

ESG관점의 세라믹 폐자재 설계 재활용 전략에 관한 연구

A Study on Design and Reuse Strategies of Ceramic Waste Materials from ESG Perspective

주 저 자 : 묘청청 (Miao, Jing Jing) 국민대학교 공간문화디자인학과 박사과정

교 신 저 자 : 윤재은 (Yoon, Jae Eun) 국민대학교 공간문화디자인학과 교수
dreamask@hanmail.net

<https://doi.org/10.46248/kidsr.2024.3.58>

접수일 2024. 08. 24. / 심사완료일 2024. 08. 31. / 게재확정일 2024. 09. 09. / 게재일 2024. 09. 30.

Abstract

The issue of ceramic waste materials is not merely a matter of waste disposal and emissions but also involves significant concerns regarding energy wastage and resource extraction consumption. Through the framework of ESG (Environmental, Social, and Governance), this study explores effective forms and designs for the reutilization of existing ceramic waste materials. It analyzes the associated environmental, social, and governance issues and proposes a series of design strategies for the reutilization of ceramic waste materials based on ESG principles. This paper aims to provide new insights and methodologies for the sustainable development of the ceramic industry.

Keyword

ESG(환경·사회·지배구조), ceramic waste materials(세라믹 폐자재), sustainable development(지속 가능한 발전)

요약

본 연구는 세라믹 폐자재 문제를 단순한 폐기물 처리 및 배출의 문제로만 다루는 것이 아니라, 에너지 낭비와 자원 채취 소비와 관련된 중대한 문제로 인식하고 있다. ESG(환경, 사회, 지배구조) 프레임워크를 통해, 기존 세라믹 폐자재의 재활용을 위한 효과적인 형태와 디자인을 탐구한다. 또한, 관련된 환경, 사회, 지배구조 문제를 분석하고, ESG 원칙에 기반한 세라믹 폐자재 재활용을 위한 일련의 디자인 전략을 제안한다. 본 논문은 세라믹 산업의 지속 가능한 발전을 위한 새로운 통찰과 방법을 제공하는 것을 목표로 한다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경
- 1-2. 연구 목적

2. 이론적 배경

- 2-1. 세라믹 폐자재의 현황
- 2-2. 사회 문제 하에서의 지속 가능한 ESG

3. ESG 기반 세라믹 폐자재 재활용 사례 분석

- 3-1. ESG 기반 세라믹 폐자재 재활용 사례 분석 모델의 구축
- 3-2. 세라믹 폐자재의 재활용 사례 분석
- 3-3. 사례 분석 결과
- 3-4. ESG관점의 세라믹 폐자재 설계 재활용 전략

4. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구 배경

세라믹은 점토와 같은 무기 비금속 재료를 고온에서 성형 및 소성하여 제작되는 경도, 취성, 내열성 및 내

식성을 갖춘 다양한 재료를 지칭한다. 세라믹의 역사는 최소 기원전 24,000년까지 거슬러 올라갈 수 있다.¹⁾

1) https://depts.washington.edu/matseed/mse_resources/Webpage/Ceramics/ceramichistory.htm

세라믹은 금속이나 기타 고체가 가지지 못한 몇 가지 독특한 특성을 지니고 있으며, 여기에는 높은 용점, 우수한 화학적 비활성, 높은 취성, 고온 안정성, 뛰어난 단열 및 전기 절연 능력 등이 포함된다.²⁾ 세라믹은 경제, 예술 및 문화유산 측면에서 중요한 역할을 하며, 경제와 문화의 중요한 매개체로서도 기능하고 있다.³⁾ 따라서 전 세계적으로 세라믹은 사회적 생산 및 생활에서 널리 사용되는 일반적인 소재이며, 그 적용 범위도 매우 광범위하다. 산업혁명의 등장과 함께, 세라믹의 생산, 사용 및 소비는 지속적으로 증가하였으며, 이는 자원 낭용과 낭비, 에너지 낭비, 기후 변화, 환경 오염, 폐기물 배출 등 다양한 문제를 야기하였다.

세라믹 산업은 매년 대량의 소성 점토 폐기물을 배출하고 있다. 현재까지 이러한 폐기물의 상당 부분은 매립지로 처리되고 있다. 유럽에서는 세라믹 산업의 각 생산 단계에서 발생하는 폐기물의 양이 전 세계 생산량의 약 3~7%에 달하며, 이는 매년 수백만 톤의 세라믹 폐자재가 매립되고 있음을 의미한다.⁴⁾ 이러한 고체 폐기물은 대량의 토지 자원과 석탄 등의 에너지를 소모할 뿐만 아니라, 과도한 탄소 배출로 인해 환경에 심각한 해를 끼치고 있다.⁵⁾

세라믹 폐자재는 생분해되지 않는 산업 폐기물로 분류되며, 세라믹 산업 폐자재는 총 생산량에서 상당한 비중을 차지하고 있다.⁶⁾ 비활성 물질인 세라믹 폐자재는 생물학적, 화학적, 물리적 방법으로 자연적으로 분해되기 어렵다. 이러한 이유로 매일 증가하는 세라믹 폐자재에 대해 세라믹 산업은 폐자재의 재활용과 재이

용이라는 큰 과제에 직면해 있다.

1-2 연구 목적

2015년을 기점으로, 자원 낭용과 낭비, 환경 및 기후 변화와 같은 글로벌 문제의 급증에 직면하면서, 지속 가능성에 대한 관심이 크게 증가하였다. 이에 따라 유엔은 공동 번영을 촉진하기 위해 17개의 지속 가능한 개발 목표(SDGs)를 수립하였다. 이러한 배경 속에서 전 세계 여러 국가와 산업이 지속 가능한 발전이라는 공동의 이상을 지지하고 참여하게 되었다. 이러한 맥락에서 ESG(환경, 사회, 지배구조) 개념이 탄생하였고, 그 운영과 발전이 이루어졌다. 초기에는 기업과 경제에 주로 적용되었으나, 점차 다학문적이고 다각적인 관점, 특히 거시적 차원의 다양한 논의로 확대되었다.

본 논문은 ESG 관점을 통해 세라믹 폐자재 재활용의 가능성과 전략을 탐구하는 것을 목적으로 한다. 환경, 사회, 지배구조 세 가지 측면에서의 문제를 상세히 분석하고, 이에 대한 적절한 설계 및 관리 대책을 제시함으로써, 세라믹 폐자재의 재활용을 위한 보다 포괄적이고 효과적인 방법을 모색하고자 한다. 이를 통해 폐기된 세라믹의 재활용 가치를 높이고, 세라믹 폐자재의 자원 지속 가능 발전을 실현하며, 나아가 세라믹 산업의 지속 가능한 발전을 도모하는 것을 목표로 한다.

