

# 仏像修復の技術的工程

柳本伊左雄・菊池 伸洋

## I 緒言

身延山大学東洋文化研究所の付属施設として、仏像制作・修復室が創設されて以来、指導教授・柳本伊左雄の指導のもと、学生ともども、修復および制作技術の習得に励むとともに、より効果的な技術の工夫・開発に意を注いできた。この度、仏像制作・修復室より、初の卒業生・菊池伸洋を送り出すこととなった。菊池は、柳本の指導のもと、修復精度がより高く、かつ従来は用いられることのなかった技術の開発に取り組み、一定の成果を挙げることに成功した。その成果を、菊池は卒業論文にまとめたが、ここに紹介するのは、そのうちの特に技術的工程に関わる部分である。

仏像制作・修復室が生み出した、初の本格的、かつオリジナルな技術としてご高覧いただければ、幸いである。

## II 工程

修復にあたっては、まず十分な計画と方針を立て、さらに技術的な研究や修復対象の研究を推し進め、より高度な修復が行えるようにすることが必要である。

まず、計画段階として、修復対象を決定したい。今回、数ある中から、大きさ・破損状況などから考慮した結果、韮崎市の雲岸寺の石仏に決定した。

次に、技術的な課題として、既存の石で修復するのではなく、いかにして今までにない物で修復していくか、最良の物はないか、そして、それらは石仏の今ある雰囲気や損傷を損なうことはないか、との問題を中心に考えたところ、耐熱性・硬化性・機械的強度を併せ持つFRP（繊維強化プラスチック Fiber Reinforced Plastics）が使えないかと考えた。しかし、普通に使えばただのプラスチックになってしまい、石仏本来の石からは、かなりかけ離れた物になってしまう。そこで質感を出すにはどうしたらよいかを考え、FRPの化合物で使用するガラス繊維・ナイロン繊維の代わりに、砂

を使って見てはどうか、という意見が挙がった。それを基に、FRPを固めて強度面や材質面を考慮した結果、従来の修復方法よりもかなりの精度が出た。このようにFRPを使用することによって、修復作業の可能性の拡大やコスト面での利点などが大いに期待できる。さらに、油土による原型制作、石膏型の制作・使用によって、より自然で完成度の高い修復が可能となった。

次いで、修復方針として、従来の修復方法（新たに石を彫り直して接合する、あるいはコンクリートを盛る）では行えなかった新しい方法（FRPに砂を混ぜる）による、より自然で高精度な修復を行うこととした。破損した石仏が大量なため、今後の修復スケジュールを考えると、短時間での作業を可能にする必要があり、また、ボランティアということから、コスト面でのダウンも今回は十分に考慮する必要がある。さらには、文化財としての石仏修復を考えた場合でも、当然、修復予算は抑える必要がある。

では、石仏修復にあたっての具体的な工程表を以下に挙げ、その手順について説明していきたいと思う。

#### 準備段階

1 石仏収集 → 2 石仏の観察 → 3 修復方法の決定

#### 原型作り

4 砂の選別 → 5 油土と砂の調合 → 6 欠損部の作製

#### 石膏取り

7 土手作り → 8 土手に溝を彫る → 9 石膏盛り → 10 土手を外す →  
 11 離形剤を塗る → 12 石膏盛り → 13 合わせ目の淵を削る →  
 14 石膏割り出し → 15 油土かき出し → 16 離形剤を塗る

#### 本体作製

17 砂の選別 → 18 砂と樹脂溶液を攪拌 → 19 凝固剤を入れて攪拌 →  
 20 エロジールで硬さ調節 → 21 型に流し込む →  
 22 輪ゴムで圧をかける → 23 割り出し

仕上げ

- 24 サンダー仕上げ →
- 25 砂の選別 → 26 接合 →
- 27 総仕上げ →
- 28 色合わせ



石窟内部

工程説明

1 石仏収集の場所および環境

場所は葦崎の雲岸寺で、通称・穴観音といわれる、中世の面影を宿した石窟寺院からお借りしてきた石仏である。私は石窟に入るのは初めてだが、それほど大きくはなく、修復・補強が施されてはいるが、古くからの面持ちは十分残っていた。

