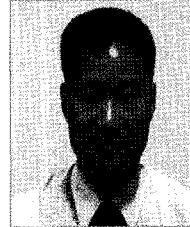


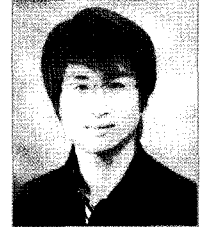
## 비대칭 H형강을 사용한 슬림플로어시스템



김 동 성  
삼우구조컨설턴트 대표  
편집출판위원회 이사



안 병 규  
한일건설(주)기술연구팀  
건축구조기술사



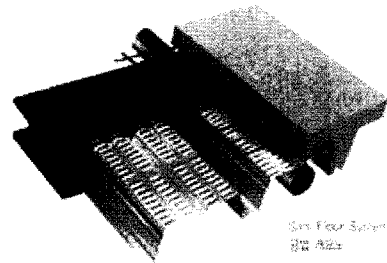
양 동 석  
삼우구조컨설턴트  
기술개발부 연구원

### 1. 공법 개요

#### 1.1 일반사항

슬림플로어 시스템이란 춤이 깊은 합성데크(Deep Deck)를 비대칭 H형강의 하부 플랜지에 올려 놓음으로써 층고를 절감시키는 공법이다. 이를 적용하면 바닥 높이를 약 25~40cm 정도까지 낮게 시공할 수 있어 골조 및 각종 내외부 마감재 등을 포함하는 건축공사비가 절감되는 효과가 있다.

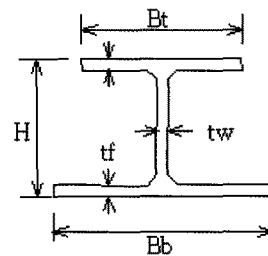
춤이 깊은 데크(Deep Deck)은 현재 제일테크노스에서 생산하는 250mm 춤의 JF Deck이 주로 사용되고 있으며, 비대칭 H형강은 초기에는 일반 H형강의 하부 Flange에 폭이 넓은 Plate를 덧대어 사용하거나 또는 T형강의 하부에 폭이 넓은 Plate를 용접하여 사용하였으나 지금은 현대제철에서 압연 비대칭 H형강(일명 Slim Beam)으로서 4개 종류의 단면이 생산되고 있어 제작 및 시공이 비교적 용이해진 편이다. 아래 [그림1]은 압연비대칭 H형강의 단면도이며, [그림2]는 슬림플로어 시스템의 개념도이다.



[그림 2] 슬림플로어 시스템의 개념도

#### 1.2 구성요소

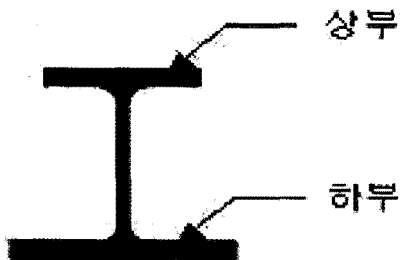
· 압연 비대칭 H형강의 단면형상



[그림 3] 압연 비대칭 H형강의 단면형상

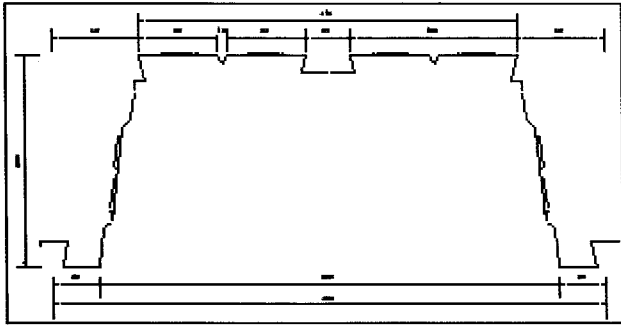
· 압연 비대칭 H형강의 규격표

H	Bt	Bb	tw	tf	R
306	283	393	11	18	22
312	285	395	13	21	22
318	288	398	16	24	22
326	290	400	18	28	22