2. 이론적 배경

2-1. 세라믹 폐자재의 현황

전 세계적인 관점에서 볼 때, MECS/Acimac 연구 센터에서 작성한 "세계 타일 생산 및 소비"라는 연구 보고서에 따르면, 2021년 세계 타일 생산량은 183억 3,900만 제곱미터에 이르렀으며, 이는 2020년의 171억 100만 제곱미터보다 7.2% 증가한 수치이다.⁷⁾ 2025년까지 세라믹 산업의 시장 규모는 4,070억 달러에 이를 것으로 예상된다.⁸⁾ 국제에너지기구(IEA)의 2020년 조사 보고서에 따르면, 시멘트, 세라믹, 유리,

2) Kingery WD, Bowen HK, Uhlmann DR. Introduction to ceramics. 2nd ed. New York: Wiley; 1976.

3) Agata Lo Giudice, Carlo Ingraio, Maria Teresa Clasadonte, Caterina Tricase, Charles Mbohwa, Life cycle assessment for highlighting environmental hotspots in the Sicilian traditional ceramic sector: the case of ornamental ceramic plates, Journal of Cleaner Production, 2017, Volume 142, Part 1

4) F. Pacheco-Torgal, S. Jalali, Reusing ceramic wastes in concrete, Construction and Building Materials, 2010, Volume 24, Issue 5

5) <https://www.archdaily.cn/cn/988055/jian-zhu-de-ren-wu-tan-jian-pai-cong-cai-liao-kai-shi>

6) Anna Halicka, Pawel Ogrodnik, Bartosz Zegardlo, Using ceramic sanitary ware waste as concrete aggregate, Construction and Building Materials, 2013, Volume 48

7) <https://www.ceramicworldweb.com/en/economics-and-markets/world-production-and-consumption-ceramic-tiles-2021>

8) Kai Ding, Anjie Li, Jingxiang Lv, Fu Gu, Decarbonizing ceramic industry: Technological routes and cost assessment, 2023, Journal of Cleaner Production, Volume 419

식음료, 화학, 철강, 정유, 제지 및 펄프 산업이 전 세계 산업 온실가스 배출량의 약 3분의 2를 차지하고 있다.⁹⁾ 전반적으로 세라믹 산업은 높은 생산 가치와 높은 에너지 소비를 특징으로 하는 에너지 집약적 산업으로, 주요 산업 온실가스 배출 분야 중 하나이다.

일반적으로 도자기는 이산화규소와 같은 원료와 일정한 양의 알칼리 함유 물질(장석)을 용융제로 결합하여 만들어진다. 세계 최대의 세라믹 생산국 및 수출국인 중국의 경우, 자원 과잉 소비와 심각한 환경 문제로 인해 세라믹 산업이 많은 주목을 받고 있다. 중국의 건축용 타일 공장을 대상으로 한 지속 가능성 평가를 조사, 계산 및 분석한 결과, 점토를 주원료로 하는 비재생 자원이 총 에너지 값의 57.7%를 차지하고 있으며, 에너지 지속 가능성 지수는 0.041로 환경 지속 가능성이 매우 낮은 것으로 나타났다. 고품 폐기물은 총 에너지 값의 3.69%를 차지하며, 산업 오염물의 에너지 값의 95.56%를 차지한다. 세라믹 산업이 원자재(특히 점토)에 과도하게 의존함에 따라, 이는 막대한 환경 부담을 초래하며, 비재생 자원의 대량 소비(시스템 총 에너지 값의 26% 차지)는 중국 건축용 타일 공장의 지속 가능한 발전을 저해하고 있다.¹⁰⁾ 또한, 세라믹 산업에서는 약 30%의 제품이 폐기물로 처리되는 것으로 추정된다. 현재 이러한 폐기물은 어떤 형태로도 재활용되지 않고 있다.¹¹⁾ 세라믹 폐자재는 제조업뿐만 아니라 건설 부문에서도 발생한다. 후자의 경우, 매년 건물 철거 시 대량의 세라믹 폐자재가 발생하며, 철거된 건물 폐기물의 약 50%가 세라믹으로 구성된다. 건설 산업에서 발생하는 세라믹 폐자재는 폐기된 지붕 타일, 벽돌, 도기, 타일 및 아치형 천장 재료에서 주로 기인한다. 일반적으로 세라믹 폐자재는 매립지에 버려지며, 이는 대규모 토지 점유와 먼지 오염을 유발하여 심각한 환경 문제를 초래한다.¹²⁾

9) Helena Monteiro, Pedro L. Cruz, Bruna Moura, Integrated environmental and economic life cycle assessment of improvement strategies for a ceramic industry, 2022, Journal of Cleaner Production, Volume 345

10) Zhang, J., Zhang, H., Asutosh, A.T. et al, The environmental sustainability assessment of building ceramic manufacturing based on the LCA-energery approach, Environ Dev Sustain, 2023

11) RM, Senthamarai, P. Devadas Manoharan, Concrete with ceramic waste aggregate, Cement and Concrete Composites, 2005, Volume 27, Issues 9-10

12) Dylan D. Furszyfer Del Rio, Benjamin K. Sovacool, Aoife M. Foley, Steve Griffiths, Morgan

