

지지부 조건에 따른 유공형 판으로 전단보강된 넓은 보의 전단성능 평가

김 희 철¹ · 고 명 준¹ · 김 민 숙¹ · 이 영 학^{1*}

¹경희대학교 건축공학과

Evaluation of Shear Capacity of Wide Beams Reinforced with GFRP and Steel Plates with Openings by Various Supporting Areas

Heecheul Kim¹, Myung Joon Ko¹, Min Sook Kim¹ and Young Hak Lee^{1*}

¹Department of Architectural Engineering, Kyung Hee University, Yongin, 17104, Korea

Abstract

In this paper, shear performance of concrete wide beams was evaluated through shear failure tests. The specimens were designed to have two continuous spans with a column at the center of the wide beam. Also the specimens were reinforced with plates with openings as shear reinforcements. For the test, total eight specimens, including five specimens were reinforced with steel plates and the other three specimens were reinforced with GFRP plates were manufactured. And the shear strengths obtained from the tests were compared with ones from the equation provided by ACI 318. Support width of wide beam, support section of wide beam and shear reinforcement material were considered as variables. The results showed that the support width was proportional to the increase of shear strength. Also, regardless of material type of shear reinforcement, the shear reinforcing effect was similar when the amount of shear reinforcement was the same.

Keywords : wide beam, support width, openings, steel plate, GFRP plate

1. 서 론

일반적으로 보의 폭이 보 높이의 2배 이상인 경우에 해당 하는 보를 넓은 보로 분류한다. 넓은 보의 경우 대부분 보의 폭이 기둥의 폭보다 크기 때문에 넓은 보 폭 전체에 하중이 분포되지 않고, 기둥과의 연결부 부분에 하중이 집중되어 전단성능이 감소하는 위험이 발생할 수 있다. 이러한 이유로 Lubell 등(2008)은 넓은 보의 지지부 폭을 변수로 설정하여 지지부 폭이 증가할수록 전단성능이 증가하는 것을 실험을 통해 확인하고 지지부 폭에 의한 전단강도의 감소계수를 제안 하였다. Shuraim 등(2012)은 넓은 보에 좁은 기둥을 삽입 하여, 전단실험을 진행한 결과 기둥주변에서 약간의 편칭 전단이 발생하는 것을 실험을 통해 확인하였다. 넓은 보의 지지부 폭이 부재의 전단 성능에 영향을 미친다는 기존의 연구에도

불구하고 KCI-12(2012)와 ACI-318(2014)에서는 보 부재의 전단강도를 설계할 때, 지지부 폭에 대해서 고려하지 않고 있다. 따라서 본 논문에서는 넓은 보에서 지지부의 폭이 전단강도에 미치는 영향을 파악하기 위해 시험체 중앙에 지지부 역할을 하는 기둥을 설치하여 두 경간 연속으로 설계 하고, 전단실험을 통해 넓은 보에서 지지부 폭과 단면이 부재의 전단강도에 미치는 영향을 평가하였다. 또한 넓은 보의 전단 보강재를 GFRP(glass fiber reinforced polymer)와 강재, 두 가지 종류로 제작하여 전단보강재의 재료가 넓은 보의 전단성능에 미치는 영향 또한 파악하고자 하였다. 본 실험에서 사용한 전단보강재는 스티럽 형태로 사용하지 않고 기존연구 (Choi *et al.*, 2015)에서 제안한 유공형 판 형태의 전단 보강재로 제작하여 사용하였다. 유공형 판 형태의 전단 보강재는 보 부재의 인장철근에 끼우는 방법으로 설치하기

* Corresponding author:

Tel: +82-31-201-3815; E-mail: leeyh@khu.ac.kr

Received April 18 2016; Revised May 17 2016;

Accepted May 18 2016

©2016 by Computational Structural Engineering Institute of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

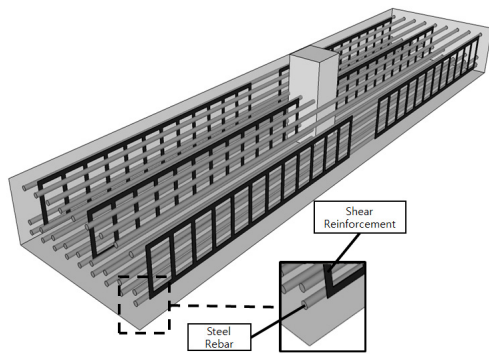


Fig. 1 Schematic view of a wide beam reinforced with shear reinforcement

때문에 설치가 용이한 장점이 있다. Fig. 1에 유공형 강판을 사용한 넓은 보의 대략적인 형상을 나타내었다.

