

목모 패널용 Geopolymer Binder 개발에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Geopolymer for Wood Wool Ceramic Board

박동철*

이세현**

송태협***

심종우***

Park, Dong Cheol Lee, Sea Hyun Song, Tae Hyeob Shim, Jong Woo

ABSTRACT

This paper focused on development of geopolymer for wood wool ceramic board. Geopolymer can substitute ordinary portland cement and its accelerator of wood wool cement board as inorganic polymer. In this study, what we would obtain geopolymer's properties such as initial setting time(KS L 5108), flow(KS L 5102) and compressive strength of 3days aged(KS L 5105), was less than 1 hour, more than 110%, more than 40Mpa.

Geopolymer have three essential materials called filler, hardener and geopolymer liquor. So, We applied filler by quartz, hardener by blast furnace slag powder, metakaoline and fly ash, geopolymer liquor by NaOH, KOH and sodium silicate solution.

As result of this experiment, what we could obtain best fitted geopolymer's properties such as initial setting time, flow and compressive strength of 3days aged, was 45min, 116% and 43.6Mpa. This result can be applicable to commercial wood wool ceramic board.

1. 서론

Geopolymer는 최근에 새롭게 발전해온 무기소재로서 Mineral polymer, Geopolymeric materials, Aluminosilicate polymer, Inorganic polymeric materials 등으로 불리고 있다. Geopolymer라는 용어는 최초 프랑스의 화학자인 Davidovits에 의하여 사용되었으며, 지구화학작용으로 형성한 무기 규산 폴리머를 가리킨다. 그는 메타카올린과 반응성 실리카의 혼합물을 알칼리용액으로 처리하여 암석처럼 높은 강도를 갖는 무기 규산 폴리머를 얻었다. 지오폴리머는 우수한 조기강도 및 내열성, 내화성, 내화학성 등으로 인하여 각 분야에서 폭넓게 활용되고 있다.

기존 시멘트계, 유기계 패널 제조기술에 비하여 목모 시멘트 패널 제조 기술은 흡음, 단열 성능이 우수할 뿐만 아니라 친환경 측면에서도 진일보한 기술이지만 표면강도, 내수성, 부가성능의 제한 등의 단점이 있다. 따라서 본 연구는 목모 패널용 결합재를 개발하기 위한 실험적 연구로서 기존의 목모 패널 제조에 사용되는 시멘트 결합재를 무기 폴리머인 Geopolymer로 대체하고자 하였다.

* 정회원, (주)인트켄 기술연구소 소장

** 정회원, 한국건설기술연구원 수석연구원

*** 정회원, 한국건설기술연구원 연구원

2. 실험

2.1 실험계획

본 연구에서는 결합재로 고로슬래그, 메타카올린, 플라이애쉬를, 하드너로 Sodium Silicate Solution, KOH, NaOH를 검토하였고 이에 따른 응결시간, 유동성, 압축강도를 측정하였다.

목표 플로우는 110%이상이고, 초결 시간은 60분 이하이며, 3일 압축강도는 40MPa이상으로 하였다. 배합사항은 표1에 나타난 바와 같이 결합재:하드너:모래=100:(65~75):200으로 계획하였으며, 실험인자 및 측정항목은 표 2와 같다.

표 1 실험 배합 사항

No.	Slag	Meta-kaolin	Sodium Silicate Solution	NaOH	KOH	Water	Sand
GPH1-1	100	-	10	4	4	52	200
GPH1-2	80	20					
GPH2-1	100	-	10	6.5	-	48.5	
GPH2-2	80	20					
GPH3-1	100	-	10	8	-	52	
GPH3-2	80	20					
GPH4-1	100	-	15	-	10	50	
GPH4-2	80	20					
GPH5-1	100	-	15	10	-	50	
GPH5-2	80	20					
GPH6-1	100	-	15	6	6	48	
GPH6-2	80	20					
GPH7-1	100	-	15	8	8	44	
GPH7-2	80	20					
GPH7-3	80	플라이애쉬 20					
GPH8-1	100	-	20	8	8	39	
GPH8-2	80	20					

표 2 실험인자와 측정항목

실험인자	결합재	슬래그, 메타카올린, 플라이애쉬
		하드너
측정항목	굳지 않은 시험체	플로우, 응결시간
	경화 시험체	압축강도(3일, 7일, 28일)

표 3 혼화재의 물리적 성질

재료	종류·산지	물성
고로슬래그	국내 B사	비중 2.91 비표면적 3,800cm ² /g
메타카올린	국내 K사	비중 2.59 비표면적 10,000cm ² /g
플라이애쉬	보령	비중 2.22 비표면적 3,850cm ² /g

2.2 시험방법

본 시험에 사용된 혼화제의 물리적 성질은 표 3과 같고, 모래는 표준사를 사용하였고, Sodium Silicate Solution은 SiO₂함량이 28~30%, Na₂O함량이 9~10%인 것을 사용하였다.

플로우는 KS L 5102에 의하여, 응결시간은 KS L 5108, 압축강도는 KS L 5105에 의하여 측정하였다.

3. 시험결과

3.1 플로우

플로우는 유동성을 나타내는 지표로 25회 낙하시킨 후 같은 간격으로 4번 측정하여 원지름에 대한 백분율을 %로 나타내었다. 고로슬래그에 메타카올린을 20% 치환한 시험체가 100% 고로슬래그를 사용한 시험체보다 유동성이 감소되었고, 메타카올린 대신 플라이애쉬를 치환한 경우는 유동성이 20% 증가하였다.

