

## 제 1장 S-SRC 공법의 개요

### 1.1 S-SRC공법의 개발 배경

### 1.2 S-SRC공법의 개념

#### 1.2.1 일반 개념

#### 1.2.2 S-SRC공법의 장점

#### 1.2.3 S-SRC합성보의 종류

##### (1) S-SRC합성보 Type I

##### (2) S-SRC합성보 Type II

##### (3) Type I과 Type II 복합형

### 1.3 S-SRC공법과 구조형식 비교

### 1.4 S-SRC합성보의 특성

#### 1.4.1 S-SRC합성보의 층고 절감

#### 1.4.2 S-SRC합성보의 긴-경간

S-SRC공법의 이해를 돕기 위하여 개발 및 적용 과정

S-SRC공법의 보 형상에 따른 종류 및 적용 방법

S-SRC공법의 특성에 대한 설명

## 1.1 S-SRC공법의 개발배경

일반적인 건축물에서 가장 널리 사용되는 기본 건축 구조방식으로 그림1-1은 철근 콘크리트조 (RC조: Reinforced Concrete), 그림1-2는 철골 철근콘크리트조 (SRC조: Steel framed Reinforced Concrete), 그림1-3은 철골조(SS조: Steel frame) 이다.

RC조는 철근과 콘크리트를 사용하여 그 양자의 장점을 살린 구조로 장력과 압력이 강하고 SRC조는 철골 부재의 주위를 철근과 콘크리트를 사용하는 구조로서 RC구조 보다 강도가 좋으나 공사기간이 길다는 단점이 있으며, 철골조는 공장 제작과 현장 조립을 병행하여 공사기간을 단축할 수 있는 장점이 있어 그림1-3의 철골조를 고층 건축물에 많이 채용된다.

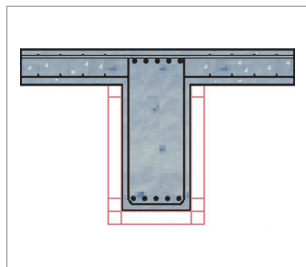


그림1-1 RC조

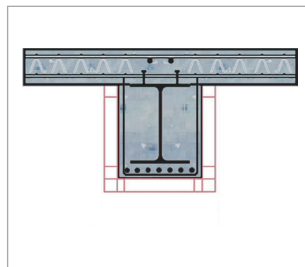


그림1-2 SRC조

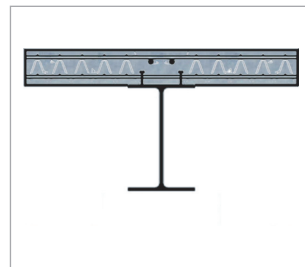


그림1-3 철골 조

RC조와 SRC조를 비교했을 때 RC조는 SRC조에 비하여 공사비는 저렴하나, 거푸집 제작, 조립, 탈형과 철근배근의 번거로움이 있으며 거푸집은 콘크리트가 양생된 후에나 제거하므로 공사기간이 연장되는 단점이 있다.

SRC조는 보의 크기를 줄여 층고를 낮추며 긴-경간 설계가 가능하나, 거푸집 제작과 조립, 탈형과 철근 배근의 번거로움이 있으며 거푸집은 콘크리트가 양생된 후 제거 하므로 공사기간도 연장되며 비용도 많이 든다는 단점이 있다.

철골조는 SRC조의 단점인 공사기간과 비용을 절약하기 위하여 많은 건축물에서 이용 되나 SRC조에 비하여 보가 커지고 진동 및 소음에 취약하다는 단점이 있다.

각각의 건축 공법은 구조 별로 장점이 있는 반면에 단점이 부각되는 경우가 많다.

SRC구조는 건축물의 품질은 매우 우수하나 공사기간이 길고 비용도 많이 든다는 것이 단점이며 철골조는 SRC조에 비하여 기간도 짧고 비용도 저렴하나 보가 커지며 진동 및 소음에 취약하다는 단점이 있다.

이러한 문제점에도 용도의 필요성에 의하여 설계시 비용을 감수하면서도 긴-경간 설계와 층고 절감을 위하여 다양한 공법을 사용하고 있다.

SRC공법의 단점인 공기 지연 및 공사비 상승 요인과 철골조의 단점인 진동 및 소음을 해결하기 위하여 개발된 공법이 S-SRC합성보 공법으로 H형강의 크기에 따라 그림1-4 Type I과 그림1-5 Type II로 구분된다.

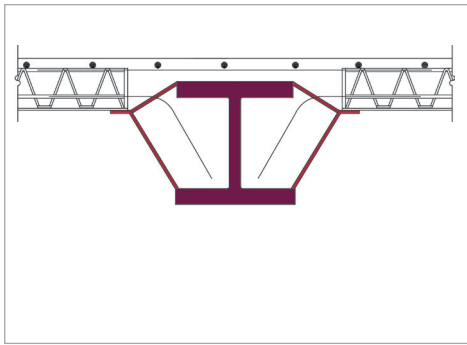


그림1-4 S-SRC보 Type I

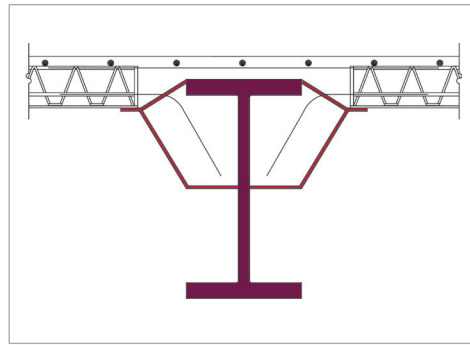


그림1-5 S-SRC보 Type II

S-SRC공법은 SRC조의 장점인 우수한 품질의 보로 긴-경간 설계와 층고 절감이 가능하며, S-SRC공법은 철골조의 장점인 공기단축을 위하여 Module화로 공장-현장 작업을 진행하며, S-SRC공법은 측면구성재(Z-Bar)를 H형강에 부착하여 보의 단면 성능이 향상되어 ①긴-경간 설계 ②층고 절감 ③물량 감소 ④공기 절감을 이루어 경제성을 향상시킨 신공법이다.

S-SRC공법의 측면구성재(Z-Bar) Module을 부착하므로,

- 단면 성능 향상으로 긴-경간 설계와 층고 절감에 따른 물량 감소로 경제적이다.
- S-SRC공법의 구성 요소인 측면구성재를 Module화하여 공장제작으로 품질이 우수하며 공사기간을 단축한다.
- S-SRC공법은 콘크리트와 철골의 일체형으로 진동과 소음을 감소할 수 있다.
- 기둥과의 접합 부분은 H형강에 측면구성재(Z-bar) Module를 공장에서 부착한 S-SRC합성보의 단면은 그림1-4 및 그림1-5와 같아서 현장 반입하여 철골조와 동일한 방법으로 시공하므로 품질 및 공기 단축에 따른 시공성이 향상 된다.
- 대부분 제작된 합성보는 접합부의 처리가 매우 난해하나 S-SRC합성보는 철골조와 동일한 접 합방식으로 시공성과 안전성이 우수하다.

S-SRC보는 형상은 SRC보의 우수한 품질과 철골조의 우수한 시공성을 겸비하여 층고 절감, 긴-경간 설계, 편리한 시공성과 공기를 절감하는 경제적인 공법이다.

## 1.2 S-SRC공법의 개념

### 1.2.1 일반 개념

그림1-6은 SRC보 형상도이고 그림1-7은 철골보 형상도이다.

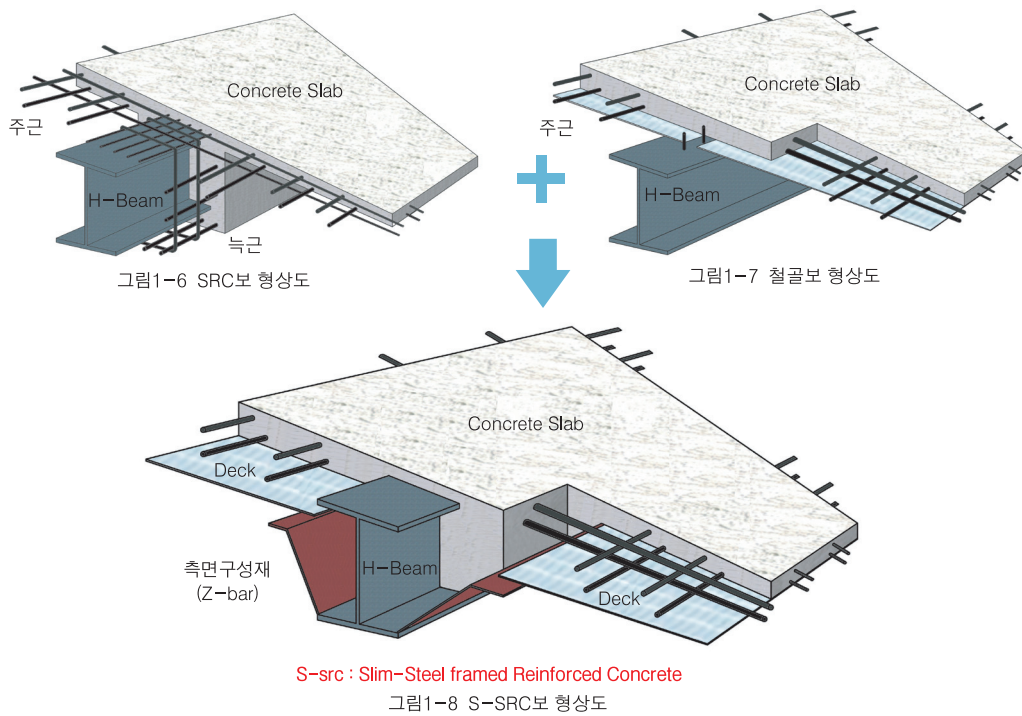


그림1-8 S-SRC(Slim Steel framed Reinforced Concrete)공법은 형상과 성능에서 그림1-6 SRC(Steel framed Reinforced Concrete)공법과 비교하면 S-SRC공법은 SRC공법에서의 거푸집 대응으로 측면구성재를 사용한다.

철골과 콘크리트가 일체화되어 SRC와 같은 보 품질, 층고 절감, 긴-경간 설계, 진동 및 소음에 우수한 장점이 있다.

그림1-7철골(Steel frame)공법과 조립방법을 비교하면 S-SRC공법은 H형강에 측면 구성재를 부착하여 철골조와 같은 볼트 접합 조립방법을 사용하였다.

SRC공법의 품질과 철골공법의 시공성에 대한 장점을 살리어 개발한 S-SRC공법은 층고 절감과 공기단축 및 경제성이 우수하다.

S-SRC공법 중 그림1-9(Type I)의 구성은 측면구성재와 이를 고정시켜 주는 상부 정착보강재로 구성되며, 측면구성재 Module의 재질 및 제작은 콘크리트 타설 시 안전과 하중을 고려하여 작업지시서에 준하여 작업하여야 한다.

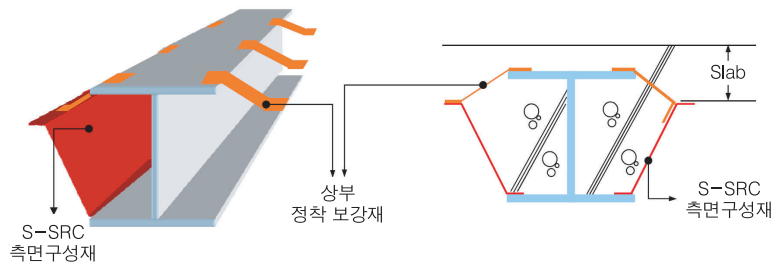


그림1-9 S-SRC보의 구성 개념도 (Type I)

그림1-10(Type II)의 구성은 긴-경간 설계 시 대형 빔에 적용 되는데 측면구성재, 상부 정착보강재 및 하부 정착보강재로 구성되며, 측면구성재 Module의 재질 및 제작은 콘크리트 타설 시 안전과 하중을 고려하여 작업지시서에 준하여 작업하여야 한다.

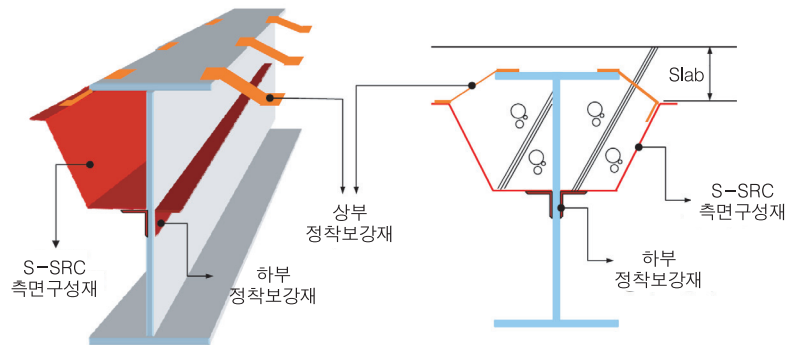


그림1-10 S-SRC보의 구성 개념도 (Type II)

그림1-8, 그림1-9에서와 같이 측면구성재의 상부에 각도를 주어 장착함으로써,

- ① 측면구성재를 거푸집 대용으로 사용하였다.
- ② 측면구성재에 각도를 주어 보 단면 성능이 향상되어 긴-경간 설계가 가능하다.
- ③ 측면구성재의 상단에 다양한 슬라브공법과 Deck Plate의 시공성을 높였다.
- ④ 측면구성재의 상부 개구부가 넓어 콘크리트 타설 시 H-Beam과 측면구성재 안쪽으로 콘크리트 침투가 용이하여 보의 품질을 향상 시켰다.
- ⑤ 측면구성재의 높이를 슬라브위치에 따라 설정하여 층고를 절감하였다.
- ⑥ 측면구성재의 Module화로 품질과 공기단축 및 경제성을 높였다.

