

# TSC 구조시스템

이창남 (주)센구조연구소 대표이사

## 1. 개발배경

지금까지 가장 널리 사용되고 있는 구조는 철근콘크리트구조와 철골구조이다. 이들로부터 파생된 것으로 철골철근콘크리트구조, 합성구조 및 PS 콘크리트구조가 있기는 하나, 앞의 두 가지 구조가 가장 빈번하게 사용된다.

이들 모두는 나름대로 우리에게 큰 도움을 주고 있으나, 각각의 구조별로 보면 어느 한 면에 장점이 있으면 다른 면에서 단점이 크게 부각되어 실망하는 경우가 많다.

그 중에서 철근콘크리트구조와 철골구조에서 가장 두드러지게 나타나는 사항들을 열거하면 아래와 같다.

- 1) 철근콘크리트구조는 철골구조에 비하여 공사비가 저렴하나, 공사기간이 상대적으로 길고 거푸집에 소요되는 시간과 번거로움이 단점이다. 거푸집은 콘크리트가 양생된 후 제거하는데 비용이 추가되며 몇 차례 사용하고 난 후에는 폐기하는 비용과 환경 파괴도 무시할 수 없다.
- 2) 철근콘크리트 표면에는 균열 발생이 필연적임에도 불구하고 수요자들은 이를 수용할 만큼 너그럽지 못하며, 구조상 내력이 부족하기 때문에 발생하는 균열 이외에도 초기 경화수축균열 등 여러 가지 다른 이유로 발생하는 균열을 보수하기 위하여 많은 수고와 비용을 부담하여야 한다.
- 3) 철근콘크리트구조의 수명은 대략 50년을 목표로 하여 설계, 시공하고 있으나, 특히 최근에 준공된 구조물들의 피복 콘크리트 중성화 현상으로 인하여 내구성을 20년으로 하향 조정하여야 할 정도이다.
- 4) 우리나라의 골재 수급 사정이 좋지 않아 화강석 골재에 대한 규제를 할 수 없는 실정이다. 따라서 이제는 철근콘크리트구조도 내화피복을 하여야 할 정도이며, 철골구조와 비교해서 내화피복에 대한 장점도 소멸되는 단계에 이르렀다.

- 5) 철골구조가 철근콘크리트구조와의 가격 경쟁에서 열세를 극복해 나가고는 있으나 아직도 동등 수준으로 끌어내리지 못하고 있다.
- 6) 철근의 가공 조립은 철골구조에 비하여 정밀도를 확보하기가 어렵다.
- 7) 철근콘크리트구조 및 철골구조에서 층고를 조금이라도 더 줄이는 것이 숙제다.

따라서, 철골구조와 철근콘크리트구조의 장점만을 조합하여 기둥이 차지하는 면적을 줄이고, 가능한 층고를 낮추는 데 효과적인 새로운 System을 개발이 필요하였다. 기둥은 기존에 많은 연구결과로 구조성능이 입증된 CFT구조와 흡사한 방법을 채택하여 내력 상승 및 연성확보로 공간의 효율성과 내진성능을 향상시키고, 보는 CFT기둥에 접합이 용이한 TSC 보로 System을 구성하였다.

## 2. TSC 보의 개념 및 특징

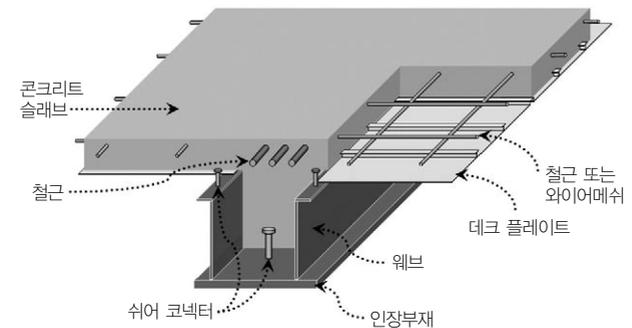


그림 1 TSC 보의 개념도

새롭게 제안된 TSC 보의 특징은 아래와 같다.

- 1) 철골 단면을 구조부재의 인장축 외피에 집중 배치하여 합성부재로서 외력에 저항하도록 하는 구조로서 철골부재가 콘크리트 중에 매립된 기존의 철골철근콘크리트 구조보다 단면 성능면에서 유리하다.

- 2) 웨브에 해당하는 수직판을 양 측면에 분리 배치하여 거푸집을 대신함으로써 시공성을 향상시켰다.
- 3) 철근콘크리트와 비교해도 철근대신 강재를 사용함으로써 작은 단면에 조밀하게 배근되어 타설이 곤란하던 문제를 개선하였다.
- 4) 보의 균열단면을 고려한 단면2차모멘트를 크게 확보할 수 있어 휨강성을 증가시킴으로써 처짐, 진동 등의 사용성 및 층고 절감으로 인한 경제성 면에서도 우수한 성능을 발휘하였다.
- 5) 슬래브 콘크리트와 동시 현장 타설로 PC화 된 제품을 운반하는 단점도 해결하였다.

