

냉연공장 도금공정에서 발생하는 폐수의 효율적인 미생물 처리에 관한 연구

김상식[†] · 김형진

김포대학 환경보건과
(2009년 2월 26일 접수, 2009년 3월 23일 채택)

Effective Treatment of Wastewater from the Electroplating Plant of Cold-mill by using Microorganism

Sang-Sik Kim[†] and Hyung-Jin Kim

Department of Environment & Health, Kimpo College, Gimpo 415-761, Korea
(Received February 26, 2009; accepted March 23, 2009)

본 연구에서는 냉연도금공장의 각 단위공정에서 발생하는 폐수를 미생물을 이용하여 안정하게 처리하기 위하여 각 폐수의 특성과악과 처리조건을 도출하고자 하였다. 발생하는 폐수 중 알칼리성폐수가 전체폐수의 64%를 차지하였으며, 산중금속함유폐수는 30%를 차지했다. 탈류폐액의 COD는 53890 mg/L로 전체 폐수발생량의 0.03%에 불과함에도 불구하고 COD의 53%를 유발하고 있었으며, COD의 94%는 SCN에 의해 기인하였다. 혼합폐수를 미생물로 처리할 때 혼합폐수 중 SCN농도가 200 mg/L 이하일 때 제거가 용이하였다. 반면 COD 유발물질은 400 mg/L 이하가 되더라도 처리효율이 미흡하였다. 이는 탈류폐액 중에는 난분해성 유기물질이 다량 함유되어 있기 때문이라 판단된다. 혼합폐수를 처리할 때 초기에 pH가 7.33이었지만 8 h 후에는 7.99로 상승하였다. 이는 탈류폐액에 함유된 SCN이 박테리아에 의해 분해될 때 발생하는 암모니아에 의해 기인한 것으로 사료된다.

This research was carried out to establish the effective treatment condition and characteristic of wastewater from the electroplating plant of cold rolling mill by using microorganism. Alkaline wastewater and acidic heavy metal wastewater accounted for 64%, 30%, respectively, of the total wastewater. Highly concentrated thiocyanate was 53890 mg/L as COD and it was 53% of total COD, even though it was 0.03% of wastewater from the electroplating plant. When treating mixed wastewater with microorganism, it was easy to remove when SCN concentrations of mixed wastewater was 200 mg/L or less. While the treatment effect of COD-causing materials was low at the concentration of 400 mg/L or less, it implies that highly concentrated thiocyanate contains a large amount of slowly biodegradable organics. When treating with mixed wastewater, pH was 7.33 at the beginning, but after 8 hours it increased to 7.99. This is caused by ammonia which is generated when SCN of highly concentrated thiocyanate was degraded by microorganism.

Keywords: electroplating plant wastewater, high concentrated thiocyanate, alkali wastewater, acidic heavy metal wastewater

1. 서 론

제철소 냉연 도금공장은 열연공장에서 생산되는 열연코일을 소재로 하여 산세, 냉간압연, 전기청정, 소둔 및 도금을 하여 표면이 미려한 냉연도금제품을 생산하는 공정이다. 냉연도금제품을 생산하는 공정에서는 오일함유폐수, 알칼리폐수, 산폐수, 탈류폐액 및 중금속함유폐수 등이 다양하게 발생하고 있다. 이들 폐수를 수역에 그대로 배출할 경우 급격한 pH 변화, COD 및 중금속 농도증가 등 심각한 문제점을 유발시킨다. 또한 냉연 도금공장에서 배출되는 폐수는 발생하는 폐수의 양과 오염물질 농도가 일정하지 않다. 따라서 이들 폐수를 특성에 따라 적절히 처리하기 위하여 냉연 도금공장 폐수처리설비는 물리적, 생물학적 및 화학적 처리공정으로 처리하고 있지만 처리설비

운전에 많은 어려움이 있다[1,2].

한편 석탄건류공정에서 발생된 COG (Coke Oven Gas)는 1차 정제 후 승압시켜 각 공장의 열원으로 사용하기 위하여 각 공장으로 이송된다. 그러나 1차 정제된 COG 중에는 여전히 높은 농도의 황화물 등이 함유되어 있다. 이로 인해 1차 정제된 COG를 냉연제품제조의 열원으로 사용할 때 COG 중에 잔류된 각종 오염물질로 인한 냉연도금제품의 질을 저하시킬 뿐만 아니라 SO_x, NO_x 등 대기오염을 유발시킨다. 따라서 각 공장에서는 1차 정제된 COG를 열원으로 사용하기 전에 탈류설비를 이용하여 2차 정제하여 사용하고 있다[2-4].

