

하수관내 불명수 직접측정과 기존 방법의 비교 분석

The Comparative Analysis of the Method on I/I and Direct Research in Sewer Network

최계운*, 백승협**, 이호선***, 김동언****

Gye Woon Choi, Seung Hyub Baek, Ho Sun Lee, Dong Un Kim

요 지

하수관거정비 전·후에 문제관을 판별하고 원인분석에 사용되어지는 불명수 산정방법이 대상유역을 평균적으로 분석하는 방법을 주로 사용하고 있고 이러한 분석방법조차 정확히 어느 정도 실제 불명수 발생량과 일치하는지에 대한 연구도 미비한 실정으로 분석방법의 적용성에 대한 평가가 시급한 상태이다.

본 연구에서는 직접측정이 가능한 대상유역내에서 직접측정과 기존 문헌상 제시되어 있는 침입수/유입수 분석방법(물사용량 평가방법, 일 최대 침입수량 평가방법, 최대-최소 유량 평가방법, 야간 활동인구 사용수량 평가방법, 일 평균·최저유량-수질 평가방법)을 사용하여 하수관거내 I/I량을 산정하였으며, 동일 기간내 실제 현장의 I/I량을 산정하여 비교하였다.

대상지역은 H시로 조사지점은 사전답사 후 6개의 직접측정지점을 선정하고 소유역의 하단에는 유량계를 사용하였으며, 본 조사지역의 주변에 공장이나 물사용량이 많은 시설물은 없었으며 따라서 야간에는 하수발생량이 적게 발생되고, 보다 정확한 조사를 위하여 유량이 거의 발생하지 않는 새벽시간에 직접측정을 실시하였다. 조사기간은 2007년 10월29일부터 11월13일까지 측정하였고 수질의 경우 11월3일과 6일의 평균 채수 값을 사용하였다.

본 연구를 수행한 결과 본 연구의 대상지역인 주거지역이 밀집된 경우 야간생활하수량이 적용되는 야간 생활 하수평가방법이 가장 합리적인 것으로 분석 되었다.

핵심용어 : 하수관거, I/I 분석방법, 불명수 직접측정

1. 서 론

최근 인구의 도시집중 및 신도시 건설로 아파트에 거주하는 인구가 증가하고 그결과 생활오수의 발생량 및 성상이 크게 변하고 있어 지금까지 소홀히 하여왔던 오수량 및 오염물질 배출특성에 따른 하수관거의 관리의 중요성이 인식되기 시작하였다. 또한 지방 분권화가 시작되면서 각 지방자치단체들은 주민들에게 보다 쾌적한 환경을 만들어주고, 효율적인 하수종말처리장의 운영을 위해 경쟁적으로 하수정비사업을 추진하고 있다. 그러나, 하수관거정비 후 평가와 유지관리에 있어서 불명확한 불명수 분석방법으로 인해 성과측정에 많은 혼란을 야기하고 있는 실정이다. 불명

* 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수 · E-mail : gyewoon@incheon.ac.kr
** 인천대학교 토목환경시스템공학과 석사과정 · E-mail : white1364@empal.com
*** 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 박사과정 · E-mail : indejavu@incheon.ac.kr
**** 인천대학교 토목환경시스템공학과 석사과정 · E-mail : a30110@naver.com

수 산정방법 또한 대상유역을 평균적으로 분석하는 방법을 주로 사용하고 있고 이러한 분석방법 조차 정확히 어느 정도 실제 불명수 발생량과 일치하는지에 대한 연구도 미비한 실정으로 분석방법의 적용성에 대한 평가가 시급한 상태이다. 본 연구에서는 기존문헌상 제시되어 있는 하수관거 내 침입수/유입수 분석방법별로 실제 유역에 적용하여 각 분석방법별 적용성을 평가하여 보다 합리적인 침입수/유입수 분석방법을 제시하였다.

2. 불명수 산정기법의 적용

2.1 대상지역

2.1.1 연구대상 지역 선정 배경

본 연구는 기존 평가방법과 실측된 불명수량을 비교하여야 하므로 실측이 쉽고 배수관망이 비교적 간단하며 기존 평가방법을 수행하는데 문제가 없는 지점이어야 한다. 따라서 기초자료 파악이 용이하며 유역하류에 유량계 설치조사가 가능한 대상유역 중 직접측정이 가능하도록 현장 접근이 용이한 지역중 경기도 H시의 소유역(산곡3의 세농유역)을 선정하여 연구를 진행하였다.

