

## 재정사업과 민간투자사업의 하수처리장 하수유입률 특성분석

이원석 · 조은주\* · 손영규\* · 김지형\*†

한국개발연구원 공공투자관리센터

\*고려대학교 건축사회환경공학부

### Comparing the Inflow Rate of Sewage Treatment Plants Invested by the Public Funds or Public-Private Partnership (PPP) Projects

Wonseok Lee · Eunju Cho\* · Younggyu Son\* · Jeehyeong Khim\*†

Korea Development Institute

\*School of Civil, Environmental, and Architectural Engineering, Korea University

(Received 28 July 2009, Revised 31 August 2009, Accepted 1 September 2009)

#### Abstract

The purpose of this study is to figure out the differences of the inflow rates of Sewage Treatment Plants (STP), invested by public fund or public-private partnership (PPP). This paper finds that the average ratio of sewage inflow according to facility capacities (medium and small scale STP) was either nearly below 30% or above 100% in the first year. As the size of STP increased, there was decrease in the accuracy of demand assumption. This was because the operation time when the ratio of sewage inflow was uniform was different according to the size of STP, whereby the time was short when the STP were small. The design average ratio of sewage inflow was 10% larger than the real average ratio; this was considered oversized. In the case of a plant built by the PPP scheme, the average ratio of inflow of the STP before an abolition of MRG was larger than after the abolition of MRG. This may be explained by moral hazard from too much reliance on MRG. After the abolition of MRG, the demand risk of PPP was shifted from a PPP project to a conventional project.

**keywords** : Conventional project, Demand risk, Minimum Revenue Guarantee (MRG), Public-Private Partnership (PPP) Project, Ratio of sewage inflow, Sewage treatment plant

### 1. 서론

2001년부터 2007년까지의 국내 하수처리시설의 현황을 보면, 하수처리장 수는 2001년 기준 184개소에서 2007년 말 367개소가 운영되고 있으며, 2007년 말 기준 23,816천톤/일 시설용량을 보유하고 있다. 따라서 국내 하수도보급률은 73.2%에서 83.5%(2005년 기준)까지 증가하였다. 그리고 시설용량 대비 실제 하수유입률은 2003년을 기준으로 100% 이상 유입되는 시설은 차츰 감소하여, 2007년을 기준으로 50~100% 사이의 하수유입률은 전체 시설의 약 66.6% 정도, 50% 미만 하수처리시설은 약 19.3% 정도 차지하고 있으며, 평균 하수유입률은 약 78% 수준인 것으로 나타났다. 하수처리시설의 유입수내의 오염물질의 농도는 2003년 이후 BOD와 COD는 증가하였으나, SS, T-N, T-P는 그전과 유사하였으며, 고도처리공법 적용 및 운전기술 향상으로 인해 수질이 양호한 상태로 향상되고 있다(환경부, 2007b).

국내 하수처리장은 자본에 따라 재정사업과 민간투자사

업에 의해 건설된 하수처리장으로 나눌 수 있다. 민간투자사업은 건설분담금과 사용료를 통해서 민간사업자의 시설 투자비와 운영에 소요되는 제비용을 회수하고 민간자본의 투자에 따른 일정수준의 이익을 보장하는 개념의 사업이다(기획재정부, 2009a, 2009b, 2009c). 하수처리시설에서의 민간투자사업은 실시협약에서 정한 추정 하수유입량과 불변 수익률에 근거하여 시설사용료를 결정하고, 운영 시 실제 유입량에 따라 사용료를 징수하므로 하수유입량에 따라 사용료 회수금액이 변동하는 특성이 있다. 따라서 추정 하수유입량은 사업에 직접적인 영향을 미치는 중요한 요소이다.

현재, 하수처리장 가동현황을 보면, 추정 하수유입량 보다 실제 하수유입량이 적은 문제가 발생하고 있는데, 그간 알려진 원인으로 관거정비 불량·미완결 및 배수설비 연결 미흡 등의 하수관거정비 지연, 침입수나 유입수, 계곡수 등의 불명수 유입, 목표연도 미도래, 인구 원단위 과다 추정, 개발계획 미확정 등이 지적되어 왔다.

다른 원인으로는 정부에서 시행한 최소운영수입보장제도(Minimum Revenue Guarantee, MRG)라고 할 수 있다. MRG는 민간투자사업 도입초기에 민간투자사업 활성화와 수요위험의 일부 보전을 위해 시행되었다. 이 제도는 실제 하수유입량이 추정 하수유입량에 도달하지 않아 기업이 손

† To whom correspondence should be addressed.

hyeong@korea.ac.kr

실을 보게 될 경우, 80~90% 범위까지 운영수입을 보장해주는 제도였으나 민간사업자는 이를 악용하여 추정 하수유입량을 매우 낙관적으로 추정하고 부당이익을 소유하는 문제점이 발생하여 2006년에 이 제도는 폐지되었다(기획재정부, 2006a, 2006b). 이 같은 폐해를 막기 위해 하수처리사업의 시설용량 대비 하수수요위험이 민간투자사업으로 얼마만큼이 전이되는지를 정량적으로 파악하는 것이 필요하며, MRG폐지를 전후로 수요위험의 전이가 어떻게 변화되었는지 밝혀낼 필요성이 있다.

