

기획연구 2008-15

충청남도 하수관거 현황 및 운영관리 개선방안

이두진 · 김홍수

발 간 사

1970년대 이후 급속한 산업발달과 더불어 인구증가에 따른 도시화로 용수사용량이 증가했을 뿐만 아니라 하·폐수의 배출량도 함께 증가하게 되었다. 이렇게 배출되는 하·폐수는 지하구조물인 하수관거를 통해 차집되어 공공하수처리시설로 보내져 처리한다. 하지만 이송과정에서 하수관거의 불량으로 공공하수처리시설의 효율성 저하 및 지하수 오염을 야기 시키고 있는 실정이다. 또한 국내 대다수의 공공하수처리시설은 불명수의 과다 유입으로 인하여 처리시설에서 수리학적 과부하 및 설계수질보다 낮게 유입되어 합리적 하수관리의 어려움을 느끼고 있다.

국내의 하수도정책이 과거 공공하수처리시설 위주에서 하수관거정비를 병행하는 균형적인 하수도 발전의 방향으로 급격히 이동하고 있는 현 실정에서 국가차원의 하수관거정비사업을 보다 효율적이고 계획적으로 수행할 필요성이 대두되고 있다.

이러한 이유로 환경부에서는 하수관거정비 BTL사업, 댐 상류지역 하수도시설 확충사업 등 전국적으로 활발한 하수도사업의 원활한 진행을 위하여 하수관거정비 사업에 더욱 많은 예산을 확보하려는 노력을 기울이고 있다.

충청남도의 경우 2006년 기준 하수처리율 56.7%로 전국최하위를 기록하고 있으며, 하수관거 보급률 역시 전국 평균에 크게 미달하고 있는 실정이다. 이러한 하수도인프라 부족은 인근 수역의 수질오염과 거주민의 삶의 질에 직접적으로 영향을 미치기 때문에 시급하게 개선되어야 할 상황이다.

이러한 시기에 충청남도내 하수관거 시설 현황과 운영관리 실태의 문제점을 진단하고 이를

개선하기 위한 대안을 도출하여 향후 하수관거정비 및 운영관리 사업의 효율성을 높이고, 충청남도의 합리적 하수관거 운영관리 방안을 제시하기 위한 본 연구는 매우 의미가 있다고 볼 수 있다.

끝으로 본 연구를 수행하는데 있어 지문과 협조를 아끼지 않은 관계 전문가와 공무원, 연구원 여러분들의 노력에 감사드리며, 어려운 여건 하에서도 관련연구에 최선을 다한 이두진 박사와 함께 노력한 연구자의 노고에 고마움을 전한다. 또한 하수관거의 설치 및 운영관리에 있어 많은 이해와 관련정책 및 후속연구에 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

2008년 12월 31일

충남발전연구원장 김 용 응

연구요약

우리나라 하수도 정책은 지난 1994년 발생한 낙동강 폐놀 오염사고 이후 건설부 소속의 상하수도국이 환경부로 이관되면서 본격적인 상·하수도 인프라 구축이 추진되었다. 하수도 사업 초기에는 하수처리시설 확충에 예산이 집중되어 1991년 37.5%이었던 하수처리율이 2000년 70.5%까지 높아졌다. 같은 기간 하수관거 보급률은 56.3%에서 63.4%로 증가하는데 그쳤다.

당시 하수처리시설에 비해 중요도가 크지 않았던 하수관거로 관심이 전환되는 계기는 부실한 하수관거로 인한 다량의 불명수가 하수처리시설에 유입되는 문제점이 대두되면서 부터이다.

이러한 배경에서 범국가적 차원의 하수관거 정비 필요성이 제기되었고 환경부는 2002년을 “하수관거 정비 원년”으로 선포하고 본격적인 하수관거 정비 및 확충사업을 시작하였다.

충청남도의 경우 2006년 기준 하수처리율이 56.7%로 전국최하위를 기록하고 있으며, 하수관거 보급률 역시 52.2%로 전국 평균인 71.2%에 크게 미달하고 있는 실정이다. 충청남도의 이러한 하수도인프라 부족은 인근 수역의 수질오염과 거주민의 삶의 질에 직접적으로 영향을 미치기 때문에 시급하게 개선되어야 할 상황이다.

충청남도의 하수처리율은 56.7%로 전국 7개 특별·광역시와 9개 도 가운데 최하위이고, 전국평균 85.5%에 약 30% 정도 미달하는 매우 저조한 것으로 나타났으며, 하수관거 보급률 역시 전국평균 71.2%에 크게 미달하는 52.2%로 전국최저치를 보여 하수도 인프라가 매우 부족한 것으로 나타났다.

충남도내 지자체간의 하수관거 보급률은 시지역은 다소 높게 나타났으나 군지역은 40~50%대의 저조한 보급률을 보였고, 특히 태안군의 경우 22%로 전국 지자체 가운데 최하위의 보급률을 보였다.

하수관거 배제방식별 연장은 합류식과 분류식의 비율이 각각 55%, 45%로 전국 평균과 유사하였으며, 최근 하수관거 정비사업이 분류식 위주로 진행되고 있지만 분류화에 소요되는 건설비와 사회적 불편비용을 고려할 때 합류식을 유지하면서 강우시 월류오염부하를 적절히 관리할 수 있는 방안을 강구하는 것도 검토할 수 있다. 특히 거주지역이 산재해 있고 수계의 상류에 위치한 군지역에서는 분류화에 앞서 해당 배수구역의 상황을 파악하여 배출오염부하를 효

과적으로 관리할 수 있는 배제방식을 선택하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

충청남도의 하수도 예산은 2006년을 기준으로 총 208,408백만원이고 이 가운데 하수처리시설과 하수관거에 소요되는 예산의 비중은 각각 51.3%와 46.7%를 차지하였다. 충남의 하수도요금 현실화율은 전국 평균의 절반에도 못 미치는 29.3%로 매우 낮은 현실화율을 보였다. 이는 하수처리시설의 규모나 운영의 효율성에 대한 검토가 필요함을 의미하고, 하수도 요금 현실화와 처리비용 절감을 통한 하수도 예산의 효율적인 집행이 요구되는 부분이다.

2006년을 기준으로 충남 인구 10,000명당 연간 하수도 관련 민원이 29.3건으로 전국에서 가장 높게 나타났으며, 도내에서는 서천군이 72.6건으로 가장 민원이 많은 것으로 나타났다.

하수도 담당 실무자를 대상으로 한 설문조사 결과, 하수도 예산부족과 전문인력 부족이 운영관리 업무 중 가장 큰 어려운 점으로 나타났으며, 현재 추진되고 있는 하수관거 정비사업의 경우 단기간에 여러 사업이 추진되면서 제도와 절차상의 혼란을 문제점으로 꼽았고, 향후 하수관거와 하수처리시설의 민간 운영관리 통합부분에 대해서도 개선이 필요함을 지적하였다.

아울러 충청남도에서는 하수관거 정비사업이 중앙정부 중심의 민자사업으로 진행되고 환경관리공단이 지자체를 대행하여 사업을 추진함에 따라 도차원에서 종합적으로 감독하고 관리할 수 있는 행정권이 줄어들었으며, 이로 인하여 도내 지자체 간의 균형있고 체계적인 사업진행이 어려운 점도 문제로 지적하였다.

충청남도 하수관거의 시설 현황과 운영관리 실태를 조사한 결과 하수도 인프라 부족, 하수도예산 부족, 체계적인 하수관거 정비 및 운영관리를 위한 조직과 전문인력 확보 필요 등의 시설, 예산, 인력, 조직에서 총체적인 문제점을 가지고 있는 것으로 나타났다.

충청남도에서는 이러한 근본적인 문제들을 개선하기 위해서는 중앙정부 차원에서 추진 중인 국가하수도 종합계획, 유역하수도 정비계획, 하수시설 위탁관리제도 개선 등 다양한 정책과 제도를 보다 능동적으로 도입할 필요가 있을 것으로 판단된다.

하수관거 운영관리개선을 위해 도입가능한 정책으로는 수평적 분할, 수직적 분할의 문제를 해결하기 위한 방안이 있을 수 있으며, 이를 간단히 소개하면 다음과 같다.

첫째, 수평적 분할의 문제 해결

국내 하수도사업은 운영 및 관리의 단위가 해당 지역의 지자체로 사업단위가 행정구역에

따라 불균등하게 또한 지나치게 많은 수로 분할되어 있으며, 지자체별로 보급률, 요금, 서비스 등에서 큰 차이를 보이고 있다. 또한 충청남도의 경우 타 도에 비하여 인구밀집도가 상대적으로 낮은 특성은 각 지자체의 하수처리율을 상승시키는데 큰 장애가 되고 있다.

따라서 충남의 주요 수계 유역을 중심으로 인근 지자체의 기존 하수도시설을 소프트웨어적으로 통합하고, 신규시설의 경우 처리시설의 입지와 차집관거 광역화를 통하여 통합시설을 건설함에 따라 규모의 경제가 실현되고 중복투자에 의한 손실을 최소화 할 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 수평적 통합을 이루기 위해서는 충청남도를 중심으로 각 지자체의 이해관계를 조정할 수 있는 기구와 제도가 필요하고(지방공사형태), 무엇보다도 지자체의 현재 조직과 시설을 효과적이고 장기적으로 활용할 수 있는 방안을 도출하는 것이 중요하다.

둘째, 수직적 분할의 문제 해결

하수도사업은 사업성격상 통합운영의 가능성 및 그에 대한 유인이 충분함에도 불구하고 하수관거와 처리시설로 이원화된 현재의 접근구도로 인해 단위시설의 효율화에 집중함에 따라 하수관거, 펌프장, 하수처리시설 등으로 분할된 관리체계를 가지고 있다.

이처럼 하수도인프라에 대한 관리주체의 분할은 시설의 연속성과 통합성에 매우 비효율적인 결과를 가져올 것이 분명하며 이러한 수직적 분할문제를 해결하기 위해서는 시설의 통합과 전문 위탁관리의 확대가 필요하다.

이러한 전문기관 위탁 방안은 단기적으로는 하수도사업자간의 연합, 공사화를 검토하고 장기적으로는 공기업의 하수도 사업분야 민영화를 추진하는 것을 골자로 하고 있으며, 또한 지자체의 하수도시설 운영·위탁방식을 성과주의 및 포괄적 위탁방식으로 전환하는 것이 필요하다.

따라서 하수도 인프라 관리의 수직적 분할문제는 앞서 검토한 지역적(수평적) 분할문제와 동시에 검토되어야 하며, 지자체 및 시설간 통합을 통한 광역화, 전문화를 통하여 효율성을 극대화할 수 있는 방안으로 접근하는 것이 바람직하며, 충청남도를 중심으로 보다 심도있는 논의와 고민이 필요할 것으로 판단된다.

차 례

제1장 서론

제1절 연구 배경 및 목적	1
제2절 연구내용 및 방법	3
1. 연구내용	3
2. 연구방법	3
3. 용어정의	4

제2장 하수관거 기초이론

제1절 개요	6
제2절 하수배제 방식	7
1. 배제방식	7
2. 합류식 하수관거 시스템	8
3. 분류식 하수관거 시스템	10
4. 배제방식의 선택	12
제3절 하수 운송방식	13
1. 자연유하식 하수관거 시스템	13
2. 압력식 하수관거 시스템	13
3. 진공식 하수관거 시스템	14
제4절 하수관거 구성요소	16
1. 관거	16
2. 맨홀	16

3. 우수토실 및 토구	17
4. 물받이 및 연결관	17
5. 역사이편(Inverted Siphon)	18
6. 배수설비	19
제5절 하수관거 설계	20
1. 하수량 계획	20
2. 관거 내의 유량계산	21
3. 유속 및 경사	25

제3장 하수관거 정비사업 현황

제1절 개요	26
제2절 하수관거정비 종합계획(2001)	29
1. 성과지수 채택	29
2. 투자우선순위의 산정	29
3. 하수관거정비 시범사업 추진	30
4. 배수설비 전문시공업체도 도입	31
5. 하수관거정비사업의 성과급제 도입	31
6. 국제 하수도세미나 개최	31
7. Task Force 운영	31
제3절 하수관거정비 종합계획(2002. 10)	32
제4절 한강수계 하수관거 정비시범사업(2001~2005)	34
1. 대상지역	34
2. 사업예산	34
3. 성과평가(1단계사업)	35
제5절 하수관거 BTL 사업(2006~현재)	36
1. BTL방식의 정의	36
2. 하수관거정비 BTL사업 목적	36

3. 하수관거 BTL 사업의 추진구조	36
4. 하수관거 BTL 사업 대상지역 선정	37
5. 하수관거 BTL 사업 추진실적	38
제6절 국가하수도 정책상의 하수관거 관리방안	40
1. 하수관거 정비사업의 주요 이슈	40
2. 유역하수도 관리체계 도입(수평적 분할문제)	52
3. 하수도시설 위탁관리 확대(수직적 분할문제)	56

제4장 충청남도 하수관거 현황

제1절 하수도 통계분석	60
1. 하수도 시설 현황	60
2. 하수도 예산	73
3. 하수도 서비스	76
4. 하수처리시설 유입수질 분석	81
제2절 실무자 설문조사	84
1. 설문조사 내용	84
2. 설문조사 결과	86

제5장 결론 및 제언

참고문헌	96
------------	----

표 차례

<표 2-1> 하수관거 배제방식별 현황	7
<표 2-2> 관재질에 따른 Manning식의 조도계수(WEF, 1969)	23
<표 2-3> Hazen-Williams 공식의 유속계수 C값(Water Supply & Sewerage, 1991)	24
<표 2-4> 환경에 따른 Hazen-Williams 공식의 C값(Water Supply & Sewerage, 1991) ..	24
<표 3-1> 하수관거 타당성 조사결과	33
<표 3-2> 한강수계 하수관거 시범사업 개요	34
<표 3-3> 한강수계 하수관거정비(1단계) 사업 결과	35
<표 3-4> 하수관거 BTL 사업 추진실적('05 ~'08년)	39
<표 3-5> 충청남도내 하수관거 BTL 추진현황	39
<표 3-6> 미국의 하수관거 과잉 I/I 기준	43
<표 3-7> 환경별 허용 침입율 기준	44
<표 3-8> 도시별 허용침입율 범위	45
<표 3-9> 인구밀집도에 따른 허용침입율 기준	46
<표 3-10> 하수관거 정비사업 성과보증 방법 비교	47
<표 3-11> 유역별 하수도 정비계획 대상 그룹 분할(안)	53
<표 3-12> 유역별 하수도 정비계획 대상 그룹 소속 지자체 및 처리시설 현황	54
<표 3-13> 하수도시설 위탁관리 현황 (2005)	57
<표 3-14> 지자체 직영 및 위탁관리 운영실태 비교 (2005)	57
<표 4-1> 전국 하수처리율(2006)	61
<표 4-2> 충청남도 공공하수처리율 목표	62
<표 4-3> 충청남도 공공하수처리시설 현황	63
<표 4-4> 전국 하수관거 보급률(2006)	65
<표 4-5> 도별 하수처리율 및 평균인구(2006)	68

<표 4-6> 하수관거 재질별 연장 및 비율	71
<표 4-7> 하수도부분 예산현황	73
<표 4-8> 전국 하수도요금 현실화율	76
<표 4-9> 전국 하수도 민원 현황	81

그림차례

[그림2-1] 하수관거 보급률 추이(하수도통계, 2007)	6
[그림2-2] 합류식 하수관거 시스템 모식도	9
[그림2-3] 분류식 하수관거 시스템 모식도	11
[그림2-4] 압력식 하수관거 시스템의 개념도	14
[그림2-5] 진공식 하수도 시스템의 개념도	15
[그림3-1] 하수처리율 추이	26
[그림3-2] 하수처리시설 유입유량 분석	27
[그림3-3] 하수처리시설 유입수 BOD농도의 확률분포(175개 처리시설)	27
[그림3-4] 하수관거 정비사업 추진현황	28
[그림3-5] 하수관거정비 BTL사업의 추진구조	37
[그림3-6] 유량발생패턴을 통한 I/I 구분	41
[그림3-7] 하수관거 침입수/유입수 발생원인	42
[그림3-8] 비용효과 분석을 통한 적절 I/I 저감량 산정	43
[그림3-9] 하수관거 모니터링 시스템 개요	48
[그림3-10] 유량패턴분석을 통한 과유량 현상 해석	49
[그림3-11] 유역별 하수도 정비 대상 유역분할도(금강)	55
[그림3-12] 위탁관리 정책·제도 기본방향	58
[그림4-1] 하수처리율 증대 계획	62
[그림4-2] 하수관거 보급률 추이	66
[그림4-3] 충청남도내 지자체 하수관거 보급률	67
[그림4-4] 하수배제방식별 연장	68
[그림4-5] 충청남도내 시·군의 하수배제방식현황	69
[그림4-6] 충청남도내 하수관종 연장 추이	70

[그림4-7] 인구당 하수관거 연장	72
[그림4-8] 하수도 전산화율	72
[그림4-9] 전국 하수도 부분 투자비율	74
[그림4-10] 하수도 재정사업중 중앙비 및 지방비 비교	74
[그림4-11] 인구당 하수도사업 중앙비 예산	75
[그림4-12] 하수처리단가 및 요금 현실화율	77
[그림4-13] 충청남도 시·군별 하수처리요금 현실화율	78
[그림4-14] 충청남도 시·군별 하수처리원가와 평균단가 비교	79
[그림4-15] 전국 하수도 민원 발생건수	80
[그림4-16] 충청남도 시·군별 민원발생건수	80
[그림4-17] 하수처리시설 유입수질의 누적확률분포	82
[그림4-18] 충청남도 하수처리시설의 유입유량 및 수질비율	83
[그림4-19] 하수관거 운영관리 문제점	86
[그림4-20] 하수도 사업추진의 거시적 문제점	87
[그림4-21] 하수도사업의 구조적인 문제점	88
[그림4-22] 조직 및 인사관리의 문제점	89
[그림4-23] 하수도 재정관리상의 문제점	90
[그림4-24] 하수관거 운영관리의 기술적 문제점	91
[그림4-25] 하수관거 사업의 대민 서비스 문제점	92

제1장 서론

제1절 연구 배경 및 목적

도시하수도시스템은 하수관거, 하수처리시설, 방류수역으로 구성되어 있으며, 이들 요소의 유기적인 운영을 통하여 방류수역으로 배출되는 배수유역내 오염부하를 최소화 할 수 있다. 이중 하수관거는 가정이나 사무실, 공장 등에서 발생하는 하폐수를 하수처리시설까지 이송하는 역할을 수행한다.

우리나라 하수도 정책은 지난 1994년 발생한 낙동강 폐놀 오염사고 이후 건설부 소속의 상하수도국이 환경부로 이관되면서 본격적인 상·하수도 인프라 구축이 추진되었다. 하수도 사업 초기에는 하수처리시설 확충에 예산이 집중되어 1991년 37.5%이었던 하수처리율이 2000년 70.5%까지 높아졌다. 같은 기간 하수관거 보급률은 56.3%에서 63.4%로 증가하는데 그쳤다.

당시 하수처리에 비해 중요도가 크지 않았던 하수관거로 관심이 전환되는 계기는 부실한 하수관거로 인한 다량의 불명수가 하수처리시설에 유입되는 문제점이 대두되면서 부터이다. 2001년 전국 175개 하수처리시설을 대상으로 유입수질을 분석한 결과, 전체 하수처리시설 70%의 유입수 BOD농도가 100mg/L이하로 나타나 침입수/유입수의 영향이 심각한 것으로 나타났다. 이러한 배경에서 범국가적 차원의 하수관거 정비 필요성이 제기되었고 환경부는 2002년을 “하수관거 정비 원년”으로 선포하고 본격적인 하수관거 정비 및 확충사업을 시작하였다. 166개 지자체를 대상으로 하수관거 정비 타당성조사를 시작으로 한강수계 하수관거 정비사업, 댐상류 하수도 확충사업, 하수관거 BTL 사업 등 굵직한 하수관거 정비사업이 연이어 추진되고 있다.

충청남도의 경우 2006년 기준 하수처리율이 56.7%로 전국최하위를 기록하고 있으며, 하수관거 보급률 역시 52.2%로 전국 평균인 71.2%에 크게 미달하고 있는 실정이다. 충청남도의 이러한 하수도인프라 부족은 인근 수역의 수질오염과 거주민의 삶의 질에 직접적으로 영향을

미치기 때문에 시급하게 개선되어야 할 상황이다.

우리나라에서 체계적인 하수관거 정비사업과 운영관리 기법이 본격적으로 추진된 지가 불과 5년이 넘지 않기 때문에 현재 충청남도가 가지고 있는 기술적, 정책적 문제점은 곧 우리나라의 하수관거가 가지고 있는 공통의 문제라 할 수 있다.

본 연구에서는 기존의 하수도통계, 각 지자체 담당자를 대상으로 하는 설문조사 등을 통하여 충청남도의 하수관거 문제점을 도출하고, 향후 국가하수도 정책방향과 충청남도에서 고려할 수 있는 하수관거 관리정책 등을 검토함으로써 향후 하수관거정비 및 운영관리 사업의 효율성을 높이고, 충청남도의 합리적 하수관거 운영관리 방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

제2절 연구내용 및 방법

1. 연구내용

본 연구는 충청남도 하수관거의 현황분석을 통하여 문제점을 도출하고 이에 대한 원인을 분석하는 부분과 이를 해결하기 위한 기술적, 정책적 대안을 검토하는 부분으로 구성하였다.

주요연구내용은 다음과 같다.

- 하수도 통계자료를 통한 충남지역 하수관거 현황분석
- 시·군 하수도 담당자 설문조사
- 하수관거 정비사업 현황분석 및 개선방안
- 하수관거 운영관리 개선방안

2. 연구방법

충청남도의 하수관거 기초현황 분석은 최근 5년간의 하수도 통계자료를 바탕으로 충청남도의 하수도인프라, 재정, 운영관리 현황 등을 분석하였고 각 지자체의 하수도 실무자를 대상으로 하수관거 정비사업을 포함한 하수관거 운영관리 전반에 대한 설문조사를 수행하였다. 이러한 문제점 분석결과를 토대로 최근 수립된 “국가하수도종합계획”, “유역하수도정비계획” 등의 관련정책을 반영하여 충청남도에 도입가능한 하수관거 관리방안을 제시하였다.

- 최근 5년간 하수도 통계자료 현황분석
- 각 지자체별 하수관거 관리 현황과 문제점 도출을 위한 기초설문조사
 - 하수관거 관련 예산, 인력, 조직, 관거정비 사업 및 관거유지 관리상 문제점, 개선사항 등
 - 하수관거 운영관리 방식 개선을 위한 검토
- 하수관거 정비사업 추진현황 조사(01-현재)

- 하수도 정책방향 검토
 - 국가하수도종합계획('07-'15)
 - 유역하수도정비계획(2007)
 - 하수도시설 위탁제도개선 연구(2008)

3. 용어 정의

본 연구에서는 현행 “하수도법”에서 사용되고 있는 용어를 기초로 독자의 이해를 돕기 위하여 다음과 같이 정의하여 기술하고자 한다.

- ‘계획오수량’이라 함은 오수처리계획에 있어서 관로, 오수중계 펌프장, 공공하수처리시설 등의 용량을 결정하기 위해 이용하는 오수량을 말한다. 계획오수량은 생활오수량(가정오수량 및 영업오수량), 공장폐수량 및 지하수량으로 구분한다.
- ‘계획우수량’이라 함은 우수배제계획을 수립하는 경우, 관로 펌프장 등의 용량을 결정하기 위해 사용하는 우수유출량을 말함. 산정공식으로는 합리식 또는 실험식을 사용한다.
- ‘계획하수량’이라 함은 계획오수량과 계획우수량의 합을 말하며 합류식 하수배제방식인 경우 하수도시설의 용량을 결정하기 위하여 쓰이는 하수량이다.
- ‘공공하수처리시설’이라 함은 하수를 처리하여 하천·바다 그 밖의 공유수면에 방류하기 위하여 지방자치단체가 일정지역 안에서 발생하는 하수 및 오수를 공동으로 처리하기 위하여 설치 또는 관리하는 처리시설과 그 부대시설로서 기존의 하수종말처리시설, 마을하수도(공공오수처리시설 포함)를 말한다.
- ‘공공하수처리율’이라 함은 일정한 지역에서 설치된 공공하수처리시설에 의해 하수를 처리하는 인구수를 해당지역 내 전체 상주인구수(주민등록인구수)로 나누어 100을 곱한 것을 말한다.
- ‘관거’라 함은 암거 및 개거를 총칭해서 말한다.
- ‘맨홀’이라 함은 하수관거의 청소, 환기, 점검 및 조사 등을 위한 시설로서 일반적으로 하

수관거가 합류하는 장소, 경사, 방향 및 관경이 변하는 장소 및 일정간격마다 설치된다.

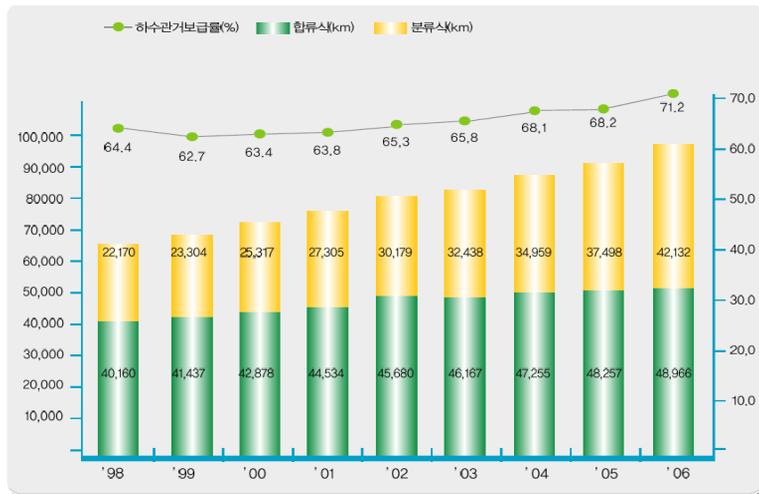
- ‘분류식 하수도’라 함은 오수와 하수도로 유입되는 빗물이 각각 구분되어 흐르도록 하기 위한 하수관거를 말한다.
- ‘오수관거’라 함은 오수를 배제하기 위한 관거를 말하며, 설계는 계획시간최대오수량으로 한다.
- ‘우수관거’라 함은 우수를 배제하기 위한 관거를 말하며 설계시는 계획우수량으로 한다.
- ‘차집관거’라 함은 합류식에서 청천시의 하수나 우천시 일정량의 하수를 차집하여 하수처리장으로 수송하기 위한 관거를 말한다. 즉, 지선관거를 거친 이후의 차집되는 오수를 하수처리장으로 이송하기 위한 관거 설비를 말한다.
- ‘하수’라 함은 생활하수와 생활분뇨, 그리고 건물·도로 그 밖의 시설물의 부지에서 하수관거에 유입되는 빗물·지하수를 포함한다.
- ‘하수처리구역’이라 함은 발생하는 하수를 공공하수처리시설에 유입하여 처리하는 지역으로서 법률절차에 따라 시장·군수가 공고한 구역을 말한다.
- ‘하수시설’이라 함은 하수와 분뇨를 유출 또는 처리하기 위하여 설치되는 하수관거·공공하수처리시설·분뇨처리시설·중수시설·배수설비·개인하수처리시설 그 밖의 공작물·시설의 총체를 말한다.
- ‘하수관거’라 함은 하수를 공공하수처리시설로 이송하거나 하천·바다 그 밖의 공유수면으로 유출시키기 위하여 설치하는 관로와 그 부속시설을 말한다.
- ‘합류식 하수관거’라 함은 오수와 하수도로 유입되는 빗물·지하수가 함께 흐르도록 하기 위한 하수관거를 말한다.

