

# 논산지역 하수관거 유량 및 수질조사 Investigation of the Water Quantity and Quality in the Sewage System of the Noonsan Site

○윤여진\*, 유주환\*\*, 김주철\*\*\*

## 1. 서론

1970년대 이후 급속한 산업발달과 더불어 인구증가에 따른 도시화로 용수사용량의 증가뿐만 아니라 오·폐수와 같은 오염물질의 배출량도 함께 증가하게 되었다. 이렇게 배출되는 오·폐수는 지하구조물인 하수관거를 통해 차집되어 하수종말처리시설로 보내져 처리되어지게 된다. 하지만 이송과정에서 하수관거의 불량으로 하수종말처리시설의 효율성 저하 및 지하수 오염을 야기 시키고 있는 실정이다. 1998년 7월 재정비된 "하수도 정비 기본 계획"에 의하면 계획하수량은 468만톤/일인데 반하여 실제 유입되는 하수량은 529만톤/일로 124만톤/일(계획하수량의 26.5%)가 초과 유입되는 것으로 보고되었다. 또한 1996년 "하수도, 하수관거 종합정비"에 따르면 서울시의 중랑, 단천, 가양, 난지 하수종말 처리장의 불명수 유입현황은 순수하수량이 3,205,000m<sup>3</sup>/일인데 반해, 유입하수량은 5,218,200m<sup>3</sup>/일로 나타나 지하수 등과 같은 불명수 유입율이 62.8%에 달한다고 보고하였다. 이는 관거의 부실에 의하여 유입수/침입수가 유입되어 설계시 고려하지 않았던 유량이 발생한 데 기인한 것으로 추정된다. 또한, 하수의 수질은 생화학적 산소요구량(BOD)과 현탁고형물(SS) 수준이 계획수질에 비해 현저히 낮은 것으로 조사되었으며 이는 하수가 발생원으로부터 처리장까지 수송되는 동안 오염되지 않은 지하수, 하천수, 계곡수 등과 같은 불명수가 하수관거 안으로 침입하여 하수를 희석시킨 것으로 판단된다. 이로 인하여 국내 대다수의 하수처리장은 불명수의 과다 유입으로 인하여 처리장에서 수리학적 과부하 및 설계수질보다 낮게 유입되어 합리적 하수관리의 어려움을 느끼고 있는 실정이다. 따라서 하수종말처리시설의 운영효율을 극대화시키고, 방류수역의 수질개선 효과를 달성하기 위하여 무엇보다도 체계적이고 계획적인 하수관거 정비사업이 필요한 실정이다.

## 2. 유량 및 수질조사

논산시의 배수구역 내 하수발생량 및 오염부하량을 파악하는 동시에 불명수의 하수도 유입상황을 분석하여 관거정비의 경제성과 사업우선 순위 설정을 위한 기초자료로 활용하고자 배수구역 내의 주요 토구에서의 유량 및 수질조사를 수행하였다.

### 2.1 조사범위

침입수/유입수량 및 누수량과 오염부하량 산정을 위하여 유량측정 및 수질조사를 수행하였다. 유량측정은 두계절, 각각 1개월 간 10 ~ 15분 간격으로 연속측정을 실시하고 수질분석은 각 계절별 4회, 각 회당 1일 2시간 간격으로 분석하였다. 또한 강우에 의한 하천으로 유입되어지는 오염부하량을 산정하고자 계절별 1회, 일일간 수질분석을 실시하였다.

### 2.2 조사방법

유량 측정은 초음파식 유량계(Flo-Tote : Model 260II-BR)를 이용하여 측정하였으며, 채취한 시료의 수질분석방법은 수질오염공정시험법과 Standard Method에 준하여 분석하였다. 조사지점의 현황 및 측정지점은 <표 1>~<표 2>와 같다.

<표 1> 조사지점 현황

구분	특성 및 개요	
논산	NS1	· 주위 아파트 및 연립주택이 포함되고 상가가 매우 발달
	NS2	· 터미널주위로 거의 상가밀집 지역
	NS3	· 일반주택 및 상가밀집 지역 · 인근 연립주택 밀집
강경	NS4	· 일부 농경지(논)와 공업지역이 위치한 저밀도 주거지역
	NS5	· 인근 공장과 농업지역
연무	NS6	· 학교주위이지만 상가가 거의 없으며 인근 논, 밭 위주
	NS7	· 신시가지로 주거 및 상업지역이 혼재된 지역

