

장스팬 및 층고저감형 와이드 복합보의 휨성능에 관한 연구

최윤철¹, 박금성^{2*}, 이상섭³, 최현기⁴

Study on Flexural Strength of Wide Composite Beam for Long Span and Saving Story height

Yun-Cheul Choi¹, Keum-Sung Park^{2*}, Sang-Sup Lee³, Hyun-Ki Choi⁴

Abstract: Recently, the parking in downtown area has caused severe problem due to the dramatic increase of possessing automobile in the country. A parking structure has been on the spotlight to solve the parking problem in downtown area. However, the overall height of parking structure is stipulated less than 8 m. Therefore, in this research, 'wide composite beam', which is possible for reducing story height and having long span, is developed and the flexural capacity of the wide composite beam is evaluated. Based on the result of the flexural test, the flexural strength of wide composite beam increased by 20% as the thickness of steel beam increased by 3 mm (6 mm → 9 mm). The shapes of rebar (whether it is triangle or rectangular shape) in the wide composite beam did not affect its flexural strength. The flexural strength of wide composite beam without rebar decreased by 10% compared to that of wide composite beam with rebar. In addition, the neutral axis moved upward as a load increased, but the neutral axis moved downward, when the load exceeded a certain level of load.

Keywords: Composite beam, Flexural strength, Parking lot, Long span & Saving story height

1. 서 론

최근 국내 자동차 보유대수의 급격한 증가로 주차문제가 복잡해지고 있다. 도심지 주차문제는 소통장애, 교통안전, 방재기능 등의 다양한 사회적 문제를 유발시키고 있으며 원활한 도시교통의 장애요인으로 인식되고 있다. 이러한 주차문제는 정부 및 민간 차원에서 다양한 해결책을 모색하고 제시되고 있는데 정부에서는 부족한 주차장 확보와 보급, 더불어 사회적 인식변화와 주차문화 수준의 향상을 제시하고 있으며, 전문화된 주차장 건설업체들은 자신들만의 창의적이고 혁신적인 기술들을 선보이며, 한정된 토지위에 최적·최대의 주차면 확보에 노력하고 있다.

이러한 도심지 주차문제 해결에 있어 주차장 전용 건축물과 공작물형태의 주차장이 주목을 받고 있다. 그러나 주차장 전용 건축물의 경우, 허가대상 건축물로서 사전 준비기간이 길고, 건

폐율, 용적율, 일조건, 사선제한 등의 제약 조건으로 대지의 활용면적이 감소되어 비경제적이다. 또한, 주차전용 건축물은 기둥이나 바닥판(보, 슬래브 등)에 내화구조 적용에 따른 부대비용 발생으로 공사비가 과다하게 발생되며, 3층 이상 건축 시 내진설계가 반영되어야 하는 단점을 지니고 있다. 그러나 공작물 형태의 주차장의 경우, 이러한 주차전용 건축물에 적용되는 별도의 제한 규정이 필요하지 않는 주차시설 건축물이다.

그러나, 공작물 형태의 주차장은 차로나 주차 구획부의 층고 규정이 설정되어 있으며, 특히 공작물 주차장의 전체 높이가 8 m 이하로 건설되도록 규정되어 있다. 따라서 평면 대지위에 주차가 가능한 몇 개 층의 최적 공간을 확보하기 위해서는 바닥판의 층고절감 뿐만 아니라 기둥 없이 장스팬이 가능한 합성바닥판 공법의 적용이 절실히 요구된다.

이에 본 연구에서는 법적 제한을 받는 공작물 형태의 주차장을 대상으로 층고저감, 기둥 개소 최소화를 위한 장스팬화가 가능한 새로운 형상의 합성보를 개발하고자 하였다. 본 논문은 그 첫 번째로 단위 부재인 합성보의 휨 성능을 평가하였으며, 실험 결과를 통해 개발된 합성보의 적용여부를 검토하였다(Shim, 2006; Yang, 2005).

¹정회원, 청운대학교 건축공학과 부교수

²정회원, 한국건설기술연구원 연구위원, 교신저자

³정회원, 한국건설기술연구원 수석연구원

⁴정회원, 경남대학교 소방방재공학과 조교수

*Corresponding author: kspark1@kict.re.krr

Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, 283, Goyang-daero-Ro, Ilsanseo-Gu, Goyang-Si, Gyeonggi-Do, 10223, Korea

•본 논문에 대한 토의를 2017년 12월 1일까지 학회로 보내주시면 2018년 1월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

2. 강-PC형 합성보의 개발

본 연구에서 개발한 합성보는 건물 높이 8 m 이하로 제한되는 공작물 주차장에 3개층 4개단의 주차장으로 구성되며, 16 m 이상의 장스팬 공작물 주차장을 대상으로 한다. 8 m 이하로 제한되는 공작물 주차장에 3개층 4개단의 주차장 계획 시 층고저감은 필수적이며 Fig. 1과 같이 각 층고는 2.65 m 이하가 되어야 한다. 이는 주차부분과 차량통행부분의 변단면 보로 최적화되어야 하며, 각 보의 춤은 550 mm와 350 mm로 설계되어야 한다.

