

3D 프린터를 이용한 ‘석고 몰드 캐스팅’ 사례에 관한 연구 - 실용도자공예를 중심으로

방창현
경희대학교 도예학과 조교수

A Study on the Case of ‘Plaster Mold Casting’ using 3D Printer - Focused on Ceramic Craft for Use

Chang-Hyun Bang
Assistant Professor, Department of Ceramic Art, Kyunghee University

요약 20세기 후반에 등장한 3D 프린터는 21세기에 들어와 4차 산업혁명의 핵심 분야로 자리매김하고 있다. 메이커 운동의 핵심 장비이자 21세기 새로운 가내수공업의 시발점인 3D 프린터는 여전히 낮은 출력 속도와 한정된 필라멘트 재료로 대량생산의 한계를 드러내고 있지만, 최근 도자 공예가들의 3D 프린터 사용은 기하급수적으로 늘고 있다. 하지만 과거 공예사에서 지난하게 반복되어 온 공예의 경전과 새로운 기술과의 불협화음을 타계하는 방법의 일환으로 본 연구는 3D 프린터를 이용하는 ‘석고 캐스팅’ 기법에 주목했다. 이에 세계 도자 공예분야에서 활발히 석고 기법을 개발해 작가만의 디자인에 적용하고 있는 도예가 토니 한센, 위베 반 간스베크, 제이드 크롬프톤, 류희도의 캐스팅 기법을 분석한 후 효과적인 3D 모델링 방법과 3D 프린터를 이용하는 최적의 슬립 캐스팅 방법의 사례를 제시함으로써 3D 프린터와 공예의 융합을 위한 접점을 찾고자 했다.

주제어 : 융합, 3D 프린터, 석고 캐스팅, 도자공예, 산업 디자인

Abstract 3D printers, which emerged in the late 20th century, have become a key part of the fourth industrial revolution in the 21st century. Although 3D printers, the key equipment of the maker movement and the starting point of the new cottage industry in the 21st century, still reveal the limitations of mass production with low output speed and limited filament materials, the use of 3D printers by ceramic craftsmen has recently increased exponentially. However, as part of a way to overcome the discord between craftsmanship and the new technology, which has been repeated over and over in the past in craft history, the study focused on the ‘plaster mold casting’ technique using 3D printers. Therefore, after analyzing casting techniques of Tony Hansen, Webe van Gansbeck, Jade Crompton, and Ryu Hee-do, the potters who actively developed gypsum techniques in the world’s ceramic crafts field and applied them to their own designs, I tried to find the point of convergence between 3D printers and ceramic crafts by presenting examples of effective 3D modeling methods and optimal slip casting methods using 3D printers.

Key Words : Convergence, 3D Printer, Plaster Mold Casting, Ceramic Craft, Industrial Design

*Corresponding Author : Chang-Hyun Bang(happypig73@gmail.com)

Received January 11, 2021
Accepted March 20, 2021

Revised February 15, 2021
Published March 28, 2021

1. 서론

1.1 연구 배경과 목적

20세기 후반에 상용화되기 시작한 3D 프린터는 사물 인터넷(IoT, Internet of Thing), 인공지능(AI, Artificial Intelligence)과 함께 21세기 4차 산업혁명의 핵심 산업으로 주목받고 있다. 무엇보다 2009년 스트라타시스(Stratasys)가 보유한 FDM(Fused Deposition Modeling, 압출적층방식)의 특허가 만료됨에 따라 저가 프린터 시장과 개인용 프린터 시장이 급속하게 확대되고 있다. 또한 FDM 방식에서 주로 쓰이는 플라스틱 필라멘트(Filament)는 금속, 세라믹과 같은 다양한 재료로 대체되고 있어 3D프린터 시장의 전망은 시간이 갈수록 더 좋아질 것으로 예상된다. 미국 시장 조사기관 마켓앤마켓(Marketsandmarkets)은 2021년 3D 프린터 시장의 규모가 2천백만 달러 규모로 성장할 것으로 예견했다.

하지만 도자공예 분야에서 3D 프린터의 수용은 다른 예술과 디자인 분야처럼 적극적이지 못했다. 그것은 공예 비평가 홍지수가 언급한 것처럼 “장인(匠人)이라는 개념의 재규정[1]”을 요구할 만큼 공예의 근본인 장인정신과 대치되는 면이 있기 때문이다. 공예와 기계기술의 불협화음은 비단 21세기 3D 프린터 시대뿐만 아니라 19세기 영국의 디자이너이자 시인인 윌리엄 모리스(William Morris)가 주도한 미술공예운동(Art and Craft Movement), 20세기 전반 독일의 바우하우스(Bauhaus)와 일본의 민예운동 등에서 보여지듯이 공시적이지 통시적 현상이었다. 하지만 이러한 공예 담론과는 상관없이 최근 몇 년 사이에 3D 프린터를 이용하는 도예가들의 수는 전 세계적으로 급증하고 있다. 무엇보다 개인 도자 공방에서 석고 캐스팅용 원형제작을 위한 3D 프린터의 수요는 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 이것은 기존의 수작업 방식으로 원형을 만드는 어려움을 퓨전 360(Fusion 360)이나 라이노(Rhino)와 같은 모델링 프로그램과 3D 프린터를 통해서 수월하게 해결할 수 있기 때문이다. 본 논문의 목적은 3D 프린터로 만든 원형을 이용해서 석고 캐스팅을 하는 21세기 도예가들의 석고 캐스팅 방법의 다양한 사례들을 연구함으로써 새로운 기술(3D 프린터)와 도자공예의 융합을 위한 접점을 찾고자 한다.

