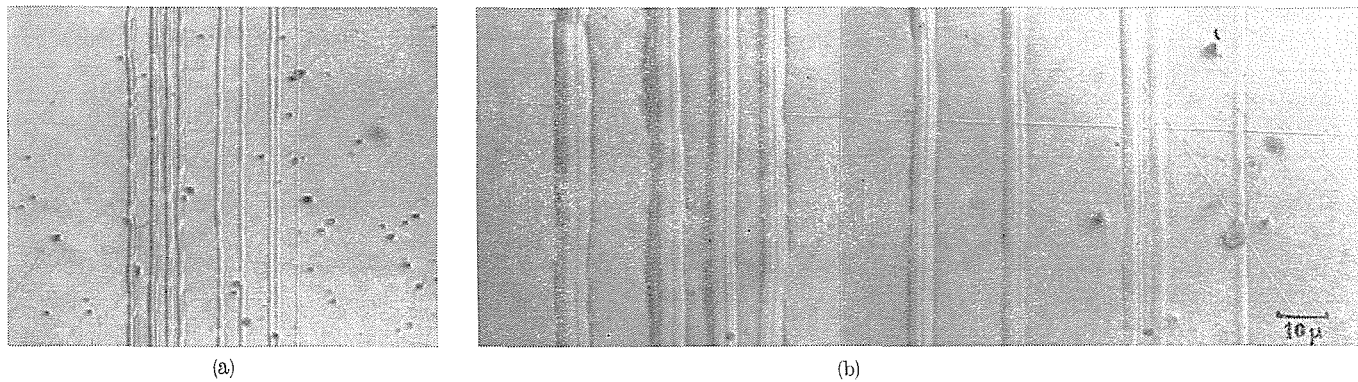


図12 (a): 金属試料は鋼, 光学顕微鏡 ( $\times 100$ ) で撮影した触針の傷痕.  
 (b): 同じ試料の光学顕微鏡 ( $\times 400$ ) 写真, 左から触針荷重 5000, 4500, 4000, 3500, 3000, 2500, 2000, 1500, 1000 mg の傷痕.



表2 ミクロビッカース硬度の測定値 (単位 kg/mm<sup>2</sup>)

	25 g	50 g	100 g	200 g	300 g	500 g
鋼	218	180	186	169	173	164
	203	201	180	172	170	168
	213	216	171	163	175	171
	201	190	192	170	180	163
平均	208.7	197.3	182.2	168.5	174.5	166.5
ニッケル	198	182	172	171	169	166
	190	188	170	168	165	165
	196	185	178	171	170	170
	190	175	170	163	171	166
平均	193.5	182.5	172.5	168.2	168.7	166.7
真鍮	170	157	164	147	153	145
	162	150	157	151	151	143
	174	157	161	148	143	151
	160	165	163	153	147	146
平均	166.5	157.2	161.2	149.7	148.5	146.2
鋼	155	146	151	153	146	150
	162	155	150	151	146	151
	151	151	148	150	151	146
	166	146	146	146	148	150
平均	158.5	149.5	148.7	150.0	147.7	149.2

表3(a)

	荷重 ネガ	5000	4500	4000	3500	3000	2500	2000	1500	1000	1000	750	500	250
		mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
鋼	1のA	7.89	7.89	6.44	5.89	5.41	5.26	3.89	3.19	2.11	2.43	1.52	1.12	0.41
		7.67	7.74	6.67	6.07	5.30	4.48	3.85	3.04	2.52	2.25	1.47	1.03	0.41
		7.37	8.08	6.45	5.29	5.26	3.96	4.03	2.86	1.97	2.23	1.50	0.93	0.40
	1のB	7.48	7.86	6.37	5.71	5.30	4.52	4.30	2.96	2.04	2.28	1.48	0.92	0.43
		7.44	7.30	6.12	5.30	5.26	4.63	3.62	2.67	2.08	2.26	1.52	0.99	0.45
		7.96	7.30	6.22	5.78	5.42	4.78	4.11	2.33	2.56	2.31	1.51	0.97	0.45
単位 (μ)	1のC	7.96	7.23	6.38	5.71	5.18	5.03	3.93	3.08	2.41	2.60	1.50	1.12	0.40
		7.38	7.12	6.56	5.42	5.33	4.86	4.18	3.11	2.74	2.31	1.54	1.13	0.42
		7.63	7.00	6.48	5.78	4.93	4.96	4.26	3.00	2.59	2.47	1.53	1.18	0.43
	7.74	7.30	6.18	5.04	5.30	4.96	4.26	3.37	2.41	2.33	1.51	1.06	0.39	
平均	7.65	7.48	6.39	5.60	5.27	4.74	4.43	2.86	2.34	2.35	1.51	1.05	0.42	
備考	光学顕微鏡による測定値										電子顕微鏡による測定値			