ACI Building Code에서는 강재를 바형태로 제작하여 보강한 콘크리트 부재를 설계할 때 사용하는 ACI-318 설계기준과 FRP를 바형태로 제작하여 보강한 부재를 설계할 때 사용하는 ACI-440.1R(2006) 설계기준이 각각 존재한다. 하지만 본 실험에서는 철근으로 휨보강을 하였고, 전단보강재만 판형태로 제작하여 실험을 진행하였기 때문에 본 연구의 시험체 설계는 ACI-318 설계기준을 사용하여 설계하였다.

본 논문은 유공형 판으로 전단보강한 두 경간 연속 넓은 보의 지지부 폭, 지지부의 단면과 전단보강재의 재료를 변수로 전단실험을 수행하여 전단강도에 미치는 영향을 평가하는 것을 목적으로 하였다.

2. ACI-318(2014) 설계기준

ACI-318 설계기준의 전단강도 V_n 은 식 (1)에 나타난 것처럼 콘크리트의 전단강도 기여분인 V_c 와 전단보강재의 전단강도 기여분인 V_s 의 합으로 구성된다. 본 실험은 시험체의 전단파괴를 휨파괴보다 먼저 유도하기 위하여 인장 철근비인 ρ_w 를 설계 값보다 크게 설계하였다. 따라서 콘크리트의 전단강도 기여분을 계산할 때, 인장철근비가 변수로 포함된 식 (2)를 통해 계산하였다. 여기서 f'_c 는 콘크리트 압축강도, a/d 는 전단경간비, b_w 는 보의 폭을, 그리고 d 는 보의 유효깊이를 의미한다. 유공형 전단보강재의 경우 시험체의 부재 축에 직각으로 보강하였기 때문에 부재 축에 직각으로 단면철근이 보강된 경우에 사용하는 식 (3)을 사용하여 전단보강재의 기여분을 계산하였다. 여기서 강재의 경우는 전단보강재의 항복강도 f_y 를 사용하였고, GFRP는 재료의 특성상 취성 재료이기 때문에 인장강도인 f_f 를 사용하였다. 또한 s_L 은 종방향 전단보강재의 간격, n 은 횡방향 전단보강재의 레그의

개수, t_w 는 전단보강재의 두께, w_f 는 세로 스트립(vertical strip)의 폭을, 그리고 A_v 는 전단보강재의 단면적을 의미하고 전단보강재의 단면적은 식 (4)를 통해 계산하였다.

$$V_n = V_c + V_s \quad (1)$$

$$V_c = (0.16 \sqrt{f'_c} + \frac{17\rho_w d}{a}) b_w d \quad (2)$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s_L} (\text{steel}) \text{ or } \frac{A_v f_f d}{s_L} (\text{GFRP}) \quad (3)$$

$$A_v = n t_w w_f \quad (4)$$

3. 실험

3.1 재료 특성

시험체 제작에 사용된 콘크리트의 평균 압축강도는 KS F 2405(2009) 기준에 따라 재령 28일 후 압축강도 실험을 통해 측정한 결과, 평균 35MPa임을 확인하였다. 인장철근의 지름은 22mm, 압축철근과 기둥주근의 지름은 16mm, 기둥의 띠철근은 지름은 10mm의 철근을 사용하였다. 실험에 사용된 재료의 물성치는 Table 1에 정리하였다. 재료의 인장강도와 탄성계수는 제조회사의 데이터를 사용하였다.