2-2. 사회 문제 하에서의 지속 가능한 ESG

ESG는 환경(Environment, E), 사회(Social, S) 및 지배구조(Governance, G)를 의미하며, 이는 보다 지속 가능하고 사회적으로 책임 있는 투자의 증가하는 요구를 충족시키기 위해 마련된 기준이다. ESG라는 개념은 2004년 유엔(UN)이 금융 기관들을 초청하여 발간한 공동 보고서 "Who Cares Wins"에서 처음 등장하였으며, 2021년에는 유엔의 기업 사회 책임(CSR) 이니셔티브에서 출발하여 전 세계적인 현상으로 발전하였고, 30조 달러 이상의 자산을 관리하게 되었다.¹³⁾ 전 세계적인 관점에서 볼 때, ESG는 환경, 사회 및 기업 지배구조를 포괄하는 개념으로서 각국이 지속 가능한 사회 발전을 추진하는 중요한 수단이 되었으며, 이에 대한 광범위한 관심과 실질적인 노력이 이루어지고 있다.¹⁴⁾ 지속 가능성 평가 시장은 지난 10년 동안 상당한 발전을 이루었으며, ESG는 경제적 참여자로서 뿐만 아니라 사회적 참여자로서도 연구되고 있으며, 이는 사회 내 다른 사회적 참여자의 행동에도 영향을 미치고 있다.¹⁵⁾ ESG는 기업과 회사들이 지속 가능한 개발 목표(SDGs)를 달성하기 위한 효과적인 도구로 사용되고 있으며, 점점 더 많은 정부, 사회 조직, 기업 및 기타 이해관계자들 사이에서 중요한 관심사로 부상하고 있다. 전 세계적으로 점점 더 많은 국가와 지역에서 ESG 요소를 기업의 비재무적 가치 평가 요소에 포함시킬 뿐만 아니라, 경제 발전, 사회 생활 등 거시적 차원으로 확대하고 있다. 예를 들어, 많은 조직과 기관들이 도시의 지속 가능한 발전을 지원하기 위해 ESG를 활용한 도시 단위의 설계와 연구를 진행하고 있다. 지속 가능한 개발 목표(SDGs)를 보다 잘 실현하기 위해, ESG와 지속 가능성 요구 간의 관계를 거시적 관점에서 탐구하는 것이 특히 중요하다.

Bazilian, Jinsoo Kim, David Rooney Decarbonizing the ceramics industry: A systematic and critical review of policy options, developments and sociotechnical systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2022, Volume 157, April

13) <https://www.gsi-alliance.org/members-resources/gsir/2022/>

14) <https://www.iii.tsinghua.edu.cn/info/1131/3609.htm>

15) Escrig-Olmedo E, Fernández-Izquierdo MÁ, Ferrero-Ferrero I, Rivera-Lirio JM, Muñoz-Torres MJ. Rating the Raters: Evaluating how ESG Rating Agencies Integrate Sustainability Principles. Sustainability. 2019

3. ESG 기반 세라믹 폐자재 재활용 사례 분석

3-1. ESG 기반 세라믹 폐자재 재활용 사례 분석 모델의 구축

〈표 1〉 사례 분석 모델

사례명	
이미지	
사례 개요	지역: 유형: 공법: 세라믹 폐자재 사용량:
요소	개요
E 환경 (Environment)	
S 사회 (Social)	
G 지배구조 (Governance)	
종합분석	

해당 분석 모델은 사례 이름, 사례 이미지, 소개, ESG 요소 분석, 종합 분석의 다섯 가지 부분으로 구성된다.

3-2. 세라믹 폐자재의 재활용 사례 분석

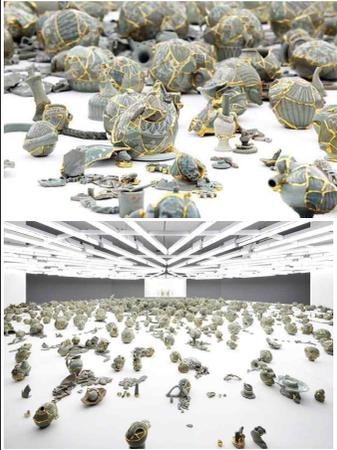
3-2-1. 한국 이수경(Yeesookyung) 도예 작품

이수경의 작품은 대영박물관, 서울시립미술관 등 국내외 여러 박물관에 소장되어 있으며, 국내외 대형 전시회에서도 여러 차례 전시된 바 있다. 이수경은 가치 없다고 여겨지는 폐기된 작품들을 사용하여, 세라믹 조각들을 접착제와 금으로 연결함으로써 새로운 형태로 재조립하고, 이를 통해 새로운 생명을 부여하였다. 그녀는 버려진 사물의 잠재력을 발견하고, 모든 기존 사물의 본래 모습을 중시하였다.¹⁶⁾

〈표 2〉 사례 1: 이수경의 도예 작품

사례명	이수경 도예 작품 (Translated Vase)
-----	--------------------------------

16) About the Artist | Yeesookyung [웹사이트], (2024.09.05.),
URL: <https://www.yeesookyung.com/home>.

이미지	
사례 개요	지역: 대한민국 서울 유형: 세라믹 예술 작품 공법: 에폭시 수지, 금박 세라믹 폐자재 사용량: 소량
요소	개요
E 환경 (Environment)	<ul style="list-style-type: none"> - 이수경의 작품은 세라믹 폐자재 조각을 활용하여 창작되었으며, 이는 세라믹 자원의 낭비를 줄이고, 예술가의 지속 가능한 창작과 환경 보호에 대한 신념을 반영하고 있다. - 세라믹 폐자재를 예술 창작의 원료로 사용함으로써 세라믹 원자재에 대한 수요를 줄였으며, 전통적인 소성 공법을 사용하지 않음으로써 소성 과정에서의 자원 소모와 환경 영향을 감소시켰다. - 세라믹 폐자재를 활용한 이 도예 작품은 쓰레기 예술(JUNK ART)의 미학적, 기능적 가치를 보여주며, 환경 보호 개념의 확산과 세라믹, 환경, 지속 가능성에 대한 대중의 관심을 촉진하고 있다.
S 사회 (Social)	<ul style="list-style-type: none"> - 이수경의 세라믹 예술 작품은 전통 세라믹 작품에서 발생한 세라믹 폐자재를 현대 예술 기법과 결합하여, 현대적 미감을 반영한 예술 작품을 창작하였다. 이는 한국의 세라믹 문화를 전승함과 동시에 문화의 혁신적 발전을 이루어냈다. - 이수경의 세라믹 예술 작품은 문화적 정체성에 대한 인식과 시대 및 재료에 대한 고찰을 반영하며, 본토 문화에 대한 정체성을 강화한다. - 이수경의 작품은 국내외 전시회에서 선보여졌으며, 전 세계 관객에게 세라믹 폐자재 재활용과 지속 가능한 발전이라는 환경 보호의 메시지를 전달하였다. 이는 강한 교육적 의미를 지니며, 대중이 예술과 환경 보호 활동에 적극적으로 참여하도록 촉진할 수 있다.
G 지배구조 (Governance)	<ul style="list-style-type: none"> - 이수경은 창작 과정에서 자신의 창작 이념을 공개하였으며, 세라믹 폐자재를 사용하는 것이 환경 예술에 대한 대중의 신뢰와 지지를 구축하는 데 기여하였다. - 이수경의 성공 사례는 다른 예술가들의 창작 활동과 관련 기관 및 환경 단체에 유용한 참고 자료를 제공하며, 대중이 지속 가능하고 책임감 있는 창작 방식을 채택하도록

