

혼화재료를 혼입한 압출성형 경량콘크리트 패널에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Extrusion Lightweight Concrete Panel Using Admixture

김 영 진^{*} 김 우 상^{*} 백 민 수^{**} 김 성 식^{***} 임 남 기^{***} 정 상 진^{****}
Kim, Young-Jin Kim, Woo-Sang Paik, Min-Su Kim, Sung-Sik Lim, Nam-Gi Jung, Sang-Jin

ABSTRACT

The propose of this study is to discover the extrusion lightweight concrete panel mixing by admixture. The standard of water ratio 50% and weight substitution 0%, 10% by Fly-ash. When the products are manufactured, it is used to maintain its form weight substitution and addition among the viscosity agent each Silica-fume and Hydroxy propyl methyl cellulose. The study is basic properties and performances of extrusion lightweight concrete panels. Testing methods was specific gravity, water absorption, resistance to impact, thermal conductivity, and sound insulation.

1. 서론

최근의 급속한 경제 성장과 건설 기술의 발달로 인해 건축물이 대형화, 고층화됨에 따라 건축물의 자중 증대에 따른 구조적인 안정성이 문제시되고 있다. 또한, 건설산업이 발전함에 따라 건설시장에서 차지하는 콘크리트 제품의 비중도 점차 커지고 있는데, 특히 건설노임의 상승과 고품질의 건축자재 요구 등의 요인으로 콘크리트 공장제품의 수요가 급격히 증가하고 있다.

이러한 문제의 해결을 위해 선진외국에서는 경량골재를 이용한 경량콘크리트 및 경량콘크리트 제품들에 대한 연구와 현장 적용이 활발히 진행되고 있으나, 국내에서는 경량골재콘크리트를 이용한 2차제품에 관한 연구가 비교적 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 기존의 혼화재료를 사용한 경량골재콘크리트의 기초실험 결과에서 도출된 배합을 기준으로 건축 내벽체용 패널 시험체를 제작하여 패널 시험체의 비중 및 흡수율, 제작성, 내충격성, 열전도율에 대한 실험을 통해 압출성형 경량콘크리트패널에 적합한 배합을 도출하여 압출성형 경량콘크리트 패널의 실용화를 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

* 정회원, 단국대 대학원 석사과정

** 정회원, 동명정보대 겸임교수, 공학박사

*** 정회원, 대흥 ENG 이사, 공학박사

**** 정회원, 동명 정보대학교 건축공학과 교수, 공학박사

***** 정회원, 단국대 건축대학 건축공학과 교수, 공학박사

2. 실험 계획

2.1. 사용 재료

본 실험에 사용한 시멘트는 KS L 5201에 규정된 국내 S사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 잔골재는 표건비중 2.59의 인천산 세척사를 최대크기 5mm이하로 입도조정하여 사용하였다. 경량골재는 스페인산을 사용하였고 물리적 성질은 표 1과 같다. 플라이애시는 비중 2.11의 보령산 플라이애시를 사용하였으며, 실리카흙은 입경 0.1~0.2 μ m, 비중 2.14, 비표면적 220,000cm²/g인 캐나다산을 사용하였고, 증점제는 셀룰로스에테르계로서 국내 S정밀화학의 점도 31,900cps인 백색 미분말을 사용하였다.

표 1 경량골재의 물리적 성질

비중	단위 용적 중량 (kg/m ³)	흡수율 (%)	조립율
0.6	598	7.68	5.7

2.2. 배합 계획

경량골재콘크리트의 실험 결과, 패널 제작에 적합한 배합은 플라이애시 10% 치환, 실리카흙 10% 치환의 경우로 나타났으므로 이를 기준으로 실험을 실시하였으며, 실험배합표는 표 2와 같다.

표 2 실험 배합표

시험체 구분	W/B (%)	S/a (%)	단위 수량	중량 배합 (kg/m ³)					
				C	S	G	FA	SF	HP
FA00-00	50	45	180 (kg/m ³)	360	799	226	0	0	0
FA10-00				324	793	224	36	0	0
FA10-SF05				306	790	224	36	18	0
FA10-SF10				288	786	223	36	36	0
FA10-HP10				324	793	224	36	0	0.1

기호) C : 시멘트, FA : 플라이애쉬, SF : 실리카흙, G : 경량골재, S : 잔골재, HP : 증점제

구분 : FA00 -SF00

| | | L 치환율 또는 첨가량
| | | L 실리카흙 또는 증점제
| | | L 치환율
| | | L 플라이애시

2.3. 압출성형 경량콘크리트 패널의 제작

압출성형 경량콘크리트 패널의 제작은 혼합기에서 혼합한 원료를 압출기에 투입하고, 스크류의 회전에 의한 토출압력에 의해 일정한 금형을 투입시키면서 그림 1 및 그림 2와 같이 패널을 성형하여 일정 크기로 절단한다. 제작된 패널은 40℃에서 8시간 동안 양생하였다.

