

세계에서 가장
안정적, 경제적인 질소제거기술

Two-Stage AMX[®]





Anammox

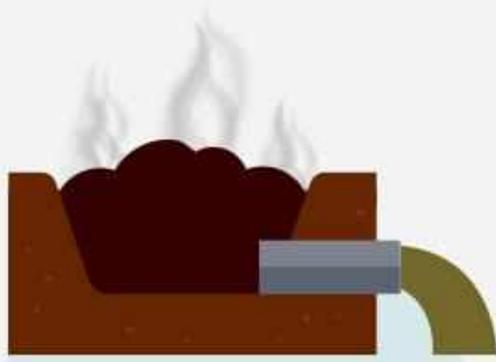
기술소개

에너지 자립, 이제 완성됩니다!

- ☑ 가장 경제적으로 고농도 질소 폐수를 처리하고 싶은 경우
- ☑ 낮은 C/N비 폐수 처리 시 경제성이 나오지 않는 경우
- ☑ 에너지 자립을 고민해야 하는 경우



유기물은
바이오가스로 전환되고
질소 성분만 잔류하는
통합소화 폐수



유기물은 분해되고
질소 성분만 잔류하는
침출수 폐수

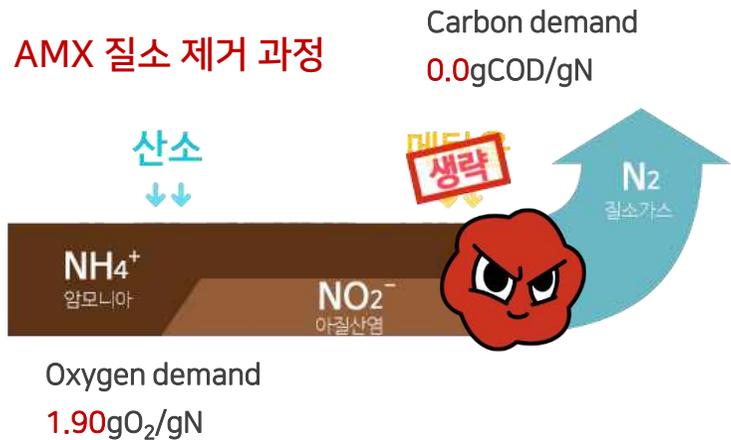
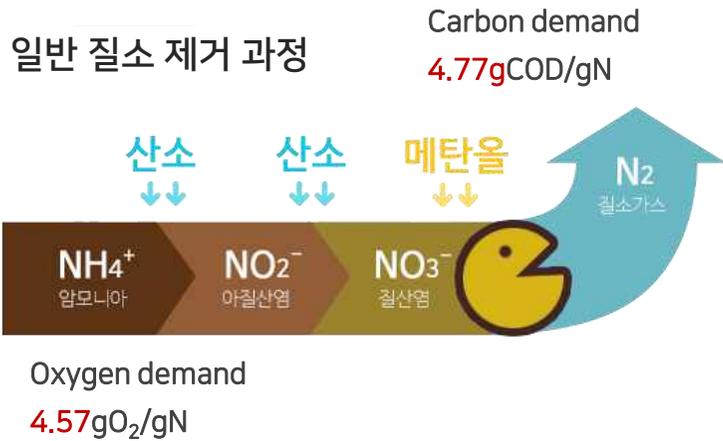
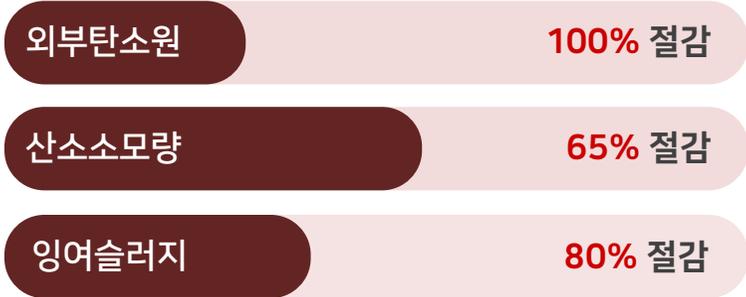


질소 성분을 이용한
제조 과정에서 발생한
산업 폐수

아나목스 소개

#외부탄소원 ZERO #산소최소화 #낮은 성장속도

유지관리비
최대 80% 이상 절감
잉여슬러지 저감

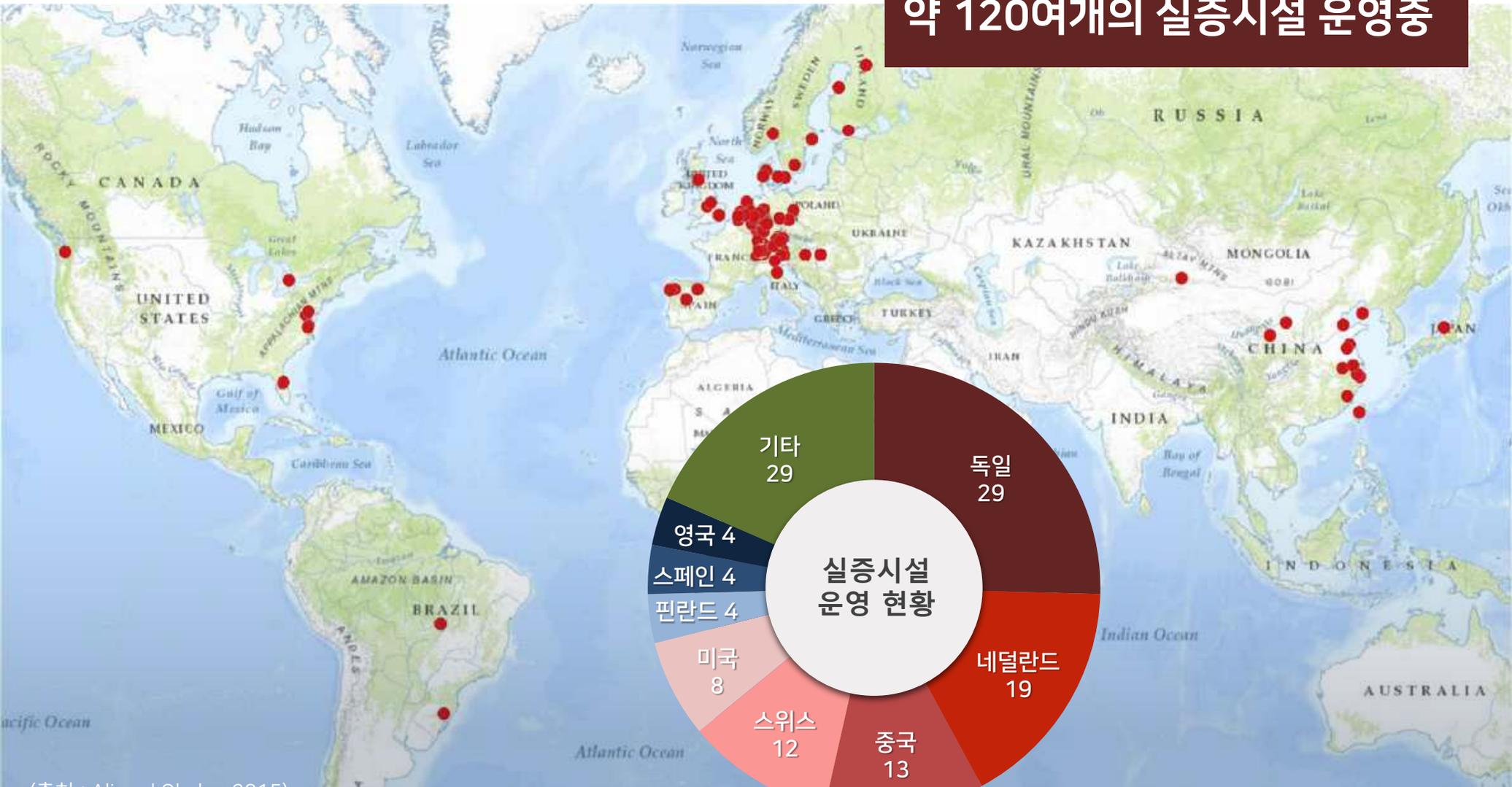


암모니아 (ammonium, 전자공여체)과 아질산염 (nitrite, 전자수용체)를 이용



해외에서 가장 보편화된 에너지 자립 기술

약 120여개의 실증시설 운영중



(출처: AIG, 2015)

