

PEB 시스템의 국내 적용현황 및 발전방향

Domestic Application Status and Developmental Direction of PEB System



김 명 한*
Kim, Myeong-Han

1. 머리말

PEB (Pre-Engineered Building) 시스템은 저층의 산업용 철골건물 건설에 필요한 설계, 제작, 생산, 조립, 시공 등의 기술적인 과정들 (Engineering Processes)이 일관된 시스템으로 사전에 구축되는 효율적인 건물 생산 시스템이다. 이러한 시스템은 1960년대 후반 미국에서 기원한 것인데, 이 당시의 미국에서는 양질의 강재를 바탕으로 한 장스팬 골조 제작기술, 단열처리된 판넬 제작기술, 냉간성형된 Z형강 생산기술, 컴퓨터를 이용한 설계기술 등이 체계적으로 조합되어 새로운 양상의 철골건물 생산 시스템으로 정착된 것이다.

흔히 변단면의 거더와 기둥으로 구성된 장경간의 철골조 건물을 PEB 시스템의 전부로 이해하는 경우가 있으나, 이는 PEB 시스템의 본질적인 개념을 정확하게 인식하지 못하는 것으로 볼 수 있다. PEB 시

스템에서 변단면의 부재 (Nonprismatic Member)와 장경간 골조 (Large-span Frame)는 효율적인 건물 생산 시스템을 위한 하나의 수단이며, 이것보다는 다양한 기술적 과정들이 하나의 시스템으로 체계화된다는 사실에 더 주목해야 한다.

미국에서는 PEB 시스템이 대표적인 산업용 철골 건물 시스템으로 자리잡고 있으며, 이 분야를 대표하는 단체인 MBMA (Metal Building Manufacturers Association)는 아직까지도 일반적으로 사용되는 PEB라는 용어 대신에 좀 더 보편적인 철골건물의 의미를 가지는 MBS (Metal Building System)를 채택하고 있다.

국내에서는 1990년대 초반에 PEB 시스템의 경제성과 효율성이 주목을 받으면서 도입되기 시작하였고, 현재는 규모에서 차이가 존재하지만 상당수의 회사가 자동화된 설계기술과 생산설비를 갖추고 있다. 최근에는 비주거용 철골구조물의 약 30%가 PEB 시스템으로 건설되고 있는 것으로 알려지고 있으며,

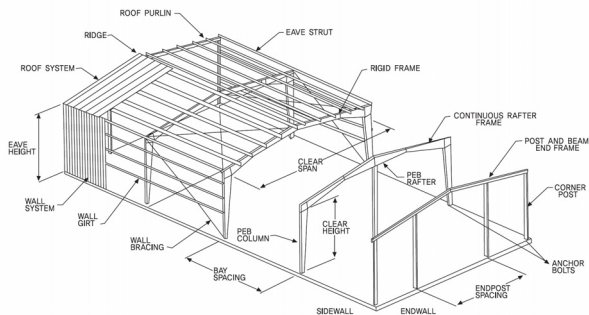
* 정회원·대진대학교 건축공학과 부교수

PEB 시스템의 골조에 대한 최적설계방안, 구조해석, 성능실험 등에 대한 연구도 꾸준히 진행되고 있다.

20년 정도의 짧은 역사에도 불구하고 국내의 PEB 업계는 비교적 많은 발전을 이룬 것으로 평가받을 수 있다. 그러나 일반 철골건물에 대한 PEB 시스템의 가격 경쟁력만 지나치게 부각되어, 전문성이 부족한 업체들에 의해서 시공된 일부의 건물에서 품질이나 유지관리의 측면에서 취약점이 나타나고 있기도 하다. 2014년 2월에 발생한 경주와 울산의 PEB 붕괴사고는 사고발생의 직접적인 원인뿐만 아니라, 국내 PEB 업계에서 당면하고 있는 현실적인 상황들을 파악해야 함을 역설하고 있다. 이 글에서는 PEB 시스템의 국내 적용현황과 업계가 당면한 상황을 개략적으로 살펴보고, 이를 바탕으로 향후의 바람직한 발전방향에 대해서 서술하고자 한다.

