

A study on the development of jewelry design applying the geometric repetition principle of eccentricity

Seungyeub Jeon and Jeongwon Seok^{*,†}

Graduate School of Gemological Engineering, Dongshin University, Naju 58245, Korea

^{*}Division of Future Energy Technology, Dongshin University, Naju 58245, Korea

(Received April 21, 2026)

(Revised May 19, 2026)

(Accepted May 27, 2026)

Abstract This study defines eccentricity-based geometric repetition as a system of design variables—eccentric displacement (e), rotational phase angle (θ), and repetition level (n)—and proposes a design methodology applicable to contemporary jewelry design. An eccentric repetitive structure integrating these variables was analyzed to identify their structural roles: eccentric displacement (e) induces spatial expansion and asymmetry, rotational phase angle (θ) controls directional variation and arrangement, and repetition level (n) generates spatial depth and density. Based on this framework, an open C-type model and a design process based on variable integration were developed, and structural stability and wearability were examined through 3D CAD modeling. The results demonstrate that the eccentric structure functions as a controllable and reproducible form-generation system integrating asymmetry and order, and suggest its potential as a design methodology for contemporary jewelry design.

Key words Eccentricity, Geometric repetition, Parametric design, Jewelry design, Form generation

편심의 기하학적 반복 원리를 적용한 주얼리 디자인 개발에 관한 연구

전승엽, 석정원^{*,†}

동신대학교 대학원 보석공학과, 나주, 58245

^{*}동신대학교 미래에너지기술학부, 나주, 58245

(2026년 4월 21일 접수)

(2026년 5월 19일 심사완료)

(2026년 5월 27일 게재확정)

요약 본 연구는 편심의 기하학적 반복 원리를 기반으로 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)를 설계 변수로 정의하고, 이를 통합하여 주얼리 디자인에 적용 가능한 조형 설계 방법을 제안한다. 편심 반복 구조를 분석하여 각 변수의 구조적 기능과 형태 생성 원리를 고찰한 결과, 중심 변위(e)는 공간적 확산과 비대칭성을 형성하고, 회전 위상각(θ)은 방향성과 배열 질서를 제어하며, 반복 단계(n)는 적층을 통해 공간적 깊이와 밀도를 형성하는 것으로 나타났다. 이를 기반으로 개방형 C형 구조를 적용한 조형 모델과 변수 결합에 따른 설계 과정을 구축하였으며, 3D CAD 모델링을 통해 구조적 안정성과 착용 가능성을 확인하였다. 연구 결과, 편심 구조는 비대칭성과 질서를 동시에 구현하는 조형 생성 체계로 기능하며, 설계 변수 기반의 재현 가능한 조형 설계 방법론으로 확장할 수 있는 가능성을 제시한다.

1. 서론

전통적인 주얼리 조형은 균형, 비례, 대칭과 같은 원리를 기초로 발전해 왔으며[1], 디지털 기술의 발전으로 형태 생성과 디자인 전개를 위한 다양한 설계 방법이 제시되고 있다[2,3]. 편심(eccentricity)은 기계공학 및 물리

학에서 중심축의 이동과 편차를 설명하는 개념으로, 원형 구조의 중심이 기준점에서 벗어난 상태를 의미한다. 이러한 편심 구조는 건축, 제품 디자인 등 다양한 분야에서 형태 생성 원리로 작용하고 있다. 주얼리 디자인 분야에서는 다양한 조형 연구 및 디지털 설계가 진행되고 있으나, 편심 구조를 설계 변수 체계로 정의하고 조형 생성 시스템으로 적용한 연구는 제한적으로 보고되고 있다[4-6]. 기하학적 구조와 형태 생성 원리에 대한 연구는 건축 및 디자인 분야에서 지속적으로 이루어져 왔다

[†]Corresponding author
E-mail: jwseok@dsu.ac.kr

[7,8]. 자연 및 수학적 구조에서 나타나는 반복과 확장 원리는 비선형적 조형 질서를 설명하는 이론적 기반으로 작용한다[9]. 프로그래밍적 사고는 형태 생성의 제어 가능성과 재현성을 확보하는 방법으로 제시되며[10], 알고리즘 설계와 파라메트릭 디자인은 설계 변수 간 관계를 통해 형태를 생성하는 체계를 구축한다[11,12]. 자연 구조와 생명 성장 과정에서 나타나는 패턴은 조형 시스템을 설명하는 기초가 되며[13,14], 반복과 변형을 통해 다양한 형태로 확장되는 특성을 가진다. 이에 본 연구는 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)를 핵심 설계 변수로 정의하고, 이들의 결합을 통해 형성되는 편심 반복 구조를 활용한 주얼리 조형 설계 방법을 제안한다.

