

세피올라이트를 이용한 압출성형 콘크리트 패널의 휨강도 및 밀도 특성

The Properties of Flexural Strength and Density of Extrusion Molding Concrete Panel Using Sepiolite

정은혜* 강 철** 김재원* 이정구* 최훈국* 김진만***
Jung, Eun-Hye Kang, Cheol Kim, Jae-Won Lee, Jung-Koo Choi, Hun-Gug Kim, Jin-Man

ABSTRACT

Extrusion concrete panel is made by extrusion of high viscosity paste. The high viscosity paste is made by mix of cement, silica, reinforced fiber and thickening agent in the dry mixer and wet mixer subsequently, extrusion in the extruder, and curing in the normal steam curer and high pressure steam curer subsequently. To increase a flexural strength of the panel, it is used inorganic fiber as like asbestos. But it was known that the asbestos was harmful to human being lately, in the domestic area it is restricted usage in the construction materials. So, it is demanded the alternative material for asbestos in the extrusion concrete panel.

This study is to investigate that the sepiolite is possible to be the alternative of asbestos. The 3 types of sepiolite is applied to the extrusion concrete panel. To investigate the properties of the panel with sepiolite, it is compared the control with asbestos in the flexural strength, the specific density and the spot compressive strength. From the test results, it was found that the panel with sepiolite B is higher than the control with asbestos in the flexural strength and in the density.

1. 서론

압출성형 콘크리트패널은 시멘트, 규산질 원료, 섬유 등을 사용하여 진공압출성형하는 제품으로 주로 건축물의 내·외장재 및 도로방음벽에 사용된다. 패널의 경우 휨강성 증대를 위해 섬유를 사용하는 데 그 중 대표적인 것이 석면이다. 석면은 불연성, 내구성, 내약품성 등의 장점을 가지고 있다. 하지만, 석면의 분진을 장기간동안 호흡기를 통해 흡수할 경우 석면폐(폐선유증), 폐암악성종괴종 등이 발생하여, EU는 2005년 1월 1일부터 역내 석면사용을 일체 금지키로 결정했으며, 한국의 경우 2006년 2월 28일 「유해화학물질관리법」 제32조 석면 및 이를 1%이상 함유한 제품은 제조, 수입사용을 금지한다는 규정을 고시하였다. 따라서 기존의 석면을 주재 혹은 보조재로 사용하던 건설자재의 경우 석면대체재의 개발이 요구된다. 석면대체재로의 요구조건으로는 다른 재료들과 함께 균일하게 분산이 되어야 하며, 시멘트와 섬유 사이의 접착력이 강해야 하고 또한, 내구성과 내알카리성이 뛰어나야 한다. 세피올라이트는 분쇄 할 경우 나무껍질 형태로 석면과 유사한 섬유상을 가지고 있는 점토광물로 흡착성능, 촉매성, 유동성 등의 성질을 가지며 물 등에 분산되어 점성을 증가시키는 성질을 가지고 있다.

이에 본 연구에서는 압출성형 콘크리트 패널의 제조에 있어 석면 대체재로 세피올라이트의 이용 가능성에 대한 기초자료를 제시하기 위해 세피올라이트의 종류에 따라 패널을 제작하여 휨강도 및 밀도 등을 각각 측정하였다.

* 정회원, 공주대학교 건축공학과 공학 석사 과정

** 정회원, 공주대학교 건축공학과 공학 박사 과정

*** 정회원, 공주대학교 건축공학과 교수·공학박사

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

실험계획은 Table 1과 같이 보강섬유의 종류를 4수준으로 실험을 실시하였으며, 측정항목은 휨강도와 시공 중의 모서리 파손에 대한 문제점을 분석하기 위해 국부압축강도를 측정하였으며, 밀도, 흡수율을 측정하였다. 그리고 압축강도는 시편의 제작이 곤란하여 기존 제품에 대한 상대적인 비교를 하였으며, 이를 위하여 상대경도를 측정하였다.

Table 1. Experiment plan

Factors	Levels	Test items
Types of reinforced fiber	<ul style="list-style-type: none"> - Asbestos - Sepiolite A - Sepiolite B - Sepiolite C 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexural strength • Spot compressive strength • Density • Absorption rate • Relative hardness(Schmidt hammer)

* 이후, 석면; (a), 세피올라이트A; (b), 세피올라이트B; (c), 세피올라이트C; (d)로 표기함.