기술 종류

구분	이단 반응조	단일 반응조
공정개요	부분아질산화와 아나모스 반응이 각각의 구분된 반응조에서 수행되는 기술	부분아질산화와 아나모스 반응이 하나의 반응조에서 수행되는 기술
공정도	<p>100% NH₄ → 부분아질산조 (산소 투입) → NH₄ 50% / NO₂ 50% → 아나모스조 → N₂ gas</p>	<p>100% NH₄ → 부분아질산조 + 아나모스 (산소 투입) → N₂ gas</p>
특징	성장 특성에 맞게 조가 분리되어 운전이 용이 초기 START-UP이 빠름 암모니아:아질산의 유입비율 조절이 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[®]**

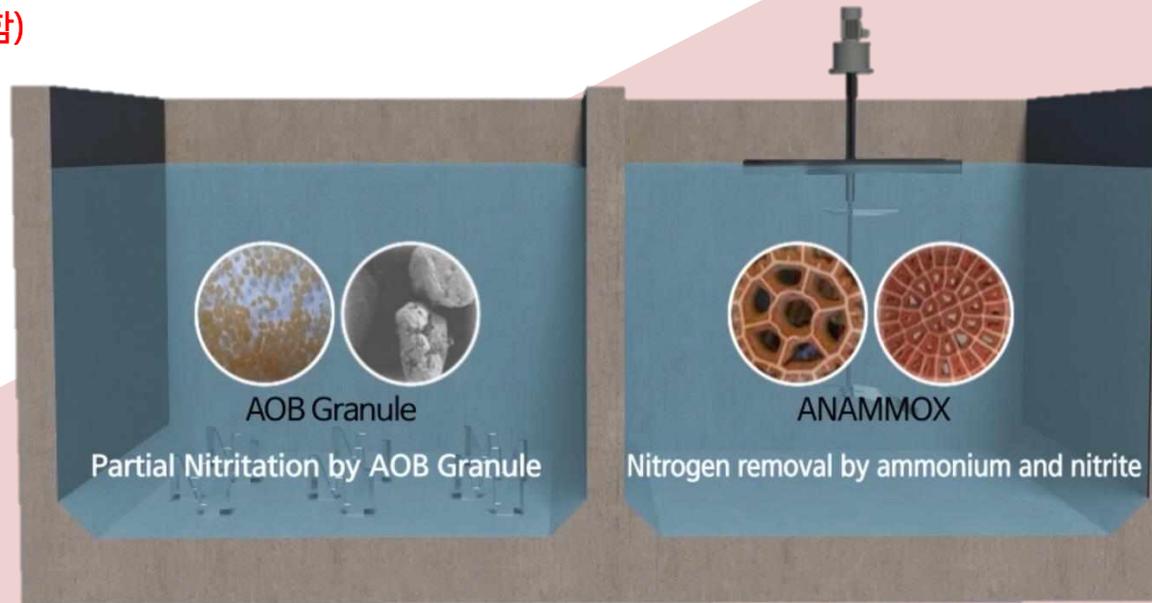
기술 소개

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

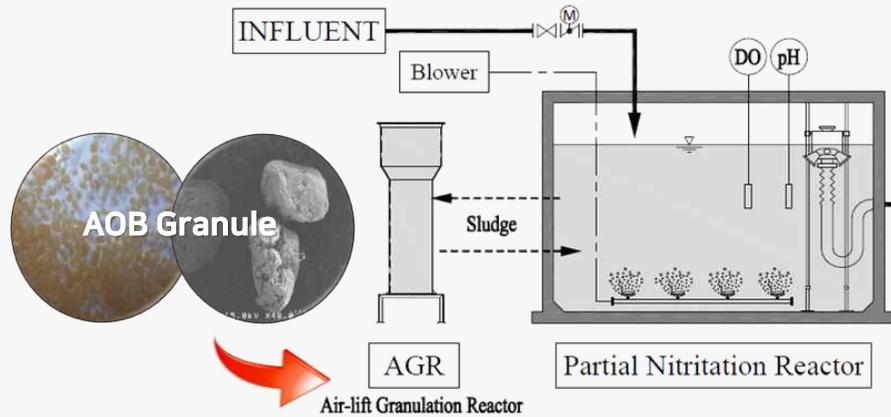
암모늄산화미생물(AOB) 그레놀을 이용한 부분아질산화 최적화

- 공정의 구성 : 그레놀 기반 SBR형태의 부분아질산화조 + 아나목스 반응조
- 질소 용적부하(NLR) : $2.0 \text{ kgN/m}^3/\text{d}$ (혼합조정조 포함)
- 성능 : ~ 90% 암모니아 제거 & ~ 88% 총질소 제거