S-SRC공법은 초기에 그림1-11의 형상으로 현장 작업으로 시도하였으나 현장 작업에서 안쪽의 용접이 어려워 그림1-12와 같이 개선하였다.

S-SRC보와 보조 보의 연결부위를 측면구성재 외부로 연장하여 측면구성재의 시공성과 보조 보의 현장 조립을 개선하였다.

콘크리트 슬라브 타설시 상부의 Deck와 콘크리트 물량의 하중을 안전하게 지탱하며, 정착 및 좌굴 보강 용인 상부 및 하부 정착보강재는 KSD3504 열간 압연강판을 2차 성형하여 사용하였다.

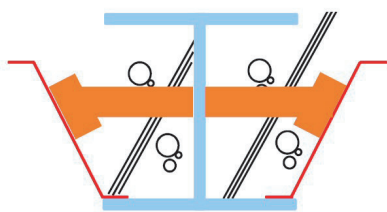


그림1-11

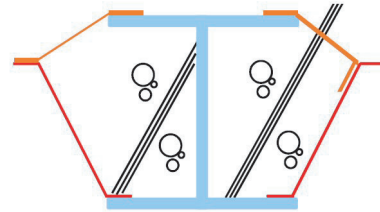


그림1-12

S-SRC보와 기둥의 접합부는 철골조와 같은 볼트 접합 방법으로 시공하며 콘크리트와 철골의 일체화로 철골조의 단점인 진동 문제를 개선하였으며, 단면 성능 향상으로 긴-경간 설계가 가능하고 층고를 절감하였다.

S-SRC합성보 제작 시 측면구성재에 각도를 주므로 보 상부 폭이 넓어 보의 단면 성능이 향상되고 콘크리트 타설 시 원활한 유입 및 변형을 방지하여 높은 품질의 보를 시공할 수 있게 하였고 또한 측면구성재의 상부가 넓어지므로 Deck 사용량이 감소하여 원자재 절감을 기대한다.

S-SRC보의 측면구성재는 높이 조절이 가능하여 다양한 높이의 슬라브와 모든 Deck(철근일체형 Deck Plate, 거푸집용 Deck Plate, 합성구조용 Deck Plate, DEEP Deck, Plate Deck, 합판 거푸집)에 호환성이 우수하며, 또한 H-Beam의 일부(60~100mm)가 상부 슬라브에 매입되어 추가적인 층고절감과 볼트 접합 방식으로 시공이 편리하여 공기 단축과 공사비 절감을 기대한다.

### 1.2.2 S-SRC공법의 장점

- ① S-SRC공법은 SRC조와 철골조의 장점을 살린 개량형 신공법으로 기성 "H"형 자재를 사용하므로 자재 수급과 시공이 용이하다.
- ② S-SRC공법은 철근 일체형 Deck Plate, 거푸집용 Deck Plate, 합성 구조용 Deck Plate, DEEP Deck Plate, 합판 거푸집 등 모든 슬라브 설치 방식에 쉽게 적용 가능하다.
- ③ S-SRC공법은 RC, SRC, 철골조 등 모든 공법의 기둥에 적용이 용이하다.
- ④ S-SRC공법의 측면구성재 Module은 공장 작업과 현장 작업이 용이하여 시공성, 경제성, 생산성이 우수하다.
- ⑤ S-SRC공법은 SRC조의 장점인 층고 절감, 긴-경간 설계가 가능한 일체형 합성보로 소음과 진동에 우수하다.
- ⑥ S-SRC공법은 측면구성재가 거푸집이므로 내화 피복 면적이 대폭 절감 된다.
- ⑦ S-SRC공법은 철강재와 콘크리트의 일체형으로 합성력이 향상되어 강성과 강도를 확보하고 보의 처짐 및 진동에 우수하다.
- ⑧ S-SRC공법은 Top-Down 및 UP-UP공법에 적용시 측면구성재가 슬라브용 테크 플레이트를 지지하므로 거푸집과 지지대가 필요 없어 경제적이다.
- ⑨ S-SRC공법은 층고 절감에 따른 지하 터파기량이 감소되어 공사기간 단축과 공사비 절감 효과가 크다.

S-SRC공법은 건축물 보의 단면 향상과 긴-경간 시공에 따른 기둥 감소 및 층고 절감과 강재와 콘크리트 등의 원자재 및 건물 내·외장재의 절감뿐 만 아니라, 지하 공사에서는 층고 절감에 따른 터파기 물량 감소와 공기 단축으로 공사비를 대폭 절감할 수 있으며, 시공 후 긴-경간의 넓은 공간은 사용상의 편리한 장점이 많아 건물이 고층화될수록 경제성이 향상된다.

### 1.2.3 S-SRC합성보의 종류

#### (1) S-SRC합성보 Type I

그림1-13은 S-SRC보 I형 형태이다.

일반적으로 경간 거리가 짧은 설계에서 층고 절감을 주 목적으로 S-SRC보 Type I를 사용할 수 있으며 단면 성능 향상으로 층고 절감 효과와 비용 절감을 기대한다.

그림 1-14는 예시도이며 그림 1-15은 이 경우의 설비 개념도이다.



그림1-13 S-SRC보 I형 형태



그림1-14 S-SRC보 Type I 예시도

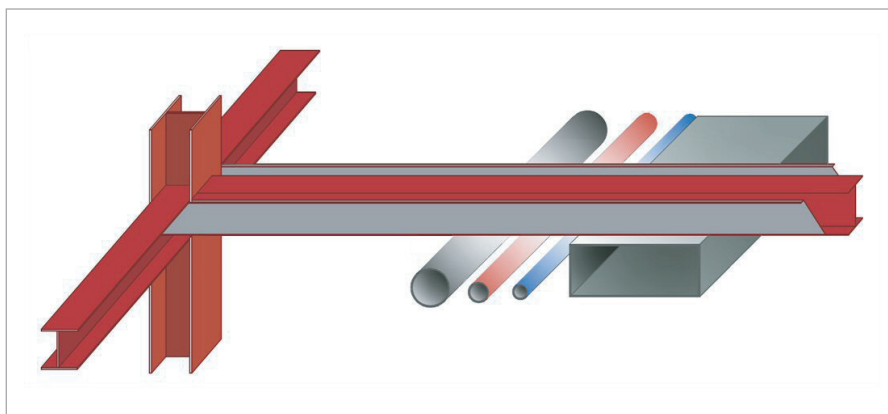


그림1-15 S-SRC Type I의 설비 개념도

## (2) S-SRC합성 보 Type II

그림1-16는 S-SRC보 II 형태이다.

S-SRC합성보 Type II은 긴-경간에 적용되는 자재 절감형으로  
그림1-16과 같다.

Type II의 사용은 그림1-16과 같이 긴-경간 설계에 따른 자재 절감  
및 층고 절감으로 높은 경제성을 기대한다.

건축물에서 긴-경간 설계를 사용하면 보는 대형화되므로 층고가  
증가하여 보 중간에 천공과 보강을 하면서 설비 공간을 확보하는 공법을 이용하는 것은 공사비 증가보다  
긴-경간 설계와 층고 절감에서 발생하는 경제적 이득이 더 크기 때문이다.

S-SRC공법은 아래의 그림에서와 같이 설비 공간 확보를 위하여 불 필요한 보강 작업 없이 긴-경간 설  
계와 층고 절감을 할 수 있어 매우 경제적이다.

그림1-17는 Type II의 예시도이며 그림1-18은 설비 개념도이다.

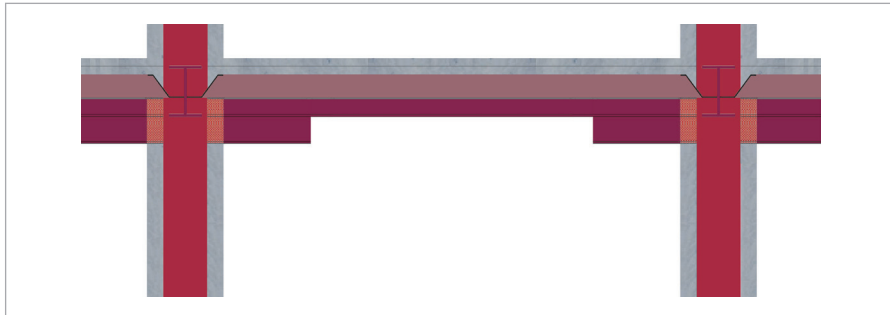
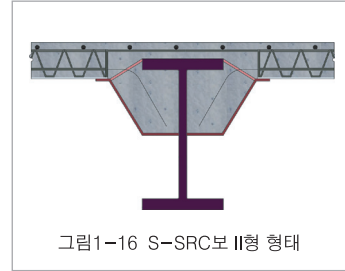


그림1-17 S-SRC보 Type II 예시도

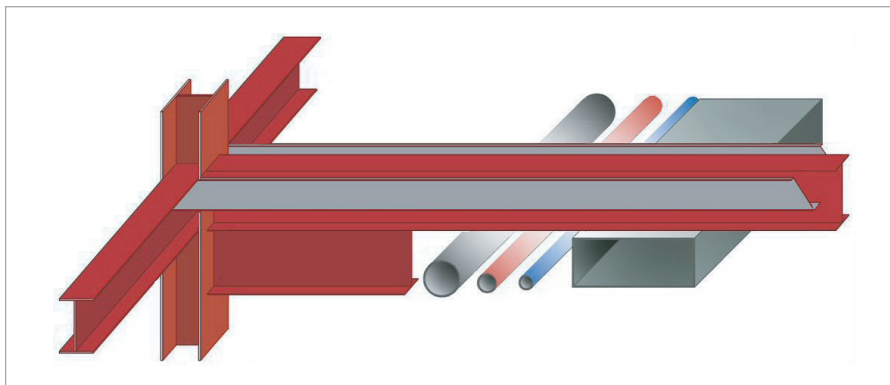


그림1-18 Type II 설비 개념도

### (3) Type I과 Type II 복합형

경간 연장과 층고 절감을 위하여 그림1-19와 같이 S-SRC보 Type I과 Type II를 혼합하여 사용하며 측면구성재의 연속성을 유지하여 층고 절감과 보 품질을 향상 시키었다.

또한 보 길이의 50% 이상의 충분한 설비 공간을 확보하여 그림1-20과 같이 소방 설비, 상수·하수 설비 및 공조 설비 등 설비 공사의 시공성이 좋아지며 경간거리 연장 및 층고 절감 효과와 경제성을 기대한다.

또한 층고 절감 효과는 용적률은 여유가 있으나, 고도 제한이나 사선 제한으로 건물 층수 제약 시 층수를 더 높일 수 있으므로 준공 후 사용 시 얻어지는 경제적인 효과는 매우 크다 할 수 있다.

그림 1-19는 복합형의 예시도 이며 그림1-19는 설비 개념도이다.



그림1-19 복합형 보의 S-SRC 예시도

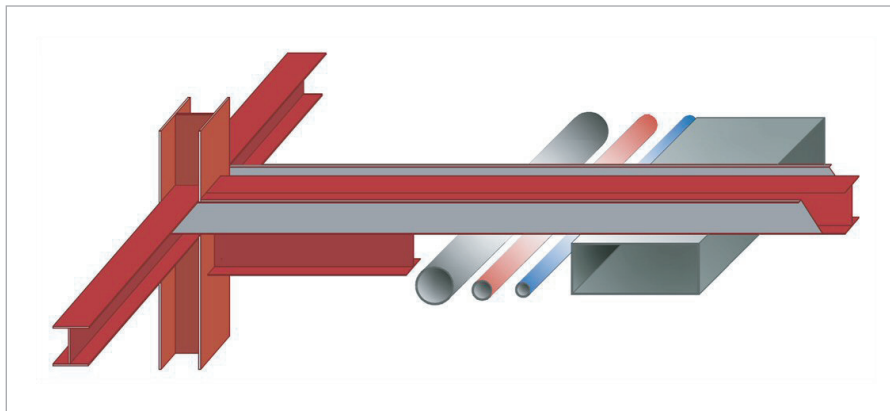


그림1-20 복합형 설비 개념도

### 1.3 S-SRC공법과 구조형식 비교

S-SRC합성보는 기성 H형강에 Module로 제작된 측면구성재를 부착하여 보의 품질이 균일하고 우수하며 공사 기간을 단축할 수 있다.

S-SRC합성보는 측면구성재가 거푸집 대용으로 가설 지지대가 불 필요하며, 슬라브를 Deck Plate로 시공시 지지를 하지 않거나 최소화하여 작업 공간 확보가 용이하므로 공기를 단축하고 층고 절감을 할 수 있어 매우 경제적이다.

그림1-21은 기존의 철골구조보와 S-SRC구조보의 비교 그림이다.