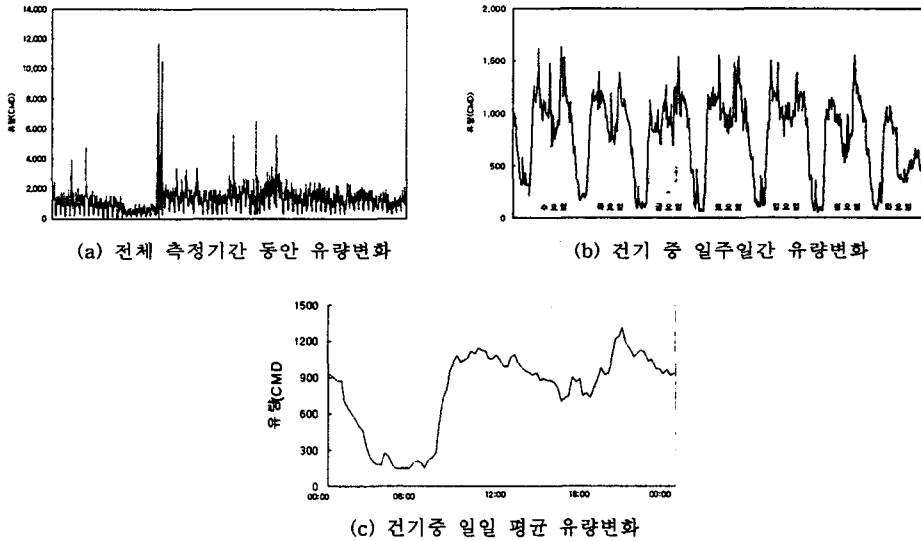
\* 정회원, 건양대학교 토목시스템공학과 조교수  
\*\* 정회원, 영동대학교 건설토목공학부 조교수  
\*\*\* 정회원, 충남대학교 토목공학과 박사수료

<표 2> 조사항목 및 측정지점 개요

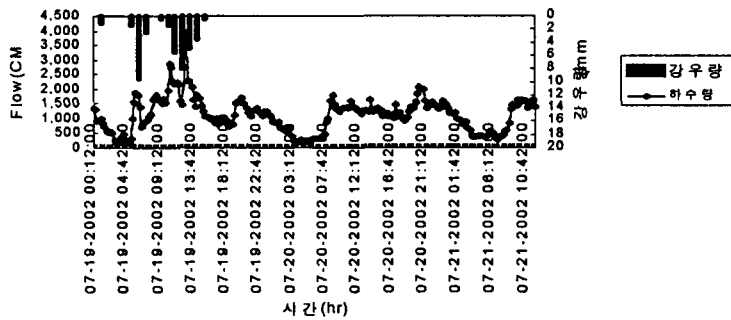
구분	조사항목		하수배제 방식	측정지점			비고
	I/I	CSOs		위치	관경(mm)	관종	
논산	NS1	○		분류식	논산 부영A 부근	D500	원형관
	NS2	○	○	합류식	고속터미널 부근	3,200×2,200@2런	박스
	NS3	○	○	합류식	논산우체국 부근	1,530×1,500	박스
강경	NS4	○	○	합류식	강경육너봉 부근	D900	원형관
	NS5	○	○	합류식	강경석재공장 부근	2,000×2115	박스
연무	NS6	○	○	합류식	연무중고교 부근	D900	원형관
	NS7	○	○	합류식	연무불림장 부근	1,100×1,500	박스

