

조형예술에 활용되는 실리콘 몰드에 관한 연구

축합형 실리콘, 부가형 실리콘을 중심으로

A study on Silicone Mold Utilization in Formative Art
focused on Tin-cure and Platinum Silicone

주 저 자 : 김영옥 (Kim, Young-ock)

홍익대학교 금속조형디자인과

교신저자 : 조완희 (Cho, Wan Hee)

홍익대학교 금속조형디자인과

<https://doi.org/10.46248/kids.2021.1.238>

접수일자 2021. 02. 25. / 심사완료일자 2021. 03. 15. / 게재확정일자 2021. 03. 25.

본 연구는 2019년도 홍익대학교 학술연구진흥비 지원에 의해 연구되었음

Abstract

Recently, the use of various materials and media in different art fields has widened the category of expression and has expanded the expression of themes, concepts, and emotions as without boundaries and artistic expressions are oriented. The use of various materials in many fields of formative art has changed its meaning from the value of the material itself to the object representing the conceptual value and has expanded its scope of expression with the artistic potential of new materials and technologies. Among the use of multiple materials in modern art, synthetic resin has emerged since the 50s of the last century, and silicone has been widely used in various ways because of its harmless to the human body, liquidity, easiness to color, and it is easily detached. These attributes recognize the infinite possibilities of formative art and are widely used in various fields of society as well as in art.

This study considered the material properties of silicone, and analyzed the two typical types of silicone molds widely used in the fabrication of objects which are the tin-cure silicone, and the platinum-cure silicone properties, and analyzed their usability. It also explored the allowable error and causes of curing defects according to the shrinkage rate and materials available for each type of silicone mold, focusing on objects such as resin, silicone, scented candle, and soap. Silicone, which is a functional and expressive material and is often used for modeling in the field of formative art and design production, is expected to be used in the future. The scope, methods, etc. of appropriate use shall be recognized by considering its characteristics, and the types and utilization of molds appropriate for the process of making sculptures shall be presented. Through this, it present the possibility of expanding the area of material representation by expanding the scope of utilization of various materials.

Keyword

Tin-cure silicone(축합형 실리콘), Platinum-cure silicone(부가형 실리콘), Mold(몰드,형틀)

요약

최근 다양한 예술 분야에서 다채로운 소재나 매체의 활용으로 표현의 범주가 넓어지고 자유롭고 예술적인 표현이 지향되면서 주제나 개념, 감정의 표현이 확대되고 있다. 조형 예술의 많은 분야에서 다양한 재료의 활용은 소재 자체로서의 가치에서 개념적 가치를 표상하는 물건으로 그 의미를 변화시켰으며 새로운 재료와 기술의 예술적 잠재력으로 표현의 영역을 확장했다. 현대 미술에 활용되는 다양한 소재 중 합성수지는 지난 세기 50년대 이후 등장한 대표적인 신소재이며, 그중에서도 실리콘(silicone)은 인체에 무해하고, 유동성이 있으며, 착색이 용이하고, 이형성이 뛰어난 특징을 가지고 있다. 이러한 속성들에 의해서 다양한 조형 가능성을 인정받고 있으며, 예술계뿐만 아니라 사회 다양한 분야에서 널리 활용되고 있다.

본 연구는 실리콘의 재료 특성을 고찰하고, 조형물 제작에 많이 활용되는 실리콘 몰드(mold)의 대표적인 두 종류, 축합형 실리콘(Tin-cure silicone)과 부가형 실리콘(Platinum-cure silicone)의 물성을 분석하고 활용성에 대해 분석하였다. 또한, 레진, 실리콘, 향초, 비누 등 일상 사물과 합성수지 재료를 중심으로 실리콘 몰드의 종류별 활용할 수 있는 소재와 수축률에 따른 오차 범위 및 경화 불량의 원인에 대하여 살펴보았다. 기능적, 표현주의적 재료로서 조형예술 분야 및 디자인 제작과정에서도 모형 제작 용도로 많이 사용하고 있는 실리콘은 앞으로 활용이 더욱 기대되는 소재라고 할 수 있다. 그 특성을 고찰하여 맞는 사용범위와 방법 등을 알아보고, 조형물 제작과정에 적절한 몰드 종류 및 활용방안을 제시한다. 이를 통해 다양한 소재의 활용 범위를 넓혀 재료적 표현 영역의 확장 가능성을 제시한다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 목적
- 1-2. 연구 방법 및 범위

2. 실리콘의 물리적 특성 및 활용

- 2-1. 실리콘의 특성 및 분류
- 2-2. 몰드 소재로써 실리콘의 활용 가능성

3. 실리콘 몰드의 종류 및 활용 방법

- 3-1. 축합형 실리콘의 활용
- 3-2. 부가형 실리콘의 활용

4. 물성에 따른 실리콘 몰드 활용 연구

- 4-1. 레진 제작에 적합한 실리콘 몰드 종류 및 활용
- 4-2. 실리콘 제작에 적합한 실리콘 몰드 종류 및 활용
- 4-3. 일상사물 제작에 적합한 실리콘 몰드 종류 및 활용

5. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구 목적

현대 조형 예술에서 소재는 작가의 생각을 표현하는 데 있어 크게 제한을 두지 않고, 다변적으로 활용 범위를 넓히고 있으며, 재료 이상의 의미를 담고 있다. 새로운 재료와 기법 탐구는 기존의 관습적인 형태나 제작 방식에서 벗어나 새로운 조형성에 대한 가능성을 열어주며, 심미적, 예술적 표현 방법을 증진 시킨다. 21세기 들어 재료를 중심으로 구분 지었던 분과 적 체제에서 벗어나 다양한 재료에 대한 선택 가능성의 범주가 넓어지고 신소재의 등장으로 더욱 활발하고 적극적인 표현이 이루어지면서 예술적 표현 가치가 높아졌다.

