

국립환경과학원 연구보고서 제 2003-11호

# 하수관거정비사업 효과분석을 위한 방안검토 연구

김영란

국립환경과학원 연구보고서 제 2003-11호



시 정 연  
2003-R-11

# 하수관거정비사업 효과분석을 위한 방안검토 연구

(Assessment Methods of Sewer Rehabilitation Projects in Seoul)

2003



서울시정개발연구원  
Seoul Development Institute

## 연구진

---

연구책임 김 영 란 • 도시환경연구부 연구위원  
연구원 김 진 영 • 도시환경연구부 위촉연구원

---

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서  
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

## 요약 및 정책건의

---

### I. 연구의 개요

#### ○ 서울시 하수관거의 문제점 및 관거정비사업의 시급성

- 서울시 하수관거는 2001년 현재 총연장이 10,015km로 보급률 100%를 달성하고 하수처리능력은 581만 $\text{m}^3$ /일인 막대한 시설을 가지고 있으나 관거 대부분이 30년을 초과하고 있고 20년이내는 10%에 불과하며, 관거불량개소는 본관부가 관거 km당 133개소이며 연결관부는 관거 km당 118개소로서 관파손, 매몰, 악취발생 등 유지관리상의 여러 가지 문제점이 나타나고 있음.
- 관거용량 부족, 집수시설 미비, 연결관 접합불량, 분류하수관의 오접합, 하수처리장의 유입수질저하, 관거노후 및 시공불량, 월류수 문제 등으로 관거가 도시기반시설로서 역할이나 기능을 제대로 발휘하지 못하고 있어 관거정비가 시급한 상태임.

#### ○ 효과평가 없이 이루어지는 관거정비사업 추진의 한계성

- 서울시는 기존 하수관거 문제점을 해결하기 위하여 1992년부터 하수관거정비사업을 추진하고 있으나 정비된 지역의 관거상태가 평가되지 않아 적용된 정비방향의 적정성 확인 및 문제점 개선 등이 이루어지지 않은 상태에서 다른 지역의 관거정비가 계속되고 있음. 또한 정비지역의 도시기반시설로서 관거기능을 유지하기 위한 관거관리 방향을 적절하게 설정하기 어려움.
- 관거정비는 시민 및 사회전체의 환경을 향상시키는 반면에 많은 예산과 장기간이 소요되며 도심지에서 시민생활에 직접적으로 영향을 미치는 사업이므로 관거정비의 타당성 및 효율성, 그리고 삶의 질향상과 같

은 효과를 명확하게 제시하여 시민의 이해 및 협조를 얻지 못하면 지속적으로 이루어지기 어려움.

○ 관거정비사업의 효율성 확보 및 지속적 관리방향을 제시할 수 있는 효과분석방안의 필요

- 관거정비된 지역에 대해 정비사업효과를 분석하여 정비상태를 확인함으로써 기존에 수립된 정비방향의 적정성을 검토하고 지속적인 관거의 관리방안을 제시하며, 이와 함께 앞으로 관거정비사업이 효율적이고 경제적으로 실시될 수 있는 관거정비방안이 구축되어야 함.
- 특히 효과분석 방안은 관거정비 효과와 정비상태를 유지관리 측면과 시민 생활향상 측면에서 명확하게 나타낼 수 있는 정량화되고 구체적인 효과분석방법이 필요함.

## II. 하수관거정비사업의 현황 및 문제점

### 1. 관거정비사업의 추진현황

- 서울시는 하수관거가 침수방지뿐만 아니라 환경기초시설로서의 기능을 확보할 수 있도록 하기 위하여 관거정비사업을 중랑, 탄천, 서남, 난지의 4개 하수처리구역의 16개 배수구역에 대하여 총 239개 배수분구별로 용역 및 공사를 시행하기로 계획하고 있으며 정비대상관거는 5,476km로서 사업비는 총 5조2,573억원으로 추정하고 있음.
- 관거정비를 위해 1992년~2001년까지 총 6단계에 걸쳐 배수분구별로 관거정비계획을 수립하고, 이 중에서 12개 배수분구에 대하여 실시설계를 완료하였음. 지금까지 관거정비사업은 실시설계가 완료된 배수분구 중 2003년 현재 원효, 신촌, 미아1, 하월곡 등의 4개 배수분구에서 실시되었으며 나머지 8개 배수분구는 진행 중임.

## 2. 관거정비사업의 문제점

- 관거정비사업은 막대한 예산이 장기간에 걸쳐 투자되므로 사업의 효율성, 타당성 및 투명성이 확인되어야 하며 이를 위해서 정비효과분석이 수행되어야 함. 그러나 일반적으로 효과로서 수세변소수의 직유입, 주변 환경의 개선, 침수의 방지, 공공수역의 수질보전 등이 있다고 알려져 있을 뿐이며 지금까지 관거정비효과에 대해 구체적으로 제시되거나 정량적으로 평가된 적이 없음.
- 관거정비는 판단기준에 의하여 개·보수대상관거 및 공법 등이 선정되어 복잡한 과정을 통하여 실시되지만 정비된 지역의 관거를 평가하는 과정이 마련되어 않아 현재 관거정비된 신촌, 원효, 미아1, 하월곡 등의 4개 배수분구에 대해 정비사업의 평가가 이루어지지 않아 적용된 정비방향의 적정성 파악에 의한 문제점이 개선되지 않은 상태에서 다른 배수분구의 관거정비가 계속되고 있음.
- 정비지역의 관거상태가 평가되지 않아 향후 관거유지관리 방향을 적절하게 설정할 수 없어 도시기반시설로서 관거기능의 지속성을 확보하기 어려움.

## III. 정책건의

### 1. 하수관거정비 효과분석방안 마련

#### ○ 효과분석 지표 설정

- 하수관거 정비달성을 : 관거정비에 의해 관거가 도시배제시스템으로서 달성해야 하는 목표치에 대해 도달한 상태를 나타내는 효과분석 지표
- 하수관거 정비효율 : 관거정비의 전·후 상태를 측정하여 효과분석항목 별로 상대적으로 비교함으로써 관거정비를 통하여 향상된 정도를 나타내는 효과분석 지표

## ○ 효과분석항목 및 목표치 설정

- 효과분석항목은 배수분구에 대해 관거기능향상, 유역환경개선, 관거시설정비의 3분야와 분석항목 9개로 설정하고, 처리구역은 방류수역 수질개선과 하수처리장 운영효율증대의 2분야와 분석항목 3개로 구성함.
  - ① 배수분구에 대한 효과분석항목 : 하수관내 유량 및 수질, 통수능부족관거 연장, 최소유속미달관거 연장, 지하수수질, 악취발생지점 개소수, 기반침하지점 개소수, 하수관내이상항목 개소수
  - ② 처리구역에 대한 효과분석 항목 : 하천수질, 하수처리장 유입하수량, 하수처리장 유입하수수질
- 관거정비사업에 의해 달성해야 하는 목표치를 마련함.
  - ① 하수관내 불명수율 : 일최대오수발생량의 10%
  - ② 하수관내 하수수질 : 불명수가 일최대오수발생량의 10% 이내로 유입될 경우의 하수수질
  - ③ 통수능부족관거 연장, 최소유속미달관거 연장, 하수관준설량, 악취발생지점 개소수, 기반침하지점 개소수, 하수관내이상항목 개소수 : 발생개소가 없는 상태
  - ④ 지하수수질 : 먹는물 수질기준
  - ⑤ 하천수질 : 해당 하천의 수질환경기준 및 목표수질
  - ⑥ 유입하수량, 유입수질 : 불명수가 일최대오수발생량 10%이내로 유입되는 상태에서 하수처리장으로 유입되는 유입하수량 및 유입수질

## ○ 관거정비효과 산정식 도출

- 배수구역의 정비효과 산정식

- ① 효과분석항목별 정비효과 산정식

$$\cdot \text{개별 정비달성율} \quad I_{II} = \frac{A_{II}}{G_{II}} \times 100 (\%)$$

· 개별 정비효율  $E_{II} = \frac{A_{II} - B_{II}}{B_{II}} \times 100 (\%)$

여기서  $I_{II}$  : 배수분구의 효과분석항목별 개별정비달성율 지표

$E_{II}$  : 배수분구의 효과분석항목별 개별정비효율 지표

$A_{II}$  : 효과분석항목에 대한 배수분구 정비후의 관거상태

$B_{II}$  : 효과분석항목에 대한 배수분구 정비전의 관거상태

$G_{II}$  : 효과분석항목별 배수분구 정비달성목표치

$II = \{f(\text{유량}), q(\text{수질}), v(\text{최소유속 미달관거}), i(\text{통수능부족 관거}), d(\text{단위연장당 준설량}), b(\text{지하수수질}), s(\text{악취발생}), t(\text{지반침하}), o(\text{관거내 이상항목})\}$

## ② 배수분구 종합 정비효과 산정식

### · 종합 정비달성율

$$I = [W_1 \cdot \sum (I_{II1} \times w_{II1}) + W_2 \cdot \sum (I_{II2} \times w_{II2}) + W_3 \cdot \sum (I_{II3} \times w_{II3})] \times 100 (\%)$$

### · 종합 정비효율

$$E = [W_1 \cdot \sum (E_{II1} \times w_{II1}) + W_2 \cdot \sum (E_{II2} \times w_{II2}) + W_3 \cdot \sum (E_{II3} \times w_{II3})] \times 100 (\%)$$

여기서  $I$  : 배수분구의 관거 종합정비달성율 지표

$E$  : 배수분구의 관거 종합정비효율 지표

$W_1$  : 관거기능향상 분야에 대한 가중치

$W_2$  : 유역환경개선 분야에 대한 가중치

$W_3$  : 관거시설정비 분야에 대한 가중치

$W_{II1}, W_{II2}, W_{II3}$  : 효과분석항목에 대한 가중치

$II1 = \{f(\text{유량}), q(\text{수질}), v(\text{최소유속 미달관거}), i(\text{통수능부족관거}), d(\text{단위연장당 준설량})\},$

$II2 = \{b(\text{지하수수질}), s(\text{악취발생}), t(\text{지반침하})\},$

$II3 = \{o(\text{관거내 이상항목})\}$



－ 처리구역의 정비효과 산정식

① 효과분석항목별 정비효과 산정식

· 개별 정비달성율 : 
$$I_{\phi} = \frac{A_{\phi}}{G_{\phi}} \times 100 (\%)$$

· 개별 정비효율 : 
$$E_{\phi} = \frac{A_{\phi} - B_{\phi}}{B_{\phi}} \times 100 (\%)$$

여기서  $I_{\phi}$  : 처리구역의 효과분석항목별 개별정비달성율 지표

$E_{\phi}$  : 처리구역의 효과분석항목별 개별정비효율 지표

$A_{\phi}$  : 효과분석항목에 대한 처리구역 정비후의 관거상태

$B_{\phi}$  : 효과분석항목에 대한 처리구역 정비전의 관거상태

$G_{\phi}$  : 효과분석항목에 대한 처리구역 정비달성목표치

$\phi = \{r(\text{하천수질}), if(\text{유입하수량}), iq(\text{유입하수수질})\}$

② 처리구역의 종합정비효과 산정식

· 종합 정비달성율 :

$$I = [W_4 \cdot I_r + W_5 \cdot \sum (I_{\phi_1} \times w_{\phi_1})] \times 100 (\%)$$

· 종합 정비효율 :

$$E = [W_4 \cdot E_r + W_5 \cdot \sum (E_{\phi_1} \times w_{\phi_1})] \times 100 (\%)$$

여기서,  $I$  : 처리구역의 관거 종합정비달성율 지표

$E$  : 처리구역의 관거 종합정비효율 지표

$W_4$  : 방류수역 수질개선 분야에 대한 가중치

$W_5$  : 유역환경개선 분야에 대한 가중치

$r = \text{하천수질}, \Phi_1 = \{if(\text{유입하수량}), iq(\text{유입하수수질})\}$

## 2. 효과분석결과의 검토 방안

### ○ 정비달성율의 판단기준 설정 및 적용

－ 정비달성율의 판단기준은 관거정비에 의하여 나타나는 효과를 정비상

태로 나타낼 수 있고 관거관리 방향을 제시할 수 있는 체계로 구성함.

- 정비달성율의 판단기준은 3가지로 구성함.

·판단 『양호』 : 정비달성율 90%이상으로 지속적 유지관리가 필요

·판단 『부분개선』 : 정비달성율 89~70%로서 부분적 개선작업이 필요

·판단 『재검토·정비』 : 정비달성율 70%미만으로 정비계획·방향을 새로이 검토하여 재관거정비가 필요.

- 정비달성율 판단기준에 따른 향후 반영사항

<표 1> 정비달성율 판단기준에 따른 향후 반영사항

효과	분석 항목	중 요 도	정비달성율 판단기준 (%)	향후 반영사항
하수 관거 기능 향상	유량 및 수질	고	90이상	·지속적인 유지관리 및 정비
			70~89	·가능한 사업시기를 앞당겨 정비시행 ·하자보수, 지속적 조사 및 유지관리로 이상개소 조치
			70미만	·우선정비대상관거 조사 및 결과 재검토 ·방향 재설정후 정비사업 시행
	최소유속 미달관거	고	90이상	·지속적 유지관리 ·유지관리 대상관거의 지속적인 정비시행
			70~89	·수리계산 재검토후 우선정비 ·유지관리대상 초기관거 지속적 정비
			70미만	·악취발생, 준설량증가, 통수능감소 등이 발생하여 시민 생활과 직접 연결되므로 정비대상사업으로 시급히 정비 ·초기관 최소관경 기준 재검토 반영
	통수능 부족관거	고	90이상	·지속적 유지관리 및 정비
			70~89	·관계기관협조 및 자체적 지장물 이설 검토 등 적극적 시행
			70미만	·침수발생 등 도시안전과 직접연결되므로 정비방향을 검 토하여 관경확대 및 저류조설치 등 시급한 정비 시행 ·하천수, 계곡수 최우선 차단
	단위연장 당 준설량	중	70이상	·지속적인 유지관리
			70미만	·원인규명 후 신속한 정비

<표1 계속> 정비달성을 판단기준에 따른 향후 반영사항

효과	분석 항목	중요도	정비달성을 판단기준 (%)	향후 반영 사항
유역 환경 개선	지하수수질	중	70이상	·지속적인 유지관리
			70미만	·조사지점의 확대 및 결과 분석치를 정비사업에 반영
	약취 발생	중	70이상	·주민의 후각에 따른 오차범위 포함 ·지속적인 유지관리
			70미만	·근본적인 대책수립 · 조치
	지반 침하	고	90이상	·지속적인 유지관리
			70~89	·신속한 보수
			70미만	·재시행, 건기 및 강우시의 지하수위 변동 조사의 확대 시행 및 결과분석의 반영

#### ○ 정비효율의 판단기준 및 적용

- 정비효율은 해당지역의 정비전의 상태에 의하여 크게 좌우되므로 배수분구에서나 다른 배수분구와 비교하여 실질적인 정비효과를 파악하기 어려움.
- 정비효율당 소요사업비는 배수분구별 또는 처리구역별로 소요사업비의 합리성과 건전성을 판단할 수 있는 기준으로 적용될 수 있으며, 소요된 사업비가 관거개선에 실질적으로 어느 정도의 효과를 가져왔는지를 제시하고, 앞으로 추진되는 관거정비사업이 더욱 효율적이고 투자효과가 높은 사업으로서 실시되도록 함.
- 배수분구 또는 처리구역에서 관거정비에 의하여 나타난 정비효율에 대하여 소요된 사업비의 비를 경제효율성으로서 제시함.

$$\text{관거사업 경제효율성} = \frac{\text{관거정비에 소요된 사업비}}{\text{배수분구 또는 처리구역의 정비효율}}$$

### 3. 하수관거정비사업의 제도·행정적 제언

#### ○ 관거정비의 제도적 문제해결

- 정비사업의 효율성 및 연속성 결여 : 관거정비사업이 자치구청별로 개별적이고 불연속적으로 실시되고 있어 사업의 관리주체가 일관성이 있게 추진하지 못하고 있음. 이로 인하여 관거정비사업이 유기적으로 실시되지 못하여 사업시행의 효과를 평가하기 어려움.
- 정비사업의 공유성 결여 : 관거정비사업을 추진하는 과정에서 중앙청과 자치구청간이나 발주처와 설계·시공업체간의 정보공유가 이루어지지 않고 있으므로 사업의 전반적인 정보를 통합관리할 수 있는 주체를 정하고 후속 정비사업과 효율적으로 연결되도록 하는 체계가 필요함.

#### ○ 관거정비의 관리상 문제해결

- 서울시 하수관거는 10,015km에 달하는 방대한 연장이지만 부설년도, 개·보수연혁, 제원 등의 관거연혁이 제대로 구축되어 있지 않아 계획·설계시에 정비대상관거 및 관거상태에 적합한 정비방법을 선정하기 어려운 요인으로 작용할 수 있음.
- 현재 진행되고 있는 관거정비에서 사업이 완료된 배수분구에 대해서는 관거의 조사자료 및 정비상황에 대해 지속적이고 연계성 있는 관리, 정확한 준공도면의 전산화 및 통합관리가 시급히 이루어져야 함.

#### ○ 관거정비의 행정적 지원

- 정비사업이 처리구역단위로 효율적으로 완료되기 위해서는 관거정비된 배수분구에 대하여 효과분석을 신속하게 수행할 수 있는 행정적 지원이 지속적으로 필요함.
- 정비계획인 배수분구에 대해서는 정비된 배수분구의 효과분석결과에서

나타난 검증된 정비방법이나 새로운 정비기술을 적용하여 기존 정비방  
향의 문제점을 개선시킬 수 있는 지원체제가 필요함.

### ○ 향후 관거정비의 방향

- 현재 서울시 관거정비사업은 관거의 구조적, 물리적인 결함에 해당되  
는 이상항목의 개보수를 중심으로 실시됨으로서 불완전하게 추진되고  
있어 정비목적인 수세변소수 직유입, 악취, 준설, 월류수, 처리장운영,  
정화조이중부담 등의 문제를 해결하기 어려운 상태이므로 향후 추가  
적으로 최소유속확보를 위한 관거정비계획이 필요함.
- 관거정비는 원칙적으로 기존관거 중 표준적 내용연수를 초과한 시설  
을 대상으로 하여 물리적, 기능적, 경제적으로 평가하고 노후화 또는  
기능이 진부화된 관거를 개선하는 것과 함께 새로운 기술개발에 의하  
여 고기능을 발휘하고 다목적으로 이용할 수 있도록 정비되어야 함.
- 관거정비는 막대한 사업비와 시간이 소요되며 더욱이 시가지에서 이  
루어져 시민들의 생활에 직접적으로 영향을 미치는 사업이므로 관거  
정비의 타당성 및 효율성, 그리고 삶의 질 향상과 같은 효과가 명확하  
게 제시되어 시민들의 이해 및 협조를 얻을 수 있어야 할 것임.





# 목 차

---

■ 제 I 장 연구개요 .....	3
제1절 연구배경 .....	3
제2절 연구목적 .....	4
제3절 연구구성 및 체계 .....	4
■ 제 II 장 서울시 하수관거정비사업 .....	9
제1절 서울시 하수관거 현황 .....	9
1. 하수관거부설 추이 및 현황 .....	9
2. 하수관거 문제점 .....	13
제2절 하수관거정비사업 추진현황 .....	15
1. 관거정비의 목적 .....	15
2. 하수관거 정밀조사 .....	16
3. 관거정비의 계획 .....	18
4. 관거정비 현황 .....	21
■ 제 III 장 하수관거정비의 효과분석 .....	31
제1절 효과분석의 개요 .....	31
1. 효과분석 필요성 .....	31
2. 효과분석 기본방향 .....	31
제2절 효과분석 요소의 결정 .....	35
1. 효과분석 지표 설정 .....	35
2. 효과분석항목 및 목표치 .....	36
3. 관거정비효과 산정식 .....	38
4. 효과분석항목별 가중치 선정 .....	43

제3절 관거정비 효과분석 방법 .....	56
1. 배수분구 효과분석방법 .....	56
2. 처리구역 효과분석방법 .....	70
제4절 효과분석결과의 검토 방안 .....	73
1. 정비달성율의 판단기준 설정 및 적용 .....	73
2. 정비효율의 판단기준 설정 및 적용 .....	96
제5절 관거정비의 경제성 평가 .....	98

## ■ 제Ⅳ장 관거정비사업 효과분석 적용예 ..... 107

제1절 원효배수분구 하수관거정비 .....	107
1. 관거정비 개황 .....	107
2. 관거 현황 및 조사 .....	109
3. 관거정비 목표 및 방법 .....	110
제2절 원효배수분구의 효과분석 결과 .....	112
1. 개별 정비달성율 및 정비효율 산정 .....	112
2. 종합 정비달성율 및 정비효율 산정 .....	116
3. 종합 정비달성율 및 정비효율 판단 결과 .....	117

## ■ 제Ⅴ장 결론 및 정책건의 사항 ..... 123

1. 하수관거정비 효과분석방안의 도입 .....	123
2. 하수관거정비 효과분석방안 마련 .....	123
3. 하수관거정비사업의 제도·행정적 제안 .....	130

참고문헌 .....	135
부록 1 효과항목별 가중치 선정선정에 대한 설문 조사지 .....	139
부록 2 원효배수분구 관거최소유속 및 통수능 수리계산 .....	144

## 표 목 차

<표 2.1> 서울시 하수관거의 연도별 보급률 추이와 관거연장누계 .....	0
<표 2.2> 서울시 하수관거의 형태별 현황 .....	1
<표 2.3> 서울시 하수관거의 기능별 현황 .....	1
<표 2.4> 서울시 하수관거의 부대시설 현황 .....	1
<표 2.5> 하수관거정비사업 추진실적 및 향후계획(단위: km) .....	02
<표 2.6> 실시설계가 완료된 12개 배수분구에 대한 정비대상관거 .....	2
<표 2.7> 서울시 하수관거 정비대상지역 .....	3
<표 2.8> 하수관거정비가 실시된 4개 배수분구에 대한 개황 .....	3
<표 2.9> 실시설계가 완료된 배수분구의 하수발생원단위 .....	3
<표 3.1> 하수관거정비사업 효과 및 분석항목 .....	3
<표 3.2> 배수분구 관거정비의 효과분석항목별 정비효율과 정비달성을 부호 ..	4
<표 3.3> 처리구역 관거정비의 효과분석항목별 정비효율과 정비달성을 부호 ..	4
<표 3.4> 배수분구단위의 효과분석을 위한 가중치산정에 대한 설문내용 .....	4
<표 3.5> 처리구역단위의 효과분석을 위한 가중치산정 주요 설문내용 .....	4
<표 3.6> 이상치가 제거된 효과분석항목별 가중치 평균 .....	5
<표 3.7> 배수분구단위의 하수관거정비 효과분석을 위하여 산정된 가중치 .....	5
<표 3.8> 처리구역단위의 하수관거정비 효과분석을 위하여 산정된 가중치 .....	5
<표 3.9> 서울시 맨홀 및 빗물받이 현황 .....	5
<표 3.10> 서울시 하수관거 이상항목 판정기준 .....	7
<표 3.11> 정비달성을 판단기준 범위를 설정하기 위한 이상항목 .....	7
<표 3.12> 하수관거 어긋남에 따른 관거통수능 감소 정도 .....	8
<표 3.13> 연결관 돌출깊이와 지관직경에 따른 관거통수능 감소 정도 .....	9
<표 3.14> 관거를 통과한 타관의 직경에 따른 관거통수능 감소 정도 .....	9
<표 3.15> 곡관거의 수두손실에 따른 관거통수능 감소 정도 .....	8
<표 3.16> 퇴적정도에 따른 통수능저감 정도 .....	8

<표 3.17> 접합부 파손에 따른 관거통수능 감소 정도 .....	28
<표 3.18> 침입수 상태에 따른 관거통수능 감소 정도 .....	28
<표 3.19> 이상항목 등급별 하수관거정비의 긴급도 .....	38
<표 3.20> 구조상 영향이 있는 결함 .....	58
<표 3.21> 사용상 영향이 있는 결함 .....	58
<표 3.22> 관리상 영향이 있는 결함 .....	68
<표 3.23> 관거정비 효과분석항목에 대한 중요도 및 관거결함 내용 .....	68
<표 3.24> 하수관거정비사업의 효과분석항목별 중요도 .....	90
<표 3.25> 배수분구 및 처리구역의 정비달성율에 대한 판단기준 .....	99
<표 3.26> 효과분석배수분구 및 처리구역의 정비달성율에 대한 판단기준 .....	99
<표 3.27> 정비달성율 판단기준에 따른 적용근거 및 향후 반영사항 .....	40
<표 3.28> 12개 배수분구에 대한 하수관거정비사업의 관거연장당 사업비현황 .....	99
<표 3.29> 하수관거 정비사업을 통한 기대 편익 .....	99
<표 4.1> 원효배수분구의 계획구역 현황 .....	18
<표 4.2> 원효배수분구의 계획인구 .....	18
<표 4.3> 용산구의 주요 년도별 하수량 원단위 .....	18
<표 4.4> 옥천배수구역과 원효배수분구의 관거현황 .....	19
<표 4.5> 원효배수분구의 관거정비 전·후의 통수능 부족관거 현황 .....	113
<표 4.6> 원효배수분구의 관거정비 전·후의 최소유속 미달관거 현황 .....	113
<표 4.7> 원효배수분구의 정비달성율 및 정비효율 산정결과 .....	17
<표 4.8> 원효배수분구의 효율당 사업비 .....	19
<표 5.1> 정비달성율 판단기준에 따른 향후 반영사항 .....	18



## 그 립 목 차

---

<그림 1.1> 하수관거정비 효과분석의 흐름 및 적용방안 .....	6
<그림 2.1> 서울시 하수관거의 연도별 보급률 추이 .....	1
<그림 2.2> 서울시 하수관거의 연도별 관거연장누계 현황 .....	1
<그림 2.3> 서울시 하수관거정비사업이 완료된 배수분구 현황 .....	2
<그림 2.4> 원효 배수분구 위치도 .....	3
<그림 2.5> 하월곡 배수분구 위치도 .....	4
<그림 2.6> 신촌 배수분구 위치도 .....	4
<그림 2.7> 미아1 배수분구 위치도 .....	5
<그림 3.1> 하수관거정비에 의하여 나타내는 기대효과 .....	3
<그림 3.2> 하수관거정비사업에 의한 기대효과의 모식도 .....	3
<그림 3.3> 하수관거정비에 대한 효과분석의 분류 .....	4
<그림 3.4> 설문조사 대상자별 분포 .....	4
<그림 3.5> 설문조사 대상자별 회수율 .....	4
<그림 3.6> 효과항목별 가중치 산정 범례 .....	4
<그림 3.7> 배수분구단위의 효과분야에 대한 항목별 가중치 .....	7
<그림 3.8> 배수분구단위의 하수관거기능향상과 관련된 효과분석항목에 대한 가중치 ...	8
<그림 3.9> 배수분구단위의 유역환경개선과 관련된 효과분석항목에 대한 가중치 ...	9
<그림 3.10> 시설정비상태향상과 관련된 효과분석항목에 대한 가중치 .....	5
<그림 3.11> 처리구역단위 효과분야의 항목별 가중치 .....	5
<그림 3.12> 방류수역 수질개선과 관련된 효과분석항목에 대한 가중치 .....	5
<그림 3.13> 하수처리장 효율증대와 관련된 효과분석항목에 대한 가중치 ...	5
<그림 3.14> 하수관내 하수의 유량 및 수질 측정절차 .....	5
<그림 3.15> 하수관거통수능 검토 순서 .....	5
<그림 3.16> 하수관거 어긋남에 대한 모식도 .....	6

<그림 3.17> 연결관 도출 및 타관통과에 대한 모식도 .....	7
<그림 3.18> 곡관거에 의한 수두손실에 대한 모식도 .....	8
<그림 3.19> 관거퇴적에 대한 모식도 .....	8
<그림 3.20> 정비달성을 판단기준 및 과정 .....	9
<그림 3.21> 하수관거결함과 정비달성율의 관계 .....	9
<그림 4.1> 원효배수분구 관거정비사업의 공구별 현황 .....	17
<그림 4.2> 원효배수분구 하수관거의 연도별 관거연장누계 현황 .....	19
<그림 4.3> 원효배수분구의 하수관거 준공도면 .....	11

## 第 I 章 연구 개요

제 1 절 연구배경

제 2 절 연구목적

제 3 절 연구구성 및 체계

## 제 I 장 연구개요

### 제1절 연구배경

하수관거는 생활환경의 개선, 공중위생, 침수의 방지, 공공수역의 수질보전 및 건전한 물순환 등을 유지하기 위하여 반드시 필요한 도시기반시설이다.

서울시는 시민의 쾌적하고 안전한 생활을 확보하기 위해 하수관거를 전역에 걸쳐 부설하여 2001년 현재 총연장이 10,015km로서 보급률 100%를 달성하였으며, 하수처리능력 581만 $m^3$ /일인 막대한 시설을 가지고 있다. 그러나 하수도가 보급률 100%를 나타내고 있지만, 실질적으로 일부 신시가지를 제외하고는 대부분 시가지의 신속한 우수배제를 위한 침수방지목적으로 건설된 합류식으로서 인구의 급격한 증가와 도시개발에 따라 증가된 오수량과 우수유출량을 충분히 배제하지 못하고 있는 상황이다. 또한 도시기반 환경시설로서 제대로 정비되지 못하여 시민생활의 환경은 향상되지 않고 각종 용수원인 한강의 수질은 개선되지 못한 채 오히려 오염시키는 원인으로 작용하고 있다. 더욱이 이들 하수관거는 노후화에 의하여 관파손, 매몰, 악취가 발생하고 있는 등 유지관리상의 여러 가지 문제점이 나타나고 있다. 이와 같이 하수관거가 도시에서 완벽하게 정비되어 있어야 하는 기반시설임에도 불구하고 현재 노후되고 불량률이 높은 상태로서 여기서 발생하는 여러 가지 문제를 해결하기 위해서 하수관거정비는 시급히 그리고 지속적으로 진행되어야 하는 사업이다.

이러한 상황에서 서울시는 하수관거가 침수방지뿐만 아니라 환경기초시설로서의 기능을 확보할 수 있도록 하기 위하여 1992년~2001년까지 총 6단계에 걸쳐 배수분구별로 하수관거정비계획을 수립하였다. 이 중에서 현재 일부 배수분구가 하수관거정비사업이 실시되었으며 목표연도 2038년까지 지속적으로 하수관거정비사업을 추진할 계획을 가지고 있다.

하수관거정비는 시민 및 사회전체의 환경을 향상시키는 반면에 많은 예산과 장기간이 소요되는 사업이다. 또한 서울시와 같이 도시화된 지역에서 이루어지는 하수관거정비는 시민들의 생활에 직접적으로 영향을 미치는 사업이므로 하수관거정비의 타당성

및 효율성, 그리고 삶의 질향상과 같은 효과가 명확하게 제시되어 시민들의 이해 및 협조를 얻을 수 있어야 할 것이다.

하수관거정비의 사업효과는 일반적으로 수세변소수의 직유입, 주변환경의 개선, 침수의 방지, 공공수역의 수질보전 등으로 알려져 있지만 지금까지 효과의 내용이 구체적으로 제시되거나 정량적으로 평가된 적은 없으며, 더욱이 정비가 실시된 지역에서 하수관거 상태를 확인하는 시스템이 마련되어 있지 않아 향후 관리방향을 설정하는 데 어려움이 있다.

그러므로 관거정비된 지역에 대해 정비상태를 신속하게 평가분석하여 향후 관리방향을 제시하고, 또한 계속적으로 실시되는 정비예정지역에 보다 개선되고 발전된 정비방법이 적용되도록 할 수 있는 효과분석방안이 필요하다.

## 제2절 연구목적

하수관거정비의 사업효과 및 타당성을 명확하게 확보하고 효율적인 관리계획을 수립하기 위하여 관거정비가 실시된 배수분구와 처리구역에 대해 정비상태 평가 및 지속적인 관리를 할 수 있는 정량화된 효과분석방안을 마련하는 것이다.

특히 효과분석방안은 하수관거정비에 의해 나타나는 효과를 유지관리 측면과 시민 생활향상 측면에서 보다 명확하게 파악할 수 있고 배수분구별, 처리구역별 비교평가가 가능하도록 구성한다. 또한 효과분석으로 산정된 정량화된 값을 평가하는 판단기준을 마련하여 정비된 지역의 관거관리방향과 함께 보다 개선된 관거정비방안을 제시한다.

## 제3절 연구구성 및 체계

### 1. 연구구성

본 연구의 내용은 크게 3부분으로 나누어진다.



첫째는 하수관거정비에 대한 효과를 파악하기 위한 효과분석항목과 각 항목별 도시기반시설로서 달성해야 하는 목표치를 마련한다.

효과분석항목 및 항목별 정비달성 목표치는 기존에 수립된 「하수관 조사 및 정비기본계획 종합보고서」와 관련 정비자료를 비교·검토하여 배수분구와 처리구역으로 나누어서 도출한다.

- 배수분구단위와 처리구역단위의 효과분석항목 마련
- 효과분석항목별 달성해야 하는 목표치 설정

둘째는 관거정비된 지역에 신속하게 적용할 수 있는 정량화된 효과분석방안을 마련한다. 효과분석방안은 효과분석항목에 대한 개별 정량화방법과 가중치를 적용하여 산정한 종합 정량화방법으로 나누어 제시한다.

- 효과분석항목별 분석방법을 정량화할 수 있는 측정 및 평가방법으로 나누어 제시
- 배수분구 및 처리구역의 정비달성을 지표 및 정비효율 지표의 산정식 도출

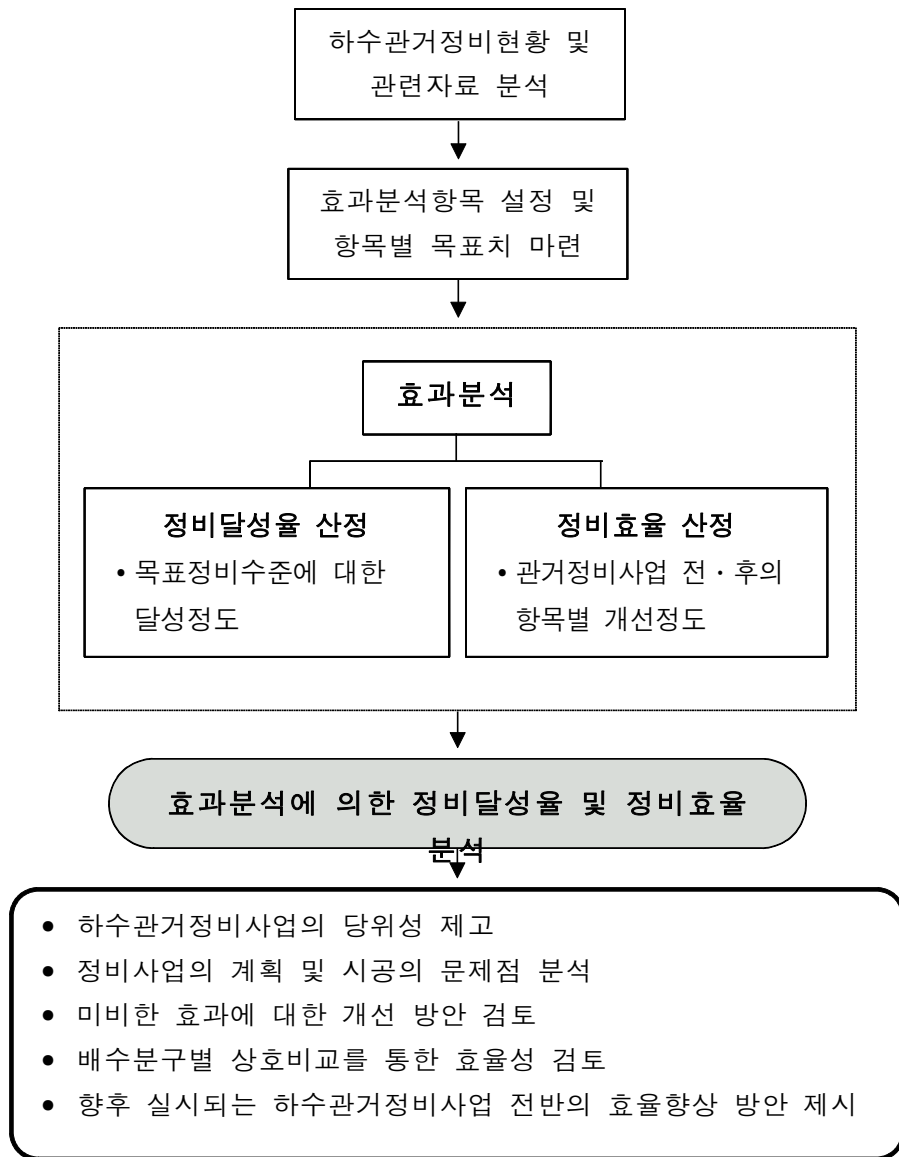
셋째는 해당지역에서 하수관거정비로 나타난 정비달성을 지표의 적용방향 및 판단기준을 마련하는 것과 함께 정비효율 지표의 적용방향을 제시한다.

또한 관거정비사업의 효과에 따른 향후 관리방향에 대해 제시한다.

- 정비된 지역의 관거상태 및 사업효과를 정비달성을 지표와 정비효율 지표에 의하여 정량적으로 제시
- 정비달성을 및 정비효율의 판단기준에 의한 향후 관거관리방향 제시

## 2. 연구체계

본 연구의 체계는 <그림 1.1>과 같다.



<그림 1.1> 하수관거정비 효과분석의 흐름 및 적용방안

## 第 II 章 서울시 하수관거정비사업

제 1 절 서울시 하수관거 현황

제 2 절 하수관거정비사업 추진현황

## 제 II 장 서울시 하수관거정비사업

### 제1절 서울시 하수관거 현황

#### 1. 하수관거부설 추이 및 현황

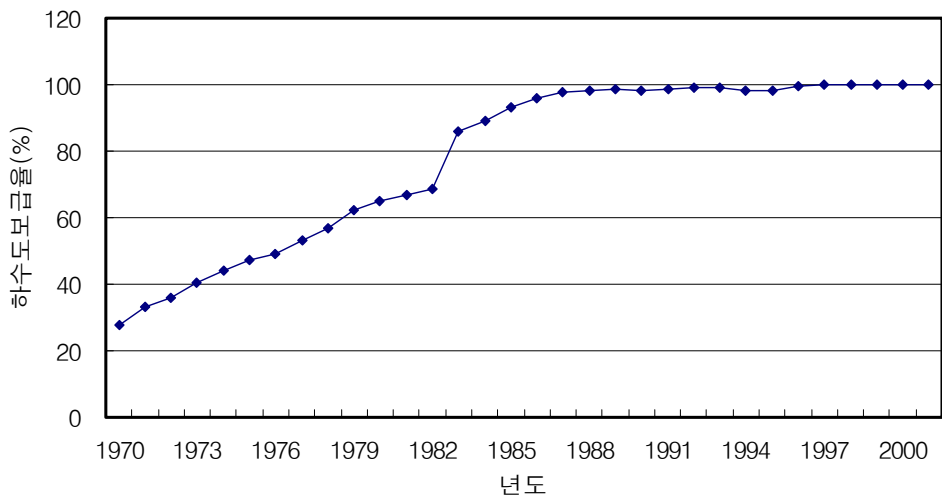
서울시 하수관거의 부설현황을 1970년~2001년까지 연도별로 나타내면 <표 2.1>과 같다. 이와 함께 연도별 보급률 추이와 누가부설 현황에 대하여 각각 <그림 2.1>과 <그림 2.2>에 나타내었다.

서울시 하수관거는 2001년 현재 10,015 km로서 보급률 100%를 가지고 있다. 1970년 이전은 1,462.9km로 보급률 27.9%에 불과하였으나 1980년대부터 급속하게 증가하여 1983년에 보급률 86.9%를 보였으며 2년 후인 1985년에는 93%의 보급율을 달성하고 2001년 현재 보급률 100%를 나타내고 있다. <표 2.1>에서 1979년에 관거 2,572 km가 급격하게 증가한 것은 하수도정비기본계획의 수립과 함께 하수도대장이 작성되면서 기존에 누락된 관거가 집계되었기 때문이다.

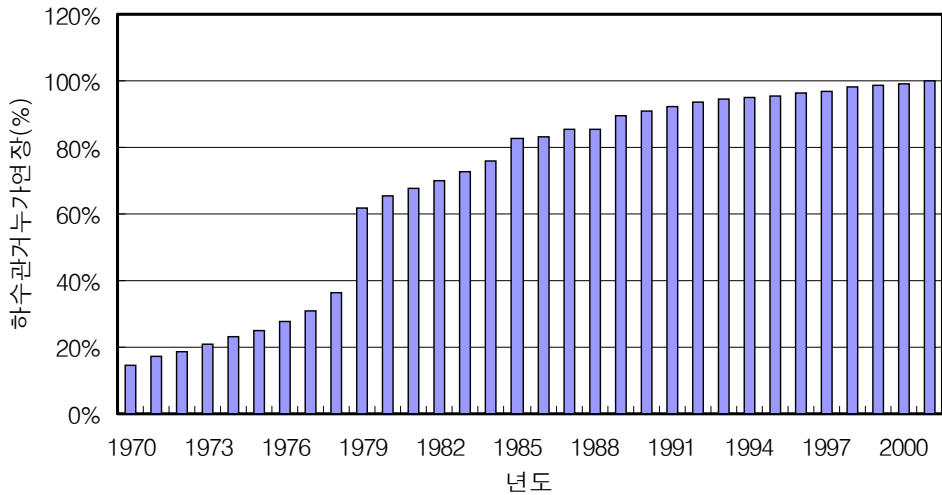
하수관거부설 추이를 현재의 관거연장인 10,015 km에 대한 연도별 관거연장누계로서 살펴보면 관거는 총관거연장에서 1982년에 70%가 부설되고 1985년에는 82.8%가 설치되었으며 1990년에 이르러서는 90%가 설치되었다. 1970년 이전은 자료가 부족하여 자세하게 파악하는 것은 한계가 있지만 서울시가 청계천을 중심으로 발달한 분지로서 하수도사업이 청계천개수를 비롯하여 시가지 하수도사업으로 약 6.8km의 암거를 설치하였고 1918~1943년의 22년 동안에 225.0km의 간선 및 지선관거를 개량 및 건설한 것으로 제시되어 있다. 하수관거 노후정도를 부설연도로 살펴보면 하수관거는 1984년 이전에 80%정도가 부설된 것으로 조사되어 많은 부분이 20년을 초과하고 있으며 관거연장으로는 7,000km이상이 해당된다. 이들 중에서 대부분은 서울시의 행정구역이 강북지역에서 강남지역으로 확장된 것을 고려하면 강북지역의 하수관거가 해당된다고 할 수 있다. 또한 지방공기업법시행규칙에 재산적 측면으로 제시되어 있는 하수관거시설의 법정내용연수인 20년과 비교하면 서울시 하수관거 중에서 부설된 지 20년 이내로서 법정내용연수 20년 이내에 해당되는 것은 20%에 불과한 것으로 나타났다.

