

디지털기술과 융합된 도자세라믹 디자인 기술 개발동향

글 _ 조우석, 최정훈
한국세라믹기술원 도자세라믹센터

1. 국내 전통도자기 산업동향

최근의 도자 산업현황을 살펴보면 삶의 질 향상에 의해 매년 10% 이상 지속 성장 분야라는 것을 알 수 있다. 그러나 도자산업이 어려움을 겪고 있는 것은 산업의 성장에 비해 수입 산의 도약이 괄목할만한 성장을 거듭하고 있기 때문이다 (Table 1).

우리의 도자산업은 80년대 1억불까지 수출실적을 올렸으나 주도적인 해외 마케팅 전략과 고부가가치 신제품 개발의 의지 없이 외형적인 성장만을 추구하여 종속적인 OEM 방식의 수출을 벗어나지 못하였다. 국내의 수입업체 수는 약 250개로서 수입 도자기의 약 57%가 중국에서 수입되며 수입액은 2008년 기준으로 2004년 대비 230% 증가되었다 (Table 2).

유럽, 일본 등 선진국은 품질과 기술측면에서 절대적 우위를 확보하고 있으며 중국 및 동남아시아 국가 등은 저임금과 풍부한 자원으로 가격 경쟁력 우위를 확보하고 있어, 우리나라의 세계시장 점유율은 2004년 이후 2008년까지 0.5%의 미미한 점유율을 기록하고 있다. 주목할

Table 1. 도자기산업의 수출입 현황 (단위 : 백만 달러, %)

	2005	2006	2007	2008	연평균 증가율 ('05-08)
수출	23.5	27.7	26.6	25.1	2.2
수입	72.6	94.4	125.4	100.8	12.9
수지	-49	-66.7	-74.2	-75.7	-18.1

자료 : 관세청/K디지털A

Table 2. 국가별 수입액 현황

(단위 : US \$백만)

국가명	2004	2005	2006	2007	2008	점유율 (2008,%)
중국	17.507	17.487	49.937	76.385	57.850	57.4
영국	13.517	13.783	17.379	15.766	14.441	14.3
일본	6.430	8.649	11.078	13.781	11.751	11.7
인도네시아	0.807	8.082	4.268	5.231	4.680	4.6
프랑스	0.874	1.162	1.818	1.926	2.126	2.2
독일	1.865	1.078	1.801	3.414	2.113	2.1
태국	0.728	0.472	0.744	1.022	0.900	0.9
덴마크	0.301	0.536	0.574	0.849	0.828	0.8
미국	1.073	1.109	1.239	0.971	0.743	0.7
이탈리아	0.927	1.128	0.477	0.880	0.622	0.6
기타	4.046	19.141	5.142	5.217	4.742	4.7
합계	48.075	72.627	94.457	125.442	100.796	100.0

자료 : 관세청/K디지털A

Table 3. 주요국의 세계시장점유율 추이

(단위 : %)

	2005	2006	2007	2008
한국	0.5	0.5	0.5	0.5
중국	36.9	36.8	36.5	36.8
독일	9.2	8.5	11.3	10.7
영국	6.8	6.4	6.8	6.0
프랑스	4.5	4.1	5.2	4.9
미국	2.5	2.2	2.8	2.8
일본	1.8	1.6	1.7	1.7
터키	1.0	1.0	1.5	1.7
인도네시아	1.7	1.5	1.7	1.7
기타	35.1	37.4	32.0	33.2

자료 : UN comtrade database

만한 사실은 2008년 기준으로 세계시장에서 중국의 점유율은 36.8%로 압도적 우위를 차지하고 있다는 것이다 (Table 3).

본보에서는 도자산업의 경쟁력 향상을 위해 중요한 요소로 작용하고 있는 디자인 분야에서 최근 활성화 되어 가는 디지털기술과의 접목사례 및 개발 현황을 살펴보고자 한다.

2. 도자산업과 디지털기술 접목의 필요성과 파급효과

우리는 하루만 지나도 수많은 기술들이 쏟아져 나오는 컴퓨터 시대에 살고 있다. 그러나 도자산업에서만큼은 그 기술을 적용한 사례는 극히 드물다. 무한경쟁시대에 살고 있는 우리가 경쟁에서 승리하려면 남들과는 다른 기술적 우위를 점해야 한다. 소지자체를 연구하여 제품의 생산안정화에 노력을 기울일 수도 있고, 소성 공정을 개선하여 생산단가를 낮추는 작업을 진행할 수도 있다.

디지털기술의 접목은 충분히 강력해진 컴퓨터 기술을 도자산업에 도입함으로써 생산성 증대, 품질개선, 가격경쟁력 증진 등을 기대할 수 있는 새로운 패러다임이다.

산업적 측면 보다는 예술로서의 성격이 강한 「HAND MADE」 작품분야를 제외한다면 디지털기술의 접목은 수많은 장점을 갖고 있다. 생산성 향상을 유도하며, 인간의 손으로 표현할 수 없는 제품구현이 가능해지며, 추격하는 제 3국들의 저가형 도자산업과의 기술격차를 벌일 수 있다. 이것은 곧, 새로운 시장의 주인으로서의 가능성을 열어주며, 궁극적으로 국내 도자산업의 발전과 경쟁력 확보에 중요한 동력원이 될 수 있다.

3. 도자산업에서 활용 가능한 디지털기술

도자산업에서 활용 가능한 디지털기술은 크게 4가지를 들 수 있다.

