

생활폐기물 소각시설의 대보수 주기와 기술 진단 시점에 대한 기초 분석

김태숙 , 김영희* 

호서대학교 벤처대학원 융합공학과

Fundamental Analysis of Major Refurbishment Cycles and Timing of Technical Diagnosis for Municipal Solid Waste Incineration Systems

Tae-Sook Kim and Younghee Kim*

Department of Convergence Engineering, Graduate School of Venture, Hoseo University

ABSTRACT

Background: Municipal solid waste incineration (MSWI) facilities in South Korea are facing challenges in maintaining their efficiency due to aging. Over 50% of these facilities have been in operation for more than 15 years, resulting in a decline in performance and an increase in pollutant emissions, both of which are impacting air quality and public health.

Objectives: The objective of this study is to evaluate the optimal major refurbishment cycles for MSWI facilities and assess the appropriate timing for technical diagnostics. The goal is to maintain operational efficiency, minimize pollutant emissions, and ensure compliance with environmental standards.

Methods: This study analyzed operational data from 2003 to 2022, focusing on facilities with a capacity of over 30 tons/day. Cost comparisons between major refurbishments and new installations were also performed using 2022 price data.

Results: The results showed that, compared to new installations, refurbishments can save approximately 28% in costs while improving performance and reducing emissions. Facilities operating beyond 15 years showed significant declines in efficiency, highlighting the need for timely refurbishment.

Conclusions: Refurbishing MSWI facilities every 15 years is both economically and environmentally beneficial. This strategy ensures that the facilities remain efficient and comply with environmental standards while protecting public health.

Key words: Municipal solid waste, incineration facilities, refurbishment, environmental policy

Received September 6, 2024

Revised October 14, 2024

Accepted October 15, 2024

Highlights:

- Despite the increase in household waste, the number of incinerators is maintained, but their size is increasing.
- Most incinerators exceed the legal maintenance standard age limit.
- Refurbishment cost is 28% lower than new construction.
- Refurbishment standards for medium- and large-scale incinerators should be considered.

*Corresponding author:

Department of Convergence Engineering,
Graduate School of Venture, Hoseo
University, 2497 Nambu beltway, Seocho-
gu, Seoul 06724, Republic of Korea
Tel: +82-2-2059-2354
Fax: +82-2-2055-1405
E-mail: yhkim514@hoseo.edu

I. 서 론

생활폐기물 소각시설은 도시화로 인해 발생하는 폐기물 처리 문제를 해결하고, 에너지를 회수하여 자원을 효율적으로 활용하는 중요한 역할을 하고 있다. 하지만, 국내 많은 소각시설이 15년 이상의 운영기간을 넘어가며 성능 저하와 오염물질 배

출 문제가 발생하고 있다.¹⁻⁶⁾ 노후화된 소각시설에서 배출되는 유해물질은 대기질에 악영향을 미치며, 주민들의 건강 문제를 초래할 수 있다.^{7,8)} Dioxin, NOx, SOx 등의 유해 물질은 대기오염의 주요 원인으로 작용하여, 호흡기 질환을 비롯한 다양한 건강 문제를 야기하며,⁷⁾ 특히 Dioxin 배출은 소각장 인근 지역 주민들의 암 발병률을 크게 증가시켜 Dioxin 배출이 대조군

에 비해 20% 이상의 암 발병률을 유발한다는 결과를 제시하였다.^{9,10)} 이러한 이유로 대기오염물질의 배출을 철저히 관리하고 규제하는 것이 필수적이며, 공중보건을 보호하기 위해서는 지속적인 시설의 유지 및 보수가 필요하다는 점이 강조되고 있다.⁶⁾

2022년 기준, 국내에는 총 407개의 소각시설이 있으며, 이 중 공공처리시설이 183개, 자가처리시설이 100개, 중간처리업체가 124개로 구분된다.⁵⁾ 이러한 소각시설들은 하루 총 39,389톤의 처리 용량을 가지고 있으며, 연간 약 9,074,392톤의 폐기물을 처리하고 있다.⁵⁾ 특히, 공공처리시설에서 처리된 폐기물은 약 5,031,601톤, 자가 처리시설은 930,414톤, 중간처리업체는 3,112,376톤을 각각 처리하여, 폐기물 처리 인프라의 중요한 부분을 차지하고 있다.⁵⁾

