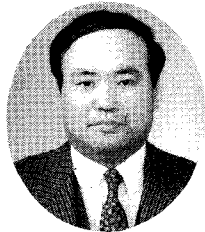


슬러지처리 및 처분

〈4〉



奇文奉

(환경관리공단 기술부, 환경(수질)기술사)

(라) 응집제의 종류

슬러지 탈수의 응집제에는 염화제1철, 황산제1철, 황산제2철, 황산알루미늄 등의 무기염류가 있고, 탈수조제는 소석회외에 과산화수소, 벤토나이트, 산성백토, 슬러지소각재나 flyash, 펄프 등이 있다. 최근에는 고분자 합성기술의 발달로 각종 고분자 응집제가 많이 개발되어 사용되어 오고 있다.

중요한 응집제와 그 조제는 표9와 같고 고분자 응집제를 표 10에 또 현재 많이 사용하는 응집제 및 탈수조제에 따른 탈수기의 기종은 표 11과 같다.

(마) 탈수효과의 판정방법

슬러지는 폐수의 종류에 따라 다르며, 각 처리장마다 또 계절이나 운전방법에 따라 달라지

[표 9] 무기응집제 및 조제성상

구분\항목	분 자 식	형 태	사용농도(중량비)
황산 제1철	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	결정입상	10%
염화 제2철	$FeCl_3$	액상(38%)	20%
	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	덩 어 리	
소 석 회	$Ca(OH)_2$	분 말	10-15%(슬러지상)
과산화수소	H_2O_2	액상(35%)	20%

[표 10] 이온별 고분자응집제 효과

구 분	적 용 성, 효 과
Anion 성	⊖전하를 갖는 중금속 산화물의 침강속진에 효과 단백질의 응집에 유용함
약 Anion 성	적용범위가 가장 넓다. 유산반토와 같이 사용하면 효과가 좋음 어떤 현탁물질도 침강이 잘 됨
Nonion 성	현탁물질이 큰 경우 유용함 pH와 금속이온 영향을 받지 않음 산성에 특히 유용함
Cation 성	현탁상의 유기성 Colloid 물질이 유효 물에 가용이온성유가 화합물질의 응집에 유효 부상토는 침강속진이의 슬러지의 탈수, 여과속진이 유효

[표 11] 이온별 고분자응집제 효과

구 분	탈수기 기종	비 고
황산 제1철 석 회	진공 탈수기	석회에 의한 고행물 증대
염화 제2철 석 회	진공 탈수기 가압 탈수기	사용예가 많고 석회에 의한 고행물 증대
황산 제1철 과산화수소	진공 탈수기	최근 개발된 방법 고행물 증가가 적다
유기고분자 응집제	원심 탈수기 Belt Press	고분자의 선정이 중요 고행물의 증가가 없다

때문에 탈수방법의 선정 탈수기의 용량 결정, 응집제의 선정이나 그 첨가율의 결정에는 앞서 언급한 시험법에 준하여 실험에 의해 결정한다. 특히 고분자응집제는 특정슬러지에 대해서만 효과를 갖는 것도 있고 무기응집제에 비해 사용법의 범위가 극히 한정되어 있어 선정시 주의가 요한다.

각 탈수기에 적용시험 여부는 다음의 지표를 기준으로 선정함이 좋다.

○ 약품 첨가율 : 슬러지 고형물에 대한 약품 중량비(%)

○ 여과속도 : 첨가약품량을 뺀 건조슬러지 고형물량에 대해 계산

○ Cake 함수율 : 약품을 포함하여 발생된 Cake 전체에 대한 수분

○ 고형물회수율 : 탈수기에 공급된 슬러지 건조고형물에 대해 Cake중의 건조고형물의 중량비(%)

(4) 철염과 석회에 의한 탈수

철염의 응집은 ⊕의 다가이온인 철이온이 슬러지의 ⊖표면전하를 중화하는 것과 가수분해에 의한 금속수화물이 슬러지입자를 흡착하는 등의 원리로 알려져 있다.

철염으로서는 일반적으로 황산 제 1철과 염화제 2철이 사용되어지고 우리나라의 경우 염화제 2철이 많이 사용되고 있으나, 황산제 1철은 부산물로 얻어지는 경우에도 값이 싸 이점이 있으나, 염화제 2철에 비해 소석회와 병용하여 사용하는 경우 응집력이 떨어진다.

