Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 19, No. 9 pp. 333-340, 2018

https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.9.333
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

비정형 건축물의 외피시스템 설계를 위한 전·후처리 모듈 개발

박세희*, 정성진, 이재승
한남대학교 건축공학과

A Development of Pre and Post Processor for Design of Surface System of Free Form Building

Se-Hee Park*, Sung-Jin Jung, Jae-Sung Lee
Division of Architectural Engineering, Hannam University

요 약 최근 비정형 건축구조물은 건설 산업의 디지털화로 인해 점점 더 복잡한 형상으로 디자인되고 있다. 특히, 외관 및 내부 구성요소들의 단면이 자유롭게 변화되는 곡선 및 곡면의 형태를 띠고 있으며, 그로 인해 곡률을 가진 구조부재들이 빈번히 나타나고 있다. 이러한 구조물의 모형을 작성하고 안정성을 평가를 하는데 있어, 고전적 방식의 유한요소 해석기법이 적용된 상용프로그램들은 신속한 형상 모델링이 불가능하여 생산성 저하를 초래하고 있다. 따라서 본 연구에서는 선행연구를 통해 개발된 구조해석 통합시스템을 확장하여 비정형 외피 형상을 신속하게 모델링하고, 그 결과물을 이용하여 외피를 구성하는 프레임 구조를 자동으로 생성할 수 있는 전후처리 모듈을 개발하였다. 본 연구에서 개발된 전후처리 모듈은 스플라인 곡선 및 곡면의 세분화 알고리즘을 적용하여 NURBS곡면의 형상정보를 통해 해석요소를 자동으로 생성하고, 해석 후의 변형 형상을 보다 현실적으로 가시화 시킬 수 있도록 개발되었다. 본 연구를 통해 개발된 전후처리 모듈은 복잡한 곡면 형상을 신속하게 구축하고, 그에 따른 하부 골조시스템의 해석모형을 자동으로 생성할 수 있어 향후 비정형 건축물 설계의 생산성 향상에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract Recently, free-form buildings have been designed with complex shapes due to digitization of the construction industry. Exterior and interior components of free-form buildings have free cross sections and curved shapes. Therefore, structural members with curvature are frequently seen. In the modeling and stability evaluation of these structures, commercial programs using classical finite element analysis are not able to perform rapid shape modeling, resulting in a decrease in productivity. Therefore, in this study, pre- and post-processing modules were developed using a prior study to rapidly model the surface of a free-form building and to automatically generate frame structures that make up the cladding. The developed modules use a subdivision algorithm with spline curves. This algorithm is used to automatically generate analytical elements from the configuration information of NURBS curves. In addition, the deformation after analysis can be viewed more realistically. The modules can quickly construct complex curved surfaces. An analysis model of the frame structure was also automatically generated. Therefore, the modules could contribute to the productivity improvement of free-form building design.

Keywords : Free form building, Surface system, Structural analysis, Pre processor, Post processor

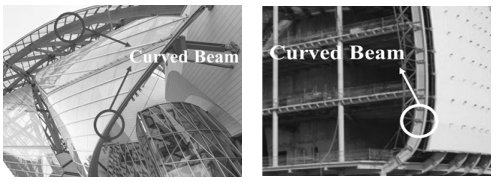
1. 서론

최근 비정형 건축구조물은 건설 산업의 디지털화로 인해 점점 더 복잡한 형상으로 디자인되고 있다. 특히, 2방향 곡률을 가진 복잡한 형상의 입면 디자인은 현대의 디자인 패턴 중 하나로 자리 잡게 되었다. 이에 따라 비

본 논문은 한국연구재단 연구과제로 수행되었음. 과제번호 2017R1A6A3A01009395
*Corresponding Author : Se-Hee Park(Hannam Univ.)
Tel: +82-10-2990-7820 email: destiny2021@naver.com
Received June 7, 2018 Revised (1st June 27, 2018, 2nd June 28, 2018)
Accepted September 7, 2018 Published September 30, 2018

정형 입면을 시공하기 위한 스페이스 프레임 구조의 한계를 극복하고, 시공 정밀도를 향상시키기 위해 CNC 가공기술을 이용하여 곡선 및 곡면 부재를 제작하여 시공하는 공법들이 적용됨[1]에 따라 Fig. 1에 보이는 바와 같이 곡률을 가진 구조부재들이 빈번히 나타나고 있다.