유럽과 미국의 사례에서도 소각시설 대보수가 적시에 이루어지지 않을 경우, 다이옥신을 비롯한 오염물질의 배출이 증가하여 지역 사회에 심각한 환경 문제를 초래할 수 있다는 연구 결과가 보고되었다.^{4,7)} 특히, 노후화된 소각시설에서 대보수는 성능 회복과 장기적인 비용 절감을 위해 중요한 역할을 한다고 설명하고 있으며,¹⁰⁾ 대보수를 적기에 시행하지 않을 경우 성능 저하가 가속화되고 더 큰 경제적 손실을 초래할 수 있다.⁶⁾

소각시설의 기술진단은 성능 평가 및 보수 시기 결정을 위한 핵심 절차로, 소각시설의 안정적 운영과 오염물질 배출 최소화를 위해 필수적이다. 기술진단을 통해 설비 성능을 주기적으로 점검하고, 설비 교체나 업그레이드를 위한 적절한 시점을 결정함으로써, 시설의 장기적 효율성을 유지할 수 있다. 현행 규정에 따르면, 50 T/D 이하의 소각시설은 사용 후 11년이 경과한 시점에서, 50 T/D를 초과하는 시설은 14년 후에 기술진단을 받아야 한다. 그러나 분석한 결과, 실제 소각시설에서는 기술진단이 현행 기준보다 늦게 이루어지는 경향이 있으며, 이로 인해 성능 저하 및 유해물질 배출이 적기에 조치되지 못할 가능성을 배제할 수 없다.

본 연구에서는 각 소각시설의 진단보고서 자료를 활용하여 기술적 안정성과 운영 안정성을 분석하였으며, 대보수와 신규 설치의 비용을 비교하여 소각시설의 안정적 운영을 위한 최적의 대보수 주기를 제안하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 폐기물 발생량 및 소각시설 현황 분석

폐기물발생량 자료는 자원순환정보시스템(www.recycling-info.or.kr)과 전국 폐기물 통계조사를 활용하여 최근 20년의 데이터 분석을 위해 2003년부터 2022년까지 자료를 사용하였다. 소각시설 현황은 국내 소각시설 중 30 T/D 이상의 생활폐기물 소각시설을 대상으로 하여 데이터를 수집하고 분석하였다.

2. 소각시설의 노후화 및 용량에 따른 안정성 분석

소각시설의 노후화 및 용량에 따른 안정성 분석은 소각시설의 안정성 평가에 활용된 자료는 국내에서 운영 중인 15개 소각시설에서 실시한 진단보고서를 수집하여 사용하였다. 진단보고서에는 시설의 운영 현황, 기술적 성능, 오염물질 제거 효율 등이 포함되며, 측정 분석 자료는 공인 측정기관의 성적서를 활용하였다. 노후화에 따른 안정성 분석을 위해, 진단보고서가 수집된 15개 소각시설 중 처리 용량과 소각 및 방지시설 공정이 유사한 4개 시설을 선정하였다. 대상 소각시설은 100 Ton/D의 처리용량을 가지는 대형 소각시설이며 소각방식은 스토커방식이고 방지시설공정은 Selective Catalytic Reduction (SCR) 공정이 적용되어 있다.

선정된 소각시설은 각각 운영 9년 차, 14년 차, 15년 차, 22년 차에 진단평가를 실시하였으며, 본 연구에서는 이를 초기(9년 차)는 소각시설 설치 후 약 9년간 성능이 최적 상태로 유지되는 시기로, 중기(14년 차, 15년 차)는 성능 저하가 서서히 시작되어 유지보수와 대보수가 필요한 시기로, 노후기(22년 차)는 성능 저하가 뚜렷해져 대보수가 필수적인 시기로 구분하여 성능 차이를 비교하였다. 중기 단계에서는 14년 차와 15년 차 소각시설의 평균 데이터를 사용하였다.

선정소각시설은 각각 운영 9년 차, 14년 차, 15년 차, 22년 차에 진단평가를 실시하였으며 본 연구에서는 이를 초기(9년 차), 중기(14년 차, 15년 차), 노후기(22년 차) 단계로 나누어 성능 차이를 비교하였다. 단, 중기는 14년 차와 15년 차 소각로의 평균을 사용하였다.

