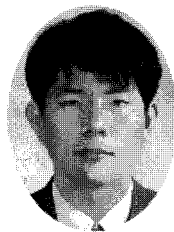


시공사례를 통해 본 PEB시스템의 경제성 검토

- The Advantages of PEB System by Construction Examples -



박 종 대*
Park, Jong-Dae



주 기 수**
Ju, Gi-Su



이 상 엽***
Lee, Sang-Yeob

1. 서 론

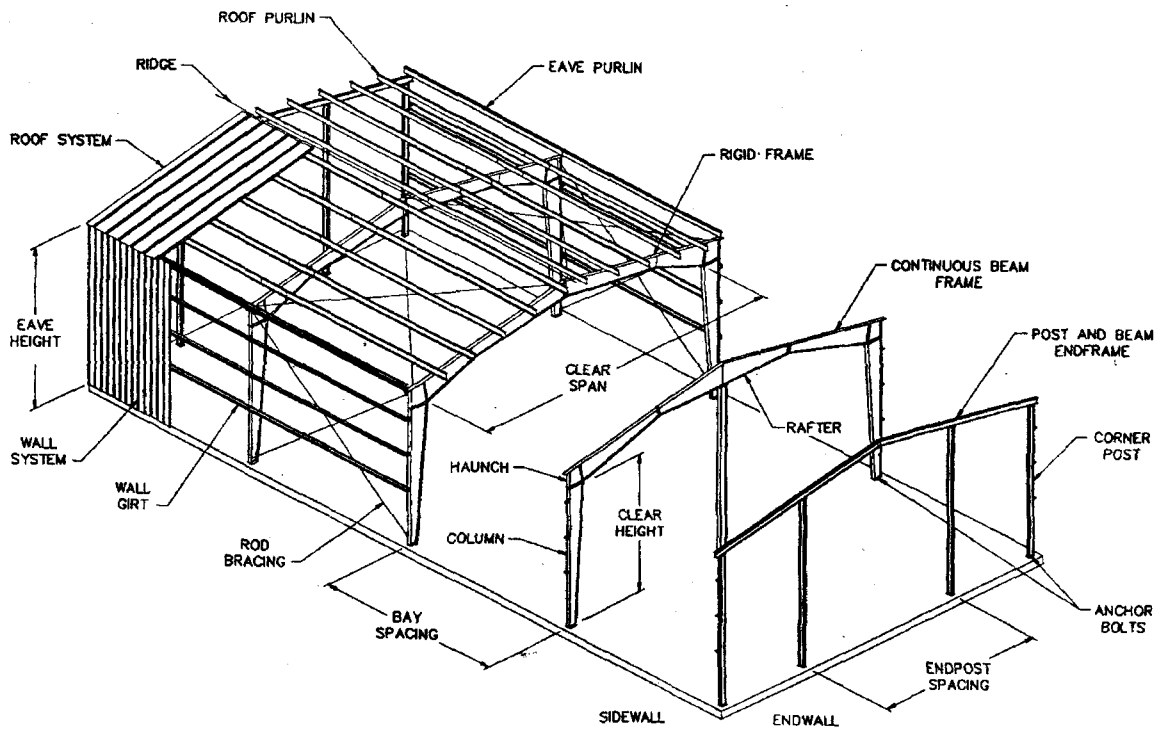
최근 시대적, 사회적 요건에 의해 대규모 산업시설 및 체육시설, 집회시설 등과 같은 대공간 구조가 대두되고 있다. 이에 대하여 안정성과 경제성을 만족할 수 있는 적절한 대공간 구조시스템이 요구되고 있으며, 이와 아울러 기술적 연구도 활발히 진행되고 있는 실정이다. 이들 대공간 구조물들은 건물의 형태나 용도, 규모에 따라 적절한 구조시스템의 적용이 요구되고 있다. 즉 스타디움과 같은 대규모 공간구조에는 스페이스 프레임, 셸 또는 케이블구조, 막구조 등이 적절하게 사용될 수 있으나 중소규모에 해당되는 공간구조에 대해서 적절한 구조시스템을 찾기는 상대적으로 어려움이 있다. 그러므로 본 지에서는 이에 적합한 구조시스템으로 PEB(Pre-Engineered Building system)시스템을 소개하고자 한다. 이 시스템은 현재 우리나라에서도 일부 사용되고 있으며 미국 등에서는 저층의 비주거용 건물시장을 석권하고 있는 시스템이다. PEB 시스템은 장스팬에 대하여 일반 H형강 구조물보다 상대적으로 공기의 단축성, 경량성 및 경제성을 확보하고 있어 중형 스패 구조물에 대하여 경쟁력을 가지고 있다. 본 지에서는 실

