

# 목모 세라믹 보드용 알루미노-실리케이트계 무기 바인더의 물리적 특성 향상에 관한 실험적 연구

## An experimental study for improvement in physical properties on the alumino-silicate binder for wood wool ceramic board

박동철\* 양완희\*\* 최해영\*\*\* 이세현\*\*\*\* 송태협\*\*\*\*\* 심종우\*\*\*\*\*  
Park, Dong-Cheol Yang, Wan-Hee Choi, Hae-Young Lee, Se-Hyun Song, Tae-Hyup Sim, Jong-Woo

### ABSTRACT

It is known that cement production not only consumes large amount of energy but also contributes substantially to the green house gas emission. Therefore, there is a demand to develop a new technology to produce energy efficient and environmental conscious cements.

The most recent, wood wool ceramic board is being applied in various building material field, for example thermal insulating and acoustic absorption material.

This paper focused on improvement of alumino-silicate binder's physical properties for wood wool ceramic board.

As the result of this experiment, what we could obtain best fitted alumino-silicate binder's properties such as initial setting time, flow and compressive strength of 3 days aged, was 58min, 110% and 66.0Mpa. This result can be applicable to commercial wood wool ceramic board.

### 1. 서론

시멘트의 생산에는 큰 에너지의 소모뿐만 아니라, 온실가스를 발생시킨다는 사실은 너무나 잘 알려져 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위한 방법의 하나로 최근 새롭게 발전해온 알루미노-실리케이트계 무기 바인더의 활용이 요구되고 있다.

한편 목모 세라믹 보드는 목재 섬유와 시멘트계 결합재로 구성된 건축 내외장재용 보드로서, 최근 유럽에서 그 생산기술이 도입되어 국내생산이 시작되었으며, 단열재 및 흡음재 등의 다양한 건축소재로 사용되어지고 있다.

본 연구는 이러한 목모 세라믹 보드용 바인더를 개발하기 위한 실험적 연구로서 기존의 목모 세라믹 보드 제조에 사용되는 시멘트계 바인더를 알루미노-실리케이트계 무기 바인더로 대체하고자 하였다.

\* 정회원, 주식회사 인트캠 기술연구소 소장  
\*\* 정회원, 주식회사 인트캠 기술연구소 차장  
\*\*\* 정회원, 주식회사 인트캠 기술연구소 대리  
\*\*\*\* 정회원, 한국건설기술연구원 수석연구원  
\*\*\*\*\* 정회원, 한국건설기술연구원 선임연구원  
\*\*\*\*\* 정회원, 한국건설기술연구원 연구원

기존의 선행연구의 결과에서는 플로우, 응결시간, 압축강도 등 각 항목별로 우수한 효과는 확인하였으나, 이들 항목모두 동시에 우수한 결과를 확보하지 못한 한계점이 있었다. 따라서, 본 연구에서는 알루미늄-실리케이트계 무기 바인더를 기존의 문헌 및 선행 연구 결과를 토대로 하여 결합제의 Si : Al의 몰비 및 경화제의 Si : K : Na의 몰비를 조절하여 최적 조성을 도출하고자 하였으며, 기존의 목모 세라믹 보드 제조에 사용되는 시멘트계 바인더와 기초 물성을 비교 평가하였다.

## 2. 실험방법 및 내용

### 2.1. 실험계획 및 사용재료

본 연구에서는 알루미늄-실리케이트계 무기 바인더의 물리적 성능을 향상시키기 위하여 선행된 연구 결과를 토대로 결합제의 Si : Al의 몰비 및 경화제의 Si : K : Na의 몰비를 다음과 같이 조정하여 실험을 진행하였으며, 기존의 목모 세라믹 보드의 제조시 요구되는 바인더의 성능을 고려하여 표 1과 같은 목표를 설정하였다. 또한, 본 연구에 사용된 원재료의 특성은 표 2와 같다.