용량에 따른 안정성 분석을 위해서는 자료수집대상 15개 소각시설 중 10~13년 사이에 진단평가를 실시한 소각시설을 대상으로 소각공정과 방지시설공정이 유사한 시설 중 처리 용량을 기준으로 30 T/D, 50 T/D, 150 T/D, 200 T/D로 구분하여 안정성 분석을 실시하였다.

소각시설의 안정성 평가는 기술적 안정성과 운영안정성을 적용하였으며 기술적 안정성은 소각효율(강열감량)을 평가하였고, 운영안정성의 평가 항목으로는 CO, NOx, SOx, 먼지, HCl, 다이옥신 등 대기오염물질의 제거 효율을 사용하였다.

3. 소각시설의 대보수 및 기술진단의 시점 분석

소각시설의 대보수와 진단평가 시점분석을 위해 대보수비용과 신규 설치비용의 상대적 비교를 실시하였다. 비용 분석은 30 T/D 이상의 소각로 131개소를 대상으로 설치비 데이터를 수집하고 분석했다. 2023년 기준으로 수집된 데이터를 바탕으로, 신규 설치비용 분석은 2022년 12월 물가를 기준으로 산출하였으며 대보수와 신규 설치 시 소요되는 설치비용을 비교하여, 두 방식 간의 상대적 경제성을 평가했다. 또한 2005년 이후 기술진단평가를 실시한 소각시설을 대상으로 용량별 진단 시기를 분석하고 법적기준과 비교하였다.

III. 결 과

1. 국내 생활폐기물 발생량 및 소각시설 현황

국내 생활폐기물 발생량은 2003년 1,852만 톤에서부터 2022년까지 2,304만 톤으로 증가하여 연평균 약 1.2%의 증가율을 보였다. 이는 20년간 총 452만 톤의 생활폐기물이 증가하였고 매년 약 22만 톤이 증가하였다는 것을 의미한다. 같은 기간 동안 매립량은 746만 톤에서 236만 톤으로 크게 감소하였으며, 재활용량은 837만 톤에서 1,516만 톤으로 증가하였다(Table 1).

폐기물 처리방법 중 소각은 2003년 연간 268만 톤에서 2022년 553만 톤으로 처리량이 증가한 반면 2003년 305개였던 소각시설은 2011년 176개로 감소하였고, 이후 소수의 소각시설이 증가된 것으로 보이나 연도별로 소량의 변화가 있었을 뿐 큰 변화는 관찰되지 않았으며 2022년에는 183개가 운영 중인 것으로 나타났다(Fig. 1).

2. 소각시설의 안정성 평가

2.1. 소각시설 노후화에 따른 안정성 분석

운영 초기 소각시설에서 다이옥신 제거 효율은 100%, HCl과 NO_x 제거 효율은 각각 87.3%와 68.0%로 나타났다. 운영 중기 소각시설에서는 다이옥신 제거 효율이 95.7%로 감소하였으며, HCl과 NO_x 제거 효율도 각각 78.7%와 86.8%로 나타났다. 후기 소각시설에서는 다이옥신 제거 효율이 90.9%로 감소하였고, HCl과 NO_x 제거 효율은 각각 91.3%와 79.7%로 나타났다(Fig. 2).

소각시설의 기술 안정성은 시설 노후화에 따라 운영 초기 소각시설은 소각 효율이 94.7%, 운영 중기 시설에서는 92.3%, 운영 노후기 시설에서는 96.0%로 나타났다. 강열감량은 운영 초기 시설에서 5.3%, 운영 중기 시설에서 7.7%로 증가하였으며, 운영 노후기 시설은 1.0%로 감소하였다.