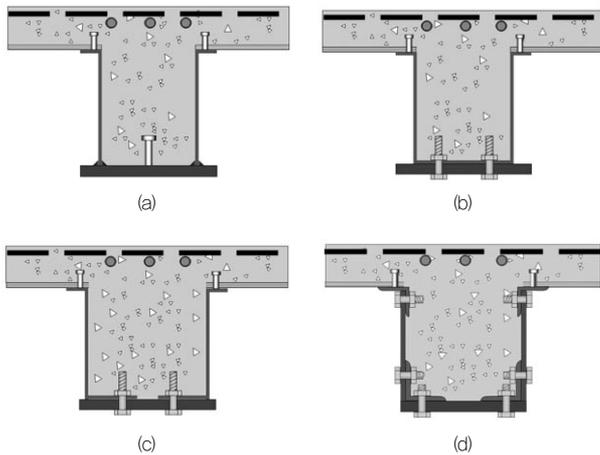


그림 2 TSC 보의 단면형태

위 그림은 TSC 보의 단면형태를 나타내는 것으로서 (a)는 웨브를 인장부재에 용접접합하는 방식이고, (b)는 U자형의 웨브와 인장부재를 고력볼트를 이용한 접합방식으로 고력볼트가 하부 스테드 역할을 대신한다. (c)는 Z형강을 인장부재 좌우에서 고력볼트를 이용하여 접합하는 방식으로 보의 폭을 임의로 조절할 수 있으며, (d)는 웨브부재 철판이 두꺼워 절곡이 어려운 경우 ㄱ형강과 철판을 이용하여 보의 단면을 구성한 사례이다.

TSC 구조시스템의 시공순서는 다음의 그림과 같다.

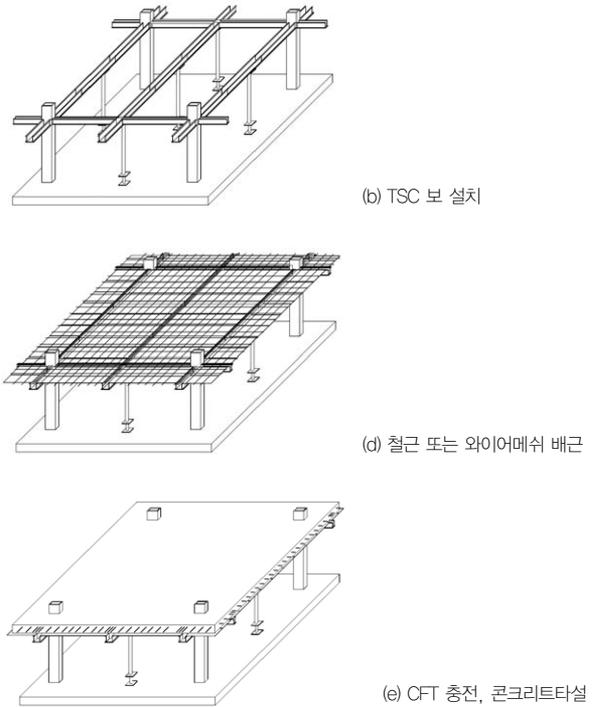
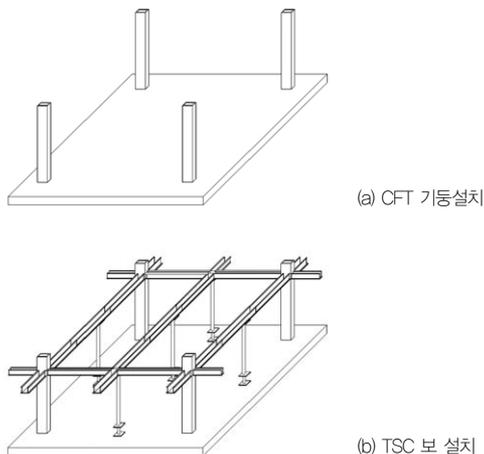


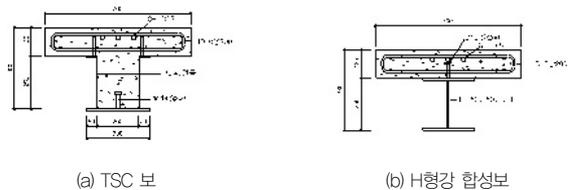
그림 3 TSC 구조시스템의 시공순서

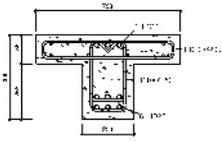
### 3. 구조 성능실험

TSC 보에 사용된 부재의 크기 및 합성상태를 변화시키면서 파괴실험을 통해 얻어진 최대 내력과 계산된 내력을 비교하고 그 파괴거동을 확인하고자 아래 그림과 같은 실험체를 제작하였다. 보의 웨브 플레이트의 두께는 판의 폭 두께비를 고려하여 4mm로 하였다.

TSC 실험체들은 그림4(a)를 기본형태로 상부 및 하부의 쉬어 코벡터와 웨브 플레이트와 하부 플레이트의 접합정도 그리고 하부 플레이트의 두께(6, 12, 18mm)를 변수로 하여 7종류의 실험체를 제작하였고 압축철근은 3-HD22를 사용하였다.