表 3 (b)

	ネガ	荷重												
		5000 mg	4500 mg	4000 mg	3500 mg	3000 mg	2500 mg	2000 mg	1500 mg	1000 mg	1000 mg	500 mg	250 mg	125 mg
ニッケル	2 の A	8.47	7.33	6.33	6.82	4.96	4.92	4.74	3.07	2.66	2.35	1.28	0.53	0.32
		8.23	6.77	6.29	6.73	4.67	4.56	4.52	3.29	2.85	2.38	1.29	0.58	0.33
		7.85	7.18	6.37	6.82	4.73	4.29	4.41	2.92	2.67	2.37	1.28	0.59	0.30
ニッケル	2 の B	7.63	7.70	6.52	6.88	5.29	4.59	4.73	2.78	2.63	2.45	1.31	0.59	0.38
		7.55	8.00	6.99	6.82	5.66	4.70	4.07	3.15	2.78	2.46	1.31	0.55	0.40
		7.92	7.85	6.82	6.82	5.52	4.18	4.63	3.07	2.59	2.30	1.31	0.61	0.35
ニッケル	2 の C	7.38	7.37	6.82	6.57	5.12	4.97	4.56	3.59	2.48	2.51	1.30	0.61	0.32
		7.66	7.78	6.41	6.70	5.26	4.56	4.63	3.78	2.63	2.48	1.35	0.63	0.35
		7.74	7.55	6.58	6.70	5.70	4.40	4.89	3.63	2.63	2.43	1.35	0.60	0.33
単位 (μ)	平均	7.80	7.51	6.56	6.76	5.26	4.60	4.59	3.29	2.67	2.42	1.31	0.59	0.34
	備考	光学顕微鏡による測定値									電子顕微鏡による測定値			

表 3 (c)

	ネガ	荷重												
		5000 mg	4500 mg	4000 mg	3500 mg	3000 mg	2500 mg	2000 mg	1500 mg	1000 mg	1000 mg	500 mg	250 mg	125 mg
真	3 の A	8.42	7.93	5.38	5.48	4.93	5.56	4.71	3.89	2.04	2.65	1.40	0.61	0.38
		9.04	8.57	5.63	5.23	5.04	4.71	4.45	3.63	2.04	2.65	1.43	0.68	0.40
		9.30	8.53	6.08	5.16	5.53	5.04	4.59	3.30	1.94	2.63	1.45	0.70	0.40
真	3 の B	9.27	8.01	5.97	5.19	5.33	4.78	4.82	4.08	2.22	2.73	1.55	0.70	0.43
		9.01	8.04	5.53	5.19	5.48	4.71	4.78	4.08	1.71	2.69	1.57	0.77	0.42
		7.97	8.52	5.71	5.45	4.97	4.56	4.59	3.67	2.78	2.70	1.57	0.75	0.40
真	3 の C	8.45	9.27	5.93	5.45	4.93	5.26	4.56	3.60	2.82	2.81	1.50	0.73	0.48
		8.42	8.53	5.93	5.42	4.48	5.08	4.30	3.60	2.93	2.80	1.57	0.78	0.39
		9.02	8.43	5.70	4.93	5.52	5.04	3.75	3.60	2.41	2.75	1.58	0.80	0.40
単位 (μ)	平均	8.78	8.41	5.76	5.27	5.09	4.99	4.56	3.74	2.40	2.72	1.52	0.73	0.41
	備考	光学顕微鏡による測定値									電子顕微鏡による測定値			

表 3 (d)

