

# 석탄회 경량골재 제조시 용점저하제로서 도금슬러지의 활용성에 관한 연구

나춘기 · 이무성<sup>1)</sup>

## 1. 서 론

'98년 현재 연간 약 370만톤의 석탄회가 발생하고 있을 뿐만 아니라 매년 10% 이상씩 증가되는 전력수요에 대비, 석탄 화력발전소의 신, 증설이 불가피함에 따라 2010년경에는 600만톤 이상으로 증가할 것으로 추산하고 있다. 그럼에도 불구하고 국내에서 발생하는 석탄회는 전체 발생량의 약 15%만이 시멘트클링커 제조원료 및 콘크리트 혼화제로 이용될 뿐으로 그 재활용율이 외국에 비해 현저히 낮아 국내 특수성에 부합되는 석탄회의 대량 처분기술의 개발은 물론 용도 다변화를 통한 새로운 수요의 창출이 시급한 실정이다. 최근의 석탄회 재활용 연구분야 중에서 특히 인공경량골재 제조기술은 가장 많은 잠재 수요를 가지고 있을 뿐만 아니라 천연골재의 채취로 인한 자연훼손의 방지는 물론 폐기물로 인한 환경오염예방이라는 측면에서 그 필요성 및 중요성이 날로 증대되고 있음에도 불구하고 여전히 실용화되지 못하고 있는 분야이다. 이는 석탄회의 인공경량골재화 기술이 대부분 고온, 장시간의 소성을 필요로 하는 고 에너지 소비형으로 천연골재와의 가격 경쟁력에서 현실성이 결여되어있기 때문으로, 이를 해결하기 위해서는 소성비용을 최소화할 수 있는 저 에너지 소성법의 개발이 무엇보다도 절실히 요구되고 있는 실정이다. 이에 따라 본 연구진은 제지슬러지를 내부열원으로 활용함으로써 소성 에너지를 절감함과 동시에 표면의 용융없이 내부만을 용융 발포시킬 수 있는 내부발열소결법을 개발하여 제시한 바 있다. 본 연구는 상기 연구를 바탕으로 석탄회의 용점 저하제로서 도금 슬러지의 활용 가능성을 검토함으로써 석탄회와 함께 도금 슬러지를 인공경량골재의 제조원료로서 동반 재활용함과 동시에 소성온도를 낮추어 석탄회 경량골재의 제조경비를 절감할 수 있는 기술을 확립하는데 그 목적을 두고 있다.

## 2. 실험방법

호남석탄회에 중량비로 무안점토와 H사의 제지슬러지를 각각 20%와 10%씩 고정 첨가하는 것을 바탕으로 용점 저하제로서 J사의 도금 슬러지를 10~40%까지 석탄회와 동일 중량으로 대체하여 첨가하는 방식으로 직경 10mm의 성형체를 제조하고, 100℃~120℃의 건조기에서 수분을 완전히 건조한 다음, 다양한 초기온도 조건(25~1140℃)으로 설정된 고정 전기로에 투입하고 15℃/min 또는 20℃/min의 승온속도로 1100~1250℃까지 승온하고 5분간 유

**주요어:** 석탄회, 경량골재, 도금슬러지, 용제, 내부발열소결법

1)목포대학교 공과대학 환경공학과(nack@chungkye.mokpo.ac.kr)

지시된 다음 20~40°C/min의 속도로 다시 800°C까지 냉각하고, 공기 중에 방출, 상온까지 냉각시키는 방식으로 석탄회-도금 경량골재를 제조하였다. 제조된 경량골재를 대상으로 비중, 흡수율, 압축강도, 구성광물상, 용출실험 등을 수행하였다.

### 3. 결과 및 고찰

실험결과, 도금슬러지의 첨가량을 0%에서 40%로 증가시킴에 따라 소성체의 내부에 용융발포가 개시되는 소성온도가 0%일 때 1250°C, 10%일 때 1200°C, 20%일 때 1150°C, 30%일 때 1100°C, 40%일 때 1050°C로 나타나 도금슬러지 10% 첨가당 약 50°C씩 낮아지는 경향을 보여, 도금슬러지가 석탄회 경량골재 제조시 융점저하제로서 매우 효율적임을 알 수 있었다. 도금슬러지 각 첨가량별 최적 소성온도조건은 0%일 때 투입온도 1120°C, 승온속도 15°C/분, 소성온도 1250°C, 소성시간 10분으로 소성물의 비중은 1.30g/cm<sup>3</sup>, 10%일 때는 각각 1100°C, 15°C/분, 1200°C, 5분으로 비중 1.1g/cm<sup>3</sup>, 20%일 때는 각각 1040°C, 15°C/분, 1150°C, 5분으로 비중 1.2g/cm<sup>3</sup>, 30%일 때는 각각 1000°C, 15°C/min, 1100°C, 5분으로 비중 1.45g/cm<sup>3</sup>, 40%일 때는 980°C, 10°C/분, 1080°C, 5분으로 비중 1.42g/cm<sup>3</sup>의 소성체를 얻을 수 있었다(그림). 특히 도금슬러지 첨가량이 30%이상부터는 소성체 내부에서는 용체가 과다하게 생성되는 반면 외연부는 낮은 소성온도로 인해 소결이 불완전하게 이루어지는 경향을 보여 비록 경량골재로서 생산은 가능하였으나 소성온도제어가 어렵고 터짐현상의 빈발로 인한 불량율이 많아지는 단점이 있어 첨가의 실효성을 거두기 어려웠다. 이상의 결과로 미루어 본 연구와 같이 급속소성(소성시간 10분 이내)을 바탕으로 하는 경우 최종 소성온도를 1150°C 이하로 낮추기 어려우며, 따라서 그 온도 이하로 융점을 저하시키는 융점저하제의 첨가는 그 실효를 거두기 어려움을 알 수 있었다. 소성체의 구성광물상을 고찰한 결과 도금슬러지를 첨가하지 않았을 때는 사장석이 주를 이루는 반면 도금슬러지의 첨가율이 증가할수록 franklinite 및 hercynite의 생성율이 높아졌다. 이는 도금슬러지 중의 철과 아연이 사장석과 반응하여 이들 광물로 고정됨을 나타내는 결과이다. 특히 용융발포된 내부층과 단순 소결된 외부층의 광물 조성을 조사한 결과 고온 생성광물인 hercynite가 대부분 내부에서만 생성되는 점으로 미루어 외부 가열온도에 비해 소성체 내부온도가 내부발열체인 제지슬러지의 내부연소열에 힘입어 최소 150°C 이상 상승되었음을 알 수 있었다. 한편 EPA법에 의한 소성체의 용출실험결과 도금슬러지에 함유되어있는 중금속들은 주성분으로 함유하는 Zn을 제외하고는 용출되지 않았으며 Zn 역시 총 함량의 1% 미만의 용출률을 보인다는 점에서 소성체내에서 효율적으로 고정화되었음을 보였다.

<그림>