선행연구에서는 범용 구조해석 프로그램들을 통해 이러한 비정형 구조부재 생성 시 한계성을 분석하고 이를 해결하기 위한 방법론을 제시하였다.[2-3] 또한, 자유형상 부재의 생성 및 수정이 용이한 NURBS 기반의 구조해석 통합시스템을 구축하였다. 선행 연구를 통해 개발된 통합시스템의 주된 기능은 곡선 및 곡면 부재의 해석요소를 효율적으로 생성하기 위한 모델링 기능으로 곡선 형상의 기하정보로부터 등매개변수보요소(Isoparametric Beam Element)를, 곡면 형상의 기하정보로부터 다수의 6자유도 쉘요소(Shell Element)를 생성한다. 본 연구에서는 선행연구를 통해 개발된 통합시스템을 확장하여 입면 형상에 따라 비정형 구조부재들을 사용하는 프레임 구조를 자동으로 생성하고 안정성 검토를 수행하기 위한 기능 구현 방법을 제시하고자 한다.



(a) (b)

Fig. 1. Buildings using curved beams
(a) Louis Vuitton Foundation
(b) Heydar Aliyev Center

2. 본론

2.1 비정형 건축물 설계 협업의 문제점

디지털 설계 기술의 발전은 단조로운 건축물의 형태를 탈피할 수 있는 자유를 안겨주었으나, 건축물의 형상 설계와 구조 설계 사이의 긴밀한 상호 작용은 여전히 미흡한 실정이다. 아직까지 건축 프로젝트에서 형상 설계와 구조 설계 시 활용하는 디지털 프레임워크는 서로 다르기 때문에 형상 설계로부터 구조 설계 업무로 이어지는 과정에서 데이터의 변환이 이루어져야 한다. 특히, 비정형 건축물은 형상의 복잡함으로 인해 구조 설계 업무에서 다시 형상 데이터를 생성해 내기가 어려우므로 형상 설계에서 생성한 모델링 데이터를 필수적으로 활용하고 있다.[4-5] 이러한 이종 간의 활용 디지털 도구의 차이로 인해 프로젝트의 전체 공정과정에서 상당한 작업부하가 초래되는 문제가 발생한다.[6] 이를 개선하기 위해 최근 형상 설계와 구조해석을 통합하기 위한 방법론이 대두되었는데, 아이소-지오메트릭(Isogeometric) 해석을 이용하여 CAD와 CAE(Computer-Aided Engineering)가 결합된 도구를 개발하는 것이다.[6-8] 선행연구들에서 제시된 방식은 기계 설계나 특수한 형태의 단일 구조부재 설계에 적용하기에는 충분하나 다수의 부재로 이루어진 전체 건축 구조물에 적용 시 리소스 사용량이 방대해지는 결과를 초래하므로 그대로 적용하기에는 어려움 따른다. 따라서 본 연구에서는 일반적인 등매개변수보요소(Isoparametric Beam Element)를 2~4점점을 사용하여 생성할 수 있도록 고안된 자유 형상 보요소(Free Shaped Beam Element)[9]로 해석요소를 제한하고 모델링된 외피 형상에 따라 해석요소를 자동으로 생성할 수 있는 전후처리 모듈을 개발하여 업무 프로세스 상의 작업부하를 줄이고자 하였다.

2.2 스플라인 곡선 및 곡면의 세분화

본 연구에서 전후처리 모듈의 곡선 및 곡면 부재의 그래픽 처리 방식은 NURBS(Non-Uniform Rational B-spline)를 기반으로 하고 있다. NURBS 곡선 및 곡면을 렌더링하기 위해 필요한 좌표정보는 Fig. 2에 보이는 바와 같이 제어점들의 위치로 이루어진다.

