

## A-6

## 銅粉末を使った金属加工の教材化 銅粘土による粉末冶金

### Teaching-material of metalworking using copper powder : Powder metallurgy by copper clay

○石見勝洋, 平野壮哉, 村上雅彦, 浅田泰男

\*Katsuhiro Ishimi, Masaya Hirano, Masahiko Murakami, Yasuo Asada

Abstract: The powder-metallurgical method using copper clay was studied as a safe and inexpensive teaching material. Copper clay was prepared by kneading copper powder using alcogel binder which was made by ethyl cellulose and dibutyl phthalate. Molded copper clay was sintered by heating over high heat for 30 min, on Bunsen burner. Using the alcogel binder enables easier molding than conventional silver clay which contains starch as a binder.

## 1. はじめに

化学実験において形あるものを作ることは学生に好評であり, また印象にも残る. 金属の鑄造はこの目的に適した教材と考えられる. しかし, 一般の鑄造は学生が行うには温度が高すぎ操作に危険が伴い, 低融点合金は鉛やカドミウムなどの有害金属を含むなど安全性の問題がある. 銀鏡廃液を利用した銀粘土の報告<sup>1)</sup>があるが, バインダーがデンプン糊のため造形性に欠ける. また, 費用の点でも個人実験として行うには問題がある.

演者らは機械工学系の学生に化学を身近な科目として感じてもらうテーマとして, 含油軸受の製造にも使われている粉末冶金を実験室の器具で実施可能か検討した. 安全性を考慮し安価な銅粉末を未処理のまま使用し, バインダー<sup>2)</sup>を改良することで, 市販の銀粘土並みに作業性を改良したので報告する.

## 2. 実験

## (1) バインダーの調製

エタノール 150 mL に 30 g のエチルセルロースを少しずつ加えゲル化させる. エチルセルロースを入れ切った後も未溶解のものが残るので, ラップをして 1 時間ほど放置し熟成させる. このゲルに 10 %ドデシル硫酸ナトリウム水溶液 10 mL を加えてバインダーとした. (図 1)



図1 バインダー

## (2) 銅粘土の調製, 焼結

① 50mL のポリビーカーにバインダー 2.0 g を入れコーキングヘラでかき混ぜながら, 市販の粉末銅 8.0 g を少量ずつ加え均一になるまでよくこねた. (図 2-①)

② 銅粉末が粘土に練りこまれたら, フタル酸ジブチルを 0.1 mL 加え, さらに良く練りこんだ (保存する場合はラップに包み空気を抜いて密閉する). (図 2-②)

③ 適量の銅粘土を取り, 銀粘土用のシリコンゴム型 (モールド) に入れ好みの形状を作製した (造形物の厚みは 2 mm 以内にしておくと次の乾燥がスムーズにできる). (図 2-③)

④ 造形物を型から取り出し, ドライヤーで表面全体が白っぽくなるまで乾燥した.

⑤ 造形物を金網の上に置き, 最初は直接炎が当たらないようにしてさらに乾燥した (この際にバインダーが焼けて炎が上がるので注意する). 煙が収まったらガスバーナーで全体が均一に加熱されるように炎を調整した. 火力は空気がやや

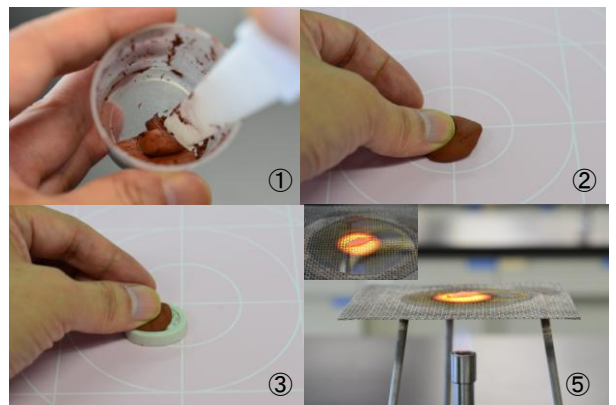


図2 粘土の調整

1 : 日大理工・教員・一般

過剰で気流音がする強火で、全体が赤熱してから 30 分間加熱焼結する。融解しないように注意する。(図 2-⑤)

⑥ 十分冷却したらワイヤーブラシで表面の酸化被膜を落とすと金属光沢が出た。酸化被膜が落ちない時には希塩酸に浸けた後、ワイヤーブラシをかける。(図 3)

### (3) 物性測定

銀粘土と比較するためにテンションゲージで粘土に円錐形の金属 ( $\phi 6 \times 5$  mm) を押しあて、治具が 5 mm まで埋没する荷重で硬度を測定した。(図 4)

また、焼結物 ( $5 \times 20$  mm, 厚さ 2 mm) に荷重をかけ、破断するまでの荷重を測定した。



図3 完成品

### 3. 結果と考察

結果を表 1 にまとめた。フタル酸ジブチルを粘着防止剤として微量添加することで油粘土状となり、手に付着し難く造形性が格段に増した。防止剤を加えない場合、乾燥が著しく加工ができない。また、5%を超えると柔らかすぎて形成が困難になる。溶剤を水からエタノールに変えたことで、銀粘土に比べ乾燥時間を短縮することができた。しかし、粘土の硬度が市販銀粘土の約 1/10 と腰が弱くモールドによる型取りは問題無いが、彫刻のような細かな造形には更なる改良が必要である。



図4 硬度測定

銅の融点は銀の 961 °C に比べ 1083 °C と高いためガスバーナーでの焼結には若干時間がかかるが、赤熱してから融解するまでの温度差は銀と比べ大きいので溶けて形状が崩れる失敗は少ない。但し、焼結が足りないと脆く砕け易い。

表1. 粘土及び焼結物の物性

粘着防止剤添加量 (%)	硬度 (N)	収縮率 (%)	破断荷重 (N)
0	1.72	93.6	16.9
1.0	0.45	88.8	20.4
5.0	0.29	85.5	15.9
10	0.05	89.8	8.09
参考(市販銀粘土)	3.83	88.8	>50

### 4. おわりに

バインダーには毒性や危険性のある試薬は使っておらず、また安価な市販の銅粉末をそのまま使用している。理論的には合金でも実験可能であるので、焼結温度を下げるために黄銅の使用なども検討の余地はある。また、ブンゼンバーナーなど理科室にある器具を使用しているため中・高校での発展的課題としても良い教材になる。

### 5. 参考文献

- [1] 吉田 工「銀鏡廃液から指輪をつくる」,化学と教育,Vol.50, No.4, pp274-275, (2002)
- [2] 特開平 4-66605.