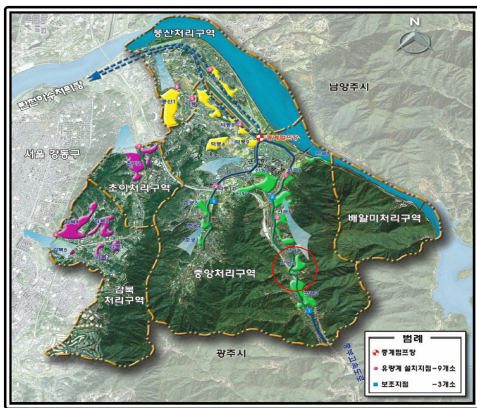


그림 1. 경기도 H시 처리구역

표 1. 선정지점 인구 구성비

지점명	항목(세대수)	인구수(명)	구성비(%)
산곡3 (세농)	가정집 : 74	214	73.04
	사무실 : 10	44	15.02
	기타 : 8	35	11.94
	계 : 92	293	100

2.1.2 연구대상 지역 기초자료조사

연구대상지역의 기초자료중 인구수조사는 대상지역의 유역내 분포하는 모든 오수발생지역을 방문하여 인구수조사를 수행하였다. 그림 2.는 이렇게 조사된 인구수의 분포를 나타내는 그림이다. 표 1.은 조사지역인 세농지역의 인구 구성비를 나타낸 것이다. 가정집이 73.04%로 가장 높은 구성을 나타내어 대부분 가정집으로 구성되어있는 유역으로 조사되었다.

2.2 유량조사

2.2.1 유량 및 수질조사의 위치

연구대상지역인 세농지역의 유량계를 설치하여 문헌상 제시되어 있는 불명수량 산정을 위한 기초조사를 수행하였다. 그림 3.의 세모표시한 지점은 유량계를 설치한 지점이며 동그라미로 표시한 지점은 직접지점의 위치를 나타내고 있다.

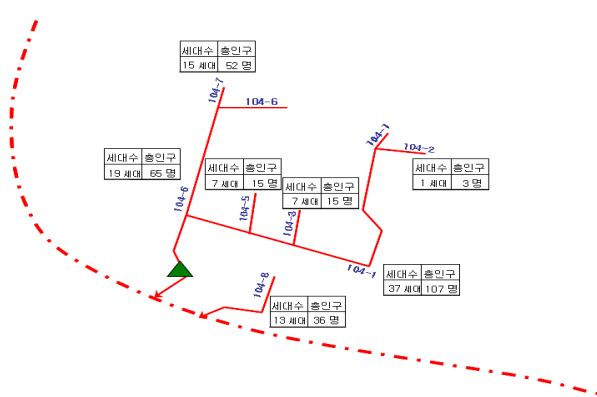


그림 2. 연구대상지역의 관망현황 및 인구수분포

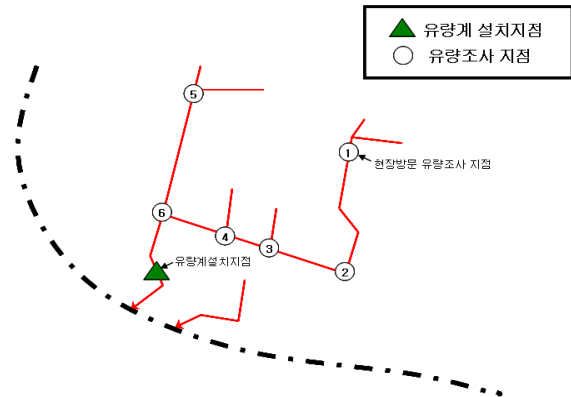


그림 3. 세농지역 위치도

2.2.2 유량 및 수질조사

유량측정기간은 2007년 10월 29일부터 11월 13일까지 유량을 측정하였고, 조사기간 중 11월 9일 1.5mm의 강우가 있었으며, 그림 4.는 전체 유량데이터 그래프를 나타낸 것이다. 평균유량은 79.09CMD로 조사되었으며 건기시 최소유량은 42.24CMD이다.

