

양생온도에 따른 다공성 경량골재를 활용한 샌드위치 패널심재의 강도 특성

Strength Properties of Sandwich Panel core using Cellular lightweight Aggregate according to Curing Temperature

오 노 정 식*

O Roh, Jung Sik

김 대 규*

Kim, Dae Kyu

도 정 윤**

Do, Jeong Yun

문 경 주***

Mun, Kyung Ju

소 양 섭****

Soh, Yang Seob

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the manufacture of light weight concrete panel using the artificial light-weight aggregate as a part of the substitution of foamed styrene and polyurethane because of narrow allocable temperature zone in use. The experimental parameter of this study is 40, 60 and 80°C of curing temperature at 100% relative humidity and the type of admixture such as cement, 6mm glass fiber and St/BA emulsion.

Testing item is compressive and flexural strength and strength of specimen cured at standard condition is compared to that of specimen cured at 40, 60 and 80°C of curing temperature at 100% relative humidity.

As a result of this, it was revealed that the maximum of strength is developed in 60°C of cure temperature at 100% relative humidity in case of the most of the specimen. Specimens modified by St/BA emulsion show the highest development of strength dependent on the curing temperature. So, it seems to be effective that evaporation curing method should be considered to curing the specimen as the panel core.

키워드 : 다공성 경량골재, 샌드위치 패널, 휨강도, 양생

Keywords : Light cellular aggregate, Sandwich panel, Flexural strength, Curing temperature

1. 서 론

건설현장에서 많이 사용되고 있는 경량패널의 경우, 심재가 폴리 스티렌, 폴리 에틸렌 등 경제성과 작업성의 우수성으로 인하여 많이 사용되고 있다. 그러나 최저 착화온도가 350, 495°C로 낮고, 단위중량당 연소열이 39.85, 43.28KJ/g로 고온에 노출되어질 경우 인체 및 환경에 치명적인 가스 및 열을 발생시키는 단점이 있다. 따라서 스티로폼 및 우레탄폼 등의 유기단열재를 사용한 샌드위치 패널 심재를 난연성의 무기단열재로 대체하려는 시도가 이루어지고 있으나 충분한 난연·불연성능을 기대하기는 어려운 실정이다. 이에 건축용 단열패널로 사용되고 있는 스티로폼 패널을 대체할 수 있는 불연의 다공성 경량골재를 충전재로 활용하여 샌드위치 패널을 개발하는 것이 본 연구의 취지이다.

본 연구의 시험체는 프리 캐스트화하여 현장 작업의 간소화, 공기 단축 등 현장시공의 합리화를 목적으로 콘크리트 제품을 공장에서 경화 축진을 위해 이용되고 있는 증기 양생 시 양생온도와 시험체의 강도와 관계온도를 알기 위해

Cement만을 사용, Fiber(6mm)혼입, St/BA개질 패널 심재에 대하여 기존 실험값을 바탕으로 기전 양생 시 강도가 우수한 배합에 대하여 양생온도와 강도의 관계를 알아보고자 하였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 사용재료

1) 시멘트

본 실험에 사용된 시멘트는 국내 D사의 보통포틀랜드 시멘트(OPC)다.

2) 골재

골재는 스페인산 다공성 경량골재 사용하였으며, 경량골재의 최대치수는 10mm이며, 물리적 성질은 표 1과 같다.

그림 2는 본 연구에서 사용한 골재의 표면과 내부의 SEM 촬영 사진으로 내부에 수많은 공극이 있음을 확인할 수 있다.