[그림 1] 압연 비대칭 H형강 단면도

· 춤이 깊은 데크(J.F Deck)의 단면형상



[그림 4] 춤이 깊은 데크(J.F Deck)의 단면형상

1.3 일반 철골조와 슬림플로어의 형상 비교

1) 평면 및 단면 비교

구분	일반 철골조	슬림플로어
구조평면 및 단면		

[그림 5] 철골조와 슬림플로어의 평·단면 비교

2) 평면구조계획

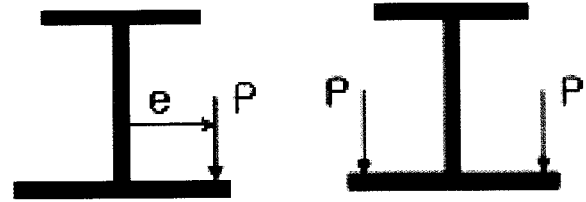
일반 철골조는 75mm 춤의 데크를 주로 사용하여 약 3~4m 정도로 중간보(Sub Beam)을 두지만, 슬림플로어의 경우에는 250mm Deep Deck를 주로 사용하여 중간보를 생략하는 것이 효과적이다. 그리고 바닥슬래브의 처짐 및 진동에 유의하여 데크의 스패를 결정해야 하며, 그 스패 및 작용하중에 따라 Topping 콘크리트의 두께를 적절히 결정해야 한다.

2. 설계 개념

2.1 시공시의 하중 패턴

콘크리트 타설 중 비대칭 철골보는 아래 그림과 같이 보의 한 측에만 하중이 작용할 경우와 양측에 동시에 작용할 경우에 대해 검토되어야 한다. 보통 불균형 하중조합 상태가 지배적인데, 이는 불균형으로 인해 상부의 좁은 Flange에 휨모멘트가 야기

되고 보의 평형을 유지하기 위하여 단면에 비틀림이 발생되기 때문이다. 콘크리트 경화 후 합성단면에 작용하는 하중이 작은 경우의 보의 설계는 보통 시공조건에 좌우하게 된다. 따라서 인접 슬래브의 Span이 클 경우에는 중간에 서포트를 설치할 경우 시공중의 휨 및 비틀림이 많이 저하될 수 있을 것이다.



Loas Case 1 : Bending & Torsion

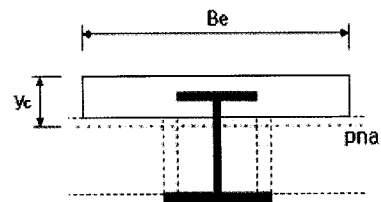
Loas Case 2 : Bending

[그림 6] 시공시의 하중패턴

2.2 합성단면의 소성모멘트

슬림플로어보는 춤이 깊은 데크슬래브와 더불어 현장 타설된 콘크리트와 함께 합성으로 거동하는 것으로 보고 설계한다. 합성단면의 휨성능은 소성해석원리에 의해 구할 수 있고, 소성중립축은 아래와 같이 크게 두 단계를 거쳐 검토한다.

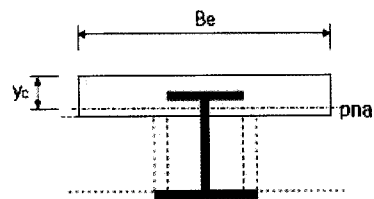
1) 소성 중립축이 Topping Concrete 밑의 철골 Web에 있는 경우



[그림 7] 소성중립축 1

2) 소성 중립축이 Topping Concrete 속의 철골단면에 있는 경우

Topping Concrete 속의 경우에는 철골의 Web에 있는 경우, 상부 Flange에 있는 경우, 또 그 상부의 콘크리트에 있는 경우로 나누어 검토한다.