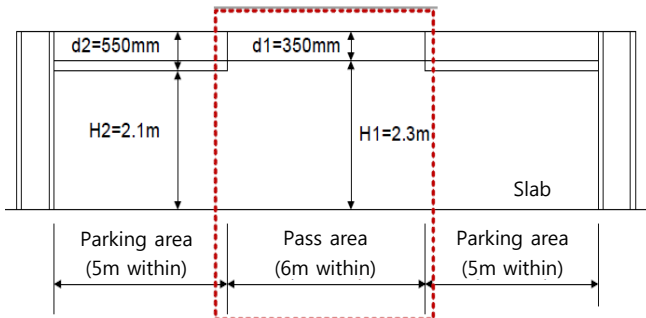


Fig. 1 Prototype building (Parking lot)

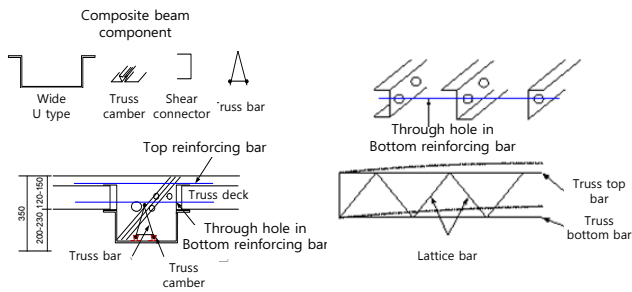


Fig. 2 Component of Steel-Concrete Composite Beam

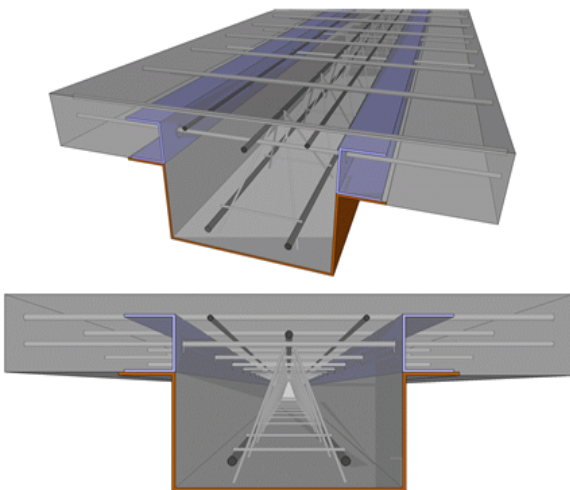


Fig. 3 Development of Steel-Concrete Composite Beam

기존 연구에서는 변단면 부재를 활용하여 보 웹브면에서 슬래브 일정높이가 보의 춤 내에 위치하도록 설계하고 있다. 그러나 변단면 접합처리 및 층고저감으로 인한 접합부의 완전 합성거동에 문제가 있으며, 접합부 강성저하 및 차량 이동시 진동성능의 저하로 사용성 확보에 문제가 있다.

상기 제약조건과 선행 합성보의 문제점 개선을 위해 본 연구에서는 Figs. 2 및 3과 같이 와이드 절곡형 U자형 강판과 절곡된 플랜지면 위에 다양한 형태의 채널형 강재 내에 슬래브가 위치하도록 구성하여 절대 춤 350 mm를 확보하고자 하였다. 또한, 절곡된 하부 U자형 내에 하단부에 클립형의 고정부에 다양한 철근 트러스 형태로 프리스트레스 캠버를 갖도록 제작된 트러스 근이 설치되도록 하여 복합보의 강도와 강성을 확보하고자 하였다. 채널 내에 설치된 슬래브는 채널 웹에 홈을 두어 보강 철근이 횡방향으로 관통되도록 하여 접합부의 강성과 일체성을 확보하고자 하였다.

이와 같이 설치된 프리스트레스 캠버를 갖는 트러스 철근과 접합부를 관통하는 보강근으로 인해 접합부의 강성확보에 유리함은 물론 장스팬으로 인한 철재 조립형 복합보는 접합부의 강성 증대로 처짐과 진동성능 확보가 가능하도록 개발하였다 (Gschwindner, 1994; Mohan, 2005).

