

비수용성 위생용품 사용에 따른 물재생센터 개선방안: 서울시를 중심으로

김충곤^a, 배운환^b, 신현곤^{ct}

Study on the Improvement of Water Regeneration Center by Using Non-water-soluble Sanitary Products: Focusing on the case of Seoul City

Choong-Gon Kim^a, Yoon-Hwan Bae^b, Hyun-Gon Shin^{ct}

(Received: May 25, 2023 / Revised: Jun. 8, 2023 / Accepted: Jun. 8, 2023)

ABSTRACT: This study was conducted to analyze problems related to non-water-soluble sanitary products during the treatment of water regeneration centers in E.T.F. and S.T.F. at a time when the demand and supply of non-water-soluble sanitary products are increasing. As a result, the improvement plan of the W.R.C. should focus on pretreatment facilities. When replacing facilities in the future, various dust removers suitable for the facility's reality will be installed in the pretreatment of S.T.F., and it is proposed to link a bar-racks screen with a comprehensive treatment device or install a comprehensive treatment device for impurities alone in the pretreatment of E.T.F.. In addition, a microscreen screen must be installed on the front end of the excretory treatment unit. to separate non-water-soluble materials, and it is necessary to secure a maintenance space for the excretory treatment unit.

Keywords: Non-water-soluble Sanitary products, Excretory treatment facility(E.T.F.), Sewage treatment facility(S.T.F.), Water regeneration center(W.R.C.)

초 록: 본 연구는 비수용성 위생용품의 수요와 공급이 증가하고 있는 상황에서 분뇨 및 하수처리시설의 물재생센터 처리과정중 비수용성 위생용품 관련 문제점을 분석하여 그 개선방안을 마련하고자 수행하였다. 그 결과, 물재생센터의 개선방안은 전처리설비에 주안점을 두어야 할 것이며 향후 설비교체시 하수처리시설의 경우에는 현실에 맞는 각종 제진기 설치를 제안하며, 분뇨처리시설은 조목스크린과 협잡물종합처리기 연계 또는 협잡물종합처리기 단독 설치하는 방안을 제안한다. 또한 분뇨처리시설은 우선적으로 협잡물종합처리기 전단에 미세스크린을 설치하여 비수용성 물질을 분리하여야 하며 협잡물처리기의 유지관리 공간 확보가 필요하다.

주제어: 비수용성 위생용품, 분뇨처리시설, 하수처리시설, 물재생센터

^a (주)건화 상무(Senior managing Director, Energy Division, Kunhwa Engineering & Consulting Co., Ltd.)

^b 대전대학교 바이오헬스케어학부 의생명과학전공 교수(Professor, Division of Biohealthcare, Major in Biomedical Science, Daejin University)

^c 신한대학교 에너지환경공학과 교수(Professor, Dept. of Energy & Environmental Engineering, Shinhan University)

† Corresponding author(e-mail: cospea@hanmail.net)

1. 서론

최근 공중위생의 관심 증가로 위생용품 시장규모는 대폭 증가하고 있다. 국내 연간 물티슈 시장규모를 근거로 세부적인 용도별 사용량이 최근 5년 동안에 2배가량 증가한 것을 볼 수 있으며 2018년 기준 물티슈 총 판매금액은 9,565억원에 다다른다.¹⁾ 이처럼 비수용성 위생용품의 수요와 공급이 증가하고 있는 상황 속에서 공중화장실 등에 관한 법률²⁾ 개정에 따른 공중화장실 등의 변기 칸 내에 휴지통 미설치로 물티슈 등 비수용성 위생용품의 변기투입으로 인한 물재생센터 분뇨처리시설의 운영상 문제점을 파악하고 개선방안 마련이 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 분뇨 및 하수처리시설의 물재생센터 처리과정중 비수용성 위생용품 관련 문제점을 분석하여 그 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 대상 시설