이미 다른 산업에서는 적용을 넘어서 필수가 되어 버린 3차원 가공기(CNC)가 그 첫 번째이며, 원형을 쌓아 올리는 RP 장비가 기물적 측면에서 도입 가능한 2번째 디지털기술일 것이다. 세 번째는 국내외에서 새롭게 떠오르고 있는 인테리어용 대형 도판 및 타일시장에서 고온 세라믹 안료를 인쇄하는 디지털 프린팅 기술 또한 충분히 적용 가능한 항목이다. 마지막으로 디자인적 측면에서 형상을 그대로 데이터로 받아들일 수 있는 3D 스캐너 또한 도자산업에서 활용가치가 높은 기술이다.

3.1 CNC[Computerized Numerical Control] 가공기

3.1.1. CNC 가공기의 장점

현재 국내에서 대학기관이나 규모가 큰 세라믹 기관이라면 CNC 장비를 활용하는 계획과 사례들을 조금씩만 들어가고 있다. 그러나 아직까지 지역 곳곳의 소규모 업체까지 그 기술의 활용에는 한계가 있고, 홍보 또한 부족한 것이 사실이다.

CNC는 원하는 형상을, 절삭 가공하여 실제로 구현해주는 장비이다. 매우 정교한 정확도를 보장하는 이 장비는 기존에 사람 손으로 제작하던 기물원형을 오차 없이 생산해주는 것이 가장 큰 장점이다. 도자산업에서의 활용범위는 기물생산에 초점이 맞춰져 있다. 정교하고, 정확한, 그리고 독특한 기물을 만들 수 있는 강력한 방법으로 제시되고 있는 기술이다.

3.1.2. CNC 가공기의 작업 단계

크게 4가지 단계로 진행되는 CNC 장비의 활용순서를 살펴보면(Fig. 1), 첫 번째, 최종 전달된 기물의 컨셉을 디자인하는 여러 Software로 Modeling을 진행하는 것으로부터 시작한다. 제품결과에 가장 큰 영향을 주는 과정



Fig. 1. CNC 장비의 제품원형 생산 공정.

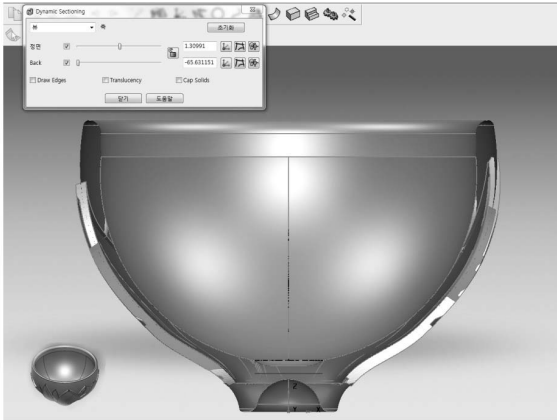


Fig. 2. 제품의 단면을 동적으로 확인 하는 모습.

으로서 의뢰자와 디자이너 간에 정확한 의견 전달과정이 확보되어야 한다.

특정 software를 원하는 대로 구동시키는 문제는 분명 폐쇄적이고 어려운 기술부분이지만, 그 부분은 디자이너의 몫이다. 의뢰자는 그저 본인이 의도한 제품 특징을 잘 전달하고 수정 보완 시, 디자인의 진행방향만 체크해 주면 된다. 이 부분에서부터 디지털기술의 강점들이 나타나기 시작한다.

예를 들어 한 사용자가 상상속의 기물의 원형을 제형 공장에 의뢰한다고 하자. 제형기술자와 사용자는 수많은 회의 끝에 디자인 결과를 도출하고 작업을 진행할 것이다.

그리고 얻어진 결과가 사용자의 상상과는 조금 다른 (비율 또는 스케일 등) 결과물이 도출되었다면 어찌하겠는가? 다시 첫 번째, 디자인 프로세스부터 시작해야 할 것이다. 그러나 디지털기술에서는 그런 소모적인 부분들이 많이 제거 될 수 있다. 실제 3D 기물(DIGITAL MOCK-UP)을 모니터 속에서 여러 각도로 확인 할 수 있으며, 원하는 부분의 치수를 바로바로 표현 해준다 (Fig. 2) 이는 최초 제품생산자의 의도와 디자이너가 받아들이는 제품 특징의 격차를 현저하게 줄여 줄 수 있다. 또한 사용자가 상상한 기물의 질감 및 컬러까지 적용하면 결과물의 만족도는 크게 향상될 것이다. 그리고 사용자가 이미 확실한 디자인을 준비했다고 하여도 디지털기술은 많은 가능성을 손쉽게 제시할 수 있다. 실제로 3D로 모델링된 기물을 보면서, 비율을 변경해보기도 하고

비틀기, 문양 변경 등 상상으로만 가능했던 거의 모든 것들을 눈앞에서 직접 시도해 볼 수 있다. 이는 제품디자인의 질적 향상으로 이어질 수 있으며, 제품의 경쟁력을 강화할 수 있게 되는 것이다.

두 번째, 모델링이 완료되었으면 이제부터는 CNC라는 장비에게 우리가 열심히 만든 제품의 형상을 가공하라고 지시하면 된다. 즉, CAM software를 활용하여 공구 하나하나의 toolpath를 지정해 주면 된다. 세밀한 부분은 어떤 공구로, 어떠한 속도를 가지고 가공해야 하는지, 어느 부분은 특정 진입 속도를 가져야 할 것인지 등, 각종 가공에 대한 상황들을 체크하고 결정해 주면 되는 것이다.

