

脫水 및 乾燥技法을 이용한 淨水場 슬러지 減量化

·전항배*, 김영한*, 김 량**

*선임연구원

**수석연구원

수자원공사 수자원연구소
상하수도연구실

Sludge Minimization by Using Dewater and Thermal Treatment in the Water Treatment Plant

Hang-Bae Jun*, Yong-Han Kim*, Ryang Kim**

*Senior Researcher

**Head Researcher

Water Resources Research Institute
Korea Water Resources Corporation

ABSTRACT

Sludge minimization in an water treatment plant can be achieved by optimizing a main water treatment process as well as by enhancing a thickening and a dewatering facilities. In this study, dewatering and drying techniques for reducing the quantity of the water sludge generated from the conventional water treatment plant in the local states were investigated by reducing its water content. Not only the types and dosages of polymers but also the mixing intensity of the mixtures of a concentrated sludge and polymers on the different pH were evaluated for the optimum dewatering conditions of the water sludge. Weight reduction of the water sludge was also tested at a given temperature range.

The dewatering efficiency of the water sludge was not affected by the types of polymer but by mixing intensity(GT value) in this study. pH effect on dewaterability of the water sludge took a major role at the neutral pH range. The optimal polymer dose was 1.5 mg-polymer/g-TSS(about 40mg/L as polymer). Dewaterability was enhanced at a lower mixing intensity(GTbelow 10,000 sec-1). Free water in the void of sludge cake was dried around 100 ℃, chemical bound water was evaporated around 320 ℃, and organic material was burned out at the range of 300 to 600 ℃. Ignition losses of the water sludge were varied 15 to 40 % as the

raw water quality. The ignition loss due to the chemical bound water was 10-20% and the loss due to the organic material was 4-20% of the total ignition loss.

초 록

슬러지 발생량은 정수처리공정에서 부터 슬러지 농축 및 탈수에 이르는 과정을 최적화함으로써 감량화할 수 있다. 본 논문에서는 탈수 및 건조기법에 의하여 정수처리공정에서 발생하는 슬러지의 함수율을 낮추어 슬러지 발생량을 줄이는 방법에 대하여 연구하였다. 탈수효율향상을 위한 polymer 투입량 및 교반조건등을 최적화하고, 온도에 따른 슬러지의 중량변화에 대하여 관찰하였다. 탈수효율은 polymer의 종류보다 교반 강도에 의한 영향이 크고, pH의 영향도 큰 것으로 나타났다. 최적 polymer 주입농도는 1.5mg-polymer/g-TSS이었고, pH가 약산성이나 약알칼리성 조건에서 탈수효율이 양호한 것으로 나타났다. 교반강도는 낮을 수록(10,000sec-1이하) 효율이 향상되었고, 속도구배(G)보다 GT값이 중요한 영향인자인 것으로 나타났다. 자유수의 건조는 100℃ 전후, 화학적 결합수는 300℃ 근방에서 증발하며, 유기물질은 약 300-600℃ 구간에서 산화되어 증발하는 것으로 나타났다. 취수원 수질에 따라 강열감량은 약 15-40%로 나타났으며, 화학적 결합수에 의한 감량이 약 10-20%, 유기물질에 의한 감량이 약 4-20%인 것으로 나타났다.

핵심용어: 정수장 슬러지, 탈수, 건조, 강열감량(Ignition loss)

1. 서 론

정수장 슬러지는 원수중의 콜로이드 입자와 응집체의 수화물로 구성되어 있으며, 원수의 성분이나 정수장의 운전 조건에 따라서 슬러지의 구성성과 발생량도 바뀌게 된다. 각종 환경규제가 엄격해 짐에 따라 정수장 슬러지의 적정 처리 및 처분문제가 제기되고 있다. 현재 대부분의 정수장에서는 매립에 의존하고 있으나 매립장 부족현상 등으로 슬러지 처분에 큰 어려움을 겪고 있다. 상수 슬러지는 현재 일반폐기물로 분류되어 도시쓰레기 매립장에서 일반매립이 허용되고 있으나, 함수율이 높고 취급성이 불량하여 현장 관리자들이 매립 처분을 꺼리고 있는 실정이다.

정수처리공정에서 발생된 슬러지의 양을 줄이는 것은 슬러지의 함수율을 효과적으로 줄이므로써 가능하며, 고율탈수기, 건조 및 소각등의 시설

을 도입하여 슬러지 함수율을 줄이고 취급성을 향상시킬 뿐 아니라 매립 및 재이용 등의 목적에 유용하게 사용할 수 있을 것이다²⁾. 최종처분방법의 대명사 처럼 사용되어 온 매립이 부지확보 등의 어려움으로 매립단가가 상승하고 액상 폐기물의 유입을 꺼리는 상황에서 탈수 및 건조 등의 기술은 새로운 차원에서 검토되어야 할 단계에 이르렀으며, 점차 경제적 우위를 점할 것으로 사료된다. 현재 국내에서도 고율 탈수기 및 건조기를 자체 제작하여 각종 산업폐기물등을 처리하고 있으며, 건조후의 폐기물은 유용한 자원으로서의 가치가 높기 때문에 상품화하여 시장에 매매되기도 한다.

