金属メッキによる電導性繊維の研究

日本紙業株式会社 研究室 山 本 達 夫

The Study of Electro-conductive Fiber by Chemical Gilding Method

Tatsuo Yamamoto

Research Laboratory, Nippon Shigyo Co., Ltd.

(1) In order to apply for special use we studied the fiber which was offered electro-conductivity by gilding a metal on the surface of woody fiber and synthetic fiber in stead of metallic fiber. To gilding a metal on the surface of the fiber we applied a chemical gilding method.

The metal which was used is copper in this time, and the unbeating N·B·KP and staple fiber for paper using were gilded. In the result of this experiment we recognized that the copper was able to gild easily by preretention of the fiber surface and activating for the gilding liquor. In the N·B·KP the precipitated particles of copper on the fiber surface were not continuous and the gilding was darkened, none electro-conductive, when the gilding rate was lower than 200%. However, when the gilding rate was over than 250% we obtained the good electro-conductive fiber. Another in the case of staple fiber for paper using, the closed stickiness was some inferior to the one of the N·B·KP. But when the gilding rate was over than 100%, the good electro-conductive fiber was obtained. And when we composed this fiber in paper in order to reduce the electro-resistance of paper, by composing 5% of fiber we were able to degrade the volume resistance about $10^2 \Omega \text{ cm}$.

(2) And then in the last experiment we found that the electro-resistance of base paper in electronic copying paper coated by ZnO degrades when we composed the staple fiber gilded by copper in paper. However, when we did not compose 5% of 4 mm fiber gilded by copper we could not obtain the necessary electro-resistance $10^8 \Omega \text{ cm}$. Therefore, for the purpose to wish to obtain the better effect, by extending the length of fiber which was gilded by copper we tested whether the effect is large or not. And then we employed the copper gilding fiber which was more improved in the gilding method and in the better electro-conductivity compared with last time. As the length of composed fiber which was gilded by copper grew in large, the electro-resistance of paper tended to small. But the rate of composition corresponding to electro-resistance $10^8 \Omega \text{ cm}$ is 5%, and as the fiber length was over than 7 mm in this case electro-resistance did not vary. If we wished to obtain the volume resistance of nearly $10^8 \Omega \text{ cm}$, we had to compose 5% of the copper gilded fiber over than 4 mm.

要 旨

(1) 特殊用途に供する目的で金属繊維に代るものとして、製紙用繊維の木材繊維及び合成繊維表面に金属をメッキし、導電性を付与した繊維の検討をおこなった。繊維表面への金属メッキは化学メッキ法を応用した。今回は金属として銅を、被メッキ素材として未叩解 N·B·KP 及び製紙用スフを用いた。

その結果、繊維表面を前処理しメッキ液に対し活性化すると容易に銅をメッキ出来ることがわかった。N·B·KP の場合、繊維に対する銅のメッキ率が 200% 以下だと、繊維表面に沈着した銅粒子が連続せず、

又暗いメッキになり導電性がなかったが、250% 以上メッキすると良好な導電性のある繊維が得られた。

製紙用スフの場合、N·B·KP より密着性はやや劣るが銅をスフに対して 100% 以上メッキすると良好な導電性のある繊維が得られた。この繊維を紙の電気抵抗を小さくする目的に配合すると、5% の配合で体積抵抗は $10^2 \Omega \text{ cm}$ 程度下げることが出来た。繊維長によりこの効果は変化すると思われるため、より長い繊維について更に検討した。

(2) (1)の試験で、酸化亜鉛を塗布した電子複写紙などに供する原紙の電気抵抗は、紙中に銅をメッキした

スフ繊維を配合すると低下することがわかったが、4 mm の銅メッキ繊維を5% 配合しなければ必要と言われる $10^8 \Omega \text{ cm}$ 程度にならなかった。そのため、より効果を望む目的で銅メッキ繊維の繊維長を大きくすることにより、その効果が増大するかどうか試験をおこなった。

また使用した銅メッキ繊維は、(1)よりもメッキ法を改良し電導性の良好な繊維にした。

その結果、配合した銅メッキ繊維の繊維長が大きくなる程、紙の電気抵抗は低下する傾向にあった。しかし電気抵抗が $10^8 \Omega \text{ cm}$ になる配合率5% では、繊維長が 7 mm 以上になると電気抵抗は変わらなくなった。

