

콘크리트 압출 노즐의 요구사항 분석을 위한 비정형 패널 제작 실험

An Experiment on the Manufacture of Free-Form Panel for Analysis of the Requirements of Concrete Extrusion Nozzles

김혜권¹ · 윤종영² · 이동훈^{3*}

Kim, Hye-Kwon¹ · Youn, Jong-Young² · Lee, Donghoon^{3*}

Abstract : With the development of technology, interest in the implementation of free-form buildings is increasing, and research on producing free-form panels is being conducted accordingly. Since free-form buildings are curved and consist of geometric shapes, there are many problems with the production technology of free-form panels that implement them. Due to the inability to reuse molds, the cost of disposal of construction waste and waste of manpower for assembly increase the construction period and construction cost. To improve these limitations, a 3D printed concrete nozzle for FCP production was developed. However, this technology is not quantitatively extruded according to the shape of the panel, and there is a problem that residues are generated. Therefore, an free-form panel extrusion experiment was conducted to analyze the limitations of existing nozzles and to analyze the requirements for the development of new concrete extrusion nozzles. Existing nozzles were unable to be quantitatively extruded, resulting in errors. Due to the weak pressure of the screw and the inability to adjust the internal pressure, detailed extrusion speed control was impossible, and residue generation in the opening and closing device seemed to be the cause. Therefore, a pump capable of quantitative concrete pressure transfer and a pressure control device for easy extrusion of concrete are required. In addition, it is judged that it is necessary to develop an opening and closing device and an extrusion device that do not generate residues. The results of this study are expected to provide information for FCP production and production and to be a basic study of technologies necessary for the production of free-form building panels.

키워드 : 비정형 콘크리트 패널, 콘크리트 노즐, 압출

Keywords : free-form concrete panel, concrete nozzle, extrusion

1. 서론

1.1 연구의 목적

최근 비정형 건축물이 국가 경쟁력의 지표로 자리하며 설계 비율이 증가하고 있다. 기술의 발전으로 건설산업에서 비정형 건축물의 구현에 관심이 높아지고 있으며 이에 따른 비정형 패널을 제작하는 연구가 수행되고 있다. 비정형 건축물은 곡선 형태를 띄며 기하학적인 형태로 이루어져 있어 높은 정밀도가 요구되지만 이를 구현하는 비정형 패널의 생산 기술은 많은 한계가 있다. 비정형 패널은 각 패널마다 상이한 곡률을 가지기 때문에 맞춤형 제작되어 거푸집의 재사용이 불가능하다. 이는 사용이 끝난 후 건설폐기물로 이어지며 건설 폐기물의 처리 비용과 조립을 위한 인력 낭비로 공기와 공사비가 증가한다[1]. 또한 비정형 거푸집의 설계는 첨단기술인 반면 제작은 인력이 사용되기 때문에 제작과정에서 오차가 발생한다[2]. 이러한 한계점을 개선하기 위하여 다양한 연구가 수행되고 있으며, 그 중 FCP(Free-form Concrete Panel) 제작용 3D 프린팅 콘크리트 노즐이 개발되었다. 그러나 이 기술은 패널 형상에 맞춰 정량 압출이 되지 않으며 잔여물이 발생하는 문제점이 존재한다. 이에 본 연구에서는 비정형 패널 압출 실험을 통해 기존 노즐의 한계를 분석하고, 새로운 콘크리트 압출 노즐 개발을 위한 요구사항을 분석하고자 한다.

2. 기존연구의 고찰

2.1 비정형 콘크리트 패널 생산용 콘크리트 압출 노즐

Youn[2]은 펌퍼빌리티, 워커빌리티, 압출성, 시공성, 유동성을 반영하여 FCP 제작용 3D 프린팅 콘크리트 노즐을 개발하였다. 본 장비는 노즐부, 개폐부, 제어부로 구성되며 그림 1과 같다. 콘크리트가 믹싱탱크에 공급되면 압출용 스크류에 의해 압출된다. 스크류 회전용 모터로 회전 방향을 정회전에서 역회전으로 변경하여 압출을 멈추면 개폐장치를 이용해 압출구를 차단한다.