세 번째, CNC 장비로 넘어간 데이터를 기반으로 장비는 기물을 가공하기 시작하며, operator는 장비 오작동 문제만 체크해주고 있으면 CNC 장비는 모든 과정을 컴퓨터의 지시에 의해 진행하여 완성한다.

네 번째, 완성된 기물을 가지고 사용자와 operator는 수정 및 보완 사항을 체크한다.

3.1.3. CNC 장비의 장점과 활용방안

CNC 장비의 강력한 장점은 정확성에 있다. 보통 1/1000 mm까지 제어되는 장비의 정확도는 도자산업에서는 오히려 오버스펙이라고 거론될 수 있는 정확도이다. 필자는 한 예로 어떤 가공 완료물에 작은 흠집이 있는 것을 발견하고 공구의 노후나 장비의 문제점을 의심했었다. 그러나 그 모델링 파일의 오류(너무 작아 프로그램 화면에서는 발견하지 못하고 진행되었던 hole)를 확인하고서는 STL데이터의 포인트 하나까지도 표현해내려고 했던 장비의 정확도에 놀란 적이 있다. 이 같은 장점을 이용하여 도자산업에서는 새로운 기물형태로 발전시킬 수가 있다.

예를 들어 돌잔치 답례선물로 아이얼굴을 부조로 넣은 머그컵을 만들어달라는 주문이 들어왔을 때 아무리 생산 가격을 높게 잡는다 하여도, 일반 업체에서 그 주문만을 제작하기 위해 전문 제형사와 조각사를 고용하기에는 많은 경제적 부담이 발생한다. 또한 그 결과가 실제 아이얼굴과 얼마나 동일하게 나올지도 의문일 것이다.



Fig. 3. 인물사진으로 부조를 생성하는 작업.

그러나 디지털 장비를 활용하게 되면, 디자이너는 아이 얼굴사진을 가지고 손쉽게 부조를 만들 수가 있다. 그리고 얻어진 데이터를 머그컵이던, 대형접시이던 어떤 기물모양에도 빠르고 강력하게 적용시킬 수 있다(Fig. 3).

위의 과정을 거쳐 최종 원형을 얻어내면, 생산자는 그 원형으로 대량생산만 하면 되는 것이다. 매우 단적이며 국소적인 예가 될 수도 있지만, 반대로 가장 강력한 활용을 보여주는 사례이기도 하다.

기계적 정확도를 요구하는 세라믹제품에도 CNC의 정확도는 유리한 도구가 될 수 있다.

특정 제품용기를 세라믹으로 생산하는 업체를 CNC로 지원한 사례가 그 예가 될 수 있을 것이다. Fig. 4처럼 플라스틱 뚜껑과 결합되는 스크류 부분은 정확한 각도와 원호를 보장해 주어야 한다. 이 제품의 원형을 사람의 손으로 제작할 경우, 완벽한 원형을 제작하기 위해서는 수많은 시행착오를 거치겠지만, CNC 장비를 활용하게 되면 정확한 치수의 제품원형을 신속하게 제작할 수 있다(Fig. 5).

3.1.4. CNC 장비의 한계성

많은 장점을 지닌 CNC 장비도 한계가 존재하는데, 그

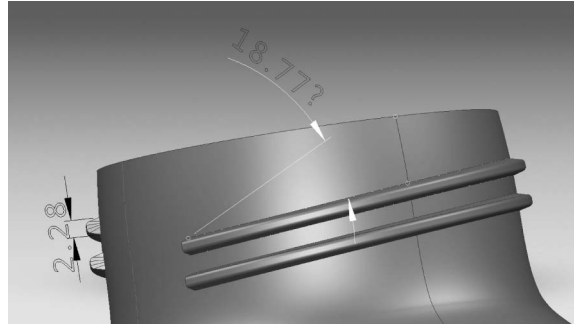


Fig. 4. 스크류 체결부위 모델링.



Fig. 5. 정확한 외경을 요구하는 세라믹 노즐.

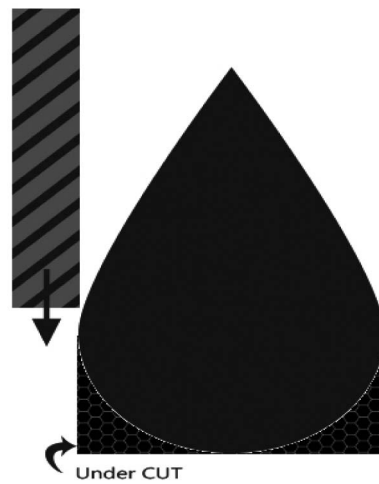


Fig. 6. CNC 장비의 언더컷문제 모식도.

것은 태생적 한계인 절삭가공 방식이기 때문이다. 대부분 2.5축 및 3축으로 이루어진 CNC 가공기는 한 방향에서만 절삭이 가능하기 때문에 제품의 모든 면을 가공하기 위해서는 그 공정이 매우 복잡해지며, 공구가 진입할 수 없는 부분은 아예 가공이 불가능하다.

Fig. 6은 3축 이하 CNC 장비의 한계 중에 한 가지인



UnderCUT(육각텍스처)이 발생하는 모습이다. Z축으로 공구를 움직이며 절삭 가공하는 장비 특성상 제작해야할 원형이 그림처럼 하단 공간을 가지게 된다면 가공이 불가능하게 된다. 물론 다른 방법으로 한계를 극복할 수는 있지만, 그림 같은 한계점과 제약은 늘 존재 하게 되며 디자이너는 장비 가공한계 및 공구 충돌을 염두하고 디자인해야 한다는 것이다.

