세계에서 가장
안정적, 경제적인 질소제거기술
Two-Stage AMX®
BKT
(주)부강테크

Anammox
기술소개

에너지 자립의 걸림돌, 폐수처리

유기성 폐기물의 바이오가스 전환 후에는 고농도의
질소가 함유된 폐수가 발생하게 됩니다.
이러한 폐수처리에 질산화/탈질을 적용한다면....

바이오가스 에너지 생산 < 폐수처리 비용

- **에너지 과다 소요**
  (송풍기, 반송펌프, 교반기, 인발펌프 등)
- **과도한 약품 투입**(알칼리도 보충제, 외부탄소원)
- **슬러지 발생량 증가**
- **부지 면적 증가**

아나목스 소개

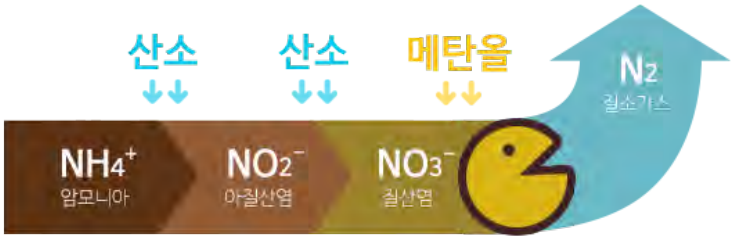
#외부탄소원 ZERO #산소최소화 #낮은 성장속도

유지관리비
최대 80% 이상 절감
잉여슬러지 저감

외부탄소원	100% 절감
산소소모량	65% 절감
잉여슬러지	80% 절감

일반 질소 제거 과정

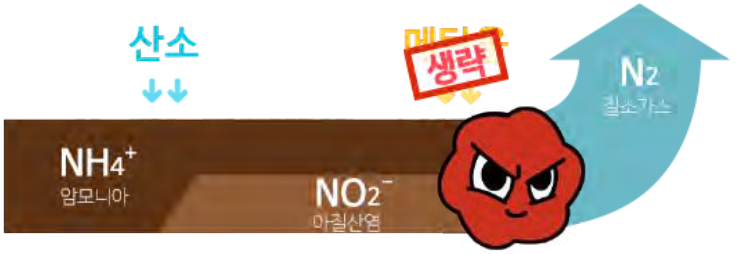
Carbon demand
4.77gCOD/gN



Oxygen demand
4.57gO_2/gN

AMX 질소 제거 과정

Carbon demand
0.0gCOD/gN



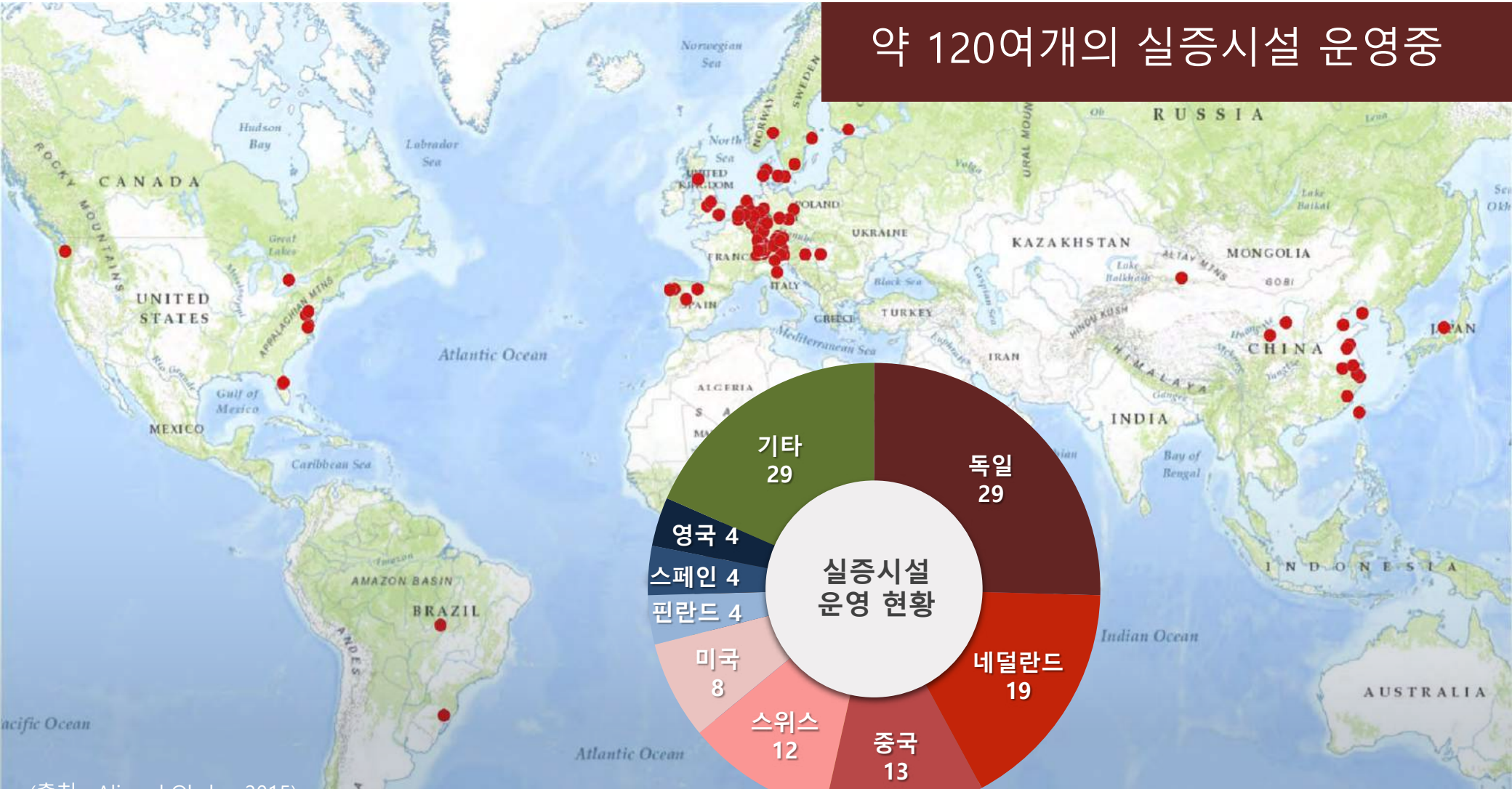
Oxygen demand
1.90gO_2/gN

암모니아 (ammonium, 전자공여체)과 아질산염 (nitrite, 전자수용체)를 이용

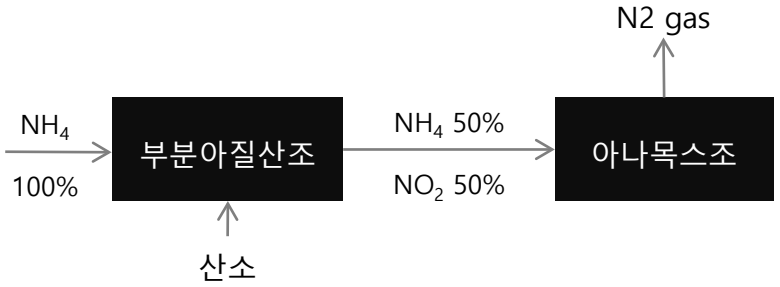
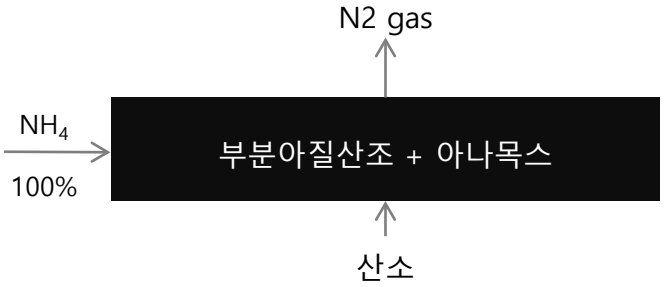
$$1NH_4^+ + 1.32NO_2^- + 0.066HCO_3^- + 0.13H^+ \rightarrow 1.02N_2 + 0.26NO_3^- + 0.066CH_2O_{0.5}N_{0.15} + 2.03H_2O$$

해외에서 가장 보편화된 에너지 자립 기술

약 120여개의 실증시설 운영중



기술 종류

구 분	이단 반응조	단일 반응조
공정개요	부분아질산화와 아나목스 반응이 **<u>각각의 구분된 반응조</u>**에서 수행되는 기술	부분아질산화와 아나목스 반응이 **<u>하나의 반응조</u>**에서 수행되는 기술
공정도		
특 징	성장 특성에 맞게 조가 분리되어 운전이 용이 초기 START-UP이 빠름 암모니아:아질산의 유입비율 조정이 쉬움 반응조가 2개로 관리포인트 많음	초기 운전조건 확립이 어려워 START-UP이 느림 DO 및 pH의 미세 조절 운전 필요 (운전노하우 필요) 반응조가 1개로 단순
부하변동 대응성	**부분아질산화조에 의해 부하변동 대응 가능** (C/N비 2 이상 및 고농도 SS 유입조건 대응 가능)	부하변동에 대응하기 위한 추가 **전처리 시설 필요** (전처리를 통한 C/N비 1이하, SS 200~300mg/L 조정)
국내 사업화 공법	**AMX® (BKT, Korea)**	웰크론 한텍 : ANAMMOX® (Paques, Netherlands) 전테크 : DEMON® (DEMON GmbH, Switzerland) Veolia Korea(국내 사업 진행 X) : ANITA™Mox (Veolia, France)