紙の電気抵抗(体積)を $10^8 \Omega \text{ cm}$ 程度にするには、やはり 4 mm 以上の銅メッキ繊維を5% 配合しなければ効果がなかった。

結 言

ガラスやプラスチックのような不導体素材に電気メッキによって金属をメッキする場合、電気メッキの前に素材表面を導電性にする目的で電気エネルギーを用いずに金属塩水溶液中の金属イオンを還元剤により還元し、素材表面に析出させる化学メッキが広く利用されており、この化学メッキを応用して製紙用繊維に金属をメッキし導電性を付与した繊維の検討をおこなった。

初めに化学メッキについて簡単に説明すると

1. 化学メッキとは

銅メッキの場合、還元剤であるホルマリンの酸化により発生した発生期水素が被メッキ体表面に吸着され、この水素のもつ電子が銅塩水溶液中の銅イオンを還元して、金属銅を析出させる。(ホルマリンはアルカリ性において還元力をもつ)

2. 化学メッキの工程

2.1 素材表面の粗化

被メッキ体の表面積を増大させ親水性を増し、メッキ液の吸着を容易にし、析出した金属が被メッキ体表面に強固に密着出来るように前処理すること。

1) 機械的粗化

繊維の場合困難であるから省略する。

2) 脱 脂

素材表面に付着している油脂類を除きメッキ液をはじかないようにする。

3) 化学的粗化

イ. クロム酸-硫酸系処理液(一般用)

ロ. 硫酸-硝酸系処理液(プラスチック用)

ハ. フッ素系処理液(ガラス類)

ニ. 溶剤処理液

2.2 感受性化処理

粗化脱脂された素地表面を活性化してメッキし易くするための前処理で還元力のある金属塩を吸着させて活性化の効果を増大させる役目をし、アルカリ性溶液と酸性溶液がある。

金属塩として塩化第一スズ、三塩化チタン、フッ化スズ等がある。

2.3 活性化処理

触媒作用を有する貴金属を素材表面に薄く付写すると金属の析出が容易になるためおこなわれるもので、白金、パラジウム、ロジウム、金が広く用いられている。

(2 価のスズが 4 価になり銀を還元析出する)

2.4 メ ッ キ

メッキ液中に 1 ~ 3 までの前処理した被メッキ素材を浸漬するだけで金属メッキは可能となる。

3. 化学メッキ液の成分

メッキ液は金属を供給する金属塩、それを還元析出させる還元剤及びその他から成っている。

3.1 金 属 塩

硫酸塩、硝酸塩、塩化物、シアン化物等がある。

3.2 還 元 剤

酸化により発生する発生期の水素がもつ電子により金属イオンを還元し、金属を析出させる働きをする。

ホルマリン アルカリ

3.3 安定錯化剤

アルカリ性において金属塩が沈澱しないように錯塩にすると共に金属を析出し易くする。

3.4 緩 衝 剤

金属が析出するにつれ酸相が残り、メッキ液の pH

を下げるため、これを抑制する。

3.5 湿潤剤及び光沢剤

メッキを均一に析出させ完全な皮膜を形成させるように素材表面を濡れ易くする。又メッキ皮膜の光沢を増す目的で添加される。

4. 銅の還元析出

代表的な銅の化学メッキ液の組成は、表1のようになり、硫酸銅が金属銅の供給源で、苛性ソーダはメッキ液の pH の調整とアルカリ性を保持し、ロッセル塩は錯化剤、重炭酸ソーダは緩衝剤であり、この混合溶液に還元剤であるホルマリンを添加することにより銅が析出する。

表 1 代表的な銅メッキ液

成 分	1 l 中 (g)
硫酸銅 (5 水塩)	30
苛性ソーダ	50
ロッセル塩	100
重炭酸ソーダ	30
ホルマリン (37%)	30 (cc)

5. 実験の部 (その 1)

5.1 N・B・KP の銅メッキ

一般に知られている表1の銅メッキ液中にN・B・KPを分散させてメッキをはかったが、銅は析出して繊維表面には沈着せず、大きい粒子となって沈澱してしまった。そのため繊維表面に析出させるには繊維表面の前処理が必要であった。

5.1.1 N・B・KP 繊維表面の活性化と銅メッキ

活性化剤として硝酸銀を用いた。1%パルプスラリー中にパルプに対して種々な添加率で硝酸銀溶液を攪拌しながら添加し約30分間保持したのち充分洗浄して銅メッキをおこなった。

