

# 平成21年度生体材料・歯科材料実習における 鋳造実習に関する調査

— 学生が作製した鋳造体の適合度と鋳造欠陥について —

岡田 英俊<sup>1</sup> 石田 喜紀<sup>1</sup> 龍方 一朗<sup>1</sup>  
川島 功<sup>1</sup> 小磯 和夫<sup>2</sup>

## Research on Casting Practice in Biomaterials and Dental Materials Training Class in 2009

— Fitness and Casting Defects of Casts Produced by Students —

Hidetoshi OKADA, Yoshinori ISHIDA, Ichiro RYUKATA  
Isao KAWASHIMA and Kazuo KOISO

Fitness of the student's casts to the original model and casting defects were examined. The number of the student's casts examined was 100. The discrepancies between the casts and the original model were 100  $\mu\text{m}$  or less in 3 students, 100-500  $\mu\text{m}$  in 11 students, 500-1000  $\mu\text{m}$  in 41 students, 1000-2000  $\mu\text{m}$  in 20 students, 2000-3000  $\mu\text{m}$  in 19 students, and 3000  $\mu\text{m}$  or more in 6 students. The most frequently observed defect was a blowhole, and followed by small protuberances, incomplete casting and others.

Key words : metal casting, fitness, casting defects

### 緒 言

歯科臨床において金属鋳造物による修復は現在でも用いられるケースが多く、また、国家試験やCBTにも鋳造に関連する項目から出題されることから、歯学教育において鋳造実習は必要不可欠なものと考えられる。

奥羽大学歯学部では歯科用合金による鋳造実習が第3学年の生体材料・歯科材料実習にも導入されている。鋳造は大半の学生にとって初めて行う操作であり、使用する器材、材料も多岐にわたるため履修が容易ではないと推察される<sup>1,2)</sup>。

そこで今回は、学生が作製した鋳造体の原型模型に対する適合度と鋳造欠陥を調査することにより、一連の操作過程においてより重点的に指導すべき項目が明瞭となり、教員にとっても有用であると考え検討を行った。

### 対象および方法

調査の対象は平成21年度奥羽大学歯学部第3学年100名が作製した鋳造体とした。鋳造実習の操作過程を表1に示す。操作は①～⑤となるが各過程で教員がチェックを行った。鋳造実習は表1の過程を9時間（1週3時間×3週）で行った。

受付：平成22年12月28日，受理：平成23年2月1日  
奥羽大学歯学部生体材料学講座歯科理工学分野<sup>1</sup>  
奥羽大学大学院歯学研究科<sup>2</sup>

Department of Biomaterial Science Ohu University  
School of Dentistry<sup>1</sup>  
Ohu University Graduate School of Dentistry<sup>2</sup>

表1 鑄造実習における操作手順

①	支台原型にスペーサーを付与
②	一次印象採得
③	スペーサーの撤去後に二次印象採得
④	作業用模型の作製
⑤	ワックスパターンの作製
⑥	ワックスパターンにスプルー線を植立
⑦	湯だまりの付与
⑧	円錐台にワックスパターンを植立
⑨	リングに緩衝材を裏装した後、円錐台にセット
⑩	パターンの埋没
⑪	埋没材硬化後にスプルー線を撤去
⑫	鑄型を加熱し鑄造
⑬	埋没材から取り出した後に鑄造体の観察
⑭	支台原型にて鑄造体の適合度を測定
⑮	スプルー線部位で鑄造体をカットした後に研磨

表2 鑄造実習に用いた材料

・スペーサー	パラフィンワックス
・一次印象	付加型シリコンゴム印象材 (パテタイプ)
・二次印象	付加型シリコンゴム印象材 (インジェクションタイプ)
・模型材	超硬質石膏
・ワックス分離材	界面活性剤
・パターン材	インレーワックス
・ワックス清掃材	界面活性剤
・緩衝材	セラミックファイバー系ライナー
・埋没材	急速加熱型クリストパライト埋没材
・歯科用合金	12% 金銀パラジウム合金
・フラックス	硼砂

