

분말형 견운모를 혼입한 모르타르의 내화성능 연구

Investigation on Fire Resistance of Mortar Made of Powder Type Sericite

박지연¹ · 김소이¹ · 김성하¹ · 이재용² · 정철우^{3*}

Ji-Yeon Park¹ · So-I Kim¹ · Seong-Ha Kim¹ · Jae-Yong Lee² · Chul-Woo Chung^{3*}

(Received December 10, 2020 / Revised December 30, 2020 / Accepted December 30, 2020)

Powder type sericite has been actively researched in the area of chemistry and mineralogy in terms of waste recycling. It is a material that can be obtained relatively inexpensively with a low thermal conductivity like general mica, so in order to improve the thermal conductivity of the mortar, powder type sericite was used in this work. Compressive strengths of mortar before and after high temperature exposure were compared and evaluated to determine the fire resistance of mortar with powder type sericite. According to the experimental results, it was found that the compressive strength decreased when powder type sericite was replaced with cement, but the decrease in compressive strength with the increasing amount of powder type sericite was insignificant. When powder type sericite was incorporated, the thermal conductivity decreased, and the residual strengths of the mortar specimens which were heat treated at 600°C, 900°C, and 1,200°C were higher than that of plain mortar. From the comprehensive evaluation of the experimental results, it can be concluded that the powder type sericite has the potential to be used as a refractory material for cement composites.

키워드 : 견운모, 분말, 소성, 열전도율, 잔존강도

Keywords : Sericite, Powder, Heat treatment, Thermal conductivity, Residual strength

1. 서론

최근에 고층화 대형화 되어가는 철근 콘크리트 구조물 및 철골 철근 콘크리트 구조물에서 화재가 발생하게 되면, 연소 가스의 발생 및 구조체의 열화 등으로 큰 인명 피해가 발생할 수 있다. 특히 철근 콘크리트 구조에서 화재가 발생하게 되면, 내부에 존재 하던 수분이 빠져나가지 못하는 경우, 큰 증기압력이 발생하게 되고, 이로 인해 콘크리트 구조체의 부재표면이 심한 폭음과 함께 박리·탈락하는 폭발현상(pop-out)이 발생하게 된다(Han et al. 2008). 이러한 폭발현상은 피복 콘크리트의 결손을 초래하여, 구조체 내부에 위치한 철근에 고온이 전달되고, 강재의 연화에 의한 역학적 성능의 저하로 이어져 구조부재는 치명적인 내력저하를

초래하고, 결국에는 붕괴를 일으키는 원인이 되기도 한다(Han et al. 2008).

보통 구조부재로 사용되는 철근은 불연재지만 600°C 이상의 열에 일정 시간 노출되면, 강도 및 탄성계수가 급격히 떨어지기에 내화피복이 필수적이다. 내화피복은 내화뿔칠, 내화페인트, 내화 판 등을 부재의 외부에 부착시켜 외부의 고열을 차단함으로써 구조체의 내부 온도를 폭발 발생 가능온도 범위 이하로 유지시키는 역할을 담당한다(Han et al. 2008). 콘크리트 및 시멘트 모르타르의 내화성을 증진시키기 위해 다양한 재료가 활용될 수 있는데, 주변에서 비교적 쉽게 발견할 수 있는 운모 계열의 재료는 내화재료로서 활용될 수 있는 충분한 가능성을 가지고 있다.

운모(Mica)는 칼륨, 마그네슘, 철, 나트륨, 플루오르 및 리튬을

* Corresponding author E-mail: cwchung@pkn.ac.kr

¹부경대학교 건축공학과 학부생 (Undergraduate Student, Department of Architectural Engineering, Pukyong National University, Busan, 48513, Republic of Korea)

²부경대학교 건축·소방공학부 교수 (Division of Architectural and Fire Protection Engineering, Pukyong National University, Busan, 48513, Republic of Korea)

³부경대학교 건축·소방공학부 부교수 (Division of Architectural and Fire Protection Engineering, Pukyong National University, Busan, 48513, Republic of Korea)