この穴観音には投入堂があり、山岳信仰と関連があるものと思われる。山岳信仰は世界中で古くからみられるもので、日本では古来、山岳は神霊の住まう他界として崇められ、山麓で祭祀が行われた。その神霊は、農耕生活を守る神、もしくは祖霊と考えられた。こうした信仰は、現在も民間信仰として広く行われている。山麓での山の神祭祀は、後に神社神道へと発展していった。鎮守の森や小高い丘を背後に持つ神社のたたずまいは、山岳信仰の面影を今に伝えるものである。そうした中で、特に注目されるのは、本殿を設けず、拝殿から直接山岳を拝するいわゆる神体山信仰である。大神神社・金鑽神社・諏訪神社などは、その代表である。



投入堂

ところで、平安時代初頭、最澄が比叡山、空海が高野山を開いてからは、山岳に寺院が作られ、山岳仏教が提唱されるようになった。それにつれて、天台・真言の密教僧のうち、特に山岳において験力を修めた者は、修験者・山伏などと呼ばれた。修験者はやがて山岳修行者・役小角を開山にいただいて、修験道と呼ばれる宗教を作り上げていったのである。

近世以降は、一般庶民も講を結んで山岳に登るようになっていき、特に富士山・木曾の御嶽山・出羽三山・大嶺山・三峰山・石鎚山・英彦山などは多くの信者を集めていった。しかし、明治になると、政府が神仏分離令を発令したため、修験者は天台か真言の仏教教団に所属していった。

以上のことから考えて、石窟と山岳信仰との融合には、天台宗・真言宗が深く関係していると思われる。今回、石仏をお借りした雲岸寺も、真言宗である。

## 2 石仏の観察

石仏の観察においては、どこがどの様に壊れているのかを観察するのだが、何故に観察するのかということについては、仏像制作・修復室（以下、工房という）のコンセプトに、次のようにある。

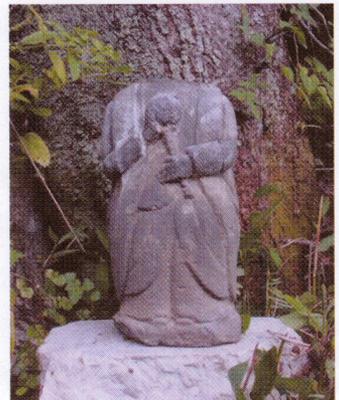
修復するのは、人為的に壊されたところをメインとし、風化したところは、今ある雰囲気を壊す恐れがあるので、基本的に手を入れない（柳本教授による）。

その石仏の破損前の写真などがあれば、さほど観察は難しくないが、それがないときは、石仏の衣紋・印・持物（じもつ）などから判断しなければならない。仏像は、如来形・菩薩形、その他、バラモン教から来た天部などの特殊なものなどがある。

如来形は、衲衣だけを身にまとい、何も装飾品をつけないのが基本である。着衣の方法は、通肩・偏袒右肩であるが、例外として、大日如来は菩薩形で表現するが、普通の菩薩以上に華麗な装飾を施すことになっている。

菩薩形は、下半身をおおう裳と、肩にかける天衣、左肩からたすき掛けにする条帛（じょうはく）をつけ、宝冠をかぶり、胸に瓔珞をつけ、耳環・頸飾・腕釧・臂釧・足釧などのアクセサリーで身を飾っている。条帛をつけない菩薩もあり、アクセサリーは必ずしも全種類つけるわけではない。

天部は、それぞれの性格によって、異なる服装をして



破損した石仏

いる。梵天・帝釈天・技芸天のように貴人の姿を主調となすもの、四天王・十二神将のように武人形とするもの、吉祥天・弁才天のような天女形と、同じ天部に属しながら、まったく違う様子をしている。しかし、いずれの天部も中国風のいでたちをしている。