2. 연구 방법

본 연구는 편심 구조의 설계 변수 설정, 기본 모듈 구성, 변수 적용, 3D CAD 모델링, 주얼리 형태 적용의 순서로 진행하였다. 편심 반복 구조의 조형 생성을 위해 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)를 핵심 설계 변수로 설정하였다. 중심 변위(e)는 기준 중심으로부터 모듈이 이동하는 거리를 의미하며, 회전 위상각(θ)은 반복 단위의 회전 각도를 나타낸다. 반복 단계(n)는 동일 구조의 반복 및 적층 단계를 나타낸다. 중심 변위(e)는 0.5, 1.2, 1.9, 2.6 mm로 설정하여 중심 이동에 따른 형태의 공간적 확산 특성을 비교하였다. 회전 위상각(θ)은 중심 변위(e)가 적용된 구조에 0°, 30°, 60°, 90°로 적용하여 반복 단위의 방향성과 배열 질서 변화를 확인하였다. 반복 단계(n)는 중심 변위(e)를 0.5, 1.0, 1.5 mm로 설정하고, 회전 위상각(θ)을 0°, 120°, 240°로 적용한 구조에 0, 1, 2 mm 높이의 적층 단계를 적용하여 공간적 확장 특성을 분석하였다. 각 변수는 순차적으로 적용하였다. 먼저 중심 변위(e)를 적용하여 편심 확산 형태를 생성하고, 이후 동일 형태에 회전 위상각(θ)을 적용하여 위상 변화 형태를 생성하였다. 마지막으로 중심 변위(e)와 회전 위상각(θ)이 적용된 형태에 반복 단계(n)를 추가 적용하여 적층 확장 형태를 생성하였다.

기본 단위 구조는 개방형 C형 원형 모듈(C-shaped Open Module)로 설정하였다. C형 모듈의 구조는 중심 변위(e)에 따른 위치 변화와 회전 위상각(θ)에 따른 방향 변화를 표현할 수 있는 개방형 원형 단위 구조 형태로서, 중심축을 기준으로 개방 방향이 유지된 상태에서 반복적으로 배열되도록 구성하였다.

파라메트릭 CAD 환경에서 기본 모듈을 정의하고 반복 적용하는 설계 방식은 선행 연구에서도 확인된다[15]. C형 모듈은 개방 방향이 존재하므로 회전 변화에 따른 배열 특성과 방향성을 효과적으로 표현할 수 있어 기본 단

위 구조로 적용하였다. 모델링은 Rhinoceros 8(Rhino 8)을 사용하여 수행하였다. Rhinoceros 8은 NURBS(Non-Uniform Rational B-Spline) 기반의 정밀 모델링이 가능한 3D CAD 소프트웨어로, 설계 변수의 적용, 형태 생성 및 구조 검토를 수행하기 위한 도구로 활용하였다. CAD 기반 주얼리 모델링의 활용 가능성은 선행 연구에서도 보고된 바 있다[16].

설계 변수 간의 결합 관계는 편심 반복 구조의 형태 생성 과정으로 설명할 수 있으며, 생성된 형태(F)는 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)의 상호 결합에 의해 결정된다.

$$F = f(e, \theta, n) \quad (1)$$

여기서 F는 생성된 형태(Form)를 의미하며, e는 중심 변위(Eccentric Displacement), θ 는 회전 위상각(Rotational Phase Angle), n은 반복 단계(Repetition Level)를 나타낸다. 중심 변위(e)는 형태의 공간적 확산을 유도하고, 회전 위상각(θ)은 배열의 방향성과 질서를 형성하며, 반복 단계(n)는 구조의 적층과 공간적 확장을 결정한다. 본 연구에서는 각 변수를 독립적으로 적용한 후 순차적으로 결합하여 Fig. 1~3의 구조를 생성하였다.