탈류설비에서는 오염물질 농도가 높은 탈류폐액이 발생된다. 탈류폐액은 COD가 40000~60000 mg/L이다. 냉연공장에서 발생하는 탈류폐액은 일반적으로 소각처리하거나 냉연공장 폐수처리설비 혹은 공장 내 폐수중말처리설비로 이송하여 대량의 폐수와 혼합·희석하여 처리하고 있다. 그러나 소각처리 할 경우 탈류폐액 중에 함유된 수

[†] 교신저자 (e-mail: sskim@kimpo.ac.kr)

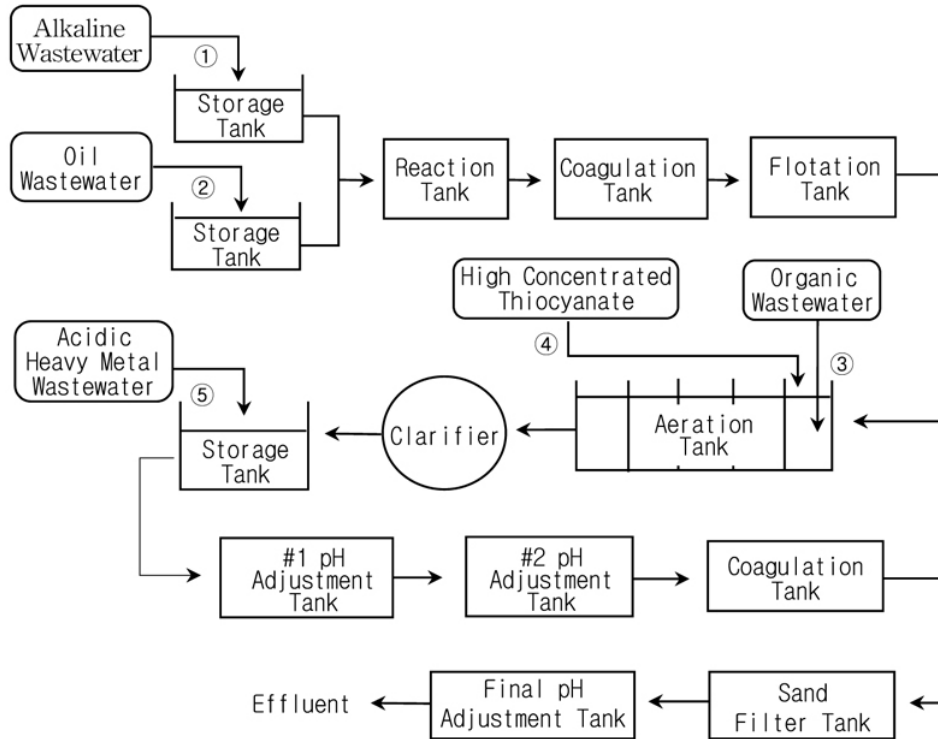


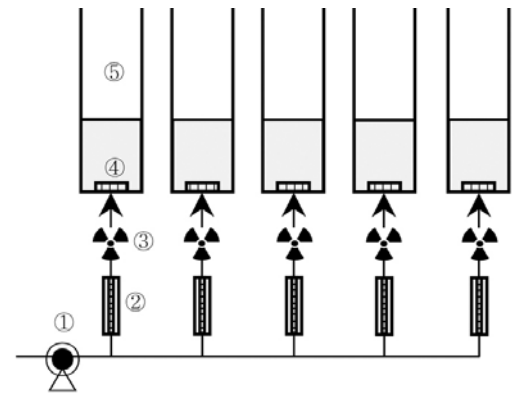
Figure 1. Diagram of wastewater treatment process of cold mill and sampling point.

분으로 인하여 소각로의 안정적 조업에 문제가 있을 뿐만 아니라 소각 후 발생하는 배출가스 중 SO_x, NO_x 등의 대기환경오염물질이 법적 규제치를 초과하는 문제점이 있다. 또한 탈류폐액을 전처리 없이 생물학적 처리설비로 직접 유입할 경우 미생물의 활성을 저하시킬 뿐만 아니라 심지어는 미생물 폐사현상까지 초래하게 되어 폐수의 적정 처리에 문제점이 되고 있다. 탈류폐액을 제철소 내 폐수종말처리설비로 이송하여 처리하는 경우 탈류폐액의 처리효율이 미흡하여 최종배출수위 COD부하를 증가시키는 요인이 된다[4-7].