2.2. 소각시설의 용량에 따른 성능 안정성 분석

소각시설의 처리 용량에 따른 오염물질 제거 효율을 분석한 결과, 처리 용량이 증가할수록 오염물질 제거 성능이 전반적으

로 향상되는 경향이 확인되었다(Table 2). 30 T/D 소각시설에서는 HCl 농도가 7.0 ppm에서 1.5 ppm으로, SO_x 농도가 8.0 ppm에서 2.5 ppm으로 감소하여, 기본적인 제거 성능을 나타냈다. 특히, Dioxin 농도는 8.844 ng-TEQ/Sm³에서 0.008 ng-TEQ/Sm³로 크게 감소하여, 높은 제거효율을 보였다. 50 T/D 소각시설에서는 HCl 농도가 202.4 ppm에서 5.2 ppm으로 크게 감소하였으며, SO_x 농도도 59.7 ppm에서 2.0 ppm으로 줄어들어 더욱 향상된 성능을 보였다. 또한, Dioxin 농도는 3.877 ng-TEQ/Sm³에서 0.034 ng-TEQ/Sm³로 감소하여 제거 효율이 개선되었다. 150 T/D 소각시설에서는 HCl 농도가 25.5 ppm에서 0.0 ppm으로 완전히 제거되었으며, Dioxin 농도는 0.176 ng-TEQ/Sm³에서 0.002 ng-TEQ/Sm³로 크게 감소하였다. 이러한 결과는 처리 용량이 증가함에 따라 오염물질 제거 효율이 향상되는 경향을 보여준다. 200 T/D 소각시설에서는 Dioxin 농도가 0.123 ng-TEQ/Sm³에서 0.001 ng-TEQ/Sm³로 거의 완전히 제거되었으며, CO, NO_x, SO_x 등의 다른 오염물질에서도 높은 제거 성능을 확인할 수 있었다.

소각시설의 기술적 안정성 평가결과는 30 T/D 소각시설에서는 소각 효율이 95.7%로 높은 수준을 유지하였으며, 50 T/D, 150 T/D, 200 T/D 시설에서는 각각 94.8%, 95.5%, 94.8%로 나타났으며 강열감량도 용량 크기순으로 각각 4.3%, 5.2%, 4.5%와 5.2%를 보였다.

3. 소각시설의 대보수 및 기술진단의 시점분석

3.1. 대보수 및 신규설치의 비용비교

비용 분석 결과, 대보수는 30~50 T/D는 29~215억 원이 소요되었으며 용량이 증가할수록 대보수 비용도 증가하여 200~300 T/D 용량의 소각시설은 664~996억 원이 소요되는 것으로 나타났다(Table 3). 이에 비하여 신규설치의 우는 30~50 T/D 용량의 소각로가 177~295억원으로 나타났고 200~300 T/D 용량의 소각시설은 914~1,371억원으로 높게 산출되었다. 따라서 대보수의 경우가 신규 설치에 비해 평균적으로 28% 저렴한 비용으로 수행될 수 있으며, 소각시설의 처리

Table 1. Municipal waste volume by treatment type (2003 vs. 2022) (unit: million tons)

Treatment type	2003	2022	AAG (%)
Total waste	18.52	23.04	1.2%
Landfill	7.46	2.36	-3.9%
Recycling	8.37	15.16	3.1%
Incineration	2.68	5.53	4.0%

AAG: average annual growth rate.

