

シボ加工法による金型材のエッチング特性について

機械部金属科 吉浦洋之
 〃 清高稔勝

1. はじめに

日常生活の中で使用されているカバン、ベルト、ハンドバック及び自動車の内外装部品から玩具やスポーツ部品の表面に皮革模様、幾何模様、絵画などの図柄模様等がつけられている。これらの模様付けには、機械による加工法、エッチングによる腐食法が考えられるが現在主流をなしているのが金型へのエッチングによる食刻方法である。しかしこの方法についても比較的古い技術でありながら文献は非常に少ない。

最近では、このエッチング技法による IC、LSI 等の電子部品加工や金属版のネーム加工、その他金属薄板の微細加工等にも化学的エッチング技法によって加工されている。

特に皮革模様、木目模様等が付いたプラスチック製品では、美観による商品価値の向上、製品の高級感等、付加価値を上げるため多くの模様が用いられている。

このような商品に模様を付けるには、金型を凸又は

凹の模様にする必要がある。このためには、写真製版技法を用いたパターン付けにより、金型をエッチング薬液にて腐食し目的の図柄とする。

今回はフィルムによる直接法のパターン付けによって各種金型材の腐食特性を調査、研究したので報告する。

2. 適性条件の要因と選定

シボ加工法における適性条件の選定には、図柄の作成が最も重要であり、仕上り条件を考慮してフィルムを作成する必要がある。このため、感光膜の選定、露光の照度及び時間の設定及び前処理による完全脱脂によって条件を整える必要がある。また、金型材として一般的に用いられる SKS、SKD 等を使用して、腐食液の温度、濃度及び浸漬時間を決定し腐食条件に影響を及ぼすと考えられる諸条件を選定する必要がある。更に使用される金型材間でも大きな差を生じるため、所望する深さを決定するための適性条件と選定について図 1 に示す。

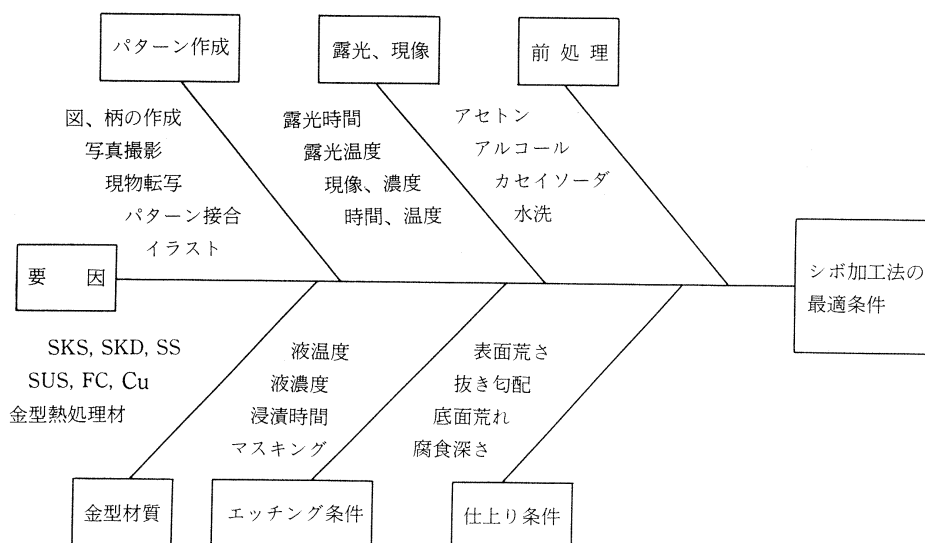


図-1 シボ加工法の最適条件

3. 実験方法

(1) 供試材の選定

各種供試材の処理方法及び化学分析・硬さについて表1に示す。金型材として一般的に用いられるSKS, SKDの素材と熱処理を施した材料について比較した。また, FC, SUS 304, SS 41を金型材とし

て用いた場合の諸特性についても調査した。CuはIC基板のメッキとして用いられているため, 他の供試材との比較検討するため使用した。なお, 金型材の仕上げ精度によるエッチングの影響についても調査した。

表一 1 各種供試材の処理方法

種類 方法	SKS 3		SKD 11		熱 処 理 後		FC	SUS 304		SS 41	Cu	
					SKS 3H	SKD 11H						
成 分	C, Mn, Cr, W,	0.89 1.01 0.72 0.46	C, Mn Cr, Mo, V,	1.38 0.78 11.8 0.87 0.21	素 材 に 同 じ	素 材 に 同 じ	C, Si, Mn,	3.20 1.80 0.42	C, Mn, Cr, Ni,	0.88 2.00 19.00 9.00	—	純 銅
処 理 方 法	素 材 の ま ま		素 材 の ま ま		780°C 炉冷 830°C 油冷 175°C 空冷	860°C 炉冷 1020°C ガス冷 175°C 空冷	as Cast		素 材 の ま ま		素 材 の ま ま	素 材 の ま ま
硬 度 (H S)	32		31		85	80	42		25		22	14

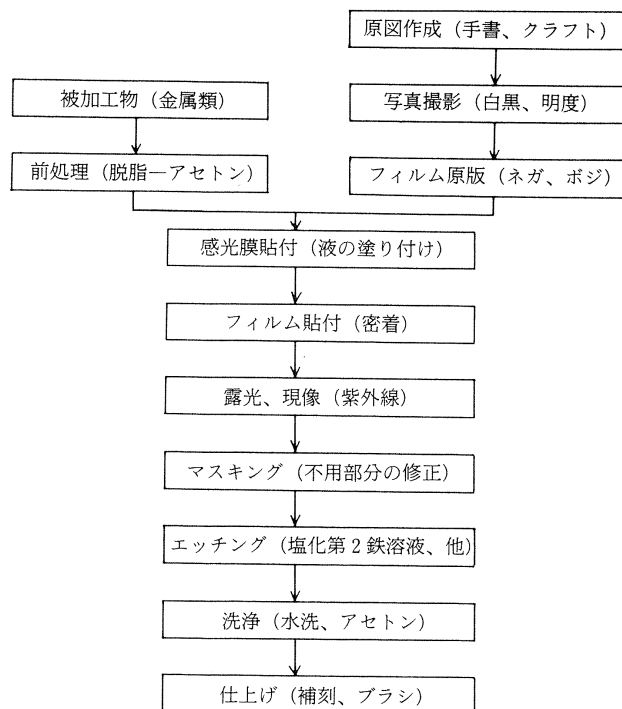
(2) シボ加工方法

フィルム法におけるシボ加工のフローチャートについて図2に示す。被加工物の上に感光膜を貼付し, 予め準備しておいたフィルム原版を密着貼付した後紫外線の発生する蛍光灯を用いて露光する。更に不用部分をビニール系のテープでマスキングしたのち, 塩化第二鉄溶液+塩酸を添加してエッチング仕上げを行う。仕上げには, アセトン系の溶剤を用いて耐塩酸膜を除去し, 供試材より軟らかいワイヤブラシを用いてエッチング部分を清浄にする。

(3) フィルムパターンの作成方法

実験用サンプル形状及び模様形態について図3に示す。サンプルは22×33 mmのフィルム中に皮革模様, 水玉模様, 太線, 細線, 極細線の異なった形状を比較をするため, 5種類のパターンとした。その中で, 太線と細線の2種類についてバラツキが少なかったため, エッチング後比較の対象として測定した。

フィルムパターンの作成方法及び測定機器類について表2に示す。模様はまず紙に手書き又は現物を写しとり, コピー機にて透明フィルムに転写しパタ



図一 2 シボ加工のフローチャート (フィルム法)

ーンフィルムを作成する。感光性フィルムの露光にはライトボックスを用いて均一に紫外線を照射し,

形状	模様	測定方向 (粗さ計)
①	皮模様 (0.4×2.5)	↓
②	水玉模様 (φ0.7)	
③	太線 (0.4mm)	
④	細線 (0.2mm)	
⑤	極細線 (0.1mm)	

図-3 被加工物のフィルムパターン形状及び寸法

腐食後の測定には、粗さ計を用いてエッチングの形状を測定した。

手書き及び現物接写によって作成したパターンを透明フィルムに転写後、感光性フィルムを用いてネガ及びポジの原版を作成する方法について表3に示す。

出来上ったフィルムパターンを焼き付けたのち露光する手順について表4に示す。予め金型温度30°C位に加熱し、その上に感光性フィルムを完全脱泡して貼付する。更に、60~80°Cの温水中に浸漬加熱し