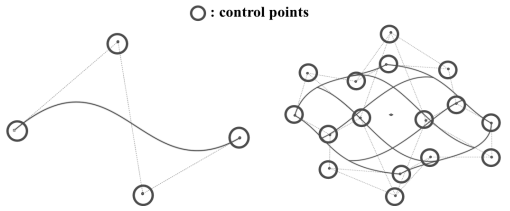


Fig. 2. Control points of NURBS

그러나 본 연구에서 구조부재의 해석을 위해 사용된 자유 형상 보요소(FSBEAM)의 경우 기하정보는 Fig. 3에 보이는 바와 같이 곡선에 접하여 생성되는 절점과 평면 구성을 위한 참조절점으로 구성된다.[9]

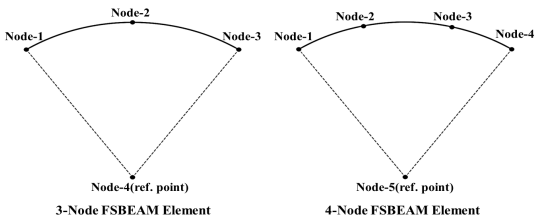


Fig. 3. Nodal configuration of FSBEAM

따라서, 생성된 NURBS곡선 및 곡면의 형상정보를 통해 곡선 및 곡면 내부의 접점을 추출하여 해석요소의 기하정보로 변환하는 과정을 거쳐야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 스플라인 곡선 및 곡면의 순환적 분할 알고리즘을 적용하였다.[10-11]

2.2.1 스플라인 곡선의 세분화

스플라인 곡선의 세분화 절차는 Fig. 4에 보이는 바와 같이 제어점의 수를 증가시켜 가면서 곡선을 반복적으로 나누어 가는 방식으로 이루어진다. 이 때 컨벡스 헐(Convex Hull)은 새로 생성된 제어점과 곡선 내 분할 접점을 기준으로 재설정된다.

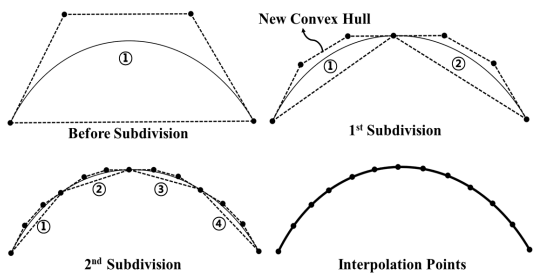


Fig. 4. Recursive spline-subdivision of NURBS-Curve

이 과정에서 추가되는 제어점들은 Fig. 5에 보이는 바와 같이 제어점 사이의 일정 비율을 가진 위치에 생성되며, 추가된 제어점들을 이어주는 선분과 곡선의 접점을 통해 분할 접점의 위치가 구해진다. Fig. 5에 보이는 각 점들의 좌표는 Eq. 1과 같이 구할 수 있으며, 접점 기준 좌측 점들의 식을 행렬식으로 나타내면 Eq. 2와 같아진다. 여기서, 분할 비율인 t는 0~1사이의 값으로 두 제어점 사이에 새로 생성될 제어점의 상대 좌표를 결정하는데 사용된다. 예를 들어 t가 0.5라면 P_{11}은 P_0와 P_1를 잇는 선분의 정중앙에 위치하게 된다.

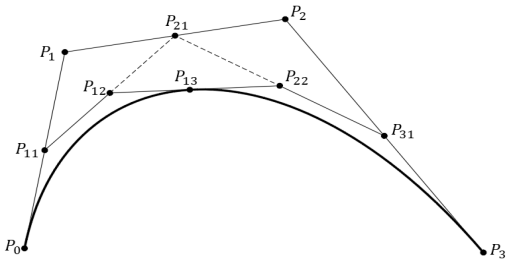


Fig. 5. Added control points and contact point

$$
\begin{aligned}
P_{11} &= (1-t)P_0 + tP_1 \\
P_{21} &= (1-t)P_1 + tP_2 \\
P_{31} &= (1-t)P_2 + tP_3 \\
P_{12} &= (1-t)P_{11} + tP_{21} \\
P_{22} &= (1-t)P_{21} + tP_{31} \\
P_{22} &= (1-t)P_{21} + tP_{31}
\end{aligned}
\qquad \text{Eq. 1}
$$

where, t : subdivision ratio

$$
\begin{bmatrix} P_0 \\ P_{11} \\ P_{12} \\ P_{13} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ (1-t) & t & 0 & 0 \\ (1-t)^2 & 2t(1-t) & t^2 & 0 \\ (1-t)^3 & 3t(1-t)^2 & 3t^2(1-t) & t^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_0 \\ P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix} \qquad \text{Eq. 2}
$$

분할 접점 기준 우측 점들의 좌표 또한 상기와 동일한 방식으로 구할 수 있으며, 전술한 세분화 알고리즘을 Fig. 6과 같이 재귀적으로 반복함으로써 곡선 내부의 접점들을 필요한 만큼 추출할 수 있다.