BKT's
Two-Stage AMX®

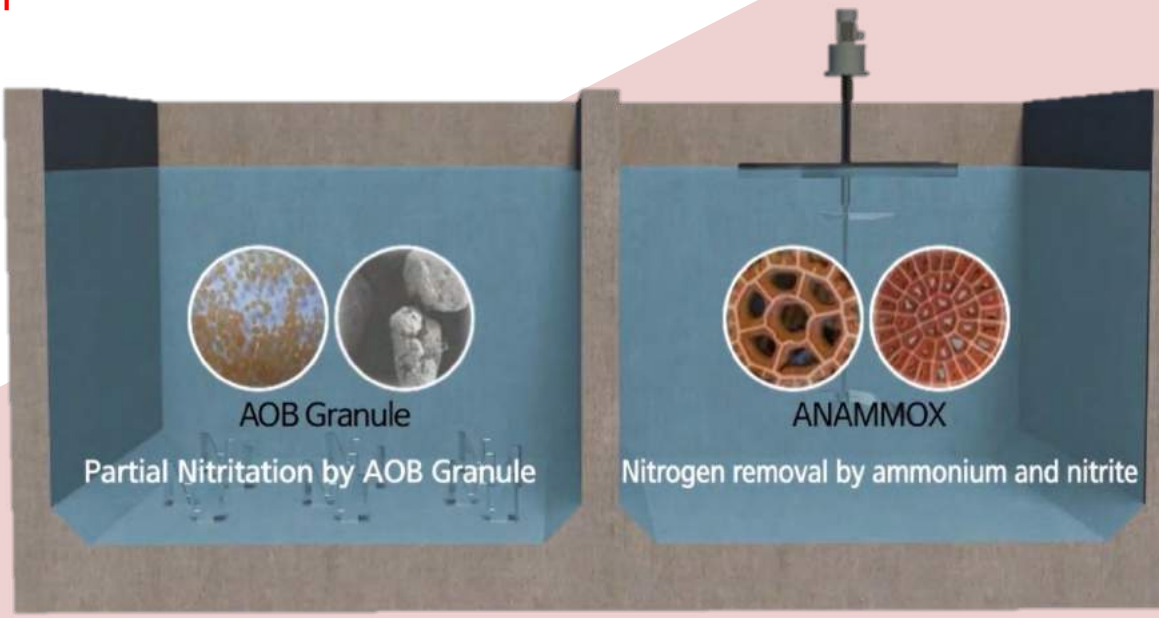
기술 소개

2단 형태의 단축질소제거 기술

- AOB(Ammonium Oxidation Bacteria)와 아나목스 미생물의 성장에 최적조건 형성
- 공정의 **빠른 안정화(Short start-up)**, 미생물 우점화에 용이 및 **아나목스 미생물 저해인자 최소화**
- 유입수 내 **미분해 유기물 및 부유물질에도 안정적인 처리** 가능

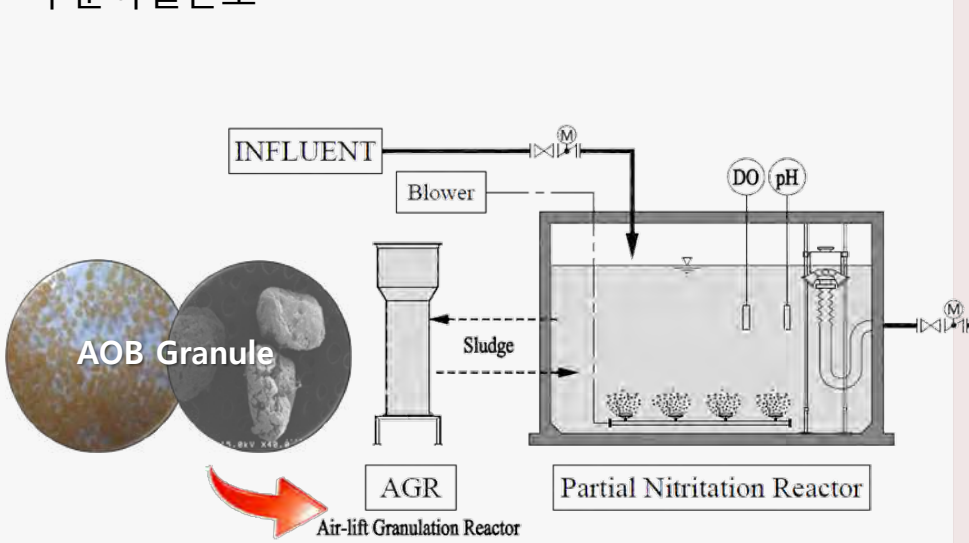
암모늄산화미생물(AOB) 그래뉼을 이용한 부분아질산화 최적화

- 공정의 구성 : 그래뉼 기반 SBR형태의 부분아질산조 + 아나목스 반응조
- 질소 용적부하(NLR) : **2.0 kgN/m^3/d (혼합조정조 포함)**
- 성능 : ~ 90% 암모니아 제거 & ~ **88% 총질소 제거**

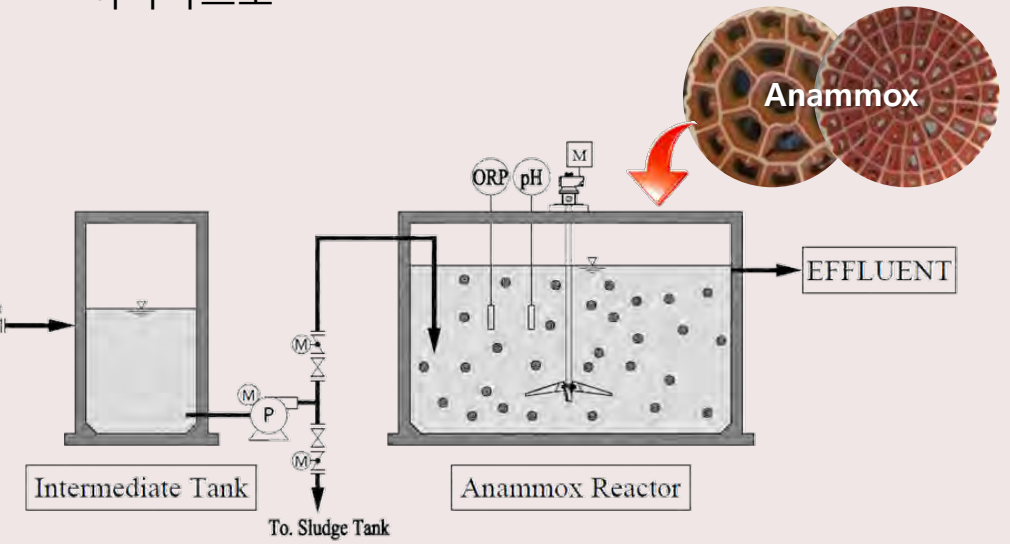


기술 소개

부분아질산조



아나목스조



고농도의 AOB 그래뉼을 이용한 부분아질산화 반응 진행

→ 반응조 내 높은 MLSS(6,000 ~ 8,000 mg/L)로 운전 가능
→ 20분 내외의 짧은 침전시간 운전(SVI 30 이하)
→ 호기조건 형성에 따른 부분아질산화 효율 극대화

고농도의 아나목스 미생물을 유동상 담체에 부착하여 아나목스 반응 진행

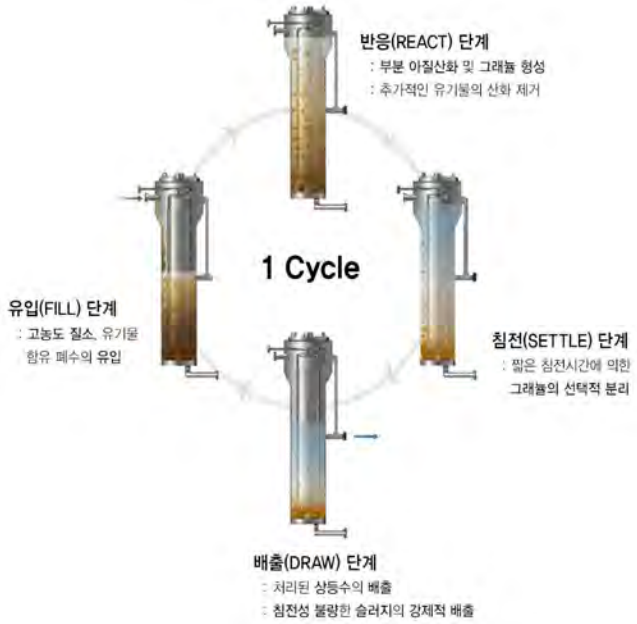
→ 반응조 내 고농도 아나목스 미생물 확보
→ 혐기조건 형성에 따른 아나목스 효율 극대화