表-2 フィルムパターンの作成及びエッチング

測定項目	測定機器及び測定方法
パターンの作成	手書きの紙から透明フィルムへの転写
感光フィルムの露光	ライトボックス, 日光 (紫外線照射)
エッチング液	腐食液 (塩化第2鉄溶液+塩酸), 温度, 時間
エッチング測定	マイクロメーター, ノギス, 投影機, 粗さ計

て密着した上に先に作成したパターンのフィルムを貼付して露光する。露光後は不用部分をナイロン等のテープ類によってマスキングしエッチングする。

フィルムの現像条件について表5に示す。露光後の感光膜は、2~5%の炭酸ナトリウム水溶液を用いて浸漬すると、フィルム暗部は露出されないため、耐酸膜はできず溶剤によって洗浄除去される。これによって金型面に希望するパターンが形成される。

表3 パターンフィルム作成方法

手順	1	2	3	4	5
方法	模様の作成	コピー機への転写	フィルムへの転写	ネガ版の作成	ポジ版の作成
材料	手書き又は現物接写 (スクラッチフィルム)	拡大, 縮小, 及び模様の継ぎ合わせ	PPC用クリアーシート (OHP用フィルム)	感光フィルムへの転写 イナガキ製 (ブルーピット, フィルム)	感光フィルムへの転写 イナガキ製 (シルバーピット)

表4 フィルムパターンの感光条件

方法	金型温度	感光フィルムの貼付け	露光時間	マスキング	備考
処理条件	60~80°C 温水中に浸漬して加熱	密着 (完全脱泡)	直射日光 (3~5分) 紫外線用蛍光灯 30分 (10~15W)	不必要部分のナイロン系テープによる、マスキング	ネガ版及びポジ版も同様密着

表5 フィルムの現像条件

方法	現像剤	液濃度	液温度	現像時間	備考
処理条件	炭酸ナトリウム (無水)	2~5%	30~40°C	2~5分	柔らかい布等で軽くこすり下地のサンプル色が完全にでるまで落したのち水洗い

供試材のエッチング条件について表6に示す。エッチングには、40%の塩化第2鉄水溶液を用いた。腐食温度は20°C, 40°C, 60°Cの3段階に腐食時間は

20分, 40分, 60分の3段階にそれぞれ設定した。3×3=9条件に8試材の計72実験試料とした。エッチング終了後、供試材の仕上げ条件について表7に示

す。エッチング終了後直ちに水洗し、耐酸性膜をアセトンにより溶解除去する。レジストの除去後薄塩酸で洗浄し、最後に供試材より軟らかいワイヤブラシを用いて腐食部分を清浄にして表面仕上げをする。

フィルム法におけるパターンの形成工程について感光膜貼付からエッチング終了までを図4に示す。被加工物の上に感光膜を貼付しその上にフィルムを貼付して露光する場合、光源はフィルムに対して傾斜した角度とならないよう注意が必要である。

表6 供試材のエッチング条件 (8 試材×9 条件=72実験試料)

方法	腐食液	腐食液量	腐食温度(°C)			腐食時間(分)		
方法処理条件	塩化第2鉄溶液 40~50%	試料×10	20	40	60	20	40	60

表7 エッチング後供試材の仕上げ

方法	レジストの除去	エッチング面の洗浄	ワイヤブラシによる仕上げ
処理条件	アセトンにより洗浄	薄塩酸による黒い膜 酸化膜の除去	供試材が損傷しない程度にワイヤ ブラシにて表面仕上げ

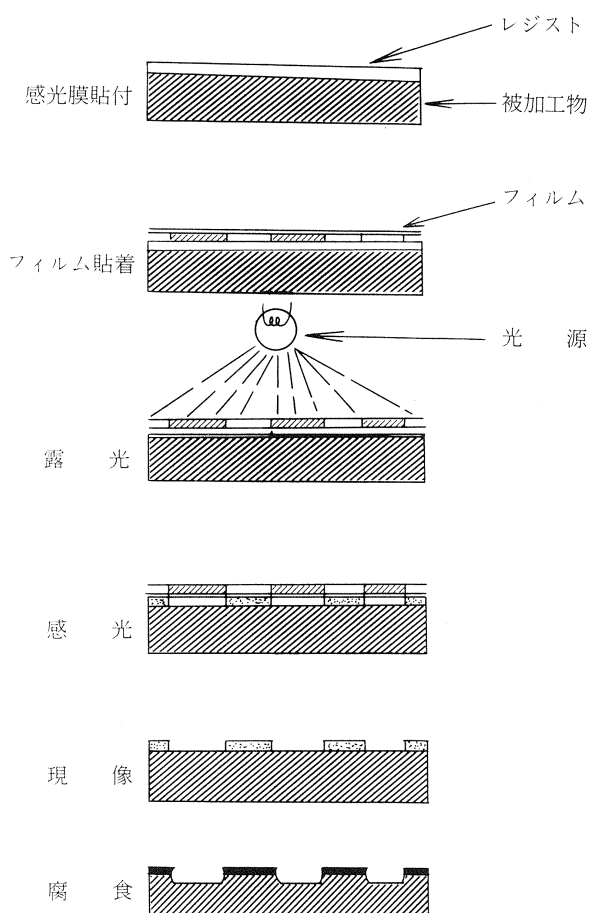
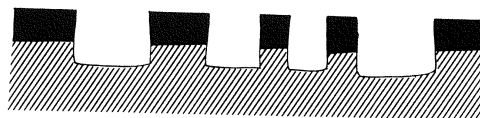


図-4 フィルム法によるパターン形成工程

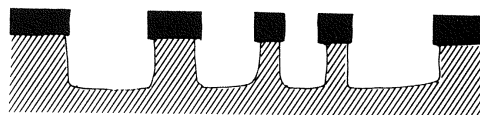
1. 耐酸膜付着 (バーニング)



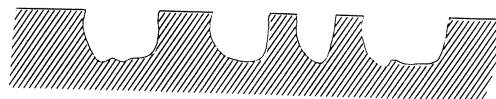
2. エッチング初期



3. エッチング終了



4. エッチング終了 (耐酸膜除去後)



5. 仕上げ



図-5 シボ加工法によるエッチングのメカニズム

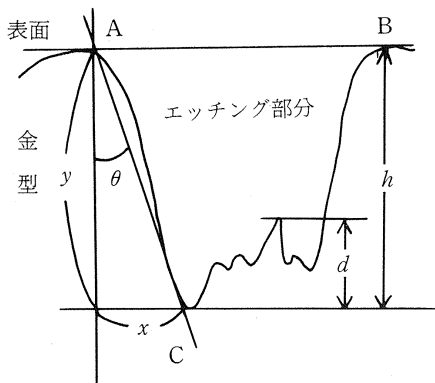
(4) シボ加工法によるエッチングのメカニズム

フィルム法によるシボ加工の腐食工程のメカニズムについて図5に示す。エッチング初期の段階では、

耐酸膜から金型へ垂直に腐食されるがエッチング終了時には、腐食の形状は内側にわん曲する。また、バーニングされた耐酸膜より外側にエッチングされ

るため、耐酸膜の形状よりやや大きめとなる。更に耐酸膜を除去した時点では、形状がわん曲する。しかし、仕上面になるとコーナーは、丸みをおびエッチングの形状は更に丸くなる。

各種金型材料の腐食特性を調査するため、図6に示しエッチングによる形状分析をおこなった。測定項目として、①腐食の深さ（金型表面からU型エッチング底面までの距離）②腐食の傾き（金型表面からエッチングの底面Cに斜線を下ろした内角 θ ）③腐食の底面荒れ（エッチング部分の底面dの波型高さ）の3点について粗さ計で測定した。



- h：腐食の深さ
(上面より底面までの深さ)
- d：腐食の底面荒れ
(底面におけるV型波形内の荒れ)
- θ ：腐食の傾き
(上面Aから垂線を下し、V型波形の底面Cに斜線を下した内角 $\tan\theta$)

図-6 エッチングによる形状分析

4. 実験結果及び考察

4.1 予備実験

予備実験用供試材8種について同一条件で感光膜の貼付、露光、現像、エッチングを行い粗さ計にて図7に示すように各種材料のエッチング断面形状について代表的な例を示す。腐食温度 20°C の腐食時間60分は9条件中最も安定した波形をしており、比較的差は少ない。

腐食深さから SUS 304 と Cu の比較では、Cu の方が2倍の腐食深さとなっており、溶解度が高いためと思われる。SKS 3, SKD 11 の素材と SKS 3 H, SKD 11 H の熱処理を施した材料とでは、熱処理を施した方が20~30%は腐食の深さが浅い。このことは顕微鏡組織からも判断できるように炭化物の発生によって硬い組織の部分は腐食が遅いと思われる。