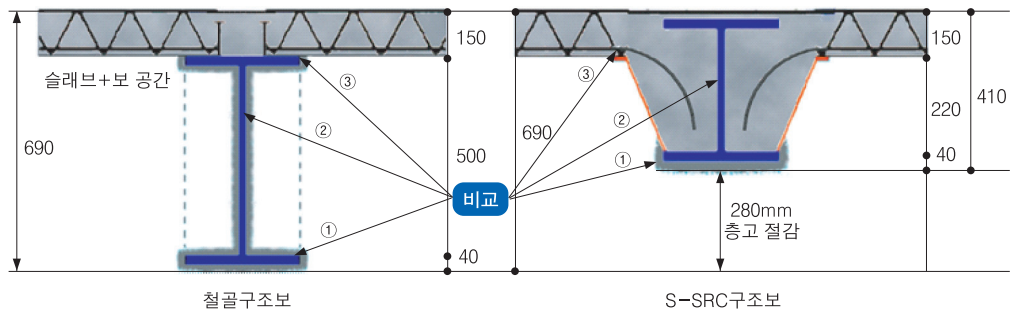


그림1-21 철골구조보와 S-SRC구조보

- (1) 그림1-21의 ②번에서와 같이 S-SRC구조는 철골-철근 콘크리트가 일체화된 합성보로 단일 재료를 사용하는 철골보와 비교 시 철골 물량이 감소한다.
- (2) 그림1-21에서 ①번과 같이 S-SRC구조는 철골보의 약 85%이상이 콘크리트에 매립되므로 내화 피복량이 감소한다.
- (3) S-SRC보는 슬라브가 철골보의 상부 플렌치에 설치되는 것이 아니고 ③번과 같이 측면구성재의 상부에 시공되어 상부 플렌치가 슬라브에 매립되므로 추가적인 층고 절감에 따른 원가 절감을 기대한다.
- (4) S-SRC보의 층고 절감 효과는 6~10%로 지상에서는 10층에 최대 한층 높이의 절감 효과와 지하층에서도 6~10%의 굴토량 감소로 경제적이다.

S-SRC공법은 층고 절감 효과에 따른 내-외장재의 감소, 내화피복량 감소, 굴토량 감소 등 많은 경제적인 효과 및 긴-경간 설계에 따른 실내공간의 편리한 이용으로 사용자에게 추가적인 경제적 효과를 기대한다.

S-SRC합성보는 SRC보 및 철골보와 비교시 철골보의 편리한 시공성, SRC보의 층고절감과 긴-경간 거리 및 품질에서 비교되는 경제적이며 우수한 합성보이다.

표1-1은 보의 구조별 장단점을 비교한 표이다.

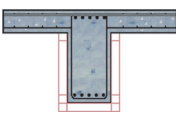
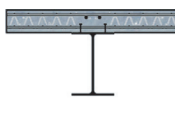
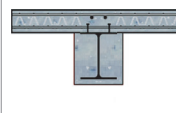
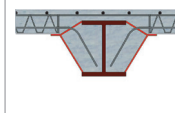
구분	RC보	철골보	SRC보	S-SRC보
단면 형태				
장점	경제성, 내진, 내화	긴경간, 시공성, 내진, 내풍	층고 감소, 내진, 내화 보 품질우수	경제성, 시공성, 층고 절감, 내진, 내풍, 보 품질 우수
단점	시공성 층고 증가	경제성, 좌굴 취약, 진동, 내화성	경제성 시공성	RC, SRC와 비교 시 내화성

표1-1 보의 구조별 장단점 비교

## 1.4 S-SRC합성보의 특성

### 1.4.1 S-SRC합성보의 층고 절감

그림 1-22는 철골 구조와 S-SRC합성보 구조를 비교한 것이다.

층고 절감형 철골 구조는 설비 공간 확보를 위하여 철골보 중앙부에 설비를 위한 공간을 천공하고 다시 보강하는데 많은 비용이 들지만 S-SRC공법은 불필요한 작업 없이 층고 절감을 이루며 충분한 설비 공간을 확보할 수 있어 경제적이다.

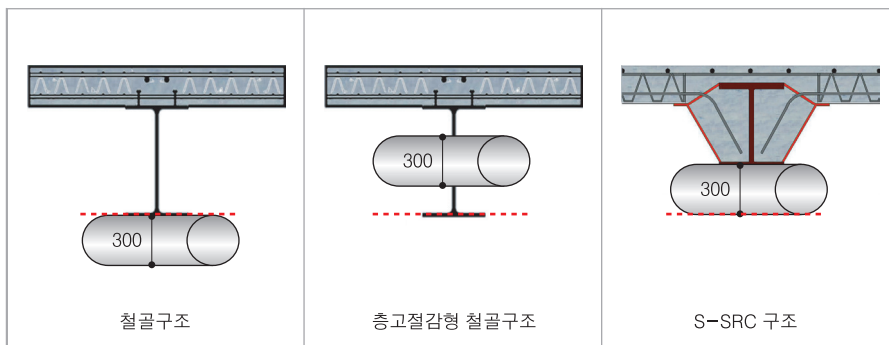


그림1-22 철골구조와 S-SRC구조의 설비시스템

#### 1.4.2 S-SRC합성보의 긴-경간

S-SRC합성보는 층고 절감과 단면 성능이 향상되므로 긴-경간 설계가 가능하며 그림1-23과 같이 넓은 설비 공간 확보는 설비 공사의 시공성을 높이며 설치후에도 설비시설의 유지보수가 용이하다.

대다수의 층고 절감형 공법은 그림1-24와 같이 층고 절감을 위하여 보 중간에 설비 종류에 따라 배관의 중첩을 피하여 천공과 보강이 요구 되므로 추가적인 비용이 들어가며 배관 작업 시 특정지역으로 국한되어 시공상에 어려움과 시공 후 유지 보수에도 어려움이 있다.

S-SRC공법의 Type I과 Type II는 단면 성능 향상으로 보가 크기가 작아져 층고 절감과 충분한 설비 공간을 확보하므로 시공성이 우수하고 경제적이다.

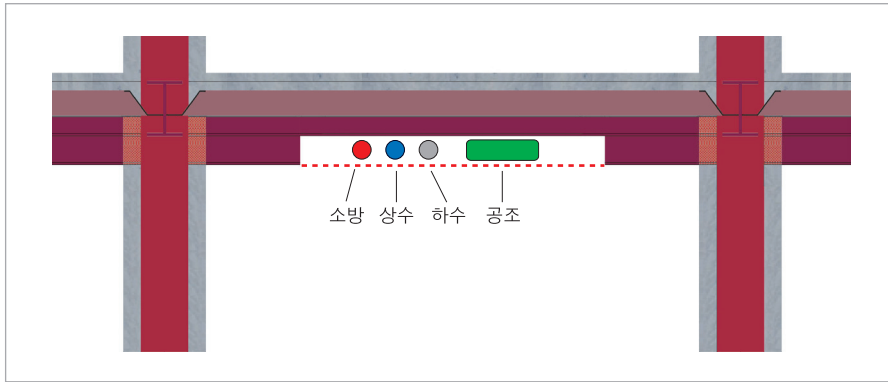


그림1-23 S-SRC구조 설비설치도

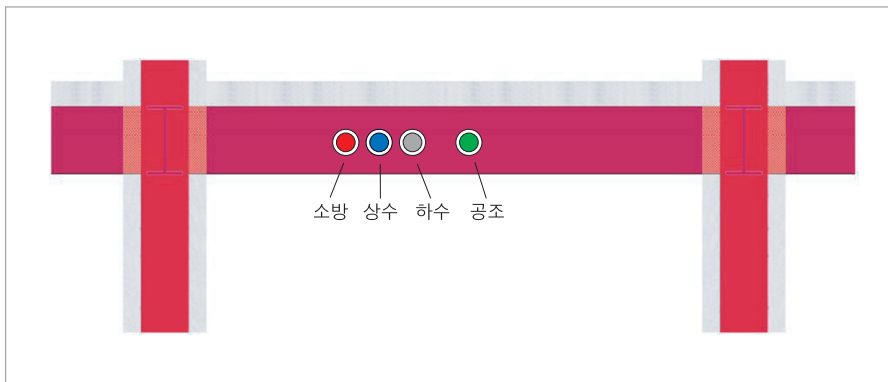


그림1-24 층고 절감형 철골구조

그림1-25는 S-SRC보의 설비 배관 설치도이며 그림 1-26은 S-SRC공법으로 시공하여 상수, 하수, 소방, 우수 설비까지 적용하여 설치한 사진이다.

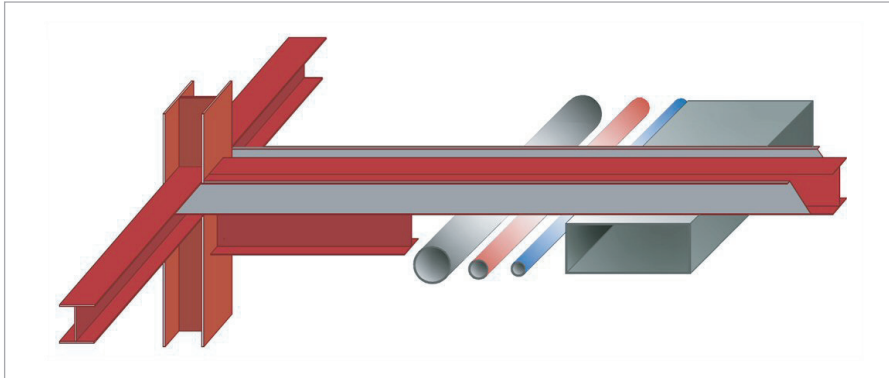


그림1-25 S-SRC 설비배관 설치도

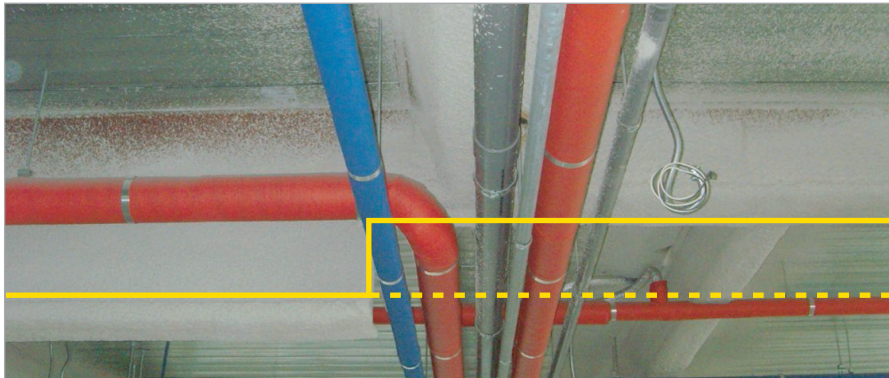


그림1-26 S-SRC 설비배관 설치 후 사진

## 제 2장 S-SRC공법과 철골조의 구조 비교

### 2.1 비교 설계 개요

#### 2.1.1 보의 구조 설계 비교

#### 2.1.2 S-SRC보의 구조 설계

- 1) s-sG1 구조 설계
- 2) s-sG2 구조 설계
- 3) s-sG3 구조 설계
- 4) s-sG4 구조 설계
- 5) s-sG5 구조 설계
- 6) s-sG6 구조 설계

#### 2.1.3 철골보와 S-SRC보의 물량 산출

#### 2.1.4 층고 절감에 따른 기대 효과

#### 2.1.5 공정별 주 자재 물량 비교

- 1) 비교 조건
- 2) 강제 부분 비교
- 3) 콘크리트 물량 비교
- 4) Deck 면적 비교
- 5) 외장 면적 비교
- 6) 지하 터파기 물량 비교

### 2.1 비교 검토

여기서는 S-SRC공법의 구조설계 계산 방법과

철골조 공법과 S-SRC공법과의 비교

같은 조건하에서 물량 산출 비교

비교 결과에 따른 의견

## 2.1 비교 설계 개요

공정한 비교를 위하여 철골보 + SRC기둥 구조로 설계된 C.D 아파트형 공장 개발 사업을 S-SRC보 + SRC기둥 구조로 변경하여 비교하였으며 비교 물량 산출은 지상층은 2층을 샘플로 하고 지하 터파기는 지하 2개 층 전부로 하였다.

강재는 S-SRC보 측면 구성재의 제작 비용이 있어 물량만으로는 비교가 어려워 제작 비용으로 하였으며 시공이 동일한 부분은 물량으로 비교하고 물량의 변화가 미비한 부분은 비교에서 제외하였다.

- 건물 개요

건물명 : C.D 아파트형 공장 개발 사업

층 : 지하 2층 지상 8층

연면적 : 42,350.97m<sup>2</sup>

기준 2층 면적 : 4,426.55m<sup>2</sup>

용 도 : 아파트형 공장

기준 설계 구조형식 : 철골보 + SRC기둥 공법 (기준 층고 6,000mm)

제안 설계 구조형식 : S-SRC보 + SRC기둥 공법 (기준 층고 5,800mm)

- 설계 하중

Dead Load : 5.7KN/m<sup>2</sup>

Live Load : 10KN/m<sup>2</sup>

- 사용재료 규격 및 기준 강도

철골(Fy) : 320Mpa(SM490)

콘크리트(fck) : 24Mpa

슬래브 두께 : 150mm

\* 물량 산출은 구조도면을 근거로 작성하였음.

콘크리트			철 근		강 재
기둥	전 층	24Mpa	HD25이상 철근	SD500	SM490(Steel)
			HD22이하 철근	SD400	
보	전 층	24Mpa	HD25이상 철근	SD400	SM490(Steel)
			HD22이하 철근		SS400(Steel)

표2-1 사용자재 규격

### 2.1.1 보의 구조설계 비교

그림2-1과 그림2-2는 CD아파트형 공장의 2층 철골조와 S-SRC보의 기본 구조도를 비교하기 위한 그림이다.