	록 드러할 수 있다.
종합분석	<p>- 이수경의 작품은 대영박물관, 시카고 아트 인스티튜트 미술관, 보스턴 미술관 등 세계 유수의 기관에 소장되어 있다. 예를 들어, 시카고 아트 인스티튜트 미술관은 미국의 주요 미술관 중 하나로, 매년 약 150만 명의 방문객을 맞이한다. 또한, 여러 주요 매체에서도 관련 보도와 홍보가 이루어졌으며, 한국의 조선일보는 이수경이 깨진 도자기 조각을 이어 붙인 작품이 런던 대영박물관의 컬렉션 중 하나가 되었다고 전했다.</p> <p>- 이수경의 작품은 세계 각국의 주요 전시 회에도 초청되었으며, 그 중 제57회 베네치아 비엔날레에 참여한 바 있다. 130년의 역사를 자랑하는 베네치아 비엔날레는 세계에서 가장 권위 있는 문화 기관 중 하나로 평가받고 있다. 이수경은 세라믹 폐자재의 재활용을 통해 의미 있는 작품을 창작하였고, 개인적인 예술 언어가 뚜렷하게 드러나며, 예술 감상을 통해 대중에게 환경 보호 및 사회 교육의 긍정적인 메시지를 전달하는 데 기여하고 있다.</p>

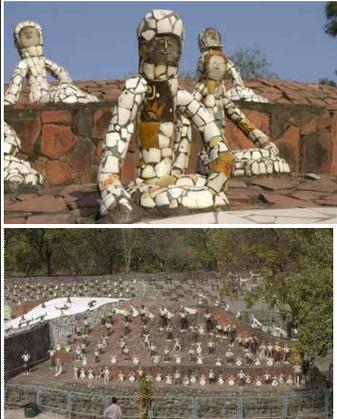
3-2-2. 인도 찬디가르 록 가든

찬디가르 록 가든(Rock Garden of Chandigarh)은 인도 예술가 네크 찬드(Nek Chand)가 1957년에 창작한 작품이다. 찬디가르 록 가든은 깨진 팔찌, 도자기, 기타 폐기물과 같은 재활용 소재로 만들어진 다양한 조각들로 구성되어 있다. 인도 찬디가르시에 위치한 네크 찬드(Nek Chand) 암석 정원은 환경 교육을 목적으로 한 관광 명소로, 매년 수백만 명의 방문객이 찾아온다. 1976년에야 정부에 의해 공식적으로 인정받아 공원으로 선포되었다. 찬디가르 록 가든은 '환경 예술'의 독창적이고 창의적인 전형으로 인정받아 여러 상을 수상하였다. 2002년에는 유네스코 세계문화유산 목록에 등재되었다. 2015년 이후 찬디가르 록 가든은 네크 찬드의 예술가 및 장인 팀에 의해 지속적으로 관리 및 확장되고 있다.¹⁷⁾

〈표 3〉 사례 2: 찬디가르 록 가든

사례명	찬디가르 록 가든 (Rock Garden of Chandigarh)
-----	--

17) Rock Garden Chandigarh-Artistic Marvel[웹사이트], (2024.09.05.),
URL: <https://chandigarhexplore.com/rock-garden/>

이미지	
사례 개요	<p>지역: 인도 찬디가르</p> <p>유형: 공간 장식</p> <p>공법: 모자이크 기법</p> <p>세라믹 폐자재 사용량: 중간</p>
요소	개요
E 환경 (Environment)	<p>- 예술과 창의성을 통해 세라믹 폐자재를 건축 자재로 활용하여 정원의 건설 및 장식에 적용함으로써 환경을 미화하는 동시에 생태적, 문화적 가치를 높였다.</p> <p>- 세라믹 폐자재의 재활용을 통해 이 조각 정원은 폐기물 처리 과정에서 발생하는 환경 부담을 효과적으로 줄였다.</p> <p>- 세라믹 폐자재를 사용함으로써 새로운 건축 및 장식 자재를 완전히 사용하지 않음으로써 자원 재활용을 촉진하고, 자원 채굴과 낭비를 줄이는 데 기여하였다. 이는 점토 자원의 채굴 감소, 제조 과정에서의 탄소 배출 및 에너지 소비 절감 등 자연 환경 보호에 도움이 된다.</p>
S 사회 (Social)	<p>- 찬디가르 록 가든은 세라믹 폐자재를 가치 있는 자원으로 전환함으로써 대중의 환경 보호 의식과 지속 가능한 발전에 대한 이해를 높이는 데 기여하고 있다.</p> <p>- 이 프로젝트는 많은 방문객과 자원봉사자를 끌어들이며, 지역 주민과 방문객들이 함께 환경 보호에 참여하도록 유도함으로써 지역 사회의 결속력과 참여 의식을 강화하였다.</p> <p>- 세라믹 폐자재를 활용하여 예술 작품과 공간을 창조함으로써, 찬디가르 록 가든은 전통 공예를 활용하면서도 현대 예술의 혁신성을 보여주었다. 이러한 이유로 2002년 찬디가르 록 가든은 유네스코 세계문화유산으로 등재되었으며, 중요한 문화유산의 일부로 자리잡았다.</p>
G 지배구조 (Governance)	<p>- 1997년, 이 정원은 네크 찬드(Nek Chand)의 작업을 지원하고 록 가든에 대한 전 세계적인 인식을 높이기 위해 설립된 등록된 사선 단체인 '네크 찬드 재단(Nek Chand Foundation)'을 설립하였다. 이 재단의 프로젝트에는 조사 수행, 시급히 필요한 서류처리와 홍보 자료 출판, 전시회 개최 및 반년마다 진행되는 자원봉사자 여행 조정 등이 포함되며, 이는 네크 찬드와 그의 예술 작품을 기념하고 지원하는 데 중</p>