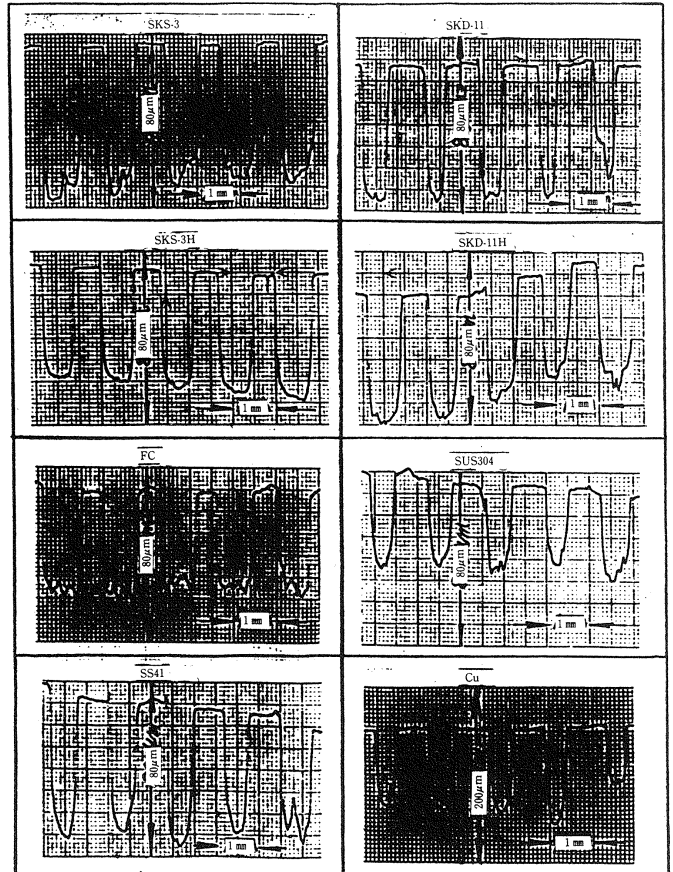


図-7 各種材料のエッチング断面形状 (腐食温度 20°C , 腐食時間60分)

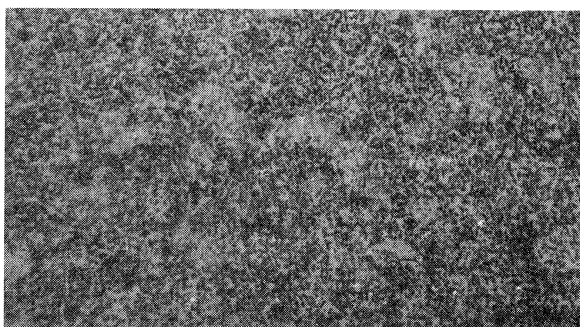
腐食の傾きからは比較的差が少ないものの SUS 304 では、ややだれの状態が発生している。腐食の底面荒れの状態では、特に FC が激しく底面荒れをおこしている。

写真1には、供試材に用いた各種金型材料の顕微鏡組織を示す。SKS 3, SKD 11 の素材のままに対して熱処理を施した材料では、炭化物が析出している。FC 材は、FC20相当品のA型片状黒鉛である。また、SUS 304 材は通常の組織と若干異なっている。SS 41 材及び Cu 材は、組織も小さく一定している。このため、腐食の深さ、腐食の傾き、腐食の荒れにも組織が影響しているものと思われる。

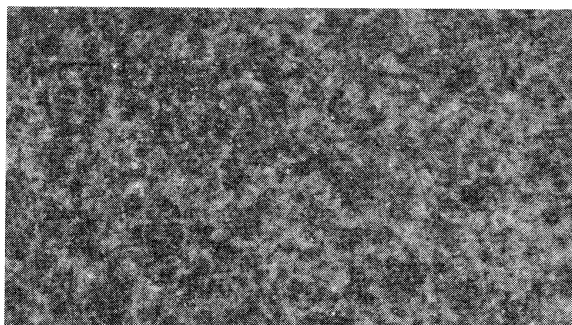
シボ加工法による各種材料の測定値について表8に示し、各種供試材の液温及び浸漬時間によるエッチング深さについて図8に示す。

液温 20°C における各種材料の腐食深さは、浸漬時間の長い程腐食が早く、液温の高い程腐食量も多い傾向にある。更に、浸漬時間が長くなるにつれて20~30%増しに腐食量が増加している。しかし、40

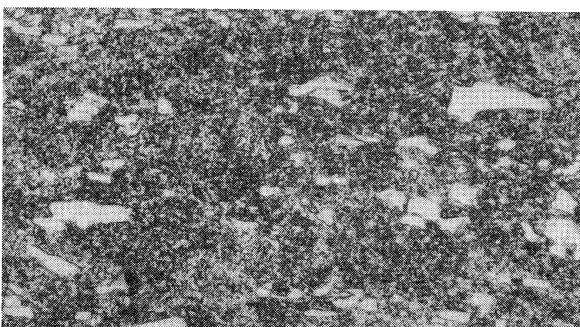
SKS 3 (素材のまま)×400



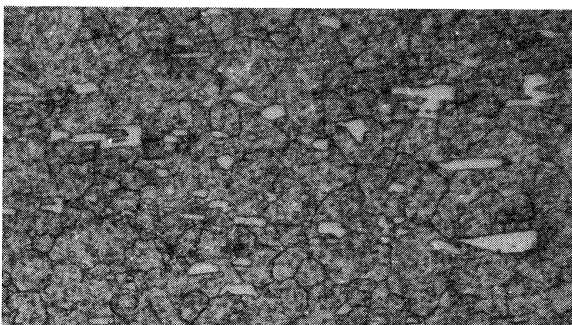
SKD 11 (素材のまま)×400



SKS 3-H (熱処理後)×400



SKD 11 (熱処理後)×400



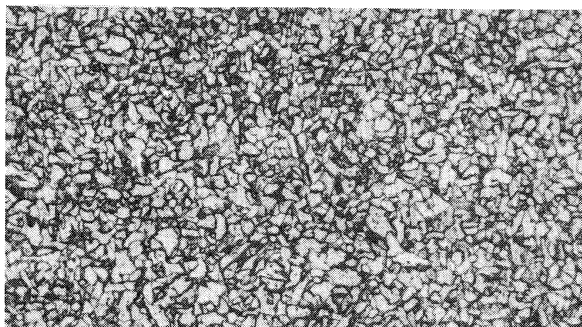
FC (as Cast)×200



SUS 304 (素材のまま)×200



SS 41 (素材のまま)×200



Cu (素材のまま)×400

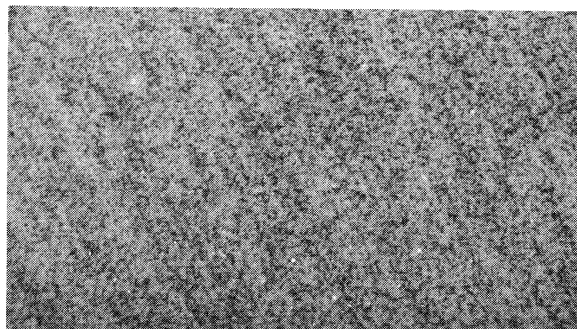


写真 1 各種材料の顕微鏡組織写真

(腐食液：SUS王水、Cu 塩化鉄溶液、他は3パーセントHNO₃ ナイタール)

分及び60分の液温ではその比率が20°Cに比較して差が小さい。SUS 304 と Cu の比較では、液温が20°C、40°C、60°Cに対する浸漬時間60分は、2.2倍、3.3倍、3.5倍とそれぞれ Cu の腐食量が深く液温の高い程

腐食深さが増す。また、SKS 3, SKD 11 材の素材のままと焼き入れ焼き戻し処理を行った SKS 3 H, SKD 11 H 材を比較してみると液温20°Cでは、殆ど差を認めなかった。処理温度40°Cの浸漬時間60分処

