

【めっき処理する素材の前処理と技術】

現在は新しい素材の時代と言われて、多くの素材が開発されている。また、それぞれの素材に種々の特性を持たせるために表面処理が行われている。最も多く用いられている鉄鋼でも、多くの改良がなされた素材がめっき素材として、用いられるようになってきた。しかしながら、これらの改良は、めっきする立場では改良と言えない場合が多くある。例えば、快削黄銅は鉛を添加し切削性を向上させている。しかし、めっきする観点から言えば、切削したときに鉛が表面層にあり、鉛は通常の酸処理では溶解せず、密着性を悪くする。また、軽量化のために、アルミニウム、マグネシウム、エンジニアリングプラスチックなどが使用されている。このように、多くの素材が種々の目的で用いられているが、表面の耐摩耗性や耐食性に向上させるためにめっきが必要になる。これらの素材にめっきするためには、その素材に合った前処理を行わなければならない。

各種素材のめっき前の注意点としては・・・

- ①めっきする目的、用途、使用環境などを把握しておくこと。
- ②めっきする素材の材質を確認し、JIS規格の素材であれば、その番号により、組成、特性、不純物などを調査しておくこと。
- ③熱処理の有無、その熱処理が大気中、真空中、不活性ガス中などの情報も確かめておくなどの注意が必要である。

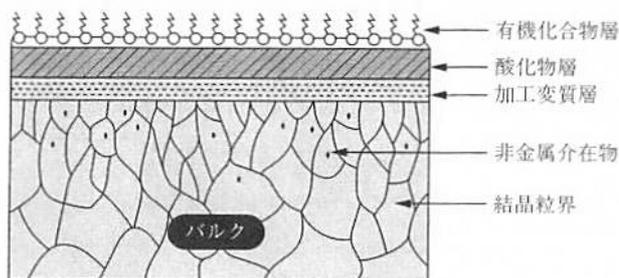


図 3.1.1 実用金属材料の断面の模式図

金属表面には、図 3.1.1 に示すように、指紋やプレス油、研磨剤のような有機物層、金属により性質の違う酸化物層がある。この有機物層と酸化物層を完全に除去しないことには金属と金属の金属間結合が形成されず、優れた密着性が得られない。有機物層の除去は「脱脂工程」で行うが、それぞれの汚れを除去

しやすい溶剤脱脂、浸漬脱脂、電解脱脂により除去している。酸化物層の除去は、通常はその金属の酸化物を溶解させやすい「酸」を選択している。ここでは、素材の脱脂、酸処理、活性化などの最近の傾向をまとめた。

【一般的な素材の前処理】

めっき工場では各社各様の前処理工程がある。取り扱う製品、めっきの種類、材質、手動か自動機かなどで違うのは当然であるが、完全な脱脂が難しいと思われる工場もある。バレル亜鉛めっきの浸漬脱脂に濾過器を導入している工場から、装飾めっきで浸漬脱脂しか行わず、しかも浸漬脱脂後に素手でジグ（治具）に品物を掛け、酸洗いのみで半光沢ニッケルめっきしている工場まである。そこで、素材の脱脂、活性化などの最近の傾向と注意点について述べる。

表 3.1.1 各種アルカリの性能比較

酸 類	化学式	活性アルカリ	有効アルカリ	pH	洗	浸	分	乳	す	耐	耐	活	殺	腐
		(%)	(%)		浄	透	散	化	す	硬	硬	性	菌	食
		(%)	(%)		性	性	性	性	性	(Mg)	(Ca)	アルカリ度	防止性	防止性
水酸化ナトリウム	NaOH	75.5	77.5	13.4	B	D	C	C	D	/	/	A	B	D
炭酸ナトリウム	Na ₂ CO ₃	38.7	60.9	11.7	C	D	D	C	D	/	/	B	D	C
炭酸水素ナトリウム	NaHCO ₃	—	39.7	8.4	D	D	D	D	C	E	E	D	E	A
二炭酸一水素三ナトリウム	Na ₂ CO ₃ NaHCO ₃ · 2H ₂ O	—	—	9.9	D	D	D	D	C	D	/	D	D	A
メタケイ酸ナトリウム	Na ₂ SiO ₃ · 5H ₂ O	23.0	29.2	12.1	A	B	A	B	B	D	C	B	C	A
セスキケイ酸ナトリウム	Na ₂ O · NaHSiO ₃ · 5H ₂ O	23.8	24.7	12.5	C	C	A	C	B	D	C	B	C	C
オルトケイ酸ナトリウム	2Na ₂ O · SiO ₂ · 5H ₂ O	46.1	48.1	12.8	B	C	B	C	C	D	C	B	B	C
オルトリン酸ナトリウム	Na ₃ PO ₄ · (2H ₂ O)	10.4	18.9	12.0	A	C	A	B	C	C	C	C	C	C
ピロリン酸ナトリウム	Na ₃ P ₂ O ₇	5.2	15.0	10.2	A	C	D	/	D	B	B	C	D	B
トリポリリン酸ナトリウム	Na ₃ P ₃ O ₁₀	—	—	9.7	C	C	C	/	C	B	B	D	/	B
テトラリン酸ナトリウム	Na ₃ P ₂ O ₁₃	—	—	8.7	B	/	B	/	C	B	B	E	/	A
ヘキサメタリン酸ナトリウム	(NaPO ₃) ₄	—	—	6.8	C	/	A	/	C	B	A	E	/	A

