

— 보고서 —

하수도연구회의 일본 선진하수도 시찰 보고(2004년)

— Report —

Technical Tour Report on Japanese Advanced Sewerage by KSWW Wastewater Specialist Group(2004)

김응호¹ · 이현동^{2,*}

Kim, Eung-Ho¹ · Lee, Hyun-Dong^{2,*}

1 하수도연구회 회장, 홍익대학교 교수

2 하수도연구회 연구분과 간사, 한국건설기술연구원 수석연구원

1. 머리말

하수도연구회가 공식 시행한 일본 선진하수도 현지시찰 연구는 이번이 여섯번째 활동이 된다. 처음은 1996년 7월 말로 일본 하수도 기자재 전시회(오오사카/大阪) 참관을 중심으로 하고, 비와코(琵琶湖) 주위 농촌지역의 진공식 하수도 현장견학에 나섰던 것(단장: 박만석 회장)으로 그 해 봄 4월 제58회 연구회에서 '대한상하수도학회' 산하로 공식화한 것이 원동력이 되었다. 그 후 제2차 1997년 동경(단장: 임성기 회장), 제3차 1998년 기타큐우슈우(北九州)(단장: 조광명 교수), 제4차 2001년 동경(단장: 유명진 교수), 제5차 2003년 동경(단장: 정태학 교수)으로 이번 2004년 요코하마(단장: 김응호 교수) 하수도연구 활동이 여섯번째에 해당된다. 일본 이외의 지역에 대한 하수도연구회의 해외 연구활동으로는 2002년 7월에 중국 북경(단장: 신용배 교수)을 가서 중국 환경시장 및 하수도현황을 조사하였던 것이 유일한 실적이다.

금년에도 한국상하수도협회의 '일본 하수도전시회

참관단' 파견이 있었으나, 협회가 시찰하려는 하수도 시설은 연구회에서 이미 현지연구를 이전에 실시한 바와 같이 금년에도 협회와는 별도로 일본 하수도 현지시찰 연구를 추진하기로 결정하였던 것이다.

기본 일정(Table 1 참조)은 3박 4일로 하고, 하수도 기자재 전시회 참관 외에 요코하마시의 신가나가와 하수처리장의 초기우수를 포함한 고도처리시설 시찰과 동경도의 합류식 하수도 개선대책의 초기우수처리(소형 스월조 및 여과스크린)시설에 대한 현지시찰 연구를 하는 것을 골자로 계획하고, 동경도 및 요코하마시(横浜市) 하수도국에 연구회에서 직접 협조의뢰 공문을 보내는 등 사전 교류업무는 김응호 교수가 하고, 그밖의 단체여행에 수반하는 제반 실무는 정영식 사장(연구회 홍보분과 간사)이 맡아 진행하였다(여행경비 124만원/인-이 중 5만원은 공항세 등 공동경비이고, 결산 잔액 35만원은 하수도연구회로 기부함. 공식 방문용 선물구입은 하수도연구회가 지원하였음).

하수도연구회의 이번 일본 연구활동(사진 1 참조)에는 모두 28명(Table 2 명단 참조)이 참가하였으며, 임시조직으로 단장에 김응호 교수(공동필자), 부단장

*Corresponding author Tel: +82-31-910-0292, FAX: +82-31-910-0291, E-mail: hdlee@kict.re.kr (Lee, H.D.)