[그림 8] 소성중립축 2

## 3. 슬림플로어 시스템 적용 효과

### 3.1 층고 절감 효과

- 동일 높이 건물에서 층고 절감으로 인한 사용층수의 증가
- 높이가 제한된 건축물에서 효율성 증대
- 슬래브와 보 부분의 높이가 같아 설비 덕트 등의 설치가 용이함
- 철골보 주변 콘크리트로 인해 단면성능이 향상되고 보의 처짐 감소에 유리
- 철골보 주변 콘크리트로 인해 내화성능 향상

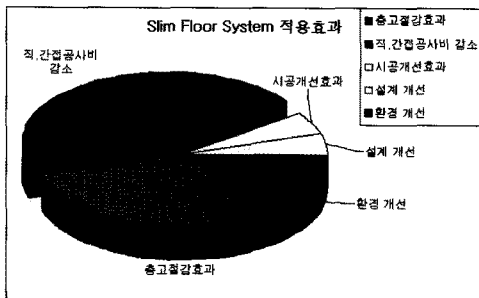
### 3.2 공사비 절감 효과

#### 1) 직접공사비의 절감

- Deep Deck의 적용으로 작은 보의 생략
- 철골보의 축 감소
- 내화피복 감소 및 내·외장재의 절감

#### 2) 간접공사비의 절감

- 현장 관리 인원 및 공기 단축 가능
- 내부 보 생략으로 철골세우기 시간 단축
- 임대면적 증가로 수익성 증대



[그림 9] 슬림플로어 시스템 적용 효과

## 4. 공법 적용 사례

### 4.1 삼성화재 청량리 사옥

#### 1) 건물 및 구조개요

- 위치 : 서울시 동대문구 용두동
- 규모 : 지하4층, 지상15층
- 용도 : 업무시설
- 설계기준 : 강구조한계상태설계기준
- 구조재료 강도
  - 콘크리트 :  $f_{ck} = 24 \sim 27 \text{ N/mm}^2$
  - 철 근 :  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$

- 철 골 : SM490

· 슬림플로어 적용범위 : 지상층만 해당

· 지상층 구조형식

-바닥구조 : Slim Floor System(지상)

-기 동 : SRC

-코 아 : RC

· 기둥모듈 : 10.2 x 11.4m

(중간 연속보를 설치하여 데크 스패를 줄임)

#### 2) 슬림플로어 적용 전후의 비교

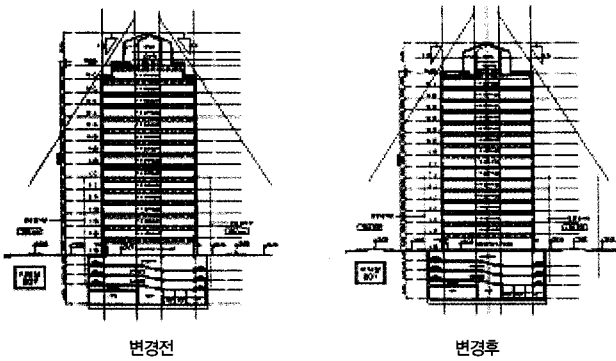
구 분	적용전	적용후	비교
대지면적	1,719.5m <sup>2</sup> (520.15평)	1,719.5m <sup>2</sup> (520.15평)	
용 도	업무시설, 근린생활시설	업무시설, 근린생활시설	
층 수	지하4층, 지상15층	지하4층, 지상15층	
건물높이	67.25m	62.9m	4.35m 감소
건축면적	1,022.61m <sup>2</sup> (309.34평)	1,022.61m <sup>2</sup> (309.34평)	
연면적	18,706.5m <sup>2</sup> (5,658.69평)	19,111.54m <sup>2</sup> (5,781.24평)	약123평 증가
건폐율	59.47%	59.47%	
용적율	817.39%	840.94%	23.55% 증가

