

소성벼짚을 혼입한 모르타르의 압축강도 특성에 관한 연구

A Study on the Compressive Strength Property of Mortar using Rice Straw Ash

정의창*

신상엽*

김영수**

Jeong, Euy-Chang

Shin, Sang-Yeop

Kim, Young-Soo

Abstract

The purpose of this study was to investigate the compressive strength property into mortar using rice straw ash. In an effort to evaluate the effects of rice straw ash firing temperatures on compressive strength properties of mortar, a change in the components of rice straw ash was observed according to firing temperatures, and compressive strength of mortar and X,R,F was measured.

As a results, As the mortar with a mixture ratio of rice straw ash up to 15% was found to have a compressive strength superior to that of plain mortar.

키 워 드 : 소성벼짚, 소성온도, 압축강도

Keywords : Rice Straw Ash, Firing Temperature, Compressive Strength

1. 서 론

정부에서는 범세계적 기후변화 대응노력에 적극 동참하고 온실가스의 감축 목표달성을 위해 2010년 ‘온실가스 · 에너지 관리업체 지정 및 관리지침’을 고시하였다. 그리고 온실가스 및 에너지 목표 관리업체 총 470여개를 지정하였으며 여기에는 시멘트 제조업체도 포함되어 있다.¹⁾

시멘트는 클링커 제조 시 고온(1,450°C)상태에서 제조될 뿐만 아니라 시멘트 1톤 생산하는데 0.7~1.0톤의 CO₂가스를 배출하는 등 전 세계 CO₂가스 배출량의 7%를 차지할 정도로 심각하다. 이에 관한 해결 방법으로 시멘트 제조시 소성온도를 낮추어 생산하거나 플라이애쉬, 고로슬래그 미분말, 실리카흙 등의 산업부산물물을 활용하여 혼합시멘트를 사용하는 방법 등이 활용되고 있다. 그러나 일반적으로 사용되는 광물질 혼화재료 중 고로슬래그 미분말은 초기강도가 보통콘크리트에 비하여 낮은 단점 있으며, 플라이애시의 경우 품질이 불균일하고, 실리카흙의 경우 성능이 탁월하지만 고가이면서 전량 수입하고 있는 실정이다.

이에 따라 기존의 혼화재료들과 유사한 화학 성분을 지니고 있으며 포졸란 반응성이 있는 소성벼짚을 기존의 혼화재료를 대체할 가능성에 주목할 필요가 있다.

소성벼짚은 국내에서 연간 450만톤 이상이 발생됨에 따라 대량으로 건설재료로서 재활용이 가능한 재료이다. 또한 화학적 성

분 중 80%이상이 이산화규소(SiO₂)로 구성되어 있으며, 입경크기가 작아 채움재 역할을 하여 기존의 혼화재료와 동일한 성능을 발휘할 것으로 판단된다.

이러한 관점에서 본 연구는 소성벼짚의 혼입에 따른 압축강도 특성을 파악함으로써 혼화재료로서의 가능성에 대하여 알아보고자 한다.

2. 실험계획

2.1 실험재료

본 연구에 사용한 시멘트는 국내 S사의 보통 포틀랜드 시멘트이며, 잔골재는 경남지역의 것을 사용하였다. 시멘트 및 골재의 물리적 및 화학적 특성은 표 1,2에 나타내었다.

표 1. 시멘트의 물리적 특성과 화학적 성분

종류	보통 포틀랜드 시멘트				
분말도(cm ² /g)	3,266				
밀도(g/cm ³)	3.15				
화학적 조성(%)	SiO ₂	20.71	화합물 구성 (%)	C ₃ S	48.20
	Al ₂ O ₃	5.56		C ₂ S	23.00
	Fe ₂ O ₃	3.03		C ₃ A	9.60
	CaO	62.25			
	MgO	3.40			
	SO ₃	2.50		C ₄ AF	9.20
	L.O.I	1.42			

* 부산대학교 건축공학과 박사과정

** 부산대학교 건축공학과 교수, 교신저자(kys@pusan.ac.kr)

표 2. 골재의 물리적 특성

골재 종류	최대입경 (mm)	조립율 (F-M)	밀도 (g/cm ₃)	흡수율 (%)	단위용적 질량 (kg/m ₃)
자연사	5	2.59	2.64	0.5	1,661

2.2 실험계획

본 연구에서의 실험인자 및 평가방법은 표 3과 같이 실시하였다.

