

강섬유 보강 폴리머 콘크리트의 강도특성 및 휨인성에 관한 연구

Study on the Strength Characteristics and Flexural Toughness of
Steel Fiber Reinforced Polymer Concrete



김기락*
Kim, Ki-Rak



연규석**
Yeon, Kyu-Seok



이윤수***
Lee, Youn-Su

ABSTRACT

The use of steel fiber reinforced to improve the strength and flexural toughness of concrete is well known, but reinforcement of polymer concrete with steel fibers has been hardly reported till now. Polymer concrete has high strength, durability and freeze-thaw resistance than that of cement concrete, but it has disadvantage such as low flexural toughness. In this paper, the strength characteristics and flexural toughness of steel fiber reinforced polymer concrete are investigated experimentally with various steel fiber aspect ratios (l/d), and contents (vol.%).

As the result, the flexural and splitting tensile strengths and flexural toughness were increased remarkably as steel fiber content were increased. The strengths increase with raising aspect ratio, and reach the maximums at a aspect ratio of 50. The relationship between the compressive, flexural and splitting tensile strength were high. And the relationship between flexural strength and strain energy was approximately linear.

Keywords : polymer concrete, steel fiber, aspect ratio, strength, toughness

* 정회원, 강원대학교 농공학과 석사과정
** 정회원, 강원대학교 농공학과 교수
*** 정회원, 강원대학교 석재복합신소재제품연구센터 전임연구원

• 본 논문에 대한 토의를 1999년 12월 31일까지 학회로
보내주시면 2000년 2월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

1. 서 론

강섬유 보강 콘크리트(Steel Fiber Reinforced Concrete : SFRC)는 강섬유를 콘크리트 속에 분산시켜 넣음으로써 강도뿐만 아니라, 균열에 대한 저항성, 인성, 내충격성 등을 개선할 목적으로 제조된 콘크리트를 말한다. 그러나 강섬유 보강 콘크리트에 관한 연구는 시멘트 콘크리트를 중심으로 수행되어 왔으며, 건설 신소재로 부각되고 있는 폴리머 콘크리트에 대한 강섬유 보강 연구는 그리 많지 않다.

일반적으로 폴리머 콘크리트는 강도특성 및 접착성, 내마모성, 동결융해 저항성 등이 시멘트 콘크리트 보다 우수한 장점을 가지고 있지만, 시멘트 콘크리트 보다 작업성이 떨어지고 취성적 파괴가 일어나는 등의 단점¹⁾을 가지고 있다.

본 연구에서는 이러한 폴리머 콘크리트의 단점을 개선하기 위해 강섬유를 혼입한 강섬유 보강 폴리머 콘크리트(SFRPC)를 제조하고, 강섬유의 혼입량(vol.%)과 종횡비(l/d)비의 변화에 따른 강섬유 보강 폴리머 콘크리트의 강도 특성 및 휨인성에 관하여 실험적으로 구명하여 보았던 바, 그 결과를 여기에 보고한다.

2. 재료 및 방법

2.1 사용재료

2.1.1 결합재

결합재로서 스틸렌 모노머가 38% 포함된 불포화 폴리에스터 수지(UP), 촉진제로서 옥탄산 코발트 8% mineral turpentine 용액(CoOc), 촉매로서는 메틸에틸케톤 프록사이드(MEKPO)가 사용되었으며, 불포화 폴리에스터 수지의 성질은 다음의 Table 1과 같다.

Table 1 Properties of unsaturated polyester resin

Specific gravity (20°C)	Viscosity (20°C, mPa·s)	Acid value	Styrene content (%)
1.12±0.02	412	24	38

2.1.2 충전재 및 골재

충진재로서는 중질 탄산칼슘(heavy calcium

carbonate)을 사용했으며, 잔골재로는 No.4번 체를 통과한 하천모래, 조골재로는 최대치수 10mm인 화강암 쇄석을 사용하였다. 충전재 및 골재는 105±5°C에서 24시간 건조시킨 후 냉각하여 사용하였으며, 그 성질은 Table 2와 같다.

Table 2 Physical properties of filler and aggregate

	Size (mm)	Specific gravity (20°C)	Absorption (%)	Organic impurities
Filler	2.5×10 ⁻³	2.75	0.1	Nil
Fine aggregate	≤5	2.60	0.1	Nil
Coarse aggregate	5 - 10	2.62	0.1	Nil

2.1.3 강섬유

본 실험에 사용된 강섬유는 국내 C사의 제품으로서 강선절단법으로 제조된 양단 Hook형이며, 사용된 강섬유의 종류 및 물리적 성질은 Table 3과 같다.