<표 2.1> 서울시 하수관거의 연도별 보급률 추이와 관거연장누계

년도	관거총연장 (m)	보급률 (%)	증가연장 (m)	연장증가율 (%)	관거연장누계 (%)	개량관거연장 (km)
1970	1,462,898	27.9	-	-	14.6	-
1971	1,742,726	33.4	279,828	19.1	17.4	-
1972	1,844,946	36.0	102,220	5.9	18.4	-
1973	2,109,000	40.3	264,054	14.3	21.1	-
1974	2,343,000	44.1	234,000	11.1	23.4	-
1975	2,517,000	47.4	174,000	7.4	25.1	-
1976	2,780,000	49.0	263,000	10.4	27.8	-
1977	3,098,099	53.0	318,099	11.4	30.9	-
1978	3,639,000	57.0	540,901	17.5	36.3	-
1979	6,210,509	62.1	2,571,509	70.7	62.0	-
1980	6,558,480	64.9	347,971	5.6	65.5	-
1981	6,790,202	66.8	231,722	3.5	67.8	-
1982	7,032,000	68.8	241,798	3.6	70.2	-
1983	7,286,000	85.9	254,000	3.6	72.8	-
1984	7,589,000	89.2	303,000	4.2	75.8	-
1985	8,294,000	93.1	705,000	9.3	82.8	197.2
1986	8,343,000	96.1	49,000	0.6	83.3	197.2
1987	8,540,000	97.6	197,000	2.4	85.3	245.5
1988	8,551,000	98.3	11,000	0.1	85.4	268.7
1989	8,977,000	98.6	426,000	5.0	89.6	260.2
1990	9,122,000	98.1	145,000	1.6	91.1	190.2
1991	9,241,000	98.6	119,000	1.3	92.3	227.7
1992	9,369,000	99.0	128,000	1.4	93.5	218.1
1993	9,487,639	99.1	118,639	1.3	94.7	126.4
1994	9,527,016	98.1	39,377	0.4	95.1	101.8
1995	9,580,336	98.1	53,320	0.6	95.7	114.6
1996	9,658,266	99.4	77,930	0.8	96.4	122.9
1997	9,705,540	100	47,274	0.5	96.9	129.2
1998	9,820,581	100	115,041	1.2	98.1	122.6
1999	9,889,321	100	68,740	0.7	98.7	120.9
2000	9,937,400	100	48,079	0.5	99.2	173.5
2001	10,015,029	100	77,629	0.8	100.0	152.7



<그림 2.1> 서울시 하수관거의 연도별 보급률 추이



<그림 2.2> 서울시 하수관거의 연도별 관거연장누계 현황

이와 같은 하수관거부설 추이를 거치면서 서울시는 하수관거 총연장 10,015km를 보유하고 있으며 이들 관거에서 원형관이 8,478km이며 이외에 구형관거가 1,154km, 개

거 및 U형측구가 383km이다. 또한 관거 총연장에서 차집관거는 413km이며 합류식관거는 차집관거연장을 제외하면 8,687km로서 86.7%이다. 이에 대해 분류식관거는 9.1%인 915km를 차지하고 있고 서울시 하수관거가 대부분이 합류식으로 부설되어 있다.

부대시설은 맨홀이 194,251개소이며, 빗물받이는 382,159개소, 우수토실이 1,305개소가 설치되어 있다.

서울시 하수관거를 형태별 기능별로 분류하여 나타내면 <표 2.2> 및 <표 2.3>와 같으며 또한 부대시설은 <표 2.4>와 같다.

<표 2.2> 서울시 하수관거의 형태별 현황 (단위 : km)

원 형 관	구 형 관 거	개 거	U 형 측 구
8,478	1,154	117	266

주) D 900mm 이상 : 2,273 km, D 900mm 미만 : 7,742 km

<표 2.3> 서울시 하수관거의 기능별 현황 (단위 : km)

합 류 식 관 거	차 집 관	분 류 식 관 거		
		소 계	우수관	오수관
8,687 (86.7%)	413	915 (9.1%)	509	406

<표 2.4> 서울시 하수관거의 부대시설 현황

맨 홀	빗 물 받 이	우 수 토 실
194,251개소 - 원 형 : 145,997 - 각 형 : 48,254	382,159개소	1,305개소

## 2. 하수관거 문제점

하수관거 조사결과에 의하여 나타난 서울시 하수관거의 문제점은 크게 우수배제 문제, 오수배제 및 하수처리 문제 그리고 기타 3가지로 나눌 수 있다. 여기서 우수배제상 문제점으로는 관거용량 부족, 집수시설 미비, 연결관 접합불량 등이 있으며 오수배제 및 하수처리상 문제점은 분류식하수관의 오접합, 하수처리장의 유입수질저하이다. 이밖에 기타로서는 하수관거 노후 및 시공불량, 유지관리 소홀, 월류수 관리 등이 제시되고 있다.

이와 같은 하수관거 문제점으로 살펴보면 하수관거가 도시기반시설로서 역할이나 기능을 제대로 발휘하기 위해서는 하수관거정비가 시급한 것으로 나타나고 있다.

### 1) 우수배제 문제

#### (1) 관거용량 부족

기존 하수관거 상류지역에 점차적으로 도시가 확장 개발되어 관거를 하류지역의 기존관거에 연결시킴에 따라 개발에 따른 계획우수유출량이 증가하여 기존 하수관거의 용량이 부족하고 저지대의 하수관거의 경사가 완만한 경우가 많아 하수가 원활하게 배제되지 못하고 있다.

#### (2) 부대시설 및 연결관의 배수불량

- 빗물받이, 연결관등 집수시설의 미비로 인하여 강우시에 표면수가 제대로 집수되지 못하여 배수불량의 원인이 되고 있다.
- 맨홀내의 인버트 미설치로 인하여 많은 수두손실이 발생하여 배수불량의 원인이 되고 있다.
- 연결관접합시 각도불량으로 접합부에 수리학적 폐쇄현상 발생으로 배수불량의 원인이 되고 있다.



## 2) 오수배제 및 처리상 문제점

### (1) 오수관거 오접합

새로운 분류식 지역의 배수설비가 합류식관거에 잘못 연결되어 있어 분류식화에 의한 효과를 기대하기 어렵다.

### (2) 유입수질 저하

- 합류식관거에서 청천시 관내 유속이 저하되고 침전물이 퇴적되어 하수처리장 유입수질이 계획수질보다 낮다.
- 계곡수유입, 미정비된 합류식하수관망 체계 및 관거의 노후화 등으로 인하여 불명수가 과다하게 유입되어 하수처리장 유입하수의 수질이 낮아 하수처리효율이 저하되고 처리시설용량이 부족하게 되고 있다. 또한 분뇨정화조와 오수정화시설에 의하여 수세변소수가 하수관거로 직유입되지 않아 하수처리장 유입수질이 저하되고 있다.

## 3) 기타 문제

### (1) 관거노후 및 시공불량

하수관거의 노후 및 접합부의 불량 등으로 인하여 지하수가 다량 유입되고 있으며 타기반시설이 시공시에 하수도훼손에 대한 인식부족 및 시공상의 편의 때문에 상수도관, 가스관 등의 타시설물 통과로 인한 불법점용 및 훼손이 발생한다.

### (2) 유지관리의 소홀

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 있다.

### (3) 강우시 월류량에 인한 하천오염

강우시 발생하는 오염부하 중 상당량이 월류되어 공공수역의 수질이 오염되고 있으며 또한 장래 수세변소수 직유입 등을 고려할 때 초기강우에 대한 대책이 시급하다.

### (4) 정화조 설치 등에 따른 이중부담

하수처리구역에서 별도로 분뇨정화조 및 오수정화시설이 설치되어 시설비 및 유지관리비 외에도 하수도사용료를 납부하고 있어 주민에게 이중부담을 주고 있다.

## 제2절 하수관거정비사업 추진현황

### 1. 관거정비의 목적

서울시 하수관거는 관거이음부 및 연결관접합부 불량, 관거파손 및 노후화 등에 의하여 불명수가 과다하게 유입되고 관거 시공상태 및 경사도 불량에 의하여 유기물이 퇴적됨으로서 하수처리장으로 유입하수량이 증가하고 유입수질은 저하되어 하수처리장이 제대로 운영되지 못하고 있다. 이와 함께 정화조 설치 및 빈번한 준설작업 등으로 시민들에게 이중부담을 주고 예산이 효율적으로 사용되지 못하고 있는 실정이다.

이에 대처하기 위하여 서울시는 불량하수관거를 정비하여 초기의 우수배제를 위한 방재적 측면에서의 침수방지 뿐만 아니라 수질오염방지를 위한 기초시설로서의 기능회복을 위해 1992년부터 2001년까지 총 6단계에 걸쳐 배수분구별로 기존 하수관거에 대한 현지조사를 수행하여 하수관거 실태를 파악하고 유하능력 저하, 노후 및 파손된 불량 하수관거에 대한 체계적인 관거정비계획과 함께 전지역에 대해 기본설계를 수행하였다.

하수관거정비의 목적은 기존 관거에 대한 유하능력을 향상시키는 동시에 노후 등으로 인하여 상태가 불량한 하수관거에 대하여 불명수유입을 최대한 저감시키고 장래 수세변소수의 직유입이 가능한 정도의 관거로 정비하여 위생적인 도시환경을 조성하고 하수처리장이 경제적이고 효율적으로 운영되도록 정비하는 것이다.

## 2. 하수관거 정밀조사

서울시는 하수관거의 문제점을 해결하기 위하여 1992년부터 전역의 하수관거에 대한 정밀조사를 실시하여 2001년에 완료하였다. 하수관거내부 실태조사는 CCTV로 대상연장 6,704km 중에서 4,520km를 조사하여 약 67.4%를 조사하였으며 육안으로는 대상연장 2,177km 중에서 1,705km를 조사하여 약 78.3%를 조사하였다.

조사내용을 본관부와 연결부로 나누어서 나타내면 다음과 같다.

### 1) 본관부 조사내용

관거내부 조사구간 중에서 본관부의 불량개소는 699,365개소로서 관거 km당 133개소의 이상부분이 발견되었다.

이상항목별로 보면 이음부 불량인 385,047개소로 본관부 전체의 55.1%를 차지하여 하수관거 본관부의 가장 큰 문제점으로 나타났고 부분적인 하수관 파손이나 균열이 79,606개소로 본관부 전체의 11.4%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 그 외 발생비율은 낮지만 긴급한 보수를 필요로 하는 관침하는 2,918개소가 발견되었다.

#### (1) 이음부 불량 및 침입수, 유출수

이음부 불량원인은 관과 관사이가 벌어지는 이음부 이완, 관기초공사의 부실로 인한 수직 어긋남 등이 있으나 주로 칼라연결로 인한 시공불량 때문이었으며, 특히 관거조사시 구시가지에 부설되어 있는 콘크리트관인 경우 본당 연장이 짧고 칼라연결에서 이음부 틈새로 지하수 침입, 우수의 유입 및 다량의 토사가

관내로 침입하여 관거의 유하능력 감소, 펌프장 용량의 부족 및 처리장 처리효율의 저하 등을 초래하고 있으며, 하수의 누수에 의하여 지하수가 오염될 가능성이 크다. 조사결과 본관부의 이음부 불량개소는 385,047개소로 나타났으며 특히 km당 73개소가 발생하여 관거교체가 시급하다.

## (2) 관부식

관거의 부설년도가 비교적 오래된 지역은 관거내부 조사결과 사용년수에 따라 관부식이 진행되는 양상이 나타나고 있는 관거가 다소 있었으며 심한 경우 골재 및 철근이 노출된 부분이 발견되었다. 조사결과에서 본관부의 부식 발생개소는 5,432개소로 나타났다.

## (3) 관파손 및 균열

본 유역내의 관파손에 대한 파괴유형은 주로 시공불량 및 유지관리 소홀로 인한 인위적인 파손이 대부분이다.

조사결과 관파손 및 균열은 79,606개소가 발견되어 km당 15개소로 나타났다.

## (4) 토사퇴적

토사퇴적 발생개소는 135,411개소로 관거 km당 26개소로 나타났으며 조사시행 여부와 관련된 토사퇴적은 시공불량, 유지관리불량으로 인한 것과 합류식 하수관거의 청전시 오수량에 대한 적정 유속 미확보인 것으로 나타났다.

조사결과 시공불량 및 유지관리 불량에 의한 토사유입 원인은 다음과 같다.

- 이음부 불량시공으로 인한 틈새로의 토사유입
- 연결관부 불량시공으로 인한 틈새로의 토사유입
- 관거 시설물의 파손 및 균열 틈새로의 토사유입
- 불법 투기(건축물 마감 콘크리트, 몰탈 등)

## (5) 타관통과

관거현황 조사결과 타관이 하수관거 내부로 침입되어 있는 것으로 총 21,254

개소가 있는 것으로 나타났다.

## (6) 기타 장애물

관거내부에 공사중 불법투기 된 건설자재 및 방치된 콘크리트 파쇄물 등이 52,755개소 발견되었으며 이는 하수관내 토사퇴적 발생의 원인이 되고 있는 것으로 나타났다.

## 2) 연결관부 조사내용

관거조사결과 빈번한 연결관공사로 인하여 연결관이 접속되는 구간의 본관 파손상태가 심한 것으로 나타났으며 연결관의 돌출부위를 깨끗하게 정리하지 못한 관계로 본관의 통수단면적을 감소시켜 유수의 흐름을 저해하고 있는 것으로 나타났다.

또한 본관과 연결관의 연결시 연결관의 크기에 맞게 정확하게 천공하지 못하고 해머등으로 천공하여 그 부위가 파손되거나 균열을 일으키고 있으며, 본관과 연결관의 연결부위가 연결관의 크기에 비하여 과도하게 크게 뚫어져 이 부위로 몰탈이 유실되어 관내에 퇴적된 상태가 발견되었으며 심한 경우 몰탈대신에 돌 등으로 과도하게 뚫어진 부분을 막은 경우도 상당수 발견되었다. 연결관부의 총 불량개소는 619,605개소로서, 관거 km당 118개소의 불량률이 발견되었다.

## 3. 관거정비의 계획

하수관거정비계획은 하수도법제5조의2(하수도정비기본계획의 수립)와 하수도법제8조(공사의 시행과 유지)에 근거하여 수립하였으며 종합정비사업으로서 용역 및 공사시행에 대해 다음과 같이 계획하였다.

### 1) 관거정비대상 범위 및 실태조사

- 서울시 중랑, 탄천, 서남, 난지의 4개 하수처리구역의 16개 배수구역에 대

한 총 239개 배수분구별로 용역 및 공사를 시행함

- 강 남 : 2개 처리구역, 6개 배수구역, 122개 배수분구
- 강 북 : 2개 처리구역, 10개 배수구역, 117개 배수분구

● 하수관거 실태조사 결과

- 조사방법 : 800mm미만 → CCTV조사, 800mm이상 → 육안조사
- 조사기간 : '93 ~ 2001
- 조사결과 : 불량관거는 5,476km이며 평균 4.0m당 1개소의 불량개소 발생(관파손 및 침하, 연결관 돌출, 이음부 불량 등)

## 2) 관거정비 계획

● 기본방향

- 합류식관거 기능강화 : 지하수등 불명수 유입저감, 수세변소수 직유입 대비
- 침수해소기능 강화 : 용량부족, 역경사, 지장물 등 정비
- 기존에 수행된 하수관거정비 기본설계를 토대로 사업효과를 고려하여 배수분구별로 종합정비공사 시행
- 종합정비공사를 시행하지 않는 지역의 정비가 시급한 하수관거는 시 지원과 자치구예산으로 단위개량사업 시행

● 정비대상

- 정비관거 : 5,476km(강북 2,410km, 강남 3,066km)
- 사 업 비 : 5조2,573억원(강북 2조2,913억원, 강남 2조9,660억원)

● 정비방법

- 종합정비공사 : 서울시 전역을 대상으로 기본설계용역 결과에서 10,015 km 중 5,476km를 배수구역별로 종합정비 하여야 하나 예산관계로 부설 연도가 오래된 강북지역을 1단계로 우선추진('95~2011, 2,410km)  
※강북지역 12개 배수분구 242km 추진 중('95~2006)
- 단위개량사업 : 배수불량 또는 침수발생지역과 노후로 사고의 우려가 있는 지역으로 자치구의 요청에 의거 우선 시행
- 단위개량(시비) 및 자치구예산사업 : 강·남북 25개 구청 추진

※종합정비를 시행하지 않는 배수분구를 우선 정비대상으로 선정

### 3) 종합관거정비사업 추진 실적 및 계획

하수관거정비사업의 추진실적 및 향후계획은 <표 2.5>와 같다.

<표 2.5> 하수관거정비사업 추진실적 및 향후계획

(단위: km)

구칭	배수 분구	정비 대상	연도별 정비실적					2003 계획	잔여 사업량	비 고
			계	'95~'99	2000	2001	2002			
계		242.0	173.3	97.7	24.4	23.4	27.8	20.8	44.8	
종로	효자	29.7	20.6	10.5	3.6	3.5	3.0	5.5	3.6	
중구	신당	40.8	27.3	10.5	3.7	6.0	7.1	2.8	10.7	
용산	원효	20.8	20.8	18.0	-	0.5			-	완료
성동	금호	18.0	9.7	6.4	1.3	0.4	1.6	0.4	7.9	
	마장	21.0	9.3	5.4	1.2	0.6	2.1	2.0	9.7	
동대문	전농	32.6	21.8	12.0	2.6	3.9	3.3	3.2	7.6	
성북	하월곡	9.0	7.8	5.3	2.5	-			(-1.2)	완료 잔여량 재개발 등
강북	미아1	20.0	17.4	5.9	3.0	4.2	4.3		(-2.6)	완료 잔여량 재개발 등
서대문	신촌	5.2	5.2	3.5	1.7	-			-	완료
	아현	5.9	5.9	3.8	2.1	-			-	
마포	창전	7.3	7.1	4.1	1.4	1.1	0.5	0.9	(0.7)	잔여량추가발생 0.7km
	아현	6.0	4.3	-	-	1.7	2.6	1.4	0.3	
	망원	25.7	16.1	10.0	1.3	1.5	3.3	4.6	5.0	

실시설계된 12개 배수분구 중에서 신촌, 원효, 하월곡, 미아1은 하수관거정비사업이 실시되었으며 효자를 비롯한 나머지 8개 배수분구는 현재 관거정비가 진행되고 있다.

#### 4. 관거정비 현황

하수관거가 우수배제를 위한 방재적 측면뿐만이 아니라 오염방지를 위한 환경시설로서의 기능을 향상시키기 위하여 서울시는 1992년부터 기존의 하수관거에 대한 현장조사를 시행하였다. 이에 따라 92~93년에 걸쳐서 마포배수구역과 옥천배수구역, 95년에는 정릉천 좌안유역에 대한 하수관거조사 및 하수도정비 기본설계를 수행하고 기본설계된 지역에서 정비사업이 시급하게 실시되어야 하는 12개 배수분구에 대하여 실시설계를 수행하였다. 이러한 기본 및 실시설계에 의하여 12개 배수분구 중에서 정비사업이 2003년 현재 원효, 신촌, 미아1, 하월곡 등의 4개 배수분구에 실시되었으며 나머지 8개 배수분구는 진행 중이다.

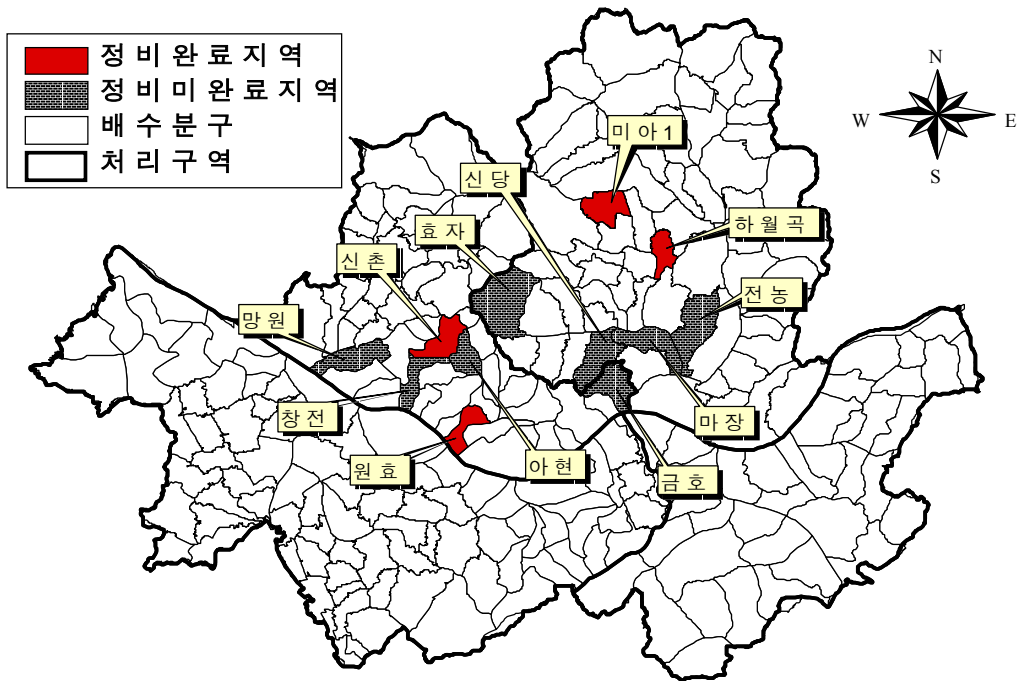
실시설계가 완료된 12개 배수분구의 정비대상관거연장 및 해당자치구내 관거총연장에 대해 나타내면 <표 2.6>과 같다.

<표 2.6> 실시설계가 완료된 12개 배수분구에 대한 정비대상관거

자치구	배수분구	정비대상 관거연장 (m)	자치구내 관거 총연장(m)	자치구별 정비율 (%)
종로	효자	29,700	361,328	8.22
중구	신당	40,800	224,711	18.16
동대문	전농	32,600	362,421	9.00
성북	하월곡	9,000	401,656	2.24
강북	미아1	20,000	271,778	7.36
용산	원효2	20,800	305,398	6.81
서대문	신촌	50,100	610,000	8.21
서대문, 마포	아현			
마포	창전			
마포	망원			
성동	금호	39,000	224,961	17.34
성동	마장			



현재 실시설계가 완료된 12개 배수분구 중에서 관거정비가 실시된 지역은 신촌, 원효, 미아1, 하월곡 등 4개 배수분구로서 이를 나타내면 <그림 2.3>과 같다.



<그림 2.3> 서울시 하수관거정비사업이 완료된 배수분구 현황

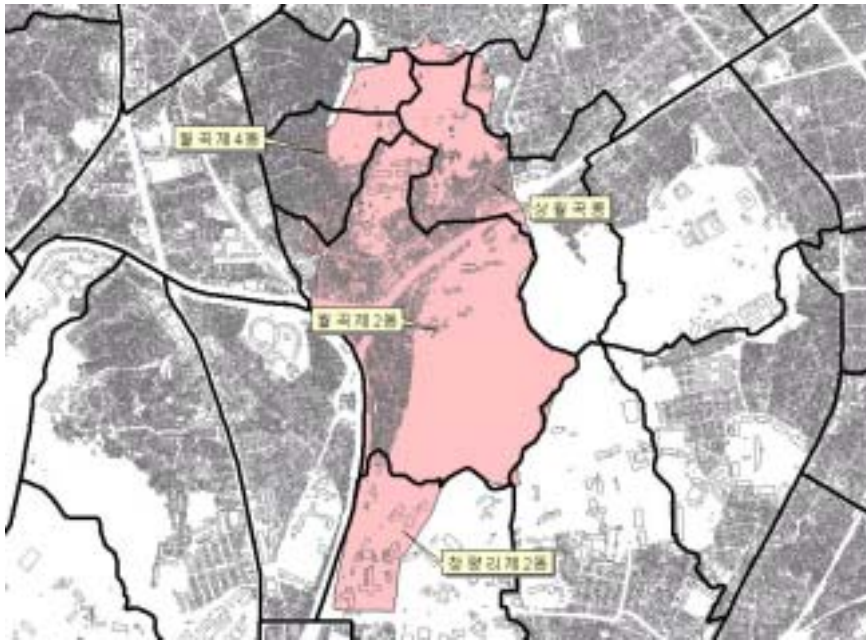
현재 실시설계가 완료된 12개 배수분구 중에서 정비사업이 실시된 지역은 <표 2.7>에 나타낸 것과 같이 신촌, 원효, 미아1, 하월곡 등 4개 배수분구이며 이들 배수분구의 위치도를 나타내면 <그림 2.4>~<그림 2.7>과 같다.

<표 2.7> 서울시 하수관거 정비대상지역

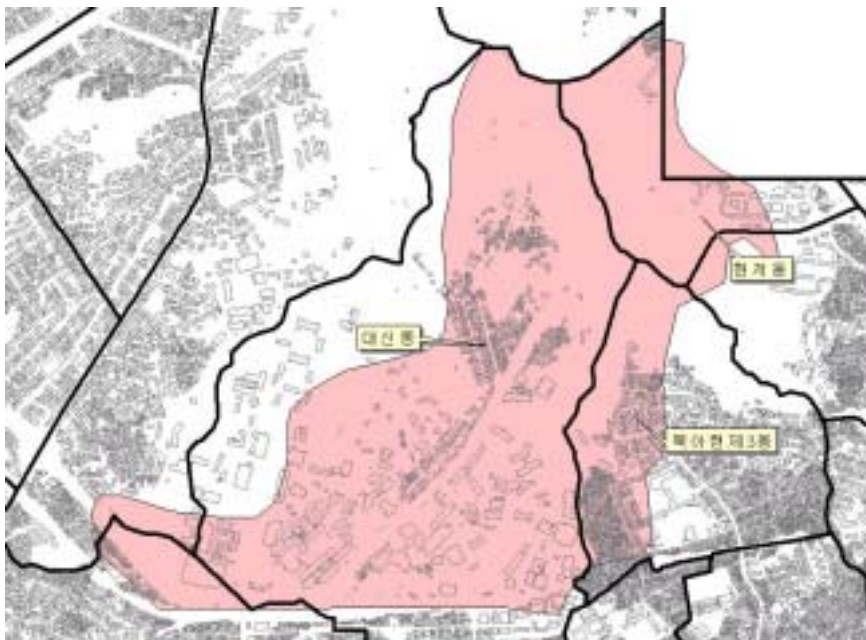
배수구역	배수분구	해당동	비고
망원	망원	망원 2동, 성산 1동, 망원1·서교·연남동 일부	
마포	신촌	대신동, 북아현 2·현저동 일부	정비실시
	아현	아현1·2동, 북아현 1·2·3동	
	창전	신수·상수·창전·창천·동교동 일부	
옥천	원효	용문동, 원효로2·이촌2동 일부	정비실시
청계	효자	-	
	미아	미아 1,2,6,7,8동, 미아 3동 일부	정비실시
	하월곡	월곡 2동, 월곡 3,4동 일부	정비실시
	전농	전동 3,4동, 답십리 1,2,4,5동, 용답동 일부	
	마장	왕십리 1동, 도선동, 마장동, 사근동 일부	
	신당	신당 1,2,3,4,5,6동, 황학동	
용산	금호	금호 1,2,3,4동, 옥수 1동 일부	



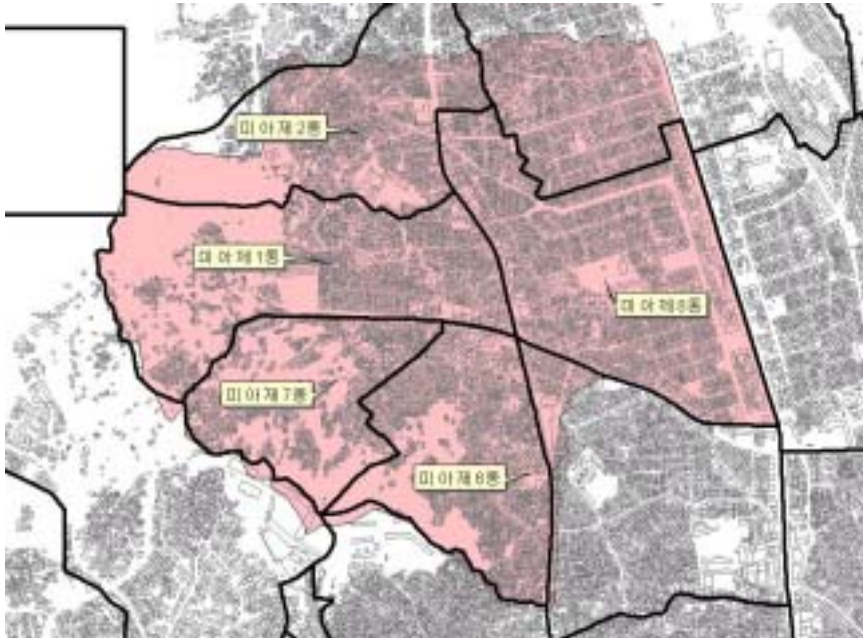
<그림 2.4> 원효 배수분구 위치도



<그림 2.5> 하월곡 배수분구 위치도



<그림 2.6> 신촌 배수분구 위치도



<그림 2.7> 미아1 배수분구 위치도

하수관거정비가 실시된 신촌, 원효, 미아1 및 하월곡 배수분구의 계획인구는 <표 2.8>과 같으며 하수발생원단위는 <표 2.9>에 나타내었다.

<표 2.8> 하수관거정비가 실시된 4개 배수분구에 대한 개황

구분 \ 배수분구		원효	신촌	미아1	하월곡
면적(ha)		164.9	239.6	213.8	151.2
계획인구(천인) (2001년기준)	실시설계보고서 (1997)	39.8	24.4	103.5	30.4
	하수도정비기본계획 변경(2002.2)	23.0	16.0	64.0	18.0
소요사업비(백만원) (총계기준)		20,400	5,570	15,006	6,304

<표 2.9> 실시설계가 완료된 배수분구의 하수발생원단위

배수 분구	조사 대상 자치구	년도 구분	2001	2006	2011	비고
원효	용산구	일평균	586	606	626	실시설계보고서(1996)
			566	566	563	하수도정비기본계획변경(2002)
		일최대	706	731	756	실시설계보고서(1997)
			658	658	654	하수도정비기본계획변경(2002)
신촌	서대문 구	일평균	456	475	495	실시설계보고서(1997)
			444	448	442	하수도정비기본계획변경(2002)
		일최대	546	570	595	실시설계보고서(1997)
			512	517	509	하수도정비기본계획변경(2002)
미아1	강북구	일평균	406	411	415	실시설계보고서(1996)
			384	380	371	하수도정비기본계획변경(2002)
		일최대	486	494	500	실시설계보고서(1997)
			444	440	430	하수도정비기본계획변경(2002)
하월 곡	동대문 구	일평균	466	475	494	실시설계보고서(1997)
			456	457	450	하수도정비기본계획변경(2002)
		일최대	556	575	594	실시설계보고서(1997)
			530	531	523	하수도정비기본계획변경(2002)

1997년에 수행된 실시설계보고서의 4개 배수분구별 계획인구는 서울시 인구가 2011년의 1000만명을 정점으로 점차적으로 감소하고 있는 상태에서 2002년에 변경되고 수립된 “하수도정비 기본계획변경 보고서(안)”에서는 약 40%정도가 감소된 것으로 나타나 계획인구가 원효배수분구는 1997년의 58%로 감소하였으며 신촌은 66%로, 미아1과 하월곡은 각각 62%와 59%로 줄어들었다.

하수발생원단위도 1997년의 실시설계보고서에서 추정된 값보다 2002년 하수도정비 기본계획변경에서 원효배수분구가 93%로 줄어들었으며 신촌이 94%, 미아1은 91%로, 그리고 하월곡은 95%로 감소되었다. 이와 같이 1997년에서 2001년도의 계획인구

및 하수발생원단위의 변화를 함께 고려하여 각 배수분구의 하수발생량을 살펴보면 1997년의 하수발생량기준으로 신촌배수분구는 54%로 감소하였고 신촌은 62%, 미아1은 56%로, 하월곡은 56%로 줄어든 것으로 나타났다.

계획인구와 하수발생원단위는 하수관으로 유입되는 하수량에 직접적으로 영향을 미치는 요소이므로 관거정비가 실시된 4개의 배수분구에서도 청천시에 정비된 하수관 거의 계획하수발생량보다 하수발생량이 적어 실질적으로는 관거로 적은 하수량이 유입됨으로서 하수관거내 유속이 저하되고 침전물이 퇴적될 가능성이 커지게 된다. 관거정비가 실시된 4개 배수분구에서는 하수관거정비 전의 문제점인 최소유속 미달관거가 다수 발생하게 되어 악취 등이 발생될 우려가 있으며 더욱이 관거정비목표인 수세식변소수 직유입은 어렵다.

그러므로 현재 관거정비가 실시된 배수분구를 대상으로 정비상태를 확인하여 문제점 발생원인을 규명하는 것과 함께 기타 효과를 정확하게 파악할 필요가 있으며 이를 위해서는 관거정비 효과분석이 수행되어야 한다.

## 第 III 章 하수관거정비의 효과분석

제 1 절 효과분석의 개요

제 2 절 효과분석 요소의 결정

제 3 절 관거정비 효과분석 방법

제 4 절 효과분석결과의 검토 방안

제 5 절 관거정비의 경제성 평가

## 제 III장 하수관거정비의 효과분석

### 제1절 효과분석의 개요

#### 1. 효과분석 필요성

하수관거정비는 기존에 부설된 관거를 정밀조사하고 나타난 조사결과에 근거하여 정비계획, 설계를 수행하고 실시되는 사업이다. 관거정비는 판단기준에 의하여 개·보수대상관거 및 공법 등이 선정되어 복잡한 과정을 통하여 실시되지만 정비된 지역의 관거가 어떻게 충실하게 정비되어 기존 하수관거 문제를 어느 정도로 해결하였는지에 대해서 확인하는 과정은 마련되어 있지 않다. 또한 정비상태를 알 수 없으므로 적용된 정비방향의 적정성을 확인할 수 없을 뿐만 아니라 정비사업이 실시된 지역에서 하수관거를 효율적으로 관리할 수 있는 방향 및 대책을 마련하기 어렵다.

그러므로 관거정비가 실시된 신촌, 원효, 미아1, 하월곡 등의 4개 배수분구에 대해 사업효과를 분석하여 정비상태를 확인함으로써 기존에 수립된 정비방향의 적정성을 검토하고 지속적인 관거의 관리방안이 마련되도록 하며, 이와 함께 앞으로의 관거정비사업이 효율적이고 경제적으로 실시될 수 있는 관거정비방안이 구축되도록 한다.

이를 위해서는 관거정비에 대한 효과와 정비상태를 확실하게 나타낼 수 있는 정량화된 구체적인 효과분석방법이 필요하다.

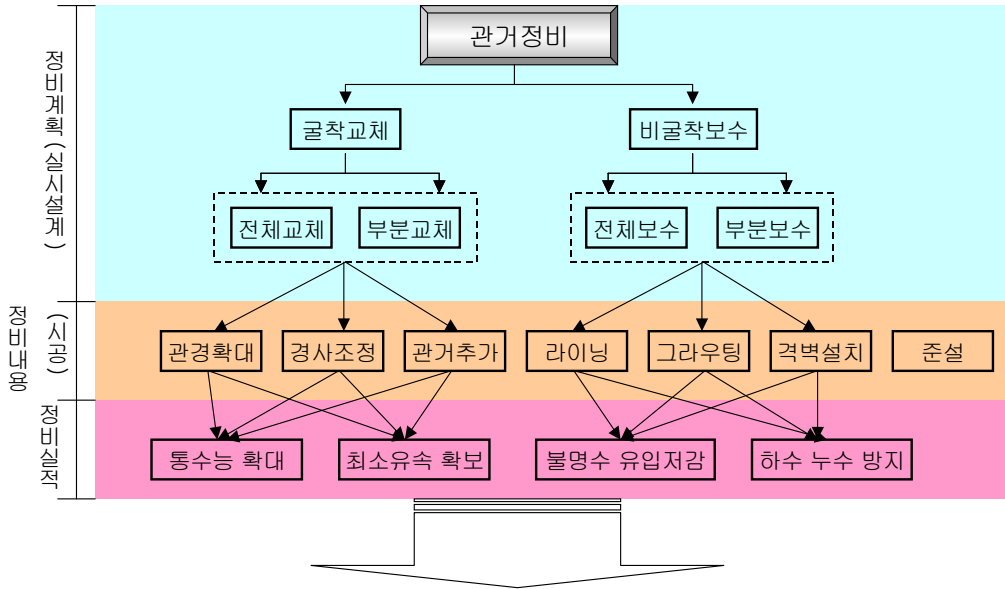
#### 2. 효과분석 기본방향

효과분석의 기본방향은 하수관거정비사업이 효율적이고 지속적으로 추진될 수 있도록 「서울시 하수관거조사 및 정비 기본설계 종합보고서」와 기존의 하수관거정비와 관련된 자료를 근거로 하고, 관거정비를 통하여 서울시의 생활환경을 향상시킬 수 있는 기대효과와 직접적으로 연관이 있는 항목을 선정하고 이들 항목에 대한 효과를 분



석하는 것으로 한다.

서울시 「하수관거조사 및 정비 기본설계 종합보고서」에서 제시하고 있는 관거정비 비사업에 따른 기대효과는 <그림 3.1> 및 <그림 3.2>와 같다.



### 하수관거정비로 인한 기대효과

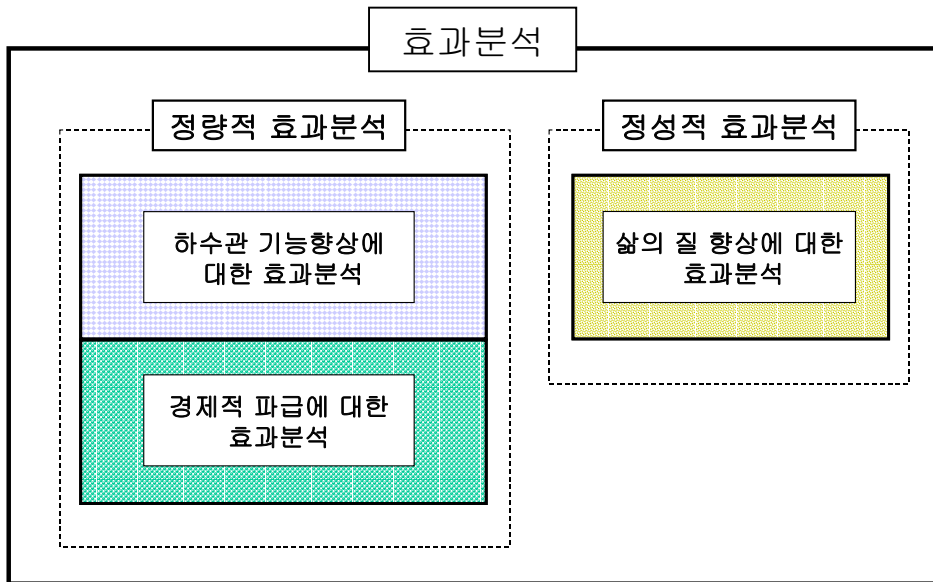
1. 하수관내 불명수 유입저감으로 인한 하수 회석 방지 → 하수처리장 효율증대
2. 통수능 확대에 의한 침수저감 효과
3. 최소유속 확보에 의한 관내 퇴적물 감소 → 준설량 감소  
→ 악취발생 및 관거부식 방지
4. 하수의 지하 유출 방지에 의한 지하수 오염 및 토양오염 방지
5. 노후관 교체 및 보수에 따른 지반침하 등의 사고방지
6. 방류수역의 수질오염 저감
7. 장래 하수관거 전산화의 기반 구축으로 유지관리가 용이함
8. 향후 수세변소수의 하수관거 직유입이 가능한 관거로 정비

<그림 3.1> 하수관거정비에 의하여 나타내는 기대효과



<그림 3.2> 하수관거정비사업에 의한 기대효과의 모식도

하수관거정비사업을 통해 얻을 수 있는 효과는 크게 정량적 효과와 정성적 효과로 나누어지며 이를 나타내면 <그림 3.3>과 같다.



<그림 3.3> 하수관거정비에 대한 효과분석의 분류

정량적 효과는 하수관거 기능향상에 대한 효과와 경제적 파급에 대한 효과가 해당되며 정성적 효과는 삶의 질 향상에 대한 부분이다.

이들 3가지 효과부분에서 하수관거 기능향상과 경제적 파급에 대한 효과는 화폐나 절대적 가치기준으로 그 효과를 평가하는 부분인 반면에, 삶의 질 향상에 대한 효과는 시민생활과 관련하여 하수관거정비사업을 통해 얻을 수 있는 큰 효과이지만 공공사업의 특성상 절대적인 가치기준으로 판단할 수 없으며 정량화하기 어렵고 다만 상대적인 변화를 직접적으로 관련이 있는 시민들의 주관적 느낌이나 판단으로 파악하고 있다.

① 하수관거 기능향상에 대한 효과 : 하수관내에 흐르는 하수의 유량 및 수질 개선, 배수유역내 침수 및 악취저감, 하수처리장의 효율적 운영, 방류수역의 수질개선 등의 하수관거 원래의 기능향상에 따른 효과

② 경제적 파급에 대한 효과 : 하수관거정비를 통하여 준설량이 감소됨으로써 준설비용의 절감과 침수피해 감소로 인한 사회비용의 절감, 빈번한 보수비용 절감

및 하수처리장 운영비용 절감 등에서 얻어  
지는 경제적인 효과

③ 삶의 질 향상에 대한 효과 : 수질개선, 악취감소 및 침수해소로 인한 시  
민의 삶의 질 향상 효과

연구대상 범위는 배수분구단위와 처리구역단위의 두 가지로 나누었다. 여기서 배수  
분구단위 범위는 단기적으로 평가할 수 있는 효과분석방안 마련이며 처리구역단위 범  
위는 장기적으로 평가하는 효과분석방안을 마련하는 것이다.

## 제2절 효과분석 요소의 결정

### 1. 효과분석 지표 설정

하수관거정비사업의 효과분석은 정비달성율과 정비효율의 2가지 지표에 의하여  
나타내었다.

① 하수관거 정비달성율 : 관거정비에 의하여 하수관거가 도시배제시스템으  
로서 달성해야 하는 목표치에 대해 도달한 상태  
를 나타내는 효과분석 지표로서, 목표치에 대한  
관거정비후 값의 비로 제시된다. 여기서는 효과분  
석항목별에 대한 개별 정비달성율과 효과분석항  
목의 가중치를 적용하여 종합한 배수분구(처리구  
역)에 대한 종합 정비달성율로 구분된다.

② 하수관거 정비효율 : 관거정비를 통하여 향상된 정도를 나타내는 효과분  
석 지표로서, 효과분석항목별로 관거정비의 전·후  
상태를 측정하여 상대적으로 비교가능한 수치로 제

시된다.

여기서는 효과분석항목별에 대한 개별 정비효율과 효과분석항목의 가중치를 적용하여 종합한 배수구역(처리구역)에 대한 종합 정비효율로 구분된다.

## 2. 효과분석항목 및 목표치

하수관거정비의 효과분석항목은 서울시 하수관거문제점과 하수관거정비목적을 반영하고 하수관거정비계획 및 방향에 맞추어 배수분구와 처리구역으로 구분하여 효과분석을 실시할 수 있도록 설정하였다.

효과분석항목은 배수분구의 경우 하수관거기능향상, 유역환경개선, 관거시설정비의 3개 분야로 나누고 분야별로 효과분석항목을 설정하여 총 9개항목으로 구성하였으며, 처리구역에서는 방류수역 수질개선과 하수처리장 운영효율증대의 2개 분야로 나누고 다시 분야별로 효과분석항목을 마련하여 총 3개항목으로 구성하였다. 또한 하수관거정비사업에 의하여 달성하여야 하는 목표치를 각 효과분석항목에 대해 제시하였다. 효과분석항목별로 달성해야 하는 목표치는 다음과 같이 검토하여 설정하였다.

- ① 하수관내 불명수율 : 관거정비가 완료된 지역에서의 불명수 최대허용유입량인 일최대오수발생량의 10%를 목표치로 한다.
- ② 하수관내 하수수질 : 해당지역이 관거정비가 완료되어 불명수가 일최대오수발생량의 10% 이내로 유입되는 경우의 하수수질을 목표치로 한다.
- ③ 통수능 부족관거 연장, 최소유속 미달관거 연장, 하수관 준설량, 악취발생지점 개소수, 지반침하지점 개소수, 하수관내 이상항목 개소수 : 하수관거정비의 목적에 맞추어 해당 효과분석항목에 대하여 문제 발생개소가 없는 상태를 목표치로 한다.

