

美術領域における技術的スキルアップのためのアルミ鑄造スタディ

林剛人丸¹、

筑波大学 人間総合等教育研究支援室（芸術学系工房）

〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

美術の領域においては、技術とは作者に内在する主題を外に表現として取り出す術として不可欠な要素である。具体的目的を伴ったアルミニウム鑄造のスタディを通して、表現に際して希求される技術まで辿り着くモデルを示すねらいでワークショップを開催した。

1. はじめに

芸術学系工房では、希望する学生を対象として不定期にワークショップを開催している。ここ数年来では「アーク溶接」「木材加工機械の操作」「シルバー素材のジュエリー制作」などを題材として取りあげた。これらは授業カリキュラムとは別に企画されており、単純な技術修得に陥ることなく、例えば大規模な機械施設に頼りきらないなど、各自の制作に将来的にもフィードバックできる技術の指導を心掛けている。

今回は昨年度の技術発表に続いて、アルミニウム合金を材料とする鑄造のスタディについて報告する。そもそものきっかけは、フルモールド法による鑄造を行った際に、一人の学生が「鑄造物の表面を滑らかに仕上げたい」との思いから改良を試みたことによる。フルモールド法では鑄造物の表面に砂のテクスチャーが形成されるので、原型（フルモールド法においては発泡材による消失模型）に石膏を塗布して原型と砂の間に層をつくるというコンセプトだった。結果的には、鑄込みの段階で水蒸気が発生して原型が砂を撃ち破って吹き出してしまう事態となり失敗に終わるものの、試みを失敗で終わらせてしまうことなくチャンスととらえて新しい技法に挑戦したいと考えた。

2. 改善要件

最初に学生達とこれまで行ってきたフルモールド法による鑄造の経験から改善したい事項を挙げ、類別しながらまとめる作業を行った。

2.1 砂かみ現象

主に、鑄造物の表面付近に形成され、原型本来の形よりも余分に金属が飛び出して面状あるいは放射状に突起し砂と絡まってしまう。あるいは鑄造物表面に食い込むような状態で砂が内部に入り込んでしまうこともある。

前者だと削り取ることは可能であるが、かなりの作業量であるし、表面の表現を損なってしまうかねない。

2.2 表面のざらつき

フルモールド法では、鑄造物が直に砂に触れている状態であるために、原型のテクスチャーではなく砂の粒子のテクスチャーが鑄肌を形成する。原型となる消失模型を製作する際には、発泡スチレンを800番ほどの耐水ペーパーで研磨する等、表面にも留意して製作するが、鑄造物には反映されにくい。

また金属光沢を得るためには表面を削った後に研磨するが、形体を慎重に吟味してつくってもプロポーションが変わってしまうことにすらなりかねない。これらは鑄造ならではの複雑に入りこんだ形体の表現の妨げにもなる。

2.3 巣

金属は、溶解中にガスを吸収し凝固時に放出する。その際に放出しきれずに鑄造体に残った小さな気孔をガス巣やブローホールという。アルミニウムを溶解した時には、水素の吸収が顕著であり、ガス巣の生成要因となっている。

ガス巣は鑄造物の表面だけでなく中にもあるので、研磨しても完全に除去することができない。多いと胡麻粒がついているように見え、光度も上がらない。

時に収縮によるひげ巣も見られ、その表面の荒れはガス巣よりも大きく、表現を損なう原因となっている。

2.4 酸化物

溶解したアルミニウムは表面に酸化膜を形成する。酸化膜は除去してもすぐに新たな膜が生成され、これが溶湯に巻き込まれて鑄型内に注ぎ込まれて不良の原因となる場合がしばしばある。

また、酸化物はガス巣やひげ巣を誘発するので可能な限り排除したい事項である。

2.5 欠陥

回を重ねる度に減少した失敗だが、湯まわりが悪く完全な鑄造体ができないことがある。数は少ないが、砂の崩壊によって鑄型が崩壊して起こる場合や、湯口やガス抜き口の取り付け位置のせいで溶湯を充てんできないといった失敗も起こっていた。

