

海水를 이용한 펄프工場 廢液의 化學的 處理에 관한 研究

정병곤 · 이현모* · 윤종호**

군산대학교 해양환경학과
* 동의공업전문대학 환경공업과
** 신성전문대학 환경공업과

The study of chemical treatment of pulp mill bleaching waste liquor using sea water

Byung-Gon Jung · Heon-Mo Lee* · Jong-Ho Youn**

Department of Marine Environment, Kunsan National University, Kunsan
* Department of Environmental Engineering, Dongeui Technical Junior College, Pusan
** Department of Environmental Engineering, Sinsung Junior College, Chung Nam

Abstract

The study was conducted to know the possibility that the removal efficiency of organic and suspended solids(SS) could be increased by suppling of sea water and the optimum amount of sea water to be supplied treat bleaching waste water by lime coagulation settlement at pulp mill process.

When the lime dosage was increased, the removal efficiency of COD and SS in the waste water was increased based on the removal efficiency of COD and SS. The lime dosage and removal efficiency was increased proportionally with the lime concentration of 4,000mg/l, but the increase of removal efficiency was presented slightly above the 4,000mg/l. It was evaluated that the removal efficiencies of COD and SS could be increased and the requirment of lime dosage could be decreased by the sea water suppliment. The removal efficiency of SS was most increased when the sea water suppliment was 10% or more in the waste water. The removal efficiencies of COD was the best at 4% sea water excepting the dilution efficiency by sea water suppliment.

I. 서 론

1960년대의 중화학 공업화, 1970년대의 고도 경제 성장에 따라 산업의 급속한 발전을 가져 왔으나 이에 따른 산업폐수량의 양적인 증가 및 오염물질 부하량 증가 등으로 인해 수계 수질오염도가 증가되고 있는 실정이다¹⁾. 이러한 여러가지 산업형태중 펄프 제지 산업은 필수적인 기간 산업의 하나이나 에너지 소비량이 크고, 또 대량의 폐수를 발생시키므로 이러한 펄프제지산업 폐수의 효율적인 처리는 대단히 중요하다²⁾.

특히, 펄프제지공정의 경우 제조공정에 따라 그 성상이 상당히 다르며, 같은 공정내에서도 각 단위 공정에 따라 농도 및 부하량이 상당히 다른데 그 중 표백화학펄프 제조공정에서 배출되는 표백폐액이 가장 문제가 되고 있다. 이러한 표백공정에서 배출되는 폐액내에는 표백시 사용한 염소와 같은 산화제들이 다량 함유되어 있으며 생물학적으로 분해속도가 대단히 느린 것으로 알려져 있는 리그닌 성분들도 함유되어 있고, 색도도 비교적 높아 미생물을 이용한 생물학적 처리가 대단히 어려운 것으로 알려져 있다³⁾.

따라서, 목당과 같은 용해성 유기물을 다량 함유한 타공정 폐수와 표백 공정 폐액을 분리시켜 처리하는 것이 바람직한 것으로 생각되며, 이러한 표백 공정폐액의 처리로는 화학적 응집침전법이 가능한 대안으로 생각된다. 화학적 응집침전법으로는 주로 석회나 철염, 황산알루미늄을 이용한 응집침전법들이 많이 사용되나 약품비 등으로 인해 운전 경비가 상당히 많이 들며, 슬러지 생산량이 많다는 단점을 갖고 있다⁴⁻⁵⁾. 펄프 표백액의 경우 pH가 상당히 높기 때문에 석회를 이용한 처리가 많이 이용되나 이러한 알칼리성 상태하에서의 응집 침전에서 마그네슘염을 사용하면 응집침전효율을 상당히 증가시킬 수 있는 것으로 알려져 있다⁶⁾. 그러나 이러한 마그네슘염의 추가 사용은 운전 경비의 상승을 가져올 것이 예상된다. 따라서 해수중에 존재하는 마그네슘염을 이용한 해수-석회 응집침전법이 제안되어져 있으나 산화지내의 조류제거나 섬유, 식품 등 몇몇 제한된 종류의 폐수에만 그 적용 가능성이 보고되어져 있다⁷⁻⁹⁾.

본 연구에서는 이러한 펄프 표백 공정폐액의 처리효율 증가를 유도하기 위하여 해수중에 천연적으로 존재하는

마그네슘염을 이용할 수 있는지에 대한 가능성을 검토하기 위해 실험을 수행하였으며, 특히, 임해공단의 경우 해수를 손쉽게 이용할 수 있으며, 이로 인해 응집에 사용되는 석회량을 절감할 수 있을 것으로 예상되는바 해수의 침가농도와 석회량의 주입량 변화가 제거율에 미치는 영향을 평가하는데 목적을 두었다.