이러한 측면에서 슬러지 발생량의 감량화 기술은 당면한 슬러지 처리문제를 해결할 수 있는 가장 적극적이고, 기본적인 처리방법이라 할 수 있다. 슬러지 감량화 기술은 수분과 고형물을 효과적으로 분리하는 기술을 의미하는 것으로 일반적으로 탈수와 건조기법이 많이 적용되고 있다. 슬

러지 케익내에 함유되어 있는 수분은 Cornwell의 분류방식대로 크게 세 가지로 분류할 수 있는데, 첫째가 자유수(Free Water, 자연배수나 기계적 압착방법에 의하여 제거가능한 수분), 둘째, 수소 결합수(Hydrogen Bound Water, 수소결합을 통하여 floc 입자에 흡착되어 있는 수분), 셋째, 화학적 결합수(Chemically Bound Water, 응집제와 화학적으로 결합되어 있는 수분) 등이다³⁾. 탈수는 여러 형태의 탈수기를 이용하여 함수비가 약 98%인 농축슬러지에 polymer를 첨가한 뒤 압착하여 수분을 제거하는 것으로 탈수케익의 함수율을 약 70-80% 까지 줄일 수 있다. 이론적으로 탈수가능한 함수율은 alum을 사용하였을 경우 약 40%까지 가능하나 실제적으로 50-55%가 한계인 것으로 알려지고 있다. 최근에 개발된 전기침투식 belt press를 사용할 경우 슬러지의 종류 및 운영조건에 따라 함수율을 최저 45 % 까지 낮출 수 있는 것으로 보고되고 있다²⁾.

일반적으로 탈수기는 슬러지 floc 사이의 자유수 등 물리적으로 구속된 물을 제거하는 공정으로 polymer의 종류, 투입량, 혼화강도 등의 운전인자를 최적화 하여 탈수의 효율을 향상시키고 운영비를 절감 할 수 있다⁴⁾. polymer에 의한 슬러지 조정 메카니즘은 polymer 양단이 각각 floc 입자

와 결합하므로써 가교작용에 의해 거대한 입자를 형성하여 탈수가 용이하도록 하는 것이다. 그러나 슬러지의 고형물 농도에 적절한 polymer량을 투입해 주어야 최적의 탈수효과를 얻을 수 있으며, 과량을 주입해 주었을 경우에는 polymer 자체가 하나의 입자를 형성하거나 floc을 둘러싸므로써 가교작용을 방해하여 탈수효율을 악화시킬 수도 있으므로 실험을 통하여 최적 polymer 주입량을 결정해 주어야 한다¹⁾.

건조는 슬러지 케익내에 함유되어 있는 수분을 감소시키므로써 슬러지 케익의 부피를 줄이기보다는 중량을 줄일 수 있는 공정이라 할 수 있다. 탈수기는 슬러지 floc 사이의 자유수등 물리적으로 구속된 물만 제거할 수 있는 반면, 수소결합에 의한 물이나 화학적 결합에 의한 물은 건조 등과 같은 열적 처리방법으로 제거할 수 있다. 일반적으로 건조는 200℃ 이하의 낮은 온도에서 함수율을 낮추는 기법을 의미하나 본 논문에서는 정수장 슬러지의 열적 반응특성과 중량변화와의 관계를 연구하는 것이므로 건조의 범위를 온도에 관계없이 열적 처리과정을 통칭하여 정의하였다.

슬러지 중량과 함수비 및 공급비등과의 관계는 슬러지 고형물의 부피, Vs를 1 m³로 가정할 경우, 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$W_T = r_i V_T = \frac{1+w}{1+e} G_s \quad r_w (1+e) = r_w(1+w) G_s \dots\dots\dots (1)$$

- r_i = 슬러지 단위중량 (kgf/m³)
- r_d = 슬러지 건조 단위중량 (kgf/m³)
- r_w = 물의 단위중량 (1,000 kgf/m³), 4 ℃
- G_s = 슬러지 고형물 비중
- S = 포화도 = (물의 부피)/(공극의 부피)
- e = 공극비 = (공극 부피)/(고형물 부피)
- w = 함수비 = (물의 중량)/(고형물 중량)
- w' = 함수율 = $w/(1+w)$

본 논문에서는 침전지로부터 배출한 슬러지의 양을 줄이기 위하여 최근에 확산 보급되고 있는 탈수와 건조기법을 적용하여 정수장 슬러지의 탈수 및 건조특성을 관찰하고, 탈수 및 건조시설 운영을 위한 최적 운전조건에 대하여 연구하였다.