또한 석회분은 소석회, 생석회, 카바이트재 등이 있으나, 보존이나 취급이 용이한 소석회가 일반적으로 많이 쓰인다.

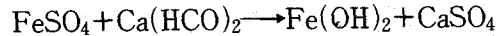
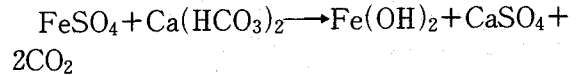
(가) 철염

황산에 철부스러기를 녹인 용액에서 결정을 시켜 제조하거나 폐산의 처리공정이나 티탄 정제의 부산물로 생산되어지는 경우는 값으로 구입될 수가 있다.

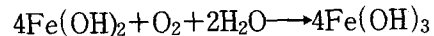
황산제 1철은 수처리시 최적응집 pH 9.5이하에서 응집시킨 것과 같은 상당량의 철분이 존재하게 되므로 슬러지 탈수에서는 pH 11 이상까지

소석회를 첨가할 필요가 있다.

황산제 1철의 응집반응은 복잡한 가수분해 중합이므로 중합도가 크게 됨에 따라 수산화물의 조성에 가깝게 되고 알카리도 및 소석회와 반응하여 수산화물을 생성한다.



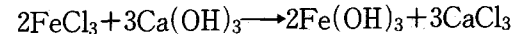
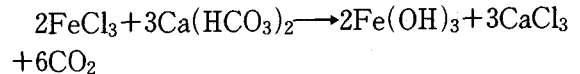
또 pH가 7이상이면 수산화제 1철은 물중의 용존산소에 의해 용이하게 제 2철로 된다.



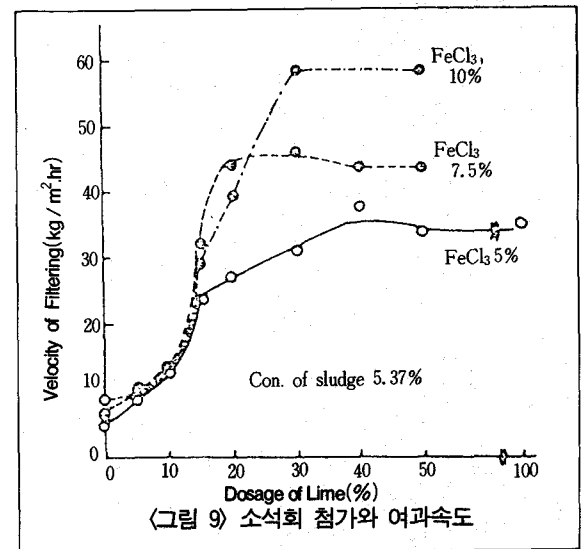
○ 염화제 2철

염화제 2철은 현재 가장 광범위하게 사용되고 있고 일반적으로 철의 산세에 사용한 염산 폐액에 염소가스를 주입시켜 쉽게 만든다. 최적 pH는 6-7 또는 8-11로 알려져 있고 슬러지의 응집에는 소석회를 함께 사용하여 pH 10-12 정도의 높은 pH 영역에서 사용한다.

염화제 2철의 응집반응도 복잡한 가수분해 중합으로 간단한 화학식으로는 알카리도와 소석회와 반응하여 수산화제 2철로 된다.



(나) 석회첨가의 효과



(그림 9) 소석회 첨가와 여과속도

슬러지를 철염으로 응집시켜 기계 탈수하는 경우에는 일반적으로 조제로서 소석회를 사용한다.

철염만 응집시킨 슬러지 flocc은 약해서 그대로 탈수가 되지 않은 경우가 많아 소석회를 첨가하게 되면 여과속도가 증대되게 된다. 그림 9는 소석회 첨가에 따른 여과속도를 나타낸 것이다.

이러한 석회의 효과로서는 응집제의 보조적 역할을 하는 화학적인 것과 탈수, 특히 투수성을 좋게 하는 물리적인 것을 고려하여 화학적인 역할로서

○ pH의 상승

철염의 응집에 양호한 pH를 갖도록 한다.

