CNC machine에 의해 생산 가능한 FCP 크기의 결정요인

Decision Factors on Free-form Concrete Panel Sizes Produced by CNC Machines

임 지 영* 이 동 훈** 문 유 미*** 김 선 국****
Lim, Jeeyoung Lee, Donghoon Moon, Yu-Mi Kim, Sunkuk

Abstract

Demands for free-form buildings are on the rise, but such building designs require most cost and longer construction schedule, with less constructability due to challenges in construction member production and installation. FCP production technology has been developed using CNC machine in a bid to resolve the difficulties of member production. Exterior finishing panels of free-form building design must be divided in size and shape that can be produced by CNC machine. To solve this problem, constraints of CNC machine and correlations between CNC machine and panel need to be reviewed. Thus, the purpose of this study is to analyze decision factors on free-form concrete panel sizes produced by CNC machines. Through this study, FCP size can be optimized, which in turn can lead to improved FCP productivity and aesthetical quality of free-form building designs determined by the pattern of exterior finishing panels. CNC machine-enabled free-form concrete panel production technology will apply on site in the future, which will not only maximize the economic benefits of the technology but also support shorter construction schedule and better constructability.

키 워 드 : FCP(비정형 콘크리트 패널), 패널 분할, CNC 장비, 패널 생산, 비정형 건축물
Keywords : FCP(Free-form Concrete Panels), panelization, CNC machine, producing panels, free-form building(Irregular building)

1. 서 론

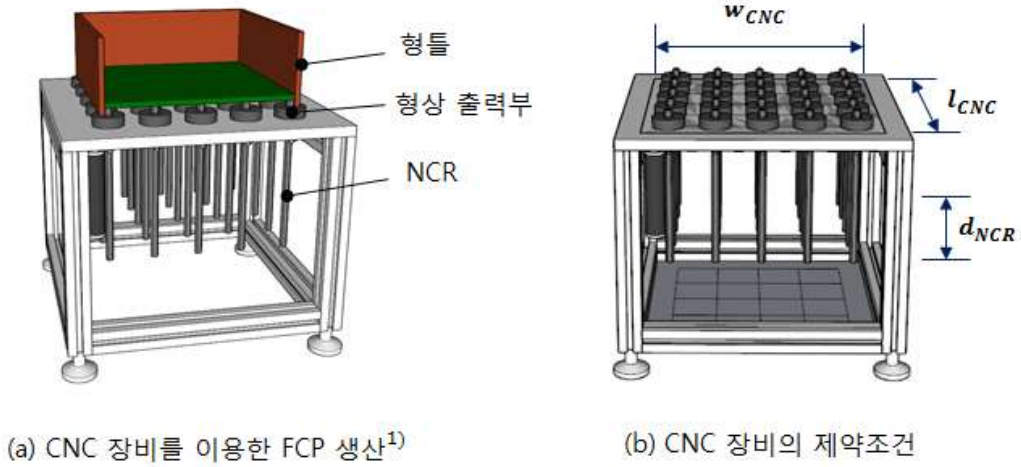
비정형 건축물의 수요는 증가하고 있지만, 시공 시 부재 생산 및 설치의 어려움으로 인해 원가증가, 공기증가, 시공성 저하 등의 문제가 발생한다[1]. 부재 생산의 어려움을 해결하기 위해 CNC(Computerized Numeric Control) 장비을 활용하여 FCP를 생산하는 기술을 개발하였다[2)3)]. 비정형으로 설계된 건축물의 외부마감 패널은 CNC 장비로 생산 가능한 크기와 형태로 분할되어야 한다. 이를 위해, 장비의 제약조건, 장비와 생산부재의 상관관계 등에 대한 검토가 필요하다. 따라서 본 연구의 목적은 CNC 장비에 의해 생산 가능한 FCP 크기의 결정요인을 분석하는 것으로 한다.

2. CNC machine에서 생산 가능한 FCP 크기의 결정요인 분석

비정형 건축물의 외부마감 패널은 CNC 장비로 생산 가능한 크기와 형태로 분할되기 위해서는, 먼저, CNC 장비의 제약조건에 대해 분석되어야 한다. FCP를 생산하기 위해 개발된 CNC 장비는 그림 1의 (a)와 같고[2)], 그림 1의 (b)와 같이 정의된 w_{CNC}, l_{CNC}, d_{NCR}는 CNC 장비로 생산 가능한 부재의 최대 가로 길이, 최대 세로 길이, 최대 높이를 의미한다.