Table 1. 하수도연구회 일본 선진하수도 연구활동 일정

일자	시간	지역	교통편	일 정	식사
제1일째 7월 27일 (화)	08:20 10:20 12:35 13:35	인 천 나리타 요코하마	KE 703 전용버스	영종도 인천국제공항 집결 인천국제공항 출발 나리타국제공항 도착 후 시내 이동 중식 후 시설방문 *요코하마시 신가나가와 하수처리시설 시찰** 우수 저류시설 및 고도처리시설 참관 호텔: 요코하마 프린스호텔(045-751-1111)	중: 현지식 석: 현지식
제2일째 7월 28일 (수)	09:00 전일	요코하마	전용버스	호텔 조식 후 퍼시픽 요코하마 전시장 이동 *하수도전 2004 YOKOHAMA 참관(10:00-17:00)* 미나토 미라이21 지구 등 관광후 동경으로 이동 석식 후 호텔 이동 및 휴식 호텔: 동경시나가와 프린스 호텔(03-3440-1111)	조: 호텔식 중: 현지식 석: 현지식
제3일째 7월 29일 (목)	09:00 전일	동 경	전용버스	호텔 조식 후 *동경 善福寺川 간선 합류식 하수도 개선시설 방문* 소형 스펙클 및 여과스크린 시설 시찰(10:00-12:00) 공식일정 후 동경 오다이버 관광 아키하바라 전자상가 등 시내견학 석식 후 호텔 이동 및 휴식 호텔: 동경 시나가와 프린스 호텔(03-3440-1111)	조: 호텔식 중: 현지식 석: 현지식
제4일째 7월 30일 (금)	08:30 10:30 13:55 16:20	동 경 나리타 인 천	전용버스 KE 704	호텔 조식 후 고교(皇居) 관광 나리타국제공항으로 이동 나리타국제공항 출발 인천국제공항 도착후 해산	조: 호텔식 중: 현지식



사진 1. 일본 '하수도전 '04横浜' 참관 기념사진.

에 현인환 교수(단국대), 그리고 총무는 정영식 사장(한미산기), 운영위원으로 황두연 사장(블루웨일스 크린), 홍순진 상무(맑은물지킴이), 신미령 국장(환경미디어)으로 집행부를 구성하고, 7월 27일(화) 아침 10시 20분 인천국제공항을 떠나 7월 30일(금) 오후 4시 20분에 무사히 귀국하였다.

금년은 7월 27일(화)부터 30일(금)까지 4일간 퍼시픽 요코하마 전시관에서 일본하수도협회 주최로 '下水道展 '04横浜'이 개최되었으며, 동시에 '제41회 하수도연구발표회'(3일간) 등이 예년과 같이 병행 개최되어 명실공히 하수도에 관한 종합정보의 장으로 역할을 하고 있었으며, 특히 어린이들을 상대로 한 하수도 홍보활동의 정착으로 아이들을 대동한 가정주부도 많이 참여하고 있는 점이 눈에 띄었다. 하수도 기자재 전시회의 내용에 관해서는 앞서의 보고문(본학회지 제15권 4호 필자)에 이미 소개가 되어 있어 여기서는 생략하나, 한 가지 특기할 사항은 금년의 제41회 하수도연구발표회에서 작년에 이어 (사)한국상하수도협회와의 교류활동의 하나로 한국의 세션강연집을 별책으로 내고, '한국 구두발표 세션'을 제공하여, 일본 청중을 상대로 필자를 포함한 10명(위미경, 김갑수, 김영란, 김용호, 김석구, 권기한, 이의신, 유규선, 허목, 이용두)이 논문을 발표하고 활발한 질의 응답을 하였다는 점이다

보고에서는 이번에 특별히 기획 방문하였던 요코

Table 2. 참가자 명단(존칭생략)

성명	소속	직위	성명	소속	직위
현인환	단국대학교	교수	이길형	(주)한국화이바	전무
김응호	홍익대학교	교수	김병웅	대원인더스트리	부장
정영식	(주)한미산기	대표이사	신미령	환경미디어	국장
최상민	대건산업(주)	대표이사	박점옥	(주)뉴보텍	이사
이현동	KICT	수석연구원	강선균	제일ENG(주)	이사
김사동	(주)젠트로	부사장	이종복	제일ENG(주)	차장
김기진	영성산업(주)	대표이사	홍순진	맑은물지킴이	상무
황두연	블루웨일스크린	대표이사	민병용	맑은물지킴이	이사
이정남	경일건설(주)	회장	강성희	맑은물지킴이	이사
김기명	경일건설(주)	대표이사	조상천	맑은물지킴이	차장
김석구	KICT	수석연구원	이태제	맑은물지킴이	대리
엄수자	김석구박사 부인	가정주부	박정호	블루웨일스크린	과장
최외식	밀양시청	공무원	이재인	단국대학교	연구원
김명진	(주)대우건설	대리	김형준	단국대학교	연구원