Table 1 Material properties

	Yield strength (MPa)	Modulus of elasticity(GPa)
Steel rebar	400	200
Steel plate	400	200
	Tensile strength (MPa)	Modulus of elasticity(GPa)
GFRP plate	480	50

3.2 시험체 상세

본 실험에 사용된 시험체는 유공형 강판으로 전단 보강된 시험체 5개와 유공형 GFRP판으로 전단 보강된 시험체 3개를 포함하여 총 8개의 시험체를 제작하였다. 시험체의 폭은 800 mm 높이는 300mm로 설계하였다. 시험체는 두 경간 연속으로 설계하였으며, 한 경간의 길이는 1500mm이고, 두 경간 중심에 기둥이 설치된 형태이며 양쪽에 100mm의 정착 길이를 두었다. 피복두께는 40mm로 하였으며 지점에서 가력지점까지의 거리를 유효깊이로 나눈 전단경간비 a/d 는 3.30으로 설계하였다. 기둥은 넓은 보의 위와 아래 방향으로 각각 160mm씩 돌출되게 제작하였다. 기둥단면의 형태는 Fig. 2와 같이 한쪽 폭을 200mm로 일정하게 하고 다른 폭을 200mm

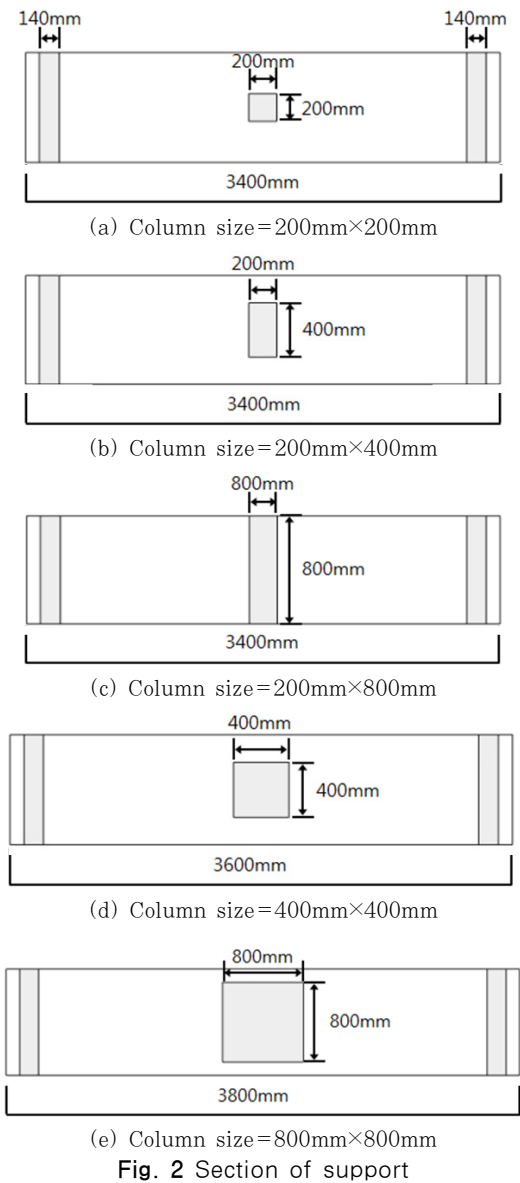


Fig. 2 Section of support

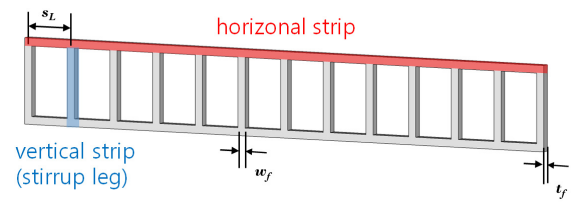
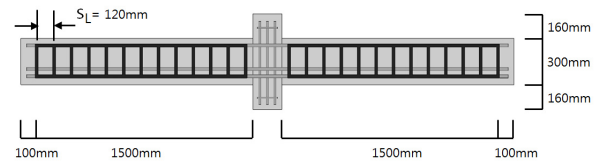
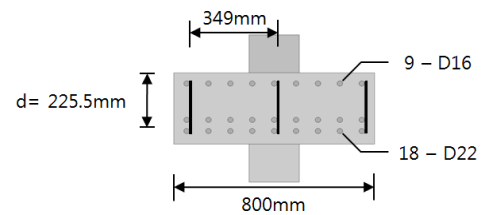


Fig. 3 Shape of shear reinforcement



(a) Side-section of beams



(b) Cross-section of beams

Fig. 4 Detail of specimens

($b_w/4$), 400mm($b_w/2$), 800mm(b_w)로 설정한 시험체와 기둥을 정사각형의 형태로 각 변의 길이를 200mm, 400mm, 600mm로 설계한 시험체를 제작하였다.