제2장 하수관거 기초이론

제1절 개요

하수관거시스템은 하수관거와 펌프장으로 구성되며, 하수관거는 관거, 맨홀(manhole), 우수 토실, 토구, 물받이(오수, 우수 및 집수받이) 및 연결관 등을 포함한 시설의 총칭이다. 하수관거는 주택, 상업 및 공업지역 등에서 배출되는 오수나 우수를 모아 처리시설 또는 방류수역까지 유하시키는 역할을 한다.

우리나라에서 본격적인 하수관거 건설은 70년대에 들어서면서 부터이며 1979년 말에 총관거 연장이 10,000km에 이르게 되었다. 2006년말 현재 하수관거 설치연장은 91,098km로 하수도정비기본계획상의 계획연장 127,980km의 71.2%이며, 이중 우수와 오수를 동시에 배제하는 합류식관거는 48,966km(53.7%), 우수와 오수를 분리하여 배제하는 분류식관거는 42,132km(46.3%)를 차지하고 있다.



[그림 2-1] 하수관거 보급률 추이(하수도통계, 2007)

제2절 하수배제 방식

1. 배제방식

하수관거 시스템은 하수와 우수를 배제하는 방식에 따라 합류식(合流式, combined sewer system)과 분류식(分流式, separate sewer system)으로 나뉘어진다. 합류식은 우수와 오수를 하나의 관거 계통 즉 합류관(combined sewer)으로 배제하는 것을 말하며, 분류식은 우수와 오수를 각각의 관거 계통 즉, 오수관(sanitary sewer)과 우수관(storm sewer)으로 구분하여 배제하는 것을 말한다. 우리나라 각 지자체의 하수배제방식별 현황은 1999년 합류식이 64.0%에서 2006년에는 53.7%로 감소한 반면, 분류식은 36.0%(1999년)에서 46.3%(2006년)로 증가하는 추세를 보이고 있다. 분류식 하수관거 시스템이 증가하는 원인은 하수도시설 기준상에서 하수관거 신설 혹은 정비시 분류식을 유도하였기 때문이다.

각 시·군별 하수배제방식을 살펴보면 완전합류식으로 유지하고 있는 지자체는 태백시 등 7개이고, 완전분류식을 채택하고 있는 지역은 안산시를 비롯하여 최근 도시가 조성되었거나, 하수관거 정비사업이 시행되었던 10여개 지자체이다. 그 외 148개 지자체는 기존 시가지는 대부분 합류식을 유지하고 있고, 택지개발이나 신규도시건설지에서는 부분적으로 분류식 하수관거가 건설되어 도시전체로는 합병식의 하수관거 형태를 취하고 있다.

〈표 2-1〉하수관거 배제방식별 현황

구 분	완전합류식	완전분류식	합병식 (합류식+분류식)
비율	8 (4.8%)	11 (6.6%)	148 (88.6%)
시·군	태백시, 철원군, 부여군, 청양군, 곡성군, 완도군, 청송군, 울릉군	안산시, 화성시, 과천시, 가평군, 양양군, 청원군, 계룡시, 구례군, 보성군, 장흥군, 마산시	완전합류식과 완전분류식을 제외한 나머지 시·군

‘하수도정비기본계획’에서 하수배제방식의 결정은 기존 시가지의 배제방식 및 하수관거 상태, 도로의 폭, 지하매설물 상황, 배수구역의 지형조건, 시공 및 유지관리상의 난이도, 방류수역상태, 경제성 등을 고려하여 처리구역별로 적합한 배제방식을 채택하도록 하고 있으며, 신규로 개발되는 산업단지, 주거단지 및 재개발 사업지역 등의 하수관거는 분류식을 추천하고 있다. 또한 하수배제방식의 결정 시 기존 합류식하수관거 지역에서는 강우초기의 월류수 대책을 수립하여 대처하는 방안과 분류식화 하는 방안을 비교·검토(경제성, 유지관리성, 공사기간 등)하여 결정하도록 권고하고 있다.

2. 합류식 하수관거 시스템

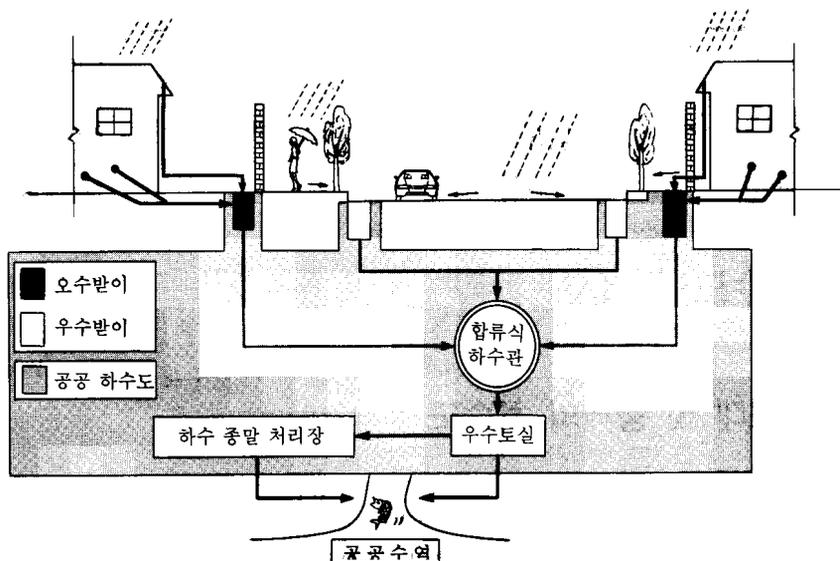
합류식 하수관거 시스템은 오수와 우수를 하나의 관거로 배제하는 방식이기 때문에, 계획 오수량과 계획우수 유출량을 합한 것이 합류식 하수관거의 설계유량이 되고 이를 토대로 관경과 관경사를 설계하게 된다.

합류식 하수관거에 있어서는 우천시의 유출우수를 모두 하류 쪽까지 모으면 하류 쪽의 관거나 펌프장과 처리시설 등의 규모가 너무 커진다. 따라서, 일반적으로는 가까운 곳에 방류수역이 있고, 지형적으로 방류할 수 있는 경우에는 우수토실(雨水吐室, overflow chamber)을 설치하여 우천시에는 이 곳에서 일정량의 유출우수만을 하수처리시설로 수송시키고, 그 이상의 하수는 수역에 직접 방류시켜 하류 쪽 하수도시설의 부담을 경감시키는 방법을 채택한다. 이 방법은 기본적으로 오수량에 대한 우수량의 비율이 몇 배 이상으로 많은 경우, 오수는 우수에 의하여 희석되어 수질적으로 문제가 없는 동시에, 방류수역의 자정작용을 기대하는 이른바 하수의 희석처분을 전제로 한 것이다.

호우의 경우는 오수가 우수로 충분히 희석되어지기 때문에 우수토실로부터 직접 방류되는 하수의 수질이 큰 문제가 되지 않지만 유출일수량이 하수처리시설의 용량의 3~5배의 희석배율을 넘는 정도의 강우일 때에는 합류관거 내의 퇴적물이 세척되어 흘러서 유출되기 때문에 오염도가 높다. 다만, 강우 초기에는 도로 등 지표상의 오물이 하수 처리시설에 수집되어져서, 그 한계에 있어서는 수질오염 방지에 도움이 된다. 따라서, 수질오염 방지의 관점에서는 합류

식을 채용하는 경우 희석배율을 크게 하고, 더구나 조정지 또는 저류지를 설치해서 될 수 있는 한 직접 강이나 바다에 유출되는 오수를 저류하여 침투를 넘을 때에, 저류한 오수를 처리시설에 유입시켜 처리하는 조치를 강구해야 한다.

합류식에서 차집관거의 용량은 청천시 시간최대오수량의 몇 배를 곱하여 결정한다. 이 용량은 차집관에 의하여 하수처리시설로 수송된 다음 처리되는 유량이다. 희석배율을 얼마로 할 것인가를 결정하기 위해서는 강우시 오수를 몇 배로 희석하여 하수를 직접 수역에 방류시키는 것이 좋은가를 검토해야 한다. 따라서 희석배율은 각 지역의 상황, 특히 방류수역의 상황에 따라 다르게 결정된다. 이 희석배율에 대해서 일본에 있어서는 종래부터 2~3배가 채택되었고, 미국과 캐나다에서는 통상 1.5~5배가 채택되고 있으며, 영국에서는 8~9배 심지어는 12배가 제안되고 있다. 우리나라에서는 현재 일반적으로 최대오수량의 3배를 채택하고 있으며, 합류식인 하수처리시설에서는 청천시 오수량의 3배(오수 1Q과 우수 2Q)를 우천시에 받아들여 이것을 최초침전지에서 간이(침전) 처리한 후, 2Q를 방류, 1Q는 폭기조로 보내 통상적인 처리를 하고 있다. 그리고, 청천시 오수의 3배를 넘는 우수에 대해서는 무처리로 방류하고 있다.



[그림 2-2] 합류식 하수관거 시스템 모식도

3. 분류식 하수관거 시스템

분류식은 오수와 우수를 별개의 관거로 배제하는 것이므로 오수는 모두 하수처리시설로, 우수는 직접 수역에 방류된다. 분류식에 있어서는 원칙적으로 오수관거와 우수관거를 별도로 매설하지만, 좁은 도로가 많은 경우나 도시 가스관, 수도관, 전화케이블 등과 같은 다른 지하 매설물이 선행되어 매설되어진 도로에 있어서는, 이들의 지하 매설물을 피해서 오수관거를 신설하는 것이 기술적으로 불가능한 경우가 있다. 이러한 경우는 오수관 만을 매설하고, 우수는 기존의 수로나 도로 측구를 이용해서 배제하는 경우가 많다.

합류식 하수관거 시스템과 비교한 분류식 하수관거 시스템의 일반적 특징은 다음과 같다.

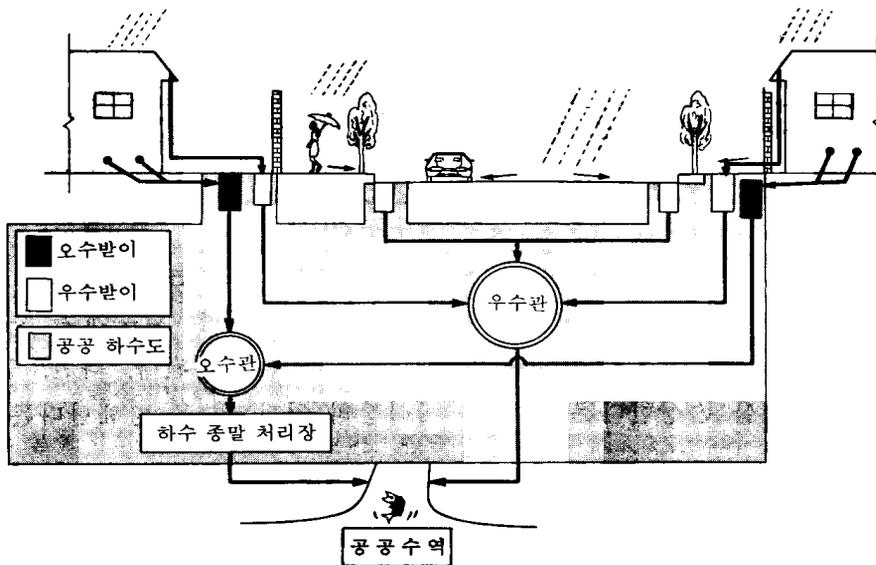
가. 장점

- 1) 오수와 우수는 분리해서 배제되기 때문에, 모든 오수를 하수처리시설로 수송한 후 처리하여 방류할 수 있다.
- 2) 분류식의 오수관은 유량이 합류식에 비해 일정하므로 유속도 빠르고 관내에 침적물(沈積物, sediment)이 적게 발생한다.
- 3) 하천을 횡단하거나, 중계 펌프장을 설치하는 경우에도 오수만을 처리시설로 수송하면 되기 때문에 펌프장과 역사이편 등의 시설규모를 작게할 수 있다.
- 4) 하수처리시설의 용량을 상대적으로 적게할 수 있다.
- 5) 하수처리시설에 유입되는 하수의 수질변동이 비교적 적다.

나. 단점

- 1) 오수관과 우수관을 따로 매설하기 때문에 합류식에 비해서 건설비가 많이 들고 시공도 어렵다.

- 2) 우수관은 비교적 소구경관도 많이 있으므로 관거 경사가 크게 되고, 평탄한 지형에 있어서는 하수관거의 매설 깊이가 매우 깊어진다.
- 3) 우수 초기에 비점오염물질 또는 우수관거에 부착된 오염물질 등이 씻겨져서 빗물과 함께 처리되지 않고 그대로 방류된다.
- 4) 우수를 우수관에 연결하거나 우수를 우수관에 연결하는 오점합의 우려가 있다. 우수를 우수관에 연결하는 경우에는 처리되어야 할 오수가 항상 그대로 방류되며, 우수를 우수관에 연결하는 경우에는 처리할 필요 없는 우수가 하수 처리시설로 유입되어 처리시설의 운전 부담을 주고, 또한 우수관에 비해 상대적으로 단면이 작은 우수관의 유효능력에 지장을 초래한다.



[그림 2-3] 분류식 하수관거 시스템 모식도

4. 배제방식의 선택

배제방식을 합류식으로 할 것인가 또는 분류식으로 할 것인가는 매우 중요한 문제이면서 설계자의 기술적 판단이 요구되는 부분이다.

현재의 우리나라 하수도 시설기준에는 하수배제방식은 하천이나 호소의 수질 유지를 위해 분류식을 원칙적으로 채택하도록 하고 있다. 다만, 방류수역 수질보전대책이 수립되어 있거나 기존관거의 분류화가 어려운 구도심지역 등 불가피한 경우 합류식을 허용하고 있으나 대부분의 신설 도시가 이러한 시설기준에 따라 분류식을 채택하고 있다.

그러나 신설관거 매설지역을 대상으로 배제방식을 분류식화 하는데 있어서 다음과 같은 사항을 고려할 필요가 있다. 신도시를 중심으로 추진되어 온 분류식 정책은 오점에 의한 폐단뿐만 아니라 강우시 지표 오염물질이 포함된 초기강우(First flush)가 그대로 방류수역으로 배출되는 문제를 초래하게 된다. 분류식 지역의 우·오수관 오점과 초기강우의 문제를 해결하기 위하여 일부 지자체에서는 우수관거 각 말단부에 별도의 차집시설을 설치하여 우수관거 유출 유량의 일부를 차집처리하는 비정상적인 운영형태를 유지하고 있다. 반면에 합류식은 오점에 대한 우려가 없을 뿐 아니라 강우시 고농도의 오염물질을 함유하고 있는 초기강우의 일부는 차집관거를 거쳐 처리시설로 유도·처리할 수 있는 장점을 갖고 있다.

일반적으로 수역의 수질오염방지를 중시하는 경우에는 분류식이 유리하다고 할 수 있으나 강우에 의한 침수피해가 빈번한 지역이나 수질오염에 대한 영향이 적은 지역에서는 합류식이 유리하다고 할 수 있다.

이와 같이 어떠한 배제방식을 채택하는가는 하수량과 하수의 수질, 방류지점의 위치, 강우 형태 등의 수질오염문제나 침수문제만이 아니고, 지형, 도로형태, 하천이나 수로상황, 경제성 등 다양한 조건들이 관련되어 있기 때문에 배제방식의 선택에 있어서는 해당 지역의 상황을 충분히 감안해서 결정할 필요가 있다.

제3절 하수 운송방식

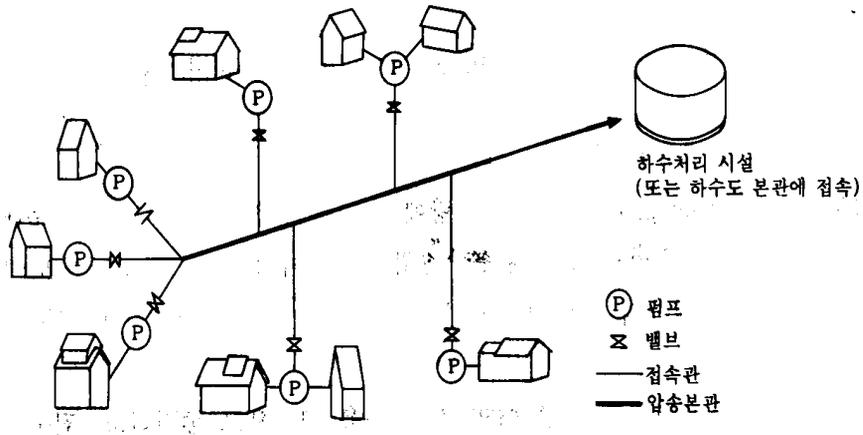
하수관거시스템은 하수 운송방식 즉, 에너지원에 따라 자연유하식(중력식), 압력식 그리고 진공식시스템으로 구분한다.

1. 자연유하식 하수관거 시스템

자연유하식 하수관거 시스템은 현재 가장 일반적으로 이용되는 시스템으로서, 하수의 수송에 필요한 에너지를 하수관거의 자연 경사를 이용한 것으로서 중력에 의해 흐름을 유지하는 시스템을 의미한다. 자연유하식으로 하수관거를 매설하는 경우에는 지형이 적당한 하향경사를 갖고 있는 지형에서는 가장 경제적인 방법이다. 하류방향에 높은 역경사 지대나, 평탄한 지형에서는 하류로 갈수록 매설깊이가 증가하여 건설비가 많이 소요될 수도 있다. 매설깊이가 깊어지는 경우에는 중계펌프장을 두어 다시 위치에너지를 높이는 방식으로 건설하게 된다.

2. 압력식 하수관거 시스템

압력식 하수도 시스템은 [그림 2-4]와 같이 각 가정에서 배출된 오수를 가정 또는 몇 개의 가정단위로 설치된 저수조에 자연유하로 수집하며, 저수조 내에 수집된 하수가 일정량 이상이 되면 수중펌프를 이용하여 하수처리시설 또는 근처의 자연유하관까지 압송하는 시스템이다.



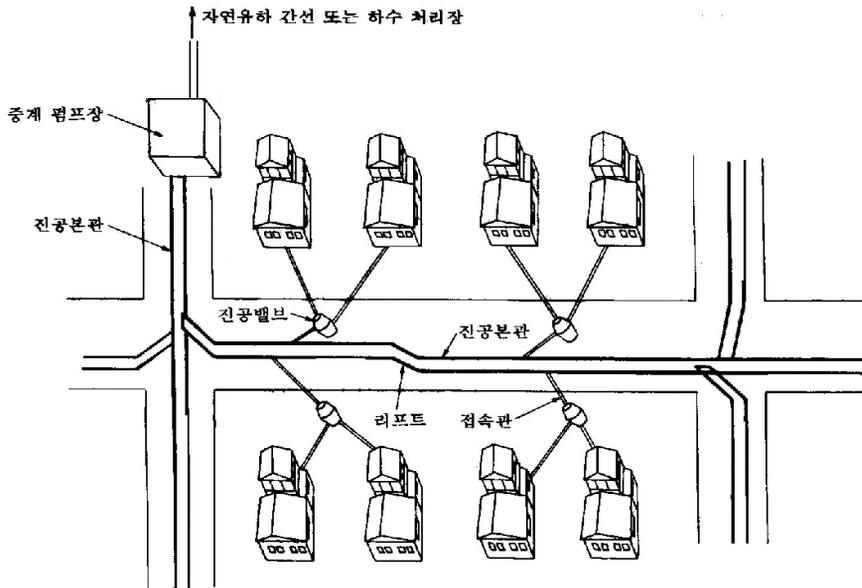
[그림 2-4] 압력식 하수관거 시스템의 개념도

압력식 하수관거 시스템에는 STEP(Septic Tank Effluent Pump) 시스템과 GP(Grinder Pump) 시스템이 있다. STEP 시스템은 기존 주택에서 소유하고 있는 정화조(septic tank)를 그대로 이용해서 정화조의 유출수를 압송해 가는 시스템으로 개발한 것이다. 반면에 GP 시스템은 정화조를 이용하지 않고 하수에 포함되어 있는 비교적 큰 불순물을 파쇄한 뒤에 오수와 함께 압송하는 시스템이다. 총 양정 15~25m 까지 설계할 수 있기 때문에 오름 경사지, 기복이 심한 구릉지, 광대한 평탄지, 암석의 노출 등이 많은 토지에서의 하수관거 시스템으로 적합하다.

3. 진공식 하수관거 시스템

진공식 하수관거 시스템은 진공펌프를 이용하여 하수관거 내에 진공을 발생시켜 오수와 공기를 혼합하여 진공의 힘으로 수송하는 시스템을 말한다. 진공식 하수관거 시스템은 [그림 2-5]와 같이 일단 각 가정에서 배출된 오수를 자연유하로 저수조에 수집하고 하수가 일정량 이상이 되면 저수조 내에 설치된 진공밸브가 작동해서 오수와 함께 일정한 비율로 공기를 강

제적으로 진공 하수관거 내에 흡입시켜 진공 발생원이 되는 진공 펌프장으로 수송하는 방법이다. 진공식 하수관거는 자연유하식에 비해 굴착깊이가 깊지 않고 최소관경의 제한이 없으며 하수부패에 의한 메탄, 황화수소 발생을 차단할 수 있는 장점이 있다. 반면에 건설비가 비싸고 운영시 전력비가 많이 소요되는 단점이 있다.



[그림 2-5] 진공식 하수도 시스템의 개념도

제4절 하수관거 구성요소

1. 관거

관거는 하수를 수집하여 배제하기 위해 설치하는데, 암거와 개거가 있다. 암거는 형상에 관계없이 밀폐되어 있으며 지하에 매설되는 관거를 의미하고, 개거는 수로의 상부가 개방되어 있는 형태를 말한다.

관 재질에 따라 도관(clay pipe), 철근콘크리트관(reinforced concrete pipe), 흙관(hume pipe), PC관(pre-stress concrete pipe), PVC관, PE관 등이 있으며, 최근에는 여러종류의 플라스틱 복합관들이 개발되고 있다.

2. 맨홀

맨홀은 관거 내의 점검, 청소 및 환기 등을 위해 필요할 뿐만 아니라 관거의 접합을 위해 반드시 설치되는 시설로서, 맨홀의 설치장소 및 간격은 유지관리의 편리성이 우선적으로 고려된다.

맨홀은, 관거의 기점 및 방향, 구배, 관경 등이 변화하는 지점, 단차가 생기는 지점, 관거가 합쳐지는 장소 및 유지관리와 더불어 필요한 장소에 설치하고, 그 구조는 용도에 따라 다르다. 관거의 직선부에서도 되도록 많이 설치하면 유지관리를 위해서는 좋지만, 공사비용의 증가와 시공상의 어려움이 많이 발생할 수도 있고, 분류식의 오수관거의 경우는 우천시 맨홀뚜껑의 구멍 등을 통해 우수가 유입하는 등의 문제도 있어 지역의 상황에 따라 적절히 배치하는 것이 바람직하다. 맨홀은 사람의 출입이 항상 이루어지는 것이 중요하므로, 특히 승강(昇降)에 대해 안전을 확보한다. 또한, 분류식 하수도에 있어서는, 우수관거와 오수관거를 명확히 구분해서 관리를 하기 위하여 맨홀 뚜껑에 「우수」 또는 「오수」 라는 표시를 하여 쉽게 확인할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

맨홀에는 인버트를 설치한다. 인버트(invert)는 맨홀 내의 바닥에 설치되며, 인버트를 설치하지 않는 경우에는 맨홀 내에 퇴적물이 쌓이거나 하수가 원활하게 흐르지 못하며 부패시 악취를 발생시키고 유지관리를 위해 작업을 하는 경우에도 불편을 준다. 인버트의 종단경사는 하류 관거의 경사와 동일하게 하며 상류 관거의 저부와 인버트 저부에는 일정한 낙차를 두며 흐를 때 발생하는 수두손실을 감안하여 중간맨홀에서는 3cm정도, 합류맨홀에서는 3~10cm정도로 하고 있다.

3. 우수토실 및 토구

우수토실(雨水吐室)은 합류식 하수관거에서 강우시 하수처리시설로 일정량(우천시 계획오수량) 이상의 우수량을 하천, 해역 및 호소 등으로 방류하도록 유도하는 시설이다.

우수토실은 합류식 하수도에 있어서 우천시의 우수를 월류시켜 공공용수역에 배제시키는 것과 동시에, 일정량(우천시 계획오수량)까지의 하수를 펌프장 또는 처리시설로 차집하는 시설로서 우수토실, 우수방류관거 및 오수유출관거로 되어 있다.

우수토실의 위치는 방류수역 부근에 설치하며 계획 외 수위의 경우에도 충분히 방류될 수 있는 곳을 택하는 것이 바람직하다. 지형에 따라 방류관거를 압송관거로 하여 원거리에서 방류하는 경우도 있다.

토구는, 처리수(방류수) 또는 우수를 공공수역에 방류하기 위한 시설로, 방류수가 방류수역의 유수 등을 저해하지 않고, 또 방류수역으로부터 역류하지 않도록 해야하며, 방류에 지장을 주어서도 안 된다.

4. 물받이 및 연결관

물받이는 각 가정, 공장 등의 하수를 개별적인 배수설비를 통하여 집수하는 것으로, 오수받이와 우수받이로 크게 구분된다. 연결관은 물받이에 집수된 하수를 하수관거 내에 원활히 유

하 되도록 설치되는 시설이다.

분류식의 경우 오수받이와 우수받이 구분을 명확히 하여 오점을 방지하고 합류식의 경우에도 택지 내의 우·오수를 분류시켜 각각의 우·오수받이에 연결하도록 한다.

오수받이로 유입되는 하수를 원활히 유하시키고 오수받이의 바닥에 침전물이 퇴적되지 않도록 하기 위하여 오수받이의 저부에 인버트를 설치한다. 오수받이의 경우 가장 문제가 되는 것은 악취의 발생이다. 따라서 오수받이의 뚜껑은 밀폐형으로 하며, 뚜껑의 재질은 주철제 및 철근콘크리트제 등 견고하고 내식성이 있는 재질의 것을 사용하도록 하고 있다.

5. 역사이편(Inverted Siphon)

역사이편(Inverted Siphon)은 하수 관거가 하천, 지하철 및 기타 지하장애물을 횡단하는 경우에 설치하는 시설로서 사이편 관거 및 사이편실로 되어 있다.

하수도시스템에서의 역사이편은 침전물의 퇴적에 의한 관거의 폐쇄나 부패에 의한 가스 및 악취가 발생될 우려가 있기 때문에 유지관리상 좋지 않으므로 가능한 한 피하도록 계획하며, 부득이 역사이편을 설치해야 할 경우에는 충분한 유속이 확보되도록 함과 동시에 복수관으로 하는 등 유지관리가 쉽도록 구조 및 기능을 충분히 고려할 필요가 있다.

