

무기 폴리머 결합재를 사용한 목모 보드의 물리적 특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Physical Properties of Wood Wool Board Applied Inorganic Polymer Binder

최해영* 박동철** 양완희*** 이세현**** 송태협*****
Choi, Hae Young Park, Dong Cheol Yang, Wan Hee Lee, Se Hyun Song, Tae Hyup

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 the physical properties for wood wool ceramic board applied inorganic polymer binder

As the result of this experiment, what we could obtain better wood wool ceramic board's properties such as density, water contents, water resistance and bond strength, was 0.46, 10~12%, 1.9% and 40kgf/cm². This result can be applicable to commercial wood wool ceramic board.

1. 서론

알루미늄-실리케이트계 무기 폴리머 결합재는 최근에 새롭게 발전해온 무기소재로서 우수한 조기강도 및 내열성, 내화성, 내화학적 등으로 인하여 국외의 경우 각 분야에서 폭넓게 활용되고 있다. 이러한 특성을 활용하여 기존의 목모 보드 제조에 사용되는 시멘트 결합재를 대체하고자 알루미늄-실리케이트계 무기 폴리머 결합재의 물리적 특성을 검토하는 연구가 선행되었다.

본 연구에서는 결합재로 OPC, 백시멘트 및 알루미늄-실리케이트계 무기 폴리머 결합재를 사용하여 기존의 목모 보드 제조방식을 고려하여 시험체를 제조하였으며, 각각의 결합재별로 제조된 목모 보드는 KS F 4720의 시험방법에 준하여 밀도, 함수율, 휨강도의 물리적 특성을 비교 검토하였다.

* 정회원, (주)인트캠 기술연구소, 대리

** 정회원, (주)인트캠 기술연구소, 소장

*** 정회원, (주)인트캠 기술연구소, 차장

**** 정회원, 한국건설기술연구원 건축연구부, 수석연구원

***** 정회원, 한국건설기술연구원 건축연구부, 선임연구원

2. 실험방법 및 내용

2.1. 실험계획 및 사용재료

본 연구에서는 목모 보드를 제조하기 위한 결합재로 OPC(Ordinary Portland Cement), WPC(White Portland Cement), 무기폴리머 결합재를 사용하였다. 무기폴리머 결합재는 물리적 성능을 향상시키기 위하여 선행된 연구 결과를 토대로 결합재의 Si : Al의 몰비 및 경화제의 Si : K : Na의 몰비를 다음과 같이 조정하여 제조하였다. 제조된 목모 보드의 물리적 특성을 비교 평가하기 위하여 결합재의 종류에 따른 목모 보드의 밀도, 함수율, 휨파괴하중을 측정하였다. 또한, 본 연구에 사용된 원재료의 특성은 표 1과 같다.

2.2. 시험체의 제조

무기폴리머 결합재의 바인더는 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.

기존의 목모 보드 제조방식을 고려하여 OPC, WPC, 무기폴리머 결합재 결합재로 시험체를 제조하였다. 목모와 각각의 결합재를 혼합 후 몰드에 투입하여 7kgf/cm²의 압력으로 일축가압한 후 두께가

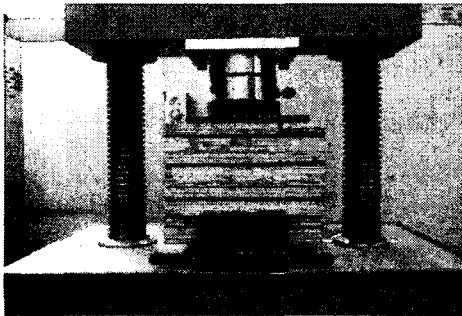


그림 1 목모 보드의 가압 성형

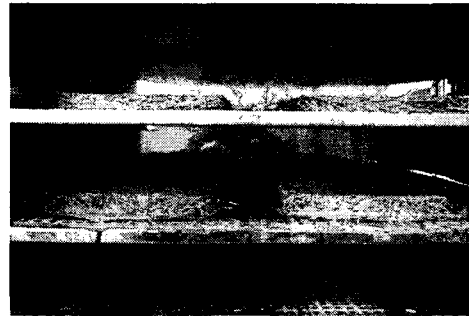


그림 2 목모 보드 양생

표 1 결합재의 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 ² /g	비중 2.59 blaine 10,000cm ² /g	비중 3.14 blaine 3,320cm ² /g	비중 3.15 blaine 3,500cm ² /g	K ₂ O : nSiO ₂ = 1.0 : 2.0	Na ₂ O : nSiO ₂ = 1.0 : 3.0

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

표 2 실험 배합

구분	결합재의 몰비 (Si : Al)	경화제의 몰비 (Si : K : Na)	비 고
	OPC based binder		결합재 : 경화제 = 1 : 0.45
	WPC based binder		
GPH1	1 : 2.0	1 : 1.1 : 2.3	
GPH2		1 : 1.6 : 2.3	
GPH3		1 : 2.1 : 2.3	

25mm가 되도록 성형하였다. 양생조건은 상온에서 24시간 동안 양생한 후 탈형하였으며, 3일간 기건 양생을 실시하였다.