表 2

AgNO ₃ 添加率%	メッキ状態
20	○ 銅の粒子が小さく密に連続して析出している。
10	○
5	△ 粒子が連続していない部分がある。
2	× 粒子が大きくない連続していない。
1	×
0.5	×× 巨大な粒子となり連続せず反応も遅い。
0.2	××

メッキ液表1.メッキ率パルプに対して Cu 200%

硝酸銀を多量に添加しないと銅の密着が悪く、反応も遅かった。そのため活性化の効果を増させる感受性化処理が必要であった。

5.1.2 感受性化剤及び活性化剤添加率と銅メッキ

感受性化剤として塩化第一スズの酸性溶液を用いた。

処理液組成 (1 l 中)	SnCl ₂ ・2 H ₂ O	10 g
	HCl (35%)	10 cc

感受性化処理したのち充分に水洗し次に活性化処理をおこなった。蒸留水を用いると (8) で良好な結果が得られた。感受性処理は水道水でも変わらなかったが活性化処理は硝酸銀を用いるため蒸留水の方が効果が大きかった。N・B・KP 繊維表面の処理は感受性化として SnCl₂・2 H₂O を 0.5%、活性化として AgNO₃ を 0.1% 添加すれば良好な銅メッキ可能な繊維となることがわかった。

表 3

	SnCl ₂ ・2 H ₂ O 添加率 %	添加率 % AgNO ₃	銅メッキ状態
(1)	10	0.5	○
(2)	2	0.5	○
(3)	1	0.5	○
(4)	0.5	0.5	○
(5)	0.1	0.5	△
(6)	0.5	0.2	○
(7)	0.5	0.1	○
(8)	0.5	0.05	△
(9)	0.5	0.03	△
(10)	0.5	0.01	×
(11)	0.5	0.005	×
(12)	0.3	0.03	△

感受性化及び活性化処理パルプ濃度 1%
時間各 30 分

5.1.3 銅メッキ液成分比と銅析出状態

CuSO₄ と NaOH 溶液の反応において図1に示すように CuSO₄ 1 モルに対し NaOH が 1.5 モルのときに pH が急変することにより CuSO₄ と NaOH の反応は

となるものと思われる。しかし NaOH が過剰な場合 1 モルの CuSO₄ と 2 モルの NaOH が反応するものとする銅の還元析出は次式

表 4

	CuSO ₄ M	NaOH M	ロッセル塩 M	H・CHO M	メッキ液 pH		メッキ	銅収率 %
(1)	1	2	1	2	10.85→10.8	反 応 な し		
(2)	1	4	1	2	13.2 →10.2	濃青色不透明	△	85
(3)	1	6	1	2	13.5 →13.35	液グリーン色、未反 応わずが残る	○	96
(4)	1	6	2	2	13.5 →13.35	濃青色透明完全析出	○	100
(5)	1	5	2	2	13.35→13.05	"	○	100
(6)	1	4	2	2	13.2 → 9.3	未 反 応 残 る	△	92
(7)	1	2	2	2	10.2 →10.3	反 応 な し		
(8)	1	5	1.5	2	13.4 →13.15	濃青色透明完全析出	○	100
(9)	1	6	1.5	2	13.5 →13.35	"	○	98
(10)	1	6	0.5	2		液グリーン色になり、 未反応残る	○	
(11)	1	6	0.25	2		"	△	
(12)	1	5	1.5	1.5	13.6 →13.4	濃青色透明未反応残る	○	96
(13)	1	5	1.5	1.0	13.7 →13.6	"	×	72
(14)	1	5	1.5	0.5	13.8 →13.8	"	×	44

N・BKP に SnCl₂・2H₂O 0.5%, AgNO₃ 0.1% 処理したもの。

メッキ率 パルプに対して Cu 200%。

パルプ濃度 2%, メッキ温度 25°C。

となり、CuSO₄ 1 モルに対し NaOH 4～6 モル、ロッセル塩 1 モル、ホルマリン 2 モルが必要となるはずであるが、実際に良好な銅析出をおこなうにはどれだけ必要であるか次表の通りおこなってみた。

金属銅を完全に析出させるには CuSO₄ 1 モルに対して NaOH 5 モル、ロッセル塩 1.5 モル、ホルマリン 2 モルが必要であった。錯化剤であるロッセル塩は 1.5 モル以上添加すれば濃青色の透明なメッキ液とな

