

# 실무자를 위한 용·폐수처리 기술

〈15〉

### (2) 황화물 공침법

Na<sub>2</sub>S(황화소다), H<sub>2</sub>S(황화수소) 등은 금속이온과 반응하여 난용성 염을 형성하는데 금속수산화물에 비해 극히 낮은 용해도적을 갖기 때문에 알칼리 공침법보다 낮은 농도의 처리수를 얻는 것이 가능하다.

특히 금속이온들은 황이온(S<sup>2-</sup>)과 친화력이 크며 용해도가 낮은 순서는 다음과 같다.

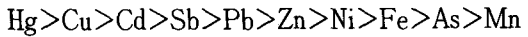


표 8-25 금속 황화물의 용해도 적

	해 리 반 응	용해도적 (Ksp)
Zn <sup>2+</sup>	ZnS ⇌ Zn <sup>2+</sup> + S <sup>2-</sup>	7.0 × 10 <sup>-16</sup>
Cd <sup>2+</sup>	CdS ⇌ Cd <sup>2+</sup> + S <sup>2-</sup>	1.0 × 10 <sup>-26</sup>
Hg <sup>+</sup>	Hg <sub>2</sub> S ⇌ 2Hg <sup>+</sup> + S <sup>2-</sup>	1.0 × 10 <sup>-45</sup>
Hg <sup>2+</sup>	HgS ⇌ Hg <sup>2+</sup> + S <sup>2-</sup>	1.6 × 10 <sup>-14</sup>
Cu <sup>2+</sup>	CuS ⇌ Cu <sup>2+</sup> + S <sup>2-</sup>	8.0 × 10 <sup>-17</sup>
Ni <sup>2+</sup>	NiS ⇌ Ni <sup>2+</sup> + S <sup>2-</sup>	3.0 × 10 <sup>-21</sup>
Pb <sup>2+</sup>	PbS ⇌ Pb <sup>2+</sup> + S <sup>2-</sup>	7.0 × 10 <sup>-29</sup>

황화물 침전법은 금속 황화합물의 용해도적이 낮은 장점이 있으나 실제 반응시 Colloid상의 flocc이 형성되어 고액분리가 어려운 단점이 있다.

따라서 이러한 문제를 개선하여 잉여 화합물의 유출을 최소화하고 재 용출의 문제 또한 최소화 한 것이 상용 중금속 포집제이며 무기 응결제와 병용 되기도 한다.

이들 중금속 포집제는 수중의 금속이온과 선택적으로 반응하여 물에 불용성인 금속착체를 형성하는 성질이 있으며, 대표적인 금속착체 형성 물질인 DDTC (Dimethyldithiocarbamate sodium salt)와 금속이온 (M<sup>2+</sup>)과의 착체 형성을 그림 8-27에 나타내었다.



全炳俊

〈주〉한수 기획부

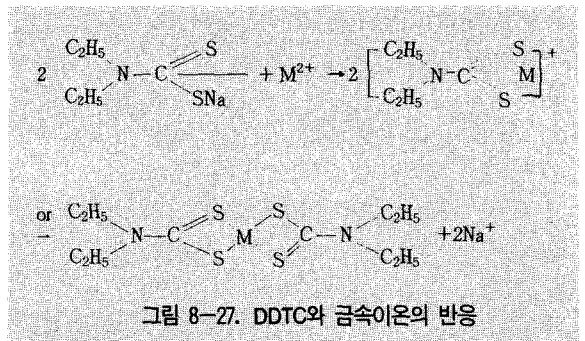


그림 8-27. DDTC와 금속이온의 반응

표 8-26 중금속 포집제 일반적 구조

화합물명	화학 구조식
Sodium poly-N-ethylene glycinate	$\left[ \begin{array}{c} \text{NH}-\text{CH}_2-\text{CO} \\   \\ (\text{CH}_2)_2 \\   \\ \text{COONa} \end{array} \right]_n$
2-Vinylpyridene methacrylate Copolymer	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\   \\ \text{C} \\   \\ \text{COOH} \end{array} \right]_m \left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3) \\   \\ \text{COOH} \end{array} \right]_n$
Cellulose-Sodium dithiocarbonate	(Cellulose) — O — C — SNa    S
Starch-Sodium dithiocarbonate	(Starch) — O — C — SNa    S
Sodium dithiocarbonated polyethyleneimine	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \\   \\ \text{C}=\text{S} \\   \\ \text{SNa} \end{array} \right]_n$
Phosphonated PVA	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\   \\ \text{C} \\   \\ \text{HO}-\text{P}(\text{OH})_2 \end{array} \right]_n$
Sodium polyglutamate	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COONa} \end{array} \right]_n$
Chitosan	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \quad \text{H} \quad \text{NH}_2 \\   \quad \quad   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \text{O} \quad \quad \text{H} \\   \quad \quad   \quad \quad   \\ \text{OH} \quad \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \quad \quad   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \text{NH}_2 \quad \quad \text{CH}_2\text{OH} \end{array} \right]_n$