¹ E-mail: goj@geijutsu.tsukuba.ac.jp

3. スタディプラン

2.1-2.5 の改善要件を受けて、ディスカッションしながらどのような技法や材料を選択するかプランを企てていった。

3.1 鋳型

砂を用いずに、耐火石膏を用いた石膏型を採用した。砂の粒子を細かいものにすることや、塗型と呼ばれる表面保護材を塗布することも考えられたが、貴金属の精密鋳造にも使用する耐火石膏を用いることで、鋳造物における原型の再現性をできるだけ高度に達成することを志向した選択を採った。

型枠には鉄製の缶の底部を切り取って筒状にしたものを流用して、枠ごと焼成する。

耐火レンガやコンクリートブロックで仮設のカマをつくり、一般的な木炭を用いて自然通気で燃焼させ、焼成温度をコントロールする。木炭は自然通気での燃焼の場合おおよそ800℃の温度となるので、耐火石膏の焼成温度として適している。

3.2 原型

発泡ポリスチレンを整形したものにはワックスなどで表面処理を施し（パテ処理）、原形の表面に気孔がないようにする。そのほかに蠟を用いた原型や、スチロール樹脂など発砲させていない合成樹脂を用いた原型も当然、石膏型に有効であろうと判断した。

また、天然物（植物や昆虫など）をそのまま原形に用いたものを800℃で焼成すると、ほぼ灰だけになり体積としてはごく微量になるから、石膏型内に空間を確保できると予想し、実験的に採用した。（ただし焼成時間設定についてのデータは無し。）

3.3 加圧

欠陥の抑止ために、鋳造工場では溶湯に圧力をかけて注入することや、原型内を減圧して溶湯を引き込むことが一般的に行われている。

今回のスタディにおいては、細部の表現性を高める意味でも、原型内に溶湯が充満するのを助長する仕組みが欲しいと考え、鋳込んだ後に溶湯を水蒸気で加圧することを試みた。鋳型の枠上部をすっぽり被えるような蓋を作成し、内部に綿布を貼って水をしみ込ませておく。溶湯を注ぎ終えた後、素早くこの蓋をして、熱で発生した水蒸気によって圧迫する。

同様の手法は「圧迫鋳造」として、貴金属の鋳造等の小さな規模の鋳造に用いられている。

3.4 酸化物

溶解の後、ほう砂を添加してから炭素棒で攪拌し、溶湯中の酸化物を溶湯表面に浮き上がらせ取り除き、巻き込みによる不良を避ける。

工業用のフラックスを用いることも考えられたが、出荷単位が大きいなど個人では入手しにくいことから今回は採用せず、入手しやすいほう砂を採用した。

3.5 ガス放出

ガス巢の原因である溶湯に含有される水素を外気に放出するために、食塩を適量添加することとした。化学反応により、水素は塩素ガスとして溶湯より放出される。塩素ガスは有害だが、屋外空間で溶融も少量（約30kg）であるため、直接吸い込まないように留意するにとどめた。

4. 実制作報告

当日は9名の学生が参加して行われた。以下、順を追って実際の制作工程を紹介する。

4.1 原形制作

粘土やワックス等で湯道と湯口をつくり、接合する。湯口は椀状につくり、そこに溜まった溶湯が重力によって押し湯となるようにする。



図1
ワックスでつくった原型に湯口、湯道をとりつけている。



図2
しめじをそのまま原型として用いた作例。

4.2 鋳型制作

原形となるものが合成樹脂やワックス等の場合、埋没させる石膏との親和性が全くないため、界面活性材を塗布する。両者がなじみやすくなるため、両者の乖離や空気の巻き込みを防止できる。

耐火石膏は歯科技工用と同等のものを使用した。



図 3
界面活性材を表面に筆で塗布する。



図 4
原型を壊さないように石膏を注入してゆく。

4.3 焼成

コンクリートブロック等で囲いをつくり、徐々に温度を上昇させる。はじめは薪を少しだけ燃やして、段階的に増やし、1時間ほどで炭の火力に切り替わるようにした。さらに1時間ほど後に蓋をして閉ざし、2時間半火力を維持した。