るが、1 モル以下であると不透明な液となり、モル比の小さい程沈澱物粒子が大きくなって、繊維表面に沈着しない遊離の析出銅が多くなった。

N・B・KP 繊維表面に析出した銅の密着性は非常に良好で、離解機にかけても剝離しなかった。又銅を繊維に対して 250% 以上メッキすると良好な導電性のある繊維になった。メッキ率が 200 % 以下であると繊維表面に析出した銅粒子が連続しないため、導電性がなかった。又メッキ率が小さい程黒いメッキ繊維になった。

5.2 製紙用スフの銅メッキ

N・B・KP より繊維長が大で細くて表面積の小さいスフについて銅メッキをおこなってみた。スフは倉敷レイヨン PB-1504 (4mm カット) を使用し、メッキ順序は N・B・KP と同じ方法でおこなった。

イ) 繊維表面処理 (A) (B)

感受性比 0.5% 1.0%

活性化 0.2% 0.4%

ロ) 銅メッキ (Cu 100%)

密着性 × ×

N・B・KP と同様に繊維表面の活性化をおこない、金属銅をスフに対して 100% メッキしたが、密着性が悪くゆるい攪拌力で銅が剝離してしまった。これはスフの繊維表面が非常に滑らかか又は特殊な表面処理がしてあるためかと思われ、密着性をよくするには表面の粗化が必要となり、アルカリ溶液で処理してみると著しく向上することがわかった。酸性溶液でも効果は

図 1 CuSO₄ 1 モルに対する NaOH
モル数と pH(300 g/l)

表 5

	処理温度	NaOH 溶液濃度	密着性	メッキの色	
(1)	20°C	1%	×	暗 い	スフ繊維が溶解状態となった
(2)	"	3	×	"	
(3)	"	5	×	"	
(4)	"	7	×	"	
(5)	40	1	×	"	
(6)	"	3	△	"	
(7)	"	5	△	"	
(8)	60	1	×	"	
(9)	"	3	△	やや暗い	
(10)	"	5	△	"	
(11)	70	1	△	"	
(12)	"	3	○	明 る い	
(13)	"	5	○	"	
(14)	80	0	×	暗 い	
(15)	"	1	○	明 る い	
(16)	"	2	○	"	
(17)	"	3	○	"	

感受性化処理 ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0.5%活性化 " (AgNO_3) 0.5%

銅メッキ率 100%

あったがアルカリに比べて暗いメッキになった。

5.2.1 苛性ソーダ溶液による表面粗化処理

1) NaOH 溶液濃度と処理温度の効果 (表5)

苛性ソーダ溶液の濃度が高い程メッキの密着性はよかつたが、暗いメッキになり電導性が悪かつた。又スフは処理濃度が 20°C 以下であると、苛性ソーダ溶液中で溶解状態になった。最も良好な電導性のある明るいメッキ繊維は、処理温度が 70°C 以上で苛性ソーダ溶液濃度が 1～3% のとき得られた。

2) 処理濃度

スフはアルカリ処理の仕方により明るいメッキ繊維にも暗いメッキ繊維にもなる。明るい電導性の良いメッキ繊維を得るには、アルカリ処理中十分に攪拌し、均一な表面処理をする必要がある。従って処理濃度は出来るだけ小さい方がよい。

3) 処理時間 (表6)

スフのアルカリ処理時間は5分以上必要であつた。

表 6

	NaOH 溶液濃度	処理濃度	処理温度	処理時間	密着性
(1)	2%	1%	80°C	1 min	×
(2)	"	"	"	3	△
(3)	"	"	"	5	○
(4)	"	"	"	10	○

5.2.2 繊維表面の活性化処理度と銅メッキ

使用スフ

NaOH 溶液濃度 2%

処理濃度 1%

銅メッキ率 200%

表 7

	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ %	AgNO_3 %	銅メッキ歩 留率 %
(1)	0.5	0.2	92.5
(2)	"	0.4	94.5
(3)	"	0.6	98
(4)	1.0	0.2	91.5
(5)	"	0.4	96
(6)	"	0.6	98
(7)	2.0	0.2	90
(8)	"	0.4	96
(9)	"	0.6	97

感受性化処理では繊維に対して $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は 0.5% で充分であつたが、活性化処理では AgNO_3 が 0.4% 以上必要であつた。