실험은 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)의 단계적 적용 과정에 따라 진행하였다. 각 단계에서 생성된 구조는 3D CAD 모델링을 통해 모듈 간 간격, 회전 방향, 적층 수준 및 형태 변화를 확인하고 조형 특성과 구조적 확장 가능성을 분석하였다.

3. 연구결과 및 고찰

편심 구조는 비대칭성과 질서를 동시에 형성하는 기하학적 조형 원리로, 반복과 결합을 통해 형태 생성 과정의 확장 가능성을 내포한다. 이러한 구조는 기존의 대칭 중심 조형과 구별되는 비선형적 질서를 형성하며, 설계 변수의 적용을 통해 다양한 주얼리 조형의 형태 생성 가능성을 확인하였다[17].

이에 따라 본 연구에서는 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)를 핵심 변수로 설정하고, 이들의 결합을 통해 형성되는 편심 반복 구조를 조형 설계 체계로 정의하였다. 각 변수의 단계적 적용에 따른 형태 변화를 분석하여 변수 간 결합 관계가 조형 생성 과정에 미치는 영향을 검토하였다.

연구 결과는 설계 변수의 구조적 특성 분석, 변수의 단계적 결합에 따른 형태 생성 과정, 주얼리 디자인 적용 결과를 중심으로 정리하였다. 중심 변위(e)의 증가는 모듈 간 배열 범위를 확장시키며, 동일한 구조 내에서도 다양한 배열 형태를 형성하는 것으로 확인되었다. 회전

Table 1
Structural combination of eccentric variables (e, θ , n)

Variable	Structural Function	Structural Meaning	Form Development
e	Spatial expansion	Spatial displacement structure	Linear expansion
e + θ	Directional control	Phase-integrated structure	Radial / spiral arrangement
e + θ + n	Layered accumulation	Hierarchical integrated structure	Layered three-dimensional form

Table 2
Functions and form generation of eccentric design variables

Design Variable	Structural Function	Form Generation	Morphological Characteristics
Eccentric displacement	Center displacement	Offset	Asymmetric spatial expansion
Phase angle	Directional control	Rotation	Directional flow
Repetition level	Structural accumulation	Stacking	Layered depth

위상각(θ)의 적용은 반복 단위의 방향성과 배열 질서에 영향을 미치며, 형태의 시각적 리듬과 구조적 변화를 유도하는 것으로 나타났다. 반복 단계(n)의 적용은 구조의 적층과 공간적 깊이를 형성함으로써 단순 반복을 넘어 입체적 조형 특성을 나타내는 것으로 확인되었다. 이를 바탕으로 Fig. 1~3에서는 설계 변수의 단계적 적용에 따른 구조 생성 과정을 단계별로 제시하였다. 각 Figure는 동일한 기본 모듈을 기준으로 변수값만 변경하여 생성하였으며, 모듈 간 간격과 회전 방향이 일정한 규칙에 따라 반복되도록 구성하여 구조 생성 과정의 재현 가능성을 확보하였다. 이를 통해 편심 반복 구조가 주얼리 조형 생성 과정에서 활용 가능한 구조적 설계 체계로 적용될 수 있음을 확인하였다.

3.1. 설계 변수와 단계적 구조 체계

본 연구에서는 Table 1에서와 같이 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)를 핵심 설계 변수로 설정하고, 이들이 단계적으로 결합되는 누적 구조를 통해 조형 설계 체계를 형성하였다. 중심 변위(e)는 구조의 위치 변화를 통해 형태의 공간적 확산과 비대칭적 균형을 형성하는 기본 변수이며, 회전 위상각(θ)은 중심 변위가 적용된 구조에 결합되어 반복 단위의 방향성과 배열 질서를 형성한다.

반복 단계(n)는 이러한 구조에 결합되어 형태의 적층과 공간적 깊이를 형성하는 변수로 작용한다. 이와 같은 변수의 단계적 결합은 단순한 반복 구조를 넘어, 형태 생성 과정에 논리적 질서를 부여하는 조형 설계 체계로 기능한다.

