



하수도 실무자반 해외연수프로그램을 다녀와서



글 고제득 _ 충주시청 하수시설과

더위가 한창이던 지난 여름 한국상하수도협회에서 실시하는 실무자반 해외연수프로그램에 대한 신청모집 공문을 받았다. 우리 충주시는 하수도보급률 74.9%로 전국평균보다 높은 보급률을 가지며, 하수슬러지 처분은 직접건조방식을 채택하고 있다. 우리시에서는 하수관거의 효율적인 설치 및 유지관리법과, 경영실태, 외국에서의 하수처리방법 등을 비교해 보기 위해 이번 하수도 실무자반 해외연수에 참가신청을 하게 되었다. 상반기 관리자반 연수시에는 5명이 참여했다 하는데, 이번 실무자반 연수에서는 인천광역시, 강원도, 경기도, 경상북도, 경상남도, 충청남도, 충청북도 등 여러 지자체의 참여로 총 16명이 참여하게 되었으며 월요일 이른 아침 '기대 반 걱정 반'으로 일본행 비행기에 올랐다.

9월 6일(월)

첫째날 우리는 오전 9시 20분 비행기를 타고 나리타공항에 11시 반에 도착하였다. 오늘은 첫날이고 오리엔테이션이 있는 날이라 모두들 정장차림으로 2주간의 생활을 위한 무거운 짐을 끌고 동경역 근처에 있는 일본하수도협회 본부로 이동하였다. 9월이지만 생각보다 무더운 날씨와 새벽부터 서두른 탓에 첫날부터 지쳐가는 느낌이 든다. 일본하수도협회에 도착하고 나니 오후 3시. 잠시 후 우리는 2주간의 일정에 대한 오리엔테이션을 시작하였고, 현재 일본의 하수도의 진척상황 및 과제 등에 대한 설명을 들었다.

일본의 하수도 보급상황은 65.3%가량으로 최종목표를 88%로 두고 있으며, 나머지 12%는 합병처리정화조와 농업집락배수 등으로 정비계획을 가지고 있다. 또한, 점점 어려워지는 하수도 재정상황으로 인해 다양한 비용절감 방안을 마련해 가고 있었다. 그 절감방안으로는 사업을 실시하기 전에 건설비와 유지관리비의 총액을 비교 분석하여 좀 더 효율적인 정비방법

을 선정하여 도 단위의 정책을 책정하여 사업을 실시하는 것이었다. 다음으로, 규모가 작은 중소지역에서는 광역화와 공동화를 도모하여 유지관리비를 절감하도록 추진하고 있었다. 하수슬러지 처리방법에 슬러지 처리공정을 생략하여 건설비를 절감하도록 하고 있으며, 유지관리의 효율화를 위해 심야 전기를 이용하는 전지 등을 활용하고 있었다. 도시화의 진전에 따른 침수대책부문에서도 재생수를 이용하여 도시 온도를 낮추거나, 침투시설의 증설, 저류시설정비, Hazard Map을 작성하여 피해가 자주 일어나고, 피해규모가 큰 지역을 우선하여 집중 점검하는 방법 등을 사용하고 있었다. 또한, 우리나라보다 훨씬 이전에 하수도 보급을 시작한 일본에서의 관거 노후화는 지금 상당한 정비기를 맞이하고 있으므로 이에 대한 대책도 다양하게 이루어지고 있었다.

마지막으로 하수처리수의 다양한 재이용방안과 하수도가 가지는 에너지를 어떻게 이용해 나갈 것인지에 대한 계획 등의 설명으로 첫날의 일정을 마치고 일본하수도협회 간부들과 간단한 환영회를 가진 후 숙소가 있는 신주쿠로 향했다. 더위와 복장의 불편함, 무거운 짐으로 인해 천근만근 같은 피로감을 느낀 하루가 정리되는 듯 하다.