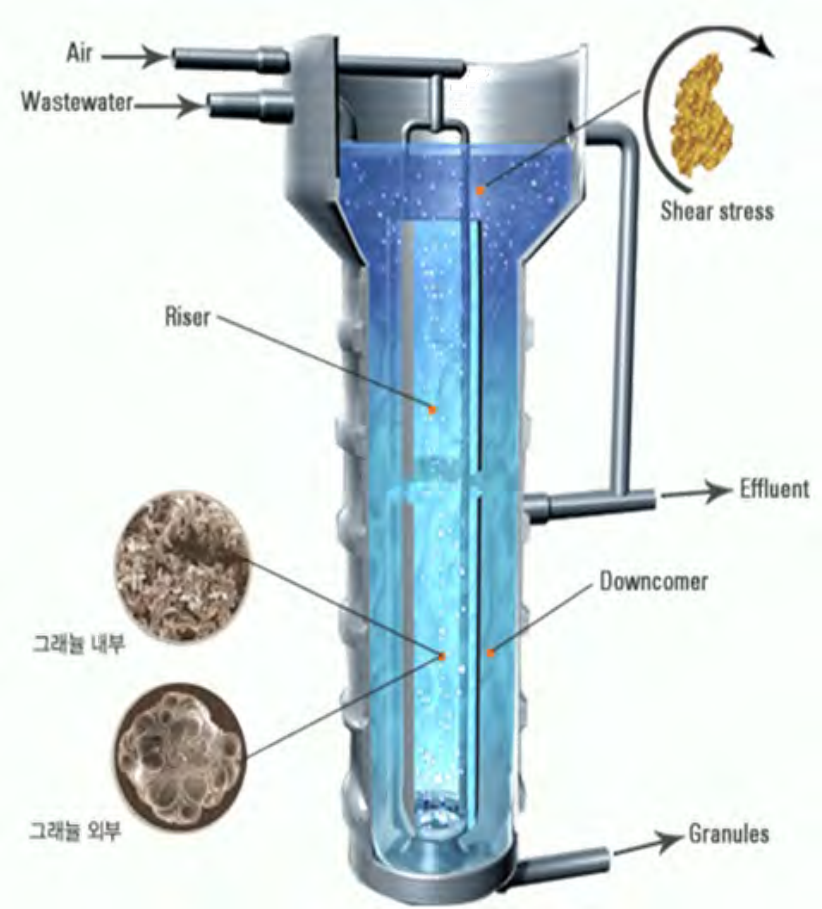
기술 특징

#체류시간 단축 # 고농도 미생물 확보

그래뉼 형성

체류시간 50% 이상 절감





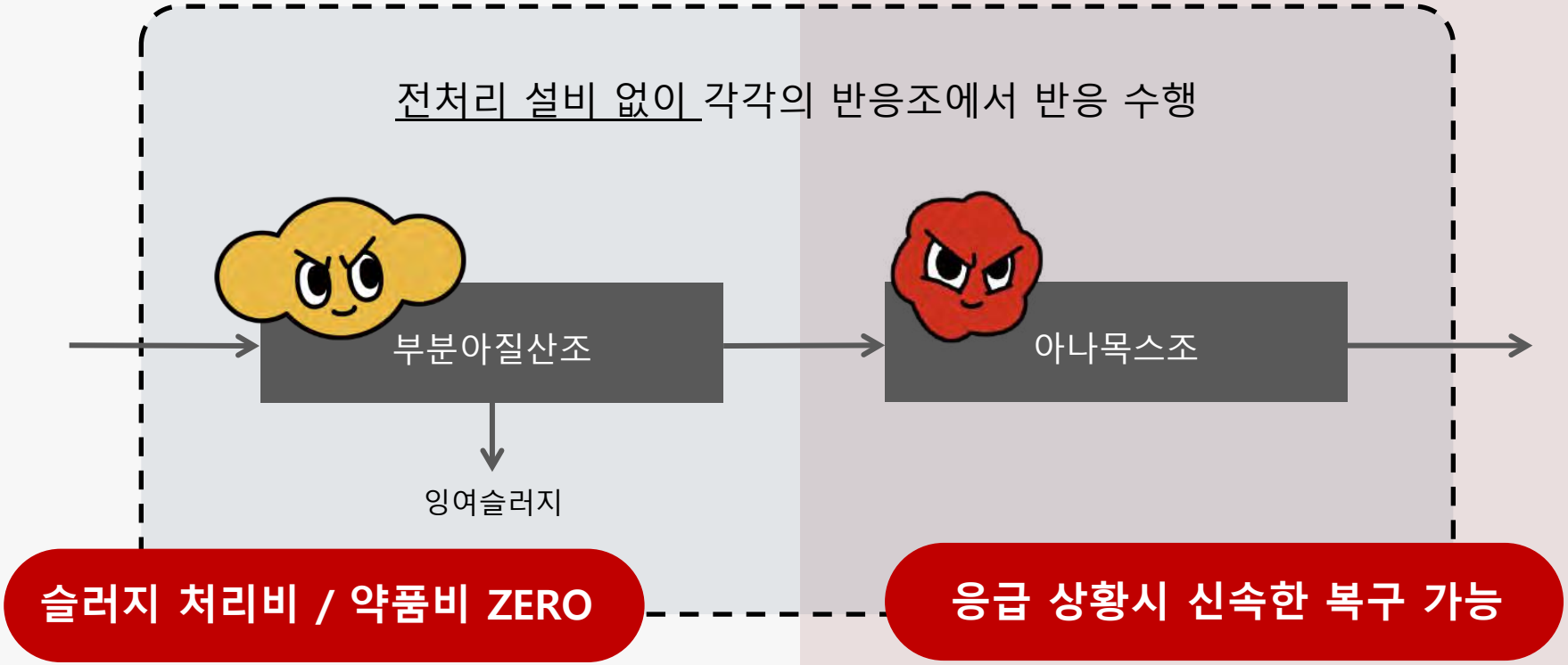
그래뉼 생성(고농도 MLSS)을 통한 HRT 단축 (부지면적 최소화)

MLSS : 6,000 mg/L이상 SVI : 60 mL/g 이하 유지

기술 특징

세계에서 가장 #안정적이고 경제적인 Two-Stage AMX®

유입조건 : C/N비 2이하, 부유물질 2,000~3,000mg/L



기술 특징

#국내 최초 상용화 성공 #신기술 인/검증

국내 최초 아나목스 상용화(하수 반류수)

부산녹산 소화조 설치사업

부산녹산 소화조 설치사업

국내 최초 아나목스 실적(병합소화)

홍천 친환경 에너지타운

홍천 친환경 에너지타운 내 AMX 파일럿

기술 특징

반류수/병합소화 제거효율 비교

		반류수			병합소화		
적용 site		대전 아나목스 실증시설			홍천 친환경에너지타운 신기술 인검증 pilot		
유입수		혐기 소화조 탈리액(하수 슬러지)			혐기 소화조 탈리액(가축분뇨 + 음식물)		
용량(m^3/d)		500			2.6		
수질		유입수 (mg/L)	처리수 (mg/L)	제거효율 (%)	유입수 (mg/L)	처리수 (mg/L)	제거효율 (%)
항목	BOD	140	65	53.8	791	113	84.8
	COD	716	413	42.3	2,092	951	54.4
	SS	183	145	20.8	1,270	329	69.7
	TN	750	111	85.2	2,734	295	89.2
	NH4-N	590	64	89.1	2,537	129	94.9
	TP	170	128	24.9	81	50	37.9

