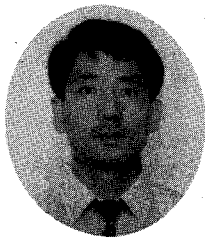


실무자를 위한 용·폐수처리기술

〈11〉



全炳俊
((株)한수기획부)

5. BULKING의 방지 대책

Bulking의 원인에는 많은 인자가 복잡하게 연계되어 있기 때문에 Bulking을 방지하기 위해서는 운전중의 예방적 차원에서 대비하는 것이 중요하며, Bulking 현상을 억제하기 위해서는 다음과 같은 방안들이 추천되어 진다.

가. 사상균보다 활성이 높거나, Biofloc 형성능력이 높은 균주의 투입

- Arthrobacter sp., Pseudomonas sp., Trithigomostoma cucullus 등의 균주를 이용한 방법

나. 오니의 생육 환경인자를 제어하는 방법

- Bulking의 원인이 용존산소의 부족이나 필수 영양원소의 부족에 기인할 경우에는 용존산소 공급을 늘리거나, 영양 Balance를 적절히 조절하는 방법으로 pH, F/M 비율 등의 제반 환경인자 역시 안정관리 영역으로 유도하는 방법

- 유기물 농도가 낮은 경우에는 폭기조 분리 운영등의 별도 해결방안 검토가 바람직함.

다. 살균제에 의한 살균방법

- 통상 염소나 과산화수소가 사용되며, 염소제 살균제는 무차별적인 살균력을 갖는 것에 반하여, 과산화수소는 혐기성 균류만을 선택적으로 살균하는 것으로 알려져 있다. 공업적으로 처리비용이 낮은 염소제가 많이 사용되는 편이다. 단 살균제를 적용하는 방법은 적용상 주의를 요하므로 신중히 결정하여야 한다.

- 통상 지속적으로 SVI 값이 높게 나타날 경우에 적용함.

살균제 투입시는 제반여건을 신중히 고려하여 실시하여야 하며, 미생물과의 혼합이 잘 이루어지는 지점에 투입한다 (염소제 투입시는 반송슬릿지에 대하여 0.7-7.0ppm 이내의 범위가 바람직하다. 과산화수소 적용시는 용존산소를 높이고 폭기조 부하를 낮추는 것이 보다 효과적이라고 알려져 있으며, 투입량은 반송 오니에 대하여 20-40ppm으로 수일-10일 정도 연속 투입하나, 200-300ppm을 24시간 정도 연속 투입하고 수일 간격으로 2-3회 반복하는 방법이 소개되고 있다. 400ppm이상의 고농도는 악영향을 일으킬 수 있으므로 주의한다).

라. 기타 약제에 의한 방법

약제에 의한 방법은 근본적인 대책은 되지 않으나 일시적 방법으로 다음과 같은 것들이 소개되고 있다.

1) 소석회 첨가법

이 방법은 Haseltine에 의해서 시도된 것으로서, 하수의 경우는 유입수에 대해서 300-500mg/l의 연속투여로써 어느 정도의 효과가 있었다고 한다. 석회는 그 자체의 비중의 크고 응집 작용도 있으므로 Sludge Floc의 핵이 되어 Sludge의 응집성과 밀도를 높이며, 또 호흡에 의해서 생긴 탄산 Gas를 고정하여 pH를 개선하는 등 효과를 기대할 수 있으나, 장기간의 연속사용은 오히려 Sludge 응집성의 저하를 가져올 위험성이 높다.

2) 고분자 전해질 첨가법

이 방법은 Singer 등에 의해 검토되었으며, 합성 고분자 전해질로서는 양이온계가 유효하여 Sludge농도에 대한 최적 농도는 1/400-1/600mg/l이며, 무기계의 것으로서는 그보다 사용농도가 높아 1/250mg/l 정도로 추천되고 있다. 그러나 전해질 첨가량이 너무 많으면 Floc형성이 과도해져 오히려 압밀성은 저하되며 처분되는 잉여 Sludge에 대해서는 문제가 없으나 반송슬러지에는 전해질물질이 영향을 끼쳐 오니의 유기물 흡착능력을 저해시킨다거나 황성도를 감소시킬 수도 있으므로 유의하여야 한다.

