

# 합류식 하수관거 월류수 발생특성 연구

## - 아산시 모종처리구역을 중심으로

오경석, 호종광, 김경원, 황병기  
 상명대학교 토목환경공학부  
 windkyung@smu.ac.kr

### Study on Characteristics of CSOs in Asan City

Oh, Kyung Seok · Ho, Jong-Kwang · Kim, Kyung-Won · Hwang, Byung-Gi  
 Division of Civil and Environmental Engineering, Sangmyung University

#### 요 약

본 연구에서는 아산시의 모종처리구역을 대상으로 합류식 하수관거 월류수의 발생특성을 파악하고자 유량 및 오염물질 발생경향, 오염물질별 상관관계 등에 대하여 살펴보았다. 조사 결과, 강우시 월류 발생초기의 오염물질의 농도는 강우에 의한 초기세척현상(First Flush)에 의해 상당히 높게 나타났으며, 강우초기의 높은 오염물질의 농도는 강우에 의해 희석되어 일시적으로 낮아졌다가 높은 강우강도에 의하여 급격히 상승하였으며, 이후 오염물질의 농도는 유량의 감소에 따라 점차적으로 감소하는 것으로 나타났다. 또한 수질 항목별 상관계수를 보면, SS와 TP의 상관계수가 가장 크게 나타났으며, COD와 TP, SS와 COD의 순으로 상관계수가 높은 것으로 나타났다.

#### 1. 서론

합류식 하수관거 시스템에서는 건기시 발생 하수는 전량 우수토설에서 차집되어 하수처리장에서 처리되지만, 강우시에는 우수와 하수가 혼합되어서 일정부분(약 3Q) 만큼만 차집되고 나머지는 수계로 처리 없이 방류되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 아산시의 모종처리구역을 중심으로 월류수 오염부하의 발생 특성 및 부하량과 오염물질의 특성을 조사·분석하였다. 모종처리구역은 관거의 상당부분이 도로에 접하여 있어 도로에 의한 표면유출수가 바로 하수관거로 유입되는 지역으로 <표 1>에서 조사지점의 기초현황을 나타내었으며, 위치는 (그림 1)에 나타내었다.<sup>4)</sup>



(그림 1) 조사 지역 및 지점

<표 1> 모종 처리구역 상세 현황

하수배제방식		합병식				
용도별 형태		상업(50%) + 주거(50%)				
면적 (ha)	인구 (명)	하수관거			상수도 사용량 (m <sup>3</sup> /d)	
		평균 관경 (mm)	연장 (km)	관종		
38.8	8,543	589	13.6	혼합	3,594.3	

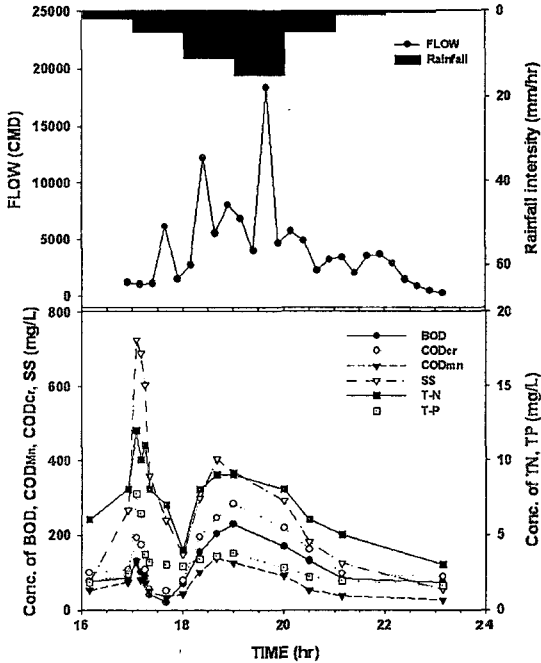
#### 2. 연구내용 및 방법

합류식 월류수 및 분류식 우수 유출수를 월류 또는 유출 시작부터 종료까지 측정하되, 강우 초반부는 가능한 시간간격을 조밀하게 측정하고, 후반부터는 간격을 늘려서 탄력적으로 측정하였으며, BOD, COD<sub>Cr</sub>, SS, TN, TP 등 5개 수질항목을 Standard Methods<sup>5)</sup>에 의하여 정량 분석하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 3.1 CSOs 유량 및 수질

2002년 6월 10일 강우를 대상으로 모종처리구역의 배수유역 말단 우수토실에서 측정된 강우량, 유량, 수질발생 특성을 (그림 2)에 도시하였다. 강우시(강우량 39.5mm) 월류 발생초기의 오염물질의 농도는 강우에 의한 초기세척현상(First Flush)에 의해 상당히 높게 나타났으며, 이는 선행건기일수가 비교적 긴 23일간임을 감안할 때 이를 반영해 주는 것으로 판단된다. 강우초기의 높은 오염물질의 농도는 강우에 의해 희석되어 일시적으로 낮아졌다가 높은 강우강도에 의하여 급격히 상승하였으며, 이후 오염물질의 농도는 유량의 감소에 따라 건기시 보다 다소 높은 경향을 보이며 점차적으로 감소하였다.

