

열처리된 배연탈황석고를 혼입한 시멘트 모르타르의 물성 연구

Investigation on Properties of Cement Mortar Using Heat Treated Flue Gas Desulfurization Gypsum

정철우¹

이용무²

김지현³

김영수^{4*}

Chung, Chul-Woo¹

Lee, Yong-Mu²

Kim, Ji-Hyun³

Kim, Young-Su^{4*}

Department of Architectural Engineering, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Busan, 48513, Korea ¹

Hanil Cement Co. Ltd., 25, Gimhae-daero 1538beon-gil, Hallim-myeon, Gimhae-si, 50853, Korea ²

Department of Architectural Engineering, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Busan, 48513, Korea ³

Department of Architectural Engineering, Pusan National University, 1 Busandaehak-ro, Busan, 46279, Korea ⁴

Abstract

Flue gas desulfurization gypsum is produced from emission process of fossil fuel power plant to remove sulfur dioxide (SO₂) from exhaust gas. Production of flue gas desulfurization gypsum in Republic of Korea has been increasing due to the enforced regulations by government agency. Since flue gas desulfurization gypsum has characteristic that is similar to that of natural gypsum, there is a strong possibility for flue gas desulfurization gypsum to replace the role of natural gypsum. However, consumption of such material is still limited, only used for agricultural purposes or to make gypsum boards, it is necessary to expand the use of this material more aggressively. In this research, the chemical and mineralogical properties of flue gas desulfurization gypsum were investigated, and flue gas desulfurization gypsum with heat treatment was used to make cement paste. According to the results, it was found that flue gas desulfurization gypsum used in this experiment was a very high purity gypsum, and shown to have similar property to that of natural gypsum. Heat treating flue gas desulfurization gypsum above 100°C was shown to bring beneficial effect on both compressive strength and drying shrinkage.

Keywords : flue gas desulfurization gypsum, heat treatment, compressive strength, drying shrinkage

1. 서론

배연탈황석고 (Flue Gas Desulfurization Gypsum)는 화력발전소에서 연료가 연소되면서 발생된 황산화물(SO_x; 주로 이산화황의 형태)을 흡수하여 제거하는 공정에서 발생되는 산업 부산물이다[1]. 최근 석탄 화력발전소의 배출가스 중 SO_x 허용농도가 270ppm이하로 환경규제가 대폭 강화됨에 따라 화력발전설비에 배연탈황 설비의 도입이 확대되

고 있어 배연탈황석고의 생산량이 점차 증대되고 있다. 배연탈황석고를 생성하는 대부분의 공정에서는 석회석, 생석회, 혹은 소석회 분말을 함유한 슬러리(slurry)를 활용하는데, 준비된 슬러리를 화석 연료의 배출 가스에 뿌리게 되면, 배출 가스에 존재하는 SO₂ 성분이 석회의 Ca성분과 결합하여 CaSO₃(calcium sulfite)를 일차적으로 형성하게 되고, 수분의 존재하에서 추가적인 산화과정을 거쳐 배연탈황석고(CaSO₄ · 2H₂O)를 생성하게 된다[1,2]. 일반적으로 한곳의 발전소에서 1시간에 발생하는 배연탈황석고 양은 약 20톤 정도로 추산되고 있다[3].

배연탈황석고의 경우에는 자연에서 얻어지는 형태의 석고와 거의 유사한 품질 특성을 지니며, 주로 수입에 의존하는 천연석고의 훌륭한 대체재로서 활용할 수 있다[4]. 일반적으로 건설용 석고의 경우, 화학무수석고를 주로 활용하여 왔는

Received : July 27, 2016

Revision received : August 8, 2016

Accepted : August 8, 2016

* Corresponding author : Kim, Young-Su

[Tel: 82-51-510-2443, E-mail: kys@pusan.ac.kr]

