

# 비정형 패널 분할 시 영향요인 분석

## Analysis of influence factors on panelizing of free-form buildings

이 동 훈\*

임 지 영\*\*

김 선 국\*\*\*

Lee, Donghoon

Lim, Jeeyoung

Kim, Sunkuk

### Abstract

New technologies using a CNC machine to reduce the production cost of free-form buildings are being developed. To produce free-form members with such technologies, a vast free form building should be first divided into multiple panels that can be produced. Considering the curved surface of free-form buildings, the shape and size of divided freeform panels vary, which will lead to a great deal of errors. Currently, the engineers and designers complete the panelizing work through trials and errors even in large-scale projects, which results in increased construction duration and cost. Thus, it is necessary to develop a freeform panelizing technology to maximize the economic effects of free-form concrete member production technology. The purpose of the study is to analyze influence factors on panelizing of free-form buildings, which is a preceding research for development of a panelizing technology. The influence factors drawn will provide a core basis for development of panelizing technologies for free-form buildings.

키 워 드 : 비정형 패널, 영향요인, 패널 분할 기술, CNC 장비

Keywords : Free-form Panel, influence factors, panelizing technology, CNC machine

## 1. 서 론

비정형 건축물의 생산원가를 줄이기 위해 CNC장비를 활용한 새로운 기술들이 개발되고 있다.<sup>1)</sup> 이러한 기술을 활용하여 비정형 부재의 생산을 위해서는 거대한 비정형 건축물을 생산가능한 다수의 패널로 분할하는 작업이 선행되어야 한다. 비정형 곡면의 특성상 분할된 패널(Free-form Panels)의 형태와 크기는 다양하며 이는 많은 오류를 발생시킬 수 있으며<sup>2)</sup> 이는 공사기간과 원가 증가의 원인이 된다.<sup>3)</sup> 따라서 비정형 콘크리트 부재의 생산기술의 경제적 효과를 극대화하기 위해 비정형 패널 분할 기술의 개발이 필요하다. 본 연구는 분할 기술개발을 위한 선행연구로 비정형 건축물의 패널 분할 영향요인 분석을 목적으로 한다.

## 2. 비정형 패널 분할 시 영향요인

비정형 패널은 그림 1과 같이 생산단계, 설치단계 그리고 디자인 측면을 고려하여 분할되어야 한다. 패널의 생산단계는 CNC 장비를 사용하여 패널의 형상을 제작하는 단계이다. CNC 장비가 생산할 수 있는 부재의 크기와 곡률은 한계가 있다. 또한 이 단계에서 몇 번의 소운반이 필요하기 때문에 이를 고려한 크기와 중량이 제한된다. 패널의 설치단계에서 고려해야 할 작업은 스페이스 프레임(Space frame) 제작과 조인트 처리 그리고 양중작업이다. 비정형 패널을 고정하는 스페이스 프레임(Space frame)은 구조적 성능과 형상에 한계가 있다. 또한 비정형 패널의 조인트는 패널의 형상에 따라 위치와 절단 방향이 결정되어야 한다. 양중작업은 타워크레인 모바일크레인 등의 장비를 사용하여 패널을 스페이스 프레임에 설치하는 작업으로 장비의 용량과 설치 높이 등의 조건에 따라 패널의 중량과 크기가 제한될 수 있다. 마지막으로 디자인 측면에서 줄눈의 위치와 형태는 건축물의 심미성을 고려하여 전문가의 검토를 거쳐 설정되어야 한다. 그림 2는 패널 분할의 영향요인인 곡률, 크기, 중량 그리고 형상의 개념을 보여준다. 그림 2의 (A)는 곡률이 없는 패널로 형상의 영향을 크게 받지 않는 부재이며 (B)와 같이 변화가 심한 부재는 곡률(a)과 형상(b)을 고려하여 분할된다.

패널의 분할 계획 수립 절차는 도출된 영향요인을 반영하여 생산 계획, 양중, 설치계획에 대한 검토가 필요하다. 또한 건축물이 완성되었을 때 아름다운 형상이 구현될 수 있도록 심미적 측면을 고려한다. 패널의 분할 계획 절차는 그림 3과 같이 심미적 요인을 고려한 가상의 그리드 설정 단계와 생산 및 설치 단계에 대한 검토(Step 1~3)로 구성된다. 그림 3의 우측에 'Project DB'는 건축물의 디자인, 구조 그리고 시공을 위한 가설계획 등 분할 계획을 검토하기 위한 모든 정보를 포함한다. 분할계획을 단계별로 검토한 후 적정하지 않은 경우 계획을 수정하여

\* 경희대학교 건축공학과 연구원, 공학박사

\*\* 경희대학교 건축공학과 박사과정

\*\*\* 경희대학교 건축공학과 교수, 공학박사 (kimsuk@khu.ac.kr)

다른 분할계획을 수립하는 방식으로 진행된다. 절차도 상의 '가상의 그리드'는 비정형 부재를 분할하기 위한 절단선 개념이며 다양한 각도와 크기의 그리드를 생성하여 분할 계획을 수립한다.