2. 실험방법 및 재료

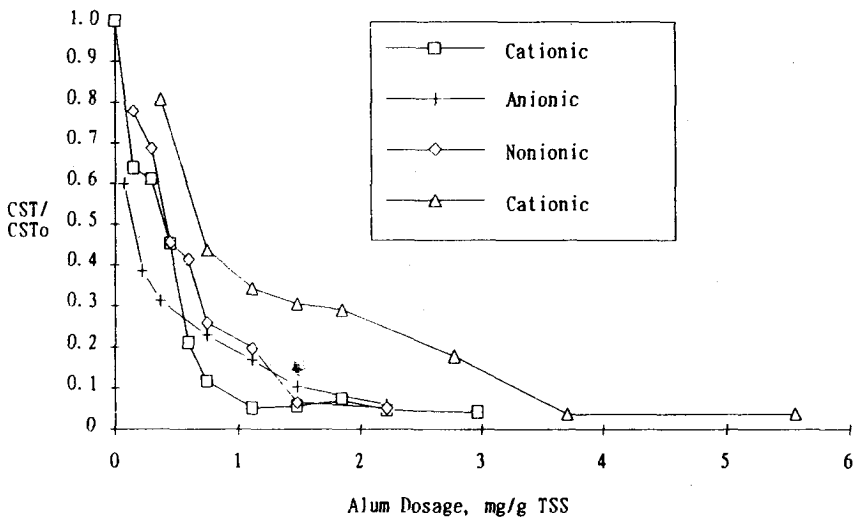
본 실험에 사용된 정수장 슬러지는 금강 상하류에 위치한 청주 및 석성정수장에서 채취하였다. 청주정수장의 취수원은 대청호이고, 석성정수장의 취수원은 부여근처의 하천하류지역이다. 두 정수장에서 사용하고 있는 응집제는 알루미늄계인 Alum과 PACl 이며, 농축된 침전 슬러지의 함수율은 약 98% 정도였다.

약품혼화에 사용한 Jar는 가로x세로x높이가 11.5x11.5x20 cm 이고, paddle은 가로x세로가 7.5x2.5cm, 회전수(rpm)는 0-300 rpm 범위

로 조절되는 장치를 사용하였다. 슬러지 조절을 위하여 첨가한 고분자 응집제는 시판되고 있는 양이온성 두종류와 음이온 및 중성이온성 polymer 각각 한 종류씩을 사용하였다. 탈수효율은 CST(capillary suction time) 장치를 이용하여 주로 측정하였고, 비저항계수(SRF, specific residence to filtrateion)도 병행하여 측정하였다.

탈수슬러지의 건조는 온도범위가 0-250℃로 조절되는 dry oven과 1000℃까지 조절할 수 있는 muffle furnace를 사용하였다. 건조는 탈수기에서 함수율이 약 75%까지 탈수된 슬러지 케익이거나 건조상에서 이에 준하는 함수율을 갖는 슬러지를 채취하여 사용하였고, 화학적 결합수와 유기물질의 제거에 의한 강열감량은 슬러지 시료를 105℃에서 충분히 건조시킨 후 측정하였다. 슬러지 및 Al(OH)₃의 열적 중량감량특성은 DTA(Differential Thermal Analysis) 및 TGA(Thermal Gravimetric Analysis)로 분석

Fig. 1 Dewaterability of Alum Sludge to the Polymer Types and Dosages



하였고, 약 100g의 시료를 채취하여 온도에 따른 중량감량도 분석하였다. 각 정수장에서 채취한 슬러지의 토질역학적 특성과 강열감량은 “토질시험법⁶⁾과 “Standard method⁷⁾에 명시된 방법으로 분석하였다. 슬러지의 성상은 계적별로 큰 차이를 보이기 때문에 본 실험에서는 우기를 지나 하천유하량의 변동이 적은 가을철에 채취하여 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 탈수에 의한 슬러지 감량화

3.1.1 polymer 종류 및 투입량 결정

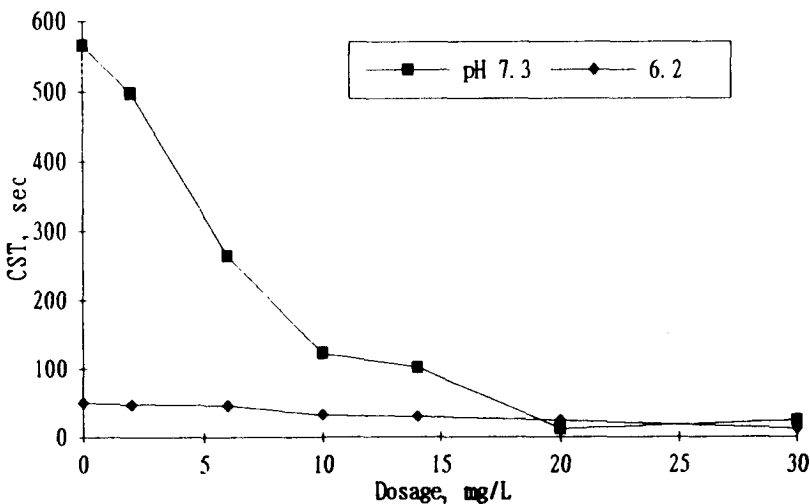
일반적인 정수장 슬러지는 원수중의 탁도물질과 과량의 수산화 알루미늄에 의하여 형성되었으므로 약한 양성을 나타내기 때문에 하수슬러지와는 달리 음성 polymer가 효율적인 것으로 알려져 있으며, 현장에서 주로 사용하고 있다. Fig. 1은 polymer 종류별 슬러지 고형물농도에 대한 투입량에 따른 슬러지의 탈수성을 나타낸 것이다.