Copyright © 2021 by Korean Recycled Construction Resources Institute

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

함유하는 알루미늄 규산염군 광물에 사용되는 속명이다. 여기에 속하는 각 광물들은 서로 다른 물리적 특징을 가지고 있으나, 매우 복잡한 화학식을 가지고 있고, 모두 명확한 쪼개짐을 보이는 6면의 단사정계 결정으로 이루어진 층상 규산염 광물이다. 대표적으로 백운모(muscovite), 흑운모(biotite), 금운모(phlogopite) 등이 존재하는데, 열전도율은 결정면에 수직 방향으로 측정하는 경우 0.44~0.46 W/mK로 상당히 낮고(Grey and Uher 1977), 내화성, 불연성, 및 열적 안정성을 가지므로, 열 절연 패널, 내연성 석고보드, 조립식 패널과 같은 분야에서 석면의 대체물질로 활용되고 있다(Yun 2012).

이처럼 열적으로 뛰어난 특성을 가졌음에도 불구하고 현재 광산에서 채굴되는 운모석의 경우 하품은 대부분 폐기 처분되고 있다. 이러한 폐기되는 운모를 활용하여 골재로 사용하면, 시멘트 복합체의 열전도율을 크게 감소시켜 내화성을 향상시킬 수 있다. 그러나 운모는 골재로 사용하기에는 다른 골재들에 비해 비교적 비싸고, 백운모는 알칼리 반응성을 나타내는 것으로 알려져 있어(Yun et al. 2008) 유사한 화학성분 및 구조를 가지는 각종 운모를 내화성능의 향상을 위해 시멘트 복합체용 골재로 활용하기에는 어려움이 있을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 운모를 분말 형태로 시멘트 대체재로 활용하여 시멘트 모르타르의 내화성을 개선하는 방법에 대해 연구하고자 한다.

본 연구에서는 다양한 형태의 운모 중 폐기물 재활용 차원에서 비교적 저렴하게 구하기 쉽고 화학, 광물 분야에서 연구가 활발하게 이루어지고 있는 견운모(Sericite)를 선정하였다. 견운모란 운모의 한 종류로 열수작용으로 형성된 점토모양의 미세한 백운모를 지칭하며, 화학성분은 백운모와 유사하나 칼륨이 적고 수분은 다소 많은 것으로 알려져 있다. 견운모는 내열성이 뛰어나 전선용 비닐에 첨가하는 경우 안정성이 향상되고 고무에 첨가하면 내마모성, 인장강도 증가시키는 등의 특성이 있어 다양한 분야에서 사용되고 있다(Cho et al. 2009). 본 연구에서는 분말형 견운모를 혼입한 모르타르를 제작한 후, 플레인 모르타르와 압축강도를 비교하고, 고온노출시험을 진행한 모르타르의 잔존 압축강도를 측정하여 견운모의 내화성능을 확인하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험재료

본 연구에서는 국내 S사의 1종 보통 포틀랜드 시멘트 및 한국수맥평가원에서 구입한 3,000 mesh 분말형 견운모를 사용하였다. 잔골재는 KS L 5109 규격에 따른 표준모래를 사용하였다. 시멘트

Table 1. Chemical compositions of type I ordinary portland cement and sericite(%)

	Cement	Sericite
CaO	63.42	0.40
SiO ₂	19.48	66.5
Al ₂ O ₃	4.69	21.9
Fe ₂ O ₃	3.04	0.31
MgO	3.11	0.40
K ₂ O	1.32	2.73
Na ₂ O	-	0.54
TiO ₂	0.38	0.02
P ₂ O ₅	0.2	-
MnO	0.13	-
ZnO	0.11	-
SO ₃	4.08	-

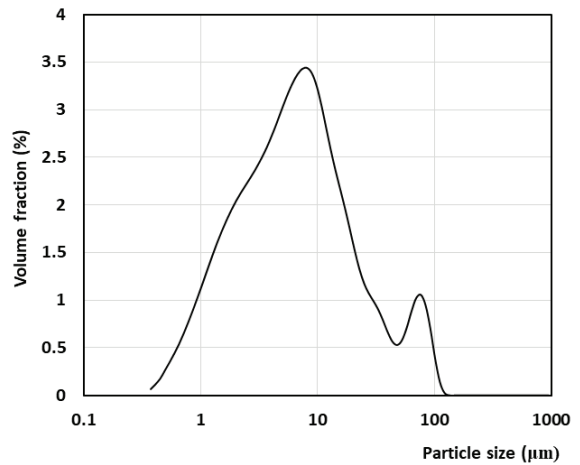


Fig. 1. Particle size distribution of powder type sericite

및 분말형 견운모의 화학성분은 X-선 형광분석기 XRF-1800 모델(Shimadzu, Japan)을 이용하여 측정하였으며, 이를 Table 1에 나타내었다.