따라서 본 연구는 연간 재정사업 전체 및 용량별 하수유입률과 민간투자사업 하수유입률의 패턴 및 상관관계를 분석, 비교하여 하수처리장 하수유입률 수요특성을 파악하고 원인에 대한 문제점을 유추하여, 설계 및 정책적 자료로 활용토록 하는데 본 연구의 목적이 있다. 또한, 운영연도별 하수유입률을 파악하여 변동부하율의 변화 특성을 검토함으로써 하수시설용량 산정에 있어 중요한 자료로 활용될 수 있도록 한다. 마지막으로 민간투자사업의 추정 하수유입률 산정에 있어, 시설용량 대비 하수유입률 실제 변화부하율과 MRG폐지 전후의 운영연도별 분석결과를 설계 변동부하율과 비교함으로써 과다설계되는 이유를 검토하고, 하수민간투자사업 수요량 추정에 있어 설계자의 이익과 관련된 의도적 행위(도덕적 해이)를 데이터 분석으로 그 상관성을 연구하려 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 재정사업 하수처리장 하수유입률 분석

2000년부터 2007년까지 환경부 하수처리장 운영자료(환경부, 2003~2007a)를 바탕으로 하수유입률 조사를 위한 분석을 수행하였다. 2007년 말 현재 정상 가동 중인 하수처리장을 기준으로 367개 하수처리장을 대상(운영기간이 6개월 미만인 10개 하수처리장을 제외)으로 하여 시설용량 대비 가동연수에 따른 하수유입률을 알아보았다. 환경부 하수처리장 운영자료상의 하수처리장 중 민간투자자로 건설분담금을 부담한 하수처리장 29개는 민간투자사업으로 보고 이를 제외한 나머지 338개 하수처리장을 재정사업 하수처리장으로 간주하여 분석하였다. 운영일자를 기준으로 각 연도 운영자료 상의 하수유입률을 매 운영경과연수의 하수유입률로 보고 작성하였으며, 각 분석항목별 계산은 각 연도별 유입률의 합을 데이터수로 나눈 평균유입비율로 산정하였다.

타당한 수요량 분석을 위해 전체 하수처리장 중 운영개시 1차년도부터 하수유입률이 30% 미만으로 매우 적게 유입되는 36개 하수처리장과 100%를 초과하여 용량초과 유입되는 52개 하수처리장을 제외한 250개 재정사업 처리장을 검토대상 하수처리장으로 분류하여 분석을 수행하였다. 또한, 2007년 말 전국 34개 지방자치단체의 하수도정비기본계획 보고서를 토대로 일평균하수량과 일최대하수량의 평균 변동부하율 차이를 분석하였다.

### 2.2. 민간투자사업 하수처리장 하수유입률 분석

2000년부터 2007년까지 72개의 민간투자사업 하수처리장의 실시협약과 사업제안서상의 하수유입률을 조사 분석하여, 매년 사용료 산정에 사용된 하수량을 하수유입률로 보고 이를 시설용량으로 나누어 하수유입률을 산정하였다.

민간투자사업 전체하수처리장 중에서 실시협약에 MRG가 제외되어 있거나 MRG폐지(2006년 기준) 이후에 제안된 민간투자사업을 MRG가 없는 사업으로 보고 하수처리 유입률 변화를 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 재정사업 하수유입률 분석

#### 3.1.1. 전체 재정사업 하수처리장 연간 변동패턴과 검토대상 하수처리장의 분류근거

전체 재정사업 하수처리장을 운영기간별 평균값을 이용하여 검토하였다. Fig. 1은 338개의 전체 재정사업 하수처리장에 대한 운영기간별 하수유입률(실제하수유입률/시설용량)의 평균값을 나타낸 것이다.

운영개시 1차년도에 하수유입률이 시설용량 대비 56% 수준으로 나타났으며, 4년까지 매년 6~7%씩 급격히 증가하여 76% 수준에 도달하였으며, 이후 매년 3~4%의 완만한 증가로 9년차에 86% 수준의 최고점에 도달하였다. 또한 10년차부터 19년차인 80%수준까지 완만한 감소 경향을 보여 주었다.