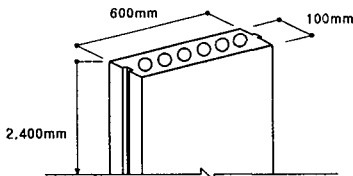


그림 2 압출성형 경량콘크리트 패널의 형상 및 치수

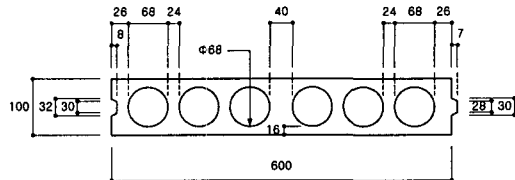


그림 3 압출성형 경량콘크리트 패널의 단면 상세 및 치수

3. 실험 방법

3.1. 제작성

제작된 패널 시험체의 제작성 및 성형성은 KS F 4736 (압출 성형 경량 콘크리트 패널)에 따라 시험하였으며, 각 배합 당 3개의 시험체로 시험을 실시하였다.

3.2. 비중 및 흡수율 시험

패널 시험체에서 상단, 중앙, 하단에서 각각 3개씩의 시험편을 채취하여 비중시험은 디지털 비중측정기를 이용하여 시험하였고, 흡수율 시험은 KS F 2459에 따라 시험하였다.

3.3. 충격시험

패널 시험체의 충격시험은 KS F 2273 (조립용 판 및 그 구조 부분의 성능 시험방법)에 준하여 시험장치를 제작하여 배합 당 3개의 시험체에 30kg의 모래주머니를 가력체로 하여 낙하높이 50cm, 75cm, 100cm에서 각 3회씩 충격을 가하도록 하였다. 시험체의 손상여부 판정은 초기균열의 조사와 함께 패널의 실용성이 상실되지 않는 한계충격높이로 산정하였다.

3.4. 열전도율 시험

열전도율의 측정은 KS L 9102-97에 따른 평판 열류계류법으로 각 배합당 3개의 시험체에 대해 온도 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $50\pm 5\%$ 의 조건에서 실시하였다. 열전도율 측정장비는 ASTM C 518 및 ISO 8301의 규정에 따른 미국의 Holometrix사의 RAPID-k 열전도율 측정기기를 사용하였다.

4. 실험 결과 및 고찰

4.1. 제작성

제작된 패널 시험체의 제작지수를 측정한 결과, 모든 시험체에서 KS F 4736에서 규정하는 허용오차의 범위를 만족하는 것으로 나타났다. 또한, 패널 시험체의 겉모양의 상태를 육안으로 검토한 결과, FA10-SF10과 FA10-HP10에서 가장 우수한 것으로 나타났는데, FA10-SF10의 경우 실리카흙이 치환됨에 따라 마이크로 필러 효과에 의해 공극이 치밀하게 충전되었기 때문으로 사료되며, FA10-HP10에서는 증점제의 첨가에 의해 패널의 압출성형시 패널의 형상이 유지되었기 때문으로 사료된다.

4.2. 비중 및 흡수율

패널 시험체의 비중 측정 결과 그림 3과 같이 1.59~1.77의 범위로 나타났으며, FA10-SF10에서 1.59로 가장 낮게 측정되어 KS F 4736의 규정(건축용 1.6이하, 차음용 1.8이하)을 만족하는 것으로 나타났다. 또한, 실리카흙의 치환율이 높아질수록 비중이 낮아지는 경향을 나타내었다.

그리고 흡수율 시험 결과 그림 4와 같이 4.76~6.31%의 범위로 측정되어 모든 시험체에서 KS F 4736의 규정(건축용 25%이하, 차음용 18%이하)을 만족하였다. 또한, FA10-SF10에서 4.76%로 가장 낮았고, 실리카흙 치환율이 높아질수록 흡수율은 낮아지는 경향을 나타내었다.