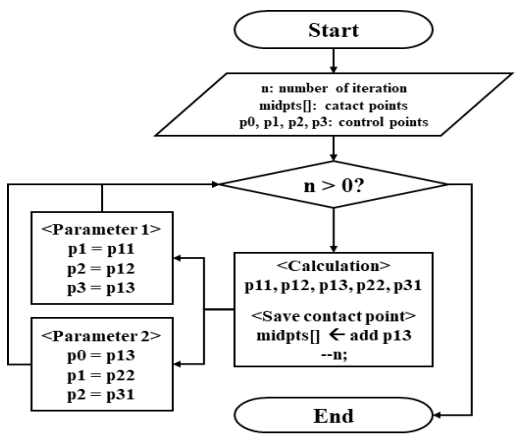


Fig. 6. Flowchart of Spline-subdivieion Recursive function

2.2.2 스플라인 곡면의 세분화

곡면 또한 내부 접점의 좌표를 추출하기 위해 사용되는 알고리즘은 곡선과 동일하다. 다만 곡면의 경우 u, v 방향 각각에 대하여 생성된 여러 곡선들이 만들어 내는 격자(Grid)로 구성되므로, 격자를 구성하는 각각의 곡선들에 대하여 세분화 절차를 진행해야 한다. 또한 Fig. 7 (a)에서 보이는 바와 같이 곡면의 외곽선은 양끝을 매듭짓는 제어점이 곡면 내부에 존재하지만 내부 곡선의 경우는 Fig. 7 (b)와 같이 모든 제어점이 곡면의 외부에 존재하게 된다.

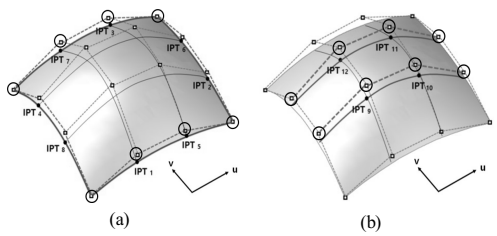


Fig. 7. u-direction control points of NURBS-Surface
(a) Control points on NURBS-Surface outlines
(b) Control points on curve inside NURBS-Surface

따라서, u, v 방향에 대한 세분화 순서를 정하고 각 방향에 대하여 순차적으로 세분화를 진행해야만 곡면 내부 접점들의 좌표를 추출할 수 있다. 즉, Fig. 8과 같이 1차 방향에 대한 세분화를 진행한 후 구해지는 외곽선의 접점들과 새로 생성되는 제어점들 통해 2차 방향에 대한 세분화를 진행함으로써 곡면 내부에 접하는 접점들을 추출할 수 있다.

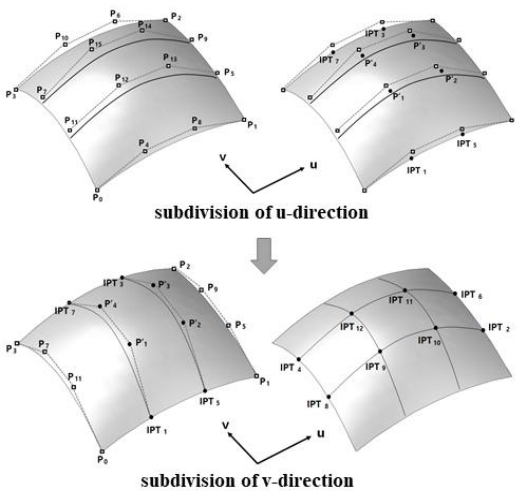


Fig. 8. Procedure for subdivision of NURBS-Surface

2.3 전후처리 모듈 구현

본 연구에서 개발된 전후처리 모듈의 인터페이스는 WPF(Windows Presentation Foundation)를 이용하여 양방향 데이터 바인딩이 가능하도록 구현하였다. 구조해석을 위한 솔버는 Fortran으로 구현하였으며, 3차원 형상을 표현하기 위한 그래픽 엔진으로는 OpenGL의 C# 라이브러리인 SharpGL을 사용하였다.