운영개시 1차년도부터 100% 이상 유입되는 하수처리장은 52개이었으며 52개 각 하수처리장의 운영기간동안 평균 하수유입률은 Fig. 2에 나타내었다. 그 결과 3만톤 이하 중소규모 이하 처리장이 대부분인 것으로 나타났다. 이는 관거정비 불량, 침입수나 유입수, 계곡수 등 불명수 유입 등이 원인인 것으로 볼 수 있으며, 운영기간 평균하수유입률이 높으므로 이 경우에는 증설에 대한 검토가 반드시 필요할 것이다(KDI, 2007a, 2007b).

Fig. 3에서는 운영 3년차까지 하수유입률이 30% 이하인 처리장은 36개로서 100% 이상 유입 하수처리장과 마찬가지로 3만톤 이하 중소규모 이하 처리장이 대부분인 것으로

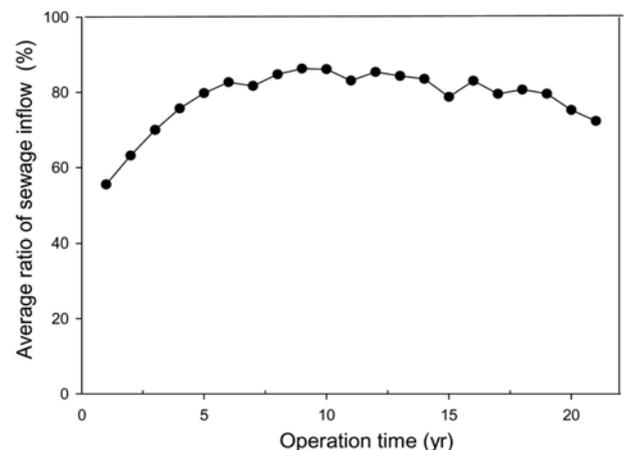


Fig. 1. The average ratio of inflow of the total sewage treatment plant built by conventional project.

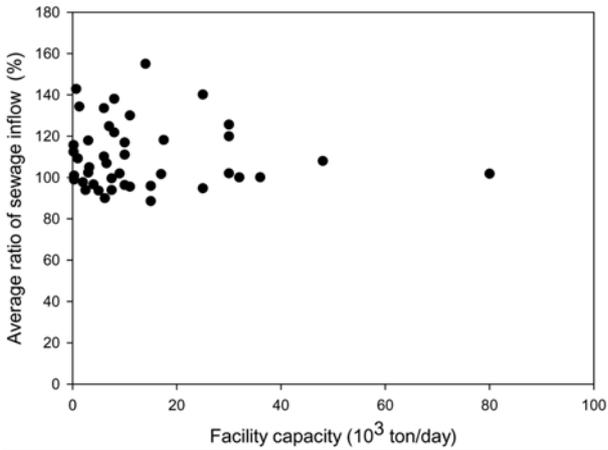


Fig. 2. The average ratio of sewage inflow according to facility capacity (above 100% in the first year).

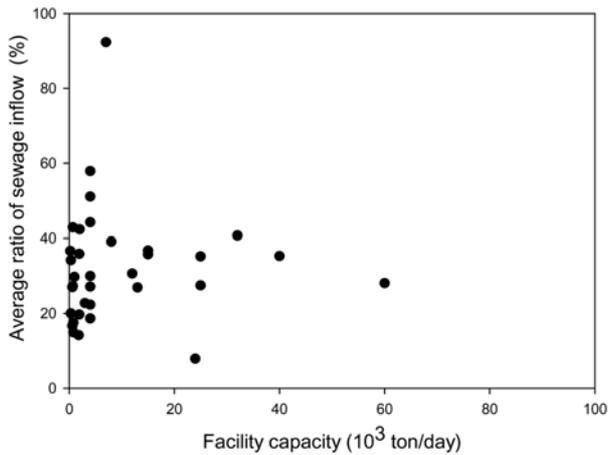


Fig. 3. The average ratio of sewage inflow according to facility capacity (below 30% in the first year).

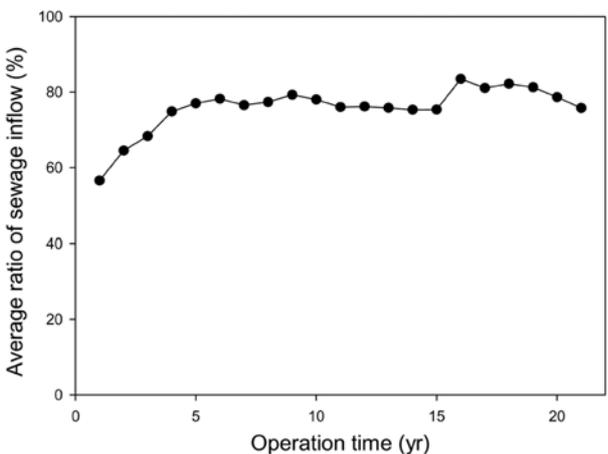


Fig. 4. The average ratio of inflow of the sewage treatment plant built by conventional project (only 30~100% in the first year).

