



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

미술박사 학위논문

유색보석과 925은을
결합하는 기법과 작품연구
- 자외선경화수지의 활용을 중심으로 -

2023년 8월

서울대학교 대학원
디자인학부 공예전공
조민희

유색보석과 925은을
결합하는 기법과 작품연구

- 자외선경화수지의 활용을 중심으로 -

지도교수 백 경 찬

이 논문을 미술박사 학위논문으로 제출함

2023년 8월

서울대학교 대학원

디자인학부 공예전공

조 민 희

조민희의 박사 학위논문을 인준함

2023년 8월

위원장 신 자 경 (인)

부위원장 민 복 기 (인)

위원 백 경 찬 (인)

위원 정 세 진 (인)

위원 이 승 현 (인)

국문초록

보금광경화(寶金光硬化)기법은 자외선경화수지를 활용하여 보석의 조각 및 가루를 금속과 결합하는 과정을 연구하여 개발하게 된 기법을 칭한다. 이 연구는 바탕 재료인 금속에 보석의 조각과 가루를 상감 재료로 사용하는 준보석가루상감(Crushed Stone Inlay)을 기반으로 하였다. 이 기법에서 금속과 보석을 결합하는 방식에 사용되는 사이아노아크릴레이트(Cyanoacrylate, CA) 성분의 접착제를 자외선경화수지로 대체함으로써 상감의 장식적인 용도를 적용한 손가락 제작뿐만 아니라 유색 보석의 투명성을 조형적으로도 적용하는 기물을 제작하는 시도를 하였다. 연구의 내용은 크게 재료·기법연구와 실험을 토대로 한 작품연구로 나누어 구성하였다. 작품연구를 위해서 금속은 모두 92.5% 은을 사용하였고, 이 기법에 사용하는 보석은 가공되지 않은 원석의 작은 조각과 가루이며, 필요에 따라 절구를 이용해 잘게 부수었다. I장은 연구의 목적, 방법 및 범위에 대해 설명하고, II장은 기법에 필요한 선행연구로 보석을 사용한 상감기법, 보석, 결합방식, 자외선경화수지에 대해 살펴보았다. III장에서는 기법 실험과 샘플 제작을 통한 작품연구를 진행하였다.

선행연구에서는 재료와 기법에 대한 연구를 네 가지로 구성하였다. 첫 번째로 보석 조각과 가루를 활용한 상감과 표면 가공이 적용된 역사적인 사례와 현대적 사례를 살펴보았다. 두 번째로 자외선을 활용한 광경화기법인 보금광경화기법에 적합한 유색보석을 찾기 위해, 보석의 종류와 특징에 대해 분석하였다. 특히 보석의 경도, 광택, 쪼개짐/깨짐과 자외선경화수지의 중합을 위한 투명도에 대해 살펴보았다. 세 번째로 여러 종류의 접착제에 대해서 살펴보고, 기존의 보석 상감 기법인 준보석가루상감에 사용되어 왔던 사이아노아크릴레이트 성분의 접착제의 단점을 분석하였다. 네 번째로 본 연구의 주제인 유색보석 조각과 금속을 결합하는 용도로 실험할 자외선으로 중합이 되는 수지 재료를 조사하였다. 자외선경화수지의 사용 사례들을 통해 그 장점들을 살펴보고 보석을 상감하기 위해 적합한 재료인지에 대해 분석

하였다. 보석을 금속에 결합할 때 사용하는 사이아노아클레이트 성분의 접착제의 단점인 빠른 경화시간과 짧은 작업시간을 보완할 방법으로 자외선으로 경화할 수 있는 재료에 대해 알아보았다.

기법 및 작품 연구에서는 유색보석과 금속의 결합이 효과적으로 가능한지 확인하기 위해서 두 가지의 실험을 진행하였다. 첫 번째로 사이아노아클레이트 성분의 순간접착제를 자외선경화수지로 대체하고 이것이 보석과 금속을 결합하는데 적합한지에 대한 실험을 하였다. 시중에 판매하는 세 종류의 자외선경화수지를 사용하여 유색보석 조각의 입자크기, 금속의 표면처리에 변화를 주며 다양한 조건으로 접착력 실험을 진행하였다. 실험에서 수집된 접착력 수치의 데이터를 통계적으로 분석하여 유색보석과 금속을 결합하는데 적합한 자외선경화수지를 선정하였다. 두 번째로 유색보석의 투명도에 대한 실험을 진행하였다. 자외선경화수지는 빛이 투과되는 부분에만 경화가 이루어지기 때문에 경화여부가 유색보석의 투명도와도 관련이 있어 다섯 단계 투명도에 해당하는 유색보석 다섯 종류와 그에 따른 자외선경화수지의 경화시간과 경화 여부에 대한 실험을 진행하였다.

두 실험에 기반하여 작품 연구를 하였는데, 작품 연구는 두 가지로 구성하였다. 첫 번째로 보석을 이용한 상감의 전통적인 장식성에 대한 탐구로 실용성을 강조한 손가락에 여러 형태로 보석 상감을 적용하였다. 이 작품 연구에서는 장식적인 형태에 대한 탐구를 위해서 청금석만을 제한적으로 사용하였다. 두 번째 작품 연구에서는 상감이라는 개념에서 벗어나 칠보의 플리케 어쥬르와 비슷한, 뒷면이 없고 뚫린 형태의 조형성을 강조한 보석의 활용에 집중하여 작품을 제작하였다. 첫 번째와 비교했을 때 보석의 면적을 넓히고 투명도가 투명(TP)에서 아반투명(STL)의 범위 안에 해당하는 다양한 유색보석을 조색하여 회화적인 표현을 기물의 형태에 시도해 보았다.

이 연구에서는 자외선경화수지를 사용함으로써 상감의 전통적인 개념에서 넘어서서 금속공예에서 유색보석의 작은 조각과 가루의 활용 범위를 넓혀보고자 하였다. 이 연구는 공예의 상감기법을 토대로 금속에 색을 접목할 수 있는 새로운 표면 가공 및 마감 방법을 소개함으로써 천연 원석의 고유

한 색을 돋보이게 하고 동시에 장식적이고 조형적으로 적용을 할 수 있음을 보여주고 있다.

주요어 : 유색보석, 자외선경화수지, 보금광경화기법, 금속기물, 숟가락

학 번 : 2018-33310

목 차

I. 서론	1
1. 연구 동기와 목적	1
2. 연구 방법과 범위	2
II. 보금광경화(寶金光硬化)기법을 위한 연구	4
1. 보석을 활용한 상감	4
1.1 상감의 종류	4
1.2 역사적·현대적 사례	6
2. 보석에 대한 일반적인 고찰	10
2.1 보석의 정의와 분류	10
2.2 경도와 투명도 및 특징	12
2.2.1 유색보석의 특성	16
2.3 보석의 활용에 따른 가공과 고정	24
3. 보석과 금속의 결합방식	35
3.1 결합방식과 성분	35
3.2 현대의 결합방식	38
4. 자외선경화수지에 대한 고찰	39
4.1 자외선경화수지의 원리	39
4.2 자외선경화수지의 활용 사례	42
4.3 보석과 금속을 결합하는 보금광경화기법	49
III. 기법 및 작품 연구	51
1. 자외선경화수지의 접착력 실험을 통한 작품 연구	51
1.1 실험 방법	51
1.1.1 자외선경화수지 선정	51

1.2	표면처리별 실험 결과	56
1.2.1	표면처리별 실험 결과와 통계분석	56
1.2.2	입자크기별 접착력 실험 결과와 통계분석	61
1.3	형태에 따른 기법연구	72
1.3.1	납작한 형태	74
1.3.2	굴곡이 있는 형태	75
1.3.3	원통형	77
1.4	장식적인 요소로 적용한 손가락 작품 연구	79
1.4.1	손가락 장식의 목적	79
1.4.2	장식의 모티브와 제작	87
1.4.3	보석 조각과 가루를 통한 질감 표현	96
2.	유색보석을 활용한 작품 연구	99
2.1	청금석 외 유색보석의 적용	99
2.2	보석의 투명도에 따른 두께 실험	111
2.3	스테인드글라스 효과 연구	119
2.4	기법 연구	121
2.4.1	피착제 연구	121
2.5	기물 제작을 위한 입체 구조 연구	127
2.5.1	원통형 구조 제작	127
2.5.2	세로형 구조 제작	135
2.5.3	조형의 확장 가능성 연구	142
IV.	결론	150
	참고문헌	152
	Abstract	160

작 품 목 차

[작품 1] <Spoon, Blue>	84
[작품 2] <구슬 계량 스푼 시리즈>	85
[작품 3] <Line Series>	86
[작품 4] <Botanical Series>	90
[작품 5] <Botanical Series_Forks>	91
[작품 6] <Star Series_01>	94
[작품 7] <Star Series_02>	95
[작품 8] <Stars 수저>	98
[작품 9] <Stars Series_03, 과일꽃이>	105
[작품 10] <Confetti Spoons>	106
[작품 11] <Candle Holders and Snuff Set>	110
[작품 12] <Open Spoon Set>	123
[작품 13] <Coaster_01>, <Coaster_02>, <Coaster_03>	124
[작품 14] <Minerals>	131
[작품 15] <Minerals Strata_01>, <Minerals Strata_02>	132
[작품 16] <Crush to Form_01>	134
[작품 17] <Ametrine>	137
[작품 18] <Mineral Glass Set>	140
[작품 19] <Minerals Strata_03>	141
[작품 20] <Crush to Form_02>	144
[작품 21] <Crush to Form_03>	147
[작품 22] <Crush to Form_04>	149

그림 목 차

[그림 1] <은상감호작문자석연>, 조선	5
[그림 2] <철제은상감화병>, 조선	5
[그림 3] <Two Rings with Lotus Flowers>, 고대이집트	6
[그림 4] <Finger-Ring>, 미노스 문명	6
[그림 5] <Standard of Ur>, 2500BC, Royal Cemetery(Ur)	7
[그림 6] 황삼용 작가의 공방 방문, 2018	8
[그림 7] <나전 바둑판>(螺鈿棋盤, 나전 기반), 일제강점	8
[그림 8] 황삼용, <Pebbles>, 나전끓음질, 2016-2017	9
[그림 9] William Singer, <Buffalo Belt Buckle>, 1972	9
[그림 10] 4대 보석: 다이아몬드, 에메랄드, 루비, 사파이어	10
[그림 11] 준보석: 터키석과 자수정	11
[그림 12] 유기질보석: 별갑(동물)과 호박(식물)	11
[그림 13] 모스굳기계	12
[그림 14] 보석의 투명도	13
[그림 15] <Coupe en forme de coquille>, 1685, 루브르 박물관	16
[그림 16] 자수정을 열처리 한 황수정	17
[그림 17] 천연 황수정	17
[그림 18] 에메랄드와 페리도트	18
[그림 19] Alexandre Cabanel, <Cleopatra>, 1887	19
[그림 20] <Spouted Bowl>, Ur, Sumer	20
[그림 21] <magical mirror; mirror-case>	20
[그림 22] <Breastplate in the form of a Scarab>, 이집트 신왕국	21
[그림 23] 나바호족 터키석 팔찌	22
[그림 24] <Cylinder Seal>, Akkadian	22
[그림 25] <String of Beads>, Cape(Clothing), Early Dynastic	23
[그림 26] [그림 25] 디테일, Early Dynastic	23

[그림 27]	로도나이트와 로도크로사이트	23
[그림 28]	패싯티드 컷트	24
[그림 29]	카보숑	24
[그림 30]	〈The Blacas Cameo〉, 14-20	25
[그림 31]	팀블드 카넬리언	25
[그림 32]	Sassoferrato, 〈The Virgin in Prayer〉, 1640-1650	26
[그림 33]	〈The Healing of the Man born Blind〉, 1278-1319	26
[그림 34]	〈Gold Dagger with Scabbard〉	27
[그림 35]	〈Arrow-head made of obsidian〉	27
[그림 36]	다이아몬드 바 세트	27
[그림 37]	〈세파르디 회당 앞에 재현된 판결흉패〉, 이스라엘	28
[그림 38]	〈Joséphine's Acrostic Bracelets with the Names of Her Children, Hortense and Eugène〉	29
[그림 39]	Hermann Jünger, 〈Necklace〉, 1957	30
[그림 40]	Petra Class, 〈Greens〉	30
[그림 41]	Sandra Enterline, 〈Ruby Tear Brooch〉, 2003	31
[그림 42]	김유정, 〈Lapis Lazuli + Tourmalated Quartz〉, 2021	31
[그림 43]	Kelvin J. Birk, 〈Big Claw Ring with Crushed Gemstones〉	32
[그림 44]	Kelvin J. Birk, 〈Grand Claw Ring〉	32
[그림 45]	Kelvin J. Birk, 〈Big Claw Ring〉	32
[그림 46]	Julia Obermaier, 〈Verborgen〉	33
[그림 47]	Julia Obermaier, 〈Verborgen〉	33
[그림 48]	Sandra Enterline, 〈Mica Drum Brooch with Rubies〉, 2004	34
[그림 49]	Jean Vendome, 〈Vitrail〉, 1990	34
[그림 50]	Jean Vendome, 〈Echo〉, 1990	34
[그림 51]	Elaine Cox, 〈Field Brooch〉	35
[그림 52]	Elaine Cox, 〈Ring, Layered〉	35
[그림 53]	전자 스펙트럼	40
[그림 54]	Polymerization of Photopolymer by UV light	40

[그림 55] 치과용 광중합기와 수복 시 레진을 광중합하는 모습	43
[그림 56] SLA방식, 상향식과 하향식	44
[그림 57] SLA방식으로 인쇄한 출력물과 고무몰드	45
[그림 58] OPI Nail Polish	47
[그림 59] 레진아트 세트	48
[그림 60] 접착력 실험 샘플	52
[그림 61] 샘플을 실험하는 모습	52
[그림 62] Shear Bond Tester를 사용하는 방법	53
[그림 63] 접착력을 높이기 위한 방도	54
[그림 64] Stackable Mesh Sifter	54
[그림 65] 청금석 조각	54
[그림 66] 40메시, 80메시, 325메시로 거른 청금석 조각과 가루	55
[그림 67] 납작한 형태: 틀 제작	73
[그림 68] 조각정으로 표면처리한 모습	73
[그림 69] 입자크기 80메시로 1차 경화한 모습	73
[그림 70] 청금석 조각과 가루로 모든 공간을 경화한 모습	73
[그림 71] CA접착제를 사용하여 납작한 면을 상감했을 때 모습	74
[그림 72] 굴곡이 있는 형태: 401 순간접착제 사용	76
[그림 73] 굴곡이 있는 형태: 자외선경화수지 사용	76
[그림 74] 기물 샘플: 체이싱	77
[그림 75] 기물 샘플: 청금석 상감	77
[그림 76] 원통형에 CA접착제와 자외선경화수지의 사용 비교	79
[그림 77] 고려시대 청동손가락 각 부분 명칭	80
[그림 78] 청동손가락 형식 분류안	81
[그림 79] 명성유기 수자문무늬 수저	82
[그림 80] 명성유기 거북이 수저	82
[그림 81] 학 불로초 금부 순은99% 장인 예단 은수저	82
[그림 82] 가루형 한약 복용용 계량 손가락	87
[그림 83] 〈Wreath, B17711〉, 푸아비의 버드나무 화환	88

[그림 84] <Wreath, B17710>, 푸아비의 포플러 화환	88
[그림 85] 여러 가지 향신료의 원재료 모습	88
[그림 86] [작품 4]의 장식 확대 사진_1	92
[그림 87] [작품 4]의 장식 확대 사진_2	92
[그림 88] (좌) Kudurru, (우) Star of Ishtar 상세이미지	93
[그림 89] [작품 8]의 확대 사진	96
[그림 90] [작품 6]의 확대 사진	96
[그림 91] [작품 7]의 확대 사진	96
[그림 92] 공작석 조각과 가루(Coarse & Powder)	101
[그림 93] 자수정 조각과 가루(Coarse & Powder)	101
[그림 94] [작품 10]의 ① 인회석 확대 사진	108
[그림 95] [작품 10]의 ③ 벽옥 확대 사진	108
[그림 96] 첫 번째 실험: 불투명 2mm	112
[그림 97] 투명도와 두께 첫 번째 실험	114
[그림 98] 투명도와 두께 두 번째 실험	116
[그림 99] Rene Lalique, <Dragonfly Pendant>, circa 1904	119
[그림 100] Valeri Timofeev, <Champagne Flute>, 1993	120
[그림 101] Diane Echnoz Almeyda, <Table Lamp>, KSB Miniature Collection	120
[그림 102] 스테인드글라스 효과: 납작한 형태 샘플	122
[그림 103] 여러 가지 보석을 조색한 납작한 형태 샘플	122
[그림 104] [작품 15]의 일부 제작 과정: OHP 필름과 핫멜트 사용	125
[그림 105] 캔을 활용한 샘플	126
[그림 106] 알루미늄 테이프의 활용	126
[그림 107] 조민희, <Raising From Inside Out(v2017)>	128
[그림 108] 조민희, 디테일, <Raising From Inside Out(v2017)>	128
[그림 109] Stromatolite	129
[그림 110] 연구자가 모은 은가루	129
[그림 111] [작품 15] <Minerals Strata_02> 초를 켜 놓은 모습	129

[그림 112] [작품 15] 초를 켜 놓은 모습	133
[그림 113] [작품 17]의 틀 제작	135
[그림 114] 천연 아메트린	135
[그림 115] [작품 18]의 제작 과정	138
[그림 116] 흑요석의 폐각상 쪼개짐	139
[그림 117] 흑요석, 순지트, 제트 조각의 비교 사진	139
[그림 118] [작품 20]의 제작 과정: OHP 필름과 핫멜트 사용	142
[그림 119] [작품 21]의 작업 과정	146

표 목 차

[표 1] 광물의 분류	11
[표 2] 광석 및 물질 모스굳기계	13
[표 3] 쪼개짐과 깨짐	14
[표 4] 광택의 종류	15
[표 5] 자외선경화수지의 구성 성분의 종류	41
[표 6] 자외선 경화성 수지용 모노머의 종류 및 특징	41
[표 7] 자외선경화수지의 올리고머 및 폴리머의 경화물 특성	42
[표 8] 네일 폴리쉬와 젤 폴리쉬의 장·단점	48
[표 9] 실험 샘플의 구분	56
[표 10] 모스티브의 표면처리별 접착력 측정 결과	57
[표 11] 크리진의 표면처리별 접착력 측정 결과	57
[표 12] 엠브리드의 표면처리별 접착력 측정 결과	57
[표 13] 모스티브의 표면처리별 평균값과 통계분석 결과	60
[표 14] 크리진의 표면처리별 평균값과 통계분석 결과	60
[표 15] 엠브리드의 표면처리별 평균값과 통계분석 결과	61
[표 16] 모스티브의 표면처리 및 입자크기별 접착력 실험 결과	62
[표 17] 크리진의 표면처리 및 입자크기별 접착력 실험 결과	62
[표 18] 엠브리드의 표면처리 및 입자크기별 접착력 실험 결과	62
[표 19] 모스티브의 조각정과 Ball Bur 표면처리의 입자크기별 통계분석	65
[표 20] 크리진의 조각정과 Ball Bur 표면처리의 입자크기별 통계분석 ·	66
[표 21] 엠브리드의 조각정과 Ball Bur 표면처리의 입자크기별 통계분석	67
[표 22] 선정된 표면처리와 입자크기 80메시의 자외선경화수지 비교 ···	69
[표 23] 선정된 표면처리와 입자크기 325메시의 자외선경화수지 비교 ··	70
[표 24] 모스경도로 구분한 유색보석	100
[표 25] 보석의 쪼개짐/깨짐과 광택	103
[표 26] [작품 10]에 사용한 보석과 투명	108

[표 27] 투명도와 두께 실험 #1 결과	113
[표 28] 투명도와 두께 실험 #2 결과	115
[표 29] 실험한 보석의 투명도	118

I. 서론

1. 연구 동기와 목적

금속공예에서 보석은 장신구 제작에 많이 사용되어 왔지만, 현대 공예의 기물 제작에 있어서는 보석의 활용이 드물다. 색이 아름답고 내구성이 강한 보석을 특정한 모양으로 가공하고 금속으로 세팅하고 장신구를 제작하는 것은 흔하지만, 가공되지 않은 거친 상태의 원석을 재료로써 사용하는 방법은 잘 알려지지 않았다. 고대 역사 속의 공예품에서 장신구 외에도 보석이 많이 활용되었지만, 현대 공예에서는 보석의 활용범위가 장신구에 한정적이라는 것과 오늘날의 금속공예 기법과 관련된 서적들과 수업에서 보석에 대한 내용은 다루지 않는다는 것에 대한 아쉬움이 많았다. 고대 역사 속의 금속공예와 공예품에서는 준보석가루상감(Crushed Stone Inlay)기법을 통해 보석을 활용해 왔다. 이는 우리가 현재 알고 있는 규격화된 보석 가공 기술이 발달하기 전이며, 천연 원석의 고유한 색을 활용할 수 있는 방법이었다. 이 연구는 준보석가루상감에 대한 기법을 전제로 하여 보석을 재료로써 활용할 수 있는 방법을 찾아 보고자 연구를 시작하게 되었다.

이 연구의 목적은 가공되지 않은 원석 보석의 조각과 가루를 재료로써 사용하는 방법을 연구하는 데 있다. 금속공예에서 기물을 제작할 때 금속의 판재를 주재료로 사용하여 여러 금속공예 기법으로 형태를 만들 듯이, 보석의 조각들과 가루를 사용하여 입체적인 형태를 창작하는데 목적을 둔다. 이를 통해, 다양한 천연 원석의 색을 금속과 접목할 수 있는 가능성을 인식하고, 이전에는 활용범위가 넓지 않았던 보석의 사용을 기물 제작에 적용해 새로운 기법의 개발을 목적으로 한다.

2. 연구 방법과 범위

본 연구에서는 먼저 규격화된 보석 가공 기술이 발달하기 전의 고대 공예품에 준보석가루상감 방식으로 보석을 사용했던 사례를 알아보고, 현대 공예가들의 작품 사례로 전통적인 난집의 활용 외에 창의적으로 보석을 고정하는 방법을 살펴보았다. 이런 사례들을 통해 보석과 금속을 고정하는 방법으로 사이아노아클레이트 성분의 접착제를 탐구해 보고 이 방법의 단점들을 분석하였다. 이 단점들을 보완할 수 있는 방안으로 비교적 신기술인 자외선경화수지를 활용한 광경화기술에 대해 연구하였다.

보석과 금속의 광경화를 위해 두 가지의 선행 실험을 진행하고 각 실험 결과에 기반하여 작품을 연구하였다. 첫 번째로 시중에 판매하는 자외선경화수지 세 가지를 선정하여 접착력 실험을 진행하고, 접착력을 높일 방안으로 금속의 표면처리와 보석의 입자크기에 변화를 주어 실험하였다. 실험 방법으로는 치의학에서 사용하는 레진의 접합 수치를 실험하는 Shear Bond Tester를 사용하였고, 정확한 실험 결과를 위해서 금속은 모두 92.5% 정은을 사용하였으며, 보석은 모두 청금석을 사용하였다. 이 실험에서 나타난 결과를 통계적으로 분석하여 보석과 금속의 접착력을 가장 높은 자외선경화수지, 표면처리와 입자크기를 도출하였다. 이 결과를 바탕으로 보금광경화기법을 개발하여, 실용성을 강조한 손가락에 납작하거나 굴곡이 있는 형태와 원통형의 장식 요소를 적용하여 제작하였다.

두 번째 실험은 투명도에 대한 경화시간을 알아보기 위한 실험이었다. 보금광경화기법은 빛의 조사에 의한 경화 방식이므로 빛의 투과성과 관련이 있어, 유색 보석의 투명도에 대한 실험을 진행하게 되었다. 이 외에도 다양한 유색 보석을 사용하게 되면서 각기 다른 모스경도, 깨짐/쪼개짐, 광택에 대한 실험을 진행하였다. 실험을 위해 총 22가지의 유색 보석을 선정하였는데, 이는 보석의 색, 내구성, 가성비, 쉽게 구할 수 있는지에 대한 여부를 고려하여 선정하게 되었다. 실험 방법으로는 보석의 다섯 단계의 투명도를 정의하고 이에 해당하는 보석 세 가지를 선정하여 경화 시간별, 두께별로 실험을 진행하였다. 실험 결과를 기반으로 칠보의 플리케 어쥬르 기법을

본받아 보석이 기물의 구조가 되는 시도를 하였다. 이것은 자외선경화수지를 결합 방식으로 도입하면서 가능해진 것으로 스테인드글라스 효과를 내었다. 이 방법으로 기물에서 금속이 차지하는 면적을 줄이고 유색보석만으로 조형적 형태를 이루도록 기물을 제작하였다. 기물의 형태로는 보석의 면적을 넓은 평면적인 형태와 원통형, 굴곡과 볼륨이 있는 형태를 제작하고 보석과 자외선경화수지의 접착력만으로 형태를 연장하였다. 땀을 사용하지 않으면서 형태를 연장하는 기법에서 더 나아가 기물의 이중구조를 시도하여 중첩을 이루는 형태도 시도하였다.

II. 보금광경화(寶金光硬化)기법을 위한 연구

보금광경화(寶金光硬化)기법을 개발하고 작품에 적용하기에 앞서, 이 기법의 기반이 되었던 준보석가루상감(Crushed Stone Inlay)과 보석을 활용한 표면가공기법에 대해서 알아본다.¹⁾²⁾ 준보석가루상감의 주재료는 유색보석, 금속 그리고 이 두 재료를 결합해 주는 접착제이기 때문에 상감에 적용이 가능한 유색보석과 접착제의 종류에 대해서 살펴본다. 그 다음 준보석가루상감에 사용되는 순간접착제의 단점을 분석하고, 단점을 보완하기 위한 소재로 자외선을 활용한 수지에 대해 조사한다.

1. 보석을 활용한 상감

1.1 상감의 종류

공예에서 상감이란 표면을 깎아내어 그 부분에 표면의 소재와 다른 재료 또는 같은 재료의 다른 색을 상감 재료로 끼워 넣어 고정하는 장식기법을 말한다. 공예에서 상감은 재료와 기법에 따라 그 종류가 매우 다양하다. 특히 금속공예에서 많이 볼 수 있지만, 목공예와 도자공예에서도 사용된다. 상감 재료로서 금속, 나무, 흙을 쓰기도 하고 그 외에 보석, 조개껍데기, 동물 뼈 등을 사용하기도 한다.

금속공예에서는 금속 표면에 다른 금속을 끼워 넣는 장식기법으로 선상감, 면상감, 절상감 등이 있다.³⁾ 선상감과 면상감은 금속의 표면에 정을 사용하여 파낸 후 다른 금속을 끼워 넣는 방법을 말한다. 선상감을 했을 경우, 땀 없이 파낸 골 속에 박아 넣기도 하며, 금속선을 넣는 대신 땀을 녹여 공간을 채우는 방법도 있다. 이 방법으로 섬세한 선이 많은 장식 또는

1) 보금광경화(寶金光硬化)기법은 유색보석과 금속을 자외선경화수지를 활용하여 경화·결합하는 기법을 말한다.

2) 준보석가루상감은 조민희와 정신혜(2021)의 논문에서 사용된 영어 Crushed Stone Inlay를 번역한 것이다.

3) 전용일, 『금속공예기법』, 미술문화, p.125

무늬, 패턴을 정교하게 표현할 수 있다. [그림 1]은 돌에 은을 상감한 조선 시대의 벼루이다. 절상감은 금속면을 톱질하여 잘라낸 후, 그 공간에 같은 모양의 다른 금속을 뿔을 하여 상감하는 방식이다. 서로 다른 색의 금속의 면의 대비를 통해 장식적인 표현을 하는데 사용되기도 한다. 금속과 금속끼리의 접합으로 이루어졌다 하여 영어로 marriage of metal이라고 부른다. 입사기법 또는 포목상감은 금속의 표면에 정과 망치로 촘촘한 질감을 격자 무늬로 새긴 후, 부드럽고 잘 늘어나는 금속을 열풀림⁴⁾을 한 후에 만들어진 질감 위에 올려놓고 망치로 쳐서 고정하는 상감기법이다. [그림 2]는 은과 적동을 철에 입사한 조선시대의 철로 만들어진 화병이다. 이러한 상감 기법은 고대 문명에서부터 시작되어 현대 공예까지 꾸준히 찾아볼 수 있는 장식기법이다. 상감으로 사용된 재료로 금속, 돌, 보석, 조개, 뼈 등이 있으며, 표현된 이미지와 용도 등이 다양하다. 이 연구를 위해서 보석을 상감한 사례에 대해서 살펴보도록 한다.



[그림 1] <은상감호작문자석연>
(銀象嵌虎鵠紋紫石硯), 조선
(출처: museum.go.kr/site/main/relic/search/view?relicId=7187)



[그림 2] <철제은상감화병>
(鐵製銀象嵌花瓶), 조선
(출처: museum.go.kr/site/main/relic/search/view?relicId=220704)

4) 열풀림(annealing)이란 금속을 일정 온도까지 가열하고 식힘으로써 금속의 조직을 부드럽고 가공성이 좋게 만드는 과정을 말한다. *ibid*, p.98

1.2 역사적·현대적 사례⁵⁾

보석을 활용한 상감 또는 표면가공의 역사는 굉장히 길며, 특히 고대 문명의 장신구, 장식품, 유물 등에서 쉽게 접할 수 있다.

보석의 작은 조각과 가루가 상감된 작은 스케일의 반지는 고대 문명에서 아주 흔하게 찾아볼 수 있다. 미국의 메릴랜드주 볼티모어(Baltimore, Maryland)에 위치한 월터스 미술관(Walters Art Museum)에서는 청금석, 홍보석 그리고 유리를 상감한 이집트 문명의 금반지들을 소장하고 있는데, 이 금반지들은 신왕국 시대(기원전 1400년-1200년경)에 제작된 것으로 추정된다. 이보다 더 오래된 미노스문명(Minoan Civilization: 기원전 1850년-1550년경)의 유물로도 청금석을 상감한 반지들을 찾아볼 수 있다. 이 반지들은 현재 영국의 대영박물관(The British Museum)에 전시되어 있다.



[그림 3] <Two Rings with Lotus Flowers>, 고대이집트
(출처: art.thewalters.org/detail/77938/two-rings-with-lotus-flowers/)



[그림 4] <Finger-Ring>, 미노스 문명
(출처: britishmuseum.org/collection/object/G_1892-0520-4)

메소포타미아의 초기왕조 시대에는 조개껍데기와 청금석, 석회석, 마노석, 카널리언 등이 장식품, 장신구, 가구, 무기 등의 표면 장식 요소로 사용되었다. 특히 레나드 울리(Leonard Woolley, 영국, 1880-1960)가 5년에 걸쳐

5) 조민희와 정신혜, 「준보석 가루를 이용한 수지 상감을 위한 집착제로써 UV 레진 활용 방안 연구」, 『조형디자인연구』, 겨울호 제24집 4권, 2021, p.335

발굴한 고대도시 우르(Ur)의 초기왕조 시대(기원전 3000년-2350년경)의 왕실묘지(Royal Cemetery of Ur)에서 그 사례들을 많이 찾아볼 수 있다. 이곳에서 발견된 수많은 장신구, 조각품과 유물 중에서 우르의 군기함(Standard of Ur)이 그 대표적인 예이다.⁶⁾ 목재로 된 상자의 모든 면에는 청금석과 조개껍데기, 붉은 석회석(red limestone) 조각을 모자이크하듯 상감하여 앞판과 뒷판에 각각 세 줄의 그림으로 전쟁과 평화를 묘사하였다. 인물과 동물의 모습은 조개껍데기를 조각하여 표현되었고, 배경은 청금석 조각으로 채웠으며, 붉은 석회석은 장식적인 패턴으로 사용하였다. 보석을 고정하는 방법으로 천연재료인 비튜멘(Bitumen)을 사용한 것으로 보인다.⁷⁾ 우르의 군기함에 상감된 이미지를 통해서 수메리아 문명의 위계질서, 무기, 악기, 의복, 전투복 등 문화를 짐작할 수 있다.



[그림 5] <Standard of Ur>, 2500 BC, Royal Cemetery(Ur)
(출처: britishmuseum.org/collection/object/W_1928-1010-3)

6) 울리에 의해서 용도가 휘장 또는 깃발로 알려져 Standard of Ur 라고 불렸다. 하지만 최근에는 많은 고고학자들에 의해 휘장이 아니라는 의견이 강하지만 명확한 용도가 밝혀지지는 않았다. 상자의 형태를 하고 있기 때문에, 악기의 사운드박스(Soundbox), 고대 현악기의 공명부분이라는 의견도 있다. https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_of_Ur

7) 비튜멘에 대해서는 2장 3절에서 설명한다. p.33

우리나라에는 옷칠하여 자개를 붙이는 나전칠기가 있다. 나전칠기는 자개를 톱질하여 잘라낸 무늬와 문양을 옷칠한 나무에 붙이고 옷칠로 덧칠하여 고정한 다음 연마를 하여 마무리한다. 나전칠기에서 접착의 용도로도 사용되는 옷칠은 목재가 썩지 않도록 오래 보존할 수 있다는 장점이 있다. [그림 6]은 자개뿐만 아니라 뼈와 뿔도 사용된 것으로 국립중앙박물관에 등록되어 있는데, 바둑판의 옆면은 주로 자개로 장식되어 있지만 바둑판은 별갑으로 구성된 것으로 보인다. 이처럼 자개를 톱질하여 만든 문양을 붙이는 방법이 있지만 자개를 가늘게 실같이 켜내어 칼끝으로 눌러서 끊어 붙여 나가는 나전끊음질도 있다.⁸⁾



[그림 6] 나전칠기 과정, 황삼용 공방, 남양주, 2018



[그림 7] 나전 바둑판(螺鈿棋盤, 나전 기반), 일제강점 (출처: museum.go.kr/site/main/relic/search/view?relicId=7318)

8) 한국학중앙연구원, '끊음질', 『한국민족문화대백과』, 네이버 지식백과.
<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=532300&cid=46657&categoryId=46657>



[그림 8] 황삼용, <Pebbles>, 나전끊음질, 2016-2017
(출처: artaurea.com/2017/tresor-2017-starts-promising/)

현대에 보석 조각과 가루를 에폭시 수지(Epoxy Resin)를 활용하여 상감하는 기법을 최초로 개발한 사람은 북아메리카의 나바호족(Navajo) 은세공인인 토미 싱어(Tommy Singer, 미국, 1940-2014)이다. 토미 싱어는 이 기법을 칩 상감(Chip Inlay)이라고 불렀다. 그는 1970년대에 이 기법을 사용하기 시작하여 다양한 준보석, 주로 터키석(Turquoise)과 산호를 전통적인

나바호 문양으로 상감하여 은 장신구를 제작했다. 토미 싱어는 2014년에 사고로 사망했지만, 그의 동생 윌리엄 싱어(William Singer)는 이 방법을 전수받아 오늘날까지 장신구를 제작하고 있다.⁹⁾



[그림 9] William Singer,
<Buffalo Belt Buckle>, 1972
(출처: nativeamericanjewelrytips.wordpress.com)

9) "Tommy Singer's brother William also used the Chip Inlay Technique", nativeamericanjewelrytips.wordpress.com/2015/03/28/

2. 보석에 대한 일반적인 고찰

2.1 보석의 정의와 분류

보석은 일반적으로 장식을 위해 사용되는 광물을 말한다. 보석이라고 정의되는 광물들의 특징은 자연에서 생성된 천연적으로 광택이 아름다우며, 산출량이 적어 귀하고, 견고하다는 점이다. 지구상에는 4,000개 이상의 광물이 존재하지만, 보석의 아름다움, 내구성, 희소성, 수요성의 조건을 가진 광물은 약 50~100 종류이다.



[그림 10] 4대 보석: 다이아몬드, 에메랄드, 루비, 사파이어
(출처: forbes.com, emeralds.com, thenaturallrubycompany.com, rockseeker.com)

천연석 보석은 두 가지의 종류로 분류할 수 있는데, 지질학적으로 생성된 광물 보석인 무기질 보석과 살아있는 생명체에서 생성된 유기질 보석이 있다. 무기질 보석은 다시 두 가지로 분류되는데 경도와 희소성을 바탕으로 4대 보석과 준보석으로 나뉜다. 4대 보석은 경도가 7.5 이상인 보석으로 다이아몬드(금강석), 루비(홍옥), 에메랄드(녹주석), 사파이어(강옥)를 말하지만, 이것은 20세기가 돼서야 인정받은 보석이다.¹⁰⁾ 준보석은 4대 보석이 가진 경도, 광택과 희소성의 기준을 갖추지 않은 유색보석을 말하는데, 이에 는 주로 라피스 라줄리(청금석), 터키석, 자수정, 아콰마린 등이 있다. 유기질 보석은 살아있는 동물과 식물에서 생성된 뒤 채취되는데, 동물에서는 코끼리 이빨인 상아, 조개와 진주, 산호, 거북이의 껍데기인 별갑이 있고, 식

10) 고대인들은 터키옥, 청금석, 자수정, 벽옥 그리고 옥을 특별하게 여겼다. 파트릭 브와이요, 이현숙 역, 『다이아몬드와 보석』, 1997, p.16

물에서는 송진이 화석화된 호박과 나무가 화석화된 제트 등이 있다. 광물의 구분과 종류를 [표 1]로 정리하였다.

[표 1] 광물의 분류

구분		종류		특징	
광물	천연석	무기질	귀보석	4대 보석	경도 7.5 이상
			준보석	터키석, 청금석, 자수정, 투어멀린, 시트린, 아쿠아마린 등	경도 7.5 이하
		유기질	동물	상아	금지품목
				별갑	
				산호	
			식물	조개, 진주	
호박					
		제트			



[그림 11] 준보석: 터키석과 자수정
(출처: gia.edu)



[그림 12] 유기질보석:
별갑(동물)과 호박(식물)
(출처: yesglasses.com, gia.edu)

2.2 경도와 투명도 및 특징

보석을 감별하는 도구와 방법은 매우 다양하지만, 이 연구의 목적을 위해서 경도, 투명도, 쪼개짐/깨짐과 광택의 분류 및 특징들에 대해서 알아보았다.

보금광경화기법의 개발과 활용을 위해 보석의 사용에 관해서 준보석가루상감을 기반으로 한다. 준보석가루상감에는 모스경도(Mohs Hardness)가 주로 5에서 7.5 사이의 보석을 사용하는 것으로 알려져 있는데, 모스경도란 1820년에 광물학자인 프리드리히 모스(Friedrich Mohs, 독일, 1773-1839)가 제안한 광물의 단단함과 무른 경도를 상대적으로 나타내는 척도이다. 금속 또는 나무와 함께 표면을 고르게 하는 연마 단계를 거쳐야 하므로 너무 단단하거나 무른 보석은 준보석가루상감을 위한 보석으로 적합하지 않다. 모스경도가 5에서 7.5의 보석을 주로 준보석(Semi-Precious Stones)이라고 하지만 특정하게 정해진 범위는 아니다. 또한 모스경도는 상대적인 경도법이기에 때문에 각 범위가 일정한 경도법은 아니다.¹¹⁾ [그림 13]은 광물을 경도에 따라 나열한 것이고, [표 2]는 보석과 물질을 상대적으로 모스군기계에 나열한 것이다.