표 8-27 대표적인 중금속 포집제 EVERCRIN-META의 처리효과  
※ ( ) : 제거효율%

투입순서	포집제 종류	원 폐수	응집제 단독처리	EVERCRIN META
	포집제 (ppm)	-		30
	Alum (ppm)	-	180	180
	Cofferas (ppm)	-	880	880
	조정 후 pH	-		
	응집제 (ppm) KURIFLOCK PA-370	-	8	8
상등액 분석결과 (ppm) (ICP)	Hg	0.28	0.08 (71.4%)	검출안됨 (약 100%)
	Cd	0.10	0.03 (70%)	0.01이하 (90%)
	Cr	0.73	0.04 (94.5%)	0.01이하 (98% 이상)
	Si	25.48	15.2 (40.3)	13.77 (46%)
	Zn	7.81	3.42 (56.2%)	1.75 (77.6%)
	Fe	25.33	32.29 (-27.5%)	7.65 (69.8%)
	Pb	25.44	2.95 (88.4%)	0.24 (99.1%)
	Cu	3.17	2.64 (16.7%)	0.01 (99.7%)

(3) Ferrite법

Ferrite는  $\text{MxFe}_3-x\text{O}_4$ 의 복합 산화물의 총칭으로 그 결정구조는 Spinel형 Carnet형, 정육방계형 등이 있으나 중금속 폐수처리에 사용되는 것은 Spinel형 Ferrite로서, 금속의 원자가는 2가로 Cu, Zn, Ni, Fe, Co, Mg, Mn 등이 포함된다. 따라서 음이온의 면심입방 충전격자를 하고 있으며, 틸새형 위치에 양이온 금속이 채워져 제거된다.

Ferrite 생성의 기본반응은 수용액 중의 2가 금속이온과 2가 철이온을 혼합하여 상당량의 알칼리성 이온을 첨가하면 혼합 수산화물 또는 이들의 고형물인 슬러지가 생성되고, 이 수산화물을 현탁액을 60-70°C로 가열해 공기를 통하면 제1철이 산화 즉 Ferrite화 하여 침전 제거된다.

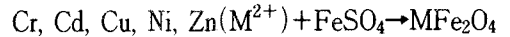
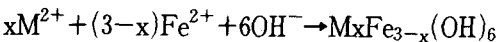


표 8-28 폐수에 들어 있는 전형적 화학성분과 그 영향

성분	영향	임계농도 (mg/L)	
암모니아	염소요구량을 증가 시킨다 : 물고기에 독성이 있다.	모든 농도	
	질산염으로 변환시킬 수 있으며 이때 산소를 고갈 시킨다.	변동 <sup>a</sup>	
	인과 함께 바람직하지 못한 수생 식물을 성장 시킨다.	모든 농도	
무	칼슘과 마그네슘	경도와 전체 용존 고형물을 증가시킨다.	
	염화물	짠맛을 낸다 : 농업과 산업 공정에 방해가 된다.	250
기	수은	인간과 수생 생물에 독성이 있다.	75-200
	질산염	조류와 수생 식물의 증식을 촉진한다. 유아의 청백증의 원인이 된다.	0.3 <sup>b</sup> 10 <sup>c</sup>
물	인	조류와 수생 식물의 증식을 촉진한다. 응집을 방해한다. 석회-소다 연화를 방해한다.	0.015 <sup>b</sup> 0.2-0.4 0.3
	황산염	살사	600-1000
	DDT	물고기와 기타 수생 생물에 독성이 있다.	0.001
유	해사클로라이드	발암성이 있고, 맛과 냄새의 원인이 된다.	0.02
	석유화학제품		0.005-0.1
물	페놀화합물		0.0005-0.001
	계면활성제	거품을 발생하고 응집을 방해한다.	1.0-3.0

