대한위생학회지. 제18권 제4호(2003)
Korean J. Sanitation. Vol. 18, No. 4, pp.1~5(2003)

응집제와 정전기 수처리장치에 의한 산업폐수의 비교처리법에 관한 연구

김재용 · 정상섭 · 정성권
충북대학교 환경공학과

Study for the comparative treatment method of industrial wastewater using coagulant and H.V.G

Jae-Yong Kim · Sang-Sup Jung · Sung-Kwon Jung
Dept. of Environmental Engineering, Chungbuk National University

Abstract

For studying out the method of the effective purification of waste waters such as dying, paper pulp and plating wastewater, we measured the COD removal efficiency, color and turbidity of those pollutants by the physical and chemical method using the Inorganic Coagulating Agent (CM, RM) and a High Voltage Generator.

The COD removal efficiency measured when applying the Inorganic Coagulating Agent (CM, RM) was mush higher than that using the Existing Coagulating Agent

In addition to, when using those two methods above mentioned at the same time, both the COD removal efficiency and the reduction-effect of the inserting quantities of Coagulating Agent were higher than those were used singly.

The system using both an Inorganic Coagulating Agent and a High Voltage Generator will be useful in various fields of wastewater treatment.

I. 서 론

최근 사회가 고도로 성장함에 따라 인간이 영위하고 공유할 수 있는 생활환경이 날로 심각하게 오염되어 가고 있다. 그 중 국내 하천을 오염시키는 산업장 폐수 중 가장 처리 하기 어려운 것은 염색폐수, 도금폐수, 피혁폐수 등이며 산업화가 진행됨에 따라 이런 폐수의 성상은 다양화 또는 집중화되고 있으며 배출량도 날로 급증하고 있다. 이 중 중금속을 다량 함유하고 있는 도금폐수나 유해한 유·무기물질을 다량 함유하고 있는 염색폐수의 처리문제는 매우 시급하다. 그럼에도 불구하고 뚜렷하게 어느 특정한 산업폐수에 대한 확정적인 폐수 처리방법이 정해져있는 것은 아니다. 이와 같은 상황에 비추어 볼 때 각종 산업폐수에 대한 효율적이고도 향후 경제적인 처리에 관한 연구는 적절하다 할 수 있으며 또한 매우 필요하리라고 사료된다. 산업폐수처리에 관한 여러 가지의 방법이 있겠지만, 본 연구에서는 응집제를 이용한 물리화학적 처리방법과 오스트리아 제품인 정전기수처리장치(H.V.G-High Voltage Generator)를 가지고 이에 따른 반응효율 및 활용방안의 모색을 그 목적으로 한다.

Ⅱ. 실험 재료 및 방법

1. 시료 준비

본 연구에서는 염색폐수처리 시에는 칼슘염과 마그네슘염을 응집제로 사용하였고, 칼슘염으로는 $Ca(OH)_2$ (98% pure, Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd.), 마그네슘염으로는 $MgSO_4$ (99.5% pure, Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd.) 및 $MgCl_2$ (98% pure, Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd.)를 사용하였다. 시료의 pH는 NaOH (Pellets type, 98% pure, Tedia Co., Ltd.), H_2SO_4(Matsunoen Chemicals Ltd.), HNO_3(Matsunoen Chemicals Ltd.) 등의 특급시약을 사용하여 조절하였다.

염색폐수는 충북 청주시 공단에 위치한 C염색공장의 집수조에서 폐수를 취하였고 수온 30~35℃, pH 6.5~7.5의 약산성 내지는 중성이었다. 채취한 폐수는 즉시 실험실로 이송한 후 10℃ 미만의 저온에서 보관하였고 염색폐수는 최대 2주일간 보관 가능하였으나, 염색공장의 폐수 배출 온도를 고려하여 oven에 넣어 30~35℃로 온도를 조절한 후 실험하였다. 또한 제지폐수 처리 시에는 본 실험실에서 개발한 무기응집제인 RM을 응집제로 사용하였고 제지폐수인 화장지폐수와 판지폐수는 청주시에 소재하고 있는 D펄프공장의 집수조에서 채취하여 실험실에서 보관 시료로 사용하였다.