II. 실험장치 및 방법

1. 실험장치

해수 주입량에 따른 유기물 및 부유물질 제거효율 비교를 통하여 펄프 폐액의 석회 응집침전 처리시 해수 주입에 따른 효율증가 가능성을 평가하고, 최적 해수 주입량을 결정하며, 이를 해수를 주입하지 않은 석회 응집침전과 비교하기 위하여 Jar-Test기를 사용하여 응집 침전 실험을 행하였다. 여기에 사용된 응집 침전 실험은 6개의 paddle 을 가진 Jar-Test 실험장치를 사용하였으며, Paddle의 크기는 1.9 x 6.8cm이고, paddle과 shaft는 스테인레스강으로 만들어 졌다. 교반장치에는 tachometer가 부착되어 0-320rev/min으로 회전수를 조절할 수 있었다.

2. 실험방법

본 실험에 사용한 폐수와 해수는 울산의 펄프제조 공장에서 배출되는 폐수와 전북 산업 대학교 앞의 해수를 채수하여 실험에 사용하였다. 첫째, 석회 주입량에 따른 유기물 및 SS 제거효율을 살펴보기 위하여, 펄프 공정 폐액을 250ml씩을 넣은 8개의 비이커에 Ca(OH)_2 를 각각 400mg/ℓ, 800mg/ℓ, 1,600mg/ℓ, 2,400mg/ℓ, 3,200mg/ℓ, 4,000mg/ℓ, 8,000mg/ℓ, 20,000mg/ℓ씩 주입한후 120rpm에서 3분 동안 급속 교반 시킨후, 0.1% polymer 5ml을 주입하고, 1-2분간 완속교반 시키 후, 생성된 플록이 침전되도록 30분간 방치시킨후, 사이펀을 이용하여 상등수를 채취하여 COD, TSS 및 VSS를 측정하였다. 응집제 주입량 변화에 따른 생성 슬러지 부피를 평가하기 위하여 각 조건에서 생성된 슬러지는 메스실린더를 이용하여 생성 슬러

지 부피를 구하였다. 한편 석회 응집침전시 소량의 해수 첨가에 따른 유기물 및 SS 제거효율 변화와 최적 해수 첨가율을 평가하기 위하여, 앞의 실험에서 설정한 각 소석회 주입량에서 해수를 부피비로 2%, 4%, 10%, 20%, 40%씩을 넣고 앞의 실험과 동일한 절차로 실험하면서 해수 주입에 따른 유기물 및 SS 제거효율 변화를 측정하였다.

3. 분석방법

분석항목은 pH, COD, TSS, VSS였고, 모든 실험의 분석 절차는 Standard Method¹⁰⁾ 및 수질오염공정시험법¹¹⁾에 준하여 실험하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 최적 석회 주입량 결정

석회 주입량에 따른 COD 및 SS 제거효율을 살펴보기 위하여 COD 농도 1,152mg/l, TSS 농도 460mg/l, VSS 농도 290mg/l 인 펄프제조공장 표백폐액을 대상으로 원폐수에 석회 주입량을 400-20,000mg/l 까지 변화시켜 실험하였다. 석회 주입량 변화에 COD 및 SS 제거효율 변화는 Fig. 1에서와 같이 석회 주입량 변화에 따라 COD 및 SS 제거효율은 증가하는 것으로 나타났다.

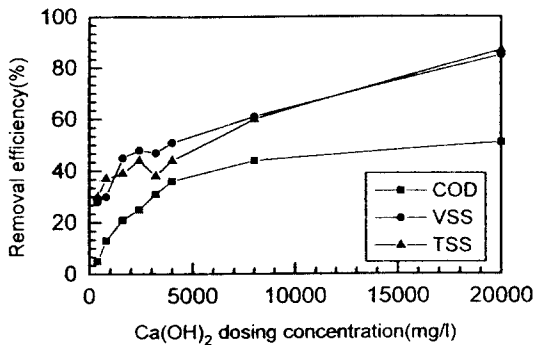


Fig. 1. Variation of COD, TSS, VSS removal efficiencies according to the Ca(OH)₂ dosing concentrations.

특히, 본 실험에 사용한 석회 주입농도 범위하에서 석회 주입농도 400mg/l에서 4,000mg/l 범위에서는 석회 주입량을 증가시키에 따라 거의 직선적으로 COD 제거효율이 증가하는 것을 알 수 있다. 이 범위내에서 석회 주입량 대 제거효율간을 최소자승법을 이용하여 회귀 직선식을 구해 보면, 식 (1)과 같이 나타나고, 이때 상관계수 r은 0.99로 아주 양호한 상관관계를 나타내었다.

$$Y = 0.00855X + 4.79 \quad (1)$$

여기서, Y = COD 제거효율(%)

X = 석회주입 농도(mg/l)

그러나, COD 제거효율의 경우 실험에 사용된 석회 주입량 범위에서는 석회 주입량이 4,000mg/l 이상이 되는 경우에는 효율 증가 속도는 완만해지는 것으로 나타나는 정도 이상의 석회 주입량은 COD 제거효율을 증가시키기는 하나 주입량의 증가에 비해 효율 증가폭은 완만해지는 것을 알 수 있었다. 한편, TSS 및 VSS 제거효율은 석회 주입량에 따라 거의 직선적으로 증가하는 경향을 나타내는 것으로 보아 이러한 펄프폐액의 석회 응집 침전 처리시 주입 석회량이 일정 농도(본 실험에서는 4,000mg/l)를 넘어서는 경우에는 COD 제거효율에는 거의 영향을 미치지 못하나 SS 제거효율은 상당히 개선되는 것으로 나타났다.