표 8-29 고도처리 복합 공정에서의 처리경도

Treatment process	Typical effluent quality						
	SS, mg/L	BOD <sub>5</sub> , mg/L	COD, mg/L	Total N, mg/L	NH <sub>3</sub> -N, mg/L	PO <sub>4</sub> aa P, mg/L	Turbidity, NTU
Activated sludge i granular-medium filtration	4-6	5-10	30-70	15-35	15-25	4-10	0.3-5
Activated sludge i granular-medium f-iltration + carbon adsorption	<3	<1	5-15	15-30	15-25	4-10	0.3-3
Activated sludge / nitrification, single stage	10-25	5-15	20-45	20-30	1-5	6-10	5-15
Activated sludge / nitr-ation-denitrification, separate stages	10-25	5-15	20-35	5-10	1-2	6-10	5-15
Metal salt addition to activated sludge	10-20	10-20	30-70	15-30	15-25	<2	5-10
Metal salt addition to activated sludge + nitrification / denitrification + filtration	<5-10	<5-10	20-30	3-5	1-2	<1	0.3-3
Mainstream biological phosphorus removal <sup>b</sup>	10-20	5-15	20-35	15-25	5-10	<2	5-10
Mainstream biological nitrogen and phosphorus removal <sup>b</sup> i filtration	<10	<5	20-30	<5	<2	<1	0.3-3



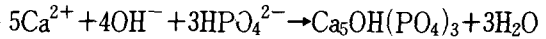
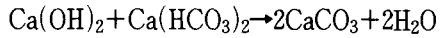
따라서 중금속이온의 처리 원리는 격자 치환, 철산화물과의 공침에 의한 물리화학적 흡착 등에 의하여 중금속 이온이 처리된다. Ferrite법에 의하여 제거 가능한 금속은 Cu, Mg, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, As, Ag, Cd, In, Sn, Ba, Pb 등이며, 제거 불가능한 금속은 Na, Cs, Ca, Mo, Hg, B 등이고 Ferrite형성을 방해하는 금속은 Al, P, Si 등이다.

(4) 기타 석출분리 방법

기타의 방법으로는 물속의 M-Alkalinity를 증가시켜 경도성분 등을 탄산염으로 침전시키는 방법들이 있다.

통상 NaHCO<sub>3</sub>와 같은 알칼리도 유입물질을 투입하여 칼슘 또는 마그네슘성분을 제거하는 처리에 이용된다.

한편, 부영양화 원인 물질로서 문제시 되는 인(posphate)의 제거 방법으로도 소석회(Lime) 투입법이 사용된다.



통상 인(Phosphate)의 처리는 pH=9.5에서 대부분 제거되나 탁도가 높아 MgCO<sub>3</sub>를 병용하기도 하며 이 경우에는 pH=10-11까지 관리 pH를 높여서 침전 처리하여야 청정한 처리수를 얻을 수 있다. 아울러 적용되는 고분자 응집제 역시 고 pH조건(강 알칼리조건)에서도 양호한 응집효과가 발휘하는 것을 적용하여야 한다.

IX. 산업 폐수의 처리

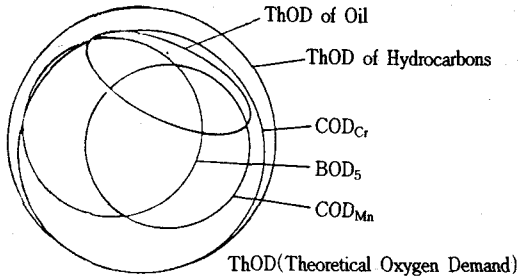
산업폐수는 일반 도시 하수 등과 같이 일정한 성분이나 농도를 표준적으로 나타내기 어렵고 각 단위 생산 공정에서 발생하는 다양한 종류의 폐수가 처리대상이 되기 때문에 플랜트의 특성이나 생산제품 등을 사전에 고려하고 발생된 폐수의 주요처리 대상 물질에 적합한 처리 방법을 선정해야 최대의처리 효과와 문제 발생을 피할 수 있다.

따라서 산업폐수의 처리는 주요 생산 품목과 공정을 고려하여 이를 기반으로 검토하여야 한다.

1. 석유 정제 공장의 폐수처리

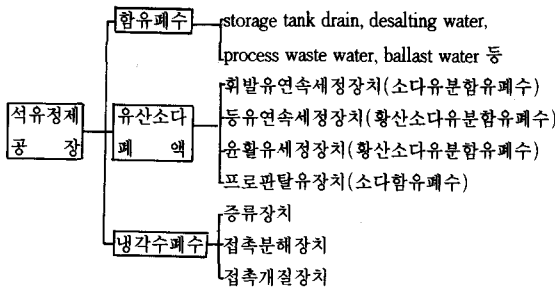
흔히 정유공장이라고 불리우는 석유정제공장(Oil Refinery plant)은 원유 저장탱크에서부터 탈염공정, 정제공정, 탈황공정, 촉매화 분해(Catalytic cracking) 공정 등의 많은 부분에서 폐수가 발생하게 된다. 그중 주요 부분으로는 원유(Crude Oil) 저장탱크의 탈염공정에서 발생하는 부분과 탈화 및 용제 정제공정 및 Dewaxing 공정 등의 유분 폐수가 있으며, 설비의 운전 보조 요소인 냉각수나 응축수가 배출되어 폐수로 함유되게 한다.