Table 3 Physical properties of steel fiber

Length (mm)	Diameter (mm)	Aspect ratio (l/d)	Tensile strength (kgf/cm ²)	Modulus of elasticity (×10 ³ kgf/cm ²)
30	0.5	60	10,646	2.9
	0.7	43		
	0.9	33		
36	0.5	72	10,646	2.9
	0.7	51		
	0.9	40		

2.2 시험체 제작

배합비는 수지량과 잔골재율을 변화시키면서 작업성 및 강도특성 등을 고려한 예비배합 시험을 통해 결정하였으며, 이 때 강섬유의 혼입은 폴리머 콘크리트의 작업성 및 다짐성을 고려하여 1 및 2 vol.%를 각각 혼입하였으며, 3 vol.%의 경우에 있어서는 작업성이 현저히 떨어져 믹싱 및 다짐이 곤란해 시험체 제작에서 제외하였다. 결정된 배합비는 Table 4와 같고, 시험체는 KS F 2419(폴리에스테르 레진 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법)에 규정된 방법에 의하여 제작하였다.

Table 4 Mix proportions of steel fiber reinforced polymer concrete

Fiber content (vol.%)	Mix proportion (wt.%)				
	Binder	Filler	Coarse aggregate	Fine aggregate	Steel fiber
0			30.80	46.20	0
1.0	11.5	11.5	29.46	44.20	3.34
2.0			28.19	42.29	6.52

혼합은 콘크리트용 강제식 믹서를 사용하였으며, 다짐은 원주형 시험체의 경우 3층, 각주형 시험체의 경우 2층으로 나누어 붓다짐 한 후 테이블 바이브레이터(3,000vpm)로 2분간 다짐하였다. 압축강도용, 쪼갬인장강도용, 휨강도용 시험체를 각각 3개씩 제작하였으며, 이 때 실험실내의 온도는 $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 상대습도는 $60 \pm 5\%$ 였으며, 제작된 시험체는 실험실내에서 24시간 기건양생 하고, 85°C 의 온도에서 15시간 촉진양생 시킨 후 상온에서 12시간 냉각시켜 시험에 사용하였다.

2.3 시험방법

2.3.1 작업성

작업성은 KS F 2402(보통 시멘트 콘크리트의 슬럼프 시험방법)에 규정된 방법에 의하여 측정되었으며, 폴리머 콘크리트의 점성을 고려하여 슬럼프 콘을 제거한 다음 60초 후에 슬럼프 값을 측정하였다.

2.3.2 강도특성

압축강도, 휨강도 및 쪼갬인장강도 시험은 KS F 2481 (폴리에스터 레진 콘크리트의 압축강도 시험방법), KS F 2482 (폴리에스터 레진 콘크리트의 휨강도 시험방법), KS F 2480 (폴리에스터 레진 콘크리트의 인장강도 시험방법)의 규정된 방법에 의해 수행하였으며, 시험체의 크기는 압축강도 및 쪼갬인장강도 시험용은 $\text{Ø}7.5 \times 15\text{cm}$ 로 하였고, 휨강도 시험용은 $6 \times 6 \times 24\text{cm}$ 로 하였다.

2.3.3 휨인성

휨인성지수의 산출 및 시험방법은 ASTM C1018-89 (Standard Test Method for Flexural Toughness and First-Crack

Strength of Fiber-Reinforced Concrete Using Beam with Third-Point Loading)에 따라 실시했으며, 시험에 사용된 기기는 50톤 용량 Instron사의 만능시험기를 사용했으며, 매분당 10kgf/cm^2 의 하중을 가하였다. 이때 시험체의 치수는 $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ 이고 시험장치의 개략도는 Fig. 1과 같다.

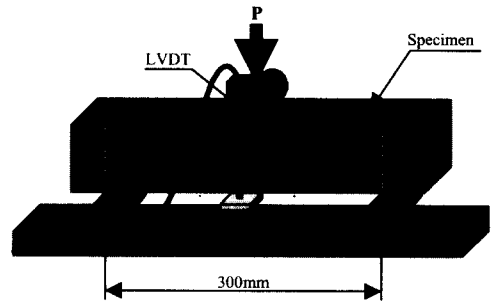


Fig. 1 Schematic sketch of flexural toughness test

3. 결과 및 고찰

3.1 작업성

Fig. 2는 섬유직경, 길이 및 혼입율에 따른 슬럼프 값의 변화를 그림으로 나타낸 것이다.

이 결과에서 보면, 강섬유 보강 폴리머 콘크리트의 슬럼프 값은 강섬유 직경이 클수록, 길이가 작을수록, 혼입율이 작을수록 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과로부터 강섬유 보강 폴리머 콘크리트 제조시 작업성 확보를 위해서는 섬유직경을 크게 하고 길이를 줄이는 것, 즉 중횡비를 작게하는 것이 유리함을 알 수 있다.