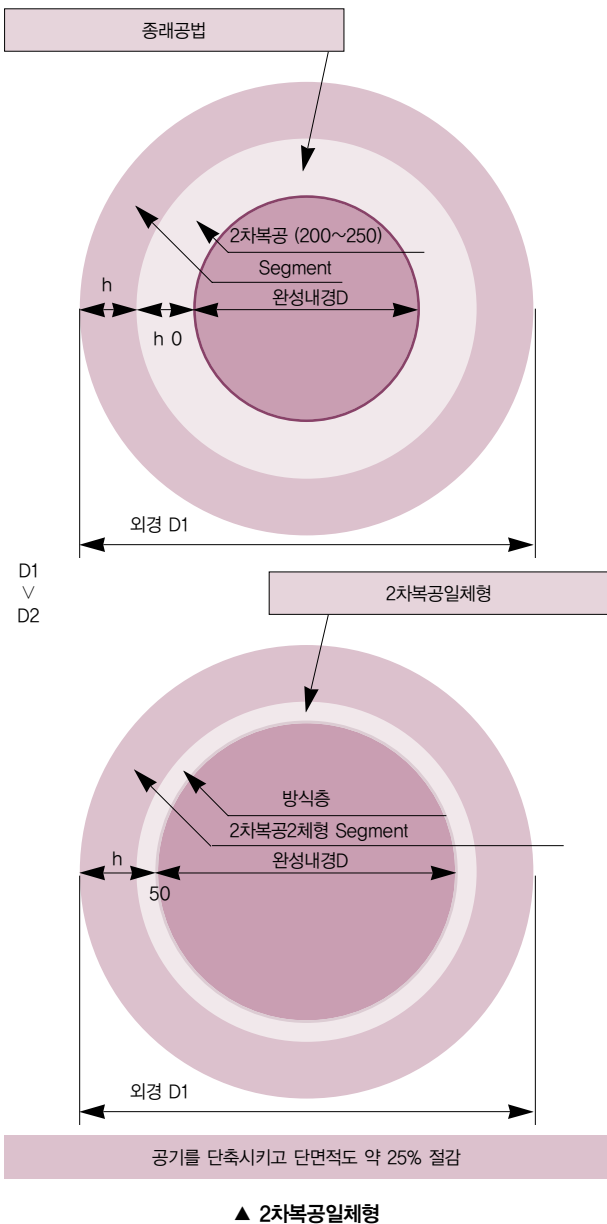
9월 7일(화)

오늘은 하수도 관로의 설계 및 시공에 대한 이론교육을 실시하였다.

먼저 동경도 하수도국에서 실시하는 다양한 시책들에 대해 개요설명을 들었는데, 동경도는 23개 구로 이루어져 있으며, 계획인구 909.3만명의 계획면적 57,839ha, 펌프장 86개소, 물재생센터(하수처리장) 14개소(이중 1개소는 펌프장만으로 이용되고 있음)를 관리하고 있다. 이중 하수도 관거 연장을 살펴보면 간선 1,000km, 지선 14,400km로 총 연장 15,400km에

9월 8일(수)

오늘은 어제 들은 관거공사법에 대한 견학이 계획되어 있는 날이다. 먼저 오전에는 대규모 실드공법으로 이루어지는 일본 독 간선공사현장을 견학하였다. 약 3년 6개월의 공사기간으로 총 연장 2,840km가 진행되고 있는 이번 공사는 간선유역의 하수관 노후화로 인한 정비필요와 기존관 기능의 부족 등에 의한 침수피해를 해소하기 위함으로 실드공법으로 추진되고 있었다. 이 공사의 특징은 2차복공을 하지 않아도 되는 2차복 공일체형으로 시공이 진행되고 있다는 점으로 환경부하의 저감 및 공기를 단축시키고 단면적도 약 25% 절감되는 효과가 있는 공사였다.



▲ 2차복공일체형

하수도 공사시 예산절감방안에 특히 노력하고 있는 동경도에 서 이 공사의 공사비를 절감할 수 있었던 사항으로는 ① 급 곡 선부의 차폐봉투 Segment + 특수 충전공, ② 캡슐식 장착 비 널 풍관 등을 들 수 있다. 이 사업제안으로 인해 사업시행자는 동경도 하수도국으로부터 일정부분 공사비의 지원을 받을 수 가 있었다.