기술 소개

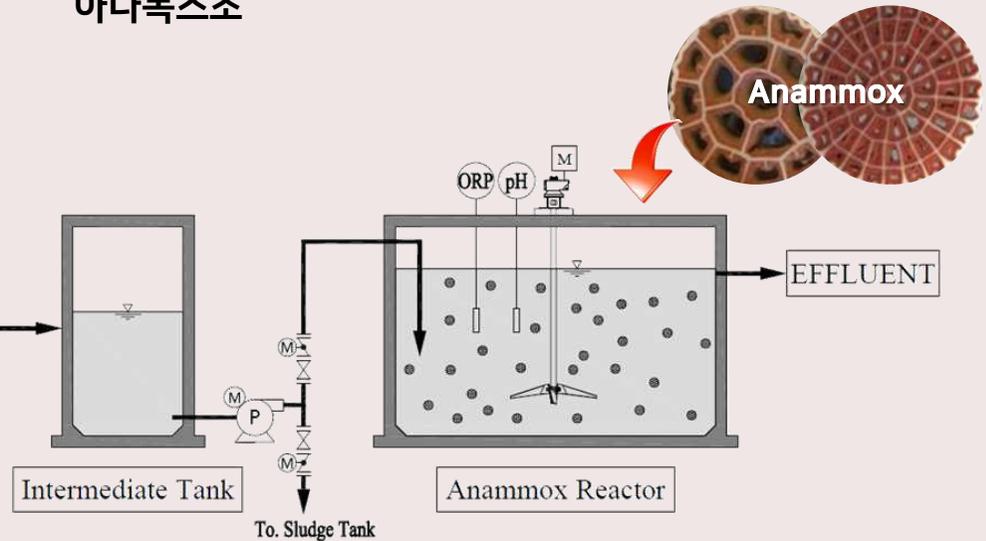
부분아질산조



고농도의 AOB 그래놀을 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

아나목스조



고농도의 아나목스 미생물을 유동상 담체에 부착하여 아나목스 반응 진행

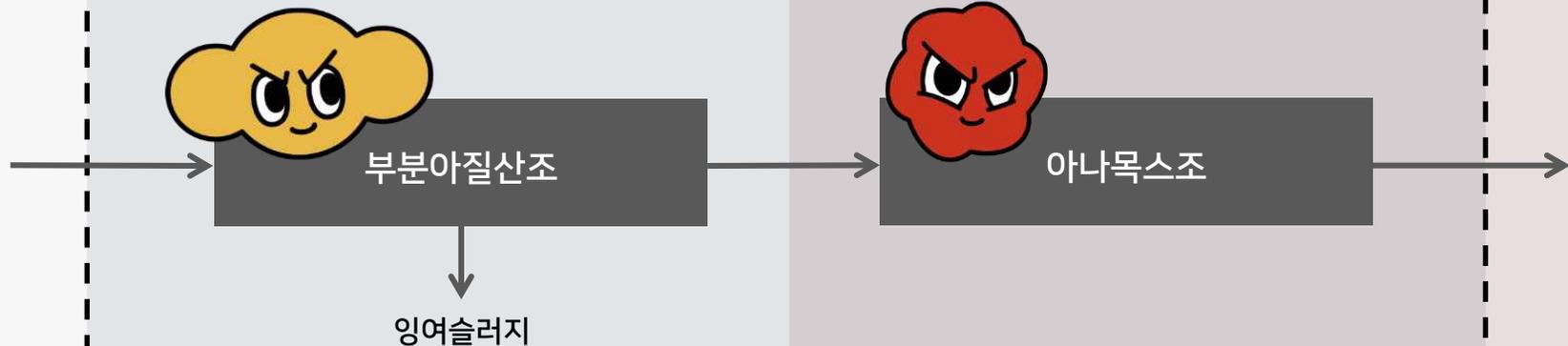
- 반응조 내 고농도 아나목스 미생물 확보
- 혐기조건 형성에 따른 아나목스 효율 극대화

기술 특징

세계에서 가장 **#안정적**이고 경제적인 **Two-Stage AMX[®]**

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

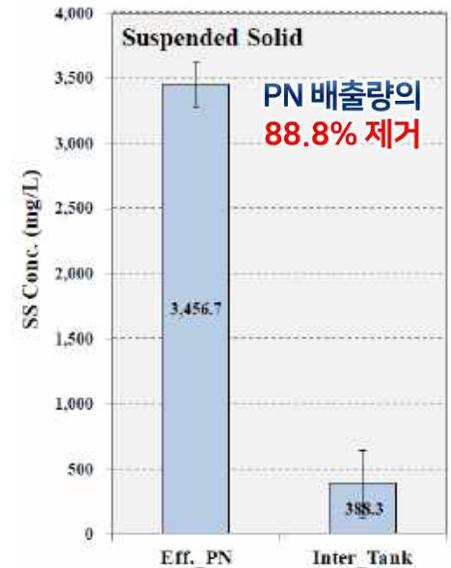
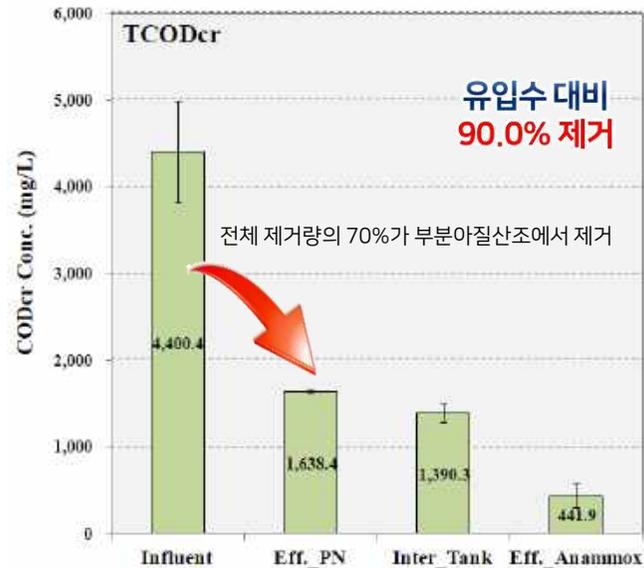
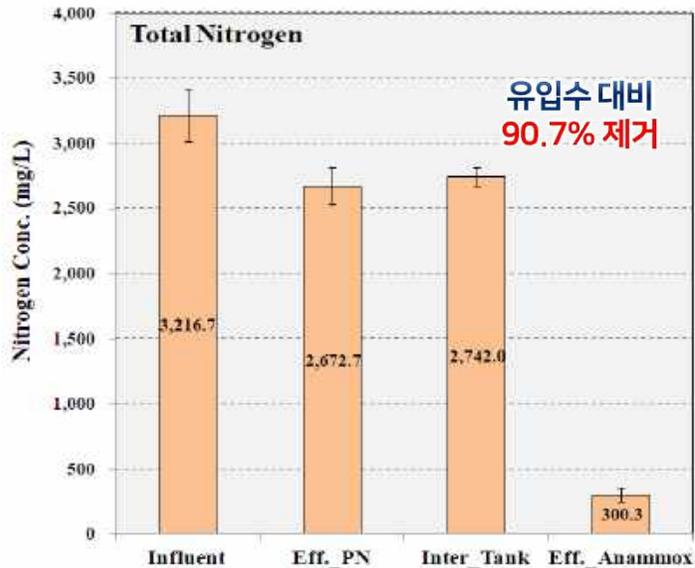
높은 안정성

고농도 암모니아 폐수의 안정적 처리

→ 흥천 친환경 에너지 타운

(NH₄ 3,200 mg/L, COD 4,000 mg/L, SS 3,500 mg/L)

→ 미국 Dairy Farm 젖소분뇨 처리시설(TS 2.8%, NH₄ 1,770 mg/L)