[그림 13] 모스군기계

(출처: Gemstones by Cally Hall Smithsonian Handbooks)

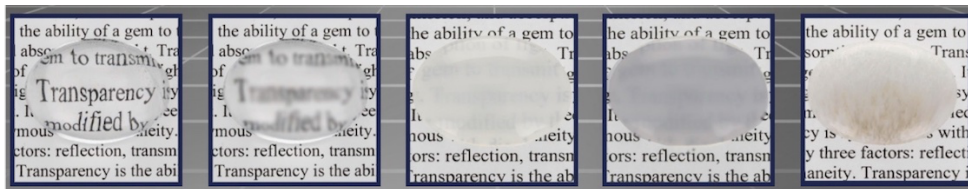
11) 절대적 경도법으로는 비커스 경도시험(Vickers Hardness Test), 록웰 경도시험(Rockwell Hardness Test) 등이 있다. 네이버 지식백과, '모스 경도', 『지질학백과』, 대한지질학회, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=6211241&cid=61234&categoryId=61234>

[표 2] 광석 및 물질 모스굳기계

(출처: 금속공예기법, 전용일)

경도	광석 및 물질
1	활석(talc)
2	석고
2.5	손톱, 순금, 순은, 납
3	구리, 진주
4	정은(92.5% 은)
5	터키석, 라피스라줄리
5.5	판유리
6	칼날
7	수정
8	토파즈
9	루비, 사파이어, 실리콘 카바이드(사포가루)
10	다이아몬드

보석의 투명도(Transparency 또는 Diaphaneity)는 보석을 감별할 때 진행되는 외관 검사 부문 중 하나로, 보석을 통해 투과되는 빛의 양과 질을 말한다. 보석의 투명도는 아래와 같이 총 다섯 단계로 구분된다.¹²⁾



투명(TP) 아투명(STP) 반투명(TL) 아반투명(STL) 불투명(O)

[그림 14] 보석의 투명도
(출처: blog.naver.com/gemfarm2018)

12) <https://blog.naver.com/gemfarm2018/222254031617>

- ① 투명(Transparent/TP) :모든 빛을 쉽게 투과한다. 빛의 왜곡이 거의 없고 보석을 글씨 위에 올렸을 경우, 선명하게 잘 보인다.
- ② 아투명(Semi-Transparent/STP): 빛이 대부분 투과되지만, 보석을 글씨 위에 올렸을 경우, 글자가 보이긴 하나 흐리게 보이고 명확히 보기 어렵다.
- ③ 반투명(Translucent/TL): 빛의 투과가 어렵다. 빛은 투과하나 확산하여 투과하고 보석을 글씨 위에 올렸을 경우, 읽을 수 없는 투명도이다.
- ④ 아반투명(Semi-Translucent/STL): 일반적으로 빛을 투과하지 못하지만, 보석의 얇은 부분을 통해 약간의 빛을 투과한다. 보석의 내부 관찰이 불가능한 투명도이다.
- ⑤ 불투명(Opaque/O): 빛을 전혀 투과하지 못한다.

쪼개짐(Cleavage)과 깨짐(Fracture)은 광물의 깨진 표면의 특징적인 외관을 말한다.¹³⁾ 깨짐이란 일정한 특징 없이 불규칙한 것을 말하며, 쪼개짐이란 광물이 충격에 의해 일정한 방향으로 쪼개지는 것을 말한다. 쪼개짐은 쪼개지는 모양에 따라 구분된다. 쪼개짐과 깨짐은 다음과 같이 구분한다.

[표 3] 쪼개짐과 깨짐
(출처: 유색보석 이론과 실습)

Uneven (Unev)	불규칙	고르고 평탄하지 않는 불규칙하게 깨어지는 현상
Conchoidal (Conch)	패각상	조개껍데기 모양
Splintery (Spl)	목쇄상 파편상	부스러지는 현상, 찢어지는 현상
Granular (Gran)	입상	알갱이

13) 박지룡, 이지훈, 『보석감정사 자격시험 대비 유색보석 이론과 실습』, 2017, p.35

광택(Luster)은 보석의 표면에 반사되는 빛의 양과 질을 말한다.¹⁴⁾ 광택의 종류를 다음 표와 같이 정리하였다.¹⁵⁾

[표 4] 광택의 종류

Luster	특징
Vitreous (Vit)	대부분의 투명보석, 유리 광택
Resinous (Res)	왁스질 광택, 플라스틱 같은 부드러운 질감과 광택 투명도가 다소 낮은 광물
Greasy (Gre)	기름질, 지방 광택. 미립자가 응축되어 만들어진 광물
Silky (Sky)	섬유 또는 비단질 광택
Adamantine (adam)	다이아몬드와 유사한 찬란한 외관을 가짐. 투명 혹은 반투명한 광택으로 굴절률이 큼.
Pearly (Prl)	진주질 광택 보는 각도에 따라 색이 변하는 광택(무지개 빛).
Dull (Dl)	빛을 거의 반사하지 않음.
Waxy (Wx)	왁스질 광택
Metallic (Metal)	금속성 광택 빛을 강하게 반사한다. 빛을 투과하지 않는다. 광물의 내부를 관찰하기 어렵다.

14) *ibid.*, pp.34~35

15) *ibid.*, pp.34~35; opengeology.org/Mineralogy/3-properties; 치하후, 야하기, 한주희 역 『돌의 사진』, 2020, pp.98~99

2.2.1 유색보석의 특성

이 장에서는 연구의 주제와 목적인 보금광경화기법의 개발에 적용할 보석에 대한 선행연구이다. 연구를 위해서 특정 보석과 관련하여 일반적인 정보 및 특징에 대해 알아보았다. 또한 각 보석이 갖는 의미 등 역사적 사례를 위주로 조사하였다. 준보석가루상감에는 모스경도 5-7 사이의 준보석을 사용한다는 전제를 기반으로 보석을 조사하였다. 궁극적으로 보금광경화기법에 사용 가능성이 있는 보석으로 색, 내구성과 가성비 등을 고려하여 연구자가 직접 구할 수 있는 보석을 바탕으로 정리하였다.



[그림 15] <Coupe en forme de coquille>, 1685, 루브르 박물관
(출처: louvre.fr)

자수정(紫水晶, Amethyst)은 지구상에서 가장 흔한 광물인 수정 또는 석영(Quartz)의 한 종류로 결정구조는 삼방정계(Trigonal System)로 미량의 철 이온이 섞여 유리 광택(Vitreous Lustre)의 보라색을 띠는 보석이다.¹⁶⁾¹⁷⁾ 산화철 함량이 높을수록 색은 진하며, 수정의 색에 따라 다른 이름을 갖는다. 자수정을 열처리하면 노란색이 되는데 이를 황수정(Citrine)이라고 한다. 자수정과 황수정의 색을 동시에 띠고 있다면 아메트린(Ametrine)이라고 하며, 색에 따라 연수정(Smoky Quartz), 로즈퀵츠(Rose Quartz) 등이 있다.¹⁸⁾ 그리스 신화에 따

르면 에미시스트라는 여인이 술의 신 디오니소스(Dionysus)¹⁹⁾의 요구를 거부하고 달의 여신 아르테미스(Artemis)에게 도움을 요청하자 아르테미스는

16) 치하후, 야하기, 한주희 역, 『돌의 사전』, 2020, p.223

17) 원종욱, 『그림에서 보석을 읽다』, 2009, p.51

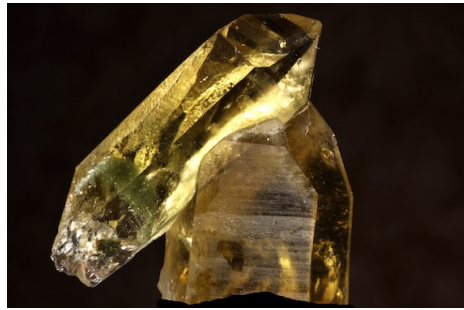
18) ibid, p.52~54

19) 로마 신화에서는 바커스(Bacchus)라고 불렸다. 치하후, 야하기, 한주희 역, 『돌의 사전』, 2020, p.261

에미시스트를 투명한 수정으로 바꾸어 주었다. 상심한 디오니소스는 투명해진 에미시스트에 술을 붓자 보라색으로 변했다고 전해진다. 에미시스트의 어원은 ‘취하지 않는다(not drunk)’의 뜻을 가진 그리스어 ‘amethystos’에서 유래되기도 하여, 술을 마실 때 자수정을 지니거나, 자수정으로 만든 술잔에 마시면 취하지 않는다고 믿었다. 고대에는 자수정 분말을 숙취해소제로도 사용하기도 했다. 또한 자수정은 지금보다 귀해 귀족의 색으로 여겨지고 종교적인 의미도 강했다.²⁰⁾ [그림 19]에서처럼 초록색의 보석이 달린 목걸이를 착용한 모습으로 묘사된 클레오파트라(Cleopatra)는 에메랄드를 좋아했던 것으로 알려져 있고 수많은 보석을 모았는데, 인장 반지 또는 시그넷 반지(Signet Ring)는 자수정에 메테(Methe)를 조각을 한 것으로 알려져 있다.²¹⁾²²⁾²³⁾



[그림 16] 자수정을 열처리 한 황수정
(출처: crystalmagic.kr)



[그림 17] 천연 황수정
(출처: en.wikipedia.org/wiki/Quartz)

황수정(黃水晶)은 자수정과 같은 계열의 삼방정계의 석영으로 산화철 성분으로 노란색을 띤다. 천연색의 황수정은 희귀하며, 주로 자수정을 열처리한 황수정이 대부분이다.²⁴⁾ 황수정은 영어로 시트린(Citrine)이라고 불리는데, 레몬을 의미하는 과일에서 유래되었지만, 실제 황수정은 레몬색보다는 미색의 투명부터 꿀처럼 진한 노란색, 어떤 경우에는 적갈색까지 존재한

20) ibid, p.223, p.261

21) 술 취함(Drunkeness)를 의인화한 여신

22) Altman, Jen, 『Gem and Stone』, 2012, p.22

23) blog.shoplc.com/amethyst-rings-the-secret-history-symbol-of-magic-love-and-more

24) Hall, Cathy, 『Gemstones』, 1994, p.83

다.²⁵⁾ 황옥(Yellow Corundum) 또는 토파즈(Topaz)를 역사적 기록에는 Citrini라고 표기되어 이름과 색 때문에 황수정으로 오인하는 경우가 있었다.²⁶⁾ 자수정은 술과 관련된 의미와 상징을 가졌다면 황수정은 행운, 번영, 창의력, 재정적 성장을 의미하여 ‘상인의 돌’ 또는 ‘수호의 돌’이라고 불린다. ²⁷⁾ 연수정(Smoky Quartz)과 장미수정(Rose Quartz)도 같은 수정과 보석으로 수정 내에 포함된 미량의 원소와 구조 내 격자 결함에 의해 다른 색을 띠는 보석이다.²⁸⁾ 연수정은 투명도가 투명한 연한 갈색의 보석이며 장미수정은 분홍빛을 띠는 아투명에서 반투명에 속하는 보석이다.²⁹⁾



[그림 18] 에메랄드와 페리도트
(출처: neatcrystal.com)

감람석(橄欖石) 또는 페리도트(Peridot)라고 불리는 초록색의 보석은 그리스어에서 유래되어 ‘풍부하게 준다’라는 뜻을 가졌으며 지구에서 가장 풍부하고 역사가 오래된 보석 중 하나이다.³⁰⁾ 화성암의 한 종류로 용암, 화산암, 화산성 바위 속에서 채굴되며, 1979년 시베리아에서 발견된 운석에서 장신구로 착용할 수 있을 만한 크기의 감람석을 발견했다.³¹⁾ 2003년에는

25) Palmer, Valerie, trans., 『Simon & Schuster’s Guide to Gems and Precious Stones』, 1986, p.190

26) Altman, Jen, 『Gem and Stone』, 2012, p.44

27) 치하후, 야하기, 한주희 역, 『돌의 사전』, 2020, p.263

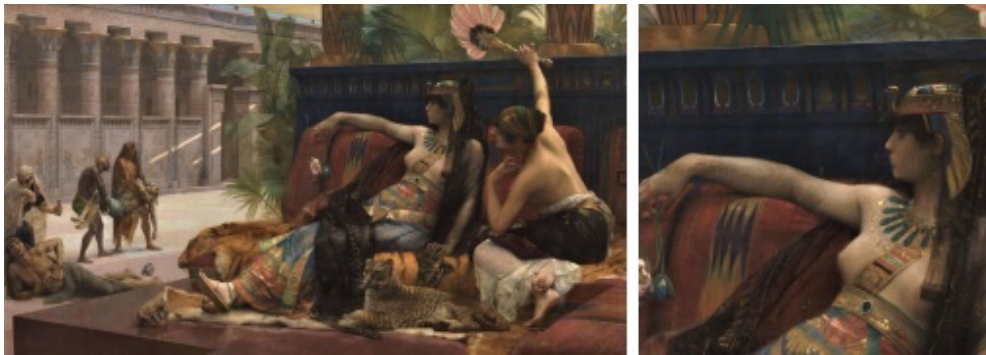
28) 네이버 지식백과, ‘수정’, 『두산백과』, 두산백과 두피디아, terms.naver.com/entry.naver?docId=1115758&cid=40942&categoryId=32305

29) 박지룡, 이지훈, 『보석감정사 자격시험 대비 유색보석 이론과 실습』, 2017, p.122~123

30) 치하후, 야하기, 한주희 역, 『돌의 사전』, 2020, p.229

31) store.museumofjewelry.com/blogs/news/peridot-the-gem-of-the-sun

미국 항공우주국(NASA)이 진행한 화성 탐사 때에 화성에서 감람석을 발견하기도 하여 유일하게 지구 외에 존재하는 보석으로 우주로부터 인간에게 보내진 보석이라고도 불린다.³²⁾ 고대 로마인들은 감람석을 밤의 에메랄드 또는 이브닝 에메랄드(Evening Emerald)라고 불렀는데, 밤에 달빛에서 봤을 때 색이 에메랄드와 비슷했기 때문이다. 밤에 보면 녹색이 진하게 보이기 때문에 이집트인들은 밤에 감람석을 채굴했다고 한다. 에메랄드를 수집했던 클레오파트라가 소장한 대부분의 에메랄드가 사실은 감람석이었다고 한다. 많은 보석과 마찬가지로 감람석 역시 주술적인 의미가 강한 돌이다. 성공, 평화 행운, 사랑을 가져다준다고 믿었으며, 숙면과 건강에 도움을 준다고 믿어 중세 시대와 르네상스 시대의 초상화를 통해 이러한 펜던트들이 유행했음을 알 수 있다. 이 펜던트는 뒷면이 뚫려 있어 착용했을 때 착용자의 살과 접촉할 수 있게 제작되어 주술적인 용도로 애용되었다. 감람석의 경도는 6.5로 낮은 편이지만 마그네슘 함량이 높은 감람석을 올리빈(Olivine)이라고 하는데, 올리빈은 융점이 매우 높기 때문에 구조사업에서 내화성 벽돌과 모래로 사용한다.³³⁾



[그림 19] Alexandre Cabanel, <Cleopatra>, 1887,
안트베르펜 왕립미술관
(출처: <https://kmska.be/nl/meesterwerk/cleopatra>)

32) Altman, Jen, 『Gem and Stone』, 2012, p.90

33) 원종욱, 『그림에서 보석을 읽다』, 2009, p.219

청색을 띠는 라피스 라줄리(Lapis Lazuli) 또는 청금석(靑金石)은 고대문명에서 가장 쉽게 알아볼 수 있고, 역사가 긴 천연석 중 하나로 역사가들은 청금석을 6,500년 이상 사용해 왔다고 하며 가장 잘 기록된 원석이라고 한다.³⁴⁾ ‘청색’을 뜻하는 아랍어 아줄라(Azula)와 라틴어의 ‘돌’을 뜻하는 라피스(Lapis)에서 유래되어 ‘Blue Stone’으로 해석된다. 라피스 라줄리는 주로 세 가지의 광물로 이루어져 있는데, 청색의 아주라이트(Azulite, 남동석)와 흰색의 방해석(Calcite), 그리고 금색의 황철석(Pyrite)이다. 모스경도는 5에서 5.5이며 육안으로는 불투명하지만, 광물적 구조는 반투명에서 불투명에 해당한다. 청금석은 고대문명에서 작은 크기의 장신구, 인장부터 크기가 큰 그릇, 조각품, 가구를 만드는 데에도 사용했으며, 곱게 파우더로 간 청금석은 유채 물감과 화장품 안료로도 사용되었다. 그 외에도 청금석 가루는 그리스에서 뱀독을 해독하는 약으로 사용하였고, 아시리아 제국(Assyria, 기원전 2025년-609년경)에서는 우울증 치료제로 사용하기도 하였다.³⁵⁾



[그림 20] <Spouted Bowl>, Ur, Sumer
(출처: penn.museum/collections/object/9490)



[그림 21] <magical mirror; mirror-case>
(출처: britishmuseum.org/collection/object/H_1966-1001-1)

34) www.gia.edu/lapis-lazuli-history-lore

35) 치하후, 야하기, 한주희 역, 『돌의 사전』, 2020, p.109

옵시디언(Obsidian) 혹은 흑요석(黑曜石)은 자연 유리이다. 화산 용암이 급격히 식으면서 굳어져 결정이 형성되지 못하여서 비결정질이다.³⁶⁾ 이름에서 알 수 있듯이 주로 검은색이며 빛을 반사하는 것이 특징이다. 이러한 특징 때문에 날카롭게 깎을 수 있고, 석기시대부터 귀한 광물로 여겨졌다. 날카롭게 조각하여 칼날, 화살촉, 무기 등으로 사용하였으며, 납작한 표면은 광을 내어 거울로 사용했다. 거울은 주술적인 의미가 강했기 때문에, 여러 문화에서 점술과 수호석으로 사용하였다.³⁷⁾ 14세기에서 16세기에 만들어졌다고 추정되는 [그림 21]은 잉글랜드의 수학자 겸 연금술사인 존 디(John Dee 1527-1608)가 사용했던 옵시디언 거울이다. 영국 박물관(British Museum)에 전시된 사진을 통해 주위가 반사되는 것을 확인할 수 있다.



[그림 22] <Breastplate in the form of a Scarab>, New Kingdom, 이집트
(출처: weepingredorger.wordpress.com)

터키석(Turquoise, 튀르구아즈 또는 터퀴이즈)은 인류 최초로 채굴된 보석이며, 고대 페르시아에서 트리키예(Turkey)를 거치는 무역로를 통해 유럽으로 수출되어 터키석이라는 이름을 갖게 되었다.³⁸⁾ 터키석의 독특한 색으로 고대부터 흔하게 사용되어, 고대 이집트, 아스테카 문명(Aztecs), 페르시아, 메소포타미아 등에서 다른 보석들과 함께 조각품, 장신구, 등을 만드는 데 쓰였다.³⁹⁾ 특히 라피스 라줄리와 카널리언과 함께 사용되었는데,

투탕카멘(Tutankhamun, 기원전 1331년~기원전 1322년)의 무덤에서 발견된 날개 달린 스카라베(Scarab) 가슴 장식은 터키석, 라피스 라줄리, 카널리언으로 장식되어 있다.⁴⁰⁾ 터키석과 관련된 전설과 신화는 다양하며, 왕족과

36) 박지룡, 이지훈, 『보석감정사 자격시험 대비 유색보석 이론과 실습』, 2017, p.152
 37) 치하후, 야하기, 한주희 역, 『돌의 사전』, 2020, p.123
 38) Altman, Jen, 『Gem and Stone』, 2012, p.114
 39) 치하후, 야하기, 한주희 역, 『돌의 사전』, 2020, p.132
 40) weepingredorger.wordpress.com/2013/05/24/



[그림 23] 나바호족 터키석 팔찌
(출처: powwows.com/native-american-turquoise-jewelry-through-history-and-today/)

일반 시민이 모두 착용하였던 몇 안 되는 보석 중 하나였다.⁴¹⁾ 터키석은 철과 구리의 함유량에 따라 청색과 녹색을 띠며, 푸에블로 인디언(Pueblo Indians)은 이것이 푸른 하늘에서 유래되었다고 믿어 Sky Stone이라고 불렀다.⁴²⁾ 나바호족에게는 치유, 보호, 건강 등을 의미했으며 터키석으로 카보숑과 비즈를 만들어 온 장신구를 제작하였다. 그 외에도 많은 미국의 원주민 부족들에 의해 사용되었지만, 터키석의 사용으로 가장 잘 알려지고 가장 오랫동안 예술적 전통을 이어온 부족은 나바호족, 호피족(Hopi) 그리고 주니족(Zuni)이다.⁴³⁾



[그림 24] <Cylinder Seal>, Akkadian
(기원전 2350년-2150년경)
(출처: penn.museum/collections/object/273752)

홍옥수(紅玉髓) 또는 카널리언(Carnelian 또는 Cornelian)은 주황색에서 붉은색의 보석으로 칼세더니(Chalcedony)의 한 종류이다.⁴⁴⁾ 산화철의 양에 따라 색이 결정되어 줄무늬가 있는 것은 카널리언 아게트(Carnelian Agate)라고 부른다. 홍옥수는 고대 이집트에서부터 사용되었는데, 왁스에 들러붙지 않는 성질 덕분에 조각하여 인장으로 많이 사용하였고, 조각품과 비즈 등으로 다양하게 사용되었다.⁴⁵⁾ 희소성도 없고, 고가의 보석도 아니었기 때문에 다른 보석과는 다르게 모든 층의 사람들이 흔하게 사용하였다.⁴⁶⁾

41) Altman, Jen, 『Gem and Stone』, 2012, p.114

42) ibid, p.114

43) powwows.com/native-american-turquoise-jewelry-through-history-and-today

44) Altman, Jen, 『Gem and Stone』, 2012, p.36

45) ibid, p.36



[그림 25] <String of Beads>, Cape(Clothing), Early Dynastic(2650-2550BCE)
(출처: penn.museum/collections/object/191954)



[그림 26] [그림 25] 디테일, Early Dynastic(2650-2550BCE)
(출처: penn.museum/collections/object/191954)



[그림 27] 로도나이트와 로도크로사이트
(출처: fiercelyndesigns.com/blogs/articles/rhodochrosite-vs-rhodonite-whats-the-difference)

장미휘석(薔薇輝石) 또는 로도나이트(Rhodonite)는 그리스어로 장미를 뜻하는 'rhodos'에서 유래되었으며 분홍색을 띠는 유리 광택의 보석이다.⁴⁶⁾ 망가니즈(Manganes)의 성분으로 인해 검은색의 거미줄과 흡사한 패턴 또는

46) antiquities.co.uk/blog/ancient-egypt/the-significance-of-carnelion-in-ancient-egyptian-culture/

47) 치하후, 야하기, 한주희 역, 『돌의 사전』, 2020, p.151

반점과 얇은 층의 형태로 나타난다.⁴⁸⁾ 주로 불투명에서 반투명하며 내구성이 좋아 조각과 장식용으로 많이 가공된다. 하지만 햇볕에 두면 검게 변하기 때문에 보관을 잘해 주어야 한다.⁴⁹⁾ 능망가니즈석 또는 로도크로사이트(Rhodochrosite)는 같은 분홍색의 보석으로 장미휘석과 매우 비슷하여 혼동할 수 있다. 가장 큰 차이는 능망가니즈석에는 검은 줄무늬가 없지만 대신 흰색 무늬가 있으며, 모스경도가 5.5~6.5인 장미휘석보다 낮은 3.5~4이다.

2.3 보석의 활용에 따른 가공과 고정

보석의 활용에는 보석이 어떤 용도로 사용되는지에 따라 여러 가공 형태가 존재한다. 보석은 경도와 종류 등에 따라 가공 방식과 가공의 형태가 정해지는데, 장신구처럼 착용을 위해 가공을 하기도 하며, 부적과 주술적인 상징으로 애물릿을 만들거나 조각품을 만들기도 한다. 특정한 보석은 안료로 사용되는 경우도 있다. 이 장에서는 보석의 전통적이고 일반적인 가공 형태와 장신구 외에 다양하게 활용되는 보석의 사례들을 통해 보석을 재료로써 살펴본다. 반면에 전통적인 방식의 범위에서 벗어나 색다른 방식의 보석의 가공과 활용 그리고 세팅 방식을 현대 장신구의 사례들을 통해 분석해 본다.



[그림 28] 패싯티드 컷트
(London-Blue Topaz)
(출처: riogrande.com)



[그림 29] 카보송 (American Mined™ Mona Lisa Turquoise™)
(출처: riogrande.com)

48) Hall, Cathy, 『Gemstones』, 1994, p.132

49) 치하후, 야하기, 한주희 역, 『돌의 사전』, 2020, p.151

착용을 위한 보석의 가공 형태로는 원석의 투명도, 경도 색감에 따라 카보숑(Cabachon)과 패싯티드(Faceted) 커트가 있다. 카보숑은 윗면을 볼록하고 둥근 돔 형태로 연마하고 바닥은 납작하다. 일반적으로 불투명하고 인클루전(Inclusion)과 블레미쉬(Blemish) 또는 표면에 패턴이 있는 경도가 비교적 낮은 원석을 사용한다.⁵⁰⁾ 카보숑의 특징은 원석에 자연적으로 생긴 패턴, 색상, 인클루전 등을 시각적인 효과로 활용할 수 있다는 것이다. 패싯티드는 여러 각도에서 보석의 면을 광택이 나는 다면체로 입체적이고 주로 대칭적으로 연마한 것을 말한다. 패싯티드의 역할은 원석의 광학적인 효과를 향상하는 것이기 때문에, 주로 투명하고 경도가 높은 원석을 사용하여 원석 내부로 들어오는 빛을 굴절시켜 외부에 분산하고 반사함으로써 원석의 반짝임과 광택을 더욱 돋보이게 한다.⁵¹⁾ 이 외에도 보석을 평평하게 연마한 태블릿(Tablet), 양각과 음각의 형태로 조각한 카메오(Cameo)와 인타리오(Intaglio), 원석의 자연형태(Rough)를 광택만 낸 텀블드(Tumbled)가 있다.



[그림 30]
 <The Blacas Cameo>,
 14-20
 (출처: britishmuseum.org)



[그림 31] 텀블드 카넬리언
 (출처: kingofbracelet.com)

50) 인클루전(Inclusion)이란 보석 속에 내포되어 있는 함유물이 육안으로 보이는 것을 말하고, 블레미쉬(Blemish)란 외부에 존재하는 흠을 말한다. 네이버 지식백과, '다이아몬드의 투명도 등급', 『올 어바웃 주얼리』, 대원사 (terms.naver.com/entry.naver?docId=3596652&cid=59172&categoryId=59172)

51) www.jewelsntools.com/blog/post/guide-to-gemstone-cuts

광물을 곱게 갈아 안료로 사용되는 경우도 있는데, 인류가 최초로 사용한 안료는 오커(Ochres)이며 황토색을 띤다. 오커에 함유된 철을 가열하여 온도에 따라 노랑, 주황, 빨강, 갈색 등의 다양한 색을 낼 수 있다. 이처럼 오커가 물감으로 사용된 흔적은 250,000년 전까지 거슬러 올라가 세계 곳곳에 남아 있다.⁵²⁾ 청금석에서 추출된 천연 안료를 울트라마린(Ultramarine)이라고 부르며 ‘바다 너머의 파란색’이라는 의미를 가진 라틴어 ‘울트라마리노(Ultramarino)’에서 유래되었다. 한때는 금보다 비싼 재료로 메소포타미아인들은 부유하다는 의미로 ‘라피스 같다’라는 표현을 썼다.⁵³⁾ 100g의 청금석에서 울트라마린은 약 4g 정도밖에 추출되지 않기 때문에, 그림에서 예수님 또는 성모마리아처럼 중요한 인물에만 사용하였다. 이탈리아 화가 첸니노 첸니니(Cennino Cennini, 이탈리아, 1370-1440)는 ‘모든 색을 뛰어넘는 가장 눈부시고 아름다우며 완벽한 색’이라고 묘사하였다.⁵⁴⁾



[그림 32] Sassoferrato,
〈The Virgin in Prayer〉,
1640-1650,
(출처: The National Gallery)



[그림 33] 〈The Healing of the Man
born Blind〉, (Maestà Predella Panels),
1278-1319
(출처: The National Gallery)

52) 데이비드 콜즈, 김재경 역, 『예술가들이 사랑한 컬러의 역사』, 2020, p.17

53) https://en.wikipedia.org/wiki/Imports_to_Ur

54) *ibid.*, p.65



[그림 34] <Gold Dagger with Scabbard>
(출처: sumerianshakespeare.com)



[그림 35] <Arrow-head made of obsidian>
(출처: © The Trustees of the British Museum)

보석으로 무기를 제작하는 경우도 있었는데, 우르의 왕실묘지에서 여러 개의 금 단검이 발견되었다. 하지만 실제 전투에서 사용할 용도로 만든 것은 아니었다. [그림 34]는 칼날과 칼집은 금으로 만들어졌으며, 손잡이는 영생을 상징하는 청금석으로 만들어졌다.⁵⁵⁾ 흑요석은 유리의 특성을 살려 날카롭게 조각하여 칼, 창, 단검, 화살촉 등을 만드는 데 사용하였고, 앞장에서도 언급했듯이 흑요석의 반사성을 활용해 거울을 만들기도 하였다.



[그림 36] 다이아몬드 바 세트
(출처: e-deasung.co.kr)

단단한 경도를 가진 보석은 장신구뿐만 아니라 다른 보석과 광물을 연마하는 도구로 사용되는 경우도 있다. 다이아몬드 가루는 연마 및 세공 도구로 사용되어 금속공예에서 사용하는 줄, 사포, 핸드피스 바 등에 접착되어 있다. 고대문명에서도 화강암과 석영을 드릴로 뚫은 흔적이 발견

55) [그림 34]의 단검은 대영박물관에 전시되어 있는 현대적인 복제품이다. 원본은 이라크 바그다드에 있는 이라크 박물관(Iraq Museum)이 소장하고 있다.

되었다. 여러 가지 대립하는 의견들이 현재까지도 이어지고 있지만, 레너드 고어릭(Leonard Gorelick)과 존 그윈넷(A. John Gwinnett)의 연구에 의하면 이집트의 고왕국 시기(2686-2181 BCE)의 석관의 뚜껑을 뚫은 방법으로 커런덤(Corundum, 강옥)과 다이아몬드를 사용하지 않았다고 주장할 수 없다는 결론을 내렸다.⁵⁶⁾ 고대 중국에서는 6,000년 전부터 다이아몬드를 사용하여 의식용 도끼를 갈고 닦았다는 증거를 발견했다.⁵⁷⁾



[그림 37] <세파르디 회당 앞에 재현된 판결흉패>, 라마트간, 이스라엘
 <출처: wikipedia.org/wiki/ Priestly_breastplate>

그러나 보석의 가장 대표적인 목적은 장신구로 그 역사가 굉장히 길다. 고대 시대에 장신구를 착용했던 이유는 미를 위한 것이기도 했지만, 부의 과시, 지위의 상징이기도 했다. 문화와 시대에 따라 보석마다 지닌 상징성과 의미를 바탕으로 보석을 착용하여 주술적인 사물로 사용되었는데, 현대 시대에는 비슷한 풍습으로 탄생석이 있다. 탄생석은 1년의 열두 달과 보석을 연결 지은 것으로 태어난 달에 해당하는 보석을 장신구로 제작하여 착용

56) Gorelick, Leonard, "Ancient Egyptian Stone-Drilling" *Expedition Magazine* 25.3 1983 <http://www.penn.museum/sites/expedition/?p=5362>

57) news.harvard.edu/gazette/story/2005/02/in-china-gems-used-as-tools-millennia-earlier-than-thought-2/

하면 행운이 찾아오고 불행과 악을 물리쳐 준다고 믿기도 한다. 탄생석의 기원은 구약 성서에 나오는 판결흉폐(Priestly Breastplate)에 달린 12가지의 보석이며 18세기 유럽에서 유행하기 시작하여 대중화되기 시작했다.⁵⁸⁾

탄생석과 비슷한 방식으로 보석을 활용하여 특별한 의미를 포함하여 장신구로 제작했던 어크로스틱 주얼리(Acrostic Jewelry)는 보석의 첫 글자를 따서 메시지를 담았다. 가장 유명한 어크로스틱 주얼리로 나폴레옹(Napoleon, 프랑스, 1769-1821)이 조제핀 드 보아르네(Joséphine de Beauharnais, 프랑스, 1763-1814)에게 선물한 팔찌들이 있다.⁵⁹⁾ 이러한 특별한 의미가 있는 보석을 활용한 장신구는 현대에도 약혼반지와 결혼반지 등으로 이어지고 있는데, 주로 보석을 가장 돋보이게 하는 세팅을 하여 주얼리를 제작한다. 앞서 언급했듯이, 보석의 종류에 따라 가공 형태가 달라지며, 가공의 형태에 따라 보석을 고정해 주는 난집도 달라지지만, 공통점은 세팅하는 보석을 최대한 돋보이게 하는 목적을 가지고 있다.



[그림 38] <Joséphine's Acrostic Bracelets with the Names of Her Children, Hortense and Eugène>, <출처: https://www.chaumet.com/gb_en/empress-josephine>

58) 나무위키, '탄생석', <https://namu.wiki/w/탄생석>

59) https://www.chaumet.com/gb_en/josephine-and-napoleon-exhibition

이러한 난집을 사용하는 방법으로는 보석의 가공 형태에 따라 난발 세팅 또는 프롱 세팅(Prong Setting), 베젤 세팅(Bezel Setting) 등이 있으며, 난집 없이 바탕 금속을 보석의 형태에 맞게 깎아내어 보석을 물리는 플러쉬 세팅(Flush Setting) 또는 집시 세팅(Gypsy Setting), 비드 세팅(Bead Setting) 등이 있다. 이 고정 방식들의 공통점은 보석의 가공 형태에 맞게 금속으로 부품을 제작한다는 점이다.

독일의 헤르만 융거(Hermann Jünger, 독일, 1928-2005)는 금과 여러 원석을 사용하여 마치 화가의 팔레트를 연상하게 하는 추상적인 장신구를 제작하였다. [그림 39]의 펜던트에는 문스톤, 오팔, 홍보석 등을 베젤 세팅으로 고정하였는데, 그는 다채로운 원석을 배치하여 원석의 상업적인 가치보다 더 값진 예술적 매력을 달성하고자 하였다.⁶⁰⁾ 페트라 클래스(Petra Class)는 현대 장신구 작가로 보석의 색상과 질감 그리고 여러 가공 형태들의 보석을 배열하고 조합하여 보석의 유희성을 장신구로 표현한다.⁶¹⁾ [그림 40]의 브로치는 가공 형태가 거친 보석부터 패싯 커팅이 된 다양한 초록색 계열의 보석을 배치하였는데, 보석의 모양에 따라 베젤을 사용하기도 하였으며 프롱을 사용하여 보석을 더욱 돋보이게도 하였다.



[그림 39] Hermann Jünger
〈Necklace〉, 1957
(출처: www.ganoksin.com/article/jewelry-hermann-junger)



[그림 40] Petra Class, 〈Greens〉
(출처: petraclassdesign.com/greens/)

60) “The Jewelry of Hermann Junger”, <https://www.ganoksin.com/article/jewelry-hermann-junger/>

61) “Artist Statement”, <https://petraclassdesign.com/artist-statement/>

현대에는 보석의 아름다움뿐만 아니라 예술적인 형태로 보석을 활용하고 독특한 방식으로 세팅 또는 고정하여 장신구를 제작하는 현대 장신구 작가들도 있다. 샌드라 엔터라인(Sandra Enterline)의 〈Ruby Tear Brooch〉는 전통적인 세팅을 사용하지 않고 보석을 활용한 브로치이다. 이 브로치는 속이 비어 있는 형태로 내부에는 고정이 되어있지 않은 루비들을 담고 있다. 정은으로 제작이 되었고 크기가 조금씩 다른 수많은 구멍으로 덮여있다. 겉면은 어둡게 착색하고, 내부는 광을 내어 수십 개의 루비가 움직이면서 빛을 반사하면서 작은 구멍들 사이로 반짝이는 루비를 볼 수 있다.⁶²⁾ 김유정은 해외에서 거주하면서 한국에서 가족들이 챙겨준 약으로부터 영감을 얻어 〈Pill Series〉를 시작하였다. 유통기한이 지나도 본인을 챙겨주는 가족들의 따뜻한 마음 때문에 버리지 못하고 개봉되지 않은 상태로 쌓여있는 모습을 보고 유통기한이 없는 알약 장신구를 만들었다. 다양한 색의 준보석으로 알약을 만들었고 투명한 플라스틱을 활용하여 실제 의약품처럼 표현하였다.⁶³⁾



[그림 41] Sandra Enterline, 〈Ruby Tear Brooch〉, 2003
(출처: sandraenterline.com)



[그림 42] 김유정, 〈Lapis Lazuli + Tourmalated Quartz〉, 2021
(출처: yoojungkim.com)

62) www.ganoksin.com/article/mystery-and-memory-the-jewelry-of-sandra-enterline

63) 김유정, '작가노트', <http://yoojungkim.com/>



[그림 43] Kelvin J. Birk,
 〈Big Claw Ring with Crushed
 Gemstones〉
 (출처: kelvinbirk.com)

켈빈 제이 버크(Kelvin J. Birk)는 오브제와 장신구를 제작하는 공예가이다. 그는 장신구를 만들기에 앞서 사파이어, 루비, 에메랄드 등을 부순 뒤에 은과 금에 접착하여 재구성한다. 그는 작업을 통해서 전통적으로 소중하다고 여겨지는 것을 의식적으로 무시하고, 작품의 결과물이 재료의 귀중함 자체가 되도록 한다.⁶⁴⁾ [그림 44]는 18k 옐로우 골드 반지로 여러 가지의 보석을 부순 것을 접착제를 사용하여 응집시키고 난집을 떠올리게 하는 형태와 결합했다. 난집은 전통적인 반지의 모습을 연상하게 하고 뭉쳐진形形色색의 작은 보석의 조각들은 마치 조형물의 모습을 하고

있다. [그림 45]에서는 작게 부순 적철석(Hematite)과 오닉스(Onyx)와 패싯티드 처리가 된 로돌라이트(Rhodolite)를 함께 사용하여, 보석의 전통적이면서 동시에 전통적이지 않은 방식의 사용을 보여주고 있다.

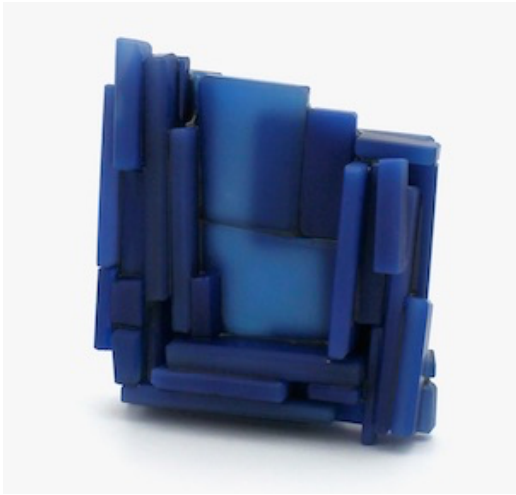


[그림 44] Kelvin J. Birk,
 〈Grand Claw Ring〉
 (출처: kelvinbirk.com)



[그림 45] Kelvin J. Birk,
 〈Big Claw Ring〉
 (출처: kelvinbirk.com)

64) <https://www.kelvinbirk.com/>



[그림 46] Julia Obermaier, <Verborgen>
(출처: juliaobermaier.com)

하였고, 레진에 파란색 색소를 섞어 마노석과 레진의 경계선을 감추었다. 이와 반대로 [그림 47]은 보석은 투명한 수정(Rock Crystal)이지만, 레진에 여러 색의 색소를 첨가하고 수정의 투명도를 이용하여 그라데이션 효과를 내었다.⁶⁵⁾⁶⁶⁾

보석을 조각조각 붙여서 조형을 이루는 또 다른 아트 장신구 작가는 율리아 오베르마이어 (Julia Obermaier)이다. 다양한 종류의 보석을 직접 절단하고 연마하였으며, 하나씩 쌓아가며 레진으로 접착하여 구조를 형성한다. 그녀의 작품에서 레진은 접착의 목적으로도 사용되지만, 장신구 제작에 있어서 디자인 요소가 되기도 한다. [그림 46]에서는 푸른 계열의 마노석(Agate)을 사용



[그림 47] Julia Obermaier, <Verborgen>
(출처: juliaobermaier.com)

65) <https://www.homofaber.com/en/discover/discover-julia-obermaier>

66) 32쪽 참조.