표 1. 경량골재의 특성

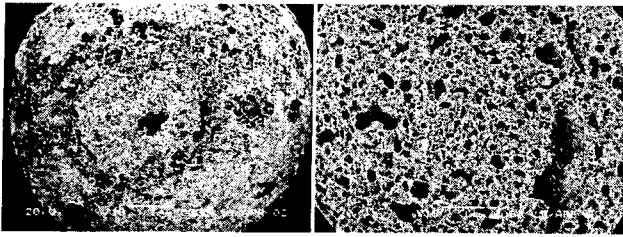
굵은골재 최대크기 (mm)	비중 (20°C)	흡수율 (%)	각 체 통과량의 누계배분율(%)					실적률 (%)
			10mm	5mm	2.5mm	1.2mm	0.6mm	
10	0.56	20	100	36	1	1	1	66

* 정희원, 전북대학교 대학원 건축공학과 석사과정

** 정희원, 전북대학교 대학원 건축공학과 박사과정,

*** 정희원, 전북대학교 대학원 건축공학과 박사수료, 전북대 강사

**** 정희원, 전북대학교 건축도시 공학부 교수, 공업기술연구소



a. 표면 b. 단면
그림 1. 경량골재의 SEM

3) 혼화제

고성능 감수제는 표 2와 같은 특성을 가지는 폴리 카본산 에테르계의 국내 K사 제품을 사용하였다.

표 2. 혼화제

고성능감수제	비중=1.15±0.02, 주성분=폴리카본산에테르, 성상=액상, 색상=안갈색
유리섬유	섬유길이=6mm
폴리머	고형분=56%, 평균입자크기=0.28μm, 주요성분=Styrene acryl copolymer

2.2 시험방법

1) 배합표

본 연구는 양생온도에 따른 샌드위치 패널의 심재로 활용할 수 있는 경량골재 콘크리트의 시멘트만을 결합재로 사용하여 제조한 경량골재 콘크리트의 특성에 대하여 역학적 특성을 개선하기 위하여 유리섬유, 폴리머 디스퍼전, 발포제 등을 첨가함으로써 선행 연구를 실시하였다. 이에 본 연구는 선행된 연구결과를 검토하여 상온에서 양호한 강도특성을 보이고 있는 시험체를 선별하여 양생온도에 따른 개선정도와 발현상황을 파악하였다. 표 3은 본 시험체에서 사용된 시험체의 배합표이다.

표 3. 배합표

종류	공극충전율 (%)	혼화제 (%)	W/C (%)	단위중량(kg/m ³)		
				시멘트	물	경량골재
시멘트	60	2(SP/C)	35	296	104	402
6mm 유리섬유	60	2(F/C)	35	296	104	
St/BA	50	10(P/C)	40	230	74	

SP는 고성능감수제, F는 6mm 유리섬유, P는 폴리머 고형분을 가르킨다.

2) 시험항목 및 방법

일반적 증기양생의 경우 그림 2와 같이 통기 개시 전에 2-3시간의 전 양생시간을 두고 나서 완만하게 온도를 올린다. 최고온도를 일정시간 유지 후 서서히 온도를 내려 상온에 가

카워지면 제품을 양생실로 꺼내는 방법을 사용하나 본 실험에서는 시멘트의 기건1일 양생 후 탈형 후 12시간 1사이클의 공정으로 실험을 실시하였다.

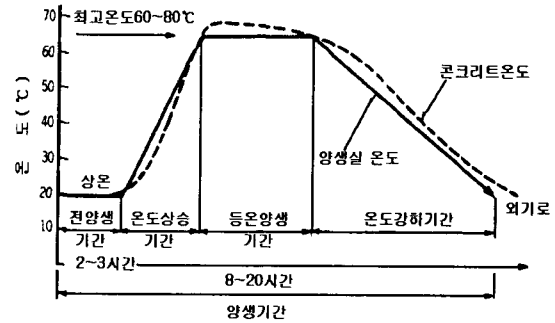


그림 2. 증기양생시의 양생조건

표 4는 시멘트만을 사용한 패널 심재와 기존 실험을 통해 물성증진이 높았던 6mm유리섬유를 혼입한 시험체와 St/BA를 첨가하여 매트릭스의 특성을 개질시킨 시험체 각각 1Type에 대하여 습도를 100%로 하고 양생온도 80, 60, 40°C에 대하여 실험을 하였으며 시험항목 및 방법은 표 5와 같다.