1.2 연구 내용과 방법

연구내용은 서론에서는 연구배경과 목적, 연구내용과 방법을 밝히고, 첫 번째 본문에서는 영국의 웨지우드 공

방, 미술공예운동, 바우하우스의 역사를 통해 기술과 공예의 충돌과 융합이라는 지난한 역사를 다시 조명하고자 한다. 그리고 3D 프린터와 도자 공예의 융합이 석고 캐스팅 기법을 통해 가능할 수 있음을 입증하고자 한다. 두 번째 본문에서는 세계 도자 공예분야에서 3D 프린터를 이용하여 새로운 석고 기법을 개발해 작가만의 디자인에 적용하고 있는 미국의 도예가 토니 한센(Tony Hansen), 벨기에 디자이너 위베 반 간스베크(Wiebe Van Gansbeke), 영국의 도예가 제이드 크롬프톤(Jade Crompton), 한국의 도예가 류희도의 캐스팅 기법을 분석하고, 석고 캐스팅을 하기 위한 효율적인 3D 모델링 방법과 다양한 피스(Piece)로 석고 캐스팅하는 사례를 연구하고자 한다. 결론에서는 앞의 연구내용을 요약하고, 21세기 3D 프린터를 이용하는 도자 공예가들의 의미를 밝히고자 한다.

연구방법은 혼(T. J. Horn)과 해리슨(O. A. Harrysson)의 『Overview of current additive manufacturing technologies and selected applications』, 에이드리언 포티(Adrian Forty)의 『Objects of Desire and Society Since 1750』를 중심으로 문헌연구를 하고, 실증적 사례를 위한 분석대상 작가는 21세기 세계 도예작가 아카이브즈(archives)인 artaxis.org, 세계적인 디지털 디자인 잡지 designboom, 페이스북의 도예가들 중에서 석고 캐스팅을 위해 3D 프린터로 원형을 제작하는 작가들을 선정했다. 작가 선정 기준은 석고 캐스팅을 하기 위한 가장 효율적인 3D 모델링과 캐스팅 방법에 주안점을 두었다.

2. 3D 프린터와 도자공예

2.1 21세기 기술과 공예의 새로운 융합: 3D 프린터와 모델러(Modeller)

21세기가 시작된 지 20년이 지난 지금 다시 공예와 기술의 충돌과 융합을 이야기하는 것은 진부할 수 있다. 무엇보다 이런 담론이 일어나는 시기에 늘상 반복되어 온 “손으로 만든 물건[2]”이라는 공예의 정의는 기술의 발전과 대립되어 온 지난한 역사적 상흔마저 배태되어 있어 보인다.

주지하다시피 19세기 영국의 미술공예운동(Arts and Crafts Movement)을 주도했던 존 러스킨(John Ruskin)과 윌리엄 모리스는 기계에 의한 조잡한 물건의 대량 생산하던 현실에 반발해 예술을 담보로 하는 수공

예적 가치를 진정한 아름다움의 기준이라 생각했다. 중세의 길드(Guild)제도를 그리워하며 기계가 아닌 장인의 손으로 만든 물건만이 가치를 지닌다고 생각했던 낭만적 복고주의자였던 그들에게 산업혁명으로 촉발된 '기술'의 진보는 그들의 이념을 한순간에 무너뜨릴 만큼 위협적이었다. 그리고 미술공예운동이 끝난 지 100여 년이 지난 20세기 전반 바우하우스 시대의 비약적인 기술의 발전은 또 한 번 공예 분야에 큰 파고를 일으켰다.

바이마르 바우하우스(1919-1925)의 초대 교장 발터 그로피우스(Walter Gropius)는 윌리엄 모리스가 이상화했던 중세 공방 시스템을 도입한 후, 그보다 한 단계 더 나아가 “미술가를 지위가 상승된 공예가[3]”로 여기면서, 서로 간의 계급적 구분을 없애고자 했다. 이때까지는 보수적인 사회의 흐름 속에서 공예적 예술이라는 다소 온건한 교육 이념을 지향했던 그로피우스는 바이마르 공화국이 심각한 재정난에 빠지자 학생들에게 사회적 참여를 독려하고 디자인과 산업을 연계해서 학교에서 수입원을 창출하려고 했다[3]. 무엇보다 자신과 교육이념에 대해 대립각을 세웠던 요하네스 이텐(Johannes Itten)이 1923년 사임한 후에, 그로피우스는 예술과 기술의 통합을 통한 대량생산을 강조하게 되었다. 당시 공예와 기술의 공통분모를 찾아 융합한다는 것은 공예분야에서 그리 쉬운 일은 아니었다. 하지만 바우하우스의 도자공방은 18세기 영국 웨지우드공방에서 개발한 석고 캐스팅 기법을 활용해서 바우하우스가 지향했던 “예술과 기술의 융합이라는 이념을 현실화할 수 있는 가장 실천적인 분야[4]”가 되었다.

본 논문에서 제기하는 문제의식은 “21세기 도자 공예의 가치는 과거의 정전(正典, Canon)으로부터 벗어나 새로운 패러다임(새로운 기술)을 수용해야 하는가?”, 아니면 “여전히 정전의 가치를 지키면서 공예의 순수성을 옹호해야 하는가?”라는 물음에서 시작되었다. 다시 말하면, 21세기 도자 공예가들에게 3D 프린터의 효용성이 장인정신이라는 공예의 정전을 훼손하는지에 대한 의문이라 할 수 있다. 이러한 지난한 질문에 대한 해답은 에이드리언 포티의 『Objects of Desire and Society Since 1750』에서 발견할 수 있다.