그림 5.는 2007년 11월 3일 과 11월 6일의 채수를 평균으로 구해서 그린 그래프이고, 평균값은 157.79mg/L이고, 최소는 100.67mg/L로 나타났다.

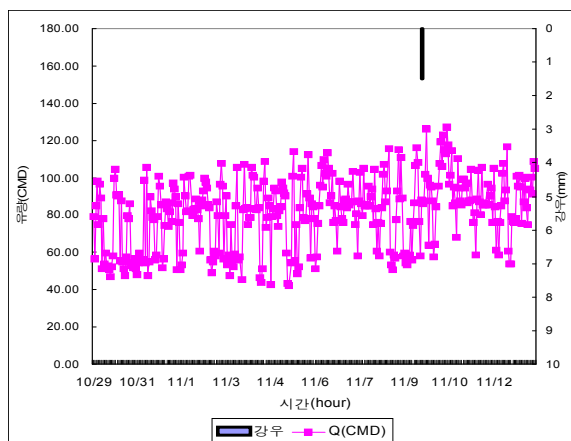


그림 4. 세농지역 전체유량데이터 그래프

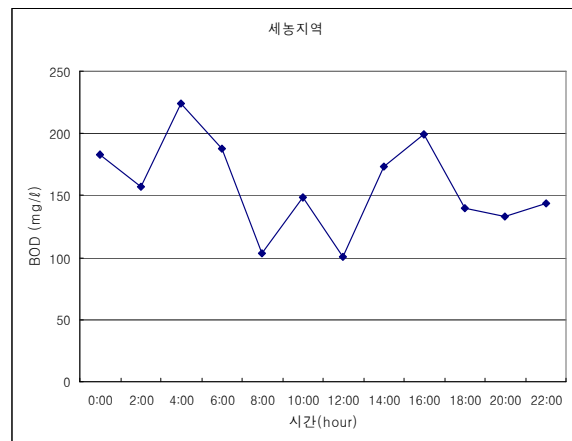


그림 5. 세농지역 BOD₅ 시험결과

3. 기존방법과 실측을 통한 I/I 비교

3.1 기존방법의 I/I 평가

기존방법인 물 사용 평가기법, 일 최대 침입수량 평가기법, 최대-최소 유량기법, 야간사용수량 기법, 일평균·최저유량-수질 평가기법을 사용하여 유량조사를 실시한 세농지역의 지점에 대하여 I/I분석을 수행하였다. 우선 분석을 수행하기위하여 유량조사 데이터를 기준으로 발생하수량을 산정하였고 그 결과는 표 2.와 같다.

표 2. 세농지점 발생하수량

지점명	건기시 평균유량 (CMD)	건기시 최소유량 (CMD)	비고
세농	79.09	42.24	

표 4. 일 최대 침입수량기법의 적용결과

지점명	건기시 최소유량 (CMD)	일 최대 침입수량기법 분석결과(CMD)	비고
세농	42.24	42.24	

표 6. 야간사용수량 기법의 적용결과

지점명	건기시 최소유량 (CMD)	하수발 생량 (CMD)	야간 하수발 생량 (CMD)	침입수 량 (CMD)	비고
세농	42.24	79.09	10.12	32.12	

표 3. 물사용량 평가기법의 적용결과

지점명	건기시 평균유량 (CMD)	물사용 량 (CMD)	하수발생 량 (CMD)	침입수량 (CMD)
세농	79.09	71.53	66.52	12.57

표 5. 최대-최소 유량 기법의 적용결과

지점명	건기시 최소유량 (CMD)	공업사용 수량 (CMD)	침입수량 (CMD)	비고
세농	42.24	-	42.24	

표 7. 일평균·최저유량-수질 평가기법

지점명	하수량 (CMD)		BOD (mg/l)		Bp	Qp	침입수 량 (CM D)	비고
	평균	최소	평균	최소				
세농	79.0 9	42.2 4	157.7 9	100.6 7	223. 26	19.0 5	23.19	

3.2 실측을 통한 I/I분석

본 연구에서는 기존의 방법에 의한 I/I 평가방법과 비교, 분석을 위하여 유입되는 관로에서 직접 유량을 받아 실측하는 방식으로 I/I를 조사하였다. 조사지점의 집수구역상에 많은 하수를 발생시키는 공장지역이 없고, 물류창고나 소규모 제조업의 경우 물 사용량이 미비하다. 야간에는 하수를 거의 발생시키지 않으므로 유량이 거의 없는 새벽 시간에만 조사를 하였으며, 해당구역의 불이 전부 꺼져있고 깨끗한 물이 일정하게 유입되는 때를 야간 최저유량시간으로 설정하여 측정하였다.