3.2. 편심 반복 구조의 형태적 특성 분석

편심 반복 구조는 단일 반복 구조를 기반으로 상호작용에 의해 확장되는 형태로 나타난다. 중심 변위(e)는 위

치 변화를 통해 공간적 확산과 비대칭 분포를 형성하고, 회전 위상각(θ)은 방향 변화를 제어하여 방사형 또는 나선형 배열과 구조적 리듬을 형성한다. 반복 단계(n)는 적층 수준을 결정하여 형태를 누적시키고 공간적 깊이와 밀도를 강화하며 구조를 입체로 확장시킨다. 이와 같은 특성은 편심 반복 구조가 비선형적 조형 질서를 형성하고 형태의 확장성과 공간 구조를 나타내는 조형 특성으로 작용한다. 이러한 형태적 특성을 바탕으로 편심 반복 구조의 형성 원리를 Table 2와 같이 정리하였다.

3.3. 편심 반복 구조의 형성 원리

Table 2는 형태적 특성을 바탕으로 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)의 결합 관계와 각 변수의 구조적 기능을 정리한 것이다. 중심 변위(e)는 기준 위치의 변화를 통해 배열의 기초 구조를 형성하고, 회전 위상각(θ)은 요소 간 위상 차이를 통해 배열의 방향성과 흐름을 결정하며, 반복 단계(n)는 구조의 누적을 통해 입체적 밀도와 구조적 안정성을 형성한다. 이러한 변수 결합은 편심 반복 구조를 생성하는 통합적 설계 원리로 작용한다.

3.4. 편심 구조를 적용한 주얼리 디자인 개발

본 연구는 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)를 설계 변수로 설정하고, 이들의 결합을 기반으로 주얼리 조형을 구현하였다. Figure 1~3은 동일한 변수 체계에서 단계적으로 생성된 구조로, 변수의 추가 적용에 따라 형태가 점진적으로 확장되는 과정을 나타낸다.

Figure 1은 중심 변위(e)가 적용된 Eccentric Expansion Structure로, C형 모듈이 동일 방향으로 배열되며 중심으로부터 외부로 확산되는 형태를 나타낸다. 중심 변위의 증가에 따라 구조가 외부로 확장되며 배열 범위가 점진적으로 확대된다. Figure 2는 중심 변위(e)와 회전 위상

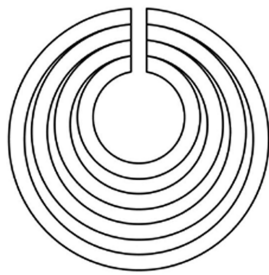
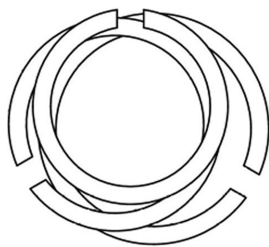


Fig. 1. Eccentric expansion structure (e).

Fig. 2. Phase-shifted repetitive structure ($e + \theta$).Fig. 3. Layered eccentric repetitive structure ($e + \theta + n$).

각(θ)이 적용된 Phase-Shifted Repetitive Structure로, 모듈이 회전 배열되며 방향성과 배열 질서를 형성한다. 회전 위상각의 적용에 따라 모듈의 배열 방향이 변화하며 방사형 흐름이 형성된다. Figure 3은 중심 변위(e)와 회전 위상각(θ)이 적용된 구조에 반복 단계(n)를 추가한 Layered Eccentric Repetitive Structure로, 모듈이 적층되면서 공간적 깊이와 입체성이 강화된 확장 구조를 나타낸다. 반복 단계의 증가에 따라 구조가 적층되며 입체적 깊이와 공간적 밀도가 강화된다.

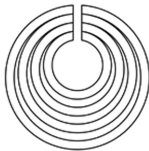
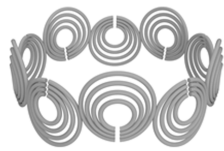
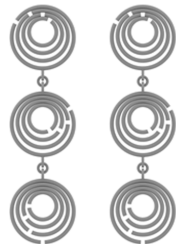
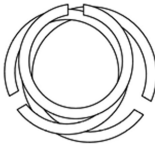
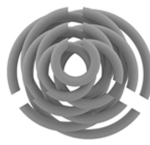
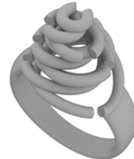
Table 3은 편심 구조의 설계 변수인 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)를 각각 적용하여 주얼리 형태가 전개되는 과정을 단계적으로 정리한 것이다.