기술 특징

세계에서 가장 안정적이고 **#경제적**인 Two-Stage AMX®

Two-stage AMX®에 의해

연간 2.2억원 SAVE

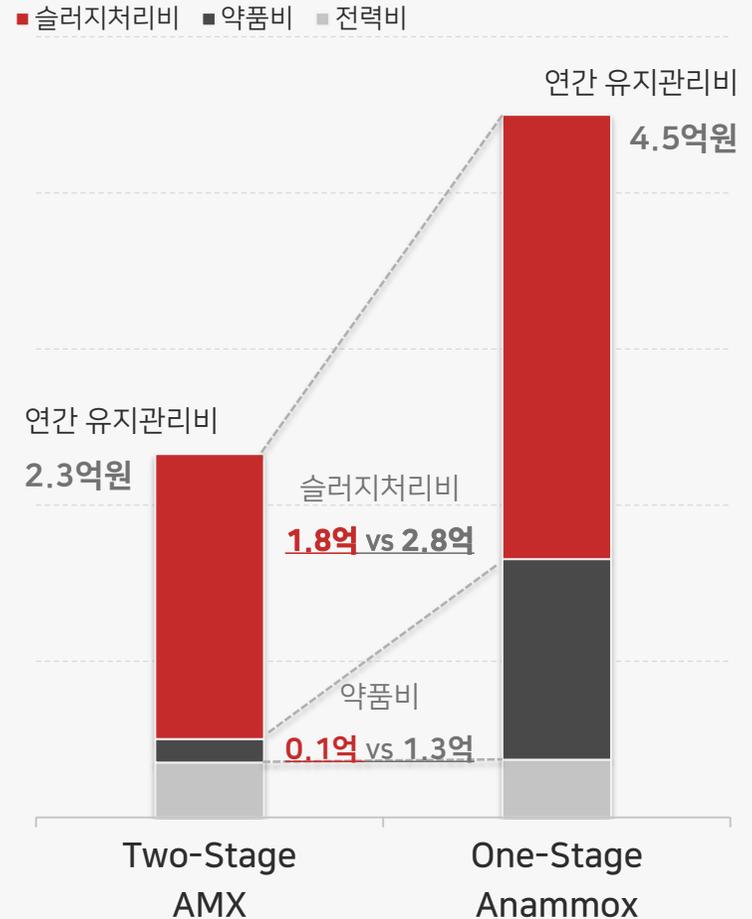
전력비
5% 절감

약품비
88% 절감

슬러지처리비
36% 절감

경제성 비교 검토 조건

- 통합소화 탈리액 500m³/일
- 유입수질 조건 : TN 1,200mg/L, SS 1,500mg/L
- 총 질소제거 효율 88%



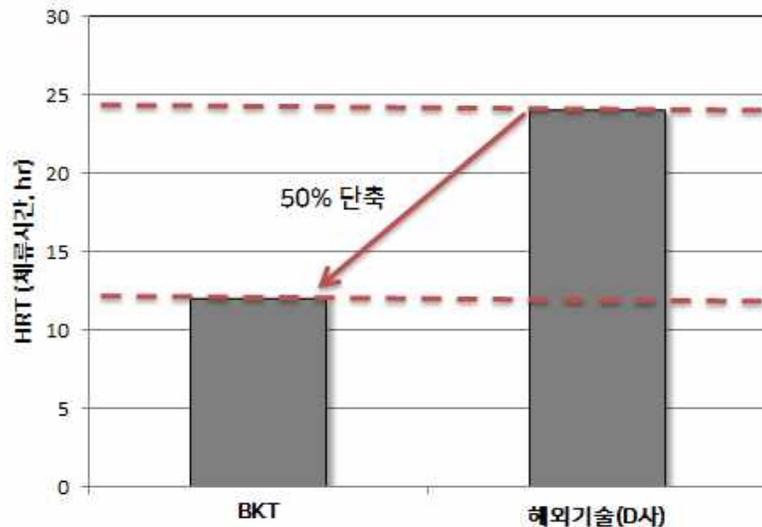
기술 특징

반류수 적용 사례

최고의 경제성

면적 50% 단축을 통한 공사비 절감

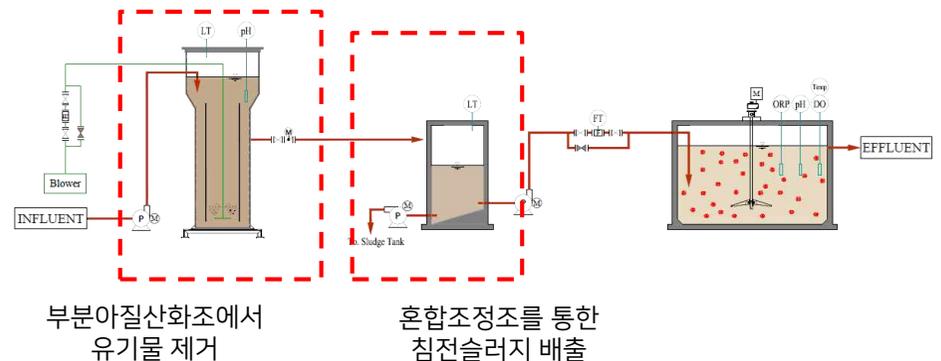
- NLR(질소용적부하) : 2.0 kg N/m³/d
→ 해외기술(D사) 대비 HRT 50% 단축 가능