현대 예술 분야에 다채롭게 사용되고 있는 신소재 중 하나인 실리콘은 대표적인 합성수지의 한 종류이다. 실리콘은 50여 년 전부터 개발되기 시작하여 산업 분야뿐만 아니라 다양한 예술 분야에서 활용되고 있다. 가공이 자유로우며, 다양한 색깔을 연출하기 쉽고, 독특한 질감 표현이 용이한 특성이 있어 새로운 형태를 구사하기에 효과적인 소재이다.

본 연구는 다채롭게 표현되는 현대 예술의 다양한 재료 중 실리콘이라는 합성수지의 물리적 특성을 분석하고, 체계화함으로써 효과적인 주물 작업을 통해 작품 제작의 활용 가능성을 높이고, 기능적, 심미적 예술 표현을 용이하게 하고자 한다. 특히 레진, 플라스틱, 실리콘과 같은 합성수지의 사용이 늘면서 실리콘은 주재료

로서의 활용뿐만 아니라 조형물 몰드 소재로도 많이 쓰이고 있다. 실리콘을 사용하여 몰드 작업을 할 때 필요한 제작 조건 및 성분을 분석을 통하여 신소재의 활용 범위의 확장을 돕고자 한다. 실리콘을 사용하여 몰드 작업을 할 때 필요한 제작 조건 및 성분을 분석을 통하여 신소재의 활용 범위의 확장을 돕고자 한다. 이를 통해 디자인 모델 제작 과정에 사용되는 실리콘 몰드의 활용 및 성과를 높이고, 현대 조형 예술의 발전적인 결과물 도출과 다양한 소재의 융·복합적인 활용의 효과를 높이고자 한다.

1-2. 연구 방법 및 범위

본 연구는 실리콘의 물질적 특성을 이해하기 위해서 구성 성분 및 종류와 특성에 대한 연구를 진행한다. 실리콘의 속성에 대한 분석을 통해서 제작 방식에 대한 차이나 실리콘이 몰드 제작 재료로써 사용될 때 미치는 영향에 대하여 살펴본다. 실리콘은 조형물 제작 과정에서 이형성이 뛰어나기 때문에 실리콘 소재를 형태 몰드를 뜨기 위한 목적으로 사용하는 경우가 많이 있다. 몰드 제작 용도로 사용되는 실리콘 성분에 따라 축합형 실리콘과 부가형 실리콘의 2가지 종류로 나누어 그 특성에 대하여 분석하고 차이점과 활용방안에 대해 연구한다.

다음으로는 실리콘의 몰드를 활용하여 형태를 제작하는 주물의 종류를 레진, 실리콘, 및 향초, 비누 등과

같은 일상 사물로 분류하여 구체화한다. 물성에 따른 적절한 실리콘 몰드의 종류 선택 및 제작 방식에 대한 분석을 통해 현대 조형예술의 형태적 표현과 예술적 개념적 표현 범위를 확장하는 데 미치는 영향을 살펴 본다. 또한 디자인 모형(mock-up) 제작 및 장난감, 주방용품 등 생활용품 제작의 효과적인 활용도를 높이고자 한다.

결론적으로 이와 같은 새로운 소재 연구의 활성화가 현대 조형 예술에서 의미하는 역할을 살펴보고, 실리콘이 현대 조형예술 및 입체적인 제품 디자인의 재료로서 갖는 조형 가능성과 기능적으로 작업 과정에 활용되어 미치는 영향 및 기대효과를 고찰하고자 한다.

2. 실리콘의 물리적 특성 및 활용

2-1. 실리콘의 특성 및 분류

실리콘은 통상적으로 똑같이 사용되는 단어이지만 ‘silicon’과 ‘silicone’의 두 가지로 나누어 구분할 수 있다. silicon은 화학적으로 원소기호 Si(규소)이며 암회색의 금속으로 존재하며 주로 반도체 분야에 응용되고 있다. silicone은 실리시움(silicium, silice, 규소의 부산물)이란 말에서 유래되었으며, 유기기를 함유한 규소(silicon)와 실록산¹⁾ 결합(Si-O-Si)의 화학적 결합으로 서로 연결된 모양으로 된 폴리머(polymer)²⁾를 의미한다. 실리콘(silicone)은 유기성과 무기성을 겸비한 독특한 화학제로서 여러 가지 형태로 응용되며, 대부분의 산업 분야에서 필수적인 고기능 재료로서 다양하게 사용되고 있다.³⁾

실리콘은 형태에 따라 고무(rubber), 레진(resin), 오일(oil)의 3가지로 구분되며 사용 목적에 따라 배합하여 복합물로 각각의 방식으로 가공되어 제품화된다. 이 같은 기본 형태 중에서 실리콘고무는 50여 년 전부터 개발되기 시작했는데, 내열성과 내한성에 우수한 물성을 가지고 있어 다른 탄성체들과 비교해서 꾸준히 성장해 왔다. 특히 인체 무해성과 안전성의 특징으로 의료용 도구로서의 활용도 확대되고 있을 뿐만 아니라