기술 특징

#국내 유일의 균 공급체계 구축

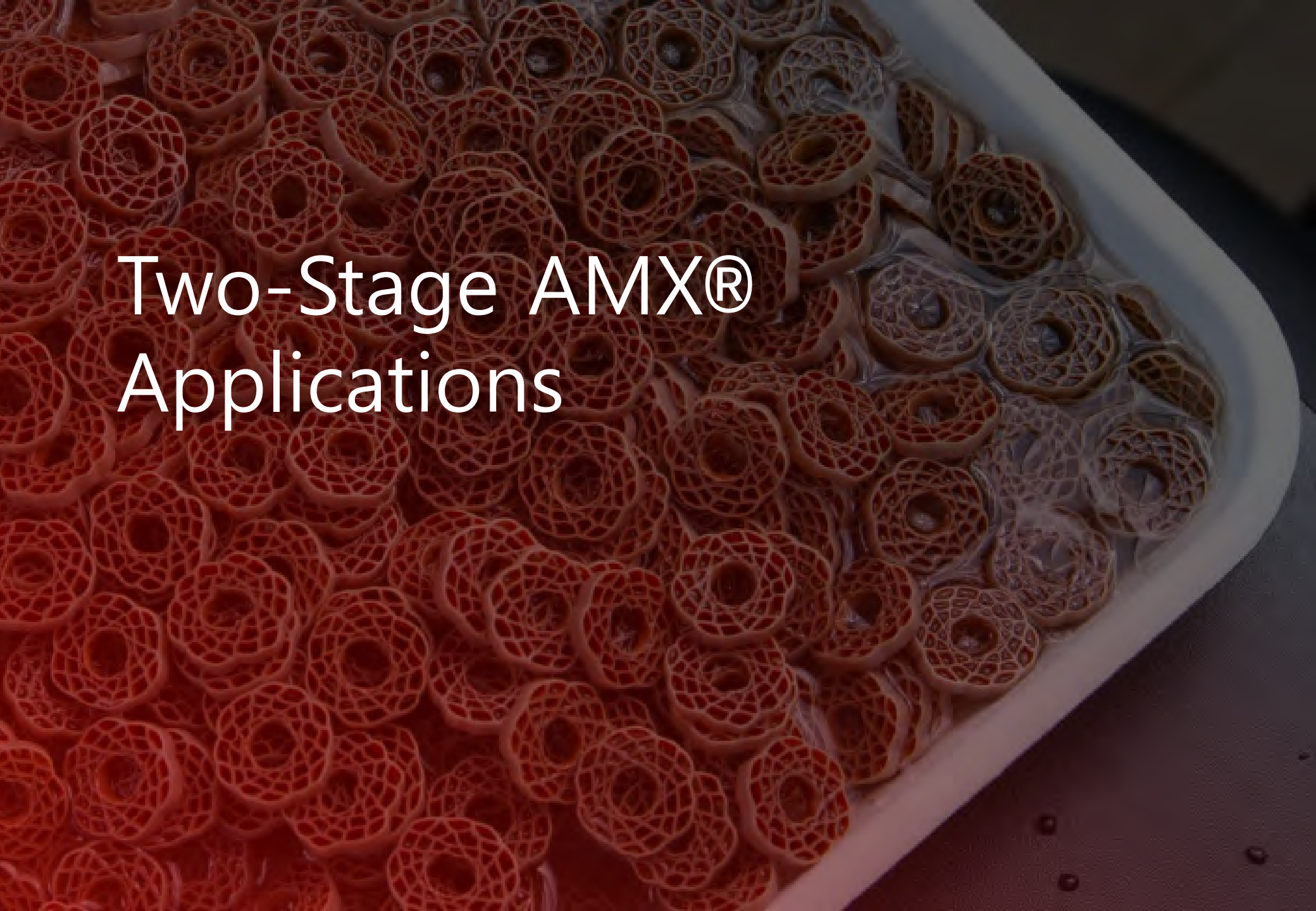
- 성장 속도가 느린 아나목스 미생물
- 외산 기술의 경우 균 확보에 더 많은 비용과 시간이 소요

아나목스 공정의 성공여부는

종균의 확보 및 배양, 유지

대전하수처리장 대량배양조

대전 위생매립장 대량배양조


Two-Stage AMX®
Applications

다양한 적용처

하폐수 에너지 자립화

가축분뇨/음식물 통합자원화

산업폐수

매립지 침출수

주요 적용 현황

구 분			적용 사이트	처리 용량(m^3/d)	지원기관	비 고
한 국	고농도 질소처리	하수 반류수 (슬러지 소화 탈리액)	부산 녹산하수처리장	780	부산광역시	국내 최초 아나목스 실증사례
			대전하수처리장	600	대전광역시	국내 최초 아나목스 대량배양조 /자체 운영
			대전하수처리장 이전 사업	1,440	대전광역시	실시설계 중
		가축분뇨/음식물 병합소화 탈리액	홍천 친환경에너지타운	2	홍천군	Pilot test / 자체연구(신기술) (운영비 절감방안 도출)
		매립지 침출수	수도권매립지	1	수도권매립지공사	Pilot test / 공동연구 (외부탄소원 절감방안 도출)
		산업폐수 (유기계 폐수)	반도체 및 제철폐수 등	-	-	상용화 기술기발 중
미 국	하수처리장 주처리 (Main stream)		JWPCT (California)	40	LACSD Black & Veatch	HPOAS (High Purity Oxygen Activated Sludge) (하수방류수의 질소처리)
			HWRP (California)	40	City of LA	
	고농도 질소처리	하수 반류수 (슬러지 소화 탈리액)	HWRP (California)	1	City of LA	TAD (Thermophilic Anaerobic Digestion)
		젖소분뇨	Bos Dairy Farm (Indiana)	1	T&M Limited Figure 8	중소벤처기업부 해외수요처 (소화폐액의 질소처리)

에너지 자립을 위한

AMX 국내 첫 상용화

부산 녹산 소화조 설치사업

- 처리용량 : 하수슬러지 580m^3/일 + 음폐수 200m^3/일
- 반류수의 경제적인 질소처리를 통한 에너지 자립화 달성
- 현황 : 타사 혐기소화조 내부 균열로 인해 재시공 결정
  (22년 말 준공예정)

[단독] 시험가동 중 중대 균열... 400억짜리 소화조 다시 지을 판

| 부산 녹신하수처리장 부실 파문

입력 : 2020-09-15 04:03 / 수정 : 2020-09-15 04:03

부실 시공으로 심각한 하자가 발생해 철거될 처지에 놓인 부산 강서구 녹산하수처리장 소화조 모습. 부산시는 이 소화조 건설에 혈세 400억원 이상을 투입했다. 부산시 제공

혈세 400여억원이 투입된 부산시 녹산하수처리장 소화조 건설이 부실로 얼룩졌다. 건설을 마치고 시험가동에 돌입했던 소화조에 심각한 하자가 발생하는 바람에 소화조 전체를 철거한 뒤 재시공하는 방안까지 검토되는 것으로 밝혀졌다. 시공사의 부실 공사뿐 아니라 애당초 설계마저 잘못됐다는 추정이 나오는 지경이다.

이대로 소화조가 철거될 경우 잔재물 매몰 비용만 200억원이 넘을 것으로 보여 엄청난 혈세가 고스란히 낭비될 지경에 놓인 셈이다.

14일 부산시 등에 따르면 금호산업 등이 시공한 녹산하수 소화조가 시험가동 중 콘크리트 내부 벽체에 큰 균열이 발생한 것으로 확인됐다.

국내 유일한 아나목스 균 공급체계

아나목스 실증시설

대전 AMX® 실증시설

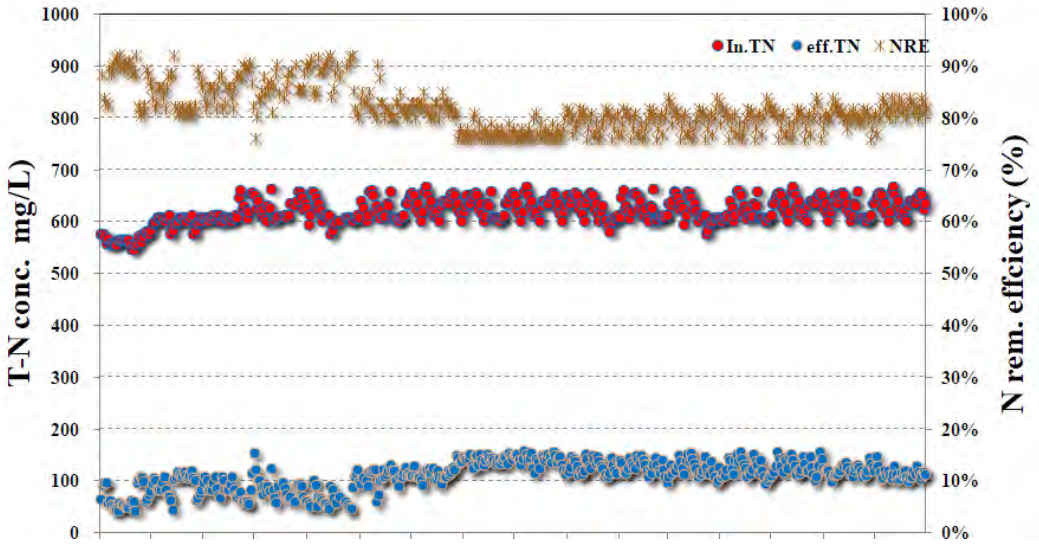
- 처리용량 : 하수 반류수 600m^3/일
- 국내 최초 실증시설 급 설비 운영을 통한 반류수처리 성능검증
- 아나목스 미생물 확보를 위한 대량배양 시설

처리 공정 계획

- 처리계통 : 소화조 → 탈수기 → 아나목스 → 하수처리장 침사지

운영수질 현황

- Inf. T-N : 650 mg/L → Eff. T-N : 110mg/L (질소제거 효율 85.2%)
- N removal rate : 1.8 kg N/m3/day