제시공사례를 통하여 PEB시스템의 경제적인 장점을 살펴보고자 한다.

2. PEB 시스템의 구조적 특성

PEB시스템은 미국에서 개발되어 1956년 설립된 MBMA(Metal Building Manufactures Association)을 통하여 양적으로나 질적으로 비약적인 발전을 했으며, 근래에 우리 나라에서도 보편화되고 있는 추세에 있다. 전형적인 단층 PEB 시스템은 그림 1에서 나타낸 것과 같이 주골조가 변단면부재(Tapered Beam)로 이루어져 있다. 그래서 국내에는 변단면 부재 시스템으로 통용되기도 한다. 이것은 주골조가 휨모멘트 크기(Moment diagram)에 따라서 단면의 형상을 변화시킨 것에서 기인한다. 즉 부재의 응력에 비례하여 단면의 형상을 최적화 한 것이다. 그러므로 일반 롤형강과 같은 획일적인 단면에서 탈피하여 상대적으로 자유로운 단면형상을 구성할 수 있으며 경량화될 수 있는 점이 가장 큰 특징이다. 그러나 PEB 시스템이 적절한 구조적 성능을 발휘하기 위해서는 합당한 부재배치와 추가적인 부재가 사용되어야 한다. 다음은 PEB 시스템의 특성을 나열하였다.

* (주)동성중공업 대표이사
** (주)동성중공업 기술실장, 공학박사
*** (주)우림구조안전기술원 대표이사, 공학박사



〈그림 1〉 전형적인 PEB 시스템의 구성

2.1 주골조 시스템

주골조는 기둥과 보가 강접합으로 이루어져 있고, 보와 기둥 접합부의 부재가 상대적으로 높은 춤을 갖는 부재로 이루어져 있어 휨강성이 상대적으로 강하여 강접골조로서 풍하중 및 지진하중과 같은 수평하중에 대해서 횡방향 안정성에 유리하게 작용한다. 이와 아울러 부재의 경량화와 상대적으로 높은 춤의 부재로 이루어져 있어 처짐에 있어서도 유리하게 작용한다.

2.2 2차 부재의 역할

PEB 시스템에 대하여 2차 부재는 구조적으로 매우 중요한 역할을 담당한다. 먼저 중도리(Purlin)부재로는 Z형강이 주로 사용되는데 이는 형상적인 특징으로 중첩(Lapping)이 가능하며 2스팬이상의 연속스팬으로 시공가능하므로 상대적 강성 및 부재의 연속성을 확보할 수 있어 전체 구조물의 안정성에 기여하게 된다. 그러나 PEB시스템은 단면의 최적화로 인하여 주부재의 형상이 일반 물형강에 비하여 상대적으로 세장하다. 이에 대한 보강책으로 사

용되는 것이 플랜지 가새(Flange stay)이다. 즉 힘을 받고 있는 부재의 압축측 플랜지는 횡방향으로 횡좌굴을 일으키는 경향이 있으므로 적절한 가새를 통해서 이를 구속하여야 한다. 주골조에 대한 압축측 플랜지의 가새는 일반적으로 지붕의 Purlin과 함께 제공되어 진다.

