



하수도정비기본계획 시행 후의 투자적정성 분석에 관한 사례 연구

Case Study of Investment Adequacy Analysis After Implementing Master Plan on Sewerage Rehabilitation

박규홍^{1*}·강병준²·임병인³·강만옥⁴·박주양⁵·김성태⁶·박완규⁷

Park, Kyoo-Hong^{1*}·Kang, Byong-Jun²·Lym, Byeong-In³·Knag, Man-Ok⁴·Park, Joo-Yang⁵·Kim, Sung-Tae⁶·
Park, Wan-Kyu⁷

^{1,2}중앙대학교 사회기반시스템공학부, ³충북대학교 경제학과, ⁴한국환경정책평가연구원, ⁵한양대학교 건설환경공학과,
⁶청주대학교 경제학과, ⁷중앙대학교 경제학과

^{1,2}School of Civil and Environmental Engineering, Chung-Ang University, ³Department of economics, Chunbuk National
University, ⁴Korea Environment Institute, ⁵Department of Civil and Environmental Engineering, Hanyang University,
⁶Department of Economics, Cheongju University, ⁷Department of Economics, Chung-Ang University

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the investment adequacy of the projects implemented according to the master plan on sewerage rehabilitation at Seoul. The planned and actually implemented ratio of invested money on sewage treatment plants (STPs) to sewers were compared in two temporal periods. Though the planned ratio of investment on STPs to sewers was 50:50 (in 2009-2020), the actual implemented ratio in 2009-2013 was 34:66. Until 2020, the greater investment ratio on STPs to sewers should be made considering the necessity of coping with stricter legal compliance on advanced treatment, stormwater treatment and so on. The priority of the planned and partially implemented projects among four STPs and at each STP was evaluated. Considering only the performance indicator of reduced load of BOD, T-N, T-P per the capacity of each STP facility, the performance among four STPs was shown as Jung-Rang>Tan-Cheon>Seo-Nam>Nan-Ji. The reverse order of the performance results in the past may be considered for future investment priority, but the efficiency of operation implemented at each STP, deteriorated status of each STP, investment in the past and so forth should also be considered. As for the priority of projects conducted within each STP, projects related to legal compliance (such as advanced tertiary treatment, stormwater treatment, etc.) have highest priority. Odor-related project and inhabitant-friendly facility related projects (such as building park on STPs, etc.) has lower priority than water quality related projects but interactivity with end-users of sewerage should also be important.

Key words: Investment adequacy analysis, master plan on sewerage rehabilitation, sewage treatment plant, sewers, priority

주제어: 투자 타당성 분석, 하수도 정비 마스터 플랜, 하수처리장, 하수도, 우선 순위

1. 서 론

하수도정비기본계획(Ministry of Environment, 2007)

Received 27 August 2014; Revised 10 August 2015; Accepted 12 August 2015

*Corresponding author: Park, Kyoo-Hong (E-mail: kpark@cau.ac.kr)

은 “사람의 건강을 보호하는데 필요한 공중위생 및 생활환경의 개선과 ‘환경정책기본법’에서 정한 수질 환경기준을 유지하고, 관할구역의 침수를 예방하기 위하여 종합계획 및 유역하수도정비계획을 바탕으로 관할구역 안의 유역별로 하수도의 정비에 관한 20년

pp. 447-457

pp. 459-468

pp. 469-479

pp. 481-491

pp. 493-502

pp. 503-510

pp. 511-517

pp. 519-531

단위의 기본계획”이다. 하수도법 제5조에 나타난 바와 같이, 하수도정비기본계획은 특별시장, 광역시장, 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장 또는 군수(광역시의 군수는 제외)는 하수도정비계획을 수립할 의무를 갖는다. 하수도정비기본계획에 따라 하수처리시설 신증설사업, 하수관거정비사업, 침수예방사업, 개인하수처리시설 사업 등의 다양한 하수도사업의 계획, 기본설계, 실시설계, 시공 등이 이루어지게 되므로, 이 하수도정비기본계획은 지방자치단체의 매우 중요한 하수도 건설, 유지관리의 근간이 된다.

하수도법(Ministry of Environment, 2014) 제11조에는 지방자치단체의 장이 하수도정비기본계획에 따라 공공하수도를 설치해야 할 의무를 부여하고 있으며, 지방자치단체의 장이 하수도정비기본계획에 따라 공공하수도를 설치하지 아니할 때에는 당해 지방자치단체의 장에게 하수도정비기본계획에 따라 공공하수도를 설치할 것을 요청할 수 있도록 하고 있다. 또한 하수도법 제6조에는 하수도정비기본계획 수립권자는 5년마다 하수도정비기본계획의 타당성 여부를 검토하도록 하고 있다.