#### 3) 전경사진



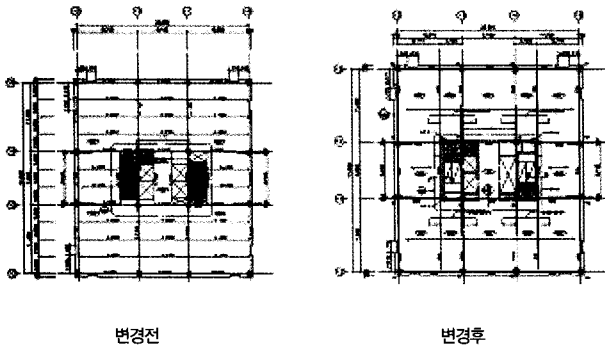
[사진 1] 전경

4) 변경전후의 단면



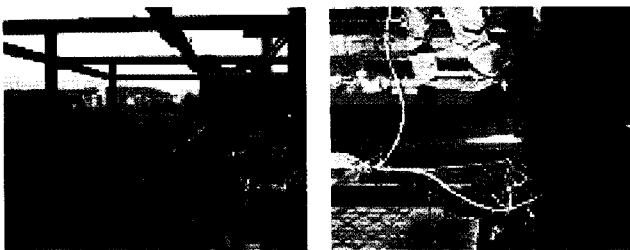
[그림 10] 변경전·후의 건축 단면도

5) 변경전후의 구조평면도



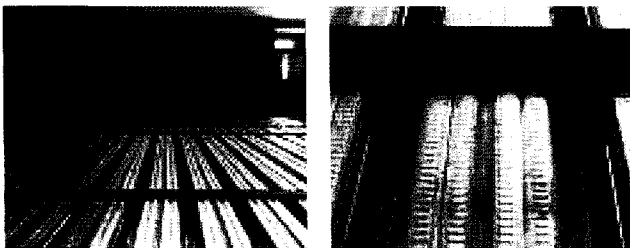
[그림 11] 변경전·후의 구조 평면도

6) 시공사진



비대칭 H형강 설치

단부보강



Deep Deck 설치

Deep Deck 설치 상세

[사진 2] 시공사진

7) 적용효과

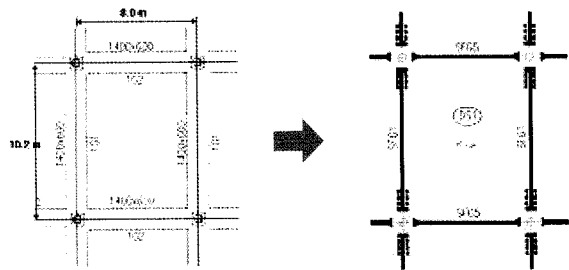
층고 절감에 의해 1개층 증축이 가능하였으나 시공중의 재심의 등의 이유로 최상층 면적만 증가시켰으며, 골조공사비 약 3% 가량 절감되었다.

4.2 신세계백화점 죽전점

1) 건물 및 구조개요

- 위치 : 경기도 용인시 죽전동
- 규모 : 지하4층, 지상10층
- 용도 : 판매시설 및 지하주차장
- 설계기준 : 건축구조설계기준(KBC2005)
- 구조재료 강도
  - 콘크리트 :  $f_{ck} = 27 \text{ N/mm}^2$
  - 철근 :  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$
  - 철골 : SM490
- 슬림플로어 적용범위 : 지하층만 해당
- 지하층 구조형식
  - 바닥구조 : Slim Floor System(지하)
  - 기둥 : SRC
  - 코아 및 지하외벽 : RC
  - 기초 : 지내력기초
- 기둥모듈 : 8.0 x 10.2m

2) 변경전후의 바닥구조 시스템

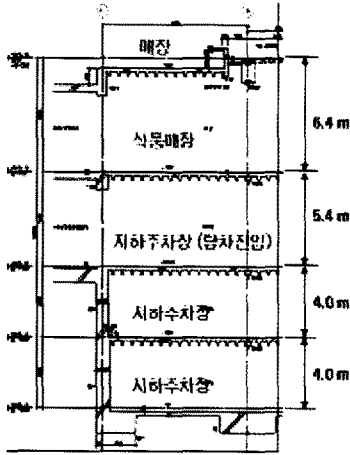


[그림 12] RC조를 슬림플로어 시스템으로 변경

3) 변경전후의 지하층 층고

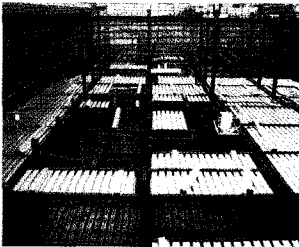
층	층고(m)		비고
	변경전	변경후	
B1	6.4	6.4	전체 60Cm 감소(기계실 20Cm 포함)
B2	5.4	5.4	지하1,2층의 층고 감소도 가능하나, 인접거늘과의 레벨 및 연관성 고려하여
B3	4.2	4.0	기존 층고 유지됨
B4	4.2	4.0	