2. 최적 해수 주입량 결정

펄프제조 공장 표백 폐액의 석회 응집 침전 처리시 해수의 주입으로 인해 소요 석회량을 감소시킬 수 있는 지에 대한 가능성과 또 최적 해수 주입량을 결정하기 위하여 앞의 실험에서 행한 각 석회 주입량에 해수를 원폐수에 대하여 부피비 2%-40% 까지 주입하면서 최적 해수 주입량을 결정하는 실험을 행하였다.

2.1 석회 주입 농도 400mg/l에서 해수 주입량에 따른 효율 변화

해수 주입량에 따른 실험 결과는 Fig. 2와 같다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 해수 주입량이 증가할수록

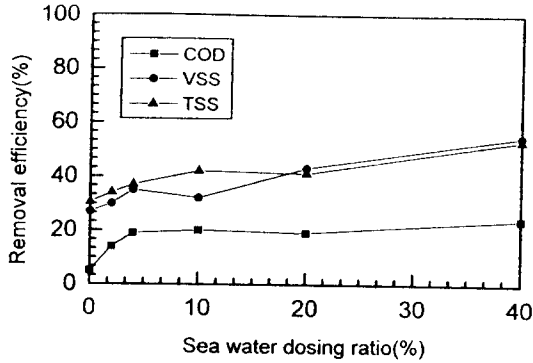


Fig. 2. Variation of COD, TSS, VSS removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the lime concentrations of 400mg/l

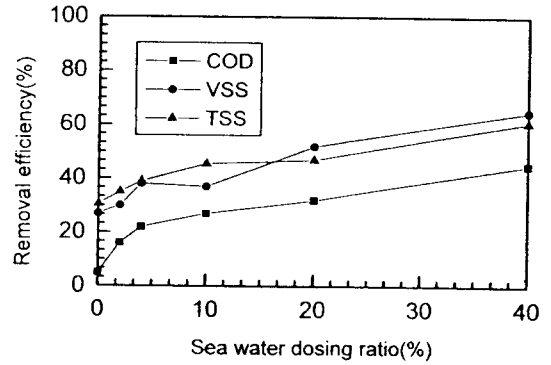


Fig. 3. Variation of removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the 400mg/l of lime dose when excluding dilution effect due to the sea water addition

COD, SS 제거효율은 증가하는 것으로 나타났다.

그러나 해수의 경우 실험에 사용한 원폐수에 비해 상대적으로 유기물 및 SS 농도가 훨씬 낮으므로 해수 주입에 따른 원폐수의 희석 효과 등이 예상되므로 희석율을 배제한 조건하에서 이를 다시 계산해 보면 Fig. 3과 같다. 그림에서와 같이 희석율을 고려하였을 때, 해수 주입량이 2%의 경우 COD, TSS, VSS 제거효율은 각각 14.3%, 33.9%, 29.8%이며, 4%의 경우 각각 19.1%, 37.5%, 35.7%이며, 40%의 경우 각각 23.2%, 51.5%, 53.7%로 나타났다.

이상의 결과로부터 펄프액에 석회를 이용하여 응집처리할 경우 응집보조제로 해수를 이용하게 되면 특히 COD 제거효율 측면에서 상당한 효율 증가를 이룰 수 있다는 것을 알 수 있다. 석회 주입량 400mg/l에서 해수 주입량에 따른 COD 제거효율은 해수 주입량 4%까지는 해수 주입량 증가에 따라 COD 제거효율은 거의 직선적으로 증가하였다. 즉, 해수를 주입하지 않았을 때의 COD 제거효율 4.8%와 비교해 볼 때, 약 3배의 노고는 제거효율 증가를 가져 왔다. 이를 앞의 (1)식을 이용해서 계산해 보면 소석회 400mg/l을 주입하고, 해수를 용량비 2% 주입하게 되면 해수에 의한 희석 효과를 배제한다 하더라도 해수 주입이 없을 경우에 소석회 1,112mg/l을 주입한 것과 같은 효과를 가져오게 된다. 해수 주입율을 4% 증가시킨 경우에는 그 효과는 더욱 증대되어 19.1%의 제

거효율을 나타내었으며, 이는 해수 주입이 없이 처리한 경우 소석회 주입 농도를 1,674mg/l로 운전한 것과 같은 효과를 무려 4배 이상의 소석회 절약 효과를 볼 수 있다. 그러나 해수 주입농도를 4% 이상 증가시켰을 경우에는 이에 따른 COD 제거효율 증가는 미미한 것으로 나타났다. 한편, 해수 주입에 따른 SS 제거효율은 COD에서와 달리 희석효과를 배제시킨 경우에도 해수 주입량 증가에 따라 완만하게 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 해수중에 존재하는 Mg^{2+} 염의 영향 때문인 것으로 생각되며, 해수 주입량이 많을 수록 $Mg(OH)_2$ 의 침전물이 많이 생성되어 수중에 존재하는 미세부유물질 등이 많이 제거되기 때문인 것으로 생각된다.