1) 한밭대학교, 석사과정

2) 한밭대학교, 박사과정

3) 한밭대학교, 교수, 교신저자(donghoon@hanbat.ac.kr)

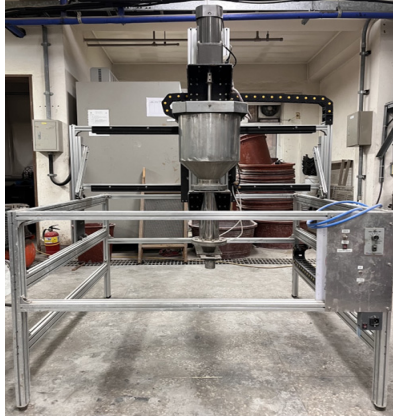


그림 1. FCP 제작용 3D 프린팅 콘크리트 노즐

3. 본론

본 연구에서는 기존 노즐의 한계를 분석하고, 새로운 콘크리트 압출 노즐 개발을 위한 요구사항을 분석하고자 비정형 패널 압출 실험을 진행하였다. 실험 과정에서 스크류의 압력이 약하고 내부압력의 조절이 불가하여 세밀한 압출속도 제어가 불가능했다. 결과적으로 콘크리트를 믹싱탱크에 정량 압송해도 콘크리트의 양이 적을 경우 스크류에 헛도는 문제가 발생했기 때문에 정량 압출이 불가하여 오차가 발생했다. 또한 개폐장치의 구조상 압출구를 차단해도 잔여물이 발생하여 패널 형상에 영향을 미쳤다. 전술된 한계점을 개선하기 위한 요구사항으로 콘크리트 정량 압송이 가능한 펌프와 콘크리트의 용이한 압출을 위한 압력 제어방식의 장치가 요구된다. 또한 잔여물이 발생하지 않는 개폐장치와 압출구의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

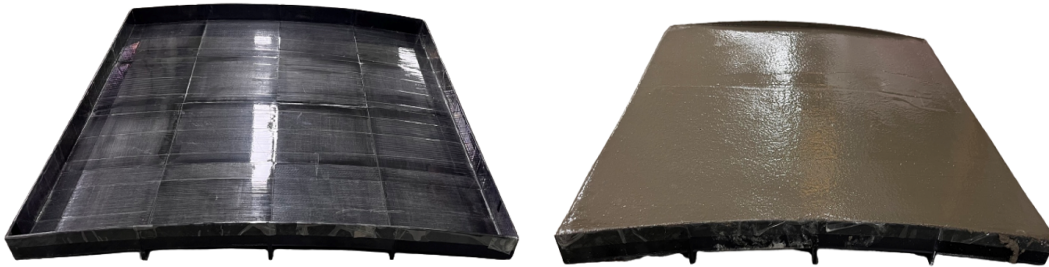


그림 2. 비정형 거푸집 및 비정형 콘크리트 패널

4. 결론

본 연구에서는 비정형 패널 압출 실험을 통해 기존 노즐의 한계를 분석하고, 새로운 콘크리트 압출 노즐 개발을 위한 요구사항을 분석하였다. 본 연구의 결과는 FCP 제작 및 생산을 위한 정보를 제공하고 비정형 건축물 패널 제작에 필요한 기술의 기초연구가 될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 2023년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단(과제번호: 2020R1C1C1012600)의 일환으로 수행된 연구를 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 김도영. 비정형 콘크리트 패널의 생산데이터 자동생성을 위한 수학적 알고리즘. 한국건축시공학회지. 2022. pp. 565-575.
2. 윤종영. 비정형 콘크리트 패널 생산용 콘크리트 압출 노즐 개발 연구. 한밭대학교 석사학위. 2022. p. 74.