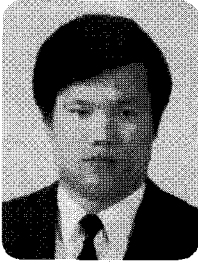


오니처리방법 개선으로 폐기물 감량화 및 비용절감 사례



이건재
한전 서울화력발전처 화학과장

1. 사례 선정동기

국민들의 환경보전에 대한 욕구 및 경각심이 증대하고 있는 반면에 사회 전반적인 NIMBY현상으로 인하여 생활 및 산업폐기물 등의 처리가 매우 어려운 실정이다.

이에 우리 발전처는 처내 각종 폐수저수조 Pit의 진개 및 폐수처리 발생오니에 대해 폐여과자재(여과사, 안트라사이트, 샌드블라스트 폐사)를 이용한 자연건조 방법을 개발하여 발생폐기물의 감량화, 인력절감 폐여과자재 활용, 탈수기 설비개선 등 많은 효과를 거둘 수 있었다. 이 기회에 타 오니 배출업체에 이 내용을 소개하여 환경업무 개선에 도움이 되었으면 하는 생각에 본 사례를 선정하여 발표한다.

2. 현황 파악 및 분석

가. 처내 각종 Pit에서 년차점검 및 보수시 발생된 오니에 협잡물이 많고 처리 할 수 있는 장소나 시설이 없어 위탁처리할 수 없음.

나. 원심분리식 탈수기 운전시 많은 문제점이 도출되고 있음.

1)탈수기 운전시 고속회전체 특유의 소음(100~120db(A))이 크고, 부지경계선(30m)과 인접하여 민원발생할 소지가 있음.

2)원심분리식 탈수기의 노후로 탈수성능이 저하하여 고장이 빈번하고, 보수에 많은 인력과 시간이 소요됨.

3)탈수기 운전시 오니주입량 및 응집제 주입농도 조절 등 상당한 운전경험과 숙련이 요구됨.

4)탈수기 밑에 설치된 오니저장창고 부근에 다른 시설물이 설치되어 오니저장창고를 확장할 수 없음.

5)인력에 의한 오니 상차작업으로 작업피로 및 인건비 과다 소요

다. '93. 4월부터 일반폐기물 매립지가 난지도에서 수도권매립지로 이전됨에 따라 소송비, 인건비 상승 등 폐기물처리비 증가로 오니 감량화 필요성 대두

라. 여과재로 이용 가능한 폐기물

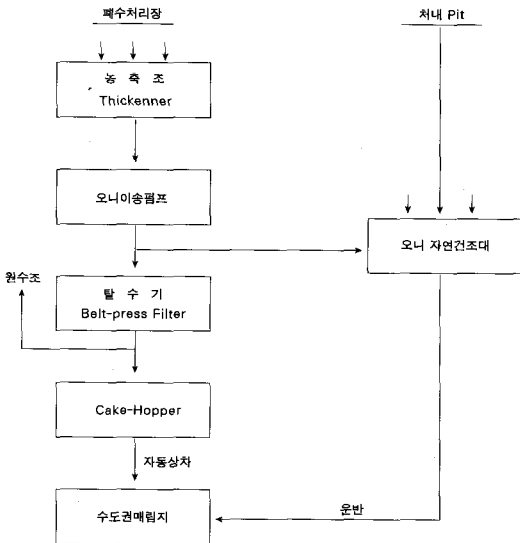
폐기물명	발생량(m ³ /년)	발생장소
여과사	1	물처리실 모래여과기 폐수처리장 모래여과기
Anthracite	5	물처리실 모래여과기
폐활성탄	10	물처리실 활성탄여과기 폐수처리장 활성탄여과기
Sand blast 폐사	5	년차계획정비공사

마. 진개발생장소

명칭	수량	용량(m³)	설치 장소 및 사용처
T-302	1	33.6	F.O. 탱크 유수분리조
T-303	1	6.1	우수 집수조
T-304	1	27.0	#4, 5 Transformer 집유조
T-306	1	6.2	#4, 5 Daily 연료탱크 집유조
T-308	1	20.2	#5, A / H 세정수 배수조
T-311	1	21.1	한공 공기실염
T-312	1	10.5	#4 A / H 세정수 배수조
중화조	1	120	물처리실 중화수조
농축조	1	130	폐수처리장 농축조 배수
T-101	1	262	물처리실 폐수 집수조
T-104	1	350	폐수처리장 상시 폐수 집수조
T-106	1	2,890	폐수처리장 일시 폐수 집수조
#4	2	22.5	제4호기 발전소 지하실 폐수 집수조
#5	4	3,600	제5호기 발전소 TBN Room Sump Pit
	2	25.0	제5호기 발전소 BLR Room sump Pit