나타났다. 이 경우는 도시계획 변경, 관거정비사업 미진, 목표연도 미도래 등이 원인인 것으로 볼 수 있으며 향후 투자 시에는 그 원인에 대한 세부 검토가 반드시 필요하다

할 것이다.

Fig. 4의 검토대상 하수처리장 250개에 대한 년차별 하수 유입률을 보면, 앞서 살펴본 338개 전체 하수처리장과 유사한 형태를 보이는 것을 알 수 있다. 운영초기 100% 이상으로 유입되는 하수처리장과 30%미만으로 유입되는 하수처리장을 제외한 250개소 하수처리장의 운영기간별 평균값을 분석한 결과, 운영개시 1차년도에 시설용량 대비 56% 수준에서 시작한 것은 전체 하수처리장과 같으나, 5년차에 77% 수준에 도달한 이후 계속 일정한 비율을 유지하는 것으로 나타났다.

3.1.2. 용량별 연간 변동패턴 분석

연 평균하수유입률을 용량별로 나누어 초기 설계치의 80%에 도달하는 기간을 Fig. 5에 비교해 보았다. 10만톤/일 이상 대규모 처리장에서는 1차년도에 42%로 시작하여 운영시작 8년에 80%에 도달하였고, 중규모(3만~1만톤) 처리장에서는 초기 55%로 시작하여 7년 만에 86%에 도달하였다. 또 중소규모(1만~3만톤) 처리장에서는 초기 57%로 시작하여 운영개시 5년만에 82%에 도달하였으며, 소규모(3천~1만톤) 처리장에서는 그보다 빠른 4년만에 80%에 도달하였다.

대규모 처리장에서 소규모처리장으로 갈수록 1차년도 하수유입량이 커지고 일정수준의 하수유입률을 유지하는 운영년도까지 기간이 짧아지는 것을 볼 때, 처리시설의 규모가 클수록 하수 수요추정의 정확성이 낮아지는 것을 알 수 있으며, 소규모로 갈수록 수요추정의 위험이 줄어든다고 볼 수 있었다. 즉 시설규모와 수요위험은 비례관계에 있다고 할 수 있겠다.

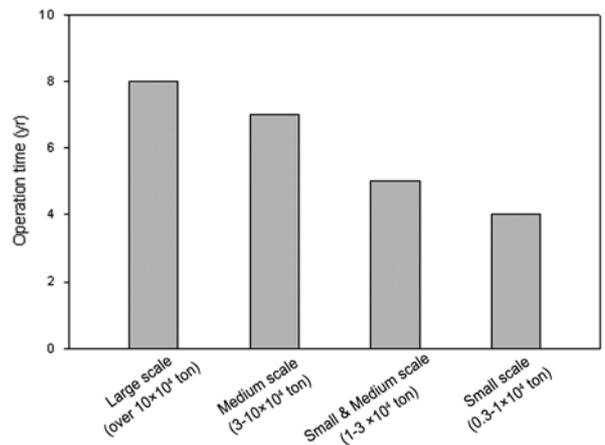


Fig. 5. Operation time for average ratio of sewage inflow to reach 80% according to facility capacity.

3.1.3. 설계 변동부하율과 실 변동부하율의 차이 파악

전국 34개소의 광역자치단체 및 기초자치단체의 설계에 적용된 하수량 변동부하율을 아래 그림에 나타내었다. 변동부하율이란 Fig. 6과 같이 하수유입률을 100으로 나누어 나타낸 비이나 실제하수유입률과 비교를 위해 퍼센트(%)로 표현하여 설명하였다. 전체적으로 설계변동부하율은 75~100%

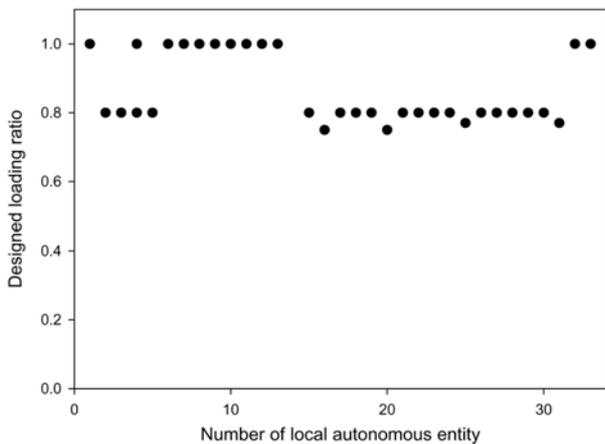


Fig. 6. The designed loading ratio by local authority.