(注) A：極めて良好 B：良好 C：普通 D：あまり良くない E：悪い
腐食防止性は対非鉄金属を示す。

(1) 効果的な脱脂

油脂には、鉱物性油脂と動物性油脂がある。このうち鉱物性油脂は、溶剤脱脂、界面活性剤などを用いないと除去できにくく、従来はトリクロロエチレンなどの塩素系有機溶剤が使用されていた。しかしながら、オゾン層の破壊、塩

素系有機溶剤の毒性などの問題から溶剤脱脂を用いず、浸漬脱脂、電解脱脂などのアルカリ水溶液のみによる脱脂が行われるようになってきた。アルカリ水溶液中では、鉱物性油脂は界面活性剤により微細なエマルジョンとして除去される。

一方、動物性油脂は、アルカリと反応して石鹼とグリセリンとなり、水に溶解することにより、素材表面から除去できる。浸漬脱脂浴は各種アルカリ薬品を組み合わせ使用されている。主なアルカリの作用と性能比較を表 3.1.1 に示す。また、これらのアルカリを組み合わせた浸漬脱脂浴の組成例を表 3.1.2 に示す。なお、動物性油脂が除去出来ないので、界面活性剤が浸漬脱脂浴に使用されている。表 3.1.3 は浸漬脱脂浴で攪拌および超音波洗浄などを併用した脱脂効果事例を示す。

表 3.1.2 アルカリ脱脂液の組成例

アルカリ剤	化学式	鉄鋼用		銅、銅合金用	亜鉛、亜鉛合金用	アルミ、アルミ合金用	スズ
		1	2				
第三リン酸 ナトリウム	Na_3PO_4	g/L —	g/L 15~25	g/L —	g/L 20	g/L 9	—
メタケイ酸 ナトリウム	Na_2SiO_3	—	—	—	—	12	30
オルトケイ酸 ナトリウム	Na_4SiO_4	5~10	30~50	5~10	20 ~30	—	15 ~30
炭酸ナトリウム	Na_2CO_3	50	—	40	—	—	—
炭酸水素 ナトリウム	NaHCO_3	—	—	—	—	6	—
水酸化ナトリウム	NaOH	50	—	15	—	—	—
界面活性剤	Nonion ₁ Anion	0.5~2	同左	同左	同左	同左	同左
液 温	℃	80~ 煮沸	60~80	70~80	60~70	60	70 ~80
一般に腐食の 起こる pH		—	—	11~11.5	10	10	11

表 3.1.3 洗浄方式と洗浄速度

洗浄方式	相対時間
浸漬法	100
エア-攪拌	50
揺動洗浄	40
バレル回転法	40
噴流洗浄法	30
超音波洗浄法	10
スプレー洗浄法	0.1~10

(浸漬法を 100 とした場合の相対時間)

浸漬脱脂浴を流動させることにより、油脂類が除去しやすいことを示している。

しかし、浸漬脱脂浴に超音波を併用する時に注意しなければならないことは、浸漬脱脂浴を濾過して、脱脂浴中の金属粉を除去することである。これは、浸漬脱脂浴に金属粉が持ち込まれ、超音波によりめっき製品に叩きつけられ、素材が荒らされる場合があるからである。バレルめっきの場合は、浸漬脱脂浴中でバレルを回転させても、バレル中の脱脂液が交換しなく洗浄効果が悪くなる。浸漬脱脂浴中より、バレルを引き上げ再投入すると脱脂効果が上がる。強制的にバレル中の脱脂液を交換させることになるからである。