3. 실험계획

3.1 실험체 설계

실험체의 소요휨강도를 계산하기 위해 실제 구조물을 역학적으로 단순화하였다. 강-PC형 복합보는 주로 장스팬 보의 중앙부에 사용된다. 장스팬 주차전용 건물에서 통로에 해당하는 부분인 중앙부에 강-PC형 복합보를 적용하고, 양단부는 철근콘크리트보, 강재보, 합성보 등 일반적인 여러 가지 구조의 보를 적용할 수 있는 형태이다. 이를 역학적으로 단순화한 것이 Fig. 4와 같

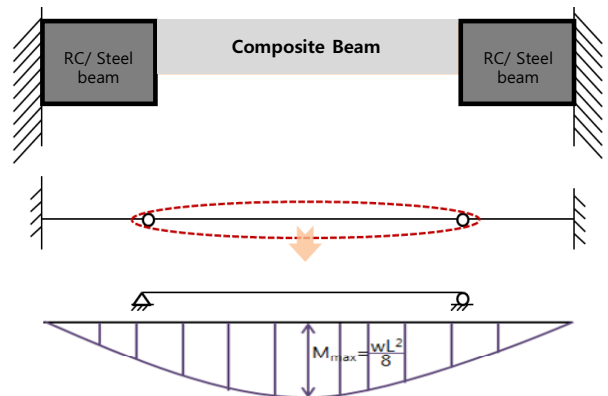


Fig. 4 Moment diagram of composite Beam

다. 즉, 강-PC형 복합보는 정모멘트를 받는 단순보와 같이 해석할 수 있다. 따라서 소요휨강도 M_u 는 Fig. 4와 같이 등분포하중을 받는 단순보의 중앙부 최대 휨모멘트인 $wL^2/8$ 이 된다.

강재 내부에 배근된 트러스 철선은 강재보 하부 플랜지에 용접되므로, 강-PC형 보는 완전합성보로 가정하여 소성응력분포로 한다고 볼 수 있다. Fig. 5와 같이 소성중립축 산정 시, 강재의 전단면뿐만 아니라 보의 하부 보강철근과 슬래브 상부철근도 각각 항복하는 것으로 가정한다. 단, 보의 상부 보강철근은 중립축의 위치에 따라 결정하도록 한다.

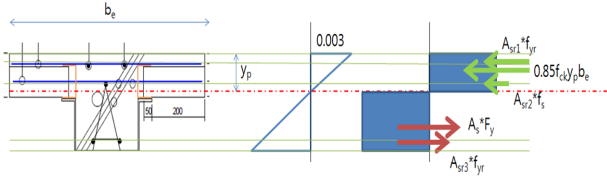


Fig. 5 Stress Distribution of Plastically in composite beam

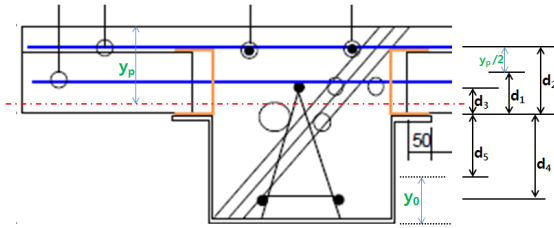


Fig. 6 Distance from the center of stress to the top of the steel beam

Table 1 Test specimen

No.	Specimen	Specimen parameter		Specimen dimension			Material properties							
		Steel thickness of U shape [mm]	Slab support shape	Truss type	Beam depth [mm]	Span (Clear span) [mm]	Slab effective depth [mm]	Concrete compressive strength [MPa]	Reinforcing bar yield strength [MPa]			Steel yield strength [MPa]		
								D10	D13	D16	4.5T	6T	9T	
1	SPC6-C-P	6.0		Non	350	6,000 (5,800)	1,000	25.03	469	445	424	440	422	402
2	SPC6-C-T													
3	SPC6-A-T													
4	SPC6-C-R													
5	SPC9-C-T	9.0												
6	SPC9-A-T													
7	SPC9-C-R													

소성중립축이 보의 상부 보강철근 아래에 위치하고, 모든 철근이 항복하는 것으로 가정하면 식 (1)과 같이 구할 수 있다.

$$y_p = \frac{A_s F_y + A_{sr1} f_y - A_{sr1} f_y - A_{sr3} f_y}{0.85 f_{ck} b_e} \quad (1)$$