중성 polymer를 제외하고는 polymer 종류간에 약간의 차이는 있지만 대체로 비슷한 경향을 보이고 있다. 양이온성 polymer의 효과도 음이온성 polymer와 비슷하거나 오히려 양호한 것으로 나타나 polymer의 종류에 대한 영향은 미약한 것으로 평가할 수 있다. 최적 투입량은 약 1.5 mg-polymer/g-TSS (40mg/L polymer)로 나타났다.

3.1.2 pH에 따른 정수장 슬러지 탈수성

Fig. 2는 pH에 따른 alum 투입량의 영향을 관찰한 결과이다. pH를 6.2로 조정하였을 경우 alum 투입량에 관계없이 탈수율은 거의 일정하게 나타났으며, 10 mg/L 정도만 투입하여도 충분한 탈수효율을 얻을 수 있었고, pH를 조정하지 않은 슬러지 (pH 7.2)의 경우는 polymer를 20mg/L 이상 투입하여야 만족할 만한 결과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다. pH는 슬러지 표면의 전기적 특성을 변화시켜 슬러지 floc간의 응집력과 polymer와의 결합력에 영향을 주기 때문

Fig. 2 pH and Alum Dosage Effects on Dewaterability of Alum Sludge Conditioned with Polymers



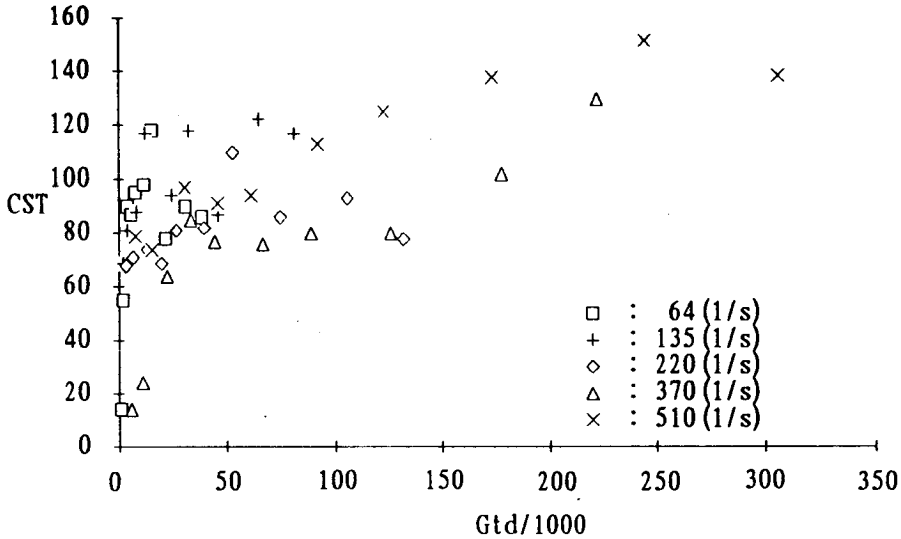


Fig. 3 『GT』 Effects on Dewaterability of Alum Sludge at Various Velocity Gradients

에 탈수효율 향상에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 이상에서 나타난 결과에서와 같이 슬러지의 탈수성을 향상시키기 위하여 polymer만을 투입하는 것보다 pH를 같이 조정해 주는 것이 좋고, 약품투입률을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

3.1.3 혼화강도와 정수장 슬러지 탈수성

polymer와 슬러지를 적절한 강도로 적정시간 교반시켜 주므로써 탈수효율을 향상시킬 수 있다. 교반강도가 너무 적으면 약품이 제대로 혼화되지 않으며, 너무 강할 경우 오히려 커진 floc이 깨지는 결과를 초래하게 된다. 일반적으로 alum 투입률이 낮을 경우 GT 값을 낮게 해주고, alum 투입률이 높을 경우 GT 값을 높게 해주어야 최적의 탈수조건을 유지해 줄 수 있는 것으로 알려져 있다.

Fig. 3은 polymer를 12 mg/L 첨가하고 GT 값에 따른 탈수효율을 측정한 결과이다. 이 실험 결과는 속도구배, G에 관계없이 GT 값이 10,000

sec-1 이하에서 최적의 탈수효율을 보이고 있다. alum 슬러지 조정을 위한 polymer 첨가시 교반강도는 너무 크지 않도록 조절해야 polymer의 가교작용에 의한 floc의 응집효율을 최대화 할 수 있고, 응집된 입자의 파괴현상을 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 속도구배를 135sec-1로 했을 경우 최적 체류시간은 20초에서 60초이며, 1분 이상을 초과할 수록 탈수성은 점점 불량해 지는 것으로 나타났다.