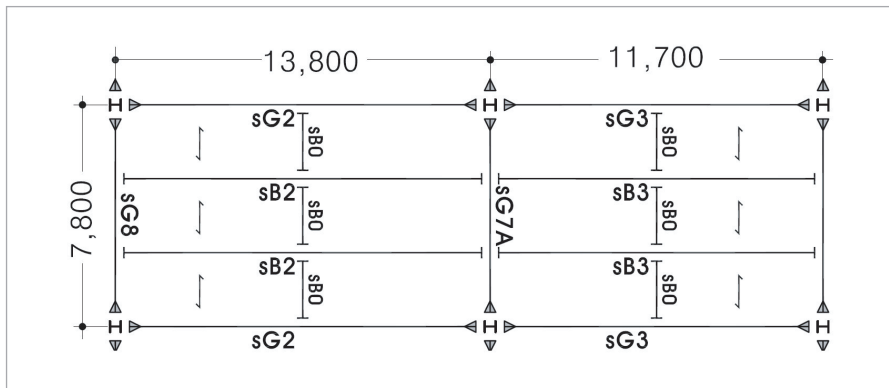


그림2-1 STEEL보의 구조도

그림2-1은 철골구조 건축물의 일부분의 기본 구조도로서 주보와 보조 보의 배치를 알 수 있는 그림이다.

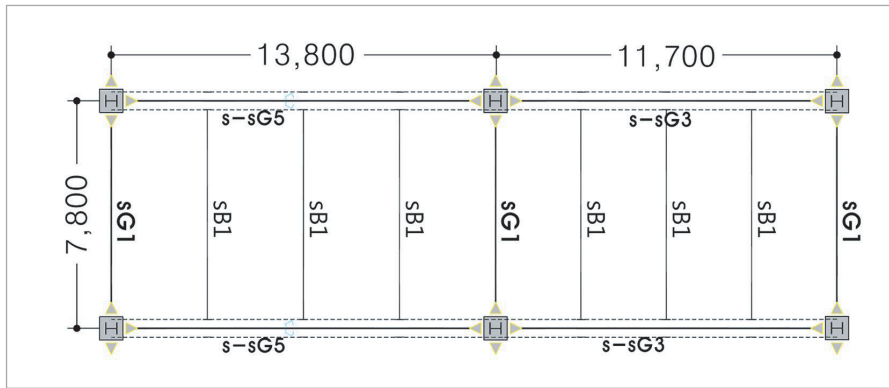


그림2-2 S-SRC보의 구조도

그림2-2은 S-SRC보의 기본 구조도로서 주보와 보조 보를 보면 주보의 배치는 동일하고 보조 보의 방향이 다른 것을 알 수 있다.



## 2.1.2 S-SRC보의 구조 설계

### 1) s-sG1 구조 설계

#### Type I Design Conditions

##### (1) Design Code and Materials

- Design Code : KBC09-Steel(LSD)
- Steel(Inner)  $F_y = 325 \text{ N/mm}^2$  (SM490)
- Steel(End T)  $F_{yE} = 325 \text{ N/mm}^2$  (SM490)
- Reber  $F_{yb} = 400 \text{ N/mm}^2$
- Concrete  $F_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

##### (2) Section

- Beam Dim. : H-800x300x14x26(Inner)
- End : H-800x300x14x26 +
- $\text{bT-600x300x16x28}$

##### (3) Design Conditions

- Support : UnShored
- Beam Type : T-Section(Both End Fix)
- Beam Length  $L = 18.00 \text{ m}$
- Beam Spaci. Bay = 3.00 m
- Unbraced Lth.  $L_b = 1.00 \text{ m}$
- Slab Deaph  $T_d = 150 \text{ mm}$
- Flange Up Slab  $T_s = 90 \text{ mm}$
- Z-Bar Depth  $H_d = 714 \text{ mm}$
- Z-Bar Width  $B_d = 150 \text{ mm}$

#### Design Forces

##### Construction Stage

- Moment  $M_{uc} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

##### Normal Stage

- Moment  $M_{u,POS} = 3564.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- Moment  $M_{u,NEG} = 5000.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- Shear  $V_u = 1388.00 \text{ kN}$

#### Steel Section Properties

##### (1) Section Properties(Inner)

- $A_s = 267 \text{ cm}^2$   $C_y = 40.00 \text{ cm}$
- $I_x = 292000 \text{ cm}^4$   $C_y = 7290 \text{ cm}^3$
- $Z_x = 8240 \text{ cm}^4$

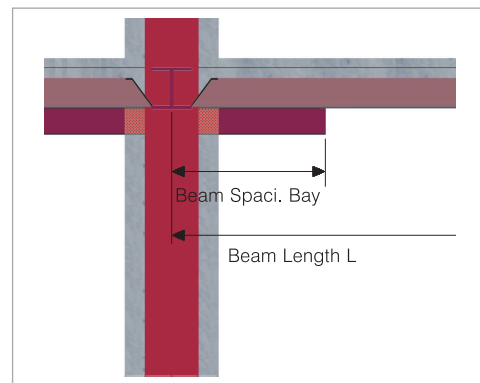
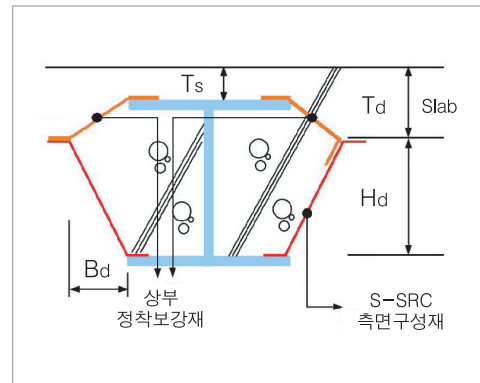
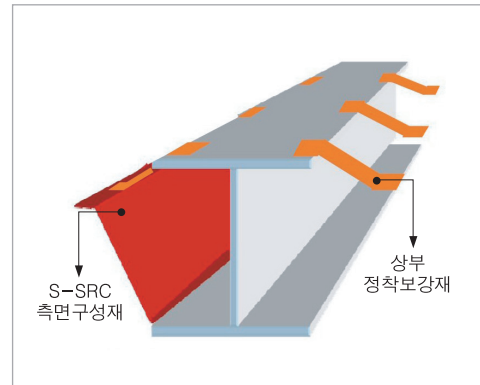
##### (2) End Span Section Properties

- $A_s = 443 \text{ cm}^2$   $C_y = 69.43 \text{ cm}$
- $I_x = 1467857 \text{ cm}^4$   $C_y = 26821 \text{ cm}^3$

#### Check Construction Stage

##### Check Flexural Strength (Inner)

- $M_{u,POS} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $BTR = \frac{B}{2t_f} = 5.77$
- $\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 9.54$
- $\lambda_r = 1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 25.12$
- $DTR = \frac{H}{t_w} = 53.43$
- $\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 94.43$
- $\lambda_r = 5.70 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 143.16$



► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_p = \text{Min}[F_y \cdot Z_x, 1.6 \cdot F_y \cdot S_x] = 2678.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- R_{pc} = \frac{M_p}{M_{yc}} = 1.1288$$

$$- M_{n,FY} = R_{pc} \cdot F_y \cdot S_x = 2678.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

► Compute Lateral – Torsional Buckling

$$- L_b = 1.00 \text{ m}$$

$$- R_{pg} = 1 - \left( \frac{a_w}{1200 + 300a_w} \right) \times \left( \frac{h_c}{t_w} - 5.7 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right) = 1.0000$$

$$- L_p = \frac{1.1 r \sqrt{\frac{E}{F_y}}}{1} = 2.25 \text{ m}$$

$$- L_r = \frac{\pi r \sqrt{\frac{E}{0.7 F_y}}}{1} = 7.69 \text{ m}$$

$$- M_{n,LTB} = \text{Not Apply}$$

► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_{n,FLB} = \text{Not Apply}$$

► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_n = \text{Min}[M_{n,FY}, M_{n,LTB}, M_{n,FLB}] = 2678.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- \phi M_n = \phi \cdot M_n = 2410.20 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- C_{om} = \frac{M_u}{\phi M_n} = 0.0000 \leq 1.000 \implies \text{O.K.}$$

Check Flexural Strength

(1) Effective Slab Width

$$- \text{Base Width at Length } B_1 = \frac{L}{4} = 4500 \text{ mm}$$

$$- \text{Base Width at Spacing } B_2 = \text{Bay} = 3000 \text{ mm}$$

$$- \text{Effective Width } B_e = \text{Min}[B_1, B_2] = 3000 \text{ mm}$$

(2) Plastic Moment Strength of Composite Section

► Positive Moment Strength

$$- M_{u,POS} = 3264.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- y_c = 102 \text{ mm}$$

$$\text{Compression : Concrete} = 6268.20 \text{ kN}$$

$$\text{Compression : Steel} = 1211.10 \text{ kN}$$

$$\text{Tension : Steel} = 7479.40 \text{ kN}$$

$$- \phi M_{n,POS} = 3333.86 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- \text{Ratio} = \frac{M_{u,POS}}{\phi M_{n,POS}} = 0.979 \leq 1.0000 \implies \text{O.K.}$$

► Negative Moment Strength

$$- M_{u,NEG} = 5000.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- y_c = 615 \text{ mm}$$

$$\text{Compression : Concrete} = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{Compression : Steel} = 7197.50 \text{ kN}$$

$$\text{Tension : Rebar} = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{Tension : Steel} = 7197.40 \text{ kN}$$

$$- \phi M_{n,NEG} = 5313.42 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- R_{neg} = \frac{M_{u,NEG}}{\phi M_{n,NEG}} = 0.941 \leq 1.0000 \implies \text{O.K.}$$

Check Shear Strength

$$- V_u = V_{un} = 1388.00 \text{ kN}$$

$$- \phi V_n = \phi_v \cdot 0.6 \cdot F_y \cdot A_{sy} = 8517.60 \text{ kN} > V_u \implies \text{O.K.}$$



## 2) s-sG2 구조 설계

### Type I Design Conditions

#### (1) Design Code and Materials

- Design Code : KBC09-Steel(LSD)
- Steel(Inner)  $F_y = 325 \text{ N/mm}^2$  (SM490)
- Steel(End T)  $F_{yE} = 325 \text{ N/mm}^2$  (SM490)
- Reber  $F_{yb} = 400 \text{ N/mm}^2$
- Concrete  $F_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

#### (2) Section

- Beam Dim. : H-582x300x12x17 (Inner)
- End : H-582x300x12x17 +
- T-450x300x16x28

#### (3) Design Conditions

- Support : UnShored
- Beam Type : T-Section (Both End Fix)
- Beam Length  $L = 18.00 \text{ m}$
- Beam Spaci. Bay = 3.00 m
- Unbraced Lth.  $L_b = 1.00 \text{ m}$
- Slab Deaph  $T_d = 150 \text{ mm}$
- Flange Up Slab  $T_s = 90 \text{ mm}$
- Z-Bar Depth  $H_d = 505 \text{ mm}$
- Z-Bar Width  $B_d = 150 \text{ mm}$

#### Design Forces

##### Construction Stage

- Moment Muc = 0.00 kN·m

##### Normal Stage

- Moment Mu.POS = 975.00 kN·m
- Moment Mu.NEG = 2910.00 kN·m
- Shear Vu = 718.00 kN·m

#### Steel Section Properties

##### (1) Section Properties(Inner)

- $A_s = 175 \text{ cm}^2$   $C_y = 29.10 \text{ cm}$
- $I_x = 103000 \text{ cm}^4$   $C_y = 3530 \text{ cm}^3$
- $Z_x = 3960 \text{ cm}^4$

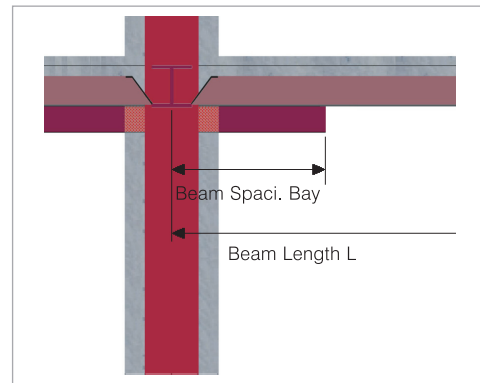
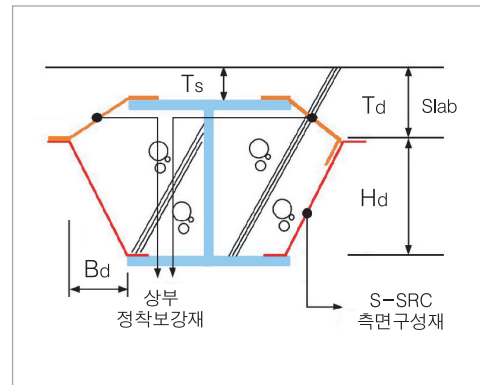
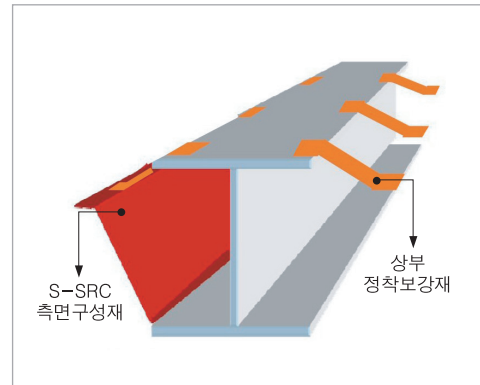
##### (2) End Span Section Properties

- $A_s = 329 \text{ cm}^2$   $C_y = 48.33 \text{ cm}$
- $I_x = 591004 \text{ cm}^4$   $C_y = 14413 \text{ cm}^3$