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



기술 특징

#국내 최초 상용화 성공 #신기술 인증

국내 최초 아나목스 상용화(하수 반류수)
부산녹산 소화조 설치사업



국내 최초 아나목스 실적(병합소화)
홍천 친환경 에너지타운



기술 특징

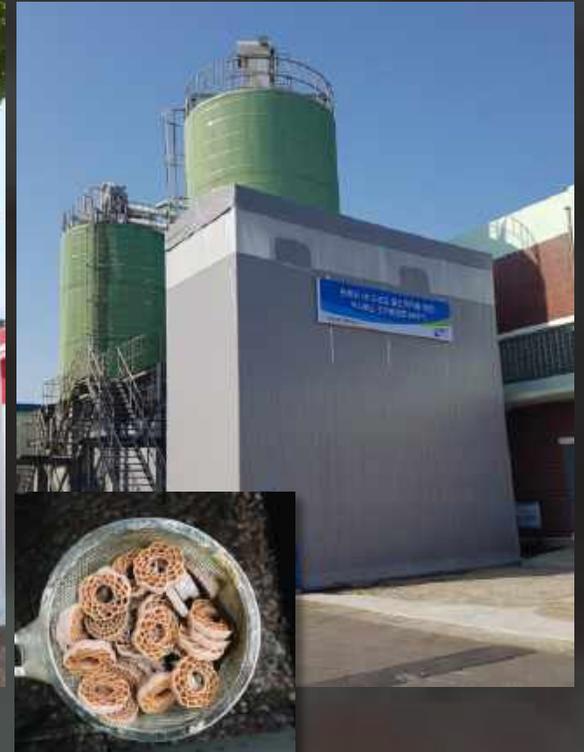
#국내 유일의 균 공급체계 구축

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

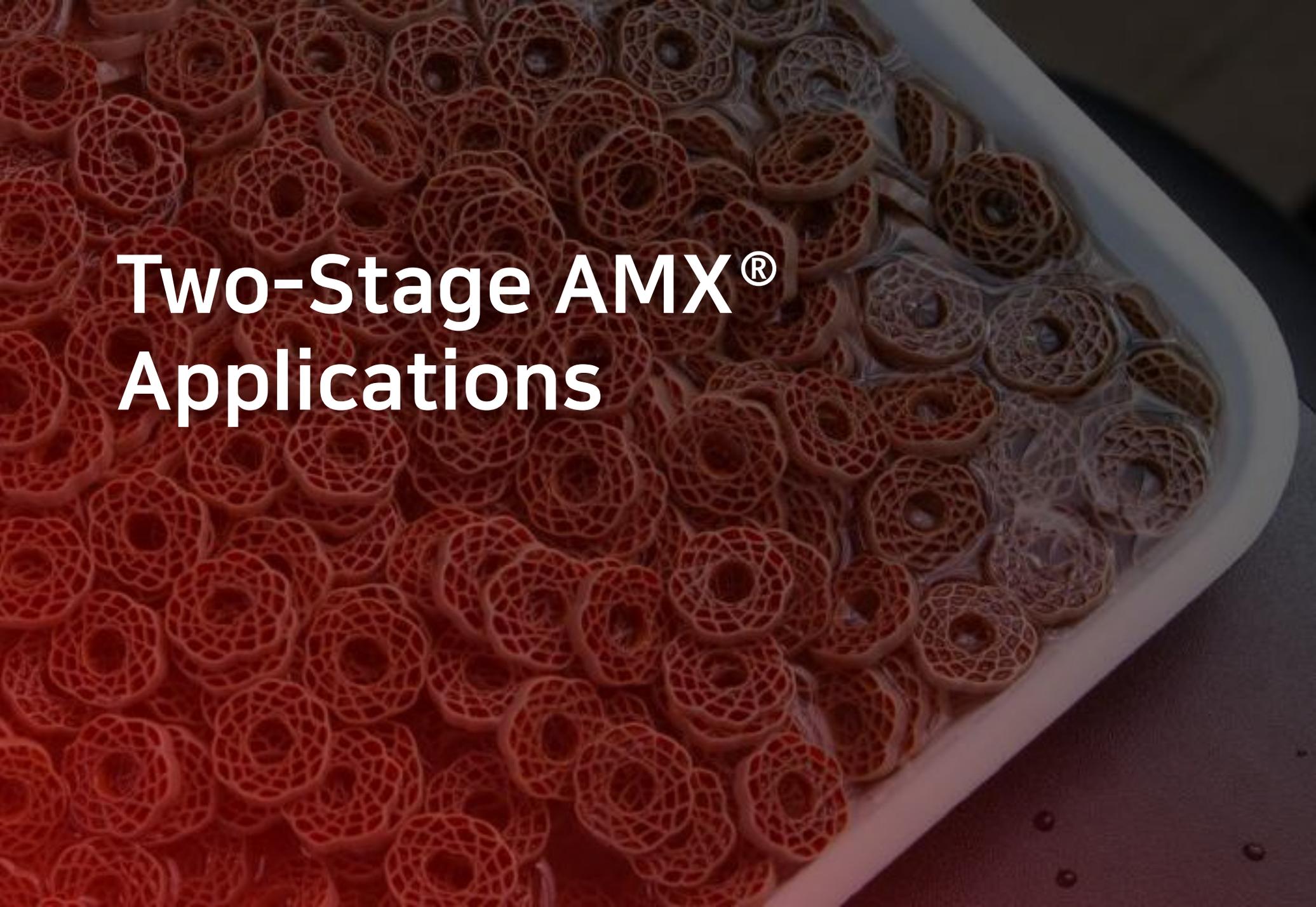
아나목스 공정의 성공여부는
종균의 확보 및 배양, 유지



대전하수처리장 대량배양조

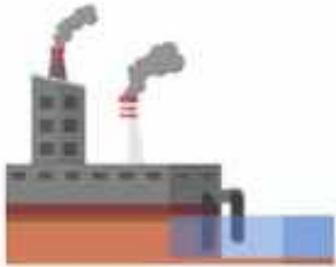


대전 위생매립장 대량배양조

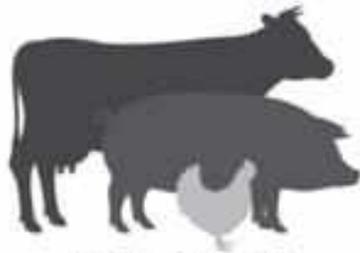
A photograph of a white tray filled with numerous circular, porous structures. The structures are arranged in a grid-like pattern. The left side of the tray shows structures that are bright orange, while the right side shows structures that are a light grey or off-white color. The structures have a complex, lattice-like internal structure. The text "Two-Stage AMX® Applications" is overlaid in white on the orange structures.

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
		하수 반류수 (슬러지 소화 탈리액)	대전하수처리장	400	대전광역시	국내 최초 아나목스 대량배양조 / 자체 운영
		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)	삼성전자, SK 하이닉스 등	-	삼성전자, SK 하이닉스	상용화 기술개발 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 580m³/일 + 음폐수 200m³/일
- 반류수의 경제적인 질소처리를 통한 에너지 자립화 달성
- 현황 : 2019년 11월 시운전 예정



반류수 처리에 AMX 적용으로

연 10억원 이상의 운영비 절감 예상

[VS MLE Process]

전력비 3.85억 ▶▶ 1.75억 **55% 절감**

부분아질산화로 폭기량 최대 65% 감소
전력비의 55% 이상을 차지하는 포기(Aeration) 최소화

약품비 8.54억 ▶▶ 3천 **97% 절감**

외부탄소원이 불필요하여 약품비 최소화
낮은 C/N비에서 질소 제거가 가능한 AMX균

슬러지 처리비 4천6백 ▶▶ 1천2백 **73% 절감**

슬러지 폐기량 ZERO
슬러지 발생량 최소 / 잉여균 전량 재활용

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
67% 절감

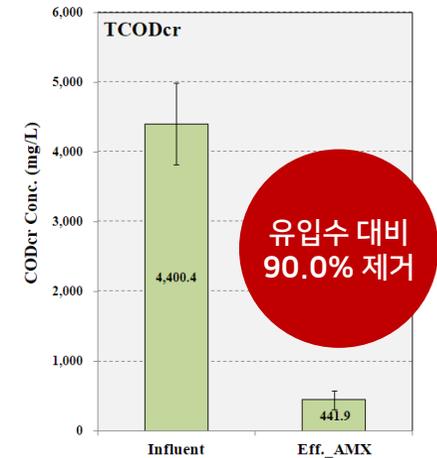
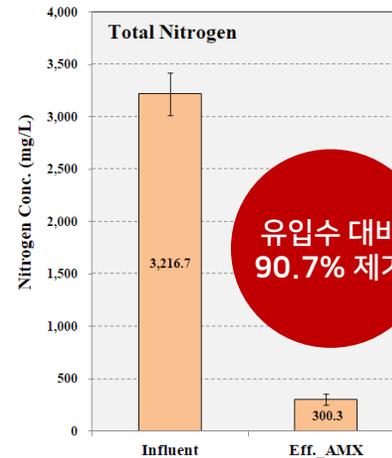
연간 **0.3억** SAVE

외부탄소원
100% 절감

연간 **1.2억** SAVE

슬러지처리비
53% 절감

연간 **0.6억** SAVE



매립지의 침출수 처리에서도 에너지 절감의 핵심

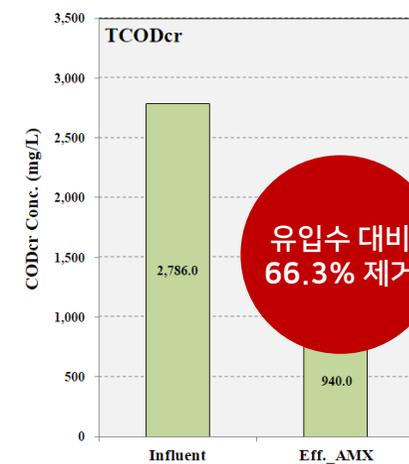
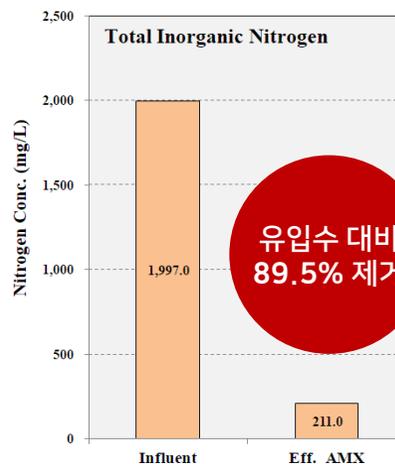
수도권매립지 침출수 처리