○ 칼슘이온의 효과

Ca 자신이 갖는 2가의 ⊕전하의 역할 물리적인 역할로서

○ 탈수 Cake의 다공질화

처리상의 슬러지 입자가 서로 입자사이에 들어가 지지하게 되어 액이 흐를 수 있도록 간격을 가짐.

○ 지지체로서의 역할

분산 입자가 탈수케익중에 흘러 들어가 입자의 위치를 지지하는 역할

그외에 flocc의 무게를 무겁게 하고 flocc형성핵으로 되는 등의 이론도 있다. 석회첨가의 결점은 첨가량이 많아 분말상으로 취급하기가 어려운 점이 있고 탄산 gas 등과 반응하여 비용해성 탄산칼슘을 생성하여 여포를 막는 것과 Cake량, 소각재를 증대시키는 등의 문제가 있다.

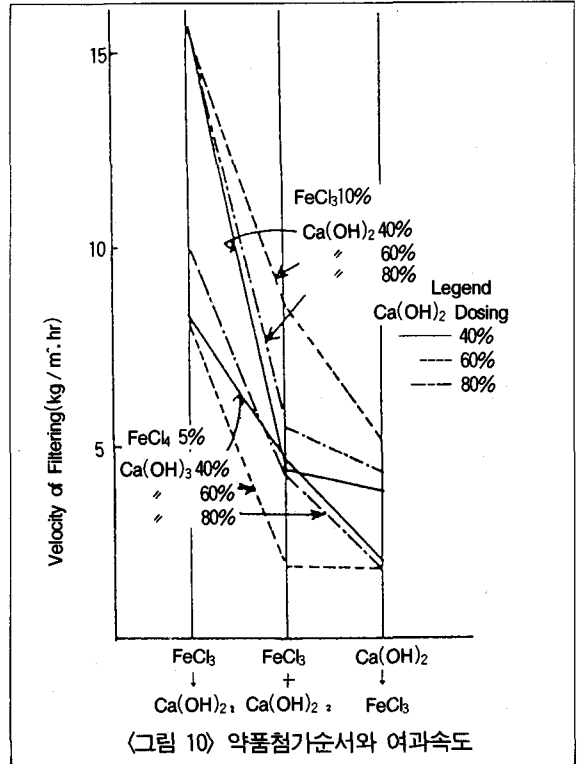
(다) 탈수효과에 미치는 인자

탈수효과에 미치는 인자로서는 약품첨가율외에 약품의 첨가순서, 교반방법, 슬러지농도나 유기물 함유율 등이 있다. 여기서는 약품첨가율과 탈수효과의 관계에 영향을 주는 요소에 대해 언급한다.

○ 약품의 첨가순서

철염과 석회의 첨가 순서는 일반적으로 철염을 먼저 주입하는 것이 좋고, 역으로 하는 경우가 좋은 슬러지가 있음을 주의하여야 한다. 그림 10은 하수생슬러지를 세정하여 염화제 2철과 소석회

의 첨가순서의 영향에 대해 Leaf Test 한 결과로 염화제 2철을 먼저 주입하는 것이 좋은 것으로 나타나 있다.



〈그림 10〉 약품첨가순서와 여과속도

○ 교반

응집시간이 너무 길면 응집 flocc이 재분리되어 여과속도를 감소시키고 일반적으로 응집, 혼합시간이 3-10분 정도가 보통이다. 교반의 강도는 flocc의 생성에 큰 영향을 주므로 초기에는 급속 교반하고 응집작용을 시키는 후반에는 다소 약하게 완속 교반으로 하는 것이 필요하다.

그림 11은 급속교반 1분이상 완속교반으로 30분 이상이면 여과속도가 저하함을 보여주고 있다.

○ 슬러지 농도

통상 슬러지의 고형물 농도가 크면 필요 약품첨가율은 감소하는 경향이 있다. 또 일정약품첨가율에 슬러지 고형물 농도가 증대하면 여과속도가 증대한다.