[그림 48] Sandra Enterline,
 〈Mica Drum Brooch with
 Rubies〉, 2004
 (출처: sandraenterline.com)

[그림 48]은 샌드라 엔터라인의 작품이며, 운모와 수십 개의 루비를 활용하여 만든 브로치이다. 이 브로치에 사용된 운모는 쪼개짐이 판상으로 완벽한 특정한 규산염 광물들에 대한 총칭이며, 돌비늘이라고 표현하기도 한다.⁶⁷⁾ 이 브로치는 운모의 쪼개짐과 투명도를 활용하여 내부에 담은 루비들을 어렴풋이 비추는 효과를 내고 있다.

장 방돔(Jean Vendome, 프랑스, 1930-2017)은 보석의 자연적인 아름다움을 승화시키고 형태를 재창조하길 바랐다. 그는 투명도를 활용하여 보석을 겹겹이 쌓은 브로치들을 제작하였다. [그림 49]의 작품 제목은 〈Vitrail〉로 프랑스어로 스테인드글라스를 의미한다. 스테인드글라스의 유리창처럼 납작하게 조각한 투르말린 두 조각을 겹쳐 세팅하여 겹치는 면에서 투르말린의 투명도를 확인할 수 있다. 비슷한 방식으로 〈Echo〉도 납작한 육각형으로 조각한 침수정(Rutilated Quartz)을 겹쳐 올려 퍼지는 메아리를 형상화하였다.



[그림 49] Jean Vendome,
 〈Vitrail〉, 1990
 (출처:alaintruong.com/archive/s/2009/04/05/13273471.html)



[그림 50] Jean Vendome,
 〈Echo〉 1990
 (출처: thefrenchjewelrypost.com)

67) <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%9A%B4%EB%AA%A8>

일레인 콕스(Elaine Cox)는 가공되지 않은 러프한 천연 보석 그대로 사용하여 독특한 질감 표현을 하는 장신구 작가이다. 연마와 광택을 내지 않은 보석 조각들과 질감을 낸 금과 은을 조합하여 지구의 자연적인 표면을 표현하고 있다.⁶⁸⁾ [그림 51]은 러프한 루비 조각들과 다양한 질감을 낸 18k 금과 착색한 은을 배치하여 자연적인 표면의 묘사를 극대화하였다. [그림 52]는 색이 다른 자연 그대로의 천연 다이아몬드 조각들을 사용하였고, 보석을 담은 형태는 층을 이루어 지구의 지층을 연상하게 한다.



[그림 51] Elaine Cox,
〈Field Brooch〉
(출처: elainecox.com)



[그림 52] Elaine Cox,
〈Ring, Layered〉
(출처: birchamgallery.co.uk)

3. 보석과 금속의 결합방식

3.1 결합방식과 성분

최초의 접착제로 사용된 재료는 비튜멘이다. 비튜멘 또는 역청은 검은색 혹은 흑갈색의 유성 성질의 점탄성 물질로 식물에서 자연적으로 분해되어 발생한 유기 부산물이다. 저온에서는 단단하고 부서지기 쉬우나, 실온에서는

68) alternatives.it/index.php/en/component/content/article/11-designers/46-elaine-cox

유연하며, 고온에서는 흐르기 때문에 사용 방법이 다양했다. 이 천연물질은 아스팔트 또는 타르라고 불리기도 하며, 적어도 40,000년 동안 다양한 용도로 사용되어 왔다. 고대 시대에는 접착제, 건축용 모르타르, 장식용 안료, 인센스 향 등으로 사용되었으며, 방수 효과도 뛰어나 카누 및 수상 운송에 유용했다. 후기 우루크(Uruk)와 동기시대의 메소포타미아에서는 건축과 갈대 어선의 방수 작업에 사용하였다. 고대 이집트 말기에는 미라를 만드는 과정에도 사용하였다. 비튜멘을 접착제의 용도로 사용한 최초의 사례로 알려진 것은 약 40,000년 전이며, 구석기 시대의 루마니아에 있는 구라 체이 동굴(Gura Cheii Cave)에서 석기 도구를 고정하는데 사용한 흔적을 발견하였다.⁶⁹⁾

준보석가루상감을 위해서 보석을 접착하는 목적으로 비튜멘이 사용된 사례로는 메소포타미아 우르의 왕실묘지에서 발굴된 푸아비 여왕(Queen Puabi) 무덤의 가구와 장신구에서 찾아볼 수 있다. 우르의 군기, 타조알 형태의 금 그릇 등에서 청금석, 카널리언, 석회석을 비튜멘을 활용하여 표면에 접착하였다. 그 외 장식적인 목적으로 제작된 작은 애플릿은 비튜멘으로 우선 형태를 빚은 후 겉면은 얇은 금판으로 감싼 다음 타출기법 또는 돈을 새김(Chasing)을 통해 디테일을 새겼다.⁷⁰⁾

오늘날의 접착제는 송진으로부터 시작되었다. 송진이 접착제로 사용된 시초는 3,300년 전 이집트로 거슬러 올라간다.⁷¹⁾ 송진은 소나무에서 추출되어 접착제의 기원이 되었는데, 석유화학 원료를 이용해 합성수지(Resin)를 만들었다. 이후 천연수지와 합성수지를 이용해 접착제를 생산하게 되었다.⁷²⁾

수분에 의한 경화 방식으로 사이아노아크릴레이트(Cyanoacrylate) 성분의 순간접착제가 있다. 1970년 이후로 토미 싱어에 의해 준보석가루상감 또는 칩 인레이를 위해서 보석과 금속을 고정하는 방식으로 사이아노아크릴레이트

69) <https://www.thoughtco.com/bitumen-history-of-black-goo-170085>

70) Zettler, Richard L., and Home, Lee, 『Treasures from the Royal Tombs of Ur』, 1998, p.64, p.71

71) 네이버 지식백과, '접착제의 무한변신, 그 중 최고는?', 『KISTI의 과학향기 칼럼』, KISTI, terms.naver.com/entry.naver?docId=3408814&cid=60335&categoryId=60335

72) tcctech.co.kr/page32

성분의 순간접착제를 사용하는 것이 일반적인 방식이 되었다. 사이아노아클레이트 성분의 순간접착제는 가정에서 간편하게 사용하는 강력한 순간접착제로 아크릴 작용기가 공기 중의 수분과 만나면서 사슬 성장 중합(Chain-growth Polymerization)을 통해 빠르게 중합 반응을 일으켜 강력한 고분자 사슬을 형성한다. 처음에는 저분자의 액상의 상태에서 수분을 접하면서 중합반응으로 고분자가 되는 접착제이며 주로 순간접착제(Super Glue/Crazy Glue)라고 불린다. 이 접착제는 1942년 이스트먼 코닥사(Eastman Kodak)에서 총 조준기에 사용할 플라스틱을 연구하던 중 사이아노아클레이트가 열이나 압력 없이도 굳어버려 강력한 접착이 가능하다는 것을 알게 되어 우연히 접착제를 개발하게 되었다. 이 접착제는 용도가 다양했다. 베트남전쟁에서 응급처치로 시간이 오래 걸리는 바느질 봉합 대신에 상처의 출혈을 재빠르게 막는 데 사용하였고, 범죄 현장에서 지문을 채취하는 수단으로도 사용되었다.⁷³⁾

금속과 보석을 결합하는 방법으로 사이아노아클레이트 성분의 순간접착제 외에 에폭시 레진을 사용하는 방법도 있다. 리오 그란데(Rio Grande)에서 제공하는 기법과 기술과 관련한 자료에서 보석의 작은 조각과 가루를 상감하는 수지 재료로 2액형 에폭시(2-component epoxy)로 에폭시 330(Epoxy 330)을 추천한다.⁷⁴⁾ 2액형 에폭시는 레진과 경화제를 1:1 비율로 섞어 사용하며, 두 재료가 혼합되는 순간부터 경화가 시작된다. 리오그란데에서 제공하는 자료에 따른 칩 인레이를 다음과 같이 정리하였다.⁷⁵⁾

- ① 2액형 에폭시를 제조업체의 지침에 따라 레진을 섞어준다.
- ② 혼합이 이루어졌다면 조밀한 덩어리를 형성할 때까지 보석의 조각과 가루를 혼합물에 충분히 첨가한다.

73) 네이버 지식백과, 첼리너, 잭(2010). '초강력 순간 접착제', 『죽기전에 꼭 알아야 할 세상을 바꾼 발명품 1001』, 마로니에북스, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=8980&cid=43121&categoryId=43121>

74) 리오 그란데(Rio Grande)는 미국의 뉴멕시코 주 앨버커키에 위치한 금속 공예 도구 및 재료 판매 업체이다.

75) <https://www.riogrande.com/knowledge-hub/instruction-sheets/instructions-for-using-crushed-stone-for-chip-inlay/>

- ③ 보석을 첨가한 혼합물을 상감할 공간으로 옮기고, 뿔족한 도구로 기포가 생기지 않도록 꼼꼼히 메꾸어준다.
- ④ 제조업체가 권장하는 경화 시간 동안 건조시킨다.
- ⑤ 경화 시간이 완료된 후, 에폭시가 완전히 경화되었는지 확인 후 연마를 시작한다.

3.2 현대의 결합방식⁷⁶⁾

앞 장에서 언급했듯이 사이아노아클레이트 성분의 순간접착제는 용도가 매우 다양하며 장점도 많다. 하지만 준보석가루상감에 적용했을 때 고려해야 할 점은 작업시간(Working time), 경화시간(Curing time)과 점도이다. 작업시간은 순간접착제가 굳지 않은 상태에서 작업을 진행할 수 있는 시간이며, 경화시간은 순간접착제의 경화가 시작한 후부터 완료되기까지의 시간을 말한다. 점도는 유체의 흐름 또는 끈적임의 정도를 측정한 것이다.

사이아노아클레이트 성분의 순간접착제는 제품에 따라 작업시간과 경화시간은 조금씩 다르며 차이가 있지만 대체로 10초에서 30초이며, 경화시간이 매우 짧은 점을 장점으로 내세우는 공통점이 있다. 순간접착제를 원하는 부분에 도포 후, 경화는 30초 이내에 이루어지며, 강력한 접착은 24시간 후에 된다고 설명한다.⁷⁷⁾ 빠른 경화시간은 즉 작업시간 또한 짧다는 뜻이기도 하다. 조립하거나 수리할 때는 쉽게 고정하기 위해서 빠른 경화시간과 짧은 작업시간이 장점이 될 수 있지만, 보석 조각과 가루를 금속의 표면에 상감하는 준보석가루상감에서는 이러한 장점들이 단점이 되며, 고정 방식으로 적합하지 않다.

사이아노아클레이트 성분의 순간접착제로 금속과 보석을 결합할 때 고려해야 할 점은 점도이다. 사이아노아클레이트 성분의 순간접착제의 점도는 매우 낮으며, 물처럼 쉽게 흐른다. 이 순간접착제의 낮은 점도는 다공성 재료를 접합하는 데에 적합하다. 그러나 준보석가루상감에 사용하는 보석에

76) 조민희와 정신혜, 「준보석 가루를 이용한 수지 상감을 위한 접착제로써 UV 레진 활용 방안 연구」, 『조형디자인연구』, 2021, p.337

77) henkel-adhesives.com/kr/ko/products/industrial-adhesives/instant-adhesives.html

따라 보석의 결정구조가 다공성 보석이라면 보석과 금속을 결합할 때 금속보다 보석이 먼저 순간접착제를 흡수하기 때문에 보석끼리 뭉쳐 금속과는 접착이 충분히 되지 않는 경우가 발생한다. 특히 보석의 크기가 작고 파우더를 활용할 때는 더욱 불편하다. 또한 금속의 형태에 따라 물처럼 흐르는 점도는 보석을 고정하는 데에 어려움이 생긴다. 보석으로 상감을 하는 공간이 납작하지 않고, 굴곡이 있거나 고정이 어려운 형태라면 낮은 점도로 흐르는 성질 때문에 보석이 순간접착제와 함께 흐르면서 움직임이 발생하여 작업자가 원하는 곳에 금속과 접착하는 데에 어려움이 생긴다.

4. 자외선경화수지에 대한 고찰

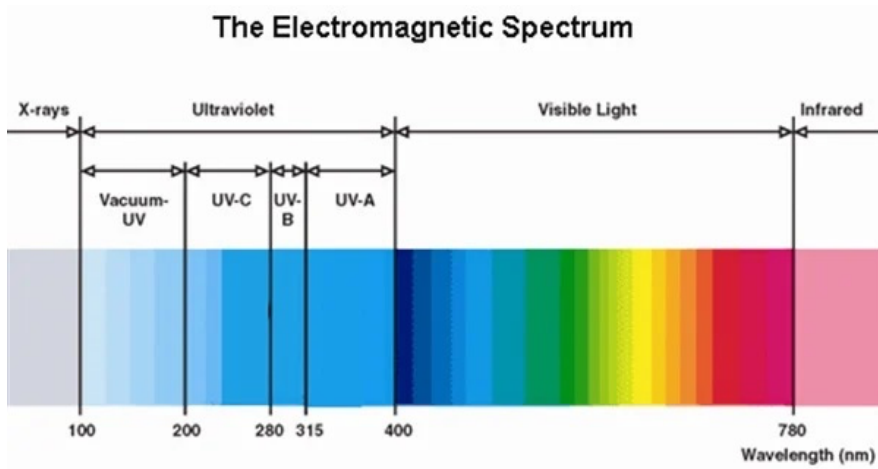
사이아노아클레이트 에폭시 수지의 가장 큰 단점인 경화시간을 보완함으로써 작업시간을 연장할 수 있는 재료를 제시한다. 경화시간을 작업자가 원하는 대로 조절할 방법으로 자외선(UV: Ultraviolet)을 활용한 광중합이 가능한 재료와 활용범위에 대해서 알아본다.

4.1 자외선경화수지의 원리

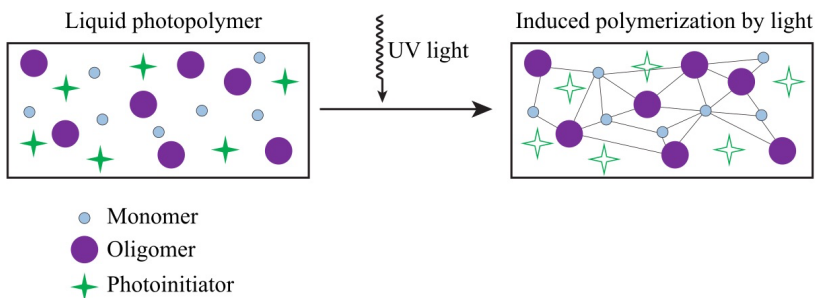
현대의 경화 종류로는 방사선, 열, 수분, 자외선에 의해 촉진되는 방식들이 있는데, 방사선은 생체 세포의 DNA를 파괴하여 인체에 해롭기 때문에 일반 개인 작업장과 보석과 금속을 결합하는 작업으로 적합하지 않다. 수분에 의한 경화 방식은 앞 장에서 언급했듯이 경화의 시작과 시간을 조절하지 못하는 단점들이 있었다. 열을 이용한 결합방식으로는 용접과 땀이 있으며, 포장 할 때 사용하는 열접착기가 있으나, 보석의 종류에 따라 열에 취약하기 때문에 보석과 금속을 접착하는 데에는 적합하지 않다. 자외선에 의한 결합방식은 액체 수지를 빛의 특정 파장에 노출해 중합하는 방식이다. 이 방식을 광경화 또는 자외선 경화(UV-Curing)라고 한다.

자외선경화수지는 올리고머(Oligomer), 모노머(Monomer), 광중합 개시제 그리고 그 외 첨가제 등으로 구성되어 있다. 자외선에 노출이 되면 광중

합 개시제로 인해서 화학반응이 일어나 베이스 수지인 올리고머와 희석제 역할을 하는 모노머가 결합하여 수지가 액체 상태에서 고체 상태로 굳는다. 그 외 첨가제는 용도에 따라 광증감재, 착색제 등이 첨가되어 산업의 요구 사항에 맞게 수지의 특성을 부여한다. 또한 자외선경화수지는 그 종류에 따라 특정 파장의 빛에 의해 광개시제가 활성화되기 시작한다. 그렇기 때문에 완전한 경화를 위해서는 해당 자외선경화수지에 알맞은 파장대에서 조사하는 것이 중요하다. 78)



[그림 53] 전자 스펙트럼
(출처: inseto.co.uk/lamps-for-curing-uv-adhesives-ikb-074/)



[그림 54] Polymerization of Photopolymer by UV light
(출처: commons.wikimedia.org/wiki/File:Photo-polymer_scheme1.svg)

78) <https://tcctech.tistory.com/18>

[표 5] 자외선경화수지의 구성 성분의 종류
(출처: tcctech.tistory.com/18)

구성 성분	구분	
	라디칼중합 타입	카티온중합 타입
올리고머	폴리에스테르 아크릴레이트 에폭시 아크릴레이트 우레탄 아크릴레이트 폴리에테르 아크릴레이트 실리콘 아크릴레이트	지환식 에폭시수지 글리시딜에테르 에폭시수지 에폭시 아크릴레이트 비닐에테르
모노머	단관능성 혹은 다관능성 모노머	에폭시계 모노머 비닐에테르류 환상 에테르류
광중합 개시제	벤조인에테르류 아민류	디아조늄염 요오드늄염 술포늄염 메탈노센화합물
첨가제	접착부여제, 충전재, 중합 금지제 등	실란트커플링제

[표 6] 자외선 경화성 수지용 모노머의 종류 및 특성
(출처: tcctech.tistory.com/18)

모노머 종류	특성
1 관능성 모노머	희석성, 밀착성, 유연성, 저수축성
2 관능성 모노머	희석성, 유연성, 내굴곡성, 연화성
다관능성 모노머	경화성, 가교성, 내마모성, 내후성
인함유 모노머	수용성, 금속 밀착성 개량제

[표 7] 자외선경화수지의 올리고머 및 폴리머의 경화물 특성
(출처: tcctech.tistory.com/18)

종류	특성
에폭시아클레이트	접착성, 내열성, 내약품성
우레탄아클레이트	강인성, 유연성, 내굴곡성
불포화폴리에스테르수지	저가, 경화속도 느림
폴리에스테르아크릴레이트	경도, 대오염성 양호
폴리에테르아크릴레이트	유연성 양호
불포화아크릴수지	내후성, 내약품성, 내오염성

4.2 자외선경화수지의 활용 사례

1960년대 초에 최초의 자외선경화수지가 개발된 후 이는 여러 산업에서 응용되기 시작했다. 이 장에서는 자외선경화수지의 도입으로 인해서 치료 및 시술이 편리해진 사례와 새로운 분야에 가능성을 열어 준 사례를 살펴볼 것이다.

치의학에서는 1970년부터 광중합을 치료에 사용하기 시작했다. 현재 치과에서 주로 사용하는 레진은 ‘광중합형 복합레진(light curing composite)’이다.⁷⁹⁾ 복합레진은 수복재료나 접착제의 용도로 사용된다. 광중합형 복합레진의 주요성분은 레진기질, 무기필러 및 실란커플링제와 광 증감제이다.⁸⁰⁾ 광조사에 사용되는 빛의 종류에 따라 가시광선중합형 레진과 자외선중합형 레진으로 분류할 수 있다. 가시광선중합형 레진은 420nm~650nm의 가시광선 영역 빛에 광증감제가 여기되며, 자외선중합형은 320nm~400nm의 자외선 영역의 파란색 빛에 의해 여기된다.⁸¹⁾ 광중합형 복합레진은 치과

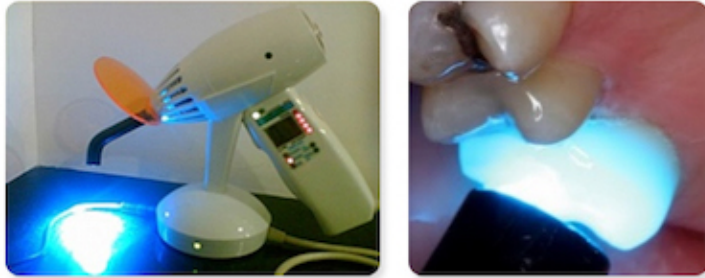
79) 네이버 지식백과, ‘복합레진’, 『두산백과』, 두산백과

80) 광 증감제란 광화학반응에서 촉매의 일종으로, 반응 완료 후에 변화하지 않는 물질을 말한다. 네이버 지식백과, ‘광 증감제’, 『화학용어사전』, 일진사

81) 양자역학적 상태 중 에너지가 가장 낮은 바닥 상태보다 에너지가 높은 상태를 말한다. 네이버 지식백과, ‘여기’, 『두산백과』, 두산백과

에서 교정 장치 접착, 치아 홈메우기, 인레이(Inlay) 등 여러 치과 치료에 사용된다.

〈그림 치과용 광중합기와 수복 시 레진을 광중합하는 모습〉

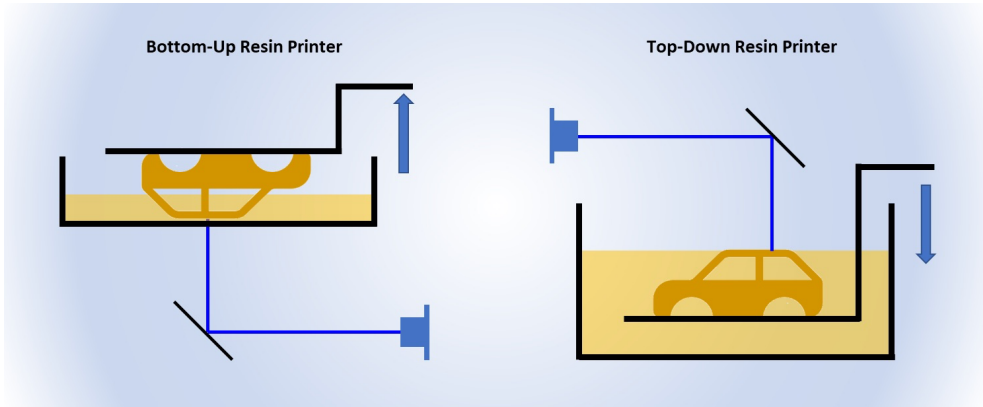


[그림 55] 치과용 광중합기와 수복 시 레진을 광중합하는 모습
(출처: health.kdca.go.kr/healthinfo/biz/health/gnrlzHealthInfo/gnrlzHealthInfo/gnrlzHealthInfoView.do?cntnts_sn=25)

많은 사람들이 치과에 가는 것을 두려워하는 이유는 치료 과정에 내재된 침입성에서 비롯된다. 입안은 우리가 맛을 느끼는 소화 시스템의 일부로서, 촉각적 민감성이 강해 우리 몸에서 가장 예민한 기관이라고 해도 지나친 말이 아니다. 치과에서 입을 열고 치료받으면서 입안에서 일어나는 여러 가지 감각은 불편할 수밖에 없다. 광중합형 복합레진은 제품에 따라 경화가 10~20초 정도밖에 걸리지 않기 때문에 광중합형 복합레진의 사용으로 치과 치료를 짧은 시간에 마칠 수 있다. 또한 빛에 노출이 되어야 경화가 이루어지기 시작하기 때문에 작업시간을 조절할 수 있어 더욱 효과적인 치료가 가능하기 때문에 의사와 환자 모두에게 큰 도움이 된다.

3D 프린팅은 현대 시대에서 많은 분야에서 응용되고 있다. 기술이 발달하면서 최근 몇 년간 장비와 재료 소재가 저렴해지고, 작동 방식도 단순화되면서 접근성이 좋아 기업에서만 아니라 개인용으로도 사용이 보편화되고 있다. 3D 프린팅은 3차원 데이터를 바탕으로 재료 층을 한 층씩 쌓아 3차원의 제품을 구현하는 적층가공기술이다. 이 기술은 출력 방식에 따라 여러 유형으로 구분할 수 있는데, 3D 프린팅 중에서 대표적인 광경화방식인 SLA(Stereolithography Apparatus) 방식, DLP(Digital Light Processing) 방

식, Polyjet 방식을 집중적으로 살펴본다.⁸²⁾



[그림 56] SLA(Stereolithography Apparatus)방식,
좌: 상향식(Bottom-up), 우: 하향식(Top-Down)
(출처: blog.fabweaver.com/ko/3d-프린팅-상향식bottom-up과-하향식top-down-레진-프린터의-두-방향)

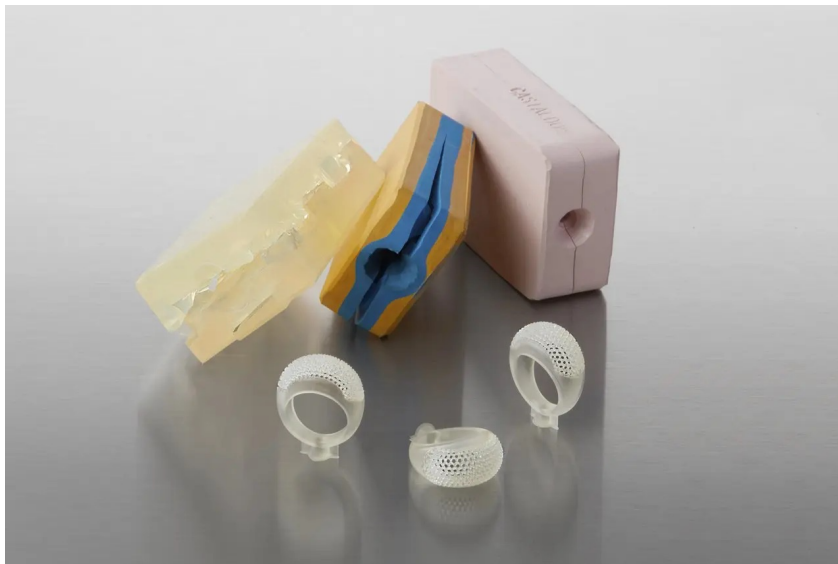
최초의 3D 프린팅 기술은 척 헐(Chuck Hull)에 의해 1980년대에 개발된 광경화방식이다. 척 헐이 개발한 3D 프린터는 SLA방식으로 광경화성 액체 수지가 담긴 수조에 레이저를 쏘아 수지층을 한 층씩 경화시켜 형상을 만드는 방식이다.⁸³⁾ 광경화성 액체 수지는 자외선과 같은 특정한 파장의 빛에 노출이 될 때 물성 변화가 일어나면서 액체에서 고체화되는 성질의 재료이다. 한 층씩 쌓아갈 때마다 플랫폼이 이동하여 출력되는데, 이 플랫폼의 이동 방향에 따라 상향식(Bottom-Up), 하향식(Top-Down)으로 구분한다. 상향식에는 레이저가 액체 수지가 담긴 수조의 아래에 배치되어 있고, 플랫폼의 움직임이 위로 향하기 때문에 수조의 깊이가 깊을 필요가 없다. 그러나 출력물이 플랫폼에 부착된 상태를 유지하기 위해서 지지대가 많이 필요하고, 작은 크기의 조형물을 출력하는데 용이하다. 하향식은 플랫폼이 이동 방향 때문에 크기가 큰 조형물 출력이 가능하고 상대적으로 지지대를 많이 필요로 하지 않는다. 하지만 수조가 출력물보다 커야 하며, 이 때문에 프린

82) <https://blog.naver.com/mecastudy/223052193473>

83) 최초의 3D 프린터의 특허를 낸 것은 1986년에 Chuck Hull이었지만, 그 전에 일본에서 1981년에 Hideo Kodama가 자외선에 의해 중합되는 적층 출력 방식을 개발했다. <https://www.bcn3d.com/the-history-of-3d-printing-when-was-3d-printing-invented/>

터의 크기가 크고 구조가 복잡하다. SLA 방식의 장점은 해상도와 정밀도가 높으며 표면 조도 즉, 표면 거칠기가 우수하다. 이 때문에 표면 가공이 추가로 필요하지 않다. 그러나 액체가 담긴 수조에서 경화하여 출력되기 때문에, 끈적한 미경화 수지의 세척 과정이 필요하고 2차 경화를 한다.

폼랩(Formlabs)은 2011년에 미국 매사추세츠주에 설립된 3D 프린팅 기술을 개발하고 제조하는 업체이다. 이곳의 주얼리 제품 담당자인 에이모스 더들리(Amos Dudley)는 SLA 방식의 3D 프린팅으로 인해 얻을 수 있는 표면 마감은 이미 매우 매끄럽기 때문에 후처리가 많이 필요하지 않아, 최종 왁스 부품을 위해 만드는 고무 몰드에 출력물을 그대로 사용할 수 있다고 주장한다.⁸⁴⁾



[그림 57] SLA 방식으로 인쇄한 출력물과 고무몰드
(출처: <https://formlabs.com/blog/3d-printed-jewelry/>)

DLP 방식은 SLA 방식과 아주 유사하다. 다른 점은 빛을 조사하는 방법에 있는데, SLA 방식에서는 레이저가 움직이면서 선으로 면적과 이미지를 출력했다면, DLP 방식에서는 액체 상태의 광경화성 수지에 빔프로젝트를

84) <https://formlabs.com/blog/3d-printed-jewelry/>

사용하여 사진을 찍듯이 이미지를 한 층씩 경화하는 방식이다. 선으로 경화하여 출력하는 방식보다 면을 한 층씩 경화하다 보니 출력 속도에서 DLP 방식이 SLA 방식보다 더 빠르다. 경화 방식은 같은 파장의 자외선 380~405nm로 경화하지만, 빛을 조사하는 방식이 다르기 때문에 전력 밀도에 차이가 있어 각 방식에 맞는 액체 수지를 사용한다.

폴리젯 방식은 우리가 일반적으로 많이 사용하는 잉크 프린터와 같이 작용한다. 이 방식은 잉크젯 프린터와 SLA 방식을 합친 것으로 플라스틱 수지를 헤드에서 광경화성 수지를 분사함과 동시에 자외선에 노출해 경화를 한다. 출력하는 재료에 있어 다양한 특성의 재료를 출력할 수 있기 때문에 재료의 폭이 넓고, 멀티컬러가 가능하며 표면의 마감으로 광택 또는 무광택을 설정할 수 있다. 이 방식의 특징은 정밀도가 높기 때문에 고품질 시제품, 정밀 부품 등을 생산하는데 용이하다. 하지만 장비가 고가이기 때문에 다른 3D 방식에 비해 상대적으로 출력비용이 높다.⁸⁵⁾

전체적으로 광경화성 3D 프린터는 특별한 경화 방식 때문에 사용할 수 있는 수지가 제한적이었다. 그러나 2005년에 DSM SOMOS에서 수지에 다양한 성능을 도입하여 난연성, 고온 저항성 및 나노복합체의 사용으로 수지 성능을 향상하고 오늘날까지 광경화성 수지의 성능을 높이기 위해 다양한 연구를 수행 중이다.⁸⁶⁾

네일아트 또는 네일미용은 손톱과 발톱을 건강하게 관리하고 유지하며 동시에 아름답게 꾸며 미적인 표현 및 욕구를 충족하는 업종이다. 네일아트의 흔적은 고대 이집트, 메소포타미아, 중국, 잉카문명 등 여러 문명과 문화에서 발견되어 현재까지 대중화되면서 계속해서 새로운 재료와 제품, 스타일, 기법, 등이 다양하게 발전하고 있는 산업이다. 우리나라에는 1992년에 이태원에 최초의 네일아트 숍이 오픈되었고, 백화점에 네일 코너가 입점하고 인기스타들을 통해 대중화되었다.⁸⁷⁾

85) <https://velog.io/@goruduru/3D프린터에는-어떤-종류들이-있을까>

86) DSM은 네덜란드의 다국적 기업으로 SOMOS라는 브랜드의 레진 소재를 제작하고 있다. <https://uvebtech.com/articles/2018/is-all-3d-printing-an-opportunity-for-uv-curing>

87) 네이버 지식백과, '네일미용', 『학문명백과: 예술체육』, 형설출판사, terms.naver.com/entry.naver?docId=2054493&cid=44415&categoryId=44415



[그림 58] OPI Nail Polish
(출처: opi.com)

매니큐어는 라틴어로 손을 뜻하는 마누스(manus)와 손질 또는 관리를 의미하는 큐라(cura)를 결합한 단어로, 흔하게 손톱에 바르는 에나멜 또는 네일 폴리시(nail polish)를 일컫는다. 페디큐어는 발을 뜻하는 페데스에서 나온 말로 발톱과 다리의 미용을 뜻한다. 주원료는 질산섬유소로 1930년대부터 급속하게 발전하면서 다양한 색상과 질감 등이 포함된 매니큐어가 생산되기 시작했다. 네일폴리쉬는 손톱에 바른 뒤 건조될 때까지 기다려야 한다는 불편한 점이 있다. 그러나 1980년대에 미국의 치

과의사인 프레드 슬랙(Fred Slack)이 우연히 치과 시술을 하다가 손톱을 부러뜨리는 바람에 치과용 수복물로 손톱을 치료하는 과정에서 자외선으로 경화되는 최초의 젤 네일 폴리쉬(Gel nail polish)가 발명하였다.⁸⁸⁾ 이렇게 젤 네일 폴리쉬는 치과에서 사용하는 복합레진과 같은 방식으로 모노머와 올리고머로 이루어져 광경화가 되는 재료로 상품화되기 시작했다. 하지만, 젤 네일 폴리쉬를 경화하는 과정에서 맞지 않은 자외선과 광개시제를 사용하면 순간적으로 발생하는 열로 고통을 호소하여 많은 회사가 젤 네일 폴리쉬의 시장에서 철수하게 되었다. 그러나 1990년에 젤 네일 폴리쉬의 성분과 램프의 사용 방법을 개선하여 출시하면서 대중화에 성공하게 되었다.⁸⁹⁾

광경화를 통한 굳히는 젤 네일 폴리쉬는 기존의 네일 폴리쉬를 통해 하던 모든 디자인과 효과를 포함하여 손톱을 연장하는 기술까지 가능하게 되었다. 연장하기 위해서 규격화된 아크릴팁을 접착제를 사용하여 손톱에 부착했으나, 자외선 또는 LED램프를 통해 아크릴 파우더 또는 아크릴 젤을 사용하여 손톱의 모양, 길이, 휘어진 정도에 맞추어 제작할 수 있게 되어 착용감이 편리해졌다. 기존의 네일 폴리쉬는 1시간에서 2시간이 지나야 건조가 되지만, 젤 네일 폴리쉬는 30초에서 45초 이내에 큐어가 가능하기 때

88) <https://onlybeauty.com/blogs/news/when-was-nail-polish-invented>

89) www.nailsmag.com/387143/the-science-of-gels-how-gel-nail-products-work

문에 더욱 효율적인 미용 기술이다. 네일 폴리쉬는 광택과 까짐 없이 1주일 정도 지속되지만, 젤 네일은 3주 이상 유지가 가능하지만 손톱이 자라고, 손톱의 건강에도 좋지 않기 때문에 제거하는 것을 추천한다고 한다. 일반 네일 폴리쉬와 젤 폴리쉬의 장단점은 [표 8]에 정리하였는데, 젤 폴리쉬의 가장 큰 장점은 일반 네일 폴리쉬에 비해 효율적이고 일반 네일 폴리쉬로는 하지 못했던 새로운 입체적 디자인 및 아트 분야를 열어준다는 점이다.

[표 8] 네일 폴리쉬와 젤 폴리쉬의 장·단점

네일 폴리쉬		젤 폴리쉬	
장점	단점	장점	단점
제거가 쉽다.	유지기간이 짧다.	유지기간이 길다.	제거가 번거롭다.
가격대가 낮다.	건조시간이 길다.	건조시간이 없다.	가격대가 높다.
안전하다.	원하는 발색까지 여러 덧칠이 필요하다.	다양한 효과와 입체적인 디자인이 가능하다.	손톱이 손상 될 확률이 높다.



[그림 59] 레진아트 세트
(출처: auroraden.com)

자외선경화수지는 레진 공예 또는 레진 아트에서도 인기가 늘고 있는 재료이다. 레진 공예에는 레진과 경화제를 섞는 2액형과 UV 램프를 사용하여 경화시키는 자외선경화수지, 더 흔히 UV 레진이라고 불린다. UV 레진을 사용할 때 주의할 사항은 UV 레진을 제조한 업체에 따라 경화 램프를 UV 또는 LED 램프를 사용해야 한다. 호환이 되지 않은 램프를 사용할 경우, 레진이 굳

지 않을 수도 있기 때문이다. UV레진은 빛을 쬐서 경화시키는 레진이기 때문에, 몰드를 사용하여 경화 후 탈형을 하기 위해서는 몰드도 빛이 투과되는 투명이어야 한다. [그림 47]은 입문자를 위해서 오로라 데코덴(Aurora Decoden)에서 판매 중인 세트이다. 레진 공예를 위해서 필요한 UV레진, 몰드, 조색제, 팬던트, 비즈, 스팅글, 장갑 등이 포함되어 있다.

4.3 보석과 금속을 결합하는 보금광경화기법

지금까지 살펴본 바와 같이 빛으로 경화시키는 자외선경화수지는 여러 가지 장점이 있다. 앞장에서 자외선경화수지의 사례들을 보면 치료, 작업 및 과정이 편리해졌다는 공통점을 가지고 있다. 치의학에서는 광경화방식을 도입하면서 불편한 치료와 시술의 시간을 단축할 수 있었으며, 복합레진으로 때운 부위를 오래 유지할 수 있었다. 또한 광경화방식을 활용함으로써 3D프린팅이 가능하게 되었으며, 다양한 분야에 적용되어 쉽고 빠르게 각 분야의 작업, 연구 및 발전에 크게 기여하고 있다. 광경화방식은 의술, 예술, 기술뿐만 아니라 미용, 특히 네일아트에도 도입되어 기존의 마르는 시간이 오래 걸리는 매니큐어보다 선호하는 방식이 되었다. 공예에서도 비교적 새로운 재료로 취미 공예에서 조금씩 인기를 끌고 있는 재료이다. 이러한 사례들을 바탕으로 금속과 보석의 작은 조각과 가루를 결합하는 방식을 기존의 사이아노아클레이트 성분의 순간접착제에서 광경화방식을 활용한 자외선경화수지로 대체하고자 한다.

