

환경화학-7 하수관거 I/I 분석 모형을 이용한 가평군 하수관거정비 사업우선순위 도출에 관한 연구

황병기, 김경원*, 정효준¹

상명대학교 토목환경공학부, ¹서울대학교 보건대학원

1. 서 론

가평군의 하수관거 보급률은 44%로 전국 및 경기도 보급률에 비해 매우 낮은 것으로 조사되었으며, 현재 운영중인 가평군내 하수종말처리장은 가평, 청평, 북면 3개소가 운영 중이며, 청평하수처리장의 처리용량은 6,200톤이나 이를 초과한 7,591톤에 유입하수량이 발생하고 있으며, 설계수질은 BOD 131mg/L, SS 117mg/L이나 유입수질은 BOD 28mg/L, SS 34mg/L로 설계수질에 턱없이 낮은 하수가 처리장으로 유입수로 들어오고 있는 실정이다. 이는 생활하수의 평균수질이 BOD 150mg/L 이상임을 고려할 때 발생원 으로부터 관로를 유하하면서 지하수를 포함한 여러 가지 형태의 불명수가 유입되고 누수 되는 것으로 사료된다(가평군, 2001; 가평군, 2000). 하수관거 부실로 인하여 발생하는 가장 대표적인 문제점은 침입수/유입수(Infiltration/Inflow, I/I) 및 누수(Exfiltration)를 들 수 있다. 침입수는 관파손, 관이음부의 접합불량, 연결관 접속불량 등 관거의 불량부위를 통하여 지하수 등이 침입하는 것이며, 유입수는 맨홀부의 시공불량, 우·오수관의 오점 등으로 관거내로 우수가 유입되는 현상이며, 누수는 침입수가 유입되는 관거의 불량부위를 통하여 하수가 지하수로 흘러나가는 것을 말한다. 환경부 자료에 의하면 관거불량으로 하수가 처리장으로 운반되는 과정에서 지하수 유입이 43%, 하수누수가 36%로 도달하수는 107%가 되는 것으로 조사되었다(정 등, 1999). 이는 설계시 고려하지 않았던 I/I가 발생되어 하수량을 증가시키고 하수의 수질을 회색시켜 하수처리장의 효율을 저하시키고 있다. 따라서 본 연구에서는 하수관거정비사업을 추진하는데 기초자료로 제공되는 I/I량을 정량화 또는 개량화 할 수 있도록 설계된 SM-Sewer 프로그램(황 등, 2002)을 이용하여 이를 가평군내 하수처리구역에 적용하고 하수관거정비 사업우선순위를 도출하여 체계적이고 계획적인 하수관거정비를 통해 하수관거 기능을 극대화하며 선진하수관거정비체계를 구축하는 데 그 목적이 있다.

2. 연구내용 및 방법

2.1 현장조사 및 수질분석

현장조사는 가평군내 5개의 표본지역을 선정한 후 표본지역내 조사지점은 하수처리장 또는 중계펌프장 유입부, 주요처리분구의 최하류 차집지점, 주요하수관거 합류점 등을 선정기준으로 I/I지점 6개소를 선정하였다. 유량조사는 미국 Virginia주와 Washington주를 포함하여 1995년 현재 20개 이상의 County에서 사용되고 있는 FLO-TOTE II(Model 260 II B)(Marsh-McBirney Inc, 1995)를 선정된 6개 지점에서 5분 간격으로 60일 이상

연속측정 하였다. 수질조사는 각 지점별로 2001년 8월부터 11월까지 총 8회(건기 2회, 우기 2회) 실시하였으며 매회 24시간 동안 2시간 간격으로 12회 채수하여 BOD, CODcr, CODmn, SS, T-N, T-P 등 6개 항목에 대하여 Standard Methods(APHA, 1995)로 정량 분석 하였다.

2.2 I/I 분석모형(SM-Sewer)을 이용한 침입수/유입수 분석 및 활용

2.2.1 침입수/유입수 분석결과

하천 및 수계도, 표본지역 처리분구 상세도, 하수관거에 관련된 기초현황자료, I/I 분석에 직접적인 영향을 미치는 유량 및 수질자료, 강우관련자료 등을 SM-Sewer 프로그램에 입력 후 절차에 따라 모형을 수행하여 다음과 같은 결과를 도출하였다.

건기시 평균유량 대비 침입수량은 가평-1(가평읍), 가평-5(현리), 가평-3(청평B)지점에서 각각 44%, 39%, 37%순으로 높은 값이 산정 되었으며, 가평-2(청평A), 가평-4(대성리), 가평-6(북면)지점이 16%, 14%, 2%로 낮은 값들을 보여주고 있다. 가평-1지점은 가평읍 시가화구역으로 인구밀도 및 관거밀도가 상대적으로 높고 1998년 분류식화 된 지역이나 그 개선효과가 미미한 것으로 나타나 관거정비가 완료된 후에도 지속적 모니터링을 통하여 점검할 필요가 있을 것으로 판단된다. 가평-6지점은 2000년 오수관이 부설되어 인구기준 관거보급밀도가 높고 현재 북면하수처리장이 정상적인 운영중에 있어 비교적 하수관거정비가 완료된 지역이라 사료된다.