#### Check Construction Stage

##### Check Flexural Strength (Inner)

- $M_{u,POS} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $BTR = \frac{B}{2t_f} = 8.82$
- $\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 9.54$
- $\lambda_r = 1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 25.12$
- $DTR = \frac{H}{t_w} = 45.67$
- $\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 94.43$
- $\lambda_r = 5.70 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 143.16$



► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_p = \text{Min}[F_y \cdot Z_x, 1.6 \cdot F_y \cdot S_x] = 1287.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- R_{pc} = \frac{M_p}{M_{yc}} = 1.1188$$

$$- M_{n,FY} = R_{pc} \cdot F_y \cdot S_x = 1287.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

► Compute Lateral – Torsional Buckling

$$- L_b = 1.00 \text{ m}$$

$$- R_{pg} = 1 - \left( \frac{a_w}{1200 + 300a_w} \right) \times \left( \frac{h_c}{t_w} - 5.7 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right) = 1.0000$$

$$- L_p = \frac{1.1 r \sqrt{\frac{E}{F_y}}}{1} = 2.27 \text{ m}$$

$$- L_r = \frac{\pi r \sqrt{\frac{E}{0.7 F_y}}}{1} = 7.74 \text{ m}$$

$$- M_{n,LTB} = \text{Not Apply}$$

► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_{n,FLB} = \text{Not Apply}$$

► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_n = \text{Min}[M_{n,FY}, M_{n,LTB}, M_{n,FLB}] = 1287.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- \phi M_n = \phi \cdot M_n = 1158.30 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- C_{om} = \frac{M_u}{\phi M_n} = 0.0000 \leq 1.000 \implies \text{O.K.}$$

Check Flexural Strength

(1) Effective Slab Width

$$- \text{Base Width at Length } B_1 = \frac{L}{4} = 2250 \text{ mm}$$

$$- \text{Base Width at Spacing } B_2 = \text{Bay} = 1650 \text{ mm}$$

$$- \text{Effective Width } B_e = \text{Min}[B_1, B_2] = 1650 \text{ mm}$$

(2) Plastic Moment Strength of Composite Section

► Positive Moment Strength

$$- M_{u,POS} = 975.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- y_c = 102 \text{ mm}$$

$$\text{Compression : Concrete} = 3418.30 \text{ kN}$$

$$\text{Compression : Steel} = 1126.50 \text{ kN}$$

$$\text{Tension : Steel} = 4544.80 \text{ kN}$$

$$- \phi M_{n,POS} = 1594.26 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- \text{Ratio} = \frac{M_{u,POS}}{\phi M_{n,POS}} = 0.612 \leq 1.0000 \implies \text{O.K.}$$

► Negative Moment Strength

$$- M_{u,NEG} = 2910.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- y_c = 453 \text{ mm}$$

$$\text{Compression : Concrete} = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{Compression : Steel} = 5352.70 \text{ kN}$$

$$\text{Tension : Rebar} = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{Tension : Steel} = 5352.80 \text{ kN}$$

$$- \phi M_{n,NEG} = 2972.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- R_{neg} = \frac{M_{u,NEG}}{\phi M_{n,NEG}} = 0.979 \leq 1.0000 \implies \text{O.K.}$$

Check Shear Strength

$$- V_u = V_{un} = 718.00 \text{ kN}$$

$$- \phi V_n = \phi v \cdot 0.6 \cdot F_y \cdot A_{sy} = 5708.80 \text{ kN} > V_u \implies \text{O.K.}$$



### 3) s-sG3 구조 설계

#### Type I Design Conditions

##### (1) Design Code and Materials

- Design Code : KBC09-Steel(LSD)
- Steel(Inner)  $F_y = 325 \text{ N/mm}^2$  (SM490)
- Steel(End T)  $F_{yE} = 325 \text{ N/mm}^2$  (SM490)
- Reber  $F_{yb} = 400 \text{ N/mm}^2$
- Concrete  $F_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

##### (2) Section

- Beam Dim. : H-582x300x12x17 (Inner)
- End : H-582x300x12x17 +
- T-294x300x12x20

##### (3) Design Conditions

- Support : UnShored
- Beam Type : T-Section (Both End Fix)
- Beam Length  $L = 11.70 \text{ m}$
- Beam Spaci. Bay = 2.90 m
- Unbraced Lth.  $L_b = 1.00 \text{ m}$
- Slab Deaph  $T_d = 150 \text{ mm}$
- Flange Up Slab  $T_s = 90 \text{ mm}$
- Z-Bar Depth  $H_d = 505 \text{ mm}$
- Z-Bar Width  $B_d = 150 \text{ mm}$

#### Design Forces

##### Construction Stage

- Moment Muc = 0.00 kN·m

##### Normal Stage

- Moment Mu.POS = 1255.00 kN·m
- Moment Mu.NEG = 2000.00 kN·m
- Shear Vu = 818.00 kN

#### Steel Section Properties

##### (1) Section Properties(Inner)

- $A_s = 175 \text{ cm}^2$   $C_y = 29.10 \text{ cm}$
- $I_x = 103000 \text{ cm}^4$   $C_y = 3530 \text{ cm}^3$
- $Z_x = 3960 \text{ cm}^4$

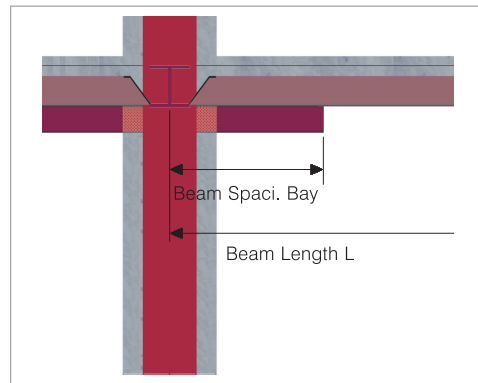
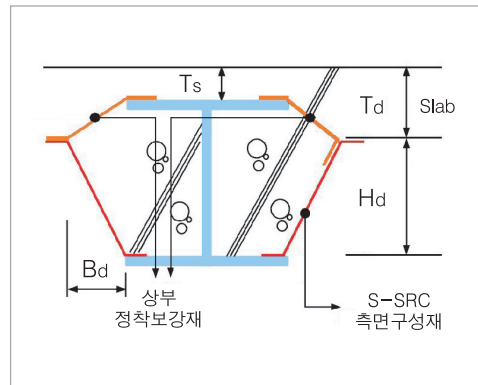
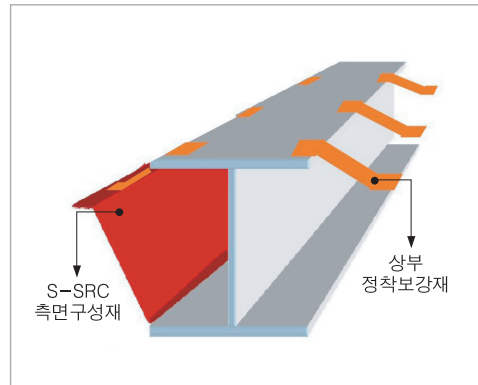
##### (2) End Span Section Properties

- $A_s = 271 \text{ cm}^2$   $C_y = 42.99 \text{ cm}$
- $I_x = 379744 \text{ cm}^4$   $C_y = 11046 \text{ cm}^3$

#### Check Construction Stage

##### Check Flexural Strength (Inner)

- $M_{u,POS} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $BTR = \frac{B}{2t_f} = 8.82$
- $\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 9.54$
- $\lambda_r = 1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 25.12$
- $DTR = \frac{H}{t_w} = 45.67$
- $\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 94.43$
- $\lambda_r = 5.70 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 143.16$



► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_p = \text{Min}[F_y \cdot Z_x, 1.6 \cdot F_y \cdot S_x] = 1287.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- R_{pc} = \frac{M_p}{M_{yc}} = 1.1188$$

$$- M_{n,FY} = R_{pc} \cdot F_y \cdot S_x = 1287.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

► Compute Lateral – Torsional Buckling

$$- L_b = 1.00 \text{ m}$$

$$- R_{pg} = 1 - \left( \frac{a_w}{1200 + 300a_w} \right) \times \left( \frac{h_c}{t_w} - 5.7 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right) = 1.0000$$

$$- L_p = \frac{1.1 r \sqrt{\frac{E}{F_y}}}{1} = 2.27 \text{ m}$$

$$- L_r = \frac{\pi r \sqrt{\frac{E}{0.7 F_y}}}{1} = 7.74 \text{ m}$$

$$- M_{n,LTB} = \text{Not Apply}$$

► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_{n,FLB} = \text{Not Apply}$$

► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_n = \text{Min}[M_{n,FY}, M_{n,LTB}, M_{n,FLB}] = 1287.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- \phi M_n = \phi \cdot M_n = 1158.30 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- C_{om} = \frac{M_u}{\phi M_n} = 0.0000 \leq 1.000 \implies \text{O.K.}$$

Check Flexural Strength

(1) Effective Slab Width

$$- \text{Base Width at Length } B_1 = \frac{L}{4} = 2925 \text{ mm}$$

$$- \text{Base Width at Spacing } B_2 = \text{Bay} = 2900 \text{ mm}$$

$$- \text{Effective Width } B_e = \text{Min}[B_1, B_2] = 2900 \text{ mm}$$

(2) Plastic Moment Strength of Composite Section

► Positive Moment Strength

$$- M_{u,POS} = 1255.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- y_c = 91 \text{ mm}$$

$$\text{Compression : Concrete} = 5405.10 \text{ kN}$$

$$\text{Compression : Steel} = 133.00 \text{ kN}$$

$$\text{Tension : Steel} = 5532.20 \text{ kN}$$

$$- \phi M_{n,POS} = 1700.73 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- \text{Ratio} = \frac{M_{u,POS}}{\phi M_{n,POS}} = 0.738 \leq 1.0000 \implies \text{O.K.}$$

► Negative Moment Strength

$$- M_{u,NEG} = 2000.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- y_c = 307 \text{ mm}$$

$$\text{Compression : Concrete} = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{Compression : Steel} = 4399.60 \text{ kN}$$

$$\text{Tension : Rebar} = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{Tension : Steel} = 4399.50 \text{ kN}$$

$$- \phi M_{n,NEG} = 2099.27 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- R_{neg} = \frac{M_{u,NEG}}{\phi M_{n,NEG}} = 0.953 \leq 1.0000 \implies \text{O.K.}$$

Check Shear Strength

$$- V_u = V_{un} = 818.00 \text{ kN}$$

$$- \phi V_n = \phi v \cdot 0.6 \cdot F_y \cdot A_{sy} = 5496.90 \text{ kN} > V_u \implies \text{O.K.}$$



#### 4) s-sG4 구조 설계

##### Type I Design Conditions

###### (1) Design Code and Materials

- Design Code : KBC09-Steel(LSD)
- Steel(Inner)  $F_y = 235 \text{ N/mm}^2$  (SS400)
- Steel(End T)  $F_{yE} = 235 \text{ N/mm}^2$  (SS400)
- Reber  $F_{yb} = 400 \text{ N/mm}^2$
- Concrete  $F_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

###### (2) Section

- Beam Dim. : H-600x200x11x17 (Inner)
- End : H-600x200x11x17 +
- T-300x200x11x17

###### (3) Design Conditions

- Support : UnShored
- Beam Type : T-Section (Both End Fix)
- Beam Length  $L = 11.48 \text{ m}$
- Beam Spaci. Bay = 2.85 m
- Unbraced Lth.  $L_b = 1.00 \text{ m}$
- Slab Deaph  $T_d = 150 \text{ mm}$
- Flange Up Slab  $T_s = 90 \text{ mm}$
- Z-Bar Depth  $H_d = 523 \text{ mm}$
- Z-Bar Width  $B_d = 150 \text{ mm}$

##### Design Forces

###### Construction Stage

- Moment  $M_{uc} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

###### Normal Stage

- Moment  $M_{u,POS} = 420.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- Moment  $M_{u,NEG} = 1100.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- Shear  $V_u = 409.00 \text{ kN}$

##### Steel Section Properties

###### (1) Section Properties (Inner)

- $A_s = 134 \text{ cm}^2$   $C_y = 30.00 \text{ cm}$
- $I_x = 77600 \text{ cm}^4$   $C_y = 2590 \text{ cm}^3$
- $Z_x = 2980 \text{ cm}^3$

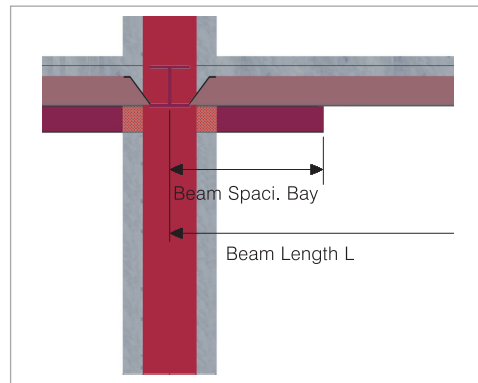
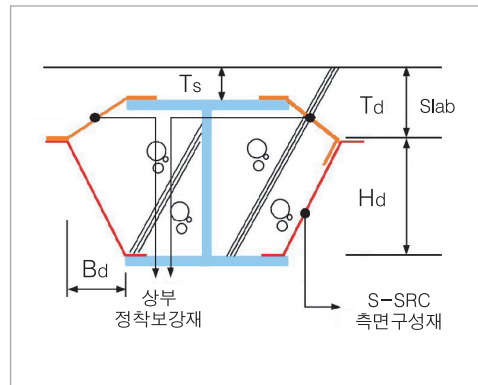
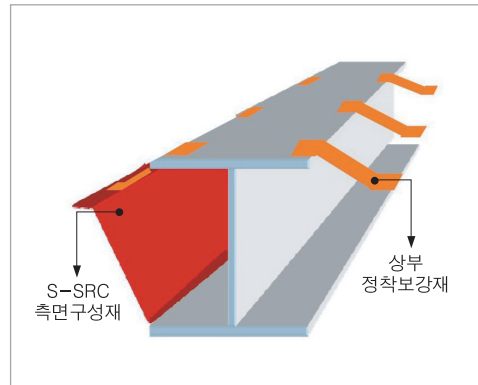
###### (2) End Span Section Properties