3) 활성탄 첨가법

이 방법은 Haywood가 냄새 방지나 pH 제어 등을 목적으로 활성탄의 효과를 검토하던 중 우연히 찾아낸 것이며, Sludge 압밀성의 향상에 현저한 효과가 있을 뿐 아니라, Sludge의 탈수 여과, 특히 진공 탈수성이 향상된다고 알려져 있는 방법이다.

Sludge 침강성의 개선에 유효한 첨가농도는 4mg/l 정도였다고 하나, 활성탄의 종류에 따라서는 상당히 변동하는 것으로 알려지고 있다.

현재 상당폭 응용연구가 진행되고 있는 부분으로서 적용가능한 다양한 종류의 활성탄이 소개되고 있는 실정이다.

4) 소화액 첨가법

이 방법은 Kraus가 호기성 Sludge 소화조를 가지고 처리 설비에 대해서 검토한 것이며, 그 효과는 소화액 중의 질소산화물에 의한 질소와 산소의 동시 공급과, 충분히 소화(자기산화)가 진행된 Sludge 생물의 초기흡착능의 효과를 잘 이용한 것이라고 생각되며, 과부하나 부하 변동이 큰 경우에는 유효한 방법이라고 생각된다.

활성슬러지 Bulking의 현상을 물리적인 원인으로 해석하여 해결안을 모색하는 최근의 화학 약품을 이용한 활성슬러지 Anti-Bulking Agent는 Cationic Polymer를 투입하거나, 점성이 높은 미생물의 균주를 주입하는 방법 등으로서 근본적인 해결보다는 일시적인 해결책이므로 안이한 주입은 피하여야 할 것으로 사료된다.

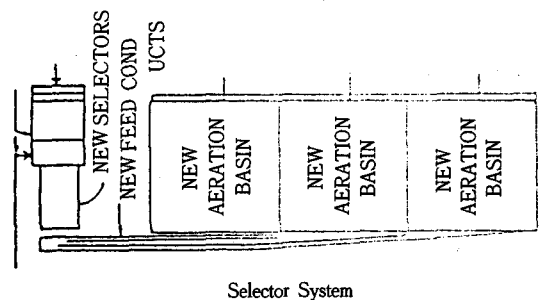


그림 7-9 Selector를 사용한 처리공정도

마. 처리 방법의 개선에 의한 방법

활성 Sludge법의 처리 방식은 연속적으로 원수를 공급해서 연속적으로 처리수를 유출시키는 연속 처리 방식과 폭기조에 일정량의 원수를 도입하여 일정시간의 처리를 해서 Sludge를 침강 분리시킨 뒤, 원수를 도입하는 조작을 반복하여 처리를 하는 회분 처리방식의 두가지로 크게 나눌 수 있다.

한편, 종래 가장 널리 일반적으로 채용되어 온 완전 혼합형의 연속 처리 방식과 회분처리방식의 가장 큰 상이점은 연속 처리 방식의 처리계가 거의 정상계(steady-state)로 간주되는데 비해서 회분 처리 방식의 계는 비정상계(unsteady-state)라고 볼 수 있는 것이다.

Bulking 문제에 있어서는 비정상계 회분 처리 방식

쪽이 안정계의 연속 처리 방식보다 Bulking을 일으키기가 어렵다는 것을 Rensink가 실증하였다.

또한, 연속 처리 방식에 있어서도 종래의 완전 혼합형이 아닌 압출류형(Plug Flow)으로 함으로써 Sludge의 팽화를 극히 유효하게 억제시킬 수 있음을 원전등과 Chudoba 등이 서로 전후해서 밝혔다. 즉, 종래의 완전 혼합형 연속 처리 방식에는 폭기조의 구조상 유입한 원수는 극히 단기간에 폭기액과 거의 균일하게 혼합 희석되는데 반해서, 압출유형 연속처리 방식에는 폭기조에 칸막이를 넣어 좁으므로써 전체로서 유로를 가급적 길게 하여 투입 원수의 희석율을 억제시키는 동시에 유로에 따라서 혼합액을 압출하듯이 흘러 보냄으로써 회분 처리계에서 보는 것과 같은 비정상계에 접근시키는 것을 노린 방법이기 때문에, Bulking의 억제에 유효한 것이라고 해석되고 있다.

