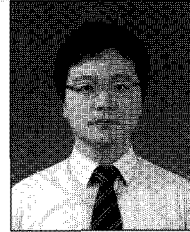
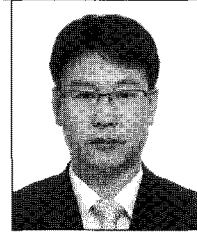


Open Web Frame에 대한 소개

Introduction to Open Web Frame



박 만 우*



도 병 호**

* 동부제철(주) 건설사업부, 대리
 ** 동부제철(주) 건설사업부, 부장

1. Open Web Frame이란

동부제철(주)에서 설계 및 생산하는 Open Web Frame이란, PEB(Pre-Engineered Metal Building System) Main Frame 타입의 한 종류로서, Solid Web을 가진 Rigid Frame과 동일한 구조적 성능을 보이면서도 전체 구조물의 경량화를 도모하여 작용 하중의 감소, 경제성 향상을 극대화시킨 Frame Type이다. 또한, 천정 하부에 설치되는 각종 배선이나 배관을 Frame의 Web 부분으로 도입할 수 있어, 구조물의 전체 층고를 감소시킬 수 있고, 배선, 배관 설치시에 필요한 지지 부재의 절감 효과도 뛰어나, PEB의 본고장이라 할 수 있는 미국에서는 많은 상업용 건축물(물류 창고, 대형 할인점 등)에 본 구조시스템을 많이 적용하고 있다.



그림 2 Union Pipe Factory, 미국

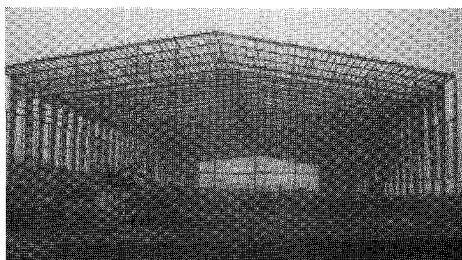


그림 1 당진군 폐기물 매립시설 조성공사
 (Span : 107m, 2010년 12월)

2. Open Web Frame의 구조적 개념

구조적인 측면에서, Open Web Frame은 다음 그림에서 보는 바와 같이, 부재 웹에 작용하는 전단력은 대각방향의 인장력과 압축력으로 전달될 수 있기 때문에, Open Web Frame에서는 실제 전단력을 전달하는데 소요되는 Web 단면만을 설계하고, 필요하지 않은 부분은 다음 그림과 같이 제거하여 경제성을 극대화한다.

따라서, Open Web Frame을 사용하여 충분한 경제적 효과를 얻기 위해서는, 비교적 춤(depth)이 큰 부재에 적용되

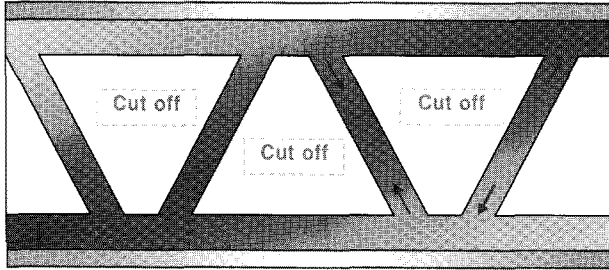
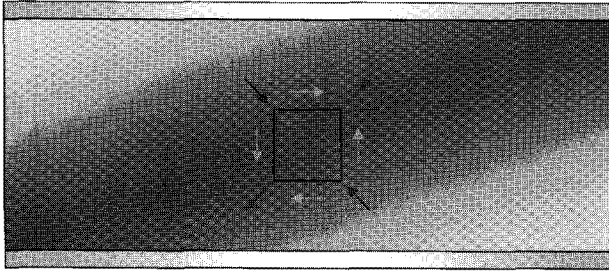


그림 3 Open Web Frame의 기본 구조 개념

여야 하기 때문에, 스패 60m이상의 PEB 구조물에 적용하는 것이 효과적이다. 또한, 실내 천정 하부에 다양한 배선, 배관을 설치해야 하는 건축물에 있어서도 이 시스템을 도입하는 것이 건축물의 층고 감소 및 지지 부재의 절감이라는 측면에서 경제성을 충분히 제공해 주는 시스템이다.

