

프리폼 구조의 노드 기술 현황 분석 State-of-the-art Node of Freeform Structure

이경주¹⁾·오진탁²⁾·김상대³⁾·주영규⁴⁾
Lee, Kyoung Ju·Oh, Jin Tak·Kim, Sang Dae·Ju, Young Kyu

현대 건축은 기능적이고 합리적이었지만 획일적이었던 박스형 건축에서 탈피해 형태와 공간에 있어서 다양한 변화를 시도하고 있다. 특별한 건축물의 실현을 위해 각 나라의 기술력은 급속한 발전을 이루었고, 보다 더 독특한 건축물에 대한 관심은 비정형 건축물에 대한 관심의 증대로 이어지고 있다. 이러한 비정형 건축물에 적합한 구조로써 프리폼(Free-Form) 구조가 있다.

프리폼 구조로 입체골조(Double Layered Structure)를 많이 사용하였으나, 최근 유리로 되어 투명하고 기하학적 모양의 건축물을 추구함에 따라 평면골조(Single Layered Structure)가 증가하고 있는 추세이다. 평면골조는 축력 지배형과 모멘트 지배형으로 분류할 수 있고 프리폼 구조의 구성 요소 중 가장 취약하고 중요한 부분은 노드이다. 본 연구에서는 프리폼 구조 중 가장 큰 관심이 고조되고 있는 평면골조 모멘트 지배형의 노드에 대한 국내의 기술 분석을 통해 향후 연구 방향성을 제시하고자 한다.

입체골조는 하나의 노드에 여러개의 부재가 3차원으로 결합되어야 하기 때문에 다른 골조 시스템에 비해 노드부가 복잡하지만, 건축물의 외관을 유리로 하여 투명하게 하고 비틀리고 구부러진 구조물에 대한 건축적 요구가 많아짐에 따라 평면골조의 인기가 높아지고 있다. 이러한 시대의 흐름에 발맞추어 건물의 구조적, 기하학적 요구를 충족시키기 위해 다양한 노드 시스템이 개발 중이며, 가해지는 하중의 특성에 따라 축력 지배형과 모멘트 지배형으로 구분하여 노드의 양상을 분류할 수 있다. 축력 지배형의 대표적인 시스템은 다이아그리드(Diagrid)이다. 축력 지배형 프리폼 구조의 노드는 전체 구조물의 하중을 축력으로 받아 모두 전달해야 하기 때문에 크기가 크고 가새가 2~4개층에 걸쳐서 설치되기 때문에 중량이다. 모멘트 지배형 노드를 갖는 프리폼 구조의 형태는 대부분 지붕 구조로써 지붕 자체의 하중만을 견디도록 설계된다. 따라서 노드부와 노드에 붙는 부재들이 가볍기 때문에 사람이 들 수 있고 노드의 크기가 작아 시공성이 좋으며 대량 생산이 가능하다는 장점이 있다. 노드의 형태는 힘의 흐름과 쓰임에 따라 다양하다.

평면골조 모멘트 지배형의 노드는 접합방식에 따라 Splice node connection과 End-Face node connection 두 가지로 분류할 수 있다. Splice node connection은 각 부재의 종축으로 노드와 구조부재 사이에 이음재를 두어 연결하고, 연결 형태에 따라 전달력을 전달할 수 있는 1~2개의 접촉면이 생긴다. 전달응력을 받는 볼트로 이음재를 이어 조립하거나 용접으로 접합할 수 있다. 대표 노드로, SBP-1, SBP-2와 POLO-1 등이 있다. End-Face node connection은 각 연결된 부재의 단부와 노드 사이의 연결면은 종축방향의 수직이고, 인장응력을 받는 볼트를 사용하거나 용접에 의해 접합할 수 있다. 대표 노드로 SBP-4, WABI-1, MERO-1(Cylinder), MERO-2(Block), MERO-4(Double Dish) 등이 있다.

본 기술 현황 분석을 통해 현재 개발된 노드를 분류하고 가장 관심이 높은 Single Layer 모멘트 지배형 노드를 비교, 분석하였다.

최근 건물의 경향을 반영한 프리폼 구조를 실현하기 위해서 필수적인 노드의 개발은 국외에서 활발히 연구되고 있지만 그 기술이 개방되어 있지 않다. 국내에서는 동대문 디자인 플라자에 새로운 노드를 적용하고 고려대학교에서 모멘트 지배형 노드를 개발하는 등 발전 가능성을 보이고 있지만 국외 사례들에 비하면 아직 초기 단계라 할 수 있다. 따라서 현장 용접을 지양하고 공장 제작하여 현장에서 조립하며, 프로젝트 별로 상이한 노드를 사용하는 것이 아닌 다양한 요구를 효과적으로 수용하는 구조 효율성을 향상시킨 노드 상세의 개발이 이루어져야 할 것이다.

핵심용어 : 노드, 프리폼, 입체골조, 평면골조

1) 정회원, 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정 (E-mail : anydrus@korea.ac.kr)
2) 정회원, 고려대학교 건축사회환경공학과 석박사통합과정
3) 정회원, 고려대학교 건축사회환경공학과 교수
4) 정회원, 고려대학교 건축사회환경공학과 부교수(교신저자)