©2016 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

데, 최근 화학무수석고 공급업체의 채산성하락 및 환경오염 등의 문제로 인해, 해외로의 공장이 이전함에 따라 국내의 화학무수석고는 공급이 중단됨으로서 상대적으로 천연무수석고의 의존도가 가중되고 있다. 따라서 천연석고 및 화학무수석고를 배연탈황석고로 대체할 수 있다면, 생산 원재료의 단가 상승이나 생산효율성 저하에 따른 제조원가상승을 억제할 수 있어 충분한 경제적 효과를 누릴 수 있다. 또한 배연탈황석고는 한동안 석고보드에 많이 활용되었으나 라돈의 방출과 관계된 사회문제로 인해 사용이 금지된 인산석고 [5,6]의 사례와는 달리 방사성 라돈의 방출량도 매우 낮은 것으로 알려져 있어, 상대적으로 안전한 산업부산물 재료로 볼 수 있다. 배연탈황석고가 발전소 설비가 많은 국내에서 비교적 수급이 용이하다는 점은 또 하나의 장점으로 볼 수 있다.

배연탈황석고 및 배연탈황석고의 상전이로 발생한 반수석고, 무수석고의 경우 시멘트 생산에 활용되거나 슬래그의 조기강도 발현 및 강도성상을 향상시키기 위해 사용되는 등 여러 가지의 형태로 건설재료에 활용될 수 있다. 또한 배연탈황석고 또한 일반 천연석고와 마찬가지로 시멘트 페이스트에 활용되게 되면 적절한 팽창을 유도하여 건조수축을 보상할 수 있으며, 일정량의 생석회(lime) 및 적정량의 C_3A 를 추가적으로 혼입하게 되면 팽창용 모르타르로서 제작이 가능하기 때문에 보수 보강용의 모르타르 혹은 온도변화에 민감한 주택 바닥용 모르타르로서 활용 가능성이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 국내에서도 비교적 수급이 용이하고, 천연 및 화학석고에 비해서도 경제적인 배연탈황석고를 열처리하여, 다양한 형태로의 활용가능성을 확인하기 위해, 열처리된 배연탈황석고 혼입 시멘트 페이스트 및 모르타르의 물성을 비교 검토하여, 배연탈황석고의 건설재료로서의 적용가능성을 검토하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험 재료

본 실험에 사용된 시멘트는 H사의 1종 보통포틀랜드 시멘트로 물리적 성질은 Table 1과 같다.

배연탈황석고는 충청남도 보령에 위치한 화력발전소에서 생산된 재료를 사용하였다. 배연탈황석고의 화학적 성분은 X선 형광분석 장치(X-ray Fluorescence)를 사용하여 확인하였고, 이를 Table 2에 나타내었다. 또한 배연탈황석고의

열적 특성을 분석하기 위해 시차주사열량계/열중량분석(Differential Scanning Calorimetry/Thermo-Gravimetric Analysis) 장치를 활용하여, 상전이에 필요한 열량 및 중량손실을 정량적으로 측정하였다.

Table 1. Physical properties of cement

Cement	Specific gravity (g/cm ³)	Blaine (cm ² /g)	Setting time(hr:min)		Autoclave expansion	Compressive strength (MPa) 28days
			Initial	Final		
C	3.15	3,216	3:40	4:30	0.18	58.6

Table 2. Chemical compositions of flue gas desulfurization gypsum

Gypsum	Chemical composition(%)						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	LOI
FDG	1.85	0.38	0.48	37.05	1.21	47.05	11.17

1) Density 2.55g/cm³

2) Fineness 1,405cm²/g

배연탈황석고의 광물학적 특성 및 열처리에 의한 상전이에 따른 광물학적 특성의 차이를 비교하기 위해 오븐에서 각각 60℃, 80℃, 100℃ 및 150℃에서 2시간 건조시킨 배연탈황석고를 X선 회절분석(X-ray diffraction) 장치를 활용하여 분석하였다. 잔골재는 각기 다른 입도를 가진 모래를 KS F 2511 “골재에 포함된 잔 입자 시험방법” 기준에서 제안하는 표준입도에 만족하도록 조절하여 실험에 사용하였다. 시멘트 페이스트 및 모르타르의 제조에 사용된 배합수는 불순물이 혼입되지 않은 부산광역시 상수도를 사용하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 SO₃ 용출량

시멘트의 초기수화에 영향을 미칠 수 있는 석고(FDG)의 SO₄²⁻ 이온의 용출속도를 측정하고자, 25℃, 60℃, 80℃, 100℃, 150℃에서 각각 2시간동안 건조된 시료 1g을 25℃ 증류수 100ml에 5초, 30초, 10분, 60분간 교반 용해시키고, 이를 No.5C 여과지에 통과시켜 얻어진 용액을 KS L 9003 “석고의 화학 분석 방법”에 의거 용출된 SO₃량을 정량적으로 측정하였다.