준보석가루상감에는 주로 사이아노아클레이트 성분의 순간접착제 또는 에폭시 레진을 사용하는데, 보석과 금속을 결합하는 있어서 사이아노아클레이트 성분의 순간접착제와 에폭시 레진의 가장 큰 단점은 경화시간과 점도라는 것을 언급 한 바 있다. 경화시간과 점도를 동시에 해결할 방안으로 앞서 살펴본 광경화방식을 활용한 자외선경화수지를 제안해 본다.⁹⁰⁾

광경화방식의 가장 큰 장점은 경화가 시작되는 시점을 조절할 수 있다는 점이다. 자외선경화수지는 자외선에 닿기 전까지는 경화가 이루어지지 않기

90) 조민희와 정신혜. 「준보석 가루를 이용한 수지 상감을 위한 접착제로써 UV 레진 활용 방안 연구」, 『조형디자인연구』, 2021, p.338

때문에 작업자가 시간의 제약 없이 보석의 작은 조각과 가루를 원하는 대로 배치할 수 있을 것이다. 또한 금속과 보석의 조각과 가루를 결합하는 범위를 형태에 따라 조절하여 조금씩 채워 나갈 수도 있을 것이라고 예상해 본다. 이 방법은 특히 굴곡이 있는 형태에 적용할 때 유용할 것이다. 자외선 경화수지의 두 번째 장점은 점도이다. 사이아노아클레이트 성분의 순간접착제는 물과 유사한 점도를 가지고 있지만, 자외선경화수지는 이것보다 끈적이는 꿀 또는 물엿과 같은 점도를 가지고 있다. 이 기법에서는 보석의 작은 조각과 가루를 활용하기 때문에 물처럼 흐르는 점도의 순간접착제는 조각과 가루를 조밀하게 응집시키는데 적합하지 않다. 경화가 이루어질 때까지 움직이지 않고 건조 시킬 수 있는 납작한 형태가 아닐 때는 작업이 특히 어렵다. 점도가 순간접착제보다 끈적한 자외선경화수지는 둥글거나 굴곡이 있는 형태에서 유용할 것이며, 램프로 자외선을 비추는 동안 움직임이 덜하기 때문에 보석의 조각과 가루를 응집시키는데 효과적일 것이라고 기대해 본다.

III. 기법 및 작품 연구

보금광경화(寶金光硬化)기법은 연구자가 개발하고 명명한 기법으로 보석(寶)과 금속(金)을 자외선경화수지를 사용하여 빛으로 경화·결합하는 기법을 말한다. 이 장에서는 이 기법을 효과적으로 작품에 적용하기 위한 실험을 진행하고, 실험한 결과를 바탕으로 작품연구를 한다. 실험으로는 크게 두 가지 실험을 진행하였는데, 첫 번째는 자외선경화수지로 유색보석의 조각 및 가루를 금속에 결합하는 접착력 실험이며, 두 번째는 유색보석의 광물적 특징이 경화 방식에 미치는 영향에 대한 실험이다.

1. 자외선경화수지의 접착력 실험을 통한 작품 연구

1.1 실험 방법

보금광경화기법에서 가장 중요한 것은 유색보석과 금속의 접착력이다. 그렇기 때문에 자외선경화수지를 활용하여 유색보석의 조각 및 가루를 금속에 결합하기 위해서 시중에 판매하는 자외선경화수지 재료로 접착력 실험을 진행하였다. 수지 재료에 대한 접착력 실험은 서울대학교 치의학 대학원에 있는 실험실에서 수행하였다. 2021년 2월부터 7월에 걸쳐 총 10회의 실험을 하였는데, 실험할 모든 샘플의 조건을 일정하게 하기 위해서 샘플을 제작한 날부터 실험을 실행하는 날의 간격을 모두 3일로 정하였다. 접착력 실험을 마치고 통계분석을 통하여 실험 결과를 정확하게 분석하였다.

1.1.1 자외선경화수지 선정

자외선으로 경화되는 재료로 세 분야에서 사용되는 UV 레진을 선정하였다. 모스티브(Mostive)의 베이스젤(Base Gel), 크리진(Crysin)의 고점도 레진, 엠브리드(M. Brid Inc.)의 엠글루(M. Glue)를 선정하였다.

베이스젤은 네일아트에서 흔하게 사용되는 재료로 손톱을 보호하고, 주로

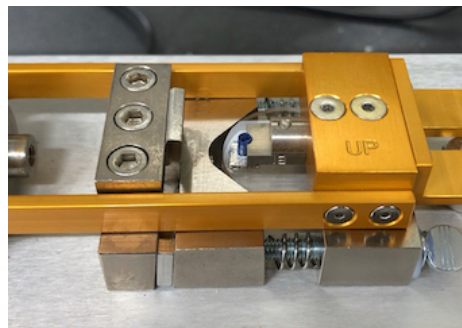
투명하거나 반투명의 살구색 혹은 분홍색이다. 손톱에 발랐을 때 끈적이며 점도가 높은 점을 고려하여 실험 대상으로 선정하였고, 실험을 위해서 모스 티브사의 투명한 베이스젤을 사용하였다. 취미 공예에서 사용되는 UV레진은 악세사리, 소품, 장식품 등을 제작하는 데에 사용된다. 크리진사에서는 점도에 따라 고점도, 중점도, 저점도를 판매하고 있는데, 이 실험을 위해서 고점도를 사용하였다. 이 레진은 경화 후에도 투명하며, 100g 또는 500g씩 판매가 되고 있다. 2020년에 출시된 엠브리드사의 엠글루는 강력한 접착력을 강조하여 판매되고 있는 UV접착제이다. 준보석가루상감에 적용할 수 있을지에 대한 여부를 알아보기 위해서 선정하였다.

준보석가루상감은 다른 보석을 세팅할 때와는 다르게 난발 또는 베젤을 사용하지 않고 접착제에 의존하여 보석을 고정하는 표면 장식의 한 종류이기 때문에 자외선경화수지를 활용했을 때의 가장 중요한 조건은 접착력이라고 판단하였다.

보석과 금속을 자외선경화수지로 결합했을 때의 접착력을 알아보기 위해서 다양한 조건을 실험했다. 실험을 위해서 접착력 수치를 실험할 샘플을 제작하였는데, 정확한 실험과 결과를 위해서 보석은 모두 청금석을 활용하였으며, 샘플의 크기와 경화시간을 모두 동일하게 하였다. 샘플은 모두 92.5% 은을 사용하였으며, 0.5t의 7mm의 정사각형을 사용하였고, 실험 샘플의 높이는 실험에서 무관하지만, 접착 표면 면적은 동일해야 했기 때문에 모든 샘플의 92.5% 은과의 접착표면의 면적은 2.8mm²로 제작하였다.



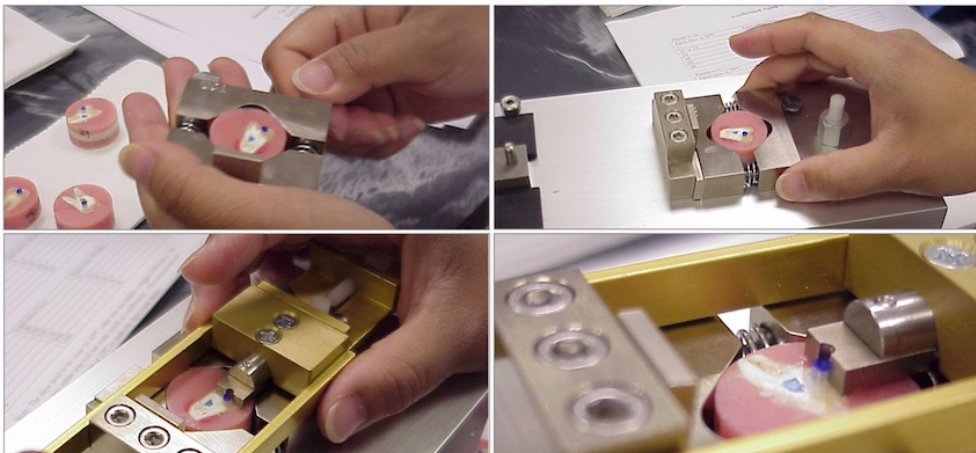
[그림 60] 접착력 실험 샘플



[그림 61] 샘플을 실험하는 모습

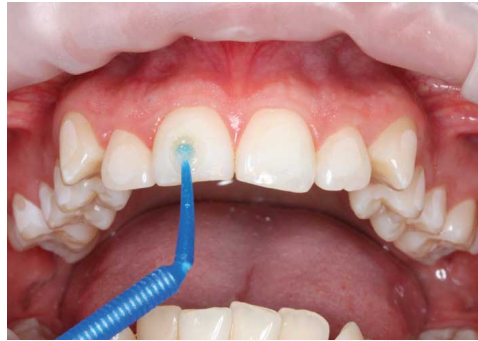
경화는 SUN UV 램프를 사용하였으며, 접착력을 최대한 높일 방안으로 거울을 사용하여 UV 램프 안쪽에 10mm 정사각형의 작은 거울 조각을 붙이고 바닥면에도 거울을 사용하여 자외선의 반사 작용이 활발하게 이루어지도록 하였다. 48W 설정으로 90초씩 3번, 총 4분 30초씩 경화를 하였다.

접착력의 수치를 측정하기 위해서는 비스코(BISCO) 제품의 Shear Bond Tester를 사용하였다. 비스코에서 개발한 Shear Bond Tester는 치과용 접착제의 본딩(Bonding)을 측정하는 도구이다. 실험할 샘플을 [그림 62]와 같이 클램프에 고정한 후 테스터의 지정된 자리에 배치한다. 클램프 위에 크레이들(cradle)장치를 올리는데 이때 부착된 테스터의 블레이드가 실험할 샘플과 정렬되도록 맞추어 놓는다.



[그림 62] Shear Bond Tester를 사용하는 방법
(출처: bisco.com/assets/1/7/Shear_Bond_Tester.pdf)

선정된 자외선경화수지 재료들의 가장 좋은 접착력을 발휘할 수 있는 조건을 찾기 위해서 금속의 표면처리에 변화를 해주었으며, 보석의 입자크기에도 변화를 주어 실험을 하였다. 치과에서 치아에 레진을 수복 할 때 접착력을 높이는 방안으로 치아의 표면에 산부식을 한다. 이 점을 고려하여 92.5% 은의 표면에 변화를 주어 접착력을 높일 수 있도록 하였다.



[그림 63] 접착력을 높이기 위한 방도
 (좌) 표면처리를 위해서 산부식 하는 중
 (우) 산부식을 씻어내고 프라이머를 바르는 중
 (출처: dentalproductshopper.com/article/case-presentation-simple)

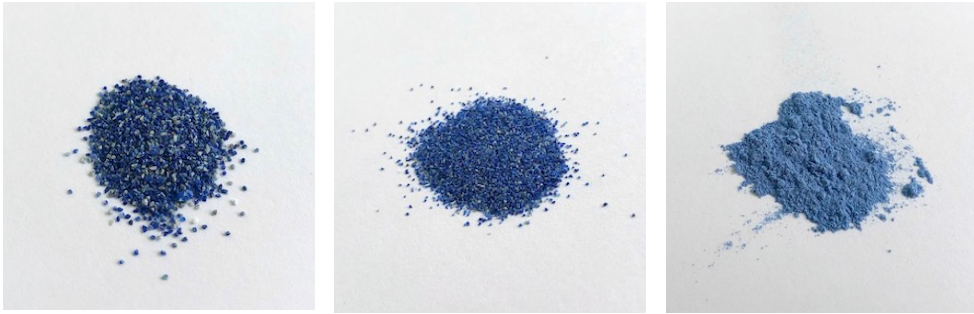
이 실험은 두 단계로 시행하였다. 첫 번째 단계에서는 금속 표면처리의 변화에 따른 접착력 실험이었다. 이 실험에서 접착력이 가장 높은 표면처리 방식을 선정하여 두 번째 실험에 적용한다. 두 번째 실험에서는 첫 번째 실험에서 선정된 표면처리에 보석의 입자크기에 따른 접착력 실험을 하여 자외선경화수지별로 통계분석을 하여 비교한다.



[그림 64] Stackable Mesh Sifter
 (출처: riogrande.com)



[그림 65] 청금석 조각



[그림 66] 40메시, 80메시, 325메시로 거른 청금석 조각과 가루

첫 번째 실험에서는 금속의 표면 질감에 따른 접착력을 측정하는 것이기 때문에 청금석의 입자크기는 모두 동일하게 하였고, 두 번째 실험에서는 입자크기에 대한 비교 실험이었기 때문에 총 세 가지의 입자크기를 사용하였다. 큰 조각의 청금석을 천연 곱돌로 만들어진 절구와 절긋공이를 사용하여 작게 부신 후 칠보에 사용하는 체로 걸러주었다. 실험에 사용한 입자크기는 40메시(mesh), 80메시, 325메시였다. 숫자가 커질수록 입자크기는 작고 파우더 같은 입자이다. 첫 번째 실험에서는 정확한 실험을 위해서 청금석의 입자크기에는 변화를 주지 않고 이 세 가지 입자크기 중 중간인 80 메시를 사용하였고, 두 번째 실험에서는 세 가지 입자크기를 모두 실험하여 비교하였다.

첫 번째 실험은 92.5% 은과 선정된 자외선경화수지를 바른 청금석가루를 결합했을 때 금속의 표면처리에 따라 접착력에 변화가 있는지, 또 접착력이 가장 높은 표면처리가 무엇인지를 위한 것이다. 표면처리별 실험을 위해서 샘플 제작은 앞서 설명한 기준으로 제작하였다. 92.5% 은의 두께는 0.5t, 7mm 정사각판을 사용하였고, 접착 표면 면적 또한 2.8mm^2 로 샘플을 만들었다. 유일한 변수는 92.5% 은판의 표면처리였는데 총 네 가지의 다른 표면처리를 하였다. 네 가지의 표면 처리는 광을 낸 것(광택), 끝이 뾰족한 조각정으로 대각선 양방향으로 흠집을 낸 것(조각정), 볼 버를 이용하여 같은 방식으로 흠집을 낸 것(Ball Bur), 다이아몬드 버로 표면을 전체적으로 텍스처를 낸 것(Dia.Bur)으로 실험을 시행했다. 통계적 분석을 위해 종류마

다 10개의 샘플을 제작하여 Shear Bond Tester를 통해서 측정된 접착력의 수치를 기록하였다.

두 번째 실험은 첫 번째 실험에서의 결과를 바탕으로 입자크기에 변화를 주었을 때의 접착력을 측정하는 것이기 때문에 첫 번째 실험과 같은 표면처리 방식을 40메시와 325메시로 구분마다 샘플을 10개씩 만들어 접착력을 실험하였다.

자외선경화수지와 금속의 접착력 실험을 위한 모든 샘플의 구분을 [표 9]로 정리하였다.

[표 9] 실험 샘플의 구분

구분	종류
자외선경화수지	모스티브, 크리진, 엠브리드 ⁹¹⁾
표면처리	광택, 조각정, Ball Bur, Dia.Bur
입자크기	40메시, 80메시, 325메시

1.2 표면처리별 실험 결과

1.2.1 표면처리별 실험 결과와 통계분석

제작한 샘플을 가지고 자외선경화수지의 접착력 실험을 하였다. 샘플은 표면처리별로 제작하였다. 실험으로 자외선경화수지의 접착력을 측정하였고, 측정된 접착력 수치의 평균값과 표준편차를 산출하였다. 평균값이 높다는 것은 접착력이 좋다는 의미이며, 표준편차가 크다는 것은 접착력이 일정하지 않다는 것을 의미한다. 첫 번째 실험인 표면처리별 접착력 측정 결과를 각 자외선경화수지별로 각각 [표 10], [표 11]과 [표 12]에 정리하였다.

91) 각 자외선경화수지를 구별하기 위해서 그 레진을 만든 회사이름으로 구별하였다.

[표 10] 모스티브의 표면처리별 접착력 측정 결과 (단위 MPa)

실험 결과	모스티브			
	광택	조각정	Ball Bur	Dia. Bur
표면처리				
평균	5.33	4.63	5.54	3.69
표준편차	0.87	0.25	0.51	0.73

주: 입자 크기는 80메시로 실험

[표 11] 크리진의 표면처리별 접착력 측정 결과 (단위 MPa)

실험 결과	크리진			
	광택	조각정	Ball Bur	Dia. Bur
표면처리				
평균	3.52	5.04	5.29	4.67
표준편차	1.00	0.37	0.53	0.54

주: 입자 크기는 80메시로 실험

[표 12] 엠브리드의 표면처리별 접착력 측정 결과 (단위 MPa)

실험 결과	엠브리드			
	광택	조각정	Ball Bur	Dia. Bur
표면처리				
평균	2.37	3.63	5.05	3.14
표준편차	0.71	0.98	0.83	0.58

주: 입자 크기는 80메시로 실험

모스티브의 실험 결과에서는 Ball Bur의 표면처리는 평균값이 5.54MPa로 제일 높았지만, 표준편차는 0.51MPa로 두 번째로 낮았다. 광택의 표면처리는 평균값이 5.33MPa로 두 번째로 좋았지만, 표준편차가 0.87MPa로 가장 높아 접착력이 일정하지 않아 제외하였다. 조각정으로 표면을 처리한 샘플들은 전체적인 평균 측정값은 세 번째로 낮았지만, 표준편차는 0.25MPa로 가장 낮았다.

크리진의 측정 결과에서는 Ball Bur의 표면처리가 평균값이 가장 높은 5.29MPa이고 표준편차는 0.53MPa로 두 번째로 낮았고, 조각정의 평균값은 5.04MPa로 두 번째였지만 표준편차는 0.37MPa로 기록이 가장 좋았다. 이 결과는 모스티브와 같다.

마지막으로 엠브리드는 Ball Bur의 평균값이 가장 좋았지만, 표준편차가 가장 작은 값은 Dia.Bur였다. 평균값이 가장 좋았던 것은 5.05MPa로 Ball Bur였지만, 표준편차가 0.83MPa로 조금 높은 편이었다. 조각정이 그다음으로 평균값이 3.63MPa로 좋았지만, 표준편차가 0.98MPa로 가장 높았다. 표준편차는 크지만, 평균값이 높았던 Ball Bur와 조각정의 표면처리가 접착력이 가장 좋다는 것을 알 수 있었다.

세 가지의 자외선경화수지에서의 공통점은 광택으로 표면처리를 했을 때 접착력의 평균값이 가장 작거나, 표준편차가 가장 크게 측정되었다. 이것은 광택으로 표면처리를 했을 때의 접착력이 가장 일정하지 않다는 것을 의미한다. 접착력을 가장 잘 발휘할 수 있는 표면처리는 각 자외선경화수지의 접착력 측정 평균값이 가장 높고 표준편차가 가장 낮았던 조각정과 Ball Bur로 측정되었다.

첫 번째 실험에서 10개의 샘플의 평균값의 비교 대상들이 실질적인 차이가 있는지를 확인하기 위해 통계적 분석을 한다. 이 실험에서의 비교 대상은 각 자외선경화수지와 네 개의 표면처리 방법들이다. One-way ANOVA test를 통해 구한 F값을 통하여 비교하였다. 자외선경화수지로 다음의 귀무가설과 대립가설을 검증하였다.

$$H_0 : \mu_x = \mu_y = \mu_w = \mu_z$$

x : 광택, y : 조각정, w : Ball Bur, z : Dia.Bur

H_a : At least one method mean is not equal to others.

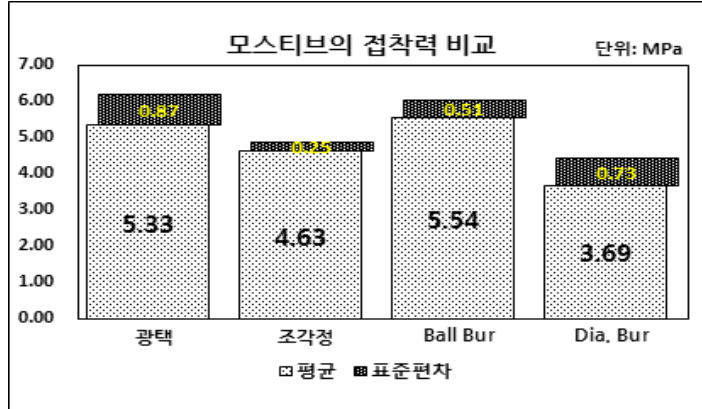
검증 결과, [표 13]의 그래프에서 볼 수 있는 것처럼 모스티브에서는 Ball Bur와 광택의 표면처리의 접착력 평균값에 약간의 차이가 있었지만, 통계분석을 한 결과에는 차이가 없었고, 조각정의 표면처리보다는 큰 것으로 분석되었다. 또한, Dia.Bur의 표면처리는 조각정의 표면처리보다 접착력이 작은 것으로 나타났다.

크리진은 통계분석 결과, Ball Bur와 조각정의 표면처리를 했을 경우, 접착력에 차이가 없었으나, Dia.Bur의 표면처리보다는 큰 것으로 분석되었다. 광택으로 표면처리를 했을 경우 접착력이 가장 작은 것으로 나타났다.

엠브리드의 결과에서는 Ball Bur의 표면처리가 접착력이 가장 큰 것으로 분석되었다. 조각정과 Dia.Bur의 표면처리는 평균값으로는 조각정이 접착력이 더 큰 것으로 보이기는 하나, 통계분석을 한 결과 차이가 없는 것으로 나타났다. 광택으로 표면처리를 했을 경우, 가장 작은 접착력을 가진 것으로 나타났다.

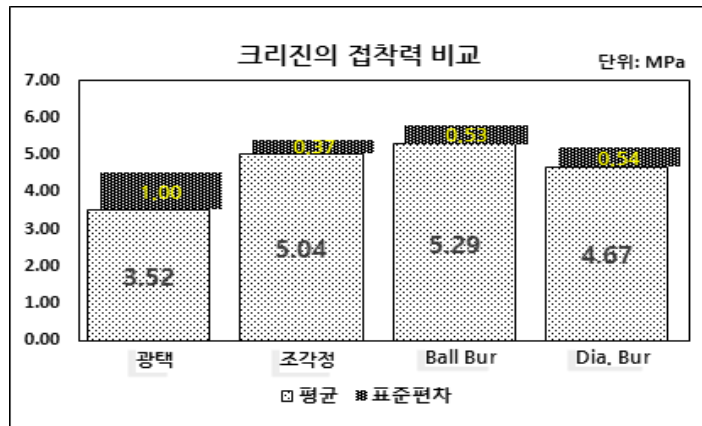
결론적으로, 모스티브와 엠브리드를 사용했을 경우, Ball Bur의 표면처리가 가장 접착력이 큰 것으로 나타났고, 크리진은 Ball Bur와 조각정의 표면처리의 접착력에 차이가 없다는 것으로 분석되었다.

[표 13] 모스티브의 표면처리별 평균값과 통계분석 결과



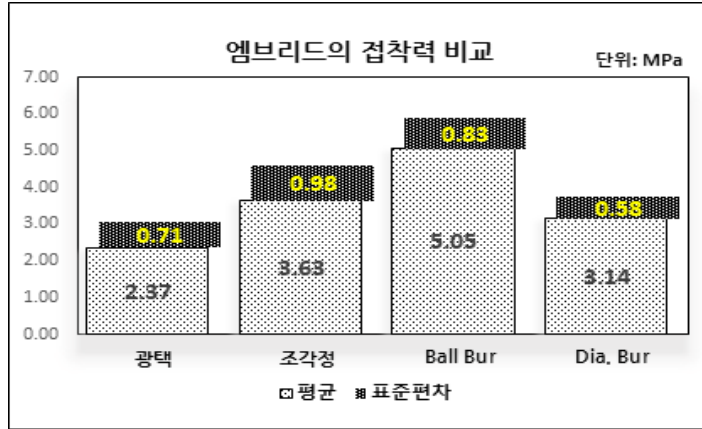
$$\mu_{BallBur} = \mu_{광택} > \mu_{조각정} > \mu_{Dia.Bur}$$

[표 14] 크리진의 표면처리별 평균값과 통계분석 결과



$$\mu_{BallBur} = \mu_{조각정} \geq \mu_{Dia.Bur} > \mu_{광택}$$

[표 15] 엠브리드의 표면처리별 평균값과 통계분석 결과



$$\mu_{Ball\ Bur} > \mu_{조각정} = \mu_{Dia.\ Bur} > \mu_{광택}$$

1.2.2 입자크기별 접착력 실험 결과와 통계분석

두 번째는 입자크기가 금속의 접착력에 어떤 영향을 주는지를 알아보는 실험이다. 이 실험은 첫 번째 실험의 결과에 근거로 실시하였다. 조각정과 Ball Bur의 표면처리에 청금석의 입자크기에 따라 접착력을 측정하였다. 입자크기는 40메시, 80메시와 325메시로 실험하였다. 첫 번째와 마찬가지로 이 실험에서도 측정 평균값이 크고 표준편차가 작은 입자크기의 조건을 가진 자외선경화수지를 찾는 목적을 가지고 있다. 또한 조각정과 Ball Bur 중 어떤 표면처리 방법이 금속에 접착력을 발휘하는지도 알아볼 것이다. 표면처리와 입자크기별로 측정된 실험 결과의 평균값과 표준편차를 자외선경화수지의 종류에 따라 [표 16], [표 17]과 [표 18]에 정리하였다.

[표 16] 모스티브의 표면처리 및 입자크기별 접착력 실험 결과 (단위 MPa)

표면처리	조각정			Ball Bur		
입자크기(메시)	40	80	325	40	80	325
평균	2.77	4.63	2.47	4.06	5.54	4.28
표준편차	0.18	0.25	0.35	0.74	0.51	0.51

[표 17] 크리진의 표면처리 및 입자크기별 접착력 실험 결과 (단위 MPa)

표면처리	조각정			Ball Bur		
입자크기(메시)	40	80	325	40	80	325
평균	2.88	5.04	4.10	4.75	5.29	6.34
표준편차	0.61	0.37	0.61	0.80	0.53	0.65

[표 18] 엠브리드의 표면처리 및 입자크기별 접착력 실험 결과 (단위 MPa)

표면처리	조각정			Ball Bur		
입자크기(메시)	40	80	325	40	80	325
평균	2.00	3.63	4.21	3.51	5.05	5.18
표준편차	0.68	0.98	0.55	1.03	0.83	0.96

모스티브의 실험 결과, 표면처리만을 비교했을 때는 Ball Bur의 평균값의 기록이 입자크기 세 가지 모두 4.00 MPa을 넘는 기록으로 조각정보다 큰 것으로 측정되었다. 조각정과 Ball Bur의 표면처리에서 입자크기에 따라 접착력을 비교하면 두 가지 모두 입자크기 80메시의 평균값이 가장 큰 것으로 측정되었다. 입자크기 80메시의 표준편차 역시 조각정과 Ball Bur에서 똑같이 두 번째로 작았다. 표준편차가 가장 작은 것은 조각정에서는 입자크기 40 메시이었지만, 평균값이 입자크기 80메시가 비교되는 2.77MPa였으므로 제외하였다. 결론적으로 모스티브를 사용했을 때 청금석과 금속의 접착을 가장 잘 이루어지게 한 것은 입자크기 80메시이었다.

크리진의 경우, 조각정에서는 모스티브와 마찬가지로 입자크기 80메시의 평균값이 5.04MPa로 측정되었고, Ball Bur에서는 입자크기 325 메시 가장 큰 수치인 6.34MPa를 기록하였다. 표준편차를 비교했을 때 조각정은 입자크기 80메시가 가장 작았고, Ball Bur에서는 평균값이 두 번째로 큰 입자크기 80메시의 표준편차가 가장 작았다. 가장 안정적인 표면처리와 입자크기는 조각정과 입자크기 80메시였다.

엠브리드는 대체로 측정값이 모스티브와 크리진의 평균값보다 작았고, 표준편차가 크게 측정되었다. 조각정의 입자크기 325메시의 평균값과 표준편차의 기록이 가장 좋았다. 하지만 Ball Bur로 표면 처리를 했을 때 325메시의 입자크기가 기록이 좋았지만, 표준편차는 0.96MPa로 모스티브와 크리진의 모든 표준편차보다도 큰 것으로 나타났다. 전체적으로 엠브리드의 접착력 측정값의 결과가 좋지 않았기 때문에, 보금광경화기법에 사용될 목적으로는 적합하지 않다고 결론지었다.

결론적으로, 청금석을 금속에 접착하는 용도로 엠브리드보다 모스티브와 크리진의 접착력이 좋은 것으로 나타났다. 입자크기 80메시가 접착력이 가장 큰 평균값으로 측정되었고, 표준편차는 작은 편에 속했다. 조각정과 Ball Bur를 비교했을 때, 모스티브와 크리진 모두 Ball Bur의 표면처리가 접착력이 가장 좋았다. 모스티브와 크리진을 비교했을 때는, 전체적으로 크리진의 접착력이 모스티브보다 좋은 결과로 측정되었기 때문에 청금석을 금속에 접착하는 데에 크리진이 가장 효과적인 자외선경화수지라는 결론에도

달하였다.

두 번째 실험은 조각정과 Ball Bur의 표면처리 시 접착력이 가장 큰 것으로 측정된 첫 번째 실험에 기반하여, 조각정과 Ball Bur의 표면처리 중 어떤 입자크기가 더 효과적으로 금속에 접착이 되는지를 알아보기 위한 실험이었다. 그래서 이 실험의 통계분석은 두 단계로 이루어졌는데, 우선 첫 번째 단계 ① 입자크기별 접착력 측정값에 대해 통계분석을 하여 접착력이 가장 좋은 입자크기를 정하고, 그다음에 ② 자외선경화수지와 선정된 입자크기와 조각정과 Ball Bur의 표면처리에 따른 통계분석을 하였다.

첫 번째 단계 ① : 입자크기별 접착력 실험의 평균값이 실질적으로 차이가 있는지를 보기 위해서 통계적 분석을 하였는데, One-way ANOVA test를 통해 구한 F값을 통하여 비교하였고, 자외선경화수지별로 다음의 귀무가설과 대립가설을 검증하였다.

$$H_0 : \mu_{40\text{메시}} = \mu_{80\text{메시}} = \mu_{325\text{메시}}$$

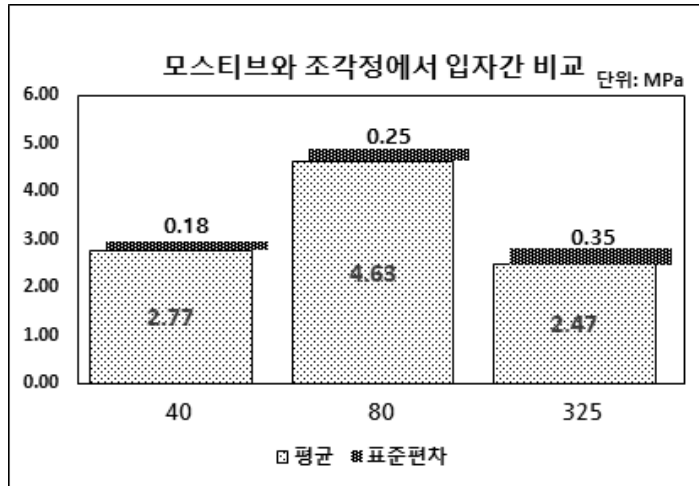
H_a : At least one method mean is not equal to others.

모스티브의 입자크기에 대한 통계분석 결과, 조각정과 Ball Bur 표면처리에서 모두 입자크기 80메시가 접착력이 가장 큰 것으로 나타났다. 입자크기 80메시 다음으로 두 번째로 접착력이 큰 입자크기는 조각정 표면처리에서는 입자크기 40메시, Ball Bur 표면처리에서는 입자크기 325메시였다.

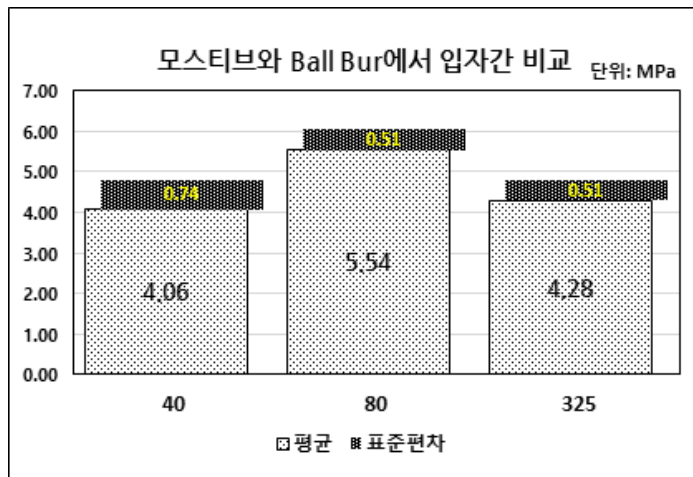
크리진의 입자크기별 통계분석에서는 표면처리마다 다른 결과가 나왔는데, 조각정에서는 입자크기 80메시, 324메시, 40메시 순으로, Ball Bur에서는 325메시, 80메시, 40메시의 순서로 접착력이 큰 것으로 나왔다. 공통점은 입자크기가 가장 큰 40메시가 두 표면처리에서 접착력이 가장 작은 것으로 나왔다는 점이다.

엠브리드의 입자크기별 실험의 통계분석 결과, 공통으로 입자크기가 가장 작은 325메시와 중간크기인 입자크기 80메시가 큰 차이 없이 비슷한 결과를 낳았고, 크리진과 비슷하게 입자크기 40메시가 접착력이 가장 작은 것으로 분석되었다.

[표 19] 모스티브의 조각정과 Ball Bur 표면처리의 입자크기별 통계분석

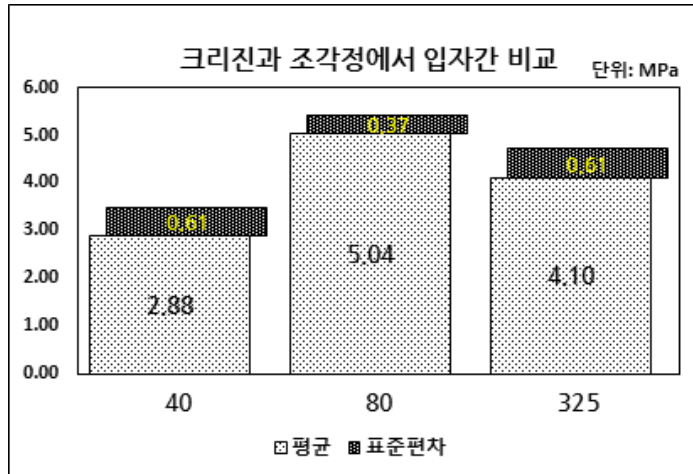


$$\mu_{80\text{메시}} > \mu_{40\text{메시}} > \mu_{325\text{메시}}$$

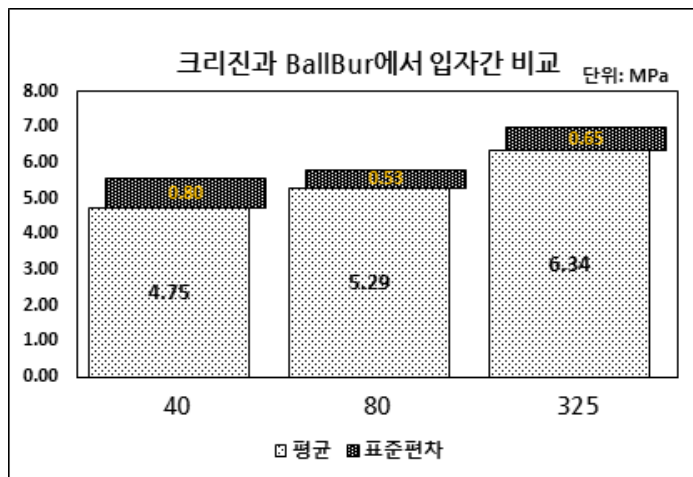


$$\mu_{80\text{메시}} > \mu_{325\text{메시}} = \mu_{40\text{메시}}$$

[표 20] 크리진의 조각정과 Ball Bur 표면처리의 입자크기별 통계분석

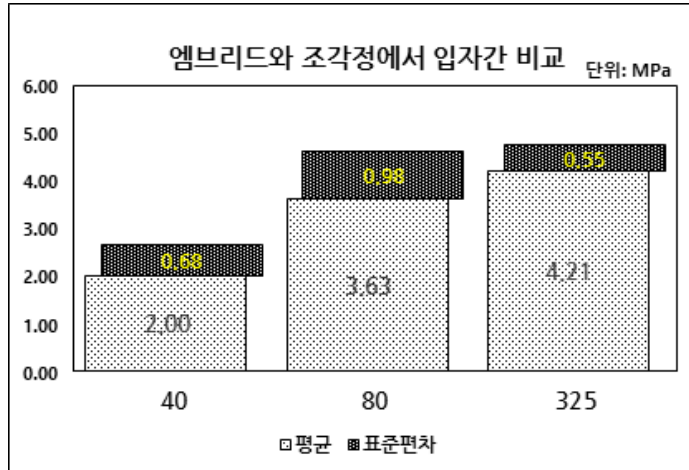


$$\mu_{80\text{메시}} > \mu_{325\text{메시}} > \mu_{40\text{메시}}$$

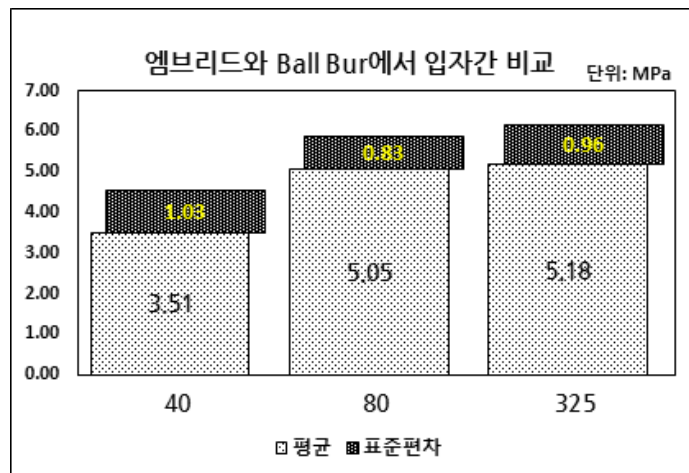


$$\mu_{325\text{메시}} > \mu_{80\text{메시}} \geq \mu_{40\text{메시}}$$

[표 21] 엠브리드의 조각정과 Ball Bur 표면처리의 입자크기별 통계분석



$$\mu_{325\text{메시}} = \mu_{80\text{메시}} > \mu_{40\text{메시}}$$



$$\mu_{325\text{메시}} = \mu_{80\text{메시}} > \mu_{40\text{메시}}$$

세 가지 자외선경화수지와 입자크기별 접착력을 통계적으로 분석한 결과, 조각정과 Ball Bur에서 입자크기 325메시와 80메시가 접착력이 가장 좋은 것으로 분석되어 선정하게 되었다.

두 번째 단계 ②: 선정된 표면처리(조각정과 Ball Bur)와 입자크기(80메시와 325메시)가 각 자외선경화수지에 적용했을 때의 접착력에 차이가 있는지를 확인하기 위해 통계적 분석을 하였다. One-way ANOVA test를 통해 구한 F값을 통하여 비교하였고, 그 결과로써 자외선경화수지별로 다음의 귀무가설과 대립가설을 유추하였다.