3. Open Web Frame vs 일반 PEB의 경제성 검토

일반 PEB에 대하여 Open Web Frame은 비교적 장스팬(60m 이상)의 구조물에 대해 경제성이 있기 때문에, 여기에서는 60m, 80m, 100m의 무주 공간을 가지는 가상의 구조물에 대해 경제성을 평가한다.

3.1 기본 가정

- 본 경제성 검토는 다른 조건은 모두 동일하다는 전제 조건에서, Main Frame의 중량, 제작비 등을 비교한다.
- 본 경제성 검토에 고려되는 Secondary와 Bracing 부재는 동일한 것으로 간주한다.

3.2 60m 스패 건물

- 건물 규모
60m(W) × 90m(L) × 8.0m(H) : 5,400m² (약 1,600평)
Roof Pitch : 1/12
Bay Spacing : 7.5m
- 경제성 검토

표 1 60m 스패 비교

	중량	제작비	시공비	경제성
R.F.	1.00	1.00	1.00	1.00
O.W.F	0.85	1.15	1.00	0.98
비고	-15%	15%	-	-2%

R.F : Rigid Frame (일반 PEB)

O.W.F : Open Web Frame

3.3 80m 스패 건물

- 건물 규모
80m(W) × 120m(L) × 9.0m(H) : 9,600m² (약 2,910평)
Roof Pitch : 1/12
Bay Spacing : 8.0m
- 경제성 검토

표 2 80m 스패 비교

	중량	제작비	시공비	경제성
R.F.	1.00	1.00	1.00	1.00
O.W.F	0.80	1.17	1.00	0.94
비고	-20%	15%	-	-6%

3.4 100m 스패 건물

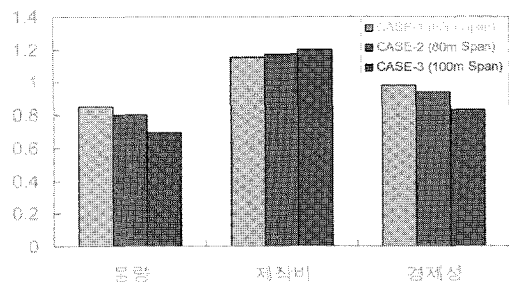
- 건물 규모
100m(W) × 160m(L) × 11.0m(H) : 16,000 m² (약 4,850평)
Roof Pitch : 1/12
Bay Spacing : 8.0m
- 경제성 검토

표 3 100m 스패 비교

	중량	제작비	시공비	경제성
R.F.	1.00	1.00	1.00	1.00
O.W.F	0.69	1.20	1.00	0.83
비고	-31%	20%	-	-17%

3.5 검토결과

- 스패가 증가할수록, 일반 PEB부재에 대한 Open Web 부재의 구성비가 증가하여 제작 단가의 상승이 발생
- 스패가 증가할수록 Open Web Frame의 경제성도 증가함을 볼 수 있다.



4 각 경우별 경제성 비교

3.6 기타사항

- a. 위 경제성 검토에 사용된 제작비 및 시공비는 당사 표준 원가를 기준으로 비교되었으며, 당사 정책상 구체적인 금액은 제시되지 못한 점 양지해 주길 바란다.
- b. 위 경제성 검토에서, 건물의 스패이 증가할수록 제작비단가가 상승하는 것은 Rigid Frame인 기둥에 대한 Open Web Frame의 구성비가 증가하기 때문이다. 참고로, Open Web Frame에서도 기둥은 일반 PEB와 동일한 Rigid Frame 기둥을 사용한다.
- c. 일반 PEB와 Open Web Frame의 춤을 비교한 결과, 추가적인 Depth의 급격한 증가나 감소는 발생하지 않는다. 이는 기본적으로 두 Frame 모두 동일한 모멘트를 전달하기 때문이다. 또한, Open Web Frame의 자중 감소로 인해 Depth가 감소하는 경우도 있다.