3. 추진 내용

오니처리 공정도



가. 추진개요

• 처내 각종 Pit에서 발생된 오니를 자연건조대 설치로 건조시키는 한편, 폐수처리 오니도 자연건조 방법으로 건조시켜 탈수기 부하를 감소시키고, 탈수기에서 발생된 cake의 저장과 상차를 자동화하여 설비 현대화 추진.

나. 세부 추진실적

1) 1차개선 : 오니 자연건조대 설치(91. 6)

가) 배경

• 환경보전에 대한 경각심과 환경보전의식 향상(대관행 정 지도 빈번)

• 처내 각종 Pit 년차점검 및 보수시 발생하는 진개처리 장소가 없음.

나) 개선내용 : 오니 자연건조대 설치

① 크기 : 폭 5m×길이 10m×유효깊이 65cm

② 여재 : 모래(20cm) / 여포 / 활성탄(20cm) / 여포 / 자갈(30cm)

③ 바닥 및 벽 도장 : 몰탈위에 Epoxy 3회 도장

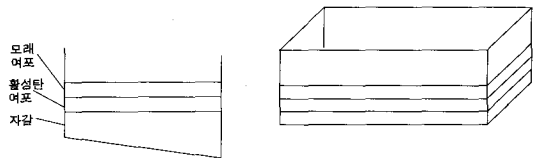


그림 1 오니 자연건조대 개략도

2) 2차개선 : 폐수처리 오니 인출배관 설치(91. 9)

가) 배경

• 원심분리식 탈수기 노후로 인한 탈수성능 저하 및 잦은 고장으로 정비에 요하는 운휴시간이 많아 탈수기의 부하감소와 에너지를 절감하기 위하여 오니 자연건조대 활용

나) 개선내용 : 폐수처리 오니 인출배관 설치

① 인출배관 : 오니이송펌프 출구 → 건조대까지

② 자재 : 배관 50mm×40m(Stainless Steel) 밸브 1개

* 농축조 오니인출 및 자연건조 실험(91. 7)

- 인출실험 : 농축조의 수두차 2m일 경우 50mm호스
- 건조실험
- '91. 7 : 오니층 30cm일 때 약 10일 경과시 함수분 80%이하
- '94. 8 : 오니층 30cm일 때 약 15일 경과시 함수분 80%이하

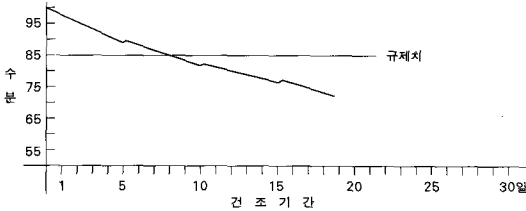


그림 2 자연건조 실험 결과

3) 3차개선 : 배수기 설치('92. 4)

가) 배경

• 농축조 오니를 자연건조대로 인출하여 건조시 오니와 분리된 상등수의 조기 배출로 오니 건조시간 단축필요.

나) 개선내용 : 오니 건조대 배수기 설치

- ① 분리된 상등액을 분리시키는 방법으로 배수기 옆면 철판의 틈을 bolt로 조여 상등수만 유출되도록 틈을 조정
- ② 배수기 안쪽은 여포를 넣어 오니가 퇴적되지 않도록 함.
- ③ 제작 사양
 - 크기 : 50×50×100cm Height
 - 재질 : Stainless Steel

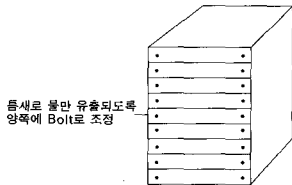


그림 3 오니 건조대 배수기 개략도

4) 4차개선 : 자연건조대 주름식 천막지붕 설치('93. 3) 가) 배경

• 우천시에도 연속적인 자연건조가 가능하도록 우수 유입 방지설비 필요.