3.2 건조에 의한 슬러지 감량화

3.2.1 자유수의 건조와 슬러지 중량

건조는 슬러지 케익내에 함유되어 있는 자유수와 수소결합수, 화학적 결합수등을 증발시켜 중량을 줄이는 기법이다. 슬러지 케익내의 공극에 존재하는 자유수는 100℃ 이상에서 일정시간 가열하여 제거할 수 있으며, 화학적 결합수나 유기물질은 온도를 더 상승시켜야 제거할 수 있다³⁾. 여

Table. 1 Relations between Water Content and Sludge Weight Water Content Sludge Weight Weight Reduction

Water Content		Sludge Weight WT (1,000 kgf)	Weight Reduction Ratio (%)*
w, decimal	w', (%)		
0.0	0.0	2.40	75.0
0.1	9.1	2.64	72.7
0.2	16.7	2.88	70.0
0.3	23.1	3.12	67.5
0.5	33.3	3.60	62.5
1.0	50.0	4.80	50.0
2.0	66.7	7.20	25.0
3.0	75.0	9.60	0.0

주) 슬러지 고형물 비중; 청 주: 2.13, 성 남: 2.38, 사 천: 2.422)

*: 슬러지 케익의 함수율을 75%로 가정하고 계산했음.

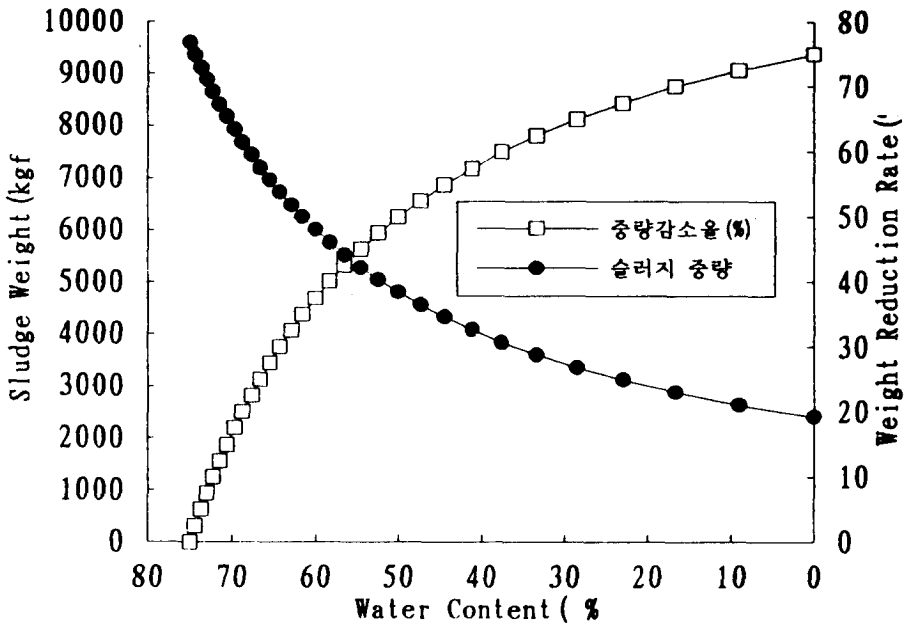


Fig. 4 Bulk Sludge Weight and Weight Reduction Rate vs. Water Content

기서 건조는 자유수와 화학적 결합수나 유기물질
을 증발하거나 소각시켜 제거하는 기법으로 정의
하고, 온도에 따른 정수장 슬러지의 중량변화를 관

찰하였다. 슬러지 고형물의 비중이 약 2.4이므로
식(1)에 의하여 함수율에 따라 슬러지 중량을 계
산하면 Table 1과 같다. 함수율이 75%인 탈수

케익을 함수율이 23.1%까지 낮출 경우 슬러지 중량이 약 67.5% 감소한다. 함수율이 0.0이라는 것은 슬러지 케익내의 간극수가 모두 증발한 경우를 의미하는 것으로 105℃에서 충분한 시간동안 건조시킬 경우에 해당된다.

슬러지 케익을 건조하면 함수율이 줄면서 슬러지의 중량이 함께 줄게 되는데, Fig.4는 이러한 슬러지 함수율과 슬러지 중량 및 중량 감소율의 관계를 설명해 주고 있다. 이 그림은 슬러지 케익의 함수율이 75 % 근처에서는 중량의 감소율이 크고, 함수율이 낮아 질 수록 감소율은 작아 진다. 즉, 함수율을 일정 수준이상으로 낮출 경우 슬러지 중량감량의 효과는 점차 감소하기 때문에 건조 슬러지의 처분 및 사용목적에 따라 최종산물의 함수율을 결정하므로써 건조시설 설계 및 운영을 최적화 할 수 있을 것이다.

3.2.2 화학적 결합수와 유기물질의 열적 중량 감량

Alum을 응집제로 사용하여 발생한 정수 슬러지는 일반적으로 수산화 알루미늄 상태로 존재하며, 여기에 결합된 결합수는 아래와 같은 반응식에 의해 제거되면서 알루미늄으로 변하게 된다. 이 반응식은 자연계에서 수년에 걸쳐 진행되는 것으로 알려져 있는데, 외부에서 열과 같은 에너지를 가하여 반응속도를 증가시킬 수 있을 것이다.