사이를 적용하였으며 평균설계변동부하율은 약 87% 수준인 것으로 나타났다. 하수유입률이 초기에서 상승한 이후 일정한 수준을 장기간 유지한다는 것은 하수량이 평균하수량에 도달한 것으로 볼 수 있으므로 이 경우의 하수유입률과 설계변동부하율은 같다고 할 수 있다.

이미 살펴본 바에 따르면, 전체 하수처리장의 경우, 실제 하수유입률의 변곡점은 약 86%로서 설계평균변동부하율과 유사하나, 이는 실제하수유입률이 30%이하와 100%이상 포함된 것이어서 신뢰성이 떨어진다고 볼 수 있다.

따라서, 30%이하와 100%이상을 제외한 검토대상 하수처리장 250개소의 연도별 하수유입률을 살펴보았다. 그 결과 설계평균변동부하율이 실제평균하수유입률보다 10%정도 큰 것을 알 수 있었다.

즉, 검토대상 하수처리장의 경우, 하수유입률이 5년차부터 15년차까지 평균적으로 약 77% 수준을 유지하고 있어, 설계 변동부하율 평균치가 87%인 점을 감안할 때는 약 10% 정도의 하수량이 목표연도 도래 이후에도 적게 유입, 운영되고 있는 것을 알 수 있었다.

이는 실제 하수량 보다 설계하수량을 약 10%정도 과다 설계가 된 것으로, 경제적·기술적인 의도적 과장이 발생된 인 중 하나로 생각해 볼 수 있을 것이다.

### 3.2. 민간투자사업 하수유입률 분석

#### 3.2.1. 전체 민간투자 하수처리장의 하수유입률 변화 분석

민간투자사업 하수처리장 설계하수유입률 변화를 알아보기 위하여 72개 민간투자사업 하수처리시설 실시협약과 사업제안서를 분석하여 Fig. 7과 같이 추정 수요량을 조사하였다. 하수처리장별로 차이는 있으나 표준편차는 약 10% 초반으로서 20%대의 재정사업 표준편차보다 적은데, 그 이유는 실제현황자료가 아닌 수요예측치인 측면과 차이발생의 원인이 되는 다양성이 적어 비교적 안정된 패턴을 보인 것이라고 볼 수 있다.

운영연차별 평균하수유입률은 Fig. 7에서 보는바와 같이 평균적으로 70%에서 운영4년차까지 2~4%씩 증가하여 약 80%에 이르고, 이 후 매우 완만한 증가로 운영 15년차에는 85%까지 이르는 것으로 나타났다.

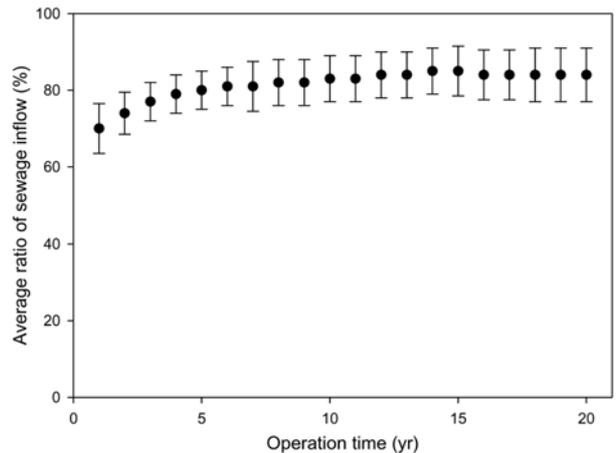


Fig. 7. The average ratio of inflow of the total sewage treatment plant built by public-private partnership (PPP) project.

재정사업과 비교할 때, 민간투자사업은 유사한 증가속도와 패턴을 보이나, 유입률의 절대값은 민간투자사업이 재정사업에 비해 운영초기 3년간과 중후반기 5년간에 평균 약 10% 정도 높은 값을 보이고 있다. 이는 민간투자사업이 재정사업에 비해 초기와 후반기에 약 10% 정도의 수요위험을 더 가지고 있는 것으로 볼 수 있겠다.

#### 3.2.2. 최소운영수입제도(MRG) 시행(2006년 기준) 전후의 유입률 변화 비교

Table 1과 2에서 2006년 기준에 폐지된 민간투자사업의 MRG전후의 민간투자 하수처리장을 각각 48개소와 24개소로 구분하여 시설용량 대비 추정수요량을 조사하였다. MRG폐지 이전은 표준편차가 운영기간이 경과하며 감소되는 경향을 보이나 MRG폐지 이후는 반대로 증가되는 경향을 보였다. 이는 MRG제도 폐지가 운영전반부에 비교적 정확하고 안정적인 수요패턴을 유지시키는 효과를 가짐을 보여주는 것이다.