④ 지하수수질 : 지하수가 하수에 의하여 오염되지 않은 상태를 목표로 하며 이에 맞는 목표수질로서 먹는물수질기준으로 한다.

⑤ 하천수질 : 해당 하천의 수질환경기준 및 목표수질로 한다.

⑥ 유입하수량, 유입수질 : 관거정비가 완료된 지역에서 불명수가 일최대오수발생량 10%이내로 유입되는 상태에서 하수처리장으로 유입되는 유입하수량 및 유입수질을 목표치로 한다.

하수관거정비의 효과분석항목 및 항목별 목표치를 나타내면 <표 3.1>과 같다.

<표 3.1> 하수관거정비사업 효과 및 분석항목

구분	효과분야	분석항목	목표치
배수분구	하수관거 기능향상	1)하수관내 불명수율	일최대오수량의 10%
		2)하수관내 하수수질	일최대오수량 10%일 때의 하수관내 유입수질
		3)통수능 부족관거 연장	없음(0 %)
		4)최소유속 미달관거 연장	없음(0 %)
		5)하수관 준설량	없음(0 %)
	유역환경 개선	6)지하수 수질	먹는물수질기준
		7)악취발생지점 개소수	없음(0 %)
		8)지반침하지점 개소수	없음(0 %)
	하수관거시설 정비	9)하수관내 이상항목 개소수	없음(0 %)
처리구역	방류수역 수질개선	10)하천 수질	하천 수질기준
	하수처리장 운영효율 증대	11)유입하수량	하수처리장 계획유입량
		12)유입수질	하수처리장 계획유입수질

이들 목표치는 하수관거가 도시기반시설로서 역할을 다하기 위하여 달성해야 되는 값으로서 관거정비의 시급성을 나타내며 또한 이 값에 의하여 우선적으로 추진되어야 하는 정비부분을 알 수 있다.

### 3. 관거정비효과 산정식

#### 1) 배수분구의 정비효과

##### (1) 분석항목별 정비효과 산정식

효과분석항목별로 배수분구의 관거정비효과를 나타내는 지표이며 개별 정비달성율과 개별 정비효율이 있다.

또한 정비효과지표는 효과분석항목의 특성을 최대한 반영할 수 있도록 구성하였다.

○ 개별 정비달성율 
$$I_{\pi} = \frac{A_{\pi}}{G_{\pi}} \times 100 (\%)$$

○ 개별 정비효율 
$$E_{\pi} = \frac{A_{\pi} - B_{\pi}}{B_{\pi}} \times 100 (\%)$$

여기서  $I_{\pi}$  : 효과분석항목별 배수분구 하수관거 정비달성율 지표

$E_{\pi}$  : 효과분석항목별 배수분구 하수관거 정비효율 지표

$A_{\pi}$  : 효과분석항목에 대한 배수분구 정비후의 하수관거 상태

$B_{\pi}$  : 효과분석항목에 대한 배수분구 정비전의 하수관거 상태

$G_{\pi}$  : 효과분석항목에 대한 배수분구 정비달성목표치

$\pi$  = {(유량), q(수질), v(최소유속 미달관거), i(통수능부족관거), d(단위연장당 준설량), b(지하수수질), s(악취발생), t(지반침하), o(하수관거 이상항목)}

## (2) 배수분구의 정비효과 산정식

배수분구의 정비효과는 효과분석항목별로 측정된 개별 정비효과를 종합하여 산정한다. 여기서 하수관거정비에 의하여 나타내는 효과는 분석항목별 다르므로 효과분석항목별 가중치를 전문가 설문조사에 의하여 구하고 효과분석항목별로 가중치를 적용·종합하여 배수분구의 정비효과를 산정한다.

또한 배수분구의 정비효과를 나타내는 지표는 종합 정비달성율과 종합 정비효율로 구성하였다.

### ○ 종합 정비달성율

$$I = [W_1 \cdot \sum (I_{I1} \times w_{I1}) + W_2 \cdot \sum (I_{I2} \times w_{I2}) + W_3 \cdot \sum (I_{I3} \times w_{I3})] \times 100(\%)$$

### ○ 종합 정비효율

$$E = [W_1 \cdot \sum (E_{I1} \times w_{I1}) + W_2 \cdot \sum (E_{I2} \times w_{I2}) + W_3 \cdot \sum (E_{I3} \times w_{I3})] \times 100(\%)$$

여기서 I : 배수분구 하수관거 총정비달성율 지표

E : 배수분구 하수관거 총정비효율 지표

W1 : 하수관거 기능향상 분야에 대한 가중치

W2 : 유역환경개선 분야에 대한 가중치

W3 : 하수관거시설정비 분야에 대한 가중치

W<sub>I1</sub>, W<sub>I2</sub>, W<sub>I3</sub> : 효과분석항목에 대한 가중치

$I_{I1} = \{f(\text{유량}), q(\text{수질}), v(\text{최소유속 미달관거}), i(\text{통수능부족관거}), d(\text{단위연장당 준설량})\},$

$I_{I2} = \{b(\text{지하수수질}), s(\text{악취발생}), t(\text{지반침하})\},$

$I_{I3} = \{o(\text{하수관내 이상항목})\}$



### (3) 배수분구 정비효과 산정식의 부호

배수분구의 정비효과를 나타내는 정비달성율과 정비효율 산정식에 적용되는 부호를 효과분석항목별로 나타내면 <표 3.2>와 같다.

여기서 가중치는 효과분석항목별 정비효과를 종합하여 배수분구의 정비효과를 산정할 때에 적용되며 효과분야 가중치와 효과분석항목 가중치로 구분된다.

<표 3.2> 배수분구 관거정비의 효과분석항목별 정비효율과 정비달성율 부호

효과 분야	효과분석 항목	세부 항목	분석치			가중치		개별 정비 달성율 (%)	개별 정비 효율 (%)
			정비전	정비후	목표치	효과 분야	분석 항목		
하수 관거 기능 향상	유량(m <sup>3</sup> /day)	-	B <sub>f</sub>	A <sub>f</sub>	G <sub>f</sub>	w <sub>f</sub>	W <sub>1</sub>	I <sub>f</sub>	E <sub>f</sub>
	수질(mg/l)	BOD	B <sub>q</sub>	A <sub>q</sub>	G <sub>q</sub>	w <sub>q</sub>		I <sub>q</sub>	E <sub>q</sub>
	최소유속 미달관거 (m)	-	B <sub>v</sub>	A <sub>v</sub>	G <sub>v</sub>	w <sub>v</sub>		I <sub>v</sub>	E <sub>v</sub>
	통수능 부족관거 (m)	-	B <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>	G <sub>i</sub>	w <sub>i</sub>		I <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>
	단위연장 당 준설량(m <sup>3</sup> /m)	-	B <sub>d</sub>	A <sub>d</sub>	G <sub>d</sub>	w <sub>d</sub>		I <sub>d</sub>	E <sub>d</sub>
유역 환경 개선	지하수수질 (mg/l)	COD	B <sub>b</sub> (C)	A <sub>b</sub> (C)	G <sub>b</sub> (C)	w <sub>b</sub>	W <sub>2</sub>	I <sub>b</sub>	E <sub>b</sub>
		NO <sub>3</sub> -N	B <sub>b</sub> (N)	A <sub>b</sub> (N)	G <sub>b</sub> (N)				
	악취발생 (개소)	-	B <sub>s</sub>	A <sub>s</sub>	G <sub>s</sub>	w <sub>s</sub>		I <sub>s</sub>	E <sub>s</sub>
	지반침하 (개소)	-	B <sub>t</sub>	A <sub>t</sub>	G <sub>t</sub>	w <sub>t</sub>		I <sub>t</sub>	E <sub>t</sub>
하수 관거 시설 정비	하수관내 이상항목 (개소)	-	B <sub>o</sub>	A <sub>o</sub>	G <sub>o</sub>	-	W <sub>3</sub>	I <sub>o</sub>	E <sub>o</sub>

## 2) 처리구역의 정비효과

### (1) 분석항목별 정비효과 산정식

효과분석항목별로 처리구역의 하수관거정비효과를 나타내는 지표이며 효과분석항목별 개별 정비달성율과 개별 정비효율은 다음과 같다.

○ 개별 정비달성율 : 
$$I_{\phi} = \frac{A_{\phi}}{G_{\phi}} \times 100 (\%)$$

○ 개별 정비효율 : 
$$E_{\phi} = \frac{A_{\phi} - B_{\phi}}{B_{\phi}} \times 100 (\%)$$

여기서  $I_{\phi}$  : 효과분석항목별 배수분구 하수관거 정비달성율 지표

$E_{\phi}$  : 효과분석항목별 배수분구 하수관거 정비효율 지표

$A_{\phi}$  : 효과분석항목에 대한 배수분구 정비후의 하수관거 상태

$B_{\phi}$  : 효과분석항목에 대한 배수분구 정비전의 하수관거 상태

$G_{\phi}$  : 효과분석항목에 대한 배수분구 정비달성목표치

$\phi = \{r(\text{하천수질}), if(\text{유입하수량}), iq(\text{유입하수수질})\}$

### (2) 처리구역의 정비효과 산정식

처리구역의 정비효과는 효과분석항목별로 측정된 개별 정비효과를 종합하여 나타내게 된다. 그러나 하수관거정비에 의하여 나타내는 효과는 분석항목별 다르므로 효과분석항목 지표에 가중치를 적용하였다.

처리구역의 정비효과를 나타내는 지표이며 종합 정비달성율과 종합 정비효율이 있다.

○ 종합 정비달성율 :

$$I = [W_4 \cdot I_r + W_5 \cdot \sum (I_{\phi_1} \times w_{\phi_1})] \times 100 (\%)$$

○ 종합 정비효율 :

$$E = [W_4 \cdot E_r + W_5 \cdot \sum (E_{\phi 1} \times w_{\phi 1})] \times 100 (\%)$$

여기서, I : 처리구역 하수관거 총정비달성율 지표

E : 처리구역 하수관거 총정비효율 지표

$W_4$  : 방류수역 수질개선 분야에 대한 가중치

$W_5$  : 유역환경개선 분야에 대한 가중치

r = 하천수질,

$\phi 1 = \{if(\text{유입하수량}), iq(\text{유입하수수질})\}$

(3) 처리구역의 정비효과 산정식의 부호

처리구역의 정비효과를 나타내는 정비달성율과 정비효율 산정식에 적용되는 부호를 효과분석항목별로 나타내면 <표 3.3>과 같다.

가중치는 효과분석항목별 정비효과를 종합하여 처리구역의 정비효과를 산정할 때에 적용되며 효과분야 가중치와 효과분석항목 가중치로 구분된다.

<표 3.3> 처리구역 관거정비의 효과분석항목별 정비효율과 정비달성율 부호

효과 분야	분석항목	세부항목	분석치			가중치		개별 정비 달성율 (%)	개별 정비 효율 (%)
			정비전	정비후	목표치	분석 항목	효과 분야		
방류수역 수질개선	하천수질	-	$B_r$	$A_r$	$G_r$	$W_4$		$I_r$	$E_r$
하수처리장 효율증대	유입하수량	-	$B_{if}$	$A_{if}$	$G_{if}$	$w_{if}$	$W_5$	$I_{if}$	$E_{if}$
	유입하수 수질	-	$B_{iq}$	$A_{iq}$	$G_{iq}$	$w_{iq}$		$I_{iq}$	$E_{iq}$

## 4. 효과분석항목별 가중치 선정

### 1) 설문조사 개요

#### (1) 조사목적

하수관거정비 효과분석항목은 정비사업 전·후의 관거상태 및 정비목표치에 대한 달성정도를 비교·평가하거나 측정가능한 항목으로서 “서울시 하수관거조사 및 정비기본설계 종합보고서”에서 제시한 정비사업의 목적과 사업 우선순위 선정항목들을 참고로 하여 선정하였다. 그러나 하수관거정비사업의 효과를 측정하기 위하여 선정된 항목들은 하수관거의 기능과 시민 생활환경 및 삶의 질에 미치는 영향이 다르므로 효과분석항목은 관거정비에 의하여 발생하는 효과를 상대적으로 적절하게 평가할 수 있어야 한다.

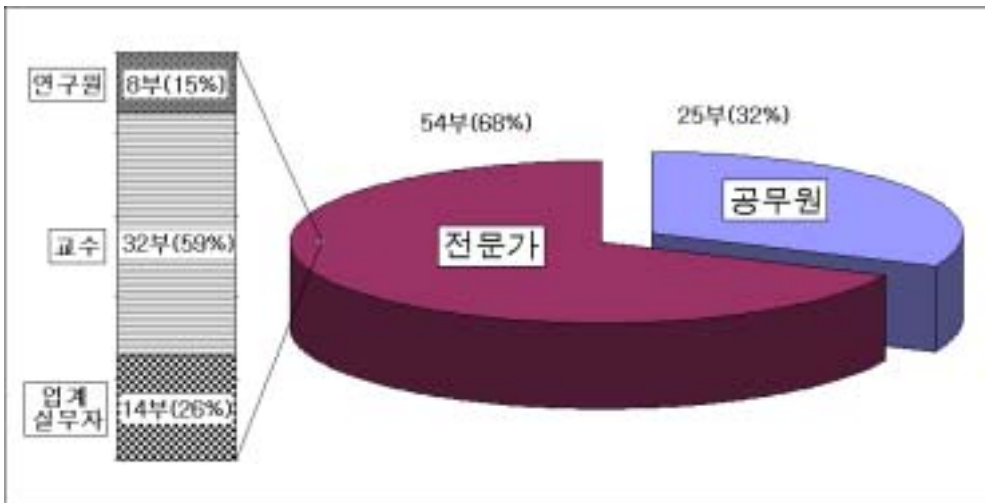
그러므로 효과항목에 대한 상대적 척도화방법으로 객관성과 유용성을 확보하고 계량·종합화하는데 필요한 가중치를 선정하기 위하여 관련 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하였다.

#### (2) 조사방법

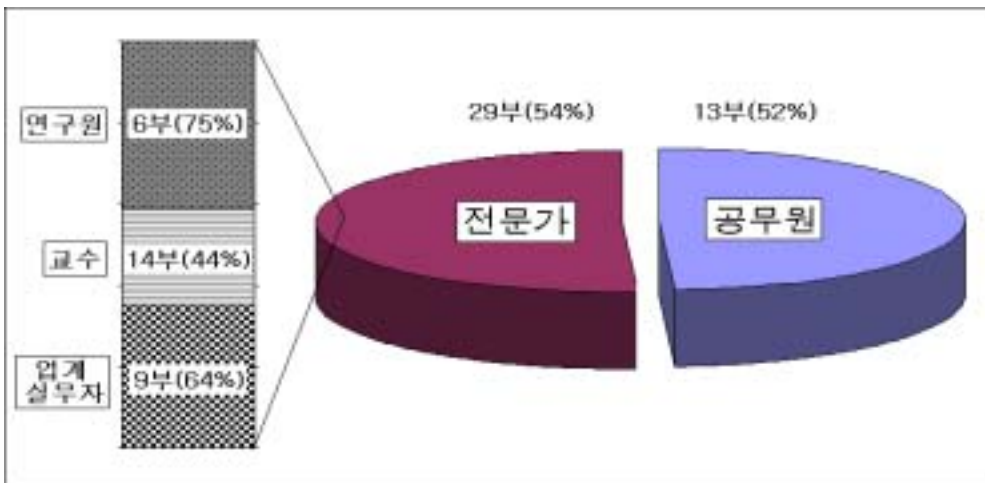
설문조사방법은 전문가집단을 선정해 상호간의 의사결정에 직접적인 영향을 주지 않으면서 전문가 의견을 집약할 수 있는 방법인 델파이법을 이용하였다.

설문대상은 하수도관련 전문가와 하수관거업무를 담당하고 있는 25개 자치구의 공무원들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 전문가는 환경부, 환경관리공단 및 서울시의 건설기술 심의위원, 기타로 54명을 선정하였으며 서울시 공무원들은 25개 자치구의 하수도담당 공무원 25명으로 총 79명을 대상으로 하였다.

배포된 79부에서 완전하게 회수된 설문지 유효표본은 42부를 확보하였으며 대상자별 분포현황은 <그림 3.4>와 같으며 대상자별 회수율은 <그림 3.5>에 나타내었다.



<그림 3.4> 설문조사 대상자별 분포



<그림 3.5> 설문조사 대상자별 회수율

설문지 회수율은 총 79부에서 42가 회수되어 전체적으로 53%를 나타내었다. 이 중에서 전문가의 경우는 의뢰한 54부에서 29부가 응답하여 54%의 회수율을 보였으며 공무원은 의뢰한 25부에서 13부가 응답하여 52%의 회수율로서 전문가 보다 약간 낮은 회수율을 나타내었다.

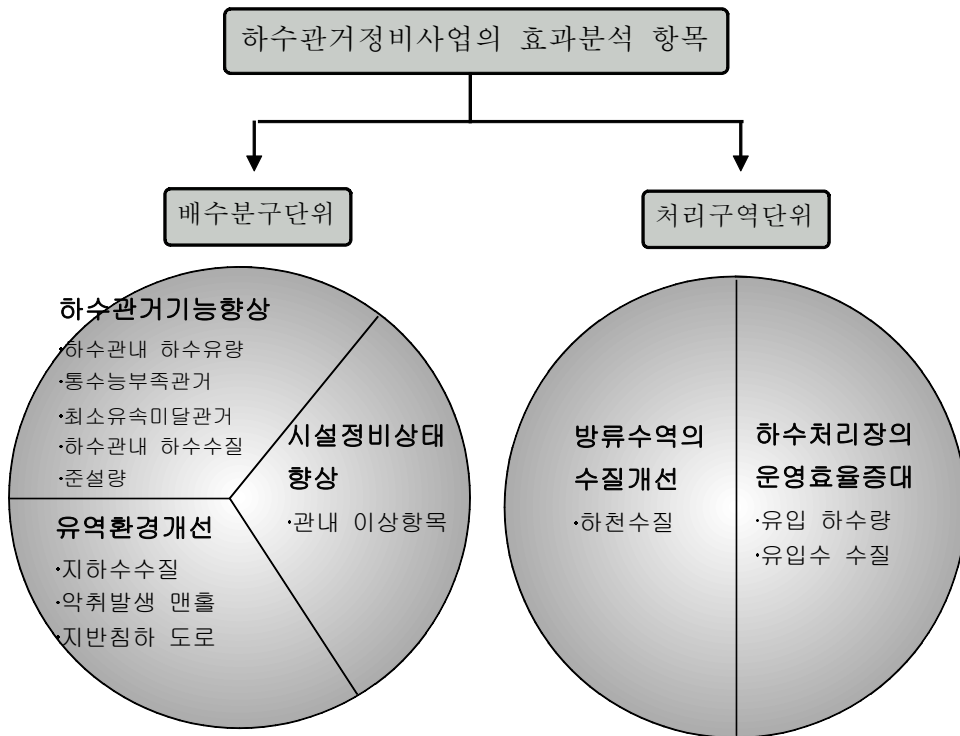
응답자를 대상자별로 살펴보면 전문가 중에서는 교수가 14부, 업계실무자가 9명이

고 연구원은 6부이었다.

### (3) 조사내용

설문은 하수관거정비사업이 완료된 단일 배수분구에 대하여 평가할 수 있는 단기 효과분석부분과 하수처리구역의 하수관거정비가 완료되었을 경우에 평가할 수 있는 장기효과분석부분으로 크게 2부분으로 구성하였다. 설문조사의 내용은 “서울시 하수관거 조사 및 정비 기본설계 종합보고서”의 사업우선순위 선정기준을 참고로 하여 선정한 효과분석항목이 주요 대상이 되며 이들 항목을 실제로 척도화하는 데 필요한 가중치를 구하는 것이다.

설문조사내용에 대한 구성은 <그림 3.6>과 같다.



<그림 3.6> 효과항목별 가중치 산정 범례

하수관거정비사업 효과분석을 위한 항목별 가중치 산정에 필요한 설문내용은 크게 배수분구와 처리구역으로 나누고 다시 효과분야와 효과분석항목으로 구성하였다.

가중치산정의 설문내용에 대해 나타내면 배수분구는 <표 3.4>와 같으며 처리구역은 <표 3.5>와 같다. 여기서 가중치의 합은 1이 되도록 산정하였다.

<표 3.4> 배수분구단위의 효과분석을 위한 가중치산정에 대한 설문내용

효과분야	효과분석항목
하수관거기능향상	하수관내 <b>불명수율</b> 이 계획불명수율에 부합하는가
	정비관거 중 <b>통수능</b> 부족관거는 얼마나 되는가
	정비관거 중 <b>최소유속</b> 에 미달하는 관거는 얼마나 되는가
	하수관내 하수의 <b>수질</b> 은 얼마나 개선되었는가
	정비사업 이후에 <b>준설량</b> 은 얼마나 감소하였는가
유역환경개선	정비사업 이후에 지하수수질은 얼마나 개선되었는가
	정비사업 이후에 악취발생 빗물받이는 얼마나 감소하였는가
	정비사업 이후에 도로 등의 지반침하는 얼마나 감소하였는가
시설정비상태향상	정비사업 이후에 관내 이상항목은 얼마나 감소하였는가

<표 3.5> 처리구역단위의 효과분석을 위한 가중치산정 주요 설문내용

효과분야	효과분석항목
방류수역의 수질개선	하천의 수질개선
하수처리장의 효율증대	처리장 유입하수량은 얼마나 감소하였는가
	처리장 유입수질이 계획유입수질에 얼마나 근접하였는가

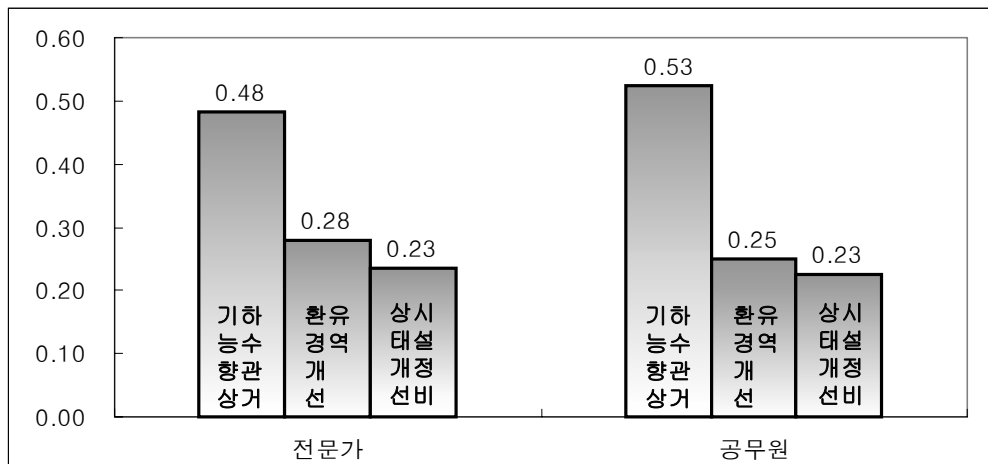
## 2) 설문조사 분석 결과

설문대상자인 전문가와 공무원을 대상으로 실시하여 나타난 가중치 산정결과를 크게 배수분구단위와 처리구역단위로 나누어 효과분야와 각 효과분야에 대한 효과항목에 대하여 가중치를 분석하였다. 또한 가중치의 객관성을 높이기 위하여 최종적으로 적합도 검정을 통하여 항목별 가중치를 구하였다.

### (1) 배수분구단위의 효과분석항목별 가중치

#### ① 효과분야

전문가와 공무원이 제시한 배수분구의 하수관거정비에 의하여 나타나는 효과분야에 대한 가중치 결과는 <그림 3.7>과 같다.



<그림 3.7> 배수분구단위의 효과분야에 대한 항목별 가중치

하수관거정비에 의하여 나타나는 3개의 효과분야에서 전문가와 공무원은 약간의 가중치가 차이를 보이고 있지만 모두 하수관거기능향상 분야에 가중치를 가장 크게 주었으며 다음으로 유역환경개선, 시설정비상태향상 순으로 가중치를 크게 두고 있는 것으로 조사되었다. 그러므로 전문가와 공무원 모두가 배수분구의 하수관거정비에 의하



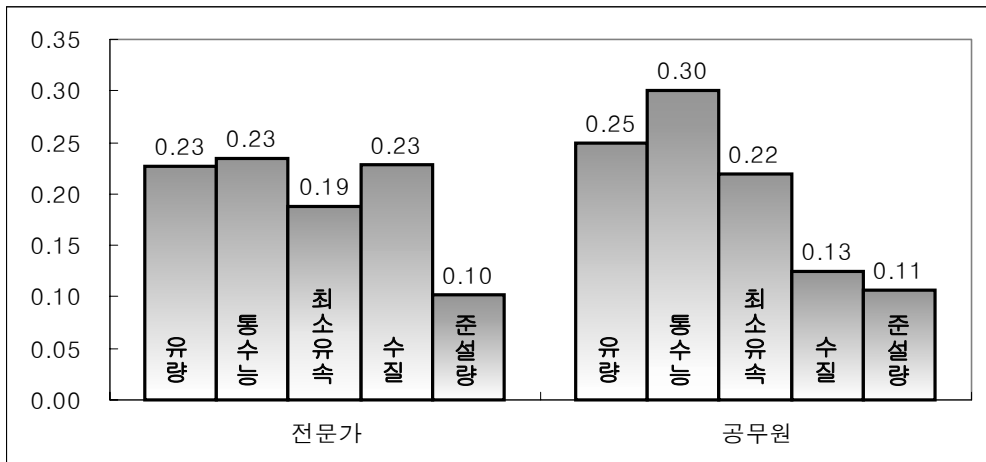
여 하수관거기능부분이 가장 크게 향상될 것으로 기대하고 있는 것을 알 수 있다.

## ② 효과분석항목

### ○ 하수관거기능향상과 관련된 효과분석항목에 대한 가중치

하수관거기능향상 분야의 효과분석항목에 대한 가중치 결과는 <그림 3.8>과 같다.

하수관거기능향상 분야의 5개의 효과분석항목에서 전문가와 공무원은 모두 통수능부족관거의 해소에 가중치를 가장 크게 주었고 준설량감소를 가장 작게 두고 있는 것으로 조사되어 하수관거정비에 의하여 하수관거 기능향상분야로 통수능이 가장 크게 개선될 것으로 기대하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 최소유속미달관거해소와 수질개선 항목에서 전문가는 수질개선에 가중치를 더 높게 두고 있는 반면에 공무원은 최소유속미달관거 해소에 가중치를 더 높게 두고 있는 것으로 조사되었다.

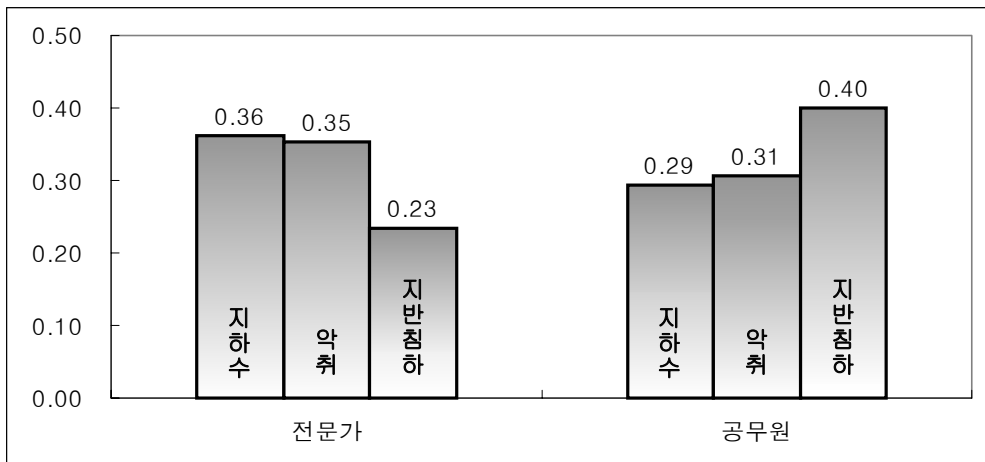


<그림 3.8> 배수분구단위의 하수관거기능향상과 관련된 효과분석항목에 대한 가중치

○ **유역환경개선과 관련된 효과분석항목에 대한 가중치**

유역환경개선 분야의 효과분석항목에 대한 가중치 결과는 <그림 3.9>와 같다.

유역환경개선 분야의 3개의 효과분석항목에 대해서 전문가와 공무원은 상반되는 의견을 가지고 있는 것으로 나타났다. 전문가는 가중치를 지하수수질개선에 가장 크게 두고 있고 지반침하를 낮게 두고 있는 반면에 공무원은 가중치를 지반침하에 가장 크게 두고 있으며 지하수수질개선에 낮게 두고 있는 것으로 조사되었다. 그러므로 전문가는 하수관거정비에 의하여 유역환경개선에서 지하수수질이 가장 개선될 것으로 기대하고 있으며 공무원은 하수관거 매몰에 의하여 발생하는 지반침하의 문제가 해결될 것으로 기대하고 있는 것으로 나타났다.



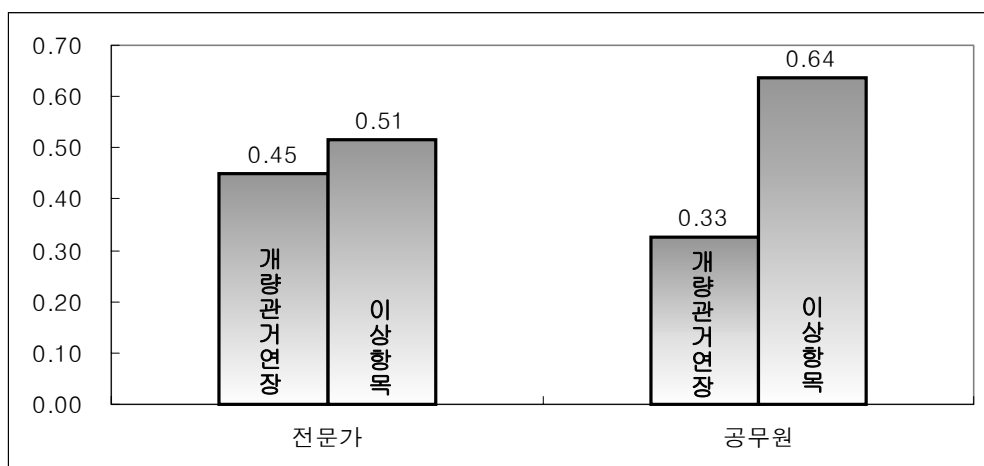
<그림 3.9> 배수분구단위의 유역환경개선과 관련된 효과분석항목에 대한 가중치

○ **시설정비상태향상과 관련된 효과분석항목에 대한 가중치**

시설정비상태향상 분야의 효과분석항목에 대한 가중치 결과는 <그림 3.10>과 같다.

시설정비상태향상 분야의 2개의 효과분석항목에서 전문가와 공무원은 가중치

가 약간의 차이를 보이고 있지만 모두 이상항목의 감소를 크게 주었으며 다음으로 개량관거연장 순으로 가중치를 두고 있는 것으로 조사되었다. 그러므로 전문가와 공무원 모두가 하수관거정비에 의하여 시설정비상태향상분야에서 이상항목이 크게 감소될 것으로 기대하고 있는 것을 알 수 있다.



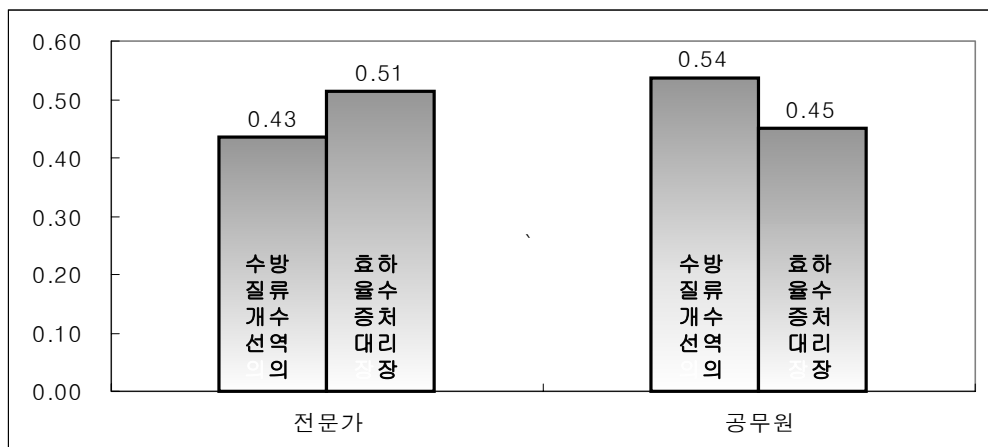
<그림 3.10> 시설정비상태향상과 관련된 효과분석항목에 대한 가중치

## (2) 처리구역단위의 효과분석항목별 가중치

### ① 효과분야

전문가와 공무원이 제시한 처리구역의 하수관거정비에 의하여 나타나는 효과분야에 대한 가중치 결과는 <그림 3.11>와 같다.

하수관거정비에 의하여 나타나는 2개의 효과분야에서 전문가와 공무원은 서로 상반되는 결과를 나타내었다. 전문가의 경우는 하수처리장효율증대 분야에 큰 가중치를 준 반면에 공무원은 방류수역의 수질개선편야에 큰 가중치를 두고 있는 것으로 조사되었다. 그러므로 처리구역의 하수관거정비에 의하여 전문가는 하수처리장효율증대 분야가 개선될 것으로 기대하고 있는 반면에 공무원은 방류수역의 수질이 더 크게 개선될 것으로 기대하고 있는 것으로 나타났다.



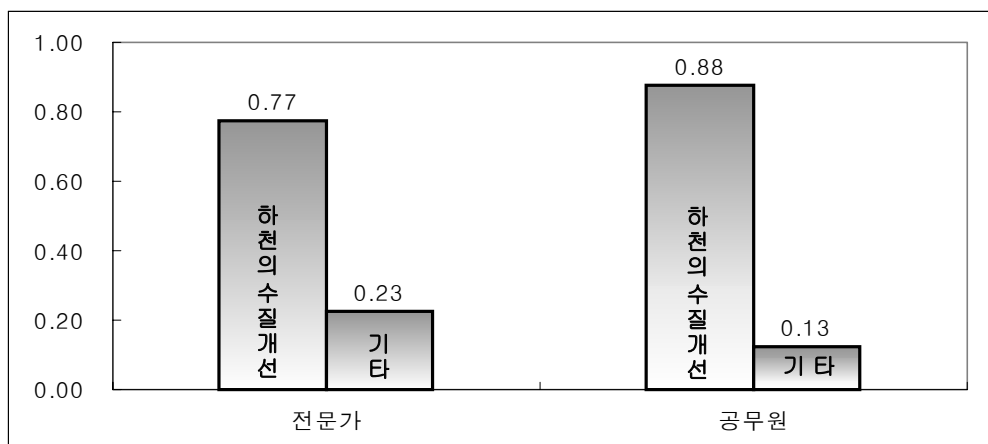
<그림 3.11> 처리구역단위 효과분야의 항목별 가중치

## ② 효과분석항목

### ○ 방류수역 수질개선에 관련한 효과분석항목에 대한 가중치

방류수역 수질개선 분야의 효과분석항목에 대한 가중치 결과는 <그림 3.12>와 같다.

방류수역 수질개선 분야의 2개의 효과분석항목에서 전문가와 공무원은 가중치가 차이를 보이고 있지만 모두 하천의 수질개선 항목을 더 크게 두고 있는 것으로 조사되어 하수관거정비에 의하여 하천수질이 크게 개선될 것으로 기대하고 있는 것을 알 수 있다.

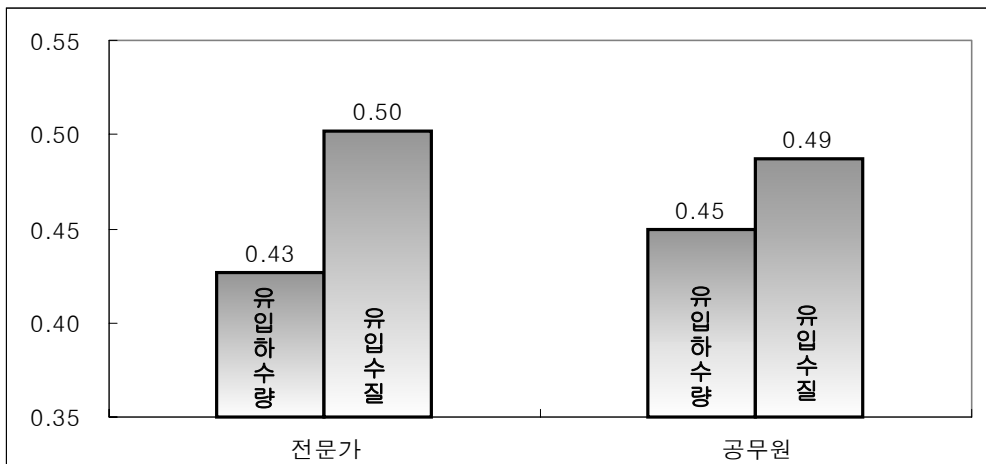


<그림 3.12> 방류수역 수질개선과 관련된 효과분석항목에 대한 가중치

○ 하수처리장 효율증대와 관련한 효과분석항목에 대한 가중치

하수처리장 효율증대 분야의 효과분석항목에 대한 가중치 조사결과는 <그림 3.13>과 같다.

하수처리장 효율증대 분야의 2개 효과분석항목에서 전문가와 공무원은 가중치가 차이가 있지만 모두 유입수질의 개선에 더 큰 가중치를 두고 있는 것으로 조사되어 하수관거정비에 의하여 하수처리장이 유량보다는 수질이 계획수질에 가깝게 유입됨으로서 하수처리장의 효율이 증대될 것으로 기대하고 있는 것으로 나타났다.



<그림 3.13> 하수처리장 효율증대와 관련된 효과분석항목에 대한 가중치

### 3) 효과분석을 위한 가중치 결정

설문조사에서는 문항별로 다수의 응답자들이 개개의 전문적 생각을 바탕으로 다양하게 응답하게 된다. 다양하게 제시된 값들은 정량적이고 객관적인 값으로 나타내기 위해 일반적으로 평균값을 많이 사용한다.

설문지를 79부를 배포하여 42부를 회수하였으나 이들 자료 중 지나치게 벗어나 있는 값에 의하여 전체 평균값이 왜곡될 우려가 있다. 따라서 설문지의 값들 중에서 전

체적인 경향에서 벗어난 값들을 주어진 유의수준내에서 제거하여 평균가중치가 보다 객관성을 가질 수 있도록 하였다.

### (1) 이상치 제거

정규모집단에서 추출된 표본의 분산( $s^2$ )을 가지고 모분산( $\sigma_{x^2}$ )에 대하여 구간추정을 하는 방안은  $\chi^2$ 분포를 이용하여 제시할 수 있다. 만약 표본의 분산을 가지고 모분산에 대하여 구간추정을 하는데 있어서 표본 중에 지나친 분산값을 가지는 자료가 있다면 유의수준내에 표본의 분산이 모분산의 구간에 포함되지 않을 것이다. 그러므로 효과분석항목들에 대한 가중치의 주된 경향을 파악하기 위하여 응답과정에서 나타날 수 있는 실수, 오기 등으로 인하여 전반적인 경향에서 지나치게 벗어난 값을 평균값산정에 사용할 것인가에 대한 판단으로  $\chi^2$ 검정을 응용하여 사용하였다. 따라서 유의수준<sup>1)</sup> 5%수준에서 벗어난 의견은 평균산정에서 제외하였다.

$\chi^2$ 검정의 일반적인 차례는 다음과 같다.

$$1. \text{귀무가설 } H_0 : p_i = p_i^0 \ (i=1,2,\dots,k) \left( \sum_{i=1}^k p_i^0 = 1 \right)$$

$$\text{대립가설 } H_1 : p_i \neq p_i^0$$

$$2. \text{관측도수 } n_i \ (i=1,2,\dots,k), \text{ 기대도수 } n p_i^0 = e_i \text{ 이면 통계량}$$

$$\chi_2^2 = \sum \frac{(n_i - e_i)^2}{e_i}$$

은 자유도  $\nu = k - 1$ 의  $\chi_2^2$ 분포를 한다. 유의수준  $\alpha$ 라 하자.

$$3. \chi_0^2 \geq \chi_{\nu}^2(\alpha) \text{ 이면, } H_0 \text{는 기각한다.}$$

$$4. \chi_0^2 < \chi_{\nu}^2(\alpha) \text{ 이면, } H_0 \text{는 기각되지 않는다.}$$

1) 가설이 옳은데도 불구하고 이것을 기각할 오류를 범하기 쉬운데 이 오류를 제1종의 오류라 하며 이러한 제1종의 오류를 범하는 것을 허용하는 최대의 확률을 위험률 또는 유의수준이라 한다.

효과분석항목의 가중치설정에 적용한 이상치 제거 절차는 다음과 같다.

- ① 자료의 흐름을 추출하는 유의수준의 결정 : 5%
- ② 문항별 항목값들을 분리
- ③ 문항별 항목값들의 산술평균을 계산
- ④ 계산된 평균값이 자료의 특성을 제대로 반영하는지 계산된 평균을 기대값으로  $\chi^2$  계산

⑤  $\chi^2_0 < \chi^2_\nu(\alpha)$ 이면 O.K

$\chi^2_0 \geq \chi^2_\nu(\alpha)$ 이면, 자료 중에서 가장 분산이 큰 자료를 제거하고 ③으로 감.

이상치가 제거된 효과분석항목별 가중치의 평균을  $\chi^2$ 과 함께 <표 3.6>에서 제시하였다.

<표 3.6> 이상치가 제거된 효과분석항목별 가중치 평균

문번호	항목	자료수	$\chi^2_0$	$\chi^2_\nu(0.05)$	이상치 자료수	평균	기타
1	1	42	38.8	38.8	2	48	
	2	42	33.8	36.4	4	27	
	3	42	33.8	37.7	3	25	
1-1	1	42	30.7	33.9	6	24	
	2	42	32.7	40.1	1	26	
	3	42	35.1	36.4	4	19	
	4	41	29.6	30.1	8	19	
	5	41	36.6	40.1	0	12	
1-2	1	41	29.3	32.6	6	34	
	2	41	27.4	32.6	6	34	
	3	41	34.9	36.4	4	32	
2	1	41	35.2	35.2	4	46	
	2	41	30.2	35.2	4	54	
2-1	-(기타항목은 본 연구에서 제외)						
2-2	1	42	34.4	35.2	5	48	
	2	42	37.7	37.7	3	52	

<표 3.6>에서와 같이 이상치가 효과분석항목별로 1개에서 많게는 8개까지 나타났다. 이러한 이상치의 제거는 일반적인 산술평균을 통해 얻어지는 값에서 발생될 수 있는 이상치에 의한 평균치의 변화를 최소화시킬 수 있어 대다수의 의견을 비중있게 반영할 수 있다.

## (2) 이상치 제거된 가중치

이상치가 제거된 효과분석 항목별 가중치를 나타내면 배수분구는 <표 3.7>과 같으며 처리구역에 대해서는 <표 3.8>에 나타내었다.

위 설문범례에 대한 문항별 항목들의 값들을 정리하여 분석을 실시하였다.