“웨지우드에게 모델러가 꼭 필요했던 이유가 단지 작업 과정의 분화 때문만은 아니었다..... 결국 웨지우드는 도자 산업계 밖에서 미술가를 데려와 원형 작업을 맡기는 것으로 문제를 해결한다[5].”

위의 문장은 18세기 웨지우드 공장에서 공예품의 원형을 만드는 모델러(Modeller)의 가치에 대해서 이야기하고 있다. 이들의 능력은 매우 탁월해서 공장에서 가장 높은 임금을 받았다. 원형 제작자들은 균일한 결과물을 얻을 수 있도록 석고 캐스팅 방법을 주로 이용했고, 이러한 방식은 개별적인 차이와 다양성을 소멸시키면서 디자인 생산과정의 시발점이 되었다. 하지만 본 논문에서 주목하는 것은 비록 작가의 개성이 다른 예술품과는 거리가 있지만 웨지우드 공장의 장인들은 공예의 정전을 따르면서 새로운 기술(석고 캐스팅, 유약, 소지)을 발전시켰다는 점이다. 이러한 사례는 20세기 전반 바우하우스가 예술과 기술의 융합, 즉 디자인이라는 분야가 성립될 수 있는 초석을 다진 것이기도 했지만 동시에 공방도자의 탄생을 예고한 것이기도 했다. 바우하우스 시절에도 원형 제작자들의 가치는 매우 높아 수요를 따라가지 못했다. 이처럼 석고 캐스팅을 하기 위해 원형을 만드는 일은 언제나 공방 도예가들에게 기술적으로 도전적이며, 때로는 위탁 생산을 해야 할 만큼 많은 비용이 소요되는 일이기도 했다. 하지만 21세기에 3D 프린터가 본격적으로 대중화되고 3D 프린터의 기능이 더욱 향상되면서, 원형을 만들거나 나아가 석고 캐스팅의 난제를 해결해온 도자 공방작가들이 많이 등장하고 있다. 이에 보고는 이들의 사례를 분석함으로써 21세기 도자 공예와 새로운 기술의 융합이 가지는 의미와 특징을 연구하고자 한다.

2.2 3D 프린터의 발전과 21세기 도자공예에 미치는 영향

3D 프린터가 이론적으로 처음으로 등장한 것은 1981년 일본 나고야시 공업연구소 연구원이었던 히데오 코다마의 논문을 통해서였지만, 그의 노력은 상용화에는 이르지 못했다. 실제 오늘날의 3D 프린터와 가장 유사한 형태로 상용화가 된 것은 1986년 미국 출신의 척 헐(Chuck Hull)을 통해서였다. 척 헐은 광경화수지조형(Stereolithography)이라는 새로운 방식을 개발했는데, 감광성 수지(레진, Resin)에 레이저 빔을 쏘아 고체화시키는 방식으로 훗날 SLA(Stereolithography apparatus)라고 불린 즉석에서 원형을 만들 수 있는 획기적인 발명이었다[6].

1989년 스콧 크럼프(S. Scott Crump)와 그의 아내 리사 크럼프(Lisa Crump)에 의해 창립된 스트라타시스(Stratasys)는 1991년 FDM(Fused deposition Modelling)방식의 프린터를 생산했다. 현재 세계적으로

가장 대중화된 이 방식은 뜨거운 노즐(Nozzle)을 이용해서 필라멘트(Filament)를 녹여 적층하는 방식으로 다양한 재료의 사용과 저렴한 가격이 장점이지만[7], 필라멘트가 무너지는 것을 막기 위해 사용되는 지지대(support)와 느린 제작 속도는 앞으로도 계속 보완해야 할 단점으로 여겨진다. 하지만 도자공예에서 주목할 부분은 FDM 방식을 이용해서 기존의 플라스틱 필라멘트 대신 흙물(Slip)을 이용해서 작품을 만드는 엠레 칸(Emre Can), 조나단 킵(Jonathan Keep), 올리비에 반 헤르프(Olivier Van Herpt)와 같은 도예가들이 2010년 이후로 많이 등장하고 있다. 이들의 작업 방식은 도자의 전통 재료에서 벗어나거나(엠레 칸), “현대미술의 알레고리 전략[8]”을 이용하거나(올리비에 반 헤르프), 컴퓨터의 코드(Code)와 3D 프린터의 기계 메커니즘을 이용해서 “흙이 지니고 있는 태고의 시간을 소환하는 방식[9]”(조나단 킵)이 주를 이룬다.

1992년에는 DTM사에서 ‘선택적 레이저 소결방식(SLA, Slective Laser Sintering)’을 개발했는데, 이방식은 3D 프린트 내 베드(Bed) 위에 있는 분말에 레이저를 쏘아 응고시키는 독특한 방식이라 할 수 있다. FDM방식과 달리 서포트가 필요없기 때문에 결과적으로 표면의 완성도가 매우 높은 것이 특징이라 할 수 있다.