그러나 식 (1)로 부터 구해진 중립축을 적용할 경우 트러스 상부철근은 항복하지 않을 수 있다. 따라서 변형률 분포를 고려하여 항복하지 않은 철근에 대해서는 변형률과 응력을 재계산해야 한다(Namdeo, 2012; CEN, 2004).

$$0.85 f_{ck} y_p b_e + A_{sr1} f_y + A_{sr2} f_s - A_{sr3} f_y - A_s F_y = 0 \quad (2)$$

여기서, 트러스 상부철근의 응력 f_s 를 중립축에 대한 식으로 나타내면,

$$f_s = \frac{600(y_p - y_{sr2})}{y_p} \quad (3)$$

식 (3)의 f_s 를 식 (2)에 대입하여 y_p 에 대한 2차방정식의 근을 구하면 소성중립축이 계산된다. 각 응력에 면적을 곱한 힘들은 강재보 상단까지의 모멘트 팔길이를 구하여 공칭강도를 계산할 수 있다.

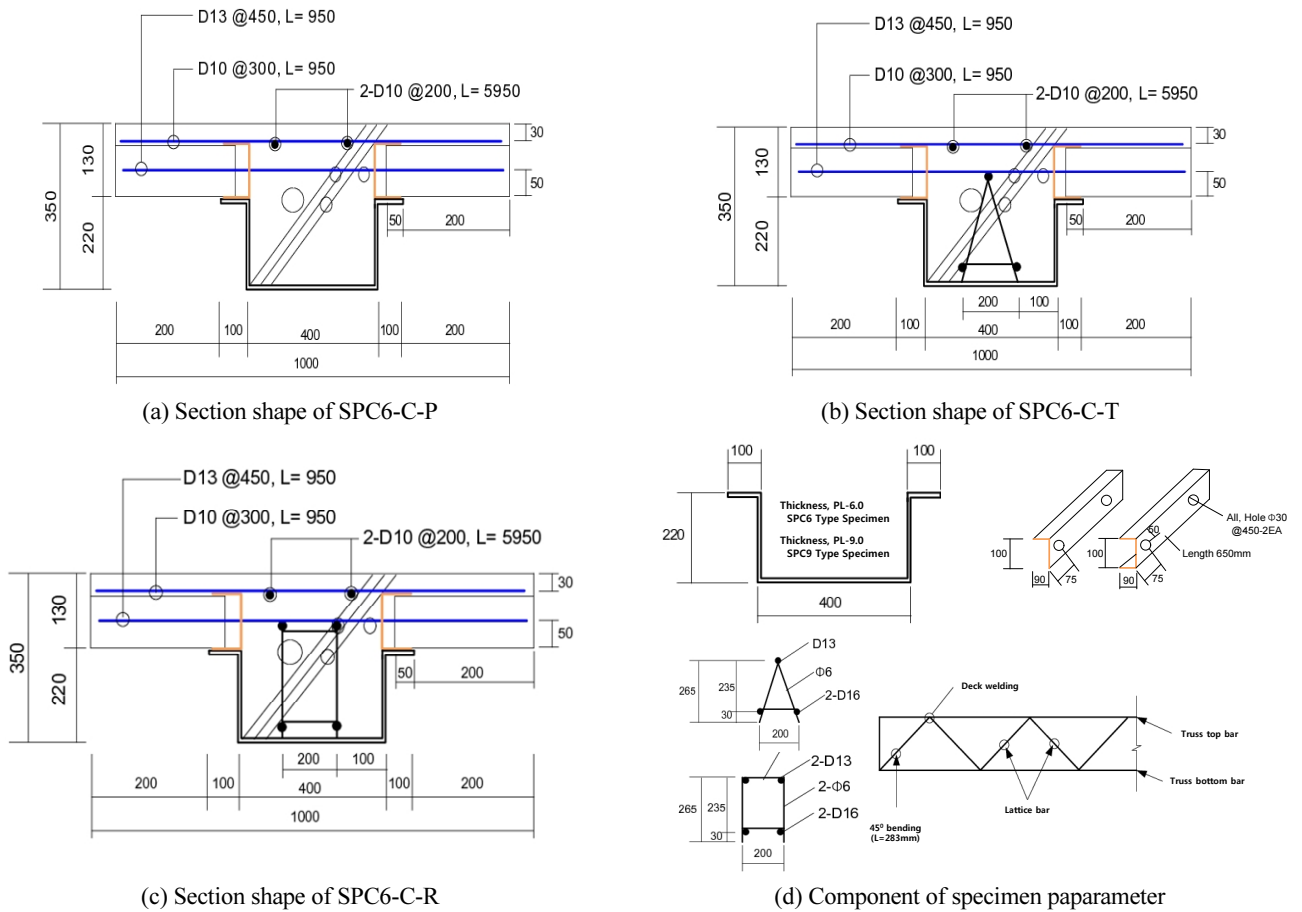


Fig. 7 Details of Test Specimens(unit: mm)

$$M_n = (0.85f_{ck}y_p b_e d_1) + (A_{sr1}f_{yr}d_2) + (A_{sr2}f_s d_3) + (A_{sr3}f_{yr}d_4) + (A_s F_y d_5) \quad (4)$$