여러 예술 분야에 활용되면서 표현의 다양성을 확대하고 있다.⁴⁾

실리콘은 경화 타입(type), 포장 형태, 경화 조건, 경화 후 상태로 나누어 분류할 수 있다. 먼저 경화 타입에 따른 분류로는 축합형 실리콘(tin-cure silicone), 부가형 실리콘(Platinum-cure silicone), 래디컬형 실리콘(radical silicone)으로 나눌 수 있다. 축합형은 수분(공기 중)의 존재 하에서 가수분해 및 축합반응에 의한 가교 경화하며, 부가형은 백금촉매의 존재하에서 불포화기에 Si-H를 함유하는 실록산의 부가 반응에 따라 가교 경화된다. 마지막으로 래디컬형은 발생 래디컬(radical)의 재결합, 불균화 반응에 의하여 가교 결합한다. 이중 본 연구에서는 실리콘 몰드 및 실리콘 조형물 제작에 주로 사용되는 축합형 실리콘과 부가형 실리콘을 중심으로 비교 분석한다.⁵⁾

실리콘은 포장 형태에 따라서 1액 형(one part), 2액 형(Two part)으로 분류 할 수 있다. 1액 형 실리콘은 제품을 단일의 밀폐 용기에 넣어 그 상태로 사용할 수 있으며, 2액 형 실리콘은 주제와 경화제의 2가지 성분으로 되어 비율에 맞추어 사용 직전 혼합하여 경화하는 것을 말한다. 주로 실리콘 몰드나 조형물 제작에 사용되는 형태는 2액 형 실리콘이다.

실리콘을 경화 조건에 따라서 분류하면 상온 경화형, 가열 경화형, 자외선 경화형 등이 있다. 상온 경화형은 실온에 방치하는 것만으로 경화되는 것을 말하며, 가열 경화형은 약간의 가열(85℃ ~150℃)에 의해서 경화되는 것을 말한다. 자외선 경화형은 자외선(UV) 조사에 의해서 경화되는 것을 말하며, 그 외에도 산소 존재 시 경화되는 산소 경화형과 산소가 존재하지 않아도 되는 혐기성 등이 있다.

마지막으로 경화 후 상태에 따른 분류로는 고무상, 겔(gel)상, 폼(form), 도막상으로 나눌 수 있다. 고무상은 통상의 액상 실리콘 고무를 말하며, 실리콘 몰드와 조형물 제작 재료로 주로 사용되는 형태이다. 겔상은 가교점이 적고, 액상과 고무상의 중간 형태를 말하며, 폼상은 기포가 형성되어 저밀도 화 된 고무 상태를 말한다. 도막상은 본질적으로 고무상이지만 얇게 도포된

- 1) 실록산(siloxane)이란, 규소(Si)와 산소(O)가 교차하여 결합 되어진 작용기이며, 실리콘(silicone)의 주골격을 형성한다.
- 2) 폴리머(Polymer)란 분자가 기본 단위의 반복으로 이들 분자들이 서로 조합하여 이루어진 화합물로 고분자화합물, 중합체라고도 불린다.
- 3) 정일남, 제3세대 실리콘화학, 자유아카데미, 2009 p.3.

- 4) 다우실리콘. 실리콘 고무의 특징과 종류[웹사이트]. (2020.11.07). URL: www.dawosilicon.co.kr.
- 5) 화학공학소재연구정보센터[웹사이트]. (2020.11.07). URL: <https://www.cheric.org/research/search/index.php?query=실리콘>.

상태로 예술 장신구나 오브제 제작에도 사용된다.⁶⁾

본 연구에서 실리콘 몰드의 소재로 비교, 분석하는 실리콘은 축합형 실리콘, 부가형 실리콘이며 각 실리콘을 1액 형, 2액 형으로 분류하여 살펴보고자 한다. 또한 경화 조건에 따른 사용 방법 및 활용 범위도 체계화함으로써 실리콘 몰드의 사용 가능성을 높이고자 한다.

2-2. 몰드 소재로서 실리콘의 활용 가능성

실리콘의 특성을 바탕으로 몰드 소재로서의 활용 가능성을 제시하고자 한다. 다양한 실리콘의 특성 중 유동성, 심부경화성, 안정성, 치수 안정성, 무변성, 내후성, 압축저항성, 이형성, 작업의 용이성, 비발열성 등을 중심으로 활용 가능한 특징을 살펴본다.

먼저 실리콘은 연질의 특성을 바탕으로 유동성이 있어 섬세하고 세밀한 형태의 구현이 가능하고, 심부경화성이 좋아 두께에 상관없이 형 뜨기가 가능하여 지문이나 깃털 등의 작은 음영의 세밀한 표현이 용이하다. 실리콘은 에너지적으로 안정되어 있어 내열성과 내한성이 우수하다. 또한 수축률이 낮아 치수 안정성이 뛰어나 특히 몰드 재료로 적합하다. 그뿐만 아니라 무변성이 있어 화학적으로 다른 물질을 부식시키지 않으며, 산이나 알칼리에도 우수한 내성을 가지고 있어 형틀 작업에도 쉽게 사용된다.⁷⁾ 실리콘 고무는 일반 합성 고무와는 달리 분자구조 내부의 대기층의 산소, 오존, 자외선 등과 반응하여 균열을 일으키는 이중결합이 없어서 내후성이 뛰어나 장기간 옥외에 방치하여도 물성 변화가 거의 없다. 일반 고무의 압축저항성은 온도변화에 따라 현저하게 증대되는데 비하여, 실리콘 고무는 -100℃~250℃까지의 넓은 온도 범위에서 탄성 및 복원력이 유지된다.⁸⁾ 이 외에도 이형성이 뛰어나 왁스나 이형제 없이도 형 뜨기가 가능하고, 레진, 플라스틱과 같은 합성수지 및 실리콘 조형물 제작을 위한 몰드 작업까지 가능하여 활용도가 높다. 실리콘 몰드의 제작과정은 주제와 경화제를 배합해서 형을 떠내는 방식으로 형틀만 있으면 간단히 모형을 제작할 수 있는 용이성이 우수하며, 주로 실온에서 경화하기 때문에 가열할

필요가 없다. 또한 경화 시에 발열하지 않기 때문에 원형에 영향을 미치지 않아 몰드의 소재로서 활용이 용이하다.