2.2.2 배합

배연탈황석고의 열처리 조건에 따른 특성을 검토하기 위하여 SO₃ 함량비를 2.3%로 고정하고, 이를 시멘트 페이스트 및 모르타르에 혼입하였다. w/c=0.3, 고성능 감수제 1.3% (시멘트 중량비)를 첨가하여 시멘트 모르타르의 응결, 유동성, 경화, 압축강도 및 길이변화를 측정하여 배연탈황석고 혼입 모르타르의 물성을 비교 검토하였다.

2.2.3 페이스트 유동성 및 응결시간

페이스트 유동성 및 경시변화는 KS L5220 “건조시멘트 모르타르의 강도시험 방법”에 준하여, w/c=0.3, 고성능 감수제 1.3%(시멘트 중량비)를 첨가하여, 초기 800rpm(2분), 교반으로 혼련한 후, 다시 1분 혼련 하여 paste flow를 측정하였다. 페이스트 flow cone은 Ø50×50mm의 mini-slump cone을 사용하였다.

각 석고의 형태별 시멘트의 응결시간은 KS L 5103 “길모어침에 의한 시멘트의 응결시간 시험방법”에 의거 측정하였다. (W/C= 0.26 고정)

2.2.4 압축강도

압축강도 시험은 KS F 5105 “시멘트 모르타르의 압축강도 시험방법”에 준하여 w/c=0.485, 시멘트 모래비를 1:2.45로 고정한 후 60℃, 80℃, 100℃, 150℃의 열이력을 가지는 석고를 혼입한 몰탈을 제작하고, 이를 각각 5×5×5cm 각형 몰드에 성형하여 압축강도(재령3, 7, 28일)를 측정하였다. 시험체의 양생은 수증양생(25℃±1)으로 하였다.

2.2.5 건조수축

몰탈시험체의 소성수축 및 건조수축의 변화량을 확인하기 위하여, 압축강도 시험에 사용된 것과 같은 모르타르 배합을 이용하여 Figure 1과 같이 10×50×100mm 시험체를 제작하고, 10×50×100mm의 시험체의 한쪽 끝을 구속단으로 고정(강제구속)한 후, 반대쪽에서의 수축량을 측정하였다.

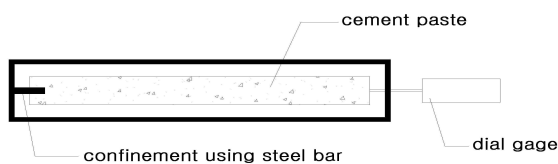


Figure 1. Schematic diagram for measurement of drying shrinkage of mortar specimen

실험조건은 기건상태로 하였으며, 재령 90일까지 다이얼 게이지에 의해 초기(1일)30분 간격, 후기(2일 이후) 1시간 간격으로 연속 측정하였다.

3. 실험결과

3.1 배연탈황석고의 물성

배연탈황석고의 열처리 온도에 따른 X선 회절분석 데이터는 Figure 2에 나타나 있다. Figure 2에 따르면, 본 실험에서 사용된 배연탈황석고는 거의 순수한 석고로 구성된 것으로 나타났다. 열처리 온도를 80℃까지 상승시켰을 때에도 이수석고의 피크만 관찰되었고, 100℃에 도달하였을 경우 다소간의 반수석고가 생성된 것을 확인할 수 있었다. 또한 150℃에 도달한 시험체는 거의 대부분의 이수석고가 반수석고로 변환된 것을 확인할 수 있었다. 이는 전형적인 천연석고의 패턴과 매우 유사하다고 볼 수 있다.