3.2. RP(Rapid Prototyping) 장비

제조업 분야에서 상용화 된지 10년밖에 되지 않은 최신기술로서, CNC의 절삭가공방식과는 반대로 적층조형 방식을 사용하는 장비이다. 고분자 또는 금속분말에 레이저 광선을 주사하여 성형하는 원리이다. 쌓아 올리는 방식을 취하고 있기 때문에 CNC 장비에서는 구현하기 어려운 복잡형상의 제품생산에 도움이 될 수 있다.

RP 장비는 디자인적 자유도가 CNC 장비에 비하여 대폭 증가되는데 심지어는 속이 비어있는 구조물도 만들어 낼 수가 있다.

3.2.1. RP 장비의 종류

현재 상용화에 성공한 RP 장비의 방식에는 크게 4가지로 나눌 수 있다.

3.2.1.1. SLA(StereoLithographic Apparatus)

광경화성 수지에 레이저 광선을 주사하면 주사된 부분이 경화되는 원리를 이용한 장치이다. 레이저 광선을 이용하기 때문에 성형속도가 빠르며 성형정밀도가 높은 장점이 있으나, 수지의 경화처리가 필요하다.

3.2.1.2. FDM(Fused Deposition Modeling)

필라멘트 선으로 된 열가소성 물질(ABS, polyamide)을 노즐 안에서 녹이며 얇게 필름형태로 고화시키면서 적층시키는 방법이다. 레이저를 사용하지 않기 때문에 기계장치는 간단하나 성형속도는 SLA에 비해 떨어진다. 장비의 가격과 유지보수비가 저렴하다.

3.2.1.3. SLS(Selective Laser Sintering)

SLA 에서의 광경화성 수지 대신에 기능성 고분자 또는

금속분말을 사용하며 레이저 광선을 주사하여 소결시켜 성형하는 원리이다. 어느 정도 강도를 가지고 있기 때문에 의장부품이 아닌 기능부품으로서 시험할 수 있는 시제품을 만들 수 있다. 성형속도는 가장 빠르고 재료가 다양하나 장비가격이 비싸고, 고가의 부대장비가 필요하다.

3.2.1.4. LOM(Laminated Object Manufacturing)

접착제가 칠해져 있는 종이를 원하는 단면으로 레이저 광선을 이용하여 절단하여 한 층씩 적층하여 성형한다. 성형정밀도가 떨어지므로 가늘고 작은 모양보다는 크고 두꺼운 형태의 부품제작에 적합하다.

3.2.2. RP 장비의 단점

도자 세라믹분야에서 RP 장비는 CNC 장비의 보조적인 지원으로 활용 할 수 있다.

물론 RP 장비 하나만으로도 거의 모든 세라믹원형을 제작 할 수 있지만, 소모품 비용 및 생산성을 모두 고려한다면, CNC 장비보다 복잡한 원형 생산이란 점을 제외하곤 많은 부분에서 경쟁력이 떨어진다.

첫 번째, 소재의 비용 측면을 거론할 수 있다.

현재 CNC 장비에서 세라믹원형을 절삭가공하기 위한 석고(M30)가격과 RP 장비에서 사용되게 되는 고분자 수지의 가격 차이는 수배 이상 차이가 난다. 이는 장비운용 유지비와 직결되며, 제품생산비용 증가로 이어지게 된다.

두 번째, RP 장비의 가장 강점인 구조적 결과물의 활용가치이다.



Fig. 7. RP 장비를 활용한 결과물.
(출처 <http://www.georgehart.com/rp/rp.html>)

아무리 복잡하고 멋진 제품원형을 생산한다고 하여도, 그 원형을 기반으로 케이스 몰드를 제작하기 어렵다면, 도자산업에서 생산과 연결 지을 수 있는 방법에 한계가 발생하게 되는 것이다.

예를 들어 RP 장비를 활용하여 Fig. 7처럼 복잡한 원형을 생산하였다고 하여도, 케이스 몰드 제작에는 많은 어려움이 존재한다.

그렇다면 RP 장비는 도자산업에서 활용가치가 미비한 것일까? 라는 의문이 나올 수도 있지만, 대답은 “아니요”이다.

3.2.3. RP 장비의 장점

3.2.3.1. 빠른 Design Mock-up 생산

신제품 개발 시, 최종 제품을 대량 생산하기 전에 Sample 생산은 매우 중요한 과정이다. 모든 검증을 끝낸 신제품이라도 sample 생산으로 최종 디자인 점검과정을 거쳐야지만 대량 생산 시 발생 될 수 있는 여러 문제를 줄일 수 있다.

이점에서 RP 장비는 어떠한 구조적 제품이라도 빠르게 Sample 제작에 임할 수 있으며,

이는 곳 디자인 수정 및 보안 측면에서 매우 신속한 작업 사이클을 가져다 준다.

3.2.3.2. 소형 약세사리 제작

CNC 장비는 절삭가공이라는 태생적 한계 때문에 공구의 지름에 따라 결과물의 질이 심하게 의존된다. Fig. 8 처럼 양각과 음각의 모서리부분을 제작 시, 음각문양에 있어서는 공구의 지름에 따라 원하지 않는 원호 값을 가지게 되는 것이 현실이다. 그러나 RP 장비는 공구의 제한이 없다. 적층성형기법이 기본인 RP 장비는 어떤 문양이든지 디자이너가 Modeling한 디자인 그대로 표현해 주며, 이는 소형 약세사리 제작에 있어서는 CNC 장비를 대체 할 수 있는 부분이다.