공칭강도를 구하기 위한 모멘트 팔길이는 각 응력의 중심에서부터 강재보 상단까지의 거리로 하였다. Fig. 6은 각 응력중심에서 강재보 상단까지의 거리를 나타낸 것이다(ACI, 2014; BS, 5950; Chen, 2003; Calixto, 1998).

3.2 실험체 변수 및 실험방법

실험체의 주요변수는 강재보의 강판두께(6 mm, 9 mm), 슬래브 걸침부 형상(┐형강, ㄷ형강), 보 보강철근의 형태(삼각형, 사각형)이며 총 7개의 실험체를 설계하였다.

SPC6-C-P는 보 보강철근이 없는 기준 실험체이며, 보 보강철근을 배근한 6개의 실험체를 Table 1과 같이 계획하였다. 실험체 모두 보폭은 350 mm, 스패ن 6.0 m로 설계하였으며, 실험 시 지점을 고려하여 스패는 5.8 m가 되도록 하였다. 또한 슬래브 유효 폭은 1,000 mm로 하였다.

모든 용접은 필렛사이즈 6 mm인 필렛(모살)용접을 하고, 강종은 SM490, 철근은 SD400을 적용하였다. 채움 콘크리트의 설



Fig. 8 Test Setup

계기준강도는 35 MPa로 하여 단기 양생으로 실험 시 목표 강도는 24 MPa 이상이 되도록 하였으며 실험체 상세는 Fig. 7과 같다.

실험 가력은 Fig. 8과 같이 2800 kN의 Actuator를 실험체의 중앙부에 설치하고, 반력점을 실험체의 양단부 1/4지점에 만들어 초당 0.04 mm의 속도로 간접하중이 가해지도록 하는 2점가력 단순보 실험으로 계획하였다. 변위측정을 위한 변위계는 길이의 1/4, 2/4, 3/4지점에서의 수직처짐을 측정할 수 있도록 설치하였다.

Table 2 Test results

Specimen No.	Theoretical Strength(kN)	Strength(kN)		Displacement(mm)		Ductility ratio		
		Yield strength	Maximum Strength	Yield displacement	Maximum displacement	Strength ratio	Displacement ratio	
		P_y	P_u	δ_y	δ_u	P_y/P_u	δ_y/δ_u	
1	SPC6-C-P	675.71	538.82	741.42	37.46	146.96	0.73	0.25
2	SPC6-C-T	769.03	692.87	826.80	43.62	126.18	0.84	0.35
3	SPC6-A-T	769.03	666.20	832.18	40.68	134.58	0.80	0.30
4	SPC6-C-R	770.72	695.42	848.09	40.42	142.92	0.82	0.28
5	SPC9-C-T	932.22	831.84	989.56	48.16	145.56	0.84	0.33
6	SPC9-A-T	836.38	842.17	970.06	52.30	108.78	0.87	0.48
7	SPC9-C-R	937.85	873.86	1019.72	47.74	132.64	0.86	0.36

4. 실험결과

4.1 파괴양상 및 하중-변위

각 실험체의 이론 강도는 슬래브 걸침부를 제외한 나머지 휨 저항 요소들의 휨강도를 합산하여 구하였으며, 재료시험 결과를 반영하였다. 실험체의 이론강도, 최대강도와 최대변위(중양부 처짐, 최대강도일 때의 변위를 기준으로 산정함)와 항복강도 및 항복변위(주철근 변형률 0.002를 기준으로 산정함)를 Table 2 및 Figs. 9, 10에 나타내었다.

4.1.1 강재보 두께

실험변수별 강도 변화는 Table 3에 나타내었다. 강재보는 두께 6 mm와 9 mm를 사용하였다. 9 mm 실험체는 6 mm 실험체에 비해 약 20%가량 강도가 증가됨을 알 수 있다.

C-T계열은 강재보 두께 증가에 따라 항복강도와 최대강도가 모두 20% 증가하였다. A-T계열은 항복강도가 26%증가하고, 최대강도는 17%증가하였다. C-R계열은 항복강도 26%, 최대강도 20%가 증가하였다.

