

비구조용 경량 골재를 충전재로 활용한 폴리머 개질 샌드위치 패널 심재의 강도 특성

Strength properties of Polymer-modified Sandwich panel core using non-structural lightweight Aggregate

노 정 식^{*} 도 정 윤^{**} 문 경 주^{***} 조 영 국^{****} 소 양 섭^{*****}
Jung-Sik Roh Jeong-Yun Do Kyung-Ju Mun Young-Kug Jo Yang-Seob Soh

ABSTRACT

Sandwich panel made by foamed styrene and ployuretane has been used generally in the construction area because of the high thermal conductivity and light weight but they occur harmful gases to both bodies and envirenements in the high temperature over 50°C. So, the purpose of this study is to investigate the physical properties of light-weight panel using the non-structural lightweight aggregate as a part of the substitution of foamed styrene and ployuretane. This paper dealt with the effect of the addition of polymer dispersion such as SBR, St/BA-1 and St/BA-2 havnig polymer-cement ratio as 5, 10, 15% and the filling ratio of continuous void as 50, 60% on the strength of polymer-modified sandwich panel core.

From the results, we could know that the compressive and flexural strength of the sandwich panel core using non-structural lightweight aggregate and polymer dispersion such as SBR, St/BA-1 and St/BA-2 tended to be increased with an increase in the polymer-cement ratio and the filling ratio of continuous void.

1. 서 론

현재 건축현장에서 가장 많이 사용되고 있는 샌드위치 패널은 가격이 저렴하고 단열성능이 뛰어나기 때문에 건축구조물의 비내력벽으로 널리 사용되고 있으나 샌드위치 패널 심재로 사용되고 있는 재료는 대부분이 발포 폴리스티렌과 발포 폴리우레탄 등으로 단열효과는 우수하나 연화점과 착화점이 상당히 낮아 고온에 노출되어질 경우 인체 및 환경에 치명적인 가스를 발생시키는 단점이 있다.¹⁾ 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. 그러나 경량골재와 시멘트만을 사용하여 제조한 심재의 휨강도는 5~10kgf/cm² 정도로 상당히 낮은 수치를 나타내고 있으므로 본 연구에서

* 정회원, 전북대학교 대학원 건축공학과 석사과정

** 정회원, 전북대학교 대학원 건축공학과 박사과정

*** 정회원, 전북대학교 대학원 건축공학과 박사수료, 전북대학교 강사

**** 정회원, 청운대학교 건축공학과 교수, 공박

*****정회원, 전북대학교 건축·도시 공학부 교수, 공업기술연구센터

악하기 위하여 SBR, St/BA-1, St/BA-2의 시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼전을 사용하였으며 그 혼입량은 시멘트 중량에 대한 폴리머 디스퍼전의 고흡분비(P/C)로 하여 각각 5%, 10%, 15%로 3수준으로 변화시켜 주었다.

Table 3 Mixing design

Polymer	Void-filling ratio (%)	P/C (%)	W/C (%)	Unit weight(kg/m ³)		
				Cement	Water	Lightweight aggregate
SBR	50	5	35	247	86	402
		10	30	267	80	
		15	25	290	73	
	60	5	35	296	104	
		10	30	320	96	
		15	25	348	87	
St/BA-1	50	5	40	230	92	
		10	40	230	92	
		15	40	230	92	
	60	5	40	276	110	
		10	40	276	110	
		15	40	276	110	
St/BA-2	50	5	30	267	80	
		10	25	290	73	
		15	25	290	73	
	60	5	30	320	96	
		10	25	348	87	
		15	25	348	87	

2.2.2 시험항목 및 방법

본 실험에서 실시한 시험항목 및 그 방법은 다음 Table 4와 같다.

Table 4 Test item and method

Item	Method
Compressive strength	5×5×5cm 공시체를 제작하여, 기중(20℃, R.H. 60%)양생 후 강도측정
Flexural strength	6×6×24cm 공시체를 제작하여, 압축강도와 동일한 방법으로 강도측정
Water absorption	Ø10×20cm의 공시체를 제작하여 105±5℃에서 24시간 건조하여 중량을 측정 후, 수중에서 24시간동안 침지시킨 후 중량측정
Density	흡수율과 동일한 공시체를 절건 상태에서 중량측정