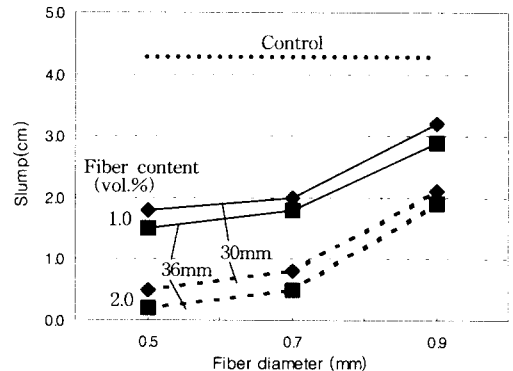


Fig. 2 Effect of steel fiber diameter on slump

3.2 강도특성

3.2.1 압축, 휨, 쪼갬인장 강도

강섬유 혼입에 따른 폴리머 콘크리트의 강도 특성 시험결과는 Table 5와 같으며, Fig. 3은 쪼갬인장강도 시험 후의 시험체 파괴단면을 나타낸 것이다.

Table 5 Results of various strength tests (Unit : kgf/cm²)

Mix no.	Compressive strength	Flexural strength	Splitting tensile strength
Control	901.3	201.4	100.2
30/0.5-1	954.7	225.1	121.4
30/0.5-2	966.6	242.9	138.5
30/0.7-1	968.8	231.5	129.8
30/0.7-2	1015.9	253.8	150.2
30/0.9-1	946.1	229.3	121.2
30/0.9-2	1004.1	244.1	137.9
36/0.5-1	965.1	228.6	124.8
36/0.5-2	984.8	243.2	141.4
36/0.7-1	971.7	235.2	130.2
36/0.7-2	1022.3	255.4	150.6
36/0.9-1	953.9	233.2	124.6
36/0.9-2	1004.0	249.6	144.8

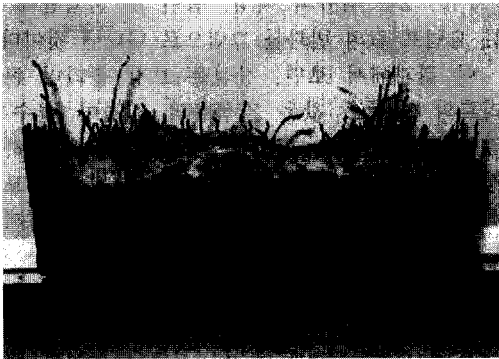


Fig. 3 Failure mode of splitting tensile test specimen

그리고 Fig. 4는 강섬유의 직경, 길이 및 혼입율에 따른 강섬유 보강 폴리머 콘크리트의 압축강도, 휨강도 및 쪼갬인장강도 특성을 각각 나타낸 것이다.

여기서, 강섬유 보강 폴리머 콘크리트의 강도는 강섬유 직경 0.7mm인 경우, 길이에 있어서는 36mm인 경우가 30mm인 경우보다 높게 나타났으며, 이는 강섬유의 직경 및 길이에 따

라 시험체의 다짐상태 및 균열구속능력의 차이에 따른 결과라 사료된다.

강섬유의 혼입율에 있어서는 2 vol.%의 경우가 1 vol.% 및 무보강의 경우보다 우수한 값을 보여 강섬유의 보강이 강도증진에 효과적임을 보였다

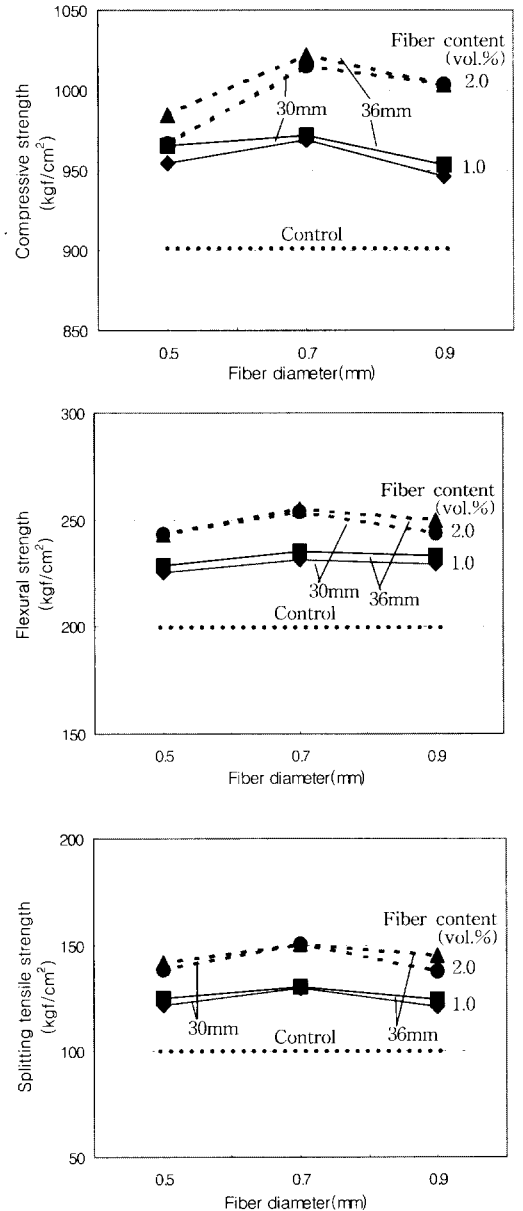


Fig. 4 Effect of steel fiber diameter on compressive, flexural, and splitting tensile strengths.