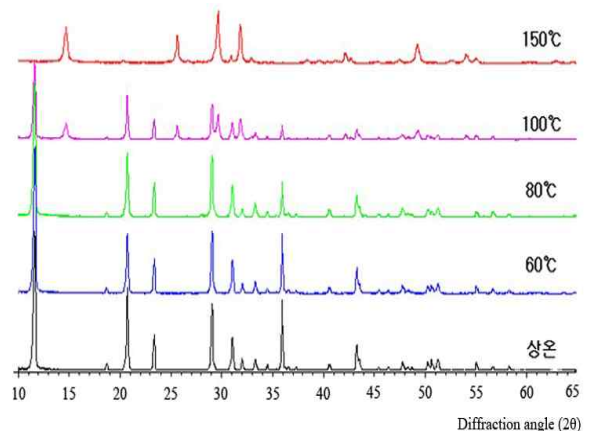


Figure 2. XRD pattern of heat treated flue gas desulfurization gypsum

배연탈황석고의 시차주사열량 및 열중량 변화를 관찰한 그래프는 Figure 3에 나타내었다. Figure 3에 따르면, 배연탈황석고는 각각 153.71℃ 및 170.57℃에서 흡열반응이 일어난 것을 확인할 수 있었다. 이는 각각 이수석고에서 반수석고로, 반수석고에서 무수석고로 전이되는 과정에서 발생한 반응이다. 각 153.71℃ 및 170.57℃ 구간에서의 중량 비율은 각각 85.0% 및 81.4%로 나타났다. 이론적으로 이수석고에서 반수석고 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) 및 무수석고로 변환 ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4$)되면서 발생하는 결합수의 손실로 각 온도에서의 중량감소율을 추정할 수

있는데, 153.71°C에서는 이론적으로 추산된 값(84.3%)과 거의 유사한 85.0%의 중량감소를 보였으며, 170.57°C 에서도 이론적으로 추산된 값(80.2%)에 거의 근접한 81.6%의 중량비율을 보였다.

이론적 추산치와의 차이가 발생한 이유는 배연탈황석고 내부에 존재하는 물분자량이 이론적인 화학에서 도출된 물 분자량과 다소간의 차이를 보일 수 있기 때문이며, 다소간 존재하는 미량의 불순물의 영향 때문일 수도 있다. 이러한 점들을 종합적으로 고려해 볼 때, Figure 2 및 Figure 3의 데이터를 종합해 볼 때, 배연탈황석고는 천연석고와 매우 유사하며 상당히 높은 순도를 가지는 것으로 나타났다.