鑄造実習には ADA 規格試験に使用する支台模型を原型として用いた (図1)。また、パターン埋没後のリングの横断面を図2に、鑄造実習に用いた材料を表2に示す。

スペーサーにはパラフィンワックスを用い、厚さは一枚分 (1 mm) とした。印象採得に関して、鑄造リングを作業台に固定したものをトレーとして用いた。ワックスアップについては、軟化圧接法、塗ろう法のいずれでも良いことにした。スプルー線には中空で直径1.5mmのものを用いた。緩衝材については予め湿潤させてから鑄造リングに裏装した (湿ライナー法)。埋没操作時にはバイブレーターを使用した。鑄型の加熱は埋没材硬化後700℃で30分間以上の係留を行うこととし、当日の実習中に鑄造を行うことにした。合金の溶

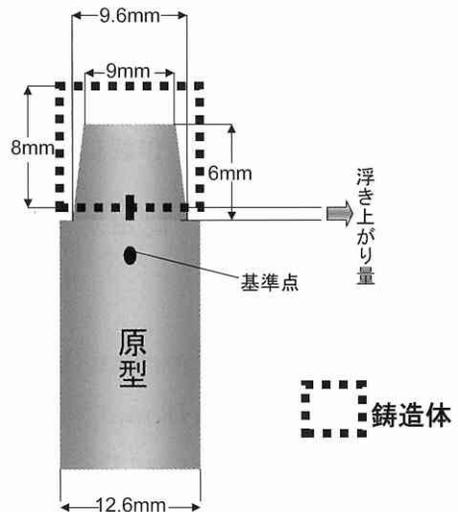


図1 支台原型および鑄造体

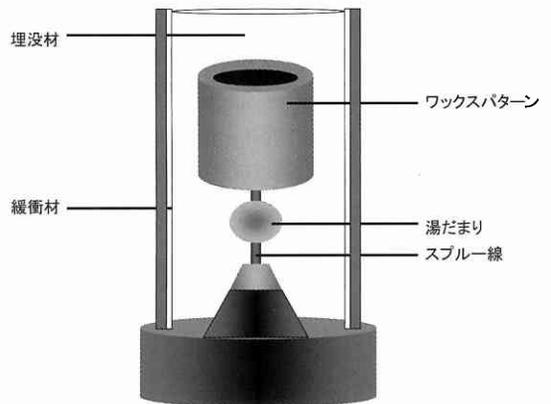


図2 埋没後における鑄造リングの断面

融は大気中でブローパイプ (都市ガス) により行い、鑄造は遠心加圧鑄造機により行った。鑄造体の浮き上がり量の測定について、基本的には測微鏡を用いることになっているが、1000 $\mu$ mよりも大きな値をとる場合には測微鏡での測定は不可であるため、ノギスによって行うことにした。

鑄造欠陥の観察に関して、1つの鑄造体において多種の欠陥が観察された場合はそれぞれ1件とカウントした。しかし、1つの鑄造体において同じ欠陥が多数認められた場合には1件としてカウントした。