하마시(横浜市) 신가나가와(新神奈川)하수처리시설에서 초기우수의 저류(체수)시설 및 고도처리시설 시찰내용과 東京都 善福寺川 간선유역 합류식 하수도 개선시설 시찰내용을 중심으로 보고하고자 한다.

2. 신가나가와(新神奈川)하수처리시설의 초기우수 저류(체수)시설 및 고도처리시설 시찰

신가나가와(新神奈川)하수처리시설은 요코하마시(横浜市)의 주로 神奈川區, 西區, 保土ヶ谷區 등을 처리구역으로 하는 요코하마시(横浜市) 7번째 규모의 처리시설로 계획처리인구 546,000명, 시설용량 263,600m³/일이다. 1978년 운전을 시작하였으며,

1999년 3월부터 질소 및 인을 제거하는 고도처리시설로 현재로 청천시 유입량의 약 50%를 고도처리하고 있다. 특기할 사항은 합류식 하수도의 우천시 오염방지대책으로 53,000m³ 용량의 우수체수지(저류시설)를 처리시설내에 새로이 설치하여 금년 4월부터 가동하고 있다는 점이었다. 우수체수지 용량결정을 위한 사전(2002년도) 연구로 우천시 적산배수량과 COD 및 SS 농도를 조사 분석한 결과를 Fig. 1 및 Fig. 2에 제시하였다.

처리구역내에 있는 다수의 펌프장의 펌프시설도 모두 본부 처리시설에서 원격 감시/제어로 관리하고 있으며, 또 발생하는 슬러지는 작년 우리 연구회에서 시찰하였던 북부 슬리지처리센터로 압송관을 통해서

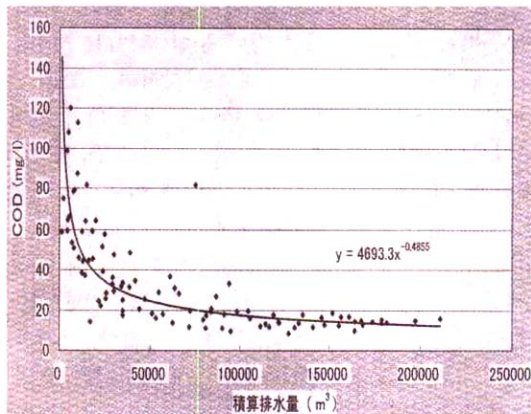


Fig. 1. 적산배수량과 COD.

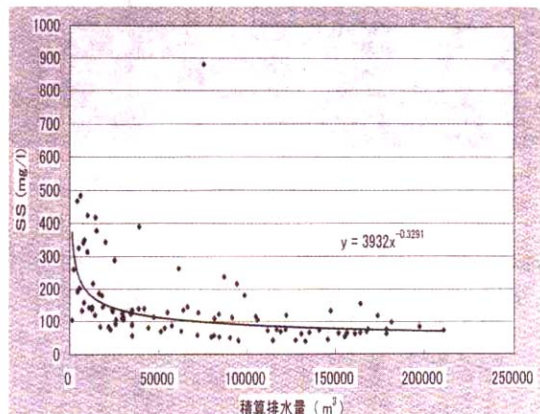


Fig. 2. 적산배수량과 SS.