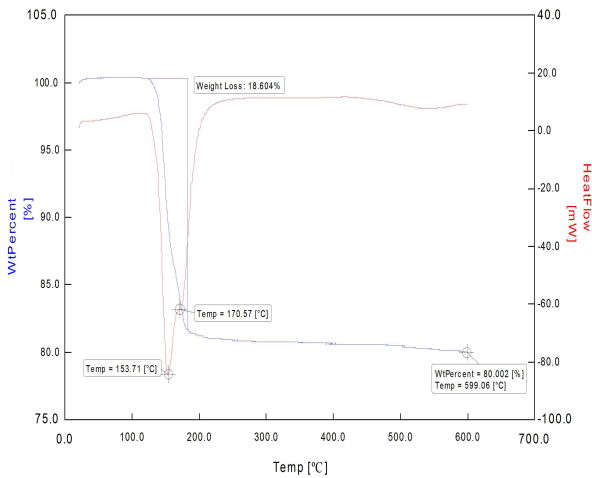


Figure 3. DSC/TGA curve for flue gas desulfurization gypsum

3.2 SO₃ 용해도

황산칼슘 계열의 광물상은 그 존재 형태에 따라 물에서의 용해속도가 다르다. Figure 4에 온도 변화에 따른 다양한 형태의 황산칼슘의 전이과정을 요약하였는데, 상온에서 안정적으로 존재하는 이수석고의 형태에서는 가장 황산염의 용해속도가 느린 것으로 알려져 있으며, 이수석고를 각각 150°C 및 180°C에서 열처리하여 얻은 반수석고 및 무수석고(γ -CaSO₄)의 경우 황산염의 용해속도가 이수석고에 비해 최대 3배정도까지 빨라지는 것으로 알려져 있다. 그러나 최종적으로 시멘트 공극 용액 내부에 존재할 수 있는 황산염의 양은 제한되어져 있기 때문에 빠른 시간내에 소비되지 않으면 석고의 재결정화가 일어나(recrystallization of gypsum) 헛응결(false set)을 유발하므로 재료의 작업성에 악영향을 미칠 수 있다. 따라서 과다한 양의 반수석고 및

무수석고를 시멘트에 활용하게 되는 경우는 황산염을 빠르게 소모시켜줄 수 있는 수화반응 특성을 가져야 하는데 특히, C₃A의 양 및 구조에 따라 응결 및 경화를 적절하게 조절할 수 있는 석고의 형태는 달라질 수 있기 때문에 이를 적절히 잘 조절하여야 만족스러운 물성을 얻을 수 있다.

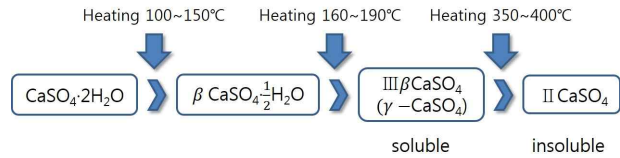


Figure 4. DSC/TGA curve for flue gas desulfurization gypsum (stability of gypsum and anhydrite in geologic environment)

Table 3에 정리된 결과에 따르면, 탈황이수석고를 저온(60, 80°C)에서 건조하는 경우 용해도는 자연건조 상태의 이수석고와 유사한 것으로 나타났지만, 급속 건조를 위해 온도를 100°C 및 150°C로 상승시킨 경우 이수석고에 비하여 초기에 약 1.5~3배의 높은 용해도를 나타냈다. 이는 기존의 문헌에서 제시된 바와 거의 유사한 결과로서, 배연탈황석고를 열처리하여도 열처리된 천연의 석고와 매우 유사한 거동을 보이는 것을 확인할 수 있다.

Table 3. The amount of SO₃ leached depending on various temperature range

Temperature (°C)	Amount of SO ₃ leached (%)			
	5 sec	30 sec	10 min	60 min
R.T	20.18	32.52	34.04	34.90
60	23.29	32.23	36.73	42.75
FDG 80	25.30	32.18	36.29	40.68
100	40.40	40.07	41.72	45.59
150	84.85	92.58	95.86	97.04

*R.T indicates Room Temperature

3.3 유동성

배연탈황석고를 혼입한 시멘트 페이스트의 flow 데이터를 Figure 5에 나타내었다. Figure 5에 나타난 페이스트 flow 값의 경우에는 초기 flow 값이 열처리 온도가 상승하면서 다소간 상승하는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 150°C에서 열처리된 배연탈황석고를 사용한 경우(반수석고로만 구성된

배연탈황석고 초기 flow값이 100℃에서 열처리된 배연탈황 석고 혼입 시멘트 페이스트에 비해 다소간 감소하는 것을 확인하였다. 그러나 이러한 차이는 페이스트의 초기 flow 값에 영향을 줄 정도가 아닌 것을 확인할 수 있었으며, 배합과정 중 헛응결(false set)에 관련된 어떠한 증거도 확인할 수 없어, SO₃ 함유량 2.3% 조건에서의 열처리는 페이스트의 초기 flow값에 큰 영향을 미치지 않음을 확인할 수 있었다.

