

비정형 콘크리트 패널의 수학적 알고리즘을 이용한 생산-설치 데이터 생성모델 기초연구

A Basic Study on Data Estimation Model of Production-installation Using Mathematical Algorithm in Free-Form Concrete Panel

손 승 현* 김 선 국**
Son, Seung-Hyun Kim, Sun-Kuk

Abstract

Unlike the past, supported by the development of digital technologies, free-form buildings are frequently designed with creative thoughts of architectural designers. However, there are some difficulties preventing successfully completion of projects, like reduced productivity and increased construction duration and cost upon the process of producing and installing concrete panels for free-form structures. In particular, there are active studies on the CNC machine for production of free-form concrete panels. Yet, it is difficult to effectively and easily come up with information on production and installation of free-form, curve-surfaced panels which are difficult to be mathematically defined. This requires a lot of manpower and time to implement the curved surfaces of free-form buildings as intended by architects. Accordingly, it needs a model that can effectively create production-installation data of free-form concrete panels for successful free-form building projects. Thus, the purpose of the study is to suggest data estimation model of production-installation using mathematical algorithm in free-form concrete panels. The study results will realize effective production and installation of free-form concrete members, allowing improved productivity of projects, reduced cost and shortened construction duration.

키 워 드 : 비정형 콘크리트 패널, 수학적 알고리즘, 생산-설치 데이터 생성모델, CNC

Keywords : free-form concrete panel, mathematical algorithm, data estimation model of production-installation

1. 서 론

비정형 건축물은 콘크리트 패널의 생산 및 설치 과정에서 생산성 저하, 원가상승, 공기증가 등 프로젝트를 성공하기에 어려운 난관이 존재한다. 이동훈(2015)는 비정형 콘크리트 패널을 생산하기 위하여, 자체 개발한 CNC(Computerized Numerical Control)장비를 이용하여 x축, y축 상의 좌표에 곡면데이터를 형성하는 z값을 수치 제어하였다.¹⁾ 그러나 실제 시공된 비정형 곡면 데이터를 활용하여, 장비의 형상구현 실험에 관한 연구를 하였고, 데이터 생성정보에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 특히, 수학적 정의가 어려운 곡면 패널의 생산 및 설치정보가 효율적으로 생성되기 어려워, 비정형 건축물의 곡면을 건축가의 의도대로 구현하기에는 많은 인력과 시간이 투입된다. 따라서 본 연구에서는 비정형 콘크리트 패널의 수학적 알고리즘을 이용한 생산-설치 데이터 생성모델을 제시하는 데에 그 목적이 있다.

2. 수학적으로 정의된 비정형 곡면의 생산-설치 데이터 생성모델

본 연구에서는 비정형 곡면의 생산-설치 데이터를 쉽고 효율적으로 생성하기 위하여 수학적으로 정의된 비정형 곡면을 그림1과 같이 구현하였다. 그림1의 비정형 곡면은 xy 평면상에 $600mm$ 간격으로 (x, y) 좌표를 정의한 뒤, $z = 0.2 * (x^2 - y^2)$ 로 설정하였다. 데이터화 된 비정형 곡면의 절대좌표를 이용하여 CNC장비 사이즈에 맞게 그림2와 같이 패널 분할을 진행하였다. 분할된 패널의 CNC생산좌표 변환은 그림3과 같이 각 패널의 기준점을 설정하여, 기준점에 대한 상대좌표를 이용한다면, 생산정보를 쉽고 빠르게 확인 가능하다. 생산좌표 산정식은 (1)과 같다.

$$Z_G - Z_{object} = Z_L \quad \text{-----} \quad (1)$$

여기서, Z_G : 각 패널의 절대좌표(Global) Z값, Z_{object} : 각 패널의 기준점 Z값, Z_L : 각 패널의 상대좌표(Local) Z값을 뜻한다. 또한,

* 경희대학교 건축공학과 석사과정

** 경희대학교 건축공학과 교수, 교신저자(kimskuk@khu.ac.kr)

각 패널의 생산을 위해 설정된 기준점들은 각 패널의 위치좌표를 나타낸다. 기준점들의 절대좌표는 비정형 곡면을 형성하는 좌표로서, 그림4와 같이 생산된 패널을 기준점의 절대좌표에 맞춰 설치한다면 보다 효과적으로 설치가 가능하다. 설치의 용이성을 위하여, 기준점은 패널의 좌측하단 포인트로 설정하였다.