유기성 폐기물의 혐기소화 폐액처리에서도

에너지 절감의 핵심

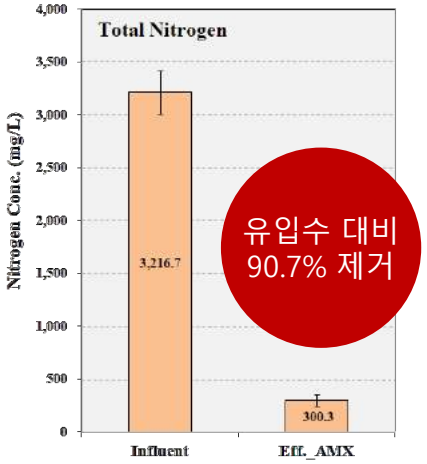
홍천 친환경에너지타운

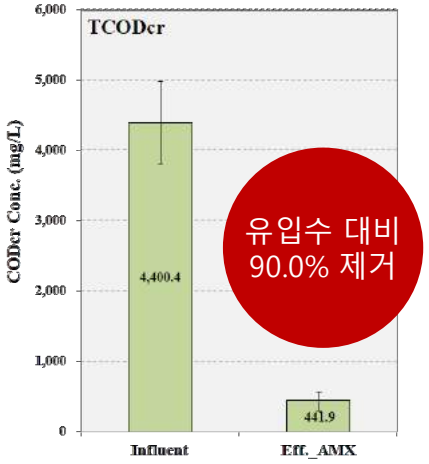
- 가축분뇨(80m³/일)+음식물(20m³/일)의 병합소화 탈리액

성능평가 및 신기술을 위한 파일럿 현장 평가 수행

AMX 적용 시 확보되는 경제적 효과

송풍전력비	외부탄소원	슬러지처리비
67% 절감	100% 절감	53% 절감
연간 0.3억 SAVE	연간 1.2억 SAVE	연간 0.6억 SAVE





매립지의 침출수 처리에서도

에너지 절감의 핵심

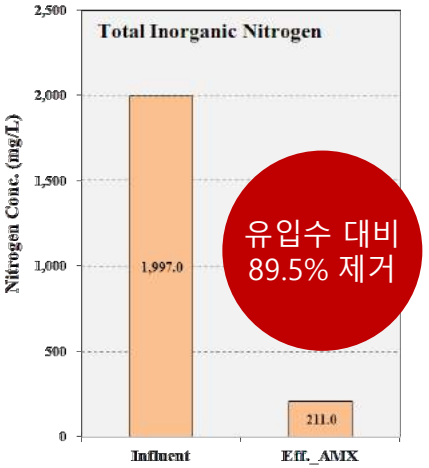
수도권매립지 침출수 처리

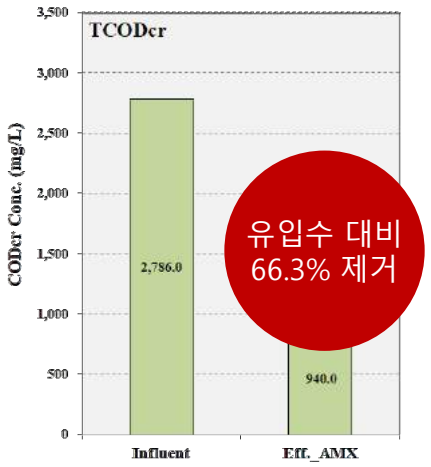
- 매립지 침출수(4,000m³/일)의 고농도 질소처리에 대한

성능평가 및 외부탄소원 저감을 위한 파일럿 현장 평가 수행

AMX 적용 시 확보되는 경제적 효과

송풍전력비	외부탄소원	슬러지처리
54% 절감	100% 절감	비69% 절감
연간 5.1억 SAVE	연간 10억 SAVE	연간 0.3억 SAVE

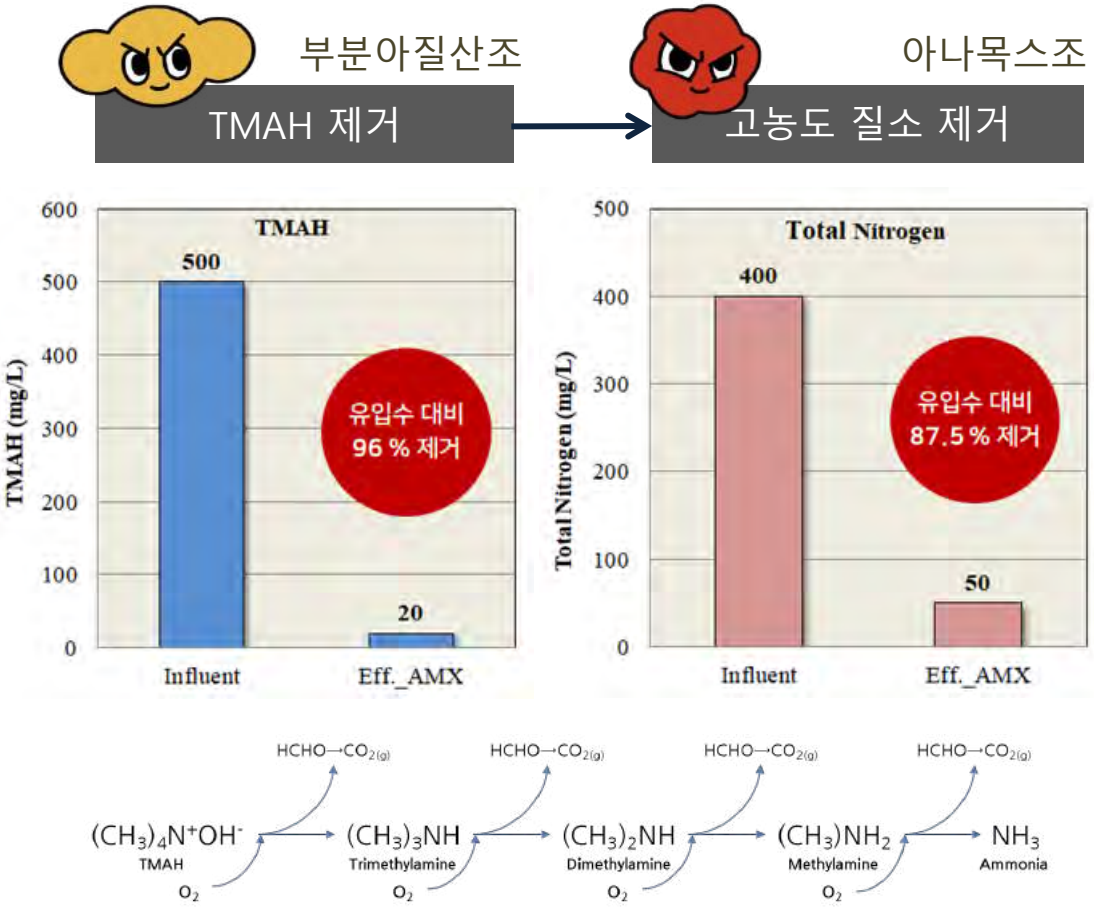




산업폐수(유기계 폐수)에서는

최고의 경제성 및 안전성 강화

폐수 내 TMAH 및 고농도 질소 제거



- 반도체 폐수 내 고농도 질소를 외부탄소원(메탄올) 없이 처리 가능

- 별도 TMAH 전처리 공정 없이 단순한 공정과 높은 처리 효율로 토지 사용 최대 60% 절감 → 공사비 최소화

- 약품 100%, 슬러지 처리 55%, 전력비 40% 절감 가능하여 라인 당 수백억 SAVE

미국의 하수처리장에서도

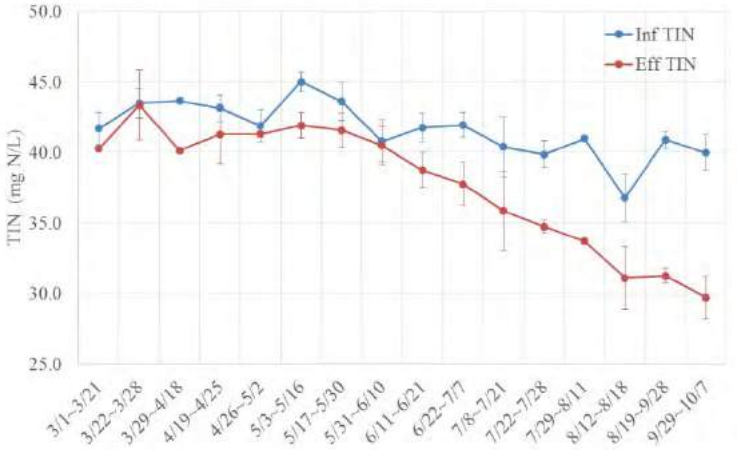
에너지 절감의 핵심

Main stream

생물여과를 이용한 3차처리 성능평가 수행

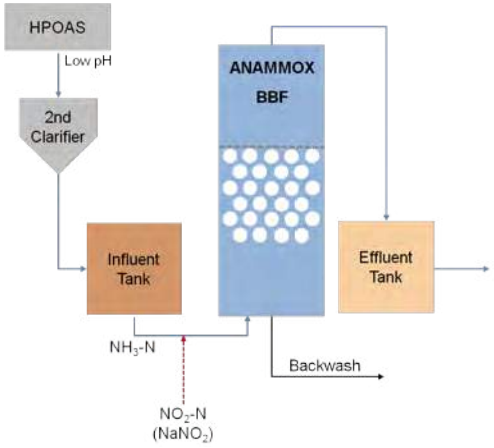
- Title 22 획득 : Turbidity 2.0 NTU 달성 및 질소 5mg/L 달성
- 자체운영(LACSD) 중 질산화 BBF에서 TIN loss 발견 : 약 25 ~ 30%