2. PEB 시스템 개요

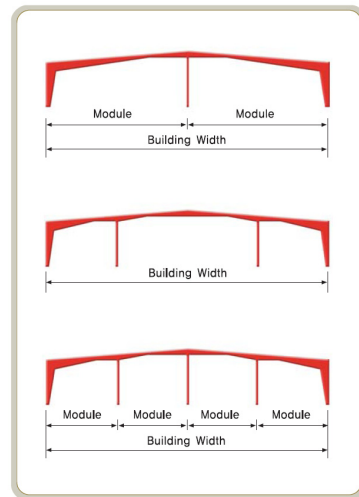
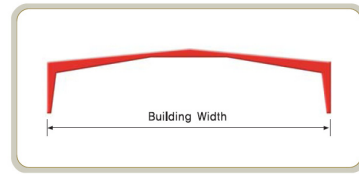
PEB 시스템에서 골조설계의 기본적인 개념은 부재단면의 위치에 따라 필요한 만큼의 단면크기로 부재와 골조를 구성하는 것이다. 따라서 하나의 부재에서 휨모멘트의 크기에 따라 단면크기가 변화하는 변단면 부재를 이용하여 주골조 (Main Frame)를 구성하며, 하중전달을 위한 보조적인 형강부재를 이용하여 전체 골조를 완성한다.(그림 1).



〈그림 1〉 PEB 시스템의 골조

주골조 스패의 수는 필요한 내부공간의 크기에 따라서 다양하게 구성할 수 있으며 (그림 2), 내부기둥

을 사용하지 않아서 위험성을 내포한 공법이라는 최근의 언론보도는 PEB 시스템의 기본개념을 정확하게 이해하지 못한 결과이다.

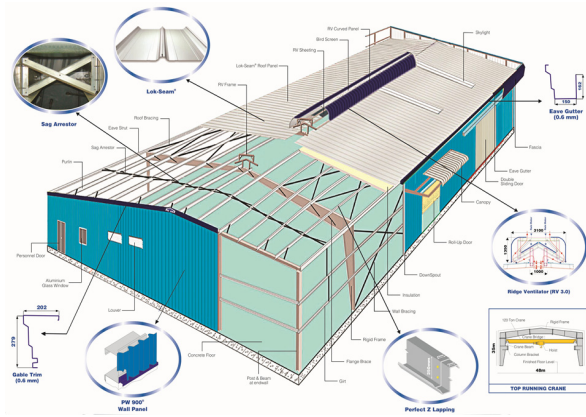


〈그림 2〉 PEB 주골조의 스패

PEB 시스템에서 변단면 골조는 효율적이고 경제적인 건물생산 시스템을 위한 하나의 수단이며, 이것보다 더욱 주목해야 할 특성은 철골건물의 설계, 제작, 생산, 조립, 시공 등의 기술적 과정들이 일관된 시스템으로 선구축 (Pre-Engineering) 된다는 것이다. 이러한 생산 시스템에서 주골조는 자동화된 설계방식과 생산설비를 통하여 제작되며, 2차부재 (Girt, Purlin, Bracing) 및 접합부, 벽체 (Wall Panel), 지붕 (Roof Panel), 바닥 (Deck), 개구부 (Door & Window Frame), 기타 마감재 등은 표준화된 규격에 의해서 생산되어 조립된다(그림 3).