따라서 본 연구에서는 각 단위공정에서 발생하는 폐수들을 미생물에 의해 효율적으로 처리하기 위하여 알칼리함유폐수, 오일함유폐수, 유기물함유폐수 및 탈류폐액 적당량을 반응조에 유입시킨 다음 여기에 중금속함유폐수를 일정비율씩 혼합하여 균등화시키고 생물학적 처리공정의 포기조로 유입시켜 미생물에 의한 처리 특성과 안정적으로 처리할 수 있는 조건을 파악하고자 하였다.

2. 실험장치 및 방법

Figure 1은 냉연폐수처리설비 흐름도와 시료 채취지점 위치를 나타낸 것이다. 냉연공장 폐수처리설비에 대한 시료채취는 5개 지점에서 수행되었으며 COD 외 7개 항목이 분석되었다. 냉연도금공장 폐수는 알칼리함유폐수, 오일함유폐수, 유기물폐수, 탈류폐액 및 산중금속함유폐수로 구성되어 있다. 냉연도금공장에서 배출되는 폐수를 효과적으로 처리할 수 있는 조건을 도출하기 위하여 각 폐수에 대한 성상을 분석한 후 이들 물질이 미생물에 어떤 영향을 주는가를 고찰하였다. 그런 다음 이들 폐수를 효과적으로 처리하기 위하여 폐수의 특성에 따라 적절히 혼합하거나 미생물의 활성에 미치는 독성물질의 부하저감을 유도한 후 실험을 실시하였다.



① Air Pump ② Flow Meter ③ Valve ④ Diffuser ⑤ Reactor
Figure 2. Schematic diagram of biological treatment process.

산업폐수를 생물학적으로 처리할 때 제품생산 공정에 따라 미생물에 유해한 영향을 줄 수 있고 심하게 독성을 유발시킬 수 있다. 따라서 냉연도금공장에서 발생하는 각 폐수에 대한 특성을 분석한 후 생물학적 처리 가능성을 우선적으로 조사했다. 이를 위해 Figure 2의 회분식 반응기를 이용하였다. 회분식 반응기인 원통형 실린더 5개 각각은 미세기포가 발생하는 산기관을 설치하였다. 폐수처리기술을 도출하기 위해 순화된 활성슬러지 종을 각각의 반응기에 넣고 처리하려는 폐수에 대하여 농도를 변화시키면서 미생물의 처리효율을 분석했다. 이에 대한 실험방법은 다음과 같다. 사용된 활성슬러지는 코크스공장 생화학폐수처리설비의 포기조 후단에서 포기조 전단으로 반송되는 슬러지이다. 실험에 사용된 시료는 상징수를 희석하여 5개의 농도별로 조제하였다. 그리고 준비된 시료를 각 농도별로 원통실린더에 동

Table 1. Quality of Wastewater from the Plating Plant of the Cold Rolling Mill

(Unit : m³/day, mg/L)

Items	Alkaline wastewater	Oil wastewater	Organic wastewater	High concentrate thiocyanate	Acidic heavy metal wastewater
Q	1380	116	28	6.8	624
pH	12.3	7.12	9.78	9.44	0.95
COD	169	108.7	789	53890	88.7
SCN	ND	ND	ND	50730	ND
Oil	297	312	342	18.4	1.5
SS	1087	16.9	273	1873	98.5
Fe	48.3	Tr	24.5	66.9	183.6
Cl ⁻	5.36	7.33	ND	567	1279
SO ₄ ²⁻	4.65	6.47	ND	25892	8.92

량으로 나누어 넣었다. 그런 다음 침전·분리된 활성슬러지를 10~20%씩 일정하게 첨가한 다음 포기를 실시했다.

실험에 사용된 활성슬러지는 순차적으로 순화시킨 후 사용하였다. 냉연도금공장에서 발생하는 폐수처리를 위한 활성슬러지의 순화방법은 다음과 같다. 채취한 활성슬러지를 회분식반응기에서 냉연도금공장 혼합폐수를 단계적으로 희석하여 유입시킨 후 영양물질(BOD : N : P = 100 : 5 : 1)과 용존산소 농도(2~4 mg/L)를 조절한 후 냉연도금공장의 폐수특성을 고려하여 pH 7.5, 온도를 30 ± 3°C로 순화시켜 냉연도금공장의 폐수처리에 적용할 수 있도록 활성화 시켰다. 이때 슬러지 농도는 시료수와 혼합할 때 MLSS가 1000~1500 mg/L가 되도록 조정하였다. 그런 다음 혼합액의 pH, COD, SCN, MLSS 등을 측정했다. 처리조건을 도출하기 위하여 냉연폐수의 농도를 변화시키면서 반응기속에서 미생물과 접촉시켰다. 각 반응조를 포기하여 초기 2, 4, 6, 8, 10 및 22 h 마다 시료수를 채취하여 COD, SCN, MLSS, pH를 분석했다.