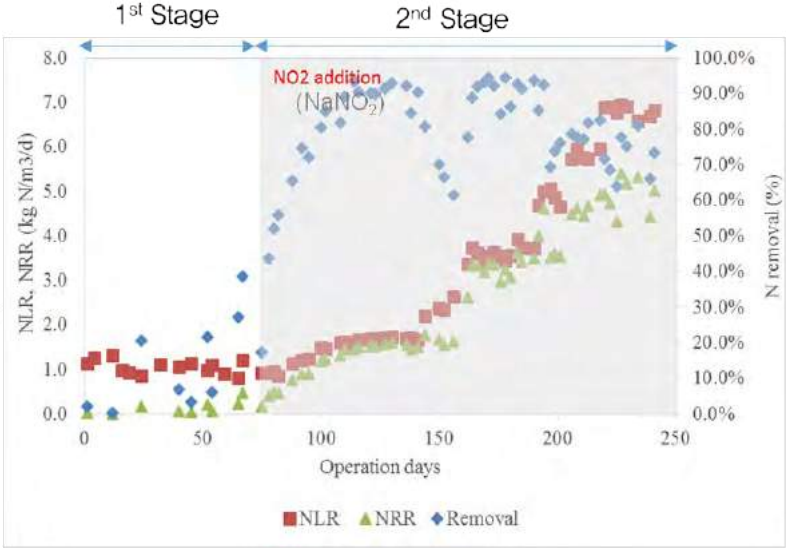
※ Possible simultaneous nitrification & denitrification (SND) or Anammox?



주처리 공정 아나목스 3차처리 성능평가

- ✓ 질소 제거율 (NRR)
  : 최대 5.4kgN/m³/day
- ✓ μ_{max} (미생물 비성장속도)
  : 0.12day^{-1}
- ✓ $T_{d.max}$ (Doubling time)
  : 5.8 days





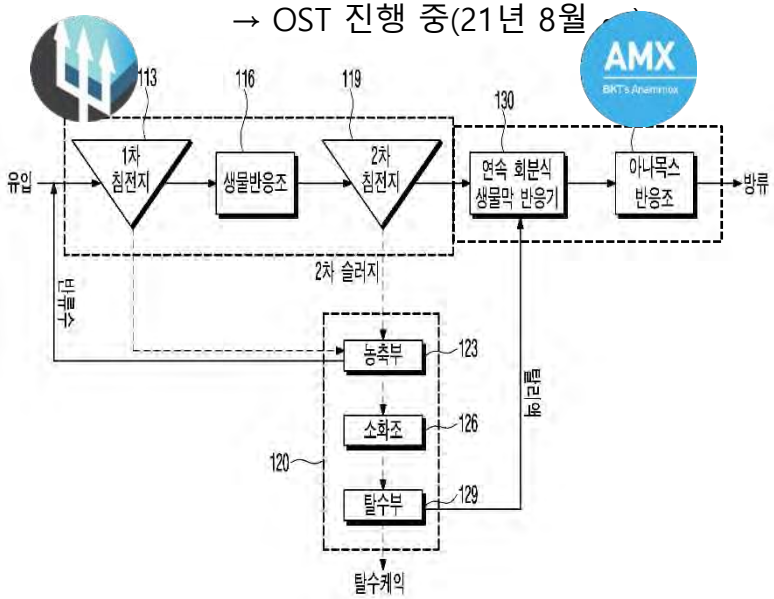
미국의 하수처리장에서도

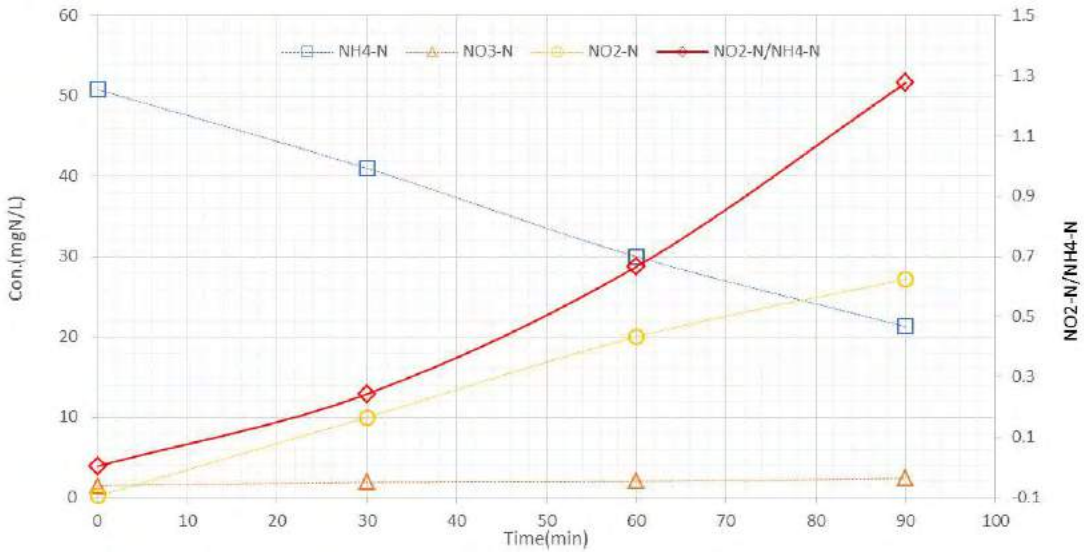
에너지 절감의 핵심

Main & Side stream

HWRP 에서의 Main & Side stream TEST Plan

- Side stream Test : 2년 장기 현장 운영 완료(18년 ~ 20년)
  → 2020 WEFTEC 발표(B&V, HWRP 운영팀 공동발표)
- Main stream Test : FA inhibition을 통한 NOB 억제
  → Main & Side stream 동시 처리(별도 반류수 처리설
  → OST 진행 중(21년 8월





특허등록번호 : 제 10-2311712호(21년 10월 5일)

미국의 젖소 농장에서도

에너지 절감의 핵심

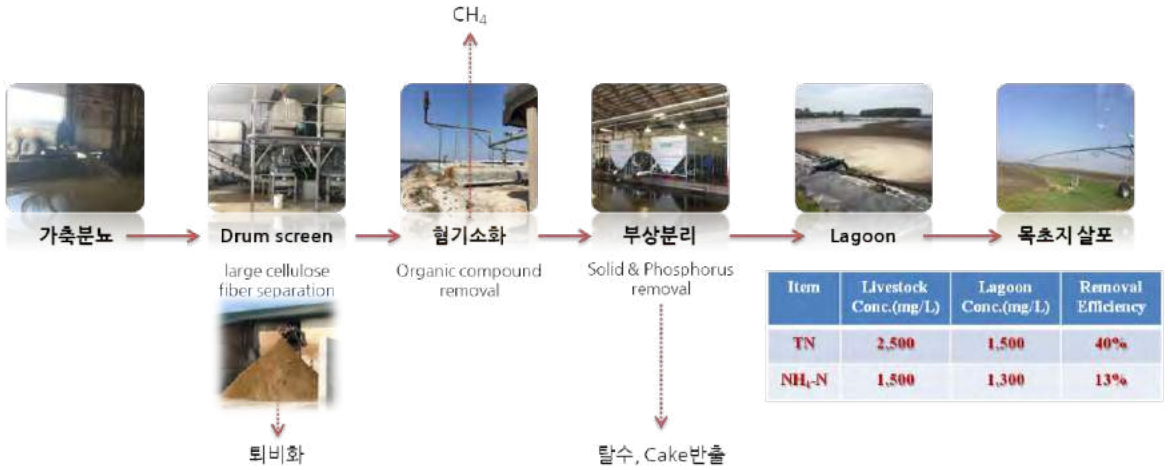
고농도 가축분뇨

Bos Dairy Farm(Indiana) 현황

- 발생폐수 : 150 GPM (820m^3/day)
  → 젖소 사육두수 4,000두
- 혐기소화 이후 라군에서 안정화
  → 목초지 살포 (최근 가축분뇨 살포 규제로 인해 질소처리가 필요)

Treated water quality targets

- ✓ T-N < 150 mg/L – Satisfactory
  < 100mg/L – Ideal
- ✓ T-P < 15 mg/L : Satisfactory
  < 10 mg/L : Ideal



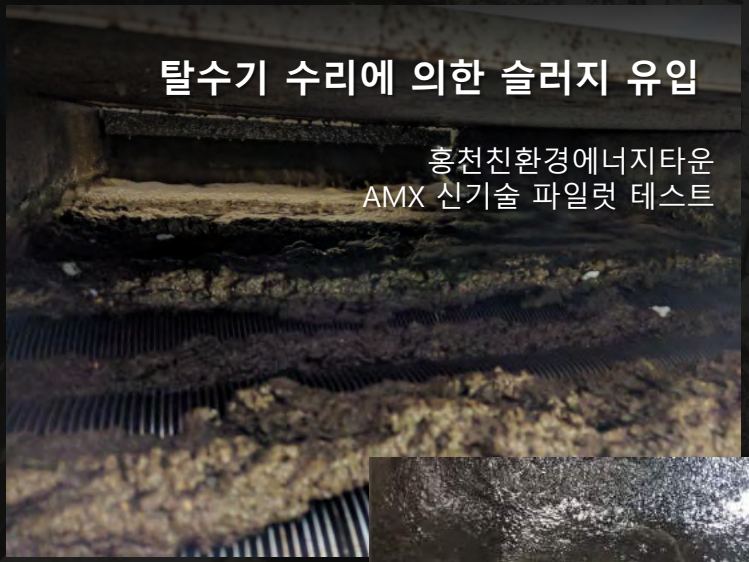
Item	Livestock Conc.(mg/L)	Lagoon Conc.(mg/L)	Removal Efficiency
TN	2,500	1,500	40%
NH_4-N	1,500	1,300	13%

Why
Two-Stage AMX®

알고 계시나요?