2.2 석회 주입 농도 800mg/l에서 해수 주입량에 따른 효율 변화

해수 주입에 의한 석회 응집침전 공정의 효율 증가가 석회 주입 농도에 따라 어떻게 변화하는지를 평가하기 위해 석회 주입 농도 800mg/l에서 해수를 2%-40%로 증기시키면서 실험을 수행하였다. 각 해수 주입량별 COD, TSS, VSS 제거효율 변화는 Fig. 4와 같다.

그림에서 알 수 있는 바와 같이, 해수 주입량이 증가할수록 제거효율은 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 해수의 경우 실험에 사용한 원폐수에 비해 상대적으로 유기물 및 SS 농도가 훨씬 낮으므로 해수 주입에 따른 원

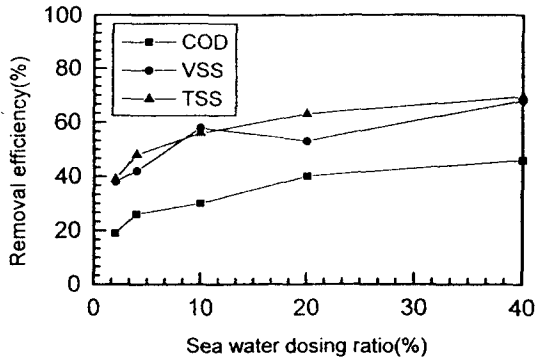


Fig. 4. Variation of COD, TSS, VSS removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the lime concentrations of 800mg/l.

폐수의 희석 효과 등이 예상되므로 희석율을 배제한 조건하에서 이를 다시 계산해 본 결과를 Fig. 5에 나타내었다.

그림에서와 같이 희석효과를 배제하였을때, 해수 주입량이 2%인 경우 COD, TSS, VSS의 제거효율은 각각 17.1%, 38.3%, 36.8%이며, 4%인 경우 22.7%, 46.4%, 39.3%이고, 10%인 경우는 23.6%, 53.7%, 54.9%로 나타났다. 해수 주입량이 20%인 경우 제거효율은 각각 28.4%, 58.3%, 51.4%로 나타났고, 40%의 경우 24.6%, 62.3%,

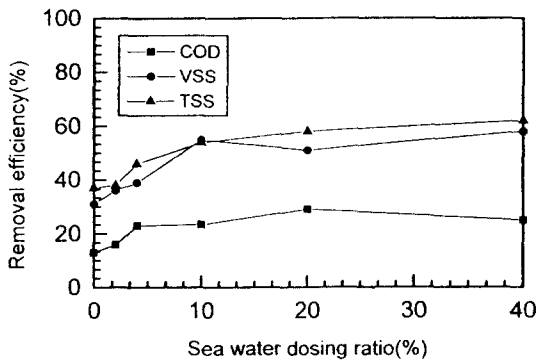


Fig. 5. Variation of removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the 800mg/l of lime dose when excluding dilution effect due to the sea water addition

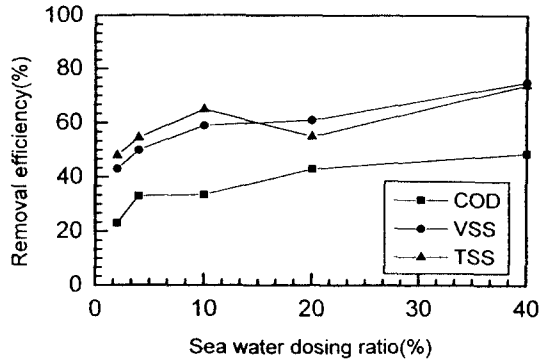


Fig. 6. Variation of COD, TSS, VSS removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the lime concentrations of 1,600mg/l.

58.3%로 나타났다. 이러한 현상은 COD 제거효율의 경우 석회 주입 농도 400mg/l 에서의 실험 결과와 같이 4% 해수 주입시 까지는 해수 첨가량이 증가할수록 제거효율도 증가하는 양상을 나타냈으며, 4% 이상의 해수 주입에서는 희석효과 이외는 별다른 효율 증가 현상을 보이지 않고 있다. SS의 경우는 COD 제거효율과는 달리 전체적으로 해수 주입량 증가에 따라 완만하게나마 지속적인 효율 증가 현상을 나타내었다.

2.3 석회 주입 농도 1,600mg/l 에서 해수 주입량에 따른 효율 변화

석회 주입농도 1,600mg/l 에서 해수 주입량을 증가시키면서 실험한 결과는 Fig. 6과 같다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 해수 주입량이 증가할수록 COD, TSS, VSS 제거효율은 증가하는 것으로 나타났다.

그러나 해수의 경우 실험에 사용한 원폐수에 비해 상대적으로 유기물 및 SS 농도가 훨씬 낮으므로 해수 주입에 따른 원폐수의 희석 효과 등이 예상되므로 희석율을 배제한 조건하에서 이를 다시 계산하여 보면 Fig. 7과 같다.