また、銅、亜鉛などは強いアルカリでは、素材が溶解して表面が荒れてしまうので、それぞれの素材にあった脱脂浴を選択することが必要である。通常、アルカリ浸漬脱脂のみでは、完全に脱脂が出来ないので、電解脱脂を仕上げ脱脂として使用している。

表 3.1.4 電解脱脂法の比較

	(-) 電解	(+) 電解	PR 電解
主な働き	脱脂	脱スマット	脱スケール
発生ガス	脱スケール		脱スマット
発生ガス量	水素 (H ₂)	酸素 (O ₂)	H ₂ , O ₂
スマット	2	1	1~2
汚れの付着	生成する	生成しない	(+) 主体で生成なし
水素脆性	再付着 起こす	酸化膜生成 起こさない	(-) 時は再付着 少ない

電解脱脂法には、表 3.1.4 に示すように、カソードで脱脂する方法とアノードで脱脂する方法がある。カソードで脱脂する方法は、水素ガスで洗浄するので、洗浄効果が高く、めっきする製品を酸化しにくいが、水素脆性（素材に水素を吸蔵して脆くなる）を引き起こすので、高炭素鋼には使用できない。アノード電解脱脂は酸素で洗浄するため、スマットを除去でき、水素脆性も引き起こさない。しかしながら、ニッケルめっき表面やステンレス鋼表面に酸化膜を形成させてしまうことがあるので、電解脱脂の選択も重要である。

このように、電解脱脂もカソードで脱脂する場合とアノードで脱脂の場合に一長一短があるため、両者を併用した「PR 電解脱脂（アノードとカソードを設定時間毎に交互に）行う方法もあり、この方法が一般的になりつつあると感じている。溶剤による脱脂が行えなくなったので、超音波を浸漬脱脂浴に導入することや、電解脱脂で、高速反転電流を用いた脱脂を行い効果的な脱脂を行う試みもなされている。

脱脂工程は、めっき密着性やピンホールを通じての耐食性などにも影響を及ぼす非常に重要な工程である。めっきの密着不良の80%は脱脂不良と言われている。脱脂浴の管理も十分行う必要がある。

(2) 酸処理と活性化と目的

耐食性および他の目的で電気めっきを必要とするある種の金属および合金は、その要求する機能を満足させるためにめっきをするが、めっきをすることが困難な場合がある。めっきが困難な場合である原因は酸化膜にある。酸化膜は金属により生成される速度、皮膜厚さ、性質などが異なり、一般にめっきが難しいとされる金属の表面には、除去しにくく、空気または水にさらすとすぐに再生される酸化膜が存在する。例えば、ニッケルめっき上に生成する酸化皮膜とクロムめっき上に生成する酸化皮膜を比較すると、かなり性質が違ってくる。

ニッケルめっき後に生成する酸化皮膜は、初めはあまり厚い皮膜ではなく、徐々に酸化皮膜が厚くなる。したがって、めっき直後は水洗水中で洗浄しても、上層のめっきと密着性を阻害するような酸化皮膜が出来ない。ところが、水洗水中に長時間放置することや、空气中で長時間置くと上層のめっきと密着性がよくない酸化皮膜が形成される。

一方、クロムめっきは、めっき後すぐに約5nmの厚さの透明な酸化皮膜が瞬時に形成され、この上には、めっきは密着しない（クロムめっきの場合には、クロムめっき浴中でアノード処理すると密着する）。クロムめっきの酸化皮膜もニッケルめっきの酸化皮膜も酸化性の酸には溶解しない（ニッケルは薄い硝酸には溶解しないが濃い硝酸には溶解する）。クロムめっき表面の酸化皮膜は還元性の酸である塩酸に容易に溶解する。

このように、金属の表面にそれぞれの性質の酸化皮膜が形成されている。したがって、効果的な酸処理を行うためには、それぞれの金属に生成する酸化皮膜の性質を十分理解して、その金属に合った酸処理が必要になる。

酸化物層を除去するために、次のような酸処理が行われている。

- ① 熱処理、高温加工などにより金属の表面に厚くできたスケールを取り除くため比較的長時間、酸処理液に浸漬する方法であるピッキング処理、めっき工程の酸処理はこれにあてはまる。
- ② 大気中で金属表面に生成した目にみえない不動態皮膜を取り除く方法であ