2.2 사용재료

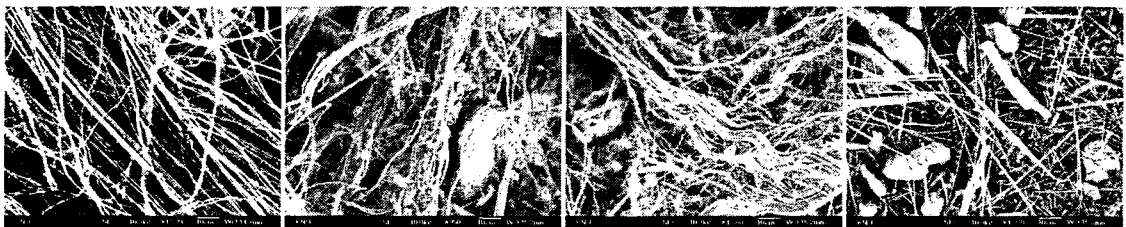
Table 2, 3은 사용재료에 대한 물리적·화학적 성질을 나타낸 것이며, Picture 1은 보강섬유 종류별 특징을 알아보고자 측정한 SEM 결과이다. (a)의 경우 직선형으로 굵기가 균일하며, (b)의 경우 섬유상과 피상이 혼합되어 있다. (c)의 경우 피상은 거의 관찰되지 않고 균일한 곡선 형태를 볼 수 있으며 (d)의 경우 미 분쇄된 피상과 짧은 침상이 많이 존재하는 것을 볼 수 있다.

Table 2 The physical properties of silica

Density(g/cm ³)	Blain(cm ² /g)
2.66	3,793

Table 3 The physical properties of thickening agent

Viscosity(cps)	Ig-loss	Moisture(°/wt)
40,600	0.81	3.7



(a) Asbestos

(b) Sepiolite A

(c) Sepiolite B

(d) Sepiolite C

Picture 1 SEM (×1,000) according to reinforced fiber types

2.3 시험체 제작, 양생, 측정방법

2.3.1 시험체 제작방법

본 실험의 시험체 제작방법은 분체계 재료를 옴니믹서를 이용하여 건비빔을 하고, 니더믹서에서 물을 첨가하여 습비빔을 실시한 후에 압출성형기를 이용하여 시험체를 제작한다. 제작과정은 Fig. 1과 같으며, Picture 2는 압출성형 되어 토출되고 있는 시험체이다.

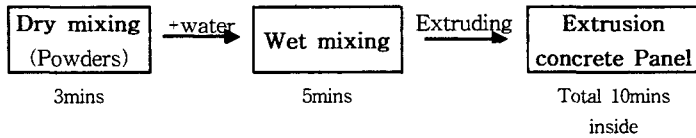
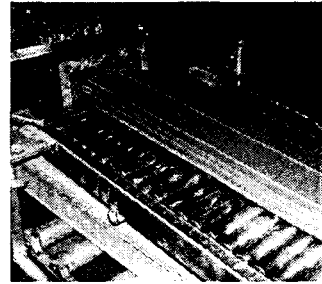


Fig. 1 The method of manufacture



Picture 2 The Method of Extruding

2.3.2 양생방법

압출성형 된 시험체를 5시간의 전치양생 후에 Fig.2, 3과 같이 실시하였다.

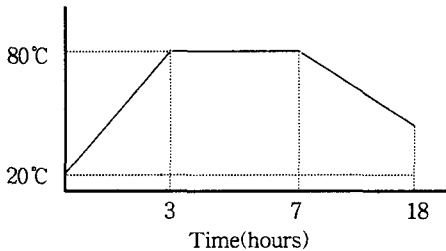


Fig. 2 Curing condition of steam

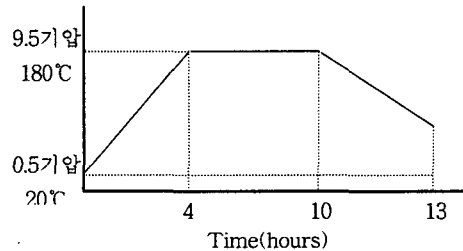


Fig. 3 Curing condition of autoclave

2.3.3 시험방법

강도 측정의 오차를 줄이기 위해 시험체 윗면의 요철을 고려하여, 측정 전에 KS F 2403 「콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작방법」에 준하여 가압판으로 압밀하는 방식으로 캐핑을 한 후, KS F 4735 「압출성형 콘크리트패널」에 준하여 밀도와 흡수율을, KS F 2273 「조립용판 및 그 구조부분의 성능시험방법」에 준하여 휨강도 및 국부압축강도를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 휨강도, 국부압축강도

Fig. 4는 보강섬유 종류별 휨강도와 국부압축강도를 나타내는 것으로 휨강도와 국부압축강도가 유사한 경향을 보이고 있다. 휨강도의 경우, (b)와 (d)가 (a)의 80%도 못 미치는 반면, (c)의 경우에는 (a)보다 약 2MPa정도 높은 강도를 갖는 것으로 나타났다. 이는 (b)의 경우 섬유에 피상이 많이 존재하고 있어 시멘트와의 부착력을 저하시키고, (d)의 경우 짧은 침상의 섬유가 많이 존재하여 섬유의 역할을 하지 못하는 것에 반해, (c)의 경우 (a)와 가장 유사한 섬유상을 가지며 섬유표면에 잔섬유가 많이 존재하여 시멘트페이스트와의 부착력을 높여 만족스런 휨강도를 얻은 것으로 사료된다.