## 4) 지하층 단면도



[그림 13] 지하층 단면도

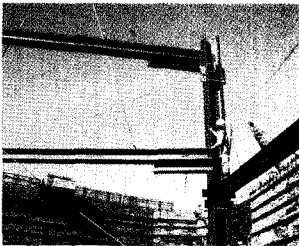
## 5) 시공사진



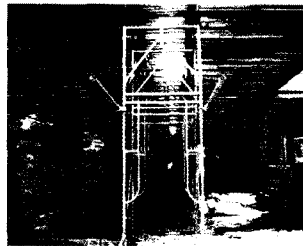
데크 설치 전경



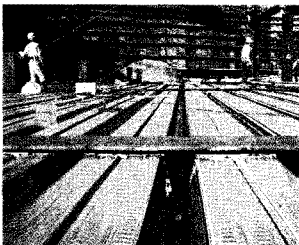
철근배근 전경



비대칭 H형강 설치



Deck 하부 서포트



데크 주근 관통용 Web hole

[사진 3] 시공사진

위의 사진에서 데크 주근 관통용 Web hole은 과하중 적용시 데크의 안정성 확보를 위한 주근의 관통 정착 및 보의 휨거동시 길이방향 전단부착거동 등을 고려하여 설치한 것이다.

## 6) 적용효과

기존 RC조에서 슬림플로어로 변경되면서 층당 골조 공사비가 다소 증가하는 것으로 나타났으나, 층고 절감효과에 의한 압반 굴착량 감소(약 5,000m<sup>3</sup>) 등에 의해 약 3%의 직접공사비 감소 및 당초 계획 대비 약 2.5개월의 공기가 단축된 것으로 분석되었다.

## 4.3 목동 웨딩문화원

### 1) 건물 및 구조개요

- 위치 : 서울시 양천구 목동
- 규모 : 지하2층, 지상7층
- 용도 : 문화 및 집회시설S(예식장)
- 설계기준 : 건축구조설계기준(KBC2005)
- 구조재료 강도

- 콘크리트 :  $f_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

- 철근 :  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$

- 철골 : SS400, SS490, SM490

### · 구조형식

- 바닥구조 : Slim Floor System(지상, 지하)

- 기둥 : SRC

- 코아 및 지하외벽 : RC

- 기초 : PHC PILE 기초(EXT PILE)

