

슬러지 배관 에어 배출방법 개선

최영식, 구윤림 _ 대전광역시 시설관리공단

서론

대전광역시 하수처리장은 1~4단계로 건설되었으며 시설용량은 90만톤/일로서 유입 하수를 표준 활성 슬러지법으로 처리하면서 최초침전지 및 최종침전에 침전된 슬러지를 과정에 따라 농축조, 소화조, 소화농축조, 탈수기로 이송 처리하기 위해 슬러지 배관 및 생슬러지 펌프 반송펌프 등 112대가 대부분 지하에 전개 설치되어 있고 그중 일부 30만톤/일을 처리할 수 있는 1,2처리장 설비를 살펴보면 아래 표와 같다.

구분	시설명	규격	수량
최초침전지	생슬러지펌프	ø100×1.0m³/min×H5m×7.5KW	2대
		ø150×2.0m³/min×H12m×11KW	2대
최종침전지	반송펌프	ø400×14m³/min×H5.0m×22KW	2대
		ø500×26m³/min×H5.0m×37KW	1대
	잉여펌프	ø500×18m³/min×H7.0m×45KW	3대
		ø200×2.6m³/min×H12.5m×11KW	2대
농축조	농축조펌프	ø200×2.6m³/min×H9.0m×11KW	2대
		ø100×1.2m³/min×H17m×11KW	2대
소화농축조	소화농축조 펌프	ø100×0.6m³/min×H22m×7.5KW	2대
		ø100×0.6m³/min×H22m×7.5KW	2대
탈수설비	슬러지펌프	ø100×7 - 23m³/hr×5.5KW	5대
		ø80×3.6 - 15m³/hr×3.7KW	3대
합계			28대

생슬러지를 농축, 소화, 소화농축, 탈수의 처리 과정뿐만 아니라 타 시설로의 이송 시 공기 및 가스가 발생하는데 하절기에는 그 양이 대폭 증가한다. 특히 이송관 내부 및 펌프 내에서 발생한 공기가 누적됨으로써 여러 가지 문제를 일으키게 된다.

이 설비들은 대부분 중앙 제어실에서 원격 운전하고 있으며 배관 및 이송펌프들은 현장 근무자가 주기적으로 점검 순찰하면서 슬러지관에 공기가 고여 흐름을 저해하지 않도록 공기 배출 밸브의 동작점검 및 직접 밸브를 조작해 에어배출 작업을 실시하고 있으나 많은 수량과 넓은 구역에 설치가 되어 있어서 시간적 제약이 따르는 게 현실이다.

본 론

1. 슬러지 이송 시 발생하는 문제점

슬러지에서 발생하는 기체가 밀폐된 공간인 배관 및 슬러지 펌프 내에 공기층을 만들어 공동현상이 발생하고 이로 인한 슬러지 이송 불능 상태를 막기 위하여 슬러지 펌프 흡입, 토출 관 상부에 수동으로 기체를 배출할 수 있는 배관($\phi 15-20$)과 밸브가 설치되어 각 부서 근무자가 현장을 순찰 수동 조작으로 공기를 배출하고 있다.

평소 이 설비를 운전 및 유지 관리하면서 나타난 문제점을 살펴 보면

첫째 : 펌프와 관 내부에 기체가 발생 누적되어 이송 불능상태가 되고 펌프 공회전으로 발열과 전력소비가 뒤따른다.

둘째 : 공동현상으로 펌프 진동과 임펠러 폴립 파손 케이싱 마모 또는 천공되어 보수 예산과 시간을 낭비한다.

셋째 : 공기를 수동으로 배출 시 배출 공기량보다 훨씬 많은 슬러지가 공기와 함께 분출 비산하여 청소 시간과 용수소비는 물론 오수펌프 가동으로 인해 침사지의 순환수가 증가하여 용수, 전력, 인력이 낭비된다.

넷째 : 누적 공기를 배출하기 위해 주기적으로 순찰 조작하여야 하고 배출밸브 고소 설치 장소의 안전사고 요인이 있다.