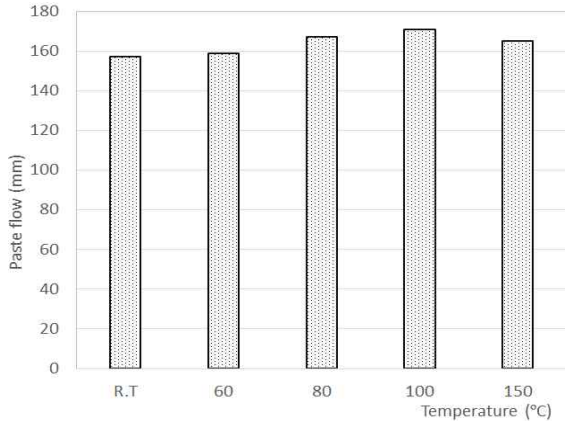


Figure 5. Flow data from cement paste using heat treated flue gas desulfurization gypsum

3.4 응결 시간

다양한 온도에서 열처리된 탈황석고를 혼입한 시멘트 페이스트의 응결시간을 길모어침을 이용하여 측정한 결과를 Figure 6에 정리하여 나타내었다. Figure 6에 따르면 상온 및 60℃에서 열처리 된 경우에는 유사한 종결시간을 보였으나, 배연탈황석고의 열처리 온도가 높아질수록 종결이 빨라지는 현상을 보였다.

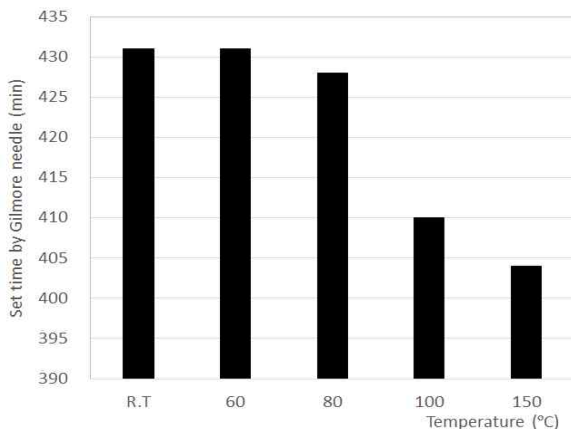


Figure 6. Final set times measured by gilmore needle

일반적으로 석고의 열처리 온도가 높아지게 되면, Figure 4에 나타난 바와 같이 이수석고에서 반수석고로의 전환이 일어나게 되며, 물과 반응할 때 석고의 재결정화로 인하여 미세구조가 뿔뿔해지게 되고, 이로 인하여 일정 부분 응결에 기여할 수 있기 때문에 다소간 응결속도가 빨라질 수 있다. 본 연구에서는 SO₃ 함유량 2.3% 조건에서의 열처리가 헛응결과 같은 석고의 재결정화 반응을 일으키지 않았기 때문에, 열처리를 통한 시멘트 페이스트 응결의 촉진은 칼슘실리케이트 계열의 수화를 촉진시켜서 발생한 것으로 사료된다.

3.5 압축강도

배연탈황석고를 혼입한 모르타르의 압축강도 데이터는 Figure 7에 나타내었다. 3일강도의 경우, 이수석고와 반수석고가 적절하게 조합된 100℃로 건조 처리된 석고를 함유한 모르타르가 25.11MPa의 압축강도를 보여 가장 큰 압축강도를 보이는 것으로 나타났다. 7일강도의 경우에는 150℃로 건조처리된 모르타르가 가장 높은 압축강도인 31.09MPa를 보였으며, 100℃로 건조 처리된 석고를 활용한 모르타르 또한 30.79MPa로 다른 온도에서 열처리 된 탈황석고 혼입석고를 활용한 모르타르에 비해 높은 강도를 보이는 것으로 나타났다.