2.3 PEB의 골조형상 시스템

PEB는 대상건물의 치수나 지붕의 경사도, 건물의 용도 등에 따라서 최적화된 몇 가지 골조형상 시스템을 제공한다. 예를 들면 체육관, 비행기 격납고, 산업용 창고 등에 적합한 단일경간 시스템(Single-span rigid frame), 물류센터, 공장, 창고 등과 같이 비교적 규모가 큰 건물에 적합한 다중경간 시스템(Multi-span rigid frame), 기존건물에 대한 증축에 효과적인 Lean-to framing 등으로 나눌 수 있다.

3. PEB 시스템의 적용사례

3.1 현대중공업 대조립공장

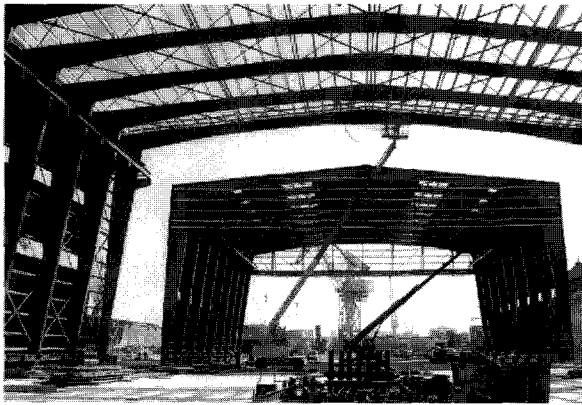
본 건물은 울산시에 소재하는 현대중공업 내에

건축되었으며, 폭 42.6m, 길이 46.0m, 높이 19.8m, 연면적 592.8m²으로 5톤 크레인을 사용하고 있다. 적용된 하중은 다음 표 1과 같다.

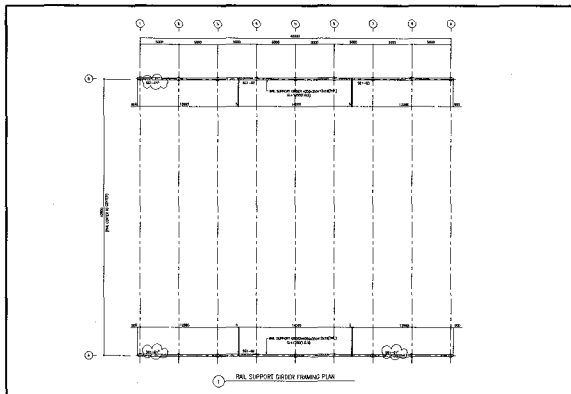
〈표 1〉 적용하중

하중종류	적용하중(kg/m ²)	비고
고정하중	40.0	판넬, 중도리
적재하중	60.0	
적설하중	30.0	
풍하중	160.0	
크레인 중량	5 ton	

본 건물에 대한 시공과정 중의 골조사진 및 개략적인 도면상황을 아래에 나타내었다.



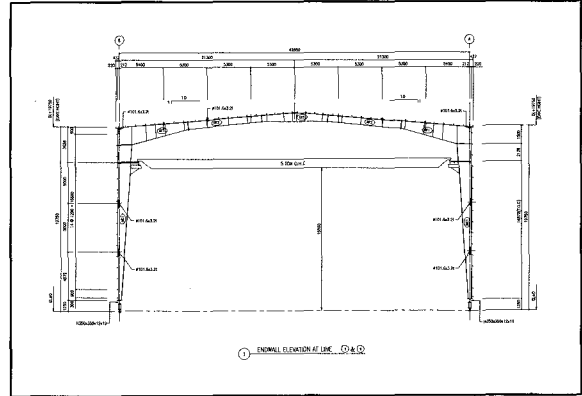
〈사진 1〉 현대중공업 대조립공장



〈그림 2〉 기둥배치도

다음은 본 건물에 대해 일반철골부재로 설계했을 때와 본사의 PEB시스템과의 물량을 비교한 것이다.