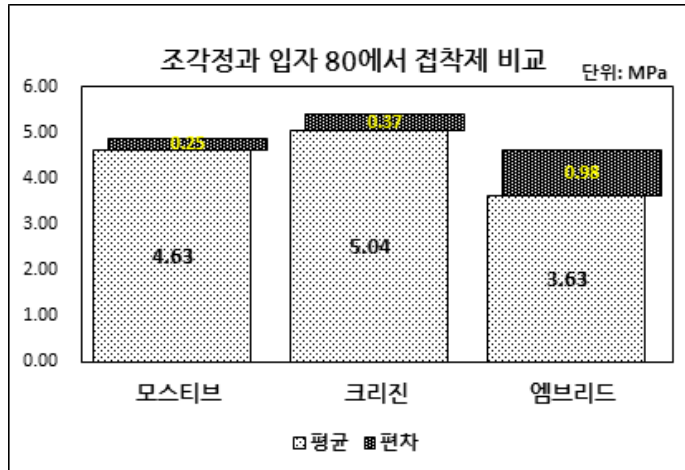
$$H_0 : \mu_{\text{모스티브}} = \mu_{\text{크리진}} = \mu_{\text{엠브리드}}$$

$$H_a : \text{At least one method mean is not equal to others}$$

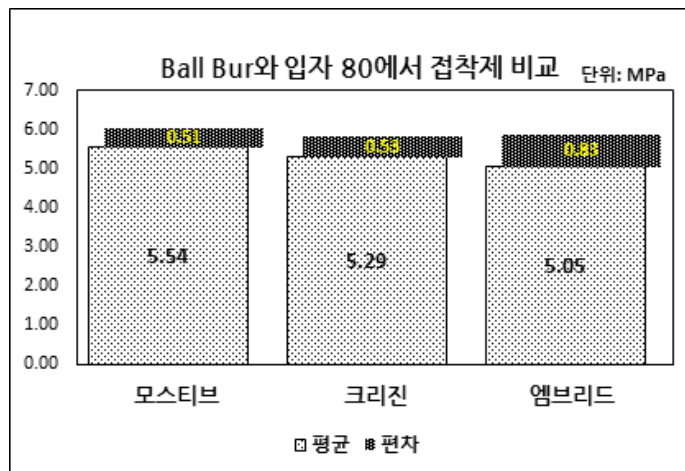
입자크기 80메시를 사용했을 때의 결과는 다음과 같다, 조각정의 표면처리에 입자크기 80메시를 사용했을 경우, 크리진, 모스티브, 엠브리드 순으로 접착력이 큰 것으로 나타났고, Ball Bur 표면처리에 입자크기 80메시를 사용했을 경우에는 세 가지의 자외선경화수지에 차이가 없는 것으로 분석되었다.

입자크기 325메시를 조각정 표면처리에 사용했을 때는 크리진과 엠브리드가 다르지 않다는 결과가 나타났고, 모스티브보다는 큰 것으로 분석되었다. Ball Bur의 표면처리에서는 크리진, 엠브리드, 모스티브 순으로 접착력이 큰 것으로 나타났다.

[표 22] 선정된 표면처리와 입자크기 80메시의 자외선경화수지 비교

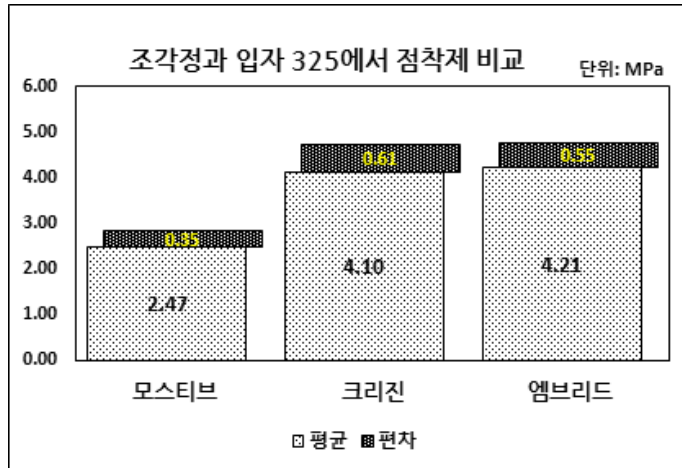


$$\mu_{\text{크리진}} > \mu_{\text{모스티브}} > \mu_{\text{엠브리드}}$$

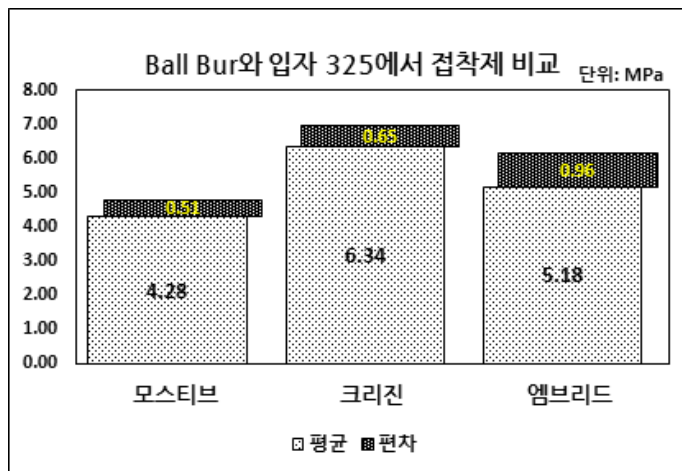


$$\mu_{\text{크리진}} = \mu_{\text{모스티브}} = \mu_{\text{엠브리드}}$$

[표 23] 선정된 표면처리와 입자크기 325메시의
자외선경화수지 비교



$$\mu_{\text{크리진}} = \mu_{\text{엠브리드}} > \mu_{\text{모스티브}}$$



$$\mu_{\text{크리진}} > \mu_{\text{엠브리드}} > \mu_{\text{모스티브}}$$

결론적으로 자외선경화수지 세 가지의 가장 접착력이 크게 나타난 표면 처리는 Ball Bur였지만, 표준편차가 큰 것으로 분석되었다. 표준편차가 가장 작은 조건은 조각정으로 표면처리를 했을 때였다. 통계적인 분석으로 이 결과를 통계적으로 확인을 하였다. 자외선경화수지 모두 Ball Bur 표면처리가 접착력이 크다는 결과가 나왔는데, 크리진에서는 조각정으로 표면처리를 한 것이 Ball Bur 표면처리와 차이가 없다고 분석되었다.

입자크기에 변화를 줬을 때는 모스티브와 크리진은 두 표면처리 모두 입자크기 80메시, 엠브리드도 두 표면처리 모두 입자크기 325메시일때 접착력이 가장 좋았다. 통계적인 분석을 통해서 이 결과를 다시 확인 해 보았다. 모스티브는 같은 결과가 나왔지만, 크리진은 조각정 표면처리에서는 입자크기 80메시가, Ball Bur 표면처리에서는 입자크기 325메시가 접착력이 좋은 것으로 나타났다. 엠브리드는 두 표면처리 모두 입자크기 80메시나 325메시나 차이가 없는 것으로 나타났다.

마지막으로 세 가지 자외선경화수지, 모스티브, 크리진, 엠브리드 중 어떤 재료가 가장 효과적인 접착력을 발휘하는지를 확인하기 위해서 입자크기 80메시와 325메시를 조각정과 Ball Bur 표면처리에 비교하여 통계분석을 하였다. 조각정과 입자크기 80메시일 경우에 크리진이 좋았고, Ball Bur와 입자크기 325메시는 세 가지의 자외선경화수지에 차이가 없었다. 조각정과 입자크기 325메시는 모스티브보다 크리진과 엠브리드가 좋았는데 둘을 비교했을 때는 차이가 없었고, Ball Bur와 입자크기 325메시는 크리진의 결과가 좋았다. 모든 결과는 공통으로 크리진이 가장 접착력이 좋은 것으로 분석되었다.

최종적인 결론은, 보석을 92.5% 은과 결합할 때 크리진 자외선경화수지를, 표면처리로는 네 가지의 표면처리 중 조각정과 Ball Bur를 선정하였다. 조각정과 Ball Bur 모두 좋은 접착력을 보였지만 이 두 가지의 표면처리를 하되 실험을 바탕으로 다른 입자크기를 사용하는 것을 추천한다. 조각정으로 표면처리를 했을 때는 입자크기 80메시를 사용하고 Ball Bur로 표면처리를 했을 때는 입자크기 325메시를 사용하는 것이 접착력을 높이는 데에 효과적이었기 때문이다. 금속의 형태에 따라 작업하기 편리한 표면처리 방

식을 고르고 그에 맞는 입자크기를 사용하면 접착력을 높이는 데 도움이 될 것이다.

1.3 형태에 따른 기법연구

앞장에서의 실험과 통계분석의 결과를 바탕으로 접착력이 가장 좋은 조건들을 다양한 형태의 금속 틀에 유색 보석을 결합하는데 적용하여 보금광 경화기법을 개발하였다. 유색보석과 자외선경화수지에 의해 결합 될 금속의 형태를 총 세 가지로 나누어 시도해 보았다. 첫째, 바닥이 납작한 형태, 둘째, 굴곡이 있는 형태, 셋째는 원통형이다. 형태에 따라 작업에 편리한 접착력을 높일 방법들로 표면처리와 입자크기의 조건을 다르게 하였지만 공통으로 같은 방식으로 진행하였다. 그 방법은 다음과 같다.

- ① 보석과 자외선경화수지가 접할 모든 면적에 조각정 또는 Ball Bur로 최대한 꼼꼼하게 표면처리를 해 준다.
- ② 금속 틀의 두께에 따라 한 번에 경화를 마치거나 여러 층으로 나누어 램프로 경화를 한다.⁹²⁾ 이때 시각적인 효과를 위해서 두께가 얇더라도 여러 층으로 나누어 경화를 해 줄 수도 있다. 첫 레이어는 앞 장에서 진행한 접착력 실험 결과를 따른다. 두 번째 레이어 또는 가장 마지막 층에는 큰 입자를 사용하여 원하는 대로 배열하여 시각적인 효과를 높일 수 있다.
- ③ 모든 면이 경화가 이루어진 후, 에탄올 또는 아세톤을 사용하여 미경화질을 닦아내준다.
- ④ 거친 줄이나 다이아몬드 버로 거친 면을 일차적으로 연마해 준다. 필요하다면 경화를 한 번 더 해준다.
- ⑤ 연마는 다이아몬드 사포바와 4000~7000방 사포까지 사용하여 마무리한다.

92) 보석의 투명도에 따라 경화 방식과 시간에 차이가 생긴다. 이 부분에 대해서는 다음 장에서 더 깊이 탐구한다.



[그림 67] 납작한 형태: 틀 제작



[그림 68] 조각정으로
표면처리한 모습



[그림 69] 입자크기 80메시로
1차 경화한 모습



[그림 70] 청금석 조각과 가루로
모든 공간을 경화한 모습

유색보석을 자외선경화수지를 사용하여 경화 할 때 중요한 점은 모든 금속 작업이 끝난 뒤에 진행해야 한다는 점이다. 보석과 수지가 있는 상태에서 더 이상 성형 또는 불질을 할 수 없기 때문이다.

납작한 형태는 가장 기본적인 형태로 평평한 바닥 면에 베젤 와이어 또는 납작한 금속선을 사용하여 원하는 모양을 만든 후 땀을 하여 틀을 제작한 것이다. 틀의 안쪽에 부가적인 디테일을 위해서 납작한 금속선을 땀을

하여 장식성을 높일 수도 있다. 땀을 하기 전에 유색 보석이 접촉될 모든 면에 표면처리를 미리 해 주는 것이 땀을 모두 한 뒤에 표면처리를 하는 것보다 작업이 수월하지만, 순서가 바뀌어도 결과에는 변화가 없다. 모든 면이 납작한 상태에서 표면처리를 할 때는 어떤 표면처리를 해도 작업에 무리가 없기 때문에, 앞장에서 한 실험 결과에 따라 조각정으로 표면처리를 했을 경우 입자크기 80메시를, Ball Bur로 표면처리를 했을 경우 입자크기 325메시를 사용하는 것을 권장한다.

1.3.1 납작한 형태

[그림 71]은 사이아노아클레이트 성분의 순간접착제(CA접착제)를 사용하여 납작한 공간을 청금석으로 상감을 시도해 본 손가락이다. 면적이 넓은 공간과 톱질하여 만든 영어 대문자 A를 땀을 하여 구석진 공간에도 상감이 가능한지 실험을 해 보았다. 청금석이 들어갈 모든 면에 표면처리를 한 뒤, 모든 면에 401 순간접착제를 얇게 도포하였다. 순간접착제가 마르기 전에 서둘러 청금석으로 모든 공간을 채우고 순간접착제를 모든 청금석에 닿도록 도포하였다. 금속과 청금석과의 중합이 완전히 이루어지도록 24시간 뒤에 연마를 시작하였다. 자외선경화수지로 보석을 상감할 때와 마찬가지로 연마



[그림 71] CA접착제를 사용하여 납작한 면을 상감했을 때 모습

를 진행하였다. 거친 줄로 갈아 평면을 만들었을 때, 순간접착제를 충분히 도포했음에도 불구하고 순간접착제가 닿지 않은 마른 청금석 조각과 가루가 있는 것을 확인할 수 있었다. 이런 부분은 다시 순간접착제를 얇게 바르고 다시 한번 청금석 가루로 채운 뒤 순간접착제를 도포하였다. 또다시 24시간 뒤에 연마를 진행하였다. 모든 면이 청금석으로 채워진 것을 확인한 뒤

에, 광까지 내어 연마를 마무리했으나, 곳곳에 청금석이 아닌 순간접착제로 채워진 투명한 부분들이 확인되었다. 이 공간들을 부분적으로 갈아내어 다시 상감을 진행할 수는 있으나, 같은 작업을 계속해서 반복해야 했다. 순간접착제는 공기의 수분과 만나는 순간 중합이 이루어지기 때문에 재빠르게 맞는 크기의 청금석을 공간에 붙여야 했으며, 완벽한 경화를 위해서 24시간을 기다려야 한다는 점이 불편했다.

사이아노아크릴레이트 성분의 순간접착제를 보석을 중합하는데 사용했을 때 불편한 점을 언급한 적이 있다. 그 점을 이 손가락의 시도에서 경험하였다. 대문자 A의 구석진 공간에는 파우더와 같이 고운 청금석 325입자를 사용하였는데, 순간접착제를 바르는 순간 청금석 파우더가 서로 뭉치면서 덩어리지는 현상이 발생했다. 나무 이쑤시개로 사용하여 눌러서 구석진 공간을 최대한 채우도록 노력하였으나, 금속보다는 나무에 더 달라붙어 작업이 번거로웠다. 이는 다공성의 정도 때문인데, 금속보다 청금석이 순간접착제를 더 잘 흡수하였고, 청금석보다 나무가 순간접착제를 더 빨리 흡수했기 때문이다.

결과적으로 장식으로 땀을 한 영어 대문자 A의 주위는 상감이 잘 이루어졌지만, 오히려 면적이 넓은 부분에는 청금석으로 상감이 되지 않고 대신 순간접착제로 채워졌다. 순간접착제로 보석을 금속에 중합시킬 때의 불편했던 점들은 자외선경화수지를 사용함으로써 보완이 가능했고, 청금석을 더욱 효과적으로 상감을 할 수 있게 되었다.

1.3.2 굴곡이 있는 형태

사이아노아크릴레이트 성분의 접착제의 가장 큰 단점 중 하나는 뭉은 점도였다. 뭉은 점도는 굴곡이 있는 형태에서 가장 작업하기 힘든 특징이 있다. [그림 72]와 [그림 73]의 목적은 굴곡이 있는 형태에 두 가지의 결합 방식을 비교하기 위함이었다. [그림 72]는 401 접착제로 청금석 가루를 접착한 것이고, [그림 73]은 앞장에서 진행한 실험의 결과를 바탕으로 청금석 가루를 자외선경화수지로 광중합 한 것이다.



[그림 72] 굴곡이 있는 형태:
401 순간접착제 사용



[그림 73] 굴곡이 있는 형태:
자외선경화수지 사용

[그림 72]에서는 청금석 조각과 가루를 상감하기 전에 앞서 접착력을 높이기 위한 방안으로 모든 표면에 Ball Bur 표면처리를 해 주었다. 그리고 청금석 가루와 401 순간접착제를 부분적으로 도포하여 완전히 굳을 때까지 기다리면서 작업을 진행했다. 그러나 시간이 지날수록 401 순간접착제가 형태의 굴곡에 따라 흐르면서 청금석 가루도 함께 움직였다. 완전히 마르기 전에 청금석 가루를 다시 재배치하고 필요에 따라 청금석 가루와 401 순간접착제를 도포하여 상감할 부분을 채워나갔다. 24시간 뒤에 완전히 굳은 뒤 굴곡에 맞춰 연마하여 표면처리를 한 결과, 마르는 동안 청금석 가루를 재배치하고 추가했음에도 불구하고 청금석 가루 사이사이에 빈 곳이 생기고 그 빈 곳에는 401 순간접착제로 채워져 있었다. 더불어 납작한 형태에서 발생했던 청금석 조각끼리 뭉치는 현상이 발생하여 연마하는 과정에서 접착이 잘되지 않은 부분은 떨어져 나갔으며 그 결함은 납작한 형태에서보다도 더 확연했다. 401 순간접착제로 채워진 공간은 투명해서 바닥 면의 은이 보이고 의도적인 효과가 아니었기 때문에 완성도가 낮아 보였다.

반면에 자외선경화수지를 사용하여 청금석 가루를 광증합을 했을 때는 작업이 확연하게 수월했다. 정확한 비교를 위해서 상감할 모든 부분에도 같은 방식으로 Ball Bur를 사용하여 표면처리를 하고 부분적으로 자외선경화

수지로 광중합을 하였다. 자외선경화수지는 401 순간접착제보다 점도가 낮기 때문에 흐르는 현상도 적었을뿐더러, 자외선램프로 경화를 즉각적으로 할 수 있기 때문에 청금석 조각들이 점도와 굴곡의 형태에 의해 움직이는 것을 방지할 수 있었다. 평을 맞춰 연마하고 표면처리까지 마친 모습에서 401 순간접착제를 사용했을 때보다 청금석 가루를 효과적으로 상감한 것을 확인할 수 있었다.



[그림 74] 기물 샘플: 체이싱



[그림 75] 기물 샘플: 청금석 상감

[그림 74]와 [그림 75]는 레이징한 은 기물에 체이싱을 하여 청금석을 상감할 공간을 만들어 주고, 그 공간에 표면처리를 한 뒤에 청금석 가루를 자외선경화수지로 경화하고 연마한 것이다.

1.3.3 원통형

마지막으로 시도한 형태는 원통형이다. 여기서 원통형이란 보석의 조각과 가루가 들어갈 공간이 마치 파이프 또는 원봉과 같은 형태를 의미한다. 앞장에서의 굴곡이 있는 형태와 비교했을 때, 전체적으로 보석이 차지하는 면적이 좁고 금속으로 받쳐주는 구조 역시 파이프와 원봉의 형태로 그 면적이 굉장히 작다. 이렇게 받쳐주는 금속이 제한적이고 납작하지 않은 형태일 때

사이아노아클레이트 성분의 접착제의 묽은 점도가 작업 과정에 불편함을 준다. 굴곡이 있는 형태에서도 언급했듯이, 특히 경화가 이루어지기까지 접착제가 묽은 보석의 조각이 움직이지 않은 상태를 유지해야 하는데 원통형에서는 중력에 의해 보석의 조각이 아래로 흘러 금속과 결합이 원하는 대로 이루어질 수 없다. 자외선경화수지는 끈을 연상하게 하는 끈적이는 점도를 가지고 있기 때문에 사이아노아클레이트 성분의 접착제만큼 흐르는 현상이 적다. 더불어 자외선경화수지를 사용할 경우, 자외선경화수지는 특정한 범위의 자외선에서만 중합반응이 일어나기 때문에 작업자가 중합을 개시하기 전까지 충분한 시간을 가지고 작업할 수 있다. 중합의 시작을 조절할 수 있다는 장점을 이용하여 자외선경화수지를 보석의 조각과 가루에 미리 꼼꼼히 도포한 뒤에 결합할 금속으로 옮길 수 있다. 원통형에는 특히 받쳐주는 금속이 적기 때문에 자외선경화수지를 도포한 보석을 조금씩 옮기고 즉각적으로 램프로 경화시켜 금속과 결합한다.⁹³⁾ 사이아노아클레이트 성분의 접착제 보다는 점도가 낮지만 흐르는 것은 완전히 막지 못하기 때문에, 금속에 옮긴 즉시 램프로 경화한다.

[그림 76]은 공작석을 사이아노아클레이트 성분의 접착제로 금속과 결합한 것과 청금석을 자외선경화수지로 결합한 것이다. 두 가지 모두 두께 3mm인 은봉에 같은 표면처리와 같은 입자크기를 상감한 것이다. 사이아노아클레이트 성분의 접착제를 사용했을 때는 묽은 점도로 흐르는 현상이 발생하여 반복적으로 빈 곳에 공작석을 다시 채우는 작업을 진행했음에도 불구하고 결과물에는 공작석이 충분히 채워지지 않은 모습을 확인할 수 있었다. 또한 완벽한 경화시간 24시간을 기다린 뒤에 연마했기 때문에 작업이 오래 걸리고 번거로운 단점이 있었다. 그러나 자외선경화수지로 청금석을 같은 형태에 경화시켰을 때는 모든 작업이 세 번에서 네 번의 경화를 거쳐 완성되었다. 경화가 이루어진 직후 연마를 진행할 수 있었기 때문에 작업 과정의 시간도 사이아노아클레이트 성분의 접착제를 사용했을 때보다 확연히 단축할 수 있었다.

93) 자외선경화수지로 보석의 작은 조각과 가루와 금속을 결합시키는 과정은 동일하기 때문에 자세한 절차는 생략한다.



[그림 76] 원통형에 CA접착제와 자외선경화수지의 사용 비교

1.4 장식적인 요소로 적용한 숟가락 작품 연구

1.4.1 숟가락 장식의 목적

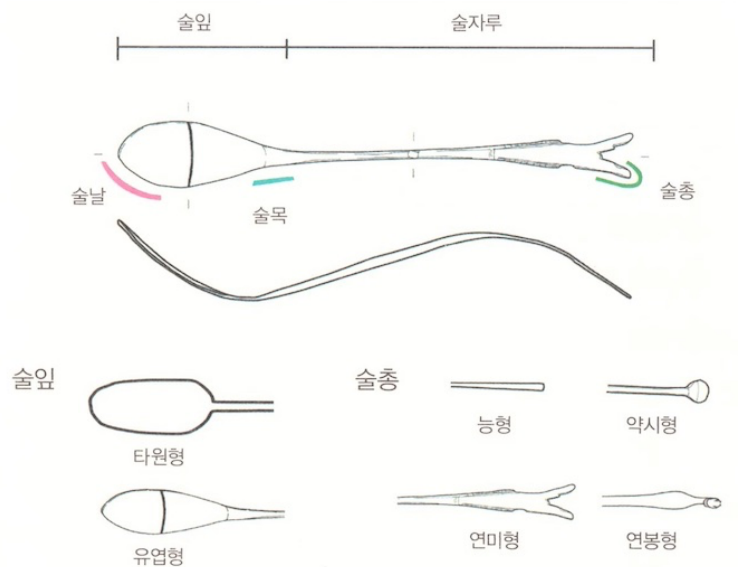
공예의 시초는 인류가 살아가기 위하여 생리적 필요에 의해 의식주에 필요한 공예품의 제작에서 시작되었다.⁹⁴⁾ 숟가락은 인간이 생존하기 위해서 자연스럽게 일상생활 속의 필수적인 도구로 자리 잡았으며 숟가락의 기원은 정확히 알 수 없을 정도로 오랫동안 존재했다. 숟가락은 생존을 위한 도구로 음식을 입으로 옮길 수 있고, 요리를 할 수 있는 역할만 한다면 숟가락은 아주 간단한 형태를 갖춘다. 제작자와 사용하는 사람에 의해 크기와 길이에서 조금씩 차이는 있지만 전체적인 형태와 구조는 정해져 있다. 기능이

94) Howard Risatti, 허보운 번역, 『공예란 무엇인가』, 미진사, 2011, p.119

가장 중요하다고 할 수 있는 숟가락은 여러 가지 모양과 크기로 만들어지고, 작은 면적임에도 불구하고 색과 문양을 새겨 장식적인 요소를 포함하여 꾸며지고 만들어졌다.

박준(2016)은 「공예에서 장식의 의의와 활용」에서 이진영의 논문을 바탕으로 장식을 인간의 원초적 욕구와 관계지어 다음과 같이 서술하였다.

‘이진영(1987)의 논문에서는 우리가 의식주를 비롯한 많은 활동을 하면서 접하게 되는 다양한 사물과 건물, 의상 등에 장식을 하고 꾸미는 행위는 애초부터 인간이 가지고 태어난 욕망의 한 부분이라고 기술되어 있다. 인간의 원초적인 욕구중 하나인 미적욕구에 기인하는 행위의 표현으로 인식되는 장식욕구는 이처럼 인간성의 한 부분으로서 그 기원이 선사시대부터 시작하여 오늘날에 이르기까지 널리 지속되는 인간행위의 한 부분이다.’95)









[그림 77] 고려시대 청동숟가락 각 부분 명칭
(출처: 한국 고대 숟가락 연구, 205쪽, 정의도)

95) 박준(2016), 「공예에서 장식의 의의와 활용」, 『한국디자인포럼』, Vol. 52, 2016.08, p75

순가락의 기본 형태는 크게 술과 술자루로 나누어진다. 술은 음식을 뜨는 부분이고, 술자루는 순가락의 손잡이를 말한다. 술과 술자루를 이어주는 부분을 술목이라고 부른다. 술은 술잎, 술끝과 술등의 세 부분으로 구분하여 부른다. 술잎은 음식을 뜨는 오목한 안쪽 부분이고, 술끝은 술잎의 끝부분, 술등은 술잎의 반대쪽 바닥을 가르킨다. 술자루의 가장 끝부분을 술총이라고 부른다.

우리나라의 순가락은 시대에 따라 형태가 바뀌며, 술잎과 술총이 여러 장식적인 형태로 발전하였다. 고려시대의 청동 순가락은 자루가 휘어있고, 술총이 제비 꼬리처럼 갈라져 있기도 하며 문양이 새겨져 있다. 현대의 실용성을 강조한 순가락보다 화려하다. 고려시대 순가락의 형태는 [그림 77]과 [그림 78]과 같이 술과 술총의 모양, 순가락의 휨 정도로 구분할 수 있다. 순가락처럼 실용적이고 기능적인 도구에 장식이 주는 효과와 목적이 무엇인지 살펴보았다. 사전적 의미의 장식은 꾸밈을 뜻하며, 어떤 장면이나 부분 따위를 인상 깊고 의의 있게 만든다는 의미가 있다.

술잎 유엽형 (I)	기본형 (I-1)	
	쌍어형 (I-2)	
	약시형 (I-3)	
	연봉형 (I-4)	
술잎 말각장방형 (II)	장릉형 (II-1)	
	장릉보주형 (II-2)	

[그림 78] 청동순가락 형식 분류안
(출처: 한국 고대 순가락 연구, 469쪽, 정의도)



[그림 79] 명성유기
수자문무늬 수저
(출처: myungsungyugi.com)

손가락의 구조 내에서 장식은 손가락의 용도에 따라 그 정도와 종류가 다르다. 도구로써 기능성을 강조한 손가락은 사용에 있어 방해되지 않도록 술자루와 술총에 있지만, 장식용 손가락 즉 기능이 없는 관상용 손가락은 술잎부터 술총까지 장식이 빼곡하거나, 사용이 불가능한 재료로 만들어진 경우도 있다. 그 외에 개념적인 예술품으로써의 손가락은 작가의 의도에 따라 사용이 가능하거나 구체적인 개념을 부여하여 조형적으로 표현하는 경우도 있다. 일상에서 사용하는 오늘날의 손가락은 스테인리스, 은, 유기 등으로 된 손가락을 사용하며 손가락을 사

용할 때 방해가 되지 않도록 술총에 가까운 위치에 행운, 무병장수와 복을 의미하는 꽃, 식물, 거북이 또는 수자문무늬와 같은 길상문자를 새기거나, 칠보와 금부로 돋보이게 한다.



[그림 80] 명성유기 거북이 수저
(출처: myungsungyugi.com)



[그림 81] 학 불로초 금부 순은99%
장인 예단 은수저
(출처: gold-stone.co.kr)

이 연구에서는 도구로써의 일상에서 사용이 가능한 손가락의 장식적인 면에 중점을 두었다. 일상에서 사용할 수 있는 손가락의 조건으로 실용성을 중요시하였고, 장식이 손가락의 기능에 방해가 되지 않은 범위내에서 부가적인 요소로 모티브적인 요소들을 제작하는 데 집중하였다.

[작품 1], [작품 2]와 [작품 3]은 앞장에서 실험해 보고 연습해 보았던 납작한 형태, 굴곡이 있는 형태와 원통형을 손가락에 적용해 본 시리즈이다. [작품 1]은 다양한 형태로 청금석을 보금광경화기법으로 시도한 손가락을 나열한 것으로 이 중에서 손가락의 술에도 청금석으로 장식을 한 것도 있으나, 보석과 수지를 실수로 먹게 되었을 경우 인체에 유해할 수도 있다고 판단하여 손가락의 술에는 장식을 피해야 한다는 결론을 내렸다. [작품 2]는 손가락의 기능을 중요시한 계량 손가락을 제작하고, 계량 손가락에 사용한 반구를 사용하여 구슬과 같은 형태를 장식으로 사용하였다. 두 반구를 이어주는 공간에 청금석을 상감하여 장식하되 계량 손가락을 사용하는 데 있어서 방해되지 않도록 하였다. 구슬 장식이 술총에 있는 대신 실제 구슬 처럼 술자루에서 움직일 수 있도록 제작도 해 보았다. [작품 3]은 원통형을 적용한 것으로 술자루를 단조를 한 뒤에 홈을 내어 손가락을 잡았을 때 장식이 표면으로 느껴지지 않도록 청금석을 상감하였다.



[작품 1] <Spoon, Blue>, 청금석, 자외선경화수지(보금광경화기법), 140x18x5mm~45x15x12mm, 2021



[작품 2] <구슬 계량 스푼 시리즈>, 925은, 청금석, 자외선경화수지(보급광경화기법), 160x45x25mm~100x15x15mm, 2021



[작품 3] <Line Series>, 925은, 청금석, 자외선경화수지(보금광경화기법), 170x27x7mm~120x30x5mm, 2021

1.4.2 장식의 모티브와 제작

앞장에서 보았던 우리나라의 실용적인 숟가락에서의 장식적 특징은 주로 술총에 국한되어 있으며 전통적인 이미지를 사용하고 있다는 점이다. 전통적인 모티브를 사용하되 현대적으로 개선할 수 있는지와 술총뿐 만 아니라 술총 전체를 활용할 수 있는지 연구하게 되었다.

연구자는 어렸을 때부터 가루형 한약을 친숙하게 먹으면서 자랐다. 한약용 숟가락이 항상 집에 있었기 때문에 숟가락을 떠올렸을 때 다른 용도의 숟가락보다 계량 숟가락을 먼저 떠올렸다. 한약을 복용할 때 사용했던 숟가락은 아무 장식이 없는 일직선의 플라스틱으로 된 계량 숟가락이었다. 복용자에 따라 그리고 약의 종류에 따라 복용량이 다르기 때문에 이 숟가락 양 끝에는 술이 하나씩 있었으며 각각 한약 기준으로 2그램과 3그램을 쟀 수 있었다. 연구자는 이 경험에서 약 복용용이 아닌 요리 할 때 사용하는 계량 숟가락을 만들기로 했다. 계량 숟가락은 음식을 뜯 수 있는 기능뿐만 아니라 물질을 쟀 수 있는 실용적인 도구이다. 요리할 때 계량 숟가락을 사용하는 경우는 주로 맛을 내는 조미료, 향신료를 정확한 분량으로 재기 위해서이다.



[그림 82] 가루형 한약 복용용 계량 숟가락



[그림 83] <Wreath, B17711>, 푸아비의 버드나무 화환
(출처: Kim Benzel, Penn Museum 소장)



[그림 84] <Wreath, B17710>, 푸아비의 포플러 화환
(출처: Kim Benzel, Penn Museum 소장)



[그림 85] 여러 가지 향신료의 원재료 모습
(출처: resveralife.com/eat-well-foods-peaceful-life/)

청금석을 상감하는 장식적인 요소로 가구와 장신구에 많이 사용하였던 수메리안 문명에서의 모티브와 요리에 사용되는 향신료 원재료의 모습에서 영감을 얻어 계량 순가락을 제작하였다. 레나드 울리가 발굴한 우르의 왕실묘지에서 발견된 장신구에는 반복적으로 나뭇잎과 식물의 열매 등을 목걸이 또는 머리 장식으로 사용하였다. 이런 장식은 풍요와 변성을 의미하였

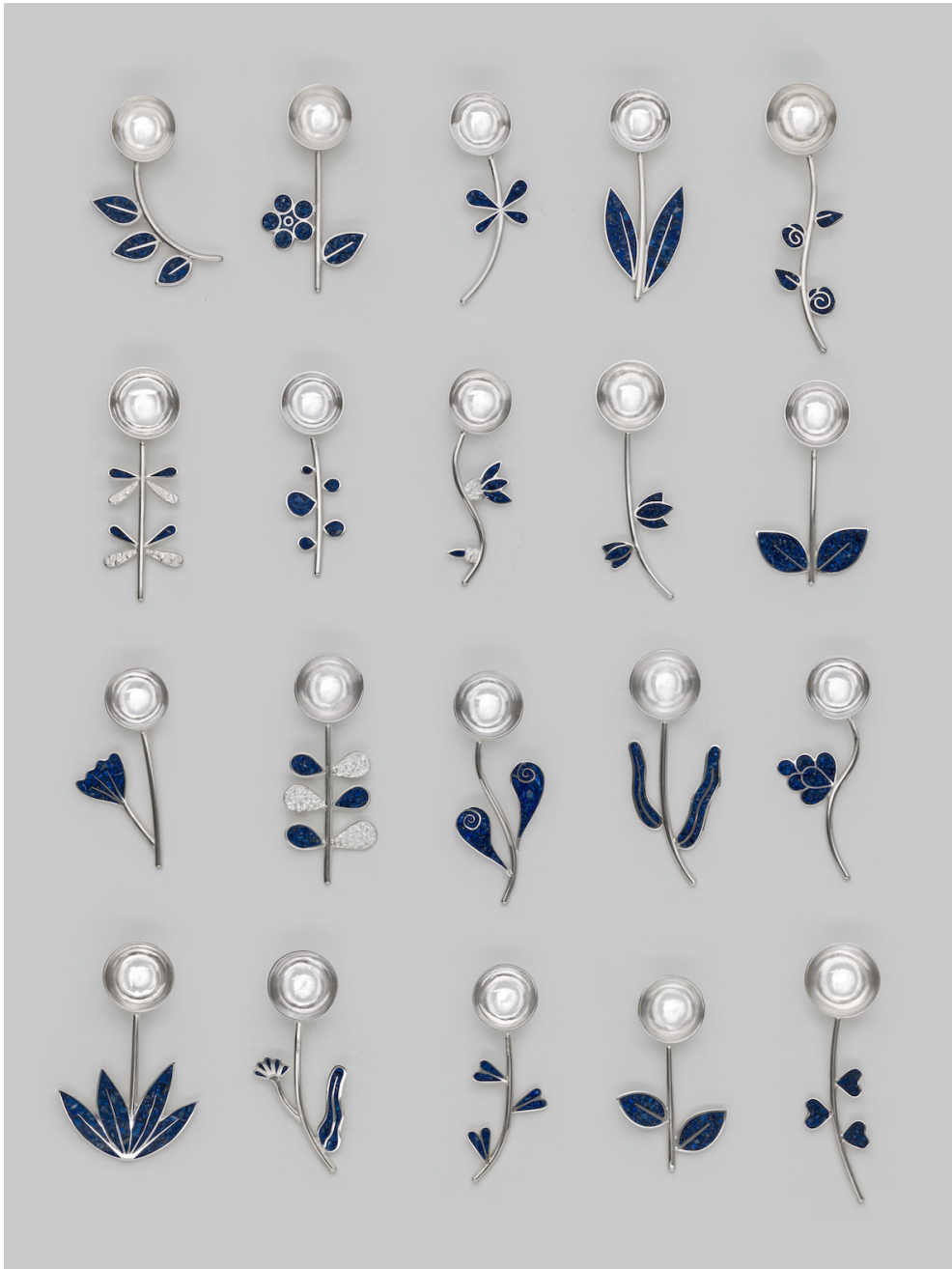
다. 주로 금판과 금선을 사용하였고 청금석을 상감하여 제작되었으며, 청금석을 조각한 비즈 또는 구슬과 같이 엮어 만들어 착용하였다. 향신료는 음식에 맛과 풍미를 더하고 식욕을 촉진시키는 식물성 조미료이다. 우리나라

에는 오늘날에 향신료로 사용하는 향미가 있는 재료들이 고려시대 문헌이 『향약구급방』에 약재로 기록되어 있어 연구자에게는 더욱 흥미로운 지식이었으며 영감이 되었다.⁹⁶⁾ 연구자는 향신료가 되는 원재료의 식물과 열매의 형태를 단순화하여 그 형태를 은선으로 만든 후 밑판을 땀을 하여 틀을 만들고 수메리안 문명에서 장식에 사용하던 청금석으로 상감하여 장식적 요소를 완성하였다. 향신료를 담기 위한 기능성과 상감 재료로 청금석을 결합하여 [작품 4] 시리즈를 제작하였다.

술은 무언가를 뜯 수 있는 가장 기본적인 형태인 반구로 제작하여, 깊이와 폭에 변화를 주어 소금 기준으로 2그램과 3그램을 짤 수 있도록 하였다. 술자루는 가장 간단한 원봉으로 제작하였고 술자루에 장식적 요소를 땀을 하였다. 이 때 작업을 수월하게 하기 위해서 장식적 요소의 두께가 술자루의 두께보다 얇지 않도록 하였다. 이 시리즈에서의 장식적 요소는 계량 손가락을 사용하는데 방해가 되지 않으면서 동시에 손잡이의 범위를 넓혀 오하려 사용에 편리함을 더했다.

[작품 5]도 같은 방식으로 포크를 제작한 것이다.

96) 네이버 지식백과, '향신료', 『한국민족문화대백과』, 한국학중앙연구원



[작품 4] 〈Botanical Series〉, 925은, 청금석, 자외선경화수지(보금광경화기법),
80x35x12mm, 2021



[작품 5] <Botanical Series_Forks>, 925은, 청금석, 자외선경화수지(보금광경화기법), 75x25x12mm, 2021

보금광경화기법은 큰 덩어리를 조각하여 조각한 형태에 맞게 베젤을 만들어서 고정하는 것이 아니라, 원하는 모양의 틀을 만든 후에 보석의 조각과 가루를 상감하는 것이기 때문에 틀 안에 필리그리와 같은 방식으로 얇은 선으로 패턴을 만들어서 장식 효과를 높일 수도 있다. [작품 4]와 [작품 5]에서 볼 수 있듯이, 술자루의 장식적인 요소 공간이 좁은 공간에는 입자가 작은 청금석을 사용하고 공간이 넓은 공간에는 입자크기가 큰 것과 작은 것을 혼합하여 상감하였다.

[그림 86]은 [작품 4]의 장식 요소를 확대한 사진이다. 이 장식 요소의 크기는 16x15mm이며, 세 갈래로 나누어지는 은 선의 두께는 각 0.4t이며 끝으로 갈수록 망치질하여 얇게 단조하였다. 세 갈래가 만나면서 좁아지는 공간에는 입자크기가 80메시와 325메시를 주로 사용하였고, 면적이 넓은 공간에는 청금석의 조각 크기가 2mm~3mm인 것과 40메시를 혼합하여 사용하였다. 같은 방식으로 [그림 87] 또한 [작품 4]의 확대 사진으로, 장식 요소가 각각 10x26mm이며 소용돌이를 만든 은 선의 두께는 0.6t를 단조하여 끝으로 갈수록 얇게 핀 것이다. [그림 86]과 같은 방식으로 면적의 크기에 맞게 청금석의 입자크기를 선정하여 상감하였다.