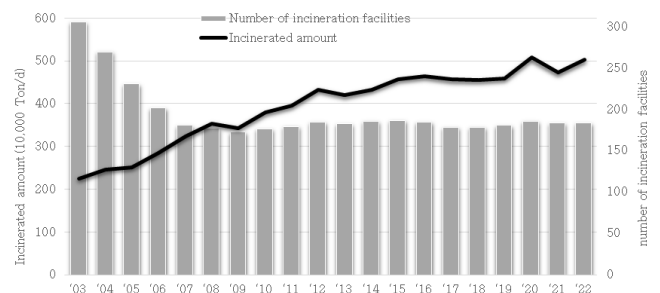


Fig. 1. Msw incineration treatment fluctuation trend

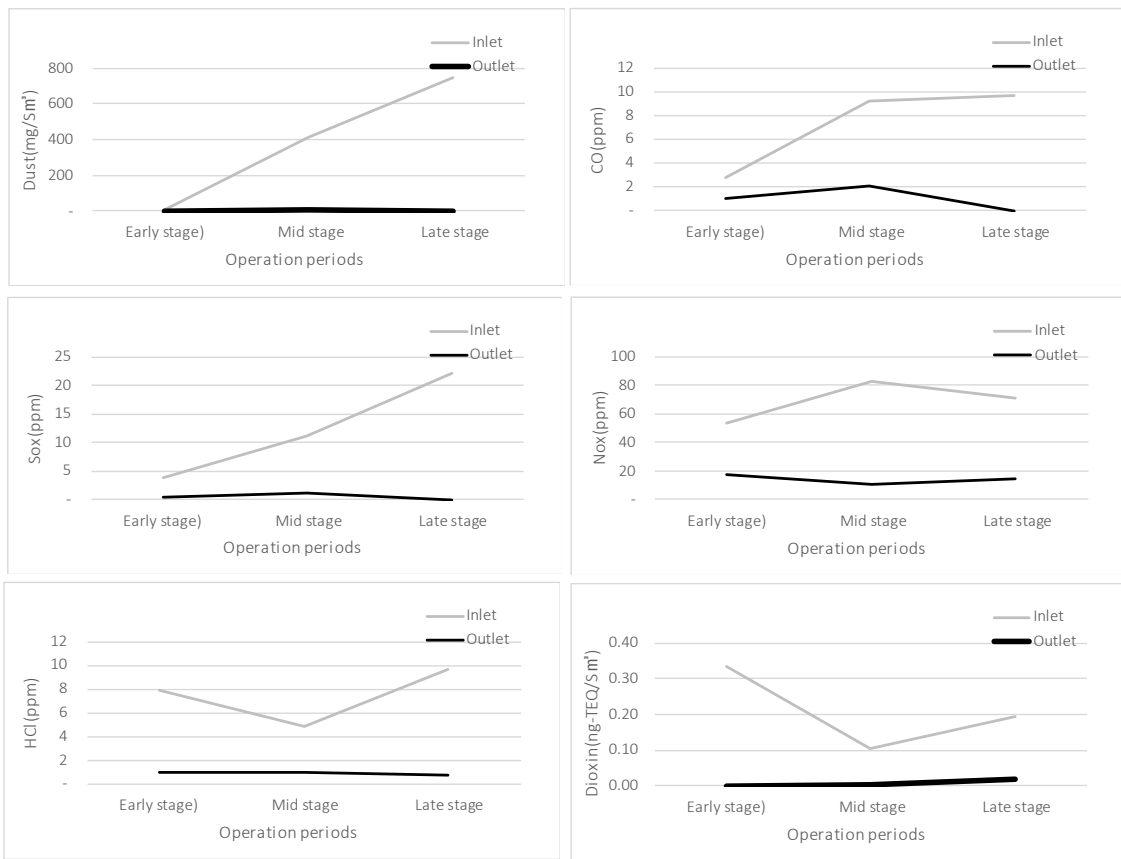


Fig. 2. Operational stabilities of incinerators having different operation time

Table 2. Operational stabilities of incinerators having different treatment capacities

Incinerator capacity	Measuring point	CO (ppm)	HCl (ppm)	SOx (ppm)	NOx (ppm)	Dust (mg/Sm ³)	Dioxin (ng-TEQ/Sm ³)
30 T/D	Inlet	10.0	7.0	8.0	54.0	10.0	8.844
	Outlet	1.5	1.5	2.5	20.5	2.5	0.008
	Removal efficiency	85.0%	78.6%	68.8%	62.0%	75.0%	99.9%
50 T/D	Inlet	18.0	202.4	59.7	35.0	1,068.8	3.877
	Outlet	15.0	5.2	2.0	34.3	1.6	0.034
	Removal efficiency	16.7%	97.4%	96.6%	2.0%	99.9%	99.1%
150 T/D	Inlet	13.4	25.5	2.1	42.1	416.6	0.176
	Outlet	12.0	0.0	0.0	38.6	3.7	0.002
	Removal efficiency	10.4	100.0%	100.0%	8.3%	99.1%	98.9%
200 T/D	Inlet	12.1	0.1	0.0	12.1	62.1	0.123
	Outlet	10.8	0.1	0.0	2.5	2.2	0.001
	Removal efficiency	10.7%	0.0%	100.0%	79.3%	96.5%	99.2%

용량에 따라 30~50 T/D 소각시설에서 27~37% 범위로 나타났으며, 200~300 T/D 대형 소각시설에서는 최대 33%까지 절감할 수 있는 것으로 분석되었다. 국내 설치되어 있는 소각시설의 경우 15년 이상의 노후화된 시설이 전체시설 중 59%로 많

고 10년 이하의 시설은 8.4% 밖에 되지 않아 향후 대보수를 필요로 하는 시설의 비중이 매우 큰 편이다(Table 4).