	ネガ	荷重												
		5000 mg	4500 mg	4000 mg	3500 mg	3000 mg	2500 mg	2000 mg	1500 mg	1000 mg	1000 mg	500 mg	250 mg	125 mg
銅	4 の A	9.89	8.93	7.92	7.85	6.88	6.33	5.82	4.07	3.15	3.25	1.78	0.78	0.61
		9.45	9.00	8.22	8.11	6.73	6.18	5.45	4.03	3.15	3.32	1.82	0.78	0.50
		8.74	8.85	8.26	7.82	6.77	6.18	5.37	4.07	3.26	3.21	1.80	0.82	0.52
銅	4 の B	10.28	9.25	8.42	8.34	6.85	6.33	5.52	4.48	3.41	3.03	2.02	0.81	0.48
		9.90	9.18	8.29	8.18	7.00	6.41	5.42	4.12	2.59	3.12	1.93	0.80	0.49
		9.55	9.99	8.66	8.23	6.97	6.23	5.89	4.23	3.63	3.08	1.95	0.79	0.49
銅	4 の C	9.42	9.30	8.37	8.26	7.07	6.40	5.67	4.71	3.41	3.41	1.88	0.73	0.50
		9.52	9.22	9.03	8.15	7.04	6.37	5.22	4.85	4.03	3.40	1.87	0.75	0.52
		9.97	10.00	8.26	7.97	7.18	6.33	5.33	4.37	3.52	3.38	1.87	0.75	0.53
単位 (μ)	平均	9.62	9.32	8.41	8.11	6.93	6.29	5.50	4.35	3.36	3.25	1.88	0.78	0.52
	備考	光学顕微鏡による測定値									電子顕微鏡による測定値			

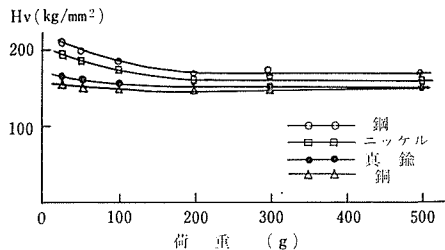


図13 試料金属のマイクロビッカース硬度

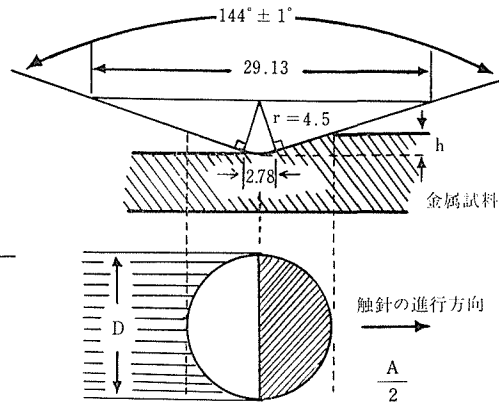


図14 触針とその接触面積

2.78 < d ≤ 29.13 の場合

$$A = 0.826 d^2 - 0.167$$

である。この接触面積の金属試料表面への投影面積を  $A_p$  とすると、

$$A_p = \frac{\pi}{4} d^2 = 0.785 d^2$$

である。単位面積当りの平均降伏応力、つまり硬さを求める場合、 $A$  及び  $A_p$  のいずれを採用するか問題になるが、 $A/A_p \approx 1.05$  で、その差は小さいので本実験では  $A$  を採用した。

また触針が進行する際には、傷痕を生ぜしめるのに働く実際の接触面積は、図14に示すように  $A/2$  とも考えられる。よって  $A$  及び  $A/2$  で  $W$  を除した値、 $P = W/A$  及び  $P' = 2W/A$  の両者について考察した。ここにおいて  $P$  は近似的にいわゆるブリネル硬度に相当し、 $P'$  はエーレンベルグの硬度及びマイヤーの引っかかり硬度に相当している。

まず触針荷重  $W$  と傷痕幅  $d$  の関係を図15に示す。傷痕幅は銅が最大で、真鍮、ニッケル、鋼の順に小さくなる。これはマイクロビッカース硬度の測定結果と一致する。

$P, P'$  が一定であると仮定して、 $P, P'$  に各金属試料におけるマイクロビッカース硬度(荷重, 25g)をそれぞれ代入し、傷痕の接触面積から傷痕幅を計算で求め図16~図19に点線で示す。同図に実験から得た傷痕幅を実線で示す。この結果、 $P'$  から求めた傷痕幅は実験で得たそれとかなり一致するが、他方、 $P$  から求めた傷痕幅は一致しない。