본 연구의 대상은 서울시의 3개 물재생센터 하수 및 분뇨처리시설을 대상으로 하였다(Table 1).³⁾

2.2. 연구내용

본 연구는 서울시 물재생센터의 분뇨 및 하수처리시설 처리 과정에서 비수용성 위생용품 관련 문제점 및

개선안을 제시하고자 한다. 이에 따른 세부적인 연구 내용은 현장 조사를 통한 물재생센터 운영현황 및 문제점 파악, 국내 분뇨 및 하수처리시설의 유입물 처리과정에서 비수용성 위생용품으로 인한 문제점에 대한 시설 개선 등 대책 마련의 제도 개선방안을 제시한다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 전처리설비 현황

물재생센터의 전처리설비는 비수용성 위생용품인 물티슈, 콘돔 등으로 인한 끼임, 멍침 등으로 인해 운전 고장 및 운전정지 등이 빈번히 일어나는 설비이다. 현재 각 처리시설의 전처리설비는 중량 및 난지 분뇨처리시설 설비가 협잡물종합처리기 전단에 투입분배조가 있다는 유사점이 있으며, 서남분뇨처리시설은 2016년에 증설 및 현대화사업이 준공된 시설로 중량과 난지분뇨처리시설의 비수용성 위생용품 반입에 따른 전처리설비 문제점을 개선하고자 협잡물종합처리기 전단에 폐기물처리기를 설치하여 사전에 조대협잡물인 물티슈, 콘돔 등을 제거하는 설비를 구성하였다.^{4,5)}

3.1.1. 중량분뇨처리시설 전처리 공정 및 설비

공정은 투입구, 투입분배조, 협잡물종합처리기, 유입저류조, 미세협잡물처리기, 통합저류조의 순으로 진행된다(Table 2).

Table 1. Current Status of Water Regeneration Center Facilities in Seoul

Item	Water Regeneration Center (W.R.C)		
	Jungrang W.R.C	Nanji W.R.C	Seonam W.R.C
Facility capacity (m ³ /day)	4,000	4,500	4,000

Table 2. Pre-treatment Facility Status of Jungrang E.T.F.⁶⁾

Facility	Specifications and Capacity	Remark
Inlet	manual removable coupling, $\varnothing 80\text{mm} \times 8$ ea	
Input distribution tank	STS square water tank, $40\text{m}^3 \times 1$ unit	HRT : 0.24hr
Comprehensive treatment device for impurities	$200\text{m}^3/\text{hr} \times 6$ ea	rotary screen, centrifuge
Fine treatment device for impurities	$200\text{m}^3/\text{hr} \times 6$ ea	wedgebar

3.1.2. 서남분뇨처리시설 전처리 공정 및 설비
공정은 투입구, 폐기물처리기, 협잡물종합처리기, 분뇨저류조의 순으로 진행된다(Table 3).

별도 장소에 있어 난지하수처리시설 자체에서 발생되는 협잡물량은 다른 처리시설에 비해 낮게 나타나고 있다(Table 5).

3.1.3. 난지분뇨처리시설 전처리 공정 및 설비
공정은 투입구, 투입분배조, 협잡물종합처리기, 분뇨저류조의 순으로 진행된다(Table 4).

3.2.2. 분뇨처리시설 협잡물 발생량

각 분뇨처리시설별 최근 4년간 협잡물 발생량을 조사한 결과 협잡물 발생량이 계속 증가하는 추세를 나타내고 있다. 이는 공중화장실 법률 개정²⁾으로 변기 내 휴지통을 비치하지 않게 되어 물티슈 등 비수용성 위생용품의 변기투입이 급격히 증가하여 분뇨처리시설에 반입된 결과로 판단된다. 분뇨처리시설에 반입되는 비수용성 위생용품은 협잡물 발생량 증가로 처리비용을 증가시키는 문제뿐만 아니라 전처리 설비의 막힘, 끼임 등으로 인한 전처리설비 운전정지로 인한 더 큰 문제를 야기하고 있다(Table 6).