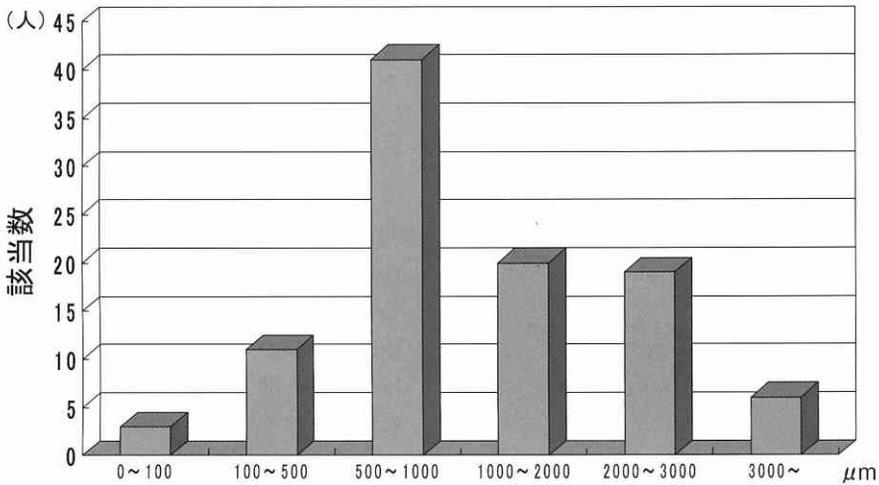


図3 浮き上がり量の測定

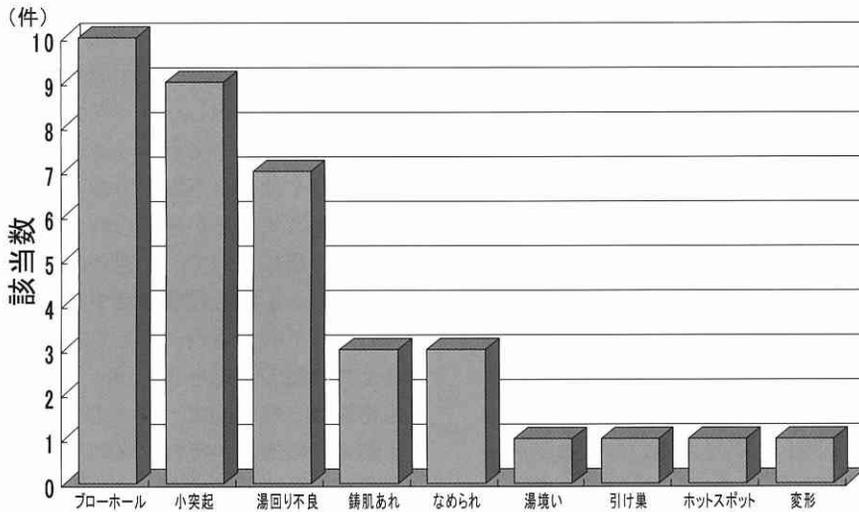


図4 鑄造欠陥の観察

## 結 果

支台原型に対する鑄造体の浮き上がり量の調査結果は図3に、鑄造欠陥の観察における調査結果は図4に示す。

鑄造体の浮き上がり量に関して、100 μm 未満が3名であり、100 μm 以上～500 μm 未満が11名、500 μm 以上～1000 μm 未満が41名、1000 μm 以上～2000 μm 未満が20名、2000 μm 以上～3000 μm 未満が19名、3000 μm 以上が6名であった。

鑄造欠陥の観察に関して、ブローホールが最も多く観察され、ついで小突起(図5)、湯回り不良などが複数観察された。

## 考 察

### 1. 鑄造体の適合性について

鑄造体の適合性に影響を及ぼす因子は印象体の変形、収縮および気泡の混入、模型材の混水比、変形および欠陥、ワックスパターンの変形、緩衝材の種類や厚さ、埋没材における混水比、鑄