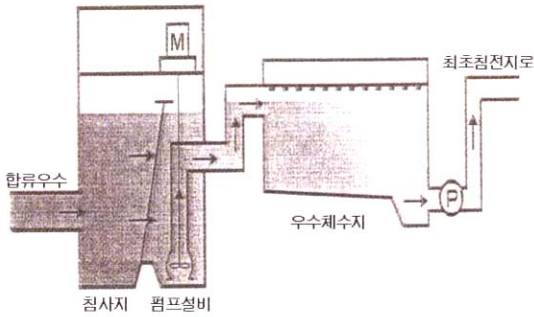


Fig. 3. 우수채수지 계통도.

보내져서 집약처리하고 있었다.

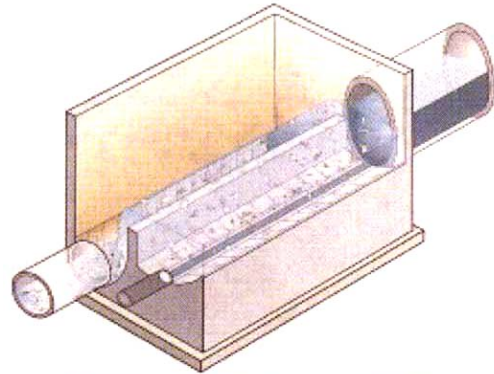
합류식 하수도에서는 비가 내리기 시작하면 초기 하수는 도로와 하수관거 내의 오염을 많이 포함하게 되나, 하수처리시설의 능력을 초과하는 경우에는 하천이나 바다로 그대로 방류되어 공공수역의 수질보전에 문제가 된다. 그래서 강우초기의 더러워진 우수를 우수채수지에 일시적으로 담아 두었다가 비가 그친 후, 하수처리시설에서 처리하여 공공수역으로 내보낸다.

그리고 침사지에 쌓였던 오염물 인해 침사지 물이 부패하지 않도록 인발하여 하수처리시설에서 처리하도록 하는 등 여러 가지 대책을 수행하고 있다(Fig. 3 참조).

3. 여과 스크린(Screen) 시설 시찰

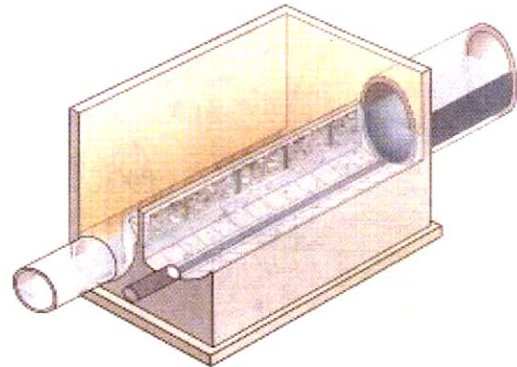
합류식 하수도에서는 가정이나 공장으로부터 발생된 오수와 빗물이 동시에 하수관을 흐른다. 비가 많이 올 경우에는 침수방지 때문에 빗물로 인해 희석된 오수의 일부를 공공수역으로 일부 방류시키기도 한다. 여과스크린 설치 전에는 우수토실로부터 아래 Fig. 4와 같이 오수와 함께 협잡물이 하천으로 유출하지만, 우수토실에서 Fig. 5와 같이 “여과스크린”을 설치함에 따라 협잡물은 포착(捕捉)되어져서 하천으로 유출되는 일이 없어진다. Fig. 6과 같이 차집관거를 흘러 하수처리시설로 일괄 처리시킴으로써 깨끗한 처리수가 방류되고 있다.

우리 일행이 시찰한 여과스크린 시설은 소형 스월조 인근의 우수토실에 설치되어 있어, 지상의 맨홀 두경을 열고 현장에 직접 들어 갈 수 있었는데, 황두



● 図① ろ過スクリーン設置前

Fig. 4. 여과 스크린 설치 전.