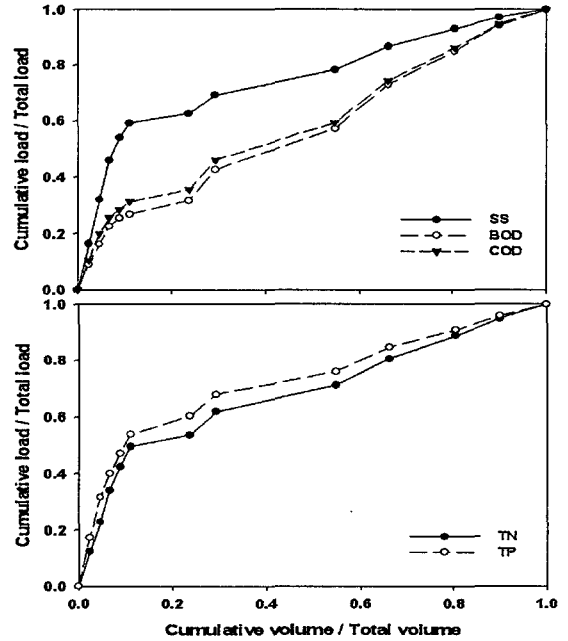


(그림 2) 강우시 유량 및 수질조사결과 (2002. 6. 10)

### 3.2 초기세척현상

강우시 오염물질의 초기세척현상은 Geiger<sup>6)</sup>(1987)가 제안한 누적오염 부하량비를 이용하여 분석하였다. (그림 3)은 강우기간중 조사기간 동안의 유량에 대한 누적유량 비를 X축으로 하고, 오염부하량에 대한 누적오염부하량 비를 Y축에 도시하였다. 그래프의 기울기가 1보다 크면 초기유출 현상이 현저한 것이며, 기울기가 1보다 작은 경우는 지속적인 유출현상으로 해석한다. (그림 3)에 나타난 것과 같이 모든

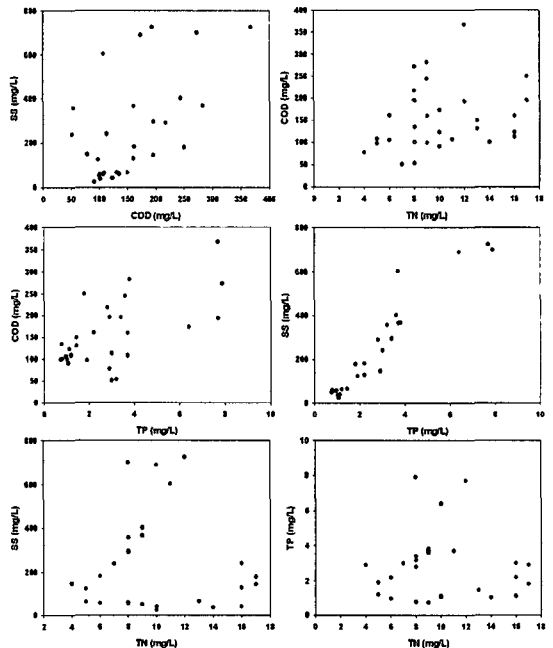
항목에 대해서 초기유출현상이 뚜렷하게 나타나고 있는 것으로 분석되었다.



(그림 3) 누적유량 및 누적오염부하량과의 관계곡선

### 3.3. 오염물질 사이의 상관관계 분석

수질항목별 농도값의 상관관계를 평가하기 위하여, 항목별 분석결과를 (그림 4)에 도시하였다.



(그림 4) CSOs 수질항목별 상관관계 분석

상관계수는 두 변수 사이에 성립하는 선형관계의 정도를 수치로 나타내는 통계치로서 <표 2>는 조사 지점에서의 수질항목별 상관계수를 나타내었다. SS와 TP의 상관계수가 0.9134로 가장 크게 나타났으며, COD와 TP, SS와 COD의 순으로 상관계수가 높은 것으로 나타났다.

<표 2> CSOs 수질항목별 상관계수

Pollutant	DWF (n = 32)			
	COD	SS	TN	TP
COD	1	0.3065	0.0851	0.3429
SS		1	0.0009	0.9134
TN			1	0.0003
TP				1

### 3. 결론

강우시 월류 발생초기의 오염물질의 농도는 강우에 의한 초기세척현상(First Flush)에 의해 상당히 높게 나타났으며, 강우초기의 높은 오염물질의 농도는 강우에 의해 희석되어 일시적으로 낮아졌다가 높은 강우강도에 의하여 급격히 상승하였으며, 이후 오염물질의 농도는 유량의 감소에 따라 건기시 보다 다소 높은 경향을 보이며 점차적으로 감소하였다. 초기세척현상 분석결과 조사한 모든 수질항목에 대해서 초기유출현상이 뚜렷하게 나타나고 있는 것으로 분석되었으며, 항목별 상관계수를 보면, SS와 TP의 상관계수가 0.9134로 가장 크게 나타났으며, COD와 TP, SS와 COD의 순으로 상관계수가 높은 것으로 나타났다. 본 연구를 통한 실측조사 결과 CSOs에 의한 오염부하가 방류선수체에 미치는 영향이 상당히 심각할 것으로 판단되며, 이에 따른 CSOs 관리 방안으로는 관거퇴적물 준설 및 세척방안과 우수유출저감 방안을 들 수 있으며 이러한 관리 방안으로 인해 오염물질의 상당량이 저감될 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. 국립환경 연구원(1998), 하수도 시설개축 및 기능 개선전략 연구
2. 이두진, 신용배, 윤현식, 선상운, 광수동(2003), 분류식 우수유출 오염부하 비교를 통한 CSOs 저감 목표 설정 기초연구
3. 이두진(2003), 강우시 도시지역 하수도 시스템의 통합운영관리, 한양대학교 대학원 박사학위 논문
4. 환경관리공단(2002), 아산시 하수관거정비 시범사업 타당성조사 보고서.

5. APHA(1995); Standards Method for the Examination of Water and Wastewater.
6. Geiger, W.F., Flushing Effects in Combined Sewer Systems, Proceedings of the 4th International Conference on Urban Storm Drainage, Lausanne, Switzerland, pp. 40-46, 1987