플라스틱 필라멘트를 이용하는 FDM방식으로 도자공예 작품을 만든다는 것은 무엇보다 ‘재료’의 가치와 미디어(Media)의 개념적인 면에서 공예의 영역을 벗어나는 일이라 할 수 있다.¹⁾ 또한 공예비평가 하워드 리사티(Howard Risatti)가 언급한 “예술공예(순수공예, Fine Craft)”²⁾의 정의에서도 벗어난다고 할 수 있다. 그러므로 최정화의 논문 「3D 프린팅 기술을 융합한 도자디자인 사례 연구」³⁾에서 “도자예술 역시 디지털 기술인 3D 프린팅 기술을 융합하여 형태나 재료적인 면에서 새로운 발상의 패러다임으로 발전[10]”한다는 말은 도자공예가 3D 프린팅이라는 기술과 융합해서 공예에서 예술의 영역으로 확장된다는 오해의 소지를 남긴다. 또한 흙물을

이용해서 인간의 손이 아닌 기계가 작품을 만드는 엠레 칸, 조나단 킵, 올리비에 반 헤르프의 방식도 공예의 확장이라기보다는 현대미술의 참조적 방식에 더욱 가까워 보인다. 이러한 현상은 표면적으로 보기에는 21세기 도자공예 분야에서 새롭고 바람직한 현상으로 보여질 수 있지만, 공예 비평가 김주현과 홍지수의 논문 「뱃칼프의 분리주의 ‘공예’ 개념」과 「3D 프린터를 이용한 도자공예 제작에 관한 연구」에서 밝힌 것처럼 공예의 탈경전화가 과연 공예인가라는 논란을 야기시키는 것이다.⁴⁾ 그래서 영국의 마이클 에덴(Michael Eden)은 초기에 천착했던 도자공예 작업에서 벗어나 SLA 방식의 3D프린터로 작품을 만들기 시작하면서 스스로를 ‘도예가’라는 말보다 ‘메이커(Maker)’라고 지칭하고 있는 것이다.

이러한 환경 속에서 본고는 쓰임을 바탕으로 하고 공예의 경전을 따르면서 디자인과 순수예술에도 흡수되지 않는 순수한 실용도자공예에서 작품의 원형을 만드는 단점을 보완하기 위해 3D 프린터를 사용하는 도예가들을 중심으로 방법론을 분석하고자 한다.

3. 3D 프린터를 이용한 석고캐스팅 기법의 사례 분석

3D 프린터로 원형을 뽑아내는데 가장 많이 쓰이는 컴퓨터 모델링 프로그램은 미국 오토데스크사(Autodesk)의 Fusion 360, McNee사의 라이노(Rhino), 다살트 시스템즈(Dassault Systemes)에서 제공하는 3D CAD/CAE/CAM/PDM 통합 솔루션인 솔리드웍스(SOLIDWORKS) 등이 있다. 이 중에서 Fusion 360은 클라우드(Cloud) 환경에서 이용이 가능하며, 라이노와 솔리드웍스의 장점들이 복합적으로 결합되어 최근 3D 프린터를 사용하는 도예가들이 많이 사용한다.

다음은 세계 도예작가 아카이브즈인 artaxis.org과 c-File, 그리고 SNS 공예 디자인 플랫폼인 designboom에서 3D 프린터를 이용해서 새로운 석고 캐스팅 방식을 개발하고 있는 도예가들의 차별화된 기법을 연구 조사한

1) “도자 조각가들이 간과하고 있는 도자와 흙이 지니고 있는 미디어(매체, media)를 통해 전달되는 서사가 작품의 주제에 혼선을 만든다[11].”

2) 공예비평가 하워드 리사티는 순수미술을 흉내내는 도자공예가 스스로 공예를 사라지게 하는 모순에 처할 수 있음을 언급했다 [12].

3) 저자는 이 논문에서 도자 디자인, 도자 공예, 도자 예술의 용어적 정의와 배경에 대한 개별적인 이해없이 모두 ‘도자 조형’이라는 보편적 개념으로 접근하고 있다.

4) “만일 공예가 관습적으로 경전의 규칙만을 따른다면 공예는 열등한 것으로 남는다. 다른 한편으로 공예가 이에 저항하며 탈경전화(decannization)를 추구한다면, 그럼에도 공예는 여전히 열등하다. 왜냐하면 창조적인 탈경전화를 추구한 것은 더 이상 공예가 아니라 예술이기 때문이다. 따라서 공예가 경전을 준수하든, 탈경전화를 피하든, 공예가 열등하다는 결론은 고수된다[13].”

결과 4명의 도예가들을 선정할 수 있었고, 그들의 각기 다른 방식을 분석하고자 한다.

3.1 토니 한센, 위베 반 간스베크

보딜 만츠(Bodil Manz), 사샤 워델(Sasha Wardell), 피엣 스타크만(Piet Stockmans)과 같은 동시대를 대표하는 도예가들이 이용하는 작품의 원형은 주로 원통형이다. 이 원통형 원형을 만들기 위해서는 보통 석고제형 몰레 위에서 제형 칼로 형태를 조각하는 것이 일반적이다. 하지만 인위적으로 언더컷(Undercut)⁵⁾이 없는 직선의 원통을 만드는 것은 오랜 경험과 숙련된 기술이 요구된다. 현대의 많은 도예가들이 서구 모더니즘 시대의 단순한 기하학적 형태에서 영감을 받지만, 입방체, 구, 대칭형 등의 단순한 형상을 만드는 일은 기계의 힘이 없으면 거의 불가능한 일이다. 하지만 3D 프로그램으로 기하학적 형태를 모델링해서 3D 프린터로 출력한다면, 기하학적인 원형을 만드는데 드는 많은 시간과 노동력을 줄일 수 있다.