Table 3. Cost comparison of revamping vs. new installation

Incinerator capacity	Revamping cost (hundred million KRW)	New installation cost (hundred million KRW)	Revamping unit cost (hundred million KRW)	New installation unit cost (billion KRW/T/D)
30~50 T/D	29~215	177~295	4.43	6.24
50~100 T/D	190~379	262~523	4.3	5.9
100~200 T/D	351~702	498~996	3.79	5.23
200~300 T/D	664~996	914~1,371	3.51	4.98

Standard construction costs per unit for incineration facility installation (adjusted for December 2022 prices).

Table 4. Status of municipal solid waste incineration facility operation (as of the end of 2023) (unit: facilities)

Division	30~50 T/D	50~100 T/D	100~200 T/D	200~300 T/D	Total	Ratio
~10 yrs	3	1	0	7	11	8.4%
10~15 yrs	17	6	16	5	44	33.6%
15~20 yrs	13	7	10	9	39	29.8%
20 yrs~	3	2	14	18	37	28.2%
Total	36	16	40	39	131	100%

Operating status of municipal solid waste incineration facilities by capacity (source: Ministry of Environment, Korea).¹⁾

Table 5. Technical diagnosis period of incinerators

Incinerator capacity	Regulation	Average technical diagnosis evaluation	Number of incinerators
30~50 T/D	11 yr	13 years	2
50~100 T/D	14 yr	13.3 years	3
100~200 T/D	14 yr	15.8 years	4
200~300 T/D	14 yr	15 years	6

3.2. 기술진단 시점 분석

소각시설의 용량별로 기술진단 시점을 분석한 결과, 30~50 T/D 소각시설은 평균 13.0년 후, 50~100 T/D 소각시설은 13.3년 후, 100~200 T/D 소각시설은 15.8년 후, 200~300 T/D 소각시설은 15.0년 후에 기술진단을 받은 것으로 나타나 대부분의 시설들에서 법적기준을 초과하여 기술진단을 실시하는 것으로 나타났다(Table 5).

IV. 고 찰

국내 생활폐기물 발생량 추이와 소각시설의 운영현황 추이를 비교하면 폐기물처리방법 중 소각에 의한 처리가 늘어나고 있음에도 불구하고 소각시설의 수는 오히려 감소하였다. 이는 소각시설의 확충 시 소형소각로보다는 시설의 대형화에 따른 결과로 분석된다. 그러나 소각시설의 노후화와 폐기물 처리량의 지속적인 증가로 인해, 소각시설의 처리 용량이 점차 한계에 도달하였으며, 2020년 이후 소각 처리량의 증가세는 둔화되고 있

다. 소각시설 설치 현황을 보면, 2000년대 이후 환경 규제 준수와 기술적 개선의 중요성이 강조되며 소각시설 설치 기준이 강화되었다. 특히, 시간당 25 kg 미만의 폐기물 소각시설 설치가 금지되면서 소용량 시설이 크게 감소한 요인으로 보인다.

소각시설은 운영기간이 경과함에 따라 소각능력의 효율과 오염물질의 처리효율에 변화를 보일 수 있다. 본 연구에서도 소각시설의 운영 기간이 증가함에 따라 오염물질 제거 효율이 감소하는 경향이 관찰되었다. 특히, 다이옥신(Dioxin), 염화수소(HCl), 질소산화물(NOx) 등의 오염물질 제거 효율은 시간이 지남에 따라 현저히 저하되었으며, 이는 주로 설비의 노후화와 관련이 깊은 것으로 판단된다. 그러나 정기적인 유지보수와 설비 업그레이드를 통해 일부 성능 회복이 가능하며, 이를 통해 성능 저하를 늦추거나 방지할 수 있다. 동일한 운전기간의 경우에도 오히려 효율이 증가하는 경우도 관찰되었는데 이는 정기적인 촉매 교체와 설비 업그레이드가 성능 회복에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다.

대보수는 기존 소각시설의 노후화된 주요 설비를 교체하거나 업그레이드하는 방식으로 이루어진다. 기존 인프라를 최대한 활용하면서도 주요 성능을 복원하거나 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 대형 소각시설에서는 대보수를 통해 오염물질 제거 효율을 유지하고 성능 저하를 방지할 수 있음을 확인하였다. 대보수는 신규 설치에 비해 상당한 비용 절감 효과를 제공하므로, 경제적으로도 효율적인 선택지로 판단된다. 그러나 모든 시설에서 동일한 성능 회복이 보장되는 것은 아니며, 시설별로 맞춤형 대보수 계획이 필요하다. 이러한 계획은 시설의 특성 및 운영 조건에 따라 적절히 조정되어야 한다.