- $A_s = 202 \text{ cm}^2$   $C_y = 45.00 \text{ cm}$
- $I_x = 311174 \text{ cm}^4$   $C_y = 9189 \text{ cm}^3$

##### Check Construction Stage

###### Check Flexural Strength (Inner)

- $M_{u,POS} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $BTR = \frac{B}{2t_f} = 5.88$
- $\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 11.22$
- $\lambda_r = 1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 29.54$
- $DTR = \frac{H}{t_w} = 51.45$
- $\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 111.05$
- $\lambda_r = 5.70 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 168.35$



► Compute Flange Yielding Strength

$$\begin{aligned}
 - M_p &= \text{Min}[F_y \cdot Z_x, 1.6 \cdot F_y \cdot S_x] = 700.30 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - R_{pc} &= \frac{M_p}{M_{yc}} = 1.1521 \\
 - M_{n,FY} &= R_{pc} \cdot F_y \cdot S_x = 700.30 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

► Compute Lateral – Torsional Buckling

$$\begin{aligned}
 - L_b &= 1.00 \text{ m} \\
 - R_{pg} &= 1 - \left( \frac{a_w}{1200 + 300a_w} \right) \times \left( \frac{h_c}{t_w} - 5.7 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right) = 1.0000 \\
 - L_p &= 1.1 r \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.72 \text{ m} \\
 - L_r &= \pi r \sqrt{\frac{E}{0.7 F_y}} = 5.87 \text{ m} \\
 - M_{n,LTB} &= \text{Not Apply}
 \end{aligned}$$

► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_{n,FLB} = \text{Not Apply}$$

► Compute Flange Yielding Strength

$$\begin{aligned}
 - M_n &= \text{Min}[M_{n,FY}, M_{n,LTB}, M_{n,FLB}] = 700.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - \phi M_n &= \phi \cdot M_n = 630.27 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - C_{om} &= \frac{M_u}{\phi M_n} = 0.0000 \leq 1.000 \implies \text{O.K.}
 \end{aligned}$$

Check Flexural Strength

(1) Effective Slab Width

$$\begin{aligned}
 - \text{Base Width at Length } B_1 &= \frac{L}{4} = 1425 \text{ mm} \\
 - \text{Base Width at Spacing } B_2 &= \text{Bay} = 1525 \text{ mm} \\
 - \text{Effective Width } B_e &= \text{Min}[B_1, B_2] = 1425 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

(2) Plastic Moment Strength of Composite Section

► Positive Moment Strength

$$\begin{aligned}
 - M_{u,POS} &= 420.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - y_c &= 94 \text{ mm} \\
 \text{Compression : Concrete} &= 2744.30 \text{ kN} \\
 \text{Compression : Steel} &= 207.00 \text{ kN} \\
 \text{Tension : Steel} &= 2951.40 \text{ kN} \\
 - \phi M_{n,POS} &= 957.65 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - \text{Ratio} &= \frac{M_{u,POS}}{\phi M_{n,POS}} = 0.439 \leq 1.0000 \implies \text{O.K.}
 \end{aligned}$$

► Negative Moment Strength

$$\begin{aligned}
 - M_{u,NEG} &= 1100.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - y_c &= 317 \text{ mm} \\
 \text{Compression : Concrete} &= 0.00 \text{ kN} \\
 \text{Compression : Steel} &= 2368.90 \text{ kN} \\
 \text{Tension : Rebar} &= 0.00 \text{ kN} \\
 \text{Tension : Steel} &= 2368.90 \text{ kN} \\
 - \phi M_{n,NEG} &= 1142.88 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - R_{neg} &= \frac{M_{u,NEG}}{\phi M_{n,NEG}} = 0.962 \leq 1.0000 \implies \text{O.K.}
 \end{aligned}$$

Check Shear Strength

$$\begin{aligned}
 - V_u &= V_{un} = 409.00 \text{ kN} \\
 - \phi V_n &= \phi v \cdot 0.6 \cdot F_y \cdot A_{sy} = 3768.90 \text{ kN} > V_u \implies \text{O.K.}
 \end{aligned}$$



5) s-sG5 구조 설계

Type I Design Conditions

(1) Design Code and Materials

- Design Code : KBC09-Steel(LSD)
- Steel(Inner)  $F_y = 325 \text{ N/mm}^2$  (SM490)
- Steel(End T)  $F_{yE} = 325 \text{ N/mm}^2$  (SM490)
- Reber  $F_{yb} = 400 \text{ N/mm}^2$
- Concrete  $F_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

(2) Section

- Beam Dim. : H-700x300x13x24 (Inner)
- End : H-700x300x13x24 +
- T-294x300x12x20

(3) Design Conditions

- Support : UnShored
- Beam Type : T-Section (Both End Fix)
- Beam Length  $L = 13.80 \text{ m}$
- Beam Spaci.  $Bay = 3.45 \text{ m}$
- Unbraced Lth.  $L_b = 1.00 \text{ m}$
- Slab Deaph  $T_d = 150 \text{ mm}$
- Flange Up Slab  $T_s = 90 \text{ mm}$
- Z-Bar Depth  $H_d = 616 \text{ mm}$
- Z-Bar Width  $B_d = 150 \text{ mm}$

Design Forces

Construction Stage

- Moment  $M_{uc} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Normal Stage

- Moment  $M_{u,POS} = 1639.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- Moment  $M_{u,NEG} = 2923.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- Shear  $V_u = 956.00 \text{ kN}$

Steel Section Properties

(1) Section Properties(Inner)

- $A_s = 236 \text{ cm}^2$   $C_y = 35.00 \text{ cm}$
- $I_x = 201000 \text{ cm}^4$   $C_y = 5760 \text{ cm}^3$
- $Z_x = 6460 \text{ cm}^4$

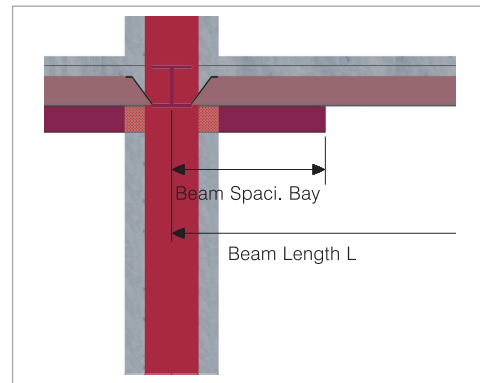
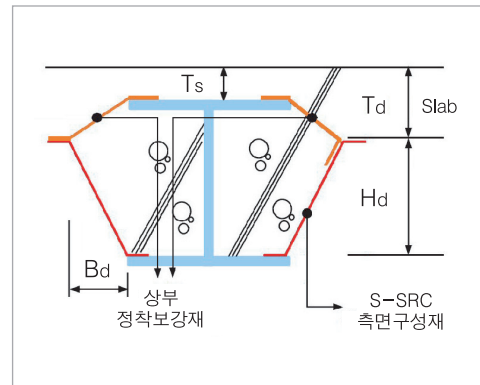
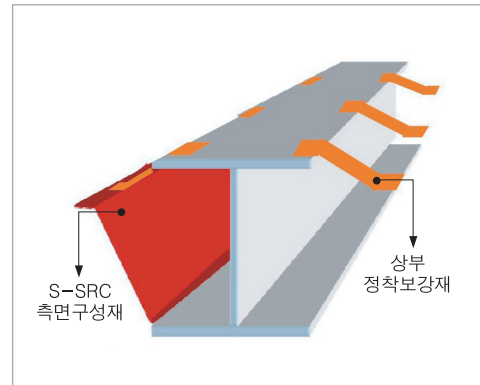
(2) End Span Section Properties

- $A_s = 332 \text{ cm}^2$   $C_y = 50.60 \text{ cm}$
- $I_x = 618213 \text{ cm}^4$   $C_y = 16099 \text{ cm}^3$

Check Construction Stage

Check Flexural Strength (Inner)

- $M_{u,POS} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $BTR = \frac{B}{2t_f} = 6.25$
- $\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 9.54$
- $\lambda_r = 1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 25.12$
- $DTR = \frac{H}{t_w} = 50.15$
- $\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 94.43$
- $\lambda_r = 5.70 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 143.16$



► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_p = \text{Min}[F_y \cdot Z_x, 1.6 \cdot F_y \cdot S_x] = 2099.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- R_{pc} = \frac{M_p}{M_{yc}} = 1.1249$$

$$- M_{n,FY} = R_{pc} \cdot F_y \cdot S_x = 2099.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

► Compute Lateral – Torsional Buckling

$$- L_b = 1.00 \text{ m}$$

$$- R_{pg} = 1 - \left( \frac{a_w}{1200 + 300a_w} \right) \times \left( \frac{h_c}{t_w} - 5.7 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right) = 1.0000$$

$$- L_p = \frac{1.1 r \sqrt{\frac{E}{F_y}}}{1} = 2.28 \text{ m}$$

$$- L_r = \frac{\pi r \sqrt{\frac{E}{0.7 F_y}}}{1} = 7.79 \text{ m}$$

$$- M_{n,LTB} = \text{Not Apply}$$

► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_{n,FLB} = \text{Not Apply}$$

► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_n = \text{Min}[M_{n,FY}, M_{n,LTB}, M_{n,FLB}] = 2099.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- \phi M_n = \phi \cdot M_n = 1889.55 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- C_{om} = \frac{M_u}{\phi M_n} = 0.0000 \leq 1.000 \implies \text{O.K.}$$

Check Flexural Strength

(1) Effective Slab Width

$$- \text{Base Width at Length } B_1 = \frac{L}{4} = 3450 \text{ mm}$$

$$- \text{Base Width at Spacing } B_2 = \text{Bay} = 3450 \text{ mm}$$

$$- \text{Effective Width } B_e = \text{Min}[B_1, B_2] = 3450 \text{ mm}$$

(2) Plastic Moment Strength of Composite Section

► Positive Moment Strength

$$- M_{u,POS} = 1639.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- y_c = 95 \text{ mm}$$

$$\text{Compression : Concrete} = 6684.10 \text{ kN}$$

$$\text{Compression : Steel} = 484.80 \text{ kN}$$

$$\text{Tension : Steel} = 7169.00 \text{ kN}$$

$$- \phi M_{n,POS} = 2664.51 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- \text{Ratio} = \frac{M_{u,POS}}{\phi M_{n,POS}} = 0.615 \leq 1.0000 \implies \text{O.K.}$$

► Negative Moment Strength

$$- M_{u,NEG} = 2923.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- y_c = 317 \text{ mm}$$

$$\text{Compression : Concrete} = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{Compression : Steel} = 5390.70 \text{ kN}$$

$$\text{Tension : Rebar} = 0.00 \text{ kN}$$

$$\text{Tension : Steel} = 5390.80 \text{ kN}$$

$$- \phi M_{n,NEG} = 2991.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$- R_{neg} = \frac{M_{u,NEG}}{\phi M_{n,NEG}} = 0.977 \leq 1.0000 \implies \text{O.K.}$$

Check Shear Strength

$$- V_u = V_{un} = 956.00 \text{ kN}$$

$$- \phi V_n = \phi_v \cdot 0.6 \cdot F_y \cdot A_{sv} = 7492.90 \text{ kN} > V_u \implies \text{O.K.}$$



6) s-sG6 구조 설계

Type I Design Conditions

(1) Design Code and Materials

- Design Code : KBC09-Steel(LSD)
- Steel(Inner)  $F_y = 235 \text{ N/mm}^2$  (SS400)
- Steel(End T)  $F_{yE} = 325 \text{ N/mm}^2$  (SM490)
- Reber  $F_{yb} = 400 \text{ N/mm}^2$
- Concrete  $F_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

(2) Section

- Beam Dim. : H-582x300x12x17 (Inner)
- End : H-582x300x12x17 +
- bT-300x200x11x17

(3) Design Conditions

- Support : UnShored
- Beam Type : T-Section (Both End Fix)
- Beam Length  $L = 15.00 \text{ m}$
- Beam Spaci. Bay = 3.00 m
- Unbraced Lth.  $L_b = 1.00 \text{ m}$
- Slab Deaph  $T_d = 150 \text{ mm}$
- Flange Up Slab  $T_s = 90 \text{ mm}$
- Z-Bar Depth  $H_d = 505 \text{ mm}$
- Z-Bar Width  $B_d = 150 \text{ mm}$

Design Forces

Construction Stage

- Moment  $M_{uc} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Normal Stage

- Moment  $M_{u,POS} = 1190.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- Moment  $M_{u,NEG} = 1475.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- Shear  $V_u = 550.00 \text{ kN}$

Steel Section Properties

(1) Section Properties(Inner)

- $A_s = 175 \text{ cm}^2$   $C_y = 29.10 \text{ cm}$
- $I_x = 103000 \text{ cm}^4$   $C_y = 3530 \text{ cm}^3$
- $Z_x = 3960 \text{ cm}^4$