	<p>점을 두고 있다.</p> <p>- 찬디가르 록 가든 유지 및 발전 협회 (Society for the Maintenance and Development of Rock Garden, Chandigarh)는 찬디가르의 유명한 록 가든을 유지, 보존 및 향상시키는 데 주력하는 조직이다. 이 정원의 건설과 유지에는 철저한 프로젝트 관리가 필요하며, 이는 정부, 재단, 지역 사회 및 자원봉사자들의 공동 노력 없이는 이루어질 수 없다. 공경하고 투명하며 책임 있는 관리 방식은 모든 이해관계자의 적극적인 참여와 협력을 보장하고 있다.</p>
종합분석	<p>- 이 정원은 유네스코 세계유산 목록에 등재된 찬디가르의 주요 관광지로서, 매년 500만 명 이상의 방문객을 유치하고 있으며, 1976년 정식 개장 이래로 현재까지 1억 명 이상의 방문객이 다녀갔다. 이로 인해 이 정원은 전 세계 예술계와 환경 보호 분야에서 중요한 랜드마크로 자리 잡았다. 몇몇 학술 논문에서는 찬디가르 암석 정원과 같은 프로젝트가 건강한 환경을 조성할 뿐만 아니라, 방문객, 특히 젊은 학생들에게 창의적인 방식으로 세라믹 폐자재를 활용하는 환경 교육의 기회를 제공한다고 언급하고 있다.</p> <p>- 이 정원은 세라믹 폐자재를 재활용한 혁신적인 형태를 통해 폐기물 재활용의 가능성을 보여주며, 대중의 환경 보호 의식을 높이고 효과적인 거버넌스와 지역 사회 참여를 촉진한다. 또한, 도예 워크숍, 그림 수업, 환경 보호에 관한 인터랙티브 프로그램 등을 통해 미적 경험과 공간 경험을 제공하여 대중의 참여도를 크게 높이고 있다.</p> <p>- 이 정원은 연중 다양한 예술 전시회, 음악회 및 문화 축제를 개최하여 문화 중심지로서의 역할을 하고 있으며, 예술가, 지역 주민, 방문객 간의 미적, 창의적, 예술적 연결고리를 형성한다. 또한, 이 정원은 지역 관광 산업의 성장에 기여하고, 지역 경제 활성화와 일자리 창출에 기여하였다. 따라서 이 정원은 환경 지속 가능성, 사회 통합, 그리고 훌륭한 거버넌스의 모범 사례로 평가 받고 있다.</p>

3-2-3. 중국 장시성 경덕진 어요 박물관

장시성 경덕진시는 중국의 중요한 도자기 생산지 중 하나이며, 경덕진 어요 (景德鎮 御窯) 박물관은 중국의 공공 연구 기관으로서 어요청 국가 고고학 유적 공원의 문화재 보호 및 전시와 경덕진 내 고고학 연구와 관련된 업무를 담당한다. 이 박물관은 소규모 주제성 박물관으로, 명청 시대의 어요 제작과 발굴된 도자기를 전시하고 있다. 박물관의 건축 면적은 약 10,400㎡로, 그중 지하 부분의 면적은 약 7,800㎡이며, 지상 건축 면적은 약 2,600㎡이다. 지하층은 일부 2층 구조이며, 지상은 8개의 쌍곡면 아치 구조로 이루어져 있으며, 건물 높이는 9m이다. 주요 건축 자재는 세라믹 폐자재

인 가마 벽돌, 콘크리트, 목재로 이루어져 있다. 건축 설계는 주재 건축사인 주유와 청화대학 건축설계연구원 유한회사가 담당하였다.¹⁸⁾

〈표 4〉 사례 3: 장시성 경덕진 어요 박물관

사례명	장시성 경덕진 어요 박물관 (Jingdezhen Imperial Kiln Museum)
이미지	
사례 개요	<p>지역: 중국 장시성</p> <p>유형: 건축 구조</p> <p>공법: 가마 벽돌 혼합 조적</p> <p>세라믹 폐자재 사용량: 중간</p>
요소	개요
E 환경 (Environment)	<p>- 박물관이 중국의 중요한 도자기 생산지에 위치해 있기 때문에, 박물관 건축 시 현지 도자기 산업에서 발생한 세라믹 폐자재인 폐가마 벽돌을 사용하였다. 이는 지역 특색을 반영함과 동시에 건축 자재와 운송 비용을 절감하고, 환경 및 자원에 미치는 영향을 최소화하였다. 이러한 세라믹 폐자재의 재활용을 통해 자원의 순환 이용을 실현하고, 새로운 원자재에 대한 수요를 줄였으며, 건축 과정에서 탄소 발자국을 효과적으로 감소시켜 친환경 건축 개념을 확산시키는 데 기여하였다.</p> <p>- 박물관의 아치형 구조는 현지 전통 가마에서 영감을 받아 설계되었으며, 전통 건축 공법을 존중하고 계승하려는 의지를 담고 있다. 또한, 이 건축 설계는 현지 기후 특성을 활용하여 자연 채광과 자연 환기를 구현하였으며, 인공 조명과 냉난방 시스템에 대한 의존을 줄여 에너지 소비를 절감함으로써 에너지 절약과 배출 감소를 중시하였다. 이는 문화와 환경의 조화로운 공존을 완벽하게 보여준다.</p>

18) Jingdezhen Imperial Kiln Museum | Studio Zhu Pei [웹사이트], (2024.09.05.), URL: <http://www.studiozhupei.com/show/?id=747&page=1&siteid=1>