냉연 도금공장의 폐수는 여러 가지 계통에서 폐수가 수집되므로 이들 각각의 폐수에 대하여 동일한 실험을 했다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 원폐수의 특성

냉연공장 도금공정에서 하루 동안 발생하는 폐수량은 평균 2154 m³/day이다. 이중 알칼리성폐수 발생량이 1380 m³/day로 전체 도금폐수의 64%를 차지하였으며, 산중금속함유폐수는 30%를 차지했다. 따라서 도금공장폐수의 90% 이상이 알칼리함유폐수와 산중금속함유폐수로 구성되어 있다는 것을 알 수 있었다.

각 단위공정별 원수를 3차레 시료를 채취하여 오염물 농도를 분석한 결과 평균값은 Table 1과 같다. 분석결과 알칼리함유폐수의 pH는 12.3으로 강알칼리였다. 유기물함유폐수와 탈류폐액의 pH는 각각 9.78, 9.44로 알칼리성폐수였으며, 오일함유폐수는 pH가 7.08로 중성폐수였다. 반면 산중금속함유폐수는 pH가 1 이하로 강산성폐수였다.

탈류폐액의 COD는 53890 mg/L로 다른 폐수에 비해 매우 높았다. 따라서 탈류폐액은 전체 폐수발생량의 0.03%에 불과함에도 불구하고 COD의 53%를 기여하고 있다는 것을 알 수 있었다. 탈류폐액 다음으로 COD가 높은 폐수는 유기성 함유폐수였다. 유기성 함유폐수의 COD는 789 mg/L이었으며, 전체 COD의 3.2%를 기여했다. 반면 알칼리함유폐수의 경우 COD는 169 mg/L이었으나, 폐수발생량이 많아 전체 COD의 33.8%를 차지했다. 따라서 도금폐수의 주요 COD 발생원

은 탈류폐액과 알칼리함유폐수라는 것을 알 수 있었다.

탈류폐액으로부터 SCN이 고농도(50730 mg/L)로 검출되었다. 그리고 다른 폐수에서는 SCN이 존재하지 않았다. 탈류폐액이나 산중금속함유폐수 중에 함유된 오일의 농도는 매우 낮아 미생물 처리공정에 악영향이 없을 것으로 예상되었다. 그러나 유기물함유폐수, 알칼리함유폐수 및 오일함유폐수 중에는 오일이 고농도(297 mg/L 이상)로 함유되어 있었다. 따라서 이들 폐수를 미생물로 처리할 때 여러 가지 악영향이 초래될 가능성이 있으므로 오일을 제거할 필요가 있다. SS는 알칼리함유폐수나 탈류폐액의 경우 1000 mg/L로 매우 높았지만 나머지 폐수는 그다지 높지 않았다. 또한 Fe는 산중금속함유폐수의 경우 183.6 mg/L로 고농도로 함유되어 있었으며, 다른 폐수들은 70 mg/L 이하로 미생물에 의한 폐수처리에 특별한 영향을 주지 않을 것으로 판단되었다. Cl⁻이온농도는 탈류폐액과 산중금속함유폐수의 경우 각각 567, 1279 mg/L로 농도가 높아 미생물처리조로 바로 유입하여 처리할 때 미생물에 충격이 예상되었다.

3.2. 미생물에 의한 냉연도금폐수처리실험

냉연공장에서 발생하는 COG 응축수를 효율적으로 처리하기 위하여 생물학적 처리공정 후단에서 처리하고 있는 산중금속함유폐수를 활용하였다. 이를 위하여 알칼리함유폐수, 오일함유폐수, 유기물함유폐수 및 탈류폐액 적당량을 반응조에 유입시킨 다음 여기에 중금속함유폐수를 일정비율씩 혼합하여 오염물질 처리실험을 수행하였다.