각 Work는 하나의 핵심 변수를 중심으로 기본 단위 설정(P.1), 반복 및 배열(P.2), 구조 통합(P.3), 최종 적용(P.4)의 설계 단계(Design Phase)로 구성되며, 편심 기반 조형 시스템이 실제 주얼리 형태로 전개되는 과정을 보여준다.

Work 1은 중심 변위(e)를 적용한 팔찌 조형 과정이다. P.1에서는 중심이 이동된 개방형 C형 원형 단위를 설정

하여 기본 모듈을 구성하였다. 제시된 형태는 동일한 원형 구조 안에서 중심축이 한쪽으로 이동된 상태를 나타내며, 편심 개념이 가장 단순한 형태로 제시된 단계이다. P.2에서는 이 기본 모듈을 반복 배열하여 팔찌 구조의 기초 패턴을 형성하였다. 개별 단위는 일정한 방향성과 간격을 유지하면서 연결되며, 반복에 의해 선형의 프레임 구조가 형성된다. P.3에서는 반복된 단위를 연속적으로 확장하여 전체 팔찌 형태로 통합하였다. 이 단계에서는 모듈 간의 연결 관계가 보다 명확하게 드러나며, 중심 변위에 의해 형성되는 비대칭적 리듬과 공간적 확산 효과가 강조된다. P.4에서는 완성된 구조를 실제 팔찌 형태에 적용한 예를 제시하였다. 이를 통해 중심 변위(e)는 단순한 기하학적 변형을 넘어 반복 구조를 통해 팔찌의 전체 조형으로 확장될 수 있음을 확인하였다. 이 과정에서 중심 변위(e)는 반복 단위의 위치 차이와 간격 변화를 유도하는 핵심 변수로 작용하며, 전체 구조에서 확산형 패턴과 비대칭적 균형을 형성하는 것으로 나타났다. Work 2는 회전 위상각(θ)을 적용한 이어링 조형 과정이다. P.1에서는 개방형 C형 원형 단위를 설정하여 회전에 의해 변화될 수 있는 기초 형태를 제시하였다. P.2에서는 동일한 단위를 수직 방향으로 배열하고 각 요소에 회전 위상각(θ)을 적용하여 기본 구조를 형성하였다. 이에 따라 단순 반복이 아닌 방향성을 가진 배열 구조가 형성된다. P.3에서는 회전 각도의 누적을 통해 형태의 흐름을 확장하였으며, 각 요소는 서로 다른 방향으로 회전하면서 전체적으로 나선형 리듬과 운동감이 강화된다. P.4에서는 이러한 구조를 이어링 형태로 정리한 최종 적용 결과를 제시하였다. 좌우 한 쌍의 구성 속에서 회전 위상각(θ)에 따른 형태 변화가 시각적으로 통합되며, 단위 반복이 장식적 흐름으로 전환되는 과정을 보여준다. 이 과정에서 회전 위상각(θ)은 반복 단위의 방향성과 위상 변화를 조절하는 핵심 변수로 작용하며, 전체 구조에 회전감, 리듬 및 움직임을 부여하는 것으로 확인되었다. Work 3은 반복 단계(n)를 적용한 반지 조형 과정이다. P.1에서는 반복 가능한 개방형 C형 원형 단위를 설정하였다. 제시된 형태는 반지 상부 조형의 출발점이 되는 단일 요소로 정의된다. P.2에서는 동일한 단위를 반복 적용하여 상부 구조의 기본 형태를 형성하였으며, 반복에 따라 형태의 밀도와 공간적 집중성이 점진적으로 강화된다. P.3에서는 반복 단계를 확장하여 반지의 입체적 상부 조형을 완성하였다. 이 단계에서는 단위의 반복에 따라 구조가 상향적으로 전개되며, 적층에 의한 깊이감과 입체적 조형 특성이 나타난다. P.4에서는 이러한 구조를 반지 형태로 정리한 최종 적용 결과를 제시하였다. 이를 통해 반복 단계(n)의 증가는 단일 요소의 반복을 기반으로 반지 상부를 구성하는 입체적 조형 구조로 확장됨을 확인할 수 있다. 이 과정에서 반복 단계(n)는 구

Table 3
Application process of eccentric variables in jewelry design

Design Process				
Work 1				
	P.1	P.2	P.3	P.4
	Form: Asymmetric radial expansion structure			
Work 2				
	P.1	P.2	P.3	P.4
	Form: Rotational phase-based spiral structure			
Work 3				
	P.1	P.2	P.3	P.4
	Form: Layered eccentric accumulation structure			