전단보강량은 GFRP판의 경우 52.9kN, 강판은 52.8kN으로 최대한 유사하게 설계하였다. 여기서 유공형 판형태의 전단 보강재는 Fig. 3과 같이 수평과 수직 스트립으로 구성된다. 본 실험에서 전단보강재의 단면적을 산정할 때, 유공형 판형태의 전단보강재에서 수평 스트립(horizontal strip)의

Table 2 Details of specimens

	Width of vertical strip (w_f) [mm]	Thickness of plate (t_f) [mm]	The number of plates of transverse cross-section (n) [EA]	Column size [mm^2]	Spacing of longitudinal shear reinforcement (s_L) [mm]	Amount of shear reinforcement ($A_v \times f_y, A_v \times f_{fv}$) [kN]
S200-A	20	2.2	3	200×200	120	52.8
S400-A				200×400		
S800-A				200×800		
S400-B				400×400		
S600-C				600×600		
G200-A	14.7	2.5		200×200		52.9
G400-A				200×400		
G800-A				200×800		

Specimen notations of S200-A

S: Reinforcement material(S: Steel plate, G: GFRP plate)

200: Length of transverse support width(200:200mm, 400:400mm, 600:600mm, 800:800mm)

A: Length of longitudinal support width(A: 200mm, B: 400mm, C:800mm)

전단성능 기여도는 매우 적기 때문에 수직 스트립의 면적만 전단성능 기여분에 포함시킨다는 기존 연구결과(Kim *et al.*, 2014)를 고려하여, 수직 스트립의 면적만 전단보강재의 면적으로 산정하였다. 모든 시험체는 Fig. 4와 같이 종방향 전단보강재의 간격은 120mm으로 횡방향 전단보강재는 단면에 3개의 레그가 배치되도록 설계하였다. 모든 시험체의 상세는 Table 2에 정리하였다.

3.3 실험 방법

모든 시험체는 양쪽 끝을 이동단, 중앙의 기둥 부분은 고정 단인 지지상태에서 최대용량 500kN의 유압식 UTM(universal testing machine)을 사용하여 평균 2mm/min의 속도로 변위 제어하여 하중을 재하하였다. 또한 각 경간의 중심에 하중을 가력을 하였고, 경간의 중심 하부에는 LVDT를 설치하여 시험체의 수직변위를 측정하였다. Fig. 5와 같이 시험체의 기둥에서 100mm 떨어진 인장근에 변형률 게이지를 설치하여 철근의 변형률을 측정하고 데이터 로거를 사용하여

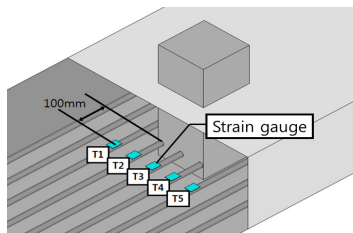


Fig. 5 Location of strain gauge

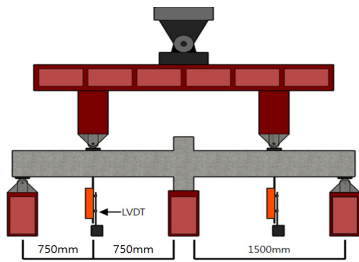


Fig. 6 Test setup

하중, 변위 및 변형률 데이터를 수집하였다. 시험체의 세팅 모습은 Fig. 6에 나타내었다.

