



하수오니 처리시설 현황분석을 통한 처리체계 개선 방안 연구

김영구[†], 배재근, 류돈식*

서울산업대학교 환경공학과, 수도권매립지관리공사[†]
(2006년 5월 16일 접수, 2006년 6월 19일 채택)

A Study on an Improvement for Management System of Municipal Sewage Sludge through an investigation of MSS Treatment Facilities

Young-Koo, Kim[†], Chae-Gun Phae, Don-Sik, Ryu*

Dpt. of Environmental Engineering, Seoul National Univ. of Technology, SUDOKWON Landfill site Management Corp.*

ABSTRACT

In this study, the existing MSS facilities were investigated for examination the the present condition of MSS treatment system. There are 23 MSS treatment facilities across the country, In total facilities, 6 facilities have economical problems, and 2 facilities were stopped the operation of establishments for technical problems, and most facilities are suffering from environmental problems, for example, odor and waste water. These kinds of problems play a role as obstacle to treat MSS efficiently. Accordingly, to reform current MSS treatment system, a few adequate measures are required. First a Guide line, which is a manual for establishment of MSS treatment facilities efficiently and environmentally friendly, must be offered from the agencies concerned of the Ministry of Environment to local governments. Second, to devise a plan for MSS treatment, Ministry of Environment and all local governments should devise a long-range policy synthetically not fragmentarily and temporarily.

Keyword : MSS(Municipal Sewage Sludge), Odor and Waste water, Ministry of Environment

초 록

본 연구에서는 '05년도 기준 전국 23개소의 하수오니처리시설의 현황 및 문제점을 다각적으로 분석하고, 이를 바탕으로 향후 효율적인 하수오니처리 체계 개선 방안을 위해 요구되는 사항에 관하여 검토 하였다. 전국 23개 하수오니처리시설 현황 분석 결과에 따르면, 6개 시설은 시설운영에 있어서 경제성확보가 어

[†]Corresponding author (tasmania03@hanmail.net)

려워 정상가동에 큰 어려움이 있는 것으로 조사되었으며, 2개 시설은 시설운영과 관련한 기술성의 부족으로 인해 적정 운영에 장애가 있는 것으로 분석되었다. 또한, 상당수 시설은 환경적 문제(악취, 폐수발생)로 인한 지역주민의 민원제기가 시설 운영에 있어서 큰 어려움으로 작용하는 것으로 나타났다.

우리나라는 아직까지 폐기물처리에 있어서 효율적인 시설설치 및 운영을 위한 별도의 지침서(Guide Line)제공이 외국에 비해 활성화되어 있지 못하며, 초기 시설설치 시, 하수오니처리에 따른 환경적·경제적·기술적인 측면을 모두 만족할 수 있는 사전 검토가 불충분하게 이루어져왔다.

따라서 보다 효율적이며, 안정적인 하수오니 처리체계 기반을 마련하기 위해서는 오니처리와 관련한 종합적인 대책이 미흡한 현 시점에서 선진외국과 같이 유기성오니의 처리 및 관리의 전반적인 내용을 다루는 지침서(가이드라인) 마련이 요구되며, 정부 관계부처에서는 일시적이며, 단편적인 행정 대책 보다는 해당 부서 간의 원활한 조정 및 합의에 의한 종합적인 대책 마련이 요구된다.

핵심용어 : 하수슬러지, 악취 및 폐수, 환경부

1. 서론

90년대 후반 들어 국내 유기성 오니관련 정책의 추진 방향은 매립과 해양배출 일변도 체계를 탈피하여 농지이용, 매립지복토제, 기타 건설 자재 원료 등의 자원화 유도에 초점이 맞추어져 왔다. 하지만, 문제는 하·폐수오니를 포함한 각종 유기성 오니의 자원화를 위한 규제들은 실제 현장 적용에 있어서 큰 걸림돌로 작용한다는 점이며, 유기성오니의 대표적인 자원화방법인 퇴비화나 지렁이사육은 농림부와 환경부의 이원화된 법체계 내에서 각종 원료 이용 및 용도 규제 등으로 인해 지방자치단체에서는 직매립과 해양배출의 대안으로서 적극적으로 채택하기는 불가능한 것이 사실이다.