▲ 공사현장

오후에는 소규모 관거 재생 공사현장을 방문하였는데, 관거 재생시에 그 지역 주민들의 불편을 최소화 하기 위해 작은 구 획으로 나누어서 공사를 실시하는 것이 인상적이었으며, 공사 에 대한 필요성과 공사후의 이점 등에 대해 주민들에게 적극 홍보하는 모습도 배울 점이라고 할 수 있었다. 특히, 이 재생공 사현장에서는 낮 동안 일정부분 공사를 한 후 밤에는 임시 도 로를 깔아 교통통제가 필요 없게 하고 있었다.

그 다음으로 침수대책 방지의 일환으로 이용되는 우수조정지 공사현장을 찾았다. 본 공사는 1년간에 걸쳐 이루어지고 있 으며, 총 25,000m³의 저류능력을 지니고 있는 조정지 공사였다. 처리장으로 다 유입되지 못하는 우수를 일시 저류한 후 다시 처리장으로 보내어 처리하는 방식으로 계획되고 있었는데, 이 조정지의 건설이 완료되면 그 상부에 아파트를 건설하여 효율 적인 상부이용을 도모하고 있었다.

9월 9일(목)

오늘은 하수관로의 유지 및 안전관리가 어떻게 이루어지고 있 는지에 대한 교육과 하수도대장관리, 강우정보시스템을 통한 하수기초시설의 효율적 이용방안 등에 대한 교육이 예정되어 있었다.

동경도 매설관거 중 약 2,000km는 50년이 경과된 관으로 보 통 관경이 800mm 이상이 되면 육안으로 관거내 조사를 실시 하고, 그 이하의 관에 대해서는 CCTV를 이용하여 관거 조사

를 한다. 2003년도 말 조사율과 이에 대한 23개구 하수도의 노후화 대책은 아래의 표 2)와 같으며, 표 2)에 나타난 대로 정비개소에 대해 재구축, 개량, 보수로 구분하여 정비를 실시하고 있었다. 또한, 효율적인 정비를 위해서는 일반적으로 피복공법을 이용하여 관거 재정비를 실시하고 있었으며, 그 밖에 관로시설의 유지관리를 위해 순시점검, 관로청소, 도로함몰 건수와 보수비 산정, 대장 관리 등을 지속적으로 실시해야 한다는 점을 강조하였다.

본관	관리연장(km)	15,503
	조사가 끝난 연장(km)	7,580
	조사율	49%
연결관	오수받이개소(천개)	1,836
	조사가 끝난 개소(천개소)	860
	조사율	47%

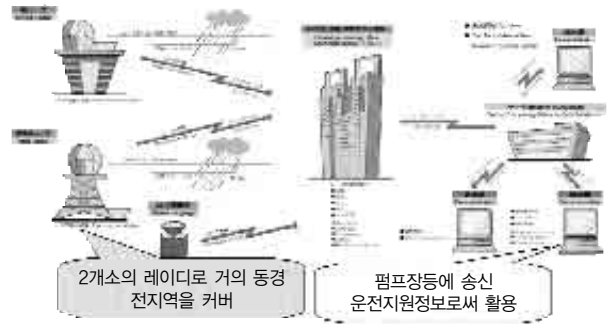
	대응연수	정비수준	정비	대응	지출과목
재구축	갱신	향상	면	면	건설비
개량	갱신	유지	선	span	개량비
보수	-	유지	면, 선	부분	영업비

표 2) 하수관로의 유지 및 안전관리

현재 동경도에서 하수도 대장관리를 위해 적용되어 있는 시스템은 SEMIS(Sewerage Mapping and Information System)를 이용하고 있었는데, 완전 컴퓨터 자동화로 이 SEMIS를 이용하여 각종기능 등을 점검·정비하고 있었으며, 이 시스템은 각 관리사무소, 출장소에도 SEMIS가 배치되어, 함몰 등의 긴급 대응시에도 빠르게 관거정보를 끌어내는 것이 가능하도록 하고 있었다. 또한, 이 하수도대장은 일반 시민들



▲ 하수도 대장관리



▲ 동경 마에슈(Tokyo Amesh)

에게도 열람이 가능하도록 하여 하루 300명가량의 이용횟수를 보여주고 있었다.