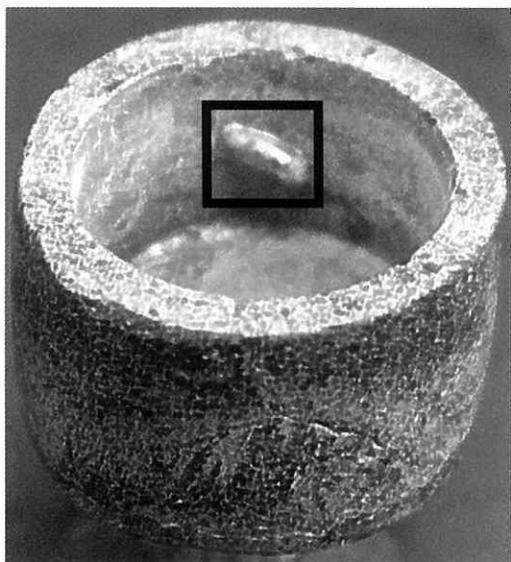


図5 鑄造体内面の突起

型の係留温度や時間、埋没材の膨張量と合金の鑄造収縮量の不均衡、鑄造欠陥の有無などが考えられる<sup>3)</sup>。クラウン形態における鑄造体の適合性について、抜去歯から調査した報告<sup>4)</sup>によると、平均で約300  $\mu\text{m}$ であったとされることから考慮しても、今回の調査結果における浮き上がり量の値は全体的に大きいと考えられた。鑄造実習において、ファーネスの温度は教員が予め作動させ700°Cに保たれてから実習を開始していたことから、鑄型の温度に関して不足あるいは過熱があったことは考えにくい。さらに12%金銀パラジウム合金の鑄造収縮率が1.5~1.7%であり、急速加熱型クリストバライト埋没材の総膨張率が1.8~2.3%であること<sup>3)</sup>を考慮すると、用いた合金と埋没材の組み合わせ自体が適合性不良に大きく影響を及ぼしていることも考えにくい。これらの因子は調査結果に影響を及ぼす因子として省けると考えられた。一方、図5に示すように内面で欠陥が生じた場合には浮き上がり量も明らかに大きくなることが考えられ、埋没操作の不手際が要因であるこのようなケースの鑄造体も複数認められた(図4)。

しかしながら、図4に示す鑄造欠陥の種類、件数と図3に示す浮き上がり量のデータから考慮す

ると、鑄造欠陥の発生件数に比較して適合性が不良となっている人数が多いと考えられた。各ステップにおいて教員のチェックがあり、表1の①~⑫において欠陥や不備が認められた場合、学生に再作製あるいは修正することを指示した。このことから、失策の確認が困難である印象体の全体的な収縮や作業用模型から撤去した後のパターンの収縮などが調査結果に大きく影響を及ぼしているのではないかと推察された。したがって、印象体から原型を撤去する際の操作やパターンを作業用模型から撤去した後の扱いなど、失策が視覚的に確認しにくい事項も鑄造体の成否に深く関連することを学生に十分理解させることが重要ではないかと考えられた。また、今回ワックスアップについては軟化圧接法、塗ろう法のいずれでも良いことにしたが、ともに操作性に関して利点欠点がある<sup>3)</sup>。適正に操作された場合にはどちらの方法においても適合性に及ぼす影響は差がないものと考えられる。しかし、ワックスアップにおけるいずれの方法においてもワックスの熔融温度が高すぎる場合や軟化が不均一であった場合は適合性に影響を及ぼすことが考えられた。

以上の点について、不適合の原因がどの段階で生じたのかをある程度特定する必要があると考えられた。その方策の一つとして、支台原型にて浮き上がり量の測定をした後、作業用模型にも鑄造体を適合させて測定、検討することにより、模型作製までの操作かそれ以降の操作で失策したのかが明瞭になるのではないかと推察された。今後は学生の習熟度あるいは理解度を向上させるために追加すべき鑄造実習項目と考えられた。

## 2. 鑄造欠陥について

鑄造欠陥において最も多くの件数が観察されたのはブローホールであった。ブローホールは合金融解時に合金が吸蔵したガスの気孔である<sup>3)</sup>。今回の実習では合金にヴァージンメタルを用いており、融解前に合金自体にガスが多く吸蔵していることは考えにくい。したがって、融解時の操作に起因する因子が大きく関連すると考えられた。考えられる因子としてはaオーバーヒート、bブローパイプ炎における還元帯以外の部位を使用しての合金の融解、cフラックス投入の忘れ、dフラッ

クスの使用量や投入タイミングの誤りなどが挙げられる。これらに関しては実習書やデモンストレーションで説明、注意している事項であるが、操作過程の理解不足や混乱などで正確に行われていないことが推察された<sup>1,2)</sup>。これらのことから、説明時あるいはデモンストレーション時に a～d の項目をより明確に指導することが重要ではないかと考えられた。