이들 4개 혼합폐수발생량 대비 산중금속함유폐수가 5, 10, 20, 40%씩 각각 혼합되었다. 이 때 혼합폐수발생 대비 산중금속폐수가 40%라 함은 산중금속함유폐수 거의 전량에 해당된다. 각 혼합폐수에 대한 pH, COD, SCN 농도가 분석되었다. Table 2는 적정농도로 혼합된 폐수의 초기 pH, COD, SCN값들을 보여 준다. 산중금속함유폐수가 다른 폐수량 대비 5%일 경우 pH, SCN 및 COD는 각각 11.53, 242 mg/L, 428 mg/L이었다. 산중금속함유폐수가 다른 폐수량 대비 40%일 경우는 pH, SCN 및 COD는 각각 9.87, 153 mg/L, 296 mg/L이었다. 이는 산중금속함유폐수의 혼합비가 5% 대비 40% 경우 SCN, COD가 각각 37, 31%로 낮아짐을 알 수 있었다.

도금폐수 발생량 대비 산중금속함유폐수 혼합비율에 따라 합성된 시료를 이용하여 Figure 2의 회분식반응기에 유입시켜 미생물에 의한 오염물 저감실험을 수행하였다. Figure 3은 반응시간 변화에 따른 혼합폐수 중에 함유된 SCN의 저감효과를 보여준다. Figure 3에서 볼 수 있듯이 미생물에 의한 SCN제거효율은 혼합폐수의 SCN농도가 낮을수록 증가된다는 것을 알 수 있었다. 혼합폐수의 초기 SCN농도가

Table 2. Mixing Ratio and Characteristic of Wastewater from the Plating Plant of the Cold Rolling Mill

(Unit : m³/day, mg/L)

	Alkaline wastewater	Oil wastewater	Organic wastewater	High concentrate thiocyanate	Acidic heavy metal wastewater	pH	COD	SCN
Run 1 (mL)	13103	1105	262	73	764 (5%)	11.53	428	242
Run 2 (mL)	12413	1047	248	69	1531 (10%)	11.19	398	229
Run 3 (mL)	11034	931	220	61	3062 (20%)	10.65	352	196
Run 4 (mL)	8276	698	165	46	6123 (40%)	9.87	296	146

note : % values of () show Mixing ratio of acid-heavy metal wastewater versus all generated wastewater

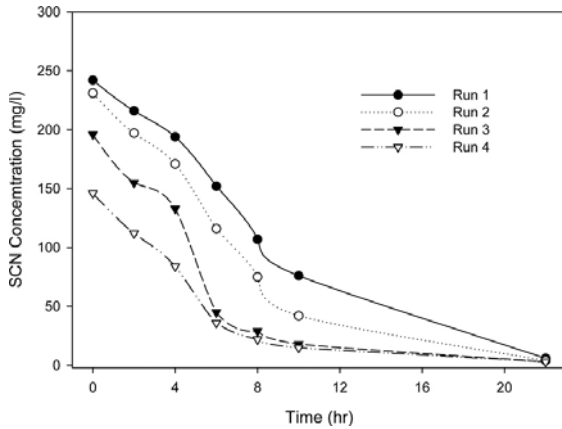


Figure 3. The removal efficiency of SCN with reaction time.

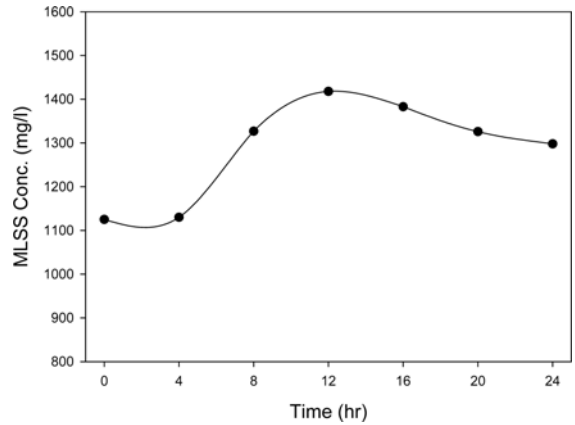


Figure 5. The variation of MLSS concentration with reaction time.

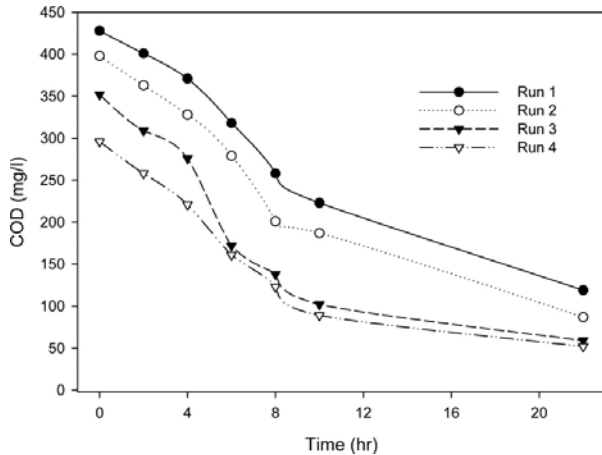


Figure 4. The removal efficiency of COD with reaction time.