또한, 소각 및 건조를 통한 처리 방법은 경제적, 환경적, 기술적인 문제들이 복합적으로 작용하여 시설운영·유지에 있어서 큰 어려움이 있기 때문에 유기성오니의 직매립금지과 해양배출 규제 강화로 인한 마땅한 대안이 부재인 실정이다. 이에 본 연구에서는 '05년도 기준 전국 23개소의 하수오니처리시설의 현황 및 문제점을 다각적으로 분석하여 향후 효율적인 하수오니처리 체계 개선 방안을 위해 요구되는 사항에 관하여 검토 하였다.

2. 전체 하수오니처리시설 현황

전국적으로 설치되어있는 하수오니처리시설은

'05년도 기준 23개소로서 시설 전체 현황을 분석해 보면, 총 23개소 시설의 시설용량은 1,748톤/일, 처리량은 1,212톤/일, 가동률은 평균 69%(4~85%)으로 나타났다. 가동율에 있어서는 전체 평균이 70%에 못미치는 것으로 나타났으며, 경기와 충북이 80% 이상을 상회하여 시도별 가장 높은 가동율을 보였다. 반면, 경북을 포함한 경남 부산 등은 50%이하의 낮은 가동율을 보여 지역별 편차가 상당히 큰 것으로 조사되었다(Table 1).

처리형태별로 구분하면 소각(혼합소각 포함)이 가장 많은 14개소를 차지하였으며, 이외에 지렁이 소각 4개소, 건조시설 3개소 그리고 퇴비화와 건분화(시멘트원료로서 이용) 시설이 각각 1개소가 설치되어 있는 것으로 조사되었다(Table 2).

3. 시설 형태별 세부 현황

3.1 소각시설 현황

앞서 기술하였듯이 전체 23개소 처리시설 가운데 소각 시설은 전국적으로 가장 많은 14개소가 설치·운영 중에 있다. [Table 3]의 전체 시설 현황에서 시설용량 평균은 58톤/일이며, 최소 7톤/일부터 최대 91톤/일 까지 편차가 큰 것으로 조사되었다. 톤당시설설치비는 평균이 205.5백만원/톤으로 해운대 소각시설이 1백만원/톤으로 가장 낮았으며, 통영 시설은 1717.4백만원/톤으로 전체 시설 가운데 가장 높은 것으로 나타났다. 시설운영

[Table1] The General Present Condition of MSS Facilities

[Unit : Ton/Day]

구 분	계	서울	부산	경기	충북	전남	경북	경남
처리장수(개소)	23	4	1	6	3	3	2	4
시설용량(A)	1,748	700	48	510	250	8	167	65
처 리 량(B)	1,212	500	22	434	213	5	7	31
가동율(B/A) [%]	69	71	46	85	85	63	4	48

주) 서울 탄천 및 경북 구미처리시설은 가동중단 상태임.

[Table2] The Present Condition of MSS Facilities Classified by Process

구 분	계	소 각		건조	지렁이 사 육	부숙화 등
		전용소각	혼합소각			
처리장(개소)	23	9	5	3	4	2
비 율 (%)	100	39	22	13	17	9

[Table3] The Present Condition of MSS Incineration Facilities

시설명	처리 기술	시설용량 (톤/일)	설치비 (백만원)	처리량 (톤/일)	톤당처리비 (원/톤)	톤당설치비 (백만원/톤)	운영비 (원/톤)
통 영	소각	7	12,022	3.5	29,320	1,717.4	26,320
해운대	소각	48	46	22	-	1.0	-
과 천	소각	10	-	-	-	-	150,163
김 해	소각	50	1,662	20	27,596	33.2	27,596
구 미	소각	80	6,200	80	50,560	77.5	50,596
청 주	소각	90	11,672	76.2	50,678	129.7	50,649
구 리	소각	70	3,450	55	56,770	49.3	16,578
양 평	소각	40	3,970	40	56,142	99.3	28,854
안 산	소각	91	7,200	150	27,197	79.1	34,579
성 남	소각	55.6	7,615	148	49,217	137.0	22,474
서 남	소각	90	11,570	150	34,350	128.6	34,234
상 주	소각	48	10,000	7	93,160	208.3	166,000
난 지	소각	90	12,800	150	40,150	142.2	40,020
광 주	소각	40	2,999	25.88	172,717	75.0	154,383
평 균		58	7,016	71	57,321	205.5	61,727
표준편차		29	4,342	59	40,626	439.0	55,203
최 대 값		91	12,800	150	171,717	1,717.4	166,000
최 소 값		7	46	4	27,197	1.0	16,578

비용과 밀접한 관련이 있는 톤당 처리비와 운영비 현황을 보면, 톤당 처리비의 경우, 최소 27,197톤/월부터 최대 171,717톤/원까지 편차가 시설별로 상당히 큰 것으로 나타났다. 또한, 운영비의 경우도 최소 16,578원/톤부터 최대 166,000원/톤 까지 편차가 매우 큰 것으로 조사되었다.