이상과 같이 강섬유 보강 폴리머 콘크리트의 강도특성은 강섬유의 길이, 직경 및 혼입율에 따라 차이를 보였으며, 특히 강섬유의 적정길이와 직경비 즉, 종횡비의 구별은 강도발현에 있어 중요사항의 하나라 할 수 있다.

일반적으로 종횡비가 증가함에 커짐에 따라 콘크리트의 강도특성은 다소 증가하게 되지만, 반면에 작업성이 떨어지므로²⁾ 이들 조건을 고려하여 적절한 종횡비를 가진 강섬유를 선택하여야 한다. Table 6 및 Fig. 5는 종횡비에 따른 강섬유 보강 폴리머 콘크리트의 강도특성을 나타낸 것이다.

이 결과에서 보면, 종횡비 51까지는 종횡비가 증가함에 따라 강도가 증가하였으나, 이 값을 넘으면 감소하는 경향을 보였는데, 이는 종횡비가 증가하면 콘크리트의 다짐이 불량해지고, 작업성을 저하시켜 공극이 많이 발생하기 때문이라고 사료된다. 여기서, 강도증진 및 감소의 경향이 다소 불규칙한 면을 보이고 있는데 이는 시험체 내부에서 강섬유의 배열 및 분산이 일정치 않은 데서 나타난 결과라 판단된다.

한편, 종횡비 60 즉, 길이 30mm, 직경 0.5mm인 경우, 강도가 가장 낮았는데, 이는 단위체적당 혼입되는 강섬유의 양이 다른 경우에 비해 상대적으로 많이 시험체의 다짐이 잘 이루어지지 않았기 때문이라고 판단된다.

3.2.2 각 강도의 상호관계

Table 6 Test results of various strength as a function of aspect ratio (kgf/cm²)

Aspect ratio (ℓ/d)	Compressive strength		Flexural strength		Splitting tensile strength	
	1 vol.%	2 vol.%	1 vol.%	2 vol.%	1 vol.%	2 vol.%
33	946.1 (100)	1004.1 (106)	229.3 (100)	244.1 (106)	121.2 (100)	137.9 (114)
40	953.9 (100)	1004.0 (105)	233.2 (100)	249.6 (107)	124.6 (100)	144.8 (116)
43	968.8 (100)	1015.9 (105)	231.5 (100)	253.8 (109)	129.8 (100)	150.2 (116)
51	971.7 (100)	1022.3 (105)	235.2 (100)	255.4 (109)	130.2 (100)	150.6 (116)
60	954.7 (100)	966.6 (101)	225.1 (100)	242.9 (108)	121.4 (100)	138.5 (114)
72	965.1 (100)	984.8 (102)	228.6 (100)	243.2 (106)	124.8 (100)	141.4 (113)

* () Increasing percentage

시멘트 콘크리트는 압축강도에 비해 쪼갬인장강도 및 휨강도가 낮은 것이 일반적이며, 이러한 경향은 폴리머 콘크리트에 있어서도 마찬가지이다. 그러나 본 연구에서는 고강도인 폴리머 콘크리트에 강섬유를 혼입함으로써 압축강도보다는 쪼갬인장강도 및 휨강도의 증진효과가 크게 나타났으며, 이들 각 강도간의 상호관계를 구명하기 위해 강도비를 산출하여 보았던 바 Table 7과 같다.