앞서 언급한 특징 외에도 착색성이 쉬워 다채로운 색감 및 질감표현이 가능하고, 양감표현 뿐만 아니라 다양한 형태적 표현이 가능해 조형예술 분야에서 조형물 주재료로도 많이 활용되고 있다. 실리콘의 유연성, 안전성, 무독성 등 물성 상의 특징을 활용하여 시각적, 촉각적 만족감이 높은 조형물 제작에 효과적이며 무한한 시각적 표현 방법을 제시하는 소재이다.

3. 실리콘 몰드의 종류 및 활용 방법

실리콘은 섭씨 -70℃~200℃의 넓은 온도 범위에서 유지되고, 유기적 특성인 고무 탄성과 전기적 성질 및 내후성 등이 우수한 성질이 있다. 액상 실리콘 고무로서는 축합 2액 형 타입(type)이 1950년 전반에 개발되었고, 이어서 1950년대 후반에 축합형 1액 형으로 초산 타입이, 60년 전반부에는 부가형인 2액 형이 개발되었다. 그 후 축합형 1액 형에 분류되는 옥심, 알코올, 아미노시형 등이 개발되어 액상 실리콘 고무의 기본을 갖추었다. 70년대에 들어와서는 주로 난연성이나 도전성 등의 특수 기능의 부여 및 앞서 언급한 형태인 겔화, 폼, 도막상 등 성상의 다양화와 가공 상의 개량이 되었고, 최근에는 자외선(UV) 경화 등의 새로운 기교 방법이 개발 중이다.⁹⁾

앞서 언급했듯이 실리콘 성분 및 가공 방법에 따라 다양한 종류로 나뉘는데, 그중에서 주요 성분에 따라 [표 1]과 같이 축합형 실리콘과 부가형 실리콘으로 분류하여 살펴보고자 한다. 특히 실리콘 몰드로써 주로 활용되는 경우는 레진, 플라스틱, 폼 등의 합성수지의 형 뜨기 제작과정이며, 향초, 비누 등 생활용품 제작에도 많은 쓰임이 있다. 이러한 합성수지를 다양하게 활용할 수 있는 방안과 심미적, 예술적 형태 구현의 향상을 높이기 위하여 실리콘 몰드의 종류를 두 가지로 분류하고, 특징 및 활용 방법을 제시한다.

6) ㈜에이텍스, 실리콘 제품 소개[웹사이트]. (2020.11.07). URL: www.ateks.co.kr.

7) 이광선, 실리콘을 소재로 한 장신구 연구, 기초조형학연구, 2014 Vol.15No.6, p.416.

8) 이시우, 재료과학과 공학, 교보문고, 부록5_실리콘의 물성, 2010, p.371

9) 이성소재, 액상실리콘 고무의 종류 및 특징[웹사이트]. (2020.11.08.). URL: <http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=goldsilicone&logNo=221455638451&parentCategoryNo=6&categoryNo=32&viewDate=&isShowPopularPosts=false&from=postView>.

3-1. 축합형 실리콘의 활용

축합형 실리콘은 앞서 언급했듯이 축합 1액 형 실리콘과 축합 2액 형 실리콘으로 나눌 수 있으며 1액 형 RTV는 상온 경화형(Room Temperature Vulcanizing) 실리콘 고무로 공기 중의 수분과 반응하여 경화한다. 축합 1액 형 실리콘은 한 개의 용기에 가교제나 촉매까지 함유한 반죽 형태나 유동성의 액상 혼합물이며, 튜브나 카트리지 등의 밀폐 용기에 넣어서 판매된다. 사용 시 용기로부터 압출하여 공기 중에 노출하면 수분에 의하여 가교 반응하여 공기와 접하고 있는 면부터 순차적으로 내부로 진행되며 실리콘 탄성체가 얻어진다. 경화 속도는 고무의 형태나 가교제의 차이 외에도 경화 시의 온도, 습도 등의 영향을 받는다. 특히 습도의 영향이 크며, 고온, 고습일수록 빨리 경화된다. 축합 1액 형 실리콘은 축합 2액 형 실리콘보다 접착성이 우수한 것이 특징이어서, 주로 아래 [그림 1] 과 같이 유리창, 타일 마감에 사용되는 접착제나 가전제품이나 건축 구조물의 고무 패킹 대신에 사용되기도 한다.