나) 개선내용 : 주름식(이동식) 천막지붕 설치

• 건조대 양 옆에 Rail을 설치하고 천막지붕을 접었다 폈다 할 수 있도록 천막 설치

5) 5차개선 : 탈수기 교체 및 Cake-hopper설치('94. 12)

가) 배경

- ① 원심분리식 탈수기의 노후로 인한 고장이 빈번하고, 보수에 많은 시간과 인력이 동원됨.
- ② 탈수기 운전시 오니주입량 및 농도, 응집보조제의 주입량 및 농도등 고도의 숙련과 경험이 필요함.
- ③ 원심분리식 탈수기는 고속회전체로 운전시 소음(100~120dB(A))이 많이 발생하고, 부지경계선이 인접하여 민원발생 우려가 있음.
- ④ 2층에 설치된 탈수기 운전시 발생하는 Cake는 탈수기 바로밑의 오니창고 구석에 쌓여 무정지작업을 위한 별도인력 필요.
- ⑤ 오니창고 주변의 협소로 운반장비차량의 작업불가능.
- ⑥ 일반폐기물 매립지가 수도권매립지로서 수송거리가 멀고, 3D현상에 의한 인건비 상승등으로 폐기물 위탁처리 업체에서 폐기물 상차시설이 현대화하지 않은 배출업소를 기피하고 있는 실정

나) 개선내용 : 탈수기 교체 및 Cake-hopper 설치

- 탈수기 형식 : Belt press Filter type
- 탈수기 처리용량 : 1.8m³/Hr
- 탈수능력 : 함수율 80% 이하
- Cake-Hopper 설치
- 설치장소 : 오니창고 앞
- 용량 : 10m³(cake발생량 : 150톤/년)

4. 추진효과 및 투자비

가. 추진효과

- 1) 오니 자연건조대
- ① 처내 각종 pit에서 발생된 오니 성상에 구애없이 건조 처리 가능
- ② 일시에 다량 발생하는 오니 건조 처리 가능
- ③ 폐여과재 재활용으로 자연건조용 여과재 별도 구입 불필요
- ④ 오니 발생량 감소

건조방법	Cake 함수율 (%)	Cake 감소율 (%)	Cake 발생량 (톤/년)	감소량 (톤/년)	처리비 절감 (천원/년)
원심분리식 탈수기	85	0	(187.0)	0	0
오니 자연건조대	55	35.3	121	66	3,296
Belt press Filter	75	11.8	(143.4)	21.5	1,385
비 고	1. 감소율 계산 기준 : 원심분리식 탈수기 2. Belt press filter Cake 발생량 기준 : 원심분리식 탈수기				

- 2) Belt press Filter 및 Cake-hopper 설치
- ① 탈수기 운전이 용이하고 소음이 없어 소음으로 인한 민원 예방
- ② 탈수된 Cake가 hopper에 바로 저장되므로 Cake 정리작업이 필요없어 운전원의 근무환경이 개선됨
- ③ 탈수된 오니를 Cake-hopper에서 직접 운반차량에 적재할 수 있는 시설로 현대화하여 위탁처리용이
- ④ 원심분리식 탈수기 보다 탈수 성능이 높아 Cake의 함수율이 낮은 관계로 폐기물 위탁처리비를 연간 약 138만원을 절감할 수 있음("가"항 참조)
- ⑤ 원심분리식 탈수기 보다 동력소비가 적어 연간 약 1,400kwh 전기에너지를 절감할 수 있음.
- ⑥ Cake-Hopper 저장으로 위탁처리시 상차작업에 어려움이 없음.

나. 투자비

- (1) 오니 자연건조대 주름식 천막지붕 설치비 : 4,300천 원

- (2) Belt press Filter 및 Cake-hopper 설치비 : 71,000 천원

5. 향후 대책

가. 오니 자연건조대 칸막이 설치

• 오니를 자연건조대로 이송한 후 완전 건조되어 위탁 처리될때까지 사용이 불가하므로 한 가운데에 칸막이로 이등분하여 교대식으로 연속 사용토록 개선하여 방문객의 생활환경 교육장으로 활용 검토

나. 오니 재활용화

- 재활용처 검토
 - 용기, 화분, 건축자재 등 제조공장
 - 유기성오니와 혼합하여 퇴비화
 - 법면(경사면) 잔디성토제
- 문제점 : 오니 발생량이 적어 재활용처 기피
- 오니 감량화 연구 추진 : 오니 소각처리 또는 건조화
 - 일부 위탁처리 업체에서 무기성오니를 소각처리하고 있음.