미국 온라인 도자 재료 도서관 디지털파이어 인사이트(Digitalfire Insight)의 저자이자 도예가인 토니 한센은 3D 프린터를 이용해서 원통형 원형을 만드는 법을 고안했다[15]. Fig. 1의 왼쪽 그림은 3D 프린트로 출력한 거푸집이다. 오른쪽 그림은 거푸집에 석고액을 부어 원형을 만드는 과정을 보여준다. 기존의 석고 제형 몰레 위에서 제형 칼로 만든 형태보다 3D 프로그램을 이용해서 모델링을 할 수 있다면, 석고 제형 몰레를 이용하는 것보다 시간과 노동의 효율성이 훨씬 뛰어나다고 할 수 있다. 하지만 토니 한센의 방법은 원통의 몸이 긴 경우 슬립 캐스팅 후 바닥 부분에 장력이 생겨서 접토가 찢어지거나 금이 갈 확률이 높아진다.



Fig. 1. Tony Hansen, Object 3D Printed

5) 석고 캐스팅을 하기 전에 반드시 '언더컷'이라는 개념을 잘 이해해야 한다. 원형(Model)이 석고 거푸집(Mold)에서 잘 빠져나오기 위해서 원형의 형태가 거푸집에 걸리지 않도록 디자인하는 것이 중요하다[14].

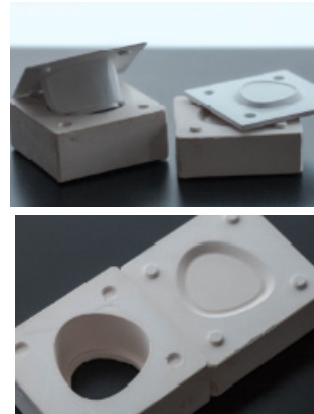


Fig. 2. Wiebe Van Gansbeke

벨기에의 산업디자이너 위베 반 간스베크는 토니 한센의 문제점을 해결하기 위해 '바닥 부분을 캐스팅하기 위한 원형 디자인'과 '몸통 부분을 캐스팅하기 위한 원형 디자인'을 따로 설계한 후에 Figure. 2처럼 3D 프린트로 출력했다[16]. 토니 한센이 3D 프로그램으로 원형의 거푸집을 모델링한 후에 3D 프린터로 출력함으로써 기존의 석고로 원형을 깎는 과정을 생략할 수 있었다면, 위베 반 간스베크는 원형을 두 부분(몸통과 바닥)으로 나누어서 모델링하고 3D 프린터로 출력한 것이 차이점이다.

위베 반 간스베크의 작품에서 눈여겨 보아야 할 부분은 3D 프린터로 출력된 몸통 원형 판과 돌출된 4개의 키(Key)이다. 이것은 원형 판에 틀을 씌워 곧바로 석고틀을 만들기 위함이다. 바닥 원형 판에 붙여진 4개의 음의 키도 같은 기능을 한다. 다음은 토니 한센이 만드는 컵 손잡이를 캐스팅한 것이다.



Fig. 3. Tony Hansen

Fig. 4. H. Shin

주목할 부분은 컵 손잡이 형태가 대칭이기 때문에 컴퓨터 3D 모델링을 할 때 손잡이 원형을 모델링하고 나서, 손잡이 원형의 거꾸집을 다시 모델링한 점이다. 즉, 손잡이 원형과 거꾸집이 함께 출력되어 석고액을 원형에 붓기만 하면 2피스 몰드(2-piece mold)가 손쉽게 만들어진다. 이러한 방식은 Fig. 4처럼 컵 손잡이를 만들 때 6, 7 단계를 거치는 복잡한 과정들을 모두 생략할 수 있는 장점이 있다.

이처럼 21세기에 들어서 3D 프린트가 보편화되고 3D 프린트를 이용하는 도예가들의 수가 늘어남에 따라 석고 캐스팅을 위한 더욱 효율적인 방법들이 계속 개발되고 있다. 특히 위에서 언급한 컴퓨터 3D 모델링을 통해 원형과 거꾸집을 같이 만드는 경향은 빠르게 확산하고 있는데, 영국 출신의 도예가 제이드 크롬프톤의 방식은 대표적이라 할 수 있다.

3.2 제이드 크롬프톤

제이드 크롬프톤은 18세기 영국의 웨지우드 공장에서 대량생산을 위해 이용한 슬립 캐스팅 기법과 새로운 디지털 기술인 3D 프린터와의 융합을 추구한다.

그는 광석과 크리스탈 그리고 그들에서 자연스럽게 발견되는 기하학적인 형태에 관심이 많고, 자연의 패턴과 구조를 정교하게 조각하기 위해 SOLIDWORKS 프로그램을 이용한다. 컴퓨터 프로그램을 통해서 크롬프톤은 원형을 먼저 모델링한 후에, 언더컷 없이 원형에 맞는 거꾸집을 Figure. 5처럼 3피스(3-Piece)로 모델링한다[17]. 그리고 나서 Fig. 6처럼 원형과 거꾸집을 3개씩 따로 모델링한다. 위의 Fig. 7은 3D 프린터로 출력한 원형과 거꾸집이다. 이것은 3피스로 나뉜 원형의 한 면을 위한 거꾸집이기 때문에, 나머지 두 면을 위한 거꾸집을 따로 제작해야 한다. 그리고 나서 Fig. 7에 석고액을 부으면 Fig. 8처럼 석고틀이 완성된다. 이 과정을 나머지 2피스로도 함께 수행한다.