3.2 건조시설 현황

하수오니의 건조 처리 시설은 전국에 3개소가 설치 되어있으며, 소각에 비해 비교적 대규모인 것으로 조사되었다.(처리용량 : 100~200톤/일). 인천 시설의 경우 시설 운영상 문제로 인하여 실 처리용량 대비 1/5 수준으로 처리가 이루어지고 있으며,

이외의 증량, 충주 시설은 정상가동 중에 있다.

톤당 시설설치비를 보면, 증량의 경우 39.9 백만원/톤으로서 연천 시설의 8.0 백만원/톤과 비교해 큰 차이를 보였다. 톤당 처리비는 평균이 47,600 원/톤으로 3개 시설이 그다지 큰 차이를 보이지 않았으며, 운영비 역시 평균이 44,968원/톤으로 시설별 큰 차이는 없었다(Table 4).

3.3 기타 자원화 시설 현황

[Table 5]와 [Table 6]에 나타난 지령이 사육

시설과 퇴비화 및 건분화 시설 현황을 보면, 시설 용량은 기술 특성상 대규모 면적과 장기간의 분해 기간이 요구되기 때문에 소각과 건조 등의 시설과 비교하여 상대적으로 낮은 경향을 보인다.

톤당 처리비는 조사된 6개 시설이 최소 2,500원/톤에서부터 81,928원/톤 까지 편차가 상당히 크다는 것을 알 수 있다. 운영비 역시, 최소 2,500원/톤에서부터 100,200 원/톤까지 큰 편차를 보이는 것으로 조사되었다.

[Table4]The Present Condition of MSS Drying Facilities

시설명	처리 기술	시설용량 (톤/일)	설치비 (백만원)	처리량 (톤/일)	톤당처리비 (원/톤)	톤당설치비 (백만원/톤)	운영비 (원/톤)
연 천	건조	100	800	20	40,000	8.0	59,000
중 량	건조	200	7,972	200	54,400	39.9	44,535
충 주	건조	120	2,375	120	48,400	19.8	31,372
평 균		140	3,716	113	47,600	22.6	44,969
표준편차		53	3,769	90	7,233	16.1	13,819
최대값		200	7,972	200	54,400	39.9	59,000
최소값		100	800	20	40,000	8.0	31,372

[Table5] The Present Condition of MSS Compost and Drying grind Facilities

시설명	처리 기술	시설용량 (톤/일)	설치비 (백만원)	처리량 (톤/일)	톤당처리비 (원/톤)	톤당설치비 (백만원/톤)	운영비 (원/톤)
고 성	퇴비화	5	1,100	3	32,600	220.0	10,273
제 천	건분화	40	386	18	-	9.7	36,458

주) ‘-’ : 관련 자료 없음

[Table6] The Present Condition of MSS Vermicompost Facilities

시설명	처리 기술	시설용량 (톤/일)	설치비 (백만원)	처리량 (톤/일)	톤당처리비 (원/톤)	톤당설치비 (백만원/톤)	운영비 (원/톤)
광양	지령이	1	37	0	81,928	37	81,928
함평	지령이	4.2	130	4.2	24,250	31.0	100,220
의령	지령이	3	100	4	-	33.3	-
영암	지령이	1.5	24	0.6	2,500	16.0	2,500
평균		2.4	72.8	2.2	36,226.0	29.3	61,549.3
표준편차		1.5	50.6	2.2	41,046.0	9.2	51,949.7
최대값		4	130	4	81,928	37.0	100,200
최소값		1	24	1	2,500	16.0	2,500