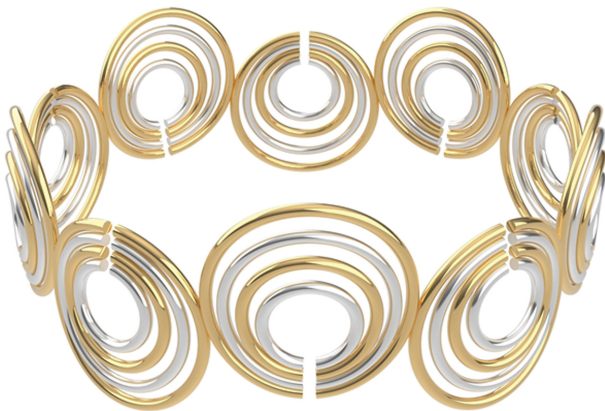


Fig. 4. Bracelet design (inner diameter: 70.5 mm).



Fig. 5. Earring design (overall length: 57.0 mm).

조의 적층 수준과 입체적 깊이를 결정하는 핵심 변수로 작용하며, 단위의 반복을 통해 입체적 상부 조형 구조를 형성하는 것으로 확인되었다.

종합하면, Table 3은 편심 구조의 주요 변수인 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)가 팔찌, 이어링, 반지에 적용되면서 서로 다른 조형 결과로 전개되는 과정을 보여준다. 즉, 동일한 편심 기반 원리는 변수의 차

이에 따라 확산형 구조, 회전형 구조, 적층형 구조로 구체화되며, 이러한 결과는 편심 기반 조형 시스템의 실제 디자인 적용 가능성을 뒷받침한다. Figure 1~3의 구조 생성 원리를 바탕으로 생성된 모델은 주얼리의 제작 가능성과 착용성을 고려하여 설계하였다. 이러한 설계 과정을 통해 도출된 최종 결과는 Fig. 4~6에 제시하였다.



Fig. 6. Ring design (inner diameter: 17.3 mm).

4. 결 론

본 연구는 편심의 기하학적 반복 원리를 기반으로 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)를 핵심 설계 변수로 정의하고, 이들의 단계적 결합을 통해 주얼리 조형 설계 방법을 체계화하는 것을 목적으로 하였다. 연구 결과, 중심 변위(e)는 구조의 위치 변화를 통해 형태의 공간적 확산과 비대칭적 분포를 형성하는 역할을 하였으며, 회전 위상각(θ)은 반복 단위의 방향성과 배열 질서를 제어하여 구조적 흐름과 리듬을 형성하는 것으로 나타났다. 반복 단계(n)는 구조의 누적과 적층을 통해 형태의 밀도와 공간적 깊이를 형성하는 핵심 변수로 작용하였다. 이러한 설계 변수는 단일 요소가 아닌 상호 결합 구조로 작용하며, 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)의 단계적 결합을 통해 편심 반복 구조 기반의 조형 생성 체계를 형성하였다. 이를 기반으로 도출된 구조는 확산형, 회전형, 적층형 조형으로 구체화되었으며, 각각 팔찌, 이어링, 반지 형태로 적용되어 실제 디자인으로 구현되었다. 특히 Table 3에서 제시된 단계적 설계 과정은 기본 단위 설정, 반복 및 배열, 구조 확장, 최종 통합의 흐름을 통해 편심 구조가 주얼리 형태로 전개되는 과정을 명확하게 보여준다. Figure 4~6의 결과를 통해 이러한 조형 생성 체계가 실제 디자인으로 적용 가능함을 확인하였다. 팔찌는 내경 70.5 mm, 이어링은 전체 길이 57.0 mm, 반지는 내경 17.3 mm로 설정하여 일반적인 착용 치수 범위 내에서 설계하였다. 또한 모델링 과정에서 각 모듈 간 간섭 여부와 구조 연결 상태를 확인하여 착용 시 형태 유지가 가능한 수준의 구조적 안정성을 확보하였다.