仏像の区別の仕方は、おおよそ以上の通りである。これらのことを念頭において観察した結果、修復の対象となる像には、天衣・条帛・裳などが認められることから、菩薩と思われる。さらに、持物に蓮華を持っている形状などからいって、観音菩薩（聖観音）であると考えられる。故に、技儀（技術的な決まり事）からいって、宝冠などを付けてもよいが、石仏ということを考慮して、マゲ程度が最良だと思われる。

### 3 修復方法の決定

修復方法においては、石・コンクリートを用いる技法がある。石を用いた修復だと、本体が風化しているのに、修復箇所の石が新しすぎて違和感が生じてしまう。コンクリートを用いた場合、コンクリートは雨に弱く、風雨にさらすとすぐに修復精度が下がってしまう。そのため、どちらの技法を用いても質感が違い、元々ある雰囲気を損なうため、修復方針に則って、質感を合わせやすい技法を使用する。それには、前に述べたようにFRPを用いるのだが、それだけだと、ただのプラスチックになってしまうので、砂とプラスチック樹脂とを混ぜ合わせる技法を用いる。これにより、質感を石に近いものとし、本来の雰囲気を最大限活かすことができる。

### 4 砂の選別

修復方法が、欠損部分の型を作り、それにプラスチック樹脂を流し込むというやり方であるから、型の時点で石の質感を出しておかなければならない。そのために、欠損部分を作製する油土（油粘土）に砂を混ぜて質感を出すのだが、これは修復する石仏によって材質が様々あるから、砂の選別は、より自然に仕上げるために必要な工程である。

篩にかけて粒子を分け、大きさの違う砂を混ぜるなどして、限りなく本体に近い砂を探さないとならない。砂は、近くの河原や山に、柳本教授と工房の学生とが何度か

足を運んで採集した。また、市販されている砂も使用した。現段階では、マニュアルが作れるほどの研究成果はないが、もう数体修復することによって、成果が出ることを期待したい。

## 5 油土と砂の調合

欠損部分の原型を油土で制作するため、修復する石仏に合わせて、石の凹凸感の見た目、質感が近くなるまで、油土に砂を混ぜ合わせていく。

## 6 欠損部の作製

工程2の石仏の観察で、修復対象を観音菩薩であると判断したが、その形となるように、欠損(頭)部の作製に入る。本体に砂と混ぜ合わせた油



原型作り a



原型作り b



原型作り c

土を粗付けして、中心線を出し、粘土ベラ・竹ベラ・指などで型取って行く。何種類ものへらを使用するのは、金属ベラだけでは、緩やかな曲線などを表しにくいからで、そのため、竹ベラや指を使用する。なお、この際、参考になるような観音菩薩像の写真を調べて、石仏全体の雰囲気合うものを選び出した。

## 7 土手作り

原型を作り終わったら、型を崩さないように本体からきれいに外す。後頭部を下にして台に置くが、その際、後頭部の形が崩れないように、粘土を枕にする。次に、原型の周りに色の違う油土で土手を作る。土手の高さは、原型のほぼ半分の高さにする。



土手作り

## 8 土手に溝を掘る

溝を掘る理由は、後の工程でプラスチック樹脂を流し込んだときに、型の合わせ目と合わせ目とがずれないようにするためである。溝は丸刀で彫っていく。今回は溝を一周線状に彫ってあるが、大きさによっては、線状と突起状のものを作る。

## 9 石膏盛り

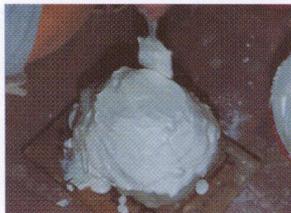
石膏は、水を加えて使うが、このときの石膏と水との比率は1：1である。石膏の固まり具合は、20分～30分ぐらい(発熱し、冷めるまで)であるが、季節・天候によって若干時間に誤差が出る場合は、石膏と水を攪拌するときに石膏の量で微調整する。ここで大事なのは、石膏と水を攪拌する際にダマが出来ないようにするため、石膏を篩にかけるように少しずつ水に入れていくことである。石膏を盛るときには、必ず全体に石膏が掛かるようにする。さらに後半は、石膏が固まりだしたら、ヘラで形を整える。