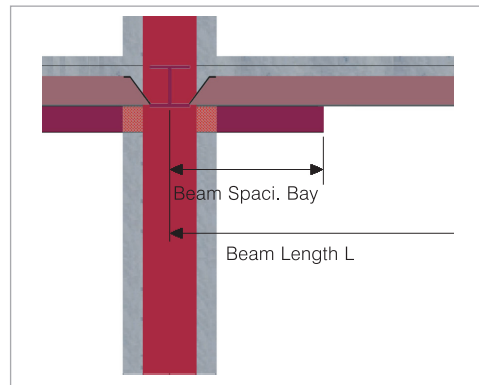
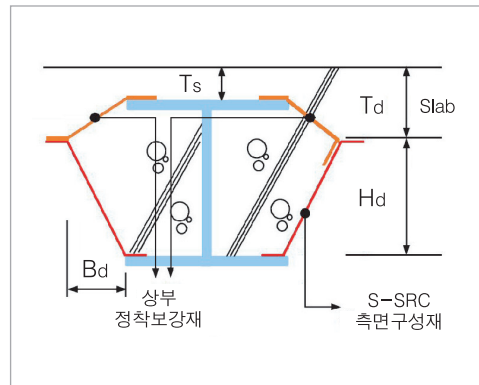
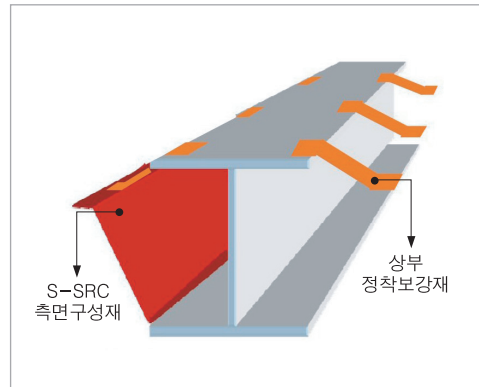
(2) End Span Section Properties

- $A_s = 242 \text{ cm}^2$   $C_y = 46.06 \text{ cm}$
- $I_x = 331791 \text{ cm}^4$   $C_y = 9819 \text{ cm}^3$

Check Construction Stage

Check Flexural Strength (Inner)

- $M_{u,POS} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $BTR = \frac{B}{2t_f} = 8.82$
- $\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 11.22$
- $\lambda_r = 1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 29.54$
- $DTR = \frac{H}{t_w} = 45.67$
- $\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 111.05$
- $\lambda_r = 5.70 \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 168.35$



► Compute Flange Yielding Strength

$$\begin{aligned}
 - M_p &= \text{Min}[F_y \cdot Z_x, 1.6 \cdot F_y \cdot S_x] = 930.60 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - R_{pc} &= \frac{M_p}{M_{yc}} = 1.1188 \\
 - M_{n,FY} &= R_{pc} \cdot F_y \cdot S_x = 930.60 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

► Compute Lateral – Torsional Buckling

$$\begin{aligned}
 - L_b &= 1.00 \text{ m} \\
 - R_{pg} &= 1 - \left( \frac{a_w}{1200 + 300a_w} \right) \times \left( \frac{h_c}{t_w} - 5.7 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right) = 1.0000 \\
 - L_p &= 1.1 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 2.67 \text{ m} \\
 - L_r &= \pi r_y \sqrt{\frac{E}{0.7 F_y}} = 9.10 \text{ m} \\
 - M_{n,LTB} &= \text{Not Apply}
 \end{aligned}$$

► Compute Flange Yielding Strength

$$- M_{n,FLB} = \text{Not Apply}$$

► Compute Flange Yielding Strength

$$\begin{aligned}
 - M_n &= \text{Min}[M_{n,FY}, M_{n,LTB}, M_{n,FLB}] = 930.60 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - \phi M_n &= \phi \cdot M_n = 837.54 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - C_{om} &= \frac{M_u}{\phi M_n} = 0.0000 \leq 1.000 \implies \text{O.K.}
 \end{aligned}$$

Check Flexural Strength

(1) Effective Slab Width

$$\begin{aligned}
 - \text{Base Width at Length } B_1 &= \frac{L}{4} = 1875 \text{ mm} \\
 - \text{Base Width at Spacing } B_2 &= \text{Bay} = 1650 \text{ mm} \\
 - \text{Effective Width } B_e &= \text{Min}[B_1, B_2] = 1650 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

(2) Plastic Moment Strength of Composite Section

► Positive Moment Strength

$$\begin{aligned}
 - M_{u,POS} &= 1190.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - y_c &= 96 \text{ mm} \\
 \text{Compression : Concrete} &= 3235.90 \text{ kN} \\
 \text{Compression : Steel} &= 432.40 \text{ kN} \\
 \text{Tension : Steel} &= 3668.30 \text{ kN} \\
 - \phi M_{n,POS} &= 1193.72 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - \text{Ratio} &= \frac{M_{u,POS}}{\phi M_{n,POS}} = 0.997 \leq 1.0000 \implies \text{O.K.}
 \end{aligned}$$

► Negative Moment Strength

$$\begin{aligned}
 - M_{u,NEG} &= 1475 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - y_c &= 317 \text{ mm} \\
 \text{Compression : Concrete} &= 0.00 \text{ kN} \\
 \text{Compression : Steel} &= 3841.80 \text{ kN} \\
 \text{Tension : Rebar} &= 0.00 \text{ kN} \\
 \text{Tension : Steel} &= 4013.80 \text{ kN} \\
 - \phi M_{n,NEG} &= 1480.71 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 - R_{neg} &= \frac{M_{u,NEG}}{\phi M_{n,NEG}} = 0.996 \leq 1.0000 \implies \text{O.K.}
 \end{aligned}$$

Check Shear Strength

$$\begin{aligned}
 - V_u &= V_{un} = 550.00 \text{ kN} \\
 - \phi V_n &= \phi v \cdot 0.6 \cdot F_y \cdot A_{sy} = 3836.80 \text{ kN} > V_u \implies \text{O.K.}
 \end{aligned}$$

### 2.1.3 철골보와 S-SRC보의 물량 산출

철골보와 S-SRC보의 비교를 위하여 CD아파트형 공장 2층을 기준으로 하였으며 그림2-3과 그림2-4는 철골보와 S-SRC보 구조도이고 표2-2와 표2-3은 철골보와 S-SRC보의 강재 사용량을 산출한 것이다.

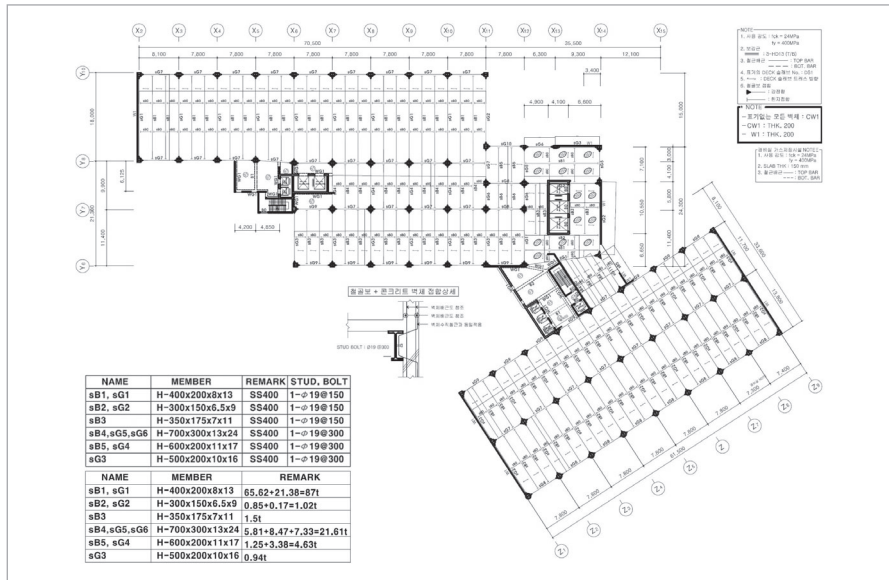


그림2-3 철골조 구조도

NAME	MEMBER	REMARK	STUD. BOLT	철골물량
sB0	H-200x100x5.5x8	SS400		12.92 ton
sB1, sG1	H-800x300x14x26	SS400	2-Ø19@200	72.39+38.6=110.98 ton
sB2, sG2	H-588x300x12x20	SS400	1-Ø19@150	34.2+25.12=59.32 ton
sB3, sG3	H-600x200x11x17	SS400	1-Ø19@150	38.86+19.39=58.25 ton
sB4, sG4	H-500x200x10x16	SS400	1-Ø19@150	9.64+3.37=13.01 ton
sB5, sG11	H-400x200x8x13	SS400	1-Ø19@150	0.17+0.55=0.72 ton
sB6, sG6	H-350x175x7x11	SS400	1-Ø19@200	0.53+0.86=1.39 ton
sG5, sG7	H-800x300x14x26	SS400	2-Ø19@300	3.16+52.18=55.34 ton
sG8	H-588x300x12x20	SS400	1-Ø19@300	10.38 ton
sG9	H-582x300x12x17	SS400	1-Ø19@300	14.75 ton
sG10	H-500x200x10x16	SS400	1-Ø19@300	0.70 ton
합 계				325.66 ton

표2-2 철골보 강재 사용량 산출표

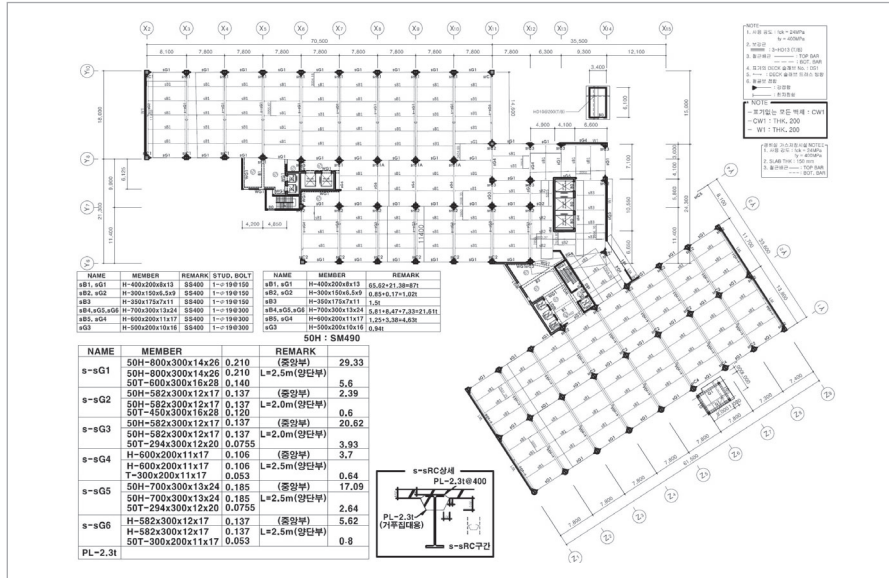


그림2-4 S-SRC조 구조도

NAME	MEMBER	REMARK	철골물량
s-sG1	50H-700x300x13x24 50H-700x300x13x24 50T-600x300x16x28	SM490 (중양부) L=2.5m(양단부)	25.84 ton 5.60 ton
s-sG2	50H-582x300x12x17 50H-582x300x12x17 50T-450x300x16x28	SM490 (중양부) L=2.0m(양단부)	2.39 ton 0.60 ton
s-sG3	50H-582x300x12x17 50H-582x300x12x17 50T-294x300x12x20	SM490 (중양부) L=2.0m(양단부)	20.60 ton 3.93 ton
s-sG4	H-600x200x11x17 H-600x200x11x17 H-300x200x11x17	SM400 (중양부) L=2.5m(양단부)	3.70 ton 0.64 ton
s-sG5	50H-700x300x13x24 50H-700x300x13x24 50T-294x300x12x20	SM490 (중양부) L=2.5m(양단부)	17.09 ton 2.64 ton
s-sG6	H-582x300x12x17 H-582x300x12x17 50T-300x200x11x17	SM400 (중양부) L=2.5m(양단부)	5.62 ton 0.80 ton
PL-2.3t	895.1m x 0.0023m x 0.707m x 7.85t/m <sup>3</sup> = 11.43t x 1.2		13.72 ton

SM490: 78.69ton SS400 : 126.66 ton PL : 13.72ton

NAME	MEMBER	REMARK	STUD. BOLT	철골물량
sB1, sG1	H-400x200x8x13	SS400	1-Ø19@150	65.62+21.38=87.00 ton
sB2, sG2	H-300x150x6.5x9	SS400	1-Ø19@150	0.85+0.17=1.02 ton
sB3	H-350x175x7x11	SS400	1-Ø19@150	1.5 ton
sB4, sG5, sG6	H-700x300x13x24	SS400	1-Ø19@300	5.81+8.47+7.33=21.61 ton
sB5, sG4	H-600x200x11x17	SS400	1-Ø19@300	1.25+3.38=4.63 ton
sB3	H-500x200x10x16	SS400	1-Ø19@300	0.94 ton
합 계				206.69 ton

표2-3 S-SRC보 강재 사용량 산출표

### 2.1.4 층고 절감에 따른 기대 효과

기둥 구조는 SRC이므로 동일하나 그림2-5와 같이 S-SRC보의 층고 절감은 같은 유효 층고를 유지하며 보 중간에 설비공간을 위한 천공이 없는 상태에서 층당 200mm의 층고 절감과 지하층에서도 층당 200mm의 효과를 볼 수 있다.