그림에서와 같이 희석율을 고려하였을 때 해수 주입량이 2%의 경우 COD 및 TSS, VSS 제거효율은 각각 21.4%, 42.7%, 47.4%이며, 4%의 경우 30.7%, 48.7%,

53.6%, 10%의 경우 각각 27.4%, 56.0%, 62.4%로 나타났으며, 20%의 경우 30.9%, 55.9%, 47.4%, 40%의 경우 각각 27.1%, 67.7%, 63.0%로 나타났다. 이 경우에 있어서도 해수 주입량 증가에 따른 COD 제거효율 변화는 4% 정도의 해수 첨가량에서 가장 좋은 효율을 보였으며, 그 이상에서는 COD 제거효율을 증가에 별다른 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 한편, SS의 경우는 앞의 실험과 유사한 경향을 나타내기는 하나 약 10% 정도의 해수 첨가율까지는 비교적 제거효율 증가폭이 크나 그 이상의 주입량에서는 완만한 효율증가를 가져오는 것으로 판단된다.

2.4 석회 주입 농도 2,400mg/ℓ에서 해수 주입량에 따른 효율 변화

석회 주입농도 2,400mg/ℓ에서 해수 주입량에 따른 결과를 Fig. 8에 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 해수 주입량이 증가할수록 제거효율은 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 해수 주입에 따른 원폐수의 회석 효과 등의 예상에도 불구하고 특히, COD의 경우 해수 첨가율이 4%를 넘어서는 경우 해수 주입율을 증가시켜도 COD 제거효율 증가는 극히 미미한 것으로 나타났다. 원폐수 유량 대비 해수 첨가율 4%와 40%는 해수량에 있어서도 상당한 차이이며, 40%의 경우 4%에 비해 폐수 회석효과가 상당히 큼에도 불구하고 이와 같이 미미한 제

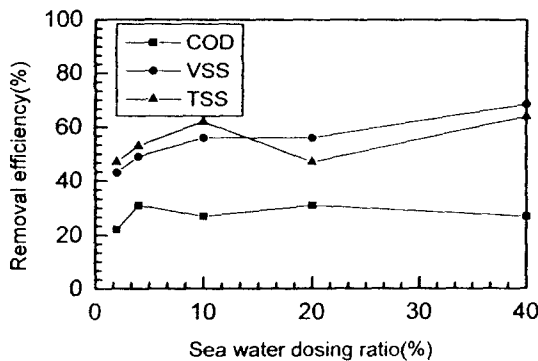


Fig. 7. Variation of removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the 1,600mg/ℓ of lime dose when excluding dilution effect due to the sea water addition.

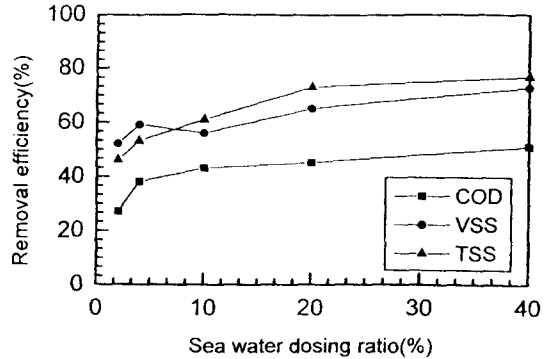


Fig. 8. Variation of COD, TSS, VSS removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the lime concentrations of 2,400mg/ℓ.

거효율 차이가 나타나는 것은 어느 정도 이상의 과잉량의 해수 주입은 실제 COD 제거효율을 감소시키는 것으로 생각된다.

따라서, 이러한 과잉 해수 주입에 따른 COD 제거효율 변화를 더 정확히 파악하기 위하여 해수 주입에 따른 회석효과를 배제시켜 계산한 결과를 Fig. 9에 도시하였다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 해수 주입량 변화에 따른 COD 제거효율 변화는 4%의 해수 주입까지는 상당한 효율 증가를 가져왔으나, 그 이상에서는 오히려 제거효율이 감소되는 경향을 보이고 있으며, SS 제거효율은 해수

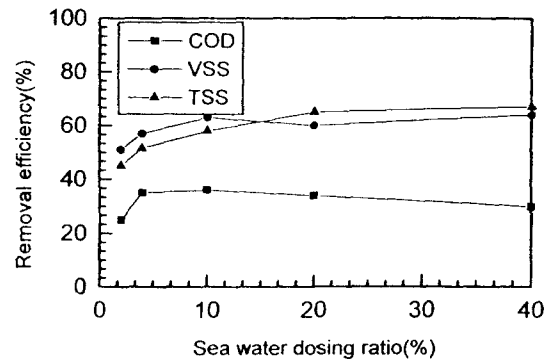


Fig. 9. Variation of removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the 2,400mg/ℓ of lime dose when excluding dilution effect due to the sea water addition.

주입 비율 10%를 정점으로 그 이상의 해수 주입율에서는 유사한 제거효율을 보이고 있었다.