石膏盛り a



石膏盛り b



石膏盛り c

## 10 土手を外す

石膏が乾いたら、工程7の土手作りで作った土手を外す。外したら、淵の垂れた石膏を削り取り、いびつな所は、後で困らないよう、溝のオスを壊さないように削って、合わせ目を平らにしておく。

### 11 離形剤を塗る

離形剤を塗る理由としては、この後の工程に出てくる割り出しのときに、石膏同士がくっつき、離れなくなってしまうようにするためである。また、ここで注意しなければならないのは、油性の離形剤を使用することである。水性の離形剤だと、石膏が吸収してしまうので、離形剤の意味がない。



離形剤塗装後

### 12 石膏盛り

この説明は、工程9の石膏盛りと同じであるから、省略する。

### 13 合わせ目の淵を削る

石膏の合わせ目が分からなくなるから、石膏が固まり次第、垂れている所を鑿(のみ)で削る。このとき、離形済の線が出るくらいまで削る。こうすることによって、次の工程時に仕事をしやすくなる。



淵削り

### 14 石膏割り出し

石膏の合わせ目に沿って、粘土ベラやマイナスドライバーなどを使ってこじ開ける。このときに、溝堀で作ったオス・メスの溝を壊さないように、慎重にこじ開ける。



割り出し

### 15 油土かき出し

こじ開けた石膏の中の原型をかき出し、隅に残っている油土を、竹ペラ・竹串などを使って隅々まできれいにかき出す。きれいに油土をかき出しておかないと、砂の質感などの精度が落ちてしまうので、ここは大事なところである。



油土かき出し a



油土かき出し b



油土かき出し c

### 16 離型剤を塗る

工程11では、石膏の淵だけに離型剤を塗ったが、ここでは全体に塗る。その際の注意点は、行程11と基本的には同じであるが、全体に塗る理由としては、割り出しのとき、樹脂が型から外れやすくするためである。

### 17 砂の選別

石仏本体の色・質感をふまえて、プラスチック樹脂と混ぜ合わせるための砂を選別する。プラスチック樹脂は、水・油・塩との相性が悪いため、海の砂や湿った砂は適していない。今回、使用した砂は、富士川の採石場から譲っていただいたもので、川砂のため塩分は含まれていない。樹脂と混ぜるのに適した砂である。また、水分を飛ばすために、砂は事前に炒っておいた。

### 18 砂と樹脂溶液を攪拌

塗料用の容器に、砂と同量の樹脂溶液（FRP）を入れ、攪拌棒でよく攪拌する。樹脂溶液の臭いはかなりきつく、有害性ありと表示されているから、丁寧かつ迅速に作業を行わなければならない。

この際、防毒マスクを装着しないと、人体に悪影響を及ぼす可能性が非常に高いので、ここからの作業は、防毒マスクが必要になる。因みに、柳本教授に防毒マスクを装着しないままで作業を行うとどうなるかを伺った。



撈拌中

防毒マスクを装着しないで作業をする

と、足元がおぼつかなくなったり、頭が痛くなったりする。

したがって、工房で石仏修復を行う学生には、防毒マスクの装着が義務付けられている。

### 19 凝固剤を入れて撈拌

よく撈拌された砂と樹脂溶液(樹脂混合物)に適量の凝固材を入れ、全体へ馴染むように再び撈拌する。

樹脂の製造元の日立化成工業に問い合わせたところ、樹脂硬化時間は、24時間後が一番硬く、固まれば、塩酸・硫酸をかけても変形することはない、という。今回は使用していないが、気温が低い場合は、

凝固時間が掛かるため、促進剤を入れる。コバルトやアニリンが促進剤として使われるが、これは、プラスチック樹脂100gに対し、0.5gの量である。気温との関係で、暑いときは凝固時間が早まるため、夏の使用には適さない。