탄화수소(Hydrocarbon)는 유분, 페놀, BOD<sub>5</sub>, CO-D 등의 형태로 분석되어 지며 이들 Hydrocarbon 폐수의 개략적 개념도는 <그림 9-1>과 같다.



〈그림 9-1〉 정유공장 폐수의 분석치와 유분 및 탄화수소 관계

가. 폐수의 특성별 분류



나. 석유 정제 공정 중 발생원에 따른 분류

	상업증류장치 계통		수소화탈황	감압증류	접촉분해	수소제조
	탈염설비계	탑정응축수	장치계통	장치계통	장치계통	장치계통
pH	7.5-8.5	6.5-7.5	7.0-7.5	6-7	8-9.5	4.5-5
oil	100-1000	1-10	10-100	50-500	1-10	-
Cl <sup>-</sup>	100-500	5-20	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	10-100	6000-20000	-	1000-7000	-
S <sup>2-</sup>	-	5-50	10000-40000	10-100	100-1000	-
페놀류	-	-	-	-	10-500	-
유량 (대원유)	5%	0.5-3%	2-4%	1-5	3-7	원유나프타의 2-3배
특성	전체폐수중 비유이 높고 유화오일을 다량함유	탑정 pH 관리로 암모니아주입	황, 암모니아 다량함유 중유 비중이 물과 비슷해 유화가	중성원료유 의 분해로 머감탕, 암모니아, 황	암모니아, 유화수소, 페놀류 생성	

	상업증류장치 계통		수소화탈황	감압증류	접촉분해	수소제조
	탈염설비계	탑정응축수	장치계통	장치계통	장치계통	장치계통
			찰림, 상업증류의 등 유, 경유공정에 잘 발생.	화수소용해 약취 유분이 용출수와 반응해 유화가 잘됨 처리 곤란		

〈표 9-1〉 폐수의 발생량과 농도의 단위 공정별 분류

Process	Wastewater Qty	BOD <sub>5</sub>	Phenol	Sulphides	Other Contaminants
	(ℓ/kd)	(kg/kd)	(kg/kd)	(kg/kd)	
Crude oil storage	95	0.0028	-	-	Oil
Desalting of crude oil	48	0.0056	0.2849	0.0056	Chloride and oil
Rectification	1,190	0.0006	2.8490	0.0028	Ammonia and oil
Pyrolysis	48	0.0028	5.6980	0.0028	Oil
Catalytic cracking	714	0.0285	56.9800	0.0085	Heavy metals, ammonia and oil
Reforming	143	tr	1.9943	0.0028	Ammonia
Polymerization	33	0.0085	1.1396	0.2849	
Alkylation	1,428	0.0028	0.2849	0.0285	Heavy metals, chloride and acid
Solvent refining	190	-	8.5470	tr	
Dewaxing	547	1.4245	4.2735	tr	Oil
Hydro-treating	24	0.0056	0.0285	0.0056	
Drying and sweetening	952	0.1425	28.4900	-	Ammonia and oil

〈표 9-2〉 기타 공정 폐수

	ballast water	storage tank drain 폐수	냉각수, 보일러수	우 수
pH	6.5-7.5	6.5-7.5	7-9	6.5-7.5
oil	10-50	100-1000	-	5-30
특성	오일함량 낮으나 염류농도가 높아 화학처리 효과 저하	대원유의 200-2000ppm 오일함량이 높고 여러 물질에 의해 유화오일이 많다.	인산염함유로 약품처리하지 않고 Bioreactor로 직접 유입시켜 영양제로 활용	바닥유출 오일의 함유

다. 정유공장 폐수처리의 개요

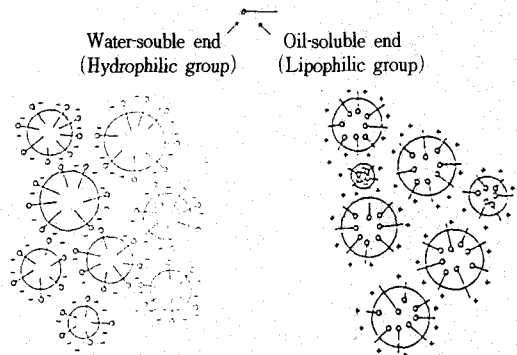
석유제품을 취급하는 공장들은 주요처리 대상물질이 유분이고 이들 유분들 중 대부분은 활성오니 등과 같은 미생물에 의해 단시간에 분해되기 어려운 경우가 많다. 특히 중질유성분과 같은 무거운 기름들은 미생