이와 함께 설비적 측면에서는 Selector 설치 등의 방

법이 Bulking 방지에 상당한 효과가 있는 것으로 알려지고 있다.

6. Bulking 방지에 대한 제반이론의 고찰

활성슬러지의 Bulking 원인은 여러가지가 추론되어 왔으며, 이러한 많은 이론중 활성슬러지 Bulking의 원인을 Filamentous Organism에 기초하여 해석한 이론적 접근이 활성슬러지 Bulking의 원인 이해 및 해결방안 모색에 가장 진보적인 것으로 판단되어진다. 이와 함께 활성슬러지 Bulking의 현상을 물리적인 원인으로 해석하여 해결안을 모색하는 최근의 화학 약품을 이용한 활성슬러지 Anti-Bulking Agent는 Cationic Polymer를 투입하거나, 점성이 높은 미생물의 균주를 주입하는 방법 등으로서 근본적인 해결보다는 일시적인 해결책이므로 안이한 주입은 피하여야 할 것으로 사료된다.

기타약품

구분	품명	용도 및 특성	사용농도	외상	포장단위
제지약품	HIHOLDER류	종래 제품보다 10배이상 높은 고분자량과 적절한 Cation도에 의해 하전중화력이 강하게 나타나 초지 공정에서의 보류 및 여수효과를 크게 향상시키기 때문에 에너지절감 및 자원절약 효과를 얻을 수 있다	* 1	분말	15kg 판지 20kg PE
	SLIMECON 500류	제지공정에서 슬라임장해의 원인이 되는 Bacteria, Fungi, Algae 등에 대해 광범위한 항균 스펙트럼을 가지며, 저농도에서도 살균력을 가지는 새로운 형태의 슬라임콘트롤제	50 - 300gr/제품 ton	액체	20kg PE
	KURINOX 500류	제지공정에서 사용되는 전분슬러지가 각종 박테리아나 곰팡이에 의해 분해되는 것을 방지하는 방부제로 넓은 pH영역에서 효과를 발휘하며, 다른 첨가제가 지질에 전혀 영향을 미치지 않는다	* 1	〃	20kg Tin Can
	KURIDUSH류	고지의 탈착처리시 백색도를 향상시키는 독특한 형태의 비이온성 계면활성제로 저온에서도 효과가 뛰어나며, CaCl ₂ 를 사용할 필요가 없고 H ₂ O ₂ 등의 표백제 사용량을 절감시킨다	0.1-0.5%	〃	20kg Steel
	DEPOCLEAN류	제지공정에서 무기염의 농도증가에 따른 탄산칼슘, 실리카, 알루미늄 등의 스케일을 방지하여 품질의 저하를 감소시키는 스케일방지제	* 1	〃	20kg PE
	PITCHTROL류	고지에서 발생하는 Gum과 접착물에 의한 찌꺼기의 응집을 방지하거나 점도를 감소시키는 찌꺼기콘트롤제	500-1,500ppm	〃	20kg Tin Can
수처리약품	MIZUKURIN류	급탕계나 음료수계에서 발생하는 적수현상을 방지하는 중합인산염계의 방청제로 식품첨가물을 원료로 사용하였기 때문에 안정하며, 일회의 투입으로 장기간 효과가 지속	5-10ppm	정제분말	20kg 판지
순수처리	KURIVERTER EC-900	순수라인의 잔류염소 환원처리에 사용하는 환원제로 종래의 중아황산나트륨에 의한 처리에 비하여 처리수의 비저항을 저하시키는 단점이 없는 새로운 형태의약품. 고순도의 처리수가 얻어지기 때문에 고순도의 처리수가 요구	3-5ppm	액체	20kg PE