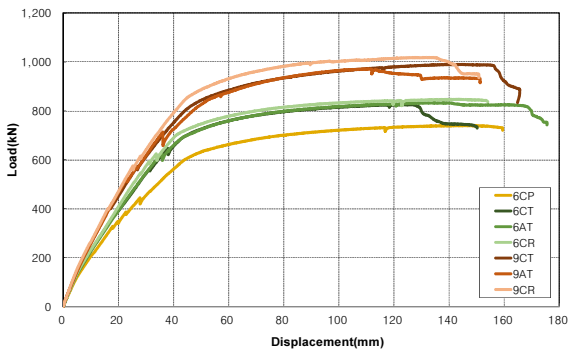


Fig. 9 $P-\delta$ curve

4.1.2 슬래브 걸침 형태

6 mm 강재보에서 항복강도는 γ 형강(Angle) 형태가 ϵ 형강(channel) 형태보다 약 4%가량 작게 나타나지만, 최대강도는 거



(a) SPC6-C-P



(b) SPC6-C-T

(c) SPC6-A-T



(d) SPC6-C-R

(e) SPC9-C-T



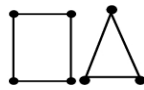
(f) SPC9-A-T

(g) SPC9-C-R

Fig. 10 Failure pattern

Table 3 Strength increase rate by parameter

Specimen No.	Strength increase ratio		Main parameter
	P_y	P_u	
2 SPC6-C-T	1.20	1.20	Steel thickness =6.0 mm
5 SPC9-C-T			
3 SPC6-A-T	1.26	1.17	
6 SPC9-A-T			
4 SPC6-C-R	1.26	1.2	Steel thickness =9.0 mm
7 SPC9-C-R			
2 SPC6-C-T	0.96	1.01	◡-Angle ◡-Angle
3 SPC6-A-T			
5 SPC9-C-T			
6 SPC9-A-T			
1 SPC6-C-P	0.78	0.90	
2 SPC6-C-T			
4 SPC6-C-R			
5 SPC9-C-T			
7 SPC9-C-R			



의 유사하게 나타났다.

9 mm 강재보에서 항복강도는 ◡형강(Angle) 형태가 ◡형강(channel) 형태와 거의 유사하게 나타나지만, 최대강도는 ◡형강이 약 2%가량 작게 나타났다.

따라서 슬래브 걸침부의 형태는 강도와는 무관한 것으로 판단된다. 이는 슬래브 걸침부의 위치가 중립축 주변에 있기 때문에 강도발현에 크게 기여하지 않기 때문으로 사료된다. 특히 ◡형강과 ◡형강의 형태 차이인 하부 플랜지는 강재보 상단에 용접되는데, 실험결과로 볼 때 중립축 위치와 거의 유사하게 나타나므로, 슬래브 걸침부 형태차이가 강도에 반영되지 않은 것으로 판단된다.

4.1.3 보 보강근(트러스 철근)

보 보강철근은 삼각형 형태로 상부 1개(D13), 하부 2개(D16)를 사용한 C-T계열을 기준으로 비교하였다. 6 mm 실험체에서

보강철근이 없는 C-P는 C-T에 비해 항복강도는 78%, 최대강도는 90%로 나타났고, 사각형 형태로 상부근 2개, 하부근 2개를 사용한 C-R은 C-T와 거의 유사하게 항복강도는 1.04배, 최대강도는 1.03배로 높게 나타났다. 9 mm 실험체는 C-R이 C-T에 비해 항복강도 1.05배, 최대강도 1.03배 높게 나타났다.

보 보강철근(트러스철근)의 유무에 따라서는 약 10%가량의 강도차이를 보이지만, 상부근 개수 차이는 약 3%의 강도증가를 보여 미미한 수준임을 알 수 있다. 이는 상부근의 위치가 중립축 부근에 위치하고, 더구나 중립축 위에 있으므로 압축철근이 된다. 실험에서 측정된 강재의 변형률 게이지로 볼 때 최대강도 발현 시 압축변형률이 0.0005가량으로 매우 작게 나타난다. 따라서 보의 상부 보강철근은 강도에 크게 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

그러나 보강철근의 유무에 따라서는 강도차이가 확연히 나타나는데, 이는 보의 하부 보강근의 유무가 영향을 미치지 때문이다. 하부근은 인장철근으로 강재보와 함께 휨 저항에 기여하게 된다. 이는 실험결과로 볼 때 하부 보강근의 변형률이 항복변형률인 0.002에 근접하게 나타나는 것으로 확인할 수 있다.