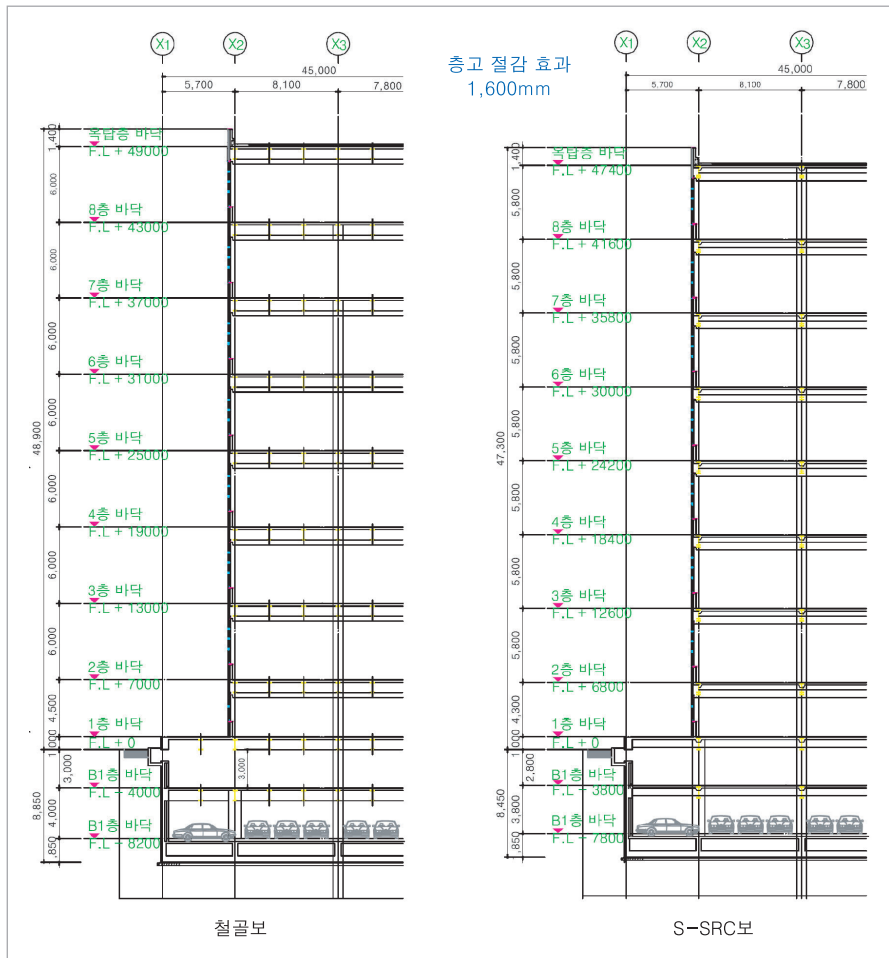


그림2-5 철골보와 S-SRC보의 층고 절감 비교

S-SRC보의 층고절감 효과는 지상과 지하에서 층당 200mm의 효과가 있다.

지상층 :  $48,900 - 47,300 = 1,600\text{mm}$  약 3.27% 기둥 및 외장재가 절감된다.

층고가 4,000mm이면 약 300mm로 약 7.5% 층고 절감이 기대된다.

지하층 :  $8,850 - 8,450 = 400\text{mm}$  약 4.52% 지하 터파기량이 감소한다.

### 2.1.5 공정별 주 자재 물량 비교

#### 1) 비교 조건

- (1) 부재설계는 동일한 응력비를 기준으로 산정 하였음
- (2) 보의 H형강 물량 기준은 2층 한 층의 산출 결과임
- (3) 지하 터파기는 2개층 전부를 건축 면적으로 산출한 결과임

#### 2) 강제 부분 비교

강제 부분은 S-SRC보의 제작 비용이 추가되므로 물량과 시공비용을 같이 하였으며 표 2-4는 지상 2층의 철골공사 비교표이다.

(단위 천원)

구 분	철 골 조			S-SRC조			비용 증감
	소요량	단가	시공비	소요량	단가	시공비	
보 H형강	325.66 Ton	1,500	488,490	116.69 ton	1,500	175,035	감소 -313,455
S-SRC보				90.00 ton	1,520	136,800	증가 136,800
측면구성재				19.57 ton	1400	27,398	증가 27,398
				895.10 m	20	17,905	증가 17,902
기둥H형강	74.77 Ton	1,500	112,155	72.28 ton	1,500	108,420	감소 - 3,735
내화 피복 (내화평형 2시간)	4,868.65 m <sup>2</sup>	9	34,081	2924.65 m <sup>2</sup>	9	20,473	감소 -13,608
콘크리트	1298.88 m <sup>3</sup>	75	97,416	1,332.63 m <sup>3</sup>	75	99,992	증가 2,575
합 계			732,142			586,023	감소 - 146,119

표2-4 철골공사 물량 및 비용 비교표(2층을 기준으로 함)

- \* 측면구성재 시공비용의 단가는 m<sup>2</sup>로 산정 하였음.
- \* 단가는 시공사와 물가 변동에 의하여 변동 될 수 있음.
- \* 기타 자재 물량은 물량 변화가 미비하여 제외함.

철골공사는 표2-4를 기준으로 물량 비교 시,

물량 : 400.43ton - 298.54ton = 101.89ton 약 25.45% 감소하였다.

표2-4를 기준으로 철골 공사 관련 금액 비교 시,

금액 : 732,142,000 - 586,023,000 = 146,119,000원 (약 19.55%) 감소하였다.

기둥과 보의 강제 물량은 25.45% 감소하였으며 S-SRC보 제작 비용을 포함하여도 강제 부분에서 공사비가 약 19.55% 절감된다.



### 3) 콘크리트 물량 비교

아래의 표2-5는 콘크리트 물량 비교표이다.

(단위 m<sup>3</sup>)

구 분	철 골 조	S-SRC조	물량비교	증감%
콘크리트	1,298.88m <sup>3</sup>	1,333.22m <sup>3</sup>	34.34m <sup>3</sup>	2.64% 증가

표2-5 콘크리트 물량 비교표

기준 층의 콘크리트 물량 비교는 표2-5와 같으며

물량 :  $1,298.88\text{m}^3 - 1,333.22\text{m}^3 = 34.34\text{m}^3$  약 2.64% 증가 한다.

콘크리트 물량 변화는 층고 절감 및 기둥 감소로 물량이 감소하나 S-SRC보 내부 콘크리트 증가로 약 2.64% 증가하였다.

### 4) Deck 면적 비교

표2-6은 Deck작업 면적에 따른 물량 비교표이다.

(단위 m<sup>2</sup>)

구 분	철 골 조	S-SRC조	물량비교	증감%
Deck물량	4,294.52m <sup>2</sup>	3,952.63m <sup>2</sup>	-341.89m <sup>2</sup>	-7.96% 감소

표2-6 Deck 물량 비교표

기준 층의 Deck작업 면적은 표2-6과 같으며

면적 :  $4,294.52\text{m}^2 - 3,952.63\text{m}^2 = 341.89\text{m}^2$  약 7.96% 감소한다.

S-SRC보의 측면구성재 효과에 따른 Deck 물량은 약 7.96% 감소하였다.

### 5) 외장 면적 비교

표2-7은 외장 작업 면적에 따른 물량 비교표이다.

(단위 m<sup>2</sup>)

구 분	철 골 조	S-SRC조	물량비교	증감%
외장면적	2,542.35 m <sup>2</sup>	2,457.61 m <sup>2</sup>	-84.74 m <sup>2</sup>	-3.33% 감소

표2-7 외장작업 면적 비교표

표2-7은 층고 절감 효과로 표4-7과 같이 외장 면적 비교 시,

지상 8개 층인 경우 :  $48,900\text{mm} - 47,300\text{mm} = 1,600\text{mm}$  약 3.33% 감소한다.

S-SRC보의 층고 절감 효과로 인하여 외장 작업 면적은 약 3.33% 감소하였다.

일반적인 건축물의 층고를 4,000mm이면 약 300mm로 약 7.5% 외장 면적 절감이 기대된다.

6) 지하 터파기 물량 비교

표2-8은 지하 2개층의 터파기 총 물량비교표이다.

(단위 m<sup>3</sup>)

구 분	철 골 조	S-SRC조	물량비교	증감%
터파기량 (지하 2개 층)	36,074.82m <sup>3</sup>	34,444.32m <sup>3</sup>	-1,630.50m <sup>3</sup>	-4.52% 감소

표2-8 지하 터파기 물량 비교표

층고 절감 효과로 지하 터파기는 표 4-8의 물량 기준으로 계산 하였으며,  
산출 근거 : 36,074.82m<sup>3</sup> - 34,444.82m<sup>3</sup> = 1,630.50m<sup>3</sup> 약 4.52% 감소한다.

S-SRC보의 층고 절감 효과에 따른 터파기 물량이 약 4.52% 감소하였다.

일반적인 지하주차장의 층고를 3,600mm로 보면 약 300mm 감소는 터파기 물량에서 약 8.3% 절감이 기대된다.

비용과 물량을 비교하면 콘크리트 물량은 약 2.64% 증가하나 다른 물량은 층고 절감 효과에 따라 전반적으로 감소한다고 볼 수 있으며, 공사에 따라 차이는 있으나 물량 및 공기 단축에 따른 공사비 절감 효과는 약 7~13% 정도 기대된다.

2.2 비교 검토

구조 계산 결과에 따라 철골보와 S-SRC보의 구분을 위하여 S-SRC보는 s-sG로, 일반 철골보는 sG로 표기하였다.

S-SRC보 좌,우의 끝 부분의 보강은 L형으로 S-SRC보 하부에 그림 2-6과 같이 용접하는 방법을 선택하였다.

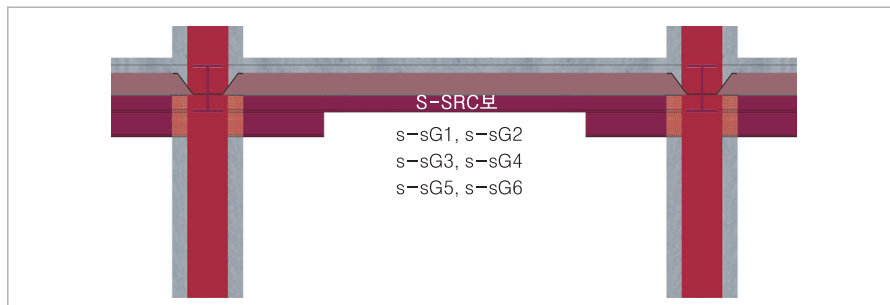


그림2-6 적용되는 보 그림

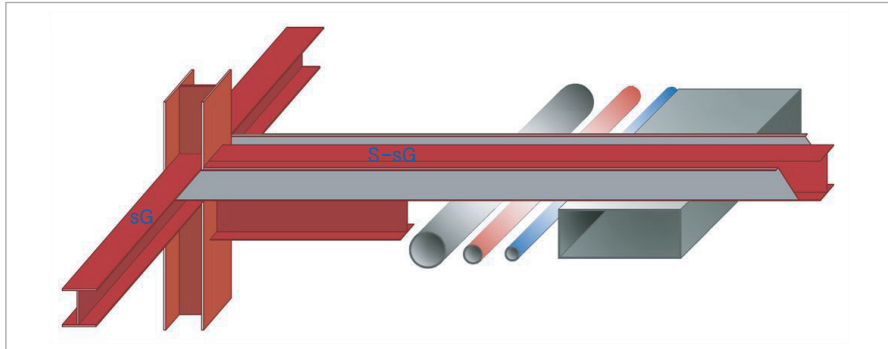


그림2-7 설비 배관 그림

같은 조건에서 비교하기 위하여 기존 설계를 변경하지 않는 범위에서 SRC기둥에 철골보로 설계된 것을 SRC기둥에 S-SRC보로 변경하여 비교 검토하였다.

그림 2-7에서 구조계산 결과가  $sG \leq s-sG$  이므로 경제성을 고려하여 sG 부분은 철골 보로 s-sG 부분은 S-SRC보로 설계하였다

구조 계산 시  $sG \geq s-sG$ 인 경우는 층고 절감 효과, 설비 배관 도면 및 경제성 등을 고려하여 sG 부분도 S-SRC보로 검토하는 것이 타당하다고 본다.

표2-4에서와 같이 철골 물량은 S-SRC보로 설계 변경하여 약 25.45%의 중량 감소가 되었으며, S-SRC보의 측면구성재를 제작하여도 공사금액으로 약 20.15%가 감소하였다.

층고 절감 효과는 기준 층고에 따라 효과의 차이는 있으나 층당 약 250mm ~ 350mm가 절감되며 여기서는 기준 층고가 6000mm이므로 외장 공사 비용은 외장 면적으로 약 3.33%의 감소를 이루었다.

지하공사는 굴착 깊이와 지질에 따라 다르므로 비용 산출이 어려워 터파기 물량으로 계산한 결과는 표2-8이며 약 4.52%가 감소하였다.

공사의 규모와 종류에 따라 많은 차이는 있으나 보편적으로 지상에서 약 7~13% 정도의 공사비가 절감되며 지하부분은 터파기 감소와 긴-경간에 따른 장비 운용의 효율성 증가 및 공기 절감에 따른 더 많은 공사비 절감이 기대된다.

표2-5에서 콘크리트 물량은 약간 증가를 하였으나 표2-4, 표2-6, 표2-7, 표2-8에서 자재 소요량을 감소시키며 Module화 작업에 의한 S-SRC보의 측면 구성재와 상부 정착보강재는 공장 제작과 현장 작업시의 안전성과 시공성 향상으로 공사 기간 단축이 기대된다.