<표 3.7> 배수분구단위의 하수관거정비 효과분석을 위하여 산정된 가중치

효과분야	가중치	효과분석항목	가중치
하수관거 기능향상	0.48	하수관내 하수유량이 계획오수량에 부합하는가	0.24
		정비관거 중 통수능 부족관거는 얼마나 되는가	0.26
		정비관거 중 최소유속에 미달하는 관거는 얼마나 되는가	0.19
		하수관내 하수의 수질은 얼마나 개선되었는가	0.19
		정비사업 이후에 준설량은 얼마나 감소하였는가	0.12
유역환경 개선	0.27	정비사업 이후에 지하수 수질은 얼마나 개선되었는가	0.34
		정비사업 이후에 악취발생 빗물받이는 얼마나 감소하였는가	0.34
		정비사업 이후에 도로등의 지반침하하는 얼마나 감소하였는가	0.32
시설정비 상태향상	0.25	정비사업 이후에 관내 이상항목은 얼마나 감소하였는가	1



<표 3.8> 처리구역단위의 하수관거정비 효과분석을 위하여 산정된 가중치

효과분야	가중치	효과분석항목	가중치
방류수역 수질개선	0.46	하천의 수질개선	1
하수처리장 효율증대	0.54	처리장 유입하수량은 얼마나 감소하였는가	0.48
		처리장 유입수질이 계획유입수질에 얼마나 근접하였는가	0.52

### 제3절 관거정비 효과분석 방법

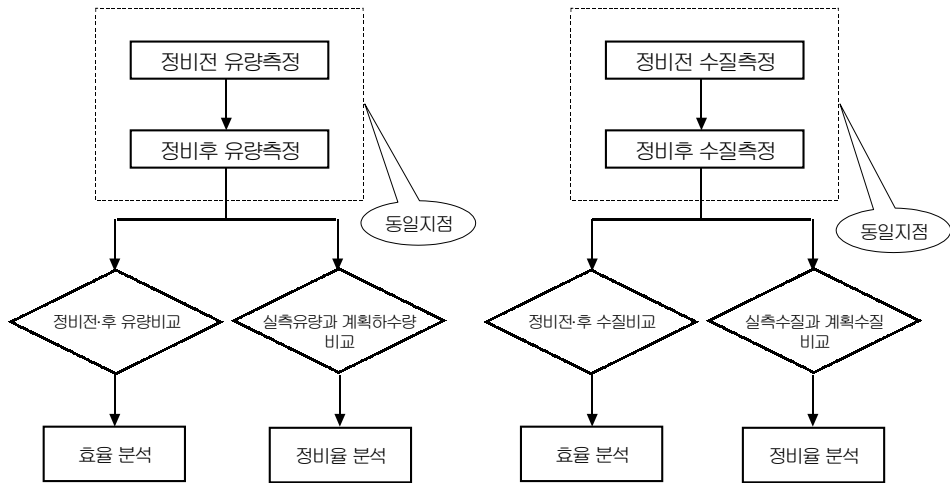
#### 1. 배수분구 효과분석방법

##### 1) 『유량 및 수질』 항목의 분석

배수분구에서 하수관거정비에 의하여 개선되는 효과 중에서 하수관거내의 하수유량 및 수질의 개선상태를 평가하기 위한 방법이다. 조사 및 평가방법은 다음과 같다

##### 《조사방법》

- 동일지점에서 하수관거정비사업 전·후의 관거내 하수의 유량 및 수질을 측정하여 개선효과를 분석함.
- 하수관거내 하수의 유량은 설계시에 산정된 해당지역의 계획하수량을 목표로 하며, 수질은 해당처리구역의 하수처리장 설계시 적용된 계획유입수질로 함.
- 세부적인 유량 및 수질 측정방법은 다음과 같음.



<그림 3.14> 하수관내 하수의 유량 및 수질 측정절차

하수량 및 불명수량 조사를 위한 유량측정 및 수질조사는 1주일 이상 강우가 없는 날을 택하여 동일지역에 대하여 계절별로 1회씩 총 4회를 실시하여 하수의 수질 오염부하량 및 불명수량의 분석을 위한 기초자료로 이용하도록 함.

- ㉓ 조사항목 : 유량, 수질
- ㉔ 수질조사 항목 : BOD, SS, 잔류염소, pH, DO
- ㉕ 시험(조사횟수) : 1시간 간격으로 24시간 측정
- ㉖ 조사방법 :
  - 유량 : 유속계, 웨어, 부표를 이용한 유속측정
  - 수질 : 수질오염 공정시험법에 준함

#### 《평가방법》

- 정비달성율 산정 : 해당관거 설계시 계산된 계획하수량과 계획수질을 정비 후 측정된 유량, 수질자료와 비교하여 설계된 하수시설에 대한 정비상태를 %로 산정. 이는 불명수량과 관련된 부분으로 불명수량 비교에 사용함.

- 유량 : 불명수량의 목표치 10%를 정비달성율 100%로 보았을 때로 환

산한 정비달성율.

$$I_f = \frac{1 - A_f}{1 - G_f} \times 100 (\%)$$

$I_f$  : 유량에 대한 정비달성율 지표

$A_f$  : 관거정비 후의 불명수율

$B_f$  : 관거정비 전의 불명수율

$G_f$  : 불명수율에 대한 정비달성목표치(10%)

- 수질 : 정비목표치에 대한 정비후 수질 비(BOD와 SS를 각각 구하여 평균)

$$I_q = \frac{A_q}{G_q} \times 100 (\%)$$

$I_q$  : 수질에 대한 정비달성율 지표

$A_q$  : 관거정비 후의 수질

$B_q$  : 관거정비 전의 수질

$G_q$  : 유량에 대한 정비달성목표치

- 정비효율 산정 : 정비 전에 측정된 유량, 수질(BOD, SS, pH, DO)자료와 정비후의 동일지점과 항목 측정자료를 비교하여 변화된 정도를 %로 산정함.

- 유량: 관거정비전 유량에 대한 정비후 유량감소량의 비

$$E_f = \frac{B_f - A_f}{B_f} \times 100 (\%)$$

$E_f$  : 유량에 대한 정비효율 지표

$A_f$  : 관거정비 후의 유량

$B_f$  : 관거정비 전의 유량

- 수질: 관거정비후 수질(BOD)에 대한 정비후 수질(BOD)증가량의 비

$$E_q = \frac{A_q - B_q}{A_q} \times 100 (\%)$$

$E_q$  : 수질에 대한 정비효율 지표

$A_q$  : 관거정비 후의 하수관 수질(BOD)

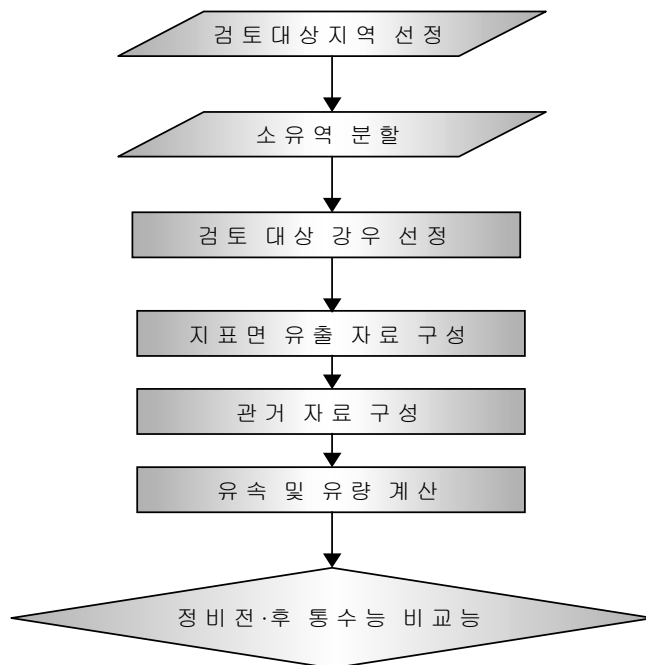
$B_q$  : 관거정비 전의 하수관 수질(BOD)

## 2) 『통수능부족관거』 항목의 분석

배수분구에서 하수관거정비에 의하여 개선되는 효과 중에서 하수관거의 통수능 상태를 평가하기 위한 방법이다.

### 《조사방법》

- 하수관거의 통수능부족관거 분석순서는 <그림 3.15>와 같다.



<그림 3.15> 하수관거통수능 검토 순서

㉓ 검토대상지역 선정

- 관거정비사업이 실시된 지역 중 검토대상지역 선정

㉔ 소유역 분할

- 정비된 하수관거에 대한 유출해석을 하기 위해 관거배수경계를 설정
- 하수관거 정비사업 준공도면(해당 구청) 사용

㉕ 검토대상 강우선정

- 설계강우 및 설정 목표강우의 선정
- 수해백서 강우강도식, 자치구별 강우기록지 사용

㉖ 유속 및 유량 계산

- 해당유역과 하수관거정보를 이용하여 대상 관거에서의 유속 및 유량 계산
- 합리식 사용

㉗ 통수능 비교

《평가방법》

- 정비달성을 산정 : 하수관거의 통수능은 주요한 관거기능이므로 수리검토 시 통수능 부족관거는 발생해서는 안됨. 따라서 통수능 부족관거 0m의 목표치에 대한 정비달성율을 %로 산정함.

- 원호배수분구의 총관거연장에 대한 통수능이 부족하지 않는 관거연장의 비

$$I_i = \frac{(\text{배수분구내 총관거연장}) - A_i}{\text{배수분구내 총관거연장}} \times 100(\%)$$

$I_i$  : 관거통수능에 대한 정비달성율 지표

$A_i$  : 관거정비 후의 통수능이 부족하지 않은 관거 연장

- 정비효율 산정 : 정비전 하수관거정비사업 해당 배수분구에 대한 실시설 계보고서에 제시된 통수능평가자료를 근거로 정비후 분

석된 통수능과 비교하여 부족관거 개소수의 변화된 정도를 %로 산정함.

- 관거정비후 통수능 부족관거 연장에 대한 정비후 통수능 부족관거 감소연장의 비

$$E_i = \frac{A_i - B_i}{A_i} \times 100 (\%)$$

$E_i$  : 관거통수능에 대한 정비효율 지표

$A_i$  : 관거정비 후의 통수능 부족연장

$B_i$  : 관거정비 전의 통수능 부족연장

### 3) 『하수관준설량』 항목의 분석

배수분구에서 하수관거정비에 의하여 개선되는 효과 중에서 하수관거에 퇴적되는 준설량과 준설연장의 감소정도를 평가하기 위한 방법이다.

#### 《조사방법》

- 하수관거정비사업을 통하여 경사가 불량한 관거를 개량하고 최소유속을 확보함으로써 관거내에 협잡물이 최대한 퇴적되지 않도록 하며 이에 따라 준설량은 감소됨.
- 하수관거정비사업과 관련하여 기본 및 실시설계시 별도의 준설량조사는 실시하지 않았으므로 관거정비사업 시행전과 정비사업이 완료된 후 해당 자치구의 준설작업량 자료를 근거로 상호 비교검토 함.

#### 《평가방법》

- 정비달성을 산정 : 하수관거정비가 완료되면 소류력이 확보되도록 실시되기 때문에 정비목표는 토사퇴적이 전혀 발생하지 않는 것으로 두기 때문에 준설량 발생이 0인 것에 대한 정

비달성율을 %로 산정함.

- 정비전 목표치까지 달성해야 될 준설량감소량에 대한 정비후 준설량 감소량의 비

$$I_d = \frac{B_d - A_d}{B_d - G_d} \times 100 (\%)$$

$I_d$  : 단위연장당 준설량에 대한 정비달성율 지표

$A_d$  : 관거정비 후의 단위연장당준설량

$B_d$  : 관거정비 전의 단위연장당준설량

$G_d$  : 단위연장당준설량에 대한 정비달성목표치

- 정비효율 산정 : 정비대상 배수분구를 포함하는 자치구의 준설작업 기록을 검토하여 정비사업이 시행되기 이전 2~3개년 평균 단위 연장당 준설량과 정비사업이 실시된 후 2~3개년 평균 단위연장당 준설량을 비교하여 변화된 정도를 %로 산정함.

- 관거정비전 단위연장당 준설량에 대한 정비후 단위연장당 준설량 감소량의 비

$$E_d = \frac{B_d - A_d}{B_d} \times 100 (\%)$$

$E_d$  : 단위연장당 준설량에 대한 정비효율 지표

$A_d$  : 관거정비 후의 단위연장당준설량

$B_d$  : 관거정비 전의 단위연장당준설량

#### 4) 『지하수수질』 항목의 분석

배수분구에서 하수관거정비에 의하여 개선되는 효과 중에서 하수누수에 의하

여 오염되는 지하수수질의 개선상태를 평가하기 위한 방법이다.

#### 《조사방법》

- 서울시는 현재 119개의 지하수 자동관측정에서 '98년 이후 1시간당 3개의 지하수 관측정보들을 수집하고 있으므로 향후 검토자료로 활용함.
- 지하수수질 검토 항목으로 하수의 유입에 의한 오염항목과 관련이 있는 COD와 NO<sub>3</sub>-N를 설정함.
- 하수관거정비사업과 관련하여 기본 및 실시설계시 별도의 지하수 수질조사는 실시하지 않았으므로 관거정비사업 시행전과 정비사업이 실시된 이후의 지하수 수질자료를 서로 비교검토 함.

#### 《평가방법》

- 정비달성을 산정 : 지하수는 오염되지 않은 깨끗한 상태라는 것을 전제로 하고 정비달성 목표치를 사람이 마실 수 있는 먹는물 수질기준을 적용하여 이에 대한 정비달성율을 %로 산정함.
- 관거정비전 목표치까지 달성해야 될 지하수수질에 대한 정비후 지하수 수질의 비

$$I_b = \frac{B_b - A_b}{B_b - G_b} \times 100 (\%)$$

$I_b$  : 지하수수질에 대한 정비달성율 지표

$A_b$  : 관거정비 후의 지하수수질

$B_b$  : 관거정비 전의 지하수수질

$G_b$  : 지하수수질에 대한 정비달성목표치

- 정비효율 산정 : 정비대상 배수분구를 지하수 측정지점 자료 및 인근 측정지점 자료를 사업이 시행되기 이전 2~3개년 평균 지하수 수질과 정비사업이 실시된 후 2~3개년 평균 지하



수 수질을 비교하여 변화된 정도를 %로 산정함.

- 관거정비전 지하수수질에 대한 정비후 지하수수질 개선량의 비(COD와 NO<sub>3</sub>-N를 구하여 평균)

$$E_b = \frac{B_b - A_b}{B_b} \times 100 (\%)$$

$E_b$  : 지하수수질에 대한 정비효율 지표

$A_b$  : 관거정비 후의 지하수수질

$B_b$  : 관거정비 전의 지하수수질

## 5) 『악취발생지점 개소수』 항목의 분석

배수분구에서 하수관거정비에 의하여 개선되는 효과 중에서 하수관내의 퇴적물에 의하여 빗물받이이나 맨홀 등 악취구에서 발생하는 악취의 저감상태를 평가하기 위한 방법이다.

### 《조사방법》

- 하수내에는 토사 및 기타 유·무기성 부유물이 포함되어 있어 관거내를 흐르면서 하수관거 저부에 침전되는데 이러한 하수관내 퇴적은 하수의 흐름과 유입하수의 특성이 지역적, 시간적으로 변하기 때문에 이를 완전히 방지하기란 불가능 함.
- 따라서 하수내 부유물의 침전을 최소화하기 위한 적정 최소유속을 설정하여 일반적으로 오수관거는 0.6m/s, 우수 및 합류관거는 0.8m/s로 설계함. 그러나 하수관의 경사불량과 원활한 하수배제에 저해를 일으키는 관거노선 등의 이유로 하수관내에 국부적으로 침전물이 과도하게 침전되어 이로 인한 악취가 발생하게 되며, 이렇게 발생된 악취는 맨홀, 빗물받이 등을 통해 배출되어 시민들에게 불쾌감과 민원의 소지가 되고 있음.
- 악취제거 효과를 판단하기 위해서는 정비전의 악취관련 민원 및 기타 악취

가 발생하는 지점에 대한 정보가 조사되고 실시설계시 반영되어져 있어야 하지만 1단계 하수관거정비사업에서 악취관련 자료가 조사되지 않았으므로 이에 대한 효과분석은 정비된 배수분구내의 빗물받이나 맨홀 등 악취구에 대한 현장조사 및 주민의 의견조사가 필요함.

#### 《평가방법》

- 서울시 맨홀 및 빗물받이 현황은 <표 3.9>와 같고 악취발생 개소수 분석을 아래와 같음.

<표 3.9> 서울시 맨홀 및 빗물받이 현황

맨 홀	빗 물 받 이	우 수 토 실
185,936개소 - 정 상 : 178,103 - 비정상 : 7,833	382,159개소	1,305개소

출처 : 서울시 하수관거조사 및 정비 기본설계 종합보고서, 2001

㉔ 서울시에 맨홀은 185,936개소로서 배수구역별로는 5,000~15,000개소(안양 천제외)있으며 배수분구별로는 300~500개소가 설치되어 있음. 가능한 전체 맨홀에 대한 조사를 실시하거나 여건에 따라 대표성을 가진 맨홀에 대한 조사를 실시함. 빗물받이나 기타 악취구에 대해서 동일하게 조사함.

㉕ 서울시 하수관거조사 및 정비기본설계에서 실제로 조사된 서울시 전체맨홀 중에서 5%정도가 비정상적인 불량맨홀임을 감안하고 악취조사는 통계적인 유의성을 고려할 때 배수분구별로 30%정도인 100~150개소에 대한 조사를 실시하여 현황조사를 실시함. 빗물받이나 기타 악취구에 대해서도 동일한 방법으로 조사함.

- 정비달성을 산정 : 관거가 정상적으로 최소유속을 확보하여 하수가 원활히 유하하면 악취는 근본적으로 제거되는 것을 전제하여 정비의 목표치는 악취발생개소수가 0을 기준으로 정비효과 달성율을 %로 산정함.

- 관거정비전 목표치까지 달성해야 될 악취발생 개소수에 대한 정비후 악취발생 개선량의 비

$$I_s = \frac{B_s - A_s}{B_s - G_s} \times 100 (\%)$$

$I_s$  : 악취발생에 대한 정비달성율 지표

$A_s$  : 관거정비 후의 악취발생 개소수

$B_s$  : 관거정비 전의 악취발생 개소수

$G_s$  : 악취발생에 대한 정비달성목표치

- 정비효율 산정 : 정비전 악취발생 개소수에 대한 측정은 표본 맨홀 및 빗물받이에 대한 주민 설문조사를 근거로 하여 정비전·후의 추정된 악취발생개소수의 변화된 정도를 %로 산정함.

- 관거정비후 악취발생 개소수에 대한 정비후 악취발생 감소수의 비

$$E_s = \frac{A_s - B_s}{A_s} \times 100 (\%)$$

$E_s$  : 악취발생에 대한 정비효율 지표

$A_s$  : 관거정비 후의 악취발생 개소수

$B_s$  : 관거정비 전의 악취발생 개소수

## 6) 『지반침하지점 개소수』 항목의 분석

배수분구에서 하수관거정비에 의하여 개선되는 효과 중에서 하수관매물 등에 의하여 발생하는 지반침하의 저감정도를 평가하기 위한 방법이다.

### 《조사방법》

- 하수관거와 관련한 지반침하 원인은 다음과 같음.
  - 하수관거 복토시 다짐부족
  - 지속적인 하수의 누수로 인한 토사 유실
- 지반침하와 관련하여 관거정비사업시 제반조사가 되어져 있지 않음.
- 관거정비가 이루어진 관거노선에 대한 현장조사 실시.

### 《평가방법》

- 정비달성을 산정 : 하수관거정비로 인한 지반침하 발생개소 목표치는 하수관거로부터 누수가 발생되지 않고, 굴착공사 마무리가 완벽하게 이루어진 것을 전제로 하여 지반침하 발생개소는 0이며, 이에 대한 정비달성율은 %로 산정함.
  - 관거정비전 목표치까지 달성해야 될 지반침하 개소수에 대한 정비후 지반침하 개선량의 비

$$I_t = \frac{B_t - A_t}{B_t - G_t} \times 100 (\%)$$

$I_t$  : 지반침하에 대한 정비달성율 지표

$A_t$  : 관거정비 후의 지반침하 개소수

$B_t$  : 관거정비 전의 지반침하 개소수

$G_t$  : 지반침하에 대한 정비달성목표치

- 정비효율 산정 : 정비전 지반침하 개소수에 대한 측정은 표본 맨홀 및 빗물받이에 대한 주민 설문조사를 근거로 하여 정비전·후의 추정된 지반침하개소수의 변화된 정도를 %로 산정함.

- 관거정비후 지반침하 개소수에 대한 정비후 지반침하 감소수의 비

$$E_t = \frac{A_t - B_t}{A_t} \times 100 (\%)$$

$E_t$  : 지반침하에 대한 정비효율 지표

$A_t$  : 관거정비 후의 지반침하 개소수

$B_t$  : 관거정비 전의 지반침하 개소수

## 7) 『하수관내 이상항목 개소수』 항목의 분석

배수분구에서 하수관거정비에 의하여 개선되는 효과 중에서 하수관노후와 불량에 의하여 발생하는 하수관거 이상항목의 저감정도를 평가하기 위한 방법이다.

### 《조사방법》

- 하수관거 정비사업에 앞서 관거의 구조적, 기능적 실태파악을 위한 시설물의 내부조사와 전체적인 관거현황조사를 실시.
- 인력 및 CCTV를 이용한 하수관내의 현황조사 실시
- 조사방법 및 내용은 다음과 같음.

#### ㉔ 관거내부 CCTV조사

- Φ800mm미만인 원형관의 관거내부 CCTV조사는 맨홀조사 및 측량 결과를 기본도(1/500)에 기재한 후 배수구역의 지역특성을 파악하고 촬영지역을 예비 답사하여 현장여건을 숙지함.
- 현장에서는 기본적으로 상류측에서부터 하류방향으로 촬영을 원칙으로 하나 이상항목에서 따른 주행불가인 경우 역으로 주행하여 보고서에 자주차의 주행방향을 정확히 표시함.
- 주행시 이상항목 중 타관통과가 나타날 경우 가능한 한 현장에서 관종(상수도, 체신, 한전, 도시가스)을 확인하고 지상에서 위치를 정확히 표시하여 주변약도 및 지상사진을 촬영.

- 자주식 T.V 촬영기로 촬영하여 Video Tape를 관독하고 조사한 기본 DATA(관거의 위치, 관거의 기본사항, 관거의 이상여부, 연결관의 접합 상태등)를 관거정비 기본설계 및 유지관리에 효율적으로 활용하기 위하여 Computer Data Base화하며 필요한 사항을 수시로 출력, 활용 가능토록 함.

#### ㉔ 관거내부 육안조사

- Ø800mm이상인 원형관과 암거에 대한 육안조사 방법은 CCTV조사와 동일한 순서로 조사함.
- 조사대상 하수관거내부를 직접 조사하여 관거실태를 조사하고 현황이 유지 될 수 있도록 사진촬영 등을 실시하여 관거상태에 대한 보고서를 작성하고 사진첩과 함께 제출함.
- 맨홀 개폐시에는 별도의 안전표지판을 설치하고 인원을 배치하여야 하며 조사원의 안전을 위하여 보호장구를 착용함.
- 정비관거 전체를 대상으로 하는 것이 가장 좋은 방법이지만 시간과 경제적인 측면에서 비효율적이므로 정비전에 이상항목이 다수 포함된 하수관거 위주로 육안조사와 CCTV촬영을 실시함.

#### 《평가방법》

- 정비달성율 산정 : 이상항목(A·B등급)에 대해 정비한 것을 목표로 하여 이에 대한 정비달성율을 %로 산정함.
- 관거정비전 목표치까지 달성해야 될 관거연장당 이상항목 개선량에 대한 정비후 관거연장당 이상항목 개선량의 비

$$I_o = \frac{B_o - A_o}{B_o - G_o} \times 100 (\%)$$

$I_o$  : 관거연장당 이상항목에 대한 정비달성율 지표

$A_o$  : 관거정비 후의 관거연장당 이상항목수

$B_o$  : 관거정비 전의 관거연장당 이상항목수

$G_o$  : 관거연장당 이상항목수에 대한 정비달성목표치

- 정비효율 산정 : 정비전 이상항목을 단위연장(km)당으로 산정하여 정비후 CCTV 및 육안조사를 실시하여 발견된 단위연장당 이상항목을 검토하여 변화된 정도를 %로 산정함.

- 관거정비후 관거연장당 이상항목 개소수에 대한 정비후 관거연장당 이상항목 감소수의 비

$$E_o = \frac{A_o - B_o}{A_o} \times 100 (\%)$$

$E_o$  : 관거연장당 이상항목에 대한 정비효율 지표

$A_o$  : 관거정비 후의 관거연장당 이상항목수

$B_o$  : 관거정비 전의 관거연장당 이상항목수

## 2. 처리구역 효과분석방법

### 1) 『방류수역 수질개선』 항목의 분석

하수도정비사업이 처리구역단위로 마무리되면 정비지역이 방류수역이나 하천 유역을 포함하게 되므로 관거정비사업이 방류수역의 수질에 미치는 영향을 파악할 수 있게 된다.

하천에 미치는 효과를 분석하기 위하여 방류수역의 수질개선을 효과항목으로 선정하였으며 이에 대한 목표치는 해당 방류수역 환경수질기준이나 목표수질로 정한다.

#### 《조사방법》

- 해당 처리구역에 대한 방류수역의 측정된 수질자료를 조사함.
- 방류수역의 수질자료는 강우시와 청천시를 구별하고 적합한 시간간격 등 일정기간에 대해 분석을 실시함.

## 《평가방법》

- 정비달성을 산정 : 처리구역 정비로 인한 방류수역의 수질개선의 목표는 해당 방류하천의 수질환경기준을 목표수질로 하여 정비후 하천수질의 정비상태를 %로 산정.

$$I_r = \frac{A_r}{G_r} \times 100 (\%)$$

$I_r$  : 방류수역 수질에 대한 정비달성을 지표

$A_r$  : 관거정비 후의 방류수역 수질

$G_r$  : 방류수역 수질에 대한 정비달성목표치

- 정비효율 산정 : 정비전에 측정된 수질(BOD)자료와 정비후의 동일지점의 측정자료를 비교하여 변화된 정도를 %로 산정함.

$$E_r = \frac{A_r - B_r}{A_r} \times 100 (\%)$$

$E_r$  : 방류수역의 수질에 대한 정비효율 지표

$A_r$  : 관거정비 후의 방류수역 수질(BOD)

$B_r$  : 관거정비 전의 방류수역 수질(BOD)

## 2) 『하수처리장 유입하수량』 및 『하수처리장 유입수질』 항목의 분석

하수관거정비사업이 처리구역 전체적으로 완료될 경우에는 하수관거로 유입되는 불명수량이 감소됨에 따라 하수처리장으로 유입되는 하수는 계획유입수질을 확보할 수 있을 것으로 예상된다.

그러므로 관거정비 후의 하수처리장 유입하수량과 유입수질이 운영효율을 증대시킬 것으로 기대되므로 정비에 따른 효과분석을 실시하고 항목별 목표치는 하수처리장의 계획유입하수량과 계획유입수질로 설정한다.



### 《조사방법》

- 관거정비가 실시된 지역에서 불명수가 일최대오수발생량 10% 이내로 유입되는 상태에서 하수처리장으로 유입되는 유입하수량 및 유입수질을 목표치로 함.
- 관거정비 이전부터 관거정비 이후 일정기간(3년 정도)까지 계절별 하수처리장 유입하수량과 수질을 일평균값으로 비교·검토함.

### 《평가방법》

- 정비달성율 산정 : 하수관거의 불명수유입량이 일최대하수발생량의 10% 이내로 계획된 하수처리장의 계획 유입수질과 유량에 대한 정비후 정비상태를 %로 산정.

$$I_{if} = \frac{A_{if}}{G_{if}} \times 100 (\%)$$

$$I_{iq} = \frac{A_{iq}}{G_{iq}} \times 100 (\%)$$

여기서  $I_{if}$  or  $I_{iq}$  : 하수처리장 유입 수질 및 수량 대한 정비달성율 지표

$A_{if}$  or  $A_{iq}$  : 관거정비 후의 하수처리장 수질 및 수량

$G_{if}$  or  $G_{iq}$  : 하수처리장 유입 수질 및 수량에 대한 정비달성목표치

- 정비효율 산정 : 정비전·후에 측정된 하수처리장의 유입유량 및 수질을 비교하여 변화된 정도를 %로 산정함.

$$E_{if} = \frac{A_{if} - B_{if}}{A_{if}} \times 100 (\%)$$

$$E_{iq} = \frac{A_{iq} - B_{iq}}{A_{iq}} \times 100 (\%)$$

여기서  $E_{if}$  or  $E_{iq}$  : 하수처리장 유입유량 및 수질에 대한 정비효율 지표

$A_{if}$  or  $A_{iq}$  : 관거정비 후의 하수처리장 유입유량 및 수질

$B_{if}$  or  $B_{iq}$  : 관거정비 전의 하수처리장 유입유량 및 수질

## 제4절 효과분석결과와 검토 방안

### 1. 정비달성율의 판단기준 설정 및 적용

관거정비가 실시된 배수분구 및 처리구역은 정비된 관거상태를 정확하게 파악하고 향후 관리방안을 마련하여 하수관거가 지속적으로 도시기반시설로서 역할과 기능을 유지할 수 있어야 한다. 정비달성율은 관거정비에 의하여 관거가 목표치에 대해 향상된 상태를 나타내는 지표로서 관거정비의 효과분석지표로서 적절하게 사용될 수 있다.

#### 1) 이상항목판정기준의 긴급도 분석

정비달성율이 배수분구 및 처리구역의 관거정비에 의하여 나타나는 효과를 파악할 수 있고 관거의 정비상태를 확실하게 나타낼 수 있도록 판단기준을 마련하고, 이와 함께 판단기준이 정비된 하수관거의 관리방향을 제시할 수 있도록 체계를 구성하였다.

정비달성율에 대한 판단기준을 설정하기 위한 검토순서는 다음과 같다.

- ① 서울시의 이상항목 판정기준인 A, B, C등급에 대하여 각각 이상항목별 손상의 정도와 하수관거정비 긴급도를 분석한다.
- ② 서울시 관거결함의 종류에 따라 3분류한 구조상, 사용상, 관리상 영향이 있는 결함 기준에 근거하여 설정된 하수관거정비의 효과분석항목별 중요도를 검토한다.
- ③ 위의 ①의 A, B, C등급의 관거정비긴급도 및 ②의 효과분석항목별 중요도에 의하여 효과분석결과 판단기준을 3단계인 『양호』, 『부분개선』, 『재검토·정비』로 나누고, 해당 배수분구 및 처리구역의 하수관거정비 효과분석에서 나타난 정비달성율에 대하여 판정한다. 여기서 『재검토·정비』는 정비달성율 최저허용한계값 미만인 경우에 해당한다.
- ④ 정비달성율의 판정결과에 대하여 향후 하수관거정비사업의 개선대책 및 추

진방향에 대해 검토한다.

### (1) 이상항목 판정기준 분석

서울시 이상항목에 대한 A, B, C등급별 판정기준의 내용을 나타내면 <표 3.10>과 같다.

<표 3.10> 서울시 하수관거 이상항목 판정기준

구분	상세내역	A	B	C
맨홀부	맨홀 뚜껑 파손	맨홀 개폐 불능	파손	균열
	맨홀 연결부 파손	본관의 1/2이상	1/4정도	틈새보임
	부식 및 마모	철근 노출	조골재 노출	표면 마모
본관부	이 음 부	관경의 1/3이상이 어긋남	관두께 이상어긋남	틈새, 철근 보임
	침 입 수	숫구치는 정도	흐르는 정도	스며 들어옴
	유 출 수	발생	-	-
	부 식	철근 노출	골재 노출	표면 박리
	관파손 및 크랙	함몰, 변형	파손, 철근노출	균열
	곡 관 로	45. 이상 꺾임	45. ~30.	10. ~30.
	관침하, 관구배	관경의 2/3이상 침하	1/2정도 침하	1/3이하 침하
지관부	연결관 돌출	본관의 2/3이상	1/2정도	1/3정도
	연결관접합부 파손	지관 크기의 2배이상	1.5배 정도	1배 정도
장애물	타관통과	1/3미만 높이	1/3~2/3 높이	2/3높이 이상
	폐 유	다량	중간	소량
	모르타르	관경의 1/2이상	1/3정도	1/4이하
	토사퇴적	관경의 1/2이상	1/3정도	1/4이하
	기타 장애물	관경의 1/2이상	1/3정도	1/4이하

여기서 A, B, C등급의 판정기준에 대한 하수관거 대응방향은 다음과 같다.

- 판정기준 A: 「긴급히 보수를 요하는 것」으로서 관거의 유지보수로서 처리
- 판정기준 B: 「년차별로 보수계획을 세워 2년에서 5년 사이에 보수나 개량을 요하는 것」으로서 일정기준 이내를 일반보수, 이상을 일반개량으로 계획적으로 대응
- 판정기준 C: 「당면보수나 개량이 필요없지만 근시일내 필요가 생기는 것」으로서 필요할 때에 대응할 수 있도록 정리한다고 제시되어 있음.

위에서 나타낸 것과 같이 이상항목 판정기준에서 A, B 등급은 시급하게 보수가 필요하지만 C 등급은 필요한 경우에 보수하는 것으로 제시되어 있다. 따라서 판정기준 A, B, C 등급이 각각 관거문제에 차지하는 비율을 적용하여 정비달성율의 판단기준 범위를 설정하는 것으로 한다. 이 중에서 A, B 등급은 반드시 관거정비에 의하여 보수되어야 하는 판단기준 범위에 포함시키고 보수되지 않아도 되는 C 등급은 최저허용기준 범위에 포함시키는 것으로 하였다.

정비달성율 판단기준 범위를 설정하기 위하여 필요한 판정기준 A, B, C 등급별 관거문제에 차지하는 비율은 A, B, C 등급의 긴급도로 정의하여 계산한다.

긴급도 분석항목은 <표 3.10>에 제시된 이상항목 중에서 하수관거의 주요 문제점의 원인으로 작용하고 있고 하수관의 통수능에 직접적으로 영향을 주는 항목으로서 상대적으로 척도화가 가능한 항목으로 선정하였다.

- ① 관거어긋남(이음부, 침하 등)
- ② 연결관 돌출
- ③ 곡관로
- ④ 퇴적(모르타르, 토사)
- ⑤ 맨홀연결부 파손
- ⑥ 침입수

위의 6분야에 대하여 각각에 해당되는 이상항목을 나타내면 <표 3.11>과 같다.

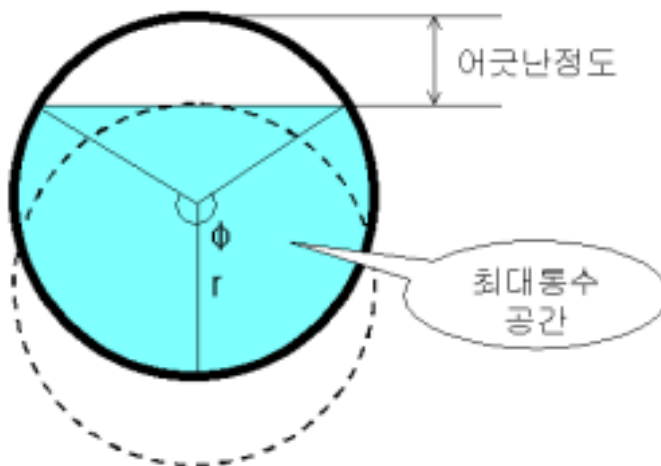
<표 3.11> 정비달성을 판단기준 범위를 설정하기 위한 이상항목

대표 이상항목	세부항목	기타
관거어긋남 (침하)	이음부, 관침하	어긋난 부위만큼 통수능 저하
돌출	연결관 돌출, 타관통과	돌출된 면적만큼 통수능 저하
곡관로	곡관로	곡관로 손실수두만큼 통수능 저하
퇴적	모르타르· 토사 퇴적	퇴적된 면적만큼 통수능 저하
접합부 파손	맨홀 연결부 파손, 연결관 접합부 파손	파손된 면적만큼 통수능 저하
침입수	침입수	침입되는 만큼 통수능 저하

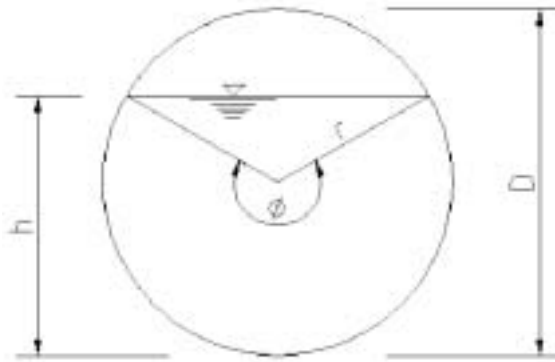
① 하수관거 어긋남(침하)

하수관거는 관침하나 기타 이유로 관거의 단차가 발생하며 지하수 및 토사의 유입, 하수누수의 원인이 되고 있다. 관거 어긋남에 의하여 발생하는 통수능감소는 통수가능 면적에서 어긋난 면적을 제외하고 계산하였다.

하수관거 어긋남에 대한 모식도는 <그림 3.16>과 같다.



<그림 3.16> 하수관거 어긋남에 대한 모식도



원형관내 유량은  $Q = AV$

$$\text{여기서, } V = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}}{1 + (23 + \frac{0.00155}{I}) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{RI}$$

유수단면의 중심각을  $\theta$ 라 하면

$$\phi(\text{Radian}) = (\theta \times \pi / 180)$$

원형수로에서 ( $r = D / 2$ )

$$A = \frac{1}{2} r^2 (\phi - \sin \phi)$$

$$P = r\phi$$

$$R = \frac{A}{P} = r \frac{\phi - \sin \phi}{2\phi}$$

$n$ 과  $I$ 가 일정하다고 볼 때,

$$V \propto R (= r \frac{(\phi - \sin \phi)}{2\phi})$$

$$A = \frac{1}{2} r^2 (\phi - \sin \phi)$$

$A$ 와  $V$ 를  $\phi$ 의 함수로 차원을 표현하면,

$$\therefore Q = AV \propto \frac{(\phi - \sin \phi)^2}{2\phi}$$

여기서,  $\frac{(\phi - \sin \phi)^2}{2\phi} = f$  라 하면, 유량Q는 f와 비례한다.

위의 계산식에 의해 관경에 대하여 관거의 어긋난 정도를 계산하여 나타난 관거 통수능의 감소정도는 <표 3.12>와 같다.

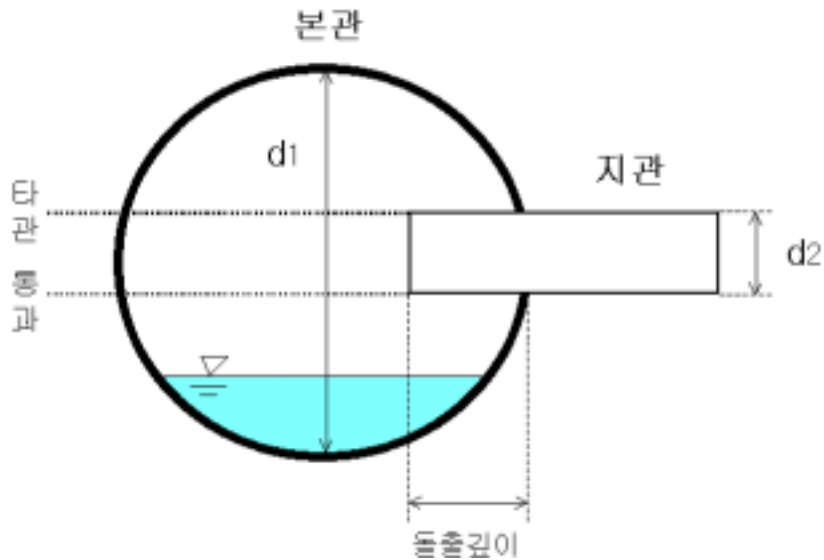
<표 3.12> 하수관거 어긋남에 따른 관거통수능 감소 정도

구 분 어긋난 정도	f	통수능 감소
0	3.56	
1/3	2.62	26%감소
1/2	1.57	54%감소
2/3	0.66	79%감소

## ② 돌출 및 통과

연결관 돌출 및 타관통과가 하수관거 유량에 미치는 영향은 본관 전체면적과 지관의 차단면적의 비로 산정하였다. 단, 타관통과의 경우 통과지점, 통과위치, 형상 등의 많은 변수가 있지만, 가장 일반적인 형태로 가정하여 계산하였다.

연결관돌출 및 타관통과에 대한 모식도는 <그림 3.17>와 같다. 또한 연결관 돌출깊이에 따라 감소되는 통수능 저감정도를 계산한 결과는 <표 3.13>에 타내었으며, 관거를 통과한 타관의 직경에 따라 감소되는 통수능의 계산결과는 <표 3.14>와 같다.



<그림 3.17> 연결관 도출 및 타관통과에 대한 모식도

<표 3.13> 연결관 돌출깊이와 지관직경에 따른 관거통수능 감소 정도

지관직경 \ 돌출깊이	$1/3 d_1$	$1/2 d_1$	$2/3 d_1$	미치는 영향
$1/2 d_1$	21%	32%	42%	통수능 감소정도
$1/4 d_1$	11%	16%	21%	통수능 감소정도

주: 지관직경은 돌출된 지관의 직경이 조사결과에서 하수관경의 1/4~1/2로 나타난 것을 적용하고 이를 평균하여 사용

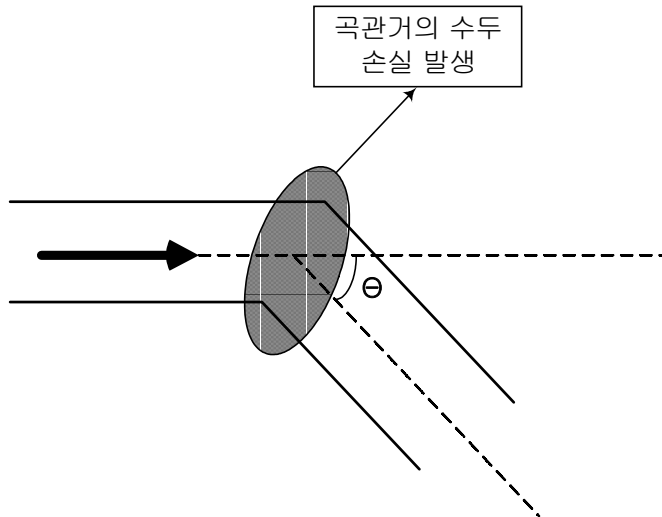
<표 3.14> 관거를 통과한 타관의 직경에 따른 관거통수능 감소 정도

통과직경 \ 미치는 영향	$1/3 d_1$	$1/2 d_1$	$2/3 d_1$
통수능 감소정도	33%	50%	67%



### ③ 곡관거

곡관거에서 발생하는 수두손실에 대한 모식도는 <그림 3.18>에 나타내었으며 또한 곡관거의 수두손실에 의하여 감소되는 관거통수능은 <표 3.15>와 같다.



<그림 3.18> 곡관거에 의한 수두손실에 대한 모식도

곡관로의 수두손실계수는 일반적으로

$\Theta = 90^\circ$  에서는 20%

$\Theta = 45^\circ$  에서는 15%

$\Theta = 30^\circ$  에서는 13% 정도를 적용.

<표 3.15> 곡관거의 수두손실에 따른 관거통수능 감소 정도

구 분 꺾인정도	통수능 감소
45. 이상	15%이상
45. ~30.	13~15%
10. ~30.	13%이하

#### ④ 퇴적

모르타르와 토사퇴적 및 기타장애물에 의한 통수능 감소영향은 관거가 어긋났을 때의 계산방법은 동일하게 적용하였다. 또한 퇴적물에 의한 윤변의 증가와 조도계수의 변화에 따른 영향을 고려하여 산정하였다.

관거퇴적 모식도를 나타내면 <그림 3.19>와 같으며 퇴적정도에 따라 계산된 관거통수능 저감량은 <표 3.16>에 나타내었다.