표 4 플로우 시험결과

No.	플로우	No.	플로우
GPH1-1	5회over	GPH1-2	17회over
GPH2-1	22회over	GPH2-2	134%
GPH3-1	17회over	GPH3-2	52%
GPH4-1	15회over	GPH4-2	18회over
GPH5-1	99%	GPH5-2	72%
GPH6-1	3회over	GPH6-2	19회over
GPH7-1	126%	GPH7-2	116%
GPH7-3	152%	-	-
GPH8-1	44%	GPH8-2	42%

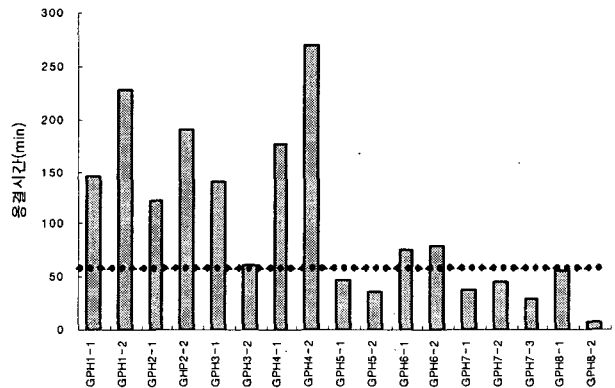


그림 1 응결 시험결과

3.2 응결시험

적절한 초기 물성 확보를 위하여 응결시험을 진행한 결과, 그림 1에 나타난 바와 같이 GPH5와 GPH7의 초결 시간이 목표치(60분 이하)에 유사한 것으로 나타내었다.

3.3 압축강도

재령 3일 시험체의 압축강도는 12.2~41.7MPa, 재령 7일 시험체의 압축강도는 18.0~50.3MPa, 재령 28일 시험체의 압축강도는 18.6~62.8MPa의 범위를 나타내었다. 그중 본 연구의 재령 3일의 압축강도 목표인 40MPa를 나타내는 시험체는 GPH7-2가 43.6MPa로 최고치를 나타내었다. 또한, 고로슬래그 대신 메타카올린 20% 치환한 결과 3일 압축강도가 최대 127% 증가하였고, 7일 압축강도는 최대 129%, 28일 압

축강도 최대 122% 증가하여 고로슬래그에 메타카올린을 치환하는 것이 강도성능에 더욱 유리한 것으로 나타났다.

표 5 시험체의 압축강도 단위:MPa

No.	3일	7일	28일
GPH1-1	15.3	22.7	26.2
GPH1-2	15.3	29.3	35.8
GPH2-1	14.1	21.9	23.8
GPH2-2	27.0	27.7	38.6
GPH3-1	14.7	21.3	22.7
GPH3-2	22.1	24.5	29.5
GPH4-1	17.6	27.7	30.4
GPH4-2	23.0	30.1	36.2
GPH5-1	15.3	18.0	20.7
GPH5-2	27.3	32.5	40.9
GPH6-1	12.2	18.7	20.0
GPH6-2	34.3	37.7	44.7
GPH7-1	18.3	19.3	21.3
GPH7-2	43.6	45.3	47.4
GPH7-3	15.2	19.3	18.6
GPH8-1	31.2	37.5	39.5
GPH8-2	40.5	50.3	62.8

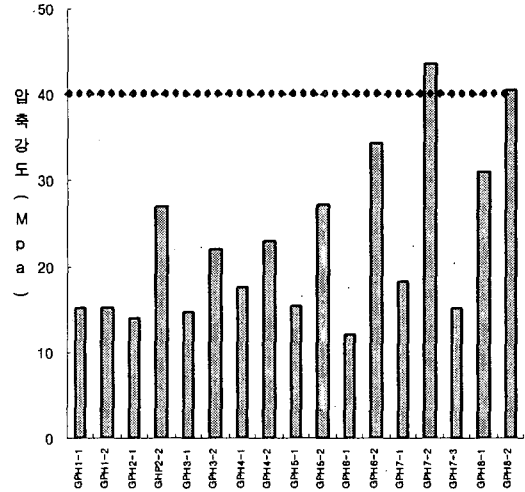


그림 2 시험체의 압축강도(3일)

4. 결론

본 연구에서는 목모 패널용 시멘트계 결합재를 친환경 Geopolymer로 대체하고자 실험하였다. 그 결과 결합재의 경우 슬래그에 메타카올린을 치환하는 경우의 강도 성능이 우수하였으며, 하드너의 경우 Sodium Silicate Solution 및 NaOH, KOH를 모두 사용한 배합이 양호한 응결시간과 유동성을 나타내었다. 본 실험에서 검토한 여러 배합 중 최적배합으로 판단되는 GPH7-2의 경우 3일 압축강도는 43.6MPa, 플로우는 116%, 초결시간은 45분으로 나타내었다. 이러한 결과는 친환경 목모 패널용 무기 바인더로 적용하는 것이 가능한 수준으로 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 감사 드립니다.

참고문헌

1. T.W.Cheng, Fife-fesistant 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. 池田 政, ジオポリマ-技術による粉体の固化, 2004