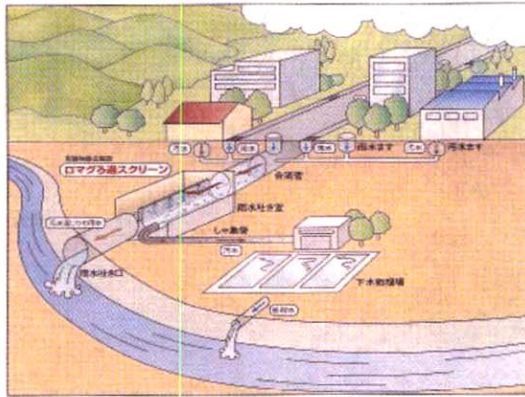


● 図② ろ過スクリーン設置後

Fig. 5. 여과 스크린 설치 후.

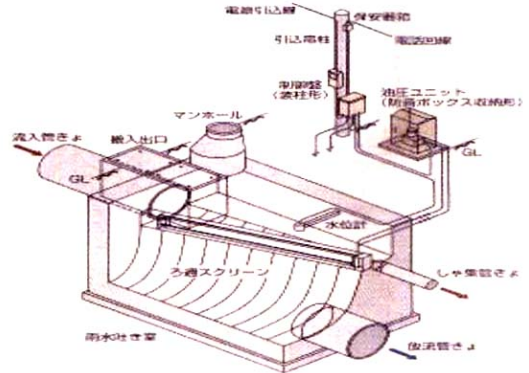
연사장(블루웨일스크린)과 현인환 교수(단국대)가 직접 안내를 받아 지하 내부시설을 조사하기도 했다.

여과스크린(ROMAG형)은 강우시 합류식 하수에 함유되어 있는 협잡물이 하천 등 공공수역으로 배출되는 것을 방지하는 시설로 우수토실의 월류언 상에 설치한다. 본 시설은 스크린 본체, 긁어내는장치, 제어반, 유압장치, 수위계 등 5개의 장치로 구성되어 있다. 눈 폭이 4mm의 바(Bar)스크린(판두께 4mm)으로 월류수중의 협잡물을 포착하고(捕捉), 유압실린더에 의해 스크린을 따라 왕복운동하는 긁어내는 칼(刀)로 포착된 협잡물을 차집관거 방향으로 긁어내고, 협잡물을 차집관거 측으로 유하시켜 하수처리시설로 보낸다.



● 図 3) ろ過スクリーン設置後の夾雑物の流れ

Fig. 6. 여과스크린 설치 후의 협잡물의 흐름모식도.



● スクリーン施設の配置例

Fig. 8. 스크린 시설의 배치 예.

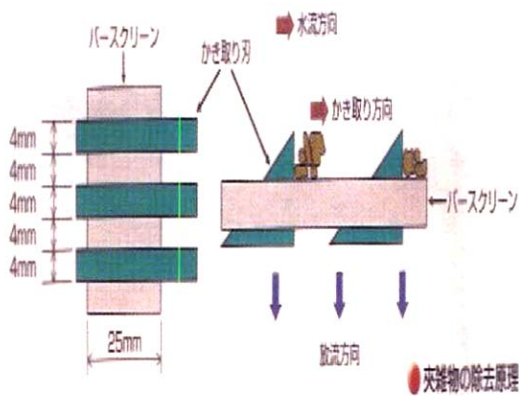


Fig. 7. 협잡물의 제거원리.

우수토실내에 설치된 수위계에 의해 수위를 감지하고, 여과스크린의 운전수위가 되면 유압실린더를 기동시켜서 긁어내는 장치가 작동한다. 이러한 설비는 제어반에 의해서 무인운전되어진다(Fig. 7, Fig. 8 및 Fig. 9 참조).

합류식 하수도에서 월류수(CSO)대책의 일환으로 여과스크린(ROMAG형)은 1990년에 개발된 이후 6년간에 걸쳐 세계에서 160기가 설치되었고, 2000년 말에는 600기로 설치개소가 급증하고 있으며, 일본의 경우에도 수심 개소의 실적을 가지고 있다고 우리에게 소개했다.