2.5 석회 주입 농도 3,200mg/ℓ에서 해수 주입량에 따른 효율 변화

석회 주입농도 3,200mg/ℓ에서 해수 주입량을 2%에서 40%로 증가시키면서 실험한 결과는 Fig. 10과 같다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 해수 주입량이 증가할수록 제거효율은 증가하는 경향을 나타내었으나 해수 주입량 증가에 따른 COD 제거효율의 증가는 석회 주입 농도가

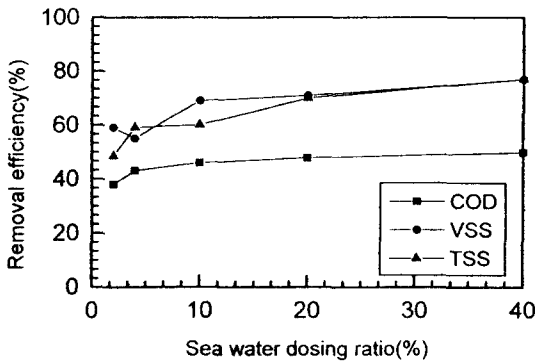


Fig. 10. Variation of COD, TSS, VSS removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at he lime concentrations of 3,200mg/ℓ.

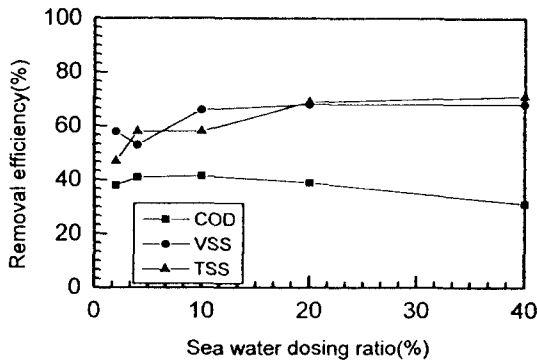


Fig. 11. Variation of removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the 3,200mg/ℓ of lime dose when excluding dilution effect due to the sea water addition.

증가할수록 상당히 둔화된다는 것으로 알 수 있다. Fig. 12는 해수 주입에 따른 원폐수 회석 효과를 배제시켜 계산하여 나타낸 것으로, 그림에서 알 수 있는 바와 같이, 석회 주입량이 상당히 높은 경우에 해수 주입량 증가에 따른 COD 제거효율 증가는 미미하며, 4% 이상의 해수 주입은 오히려 유기물 제거효율을 저하시키는 것으로 나타났다.

2.6 석회 주입 농도 4,000mg/ℓ에서 해수 주입량에 따른 효율 변화

석회 주입농도 4,000mg/ℓ에서 해수 주입량을 증가에 따른 결과를 Fig. 12에 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 해수 주입량 증가에 따른 COD 및 SS 제거효율은 낮은 석회 주입 농도에서 행한 실험 결과와 비교해 볼때 효율 증가폭은 낮은 것으로 나타났다. 이러한 현상은 폐수가 해수에 의해 희석된 효과 등을 감안한다면 더욱 그 영향은 미미하거나 4% 이상의 경우에 있어서 COD 제거효율 등은 오히려 감소되었을 것으로 예상된다.

Fig. 13은 회석의 영향을 배제시켜 계산한 결과를 나타낸 것으로, 그림에서 알 수 있는 바와 같이 해수 주입량 변화에 따른 COD 제거효율 변화는 4%의 해수 주입까지

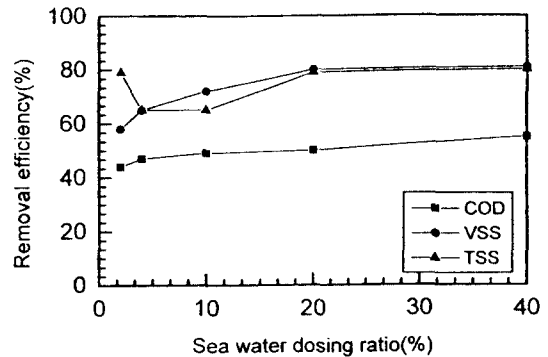


Fig. 12. Variation of COD, TSS, VSS removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at he lime concentrations of 4,000mg/ℓ.

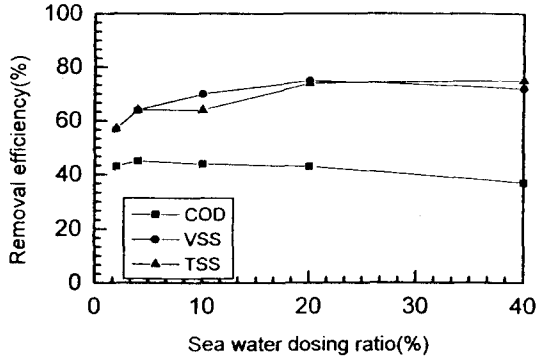


Fig. 13. Variation of removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the 4,000mg/l of lime dose when excluding dilution effect due to the sea water addition.

는 상당한 효율 증가를 가져왔으나, 그 이상에서는 오히려 제거효율이 감소되는 경향을 보이고 있으며, SS 제거효율은 해수 주입 비율 20%를 정점으로 그 이상의 해수 주입율에서는 유사한 제거효율을 보이고 있었다.