표 2에서 보듯이 PEB시스템을 일반철골부재를 사용했을 때에 비해 약 61.2% 정도로 나타났다.



〈그림 3〉 주2단면도

〈표 2〉 시스템의 물량비교

	주부재(kg)	2차부재(kg)	합계(kg)
PEB	152,095	105,835	257,930
일반철골	243,352	179,919	421,271

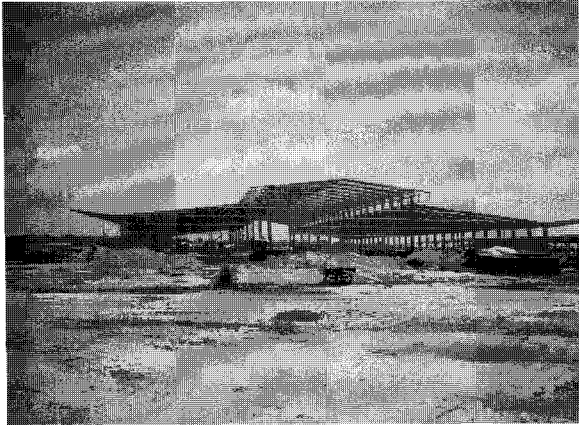
3.2 화승베트남공장

본 건물은 베트남에 소재하는 동나이에 건축되었으며, 폭 44.0m(일부34.0m), 길이 226.0m, 높이 13.68m(일부7.2m), 연면적 9364.0m² 규모의 건물로서, 적용된 하중은 다음 표 3과 같다.

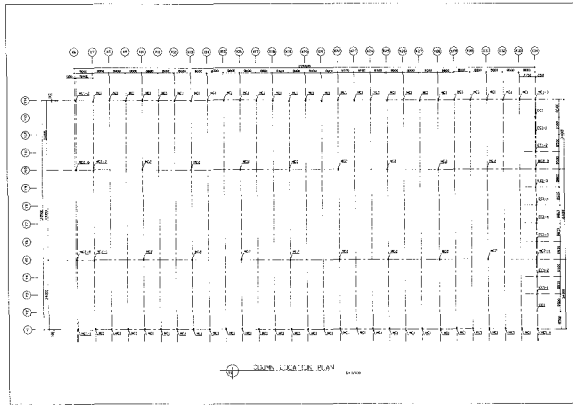
〈표 3〉 적용하중

하중종류	적용하중(kg/m ²)	비고
고정하중	40.0	판넬, 중도리
적재하중	60.0	
적설하중	-	
풍하중	90.0	
크레인 중량	-	

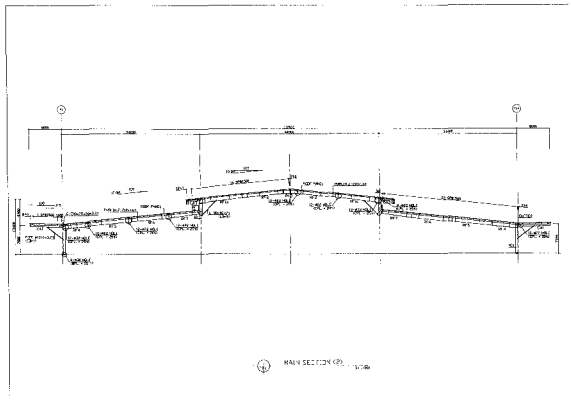
본 건물에 대한 시공과정 중의 골조사진 및 개략적인 도면상황을 아래에 나타내었다.



〈사진 2〉 화승베트남공장



〈그림 4〉 기둥배치도



〈그림 5〉 주 단면도

다음은 본 건물에 대해 일반철골부재로 했을 때와 본사의 PEB시스템과의 물량을 비교한 것이다. 표 4에서와 같은 PEB시스템은 일반철골부재를 사용했을 때에 비하여 약 39%의 물량을 절약할 수 있었다.