<그림 3.19> 관거퇴적에 대한 모식도

<표 3.16> 퇴적정도에 따른 통수능저감 정도(조도계수 콘크리트거친표면 0.017 적용)

퇴적 정도 \ 구 분	Q	통수능 감소
0	1.06	-
1/4이하	0.59	44%감소
1/3	0.49	54%감소
1/2	0.28	73%감소

### ⑤ 접합부 파손

접합부 파손으로 발생하는 통수능저하량은 하수관거 최대통수능에 대한 감소되는 통수능비로 산정하였다.

접합부 파손에 의하여 감소되는 통수능의 계산결과는 <표 3.17>과 같다.

<표 3.17> 접합부 파손에 따른 관거통수능 감소 정도

지관직경 미치는 영향	1/4 d <sub>1</sub>	1/3 d <sub>1</sub>	1/2 d <sub>1</sub>
통수능 감소정도	6%	11%	25%

### ⑥ 침입수

이상항목 판정기준에서 침입수 항목은 등급별로 확실하게 제시되어 있지 않다. 그러므로 관거정비 관련전문가의 의견을 참고하여 판정기준 B를 본관유량의 10%정도가 발생하는 것으로 하고 이를 기준으로 A, C 등급을 산정하였다.

관거내로 유입되는 침입수량이 관거통수능에 미치는 정도를 계산한 결과는 <표3.18>과 같다.

<표 3.18> 침입수 상태에 따른 관거통수능 감소 정도

구 분 침입수상태	통수능 감소
솟구치는 정도	20%이상
흐르는 정도	10%정도
스며들어옴	5%이하

## (2) 이상항목판정기준의 긴급도

이상항목들에 대해 하수관통수능에 미치는 영향의 계산결과에 의하여 나타난 판정 기준 A, B, C등급에 대한 긴급도 분석결과는 <표 3.19>와 같다.

긴급도분석결과 하수관통수능이 A등급에 대해서는 46%이상 영향을 미치는 이상항목으로, 그리고 B등급은 31%정도의 영향을 미치는 이상항목으로 선정되어 있다. 이에 대해 C등급은 20%이하 영향을 미치는 이상항목으로 구성되어 있는 것으로 나타나 A 등급에 비해 1/3정도이고 B등급에 비해서는 1/2정도로 긴급도가 낮은 것으로 알 수 있다.

<표 3.19> 이상항목 등급별 하수관거정비의 긴급도

구분	상세내역	하수관거정비의 이상항목 등급 긴급도		
		A	B	C
맨홀부	맨홀 연결부 파손	25이상	6정도	10이하
본관부	이 음 부	26이상	5정도	10이하
	침 입 수	20이상	10정도	50이하
	곡 관 로	150이상	14정도	130이하
	관침하, 관구배	790이상	54정도	260이하
지관부	연결관 돌출	31이상	24정도	160이하
	연결관 접합부 파손	25이상	6정도	10이하
장애물	타관통과	67이상	50정도	33이하
	모르타르	730이상	54정도	440이하
	토사퇴적	730이상	54정도	440이하
	기타 장애물	730이상	54정도	440이하
평균		46이상	31정도	200이하

## 2) 효과분석항목의 중요도

관거정비의 효과분석항목의 중요도는 서울시의 “하수도정비 기본계획변경 보고서 (2002)”에서 제시하고 있는 하수관거결함 내용을 검토하여 설정하였다. 하수관거결함은 구조상, 사용상, 관리상 영향이 있는 결함으로 크게 3부분으로 구분하고 결함이 하수관거기능에 미치는 영향에 따라 개·보수의 긴급도에 대해 제시하고 있다.

하수관거결함에 대한 개보수 긴급도는 다음과 같다.

- 구조상 결함 : 도로 함몰사고의 원인이 될 위험성이 크므로 최우선적으로 개·보수를 실시할 필요가 있으며
- 사용상 결함 : 다량의 침입수에 의한 도로함몰, 하수의 유출, 목근의 침입, 모르타르 부착, 토사퇴적 등으로 인한 하수관 폐쇄를 일으키므로 구조상 결함이 있는 경우를 다음으로 개·보수 우선순위를 부여하며
- 관리상 결함 : 당장 위험성이 있는 것은 아니지만 맨홀뚜껑의 파손 및 악취의 발생 등과 같이 유지관리상 민원의 대상이 될 수 있는 것으로서 보수가 필요한 것으로 구분해 놓고 있음.

위의 하수관거결함의 개보수 시급성을 하수관거정비의 중요성과 연관하여 검토하면 구조상결함부분은 중요도 “고”이며 사용상 결함부분은 중요도 “중”으로 분류되며, 그리고 관리상 결함부분은 중요도 “저”로 나타난다.

또한 구조상, 사용상, 관리상 결함의 내용을 살펴보기 위하여 각각의 결함부분에 해당되는 이상항목을 분류하였으며 이를 나타내면 <표 3.20>~<표 3.22>와 같다.

구조상결함에 해당되는 이상항목은 관파손 및 크랙, 관침하, 부식이며 관리상결함은 맨홀 연결부 파손, 연결관 돌출, 연결관 접합부, 이음부, 침입수, 유출수, 곡관로, 관경사, 타관통과, 폐유 및 모르타르 부착, 토사퇴적이 해당된다. 그리고 관리상결함에는 맨홀뚜껑 파손 및 기타 등과 같은 이상항목 해당된다.

<표 3.20> 구조상 영향이 있는 결함

결함내용	발생위치	원인	예상되는 영향
파손	관거전반	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 차량교통하중</li> <li>· 지반의 부등침하</li> <li>· 타공사</li> <li>· 청소시의 기구 및 수압에 의한 파손</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 도로함몰</li> <li>· 토사의 관내유입, 단면부족에 의한 유하능력 저하</li> <li>· 침입수, 누수</li> </ul>
크랙	관거전반	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 차량교통하중</li> <li>· 지반의 부등침하</li> <li>· 타공사</li> <li>· 시공불량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 도로함몰</li> <li>· 토사의 관내유입</li> <li>· 침입수, 누수</li> </ul>
부식	콘크리트 구조물	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 황화수소의 발생</li> <li>· 약질하수의 유입</li> </ul>	· 파손
마모	관거전반	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 노후화</li> <li>· 부관막힘에 의한 인버트의 세굴</li> </ul>	· 파손
변형	PVC관	· 상재하중	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 파손</li> <li>· 침입수(특히 관입구)</li> </ul>
이음부 어긋남	본관 연결관, 부관	· 지반의 부등침하	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 파손</li> <li>· 침입수</li> </ul>

<표 3.21> 사용상 영향이 있는 결함

결함내용	발생위치	원인	예상되는 영향
침입수	이음부, 크랙	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 이음부의 수밀성 부족</li> <li>· 크랙, 파손</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유입하수의 증가에 의한 처리장의 과부하</li> <li>· 도로함몰</li> <li>· 맨홀에서의 범람</li> </ul>
누수	이음부, 크랙	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 이음부의 수밀성 부족</li> <li>· 크랙, 파손</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지반오염</li> <li>· 침입수</li> </ul>
목근침입	이음부, 크랙, 파손	· 이음부 어긋남, 크랙, 파손에 의한 틈새	· 유하능력 저하

<표 3.22> 관리상 영향이 있는 결함

결함내용	발생위치	원인	예상되는 영향
뚜껑 디름	맨홀반이	· 설치착오	· 유지관리 오류
맨홀 매몰	맨홀반이	· 도로포장 및 퇴적 등	· 유지관리 불능
뚜껑 마모	맨홀반이	· 차량교통 등	· 미끄럼 사고
맨홀 요철	맨홀반이	· 지반부등침하	· 교통장애, 침입수(凹 경우)
뚜껑 불일치	맨홀반이	· 마모 · 규격 부적합	· 소음 · 뚜껑비산
취기	맨홀반이	· 슬러지 체류 · 오수, 가스 등의 유입	· 민원

관거정비 효과분석항목의 중요도는 관거결함의 중요도와 <표 3.20>~<표 2.22>의 관거결함별 이상항목의 내용을 고려하여 설정하였으며 이를 나타내면 <표 3.23>과 같다.

<표 3.23> 관거정비 효과분석 항목에 대한 중요도 및 관거결함 내용

관거결함내용	중요도	분석대상항목
구조적 결함 정비	고	하수관거내 유량 및 수질, 유속, 통수능, 지반침하
사용상 결함 정비	중	지하수 수질
관리상 결함 정비	중	준설, 악취
시설정비상태	고	이상항목

효과분석항목 중에서 유량 및 수질, 유속, 통수능 및 지반침하는 관거기능과 직접적으로 연결되는 항목으로서 중요도가 “고”로서 구조상결함부분에 해당되며 사용상결함부분인 지하수수질과 관리상결함부분인 준설 및 악취는 관거기능에서 2차적 기능과 관련이 있는 항목으로서 “중”으로 나타났다. 이밖에 이상항목은 중요도가 “고”이며 시설정비상태부분에 해당된다.

### 3) 정비달성을 판단기준 검토

#### (1) 판단기준 검토

정비달성율의 판단기준은 다음 3가지 조건에 의하여 검토하였다.

- 조건1 : - 환경부의 하수관거의 불명수유입에 관련된 기준과 환경관리공단  
단의 한강수계 허용불명수유입 보증기준 적용  
- 『일최대오수발생량의 10%로 함』
- 조건2 : - 이상항목들의 하수관통수능에 미치는 영향으로 계산한 판정기  
준 A, B, C등급에 대한 긴급도 분석결과 적용  
- 『관거정비에 의하여 반드시 달성해야 하는 판단기준 범위에는  
A, B 등급의 긴급도가 해당되며 C 등급의 긴급도는 달성되  
지 않아도 되는 최저허용범위로 설정함.』
- 조건3 : - 효과분석항목별 중요도 검토 결과 적용  
- 『중요도 “고”에는 유량, 수질, 최소유속 미달관거, 통수능 부족  
관거, 지반침하, 관거연장당 이상항목으로 하고, “중”에는 단  
위연장당 준설량, 지하수수질, 악취발생항목으로 함』

판정기준 A, B, C등급에 대한 긴급도 분석과 효과분석항목별 중요도 검토결과에  
의하여 설정된 하수관거 정비달성율에 따른 판단기준은 다음과 같다.



### ① 『양호』 판단기준 검토

#### ○판단기준 :

- 정비달성율 90%이상으로 설정한다.
- 효과분석결과와 정비달성율이 90% 이상이 되면 적합하게 정비된 것으로서 『양호』 한 것으로서 계속적으로 유지관리가 필요한 것으로 판단한다.

#### ○설정근거 :

- 환경부의 하수도시설 설치사업 업무처리 일반지침에서 제시하고 있는 “불명수 유입허용량 일최대오수의 10%이하로 산정한다”를 근거로 한다.
- 환경관리공단의 한강수계 하수관거 정비공사의 기본계획에서 제시하고 있는 “허용 1/10유입량을 보증지점 발생오수량의 10%를 최저기준으로 한다”를 근거로 한다.

### ② 『부분개선』 판단기준 검토

#### ○판단기준 :

- 정비달성율 70%이상으로 설정한다.
- 이것은 양호의 판단기준 10%미만과 C등급의 긴급도 20% 합하여 70%로 설정하며 이 70%는 관거정비로 달성되어야 하는 최저허용한계값이다. 효과 분석결과와 정비달성율이 70%이상이면 문제부분을 조사하여 개량·보수 하여 판단기준 “양호”단계까지 『부분개선』 하는 것으로 평가한다.

#### ○설정근거 :

- 긴급도 분석결과 C등급은 20%이하인 이상항목으로 구성되어 있으며 A등급에 비해 1/3정도이고 B등급에 비해서는 1/2정도로 긴급도가 낮다.
- 판정기준 A와 B가 긴급하고 5년 내에 보수해야 되는 반면에 판정기준 C는 「당면보수나 개량은 필요없지만 근시일 내 필요하게 되는 것」으로서 향후 필요시에 정비하는 것으로 대응하고 있다. 그러므로 관거정비된 지역에 대하여 A, B 등급은 반드시 정비되어야 하는 부분인 반면에 C 등급은 정비되지 않아도 되는 부분으로 정비달성율의 최저허용한계치로 한다.

### ③ 『재검토·정비』 판단기준 검토

#### ○판단기준 :

- 정비달성율 70%미만으로 설정한다.
- 70%는 최대허용한계값으로 효과분석결과 정비달성율이 70%미만이 되면 『재검토·정비』 하는 것으로 평가한다.

#### ○설정근거 :

- 판정기준 A와 B가 긴급하고 5년내에 보수해야 되는 반면에 판정기준 C는 「당면보수나 개량이 필요없지만 근시일내 필요가 생기는 것」으로서 향후 필요시에 정비하는 것으로 대응하고 있으며 관거정비된 지역에 대한 정비 달성율의 최저허용한계치로 한다.

### (2) 효과분석항목별 중요도 검토

관거결함별 이상항목과 중요도를 검토하여 설정한 관거정비사업의 효과분석항목의 중요도를 나타내면 <표 3.24>와 같다.

관거정비 효과분석항목 9개를 대상으로 하수관거정비의 중요도를 살펴보면 하수관거기능향상 분야의 관거유량 및 수질, 최소유달미달관거, 통수능 부족관거등 3개 항목과 유역환경개선 분야의 지반침하의 1개 항목, 그리로 시설정비상태향상 분야의 관거연장당 이상항목의 1개 항목을 포함하여 총 6개 항목이 중요도가 “고”이며 그 외의 하수관거기능향상 분야의 단위연장당 준설량의 1개 항목을 비롯하여 유역환경개선 분야의 지하수수질, 악취발생의 2개 항목 등의 3개 항목은 중요도가 “중”인 것으로 나타났다.

<표 3.24> 하수관거정비사업의 효과분석항목별 중요도

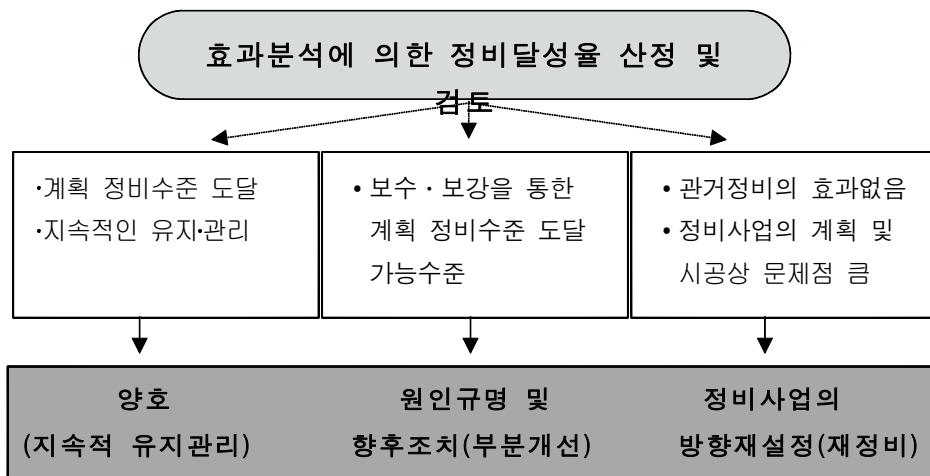
효과	분석항목	주요 원인	주요 결함	중요도
하수관거 기능향상	관거유량	불명수유입	관파손·크랙	고
	관거수질	불명수유입	관파손·크랙	고
	최소유속 미달관거	관경사불량	관경사 부족	고
	통수능 부족관거	관경불량 관경사불량 불명수유입	관경부족 관파손·크랙	고
	단위연장당 준설량	관경사불량 토사침입	관경부족 침입수	중
유역환경 개선	지하수 수질	하수누수	관파손·크랙 이음부 불량	중
	약취발생	관경사불량 부식	연결관접합부 토사퇴적	중
	지반침하	침입수	이음부불량 관파손·크랙	고
시설정비 상태향상	관거연장당 이상항목	-	-	고

#### 4) 정비달성율 판단기준 설정

정비달성율에 의하여 하수관거정비 후의 관거개선 상태를 확실하게 파악할 수 있으며 판단내용에 따라 향후 관리방향을 설정할 수 있다.

정비달성율의 판단기준은 『양호』, 『부분개선』, 『재검토·정비』로 구성된다. 여기서 『양호』로 나타나는 판단은 정비달성율 90%이상일 경우로서 관거기능을 유지하기 위하여 앞으로 유지관리가 지속적으로 필요하게 되며, 『부분개선』 판단은 정비달성율 89~70%로서 부분적인 개선작업이 정비달성율 90%를 나타낼 때까지 필요하다. 또한 『재검토·정비』 판단은 정비달성율 70%미만으로 정비계획 및 방향에서부터 재검토하여 다시 관거정비를 실시해야 하는 것을 의미한다.

효과분석에 의하여 나타난 정비달성율에 대한 판단과정은 <그림 3.20>과 같다.



<그림 3.20> 정비달성율 판단기준 및 과정

정비달성율 판단기준은 크게 배수분구와 처리구역의 정비달성율에 적용하는 기준과 세부적으로 효과분석항목에 적용하는 기준으로 나뉘어진다.

#### (1) 배수분구 및 처리구역의 정비달성율 판단기준

배수분구 및 처리구역의 정비달성율에 대한 판단기준에 대한 범위, 내용을 나타내면 <표 3.25>와 같다. 관거정비에 의한 해당지역의 목표 정비달성율은 90%이상이다.

<표 3.25> 배수분구 및 처리구역의 정비달성율에 대한 판단기준

구분	정비달성율 판단		
	판단기준 범위 (%)	판단기준	판단내용
배수분구 · 처리구역	100~90	양호	정비수준 양호
	89~70	부분개선	정비수준 보통
	70 미만	재검토·정비	정비수준 불량
	정비달성율 목표	90% 이상	목표치 달성

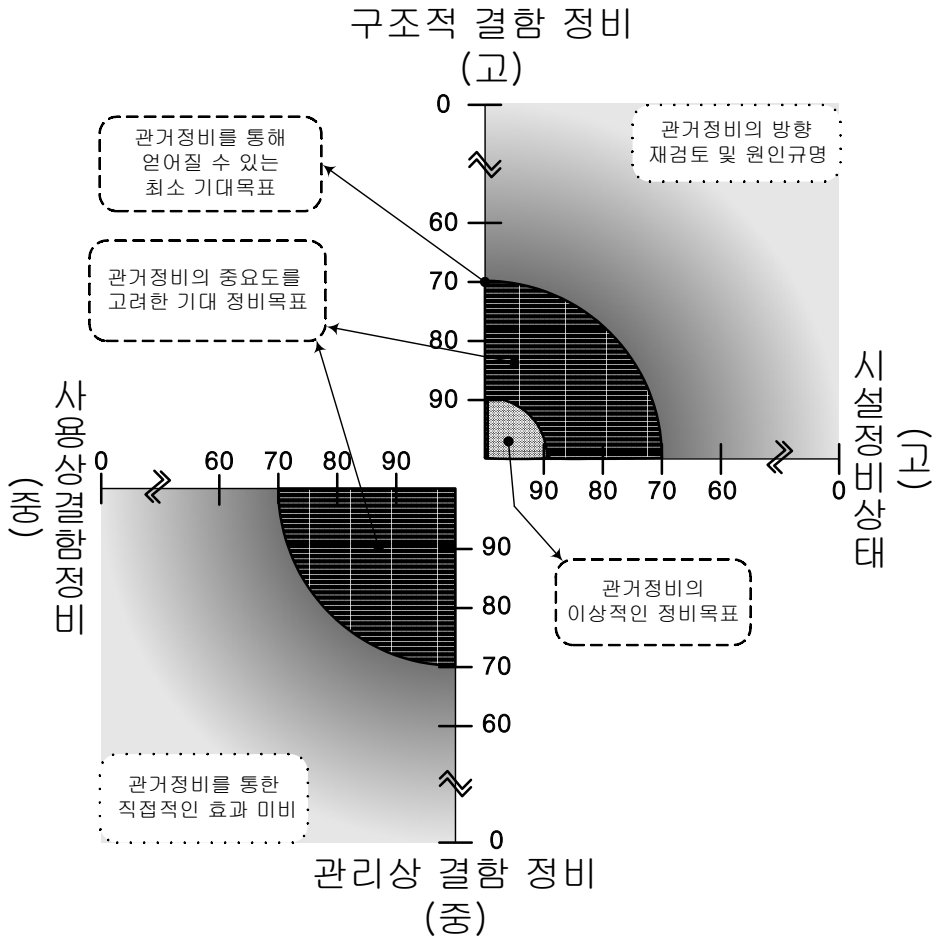
## (2) 효과분석항목의 정비달성을 판단기준

효과분석항목에 대한 정비달성율의 판단기준의 범위 및 내용은 <표 3.26>과 같으며 이와 함께 <그림 3.21>에 하수관거결함에 대한 분류와 정비달성율을 나타내었다.

<표 3.26> 효과분석배수분구 및 처리구역의 정비달성율에 대한 판단기준

효과분야	효과분석항목	중요도	정비달성율 판단	
			판단기준범위 (%)	판단기준
하수관거 기능향상	유량 및 수질	고	100~90	양호
			89~70	부분개선
			70 미만	재검토·정비
	최소유속 미달관거	고	100~90	양호
			89~70	부분개선
			70 미만	재검토·정비
	통수능 부족관거	고	100~90	양호
			89~70	부분개선
			70 미만	재검토·정비
	단위연장당 준설량	중	70 이상	양호, 부분개선
			70 미만	재검토·정비
유역환경 개선	지하수수질	중	70 이상	양호, 부분개선
			70 미만	재검토·정비
	악취발생	중	70 이상	양호, 부분개선
			70 미만	재검토·정비
	지반침하	고	100~90	양호
			89~70	부분개선
			70 미만	재검토·정비
시설정비 상태향상	관거연장당 이상항목	고	100~90	양호
			89~70	부분개선
			70 미만	재검토·정비

판단기준 범위는 효과분석항목 중에서 중요도가 "고"인 항목인 유량 및 수질, 최소 유속 미달관거, 통수능 부족관거, 지반침하 및 관거연장당 이상항목에 대해서는 90%이상, 89~70%, 70%미만의 3가지로 구성되며 이에 대해 중요도가 "중"인 항목인 단위 연장당 준설량, 지하수수질 및 악취발생은 70%이상과 70%미만의 2가지로 나누었다.



<그림 3.21> 하수관거결함과 정비달성율의 관계

## 5) 정비달성을 판단기준에 따른 향후 반영사항

효과분석항목별 정비달성을 판단기준에 따른 개선 및 향후 반영방향은 <표 3.27>과 같다.

<표 3.27> 정비달성을 판단기준에 따른 적용근거 및 향후 반영사항

효과	분석 항목	중 요 도	정비달성을 판단기준 (%)	판단기준 적용근거	향후 반영사항
하수 관거 기능 향상	유량 및 수질	고	90이상	· 모범적인 관거정비사업	· 지속적인 유지관리 및 정비
			70~89	· 정비불가지역(도시계획 정비와 병행해야 하는 지역)이 다소포함 · 시공상의 하자발생 · 정비대상외의 관거의 추가이상 발생	· 가능한 사업시기를 앞당겨 정비시행 · 하자보수 · 조사 및 유지관리로 이상개소 조치
			70미만	· 정비기본방향 및 조사범위 설정 오류	· 정비대상관거 조사 및 결과 재검토 · 방향 재설정후 정비사업 시행
	최소 유속 미달 관거	고	90이상	· 모범적인 관거정비사업	· 지속적인 유지관리 · 유지관리 대상관거 지속적 정비시행
			70~89	· 관거수리계산시 오류 · 유지관리대상 초기관거 다수존재	· 수리계산 재검토후 우선정비 · 유지관리대상 초기관거 지속적 정비
			70미만	· 유지관리(초기관거) 대상관거의 다수 존재 및 지·간선에도 초기 유속 미달관거가 존재	· 최소유속미달관거는 악취발생, 준설 량 증가, 통수능감소 등을 일으켜 시 민생활과 직접 연결되므로 우선 정 비대상사업으로 시급히 정비 · 초기관 최소관경 기준 재검토 반영
	통수 능 부족 관거	고	90이상	· 모범적인 정비사업	· 지속적 유지관리 및 정비
			70~89	· 불량지역 중 정비불가지역 다소 포함 · 관거내 지장물 다소 존재	· 관계기관협조 및 자체적 지장물 이 설 검토 등 적극적 시행
			70미만	· 하천수, 계곡수 등의 유입차단 미시행 · 관거정비 기본방향 및 조사결과의 판단오류	· 통수능부족관거는 침수등 재해를 일 으켜 도시안전과 직접 연결되므로 정비방향 재검토를 통해 관경확대 및 저류조설치 등 시급한 정비 시행 · 하천수, 계곡수 최우선 차단
	단위 연장 당 준설 량	중	70이상	· 일정수준의 효과가 있는 것으로 판단	· 지속적인 유지관리 · 정비사업 완료후에도 지속적 유지관 리를 위한 평가항목 적용
			70미만	· 정비대상외 관거에서 토사유입	· 원인규명 후 신속한 정비

<표 3.27 계속> 정비달성을 판단기준에 따른 적용근거 및 향후 반영사항

효과	분석 항목	중 요 도	정비달성을 판단기준 (%)	판단기준 적용근거	향후 반영 사항
유역 환경 개선	지하 수수 질	중	70이상	· 일정수준의 효과가 있는 것으로 판단	· 지속적인 유지관리
			70미만	· 정비불가지역(도시계획정비와 병 행해야 하는 지역)이 다소포함 · 주변 배수분구의 관거정비가 안 된 지역	· 지속적 관심으로 사업시기를 앞당 겨 정비시행 · 조사지점의 확대 및 결과분석 반영
	악취 발생	중	70이상	· 일정수준의 효과가 있는 것으로 판단	· 주민의견에 근거하여 판단되므로 주민의 취기 민감도에 따른 오차 범위 인정 · 지속적인 유지관리
			70미만	· 정비대상관거 선정시 고려되지 못한 관거에서의 퇴적 발생	· 근본적인 대책수립 · 조치
	지반 침하	고	90이상	· 모범적인 정비사업	· 지속적인 유지관리
			70~89	· 연결관 파손부위 등 불량 부분 다소 존재 · 하수관거 정비(굴착교체, 보수) 와 관거이외의 지하시설물 매설 에 따른 토사이완 방지 불충분	· 신속한 보수
			70미만	· 관거교체시 되메우기 작업불량 · 연결관의 심각한 파손부위 다소 존재 등 관거정비 불량	· 재시행 · 건기 및 강우시의 지하수위 변동 조사의 확대시행 및 결과분석의 반영

배수분구 및 처리구역의 관거정비 후의 정비달성율이 90%이상으로 산정되면 관거가 『양호』하게 정비된 경우로서 관거정비가 충실하게 진행된 상황으로서 지속적 유지관리대책이 필요하다. 정비달성율 89~70%인 경우에는 『부분개선』으로 판단되는 것으로 이는 관거정비가 실시되어도 불완전하게 추진된 상태로서 관거의 불량한 부분을 조사하여 정비달성율이 90%이 나오도록 개선이 필요한 상태를 나타낸다. 또한 정비달성율 70%미만으로 산정되면 『재검토·정비』으로 판단되어 처음의 계획단계에서



부터 재검토하여 다시 관거정비를 실시해야 하는 것을 의미한다.

## 2. 정비효율의 판단기준 설정 및 적용

정비효율은 관거정비를 통하여 향상된 정도를 나타내는 효과분석 지표로서 효과분석항목별로 관거정비의 전·후 상태를 조사분석하여 상대적으로 비교가능한 수치로 제시된다.

그러나 정비효율은 해당지역의 정비전의 상태에 의하여 크게 좌우되므로 단일 배수분구에서나 다른 배수분구와의 비교에 의해서도 정비효과를 실질적으로 파악하기 어렵다. 그러므로 소요된 사업비에 의하여 나타난 정비효율로 제시함으로서 정비된 배수분구의 효과를 정확하게 나타낼 수 있으며 앞으로 추진되는 관거정비사업이 더욱 효율적이고 투자효과가 높은 사업으로서 실시될 수 있을 것이다.

서울시 하수관거정비사업은 강남과 강북에 걸쳐서 관거 5,476km를 정비하는 데에 사업비가 총 5조2,573억원이 소요되는 큰 사업이다. 이렇게 막대한 예산과 장기간이 소요되는 사업이 지속적으로 추진되기 위해서는 소요되는 예산이 경제적으로 효율적으로 사용되어야 한다.

현재 진행중인 강북 12개 배수분구에 대한 하수관거정비사업에 소요되는 예산은 <표 3.28>에 나타낸 것과 같이 1,800억원이며, 단위 연장(1km)에 대한 평균 사업비는 7억4천만원이다.

12개 배수분구에서 단위연장당 사업비는 적용 공법별 소요되는 금액의 차이를 나타내는 것으로 관거사업의 경제효율성 측면에서 큰 의미를 가지고 있지 않다. 그러므로 관거정비사업의 경제효율성을 파악하기 위해서는 정비사업을 통하여 “하수관거기능향상, 유역환경개선, 시설정비상태향상의 구체적인 효과항목”별로 나타난 효과에 대한 사업비의 소요규모를 분석하여야 한다. 이것은 소요된 사업비가 관거개선에 실질적으로 어느 정도의 효과를 가져왔는지를 제시할 수 있게 된다.

<표 3.28> 12개 배수분구에 대한 하수관거정비사업의 관거연장당 사업비현황

처리구역	배수구역	자치구	배수분구	관거연장 (km)	사업비 (백만원)	관거연장당 사업비 (백만원/km)
중랑	청계	종로	효자	29.7	18,180	612.1
		중구	신당	40.8	25,470	624.3
		성동	마장	21.0	14,343	683.0
		동대문	전농	32.6	19,583	600.7
		성북	하월곡	9.0	6,304	700.4
		강북	미아1	20.0	15,006	750.3
난지	옥천	용산	원효2	20.8	20,400	980.8
	마포	서대문	신촌	5.2	5,570	1071.2
		서대문 마포	아현	11.9	11,070	930.3
		마포	창전	7.3	6,520	893.2
		마포	망원	25.7	20,803	809.5
	용산	성동	금호	18.0	15,980	887.8
				242.0	179,229	740.6

그러므로 관거사업의 경제효율성은 배수분구 또는 처리구역에서 관거정비에 얻어진 정비효율에 대하여 소요된 사업비의 비로서 나타낼 수 있다.

$$\text{관거사업 경제효율성} = \frac{\text{관거정비에 소요된 사업비}}{\text{배수분구 또는 처리구역의 정비효율}}$$

위의 관거사업의 정비효율로 나타내는 『경제효율성』 값에 의하여 다음과 같은 사항을 파악할 수 있다.

- ① 해당지역에 대한 관거사업의 경제효율성 정도를 분석할 수 있으며 배수분구별이나 처리구역별로 경제적 효율성을 비교할 수 있다.
- ② 소요된 투자금액이 어느 정도의 수준으로 관거를 개선시켜 효과가 발생하였는지를 확인할 수 있다
- ③ 배수분구별 또는 처리구역별로 소요 사업비의 합리성과 건전성을 판단할 수 있는 기준이다.

## 제5절 관거정비의 경제성 평가

하수관거정비와 같은 사회자본정비사업은 많은 예산과 장기간이 소요되므로 추진 과정에서 투명성 및 객관성의 확보, 효율성의 향상 등이 요구되고 있다. 이를 위한 구체적인 방법의 하나로써 투자비용에 대한 정비효과가 어느 정도 나타나는지를 정량적으로 분석하는 방법인 『비용효과분석』이 일반적으로 적용되고 있다.

그러므로 앞으로 진행되는 하수관거정비사업이 투명성을 확보하고 효율성이 향상되기 위해서는 시키고 시민들의 이해와 협조를 얻을 목적으로 정비달성율 및 정비효율 지표의 산정에 의한 효과분석과 함께 비용효과분석을 실시하여야 한다.

### 1. 관거정비사업의 비용 및 편익 추정

#### 1) 관거정비사업의 비용추정

비용효과분석에서 비용은 대안의 선택에 수반되는 모든 부정적 결과 또는 대가로 보는 것이 이상적이지만 대부분의 경우에서 편의상 사업추진에 요구되는 실제의 지출을 비용으로 보고 있다.

관거정비사업에서 검토하는 비용효과분석의 목적은 실시된 사업 또는 앞으로의 사업에 상대적인 효율분석에 있는 것이므로 화폐적 가치변화 때문에 발생하는 금전적

비용을 포함해서 공사에 따른 기타 사회적 비용을 고려하지 않은 단순 사업비만을 비용으로 추정한다.

## 2) 관거정비사업의 편익추정

관거정비사업을 통하여 얻어지는 편익은 계측가능여부, 편익발생 위치, 주민의 환경 인식에 따라 다양한 범주로 구분된다. 관거정비에 의하여 발생하는 대표적인 편익으로는 침수피해 해소, 하수처리장 효율증대, 준설비 감소, 기타 보수공사 감소, 하천의 수질개선 및 악취저감 등 기타 생활환경개선 등이 있다.

관거정비사업의 편익으로 나타나는 항목을 나타내면 <표 3.29>과 같다.

<표 3.29> 하수관거 정비사업을 통한 기대 편익

구분 효과	계측가능여부		편익발생위치		특성		파생 효과
	배수분구	처리구역	배수분구	처리구역	직접	간접	
침수피해 해소	○	◎	○	◎	△		△
하수처리장 효율증대	×	◎	×	◎	◎		-
준설비감소	◎	◎	◎	◎	◎		-
기타 보수공사 감소	◎	◎	◎	◎	◎		-
하천수질 개선	△	○	△	◎		○	◎
생활환경 개선	△	△	○	○		◎	○

주) ◎:관련성 매우큼, ○:관련성큼, △:관련성 다소있음, ×:관련성 없음

하수관거정비는 영리를 목적으로 하는 사업과는 다르게 도시기능이 생활환경이나 공중위생 측면에서 원활하게 유지되도록 하는 기간사업이다. 또한 하수관거가 지역들

을 서로 밀접하고 복잡하게 연계시키고 있으므로 관거사업의 효과는 최소한 배수분구 이상의 지역이 동일한 기준에 의해 일정수준으로 정비되었을 경우에 나타난다고 할 수 있다.

그러므로 관거정비는 단일 배수분구에서 발생하는 효과가 있는 반면에 처리구역 이상에서 발생할 수 있는 효과가 있으며, 관거정비에 따른 직접적인 효과와 파생적인 효과로 구분되어 질 수 있다.

편익항목의 산정방법은 다음과 같다.

#### ① 침수피해 해소

하수관거정비사업은 관거의 부족한 통수능을 확보하고 잘못된 경사를 개선하여 강우시 우수배제기능을 회복시킨다. 이렇게 관거가 정비된 지역에서는 설계재현기간 이하의 강우에서 침수가 발생하지 않으므로 정비전에 설계재현기간 이하의 강우에서도 발생한 침수피해를 방지할 수 있게 된다. 서울시 대홍수에 의하여 나타난 침수피해는 단일침수지역에서 한가지 원인에 의해 발생하는 것이 아니라 복합적인 원인에 의하여 지역이 서로 연관되어 발생하였다.

그러므로 침수피해의 해소에 대한 편익을 산정하는 경우에 침수피해에 대한 편익의 가치평가는 홍수피해 영향을 정확하게 파악할 수 있도록 최소한 해당 처리구역이상의 범위로 한정하고 과거 침수피해자료를 근거로 하여 재현기간 10년 미만으로 발생한 피해액으로 한다.

#### ② 하수처리장 효율증대

하수처리장을 최적으로 운영하기 위해서는 유입수질과 유량이 설계수질과 설계유량으로 유입되어야 한다. 지금까지 하수처리장은 불명수의 과다유입에 의한 처리용량 과부하와 낮은 유입수질로 인하여 효율적으로 처리되지 못하고 있다. 그러나 하수관거가 정비되면 불명수유입이 현저히 감소하고 오염물질 유달율이 증가하여 하수처리장의 유입수질과 유량이 설계수준으로 접근하게 되고 처리시설이 최적의 상태에서 효율적으로 운영되어 처리비용이 감소된다.

그러므로 하수처리장 운영 및 처리비용에 대해 관거정비 전·후의 비교를 통

하여 편익을 산정할 수 있다.

### ③ 보수공사비 및 준설비 감소

하수관거정비사업으로 인하여 노후관거가 교체되고 개량됨에 따라 노후관거의 보수에 소요되는 유지관리비가 절감된다. 이와 함께 경사조정에 의하여 최소유속이 확보됨에 따라 관거내에 퇴적량이 줄어들게 되어 준설비가 감소된다. 이러한 현상은 하수관거정비사업에 의하여 직접적으로 나타나는 효과이다.

### ④ 하천의 수질개선

하수관거정비사업을 통하여 하수의 차집력이 개선되고 비점오염물질의 하천유입을 막음으로서 정비지역 인근과 방류수역의 하천은 수질이 개선된다. 이러한 개선효과는 시민들이 친수공간으로서 활용하는 기회를 높여주게 될 뿐만 아니라 하천에 대한 이미지를 개선하는 효과를 가져온다. 그러나 이러한 개선효과에 대한 편익은 화폐가치로 직접적으로 계측하기 어려우므로 일반적으로 간접적인 방법을 통하여 산정하고 있다. 적용되고 있는 편익산정방법으로는 인근 주민이나 관련되는 시민을 대상으로 설문을 실시하여 지불의사금액을 결정하여 환경재화가치를 산정하는 방법인 CVM을 사용한다.

### ⑤ 생활환경개선

하수관거정비사업은 노후화·불량관거의 교체 및 보수를 시행함으로써 정비전에 누수된 하수와 퇴적된 협잡물 및 토사로 인하여 발생하는 악취를 제거할 수 있을 뿐만 아니라 하수누수에 의한 토사유출로 일어나는 지반침하가 감소되어 시민의 생활환경이 개선되고 불편이 해소된다. 그러나 이들 개선에 대한 편익은 계측하기 어려우므로 인근 주민이나 관련되는 시민을 대상으로 설문을 실시하여 지불의사금액을 결정하여 환경재화가치를 산정하는 방법인 CVM을 사용한다.

## 2. 조건부가치 측정법(CVM) 적용 절차

### 1) 조건부가치 측정법(contingent valuation method. CVM)

조건부가치 측정법은 각 개인이 환경재의 이용과 관련된 의사결정을 하여야 하는 가상의 상황을 제시하는 설문조사를 통하여 개인이 갖는 환경재의 가치를 평가하는 방법이다. 이 방법은 환경재의 가치를 보다 직접적으로 개인의 의견을 구하는 방법으로 개인의 보상이영나 대등잉여를 직접적으로 평가할 수 있다는 장점을 가진다. 그리고 특정 환경재를 소비하지 않는 사람이 환경재에 대해 부여하는 가치도 평가할 수 있으므로 환경재의 사용가치뿐 아니라 존재가치도 평가할 수가 있다.

또한 조건부가치 측정법은 적용범위가 넓고 환경에 대한 존재가치를 평가할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러나 각 개인이 실제로 행한 행위를 분석하여 환경재의 가치를 평가하지 않고 가상의 상황을 만들어 개인이 행할 행위를 질문하는 방식을 취하기 때문에 이 과정에서 오류를 범할 가능성도 가지고 있다. 이러한 이유로 인하여 조건부가치 측정법을 사용하여 환경재의 가치를 평가하는 경우에는 설문지의 작성, 설문시행, 사후분석과정에서 세심한 주의를 기울여야 한다.

### 2) 조건부가치 측정법 적용 절차

#### (1) 조건부 가치 측정법의 설계단계

##### (i) 1단계 : 가상의 시장 시나리오 설계

시장이 존재하고 있지 않은 하수관거정비의 가치를 측정하기 위해서는 우선적으로 가상의 시장을 구축하여야 한다. 가상의 시장에서는 관거정비에 의한 생활환경의 변화를 자세히 묘사하여 응답자가 본인이 평가하는 재화에 대하여 분명히 알 수 있게 해 주어야 한다. 그리고 여기서 관거정비를 위한 재원을 어떠한 방식으로 확보할 것인가 하는 지불수단을 선택하여야 한다. 이를 위해서는 지불수단이 평가하고자 하는 재화와 연관성이 있어야 하고, 그 재화에 대해

서 중립적이어야 한다는 조건이 필요하다. 이와 함께 응답자들로부터 보다 정확한 지불의사금액을 이끌어내기 위한 방법을 결정해야한다. 이때 적용되는 대표적인 방법으로는 경매법, 직접질문법, 지불카드법 그리고 양분선택형 질문법이 있다.

(ii) 2단계 : 설문지 설계

설문지는 응답의 신뢰성을 높이고 예상되는 편의(bias)를 최소화하기 위해서 분석자가 설정한 가상의 시장 시나리오를 응답자들이 이해하기 쉽게 작성되어야 한다. 이를 위해 설문에 사용되는 용어는 가능한 전문적 용어를 피하고 모든 사람이 쉽게 이해할 수 있어야 한다. 그리고 작성된 설문지는 가상적인 응답자를 대상으로 여러 차례의 사전조사를 실시하여 응답자들의 질문에 대한 이해정도를 검토하고 설문지를 수정, 보완하는 것이 필요하다. 뿐만 아니라 연구주제에 대한 전문적 지식을 가지고 있는 전문가들에게 사전조사를 병행하여 일반인들이 파악하지 못하는 문제점을 보완하는 과정이 필요하다.

(iii) 3단계 : 표본설계 및 조사

모집단의 특성을 도출하기 위한 조사방법은 크게 전수조사(census survey)와 표본조사(sample survey)로 구분된다. 전수조사는 전체 모집단으로부터 직접적으로 정보를 입수하는 방법이며, 표본조사는 표본의 특징을 기반으로 모집단의 특성을 추정하는 방법이다. 일반적으로 표본조사는 전수조사에 비해 시간과 비용이 절약되며, 어떤 상황에서는 조사과정을 보다 엄격히 통제하여 비표본오차(non-sampling error)를 줄임으로써 정확도가 높은 자료를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 이러한 표본조사에서 전제가 되는 가정은 특정 표본이 모집단을 적절히 대표한다는 것이다(채서일, 1997). 표본조사를 위해서는 먼저 모집단과 표본추출 방법 그리고 조사 방법이 결정되어야 한다.

(2) 모형 설정 및 분석 단계

(iv) 4단계 : 지불의사금액 함수 설정 및 추정



연구자는 지불의사 금액 함수를 추정하기 위하여 설명변수와 함수의 형태를 결정하여야 한다. 이 단계에서는 회귀분석, 또는 최우추정법 등의 통계적 기법을 이용하여 함수를 추정한다. 지불의사 금액이 양분선택형으로 유도되는 경우가 아니라면 회귀분석을 통하여 변수와 계수를 설명하는 것이 일반적이고 양분선택형 질문법이라면 최우추정법을 이용하여 추정하게 된다.

(v) 5단계 : 관거정비의 가치 평가

앞 단계에서 추정된 지불의사금액 함수에 설문조사 자료를 적용하여 관거정비에 대한 주민들의 지불의사 금액을 결정한다. 그리고 이는 관거정비의 영향을 받는 대상을 고려하여 지역 전체의 총 가치로 확장할 수 있다.

