

서울시 하수관거정비사업의 추진현황과 개선방향

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| ■ 서울시 하수관거의 현황 및 문제점 | ■ 정비지역 예비평가를 통해 본 기존 하수관거 |
| ■ 하수관거정비사업의 추진현황 | 정비의 한계점 |
| ■ 하수관거정비사업의 효과평가 모형 | ■ 향후 하수관거정비사업의 개선방향 |

서울시 하수관거의 현황 및 문제점

○ 하수관거 부설 현황

- 서울시 하수관거는 1970년 이전에는 1,462.9km로 보급률 28%에 불과했으나 1980년대부터 급속하게 증가하여 1983년도에 보급률 87%를 달성하였고, 2001년 현재에는 10,015km로서 보급률이 거의 100%임.
- 하수관거의 80% 이상이 1984년 이전에 부설되어 많은 부분이 법정내용연수인 20년을 초과하고 있으며 관거연장으로는 7,000km이상이 노후관거에 해당됨.

○ 관거용량 부족과 부대시설 및 연결관의 배수불량

- 시가지가 상류지역으로 점차적으로 확장 개발됨에 따라 강우시 배제해야 하는 우수유출량은 증가하였으나 관거가 하류지역의 기존 관거에 연결되어 있어 관거용량이 부족함. 더욱이 저지대의 하수관거 경사가 완만한 경우가 많아 우수가 원활하게 배제되지 못하여 침수 피해가 발생하고 있음.
- 빗물받이, 연결관 등 집수시설의 미비, 맨홀내의 인버트 미설치, 연결관접합시 각도불량 등으로 인한 배수불량으로 우수배제가 원활하게 이루어지지 못하고 있음.

○ 오수관거 오점합과 유입수질 저하

- 새로운 분류식지역의 배수설비가 합류식관거에 잘못 연결되어 있어 분류식관거의 정비에 의한 효과를 기대하기 어려움. 또한 합류식관거에서 비가 오지 않을 시, 관내 유속이 저하되고 침전물이 퇴적되어 하수처리장 유입수질이 계획수질보다 낮음.

- 계곡수유입, 미정비된 합류식하수관망 체계 및 관거의 노후화 등으로 인하여 불명수가 과다하게 유입되어 하수처리장 유입하수의 수질이 낮음. 따라서 하수처리효율이 저하되고 처리시설용량이 부족하게 됨. 또한 수세변소수가 분뇨정화조와 오수정화시설을 거쳐 하수관거로 배출되고 있어 하수처리장 유입수질이 낮은 원인이 되고 있음.

○ 하수관거노후 등 기타문제

- 하수관거의 노후 및 접합부의 불량 등으로 인하여 지하수가 다량 유입되고 있으며, 타기반시설 시공시에 하수도훼손에 대한 인식부족 및 시공상의 편의 때문에 상수도관, 가스관 등의 타시설물 통과로 인한 불법점용 및 훼손이 발생함.
- 하수도시설에 대한 인식부족 및 유지관리의 소홀 등으로 맨홀 및 빗물받이, 관거 내에 토사 및 쓰레기를 투기함으로서 표면수의 집수불량 및 관거내 하수정체로 인한 배수불량 및 악취발생의 원인이 되고 있음.
- 강우시 시가지의 지표면오염물질과 관거퇴적물이 우수에 의하여 씻겨 상당량이 공공수역으로 월류됨에 따라 수질이 오염되고 있음. 또한 합류식지역에서 수세변소수 직유입이 이루어지면 강우시에 수세변소수가 공공수역으로 배출될 가능성이 크므로 월류수에 대한 대책이 수립되어야 함.
- 하수처리구역에서 별도로 분뇨정화조 및 오수정화시설이 설치되어 시설비 및 유지관리비 외에도 하수도사용료를 납부하고 있어 주민에게 이중부담을 주고 있음.

하수관거 정비사업의 추진현황

○ 하수관거 정비사업 추진배경

- 하수관거는 관거용량 부족, 집수시설 미비, 연결관 접합불량, 분류하수관의 오접합, 하수처리장의 유입수질저하, 관거노후·시공불량, 월류수에 의한 수질오염 등의 문제가 있어 도시기반시설로서의 역할이나 기능을 제대로 발휘하지 못하고 있음.
- 이에 따라 1992년부터 서울시는 우수배제를 위한 방재적 측면뿐만이 아니라 오염방지를 위한 환경시설로서의 역할과 기능을 향상시키기 위하여 하수관거정비사업을 추진하고 있음.