6. 경제성 검토시 산출근거

가. 오니 자연건조대 이용시 감량에 따른 절감액

- 1) 년도별 오니 위탁처리량

년 도	처리량(톤)	단가(원 / 톤)	사용 설비	
'91	157.13	36,130	오니 자연건조대	
'92	108.62	36,130		
'93	121.00	566,500		
'94	98.23	61,000		
'95	121.92	64,440	Belt press Filter	
평	'91~'94	121	49,940	
균	'95	121.92	64,440	

2) 오니 자연건조대 사용평균 처리량 : ①

$$\frac{157.13+108.62+121.0+98.23}{4}=121\text{톤/년}$$

3) 원심분리식 탈수기로 처리할 경우 예상발생량
 ①
$$\frac{\text{①}}{1-\text{Cake 감소율}} = \frac{121}{1-0.353} = 187\text{톤/년}$$

4) 년평균 처리단가

$$\frac{36,130+36,130+66,500+61,000}{4} = 49,940\text{원/톤}$$

5) 오니 자연건조대 사용시 절감실적('93~'94)
 • 오니 자연건조대 사용 기간 : 2년
 $(187-121) \times 49,940 \times 2 = 6,592,080\text{원}$

나. 탈수기 교체 및 Cake-hopper 설치에 따른 절감액

- 1) 폐기물 처리비 절감액
 - ① 오니 위탁처리량 : 121.92톤/년
 - ② 원심분리식 탈수기의 오니중 수분량 : 85%
 - ③ Belt-press Filter의 오니중 수분량 : 70%
 - ④ 오니 위탁처리비 : 64,440원/톤
 - ⑤ 원심분리식 탈수기 운전시 오니 예상 발생량

$$\frac{121.92\text{톤/년}}{1-0.15} = 143.4\text{톤/년}$$
 - ⑥ 오니감소량 : $143.4-121.92=21.5\text{톤/년}$
 - ⑦ 절감액 : $21.5 \times 64,440 = 1,385,460\text{원}$

- 2) 전기 에너지 저감액
 - ① 소비전력(P)=전압(V)×전류(I)×역율(cosφ : 95%)
 - ② 원심분리식 탈수기 운전시 소비전력 : $35\text{A}(220\text{V} \times 30\text{kW} \times 4\text{P})$
 $P=220\text{V} \times 35\text{A} \times 0.95=7,315\text{W}$
 - ③ Belt-press Filter 운전시 소비전력 : 12A
 교반기 모터 : $480\text{V} \times 0.44\text{kW} \times 4\text{P}$

- 탈수기 구동모터 : $480\text{V} \times 0.44\text{kW} \times 4\text{P}$
 세척수 구동모터 : $480\text{V} \times 5.5\text{kW} \times 4\text{P}$
 공기 압축기모터 : $480\text{V} \times 0.7\text{kW} \times 4\text{P}$
 합계 7.04kW

$P' = 480\text{V} \times 12\text{A} \times 0.95 = 5,472\text{W}$
 ④ 전기에너지 절감량=(P-P')×운전시간×이용율
 $= (7,315-5,472) \times 3\text{h} \times 365 \times 0.7 = 1,413\text{kWh/년}$
 $= 1,413\text{kWh} \times 42\text{원/kWh} = 59,346\text{원}$

- 3) 절감액 합계 : $1,385,460 + 59,346 = 1,444,806\text{원}$
- 4) 탈수기 설치공사비 : 71,000천원

다. 경제성 검토

- 1) 회수기간
 - ① 오니 자연건조대 지붕설치
 • 회수기간 : $\frac{\text{설치비용}}{\text{절감액}} = \frac{4,300\text{천원/년}}{3,296\text{천원/년}} = 1.3\text{년}$
 - ② 탈수기 교체 및 Cake-hopper 설치
 • 절감액 합계 : 1,444,806원
 - ③ 오니처리방법 개선에 대한 회수기간
 • 총 절감액 : 1,770,846원
- 2) 총 절감실적
 - ① 오니 자연건조대 절감실적 : 6,592,080원
 - ② 탈수기 교체 및 Cake-hopper 운영 절감실적 : 1,444,806원
 - ③ 총 절감실적 : 8,036,886원