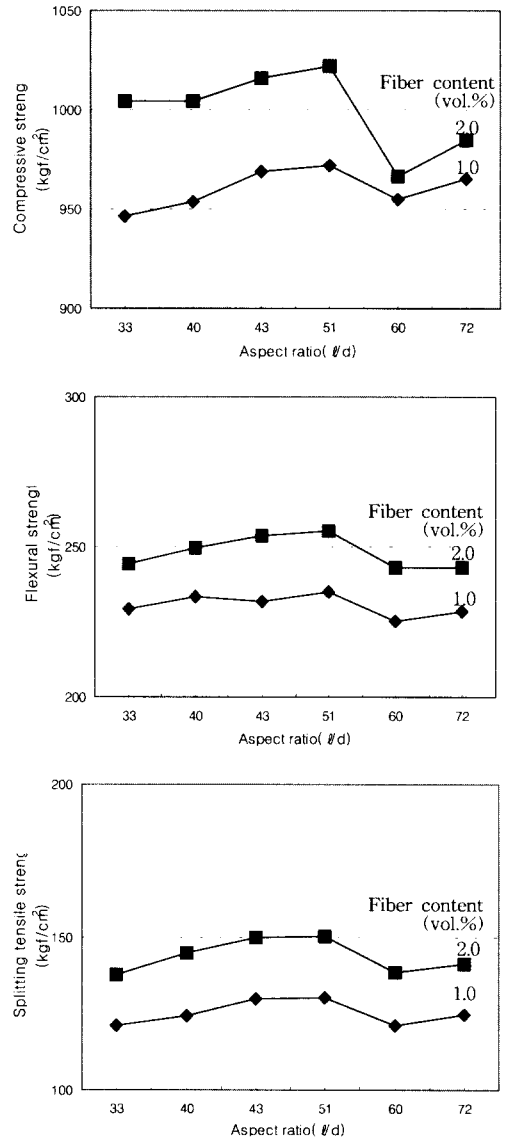


Fig. 5 Effect of aspect ratio on compressive, flexural, and splitting tensile strength

Table 7 Computed strength ratio among compressive(f_c), splitting tensile(f_t), and flexural strength(f_b)

Mix no.	f_t/f_c	f_b/f_c	f_t/f_b
Control	0.11	0.22	0.50
30/0.5-1	0.13	0.24	0.54
30/0.5-2	0.14	0.25	0.57
30/0.7-1	0.13	0.24	0.56
30/0.7-2	0.15	0.25	0.60
30/0.9-1	0.13	0.24	0.53
30/0.9-2	0.14	0.24	0.57
36/0.5-1	0.13	0.24	0.55
36/0.5-2	0.14	0.25	0.59
36/0.7-1	0.13	0.24	0.56
36/0.7-2	0.15	0.25	0.59
36/0.9-1	0.13	0.24	0.54
36/0.9-2	0.15	0.25	0.59

여기서 볼 때 압축강도에 대한 조깅인장강도의 비는 무보강 폴리머 콘크리트의 경우 11% 인데 비해 강섬유 보강 폴리머 콘크리트는 13~15%였으며, 압축강도에 대한 휨강도의 비에 있어서도 무보강 폴리머 콘크리트의 경우 22%인데 비해 강섬유 보강 폴리머 콘크리트의 경우 24~25% 정도로서 상대적으로 크게 나타났다. 이와같은 결과들은 폴리머 콘크리트에 있어서 강섬유의 사용이 콘크리트의 휨강도 및 인장강도의 증진에 큰 효과가 있음을 보여주는 결과라고 할 수 있겠다.

Fig. 6은 강섬유 직경 0.7mm, 길이 36mm의 경우 강섬유 혼입량에 따른 강도증진을 나타낸 것으로서 강섬유 혼입량의 증가에 따라 강도는 거의 직선적으로 증가하는 경향을 보였으며, 이는 강섬유가 폴리머 콘크리트의 강도증진에 효과적임을 보여주는 결과라 할 수 있다.

여기서 볼 때, 강섬유 혼입율의 증가에 따른 조깅인장강도 및 휨강도의 증진이 압축강도에 비해 높게 나타났는데, 이와 같은 결과는 강섬유 보강이 폴리머 콘크리트의 압축강도 보다는 조깅인장강도 및 휨강도를 크게 개선시켜 줄을 보여주는 결과라 할 수 있겠다. 또한 조깅인장강도의 증가율이 휨강도의 증가율보다 큰 것은 섬유보강의 효과가 조깅인장에서 더 크게 나타나기 때문이라고 사료된다.

