

## 고밀도 슬러지법(HDS)에 의한 광산배수처리시험

정영욱, 강상수

한국지질자원연구소 (ywc@kigam.re.kr)

### <요약문>

The high density sludge process (HDS) is a process that has been developed to achieve greatly increased sludge densities compared to those resulting from conventional pH modification systems. This study was carried out to apprehend variation of sludge properties and removal of metals during recycling of the sludge. The principal neutralization and settlement took place in neutralization beaker and mass cylinder. Sludge was recycled, as a volumetric ratios of 20%, 40% and 60%. The pH was controlled in neutralization tanks near 9.5. The average lime consumption rate was about 10g per L of AMD. The increment of sludge density was correlated with the volumetric ratios of recycled sludge.

key word : High density sludge, AMD, Lime

### 1. 서론

산성광산배수 중화처리시 생성되는 슬러지는 함수율이 90% 이상이 되는 슬러지가 발생하여 필터프레스로 탈수하여도 탈수케익에 수분 함유량이 50% 이상 존재하는 것으로 나타난다. 따라서 사후 처분해야될 슬러지는 침전지의 용적이 커지던가 혹은 처분비가 커질 수밖에 없다. 또한 침전물의 발생은 중화처리시설을 자동하는 한 반영구적으로 지속적으로 발생하므로 침전물의 용적을 감소시키는 기술의 개발이 매우 중요하다. 따라서 선진국에서는 다양한 형태의 연구가 진행되어 왔고 그 방법중의 하나가 High Density Sludge(HDS) 방법이다. HDS 는 기본적으로 소석회를 사용 중화반응을 시키고 발생된 슬러지의 일부를 다시 재순환(반송)하여 중화반응에 투입하는 중화방법이다. HDS 공정에는 폭기, 응집제사용 등으로 다양한 형식의 공정들이 연구 상용화되어 있다(Brown et al., 2002, Kuyucak et al, 2003). 본 연구는 (주)삼탄 정암광업소 폐석장 침출수를 대상으로 소석회를 중화제로 이용하여 슬러지를 반송하면서 수질변화와 슬러지의 성상 변화를 연구하였다. (주) 삼탄침출수는 인근 동남천에 미치는 수질오염 정도가 심하고 강수량에 따라서 침출수 수량변화가 심하여 오염부하가 매우 높다. 따라서 종래의 SAPS 등 자연정화방식에 의하여 정화하기가 매우 불리한 산성광산배수이다.

### 2. 연구방법

중화시험에 사용했던 광산배수는 (주)삼탄 폐석장 침출수였다. 삼탄침출수 500ml 에 5%, 10%, 15%

소석회액을 10ml~30ml씩 증가 시키면서 pH를 측정하여 중화정도를 조사하였다. pH 9.5에서 생성된 슬러지를 회수하여 신생고형물 농도(g/l)를 구하였다. 침출수 중화처리시 초기에 생성된 슬러지와 슬러지를 수차례 반송-중화반응 시킬 경우의 슬러지 성장차를 파악하기 위해 슬러지 반송 중화시험을 수행하였다. 단독 중화반응에서 생성된 슬러지를 일정한 반니비율(슬러지량/삼탄침출수량) 즉, 20%, 40% 및 60%로 중화시험조에 첨가하고 여기에 삼탄침출수 500ml를 첨가하여 단독 중화반응과 동일한 방법으로 중화-침전시험을 수행하였다. 중화-침전시험이 매 종료할 때 마다 상등수에 대하여 pH, 슬러지 용적, 수질분석을 실시하였다.

### 3. 연구결과

#### 3.1 소석회액 주입에 따른 pH변화

그림 1 에 소석회 농도별 주입량에 따른 삼탄침출수의 pH 변화가 나와 있다. 그림 1 의 회귀식으로 부터 삼탄침출수(초기 pH: 3.03) 1ℓ를 pH를 9.5까지 상승시키는데 필요한 소석회량은 삼탄침출수 1L 당 약 10g 내외였다.

#### 3.2 고품물질 발생량 및 농축 변화

각 반니비율별로 중화과정을 반복함에 따라서 생성되는 고품물질(슬러지)량을 그림 2, 3, 4에 정리하였다. 그림 2 에서 볼 수 있듯이 20% 반니시험에서 고품물질량의 증가는 미미하였다. 그러나 반니비율이 커질수록 고품물질량은 크게 증가함을 알 수 있다. 그러나 슬러지 부피는 초기에 급격히 상승하지만 그 이후는 반니별로 일정한 부피를 지속적으로 유지하였다(그림 3). 슬러지 부피 및 고품물질량을 반복횟수별로 기준으로 나누워서 농축침전물로 작성된 그림을 보면(그림 4) 중화반복횟수가 증가하면 농축침전물의 농도가 증가하지만 그 이상 반복이 증가하면 침전물의 농축현상은 더 이상 발생하지 않았다. 즉, 20% 반니비율 시험에서는 10회 정도, 40% 반니 시험에서는 18회 그리고 60% 반니 시험의 경우 22회 반복 중화에서 침전물의 농축이 더 이상 증가하지 않았다.