2.3.1 전처리 모듈

전처리 모듈의 첫 번째 기능은 모델링된 곡면으로부터 전술된 세분화 알고리즘을 이용하여 내부 접점들을 추출한 후 이 접점들로 이루어진 분할 곡선들을 생성하는 것이다. Fig. 9는 분할비를 0.5로 설정했을 때, 세분화 횟수에 따라 생성된 내부 곡선들을 보여주고 있다.

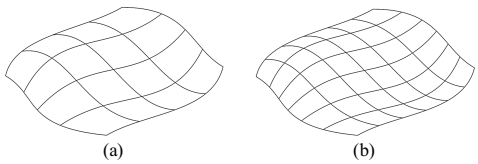


Fig. 9. Contact points and NURBS-Curve generated according to the number of subdivision
(a) Subdivision Count : 2
(b) Subdivision Count : 3

전처리 모듈의 두 번째 기능은 곡면의 접점사이에 생성된 곡선들을 설정된 횟수에 따라 세분화하여 구해진 곡선의 접점 좌표 정보를 통해 3절점 자유 형상 보요소로 변환하는 것이다. Fig. 10은 2차 세분화된 곡면을 통해 생성된 곡선 중 일부가 다시 2차 세분화 과정을 거쳐 3절점 자유 형상 보요소로 변환되는 과정을 나타내고 있다.

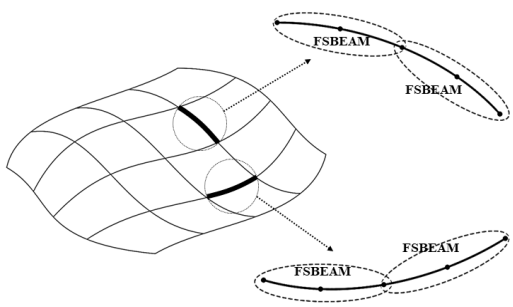


Fig. 10. The process of conversion to FSBEAM element

Fig. 11은 구현된 기능을 이용하여 제작된 쌍곡포물면 형태의 지붕 프레임 구조와 요소에 적용된 단면에 대한 개념도를 보여주고 있다. 이 때, 곡면에 대한 u방향 세분화는 2번, v방향 세분화는 3번 진행하였으며, 곡면의 세분화 과정이 완료된 후 생성되는 내부 곡선 요소들은 1번의 세분화만 진행하여 중간 절점만을 추출하여 단일 해석요소로 변환되도록 하였다.

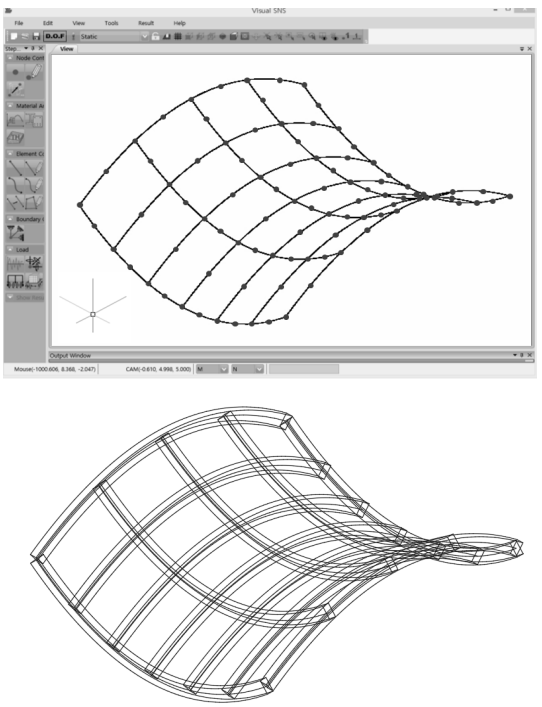


Fig. 11. Generate frame structure of hyperbolic parabolic roof using development program

2.3.2 후처리 모듈

후처리 모듈은 설계된 외피를 구성하는 프레임 구조의 해석결과를 가시화시켜주기 위하여 개발되었다. 후처리 모듈의 시각화 기능은 절점 변위에 따른 변형 형상, 변위 Contour, 부재력에 대한 Contour로 구성된다. Contour를 출력하는 기능은 변위 및 부재력에 대한 최대값과 최소값을 통해 색상의 고저 기준치를 설정하고 각 절점이 도출한 결과값과 기준값의 비를 이용하여 쉽게 처리할 수 있다. 그러나 변형 형상의 경우, 해석결과는 곡선의 접점에 대한 변위를 저장하고 있지만 곡선 및 곡면을 렌더링하기 위한 NURBS는 제어점 정보가 필요하기 때문에 접점의 최종 좌표를 이용하여 제어점의 정보를 추출하는 작업이 선행되어야 한다.