(표 9-3) Quality of Wastewater from Refinery(ppm)

Wastewater	Oil	Phenols	S	NH <sub>3</sub>	BOD <sub>5</sub>	COD <sub>Mn</sub>	SS	pH	Temp. (°C)
Proces wastewater	3~5	100	275	200	80	400	1~5	7~10	40
"	-	-	45,000	25,000	80	6,000	1~5	7~10	40
"	100	25	150	100	80	100~150	30	4~9	40
"	100~200	-	20	-	50	40	20	5~9	30~50
Process area rain water	20~50	-	-	-	10	10	30~70	6~8	Ambient
Crude oil tank yard rain water	0~30	-	-	-	10	10	10	6~8	"
Crude oil tank roof drain	0~30	-	-	-	10	10	20~50	6~8	"
Product tank yard rain water	0~30	-	-	-	10	10	20~50	6~8	"
LPG tank yard rain water	-	-	-	-	10	10	10	6~8	"
Shipment area rain water	20~50	-	-	-	10	10	10	6~8	"
Crude oil tank separated water	150~1,000	-	2~55	-	70	100	100~200	5~9	"
Product tank separated water	100~150	-	2~55	-	30	50	20	6~9	"
Wastewater from laboratory	100	-	-	-	350	250	50~70	3~10	"
Demineralizer regeneration waste	-	-	-	-	70	100	100~200	3~12	"
Spent caustic soda	-	Total Na : 1.45wt%, Total S : 2.58wt%, Others : 14.97wt%							
Sewage	-	-	-	-	200	120	70~90	6~8	"
Green area rain water	-	-	-	-	10	10	10	6~8	"
Cooling water blow down	-	-	-	-	10	10	-	6~8	40

물 세포벽에 흡착되어 호흡 저해를 유발시키는 경우가 많아 미생물에 의한 처리효율 자체를 극히 낮게 만드는 요인으로 알려지고 있다. 따라서 정유공장의 폐수 처리에서는 활성오니 처리 보다는 물리·화학적 처리방법에 주로 의존하고 있는 실정이다.

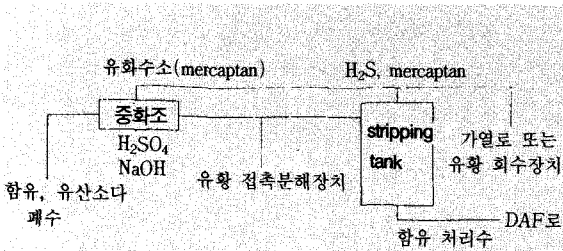
한편, 정유공장에서는 공정에 따라 폐수성상이 일부 다른 것이 유입될 수 있으며 이것을 처리하기 위해서는 오염물질인 H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, Mercaptan, Phenol류 등을 처리해야 한다. 이들 중 황 및 질소화합물은 수소화 탈유 공정이나, 탭정 응축수, 접촉분해 공정, 감압 증류 공정 등에서 주로 발생하고 Phenol류는 접촉분해 공정에서 주로 발생한다. 발생된 폐수 중의 오일은 부유성 및 분산성(油 직경 1~100 μm) 유분과 같은 Heavy Oil 주체의 현탁성 형태와 완전히 유화(Emulsion형)된 형태(油 직경 1 μm 이하)로 구분될 수 있는데 폐수처리에서 문제가 되는 것은 유화된 유분이다. 유화된 유분의 형태는 Oil in Water(O/W형)으로 그 개략적 구조는 <그림 9-2>와 같다.



<그림 9-2> O/W형 Emulsion(좌측)과 W/O형 Emulsion의 모식도

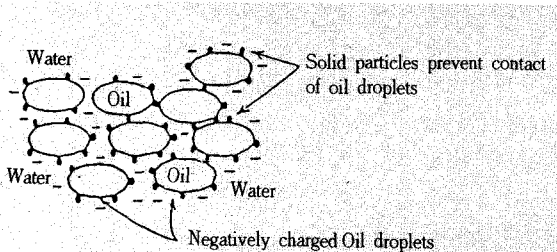
그리고, 유분이외의 NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S 성분이 수소화 탈유 장치에서 발생되며, 이를 제거하기 위해 가열 증류에 의한 Stripping 장치를 폐수처리장으로 유입되기 전에 거치게 된다. 가열 Stripping에 의해 탭정에서 분리된

유화수소와 암모니아는 가열로에 보내 연소시키는 것이 가장 간단한 방법이나 증유수소화 탈황장치에서 나오는 폐수중의  $H_2S$ ,  $NH_3$ 는 발생량이 많기 때문에 연소법으로 처리가 곤란하다. 따라서 이때는 유황회수 장치로 처리하는 방법과 (2단 연소법)  $H_2S$ ,  $NH_3$ 를 각각 따로 분리시켜 회수하는 방법을 사용한다. 이외 Phenol류는 황성탄 흡착에 의해 제거시키거나 Bio처리, 산화제에 의한 산화처리로 처리해 준다.