これは、触針の実働的な接触面積が  $A/2$  であるという考え方の式  $P' = 2W/A$  が、この実験において、触針の荷重約 3g 以上の範囲で成立することを示している。

この結果は、近藤ら<sup>7)</sup> が荷重 1g ~ 100g の範囲にわたって行った研究の結果において述べている「面圧から求めた引っかかり硬度と押込硬度とは大体一致する」と同じ結果とみてよい。理論的には同様な考え方で、超仕上理論<sup>8)</sup> において砥粒の切削模型を扱っている。

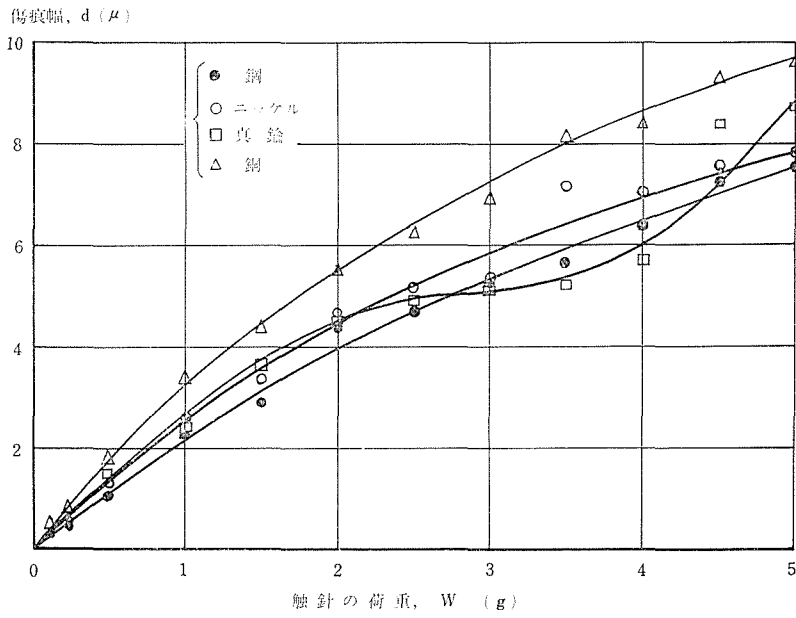


図15 触針の荷重と傷痕幅の関係

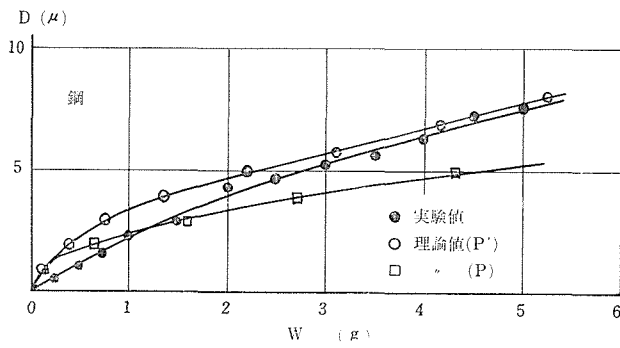


図16 鋼の傷痕幅の、実験値と理論値との比較