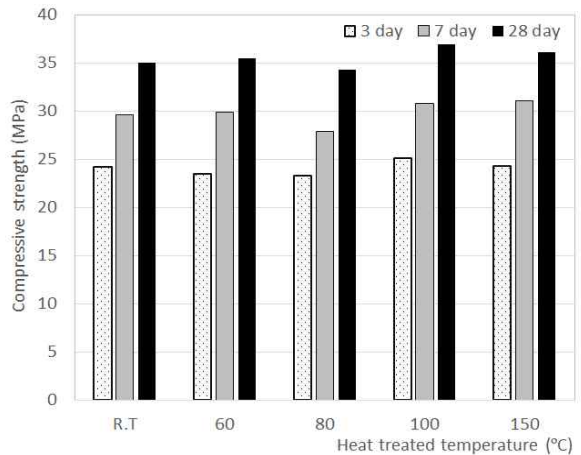


Figure 7. Compressive strength of cement paste using heat treated flue gas desulfurization gypsum

28일 압축강도의 경우에도 100℃로 건조 처리된 석고(반수석고와 이수석고가 혼합된 경우)를 함유한 모르타르가 36.97MPa로 가장 높은 강도특성을 보이는 것으로 나타났다. 역시 100% 반수석고로 구성된 150℃로 건조 처리된

석고를 함유한 모르타르 또한 36.09MPa로 다른 시험체에 비해 높은 압축강도를 보이는 것을 알 수 있었다. 최종적으로, SO_3 함유량 2.3% 조건에서는 배연탈황석고를 온도처리를 하여, 일정량의 반수석도를 함유하도록 유도하는 것이 모르타르의 강도증진에 보다 유리한 것으로 나타났다.

3.6 건조수축

배연탈황석고를 혼입한 모르타르의 길이변화 데이터는 Figure 8에 나타내었다. 모르타르에 석고를 투입하게 되면 에트링가이트의 생성으로 인해 일정부분 수축거동을 완화시킬 수 있는 특성을 가지는데, 열처리를 통하면 이러한 특성에 다소간의 변화를 줄 수 있다.

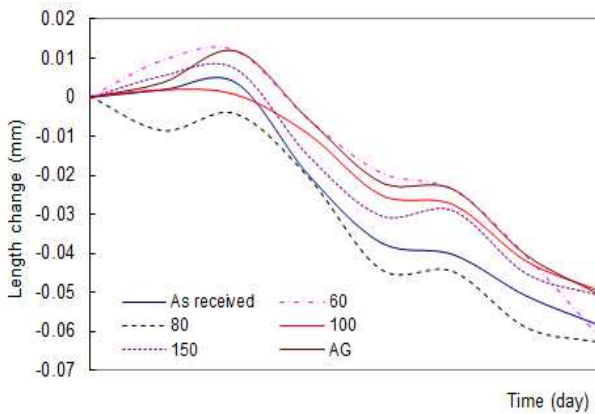


Figure 8. Length change data of cement paste using heat treated flue gas desulfurization gypsum

Figure 8에 따르면 60°C에서 열처리된 배연탈황석고를 혼입한 시멘트 페이스트의 경우 초기에는 다소간의 팽창을 보였으나 최종적으로는 열처리를 하지 않은 배연탈황석고를 혼입한 시멘트 페이스트에 비하여 큰 차이를 보이지 않는 것을 확인하였으며, 80°C에서 열처리된 배연탈황석고를 혼입한 시멘트 페이스트의 경우 초기부터 상당한 수축거동을 하는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 100°C 및 150°C에서 열처리된 배연탈황석고를 사용한 경우에는 열처리를 하지 않은 페이스트에 비하여 수축거동이 억제되는 것을 알 수 있었다. 또한 이러한 페이스트들은 γ -CaSO₄(무수석고: AG)를 혼입한 시멘트 페이스트의 거동과 매우 유사한 거동을 보이는 것을 확인하였다.