분류식의 구역에서 오수관거와 우수관거가 교차하여 역사이편을 피할 수 없는 경우에는 일반적으로 오수관거를 역사이편으로 하는 것이 바람직하다. 우수관거는 시가지의 침수방지시설로서의 중요한 역할을 하는 것이므로 유수의 유하상황을 고려하여 우수배제를 우선적으로 다루는 것을 기본으로 하기 때문이다. 그러나 지형상 문제, 침수가 발생하는 경우의 피해상황, 매설관거의 시공 및 유지관리상의 문제를 충분히 고려하여 우수관거를 역사이편으로 하는 경우도 있다.

합류식에서는 청천시 유량이 우천시 유량에 비하여 적기 때문에 청천시용과 우천시용을 병렬로 하여 각각의 최소유량시에도 충분한 자체소류력(掃流力)을 유지하도록 하는 경우도 있다. 또한, 3개 이상의 역사이편 관거를 각각 다른 높이에 설치하면 관거 내 유속을 빠르게 유지할 수 있어 역사이편 관거의 효율적인 유지관리를 할 수 있다.

역사이편은 구조상 일반적으로 이물질에 의해 폐쇄되기 쉽고, 또한 토사나 슬러지가 퇴적하기 쉬우므로 상류측에 비상용 또는 재해방지를 위한 방류관거를 설치해 두면 좋다. 특히, 역사이편 관거가 단수 또는 하나일 때 필요하다. 또한 방류관거에는 비상시에 개방되는 수문설비 또는 밸브를 설치할 필요가 있다.

6. 배수설비

배수설비란 하수를 공공하수도에 유입시키기 위하여 필요한 배수관, 받이 및 기타의 설비를 말한다.

시설은 관거, 펌프장 및 처리시설로 구성되는데, 각 가정 등에서 나오는 하수를 지체 없이 하수도에 유입시키는 배수설비를 완비함으로써 하수도의 설치 목적이 달성된다.

관거는 암거로 하지만 우수만을 유하시키는 관거는 개거로 할 수 있다. 오수가 누수되어 지하수 등을 오염시키는 것을 방지하기 위하여 도관, 철근콘크리트관 및 경질염화비닐관 등과 같은 수밀성의 관을 사용한다. 또한 연결부는 누수가 없도록 가장 알맞은 접합제로 충전하여 완전하게 시공한다.

제5절 하수관거의 설계

1. 하수량 계획

하수관거는 우수와 오수를 수송할 목적으로 설치되기 때문에 그 계획에 있어서는 우수량과 오수량을 각각 고려해야 한다.

합류식 하수관거에서는 우수와 오수를 함께 수송하기 때문에 계획시간최대오수량에 계획우수량을 합한 것이 계획하수량이다. 계획시간최대오수량이라는 것은 하수관거에 1년 중 가장 많은 오수가 흐를 때의 시간당 오수량을 의미한다. 하수관거는 언제라도 배출되는 오수를 배제할 수 있어야 하기 때문에 설계시 1년 중 1시간당으로 계산하여 가장 많이 배출될 때의 오수량을 기준으로 설계되고 있다. 합류식의 차집관거의 설계유량으로는 우천시를 기준으로 하며 보통 도시의 특성에 따라 계획오수량의 3~10배에 이르는 유량을 처리시설로 수송하고 있으나, 우리나라에서는 일반적으로 3배가 적용되고 있다.

하수관거가 분류식으로 구성되어 있는 경우에는 우수관과 오수관 각각에 대하여 설계 유량을 결정한다. 이 중, 오수관거의 계획유량으로는 계획시간최대오수량으로 하고 있다.

우수관거의 설계는 계획우수량을 기준으로 하고 있으며 일반적으로 합리식이 적용되고 있다.

합리식에 사용되는 강우강도공식은 각 지역에 따라 다르며, 재현기간(확률년수)는 지선은 5년, 간선은 10년이 가장 많이 사용되고 있으나 지역의 특성에 따라 이보다 큰 값을 사용할 수도 있다.

$$Q = \frac{1}{360} \times C \cdot I \cdot A \quad \text{<식 2-1>}$$

여기서, Q : 유량(m³/초)

C : 유출계수

I : 강우강도(mm/hr)

A : 유수의 단면적(ha)

2. 관거 내의 유량계산

하수관의 유량계산에 일반적으로 사용되는 경험공식으로는 Manning 공식, Ganguillet-Kutter 공식, Hazen-Williams 공식이 있다. 이 중 자연유하식(중력식)으로 개수로인 하수관의 유량계산에는 Manning 공식이나 Ganguillet-Kutter 공식이 사용되며. 압송식(펌프가압식)의 경우에는 Hazen-Williams 공식이 주로 사용된다. Hazen-Williams 공식의 유속계수(C 계수)는 관종, 부식정도 및 관경에 따라 달라지는 것으로 알려지고 있다.

1) Manning 공식

$$Q = A \cdot V \quad \text{<식 2-2>}$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad \text{<식 2-3>}$$

여기서, Q : 유량(m³/초)

A : 유수의 단면적(m²)

V : 유속(m/초)

n : 조도계수

R : 경심(m) (=A/P)

P : 유수의 윤변(m)

I : 동수경사(분수 또는 소수)

2) Ganguillet-Kutter 공식

$$Q = A \cdot V \quad \text{<식 2-4>}$$

$$V = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}}{1 + (23 + \frac{0.00155}{I}) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R \cdot I}$$

여기서, Q : 유량 (m³/초)

A : 유수의 단면적(m²)

V : 유속(m/초)

n : 조도계수

R : 경심(m) (=A/P)

I : 동수경사(분수 또는 소수)

3) Hazen-Williams 공식

$$Q = A \cdot V$$

$$V = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54} \quad \text{<식 2-5>}$$

여기서, Q : 유량(m³/초)

V : 평균유속(m/초)

C : 유속계수

R : 경심(m) (=A/P)

I : 동수경사(hL/L)

hL : 마찰손실수두(m)

L : 관거의 길이(m)

<표 2-2> 관재질에 따른 Manning식의 조도계수(WEF, 1969)

단 면	조도계수 (n)
관 거	
시멘트관	0.011 ~ 0.015
벽돌	0.013 ~ 0.017
주철관	0.011 ~ 0.015
콘크리트	
매끄러운 표면	0.012 ~ 0.014
거친 표면	0.015 ~ 0.017
콘크리트관	0.011 ~ 0.015
주름형의 금속관	
보통관	0.022 ~ 0.026
포장된 인버트	0.018 ~ 0.022
아스팔트 라이닝	0.011 ~ 0.015
플라스틱관(매끄러운 표면)	0.011 ~ 0.015
점토	
도관	0.011 ~ 0.015
갈판	0.013 ~ 0.017
개 거	
인공수로	
아스팔트	0.013 ~ 0.017
벽돌	0.012 ~ 0.018
콘크리트	0.011 ~ 0.020
자갈	0.020 ~ 0.035
식물	0.030 ~ 0.040

〈표 2-3〉 Hazen-Williams 공식의 유속계수 C값(Water Supply & Sewerage, 1991)

관 재 료	유 속 계 수 (C)
주철관	
신관	130
5년 경과	120
10년 경과	110
20년 경과	90~100
30년 경과	75~90
강관(부설후 20년)	100
도장된 강관	130
원심력 철근 콘크리트관	130
PS 콘크리트관	130
경질염화비닐관	130
흙관(100mm 이하)	120~140
흙관(100~600 mm)	150

〈표 2-4〉 관경에 따른 Hazen-Williams 공식의 C값(Water Supply & Sewerage, 1991)

관 종	mm	75	152	305	610	1220
	in	3	6	12	24	48
무코팅 주철관(新)		121	125	130	132	134
코팅 주철관(新)		129	133	135	140	141
30년 경과						
약간 부식		100	106	112	117	120
적당한 부식		83	90	97	102	107
약간 심한 부식		59	70	78	83	89
심한 부식		41	50	58	65	73
60년 경과						
약간 부식		90	97	102	107	112
적당한 부식		69	79	85	92	96
약간 심한 부식		49	58	66	72	78
심한 부식		30	39	48	58	62
100년 경과						
약간 부식		81	89	95	100	104
적당한 부식		61	70	78	8	89
약간 심한 부식		40	49	57	64	71
심한 부식		21	30	39	48	54
PVC, PE - clean		147	149	150	152	153

3. 유속 및 경사

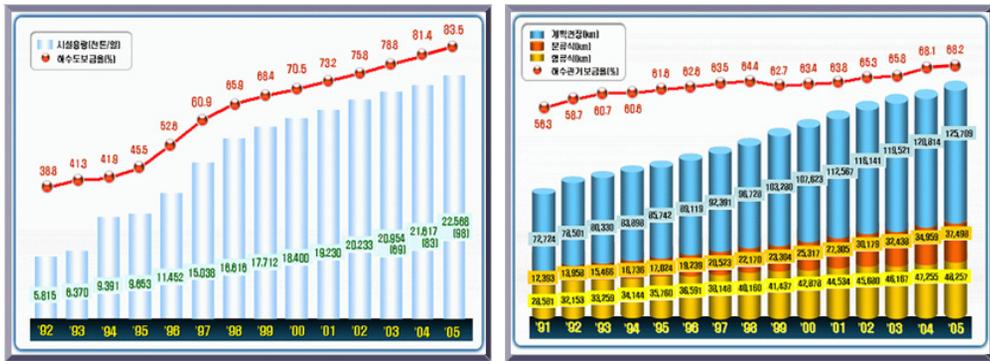
하수관거 내의 유속이 낮으면 관거의 저부에 오물이 침전할 수 있고, 장기적으로 침전물이 부패되어 악취 발생의 원인이 될 수 있다. 이와 반대로 유속이 너무 크면 관거를 손상시켜 관거의 내용년수를 줄어들게 하고 하류의 맨홀에서 와류발생 등에 의해 통수능에 영향을 미치게 된다. 우리나라의 하수도시설기준에서는 최소유속의 제한으로서 오수관거의 경우에는 계획시간최대오수량에 대하여 0.6m/초, 우수관거 및 합류관거의 경우에는 최소 0.8m/초를 유지하도록 하고 있고 최대유속으로는 어느 경우에도 3.0m/초 이하를 원칙으로 하고 있다.

우수관거 및 합류관거에서 오수관거보다 최소유속이 더 큰 이유는 토사 등의 유입에 따라 침전물의 비중이 오수관거보다 크기 때문이다. 특히, 합류관거에서 청천시 또는 계획기간이 긴 경우 목표년도의 계획하수량에 대하여 최소유속을 만족하도록 계획하면 건설 초기년도에는 최소유속을 유지 못하는 경우가 있으므로 적당한 유속을 유지하도록 하여야 한다. 오수관거, 우수관거 및 합류관거에서의 이상적인 유속은 1.0~1.8 m/초 정도이다.

제3장 하수관거 정비사업 현황

제1절 개요

우리나라 하수처리율은 1992년 38.8%수준에서 2005년 83.5%로 약 44.7%가 증가하였으나, 같은 기간 동안 하수관거 보급률은 56.3%에서 68.2%로 11.9% 증가하는데 그쳤다. 이러한 결과는 그동안의 하수도 예산이 하수처리시설 건설 중심의 정책으로 인하여 하수관거 확충을 위한 예산이 하수처리시설 투자비용의 56.7%에 불과하였기 때문이다.

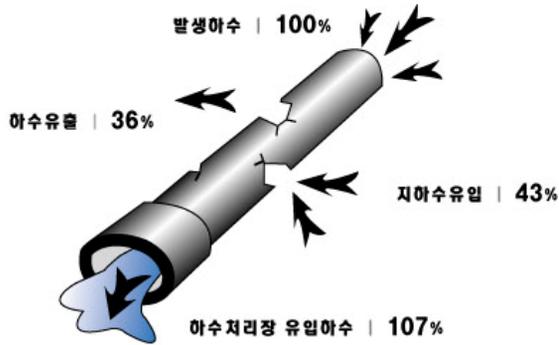


a) 하수처리시설 보급률

b) 하수관거 보급률

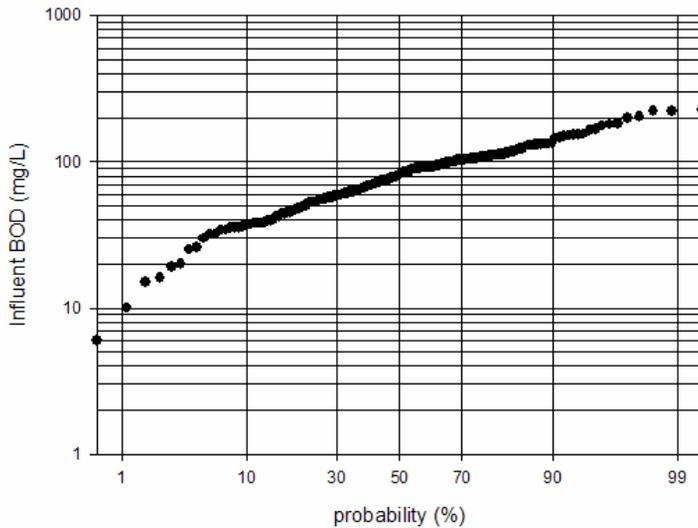
[그림 3-1] 하수처리율 추이

이러한 저조한 하수관거 보급률 뿐만 아니라 2001년 국정감사에서 제기된 하수처리시설의 저농도 하수유입문제로 인하여 하수관거 정비 및 확충의 필요성과 시급성이 대두되는 계기가 마련되었다.



[그림 3-2] 하수처리시설 유입유량 분석

실제로 2001년 당시 운영 중인 175개 하수처리시설의 유입수질(BOD)을 분석한 결과 [그림 3-3]과 같이 전체 처리시설의 50%의 유입수 BOD농도가 100mg/L에 미달하였고, 약 70%에 해당하는 BOD농도가 100mg/L로 일반적인 하수처리시설 설계농도인 150mg/L에 크게 미달하여 침입수/유입수 문제가 심각한 것으로 파악되었다.



[그림 3-3] 하수처리시설 유입수 BOD농도의 확률분포(175개 처리시설)

이러한 문제 제기에 따라 정부는 2002년을 “하수관거 정비 원년”으로 선포하여 하수도정책의 최우선 과제로 하수관거 정비를 꼽았으며, 이를 위해 한강수계하수관거정비사업, 댐상류하수도시설 확충사업, 하수관거 BTL 사업 등을 진행하고 있다.

하수관거 정비사업 추진 현황('01~현재)

- 하수관거 정비사업 추진, 관리계획 수립('01.1)
- 전국 하수관거정비 타당성 조사('01 - '04)
- 하수관거정비 종합계획('02)
- 한강수계 하수관거 정비사업 1단계('01-'05)
- 하수관거 BTL 사업 추진('05-현재)
- 한강수계 하수관거 정비사업 2단계('06-'10)

[그림 3-4] 하수관거 정비사업 추진현황

제2절 하수관거정비 종합계획(2001)

환경부에서는 2002년을 「하수관거정비원년」으로 삼아 하수관거 정비를 하수도정책 최우선 과제로 선정하였으며, 기존의 하수관거 정비사업과의 차별을 위하여 관련제도정비, 시공관리, 홍보교육 확대 등의 추진 프로그램을 종합 정리한 계획을 수립하였다. 본 계획에는 다음과 같이 7대 과제를 선정하고 각 과제별 세부 추진전략을 수립하였다.

1. 성과지수 채택

그 동안 하수관거 정비사업의 사후 효과검증 부실 문제를 해결하기 위하여 정비 전·후의 효과를 객관적으로 평가할 수 있는 성과지수를 제안하였다. 하수처리시설의 유입수질에 대하여 「설계기준대비 실유입수질 비율」을 성과지수로 채택하였으며, 「하수관거 연장」은 보조성과지수로 활용하였다.

○ 성과지수 달성목표

구 분	2000		2005
· 설계기준대비 실유입수질비율	71%	→	80%
· 관거연장	68천 km	→	88천 km

2. 투자우선순위의 산정

2005년까지의 성과목표를 효율적으로 달성하기 위하여 지역별 투자우선순위를 산정하여 연차적으로 추진하였다.

<권역별>

- 4대강수계 → 연안지역 → 기타지역 순으로 투자
 - 4대강수계 : 상수원기준 직상류 → 중류 → 최상류 수계 순으로 투자
 - 연안지역 : 남해 → 서해 → 동해순으로 투자
 - 기타지역 : 단위하수처리구역을 중심으로 투자

<단위지역별>

- 1순위 : 하천차집구간정비를 통해 대량 유입되는 불명수를 우선적으로 차단
- 2순위 : 관거 기초조사결과 외부 침입수 또는 유입수가 많은 구간 정비
 - 정비순서 : 차집관거 → 간선 → 지선순으로 정비
- 3순위 : 처리구역내 하천차집구간을 중심으로 하수관거 신설 확대

3. 하수관거정비 시범사업 추진

하수관거정비사업의 시행착오를 최소화하기 위하여 팔당상류 9개 시·군을 대상으로 시범 사업을 추진하였으며, 시범사업 지역내에서도 시행착오 최소화를 위하여 단위선도사업을 추진하고(2개 지역 대상), 단위공정별 사업성과를 분석한 후 전국에 시범모델을 보급하고자 하였다.

- 2005년까지의 성과목표

구 분	2000		2005
· 설계기준대비 실유입수질비율	80%	→	95%
· 관거연장	1,831km	→	3,727km

4. 배수설비 전문시공업체도 도입

하수배수설비의 시공자를 개별건축주에서 전문시공업체로 변경하였으며(하수도법 제24조 개정) 배수설비를 설치할 건축주는 시·군에 설치신고와 함께 설치비용을 납부하고 시·군은 전문시공업체로 하여금 배수설비 설치를 지시하도록 제도화 하였다.

5. 하수관거정비사업의 성과급제 도입

매년 하수처리시설별로 성과평가를 실시하여 목표를 달성한 시·군에 대하여는 양여금의 지원을 상향 조정하였고(목표미달 시·군은 하향 조정(70%±10%)), 담당공무원에 대하여는 인사혜택을 부여하도록 하였다.

6. 국제 하수도세미나 개최

하수관거정비관련 선진제도와 기술적용사례에 대한 세미나를 통해 시·군과 관련업계의 사업추진 역량을 높일 수 있도록 하였다.

7. Task Force 운영

「하수도정책특별지원단」을 주축으로 하수관거 정비사업을 총괄하는 Task Force Team을 운영하였다.

제3절 하수관거 정비 종합계획(2002. 10)

본 계획은 2001년 수립된 종합계획의 후속조치로서 전국 166개 지자체를 대상으로 2001~2002년 사이에 「하수관거정비 타당성조사」를 수행하였으며, 그 결과를 토대로 2005년 까지의 하수관거 정비계획을 수립하였다.

□ 타당성조사결과 : 25조 9,747억원 소요

- 가동중인 하수처리시설(184개소) : 32,963km, 19조 2,204억원
- 신 설 하수처리시설(348개소) : 17,644km, 6조 7,543억원

□ 2005년까지 추진계획

- 성과목표(설계기준대비 유입수질): 2001년 72% → 2005년 80%
- 사업비: 3조 3,700억원(양여금 1조 6,828억원) 투자,
가동중(184개소) : 4,306km정비(기존관거 68,195km의 6.3%)
신 설(348개소) : 2,983km 신설

구 분	정비물량 (km)	연차별 양여금 투자액(억원)		
		계	2003	2004~2005
계	7,289	16,828	5,070	11,758
가동중	4,306	10,547	3,285	7,262
신 설	2,983	6,281	1,785	4,496

- 투자우선순위 : 4대강 수계 → 연안지역 → 기타지역순
- 단위지역별 : 처리분구별 유입수질 개선성도가 높은순

□ 사업추진방식

- 하수처리시설별 성과지수 채택, 연간 유입수질 개선성과 확보
- 장기계속공사 방식 및 T-K입찰방식 채택
- 유역별 통합시공, 하수처리시설과 하수관거 통합 민자유치

□ 후속 조치계획

- 2003년 양여금 예산편성(10월), 시·군별 집행계획 점검
- 시·군대상 하수관거정비사업 추진설명회 개최(11월)

하수관거 정비 타당성 조사는 하수관거 정비의 필요성을 강조하고 정비사업의 소요물량과 예산을 산출하는 것을 목적으로 수행되었다. 조사결과와 주요내용을 살펴보면 하수처리시설의 설계기준대비 실유입 수질비율을 조사한 결과 조사대상 149소에 대하여 30%미만이 30개소이고 해당 정비대상관로길이는 2,875km에 소요예산이 9,195원이었으며, 50%미만은 42개소, 5,076km에 23,375억원이 소요될 것으로 예상되었고, 70%미만은 40개소, 8,963km에 46,222억원, 70%이상은 37개소에 9,975km, 55,855억원의 예산이 필요한 것으로 조사되었다.

〈표 3-1〉 하수관거 타당성 조사결과

구 분	처리시설 (개소)	정비물량 (km)	소 요 액(억원)		
			계	양여금	지방비
- 30% 미만	30	2,875	9,195	5,651	3,544
· 4대강수계	22	1,192	3,872	2,571	1,301
· 연안지역	8	1,683	5,323	3,080	2,243
· 기타지역	-	-	-	-	-
- 50% 미만	42	5,076	23,375	12,420	10,955
· 4대강수계	34	4,112	20,184	10,606	9,578
· 연안지역	7	934	3,074	1,742	1,332
· 기타지역	1	30	117	72	45
- 70% 미만	40	8,963	46,222	22,829	23,393
· 4대강수계	17	2,921	13,765	8,402	5,363
· 연안지역	19	5,499	29,666	12,798	16,868
· 기타지역	4	543	2,791	1,629	1,162
- 70% 이상	37	9,975	55,855	26,029	29,826
· 4대강수계	22	5,177	28,215	13,659	14,556
· 연안지역	6	2,295	16,509	7,327	9,182
· 기타지역	9	2,503	11,131	5,043	6,088

제4절 한강수계 하수관거 정비시범사업(2001~2005)

한강수계 하수관거 시범사업은 2001년 수립된 종합계획에 근거하여 한강수계의 9개 시·군을 대상으로 하수관거 정비사업의 새로운 모델을 제시하고자 시행된 사업으로서 1단계 사업이 완료되었고, 현재 2단계 사업이 추진 중에 있다.

1. 대상지역

- 구리시, 남양주시, 가평군, 양평군, 여주군, 광주시, 용인시, 하남시, 이천시

2. 사업예산

- 총사업비 1조 1,780억원('01~'10년), 1단계('01~'05년) 6,500억원 투자, 2단계('06~'10년) 5,280억원 투자 예정

〈표 3-2〉 한강수계 하수관거 시범사업 개요

구 분	'01~'05년		'06~'10년		합계	
	사업비 (억원)	사업량	사업비 (억원)	사업량	사업비 (억원)	사업량
신설	3,891	767	3,410	621	7,301	1,388
개보수	1,375	107	1,200	114	2,575	221
배수설비(천개소)	964	40	670	40	1,634	80
유지관리 시스템	270	1식	1단계 사업결과에 따라 결정		270	1식
계	6,500		5,280		11,780	

3. 성과평가(1단계사업)

- '05년 기준 하수관거 설치연장은 85,775km로 하수도정비기본계획상의 계획연장 125,709km의 68.2% 보급
- 하수관거의 침입수/유입수 차단으로 하수처리시설 유입수 농도 증가

〈표 3-3〉 한강수계 하수관거정비(1단계) 사업 결과

구 분	2004		2005		2006년 5월
유입수질(BOD, mg/L)	91.9	→	114.5	→	135.8
유입수질비율(유입/계획)	63.5	→	78.2	→	92.8

- 하수관거 정비사업의 성공사례로 전국적인 파급효과 기대
 - 책임감리, 성과보증지표 도입, 민간 명예감독관제 등으로 지역주민과 함께 하는 하수관거정비사업 모델 정착
- 하수관거 실태에 대한 자료부족과 불충한 조사에 의한 설계로 인하여 호우시 유입유량 증가
 - 건기시 CCTV 조사결과를 적용하여 설계한 관계로 부분적으로 보수한 구간에서 다량의 유입수 발생
 - 침입수/유입수비율의 준공성과지표 활용에 대한 논란

제5절 하수관거 BTL 사업(2006~현재)

1. BTL방식의 정의

- 민간이 자금을 투자하여 사회기반시설을 건설(Build)한 후 국가·지자체로 소유권을 이전(Transfer)하고, 국가·지자체 등에 시설을 임대(Lease)하여 투자비를 회수하는 사업방식
- 민간사업자는 시설을 건설하여 국가·지자체에 기부채납한 댓가로 “사회기반시설에 대한 민간투자법”(이하 “민투법”이라 한다) 제26조에 근거하여 시설의 관리운영권(物權)을 획득
- 민간사업자가 관리운영권 행사의 방법으로 약정한 기간동안 국가·지자체 등에 시설을 임대하고, 약정된 임대료 수입을 통해 투자비를 회수

2. 하수관거정비 BTL사업 목적

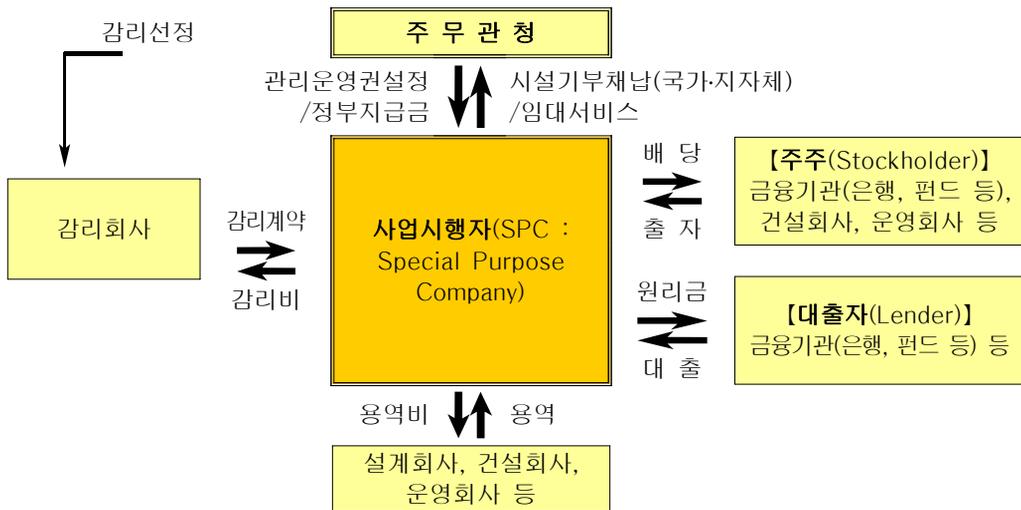
- 재원조달의 한계로 장기간이 소요되는 하수관거 정비사업을 재정사업과 병행하여 민간자본을 활용하여 일시에 정비함으로써 하수처리시설 운영효율 향상 및 하천수질개선 도모
- 건설과 운영을 함께 책임지는 공사관리방식을 하수관거정비에 적용함으로써, 부실시공 방지 및 책임운영 강화
- 민간의 경영기법 활용 및 창의적 설계유도로 건설·운영상의 투자효율 제고

3. 하수관거 BTL 사업의 추진구조

- 민간사업자가 설계, 자금조달, 건설, 운영(관내부검사, 모니터링, 개보수, 준설 등)을 모두 담당하는 방식으로 추진
- 공사 준공 후 민간사업자의 운영범위는 운영기간 중 사업의 성과를 보증할 수 있는 범위

내에서 주무관청이 결정

- 운영을 고려한 설계·시공을 유도하기 위해서는 사업자가 설치하는 하수관거에 대하여 운영책임 부여 필요
- 사업발주단계에서부터 하수관거의 운영개념을 정립하고, 민간사업자의 창의를 최대한 활용하는 방안 강구 필요



[그림 3-5] 하수관거정비 BTL사업의 추진구조

4. 하수관거 BTL 사업 대상지역 선정

- 공공하수도관리청의 차기연도 하수관거정비 BTL사업 수요조사, 현지조사 및 대상지역의 타당성 검토 등을 거쳐 사업대상지역 및 한도액 결정
- 대상사업 선정기준에 의거 지원 우선순위 및 사업범위 결정
 - 지자체의 하수처리시설 현황, 관거보급률, 유입수질 농도 등에 대한 검토를 거쳐 사업신청지역별로 점수를 부여하여 지원 우선순위 및 사업범위 결정

▷ 중점지원대상 지역

- 수질관리특별대책지역, 수질오염총량관리제 시행지역, 댐상류지역 등 수질개선이 긴급하여 관거정비가 시급한 지역
- BTL사업의 효율적인 집행 및 추진성과 제고를 위하여 사업규모가 300억원 이상인 사업을 우선적으로 선정
 - 300억원 미만의 소규모 사업은 재정사업으로 추진

▷ 타당성 검토 및 우선순위 선정

- 지자체의 하수처리시설 현황, 관거보급률, 유입용량 및 수질 등을 검토하여 지자체별로 점수를 부여하여 지원 우선순위 선정

<대상지역 선정 평가기준>

구 분	배 점 (100점)	항 목 별 세 부 배 점				
		40%미만	40 ~ 50%	50 ~ 60%	60 ~ 70%	70%이상
관거보급률	10	10	7.5	5	2.5	0
		40%미만	40 ~ 50%	50 ~ 60%	60 ~ 70%	70%이상
시설용량 대비 유입유량 비율(%)	30	30	25	20	10	0
		90%이상	90 ~ 80%	80 ~ 70%	70 ~ 60%	60%미만
설계수질 대비 유입농도 비율(%)	30	30	25	20	10	0
		50%미만	50 ~ 70%	70 ~ 100%	100 ~ 120%	120%이상
처리시설 완공연도	20	가동중	'12년 이전 완공		'13년 이후 완공	
		20	10		0	
정비시급지역	10	오염총량관리제 시행지역, 특별대책지역, 댐상류지역				

5. 하수관거 BTL 사업 추진실적

- '05~'08년 사이에 총 5조원의 민간자본이 투자될 계획이며, 7,170km의 하수관거정비를 통하여 2010년에는 하수관거 보급률을 선진국 수준인 80%까지 높일 계획

〈표 3-4〉 하수관거 BTL 사업 추진실적('05 ~ '08년)

구 분	2005년	2006년	2007년	2008년	계
사업비(억원)	9,248	17,073	11,732	11,579	49,632
사업량(km)	1,205	2,809	1,539	1,617	7,170
지자체수	17	29	15	16	77

충청남도내 시·군에서는 아래 표와 같이 현재 총 11건의 하수관거 BTL사업이 추진중에 있으며, 천안시는 '06년과 '08년에 각각 총 354km에 2,043억원의 사업이 진행되고 있다.