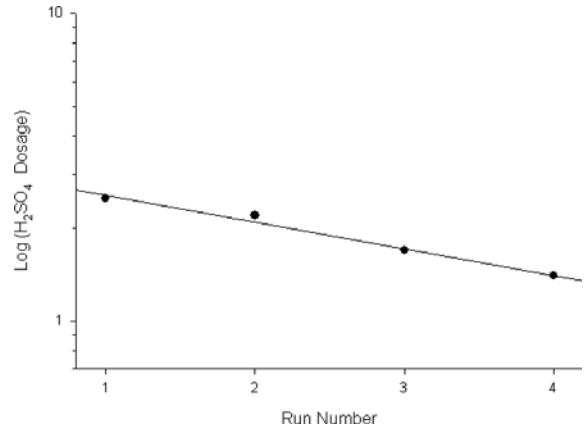


Figure 6. The dosing amount of sulfuric acid for reducing the pH of sample as 7.5.

242 mg/L인 Run 1의 경우 6 h이 경과해도 미생물에 의한 SCN 제거율이 37%로 미흡했으며, 10 h이 경과하더라도 SCN 저감율이 69%로 낮았다. 그러나 혼합폐수의 초기 SCN농도가 196 mg/L인 Run 3의 경우 SCN제거율이 거의 선형적으로 증가하였으며, 반응시간이 6, 10 h 경과할 때 SCN 제거율이 각각 75, 89%로 매우 높았다. 혼합폐수의 SCN농도가 146 mg/L인 Run 4의 경우는 6, 10 h 경과할 때 SCN제거율이 77, 91% (잔류 SCN농도 15 mg/L)로 매우 효과적이라는 것을 알 수 있었다. 상기와 같은 결과는 냉연도금공장 혼합폐수를 미생물에 의해 처리할 때 혼합폐수 중 SCN농도가 200 mg/L 이상 함유되어 있으면 처리효율이 미흡하고, 그 이하일 때에는 효과적이라는 것을 알 수 있었다. 그러나 20 h 이상이 경과하면 혼합폐수 중 SCN의 초기농

도에 관계없이 98% 이상(SCN 농도 6 mg/L 이하)의 SCN이 제거됨을 알 수 있었다. 따라서 냉연도금폐수의 경우 충분한 반응시간만 확보하면 혼합폐수 중 SCN은 제거가 용이함을 알 수 있었다.

Figure 4는 혼합폐수의 반응시간에 따른 COD 저감효율을 보여 준다. COD제거도 SCN과 유사하게 혼합폐수 중의 초기 COD가 높으면 제거율이 미흡하지만 초기 COD가 낮을수록 COD제거율이 증가함을 보여주었다. 혼합폐수의 초기 COD 값이 428 mg/L인 Run 1의 경우 COD 제거율은 6, 10 h 경과할 때 각각 26, 51%가 제거되었다. 22 h이 경과 후 COD제거율은 72% (처리수의 COD 119 mg/L)로 제거율이 미흡하다는 것을 보여 주었다. 반면 혼합폐수의 초기 COD 값이 352 mg/L인 Run 3의 경우 6, 10 h 경과할 때 각각 51, 73%가 제거되었다. 22

Table 3. Relation of SCN and COD according to Experiment

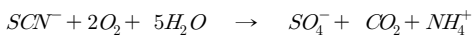
SCN Conc. (mg/L)	50	100	150	200
COD (mg/L)	49.8	101.2	148.5	201.4

h이 경과 후 COD제거율은 83% (처리수의 COD 59 mg/L)로 나타나 초기 COD값이 428 mg/L 대비 효과적으로 제거됨을 알 수 있었다. 그러나 최종처리수의 COD값이 59 mg/L로 나타난 것은 혼합폐수 중에 미생물에 의해 분해가 어려운 유기물이 함유되어 있다는 것을 알 수가 있었다. 따라서 냉연도금공장폐수는 SCN은 제거하기가 용이하지만 SCN을 제외한 순수 COD 유발물질은 제거하기가 어렵다는 것을 보여주었다.

