

# ToSS를 이용한 하수관거내 유량데이터 활용방안에 관한 연구

## A Study for Particle use of Sewer Flow Data by using ToSS

최계운\*, 이소영\*\*, 이호선\*\*\*, 김종영\*\*\*\*

Gye Woon Choi, So Young Lee, Ho Sun Lee, Jung Young Kim

---

### Abstract

Infiltration and Inflow(I/I) through the old or broken sewer are caused falling efficiency of sewage treatment plants. Recently, to solve these problems maintenance work of sewer pipes is progressing and sewer flow is metered for I/I survey.

In this paper, metered sewer data at GyeongGi-Do H city for two years are analyzed by ToSS program. And this paper suggest particle use of sewer flow much data for many years.

*Key word* : Infiltration, Inflow, ToSS, sewer data

---

## 1. 서 론

국내의 하수도 시설은 서구나 일본의 하수관거 중심의 시스템과는 달리 도시침수방지를 위한 우수배제 기능 위주의 시스템을 기반으로 하여 진행되어 왔다. 이러한 하수처리율 개선 위주의 사업은 하수처리장의 구조적인 문제와 비합리적인 분류식 하수관거체계를 초래하였으며, 실무자들의 하수관로에 대한 인식 부족과 정비 소홀은 환경오염과 유지관리에 있어서 많은 문제점을 도출시켰다.

환경부는 우리나라의 하수도 정책이 이제까지의 하수처리장 건설 위주에서 생활하수를 가정에서부터 하수처리장까지 이송하는 하수관거정비 위주로 전환할 것임을 발표하였고 이러한 정책의 일환으로 2005년 시작된 하수관거 정비 민간투자사업(BTL사업)으로 전국적으로 대대적인 개·보수 사업이 이루어질 전망이다.

하지만 정비사업의 기본방향을 수립하고 사업 후 성과를 제시하는데 있어서 시행되는 I/I분석과 유량 및 수질조사는 부정확한 자료조사와 경험부족으로 많은 난항을 겪고 있는 실정이다. 특히 대부분의 I/I 조사 시 수행되는 유량조사는 1~2개월간의 유량자료를 위주로 분석되고 있어 계절적 영향을 고려하기 힘든 상황이며, 공사완료 후 이루어질 20년 동안의 유량데이터의 활용방향에 대한 연구도 미진한 상태이다.

이에 표준GIS 기반위에 국내실정을 감안하여 해석 알고리즘을 적용, 개발한 ToSS를 이용하여 장기간 축적된 유량데이터를 유용하게 활용하는 방안을 제시하고자 한다.

## 2. I/I 분석 방법 및 해석모형 선정

### 2.1 분석 방법

---

\* 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수 · E-mail : gyewoon@incheon.ac.kr

\*\* 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 석사과정 · E-mail : pure2450@paran.com

\*\*\* 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 박사과정 · E-mail : indejavu@incheon.ac.kr

\*\*\*\* 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 석사과정 · E-mail : enline@nate.com

측정된 하수관거내의 수심, 유속, 유량 자료들은 5분 간격으로 조사된 것으로 2년 동안의 데이터(2004년 5월 ~ 2006년 2월)를 60분으로 평균하고 침입수 분석에서 중요한 기초자료인 일별 최소유량을 파악하여 월별, 계절별 유량의 변화를 분석하였다.

유량조사시 발생하는 오류데이터는 1차적인 기계적 오류라고 볼 수 있는 ‘-’데이터와 ‘0’데이터, 그리고 관직경보다 수심이 크게 측정된 데이터는 분석시 제외하였고 기상청에서 획득한 기상정보를 활용하여 건기와 우기데이터를 구분, 강우에 의한 영향을 최소화하여 ‘강우영향일수 1일’로 설정하였다.

## 2.2 해석모형 선정

ToSS(Total Sewer Operation and Management System)는 인천대학교 토목환경시스템공학과 환경수리연구실과 (주)수로텍 기술연구소가 공동으로 개발한 통합 하수관거 유지관리를 위한 프로그램으로 지하시설물 관리, 하수관망 및 개수로 해석과 지표면 유출해석, 필터링, I/I분석, 수질분석, 의사결정, 사업효과분석의 7가지 프로그램으로 구성되어 있다. 장기간 축적된 유량, 수질 및 기타 자료들을 분석에 적합하게 정렬하고 체계적인 해석 수행을 위해서 ToSS의 필터링과 I/I분석 프로그램을 사용하였다. 또한 조건별 검색기능과 분석기능을 돕고로서 하수관거 정비공사 완료 후 유지관리에서 20년간 축적될 방대한 양의 자료들을 분석하기에 적합한 프로그램으로 사료된다.