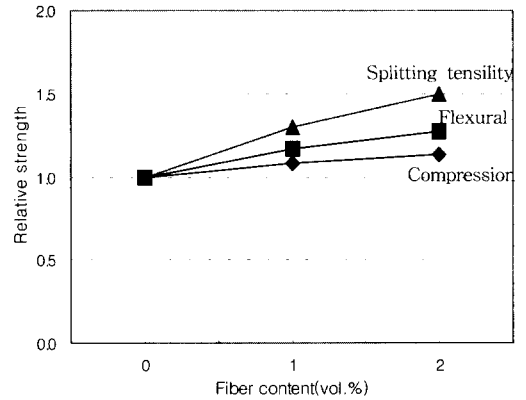


Fig. 6 Relationships between relative strength and steel fiber content

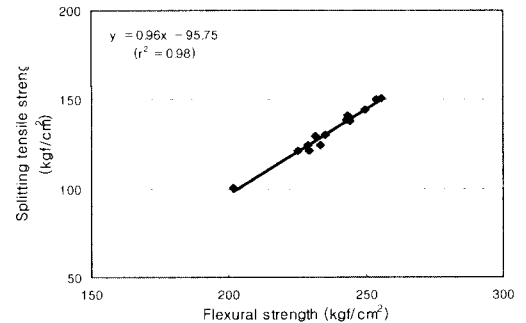
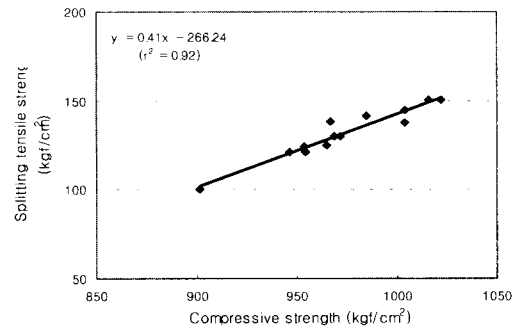
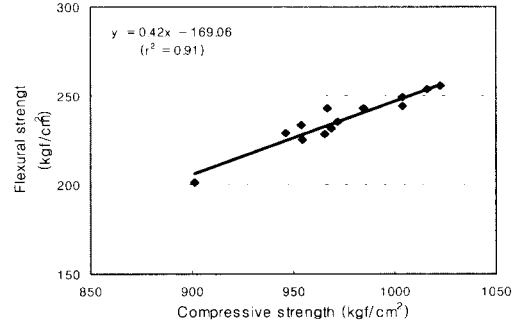


Fig. 7 Correlation of each strength

한편, Fig. 7은 압축, 휨 및 쪼갬인장강도 시험결과로부터 이들 강도의 상호관계를 회귀분석한 것으로서 강섬유 보강 폴리머 콘크리트에 있어 각 강도간의 상관성이 높게 나타났으며, 이러한 경향은 시멘트 콘크리트에서와 마찬가지로 압축강도로부터 쪼갬인장 및 휨강도를 추정할 수 있음을 보여주는 결과라 할 수 있다.

3.3 휨인성

Table 8은 시험시 각 시험체의 초기균열하중에 따른 처짐값을 나타낸 것이며, Fig. 8은 시험결과에 의해 얻어진 하중-변위 곡선으로서 강섬유의 길이 30mm 및 36mm인 경우이다.

이 결과에서 보면 무보강 폴리머 콘크리트는 최대하중 4.43ton, 이때의 처짐값은 0.49mm였으며, 초기균열과 동시에 파괴가 일어나는 취

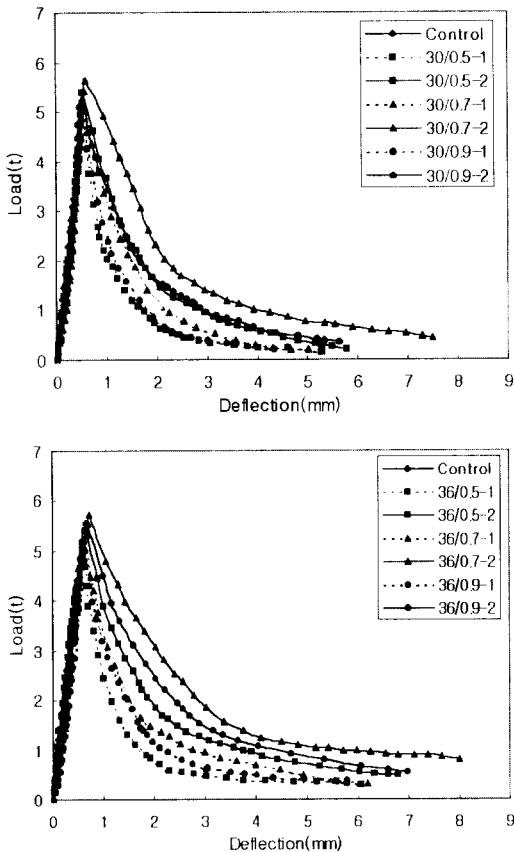


Fig. 8 Load-deflection curves for SFRPC with 30mm, 36mm steel fiber, respectively.

Table 8 Initial cracking load and central deflection

Mix no.	Initial cracking load (t)	Central deflection (mm)	Mix no.	Initial cracking load (t)	Central deflection (mm)
Control	4.43	0.49	-	-	-
30/0.5-1	5.01	0.52	36/0.5-1	5.08	0.58
30/0.5-2	5.40	0.54	36/0.5-2	5.40	0.64
30/0.7-1	5.12	0.53	36/0.7-1	5.20	0.59
30/0.7-2	5.64	0.59	36/0.7-2	5.72	0.74
30/0.9-1	5.09	0.46	36/0.9-1	5.18	0.63
30/0.9-2	5.40	0.65	36/0.9-2	5.54	0.68

성파괴를 보였다. 그러나 이에 비해 강섬유 보강 폴리머 콘크리트는 초기균열 이후에도 하중이 완만히 감소됨과 동시에 처짐이 서서히 증가하는 연성파괴 양상을 보였다.

Table 9는 이 곡선으로부터 얻어진 인성지수 값을 나타낸 것으로, 여기서 강섬유의 형상 및 혼입율에 따른 휨인성지수를 살펴보면, 길이에 있어서는 36mm인 경우가 30mm에 비해 약간 높게 나타났으며, 직경에 있어서는 직경 0.7mm의 경우가 가장 높은 휨인성지수 값을 보였다.