이때 화학적 결합수의 증발에 의한 중량감량은 식(3)과 같이 계산할 수 있으며, 약 35%의 중량 감량이 있다는 것을 알 수 있다.



$$\begin{aligned} \text{Al(OH)}_3 \text{의 강열감량}(\%) &= \left[1 - \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{2 \text{ Al(OH)}_3} \right] \times 100 \text{(3)} \\ &= (1 - 102/156) \times 100 = 35 \end{aligned}$$

순수한 Al(OH)₃의 DTA 및 TGA 결과 320℃ 부근에서 강한 흡열반응이 발생하고, 강열감량은 약 35%로 나타나 식(3)의 감량과 일치하는 것으로 나타났다. Fig.5는 청주정수장 슬러지의 TGA 및 DTA 결과로, 50℃, 320℃, 500℃ 부근에서 급격한 무게감량이 발생하며, 600℃ 이상에서 감량현상은 거의 발생하지 않았다. 50℃에서 100℃까지의 감량은 자유수가 증발하여 발생한 것으로 생각되며, 300℃에서 400℃ 부근의 감량은 화학적 결합수의 증발에 기인하고, 500℃ 부근의 감량은 유기탄소가 산화하면서 발생한 것으로 사료된다.

3.2.3 온도와 정수장 슬러지 중량과의 관계

강열감량은 시료를 완전히 건조한 후 600℃까지 가열하여 줄어 든 시료중량을 의미하는 것으로 주로 수분이나 유기물질과 같은 성분이 증발하거나 산화되어 감량되는 것이다. Fig.6은 국내 주요 정수장에서 발생한 슬러지의 강열감량을 온도별로 측정한 것으로 정수장에 따라 차이가 큰 것으로 나타났다. 청주정수장의 경우는 다른 정수장에 비하여 배 이상의 중량감량이 발생했으며, 500℃ 이하에서 95%이상의 감량이 완료되었다. 석정정수장의 경우 강열감량이 가장 적은 것으로 나타났다는데, 이는 석정정수장의 위치가 하천하류지역에 위치하여 취수원수에 토양입자가 많이 포함되어 있기 때문인 것으로 사료된다. 청주정수장의 취수원은 전형적인 내륙호소이기 때문에 토양입자는 대부분 침전되고, 부영양화에 의한 조류성장이