지방자치단체별로 20년 단위의 하수도정비기본계획을 수립하고 시행한다 해도, 다양한 법률과 도시계획 등의 상위계획과 연계되어 있을 뿐 아니라 지방자치단체의 재정여건 및 투자여력과 관련되어 있어, 하수도정비기본계획대로 사업을 시행하고자 할 때에는 여러 가지 복잡한 상황이 새롭게 전개되면서 원래의 계획대로 시행되지 못하는 경우가 종종 있다. 이러한 경우에 하수도정비기본계획의 변경이 이루어지거나, 기존 목표연도의 종료 시점에 맞추어 새로운 하수도정비기본계획을 수립할 때 새로운 상황을 반영하기도 한다. 하수도정비기본계획의 수립, 변경, 재수립시 기존의 하수도정비기본계획에 따라 이미 시행된 사업항목에 대한 투자가 적절히 이루어졌는지를 평가하는 것은 매우 중요한 일일 것이다.

하수도사업은 지역주민 나아가 국민의 건전하고 안전한 생활환경 유지에 필수적인 시설이지만 전문성이 있는 분야이므로 기술적인 측면에서 사업효과분석이 이루어지는 경향이 있다(Kim, 2004; Seoul Metropolitan Government, 2013). 하지만 하수도정비기본계획에 따른 투자에 대한 적정성 분석에 대해서는 체계적으로 또한 경제적인 측면에서 논의된 바가 없는 듯하다. 한편으로는 4년마다 있는 지방선거에 의해 지방자치단

체의 장과 지방의회 의원이 바뀔 수 있는 정치적·정책적인 변화의 틀 속에서 하수도사업에 대한 투자의 우선순위가 변경될 수 있다. 따라서, 하수도정비기본계획의 수립 후 또는 시행 후에 이에 대한 사후평가시스템을 기술적·경제적인 측면에서 체계화할 필요가 있으며, 이런 체계의 마련을 위한 기초연구가 필요한 것으로 판단된다.

본 연구의 목적은 서울시의 하수도정비기본계획을 사례로 하여 이미 수립된 하수도정비기본계획에 대한 투자적정성을 분석함으로써 이러한 사례연구의 기초를 마련하는 것이다. 본 연구에서는 물재생센터와 하수관로 분야로 분류하여 각각의 분야에서 투자적정성을 검토하였으며, 물재생센터와 하수관로의 두 분야에 적정한 비율로 투자가 이루어진 것인지에 대해서도 검토하였다. 물재생센터 분야에서는 물재생센터간 투자비용 및 효과를 검토하였고, 시설용량에 대한 신재생에너지 생산량을 비교해 보았다. 물재생센터와 하수관로 분야 사이의 투자적정성을 분석하기 위해 계획 대비 실행된 사업의 실행률을 구하고, 물재생시설과 하수관로에 대한 실제투자비용을 구하여, 이를 토대로 장래의 투자우선순위의 제안의 근거가 될 수 있도록 하였다. 배수분구별 하수관로 정비사업의 투자적정성 분석은 본 연구논문의 범위에서 제외하였다.

2. 서울시의 2020 하수도정비기본계획

하수도법 제5조에는 하수도정비기본계획 보고서에 하수도의 정비에 관한 기본방침, 유역하수도정비계획에 따른 세부시행방안에 관한 사항, 하수도에 따라 하수를 유출 또는 처리하는 구역에 관한 사항, 하수도의 기본적 시설의 배치·구조 및 능력에 관한 사항, 합류식하수관로와 분류식하수관로의 배치에 관한 사항, 하수의 원활한 유출을 통한 관할 구역의 침수예방에 관한 사항, 하수도정비사업의 실시순위에 관한 사항, 배수구역에서 방류되는 오염물질의 저감계획 및 하수저류시설의 설치에 관한 사항, 하수를 공공하수처리시설에서 처리하는 과정에서 발생한 찌꺼기의 처리계획 및 처리시설의 설치에 관한 사항, 분뇨의 처리계획 및 분뇨처리시설의 설치에 관한 사항, 하수와 분뇨의 연계처리에 관한 사항, 하수도 관련 사업의 시행에 소요되는 비용의 산정 및 재원조달에 관한 사항, 개인하수처리시설의 설치 및 관리에 관한 사항, 제4조의3제3



항에 따른 하수도정비대책의 수립에 관한 사항, 그 밖에 환경부장관이 하수도의 정비에 관하여 필요하다고 인정하여 고시하는 사항을 포함하도록 하고 있다. 이렇듯 하수도정비기본계획이 매우 다양하고 복잡한 내용을 포함하고 있으며 또한 세부시설별로 검토하고 있으므로, 본 연구에서는 투자적정성 분석의 편의상 물재생시설 분야는 차집관로를 포함하고, 하수관로 분야는 순수한 하수관로 정비사업만 포함시켜 검토하였다.