○ 하수관거 정비사업의 기대효과

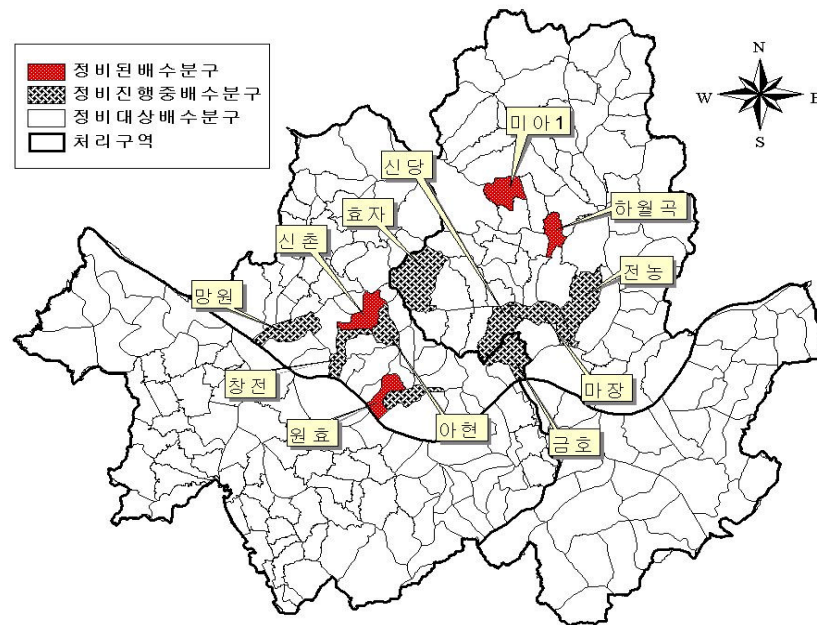
- 하수관거정비사업에 의한 기대효과는 크게 하수관거 기능향상, 유지관리비용 절감, 삶의 질 향상으로 나눌 수 있음.
- 하수관거기능향상 효과: 시가지내 침수 및 악취저감, 하수처리장의 처리효율 향상, 방류 수역의 수질개선 등
- 경제성 향상 효과(유지관리비용 저감): 하수관준설비용 절감, 침수피해액 감소, 하수관 보수비용 절감, 하수처리장 처리효율 향상에 의한 운영비용 저감 등
- 삶의 질 향상 효과: 수질개선, 악취감소 및 침수해소로 인한 시민의 삶의 질 향상 등

○ 하수관거 정비계획

- 하수관거정비사업의 기본방향은 첫째, 합류식관거의 기능을 강화하여 지하수 등 불명수 유입저감, 수세변소수 직유입에 대비하고, 두번째는 침수해소의 기능을 강화하여 관거용량 부족, 역경사, 지장물 등을 정비하는 것임.
- 정비대상인 하수관거는 5,476km로서 서울시 하수관거 총연장의 55%에 해당되며 이중에서 강북지역이 2,410km이고 강남 지역은 3,066km임.
- 하수관거의 정비방법은 서울시 전역을 대상으로 한 기본설계용역 결과를 근거로 하여 부 설연도가 오래된 강북지역을 1단계('95~2011, 2,410km)로 선정하고 우선적으로 추진하고 있음. 이와 함께 단위개량사업으로서 배수불량 또는 침수발생지역과 노후로 사고의 우려가 있는 지역은 자치구의 요청에 따라 시행하고 있음.

○ 하수관거 정비현황

- 하수관거 정비대상지역은 중랑, 탄천, 서남, 난지의 4개 하수처리구역의 총 239개 배수분 구이며 이 중에서 강북지역이 117개 배수분구이고 강남지역은 122개 배수분구가 해당됨.
- 지금까지 하수관거정비사업의 추진현황을 보면 하수관거정비의 기본 및 실시설계가 완료 된 12개 배수분구 중에서 2003년에 원효, 신촌, 미아1, 하월곡 등의 4개 배수분구에 정비 사업이 실시되었으며 나머지 8개 배수분구는 사업진행 중임.