세계 각국 운영 중인 시설에서 발생한 실제 돌발 상황

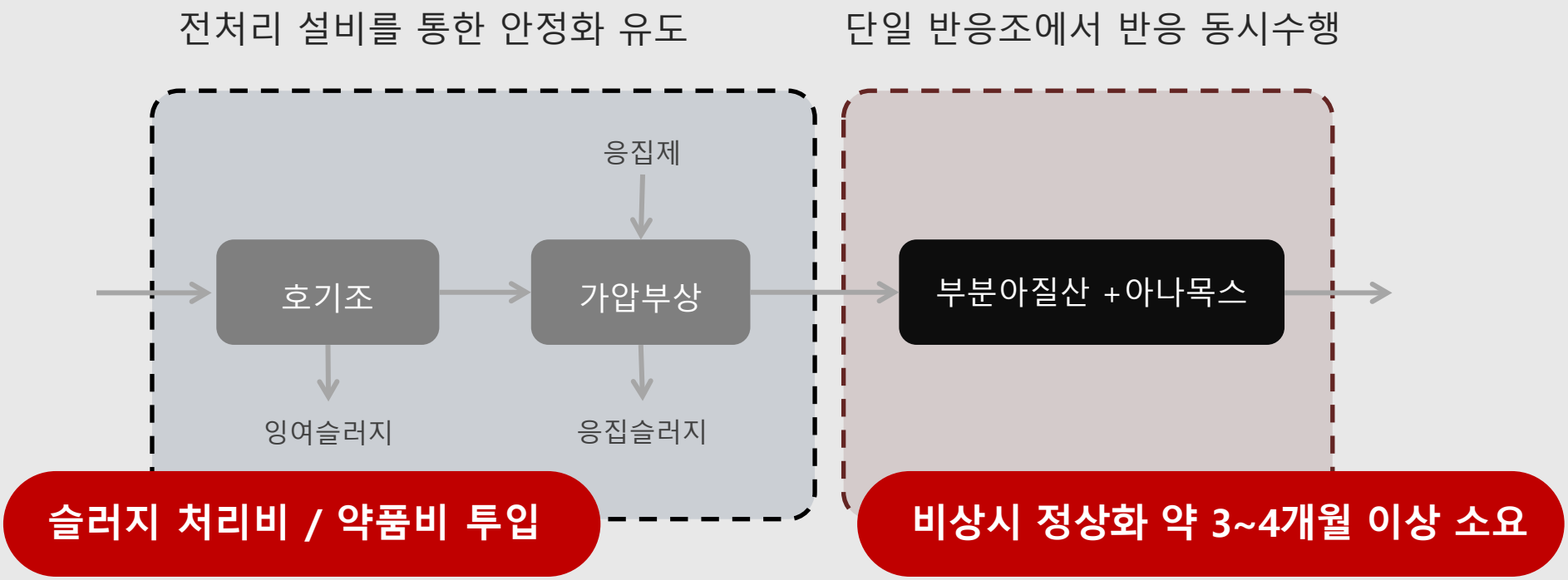
고농도 유기물 및 부유물질에 취약한 아나목스



해외 아나목스 시장에서 일반적인

One-Stage Anammox

필수 유입조건 : C/N비 1이하, 부유물질 200~300mg/L

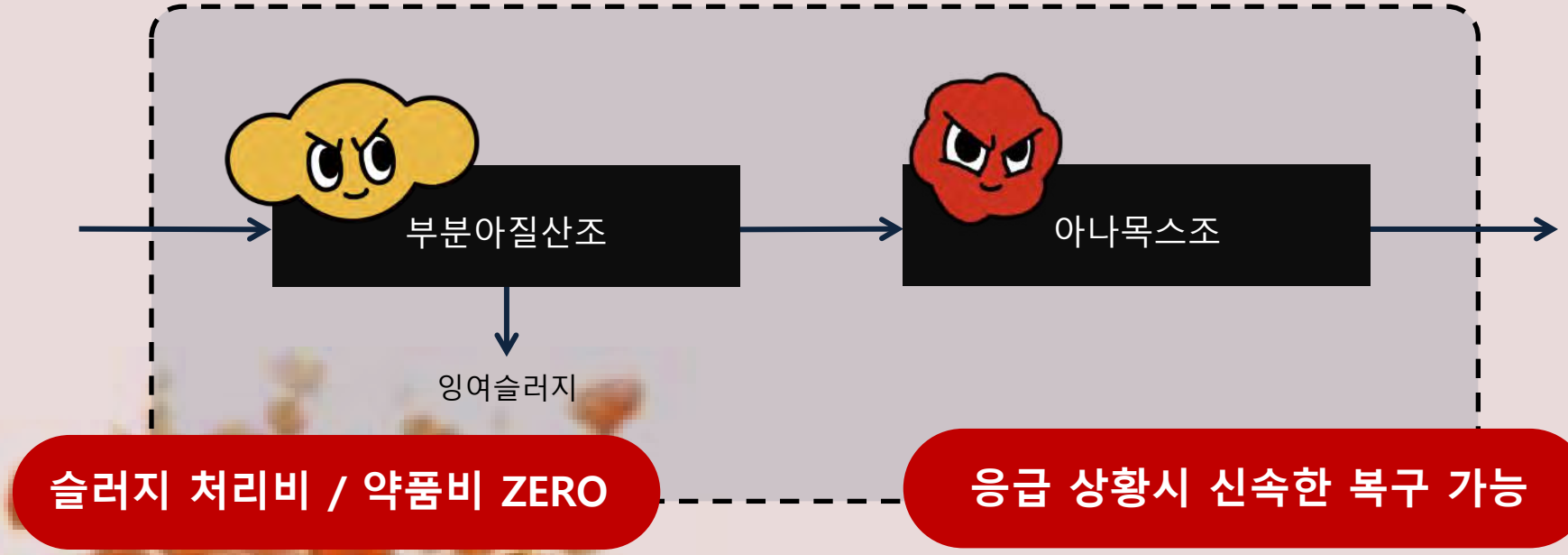


가장 안정적인

Two-Stage Anammox

유입조건 : C/N비 2이하, 부유물질 2,000~3,000mg/L

전처리 설비 없이 각각의 반응조에서 반응 수행



슬러지 처리비 / 약품비 ZERO

응급 상황시 신속한 복구 가능

기술 특징

병합소화(가축분뇨,음식물 등) 적용 사례

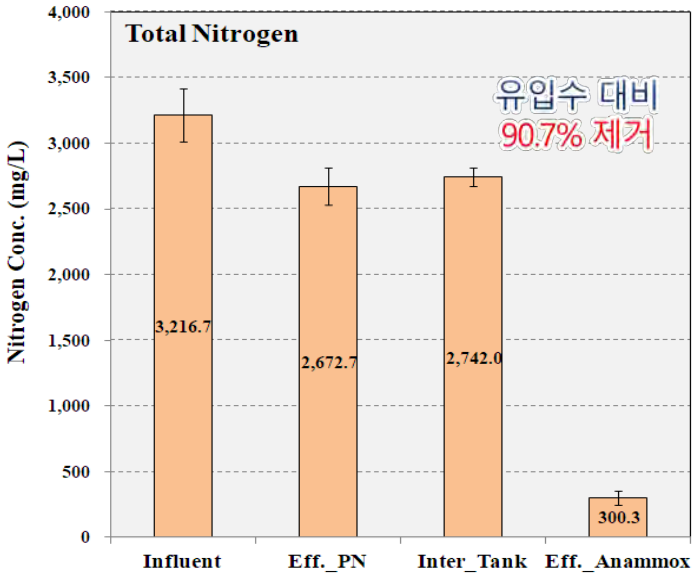
높은 안정성

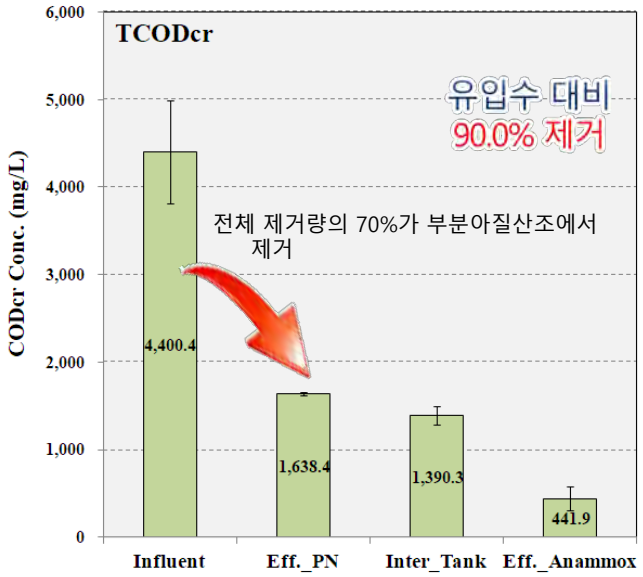
고농도 암모니아 폐수의 안정적 처리

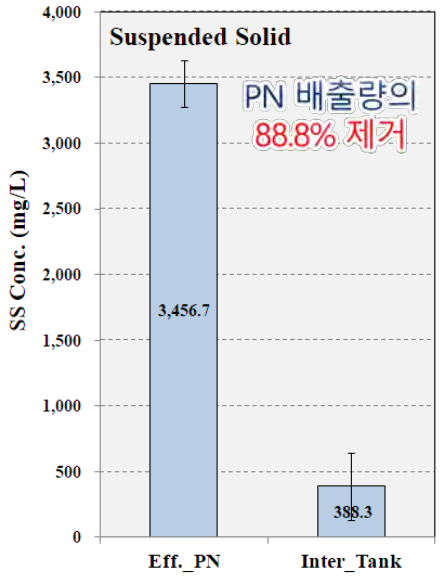
→ 홍천 친환경 에너지 타운

(NH_4 3,200 mg/L, COD 4,000 mg/L, SS 3,500 mg/L)

→ 미국 Dairy Farm 젖소분뇨 처리시설(TS 2.8%, NH_4 1,770 mg/L)







기술 특징

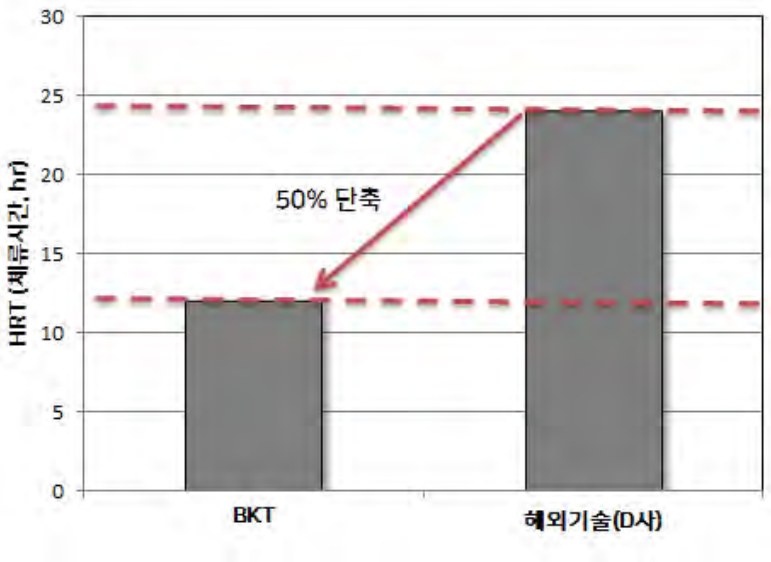
반류수 적용 사례

최고의 경제성

면적 50% 단축을 통한 공사비 절감

- NLR(질소용적부하) : 2.0 kg N/m³/d

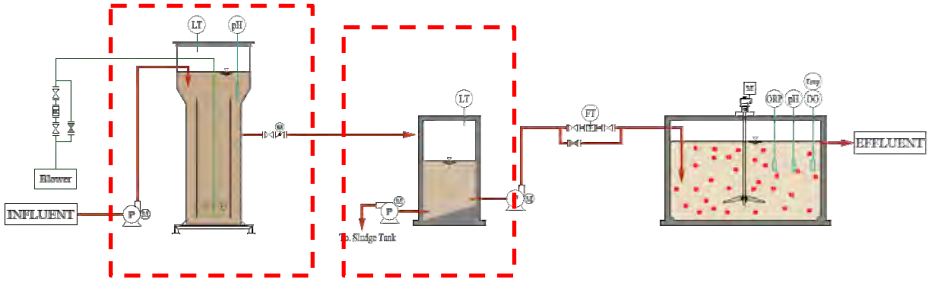