본 연구에서는 제어점을 산출하기 위한 단일 공식을 활용하기 위해 Fig. 12에 보이는 바와 같이 3절점 자유형상 보 요소를 2개씩 엮어서 하나의 곡선 요소로 처리한다. 이렇게 재결합된 곡선 요소의 제어점과 접점의 좌표는 2차 세분화된 3차 NURBS 곡선의 좌표정보로 활용할 수 있다.

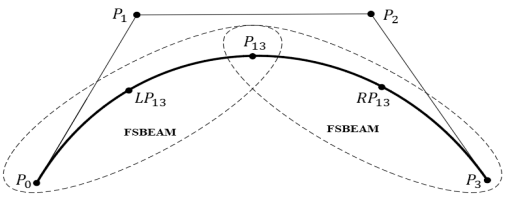


Fig. 12. Two FSBEAM elements combined

Fig. 12에서 LP_{13}과 RP_{13}은 3차 NURBS 곡선을 2차 세분화했을 때 생성되는 접점이며, 2절에서 제시된 공식을 적용하여 Eq. 3~4와같이 식을 도출할 수 있다.

$$LP_{13} = \frac{27(P_0 + P_1) + 9P_2 + P_3}{64} \quad \text{Eq. 3}$$

$$RP_{13} = \frac{P_0 + 9P_1 + 27(P_2 + P_3)}{64} \quad \text{Eq. 4}$$

상기 두 식을 연립하여 P_1과 P_2에 대하여 정리하면 Eq. 5~6과 같아진다.

$$P_1 = \frac{-10P_0 + 24LP_{13} - 8RP_{13} + 3P_3}{9} \quad \text{Eq. 5}$$

$$P_2 = \frac{3P_0 - 8LP_{13} + 24RP_{13} - 10P_3}{9} \quad \text{Eq. 6}$$

이제 도출된 식에 절점 변위에 대한 해석결과를 더해준 접점의 좌표들을 대입하여 결합 곡선의 제어점 좌표를 도출할 수 있다.

Fig. 13은 변형형상을 확인하기 위한 해석모형으로 2.3.1항에서 생성한 쌍곡포물면 프레임 구조의 u방향 벡터 양 끝 절점들을 고정시키고 중간 절점들에 연직방향의 절점하중을 적용한 모습을 보여준다.

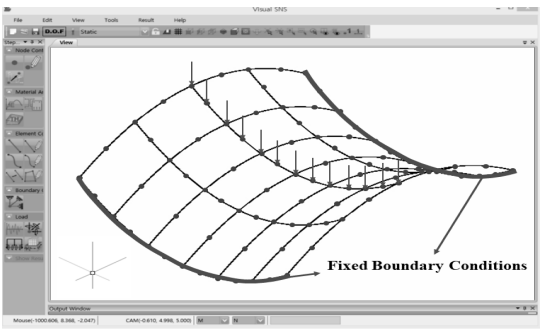


Fig. 13. Two FSBEAM elements combined

Fig. 14는 해석 후 변형형상이 출력된 모습으로 해석 후에도 해석요소의 절점들이 곡선의 경로 상에 접하여 출력된 것을 확인 할 수 있다.

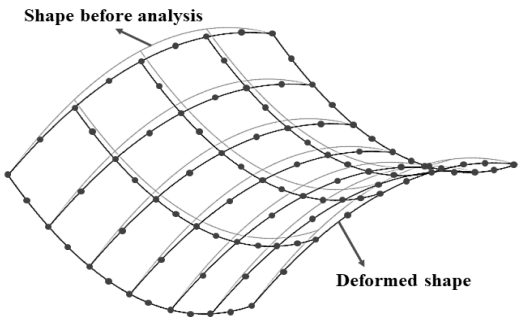


Fig. 14. Output deformed shape

2.4 모델링 효율성 분석

본 연구를 통해 개발된 전후처리 모듈을 통해 곡선형 프레임 구조의 해석모형을 생성할 경우 고전적 모델링 방식에 비해 신속한 형상 구축이 가능하다. 이를 비교하기 위해 Fig. 15와 같은 반원형 볼트 형상 지붕의 프레임 구조를 Sap2000과 개발 프로그램을 이용하여 각각 모델링하고 입력행동 발생 횟수를 Table 1과 같이 분석하였다.