서울시는 2009년에 2020년을 목표년도로 한 하수도정비기본계획을 수립하였다. 이 하수도정비기본계획 보고서(Seoul Metropolitan Government, 2009)에는 총 12조 1,552억원을 투자할 계획으로 물재생시설 분야에 2조 5,747억원, 하수관로 분야에 6조 1,517억원, 차집관로 분야에 1,211억원을 투자할 계획이었다. 물재생시설 분야에는 2조 6,958억원 (=물재생시설 2조 5,747억원 + 차집관로 1,211억원), 하수관로 분야에는 원래 계획상으로 6조 1,517억원이었으나 지방자치단체장의 첫 임기 초기에 투자계획이 변경되어 대심도 터널과 CSOs저류시설 등의 사업이 제외되어, 이를 제외한 4조 9,746억원(=6조 1,517억원-대심도 터널 1조 1,157억원 + CSOs저류시설 536억원 + 기타 78억원)인 것으로 하여 본 연구의 투자적정성 분석에 이용하였다. 이렇게 볼 때, 물재생시설 분야와 하수관로 분야 투자비의 비는 약 65:35이었다.

한편, 2014년에 서울시는 시정운영계획(Seoul Metropolitan Government, 2014)을 수립함으로써, 하수도사업의 재원 부족, 기후변화 및 기상이변에 따른 국지성 집중호우, 물재생시설의 방류수수질기준 강화 등 상황의 변화에 따라 기존의 하수도정비기본계획을 현실에 맞게 Table 1과 같이 조정한 바 있다. 서울시 시정운영계획에도 물재생시설 분야와 하수관로 분야 투자비의 비는 하수도정비기본계획과 거의 비슷한 비율을 유지하고 있음을 주목할 수 있다.

2014년 현재 물재생센터 및 차집관거에 관해 진행 중이거나 진행예정인 사업의 2014년 및 그 이후의 소

요사업비를 Table 2에 나타내었다. 또한 하수관로 정비사업 중 주요 사업인 하수관로 신설개량, 하수관로 보수보강사업, 하수관로 종합정비사업에 대해 Table 3에 나타내었다.

3. 투자 적정성 분석

3.1 물재생시설 분야

3.1.1 물재생센터간 투자비율 및 효과에 관한 검토

물재생센터간 투자비율 및 효과를 검토하기 위해 2009~2013년의 물재생센터 시설용량에 대한 삭감부하량을 비교해 보았다. 서울시 물재생센터의 시설용량은 중량 1,710천톤/일, 탄천 1,100천톤/일, 서남 2,000천톤/일, 난지 1,000천톤/일이다. 2007년 이후에 지속되어 온 방류수수질기준의 강화로 인해 고도처리시설 및 시설현대화사업을 진행해 왔는데, 주로 이와 관련되어 있는 수질항목인 BOD, T-N, T-P에 대해 연평균 유입부하량과 연평균 방류부하량의 차이인 연평균 삭감부하량을 구하였다. 연평균 삭감부하량은 시설용량의 규모에 따라 증가하므로, 이를 표준화시키기 위해 시설용량으로 나누어 구한, ‘연평균삭감부하량/시설용량 (단위 : ton/천m³)’의 지표를 통해 물재생센터별 오염부하삭감에 대한 성과를 비교하였다.

시설용량에 대한 BOD 삭감부하량의 연도별 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 2007년부터 2009년까지는 큰 차이를 보이지 않았으나, 2010년 이후 난지물재생센터의 시설용량에 대한 BOD삭감 부하량이 급격히 감소하는 추세를 보이고 있다. 한편 중량물재생센터는 2009년 이후 조금씩 증가하다가 2012년에 크게 증가하였음. 탄천과 서남 물재생센터는 큰 변화없이 꾸준하게 유지되는 추세이다. 2009-2013년에 시설용량에 대한 BOD삭감부하량은 대체로 중량>서남>탄천>난지의 순서이다.

Fig. 2에는 시설용량에 대한 T-N 삭감부하량의 연도별 변화를 나타내었다. 중량·탄천물재생센터의 시설용량에

Table 1. Comparison of Investment Plans between Master Plan on Sewerage Rehabilitation and City Policy Plan (2014~2020)

	Master Plan on Sewerage Rehabilitation (A) (100 Million Won)	City Policy Plan (B) (100 Million Won)	Investment Ratio (=B/A×100%)
Sum	55,507(100%)	34,266(100%)	61.7
Sewers	39,566(71.3%)	24,135(70.4%)	61.0
Sewage Treatment Plants	15,941(28.7%)	10,131(29.6%)	63.6

pp. 447-457

pp. 459-468

pp. 469-479

pp. 481-491

pp. 493-502

pp. 503-510

pp. 511-517

pp. 519-531

Table 2. Future Investment Plan on Sewage Treatment Plants from 2014 to 2020 (Unit : Million Won)