[그림 1] 서울시 하수관거정비사업 추진 현황

하수관거정비사업의 효과평가 모형

○ 하수관거정비사업이 실시된 지역에 대한 관거개선 평가시스템 도입의 필요성

- 하수관거의 정비는 판단기준에 의하여 개·보수 대상관거 및 공법 등을 선정하고 복잡한 과정을 통하여 실시되고 있지만, 정비된 지역의 관거상태가 평가되지 않아 적용된 정비방향의 적정성 확인 및 문제점 개선 등이 이루어지지 않은 상태에서 다른 지역의 관거정비가 계속되고 있음.
- 관거정비효과의 하나는 유지관리의 용이성을 들 수 있는데 정비상태가 평가되지 않음으로서 유지관리내용 및 방향을 설정할 수 없고 기존 방식으로 관리가 반복됨으로서 사업효과가 발휘되지 않고 있음.
- 관거정비는 시민 및 사회전체의 환경을 향상시키는 반면에 많은 예산과 장기간이 소요되며 도심지에서 시민생활에 직접적으로 영향을 미치는 사업이므로 삶의 질 향상과 같은 효과를 명확하게 제시하여 시민의 이해 및 협조를 얻지 못하면 지속적으로 이루어지기 어려움. 따라서 관거정비의 타당성 및 효율성에 대한 관거개선 평가시스템 도입이 필요함.

○ 하수관거정비의 효과평가 목적

- 정량화된 효과분석방법으로 관거정비지역에 대한 효과와 정비상태를 명확하게 평가함으로써, 앞으로의 관거정비사업이 효율적이고 경제적으로 실시될 수 있도록 하는 관거정비방안과 지속가능한 관거유지관리 방향을 제시하는 것임.

○ 하수관거정비의 효과평가 항목 및 달성목표치

- 효과평가항목은 배수분구에 대해 하수관내 유량 및 수질, 통수능부족관거 연장, 최소유속 미달관거 연장, 지하수수질, 악취발생지점 개소수, 지반침하지점 개소수, 하수관내이상향목 개소수의 9개이며, 처리구역은 하천수질, 하수처리장 유입하수량, 하수처리장 유입하수수질의 3개임.
- 관거정비사업에 의해 달성해야 하는 목표치는 다음과 같음.
 - 하수관내 불명수율 : 일최대오수발생량의 10%
 - 하수관내 하수수질 : 불명수가 일최대오수발생량의 10% 이내로 유입될 경우의 하수수질
 - 통수능부족관거 연장, 최소유속미달관거 연장, 하수관준설량, 악취발생지점 개소수, 지반침하지점 개소수, 하수관내이상향목 개소수 : 발생개소가 없는 상태
 - 지하수수질 : 먹는물 수질기준
 - 하천수질 : 해당 하천의 수질환경기준 및 목표수질
 - 유입하수량, 유입수질 : 불명수가 일최대오수발생량 10% 이내로 유입되는 상태에서 하수처리장으로 유입되는 유입하수량 및 유입수질

○ 하수관거정비의 효과평가 지표 및 산정식¹⁾

- 하수관거 정비달성율 : 관거정비에 의해 하수관거가 도시배제시스템으로서 달성해야 하는 목표치에 대해 도달한 상태를 나타내는 효과평가 지표이며 판단기준은 다음과 같음.
 - 판단 「양호」 : 정비달성율 90%이상으로 지속적 유지관리가 필요

1) 정비달성율과 정비효율의 산정식은 다음과 같음.

$$\text{종합정비달성율: } I = \frac{W_1 \cdot \sum(I_{m1} \times w_{m1}) + W_2 \cdot \sum(I_{m2} \times w_{m2}) + W_3 \cdot \sum(I_{m3} \times w_{m3})}{W_1 \cdot \sum(w_{m1}) + W_2 \cdot \sum(w_{m2}) + W_3 \cdot \sum(w_{m3})} \times 100(\%)$$

$$\text{종합정비효율: } E = \frac{W_1 \cdot \sum(E_{m1} \times w_{m1}) + W_2 \cdot \sum(E_{m2} \times w_{m2}) + W_3 \cdot \sum(E_{m3} \times w_{m3})}{W_1 \cdot \sum(w_{m1}) + W_2 \cdot \sum(w_{m2}) + W_3 \cdot \sum(w_{m3})} \times 100(\%)$$

여기서 I : 배수분구의 관거 종합정비달성율 지표, E : 배수분구의 관거 종합정비효율 지표, W1 : 관거기능향상 분야에 대한 가중치, W2 : 유역환경개선 분야에 대한 가중치, W3 : 관거시설정비 분야에 대한 가중치, w11, w12, w13 : 효과분석항목에 대한 가중치, 11 = {f(유량), q(수질), v(최소유속 미달관거), t(통수능부족관거), d(단위연장당 준설량)}, 12 = {b(지하수수질), s(악취발생), t(지반침하)}, 13 = {a(관거내 이상향목)}

- 판단 「부분개선」 : 정비달성율 89~70%로서 부분적 개선작업이 필요
- 판단 「재검토·정비」 : 정비달성율 70%미만으로 정비계획·방향을 새로이 검토하여 재관거정비가 필요
- 하수관거 정비효율 : 관거정비의 전·후 상태를 측정하여 효과분석항목별로 상대적으로 비교함으로써 관거정비를 통하여 향상된 정도를 나타내는 효과평가 지표임. 배수분구 또는 처리구역에서 관거정비에 의하여 나타난 정비효율에 대한 소요사업비는 경제효율성으로 평가할 수 있음.

원호배수분구 예비평가를 통해 본 하수관거정비의 한계점

○ 원호배수분구 하수관거정비사업의 예비평가 결과

- 원호배수분구는 하수관거정비사업 시범사업지구로서 1999년에 하수관거정비사업이 이미 실시된 지역이지만 정비사업이 평가되지 않은 상태임. 여기서 효과평가항목 9개 중에서 기존 관거정비 관련자료로 분석이 가능한 최소유속미달관거, 통수능부족관거, 지하수수질의 3개 항목에 대해 정비달성율과 정비효율을 산정함.

<표 1> 원호배수분구의 정비달성율 및 정비효율 산정결과

효과	분석항목	세부항목	정비전	정비후	목표치	개별지표 (%)		종합지표 (%)		가중치	
						정비달성율	정비효율	정비달성율	정비효율	세부	일반
하수관거기능향상	불명수율 (%)	-	94.9	-	10	-	-	87.6	58.2	0.24	0.48
	수질 (mg/l)	BOD	57.74	-	170	-	-			0.19	
	최소유속미달관거 (m)	0.3 m/s	6,365	6,085	없음	74.5	4.4			0.19	
	통수능부족관거 (m)	-	1,441	297	없음	98.8	79.4			0.26	
	단위연장 당 준설량 (㎥/m)	-	-	-	발생되지 않음	-	-			0.12	
유역환경개선	지하수수질 (mg/L)	COD	7	2	0	85.7	76.6	87.6	58.2	0.34	0.27
		NO ₃ -N	33	6	10					0.34	
	악취발생 (개소)	-	-	-	없음	-	-			0.34	
	지반침하 (개소)	-	-	-	없음	-	-			0.32	
시설정비상태향상	관거연장당 이상항목 (개소/km)	-	254	-	없음	-	-			-	0.25

- 정비달성율은 종합달성율로서 87.6%이며 개별달성율은 최소유속미달관거항목이 74.5%로 「부분개선」, 통수능부족관거항목은 98.8%로 「양호」, 그리고 지하수 수질항목이 85.7%로 「부분개선」으로 평가됨. 이들 결과에 따라 원호배수분구는 최소유속미달관거 부분을 중점적으로 개보수하여 종합정비달성율이 90% 정도가 되도록 정비하고, 또한 정비된 관거가 지속적으로 기능을 확보하기 위하여 유지관리가 수행되어야 하는 것으로 검토됨.
- 정비효율은 종합정비효율이 58.2%이며, 여기서 제시된 결과는 9개 효과평가항목 중의 3개 항목에 의해 정비효율이 산정된 한계점을 가지고 있음.
- 종합정비효율 당 소요된 사업비를 산정하여 다른 배수분구와 비교함으로써 사업비의 효율적인 투입여부를 평가할 수 있음.