3.2. 협잡물발생량

3.2.1. 하수처리시설 협잡물 발생량

각 하수처리시설별 최근 4년간 협잡물 발생량을 조사한 결과, 2019년 협잡물 발생량이 가장 많았으며, 2020년에는 다소 줄어드는 양상을 나타내고 있다. 또한, 난지하수처리시설의 경우 전처리설비가

Table 3. Pre-treatment Facility Status of Seonam E.T.F.⁷⁾

Facility	Specifications and Capacity	Remark
Inlet	manual removable coupling, Ø80mm × 14 ea	
Waste disposal unit	12mm, 500m ³ /hr × 3 ea(1)	drum screen
Comprehensive treatment device for impurities	150m ³ /hr × 6 ea	rotary screen, centrifuge

Table 4. Pre-treatment Facility Status of Nanji E.T.F.⁸⁾

Facility	Specifications and Capacity	Remark
Inlet	manual removable coupling, Ø80mm × 14 ea	
Comprehensive treatment device for impurities	150m ³ /hr × 9 ea	rotary screen, screw press, centrifuge

Table 5. Amount of Impurities Generated in S.T.F.^{9,10)}

(unit: m³/day)

Year	2017	2018	2019	2020
Jungrang S.T.F.	4.25	4.22	4.38	3.00
Seonam S.T.F.	4.17	5.83	6.17	5.92
Nanji S.T.F.	2.07	2.49	2.55	2.04

Table 6. Amount of Impurities Generated in E.T.F.^{9,11)}

(unit: m³/day)

Year	2017	2018	2019	2020
Jungrang S.T.F.	9.16	8.65	6.77	6.96
Seonam S.T.F.	4.24	4.55	4.62	4.73
Nanji S.T.F.	7.78	6.63	7.41	6.65

3.3. 운영상 문제점 분석

변기내 투입되는 물티슈, 콘돔 등 비수용성 1회용 위생용품으로 인해 발생하는 문제점을 현장 사례를 바탕으로 확인 결과, 여러 과정에서 문제가 발생하고 있으며 대표적으로 폐기물처리기의 물티슈 등으로 인한 마모 및 스크린 간격 이격, 폐기물처리기의 콘돔 등으로 인한 멈춤, 협잡물종합처리기 스크린의 물티슈 고착 등 여러가지 피해사태가 나타나고 있으며 이로 인한 사회적 비용이 증가되고 있다(Fig. 1).

즉, 공중화장실 등에 관한 법률²⁾이 시행되어 변기내 휴지통을 비치하지 못하게 된 이후 물티슈, 콘돔 등의 비수용성 위생용품들이 급격히 변기 내로 투입하는 사례가 증가하였으며 이로 인해 분뇨처리시설 포함하는 물재생센터 전처리설비의 배관 막힘, 설비 가동 중단 등 시설 운영에 심각한 문제가 빈번히 발생 되고 있다.

3.3.1. 중량 물재생센터

본 시설은 분뇨 중에 포함된 협잡물 제거를 위한 협잡물제거기를 이중으로 설치하여 전단에 협잡물 종합처리에서 조대 협잡물을 처리하고, 후단에 미세 협잡물처리기에서 씨앗 및 미세협잡물을 처리하도록 구성되어 있다. 그러나, 반입·분배조에서에서 협잡물종합처리기로 이송 중 배관 막힘이 빈번하며, 협잡물종합처리기 투입시 물티슈 및 콘돔 등 막힘과 끼임으로 설비 정지가 빈번히 발생하고 있다. 현재 중량분뇨처리시설은 전처리설비 정지를 막기 위해 전담 인력 2인이 분뇨 반입·전처리 시, 투입동 현장에 상주하여 관리하고 있는 실정이다.

3.3.2. 서남 물재생센터

본 시설은 협잡물종합처리기의 막힘 방지를 위해 폐기물처리기인 조대협잡물 처리기를 추가로 설치하여 운전하고 있다. 현재 협잡물종합처리기에서 나오는 협잡물이송 컨베이어를 계열화하여 2계열로 설치하여 운전하고 있으나, 협잡물이송 컨베이어의 고장 및 유지관리 시 전체 시설 용량의 50%가 가동 중단되는 문제점을 가지고 있다. 이에 따라 향후, 중량 및 난지 처리시설 신규 설치시 계열별화에 따른 예비설비를 추가로 반영하여 시설 개선 시 반영하여야 할 것으로 판단된다.