혼입율에 있어서는 2 vol.%인 경우가 1 vol.%인 경우에 비해 I_5 는 약 1.14~1.19배, I_{10} 은 약 1.22~1.35배, I_{20} 은 약 1.38~1.48배의 값을 보였다.

또한, 강섬유 길이 36mm, 혼입율 2 vol.%인 경우에 있어 강섬유 보강 폴리머 콘크리트의 휨인성지수는 I_{20} 의 경우 6.87이었으며, 이것은 Table 10에서 알 수 있는 바와 같이 탄소성 재료의 I_{20} 이 20정도인 것에 비하면 작은 값이지만, 무보강 폴리머 콘크리트에 비해 휨인성이

Table 9 Calculated results of flexural toughness index

Mix no.	Flexural toughness index			Mix no.	Flexural toughness index		
	I_5	I_{10}	I_{20}		I_5	I_{10}	I_{20}
30/0.5-1	2.50	3.13	3.66	36/0.5-1	2.52	3.21	3.72
30/0.5-2	2.94	4.22	5.39	36/0.5-2	2.99	4.24	5.46
30/0.7-1	3.02	4.08	4.79	36/0.7-1	3.11	4.11	4.98
30/0.7-2	3.44	4.96	6.68	36/0.7-2	3.60	5.04	6.87
30/0.9-1	2.89	3.74	4.40	36/0.9-1	2.90	3.77	4.49
30/0.9-2	3.32	4.60	6.08	36/0.9-2	3.34	4.60	6.19

Table 10 Values of toughness indices³⁾

Index designation	Deflection criterion	Plain concrete	Elastic-plastic material
I ₅	3δ	1	5
I ₁₀	5.5δ	1	10
I ₂₀	10.5δ	1	20

6.87배 증가하였음을 나타내는 것으로 강섬유 혼입에 의해 폴리머 콘크리트의 인성이 상당히 증가하여 취성파괴를 연성파괴로 유도시킬 수 있음을 보여주는 결과라고 할 수 있다.

Table 11 및 Fig. 9는 지간거리 300mm의 1%에 해당되는 3mm의 처짐이 발생될 경우⁴⁾⁵⁾ 강섬유 보강 폴리머 콘크리트에 있어 강섬유 혼입율과 변형에너지의 관계를 나타낸 것으로서 강섬유 혼입을 증가에 따라 변형에너지가 거의 직선적으로 증가함을 알 수 있다.

Table 11 Strain energy for deflection of 1% of beam span (Unit : kg · cm)

Mix no.	Strain energy		Mix no.	Strain energy	
	1 vol. %	2 vol. %		1 vol. %	2 vol. %
30/0.5	114	280	36/0.5	144	348
30/0.7	174	414	36/0.7	216	496
30/0.9	117	300	36/0.9	181	440

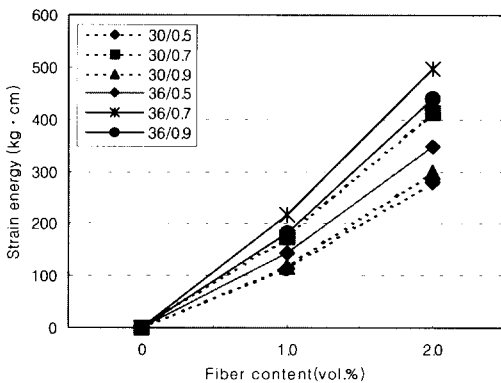


Fig. 9 Effect of steel fiber content on strain energy

또한, Fig. 10은 이 경우에 강섬유 보강 폴리머 콘크리트의 휨강도와 변형에너지의 관계를 나타낸 것으로서 상관계수가 0.96으로 높은 값을 보였다.

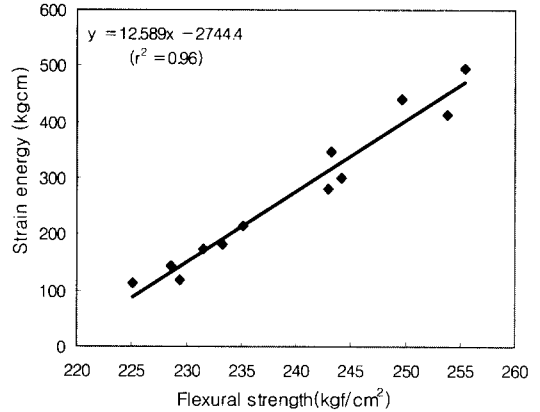


Fig. 10 Relationship between strain energy and flexural strength

Table 12는 강섬유 보강 폴리머 콘크리트의 초기균열 이후 잔류강도 계수를 구한 것으로 R_{5,10}은 12.6~30.8, R_{10,20}은 5.3~18.0의 값을 보였는데, 폴리프로필렌 섬유를 사용한 시멘트 콘크리트의 잔류강도 계수 R_{5,10}이 2.4~25, R_{10,20}이 3.0~29.7인 것⁶⁾과 비교해 볼 때 강섬유 보강 폴리머 콘크리트는 R_{10,20}의 값이 R_{5,10}의 값에 비해 상대적으로 작게 나타남을 알 수 있다.