Table 1에서 MRG폐지 이전 민간투자 하수처리장의 경우, 운영연차별 하수유입률은 평균적으로 69%에서 시작하여 운영 5년차까지 2~3%씩 증가하여 약 82%에 이르고, 이 후 매우 완만한 증가로 운영 15년차에는 90%까지 이른 후 지속되는 것으로 나타났다.

Table 2에서 MRG폐지 이후 민간투자 하수처리장의 경우는 운영연차별 유입하수량비가 평균적으로 71%에서 시작하여 운영 3년차까지 2~3%씩 증가하여 약 76%에 이른 이 후 운영 종료년도까지 거의 유지되는 것으로 나타났다.

Table 1과 2에서 보여준 MRG폐지 전후 민간투자 하수처리장의 운영연차별 하수유입률 패턴은 매우 다른 결과를 보여주고 있다. MRG폐지 전은 일정수준의 변곡점까지 올라가는 기간이 폐지 후에 비해 길고 가파르며 절대값도 큰 것을 알 수 있는데, 이는 MRG폐지 전은 MRG라는 수요위험의 보호막이 있어 낙관적 추정을 한 반면, MRG폐지 후는 사용자 운영수입과 연관되는 수요의 보수적 추정을 통해 수요위험을 분산하려는 의도가 있음을 시사한다 하겠다.

**Table 1.** The average ratio of inflow of the sewage treatment plant built by public-private partnership (PPP) project before an abolition of MRG

Operation time (yr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Avg.
Ratio (%)	69%	74%	77%	80%	82%	83%	84%	84%	85%	86%	87%	88%	89%	89%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	85%
Standard deviation	13%	12%	11%	10%	11%	11%	14%	13%	12%	11%	11%	10%	10%	10%	10%	9%	9%	9%	9%	9%	11%

**Table 2.** The average ratio of inflow of the sewage treatment plant built by public-private partnership (PPP) project after an abolition of MRG

Operation time (yr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Avg.
Ratio (%)	71%	74%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	75%	75%	75%	75%	74%	74%	75%
Standard deviation	14%	9%	8%	8%	8%	8%	8%	9%	9%	10%	10%	11%	11%	12%	12%	13%	13%	14%	14%	15%	11%

이는 MRG가 있고 없고에 따라 하수유입량을 임의로 변경 또는 조정할 부도덕적 사례라 할 수 있겠다.

또한, MRG폐지 이후 민간투자 하수처리장의 경우에서 하수유입률은 평균적으로 약 75% 수준로 유지되고 있어, 검토대상 재정사업 실제 하수유입률과 유사한 값을 보이고 있다. 만약 설계 변동부하율을 재정사업과 같은 평균치 87%를 적용하였다면 이는 실제 적용하수량은 설계하수량 보다 약 10% 정도 적은 값으로 보수적으로 하수유입량을 산정한 것이라 볼 수 있겠다. 또한, 만약 일최대하수량 대비 일평균하수량을 75%로 설계하였다면 이는 설계변동부하율을 감안하더라도 시설용량을 과다하게 산정한 것이라 볼 수 있겠다. 위의 두 가지 모두 민간사업자 이익의 극대화에 맞추어 기준 및 기술적 양심을 어기는 사례라 할 수 있겠다.

**3.3. 재정사업과 민간투자사업 하수유입률 비교 분석**

**3.3.1. 재정과 민간투자사업의 수요 변동위험**

Table 3에서와 같이 평균 하수유입률을 기준으로 살펴보면 재정사업 실제 현황과 민간투자 협약 및 제안서상의 추정수요는 약 6%정도의 차이를 보인다. 민간사업자가 실제

수요현황에 비하여 평균적으로 6% 정도 더 낙관적으로 수요 추정을 하고 있었으며, 이 정도의 수요위험이 민간투자로 전이되었다고 분석할 수 있다.

**3.3.2. 재정대비 최소운영수입제도(MRG) 시행 전후의 민간투자 하수처리장 수요 비교**

Table 3에서 보면 MRG가 있는 사업의 평균 하수유입률은 재정사업 실제현황 대비 약 9%정도 과다하게 낙관적으로 하수량을 추정하였으나, MRG가 없는 사업의 경우는 민간사업자가 실제 수요현황에 비하여 오히려 평균 약 1% 정도 더 적게 보수적으로 수요 추정을 하고 있는 것을 알 수 있다.

이러한 현상은 MRG가 없는 사업은 수요위험을 저감시키는 제도가 줄어들었으므로 과도한 수요추정으로 인해 민간사업자의 수익성에 악영향이 없도록 보수적으로 수요추정을 하였음을 의미한다고 볼 수 있다.