구분	품명	용도 및 특성	사용농도	의상	포장단위
약품		되는 전자공업의 초순수라인에 적합			
	POLYCRIN T-212	R/O막이 각종 무기계 스케일에 의해 오염되는 것을 방지하는 새로운 형태의 R/O막 전용의 스케일 방지제	2-10ppm	분말	"
비산방지약품	KURICOAT류	석탄, 광석, 코우크스 등의 옥외퇴적 야드가 바람에 의해 유실 및 붕괴되는 것을 방지하여 원료의 손실 및 대기오염 등의 환경공해를 방지하는 옥외야드 전용의 분진비산 방지제	3-5%액 희석사용	액체	"
석탄과일용보습제	KURIFORM류	야적 원료탄이 강풍에 의한 유탄현상 및 강우에 의한 석탄수분의 상승을 방지하는 새로운 형태의 아크릴계 고정제	10%액 희석사용	"	"
염화칼슘계브라인용방식제	KURILEX B-125	염화칼슘 브라인계통의 기기, 배관 및 탱크의 부식을 방지하는 새로운 타입의 방식제로 인산 및 크롬 등을 함유하지 않은 안정성이 높은 약품	100-1,000ppm	"	"
해수용방식제	KURIKEEPER B-301	탱크의 수압테스트, 배의 Ballast 보급수 및 대규모 장치의 냉각수에 다량의 해수가 사용할 때 매우 경제적으로 부식을 방지할 수 있는 해수용 방식제	70-150ppm	"	"
BOOTH처리제	KURISTUCK B-100	자동차 등의 스프레이 도장공정에서 잉여도료의 부착방지와 슬러지의 고화를 방지하는 처리제로 중금속을 포함하고 있지 않기 때문에 무공해성이며, 관리 pH영역이 대단히 높고 도료의 종류에 관계없이 적용이 가능	300-500ppm	"	"
소취제	HANSPER SR류	악취의 발생원에 직접 작용하여 효과적으로 악취성분을 분해시키는 비독성·비자극성·생분해성의 소취제	* 1	"	"

용·폐수처리약품

구분	품명	용도 및 특성	사용농도	의상	포장단위
비이온계고분자응집제	KURIFLOCK PN-131 PN-133 PN-171 PN-138	산성에서 중성영역의 응집처리 전반에 유효 용수처리 및 제지·펄프, 염색, 철강, 금속폐수의 침강, 부상, 탈수 처리	침강·부상용 0.2-3ppm 탈수용 30-200ppm	분말	15kg 판지
	STOPOL NE-111 NE-1101		침강·부상용 0.5-5ppm 탈수용 50-400ppm	액체	20kg PE
음이온계고분자응집제	KURIFLOCK PA-328 PA-370	산성에서 알칼리성 영역까지의 응집처리에 유효 용수처리 및 제지·펄프, 알미늄 표면처리, 염색, 중금속, 피혁, 석유화학, 사리세정, 제강 폐수의 침강, 부상, 탈수처리	침강·부상용 0.2-3ppm 탈수용 30-200ppm	분말	15kg 판지
	KURIFLOCK PA-322 PA-500 PA-352	중성이상의 영역에서 응집처리 전반에 유효 용·폐수처리, 특히 화학, 기계, 자동차, 도금폐수의 침강, 부상, 탈수처리	침강·부상용 0.2-3ppm 탈수용 30-200ppm	분말	15kg 판지
	STOPOL AL-322		침강·부상용 0.5-5ppm 탈수용 30-300ppm	액체	20kg PE
	KURIFLOCK PA-330 PA-331	중성이상의 영역의 응집처리 전반에 유효 용·폐수처리, 특히 제지·펄프, 토목·건설, 철강, 동차, 기계, 사리폐수의 침강·부상, 탈수처리	침강·부상용 0.2-3ppm 탈수용 30-200ppm	분말	15kg 판지
양이온계고분자응집제	KURIFIX CP-711 CP-721 CP-911 CP-912	산성에서 약 알칼리 영역의 무기 및 유기오일의 탈수처리에 유효 각종 원심탈수기 및 입차탈수기에 대해 뛰어난 탈수효과 발휘	오니의 SS 량에 대하여 0.5-1.5%	분말	15kg 판지