3.3.3. 난지 물재생센터

본 시설은 협잡물종합처리기 전단에 폐기물처리가 없는 중량분뇨처리시설과 전처리설비가 유사하며 물티슈 콘돔 등의 비수용성 물질 전처리설비 투입으로 인한 막힘 끼임 등 발생으로 설비 운영 중지가 빈번히 발생 되고 있다.

3.4. 개선방안

3.4.1. 분뇨처리시설 개선방안

각 분뇨처리시설은 비수용성 위생용품 반입에 따른 여러 문제점의 개선방안을 마련하고 있으나, 중량 및 난지는 향후 신규시설 설치가 예정되어 있어 현 시설 개선에 대한 한계가 있다. 각 분뇨처리시설의 신규시설 설치 및 현 시설을 개선 시 고려해야 하는 개선방안과 단기적인 방안으로 현재 난지 분뇨처리시설 협잡물처리기 전단 배관 및 부대설비 확장을 통한 시설 운영 중단 감소방안을 제안한다.

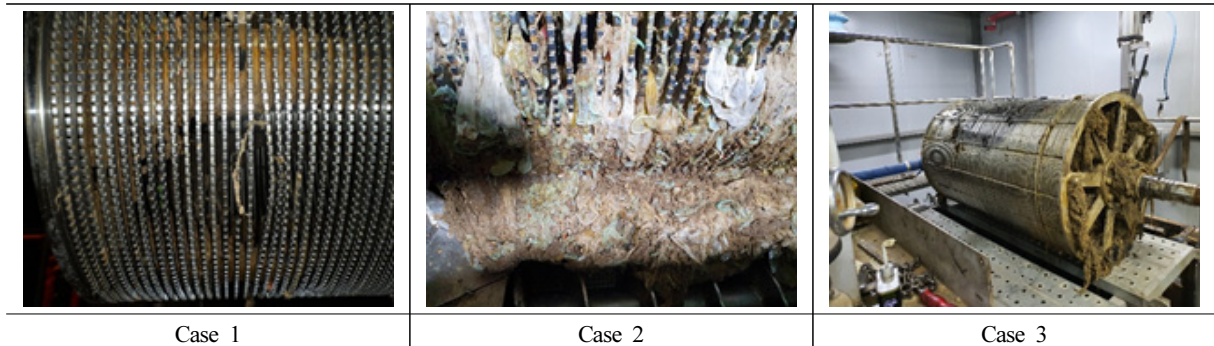


Fig. 1. Examples of operational problems.

(1) 중랑 물재생센터

본 시설은 협잡물종합처리기 전단에 미세스크린 설치로 물티슈, 콘돔 등의 비수용성 물질 분리가 필요하며 협잡물처리기 유지관리가 쉽도록 유지관리 공간 확보가 필요하다. 또한 설비 설치로 후단 설비 막힘 및 끼임 현상이 경감될 것이다.

(2) 서남 물재생센터

본 시설은 협잡물종합처리기의 시설 용량이 부족한 문제와 이송 컨베이어 고장 문제는 협잡물 반입이 예상외 증가하여 발생 되는 일시적인 문제로 1회 용품 물티슈, 콘돔 등의 협잡물 반입물량 감소방안의 검토가 필요하다.

(3) 난지 물재생센터

본 시설은 협잡물처리기 전단에 미세스크린 설치로 물티슈, 콘돔 등의 비수용성 물질 분리가 필요하며 신규 전처리시설 설치 및 협잡물종합처리기 유지관리가 쉽도록 유지관리 공간 확보가 필요하다. 또한 단기적 현 시설 개선방안으로는 후단 설비 막힘 및 끼임 현상 방지책으로 협잡물종합처리기의 전단 배관 및 부대설비 관경 교체를 제안한다(Fig. 2). 즉, 현재 배관 $\phi 150$ 를 $\phi 250$ 으로 배관교체 계획을 전체 $\phi 300$ 으로 배관확장을 제안한다. 이 경우 자재비 및 설치비 포함 약 3억원의 소요경비가 예상된다.¹⁰⁾

3.4.2. 설비개선방안

(1) 하수처리시설 설비개선방안

물티슈 등 비수용성 위생용품으로 인한 하수처리 시설 전처리설비 개선방안으로 링크식 제진기, 로터

리식 제진기, 유압식 제진기 등의 제진기를 설치하여 향후 설비 교체 시 개선방안으로 제안한다.