3.2.3.3. CNC 조각기와의 결합

디자이너는 각장비의 특성을 정확히 알고, 제품원형 생산에서 부품화 가공을 진행할 수도 있다. Fig. 9처럼

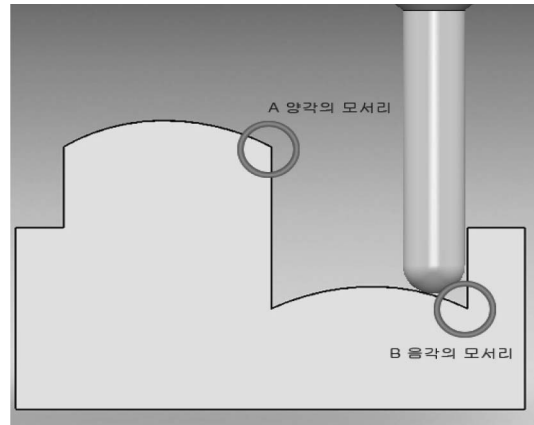


Fig. 8. 음각가공제한.

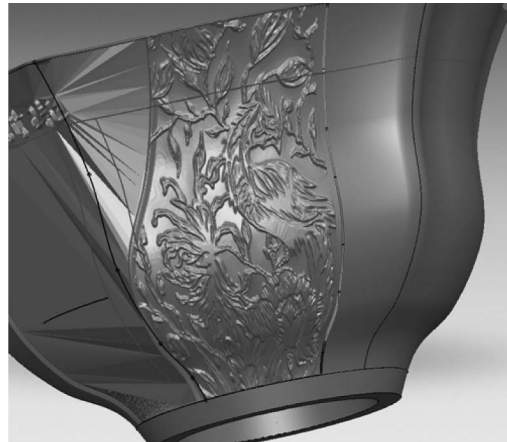


Fig. 9. 양각문양이 rapping된 그릇샘플.

양각 무늬가 들어간 그릇을 생산한다고 할 때, RP 장비와 CNC 장비를 동시에 활용하게 되면 원형의 질과 작업 속도에서 모두 이익을 취할 수 있다.

두 장비의 융합을 통해 각 장점만을 이용하게 된다면, 특정장비만 고수하는 방식보다 월등한 효율을 보여주게 된다.

위 기물을 생산하려면 RP 장비로 처음부터 Fig. 9의 기물을 모두 만들기에는 소모비용과 면조도가 제약으로 다가오고, CNC 장비로만 만들기에는 공구진입방향을 계산하여 원형을 여러 개의 조각으로 나누거나 4축 이상의 장비를 활용해야 한다. 그러나 문양부분은 RP 장비로 제작하고 전체 기물 모양은 CNC 장비를 이용하게 된다면, 작업효율은 매우 증가하게 된다.

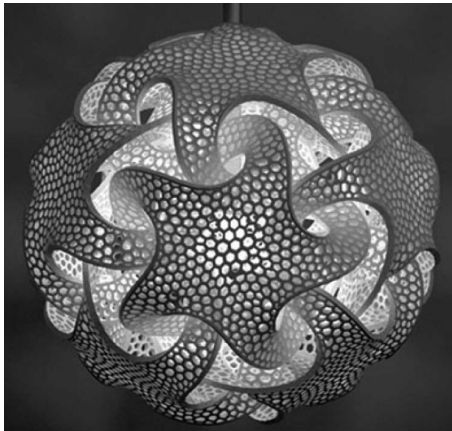


Fig. 10. 고분자를 활용한 RP장비 결과물.
(출처: <http://aluk.tistory.com>)

3.2.3.4. 소재 자체를 활용한 제품개발

RP 장비의 가장 큰 장점인 구조적 복잡성을 바로 이용할 수도 있다. 제품원형을 제작하는 단계를 넘어서서 사용 소재를 세라믹소재로 도입하여 기물 자체를 제작하는 방법을 시도할 수 있다. 물론 세라믹분말소재의 연구와 데이터의 안정성이 확보되어야 한다.

Fig. 10처럼 복잡한 기형으로 이루어진 속이 빈 조명갓을 만든다고 했을 때, 현 시점에서 접근할 수 있는 방법은 전문 조각사의 손으로 일일이 만드는 방법뿐일 것이다. 그것조차 결과물의 질을 확실히 보장할 수 없는 방법이고, 생산 단가 또한 매우 높아질 것이다.

RP 장비를 이용하여 제작하게 되면 기물의 정확성과 구조적 안전성을 확실하게 보장받으면서 빠르게 제품을 생산해 낼 수 있다. 물론 기존의 생산방식과는 차이가 있기 때문에 대량생산에는 한계가 있지만 기존에는 시도하지 못했던 새로운 시장을 개척할 수 있는 경쟁력을 보여 줄 것이다.