4. 실험 결과

실험 결과 모든 시험체에서 전단 압축 파괴가 발생하였다. 실험초기에 각 경간의 중앙부에서 휨균열이 발생하였고, 이후 하중이 증가함에 따라 지지점으로 부터 유효길이 만큼 떨어진 곳에서 휨전단균열이 발생하였다. 이후 휨전단 균열과 사인장 균열이 증가하였고, 사인장 균열은 휨전단 균열과 연결되었다. 최종적으로 가력지점과 지지점을 연결하는 전단균열에 의하여 부재가 전단 압축 파괴되었다. 또한 편 지지부 부분보다 기둥부 부분의 균열이 먼저 발생했으며, 가력지점 주변에는 응력 집중 현상이 발생하여 콘크리트 파쇄가 발생하였다. Fig. 7에 시험체의 균열 및 파괴 모드에 대한 균열도를 나타내었다. 모든 시험체의 최대전단력과 파괴 모드를 Table 3에 정리하였고, Table 4에 ACI-318 설계규준을 통해 계산된 전단

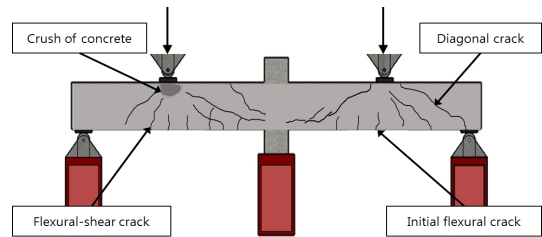


Fig. 7 Crack mode

Table 3 Test results

	V_{exp} (kN)	Failure mode
S200-A	260.53	Shear
S400-A	303.02	Shear
S800-A	342.23	Shear
S400-B	307.40	Shear
S600-C	323.35	Shear
G200-A	260.53	Shear
G400-A	298.57	Shear
G800-A	343.20	Shear

Table 4 Experimental and theoretical shear strengths

	V_{exp}	ACI-318			
		v_c (kN)	v_s (kN)	v_n (kN)	V_{exp}/V_n
S200-A	260.53	206.38	99.22	305.60	0.85
S400-A	303.02	206.38	99.22	305.60	0.99
S800-A	342.23	206.38	99.22	305.60	1.12
S400-B	307.40	206.38	99.22	305.60	1.01
S600-C	323.35	206.38	99.22	305.60	1.06
G200-A	260.53	206.38	99.41	305.79	0.85
G400-A	298.57	206.38	99.41	305.79	0.98
G800-A	343.20	206.38	99.41	305.79	1.12

강도와 실험을 통해 얻은 전단강도를 정리하고 두 값의 비인 전단강도비를 함께 나타내었다.

4.1 철근 변형률

각 시험체의 중앙 인장철근 5개에 변형률 게이지를 부착하여 인장철근의 변형률을 측정된 결과 Fig. 8에서처럼 시험체 S200-A의 경우 기둥에 통과하는 인장철근의 변형률은 300~700 $\mu\epsilon$, 기둥을 통과하지 않는 철근의 변형률은 1500 $\mu\epsilon$ 이상으로 측정되었다. 반면에 시험체 S400-B의 경우 Fig. 9에서처럼 260~1000 $\mu\epsilon$ 사이로 시험체 S200-A보다 고른 변형률 분포를 보였다. 이를 통해 넓은 보에서 지지부의 폭이 넓은 보의 폭 보다 작을 경우, 넓은 보의 폭에 균등하게 하중이 분포되지 않고, 지지가 되지 않는 부분에 하중이 집중되는 것으로 판단된다.

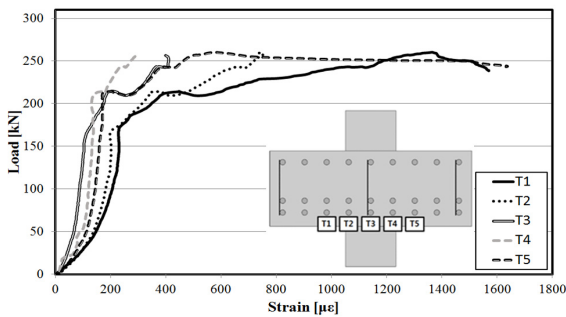


Fig. 8 Load-strain curve(S200-A)

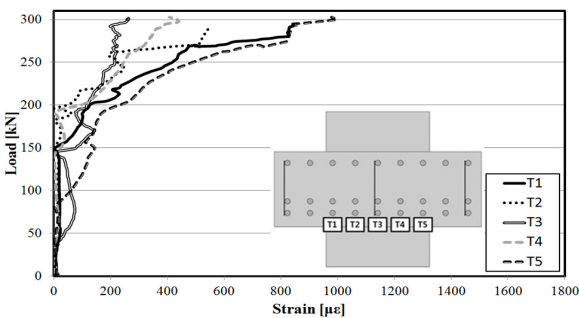


Fig. 9 Load-strain curve(S400-A)

