

원심탈수기와 관내이송시스템을 융합한 운전자동화 연구사례

배상식* · 정승화* · 신동기*

1. 서 론

침전슬러지 탈수설비를 운전자 중심의 24시간 연속운전과 관내 이송반출시스템 및 사일로를 활용하여 함수율 추가 저감을 달성코자 연구한 사례를 소개하고자 한다.

2. 원심탈수기를 활용한 복합탈수시스템 연구

2.1 연구목적

탈수기와 관내이송시스템을 융합한 복합탈수시스템을 구성하여 슬러지 탈수·이송·반출공정에 관한 운전자동화 및 함수율 저감을 달성코자함

2.2 연구배경

1. 열악한 근무여건 및 안정적인 탈수시스템 요구

- 슬러지의 악취와 잦은 설비고장으로 근무기피
- 24시간 연속운전이 불가한 경우가 대부분이며 복잡한 설비에 의한 유지관리 어려움

□ 수질변화에 대응과 약품 영향이 적은 시스템 요구

2. 방류수 수질기준 강화 및 해양오염방지법 개정

- 방류수 수질기준 강화 및 TMS 구축 의무화
 - ☞ '13년부터 하수도법 수준으로 기준이 강화됨에 따라 탈리여액에 의한 수질기준초과 문제 우려
- 해양오염방지법 제16조 「해양오염방지법시행규칙 개정('06.2)」에 의거'07년 이후 정수장슬러지 해양배출 금지
 - ☞ 「폐기물관리법 시행규칙 제46조 3항」에 의거 무기성오니로서 수분함량 70% 이하로 탈수·건조한 것에 한해 성토재·복토용 등으로 재활용

2.3 탈수기 형식별 성능평가

□ 벨트프레스

- 보편적으로 많이 적용되고 있는 탈수기 형식이며 일반형과 고압형으로 구분
- 약품을 주입함에 따라 자동운전제어가 곤란하며 함수율이 70~80%로써 함수율 저감을 위하여 중력부→쇄기부→가압부에 고압부를 추가함

□ 필터프레스

- 최근에 많이 적용되는 탈수기 형식이며 여포주행식과 고정식으로 구분
- 자동운전제어가 용이하고 함수율이 65%로써 양호하나 초기투자비가 크고 중량이 무거움에 따라 건축물보강이 요구될 수 있음.

□ 펠트프레스

- 반송(정)에 최초로 도입되어 성남(정), 시흥(정)에서 운영중에 있음
- 함수율이 70±5%로써 비교적 양호하나 여포세척수량이 많아 조정조(농축조)의 부하를 가중시킬 수 있으며 탈수케익의 재활용도를 높이기 위한 함수율 추가 저감이 요구됨.

□ 펠트형재탈수기

- 기 설치된 벨트형과 펠트형 탈수기의 후단부에 위치하는 2차 탈수설비로써 함수율 추가저감을 목적으로 도입되었으며, 2007년 12월자인(정)에 설치되어 운영중에 있음.

☞ 펠트형재탈수기 적용성과: 슬러지 성상 및 농축조 유입슬러지 농도(99% 내외)에 따라 탈수케익의 함수율(1,2차) 변동이 큼.

▷ 최종 케익함수율 : 평균 70±2%, 120kg·DSm/hr

* 한국수자원공사 수도기술처

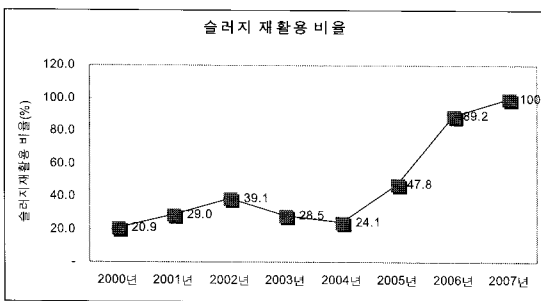
2.4 현황 및 문제점

1. 슬러지 처리현황 및 탈수설비 현황

□ 슬러지 처리현황

탈수 슬러지의 최종 처분방법은 해양배출과 재활용(시멘트, 성복토재, 화분석 등)이었으나, '07. 1. 1.일부터 정수장 슬러지 해양배출이 금지됨에 따라 '06. 8월부터 100% 재활용함.

☞ 슬러지 해양배출 규제에 따른 해양오염방지법 시행규칙 개정(해양수산부령 330호, '06.2.21)



□ 탈수설비 현황

1) 기존 탈수설비의 대부분이 벨트프레스(92대, 87.6%)로 설계함수율은 유지하고 있으나 케익함수율이 70%를 상회하고 있음.

2) 계절별 수질변화에 따른 유기물 변화로 함수율 변동폭이 매우 큼.

구 분	벨트프레스		펠트프레스	필터프레스
	일반	고압		
운영 대수	21	71	4	9
설계 함수율(%)	75~80	65~75	62~72	60~65
실제 함수율(%)	75.7 (66.7~80.6)	73.2 (68.9~77.9)	70.7 (61.3~81.8)	62.5 (61.5~63.8)

2. 문제점

□ 탈수설비 대부분이 벨트프레스(92대, 87.6%)로서 설계함수율(고압65~75%, 일반75~80%)은 유지하고 있으나 함수율이 70%를 상회하고 있으므로 다양한 용도의 탈수케익 재활용처리가 어려움.

□ 방류수 수질기준 강화 및 일시적인 부하급증(80% 초과)에 따른 농축부하 가중으로 배출수 처리시설의 용량증대 및 개선이 요구됨.

□ 배출수처리설비구성 및 운전특성상 탈수설비는 주간 운전하도록 통합운영체제를 구축함에 따라 주5일제 시행('04. 7)이후 설비 가동률 저하가 발생되고 있음.