100°C 이상의 온도에서 열처리된 배연탈황석고 및 무수석고를 활용하는 경우 반수석고의 생성으로 인하여, 칼슘

및 황산염 이온의 용해도가 빨라지게 되고, 이로 인하여 더욱 많은 양의 C₃A와 반응할 수 있게 되기 때문에, 초기에 더욱 많은 양의 에트링가이트(ettringite)를 생성할 수 있게 되고, 이로 인하여 수축거동을 억제할 수 있는 역할을 하게 된 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 실험에서는 다량으로 발생하는 배연탈황석고를 건설재료로서의 보다 효율적으로 활용하기 위하여, 배연탈황석고의 기초적 물성을 분석하였다. 또한 다양한 온도에서 열처리를 가한 후 SO_3 함유량을 2.3%로 고정시켜 시멘트 페이스트 및 모르타르를 제작한 후, 응결시간, 유동성, 압축강도 및 길이변화 특성을 측정 후 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 본 연구에서 사용된 배연탈황석고는 천연석고와 매우 유사한 화학적 성분을 가지면서도, 높은 순도를 가지고 있는 것으로 나타났다. 따라서 유사한 화학적 조성을 가지는 배연탈황석고의 재활용을 적극적으로 고려할 필요성이 있다.
- 2) 배연탈황석고를 열처리하게 되면, 황산염의 용해속도를 촉진하는 것으로 나타났다. 이로 인한 초기 flow값의 감소는 없어, 활용성에는 문제가 없는 것으로 나타났다. 응결시간은 다소간 빨라진 것으로 나타났다.
- 3) 배연탈황석고를 100°C 이상의 온도로 열처리하게 되면 압축강도가 다소간 증가하는 것으로 나타났다. 또한 이러한 배연탈황석고를 혼입한 시멘트 페이스트의 경우, 높은 초기팽창율을 보여 이후의 수축거동에 더욱 효과적으로 대응할 수 있음을 알 수 있었다.

요 약

배연탈황석고는 화력발전소에서 연료가 연소되면서 발생된 황산화물을 흡수, 제거하는 공정에서 발생하는 산업 부산물로서 최근 석탄 화력발전소의 배출가스에 관련된 환경규제가 대폭 강화됨에 따라 생산량이 점차 증가하고 있다. 배연탈황석고는 자연에서 얻어지는 형태의 천연석고와 거의 유사한 화학적 특성을 지니기 때문에, 이를 재활용하게 되면, 주로 수입에 의존하는 천연석고의 훌륭한 대체재로서

활용할 수 있다. 본 연구에서는 국내의 보령 화력발전소에서 생산된 배연탈황석고의 화학적 특성을 분석하고, 이를 이용하여 만든 시멘트 페이스트의 물성분석을 통하여, 배연탈황석고의 활용가능성을 평가하고자 하였다. 본 연구의 결과에 따르면, 배연탈황석고는 상당히 높은 순도를 가지며, 천연석고와 물성이 매우 유사한 것으로 나타났다. 또한 이를 적절하게 열처리하게 되면, 압축강도 및 건조수축에서의 개선효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

키워드 : 배연탈황석고, 열처리, 압축강도, 건조수축

Acknowledgement

This work was supported by a Research Grant of Pukyong National University(2015Year).

References

1. Park WC, Mun KJ, So SY, Soh YS, Kwon WT. Manufacturing of Cement Admixture using FGD Gypsum, Proceeding of the Korea Concrete Institute; 2007 May 3-4; Daegu, Korea, Seoul (Korea): The Korea Concrete Institute; 2015. p.979-82.
2. Li Y, Sadakata M, Study of gypsum formation for appropriate dry desulfurization process of flue gas. Fuel. 1999 Jul;78 (9):1089-95.
3. Tesáreka P, Drchalová J, Kolískoc J, Rovnaníková P, Černýa R. Flue gas desulfurization gypsum: Study of basic mechanical, hydric and thermal properties. Construction and Building Materials. 2007 Jul;21(7):1500-9.
4. Beak BH, Han CG. Improving Quality of Eco-Mortar Incorporating Blast Furnace Slag and Recycled Aggregate Depending on Replacement Gypsum and Cement. Journal of the Korea Institute of Building Construction. 2015 Apr;15(2):193-200.
5. Rutherford PM, Dudas MJ, Samek RA. Environmental impacts of phosphogypsum. Science of The Total Environment. 1994 Jun;149(1-2):1-38.
6. Lee JJ, Ko DH, Mun GJ, Soh YS. An Evaluation on Basic Properties of Waste Phosphogypsum for Utilization as Construction Materials. Proceeding of Architectural Institute of Korea; 2001 Apr 28; Ansan, Korea, Seoul (Korea): Architectural Institute of Korea; 2001. p.361-4.