기술진단 주기의 개선 필요성도 제기되었다. 현재 운영되고 있는 소각시설이 대부분 법정 대보수 기준 연한을 넘긴 상태에서 시설진단을 실시하고 있다. 특히 용량이 큰 시설의 경우는 대보수가 적기에 이루어지지 않을 경우 환경 및 안전에 미치는 영향이 크게 나타날 수 있다. 현재 기술진단 주기는 운영 조건을 충분히 반영하지 못하는 경우가 많아, 성능 저하와 유해물질 배출 관리를 지연시킬 수 있는 위험이 있다. 따라서 기술진단 주기를 재조정하고 대보수를 적기에 시행하는 것이 소각시설의 성능 유지와 환경 보호 측면에서 중요한 역할을 한다. 대형 소각시설의 경우, 모든 오염물질에서 높은 제거 효율이 관찰되었다. 특히, 다이옥신 농도는 검출한계 이하로 감소하였으며, 이는 대형 소각시설이 최적화된 처리 공정과 환경 제거 기술을 통해 오염물질 제거 성능을 극대화할 수 있음을 시사한다. 대형 소각시설에서의 대보수는 성능 회복뿐만 아니라 유해물질 배출 감소에도 큰 기여를 할 수 있다. 그러나 이러한 성과는 시설의 운영 조건에 따라 다를 수 있으며, 맞춤형 대보수 전략이 필요하다.

100톤 규모 소각시설을 대상으로 대보수와 신규 설치비용을 비교한 결과, 대보수 비용은 약 351억 원, 신규 설치비용은 약 498억 원으로, 대보수는 약 29%의 비용 절감 효과를 보였다. 대보수는 비용 절감뿐 아니라, 소각 효율과 오염물질 제거 효율을 유지하거나 향상시키는 중요한 수단이다. 특히, 다이옥신(Dioxin)과 질소산화물(NOx) 등의 유해물질 제거 효율은 시간이 지나면서 감소하지만, 대보수를 통해 이를 회복할 수 있으며, 이는 소각시설의 장기적 운영 안정성에 중요한 역할을 한다.

대보수는 에너지 효율 개선과 유지보수 주기를 연장시켜, 운영 중단에 따른 비용 손실을 줄일 수 있다. 또한, 오염물질 배출 관리에서도 중요한 효과를 나타내며, 특히 다이옥신 농도를 법적 기준 이하로 유지하는 데 기여한다.

한편, 본 연구는 대보수의 경제성에 중점을 두었으나, 성능 개선에 대한 구체적인 영향이나 설비 노후화에 따른 성능 저하에 대한 정밀 분석이 부족한 한계가 있다. 향후 연구에서는 다양한 소각시설 유형과 용량에 따른 대보수의 성능 개선 효과를 추가로 분석할 필요가 있다. 대보수 주기 최적화를 위한 연구와 정책적 가이드라인 마련도 필요하다.

V. 결 론

국내 생활폐기물의 발생량은 지속적으로 증가하고 있으며, 폐기물 처리 방법 중 매립이 제한적으로 줄어들어 따라 소각에 대한 요구가 증가하고 있다. 그러나 국내 소각시설의 수는 소형 소각로 금지에 따라 2000년대 초반에 약 180개로 감소하였으며, 현재까지 그 수가 유지되고 있다. 신규 소각시설의 설치 환경시설에 대한 NIMBY (Not In My Backyard) 현상으로 인해 매우 어렵기 때문에, 기존 소각시설의 적정 운영과 소각 효율을

확보하기 위해 대보수의 중요성이 부각되고 있다. 하지만 대부분의 국내 소각시설에서는 대보수가 제때 이루어지지 않아, 소각 용량의 확보와 환경 및 건강에 대한 우려가 증가하고 있다.