〈그림 9-3〉  $NH_3$ ,  $H_2S$  제거를 위한 Stripping장치 Flow

특히, 유분폐수에 있어서  $Na_2S$ ,  $MgS$  등의 황화합물, 질소화합물, 유기아민, Sodium naphthene 등이 유화제로 작용하기 때문에 이들을 사전에 충분히 제거하는 것이 바람직하다. 유화폐수의 안정화 인자로는 현탁성 미세입자 또한 포함시킬 수 있는데 이는 「기름-물」 경계면에서 흡착형태로 존재하며 외부 영향인자가 기름층에 근접하는 것을 방해하는 피막층을 형성하기 때문으로 이해되고 있다. 〈그림 9-4〉에 미세입자가 Emulsion을 안정화시키는 작용기구를 모식도로 나타내고 있다.



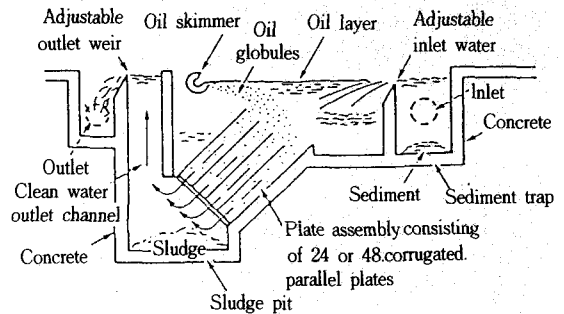
〈그림 9-4〉 미세입자에 의한 물리적인 emulsion안정화 모식도

라. 유분 폐수의 처리 방법

유분 함유폐수의 일반적 처리 방법으로는 부유성 유분과 같은 비교적 무거운 기름성분은 비중이 가벼운 기름 특성을 이용한 물리적인 중력 부상장치(API, CPI, PPI 등)가 많이 이용되고 Emulsion 형태로 유화되어 있는 유분은 별도의 처리방법을 이용하여야만 처리가 가능하다.

특히 유화된 형태인 O/W형 Emulsion폐수는 각종 혼합폐수의 성격을 갖는 것이 일반적이며 유적의 크기에 따라 부상성이 큰 부상유, 분산유( $D=1-100\mu m$ ), 유화유( $D<1\mu m$ , 안정화 요소 함유)로 분류될 수 있는 것들이 혼합되어 있다.

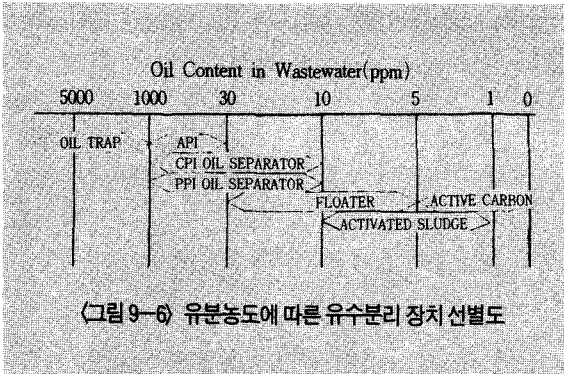
기름입자의 크기가 커서 비교적 부상성이 큰 부상유의 경우에는 유수분리기(coalapter)에서 물리적인 유적 입자간의 충돌과 결집에 의하여 대부분 제거될 수 있으며대표적인 유수분리기로는 API, CPI, PPI가 있다. 〈그림 9-5〉에 국내에서 많이 적용되고 있는 CPI형 유수분리기의 구조를 나타내었다.



〈그림 9-5〉 CPI(Corrugated plate interceptor) 유수분리기 구조

또한 비중이 작은 기름입자의 물리적 특성을 최대한 이용하기 위한 부상처리방법으로는 IAF, DAF 처리 방법이 있으나, 이들 처리방법들은 유화유와 같은 미세입자로 안정화된 emulsion에서는 효과가 거의 없기 때문에 emulsion을 미리 파괴하여야 폐수처리가 가능하다. 〈표 9-4〉에 각종 유수분리 방법의 개요를 나타내었다.