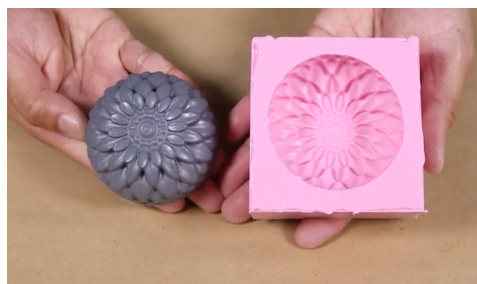
축합 2액 형 실리콘은 주로 주제와 경화제의 2성분으로 공급되며 사용 전 두 가지 타입의 액상을 적절한 비율로 혼합하여 사용하는 것을 말한다. 본 연구에서 주목하여 분석하려는 실리콘 형태로 일반적인 조형 예술 작업과 실리콘 몰드에 활용되는 실리콘이다. 이 외에도 형틀 뜨거나 붓으로 바르는 방법, 경화 후 성형 등의 방법으로 다양하게 활용된다. 축합 2액 형 실리콘은 1액 형 실리콘과 다르게 접착성은 없지만, 이형성이 뛰어나다. 또한, 심부 경화성이 양호하며 경화제의 조절로 경화 속도를 조절할 수 있다. 이러한 특징으로 예술 분야 외에 의료 기기, 시제품 제작, 특수 효과 및 성형 재료로 널리 사용되고 있다.¹⁰⁾

몰드로 사용하는 축합형 실리콘은 축합 2액 형 실리콘으로 다양한 경도로 사용이 가능하며, 거의 모든 표면에 붓 작업으로 발라서 형태 제작이 가능하다. [그림 2]의 예시 이미지와 같이 원형의 아주 세밀한 부분까지 표현이 가능하고, 작업에 따라 실리콘 자체를 묽게 만들거나, 바르는 작업이 용이하도록 점도 조절이 가능하다. 축합 2액 형 실리콘은 인장강도가 높고 길쭉한 특징이 있어, 왁스, 왁스, 석고, 콘크리트, 우레탄, 폴리에스테르 레진, 에폭시, 저 융점 금속 캐스팅 등 다양한 재료를 부어 형태를 만들 수 있다. [표 1]에서

볼 수 있듯이, 축합형 실리콘은 부가형 실리콘보다 경화시간이 느리고, 경도는 부가형 실리콘보다 제한적이다. 하지만 복제하려는 모형의 재질에 영향을 잘 받지 않기 때문에 사용하는 데 있어서 부가형보다 제약이 없어 특수한 합성수지나 열경화 합성수지가 아닌 경우 일반적으로 축합형 실리콘을 몰드의 소재로 더 많이 활용된다.



[그림 1] 축합 1액 형 실리콘의 접착제로 활용된 예시¹¹⁾



[그림 2] 축합 2액 형 실리콘의 몰드로써 활용된 예시¹²⁾

3-2. 부가형 실리콘의 활용

부가형 실리콘은 축합형과 마찬가지로 1액 형 성분과 2액 형 성분으로, 분류되지만 가열과 반응 억제제로 반응속도를 제어 할 수 있는 2액 형 실리콘이 일반적으로 사용되고 있다. 부가형 액상 실리콘은 비닐 성분을 함유하는 폴리실록산과 Si-H 결합을 갖는 폴리실록산을 부가 반응시킴에 따라 실록산을 가교 시키는 방식을 이용한다. 촉매제로는 백금 화합물이 이용되며, 부생물이 발생하지 않는 장점이 있어 실온 경화 시 수축률이 축합형 실리콘보다 매우 낮다. 또한 경화 시 수분이 필요 없고, 경화 반응은 표면 내부가 다 같이 균일하게 진행되며 심부 경화성이 양호하다. 경화 속도는 온도의 영향이 크며 온도를 높일수록 짧은 시간에 경화된다.

10) (주)에이텍스. 축합형 1성분 액상실리콘[웹사이트]. (2020.11.08.). URL: http://ateks.co.kr/?page_id=222.

11) Ibid.

12) Ibid.

또한 부가형 실리콘은 경화 시 백금 촉매의 성분을 방해하는 물질을 접촉하면 경화 불량이 되는데, 경화 저해 물질로는 아민, 유기화합물, 유황 화합물, 유기주석(Sn) 화합물 등이 있고, 이러한 성분을 함유시킨 제품과 접촉하면 경화하지 않는 경우가 있기 때문에 주의해야 한다. 따라서 모형 제작에 많이 사용되는 유도를 활용하여 몰드를 제작하는 경우 유황 성분이 없는지 유의하여 제작하여야 한다. [표 1]을 참고하여 축합형 실리콘의 특성과 비교하여 사용하면 더 효과적이다.

부가형 실리콘 역시 축합 2액 형 실리콘과 마찬가지로 접착성은 없으며, 양호한 이형성을 가지고 있지만, 이형제를 필요로 하는 경우도 있다. 또한 부가형 실리콘은 몰드 제작 방법에 있어, 형틀에 붓는 방법 외에도 [그림 3]의 Kristina Estell, <as you were> 작품처럼 붓으로 발라서 코팅하는 방법, 사출 성형 방식 등 다양하게 활용이 가능하다. 특히 축합형 실리콘 몰드에서 제작하기 어려운 종류의 합성수지 제작에 사용이 가능하여 폭넓게 다양한 조형물 제작에 활용되고 있다. 예를 들어 실리콘 조형물을 위한 형틀 작업 및 열경화 성 수지, 즉 폴리우레탄 레진, 열경화 에폭시 레진, 콘크리트 등을 제작하는 형틀 작업이 용이하다. 또한 부가형 실리콘은 완전 경화 후 매우 질기고, 내구성이 좋아 [그림 4]처럼 몰드 소재로 많이 사용된다. 이 외에 붓 작업 전용 부가형 실리콘은 잘 흘러내리지 않아 재료의 손실이 적고 사용이 편리한 것이 특징이다.¹³⁾

특히 부가형 실리콘 종류 중 인체에 무해한 성분으로 구성되어 있는 실리콘도 있으며, 신체 부위의 형태의 작품 제작할 때 [그림 5]와 같이 용이하게 사용된다. 그뿐만 아니라 특수효과 분야, 쿠션, 패드, 디자인 모형 등 다양한 용도와 경도로 적용이 가능하며, 무게가 가벼워 피부 질감 표현용으로 의수족, 의학 사물레이션 모형 제작으로도 많이 사용된다.



