

오일을 함유한 오.폐수 처리 시스템 설계를 위한 이론적 배경

금속가공유공장의 ground water, 중공업단지의 오일 세척 폐수, 식당에서의 조리용 오일함유 오.폐수는 오일과 그리이스에 의한 오염과 ABS(Alkyl benzene Sulfonate)와 비이온 계면활성제등 과 다양한 유기물 오염이 이 가장 중요한 인자 일 것이다.오일 오염을 크게 free oil,emulsified oil과 polarized dissolved oil로 크게 구분할 수 있다.

- 1) Free oil : 물 속에서 오일이 free 이거나 dispersion 되어진 것을 말한다. 이 free oil은 전형적인 oil water separator에서 처리가 되며, design factor는 다음과 같다.
- * 유량(flow rate) * 오일의 비중 * 오일의 점도 * 운전온도
 - * 오일의 상태(condition of oil) * 유입수의 PH
 - * 유입수의 다른 오염인자들
- 이러한 DESIGN FACTORS와 " STROKE'S 법칙에 의해 이론화된다.

$$VR(VF) = (g/18u)(gw-go)D^2$$

VR = 오일입자의 부상속도

VF = 물 입자의 하강속도

g = 중력에 의한 가속화

gw = 물의 비중

D = 오일입자의 직경

u = 주어진 온도에서 물의 점도

위의 법칙에서와 같이 오일입자의 크기에 따라 부상속도가 매우 빨라지므로 유수분리기 시스템의 체류시간을 단축시키기 위해서는 오일입자를 응집(Coalescing)시켜 부상속도를 증가시켜야만 할 것이다.

오일입자별 부상속도의 시간별 데이터는 다음과 같다.

FLOATING TIME OIL SIZE(MICRONS)	비중(0.85)	비중(0.95)
300	0:00:12	0:00:15
150	0:00:42	0:01:03
125	0:01:00	0:01:27
90	0:01:54	0:02:54
50	0:06:18	0:09:18
30	0:17:24	0:25:48
10	2:35:02	3:52:33
1	258:23:53	387:35:49

위의 데이터에서 10MICRON Oil입자와 1000MICRON Oil입자는 부상속도가 10,000배로 매우 크게 차이가 나기 때문에 OLEPHILIC/OLEOPHOBIC의 성질을 갖고 있는 MEDIA를 이용하거나, 에어 SPARGER를 통해 오일입자를 응집(Colasecing)시켜 부상속도를 증가 시킬 것이다.

Note) MBBR system에서의 FREE OIL 제거 방법은 통상 유량 조정조에서 에어 SPARGER를 통해 산기 시킴으로, 오.폐수의 혼합에 의한 균일한 농도 유지와 오일이나 유기물의 산패 방지에 의한 악취 제거 및 "오일 입자별 부상속도 시간별 데이터"와 같이 FREE OIL의 오일입자를 응집시켜 부상속도를 증가시켜 분리하는 방법 일 것이다. 유량 조정조에서, FREE OIL의 함량이 많을 경우에는 부상 스키머에 의해 쉽게 제거 되어 질 수 있을 것이다.

- 2) Emulsified oil: Mechanical emulsified oil과 Chemical emulsified oil로 크게 두 가지로 분류된다.
Mechanical emulsion은 물속에 있는 오일입자가 기계적인 혼합에 의해 형성되고, Chemical emulsions은 물속에 오일을 부분적으로 용해되도록 하는 ABS와 같은 계면활성제(additives)에 의해 형성된다.
Mechanical emulsion은 oil water separator의 접촉 미디어에서 분리될수 있고, Chemical emulsion은 demulsifier와 같은 약품을 투입하거나 다른 추가설비에 의해 제거 되어 질 것이다.
- 3) DISSOLVED OIL : 오일입자가 산소에 의해 POLARIZED되어 물속에 용해되는 것을 말한다. $C_nH_{2n+2} \rightarrow C_nOH_{n+1}$ 에 의해 물속에 용해된다. 그러나 이 농도는 매우 낮아 시스템 설계에 크게 작용되지 않을 것 이다.
이와 같이 용해된 오일은 미생물에 의해 분해되거나 ACTIVATED CARBON에 의해 흡착 및 다른 시스템에 의한 분리가 되어 질 수 있다.

Note) MBBR system에서의 Emulsified oil 과 Dissolved Oil은 주로 유량 조정조에서 부상되어지지 않은 오일 성분으로 MBBR 폭기조로 유입되며, 이것은 실제로 MBBR 폭기조의 유입 부하이며, BOD5나 COD로 계산되어, 설계되어 진다.
만약에 유입 BOD와 COD농도가 낮다면(1000 mg/L 이하), 실제로 유입되는 Emulsified oil과 Dissolved Oil의 농도 또한 낮을 것이며, MBBR 포기조에서는 쉽게 분해되어 진다. 오일 중에 분해가 가장 어렵고, 독성을 함유한 BUNCK C 오일의 선박 사고에 의해 해상에 오일이 유출 되었을 경우에, BUNCK C 오일을 저 독성 계면활성제를 이용해 Emulsified oil로 만들어, 미생물에 의해 처리 하는 것이 기본 개념으로 되어 있는 것을 참조로 할 필요가 있을 것이다.

즉 Emulsified oil의 입자크기는 0.5 micron로 미생물이 쉽게 분해 할 수 있는 입자의 크기 이다. 특히 Dissolved Oil의 용해성 임으로 더욱더 쉽게 미생물에 의해 분해되어 질 것이다.

만약에 MBBR 폭기조에서 FREE OIL이 존재 할 경우에 MBBR담체는 Polyethylene 의 소재로 되어 있고, 유동상이며, 구조 상으로 Free oil을 쉽게 분산할 수 있고, 특히 담체 내에 다양한 미생물에 의해 분해 효소가 만들어져, 효소에 의해 FREE OIL의 입자를 MICRON적으로 분해하여 미생물에 의해 처리되는 매우 효과적인 Mechanism을 갖는 SYSTEM 이다.

적용 사례)

적용 처 : S-OIL(구 쌍용정유)

오염 원 : Emulsified Oil 과 Dissolved Oil

구 설비 : Activated Carbon Filter

문제점 : 빈번한 다량의 여재 교체(1회/월)

새 설계 : 미생물 처리 공법

적용 처 : FAG 한화 베어링(Pilot Test)

오염 원 : Emulsified Oil

구 설비 : 유수분리기 와 UF 필터

문제점 : 방류수 수질 미 만족

새 설계 : MBBR 공법