주) ‘-’ : 관련 자료 없음

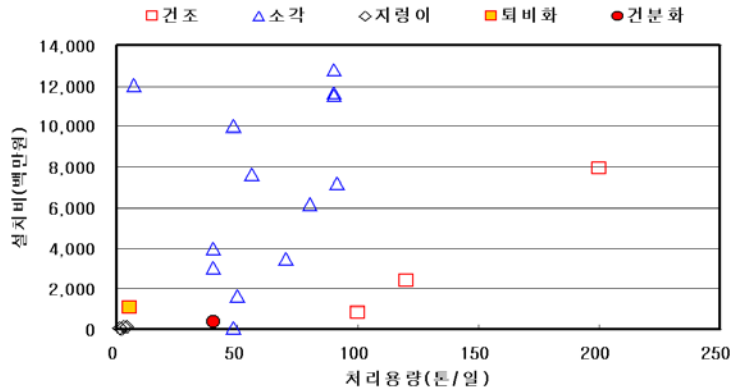
4. 오니처리시설 문제점 해결을 위한 대책방안

4.1 시설설치 비용 관련 사항

전국 하수오니 처리시설의 문제점 가운데 시설설치와 관련한 내용들을 정리하여 [Table 7]에 나타내었다. 가장 큰 문제로 지적되는 것은 시설설치비의 합리성이 결여되어 있다는 점이다. 시설별로는 3~5배의 차이를 보이는 이유에 대해서 초기 시설설치 단계에서 기초자료 조사 부족으로 인한 적정 처리량이 산정되지 못하였다는 것이 주된 원인으로 보인다. 대표 사례로서 경기도 광주의 경우는 오니 발생량 산정보류로 시설용량이 높게 설계되었으며, 경기도 양평은 오니 성상의 예측 잘못

으로 인해 방지시설이 과소 설계 된 것으로 조사되었다. 이외에도 충북 청주시의 경우는 반입 될 하수오니의 함수율 예측에 대한 계산 착오로 시설용량이 과소 설계되어 시설 운영상 애로가 있었으며, 경북 구미시 역시 이와 비슷한 문제가 있는 것으로 나타났다[Fig. 1].

따라서 향후 시설설치에 따른 과다·과소비용 문제를 줄이기 위해서는 이같은 선례를 참고하여 사업 시행 과정에서 처리공법 선정 및 시설용량 산정 등 설계내용에 대한 전문기관의 기술검토를 받도록 함으로써 적정시설이 설치될 수 있도록 하여야 하며, 또한 전문 연구기관의 용역 등을 통하여 지역 여건, 오니 발생량 및 성상 등을 고려한 지역별 적정 처리공법(Guide line)이 제시되어야 할 것이다.



[Fig.1] Volume versus establishment cost of MSS facilities.

[Table7] Problem and Counter-plan About Establishment Cost

문제점	세부사항	대책방안
오니 성상, 발생량 등의 기초자료 조사의 부실로 적정 처리량 산정이 되지 않아 시설규모가 과대 또는 과소 설치	<ul style="list-style-type: none"> 경기 광주 : 오니 발생량 산정보류로 시설용량 과다 설계 경기 양평 : 오니 성상의 예측 착오로 방지시설 과소설계 충북 청주 : 오니 함수율의 예측 착오로 시설용량 과소 설계 경북 구미 : 소각시설의 용량과다로 운영비 절감 효과 미미 	<ul style="list-style-type: none"> 사업 시행 과정에서 처리공법 선정 및 시설용량 산정 등 설계 내용에 대한 전문기관의 기술검토를 받도록 함으로써 적정시설이 설치될 수 있도록 함 전문 연구기관의 용역 등을 통하여 지역 여건, 오니 발생량 및 성상 등을 고려한 지역별 적정 처리공법 (Guide line) 제시
시설설치에 평균 금액 이하의 저가 낙찰로 부적정시설 설치의 발미 제공	<ul style="list-style-type: none"> 충북 충주 : 20백만원/톤 (건조) 경북 구미 : 38백만원/톤 (소각) 	

4.2 시설 관리 및 운영 관련 사항

[Fig. 2]에 23개 하수오니처리 시설 중 확보된 자료를 바탕으로 19개 시설에 대한 톤당처리비 및 톤당운영비를 종합적으로 도식화하여 나타내었다. 전체 시설에 대한 평균 톤당처리비는 53,124원/일로서 시설별 형태별로 20,000원/톤에서부터 최고 170,000원/톤까지 차이가 컸으며, 톤당 운영비 역시 이와 비례하여 처리 형태별 큰 차이가 있는 것으로 조사되었다.