- 매립지 침출수(4,000m³/일)의 고농도 질소처리에 대한
성능평가 및 외부탄소원 저감을 위한 파일럿 현장 평가 수행

AMX 적용 시 확보되는 경제적 효과

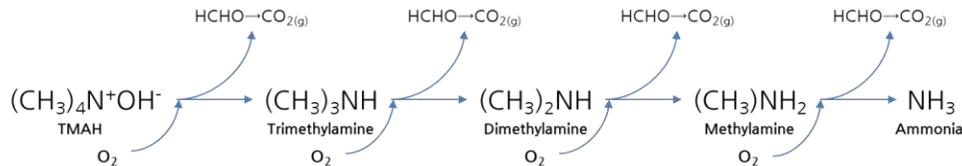
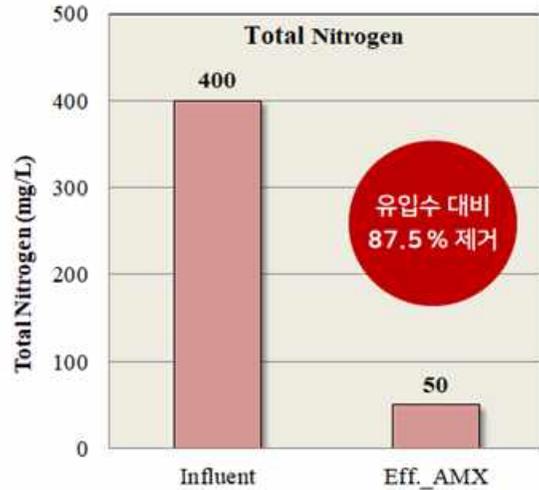
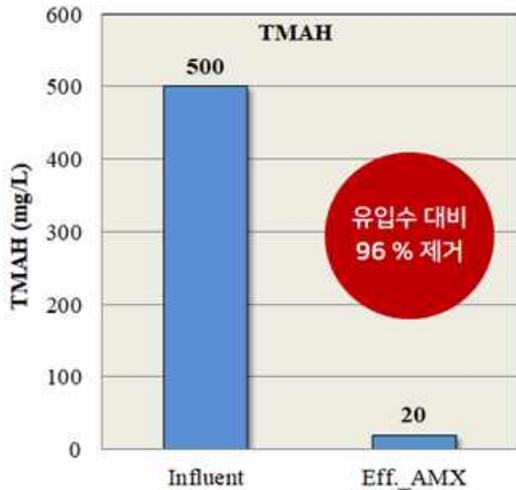
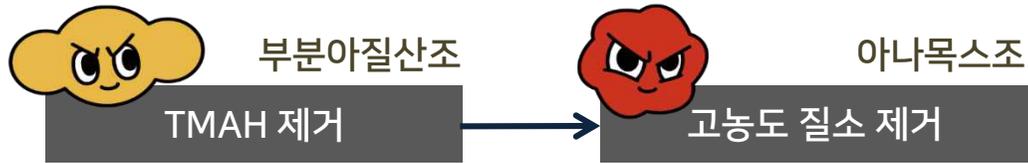
송풍전력비 54% 절감 연간 5.1억 SAVE	외부탄소원 100% 절감 연간 10억 SAVE	슬러지처리비 69% 절감 연간 0.3억 SAVE
---	---	--



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

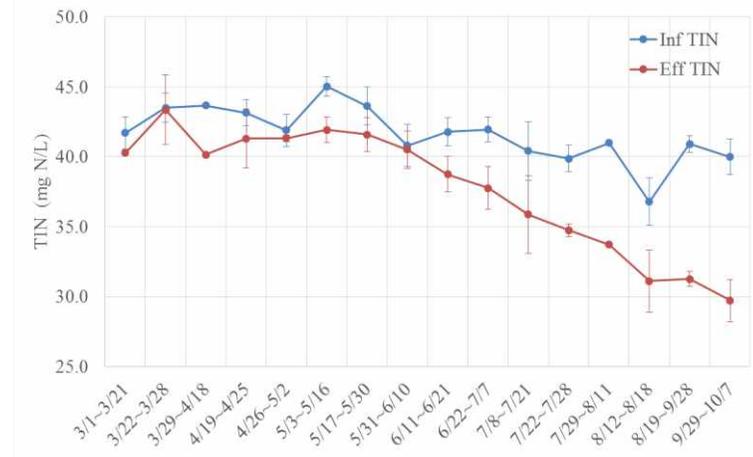
약품 100%, 슬러지 처리 55%, 전력비 40% 절감 가능하여 라인 당 수백억 SAVE

에너지 절감의 핵심

Main stream

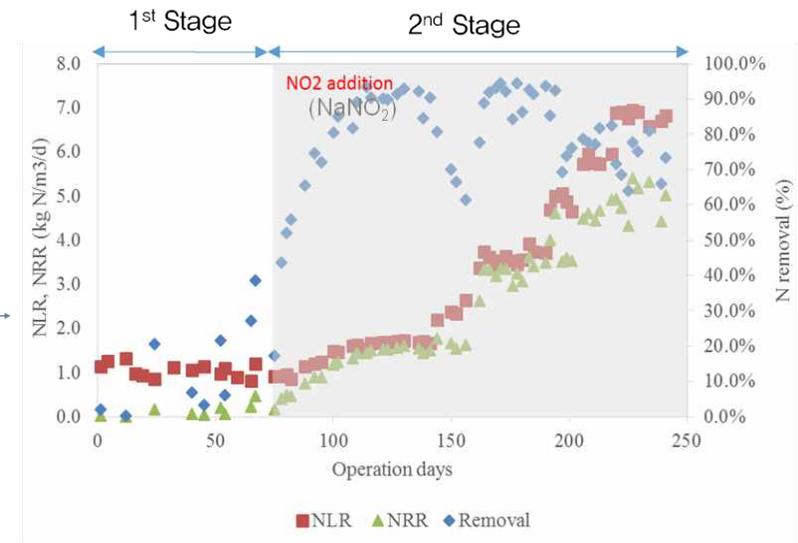
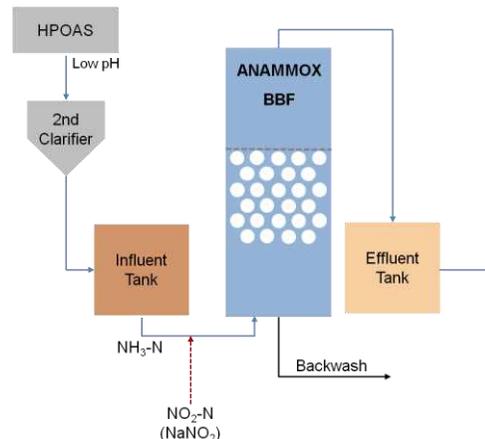
생물여과를 이용한 3차처리 성능평가 수행

- 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 아나모кс 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



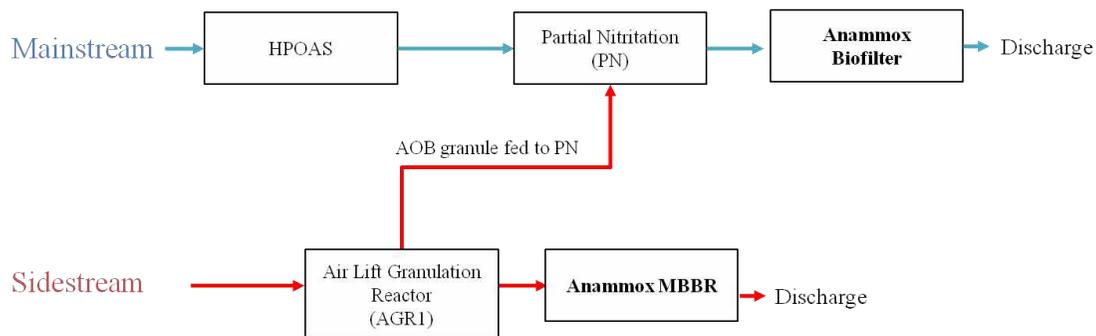
미국의 하수처리장에서도

에너지 절감의 핵심

Main & Side stream

HWRP 에서의 Main & Side stream TEST Plan

- Only draw-back for mainstream is to produce enough NO₂ & to suppress NOB
- AOB bio-augmentation & system optimization can suppress NOB