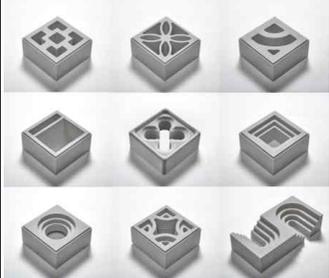
<p>S 사회 (Socila)</p>	<p>- 이 박물관은 세라믹 폐자재를 재활용한 건축물로, 전통적인 박물관 건축 디자인과 차별화되었으며, 독특한 자재와 형태는 온라인에서 화제가 되었다. 특별한 디자인 덕분에 많은 관광객들이 이 박물관을 방문하여 사진을 찍고 기록을 남기고 있다. 이 박물관은 경덕진 천년 도자기 문화의 중요한 상징으로, 풍부한 역사적 가치를 보여준다. 관광업을 통해 지역 경제를 활성화시키고, 더 많은 일자리와 경제 성장을 가져왔다. 2021년 개관 이후 2023년 7월 23일 24시까지 관람객 수는 총 2,043,375명에 달했다.</p> <p>-이 박물관은 문화 및 교육의 중심지로서 대중에게 중국 전통 도자기 제작 역사와 기술에 대한 이해를 제공한다. 지역 학교와 커뮤니티와의 협력을 통해 다양한 문화 활동을 전개하며, 박물관 내에서는 전시회, 워크숍, 청소년 제2교실, 자원봉사 프로그램 등 여러 문화 교육 프로그램을 운영하고 있다. 이를 통해 대중의 감상 능력과 문화적 정체성을 강화시키고, 경덕진 지역 문화를 방문객에게 소개하며, 학습과 여가를 위한 공간을 제공해 지역 사회의 결속력을 강화하고 도시의 이미지와 홍보 효과를 높였다.</p>
<p>G 지배구조 (Governance)</p>	<p>- 어요 박물관의 설계 개념, 건축 품질 및 운영 효율성은 높은 수준의 관리와 투명성을 반영한다. 예를 들어, 정기적으로 공식 웹사이트와 소셜 미디어를 통해 관련 보고서를 공개하고, 관련 작업 진행 상황을 투명하게 공개하며, 지역 사회, 학자 및 방문객과의 소통을 유지하고 있다. 경덕진이 국가급 문화유산으로 지정된 만큼, 이 박물관의 건축은 관련 정책의 지원을 받았으며, 관련 환경 및 문화 보호 법규를 엄격히 준수하여 지속 가능한 운영 방식을 보장하고 있다.</p> <p>- 어요 박물관은 지방 정부, 문화 학술 기관, 비정부 조직 및 지역 사회와 긴밀히 협력하여 문화재 보호, 문화 보호, 환경 보호 및 사회 개발 프로젝트를 공동으로 추진하고 있다. 이러한 협력 활동을 통해 박물관의 사회적 영향력과 문화 확산 효과가 증대되었다.</p>
<p>종합분석</p>	<p>- 현지 전통 가마는 보통 약 80회 정도 소성을 거치며(약 2~3년간), 이 가마의 가마 벽돌은 수명이 다하면 열 축적 성능이 저하되어 교체된다. 폐기된 옛 가마 벽돌은 새 벽돌과 혼합되어 지역 주택 건축의 주요 자재로 사용되며, 이러한 재사용 전통은 경덕진 지역에서 천 년 가까이 지속되어 왔다. 현대의 새로운 건축 공법, 자재, 미학적 변화에 따라 이 전통은 여전히 이어지고 있지만, 빠르게 감소하고 있다. 어요 박물관은 새 가마 벽돌과 옛 가마 벽돌을 혼합해 쌓는 전통을 계승하고 있으며, 심지어 새 벽돌에도 폐기된 오래된 도자기 조각을 분쇄한 모래가 혼합되었다. 이곳에 사용된 280만 개의 벽돌은 철거된 가마에서 남겨진 신 벽돌과 재생 벽돌의 혼합물이다. 회수된 가마 벽돌을 건축 구조에 활용함으로써 독특한 형태의 공간을 조성하고, 문화적 기억을 보존하며 지역의 자연과 문화 환경을 존중</p>

<p>했다. 지역 자재와 공법을 사용하고, 주변 역사 유적을 보호하고 융합함으로써 환경 보호에 대한 책임을 다했다.</p> <p>- 이 박물관 건축은 2017년 'The Architectural Review 미래 건축상'과 유럽 '2022년 벽돌상 최고상' (the Grand Prize Winner of Brick Award 22) 을 수상하였다. 재활용 자재와 에너지 절약 설계를 통해 환경 영향을 줄였을 뿐만 아니라, 사회적 측면에서 지역 문화와 경제 발전을 촉진하고, 거버넌스 측면에서도 소중한 역사적 문화유산을 효과적으로 보호하였다.</p>

3-2-4. 광동금록능 에너지 테크놀로지 유한공사

광동금록능(廣東金綠能) 에너지 테크놀로지 유한공사는 2017년에 설립된, 광동금의도(KITO) 세라믹 그룹의 전액 출자 자회사로, 녹색 생태 문명의 발전 이념을 실천하는 첨단 기술 기업이다. 금록능의 구성 제품 체계는 현재 네 가지 주요 시리즈로 구성되어 있으며, 각각 선(線) 시리즈, 예술적인 레이저 컷 시리즈, 외벽 장식판 시리즈, 공예(부조) 구성 시리즈로 나뉩니다. 이 제품들은 건축 외벽 장식, 건축 내벽 분할, 바닥 단열 및 소음 차단, 교통 소음 차단벽, 산업용 소음 저감 등 다양한 분야에 널리 사용되고 있다. 이 제품들은 중국 국가발전개혁위원회(NDRC)의 《산업구조조정지도목록》에서 장려 산업으로 지정되었으며, 《탄소 정점 실행 방안》에서 국가적으로 보급 및 적용이 권장되는 녹색 저탄소 제품에 속한다. 또한, 이 회사는 중국의 첨단 기술 기업으로도 선정되었다.¹⁹⁾

〈표 5〉 사례 4: 광동금록능 (廣東金綠能) 에너지 테크놀로지 유한공사

<p>사례명</p>	<p>광동금록능 에너지 테크놀로지 유한공사 발포세라믹친환경에너지절약소재</p>
<p>이미지</p>	

19) About US, KitoCeramics [웹사이트], (2024.09.05.), URL: <https://www.kitoceramics.com/page/about-us.html>

	
사례 개요	지역: 중국 광둥성 유형: 건축자재 공법: 발포세라믹스 세라믹 폐자재 사용량: 많음
요소	개요
E 환경 (Environment)	- 해당 회사에서 사용되는 세라믹 폐자재는 일부 자사의 타일 생산 과정에서 발생한 불량 제품에서 비롯되며, 나머지는 타 세라믹 회사의 산업 고형 폐기물, 하천 퇴적물, 광산 폐석 등에서 공급된다. 이러한 방식으로 고형 폐기물의 활용률은 85%에 달하며, 자원 낭비와 자연 자원의 소비를 줄이고, 쓰레기 매립지 공간에 대한 수요를 감소시킨다. 또한, 에너지 효율이 높은 생산 기술과 고형 폐기물을 도입함으로써 전통적인 세라믹 산업에 비해 생산 과정에서의 탄소 배출을 줄일 수 있다.
S 사회 (Social)	- 해당 회사의 설립과 운영은 생산 지역 내 고용 기회를 제공하여 지역 경제 발전에 기여하고 있다. - 또한, 상업적 홍보 활동을 통해 대중에게 세라믹 폐자재 재활용과 환경 보호에 대한 인식을 제고하고, 지속 가능한 소비 생활 방식을 장려할 수 있다. - 이 회사는 사회적 책임을 다하는 제품을 통해 건축 및 장식 산업에 더욱 미관적이고, 에너지 효율적이며, 환경 친화적인 건축 자재를 제공함으로써 도시의 아름다움과 인류의 거주 환경 개선에 기여하고 있다.
G 관리 (Governance)	- 해당 회사는 중국의 환경 보호 법규와 산업 표준을 준수하여, 생산 과정과 제품이 지속 가능한 발전 요구에 부합하도록 하고 있다. - 다자간 협력 및 국제 협력을 통해 금록능 회사는 세라믹 폐자재 재활용과 지속 가능한 발전 프로젝트를 더욱 효과적으로 추진할 수 있다.
종합분석	- 2024년, 해당 회사는 장시성 경덕진에 23만 평방미터 규모의 녹색 산업단지를 설립하여 생산 능력, 시장 경쟁력 및 산업 가치를 더욱 강화했다. 이 회사는 다양한 친환경 건축 자재를 개발하여 국제 시장에 진출하였으며, 전 세계 디자이너들에게 더 많은 자재 선택과 디자인 가능성을 제공하였다. 금록능의 세라