3. 시험결과 및 고찰

3.1 흡수율과 밀도

Fig. 2는 SBR, St/BA-1, St/BA-1과 같은 폴리머 디스퍼전을 혼입한 시험체의 공극충전율과 혼입률에 따른 밀도와 흡수율을 나타내고 있다. 그림에서 보여지는 것처럼 시험체의 밀도는 약 800~900kg/m³ 정도로 분포하고 있으며 폴리머 혼입률이 증가할수록 증가하는 경향을 보이고 있는데 이는 폴리머 내에 함유된 계면활성제의 작용에 의하여 굳지 않은 상태에서의 유동성이 증진되므로 유동성이 증진된 만큼 W/C가 감소되어 일정 용적을 채우기 위한 단위시멘트량이 증가하기 때문이다. 또한 공극충전율이 증가할수록 실적률이 66%인 경량골재의 공극을 채우기 위하여 단위결합재량이 증가하게 되므로 밀도가 증가하는 것을 알 수 있다. 시험체의 흡수율은 공극충전율이 높아질수록 폴리머의 혼입률이

증가할수록 감소하는 경향을 나타내고 있는데 이는 흡수율이 높은 경량골재의 표면을 시멘트 페이스트가 코팅을 하여 주는 효과와 함께 혼입된 폴리머 디스퍼전이 불투수층의 폴리머 필름을 형성하여⁶⁾ 골재의 흡수율이 적어졌기 때문으로 판단된다.

3.2 압축강도특성

Fig. 5는 폴리머 디스퍼전을 혼입한 패널 심재의 폴리머 혼입률과 공극충전율에 따른 압축강도를 나타내는 그림이다. 그림에서 보여지는 것처럼 폴리머 혼입률과 공극충전율이 증가함에 따라 압축강도가 증가하는 경향을 보이고 있음을 알 수 있다. 여기서 콘크리트 재료의 일반적인 파괴양상을 역학적인 관점에서 고찰하여 보면 보통콘크리트의 경우 압축력이 작용하면 내부에는 재축방향과 교차하는 골재와 모르타르의 경계에서 인장응력이 발생하여 미세균열을 발생시킨다. 이 미세균열은 재하시간과 재하력에 비례하며 이에 따라 계속 성장하여 재료가 파괴에 이르는 것으로 알려져 있다. 경량콘크리트의 경우에도 인장응력은 외부하중의 방향과 교차하는 골재와 모르타르의 경계에서 발생하지만, 골재의 윗부분과 아래부분에서 발생하며 골재의 한계강도 이상에서는 골재의 파괴가 지배적이다⁵⁾. 따라서 폴리머 디스퍼전을 샌드위치 패널심재에 적용하게 되면 외부압축력에 대하여 재료의 불균질과 결합으로 발생하는 내부의 인장응력을 탈수작용(dehydration)에 의해 형성된 폴리머 디스퍼전의 필름이 분담하여 강도가 개선되어지며,⁶⁾ 그 개선 정도는 형성된 필름의 성능에 따라 달라진다.

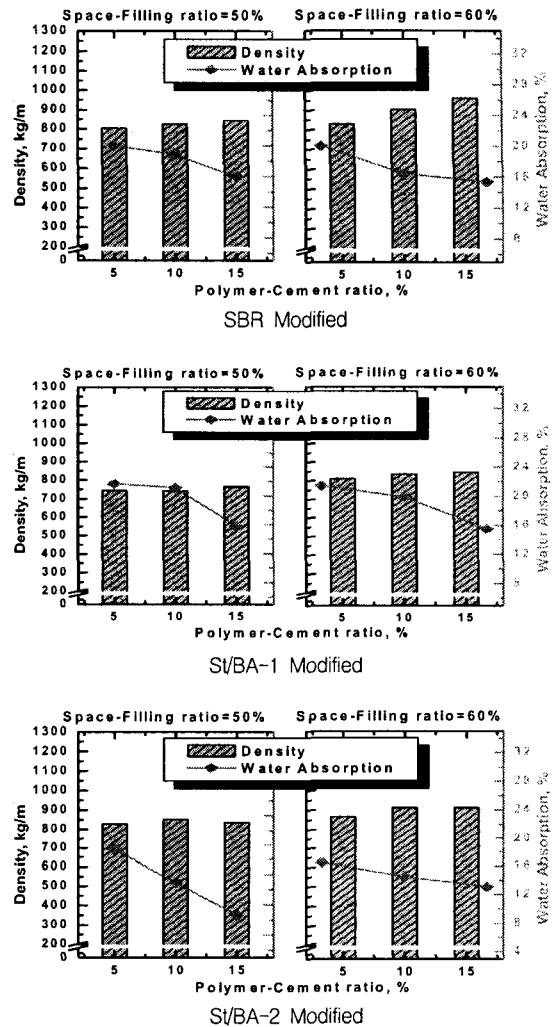


Fig.2 Density and water absorption with change of polymer-cement ratio and space-filling ratio