図 5, 6, 7
火力を調整して温度を管理しながら焼成する。

4.4 溶解・鋳込み

溶解にあたっては、前述の通りほう砂と食塩を用いた。何も用いずに酸化物を除去していた時に比べて、排出される酸化物が多く感じられた。

一方で、溶解を始めるタイミングが早すぎ、溶湯が高温になりすぎたようである。また、溶湯のまま保持する時間が長くなるため、酸化物や含有ガスが多く発生する原因をつくってしまったことになる。

また、カマから取り出す際に損傷してしまった可能性のある鋳型も多くあり、食品用の缶を流用したものでは型枠が弱すぎることも確認された。



図 8
溶解したアルミニウム合金に食塩を添加する。

4.6 割り出し

铸込んだ後に、凝固するのを待って水で急冷する。石膏が崩壊して、铸造物を取り出すことができる。



図 11, 12
急冷した後、やっここでつかんで取り出す。



図 9
注ぎはじめは、木の棒で酸化膜を切る。不純物が混入しないように、棒は先端を燃やして炭化させたものを使う。



4.5 加圧

あらかじめ製作しておいた圧迫蓋を用いて水蒸気で加圧する。凝固が終わるまで保持しないと効果がないので、しばらく蓋をしたまま押さえ込む。



図 10
加圧の様子。溶湯が下にこぼれだしている。

5. まとめ

今回トライしたほとんどの铸造物には欠陥が見られ、総合的に満足のいく結果を得ることはできなかった。しかし、部分的にはディティエールの再現に成功しており、良好な铸肌を得る目的に重要なヒントと経験を得た。ワークショップ自体はスキルアップを最大の目標としているのだから、スタディの意義は十分にあったであろう。

3.1-5 で取り上げた事項はどれも一定の成果を挙げたと考えられる一方、铸型の損傷、焼成時間の不足、溶湯温度の過度の上昇といった問題が浮上した。早速、铸込み作業後のディスカッションにより

- 铸型を強固なものにすること。（堅牢な素材の型枠制作）
- 燃焼時間をもっと長くとること。（のぼり釜型のカマの制作もしくは電気釜の使用）
- 溶湯の温度管理をはかること。（溶解開始のタイミングの調整）

との改善点があげられた。続くワークショップを企画中であるが、このような話し合いが主体的になされたことこそ、今回のスタディの最大の成果と言わなければならない。

6. 作例



作例 1

発泡スチレンを原型に用いた作品。
欠陥はないが、左上部に見られる面状のバリは鑄型の石膏に亀裂ができたことを示している。



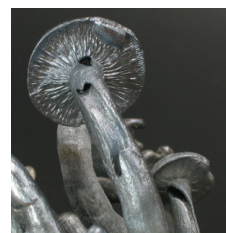
作例 2

ポリウレタンを原型に用いた作品。
欠陥部分には、原型が炭化したものが入り込んでおり、原型が燃焼するためには焼成時間が短かすぎたことをうかがわせる。



作例 3

しめじをそのまま原型に用いた作品。
欠陥部分にはあるものの、部分的に細部の表現に成功しており、今後の可能性を示唆している。



作例 3 部分



作例 4

生花を原型に用いた作品。
肉圧の花を選択したものの湯まわりしなかったと考えられる。花びらの部分の端部は丸みをもったまま凝固しており、圧力が不足したと推測される。



作例 5

生のぶどうと発泡スチレン製のトレーを原型に用いた作品。
右側にある黒い粒はアルミニウムが鑄造されたものではなく、原型が炭化したものである。この例からも焼成時間の不足が推測される。



作例 6

発泡スチレンを原型に用いた作品。表面の比較的大きな凹凸の荒れはひけ巣の現象としては激しいので、スチレンの気化・膨張による鑄型の損傷の可能性はある。



作例 7

ゴムの突起付き軍手を原型に用いた作品。比較的再現に成功しているが、これにも炭化した原型が部分的に残存していた。



作例 8

スチロール樹脂を原型に用いた作品。欠損している部分を観察すると下部から上ってきた様子があり、湯道の位置、数、バランスに問題があったことを示している。

同時にスズメバチを原型として用いたものも鑄造したが、鑄込まれていなかった。湯道との接合に問題があったものと推測される。