4.3. 내충격성

패널 시험체가 균열, 절단 등의 파손 현상이 발생하기 직전까지의 충격높이와 가력체의 무게를 이용하여 충격에너지를 환산한 결과 표 3과 같이 모든 배합의 시험체에서 2,250 kgf·cm의 충격에너지에 저항하는 것으로 나타나 KS F 4724에 규정된 벽판의 충격강성 63.5 kgf·cm를 초과하므로 건축물의 내벽체로서 요구되는 외부충격에 대한 충분한 내력을 가지는 것으로 판단된다.

표 3. 패널 시험체의 충격시험 결과

시험체	한계 타격높이 (cm)	한계 타격횟수	판정	충격에너지 (kgf · cm)
FA00-00	75	3	수평균열 및 절단	2,250
FA10-00	75	3	수평균열 및 절단	2,250
FA10-SF05	100	3	수평균열 및 절단	3,000
FA10-SF10	100	3	수평균열	3,000
FA10-HP10	100	1	수평균열 및 절단	2,250

4.4 열전도율

열전도율 시험 결과 그림 4와 같이 0.282~0.370 W/m · K의 범위로 측정되어 보통 콘크리트의 열전도율(1.6 W/m · K)에 비해 약 1/5 수준으로 매우 우수한 단열성능을 가지는 것으로 나타났는데, 이는 경량콘크리트의 연행공기에 의한 미세 공극과 경량골재 내부의 기공에 의해 열전도율이 낮아진 때문으로 사료된다. 그리고 FA10-00이 0.282 W/m · K로 가장 낮게 나타났는데, 이는 플라이애시 치환에 따른 공기량 증가에 의한 것으로 판단된다. 또한, 실리카흙의 치환율이 높아질수록 열전도율은 미세하게 증가하는 경향을 나타내었다.

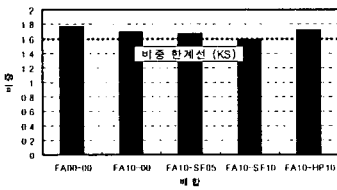


그림 4. 패널 시험체의 비중

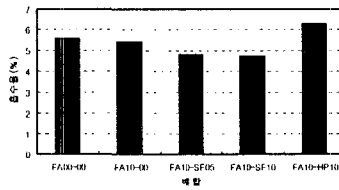


그림 5. 패널 시험체의 흡수율

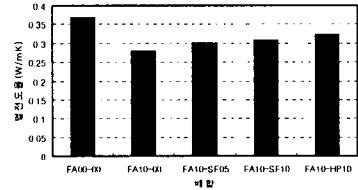


그림 5. 패널 시험체의 열전도율

5. 결론

건축물 내벽체용 압출성형 경량콘크리트 패널을 제작하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 패널 시험체의 제작성은 전반적으로 양호하였으며, FA10-SF10과 FA10-HP10이 특히 우수하였다.
- (2) 패널 시험체의 비중은 FA10-SF10에서 1.59로 KS 기준을 만족하였고, 흡수율은 FA10-SF10에서 4.76%로 가장 낮게 나타났고, 모든 시험체가 KS 기준을 만족하였다.
- (3) 패널 시험체의 내충격성능은 모든 시험체가 KS 기준 63.5kgf · cm을 초과하여 내벽체로서 요구되는 외부충격에 대한 충분한 내력을 가지는 것으로 사료된다.
- (4) 패널 시험체의 열전도율은 0.282~0.370 W/m · K의 범위로 우수한 단열효과를 나타내었다.

위의 결과를 통해 압출성형 경량콘크리트 패널 제작에는 플라이애시 10%, 실리카흙 10% 치환의 배합이 가장 적합할 것으로 판단된다. 그리고 패널의 효과적인 현장적용을 위해서는 패널 자체의 성능 확보와 동시에 패널 접합부나 마감 등에서의 정밀한 시공이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 정상진 외, 건축재료학, 보성각, 1999년
2. 혼화재료를 이용한 경량콘크리트 2차 제품의 제작을 위한 기초적 물성에 관한 실험적 연구, 2003년도 봄 학술발표회 논문집
3. 대한주택공사, 공동주택 건식 경량 내벽체 개발 연구, 대한주택공사, 1997년
4. 日本建築學會, フライアッシュを使用するユンクリートの調査設計・施工指針(案), 1999