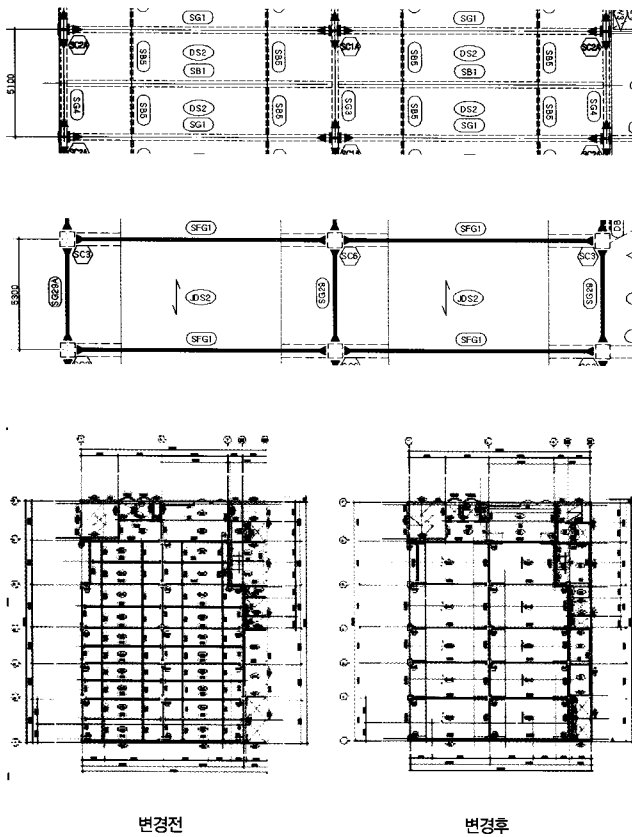
· 기둥모듈 : 6.6 x 13.0m

### 2) 조감도



[사진 4] 전경

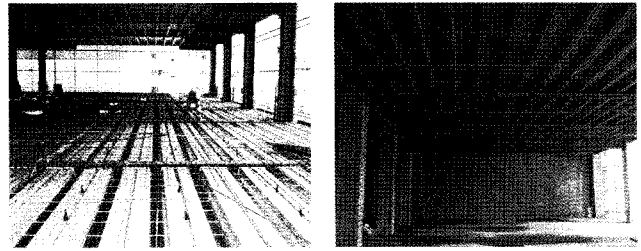
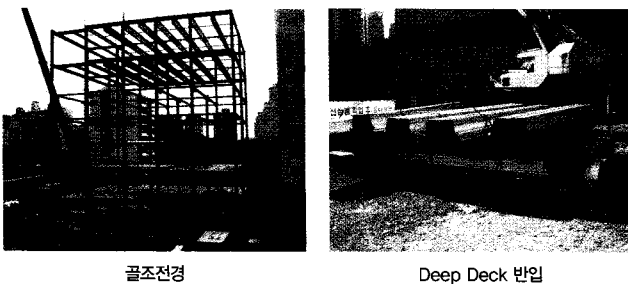
3) 변경전후의 구조평면도 비교



[그림 14] 변경전·후의 구조평면도

당초 설계는 6.6 x 13.0m의 모듈에서 중간에 철골보를 두는 것으로 계획되었으나, 슬림플로어 시스템 적용에 의해 중간보를 없애고 기둥열에만 춤 320의 Slim Beam을 접합하고 일방향으로 Deep Deck을 설치하는 것으로 변경하였다. Slim Beam 단부의 일정구간에는 장스팬에 따른 부모멘트의 증가 및 보의 처짐에 대비하여 아래 그림에서 보는 바와 같이 보의 하부에 T형강을 대어 강성을 증가시켰다.

4) 시공사진



[사진 5] 시공사진

5) 적용효과

슬림플로어 시스템의 적용으로 일반 철골조 보다 층당 약 20cm의 층고가 감소되었고, 작은보의 생략 등 철골 물량이 감소되었으며, 지하층의 경우에는 굴토량 감소 등 전체적으로 골조공사비가 절감되었다.

5. 맺음말

슬림플로어 시스템은 비대칭 철골보와 춤이 깊은 데크(Deep Deck)의 조합으로 이루어지므로 데크 슬래브의 스패인 시스템을 적용하는데 있어서 중요한 요인으로 작용한다. 데크 스패인을 줄이기 위하여 단순지지 조건의 중간보(Sub Beam)를 둘 경우 장스팬 중간보의 처짐을 해결하기가 여의치 않으므로(중간보의 스패인이 크지 않을 경우에는 예외) 중간보 없이 Girder를 비대칭 철골보로 하여 Deep Deck을 설치하도록 계획하는 것이 바람직한데 이때 데크 스패인 즉, 데크 골 방향의 기둥간격이 데크 적용시의 바닥 처짐 및 진동의 문제가 생기지 않도록 적절한 범위에서 결정되어야 한다. 이런 측면에서 앞의 적용 사례에서의 웨딩 문화원 건물의 6.6 x 13.0m의 기둥모듈은 슬림플로어 시스템을 적용하기에 적절한 것으로 판단된다.

250mm Deep Deck Slab는 콘크리트 타설시의 자중이 작지 않으므로 데크스팬 6m 이상의 경우에는 반드시 데크 중간에 적절한 서포트를 설치해야 하며, 경험적으로 6m 이하의 경우라도 시공하중의 크기 및 데크의 처짐량 검토 결과에 따라 데크 중간에 서포트가 필요할 수도 있을 것이다.