이와 같은 현상에 기초해 볼때, 해수 주입에 의한 응집 침전 효율 향상 및 유기물 제거효율 향상은 석회 주입량, 해수 첨가량에 따라 다르게 나타나며 또 COD와 같은 유기물 제거 측면과 SS와 같은 입자상물질 제거 측면에서 최적시는 각각 다르게 해석될 수 있다는 것을 알 수 있다.

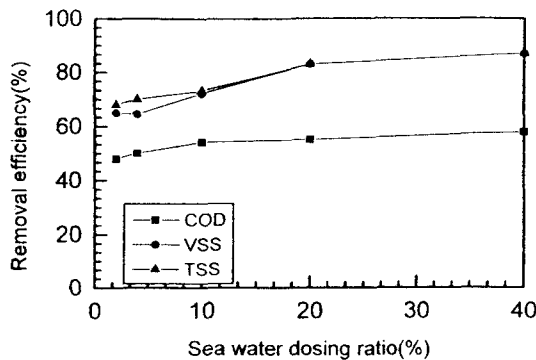


Fig. 14. Variation of COD, TSS, VSS removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the lime concentrations of 8,000mg/l.

2.7 과량 석회 주입시 해수 첨입량에 따른 효율 변화

과량의 석회를 주입시켜 응집 침전시키는 경우 해수 주입량 증가에 따른 COD 및 SS 제거효율 변화 양상을 좀더 확인하기 위하여 석회 주입 농도 8,000mg/l 에서와 20,000mg/l 에서 해수 주입량을 2%에서 40%까지 증가시키면서 COD 및 SS 제거효율 변화를 조사하여 Fig. 14, 15, 16 및 Fig. 17에 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 전체적인 변화 양상은 앞의 실험과 비슷한 추세를 나타내었다.

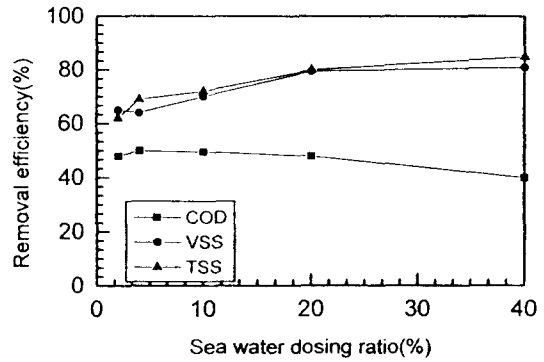


Fig. 15. Variation of removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the 8,000mg/l of lime dose when excluding dilution effect due to the sea water addition.

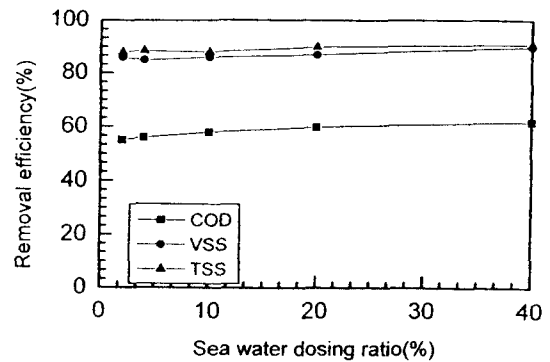


Fig. 16. Variation of COD, TSS, VSS removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the lime concentrations of 20,000mg/l.

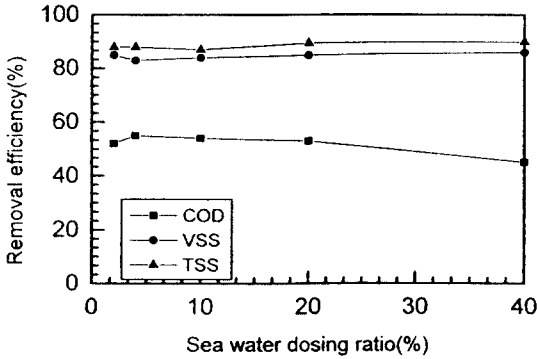


Fig. 17. Variation of removal efficiencies according to the sea water dosing ratio at the 20,000mg/l of lime dose when excluding dilution effect due to the sea water addition.

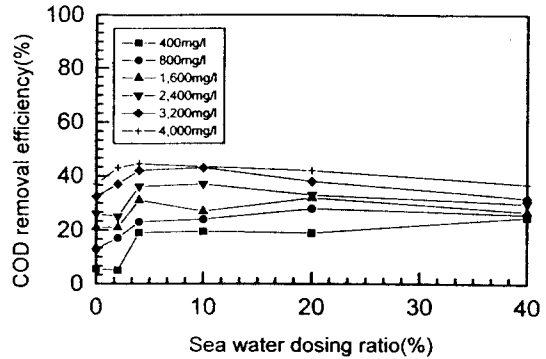


Fig. 18. Comparison of COD removal efficiencies depending on the sea water dosing ratio at given lime dosing concentrations in case of excluding dilution effect.