[그림 3] Kristina Estell, <as you were>, 2014, 부가형 실리콘 고무.¹⁴⁾



[그림 4] 부가 2액형 실리콘 몰드의 활용 된 예시.¹⁵⁾



[그림 5] Ilona Szwarc, <I am a woman and I cast no shadow>, 2016.¹⁶⁾

13) (주)에이텍스, 부가형 2액형 액상실리콘[웹사이트]. (2020.11.08). URL: http://ateks.co.kr/?page_id=227.

14) Kristina Estell, as you were[웹사이트]. (2020.11.21). URL: <https://www.kristinaestell.com/new-page-1>

15) FormX, Materials for 3D design[웹사이트]. (2020.11.21). URL: <https://formx.eu/molding--casting/platinum-silicones/index.php>.

16) Ilona Szwarc, I am a woman and I cast no shadow[웹사이트]. (2020.11.21). URL: <https://www.ilonaszwarz.com/shadow/i-am-a-woman-and-i-cast-no-shadow>

[표 1] 성분별 액상 실리콘의 특성 비교

특성	축합형 실리콘	부가형 실리콘
경화 속도의 영향	축매의 종류, 양으로 조절 가능하고, 습도 의존성이 크지만 온도 의존성은 비교적 적은 편임.	온도 의존성 있음.
경화 저해 화합물	없음	아민, 유황, 주석 화합물
심부 경화성	양호하지 않음.	양호
수축률	1.0% 이하	0.2% 이하
이형성	양호	다소 어려움
경화시 부생물	알코올	없음

4. 물성에 따른 실리콘 몰드 활용 연구

몰드를 제작하여 입체적인 형태를 용이하게 제작하는 방식은 고대 이전부터 있던 가공 방법으로 지금도 주조라는 기술을 대량 생산제품에 폭넓게 활용하고 있다. 상대적으로 제작 과정이 빠르고, 정밀한 형태 표현까지 가능하여 많은 현대 예술 분야에 활용되고 있다. 특히 몰드 재료의 실리콘 고무의 사용은 유연성과 탄성으로 이형이 쉽고, 정밀한 표현까지 가능하여 형틀 제작에 획기적인 변화를 가져왔다.

실리콘 몰드는 사용 시 복제물의 특성 및 성분에 의하여 적절한 종류의 실리콘을 사용해야 경화 불량 없이 제작이 가능하다. 실리콘 몰드가 많이 활용되고 있는 레진, 실리콘, 향초나 비누 등과 같은 생활용품으로 분류하여 적절한 실리콘 몰드의 사용 및 제작 방법을 제시하고자 한다. 이러한 물성 연구 및 활용 방안의 탐구는 현대 조형미술의 다양한 재료 활용의 범주를 넓혀주고, 디자인 제작 과정의 재료가 가지고 있는 물리적 특성을 활용하여 발전적인 제품 디자인의 확장 가능성을 부여한다.

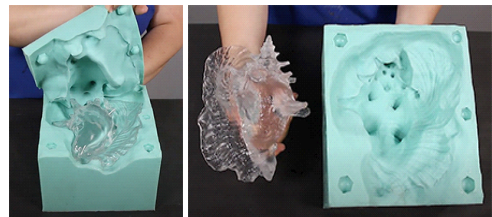
4-1. 레진 제작에 적합한 실리콘 몰드 종류 및 활용

레진(resin)은 나뭇진 또는 수지(樹脂)를 의미하는 말로 플라스틱 계열의 합성수지이다. 레진은 인공적으로 합성된 고분자 물질 가운데 점성이 있고 굳어질 수 있는 액체를 말하며, 오래전부터 광택제나 접착제로도 많이 쓰여 왔다. 레진은 빛을 통과시키거나 색감 연출

이 자유롭고 틀을 이용해 다양한 형태의 주물을 용이하게 연출할 수 있는 특징이 있어 많은 현대 조형예술 분야에서 자주 활용된다.¹⁷⁾

레진의 종류도 에폭시 레진, UV 레진, 폴리에스테르 레진, 우레탄 레진, 아크릴 레진 등 합성 성분과 가공 방법에 따라 여러 가지가 있다. 대부분의 레진은 열경화성 수지이기 때문에, 고체와의 접착성이 뛰어나고 열경화 시 몇몇 종류의 플라스틱 소재는 혼합될 가능성이 있어서 몰드의 소재로 실리콘을 주로 선호한다. 또한, 실리콘의 경도에 따라 차이는 있지만, 유연성과 탄성이 있어, 레진이 경화된 후 몰드에서 이형 하는 과정에서 수고를 덜 수 있는 이점이 있다.

실리콘 몰드를 활용 시 복제하려는 모형의 소재에 따라서는 축합형 실리콘과 부가형 실리콘의 활용이 다르지만, 실리콘 형틀을 이용하여 제작하려는 레진의 종류에 따라서는 실리콘 몰드의 사용을 달리해야 한다. 축합형 실리콘은 석고, 우레탄, FRP(fiber-reinforced plastic) 등 다양한 소재의 복제가 가능하지만, 레진의 경우 투명 경질 우레탄이나 연질 우레탄을 캐스팅(casting)할 때는 반드시 부가형 실리콘 몰드를 사용해야 한다. 불가피하게 축합형 실리콘을 사용해야 할 때는 온도를 섭씨 60℃에 맞춰 약 6시간 동안 몰드를 가열 후 식혀서 사용하는 것이 안전하다.