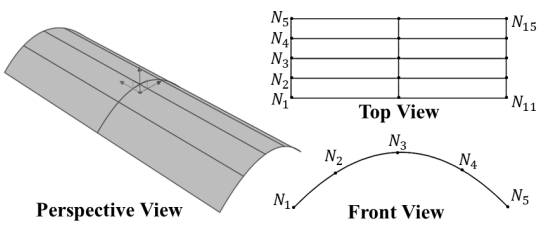


Fig. 15. Semicircular bolt-shaped roof frame structure

Table 1. Comparison of the method of generating member(Sap2000, Development Program)

PGM. / Step	Sap2000		Development PGM.	
	Action	Count	Action	Count
1	Input Nodes N_1~N_5 x, y, z	15	Input Nodes N_1,N_5,N_{11},N_{12} x, y, z	12
2	Copy Nodes: N_1~N_5 Repeat 2 times	2	Move 8 control points	8
3	Create Element: Click two nodes Elements: 22	44	Subdivision u-direction: 1 v-direction: 2 Auto generation	2
Total		61		22

Table 1에 나타난 결과를 통해 고전적 방식의 모델링 방식에 비해 개발된 전후처리 모듈을 이용하여 해석모형을 생성하는 방식이 더 효율적이라는 것을 알 수 있다. Sap2000의 경우, 필요한 절점은 N_1~N_5로 5개의 절점이 필요하며 x, y, z좌표를 입력하기 위해 15번의 입력행동이 발생한다. 이후 5개의 좌표를 확장 축으로 2번 복사하여 부재를 연결시킬 10개의 좌표를 추가로 생성하고, 22개의 부재를 생성하기 위해 두 절점들을 클릭하는 행동이 44번 나타나게 되므로 총 61번의 입력행동이 발생한다. 개발된 통합시스템의 경우, 필요한 절점은 N_1, N_5,N_{11},N_{15} 4개의 꼭지점 좌표가 필요하므로 좌표 입력 시 12번의 입력행동이 발생하게 되며, 형상을 구축하기 위해 제어점 8개의 z축 좌표를 이동시킨다. 이후 부재들은 세분화 알고리즘을 통해 자동으로 생성되며, 세분화는 u, v 방향의 세분화 횟수 입력을 통해 제어한다. 따라서 총 입력행동은 22번 발생하게 되므로 Sap2000과 비교하여 입력행동 수가 현저히 줄어들었다는 것을 파악할 수 있다. 또한 형상이 복잡해지고 생성해야 하는 부재의 수가 증가할수록 개발된 전후처리 모듈의 경우 제어점을 이용한 형상 모델링 후 u, v 방향에 대한 세분화 횟수만 수정해 주면 되므로 입력행동 발생 횟수의 차이는 더욱 더 늘어날 것으로 판단된다.

3. 결론

본 연구를 통해 개발된 비정형 건축물의 외피시스템 설계를 위한 전후처리 모듈에 대한 특징을 요약하면 다음과 같다.

1) 본 연구에서 개발된 전후처리 모듈은 스플라인 곡선 및 곡면의 세분화 알고리즘을 적용하여 NURBS곡면의 형상정보를 통해 해석요소를 자동으로 생성하고, 해석 후의 변형 형상을 보다 현실적으로 가시화 시킬 수 있도록 개발되었다.
2) 전처리 모듈에서는 곡면을 세분화시키면서 내부 곡선들의 접점들을 추출하는 작업이 이루어지며, 후처리 모듈에서는 변형 형상을 곡선 형태로 가시화 시키기 위해 절점 변위 해석결과를 이용하여 제어점을 역으로 산출하는 작업이 이루어진다.
3) 본 연구에서 개발된 전후처리 모듈은 제어점을 이용한 NURBS기반의 모델링 방식을 통해 곡면 외피형상을 쉽게 구축할 수 있으며, 스플라인 세분화 알고리즘을 활용하여 외피를 구성하는 프레임 구조를 자동으로 생성할 수 있어 기존의 방식에 비해 해석모형 생성 시간을 단축할 수 있다.