편심 구조를 감각적 디자인이 아닌 설계 변수 기반의 조형 생성 체계로 구조화함으로써, 형태 생성 과정을 정량적이고 재현 가능한 방식으로 설명할 수 있는 설계 방법론을 제시하였다. 이러한 편심 기반 조형 시스템은 주얼리 디자인뿐만 아니라 구조적 반복과 변형이 요구되는 다양한 조형 및 제품 디자인 분야로 확장 적용될 수 있는 가능성을 제시한다. 기존의 주얼리 조형 연구는 형태

제안과 시각적 표현 중심으로 이루어져 있으나, 본 연구는 중심 변위(e), 회전 위상각(θ), 반복 단계(n)를 설계 변수로 체계화하고 이를 기반으로 반복 가능한 조형 생성 구조를 제시하였다. 이는 편심 구조를 감각적 조형 개념에서 재현 가능한 설계 체계로 확장하였다는 점에서 차별성을 가진다고 할 수 있다. 본 연구는 개념적 설계 변수 체계를 중심으로 진행되었으며, 향후 연구에서는 변수 간 상호작용의 정량적 분석과 다양한 재료 및 제작 공정을 고려한 구조적 검증을 통해, 실제 제작에 적용 가능한 설계 방법으로 발전시킬 필요가 있다.

References

- [1] H. Xing and S. Qiao, "Research on creative thinking expansion and exploration in jewelry form aesthetic design", Proc. Int. Conf. Lang. Art Cult. Exchange (2022) 419.
- [2] R. Oxman, "Thinking difference: Theories and models of parametric design thinking," Des. Stud. 52 (2017) 4.
- [3] Y. Lyu, M. Shi, Y. Zhang and R. Lin, "From image to imagination: Exploring the impact of generative AI on cultural translation in jewelry design", Sustainability 16 (2024) 65.
- [4] E.J. Park, S.I. Moon and J.W. Seok, "A study on the development of jewelry design based on the diamond crystal structures", J. Korean Cryst. Growth Cryst. Technol. 33 (2023) 158.
- [5] G. Zhang, J. Wang, J. Li, X. Zhou and Y. Zhou, "Research on key technologies of jewelry design and manufacturing based on 3D printing technology", Coatings 14 (2024) 701.
- [6] S.F. Korkmaz, "Explaining a jewelry design process: using a generative design method called shape grammars and producing the product with 3D printing", Art Des. Rev. 12 (2024) 1.
- [7] I. Caetano, L. Santos and A. Leitão, "Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design," Front. Archit. Res. 9 (2020) 287.
- [8] D. Chang and J. Park, "Describing the geometric difference of architectural forms in three primary shapes of circle, triangle and square", J. Asian Archit. Build. Eng. 21 (2022) 1.
- [9] K.E. Robles, M. Roberts, C. Viengkham, J.H. Smith, C. Rowland, S. Moslehi, S. Stadlober, A. Lesjak, M. Lesjak, R.P. Taylor, B. Spehar, M.E. Sereno and C. Roberts, "Aesthetics and psychological effects of fractal-based design," Front. Psychol. 12 (2021) 699962.
- [10] J. Frazer, "Parametric computation: History and future", Archit. Des. 86 (2016) 18.
- [11] M. Turrin, P. von Buelow and R. Stouffs, "Design explorations of performance driven geometry in architectural design using parametric modeling and genetic algorithms", Adv. Eng. Inform. 25 (2011) 656.
- [12] Í.G. Dino, "Creative design exploration by parametric generative systems in architecture," METU J. Fac.

- Archit. 29 (2012) 207.
- [13] Y. Zavoleas, "Patterns of nature: Bio-systemic design thinking in meeting sustainability challenges of an increasingly complex world", *Dev. Built Environ.* 7 (2021) 100048.
- [14] M. Hensel and A. Menges, "Material and digital design synthesis: integrating material self-organisation, digital morphogenesis, associative parametric modelling, and computer-aided manufacturing", *Archit. Des.* 76 (2006) 88.
- [15] S. Mathur and V. Gulati, "A knowledge-based CAD modeling paradigm for indian traditional filigree jewelry", *Comput.-Aided Des. Appl.* 19 (2022) 207.
- [16] Y. Li and H. Wen, "Jewelry art modeling design method based on computer-aided technology", *Adv. Multimed.* 2022 (2022) 4388128.
- [17] N. Cerrato, E. Gariboldi, M. Ferraro, S. Candidori and S. Graziosi, "Deepening the synergistic role of additive manufacturing and computational strategies in jewelry", *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 131 (2024) 1531.