오후에는 동경도 하수도국을 직접 방문하여 기상 레이더에 의해 제공받는 실시간 강우정보시스템인 도쿄 아메슈에 대한 설명 및 견학을 하였다. 이는 침수피해에 대한 대책의 일환으로 사용되고 있었으며 일반 시민들에게도 정보이용을 가능토록 하여 조기에 침수피해를 최소화 하도록 하였다.

9월 10일(금)



▲ NaS 전지 도입효과

오전에는 일본하수도협회에서 하수처리 개요에 대해 설명을 들었으며, 일본에서 주로 이용하고 있는 하수처리 공법등에 대한 자료를 수집하였다. 오후에는 카사이(葛西)물 재생 센터(동경도는 하수도 이미지 제고를 위하여 2004년 4월부터 하수처리장 명칭을 물재생센터로 변경하여 큰 호응을 얻고 있다.)의 견학을 실시하였다. 처리능력 400,000m³/일로 운영되고 있는 카사이 물 재생센터는 몇 가지 특징을 들 수 있었는데, 먼저 향후 고도처리를 위한 부지마련을 위해 남계시설배치를 했다는 점과, 유지관리비의 절감도모를 위하여 야간 전력을 축적하여 낮에 사용하는 NaS 전지를 도입하고 있다는 점, 하수슬러지를 소각처리 후에 민간업자에게 위탁하여 입도조정회로 만들어 토목용 건축자재 등으로 재활용하고 있다는 점을 들 수 있었다. 그 밖에 처리장 상부시설을 야구장과 축구장으로 이용하고 있었으며 이에 대한 관리는 구청에서 실시하고 있었다. 일본에 와서 처음으로 견학한 처리장이었지만, 일본 하수처리장의 경우는 유입수질

항목	유입수	방류수	방류수의 수질기준
BOD	135	2	-
COD	79	9	35이하
T-N	27.6	12	50이하
T-P	3.0	1	4.5이하

표 3) 카사이 물 재생센터의 유입·방류수질

이 우리나라보다 비교적 높고(BOD 135mg/l) 처리효율도 상당히 좋은 편이었다.

9월 11일(토)~9월 12일(일)

일주일간의 연수를 마치고 주말에는 동경 인근 지역의 문화체험을 하는 날이라 무엇보다 설레고 기분이 좋았다. 토요일 아침 일찍부터 서둘러 우리는 후지산과 화산의 흔적이 남아 있는 하코네를 견학하였다. 일본에 왔지만 우리나라와 별로 이질감을 느끼지 못했었는데, 하코네에 가서 화산의 흔적을 보고 나니 역시 다른 나라구나 하는 생각이 든다. 하코네의 유명한 지옥의 계곡을 본 후 우리는 로프웨이를 타고 화산분출로 인해 만들어진 갈데라 호수를 유람한 후 동경으로 돌아왔다. 일요일에는 동경도에서 약 3시간 거리에 있는 아마나시현으로 이동하여 와인공장을 견학한 후 요즘 한창인 포도밭을 구경한 후 동경으로 돌아와 휴식을 취하였다.

9월 13일(월)

오늘은 우수저류형 침전지 시설을 두고 있는 신가시(新河岸) 물재생센터 견학과 에어쿠션 사이펀과 무수주형 펌프를 두고 있는 우까마(浮間) 물 재생센터의 견학이 있는 날이다. 먼저 신가시 물재생센터는 동경도 서북부의 처리구역을 담당하고 있는 곳으로 동경도 전체양의 약 18%인 750,000m³/일을 처리하고 있는 재생센터였다. 이 재생센터에서는 토지를 유효 이용하기 위해, 제1침전지와 제2침전지는 전체 2단조식으로, 반응조는 심층반응조로 되어 있어 통상 시설(1단조식)의 1.5~1.6배의 처리능력을 보여주고 있었다. 신가시 물 재생센터의 가장 큰 특징은 우천시 저류지로 이는 우천시의 3Q를 대응하기 위해 설치된 것이다. 이 저류지를 돕으로써, 아래와 같은 효과를 거둘 수 있었다.