☞ 탈수설비 가동률 저하로 농축조 등 배출수처리 주요 시설의 부하가 급증되어 개정된 방류수 수질기준을 만족할 수 없음에 따라 배출수처리시설의 용량증대 및 시설개선이 요구되고 있음.

□ 계절에 따른 유기물 함량변화로 탈수케익 함수율 변동 폭이 매우 커서 연속운전 및 안정적인 설비운영이 어려움.

☞ 탈수가 용이하도록 농축슬러지 고형화를 위한 약품을 주입하고 있으나 수질변화에 대응이 늦거나 최적 약품선정이 되지 못했을 경우 설계함수율 이상으로 처리되어 탈수설비의 연속적이고 안정적인 설비운영이 어려움.

□ 열악한 근무여건으로 근무기피

☞ 심한 악취, 잦은 설비고장, 슬러지성상에 따른 약품 투입 변동으로 지속적인 감시제어가 필요한 등 열악한 근무여건임

2.5 개선대책

1. 기본방향

- 24시간 연속운전과 원격감시제어 및 운전자중심의 시스템구성
- 탈수케익의 다양한 재활용성을 위한 최고함수율 70%이하 유지

2. 탈수기 형식별 성능 및 경제성 비교

□ 형식별 특성비교

구 분	가압탈수공정			원심탈수공정
	필터프레스	벨트프레스	펠트프레스	원심탈수기
구조				
방식	슬러지공급 압력	여포 압착/전단력	여포 압착/전단력	원심 분리

구분	가압탈수공정			원심탈수공정
	필터프레스	벨트프레스	펠트프레스	
원심탈수기				
운전 방식	연속, 자동	연속, 반자동	연속, 반자동	연속, 자동
점성 영향	보통	미흡	미흡	최우수
함수율	60 ~ 65%	고압: 65 ~ 75% 일반: 75 ~ 80%	62 ~ 72%	65 ~ 70%
설치 면적	800%	400%	400%	100%
설비 구성	복잡	복잡	복잡	간단
설비 장·단점	-전자동 운전 및 연속처리 가능. -무약주 및 함수율이 가장 낮음. -설치시 건축물 하중검토필요	-공급실적이 많고 초기투자비가 저렴 -슬러지성상에 따른 함수율 변동폭이 큼. -반자동운전 약취발생 -점감개소다수	-함수율이 벨트프레스 보다 우수함 -슬러지성상에 따른 함수율 변동폭이 큼. -반자동운전 약취발생 -점감개소다수	-전자동운전 및 연속처리 가능. -밀폐식으로 약취발생이 적고 설치 면적이 적음 -고속회전으로 주기적 점검 필요 -국내 실적 미비
적용 사례	다수	다수	적음	국내 없음

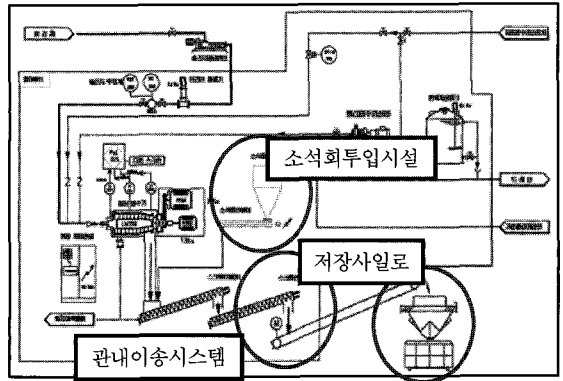
3. 검토결론

24시간 연속운전, 원격감시제어 및 운전자중심의 시스템구축에 적합하며 점성영향, 비용, 성능 등에서도 상대적으로 유리한 원심탈수공정을 선택함이 타당할 것으로 판단되며 국내 적용사례가 없는 점 등을 감안하여 기존 탈수기와 병치하여 검증할 필요가 있음.

☞ ○○(정) 원심탈수기 설치사양

원심탈수기 설치사양
· 용량대수: 80kg.DS/hr× 1대
· 소요동력: 11.0kW/3.0kW/5.0kW(부대설비포함)
· 기기중량: 약 4.0톤/대
· 외형치수: W1.2m x L2.5m x H1.5m

▷ 복합탈수시스템 설계개념도



▷ 공동연구내용

구분	내용
시스템설계	- 원심탈수설비의 안정적 구성 - 탈수 전·후처리 실험을 위한 장치구성
함수율 및 회수율 시험	- 탈수 전처리 약품시험을 통한 성능시험 - 탈수 후처리 생석회 등 적용 방안 연구 - 이물질에 의한 파손방지용 파쇄기 적용 - 탈수기 G-force 변동에 따른 성능시험 - 탈수기 차속 제어를 통한 성능시험
운전시스템 최적화	- 운전자동화를 위한 장치구성 - 기기의 안전장치 및 모니터링 장치개선
성능평가	- 탈수시스템 성능 및 경제성 평가 - 기존 설비와의 상대성 평가

▷ 기대효과

기존 시스템	복합탈수시스템
-단속 및 반자동운전에 따른 탈수설비의 가동률 저하	-24시간 연속운전에 따른 배출수처리시설의 처리 능력 및 탈수설비의 가동률 증대
-약품선정에 따라 탈수처리효율이 다양함	-약품선정에 따른 점성 영향이 적어서 용이함
-슬러지처리 용량이 적어 설치대수 증가	-슬러지처리 용량이 커서 1/2 이하 대수 가능
-낙하반출에 따라 탈수기 건축물은 2층 이상	-관내이송으로 1층 건물에서 반출처리가능
-탈수슬러지가 컨테이너에서 반출처리	-저장사일로에서 추가 함수율 저감기능부여