## 第 IV 章 하수관거정비사업 효과분석 적용예

제 1 절 원호배수분구 하수관거정비

제 2 절 원호배수분구의 효과분석 결과

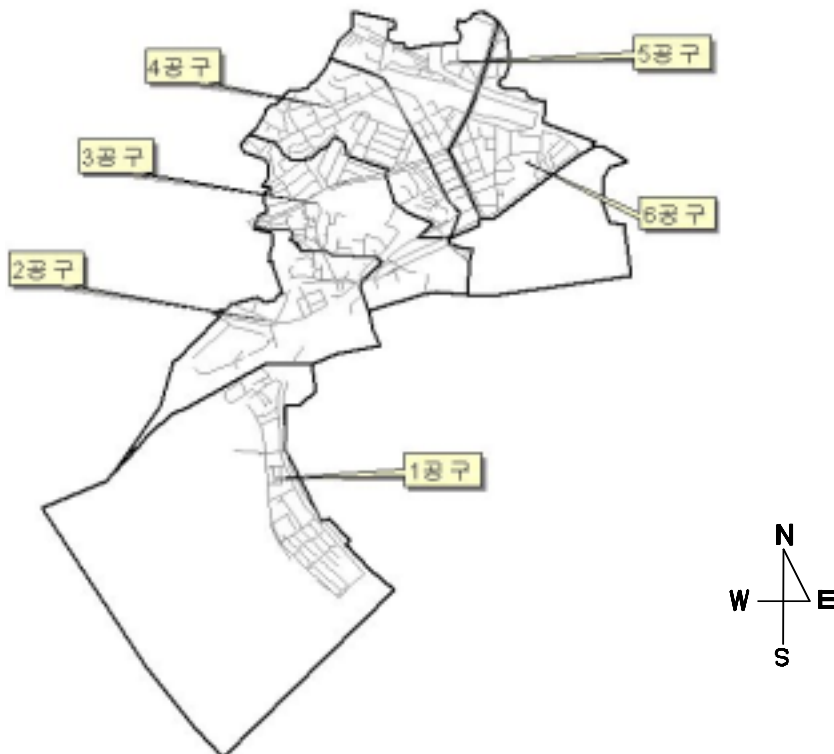
## 제Ⅳ장 관거정비사업 효과분석 적용예(원효배수분구)

### 제1절 원효배수분구 하수관거정비

#### 1. 관거정비 개황

원효배수분구의 경우 하수관거정비사업 시범사업지구로서 1999년에 하수관거정비 사업이 이미 실시된 지역으로, 관거정비 실시설계와 관련하여 상위계획인 “옥천배수구역 하수관거조사 및 하수도정비 기본설계(1993. 12, 서울특별시)” 당시 수립된 내용과 “원효배수분구 관거정비 실시설계 보고서(1996. 4, 서울특별시)”의 내용을 근거로 한다.

원효배수분구의 관거정비사업의 공구별 현황은 <그림 4.1>과 같다.



<그림 4.1> 원효배수분구 관거정비사업의 공구별 현황

계획구역의 현황 <표 4.1>과 같으며 계획인구는 <표 4.2>에 나타내었다.

<표 4.1> 원효배수분구의 계획구역 현황

구 분	면 적 (ha)				비 고
	계	주 거	상 업	녹 지	
육천배수구역	1,230.0	727.4	150.3	352.3	
원효배수분구	164.9	108.4	10.5	46.0	

<표 4.2> 원효배수분구의 계획인구

구 분	면 적 (ha)	계획인구(천인)		비 고
		2001년	2011년	
육천배수구역	1,230.0	257.0	248.0	
원효배수분구	164.9	39.8	38.4	

주) 원효배수분구의 관거정비사업은 상위계획인 “하수도 기본계획 재정비 (1995. 5, 서울특별시)”의 목표연도인 2001년으로 설정하고, 2011년의 시설수요에도 대응하도록 계획되어 있음.

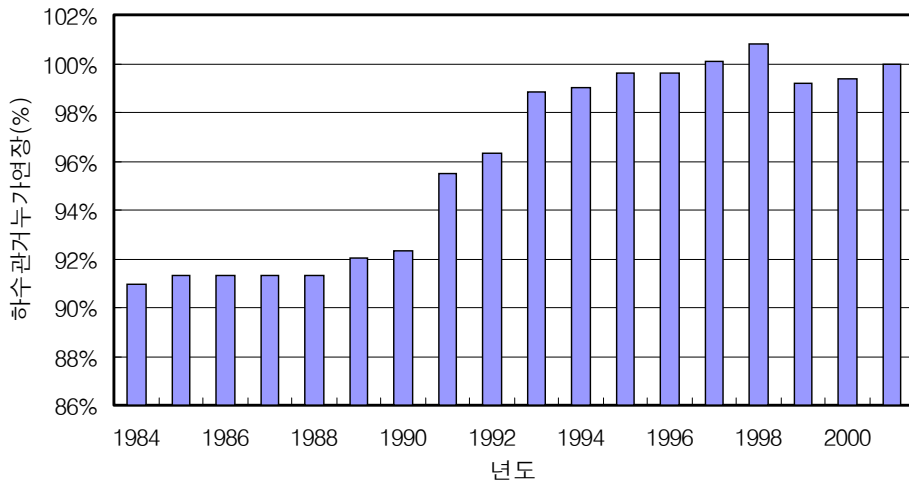
또한 하수량원단위는 육천배수구역 중에서 사업대상지역인 용산구의 주요 연도별 생활하수량 및 지하수량의 원단위로 적용하였으며 이를 나타내면 <표 4.3>과 같다.

<표 4.3> 용산구의 주요 연도별 하수량 원단위 (ℓ pcd)

구분 \ 연도			1991	1996	2001	2006	2011
용산구	생활 하수	일평균	360	440	480	500	520
		일최대	450	550	600	625	650
	지하수	일평균	108	106	106	106	106
		일최대	108	106	106	106	106

## 2. 관거 현황 및 조사

원효배수분구의 하수관거보급율은 100%로서 하수관거부설 현황을 연도별로 나타내면 <그림 4.2>와 같다. 하수관거가 1984년에 91%가 부설되어 거의 대부분의 관거가 20년이 초과된 것으로 조사되었다.



<그림 4.2> 원효배수분구 하수관거의 연도별 관거연장누계 현황

육천배수구역 (배수면적 1,230ha)내의 기존 하수관거 274.1km중 조사대상 제외관거를 제외한 205.8km에 대하여 관거 현황조사를 실시하여 하수도 대장도(1/600)상의 관거 및 맨홀 현황과의 일치여부를 확인한 후 관거현황 조사자료 및 측량자료를 토대로 기존 하수도 대장도를 수정, 보완하였으며, 그 내용은 <표 4.4>와 같다.

<표 4.4> 육천배수구역과 원효배수분구의 관거현황

구분	관거현황조사(ha)	종단측량(m)	비고
육천배수구역	878.0	208,886	
원효배수분구	119.0	22,330	

### 3. 관거정비 목표 및 방법

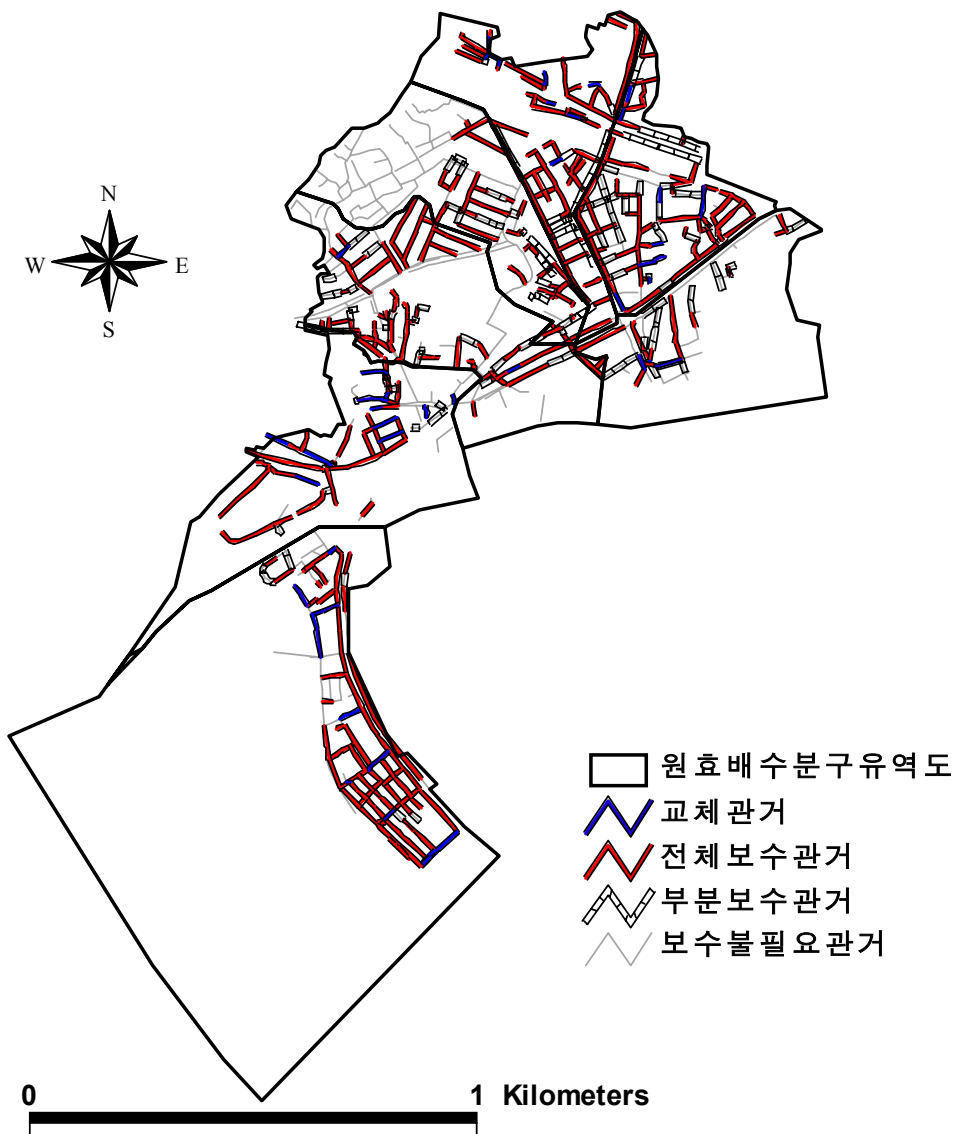
#### 1) 정비목표

- 불명수저감
- 우수배제를 위한 통수능 확보 : 침수방지
- 적정유속유지 : 퇴적·침사방지 및 수세변소수 직유입

#### 2) 방법

- 배수체계 정비 : 통수능확보를 위한 정비관거 굴착개수 (수리검토)
- 노후관 불량관 개보수: 적정유속유지를 위한 정비관거 비굴착보수

#### 3) 원효배수분구 준공도면



전체보수	16135
부분보수	4458
교체	1661
보수불필요	7967

<그림 4.3> 원효배수분구의 하수관거 준공도면

## 제2절 원효배수분구의 효과분석 결과

원효배수분구는 하수관거정비가 실시된 상태이지만 정비효과가 분석되지 않아 관거정비가 어느 정도로 실시되어 기존의 문제점이 해결되었는지 파악하기 어렵다. 그러므로 배수분구의 효과분석항목으로 선정된 9개 항목 중에서 기존 관거정비 관련자료로서 실질적으로 측정이 가능한 최소유속 미달관거, 통수능 부족관거, 지하수수질의 3개의 항목만을 대상으로 정비달성율과 정비효율을 산정하여 효과분석을 하였다.

그러나 원효배수분구를 비롯하여 관거정비된 배수분구에 대해 앞으로 정비효과가 조사연구되면 9개 항목에 대해 효과분석이 이루어져 배수구역전체의 관거정비달성율과 정비효율을 파악할 수 있고 분석항목별 정비상황도 파악할 수 있게 된다.

### 1. 개별 정비달성율 및 정비효율 산정

#### 1) 최소유속 미달관거 및 통수능 부족관거

##### (1) 정비전·후 자료분석

“원효배수분구 관거정비 실시설계 보고서”에 제시된 통수능 및 최소유속 관련 수리 계산서에 제시된 자료를 근거로 “원효배수분구 관거정비공사 준공도면”상의 관망을 사용하여 수리분석을 실시하여 단위 관거수(개소)와 연장(m)에 대해 나타내었다.

##### (2) 정비 목표치

하수관거정비에 의하여 최소유속 미달관거와 통수능 부족관거 항목이 달성해야 하는 목표치는 최소유속 미달관거와 통수능 부족관거가 없는 관거상태로 한다.

최소유속 미달관거의 검토기준인 최소유속기준은 하수도시설기준(환경부, 1998)과 서울시 하수관거조사 및 정비 기본설계 종합보고서(서울특별시, 2001)



에서 제시한 기준값과 서울시 기존 관거부설 상태 및 정비여건 등을 고려하여 설정하였다. 그러므로 합류식관거는 만관상태에서 최소유속 0.8 m/sec을 기준으로 하고, 분류식관거는 청천시 오수관에 대해 0.6 m/sec과 0.3 m/sec의 2가지 최소유속을 기준으로 분석하였다.

### (3) 정비효율 및 정비달성율 산정결과

원호배수분구의 관거정비 전·후의 통수능 부족관거에 대한 효과분석결과에 대해서는 <표 4.5>에 나타내었으며 최소유속 미달관거에 대한 정비효과분석결과는 <표 4.6>과 같다.

<표 4.5> 원호배수분구의 관거정비 전·후의 통수능 부족관거 현황

구 분	통수능부족관거		정비달성율 (%)	정비효율 (%)
	정비전	정비후		
개소	42	10	76.2%	98.7%
연장	1441	297	79.4%	98.8%
※ 분석대상관거수 : 790개 , 분석대상관거연장 : 23,848 (m)				

<표 4.6> 원호배수분구의 관거정비 전·후의 최소유속 미달관거 현황

구분 최소유속 기준(m/s)		최소유속미달 관거수 (개소)		최소유속미달 관거연장 (m)		정비달성율 (%)		정비효율 (%)	
		정비전	정비후	정비전	정비후	개소	연장	개소	연장
오수	0.30	231	221	6,365	6,085	72.0	74.5	4.3	4.4
	0.45	373	366	10,196	10,137	53.7	57.5	1.9	0.6
	0.60	483	468	13,265	13,072	40.8	45.2	3.1	1.5
우수 + 오수	0.80	150	136	4,146	3,885	82.8	83.7	9.3	6.3
※ 분석대상관거수 : 790개 , 분석대상관거연장 : 23,848 (m)									

- 최소유속 미달관거연장(v) (0.3m/s 기준)

- 정비달성율 :

$$I_v(0.3) = \frac{\text{최소유속확보관거연장}}{\text{분석대상총관거연장}} \times 100$$

$$= \frac{23,848 - 6,085}{23,848} \times 100 = 74.5 (\%)$$

- 정비효율 :

$$E_v(0.3) = \frac{[\text{정비전}(B_v) - \text{정비후}(A_v)]}{\text{정비전}(B_v)} \times 100$$

$$= \frac{6,365 - 6,085}{6,365} \times 100 = 4.4 (\%)$$

- 통수능 부족관거 연장(i)

- 정비달성율 :

$$I_i = \frac{\text{통수능부족이없는 관거연장}}{\text{배수분구내 총관거연장}} \times 100$$

$$= \frac{23,848 - 297}{23,848} \times 100 = 98.8 (\%)$$

- 정비효율 :

$$E_i = \frac{[\text{정비전}(B_i) - \text{정비후}(A_i)]}{\text{정비전}(B_i)} \times 100$$

$$= \frac{1,441 - 297}{1,441} \times 100 = 79.4 (\%)$$

## 2) 지하수 수질

지하수수질은 하수관거정비의 설계시에 자료조사 및 측정을 실시하지 않은 항목이다. 관거정비에 의하여 나타나는 지하수수질에 대한 개선효과를 측정하기 위하여 원효배수분구 및 마포·용산구 일대 등 인근지역에 설치된 지하수 수질측정망의 자료를 이용하였으며 관거정비사업 시행 전·후 년도의 지하수 수질측정자료를 비교하여 분석하였다.

지하수 수질이 관거정비에 의하여 달성해야 하는 목표치는 먹는물 수질기준값으로 설정하였다.

### (1) 정비전 · 후 자료분석

하수관거정비사업 시행 이전은 '96, '97의 2개년의 COD와 NO<sub>3</sub>-N를 평균하여 사용하였으며, 정비후 자료는 2001년 자료를 사용하였다.

### (2) 정비 목표치

효과분석항목의 COD와 NO<sub>3</sub>-N의 목표치는 환경부 수질환경기준 중 먹는물 수질기준을 적용하였다. 먹는물 수질기준에서 COD는 0 mg/L이며 NO<sub>3</sub>-N는 10 mg/L이다.

### (3) 정비효율 및 정비달성을 산정결과

#### • 지하수 수질

##### - 정비달성율 :

$$\begin{aligned} I_b &= \left[ \frac{\text{정비전}(B_b) - \text{정비후}(A_b)}{\text{정비전}(B_b) - \text{목표치}(G_b)} \right] \times 100 \\ &= \left[ \left( \frac{7-2}{7-0} \right) + \left( \frac{33-6}{33-10} \right) \right] \div 2 \times 100 = 85.7(\%) \end{aligned}$$

$\xleftrightarrow{\text{COD}} \quad \quad \quad \xleftrightarrow{\text{NO}_3\text{-N}}$

- 정비효율 :

$$E_b = \frac{B_b - A_b}{B_b} \times 100 = \left[ \left( \frac{7-2}{7} \right) + \left( \frac{33-6}{33} \right) \right] \div 2 \times 100 = 76.6(\%)$$

$\longleftrightarrow$   
COD

$\longleftrightarrow$   
NO<sub>3</sub>-N

## 2. 종합 정비달성율 및 정비효율 산정

원효배수분구의 종합적인 관거정비효과는 최소유속 미달관거, 통수능 부족관거, 지하수 수질의 3개의 항목에 대하여 계산한 개별 정비달성율과 정비효율에 가중치를 적용하여 종합정비달성율과 종합정비효율을 산정하였다.

### • 종합 정비달성율 산정<sup>2)</sup>

$$I_{[1]} = 0.42 \cdot I_v + 0.58 \cdot I_i = 0.42 \times 74.5 + 0.58 \times 98.8 = 88.6$$

$$I_{[2]} = I_b = 85.7$$

$$I_{[total]} = 0.64 \cdot I_{[1]} + 0.36 \cdot I_{[2]} = 0.64 \times 88.6 + 0.36 \times 85.7 = 87.6 (\%)$$

### • 종합 정비효율<sup>3)</sup>

$$E_{[1]} = 0.42 \cdot E_v + 0.58 \cdot E_u = 0.42 \times 4.4 + 0.58 \times 79.4 = 47.9$$

$$E_{[2]} = E_b = 76.6$$

$$E_{[total]} = 0.64 \cdot E_{[1]} + 0.36 \cdot E_{[2]} = 0.64 \times 47.9 + 0.36 \times 76.6 = 58.2 (\%)$$

원효배수분구의 관거정비효과를 산정한 결과는 <표 4.7>과 같다.

2) 본 장에서 적용된 가중치는 해당 항목이 적은 관계로 해당항목의 가중치만의 비로 다시 계산된 값임.

3) 본 장에서 적용된 가중치는 해당 항목이 적은 관계로 해당항목의 가중치만의 비로 다시 계산된 값임.

효과분석결과에서 원효배수분구는 관거정비에 의하여 종합정비달성율은 87.6을 나타내었으며 종합정비효율은 56.6인 것으로 산정되었다.

<표 4.7> 원효배수분구의 정비달성율 및 정비효율 산정결과

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

### 3. 종합 정비달성율 및 정비효율 판단 결과

#### 1) 종합정비달성율 판단 결과

원효배수분구에 대하여 현재 실질적으로 조사 및 측정이 가능한 최소유속 미달관

거, 통수능 부족관거, 지하수수질의 3개의 항목만을 대상으로 산정한 정비달성율을 판단기준에 근거하여 평가하면 다음과 같다.

● **종합정비달성율 판단 결과**

하수관거정비에 대한 효과분석결과는 종합정비달성율이 87.6%로서 『부분개선』인 것으로 나타남.

● **개별정비달성율 판단 결과**

- 최소유속미달관거 항목 : 74.5 %으로 『부분개선』
- 통수능부족관거 항목 : 98.8 %으로 『양호』
- 지하수 수질 항목 : 85.7 %으로 『부분개선』

● **검토 결과**

종합 및 개별정비달성율 판단결과에 의하여 원효배수분구는 분석항목별 정비달성율이 낮은 최소유속미달관거와 지하수수질 부분을 중점적으로 개보수하여 종합정비달성율이 90%정도가 되도록 정비하고, 또한 정비된 관거가 지속적으로 기능을 확보하기 위하여 유지관리가 수행되어야 하는 것으로 검토됨.

- ① 원효배수분구의 정비달성율 효과분석에서 최소유속 미달관거는 관거정비전·후에 크게 변함이 없다. 최소유속미달관거 개별정비달성율은 최소유속 0.3m/sec 일 경우에 대해 74.5%를 나타내어 0.3m/sec미만의 관거가 25.5%를 보였으나 통수능부족관거와 지하수수질에 대한 개별정비달성율은 대체로 85%이상으로 산정되었다.
- ② 이러한 산정결과는 하수관거 정비사업이 하수관거의 구조적, 물리적인 결함에 해당되는 이상항목에 대한 개보수수준에 그치고 자연유하기능인 관거 본래의 기능회복에는 큰 비중을 두지 않고 실시된 것을 나타내고 있다. 또한 관거정비사업이 관거의 전반적인 개선보다는 국부적인 개선으로 정비가 불완전하게 실

시된 것을 나타내고 있으며 관거정비의 목적인 수세변소수 직유입, 악취, 준설, 월류수, 처리장운영, 정화조이중부담 등의 문제를 해결하기 어려운 상태이다.

본 적용결과는 원효배수분구에서 관거정비 후에 효과분석이 실질적으로 실시되지 않은 상태에서 기존 관거정비 관련자료로서 측정이 가능한 3개의 한정된 항목으로 효과분석을 실시한 것이므로 원효배수분구의 전반적인 효과로서 평가할 수 없으며 향후 구체적이고 명확한 효과분석이 실질적으로 실시되어야 할 것이다.

## 2) 종합정비효율 판단 결과

원효배수분구의 정비효과분석에서 현재 계량가능한 항목에 대한 정비효율을 산정한 결과는 56.6%로 나타났으며 이는 정비 전에 비해서 해당항목의 개선효과를 보여주는 수치이다. 전체 효과분석항목이 아니라 3개 분석항목으로 정비효율이 산정되었다는 한계점을 가지고 있지만 이러한 효율을 내기 위하여 사업비가 원효배수분구에 204억 원이 투자되었다.

이러한 조건에서 관거정비 개선효율 당 소요된 사업비를 산정하기 위하여 예로서 원효배수분구의 사업비와 관거정비효율로 계산하여 나타내면 <표 4.8>과 같다.

<표 4.8> 원효배수분구의 효율당 사업비

자치구	배수분구	연장 (km)	사업비 (백만원)	연장당 사업비 (백만원/km)	효율당 사업비 (백만원/%)
용산	원효	20.8	20,400	980.8	360.4

제한된 3개 효과분석항목으로 원효배수분구의 관거정비 개선효율 당 소요된 사업비를 살펴보면 관거정비에 의하여 1%의 개선효과를 나타내는데 3억 6천만원의 비용이 소요되었다.

이러한 관거정비 개선효율 당 소요된 사업비는 다른 배수분구와의 비교를 통하여 사업비의 효과적인 투입여부를 판단할 수 있다.

## 第 V 章 결론 및 정책건의 사항

제 1 절 하수관거정비 효과분석방안의 도입

제 2 절 하수관거정비 효과분석방안 마련

제 3 절 하수관거정비사업의 제도·행정적 제언



## 제 V 장 결론 및 정책건의 사항

### 1. 하수관거정비 효과분석방안의 도입

- 서울시 하수관거는 2001년 현재 총연장이 10,015km으로 보급률 100%를 나타내고 있으나 노후화 및 불량률이 높아 관용량부족, 매물, 악취 등과 같은 도시기반시설로서의 기능을 다하지 못하고 있음. 이러한 관거 문제점을 해결하기 위해 서울시는 1992년부터 전지역에 대해 하수관거정비계획을 수립하고 현재 신촌, 원효, 미아1, 하월곡 배수분구의 관거를 정비하였으며 계속해서 목표연도 2038년까지 지속적으로 하수관거정비사업을 추진할 계획을 가지고 있음.
- 그러나 정비된 배수분구에 대한 하수관거 정비상태가 전혀 파악되지 않고 있어 정비된 관거의 관리방향 및 효율적 관거정비계획의 설정이 어려운 상황임. 그러므로 정비된 배수분구(처리구역)의 정비상태를 평가·분석하여 향후 관리방향을 제시하고 또한 계획된 관거정비사업이 보다 나은 정비방향 및 방법으로 진행될 수 있도록 효과분석방안이 시급히 마련되어야 함.

### 2. 하수관거정비 효과분석방안 마련

#### 1) 효과분석 평가방법

하수관거정비의 효과를 분석하기 위하여 평가지표, 효과분석항목 및 목표치, 효과분석산정식을 마련하였음.

#### ○ 효과분석 지표 설정

－하수관거 정비달성율 : 관거정비에 의해 하수관거가 도시배제시스템으로서

달성해야 하는 목표치에 대해 도달한 상태를 나타내는 효과분석 지표

- 하수관거 정비효율 : 관거정비의 전·후 상태를 측정하여 효과분석항목별로 상대적으로 비교함으로써 관거정비를 통하여 향상된 정도를 나타내는 효과분석 지표

#### ○ 효과분석항목 및 목표치 설정

- 효과분석항목은 하수관거정비 여건에 맞추어 배수분구와 처리구역으로 구분함. 배수분구는 하수관거기능향상, 유역환경개선, 관거시설정비의 3개 분야와 분석항목 9개로 설정하고, 처리구역은 방류수역 수질개선과 하수처리장 운영 효율증대의 2개 분야와 분석항목 3개로 구성함.
  - ① 배수분구에 대한 효과분석항목 : 하수관내 유량 및 수질, 통수능부족관거 연장, 최소유속미달관거 연장, 지하수수질, 악취발생지점 개소수, 지반침하지점 개소수, 하수관내이상항목 개소수
  - ② 처리구역에 대한 효과분석 항목 : 하천수질, 하수처리장 유입하수량, 하수처리장 유입하수수질
- 목표치는 하수관거가 정비사업에 의하여 달성하여야 하는 목표치를 각 효과분석항목에 대해 제시함.
  - ① 하수관내 불명수율 : 일최대오수발생량의 10%
  - ② 하수관내 하수수질 : 불명수가 일최대오수발생량의 10% 이내로 유입될 경우의 하수수질
  - ③ 통수능부족관거 연장, 최소유속미달관거 연장, 하수관준설량, 악취발생지점 개소수, 지반침하지점 개소수, 하수관내이상항목 개소수 : 발생개소가 없는 상태
  - ④ 지하수 수질 : 먹는물수질기준
  - ⑤ 하천수질 : 해당 하천의 수질환경기준 및 목표수질
  - ⑥ 유입하수량, 유입수질 : 불명수가 일최대오수발생량 10%이내로 유입되는 상태에서 하수처리장으로 유입되는 유입하수량 및 유입수질

## ○ 관거정비효과 산정식 도출

### － 배수분구의 정비효과 산정식

#### ① 효과분석항목별 정비효과 산정식

· 개별 정비달성율  $I_{\Pi} = \frac{A_{\Pi}}{G_{\Pi}} \times 100 (\%)$

· 개별 정비효율  $E_{\Pi} = \frac{A_{\Pi} - B_{\Pi}}{B_{\Pi}} \times 100 (\%)$

여기서  $I_{\Pi}$  : 효과분석항목별 배수분구 하수관거 정비달성율 지표

$E_{\Pi}$  : 효과분석항목별 배수분구 하수관거 정비효율 지표

$A_{\Pi}$  : 효과분석항목에 대한 배수분구 정비후의 하수관거 상태

$B_{\Pi}$  : 효과분석항목에 대한 배수분구 정비전의 하수관거 상태

$G_{\Pi}$  : 효과분석항목에 대한 배수분구 정비달성목표치

$\Pi = \{f(\text{유량}), q(\text{수질}), v(\text{최소유속 미달관거}), i(\text{통수능부족 관거}), d(\text{단위연장당 준설량}), b(\text{지하수수질}), s(\text{악취 발생}), t(\text{지반침하}), o(\text{하수관거 이상항목})\}$

#### ② 배수분구 종합 정비효과 산정식

##### · 종합 정비달성율

$$I = [W_1 \cdot \sum (I_{\Pi 1} \times w_{\Pi 1}) + W_2 \cdot \sum (I_{\Pi 2} \times w_{\Pi 2}) + W_3 \cdot \sum (I_{\Pi 3} \times w_{\Pi 3})] \times 100 (\%)$$

##### · 종합 정비효율

$$E = [W_1 \cdot \sum (E_{\Pi 1} \times w_{\Pi 1}) + W_2 \cdot \sum (E_{\Pi 2} \times w_{\Pi 2}) + W_3 \cdot \sum (E_{\Pi 3} \times w_{\Pi 3})] \times 100 (\%)$$

여기서  $I$  : 배수분구 하수관거 종합정비달성율 지표

$E$  : 배수분구 하수관거 종합정비효율 지표

$W_1$  : 하수관거 기능향상 분야에 대한 가중치

$W_2$  : 유역환경개선 분야에 대한 가중치

$W_3$  : 하수관거시설정비 분야에 대한 가중치

$W_{\Pi 1}, W_{\Pi 2}, W_{\Pi 3}$  : 효과분석항목에 대한 가중치

$\Pi_1 = \{f(\text{유량}), q(\text{수질}), v(\text{최소유속 미달관거}), I(\text{통수능부족관거}), d(\text{단위연장당 준설량})\},$

$\Pi_2 = \{b(\text{지하수수질}), s(\text{악취발생}), t(\text{지반침하})\},$

$\Pi_3 = \{o(\text{하수관내 이상항목})\}$

－ 처리구역의 정비효과 산정식

① 효과분석항목별 정비효과 산정식

· 개별 정비달성율 :  $I_{\phi} = \frac{A_{\phi}}{G_{\phi}} \times 100(\%)$

· 개별 정비효율 :  $E_{\phi} = \frac{A_{\phi} - B_{\phi}}{B_{\phi}} \times 100(\%)$

여기서  $I_{\phi}$  : 효과분석항목별 처리구역 하수관거 정비달성율 지표

$E_{\phi}$  : 효과분석항목별 처리구역 하수관거 정비효율 지표

$A_{\phi}$  : 효과분석항목에 대한 처리구역 정비후의 하수관거 상태

$B_{\phi}$  : 효과분석항목에 대한 처리구역 정비전의 하수관거 상태

$G_{\phi}$  : 효과분석항목에 대한 처리구역 정비달성목표치

$\phi = \{r(\text{하천수질}), if(\text{유입하수량}), iq(\text{유입하수수질})\}$

② 처리구역의 종합정비효과 산정식

· 종합 정비달성율 :

$$I = [W_4 \cdot I_r + W_5 \cdot \sum (I_{\phi 1} \times w_{\phi 1})] \times 100(\%)$$

· 종합 정비효율 :

$$E = [W_4 \cdot E_r + W_5 \cdot \sum (E_{\phi 1} \times w_{\phi 1})] \times 100(\%)$$

여기서,  $I$  : 처리구역 하수관거 종합정비달성율 지표

$E$  : 처리구역 하수관거 종합정비효율 지표  
 $W_4$  : 방류수역 수질개선 분야에 대한 가중치  
 $W_5$  : 유역환경개선 분야에 대한 가중치  
 $r$  = 하천수질,  
 $\Phi 1 = \{if(\text{유입하수량}), iq(\text{유입하수수질})\}$

## 2) 효과분석결과의 검토 방안

### ○ 정비달성율의 판단기준 설정 및 적용

- 정비달성율의 판단기준은 배수분구 및 처리구역의 관거정비에 의하여 나타나는 효과를 파악할 수 있고 정비상태를 확실하게 나타낼 수 있으며 이와 함께 정비된 하수관거의 관리방향을 제시할 수 있도록 체계를 구성함.
- 정비달성율의 판단기준은 『양호』, 『부분개선』, 『재검토·정비』의 3가지로 구성함.
  - 판단 『양호』 : 정비달성율 90%이상일 경우로서 지속적 유지관리가 필요
  - 판단 『부분개선』 : 정비달성율 89~70%로서 부분적인 개선작업이 필요
  - 판단 『재검토·정비』 : 정비달성율 70%미만으로 정비계획 및 방향에서부터 새로이 검토하여 재관거정비가 필요.
- 판단기준 범위는 효과분석항목 중에서 중요도가 "고"인 항목인 유량 및 수질, 최소유속미달관거, 통수능부족관거, 지반침하 및 관거연장 당 이상항목에 대해서는 90%이상, 89~70%, 70%미만의 3가지로 구성하였으며, 이에 대해 중요도가 "중"인 항목인 단위연장 당 준설량, 지하수수질 및 악취발생은 70%이상과 70%미만의 2가지로 나눔.
- 정비달성율 판단기준에 따른 향후 반영사항

<표 5.1> 정비달성율 판단기준에 따른 향후 반영사항

효과	분석항목	중요도	정비달성율 판단기준 (%)	향후 반영사항
하수 관거 기능 향상	유량 및 수질	고	90이상	·지속적인 유지관리 및 정비
			70~89	·가능한 사업시기를 앞당겨 정비시행 ·하자보수 ·지속적 조사 및 유지관리로 이상개소 조치
			70미만	·우선정비대상 항목과 조사범위의 신뢰도 및 결과 재검토 ·방향 재설정후 정비사업 시행
	최소 유속 미달 관거	고	90이상	·지속적인 유지관리 ·유지관리 대상관거에 대한 지속적인 정비시행
			70~89	·수리계산 재검토후 우선정비 ·유지관리대상 초기관거 지속적 정비
			70미만	·최소유속은 관거의 경사와 밀접한 관계로 관거교체 정비로 연결 되므로 정비달성율 70%미만이 발생되어서는 안되므로 우선 정 비대상사업으로 시급히 정비 ·초기관 최소관경 기준 재검토 반영
	통수 능 부족 관거	고	90이상	·지속적 유지관리 및 정비
			70~89	·관계기관협조 및 자체적 지장물 이설 검토 등 적극적 시행
			70미만	·통수능부족관거는 침수등 재해와 밀접한 관계로 관경확대부설 및 추가부설등 교체정비로 연결되어 정비달성율 70%미만이 발 생되어서는 안되므로 정비방향 재검토를 통해 관경확대 및 저류 조설치 등 시급한 정비 시행 ·하천수, 계곡수 최우선 차단
	단위 연장 당 준설 량	중	70이상	·지속적인 유지관리 ·정비사업과 별도로 자치구청에서 진행되는 사업이므로 정비사업 완료후에도 지속적인 평가항목으로서 당위성 검토
			70미만	·원인규명 후 신속한 정비

<표 5.1 계속> 정비달성을 판단기준에 따른 향후 반영사항

효과	분석 항목	중 요 도	정비달성을 판단기준 (%)	향후 반영 사항
유역 환경 개선	지하 수수 질	중	70이상	·지속적인 유지관리
			70미만	·지속적 관심으로 사업시기를 앞당겨 정비시행 ·조사지점의 확대 및 결과분석 반영
	악취 발생	중	70이상	·주로 주민의견 분석에 의하여 판단되므로 후각에 따른 오차범위 포함 ·지속적인 유지관리
			70미만	·근본적인 대책수립 · 조치
	지반 침하	고	90이상	·지속적인 유지관리
			70~89	·신속한 보수
			70미만	·재시행 ·건기 및 강우시의 지하수위 변동 조사의 확대시행 및 결과분석의 반영

#### ○ 정비효율의 적용

- 정비효율은 해당지역의 정비전의 상태에 의하여 크게 좌우되므로 배수분구에  
서나 다른 배수분구와 비교하여 실질적인 정비효과를 파악하기 어려움.
- 배수분구 또는 처리구역에서 하수관거사업의 정비효율에 대한 소요사업비의  
비를 경제효율성으로 제시함.

$$\text{관거사업 경제효율성} = \frac{\text{관거정비에 소요된 사업비}}{\text{배수분구 또는 처리구역의 정비효율}}$$

- 정비효율에 대한 소요사업비의 비는 배수분구별 또는 처리구역별로 소요사업  
비의 합리성과 건전성을 판단할 수 있는 기준으로 적용될 수 있으며, 소요된  
사업비가 관거개선에 실질적으로 어느 정도의 효과를 가져왔는지를 제시하고,

앞으로 추진되는 관거정비사업이 더욱 효율적이고 투자효과가 높은 사업으로서 실시되도록 함.

### 3. 하수관거정비사업의 제도·행정적 제안

#### 1) 관거정비의 제도적 문제해결

- 정비사업의 효율성 및 연속성 결여 : 관거정비사업이 자치구청별 개별로적이고 불연속적으로 실시되고 있어 사업의 관리주체가 일관성이 있게 추진하지 못하고 있음. 이로 인하여 관거정비사업이 유기적으로 실시되지 못하여 사업시행의 효과를 평가하기 어려움.
- 정비사업의 공유성 결여 : 관거정비사업을 추진하는 과정에서 중앙청과 자치구청간이나 발주처와 설계·시공업체간의 정보공유가 이루어지지 않고 있으므로 사업의 전반적인 정보를 통합관리할 수 있는 주체를 정하고 후속 정비사업과 효율적으로 연결되도록 하는 체계가 필요함.

#### 2) 관거정비의 관리상 문제해결

- 서울시 하수관거는 10,015km에 달하는 방대한 연장이지만 부설년도, 개·보수연혁, 제원 등의 관거연혁이 제대로 구축되어 있지 않아 계획·설계시에 정비대상관거 및 관거상태에 적합한 정비방법을 선정하기 어려운 요인으로 작용할 수 있음.
- 현재 진행되고 있는 관거정비에서 사업이 실시된 배수분구에 대해서는 관거의 조사자료 및 정비상황에 대해 지속적이고 연계성 있는 관리, 정확한 준공도면의 전산화 및 통합관리가 시급히 이루어져야 함.



### 3) 관거정비의 행정적 지원

- 정비사업이 처리구역단위로 효율적으로 완료되기 위해서는 관거정비된 배수분구에 대하여 효과분석을 신속하게 수행할 수 있는 행정적 지원이 지속적으로 필요함.
- 정비계획인 배수분구에 대해서는 정비된 배수분구의 효과분석결과에서 나타난 검증된 정비방법이나 새로운 정비기술을 적용하여 기존 정비방향의 문제점을 개선시킬 수 있는 지원체제가 필요함.

### 4. 관거정비의 방향

- 관거정비사업이 관거의 구조적, 물리적인 결함에 해당되는 이상항목에 대한 개보수는 이루어졌으나 최소유속은 확보되지 않음으로서 관거정비사업이 관거의 전반적인 개선보다는 국부적인 개선으로 정비가 불완전하게 실시된 것으로 나타남. 그러므로 관거정비가 실시된 지역에서도 정비목적인 수세변소수 직유입, 악취, 준설, 월류수, 처리장운영, 정화조이중부담 등의 문제를 해결하기 어려운 상태이므로 향후 추가적으로 최소유속확보를 위한 관거정비계획이 필요함.
- 관거정비는 원칙적으로 기존관거 중 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.
- 관거정비는 막대한 사업비와 시간이 소요되며 더욱이 시가지에서 이루어져 시민들의 생활에 직접적으로 영향을 미치는 사업이므로 관거정비의 타당성 및 효율성, 그리고 삶의 질 향상과 같은 효과가 명확하게 제시되어 시민들의 이해 및 협조를 얻을 수 있어야 할 것임.

## 참 고 문 헌

## 참 고 문 헌

---

1. 상수도통계연보, 서울특별시상수도사업본부, 1996~2001.
2. 하수도정비 기본계획변경(변경) 보고서, 서울특별시, 2002.
3. 서울시 통계연보, 서울특별시, 1970~2000.
4. 서울특별시, '87 수해백서, 1988.
5. 서울특별시, '90 수해백서, 1991.
6. 서울특별시, '98 수해백서, 1999.
7. 서울특별시, '01 수해백서, 2002.
8. 서울시 하수관거조사 및 정비 기본설계 종합보고서, 서울특별시, 2001
9. 마포배수구역(창전,신촌,아현) 관거정비 실시설계 보고서, 서울특별시, 1997.
10. 원효배수분구 관거정비 공사 준공도, 용산구청, 1997.
11. 원효배수분구 관거정비 실시설계 보고서, 서울특별시, 1996.
12. 정릉천 좌안 배수구역(하월곡,미아1) 관거정비 실시설계 보고서, 서울특별시, 1997.
13. 청계천복원 타당성 조사 및 기본계획(안), 서울시정개발연구원, 2003.
14. 수리학, 윤용남, 청문각, 1998.
15. 응용수문학, 윤태훈, 청문각, 2000.

16. 下水道事業における費用効果分析マニュアル(案)、(社)日本下水道協会、平成10年3月.
17. 田中修司(筆者代表)、下水道管渠学、環境新聞社、2001.
18. Dietrich Stein, Rehabilitation and Maintenance of Drains and Sewers, Ernst & Sohn, 2001.
19. Peter E. Moffa, P.E., Control and Treatment of Combined-Sewer Overflows, Van Nostrand Reinhold, 1990.

## 부 록

【부록 1】 효과분석시 효과항목별 가중치 선정에 대한 설문조사지

【부록 2】 하수관거 최소유속 및 통수능 수리계산 (원호배수분구)

**【부록 1】 효과항목별 가중치 선정에 대한 설문 조사지**

**하수관거정비사업 효과분석시 효과항목별  
가중치 선정에 대한 설문조사지**

안녕하십니까?

금번 저희 연구원 도시환경연구부에서는 서울시 하수관거정비사업이 일부 완료됨에 따라 막대한 예산이 소요되는 하수관거정비사업의 효과분석 기준마련 및 정비사업 추진방향을 정립하고, 향후 하수관거정비사업의 품질향상 도모를 위하여 합리적인 효과분석방안에 대한 연구를 수행하고 있습니다.

본 조사에서는 하수관거정비사업의 효과분석 항목을 설정하고, 항목별 가중치를 설정하기 위하여 전문가인 귀하의 의견을 듣고자 합니다. 귀하의 의견은 향후 서울시 하수관거정비사업의 체계적이고 합리적인 관리를 위한 정책수립에 매우 중요한 자료로 사용될 것입니다.

이 설문 내용에는 정답이 있는 것이 아니며 귀하께서 응답하신 모든 내용은 본 연구에서만 사용될 뿐 다른 용도로는 사용되지 않습니다. 그리고 응답하신 모든 내용은 비밀로 할 것임을 약속드립니다.

감사합니다.

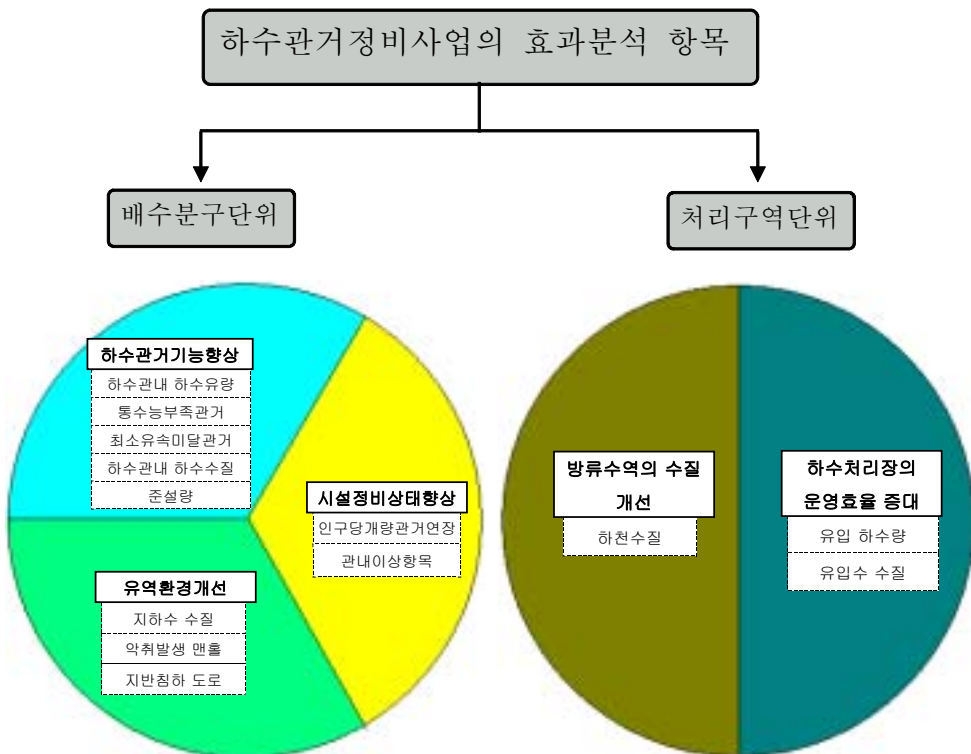
2003. 9

서울시정개발연구원 도시환경연구부  
하수관거정비사업 효과분석을 위한 방안검토 연구팀  
연락처 : Tel. 02-2149-1182 (담당 연구원)  
Fax. 02-2149-1199

## - 설문 범례 -

서울시는 종량, 탄천, 서남, 난지의 4개 하수처리구역의 16개 배수구역에 대한 총 239개 배수분구별로 하수관거정비사업의 계획을 수립하고 현재 1995년부터 강북지역 12개 배수분구에 대한 사업이 진행 중에 있으며 현재 일부 사업이 완료되었습니다.