Project	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	계
Modernization Project at Jung-Rang STP	40,004	65,000	27,800	0	0	0	0	132,804
Modernization Project at Seo-Nam STP	22,804	38,800	47,200	47,200	47,100	0	0	203,104
Environment Improvement at Nan-Ji SWP	1,400	10,000	10,000	10,000	10,000	12,130	0	53,530
Advanced T-P Treatment at the STPs	0	2,100	30,000	58,000	58,000	58,000	58,000	264,100
First Flushed Stormwater Treatment	400	0	3,741	17,985	17,985	21,364	27,395	88,870
Improvement of Intercepting Sewers	6,726	14,994	16,993	18,793	41,490	41,490	41,490	181,976
Enlargement and Modernization at Seo-Nam Feces Treatment	22,120	30,230	0	0	0	0	0	52,350
Covering and Building Park on Tan-Cheon STP (4th Stage)	8,520	13,000	7,436	0	0	0	0	28,956
Others	3,464	3,900	0	0	0	0	0	7,364
Total	105,438	178,024	143,170	151,978	174,575	132,984	126,885	1,013,054

Table 3. Future Investment Plan on Sewers from 2014 to 2020 (Unit : Million Won)

Project	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	계
Renewal and Newly Construction	109,845	82,000	82,000	82,000	82,000	90,100	90,000	617,945
Repair and Reinforcement	41,592	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	191,592
General Rehabilitation	145,432	214,195	238,114	215,400	238,000	275,100	277,700	1,603,940
Total	296,869	321,195	345,114	322,400	345,000	390,200	392,700	2,413,477

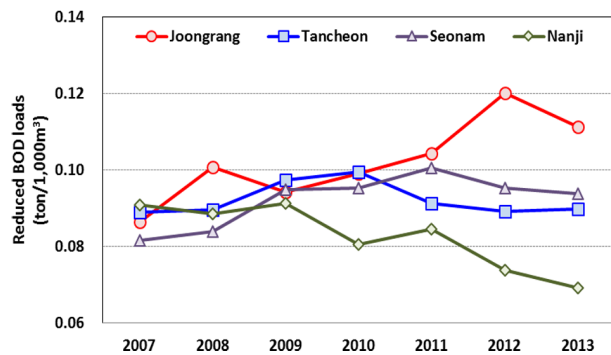


Fig. 1. Temporal Variation of Reduced BOD loads

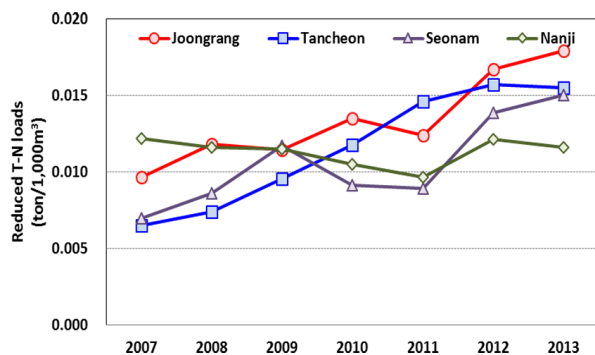


Fig. 2. Temporal Variation of Reduced T-N loads

대한 T-N 삭감부하량은 대체적으로 꾸준히 증가 추세이다. 2010년과 2011년에 중랑, 서남, 난지 물재생센터는 시설용량에 대한 T-N 삭감부하량이 낮아졌다가, 고도처리시설의 완공(난지·탄천 2012년 4월 완료, 중랑·서남 시운전중)으로 2012년 이후 증가하고 있다. 2013년 시설용량에 대한 T-N 삭감부하량은 대체로 중랑>탄천>서남>난지의 순서이다. 난지 물재생센터는 고도처리시설이 2012년 4월에 완공되었음에도 불구하고, 시설용량에 대한 T-N 삭감부하량이 낮은 원인을 찾아 해결이 필요하다.

Fig. 3은 시설용량에 대한 T-P 삭감부하량의 연도별 변화를 나타내고 있다. 시설용량에 대한 T-P 삭감부하량이 중랑과 탄천 물재생센터에서는 2012년과 2013년에 높은 값을 유지하나, 상대적으로 서남과 난지 물재생센터에서는 낮은 값을 유지하고 있다. 2013년 시설용량에 대한 T-P 삭감부하량은 대체로 탄천>중랑>서남>난지의 순서이다. 난지 물재생센터는 고도처리시설이 2012년 4월에 완공되었음에도 불구하고, 시설용량에 대한 T-P 삭감부하량이 낮은 원인을 찾아 해결이 필요하다. 서남 물재생센터는 고도처리시설이 완공되어 시운전중이므로, 시설용량에 대한 T-P 삭감부하량이