4.2 지지부 폭

시험체 S200-A의 최대 전단강도인 260.53kN을 기준으로 시험체 S400-A와 S800-A의 최대 전단강도를 비교해 보았을 때, 시험체 S200-A보다 S400-A는 16%, S800-A는 31% 증가된 전단보강효과를 보였다. 또한 유공형 GFRP판으로 전단보강된 시험체 G200-A의 최대 전단강도인 260.53kN을 기준으로 시험체 G400-A와 G800-A의 최대 전단강도를 비교

하였을 때, 시험체 G200-A보다 G400-A는 14%, G800-A는 31% 증가된 전단보강효과를 보였다. 다른 재료의 전단보강재를 사용했음에도 불구하고, 넓은 보에서 동일한 전단 보강량으로 전단보강을 할 경우 비슷한 전단보강 효과를 보인 것을 확인하였다.

두 재료 모두 동일한 전단 보강량을 갖고 있음에도 불구하고 지지부 폭에 따라 각기 다른 전단보강효과를 보였다. 이를 통해 동일한 전단보강량으로 보강하였어도 지지부 폭에 따라 전단보강효과가 달라지는 것과 지지부 폭이 증가할수록 넓은 보의 전단보강효과가 증가하는 것을 확인하였다. 이는 넓은 보에서 지지부 폭이 줄어들수록 부재의 폭에 하중이 고루 분포되지 않고, 지지되지 않는 부분에 하중이 집중되어 전단성능 저하가 나타난 것으로 판단된다.

4.3 지지부의 단면

지지부의 단면을 정사각형으로 설계하고 정사각형의 변의 길이를 변수로 설정하여 지지부의 단면에 따른 전단보강 효과를 알아보고자 하였다.

시험체 S200-A의 최대 전단강도 260.53kN을 기준으로 시험체 S400-B와 S600-C의 최대 전단 하중을 비교하였을 때, 시험체 S200-A 보다 S400-B는 18%, S600-C는 24% 증가된 전단보강 효과를 보였다. 동일한 전단 보강량에도 불구하고, 정사각형 기둥이 삽입된 시험체들은 기둥의 변의 길이에 따라 각기 다른 전단 보강효과를 보였다. 이를 통해 변의 길이가 증가할수록 전단보강효과가 증가하는 것을 확인하였다. 하지만 S200-A의 최대전단강도를 기준으로 S400-A와 S400-B의 최대전단강도를 비교해 보았을 때, S400-B의 시험체가 S400-A의 시험체보다 종방향 지지부 길이가 200 mm 크게 설계 되었음에도 불구하고 전단보강효과 차이는 2% 밖에 나지 않았다. 이를 통하여 종방향 지지부 폭의 증가는 횡방향 지지부 폭의 증가보다 전단보강효과에 미치는 영향이 미미한 것을 확인하였다. 따라서 넓은 보의 폭이 지지부의 폭보다 클 때, 종방향의 지지부 폭보다 횡방향의 지지부 폭을 증가시키는 것이 전단성능저하를 방지하는데 효과적이라고 판단된다.

4.4 ACI-318 설계기준과 실험값 비교

실험을 통해 얻은 유공형 강판으로 전단보강한 시험체 S200-A, S400-A, S800-A의 최대 전단강도와 ACI-318 설계식으로 계산한 전단강도를 비교하면 유공형 강판으로 전단 보강한 시험체는 평균 0.99, 표준편차는 0.13으로 나타

났고, ACI-318 설계식으로 얻은 전단강도와 실험을 통해 예측한 유공형 GFRP판으로 전단 보강한 시험체 G200-A, G400-A, G800-A의 최대전단강도를 비교하면, 평균 0.98, 표준편차는 0.13으로 나타났다. ACI-318 규준의 설계식은 두 재료 모두 비교적 정확한 전단강도를 예측하였지만, 지지부 폭이 가장 작은 시험체인 S200-A와 G200-A의 경우는 ACI-318의 설계값이 시험체의 전단강도를 과대평가 하고 있었다. ACI-318 규준의 경우, 지지부 폭에 대한 규정이 존재하지 않아 보의 폭이 지지부의 폭보다 증가할 때 응력 집중현상으로 전단강도가 감소하는 것을 예측할 수 없기 때문이라고 판단 된다. 따라서 넓은 보의 정확한 전단강도를 설계하기 위해서는 지지부 폭에 대한 요소가 전단강도식에 포함되어야 한다고 판단된다.