그림 1.은 ToSS 모형을 활용한 유량데이터 분석과정을 나타낸 것이다.

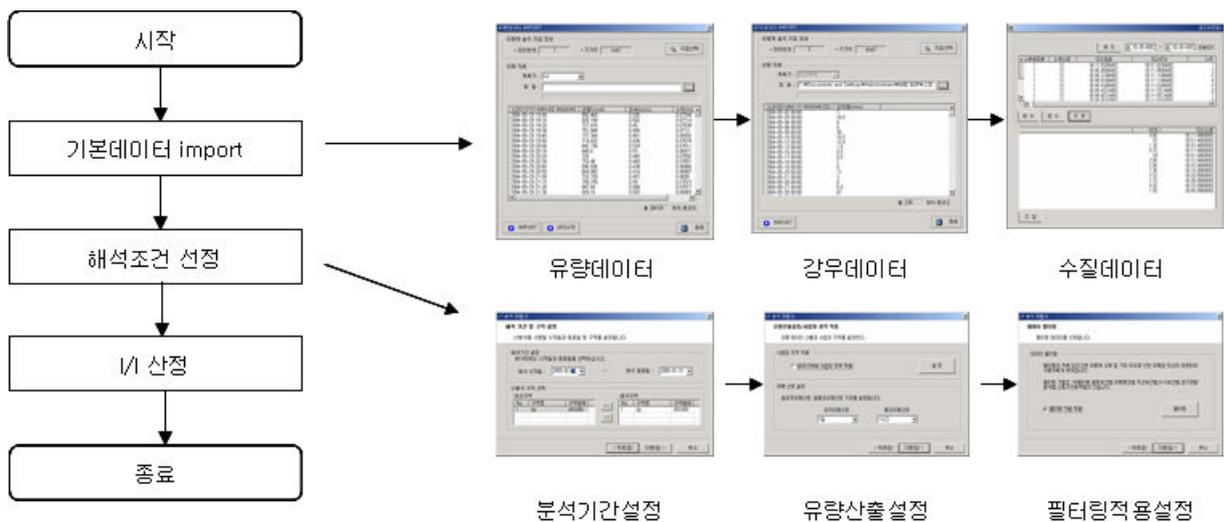


그림 1. ToSS 모형을 활용한 유량데이터 분석과정

## 3. 대상지역 선정 및 현황

대상지역은 현재 하수관거 정비가 수행되고 있는 경기도 H시의 유량계설치 고정식지점을 선정하였으며 대상 지역의 인구수는 118명이고, 면적은 3.9ha 이다. 본 지역은 합류식 처리방식이며 대부분의 관이 600mm 인 흙관으로 구성되어있다.

그림 2.는 대상지역의 현황을 나타낸 사진이다.



그림 2. 대상지역 현황

#### 4. 대상지역 유량발생현황

강우량 2mm 이상을 강우일로, 강우가 하수유량에 영향을 미치는 기간을 1일로 임의 가정하여 우기를 정하였다. 그림 3.과 그림 4.는 이를 제한 건기시 측정된 유량데이터를 60분 간격으로 평균하여 정리한 그래프이다. 그림 3.은 2004년 5월부터 2005년 1월까지 기간동안의 일별 최소유량을 날짜별로 정리한 그래프이고, 그림 4.는 마찬가지로 2005년 2월부터 2006년 2월까지의 기간동안 일별 최소유량을 도시한 것이다.

같은 지역임에도 불구하고 두 그래프는 평균 436.7CMD 이상의 차이를 보여주고 있는데 이는 2004년까지 진행된 정비사업으로 인한 침입수 감소의 영향이라 판단된다.

그림 4.를 살펴보면 2~3월 달과 6~8월 달 일별 최소유량이 높게 나타나는 것을 볼 수 있으며 12월 달에 가장 낮은 값을 나타내고 연간 최대치의 차이는 43.57CMD인 것으로 나타났다.