일반 철골건물에 비해서 PEB 시스템이 가지는 장점은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 공기 단축 (Reduced Construction Time)
- 건축비 절감 (Lower Cost)
- 확장의 용이성 (Flexibility of Expansion)



〈그림 3〉 PEB 시스템의 구성

- 장스팬 (Large Clear Span)
- 품질관리 (Assured Quality Control)
- 유지관리비 절감 (Low Maintenance)
- 일괄생산 (Completely Packaged Building)

3. 국내 적용현황

국내에서는 저층의 산업용 철골건물 건설을 위해서 1990년대 초반부터 PEB 시스템이 도입되기 시작하였으며, 그 이후에 생산 시스템의 효율성과 경제성이 인정을 받으면서 꾸준히 성장하였다. 최근에는 비주거용 철골건물의 30% 정도가 PEB 시스템으로 건설되고 있을 정도로 보편적인 철골건물 생산 시스템으로 자리잡고 있으며, 공장건물, 물류센터, 창고형 매장, 격납고, 실내체육관, 학교시설물 등에 활발히 적용되고 있다.

주목할 만한 장경간 프로젝트로서 동우화인캠 평택공장 (단일스팬 90m, 그림 4)과 삼성전자 베트남 Yen Bihn 공장 (단일스팬 78m, 그림 5) 외에도 70~90미터의 단일스팬을 가지는 PEB가 상당수 존재한다.

기술개발의 측면에서 설계 데이터와 제작 및 생산 데이터가 일관된 컴퓨터 프로그램에서 체계적으로 제어되는 자동생산 시스템이 구축되고 있다. 또한, PEB 시스템의 주골조를 형성하는 부재의 형태나 구성을 개량함으로써 (그림 6, 그림 7), 더욱 경제적이



〈그림 4〉 동우화인캠 평택공장



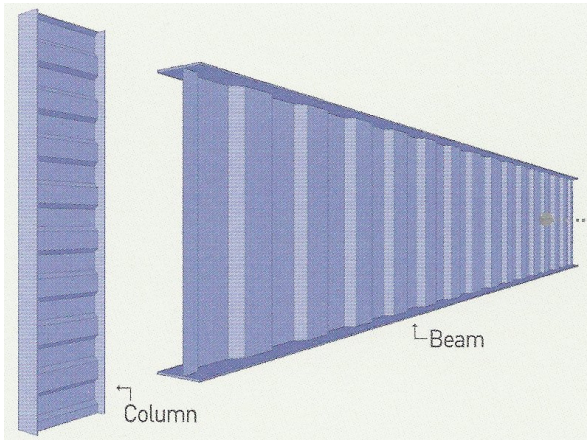
〈그림 5〉 삼성전자 베트남 Yen Bihn 공장

고 효율적인 철골건물 생산 시스템을 구축하려는 시도가 지속되고 있다.



〈그림 6〉 Open Web Frame을 이용한 PEB

위에서 간략히 서술한 바와 같이 짧은 역사에도 불구하고 국내의 PEB 업계는 비교적 많은 발전을 이룬 것으로 평가받을 수 있다. 그러나 일반 철골건물에 대한 PEB 시스템의 가격 경쟁력만 지나치게 부각되어, 전문성이 부족한 일부의 업체들은 건물생산을 위한 여러 가지 기술적인 과정들을 일관된 시



〈그림 7〉 Corrugated Web Beam을 이용한 PEB

시스템으로 구축해야 하는 본질적인 개념을 도외시키고 있다. 이처럼 단지 공사비 절감만을 목표로 변단면 골조가 제작되어 시공된 건물에서는 부재의 안전성, 시공품질, 유지관리 등의 부분에서 흔히 취약점이 나타나고 있다.

국내에서는 현재까지 변단면 철골부재에 대한 연구가 미진하며, 독자적인 설계기준이 제정되어 있지 못한 실정이다. 따라서 PEB 시스템의 부재설계는 미국의 AISC (2010), AISI (2007), MBMA (2012) 등의 기준에 따르고 있으며, 이러한 설계기준 적용의 타당성이나 국내 강재산업 여건에 대한 적합성 등은 충분히 검토되지 못한 상태이다.

국내의 건축물 구조기준 (2011)에는 일반적인 건축물에 대한 하중조합이 제시되어 있으나, PEB 시스템의 구조적인 특수성을 고려할 수 있는 하중조합 기준은 충분하지 않다. PEB 시스템은 외피면적 중에서 지붕면적이 차지하는 비중이 일반적인 건축물

에 비해서 매우 높다. 따라서 지붕에 작용하는 풍하중과 적설하중의 효과, 그리고 이들의 조합에 따른 효과가 매우 세밀하게 고려되어야 하지만, 이를 적절히 반영할 수 있는 하중기준은 없는 상태이다.