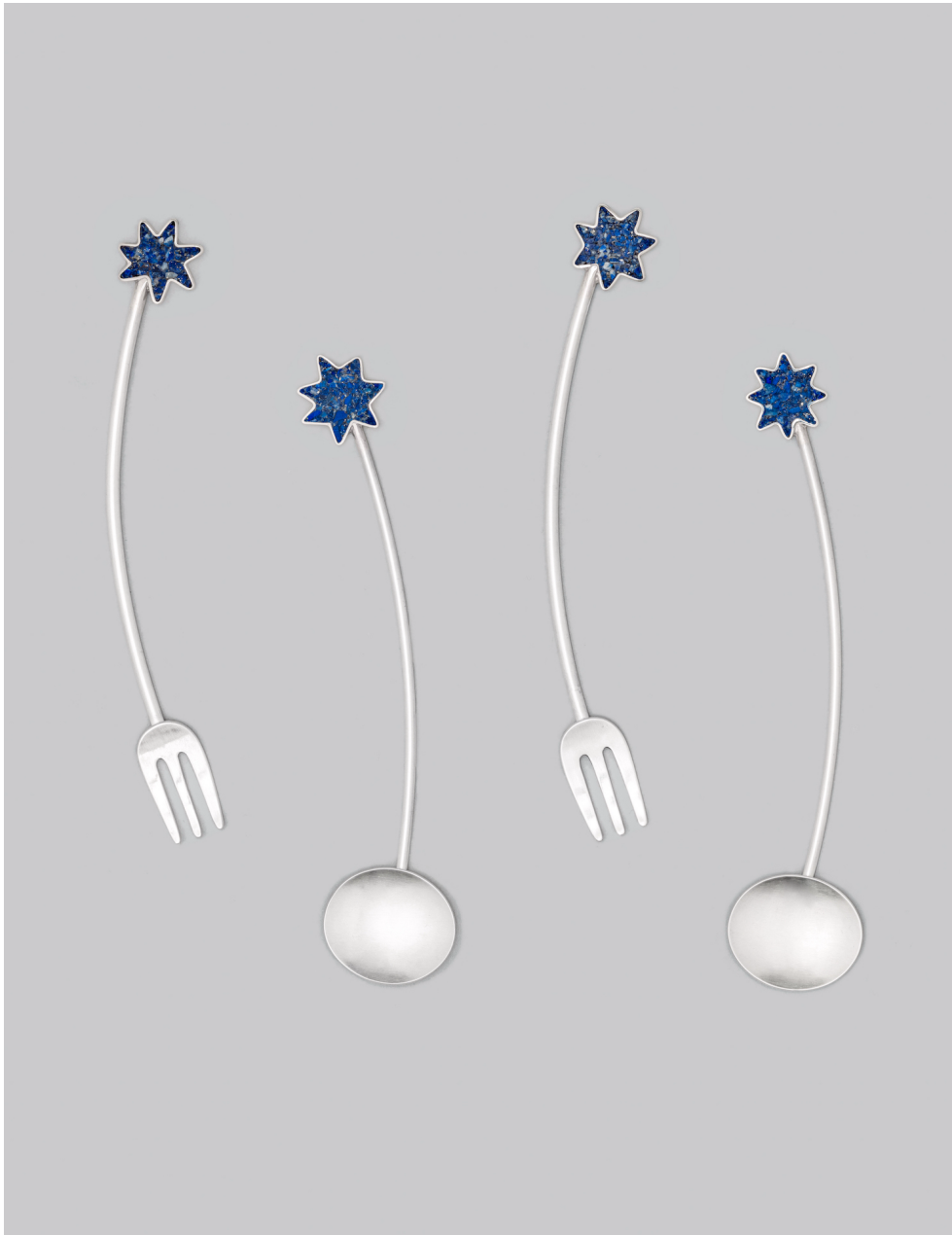
[그림 86] [작품 4]의 장식 확대 사진_1 [그림 87] [작품 4]의 장식 확대 사진_2

다음 시리즈의 작품에는 장식 요소로 별을 사용하였다. 푸아비(Pu-abi)는 수메르의 여왕으로 알려져 있는데, 올리에 의해 발굴되었을 당시에 청금석과 금, 홍보석 등으로 화려하게 치장되어 있었다. 이것은 장식의 용도로 꾸며진 것뿐만 아니라, 푸아비가 인안나 여신처럼 여겨졌기 때문이라고 한다. 인안나(Inanna) 또는 이슈타르(Ishtar)는 우르크 시대(Uruk Period 또는 Protoliterate BCE 4500년~3100년경)때부터 수메르인이 숭배한 여신으로써 사랑과 풍요, 전쟁, 지혜, 미를 관장한 여신이였다. 인안나는 꽃잎이 여덟 개인 꽃, 포인트가 여덟 개인 별, 눈의 모양으로 표현되었고, 바다와 하늘을 창조했다고 믿었다.⁹⁷⁾



[그림 88] (좌) Kudurru, (우) Star of Ishtar 상세이미지
(출처: collections.louvre.fr/en/ark:/53355/cl010174453)

97) “Star of Ishtar”, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Star_of_Ishtar



[작품 6] <Star Series_01>, 925은, 청금석, 자외선경화수지(보금광경화기법),
140x18x5mm(포크), 140x25x5mm(스푼), 2021



[작품 7] <Star Series_02>, 925은, 청금석, 자외선경화수지(보금광경화기법),
105x28x5mm, 100x25x5mm, 2021

1.4.3 보석 조각과 가루를 통한 질감 표현



[그림 89] [작품 8]의 확대 사진



[그림 90] [작품 6]의 확대 사진



[그림 91] [작품 7]의 확대 사진

청금석은 여러 광물의 혼합물로 주로 감청색을 띠는 천람석(lazurite)으로 구성되어 있고, 백색의 방해석(calcite), 금색을 띠는 황철석(pyrite)과 청색의 방소다석(sodalite) 등을 포함하고 있다. 여러 광물로 이루어진 보석의 조각들을 상감 재료로 사용했을 때 구성 성분으로 인해서 시각적인 질감 효과의 가능성이 있었다. 청금석을 틀에 광중합 한 뒤에 평을 맞추어 연마하여 마무리하기 때문에 실질적인 질감을 촉각적으로 느낄 수는 없으나 시각적으로 볼 수 있다. 시각적인 질감 또는 모사 질감(Implied texture)이란 평면적인 작업에서 사물의 실제적인 질감을 표현한 것이다.

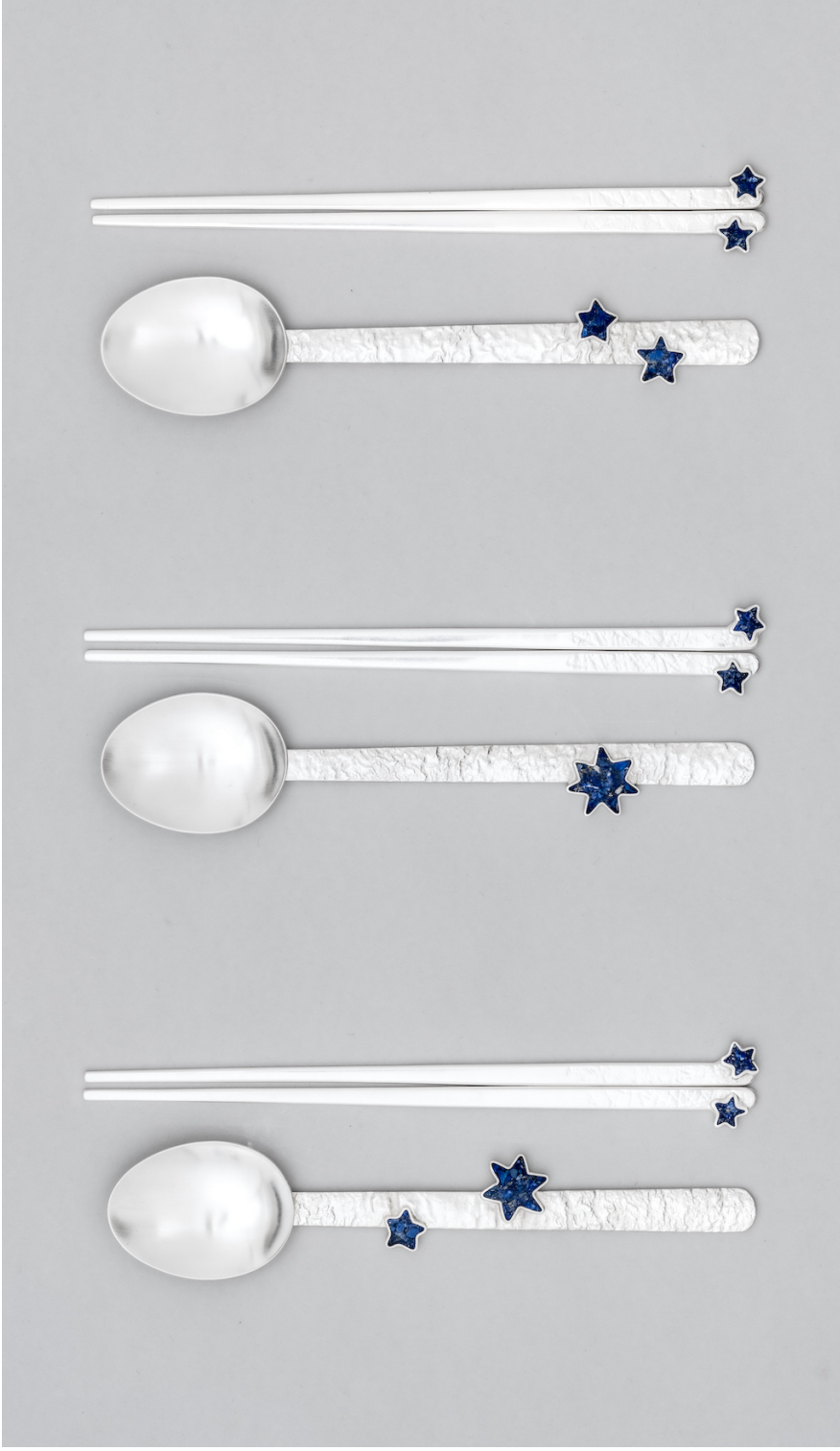
지금까지의 계량 손가락 시리즈에서는 청금석을 광중합을 하여 상감을 할 때 청금석으로 상감한 높이가 틀의 높이와 최대한 같게 하여 넘치는 재료를 최소화하였다. 그러나 틀의 높이에 맞추다 보니, 상대적으로 큰 조각들을 먼저 경화하고 빈 공간들을 작은 조각과 가루로 채우게 되었다. 이 때문에 큰 조각들이 작은 조각과 가루에 의해 부분적으로 가려져 전체적으로 무언가로 한 겹이 덮여있는 것처럼 보였다.

별의 모양을 활용한 시리즈에서는 별

의 틀보다 청금석을 높이 경화하여 넘친 부분을 갈아가며 연마를 진행한 뒤에 표면 마감을 해 보았다. [그림 89]에서는 3mm~4mm 크기의 조각들과 325입자크기의 가루를 같이 사용하고, [그림 90]에서는 1mm~3mm 크기의 조각들과 325입자크기의 가루를, [그림 91]에서는 입자크기 24와 입자크기 40을 같이 사용하여 틀의 높이보다 높게 경화한 후 연마하였다. 표면 마감 처리는 똑같이 진행하였다. 그 결과 크기가 다른 조각들의 단면으로 인해 질감 표현에 차이가 있었다. 청금석의 큰 조각들의 단면이 드러나면서 각각 다른 질감 효과가 나타났다. 동시에 푸른 계열의 청금석뿐만 아니라, 청금석의 모든 구성성분인 방해석의 흰색과, 황철석의 금속도 단면을 통해 드러났다.

수저의 장식적인 문양과 패턴은 실용성을 위해서 사용할 때 방해가 되지 않도록 술자루의 표면에 새긴다. 문양과 크기도 술자루의 면적에 비례해서 술자루의 폭 보다 넓지 않고 평면적이며 표면처리가 되어 있어 매끈하다. [작품 8]은 이런 수저의 장식의 크기와 위치에서 벗어나 장식이 술자루의 표면 밖으로 돌출된 형태를 시도했다. 더불어 주로 매끈한 표면의 술자루 대신에 술자루 전체에 질감을 표현하였다. 최종적으로 [작품 8]의 수저에서는 리티큐레이션 기법(Reticulation)으로 실제 질감, 별 장식은 연마하되 청금석의 입자크기를 활용하여 모사 질감을 표현하였다.⁹⁸⁾ 장식 또한 술자루에서 돌출시켜 과장하였지만, 수저를 사용할 때는 불편함 없도록 하였다.

98) 리티큐레이션 기법(Reticulation)이란 망상조직기법(網狀組織技法)이라고도 하며, 금속의 표면을 용점에 가까운 온도로 가열하였다가 식힘으로써 표면에 조밀한 주름을 만들고 풍부한 질감을 갖게 해주는 표면장식기법이다. 전용일(2006) 『금속공예기법』, 미술문화, p.138



[작품 8] <Stars 수저>, 925은, 청금석, 자외선경화수지(보금광경화기법), 170x35x10mm(숟가락), 175x22x4mm(젓가락), 2021

2. 유색보석을 활용한 작품 연구

지금까지는 금속과 유색보석을 자외선경화수지로 결합하는 방식의 연구를 위해서 접착력을 높이는 방식으로 금속의 표면처리와 입자크기에 대해 연구하고 그로 인한 시각적인 질감 표현에 몰두하였다. 그리고 모든 실험을 일정하게 진행하기 위해서 유색보석을 청금석 한 가지로 제한하였다. 그러나 자외선경화수지는 빛으로 인한 경화 방식이기 때문에 빛이 닿는 곳에만 중합이 이루어지는데, 외견상으로는 불투명해 보이는 청금석을 금속의 표면에 경화하는 데 문제가 없었다는 것을 알았으니, 이제는 보석의 투명도가 달라지면 어떻게 하는 의문점이 생겨, 우선 보석의 투명도에 대해서 알아보기 시작하였다. 아울러, 자외선경화수지로 보금광경화기법을 적용할 수 있는 청금석 외의 유색보석에 대해서 연구를 시작하면서 각기 다른 정도, 광택, 쪼개짐/깨짐에 대해서도 다루었다.

2.1 청금석 외 유색보석의 적용

보석으로 사용되는 광물은 주로 아름다움, 내구성, 희소성, 수요성 등에 따라 대중화되었다. 보석은 문화와 시대에 따라 그 가치가 변하며, 의미하는 상징성도 바뀌었다. 현재는 무색투명하고 광채가 뛰어난 다이아몬드가 가장 값비싸고 귀한 보석으로 인식되고 가장 선호하고 있지만, 고대 수메르와 고대 이집트에서는 청금석, 아스테카 제국에서는 터키석, 고대 그리스와 로마 제국에서는 색이 화려한 에메랄드, 루비, 사파이어, 중국 역사에서는 옥 등을 가치 있는 보석으로 여겨왔다. 한 가지의 보석만으로도 사용되기도 했지만, 여러 가지 보석을 배합하여 화려함을 극대화하기도 하였다. 화려함을 강조하면서 보석을 언어로 사용하는 경우도 있었다. 그 대표적인 예로 마리 루이즈가 나폴레옹에게 선물한 팔찌가 있었는데, 보석의 첫 글자를 조합하고 연결하여 특별한 메시지를 담았다.

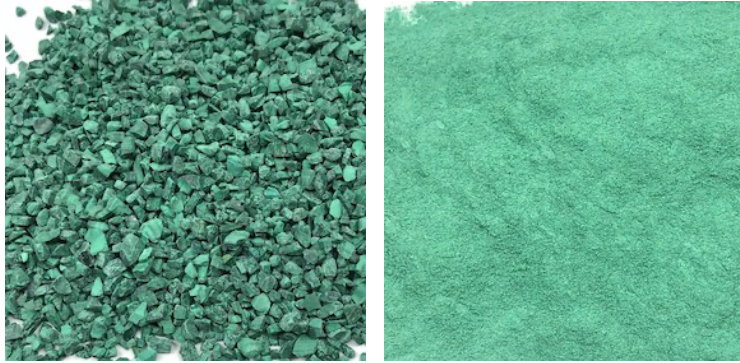
다양한 보석을 사용함으로써 얻을 수 있는 가장 큰 장점은 고유한 천연 색이다. 청금석 외에 보금광경화기법을 적용할 유색보석을 선정하기 위해서

여러 조건을 고려하였다. 준보석가루상감에는 주로 모스경도 5~7.5의 준보석을 사용했다는 것을 기준점으로, 상대적으로 구하기 쉬우며 가성비를 고려하여 실험과 연구를 위하여 총 22가지의 보석을 선정하였다.

선정된 보석과 경도로 구분하여 [표 24]로 정리하였다.

[표 24] 모스경도로 구분한 유색보석

모스경도	보석	영문
2-4	규공작석	Chrysocolla
3	방해석	Yellow Calcite
3.5-4	공작석 인회석 능망가니즈석	Malachite Apatite Rhodochrosite
5-5.5	흑요석	Obsidian
5-6	청금석 터키석	Lapis Lazuli Turquoise
6.5-7	황철석 천하석 일장석 홍보석 감람석 벽옥	Pyrite Amazonite Sunstone Carnelian Peridot Red Jasper
7	연수정 자수정 아프리카옥 호안석 황수정 장미수정	Smokey Quartz Amethyst Buddstone Tiger's eye Citrine Rose Quartz
7-7.5	근청석	Iolite
7.5-8	아콰마린	Aquamarine



[그림 92] 공작석 조각과 가루 (Coarse & Powder)
(출처: [etsy.com/shop/MakersMinerals](https://www.etsy.com/shop/MakersMinerals))



[그림 93] 자수정 조각과 가루 (Coarse & Powder)
(출처: [etsy.com/shop/MakersMinerals](https://www.etsy.com/shop/MakersMinerals))

보석 조각들을 절구를 사용하여 작게 부수는 과정에서 보석마다 쪼개지고 부서지는 형태와 그 질감에 차이가 있었다. 청금석, 터키석과 공작석(말라카이트, Malachite)은 보석의 입자가 작아지고 가루가 될수록 고운 파우더에 가까운 촉감이었지만, 자수정과 감람석(페리도트, Peridot)은 유리와 같아서 곱게 갈수록 색을 잃으며 유릿가루와 비슷한 질감이었다. 인회석(Apatite), 선스톤(Sunstone)과 방해석(Yellow Calcite)은 설탕처럼 젓은 듯한 푸슬푸슬한 질감이었고, 능망가니즈석(Rhodochrosite)은 비슷하나 생선에 있는 가시 또는 얇은 한지가 갈라지는 느낌의 감촉이었다. 이렇게 다르게 부서지는 이유는 보석마다 각기 다른 쪼개짐(클리비지, Cleavage), 깨짐(프랙처, Fracture)과 광택이 있기 때문이다.⁹⁹⁾ 쪼개짐은 광물적 구조에 따

라 깨지는 것을 말하며, 깨짐은 불규칙하게 깨지는 것을 말한다. 광택은 유리광택(Vitreous), 왁시광택(Waxy), 그리시(Greasy), 둔한 광택(Dull), 금속광택(Metallic), 진주광택(Pearly) 등이 있다. 쪼개짐의 상태와 광택의 종류에 따라 보석을 사용하는 방법을 바꾸게 되었다. 청금석, 터키석과 공작석은 고운 가루일수록 색이 옅어지기는 하나 어느 정도 유지되기 때문에 아주 작은 공간에 활용이 가능했다. 하지만 자수정, 감람석과 인회석 같은 경우에는 아주 고운 가루를 사용했을 때 색을 잃어 시각적인 효과가 좋지 않고, 회색빛을 띠었다. 작품에 활용했던 보석들의 쪼개짐과 깨짐, 광택을 [표 25]로 정리하였다.¹⁰⁰⁾

99) 연구자는 장미휘석을 구입하였으나, 쪼개짐을 통해 장미휘석이 아니라 능망가니즈석이라는 것을 알게 되었다. 장미휘석의 쪼개짐은 폐각상이고, 능망가니즈석의 프랙처는 잘게 찢어지며(목쇄상, splintery) 불규칙하다. 이 두 종류의 보석은 색과 광택이 비슷하여 헛갈리기 쉬운 보석이다.

100) 표기방법은 <유색보석 이론과 실습>과 [en.wikipedia.org/wiki/Lustre_\(mineralogy\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Lustre_(mineralogy)), gemtec.co.kr를 참고하였다.

[표 25] 보석의 쪼개짐/깨짐과 광택

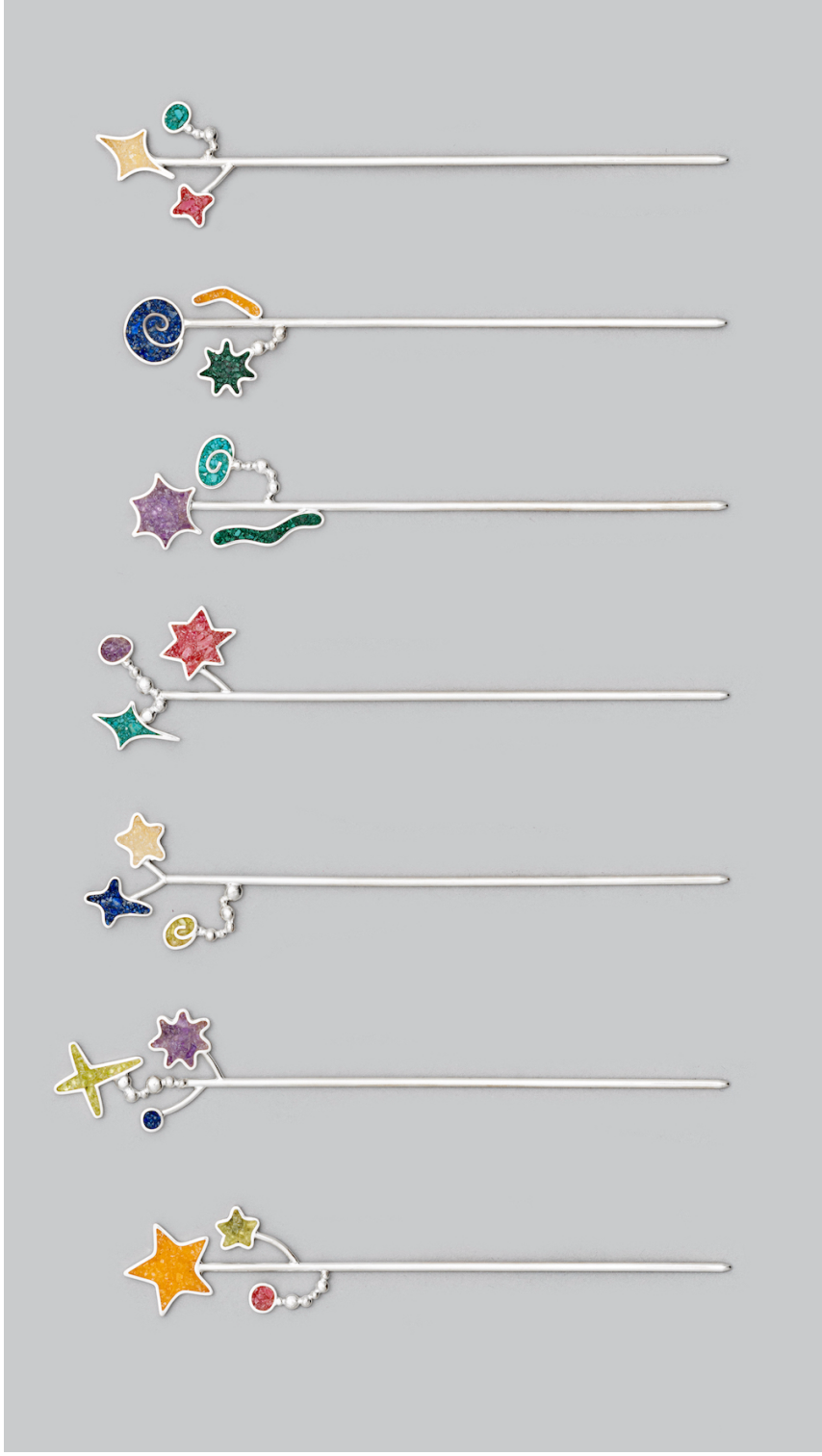
보석	쪼개짐(Cl)/깨짐(Fr)	광택
규공작석	Unev, S-Conch	Gre, Vit
방해석	Conch, Spl	Vit, Prl, Gre
공작석	Unev, S-Conch, Spl	Vit, Sky, Dl to Earthy
인회석	Unev, Conch	Vit, S-Res
능망가니즈석	Unev, Conch	Vit, Prl
흑요석	Conch	Vit
청금석	Unev, Gran	Wx, Vit
터키석	Conch, Gran	Wx, S-Vit
황철석	Unev, Conch	Metal, Glistening
천하석	Unev, Spl	Vit, Gre
일장석	Unev, Spl	Vit
홍보석	Unev, Spl, Conch	Wx, Vit
감람석	Conch	Vit, Oily
벽옥	Spl, Conch	Vit
연수정	Unev, Conch	Vit
자수정	Unev, Conch	Vit/Glassy
아프리카옥	×	Sky
호안석	Conch	Sky, Vit
황수정	Unev, Conch	Vit
장미수정	Conch	Vit
근청석	S-Conch	Gre, Vit
아콰마린	Conch	Vit

주: Uneven은 불규칙한 깨짐을 말하며, Conch(Conchoidal)은 패각상, S-Conch(Sub Conchoidal)은 패각상과 규칙적인 쪼개짐의 중간 범위에 속한다. Spl(Spintery)는 목쇄상 또는 파편상을 말하고, Gran(Granular)는 입상을 뜻한다. 광택에서의 Gre(Greasy)는 기름질 광택, Vit(Vitreous)는 유리질 광택, Prl(Pearly)는 진주질 광택, Sky(Silky)는 비단질 광택, Dl(Dull)은 둔한 광택, Earthy는 토상 광택, Wx(Waxy)는 왁스질 광택, Res(Resinous)는 수지질 광택, Metal은 금속성 광택을 의미한다.

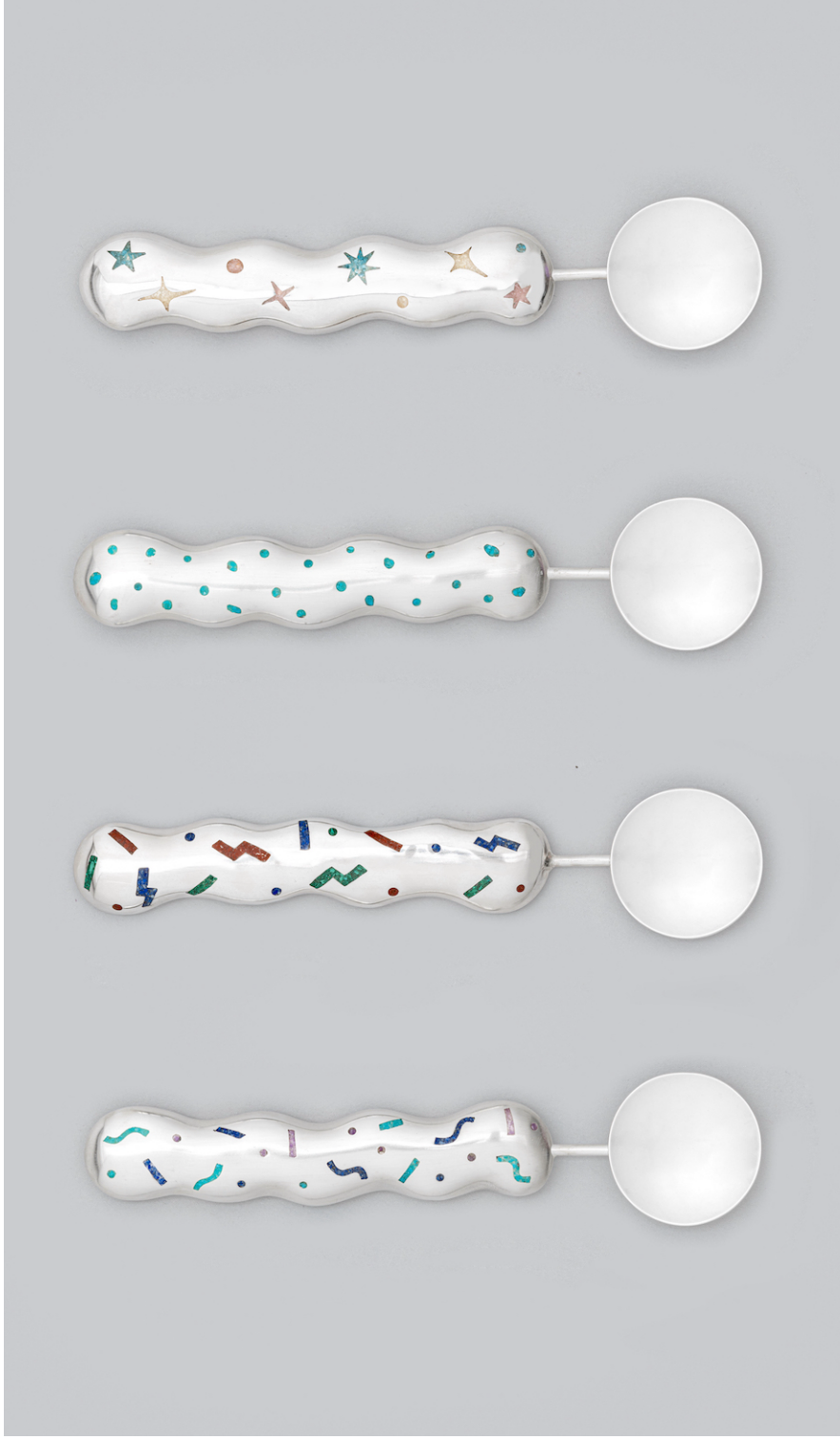
[작품 9]와 [작품 10]은 여러 가지 보석을 활용해 보고자 작은 장식적인 요소를 두 가지 방식으로 진행한 작품이다. 또한 이 두 작품은 다음 장에서 진행할 보석의 투명도와 금속의 두께 실험과 보석의 면적과 두께에 대한 실험을 위한 기초 및 선행실험의 목적을 가지고 있다. [작품 9]는 별 시리즈와 같은 방식으로 틀을 만들어 보석을 상감하였고, [작품 10]은 손잡이에 작은 모양들을 투각하여 그 공간을 보석으로 채워 상감하였다. 이 두 작품을 통해 유색 보석들의 각기 다른 쫄개짐, 경도 그리고 투명도를 실감할 수 있었다. 쫄개짐, 경도 그리고 투명도는 보석을 구분할 수 있는 중요한 요소들이며, 이 특징들에 대한 이해도와 인식도가 좋을수록 작품에 적용할 때 재료를 자유자재로 사용이 가능하고 시각적인 효과를 높일 수가 있다.

또한 한 개의 과일 꽃이 혹은 손가락에 여러 가지 보석을 사용하면서 세 가지의 보석을 동시에 경화를 하였는데, 경화시간은 같았음에도 불구하고 경화가 완벽하게 이루어진 부분도 있었지만, 부분적으로 경화가 이루어지지 않은 부분도 있었다. 이것은 보석의 투명도와 관련이 있었다. 보석의 투명도는 빛을 투과하는 양과 질을 말하는데, 빛의 투과량에 따라 경화시간을 조절해야 한다. 청금석을 활용한 작품연구를 했을 때 자외선경화수지를 사용해서 금속과 결합하는 데 문제가 없었다. 청금석을 금속과 경화할 때 최소 세 번의 경화를 45초씩 진행하였다. 첫 번째는 접착력 실험을 통해 나온 조건(입자크기 80메시와 조각정 표면처리 또는 입자크기 325메시와 Ball Bur 표면처리)에 맞게 경화를 일차적으로 해주었다. 두 번째는 입자크기 80메시 또는 325메시보다 큰 조각을 원하는 대로 배치하고 경화를 해 주고, 마지막으로 큰 조각들 사이를 작은 보석과 가루로 채우고 경화를 해 주었다. 그 외에 필요에 따라 추가로 보석을 첨가하여 경화를 해 주었지만, 대체로 세 번에서 네 번의 경화를 진행하였다. 즉, 깊이가 3mm인 틀을 청금석으로 채워 경화하는 데 총 135초~180초 걸린 셈이다.¹⁰¹⁾

101) 각 레이어마다 45초씩 경화를 진행했을 때에도 이미 경화가 완벽히 이루어졌다. 하지만 이것은 경화하는 깊이가 얇았을 뿐더러, 모든 공간이 뽀뽀하게 채우지 않은 상태였다. 그렇기 때문에 3mm 두께가 모두 채워진 세 번의 경화 시간으로 측정하였다.



[작품 9] <Star Series_03, 과일꽃이>, 925은, 청금석, 일장석, 자수정, 감람석, 터키석, 방해석, 능망가니즈석, 공작석, 자외선경화수지(보금광경화기법), 2022



[작품 10] <Confetti Spoons>, 925은, 청금석, 터키석, 자수정, 벽옥, 공작석, 인회석, 장미수정, 밤해석, 자외선경화수지(보금광경화기법), 140x30x5mm, 2022

[작품 9]의 장식적인 요소의 틀도 모든 깊이가 3mm로 45초씩 세 번의 경화를 통해 진행하였다. 대체로 모든 보석이 세 번에 걸쳐 청금석과 마찬가지로 경화가 완벽히 이루어지고 연마와 표면처리가 문제없이 진행되었지만, 공작석과 벽옥은 경화가 제대로 이루어지지 않아 연마하는 과정에서 자외선경화수지가 굳지 않은 상태로 떨어져 나갔다. 같은 방식으로 진행했는데도 경화가 이루어지지 않은 이유는 공작석과 벽옥은 불투명한 보석이었기 때문에 빛이 깊숙이 닿지 않아 경화가 이루어지지 않았기 때문이다. 청금석과 터키석은 경화가 문제없이 이루어졌는데 외관상으로 불투명해 보이지만 실제 광물적 투명도는 아반투명에 속했기 때문이다. 아반투명은 빛의 투과량은 적지만 적은 양의 자외선이라도 자외선경화수지는 반응하므로 경화가 이루어졌던 것이다.

[작품 10]은 은판을 다이포밍을 하여 형태를 입체적으로 성형을 한 뒤에, 컨페티(confetti)를 연상하게 하는 작은 모양들을 투각하였다.¹⁰²⁾ 투각한 모양을 뒷받침할 수 있는 작은 은판 조각들을 땀을 하고, 그 공간을 보석의 조각과 가루로 상감을 했다. 이때 은판의 두께는 1t였으므로, 부속이 상감된 깊이 또한 1t였다. 투명도에 대한 실험으로 손가락마다 투명도가 다른 보석을 사용하였는데, 이를 [표 26]에 정리하였다.¹⁰³⁾ 결합 방식은 보금광경화기법의 절차를 따랐고, 경화시간도 모두 일정하게 하여 45초씩 세 번, 총 135초씩 진행하였다. 그리고 은판의 굴곡에 맞추어 줄질과 연마하여 표면 마감을 하였다. 결과는 다음과 같았다.

[표 26]에 정리했듯이, ①과 ②에서는 모든 보석의 경화가 이루어지고 연마를 진행할 수 있었다. 그러나 ③에서는 청금석을 제외한 벽옥과 공작석은 경화가 완벽히 이루어지지 않아, 연마하는 과정에서 보석들이 끈적거리는 자외선경화수지와 함께 떨어져 나갔다. 즉, 1t의 두께에서 투명에서 아반투명까지의 보석은 경화가 이루어졌지만, 불투명한 보석은 경화가 이루어지지 않았다. 불투명한 보석을 경화하기 위해서 보석 조각들 사이에 약간의 빈틈을 주어 경화를 추가로 해주자 경화가 이루어졌다. 하지만 시각적인 효과는

102) 연구자는 다양한 색의 작은 보석 조각들로 작업하면서 형형색색의 컨페티를 떠올리게 되어 흩어지는 색종이 조각과 뽀짝이는 별과 불꽃의 형상을 표현하였다.

좋지 못했다. 아울러, ①에서 사용한 투명에서 반투명한 보석은 경화 과정에서 문제가 없었지만, 상감하는 깊이가 얇은 탓에 보석의 투명성이 은판의 바닥 면을 그대로 비추어 이 또한 시각적인 효과가 좋지 못하다는 판단을 내렸다.



[그림 94] [작품 10]의
① 인회석 확대 사진



[그림 95] [작품 10]의
③ 벽옥 확대 사진

[표 26] [작품 10]에 사용한 보석과 투명도

		보석	투명도
①		인회석 방해석 장미수정	투명 ~ 반투명
②		터키석 자수정 청금석	반투명 ~ 아반투명
③		청금석 공작석 벽옥	아반투명 ~ 불투명

지금까지의 손가락 작품들은 유색보석을 적용했을 때 활용 면적이 좁고 장식적인 면이 강했다면, [작품 11]은 보석의 면적을 넓힐 수 있는지에 대한 실험해 보고자 진행한 작품이다. 보석의 면적을 확연히 넓혀 캔들 홀더에 보석이 차지하는 면적이 금속의 면적보다 많도록 시도하였다. 혹시나 면적이 넓은 공간에서는 보석과 금속의 결합이 잘 이루어지지 않아 고정되지 않았을까 우려가 되었지만, 연마하는 과정에서 모든 면이 경화가 잘 이루어졌다는 것을 확인할 수 있었다. 앞서 진행한 접착력 실험에서 나온 결과를 바탕으로 표면처리와 입자크기의 조건을 잘 지켜준다면 보석을 고정하는 데 문제가 없었다. 또한 [작품 10]을 통해 불투명의 투명도를 가진 보석은 자외선경화수지로 경화가 완전히 이루어지지 않는다는 점을 고려하여 [작품 11]에서는 사용하지 않고, 투명에서 반투명에 속하는 감람석, 능망가니즈석, 규공작석, 청금석을 사용하였다. 하지만 각 보석의 투명도와 두께에 따른 경화시간을 규정하지 않았기 때문에 경화의 여부를 연마를 통해서만 확인할 수 있었다. 하지만 이 방법은 비효율적이기 때문에 각 보석의 투명도와 두께에 따른 경화시간을 알아보는 실험이 필요했다.



[작품 11] <Candle Holders and Snuff Set>, 925은, 청금석, 규공작석, 규공작석, 능망가니즈석, 감람석, 자외선경화수지(보급광경화기법), 110x60x50mm, 110x70x20mm, 30x30x40mm, 2021

2.2 보석의 투명도에 따른 두께 실험

보석과 금속을 결합하는 방식을 사이아노아클레이트 성분의 접착제의 사용에서 자외선경화수지로 대체 할 경우, 고려해야 할 조건은 빛의 투과성이다. 자외선경화수지는 빛으로 인한 광중합으로 단단해지기 때문에 빛이 투과되는 양은 보석의 투명도에 따라 달라지며 경화의 여부가 정해졌다. 이전에는 앞장에서 진행한 선행실험을 기반으로 하며, 완벽한 결합을 위해서 보석마다 필요한 경화 시간을 측정하는 실험을 진행하기로 하였다.

정확한 경화시간을 규정하는 이유는, 경화시간이 부족할 경우 보석 조각 사이에 있는 자외선경화수지가 굳지 않은 상태로 남아있게 되며 연마하는 과정에서 보석 조각과 가루가 떨어져 나가기 때문이다. 이런 상황이 벌어질 경우, 줄질 또는 사포질할 때 발생하는 먼지가 끈적이는 미경화질에 달라붙게 되어 보석 사이사이에 끼게 되며 뒤처리와 제거가 힘들어지고 어떤 경우에는 거의 불가능하기 때문에 전체적인 마감이 지지분하게 처리된다. 이를 방지하기 위해 경화를 충분히 해 주어야 한다.

투명도는 다섯 단계로 구분되나, 보석이 단계별로 확연히 나누어지지 않기 때문에 투명도의 범위를 세 가지로 나누어 해당하는 대표적인 보석 세가지를 정하여 실험을 시행하였다. 실험에 사용된 보석과 그 투명도는 다음과 같다.