[그림 6] 부가형 실리콘 몰드를 활용한 레진 조형물 제작 과정.¹⁸⁾

4-2. 실리콘 제작에 적합한 실리콘 몰드 종류 및 활용

17) 나무위키. 레진[웹사이트]. (2020.12.05). URL: <https://namu.wiki/w/레진>.

18) Smooth-on. How to Cast a Crystal Clear Shell in a Mold Star 15 Mold[웹사이트]. (2020.12.12). URL: <https://www.smooth-on.com/tutorials/crystal-clear-conch-sea-shell-2-mold-mold-star-15-silicone-rubber/>

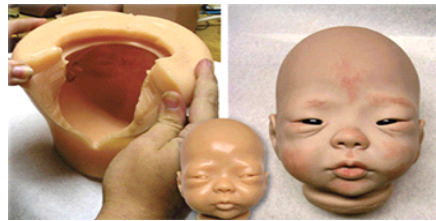
앞서 언급했듯이 실리콘은 몰드의 소재로써 뿐만 아니라, 주체적인 조형물의 재료로 사용이 확대되고 있다. 작가의 의도나 목적에 맞게, 붓으로 발라서 형태를 제작하는 방식, 몰드에 경화시켜서 형태를 제작하는 방식, 실리콘의 경화 과정이나 경화 후 가공하여 형태를 완성하는 형식 등 다양한 활용 방법의 확대와 표현 방법의 확장이 시각적, 예술적 효과를 발전시켰다.

특히 실리콘 소재를 형틀에 제작하는 방식에서 쓰이는 몰드의 종류는 다른 합성수지의 비교해서 주의를 필요로 한다. 축합형은 주석을 기반으로 만들어진 실리콘으로 대표적으로 피겨(Figurine)나 디자인 모형 제작 등 조형물 복제 용도의 형틀용으로 많이 사용된다. 부가형보다 수축이 조금 있을 수 있으며, 내구성 또한 부가형보다 떨어지지만, 원형 재질의 제약이 부가형에 비해 적기 때문에 일반적으로 사용된다. 하지만 복제 작업에 사용되는 소재가 실리콘이라면, 축합형 실리콘 형틀을 사용할 때 경화 거부가 일어나거나, 경화가 진행되더라도 표면이 계속 끈적거리는 현상이 발생할 수 있기 때문에 사용하지 않는 것이 좋다. 반드시 축합형 실리콘 형틀을 사용해야 하는 경우에는 복제하려는 실리콘을 붓기 전에 코팅제를 이용하여 몰드 표면을 코팅하거나 아크릴 스프레이를 사용하여 실리콘끼리 합체되는 현상을 방지해야 한다.

반대로 부가형 실리콘은 촉매제로 백금 화합물이 이용되며, 같은 종류의 부가형 실리콘 조형물을 제작할 때 몰드의 소재로 사용이 가능하다. 부가형 실리콘 몰드는 제작과정에서 복제물의 제약이 많지만, 축합형에 비해 다양한 범위로 사용이 가능하며, 실리콘끼리의 제작도 가능하고, 치수 안전성이 좋아 수축이 거의 없어 실리콘 및 합성수지 몰드 소재로 많이 활용되고 있다. 위의 조건을 고려해서 실리콘 몰드의 종류를 활용하면, 실리콘 조형물을 제조하는 제작 과정에서 안정된 결과물의 제작이 가능하고, 정밀도 향상을 높일 수 있다.



[그림 7] 실리콘 몰드를 활용한 실리콘 조형물 제작
예시.¹⁹⁾



[그림 8] 실리콘 몰드를 활용한 실리콘 조형물 제작
예시.²⁰⁾

4-3. 일상사물 제작에 적합한 실리콘 몰드 종류 및 활용

실리콘 몰드는 앞서 언급했듯이 레진이나 실리콘 등 합성수지의 몰드로서의 활용뿐만 아니라, 내구성이 좋아 플라스틱, 나무, 금속 등 다양한 일상 사물의 몰드 제작 용도로도 많이 사용된다. 또한, 일상 사물을 위한 실리콘 몰드 제작의 경우 레진이나 실리콘처럼 제한이 없고, 축합형, 부가형 사용이 모두 가능하다. 하지만 부가형 실리콘이 경화 시 부생물이 발생하지 않는 장점이 있어 수축률이 상대적으로 적어 정밀한 작업에 더 많이 선호한다. 실리콘 몰드의 용도가 조형물이 아니고, 의료기기나 식용의 목적으로 사용된다면 인체에 무해한 부가형 실리콘으로 사용을 제한한다. 그 외의 향초 몰드, 석고 방향제 몰드, 플라스틱 조형물 제작 몰드 등 일상 사물이나 조형 작업에는 원형 재질의 제약이 적은 축합형 실리콘 몰드의 사용이 부가형 실리콘보다 많은 편이다. 실리콘 몰드는 주제와 경화제를 배합해서 간단하게 조형물을 만들 수 있고, 이형이 편리하며, 반복적으로 사용해도 형태가 안정적이기 때문에 비누, 향초, 등 생활용품에도 많이 활용되고 있다.



[그림 9] 실리콘 몰드의 비누 제작을 위한 활용 된
예시.²¹⁾

19) Casting Silicone into Silicone, Gel-10 into Gel-10[웹사이트]. (2020.12.12). URL: https://www.youtube.com/watch?v=-lmQIJ_M_A.