4. 발전방향

3장에서 PEB 시스템의 국내 적용현황과 업계가 당면하고 있는 상황을 개략적으로 살펴보았다. 이를 바탕으로 국내 PEB 시스템 산업의 바람직한 발전방향에 대해서 서술한다.

〈PEB 기술지침서 제정〉

PEB 시스템은 철골건물 생산을 위한 다양한 기술적 과정들이 일관된 시스템으로 구축되는 것이 본질적인 개념이다. 이러한 효율적인 생산 시스템을 표준화하여 보급하기 위해서는 PEB 시스템의 제작, 생산, 설치, 시공 등에 대한 일련의 기술지침서 제정이 시급하다고 할 수 있다. PEB 시스템에서 부재설계의 경제적 효율성은 중요한 의미를 가지며, 이에 비례하여 골조제작과 설치과정에서 품질관리는 중요한 생산요소가 된다. PEB 기술지침서에서 명확한 품질관리 절차가 규정되어야 할 것이다. 미국에서는 MBMA라는 단체가 Metal Building Systems Manual (2012)을 위시하여 설계, 제작 및 설치에 관한 다양한 기술지침서를 제시하고 있다.

〈PEB 부재설계기준 제정〉

현재 PEB 부재설계에 적용되는 외국의 설계기준들에 대해서 국내적용의 타당성과 국내 강재산업 여건에 대한 적합성을 충분히 검토하여야 한다. 이러한 검토를 바탕으로 국내 PEB 업계가 원활하게 적용할 수 있는 부재설계기준의 제정이 필요하다.

〈PEB 하중기준 제정〉

PEB 시스템의 구조적인 안전성에 가장 큰 영향을

미치는 풍하중과 적설하중은 지역적인 편차가 매우 크며, 지붕의 형상이나 경사도에 따른 변동폭 역시 매우 큰 특성을 가진다. 지역에 따라서는 적설하중과 풍하중의 조합에 따른 돌발적인 상황에 대해서도 충분히 고려해야 한다. 이와 같은 복잡한 하중상태에 대한 영향인자를 충분히 검토하고, 합리적으로 부재설계에 반영할 수 있는 하중기준이 제정되어야 할 것이다.

5. 맺음말

PEB는 국내 및 국외에서 효율적인 산업용 철골건물 생산 시스템으로 널리 인정되고 있으나, 최근에 경주와 울산에서 붕괴사고가 발생하였다. 이 글에서는 PEB 시스템의 국내 적용현황과 업계가 당면한 상황을 개략적으로 살펴보고, 이를 바탕으로 향후의 바람직한 발전방향에 대해서 서술하였다.

- (2010), Specification for Structural Steel Buildings, ANSI/AISC 360-10.
7. American Iron and Steel Institute (2007), North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel.
8. Metal Building Manufacturers Association (2012), Metal Building Systems Manual.

References

1. 박만우, 이민호 (2010), PEB 시스템의 역사 및 개요, 전산구조공학, 23권, 6호, pp.8-14.
2. 김용석, 오명호(2010), 변단면 선설계 건축물 시스템의 자동화 최적 구조설계 프로그램, 전산구조공학, 23권, 6호, pp.21-28.
3. Firoz, S., Kumar, S-C., and Rao, S-K. (2012), Design concept of pre-engineered building, International Journal of Engineering Research and Applications, Vol. 2, Issue 2, pp.267-272.
4. Meera, C-M. (2013), Pre-engineered building design of an industrial warehouse, International Journal of Engineering Science & Emerging Technologies, Vol. 5, Issue 2, pp.75-82.
5. Singh, G., Introduction to pre-engineered buildings, <http://www.engineeringcivil.com/pre-engineered-buildings.html>.
6. American Institute of Steel Construction