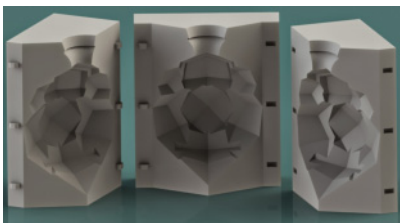


Fig. 5. Jade Crompton, Modelling 1

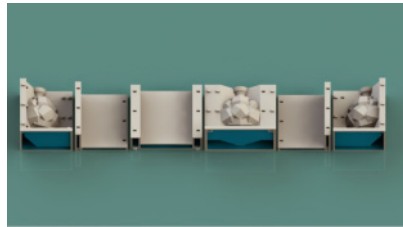


Fig. 6. Jade Crompton, Modelling 2

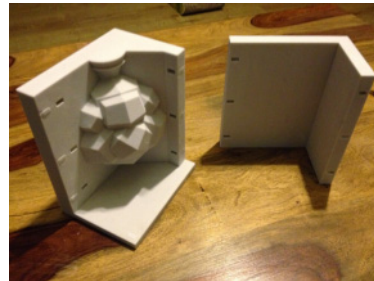


Fig. 7. Jade Crompton, Objects 3D Printed

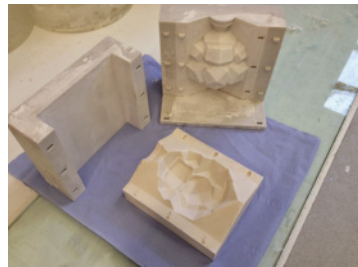


Fig. 8. Jade Crompton, Plaster Mold with Objects 3D Printed

제이드 크롬프톤의 캐스팅 방식은 토니 한센이 컵 손잡이를 캐스팅하는 방식처럼 다량의 석고틀을 제작할 수 있다. 기존의 방식이 3D 프린터로 원형을 만드는 데 집중했다면, 제이드와 토니의 방식의 공통점은 원형과 거꾸집을 동시에 만듦으로써 다량의 석고틀을 만들 수 있는 큰 장점이 있다. 또한 3D 프린터로 출력된 원형을 캐스팅할 때 분할선을 찾기 어려운 점도 완전히 해결된다. 그러므로 3D 프린트를 이용하는 제이드 크롬프톤의 캐스팅 방식은 기존의 캐스팅 과정에서 드러났던 많은 난제들을 해결할 수 있다.

3.3 류희도

한국의 도예가 류희도는 평소 테이블웨어를 석고 캐스팅으로 제작했던 경험을 바탕으로 3D 프린터를 통한 디자인과 출력의 난제를 해결해 왔다.



Fig. 9. H. Ryu, Cup 3D printed with Plaster



Fig. 11. H. Ryu, Cup Lid 3D printed with Plaster

작가는 작품의 원형을 모델링하기 위한 컴퓨터 프로그램으로 미국 오토데스크사(Autodesk)의 Fusion 360을 이용한다. 류희도의 슬립 캐스팅을 위한 3D 모델링 작업의 특징은 크게 1 피스(one-piece) 몰드, 2피스(two-piece) 몰드, 원형 출력⁶⁾으로 나눌 수 있다[18].

우선 1피스 몰드는 Fig. 9처럼 3D 프린터로 원하는 원형을 출력한 후에 석고액을 원형에 채운다. 여기서 중요한 부분은 원형을 디자인할 때 컵의 바닥 부분을 원형보다 넓고 평평하게 만들어서 석고를 부을 때 기울어지지 않게 하는 것이다. 또한 원형의 두께를 0.5mm로 얇게 디자인한 후 3D 프린터로 출력해서, 석고가 굳은 후에 가스 토치 라이터(Gas Torch Lighter)로 원형을 가열하여 필라멘트를 벗겨내기 쉽도록 한다.

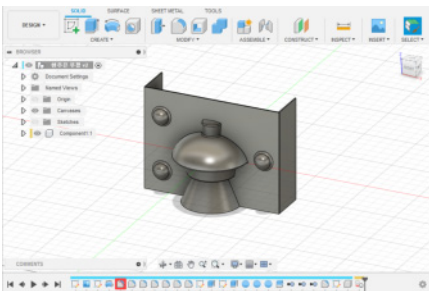


Fig. 10. H. Ryu, Modelling 1

앞서 언급한 토니 한센이 단순한 기하학적인 형태에 천착했다면, 류희도는 3D 프린터를 이용해서 기하학적인 형태뿐만 아니라 3D 모델링 작업에서 응용되는 다양한 형태를 원형으로 만든다. 이러한 방식은 기존의 수작업을 통한 시간과 노동력을 덜어줄 뿐만 아니라, 원형의 완성도에 있어서 인간의 손이 따라가기 힘든 기계적인 선의 정확한 표현이 가능하다.

Fig 11은 원형이 2피스 몰드에 적합한 모델링이다. 류희도 작가는 앞에서 언급한 작가들과 마찬가지로 원형이 대칭인 경우에 원형과 거꾸집을 함께 모델링하고 있음을 알 수 있다. 3D 프린트로 출력 후 원형이 거꾸집에서 잘 빠져나올 수 있도록 오프셋(Offset)⁷⁾을 0.15 정도 여유를 주고, 출력된 원형과 거꾸집은 우드락을 이용해서 한쪽 면을 캐스팅한다. 그리고 나서 Fig. 10처럼 원형과 석고틀이 나오면 나머지 한쪽을 캐스팅한 후에 원형을 제거한다.