20) Ibid.



[그림 10] 실리콘 몰드의 일상 생활의 식용으로 활용되는 예시.²²⁾

5. 결론

20세기 과학의 혜택으로 양산되는 새로운 소재와 작가의 예술적 표현력이 발전하면서, 현대 예술의 흐름과 함께 다양한 물성의 이해를 바탕으로 한 융·복합적인 활용은 새로운 분야로 확대 발전해 가고 있다. 특히 독특하고 다양한 소재로 더해지는 풍부한 조형적 표현 가능성과 예술적, 심미적 표현의 무한한 발달은 현대 예술 속에서 하나의 창조 분야로 주목받고 있으며, 재료와 활용의 범주는 점차로 넓어지고 있다. 새로운 신소재의 등장뿐만 아니라, 일상생활 속 많은 재료가 기존의 역할과 의미를 넘어서 작가의 가치관이나 표현을 전달하는 매체로서 다양한 가능성을 보여준다. 재료의 선택과 활용, 물성을 연구하는 과정은 조형물의 의미 전달체로서의 역할을 수행하게 하며, 기존의 실용성과 기능성에서 벗어나 창의적이고 개념적인 표현방식이 부각되도록 많은 변화를 이룩하였다.

재료의 연구를 통해 확대 발전되는 현대 예술 및 디자인 분야의 많은 소재 중 합성수지의 대표적인 소재인 실리콘은 조형물로서 뿐만 아니라 몰드의 소재로 활용도가 높이 평가되고 있다. 실리콘의 특징으로 물리적 내구성을 갖추고 있으며 모형의 정밀한 형태 복제가 가능한 이점이 있어 조형 제작 소재로서 효과적인 쓰임이 있다. 이에 실리콘의 물리적 성질을 탐구하고, 성분에 따라 축합형 실리콘과 부가형 실리콘을 중심으로 특징을 분석하였다. 또한 특성에 맞는 사용범위와

방법을 체계화함으로써, 실리콘 몰드의 레진, 실리콘 등의 합성수지와 생활용품 제작하기 위한 몰드의 개발뿐만 아니라, 조형예술 및 디자인 모형 작업 과정의 합리적인 활용에 기여하고자 한다.

다양한 분야에서 기존의 사용하던 소재나 방법이 아닌 새로운 소재를 활용하여 결과물을 연구 발전시켜, 완성도 있게 제작하기 위해서는 많은 경험적 지식을 수반해야 한다. 작품을 제작하기 전에 다양한 실험 탐구와 재료의 물리적 특성을 연구하여 활용하는 것은 신소재를 사용할 때 생길 수 있는 변수와 오차를 극복하는 데 도움이 될 뿐만 아니라, 이전의 제작 방식으로는 얻기 힘든 형태를 구현할 수 있게 한다. 본 연구는 실리콘의 몰드로서 활용 가능성과 다양한 재료와의 사용 방법을 설명하고, 조형물 제작 과정의 새로운 방향으로 활용될 수 있도록 분석한다.

현재 실리콘은 내열성과 내한성이 우수하여 많은 제품 디자인 분야에서 활용되고 있으며, 무해성과 안전성의 특징으로 인체에 사용되는 의료용 도구로도 널리 사용이 확대되고 있고, 여러 예술 분야에 활용되면서 표현의 다양성 및 시각적 효과를 확대하고 있다. 그뿐만 아니라, 디자인 모형 제작 과정에 활용되어 다양한 모델을 정밀하게 제작하는 데 효과적으로 쓰이고 있으며, 병마개, 컵 홀더(cup holder), 그릇, 손잡이, 가방, 신발 등 다양한 생활용품 제작의 섬유, 나무, 금속 대신 대체 물질로 사용이 확대되고 있다. 이처럼 실리콘은 예술 분야에서의 활용으로 다양한 시각적 효과를 연출하고, 제품 제작 과정에서 실용적 디자인 요소를 보완하여 새로운 기술 및 기능 발전에 기여한다. 이 연구를 통해 실리콘의 특성을 살피고, 종류별 몰드의 활용도를 정리함으로써, 보편적인 기법에서 벗어나 또 다른 방식으로 변형 가능성을 열어주는 데 도움이 되기를 바란다.

21) Cakesoap. 비누몰드[웹사이트]. (2020.12.21). URL: <http://www.cakesoap.co.kr/shop/shopbrand.html?xcode=008&type=X>

22) Ibid. 다구몰드[웹사이트]. (2020.12.21.). URL: <http://www.cakesoap.co.kr/shop/shopbrand.html?xcode=008&mcode=013&type=X>

참고문헌

1. 이시우, 재료과학과 공학, 교보문고, 2010
2. 정일남, 제3세대 실리콘화학, 자유아카데미, 2009
3. 김창석, 황선도, 액상 실리콘 고무를 이용한 유물

- 복제, 보존과학회지, 2005, Vol.17
4. 이광선, 실리콘을 소재로 한 장신구 연구, 기초조형학연구, 2014, 6, Vol.15
 5. 임광조, 실리콘 고무 주형 제작에 관한 연구, 조형디자인연구, 2010, 3, Vol.13
 6. www.dawoosilicon.co.kr
 7. www.namu.wiki/w/레진
 8. www.ateks.co.kr
 9. www.cheric.org
 10. www.kristinaestell.com
 11. www.formx.eu
 12. www.smooth-on.com
 13. www.ilonaszwarco.com