

# 부생석고를 이용한 건설재료 활용화 방안 연구

## The Study on the Development of Construction Materials with Chemical By-product Gypsum

조 병 완\*      김 영 진\*\*      황 의 민\*\*\*  
Jo, Byung Wan      Kim, Yong Jin      Hwang, Eui min

---

### ABSTRACT

In recent years, the world-wide development of alternative construction materials is associated with disposal problems of waste materials as a result of industrial activities. Technologies of refining gypsum to several gypsum modifications ( $\alpha$  and  $\beta$ -hemihydrate) which can be used as construction material in a large scale do actually exist or are under development. This paper provides a technical and economic perspective of the waste gypsum treatment. Especially, several applications particularly of  $\alpha$ -hemihydrate will be presented, e.g. artificial gypsum aggregate and light-weight masonry units

---

### 1. 서 론

최근 고도의 경제성장 및 산업 기반의 대형화에 따른 천연골재의 고갈과 환경 파괴, 생활·산업 폐기물의 발생량의 급증 등 많은 문제가 대두되고 있으며, 현재 발생되는 대부분의 폐기물은 단순매립이나 해양투기 및 소각하고 있는 실정으로 환경·경제적인 측면에서 발생된 폐기물의 처리문제가 점차 심화되고 있다. 따라서 발생되는 폐기물의 재활용과 천연골재의 대체 자원의 필요성이 요구되어지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 다량으로 발생되어지는 폐기물의 일종인 부생석고를 이용하여 경제적이고, 활용가치가 높은  $\alpha$ 형 반수석고(hemihydrate)로 변환하고, 이를 이용하여 인공 골재 및 블록 등의 건설재료로 활용방안을 제시한다.

---

\* 정회원, 한양대 토목공학과 교수

\*\* 정회원, 한양대 토목공학과 박사과정

\*\*\* 정회원, 한양대 토목공학과 석사과정

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

자연상태의 이수석고에 오토클레이브를 이용하여 열과 압력을 가함으로써 석고의 성분을 변화시켜  $\alpha$ 형 및  $\beta$ 형 반수석고 또는 무수석고를 얻을 수 있다. 이중  $\alpha$ 형 반수석고가 강도에 있어서  $\beta$ 형 반수석고보다 인장강도는 5배, 압축강도는 10배정도 높다.  $\alpha$ 형 반수석고는 습식법으로  $\beta$ 형 반수석고는 건식법으로 제작된다. 그러나 막대한 양의 부생석고를 습식법을 이용하여  $\alpha$ 형 반수석고로 제작하는 것은 비경제적이고 2차환경오염 등의 요인으로 현실적으로 적합하지 않다. 따라서 본 연구에서는 자연상태의 부생석고를 오토클레이브를 이용하여 건식법으로  $\beta$ 형 반수석고로 전이를 시킨 후,  $\alpha$ 형 반수석고로 전이시키기 위해 가수하였다. 여기서 이수석고에 많이 포함되어있는 불순물 제거를 위해 온도를 이론상의 온도(125~160℃)보다 높은 온도(250~300℃)로 하였다. 이로 인해 실제적으로 오토클레이브한 후의 부산물은 III  $\beta$ -CaSO<sub>4</sub>의 형태에 가깝다고 볼 수 있다. 결국 최종적으로 생성되는 부산물은  $\alpha$ 형 반수석고와 III형의  $\alpha$ 형 무수석고의 중간 상태의 물질이 생성되어진다고 볼 수 있다. 이렇게 제작된 반수석고를 이용하여 인공골재 및 블록 제작을 실행하였다. 실험 전반에 걸쳐 온도 높은 반수석고를 제작하기 위한 이미 검증된 첨가물의 영향을 검토하였다.

### 2.2 사용재료

본 실험의 사용재료로 N화학에서 비료제조 공정 중 발생하는 부생석고, 국내산 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하며, 혼화재료로서 33% 수용액인 첨가물1, 첨가물2를 사용하였고, 강도특성을 파악하기 위해 국내에서 발생하는 bottom ash를 사용을 한다.

### 2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 크게 단계별로 2가지의 방법을 택하여 행하였다. 첫 번째 단계는 현장상태의 부생석고를 반수석고로 제작하는 과정이다. 두 번째 단계에서는 제작된 반수석고를 이용하여 골재 및 블록을 제작하는 과정이며, 반수석고 골재를 사용한 콘크리트 공시체와 천연골재를 사용한 공시체의 압축강도 시험과 블록의 압축강도 시험을 행하였다.