표 4. 양생조건

습도 (%)	온도 (°C)	비고
100	80	24시간 기건양생후 항온항습기로 양생
	60	
	40	

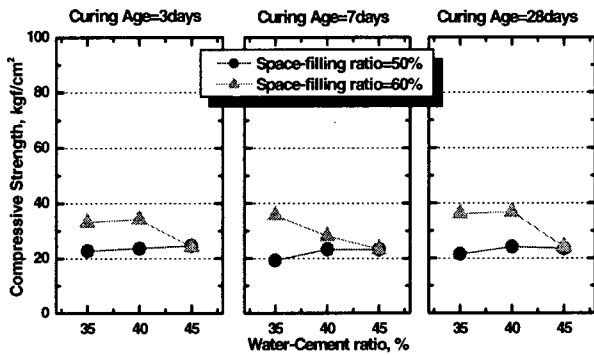
표 5. 실험항목 및 방법

조건	시험항목	시험방법
경화 상태	압축강도	5×5×5cm 공시체를 제작하여 증기양생 (40, 60, 80°C, R.H. 100%) 12시간 후 강도측정
	휨 강도	4×4×16cm 공시체를 제작하여 압축강도와 동일한 방법으로 강도측정

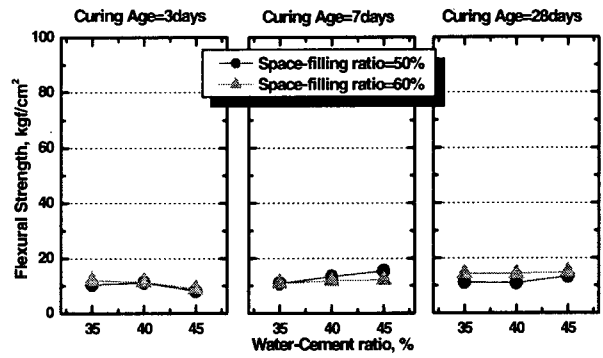
3. 시험결과 및 고찰

3.1 강도특성

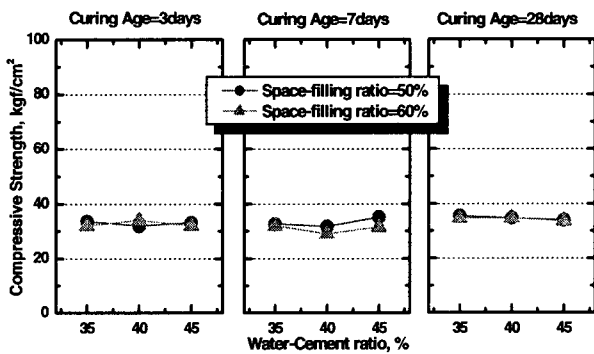
그림 3은 다공적인 특성을 가지는 겉보기 비중이 0.5정도의 경량골재에 대하여 시멘트를 결합재로 사용하여 제조한 심재와 이를 유리섬유, St/BA의 폴리머 디스퍼전을 이용하여 보강, 개질시킨 심재의 공극충전률과 물시멘트비, 폴리머 시멘트비 등의 인자에 대하여 압축강도를 측정된 선행연구결과이다. 본 연구에서 사용된 골재를 사용하여 제조한 시험체의 압축강도는 골재간 계면에서의 접착력에 의해 크게 좌우되는 것으로 보이며 이러한 접착력을 개선시켜주는 St/BA 개질 시험체의 경우 20%정도 강도개선효과를 보이고 있다. 또한 시