るディッピング処理、めっき工程での活性化はこの方法にあたる。

- ③ 冷間加工などによって生じた金属材料表面の加工変質層を除去し、ひずみのない結晶面を出す方法であるエッチング処理が行われている。

(3) 鉄鋼材料の効果的な酸処理

鋼には炭素が含まれており、ASTMにより便宜的に炭素含有量が0.35%未満のものを「低炭素鋼」と以上のものを「高炭素鋼」と分類されている（JISでは、低炭素鋼、中炭素鋼、高炭素鋼と分類されている）。表3.1.6には炭素鋼の主なもののJIS番号とその炭素量を示した。

表3.1.6 炭素鋼*の主なもののJIS番号とその記号およびおよその炭素量⁴⁾

種 別	JIS 番号	記 号	C%
一般構造用圧延鋼材	G3101 (1976)	SS	~0.30
溶接構造用圧延鋼材	G3106 (1973)	SM	~0.25
溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材	G3114 (1973)	SMA	~0.20
ボイラ用圧延鋼材	G3103 (1966)	SB	~0.35
圧力容器用鋼板	G3115 (1973)	SPV	~0.20
低温圧力容器用炭素鋼鋼板	G3126 (1975)	SLA	~0.18
一般構造用炭素鋼鋼管	G3444 (1974)	STK	~0.30
機械構造用炭素鋼鋼管	G3445 (1974)	STKM	~0.55
ボイラ熱交換器用炭素鋼鋼管	G3461 (1976)	STB	~0.32
チェーン用丸鋼	G3105 (1976)	SBC	~0.36
みがき棒鋼用一般鋼材	G3108 (1975)	SGD	~0.25
鉄筋コンクリート用棒鋼	G3112 (1975)	SR, SD	~0.32
PC鋼棒	G3109 (1971)	SBPR, SBPD	~0.40
熱間圧延軟鋼板および鋼帯	G3131 (1973)	SPHC, SPHD, SPHE	~0.20
冷間圧延鋼板および鋼帯	G3141 (1973)	SPCC, SPCD, SPCE	~0.20
自転車構造用熱間圧延鋼板および鋼帯	G3113 (1973)	SAPH	~0.20
軟鋼線材	G3505 (1973)	SWRM	~0.25
硬鋼線材	G3506 (1973)	SWRH	0.24~0.86
ピアノ線材	G3502 (1973)	SWRS	0.60~0.95
普通レール	E1101 (1974)		0.50~0.75
鉄道車両用車軸	E4502 (1970)		0.30~0.48
鉄道車両用炭素鋼タイヤ	E5401 (1969)		0.60~0.75
炭素鋼鍛鋼品	G3201 (1964)	SF	~0.45
炭素鋼鋳鋼品	G5101 (1975)	SC	~0.45
機械構造用炭素鋼鋼材	G4051 (1965)	S-C, S-CK	0.07~0.61
ばね鋼鋼材	G4801 (1967)	SUP	0.45~1.10
硫黄および硫黄複合快削鋼	G4804 (1971)	SUM	~0.48
中空鋼鋼材	G4410 (1970)	SKC	0.70~0.85
炭素工具鋼鋼材	G4401 (1972)	SK	0.60~1.50

*この表では少量の合金元素を添加したのものも一部含まれている。

一般に、低炭素鋼はめっきしやすいが、高炭素鋼は水素脆性を受けやすく、長時間の酸洗いで、炭素に起因するスマットが生成してめっき皮膜の密着性を悪くする。したがって、高炭素鋼を長時間酸洗いすることは避けなければならない

い。

スマット除去には、表 3.1.7 の各種鋼の酸処理浴組成および条件を示した A8 浴で除去するか、アノード電解脱脂を行う。また、高炭素鋼上へのめっきは、水素脆性を出来るだけ避けたいので、厚い酸化皮膜がある場合は、サンドブラスト、ショットブラスト、ナシジ処理などの機械的処理により酸化膜を除去して出来るだけ短時間の酸処理を行い、めっきするようにしなければならない。