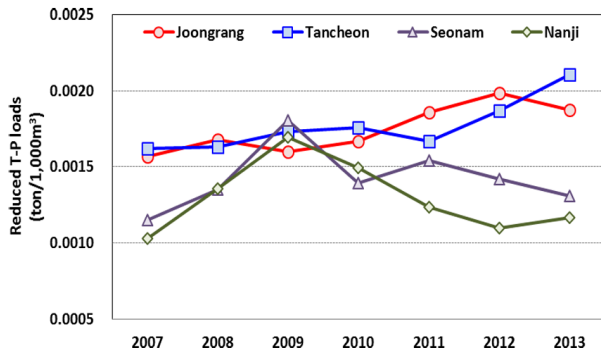


Fig. 3. Temporal Variation of Reduced T-P loads

2014년에는 개선이 기대된다. 시설용량에 대한 BOD, T-N, T-P 삭감부하량의 지표로 전반적인 물재생센터의 성과를 순위로 나타내면 중랑>탄천>서남>난지의 순서로 나타났다. 물론 각 대상오염물질 제거를 위한 투자사업의 종류, 시설의 원래의 노후도, 운전의 기술 수준 등 매우 다양한 요인이 영향을 줄 수 있으므로 단순히 물재생센터의 성과로 단정 지을 수는 없으므로 활용에 유의할 필요가 있다.

3.1.2 시설용량에 대한 신재생에너지생산량 비교

물재생센터에서 발생하는 소화가스의 연료화, 소화가스 열병합, 소화가스 발전, 방류수 열회수 등을 통한 신재생에너지의 생산에 대한 성과를 평가하기 위해 신재생에너지를 시설용량으로 나누어 구한, ‘연평균신재생에너지생산량/시설용량(TOE/천m³)’의 지표를 통해 물재생센터별 신재생에너지 생산에 대한 성과를 비교하였다.

Fig. 4에 나타나듯이, 2010년과 2011년에는 시설용량에 대한 신재생에너지생산량이 중랑>서남>탄천>난지의 순서로 증가하였으나, 2012년과 2013년에 탄천 물재생센터의 시설용량에 대한 신재생에너지생산량이 감소하였고, 2013년에 난지 물재생센터는 4개 물재생센터 중 유일하게 소화가스 열병합 발전에 의해 급증(1,605 TOE/천m³)하였다.

신재생에너지 생산량 중에서 소화가스의 생산량을 시설용량으로 나누어 Fig. 5에 나타내었다. 2010년과 2011년에 중랑>서남>난지>탄천의 순으로 시설용량에 대한 소화가스의 연료생산량이 증가하였으나, 난지 물재생센터에서 생산량이 조금씩 증가하면서 2013년에는 서남물재생센터보다 우위에 있게 된다. 탄천 물재생센터는 2012년과 2013년에 소화가스 생산량이 감소하고 있다.

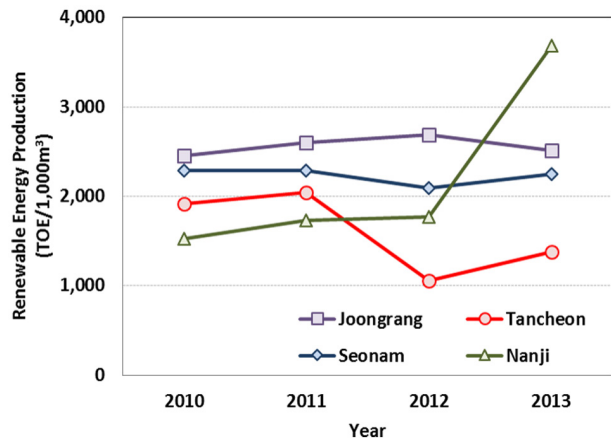


Fig. 4. Temporal Variation of Renewable Energy Production

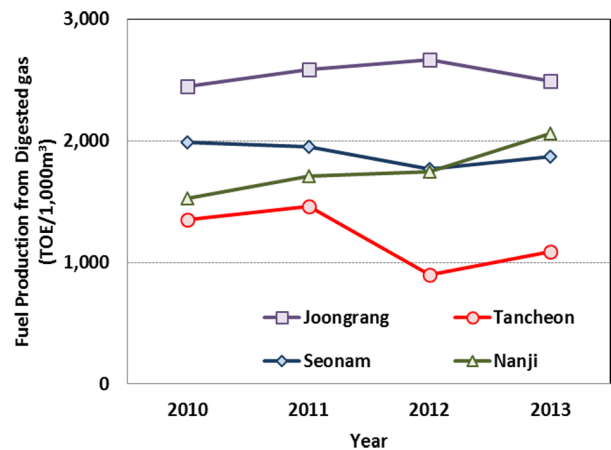


Fig. 5. Temporal Variation of Fuel Production from Digested gas

3.2 물재생시설과 하수관로 분야

3.2.1 계획 대비 실행된 사업의 실행률

2020 하수도정비기본계획상 투자계획에 따른 2009~2013년의 투자된 사업의 사업비를 계획과 비교하여 나타내면 Table 4와 같다.