〈표 4〉 시스템의 물량비교

	주부재(kg)	2차부재(kg)	합계(kg)
PEB	424,508	475,644	900,152
일반철골	679,214	808,596	1,487,810

3.3 공문교육원

본 건물은 안성시에 소재하는 공문교육연구원으로서, 폭 60.0m, 길이 45.6m, 높이 13.5m, 연면적 1019.0m²으로 규모의 건물로서, 적용된 하중은 다음 표 5와 같다.

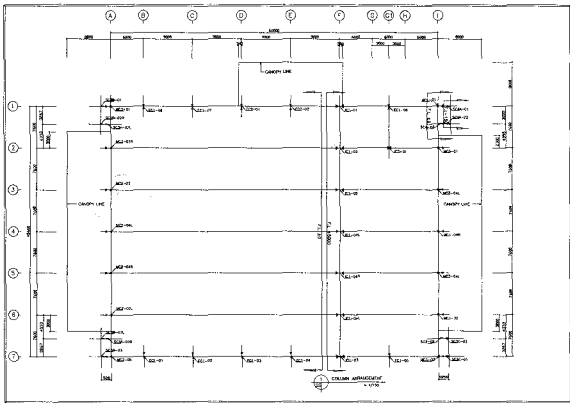
〈표 5〉 적용하중

하중종류	적용하중(kg/m ²)	비고
고정하중	60.0	부가하중 포함
적재하중	80.0	
적설하중	50.0	
풍하중	100.0	
크레인 중량	-	

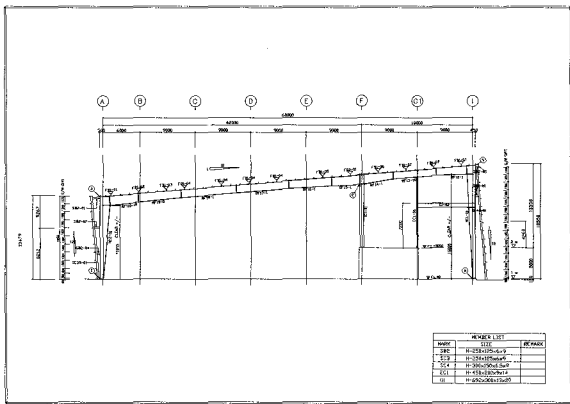
본 건물에 대한 시공과정 중의 골조사진 및 개략적인 도면상황을 아래에 나타내었다.



〈사진 3〉 공문교육원



〈그림 6〉 기둥배치도



〈그림 7〉 주 단면도

다음은 본 건물에 대해 일반철골부재로 했을 때와 본사의 PEB시스템과의 물량을 비교한 것이다.

표 6에서와 같이 PEB시스템에 의한 강재량이 일반철골부재를 사용했을 때와 비교하면 강재량이 60%정도로 나타나 강재량의 감소가 크게 나타났다.

〈표 6〉 시스템의 물량비교

	주부재(kg)	2차부재(kg)	합계(kg)
P.E.B	96,600	209,300	305,900
일반철골	154,560	355,810	510,370

4. 결 론

본지에서는 이미 시공된 폭 40m를 초과하는 비교적 장스팬 공장건물을 대상으로 PEB시스템과 일반철골조시스템(H형강 프레임)에 대하여 사용강재량을 비교하여 보았다. 그 결과 단순히 사용강재량으로만 비교하면 PEB시스템으로 설계된 시공사례 건물에서는 일반 철골조형식에 비하여 강재량이 약 60%정도로 나타나 상대적인 물량감소가 크게 나타남을 알 수 있었다.

그러므로 최적단면으로 설계되는 PEB시스템은 중소규모의 대공간 건물에 대하여 경제성을 만족하는 적절한 구조형식으로 사용될 수 있음을 보여주었다.