구분	품명	용도 및 특성	사용농도	외상	포장단위
	CP-976 CP-977	각종 하수 및 분뇨오니, 산업폐수오니 등의 탈수처리			
	KURIFIX CP-952 CP-932	산성에서 알칼리 영역의 오니 탈수처리에 유효하며, 특히 유기오니 탈수처리에 효과적임	침강·부상용 0.1-3ppm	액체	20kg PE
	STOPOL CE-1101 CE-1201	에멀전형 양이온성 고분자응집제(탈수제 용도로 주로 적용)	탈수용 100-200ppm		
함유폐수처리용 고분자응집제	KURITOP CP-671	반응성이 빠르므로 소량의 첨가로 재유성이 탁월 고염류의 폐수에서도 안정된 효과를 발휘하며, 특히 Dupur-ator process에 적합	2-10 ppm	분말	15kg 판지
유기응결제	STOPOL CL-100	사리폐수, 식품, 기계, 자동차 등 함유폐수의 기초응집제 분 뇨 탈수 조제, 함수율이 높은 오니의 농축제로 사용		액체	20kg PE
	STOPOL CL-102	방직공장 호발폐수, 식품, 기계, 자동차 등 함유폐수 및 석 유화학, 정유공장폐수의 기초 응집제로 사용		액체	20kg PE
	STOPOL CL-203	제지공장의 기초 응집제, 정유공장 Oil 함유폐수의 유수분리 제, 기타 고염류 폐수의 기초 응집제로 사용		액체	20kg PE
유화처리제	STOPOL CL-105	유화 폐수 처리, 석유화학, 정유공장의 유황함유폐수 및 Oil 함유폐수처리와 기타 유기성 폐수 및 무기응결제의 투입량이 다량인 폐수에 기초응집제로 사용 (DAF처리에 우수효과 발 휘)		액체	20kg PE

화학세정제

구분	품명	용도 및 특성	사용농도	외상	포장단위
무기염 스케일 세정	KURINSTAR SP	냉각수계, 공조수계, 보일러수계, 기타잠용수계 등의 칼슘 염 및 철산화물로 구성된 스케일에 대하여 뛰어난 세정효과 를 발휘하는 세정제로 스케일의 용해력이 뛰어나기 때문에 단시간내에 세정작용을 완료할 수 있으며, 모재에 대한 부식 성이 대단히 적어 안심하고 사용할 수 있다	10% 10-20% 10-50% 10-20% 10-20%	분말 액체 " " "	20kg 판지 20kg PE " " "
	" AP				
	" B-111				
	" B-114 KURIDINE 101				
연니성 슬라임세정	KURINSTAR HP	냉각수계, 공조수계 및 기타 잠용수계에 발생되어 있는 이 끼, 물때 등의 연니성스케일과 슬러지에 대하여 뛰어난 세정 효과를 발휘	10%	"	"
	POLYCRIN A-421		0.5-0.5%	"	"
산세시 부식방지	ANTIRUS C	산 세정후의 금속표면을 알칼리성 분위기로 하여 치밀한 부 동태피막을 형성함으로써 산세후의 발생을 방지	0.1-0.5%	분말	20kg 판지
	ANTIRUS F-1 F-2	F-1은 산 세정후 수세로 발생된 찌를 용해하여 강재표면을 깨끗이 만들어 방청으로 이행시키는 약품이며, F-2는 강재 표면을 부동태화시켜 방청처리	0.1-0.2% 0.5%	" "	" "
	ANTIRUS J-10	보일러내의 과일기나 절단기 등의 외면, 가열로의 가열관 외 면의 수세시 퇴적층에 함유되어 있는 무수황산에 의한 강재 부식을 방지하는 방식제	300ppm	액체	20kg PE
	ANTIRUS J-4	석유탱크, 압력용기 등의 법정검사에 표면정리 및 도장하 지처리를 위해 실시하는 Wet Sand Jet세정의 경우에 사용되 는 2차 방청방지제	0.2-2%	"	"
	ANTIRUS K-1 K-2	보일러 급·복수계통의 동재질에 대한 산세시 K-1은 방식 제로 K-2는 동용해제로 사용	0.3% 0.1%	분말 액체	20kg 판지 20kg PE
세정조제	SWELLIN I	실리카 스케일 및 산화철 스케일의 세정시 스케일의 용해력 을 촉진시키는 세정조제로 산세중에 사용	0.5-3%	분말	?
	SWELLIN L	동재질의 산세정전의 암모니아 세정시 L은 동을 용해시켜	0.5%	"	20kg 판지