4.5 하중-변위 곡선

횡방향 지지부 폭의 길이가 변수인 시험체들의 하중-변위 관계를 Fig. 10에 나타내었다. 초기 기울기는 콘크리트의 압축강도의 영향을 받기 때문에 두 재료 모두 유사한 기울기를 가지는 것을 확인하였다. 또한 횡방향 지지부 폭이 증가할수록 최대 전단하중과 변위가 증가하였다. 최대 전단하중 이후 파괴가 발생할 때까지 변위는 유공형 강판을 전단보강재로 사용한 시험체가 유공형 GFRP판을 전단보강재로 사용한

시험체보다 더 크게 발생하는 것을 확인하였다. 이는 전단 보강재가 하중에 저항할 때, 취성적인 성질을 가지고 있는 GFRP와는 달리 연성적인 거동을 하는 강재의 재료적 특징으로 인하여 최대 전단강도 이후 유공형 강판으로 전단보강한 시험체의 변위가 유공형 GFRP판으로 전단보강된 시험체보다 더 크게 발생하는 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 논문에서는 강재와 GFRP로 제작한 유공형 판형상의 전단보강재를 사용하고 중앙에 기둥이 설치된 두 경간 연속 넓은 보의 전단실험을 통해, 넓은 보의 기둥의 폭과 단면에 의한 전단성능을 평가하였다. 또한 ACI-318 규준의 설계식을 통해 계산된 전단강도와 실험을 통해 얻은 전단강도를 비교 하였다. 이를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

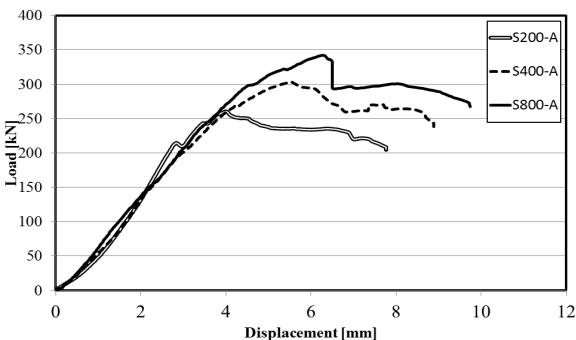
- (1) 보의 폭이 지지부의 폭보다 큰 경우, 보의 지지되지 않은 부분에서 변형률이 크게 증가하는 것을 확인 하였다. 이를 통해 보의 폭이 지지부의 폭보다 클 때, 보의 지지되지 않은 부분에서 하중이 집중되는 현상이 발생한다고 판단된다.
- (2) 동일한 전단보강량으로 전단보강한 넓은 보에서 횡방향 으로 지지부 폭이 증가할수록 넓은 보의 전단강도가 증가하는 것을 확인하였다. 이는 지지부 폭이 증가함 으로 인해 하중이 보의 폭에 균등하게 분포되어 하중이 집중되는 현상을 방지하기 때문이라고 판단된다.
- (3) ACI-318 규준의 경우 지지부 폭에 대한 기준이 존재 하지 않아, 지지부 폭이 보의 폭보다 작을 때 발생하는 하중 집중현상을 고려하지 못해 설계 전단강도가 과대 평가됨을 확인하였다.
- (4) 유공형 강판의 경우 연성인 성질로 인하여 부재가 최대전단강도 도달 후 파괴 될 때까지 변위가 유공형 GFRP판으로 보강된 부재보다 크게 발생 하는 것을 확인하였다.