○ 예비평가에서 나타난 하수관거의 유지관리 문제점

- 원호배수분구는 관거정비사업에 의하여 통수능부분은 대부분 개선되었지만 최소유속미달관거부분은 정비가 되지 않은 것으로 나타나 하수관거가 도시기반시설로서의 기능을 확보하기 위하여 최소유속미달관거에 대한 별도의 유지관리가 수행되어야 함.

○ 기존 하수관거정비사업의 한계점

- 예비평가결과에서 하수관거정비가 실시되었지만 관거가 구조적, 물리적인 결함에 해당되는 이상항목은 개보수되고 관거본래의 기능인 자연유하기능은 거의 개선되지 않은 것으로 나타남.
- 하수관거정비가 국부적인 개선으로 불완전하게 실시됨으로서 관거정비의 목적인 수세변소수 직유입 문제, 악취 및 준설량 증대, 강우시 월류수에 의한 하천수질오염, 하수처리장의 낮은 운영효율, 정확조 이중부담 등의 문제는 해결되기 어려운 상태임.

향후 하수관거정비사업의 개선방향

○ 하수관거정비사업의 효과분석 실시

- 앞으로 계획된 관거정비사업이 보다 개선되고 효율적인 정비방향과 방법으로 진행될 수 있도록 관거정비된 배수분구(처리구역)에 대해 즉시 정비상태를 평가·분석할 수 있는 관거정비 효과분석시스템을 마련·실시해야 함.

○ 수세변소수 직유입이 가능하도록 하수관거정비

- 기존의 관거정비사업이 관거의 본래 기능인 자연유하기능이 거의 개선되지 않고 불완전하게 추진되고 있으므로 정비목적인 수세변소수 직유입이 어렵고 이와 관련된 하수관거문제가 여전히 남아 있어 사업효과가 불명확함. 따라서 하수관거정비사업을 통하여 정비대상 배수분구가 최소유속을 확보할 수 있도록 하수관거정비계획 및 설계를 수립하고 이에 따라 사업이 진행되어야 할 것임.

○ 다목적 기능 수행이 가능하고 발전해 가는 하수관거정비

- 관거정비는 원칙적으로 표준적 내용연수를 초과한 시설을 대상으로 하여 물리적, 기능적, 경제적으로 평가하고 노후화 또는 기능이 진부화한 관거를 개선하는 것과 함께 새로운 기술개발에 의하여 고기능을 발휘할 수 있고 다목적으로 이용이 가능하도록 정비되어야 함.
- 하수관거가 정비된 배수분구에 대해서는 신속하게 평가를 실시하여 기존 정비방향의 문제점을 개선하고, 검증되고 발달된 정비기술을 적용할 수 있도록 하는 지원체계 구축이 필요함.

○ 효율성 및 연속성 있는 하수관거정비

- 관거정비사업이 지자체별 불연속적으로 실시되고 있어 사업의 관리주체가 일관성 있게 추진하지 못하고 있음. 이로 인하여 관거정비사업이 유기적으로 실시되지 못하여 사업시행의 최대효과를 얻기 어려움.
- 관거정비사업의 추진과정에서 서울시와 자치구청간이나 발주처와 설계·시공업체간의 정보공유가 이루어지지 않고 있으므로 사업의 전반적인 정보를 통합관리할 수 있는 주체를 정하고 후속 정비사업과 효율적으로 연결되도록 하는 체계가 필요함.

○ 시민의 이해와 협조로 추진되는 하수관거정비

- 관거정비는 막대한 사업비와 시간이 소요되며 더욱이 시가지에서 실시되어 시민들의 생활에 직접적으로 영향을 미치는 사업이므로 관거정비의 타당성 및 효율성, 그리고 삶의 질 향상과 같은 효과가 명확하게 제시되어 시민들의 이해 및 협조를 얻을 수 있도록 함.

김영란 | 서울시정개발연구원 연구위원

02-2149-1159

yrkim@sdi.re.kr