이는 다음과 같은 매우 중요한 의미를 시사한다고 볼 수 있다. MRG 제도 시행 전후의 하수량 추정방법이 방법론적으로 변화가 없음에도 불구하고 민간사업자의 이익 유무에 따라 수요추정결과가 달라진 것이며 이는 민간사업자의 경

**Table 3.** Comparison between the average ratio of inflow of the sewage treatment plant built by conventional project and public-private partnership (PPP) project

Operation time (yr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Avg.	
Conventional project	57%	65%	68%	75%	77%	78%	77%	77%	79%	78%	76%	76%	76%	75%	75%	83%	81%	82%	81%	79%	76%	
Total PPP	Ratio (%)	70%	74%	77%	79%	80%	81%	81%	82%	82%	83%	83%	84%	84%	85%	85%	84%	84%	84%	84%	84%	82%
	Difference	-13%	-10%	-8%	-4%	-3%	-3%	-5%	-4%	-3%	-5%	-7%	-8%	-9%	-9%	-1%	-3%	-2%	-2%	-5%	-6%	
Before an abolition of MRG	Ratio (%)	69%	74%	77%	80%	82%	83%	84%	84%	85%	86%	87%	88%	89%	89%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	85%
	Difference	-13%	-10%	-9%	-5%	-5%	-5%	-7%	-7%	-6%	-8%	-11%	-12%	-13%	-14%	-14%	-7%	-9%	-8%	-9%	-12%	-9%
After an abolition of MRG	Ratio (%)	71%	74%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	75%	75%	75%	75%	74%	74%	75%
	Difference	-14%	-9%	-7%	-1%	1%	2%	0%	1%	3%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	6%	8%	7%	5%	1%

제작·기술적인 의도적 과장이 이루어졌을 가능성도 있다고 볼 수 있는 것이다. 즉, MRG 제도의 폐지가 민간사업자의 수요추정에 있어서의 도덕적 해이를 상당 부분 개선했음을 의미한다고 볼 수 있다.

MRG가 적용 안된 사업의 평균하수유입률이 조작성 없는 공정하고 비교적 정확한 수요추정이라는 전제하에, 재정사업 대비 민간투자 하수유입률이 -14%에서 0% 다시 8%의 차이를 보이는 현상이 의미하는 바를 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 먼저 재정사업이 운영초반기에 용량 대비 하수유입률이 비정상적으로 적게 유입되는 현상을 보이는데, 이러한 현상은 국가 재정적으로 바람직하지 않으므로 철저한 원인 규명에 의한 정상화 방안이 반드시 필요할 것이다. 또한 운영 후반기는 용량 대비 과부하 되는 현상이 크게 발생하는데, 후반기에는 증설 등의 용량 확대방안이 모색되어져야 한다는 것을 유추할 수 있겠다.

다음은 Table 3에서 민간투자사업의 재정 대비 평균 하수유입률 차이가 MRG 적용 시 약 -9%에서 MRG 미적용 시 약 1% 수준으로 변화된 것을 볼 때, MRG 폐지제도 시행 이후에 하수 민간투자사업의 수요위험은 전에 비해 약 10% 정도가 민간으로부터 정부로 전가되는 영향을 미친 것으로 정량적으로 분석할 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구를 통해 다음과 같은 분석결론을 도출하였다.

- 1) 재정사업 하수처리장의 경우 운영초기 약 4년~5년간 하수유입률이 약 50%대 수준으로 시설용량에 비하여 매우 저조한 시설 이용률을 나타내고 있어, 경제적 비효율을 제거하기 위한 대책이 필요한 것으로 분석되었다.
- 2) 하수유입률 100% 이상과 30% 이하인 처리장 규모는 대부분 3만톤 이하 중소규모 이하 처리장으로서, 중소규모 하수처리장의 경우에는 관거정비 추진상황, 불명수 유입 정도, 도시계획 변경가능성, 목표연도 도래 가능성 등을 사전에 세부적으로 반드시 검토할 필요가 있으며, 관거정비 등 이러한 문제점에 대한 해결이 선행된 후 사업투자를 시행하는 것이 합리적인 것으로 분석되었다.
- 3) 유입률이 낮게 유입되었다가 일정수준으로 유지되기까지의 기간이 하수처리용량이 대규모에서 소규모로 갈수록 짧아지는 경향을 보여, 시설규모와 수요위험은 비례관계에 있음이 확인되었다.
- 4) 재정사업 및 민간투자사업 하수처리장 하수유입률이 평균 약 77% 수준으로서, 설계 변동부하율 평균치 87%보다 약 10% 정도 적어, 설계하수량이 과다 산정되었음을 알 수 있다. 이는 재정사업 하수처리장 사업에 있어서 경제적·기술적인 의도적 과장이 발생원인 중 하나일 수 있을 것이다.
- 5) 재정사업과 비교할 때, 민간투자사업의 평균 하수유입률은 유사한 증가속도와 패턴을 보이나, 유입률의 절대값은 민간투자사업이 재정사업에 비해 약 10% 정도 높은 값을 보이고 있는 것으로 분석되었다. 이는 민간투자사