분말형 견운모의 입도분포는 Laser Diffraction 입도분석기 LS 13320 모델(Beckman Coulter, USA)를 이용해 측정하였으며, 관련 데이터는 Fig. 1에 나타내었다. 평균입도 13.56μm, 중간입도 6.69μm로 일반적인 시멘트 입자의 평균값인 15~17μm에 비해 낮은 것으로 나타났다.

2.2 배합

시멘트 모르타르의 배합 시 시멘트:잔골재 중량비는 1:3, 물결합재비는 0.5로 고정시킨 후, 분말형 견운모의 치환율을 시멘트 중량 대비 0, 10, 20, 30, 및 40%로 치환하여 모르타르 시험체를 제작하였

다. 배합과정은 ASTM C 305 Standard Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency에 준하여 진행하였으며, 표준사를 먼저 표건상태로 만든 후, 시멘트와 배합수를 넣고 모르타르 배합을 진행하였다.

2.3 압축강도

압축강도 시험은 ASTM C 109 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars(Using 2-in. or [50mm] Cube Specimens)에 따라 50mm×50mm×50mm의 큐브 시험체를 제작한 후 진행하였다. 모르타르 시편의 타설이 완료된 후, 몰드의 윗면을 플라스틱 시트로 덮어 수분의 증발을 억제 한 후, 하루 동안 실험실에 방치하였고, 경화가 완료된 후 탈형된 모르타르 시험체를 21±2°C의 포화수산화칼슘 수용액에 침지시켜 28일 재령이 될 때 까지 양생을 진행하였다. 28일 재령에서의 압축 강도의 측정은 전동식 압축강도 시험기(S1 industry Co., Korea, S1-1471D)를 사용하여 진행되었다.

2.4 열전도율

견운모의 특성 중 하나인 낮은 열전도율을 증명하기 위해 분말형 견운모를 혼입한 200×200×20mm의 시멘트 모르타르를 별도로 제작하고, 이의 열전도율 시험을 진행하였다. 열전도율 시험은 HC-074 모델(EKO Instruments Co. Ltd., Japan)을 사용하였으며, 이는 열흐름 센서(Heatflux Sensor)방식을 활용하는 장비이다.

제작된 시험체는 강도 시험용 시험체와 동일한 배합을 가지되, 분말형 견운모의 혼입량 0, 20%, 40%의 시편에 대해서만 측정을 진행하였다. 제작이 완료된 시험체는 21±2°C의 포화수산화칼슘 수용액에 침지시켜 28일 재령이 될 때 까지 양생을 진행하였다. 양생이 완료된 시험체는 열전도율 시험에서의 오차를 줄이기 위하여 105°C 온도에서 중량의 변화가 없을 때 까지 24시간 건조시킨 후, ASTM C 518 Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus의 규준에 준해 온도는 (22±1)°C, 습도는 R.H. (45±2)%의 환경에서 열전도율을 측정하였다.

2.5 고온노출(내화성능평가)

내화성능 시험은 50mm×50mm×50mm의 큐브 시험체를 제작한 후 진행하였다. 압축강도 측정용 시험체와 동일한 방법으로 28일간 양생된 모르타르 시편을 105°C에서 24시간 건조시킨 후, 건조기에서 꺼내어 공기 중에 24시간 식힌 후 내화 시험을 진행하

였다. 이는 수증양생 후 갓 꺼낸 시험체에는 수분 함유량이 많아, 수분의 급격한 증발 및 기화로 인해 모르타르 시험체에 가해지는 충격을 없애기 위함이다.

시험체의 가열은 머플퍼니스 Sk-MK(SH scientific, Republic of Korea)를 활용하였으며, 가열온도는 600°C, 900°C, 1,200°C, 소성시간은 목표온도 도달 후 1시간 및 2시간으로 설정하였고, 목표온도까지 온도상승률은 분당 10°C로 고정하였다. 가열 및 소성 과정이 종료되면, 머플퍼니스의 전원을 내리고, 시험체를 24시간 동안 퍼니스 내부에서 서서히 식힌 뒤 꺼내어 잔존 압축강도를 측정하였다.