3.3. 3D Scanner

세 번째로 거론 될 수 있는 디지털접목기술은 3D 스캐너이다. 위에 서술되었던 CNC 장비나 RP 장비는 모두 가공 전에 Modeling이란 과정이 필수적이다. 무엇을 제작하든 우선은 그 제품에 대한 디지털 정보를 작성해야 한다는 것이다. 기본적으로 각 point마다 3개(x,y,z)의

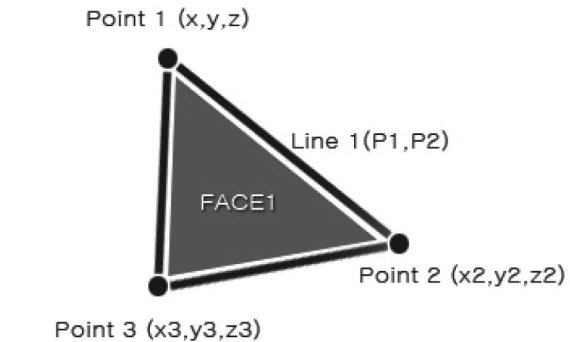


Fig. 11. Mesh 기본구조

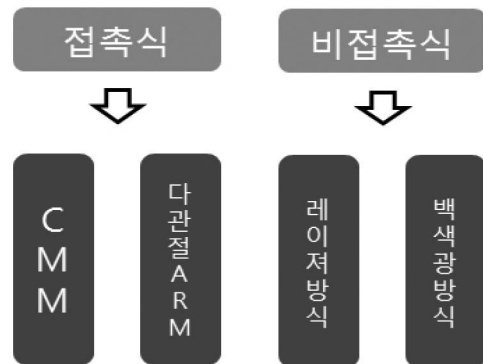


Fig. 12. 3D scanner 분류.

float값으로 정보를 저장하게 되는데 각 점들의 3차원 좌표 값이라고 생각하면 이해하기 쉽다. 3개의 실수정보를 가진 데이터를 3개씩 연결하게 되면 point는 line 정보에서 shape 정보로 변환된다. 이러한 point들이 무수하게 모여서 어떤 형태를 이루게 되는 것이다(Fig. 11).

3D Scanner는 이러한 point cloud를 형성하는데 매우 손쉽고 빠른 작업환경을 보장해준다.

디자이너가 인체를 모델링한다고 생각해 보자. Shape, Mesh, Solid 중 어떤 방식으로 Modeling을 시작하더라도 결과물은 디자이너의 역량에 따라 매우 다른 질을 보여 줄 것이며 작업 시간 또한 오랜 시간이 소요된다. 이 과정에서 3D Scanner 장비를 도입하게 된다면, 작업 대상에 따라서 작업시간이 1/10 이상 줄어들게 되며, Model의 질도 대폭 상승하게 된다.

현재 상용 스캐너는 여러 종류가 개발되었는데(Fig. 12), 세라믹분야에서 활용 가능한 것은 비접촉식 방식이

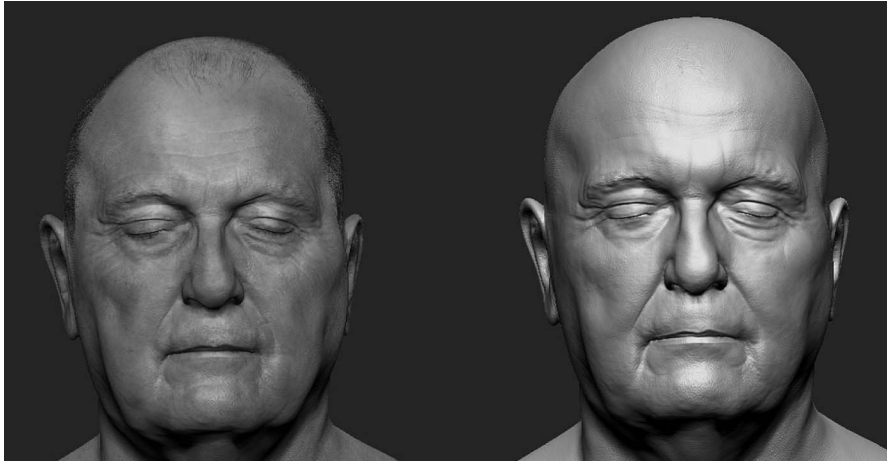


Fig. 13. 3D Scanner를 이용한 얼굴 스캔.

다. 비접촉식 스캐너들은 접촉식보다는 정확도면에서는 부족하지만, 보다 빠른 스캔 데이터를 취할 수 있다. 이는 정확한 치수보다는 빠른 모델링을 위한 기본 밀그립 수준으로 이용되는 도자세라믹 분야에서의 활용패턴 때문이다.

3.3.1. 3D Scanner의 활용

3.3.1.1. 문양 및 기물모양 복제

한 장인이 생산한 십장생이 양각으로 시문된 도판을 약간 수정하여 대량생산한다고 예를 들어보자. 대량생산을 위한 원형을 제작하기 위해서는 디지털기술을 이용하거나, 제형기술자가 도판을 기본으로 원형물드를 제작하여야 할 것이다. 후자의 경우 3가지 문제가 발생하는데,

첫째는 원본의 손상가능성이다. 원본이 하나뿐인 작품인데, 몰드 작업 중 파손된다면, 매우 안타까운 일이 아닐 수 없다.

둘째는 생산물드의 수정가능성이다. 100% 그대로 복제하는 것이 아니라. 스케일, 비율, 모양 등을 수정하기 위해서는 사람 손으로 처음부터 일일이 조각해야 하는데, 이는 원본과의 동질성도 떨어지며, 제형기술자의 능력에 따라 결과물도 판이하게 달라진다.

셋째로 재생산성의 한계이다. 우여곡절 끝에 원본을 원형으로 복사하는데 성공하였다고 할지라도 그것은 단지 복사로만 끝나는 의미이다. 이 상황에서 디지털기술

을 접목하게 되면 상황은 매우 달라진다.