강우량 분석자료에 의하면 약 5차례의 강우사상이 발생하였으며, 3mm이하의 강우량은 유출수에 영향을 미치지 못하거나 그 영향이 미미하므로 강우사상에서 제외하였다. 또한 유입수는 합류식인 경우에는 강우유출수를 분류식인 경우는 오수관을 통하여 침입한 유입수를 의미한다. 가평-1, 2, 3, 6지역이 분류식으로 유입수 분석결과에 의하며 10월9일~11일(강우량 54.7mm, 강우강도 1.52mm/hr)강우시 각 지역에 대하여 474, 954, 720, 88m³의 유입수 누적량을 보였으며 침투유량 또한 건기 최대유량 대비 약 1.5~3배 이상의 높은 하수량을 나타내었다. 이는 면적이나 관거연장, 평균관경, 인구에 관계없이 하수관거정비 상태 즉, 맨홀부의 시공불량, 오점 등에 의한 직접적인 영향이 있었을 것으로 판단된다.

2.2.2 침입률/유입률 산정결과에 의한 사업우선순위 도출

침입률은 침입수량을 관거연장과 평균관경으로 나누어 산정하였으며, 이를 표준화하기 위하여 단위 관로 연장당 단위 관경당 침입률을 계산하였다. 침입률 산정결과에 의하면 가평-1지점이 0.175m³/d/mm-km로 가장 높게 산정되었으며 이는 관거연장(1km)당, 단위관경(1mm)당 0.175 m³/d의 침입수량이 발생함을 의미한다. 다음으로 가평-3, 가평-5 지점에 침입수율이 각각 0.146, 0.104m³/d/mm-km으로 사업우선순위가 높은 것으로 나타났다.

유입률 산정은 기준설계강우 5년 강우빈도와 30분 지속시간을 취하여 강우강도 82mm/hr를 얻었고(윤, 1999; 환경부, 1997) 여기서 지속시간을 곱하여 41mm의 설계강우

량을 선정하였으며, 분류식지역인 가평-1, 2, 3, 6에서 설계강우 총유입수 부피를 산정하여 여기에 관거연장과 평균관경으로 나누어 설계유입률을 산정하여 사업우선순위를 도출하였다. 사업우선순위는 다음과 같이 가평-2지역에서 0.887m³/mm-km, 가평-3은 0.5m³/mm-km, 가평-1은 0.215m³/mm-km, 가평-6지역에서는 0.054m³/mm-km 순으로 도출되었다. 이 결과로 미루어 볼 때 지역별로 차이는 있지만 강우시 표면유출수가 분류식 우수관을 통하여 유입되고 있음을 알 수 있다.

3. 결론

2001년 시행한 바 있는 한강수계 하수관거정비 시범사업 타당성 조사를 통해 상명대학교 오염총량관리연구소에서 개발된 I/I 분석모형 SM-Sewer 프로그램을 이용, 가평군 내 하수처리구역에 적용하여 여러 표본조사지역에 대한 하수관거 상태를 점검하고 침입수/유입수를 분석하여 사업우선순위를 적절하게 도출하였다. 따라서 SM-Sewer 프로그램은 향후 시행되는 하수관거정비 타당성 조사에서 가장 기초가 되는 I/I량을 산정하고 사업우선순위를 도출하여 선진하수관거정비체계를 구축하는데 유용한 툴(Tool)로서 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 최근웅, 이상일(2000), 하수관거정비의 기본방향, 환경관리공단, pp.25-41.
정철권, 박규홍(1999), 하수관거정비의 필요성 및 추진방법, 대한토목학회 제47권 제11호, pp.5-11.
가평군(2001), 가평군 하수도정비 기본계획(변경).
윤용남(1999), 수문학, pp.69-71.
가평군(2000), 가평군 하수처리장 운영자료.
환경부(1997), 하수도시설기준.
Harvey, T.E.(1995), Correction Sanitary Sewer Overflows : An Evaluation of the East Bay I/I Correction Program, Proc. of National Conference on Sanitary Sewer Overflows, US EPA.
APHA(1995), Standards Method for the Examination of Water and Wastewater.
Marsh-McBirney Inc.(1995), Using the Flo-Tote System.
황병기, 김경원, 정효준(2002), 하수관거 I/I분석 프로그램 개발 및 구리시 관내 하수처리 구역에 적용, 대한상하수도학회(심사중)