4. Open Web Frame의 구성

4.1 Main Section

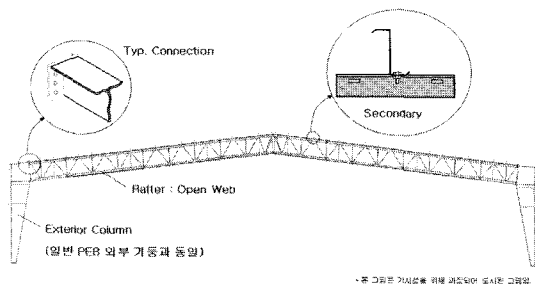


그림 5 Main Frame

- Built-Up Tee Chords (상, 하현재)
- Single / Double Angle Webs (래티스 부재)
- Extended / Flush End Plates
- 기타 다양한 접합부, Purlins, Flange Braces, Brace Rods, etc.

4.2 Configuration Details

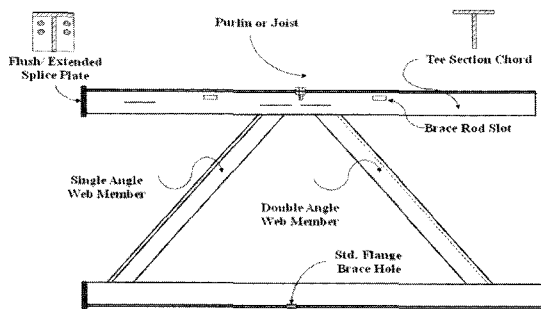


그림 6 Configuration Details

4.3 Lattice 구성방법

a. Warren Type

- Purlin Space마다 V형태로 래티스 부재 배치
- 부재춤 1,500mm 이하의 비교적 작은 규모에 적합

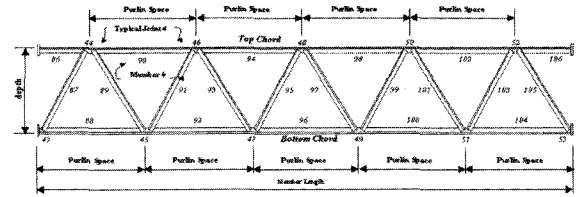


그림 7 Warren Type

b. Modified Warren Type

- 2개의 Purlin Space마다 V형태의 래티스와 중앙의 수직 래티스로 구성
- 부재춤 1,500mm 이상의 부재나 Purlin Space가 큰 경우에 유리

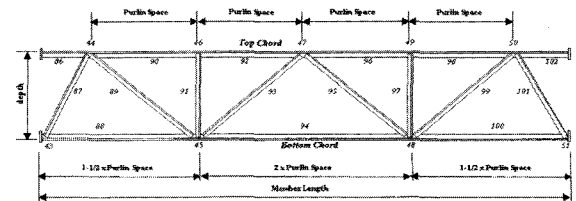


그림 8 Modified Warren Type

4.4 Main Frame 접합부 타입

a. Flush Type End-Plate

- T형강 Flange 하단부에 접합용 볼트 Hole 배치
- 접합용 볼트 : M20, M24, M30, M38
- 미국 AISC협회에 의해 인증된 접합 타입임
- 설계 시, 접합부 도심과 T형강 도심의 편차에 의한 국부적인 휨모멘트 발생에 대해 고려됨

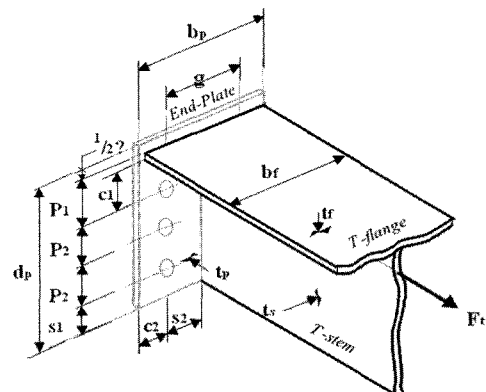


그림 9 Flush Type End-Plate

b. Extended Type End-Plate

- 접합용 End-Plate가 Flange 바깥쪽으로 확대된 타입
- 접합용 볼트 : M20, M24, M30, M38
- 미국 AISC협회에 의해 제공된 타입으로 보통 AISC 타입으로 통칭됨