이에 저희 연구원에서는 단기적으로는 배수분구와 중장기적으로는 처리구역으로 나누어 서울시 하수관거조사 및 정비 기본설계 종합보고서(2001)를 근거로 하수관거 정비사업의 효과분석 항목을 선정하고 이에 대한 세부적인 항목별 가중치를 설정하고자 합니다. 각 항목별 주요구분은 다음 그림에서 제시하였으며, 이에 대해 귀하께서 생각하시는 가중치를 제시된 질문에 준하여 기재하여 주십시오.



※ 설문항목에 따른 응답결과를 해당 보기의 오른쪽 괄호 ( ) 속에 기재하여 주시고, 보기에 없는 기타 의견이 있으시면 기타 란에 써 주십시오.

배수분구단위의 효과분석시 적용될 분석항목 및 가중치설정에 관한 질문  
입니다.

1. 하수관거정비사업에 따른 해당 **배수분구**에 미치는 기대효과로 크게 3가지로 볼 수 있습니다.(1쪽 그림 참조) 정비사업의 목적 측면에서 귀하가 생각하는 중요도를 전체 합이 100이 되도록 하여 점수를 기재하여 주십시오.

(단, 추가되어야 할 부분이 있다고 생각하시면 기타 란에 항목을 적으시고 기타 사항을 포함하여 위와 같이 합이 100이 되도록 해 주십시오.)

- [illegible]

1-1. 1번 항목의 보기①과 관련한 질문입니다. **하수관거기능향상**에 대한 세부항목으로 다음 보기와 같은 5가지 항목을 선정하였습니다. 귀하가 생각하는 중요도를 전체 **합이 100이 되도록 하여 점수를 기재하여 주십시오.**

(단, 추가되어야 할 부분이 있다고 생각되면 기타 란에 항목을 적으시고 기타 사항을 포함하여 위와 같이 합이 100이 되도록 해 주십시오.)

- ① 하수관내 하수**유량**이 계획하수량에 부합하는가? ( )
- ② 정비관거 중 **통수능** 부족관거는 얼마나 되는가? ( )
- ③ 정비관거 중 **최소유속**에 미달하는 관거는 얼마나 되는가? ( )
- ④ 하수관내 하수의 **수질**은 얼마나 개선되었는가? ( )
- ⑤ 정비사업 이후에 **준설량**은 얼마나 감소하였는가? ( )
- ⑥ 기타 ( ) ( )

1-2. 1번 항목의 보기②와 관련한 질문입니다. **유역환경개선**에 대한 세부항목으



(단, 추가되어야 할 부분이 있다고 생각되시면 기타 란에 항목을 적으시고 기타 사항을 포함하여 위와 같이 합이 100이 되도록 해 주십시오.

- 1-3. 1번 항목의 보기③과 관련한 질문입니다. **시설정비상태향상**에 대한 세부항목으로 다음 보기와 같은 2가지 항목을 선정하였습니다. 귀하가 생각하는 중요도를 전체 합이 100이 되도록 하여 점수를 기재하여 주십시오.

① 인구당 개량관거 연장은 얼마나 증가하였는가? ( )

② 기타 ( ) ( )

2. 하수관거정비사업에 따른 해당 **처리구역**에 미치는 기대효과로 크게 2가지로 볼 수 있습니다.(1쪽 그림 참조) 정비사업의 목적 측면에서 귀하가 생각하는 중요도를 전체 합이 100이 되도록 하여 점수를 기재하여 주십시오.

(단, 추가되어야 할 부분이 있다고 생각되면 기타 란에 항목을 적으시고 기타 사항을 포함하여 위와 같이 한이 100이 되도록 해 주십시오.)

- ① 방류수역의 수질개선 ( )
- ② 하수처리장의 운영효율 증대 ( )
- ③ 기타 ( ) ( )

2-1. 2번 항목의 보기①과 관련한 질문입니다. **방류수역의 수질개선**에 대한 세부항목으로 본 연구에서는 하천의 수질개선의 한 항목만을 선정하였습니다. 방류수역의 수질개선과 관련하여 귀하가 생각하는 다른 항목이 있으면 제시해 주십시오.

(아울러 하천수질개선 항목과의 합이 100이 되도록 점수를 함께 기재해 주십시오.)

하천의 수질개선 ( )

[ ( ) ]

2-2. 2번 항목의 보기②와 관련한 질문입니다. **하수처리장의 운영효율증대**에 대한 세부항목으로 다음 보기와 같은 2가지 항목을 선정하였습니다. 귀하가 생각하는 중요도를 전체 합이 100이 되도록 하여 점수를 기재하여 주십시오.

(단, 추가되어야 할 부분이 있다고 생각되시면 기타 란에 항목을 적으시고 기타 사항을 포함하여 위와 같이 합이 100이 되도록 해 주십시오.)

- ① 처리장 **유입하수량**은 얼마나 감소하였는가? ( )
- ② 처리장 유입하수의 **수질**은 얼마나 개선되었는가? ( )
- ⑥ 기타 ( ) ( )

♣ 설문에 응해주셔서 대단히 감사합니다.

응답자 및 연락처	답변일시	표본번호	기타사항
	월 일		
	시		

【부록 2】 하수관거 최소유속 및 통수능 수리계산 (원호배수분구)

p.1

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
1006-000	6.6359	6.45	8.8824	5.85	5.61	12.01	1.2338	0.0341	1.2679
1007-000	3.8381	4.43	5.6103	5.81	5.93	12.30	1.2922	0.0360	1.3282
1007-100	4.6286	5.07	4.6442	5.08	5.92	12.27	1.2912	0.0360	1.3272
1007-101	4.2878	4.79	6.1663	6.20	5.87	12.21	1.2827	0.0357	1.3184
1007-102	6.6880	6.52	4.5650	4.97	5.72	12.11	1.2540	0.0347	1.2887
1007-103	7.9303	7.42	2.9686	2.76	5.94	12.31	1.2939	0.0361	1.3300
1008-001	0.9855	2.57	2.0248	4.20	0.73	10.79	0.1673	0.0044	0.1717
1008-003	0.8748	2.91	1.5181	4.20	0.23	10.09	0.0541	0.0014	0.0555
1008-004	0.8741	3.13	0.9323	3.27	0.29	10.19	0.0679	0.0018	0.0697
1008-009	1.7141	3.15	1.6745	3.10	0.42	10.44	0.0975	0.0026	0.1001
1009-000	0.8433	1.21	0.7805	1.38	0.10	10.88	0.0228	0.0006	0.0234
1010-000	1.6192	3.77	1.5799	3.71	0.85	11.23	0.1919	0.0052	0.1971
1010-001	1.4137	0.98	1.6988	1.10	0.02	10.21	0.0047	0.0001	0.0048
1010-002	1.4146	2.60	1.2145	2.35	0.35	10.76	0.0803	0.0021	0.0824
1010-100	1.6368	3.50	1.6399	3.50	0.65	11.01	0.1478	0.0039	0.1517
1011-000	1.3522	4.48	1.1625	3.42	2.33	11.77	0.5165	0.0142	0.5307
1012-000	5.1742	1.65	25.1892	4.89	2.36	11.84	0.5219	0.0143	0.5362
1013-000	14.1890	3.02	6.1720	1.63	9.40	13.89	1.9531	0.0571	2.0102
1013-001	0.9368	3.18	1.1496	3.65	0.27	10.91	0.0616	0.0016	0.0632
1013-002	0.6615	2.16	0.3353	1.37	0.17	10.84	0.0389	0.0010	0.0399
1013-003	0.9416	3.61	0.9812	3.71	0.40	11.35	0.0899	0.0024	0.0923
1013-004	0.6804	2.85	0.4649	2.20	0.38	11.28	0.0856	0.0023	0.0879
1013-005	0.7389	2.53	0.6901	2.42	0.22	10.90	0.0502	0.0013	0.0515
1013-006	0.6039	2.20	0.4959	1.93	0.23	12.82	0.0493	0.0014	0.0507
1013-007	0.2595	1.03	0.1442	0.69	0.12	10.82	0.0275	0.0007	0.0282
1013-100	0.7073	1.77	0.6688	1.70	0.08	10.32	0.0187	0.0005	0.0192
1014-000	1.6828	4.52	1.2346	3.64	1.45	12.36	0.3154	0.0088	0.3242
1014-001	2.0750	4.77	1.8239	4.37	1.07	11.98	0.2356	0.0065	0.2421
1014-003	0.5321	1.80	0.6300	2.01	0.15	10.76	0.0344	0.0009	0.0353
1014-005	0.1043	0.37	0.4372	1.49	0.83	11.82	0.1837	0.0050	0.1887
1014-007	0.2520	1.52	0.3687	1.99	0.47	11.44	0.1053	0.0029	0.1082
1014-008	0.2881	1.56	0.2485	1.41	0.37	11.18	0.0837	0.0022	0.0859
1014-009	0.2670	1.32	0.3561	1.62	0.25	10.65	0.0576	0.0015	0.0591
1014-010	0.5609	1.78	0.6214	1.91	0.13	10.29	0.0303	0.0008	0.0311
1014-011	0.5759	1.53	0.0678	0.36	0.08	10.67	0.0184	0.0005	0.0189
1014-012	0.3739	1.05	0.3303	0.97	0.06	10.52	0.0139	0.0004	0.0143
1014-014	0.2279	0.86	0.0701	0.38	0.09	10.50	0.0208	0.0005	0.0213
1014-100	0.5362	2.04	0.4901	1.92	0.22	10.81	0.0504	0.0013	0.0517
1014-101	0.0464	0.62	0.2326	1.87	0.08	10.58	0.0185	0.0005	0.0190
1014-102	0.0713	0.36	0.5987	1.50	0.07	10.73	0.0161	0.0004	0.0165
1014-103	1.5061	4.14	1.5661	4.26	1.40	12.29	0.3052	0.0085	0.3137
1014-104	1.4545	3.93	1.6718	4.33	1.27	12.11	0.2784	0.0077	0.2861
1015-000	0.6034	3.43	0.6130	3.47	0.91	11.23	0.2054	0.0055	0.2109
1015-001	0.9042	3.89	0.9981	4.16	0.54	10.97	0.1230	0.0033	0.1263
1015-002	1.0746	3.40	0.9648	3.16	0.25	10.81	0.0573	0.0015	0.0588
1015-004	0.9458	1.03	1.0523	1.10	0.01	10.27	0.0023	0.0001	0.0024
1015-005	0.2934	2.50	0.2842	2.45	0.12	10.44	0.0279	0.0007	0.0286
1015-006	0.3348	2.48	0.3427	2.52	0.09	10.30	0.0210	0.0005	0.0215
1015-007	0.6621	2.55	0.6752	2.59	0.28	10.69	0.0644	0.0017	0.0661
1015-008	0.7500	2.61	0.8024	2.73	0.23	10.47	0.0533	0.0014	0.0547

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
1015-009	0.3124	2.81	0.4258	2.67	0.15	10.31	0.0350	0.0009	0.0359
1015-100	0.7140	2.60	0.7943	2.79	0.25	10.45	0.0580	0.0015	0.0595
1015-101	0.7569	3.86	0.7314	3.77	0.79	11.21	0.1784	0.0048	0.1832
1015-102	0.6825	3.11	0.8619	3.65	0.49	10.79	0.1123	0.0030	0.1153
1015-103	0.8583	2.94	0.7918	2.78	0.25	10.46	0.0580	0.0015	0.0595
1015-104	0.7642	1.86	0.3399	1.09	0.08	10.37	0.0186	0.0005	0.0191
1015-105	0.5302	1.57	0.2951	1.06	0.10	10.47	0.0232	0.0006	0.0238
1015-106	0.3607	1.35	0.1533	0.75	0.14	10.96	0.0319	0.0009	0.0328
1015-107	0.1039	0.52	0.3982	1.30	0.10	10.37	0.0233	0.0006	0.0239
1015-108	0.3472	1.25	0.2720	1.06	0.12	10.59	0.0277	0.0007	0.0284
1016-000	0.4962	3.31	0.4764	3.21	1.36	11.66	0.3025	0.0083	0.3108
1016-001	0.5797	3.67	0.5953	3.74	1.29	11.47	0.2888	0.0078	0.2966
1016-002	0.9570	5.13	0.9516	5.11	1.18	11.28	0.2659	0.0072	0.2731
1016-003	0.2522	0.92	0.2277	0.86	0.09	10.56	0.0208	0.0005	0.0213
1016-004	0.5966	3.49	0.5808	3.42	0.99	11.18	0.2238	0.0060	0.2298
1016-005	0.3279	5.03	0.3599	4.60	0.96	11.12	0.2175	0.0058	0.2233
1016-006	0.1393	1.94	0.1408	1.96	0.28	10.65	0.0645	0.0017	0.0662
1016-007	0.2750	2.83	0.3028	3.02	0.20	10.41	0.0465	0.0012	0.0477
1016-008	0.3354	2.28	0.3010	2.13	0.07	10.20	0.0164	0.0004	0.0168
1016-009	0.2611	3.80	0.4015	5.17	0.62	10.97	0.1412	0.0038	0.1450
1016-011	0.6527	2.72	0.6893	3.62	0.35	10.66	0.0806	0.0021	0.0827
1016-012	0.6931	2.75	0.4677	2.69	0.32	10.55	0.0740	0.0019	0.0759
1016-013	0.3257	4.15	0.3074	3.98	0.48	10.80	0.1100	0.0029	0.1129
1017-000	3.5937	5.05	2.9541	4.41	2.36	11.79	0.5228	0.0143	0.5371
1017-100	3.4023	4.84	4.2137	5.61	2.32	11.74	0.5147	0.0141	0.5288
1018-000	13.0947	3.48	15.7510	4.19	2.77	11.88	0.6118	0.0168	0.6286
1018-001	0.7844	3.13	0.9217	3.49	0.37	10.75	0.0849	0.0022	0.0871
1018-002	0.5729	2.49	0.5538	2.43	0.35	10.70	0.0805	0.0021	0.0826
1018-003	0.6985	2.30	0.7397	2.39	0.18	10.35	0.0419	0.0011	0.0430
1018-005	0.4612	1.13	0.2236	0.70	0.05	10.69	0.0115	0.0003	0.0118
1018-100	0.4591	1.13	0.4515	1.12	0.05	10.10	0.0118	0.0003	0.0121
1019-000	9.6636	2.67	12.9327	3.42	14.87	14.61	3.0286	0.0795	3.1081
1020-000	14.2085	2.75	21.0705	3.92	15.43	14.84	3.1232	0.0825	3.2057
1020-001	1.8340	3.25	4.2512	5.69	0.40	10.22	0.0936	0.0024	0.0960
1020-002	0.2929	3.64	0.3879	4.03	0.39	10.19	0.0914	0.0024	0.0938
1020-003	0.6214	5.85	0.3517	3.61	0.34	10.12	0.0799	0.0021	0.0820
1020-004	0.3630	3.90	0.4521	4.11	0.30	10.06	0.0706	0.0018	0.0724
1021-015	25.2744	4.15	15.9454	3.32	16.38	15.12	3.2910	0.0876	3.3786
1022-000	9.3080	2.73	22.1177	5.07	18.68	15.60	4.4242	0.0999	4.5241
1023-000	2.8234	5.70	4.0555	7.33	2.62	12.66	0.5645	0.0159	0.5804
1023-001	0.9832	3.39	0.2481	1.32	0.30	11.14	0.0679	0.0018	0.0697
1023-002	0.3495	1.66	0.3270	1.59	0.29	11.03	0.0659	0.0018	0.0677
1023-003	0.3137	1.42	0.7044	2.46	0.22	10.82	0.0504	0.0013	0.0517
1023-004	0.3983	1.60	0.1285	0.73	0.19	10.59	0.0439	0.0012	0.0451
1023-005	1.1209	2.83	1.1852	2.93	0.13	10.16	0.0305	0.0008	0.0313
1023-007	1.0325	3.41	1.0563	3.46	0.27	10.46	0.0626	0.0016	0.0642
1023-008	1.1323	3.11	1.0508	2.96	0.17	10.28	0.0397	0.0010	0.0407
1023-009	2.8729	7.01	3.1514	6.17	1.83	12.64	0.3945	0.0111	0.4056
1023-010	0.7195	2.42	0.6739	2.32	0.20	10.70	0.0460	0.0012	0.0472
1023-011	0.2071	1.92	0.1239	1.05	0.11	10.44	0.0255	0.0007	0.0262

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
1029-010	0.4185	1.50	0.3475	1.32	0.14	10.55	0.0324	0.0009	0.0333
1029-011	0.2107	0.85	0.2553	0.96	0.10	10.29	0.0233	0.0006	0.0239
1029-012	0.0690	0.43	0.1004	0.72	0.43	16.26	0.0839	0.0026	0.0865
1029-013	0.0816	0.59	0.1027	0.73	0.41	15.73	0.0811	0.0025	0.0836
1029-014	0.5862	2.96	0.6241	2.91	0.59	10.93	0.1346	0.0036	0.1382
1029-015	0.5980	1.13	0.5584	1.08	0.03	10.43	0.0070	0.0002	0.0072
1029-016	0.3635	1.20	0.2318	0.88	0.10	12.37	0.0217	0.0006	0.0223
1029-017	0.5537	2.31	0.5942	2.28	0.30	10.63	0.0692	0.0018	0.0710
1029-018	0.1793	0.98	0.2668	0.98	0.02	10.30	0.0047	0.0001	0.0048
1029-019	0.6089	2.17	0.6979	2.22	0.20	10.51	0.0463	0.0012	0.0475
1029-021	0.5477	1.61	0.5719	1.55	0.10	10.41	0.0232	0.0006	0.0238
1029-023	0.4979	1.62	0.2669	1.06	0.14	14.72	0.0284	0.0009	0.0293
1029-024	0.3464	0.96	0.2435	0.76	0.06	14.57	0.0122	0.0004	0.0126
1029-025	0.2651	0.76	0.1019	0.40	0.05	13.72	0.0104	0.0003	0.0107
1029-026	0.3249	0.51	0.1633	0.32	0.01	12.18	0.0022	0.0001	0.0023
1029-027	0.7799	3.23	0.7390	3.11	0.42	11.45	0.0941	0.0026	0.0967
1029-028	0.6202	2.70	0.4475	2.50	0.39	11.38	0.0876	0.0024	0.0900
1029-029	0.0404	0.52	0.2383	1.57	0.06	10.10	0.0141	0.0004	0.0145
1029-030	0.3863	1.00	0.1739	0.59	0.05	11.44	0.0112	0.0003	0.0115
1029-031	0.0391	0.20	0.2856	0.76	0.04	10.94	0.0091	0.0002	0.0093
1030-000	1.6455	3.39	1.7572	3.55	1.57	11.28	0.3538	0.0095	0.3633
1030-001	0.4155	2.69	0.3725	2.48	1.00	11.07	0.2270	0.0061	0.2331
1030-002	0.0718	0.45	0.3638	2.07	0.95	10.80	0.2177	0.0058	0.2235
1030-003	0.5818	3.33	0.1465	0.92	0.88	10.56	0.2034	0.0053	0.2087
1030-008	0.5642	2.71	0.6937	3.12	0.47	10.50	0.1089	0.0029	0.1118
1030-011	0.8295	3.38	0.8685	3.48	0.41	10.41	0.0953	0.0025	0.0978
1030-012	0.4543	4.80	0.3112	3.70	0.36	10.36	0.0838	0.0022	0.0860
1030-013	0.1846	1.67	0.1634	1.54	0.09	10.17	0.0211	0.0005	0.0216
1030-014	0.3786	4.13	0.4200	4.44	0.33	10.16	0.0774	0.0020	0.0794
1030-015	1.0801	3.91	0.4651	2.80	0.37	10.23	0.0865	0.0022	0.0887
1031-000	0.5869	2.98	0.5270	2.77	0.60	10.84	0.1373	0.0036	0.1409
1031-001	0.2464	1.02	0.3406	1.27	0.13	10.59	0.0300	0.0008	0.0308
1031-002	0.1633	0.57	0.2682	0.79	0.05	10.23	0.0117	0.0003	0.0120
1031-003	0.1934	1.19	0.1243	0.89	0.03	10.19	0.0070	0.0002	0.0072
1031-005	0.4701	2.20	0.3147	1.67	0.36	10.12	0.0846	0.0022	0.0868
1031-100	0.5509	1.80	0.3448	1.31	0.14	10.61	0.0323	0.0009	0.0332
1032-000	5.8867	2.39	6.2839	2.49	2.56	11.88	0.5654	0.0156	0.5810
1033-000	0.3635	1.82	0.8910	3.35	0.35	10.72	0.0804	0.0021	0.0825
1033-003	0.3947	1.29	0.3635	1.22	0.10	10.24	0.0234	0.0006	0.0240
1033-004	0.3828	1.87	0.3958	1.91	0.34	10.71	0.0782	0.0021	0.0803
1033-100	0.6190	1.47	0.6435	1.51	0.06	10.24	0.0140	0.0004	0.0144
1034-000	9.3068	3.40	6.6685	2.74	3.04	12.18	0.6649	0.0185	0.6834
1034-001	0.1509	0.54	0.2077	0.86	0.05	10.43	0.0116	0.0003	0.0119
1034-002	0.1218	0.39	0.2710	0.67	0.03	10.32	0.0070	0.0002	0.0072
1034-100	0.1806	0.35	0.2712	0.46	0.01	10.37	0.0023	0.0001	0.0024
1035-001	0.4414	0.91	0.1315	0.34	0.03	11.98	0.0066	0.0002	0.0068
1036-000	0.1522	0.97	0.4617	2.13	0.34	10.62	0.0784	0.0021	0.0805
1036-001	0.4934	2.00	0.4731	1.94	0.24	10.38	0.0558	0.0015	0.0573
1036-002	1.6204	5.01	0.4879	2.23	0.35	10.63	0.0807	0.0021	0.0828
1037-000	13.1436	2.98	9.3042	2.01	22.31	16.43	5.1758	0.1193	5.2951

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
1037-001	4.7811	1.63	6.3469	2.02	19.14	15.86	4.5034	0.1023	4.6057
1038-000	0.9640	3.37	1.6887	5.04	2.06	12.18	0.4506	0.0125	0.4631
1038-001	0.3592	2.93	0.2869	2.10	0.13	10.80	0.0298	0.0008	0.0306
1038-003	0.2458	3.89	0.2772	3.94	0.82	10.92	0.1871	0.0050	0.1921
1038-004	0.1767	2.90	0.2383	3.45	0.75	10.82	0.1717	0.0046	0.1763
1038-005	0.0720	0.97	0.0596	0.78	0.13	10.64	0.0300	0.0008	0.0308
1038-006	0.0308	0.44	0.1762	2.70	0.50	10.46	0.1160	0.0030	0.1190
1038-007	0.7059	3.89	0.7406	4.03	0.98	11.88	0.2164	0.0060	0.2224
1038-008	0.7348	4.00	0.7395	4.01	0.97	11.83	0.2146	0.0059	0.2205
1038-009	0.6415	3.60	0.6482	3.63	0.94	11.79	0.2082	0.0057	0.2139
1038-010	0.0284	0.29	0.1265	0.71	0.02	10.47	0.0046	0.0001	0.0047
1038-011	0.5533	3.17	0.4628	2.79	0.87	11.66	0.1935	0.0053	0.1988
1038-012	0.2136	1.51	0.0604	0.59	0.05	10.57	0.0116	0.0003	0.0119
1038-013	0.6585	3.51	0.6785	3.59	0.81	11.60	0.1806	0.0049	0.1855
1038-014	0.1381	1.94	0.2323	2.55	0.28	10.23	0.0655	0.0017	0.0672
1038-015	0.1985	1.21	0.2102	1.14	0.03	10.15	0.0070	0.0002	0.0072
1038-018	0.2269	2.09	0.2464	2.01	0.12	10.77	0.0275	0.0007	0.0282
1038-020	0.6653	2.09	0.5687	1.88	0.15	10.73	0.0345	0.0009	0.0354
1038-021	0.6405	2.27	0.8789	2.80	0.21	10.95	0.0479	0.0013	0.0492
1038-022	0.1243	2.03	0.1385	2.22	0.48	10.32	0.1119	0.0029	0.1148
1038-023	0.9662	3.29	1.2200	3.89	1.85	12.01	0.4069	0.0112	0.4181
1038-024	0.2000	0.83	0.1313	0.57	0.01	10.07	0.0024	0.0001	0.0025
1038-025	0.4219	2.64	0.4618	2.82	0.91	11.76	0.2018	0.0055	0.2073
1038-026	0.2503	3.10	0.2240	2.61	0.33	10.36	0.0768	0.0020	0.0788
1038-123	0.0856	1.21	0.0351	0.50	0.18	10.25	0.0421	0.0011	0.0432
1039-000	2.5841	5.32	2.5872	3.53	7.59	17.62	1.4343	0.0461	1.4804
1039-100	1.2669	2.82	1.6742	3.52	5.31	17.38	1.0090	0.0323	1.0413
1039-101	0.8393	1.67	1.6225	3.42	5.16	17.14	0.9860	0.0313	1.0173
1039-102	2.3300	4.46	3.2288	5.65	5.08	16.87	0.9769	0.0309	1.0078
1039-103	0.3205	1.12	0.1579	0.69	0.10	10.97	0.0228	0.0006	0.0234
1040-000	0.7408	1.61	0.5534	1.32	0.33	13.14	0.0701	0.0020	0.0721
1040-002	0.1204	0.87	0.0753	0.64	0.03	10.39	0.0070	0.0002	0.0072
1040-003	0.2603	2.09	0.0563	0.73	0.09	10.79	0.0206	0.0005	0.0211
1040-004	1.2724	2.62	0.8520	2.38	0.46	11.47	0.1030	0.0028	0.1058
1040-005	0.3401	1.09	0.2193	0.81	0.08	10.42	0.0186	0.0005	0.0191
1040-006	0.2746	1.41	0.2589	1.35	0.06	10.19	0.0141	0.0004	0.0145
1040-007	0.7661	1.67	0.5707	1.37	0.35	13.18	0.0742	0.0021	0.0763
1040-100	1.3862	2.51	0.6578	1.80	0.33	11.07	0.0749	0.0020	0.0769
1040-101	0.2016	1.34	0.0491	0.52	0.04	10.61	0.0092	0.0002	0.0094
1042-000	0.2638	2.07	0.7992	3.30	0.09	12.30	0.0196	0.0005	0.0201
1042-001	0.2868	0.93	0.1236	0.73	0.04	10.29	0.0093	0.0002	0.0095
1043-002	0.2030	1.32	0.3876	2.11	0.50	11.18	0.1130	0.0030	0.1160
1043-003	0.3929	1.90	0.3348	1.70	0.34	10.88	0.0777	0.0021	0.0798
1043-004	0.6465	0.95	0.4082	0.83	0.08	10.35	0.0186	0.0005	0.0191
1043-005	0.6833	3.16	0.2814	1.70	0.52	11.23	0.1174	0.0032	0.1206
1044-001	1.4029	1.51	1.0287	1.23	0.07	10.23	0.0164	0.0004	0.0168
1046-001	0.1831	2.59	0.2233	3.14	1.02	10.17	0.2391	0.0062	0.2453
1047-000	5.3047	0.81	40.2549	3.97	31.95	18.38	7.0853	0.1553	7.2406
1048-000	1.1621	2.25	0.9970	1.87	0.93	12.47	0.2016	0.0056	0.2072
1048-001	0.4216	1.25	0.5241	1.45	0.08	10.29	0.0187	0.0005	0.0192

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
1048-002	1.4322	2.31	0.7520	1.48	0.62	11.40	0.1391	0.0038	0.1429
1048-003	0.3505	1.27	0.5270	1.66	0.12	10.39	0.0279	0.0007	0.0286
1049-000	6.6856	1.01	155.6734	9.72	33.29	18.54	7.3566	0.1618	7.5184
1049-002	0.4280	1.07	0.1556	0.55	0.05	10.97	0.0114	0.0003	0.0117
1109-000	0.9855	3.03	1.0996	2.76	1.29	11.39	0.2896	0.0078	0.2974
1140-000	0.4736	0.94	1.6019	2.58	8.52	17.94	1.5984	0.0518	1.6502
1140-100	2.0490	4.46	2.7776	5.29	7.65	17.66	1.4443	0.0465	1.4908
1501-000	1.9922	4.36	1.8436	4.14	0.85	10.81	0.1947	0.0052	0.1999
1501-001	1.4103	3.21	1.3003	3.04	0.68	10.76	0.1560	0.0041	0.1601
1501-002	2.6803	3.24	2.5501	3.14	0.19	10.68	0.0437	0.0012	0.0449
1501-003	1.7991	2.01	1.7035	2.33	0.10	10.16	0.0235	0.0006	0.0241
1501-006	2.3394	4.02	2.3569	4.04	0.47	10.57	0.1086	0.0029	0.1115
1501-007	1.9655	3.51	1.9738	3.52	0.44	10.46	0.1021	0.0027	0.1048
1501-008	0.9648	2.55	0.6911	2.05	0.13	10.46	0.0302	0.0008	0.0310
1501-012	1.9678	2.79	0.6074	2.15	0.22	10.27	0.0514	0.0013	0.0527
1501-015	0.4654	0.83	0.3365	0.67	0.02	10.50	0.0046	0.0001	0.0047
1501-016	1.0097	2.77	1.3299	3.33	0.15	10.06	0.0353	0.0009	0.0362
1502-000	0.9801	4.50	1.1572	4.23	0.74	11.59	0.1650	0.0045	0.1695
1502-100	2.4534	4.79	2.1051	4.31	0.75	11.62	0.1671	0.0046	0.1717
1503-000	1.6010	4.66	2.6119	5.51	1.77	11.74	0.3927	0.0108	0.4035
1503-001	0.7233	2.11	0.7252	2.11	0.13	10.49	0.0301	0.0008	0.0309
1504-000	0.4221	1.71	0.6972	2.24	1.93	11.89	0.4261	0.0117	0.4378
1506-000	1.5823	5.15	3.1469	7.04	2.58	11.91	0.5693	0.0157	0.5850
1506-001	1.3213	0.93	0.8958	0.87	0.02	10.18	0.0047	0.0001	0.0048
1506-100	3.4701	5.09	2.0688	3.53	2.63	11.99	0.5788	0.0160	0.5948
1507-000	1.3155	4.71	1.3637	4.84	3.08	12.33	0.6705	0.0187	0.6892
1508-000	1.0350	4.15	1.0005	4.03	4.06	12.66	0.8748	0.0247	0.8995
1508-001	0.4548	2.28	0.3430	1.87	0.45	11.31	0.1013	0.0027	0.1040
1508-002	0.1996	0.64	0.3213	0.89	0.05	11.09	0.0113	0.0003	0.0116
1508-003	0.5970	0.76	0.1318	0.29	0.01	10.49	0.0023	0.0001	0.0024
1508-004	0.6151	2.66	0.7335	3.00	0.37	10.66	0.0852	0.0022	0.0874
1508-006	0.5703	2.48	0.5515	2.43	0.35	10.56	0.0809	0.0021	0.0830
1508-007	0.6560	2.52	0.6414	2.48	0.27	10.32	0.0629	0.0016	0.0645
1508-100	1.1117	0.66	1.3892	0.91	0.01	10.23	0.0023	0.0001	0.0024
1509-000	1.5789	3.61	1.6698	3.75	0.81	12.34	0.1763	0.0049	0.1812
1509-002	1.4228	1.72	0.7747	0.96	0.10	10.62	0.0231	0.0006	0.0237
1509-003	1.9025	3.71	1.6040	3.30	0.59	12.11	0.1293	0.0036	0.1329
1509-005	1.2467	2.24	1.5411	2.59	0.29	10.78	0.0665	0.0018	0.0683
1509-006	0.6886	2.58	0.2014	1.11	0.28	12.05	0.0615	0.0017	0.0632
1509-007	0.7003	2.28	0.7609	2.41	0.18	11.23	0.0406	0.0011	0.0417
1509-009	0.9733	2.26	0.6785	1.78	0.09	10.50	0.0208	0.0005	0.0213
1509-012	0.8077	1.37	0.7513	1.31	0.03	10.33	0.0070	0.0002	0.0072
1509-013	0.3430	2.86	0.1152	1.36	0.13	10.11	0.0305	0.0008	0.0313
1509-014	0.2515	0.96	0.0498	0.33	0.01	10.84	0.0023	0.0001	0.0024
1510-001	1.3260	2.60	1.4804	2.80	0.40	10.83	0.0915	0.0024	0.0939
1510-002	0.2333	1.95	0.2849	1.72	0.09	10.33	0.0210	0.0005	0.0215
1510-003	0.7951	2.92	0.8630	3.09	0.29	10.78	0.0665	0.0018	0.0683
1510-004	1.0949	2.91	1.0932	2.90	0.15	10.55	0.0347	0.0009	0.0356
1510-005	0.8198	1.65	0.1141	0.45	0.05	10.44	0.0116	0.0003	0.0119
1510-007	0.5692	1.74	0.2767	1.08	0.12	10.70	0.0276	0.0007	0.0283

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
1510-010	1.2915	2.91	1.2401	2.83	0.61	11.15	0.1381	0.0037	0.1418
1511-000	1.5694	3.62	1.3188	3.21	0.83	12.54	0.1795	0.0050	0.1845
1511-001	0.6502	3.50	0.2296	1.63	0.85	12.63	0.1833	0.0052	0.1885
1512-002	1.8039	3.80	1.8099	3.81	5.19	13.00	1.1068	0.0315	1.1383
1512-003	1.5233	4.15	1.2664	3.78	4.15	12.75	0.8917	0.0252	0.9169
1513-000	0.8406	1.95	0.7374	1.79	0.45	12.03	0.0989	0.0027	0.1016
1513-001	1.3316	2.35	1.3678	2.40	0.30	11.43	0.0673	0.0018	0.0691
1513-002	1.2783	2.10	0.9371	1.71	0.23	11.20	0.0520	0.0014	0.0534
1513-003	0.3181	1.18	0.4989	1.60	0.12	10.53	0.0278	0.0007	0.0285
1513-004	0.4357	1.22	0.5664	1.45	0.07	10.87	0.0160	0.0004	0.0164
1513-005	0.9363	3.08	0.9367	3.08	1.60	12.15	0.3503	0.0097	0.3600
1513-006	1.0612	2.21	1.0690	2.22	0.40	11.77	0.0887	0.0024	0.0911
1513-007	0.5014	1.19	0.4934	1.18	0.05	10.61	0.0115	0.0003	0.0118
1515-000	0.8985	3.02	0.9314	3.10	1.67	12.34	0.3634	0.0101	0.3735
1516-000	0.4124	1.96	0.3331	1.69	0.34	11.14	0.0770	0.0021	0.0791
1516-001	0.5742	2.12	0.9057	2.88	0.21	10.48	0.0487	0.0013	0.0500
1516-002	0.2692	2.74	0.4134	2.83	0.19	10.45	0.0441	0.0012	0.0453
1516-003	0.3072	2.65	0.4066	3.20	0.13	10.20	0.0304	0.0008	0.0312
1516-004	0.3680	2.91	0.3551	2.85	0.12	10.17	0.0281	0.0007	0.0288
1516-005	0.3871	2.63	0.3754	2.58	0.08	10.08	0.0188	0.0005	0.0193
1516-006	0.7282	1.28	0.3709	1.07	0.03	10.34	0.0070	0.0002	0.0072
1516-007	0.5541	2.18	0.6027	2.31	0.25	10.67	0.0575	0.0015	0.0590
1516-008	0.3314	2.86	0.3149	2.76	0.14	10.26	0.0327	0.0009	0.0336
1516-009	0.4304	1.92	0.3031	1.51	0.29	10.94	0.0661	0.0018	0.0679
1517-000	1.2484	4.04	1.6908	5.02	2.03	12.40	0.4409	0.0123	0.4532
1518-000	0.8285	2.36	0.7831	2.27	0.85	11.54	0.1898	0.0052	0.1950
1518-002	0.5318	1.62	0.4198	1.38	0.11	10.69	0.0253	0.0007	0.0260
1518-003	0.1758	1.12	0.1377	0.95	0.03	10.15	0.0070	0.0002	0.0072
1518-004	0.3103	0.73	0.4558	0.94	0.03	10.37	0.0070	0.0002	0.0072
1519-001	1.2887	3.42	0.8981	2.66	1.04	11.54	0.2323	0.0063	0.2386
1519-002	0.1956	0.80	0.6932	2.10	0.87	11.34	0.1956	0.0053	0.2009
1519-003	1.2723	2.90	1.3646	3.03	0.11	10.33	0.0256	0.0007	0.0263
1519-004	0.4266	1.27	0.7685	1.87	0.08	10.22	0.0187	0.0005	0.0192
1519-005	0.5796	1.61	0.4152	1.29	0.09	10.29	0.0210	0.0005	0.0215
1519-006	0.5524	1.85	0.4810	1.69	0.15	10.40	0.0349	0.0009	0.0358
1519-007	0.4577	1.81	0.5194	1.98	0.21	10.61	0.0484	0.0013	0.0497
1519-008	0.7925	2.29	0.6273	2.28	0.84	11.19	0.1899	0.0051	0.1950
1519-009	1.3546	3.25	0.9590	3.03	0.77	10.93	0.1756	0.0047	0.1803
1519-010	0.9597	1.98	0.8177	2.12	0.34	10.86	0.0777	0.0021	0.0798
1519-011	1.5123	1.85	1.3306	2.04	0.11	10.42	0.0256	0.0007	0.0263
1519-012	0.9724	2.43	0.9137	2.33	0.11	10.23	0.0257	0.0007	0.0264
1519-013	0.7915	2.36	0.8031	2.38	0.15	10.22	0.0351	0.0009	0.0360
1519-014	0.9535	2.37	1.1493	2.69	0.62	11.55	0.1384	0.0038	0.1422
1519-016	1.1272	2.07	0.7044	1.50	0.28	11.05	0.0636	0.0017	0.0653
1519-020	0.9446	2.74	0.9384	2.73	1.02	11.43	0.2287	0.0062	0.2349
1519-021	0.9695	3.71	0.8910	3.50	0.40	10.72	0.0919	0.0024	0.0943
1519-022	1.3457	2.51	0.9369	2.34	0.35	10.88	0.0800	0.0021	0.0821
1520-000	0.8271	2.93	1.4813	4.33	4.62	12.48	1.0010	0.0281	1.0291
1521-000	1.0113	2.74	0.8648	2.46	0.88	11.68	0.1956	0.0053	0.2009
1521-001	0.9559	2.30	1.0536	2.46	0.56	11.49	0.1253	0.0034	0.1287



관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
1521-002	1.2429	2.24	0.9882	1.92	0.29	10.95	0.0661	0.0018	0.0679
1522-000	5.3650	4.59	2.4268	2.45	10.95	13.56	2.2968	0.0585	2.3553
1523-000	0.7649	2.13	0.7055	2.01	0.73	12.03	0.1604	0.0044	0.1648
1523-001	0.6095	1.59	0.5888	1.55	0.46	11.48	0.1029	0.0028	0.1057
1523-002	0.3779	0.99	0.3785	0.83	0.05	10.41	0.0116	0.0003	0.0119
1523-004	0.0737	1.21	0.0638	0.90	0.31	11.10	0.0703	0.0019	0.0722
1523-005	0.0725	1.02	0.1418	1.49	0.15	10.40	0.0349	0.0009	0.0358
1523-006	0.5707	1.60	0.4354	1.33	0.56	11.71	0.1244	0.0034	0.1278
1524-000	2.5017	2.52	3.0213	2.99	11.80	13.95	2.4476	0.0631	2.5107
1525-000	2.4629	2.48	4.5094	4.11	12.00	14.20	2.4717	0.0642	2.5359
1525-001	0.8301	1.12	0.6932	0.99	0.08	10.62	0.0184	0.0005	0.0189
1526-000	1.0485	2.90	1.0472	2.90	0.96	11.23	0.2167	0.0058	0.2225
1526-001	0.5193	1.93	0.5270	1.95	0.20	11.25	0.0451	0.0012	0.0463
1526-002	0.0542	0.23	0.2215	0.59	0.03	10.40	0.0070	0.0002	0.0072
1526-003	0.4231	1.34	0.2177	0.86	0.10	10.87	0.0229	0.0006	0.0235
1526-004	0.8035	2.22	0.7589	2.13	0.73	11.05	0.1658	0.0044	0.1702
1526-005	1.0128	1.37	1.0558	1.41	0.10	10.68	0.0230	0.0006	0.0236
1526-007	1.5211	1.02	1.5588	1.04	0.02	10.36	0.0047	0.0001	0.0048
1526-008	0.3994	0.95	0.1566	0.51	0.04	11.02	0.0091	0.0002	0.0093
1526-009	1.0534	2.45	1.0511	2.44	0.54	10.74	0.1240	0.0033	0.1273
1526-010	0.4930	1.26	0.1333	0.52	0.06	10.69	0.0138	0.0004	0.0142
1526-011	0.6148	2.57	0.7461	2.93	0.33	10.47	0.0765	0.0020	0.0785
1526-013	0.8071	2.43	1.3403	3.47	0.99	11.31	0.2228	0.0060	0.2288
1528-001	0.3310	1.06	0.3886	1.38	0.08	11.07	0.0182	0.0005	0.0187
1528-004	0.4070	1.32	0.1715	0.86	0.10	10.46	0.0232	0.0006	0.0238
1528-006	0.1394	0.47	0.1240	0.51	0.04	10.89	0.0091	0.0002	0.0093
1528-007	0.5607	1.82	0.4130	1.74	0.14	10.59	0.0323	0.0009	0.0332
1528-008	0.2640	1.32	0.2211	1.17	0.26	11.37	0.0584	0.0016	0.0600
1528-009	0.0935	0.64	0.0735	0.55	0.02	10.33	0.0047	0.0001	0.0048
1529-000	0.7874	2.03	1.0971	2.58	1.69	12.01	0.3717	0.0103	0.3820
1529-001	0.7186	2.38	1.3403	3.70	1.23	11.41	0.2759	0.0075	0.2834
1530-000	1.7306	0.98	4.5530	2.79	15.40	14.96	3.1072	0.0823	3.1895
1530-003	0.1615	0.56	0.2177	0.81	0.33	12.50	0.0715	0.0020	0.0735
1530-004	0.4501	1.57	0.2361	1.01	0.14	10.85	0.0320	0.0009	0.0329
1530-006	0.7578	2.16	0.5898	2.13	0.81	12.89	0.1733	0.0049	0.1782
1530-007	0.8195	2.02	0.5575	1.56	0.09	10.60	0.0208	0.0005	0.0213
1530-008	0.5458	1.60	0.4621	1.43	0.10	10.59	0.0231	0.0006	0.0237
1530-100	1.1923	3.96	0.1618	1.00	0.34	12.55	0.0735	0.0021	0.0756
1530-101	1.2568	3.17	0.2296	1.02	0.15	10.90	0.0342	0.0009	0.0351
1530-102	1.4937	6.13	0.3250	2.10	0.82	12.92	0.1753	0.0050	0.1803
1530-103	0.4216	1.07	0.5432	1.26	0.05	10.48	0.0116	0.0003	0.0119
1530-104	0.4489	1.25	0.4591	1.27	0.07	10.45	0.0162	0.0004	0.0166
1531-000	0.3275	1.27	0.5823	1.96	1.07	12.02	0.2352	0.0065	0.2417
1531-001	0.7343	2.06	0.7698	2.12	0.71	11.71	0.1577	0.0043	0.1620
1531-002	0.0054	0.03	0.5670	1.21	0.07	10.59	0.0162	0.0004	0.0166
1531-003	0.3986	2.28	0.4053	1.95	0.61	11.23	0.1377	0.0037	0.1414
1531-005	0.5762	1.31	0.6506	1.42	0.05	10.41	0.0116	0.0003	0.0119
1531-100	0.9890	2.05	1.0690	2.16	0.36	11.05	0.0818	0.0022	0.0840
1531-101	0.3197	1.08	0.3499	1.15	0.09	10.57	0.0208	0.0005	0.0213
1531-102	0.1061	0.45	0.3654	1.03	0.06	10.47	0.0139	0.0004	0.0143