5.2.3 銅メッキ繊維配合紙の電気抵抗

紙の電気抵抗を小さくする目的で表面処理したスフに対して銅をそれぞれ 100%, 150%, 200% メッキした繊維を各種配合率で配合した L・B・KP 紙の体積抵抗を測定してみた。

表 8 銅メッキ繊維配合紙の体積抵抗 ($\Omega \text{ cm}$)

キャレンダ ー掛線圧	メッキ繊維 配合率	Cu 100 ($\Omega \text{ cm}$)	Cu 150 ($\Omega \text{ cm}$)	Cu 200 ($\Omega \text{ cm}$)
10 kg	3 %	—	0.55×10^{10}	1.0×10^{10}
	5	1.0×10^{10}	3.6×10^8	6.4×10^9
	7	1.8×10^8	4.4×10^8	3.4×10^8
	10	4.3×10^7	4.2×10^7	1.5×10^8
	15	0.56×10^7	5.7×10^7	0
20 kg	3	—	1.1×10^{10}	0.67×10^{10}
	5	6.7×10^9	1.2×10^8	5.4×10^8
	7	2.2×10^8	3.2×10^8	1.1×10^8
	10	3.4×10^7	1.5×10^8	1.0×10^8
	15	0.61×10^7	0	0
30 kg	3	—	4.9×10^9	0.72×10^{10}
	5	1.7×10^8	0.88×10^8	5.5×10^8
	7	6.2×10^7	1.9×10^8	1.7×10^8
	10	3.5×10^7	4.3×10^7	0.97×10^8
	15	4.6×10^6	0	0

L・B・KP cf 400 cc, 坪量 60 g/m²

銅をスフに対して 150% 以上メッキした繊維を紙中に 15% 以上配合すると、その紙の電気抵抗は 0 になった。又 5% の配合で $10^2 \Omega \text{ cm}$ 程度下げることが出来た。

銅をメッキした繊維そのものの導電性は、メッキ比率の大きいもの程良かったが、紙中に配合するとメッキ比率によって電気抵抗があまり変わらなかったのは、重量比で配合したため同配合率では銅メッキ比率の小さいもの程繊維本数が多くなったためと思われる。

使用したスフの繊維長は 4 mm であったが、繊維の長さによってその効果は変化すると思われるため、より長い繊維について更に検討中である。

5.2.4 ロッセル塩以外の錯化剤の検討

使用繊維 表面処理スフ

イ. 5% NaOH 溶液 50°C 1 時間処理

ロ. $\text{SnCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ 1.0% 30 分処理

ハ. AgNO_3 0.5% "

1) グリセリンを錯化剤とした場合の銅析出

硫酸銅 1 モルに対して グリセリン 1.5 モル添加すれば濃青紫色の透明なメッキ液が得られるが、1 モル以下になると不透明な液になる。

メッキには支障はないがグリセリンが 0.5 モル以下になると繊維に沈着せずに遊離した析出銅が多くなった。メッキ液はロッセル塩に比べ色は濃く析出反応が速かった。

2) ジエタノールアミン及びトリエタノールアミンを錯化剤としたメッキ液の銅析出

表 9

	CuSO_4 M	NaOH M	グリセ リン M	ホルマ リン M	メッ キ液 pH	メッ キ
(1)	1	6	3	2	13.5→13.45	濃青紫色透明 ○
(2)	1	6	2	2	"	" ○
(3)	1	6	1.5	2	"	" ○
(4)	1	6	1	2	13.7→13.6	不透明 ○
(5)	1	6	0.5	2	"	" ○
(6)	1	6	0.25	2	"	沈殿物粒子大 きくなる △
(7)	1	5	1.5	2	13.3→13.2	濃青紫良透明 ホルマリンの 添加で沈殿物 生ずる やや 暗い
(8)	1	4	1.5	2	12.8→9.1	ホルマリンの 添加で粘稠液 となる 暗い
(9)	1	3	1.5	2	12.2→9.7	ホルマリンの 添加で粘稠液 となる 反応 なし
(10)	1	7	1.5	2	13.7	濃青紫色透明 ○
(11)	1	8	1.5	2	13.9	" ○

表 10 ジエタノールアミン

	CuSO_4 M	NaOH M	ジエタ ノールア ミン M	ホルマ リン M	メッ キ液 pH	メッ キ
(1)	1	6	1.5	2	13.5→13.5	濃青紫 色透明 ○
(2)	1	6	1	2	"	不透明 ○
(3)	1	6	0.5	2	"	" ○
(4)	1	6	0.25	2	"	" △
(5)	1	5	1	2	13.3→13.3	" ○
(6)	1	5	0.5	2	"	" ○
(7)	1	5	0.25	2	"	" △
(8)	1	4	0.5	2	13.2→10.5	" 暗い