표 1 실험 인자 및 목표

실험인자		실험 목표		
결합제의 몰비 (Si : Al)	경화제의 몰비 (Si : K : Na)	유동성	응결	압축강도(3일)
1 : 1.5 1 : 2.0 1 : 2.5	1 : 1.1 : 2.3 1 : 1.6 : 2.3 1 : 2.1 : 2.3	110% 이상	60분 이하	40Mpa 이상

표 2 혼합재 및 자극제의 물성

혼합재	고로슬래그	메타카올린	OPC*	WPC**	PS***	SS****
종류 및 산지	국내 G사	국내 K사	국내 S사	국내 U사	국내 D사	국내 S사
특성	비중 2.91 blaine 2,400cm <sup>2</sup> /g	비중 2.59 blaine 10,000cm <sup>2</sup> /g	비중 3.14 blaine 3,320cm <sup>2</sup> /g	비중 3.15 blaine 3,500cm <sup>2</sup> /g	K <sub>2</sub> O : nSiO <sub>2</sub> = 1.0 : 2.0	Na <sub>2</sub> O : nSiO <sub>2</sub> = 1.0 : 3.0

\* : Ordinary Portland Cement      \*\* : White Portland Cement  
 \*\*\* : Potassium Silicate solution      \*\*\*\* : Sodium Silicate solution

표 3 실험 배합

구분	결합제의 몰비 (Si : Al)	경화제의 몰비 (Si : K : Na)	비 고
OPC based binder			경화제 : 경화제 = 1 : 0.45
WPC based binder			
GPH1-1	1 : 1.5	1 : 1.1 : 2.3	
GPH1-2		1 : 1.6 : 2.3	
GPH1-3		1 : 2.1 : 2.3	
GPH2-1	1 : 2.0	1 : 1.1 : 2.3	
GPH2-2		1 : 1.6 : 2.3	
GPH2-3		1 : 2.1 : 2.3	
GPH3-1	1 : 2.5	1 : 1.1 : 2.3	
GPH3-2		1 : 1.6 : 2.3	
GPH3-3		1 : 2.1 : 2.3	

### 2.2. 시험체의 제조

알루미노-실리케이트계 무기 바인더의 결합재는 고로슬래그, 메타카올린을 사용하여 그 몰비가 Si : Al = 1 : 1.5~2.5가 되도록 제조하였으며, 경화제는 PS(Potassium Silicate solution), SS(Sodium Silicate Solution), NaOH, KOH를 사용하여 그 몰비가 Si : Na : K = 1 : 1.1~2.1 : 2.3이 되도록 제조하였다.

## 2.4. 시험방법

알루미노-실리케이트계 무기 바인더의 물리적 성능을 기존의 목모 세라믹 보드용 바인더인 시멘트와 비교평가하기 위하여 다음과 같은 시험을 실시하였다.

플로우는 KS L 5102(수경성 시멘트의 표준 주도 시험 방법), 응결시간은 KS L 5108(비카트 침에 의한 수경성 시멘트의 '응결 시간 시험 방법), 압축강도는 KS L 5105(수경성 시멘트 모르타의 압축 강도 시험 방법)에 의하여 측정하였다.

## 3. 실험결과

### 3.1. 응결시험

적절한 초기물성 확보를 위하여 응결시험을 진행한 결과, OPC계 바인더는 82분, WPC계 바인더는 55분을 나타낸 반면, 알루미노-실리케이트계 무기 바인더의 경우 58~116분 사이의 결과를 나타내었으며, 그림1에 나타난 바와 같이 경화제의 K의 몰비가 1.6이하인 결합재의 경우 목표치(60분 이하)에 적합한 58분의 결과를 나타내었다.

### 3.2. 플로우

플로우 시험결과는 OPC계 바인더는 117.7%, WPC계 바인더는 80%를 나타낸 반면, 알루미노 실리케이트계 결합재의 경우, 112~125%의 결과를 나타내었으며, 그림 2에 나타난 바와 같이 결합재에서는 Al의 몰비가 상승할수록, 경화제에서는 K의 몰비가 상승할수록 플로우가 다소 증가하는 경향이 있었다. 또한 대부분의 시험체가 목표치(110%)에 부합하는 결과를 확인하였다.