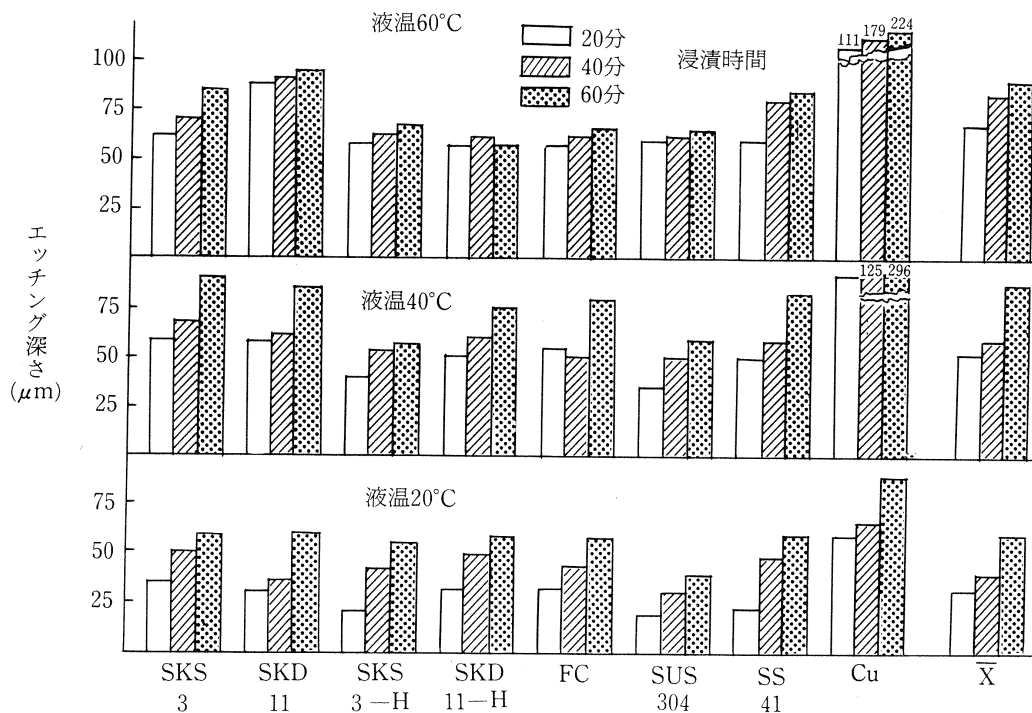


図8 各種材料の液温及び浸漬時間によるエッチング深さ

理では、素材の80%であった。更に、処理温度60°Cの浸漬時間60分処理では、素材の60%と熱処理を施した材料の方が腐食量も少ない。このことは、炭化物の析出による影響と思われる。

各種供試材のエッチングによる腐食の傾きについて図9に示す。

液温20°Cにおける浸漬時間は各種供試材共5 μm未満である。しかし、腐食時間20分では、40分、60分より傾きがやや大きくなっている。液温40°Cでは、熱処理を施したSKS 3 H, SKD 11 H 共素材のままより「だれ」が大きくなり、更に、FC, SUS 304 も傾きが大きくなっている。液温60°Cでは熱処理を施した