응집시간이 너무 길면 응집 floc이 재분리되어
 여과속도를 감소시키고 일반적으로 응집, 혼합시간이
 3-10분 정도가 보통이다. 교반의 강도는 floc의
 생성에 큰 영향을 주므로 초기에는 급속 교반하고
 응집작용을 시키는 후반에는 다소 약하게 완속
 교반으로 하는 것이 필요하다.

(라) 진공탈수기에서의 약품첨가량과 탈수효
 율

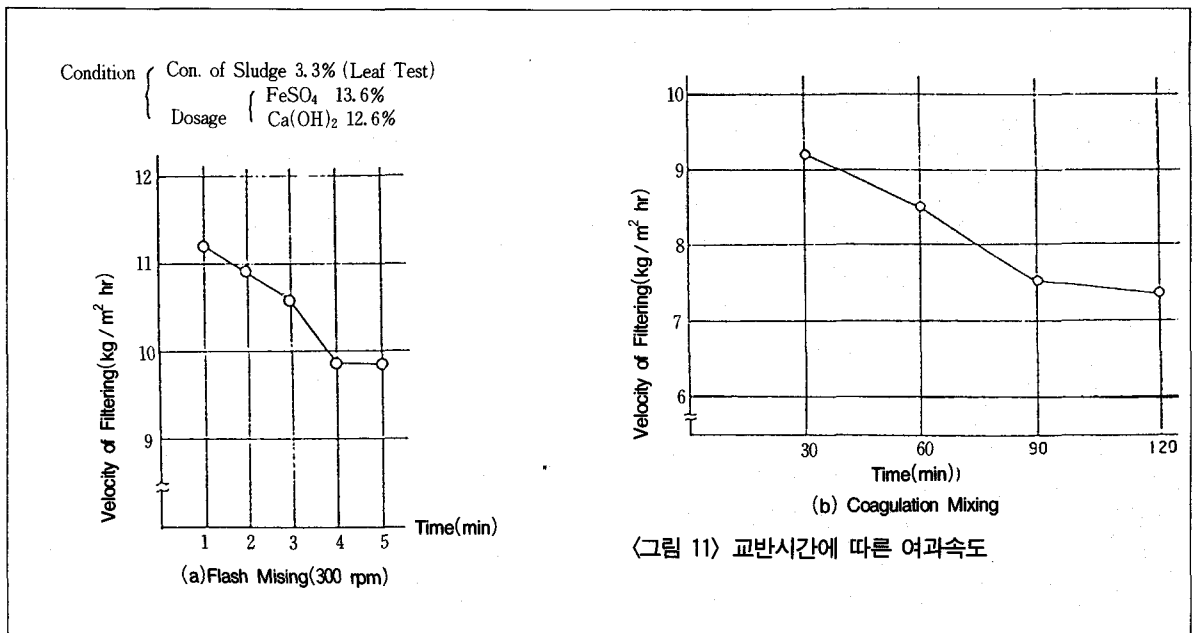
○ 황산 제 1철과 소석회

일반적으로 황산제 1철은 5-10%, 소석회 30-50%의 첨가율을 사용하나 슬러지의 성상에 따라 다소 첨가량이 달라지는 경우가 있다.

여과속도는 3-4%의 슬러지 농도에서 10kg/m².hr 전후이고, Cake 함수율은 70% 전후가 보통이다.

○ 염화제 2철과 소석회

염화제 2철은 황산제 1철에 비하여 응집력이 강하고 여과속도가 크다. 일반적으로 염화제 2철



〈그림 11〉 교반시간에 따른 여과속도

실제로 진공여과기에서 탈수하는 경우에는 농도가 적어지면 여과속도가 감소하게 되고 Cake가 여포에 박리가 잘안되어 탈수가 불가능하게 된다. 따라서 탈수전 슬러지 농도를 높게 유지하는 것이 중요하다.

○ 유기물 함유율

동일 처리장에서 같은 종류의 슬러지에 대해 유기물 잔유물이 많게 되면 소요 약품량이 증가하여 여과속도가 감소하게 된다.

은 3-5% 정도 소석회는 10-30% 정도의 첨가율이 필요하고, 여과속도는 3-4%의 슬러지 농도의 경우 15kg/m².hr 정도로 cake 함수율은 일반적으로 황산제 1철에 비해 다소 높다.

〈다음호에 계속〉

상담 및 문의전화 563-7231