凝固剤化合

### 20 エロジールで硬さ調節

エロジール(ダレ止め)という粉末を用いる。硬さは、硬すぎず、緩すぎずというか、言葉で表現するのは難しいが、大体、型に流し込むときに流れてしまうことがないくらいに調節する。



固さ調節

## 21 型に流し込む

樹脂混合物の硬さ調節が済んだら、いよいよ二つの型へ流し込む。このとき、隅々まで入るように、ハケ・竹ベラを用いる。また、このとき、全体的に詰め過ぎると、合わせるときに剥がれ落ちる可能性が高く、強度が弱くなるため、注意を要する。反対に薄すぎても、うまく二つが付かないまま、剥がれ落ちてしまい、穴があきやすくなる。これもまた強度がない。ここで気をつけなければならないのは、型の淵沿いは樹脂混合物を均等に盛り、さらにエロジールで硬さを調節しながら、形を整えていくことである。均等にして張り合わせたほうが、強度は高い。



型に流し込む

## 22 輪ゴムで圧をかける

型を合わせて、輪ゴムで圧をかけるのだが、型を合わせる時、流し込んだ樹脂混合物が型から剥がれ落ちないように、少し固まってから合わせ、顔や衣紋などの細かい模様がある場合は、その方の型を下にして、接着面全体に輪ゴムで圧をかける。細部の模様がある方を下にする理由は、剥がれ落ちることがないようにするためで、たとえ上部が剥がれ落ちたとしても、模様がない方は後で直しやすいからである。少し固まったといっても、ゆすったりすれば、当然、樹脂混合物は落ちたり、ずれたりするので、極力無理な力がかからないようにしながら合わせて行く。



型を合わせる a



型を合わせる b



型を合わせる c



型を合わせる d

## 23 割り出し

一日から二日置いて、樹脂混合物が固まったのを見計らってから、割り出しに入る。割り出し方は、行程14と同じであるが、石膏の型はもう必要ないので、うまく割り出せないときは、ゲンノウで叩いて割り出す。



割り出し a



割り出し b



割り出し c

## 24 サンダー仕上げ

割り出された樹脂混合物のバリをサンダーで削り落とす。削り落としているとき、かなりの粉塵が出るので、吸い込まないようにするため、防毒マスクは必ず装着しなければならない。また、上手く接着していなかったり、陥没していたりした場合は、サンダーをかける前に、樹脂混合物を作って盛りながら手直した後、サンダーをかける。



サンダーがけ

## 25 砂の選別

作業工程もいよいよ大詰めに入り、本体との接合に入るが、接合に使用する接着剤は、やはりFRPを使用するのが妥当である。しかし、これ単体では、接着力が低いので、樹脂混合物を作る。ここで作る樹脂混合物の砂は、粒子の極めて細かいものを使用する。

26 接合

粒子の細かい樹脂混合物を接着剤として接合する。接着面に隙間がないよう、盛るように埋め込む。この際、接着面から樹脂混合物がはみ出してきたら、拭き取るようにする。拭き取らずにそのままにしておくと、本体に流れ落ち、固まって汚してしまうからである。そして、太い輪ゴムを使って、圧をかける。



接合 a



接合 b



接合 c



接合 d

27 総仕上げ

本体との接合部にサンダーをかける。全体のバランスを見ながら、サンダーをかけたり、樹脂混合物で修正したりして仕上げる。



総仕上げ

## 28 色合わせ

石の質感に近い砂を用いているが、同じ色を出すのは難しいので、最後に石仏の持っている雰囲気を損なわないような色に合わせる。最後に色合わせをするのではなく、最初から色を合わせることができないかと思うが、現段階では難しい。混合する塗料によっては、紫外線による劣化の問題も解決できる。紫外線による劣化を防ぐため、樹脂の中に、樹脂と同じ材料でできた塗料（ガラスファイバー粉末）をまぜると、紫外線に一番強いことが、実験で判っている。