〈표 3-5〉 충청남도내 하수관거 BTL 추진현황

시·군	사업기간	연장(Km)	총사업비(억원)	비고	진행사항
아산시	'05-'08	143	908	사업착수	
논산시	'05-'08	64	407	사업착수	
계룡시	'05-'08	56	356	사업착수	
천안시	'06-'08	244	1,464	행정절차이행중	설계검토중
금산군	'06-'08	88	568	행정절차이행중	승인신청중
당진군	'06-'08	89	534	행정절차이행중	설계심의중
보령시	'07-'09	84	550	'07년도 확정	우선협상완료
서산시	'07-'09	73	600	'07년도 확정	기본계획 고시중
서천군	'07-'09	41	312	'07년도 확정	우선협상 대상자
천안시	'08-'10	110	579	'08년도 확정	민자적격성 검토
홍성군	'08-'10	95	578	'08년도 확정	의회승인

제6절 국가하수도 정책상의 하수관거 관리방안

1. 하수관거 정비사업의 주요 이슈

앞서 살펴보았던 하수관거 정비사업은 그동안의 하수관거 정비사업에서 시도되지 않았던 다음과 같은 제도, 기술 등이 도입되었다.

- I. 침입수/유입수 평가
- II. 성과보증 제도
- III. 하수관거 모니터링 시스템 구축
- IV. 성과요구수준서

침입수/유입수 평가는 그동안 CCTV, 육안조사에 의존하던 하수관거의 부실을 불명수 유량산정을 통하여 정량적으로 평가하는 것으로 미국, 유럽 등에서는 오래전부터 사용하던 방법이다.

성과보증 제도는 하수관거 정비사업의 목표달성여부를 정량적으로 평가하기 위하여 앞서 언급한 침입수/유입수의 저감량, 설계수질 달성율, 계획수질 달성여부 등을 도입한 것으로 성과보증 목표치를 사업준공의 필수조건으로 제시함으로써 보다 엄격한 사업관리가 가능하도록 하였다.

하수관거 모니터링 시스템은 하수관거내 유량을 실시간으로 측정할 수 있는 시설로서 하수 유량에 대한 정보를 각 소배수구역별로 수집하여 관거의 운영상태를 간접적으로 모니터링하고 하수처리시설과 연계하여 통합제어가 가능하도록 한 것이다.

하수관거 임대형민자사업(BTL, Build-Transfer-Lease)사업은 하수관거 정비 및 확충에 부족한 재원을 민간이 선투자하고 향후 임대, 운영관리를 통하여 수익을 얻는 방식으로 새로운 민자사업의 도입뿐만 아니라 하수관거 운영관리의 중요성을 인식하고 또한 유지관리분야에 새로운 시장을 창출했다는데 그 의미가 있다.

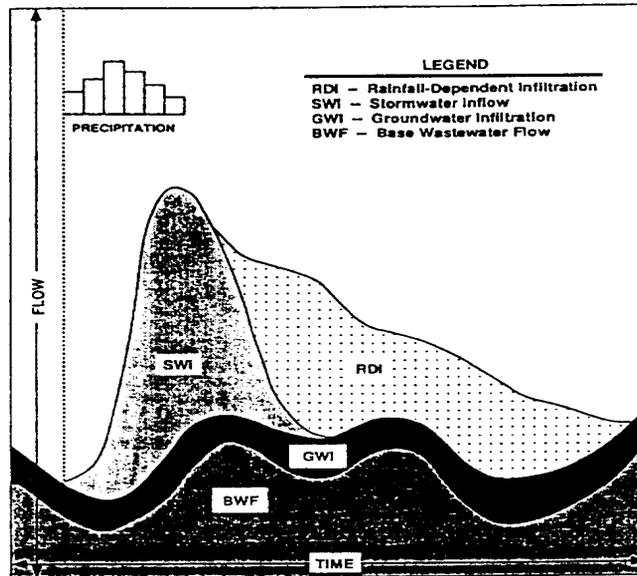
이러한 새로운 시도는 그동안의 하수관거 정비사업이 가지고 있던 문제들 즉, 관거부실의 정량적 평가 미흡, 정비 전·후의 효과 검증방법 부재, 관거시스템에 대한 지속적인 감시 필요

등을 보완하려는 목적으로 도입되었으며, 하수관거 사업의 수준을 한 단계 높일 수 있을 것으로 기대된다. 다만 새로운 정책의 시도 후에는 늘 보완해야할 문제가 나타나기 마련이고, 더 많은 고민과 논의를 통하여 보다 완성도 높은 제도와 평가기법들로 자리 잡을 수 있을 것이다.

가. 침입수/유입수

침입수와 유입수에 대한 정의는 발생원이나 발생형태에 따라 여러가지 용어로 나뉘는데 일반적인 의미로 침입수와 유입수의 정의는 다음과 같다.

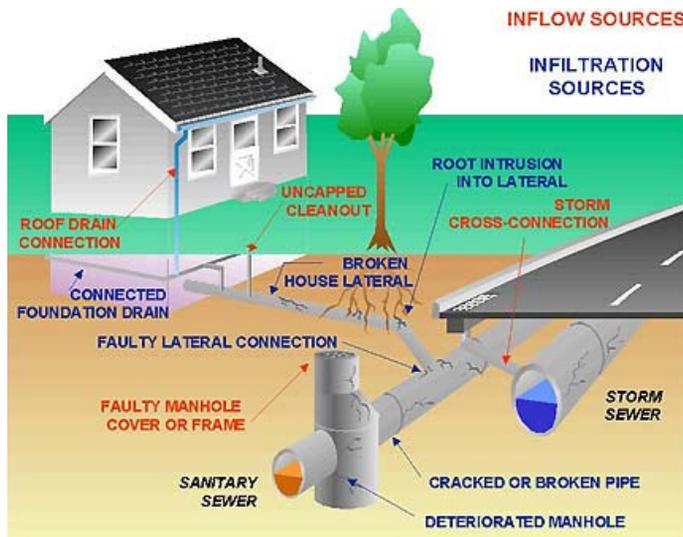
침입수(Infiltration) 파손된 관, 훼손된 연결부위, 지하실 지하수 불법 연결을 통하여 지하수가 하수관거로 침입한 유량을 의미하고, 유입수(Inflow)는 맨홀뚜껑이나 표면 노출된 파손관, 훼손된 연결부위, 우수 연결 착오, 지붕우수, 마당우수 등의 불법 연결부를 통하여 지표유출수가 하수관거로 유입하는 유량을 말한다.



RDI: 강우유발 침입수, SWI: 강우직접 유입수, GWI: 건기지하수 침입수, BWF: 기본하수 흐름

[그림 3-6] 유량발생패턴을 통한 I/I 구분

관거부실로 인해 발생하는 I/I의 영향은 관거내 유량증가를 유발하여 관거의 통수능을 저하시키고 처리시설 유입수의 유입농도를 희석시켜 처리시설 운전효율에 영향을 끼치게 된다. 또한 분류식 오수관거에서는 강우시 과유량에 의한 월류(Sanitary Sewer Overflows)를 초래하고 합류식 하수관거 말단에서는 월류수(Combined Sewer Overflows)의 발생 빈도를 증가시키기도 한다. 무엇보다도 처리시설로 이송된 과잉 I/I는 하수처리시설의 용량증대와 막대한 처리비용을 초래하게 된다.



[그림 3-7] 하수관거 침입수/유입수 발생원인

I/I는 하수관거의 부실(노후도포함)을 평가하는 여러 가지 방법 중 하나이며, 미국을 중심으로 유럽이나 일본에서도 유량, 수질모니터링을 통한 I/I 조사 및 평가는 현재에도 널리 이용되고 있다.

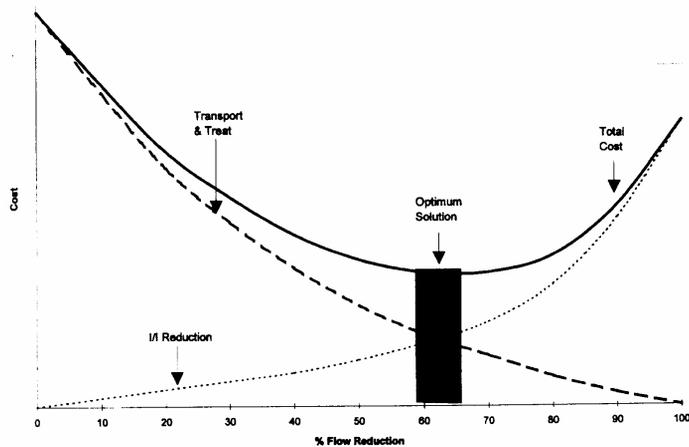
하수관거의 성능을 평가하기 위해서 미국에서는 Sewer System Evaluation Survey(SSES)를 실시하고 있으며 여기에는 smoke test, CCTV, I/I 등이 포함되어 있다.

특히 침입수/유입수에 의한 하수관거 과부하, 하수처리시설 운영상의 문제 등을 방지하기 위하여 과잉 I/I(Excessive I/I) 개념을 도입하였고 이에 대한 기준을 설정하여 관리하도록 권장

하고 있다. 과잉 I/I란 처리시설까지 이송, 처리하는 비용이 관거정비를 통하여 I/I를 저감하는 비용보다 큰 경우 그 초과비용만큼의 저감이 필요한 I/I 량을 의미하며, 관거정비의 목표치를 비용-효과 분석에 기초하여 과잉I/I가 발생하지 않는 수준으로 설정하고 있다(그림 3-8참조).

<표 3-6> 미국의 하수관거 과잉 I/I 기준

Criteria Source	Criteria for Non-Excessive Infiltration Determination								
EPA Program Requirements Memorandum (PRM) 78-10, 1978	Established 1500 gpdim as non-excessive leakage allowance, perform a cost-effective analysis to determine if the leakage is possibly excessive and qualifies for investigation								
Draft Program Requirements Memorandum (PRM) 80, 1980	Proposed 3,000 gpdim as non-excessive allowance, maximum of 30% infiltration removal for use in cost-effectiveness analysis (CEA)								
EPA Handbook: Procedures for Investigating Infiltration/Inflow, EPA 68-01-4913, 1981	<table border="0"> <tr> <td>Non-Excessive Rate</td> <td>Length of Sewer</td> </tr> <tr> <td>2,000-3,000 gpdim</td> <td>>100,000 lf</td> </tr> <tr> <td>3,000-5,000 gpdim</td> <td>50,000-100,000 lf</td> </tr> <tr> <td>5,000-8,000 gpdim</td> <td>1,000-50,000 lf</td> </tr> </table>	Non-Excessive Rate	Length of Sewer	2,000-3,000 gpdim	>100,000 lf	3,000-5,000 gpdim	50,000-100,000 lf	5,000-8,000 gpdim	1,000-50,000 lf
Non-Excessive Rate	Length of Sewer								
2,000-3,000 gpdim	>100,000 lf								
3,000-5,000 gpdim	50,000-100,000 lf								
5,000-8,000 gpdim	1,000-50,000 lf								
EPA Handbook: Facilities Planning, 1981	<table border="0"> <tr> <td>Non-Excessive Rate</td> <td>Length of Sewer</td> </tr> <tr> <td>2,000-3,000 gpdim</td> <td>>100,000 lf</td> </tr> <tr> <td>3,000-6,000 gpdim</td> <td>10,000-100,000 lf</td> </tr> <tr> <td>6,000-10,000 gpdim</td> <td><10,000 lf</td> </tr> </table>	Non-Excessive Rate	Length of Sewer	2,000-3,000 gpdim	>100,000 lf	3,000-6,000 gpdim	10,000-100,000 lf	6,000-10,000 gpdim	<10,000 lf
Non-Excessive Rate	Length of Sewer								
2,000-3,000 gpdim	>100,000 lf								
3,000-6,000 gpdim	10,000-100,000 lf								
6,000-10,000 gpdim	<10,000 lf								
EPA Handbook: Sewer System Infrastructure Analysis and Rehabilitation EPA 625/6-91/030, 1991	<p>Non-Excessive Infiltration</p> <ul style="list-style-type: none"> -Preceding year's 7-14 day high groundwater wastewater flow < 120gpcd <p>Non-Excessive Inflow</p> <ul style="list-style-type: none"> -Total daily average storm flow < 275 gpcd -No operational problems in collection system and WWTP 								



[그림 3-8] 비용효과 분석을 통한 적절 I/I 저감량 선정

하수관거 I/I 조사는 관거의 신설, 개·보수에 모두 활용될 수 있다. 신설관거의 경우 수밀 테스트가 관거의 누수/침입수를 평가하는 보다 엄격한 기준임에 틀림없으나, 수밀테스트는 일정구간, 즉 맨홀과 맨홀사이의 수밀성을 테스트하는 기준이기 때문에 유역전체에 대한 관거 성능을 평가하기에는 무리가 있다. 다시 말해서 관망(network)으로 형성되어 있는 상태에서 선개념의 수밀테스트만으로는 소구역별로 관거의 건전성을 비교하기 어렵다. 또한 수밀테스트는 강우시 발생하는 I/I에 대해서는 적절하게 평가할 수 없다는 단점이 있다. 기존관거의 경우 지속적인 유량/수질모니터링을 통하여 I/I를 평가할 수 있고, 특히 관거정비 효과를 정량적으로 평가하기 위해서는 정비 전후의 I/I 평가를 통하여 그나마 정량적인 결과를 얻을 수 있다. 신설관거의 경우 I/I 가운데 건기 침입수에 해당하는 허용침입율이라는 기준을 이용하여 시공 결과를 평가할 수 있다. <표 3-7>와 <표3-8>은 미국의 하수도 설계기준에서 제시한 허용침입 수 기준의 예이다(WEF&ASCE, 1986).

<표 3-7> 관경별 허용 침입율 기준

Pipe Diam(in)	Infiltration Permitted	
	(gpd/mile)	(gpd/in. diam/mile)
8	3,500 to 5,000	450 to 625
12	4,500 to 6,000	374 to 500
24	10,000 to 12,000	420 to 500

〈표 3-8〉 도시별 허용침입을 범위

Number of Cities Reporting	Allowance (gpd/in. diam/mile)
4	1,500
4	1,000
1	800
2	700
1	600
63	500
11	450 to 300
16	250 to 150
21	100
5	50

미국은 환경당, 관길이당 허용량을 제시하고 있는 반면, 우리나라에서는 I/I를 총하수량 대비 불명수 유량으로 산정하고 있다. 유량중심의 I/I 비율은 기준하수량의 변동에 의하여 I/I 비율이 변동되는 문제가 있다. 예를 들면 물사용량이 많은 대형건물이 신축되거나 도시인근의 공장이 이전하는 경우, 기초 하수량자체에 큰 변화를 가져오기 때문에 실제로 관거에는 아무런 변화가 없지만 I/I 비율은 높아질 수도 낮아질 수도 있는 맹점을 가지고 있다. I/I를 기준값으로 이용하고자 하는 경우, I/I율의 단위(차원)에 대해서도 재검토가 필요할 것이다.

나. 하수관거정비 성과보증

성과보증은 사업이 당초 목표가 계획대로 달성되었는지의 여부를 정량적으로 평가하기 위하여 도입된 제도로서 계획당시에 정비사업 후 변경될 유량과 수질에 대한 보증수치를 제시하고 단계별로 사업이 종료되는 시점에서 이를 검증하는 형태로 추진되고 있다. 제도의 기본적인 취지는 부실사업을 방지하고 책임시공이 이루어지도록 하기 위한 목적으로 성과보증을 만족하지 못하는 경우, 준공이 되지 못하고 지체상환금을 물어야 할 정도로 엄격하다.

시범사업 초기에 성과보증 지표로 제시한 것은 일최대 하수량 10%미만의 I/I와 계획대비 85% 수질(BOD기준)이었다. 당시에 수질이 성과지표로서 적절한지에 대해서는 논란이 많았고, 유량 조사시 건·우기에 대한 뚜렷한 구분이 없는 문제, 일최대 하수량의 10%가 적절한 수치인지 등에 대해서 의문이 제기되었다. 실제로 영국(CIRIA, 1998)에서도 수질(NH₄)을 이용하여 침입수/유입수를 평가한 사례가 있었고, 일최대 하수량의 10%는 하수도시설기준에서 제시한 허용지하수량에 근거한 것이었다. 지금까지 정비 사업이 진행되고, 일부 완료된 지역의 성과보증에서 수질은 여전히 많은 문제를 노출시키고 있다. 설계당시 오염부하 원단위, 용수 사용량 원단위 등에 대한 자료가 부족하였기 때문에 수질 예측치를 신뢰하기 어렵고, 분류화에 따른 분노적투입 등이 시행되면서 많은 변동요인이 발생하였기 때문이다.

유량의 경우에도 미국이나 유럽의 기준과 비교할 때 일최대 하수량의 10%는 매우 엄격한 수치임을 알 수 있다(표 3-8참조). 일본하수도시설기준에서도 허용지하수유입량을 일최대 하수량의 10~20%로 범위에서 정하고 있으나, 이는 건기에 해당하는 것으로, 분류식하수관거에서는 우기시 설계자가 신중하게 판단하여 별도의 허용유입량을 인정해야 한다고 명시하고 있다. <표 3-9>는 미국의 하수도시설기준에 제시하고 있는 허용 I/I를 하수유량비율로 환산한 값이다. 도시의 주거밀집도에 따라 차이가 있으나 우리나라 시설기준에서 제시하고 있는 일평균의 1.5배를 일최대 유량으로 고려하는 경우 침입수비율은 9.5~24% 사이임을 알 수 있다.

<표 3-9> 인구밀집도에 따른 허용침입을 기준

Population Density	Lateral Spacing(ft)	Population (four persons per lateral)	Per Capita Wastewater (gpd)	Total Wastewater	Infiltration (gpcd)	Total (gpd)	Infiltration (%)	Per Capita Infiltration (gpd)
Low	150	141	60	8,460	4,000	12,460	32	28
Medium	100	211	60	12,660	4,000	16,660	24	19
High	50	422	60	25,320	4,000	29,320	14	9.5

성과보증에 대한 논란이 끊이지 않는 가운데, 유역특성과 정비사업의 진행방향이 다른 조건에서 획일화된 성과보증 기준의 적용이 가능한지에 대해서 많은 혼란이 야기되고 있다. 이처럼 성과보증 기준이 관거정비사업의 정량적인 평가기준으로 제역할을 다하지 못하는 원인은 어디

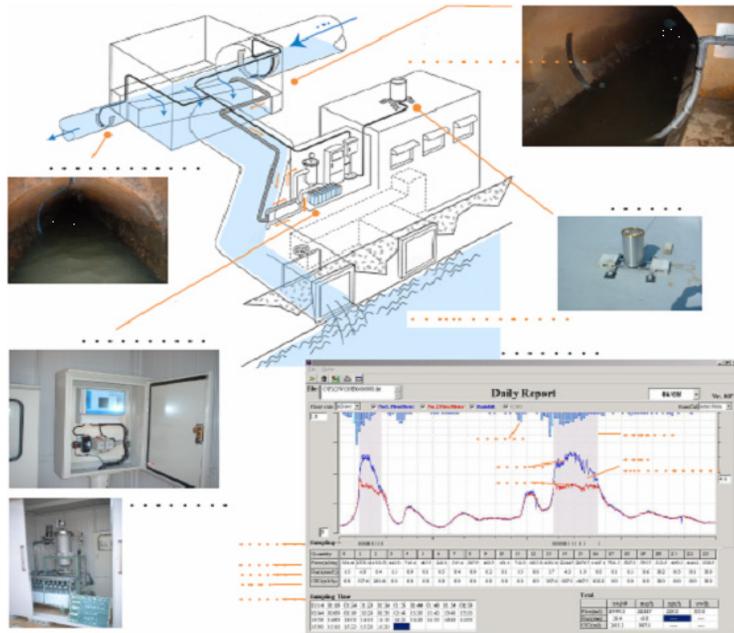
에 있는가? 이는 현재 추진되고 있는 관거정비사업의 구조적인 문제에 기인하는 것으로 생각된다. 관거정비사업의 용어정리에서도 언급하였듯이 동일한 사업구역내에서 관거신설, 배제방식변경, 부분적인 개·보수사업이 동시에 추진되고 있기 때문이다. 이 세가지 사업은 관거정비내에 포함될 수 있지만, 각각의 목적이 다르기 때문에 이를 하나의 성과보증(I/I를 중심으로 한)기준으로 평가하기에 어려움이 있는 것이다. 관거신설의 경우 전·후 I/I조사를 통하여 성과보증을 평가할 대상이 아니며, 배제방식변경의 경우 기존 합류식 하수관거에서 조사한 I/I가 큰 의미를 가지기 어렵다. 따라서 각 정비사업의 목적별로 차별화된 성과지표가 필요하며 사업의 특성을 반영할 수 있는 평가방법에 대해서 더 많은 고민이 필요할 것으로 사료된다.

<표 3-10> 하수관거 정비사업 성과보증 방법 비교

구 분	한강수계(1단계) 하수관거	BTL 하수관거 (16개시·군)	A 지자체 하수관거	B 지자체 하수관거
발주시기	2002. 12	2005. 6	2004. 10~12	2006. 5
성과보증항목	○수질(BOD) 및 I/I유입량을 성과보증	○I/I유입량을 성과보증	○하수량 및 발생수질을 보증	○하수량 및 발생수질을 보증
성과 보증기간 (공사완료후)	○12개월	○12개월 동안 I/I유입량을 측정, 분석기간 1개월을 포함하여 총 13개월	○6개월 연속유량 및 수질조사를 시행	○6개월 연속유량 및 수질조사를 시행
성과 보증방법	○수질 : 공사완료 후 보증지점에서 1년간 측정된 일수질 분석값(유량가중 평균농도)들의 유량가중 평균값이 보증기준 이상 ○I/I유입량 : 공사완료 후 보증지점에서 1년간 측정된월별 I/I유입량 분석값의 산술평균값이 보증기준 이하	○하수처리시설 유입부에서 측정되는 일최대 하수량을 토대로 산정된 I/I유입량이 일최대 오수량의 10%(분류식), 15.0%(합류식)이하로 설정 ○일최대 오수량 : 일평균 오수량 × 변동부하율 ○일평균 오수량 : 성과보증기간 동안 측정된 일평균 하수량에서 I/I유입량을 차감한 량 ※ 합류식 지역이 혼재되어 있는 경우 청천시 자료만으로 산정	○6개월 연속유량 및 수질조사를 시행하고 분석된 결과치가 계약상대자가 제시한 기준을 만족 ○필요시 실시설계 및 공사준공 이전에 현장조사 결과 내지 처리구역내 급격한 인구증가 등의 조건변동으로 유량 및 수질변동이 예측된다고 판단될 때는 계약상대자 책임하에 전문가의 자문 및 관련자료를 첨부하여 모델의 예측을 통하여 확실한 근거자료를 제시한 경우에는 유량 및 수질조건이 변경가능하다.	○6개월 연속유량 및 수질조사를 시행하고 분석된 결과치가 계약상대자가 제시한 기준을 만족 ○필요시 실시설계 및 공사준공 이전에 현장조사 결과 내지 처리구역내 급격한 인구증·감 등의 조건변동으로 유량 및 수질변동이 예측된다고 판단될 때는 계약상대자 책임하에 전문가의 자문 및 관련자료를 첨부하여 모델의 예측을 통하여 확실한 근거자료를 제시한 경우에는 각 입찰사가 제시한 기본설계 제시조건을 변경 가능하다.

다. 하수관거 모니터링 시스템

하수관거 모니터링 시스템은 관거내에 유량을 실시간으로 측정하여 DB로 구축하는 것을 의미하며, 하수관거 이상유무 파악, 관거 부실도 정량분석, 유지관리 원격체계 등의 작업을 수행하도록 설계된다. 몇몇 지자체 시범사업을 통하여 영구적인(permanent) 모니터링 시스템이 도입되고 있다.