### 2.3 유량조사 결과

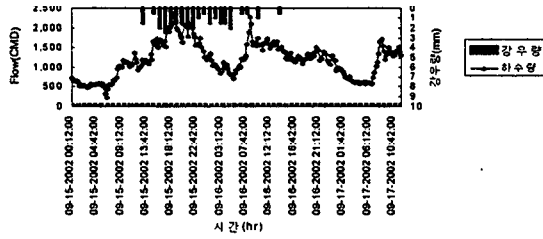
총 7개지역에 대한 2회에 걸친 유량 및 수질조사를 실시하였으나 본 연구에서는 부영아파트지점(NS1)에 대한 1차결과만을 나타내었다. 분류식 지역인 논산1지점(NS1)의 경우, 논산 부영A 부근의 신시가지로 주위 아파트 및 연립주택이 포함되고 상가가 매우 발달된 지역이다. NS1 지점의 1차 유량조사는 2002년 7월 15일 ~ 2002년 8월 15일까지 자동유량측정장치(FLO-TOTE)를 이용하여 연속 측정하였으며, 1차 유량측정결과를 [그림 1]에 나타내었다. 조사결과를 살펴보면 비가 내린 7월 19일, 7월 22일, 7월 23일, 8월 6일, 8월 7일, 8월 10일~8월 15일에 유량이 상승한 것으로 나타났다. NS1 지점의 1차 유량조사 결과를 살펴보면, 전기시 시간최대유량이 67.70m<sup>3</sup>(1,624.91m<sup>3</sup>/일), 시간최소유량이 2.15m<sup>3</sup>(51.63m<sup>3</sup>/일), 평균유량이 32.64m<sup>3</sup>(783.45m<sup>3</sup>/일)로 각각 나타났다. 또한 전기 일주일간의 유량변화(그림(b))를 살펴보면 수요일부터 다음주 월요일까지는 유량변화가 비슷하게 나타난 반면 마지막 날인 화요일은 다소 유량변화가 감소하는 것으로 나타났다. 토, 일요일의 경우에도 다른 평일과 비슷한 양상을 나타내고 있다. 전기중 일일유량변화(그림(c))는 새벽 3 ~ 4시경 최저유량을 나타내고 있으며 하수가 다량 유입되는 주간에는 하수량이 증가하는 일반적인 경향을 보였다.



[그림 1] NS1 지점의 1차 유량 조사 결과



[그림 2] NS1 지점의 우기시 유량변화(7월 19일)

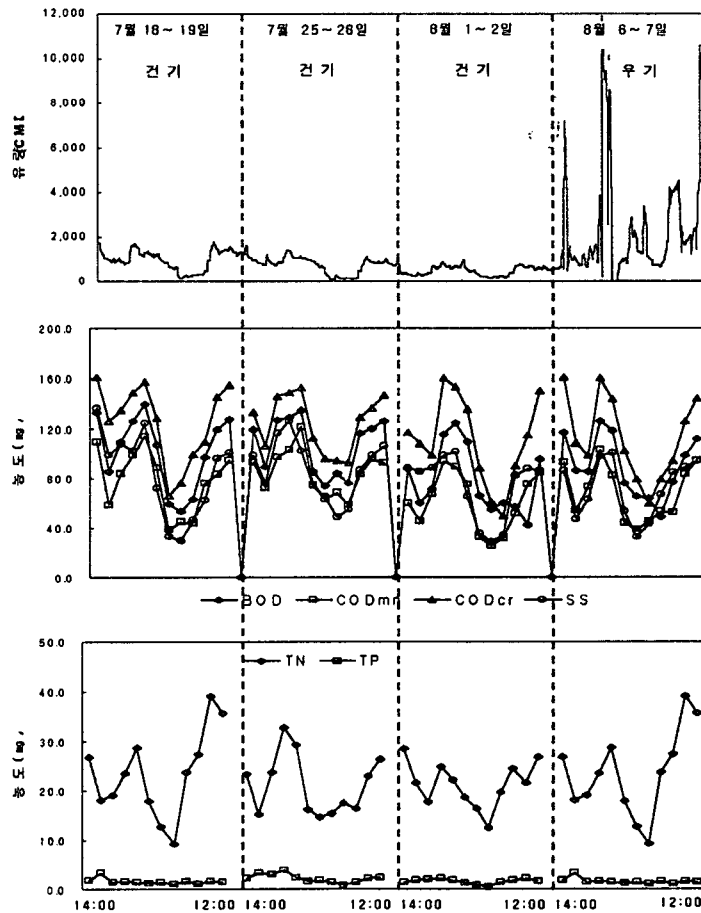


[그림 3] NS1 지점의 우기시 유량변화(9월 15일)