Table 12 Residual strength factor of SFRC

Mix no.	Residual strength factor		Mix no.	Residual strength factor	
	R _{5,10}	R _{10,20}		R _{5,10}	R _{10,20}
30/0.5-1	12.6	5.3	36/0.5-1	13.8	5.6
30/0.5-2	25.6	11.7	36/0.5-2	25.0	12.2
30/0.7-1	21.2	7.1	36/0.7-1	20.0	8.7
30/0.7-2	30.4	17.2	36/0.7-2	30.8	18.0
30/0.9-1	17.0	6.6	36/0.9-1	17.4	7.2
30/0.9-2	25.6	14.8	36/0.9-2	25.2	15.9

4. 결론

본 연구는 강섬유 보강 폴리머 콘크리트를 제조하고 이에 대한 강도특성 및 휨인성을 실험적으로 구명한 것으로서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 강섬유 혼입율 2 vol.%의 경우 1 vol.% 및 무보강의 경우에 비해 강도값은 크게 증가했으며, 강섬유의 종횡비(ℓ/d)가 증가함에 따라 강도는 다소 증가하였으나 종횡비가 약 50보다 커지면 감소하는 경향을 보였다.

(2) 강섬유 혼입율에 따른 강도증진 효과는 쪼갬인장강도나 휨강도의 증진이 압축강도에 비해 높게 나타났으며, 각 강도간에는 높은 상관성을 보였다.

(3) 휨인성지수는 강섬유의 종횡비가 약 50인 경우 가장 높은 값을 보였으며, 강섬유의 혼입율 2 vol.%의 경우 가장 우수하였고, 휨강도와 변형에너지는 상관성이 높은 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 강원대학교 석재복합신소재제품연구센터의 연구비 지원에 의하여 이루어진 것으로 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Chandra, S., and Ohama, Y., "Polymers in Concrete", CRC Press, Inc. pp. 135-143, 1994.

2. Paul, L., "Concrete Design Using Steel Fibers", 한국콘크리트학회지, Vol. 8 No. 4, pp. 56-63, 1996.

3. "ASTM C 1018-89, Standard Test Method for Flexural Toughness and First-Crack Strength of Fiber Reinforced Concrete (Using Beams with Third-Point Loading)", ASTM Standards, Part 04.02, Concrete and Aggregate, 1990.

4. Ohama, Y., and Nishimura, N., "Properties of Steel Fiber Reinforced Polyester Resin Concrete", Proceedings of the Twenty-Second Japan Congress on Materials Research, The Society of Materials Science, Japan, Kyoto, Mar, pp.364-367, 1979.

5. Fukuchi, T., Ohama, Y., and Nishimura, T., "Flexural Behavior of Steel Fiber Reinforced Autoclaved Concrete", The Thirtyfirst Japan Congress on Materials Research, The Society of Materials Science, Kyoto, Japan, pp. 262-266, 1988.

6. Johnston, C. D., "Deflection Measurement Considerations in Evaluating FRC Performance Using ASTM C 1018", Testing of Fiber Reinforced Concrete, ACI Journal, SP-155, pp.1-22, 1995.

요 약

폴리머 콘크리트는 시멘트 콘크리트에 비해 강도가 높고, 내마모성, 내동결융해성 등의 내구적 성질이 우수한 건설신소재이다. 그러나 폴리머 콘크리트는 시멘트 콘크리트와 같이 취성적 파괴가 일어나는 등의 단점을 지니고 있다.

본 연구에서는 이러한 사항을 고려하여 강섬유의 종횡비(ℓ/d) 및 혼입율(vol.%)을 변수로 하여 폴리머 콘크리트에 강섬유를 혼입하여 강섬유 보강 폴리머 콘크리트를 제조하였으며, 이에 대한 강도특성 및 휨인성을 실험적으로 구명하였다.

그 결과 강섬유 보강 폴리머 콘크리트의 강도특성에 있어 강섬유의 혼입율 및 종횡비가 증가할수록 강도값은 증가하였으나 종횡비가 약 50보다 커지면 감소하는 경향을 보였다. 또한, 압축강도 보다는 인장 및 휨강도의 증진이 현저하였으며, 각 강도간에는 높은 상관성을 보였다. 휨인성의 경우도 강섬유 종횡비 약 50의 경우 및 혼입율이 증가할수록 우수한 특성을 보였으며, 휨강도와 변형에너지는 높은 상관성을 갖는 것으로 나타났다.

(접수일자 : 1999. 4. 12)