3. 실험결과

3.1 압축강도

Fig. 2는 분말형 견운모를 혼입한 모르타르의 재령 28일 압축강도를 나타낸 것이다. 플레인 모르타르의 경우 압축강도는 28.28MPa로 나타났으며, 분말형 견운모를 10% 혼입하는 경우 압축강도가 25.40MPa로 10.20% 감소하는 것으로 나타나, 분말형 견운모의 혼입이 모르타르의 압축강도에 악영향을 미치는 것을 알 수 있다.

분말형 견운모의 혼입률이 10%를 넘어서게 되면, 압축강도는 각각 24.54MPa(20%), 24.48MPa(30%), 24.62MPa(40%)로 치환을 증가에 의한 강도 감소는 거의 발생하지 않는 것으로 나타났다. 일반적으로 강도에 악영향을 끼치는 재료를 혼입하는 경우, 혼입률의 상승에 의해 강도의 비율적으로 강도의 하락이 발생하는데, 분말형 견운모의 경우 그렇지 않은 경향을 보이는 것으로 나타났

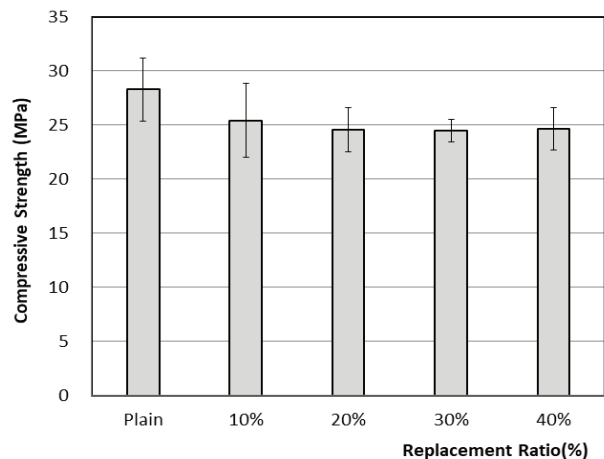


Fig. 2. The 28 day compressive strengths of mortar made of powder type sericite

다. 이에 대한 이유는 명확하지 않으나, 분말형 견운모의 평균 입도가 시멘트 보다 작고, 이의 주요 화학성분(Table 1)이 알루미늄 실리케이트인점을 감안하면, 필러 효과(Benachour et al, 2008) 및 포졸란 반응(Kaminskas et al, 2018)에 일정 부분 영향을 받은 것으로 추정된다.

3.2 열전도율

Fig. 3은 분말형 견운모 혼입 모르타르의 열전도율 데이터를 나타낸 것이다. 플레인 모르타르의 열전도율은 0.6082W/mK로 측정되었고, 20%의 분말형 견운모를 치환하는 경우 0.6020 W/mK, 40%로 증가시키는 경우 0.5609W/mK로 나타나, 분말형 견운모의 혼입량이 증가할수록 열전도율은 감소하는 것으로 나타났다. 플레인 모르타르와 분말형 견운모 치환율 20% 모르타르 사이의 열전도율 값에는 큰 차이는 없으나(1.02% 감소), 치환율 40% 모르타르의 경우 열전도율이 7.78% 감소하는 것을 볼 때, 견운모 치환을 통한 열전도율 감소 효과를 얻기 위해서는 20% 이상을 혼입해야 할 것으로 판단된다.