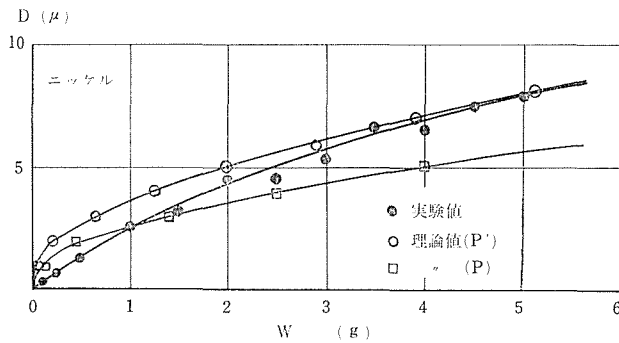


図17 ニッケルの傷痕幅の、実験値と理論値との比較

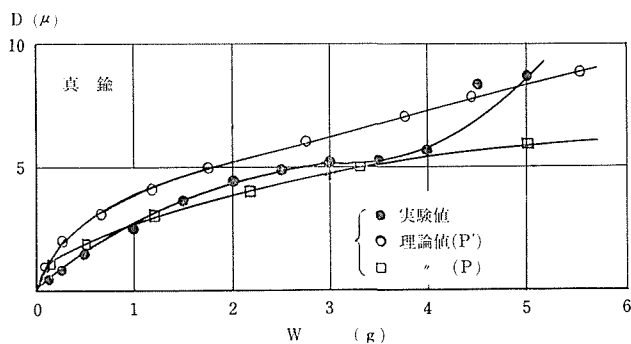


図18 真鍮の傷痕幅の、実験値と理論値との比較

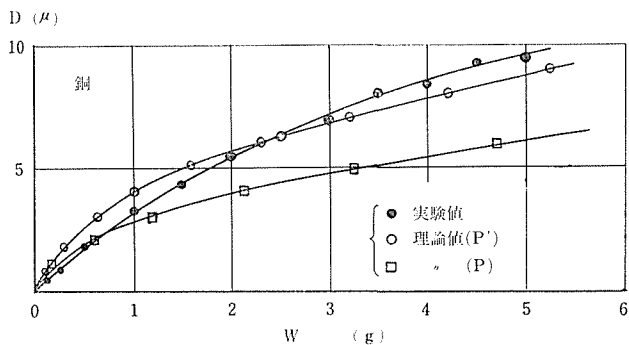


図19 銅の傷痕幅の、実験値と理論値との比較

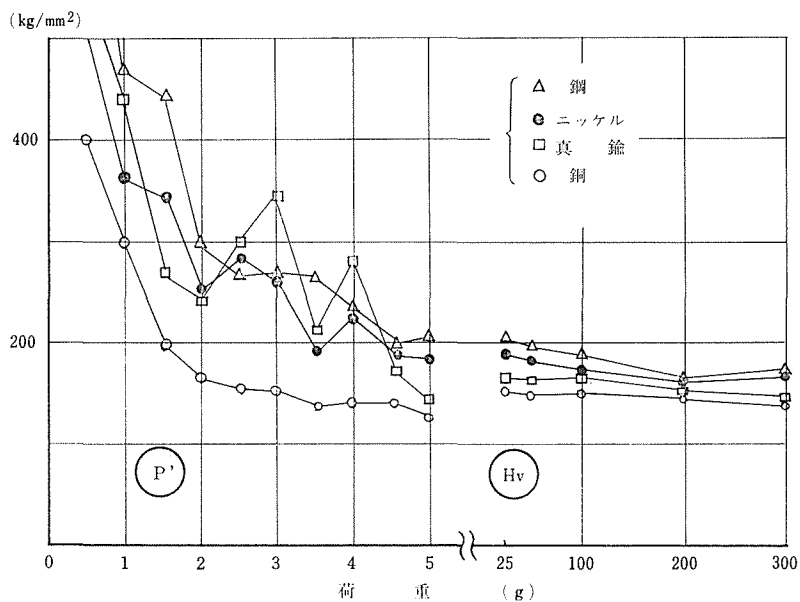


図20 P' (引っかき硬さ) とマイクロビッカ硬度(Hv) との関係

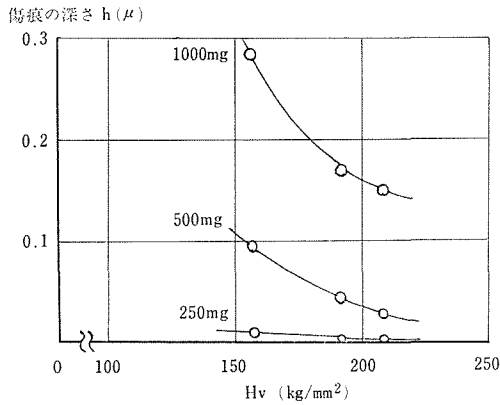
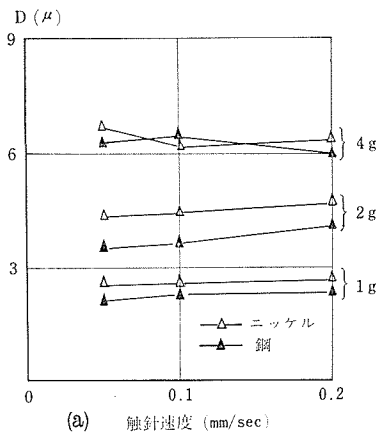
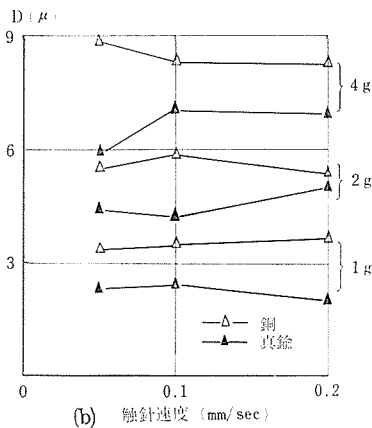