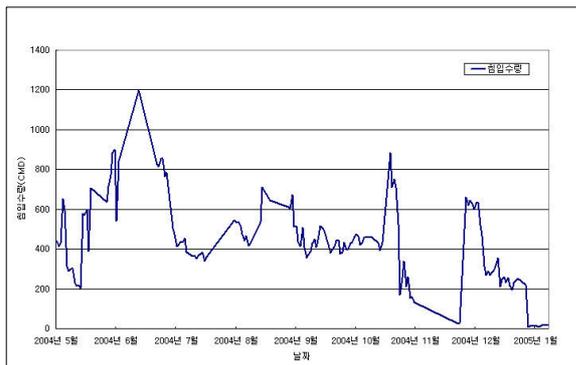


그림 3. 2004.05 ~ 2005.01 일별 최소유량

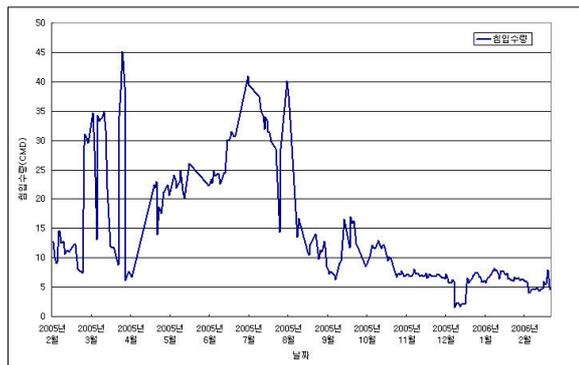


그림 4. 2005.02 ~ 2006.02 일별 최소유량

#### 5. 유량데이터를 활용한 I/I분석

##### 5.1 분석 방법

분석방법은 환경관리공단에서 제시한 방법 중 확보된 유량만으로 분석이 가능한 ‘일최대유량 평가법’을 사용하였고, 사업효과가 나타나기 시작한 2005년 2월 ~ 2006년 1월 동안의 유량데이터를 분석하였다.

월별, 계절별 침입수량 및 기준강우량 2mm, 3mm, 4mm와 강우영향일수 1일, 2일, 3일 적용에 따른 I/I 변화를 분석하였다.

##### 5.2 I/I 분석 결과

표 1.은 2005년 2월부터 2006년 1월까지의 월별 총강우량 및 평균침입수량, 계절별 총강수량 및 침입수량을 도표로 나타낸 것이다.

표 1. 월별 총강수량 및 침입수량

기간	총강수량 (mm)	침입수량 (CMD)	계절	총강수량 (mm)	침입수량 (CMD)
2005년 2월	17.2	13.62	봄	193.0	22.00
2005년 3월	12.5	27.22			
2005년 4월	94.7	15.99			
2005년 5월	85.8	22.79	여름	722.9	25.78
2005년 6월	168.5	26.36			
2005년 7월	269.4	32.16			
2005년 8월	285.0	18.83	가을	410.5	9.70
2005년 9월	313.3	11.55			
2005년 10월	52.6	10.46			
2005년 11월	44.6	7.11	겨울	31.1	8.52
2005년 12월	10.3	5.10			
2006년 1월	3.6	6.83			

표 2.는 위의 도표 내용을 그래프화하여 나타낸 것이다.

월평균 침입수량의 최대값과 최소값의 차이는 27.06CMD로 강우값이 높을 때 침입수가 증가하는 추세를 보였고, 계절평균 침입수량은 봄, 여름이 비슷하게 산출되었고, 가을, 겨울이 유사하게 나타났다.