CNC 장비에 의해 생산 가능한 FCP 크기를 결정하기 위해서는 FCP의 크기 산정에 대한 정의가 이루어져야 한다. FCP의 크기는 그림 2의 (a)와 같이 w_p, l_p, h_p로 나타낼 수 있고, 이것은 FCP의 가로, 세로, 높이를 의미한다. 가로와 세로 길이는 CNC 장비의 가로와 세로 길이에 한정되고, 높이는 CNC 장비의 NCR(Numerical Control Rod)가 상하로 움직일 수 있는 범위에 한정된다. FCP의 가로와 세로의 길이는 그림 2의 (b)와 같이 FCP의 각 꼭지점에서 평면으로 수직으로 직교하는 점을 연결하면 FCP의 투영면적이 되고, 이것은 FCP의 투영면적에 의해 생산면적을 결정할 수 있다. 이것을 외부마감 패널과 함께 나타내면 그림 2의 (c)와 같다. FCP의 가로, 세로, 높이를 고려하여 비정형 건축물의 외부마감 패널을 분할하여야 한다.

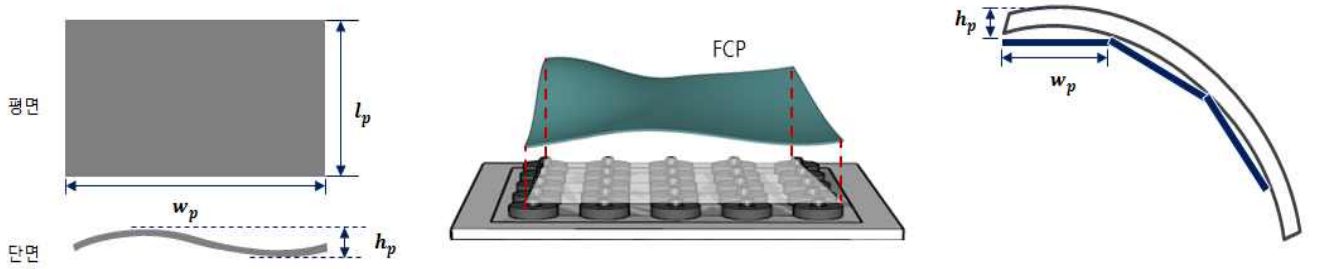
* 경희대학교 건축공학과 박사과정
** 경희대학교 건축공학과 연구원, 공학박사
*** 경희대학교 테크노경영대학원 교수
**** 경희대학교 건축공학과 교수, 교신저자(kimskuk@khu.ac.kr)



(a) CNC 장비를 이용한 FCP 생산[1)] (b) CNC 장비의 제약조건

그림 1. CNC machine

CNC 장비로 FCP를 생산하기 전, 생산 가능한 크기의 FCP인지에 대한 판별이 이루어져야 한다. FCP의 크기는 공사비, 공기를 고려하여 효율적인 크기로 분할되어야 한다. 이를 위해 CNC 장비로 한 번에 생산 가능한 크기를 두 번으로 분할되어 생산되지 않아야 하므로 $\frac{1}{2}w_{CNC} < w_p < w_{CNC}$, $\frac{1}{2}l_{CNC} < l_p < l_{CNC}$, $h_p < d_{NCR}$을 만족하여야 한다.



(a) FCP 크기 (b) FCP의 생산면적 (c) 외부마감 패널 분할에 따른 FCP 크기

그림 2. CNC 장비와 FCP의 상관관계

3. 결 론

본 연구는 비정형으로 설계된 건축물의 외부마감 패널을 CNC 장비으로 생산 가능한 크기와 형태로 분할하기 위하여, 장비의 제약조건, 장비와 생산부재의 상관관계 등 CNC 장비에 의해 생산 가능한 FCP 크기의 결정요인을 분석하였다. 본 연구를 통해 FCP size의 최적화가 가능하고, size 최적화는 FCP 생산성을 향상시킬 수 있고 외부마감 패널의 pattern에 의해 결정되는 비정형 건축물의 심미성을 확보할 수 있다. 향후 CNC machine에 의해 비정형 콘크리트 패널을 생산하는 기술의 현장적용이 가능하고, 기술의 경제적 효과를 극대화할 뿐만 아니라 공기단축, 시공성 증가가 가능할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (No. 2013R1A2A2A01068297)

참 고 문 헌

1. 이강, 비정형 건축의 시공 문제점들, 대한건축학회지, 제52권 제4호, pp.63~65, 2008.4
2. 이동훈, 비정형 건축물의 시공 및 관리기술 연구, 경희대학교 박사학위 논문, 2015.2
3. 김근호, 비정형 콘크리트 부재의 생산 및 관리기술 개발, 경희대학교 석사학위 논문, 2014.2