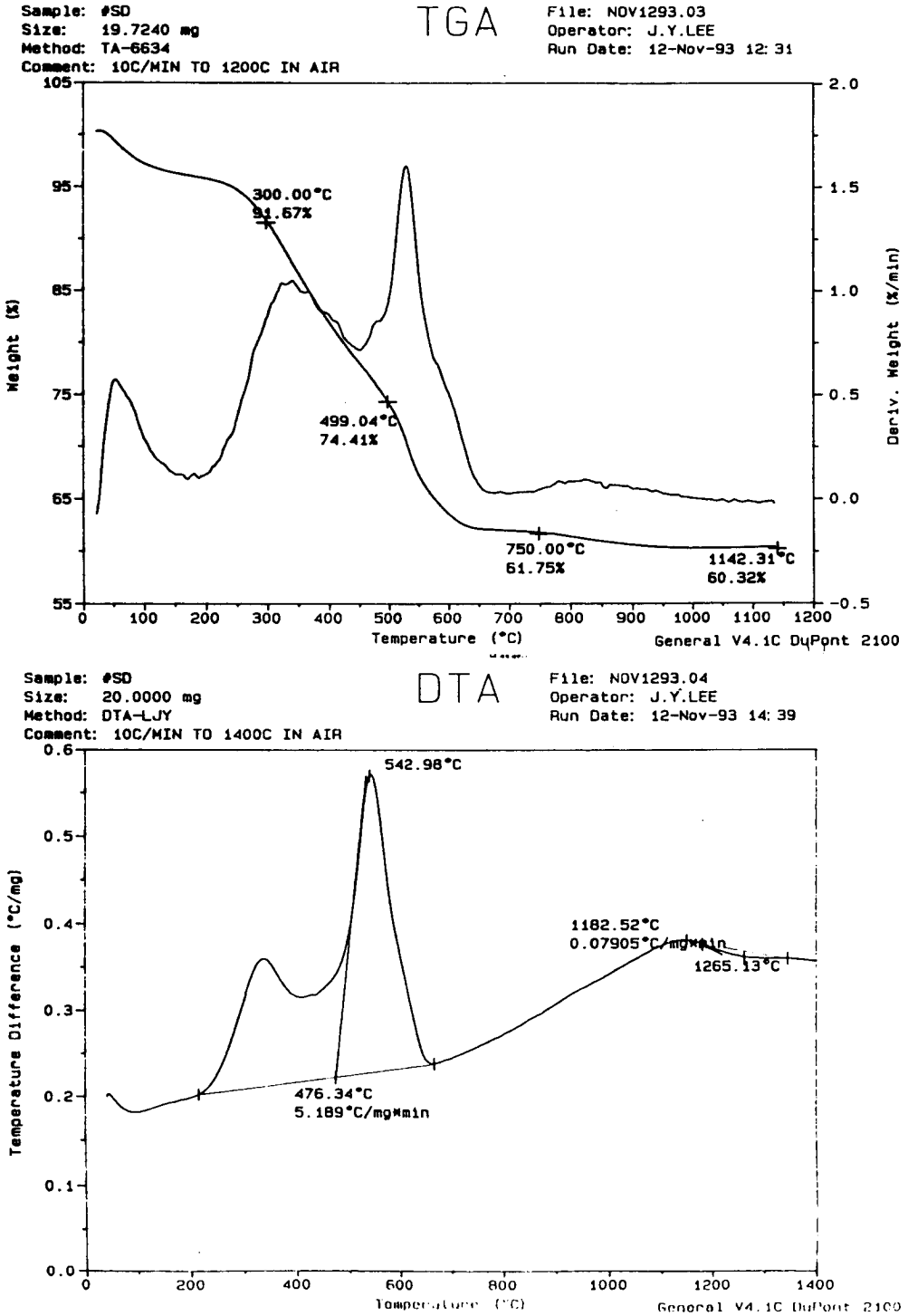


Fig. 5 DTA and TGA for ChungJu Water Treatment Plant Sludge in the Air

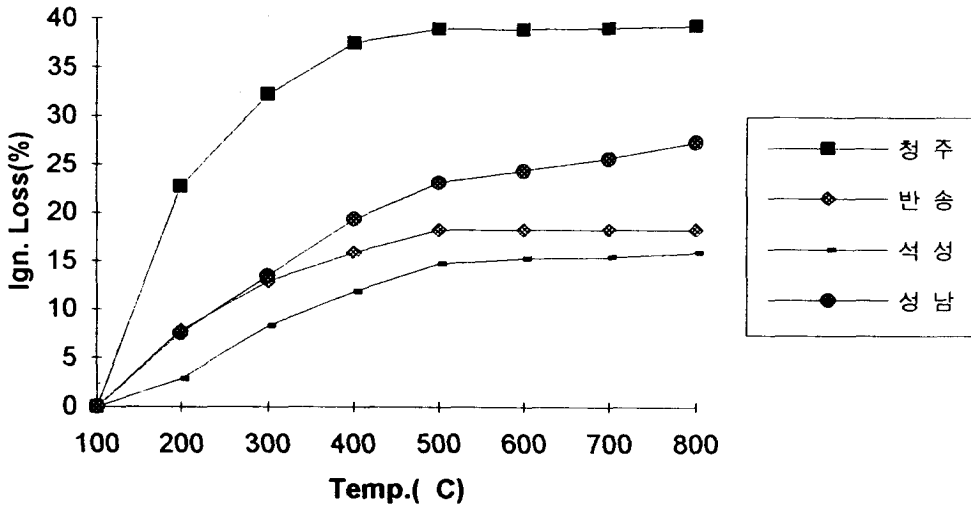


Fig. 6 Weight Loss of Water Sludge with the Drying Temperature

가속되어 슬러지내에 유기물질의 함량이 높으므로 강열감량도 타정수장 슬러지에 비하여 높게 나타났다.

청주정수장의 경우 200℃부터 강열감량이 큰 폭으로 증가하였고, 나머지는 500℃까지 완만하게 증가하는 경향을 보이고 있다. 300℃ 전후에서 강열감량은 청주의 경우 32%, 석성은 8.3%로 나타나 석성정수장 슬러지의 경우는 건조에 의한 슬러지 감량효과가 매우 낮음을 알 수 있고, 청주정수장의 경우는 건조에 의한 감량효과가 큰 것으로 나타났다. 청주정수장의 경우 자유수의 건조에 의하여 탈수슬러지의 중량이 약 75% 감소하기 때문에 500℃까지 건조시킬 경우 전체적인 중량 감량은 약 86%에 달한다.

3.2.3 강열감량의 성분과 구성비율

이상에서 살펴본 바와 같이 총강열감량은 화학적 결합수의 증발과 유기물질의 소화에 의한 중량 감량의 합으로 가정할 수 있으므로 식(4)와 같이 표

현할 수 있다.

강열감량 = [유기물질에 의한 감량] + [알루미늄 함량에 해당하는 결합수]

$$\text{Ignition Loss}(\%) = \text{Organic Loss}(\%) + \text{Bound Water}(\%) \dots\dots\dots(4)$$

이식에서 bound water에 의한 감량은 정수장 슬러지내 알루미늄(Al₂O₃)의 함량으로부터 식(2)를 이용하여 계산한 값이다. 식(4)로부터 유기물질에 의한 감량을 계산할 수 있다. Fig. 7은 유기물질 함량에 따른 강열감량의 변화를 나타낸 것으로 유기물질에 의한 강열감량과 결합수에 의한 강열감량을 그림과 같이 구분할 수 있으며, 유기물 함유량이 증가함에 따라 유기물질에 의한 강열감량의 비중이 커지게 됨을 알 수 있다. 유기물질 함량이 증가함에 따라 유기물질 응집에 필요한 응집제 투입량도 증가하기 때문에 결합수의 증발에 의한 감량도 약간 증가하는 것으로 나타났다.