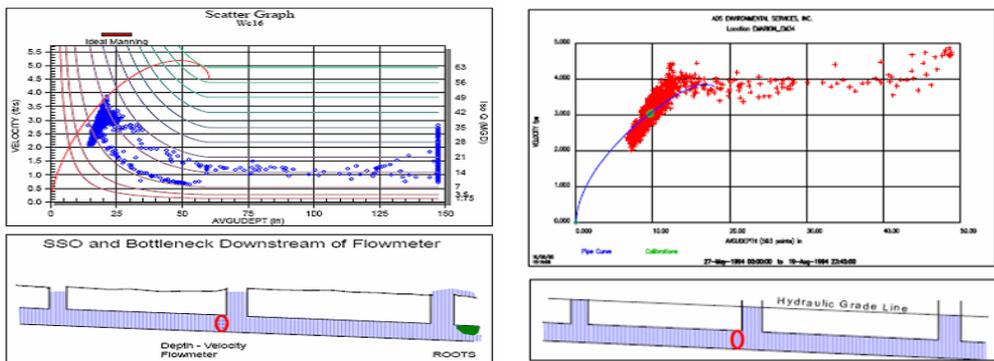


[그림 3-9] 하수관거 모니터링 시스템 개요

최근 상·하수도의 다양한 분야에서 유비쿼터스(Ubiquitous) 개념의 실시간 모니터링(Realtime monitoring), 원격제어(Remote control), 실시간제어(Realtime control), 의사결정지원(decision support system) 등 IT에 기반을 둔 첨단기술의 접목이 시도되고 있다. 특히, 상하수도시스템에서는 지속적으로 공급되는 상·하수량을 실시간으로 감시하고, 제어하기 위한 장치와 기술개발이 이루어지고 있다. 하수관거 모니터링시스템도 이러한 기술의 일환으로 볼

수 있으며, 계측센서, 네트워크시스템, DB 시스템 등의 관련 산업이 연계되어 있다. 하수관거의 실시간 감시에서 취득 가능한 자료는 1차적으로 유량자료이다. 관거 내 설치된 유량계로부터 유속과 수위가 측정되고, 해당구역의 실시간 유량이 DB 연산서버에 저장되며, 분석 작업에 맞도록 가공하여 이용된다. 문제는 5분에서 10분단위로 측정된 유량데이터를 어떻게 활용할 것인가? 하는 것이다. 사업계획서 등에서 제시하는 활용방안도 실시간 I/I 분석, 하수원단위 산정, 강우유입유량 산정 등으로 기본적이고, 단순한 활용에 그치고 있어 더 많은 고민이 필요한 것으로 판단된다. 실시간 모니터링은 궁극적으로 실시간 제어시스템을 염두에 둔 것으로, 하수관거에서 발생가능한 문제점을 사전에 인지하고 이를 적절하게 관리할 수 있는 알고리즘과 시스템 구축이 뒤따라야 한다.

외국의 몇가지 예를 살펴보면, 분류식 오수관거에 설치된 유량계로부터 취한 자료를 scattergraph로 표현하고, 해석하여 상관관계를 파악하게 되면 강우유발침입수에 의해 발생하는 surge나 back water의 발생원인, 발생지점 등에 대한 정보를 얻을 수 있다(그림 3-10참조)



[그림 3-10] 유량패턴분석을 통한 과유량 현상 해석

라. 하수관거 운영관리 성과요구수준서

하수관거 BTL사업은 민간이 하수관거 건설후 임대, 운영관리를 통하여 수익을 보장받는 새로운 사업형태로서 재원이 부족한 하수관거 정비사업에 우선적으로 시도되었다. BTL사업에서

가장 관심을 끄는 것은 20여 년간의 운영관리 분야이다. 그동안 하수관거에서 준설이외에는 유지관리 업무자체가 제대로 정의되어 있지 않았기 때문에 하수관거에서 어떤 운영관리 항목이 필요한 것인지에 대해서 이해가 부족한 것이 사실이다.

하수관거 BTL사업에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 하수관거의 설계, 시공, 운영단계에서 필요한 평가를 위한 성과요구수준서라는 지침서를 만들었다. 이 지침서에는 각 단계별로 평가에 필요한 항목이 설정되어 있는데, 설계단계에서는 기존 시설을 인수하는 관점에서 성능을 평가하기 위한 항목에 대한 평가가 필요하고, 시공단계(준공)에서는 기존 하수관거의 준공 지표인 QA/QC를 중심으로 한 평가항목이 설정되어 있다. 이러한 단계별 평가는 각 단계가 갖는 성격을 반영하여 나름대로 과학적이고 합리적인 평가지표들을 도입한 것으로 생각된다. 다만 운영관리성과를 평가하는 부분에 대해서 조금 더 많은 논의와 고민이 필요할 것으로 생각된다. 우선 BTL 사업에서 민간 사업자는 운영관리 성과결과를 토대로 임대수익을 얻기 때문에 평가항목의 명확성, 항목의 객관성, 실현가능성 등이 매우 중요하다. 현재 성과요구 수준서에는 관리부분(17.22%), 운영부분(38.94%), 유지부분(26.85%), 서비스만족도(17.00%) 부분으로 크게 나누고 각 항목별로 환산평가 점수가 책정되어 있는데, 항목별 점수배점에서 상당부분 비과학적이고 정성적인 평가 지표가 눈에 띈다. 각 지역의 특성에 맞는 평가항목이 필요하고, 운영관리사업의 기술적인 부분에 집중할 수 있도록 항목의 조정이 필요하다. 예를 들면 하수관거 정비 대상지역 이외지역에 대해서도 운영관리에 포함시킬 것인가? 또한 관리부분에 해당하는 항목과 기초자료의 확보 및 갱신부분은 사실 지자체에서 감당해야 할 부분임에도 운영관리 사업자에게 관리를 전가하고 있는 것 또한 문제이다.

또한 하수관거 BTL 사업에서 예상되는 문제가 동일한 지자체에서도 사업구역별로 다른 운영관리사가 관리하게 될 것인데, 이는 향후 지자체의 중재하에 운영관리사의 통합 및 일원화가 반드시 필요할 것이다. 무엇보다도 가장 큰 문제는 하수관거 운영관리 사업이 시행되는 경우 대부분의 지자체에서 하수관거와 하수처리시설의 운영주체가 다르다는 것이다. 처리시설과 관거를 하나의 하수도시스템으로 볼 때 매우 비효율적인 운영형태가 될 것이 분명하다. 하수도시스템의 궁극적인 목표는 배수유역에서 발생하는 오염부하를 최소화하여 방류수역으로 배출하는 것이며, 이러한 관점에서 하수관거와 하수처리시설을 분리하여 운영한다는 것은 정책적, 기술적으로 이해하기 힘든 모순이다.

하수관거(하수도) 운영관리 사업에서 가장 먼저 고민해야 할 것은 유역의 오염부하 배출을 최소화할 수 있는 운영아이템을 발굴하는 것이다. 예를 들면 아직까지 운영관리가 미흡한 하수누수(exfiltration), 강우시 미처리 방류하수, 초기지표 유출수, SSOs 발생, 저지대 침수 등에 대하여 운영관리 사업자가 관리방안을 제시하고, 이를 달성함으로써 얻게 되는 오염저감효과를 비용으로 보상받음으로써 하수관거 운영관리사업자가 보다 적극적으로 유역의 오염부하를 저감시키기 위해 노력할 것이다. 단순히 하수관거 시설을 관리하는 수준에 머물러서는 수질개선을 기대하기 어렵다.

2. 유역하수도 관리체계 도입(수평적 분할문제)

가. 개요

최근 환경부에서는 지자체중심으로 관리되고 있는 하수도를 유역 및 수계를 중심으로 재편하여 관리하는 유역하수도 체계의 도입을 검토하고 있다.

유역(광역)별 하수도 정비계획은 유역(광역)내 하수도시설의 배치, 용량 및 설치 우선순위 등을 결정하는 것으로 유역(광역)내의 지자체별 하수도 계획보다 상위계획 계획으로서 종전의 행정구역 중심의 시설설치 및 운영계획과 점오염원 위주의 수질관리로 시설의 중복투자 및 비효율적인 운영을 개선하기 위하여 계획되었다. 선진국의 경우 유역단위의 하수도시설 관리를 통하여 효율적인 시설운영, 예산절감 등을 통하여 방류수역의 수질 개선을 달성한 사례가 많으며 오염총량관리제와의 연계 및 비점오염원을 포함한 효율적인 수질관리에 의한 유역내 물 환경보전을 위해 유역별 하수도정비계획의 도입이 필요하다.

나. 시행방법

현재 환경부에서 계획하고 있는 시행안을 살펴보면, 유역하수도관리의 실시주체는 4대강 유역관리청(또는 광역지자체)이고, 유역하수도관리 조직의 업무수행 범위는 각 지자체별 하수도정비계획의 상위계획으로서 지자체별 하수도정비기본계획의 방향과 대략적인 가이드라인을 제시하고, 오염총량관리계획과 중권역 관리계획과의 연계 및 비점오염원관리에 대한 내용을 포함한다. 구체적인 유역의 구분은 주무관청이 각 유역관리청이므로 4대강 대권역내 중소하천을 중심으로 31개의 유역그룹으로 설정하는 것으로 계획하고 있다.

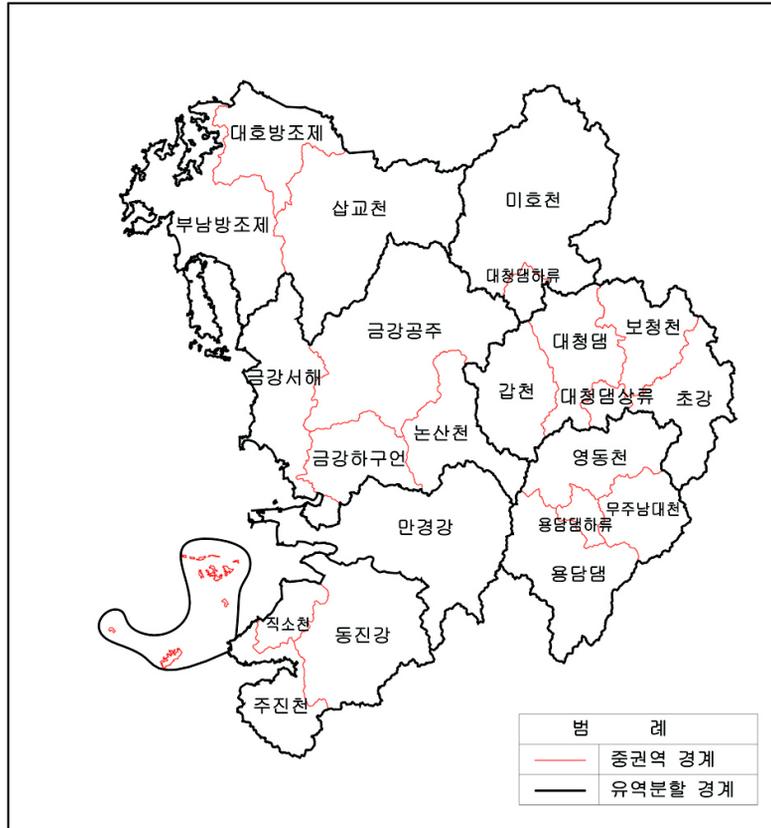
〈표 3-11〉 유역별 하수도 정비계획 대상 그룹 분할(안)

No.	대권역	유역그룹	소속 중권역
1	한강	한강-1	임진강하류, 한탄강, 한강하류, 임진강상류 일부
2		한강-2	한강고양, 한강서울, 청평댐, 팔당댐, 한강서해
3		한강-3	경안천, 남한강하류, 시화호, 안성천, 섬강
4		한강-4	춘천댐, 의암댐, 홍천강, 평화의댐 일부
5		한강-5	인북천, 양양남대천, 소양강
6		한강-6	강릉남대천, 삼척오십천, 남한강상류
7		한강-7	평창강, 충주댐하류, 충주댐, 달천
8	금강	금강-1	대호방조제, 부남방조제, 삼교천
9		금강-2	미호천, 대청댐하류
10		금강-3	금강공주, 금강서해, 금강하구언, 논산천
11		금강-4	갑천, 대청댐, 보청천, 대청댐상류, 초강
12		금강-5	영동천, 용담댐하류, 용담댐, 무주남대천
13		금강-6	만경강
14		금강-7	직소천, 동진강, 주진천
15	영산강	영산강-1	신안군, 진도
16		영산강-2	영암방조제, 영산강하구언, 영암천
17		영산강-3	탐진강, 섬진강서남해, 완도
18		영산강-4	금산면, 이사천, 수어천, 여수시
19		영산강-5	섬진강하류, 보성강, 주암댐
20		영산강-6	섬진강댐, 섬진강댐하류, 오수천, 요천, 순창, 섬진곡성
21		영산강-7	황룡강, 영산강상류, 지식천
22		영산강-8	와탄천, 고막원천, 영산강중류, 영산강하류
23		영산강-9	제주서해, 제주북해, 제주동해, 제주남해
24	낙동강	낙동강-1	형산강, 대중천, 태화강, 회야강
25		낙동강-2	밀양강, 낙동밀양, 낙동강하구언, 수영강
26		낙동강-3	낙동강남해, 가화천, 남해도, 거제도
27		낙동강-4	남강댐, 남강
28		낙동강-5	합천댐, 황강, 낙동창녕
29		낙동강-6	감천, 낙동왜관, 회천, 낙동고령, 낙동구미, 위천, 금호강
30		낙동강-7	영강, 병성천, 낙동상주, 안동댐하류, 내성천, 임하댐, 안동댐
31		낙동강-8	왕피천, 영덕오십천

〈표 3-12〉 유역별 하수도 정비계획 대상 그룹 소속 지자체 및 처리시설 현황

No	대권역	유역 그룹	소속 지자체	소속 하수처리시설	용량합계 (천톤/일)
1	한강	한강-1	파주, 연천군, 철원군, 포천, 동두천, 양주	금촌, 남면, 동두천, 소홀, 신서, 연천, 영북, 영중, 적성, 직동, 포천	169.7
2		한강-2	고양, 서울, 의정부, 남양주, 하남, 구리, 과천, 성남, 의왕, 안양, 광명, 군포, 가평, 김포, 인천, 부천, 시흥	가좌, 가평, 강화, 고양, 공촌, 과천, 구리, 굴포천, 김포, 난지, 능내 1, 능내 2, 만수, 박달, 부곡, 북면, 삼봉 1, 삼봉 2, 서남, 석수, 성남, 송도, 송촌, 승기, 시우, 시화, 운북, 의정부, 제2화도, 조안, 중랑, 진진, 청평, 탄천, 현리, 화도	9,594.9
3		한강-3	광주, 용인, 이천, 여주, 양평, 안산, 화성, 수원, 오산, 평택, 안성, 횡성, 원주	강하, 경안, 곤지암, 광동, 광주, 광주제1, 광주제2, 구갈, 귀여, 기흥, 남한산성, 단월, 대신, 도척, 둔내, 매산, 분원, 삼성, 서종, 수원, 안산, 안성, 양서, 양평, 여주, 오산, 오포, 용문, 용인, 원주, 이천, 장당, 장호원, 지평, 통북, 팽성, 포승, 하저포, 횡성, 흥천	2406.2
4		한강-4	화천, 양구, 춘천, 홍천	신양, 춘천, 홍천	112.0
5		한강-5	인제, 고성, 속초, 양양	간성, 거진, 고성, 속초, 양양, 인구, 인제	76.2
6		한강-6	강릉, 동해, 삼척, 정선	강릉, 도계, 삼척, 지장천	112.3
7		한강-7	평창, 충주, 제천, 단양, 괴산	괴산, 단양, 매포, 송학, 수안보, 제천, 충주	173.2
8	금강	금강-1	당진, 태안, 서산, 홍성, 예산, 아산	고대부곡, 광천, 당진, 덕산, 삼교, 서산, 아산, 안면, 예산, 태안, 함덕, 홍성	155.7
9		금강-2	천안, 진천, 음성, 증평, 청주, 청원, 연기	금왕, 노현, 문의, 미원, 성환, 음성, 전의, 조치원, 증평, 진천, 천안, 청주, 품곡	514.4
10		금강-3	공주, 청양, 부여, 보령, 서천, 논산	공주, 논산, 대천, 보령, 부여, 청양	114.2
11		금강-4	계룡, 대천, 옥천, 보은	계룡, 내속, 대천, 동이, 보은, 삼승, 안남, 안내, 옥천, 이원, 회북, 흑석	958.2
12		금강-5	금산, 영동, 무주, 진안, 장수	금산, 무주, 영동, 장계, 장수, 진안	30.0
13		금강-6	익산, 군산, 완주, 전주	군산, 완주, 익산, 전주, 함열	741.0
14		금강-7	부안, 고창, 정읍, 김제	고창, 김제, 부안, 정읍	102.6
15	영산강	영산강-1	신안, 진도	감포, 경주, 대현1, 대현2, 안강, 의곡, 방어진, 언양, 온산, 용연, 호계, 회야	730.5
16		영산강-2	해남, 목포, 영암	강동, 남부, 녹산, 밀양, 삼랑진, 수영, 신원, 신호, 양산, 장림, 장유, 진영, 청도화양, 하남, 해운대, 화목	2,086.3
17		영산강-3	강진, 장흥, 완도	거제면, 거제중앙, 남해읍, 마.창, 사천, 삼천포, 진해, 통영	477.6
18		영산강-4	고흥, 순천, 여수, 광양	가야, 대신, 문산, 사봉, 산청읍, 진주, 함양	172.8
19		영산강-5	하동, 구례, 곡성, 보성	가조, 거창, 남지, 부곡, 부림, 의령, 창녕, 합천	53.8
20		영산강-6	임실, 순창, 남원, 곡성	경산, 고령, 구미, 금호, 김천, 달서천, 도계, 북부, 서부, 성주, 신천, 안심, 약목, 영천, 왜관, 지산	2,398.0
21		영산강-7	장성, 담양, 광주, 화순	가은, 금성, 마성, 상주, 안동, 영주, 예천, 의성, 점촌, 태백	208.1
22		영산강-8	영광, 함평, 나주, 무안	구룡포, 남정, 영덕, 온정, 울진, 포항, 흥해	142.3
23		영산강-9	제주, 서귀포, 북제주군, 남제주군	진도, 흑산	4.6
24	낙동강	낙동강-1	경주, 울산	남해, 대불, 북항, 영암, 해남	205.5
25		낙동강-2	청도, 밀양, 창원, 김해, 부산, 양산	강진	8.0
26		낙동강-3	마산, 진해, 거제, 통영, 고성, 남해, 사천	고흥, 광양, 광영, 도양, 송광신평, 송광.외서, 순천, 승주, 여수, 중앙	306.5
27		낙동강-4	함양, 산청, 진주, 함안	곡성, 구례, 문덕, 보성, 북내, 지리산온천, 하동	25.1
28		낙동강-5	거창, 합천, 창녕, 의령	남원, 순창, 오수	54.3
29		낙동강-6	김천, 고령, 성주, 칠곡, 구미, 군위, 영천, 경산, 대구	담양, 도곡온천, 장성, 화순온천, 화순읍	37.0
30		낙동강-7	문경, 상주, 예천, 영주, 봉화, 태백, 영양, 청송, 안동, 의성	공산, 나주, 무안, 산포, 영광, 일로, 함평	50.0
31		낙동강-8	울진, 영덕, 포항	동부, 서부, 제주	173.0

충남지역은 금강을 중심으로 금강-1~4 유역에 포함되게 되고, 1개 권역당 4~7개 지자체로 구성되어 있다. 각 유역내 하수처리용량은 금강-1이 155.7천톤/일, 금강-2가 514.4천톤/일, 금강-3은 114.2천톤/일, 금강-4는 958.2천톤/일로 책정되었다.



[그림 3-11] 유역별 하수도 정비 대상 유역분할도(금강)

유역별 하수도정비계획은 2단계로 구성되어 있다. 1단계는 유역내 기존 행정구역별 하수도 시설의 정비, 운영 및 유지관리를 연계하는 소프트웨어적 결합이고, 운영 및 유지관리는 유역 하수도 공사를 설립하거나 민간위탁을 통하여 성능을 보장하도록 하는 방식이 유력하다. 2단계는 기존 하수도시설의 내구연한을 초과하였거나, 시설 이전의 사유가 발생하는 경우 하수처리시설과 관로를 인위적으로 유역하수도에 편입시키는 하드웨어적 유역화를 계획하고 있다.

각 지자체별로 이해관계가 복잡하고 특히 기존 조직의 통합에 따른 부작용을 우려하여 시행 초기에는 참여지자체가 적을 것으로 판단되며, 이를 감안하여 환경부에서는 초기 유역화를 이룬 지역에 대해서는 시범사업 차원의 정부예산이 투입될 것으로 기대된다. 하수처리율이 낮고, 지자체 예산이 상대적으로 열악한 충청남도내 시·군에서는 금강유역 그룹을 중심으로 동일권역내 지자체간의 이해관계 조정을 통하여 하수처리율을 획기적으로 끌어올리고, 하수도 예산의 효율성을 높일 수 있는 유역하수도관리 체계의 도입을 신중하게 검토할 필요가 있을 것으로 판단된다.

3. 하수도시설 위탁관리 확대(수직적 분할문제)

가. 하수도시설 위탁관리 현황

우리나라의 하수도시설 위탁은 현재 하수종말처리시설에 국한되어 있고, 하수관거는 지방자치단체에서 직접운영하고 있으나, 2005년부터 시작한 하수관거 BTL사업을 통하여 정비가 완료되는 일부 지자체에서는 20년간의 임대를 통한 위탁관리가 이루어질 예정이다.

2005년 현재 운영중인 287개 하수종말처리시설의 58.2% (전체시설용량 22,180천m³의 61%)가 위탁관리 되고 있다. 위탁 운영되는 하수종말처리시설 개소수의 약 19.8% (위탁중인 시설용량의 43.8%)는 지방공단에 의해 운영되고 있고, 수자원공사에 위탁운영 되고 있는 상수원상류의 일부 소규모 하수처리시설(전체 하수종말처리시설의 2.8%, 시설용량의 0.08%)을 제외한 나머지 하수종말처리시설은 민간기업에 위탁운영 되고 있다.

〈표 3-13〉 하수도시설 위탁관리 현황 (2005)

하수종말처리시설	시설 수		시설용량		총 운영 인력	
	(개소)	(비율)	(천톤/일)	(비율)	(인)	(비율)
직영	120	(41.8%)	8,652	(39.0%)	2,100	(45.6%)
위탁	167	(58.2%)	13,528	(61.0%)	2,505	(54.4%)
공단·공사	33	(11.5%)	5,928.9	(26.7%)	804	(17.5%)
민간기업	126	(43.9%)	7,580.7	(34.2%)	1,624	(35.3%)
수자원공사	8	(2.8%)	18.4	(0.08%)	62	(1.3%)

위탁운영되고 있는 하수처리시설의 평균 시설용량은 81천톤/일로 직영시설의 평균 72.1천톤/일과 유사하나, 지방공단·공사에 위탁되는 시설의 평균시설용량은 179.6천톤/일, 민간기업에 위탁되는시설은 평균 60.1천톤/일로 주로 대규모 하수처리시설이 지방공단·공사에 위탁운영되고 있다.

〈표 3-14〉 지자체 직영 및 위탁관리 운영실태 비교 (2005)

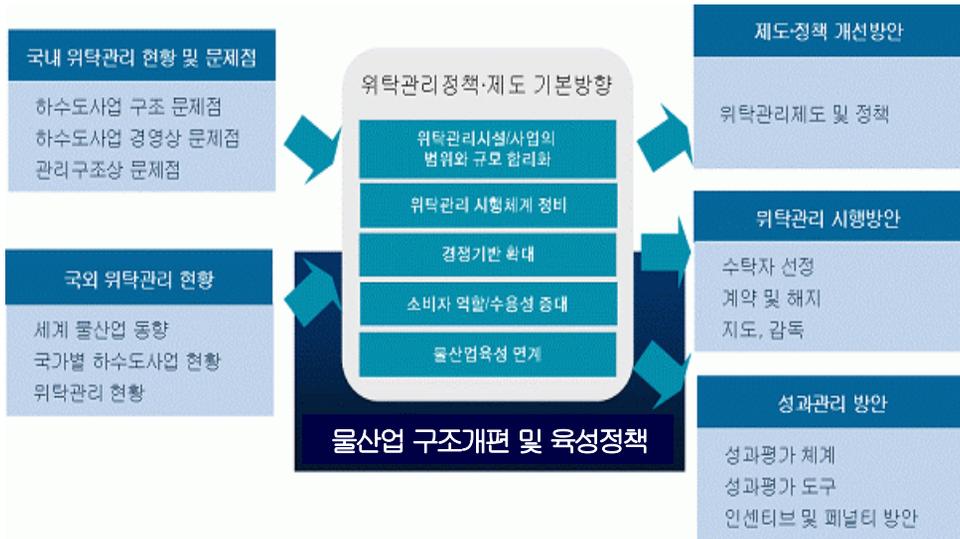
하수종말처리시설	시설 수 (개소)	시설용량 (천톤/일)	평균 시설용량 (천톤/일)	평균 운영인력 (인)	평균 하수 처리단가 (원/톤)	평균 BOD 제거단가 (원/kg)
직영	120	8,652	72.1	17.5	90.5	778.7
위탁	167	13,528	81.0	15.0	67.7	566.9
공단·공사	33	5,928.9	179.6	24.4	57.5	467.5
민간기업	126	7,580.7	60.1	12.9	74.9	641.7
수자원공사	8	18.4	2.3	7.8	317.2	6,084.6

나. 하수도 위탁관리 기본 방향

최근 국가하수도종합계획(2007)에서는 하수도 산업의 육성방안으로 단기적으로는 하수도사업자간의 연합, 공사화, 민영화를 검토하고 장기적으로 민간과 경쟁관계에 있는 공기업의 하

수도 사업분야의 민영화 추진 검토를 언급하고, 또한 지자체의 하수도시설 운영·위탁방식을 성과주의 및 포괄적 위탁방식으로 전환하는 것이 필요하다고 언급하였다.

이와 관련하여 현재 환경부에서 추진 중인 하수도 위탁관리 효율화의 기본방향은 [그림 3-12]과 같고 주요내용을 정리하면 다음과 같다.



[그림 3-12] 위탁관리 정책·제도 기본방향

위탁 운영의 효율화를 위해서는 위탁관리 시설/사업의 범위와 규모가 합리화되어야 한다. 현재의 단위처리시설의 운영에 한정된 위탁범위는 전문사업자에 의한 운영 효율성 제고의 제한을 가져오고, 제한된 위탁범위에 따른 단기계약으로 안정적 사업 환경과 장기적 효율성 개선 유인을 저해하게 된다. 따라서 사업전문화를 통해 효율성 제고를 최대화하고, 산업의 경쟁력을 강화할 수 있도록 위탁관리 사업의 범위와 규모를 설정할 필요가 있다.

위탁관리 시설/사업의 범위와 규모 합리화의 방향은 먼저, 연계시설의 통합운영을 통한 효율성 제고의 방향으로 설정할 수 있다. 하수처리서비스의 제공을 위한 시설간의 연계성을 고려하여 통합된 운영관리를 통한 효율성 제고의 방향이다. 즉, 하수종말처리시설과 관거 운영관리를 통합, 나아가서 지방자치단체 하수도사업 전체의 통합적 운영으로 확대하는 방향이다.

두 번째로는, 사업운영의 규모 및 범위의 경제, 물자원의 자연적 특성을 고려한 사업의 효율성 제고의 방향으로 현재 추진 중인 물산업 구조개편 정책과 연계된 하수도사업 구조 하에서 효율성을 가져올 수 있는 가능한 방향으로 합리화 하는 방향이다. 즉, 지방자치단체의 상·하수도 통합사업 또는 2개 이상의 유역연계 지방자치단체 상·하수도사업을 통합 운영하는 방향이다.

이러한 사업의 범위 확장과 유역연계 사업의 통합 운영을 추진하기 위해서는 법·제도적 방안 및 지원방안이 마련되어야 한다. 이러한 방안으로 지방자치단체간의 협력사업조직 구성, 지방자치단체 연합에 의한 광역 사업조직(공사·공단 등) 설치, 지방자치단체 협력사업조직·민간위탁 실시 방안 등이다. 이러한 지역간 사업연합의 추진을 촉진하기 위하여 협력적인 거버넌스 구축을 위한 지원 또는 제도적 유인이 이루어져야 한다.

다. 하수도시설 위탁관리 범위 확대

사업규모의 확대는 사업위탁의 범위를 현재 하수종말처리시설로부터 하수관거, 펌프장 등 하수도 시스템 전체로 확대함으로써 이루어질 수 있다. 현재 이러한 확장된 범위의 하수도시스템 위탁에 대한 법·제도적인 제약은 없다. 따라서 확장된 범위의 위탁사업 추진여부는 사업주체인 지방자치단체의 필요와 의지에 달려있다고 할 수 있다.

하수종말처리시설의 BTO(Build-Own-Transfer)사업과 같이 하수도시스템 전체를 민간투자사업으로 실시할 수도 있으나, 전체 하수도시설에 대한 새로운 시설투자 보다는 시설사업위탁과 더불어 기본 시설의 일부개량을 포함하는 RTO(Rehabilitate-Operate-Transfer)사업으로 민간투자사업을 진행시키는 방안이 고려될 수 있을 것이다. 현재 상수도사업에서 진행되고 있는 상수도시스템 전체의 전문기관 위탁의 경우 단순한 운영관리를 넘어서 노후관거의 교체 등 개량사업이 포함되어 있으며 20년 이상의 장기간 계약의 형태를 띠고 있다. 하수도시스템에 이를 적용할 경우 사업위탁의 범위에 이러한 개량투자를 포함하여 운영하는 것이 가능할 것이다.

제4장 충청남도 하수관거 현황

제1절 하수도 통계분석

1. 하수도 시설 현황

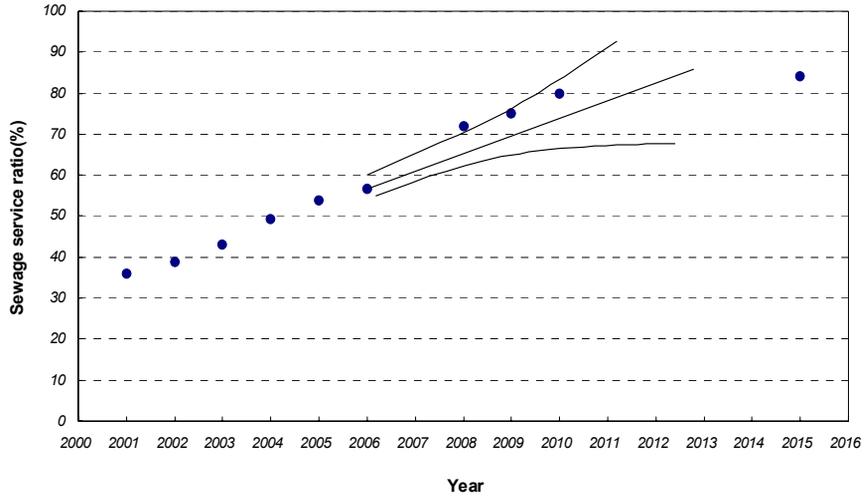
하수처리율은 하수처리인구를 총인구로 나눈 것으로 해당지역의 하수 중 처리 가능한 하수의 비율을 의미하며, 일반적으로 해당지역에서 발생하는 하수의 처리가능 정도를 평가하는 지표이다.

<표 4-1>과 같이 충청남도 하수처리율 56.7%로 전국 7개 특광역시와 9개 도 가운데 최하위이고, 전국평균 85.5%에 약 30%나 미달하는 매우 저조한 것으로 나타났다. 이는 하수처리구역내 발생하수의 약 43%가 처리되지 못하고 방류수역으로 배출되는 것으로 매우 심각한 현실이다.

<표 4-1> 전국 하수처리율(2006)

지 역	총인구(명)	총면적(km ²)	하수처리율(%)
서울특별시	10,356,202	605.39	99.9
부산광역시	3,635,389	765.10	98.6
대구광역시	2,513,219	884.32	97.4
인천광역시	2,663,854	994.95	86.6
광주광역시	1,415,953	501.31	98.0
대전광역시	1,475,961	538.77	96.1
울산광역시	1,102,988	1,057.10	91.9
경기도	11,106,831	10,185.84	84.5
강원도	1,515,672	16,729.98	70.4
충청북도	1,511,885	7,431.64	75.5
충청남도	2,000,844	8,602.35	56.7
전라북도	1,881,840	8,054.73	73.2
전라남도	1,954,828	12,095.12	61.6
경상북도	2,718,298	19,026.18	63.2
경상남도	3,208,810	10,522.06	78.1
제주도	561,695	1,848.60	73.1
전 국	49,624,269	100,096.42	85.5

2001년부터 2006년까지 충남의 하수처리율은 35.9%에서 56.7%로 연간 4.2%의 높은 증가율을 보이고 있으나, 여전히 전국 최하위 수준은 면치 못하고 있다. 최근 “충청남도 제3차 종합계획 수정계획(2007)”에서는 <표 4-2>와 같은 공공하수처리목표를 설정하고 2020년까지 하수처리율을 85%까지 끌어올릴 계획을 발표한 바 있으나 계획 첫해인 2008년에 72%부터 시작할 수 있을지 의문이다.



[그림 4-1] 하수처리율 증대 계획

<표 4-2> 충청남도 공공하수처리율 목표

구 분	2008년	2009년	2010년	2015년	2020년
계획인구 (천명)	2,041	2,060	2,080	2,300	2,500
하수처리인구목표 (천명)	1,470	1,545	1,664	1,932	2,125
공공하수처리율목표 (%)	72	75	80	84	85

〈표 4-3〉 충청남도 공공하수처리시설 현황

구분	인구(A)	시설명	하수처리 인구(B)	하수처리 계획인구(C)	계획대비 인구율 (B/C*100)	공공하수 처리율 (B/A*100)
천안시	531,193	천안공공하수처리시설	345,900	336,300	102.9	83.3
		성환공공하수처리시설	87,110	57,500	151.5	
		병천공공하수처리시설	9,351	21,209	44.1	
공주시	129,862	공주공공하수처리시설	76,460	103,960	73.5	67.9
		유구공공하수처리시설	8,250	12,300	67.1	
		공암공공하수처리시설	2,300	5,800	39.7	
		동학사공공하수처리시설	1,160	5,800	20.0	
보령시	108,526	보령공공하수처리시설	49,183	74,500	66.0	50.9
		대천해수욕장공공하수처리시설	6,100	6,100	100.0	
아산시	217,112	아산공공하수처리시설	93,000	93,000	100.0	42.8
서산시	152,279	서산공공하수처리시설	90,524	110,000	82.3	61.3
		도당공공하수처리시설	1,556	2,450	63.5	
		음암공공하수처리시설	1,301	1,770	73.5	
논산시	132,814	논산공공하수처리시설	46,659	58,835	79.3	35.1
계룡시	36,959	계룡공공하수처리시설	42,400	65,000	65.2	114.7
금산군	58,369	금산읍공공하수처리시설	23,763	35,000	67.9	40.7
		연기군	84,107	조치원공공하수처리시설	35,500	
부여군	80,115	전의공공하수처리시설	5,118	5,118	100.0	27.2
		부여공공하수처리시설	19,490	27,128	71.8	
		백제재현단지공공하수처리시설	2,300	35,300	6.5	
서천군	63,105	서천공공하수처리시설	11,890	13,320	89.3	18.8
청양군	34,405	청양공공하수처리시설	9,203	12,300	74.8	26.7
홍성군	90,242	홍성공공하수처리시설	37,052	40,089	92.4	52.1
		광천공공하수처리시설	9,919	12,371	80.2	
예산군	90,507	예산공공하수처리시설	36,129	41,927	86.2	50.2
		덕산공공하수처리시설	4,386	23,634	18.6	
		삼교공공하수처리시설	4,912	4,914	100.0	
태안군	64,082	태안공공하수처리시설	17,460	26,900	64.9	31.2
		안면공공하수처리시설	2,545	10,167	25.0	
당진군	127,167	당진공공하수처리시설	34,670	42,686	81.2	36.5
		고대,부곡지구공공하수처리시설	1,204	10,750	11.2	
		합덕공공하수처리시설	10,595	11,580	91.5	
합계	2,000,844	32개소	1,127,390	1,353,708	83.3	56.3

○ 하수처리율 산정절차

- ① 하수처리인구 : 공공하수도(마을하수도 포함) 처리구역 내에 거주하는 인구
 - 하수처리시설이 설치된 지역이나 또는 관할 행정구역내에 처리시설은 없지만 타지역에 설치된 처리시설로 유입·처리되는 경우의 처리인구
 - ② 폐수종말처리인구 : 하수처리시설이 아닌 폐수종말처리시설을 통해 하수처리가 이루어지고 있는 지역내 거주하는 인구
 - ③ 처리인구는 다음과 같이 그 처리시설에 따라 각각 적용하여 산정
 - 2차(생물학적)처리 또는 3차 처리(고도처리)시설이 완비되어 방류수 수질기준 이내로 적정처리가 이루어지는 처리구역인 경우 또는 시설용량을 초과하더라도 처리구역내 발생하수 전량이 처리되는 경우
 - ☞ 처리인구 = 처리구역내 전체인구
 - 하수발생량에 비해 시설용량이 부족한 경우에는 처리구역 내 인구 중 시설용량에 상응하는 인구만 처리인구로 산정
 - ☞ 처리인구 = (시설용량 ÷ 하수발생량) × 처리구역내 전체인구
- ※ 하수발생량=(a)거주인구×b)1인당일평균급수량×c)유효수율×d)오수 전환율)÷1,000
- a) 거주인구(명) : 2005년말 행정구역내 거주 인구
 - b) 1인1일당급수량(1 pcd) : 상수도가 보급되어 있는 지역은 '04년의 1일1인당급수량을 표시하고, 상수도 미급수지역(지하수 사용지역)은 유사한 지역을 참조하여 산출함
 - c) 유효수율 : 상수도 유효수율이 파악된 지역은 유효수율을 표시하고, 파악 되지 않는 지역은 0.8을 적용
 - d) 오수(하수)전환율 : 시가는 0.90을 비시가는 0.85를 적용
- 1차(물리적)처리시설만 설치된 처리시설인 경우는 총인구 중 30%만을 처리인구로 산정
 - ☞ 물리적처리인구 = 처리구역내 전체인구 × 0.3
- ④ 하수처리구역 외 인구는 시가지역은 국토의계획및이용에관한법률 제36조의 규정에 의한 주거,상업 및 공업지역을, 비시가지역은 녹지지역, 도시계획 미지정지역 등 그 외 지역 인구 기재
 - ⑤ 하수처리율 = 하수처리인구 ÷ 총인구 × 100(소수점이하 1자리까지 산출)

하수처리율과 유사한 지표로서 하수관거 보급률이 있는데, 이는 처리 구역내 하수관거의 계획연장대비 실제 하수관거의 연장 비율을 의미하며, 하수 발생처에서 하수처리시설까지 계획

되어 있는 하수관거연장의 달성정도를 평가하는 지표이다. 하수관거 보급률 역시 <표 4-4>과 같이 충청남도는 전국평균 71.2%에 크게 미달하는 52.2%로 전국 최저치를 나타내고 있다.

<표 4-4> 전국 하수관거 보급률(2006)

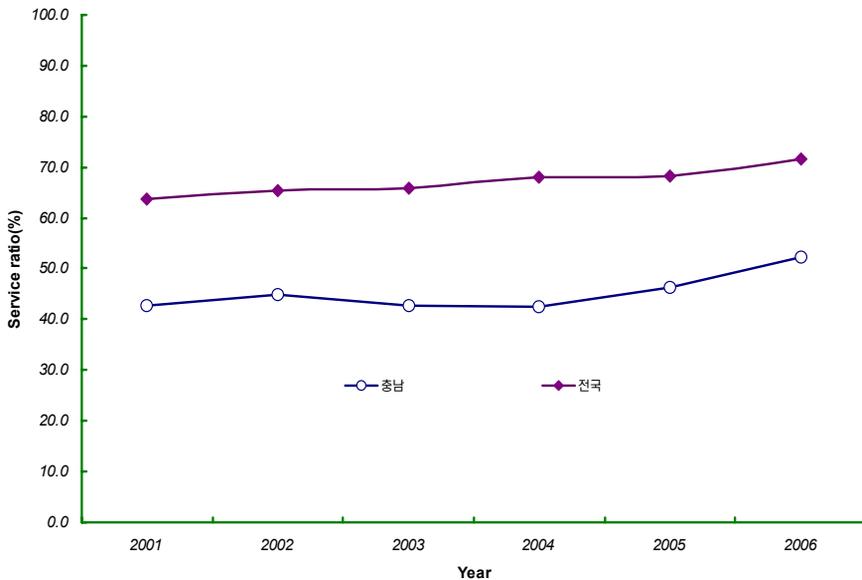
지역	계획연장(m)	시설연장(m)	하수관거 보급률(%)
서울특별시	10,251,553	10,251,553	100.0
부산광역시	9,172,112	6,833,875	74.5
대구광역시	5,963,415	5,015,368	84.1
인천광역시	5,105,765	3,552,970	69.6
광주광역시	3,993,738	3,613,218	90.5
대전광역시	2,558,968	2,558,595	100.0
울산광역시	3,531,586	2,813,442	79.7
경기도	23,732,055	16,962,210	71.5
강원도	6,500,125	4,262,609	65.6
충청북도	5,511,736	3,727,794	67.6
충청남도	7,665,892	4,000,758	52.2
전라북도	8,752,861	4,949,144	56.5
전라남도	9,377,462	5,274,621	56.2
경상북도	10,553,647	7,021,290	66.5
경상남도	11,339,850	7,427,393	65.5
제주도	3,969,294	2,833,658	71.4
전국	127,980,058	91,098,498	71.2

충청남도의 경우 2003~4년에는 계획연장 증가를 시설연장이 따라가지 못하여 하수관거 보급률이 낮아지기도 하였으나, 최근 2005~6년에는 2000년대 초반부터 시작한 하수관거 정비사

업의 효과가 나타나 전국평균보다 더 가파른 증가세를 보이고 있다.

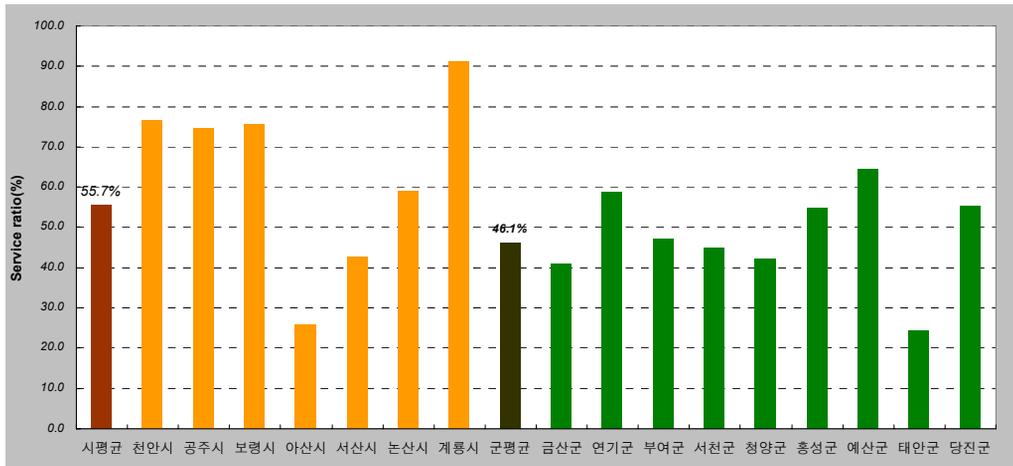
○ 하수관거 보급률 산정 절차

- ① 계획연장 : 하수도정비기본계획상(최종목표년도 기준) 분류식 및 합류식으로 계획된 관거의 연장(m)
- ② 시설연장(누계) : 해당 연도말 이전에 설치된 누계연장으로 합류식과 분류식을 합함
- ③ 보급률 : 시설연장을 계획연장으로 나눈 백분율



[그림 4-2] 하수관거 보급률 추이

충남지역의 하수도 및 하수관거 보급률이 낮은 것은 예산부족이 가장 큰 원인으로 지적되고 있다. 충남도내 지자체간의 비교에서는 상대적으로 시지역이 다소 높게 나타났으며, 계룡시의 경우에는 90%가 넘는 하수관거 보급률을 보였다. 군지역에서는 전체적으로 40~50%대의 저조한 보급률을 보였고, 특히 태안군의 경우 22%로 전국 지자체 가운데 최하위의 보급률을 보였다.



[그림 4-3] 충청남도내 지자체 하수관거 보급률

광역시급을 제외하고 도지역을 중심으로 비교해보면 규모차에 의한 하수처리율의 격차가 좀 더 확연히 나타난다. 전국적 자료를 보면 대체적으로 시별 평균하수처리인구와 하수처리율이 비례하는 현황을 보여주고 있으며 충청남도의 경우 타 지자체에 비하여 군지역의 평균인구와 하수처리율은 낮지 않으나, 시지역의 평균인구는 강원도를 제외하면 가장 작게 나타났으며, 하수처리율이 전국에서 가장 낮은 현황을 보여주고 있다.

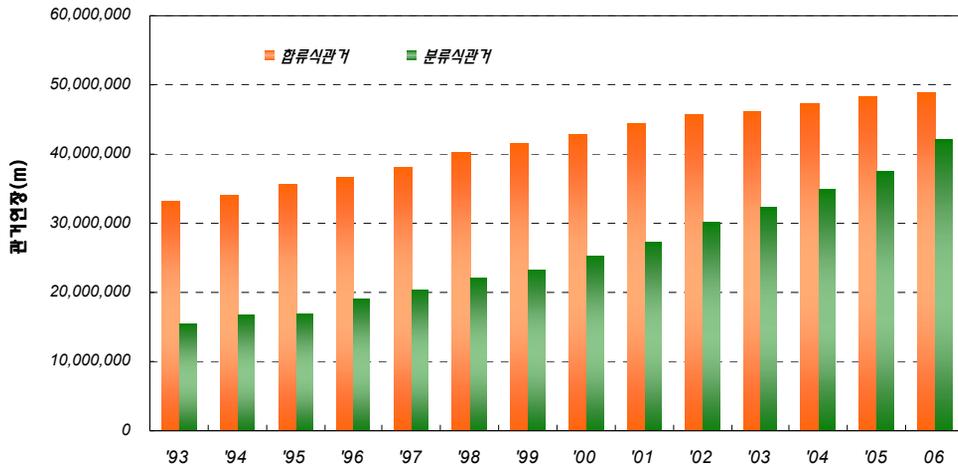
결론적으로 충청남도의 하수처리율이 전국적으로 가장 낮은 원인은 시지역의 하수처리율이 낮은 것이 주원인이며 이는 타도에 비하여 소속된 시의 규모가 작아 인구의 집중도 및 재정투자의 여력 등이 낮은 것을 근본적인 원인으로 판단할 수 있다(대전광역시의 분리도 영향을 미침).

이 같은 규모의 문제는 장기적으로 처리율 목표를 달성하는 데에 어려움을 줄 뿐만 아니라 단위처리단가의 증가 등 재정적인 문제와 결부되기도 하므로 향후 지자체간 통합운영을 통하여 규모를 확대하는 방안을 적극적으로 추진하여야 할 것이다.

〈표 4-5〉도별 하수처리율 및 평균인구(2006)

지역	하수처리율 (%)			시·군 평균 인구 (인)		
	평균	시부	군부	평균	시부	군부
경기	84.5	85.2	57.4	358,285	400,415	73,905
강원	70.4	80.8	44.2	84,204	155,199	39,025
충북	75.5	91.7	46.2	125,990	324,826	59,712
충남	56.7	65.5	40.2	125,053	186,964	76,900
전북	73.2	81.5	37.1	134,417	254,842	44,099
전남	61.6	83.0	36.8	88,856	209,848	53,270
경북	63.2	71.6	32.6	118,187	213,669	44,739
경남	78.1	85.6	38.9	160,441	269,082	51,799
제주	73.1	73.1	-	280,848	280,848	-

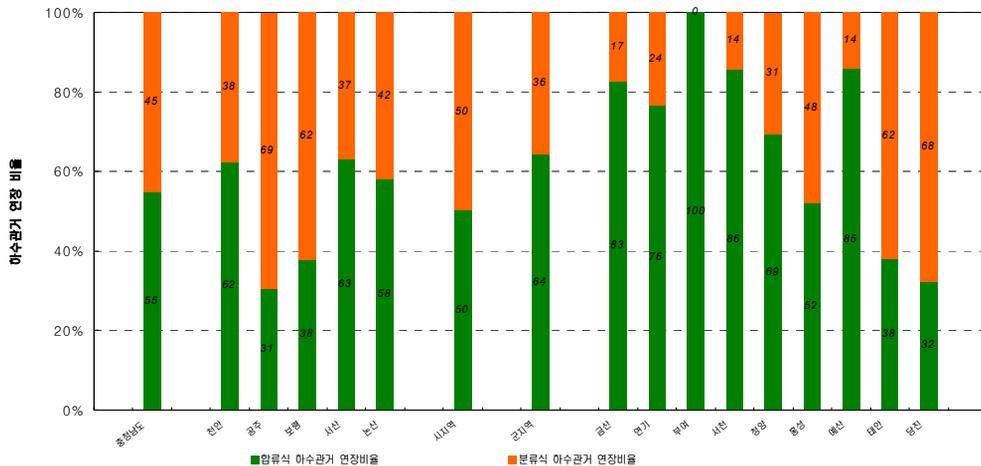
우리나라 하수관거 배제방식은 앞서 언급한 바와 같이 향후 하수관거 정비방향을 분류식으로 정하였기 때문에 [그림 4-4]와 같이 최근 분류식 하수관거 연장의 증가가 두드러지고 있다. 2006년 현재 전국의 합류식 하수관거 연장은 48,966km(53.7%)이고 분류식 하수관거는 42,132km(46.3%)를 차지하고 있다.



[그림 4-4] 하수배제방식별 연장

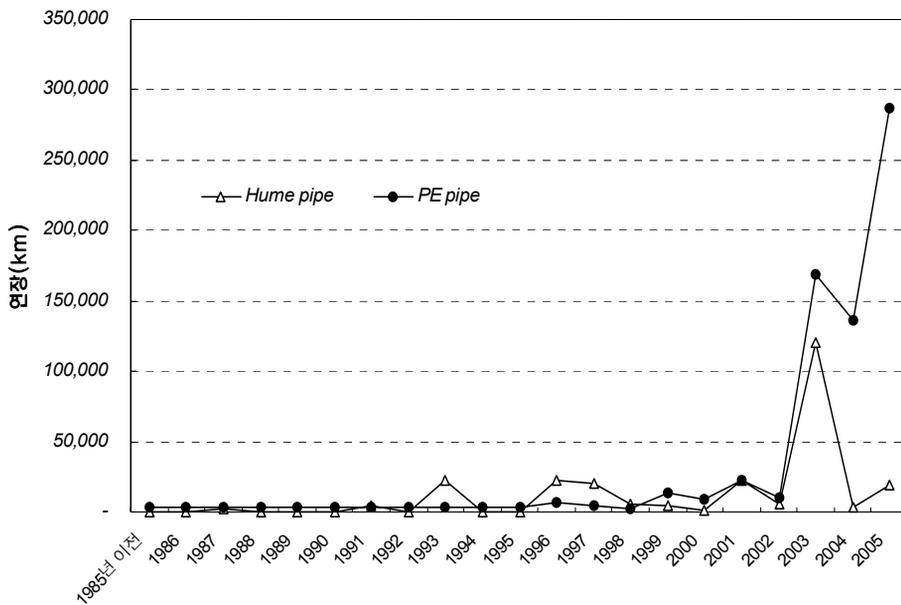
충청남도의 경우 합류식과 분류식 관거의 비율이 55%, 45%로 전국평균과 유사하였는데, [그림 4-5]과 같이 시·군간, 각 지자체간의 차이가 뚜렷한 특징을 보였다. 시지역은 분류식과 합류식의 연장이 거의 같은 비율이었으나, 군지역은 아직까지 합류식 관거의 연장이 더 긴 것으로 나타났다. 특히 부여군은 전체가 합류식 하수관거 지역이었으며, 금산군, 서천군, 예산군은 합류식하수관거 비율이 80%를 넘는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 앞서 언급한 바와 같이 정비사업의 방향이 분류화인 것을 감안한다면 이들 지역이 상대적으로 관거정비 사업이 저조한 것을 의미한다.

하수관거의 분류식 정비가 반드시 방류수역의 오염부하저감에 효과적인지에 대해서는 논란의 여지가 있고 분류화에 소요되는 건설비와 사회적 불편비용을 고려할 때 합류식을 유지하면서 강우시 월류오염부하를 적절히 관리할 수 있는 방안을 강구하는 것도 검토할 수 있다. 도시지역에 비하여 상대적으로 거주지역이 산재해 있고 특히 수계 상류지역에 위치한 군지역에서는 분류화에 앞서 해당 배수구역의 상황을 파악하여 배출오염부하를 효과적으로 관리할 수 있는 배제방식을 선택하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.



[그림 4-5] 충청남도내 시·군의 하수배제방식현황

충청남도의 하수관종의 분포를 살펴보면 전국과 비교해서 <표 4-6>과 같이 흙관의 비율이 16.1%로 낮고 PE관의 비중이 44.2%로 매우 높은 특징을 보이고 있다. 일반적으로 PE관은 우수관이나 배수관으로 널리 쓰이고 있는데, 충남지역의 경우 PE관이 널리 보급된 것은 [그림 4-6]과 같이 2003년 본격적인 하수관거 정비사업이 시작되면서 PE관의 비율이 급격하게 증가한 것이 원인이다. 시·군지역 모두 신설관거의 경우 과거의 흙관에 비해 내화학적, 시공성 등이 우수한 PE관으로 교체되었음을 알 수 있다.