(2) 분뇨처리시설 설비개선방안

물티슈, 콘돔 등 비수용성 위생용품으로 인한 분뇨처리시설 전처리설비 개선방안으로 조목스크린과 협잡물종합처리기 연계 또는 협잡물종합처리기를 설치하여 향후 설비 교체 시 개선방안으로 제안한다.

4. 결론

현재 비수용성 위생용품의 유입으로 야기되는 서울시 분뇨 및 하수처리시설의 물재생센터에 대한 고찰을 통하여 다음과 같은 결과를 도출하였으며 이는 국내 분뇨 및 하수처리시설의 유입물 처리 과정에서 비수용성 위생용품으로 인한 문제점 개선에 대한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

4.1. 운영상 문제점

비수용성 위생용품들이 급격히 변기 내로 투입하는 사례가 증가하여 이로 인해 분뇨처리시설을 포함하는 물재생센터 전처리설비의 배관 막힘, 설비가동 중단 등 시설 운영에 심각한 문제가 빈번히 발생 되고 있다.

4.2. 개선방안

물재생센터의 개선방안은 전처리설비에 주안점을 두어야 할 것이며 하수처리시설의 전처리설비 개선방안으로는 향후 설비 교체 시, 링크식 제진기,



Fig. 2. Front piping and additional facilities of the Comprehensive treatment device for impurities.

로터리식 제진기, 유압식 제진기 등의 제진기 설치를 개선방안으로 제안하며, 분뇨처리시설 전처리설비 개선방안으로는 향후 설비 교체 시, 조목스크린과 협잡물종합처리기 연계 또는 협잡물종합처리기를 단독 설치하는 방안을 제안한다. 또한 분뇨처리시설은 우선적으로 협잡물종합처리기 전단에 미세스크린을 설치하여 비수용성 물질을 분리하여야 하며 협잡물처리기의 유지관리 공간 확보가 필요하다. 단기적인 개선방안으로 협잡물처리기 전단 배관 및 부대설비 확장을 통하여 후단 설비 막힘 및 끼임 현상을 방지하여야 한다.

사 사

본 연구는 2022-2023학년도 신한대학교 교수연구년 제도에 의하여 연구된 논문입니다.

References

1. Korea Statistical Information Service, "Annual Report of Industrial Statistics", (2020).
2. Ministry of Government Legislation, "Public Toilets, etc Act.", (2018).
3. Lee, J. H. and Shin, H. G., "Study on the operation and improvement of Excretory Facilities: Focusing on the case of Seoul City", J. of KORRA, 30(4), pp. 123~130. (2022).
4. Seoul Metropolitan Government, "Basic Sewerage Maintenance Plan 2030", (2018).
5. The Seoul Institute, "Strategic plan to treat gradual-increasing septic tanks cleaning sludge in Seoul", (2007).
6. Seoul Metropolitan Government, "Technical Diagnosis Report of Public Sewage (Sewage, Excreta) at Jungrang Water Regeneration Center", (2016).
7. Seoul Metropolitan Government, "Technical Diagnosis Report Seonam excretory treatment facilities and public sewage treatment facilities in Seoul", (2017).
8. Seoul Metropolitan Government, "Technical Diagnosis Report on Excretory Treatment Facilities at Nanji Water Regeneration Center in Seoul", (2017).
9. Seoul Metropolitan Government, "Data on internal management of excretory treatment facilities", (2018-2020).
10. Seoul Metropolitan Government, "Study on the improvement of water regeneration center by using non-water-soluble sanitary products, KORRA, (2021).
11. Seoul Metropolitan Government, "Study on establishing a basic plan for regional adjustment and operation improvement of excretory treatment facilities", KORRA, (2021).