이처럼 처리 형태별 시설별 운영비와 처리비의 차이가 일정한 경향을 보이지 않는 현실은 상당수 시설이 시설운영에 있어서 심각한 경제적 문제점을 내포하고 있다는 점으로 재해석된다.

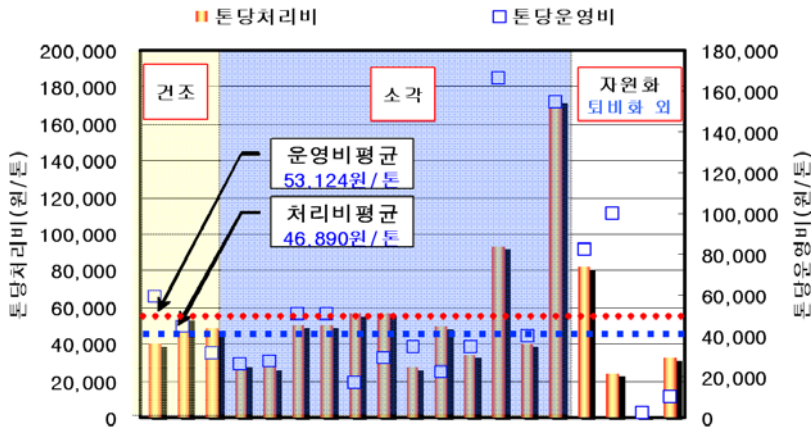
시설운영에 있어서 경제적 문제점을 가지고 있는 대다수 시설은 시설개선 및 운영비의 확보가 어렵고 초기 시설 설치 단계에서 예산 미확보로 인해 핵심설비가 미 부착되어 결국 시설의 비효율적 운영으로 인한 문제점들이 종합적으로 연계되었을 것으로 판단된다. 실제 23개 시설에 대한 현장 조사 결과, 핵심설비의 미 부착으로 인한 시설의 비효율적 운영이 문제시 되었던 곳은 전남 함평 등 3개소였다. 이러한 문제점의 대표적 사례로서는 온도조절 기능이 없는 시설 설치로 지렁이 사육에 장애가 발생되었던 사례와 2차오염방지시설(침출수 배제기능)미비로 인해 시설 운영에 문제가 있었다는 사례 등이 보고 된 바 있다. 또한, 초기 설치된 처리공법

및 방지사설의 문제점으로 인한 대표적인 사례는 서울 탄천과 충북 충주 소각시설이 대표적이었다.

이처럼 효율적인 시설운영에 걸림돌이 되는 문제점은 대부분이 경제적인 문제점으로 집약 될 수 있으며, 초기 시설 설치 시 지역 특성 및 해당 기술에 대한 기초조사 미비 역시 주된 문제점 가운데 하나로 지적 된다. 조사 된 시설 대부분이 과다한 시설 운영비용 지출로 인한 어려움을 많이 겪고 있는 현실을 감안하여, 기 설치된 시설의 효율적인 운영을 위해서는 지자체의 재정자립의준도가 낮은 시설을 대상으로 하여 국비 지원의 확대 방안이 요구된다. 또한, 기술적인 문제로 인해 정상운영이 어려운 시설에 있어서는 기술 전문인들에 의한 정기적인 시설진단 등의 방안 마련이 필요할 것으로 판단된다 [Table 8].

5. 결 론

'03년부터 시행되어 '05년도에 범위가 확대된 유기성오니류의 직매립 금지 규정은 강화되는 해양배출 규제와 함께 오니의 육상처리를 위한 경제적, 기술적 문제 등으로 인해 정부가 예상한 실효를 거두기에는 현실적인 어려움이 있다. 본 연구를 통해 분석된 전국 23개소 하수오니처리 시설 현황을 통해서도 알 수 있듯이 각 시설형태별 경제적, 기술적, 환경적 문제점들은 서로 복합적으로 연계되어 매립



[Fig.2] Treatment and management cost by ton of MSS facilities.