次に多く観察されたのは小突起であった。小突起は埋没材泥中の気泡によって、また、パターンの埋没材に対する親和性が不良であるときに起因する欠陥である<sup>3)</sup>。また、観察された欠陥の中に鑄肌あれ(図4)があったことも考慮すると、パターンに対するワックス清掃剤の塗布に関する事項、そして埋没材の練和操作や埋没操作に関する事項についてより精細な指導が必要と考えられた。

次に多く観察されたのは湯回り不良であった。湯回り不良は溶湯が鑄型内全てに行き渡る前に凝固し、そのため不完全な形態を示す欠陥である<sup>3)</sup>。図4にあるなめられや湯境いも湯回りの不良に起因する欠陥である。この湯回り不良においても他の鑄造欠陥と同様に、欠陥が生じた原因を特定することは困難であるが、多くは合金の融解時や鑄造操作に関する不手際によって生じる欠陥とされている<sup>3)</sup>ことから、事前の説明、注意喚起をより一層強化する必要もあることが考えられた。

鑄造実習はこれまで行ったアンケート結果から、学生の関心度が高い実習である<sup>1,2)</sup>。この利点と今回の調査結果から得られた傾向と対策を活用すれば、今後より一層の教育効果の向上を効率よく行えるのではないかと推察された。

## 結 論

鑄造実習において学生に対する指導ポイントを明瞭にするため、鑄造体の適合度と生じた鑄造欠陥を調査した。

その結果、以下の結論が得られた。

1. 支台原型に対する鑄造体の浮き上がり量は

学生100名において、100 $\mu$ m未満が3名、100 $\mu$ m以上～500 $\mu$ m未満が11名、500 $\mu$ m以上～1000 $\mu$ m未満が41名、1000 $\mu$ m以上～2000 $\mu$ m未満が20名、2000 $\mu$ m以上～3000 $\mu$ m未満が19名、3000 $\mu$ m以上が6名であった。

2. 鑄造欠陥の観察に関して、ブローホールが最も多く観察され、ついで小突起、湯回り不良、鑄肌あれ、なめられなどが観察された。

以上のことから、とくに合金の溶融や埋没操作に関する事項の注意喚起を的確に学生へ伝達することが必要であり、また、鑄造体の適合性に関しては原型だけではなく作業用模型でも浮き上がりのチェックを行い、模型作製までの操作ですでに失策が生じていたのか、あるいはそれ以降における操作の巧拙が影響を及ぼしたのかを学生自身に確認させることで、鑄造に関する理解度を向上させられるのではないかと考えられた。

## 文 献

- 1) 野口博志, 岡田英俊, 石田喜紀, 龍方一朗, 川島 功: 生体材料・歯科材料学実習に関するアンケート調査—実習内容と理解度について—, 奥羽大歯学誌 **35**; 45-50 2008.
- 2) 石田喜紀, 岡田英俊, 龍方一朗, 小磯和夫, 川島 功: 生体材料・歯科材料学実習に関するアンケート調査—実習内容と理解度について— その2—, 奥羽大歯学誌 **36**; 87-92 2009.
- 3) 鈴木一臣, 楳本貢三, 岡崎正之, 中嶌 裕, 西山典宏: 第9章. 鑄造用材料. スタンダード歯科理工学—生体材料と歯科材料— 第4版; 161-198 学建書院 東京 2009.
- 4) 向井哲雄, 金丸充徳, 星野 匠, 齊藤康之, 鈴木邦男, 長山克也: 抜去歯からみた鑄造修復物の評価 2. クラウンについて, 奥羽大歯学誌 **28**; 319-323 2001.

著者への連絡先: 岡田英俊, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部歯科理工学講座  
Reprint requests: Hidetoshi OKADA, Department of Biomaterials Science, Ohu University School of Dentistry  
31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan