

## 하수관거 I/I(침입수/유입수) 분석방법에 따른 산정 결과 비교

-기존 보정방법과 환경부 표준 매뉴얼에 의한 방법-

### Analysis on the result of I/I calculation by the exiting method and the standardized manual method

안병모\* · 송호면

Byung Mo An\* · Ho Myun Song

과학기술연합대학원대학교

(2011년 3월 14일 접수 ; 2011년 4월 5일 수정 ; 2011년 4월 8일 채택)

#### Abstract

The purpose of sewer system is to separate rain water from sewage water. Through this, it is possible to prevent the flood and preserve public water territory.

For the past few years, many problems of the sewer system have been solved by the execution of sewer rehabilitation project. However, they still exist in sewer system caused by I/I, which are divided into infiltration and inflow. Infiltration means the rain water and underground water that infiltrate through breakage point on pipes, inflow means the water that flows in through misconnection on pipes.

This study shows how the I/I calculation has changed according to the new standardized manual and identifies the I/I difference between the new calculation and the existing one. Through the analysis on the two calculation methods we examined the appropriacy of the new method by comparing it to the old one.

The result points out that the new standardized manual is more appropriate than the old in aspect of objectivity and reproducibility(establish standardization), rationality(alteration of inflow unit).

**Key words** : sewer, I/I, Infiltration, Inflow, Standardized manual

**주제어** : 하수관거, I/I, 침입수, 유입수, 표준 매뉴얼

#### 1. 서론

하수도란 우오수 및 폐수를 원활히 배제하기 위해 설치한 지하시설물로 침수방지, 생활환경 개선, 공공수역의 수질보전의 역할을 담당하는 도시 기반시설이다.

2002년 정부의 “하수관거 특별정비 원년” 선언 후 하수관거정비사업을 활발히 추진한 결과 하수도 보급률은

2006년 85.5%, 2007년 87.1%, 2008년 88.6%, 2009년 89.4%로 증가 추세에 있다. 하지만, 2009년도 공공하수처리시설 운영관리실태 분석결과를 보면 아직 미흡한 부분이 존재하는 것을 알 수 있다.

2009년 말 기준 전국의 공공하수처리시설(500톤/일 이상) 총 437개소 중 유입하수가 시설용량을 초과하여 가동율이 100% 이상인 시설이 50개소로 전년 대비 8개소가 증

\* Corresponding author Tel:+82-10-4817-4574, Fax:+82-, E-mail: moya4415@nate.com(An, B.M.)

가하였으며, 가동율이 20% 미만인 시설이 8개소로 전년 대비 3개소가 증가한 상태이다.(환경부, 2010).

이와 같이 하수관거정비사업이 마무리되어가는 현시점에도 문제가 지속적으로 발생하고 있다. 이의 원인은 다양하나, 과거부터 지적되어 온 하수관거 I/I(침입수/유입수) 발생으로 인한 영향이 크다고 할 수 있다. I/I(침입수/유입수)란 하수관거의 파손 및 이음부 불량 지점을 통해 우수 및 지하수가 오수관으로 침입되는 침입수와 우오수관의 오점으로 인해 강우시 우수가 오수관으로 유입되는 유입수를 통칭하여 이르는 말이다.

하수관거 I/I 관련 국내 연구 동향을 보면, 하수관거 사업 효과 분석에 관한 연구로 송호면(2010)은 하수관거정비 BTL 사업의 효과분석을 위해 “사업효과분석 표준 방안(안)”을 이용한 사업효과 분석을 실시하였으며, 하수관거 I/I 발생에 관한 연구로 장대환(2009)은 I/I와 하수관거 불량률과의 상관성을 분석하여 주요 인자간의 상관관계를 관계식으로 도출하였다. 또한, 하수관거 I/I 분석에 관한 연구로 서원석(2009)는 분류식 하수관거 지역을 대상으로 I/I 발생특성 분석을 실시하였으며, 왕주용(2010)은 “하수관거 침입수 및 유입수 산정 표준 매뉴얼”(환경부, 2009) 방법을 적용하여 침입수/유입수 발생특성을 분석하고 표준 매뉴얼의 적용방안에 대한 고찰을 실시하였다.

해외의 연구 동향을 보면, O.Raynaud(2008)는 I/I로 인해 발생하는 펌프장의 SSOs (Separate sanitary Sewers Overflows)에 관한 연구를 실시하였으며, Ant nio Jorge Monteiro, Ana Teresa Silva(2009)는 분류식 하수도의 I/I 발생 저감을 위해 “Integrated asset management strategy”을 적용하여 I/I의 조사기술 및 발생 원인별 제어방법에 대한 연구를 실시하였다.

본 연구는 P시의 DW 처리구역에서 6개월간 유량을 측정하여 기존 보정방법과 환경부의 표준 매뉴얼에 의한 방법을

통해 I/I(침입수/유입수) 분석을 실시하였으며, 각각의 방법에 따른 결과 값을 분석하여 분석방법별 차이가 발생하는 원인을 규명하고 기존 보정방법에 대비 새로운 표준 매뉴얼에 의한 방법의 적절성에 대해 검토하였다.

## 2. 연구의 접근방법

본 연구는 하수관거정비공사를 실시한 P시의 DW 처리구역을 대상으로 2009년 7월 16일부터 2010년 1월 15일까지 6개월간 조사한 유량 데이터를 바탕으로 연구를 실시하였다.

위 기간 동안 측정된 유량 데이터를 기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법으로 분석하여 I/I(침입수/유입수)의 분석을 실시하였으며, 각각의 산정결과에 대한 비교/검토를 실시하였다.

### 2.1 연구 대상지역

하수관거정비공사를 실시한 P시의 DW 처리구역은 면적 0.462km<sup>2</sup>, 평균인구 1,309명인 농촌형 도시로 처리구역 내 관광시설, 산업시설, 레저시설 등의 없어 유동인구 발생이 적은 특징을 가진 지역이다.

I/I(침입수/유입수) 분석을 위한 유량조사를 실시한 지점은 아래 <표 1>의 모식도와 같이 처리구역내 오수관거가 합류되어 차입관거로 유입되기 직전의 맨홀지점으로 선정하였으며, 해당 지점에 고정식 유량계를 설치하여 연속적인 유량측정이 가능하도록 하였다.

### 2.2 I/I(침입수/유입수) 분석방법

I/I(침입수/유입수) 분석은 기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법을 통해 실시하였으며, P시의 DW 처리구역에서 측정된 미가공 데이터를 기준으로 하였다.

<표 1> DW 처리구역 특성

구 분	내 용	모 식 도
처리구역 면적(km <sup>2</sup> )	0.462	
평균 인구(명)	1,309	
평균물사용량(m <sup>3</sup> /d)	163	
일평균 오수량(Lpcd)	224	
오수전환율(%)	90	

(1) 기존 보정방법

기존 보정방법의 경우 보정(과거 유량 패턴을 기준으로 비정상 데이터를 새로운 데이터로 재생성하는 방법)을 통해 비정상 데이터를 새로운 데이터로 재생성한다. 최종 분석에 사용하는 유효 데이터는 정상 데이터와 보정 데이터를 합한 데이터를 사용한다. I/I(침입수/유입수) 분석방법은 아래와 같다.

① 침입수 분석방법

침입수 분석은 물사용량 평가법, 일최대-최소유량 평가법, 일최대유량 평가법, 야간생활하수 평가법 4가지 중 최대/최소 값을 제외한 나머지 값의 평균을 사용한다.

- 물사용량 평가법

•침입수량(m<sup>3</sup>/d) = 건기평균유량(m<sup>3</sup>/d) - 물사용량(m<sup>3</sup>/d) × 오수전환율(%)

- 일최대-최소유량 평가법

•기정하수량 =  $\frac{\sum(Q_i - Q_{min})}{n}$

•침입수량 =  $\frac{\sum Q_i - \sum(Q_i - Q_{min}) - \sum Q_E}{n} = Q_{min} - Q_E$

여기서,  $Q_i$  : 전체 발생하수량(m<sup>3</sup>/d)  
 $Q_{min}$  : 일최소유량(m<sup>3</sup>/d),  
 $Q_E$  : 24시간 조업하는 공장폐수량(m<sup>3</sup>/d)  
 $n$  : 측정일수

- 일최대유량 평가법

•침입수량(m<sup>3</sup>/d) = Max(Q<sub>min</sub>) - Min(Q<sub>min</sub>)

여기서,  
 Max(Q<sub>min</sub>) = 측정기간 중 일최소유량 중 최대값  
 Min(Q<sub>min</sub>) = 측정기간 중 일최소유량 중 최소값

- 야간생활하수 평가법

•침입수량(m<sup>3</sup>/d) = Q<sub>min</sub> - Q<sub>NDF</sub> - Q<sub>E</sub>

여기서,  $Q_{min}$  = 일최소유량 (m<sup>3</sup>/d)  
 $Q_{NDF}$  = 야간생활하수량 (m<sup>3</sup>/d)  
 $Q_E$  = 공장폐수량 (m<sup>3</sup>/d)

② 유입수 분석방법

기존 보정방법의 유입수 분석은 강우시 측정유량에 건기 평균 유량을 감하여 유입수를 산정하며, 최종 단위는 일평균 유입수(m<sup>3</sup>/d)으로 나타낸다.

•유입수 = 강우시 측정유량 - 건기평균 유량

여기서,  
 건기평균 유량 : 동일요일의 건기 하수량을 평균

(2) 표준 매뉴얼에 의한 방법

I/I(침입수/유입수) 분석에 사용할 유효데이터 확보시 전체 유량 데이터 중 비정상 데이터(계측불량, 기기오작동 등)를 분석에서 제외하는 방법을 사용한다. 또한, 정상 데이터의 일단위 유효데이터 확보율을 판단하여 침입수의 경우 유효데이터 확보율 80% 이상, 유입수의 경우 유효데이터 확보율 70% 이상인 일단위 데이터만 사용하여 I/I(침입수/유입수) 분석을 실시한다.

$$\bullet \text{유효데이터 확보율} = \frac{\text{정상 데이터의 수}}{\text{일 전체 데이터의 수}} \times 100$$

① 침입수 분석방법

침입수 분석은 야간생활하수 평가법, 유사사례 확인을 통한 침입수 전환율(%)을 적용을 하는 방법을 사용한다. 본 연구에서는 DW 처리구역과 유사한 사업지역을 찾기 어려운 관계로 유사사례 확인을 통한 침입수 전환율(%) 방법은 제외하였으며, 표준 매뉴얼에 의한 방법 중 야간생활하수 평가법 산정방법은 기존 보정방법과 동일하다.

② 유입수 분석방법

유입수 분석은 잔차 개념을 적용하여 유량 변화에 의한 오차를 최소화 하였으며, 최종 단위는 발생 유입수량을 강수량으로 나누어 비유입수량( $\text{m}^3/\text{mm}$ )로 나타낸다.

$$\bullet \text{유입수} = \text{강우시 측정유량} - \text{건기평균 유량} \times \text{잔차}(\%)$$

여기서, 건기평균 유량 : 강우 전 동일 요일의 건기 하수량을 평균  
잔차 : 강우 발생일 전후 유량과 건기평균 유량을 중첩시킨 오율( $\pm 5\%$  이내)

(3) 기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법 요약  
기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 I/I(침입수/유입수) 분석방법은 다음과 같다.

3. 연구결과 및 고찰

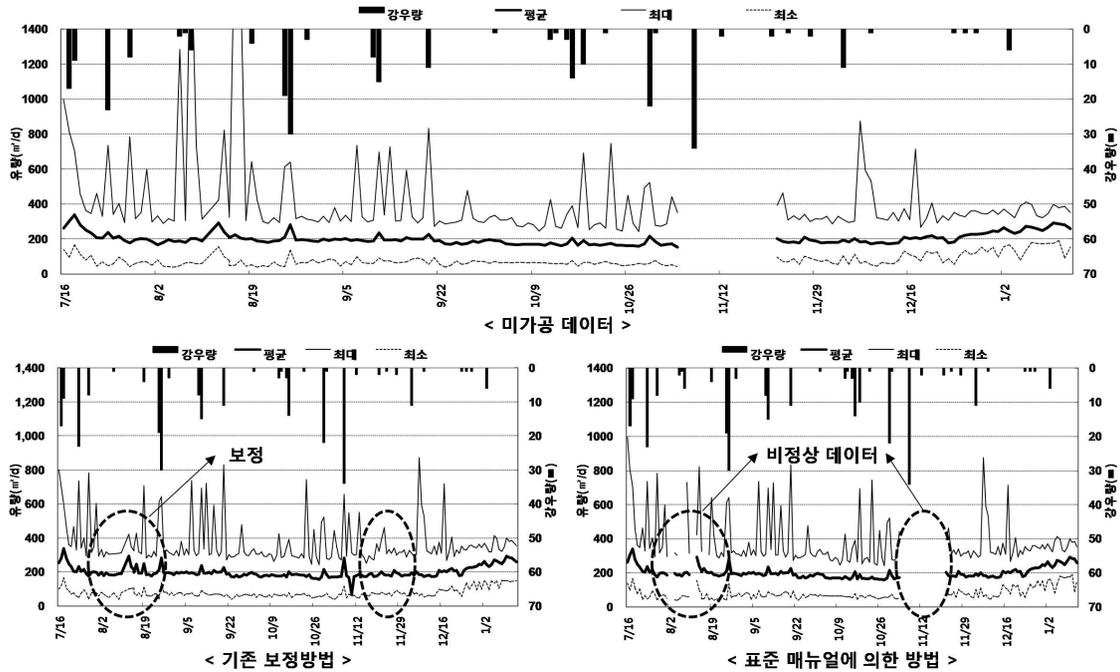
3.1 유효데이터 확보 결과

기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법으로 분석한 유효데이터 확보 결과 평균 유량값은 유사하게 나타난 반면 최대/최소 유량값은 분석방법별 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 이는 유효데이터 확보 방법의 차이에 의한 것으로 기존 보정방법에서는 최대/최소 유량값을 비정상 데이터로 판정하여 보정을 실시하였고, 표준 매뉴얼에 의한 방법에서는 정상 데이터로 판정하였기 때문으로 판단된다.

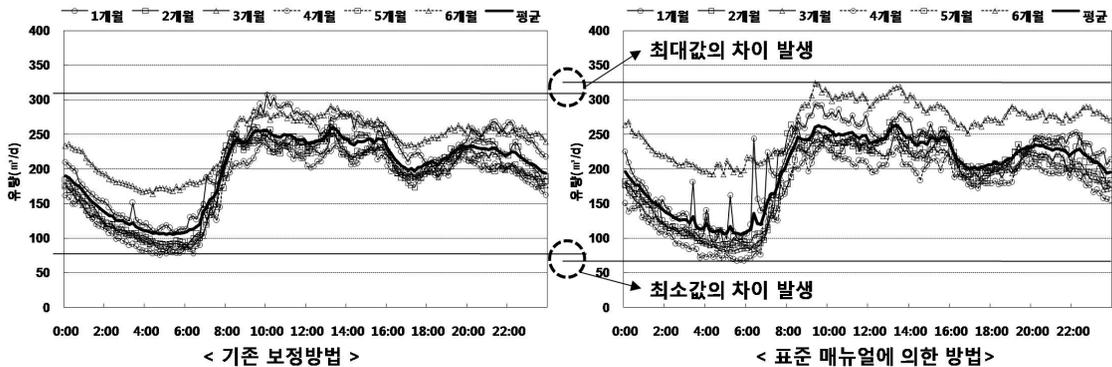
유효 데이터의 판정 및 처리방법에 있어 기존 보정방법의 경우 분석자 주관에 의한 데이터 판정 및 보정을 통해 유효 데이터를 확보하는 반면, 표준 매뉴얼에 의한 방법의 경우

<표 2> 기존 보정방법/표준 매뉴얼에 의한 방법 요약

구 분	기존 보정방법	표준 매뉴얼에 의한 방법
유효 데이터 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>유효데이터 확보시 비정상 데이터는 보정을 통해 새로운 데이터로 생성</li> <li>유량중심의 보정</li> <li>1일 144개(10분 단위 기준)의 데이터(정상+보정)를 이용함.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>유효 데이터 확보시 비정상 데이터는 분석에서 제외</li> <li>확정성, 판정성 기준에 의한 데이터 판정</li> <li>유효 데이터 확보율은 침입수 80% 이상, 유입수 70% 이상</li> </ul>
침입수 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>물사용량평가법</li> <li>일최대-최소평가법</li> <li>일최대유량평가법</li> <li>야간생활하수평가법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>야간생활하수 평가법</li> <li>유사사례를 통한 침입수 전환율(%) 적용 (본 연구에서는 야간생활하수 평가법만 적용)</li> </ul>
강우일	<ul style="list-style-type: none"> <li>강우 1mm 이상(강우 해당일)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>강우 3mm 이상(강우일+강우영향일)</li> </ul>
유입수 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>산정식 : 일평균 유량(강우)-기저유량</li> <li>기저하수량 : 건기 4주 평균(동일요일)</li> <li>단위 : <math>\text{m}^3/\text{d}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산정식 : 강우시 측정유량 - 건기평균 유량 <math>\times</math> 잔차(%)</li> <li>건기시 유량 : 건기 2주 평균(동일요일)</li> <li>잔차 : 강우 전·후 유량과 건기시 유량을 중첩시킨 오율 (<math>\pm 5\%</math> 이내)</li> <li>단위 : <math>\text{m}^3/\text{mm}</math></li> </ul>



<그림 1> I/I(침입수/유입수) 분석방법별 유효데이터 비교



<그림 2> I/I(침입수/유입수) 분석방법별 유효데이터 일패턴 비교

분석자가 매뉴얼에 명시된 기준(판정성, 확정성)에 의거 데이터를 판정하여 비정상 데이터를 제외한 정상 데이터만 유효데이터로 확보하게 된다.

기준 보정방법의 경우 분석자의 판단에 의해 판정을 실시하는 반면, 표준 매뉴얼에 의한 방법의 경우 표준화된 기준에 의한 판정 및 처리를 실시하므로 분석의 객관성 및 재현성이 있다고 할 수 있다.

### 3.2 침입수 분석 결과

기준 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법을 통한 침입수 산정결과 분석방법별 평균 침입수 값은 21m<sup>3</sup>/d 차이가 발

생하는 것으로 나타났다. 또한, 산정방법이 동일한 야간생활하수 평가법 결과만 비교하는 경우에도 평균 침입수 값이 17m<sup>3</sup>/d 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 이의 원인은 산정 방법의 차이에 의한 것으로 기준 보정 방법의 경우 4가지 방법에 의해 침입수를 산정하여 최대/최소값을 제외한 나머지 값을 평균하여 최종 침입수를 산정한 반면, 표준 매뉴얼에 의한 방법의 경우 야간생활하수 평가법 1가지 방법에 의해 최종 침입수를 산정하였다. 또한, 분석에 사용된 유효 데이터도 각각의 방법별로 상이하여 최종 침입수 산정결과 차이 발생에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

<표 3> 침입수 분석 결과 비교

구 분	기존 보정방법					표준 매뉴얼
	물사용량 평가법 (m <sup>3</sup> /d)	일최대/최소 평가법 (m <sup>3</sup> /d)	일최대유량 평가법 (m <sup>3</sup> /d)	야간생활하수 평가법 (m <sup>3</sup> /d)	평균 침입수량 (m <sup>3</sup> /d)	야간생활하수 평가법 (m <sup>3</sup> /d)
1개월	27	89	28	43	36	15
2개월	10	70	25	29	27	20
3개월	54	63	30	24	42	11
4개월	59	59	22	22	22	25
5개월	59	70	23	32	46	13
6개월	95	95	25	49	49	-
평 균					37	16

- 주) 1. “-”는 침입수 값이 음수로 산정되어 분석에서 제외함.  
 2. 음영 부분은 최대/최소값을 제외한 평균 침입수량 산정시 사용된 값임.  
 3. 6개월 자료의 경우 최대값이 물사용량 평가법과 일최대/최소 평가법에서 95m<sup>3</sup>/d로 동일하여 평균 침입수량 산정에 야간생활하수 평가법 하나의 값만을 사용함.