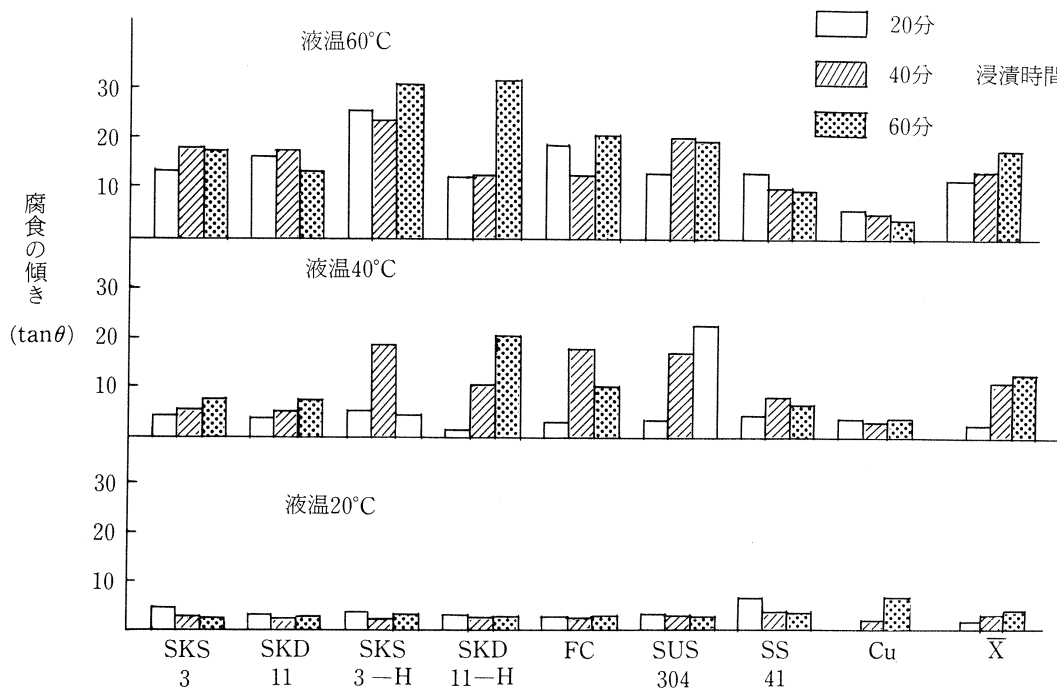


図9 各種材料のエッチングによる腐食傾き

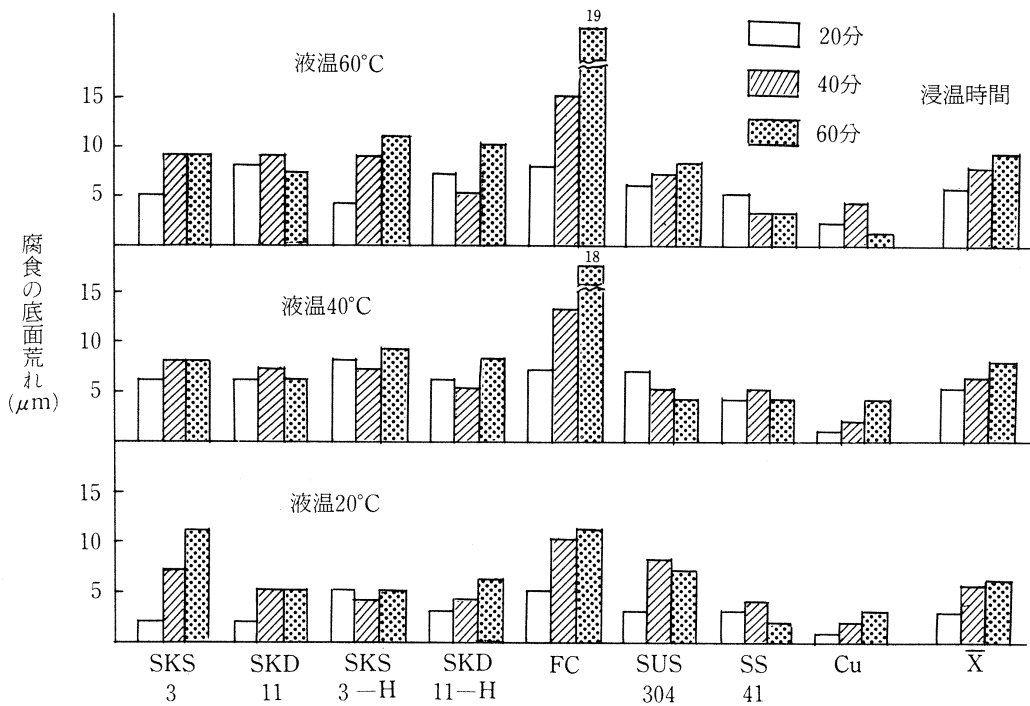
表8 シボ加工方による各種材料の測定値

温 度 (°C)	時 間 (min)	供 試 材 測定項目	SKS 3		SKD 11		熱 処 理 後				FC 20		SUS 304		SS 41		Cu		X̄			
			太	細	太	細	SKS3H		SKD11		太	細	太	細	太	細	太	細	太	細	太	細
							太	細	太	細												
20	20	エッチング深さ (μm)	33	23	29	32	22	20	28	27	26	28	17	19	23	12	42	40	28	25		
		底部の荒巾 (μm)	6	0.4	0.5	4.2	4.8	4.6	6.2	3.6	5.4	5.4	3.4	2.6	3.2	3.2	2	1	4.6	3.1		
		腐食の傾き (tanθ)	4	5	3	2.8	3.8	3.3	3	3	2.5	3.5	3.1	3.4	6.7	3.9	1.5	1.1	3.5	3.2		
	40	エッチング深さ (μm)	52	46	38	34	44	34	44	48	37	40	34	19	48	22	64	41	45	36		
		底部の荒巾 (μm)	5.2	2	5.8	2	7.6	4.6	3.2	1	4.6	3.6	6.8	4.8	7.4	4.2	1	2.4	5.2	3		
		腐食の傾き (tanθ)	2.5	2.9	2.5	2.6	2	2	2.3	2.6	2.6	4.2	2.8	3.7	3.6	3.4	1.9	1.8	2.5	2.9		
	60	エッチング深さ (μm)	66	65	60	44	52	54	55	50	50	48	40	12	61	58	88	29	59	45		
		底部の荒巾 (μm)	11	2.4	8.2	2.8	4.4	6.4	6.6	2.8	8.2	8	6	1	5	7	11	9	5.4	5		
		腐食の傾き (tanθ)	2.5	3.2	2.7	2.6	2.9	1.9	23	3	2.8	1.8	28	13	3.4	2.9	6.5	2.9	6.4	3.9		
40	20	エッチング深さ (μm)	58	54	54	43	37	39	48	47	53	51	35	30	49	12	95	67	53.6	43		
		底部の荒巾 (μm)	6	1	7	1	4	6	3.5	4.3	10	8	7.8	5.4	4	2	2	2	5.5	3.7		
		腐食の傾き (tanθ)	4.2	2.9	3.7	3	5	4.8	6.2	5	3	2.2	3.5	6.3	4.2	3.3	3.4	3.0	4.2	3.9		
	40	エッチング深さ (μm)	74	77	81	59	52	60	69	72	49	44	50	42	57	22	128	70	70	56		
		底部の荒巾 (μm)	8	1	5	2	13	8	5	1	11	13	5	2	6	1	10	3	7.9	3.9		
		腐食の傾き (tanθ)	5.8	5.5	5.5	6.6	18.3	18.1	10.8	7.4	17.2	18	16.7	11.4	9	12	2.4	2.4	10.7	10.2		
	60	エッチング深さ (μm)	93	90	85	69	109	101	74	79	78	77	58	41	82	82	206	42	98.1	72.6		
		底部の荒巾 (μm)	8	2	9	2	9	5	5	3	8	4	7	2	3	1	7	3	7	2.4		
		腐食の傾き (tanθ)	7.5	4.8	7.5	8.2	43	29	20	18	9.8	11.4	22	23	6.1	5.2	3.3	1.8	10.1	12.7		
60	20	エッチング深さ (μm)	64	60	48	47	39	37	36	42	53	42	37	32	57	25	111	47	55.6	41.5		
		底部の荒巾 (μm)	5	2	2	2	5	7	6	3	11	5	7	4	3	1	20	9	7	4.1		
		腐食の傾き (tanθ)	13	13	16	18	25.4	20.7	12	8.4	19	15	13	10	12	19	5.2	2.1	14.2	13.3		
	40	エッチング深さ (μm)	62	70	83	76	64	57	60	51	64	64	53	63	77	52	179	125	80	69.8		
		底部の荒巾 (μm)	9	2	1	1	9	9	8	2	18	10	3	3	2	1	7	2	7.1	3.8		
		腐食の傾き (tanθ)	18	18	18	20	24	21	12	10	12	11	19	16	9	10	4	3	14.5	13.6		
	60	エッチング深さ (μm)	76	72	96	63	49	52	52	54	54	56	65	46	85	76	224	103	87.6	64.1		
		底部の荒巾 (μm)	9	1	7	1	15	13	10	2	16	13	9	2	2	1	6	6	8.5	4.1		
		腐食の傾き (tanθ)	18	24	13	17	30	34	31	17	20	21	19	36	9	9	3	3	17.9	20.1		

材料の傾きが大きく、浸漬時間が長くなるに従って傾きも大きい傾向にある。顕微鏡組織から炭化物の析出している硬い組織の部分は腐食が遅く、他の部分との腐食速度の差によるものと思われる。

各種材料のエッチングによる底面腐食荒れについて図10に示す。各種供試材共浸漬時間が長くなるほど、また、液温が高くなる程腐食の底面が荒れる傾向にあるが、FCを除いて差は少ない。しかし、FC

材は他の材料に比較して荒れが最も大きい。このことは、顕微鏡組織からA型の黒鉛が析出し、基地内における素地の不均一性に起因とするものと思われる。特に少ないのはCuであり、腐食の形状もきれいであり荒れが少ない。また、SS 41材でも各温度、各浸漬時間ともあまり差はなく比較のおだやかな腐食形状となっている。



図一〇 各種材料のエッチングによる腐食荒れ（底面）

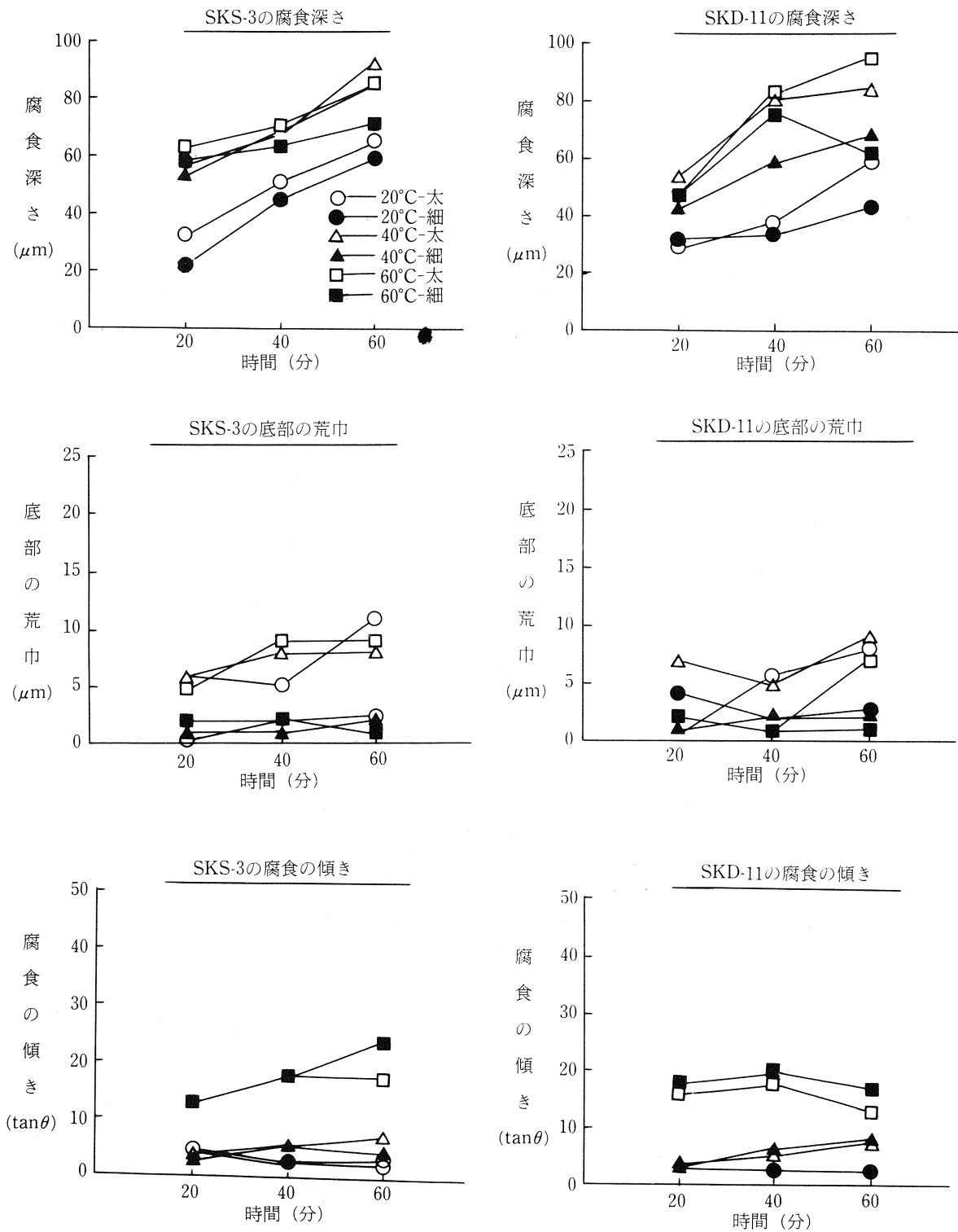
4.2 本実験

予備実験の結果を踏まえて同一方法により、8種類の材料を使用した。各種材料ごとの太線、細線比較によるエッチング特性について図11-1、図11-2、図11-3、図11-4に示す。