국부압축강도는 (d)의 경우 휨강도와는 달리 (a)와 비슷한 강도를 나타내는 것을 볼 수 있다. 이는 (d)의 섬유상이 단섬유상으로 다른 세피올라이트에 비해 충전효과를 좋게 함으로써 높은 국부압축강도를 나타내는 것으로 사료된다.

3.2 밀도 및 흡수율

Fig. 5는 보강섬유 종류별 밀도와 흡수율을 나타내는 것으로 서로 반비례하는 것을 알 수 있으며 다른 섬유에 비해 (c)의 경우 다소 높게 나타나지만, 최대 1.98, 최소 1.94로 유사하게 나타나고 있다.

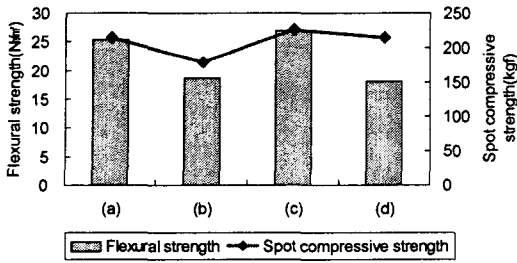


Fig. 4 The strength according to fiber types

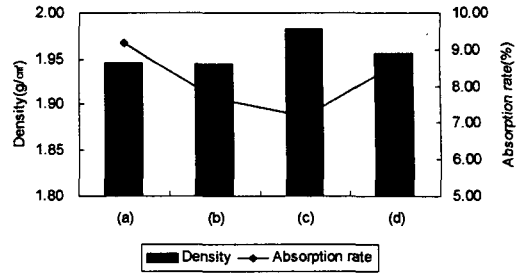


Fig. 5 The density and absorption rate according to fiber types

3.3 상대경도

Fig. 6은 보강섬유 종류별 슈미트해머를 이용하여 측정된 상대경도 값으로 Fig. 4와 비슷한 경향을 보이고 있으며, 다른 섬유에 비해 (C)의 경우가 높게 나타내는 것을 알 수 있다. 이는 Picture 3에서 볼 수 있듯이 섬유에 잔섬유가 존재하여 그로 인해 페이스트와의 부착력을 높여 주어 상대경도가 높게 나타난 것으로 사료된다.

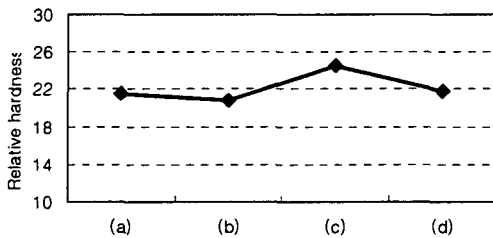
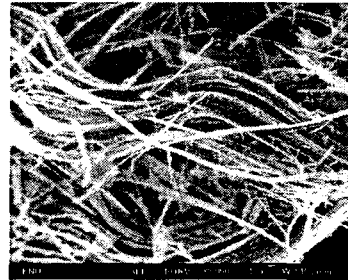


Fig. 6 The relative hardness according to fiber types



Picture 3 SEM (×3,000) of (c) Sepiolite B

4 결 론

- 1) 보강섬유 종류별 밀도와 흡수율은 반비례하는 경향을 나타내고 있으며, 밀도의 경우 (c)의 경우가 다른 경우에 비해 약간 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 섬유상의 잔섬유에 의해 시멘트와의 부착력이 좋아지고 충전 효과를 주는 것으로 사료되며, 흡수율의 경우 (c)의 경우가 낮게 나타나는 것으로 보아 경화체의 내부 공극이 적은 것으로 사료된다.
- 2) 휨강도와 국부압축강도는 보강섬유별로 비슷한 경향을 보이고 있다. 휨강도의 경우 (b)와 (d)가 18.7, 18.2MPa로 (a)보다 7.0MPa정도 낮은 값을 나타내고 있지만, (c)의 경우 27.1로 (a)보다 높은 값을 나타내고 있다. 이러한 결과로 석면의 대체제로 세피올라이트 B가 사용이 사용가능할 것으로 사료된다. 국부압축강도의 경우 다른 섬유에 의해 (b)의 경우가 178.7로 낮게 나타났으며, 나머지는 유사한 값을 나타내고 있다. 이는 (b)의 경우 피상면이 많이 존재하여 시멘트와의 부착력을 감소시켜 나타나는 현상으로 사료되며, (c)의 경우가 (a)경우보다 약 11.2정도 높은 값을 나타내고 있어 시공상 유리할 것으로 사료된다.

(감사의 글) 본 연구는 2005년 중소기업청기술혁신개발사업으로 (주)의성텍과 공주대 RIC/NMR이 공동으로 수행한 연구의 일부로 관계 기관에 감사의 말씀을 올립니다.

참고문헌

1. 최응규, 석면대체 아크릴섬유강화 시멘트복합체에서 각 구성소재의 최적조건 및 물성연구, 대한건축학회
2. 한국건설기술연구원, "압출성형 시멘트 창조재의 석면대체 제조기술 개발", 산업자원부, 2000.