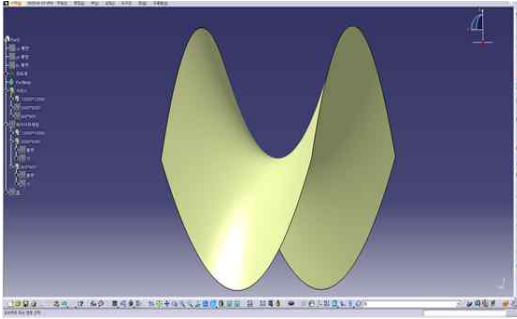


그림 1. 수학적으로 정의된 비정형 곡면생성

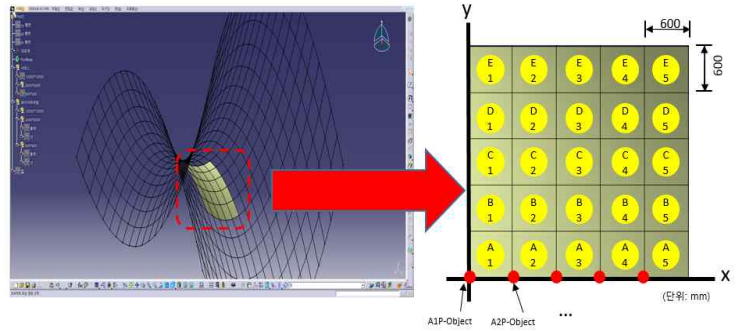


그림 2. CNC장비 사이즈에 맞게 패널분할 및 넘버링

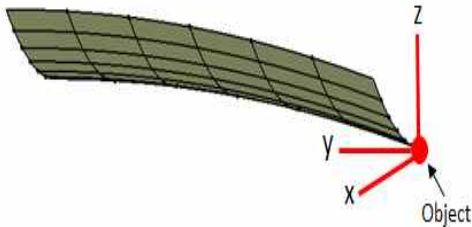


그림 3. 비정형 패널의 CNC생산좌표 생성

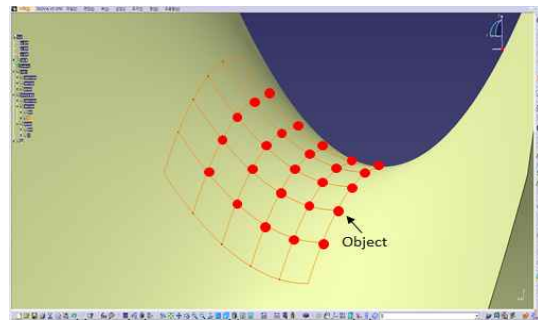


그림 4. 비정형 패널의 설치 위치좌표 생성

표 1. B5패널 CNC생산좌표 (단위:mm)

z	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇
y ₁	0	100	200	310	420	530	650
y ₂	-30	70	170	280	390	500	620
y ₃	-60	40	140	250	360	470	590
y ₄	-90	10	110	220	330	440	560
y ₅	-130	-30	70	180	290	400	520
y ₆	-170	-70	30	140	250	360	480
y ₇	-220	-120	-20	90	200	310	430

표 2. 비정형 패널 설치좌표 (단위:mm)

object	A	B	C	D	E
1	(0,0,0)	(0,600,-70)	(0,1200,-290)	(0,1800,-650)	(0,2400,-1150)
2	(600,0,70)	(600,600,0)	(600,1200,-220)	(600,1800,-580)	(600,2400,-1080)
3	(1200,0,290)	(1200,600,220)	(1200,1200,0)	(1200,1800,-360)	(1200,2400,-860)
4	(1800,0,650)	(1800,600,580)	(1800,1200,360)	(1800,1800,0)	(1800,2400,-500)
5	(2400,0,1150)	(2400,600,1080)	(2400,1200,860)	(2400,1800,500)	(2400,2400,0)

3. 결 론

수학적으로 정의된 비정형 곡면은 생산 및 설치 데이터를 쉽게 확인 가능하며, 그에 따른 비정형 건축물의 효율적인 패널 생산과 설치로 인하여 생산성 향상, 원가 및 공기단축이 가능할 것 이라 기대한다.

감사의 글

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIP) (No. 2013R1A2A2A01068297).

참 고 문 헌

1. 이동훈, 비정형 건축물의 시공 및 관리기술 연구, 경희대학교 박사학위 논문, 2015,2
2. 김근호, 비정형 콘크리트 부재의 생산 및 관리기술 연구, 경희대학교 석사학위 논문, 2014,2