미국의 젓소 농장에서도

에너지 절감의 핵심

고농도 가축분뇨

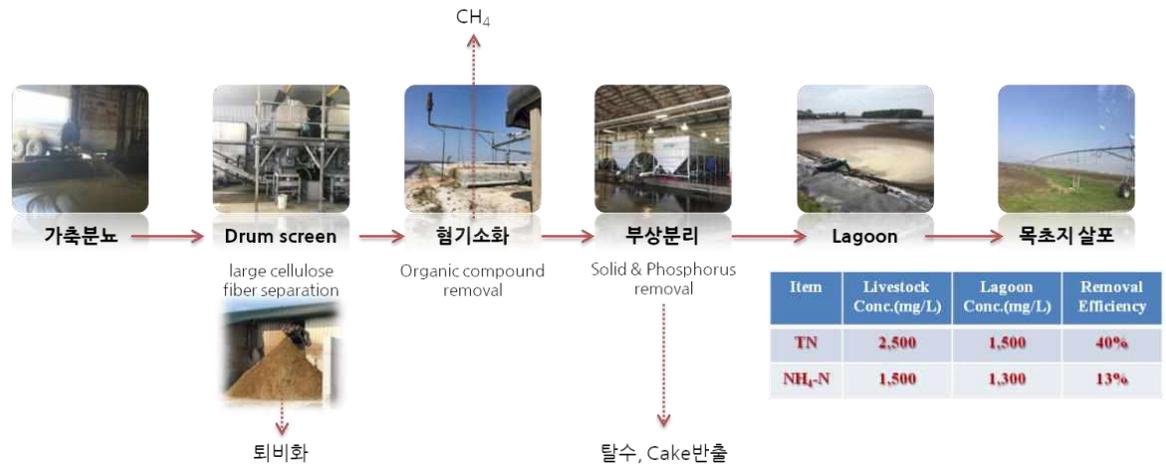
Bos Dairy Farm(Indiana) 현황

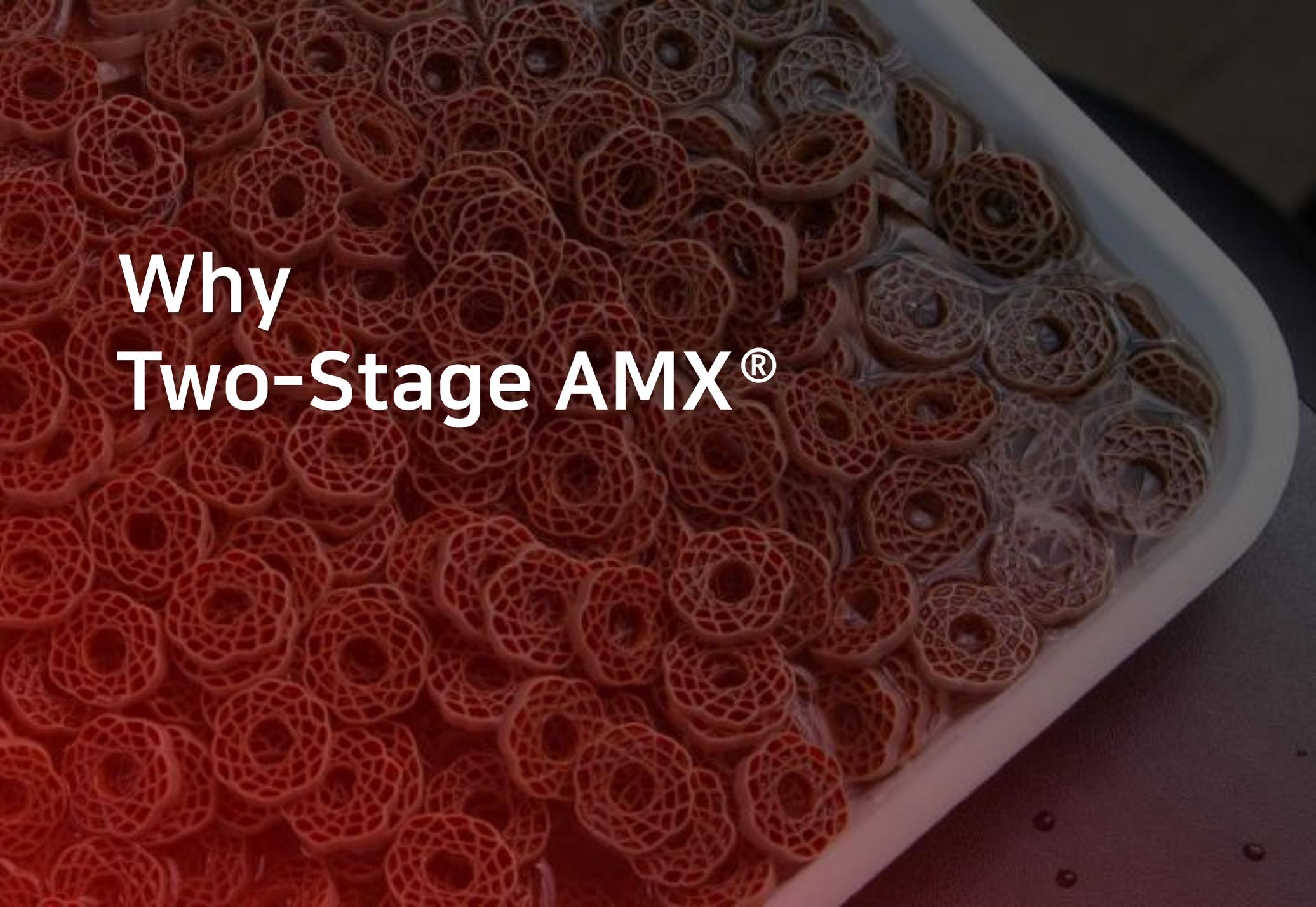
- 발생폐수 : 150 GPM (820m³/day)
 - 젓소 사육두수 4,000두
- 혐기소화 이후 라군에서 안정화
 - 목초지 살포 (최근 가축분뇨 살포 규제로 인해 질소처리가 필요)



Treated water quality targets

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





**Why
Two-Stage AMX®**

알고 계시나요?