### 3.3. 압축강도

재령 3일에서의 압축강도 시험결과는 OPC계 바인더는 4.6Mpa, WPC계 바인더는 24.0Mpa를 나타낸

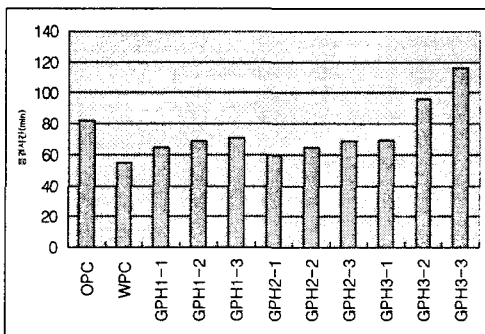


그림 1 응결 시험 결과

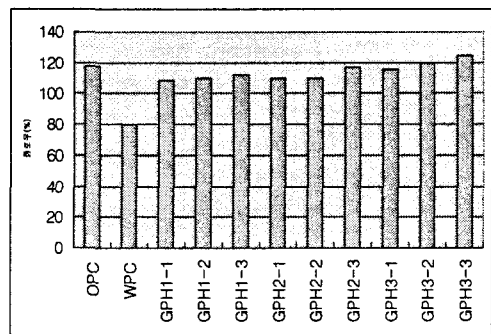


그림 2 플로우 시험 결과

표 4 압축강도 시험 결과

구분	압축강도(Mpa.)	
	3일	7일
OPC	4.6	15.0
WPC	24.0	50.0
GPH1-1	42.1	54.7
GPH1-2	45.9	55.2
GPH1-3	44.5	54.9
GPH2-1	66.0	75.0
GPH2-2	54.1	64.1
GPH2-3	50.4	61.8
GPH3-1	41.9	38.2
GPH3-2	39.8	48.7
GPH3-3	26.4	36.1

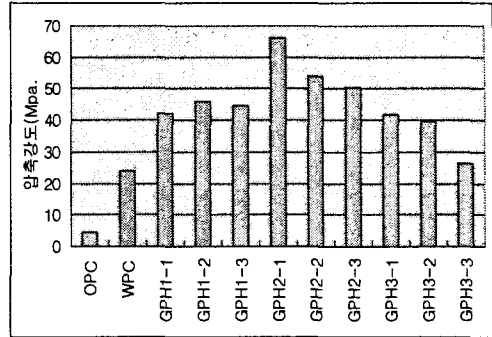


그림 3 압축강도(3일) 시험결과

반면, 알루미늄노-실리케이트계 무기 바인더의 경우, 41.9~66.0Mpa의 결과를 나타내었다.

압축강도는 그림3에서 보는 바와 같이 응결시간이나 플로우 시험결과와는 반대의 경향을 나타내고 있는데, 경화제 내에서 K의 몰비가 증가할수록 강도가 저하되는 경향을 확인할 수 있었으며, GPH2-1가 66.0Mpa로 가장 우수한 결과를 나타내었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 목모 세라믹 보드용 시멘트계 바인더를 친환경 알루미늄노-실리케이트계 무기 바인더로 대체하고자 실험을 진행하였으며 그 결과를 비교 평가하였다. 그 결과 결합재의 Si : Al 몰비가 1 : 2.0, 경화제의 Si : Na : K 몰비가 1 : 1.1 : 2.3일 때 플로우 112%, 응결시간 58분, 재령 3일 압축강도 66.0MPa로 실험 목표를 모두 만족하는 결과를 확인하였으며, 기존의 시멘트계 바인더보다 재령3일에서의 압축강도가 특히 우수한 특성을 나타내었다.

#### 감사의 글

본 연구는 에너지관리공단 2005년도 에너지자원기술개발사업인 [규조토, 견운모를 활용한 친환경 목모 시멘트 개발 및 상용화](2005-01-0070-0-000)에 관한 일련의 연구로 수행 되었으며, 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. T.W.Cheng, Fire-resistant geopolymer produced by granulated blast furnace slag, Minerals Engineering 16 (2003) 205-210
2. F.G.Collins, Workability and mechanical properties of alkali activated slag concrete, Cement and Concrete Research 29 (1999) 455-458
3. D.Hardjito, S.E.Wallah and B.V.Langan, Research into engineering properties of geopolymer concrete, geopolymer2002
4. Van Deventer, Geopolymerization of multiple minerals, Minerals engineering, 15 (2002) 1131-1139