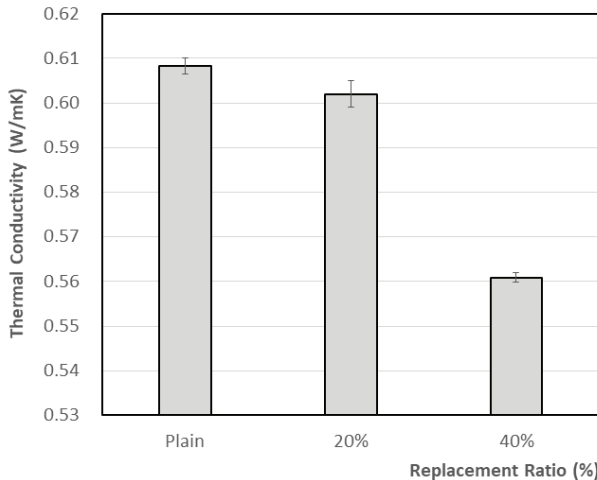


Fig. 3. Thermal conductivities of mortar made of powder type sericite

3.3 고온노출

Fig. 4는 600°C의 온도에 노출시킨 후 측정된 모르타르 시험체의 압축강도 데이터를 나타낸 것이다. 플레인 모르타르의 경우 600°C에 1시간동안 소성되었을 때 18.44MPa의 압축강도를 보였고, 소성시간이 2시간으로 증가하면 14.40MPa로 감소하는 것으로 나타났다. 분말형 견운모를 치환한 모르타르 시험체의 경우에는, 10% 및 20% 치환 시에는 압축강도가 600°C 소성시간에 비례하여

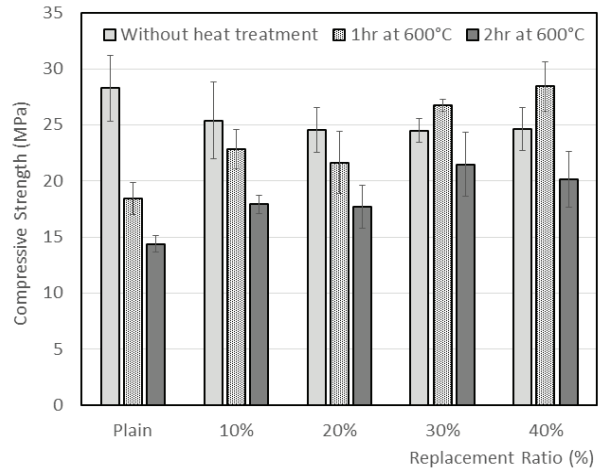


Fig. 4. Compressive strengths of mortar made of powder type sericite after exposure to 600°C

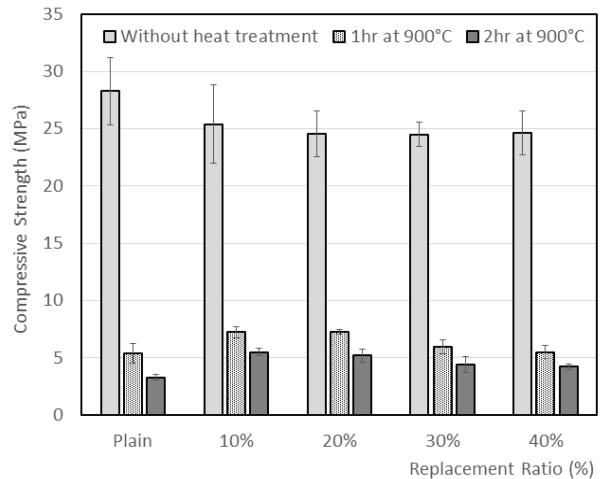


Fig. 5. Compressive strengths of mortar made of powder type sericite after exposure to 900°C

감소하는 것으로 나타났으나, 30% 및 40% 치환시에는 동일하게 600°C에 1시간 소성시 압축강도가 오히려 증가하였다가 2시간 소성되면 압축강도가 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 2시간 소성 이후의 압축강도는 고온노출을 겪지 않은 시험체의 압축 강도보다는 낮게 나타났다.

노출시간에 따른 압축강도 감소율의 현저한 차이는 분말형 견운모의 혼입에 의한 열전도율의 감소와 직접적인 연관이 있는 것으로 보이며, Fig. 3의 열전도율 데이터와도 상당한 연관성을 가지는 것으로 판단된다. 600°C에 1시간 소성시 압축강도의 상승 현상이 소성시간을 2시간으로 늘리게 되면 사라지는 것을 고려하면, 분말형 견운모에 의해 모르타르의 열전도율이 저하되어, 1시간 소성 만으로는 시편 중심부까지 고온 노출에 의한 열화를 진행시킬