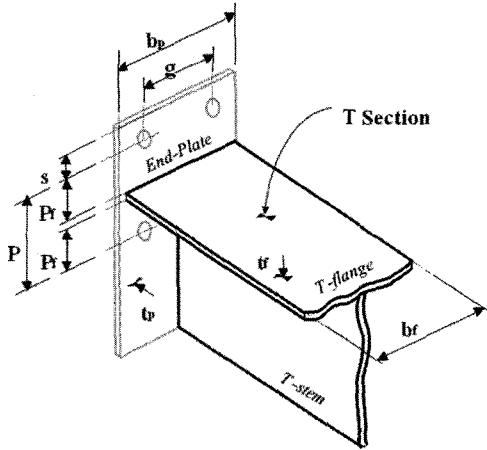


그림 10 Extended Type End-Plate

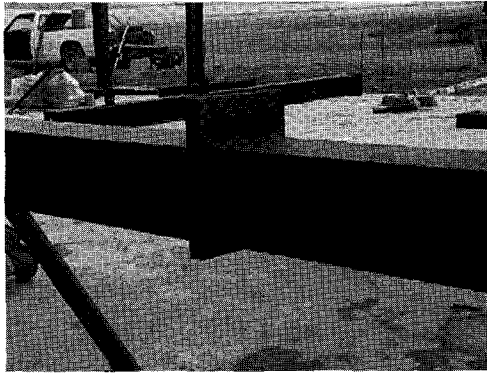


그림 11 Extended Type End-Plate

4.5 횡방향 안정성 제공

현재의 수직방향으로 Brace Strut(Pipe 또는 Face-to-Face Cee)와 Brace Rod를 제공하여 횡방향 안정성을 제공한다. 이 부재는 모든 Bay에 배치되는 것은 아니며, 구조 설계시 최적의 조건으로 배치한다.

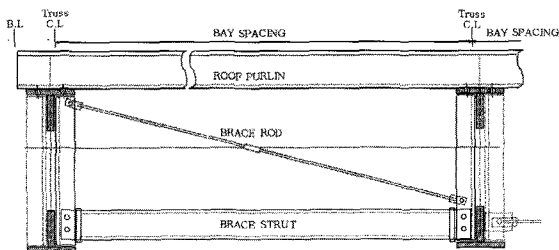


그림 12 Brace Rod

4.6 기타 접합부 형상

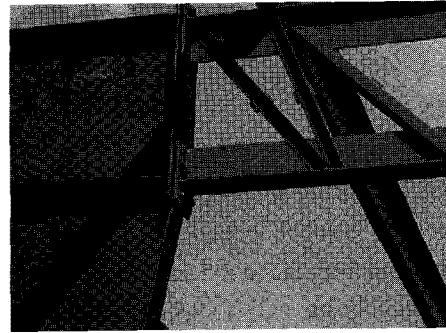


그림 13 전형적인 기둥-Rafter 접합

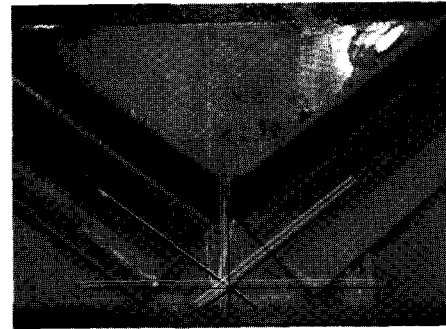


그림 14 Lattice Angle 레이아웃 형상

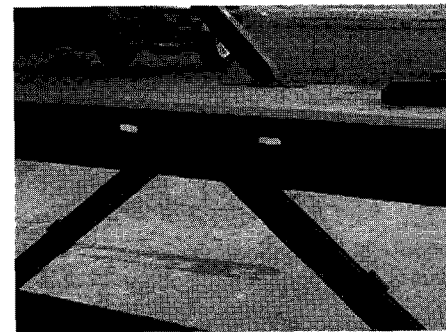


그림 15 Rod Brace용 슬롯(Slot)



그림 16 Secondary 접합용 Hole

[담당 : 김명한, 편집위원]