- ① SKS 3材について：腐食の深さ、腐食の傾き、腐食の底面荒れのいずれもバラツキはあるものの太線の方が高い傾向にある。その中でも腐食の傾きについて20°Cでは、差が少ないものの40°C、60°Cと液温が上がるにつれてバラツキの中も大きくなっている。
- ② SKD 11材について：20°Cにおける腐食の深さでは、差が少ないものの温度が上がるにつれて深さの幅も大きくなっている。腐食の傾きでは、40°Cより60°Cの方が下がる傾向にある。腐食の底面荒

れでは、40°Cが20°C及び60°Cより低部の荒れが少ないがバラツキは少ない。腐食の傾きでは、細線の方が高く他は、太線の方が細線よりいずれも高い傾向にある。

- ③ SKS 3H材について：素材のままに対して腐食深さは20~30%少ないが、40°Cの40分だけが特にバラツキしている。腐食の傾きでは、極端にバラツキが大きくなっている。この現象は、炭化物の析出によって硬度の高い部分と、他の素地との差によるものと思われる。また腐食の底面荒れでも同様な原因によってバラツキが大きくなっている。
- ④ SKD 11H材について：腐食の深さ、低部の荒れについてバラツキは少ない。しかし腐食の傾き



① SKS-3材の腐食特性

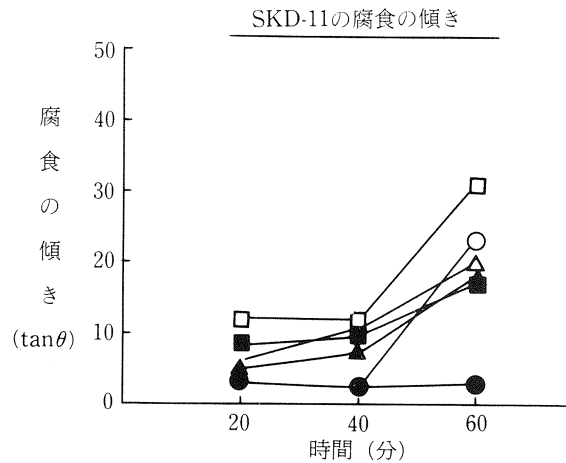
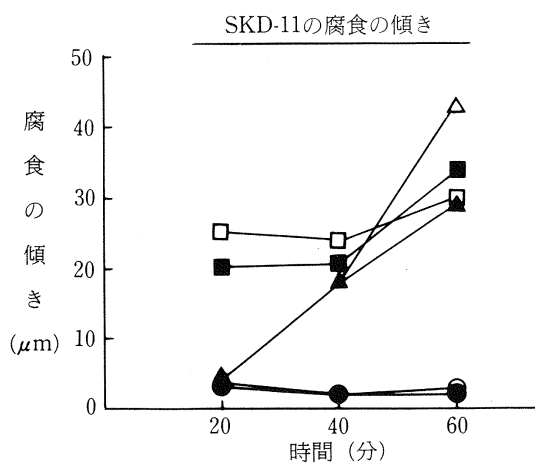
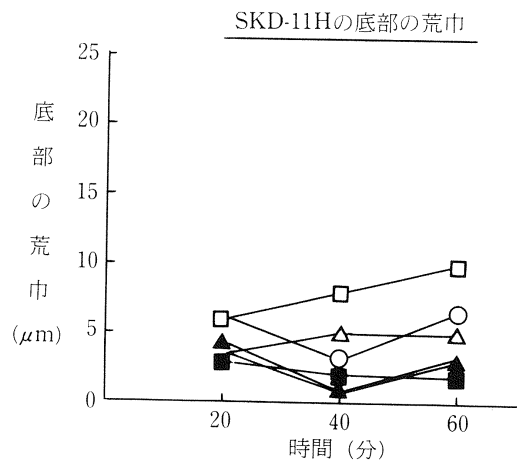
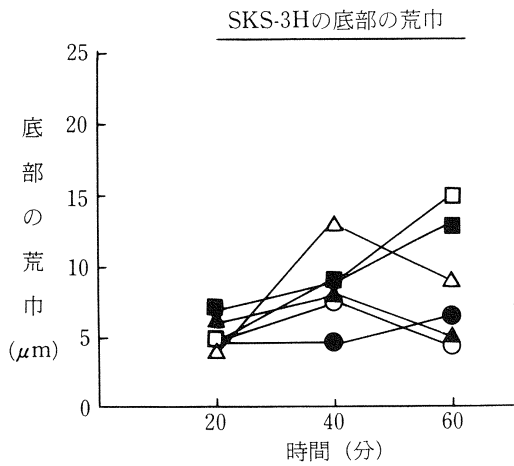
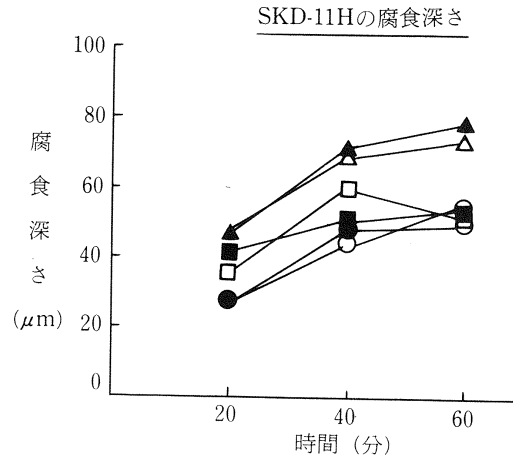
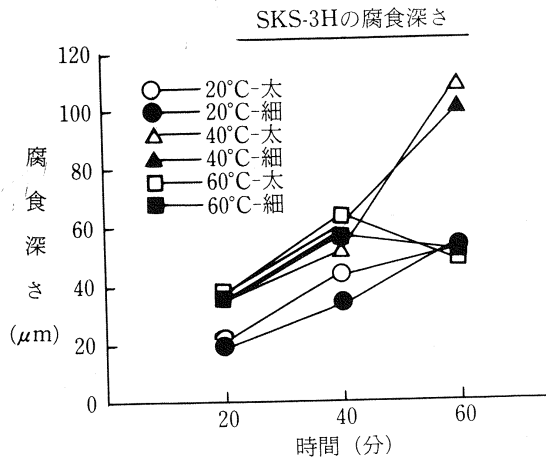
② SKD-11材の腐食特性

図11-1 金型材料のエッチングによる太線、細線の比較

では、20°Cの細線を除いて60分処理では高い値となっている。太線、細線の比較では、他の材料と同様に太線の方が高い。

⑤ FC材について：一般的にFC材は金型として

用いないが上記4点との比較の意味で測定した。腐食の深さ、腐食の傾き、腐食の底面荒れのいずれもバラツキが大きい。太線、細線の比較では、底面荒れを除いて太線の方が高い傾向を示してい