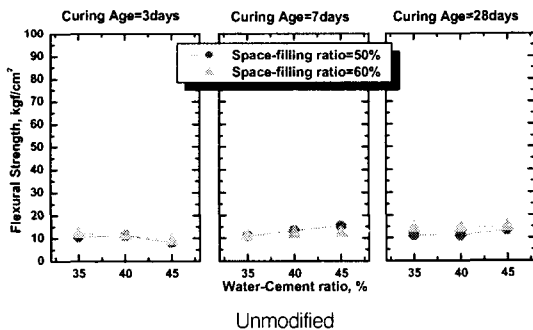


Fig. 4 Flexural strength with change of water-cement ratio and space-filling ratio (Cement)

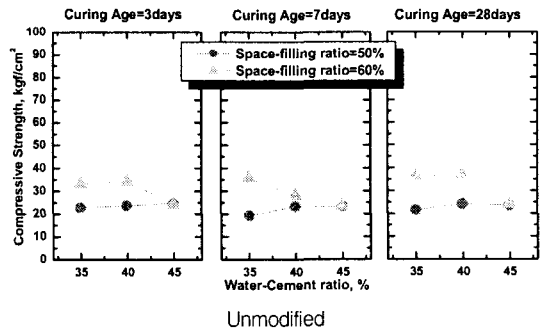


Fig. 3 Compressive strength with change of water-cement ratio and space-filling ratio (Cement)

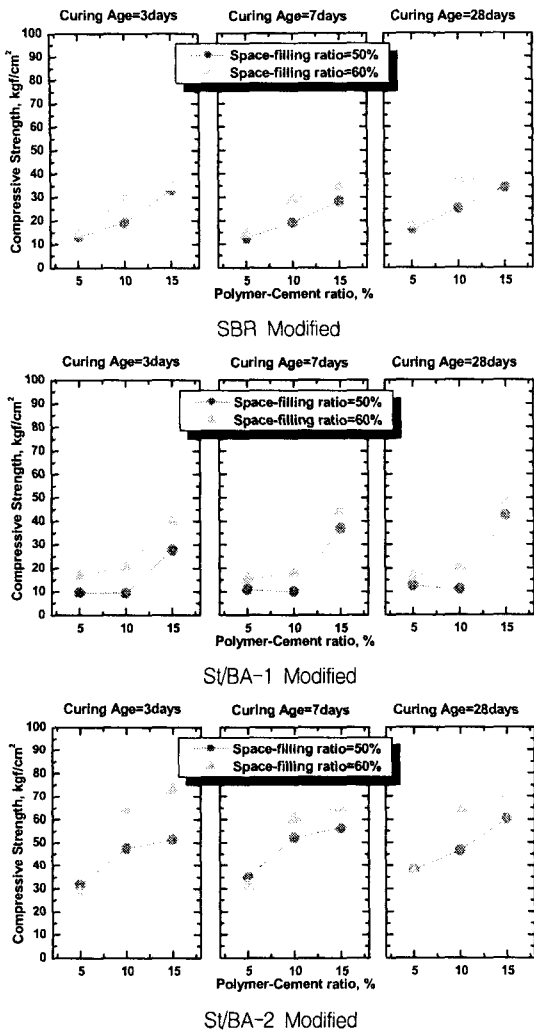


Fig. 5 Compressive strength with change of polymer-cement ratio and space-filling ratio

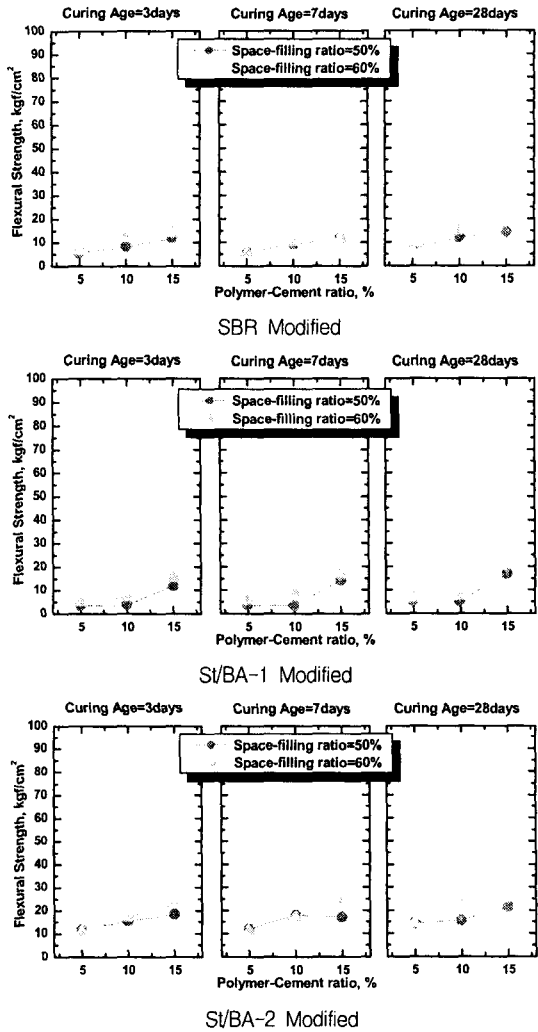


Fig. 6 Flexural strength with change of polymer-cement ratio and space-filling ratio