#### 3.3 반복횟수에 따른 반니배율 비교

초기 슬러지 무게와 n차 반복 중화시험후 생성된 슬러지 무게 비를 반니배율로 정의하고 이의 관계를 그림 5에 표시하였다. 시험결과 20% 반니 실험시 슬러지의 농축 정도는 최대 2.5배, 40% 시 7.8배의 슬러지 농축, 그리고 60% 경우 15.9 정도의 슬러지 농축이 되어 반니 비율이 클수록 슬러지 농축 현상이 나타났다. 반니비율별 최대 농축지점이 각각 상이하였다.

#### 3.4 소석회 주입량, pH 및 수질변화

반니 중화시험은 목표 pH를 9.5로 설정했고 실험과정에서 반니시험시 중화조에 슬러지가 반송되면서 단독 중화반응시 사용된 소석회액 보다 적은 양이 소요되었다. 그림 6에서 반니 비율이 높을수록 pH 9.5를 유지하는데 소요된 소석회액 사용량이 감소하는 경향이 있다. 평균적으로 20% 반니시 82.4%, 40% 반니시 77.2%, 60% 반니시 75.3% 정도의 소석회액이 사용되어 중화제의 사용이 감소되었다. 그림 7 에 원폐수중의 Al, Fe, Mn, SO4<sup>2-</sup> 성분의 정화효율을 표시하였다. Fe, Al, Mn 등 성분은 정화효율이 90%이상이었고 SO4<sup>2-</sup> 는 60% 이하였다.

## 4. 결론

(주)삼탄 정암광업소 폐석장 침출수를 대상으로 슬러지 반복 중화 기초시험을 수행한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다. pH가 3인 삼탄침출수를 pH 9.5까지 중화시키는데 필요한 소석회 사용량은 약 10g/L 였다 슬러지를 재순환하면서 삼탄침출수를 중화시험(pH<sub>9.5</sub>)하면 각 반니비율에 따라서 슬러지의 고밀도 현상이 나타났다. 슬러지 농축 정도는 반니비율에 따라서 상이 했고 60% 반니시 22회 반복 중화에서 최대 16배 였다. Fe, Al, Mn 등 성분은 정화효율이 90% 이상이었고 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>는 60% 이하였다. 오염부하량이 큰 삼탄 침출수와 같은 광산배수는 중화처리시 다량의 슬러지가 발생되므로 슬러지는 수처리법 선정에 중요한자가 된다. 따라서 오염부하량이 큰 광산배수의 처리법으로 HDS 법이 대안이 될 수 있다고 판단된다.

## 4. 참고문헌

- Brown, M., Barley, B. and Wood, H., 2002, Mine water treatment, IWA Publishing, UK, p. 44-51  
 Kuyucak, N., Chavez, J., Rosa del Castillo, J. and Ruiz, J. 2003, Technical feasibility studies and uses of Treated acid mine drainage at Kingsmill tunnel, Peru, proceedings of 6th ICARD, Cairns, Australia, p.771-778