金属が焼入れ、焼なましなどの熱処理や熱間加工を受けた場合、その表面に厚い酸化物層、すなわちスケールが生じる。570℃より高温では素材表面から FeO、Fe₃O₄、Fe₂O₃の組成の酸化物が生成し、570℃以下の温度では Fe₃O₄を生成すると言われている。後者の酸化皮膜はヘアーピンに使用されている青い酸化皮膜であり、10%ぐらいの塩酸で容易に除去できる。一方、前者の酸化皮膜は薄い塩酸では除去できない。このように、同じ鉄鋼であっても、酸化皮膜の除去のしやすさが異なることが分かる。

表 3.1.7 各種鉄鋼の酸処理浴組成および条件

番号	目的	浴組成	条件	文献
A1	普通のスケール除去	塩酸 20~80 vol%	常温	5
A2	厚いスケール除去	硫酸 インヒビター 5~15 vol%	50~80℃	5
A3	厚いスケール除去	硫酸 4~6 vol%	50~70℃ 3~6 A/dm ² 陽極電解	5
A4	スケール、焼結油の除去	塩酸 20~85 vol% 硝酸 1~5 vol%	70℃	5
A5	スケール、焼結油の除去	硫酸 23 g/L 硝酸カリウム 23 g/L	常温	5
A6	アルカリ脱スケール	水酸化ナトリウム 180 g/L シアン化ナトリウム 120 g/L キレート剤 80 g/L	40℃ 2~5 A/dm ²	6
A7	光沢浸漬	シュウ酸 25 g/L 過酸化水素 13 g/L 硫酸 0.1 g/L	常温	5
A8	スマット除去	過マンガン酸カリウム 60~90 g/L 水酸化ナトリウム 120~150 g/L	80℃	7
A9	活性化	硫酸 4~10 vol%	常温	6
		塩酸 5~10 vol%	常温	5
		活性化剤 60~80 vol%	常温	市販

酸浸漬には、硫酸、塩酸などが使用される。これらの酸が鉄のさびやその他の金属酸化物、水酸化物を溶解させるために要する時間を表 3.1.8 に示す。濃度、温度により影響されることが分かるが、濃度、温度が同じであれば硫酸よりも塩酸を使う方が早くさびを除去できることが分かる。これは塩酸の方がさびの

溶解度が大きいからである。

表 3.1.8 塩酸および硫酸でのさび除去に要する時間

酸	濃度 (質量%)	酸の温度 (℃)	さび除去に要する時間 (min)
硫酸	2	20	135
塩酸	2	20	90
硫酸	25	20	65
塩酸	25	20	9
硫酸	10	18	120
塩酸	10	18	18
硫酸	10	60	8
塩酸	10	60	2

- 1) 鉄のさびやその他金属の酸化物、水酸化物を溶解させる速さは濃度と温度によって違う
- 2) 温度や濃度が同じなら硫酸より塩酸の方が早くさびを除去
- 3) 加温が必要なときは塩酸より硫酸

しかし、塩酸を加温するとガスの発生が活発になるので、作業環境を悪くする。加温する場合は硫酸を用いる方が基本的にはよい。表 3.1.7 の溶液 A1、A2、A3 は低炭素鋼にも高炭素鋼にも使用出来るが、高炭素鋼の場合には、できるだけ水素脆性を避けたいので、機械的な方法で酸化皮膜を取り除くことが望ましい。

機械的処理としては、サンドブラスト、ショットブラスト、ナシジ処理などを用いる。炭素量が多い鋼は必ずスマット除去をする。スマット除去には表 3.1.7 の A8 浴を使用するか。45g/l のシアン化ナトリウム溶液で、1.5～2.0A/d m²でアノード電解する。さらに、通常の電解脱脂はアノード電解する。なお、酸洗いに市販のインヒビターを用いることも水素脆性を防ぐために効果がある。

【特殊鋼へのめっき】

① 鋳鉄へのめっき

鋳鉄の炭素量は 3.0～4.0 程度であり、一般的な機械構造用炭素鋼の 0.05～0.7%の炭素量に比べて非常に多い。電気めっきする上では問題が多く、めっきが析出しない場合がある。鋳鉄は炭素量が多いので、水素過電圧が小さく、亜鉛めっきする場合には、シアン化亜鉛浴やジンケート浴では水素ばかり発生して亜鉛めっきが析出しない。塩化亜鉛浴を選定してめっきするとよい。クロムめっきの場合には、ストライクめっきを施し、その後、通常の電流密度でめっきするとクロムめっきが析出する。