③ SKS-3Hの腐食特性

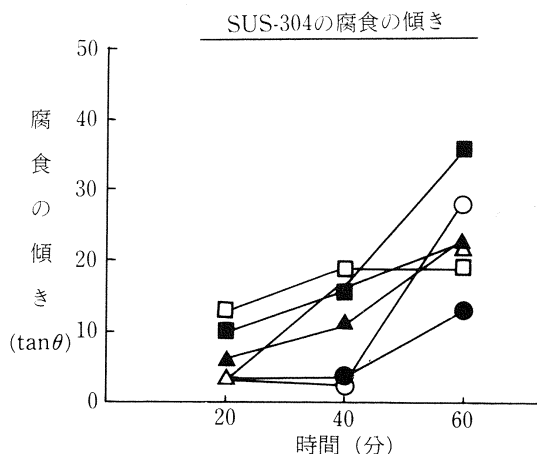
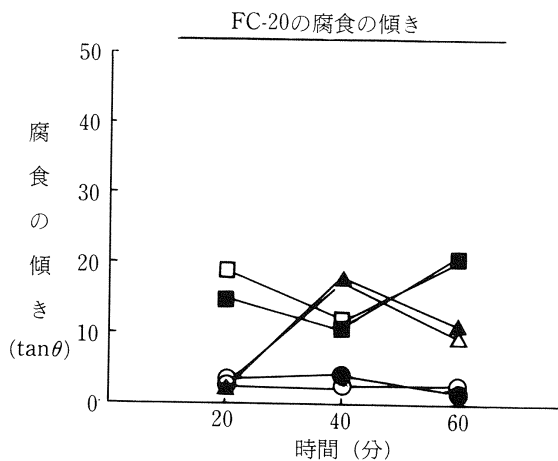
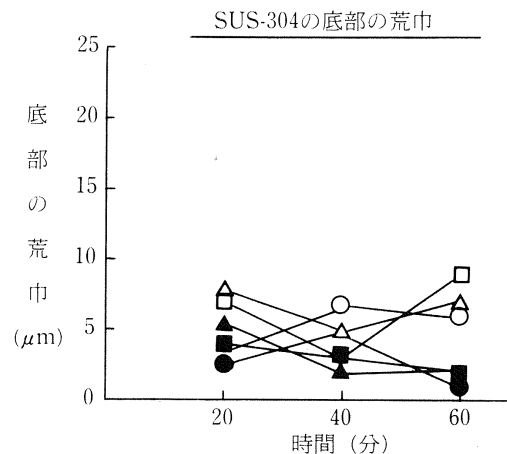
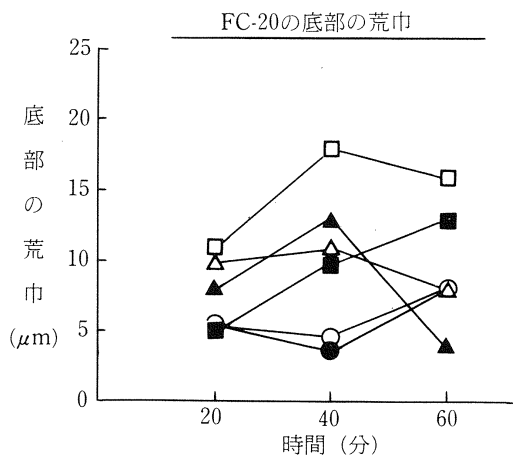
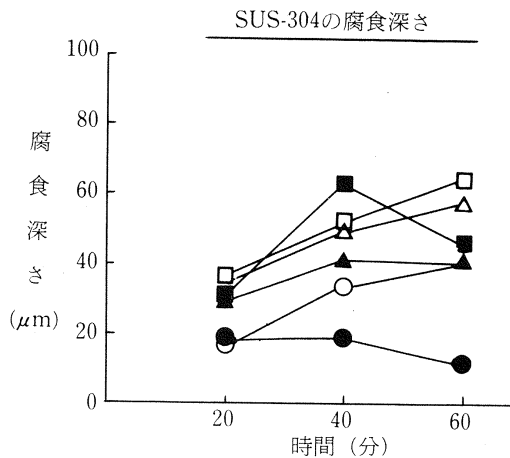
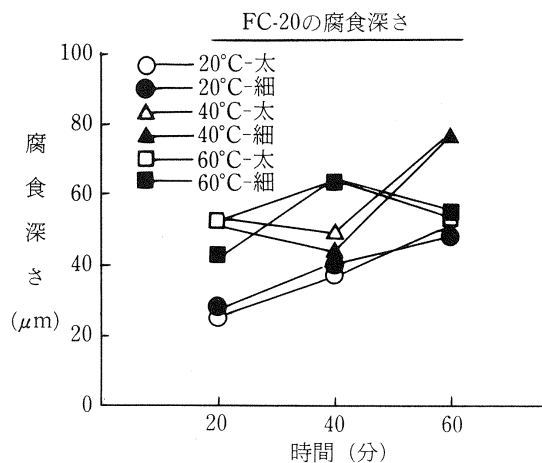
④ SKD-11H材の腐食特性

図11-2 金型材料のエッチングによる太線、細線の比較

る。しかし底面荒れでは、細線の方が高温になるほど逆に低くなっている。

⑥ SUS 304 材について：腐食の深さでは、一定の間隔で右上がりとなっており、温度の高くなるほ

ど高い値となっているがバラツキはすくない。しかし20°Cにおける腐食の傾きでは、バラツキは少ないが40°C、60°Cと高くなるにつれバラツキの中が大きくなっている。また、60°C液温、60分の浸



⑤ FC材の腐食特性

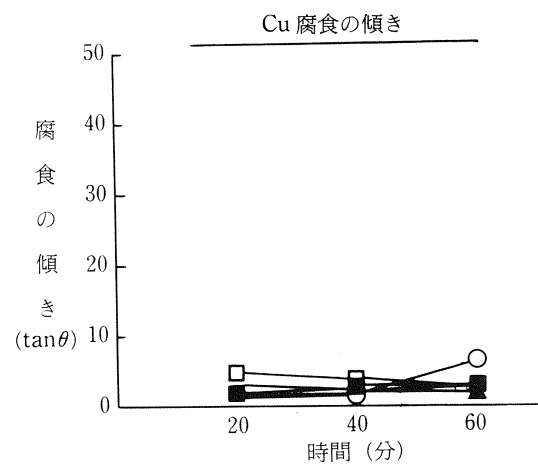
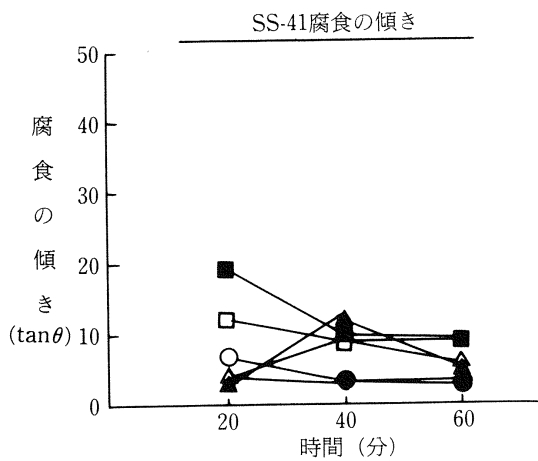
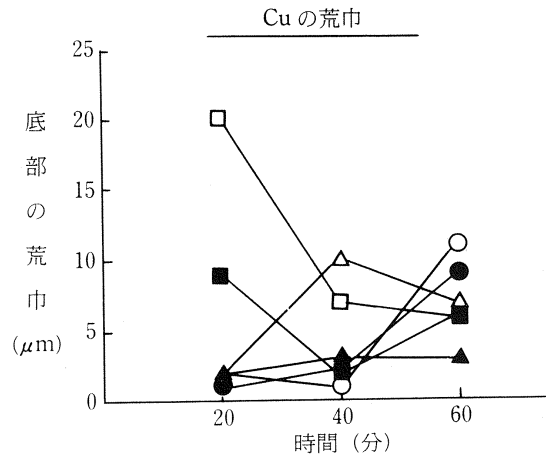
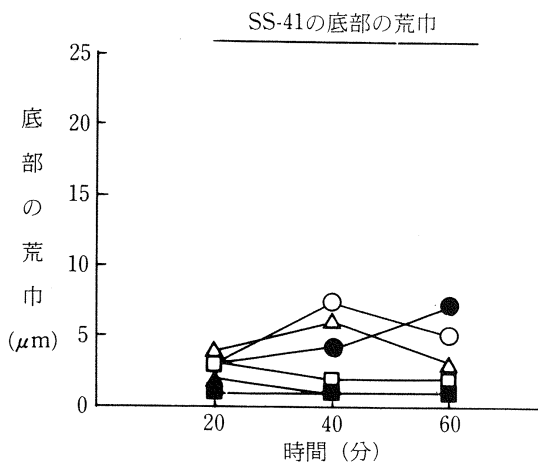
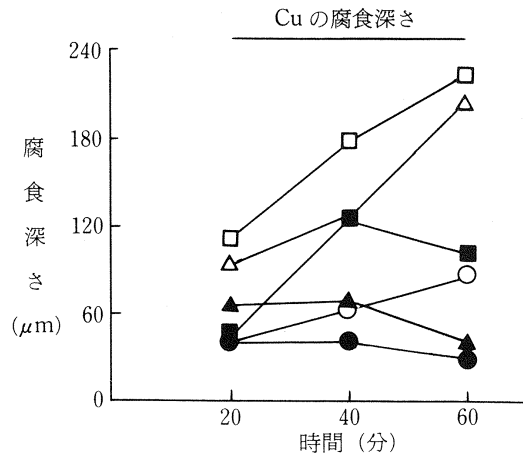
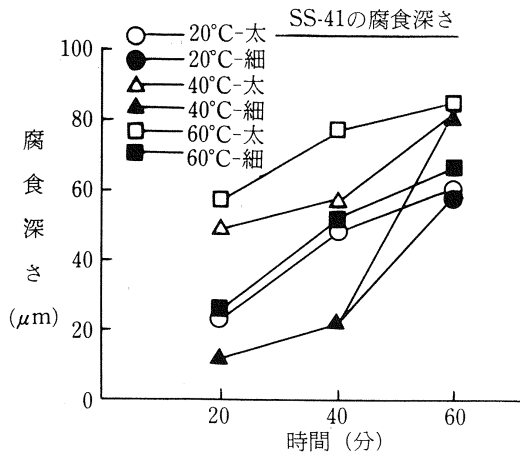
⑥ SUS304材の腐食特性