Figure 5는 혼합폐수를 초기 1125 mg/L의 미생물농도(MLSS)로 처리할 때 시간변화에 따른 미생물의 농도변화를 보여준다. 그림에서 볼 수 있듯이 초기 1125 mg/L 미생물 농도가 2 h 경과할 때는 변화가 거의 없다가 그 후 서서히 증가하여 12 h 이 경과했을 때 최대가 되었으며, 그 후에는 오히려 약간 감소함을 알 수 있었다. 이는 앞의 이론적 고찰에서 언급했듯이 미생물이 초기에는 냉연공장에서 발생하는 혼합폐수에 적응하기 위하여 농도변화가 거의 없었다. 그러나 적응기를 지나 미생물의 대수성장단계에 도달하는 12 h 경과시점에 미생물 농도가 최대로 도달하였다. 12 h 이후에는 혼합폐수 중에 미생물에 의해 분해 가능한 유기물이 상당히 감소되어 미생물의 증식이 감소됨을 알 수 있었다. 이러한 결과는 Figures 3~5의 반응시간경과에 따른 SCN, COD제거 경향과도 잘 일치하였다.

냉연혼합폐수를 미생물에 의해 효과적으로 처리하기 위해 알칼리성인 알칼리함유폐수, 오일함유폐수, 유기물폐수 및 탈류폐액 혼합폐수에 황산을 투입하여 pH 변화를 조사하였다. Figure 6에서 볼 수 있듯이 Run 1의 시료의 경우 미생물처리에 적절한 pH값인 7.5로 조절하기 위해 2.5 mL의 황산이 요구되었다. Run 4의 시료의 경우는 pH를 7.5로 조절하기 위해 1.4 mL의 황산이 요구되었다. 따라서 혼합폐수의 pH를 7.5로 조절하기 위해 Run 1의 경우 Run4 대비 78% 이상의 황산이 더 요구되었다. 혼합폐수 중 산중금속함유 폐수의 혼합비가 상승할수록 pH 조절이 용이하고, 약품비용이 절감된다는 것을 알 수 있었다.

탈류폐액 중에 함유된 COD와 SCN의 관계를 규명하였다. 냉연폐수 중의 SCN은 아래 식과 같이 미생물에 의하여 분해된다.



상기 식에 의하면 SCN^- 1 mg 제거시 1.1 mg의 산소가 소요된다. 따라서 이론식에 의한 1 mg/L의 SCN의 COD값은 1.1 mg/L의 COD 값을 유발함을 알 수 있었다. 수질오염공정시험법에 의한 SCN의 농도별 COD값을 분석했으며 이에 대한 COD값은 Table 2와 같다. 이때 사용한 SCN의 표준용액은 특급시약인 티오시안산칼륨(KSCN)을 사용하여 제조하였다. 실험결과 1 mg/L의 SCN은 약 1 mg/L의 COD값을 유발함을 알 수 있었다.

Table 3에 의하면 탈류폐액의 COD는 53890 mg/L이다. SCN 1 mg/L이 약 1 mg/L의 COD를 나타내므로, 탈류폐액 전체 COD의 94%가 SCN에 의해 기인한다는 것을 알 수 있었다.

Figure 7은 Run 4 실험에 있어서 시간변화에 따른 pH 변화를 보여준다. 초기 pH가 7.53이었던 폐수가 오염물질이 저감되고 미생물의 활성이 증가됨에 따라 12 h 후에는 8.05로 최대값을 나타냈으며, 이 값은 22 h까지 거의 유사한 값을 나타내었다. 이렇게 초기에 비해 pH

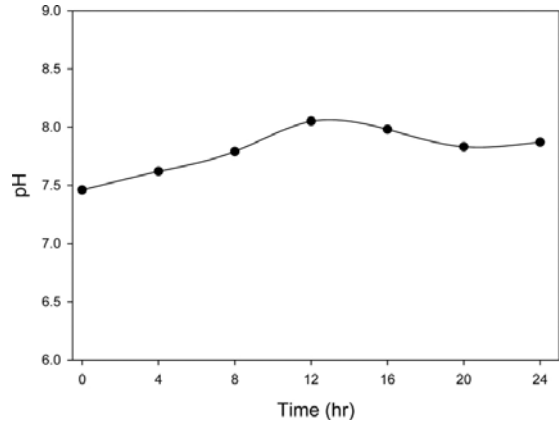


Figure 7. The variation of pH with reaction time.

가 약 알칼리로 변화되는 이유는 탈류폐액에 함유된 SCN이 박테리아에 의해 분해될 때 암모니아가 생성되기 때문이라고 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 냉연도금공장의 각 단위공정에서 발생하는 폐수들을 미생물에 의해 안정적으로 처리하기 위하여 각 폐수의 특성파악과 처리 조건을 도출하기 위하여 수행되었으며 이에 대한 결과는 다음과 같다.