  → 해외기술(D사) 대비 HRT 50% 단축 가능



안정성

유입부하 변동 대응 안정성

- 혐기소화 효율 저하에 따른 유기물 상승 시, 부분아질산화조에서 폭기시간 조절을 통해 유기물 제거 가능
- 탈수기 효율 저하에 따른 SS 상승 시, 혼합조정조에서 침전 후 배출



부분아질산화조에서 유기물 제거

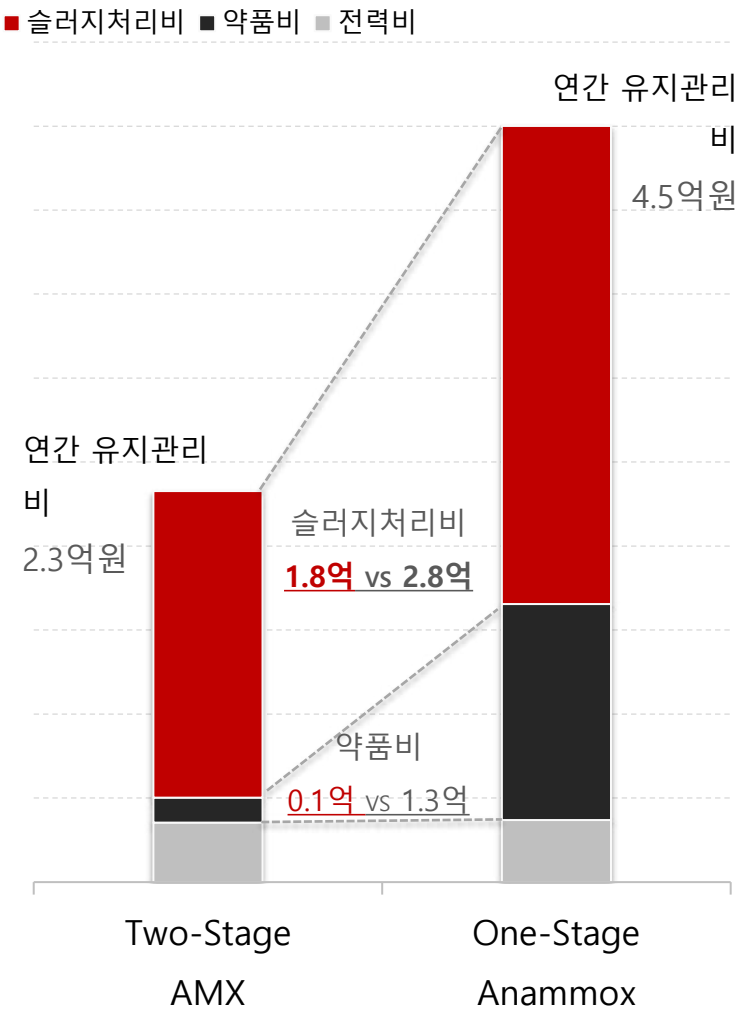
혼합조정조를 통한 침전슬러지 배출

경제적 효과

Two-stage AMX®에 의해

연간 2.2억원 SAVE

전력비	약품비	슬러지처리비
5% 절감	88% 절감	36% 절감



경제성 비교 검토 조건

→ 통합소화 탈리액 500m³/일

→ 유입수질 조건 : TN 1,200mg/L, SS 1,500mg/L

→ 총 질소제거 효율 88%

인증 및 수상

환경 신기술 인·검증

에너지 절감형 폐수처리 장치에 세종대왕상

부강테크, 특허기술상 받아
총무공상은 이모레퍼시픽

특허청 특허기술상 세종대왕상(대상) 수상

그린뉴딜 유망기업 100 선정서

(주)부강테크
대표이사 정 일 호

귀 사는 녹색산업을 선도할 유망 중소기업으로서, 기후변화와 환경위기에 적극 대응하고 신성장동력 창출에 기여할 그린뉴딜 유망기업 100으로 선정합니다.

2020년 11월 3일

환경부 장관인 중소벤처기업부 장관인

그린뉴딜 유망기업 100 녹색혁신기업 선정

Thank You!

A Clean and Beautiful World
Beyond Waste

BKT
Innovation
Beyond Waste

www.bkt21.co.kr