업이 재정사업에 비해 운영 초기와 후반기에 수요위험을 더 가지고 있는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

- 6) 표준편차 분석을 통해 MRG제도 폐지가 운영기간 전반부에 비교적 정확하고 안정적인 수요패턴을 유지시키는 결과를 초래했음을 알 수 있었다. MRG폐지 전의 변곡점까지의 기간이 폐지 후에 비해 길고 가파르며 절대값도 큰 것은, MRG가 낙관적 추정과 수요위험의 보호막 역할을 하였으며 MRG폐지 후는 보수적 추정을 통해 수요위험을 분산했음을 시사한다. 또한 이는 MRG 유무에 따라 하수유입량을 임의로 조정할, MRG 관련 민간투자 하수처리사업의 경제적·기술적인 의도적 과장의 한 사례라 볼 수도 있을 것이다. 또한, MRG폐지 이후 민간투자 하수처리장의 하수유입률은 검토대상 재정사업 실제 하수유입율과 유사한 값을 보이고 있었다. 이는 적용하수량을 설계하수량보다 약 10% 정도 보수적으로 산정하였거나, 시설용량을 과다하게 산정한 것이라 볼 수 있는데, 이는 민간사업자 이익을 위해 기준 및 기술적 양심을 어기는 사례라 할 수 있겠다.
- 7) 민간투자 하수처리장 추정 하수유입률과 재정사업 실제 하수유입률 비교 분석 결과 민간사업자가 실제 수요현황에 비하여 낙관적인 수요 추정으로 평균 6% 정도의 수요위험이 민간으로 전이되었음을 알 수 있었다. 또한, MRG가 있을 경우 낙관적인 추정으로 약 9% 정도의 수요위험이 민간으로 전이되었으나, MRG가 폐지된 이후 보수적인 수요추정으로 약 1% 정도의 수요위험이 오히려 정부로 역전이되는 현상을 보였다. MRG가 없는 사업은 민간사업자의 수익성에 악영향이 없도록 보수적으로 수요추정을 하였으나 이는 MRG 제도 시행 전후의 하수량 추정방법이 변화가 없음에도 불구하고 민간의 이익 유무에 따라 수요추정결과가 달라져, MRG 제도가 민간의 도덕적 해이를 상당 부분 개선했음을 의미하였다. 따라서 MRG 폐지제도 시행 이후에 하수 민간투자사업의 수요위험은 폐지 전에 비해 약 10% 정도가 민간에서 정부로 전가된 것으로 분석할 수 있었다.
- 8) 상기와 같은 문제점은 다양한 원인에 의해 발생하며, 이러한 원인을 해소하기 위해서는 기술적, 정책적, 경제적으로 보다 심도 있고 보편타당한 해결방법론 정립에 대한 후속연구가 반드시 필요할 것이다. 공학적, 정책적 해결방안의 한 예로서, 하수관거의 조기정비방안, 설계하수량 산정방법의 재정립(특히 인구, 원단위), 하수처리장 용량산정계획의 방법론 재검토(초기유입하수 증대방안, 후기 처리장 증설방안), 하수유입률 감소에 따른 민간사업자의 다른 형태의 페널티 제도 도입 방안, 하수유입률 관련 하수도시설기준 전반의 개정 등에 대한 보다 자세한 연구 및 검토가 필요할 것이다.

#### 참고문헌

기획재정부(2006a). *사회기반시설에 대한 민간투자법*.  
 기획재정부(2006b). *사회기반시설에 대한 민간투자법 시행령*.

- 기획재정부(2009a). 민간투자사업기본계획.
- 기획재정부(2009b). 사회기반시설에 대한 민간투자법.
- 기획재정부(2009c). 사회기반시설에 대한 민간투자법 시행령.
- 환경부(2003). 2003년 하수종말처리시설 운영관리실태 분석자료.
- 환경부(2004). 2004년 하수종말처리시설 운영관리실태 분석자료.
- 환경부(2005). 2005년 하수종말처리시설 운영관리실태 분석자료.
- 환경부(2006). 2006년 하수종말처리시설 운영관리실태 분석자료.
- 환경부(2007a). 2007년 하수종말처리시설 운영관리실태 분석자료.
- 환경부(2007b). 국가하수도종합계획(2007~2011).
- KDI(2007a). 환경기초시설 민자사업의 적격성조사 지침 수립에 관한 연구.
- KDI(2007b). 환경기초시설 수익형민자사업(BTO)의 임대형민자사업(BTL) 적용방안 연구.