■ 문제점 예시 - 탈수실

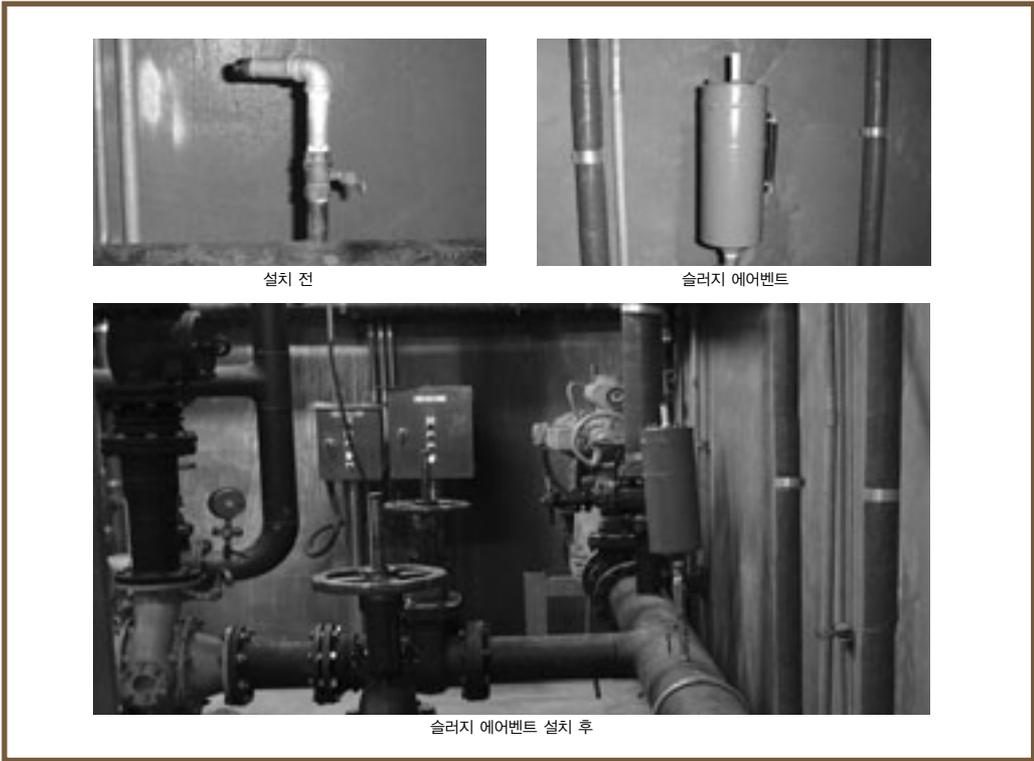
고압 벨트 프레스형 탈수기 19대가 설치되어 있고 탈수기 각각의 기기에는 슬러지 공급 펌프와 약품 펌프가 동작 소화 슬러지에 적당량의 응집제가 투입되어 교반 후 탈수를 함으로써 탈수를 원활하게 할 수 있다. 그러나 탈수기 가동 중 슬러지 공급펌프 내의 공기가 이송 불능상태를 만들어 약품만 공급되어졌을 시 여과포에 다량의 응집제 흡착으로 정상 상태의 탈수가 불가능할 뿐만 아니라 다른 여과포 청소 방법이 없어 몇 시간(약 2~12시간) 동안 함수율이 불량한 상태로 가동하여야 서서히 여과포가 청소되는 현상이 발생하여 탈수 효율의 저하를 초래한다.

(1) 고장발생 수선현황('03~'05)

2003년에서 2005년까지 고장 발생으로 자체 수선하지 못하고 외주 수선한 현황을 연도별로 보면 아래와 같다.

- '03년도 : 1처리장 초침 슬러지 펌프 등 2대
- '04년도 : 4처리장 중침 반송 펌프 등 6대
- '05년도 : 4처리장 농축 슬러지 펌프 등 6대

위의 고장원인은 스쿠류형 임펠러의 볼트 및 너트의 풀림으로 임펠러 편마모 및 부분파손, 섹션커버 편마모 등으로 발생한 고장이다.



2. 문제점 해소 방법

이러한 문제점들을 해소하기 위해 이미 개발 시판하는 제품을 구입 설치하려 하였으나 슬러지용 에어벤트는 시판하는 제품이 없어 직접 위 그림과 같은 슬러지용 에어벤트를 연구 제작하여 슬러지 펌프 흡입 및 토출 배관에 부착 운전함으로써 첫째 무동력이며, 둘째 자동으로 동작되고, 셋째 연속적으로 동작하고, 넷째 공기를 완벽하게 분리 배출하여 문제점들을 모두 해소, 효과적이고 안전하게 설비를 운영할 수 있게 되었다.