2009년부터 2020년까지의 12년 중 2013년까지 5년이 경과되는 동안 물재생시설 분야에 대한 계획 대비 투자비율은 47.8%이고, 하수관로 분야에 대한 계획 대비 투자비율은 91.2%였다. 즉, 하수관로 분야에 대한 투자는 계획 대비 실행률이 연도별로 차이를 보이는 하지만, 2009년~2013년의 5년 기간에 대해서는 하수도정비기본계획에 따라 8.8%만큼 부족하지만 대부분 투자가 이루어졌다고 볼 수 있다. 하지만, 물재생 시설 분야에 대한 계획 대비 투자비율은 절반에 못

Table 4. Comparison between Plan (Master Plan on Sewerage Rehabilitation) and Actual Implementation of Investment in 2009~2013 (Unit : 100 Million Won)

Classification	Plan vs Implementation	Total	2009	2010	2011	2012	2013
Sewage Treatment Plants (including Intercepting Sewers)	2020 MPSR ¹⁾	11,017	1,550	2,825	2,733	1,951	1,958
	Actual Implementation	5,261	1,397	918	1,098	869	979
	Rate (%) ²⁾	47.8	90.1	32.5	40.2	44.5	50.0
Sewers	2020 MPSR ¹⁾	11,120	1,649	1,624	2,089	2,879	2,879
	Actual Implementation	10,141	1,649	1,600	1,446	2,673	2,773
	Rate (%) ²⁾	91.2	100.0	98.6	69.2	92.9	96.3

1) 2020 Master Plan on Sewerage Rehabilitation

2) Rate (%) = (Actual Implementation)/(2020 MPSR)

미치고 있어 2014년~2020년의 기간 동안에 이 분야에 대한 투자가 상대적으로 더 커져야 함을 알 수 있다.

3.2.2 물재생시설과 하수관로에 대한 투자비율의 검토

2009~2020의 12년 동안 물재생시설과 하수관로의 계획 투자비율은 2020 하수도정비기본계획상 35:65 이었다. 한편, Table 5에 나타난 바와 같이 2009-2013년 5년 동안 물재생시설과 하수관로의 계획 투자비율은 50:50의 비로 계획되었으나 실제로는 34:66의 비로 투자되어, 하수관로에 비해 물재생시설에 상대적으로 적게 투자되었다.

최근 기후변화로 인한 집중호우로 도심지역에서 하수도의 통수능 부족 등으로 인한 도심침수의 심각한 문제를 겪은 상황에서, 하수관로에 대한 투자는 시민의 안전과 재산피해, 오수범람으로 인한 건강 위협 등과 직접적으로 연계되어, 수질환경의 보호를 위한 환경부의 법적 요구사항보다 더 중요도가 높아 하수관로 정비에 대한 투자에 더욱 치중한 것은 불가피한 투자였던 것으로 판단된다. 한편, 환경부의 공공하수처리시설의 방류수 수질 기준이 2001~2007년의 BOD 20mg/L, 총질소 60mg/L, 총인 8mg/L이었다가, 2009~2010년에 BOD 10mg/L, 총질소 20mg/L(겨울 60mg/L), 총인 2mg/L(겨울 8mg/L)로 강화된 것으로 인해 2009년 이후 고도처리사업 및 시설현대화

Table 5. Ratios of Investment Plan and Implementation on STPs to those on sewers

Plan from 2009 to 2020 ¹⁾	2009~2013	
	Plan ¹⁾	Actual Implementation
35:65 (STPs:sewers)	50:50 (STPs:sewers)	34:66 (STPs:sewers)

1) 2020 Master Plan on Sewerage Rehabilitation

1단계사업의 실행이 절실히 필요했다. 또한 슬러지처리 시설 등의 사업도 슬러지 해양투기금지 등과 연계하여 매우 시급했던 상황이었음에도 불구하고, 물재생센터의 투자가 지연되고 있음이 우려된다.

더욱이 2011년부터 공공하수처리시설의 방류수 수질 기준에 생태독성 기준이 포함되었다가, 4대강 살리기사업과 연계된 지역구분과 함께 2012년부터 총인 등에 대한 더 강화된 방류수수질기준을 적용받게 되어, 물재생시설에 대한 투자는 더 이상 미룰 수 없는 중요하고 시급한 사업이다. 그런 의미에서 물재생시설의 투자사업은 2014년 이후에는 원래의 하수도정비계획보다 상대적으로 더 많은 투자가 시급히 이루어져야 하며, 하수관로 정비사업에 대한 투자는 지금까지 해 온대로 지속적으로 투자가 이루어져야 할 것이다. 이에 따라 물재생시설에 대한 투자를 위한 예산 확충이 시급하게 필요한 상황이다.