표 8. 야간유량측정 결과

지점	관로번호	평균 하수발생량 (CMD)	최소 하수발생량 (CMD)	비고)
①	104-1,2	8.3	6.9	
①-②	104-1	6.3	4.4	
②-③	104-1	4.1	3.4	
③-④	104-1	24	20	104-3 없음
⑤	104-7	14	4	104-6 없음
⑥	104-6	14	4	104-5 없음
계		38	36	

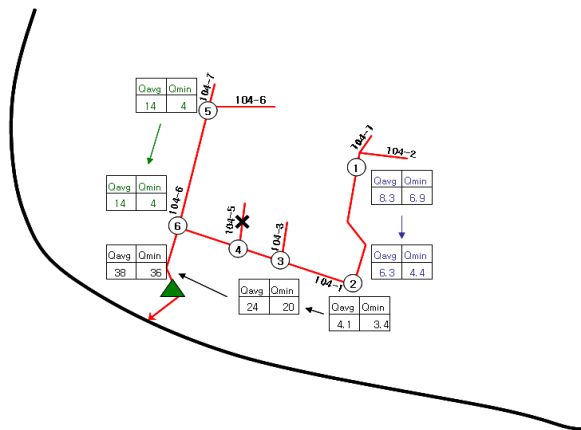


그림 6. 야간유량측정 결과

3. 결 론

본 연구는 기존 불명수량의 적용성을 확인하기 위해 H시의 세농지역을 대상구역으로 선정하고 유량계를 설치하여 유량 및 수질을 조사하였다. 물 사용량 평가기법, 일 최대-최소 유량 평가기법, 최대유량평가기법, 야간활동인구 사용량 평가기법, 일 평균·최저유량-수질 평가기법으로 I/I량을 산출하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 오수전환율에 따라 산정값이 달라지는 물 사용 평가 기법의 경우 오수전환율이 과다하게 산정되어 불명수량이 12.57CMD로 측정되었다. 이 값은 실측 유량평가방법에 의한 36CMD의 34%수준으로 기존 평가방법 중 가장 낮게 분석되었다.

2. 일 최대 침입수량 평가기법과 최대-최소 유량평가 기법의 경우 야간의 사용량을 반영하지 못함으로 실측값보다 17% 높게 분석되었으며, 기존 평가방법 중 가장 높은 값을 나타내며 동시에 실측 유량평가 방법보다 유일하게 높은 값이기도 하다.

3. 야간 생활하수 평가기법의 경우 실측 유량평가의 유량의 89.2% 수준으로 36CMD보다 3.88CMD적게 측정되었다. 본 대상지역처럼 주거지역이 밀집된 경우 야간생활하수량이 적용되는 야간 생활하수 평가기법이 실측 유량평가기법과 값의 차이가 가장 적게 나타나 가장 합리적인 것으로 분석 되었다.

본 연구에서는 직접측정결과에서 관로별 침입수량은 산정할 수 있었으나 기존 평가방법에서는 구역에 대한 평균값만 산정이 가능하여 평가지표로 사용하기에는 한계가 있는 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 하수도시설기준(2005), 환경부.
2. 한강수계 하수관거정비 시범사업 타당성조사 자문회의보고서(2001), 환경관리공단.
3. 최계운, 김기형, 전영호, (2002), 관거내 침입수 및 유입수(I/I) 산정방법의 비교 분석.
4. 한강수계(1권역)하수관거정비 시범사업 타당성조사 보고서(2002), 환경관리공단.
5. 김영명(2002), 합류식 하수관거의 침투수/유입수 발생특성 연구, 고려대 산업정보대학원.
6. Existing Sewer Evaluation and Rehabilitation"(1994), WEF Manual of Practice FD-6, ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No.62, Water Environment Federation.