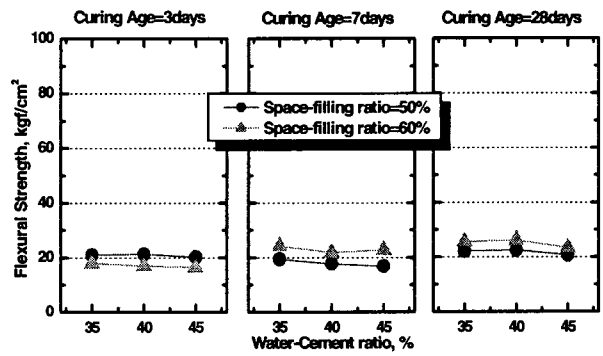
시멘트만을 사용한 시험체



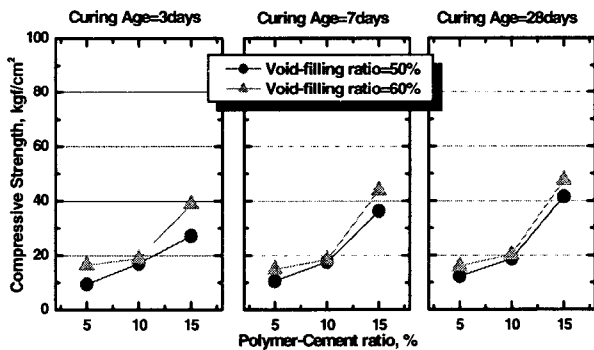
시멘트만을 사용한 시험체



6mm 유리섬유를 첨가한 시험체

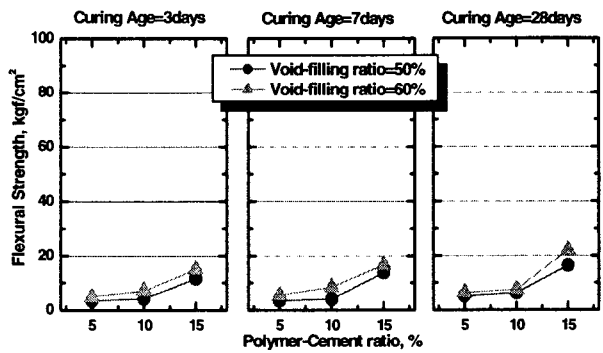


6mm 유리섬유를 첨가한 시험체



St/BA를 첨가한 시험체

그림 3. 상온에서 양생한 시험체의 압축강도(기건양생)



St/BA를 첨가한 시험체

그림 5. 휨강도(기건양생)

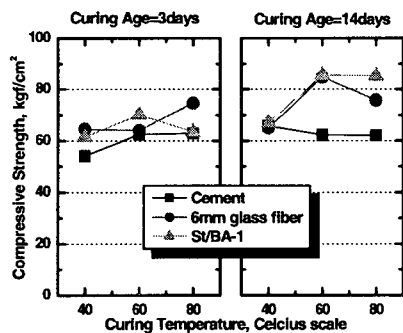


그림 4. 양생온도에 따른 강도(상대습도 100%)

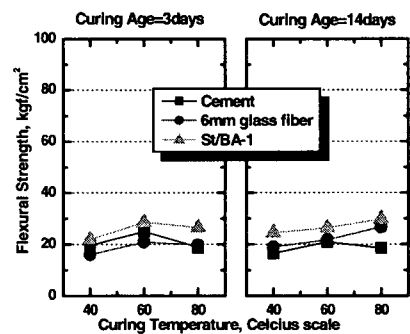


그림 6. 양생온도에 따른 휨강도

험체내에 발생하는 응력의 집중을 분산시켜주는 메카니즘으로 혼입된 유리섬유를 이용한 시험체의 경우에도 약 5%정도 강도가 개선되는 현상을 보이고 있다. 이에 반하여 그림 4에서 보이는 것처럼 각 시험체를 습도 100%의 조건에서 양생

온도를 40, 60, 80℃로 변화시켜 그 영향을 검토한 것을 보면 양생온도에 따라 압축강도의 개선이 일어나고 있음을 확인할 수 있다. 즉 시멘트만을 결합재로 사용하여 제조한 패널 심재는 양생 온도가 증가함에 따라 증가하고 있으며 60℃이상