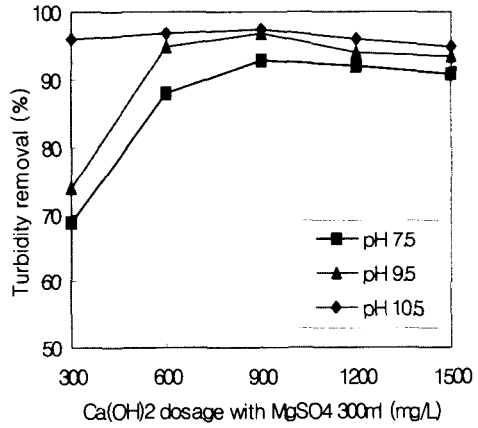
2. 실험 방법

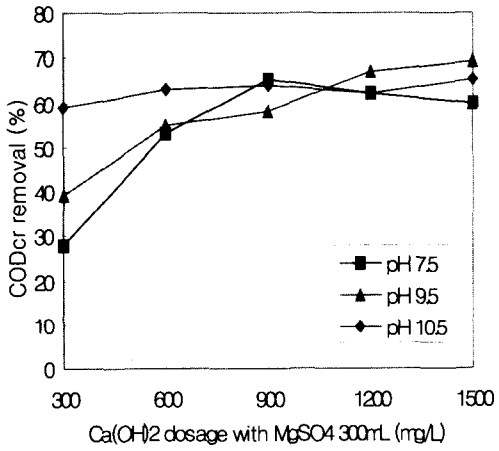
응집실험은 Jar test를 이용하였고 270rpm으로 혼합하면서 응집제를 주입하고 1분간 270rpm으로 급속혼합, 20rpm으로 6분간 완속혼합 후 30분간 침강시켰다. 그리고 Jar의 바닥에서 5cm 높이에 장치한 밸브에서 처리수를 취하여 pH, COD_{Cr}, turbidity, color 등을 측정하였다. Jar tester ($C-_{JT}$, Chang shin Scientific Co., Ltd.)는 속도(10~300rpm)와 시간 및 바닥면의 온도조절이 가능하고 paddle은 6.5×1.8cm 크기의 SUS304로 구성되었다. Jar는 바닥면적 10×10cm의 표준 Jar로 하였고 폐수 액량은 1L로 하였다. 급속혼합에서 mixing velocity gradient, G값은 $500sec^{-1}$, 완속교반에서 G값은 $11sec^{-1}$로 하였다. 염색폐수에대해서 황산알루미늄($Al_2(SO_4)_3 14\sim18H_2O$, Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd)을 사용하여 응집성능을 비교 검토하였으며 제지폐수에서는 RM(맥반석, 제올라이트, 비산재 및 탈황석고 합성무기물 응집제) 사용하였다. 또한 정전기 수처리장치는 펌프와 유량계를 장착하여 고정시키고 한편으론 이동식으로 제작하여 실험을 진행하였다.

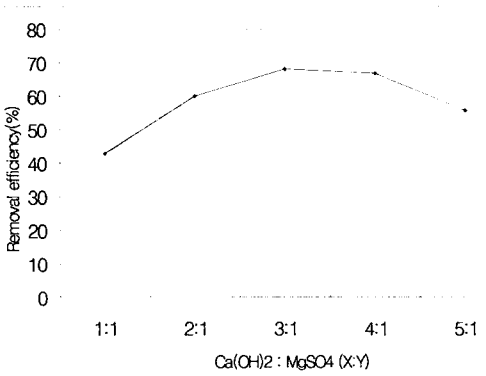
시료의 분석 및 시약조제를 위해 항상 비저항 10MΩcm 이상의 탈이온수를 사용하였고 시료의 성분 분석은 standard method에 준하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 염색폐수 처리실험 결과





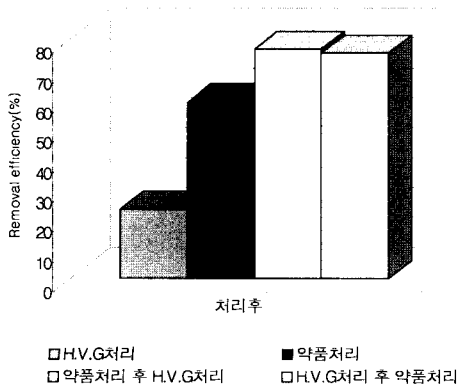


$Ca(OH)_2$와$MgSO_4$를 이용하여 응집처리 한 결과 주입량 1000㎎/ℓ에서 68%의 COD_{Cr}와 84%의 우수한 색도제거가 얻어졌다.