図11-3 金型材料のエッチングによる太線、細線の比較

漬時間は細線の方が太線より高い値となっている。

⑦ SS 41 材について：腐食の深さでは、液温が高くなる程また、浸漬時間が長くなる程高くなって

いるが60分処理ではバラツキが少ない。腐食の傾きでもバラツキは少ない。腐食の底面荒れでは、バラツキが少ない。尚太線、細線の比較では、高温になるほど太線の方が全体的には高い傾向にあ



⑦ SS41材の腐食特性

⑧ Cu材の腐食特性

図11-4 金型材料のエッチングによる太線、細線の比較

る。しかし低部の荒れと腐食の傾きでは、細線の方が高くなっている。

⑧ Cu材について：腐食の深さでは、SUS 304材に対して3~4倍の腐食速度があり、特に

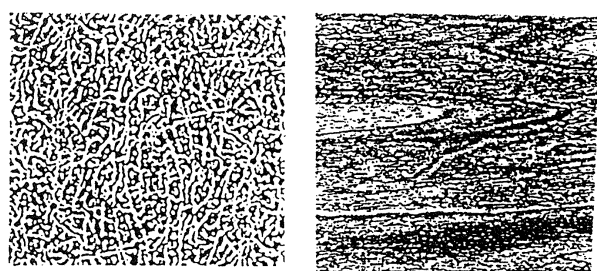
40~60°Cになると200 μm近くとなる。腐食の傾きでは、バラツキが殆んどなくシャープな形状となっている。腐食による底面荒れでは、他の材料に比較してバラツキが大きく高温になるにつれて

逆に下がる傾向となっている。尚、太線、細線の比較では、いずれの条件でも太線の方が高い傾向となっている。

4.3 実金型への各模様付け

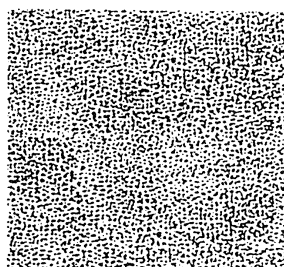
各模様のフィルムパターンを図12に示す。シボ加工によって金型表面に模様付けした場合、その部品単位ではさほど問題にならないが、各パーツを組立一体の部品としたとき各パーツ間のシボ模様の色、つや、粗さ、手ざわりの感じがまったく同一模様とみなされるためには、フィルムパターンの継ぎ合わせは、慎重に目立たない様にする必要がある。

また、使用される金型材質が均一な組織になっていることであり、偏析や組織の方向性のないものを選択することが必要である。

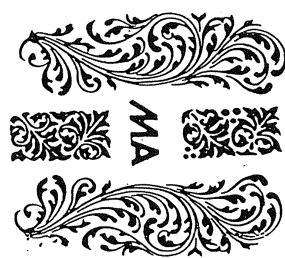


皮革模様 (大)

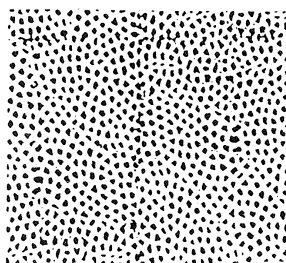
木目模様



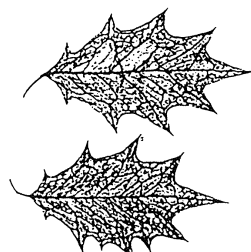
皮革模様 (小)



幾何模様



水玉模様



木の葉模様

図一12 各種模様のフィルムパターン

5. まとめ

(1) フィルムの使用条件について

感光性フィルムを用いて金型表面にシボ模様を食刻するには、まず金型表面に付着している油脂、酸化膜等を洗浄脱脂することが前処理として重要である。金型表面に感光性膜を貼付する場合の注意として完全密着することが肝要であり、更にパターンフィルムを貼付する場合にも完全密着することが重要である。また、露光時間と現像時間の関係によって仕上り面に影響を及ぼすため、露光の照度に対する時間の設定が肝要とおもわれる。

(2) 金型表面粗さについて

金型表面仕上げの粗さがシボ加工面に影響を及ぼすため粗さ表示の三角記号▽▽▽~▽▽▽▽に仕上げる必要がある。特に▽▽の5~10 μm仕上げではエッチング時に金型面へ液が侵入し、パターン面へ影響を及ぼす。従って#280以上の細かいペーパーを使用して研磨仕上げすることが大切である。

(3) 金型材質の選定について

一般的に金型材として使用されているSKS 3, SKD 11, FC, SUS 304, SS 41材及びCuについても比較検討した結果、いずれも大差ないもののCuについては腐食速度が特に早くSUS 304は遅い傾向にある。しかし、SKS 3, SKD 11材の素材と熱処理材とでは、熱処理を施した方が腐食速度が遅い傾向にある。

(4) エッチング特性について

エッチングによるシボ加工によって金型の表面に模様付けを行い、成型品の高品質価値を高めるか否かはシボ加工の仕上り状態の良否にかかっているため、エッチングの深さ、エッチングの傾き、腐食の底面荒れの3点で検討した結果次のようなことがわかった。

(イ) エッチング深さについて

液温20°Cでの各種材料は、浸漬時間の長い程腐食が深く、また液温の高い程腐食量も多い傾向にある。材質的には、SUS 304が低く、Cuが最も高い。SUS 304とCuを比較すると、液温が20°C, 40°C, 60°Cにたいする浸漬時間60分は2.2倍, 3.0倍, 3.5倍とCuの腐食量が多く、液温の高い程腐食量が増す。また、金型材として用いられるSKS 3, SKD 11の素材のまま焼入れ焼戻し処理を行ったSKS 3H, SKD

11H を比較すると液温20°Cは殆ど差がない。しかし40°Cの60分では80%，60°Cの60分では、60%と、熱処理を施した方が素材のままに対して腐食量も少ない。

(四) 腐食の傾きについて

液温20°Cにおける各種材料共、5 μ m未満であるが液温40°Cでは、熱処理を施したSKS 3 H, SKD 11とも素材のままより荒れが大きく、FC, SUS 304 共傾きが大きくなっている。更に液温60°Cでも熱処理を施した材料の傾きが大きく、浸漬時間の長い方が傾きの大きい傾向にある。このことは、顕微鏡組織から炭化物の析出している硬い組織の部分は腐食が遅く、他の部分との腐食速度の差によるものと思われる。

(五) 腐食の底面荒れについて

各種材料とも浸漬時間の長くなるほど、腐食の底面が荒れる傾向にあるが差は少ない。しかしFC材は他の材料に比較して荒れが最も大きい。このことは顕微鏡組織からA型黒鉛が析出し、基地内における素地の不均一性に起因するものとおもわれる。

特にCuは高温の方が安定傾向にある。また、SS 41材でも各温度、各浸漬時間とも、あまり差はなく比較的緩やかな腐食形状となっている。

(六) 線巾の差について

線巾の大小によるエッチングの影響については、温度が高くなるほど太線の方がエッチングの深さ、傾き、低部の荒れ幅のいずれも高い傾向にある。しかしFC及びSUS 304材では、細部の方が一部高い

傾向を示している。

(5) 各模様のシボ付けについて

皮革模様、木目模様、幾何模様等日常生活で用いられている模様付けでは、フィルムとフィルムをつなぎ合わせて金型の大きさまで拡大し、継ぎ目が目立たないようにすることが肝要である。フィルムに転写するまえに修正した後、フィルムとフィルムを注意深く接合する必要がある。従って線と線、面と面をつなぎ合わせて白又は黒インクでつなぎ目を修正し、フィルムを拡大して目的の図柄とする。

エッチング終了後の仕上げ面を観察すると、原図のまま感光膜に焼き付けたのちエッチング加工した金型は、仕上り面が非常にきれいである。しかし原図を拡大又は縮小し、フィルムへの転写を繰り返すと線、面などの鋭さが失われ金型への仕上りに影響を及ぼしている。実測では、原図からエッチング後の仕上り巾を観察すると、約80~90%も増加しているため、設計時の線巾を考慮に入れる必要がある。

従ってなるべく少ない回数で原図からフィルム転写することが望ましい。

6. おわりに

今回の実験では、パターン作成及びエッチング条件について調査、研究したが、今後は、シボ加工した金型を用いてプラスチック製品を製造し、成型用樹脂材料の種類、成型条件、成型方法等成型品の仕上り状態について研究する所存である。