감사의 글

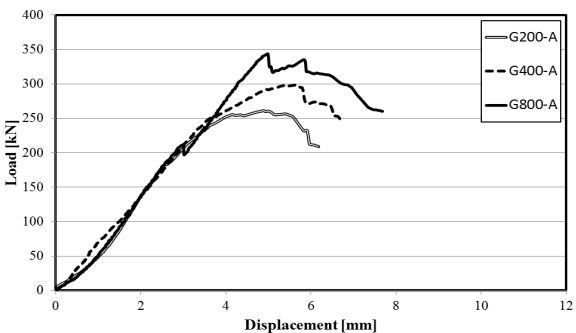
이 논문은 2011년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국 연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2011-0016332).

기호 정리

- A_v : sectional area of shear reinforcement(mm²)
- a : depth of equivalent rectangular stress block(mm)
- b_w : width of wide beam(mm)



(a) Specimens reinforced with steel plate



(b) Specimens reinforced with GFRP plate

Fig. 10 Load-displacement relations with the various support widths

d : effective depth of wide beam(mm)
 f'_c : specified compressive strength of concrete(MPa)
 f_y : specified yield strength of shear reinforcement(MPa)
 f_{fv} : specified tensile strength of GFRP plate(MPa)
 n : The number of plates of transverse cross-section
 s_L : center-to-center spacing of longitudinal shear reinforcement(mm)
 V_c : nominal shear strength provided by concrete(kN)
 V_{exp} : experimental maximum shear strength(kN)
 V_n : nominal shear strength of wide beam(kN)
 V_s : nominal shear strength provided by shear reinforcement(kN)
 ρ_w : flexural reinforcement ratio steel bars

References

- ACI Committee 318-14** (2014) Building Code Requirement for Reinforced Concrete and Commentary (ACI 318-14), American Concrete Institute, Farmington Hills.
- ACI Committee 440.1R-06** (2006) Guide for the Design and Construction of Concrete Reinforced with FRP Bars (ACI 440.1R-06), American Concrete Institute, Farmington Hills.
- Choi, J.W., Kim, M.S., Choi, B.S., Lee, Y.H.** (2015) Evaluation of Shear Capacity According to Transverse Spacing of Wide Beam Shear Reinforced with Steel Plate with Openings, *J. Comput. Struct. Eng. Inst. Korea*, 28(3), pp. 259~266.
- Kim, D-J., Kim, M.S., Choi, J.H., Kim, H.C., Lee, Y.H.** (2014) Concrete Beams with Fiber-Reinforced Polymer Shear Reinforcement, *ACI Struct. J.*, 111(4), pp.903~912.
- KS F 2405** (2009) Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, Annual Book Korean Standards.
- Korea Concrete Institute** (2012) Concrete Design Code and Commentary(KCI-12), Kimoondang Publishing Company, Korea.
- Lubell, A.S., Bentz, E.C., Colins, M.P.** (2008) One-Way Shear in Wide Concrete Beams with Narrow Supports, *ASCE Structural Congress*, Crossing Borders, Reston, VA.
- Shuraim, A.B.** (2012) Transverse Stirrup Configurations in RC Wide Shallow Beams Supported on Narrow Columns, *ASCE Structural Congress*, 138(3), pp.416~424.

요 지

본 논문은 유공형 판 형태로 전단 보강한 넓은 보의 중심에 기둥을 삽입하여 연속한 두 경간으로 설계하여 전단파괴 실험을 통해 넓은 보의 거동을 평가하였다. 유공형 강판으로 전단 보강된 시험체 5개와 유공형 GFRP판으로 보강된 시험체 3개 총 8개의 시험체를 전단파괴 실험을 통해 측정한 전단강도와 ACI-318 기준의 설계식을 통해 얻은 전단강도와 비교·평가하였다. 또한 넓은 보의 지지부 폭, 지지부의 형상과 전단보강재의 재료를 변수로 하여 넓은 보의 전단강도에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 통해 지지부 폭이 증가할수록 전단강도가 증가하고 하중의 집중을 방지하는 것을 확인하였다. 또한 전단보강재의 재료인 강재와 GFRP에 상관없이 전단보강량이 동일하다면 넓은 보에서 비슷한 전단보강효과를 보이는 것을 확인하였다.

핵심용어 : 넓은 보, 지지부 폭, 유공형 강판, 유공형 GFRP판