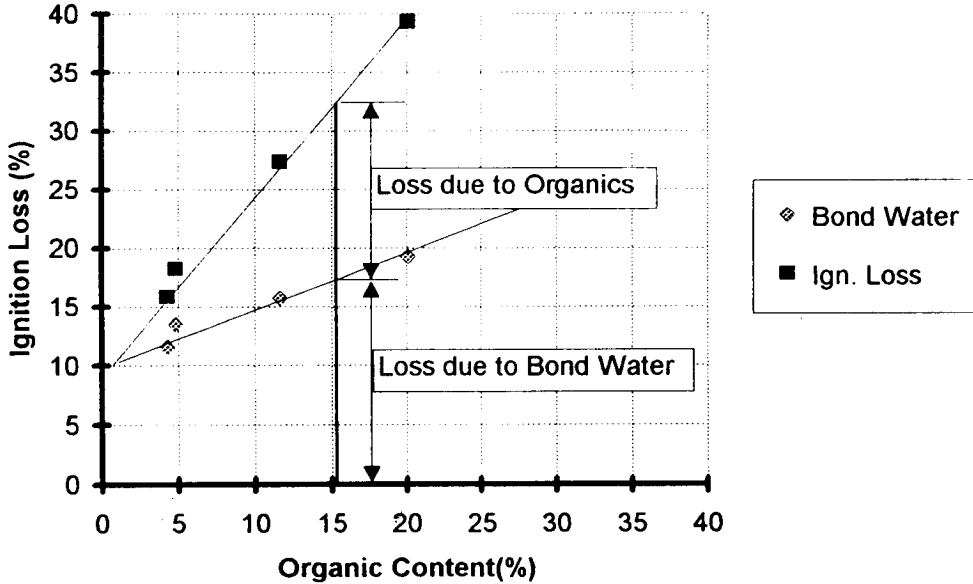


Fig. 7 Ignition Loss and Its Components vs. Organic Content(%)

4. 결 론

슬러지 발생량은 정수처리공정에서부터 슬러지 농축 및 탈수에 이르는 과정을 최적화 하므로써 감량할 수 있다. 탈수와 건조기법을 이용하여 정수처리공정에서 발생된 슬러지량을 줄이는 방법에 대하여 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. polymer 종류별 alum 슬러지 탈수효율의 차이는 크지 않으며, pH를 조정해 주지 않은 상태에서 최적의 polymer 주입농도는 약 1.5 mg-polymer/g-TSS(40 mg-polymer/L)로 나타났다.

2. pH가 중성(7.0-8.0) 부근에서 탈수효율이 좋지 않은 것으로 나타났으며, polymer를 20 mg/L 이상 주입할 경우 pH 영향은 크지 않았다.

3. 약품혼화강도(GT)는 10,000 sec⁻¹이하로 낮게 해주어야 생성된 floc의 파괴현상을 막을 수

있고, G값 보다는 GT 값에 더 영향을 받는 것으로 나타났다.

4. 슬러지를 완전히 건조하므로써 탈수 슬러지 중량의 약 70-80%의 감량화가 가능하며, 슬러지 취급성이 향상되고, 재활용 가치를 높여 줄 수 있다.

5. 순수한 Al(OH)₃는 320℃ 부근에서 증발하는 것으로 나타났으며, 강열감량은 약 35 % 로 나타났다.

6. 정수장 슬러지를 DTA와 TGA 분석한 결과 자유수는 100℃, 화학적 결합수는 300℃, 유기물질은 300-500℃ 근방에서 증발하는 것으로 나타났으며, 500℃ 이전에 거의 모든 감량이 발생하였다.

7. 완전히 건조된 슬러지의 총강열감량중 화학적 결합수에 의한 감량이 약 10-20%, 유기물질에 의한 감량이 4-20%인 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 1) Dentel, S.K., Resta, J.J., Shetty, P.V., and Bober, T.A., "Selecting Coagulant, Filtration, and Sludge-Conditioning Aids", Journal AWWA, pp. 72-84, January 1988.
- 2) 한국수자원공사 수자원연구소, "정수장 슬러지 처분 및 활용방안 연구", 수자원연구소 WR-RI-93-WS-1, 1993.12.
- 3) Cornwell, D.A. and Kopper, H.M.M, "Slib, Schlamm, Sludge", AWWA Research Foundation KIWA Ltd., 1990.
- 4) Werle, C.P, Novak, J.T., Knocke, W.R., and Sherrard, J.H., "Mixing Intensity and Polymer Sludge Conditioning", ASCE, Journal of Environmental Engineering, Vol.110, No.5, pp. 919-934, October, 1984.
- 5) Hudson, Herbert E., "Water Clarification Processes Practical Design and Evaluation", Van Nostrand Reinhold Company, 1981.
- 6) 임병조, 김영수, "토질시험법", 형설출판사, 1985.
- 7) APHA, "Standard Method for Examination of Water and Wastewater", 16th edd., 1985.
- 8) Chase Jr., N.W. et al., "JANAF Thermo-chemical Tables", 3rd ed. American Chemical Society and the American Institute Physics for the National Burou of Standards, 1985.