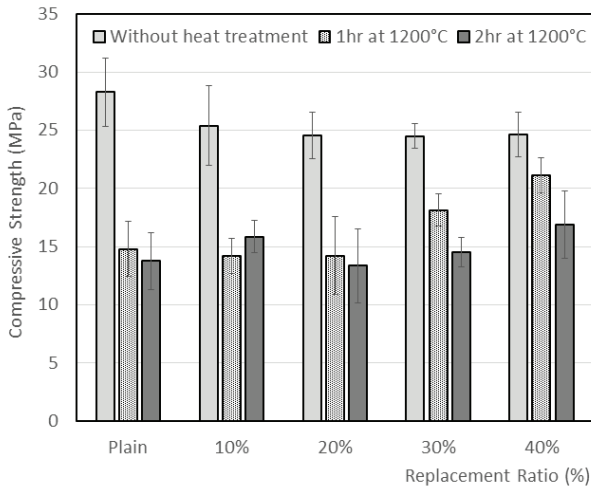


Fig. 6. Compressive strengths of mortar made of powder type sericite after exposure to 1,200°C

정도의 온도에 도달하지 못하였을 것으로 판단하는 것이 가장 개연성 있는 해석으로 보이지만, 이에 대한 명확한 이유는 확인할 수 없었다.

Fig. 5은 900°C의 온도에 노출시킨 후 측정된 모르타르 시험체의 압축강도 데이터를 나타낸 것이다. 플레인 모르타르의 경우 900°C에 1시간동안 소성되었을 때 5.40MPa의 압축강도를 보였고, 노출시간이 2시간으로 증가하면 3.32MPa로 감소하는 것으로 나타났다. 전체적으로 600°C의 온도에 노출된 시험체에 비해 높은 수준의 강도감소가 발생하였는데, 이는 900°C의 온도에서는 모르타르 시험체로부터 Ca(OH)₂ 및 C-S-H의 분해가 진행되었을 뿐만 아니라, CaCO₃까지 분해되면서, 미세구조가 완전히 붕괴되었기 때문에 사료된다.

분말형 견운모를 혼입한 모르타르는 치환율 10%에서 7.24MPa(1시간) 및 5.52MPa(2시간), 20%에서 7.28MPa(1시간) 및 5.20MPa(2시간), 30%에서 5.96MPa(1시간) 및 4.44MPa(2시간), 40%에서 5.52MPa(1시간) 및 4.24MPa의 잔존 압축강도를 나타내는 것을 알 수 있다. 고온노출시험 이전의 분말형 견운모 혼입 모르타르의 강도가 플레인 모르타르에 비해 낮은데도 불구하고, 고온노출 이후에 오히려 높은 강도값을 보인다는 점을 고려하면, 분말형 견운모를 혼입하는 것이 모르타르의 내화성능을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

Fig. 6은 1,200°C의 온도에 노출시킨 후 측정된 모르타르 시험체의 압축강도 데이터를 나타낸 것이다. 플레인 모르타르의 경우 1,200°C에서 각각 14.80MPa(1시간) 및 13.76MPa(2시간)의 압축강도를 보였고, 분말형 견운모를 치환한 모르타르 시험체의 경우에

는, 10% 치환에서 14.2MPa(1시간) 및 15.84MPa(2시간), 20% 치환에서 14.24MPa(1시간) 및 13.36MPa(2시간)으로 플레인 모르타르와 매우 유사한 강도특성을 보였다. 그러나 30% 치환에서 18.12MPa(1시간) 및 14.52MPa(2시간), 40% 치환에서 21.12MPa(1시간) 및 16.88MPa(2시간)의 압축강도를 보였는데, 이는 동일한 시간동안 동일한 온도에 노출되었던 플레인 모르타르에 비해 오히려 높은 압축강도이다.

1,200°C의 온도에 노출시 압축강도가 오히려 900°C의 경우에 비해 상승하는 이유는 모르타르를 구성하고 있는 시멘트 페이스트 성분 중 실리케이트 성분의 결정화가 약 1,000°C를 넘어서면서 시작되었기 때문에 사료된다. 특히 견운모의 경우 1,200°C에서 고온에서 매우 안정적인 알루미늄실리케이트 광물상인 몰라이트(mullite)로 변환되는데, 이는 열팽창률이 작고 탄성률이 비교적 낮아 내열 충격저항이 뛰어난 광물이다(Lee 1997). 견운모 함유량이 높은 모르타르에서 압축강도가 좀 더 높게 나온 것은 이와 유사한 형태의 고온 화학반응에 의한 영향으로 추정된다.