確かに、始めから色を混ぜて、石仏の色に似せて作ることもできるが、この方法では、乾いた時に色が薄くなる。薄くなることを計算して、樹脂に塗料を混ぜることは困難である。したがって、最後に色を合わせたほうが効率的である。残念ながら、あらかじめ計算して樹脂に塗料を合わせられる経験が、現段階の自分にはない。であるから、最後に色を合わせるほうが、効果的かつ効率的であると判断した次第である。



色合わせ a



色合わせ b



色合わせ c

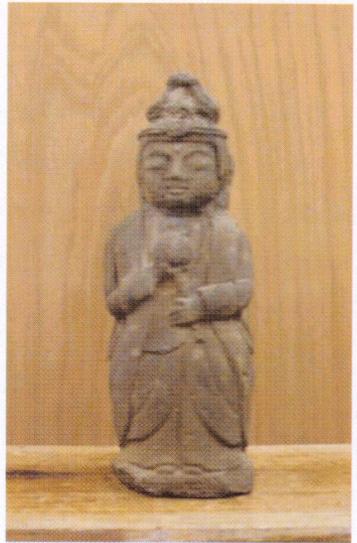


色合わせ d

以上の工程で、石仏修復は完了である。一目見ただけでは、どこを修復したか判断し難いくらいの修復精度が出ていると思う。

なお、以上の工程内で、工程17～23の、樹脂による欠損部作製を通して、新たなことが解った。砂の選別時に鍋で炒って砂の水分を飛ばしていたが、水分を飛ばさずに樹脂と攪拌して、同じ手順で欠損部を作製したところ、なかなか乾かず、手で擦るだけで剥離してしまった。始めは少し戸惑ったが、とりあえず乾くまで天日で一週間近く干したところ、きちんと乾いてくれた。ボソボソとしていて、かなり風化した感じになってでき上がった。

この方法は、石仏本体がかなり風化していたとしても、それに合わせた修復が可能だということを知らせてくれる。このことから、FRPを用いた修復技法も、使い分けることによって、クオリティを高めることができる、ということが解ったのである。ただし、工程17の砂の選別のところで述べた、塩との相性が悪いということについてだが、塩水の中にFRPの練った物を入れると剥離しやすいことから、塩分を含んだ砂（海の砂）は使用には適さない。コンクリートと同じく、塩分の含まれていない砂、もしくは洗い砂が望ましい。さらに、工程26でみた、接着剤として使う樹脂混合物を作る場合の砂は、必ず鍋で炒った水分のない砂を使わないと、接着効果が低下するので、気をつけなければならない。



修復完了



水分を含んだ場合

### Ⅲ 今後の課題

今回の石仏修復で取り扱ったFRPは、紫外線に直接さらされた場合、表面的な劣化は避けられないものの、内部の劣化は抑えることができる。また、一般的に石は、風雨によるいわゆる風化には極めて弱い、FRPは、風化には非常に強い。したがって、FRPによる修復を行った場合、いかにして修復箇所を他の部分と同じように風化させるか、という問題が生じてくる。すなわち、修復箇所と現存の部分との間に、風化・劣化速度の大きなズレが生じてくるものと考えられるのである。可能性としては、修復部分だけが残ってしまうことも考えられるが、この点については、今後の研究課題としていきたいと思う。

なお、今回の修復対象となった、文化文政時代の、文化的価値がそれほど高くはないと思われがちな仏像についても、修復可能であるならば、直していかなければならない。それらを直して保存していけば、その時代のものを後世に伝え残すことができるからである。逆にいえば、それらを修復せずに放置しておいたり、新しいものに作り変えるだけでは、その時代のものが消えて忘れ去られてしまう、ということだ。

修復せずに新しい物を作っていただくだけでは、仏像を作る技術は向上するが、修復技術は衰退していく。多様な修復技法が存在している今、その技術のすべてを習得するのは、とてつもなく大変なことである。しかし、今日の工業技術などには、修復に有効なものも存在するから、従来の修復技法だけにこだわるならば、進歩はありえない。そうした有効な工業技術を活用していくことも、必要なのである。古来の技法と新しい技術との融合。これが、私たちに課された本質的な課題であるといえよう。