● 雨水中の夾雑物
かき取り装置を停止して捕捉した例

Fig. 9. 강우중의 협잡물 긁어내는 장치를 정지해서 포착한 예.

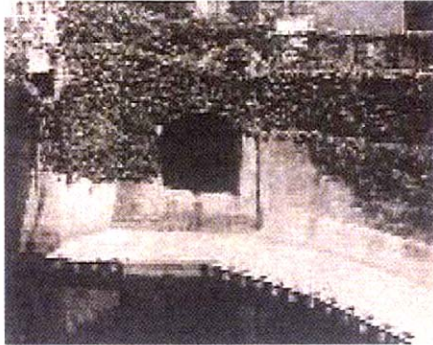
4. 일본 동경도 합류식 하수도의 개선(합류개선 Quick Plan을 포함) 시찰

4.1 필요성

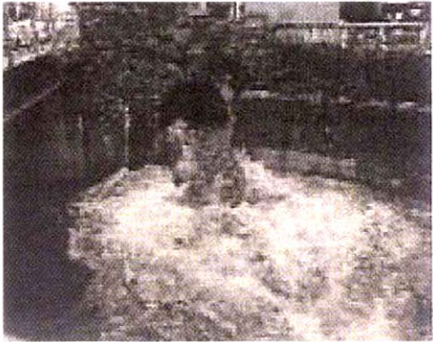
합류식 하수도에서는 호우가 내리면 우수로 희석된 오수의 일부가 하천이나 바다로 우수토실로부터 방류된다.

강우와 방류의 상황(2002년도): 강우횟수 약 110 회/년, 방류횟수 약 30회/년

- 청천시의 우수토실



- 우천시의 우수토실



- 방류수와 함께 하천이나 바다 등지로 쓰레기나 백색고형물(Oil Ball)이 유출된다.
- 해수욕장이나 해양공원에 백색고형물(Oil Ball)이 표착(漂着)
- 백색고형물(Oil Ball) 표착(漂着) 일수(해수욕장)

2000년도	2001년도	2002년도
33일	27일	19일

- 기름이 막혀 있는 관거의 상황



- 백색고형물(Oil Ball)

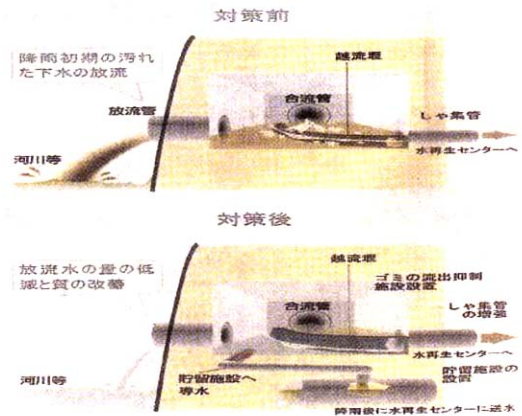


- 하수도법 시행령 개정에 의해서 설정되었다.
합류식 하수도로부터 방류수의 수질기준에 대한 대응.

4.2 주요 사업내용

4.2.1 합류식 하수도의 개선

- 합류식 하수도의 개선대책의 계획적인 추진
- 강우초기 특히 오염된 하수를 물재생센터에 송수하는 간선관거나 저류하는 시설의 정비(飛鳥山 간선 등 5개 간선, 미야기 물재생센터 저류지 등 11개 시설)
- 관계국과 연휴(連携)된 해수욕장이나 해양공원의 해양정화실험의 계속과 효과평가
- 택지내 우수침투시설의 설치 촉진
- 기설 관거를 활용한 저류방법의 검토
- 대책 전과 대책 후