② 焼結合金へのめっき

焼結合金は金属細粉を固めて成形するため表面層に多数の孔が空いており、めっき液や酸洗い液がめっき後、にじみ出て来て、腐食や変色の原因になる。したがって、注意深く水洗しなければならない。温水と冷水の交互水洗や冷水洗に超音波を的用的に用いることが有効な方法である。

③ 硫黄快削鋼へのめっき

鋼材の被切削性を向上させるため、硫黄分を 0.2%程度含有させ、硫化マンガンを組織中に混在させている。これが圧延方向に延びて、切削時に切り欠き効果と潤滑効果によって切削しやすくしている。硫化マンガンは割合希薄な酸にも溶解しやすく、めっき層間剥離が生じやすいので、注意しなければならない。特に、夏季には酸処理液の温度が高く、過剰にエッチングされることによる不良が多く発生する。

(4) 銅および銅合金素材の酸処理と活性化

銅は電気伝導性がよく、加工性に富み、磁性がないなど優れた性質を有するので、めっき用素材として多く使われている。鉄やアルミニウムに比べ純金属に近い状態で広く使われている。銅表面に油が付着して長時間経過した場合は、銅と油で金属せっけんが形成され、酸処理でも容易に取り除けないので、注意が必要である。この金属せっけんはシアン化合物を含む溶液で電解処理をすれば取り除ける。電子部品には銅および銅合金が多く使用されているが、シアン化銅ストライクめっきが用いられるのはこの不良を避けるためである。

また、銅および銅合金の酸処理には、塩酸より硫酸を用いる方が望ましい。これは、酸処理を塩酸で行うと塩酸の濃度が高く、酸素が不足する条件では、塩化銅 (I) (CuCl) が形成され、表面が不動態化されるためである。銅合金には、種々の特性が要求されることから、他の金属を添加しているため表面処理しにくいものもある。表 3.1.9 に銅および銅合金素材の種類とめっきの難易度を示した。また、表 3.1.10 には銅および銅合金素材の酸処理組成と条件を示した。

銅表面に生成した酸化皮膜は硫酸溶液で容易に取り除けるので、厚いスケールの除去にも硫酸が用いられる。B 1 の溶液で、室温で十分であるが、浴を 80°C ぐらいまで加温すると除去速度が速くなる。黄銅で脱亜鉛したときには、B 4 の浴を用いるとよい。銅の活性化には硫酸、塩酸が用いられるが、鉛を含んだ快削黄銅は表面層の鉛を溶解させるために硫酸にフッ酸のようなフッ化物を添