2.3. 시험방법

무기폴리머 결합재를 사용하여 제조된 목모 보드의 물리적 특성을 기존의 목모 세라믹 보드와 비교 평가하기 위하여 다음과 같은 시험을 실시하였다.

밀도, 함수율 및 휨과괴하중은 KS F 4720(목모 보드)에 의하여 측정하였다. 여기서 휨과괴하중은 다음 식과 같이 휨강도 계산방법으로 환산하여 나타내었다.

$$\text{휨강도} = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

여기서, P : 휨과괴하중, L : 지간거리, b : 보드의 너비, d : 보드의 두께

3. 실험결과

3.1. 밀도 및 함수율

목모 보드의 기본 물성인 밀도와 함수율을 측정하여 본 결과, 밀도는 KS F 4720 목모 보드의 기준인 0.4~0.6에 부합하였으며, 각각의 결합재별로 0.43~0.53의 유사한 밀도를 나타내었다.

함수율은 KS F 4720 목모 보드의 기준인 20%이하를 나타내고 있으며, 결합재에 따른 변화를 보이지 않고 10~12%의 유사한 함수율을 나타내고 있다.

3.2. 휨강도

휨강도 시험결과, OPC 결합재를 제외한 모든 결합재를 사용한 목모 보드의 3일에서의 휨강도가 40kgf/cm²을 초과하는 결과를 나타내었다. 그러나 초기 1일에서의 강도는 무기폴리머 결합재만이 40kgf/cm² 부근의 강도를 나타내었다. 이는 시멘트계 결합재와 무기폴리머 결합재의 경화기구가 상이한 데에서 비롯된 결과로 판단된다. 이 결과로서 추후 생산성 검토 연구 시 탈형 시기를 앞당길 수 있는 근거가 될 것으로 판단된다.

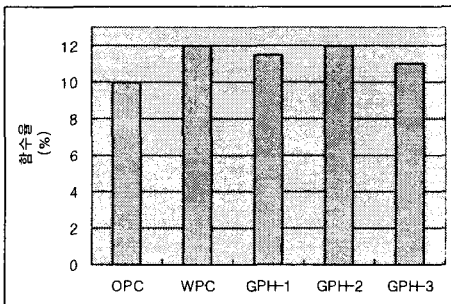


그림 3 결합재에 따른 목모 보드의 함수율

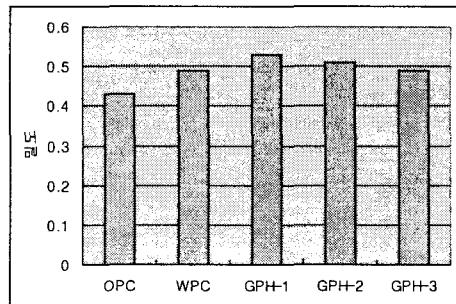


그림 4 결합재에 따른 목모 보드의 밀도

표 3 목모 보드의 물리적 성능 시험 결과

구분	밀도	함수율 (%)	휨강도(kgf/cm ²)	
			1일	3일
OPC	0.43	10.0	15.4	30.2
WPC	0.49	12.0	25.8	42.3
GPH-1	0.53	11.5	42.2	47.9
GPH-2	0.51	12.0	40.0	46.3
GPH-3	0.49	11.0	38.7	45.2

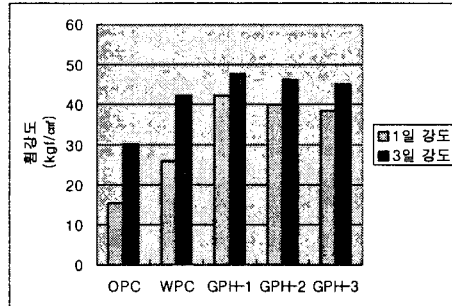


그림 5 결합재에 따른 목모 보드의 휨강도

4. 결론

본 연구에서는 결합재로 OPC, WPC 및 무기폴리머 결합재를 사용하여 기존의 목모 보드 제조방식을 고려하여 시험체를 제조하여, 각각의 결합재별로 밀도, 함수율, 휨강도의 물리적 특성을 비교 검토하였다. 그 결과, 무기폴리머 결합재를 사용하여 제조한 목모 보드가 물리적 특성면에서 시멘트계 결합재를 사용한 목모 보드와 유사한 밀도 및 함수율 나타내면서도 휨강도가 WPC 대비 12% 정도 향상되었으며, 초기에는 38% 정도 향상되는 것을 확인하였으며, 무기폴리머 결합재가 기존 목모 보드의 결합재인 시멘트계 결합재를 대체 가능한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 에너지관리공단 2005년도 에너지자원기술개발사업인 [규조토, 건운모를 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