- “합류개선 Quick Plan”
- 주민이 효과를 실감할 수 있도록 대책에 중점화-

- 기름이나 쓰레기를 “하수도에 넣지 않기”, “하수도에 저류하지 않기”, “하수도로부터 나오지 않기” 대책의 실시
 - 우수토실에서 쓰레기나 백색고형물(Oil Ball)의 유출억제시설의 실시
 - 물재생센터에서 기존시설의 유효활용에 의한 저류 촉진
 - 폐쇄성 구역에서의 월류수 대책
 - 다마(多摩)천으로 방류하는 펌프장에 소독설비의 설치
- 4.2.2 유지관리의 충실
- 음식점에 그리스 조집기(阻集器)의 설치와 적절한 관리 요청, 주민에게 기름의 적정처리를 요청하는 “油·斷·쾌적! 하수도” 캠페인 실시
 - 우기 전에 기름의 고형물이나 쓰레기가 퇴적되기 쉬운 장소의 중점적 청소의 실시

4.3 사업효과

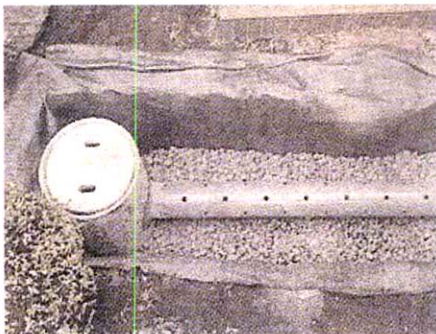
4.4.1 시민에 대한 하수도서비스의 향상

- 우천시 방류염부하량을 경감시켜 쾌적한 수환경 창출
- 해수욕장 등에서 시민이 몸가까이 물과 친할 수 있도록 환경만들기
- 시민이 효과를 실감할 수 있는 쾌적한 수변공간 창출

4.3.2 사업의 효율화

- 시설 관거시설을 활용한 우천시 방류량의 효과적인 경감
- 우수침투에 의한 합류식 하수도로의 우수유입 억제

- 구(區)와 연휴된 택지내 우수침투시설의 설치 촉진



- 우수토실에 있어서 쓰레기나 백색고형물(Oil Ball) 등의 유출억제시설



- 관거의 중점적인 청소



- 스미다(隅田)천 연변의 산책코스



5. 맺는말

(사)대한상하수도학회 하수도연구회의 이번의 일본 현지 연구활동은 비록 짧은 일정이었지만 열심히 일본의 선진하수도를 공식 연구하는 뜻있는 자리가 되었다. 특히 합류식 하수도 지역에서 초기우수의 오

염대책에 대한 선진사례인 신가나가와(新神奈川)하수처리시설의 초기우수 저류(체수)시설 및 고도처리시설과 東京都 善福寺川 간선유역 합류식 하수도 개선시설 방문은 향후 우리나라 대도시의 초기우수대책 및 합류식 하수도의 CSOs 저감대책과 관련하여 많은 정보를 얻을 수 있었다.

이번 공식적인 연구활동을 성공적으로 수행하는데 많은 협력을 주신 토-쿄도 하수도국의 이와사(岩佐)부참사님, 요코하마시(横浜市) 하수도국의 혼다(本田)님 및 통역겸 가이드로 수고한 니시하라(西原)님 등 일본측 관계자 여러분께 깊은 감사의 말씀을 드린

다.

끝으로 이번 하수도연구회의 일본현지 연구활동에 서는 여기서 소개한 내용 외에도 토-쿄도의 하수도 조례와 단행본 "합류개선 퀵 플랜(Quick Plan)-비오는 날에도 수변공간의 미관을 지키기 위하여"(30페이지), 요코하마시(横浜市) 하수도 조례와 제10회 미일(米日)하수처리기술위원회간행(35페이지)의 "CENTRALIZED SLUDGE TREATMENT IN YOKOHAMA"(요코하마시의 하수슬러지의 집약처리) 등의 자료를 별도로 수집하였음을 알려 드린다(자료관리자: 02-325-8815/신홍경).