- ① 투명~아투명: 아콰마린
- ② 반투명~아반투명: 아프리카 옥
- ③ 불투명: 벽옥

이 실험에서 보석의 투명도가 주된 요소가 되지만 보석의 두께에도 관련이 있다고 판단하였다. 투명에 해당하는 보석일지라도 이 실험에서 사용하는 보석은 유색의 보석이기 때문에 두께가 두꺼워 질수록 투명의 범위에서 벗어날 것이라는 예상을 하고 있기 때문에 이 추측이 옳은지 확인하기 위해서 각 투명도의 보석을 두께별로도 실험을 진행하기로 하였다. 보편적으로

기물을 제작할 때 주로 사용하는 판재의 두께가 0.8~1.2mm인 것을 고려하여 실험하였고, 그보다 얇은 0.6mm와 두꺼운 2mm와 3mm의 두께도 실험하였다. 경화시간은 사용하는 램프의 기본 설정인 45초로 진행을 하였고, 금속에 접촉하는 면에는 입자크기 80메시를 사용하였으며, 시각적으로 보이는 면에는 입자크기 24메시를 사용하였다¹⁰⁴⁾. 정은의 각봉을 활용하여 틀을 링의 형태로 두께별로 제작하였고, 접착력 실험에서 나온 조건을 적용하여 보석과 자외선경화수지가 접촉할 모든 면적에 조각정 표면처리를 하였다.¹⁰⁵⁾ 그리고 모든 두께에 한 번에 보석으로 채워 경화를 하였다. 실험 결과를 [표 27]에 정리하였다.

투명에서 반투명의 보석으로 선정한 아콰마린은 모든 두께에서 45초 이내에 완벽한 경화를 이루었다. 경화가 완벽하게 이루어졌는지 확인하기 위해서 다이아몬드 사포 60방으로 보석의 거친 면을 사포질했는데 보석 사이에 미경화질이 남지 않았다는 것을 확인할 수 있었다. 아프리카 옥은 반투명에서 아반투명의 보석으로 선정하여 실험을 하였는데, 이 실험도 투명에서 반투명의 실험과 마찬가지로 45초 이내에 문제없이 경화가 이루어졌다. 다이아몬드 사포 60방으로 사포질을 하여 미경화질의 여부를 확인하였지만 찾아볼 수 없었다. 그러나 불투명의 보석으로 선정한 벽옥은 모든 두께에서 경화가 제대로 이루어지지 않았다.



[그림 96] 첫 번째 실험: 불투명 2mm

불투명한 보석을 경화시킬 수 있는지 알아보기 위해서 추가로 경화 시간을 늘려 경화를 시도 해 보았다. 하지만 경화시간을 늘렸음에도 불구하고 경화가 되지 않았음을 시각적으로는 확인할 수 없었지만, 촉각적으로는 느낄 수 있었다. 벽옥을 다이

104) 입자크기가 너무 작은 보석이 표면에 많으면 시각적인 효과가 좋지 못하다는 판단을 내렸다. 작품에 적용할 때를 대비하여 시각적으로 보이는 겉 표면에는 입자크기가 상대적으로 큰 보석 조각을 사용을 하여 실험을 진행하였다.

105) 이 실험의 샘플 제작에서 뒤판은 제외하였는데, 자외선경화수지를 사용하면서 스테인드글라스와 같은 효과를 낼 수 있었다. 이 부분에 대해서는 다음 장에서 더욱 깊이 탐구할 것이다.

아몬드 사포로 연마했을 때는 모든 두께에서 미경화질이 확인되었으며, 불투명 2mm의 샘플은 중앙이 경화되지 않아 부분적으로 떨어져 나가기도 하였다.

[표 27] 투명도와 두께 실험 #1 결과

투명도 (보석)	두께	실험결과
투명-반투명 (아콰마린)	0.6mm	45초 경화
	0.8mm	45초 경화
	1mm	45초 경화
	2mm	45초 경화
	3mm	45초 경화
반투명-아반투명 (아프리카 옥)	0.6mm	45초 경화
	0.8mm	45초 경화
	1mm	45초 경화
	2mm	45초 경화
	3mm	45초 경화
불투명 (벽옥)	0.6mm	45초 후 경화 된 것으로 보였지만 중앙에 움직임 느껴짐 90초 후에도 살짝 움직임 느껴짐 135초 후 움직임 없음
	0.8mm	45초 후 경화 된 것으로 보였지만 중앙에 움직임 느껴짐 135초 후에도 살짝 움직임 느껴짐 180초 후 움직임 없음
	1mm	45초 후 경화 된 것으로 보였지만 중앙에 움직임 느껴짐 180초 후 같은 현상
	2mm	180초까지 1mm와 같은 현상 225초 후 중앙에 움직임은 없었지만 연마를 하는 도중 바닥면이 벗겨짐 *[그림 96] 참고
	3mm	2mm와 같은 현상

실험 일시: 2022년 3월



[그림 97] 투명도와 두께 첫 번째 실험

첫 번째 실험의 결론은 투명에서 아반투명의 범위의 보석은 3mm의 두께까지 45초 이내에 완벽한 경화를 이루었지만, 불투명한 범위의 보석은 0.6mm의 두께에서조차 경화가 잘 이루어지지 않았음을 확인할 수 있었다. 이 실험에서는 모든 두께에 보석을 한꺼번에 채우고 경화를 진행하였기 때문에 불투명한 보석을 사용했을 때는 이 방법이 적합하지 않다고 판단하여 두 번째 실험을 진행하기로 하였다.

두 번째 실험은 첫 번째 실험에서와 같은 방식으로 틀을 두께별로 0.6mm, 0.8mm, 1mm, 2mm, 3mm로 투명도마다 똑같이 제작하였다. 불투명한 투명도를 가진 벽옥은 첫 번째 실험에서 모든 두께에서 경화가 되지 않았다는 점을 고려하여 첫 번째 실험에서와는 달리 한꺼번에 보석으로 채우지 않고 세 층으로 나누어 레이어별로 45초씩 경화를 나누어서 진행하였다. 첫 번째 레이어에서는 입자크기 80메시를, 두 번째 레이어에서는 입자크기 40메시를, 마지막 겉면에서는 입자크기 1mm~2mm를 경화하였다. 마찬가지로 투명에서 반투명과 반투명에서 아반투명까지의 두 투명도의 실험에서도 같은 입자크기를 사용하였으나, 첫 번째 실험에서 투명에서 아반투명까지의 투명도에서는 45초 이내에 모든 경화가 이루어졌기 때문에 세 등

분을 하는 실험은 불필요하다고 판단하였다. 대신 틀의 공간을 입자크기가 작은 것과 큰 것을 혼합하여 한꺼번에 채워 빛을 제한했을 때의 경화 여부를 확인하는 실험으로 진행을 해 보았다. 실험 결과를 [표 28]에 정리하였다.

[표 28] 투명도와 두께 실험 #2 결과

투명도 (보석)	두께	실험결과
투명-반투명 (아콰마린)	0.6mm	45초 경화
	0.8mm	45초 경화
	1mm	45초 경화
	2mm	45초 경화
	3mm	45초 경화
반투명-아반투명 (아프리카 옥)	0.6mm	45초 경화
	0.8mm	45초 경화
	1mm	45초 경화
	2mm	45초 경화
	3mm	45초 경화
불투명 (벽옥)	0.6mm	135초 내에 경화 하지만 두께 자체가 얇아 불안정함
	0.8mm	135 초 내에 경화 연마 후 미경화질 확인
	1mm	135 초 내에 경화 연마 후 미경화질 확인
	2mm	135초 내에 경화 연마 후 경화되지 않은 수지 흐름
	3mm	135초 내에 경화 연마 후 경화되지 않은 수지 흐름

실험 일시: 2022년 3월



[그림 98] 투명도와 두께 두 번째 실험

투명에서 반투명과 반투명에서 아반투명의 보석 실험에서는 보석의 입자 크기를 키우고 한꺼번에 경화를 해 주었음에도 45초 이내에 완벽한 경화를 이루었다. 확실하게 경화가 되었는지를 확인하기 위해서 다이아몬드 사포 60방으로 표면 연마를 해 주었는데, 모든 두께에서 미경화질을 찾을 수 없었다.

불투명한 보석의 실험에서는 두께가 상대적으로 얇은 0.6mm, 0.8mm와 1mm에서는 세 층으로 나누어 보석을 경화를 할 수가 없었기 때문에, 레이 어마다 보석을 듬성듬성 배치하여 조금씩 공간을 채워나가는 방식으로 세 번의 경화를 해 주자 135초 이내에 경화가 이루어졌다. 그러나 0.6mm의 두께에서는 경화가 완벽히 이루어졌지만, 두께 자체가 너무 얇고 보석을 듬성듬성 배치한 탓에 연마하는 과정에서 불안정하다는 판단을 내렸다. 0.8mm와 1mm의 두께에서는 0.6mm와 같은 방식으로 세 번의 경화를 진행했음에도 연마를 하는 과정에서 경화되지 않은 미경화질을 확인할 수 있었다. 외견상 경화가 완벽하게 이루어진 것으로 보였으나, 보석의 불투명함 때문에 빛이 침투하지 못한 곳은 경화가 이루어지지 못했다. 2mm와 3mm에서는 공간을 세 층으로 나누어 세 가지의 입자크기로 경화를 진행했다.

층마다 경화가 모두 이루어진 것으로 보였지만, 역시 연마하는 과정에서 경화되지 않은 수지가 흘러나오기 시작하였다. 0.6mm, 0.8mm와 1mm에서는 경화되지 않은 수지가 끈적이는 정도였다면, 2mm와 3mm에서는 전혀 경화되지 않은 액체의 흐름으로 새어 나왔다.

투명도와 두께에 대한 두 가지의 실험 결과, 투명에서 반투명과 반투명에서 아반투명의 보석은 두께와 보석의 입자크기에 상관없이 경화가 완벽하게 이루어졌음을 확인할 수 있었다. 그러나 불투명한 보석에서는 경화시간을 늘리는 방법, 보석을 층으로 배치하는 방법, 입자크기에 변화를 주는 방법에도 경화가 잘 이루어지지 않았음을 미경화질의 여부로 확인할 수 있었다.

이 두 실험을 통해 작품에 효과적으로 적용할 수 있도록 연구에 사용할 보석 22가지의 투명도를 [표 29]로 정리하였다.¹⁰⁶⁾

106) 투명도는 같은 보석일지라도 보석의 개별성과 고유성 때문에 다섯 단계로 확연히 구분이 되지 않고 주로 범위로 측정되는 것으로 보이며, 보석의 투명도에 관련된 문서마다 조금씩 차이가 있었다.

[표 29] 실험한 보석의 투명도

보석	투명도
규공작석	TL-O
방해석	TP-TL
공작석	O
인회석	TP-TL
능망가니즈석	TL-STL
흑요석	TP-TL
칭금석	STL-O
터키석	STL-O
황철석	O
천하석	STL, O
일장석	TP-TL
홍보석	TL-STL, O
감람석	TP-TL
벽옥	O
연수정	TP-TL
자수정	TP-TL
아프리카옥	TL-STL
호안석	O
근청석	TP-TL
아콰마린	TP, TL
황수정	TP
장미수정	TP, TL

주: TP(Transparent)는 투명,
 STP(Sub-Transparent)는 아투명,
 TL(Translucent)는 반투명,
 STL(Sub-Translucent)는 아반투명,
 O(Opaque)는 불투명을 뜻한다.

2.3 스테인드글라스 효과 연구

자외선경화수지로 보석과 금속을 광증합하게 되면서 뒤판을 없앤 스테인드글라스와 비슷한 효과를 낼 수 있었다. 기존의 방식으로는 상자의 형태 또는 바닥이 납작한 카보송을 세팅하기 위한 난집을 제작하듯이 네 개의 면과 바닥이 있는 형태로 보석 조각들로 공간을 채워 상감하였다. 그러나 자외선경화수지는 경화가 된 이후에는 고체로 형태를 유지하는 것이 가능하기 때문에 바닥 면을 고려하지 않아도 되었다. 이 방법은 칠보에서도 사용하며, 플리케 어쥬르(Plique-a-jour)라고 칭한다. 플리케 어쥬르는 색유리를 접합하여 만든 스테인드글라스 유리창처럼 뒤판 없이 물의 표면장력만으로 유리의 특성을 최대한 살린 칠보 기법으로 기술적으로 매우 어려운 기술로 간주한다.¹⁰⁷⁾ 플리케 어쥬르는 ‘햇빛을 들어오게 한다’라는 뜻의 프랑스어로 채광의 효과에 알맞은 명칭을 가진 기법이다.



[그림 99] Rene Lalique,
 〈Dragonfly Pendant〉, circa 1904
 (출처: doyle.com/auctions/21ij03-important-jewelry/catalogue/200-rene-lalique-art-nouveau-gold-opal-plique-jour)

칠보로 플리케 어쥬르를 하기 전에 금속으로 뼈대 또는 틀을 제작해야 한다. 뼈대를 만드는 방법은 다양한데 가장 흔한 방법으로는 금속판을 투각하거나 필리그리로 칸을 한 칸씩 뺌을 하여 형태를 만드는 방법이 있다.¹⁰⁸⁾ 그다음 빈칸을 물과 반죽한 칠보 유약을 채우고 물의 양이 많다고 판단이 되면 면 수건으로 흡수해주고 가마에 구워 준다. 모든 공간이 채워질 때까지 이 절차를 반복적으로 진행하여 완성

107) <https://en.wikipedia.org/wiki/Plique-%C3%A0-jour>

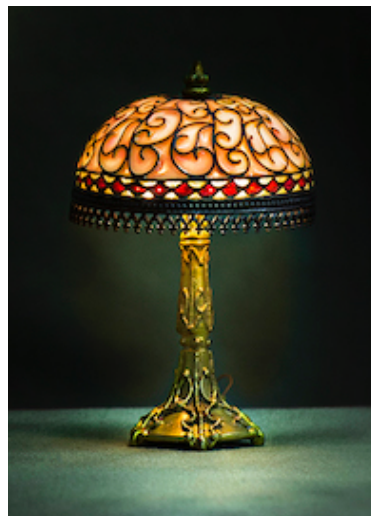
108) 필리그리는 한글로 세션세공이라 한다. 얇은 금속선을 구부려 금속판에 붙여 섬세한 무늬와 패턴을 표현하는 기법이다.

한다.¹⁰⁹⁾ 칠보 유약으로 채워야 하는 면적이 넓다면 동 호일을 피착제로 사용하여 가마에서 구워낸 후에 제거할 수 있다.¹¹⁰⁾

발레리 티모페예프(Valeri Timofeev)의 Champagne Flute는 불투명한 칠보 유약을 활용하여 플리케 어쥬르 기법으로 만든 샴페인 잔이다.¹¹¹⁾ 플리케 어쥬르는 불투명한 것뿐만 아니라 투명한 칠보 유약으로도 가능하다. 르네 랄리크(Rene Lalique, 프랑스, 1860-1945)는 아르누보 시대와 아르데코 시대를 대표하는 장신구 공예가이다. 자연의 아름다움을 금속, 보석과 유리로 표현하여 장신구, 화병, 상들리에, 향수병 등을 제작하였다. 다이앤 에코노즈 알메이다(Diane Echonoz Almeyda)는 플리케 어쥬르 기법으로 장신구, 미니어처 기물, 스테인드글라스 창문, 램프 등을 제작한다.



[그림 100] Valeri Timofeev, <Champagne Flute>, 1993
(출처: art.thewalters.org/detail/82370/champagne-flute/)



[그림 101] Diane Echonoz Almeyda, <Table Lamp>, KSB Miniatures Collection
(출처: blog.ksbminiaturescollection.com/into-the-light/)

109) Linda Darty, *The Art of Enameling: Techniques, Projects, Inspiration*, Larks Books, p.128.

110) 피착제란 접착이 되는 물질을 뜻한다. 이 연구에서는 일시적으로 접착을 했다가 떼어내는 재료를 뜻하는 단어로 피착제를 사용한다. <http://polysol.co.kr/reference01/>

111) art.thewalters.org/detail/82370/champagne-flute/

사전에 제작된 틀에 칠보 유약을 채우는 플리케 어쥬르가 있지만 반대로 스테인드글라스는 유리판을 연결하여 창문, 램프 등을 만드는 기술이다. 플리케 어쥬르는 전체적으로 크기가 작지만, 스테인드글라스는 건축에 사용될 만큼 크기가 커질 수 있는 가능성이 있다. 스테인드글라스는 유리판을 원하는 모양으로 유리칼을 사용하여 재단한 뒤에 유리판의 옆면을 동테이프로 감아준다. 인두기를 사용하여 동테이프를 감은 유리판끼리 납땀을 해준다. 건축물의 창문처럼 크기가 큰 경우에는 동테이프 대신 납선을 사용하기도 한다. 플리케 어쥬르와 스테인드글라스의 공통점은 받쳐주는 뒤판 없이도 형태가 유지되며 빛을 투과할 수 있다는 점이다.

보금광경화기법으로도 뒤판을 없앤 비슷한 효과를 낼 수 있었다. 자외선 경화수지는 레진계의 재료로 특정한 재료를 피착제로 사용할 경우 경화가 이루어진 이후에도 분리가 가능했다. 오히려 경화가 완벽하게 이루어졌을 때 어떠한 잔해물 없이 성공적으로 분리가 되었다. 사이아노아클레이트 성분의 접착제는 강력한 접착의 용도의 재료이기 때문에 금속, 플라스틱, 나무 등 재료에 상관없이 모두 접착이 이루어져 받침과 분리가 되지 않아 플리케 어쥬르의 효과를 낼 수 없다. 플리케 어쥬르와 같은 방식을 보금광경화기법에 적용하여 스테인드글라스 효과를 내기 위해서는 경화가 된 후에는 분리가 가능한 받침의 역할을 할 수 있는 형태가 필요하여 금속으로 뼈대를 제작한 뒤에 분리가 가능한 피착제에 대한 연구하였다.

2.4 기법 연구

2.4.1 피착제 연구

보금광경화기법으로 스테인드글라스 효과를 내기 위해서 자외선경화수지가 경화된 이후에 분리가 가능하며 기물의 형태에 맞게 변형이 가능한 피착제를 찾아야 했다. 실험을 위해서 아크릴판, OHP 필름, 실리콘 판, 고무판, 실리콘 테이프, 알루미늄 테이프 등을 사용하였다. 금속의 형태에 맞게 피착제를 바꿔가며 사용하였다.



[그림 102] 스테인드글라스 효과:
납작한 형태 샘플



[그림 103] 여러 가지 보석을
조색한 납작한 형태 샘플

납작한 형태에서는 아크릴판을 주로 사용하였다. 램프에 넣어 경화를 할 때는 아크릴판의 두께가 상관이 없었으나, 분리하기 위해서는 피착체에 어느 정도 탄성이 있어야 분리가 쉽기 때문에 3mm 이상을 넘지 않도록 하였다. 피착제로 아크릴판을 사용했을 때의 가장 큰 장점은 투명한 아크릴판을 사용할 수 있다는 점이다. 보석의 투명도에 대한 실험에서 언급했듯이, 자외선경화수지의 경화는 빛의 침투력에 의존한다. 그렇기 때문에 피착제가 투명하다면 최대한 모든 면으로 빛이 침투할 수 있기 때문에 가장 좋은 조건을 갖춘 셈이다. 또한 작품을 올려놓은 아크릴판을 다른 투명한 아크릴 조각으로 썰어 공중에 띄워 빛을 더욱 쉽게 받을 수 있도록 할 수도 있다. 자외선경화수지는 경화되는 면, 즉 수지면에 닿는 재질의 질감을 그대로 전사하는 특징을 가지고 있는데, 매끈하고 광을 낸 아크릴판을 쓴다면 그 질감 그대로 전사한다는 것이다. 이것은 나중에 연마하는 과정에서 아주 큰 도움이 된다.



[작품 12] <Open Spoon Set>, 925은, 자수정, 능망가니즈석, 일장석, 자외선경화수지(보급광경화기법), 120x40x5mm 110x20x5mm, 110x40x5mm, 2022



[작품 13] <Coaster_01>, <Coaster_02>, <Coaster_03>, 925은, 방해석, 자수정, 흑요석, 터키석, 홍보석, 능망가니즈석, 자외선경화수지(보금광경화기법)
80x80x2.5mm, 100x90x2.5mm, 90x80x2.5mm, 2022

그러나 아크릴판을 사용했을 때의 단점은 아크릴판의 단단함과 잘 휘지 않은 성질 때문에 납작한 형태 외에 굴곡이 있거나 볼륨이 있는 형태, 세로로 세워야 하는 형태 등에는 적용하기 힘들다는 점이다. 원통형 또는 콘 모양을 위해서 아크릴판보다 얇은 OHP 필름을 사용하였다. OHP 필름을 고정하기 위해서 첫 시도로 자외선경화수지를 사용했으나 분리하는 과정이 어려웠다. 두 번째 시도로 글루건과 핫멜트를 사용하였는데, 분리하는 과정이 자외선경화수지보다 쉬웠다.



[그림 104] [작품 15]의 일부 제작 과정:
OHP 필름과 핫멜트 사용

과 자외선경화수지를 경화하였다. 기물의 형태가 원통형일 때에는 형태를 유지하는데 효과적이었으며 경화 후 제거가 쉬웠다. 하지만 다른 형태에 적용을 했을 때는 성형해야 했으며, 기물의 안쪽에 찌그러짐 없이 넣을 수 없었기 때문에 다양한 방법으로 적용하기에 적합하지 않았다. 그다음으로 굴곡이 있는 형태에 접착할 수 있는 재료로 테이프를 사용해 보았다.

접착력이 있는 재료로 시도했던 테이프는 일반 투명 테이프부터 포장용

굴곡이 있거나 볼륨이 있는 형태에는 아크릴판보다 부드러운 재료로 실리콘 판과 고무판을 사용하였다. 납작한 형태에서 사용했을 때는 아크릴판보다 손쉽게 분리가 가능했으나 실리콘 판과 고무판은 접착력이 없기 때문에 금속의 틀에 고정이 되지 않아 보석과 자외선경화수지를 경화하는 45초 동안 안정적으로 지탱시킬 수가 없었다.

굴곡이 있는 형태로 가장 기본적인 원통형에 적용할 용도로 알루미늄 캔을 활용해 보았다. 알루미늄 캔을 잘라 기물의 안쪽에 탄성을 이용하여 고정하고 보석

테이프, 종이테이프, 마스킹 테이프 등이었는데, 이 종류의 테이프는 접착력이 주 목적이기 때문에 금속의 틀에 접착은 성공적이었으나 크게 두 가지 문제점이 있었다. 첫 번째는 굴곡과 볼륨에 맞게 성형이 되지 않아 테이프가 접히는 현상이 있었는데, 이 접힘이 수지면에 그대로 전사되었다. 두 번째는 경화를 마친 뒤에 테이프를 수지면에서 분리해야 했는데, 테이프의 강한 접착력과 테이프가 쉽게 찢어졌기 때문에 분리가 쉽지 않아 작업이 번거로웠다.

그다음에 시도했던 테이프는 알루미늄 테이프였는데, 아주 얇은 알루미늄 소재로 이루어져 있으며 이형지가 있어 플라스틱 테이프에서 발생했던 접힘 또는 구겨짐을 피할 수 있었다. 경화 후 분리를 했을 때 찢어지는 현상이 발생할 때도 있었으나, 다른 종류의 테이프에서보다는 발생 수가 적어 작업이 훨씬 편리했다. [그림 106]은 [작품 17]의 제작 과정으로 알루미늄 테이프를 피착제로 사용하였는데, 보석의 조각과 가루들이 구겨짐 없이 매끈하게 경화되었다.

이 실험과 연습의 목적은 일시적으로 접착을 하였다가 분리가 쉬운 자재를 찾는 것이었는데, 기물의 형태에 따라 각각 다른 재료의 피착제를 사용하는 것이 가장 효과적이라는 결론을 내렸다.



[그림 105] 캔을 활용한 샘플



[그림 106] 알루미늄 테이프의 활용

2.5 기물 제작을 위한 입체 구조 연구

앞서 진행한 실험과 연습을 바탕으로 금속의 사용을 줄이고 보석의 조각과 가루가 차지하는 면적을 넓히면서 조형적으로 적용해 본다. 이 전까지의 작품 연구는 실용적인 도구인 손가락에 부품을 추가함으로써 장식적인 효과를 살리는 것에 목적을 두었다면, 이 작품 연구에서는 보금광경화기법을 사용하여 보석의 조각과 가루 자체가 형태를 이루도록 하였다.

2.5.1 원통형 구조 제작

스테인드글라스의 효과를 적용한 보금광경화기법을 적용할 첫 번째의 형태로 원통형을 시도하였다. 원통형은 바닥 면과 원통으로 이루어진 가장 기본적인 간단한 형태로 새로운 기법을 시도하는데 기초가 되겠다고 판단하였고, 더 복잡한 형태를 위한 선행 연습의 역할을 하겠다고 생각되었다.

원통의 기반이 되는 형태로 0.8mm 두께의 정은판을 사용하여 성형하였는데, 앞서 진행한 실험에서 0.8~1mm의 두께에서는 보석의 투명도와 상관없이 구조가 안정적이지 못하다는 결론을 지었다. 또한 실험에서는 샘플의 크기는 10mm였는데, 이 너비에서도 구조가 불안정했으므로 넓은 면적에 스테인드글라스 효과를 내기 위해서는 두께가 두꺼워야 구조가 안정적일 것이라고 예상하여 두께를 넓혔다. 두께를 넓히는 방안으로 안쪽으로 정은의 사각 띠를 땀을 하여 보석이 결합될 면적을 0.8mm에서 2mm로 넓혀 주었다. 결과는 두께를 넓힘으로써 구조도 안정적이었으며, 사용한 보석의 투명도가 투명에서 반투명에 속했기 때문에 시각적으로도 색을 돋보이게 하였다.

앞서 진행했던 연구에서는 칸마다 보석을 한 종류로 채운 뒤 경화를 했다. 이번 연구에서는 다양한 색과 각기 다른 투명도와 경도를 가진 보석을 조색하여 사용하기 시작하였다. 보석의 조각들과 만나는 금속의 경계선은 레이징을 하여 금속이 불규칙적으로 늘어나면서 자연스럽게 생기는 전의 모양을 흉내 내기 위해 일직선이 아닌 유기적인 모양으로 톱질하였고, 세



[그림 107] 조민희, <Raising From Inside Out(v2017)>
(출처: angelaminijo.com/2016-1)



[그림 108] 조민희, 디테일, <Raising From Inside Out(v2017)>, (출처: angelaminijo.com/2016-1)

가지 색의 보석 조각 간의 경계도 이 형상을 본떠 배치하여 경화를 해 주었다. 이러한 경계선은 광물과 보석이 화학적 반응으로 인해 생성되면서 광물의 단면에서 흔하게 확인할 수 있다. 또한 오랜 시간 동안 퇴적물이 침착되고 여러 지질작용에 의해 생기는 지층의 가장 자연적인 무늬로 지나간 시간의 흔적을 의미한다. 연구자는 이런 현상을 작업실에서 작은 스케일로 경험하였다. 은으로 작품을 만들면서 잔해로 남은 은가루를 학부생일 때부터 유리병에 모아왔는데, 작업의 방식과 종류에 따라 은가루가 쌓인 모습에서 지층의 모습을 확인할 수 있었다. 은가루의 지층마다 색깔, 질감, 이물질의 유무는 지금까지 해온 작업의 흔적으로 지구 단면의 지층을 보는 것과도 같았다.



[그림 109] Stromatolite
(출처: lakeneosho.org/More7a.html)



[그림 110] 연구자가 모은 은가루



[그림 111] [작품 15] 〈Mineral Strata_02〉 초를 켜 놓은 모습

원통형은 무언가를 담을 수 있는 형태를 가진다. [작품 14]와 [작품 15]는 스테인드글라스의 효과로 보금광경화기법을 적용하였기 때문에 조명과 초를 이용해서 빛을 발산할 수도 있었다. [작품 14]는 홍옥수, 자수정, 감람석과 방해석을 사용하였는데, 이 네 가지의 보석은 모두 투명에서 반투명에 해당하는 보석으로 빛을 투과가 쉽다. [작품 15]의 두 기물도 일장석, 인회석과 능마가니즈석을 추가로 포함하여 조색하여 제작하였다. 이들은 원통형으로 입구가 넓어 무언가를 담는 형태로 적합하며, 공간이 충분하여 빛을 아름답게 발산시키도록 초를 켤 수도 있는 기능을 가졌다.

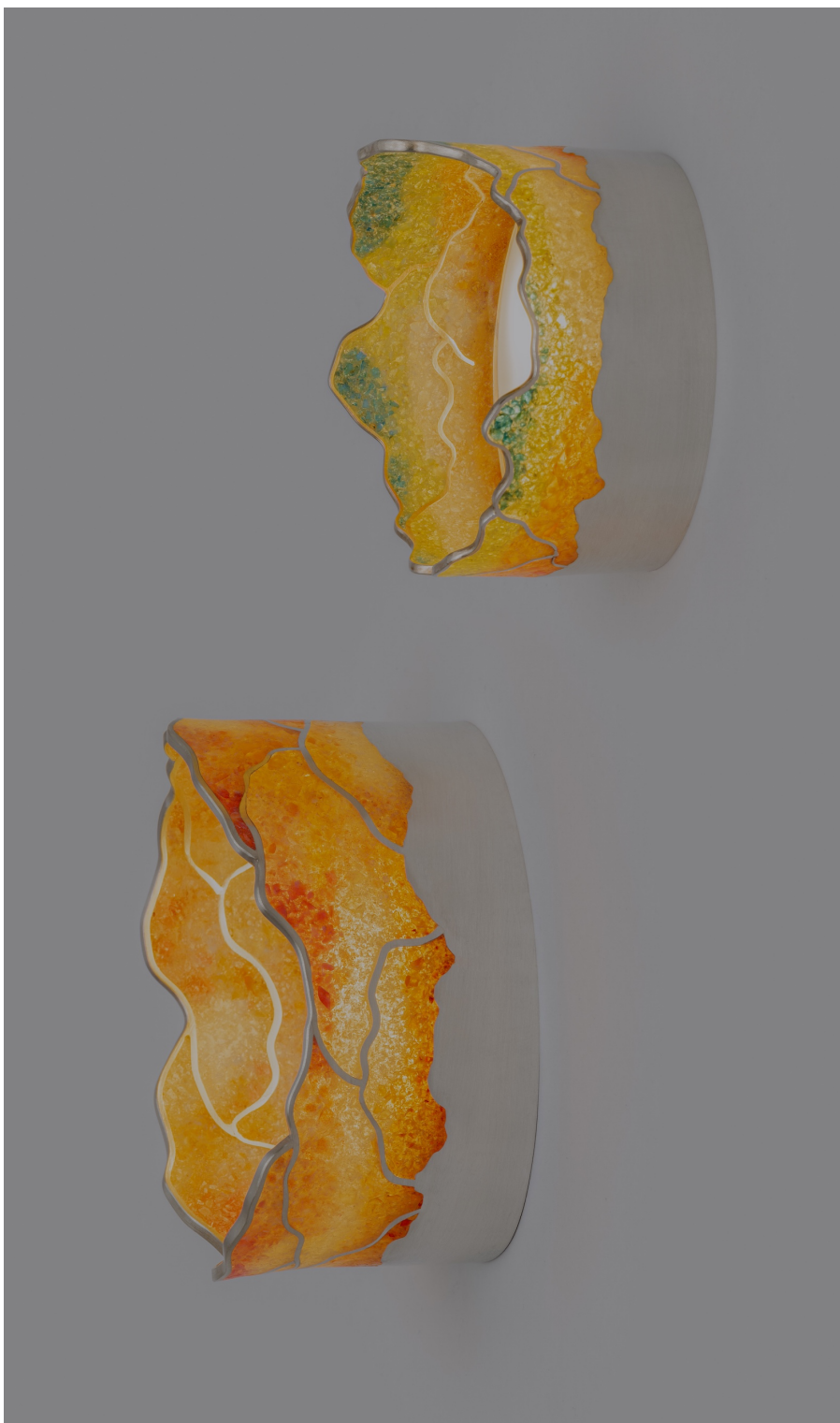
[작품 16]은 푸른 계열의 보석 네 가지를 사용하였고 정은의 면적을 최소한으로 줄였다. [작품 14]와 [작품 15]와 같은 불규칙한 지층의 모티브를 활용하여 원통형의 형태에서 전통적인 화병을 연상하게 하는 형태로 구조를 제작하였다. 이 형태는 원통형이 점차 넓어지고 입구로 갈수록 좁아지는 구조를 가지는데, 원통형으로 보석을 경화하고 연마했을 때와는 다른 방식으로 작업을 진행해야 했다. 이 계기로 다음 장에서 볼륨이 있는 형태에 대한 연구를 진행하게 되었다.



[작품 14] 〈Minerals〉, 925은, 자수정, 감람석, 방해석, 홍옥수,
자외선경화수지(보금광경화기법), 65x65x40mm, 2022



[작품 15] <Minerals Strata_01>, <Mineral Strata_02>, 925은, 능망가니즈석, 방해석, 일장석, 홍옥수, 인회석, 감람석, 자외선경화수지(보금광경화기법), 110x80x60mm, 85x85x60mm, 2022



[그림 112] [작품 15] 초를 커 놓은 모습



[작품 16] <Crush to Form_01>, 925은, 인회석, 자수정, 아프리카 옥, 근청석, 자외선경화수지(보급광경화기법), 125x125x230mm, 2022

2.5.2 세로형 구조 제작

이전의 연구에서는 원통형의 굴곡 방향이 가로로 한 방향으로 이루어졌다면 두 번째는 굴곡과 볼륨이 세로 방향으로 된 형태를 시도하였다. 납작한 은선에 굴곡을 주어 성형을 하고 세로 방향으로 땀을 함으로써 볼륨감을 주었다. 더불어 원통형에 대한 연구에서는 보석의 특성과 상관없이 보석의 색만을 고려하여 보석을 선정했다면 이 연구에서는 보석의 특성과 성질을 고려하여 보금광경화기법을 적용하였다.



[그림 113] [작품 17]의 틀 제작



[그림 114] 천연 아메트린
(출처: gia.edu)

[작품 17]은 세로형의 볼륨이 있는 형태를 처음 시도한 것으로 기물의 바닥면, 전체적인 볼륨감 있는 형태를 잡아주는 은선 여덟 개와 전처리의 목적으로 만든 링으로 간단하게 제작하였다. 이렇게 간단하게 제작한 이유는 보석 조각과 가루를 기물의 전체적인 조형의 재료로 활용하기 위해서였다. 금속공예에서의 기물의 제작은 주로 판재로 이루어져 시작부터 끝까지 작업의 과정에 없어서는 안되는 주재료이지만, 스테인드글라스 효과를 활용한 보금광경화기법에서는 모든 금속과 관련된 작업이 끝나야지만 보금광경

화 작업을 할 수 있다는 점에서 작업 방식이 기존의 기물 제작 방식과 사뭇 다르다. 조형의 주재료로 쓰이는 유색보석의 효과를 최대치로 발휘할 수 있도록 금속의 사용을 최소한으로 줄였다.

형태는 전체적으로 세로로 진행하였지만, 보석 조각과 가루를 경화하는 방향은 가로형으로 그라데이션의 효과를 적용해 보았다. [작품 17]에서는 자수정과 황수정을 사용하였는데, 이는 보석의 특징을 바탕으로 선정하였다. II장에서 살펴본 바와 같이 자수정과 황수정은 같은 계열의 석영군에 속하는 보석이다. 황수정은 천연석으로도 산출되지만 매우 희귀하여 주로 자수정을 열처리하여 인위적으로 만든 보석이다. 그렇기 때문에 자수정과 황수정의 다른 점은 철 성분의 산화 상태에 따르는 화학적인 차이에 있다. 황수정과 마찬가지로 아메트린(Ametrine)은 천연석으로 존재하며, 한 몸체에 자수정(Amethyst)과 황수정(Citrine)이 나타나기 때문에 두 이름을 합성시킨 것이다. 아메트린 역시 자수정을 열처리한 것이 더 흔하다. 황수정과 자수정은 근본적으로 같은 보석이기 때문에, 경도, 투명도, 쪼개짐과 광택이 동일했다.



[작품 17] <Ametrine>, 925은, 황수정, 자수정, 자외선경화수지(보금광경화기법)
70x70x70mm, 2022

[작품 18]은 황수정과 자수정을 활용한 [작품 17]보다 볼륨을 과장하였다. 굴곡과 볼륨의 정도가 많고 커짐에 따라 보금광경화를 스테인드글라스의 효과로 적용하는 방식의 난이도가 높아지고 어려워지기 때문에 기물의 전체적인 너비와 입구 크기의 비례를 다양하게 시도해 보았다.



[그림 115] [작품 18]의 제작 과정

바닥면과 입구의 크기가 같고 볼륨이 얇은 형태, 바닥면과 입구의 크기가 같지만, 볼륨이 가운데에 집중된 형태, 그리고 입구가 바닥 면적에 비해 상대적으로 좁은 형태를 제작하였다. 형태를 잡아주는 피착제로 주로 알루미늄 테이프를 사용하였고, 굴곡의 정도에 따라 경화를 나누어서 진행하였다. 바닥 면과 입구의 크기가 같고 볼륨이 얇은 형태에서는 한 면을 동시에 경화해도 문제가 없었지만, 바닥면과 입구의 크기가 같지만, 볼륨이 가운데에

집중된 형태에서는 위, 중간 그리고 아래로 나누어 세 번으로 나누어 경화를 진행하였다. 입구가 바닥 면적에 비해 상대적으로 좁은 형태는 한 면마다 두 번으로 나누어 진행했다. 연마는 모두 겉면에만 했으며 기물의 내부는 손이 닿지 않아 연마가 불가능하기 때문에 알루미늄 테이프의 질감을 그대로 사용하였다. 겉면의 연마는 모두 은선의 방향과 평에 맞추어 마감하였다.



[그림 116] 흑요석의
패각상 쪼개짐

(출처: geologyscience.com/minerals/obsidian)

이때 공통점이 많은 흑요석과 자수정을 선정하여 사용하였다. 흑요석의 가장 대표적인 특징은 천연 유리이기 때문에 광택이 유리질이며, 쪼개짐은 패각상으로 깨지는 면이 조개껍데기를 연상하게 하는 곡선을 띤다. 이 특징들은 자수정과 동일하다. 또한 흑요석은 어두운 검은색임에도 불구하고 투명도가 투명에서 반투명에 속하여 자수정과 같은 투명도를 가지고 있다는 점이 독특하다. 같은 검은 계열의 보석으로 순지트(Shungite)와 제트(Jet)가 있는데, 이 보석들의 투명도는 모두 불투명이며, 광택에 차이가 있고 경도가 비교적 낮은 모스경도 2~4에 속한다.