(1) 슬러지 에어벤트 설치 전후 비교표

구분	설치 전	설치 후
배출방법	인력 수동	무동력 자동
배출시기	공기누적 순찰배출 시	주변발생 즉시
배출물	슬러지 다량포함 공기	공기
공동현상	발생	없음
펌프	진동, 임펠러 고장, 이송불능	무진동 좌측현상 없음
펌프실	주변 및 배관 불결	청결
설치비	없음	필요

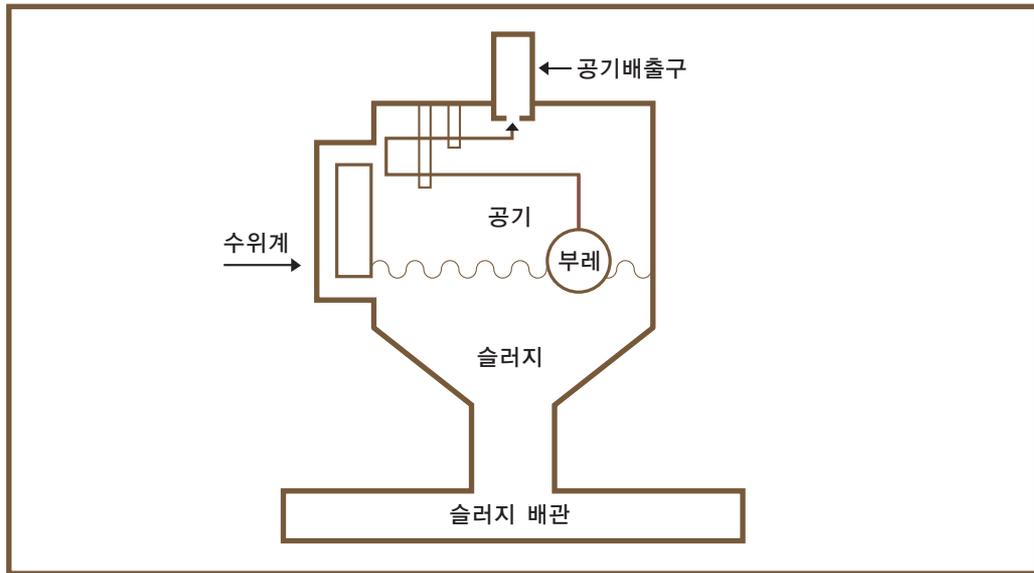
(2) 예상 경비 절감액

- 반송펌프 수선소요비용 1대당 4,222천원
- 기타 청소용 용수 및 오수펌프용 전력비 절감

(3) 기대효과

- 펌프와 관 내부에 기체 발생으로 인한 흐름저해요인 해소 및 펌프 공회전 방지로 전력 소비 절감
- 공동현상으로 인한 펌프 진동, 임펠러 풀림, 파손, 케이싱 마모, 천공되어 발생하는 고장을 방지함으로써 보수 예산과 시간 절감 효과
- 공기를 수동으로 배출 시 배출 공기량보다 많은 슬러지가 공기와 함께 분출 비산하여 청소 시간과 용수 소비는 물론 오수펌프 가동으로 인한 침사지로의 순환수가 증가 문제, 전력, 인력 낭비원인의 해소
- 공기를 배출하기 위해 고소에 설치된 배출밸브의 자동동작으로 안전사고 요인 배제

위와 같이 무동력 자동으로 배출하여 펌프의 고장 발생 및 인력 낭비요인을 줄여 예산을 절감하고 안전사고 예방에 효과가 기대된다.



슬러지 에어벤트 동작원리

3. 슬러지 에어벤트 동작 원리

- 가. 밀폐된 공간에 내부 공기를 빼지 않고는 액체를 가득 넣을 수 없다는 사실과
- 나. 이때 생기는 경계면을 판으로 적절하게 이용
- 다. 부레와 지렛대를 사용 상·하한선 내에서 배출구 개폐
- 라. 최초 투입 시 배출구에 슬러지 튀지 않게 격판 하단 설치
- 마. 기타 에어벤트 밀면은 깔때기 모양으로 하고 인입관은 20A 이상

결론

현재 설치하여 사용하는 슬러지 에어벤트는 폐품을 재활용하고 일부 부품을 구입해 자체 제작한 것으로 규격, 내구성, 미관에서 다소 부족하지만 미비점을 적극 개선하고 내구성 및 편리성을 고려해 좋은 제품으로 생산할 수 있다면 대전광역시 시설관리공단뿐만 아니라 다른 곳에서도 널리 사용되어 보수비 절감, 에너지 절약, 인력 및 시간과 안전사고 예방에 도움이 되리라 판단된다. ☺