첫째, 비접촉식 스캐너는 원본에 어떠한 손상 위험성도 없이 원본이 가진 구조적 데이터를 모두 가져 올 수 있다. 빛 또는 레이저를 기물에 반사시켜 얻는 데이터 값을 취하기 때문에 원본에는 물리적 손상이 발생되지 않는다. 이는 매우 희귀적인 원본일 경우 그 가치가 더 빛나는 부분으로서 유물 및 유작 등의 작품 복원에서 사용될 수 있다.

둘째, 수정 가능성이다.

일단 디지털 데이터로 취득한 원형의 구조는 디자이너가 원하는 대로 수정과 변경이 손쉽게 가능해진다. 양, 음각의 높이 값을 조절하여 좀 더 선명한 조각을 유도 할 수도 있고, 특정부분을 지우거나 재편집할 수 있다.

셋째, 재 생산성의 가치이다.

한번 취득된 데이터는 영구적으로 사용이 가능하며, 원본이 도판과 같은 평평한 기물이라 하더라도, 취득한 데이터를 접시, 주전자, 병 등 어떠한 기물에도 Rapping 가능하다. 이것은 작품의 재해석이 될 수도 있고, 새로운 융합을 통한 신 가치를 창출할 수도 있는 것이다.

3.3.1.2. 특정대상의 완벽한 복제

Modeling 중에서도 가장 난이도가 높다는 인물 modeling 작업을 진행시, CNC 부분에서 잠시 언급되었던 software 기술만으로 제작할 시에는 한계가 있다. 아무리



뛰어난 디자이너라 하여도, 그 인물을 분석하고, 부조적인 특징을 하나하나 그려나가는 작업은 시간적, 경제적 인 부하를 유발시킨다. 이 부분에서 3D scanner 기술을 적용한다면 어떻게 달라 질 수 있을까? 서울에서 부산까지 걸어서도 갈수는 있다. 걷다 길을 잘못 들어 방황하기도 하겠지만, 길은 존재하고, 걷고 또 걷다보면 언젠가는 목적지에 도착할 것이다.

자동차를 이용한다면 어떨까? 그보다 더 빠른 비행기를 타고 간다면...? 인체모델링에서 3D Scanner는 도보와 비행기의 차이라고 언급할 수 있다. 데이터를 신속하게 취득할 수 있으며, 그 데이터의 무결성 또한 보장 받을 수 있다. 현재 상용 Scanner들은 인체의 texture까지 받아들일 정도의 해상도를 갖고 있다 (Fig. 13). 이런 고급 데이터는 수작업의 software에만 의존해서 나온 결과물과는 질적, 시간적 차이를 보여 준다.

3.4. 세라믹 디지털 프린터

세라믹에서 기물에 장식을 더하는 건 필수적인 요건이다. 조선백자의 달 항아리 같은 여백의 극치를 즐겼던 일부 자기를 제외하면 도자의 시초인 토기시대부터 소소한 장식들은 꾸준히 존재하였으며, 시대를 지나 세계가 불리는 고려청자의 상감기법을 발전시키기도 하고, 특유의 광물을 이용하여 발색을 유도하기도 하였다. 현대에 이르러서는 다양해진 세라믹 안료를 이용하여 좀 더 화려하고 섬세한 제품들이 생산되고 있다. 더 나아가 이제는 종이에 사진을 인쇄하듯이 도자 기물에 특정 색상정보를 인쇄하는 기술이 상용화되었는데, 이것이 바로 세라믹 디지털 프린터이다.

3.4.1. 세라믹 디지털 프린터의 의미와 장점

기존에도 전사지라는 개념을 이용하여 식기나 도판에 매우 화려한 색 정보를 새겨 넣어 제품을 생산하는 방식은 존재하였다. 그러나 기물표면 및 모양에 영향을 많이 받는 방식 이었다. 즉, 표면에 요철이 존재하거나 곡률이 심한 기물에는 적용하기에 어려움이 많았다.

3.4.1.1. 비접촉 인쇄방식

세라믹 디지털 프린터는 대상기물에 접촉하는 것이 아니라 최소한의 간격을 두고 안료를 도포하는 방식이다. 때문에 기물의 요철 및 모양에 영향을 적게 받으며, 기물 자체에 물리적 손상이 발생되지 않는다.

3.4.1.2. 다품종 소량생산 가능

인쇄 작업을 위해 선행되어야 할 작업(원판인쇄)이 존재하지 않기 때문에 소량 생산을 하여도 경제적이다 할 수 있다. 흡사 컴퓨터에서 종이 1장을 인쇄하든 100장을 인쇄하든 수량에 따른 소모비용은 정비례 관계일 뿐인 것이다.

3.4.1.3. 고해상도 지원

1200dpi × 1200dpi(dots per inch) 이상을 지원하는 장비의 스펙은 도자 기물에 사진보다 선명한 색 정보를 인쇄 할 수 있다.

이는 제품의 생산한계를 크게 줄일 수 있다는 의미로서 기존에는 색 뭉게짐 때문에 제대로 표현하지 못했던 디자인도 충분히 구현 가능하다.

3.4.1.4. 고온안료 사용

저온(50°C~700°C) 열처리에 따른 색 정보의 수명 문제와는 다르게 고온으로 처리되는 세라믹 안료를 직접 도포함으로써 인쇄품질의 수명이 반영구적이며, 차후 개발되는 Glaze(유약) 잉크가 더해진다면 작업 공정 또한 대폭 감소될 수 있는 기술이다.