침입수 분석시 적용되는 침입수 분석방법별 특성을 보면,  
 - 물사용량 평가법 : 상수사용량을 제외한 지하수사용량, 소방용수량, 청소용수량, 부정사용량 등의 파악이 어려우며, 오수전환을 적용시 오차가 발생할 수 있음.  
 - 일최대-최소 평가법 : 침입수량 및 공정폐수량은 일정하다고 가정됨.  
 - 일최대유량 평가법 : 야간의 하수발생량은 없다고 가정됨.

- 야간생활하수 평가법 : 야간생활하수 발생비율 산정식은 외국에서 개발된 식으로 국내 적용시 오차발생 가능성이 있음.  
 위와 같이 분석방법별로 오차 발생 가능성을 내포하고 있어 침입수 분석시 기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법에 대한 적절성 판단은 어려울 것으로 판단된다.

<표 4> 기존 보정방법에 의한 유입수 분석 결과

구분	날 짜	강우량 (mm)	유입수(m <sup>3</sup> /d)		구분	날 짜	강우량 (mm)	유입수(m <sup>3</sup> /d)	
			총 유입수	평균 유입수				총 유입수	평균 유입수
1 개 월	09/7/17	17	X	0.15	4 개 월	09/10/16	3	-	2.67
	09/7/18	9	X			09/10/17	14	14	
	09/7/24	23	X			09/10/19	10	30	
	09/7/28	8	-			09/10/23	1	-	
	09/8/8	6	5			09/10/31	22	36	
	소 계	63	5			09/11/1	1	3	
2 개 월	09/8/20	4	1	3.15	5 개 월	09/11/13	2	-	1.14
	09/8/26	19	17			09/11/22	2	5	
	09/8/27	30	35			09/11/25	1	8	
	09/8/30	3	7			09/11/29	2	13	
	09/9/11	8	-			09/12/5	11	8	
	소 계	79	98			09/12/10	1	-	
3 개 월	09/9/21	11	34	1.13	6 개 월	소 계	17	34	2.22
	09/10/3	1	-			09/12/25	1	-	
	09/10/13	3	-			09/12/27	1	31	
	09/10/14	1	-			10/1/4	6	38	
	소 계	16	34			소 계	8	69	

- 주) 1. “-”는 유입수 값이 음수로 산정되어 분석에서 제외함.  
 2. “X”는 강우일 이전 건기 데이터의 취득이 불가로 인해 유입수 산정에서 제외함.

<표 5> 표준 매뉴얼에 의한 유입수 분석 결과

구분	강우량 (mm)	유입수		구분	강우량 (mm)	유입수		
		총유입수 (m <sup>3</sup> /d)	비유입수 (m <sup>3</sup> /mm)			총유입수 (m <sup>3</sup> /d)	비유입수 (m <sup>3</sup> /mm)	
1개월	7/17~7/20	26	186	3개월	9/21~9/23	11	52	4.74
	7/24~7/26	23	65		10/13~10/15	4	7	1.76
	7/28~7/30	8	18		소계	15	59	3.94
	8/8~8/14	6	8	4개월	10/16~10/21	27	76	2.81
	소계	63	276		10/31~11/2	23	75	3.26
2개월	8/20~8/22	4	17	5개월	소계	50	151	3.02
	8/26~9/1	52	129		12/5~12/7	11	49	4.49
	9/11~9/14	23	48	6개월	1/4~1/6	6	-	-
	소계	79	194					

주) “-”는 유입수 값이 음수로 산정되어 분석에서 제외함.

<표 6> 분석방법별 유입수 분석 결과

구 분		1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월	계
기존 방법	강우량(mm)	63	79	16	53	17	8	39
	평균유입수(m <sup>3</sup> /d)	0.15	3.15	1.13	2.67	1.14	2.22	1.75
표준 매뉴얼	강우량(mm)	63	79	15	50	11	6	37
	비유입수(m <sup>3</sup> /mm)	4.38	2.46	3.94	3.02	4.49	-	3.05

주) “-”는 유입수 값이 음수로 산정되어 분석에서 제외함.