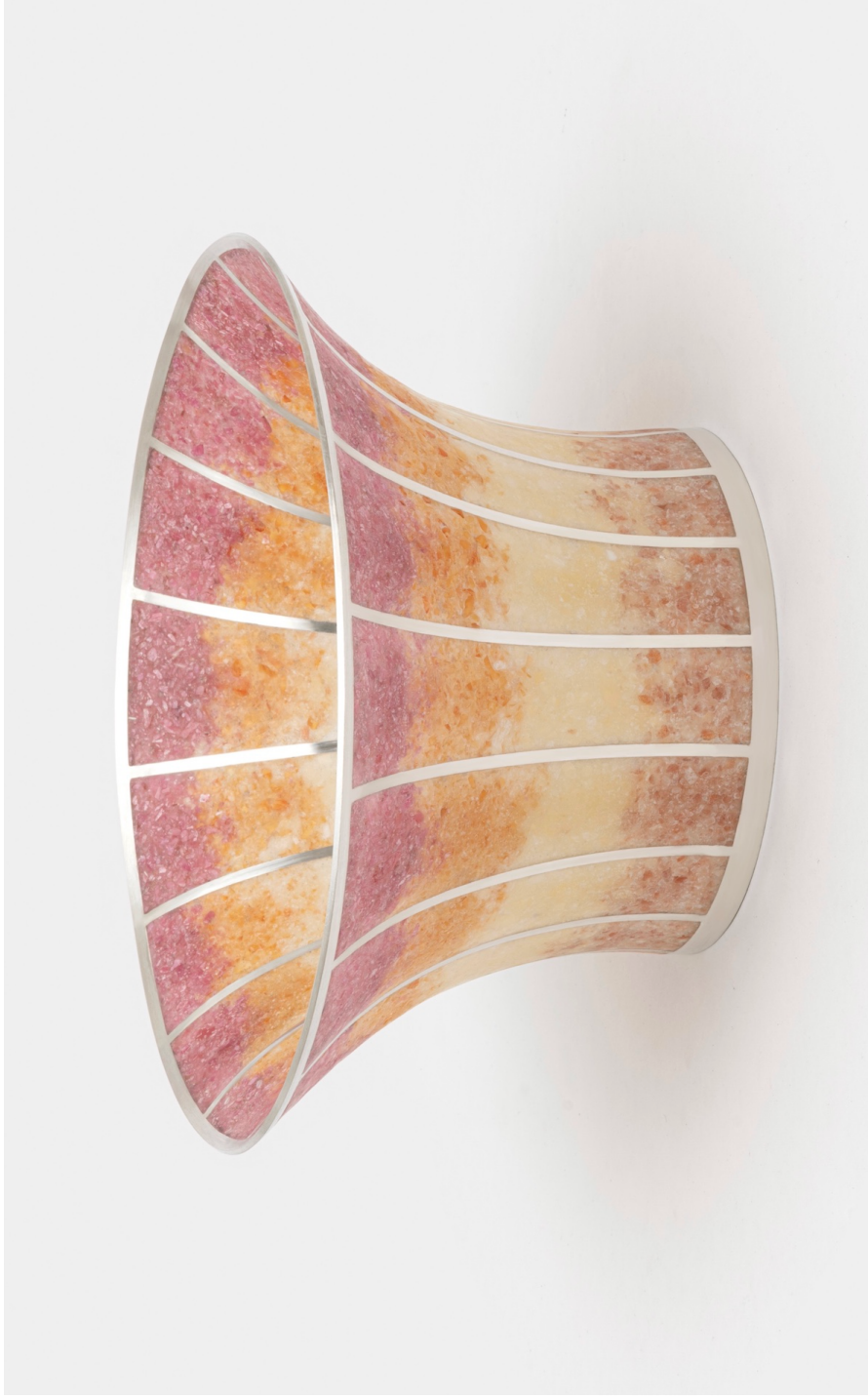
이런 공통점들을 바탕으로 흑요석과 자수정을 같이 사용하였다.



[그림 117] 흑요석, 순지트, 제트 조각의 비교 사진
(출처: makersminerals.com)



[작품 18] <Mineral Glass Set>, 925un, 자수정, 흑요석, 자외선경화수지(보급광경화기법),
40x40x70mm, 85x85x120mm, 90x90x110mm, 2022



[작품 19] <Mineral Strata_03> 925은, 일강석, 홍옥수, 능망가니즈석, 방해석, 자외선경화수지(보금광경화기법),
225x225x120mm, 2022

2.5.3 조형의 확장 가능성 연구

이 연구에서는 보금광경화기법만으로 형태의 연장을 시도하였다. 지금까지의 연구에서는 전체적인 틀을 땀을 하여 만들었고 모든 금속이 연결이 되어있는 상태에서 빈 곳에 자외선경화수지로 보석 조각과 가루를 경화시켜 면을 제작하였다. 하지만 이 연구에서는 형태를 만드는 새로운 접근 방식으로 땀을 하지 않고 자외선경화수지의 접착력만으로 조형적인 연장을 시도하였다.



[그림 118] [작품 20]의 제작 과정:
OHP 필름과 핫멜트 사용

[작품 20]은 추가적인 조형을 연장하는 목적으로 보금광경화기법을 적용한 첫 번째 시도였다. 전체적인 기물의 형태를 정은판으로 성형하여 제작하였는데, 이 기물에 사용한 정은판의 두께가 1mm이었기 때문에 추가로 결합할 조형이 안정적으로 결합이 될 수 있도록 2mm 두께의 납작한 정은 선

을 땀을 하여 기물의 단면을 넓혔다. 그리고 연장될 조형의 전으로 사용할 같은 너비의 링을 제작하였다. 너비를 넓힌 단면과 전으로 사용될 링에 접촉력을 높여줄 표면처리를 하였고, 더욱 안정적인 결합과 접촉력을 위해 추가적으로 볼 버로 홈을 내었다. [그림 118]과 같이 이 두 구조를 연결하고 받침의 역할을 해 줄 피착제로 OHP 필름을 사용하였고, OHP 필름을 원통형에 가까운 원뿔모양으로 잘라 이 두 구조에 맞게 핫멜트를 사용하여 일시적으로 고정을 하였다. 금속을 바탕 재료로 보석 조각을 상감하는 기법에서 시작되어 이 시리즈에서는 반대로 바탕 재료인 보석 조각들 사이에 금속 조각을 상감하여 조형에 독특함을 더 해 주었다. 그리고 이 구조에서는 바깥과 안을 모두 연마하여 표면 마감을 하였다.

보석으로는 규공작석과 황수정을 사용하였는데, 경도에 대한 실험하고자 경도에 차이가 있는 보석을 선정하였다. 규공작석은 모스경도 2와 4사이의 보석이며 황수정은 모스경도 7에 해당하는 보석으로 비교적 단단하다. 그리고 정은의 모스경도는 2.5로 규공작석과 같은 범위 내에 있어 연마하는 과정에 어떤 영향을 미칠지 확인하고자 했다. 작업 방식으로는 세 가지를 시도하였는데, 첫 번째는 같은 원뿔 조형에 황수정과 규공작석을 조합하였고, 두 번째는 황수정 조각과 가루 바탕에 은 조각을 상감을 하고, 세 번째는 규공작석에 은 조각을 상감해 보았다. 황수정과 규공작석의 투명도는 각각 투명과 반투명에 속하지만, 투명도 실험에서 확인했듯이, 투명에서 아반투명까지는 경화 방식이 같았기 때문에 경화는 모두 동일하게 했다.

연마하는 과정에서 경도 차이로 인해 다른 점을 확인할 수 있었다. 황수정의 조각을 바탕 재료로 은 조각을 상감한 구조에서는 정은의 모스경도가 황수정의 모스경도에 비해 확연히 차이가 났음에도 연마하는 과정에 영향을 미치지 않았다. 그러나 규공작석을 바탕 재료로 은 조각을 상감한 구조에서는 규공작석이 더 무른 범위에 속해 있어, 정은보다 쉽게 연마되어 은 조각이 살짝 돌출되는 현상이 발생했다. 황수정보다 규공작석이 은의 모스경도와 더 가까운 범위에 있는데도 이런 현상이 발생한 이유는 모스경도는 경도수마다 일정한 범위로 구분되지 않는 상대적인 경도법이기 때문이다.



[작품 20] <Crush to Form_02>, 925은, 황수정, 규공작석, 자외선경화수지(보금광경화기법), 90x90x80mm, 80x80x100mm, 60x60x70mm, 2022

보금광경화기법으로 조형을 하는 방법으로 두 번째는 첫 번째 시도에서 추가로 결합한 원뿔 모양만으로 형태를 이루는 시도해 보았다. 이 연구에서는 금속의 면적을 확연히 줄이고, 조형의 주재료가 보석 조각과 가루이도록 보금광경화기법을 활용하였다.

이 조형을 이루기 위해서는 기본적인 바닥면을 제작하고, 기물의 판재 역할을 하게 될 보금광경화기법을 스테인드글라스 효과로 적용한 보석 조각과 가루를 연결해 줄 링을 제작하였다. 이 링은 보석 조각과 가루를 가장 안정적으로 지탱해 주고 시각적으로 색을 효과적으로 발휘할 수 있는 너비인 2mm로 제작하였다. 작업 과정은 [그림 119]와 같이 단계별로 탑을 쌓듯이 바닥면부터 시작하였다. 앞서 진행한 추가적인 조형을 연장했을 때와 마찬가지로 OHP 필름을 원통형에 가까운 원뿔로 잘라 핫멜트로 금속에 일시적으로 고정한 후 보금광경화기법을 진행했다. 경화가 이루어진 후에는 OHP 필름을 분리해 주고 연마하였다. 바닥면부터 시작하여 단계마다 연마를 해 주고 마감처리까지 해 준 뒤에 그다음 단계의 작업으로 넘어가는 것이 표면 처리를 하는 데 도움이 되었다.



[그림 119] [작품 21]의 작업 과정



[작품 21] <Crush to Form_03> 925은, 황수정, 감람석, 연수정,
자외선경화수지(보급광경화기법), 100x100x200mm, 2023

이렇게 파트별로 조형하여 연장할 수 있다는 점을 활용하여 이중구조를 중첩하는 형태를 제작해 보았다. 이전의 방식으로는 금속으로 틀을 땀을 하여 모든 구조를 제작한 뒤에 보금광경화기법을 적용하였는데, 이 방식으로는 이중구조가 가능하지 않았다. 보금광경화기법은 보석 조각과 가루를 경화한 뒤에 연마하는 단계가 필수적으로 필요한데, 이중구조로 제작할 경우 내부에 있는 면을 연마가 가능하지 않기 때문이다. 연마하지 않고 거친 면을 그대로 활용한다면 연마가 필요로 하지 않지만, 연마하지 않은 단계에서는 완성도가 낮아 보이기 때문에 연마를 필수적으로 진행하는 것을 원칙으로 하고 있다.

그러나 앞서 진행한 연구를 통해 추가적인 조형을 연장할 방법을 고안함으로써 이중구조를 진행할 수 있었다. [작품 22]는 크기가 다른 원통형 두 가지로 진행하였다. 그리고 이중구조이기 때문에 바깥 구조에 사각형의 창문을 제작하여 내부를 들여다볼 수 있도록 하였다. 안쪽에 위치한 원통 구조는 2mm의 은선을 활용하여 결합 구조를 제작하였고, 바깥쪽에 위치한 원통 구조는 둘레가 더 넓기 때문에 안정감을 위해 3mm의 은선을 사용하였다. 모든 링이 제작된 뒤에 보금광경화기법을 진행하였는데, 연마를 쉽게 하기 위해서 안쪽 원통형의 바닥 층부터 시작하였다. 이전의 연구에서와 마찬가지로 단계별로 보금광경화기법을 하고 연마까지 완전히 끝낸 뒤에 그다음 단계로 넘어가 작업을 진행하였다. 안쪽 원통형에는 일장석 두 종류와 방해석처럼 따뜻한 계열의 보석을 사용하고 바깥 원통형에는 차가운 계열의 인회석, 규공작석과 흑요석을 사용하여 보석의 천연색으로 온도 대비를 하였다.



[작품 22] <Crush to Form_04>, 925은, 흑요석, 인회석, 천하석, 일장석, 방해석, 자외선경화수지(보금광경화기법), 150x150x220mm, 2023

IV. 결론

이 연구는 주제에 대한 기초 연구와 실험을 통해 보석의 조각과 가루를 금속과 접목할 수 있는 새로운 표면 가공 및 마감 기법으로 보금광경화(寶金光硬化)기법을 개발하였다. 보금광경화기법은 보석과 금속을 자외선경화수지로 빛을 조사하여 결합하는 기법을 말한다. 새로운 기법을 개발하기에 앞서 보석을 사용하는 기법에 대해서 알아보는 것을 시작으로 연구를 진행하였다. 가장 대표적인 방법인 준보석가루상감(Crushed Stone Inlay)을 기반으로 연구를 시작하였고 사이아노아클레이트 성분의 접착제를 사용해 보았으나, 작품에 적용하기에 단점이 많아 결합 방식을 자외선경화수지로 대체하였다. 자외선경화수지로 대체 후 작품 제작에 있어 효율성이 높아졌으며, 다양한 형태에 적용이 가능하게 되었다.

보금광경화기법을 활용한 작품연구를 위한 절차는 다음과 같았다. 자외선경화수지를 활용하여 실험을 진행한 후, 실험 결과에 따라서 다양한 형태에 적용이 가능한지 연습 및 샘플을 제작하는 과정을 거쳤다. 작품연구는 크게 두 가지로 구성하였다. 첫 번째는 자외선경화수지로 금속과 보석의 접착력에 관한 실험이었고, 두 번째는 다양한 유색보석의 적용을 위한 보석의 투명도에 대한 실험이었다. 첫 번째 작품연구를 위해 실험을 진행한 결과, 금속과 보석의 조각과 가루를 효과적으로 결합할 방법으로 레진공예용 UV레진을 선정하게 되었고, 접착력을 높일 방안으로 두 가지의 표면처리 방법과 보석의 두 가지 입자크기를 선정하게 되었다.

이 실험을 바탕으로 보금광경화기법을 상감의 방식으로 적용하였고, 청금석을 상감한 실용적인 손가락 제작 연구를 하였다. 이 연구에서는 보석을 활용한 상감의 목적이었던 장식적인 효과에 집중하였고, 더불어 손가락의 장식에 대해 분석하였다. 청금석과 정은의 색의 대비효과를 손가락의 장식 요소로 적용하였으며, 청금석의 다양한 입자크기를 활용함으로써 모사 질감 표현을 시도했다. 또한 장식적인 요소를 술자루 밖으로 돌출시키고 납작하거나 두께가 비교적 얇은 술자루의 면적을 넓힘으로써 손가락의 사용을 더욱 편리하게 해 주었다.

두 번째 작품 연구에서는 첫 번째 실험에서 금속과 보석의 접착력을 높일 방법을 다양한 유색보석을 활용하는데 적용하여 작품 제작을 시도해 보았다. 자외선경화수지는 빛을 이용한 경화이기 때문에, 보석의 투명도가 중요하여 보석의 다섯 단계의 투명도로 경화 여부를 실험하였다. 실험한 22가지의 유색보석 중 투명(TP)에서 아반투명(STL)의 범위에 속하는 보석 18가지를 활용하여 두 번째 작품 연구를 진행하였다. 또한 자외선경화수지를 활용해서 보석과 금속을 결합할 경우, 상감을 할 때와는 다르게 금속으로 된 바닥 면을 완전히 없앨 수 있었다. 이 점을 적극적으로 적용하기 위해서 칠보의 플리케 어쥬르와 스테인드글라스의 효과에 대해서 알아보고, 금속의 테두리만으로 형태를 제작하여 스테인드글라스와 같은 효과를 보석의 조각과 가루로 낼 수 있었다. 이 방법은 보석의 조각과 가루가 조형을 이루는 주재료가 되어 기물의 제작을 가능하게 하였다. 보석은 단색으로 한 종류씩 사용하기도 하였으며, 각 보석의 특징을 고려하여 여러 가지의 보석을 조합하여 회화적으로 사용하기도 하였다.

이 연구의 목적은 가공되지 않은 천연 원석을 활용하여 금속에 접목하는 것이었으며, 활용범위를 넓힐 수 있는 가능성을 탐구해 보는 데에 있었다. 앞서 진행한 두 실험을 바탕으로 이 두 가지의 목적은 달성하였지만, 작품 연구를 하면서 아쉬웠던 점은 보금광경화기법을 적용한 형태가 비교적 제한적이라는 점이었다. 이 연구에서는 주로 대칭을 이루는 원통형, 볼록한 형태 등에 집중했다면 보금광경화기법을 더욱 다양한 형태로 활용하기 위해서는 피착제 또는 형틀에 대한 연구가 필요하다고 판단하였다. 이 점을 토대로 향후 계획으로 비대칭과 오목한 형태 등을 시도해 볼 계획을 하고 있다.

결론적으로 이 연구를 통하여 상감의 전통적인 개념에서 승화되어 금속 공예에서 유색 보석의 작은 조각과 가루의 활용을 넓힐 수 있는 보금광경화기법을 개발하였다. 보금광경화기법은 가치를 잃은 작은 보석의 조각과 가루를 금속과 결합하여 새로운 방식으로 천연 원석의 고유한 색을 작품에 적용하고 표면 가공 및 마감을 가능하게 했으며, 수많은 형태로 발전될 가능성을 가지고 있다.

참 고 문 헌

단행본

- 데이비드 콜즈, 김재경 역, 2020. 『예술가들이 사랑한 컬러의 역사: Chromatopia』, (주)영진닷컴
- 박지룡, 이지훈, 2017. 『보석감정사 자격시험 대비 유색보석 이론과 실습』, 에듀컨텐츠휴피아
- 야하기 치하루, 한주희 역, 2020. 『돌의 사전: 광물이 보석이 되기까지 자연과 시간이 빚어낸 115가지 매력적인 돌 이야기』, 지금이책
- 원종옥, 2009. 『그림에서 보석을 읽다』, 이다미디어
- 전용일, 2006. 『금속공예기법』, 미술문화
- 정의도, 2014. 『한국 고대 손가락 연구』, 경인문화사
- 파트릭 브와이요, 이현숙 역, 1997. 『다이아몬드와 보석』, (주)시공사
- 하워드 리사티, 허보운 번역, 2011. 『공예란 무엇인가』, 미진사
- 홍지연, 2006. 『시간이 만든 빛의 유혹: Antique Jewelry』, 수막새
- Altman, Jen, 2012. 『Gem and Stone: Jewels of Earth, Sea and Sky』, Chronicle Books LLC
- Blank Corp., 2021. 『Tools: Spoon』, Tools Magazine 2호, Raw Press
- Darty, Linda, 2006. 『The Art of Enameling: Techniques, Projects, Inspiration』, Larks Books
- Hall, Cathy, 1994. 『Gemstones』, Dorling Kindersley, Inc.
- Palmer, Valerie, trans. 1986, 『Simon & Schuster's Guide to Gems and Precious Stones』, Simon & Schuster
- Young, Anastasia, 2012. 『Gemstone Settings: The Jewelry Maker's Guide to Styles & Techniques』, Interweave
- Zettler, Richard L., and Home, Lee, 1998. 『Treasures from the Royal Tombs of Ur』, University of Pennsylvania Museum of Archeology and Anthropology

논문

- 박준, 2016. 「공예에서 장식의 의의와 활용」, 『한국디자인포럼』, Vol. 52
- 조민희와 정신혜, 2021. 「준보석 가루를 이용한 수지 상감을 위한 접착제로 써 UV 레진 활용 방안 연구」, 『조형디자인연구』, 겨울호 제24집 4권, 2021
- Benzel, Kim, 2013. 「Puabi's Adornment for the Afterlife: Materials and Technologies of Jewelry at Ur in Mesopotamia」, Columbia University

웹사이트

- “광경화 수지 및 자외선(UV) 경화 수지는 무엇인가?”, 2012.2.28., 티씨씨
가운영하는블로그, <https://tcctech.tistory.com/18>
- “광 증감제”, 『화학용어사전』, 일진사, 네이버 지식백과, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=603960&cid=50314&categoryId=50314>
- “김유정”, <http://yoojungkim.com/>
- “나전 바둑판”, 국립중앙박물관, <https://www.museum.go.kr/site/main/relic/search/view?relicId=7318>
- “네일미용”, 허정록, 『학문명백과: 예술체육』, 형설출판사, 네이버
지식백과, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=2054493&cid=44415&categoryId=44415>
- “다이아몬드의 투명도 등급”, 『올 어바웃 주얼리』, 대원사, 네이버
지식백과, terms.naver.com/entry.naver?docId=3596652&cid=59172&categoryId=59172
- “대성재료상사”, www.e-deasung.co.kr
- “레진 치료”, 질병관리청 국가건강정보포털, https://health.kdca.go.kr/healthinfo/biz/health/gnrlzHealthInfo/gnrlzHealthInfo/gnrlzHealthInfoView.do?cntnts_sn=25
- “[명성유기] 거북이수저 1벌”, 명성유기, <https://myungsungyugi.com/product/명성유기-거북이수저-1벌/315/category/77/display/1/>
- “[명성유기] 수자문 부부수저 2인세트(레드&카키)”, 명성유기, <https://myungsungyugi.com/product/명성유기-수자문-부부수저-2인세트레드카키유기수저-방짜유기수저-방짜유기수저세트방자유기수저-유기수저세트설날선물설날선물세트/390/category/77/display/1/>
- “모스 정도”, 『지질학백과』, 대한지질학회, 네이버 지식백과, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=6211241&cid=61234&categoryId=61234>
- “보석의 투명도”, 켄팜주얼리, 2021.2.23., <https://blog.naver.com/gemfarm2018/222254031617>
- “복합레진”, 『두산백과』, 네이버 지식백과, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3555895&cid=40942&categoryId=32763>
- “수정”, 『두산백과』, 네이버 지식백과, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1115758&cid=40942&categoryId=32305>
- “순간접착제”, Henkel 접착 테크놀로지, <https://www.henkel-adhesives.com/kr/ko/products/industrial-adhesives/instant-adhesives.html>
- “안전인증 레진 아트 세트 체험B”, AURORA decoden, https://auroraden.com/shop/shopdetail.html?branduid=1074915&xcode=001&mcode=008&scode=&type=Y&sort>manual&cur_code=001008&GfDT=bmp6

- W1o%3D
- “여기”, 『두산백과』, 네이버 지식백과, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=2847685&cid=40942&categoryId=32229>
- “운모”, 위키백과, <https://ko.wikipedia.org/wiki/운모>
- “은상감 까치 호랑이 무늬 자석벼루“, 국립중앙박물관, <https://www.museum.go.kr/site/main/relic/search/view?relicId=7187>
- “접착제의 기원”, TCC Top Chemical Company, <http://www.tcotech.co.kr/page32>
- “접착제의 무한변신, 그 중 최고는?”, 네이버 지식백과, 『KISTI 의 과학향기 칼럼』, KISTI, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3408814&cid=60335&categoryId=60335>
- “젬테크 GemTec”, <http://gemtec.co.kr/>
- “철제은상감화병”, 국립중앙박물관, <https://www.museum.go.kr/site/main/relic/search/view?relicId=220704>
- “초강력 순간 접착제”, 첼리너, 잭, 『죽기전에 꼭 알아야 할 세상을 바꾼 발명품 1001』 (2010. 1. 20), 네이버 지식백과, 마로니에북스, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=798980&cid=43121&categoryId=43121>
- “끊음질”, 『한국민족문화대백과』, 한국학중앙연구원, 네이버 지식백과, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=532300&cid=46657&categoryId=46657>
- “크랙 황수정 텀블(우연과 필연) 랜덤”, 크리스탈 마법상점, https://crystalmagic.kr/product/detail.html?product_no=1469&cate_no=80&display_group=1
- “탄생석”, 나무위키, <https://namu.wiki/w/탄생석>
- “학 불로초 금부 순은99% 장인 예단 은수저”, Gold & Stone, https://gold-stone.co.kr/product/detail.html?product_no=1398&cate_no=128&display_group=1
- “3D 프린팅 방식의 종류는? :FDM, SLA, SLS, Inkjet 방식”, 메카스터디, 2023.3.22., <https://blog.naver.com/mecastudy/223052193473>
- “3D 프린팅: 상향식(Bottom-Up)과 하향식(Top-Down), 레진 프린터의 두 방향 지식 fab”, I.Jeong, 2022.10.28., FabWeaver, <https://blog.fabweaver.com/ko/3d-프린팅-상향식bottom-up과-하향식top-down-레진-프린터의-두-방향>
- “3D 프린팅에는 어떤 종류들이 있을까?”, goruduru, 2021.1.20., Damandler.log, <https://velog.io/@goruduru/3D프린터에는-어떤-종류들이-있을까>
- “A beginner’s guide to gemstone cuts- Cabochon and Faceted stones”,

- Aug 17, 2020, Jewels & tools, www.jewelsntools.com/blog/post/guide-to-gemstone-cuts
- “Ancient Egyptian Stone-Drilling”, Gorelick, Leonard and Gwinnett, A. John, PennMuseum, <http://www.penn.museum/sites/expedition/?p=5362>
- “Angela Mini Jo”, <https://www.angelaminijo.com/>
- “American Mined Mona Lisa Turquoise 6x4mm Oval Cabochon”, Riogrande, <https://www.riogrande.com/product/american-mined-mona-lisa-turquoise-oval-cabochons/78568GP/?code=78564>
- “artist statement”, Petra Class, <https://petraclassdesign.com/artist-statement>
- “arrow-head”, The British Museum, https://www.britishmuseum.org/collection/object/E_Am1938-1021-143
- “Bircham Gallery”, <https://www.birchamgallery.co.uk/>
- “box”, The British Museum, https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_1928-1010-3
- “cameo”, The British Museum, https://www.britishmuseum.org/collection/object/G_1867-0507-484
- “Champagne Flute”, The Walters Art Museum, <https://art.thewalters.org/detail/82370/champagne-flute/>
- “Cleopatra: Alexandre Cabanel”, Royal Museum of Fine Arts of Antwerpen, <https://kmska.be/nl/meesterwerk/cleopatra>
- “Coupe en forme de coquille“, Louvre, Last Updated on May 25, 2023,, <https://collections.louvre.fr/en/ark:/53355/cl010107038>
- “Cornaline - Vertus, Bienfaits et Properietes”, Hain, Sly, Feb 25, 2022, King of Bracelet, <https://kingofbracelet.com/blogs/lithotherapie/cornaline-vertus-bienfaits-et-signification>
- “Crushed Amethyst(Grade A) for Stone Inlay, Mineral Art, or Handmade Jewelry - Coarse”, MakersMinerals, <https://www.etsy.com/listing/793871992/crushed-amethyst-grade-a-for-stone-inlay>
- “Crushed Amethyst for Stone Inlay, Mineral Art, or Handmade Jewelry - Powder”, MakersMinerals, <https://www.etsy.com/listing/832645035/crushed-amethyst-for-stone-inlay-mineral>
- “Crushed Jet for Stone Inlay, Mineral Art, or Handmade Jewelry - Coarse”, MakersMinerals, <https://www.etsy.com/listing/1318197764/crushed-jet-for-stone-inlay-mineral-art>
- “Crushed Malachite(Grade A) for Stone Inlay, Mineral Art, or Handmade Jewelry - Coarse”, MakersMinerals, <https://www.etsy.com/listing/1318197764/crushed-malachite-grade-a-for-stone-inlay-mineral-art>

- com/listing/460146698/crushed-malachite-grade-a-for-stone
- “Crushed Malachite for Stone Inlay, Mineral Art, or Handmade Jewelry - Powder”, MakersMinerals, <https://www.etsy.com/listing/473641813/crushed-malachite-for-stone-inlay>
- “Crushed Obsidian for Stone Inlay, Mineral Art, or Handmade Jewelry - Coarse”, MakersMinerals, <https://www.etsy.com/listing/474360954/crushed-obsidian-for-stone-inlay-mineral>
- “Crushed Shungite for Stone Inlay, Mineral Art, or Handmade Jewelry - Coarse”, MakersMinerals, <https://www.etsy.com/listing/1317976011/crushed-shungite-or-stone-inlay-mineral>
- “Cylinder Seal”, Penn Museum, <https://www.penn.museum/collections/object/273752>
- “Eat Well: Foods for a Peaceful Life”, Mayank, Apr 30, 2015, <https://resveralife.com/eat-well-foods-peaceful-life/>
- “Elaine Cox”, Alternatives gallery, <https://alternatives.it/index.php/en/component/content/article/11-designers/46-elaine-cox>
- “Elaine Cox Artist and Jeweller”, <https://www.elainecox.com/>
- “Empress Josephine”, Chaumet Paris, https://www.chaumet.com/gb_en/empress-josephine
- “finger-ring”, The British Museum, https://www.britishmuseum.org/collection/object/G_1892-0520-4
- “Full Guide to Emerald vs Peridot (This is the difference)”, Neat Crystal, Aug 3, 2022, <https://neatcrystal.com/emerald-vs-peridot/>
- “How 3D Printing is Disrupting the Jewelry Industry”, Jul 3, 2019, Formlabs, <https://formlabs.com/asia/blog/3d-printed-jewelry/>
- “Graff Acquires World’s Largest Rough Diamond For \$53 Million”, DeMarco, Anthony, Sept 26, 2017, Forbes, <https://www.forbes.com/sites/anthonydemarco/2017/09/26/graff-acquire>
- “GIA’s Guide to Gemstones: Encyclopedia”, GIA, <https://www.gia.edu/gem-encyclopedia>
- “How to Identify Rough Sapphire (Tips & Techniques)”, Hall, Jeremy, <https://rockseeker.com/how-to-identify-rough-sapphire/>
- “In China, gems used as tools millennia earlier than thought”, Feb 17, 2005, The Harvard Gazette, news.harvard.edu/gazette/story/2005/02/in-china-gems-used-as-tools-millennia-earlier-than-thought-2/
- “Into the Light”, Kaye, Collecting Miniatures, KSB Kathleen Savage Browning Miniatures Collection, Mar 10, 2017, <http://blog.ksbminiaturescollection.com/into-the-light/>

- “Instructions for Using Crushed Stone for Chip Inlay”, Dec 15, 2022, <https://www.riogrande.com/knowledge-hub/instruction-sheets/instructions-for-using-crushed-stone-for-chip-inlay/>
- “Imports to Ur”, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Imports_to_Ur
- “Jean Vendome: broche collection <<Vitrail>>. Annee 1990”, Apr 5 2009, alaintruong.com/archives/2009/04/05/13273471.html
- “Josephine & Napoleon”, Chaumet Paris, https://www.chaumet.com/gb_en/josephine-and-napoleon-exhibition
- “Julia Obermaier Jewellery Maker”, <http://www.juliaobermaier.com/>
- “Julia Obermaier Jewellery Maker”, HOMO FABER, <https://www.homo-faber.com/en/discover/discover-julia-obermaier>
- “Kelvin J. Birk Gold & Silversmith”, <https://www.kelvinbirk.com/>
- “kudurru”, Louvre, Last Updated on Mar 30, 2023,, https://collections.louvre.fr/en/ark:/53355/cl01017_4453
- “Lamps for Curing UV Adhesives”, Redmond, Eamonn, Aug 6, 2020, inseto, <http://www.inseto.co.uk/lamps-for-curing-uv-adhesives-ikb-074/>
- “London-Blue Topaz 2mm Round Faceted Gemstone, AA-Grade”, Riogrande, <https://www.riogrande.com/product/london-blue-topaz-round-faceted-stones-aa-grade/66670GP/?code=90259>
- “Lustre(mineralogy)”, Wikipedia, Last Edited on Feb 27, 2023, [https://en.wikipedia.org/wiki/Lustre_\(mineralogy\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Lustre_(mineralogy))
- “magical mirror: mirror-case”, British Museum, https://www.britishmuseum.org/collection/object/H_1966-1001-1
- “Native American Turquoise Jewelry Through History and Today”, Jan 18, 2020, G, Paul, <https://www.powwows.com/native-american-turquoise-jewelry-through-history-and-today/>
- “Obsidian”, GeologyScience, <https://geologyscience.com/minerals/obsidian>
- “Peridot: The Gem of the Sun”, Nielsen, Mark, Dec 08, 2020, Museum of Jewelry <https://store.museumofjewelry.com/blogs/news/peridot-the-gem-of-the-sun>
- “Photo-polymer scheme1.svg”, Wikipedia Commons, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Photo-polymer_scheme1.svg
- “Priestly breastplate”, Wikipedia, Last Edited on Jun 19, 2023, https://en.wikipedia.org/wiki/Priestly_breastplate
- “Plique-a-jour”, Wikipedia, Last Edited on Mar 17, 2023, <https://en.wikipedia.org/wiki/Plique-%C3%A0-jour>
- “Quartz”, Wikipedia, Last Edited on Jul 5, 2023, <https://en.wikipedia.o>

- rg/wiki/Quartz
- “Q&A: Is all 3D Printing an Opportunity for UV Curing”, Idacavage, Mike, Feb 22, 2018, UV+EB Technology, <https://uvebtech.com/articles/2018/is-all-3d-printing-an-opportunity-for-uv-curing>
- “Raw Emerald Value”, The Natural Emerald Company, <https://emeralds.com/education/raw-emerald-value/>
- “Raisin Your Voice”, OPI, <https://www.opi.com/products/nature-strong/natural-origin-nail-lacquer-raisin-your-voice>
- “Rene Lalique Art Nouveau Gold, Opal, Plique-a-jour Enamel, Glass and Diamond Dragonfly Pendant, France”, DOYLE, <https://doyle.com/auctions/21ij03-important-jewelry/catalogue/200-rene-lalique-art-nouveau-gold-opal-plique-jour>
- “Rhodochrosite vs. Rhodonite: What’s the Difference”, Cornford-Matheson, Alison, Oct 29, 2020, Fierce Lynx Designs, fiercelynxdesigns.com/blogs/articles/rhodochrosite-vs-rhodonite-whats-the-difference
- “Sandra Enterline”, <https://www.sandraenterline.com/>
- “Shear Bond Tester From BISCO’s Research Equipment Group PDF”, BISCO Dental Products, https://www.bisco.com/assets/1/7/Shear_Bond_Tester.pdf
- “Spouted Bowl”, Penn Museum, <https://www.penn.museum/collections/object/9490>
- “Stackable Sifting Pans”, RioGrande, <https://www.riogrande.com/product/stackable-screen-sifters/350013GP/?code=350013>
- “Standard of Ur”, Wikipedia, Last Edited on Jun 15, 2023, https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_of_Ur
- “Star of Ishtar”, Wikipedia, Last Edited on Jun 22, 2023, https://en.wikipedia.org/wiki/Star_of_Ishtar
- “String of Beads Cape(Clothing)”, Penn Museum, penn.museum/collections/object/191954
- “Stromatolite”, <https://www.lakeneosho.org/More7a.html>
- “Sumerian Shakespeare”, <https://sumerianshakespeare.com/>
- “The Archeology and History of Bitumen”, Hirst, Kris K, Jan 30, 2019, Thought Co, <https://www.thoughtco.com/bitumen-history-of-black-goo-170085>
- “the french jewelry post”, <https://thefrenchjewelrypost.com/>
- “The Healing of the Man born Blind Duccio”, The National Gallery, <https://www.nationalgallery.org.uk/paintings/duccio-the-healing-of->

- the-man-born-blind
- “The Jewelry of Hermann Junger”, Neuman, Ursula Ilse, 『Metalsmith Magazine - Winter 2002』, ganoskin jewelry making resources, <https://www.ganoskin.com/article/jewelry-hermann-junger/>
- “The Jewelry of Sandra Enterline”, Harris, Patricia and Lyon, David, 『Metalsmith Magazine - Spring 2004』, ganoskin jewelry making resources, www.ganoskin.com/article/mystery-and-memory-the-jewelry-of-sandra-enterline
- “The Nature of Rubies”, The Natural Ruby Company, <https://thenaturalrubycompany.com/education/ruby-characteristics/the-nature-of-rubies/>
- “The Science of Gels: How Gel Nail Products Work”, Roy, Sree, Mar 14, 2011, www.nailsmag.com/387143/the-science-of-gels-how-gel-nail-products-work
- “The Significance of Carnelian in Ancient Egyptian Culture”, May 13, 2018, Virginia, Ancient & Oriental, antiquities.co.uk/blog/ancient-egypt/the-significance-of-carnelian-in-ancient-egyptian-culture/
- “The Virgin in Prayer Sassoferato”, The National Gallery, <https://www.nationalgallery.org.uk/paintings/sassoferato-the-virgin-in-prayer>
- “Tommy Singer’s brother William also used the Chip Inlay Technique”, Native American Jewelry Tips, <https://nativeamericanjewelrytips.wordpress.com/2015/03/28/>
- “Tresor 2017 starts promising”, ART AUREA, artaurea.com/2017/tresor-2017-starts-promising
- “Tutankhamun, Egyptian museum, Cairo”, May 24, 2013, <https://weepingredorger.wordpress.com/2013/05/24/tutankhamun-egyptian-museum-cairo/>
- “Two Rings with Lotus Flowers”, The Walters Art Museum, <https://art.thewalters.org/detail/77938/two-rings-with-lotus-flowers>
- “What is Tortoise Shell Pattern? Top 3 Tortoise Color Eyeglasses”, Yesglasses, <https://www.yesglasses.com/blog/what-is-tortoise-shell-pattern>
- “When was Nail Polish Invented?”, Jun 9, 2022, ORLY, <https://orlybeauty.com/blogs/news/when-was-nail-polish-invented>
- “When was 3D Printing Invented? The History of 3D Printing”, May 15, 2020, BCN3D, <https://www.bcn3d.com/the-history-of-3d-printing-when-was-3d-printing-invented/>

Abstract

Study of Photopolymerization of Crushed Gemstones and Sterling Silver using UV-Curing Resin

Angela Mini Jo(Jo, Min Hee)
Major in Metalwork & Jewelry
Faculty of Crafts & Design
The Graduate School
Seoul National University

Photopolymerizing crushed gemstones and sterling silver using UV-curing resin is developed through this study as a new metalsmithing technique. This technique is based on Crushed Stone Inlay, in which crushed gemstones are adhered in crevices in metal with an adhesive. By replacing the cyanoacrylate adhesive used in this technique with UV-curing resin, crushed gemstones were not only inlaid with the purpose of ornamentation but also constructed as a form. This thesis is mainly divided into two parts which are (1) research of materials/technique and (2) application of the new technique developed through experiments and sample making. All works are made with sterling silver (92.5%) and gemstones that were used are rough in form and have been broken and crushed into smaller pieces using a mortar and pestle.

Chapter 2 examines different types of gemstones, adhesive techniques, and UV-curing resins, along with historical and contemporary examples of works using crushed gemstones as prior research for developing a new technique. In Chapter 3, a new technique using UV-curing resin is developed through a series of tests. The goal of the first test is to suggest an adhesive that could not only extend the working time of resin but also cure the resin on demand. Three types of light sensitive resins were evaluated by their adhesiveness to sterling silver under various conditions such as different surface textures of sterling silver and sizes of the crushed gemstones. The results were analyzed statistically through a one-way ANOVA test. Series of works of spoons with lapis lazuli were made based on the results. The second test is to evaluate whether gemstones with different properties could also be cured and adhered to sterling silver using UV-curing resin. Since UV-curing resin is hardened when exposed to light, diaphaneity of gemstones was evaluated and tested. As a result, gemstones in the range of transparent to semi-translucent were curable with UV-curing resin. Furthermore, when using UV-curing resin as an adhesive, the bottom surface of the form could be completely removed, resembling stained-glass windows or a type of enameling technique called *plique-à-jour*. This method enabled making works by reducing metal surfaces and using crushed gemstones as the main material to form its shape.

The purpose of this study is to incorporate crushed gemstones in metalwork and to explore the possibility of expanding the range of using unprocessed rough and crushed gemstones with metals. These objectives were achieved based on the two tests that were conducted. However, the works made with this new technique were relatively limited in terms of forms. In this study, the focus is mainly on symmetrical, cylindrical, and convex shapes when it comes to shaping

and forming. Further research and experiments on molds are necessary to expand and explore diverse forms to create asymmetrical and concave shapes.

In conclusion, through this study of photopolymerizing crushed gemstones and sterling silver using UV-curing resin was developed and an expansion of the use of crushed gemstones in metals beyond the traditional concept of inlay was possible. The methodology of using crushed gemstones that may have lost their value can open up new ways to adding natural colors in metalwork, and also be used with the purpose of ornamentation as well as be the material itself to construct form.

keywords : UV-Curing Resin, Photopolymerization, Crushed Gemstones, Metalworks, Spoons

Student Number : 2018-33310