세계 각국 운영 중인 시설에서 발생한 실제 돌발 상황

**고농도 유기물 및 부유물질에
취약한 아나목스**



혐기성소화조 소화효율 저하

하이페리온 하수처리장
Side-Stream 파일럿 테스트



탈수기 수리에 의한 슬러지 유입

홍천친환경에너지타운
AMX 신기술 파일럿 테스트



탈수약품 교체에 의한 슬러지 유입

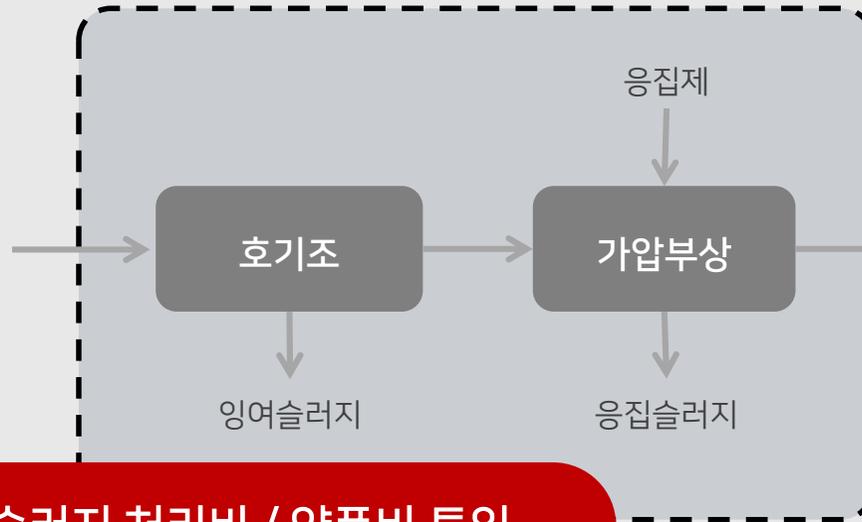
대전 하수처리장
AMX 대량배양조

해외 아나목스 시장에서 일반적인

One-Stage Anammox

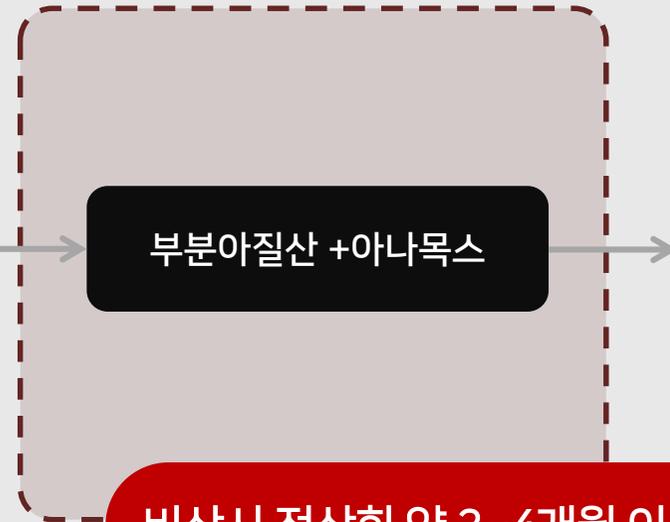
필수 유입조건 : C/N비 1이하, 부유물질 200~300mg/L

전처리 설비를 통한 안정화 유도



슬러지 처리비 / 약품비 투입

단일 반응조에서 반응 동시수행



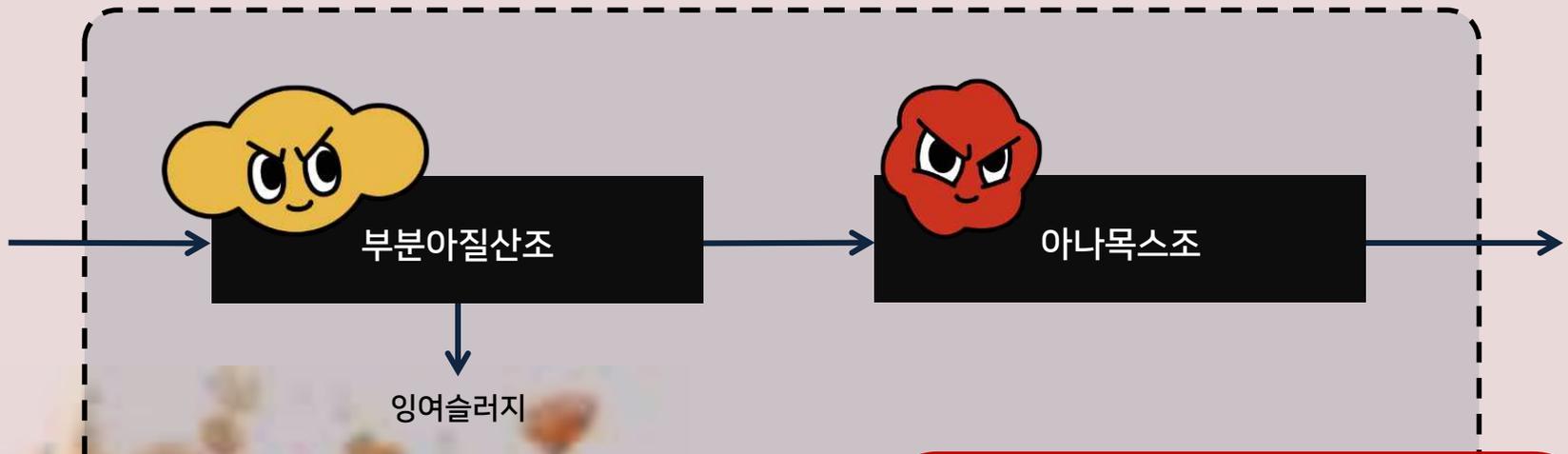
비상시 정상화약 3~4개월 이상 소요

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

경제적 효과

Two-stage AMX[®]에 의해

연간 2.2억원 SAVE

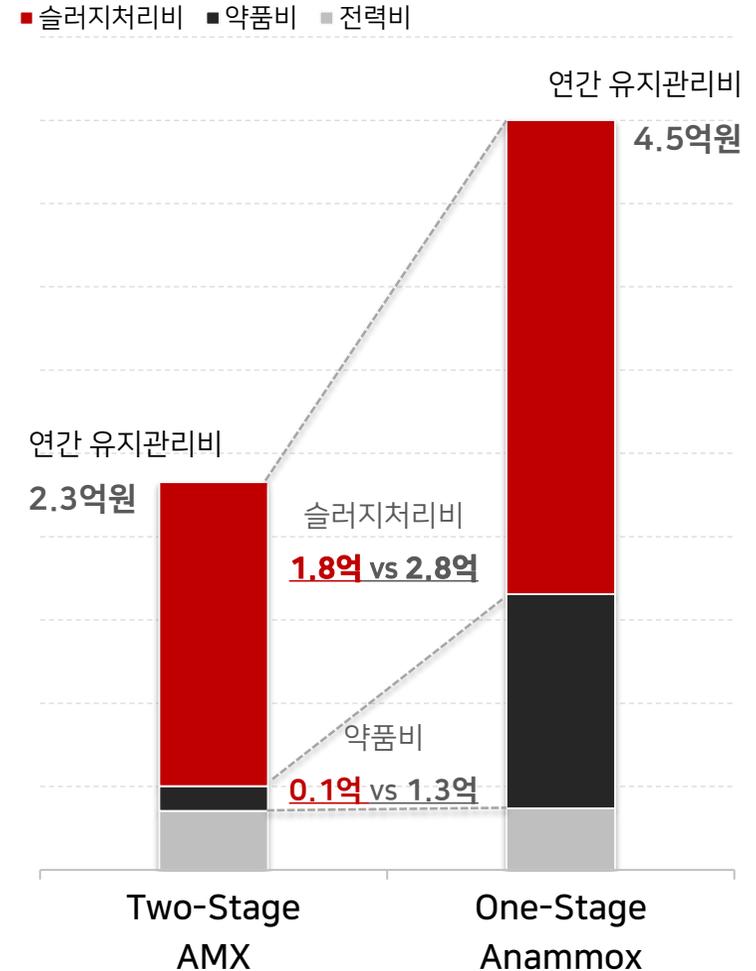
전력비
5% 절감

약품비
88% 절감

슬러지처리비
36% 절감

경제성 비교 검토 조건

- 통합소화 탈리액 500m³/일
- 유입수질 조건 : TN 1,200mg/L, SS 1,500mg/L
- 총 질소제거 효율 88%



Thank You!

A Clean and Beautiful World
Beyond Waste

AMX
Two-Stage AMX