### 3.3 유입수 분석 결과

6개월간의 유입수 분석결과를 보면, 기존 보정 방법의 경우 평균 강우량 39mm, 일평균유입수 1.75m<sup>3</sup>/d, 표준 매뉴얼에 의한 방법의 경우 평균 강우량 37mm, 비유입수 3.05m<sup>3</sup>/mm으로 나타났다.

유입수 분석시 기존 보정방법의 경우 일평균 유입수 (m<sup>3</sup>/d) 형식으로 산정하는데 반해 표준 매뉴얼에 의한 방법의 경우 비유입수(m<sup>3</sup>/mm) 형식으로 산정하여 결과 값의 직접적 비교는 어려울 것으로 판단된다.

유입수 산정 형식의 비교를 통한 유입수 분석 방법에 대한 적절성을 검토하면, 기존 보정방법의 경우 총 유입수량을 해당월 일수(간기일 포함)로 나누어 유입수량을 산정함으로써 강우사상이 미반영된 유입수 산정방법이라고 할 수 있다. 반면, 표준 매뉴얼에 의한 방법의 경우 총 유입수량을 해당 강우량으로 나누어 유입수량을 산정함으로써 단위 강우로 인해 발생하는 유입수량에 대한 검토가 가능할 것으로 판단된다. 따라서 유입수 산정 형식 측면에서 볼 경우 표준 매뉴얼에 의한 방법이 기존 보정방법에 비해 합리적이라고 할 수 있다.

### 3.4 I/I(침입수/유입수) 분석 결과

I/I(침입수/유입수) 분석시 기존 보정방법의 경우 침입수와 유입수를 합한 I/I(침입수/유입수)을 적용하는데 반해 표준 매뉴얼에 의한 방법의 경우 침입수와 유입수의 단위가 상이하여 개별로 구분하여 적용한다. 따라서, 각각의 분석 방법별 I/I(침입수/유입수) 결과의 직접적 비교는 어려울 것으로 판단되며, 분석결과는 다음 <표 7>에 나타내었다.

I/I(침입수/유입수) 분석 방법 측면에서 볼 때 기존 보정 방법의 경우 발생특성이 상이한 침입수와 유입수를 합하여 하나의 지표로 사용함에 따라 이의 적용(하수관거 성능평가 등)에 부적절함이 있었다면, 표준 매뉴얼에 의한 방법의 경우 침입수와 유입수 각각을 별개의 지표로 적용하여 합리적이라 할 수 있다.

### 3.5 종합 판단

하수관거 I/I(침입수/유입수) 분석에 대한 기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법을 비교해보면 각각의 분석방법에 따라 결과값이 상이한 것으로 나타났다. 이의 원인은 첫째, 데이터의 판정 및 처리방법의 상이함. 둘째, 분석방법의

<표 7> 유입수 산정 단위 비교

구 분	기존 보정방법	표준 매뉴얼에 의한 방법
분석방법	유입수 = $\frac{\text{총 유입수량(m}^3\text{)}}{\text{해당월 일수(28, 30, 31일)}}$	유입수 = $\frac{\text{총 유입수량(m}^3\text{)}}{\text{강우량(mm)}}$
분석단위	일평균 유입수량(m <sup>3</sup> /d)	비유입수량(m <sup>3</sup> /mm)
장 · 단점	· 유입수 발생에 강우가 미치는 영향에 대한 검토가 어려움.	· 단위 강우당 유입수 발생에 대한 검토가 가능

<표 8> I/I(침입수/유입수) 분석 결과 비교

구 분		기존 보정방법	표준 매뉴얼
침 입 수	침입수(m <sup>3</sup> /d)	37	16
	총 강우량(mm)	236	224
유 입 수	총유입수(m <sup>3</sup> /d)	323	729
	평균유입수(m <sup>3</sup> /d)	1.75	-
	비유입수(m <sup>3</sup> /mm)	-	3.05
	I/I(침입수/유입수)(m <sup>3</sup> /d)	38.75	-

주) I/I는 침입수와 평균유입수를 합한 값이며, 표준매뉴얼에 의한 방법의 경우 침입수와 유입수의 단위가 상이하어 합이 불가함.