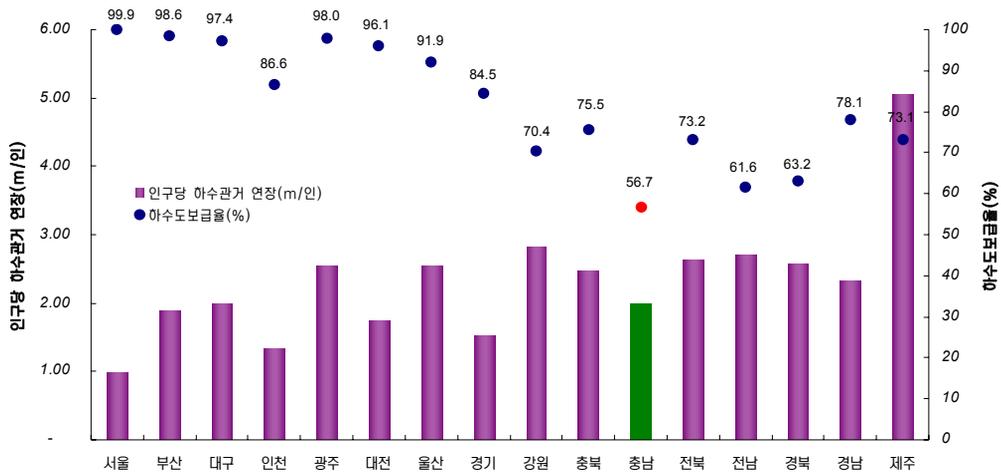


[그림 4-6] 충청남도내 하수관종 연장 추이

〈표 4-6〉 하수관거 재질별 연장 및 비율

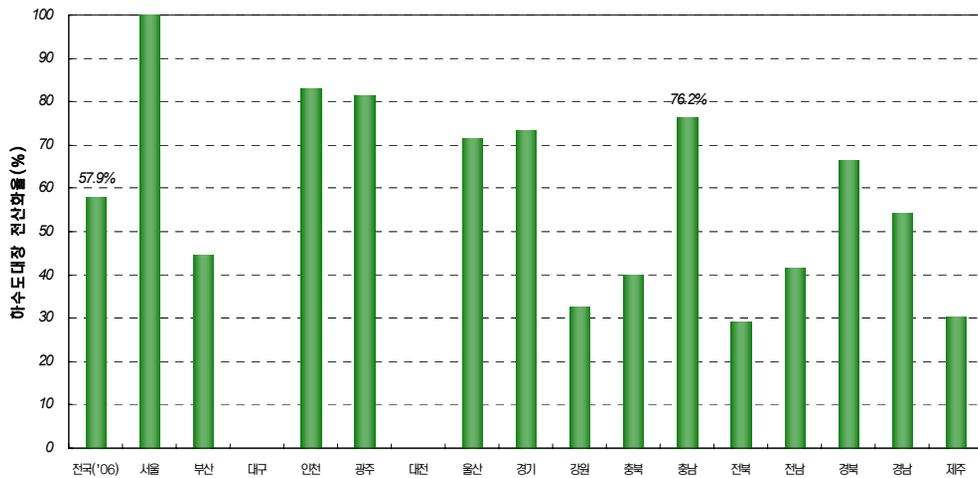
하수관거	전국		충남	
	연장(km)	비율(%)	연장(km)	비율(%)
총 계	43,206,416	100.0	1,593,202	100.0
흙관	21,063,110	48.7	256,437	16.1
PC관	1,104,550	2.6	107,437	6.7
VR관	605,895	1.4	32,246	2.0
PVC관	1,479,121	3.4	78,348	4.9
강화플라스틱복합관	137,299	0.3	8,695	0.5
유리섬유복합관	177,549	0.4	7,149	0.4
PE관	8,754,455	20.3	704,808	44.2
덕타일주철관	942,858	2.2	27,496	1.7
파형강관	1,284,415	3.0	49,419	3.1
레진콘크리트관	281,787	0.7	0	0.0
기 타	7,375,377	17.1	321,167	20.2

인구당 하수관거 연장은 하수관거 보급률과는 달리 가정이나 사무실, 공장 등 하수관거와 접속되어 오염원의 분포에 따라 영향을 받게 되며, 인구가 밀집되어 있는 도시지역의 경우 인구당 하수관거 연장이 짧아지게 된다. 충남의 경우 하수처리율이 56.7%로 전국 최저이고, 인구당 하수관거 연장도 2.0m/인으로 특별·광역시를 제외하고는 경기도 다음으로 연장이 짧은 것으로 나타났다.



[그림 4-7] 인구당 하수관거 연장

하수도시설 인프라 구축이 전국에서 가장 저조한 실적을 보이고 있는 충남이지만 [그림 4-8] 과 같이 하수도 대장 전산화율의 경우 특별·광역시를 제외하고는 가장 높은 값을 보여 특징적인 결과를 보였다.



[그림 4-8] 하수도 전산화율

2. 하수도 예산

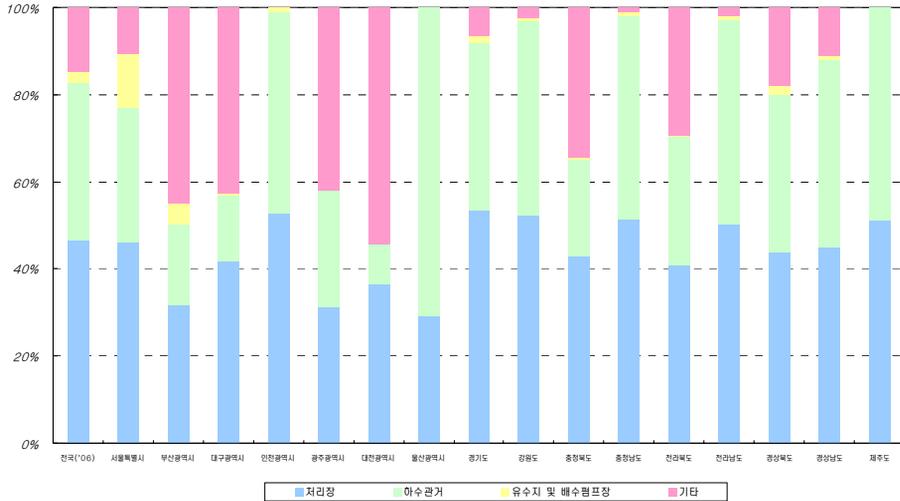
2006년 기준으로 우리나라 하수도사업의 총 지출은 48,628천만원이고 이중 22,689천만원(46.7%)이 하수처리시설에 17,586천만원(36.2%)이 하수관거에 투자되었다. 최근 10년간 하수도 부분의 투자예산이 꾸준히 증가하였으며, 특히 최근에는 하수관거 부분의 증가가 두드러지고 있음을 알 수 있다.

〈표 4-7〉 하수도부분 예산현황

(단위 : 천만원)

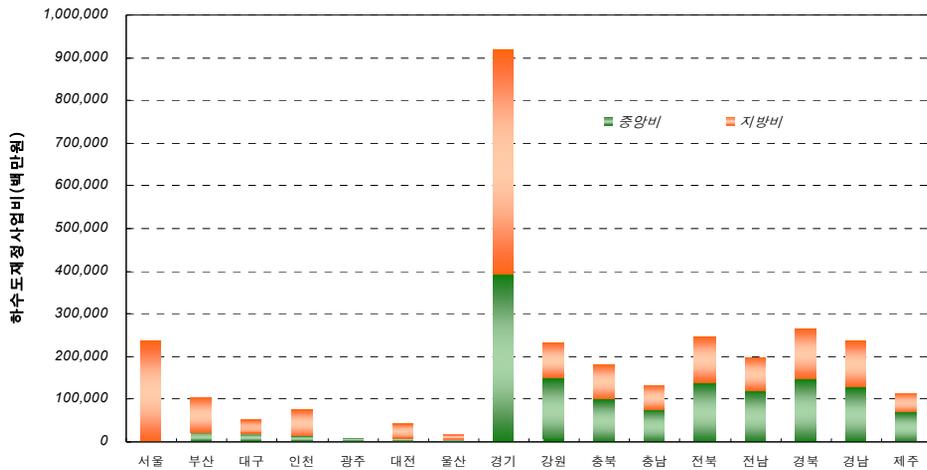
구 분	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06
총 계	25,255	26,688	30,912	31,612	38,144	40,462	42,795	46,675	48,628
하수처리시설	14,195	14,418	17,200	17,579	21,531	20,802	20,920	20,430	22,689
하수관거	8,604	8,982	10,385	10,202	12,120	14,232	14,277	17,890	17,586
유수지,배수펌프장	495	1,301	1,327	1,106	997	1,074	2,314	2,145	1,242
행정운영비 등	1,961	1,987	2,000	2,725	3,496	4,354	5,284	6,209	7,111

2006년 기준으로 충청남도의 하수도예산은 총 208,408백만원이고 이 가운데 하수처리시설과 하수관거에 소요되는 예산은 각각 106,969백만원과 97,279백만원으로 51.3%와 46.7%를 차지하는 것으로 나타났다.



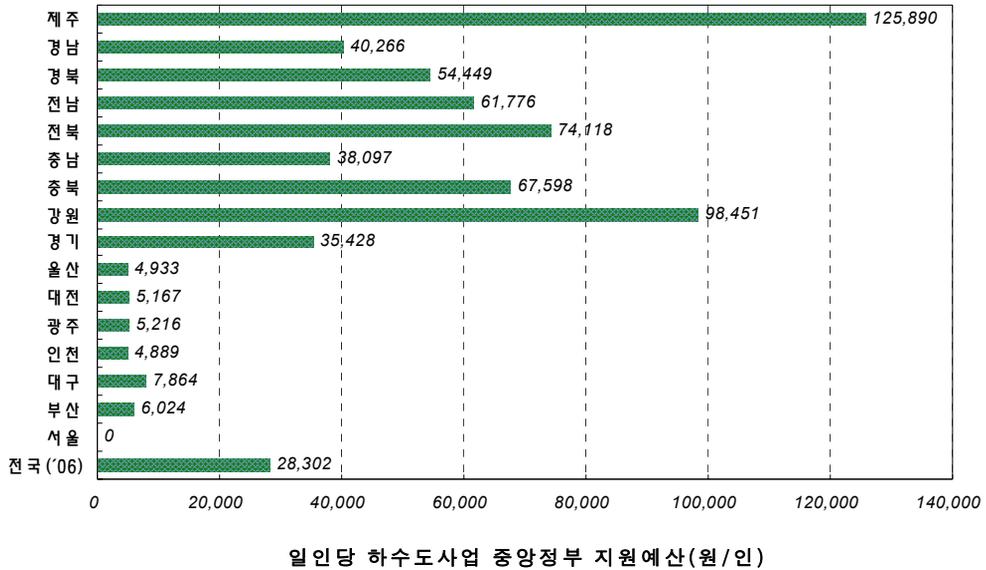
[그림 4-9] 전국 하수도 부분 투자비율

현재로서는 단기간에 하수처리율을 상승시키기 위해서 하수처리시설과 하수관거의 투자예산의 확대가 절실히 필요하고 특히 전국 최하위수준의 하수처리율 개선을 위해서는 하수도시설에 대한 예산투자가 절대적으로 필요한 실정이다.



[그림 4-10] 하수도 재정사업중 중앙비 및 지방비 비교

하수도 재정사업비에서 중앙정부지원비가 차지하는 비율은 전국 평균이 28.9%이고, 상대적으로 [그림 4-10]와 같이 경기도에 중앙비가 집중되어 있음을 알 수 있다



[그림 4-11] 인구당 하수도사업 중앙비 예산

충청남도는 시설이 저조한 군지역이 많기 때문에 중앙비가 36.6%, 지방비가 63.4%로 전국 평균에 비해 많은 중앙비를 지원받고 있지만, [그림 4-11]과 같이 인구당 중앙정부 지원금으로 비교하는 경우에는 일인당 연간 38,097원으로 특별·광역시 제외하고는 경기도 다음으로 저조한 것으로 나타났다.

3. 하수도 서비스

가. 하수도요금

하수도요금 현실화율은 실제 하수도요금으로 부과하는 비용대비 하수처리운영비의 비율을 의미하며 하수관거, 중계펌프장 등의 운영관리비용은 포함되지 않는다.

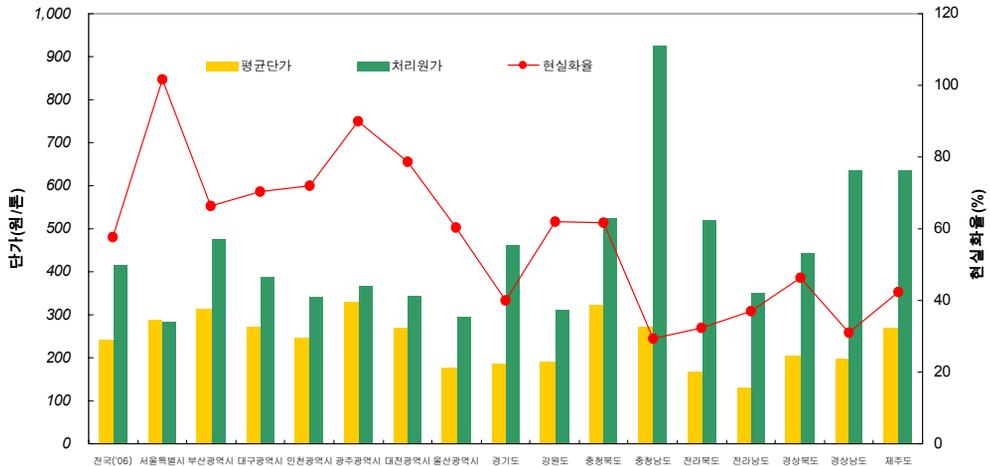
〈표 4-8〉 전국 하수도요금 현실화율

지역 (시·군·구)	연간부과량 (천톤) (A)	부과액 (백만원) (B)	평균단가 (원/톤) $C=(B/A*1000)$	처리금액 (백만원) (D)	처리원가 (원/톤) $E=(D/A*1000)$	현실화율 (%) $F=(C/E*100)$
전국('06)	4,807,600	1,156,708	241	2,000,450	416	57.8
서울특별시	1,135,172	327,060	288	322,151	284	101.5
부산광역시	383,465	120,673	315	182,244	475	66.2
대구광역시	288,077	78,497	272	111,643	388	70.3
인천광역시	250,992	61,742	246	85,682	341	72.1
광주광역시	138,830	45,814	330	50,940	367	89.9
대전광역시	159,873	43,188	270	54,952	344	78.6
울산광역시	180,096	32,088	178	53,236	296	60.3
경기도	1,052,122	194,569	185	485,980	462	40.0
강원도	90,400	17,354	192	28,010	310	62.0
충청북도	115,495	37,268	323	60,525	524	61.6
충청남도	112,590	30,509	271	104,257	926	29.3
전라북도	165,964	27,808	168	86,375	520	32.2
전라남도	147,250	19,031	129	51,338	349	37.1
경상북도	261,961	53,934	206	116,572	445	46.3
경상남도	278,775	54,620	196	176,991	635	30.9
제주도	46,538	12,552	270	29,554	635	42.5

<표 4-8>과 같이 전국단위의 현실화율은 1993년 48.1%에서 2006년 60.2%로 점진적으로 증가하는 추세로 나타났으며, 충청남도는 하수도요금 현실화율이 전국 평균의 절반에도 못미치는 29.3%로 가장 낮은 현실화율을 보였다. 충청남도는 재정자립도가 2006년말 기준으로 35.3%로 열악한 환경에서 하수도 서비스마져 사용자에게 원인 부담시키지 못하고 시·군비로 충당하므로서 재정악화를 가져오는 악순환이 계속되고 있다.

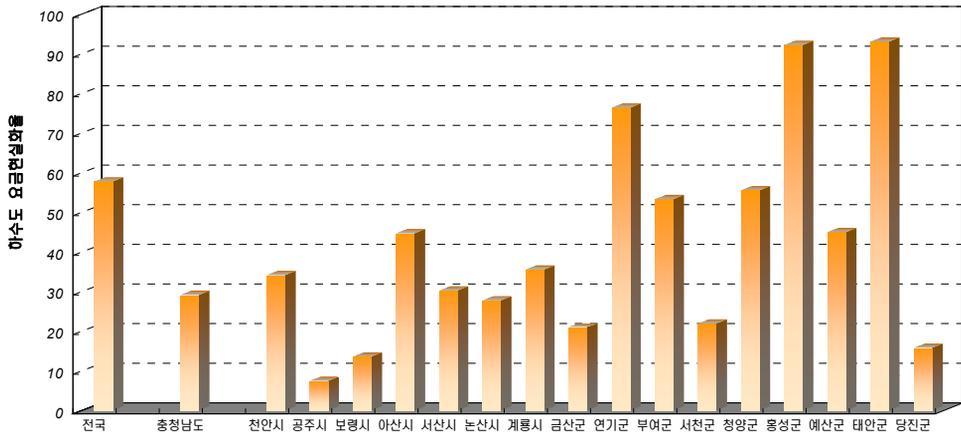
특히 하수처리시설의 처리원가가 962원/톤으로 전국평균 416원/톤의 2배가 넘어, 전국에서 하수처리비용이 가장 비싼 것으로 나타났다. 이는 하수처리시설 운영의 효율성 검토가 필요함을 의미하고, 앞서 검토한 하수도 요금 현실화율과 처리비용 절감을 통한 하수도 예산의 효율적인 집행이 요구되는 부분이다.

참고로 2007년 수행한 “충청남도 공공하수처리시설의 운영실태 분석 및 관리방안(2007)” 연구에서는 500m³/d 이상의 공공하수처리시설을 대상으로 한 조사에서는 처리원가가 138.9원/톤으로 나타났는데, 962원/톤과 크게 차이가 나는 것은 상대적으로 500m³/d 미만의 마을하수도처리에 소요되는 비용이 크기 때문이며 이 부분의 비용절감을 위한 노력도 필요할 것으로 판단된다.



[그림 4-12] 하수처리단가 및 요금 현실화율

충청남도내 시·군의 비교에서는 각 지자체별로 편차가 크게 나타나 처리시설의 규모나 공법, 운영방식 등에 영향을 받는 것으로 추측되었다. 상대적으로 연기군, 홍성군, 태안군의 현실화율이 높았고, 공주시의 경우 약 7.2%로 가장 낮은 현실화율을 보였다.



[그림 4-13] 충청남도 시·군별 하수처리요금 현실화율

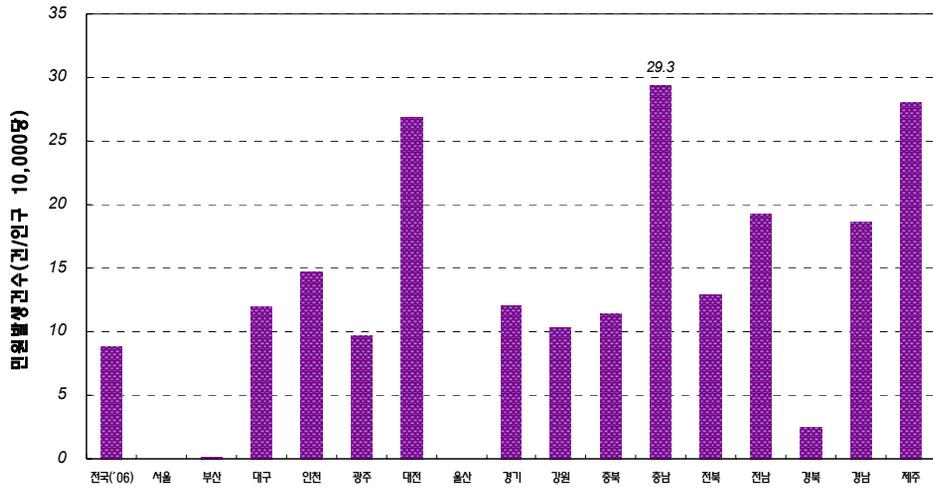
이러한 요금 현실화율의 차이가 발생하는 원인은 [그림 4-14]과 같이 요금단가는 200~400 원/톤으로 시·도별로 큰 차이가 없으나, 실제 하수처리원가는 큰 차이를 보이고 있다. 태안군의 경우 243원/톤으로 가장 낮았으며, 반면에 당진군은 1,756원/톤으로 약 7배의 차이를 보였다.



[그림 4-14] 충청남도 시군별 하수처리원가와 평균단가 비교

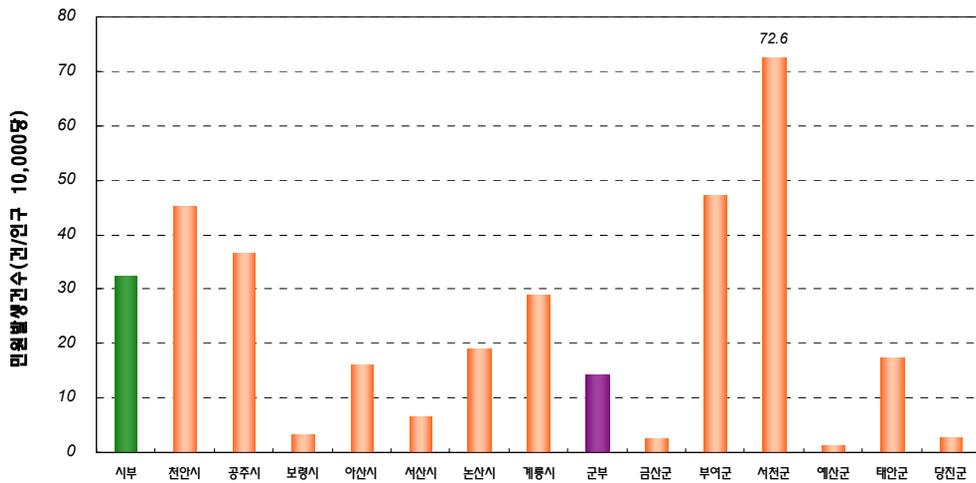
나. 하수도 민원발생

하수도 운영관리에 대한 간접적인 서비스 지표로 민원발생 건수를 들 수 있다. 2006년 하수도통계에 의하면 충청남도의 경우 인구 10,000명당 연간 하수도관련 민원이 29.3건으로 전국에서 가장 높게 나타났다. 민원유형은 기타가 전체 79.5%로 정확한 원인을 분석하기에는 어려움이 있으나 상대적으로 하수처리율이 낮은 상황에서 인구당 하수도 민원이 많은 것은 하수도 서비스에 문제가 있음을 보여주는 지표이다.



[그림 4-15] 전국 하수도 민원 발생건수

도내 지자체 가운데는 서천군이 72.6건으로 가장 민원이 많은 것으로 나타났으며, 시지역이 군지역에 비해 서비스불만이 더 높은 것으로 나타났다.



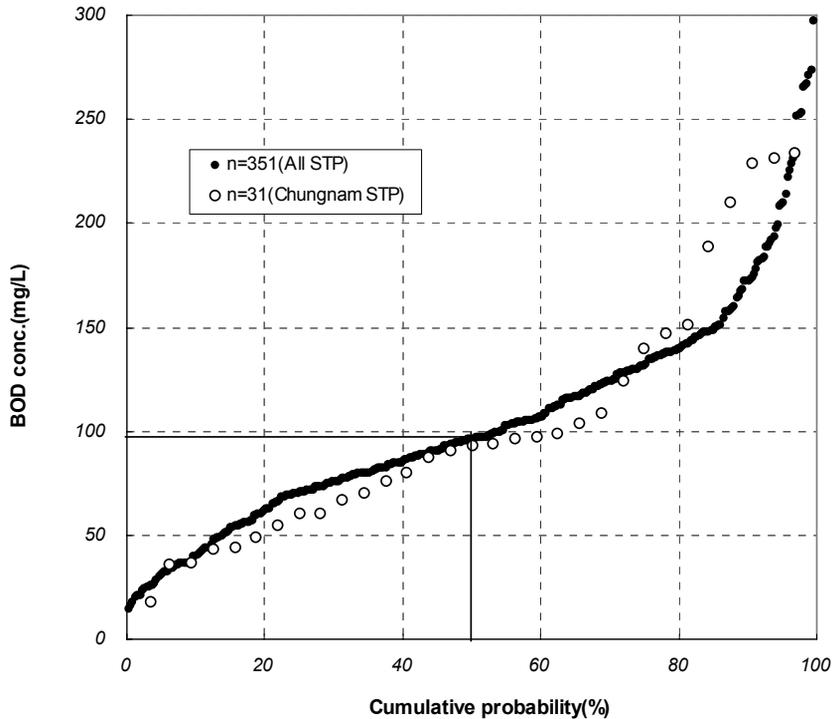
[그림 4-16] 충청남도 시·군별 민원발생건수

〈표 4-9〉 전국 하수도 민원 현황

지역 (시·군·구)	하수처리인구	민원유형								하수처리 인구당 민원건수
		총계	방류 수질	악취	미관	오염 사고	요금	불친절	기타	
전국('06)	36,029,719	31,854	126	5,613	681	65	2664	4	22,701	8.8
서울특별시	10,347,802	51	1	43	0	0	0	0	7	0.0
부산광역시	2,910,980	47	0	24	-	-	-	-	23	0.2
대구광역시	2,446,829	2,923	0	437	0	0	198	0	2,288	11.9
인천광역시	1,046,529	1,538	0	75	0	0	2	0	1,461	14.7
광주광역시	1,387,627	1,339	0	194	37	4	0	1	1,103	9.6
대전광역시	1,418,737	3,806	3	1,022	0	0	1	0	2,780	26.8
울산광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
경기도	8,937,755	10,770	105	1,715	112	29	1,397	2	7,410	12.1
강원도	939,946	972	0	250	11	6	8	0	697	10.3
충청북도	477,118	545	0	212	41	20	35	0	237	11.4
충청남도	1,034,162	3,030	2	298	77	2	240	1	2,410	29.3
전라북도	807,758	1,048	1	194	0	0	240	0	613	13.0
전라남도	782,466	1,506	2	617	99	2	157	0	629	19.2
경상북도	1,557,319	390	5	81	3	0	20	0	281	2.5
경상남도	1,633,327	3,044	7	137	27	2	366	0	2,505	18.6
제주도	301,364	845	0	314	274	0	0	0	257	28.0

4. 하수처리시설 유입수질 분석

하수처리시설의 유입수질은 하수관거의 건전성을 평가하는 간접적인 지표로 활용될 수 있다. 즉, 하수관거 부설로 인하여 발생하는 침입수/유입수에 의하여 하수처리시설 유입수질이 저하되며, 하수관거의 건전성이나 하수관거 정비사업의 효과를 설계수질 대신 실제 처리시설의 유입수질을 통하여 평가하고 있다.

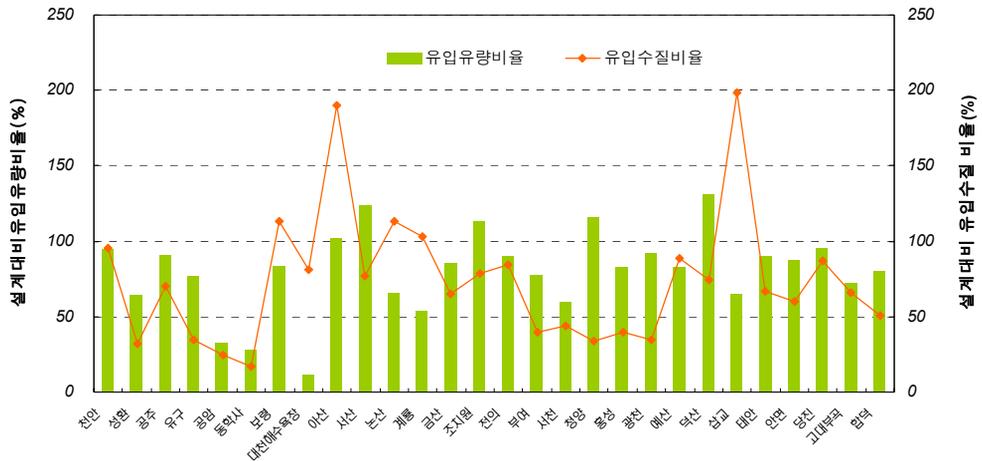


[그림 4-17] 하수처리시설 유입수질의 누적확률분포

누적확률분포 그래프에서 전체 하수처리시설의 50%에 해당하는 유입 BOD농도가 약 96.9mg/L로 나타났으며, 충남의 31개 하수처리시설의 유입수질농도의 확률분포는 전국 하수처리시설 분포와 비교했을 때 하위 70%정도의 처리시설은 상대적으로 유입수 BOD농도가 낮게 나타난 반면, 상위 30%는 농도가 더 높게 나타났다. 공공하수처리시설의 유입수 BOD 농도는 과거 분뇨직투입 이전에 대체로 150mg/L 전,후로 설계하여 왔으며, 이를 기초로 하수관거 불명수유입의 정도를 간접적으로 평가할 수 있는 지표이다.