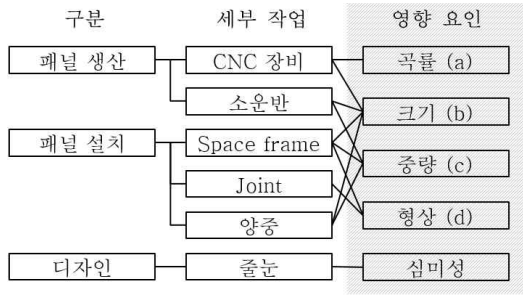


그림 1. 작업별 영향요인 분류

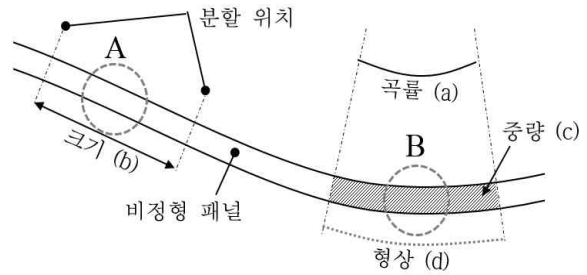


그림 2. 패널 분할 및 영향요인 개념도

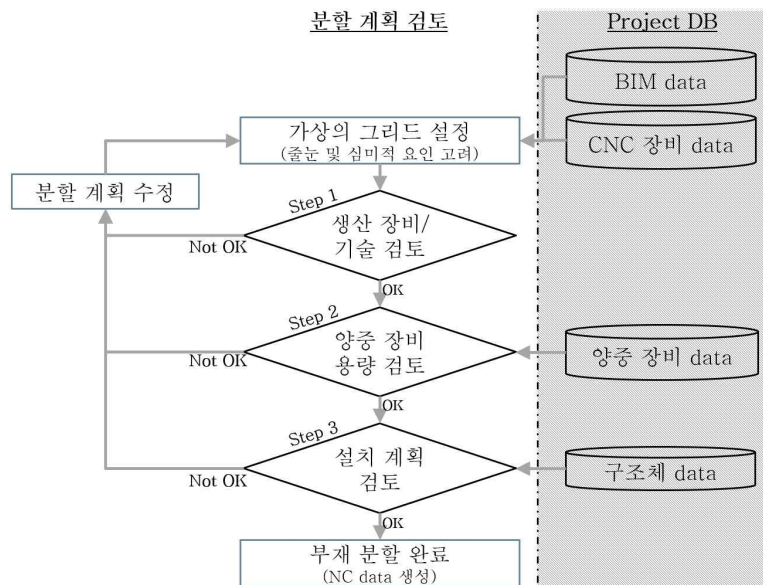


그림 3. 패널 분할계획 검토 프로세스

### 3. 결론

본 연구는 비정형 패널의 분할기술개발을 위한 선행연구로 영향요인을 도출하였으며 분할 계획의 검토 프로세스를 제안하였다. 영향요인은 패널 생산, 설치 그리고 디자인 측면에서 검토한 결과 곡률, 크기, 중량, 형상 그리고 심미성으로 도출된다. CNC 장비와 양중작업 등 패널 분할에 제한을 주는 요인들은 분할계획 검토 시 반드시 고려되어야 할 사항이므로 본 연구에서 제안한 패널 분할계획 검토프로세스를 적용하여 시공단계에서 발생할 수 있는 문제를 제거해야 한다. 본 연구의 결과를 근거로 디자인을 고려한 분할기술과 자동화 알고리즘 등이 향후 연구로 진행될 필요가 있다.

### 감사의 글

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

### 참고 문헌

1. 이동훈, 장택배, 김선국, 비정형 건축물을 위한 PCM 몰드의 성능개선 기초연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제34권 제2호, pp.569~570, 2014.10
2. Kwon, O., Lee, G., Kim, S., Sin, Y., Hwang, J., & Chae, K., INTEROPERABILITY ISSUES IN CROSS-DISCIPLINARY COLLABORATIONS OF IRREGULARLY SHAPED BUILDINGS: THE CASE OF DONGDAEMUN DESIGN PLAZA AND PARK, International Conference on Construction Engineering and Management, pp.331~337, 2009
3. 이동훈, A Study of Construction and Management Technology of Free-form Buildings, 경희대학교 박사학위논문, 2015.2