3.4.2. 세라믹 디지털 프린터의 활용방안

3.4.2.1. 인테리어 산업

세라믹 산업에서 새롭게 부각되고 있는 인테리어 분야에서 세라믹 디지털프린터는 강력한 도구로 사용 될 수 있다. 각종 문양 및 명화를 인쇄한 도판으로 인테리어를 진행할 수도 있으며, 상대적으로 매우 저렴한 가격으로 대리석 및 특정 석재문양을 인쇄, 소성하게 된다면 기존 고분자 수지에 인쇄하여 고가석재를 대처하려고 했던 제품과는 비교할 수 없을 정도로 질감부분까지도 유사한 자재를 생산해 낼 수 있다(Fig. 14). 또한 그 수명이 반영

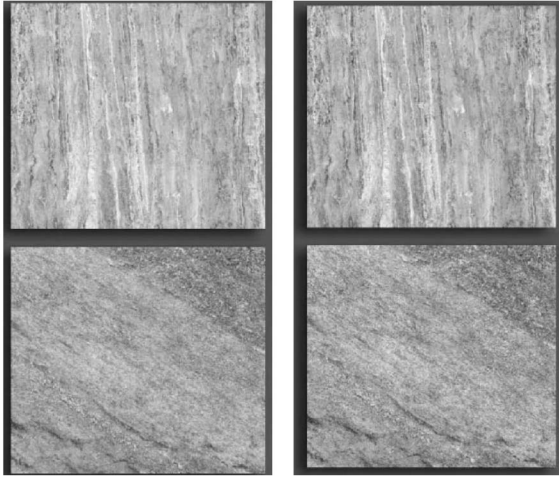


Fig. 14. 도자기 도판에 석재문양 인쇄품.

구적이기 때문에, 인테리어를 넘어서 익스테리어 분야에도 충분히 활용가능하다.

3.4.2.2. 양·음각 조각기물과의 결합으로 제품의 사실성 증대

대상을 조각만으로 완벽하게 표현하는 데에는 한계가 있다. 실제로 높이 값의 차이가 존재하지 않지만 색상정보가 매우 극명한 부분은 부조만으로는 표현하기가 애매한 것이 사실이다. 또한 평면에 색 정보만으로 대상을 표현했을 경우에는 아무리 고해상도의 인쇄품질이라고 하여도 세라믹 특유의 질감보다는 그저 잘 인쇄된 그림이라고 느끼게 될 것이다. 그러나 두 가지 가능성이 융합된다면, 그 결과물은 훨씬 더 높은 상품성을 지니게 될 것이다. Fig. 15는 부조와 색상정보의 융합이 가져오는 결과



Fig. 15. 안료작업에 따른 제품결과.

물의 차이를 보여준다.

4 결론

디지털기술이 아무리 뛰어나다 할지라도 사람의 감성을 뛰어 넘을 수는 없다. 예술성과 산업성이 혼재되어 있는 도자산업에서 디지털은 배척할 수만은 없는 매력적인 기술이다.

예술성에 치우쳐 빠르게 발전해 나가는 최신 기술을 외면한다면, 그것은 분명 비효율적인 생산방식일 것이다. 반대로 예술성을 버리고 공장에서 찍어 내듯 기술에만 의존하게 된다면, 그것은 더 이상 고부가 가치의 도자제품이 아니라 그저 하루에도 몇 천 만개씩 소비되는 종이 컵과 다를 바가 없을 것이다.

전통적인 도자 세라믹 제조방식은 보존되고 계승되어야 한다. 그러나 계승에만 머물러서는 안 되며, 시대의 흐름에 맞추어 변화되어 발전해야만 한다. 업체의 규모와는 관계없이 자신만의 전통성을 유지하면서 새로운 기술의 습득에 있어서 두려워하거나 외면해서는 안 되는 것이다.

본 글에서 소개된 디지털 기술의 접목은 앞으로 발전해 나갈 도자산업에서 극히 일부분에 지나지 않을 것이다. 기술은 끝없이 발전해 왔고, 앞으로도 발전해 나갈 것이다.

도자산업은 숙련집약형 성장산업이며, 국민의 건강과 삶의 질을 향상시키는 기초산업이다. 상술한 바와 같이 도자산업은 첨단과 접목하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 전략적 산업으로의 육성도 가능하다.

도자산업의 경쟁력 확보는 디자인과 기술의 두 가지 측면을 모두 고려한 차별화된 상품개발을 통해 이룩할 수 있다. 즉, 미적 추구하고 기능을 위한 기술개발이 선행되어야 한다. 국내 도자산업이 문화에서 산업으로, 단순 지역산업에서 수출산업으로 신 가치를 창출하는 고도화된 전략산업으로 발전할 수 있는 있도록 정부의 지원과 도자산업에 종사하는 모든 이의 노력이 절실히 요구된다.



●● 조우석



- 1988년 한양대학교 무기재료공학 졸업
- 1995년 동경공업대학 재료공학 박사
- 1999년 일본신기술사업단 연구원
- 2000년 미국 Georgia Tech. 연구원
- 2007년 삼성코닝 ITO 타겟 기술그룹장
- 현재 한국세라믹기술원 도자세라믹센터장

●● 최정훈



- 2008년 충북대학교 학사졸업
- 2008년 장휘고려청자연구소
- 2009년~현재 한국세라믹기술원
도자세라믹센터 연구원