表 11 トリエタノールアミン

	CuSO_4 M	NaOH M	トリエ タノール アミン M	ホルマ リン M	メッ キ液 pH	メッ キ
(1)	1	6	1.5	2	13.7→13.5	濃青紫 色透明 ○
(2)	1	6	1.0	2	"	不透明 ○
(3)	1	6	0.5	2	"	" ○
(4)	1	6	0.25	2	"	" ○
(5)	1	6	0.1	2	"	" △
(6)	1	5	1.0	2	"	" ○
(7)	1	5	0.5	2	"	" ○
(8)	1	5	0.25	2	13.5→13.1	" △
(9)	1	4	0.25	2	13.5→9.1	" △ 暗い

ジエタノールアミン又はトリエタノールアミンを硫酸銅 1 モルに対して、0.5 モル以上添加すれば良好なメッキが得られた。苛性ソーダが 4 モルになると暗いメッキになった。ジエタノールアミンよりトリエタノールアミンの方が密着性が良好で、又ロッセル塩、グリセリンよりメッキ反応が速く密着性も良好であった。

6. 実験の部 (その2)

6.1 使用繊維及び薬品

1. L・B・KP cf 400 cc
2. スフ 倉敷レイヨン PB15 デニール 3, 5, 7, 10 mm
3. 薬品 苛性ソーダ (NaOH) 30 円/kg
塩化第一スズ ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 1,500
硝酸銀 (AgNO_3) 15,500
硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 175
グリセリン [$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$] 240
トリエタノールアミン
[($\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$) $_3\text{N}$] 180
ホルマリン ($\text{H}\cdot\text{CHO}$) 90

6.2 試験条件

表 12 スフ繊維の表面処理

	薬品添 加率 %	処理濃 度 %	処理温 度 %	処理時 間 %	薬品費 円/スフkg
アルカリ処理	(100)	1	80	5	30
塩化第一 スズ処理	1	2	30	20	15
硝酸銀処理	0.5	1	20	20	78

スフ 1 kg 当り使用薬品費 123 円

スフ 250 円

合計 (表面処理繊維) 373 円

表 13 銅メッキ液組成

	モル比	重量比 (g)	薬品費 円
硫 酸 銅	1	249.7	43.7
苛 性 ソ ー ダ	6	240	7.2
グ リ セ リ ン	9.5		11.0
トリエタノールアミン	0.5	74.6	13.4
ホ ル マ リ ン	2	60	5.4

金属銅 1 モル (63.54 g) 析出させるに必要な薬品費 80.7 円

金属銅 1 kg 析出させるに必要な薬品費 (収率 100 %) 1,270 円

金属銅 1 kg 析出させるに必要な薬品費 (収率 90 %) 1,410 円

6.2.1 銅メッキ繊維原材料費

$$\text{メッキ率 } 100\% \cdots (1,410 \times \frac{100}{100} + 373) \div (1+1) \\ = 892 \text{ 円/kg}$$

$$\text{メッキ率 } 150\% \cdots (1,410 \times \frac{150}{100} + 373) \div (1.5+1) \\ = 997 \text{ 円/kg}$$

$$\text{メッキ率 } 200\% \cdots (1,410 \times \frac{200}{100} + 373) \div (2+1)$$

$$= 1,065 \text{ 円/kg}$$

6.2.2 銅メッキ繊維配合率

表 14

銅メッキ率 (%)	100, 150, 200
繊維長 (mm)	3, 5, 7, 10
配合率 (%)	0, 1, 3, 5, 7, 10

6.3 測定条件

坪量 60 g/m²

キャレンダー掛 2 段 (30 kg)

調湿 20°C 65% RH

6.4 結 果

表 15 銅メッキ繊維配合紙の体積抵抗 (Ω cm)

