

정밀한 FCP 제작을 위한 콘크리트 압출 방식 연구

A Study on the Concrete Extrusion Method for Precision FCP Fabrication

김혜권¹ · 김지혜¹ · 김성진² · 이동훈^{3*}

Kim, Hye-Kwon¹ · Kim, Ji-Hye¹ · Kim, Sungjin² · Lee, Donghoon^{3*}

Abstract : Free-form buildings have a curved shape and are composed of geometric shapes, which require high precision. Therefore, this study proposed a new extrusion method, a piston method, that improves the precision of FCP by automatically extruding a predetermined amount of concrete by improving the aforementioned limitations. The technology to extrude a predetermined amount of concrete by applying pistons is expected to shorten construction period and increase economic efficiency by improving the precision and productivity of free-form panels.

키워드 : 압출, 3차원 프린팅, 비정형 콘크리트 패널

Keywords : extrusion, 3D printing, free-form concrete panel

1. 서론

1.1 연구의 목적

최근 향상된 설계 및 시공기술을 바탕으로 비정형 건축물이 국가 경쟁력의 지표로 자리하며 설계 비율이 증가하고 있다. 비정형 건축물은 곡선 형태를 띠며 기하학적인 형태로 이루어져 있어 높은 정밀도가 요구된다. 그러나 이를 구현하는 비정형 패널의 제작 기술엔 많은 한계가 있다. 비정형 패널은 각 패널마다 상이한 곡률을 가지기 때문에 맞춤형 제작된다. 따라서 거푸집의 재사용이 불가능하기 때문에 거푸집의 사용이 끝난 후 건설폐기물로 처리된다. 이는 건설 폐기물의 처리 비용이 증가하며 새로운 거푸집 조립을 위한 인력 낭비와 공사비 증가로 이어진다[1]. 또한 비정형 거푸집의 설계는 첨단기술인 반면 제작은 인력이 사용되기 때문에 제작과정에서 오차가 발생한다[2].

이러한 한계점을 개선하기 위하여 자동으로 FCP(Free-form Concrete Panel)를 제작하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있으며, 그 중 FCP 생산용 3D 프린팅 콘크리트 노즐이 개발되었다. 그러나 이 기술은 비정형 패널 형상에 맞춰 정량 압출이 되지 않으며 압출구에 잔여물이 발생한다. 또한 세밀한 압출속도 제어가 불가하며 자동으로 정량의 콘크리트를 압출하지 못한다는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 전술된 한계를 개선하여 자동으로 콘크리트를 정량 압출함으로써 FCP의 정밀도를 향상시키는 새로운 콘크리트 압출 방식을 제안하고자 한다.

2. 선행연구 고찰

2.1 요구사항 분석

김도영[1]은 기존 노즐의 한계를 분석하고, 새로운 콘크리트 압출 노즐 개발을 위한 요구사항을 그림 1과 같이 분석하였다. 요구사항으로 크게 압력 제어, 압출성, 펌퍼빌리티로 분류했다. 압력 제어의 기능으로는 압력제어 방식의 정량압출 장치와 자동으로 압출량 조절이 가능한 기술 개발이 필요하다. 또한 압출성의 기능으로는 잔여물이 발생하지 않는 개폐장치의 개발, 콘크리트 끊김 현상을 감소시키기 위한 압출구의 개발이 요구된다. 마지막으로 펌퍼빌리티의 기능으로는 압송 속도 조절이 가능해야 하며, 정량의 콘크리트 압송이 가능한 장치의 개발이 필요하다[3].

1) 한밭대학교, 석사과정

2) 한밭대학교, 교수

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

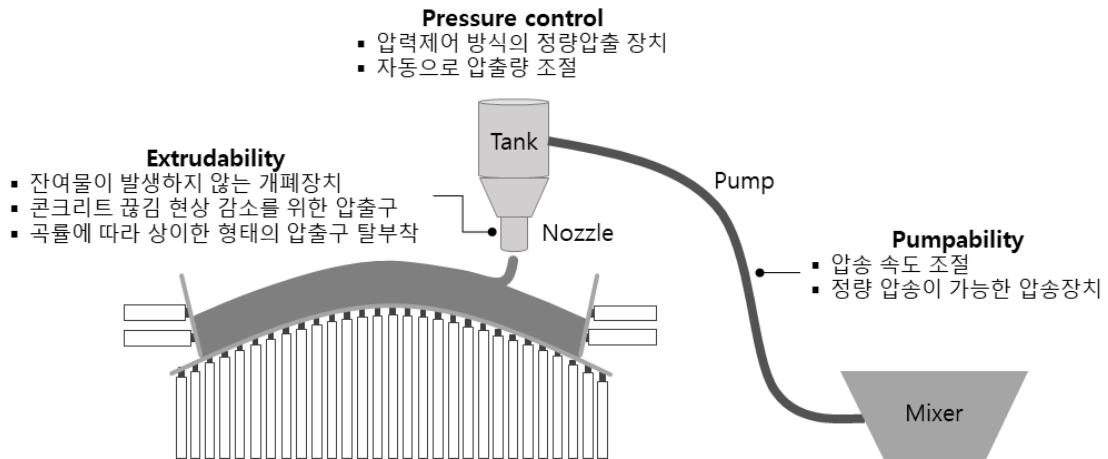


그림 1. 노즐의 요구사항 분석

3. 본론

본 연구에서는 기존 노즐의 한계를 개선하여 새로운 콘크리트 압출 방식으로 피스톤을 적용하였다. 이 방식은 자동으로 콘크리트를 정량 압출시키며 정밀하게 FCP를 제작하기 위해 고안된 피스톤의 압력을 이용한 콘크리트 압출용 3D 프린팅 기술이다. 본 기술은 실린더부, 피스톤부로 구성된다. 콘크리트는 실린더에 공급되며 피스톤의 압력에 의해 압출된다. 피스톤은 상하 왕복운동 방식으로 압력제거와 압출속도를 제어하여 콘크리트를 압출/정지시키는 기능을 한다. 피스톤이 전진(Push)하면 콘크리트를 압출하고, 압출이 종료되면 피스톤을 후진(Pull)시켜 압출을 정지시킨다. 이러한 피스톤 방식은 곡률에 따라 세밀하게 압출량을 조절하여 자동으로 정량의 콘크리트를 압출할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 기존 노즐의 요구사항을 토대로 정밀한 FCP 제작을 위한 새로운 콘크리트 압출 방식을 제안하였다. 피스톤을 적용하여 콘크리트를 정량으로 압출하는 기술은 비정형 패널의 정밀도 및 생산성을 향상시켜 원가절감과 공기단축을 통해 경제적 효율성을 높일 것으로 예상된다. 또한 본 연구의 결과는 3D 프린팅 기술관련 건축분야 및 자동화 장비, FCP 생산 기술 발전에 기여할 것으로 기대된다.

감사의 글

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

참고문헌

1. 김도영. 비정형 콘크리트 패널의 생산데이터 자동생성을 위한 수학적 알고리즘. 한국건축시공학회지. 2022. 제22권 6호. p. 565-575.
2. 윤종영. 비정형 콘크리트 패널 생산용 콘크리트 압출 노즐 개발 연구. 한밭대학교 석사학위. 2023. 74 p.
3. 김혜권. 콘크리트 압출 노즐의 요구사항 분석을 위한 비정형 패널 제작 실험. 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집. 2023. 제23권 1호. p. 91-92.