図21 金属の種類と傷痕の深さとの関係



(a) 触針速度 (mm/sec)



(b) 触針速度 (mm/sec)

図22(a)(b) 触針速度と傷痕幅との関係

しかしながら図16～図19から明らかのように、いずれの金属試料についても約 3g 以下の触針荷重では、理論値が実験値より大きく、一致しない。これは興味ある結果であり、この点を考察するために、実験から得た  $P'$  とマイクロビッカース硬度  $H_V$  (25g～300g) との関係を図20に示す。各金属の  $P'$  は触針荷重が大きくなるに従い、各金属の  $H_V$  に収束しかつその値は一定になる傾向を示している。触針荷重が約 3g 以下になると、 $P'$  は急激に大きくなり、もはや  $P'$  一定という関係は全く成立しない。この 3g 以下の触針荷重は触針法で表面あらさ 25-S 以下の測定範囲を含んでいる<sup>9)</sup>。したがって傷痕の影響が問題になる領域について、この実験の範囲では、理論的に計算されるより、はるかに小さな傷痕を生じていることがわかった。

傷痕が測定値に与える影響は、触針荷重 1g 以下が問題になるので、傷痕の深さ ( $h$ , 単位  $\mu$ ) と触針荷重 ( $W$ ) 及び金属の種類 ( $H_V$  で示す) の関係を図21に示す。これによると触針荷重が 1000 mg 及び 500 mg で、傷痕は金属の種類によってかなり変化する。一方 250 mg 以下で、変化は少なくその深さは、約  $0.02 \mu \sim 0.01 \mu$  で先の実験結果<sup>10)</sup> と一致した。

触針の移動速度が傷痕に与える影響を調べるために、速度と触針荷重を変化させて、傷痕をつくり、その傷痕幅を測定した結果を図22 (a) (b) に示す。この結果、この実験の範囲では触針の移動速度の影響はほとん

どないことがわかった。

終りにあたり、本研究は信州大学名誉教授、長野工業高等専門学校校長森本彌三八先生が本学に在任中、先生の御指導の下で行われたことを記して、深い感謝の意を表します。また日頃御指導いただいている本学市川誠教授に感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 宮坂忠昭・森本弥三八：信州大学工学部紀要，28，69 (1970)。
- 2) たとえば，中村常郎：精密機械，26，No.2，86 (1960)。
- 3) 日本電子顕微鏡学会関東支部編：「電子顕微鏡試料技術集」，P.52 (森本・宮坂) 誠文堂新光社。
- 4) 深見 章：電子顕微鏡，4，36 (1955)。
- 5) 電子顕微鏡学会編：「電子顕微鏡の理論と応用，I」，P.123，丸善。
- 6) Bradford, E. B., Vanderhoff, J. W. : *J. Appl. Phys.*, 26, 864 (1955)。
- 7) 近藤誠治・土田 実：精密機械，16，17 (1950)。
- 8) 松井正己・中里昭三：「超仕上作業とその原理」P.101，養賢堂。
- 9) JIS B 0651。
- 10) 上掲 1)。

### Summary

#### Study on Scratch of Stylus by Means of Electron Microscope

Tadaaki MIYASAKA

(Department of Precision Engineering, Faculty of Engineering)

In order to investigate the influence of the scratch of the stylus on the examination of the surface roughness, the scratch of the stylus was made on the lapped surfaces of iron, nickel, and copper.

The scratching load was varied in the range from 125 mg to 1000 mg.

The widths of the formed scratches were measured with an electron microscope.

The relationship between the widths of the scratches and the scratching load and the relationship between the kind of the metal and the depth of the scratch were clarified from the point of view of the surface roughness examination.