본 연구에서는 국내소각시설의 진단보고서를 이용하여 소각시설의 관리현황을 고찰하고 소각시설의 안정적 운영을 위한 대보수 시점에 대하여 기초분석을 실시하였다. 연구 결과, 소각시설의 노후화에 따라 소각능력의 안정성과 운영안정성이 운영기간과 비례하여 감소하지는 않았지만 운영기간의 영향을 배제하기는 어려웠다. 14~15년 차의 중기 단계에서 소각시설의 성능 저하가 서서히 나타나기 시작하였다. 다이옥신(Dioxin) 제거 효율이 초기(9년 차)의 99.9%에서 95.7%로 감소했고, HCl 제거 효율은 87.3%에서 78.7%로 하락하였다. 이러한 성능 저하는 시설 노후화에 따른 자연스러운 현상으로 볼 수 있으며, 중기 단계에서의 성능 저하는 대보수를 고려할 시점임을 시사한다. 22년 차의 노후기는 성능 저하가 더욱 뚜렷해졌다. 다이옥신 제거 효율이 90.9%로 추가적으로 감소하였고, NOx 제거 효율 역시 79.7%로 하락하여, 성능 저하가 시간이 지남에 따라 가속화되었음을 보여준다. 이는 대보수가 적기에 이루어지지 않으면 소각시설의 성능이 더 빠르게 저하될 수 있음을 의미한다. 특히, 50 T/D 이하의 소각시설에서는 11년을 초과한 시점에서 성능 저하와 오염물질 제거 효율 감소가 명확하게 나타났다. 현행 기술 진단 주기는 소각시설의 실제 운영 조건을 충분히 반영하지 못하고 있으며, 특히 50 T/D 이하의 소각시설에서는 11년을 초과한 시점에서 성능 저하 및 오염물질 제거 효율의 감소가 나타났다. 따라서 본 연구에서는 14~15년 차 시점에서 대보수를 시행하는 것이 소각시설의 안정적인 성능 유지를 위해 필수적임을 제안한다. 이를 바탕으로, 대보수시기를 15년 주기로 설정하여, 시설의 노후화에 따른 성능 저하를 방지하고, 장기적인 운영비용 절감을 도모할 필요가 있다.

따라서 향후 추가적인 연구를 바탕으로 대보수의 효율적 시행을 위한 표준화된 계획 수립과 이를 지원하는 정책적 가이드라인 마련이 필요할 것이다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. Resource Circulation Information System. Nationwide waste generation and treatment status. Available: <https://www.recycling-info.or.kr/rrs/viewPage.do?menuNo=M130201> [accessed 29 March 2024].
2. Ministry of Environment. Comprehensive measures to improve the entire process from waste generation to treatment. Available:

- <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148878189> [accessed 29 March 2024].
3. European Commission. The role of waste-to-energy in the circular economy. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52017DC0034> [accessed 29 March 2024].
 4. Neuwahl F, Cusano G, Gómez Benavides J, Holbrook S, Roudier S. Best available techniques (BAT) reference document for waste incineration. Available: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-01/JRC118637_WI_Bref_2019_published_0.pdf [accessed 29 March 2024].
 5. Ministry of Environment. Current status of municipal waste resource recovery facilities. Available: https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%9E%90%EC%9B%90%ED%9A%8C%EC%88%98%EC%8B%9C%EC%84%A4&menuId=10265&orgCd=&condition.toInpYmd=null&condition.fromInpYmd=null&condition.deleteYn=N&condition.deptNm=null&seq=5117 [accessed 29 March 2024].
 6. Korea Environment Corporation. Major repair and operational efficiency of incineration facilities report 2022. Available: http://www.kwaste.or.kr/bbs/board.php?bo_table=board17&wr_id=188 [accessed 29 March 2024].
 7. Choi Y, Ochirpurev B, Chae H, Eom S, Kim Y, Kim H. Health risk related to waste incineration. *J Environ Health Sci.* 2021; 47(1): 20-35.
 8. Choi B, Jung J, Choi W, Jeon C, Shon B. Distribution characteristics of ambient heavy metals based on the emission sources and their carcinogenic risk assessment in Ulsan, Korea. *J Environ Health Sci.* 2006; 32(5): 522-531.
 9. Viel JF, Daniau C, Gorla S, Fabre P, de Crouy-Chanel P, Sauleau EA, et al. Risk for non Hodgkin's lymphoma in the vicinity of French municipal solid waste incinerators. *Environ Health.* 2008; 7(1): 51.
 10. Hatanaka D, Fitzgerald J. Refurbishment of an aging fluid bed biosolids incinerator and development of a 10 year capital plan: an alternative to replacement. *Water Environ Fed.* 2011; 2011(4): 838-866.

〈저자정보〉

김태숙(대학원생), 김영희(부교수)