류희도의 디자인과 기술에서 주목할 부분은 석고, 흙, 나무와 같은 기존의 재료로 가장 만들기 힘들었던 접시의 원형을 3D 프린터 출력을 위해 Figure. 12처럼 디자인한 점이다. 접시 원형 전체를 3D 프린터로 출력할 경우 서포트(Support)⁸⁾가 많이 붙어서 후처리와 후가공에 시간이 많이 걸리는 단점을 보완하기 위해서 류희도는 접시 모양의 반을 두 번 출력한 후에 두 개를 접합시켜 하나의 원형을 만들었다. 무엇보다 얇은 접시를 출력할 때 접시의 끝부분이 판(베드) 위로 뜨는 것을 막기 위해 Fig. 13처럼 바닥 부분을 원형보다 넓게 디자인한 후에 출력해서 나머지 부분은 접시 원형에서 떼 내는 형식으로 마무리를 지었다.

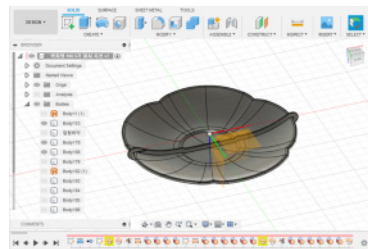


Fig. 12. Modelling 2

6) 원형 출력은 기존에 테이블웨어에서 가장 만들기 난해했던 접시 형태의 원형을 3D 프린터로 출력한 후에 기존의 방식으로 석고 캐스팅을 한다.

7) offset 기능: 3D 모델링 할 때, 오브젝트(Object) 간의 간격을 띄우는 기능

8) FDM 방식의 3D 프린트가 오브젝트를 출력할 경우 경사가 진 부분에서 필라멘트가 처지는 것을 막기 위해 만드는 지지대. 보통 울티메이크(Ultimaker)사의 큐라(Cura) 프로그램으로 서포트를 설치한다.

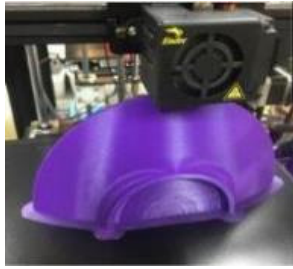


Fig. 13. Plate 3D printed

위에서 언급한 작가들의 공통점은 기존의 3D 프린터를 이용하는 작가들이 원형 제작에만 관심을 가진 반면, 이들은 원형과 거푸집을 함께 출력해서 시간과 노동의 효율성을 극대화시킨 것이다. 또한 한 번 출력한 원형과 거푸집을 이용해서 다량의 석고틀을 손쉽게 제작할 수 있어 생산성 향상과 높은 부가가치를 창출한 것도 주목해야 할 부분이다. 무엇보다 인간의 손으로 만들기 어려운 다양한 디자인을 설계하고 3D 프린터를 통해 원형을 출력한 것은 21세기 도자공방을 운영하는 도예가들에게는 중요한 의미를 지닌다고 할 수 있다. 그것은 앞서 언급한 것처럼 영국 웨지우드 공방에서 가장 핵심적인 역할을 담당했던 원형 제작자의 역할을 3D 프린터가 대신하고 있기 때문이다. 즉, 3D 프린트를 이용하는 현대 도예가들의 방식은 공예적인 경전을 따르면서 새로운 기술을 이용하는 전통 공예와 기술의 융합을 보여주는 중요한 사례라고 할 수 있다. 앞에서 언급한 3D 프린터를 이용하는 도자 공예가들의 기법의 기술적/예술적 활용가치와 장단점을 요약하면 다음과 같다.

비록 20세기 공방 도자의 아버지라고 불리는 버나드 리치(Bernard Leach)가 석고 캐스팅의 대량생산을 산업사회의 병폐라고 치부했던 사실이 여전히 하나로그만을 지향하는 전통 장인들에게는 설득력을 지니고 있지만 [19], 3D 프린터와 석고 캐스팅을 이용하는 공방 도예가들이 지향하는 것은 인간이 기계에 의해 주체성을 상실하는 것과는 전혀 다른 세계이다. 무엇보다 미술 평론가 김주현의 말처럼 21세기의 공예는 “조형적 형식뿐만 아니라 진실성, 지향적 가치, 태도, 내용[20]” 등이 담보된다면 전통 공예라는 울무에서 벗어나 새로운 개념의 확장을 이룰 수 있을 것이다.

Table 1. Technical and artistic value of ceramic craftsmen's techniques and their pros and cons

	Tony Hanssen	Jade Crompton	Ryu Hee-do
Pros & Cons	Technical difficulties in forming a prototype from a mold spinning wheel Difficulty creating split lines after circularization	Technical difficulties in creating a delicate prototype Accurate measurement value can be measured	Various design designs and modeling/output experiments are possible
Technical and Artistic Value	Hard to make by hand Geometric Shape Making Print out circular bubbles	Model circular and form simultaneously and print out in 3D print Fabrication of polymorphic molds	Simultaneously model and print circular and formwork Easily manufacture plates that are difficult to make with existing materials
Common Features	Print out circular and circular molds Mass production of gypsum archetypes for slipcasting		

4. 결론

본 연구는 21세기에 대중화되고 있는 3D 프린터 기술이 도자 공예가들에게 어떤 의미를 지니고 있는지 고찰하였다. 타 분야와는 달리 재료, 장인정신, 노동, 실용성이라는 정전을 오랫동안 지켜온 공예가 새로운 기술과 협업하여 진화해 간다는 것은 윌리엄 모리스의 예술공예 운동과 독일의 바우하우스 등의 공예의 역사를 돌이켜 볼 때 언제나 피할 수 없는 마찰과 충돌을 동반하였다. 그럼에도 불구하고 본고는 최근 도자 공예가들이 3D 프린터를 이용해서 작업 공정의 효율성을 높이고 있는 상황을 주목하면서 토니 한센, 위베 반 간스베크, 제이드 크롬프톤, 류희도의 작업 방식을 분석하였다. 결론은 다음과 같다.