상이함에 의한 것으로 판단된다. 기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법에 대한 하수관거 I/I(침입수/유입수) 분석방법의 적절성을 검토할 경우 표준 매뉴얼에 의한 방법이 객관성 및 재현성 확보(표준화된 기존 수립을 통한 분석자의 주관적 판단 개입 차단), 합리성 확보(강우사상을 고려한 유입수 산정 형식 도입 및 침입수와 유입수를 별개의 지표로 적용) 측면에서 기존 보정방법에 비해 우수한 분석방법인 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

본 연구는 P시 하수관거정비공사 지역 중 DW 처리구역을 대상으로 기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법으로 하수관거 I/I(침입수/유입수) 분석을 실시하여 각각의 방법에 대한 분석결과를 비교/검토하였다. 이를 통해 각각의 방법으로 산정된 I/I(침입수/유입수) 결과값의 차이를 비교하여 산정결과 차이의 발생원인 및 분석방법의 적절성에 대하여 검토하였다.

1. 기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법에 따른 유효데이터 분석 결과 데이터의 판정 및 처리 방법의 차이로

인해 분석결과와의 차이가 발생한 것으로 나타났으며, 기존 보정방법 대비 표준 매뉴얼에 의한 방법의 적용을 통해 분석자의 주관적 판단 개입이 차단된 객관적이고 재현성 있는 분석결과를 도출할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법에 따른 침입수 분석 결과 산정값의 차이가 발생하나, 침입수 분석방법별로 각각의 오차발생 가능성을 내포하고 있음으로 인해 분석방법의 적절성에 대한 규명은 불가하였다.

3. 기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법에 따른 유입수 분석 결과 분석 방법별 유입수 산정 형식이 상이하여 직접적인 비교는 불가하였으며, 유입수 형식 측면에서 비교할 때 비유입수량(m<sup>3</sup>/mm)를 적용한 표준 매뉴얼에 의한 방법이 일평균 유입수량(m<sup>3</sup>/d)를 적용한 기존 보정 방법에 비해 강우사상을 고려한 합리적인 방법인 것으로 판단된다.

4. 기존 보정방법과 표준 매뉴얼에 의한 방법에 따른 I/I(침입수/유입수) 분석결과 발생특성이 상이한 침입수와 유입수를 별개의 지표로 적용한 표준 매뉴얼에 의한 방법이 기존 보정방법에 비해 합리적인 방법인 것으로 판단된다.

5. 표준 매뉴얼에 의한 방법이 기존 보정방법에 비해 객관성 및 재현성 확보(표준화된 기준 수립을 통한 분석자의 주관적 판단 개입 차단), 합리성 확보(강우사상을 고려한 유입수 산정 형식 도입 및 침입수와 유입수를 별개의 지표로 적용)측면에서 우수한 분석방법인 것으로 판단된다.

## 5. 참고문헌

- 서원석 (2009) 분류식 하수도 침입수/유입수 발생특성 분석, 석사학위논문, 한양대학교
- 송호면, 조정일, 안충희 (2010) 하수관거정비 BTL사업의 효과분석 및 방안 수립 연구, *대한상하수도학회지*, **24**(6), pp.743-751
- 장대환, 한인섭, 우병하, 홍성진 (2009) 하수관거내 불량개소수와 I/I발생량간의 상관성분석, *대한상하수도학회지*, **23**(3), pp.321-329
- 왕주용 (2010) *하수관거 침입수 및 유입수 산정 표준지침에 따른 불명수량 산정 및 적용에 대한 연구*, 석사학위논문, 중앙대학교
- 환경부(2010) *공공하수처리시설 운영관리실태 분석결과*
- 환경부(2009) *하수관거 침입수 및 유입수 산정 표준 매뉴얼*
- 환경부(2010) *하수도 통계연보*
- Antonio Jorge Monteiro, Ana Teresa Silva (2009) *Integrated strategies for the reduction of infiltration and inflow in sanitary sewer systems*, *Water Asset Management International*, IWA Publishing
- O. Raynaud, C. Joannis, F. Schoefs, F. Billard (2008) *A model-based assessment of infiltration and inflow in the scope of controlling separate sanitary overflows at pumping stations*, 11th International Conference on Urban Drainage