3. 해수주입 석회응집침전 공정의 최적화

알카리성 폐수의 응집침전 처리공법중 가장 많이 사용되는 방법중의 하나는 석회를 이용한 응집침전 공정이다. 이러한 석회응집침전법에서 해수를 이용하여 공정효율을 증가시키고 석회소용량을 감소 시키기 위한 실험을 수행한 결과 본 실험에서 사용된 실험 범위내에서 해수 주입량을 증가시킬수록 폐수의 COD, SS 제거효율은 향상되었다. 그러나 COD 및 SS 제거효율 향상은 상대적으로 폐수에 비해 오염도가 낮은 해수를 주입함으로써 인한 희석 효과도 상당한 용인이 될 것으로 예상된다. 해수 주입량이 많아질수록 처리 물량의 증가로 인한 반응조 크기의 증가 및 해수 이송 장비도 대형화되어야 하므로 응집에 도움을 줄 수 있는 범위내에서 최적 사용량만을 사용하는 것이 바람직하다. 따라서 희석에 의한 영향을 배제시킨 상태에서 계산해 본 결과 Fig. 18 및 Fig. 19에 나타나 바와 같이 최적 해수 주입량은 원폐수 유량 대비 4%로 나타났다.

한편, 알카리성 폐수의 해수 응집에 관해 연구한 이등(1992)의 연구에 의하면, 폐수의 pH가 10.6-12.6의 범위일 때 약 2%의 바닷물 첨가가 가장 좋은 부유물질 제거 효율을 나타낸다고 보고하고 있으나 펄프제조공장 표백 폐액을 대상으로한 본 연구에서는 부유 고형물을 기준으로

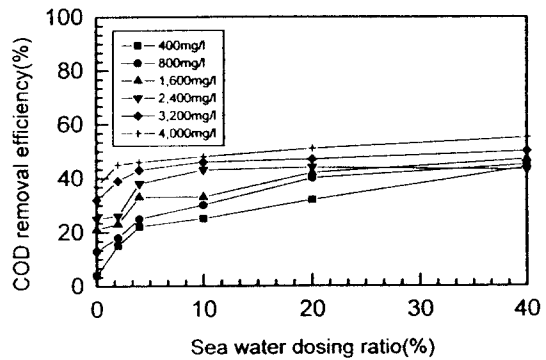


Fig. 19. Comparison of COD removal efficiencies depending on the sea water dosing ratio at given lime dosing concentrations.

로 할 때 약 10% 및 그 이상의 해수 주입에서 가장 좋은 부유 고형물 제거효율을 나타내는 것으로 판단된다. 그러나 COD 농도를 기준으로 하는 경우는 4% 정도의 해수 주입이 가장 좋은 효율을 나타내어 폐수의 종류에 따라서, 또는 동일한 폐수의 경우에도 부유 고형물 제거를 기준으로 하느냐 유기물 제거를 목표로 하느냐에 따라 최적 주입 농도는 달라질 것으로 생각된다.

IV. 결 론

펄프공장 표백공정 폐액의 석회응집 침전에 있어 해

수를 주입하여 유기물 및 부유 고형물 제거 효율을 증가시킬 수 있는지에 대한 가능성과 최적 해수 주입량을 구하기 위한 실험을 수행해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 석회응집 침전 처리시 석회량을 증가시킴에 따라 COD 및 SS 제거효율을 기준으로 보면, 폐수내 유기물 및 부유 고형물 제거효율은 증가하는 것으로 나타났다. 본 실험 범위내에서 석회 주입농도 4,000mg/ℓ까지는 주입량과 제거효율이 직선적으로 증가하나 그 이상의 주입 농도에서는 제거효율 증가가 미미하게 나타났다.
2. 석회응집 침전 처리시 해수 주입은 폐수내 유기물 및 부유고형물 제거효율을 상당히 향상시킬 수 있으며, 석회 소용량도 상당히 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다.
3. 폐수내 부유 고형물 제거효율은 10% 또는 그 이상의 해수 주입에서 가장 많이 향상되는 것으로 나타났다.
4. 폐수내 유기물 제거율은 해수 주입에 따른 희석효과를 배제시킨 상태에서 비교하여 보면 4%의 해수 첨가율에서 가장 좋은 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 이규성 : 수질오염개론, 형성출판사, 34, 1986.
2. 유재근, 김종택 : 수질오염방지기술학, 선일문화사, 7, 1987.
3. 신정래 : 수처리약품, 동화기술, 168, 1992.
4. 조영일, 이수구, 정연규, 박영규, 박돈희 : 환경공학, 동화기술, 121-130, 1987.
5. 김명철, 윤종호 : 환경과학, 문우당, 448-450, 1992.
6. 신정래 : 수처리약품, 동화기술, 179-180, 1992.
7. 이상일, 서인석, 조항문 : 1992, 바닷물에 의한 응집처리시 교반인자의 영향, 대한환경공학회지, Vol.14, No.1, 41-46, 1992.
8. ayoub, G. M. and Koopman, B. : Algal separation by the lime-seawater process. J. Wat. pollut. Control Fed. 58, 924-931, 1986.
9. ayoub, G. M., Lee s. I. and Koopman, B. : Sea water induced algal flocculation. Wat. Res. 20, 1265-1271, 1986.
10. APHA. AWWA. WPCF. : Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th. Ed., 1992.
11. 환경청 고시 제 91-97권 : 수질오염공정시험방법, 동화기술, 173-174, 1994.