서는 큰 차이를 보이고 있으므로 60℃가 최적 양생온도로 보이며, St/BA에 의해 개질된 패널 심재의 경우에는 60℃에서 최적 양생온도를 나타내고 있으며, 재령 14일에서는 재령 3일에 비하여 고온에서 연화된 폴리머 필름이 회복되어 약 30%정도 압축강도가 증가 하고 있다. 또한 기건 양생의 시험체와 비교하여 볼 때 양생온도 60℃의 경우, 시멘트는 3일 170%, 14일 180%의 증진이 있었으며 6mm 섬유보강은 3일 200%, 14일 300%의 증진이 있었으며, St/BA는 3일 700%, 14일 800%의 강도 증진효과가 있다. 또한 각각의 온도에서 12시간동안 양생 후 기중양생을 실시하였는데 St/BA의 경우 재령 14일에서의 압축강도가 3일에서의 강도보다 약 30%정도 향상되는 데 이는 높은 양생온도에서 연화된 폴리머 필름이 상온양생중에 회복되기 때문이며 전반적으로 양생온도가 증가함에 따라 압축강도의 증진효과가 두드러지게 나타나는 이유는 시멘트의 수화 및 밀접한 관련이 있는 것으로 상대습도가 100%이므로 수화에 필요한 충분한 양의 수분이 공급되는 상태에서 표준상태에서의 온도보다 높은 양생온도로 인하여 초기재령에서의 수화가 촉진되기 때문으로 판단된다.

3.2 휨강도

그림 5는 시멘트를 결합재로 사용한 시험체의 휨강도와 이 시험체에 유리섬유와 St/BA를 혼입한 시험체의 휨강도를 나타내는 것으로 6mm유리섬유와 St/BA를 혼입함으로써 시험체의 휨강도는 다소 증가하는 것을 알 수 있다.

그림 6은 상대 습도가 100%인 환경조건하에 양생온도를 각각 40, 60, 80℃로 양생한 심재 패널의 휨강도의 변화를 나타낸 것으로, 휨강도의 발현 현상도 압축강도와 비슷하게 60℃정도에서 최적의 양생온도를 보이고 있으며 St/BA-2를 혼입한 패널 심재의 강도 발현이 두드러진다. 기건 양생의 시험체와 비교하여 볼 때 양생온도 60℃의 경우, 시멘트는 3일, 7일 150%의 증진이 있었으며, 6mm 섬유보강은 50%의 증진이 있었으며, St/BA-1은 3일 200%, 7일 200%의 강도 증진효과가 있다. 따라서 경량골재를 충전재로 활용하여 이들을 시멘트로서 접착시켜 패널심재를 만들 경우 초기재령에서의 휨강도개선이 높은 것으로 나타났다. 이상의 휨강도의 발현현상도 압축강도의 발현현상과 마찬가지로 초기재령에서의 수화촉진으로 인하여 matrix의 강도가 증진되는 현상으로 기인된다.

4. 결 론

결합재로 시멘트만을 사용한 경우와, 6mm유리섬유와 St/BA를 사용하여 보강한 시험체의 양생온도에 따른 패널 심재의 강도특성을 파악한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 상대 습도가 100%인 환경조건하에 양생온도를 각각 40, 60, 80℃로 양생한 심재 패널의 강도는 시멘트만을 결합재로 사용하여 제조한 패널 심재의 경우 양생 온도 60℃에서 최고의 강도를 발현하고 있다.
2. St/BA에 의해 개질된 패널 심재의 경우에는 60℃에서 최적 양생온도를 나타내고 있으며, 재령 14일에서는 재령 3일에 비하여 고온에서 연화된 폴리머 필름이 회복되어 약 30%정도 압축강도가 증가 하고 있다.
3. 휨강도의 발현 현상도 압축강도와 비슷하게 60℃정도에서 최적의 양생온도를 보이고 있으며 St/BA를 혼입한 패널 심재의 강도 발현이 두드러지게 나타나고 있다.
4. 따라서 본 연구의 시험체가 패널심재로 사용되어질 경우 표준상태에서 양생을 실시하기 보다는 증기양생을 수행함으로써 초기 강도를 증진하고 공정을 단축시킬수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 소양섭, "인공경량골재를 이용한 경량패널 심재의 열전도 특성", 한국콘크리트학회, 봄학술발표회 논문집, 2002. 4, pp.131-136.
2. D. Feldman, "Polymeric Building Materials", Elsevier Applied science, New York, 1989, pp.74-200.
3. F. Meraghni, "Mechanical behaviour of cellular core for structural sandwich panels", PART A 30, 1999, pp. 767-779.
4. P. Kumar Mehta, et al., Concrete, Prentice Hall, New Jersey, 1993, pp.404-416.
5. A. M. Neville, Properties of concrete, Longman, Harlow, England, 1996, pp.688-708.