표 3. 실험인자 및 평가항목

실험인자 및 수준	물결합재비(%)	50
	소성온도(° C)	400, 500, 600, 700
	평균입경(um)	40
	벚짚 혼입율(%)	0, 5, 10, 15
평가항목	X,R,F	소성온도별
	압축강도	3, 7, 14, 28

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 X.R.F

각 온도로 소성된 벚짚이 어떠한 성분의 변화를 가져왔는지 알아보기 위하여 X,R,F분석을 실시한 결과를 표 4에 나타내었다. 분석결과 소성온도가 올라감에 따라 SiO₂성분이 높아짐을 알 수 있었으며, 700° C에서는 SiO₂성분이 80%이상을 나타내었다.

표 4. 소성벚짚의 화학적 성분 (X,R,F 분석)

성분	소성온도에 따른 벚짚의 성분구성(%)			
	400° C	500° C	600° C	700° C
SiO ₂	59.03	67.51	73.10	80.18
CaO	3.96	4.33	3.96	3.50
Al ₂ O ₃	0.56	0.56	0.56	0.56
Fe ₂ O ₃	0.52	0.52	0.52	0.52
MgO	1.70	1.48	1.29	0.85
Na ₂ O	7.53	5.53	4.38	3.87
K ₂ O	6.19	5.15	4.17	3.51
L.O.I	5.35	4.75	3.85	3.30
기타	9.16	8.83	6.08	3.72

3.2 소성온도별 압축강도

소성온도별 압축강도 시험결과를 표5 및 그림1에 나타내었다. 기준배합과 비교하였을 때 소성온도 400° C를 제외하고 전 모르타르 시편에서 혼입율과 재령이 증가할수록 강도증가가 일어난 것을 알 수 있었으며 특히 동일 혼입율에서는 소성온도가 증가할수록 압축강도 발현율이 크게 나타났다.

이는 소성벚짚을 구성하고 있는 다량의 SiO₂성분에 의하여 포졸란 반응이 활발하게 일어난 것으로 판단되며, 소성벚짚의 입자가 모르타르속의 공극에 침투하여 채움재 역할을 하여 밀실한 모

르타르를 생성하였기 때문인 것으로 사료된다.

표 5. 소성온도별 모르타르의 압축강도

구분	압축강도(MPa)			
	3일	7일	14일	28일
기준배합	18,28	28,85	38,10	45,51
RW(400)-5	17,19	26,33	37,10	43,85
RW(400)-10	16,80	26,16	35,14	40,18
RW(400)-15	16,93	25,45	28,53	35,60
RW(500)-5	18,21	29,74	38,91	45,81
RW(500)-10	17,90	32,60	40,08	47,43
RW(500)-15	17,01	30,06	41,10	48,61
RW(600)-5	18,31	34,90	40,10	48,08
RW(600)-10	19,85	36,06	43,63	50,79
RW(600)-15	20,60	38,95	45,44	51,49
RW(700)-5	20,58	37,21	42,15	50,70
RW(700)-10	21,49	38,65	45,88	51,98
RW(700)-15	23,60	40,39	47,34	53,71

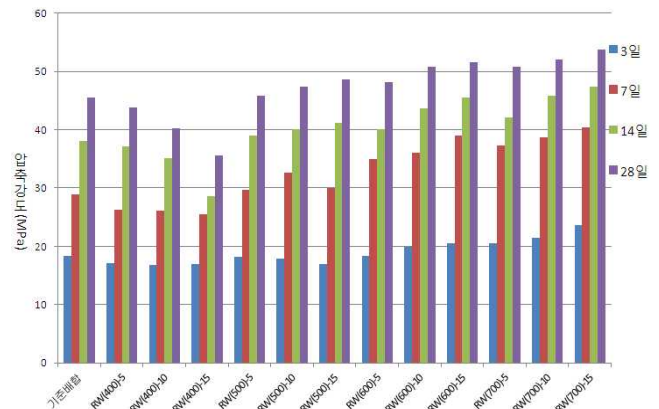


그림 1. 재령별 모르타르의 압축강도

4. 결 론

이상의 실험으로부터 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 1) 벚짚을 소성할 경우 다량의 SiO₂성분을 확인할 수 있었으며, 소성온도가 높아짐에 따라 SiO₂성분 또한 증가하였음을 알 수 있었다.
- 2) 소성온도 400° C를 제외하고 전 모르타르 시편에서 혼입율과 재령이 증가할수록 강도증가가 일어난 것을 알 수 있었으며, 특히 동일 혼입율에서는 소성온도가 증가할수록 압축강도 발현율이 크게 나타났다.

참 고 문 헌

1. 류동우, 고로슬래그 미분말을 대량 사용한 콘크리트의 염해 및 동결융해 저항성에 관한 실험적 연구, 한국건축사공학회 논문집, pp. 315~322, 2012.12
2. 신상연, 왕겨의 소성온도와 평균입경이 압축강도 특성에 미치는 영향, 부산대학교 대학원, 2008