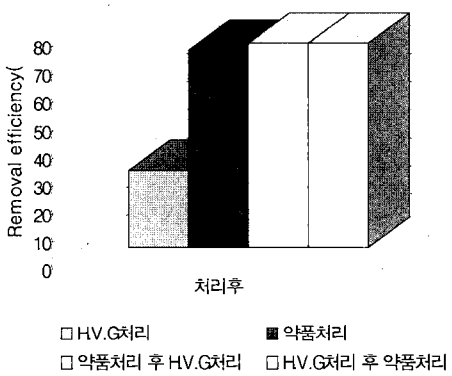
또한, $Ca(OH)_2$ 와 $MgSO_4$ 의 비율에 따른 COD 제거효율을 조사하였고 그 결과를 다음과 같이 그래프로 나타내었다.

그래프를 볼 때 $Ca(OH)_2$와 $MgSO_4$ 의 비율은 3:1인 경우가 가장 처리효율이 높았으며 이후 모든 실험은 이 비율로써 염색폐수 실험을 진행하였다.

실험 결과 H.V.G만에 의해 단독으로 염색폐수를 처리한 결과는 효율은 어느정도 나타났지만 20% 내외로 매우 미진하였다. 응집제만으로 처리할 경우 약 66%정도로 기존의 방식보다는 보다 효율적으로 나타났다. 하지만 응집처리 후 H.V.G를 통과시킬 경우나 H.V.G통과 후 응집처리를 한 두 경우 모두 매우 높은 COD제거효율을 각각 77%와 76% 정도로 나타내었다. 따라서 H.V.G 시스템을 활용하는 것이 매우 효과적임을 알 수 있었다. 마지막의 경우에 대한 즉 H.V.G시스템 통과 후 응집제 투입량을 비교 조사해 본 결과 1000ppm에서 800ppm으로 약 20%의 응집제 투입량을 줄일 수 있음을 알 수 있었다.



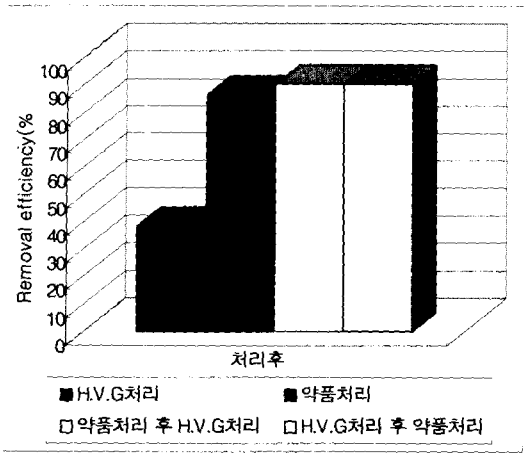
2. 화장지폐수 처리실험 결과



실험 결과 H.V.G만에 의해 단독으로 화장지폐수를 처리한 결과는 효율은 어느정도 나타났지만 20%내외로 매우 미진하였다. 응집제만으로 처리할 경우 약 70%정도로 기존의 방식보다는 보다 효율적으로 나타났다. 하지만 응집처리 후 H.V.G를 통과시킬 경우나 H.V.G통과 후 응집처리를 한 두 경우 모두 매우 높은 COD제거효율을 각각 73%정도로 나타내었다. 따라서 H.V.G 시스템을 활용하는 것이 매우 효과적임을 알 수 있었다. 마지막의 경우에 대한 즉, H.V.G시스템 통과 후 응집제 투입량을 비교 조사해 본 결과 1000ppm에서 700ppm으로 약 30%의 응집제 투입량을 줄일 수 있음을 알 수 있었다.

3. 판지폐수 처리실험 결과

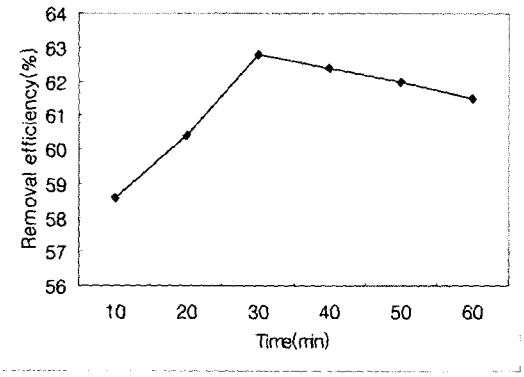
실험 결과 H.V.G만에 의해 단독으로 화장지폐수를 처리한 결과는 효율은 어느 정도 나타 났지만 약 40%내외로 타 폐수들보다는 비교적 높은 처리