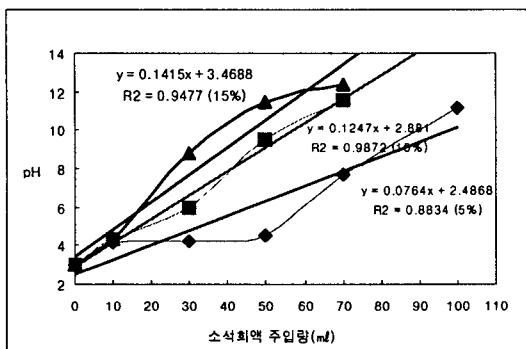


그림 1. 소석회 주입량에 따른 pH변화

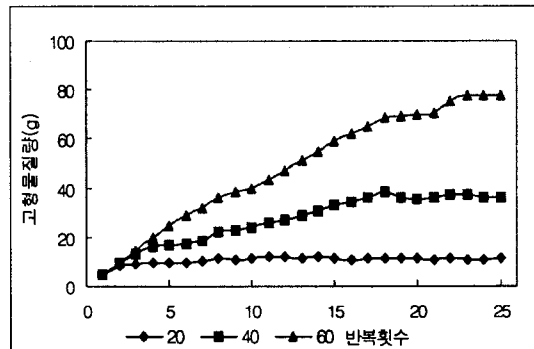


그림 2 반니 비율별 고형물질량 비교

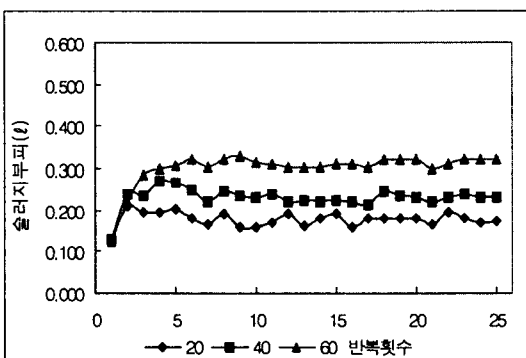


그림 3 반니 비율별 슬러지부피 비교

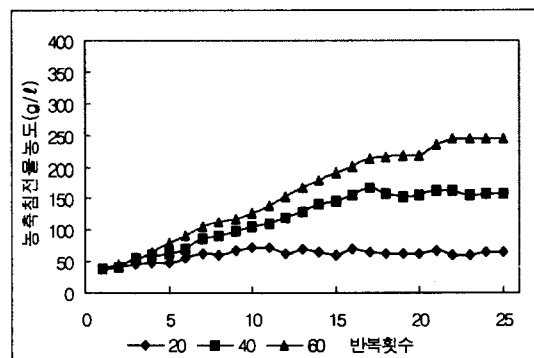


그림 4 반니 비율별 농축침전물농도 비교

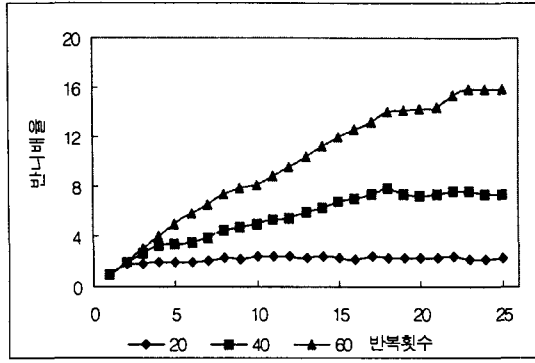


그림 5 반니비율별 반니배율 비교

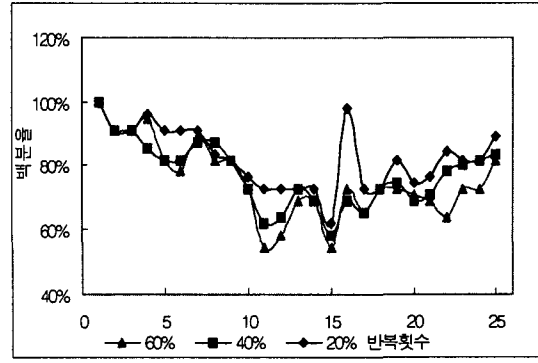


그림 6 반니 비율별 소석회 주입량 비교

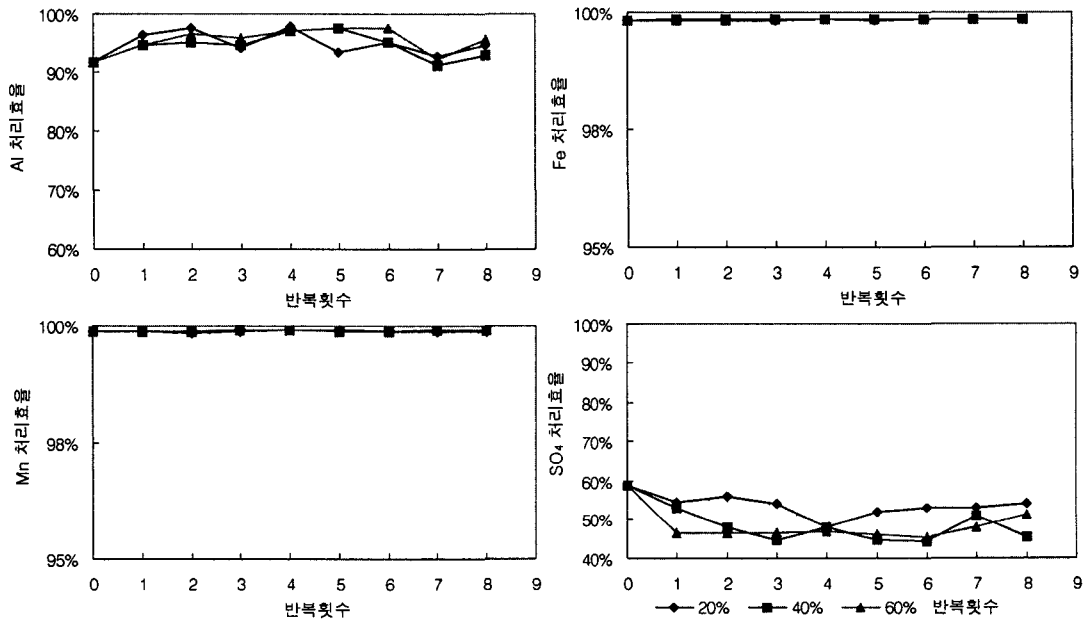


그림 7 각 성분별 처리효율