4. 고찰

본 연구에서 얻은 실험 결과에 따르면, 분말형 견운모를 혼입한 모르타르는 낮은 열전도율을 가지며, 이로 인해 화재 시 고온에 노출되었을 때 강도 하락 속도를 늦추어 줄 수 있을 것으로 판단된다. 고온에 노출되지 않은 플레인 모르타르의 28일 압축강도(28.28MPa)를 기준으로, 고온 노출을 받은 각 시험체의 강도 손실률을 파악해 보면(Table 2), 분말형 견운모를 혼입한 모르타르 시험체의 강도비율이 각 온도영역대에서 플레인 모르타르의 강도비율에 비해 높음을 알 수 있다. 이는 비록 분말형 견운모의 혼입으로 인해 압축강도의 손실이 발생하더라도, 화재와 같은 상황을 겪게 되면 잔존 압축강도가 일반 콘크리트에 비해 높게 유지되어 구조체의 안전율을 높여 줄 수 있다는 것을 의미한다.

상대적으로 낮은 온도영역인 900°C까지는 수분 증발에 의한 미세균열의 발생, C-S-H 구조의 붕괴와, CaCO₃로부터의 탈산산

Table 2. Rate of strength loss compared to that of unheated mortar(%)

	600°C		900°C		1,200°C	
	1hr	2hr	1hr	2hr	1hr	2hr
Plain	65.21	50.92	19.09	11.74	52.33	48.66
10%	80.76	63.35	25.60	19.52	50.21	56.01
20%	76.52	62.66	25.74	18.38	50.34	47.24
30%	94.48	75.95	21.07	15.69	64.06	51.34
40%	100.57	71.28	19.52	14.98	74.68	59.69

반응 등으로 인하여 페이스트 내부의 공극률이 커지게 되고, 이로 인해 강도가 감소하는 경향을 보이는 것으로 알려져 있다. 그러나 1,200°C 이상의 고온에 노출되는 경우 콘크리트 구조체의 잔존 역학적 성능이 900°C에 노출되는 경우보다도 높아진 이유의 규명에 관해서는 명확한 연구 결과가 존재하지 않는 것으로 보인다. 본 연구에서는 1,200°C의 고온에서 건운모가 매우 안정적인 알루미늄실리케이트 광물상인 몰라이트(mullite)로 변환된다는 점과 (Lee 1997), 포졸란 반응성 향상을 위한 열처리를 진행하였던 기존 문헌 중 900°C의 온도를 넘어서게 되면 점토질 광물의 재결정화가 진행된다는 기존의 문헌을 근거(Almenares et al. 2017)로 강도 상승의 원인을 유추하였지만, 본 연구에서는 이에 대한 명확한 결론을 내릴 수 있는 수준의 학술적 결과를 근거로 판단을 내린 것은 아니므로, 추후 연구를 통해 이를 명확하게 규명할 필요가 있다는 점을 언급하고자 한다.

5. 결론

본 연구에서는 분말형 건운모를 혼입한 모르타르를 제작하고, 이의 열전도율 및 고온노출 이후의 강도손실률을 평가하여, 분말형 건운모의 내화재료 활용가능성을 밝히고자 하였다. 본 연구에서 진행한 실험 결과에 따르면, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

- 1) 분말형 건운모를 치환하는 경우 압축강도는 감소하였다. 10%의 건운모를 치환하는 경우 플레인 모르타르 대비 10.2%의 강도감소가 발생하였으며, 20% 치환시 13.2%, 30% 치환시 13.4%, 40% 치환시 12.9%로 분말형 건운모의 치환률이 증가하여도 압축강도의 감소는 두드러지지 않았다.
- 2) 분말형 건운모를 치환하면 모르타르의 열전도율을 저하시키는 것으로 나타났다. 특히 40% 치환 시 열전도율의 하락 폭이 플레인 모르타르 대비 7.78%로 가장 크게 나타났다.
- 3) 고온노출 이후의 잔존강도를 평가하였을 때, 분말형 건운모가 치환되는 경우 플레인 모르타르에 비해 높은 강도를 보이는 것으로 나타났다. 또한 대부분의 경우 분말형 건운모의 치환율이 30%를 넘어서는 경우 잔존강도가 더욱 높은 것으로 나타났다.
- 4) 분말형 건운모를 혼입하였을 때 플레인 모르타르에 비해 압축 강도 저하가 미미하고, 고온노출 시험 결과 플레인 모르타르에 비해 가열 전, 후 강도 변화가 적은 것으로 보아 건운모의 내화재료로서의 사용 가능성이 충분하다고 판단된다.