효율을 나타내었으나 만족한 처리결과를 얻기에는 조금 부족하다. 응집제만으로 처리할 경우도 약 77%정도로 기존의 방식보다는 보다 훨씬 높은 효율을 나타냈다. 하지만 응집처리 후 H.V.G를 통과시킬 경우나 H.V.G통과 후 응집처리를 한 두 경우 모두 매우 높은 COD제거효율을 각각 85%이상 나타내었다. 따라서 H.V.G 시스템을 활용하는 것이 매우 효과적임을 알 수 있었다. 마지막의 경우에 대한 즉 H.V.G시스템 통과 후 응집제 투입량을 비교 조사해 본 결과 1000ppm에서 800ppm으로 약 20%의 응집제 투입량을 줄일 수 있음을 알 수 있었다.

4. 도금폐수 처리실험 결과

도금폐수 중 중금속폐수인 Cu함유 폐수를 대상으로 일단 H.V.G 시스템 적용을 시도하였다.



50ppm의 실험용액을 제조하여 반응시간을 10분간격을 기준으로 하여10분에서 60분까지의 결과를 그림에 수록하였다. 반응시간이 지남에 따라 색도가 바뀜을 관찰할 수 있었으며 H.V.G 시스템이 제대로 작용하는 지를 눈으로 관찰할 수 있었다.

ICP로 실험 분석결과 공히 63%의 중금속제거효율을 나타내었다.

Ⅳ. 결 론

1. H.V.G 시스템 적용은 화학적 처리와 병행할 경우 매우 높은 효율을 나타낸다.

2. 염색폐수의 처리에서 화학적처리 제거효율은 66%인 반면 H.V.G 시스템을 적용할 경우 처리수에 대한 적용이 76.9%이고 적용 후 화학적 처리에 있어 처리효율은 75.7%로 매우 높이 증가하였으며 그 때의 응집제 주입량도 20% 감소하였다.

3. 화장지폐수의 처리에 있어 화학적처리 제거효율은 70.4%인 반면 H.V.G 시스템을 적용할 경우 처리수에 대한 적용과 적용후 화학적 처리에 있어 처리 효율은 공히 73.1%로 매우 높이 증가하였으며 그 때의 응집제 주입량은 30%나 감소하였다.

4. 판지폐수에 H.V.G 시스템을 적용할 경우 처리수에 대한 적용과 적용 후 화학적처리에 있어 처리효율은 86.4%이상으로 매우 높이 증가하였으며 그 때의 응집제 주입량도 20% 감소하였다.

5. 도금폐수 중 많이 이용되고 있는 주요중금속 중 하나인 구리함유폐수에 대한 H.V.G 시스템을 적용한 결과 30분에서 68.4%의 높은 제거효율을 나타내었다.

정전기 수처리 장치를 갖춘 시스템은 앞으로도 다방면에서 매우 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 곽종운, 무기응집제의 특성과 수처리응용(5), 첨단환경기술, 9월호, 1998.
2. 정인수, 수처리용 응집제의 기술개발과 특허동향, 첨단환경기술, 5월호, pp. 121~128, 1998.
3. 곽종운, 무기응집제의 특성과 수처리응용(4), 첨단환경기술, 7월호, 1998.
4. 박홍석, 이상윤, 정수장 응집공정 향상을 위한 수처리제의 최적사용, 대한환경공학회지, Vol. 20, No. 10, pp. 1435~1447, 1998.
5. Nava Narkis and Menahem Rebhun, Flocculation in presence of organic macromolecules of natural water and secondary effluents, Water Science and Technology, Vol. 36, No. 4, pp. 85~91, 1997.
6. George Tchobanoglous and Franklin L. Burton, Wastewater Engineering, 3rd edition, Mc Graw-Hill Inc., pp. 301~314, 1991.
7. 이상일, 서인석, 조항문, 알칼리성 산업폐수의 해수응집, 대한환경공학회지, Vol. 14, No. 1, pp. 41~46, 1992.
8. 이화학사전, 한국사전연구사, p. 1365, 1997.
9. Standard method for the examination of water and wastewater, 19th edition, APHA, AWWA, and WEF, 1995.
10. Manglik, P. K., J. R. Johnston, T. Asano, and G. Tchobanoglous, AWWA Research Foundation, Denver, CO, 1998.
11. Nava Narkis and Menahem Rebhun, Water Science and Technology, Vol. 36, No. 4, pp. 85~91, 1997.
12. George Tchobanoglous and Franklin L. Burton, Wastewater Engineering, 3rd edition, Mc Graw-Hill Inc., pp. 301~314, 1999.