Emulsion폐수의 emulsion상태를 파괴(emulsion breaking)시키는 방법으로는 〈표 9-4〉와 같이 화학약품첨가법이나 전기적 방법, 가온 등의 물리적 방법이



〈그림 9-6〉 유분농도에 따른 유수분리 장치 선별도

〈표 9-4〉 유수분리 처리법과 그 특징 및 문제점

기름 함유 폐수 처리법	적합한 기름 방울 직경 (유적경)	방법의 개요	비고
중력 분리법			
① Slop Tank법	>200 $\mu\text{m}$	• 탱크 정치-기름층 검지에 의한 컴퓨터 제어 장치	• 고농도, 고점성유 함유 폐수 대상
② API (아메리카석유협회) 방식	>150 $\mu\text{m}$	• 자연 부상법	• 장치 규모가 크고 고농도 대상
③ PPI (평행관 인터셉터) 방식	>100 $\mu\text{m}$	• 경사 평행관법으로 간격은 약 100mm	•
④ COI (물결관 인터셉터) 방식	>60 $\mu\text{m}$	• 관의 간격은 20~40mm	•
Coalpaer(조립화)법	>10 ~ 20 $\mu\text{m}$	세관 통과에 의한 조립화	가압동수가 필요, 세관재료의 조합 방법에 따라 성능이 다르다. 막힘(폐쇄)이 문제, 100mg/ℓ 정도가 적당.
가압 부상법	>10 ~ 20 $\mu\text{m}$	가압하에서 공기 용해, 상압에서 10 $\mu\text{m}$ 정도의 미세기로 발생	무약주에서는 제거율 50% 정도, 약주에 의해 Floc 부상에 많이 이용된다.
흡착법	>3 $\mu\text{m}$	흡착제(고분자 복합재료)의 사용이 주류	흡착량이 비교적 적다. 흡착제 교환 및 폐기 문제가, 10mg/ℓ 이하의 저농도 대상
기포 부상법	>1~3 $\mu\text{m}$	통기에 의해 저름 1~10mm의 기포 발생	무약주에서는 효과가 적다. 유수분리제의 첨가로 99% 이상의 신속처리 기능. 1,000mg/ℓ 이하가 적당
활성탄 흡착법	-	활성탄층에 의한 흡착	활성탄의 교환, 비용이 문제 10mg/ℓ 이하가 적당
Emulsion Break법			
① 다가금속염 첨가법		• Al, Fe, Flocc에 의한 Emulsion 공침 응집법	• Sludge 다량 발생에 의한 Flocc 처리가 문제

기름 함유 폐수 처리법	적합한 기름 방울 직경 (유적경)	방법의 개요	비고
② 유기 약품법	<1 $\mu\text{m}$	• 반대전하의 활성제에 의한 Emulsion 파괴	• 활성제 (Cation계) 가격 및 독성이 문제
③ 가열법		• pH 조절, 70°C 이상으로 가열하여 Emulsion 파괴	• 에너지 비용이 문제, 고농도, 소량 폐수 대상
전해법	<1 $\mu\text{m}$	용해성 Al 전극을 사용 10,000mg/ℓ 이하의 폐액 대상	• 생성 Flocc은 비교적 작다. • 탈색 효과도 있다. • 전극 간격의 제한이 있으므로 장치의 대형화가 문제
생물학적 처리	<1 $\mu\text{m}$	활성슬러지에 의한 포기 처리	• 영양염류의 첨가, Sludge 다량 발생 및 체류 시간이 긴 것이 문제 • 광물유의 경우는 유상에 미생물의 부착에 의한 제거가 중심 • 동식물유를 포함한 유기성 폐수 대상
동축소각법	<1 $\mu\text{m}$	중발농축(수분 75% 이하)-연소로에 의한 소각	• 스킴 개발 문제 및 보조연료의 사용이 문제

있다. 또한 emulsion 상태를 파괴시키는 것을 가용화(resolution)라고도 하며, 화학적 방법과 물리적 방법들이 병용되기도 한다. Emulsion 파괴에 있어 가장 중요한 것은 유화 안정화 인자를 약화시키거나 제거시켜야 한다는 것으로서, 유화된 유적입자 주위의 전하를 중화시키거나 유화제(emulsifier)의 HLB값을 변형시키는 방법들이 사용된다. 함유폐수의 처리에 있어서 O/W형 emulsion 상태를 파괴하여 처리하는 단계로는 통상 다음과 같은 두 단계로 분류한다.