4.2 처짐 분석

강-PC형 복합보는 주차전용 건물에서 보행자 통로부분에 설치되는 보이다. 따라서 사용성에 문제가 없을 정도의 처짐기준을 만족해야 한다.

사용성 한계상태에서의 처짐한계는 국내 기준에는 없으나 AISC 기준을 적용하면, 사용하중 상태에서 L/240 이내로 본다. 이는 본 실험에서의 L=5,800 mm를 적용하면 24.16 mm이다. 대상건물인 주차전용 건물의 하중은 KBC2016에 준하여 고정 하중은 콘크리트와 강재의 체적을 구하여 비중을 곱한 값으로 구하였고, 활하중은 옥내 주차구역 승용차 전용에 해당하는 4.0 kN/m²을 적용하였다. 이에 따라 단순보의 탄성처짐식으로 구한 값은 SPC6-C-P의 경우 2.05 mm로서 허용처짐의 1/12정도로 매우 작은 값이다.

탄성처짐은 휨모멘트에 의한 처짐이므로, 휨처짐 외의 다른 요인들로 인한 실제 처짐은 탄성처짐으로 구한 값보다 클 수 있

Table 4 Variation of neutral axis

	100(kN)	200(kN)	300(kN)	400(kN)	500(kN)	600(kN)	700(kN)	800(kN)	900(kN)	Max(kN)
SPC6-C-P	210	230	232	230	230	214	212	-	-	267
SPC6-C-T	204	218	224	225	225	224	222	225	-	234
SPC6-A-T	197	212	220	221	221	220	222	242	-	253
SPC6-C-R	198	215	224	225	225	225	225	231	-	246
SPC9-C-T	202	212	220	221	221	220	218	208	203	214
SPC9-A-T	195	201	207	210	213	212	209	193	191	199
SPC9-C-R	199	208	219	220	220	221	220	218	217	219

Table 5 Relation of service load and deflection

	DL	LL	Load conversion	Theoretical	Theoretical(stiffness 75%)	Test value
SPC6-C-P	6.60		61.48	2.05	2.73	2.32
SPC6-C-T	6.62		61.60	1.93	2.57	2.12
SPC6-A-T	6.62		61.60	1.93	2.57	2.12
SPC6-C-R	6.63	4.0	61.54	1.92	2.57	2.23
SPC9-C-T	6.80		62.64	1.76	2.35	1.99
SPC9-A-T	6.80		62.64	1.82	2.43	2.01
SPC9-C-R	6.80		62.64	1.76	2.35	1.93

다. 따라서 실험 시 사용하중 상태에서의 처짐값을 살펴보고자 한다. SPC6-C-P는 사용하중 10.6 kN/m^2 이므로, 이를 실험체의 형상을 고려하여 유효폭 1000 mm와 실험체의 길이 5800 mm를 곱하여 하중 P로 환산하면 $P=61.48 \text{ kN}$ 이 된다. 실험 결과에서 이때의 중앙부처짐은 Table 5와 같다. 사용하중 상태는 최대강도에 비해 약 1/10미만으로 탄성구간으로 볼 수 있다. 실험에서 측정된 처짐값은 이론값으로 구한 값과 거의 비슷하지만 약간 큰 값을 가지며, 75% 강성으로 구한 이론값보다는 약간 작은 값을 가진다.

이로써 실제 구조물에 하중이 가해질 때 사용하중 상태에서 발생하는 처짐은 허용값인 $L/240$ 보다 작은 값을 가지므로 사용성에 문제가 없다고 판단할 수 있다.

5. 결론

본 연구는 공작물 형태의 주차장 건설 활성화를 위한 연구로 건물 높이 8 m 이하로 건축하여 주차면수를 증대시키기 위해서는 층고 저감(200 mm 이상)이 가능하고 스패 16 m 이상의 장스팬 확보가 가능한 장스팬 및 층고저감형 와이드 복합보의 휨성능 평가를 수행하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 휨성능 실험 결과, 강재보의 두께가 3 mm 증가(6 T → 9 T)함에 따라 휨강도는 약 20%가 증가하였다.
- 2) 슬래브 걸침부 형태(ㄱ형강, ㄴ형강)는 강도에 거의 영향을 미치지 않는다. 이는 슬래브 걸침부의 위치가 중립축 근처에 위치하여 최대 강도 발현 시 변형률이 매우 작게 나타나기 때문이다.
- 3) 보 보강철근(트러스철근)의 형태(삼각형, 사각형)은 휨강도에 영향을 미치지 않는다. 이는 형태를 결정짓는 상부근의 위치가 중립축에 매우 가까운 압축요소로서 최대 강도 발현 시 변형률이 약 0.0005로서 거의 강도발현을 하지 못하기 때문이다. 그러나 보 보강철근(트러스철근)이 없는 경우는 있는 경우보다 약 10%가량 휨강도가 저하되는데, 이는 하부근의

유무에 따른 차이이다.