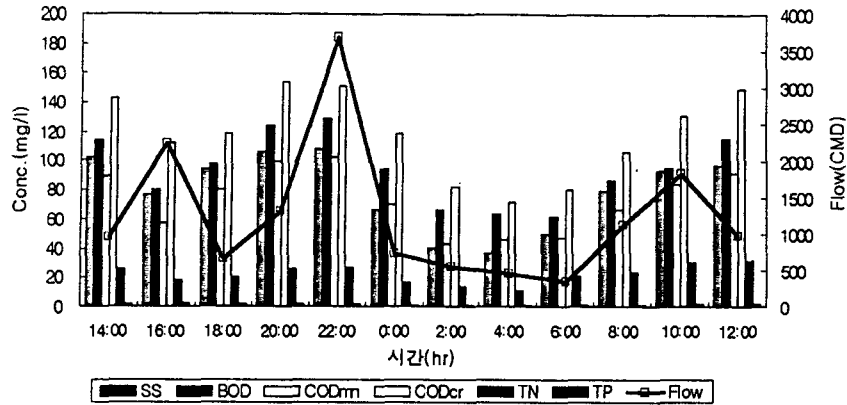
논산1 지점의 우기시 유량변화는 [그림 2]와 [그림 3]에 나타내었다. 7월 19일 강우는 새벽 01시부터 오후 15시까지 지속되었으며 총 강우량은 39mm로서 최대 강우강도는 9.5mm/hr이다. 7월 19일의 유량변화를 살펴보면 강우가 내리기 시작하고 12간 후인 19일 12시에 최대유량을 보였으며, 이때의 유량은 3,959.6m<sup>3</sup>/d로 나타났다. 9월 15일의 강우는 오후 1시부터 9월 16일 오전 08시까지 지속되었으며, 총 강우량은 26.5mm로서 최대 강우강도는 2.5mm/hr이다. 유량변화를 살펴보면 강우가 내리기 시작하고 18시간 후인 15일 19시에 최대유량을 보였으며, 이때의 유량은 2,357m<sup>3</sup>/d로 나타났다.

## 2.4 하수수질조사 결과

NS1 지점의 1차 수질조사 결과를 유량과 함께 [그림 4]~[그림 5] 및 <표 3>에 나타내었다. 1차 수질조사 결과 일 평균 TSS 및 BOD, TCOD<sub>Cr</sub>, TCOD<sub>Mn</sub> 농도는 각각 61.1mg/L, 83.9mg/L, 104.7mg/L, 65.9mg/L로 나타났고, 일일농도변화는 TCOD<sub>Mn</sub> 농도변화 경향과 일치하였다. 또한 일일 수질변화 중 TCOD<sub>Mn</sub> 농도의 경우, 오후 6시~8시에 최고농도인 121.3mg/L로 나타났으며 최저농도는 새벽시간대인 오전 2시~4시에 25.6mg/L로 조사되었다. TN과 TP의 평균농도는 각각 22.3mg/L와 1.7mg/L로 나타났다.



[그림 4] NS1 지점의 시료채취 시 유량 및 수질농도 (1차)



[그림 5] NS1 지점의 1차 건기시 시간별 평균 수질/유량변화

[표 3] NS1 지점의 1차 건기시 시간별 평균 농도

시간	평균유량	BOD	CODmn	CODcr	SS	TN	TP
14:00	818	113.1	87.7	136.8	107.5	26.1	1.8
16:00	653	78.3	58.8	113.4	86.8	18.3	2.7
18:00	701	102.7	82.9	126.2	104.2	20.2	2.0
20:00	1,122	123.6	98.6	152.4	108.8	27.0	2.5
22:00	986	132.7	108.1	154.3	109.6	26.6	1.8
0:00	1,156	100.5	79.4	125.3	70.5	17.6	1.2
2:00	463	66.4	44.6	83.2	44.5	14.6	1.3
4:00	239	63.9	46.2	76.9	35.3	12.3	0.9
6:00	758	66.5	44.6	80.5	44.7	20.3	1.2
8:00	783	90.1	70.0	109.8	77.1	22.7	1.4
10:00	990	94.0	84.5	131.9	94.2	27.8	1.9
12:00	1,107	116.6	90.5	150.4	97.8	29.5	1.8
최대값	1,156	95.7	74.7	120.1	81.7	21.9	1.7
최소값	239	132.7	108.1	154.3	109.6	29.5	2.7
평균값	807	63.9	44.6	76.9	35.3	12.3	0.9

### 3. 결론

본 연구에서는 합류식하수관거내의 유량을 조사하여 침투수 및 유입수(I/I) 및 월류수(CSos)를 산정하기 위한 기초자료를 산정하기 위하여 논산시에 총 7개지점에 대한 유량 및 수질조사를 실시하였으며 그중 자료가 양호하게 나타난 1개지점에 대한 결과를 수록하여 보았다. 추후 하수관거에 대한 각종 자료를 취득함으로써 하수종말처리시설의 운영효율을 극대화하는데 그 기초자료로 활용될 것이다.

### 참고문헌

1. 정연태 외(2002), 상하수도공학
2. 환경부(2001), 하수종말처리장 운영현황
3. Henderson, F.M.(1966), Open Channel Flow, McGraw-Hill