도내 하수처리시설에 대하여 설계유량과 수질대비 유입유량과 수질을 비교한 결과 [그림 4-18]과 같이 처리시설별로 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 아산하수처리시설이나 삼교하수처리시설의 경우 유입수질의 비율이 약 200%에 근접할 정도로 고농도의 하수가 유입되는 것으로 나타났다. 반면에 서산, 조치원, 청양, 덕산하수처리시설은 유입유량은 설계유량을 초

과하였으나, 유입수질이 설계수질에 미치지 못하는 것으로 나타나 유입수/침입수의 영향이 있는 것으로 추정되었다.



[그림 4-18] 충청남도 하수처리시설의 유입유량 및 수질비율

이상과 같이 통계자료에 기초한 충청남도 하수도 인프라에 대한 분석결과, 하수도 및 하수관거 보급률이 전국 최저수준으로 시설확충이 시급하게 이루어져야 하며, 열악한 지자체 예산을 고려할 때 중앙정부와 민간자본의 투자유치가 필요할 것으로 판단된다. 특히 타도에 비하여 시지역의 하수처리율이 낮았는데, 이는 하수처리인구의 밀집도가 낮기 때문이며, 지자체간의 통합을 통하여 규모확대를 통한 처리율을 향상 필요가 있을 것으로 판단되었다.

또한 현재 하수처리시설의 운영에 소요되는 처리원가와 민원발생은 전국 최고수준이고 이에 반하여 요금단가는 최저수준에 그치고 있어 하수도 요금의 현실화를 통한 수익구조의 개선과 하수도 서비스에 대해서도 관심이 요구된다.

아울러 충청남도내 시·군간의 하수도시설의 구축에 큰 편차가 있으며, 특히 군지역의 시설보급이 저조한 것으로 판단된다. 하수도 인프라 구축시 시·군간의 거주형태, 생활양식, 방류수계 등의 차이를 고려해서 관거배제방식, 마을 하수도 보급, 지자체간 연계운영 등을 고려하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

제2절 실무자 설문조사

1. 설문조사 내용

본 설문조사는 각 지자체 하수도업무를 담당하고 있는 실무자를 대상으로 하수관거 정비사업의 이해도와 현장에서 제기하는 제도적, 기술적 문제점을 도출하고자 수행되었다. 총 16개 지자체에 설문을 의뢰하였고, 아산시, 논산시, 당진군, 청양군, 보령군, 서산군, 연기군, 서천군, 부여군, 홍성군으로부터 결과를 수집하였다. 설문항목은 하수관거 운영관리 문제점, 하수관거 정비사업 추진의 문제점 등 총 8개 항목으로 구성되어 있으며 각 항목별로 4~7개의 문항중 선택할 수 있도록 구성하였다.

1. 다음 중 하수관거 운영관리의 주요한 문제점으로 판단되는 것은?

- ① 산업기반, 정책 등 거시적 여건 문제
- ② 광역화 부진 등 사업구조 문제
- ③ 전문인력부족, 순환보직 등 조직, 인사관리 문제
- ④ 예산부족, 현실화율 등 재정 문제
- ⑤ 시설 및 운영, 통계, 시스템 등 기술 문제
- ⑥ 민원대응 등 대민서비스 문제
- ⑦ 그 외 의견 :

2. 하수도사업 거시적 여건상의 주요한 문제점으로 판단되는 것은?

- ① 하수도관련 기업의 영세성 등 산업기반 문제
- ② 국가지원 등 정책적 지원 문제
- ③ NIMBY 등 하수도사업에 대한 국민인식 문제
- ④ 기타 :

3. 하수도 사업구조 및 관리 문제점

- ① 동일 유역 내 지자체간 사업 분리 등 행정구역별 관리의 문제
- ② 하수관거와 처리시설 분리관리 등 통합관리 부진으로 인한 문제
- ③ 민간위탁관리 등 민간참여 운영방식의 문제
- ④ 하수관거 정비사업 추진 등 사업추진과정상의 문제
- ⑤ 성과관리 등 평가 및 경쟁 시스템 도입 부재
- ⑥ 기타 :

4. 하수관거 정비사업 사업 추진시 가장 어려운 점

- ① 정비물량산정
- ② 예산부족
- ③ 시공관리감독 인력부족
- ④ 중앙정부(대행 환경관리공단)와의 의견조정
- ⑤ 민원업무
- ⑥ 하수처리시설의 연계운영
- ⑦ 기타 ()

5. 조직/인사관리상의 주요한 문제점으로 판단되는 것은?(복수응답가능)

- ① 전문성 향상을 위한 교육훈련 부족
- ② 고급인력 확보 어려움
- ③ 연공서열 위주 인사
- ④ 잦은 인사이동에 의한 업무연속성 결여
- ⑤ 승진적체
- ⑥ 급여/복지 등 낮은 근무여건
- ⑦ 성과보상제도 미흡

6. 재정관리상의 주요한 문제점으로 판단되는 것은?(복수응답가능)

- ① 시설운영비 과도
- ② 재정자립도가 낮음
- ③ 사업운영자의 독립적 예산편성, 예산조정 권한 제한
- ④ 의회 요금결정으로 인한 현실화 부진
- ⑤ 민간투자 활성화 부진
- ⑥ 기타 :

7. 기술상의 주요한 문제점으로 판단되는 것은?(복수응답가능) ③,⑤

- ① 비점오염원 대책 문제
- ② 집중호우 등 방재 대책 문제
- ③ 관거 준설 등 유지관리 부실 문제
- ④ 기초통계 부실 문제
- ⑤ GIS, 통합관리 등 전산시스템 기반 부족 문제
- ⑥ 노후/개량 대상 부실 관거 문제
- ⑦ 기타 :

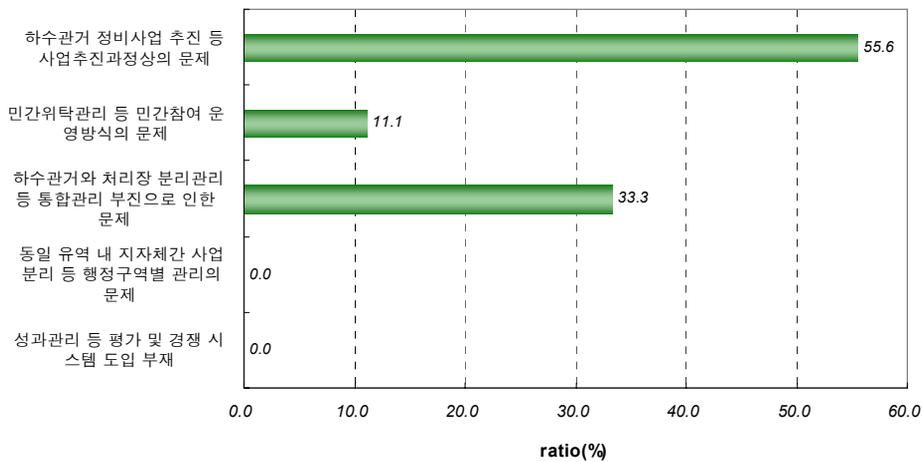
8. 대민서비스상의 주요한 문제점으로 판단되는 것은(복수응답가능) ①,②

- ① 하수관거 정비사업 관련(교통, 소음 등)
- ② 악취
- ③ 지하수오염
- ④ 침수(방재대책)
- ⑤ 오수정화조 문제
- ⑥ 관 파손에 의한 지반함몰
- ⑦ 기타 :

2. 설문조사 결과

가. 하수관거 운영관리

하수관거 운영관리 과정에서 실무자가 체감하는 문제점은 예산부분(예산부족, 현실화율 등)과 인력부분(전문인력부족, 순환보직 등)이 큰 것으로 나타났다.



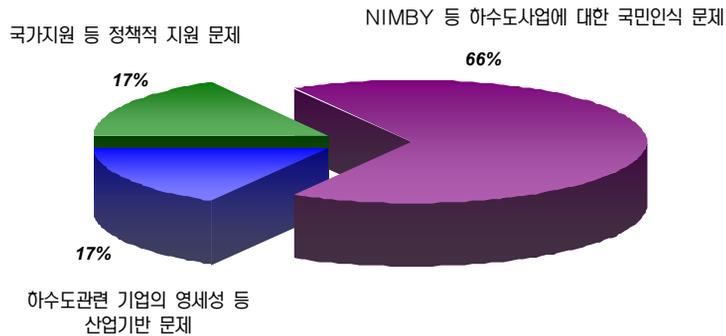
[그림 4-19] 하수관거 운영관리 문제점

충남지역 지자체의 예산부족 문제는 앞서 하수도 통계분석에도 나타났듯이 하수처리율에 비해 중앙정부의 재정지원이 충분하지 않은 것이 원인이고, 또한 하수도요금의 현실화율이 낮은 것도 한 원인이라 할 수 있다.

나. 하수도사업의 문제점

하수관거를 포함한 하수도사업의 거시적인 문제점은 예상한 바대로 하수도사업에 대한 부

정적인 국민인식이 가장 큰 문제로 나타났다. 하수처리시설 건설의 NIMBY 문제뿐만 아니라 하수관거 정비사업에도 민원과 배수설비공사시 주민협조 등 아직도 하수도사업에 대한 부정적인 인식이 큰 것으로 나타났다.



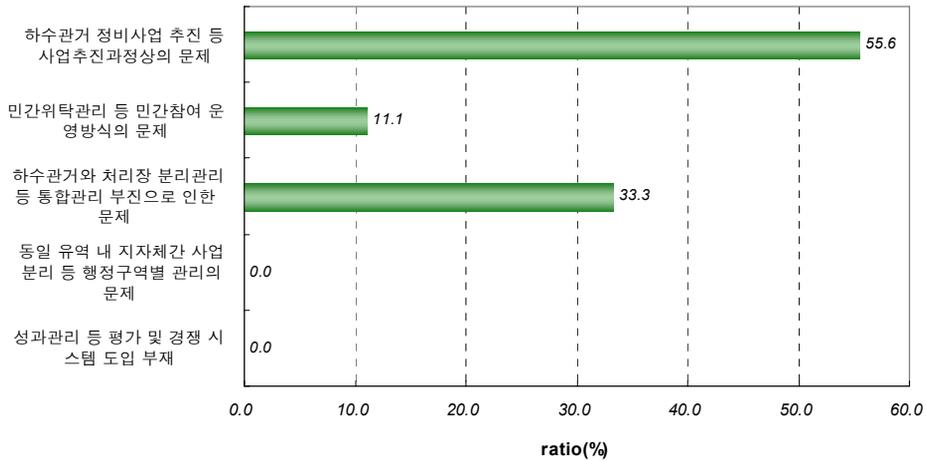
[그림 4-20] 하수도 사업추진의 거시적 문제점

최근 하수관거 BTL 사업에서는 이러한 주민 인식제고를 위하여 기본계획 수립 전 여론조사, 공청회 등을 1회 이상 실시하고, 주민이 참여하는 BTL사업 추진협의회를 구성하여 주무관청에 대한 자문기구 성격으로 운영하도록 하고 있다. 또한 정비사업 이후 운영관리 단계에서는 성과평가위원회에 주민대표를 평가위원으로 위촉하여, 서비스 내용·수준에 대한 주민의견을 제시하도록 하였으며 「Service-center」를 설치·운영하여, 민원에 즉각적으로 대처하고 그 결과를 성과평가항목에 포함시키도록 하였다.

다. 하수도사업 구조의 문제점

하수도사업의 추진시 어려운 점으로는 2002년을 기점으로 “하수관거정비 타당성 조사”와 각 지자체별 하수관거 정비사업 등이 연이어 벌어지고 또한 최근에는 하수관거 정비사업 방식

이 정부와 지자체 재원에서 민간투자의 BTL 사업으로 전환됨에 사업추진 절차가 복잡해지고 준공성과, 운영관리 방식 등이 새롭게 도입되는 등 사업을 집행하는 실무자의 업무이해에 어려움이 큰 것으로 나타났다.

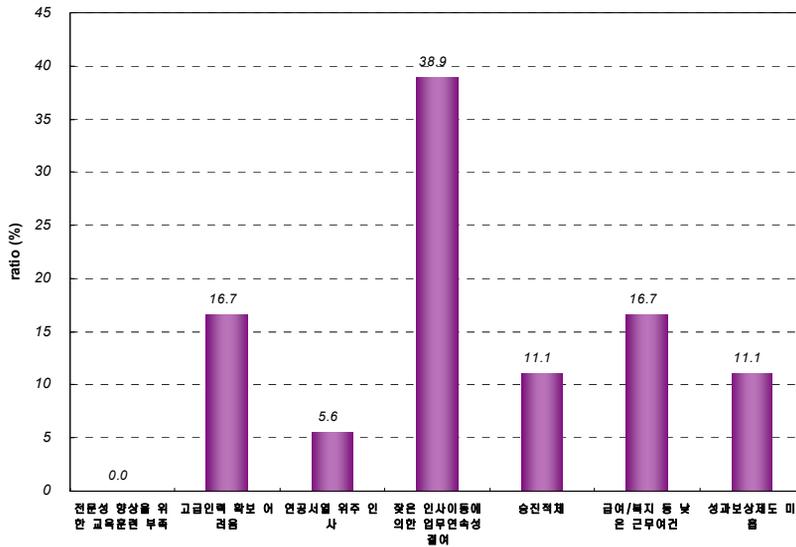


[그림 4-21] 하수도사업의 구조적인 문제점

일부 지자체에서는 기존에 BTO 방식으로 운영 중인 하수처리시설과 향후 BTL과 직영으로 운영될 하수관거의 통합관리부분의 문제점을 지적한 경우도 33.3%를 차지하였다.

라. 조직 및 인사

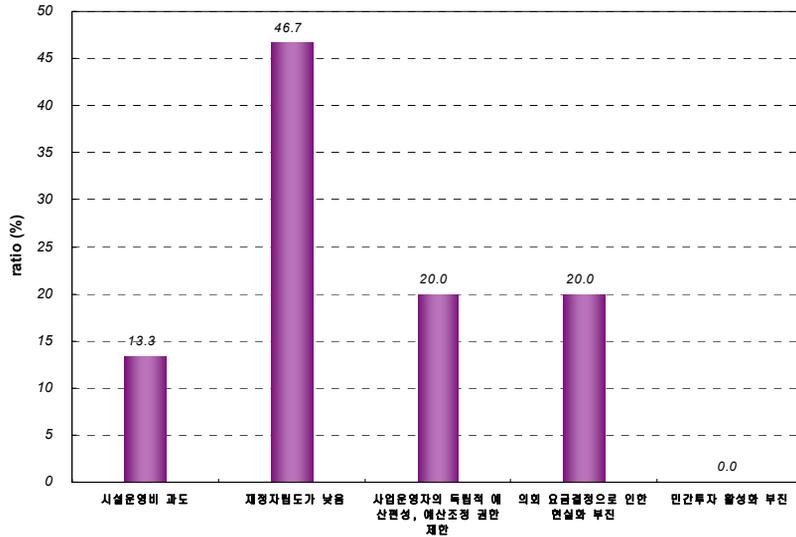
조직 및 인사관리상의 문제는 응답지의 약 40%가 잦은 인사이동에 의한 업무연속성의 문제를 가장 많이 꼽았으며, 하수관거분야의 전문인력 부족과 급여/복지 등 열악한 근무여건을 문제로 지적하였다.



[그림 4-22] 조직 및 인사관리의 문제점

마. 재정관리

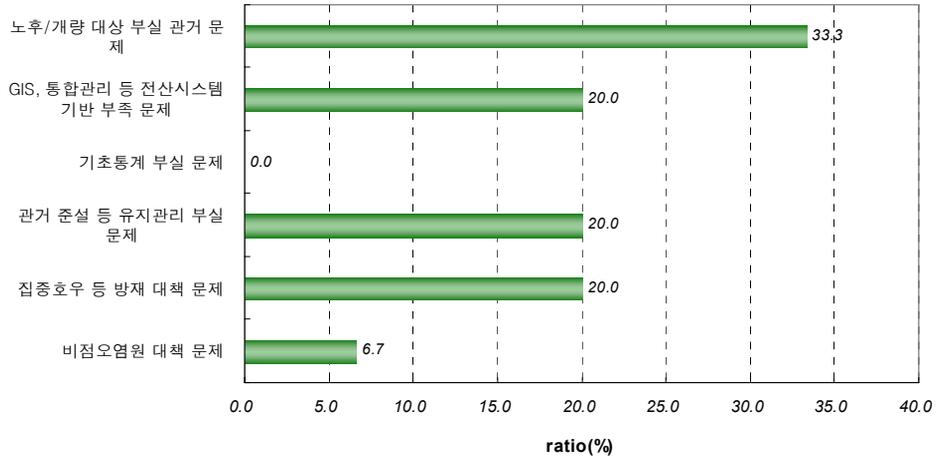
하수관거 분야 예산의 문제점은 역시 재정자립도가 낮아서 지방비투자가 원활하지 못한 점을 가장 큰 문제로 인식하고 있으며, 의회의 하수도 요금결정에 의한 요금현실화를 저조와 하수도 예산의 독립적인 편성 및 조정에 제한이 있는 점 등을 지적하였다.



[그림 4-23] 하수도 재정관리상의 문제점

바. 기술적 문제

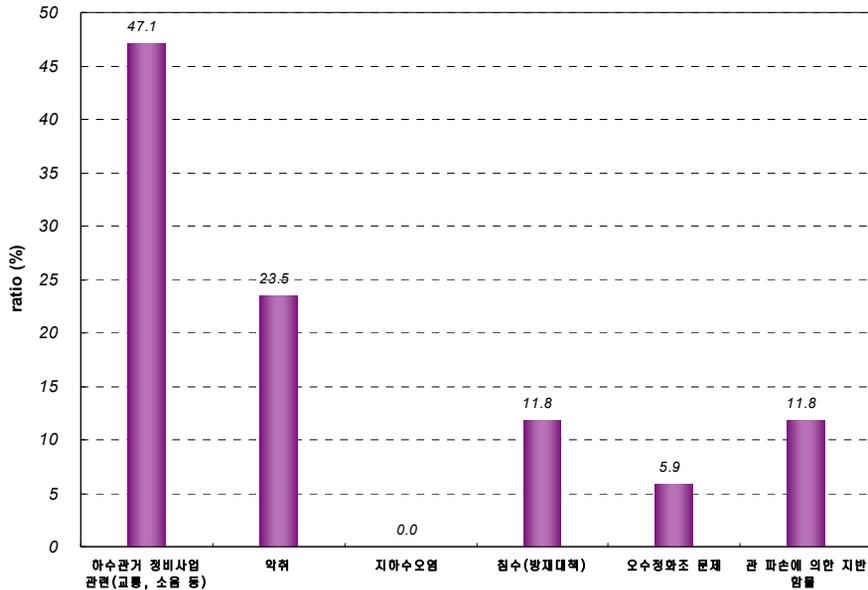
하수관거 운영관리에서 기술적으로 느끼는 애로사항은 노후/개량 대상관거를 선별하여 정비하는 부분에 가장 많은 응답을 했고, 전산시스템, 유지관리기술, 방재대책 등에도 기술적으로 문제가 있음을 지적하였다.



[그림 4-24] 하수관거 운영관리의 기술적 문제점

사. 서비스 문제

대민서비스부분에서는 하수관거 정비사업시행 중에 발생하는 각종 민원을 47.1%로 가장 큰 문제점으로 응답하였고, 최근 늘어나는 악취 민원이 그 다음으로 많았다.



[그림 4-25] 하수관거 사업의 대민 서비스 문제점

이상과 같이 충청남도내 지자체 하수관거 실무자들을 대상으로 한 설문조사결과를 요약하면, 예산부족에 따른 하수관거 운영관리의 어려움이 큰 것으로 나타났다. 최근 시행되고 있는 하수관거 정비사업의 추진과정에서 불완전한 제도 및 절차로 인한 변동성 문제와 새로운 운영관리 기술을 감독할 수 있는 전문인력 확보의 필요성을 제기하였다.

아울러 충청남도에서는 하수관거 정비사업이 중앙정부 중심의 민자사업으로 진행되고 환경관리공단이 지자체를 대행하여 사업을 추진함에 따라 도차원에서 종합적으로 감독하고 관리할 수 있는 행정권이 줄어들었으며, 이로 인하여 도내 지자체 간의 균형있고 체계적인 사업진행이 어려운 점을 문제로 지적하였다.

제5장 결론 및 제언

충청남도 하수관거의 시설 현황과 운영관리 실태를 조사한 결과 하수도 인프라 부족, 하수도예산 부족, 체계적인 하수관거 정비 및 운영관리를 위한 조직과 전문인력 확보 필요 등의 시설, 예산, 인력, 조직에서 총체적인 문제점을 가지고 있는 것으로 나타났다.

충청남도에서는 이러한 근본적인 문제들을 개선하기 위해서는 중앙정부 차원에서 추진 중인 국가하수도 종합계획, 유역하수도 정비계획, 하수시설 위탁관리제도 개선 등 다양한 정책과 제도를 보다 능동적으로 도입할 필요가 있을 것으로 판단된다.

하수관거 운영관리개선을 위해 도입가능 한 정책을 소개하면 다음과 같다.

가. 수평적 분할의 문제 해결 :

충청남도뿐만 아니라 국내 하수도사업은 운영 및 관리의 단위가 해당 지역의 지자체로 사업 단위가 행정구역에 따라 불균등하게 또한 지나치게 많은 수로 분할되어 있다. 특히 충청남도 와 같이 하수도 인프라가 부족한 지역에서도 시·군단위로 독립적인 처리시설과 관거시설을 운영하고 있어 지자체별로 보급률, 요금, 서비스 등에서 큰 차이를 보이고 있다. 또한 타 도에 비하여 인구밀집도가 상대적으로 낮은 특성은 각 지자체의 하수처리율을 상승시키는데 큰 장애가 되고 있다.

이러한 이유로 인하여 충청남도는 중앙정부에서 계획하고 유역하수도 정비사업을 도입하는 시범대상지역으로 좋은 입지를 가지고 있다.

유역하수도 정비계획은 유역내 하수도시설의 배치, 용량 및 설치 우선순위 등을 결정하는 것으로 유역(광역)내의 지자체별 하수도 계획보다 상위계획으로서 종전의 행정구역 중심의 시설 설치 및 운영계획과 점오염원 위주의 수질관리로 시설의 중복투자 및 비효율적인 운영을 개선할 수 있고 오염총량관리제와의 연계 및 비점오염원을 포함한 효율적인 수질관리가 가능하다.

충청남도의 주요 수계 유역을 중심으로 인근 지자체의 기존 하수도시설을 소프트웨어적으로 통합하고, 신규시설의 경우 처리시설의 입지와 차집관거 광역화를 통하여 통합시설을 건설함에 따라 규모의 경제가 실현되고 중복투자에 의한 손실을 최소화 할 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 수평적 통합을 이루기 위해서는 충청남도를 중심으로 각 지자체의 이해관계를 조정할 수 있는 기구와 제도가 필요하고(지방공사형태), 무엇보다도 지자체의 현재 조직과 시설을 효과적이고 장기적으로 활용할 수 있는 방안을 도출하는 것이 중요하다.

덧붙여 환경부가 계획하고 있는 이러한 유역하수도 사업을 선제적으로 도입함에 따라 다양한 인센티브를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

나. 수직적 분할의 문제 해결 :

하수도사업은 사업성격상 통합운영의 가능성 및 그에 대한 유인이 충분함에도 불구하고 하수관거와 처리시설로 이원화된 현재의 접근구도로 인해 단위시설의 효율화에 집중함에 따라 하수관거, 펌프장, 하수처리시설 등으로 분할된 관리체계를 가지고 있다.

하수처리시설의 경우 민간위탁이 확대되고 있는 경향이 있으나, 최근 시행되고 있는 하수관거 BTL사업의 경우 하수관거 정비 후 새로운 민간운영 관리사가 등장하게 되고, 이는 필연적으로 하수관거와 하수처리시설, 심지어 동일 지자체내에서 배수유역별로 상이한 하수관거 운영관리사가 존재하는 기형적인 형태를 갖게 될 것이다.

이처럼 하수도인프라에 대한 관리주체의 분할은 시설의 연속성과 통합성에 매우 비효율적인 결과를 가져올 것이 분명하며 이러한 수직적 분할문제를 해결하기 위해서는 시설의 통합과 전문 위탁관리의 확대가 필요하다.

최근 '국가하수도종합계획(2007)'에서는 하수도 산업의 육성방안으로 전문기관에 의한 위탁 운영을 적극적으로 장려하고 있으며, 실제로 하수처리시설의 경우 민간위탁운영이 지자체 직영에 비해 운영관리비용면에서 효과적인 결과를 보여주고 있다.

이러한 전문기관 위탁 방안은 단기적으로는 하수도사업자간의 연합, 공사화를 검토하고 장

기적으로는 민간과 경쟁관계에 있는 공기업의 하수도 사업분야의 민영화를 추진하는 것을 골자로 하고 있으며, 또한 지자체의 하수도시설 운영·위탁방식을 성과주의 및 포괄적 위탁방식으로 전환하는 것이 필요하다고 언급하였다.

이처럼 하수도 인프라 관리의 수직적 분할문제는 앞서 검토한 지역적(수평적) 분할문제와 동시에 검토되어야 하며, 지자체 및 시설간 통합을 통한 광역화, 전문화를 통하여 효율성을 극대화할 수 있는 방안으로 접근하는 것이 바람직하며, 충청남도를 중심으로 보다 심도있는 논의와 고민이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 상하수도협회, 하수도시설기준, 2004
2. 이상진외, 충청남도 공공하수처리시설의 운영실태 분석 및 관리방안, 2007
3. 환경부, '06년 하수종말처리시설 운영관리실태 분석, 2007
4. 환경부, 公共下水道施設 運營·管理 業務指針(改正), 2007
6. 환경부, 2007하수도통계, 2008
7. 환경부, 하수도정비기본계획수립지침, 2007
8. 환경부, 하수도사업 민간투자 업무처리지침, 2007
9. 환경부, 국가 물 수요관리 종합대책, 2007
10. 환경부, 국가하수도종합계획('07~'15) 2007
11. 환경부, 하수관거 임대형 민자사업(BTL) 성과요구수준서 표준안, 2008
12. 환경부, 하수도시설 위탁관리제도 개선연구, 2007
13. 환경부, 하수관거정비 종합계획, 2002

■ 집 필 자 ■

연구책임 · 한국수자원공사 수자원연구원 이두진 책임연구원

충남발전연구원 수질총량관리센터 김홍수 전임연구원

기획연구 2008-15 · 충청남도 하수관거 현황 및 운영관리 개선방안

글쓴이 · 이두진, 김홍수 / 발행자 · 김용웅 / 발행처 · 충남발전연구원

인쇄 · 2008년 12월 31일 / 발행 · 2008년 12월 31일

주소 · 충청남도 공주시 금홍동 101 (314-140)

전화 · 041-840-1222(직통) 041-840-1114(대표) / 팩스 · 041-840-1219

ISBN · 978-89-6124-077-2 93500

<http://www.cdi.re.kr>

©2008. 충남발전연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 이 연구는 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.