4. 투자기준 및 우선순위 제안(2015년~2020년)

4.1 물재생시설 분야

4.1.1 물재생시설 사업의 투자기준

앞서, 본장의 3.1.1절에서 2009~2013년 동안의 물재생시설 투자비율과 효과를 검토하면서 물재생시설의 시설용량에 대한 BOD, T-N, T-P 삭감부하량을 기준으로 투자적정성을 판단하였다. 시설용량에 대한 BOD, T-N, T-P 삭감부하량의 지표로 전반적인 물재생센터의 효과를 순위로 나타내면 중량>탄천>서남>난지의 순서로 나타났다. 시설용량에 대한 삭감부하량이 낮은 물재생센터에 대한 투자가 우선적으로 이루어져야



할 것이다. 하지만, 이 지표를 활용하기 전에, 물재생센터의 운전효율의 저하 원인이 있었는지, 시설의 노후도 차이 등으로 불가피한 삭감부하량 저하가 발생한 것인지를 검토가 병행되어야 할 것이다.

물재생시설의 사업명에 다양한 사업의 내용이 포함되어 있는 경우가 많아, 이를 세분화하여 고도처리, 상부공원화(악취저감시설과 연계, 그리고 주민친화시설 포함), 초기우수처리, 악취저감시설, 차집관거 개선으로 구분할 수 있다. 이들 중의 중요도를 고려한다면, 법정기준의 준수가 최우선이 되어야 할 것이다. 그 중에서도 하수도법에 의한 기준 준수가 필요한데, TMS 적용 등 더 정교한 규제가 가능한 수질기준 준수를 위한 사업에 더 우선순위를 부여하였다. 총인처리 등 고도처리에 관한 법정수질 기준 준수가 가장 최우선의 우선순위를 가질 것이며, 최근 간이 공공하수처리에 관한 하수도법의 개정으로

초기우수처리시설에 대한 투자 우선순위가 바로 뒤를 이을 것이다. 차집관거 성능개선 사업은 오수의 적절한 집수를 통해 물재생센터 기능 발휘에 필수적이므로 그 다음의 순위를 가져야 할 것이다. 그 다음으로 악취방지를 위한 시설 또는 복개시설 및 상부공원화 또는 주민친화시설 설치 사업이 가장 후순위가 될 것이다. 물재생센터의 사업이 다양한 내용으로 구성되어 있기 때문에, 일원화되어 발주되는 사업별로 우선순위를 정하지 못하는 경우가 많다. 단, 본 연구에서는 연구의 편의상 구분해 보았으며, 일관된 투자계획의 달성을 위해 단위 물재생센터의 사업에 대해 우선적인 투자가 이루어져야 할 것이다.

4.1.2 물재생시설 사업의 우선순위

앞서 제시한 투자기준을 근거로 하여 2015~2020년의 물재생시설 사업의 우선순위를 Table 6과 같이 제안

Table 6. Priority of Investment on Sewage Treatment Plants and Intercepting Sewers in 2015~2020

Project Title	Periods	Contents	Priority	Basis	Priority in the project
Modernization of STPs (Jung-Rang STP)	2009. 1 ~ 2016. 12	Advanced tertiary treatment (~2014. 4); Stormwater treatment; Building park on STP	1 2 3	Projects related to legal compliance have highest priority	Advanced treatment>Stormwater treatment>Building park
Modernization of STPs (Seo-Nam STP)	2009. 1 ~ 2018. 12	Advanced tertiary treatment (~2014. 4); Stormwater treatment; Building park on STP	1 2 3	Projects related to legal compliance have highest priority	Advanced treatment>Stormwater treatment>Building park
Enlargement & Modernization of Seo-Nam Feces Treatment Facility	2009. 6 ~ 2015. 2	Building underground or enlargement of feces treatment; Building park on STP	3	Existing project has high priority	Building underground facility>Building park
Tertiary TP Treatment at STPs	2014. 3 ~	TP treatment related to modernization projects (Jung-Rang, Seo-Nam)	1	Projects related to legal compliance have highest priority	Jung-Rang · Tan-Cheon> Seo-Nam · Nan-Ji
Stormwater Treatment Facility	2014. 2 ~ 2020. 12	Improvement of primary clarifiers etc.	2	Projects related to legal compliance have highest priority	Jung-Rang · Tan-Cheon> Seo-Nam · Nan-Ji
Improvement of Intercepting Sewer	2010 ~	Improvement of intercepting sewers	2	Collection of sewage has high priority	Jung-Rang · Tan-Cheon> Seo-Nam · Nan-Ji
Improvement of Environment at Nan-Ji STP	2011. 11 ~ 2019. 12	Odor reduction facility; Inhabitant-friendly facility <Feces/Food waste treatment Underground facility (2020~2023) Building parkd(2024~2030)>	4 5	Odor has lower priority than water quality; Inhabitant-friendly facility: Low priority	Odor reduction>Inhabitant-friendly facility
Building Park on Tan-Cheon STP (4th stage)	2010. 12 ~ 2016. 9	Building park on the 2nd treatment facility	3	Odor has lower priority than water quality; Inhabitant-friendly Facility: Low priority	-