첫 번째 단계는 현장상태의 부생석고를 자연건조 및 체가름( # 30 )을 행한다. 각주형 공시체(5×5×5 cm)를 제작한 후 압력과 온도, 시간을 변수로 한 오토클레이브 작업을 한다. 공시체 제작과정 중 첨가물을 사용함으로써 반수석고로의 전이에 미치는 영향을 고려한다. 이런 과정으로 제작된 공시체를 건조 후 파쇄한다. 두 번째 단계에서는 첫 번째 단계를 거친 석고분말을 골재로 제작하기 위하여 과립기(펠렛타이저)를 이용하여 가수하면서 구상화시킨다. 제작된 구상의 인공골재를 이용하여 원주형 공시체(10×20cm)를 표준다짐 방법으로 제작하고, 같은 크기의 천연골재 공시체를 제작한다. 여기서 천연골재 공시체의 28일 배합강도는 210kg/cm<sup>2</sup>이다. KS F 2314에 의해 UTM으로 첫 번째 단계에서의 공시체 제작과정 중 첨가물 유무에 따라 압축강도를 측정하였다. 블록은 석고분말에 최적의 함수율을 찾기 위해 물의 양을 변화시키며 제작하였다. 압축강도는 원주형 공시체와 같은 방법으로 측정하였다.

## 3. 실험 결과 및 분석

### 3.1 온도와 첨가물에 따른 압축강도

여러 변수중 온도의 경우에는 300℃에서의 강도가 200℃의 때보다 더욱 높은 것으로 나타났으며,

그 때의 첨가물의 종류에 따른 강도는 표 1과 같다. 결과에서 알 수 있듯이 첨가물이 없을 경우가 압축강도가 더욱 높다. 이는 석고의 전이가 일어났음을 나타내며, 또한 첨가물이 강도 발현에 있어서 오히려 방해가 되고 있음을 보여주고 있다.

종합적으로 보면 석고의 전이는 온도에 민감한 반응을 보였으며, 첨가물에 대한 영향으로는 표에서 보듯이 강도발현에 있어서 오히려 방해하는 결과를 보였다. 강도 측정결과 인공골재, 블록 및 초기 고강도가 필요한 곳의 재료로서의 사용 가능성을 보였으나, 현장 적용을 하기 위해서는 흡수율, 마모율, 인장강도, 내구성 등 아직 검토되어야 할 부분이 많은 것으로 판단된다.

표 1 첨가물의 종류에 따른 압축강도

공시체 번호	온도 (°C)	압력 (kg/cm <sup>2</sup> )	시간 (min)	첨가물 여부	강도 (kg/cm <sup>2</sup> )
GW1	300	3.5	180	무	200
GW2					215
GW3					228
GW4					219
GWS1	300	3.5	180	첨가물 1	98
GWS2					93
GWS3					82
GWS4					86
GWN1	300	3.5	180	첨가물 2	76
GWN2					62
GWN3					82
GWN4					78
GWB1	300	3.5	180	bottom ash	78
GWB2					56
GWB3					88
GWB4					82

표 2 원주형 공시체의 압축강도(28일) 비교

공시체 번호	온도 (°C)	압력 (kg/cm <sup>2</sup> )	시간 (min)	첨가물 여부	강도 (kg/cm <sup>2</sup> )
GW5	300	3.5	180	무	217
GW6					210
GW7					207
GW8					210
GWN5	300	3.5	180	첨가물2	180
GWN6					195
GWN7					206
GWN8					165
C5	일반 콘크리트				220
C6					215
C7					222
C8					217

### 3.2 인공골재의 압축강도

골재의 종류에 따른 원주형 공시체의 28일 압축강도는 표 2에 보여진 바와 같으며, 제작된 골재를 사용한 경우 일반 콘크리트 공시체의 압축강도와 비교하여 비슷한 강도를 보여주었다.

## 4. 결 론

국내의 N화학에서 대량 발생되는 부생석고를 인공골재와 블록의 주원료로 활용하고 그 물성을 측정 한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

(1) 압축강도 실험 결과를 보면 현장 상태의 부생석고를 사용 가능한 석고로 전이 시키기 위한 오토클

레이브방법은 타당한 것으로 판단된다.

(2) 300℃, 3.5 kg/cm<sup>2</sup>에서 3시간동안의 오토클레이브 작업이 석고의 전이와 강도발현에 가장 적합한 조건임을 보여주었다.

(3) 석고를 주원료로한 인공골재를 사용한 콘크리트 공시체 7일 강도는 평균 191kg/cm<sup>2</sup>, 28일 강도는 평균 212 kg/cm<sup>2</sup> 측정되었다. 따라서 비구조용 건설재료로 사용가능 할 것으로 판단되며, 추가적인 연구를 통해 구조용 재료로서도 그 활용이 기대된다.

#### 참 고 문 헌

1. 배동식, "인산석고로부터 섬유상 반수석고의 생성", 요업학회지, 1990. 8.
2. 오용수, 최상훈, "인산석고로부터  $\alpha$ 형 반수석고의 제조", 한양대 대학원 논문집, 1983. 8.
3. 노해중, "인산석고로부터 whisker 제조에 관한 연구", 연세대 대학원, 1978.
4. 김광렬, "부생 인산석고에 관한 연구", 1988.
5. 황복, "부생석고 이용에 관한 연구", 1974.