- 4) 변형률 분포로 볼 때, 초기에는 하중이 증가할수록 중립축은 상부로 이동하지만 일정하중을 넘어가면 중립축이 다시 하부로 이동하게 된다. 이는 초기에는 압축요소들이 모두 압축력에 저항하다가 중립축의 이동으로 압축저항 요소 중 일부가 인장축으로 응력변화가 생겨 남아있는 압축저항요소들의 응력이 증가하기 때문이다.

감사의 글

이 연구는 한국건설기술연구원의 주요사업(층고저감 장스팬 대응 강-PC(Steel-Concrete)형 복합보 개발)과 국토교통부 주거환경연구사업(과제번호: 17RERP-B082884-04)의 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- ACI-318 (2014), Building code requirement for structural concrete and commentary, ACI Committee.
- Architectural Institute of Korea (2016), Korea Building Code and Commentary. Gimoon-Dang Press.
- BS 5950 (1994), Part 4: Structural use of steelwork in building. Code of practice for design of composite slabs with profiled steel sheeting, British Standards Institution, London.
- Calixto, J. and Lavall, A. (1998), Behavior and strength of composite slabs with ribbed decking. Journal of Constructional Steel Research, 46(1-3), 211-212.
- Chen, S. (2003), Load carrying capacity of composite slabs with various end constraints. Journal of Constructional Steel Research, 59, 385-403.
- European Committee for Standardization (CEN) (2004), Design of concrete structures—Part 1-1: General rules and rules for buildings. Eurocode 2, Brussels, Belgium.
- Gschwindner, L. F. (1994), Load and Resistance Factor Design of Steel Structures, Prentice-Hall.

Mohan, G., Upadhyay, A., and Kaushik, S. (2005), Simplified design of composite slabs using slip block test. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 3(3), 403-412.

Namdeo, A. H., Laxmikant, M. G., and Girish, N. R. (2012), Design of composite slabs with profiled steel decking: a comparison between experimental and analytical studies, *International Journal of Advanced Structural Engineering*, 3(1), 1-15.

Shim, H. J. and Lee, E. T. (2006), Evaluation of Flexural Behavior of Continuous Composite Slab Using Semi-Slim Floor System, *Journal of the Architectural Institute of Korea, Structure and Construction Section*, 22(1), 19-26.

Yang, K. H., Kim, D. J., Lee, E. T., and Chung, H. S. (2005), Evaluation of Effective Moment of Inertia and Allowable Span-Depth Ratio for

Controlling Deflection in Composite Slabs Reinforced with Steel Decking, *Journal of the Architectural Institute of Korea, Structure and Construction Section*, 20(5), 19-26.

Yang, K. H., Ko, Y. W., and Chung, H. S. (2005), Cracking Behavior in the Negative Moment Region of Continuous Composite Slabs Reinforced with Structural Steel Decking, *Journal of the Architectural Institute of Korea, Structure and Construction Section*, 21(1), 21-31.

Received : 06/19/2017

Revised : 07/17/2017

Accepted : 07/19/2017

요 지 : 최근 국내 자동차 보유대수의 급격한 증가로 도심지 주차문제가 복잡해지고 있다. 도심지 주차문제 해결에 있어 공작물 주차장이 주목을 받고 있다. 그러나 공작물 주차장은 전체 높이 8 m 이하로 건설되도록 규정되어 있다. 이에 본 연구에서는 층고절감 및 장스팬화가 가능한 와이드 합성보를 개발하여 휨성능을 평가하였다. 휨 성능 실험 결과, 강재보의 두께가 3 mm 증가(6 mm → 9 mm)함에 따라 휨강도는 약 20%가 증가하였다. 보 보강철근(트러스철근)의 형태(삼각형, 사각형)은 휨강도에 영향을 미치지 않았다. 보 보강철근(트러스철근)이 없는 경우는 있는 경우보다 약 10%가량 휨강도가 저하되었다. 또한 하중이 증가할수록 중립축은 상부로 이동하지만 일정하중을 넘어가면 중립축이 다시 하부로 이동하는 결과를 나타내었다.

핵심용어 : 합성보, 휨강도, 공작물 주차장, 장스팬 및 층고절감