Conflicts of interest

None.

감사의 글

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2019년)에 의하여 연구되었음(과제번호 C-D-2019-0690).

References

- Almenares, R.S., Vizcaino, L.M., Damas, S., Mathieu, A., Alujas, A., Martirena, F. (2017). Industrial calcination of kaolinitic clays to make reactive pozzolans, *Case Studies in Construction Materials*, **6**, 225–232.
- American Society for Testing and Materials C 109. (2020). Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars(Using 2-in. or [50mm] Cube Specimens), West Conshohocken: ASTM International.
- American Society for Testing and Materials C 305. (2020). Standard Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency West Conshohocken: ASTM International.
- American Society for Testing and Materials C 518. (2017). Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus, West Conshohocken: ASTM International.
- Benachour, Y., Davy, C.A., Skoczylas, F., Houari, H. (2008). Effect of a high calcite filler addition upon microstructural, mechanical, shrinkage and transport properties of a mortar, *Cement and Concrete Research*, **38(6)**, 727–736.
- Cho, K.J., Kim, Y.J., Park, H.H., Cho, S.B. (2009). Improvement in grade of sericite ore by dry beneficiation, *Korean Journal of Materials Research*, **19(4)**, 212–219. [in Korean]
- Gray, A.S., Uher, C. (1977). Thermal conductivity of mica at low temperatures, *Journal of Materials Science*, **12**, 959–965.
- Han, C.G., Yang, S.H., Han, M.C., Kim, S.W., Lee, S.H., Kim, W.J. (2008). Recent spalling prevention technology of the high strength concrete subjected to fire, *Magazine of the Korea Concrete Institute*, **20(5)**, 43–52 [in Korean].
- Kaminskas, R., Monstvilaite, D., Valanciene, V. (2018). Influence of low-pozzolanic activity calcined mica clay on hydration and

- hardening of portland cement, *Advances in Cement Research*, **30(6)**, 231–239.
- Lee, D.J. (1997). A study on the geological occurrence, the mineralogical and physico-chemical properties of the Yucheon sericite ore in Chungga area, Kyung-sangbuk-do, *Journal of the Mineralogical Society of Korea*, **10(2)**, 114–125. [in Korean]
- Yun, K.K., Kim, S.W., Hong, S.H., Han, S.H. (2008). Evaluation of alkali-silica reactivity for aggregates in Korea according to test methods, *Journal of the Korea Concrete Institute*, **20(6)**, 689–696 [in Korean].
- Yun, S.K. (2012). Experimental Study on the Fireproof and Physical Characteristics of Mortar using Mica, Graduate School of Industry and Engineering, Master's Thesis, Seoul National University of Science and Technology [in Korean].

분말형 건운모를 혼입한 모르타르의 내화성능 연구

분말형 건운모는 폐기물 재활용 차원에서 화학, 광물 분야에서 활발하게 연구가 이루어지고 있고, 비교적 저렴하게 구할 수 있는 재료이며, 일반 운모와 마찬가지로 낮은 열전도율을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 분말형 건운모를 활용하여 모르타르의 열전도율을 개선하고, 이를 통해 시멘트 복합체용 내화재료로서와 활용가능성을 확인하고자 하였다. 분말형 건운모를 혼입한 시멘트 모르타르를 제작하고, 이의 열전도율 및 고온 노출 전후의 압축강도를 비교 평가하여 내화성능을 규명하고자 하였다. 실험 결과에 따르면, 분말형 건운모를 혼입하는 경우 압축강도가 감소하는 것으로 나타났으며, 혼입량 증가에 따른 압축강도의 감소는 미미하였다. 분말형 건운모를 혼입하면, 열전도율이 감소하며, 600°C, 900°C, 1,200°C에 소성된 모르타르 시험체의 잔존강도가 플레인 모르타르에 비해 높게 나타났다. 실험 결과를 종합적으로 평가해 볼 때, 분말형 건운모는 시멘트 복합체용 내화 재료로서의 활용가능성이 존재한다고 결론지을 수 있다.