상기 전술된 바와 같이 본 연구를 통해 개발된 전후처리 모듈은 고전적인 해석모형 저작 방식에 비해 신속한 형상 구축이 용이하며, 복곡률을 가진 복잡한 형상의 곡면 또한 손쉽게 생성할 수 있어 향후 비정형 건축물 외피를 구성하는 프레임 구조 설계의 생산성 향상에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

References

[1] Han-Guk Ryu, "Deduction of Considerations During Design and Construction by Analysing Domestic and A broad Case Analysis of Freeform Building Envelope", *Journal of KJCEM*, vol.14, no.4, pp.84-96, July, 2013. DOI: https://doi.org/10.6106/kjcem.2013.14.4.084

[2] Se-Hee Park, "A Study on the Pre and Post Processing Module Development Based on NURBS for Structural Analysis of Freeform Members", p.1-211, Hannam University, 2016.

[3] Sung-Jin Jung, Se-Hee Park, "A Development of NURBS-Based Pre and Post Processor for Structural Analysis of Free-Shaped Beam", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol.16, no.10, pp.6673-6678, 2015. DOI: https://doi.org/10.5762/kais.2015.16.10.6673

[4] Myung-Sik Lee, "[special issue] BIM Based Structural Design in Free Form Architecture", *Journal of Architectural Institute of Korea*, vol.55, no.12, pp.77-87, 2011.

[5] Chel-Ho Choi, Sang-He Yoon, Kyung-Mee Whang, Sang-Yoon Chin, Su-Won Yoon, "[special issue] BIM Case Study : Sung Kwun Kwan Unvi. Digital Library Project", *Journal of Architectural Institute of Korea*, vol.52, no.4, pp.66-68, 2008.

[6] Michael Schwedler, "Integrated structural analysis using isogeometric finite element methods", p.1-209, Bauhaus-Universität Weimar, 2016.

[7] B. Philipp, M. Breitenberger, I. D'Auria, R. Wüchner, K.-U. Bletzinger, "Integrated design and analysis of structural membranes using the Isogeometric B-Rep Analysis", *Journal of Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering,* vol.303, pp.312-340, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cma.2016.02.003

[8] Sara Almstedt, Puria Safari Hesari, "Isogeometric analaysis of curved beams and thin shells", p.1-82, Chalmers University of Technology, 2017.

[9] Sung-Jin Jung, Min－Sub Lee, Se-Hee Park, "A Development of General 3-D Curved Beam Element for Structural Analysis of Free Form Building", *Journal of Architectural Institute of Korea*, vol.27, no.8, pp.65-72, 2011.

[10] Donald Hearn, M. Pauline Baker, Warren R. Carithers, "Computer Graphics with OpenGL", pp.492-522, Pearson Education Korea, 1999.

[11] Edward Angel, Dave Shreiner, "Interactive Computer Graphics", pp.598-603, Hongreung Science Publishing, 2014.

박 세 희(Se-Hee Park) [정회원]

- 2011년 2월 : 한남대학교 대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2016년 2월 : 한남대학교 대학원 건축공학과 (공학박사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 한남대학교 건축공학과 박사후 연구원

<관심분야>
건축구조

정 성 진(Sung-Jin Jung) [정회원]

- 1989년 2월 : 서울대학교 대학원 건축공학과 (공학석사)
- 1993년 2월 : 서울대학교 대학원 건축공학과 (공학박사)
- 1985년 3월 ~ 1996년 2월 : 현대건설(주) 과장
- 1996년 3월 ~ 2005년 2월 : 영동대학교 건축학부 부교수
- 2005년 3월 ~ 현재 : 한남대학교 건축공학과 교수

<관심분야>
건축구조

이 재 승(Jae-Sung Lee) [정회원]

- 1999년 2월 : 한양대학교 대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2002년 12월 : University of Colorado at Boulder(공학석사)
- 2006년 12월 : University of Colorado at Boulder(공학박사)
- 2007년 6월 ~ 2009년 2월 : 포항산업과학연구원(RIST) 선임연구원
- 2009년 3월 ~ 현재 : 한남대학교 건축공학과 교수

<관심분야>
건축재료