일반 H형강 합성보는 TSC 보의 기준형과 계산상 같은 소성내력을 갖게 하였으며, RC보 실험체는 동일 형상에 최대한의 배근을 하여 각각 그림 4(b), (c)와 같게 제작하였다. 실험체 길이는 4.5m이고 슬래브 폭을 700mm로 선정하였다.





(c) RC보

그림 4 시험체의 형상

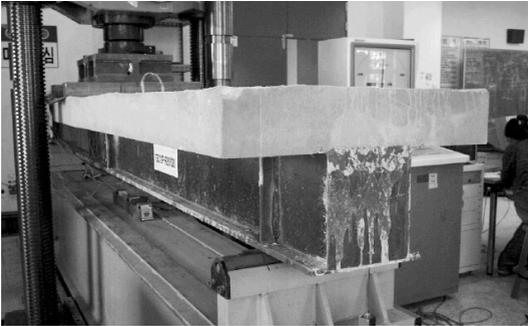


그림 5 TSC 보 시험체



그림 6 TSC보 구조성능 공개실험

최대내력 및 항복시의 내력을 측정한 결과 TSC 보 시험체가 철근 콘크리트보는 물론 H형강 합성보 보다 초기강성이 큰 것으로 나타났다. 같은 소성내력(46 tf)을 갖도록 설계한 TSC 보의 기준형과 H형강 합성보의 최대내력은 각각 57.6 tf, 46.71 tf으로 나타났다.

시험체	Yield Load(Py)		Maximum Load(Pu)		Py/Pu(%)
	하중(tf)	처짐(mm)	하중(tf)	처짐(mm)	
TSC12C-R20S20-1	33.42	10.47	57.59	54.61	58.03
TSC12C-R20S20-2	33.02	10.33	57.59	58.46	57.33
TSC06C-R20S20	22.95	10.33	42.69	65.83	53.76
TSC18C-R20S20	51.14	13.30	59.60	32.59	85.81
TSC12C-R00S20	31.81	12.85	32.62	40.19	97.52
TSC12C-R20S00	30.61	10.16	44.30	44.15	69.10
TSC12C-B40S20	34.23	11.35	46.71	47.01	73.28
TSC12P-R20S20	34.63	11.15	54.77	58.98	63.23
H형강합성보	26.58	10.87	47.52	55.98	55.93
RC T	21.34	15.1	28.99	50.21	73.61

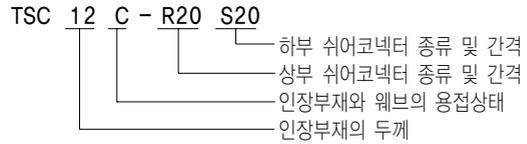


표 1 실험결과

철근콘크리트 보는 초기에 보 하부에 균열이 발생하여 초기강성 및 최대내력 모두 다른 시험체에 비해 크게 떨어졌으며, TSC12C-R20S20 시험체와 동일한 내력으로 설계한 H형강 합성보는 강성과 내력면에서 TSC 보에 비해 다소 떨어지나 상부 스티드의 파괴 후에도 상부 플랜지의 압축저항 거동에 의해 급격한 하중저하 현상은 없었다.

TSC 보는 동일내력의 H형강 합성보와 비교하여 초기강성과 내력이 크게 나타나 처짐 및 진동 등의 사용성을 개선할 수 있을 것으로 판단되며, H형강 합성보에 비해 65%정도의 철골 물량으로 동등 이상의 내력을 나타내어 그 경제성을 확인할 수 있었다.

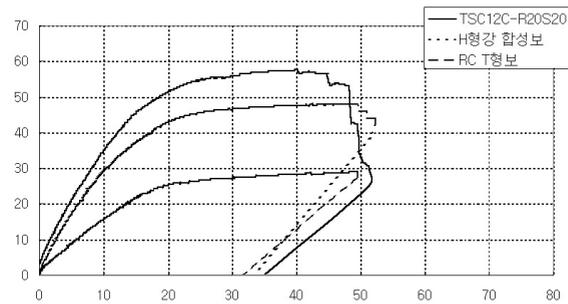


그림 7 TSC 보, H형강 합성보, RC T형보 실험결과 비교

#### 4. 향후 전망

TSC 구조시스템은 철근콘크리트구조와 철골구조 각각의 장점을 지니면서 동시에 단점을 해결할 수 있는 구조시스템으로서 그 내구성이 반 영구적으로, 중요한 사회적 자산인 건축물의 장수명화를 유도할 수 있다. 또한, 공간의 확장, 통합, 분리 등의 가변성을 가진 리모델링이 용이한 구조 시스템으로서 철골조를 능가하는 성능을 지닌 건축물을 RC 수준의 저렴한 비용으로 건축하는 것이 가능하여 기존의 철근콘크리트구조와 철골구조를 대신할 새로운 구조시스템이 될 것으로 기대한다. **KSEA**