[Table8] Problem and Counter-plan About Management and Administration of Facilities

문제점	세부사항	대책방안
핵심설비의 미 부착으로 인한 시설의 비효율적 운영	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전남 함평 등 3개소 : 온도조절기능이 없는 시설 설치로 지령이 사육 장애 ■ 경남 의령 : 온도조절기능 및 침출수 배제기능이 없는 시설 설치로 지령이 사육 장애 	지자체 국고보조 및 기술지원 확대 차원에서 지방 재정이 빈약하여 처리시설의 설치·운영에 어려움을 겪고 있는 지자체에 대한 시설개선 및 운영비 지원방안 강구
중·소도시의 경우 시설개선 및 운영비의 확보가 어려워 효율적 시설 운영에 장애 발생	<ul style="list-style-type: none"> ■ 경기 양평 : 방지사설개선비용 확보가 어려워 개선 미 실시 ■ 경기 구리 : 운영비용 확보가 어려워 운영 애로 	경기적인 기술진단 등을 시행함으로써 효율적인 시설운영이 이루어지도록 함
건조 오니의 높은 발열량으로 인한 혼합소각시설의 적정운영 장애	<ul style="list-style-type: none"> ■ 부산 해운대 : 주 소각물보다 높은 발열량으로 인한 열 부하 가중 ■ 경남 김해 : 주 소각물보다 높은 발열량으로 인한 열 부하 가중 	경기적인 기술진단 등을 시행함으로써 효율적인 시설운영이 이루어지도록 함
처리공법 및 방지사설의 적용이 미흡하여 오염물질의 다량배출로 인한 민원 발생	<ul style="list-style-type: none"> ■ 서울 탄천 : 악취발생 부하량이 높은 직화식 건조시설의 채택과 방지사설의 부적정 설치(발생 수분에 의한 백 필터 막힘 현상 자주 발생) ■ 충북 충주 : 직화식 건조방식에 비효율적인 방지사설 설치(습식세정기만 채택) 	정부 및 지자체의 보조금 지원방안 강구

과 해양배출을 대체할만한 효율적인 육상처리 체계 구축을 위해서는 장기간이 소요될 것으로 보인다.

상기 처리 시설별 문제점들을 종합해 보면, 다수의 지자체 및 환경기초시설에서는 유기성오니와 관련한 정부의 다양한 정책을 숙지하면서도 적극적인 대책을 수립하지 못하고 있으며, 그 주된 원인은 예산미확보, 법적·제도적 규제 등으로 집약된다. 무엇보다 우선적인 원인은 각종 처리 및 자원화 기술에 대한 정보의 부족에 있다고 보인다. 선진국에서는 정부의 중요 정책 추진에 있어서 시행착오를 최소화하기 위하여 최대한의 정보를 제공하면서 지침서(Guide Line)를 작성하여 일선에 제공하는 것이 일반적이다. 따라서 현재 오니처리와 관련한 종합적인 대책이 미흡한 시점에서 선진 외국과 같이 유기성오니의 처리 및 관리의 전반적인 내용을 다루는 지침서(가이드라인) 마련이 요구되며, 이러한 지침서에는 유기성오니의 처리 방법별로 시설 설치를 위한 지침에서부터 운영 및 관리를 위한 지침에 이르기까지 실제 현장에서 기술적·경제적·법적인 문제 및 지역적 특성을 고려하여 큰 어려움 없이 총체적인 유기성오니의 관리가 가능하도록 하는 내용이 수반되어야 한다.

현재까지 추진되고 있는 관계부처의 대책은 대부분이 단편적인 안에 그치고 있으며, 그로 인해 정부 정책은 큰 실효를 거두지 못하고 있다. 보다 장기적인 안목에서 유기성오니의 처리와 관련한 관계부처 및 해당 부서 간의 원활한 조정 및 합의에 의하여 종합적 대책이 수립되어야 할 것이며, 이는 결과적으로 하수오니의 직매립금지와 해양배출 규제 강화로 인해 적정 처리에 큰 어려움을 겪고 있는 전국 지방자치단체에서의 어려움을 크게 해소시킬 것으로 보인다.

참고문헌

1. 환경통계연감, 환경부, (2004).
2. 폐기물발생 및 처리현황, 환경부, (2004).
3. 하수도통계, 환경부, (2004).
4. 상수도통계, 환경부, (2004).
5. 하수도시설기준, 환경부, (1998).
6. 하수도정비기본계획수립지침, 환경부, (2005).
7. 하수도설치사업 업무처리 일반지침, 환경부, (2005).
8. 하수도사업 중기 투자계획, 환경부, (2004).

9. 마산시 슬러지 처리시설 건설사업, 마산시, (2004).
10. 하수슬러지 처리 및 자원화방안, 환경관리공단, (2005).
11. 하·폐수 슬러지 처리 및 자원화 기술, 서울산업대학교 에너지기술인력양성센터, (2004).