1) Coagulation(응결) :

유적입자 주위의 전하를 중화시키거나 유화제의 물성을 파괴시키는 과정

2) Flocculation(응집) :

중화된 유적들이 결집되어 분리가능한 조대화 크기로 성장하는 과정

Emulsion 파괴법 중 황산 등과 같은 산(Acid)을 이용한 재래적 방법은 첫번째 단계에 해당되며, 그 작용기구는 산에 의하여 계면활성제의 Carboxyl 이온(Hydrophilic group)을 Caboxyl Acid(Oil Souble group)로

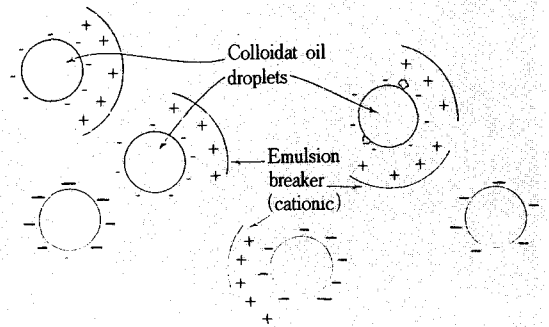
〈표 9-5〉 Emulsion과괴제의 종류와 특징

Main type	Description	Charge	Used for
Inorganic	Polyvalent metal salts such as alum. AlCl <sub>3</sub> , FeCl <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Cationic	O / W
	Mineral acids such as H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HCl, HNO <sub>3</sub>	Cationic	O / W and W / O
	Adsorbents(adding solids) pulverized clay, lime	none	O / W
Organic	Polyamines, polyacrylates and their substituted copolymers	Cationic	O / W
	Alkyl substituted benzene sulfonic acids and their salts	Anionic	W / O
	Alkyl phenolic resins, substituted polyalcohols	Nonionic	W / O

전환시켜 유적입자들을 결집시키는 것에 기초한다. 한편, 철염이나 알루미늄 염과 같은 무기응집제(Inorganic Coagulants) 역시 유적입자 주위의 전하를 중화시켜 유적입자간의 반발력을 감소시킴으로서 입자간의 결집과 emulsion파괴 효과를 얻게 된다.

또한, 일부 양이온성 고분자응집제 중에는 친유성 분자 말단을 갖고 있어 유적입자들을 결집시켜 유수 분리를 촉진시키는 효과를 얻게하는데 이는 두번째 단계에 해당된다. 〈표 9-5〉에 상기에 언급된 사항중 첫 번째 단계에 해당되는 coagulant형태의 emulsion파괴제들의 종류와 특징을 나타내었다.

또한 양이온성 고분자 전해질도 무기응집제와 유사한 emulsion파괴 효과를 얻을 수 있다. 특히 무기응집제에 비해 단위 투입량당 입자표면의 음전하를 중화시키는 능력 즉, 양전하 밀도(Cation degree)가 상대적으로 높고 분자량이 크기 때문에 단위 분자당 흡착이 가능한 친유성 말단을 다수 보유할 수 있다. 그러므로 경우에 따라서는 저농도로도 양호한 emulsion파괴 효과를 기대 할 수도 있다. 그러나 Chemical비용이 높고, 함유페수의 성상에 따라 요구되는 양전하 밀도도 달라지므로 페수성상과 함께 emulsion파괴제의 특성 파악도 중요한 인자가 된다. 〈그림 9-7〉에 고분자 전



〈그림 9-7〉 양이온성 고분자 전해질의 유적 표면전하 중화에 의한 emulsion파괴 모식도

해질에 의한 emulsion파괴의 기구를 모식도로 나타내었다.

Emulsion파괴제로 사용되는 고분자 전해질(Organic Coagulants)로는 Alkyl ammonium Chloride Polymer 유도체 등이 사용될 수 있으며 통상 강음이온성 계면활성제에 의하여 안정화된 emulsion페수의 처리에 유효한 것으로 알려지고 있다.

반면, emulsion페수 처리의 두번째 단계인 flocculation에 사용되는 고분자응집제로는 친유성인 diphenylamine유도체들이 사용되고 있으며, 이들은 파괴된 emulsion페수의 미세유분 입자들과 흡착·가교작용을 통하여 미세입자들을 결집시켜 유적의 크기를 증가시키는 것은 물론 결과적으로는 유수분리를 촉진시키는 작용을 하게 된다. 이러한 특성은 일반 고분자응집제인 아크릴 아마이드계에서는 얻을 수 없는 효과이며, 분자량이 100만 이상인 경우가 저분자 물질보다 효과적인 것으로 알려지고 있다.

상담 및 문의전화 553-6491

자연은 사랑으로 보호는 정성으로