1) 냉연공장 도금공정에서 하루 동안 발생하는 폐수량은 평균 2154 m³/day이었다. 이중 알칼리성폐수 발생량이 1380 m³/day로 전체 도금폐수의 64%를 차지하였으며, 산중금속함유폐수는 30%를 차지했다. 따라서 도금공장폐수의 90% 이상이 알칼리함유폐수와 산중금속함유폐수로 구성되어 있다는 것을 알 수 있었다.

2) 알칼리함유폐수의 pH는 12.3으로 강알칼리였으며, 유기물함유폐수와 탈류폐액의 pH는 각각 9.78, 9.44로 약 알칼리성폐수였다. 반면 산중금속함유폐수는 pH가 1 이하로 강산성폐수였다.

3) 탈류폐액의 COD는 53890 mg/L로 전체 폐수발량의 0.03%에 불과함에도 불구하고 COD의 53%를 기여하고 있다는 것을 알 수 있었다. 알칼리함유폐수의 경우 COD는 169 mg/L이었으나, 폐수발생량이 많아 전체 COD의 33.8%를 차지했다. 따라서 도금폐수의 주요 COD 발생원은 탈류폐액과 알칼리함유폐수라는 것을 알 수 있었다.

4) 냉연도금공장 혼합폐수를 미생물에 의해 처리할 때 혼합폐수 중 SCN농도가 200 mg/L 이상 함유되면 처리효율이 미흡하고, 그 이하일 때에는 효과적이라는 것을 알 수 있었다. 그러나 20 h 이상이 경과하면 혼합폐수 중 SCN의 초기농도에 관계없이 98% 이상(SCN 농도 6 mg/L 이하)의 SCN이 제거됨을 알 수 있었다. 따라서 냉연도금폐수의 경우 충분한 반응시간만 확보하면 혼합폐수 중 SCN은 제거가 용이함을 알 수 있었다.

5) 혼합폐수의 초기 COD 값이 428 mg/L인 경우 COD 제거율은 6, 10 h 경과할 때 각각 26, 51%가 제거되었으며, 22 h 경과 후에도 COD제거율은 72% 미흡하다는 것을 보여 주었다. 반면 혼합폐수의 초기 COD 값이 352mg인 경우 6, 10 h 경과할 때 각각 51, 73%가 제거되었으며, 22 h이 경과 후 COD제거율은 83% (처리수의 COD 59 mg/L)로 나타나 초기 COD값이 352 mg/L 대비 효과적으로 제거됨을 알 수 있었다. 그러나 최종처리수의 COD값이 59 mg/L로 나타나 냉연도금공장폐수는 SCN은 제거하기가 용이하지만 SCN을 제외한 순수 COD 유발물질은 제거하기가 어렵다는 것을 보여주었다.

6) 수질오염공정시험법에 의한 1 mg/L의 SCN은 약 1 mg/L의 COD 값을 유발함을 알 수 있었다. 이 값으로부터 탈류폐액 전체 COD의 94%는 SCN에 의해 기인된다는 것을 알 수 있었다.

7) 초기 pH가 7.33이었던 혼합 폐수의 pH가 8 h 후에는 7.99로 상승하였다. 이렇게 초기에 비해 pH가 약 알칼리로 변화되는 이유는 탈류폐액에 함유된 SCN이 박테리아에 의해 분해될 때 암모니아가 발생되었기 때문이라고 판단된다.

감 사

이 논문은 2009학년도 김포대학의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

1. K. S. Ko, S. K. Kang, and H. D. Chun, *RIST Journal of R & D*, **14**, 410 (2000).
2. S. H. Kim, *RIST Journal of R&D*, **15**, 230 (2001).
3. M. S. Kumar, A. N. Vaidya, N. Shivaraman, and A. S. Bal, *Ind. J. Environ. Health*, **45**, 29 (2003).
4. Y. M. Kim, D. H. Park, C. K. Ahn, M. W. Lee, and J. M. Park, *Korean Chem. Eng. Res.*, **46**, 1124 (2008).
5. D. Qingzhi and G. Lixia, *J. Appl. Poly. Sci.*, **84**, 1721 (2002).
6. M. Osamu, K. Toshiaki, and J. Ikuo, *JSWE*, **29**, 151 (2006).
7. T. A. Kurniawan, G. Y. S. Chan, W. H. Lo, and S. Babel, *Chem. Eng. J.*, **118**, 83 (2006).