표 2. 계절별 총강수량 및 침입수량

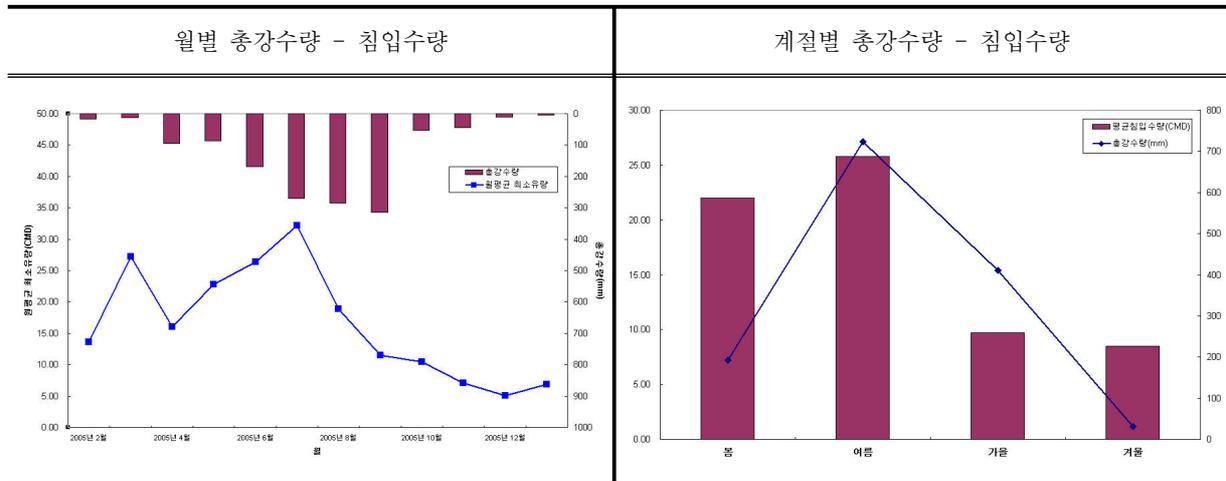


표 3.은 기준강우량과 강우영향일수에 따른 I/I 분석값을 나타낸 것이다.

기준강우량을 2mm로 적용했을 때와 4mm로 적용했을 때의 I/I값의 차이는 평균 0.51CMD였으며 기준 강우량을 2mm를 적용했을 때보다 4mm를 기준강우량으로 적용하였을 때 I/I값이 더 큰 값을 나타냈다. 또한 유입수에서도 평균 1.22CMD차이를 보여 기준강우량 2mm일 때보다 4mm일 때 더 큰 값을 나타냈다. 동일 기준강우량에서는 강우영향일수를 길게 적용함에 따라 침입수량의 경우 평균 0.19CMD, 유입수의 경우 평균 0.83CMD의 차이로 감소하는 현상을 보였다.

표 3 기준강우량-강우영향일수에 따른 I/I

기준강우량	2 mm			4 mm		
	1일	2일	3일	1일	2일	3일
강우영향일수						
평균침입수량 (CMD)	11.81	11.55	11.48	12.30	12.17	11.89
유입수량 (CMD)	11.62	10.74	10.46	13.33	11.98	11.18

## 6. 결론

본 연구에서는 ToSS를 활용하여 경기도 H시를 선정해 2년 동안의 일별 최소유량의 연간변화와 월별, 계절별, 기준강우량 및 강우영향일수 변화에 따른 I/I에 대해서 분석하였다.

분석결과 일별 최소유량은 강우량에 의해 많은 영향을 받는 것으로 나타났고 계절별로는 여름이 최고값을, 겨울이 최저값을 보여 그 차이가 19.12CMD로 분석되었다.

I/I는 연간단위로 변화량이 크므로 연간단위 이상의 유량데이터를 활용하여 분석하여야 대상구역의 올바른 분석이 가능할 것으로 사료된다.

2005년 2월부터 1년간의 자료를 활용하여 분석한 결과 기준강우량 2mm를 적용했을 때 보다 4mm를 적용했을 때 침입수는 0.51CMD, 유입수는 1.22CMD 더 높은 값을 보였으며, 동일 기준강우량에 대하여 강우영향일수를 길게 적용함에 따라 침입수는 0.19CMD, 유입수는 0.83CMD 더 낮은 값을 타나내어 I/I 분석시 기준강우량 및 강우영향일수에 대한 고려가 필요한 것으로 나타났다.

향후 장기간 유량데이터를 활용하여 해당지역의 패턴을 파악하고 이를 통한 유량의 변화 양상을 분석하여 파손관의 위치파악 등이 가능 할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 (주)수로텍 연구소 직원들과 공동 작업을 수행해서 추진되었으며 이에 깊은 감사를 드립니다.

## 참 고 문 헌

- 최계운, 김기형, 전영호(2002). 관거내 침입수 및 유입수(I/I) 산정방법의 비교분석, 대한토목학회 논문집, 2002년도 학술발표회 및 Civil Expo 2002, pp. 57-60
- 최계운, 장연규, 민경용(2002). 전자식 유량계에 의한 하수관거내 유량자료의 보정에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, 2002년도 학술발표회 및 Civil Expo 2002, pp. 97-100
- 최계운, 김영규, 이호선(2002). 도심하수관내 수질 분석에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, 2002년도 학술발표회 및 Civil Expo 2002, pp.113-116
- 최계운, 김기형, 이호선(2002). 전자식 유량계를 이용한 하수관거의 유량측정, 2002년도 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp. 359-364
- 최계운, 강희경(2000). GIS를 활용한 이동성 강우에 의한 유출특성연구, 2000년도 한국수자원학회 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 1021-1025
- 차세대 하수관거정비 특별심포지움, 대한상하수도학회 하수도연구회(2002)