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
1531-103	0.0127	0.04	0.6439	2.11	1.08	12.11	0.2368	0.0066	0.2434
1532-000	0.4434	0.49	4.2007	2.22	1.93	13.48	0.4058	0.0117	0.4175
1532-001	0.5737	1.21	0.5430	1.16	0.22	11.43	0.0493	0.0013	0.0506
1532-002	0.2995	1.19	0.4753	1.36	0.14	10.97	0.0319	0.0009	0.0328
1532-004	0.6979	1.83	0.8347	2.07	0.55	12.23	0.1201	0.0033	0.1234
1532-005	1.5040	2.50	1.5378	2.53	0.28	11.49	0.0626	0.0017	0.0643
1532-006	1.3495	2.15	1.2167	2.00	0.22	11.22	0.0497	0.0013	0.0510
1532-008	0.0655	0.22	0.1604	0.41	0.02	11.11	0.0045	0.0001	0.0046
1532-009	0.1546	1.11	0.2814	1.75	0.62	13.05	0.1320	0.0038	0.1358
1532-100	0.8970	0.83	0.7122	0.72	0.03	11.18	0.0068	0.0002	0.0070
1532-104	0.6468	1.86	0.8320	2.22	0.70	12.47	0.1517	0.0043	0.1560
1533-000	0.3738	2.09	0.3170	2.13	0.54	11.46	0.1209	0.0033	0.1242
1533-001	0.2185	2.20	0.2086	2.31	0.42	11.31	0.0945	0.0026	0.0971
1533-005	0.3982	1.87	0.4435	2.01	0.32	11.50	0.0716	0.0019	0.0735
1533-006	0.1944	0.71	0.0655	0.33	0.07	11.37	0.0157	0.0004	0.0161
1533-007	0.2558	1.70	0.2568	1.54	0.05	10.36	0.0116	0.0003	0.0119
1533-008	0.0444	0.46	0.0914	1.07	0.32	11.25	0.0722	0.0019	0.0741
1533-009	0.1120	0.65	0.2067	1.00	0.18	11.19	0.0407	0.0011	0.0418
1533-010	0.3241	1.13	0.3725	1.24	0.10	10.59	0.0231	0.0006	0.0237
1533-012	0.5419	1.17	0.6525	1.32	0.04	10.27	0.0093	0.0002	0.0095
1533-013	0.2319	1.43	0.2150	1.50	0.09	10.60	0.0208	0.0005	0.0213
1533-014	0.3223	1.46	0.2356	1.31	0.05	10.38	0.0116	0.0003	0.0119
1533-015	0.1504	1.40	0.2213	1.64	0.08	10.38	0.0186	0.0005	0.0191
1533-016	0.2469	1.66	0.2498	1.52	0.05	10.20	0.0117	0.0003	0.0120
1533-017	0.1137	1.15	0.2356	1.92	0.22	10.96	0.0501	0.0013	0.0514
1533-018	0.1444	1.54	0.1452	1.55	0.12	10.79	0.0275	0.0007	0.0282
1533-021	0.0796	0.66	0.0854	0.69	0.03	10.42	0.0070	0.0002	0.0072
1533-022	0.2577	1.24	0.2264	1.14	0.02	10.20	0.0047	0.0001	0.0048
1533-100	0.1187	0.75	0.1114	0.72	0.02	10.25	0.0047	0.0001	0.0048
1533-101	0.1468	1.37	0.1431	1.35	0.08	10.54	0.0185	0.0005	0.0190
1533-102	0.1008	1.00	0.2338	1.79	0.18	10.88	0.0411	0.0011	0.0422
1533-104	0.6318	1.56	0.3083	0.97	0.07	10.33	0.0163	0.0004	0.0167
1533-105	0.3194	1.24	0.2973	1.19	0.14	10.89	0.0320	0.0009	0.0329
1533-106	0.1530	0.50	0.1218	0.43	0.04	10.50	0.0093	0.0002	0.0095
1533-107	0.2107	0.91	0.6300	1.90	0.13	11.40	0.0292	0.0008	0.0300
1534-001	0.2175	0.40	0.2296	0.41	0.01	10.72	0.0023	0.0001	0.0024
1534-002	0.1819	0.55	0.0473	0.22	0.04	12.36	0.0087	0.0002	0.0089
1534-003	0.2421	1.55	0.2435	1.55	0.56	11.54	0.1251	0.0034	0.1285
1534-100	0.2123	0.79	0.4724	1.35	0.08	10.46	0.0186	0.0005	0.0191
1534-101	0.3098	0.87	0.4748	1.16	0.05	10.27	0.0117	0.0003	0.0120
1535-000	10.2293	3.10	6.3745	2.26	17.69	15.56	3.5138	0.0946	3.6084
1536-000	0.4104	2.07	0.4814	2.31	0.43	12.40	0.0934	0.0026	0.0960
1536-001	0.4867	0.95	0.3538	0.77	0.15	11.59	0.0334	0.0009	0.0343
1536-002	1.9569	2.46	0.5773	1.30	0.16	11.63	0.0356	0.0010	0.0366
1537-000	10.2293	3.12	9.5999	3.10	18.22	15.85	3.5925	0.0974	3.6899
1538-000	0.6148	1.73	0.7204	1.76	0.60	11.62	0.1337	0.0036	0.1373
1538-001	0.4316	1.49	0.3928	1.40	0.13	10.59	0.0300	0.0008	0.0308
1538-002	0.4168	0.98	0.3982	0.95	0.04	10.24	0.0094	0.0002	0.0096
1538-004	0.4287	1.95	0.3604	1.73	0.31	11.22	0.0700	0.0019	0.0719
1538-005	0.5795	2.28	0.5550	2.21	0.26	10.73	0.0597	0.0016	0.0613

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
1538-006	0.6463	2.01	0.5389	1.78	0.14	10.22	0.0328	0.0009	0.0337
1538-100	0.0917	0.43	0.3202	1.00	0.07	10.38	0.0163	0.0004	0.0167
1538-101	0.4281	2.15	0.2533	1.49	0.43	11.42	0.0964	0.0026	0.0990
1538-102	0.3934	1.66	0.4032	1.69	0.22	10.61	0.0507	0.0013	0.0520
1539-000	0.8373	1.72	0.3867	0.92	0.83	12.68	0.1787	0.0050	0.1837
1539-001	0.2511	0.44	0.3163	0.51	0.01	10.59	0.0023	0.0001	0.0024
1539-002	0.5100	0.89	0.2305	0.52	0.11	11.81	0.0244	0.0007	0.0251
1539-100	0.4924	1.18	0.6577	1.45	0.81	12.30	0.1765	0.0049	0.1814
1540-000	0.3792	2.29	0.3616	2.21	0.74	12.68	0.1593	0.0045	0.1638
1540-001	0.5893	2.80	0.5888	2.80	0.50	12.00	0.1100	0.0030	0.1130
1540-002	0.4346	2.12	0.3944	1.98	0.40	11.81	0.0885	0.0024	0.0909
1540-003	0.1998	0.99	0.2231	1.07	0.19	11.37	0.0427	0.0012	0.0439
1540-004	0.4741	1.35	0.3407	1.08	0.08	10.65	0.0184	0.0005	0.0189
1540-006	1.0380	2.88	0.8591	2.54	0.16	10.18	0.0375	0.0010	0.0385
1540-100	0.2892	1.80	0.2047	1.40	0.63	12.38	0.1369	0.0038	0.1407
1541-000	0.0414	0.07	1.7050	2.16	1.83	13.69	0.3824	0.0111	0.3935
1541-002	0.4336	2.49	0.4096	2.39	0.69	12.04	0.1516	0.0042	0.1558
1541-003	2.2568	1.11	0.4996	0.40	0.12	12.13	0.0263	0.0007	0.0270
1541-101	0.3614	2.11	0.3295	1.98	0.61	11.80	0.1351	0.0037	0.1388
1541-103	0.4465	2.13	0.4663	2.19	0.37	10.93	0.0844	0.0022	0.0866
1541-104	0.4731	1.15	0.4972	1.19	0.05	10.59	0.0115	0.0003	0.0118
1541-105	1.6483	6.50	0.3982	2.42	0.78	12.05	0.1713	0.0047	0.1760
1541-106	1.6849	1.74	1.9815	1.94	0.89	12.85	0.1907	0.0054	0.1961
1541-107	1.7289	2.15	1.7030	2.13	1.70	13.01	0.3624	0.0103	0.3727
1541-108	1.6655	2.10	1.6521	2.09	1.74	13.25	0.3683	0.0106	0.3789
1541-109	1.2812	1.76	1.6521	2.10	1.79	13.48	0.3763	0.0109	0.3872
1542-000	0.2560	0.40	1.2239	1.90	2.78	14.29	0.5712	0.0169	0.5881
1542-100	2.2704	2.96	2.4522	3.12	2.68	13.79	0.5584	0.0163	0.5747
1542-101	0.0414	0.07	1.6859	2.39	2.67	13.73	0.5573	0.0162	0.5735
1543-000	0.2752	0.43	0.8634	1.53	3.55	14.73	0.7207	0.0216	0.7423
1543-001	0.6728	1.92	0.5302	1.62	0.71	12.56	0.1535	0.0043	0.1578
1543-002	0.5186	1.08	0.4518	0.98	0.19	10.96	0.0433	0.0012	0.0445
1543-003	0.2989	0.70	0.3033	0.70	0.16	11.79	0.0354	0.0010	0.0364
1543-005	0.2698	1.18	0.1660	0.84	0.17	11.18	0.0384	0.0010	0.0394
1543-006	0.2728	0.97	0.3599	1.17	0.09	10.57	0.0208	0.0005	0.0213
1543-100	0.4437	1.23	0.4871	1.31	0.42	12.28	0.0916	0.0026	0.0942
1544-000	1.2267	2.04	1.4349	2.29	3.69	14.93	0.7451	0.0224	0.7675
1544-001	0.3275	1.13	0.3982	1.28	0.10	11.47	0.0224	0.0006	0.0230
1544-002	0.1285	0.48	0.1499	0.53	0.05	11.17	0.0113	0.0003	0.0116
1544-003	0.0535	0.26	0.1563	0.55	0.05	10.84	0.0114	0.0003	0.0117
1545-000	0.6262	2.25	0.5988	2.18	1.46	11.59	0.3256	0.0089	0.3345
1545-001	0.5514	2.00	0.5317	1.95	0.19	10.41	0.0441	0.0012	0.0453
1545-003	0.6594	1.18	1.2346	1.80	0.15	10.27	0.0350	0.0009	0.0359
1545-005	0.7117	1.57	0.3848	1.03	0.31	10.99	0.0706	0.0019	0.0725
1545-006	0.9695	1.46	1.2193	1.70	0.13	10.30	0.0303	0.0008	0.0311
1545-007	0.5332	3.07	0.6540	2.99	0.84	11.22	0.1897	0.0051	0.1948
1545-008	0.5643	2.66	0.6006	2.78	0.45	10.75	0.1033	0.0027	0.1060
1545-009	0.2744	1.60	0.2962	1.69	0.44	10.72	0.1011	0.0027	0.1038
1545-010	0.7016	2.63	0.7567	2.77	0.27	10.36	0.0629	0.0016	0.0645
1545-100	0.7151	2.35	0.8014	2.55	1.18	11.32	0.2655	0.0072	0.2727

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
1545-101	0.7998	0.93	0.7784	1.18	0.01	10.10	0.0024	0.0001	0.0025
1546-000	0.7850	1.48	0.7738	1.46	0.21	11.01	0.0478	0.0013	0.0491
1546-001	0.4659	0.91	0.3071	0.69	0.14	10.93	0.0319	0.0009	0.0328
1546-002	0.8670	1.28	0.8218	1.24	0.11	10.40	0.0256	0.0007	0.0263
1546-003	0.2235	0.78	0.3771	1.11	0.07	10.51	0.0162	0.0004	0.0166
1546-004	0.2878	1.01	0.4642	1.39	0.09	10.47	0.0209	0.0005	0.0214
1547-000	0.7740	2.75	0.7441	2.67	1.72	11.79	0.3810	0.0104	0.3914
1547-001	0.2177	2.37	0.2226	2.41	0.19	10.51	0.0440	0.0012	0.0452
1547-002	0.0900	1.12	0.2503	2.25	0.12	10.38	0.0279	0.0007	0.0286
1547-003	0.1936	1.58	0.1261	1.19	0.07	10.30	0.0163	0.0004	0.0167
1548-000	0.6703	2.58	0.7792	2.90	2.12	12.35	0.4612	0.0129	0.4741
1548-100	0.8399	3.01	0.5465	2.17	1.96	12.01	0.4311	0.0119	0.4430
1548-101	0.1287	0.46	0.6313	2.45	2.05	12.15	0.4488	0.0125	0.4613
1549-000	1.2474	2.24	1.3374	2.39	5.87	15.20	1.1769	0.0357	1.2126
1550-000	0.1834	2.32	0.2905	2.90	0.26	10.38	0.0605	0.0016	0.0621
1551-000	0.5680	1.74	0.4964	1.58	0.75	11.89	0.1656	0.0046	0.1702
1551-001	0.2463	0.87	0.2857	0.96	0.08	10.54	0.0185	0.0005	0.0190
1551-002	0.3171	1.38	0.2904	1.30	0.20	11.19	0.0452	0.0012	0.0464
1551-003	0.1655	0.69	0.5210	1.49	0.09	10.94	0.0205	0.0005	0.0210
1551-004	0.0992	0.49	0.2631	0.95	0.09	10.57	0.0208	0.0005	0.0213
1551-005	0.0766	0.34	0.3224	0.90	0.05	10.29	0.0117	0.0003	0.0120
1551-100	0.5373	1.60	0.6023	1.73	0.63	11.50	0.1409	0.0038	0.1447
1551-101	0.1642	1.17	0.0607	0.47	0.04	10.74	0.0092	0.0002	0.0094
1551-103	0.1618	0.48	0.3745	0.83	0.03	10.25	0.0070	0.0002	0.0072
1551-104	0.4002	1.30	0.1986	0.81	0.10	10.61	0.0231	0.0006	0.0237
1552-000	1.2042	1.89	1.5725	2.80	6.69	15.44	1.3330	0.0406	1.3736
1554-000	0.3968	0.62	1.4985	2.49	6.92	15.70	1.3696	0.0420	1.4116
1555-000	0.3109	2.15	0.3246	1.91	0.99	11.63	0.2205	0.0060	0.2265
1555-001	0.8862	4.32	0.8358	4.14	0.79	10.97	0.1799	0.0048	0.1847
1555-002	0.2710	1.06	0.1923	0.84	0.12	10.79	0.0275	0.0007	0.0282
1555-003	0.8746	3.15	0.9361	3.30	0.30	10.60	0.0692	0.0018	0.0710
1555-004	0.3796	1.26	0.4035	1.31	0.10	10.47	0.0232	0.0006	0.0238
1555-005	0.3285	0.91	0.3713	0.98	0.05	10.38	0.0116	0.0003	0.0119
1555-101	0.2742	2.09	0.2644	2.04	0.08	10.22	0.0187	0.0005	0.0192
1556-000	1.1541	2.60	0.5683	1.66	1.54	12.35	0.3350	0.0094	0.3444
1556-001	0.5172	1.79	0.2332	1.04	0.16	11.33	0.0360	0.0010	0.0370
1556-002	0.4750	1.50	0.1813	0.78	0.11	11.08	0.0250	0.0007	0.0257
1556-003	0.7108	2.58	1.0782	3.41	0.25	10.75	0.0574	0.0015	0.0589
1556-004	1.3998	3.95	0.8570	2.85	0.23	10.69	0.0529	0.0014	0.0543
1556-005	0.7355	2.42	1.1864	3.32	0.19	10.65	0.0438	0.0012	0.0450
1556-006	1.0792	2.41	1.0212	2.33	0.09	10.59	0.0208	0.0005	0.0213
1556-100	0.4675	1.75	0.6032	2.11	1.28	11.85	0.2830	0.0078	0.2908
1556-101	0.4792	1.68	0.5741	1.91	1.01	11.76	0.2239	0.0061	0.2300
1557-000	0.7449	3.07	0.6389	2.77	0.39	10.93	0.0889	0.0024	0.0913
1557-001	0.2427	1.08	0.5358	1.85	0.16	10.61	0.0369	0.0010	0.0379
1557-003	0.0624	0.34	0.2966	0.99	0.08	10.30	0.0187	0.0005	0.0192
1557-004	0.7804	1.60	0.6389	1.40	0.05	10.41	0.0116	0.0003	0.0119
1557-005	0.5685	0.94	0.3448	0.68	0.02	10.28	0.0047	0.0001	0.0048
1557-006	0.2987	0.90	0.4573	1.20	0.06	10.57	0.0139	0.0004	0.0143
1557-007	0.3717	0.98	0.5436	1.26	0.05	10.43	0.0116	0.0003	0.0119

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
1557-008	0.2437	0.63	0.5306	1.04	0.03	10.24	0.0070	0.0002	0.0072
1557-100	0.5184	2.32	0.6203	2.62	0.35	10.81	0.0802	0.0021	0.0823
1557-101	0.2957	0.71	0.4573	0.95	0.03	10.32	0.0070	0.0002	0.0072
1557-102	0.4066	1.04	0.4867	1.52	0.05	10.23	0.0117	0.0003	0.0120
1558-000	2.2746	4.72	1.1157	3.07	2.35	13.07	0.5001	0.0143	0.5144
1558-100	0.1590	0.41	0.9895	2.54	2.14	12.75	0.4598	0.0130	0.4728
1558-101	0.4063	1.06	1.7325	3.42	2.49	13.34	0.5256	0.0151	0.5407
1558-102	0.4127	1.07	0.9877	2.55	2.18	12.87	0.4667	0.0132	0.4799
1559-000	4.7690	4.98	1.3622	1.94	2.69	13.66	0.5626	0.0163	0.5789
1559-100	1.1203	1.77	2.2661	2.78	2.65	13.52	0.5565	0.0161	0.5726
1560-000	2.5506	4.43	1.7574	3.03	9.62	15.79	1.8997	0.0584	1.9581
1562-003	0.1141	0.83	0.1434	1.01	0.51	12.64	0.1100	0.0031	0.1131
1562-005	0.1380	0.67	0.2042	0.87	0.12	10.68	0.0276	0.0007	0.0283
2001-000	0.5711	1.94	0.5888	1.99	1.09	11.80	0.2414	0.0066	0.2480
2001-001	0.2945	0.78	0.3561	0.88	0.04	10.54	0.0093	0.0002	0.0095
2001-002	0.0054	0.03	0.0598	0.36	0.11	11.07	0.0250	0.0007	0.0257
2001-003	0.0854	0.53	0.0591	0.40	0.18	11.96	0.0397	0.0011	0.0408
2001-004	0.0766	0.55	0.3982	1.82	0.30	12.13	0.0657	0.0018	0.0675
2001-006	0.3426	1.45	0.3163	1.37	0.19	10.35	0.0442	0.0012	0.0454
2001-007	0.1004	0.62	0.2142	1.06	0.20	10.48	0.0464	0.0012	0.0476
2001-008	0.2490	1.67	0.6538	3.35	0.70	11.49	0.1566	0.0043	0.1609
2001-015	0.0497	0.31	0.3470	1.64	0.28	10.74	0.0643	0.0017	0.0660
2001-016	0.0467	0.68	0.0938	1.12	0.11	10.45	0.0255	0.0007	0.0262
2001-018	0.1004	1.02	0.1306	1.22	0.07	10.10	0.0165	0.0004	0.0169
2001-102	0.5862	1.97	1.4230	3.67	1.05	11.56	0.2344	0.0064	0.2408
2002-000	0.3006	1.45	0.1986	1.08	0.26	11.21	0.0587	0.0016	0.0603
2002-001	0.2430	1.04	0.1744	0.83	0.15	12.08	0.0329	0.0009	0.0338
2002-002	0.3474	1.38	0.3365	1.35	0.17	12.33	0.0370	0.0010	0.0380
2003-000	0.1667	0.84	0.1768	0.88	0.17	11.18	0.0384	0.0010	0.0394
2003-001	1.3461	1.89	0.5097	0.99	0.15	11.05	0.0341	0.0009	0.0350
2003-100	0.3315	0.69	0.5741	1.00	0.12	10.74	0.0276	0.0007	0.0283
2003-101	0.3380	1.42	0.1839	0.93	0.19	11.31	0.0428	0.0012	0.0440
2003-102	0.3355	1.04	1.9524	3.51	0.46	11.33	0.1035	0.0028	0.1063
2004-000	0.6373	2.35	0.8320	2.86	1.68	12.40	0.3649	0.0102	0.3751
2501-000	0.7074	2.10	1.6166	3.72	0.87	13.35	0.1836	0.0053	0.1889
2501-002	0.4453	1.44	0.1543	0.70	0.11	10.78	0.0252	0.0007	0.0259
2501-003	0.9608	2.53	1.0709	2.72	0.13	10.83	0.0298	0.0008	0.0306
2501-100	0.2976	1.06	0.3823	1.27	0.69	13.21	0.1462	0.0042	0.1504
2501-101	1.1119	2.49	0.6995	1.81	0.54	12.83	0.1157	0.0033	0.1190
3001-000	0.5262	1.78	0.6166	2.00	0.98	11.77	0.2172	0.0060	0.2232
3001-001	0.5821	2.67	0.6244	2.80	0.43	11.06	0.0976	0.0026	0.1002
3001-003	0.6344	2.61	0.4582	2.09	0.33	10.90	0.0753	0.0020	0.0773
3001-004	0.2937	0.78	0.1894	0.58	0.04	10.63	0.0092	0.0002	0.0094
3001-005	0.0729	0.36	0.2170	0.77	0.07	10.50	0.0162	0.0004	0.0166
3001-007	0.5992	0.77	0.6756	0.83	0.01	10.08	0.0024	0.0001	0.0025
3001-009	0.7028	1.68	0.5199	1.37	0.07	10.38	0.0163	0.0004	0.0167
3001-011	0.7641	1.88	0.7296	2.16	0.48	11.59	0.1070	0.0029	0.1099
3001-012	0.2975	1.52	0.2697	1.42	0.31	11.16	0.0701	0.0019	0.0720
3001-013	0.2409	0.78	0.2994	0.91	0.06	10.48	0.0139	0.0004	0.0143
3001-014	0.6338	1.97	0.6617	2.03	0.14	10.95	0.0319	0.0009	0.0328

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
3001-015	0.1771	0.70	0.1986	0.75	0.08	10.70	0.0184	0.0005	0.0189
3001-016	0.2578	0.82	0.2398	0.78	0.06	10.57	0.0139	0.0004	0.0143
3002-000	1.0141	3.28	1.1010	3.47	1.63	12.37	0.3544	0.0099	0.3643
3002-001	0.6202	2.23	0.6500	2.30	0.21	10.67	0.0483	0.0013	0.0496
3002-002	0.6195	1.85	0.2687	1.06	0.12	10.44	0.0279	0.0007	0.0286
3002-003	0.9207	2.89	0.8108	2.64	1.33	12.11	0.2916	0.0081	0.2997
3003-001	0.3941	1.24	0.3649	1.17	0.57	12.14	0.1248	0.0035	0.1283
3003-002	0.4046	1.02	0.3378	0.90	0.27	11.14	0.0611	0.0016	0.0627
3003-003	0.5888	1.09	0.3495	0.77	0.15	10.65	0.0346	0.0009	0.0355
3003-007	0.3030	1.74	0.1744	1.16	0.47	11.04	0.1068	0.0029	0.1097
3003-008	0.4356	1.88	0.4994	2.07	0.26	10.41	0.0604	0.0016	0.0620
3003-011	0.2240	0.65	0.3982	0.95	0.04	10.24	0.0094	0.0002	0.0096
3003-016	1.5488	4.23	1.6188	4.36	1.40	12.17	0.3063	0.0085	0.3148
3003-017	1.0724	2.49	0.7270	1.91	0.56	11.19	0.1266	0.0034	0.1300
3003-018	0.8666	2.50	0.3516	1.37	0.15	10.30	0.0350	0.0009	0.0359
3003-019	1.0134	2.14	0.3204	1.29	0.07	10.10	0.0165	0.0004	0.0169
3004-000	0.4218	0.66	4.8001	6.05	5.00	13.38	1.0543	0.0304	1.0847
3501-001	1.4241	1.47	8.7213	5.00	0.71	11.13	0.1608	0.0043	0.1651
3501-003	1.6419	3.22	2.0591	3.75	0.50	11.07	0.1135	0.0030	0.1165
3501-004	0.3768	0.99	0.3675	0.97	0.29	10.92	0.0662	0.0018	0.0680
3501-005	0.0360	0.23	0.6323	2.18	0.33	11.13	0.0747	0.0020	0.0767
3501-008	0.0564	0.41	0.1986	1.08	0.25	10.68	0.0575	0.0015	0.0590
3501-010	0.0877	0.63	0.0926	0.67	0.40	11.25	0.0902	0.0024	0.0926
3501-011	0.4572	2.79	0.4405	2.72	0.88	11.03	0.2000	0.0053	0.2053
3501-012	0.3717	2.32	0.3789	2.35	0.77	10.74	0.1768	0.0047	0.1815
3501-013	0.3638	2.03	0.3761	2.08	0.50	10.41	0.1162	0.0030	0.1192
3501-014	0.6827	2.36	0.5924	2.13	1.36	11.46	0.3046	0.0083	0.3129
3501-015	0.5284	1.37	0.4593	1.25	0.42	13.13	0.0892	0.0026	0.0918
3501-016	0.1043	0.42	0.2255	0.75	0.41	13.01	0.0874	0.0025	0.0899
3501-017	0.0886	0.36	0.4248	1.12	0.34	12.03	0.0747	0.0021	0.0768
3501-018	0.3516	0.85	0.7604	1.44	0.21	11.41	0.0471	0.0013	0.0484
3501-019	0.1555	0.31	0.4424	0.63	0.05	10.79	0.0115	0.0003	0.0118
3501-020	0.2202	1.59	0.6455	3.58	0.89	11.07	0.2020	0.0054	0.2074
3501-021	0.1690	0.86	0.1596	0.82	0.17	10.68	0.0391	0.0010	0.0401
3501-022	0.6082	1.49	2.0480	3.38	0.37	10.98	0.0842	0.0022	0.0864
4001-001	0.1854	1.05	0.2939	1.45	0.28	11.37	0.0629	0.0017	0.0646
4001-003	0.3674	1.31	0.0649	0.39	0.13	13.00	0.0277	0.0008	0.0285
4001-004	0.5680	2.01	0.5142	1.88	0.19	11.50	0.0425	0.0012	0.0437
4001-006	0.1986	0.90	0.3448	1.31	0.14	11.24	0.0316	0.0009	0.0325
4001-008	0.2312	0.80	0.3083	0.98	0.07	10.10	0.0165	0.0004	0.0169
4001-009	0.4985	1.34	0.2222	0.78	0.07	10.33	0.0163	0.0004	0.0167
4001-010	0.0611	0.44	0.1986	1.08	0.26	11.25	0.0586	0.0016	0.0602
4001-011	0.2296	1.05	0.1303	0.71	0.17	11.32	0.0383	0.0010	0.0393
4001-013	0.3137	1.73	0.2966	1.66	0.43	11.68	0.0956	0.0026	0.0982
4001-016	0.2127	1.02	0.1194	0.84	0.18	11.37	0.0404	0.0011	0.0415
4001-020	0.3804	1.17	0.6506	1.67	0.08	10.28	0.0187	0.0005	0.0192
4001-021	0.2525	0.92	0.1522	0.65	0.09	10.93	0.0205	0.0005	0.0210
4001-022	0.0886	0.34	0.0481	0.22	0.04	12.25	0.0087	0.0002	0.0089
4001-023	0.1303	0.61	0.1461	0.66	0.10	10.56	0.0231	0.0006	0.0237
4001-024	0.1357	0.58	0.3520	1.11	0.08	10.29	0.0187	0.0005	0.0192

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
4001-025	0.0611	0.38	0.1242	0.74	0.13	10.94	0.0296	0.0008	0.0304
4501-000	1.5529	3.55	4.2313	5.44	0.82	13.33	0.1732	0.0050	0.1782
5001-000	1.5193	3.89	1.8251	4.41	1.08	11.21	0.2439	0.0066	0.2505
5001-001	0.1652	0.53	0.5336	1.15	0.04	10.59	0.0092	0.0002	0.0094
5001-003	0.5313	2.79	0.4041	2.30	0.61	11.13	0.1382	0.0037	0.1419
5001-004	0.1351	0.92	0.4633	2.24	0.40	10.76	0.0918	0.0024	0.0942
5001-005	0.0782	0.46	0.3725	1.35	0.13	10.38	0.0302	0.0008	0.0310
6001-000	12.0526	7.28	9.5491	6.23	1.19	12.31	0.2592	0.0072	0.2664
6001-001	0.4344	1.41	0.2951	1.09	0.11	11.08	0.0250	0.0007	0.0257
6001-002	0.3726	1.15	0.1535	0.63	0.08	10.77	0.0183	0.0005	0.0188
6001-003	2.5720	2.26	0.9741	1.69	0.80	12.29	0.1744	0.0049	0.1793
6001-004	0.2853	1.27	0.3078	1.34	0.19	10.97	0.0433	0.0012	0.0445
6001-005	0.4184	1.13	0.5684	1.39	0.06	10.33	0.0140	0.0004	0.0144
8001-000	0.6200	2.07	0.6694	2.19	1.34	19.66	0.2422	0.0081	0.2503
8001-002	0.2833	0.86	0.0826	0.37	0.06	11.99	0.0132	0.0004	0.0136
8001-003	0.1934	1.13	0.1087	0.74	0.36	15.13	0.0723	0.0022	0.0745
8001-005	0.0996	0.62	0.0713	0.49	0.23	14.10	0.0475	0.0014	0.0489
8001-006	0.0913	0.58	0.1318	0.75	0.21	13.07	0.0447	0.0013	0.0460
8001-007	0.0391	0.24	0.0917	0.44	0.08	11.39	0.0180	0.0005	0.0185
8001-008	0.2294	1.25	0.0802	0.57	0.34	15.35	0.0679	0.0021	0.0700
8001-009	0.1012	0.67	0.1073	0.70	0.29	13.98	0.0601	0.0018	0.0619
8001-010	0.0655	0.41	0.1076	0.58	0.14	12.47	0.0303	0.0009	0.0312
8001-013	0.0873	0.34	0.0863	0.34	0.04	11.51	0.0089	0.0002	0.0091
8001-100	0.0904	0.49	0.1485	0.69	0.12	12.08	0.0263	0.0007	0.0270
8001-201	1.2410	2.49	0.4968	1.33	0.44	13.87	0.0915	0.0027	0.0942
8001-202	1.3632	2.57	0.2905	0.89	0.40	13.57	0.0839	0.0024	0.0863
8001-203	0.2687	0.78	0.3828	1.00	0.30	12.49	0.0650	0.0018	0.0668
8001-204	0.4310	0.96	0.3858	0.89	0.20	11.60	0.0446	0.0012	0.0458
8001-205	0.2518	0.54	0.3872	0.72	0.10	11.08	0.0227	0.0006	0.0233
8001-206	0.4647	1.22	0.2115	0.70	0.44	19.08	0.0805	0.0027	0.0832
8001-207	0.2872	0.87	0.2541	0.79	0.42	17.90	0.0789	0.0026	0.0815
8001-208	0.1542	0.52	0.2715	0.78	0.32	16.32	0.0624	0.0019	0.0643
8001-209	0.3538	0.88	0.2743	0.73	0.25	14.49	0.0511	0.0015	0.0526
8001-210	0.2838	0.75	0.2541	0.70	0.24	13.26	0.0508	0.0015	0.0523
8001-211	0.3505	0.74	0.2687	0.62	0.14	11.75	0.0311	0.0009	0.0320
8001-212	0.3516	0.50	0.3310	0.48	0.04	11.06	0.0091	0.0002	0.0093
8001-213	0.6391	1.60	0.3818	1.12	0.46	14.06	0.0951	0.0028	0.0979
8001-219	0.3623	0.92	0.2472	0.70	0.28	15.35	0.0559	0.0017	0.0576
8002-000	1.4898	1.55	1.4337	1.51	0.83	13.51	0.1743	0.0050	0.1793
8002-005	0.1648	0.79	0.1116	0.60	0.14	11.56	0.0312	0.0009	0.0321
8002-006	0.0557	0.35	0.1094	0.77	0.40	12.56	0.0865	0.0024	0.0889
8002-007	0.0557	0.38	0.1027	0.60	0.17	11.97	0.0374	0.0010	0.0384
8002-008	0.1718	0.79	0.2814	1.11	0.13	11.36	0.0292	0.0008	0.0300
8002-009	0.2589	0.99	0.3054	1.11	0.11	11.27	0.0248	0.0007	0.0255
8002-010	0.1688	0.87	0.1946	0.96	0.18	10.85	0.0412	0.0011	0.0423
8002-011	0.3044	0.47	1.9441	1.72	0.63	12.83	0.1350	0.0038	0.1388
8002-012	0.0718	0.19	0.2516	0.44	0.01	10.18	0.0023	0.0001	0.0024
8003-000	6.5014	3.04	2.3058	1.41	8.72	20.75	1.5418	0.0530	1.5948
8003-001	2.5760	1.51	2.4500	1.45	8.03	19.87	1.4452	0.0488	1.4940
8003-002	0.2704	1.32	0.6362	2.37	0.25	11.83	0.0553	0.0015	0.0568

관거번호	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	통수능 (CMS)	최소유속 (m/sec)	누가유역면적 (ha)	도달시간 (분)	홍수량 (CMS)	오수량 (CMS)	설계홍수량 (CMS)
8003-023	0.0956	0.08	1.2302	1.22	7.04	19.55	1.2754	0.0428	1.3182
8003-024	0.0948	0.34	0.3412	1.07	0.48	11.72	0.1066	0.0029	0.1095
8003-025	0.3071	0.69	0.8449	1.36	0.14	10.81	0.0321	0.0009	0.0330
8003-026	0.4251	1.40	0.2095	0.87	0.11	10.72	0.0253	0.0007	0.0260
8003-027	0.0724	0.73	0.0923	0.86	0.05	10.39	0.0116	0.0003	0.0119
8003-028	0.0956	0.08	1.4064	1.40	6.45	18.90	1.1847	0.0392	1.2239
8003-029	0.5172	2.33	0.6607	2.76	0.38	12.55	0.0822	0.0023	0.0845
8003-030	0.3942	1.92	0.1054	0.74	0.37	12.53	0.0800	0.0022	0.0822
8003-032	0.0611	0.39	0.1436	0.71	0.14	11.83	0.0310	0.0009	0.0319
8003-033	0.4362	0.63	0.3589	0.55	0.01	10.24	0.0023	0.0001	0.0024
8003-034	0.0564	0.31	0.1080	0.49	0.08	11.39	0.0180	0.0005	0.0185
8003-040	0.9678	0.86	2.4104	1.86	5.87	17.91	1.1020	0.0357	1.1377
8003-042	0.3804	1.93	0.1950	1.20	0.39	11.14	0.0883	0.0024	0.0907
8003-044	0.6571	2.02	0.9461	2.61	0.98	15.96	0.1927	0.0060	0.1987
8003-046	0.3696	1.28	0.4675	1.51	0.83	15.83	0.1637	0.0050	0.1687
8003-047	0.4184	1.29	0.3020	1.04	0.09	10.73	0.0207	0.0005	0.0212
8003-048	0.4597	1.42	0.2701	0.97	0.69	15.51	0.1372	0.0042	0.1414
8003-049	0.2645	1.17	0.0955	0.57	0.18	11.94	0.0397	0.0011	0.0408
8003-050	0.0349	0.22	0.0908	0.55	0.17	11.69	0.0378	0.0010	0.0388
8003-052	0.2918	0.86	0.6427	1.49	0.37	14.98	0.0746	0.0022	0.0768
8003-053	0.1286	1.45	0.3067	2.01	0.14	14.39	0.0287	0.0009	0.0296
8003-054	0.3907	1.34	0.1456	0.69	0.13	14.36	0.0267	0.0008	0.0275
8003-056	1.2431	1.16	1.6088	1.25	3.96	17.08	0.7578	0.0241	0.7819
8003-057	0.4720	2.69	0.5216	2.88	0.77	13.66	0.1610	0.0047	0.1657
8003-058	0.2224	1.46	0.1604	1.14	0.61	13.51	0.1281	0.0037	0.1318
8003-060	0.0797	0.50	0.3115	1.30	0.17	11.04	0.0386	0.0010	0.0396
8003-061	0.0740	0.47	0.1054	0.75	0.41	13.16	0.0870	0.0025	0.0895
8003-062	0.1723	1.07	0.2177	1.27	0.37	12.54	0.0800	0.0022	0.0822
8003-063	0.2879	1.04	1.9646	3.70	0.10	10.73	0.0230	0.0006	0.0236
8003-064	0.1940	0.86	0.1850	0.84	0.13	11.04	0.0295	0.0008	0.0303
8003-065	0.2854	1.33	0.2712	1.28	0.23	12.41	0.0499	0.0014	0.0513
8003-066	0.4442	1.34	0.1898	0.76	0.09	10.99	0.0205	0.0005	0.0210
8003-067	0.4489	0.94	0.5634	1.09	0.03	10.23	0.0070	0.0002	0.0072
8003-068	0.0564	0.37	0.1942	0.89	0.15	12.05	0.0329	0.0009	0.0338
8003-069	2.7635	1.97	2.4680	1.60	3.12	16.31	0.6082	0.0190	0.6272
8003-070	1.1628	3.14	0.7170	2.24	1.06	13.66	0.2217	0.0064	0.2281
8003-071	0.1867	0.72	0.1576	0.64	0.08	10.98	0.0182	0.0005	0.0187
8003-072	0.0766	0.45	0.0943	0.52	0.13	11.81	0.0288	0.0008	0.0296
8003-073	0.3017	1.43	0.1225	0.76	0.27	13.53	0.0567	0.0016	0.0583
8003-074	0.0740	0.48	0.1094	0.64	0.19	12.55	0.0411	0.0012	0.0423
8003-075	0.1638	0.67	0.1994	0.80	0.77	13.18	0.1633	0.0047	0.1680
8003-076	0.2272	1.23	0.1225	0.79	0.30	12.60	0.0648	0.0018	0.0666
8003-077	0.1964	1.00	0.1485	0.82	0.21	12.05	0.0461	0.0013	0.0474
8003-079	0.1750	0.81	0.1141	0.60	0.13	10.82	0.0298	0.0008	0.0306
8003-080	0.1717	0.63	0.3531	1.25	0.43	11.60	0.0958	0.0026	0.0984
8003-081	0.1825	0.65	0.5121	1.61	0.41	11.44	0.0919	0.0025	0.0944
8003-082	0.0696	0.48	0.2142	1.07	0.21	11.06	0.0477	0.0013	0.0490
8003-083	0.1655	0.81	0.1453	0.74	0.15	10.58	0.0346	0.0009	0.0355
8003-084	0.1242	0.39	0.1257	0.39	0.17	11.31	0.0383	0.0010	0.0393
8003-085	0.2378	1.02	0.3656	1.37	0.14	10.41	0.0325	0.0009	0.0334





## **Assessment Methods for Sewer Rehabilitation projects in Seoul**

<b><u>Project Number</u></b>	<b><u>SDI 2003-R-11</u></b>
<b><u>Research Staff</u></b>	<b><u>Young-Ran Kim (in Charge)</u></b> <b><u>Jin-Young Kim</u></b>

The attainment of a functional wastewater removal and thus the rehabilitation and maintenance of the sewer networks is a public duty of continuous upkeep. As in all other areas of environmental concern, these sewer rehabilitation cannot be considered to be the responsibility of one profession alone. Policy-makers, engineers, environment specialists, together with all citizens, have a role.

Currently 100% of properties in the Seoul are connected to piped main drainage system and approximately 86.7% of the areas is served by combined sewers. The sewer problems present three types that can be solved by rehabilitation: structural, environment and hydraulic.

Since 1992, when sewer rehabilitation schemes were initiated in Seoul, there has been a large quantity of data gathered on sewer characteristics and their problems. Four subcatchment areas of 239 subcatchment areas that should be carried out sewer rehabilitation projects had been rehabilitated. Now eight subcatchment areas have been rehabilitating. These require assessing rehabilitated sewers before carrying out the following projects.

The aim of this study is to develop assessment methods for sewer rehabilitation projects in Seoul. Thus, it is important to use practicable methods for rehabilitation assessment. In order to assess effects of sewer rehabilitation,

it is first necessary to determine assessing elements and then to evaluate them by means of assessment methods.

This study is divided into four parts ;

- The determination of assessment components (assessing elements, accomplishment goals, formula)
- The determination of assessment methods
- The evaluation of effects in subcatchment area or catchment area.
- Strategies toward sustainable urban sewers

A long-term sewer rehabilitation project consuming an enormous budget needs to be conducted systematically using an optimization skill : the need for assessment of the impact of those systems and the need for cost-effective, socially acceptable technical improvements in existing systems and the need to search for sustainable solutions.

Both assessing elements and assessment methods were developed to assess effects of rehabilitated sewers in subcatchment area or catchment area. The assessment for sewer rehabilitation could improve problems of the applied rehabilitation scheme. Thus, the following sewer rehabilitation projects can be accomplished effective and sustainable by means of the improved sewer rehabilitation in subcatchment areas or catchment areas.

## **Table of Contents**

---

### ***Chapter I Introduction***

1. Background
2. Purpose
3. Process

### ***Chapter II Sewer Rehabilitation Projects in Seoul***

1. Current Condition of Sewer
2. Characteristics of Sewer Rehabilitation

### ***Chapter III Assessment Methods for Sewer Rehabilitation***

1. Basic Direction
2. Assessment Components
3. Assessment Methods
4. Application of Assessment Results
5. Cost-Effective Analysis

### ***Chapter IV Use of Assessment Methods for Sewer Rehabilitation***

1. Introduction
2. Results of Assessment

### ***Chapter V Summary and Policy Recommendations***

1. Needs of Assessment for Sewer Rehabilitation
2. Use of Assessment Methods
3. Policy Suggestions

- ***References***
- ***Appendices***

시정연 2003-R-11

**하수관거정비사업 효과분석을 위한  
방안 검토 연구**

---

발 행 인 백 용 호

발 행 일 2003년 12월 31일

발 행 처 서울시정개발연구원

137-071 서울시 서초구 서초동 391번지

전화: (02)2149-1182 팩스: (02)2149-1199

---

ISBN 89-8052-323-8-93530

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.