pp. 447-457

pp. 459-468

pp. 469-479

pp. 481-491

pp. 493-502

pp. 503-510

pp. 511-517

pp. 519-531

하였다. 총인처리시설, 초기우수처리시설, 차집관거성능개선 사업은 한강 상하류의 수변환경과 환경부에서 수질기준을 지역별 기준에서 센터별 특성을 고려하여 개별적인 수질기준을 적용할 예정임을 감안하여 중랑·탄천>서남·난지 순으로 우선순위를 제안하였다.

5. 결 론

목표연도를 2020년으로 한 하수도정비기본계획 중에서 2009년~2013년의 투자실적을 분석한 결과, 하수도사업에 대한 재원부족으로 계획대비 69.6%만 투자되었으며, 하수관로에 91.2%, 물재생시설에 47.8%가 투자되었다. 이는 기후변화에 따른 집중호우로 2011~2012년에 연속하여 도심침수가 발생, 통수능 부족관거 해결을 위해 하수관로에 상대적으로 많은 투자가 이루어졌기 때문으로 충분히 납득할 만한 상황이다. 한편 정부의 공공하수처리시설 방류수 수질기준 강화에 따라 고도처리시설사업 등이 시급한 상황이었음에도 재원부족으로 물재생센터 분야에 투자가 지연되고 있는 것은 매우 안타까운 일이다.

최근 몇 년간 서울시의 하수도요금이 인상되어 왔기 때문에 앞으로 몇 년간 하수도요금 동결이 예상되어 2020하수도정비기본계획에 따른 그대로의 투자는 기대하기 어려울 것으로 판단된다. 이는 오현택 등(2014)에 의해 제시된 바와 같이 하수도요금 현실화의 대책과 함께 문제의 해결책이 제시되어야 할 것이다. 2014년의 서울시 시정운영계획과 비교할 경우, 하수도정비기본계획상 사업비의 61.7%만 투자될 계획으로 하수관로 분야와 물재생시설 분야의 투자비율은 기본계획 71:29, 시정운영계획 70:30으로 비슷한 비율이 될 것이다.

따라서 추후 2020년까지의 남은 기간동안의 투자우선순위에 대해 다음과 같이 제안하였다. 물재생시설의 분야별로 중요도, 긴급성 등을 감안한 투자 우선순위는 총인처리 등 고도처리>초기우수처리시설>차집관거 성능개선>악취방지시설·현대화사업의 순으로 제안하였다. 물재생센터간 우선순위는 고도처리 및 현대화사업의 공정률, 한강 상하류의 수변환경, 물재생

센터의 방류수 수질기준의 개별적용 계획 등을 감안하여 중랑·탄천>서남·난지 순으로 우선순위를 제안하였다.

2020하수도정비기본계획에 의한 물재생시설 분야와 하수관로 분야에 대한 투자비율은 2009년~2013년 50:50으로 투자하려던 계획이 34:66으로 물재생시설에 적게 투자되었다. 그동안 물재생시설에 상대적으로 적게 투자되어 법정 수질기준 준수에 애로가 있고, 향후 초기우수처리시설 등 대규모의 사업비가 필요한 점을 감안하여 상대적으로 물재생시설에 대한 투자비율을 상향조정할 필요가 있다. 물재생시설 분야와 하수관로 분야간, 동일분야의 세부사업간 구체적인 투자계획은 본 용역 결과를 참고하여 현재 진행중인 2030하수도정비기본계획에서 투자계획과 우선순위를 정할 것을 제안하였다.

사 사

본 연구는 2013년~2014년에 서울시 물관리국 물재생계획과의 지원에 의해 수행한 ‘하수도사업 재정운영 효율화 방안 연구’의 결과물의 일부를 발췌한 것으로서 이에 감사를 드립니다.

References

- Kim, Y. R., (2004), The Current Status and Improvement of Sewer Improvement Project in Seoul, *Seoul Research Focus*, 16, 10-17.
- Seoul Metropolitan Government (2009), *Master Plan of Sewerage Rehabilitation in Seoul Metropolitan City*.
- Seoul Metropolitan Government (2013), *A Study General maintenance work Performance Analysis And Quality improvement measures for Sewer*.
- Seoul Metropolitan Government (2014), *The Policy Operating Plan of the Seoul Metropolitan Government*.
- Ministry of Environment (2007), *National Sewerage Master Plan 2007-2015*.
- Ministry of Environment (2014), *Sewerage Act*.