믹 폐자재 제품은 자원 순환을 통해 제품 혁신을 이루고, 생태적 발자국을 줄이며, 상업적 성공을 이루어 환경 보호와 지속 가능한 발전에 기여하고 있다. 이를 통해 사회적 인식과 기업의 경쟁력을 높였다.

- 금록능 기술의 생산 기지는 매년 50만 톤 이상의 고체 폐기물을 소비하며, 고체 폐기물 종합 이용률은 85%에 달하고, 2차 원생 순환 이용률은 100%에 이른다. 이 회사는 녹색 지속 가능한 발전과 '탄소 중립' 목표를 추진함으로써 친환경 건축 자재를 제공하고, 경덕진 등 중국 도자기 생산지의 산업 전환과 업그레이드에 기여하고 있다. 이 회사의 제품은 공공 프로젝트에서 시공 프로세스를 간소화하고 시공 효율을 높여 프로젝트의 조기 완료와 비용 절감을 가능하게 한다. 예를 들어, 십언(十壩) 유니버설 허브 프로젝트에서는 전통 자재와 비교하여 59일의 공사 기간을 절감하고 1,868.33만 위안의 비용을 절감하였다. 또한 이 회사의 발포 세라믹 벽체 패널을 사용함으로써 벽체 두께가 얇아져 1,600㎡ 이상의 벽면 면적이 줄어들었고, 이를 통해 상업 공간이 확장되며 상업적 수익률이 향상되었다. 금록능의 제품은 이러한 장점 외에도 새로운 친환경 건축 자재를 설계하여 세라믹 폐자재 재활용을 촉진하고 건축 산업의 업그레이드와 발전을 추진하고 있다.

3-3. 사례 분석 결과

앞서 분석한 내용을 종합해보면, 세라믹 폐자재 재활용 사례는 가공 정도에 따라 크게 조가공과 정가공의 두 가지로 나눌 수 있다. 또한, 각 사례의 특성을 바탕으로, ESG(환경, 사회, 거버넌스) 관점에서 세라믹 폐자재 재활용이 가지는 가치를 정리할 수 있다.

첫 번째 독립 예술가의 사례는 예술가 개인의 강한 예술적 언어와 미학적 가치를 드러내며, 대중에게 환경 보호와 세라믹 폐자재 재활용, 문화 전승의 중요성을 알리는 데 기여하였다. 하지만, 실제로 사용된 세라믹 폐자재의 양은 상대적으로 적다.

두 번째 사례는 개인의 창작 행위에서 시작하여, 지역 정부가 개입하면서 대중과 지역 사회의 참여를 이끌어낸 사례다. 이 사례는 환경 보호와 문화 전승의 측면에서 긍정적인 역할을 했으며, 세라믹 폐자재의 사용량은 중간 수준이었다.

세 번째 사례는 지방 정부가 주도한 공식 프로젝트로, 관광객과 지역 주민들에게 큰 호응을 얻었다. 이 프로젝트는 현지 세라믹 폐자재의 재활용을 통해 자원 낭비를 줄이고 환경 보호를 촉진했을 뿐만 아니라, 지

역 주민들의 문화적 기억과 정체성을 확장하는 데 기여하였다. 문화적 공간에서 대중이 문화적 정체성을 느낄 수 있도록 한 것이 특징이다.

네 번째 사례는 기업 주도의 프로젝트로, 세라믹 폐자재 사용량이 가장 많았지만, 폐기물 재활용의 특성이 뚜렷하지 않고 비용이 높았으며, 홍보가 미흡했다. 이로 인해 대중의 인식도가 낮았고, 제품의 환경 친화적 속성이 시각적으로 충분히 전달되지 못해 대중의 관심이 떨어졌다. 제품의 문화적 속성과 예술적 디자인 부가가치를 높일 여지가 있다.

3-4. ESG관점의 세라믹 폐자재 설계 재활용 전략 제시

환경 보호 전략 (E): 세라믹 폐자재를 건축 자재로 재활용하여 천연 자원 의존도를 줄이고, 생산 과정에서 환경에 미치는 부정적 영향을 최소화 할 필요가 있다. 또한 예술과 디자인 분야에서 세라믹 폐자재를 널리 활용함으로써 문화적, 미학적 가치를 높이고, 예술 전시를 통해 환경 보호 및 지속 가능한 발전 메시지를 전달하여 환경 보호를 촉진할 필요가 있다.

사회적 이익 전략 (S): 지역 사회가 세라믹 폐자재의 회수 및 재활용 프로젝트에 적극 참여하도록 장려하여 대중의 환경 인식과 참여도를 높이고, 새로운 방법과 기술의 개발을 촉진하며, 예술 관련 교육 과정과 지역 사회 미화 활동을 통해 대중의 미적 감각과 예술적 경험을 향상시켜, 프로젝트 협업을 통해 더 많은 일자리와 경제적 수익을 창출하여 지역 주민의 행복감과 소속감을 높이는 방안이 필요하다.