첫째, 최근 3D 프린터를 이용하는 도예가들은 원형과 거푸집을 3D 프린터로 출력한 후에 슬립 캐스팅을 통해 대량생산한다는 공통점을 가지고 있다. 둘째, 3D 프린터를 석고 캐스팅에 이용하는 도예가들은 기존의 석고, 나무, 흙, 파라핀과 같은 재료를 가지고 원형을 만드는 기술적 한계를 극복하고, 무엇보다 캐스팅할 때 분할선을 그리는 난제도 3D 프린터로 분할벽을 만듦으로써 해결될

수 있었다. 셋째, 3D 모델링을 통해 무제한의 디자인 변형을 가상으로 구현할 수 있어 디자인 선택의 폭을 넓힐 수 있었다. 넷째, 공예(예술)와 기술과의 조화를 추구했던 독일 바우하우스의 정신과 실천에 유일하게 부합했던 도자 공방의 슬립 캐스팅 공정은 21세기에 3D 프린터와 협업하면서 그 가치를 더하고 있다.

3D 프린터와 도자공예의 만남은 인간의 경험과 감각을 바탕으로 하기 때문에 근대의 기계제 대량생산과도 구별되고, 장인의 노동과 예술적 창작이라는 가치가 복합적으로 녹아있어 리차드 세넷(Richard Sennett, 1943-)이 “생각하는 손[21]”이라고 명명한 개념에도 잘 부합한다. 그러므로 21세기 3D 프린터를 이용하는 도자 공예가들은 윌리엄 모리스가 이상화했던 중세의 장인과 같이 디자인, 설계, 제조, 판매, 교육이라는 총체적인 작업 라인을 수행하는 미셸 쉐바리에(Michell Chevalier)가 언급한 “신장인(Neo Artisan)[22]”이라 할 수 있다.

REFERENCES

- [1] J. S. Hong(2016). A Study on The Production of Studio Pottery by a 3D Printer. *The Korea Society of Art & Design*, 19(2), 163.
- [2] C. Bum. (2017). *Thinking Craft*, Ahn Graphics, Seoul, 13.
- [3] J. K. Kim. (2019). The History of Bauhaus, *Bauhaus*, Ahn Graphics, Seoul, 51-56.
- [4] C. H. Bang. (2020). A Study on the dialectical convergence between craft and technology. *Korea Society of Basic Design & Art*, 21(5), 216.
- [5] A. Forty. (1992). *Object of Desire*, Thames and Hudson Limited, London, 35-36.
- [6] T. J. Horn & O. A. Harrysson. (2012). Overview of current additive manufacturing technologies and selected applications. *Science Progress*, 95(3), 258-259
- [7] I. Gibson, D. W. Rosen & B. Stucker. (2010). *Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing*, New York: Springer, 5-13
- [8] C. H. Bang. (2020). Redefining the Allegory, Playfulness and Aura of Ceramic Art in the era of 3D Printing. *Ceramics Art and Perception*, 116, 87
- [9] Jonathan Keep. (2021.01.30.), [Online]. http://www.keep-art.co.uk/digital_icebergs.html
- [10] J. H. Choi & W. S. Kim. (2019). Case study of ceramic design that combines 3D printing technology. *Journal of digital convergence*, 17(4), 315
- [11] C. H. Bang. (2019). A Study on the “Media Narrative” of Contemporary Ceramic Art. *Korea Society of Basic Design & Art*, 20(6), 191.
- [12] H. Risatti. (2007). *A Theory of Craft*, The University of North Carolina Press, 20.
- [13] J. H. Kim. (2013). Metcalf and Divisionist Concept of ‘Crafts’, *The Association of Aesthetics and Science of Art*, 37, 181
- [14] Tony Hansen. (2020.10.07.). [Online]. <https://www.instructables.com/lesson/Introduction-to-Mold-Making-Casting/>
- [15] K. Triplett. (2000). *Handbuilt Ceramics*, Lark books, 42.
- [16] Wiebe Van Gansbeke. (2020.10.08.), [Online]. <http://wiebevansbeke.be/projects/doppio-mug/>
- [17] Jade Crompton. (2020.11.9.). [Online]. jadecromptonceramics.blogspot.com
- [18] H. D. Ryu. (2020.12.19.). [Online]. <https://www.facebook.com/409231593142008/posts/416205985777902/>
- [19] B. Leach. (1972). *A potter’s Book*, Transatlantic Arts INC, 12.
- [20] J. H. Kim(2013). Metcalf and Divisionist Concept of ‘Crafts’, *Aesthetics and Science of Art*, 38, 191.
- [21] R. Sennet. (2008). *The Craftsman*, Yale University Press, 17
- [22] M. Chevalier. (1993). Neo-rural phenomena, *Two decades of l’Espace géographique, an anthology. Special issue in English*, 175

방 창 현(Chang-Hyun Bang)

[정회원]



- 2002년 2월 : 경희대학교 영문학·도예학과(문학·예술학 학사 졸업)
- 2007년 2월 : 뉴욕주립대학교 도예학과(예술학 석사 졸업)
- 2015년 2월 : 경희대학교 조형디자인대학 도예학과(조형·디자인 박사 졸업)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 도예학과 조교수
- 관심분야 : 공예, 도자미술, 3D 프린터, 순수미술, 불교미술
- E-Mail : happypig73@gmail.com