加した酸で活性化するとよい。

表 3.1.9 銅・銅合金の種類とめっき難易度

() 内は JIS 記号

種類	特徴	用途	めっきの難易度
銅基稀薄合金 (C1×××) 無酸素銅 (C1020) タフピッチ銅 (C1100) リン脱酸銅 (C1201, C1220) (C1221) ベリリウム銅 (C1700) (C1720)	合金元素をほとんど含まないもの。 電気伝導性、熱伝導性、展延性、絞り加工性に優れ、溶接性、耐食性、耐蝕性が良い。 同上 展延性、絞り加工性、溶接性、耐食性、耐蝕性、熱伝導性が良い。1201 は電気伝導性が良い。 耐食性が良く、時効硬化処理前は展延性に富み、後は耐疲労性、電気伝導性が増加する。時効硬化処理は成形加工後に行う。Be 1.6~2.0, Ni+Co 0.20 以上, Ni+Co+Fe 0.6 以下, Cu+Be+Ni+Co+Fe 99.5% 以上。	電気部品、電機部品、化学工業。 電気部品、電機部品、蒸溜がま、建築用材、化学工業、ガスケット、器物、小ねじ、くぎ。 ふるがま、湯沸器、建築用材、ガスケット、化学工業、小ねじ、くぎ、金網。 高性能ばね、継電器用ばね、電気機器用ばね、マイクロスイッチ、ペロー、コネクタ、時計用歯車、ヒューズグリッパ、エンジン部品、ボルト、カム、軸受。	◎ ◎ ◎ ◎注
銅-亜鉛合金 (C2×××) 丹銅 (C2100, C2200) (C2300, C2400) 黄銅 (C2600, C2680) (C2420, C2801)	色沢が美しく、展延性、絞り加工性、耐食性が良い。C2600, 2680 は展延性、絞り加工性に優れ、めっき性も良い。2720 は展延性、絞り加工性に優れ、特に浅絞り用。2801 は強度が高く、展延性がある。打ち抜いたまま、または折り曲げて使用するものに適している。	建築用材、装身具、装飾品、フラスコ、化粧品ケース、導液管(マイクロ波)。 配線器具、ネームプレート、計器板、電機部品、機械部品、鋸、ピン、小ねじ、かぎ針	◎ ◎
銅-亜鉛-鉛合金 (C3×××) 決削黄銅 (C3560, C3561) (C3710, C3713)	若干の鉛、亜鉛を含有して被削性に優れた材料。打抜性も良い。	時計、歯車、製紙スクリーン、ボルト、ナット、小ねじ、カメラ、バルブ、スピンドル。	◎注
銅-亜鉛-錫合金 (C4×××) ネーバル黄銅 (C4621 C4640)	耐食性特に耐海水性が良い。	厚物：熱交換器管板 薄物：船舶海水取入口	◎注
銅-スズ(鉛)合金 (C5×××) リン青銅 (C5210)	展延性、耐疲労性、耐食性が良い。特に低温焼きなましを施してあるので、高性能ばね材に適する。黄銅 SH はほとんど曲げ加工を施さない板ばねに用いる。Pb 0.05 以下、Fe 0.10 以下、Sn 7.0~9.0, Zn 0.2 以下、P 0.03~0.35。	電子・電気計測機器用のスイッチ、コネクタ、リレー、カム、歯車、継手、軸、軸受、ボルト、ナット、小ねじ、摺動部品、ヘッダー材。	◎注
銅-ニッケル(亜鉛)合金 (C7×××) 洋白 (C7701) その他 (C6×××)	光沢が美しく、展延性、耐疲労性、耐食性が良い。特に低温焼きなましを施してあるので、高性能ばね材に適する。黄銅 SH はほとんど曲げ加工を施さない板ばねに用いる。Cu 54.0~58.0, Pb 0.10 以下、Fe 0.25 以下、Zn 残部、Mn 0.50 以下、Ni 16.5~19.5。 アルミ青銅、楽器用黄銅、高力黄銅がある。	電子・電気計測機器用のスイッチ、コネクタ、リレー、小ねじ、ボルト、ナット、楽器、医療機器、装飾品、眼鏡フレーム、特殊ばね、リードフレーム。	◎注

上記の他、半導体部品(ICシステム、リードフレーム)に0.1Sn-Cu、2.3Fe-Cuなどの銅合金が利用されている。
◎印は良好な密着性の得られるもの。◎注は特に前処理に十二分に留意することで良好な密着性の得られるもの。

表 3.1.10 銅・銅合金素材の酸処理浴組成と条件

番号	目的	浴組成	条件	文献	
B1	酸化皮膜除去	硫酸 5~10 vol%	常温 1~15 分	5	
B2	光沢浸漬	硫酸 2 容 硝酸 1 容 塩酸 0.8 mL/L	常温 5 秒~5 分	5	
B3	光沢浸漬	硫酸 7~150 mL/L 過酸化水素 50~150 mL/L 安定剤 50 mL/L	25~45℃ 30 秒~2 分	市販	
B4	光沢浸漬	クロム酸 270 g/L	常温	5	
B5	光沢浸漬	リン酸 55% 硝酸 20% 酢酸 25%	55~80℃	5	
B6	活性化	B6-1	硫酸 50~100 mL/L	常温	5
		B6-2	塩酸 100~200 mL/L		
		B6-3	ホウフッ酸 50~100 mL/L		

【めっき前処理の課題】

「めっきは前処理で決まる」と言われるぐらい前処理による不良が多く発生する。その原因は、めっき用の素材は鉄鋼、銅などの比較的めっきしやすい素材でも、種々の改良が行われ、添加される元素の違いにより、めっきの難易度に影響するからである。まして、チタン、モリブデンのようなめっきが難しい素材では、素材の種類が分からないことには適切な加工ができない。従って、素材に対しては細心の注意を払うべきである。また、同じ素材であっても、加工法の違いもめっきに影響する。めっきを依頼された素材はどのような素材で、どのような加工法を取っているかを確認することが大事である。さらに、最近では海外で生産された粗悪な素材もめっき用素材として流通している。素材にあった適切な前処理技術は、めっきのノウハウの一つである。

参考文献：現代めっき教本 電気鍍金研究会