거버넌스 구조 전략 (G): 다자간 협력을 위한 거버넌스 프레임워크를 구축하여 관련 기업, 정부 및 지역 사회 간의 협력을 촉진하고, 세라믹 폐자재 관리에서의 협업을 보장하는 전략을 제시하고자 한다. 또한, 관련 정책의 제정과 시행을 통해 보다 합리적이고 효과적인 관리 메커니즘을 구축하고, 더 많은 친환경 기업의 참여를 촉진하여 세라믹 폐자재의 지속 가능한 이용을 실현하고, 지역 사회, 도시 및 환경 등 다양한 차원의 지속 가능한 발전을 촉진할 필요가 있다.

4. 결론

본 연구는 세라믹 폐자재 재활용의 지속 가능성 가치를 명확히 하기 위해, 먼저 세라믹 폐자재와 관련된

문제 및 그로 인한 영향을 설명하였다. 이어서, 세라믹 산업의 폐자재 총량과 현황을 관련 배경과 함께 논의하고, 전 세계적으로 공통적으로 직면한 문제들 속에서 지속 가능한 발전 목표(SDGs)와 ESG의 개념이 어떻게 제시되었는지, 그리고 ESG 관점에서 세라믹 폐자재에 대한 지침적 의미를 고찰하였다. 또한, 세라믹 폐자재 재활용 사례를 연구 대상으로 하여, 세 가지 사례의 활용 방식을 설명하고 분석하였다. 이러한 세라믹 폐자재 재활용 사례들을 바탕으로, 다음과 같은 ESG 기반의 세라믹 폐자재 재활용에 대한 관점과 고찰을 제시하였다.

첫째, 세라믹 폐자재 재활용은 환경, 자원, 사회 모두에 중요한 의미를 가지며, ESG의 세 가지 요소에 대한 평가 기준을 충족시키기 위해서는 다방면에서의 적극적인 참여가 필요하다. 이를 통해 세라믹 폐자재의 보다 가치 있는 지속 가능한 발전을 함께 구축할 수 있다.

둘째, 지역 사회의 참여와 협력을 강화해야 하며, 세라믹 재료가 지닌 문화적 가치와 미적 속성을 활용하여, 지역 주민, 기업, 디자이너들이 세라믹 폐자재의 회수와 재활용 창작 활동에 참여하도록 독려해야 한다.

셋째, 세라믹 폐자재의 발생을 줄이고, 원천에서부터 폐자재의 회수와 활용을 촉진해야 한다. 세라믹 폐자재의 발생은 주로 세라믹 산업 내 기술적 요인에 영향을 받으며, 시대의 발전에 따라 관련 소성 기술도 점진적으로 혁신되고 있어, 제품의 불량률이 점차 낮아지고 있다. 또한, 새로운 기술은 세라믹 폐자재의 재활용을 촉진하고 생산 비용 문제를 줄이는 데 기여할 수 있다. 아울러, 세라믹 폐자재 회수 시스템의 개선이 필요하며, 정부, 산업, 기업 등 다방면의 협의를 통해 관련 제도, 법률, 규정의 수립과 관리의 시행을 더욱 완벽하게 구축할 수 있다. 또한, 세라믹 폐자재 재활용 기술의 장벽을 더욱 낮추기 위해 학계 간 교류, 산업, 기업, 단체, 개인 간의 다차원적 협력이 필요하며, 이를 통해 예술과 디자인 방법을 활용하여 세라믹 폐자재 재활용의 다양성을 높이고 지속 가능한 발전을 실현할 수 있다.

세라믹 폐자재의 문화적, 지역적 특성을 결합하여, 재활용의 미학적 가치를 높이고, 세라믹 폐자재의 문화적 및 미적 영향을 증대시키며, 환경 보호 의식과 재생 자재 사용에 대한 수용성 및 지속 가능한 발전에 대한 인식을 더욱 제고할 수 있다.

참고문헌

1. Kingery WD, Bowen HK, Uhlmann DR. Introduction to ceramics. 2nd ed. New York: Wiley; 1976.
2. Anna Halicka, Pawel Ogrodnik, Bartosz Zegardlo, Using ceramic sanitary ware waste as concrete aggregate, Construction and Building Materials, 2013, Volume 48
3. Agata Lo Giudice, Carlo Ingrao, Maria Teresa Clasadonte, Caterina Tricase, Charles Mbohwa, Life cycle assessment for highlighting environmental hotspots in the Sicilian traditional ceramic sector: the case of ornamental ceramic plates, Journal of Cleaner Production, 2017, Volume 142, Part 1
4. Javier García-Ten, Michele Dondi, José Víctor M.B. Vieira Lisboa, Mónica Vicent Cabedo, Luis Pérez-Villarejo, Elisa Rambaldi, Chiara Zanelli, Critical raw materials in the global high-throughput ceramic industry, Sustainable Materials and Technologies, 2024, Volume 39
5. Dylan D. Furszyfer Del Rio, Benjamin K. Sovacool, Aoife M. Foley, Steve Griffiths, Morgan Bazilian, Jinsoo Kim, David Rooney, Decarbonizing the ceramics industry: A systematic and critical review of policy options, developments and sociotechnical systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2022, Volume 157, April
6. Escrig-Olmedo E, Fernández-Izquierdo MÁ, Ferrero-Ferrero I, Rivera-Lirio JM, Muñoz-Torres MJ. Rating the Raters: Evaluating how ESG Rating Agencies Integrate Sustainability Principles. Sustainability. 2019
7. F. Pacheco-Torgal, S. Jalali, Reusing ceramic wastes in concrete, Construction and Building Materials, Volume 24, Issue 5, 2010
8. Helena Monteiro, Pedro L. Cruz, Bruna Moura, Integrated environmental and economic life cycle assessment of improvement strategies for a ceramic industry, Journal of Cleaner Production, 2022, Volume 345
9. Kai Ding, Anjie Li, Jingxiang Lv, Fu Gu, Decarbonizing ceramic industry: Technological routes and cost assessment, Journal of Cleaner Production, 2023, Volume 419
10. R.M. Senthamarai, P. Devadas Manoharan, Concrete with ceramic waste aggregate, Cement and Concrete Composites, 2005, Volume 27, Issues 9-10
11. Zhang, J., Zhang, H., Asutosh, A.T. et al. The environmental sustainability assessment of building ceramic manufacturing based on the LCA-emergy approach. Environ Dev Sustain, 2023
12. www.archdaily.cn
13. www.ceramicworldweb.com
14. chandigarhexplore.com
15. depts.washington.edu
16. www.gsi-alliance.org
17. www.iii.tsinghua.edu.cn
18. www.kitoceramics.com
19. www.studiozhupei.com
20. www.yeesookyung.com