구분	품명	용도 및 특성	사용농도	외상	포장단위	
	L-1	며, L-1은 방식역할을 담당	0.2%	"	"	
	SWELLIN M	세정액에 직접첨가하여 탈지와 스케일을 동시에 제거할 수 있는 세정조제로 역성에 관계없이 사용가능	0.05-5%	액체	20kg PE	
여제세정	KURIDINE	R-101	여제의 부착물이 무기질 주체로 그중에 유분을 함유한 경우	2-5%	"	"
		R-200	여제의 부착물이 산화철 및 칼슘염 등으로 무기질이 주체인 경우	5-10%		
		R-300	여제의 부착물이 슬라임 등 유기질이 주체인 경우	3-5%		
	HANSPER	OG	여제의 부착물이 유분이 주체인 경우	5-10%		
	GF-300					
탈수기 여포세정	KURIDINE	F-120	하수처리장 및 식품공장의 유기체내로 오염된 경우에 여포를 떼어내지 않고 간단히 세정	20-30% 희석액을 2-5ℓ/여포	"	"
		F-312	철염 및 소석회로 처리된 무기체 오니로 오염된 경우에 여포를 떼어내지 않고 간단히 세정	1 ²		
R/O막 세정	KURIDINE	M-203	R/O막이 철분 등 무기물로 오염된 경우에 사용하며, 막이나 본체를 손상시킬 위험이 없다.	5%	"	"
		M-301	R/O막이 슬라임 등 유기물로 오염된 경우에 사용하며, 막이나 본체를 손상시킬 위험이 없다.	5%		
초순수라인 세정	KURIDINE EC-330	초순수라인의 미생물장해를 신속히 제거하는 고순도의 안정한 세정제	1.7-3.3%	"	"	
알루미늄 핀세정	HANSPER PC-100류	공조용 알루미늄 핀 및 본체 케이스가 각종 오염물로 손상된 경우에 사용	희석 또는 원액 사용	"	"	

이와 함께 Bulking의 원인으로 추정되는 사상균의 제거를 위하여 염소 살균법, 과산화수소(H₂O₂)살균법 등이 소개되고 있으나 이 방법들 역시 일상적용은 대단히 어려운 것으로 판단된다.

결론적으로, 활성슬러지의 Bulking은 Filamentous Organism(사상균)에 의한 Bio-Flock의 압밀도(충진밀도)의 저해와 이로 인한 부상성의 증가로 이해될 수 있다. 이러한 Bulking을 방지하기 위해서는 설비적 측면에서는 Selector의 설치 등이 고려될 수 있으며, 운전인자 측면으로는 DO, F/M비, 영양염류(N, P), pH, 폐수처리까지의 기간 등 여러인자가 슬러지의 생육조건과 부합되어 사상균의 성장 억제가 되도록 조작되어야 한다. 아울러 오니의 생육인자를 제어하는 방법 이외에 살균제에 의한 사상균의 살균방법은 영향도를 고려하여 신중히 선택하여야 하며, 약제에 의한 Bulking방지는 향후 다각적인 연구와 개발이 필요한 것으로 판단되며 이와 함께 약제에 의한 영향도 파악 검토되어야 할 것으로 판단된다.

Bulking을 방지하기 위해서는 설비적 측면에서는 Selector의 설치 등이 고려될 수 있으며, 운전인자 측면으로는 DO, F/M비, 영양염류(N, P), pH, 폐수처리까지의 기간 등 여러인자가 슬러지의 생육조건과 부합되어 사상균의 성장 억제가 되도록 조작되어야 한다. 아울러 오니의 생육인자를 제어하는 방법 이외에 살균제에 의한 사상균의 살균방법은 영향도를 고려하여 신중히 선택하여야 하며, 약제에 의한 Bulking방지는 향후 다각적인 연구와 개발이 필요한 것으로 판단되며 이와 함께 약제에 의한 영향도 파악 검토되어야 할 것으로 판단된다.

상담 및 문의전화 553-6491