メッキ率 % mm	配 合 率 (%)					
	0	1	3	5	7	10
100	3	3.9×10^{10}	2.1×10^{10}	0.98×10^{10}	5.2×10^8	
	5		1.39×10^{10}	0.60×10^{10}	1.0×10^8	
	7		1.47×10^{10}	0.59×10^{10}	2.8×10^8	(2.1×10^7)
	10		2.7×10^{10}	1.59×10^{10}	0.98×10^8	
150	3		1.58×10^{10}	0.74×10^{10}	3.7×10^8	(1.0×10^6)
	5		1.65×10^{10}	0.92×10^9	1.7×10^8	
	7		2.3×10^{10}	1.42×10^9	1.2×10^8	
	10		1.29×10^{10}	0.71×10^9	1.46×10^8	
200	3		1.43×10^{10}	0.82×10^{10}	0.75×10^9	
	5		1.14×10^{10}	3.50×10^9	1.24×10^8	
	7		1.40×10^{10}	1.50×10^9	4.5×10^8	
	10		2.37×10^{10}	1.96×10^9	1.81×10^8	

銅メッキ繊維の電導性はメッキ率の大きいもの程良好で、又繊維の色も明るかった。その繊維を配合した紙の電気抵抗 (体積) を測定すると、1%の配合では、繊維長による効果はなかったが、3%以上になると繊維長が大きくなる程、電気抵抗は低下する傾向にあった。(図2) しかし電気抵抗 (体積) を $10^8 \Omega \text{ cm}$ にするには、5%の配合が必要であり、その配合率では繊維長が 7 mm 以上になると繊維長による効果はみられなくなった。(図2)

紙の電気抵抗 (体積) は銅メッキ繊維の配合率と共に低下したが、 $10^8 \Omega \text{ cm}$ 程度にするには、やはり5%の配合が必要であった。(図3)

電気抵抗 (体積) が $10^8 \Omega \text{ cm}$ 以下になると電流計の針が振れて測定不能になった。塩化ナトリウムなどの電解質を塗布した紙の電気抵抗は、電解質の量に比例して順次低下してゆくが、銅メッキ繊維を配合した紙は配合率が大きくなる程、電位をかけると局部的に

火花を生じ紙が焼けた。電気抵抗(体積)が $10^8 \Omega \text{ cm}$ 以下になると連続的に火花が発生し、電流計の針が作動しなくなった。配合率がより大きく(10%) になると電流の通りがよくなり火花は生じなくなった。

図2 銅メッキ繊維配合率3%及び5%の場合の繊維長と電気抵抗の関係

図3 銅メッキ繊維長5mmの場合の配合率と電気抵抗の関係

7. 結 論

1) N・B・KP は繊維表面を塩化第一スズ及び硝酸銀でそれぞれ処理し活性化すれば容易に密着性の良好な銅メッキが出来た。銅を繊維に対して250%以上メッキすると良好な導電性のある繊維になった。

2) スフはアルカリ処理したのち繊維表面をN・B・KPと同様に処理すれば、容易にメッキすることが出来た。また銅を100%以上メッキすれば良好な導電性のある繊維になった。

3) 4mm カットのスフに銅メッキした繊維を紙に5%配合するとその紙の体積抵抗は $10^2 \Omega \text{ cm}$ 程度小さくなった。

4) 良好なメッキをおこなうには、メッキ液中の成分は硫酸銅1モルに対して、苛性ソーダ5モル、ホルマリン2モル及び錯化剤1.5モルが必要であった。

5) 錯化剤はN・B・KPの場合ロッセル塩が最も良好であったが、スフの場合トリエタノールアミンが反応も速く密着も最も良好でロッセル塩は密着性が最も劣った。

6) 電子複写用原紙の要求される電導性をより改良するためには、銅メッキ繊維の長さが大なる程よいが配合率5%では7mmの繊維長が限度であった。

参 考 文 献

1. メッキ技術ポケットブック
日刊工業新聞社発刊
金属化工技術研究所 藤野武彦編
2. プラスチックスのメッキ
日刊工業新聞社発刊 呂 戊辰著
(原稿受付 昭47.12.12)

新 刊 紹 介

化繊ハンドブック (1973年版)

B6判 上質紙使用オフセット印刷 560頁

配本時期 昭和47年12月

定 価 1,000円

申し込み先

日本化学繊維協会化繊月報刊行会

〒103 東京都中央区日本橋室町3の3

(三井別館) 電話 (03) 241-2311

日本化学繊維協会大阪事務局

〒541 大阪市東区瓦町5-39 (化繊会館)

電話 (06) 231-6781

日本化学繊維協会名古屋事務局

〒450 名古屋市中村区泥江町1-24 (中経ビル)

電話 (052) 582-0541