3.3 휨강도 특성

Fig. 4는 시멘트만을 혼입한 패널 심재의 폴리머 혼입률과 공극충전율에 따른 휨강도를 나타내는 것이며 Fig. 6은 폴리머 디스퍼전을 혼입한 패널 심재의 폴리머 혼입률과 공극충전율에 따른 휨강도를 나타내는 것이다. 그림에서 보여지는 것처럼 휨강도도 압축강도와 마찬가지로 폴리머 디스퍼전의 혼입률과 공극충전율이 증가함에 따라 증가하는 경향임을 알 수 있다. 본 실험에서 제조한 시험체의 휨강도는 폴리머를 혼입하지 않은 시멘트만을 사용한 시험체와 비교하여 불 때 각각 SBR은 약35%, St/BA-1은 65%, St/BA-2는 220% 정도의 강도 증진이 나타나고 있으며, 공극충전율이 60%일 때 50%보다 15~40%의 강도증진 효과가 있다. 또한 폴리머 디스퍼전의 혼입률이 증가함에 따라 휨강도가 개선되며 폴리머 디스퍼전의 혼입률이 15%인 경우 5%인 경우보다 약 200~300%, 10%인 경우

보다 40~200% 개선효과가 있었다. 혼입률이 적은 경우 휨강도가 시멘트만을 사용한 시험체와 비교해서 크게 개선되지 않은 것은 인장력을 부담할 폴리머 필름의 양이 충분하지 못하기 때문으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 인공경량골재 샌드위치 패널의 제조하기 위한 시멘트만을 사용하여 제조한 시험체의 강도를 개선하기 위한 것으로 시멘트 혼화용 폴리머 중 SBR, St/BA-1, St/BA-2를 사용하여 제조한 시험체의 특성을 파악한 결과는 다음과 같다.

- 1) 폴리머의 디스퍼전을 혼입한 패널심재의 압축강도는 시멘트만을 결합재로 사용하였을 경우와 비교하여 볼때 SBR은 약 5%, St/BA-1은 30%, St/BA-2는 200%정도의 압축강도를 개선하였다.
- 2) 휨강도는 SBR의 경우에는 약 17kgf/cm² St/BA-1은 약 20kgf/cm² St/BA-2는 약 31kgf/cm²로 시멘트만을 결합재로 사용한 시험체와 비교하여 볼 때 25~200%정도의 강도 증진이 나타나고 있다.
- 3) 본 실험의 결과 에멀전 타입의 St/BA-2를 혼입한 시험체가 가장 우수한 강도 개선효과를 보이고 있으며 특히 폴리머 디스퍼전 혼입률 15%에서 두드러진 강도 개선을 보이고 있다. 따라서 패널 심재의 휨강도를 개선하기 위하여 시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼전의 사용은 매우 유효하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 차세대 핵심환경기술 개발사업 연구과제“유·무기성 폐기물을 이용한 초경량 발포제 상용화 기술 및 제조장치 개발, 주관연구기관-(주)네오이엔비”의 일환으로 이루어 졌습니다.

참고문헌

1. 소양섭, “인공경량골재를 이용한 경량패널 심재의 열전도 특성”, 한국콘크리트학회, 봄학술발표회 논문집, 2002. 4, pp.131-136.
2. 박영배, “인공경량골재 콘크리트의 제조와 성능규명을 위한 실험적 연구”, 대한건축학회, 춘계학술발표 논문집, 1994. 4., pp.563-566.
3. 양관섭, “스치로폴 흡합 경량콘크리트를 이용한 경량복합판넬의 성능규명에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회, 춘계학술발표 논문집, 1995. 4., pp.623-626.
4. 김종인, “경량골재 콘크리트의 역학적 특성”, 한국콘크리트학회, 가을학술발표회 논문집, 1999.10, pp.249-252.
5. 한국도로공사, “인공경량골재를 이용한 콘크리트 실용화 연구”, 1996.12, pp.13-17.
6. Chandra, S., and Ohama, Y., Polymer in Concrete, CRC, 1994.