- ① 저류지의 상부를 침전지로서 겸용하여 사용하기 때문에, 유입하는 오수가 침전지 부분의 월류 수위에 도달하지 않는 경우는 전체 저류지로서 기능하여 저류효과가 크게 된다.

- ② 기존 최초침전지에 유입하는 오수는, 우천시에서도 계획 1일 최대 오수량 정도가 되므로 수처리시설의 운전제어가 쉽게 된다.
- ③ 침전지에는 슬러지 스크레이퍼 등의 설비가 없어 건설비가 저렴하고 유지관리도 쉽다.
- ④ 기계설비가 없기 때문에 침전지의 형상이 설비에 구속되지 않는다.
- ⑤ 침전지 부분에 콜렉터를 설치하지 않기 때문에 유지관리공간을 설치할 필요가 없어 상부이용을 쉽게 할 수 있다.



▲ 에어쿠션 역사이펀 모형

오후에 방문한 우까마(浮間) 물재생센터는 처리능력 260,000m³/일을 지니고 있는 재생센터로써 A2O의 고도처리공법을 채택하고 있으며, 3개의 각기 다른 간선으로 지역의 침수대책 및 합류개선시설을 배치하고 있었다. 본 재생센터의 특징으로는 에어쿠션 사이펀 시스템을 들 수 있는데 도시화의 진행으로 인한 지하매설물의 증대로 하수관거 설치가 점점 지하로 내려가게 되므로 부득이하게 하수관거를 사이펀화 할 때, 오수량이 적은 맑은 날 사이펀 내 토사나 스컴이 퇴적하기 쉽고, 퇴적의 진행에 따라 유효능력의 저하와 악취 및 부식성 가스의 발생으로 유지관리가 어려운 상태가 되기 때문에 이러한 문제에 유효하게 대처하기 위한 방안으로 고려된 것으로 사이펀관 내에 공기를 주입시켜 통수단면적을 축소시켜 유속을 증대시키고, 소류속을 확보하여 토사·스컴의 퇴적을 방지하기 위해 도입한 시스템이다. 단, 우천시에는 공기를 빼내 우수로 만수가 될 수 있도록 하고 있었다.

9월 14일(화)

오늘은 21세기 하수도 지향을 목표로 하는 아리아케(有名) 물재생센터 견학이다. 이 물재생센터는 임해 부도심에 위치한 재생센터로 혐기·무산소·호기법과 생물막 여과법(현재는 모래여과법)에 의한 고도처리방식을 취하고 있으며, 처리능력은 30,000m³/일로 비교적 적은 규모였으나 고도처리한 물을 재생수로써 임해부도심 지역으로 공급하고, 건물 내 화장실 용수, 동경임해 신교통수단인 유리까모메 모노레일 세정수 등으로 이용하고 있었다. 또한, 인근 7개 무인 펌프장의 운전관리를 광 화이버 통신망을 활용하여 본 재생센터로부터 원격감시제

어를 하고 있었다. 무엇보다도 이 처리장은 상부이용이 다른 곳과 구별되었는데 기존 단순한 축구장, 야구장 등의 시설뿐만 아니라, 상부의 체육시설 건물을 두어 전망대, 레스토랑, 다목적 실내체육관, 헬스장, 수영장 등으로 이용되고 있었다. 또한, 상부건물 한 층에는 무지개 하수도관을 설치하여 하수도가 얼마나 필요하고 이로운 것인가에 대하여 다양한 전시를 곁하고 있어 일반시민들에게 홍보효과가 클 것으로 보였다.

📅 9월 15일(수)~16일(목)

지난 열흘간 동경에서 다양한 이론교육과 견학을 마치고, 1박 2일 일정으로 지방의 광역화 공장 견학이 예정되어 있었다. 견학시설은 동경에서 3시간 떨어진 곳에 위치한 토치기현하수도 자원화 공장이다. 이 자원화 공장은 2002년 10월부터 운영되고 있었는데, 하수도의 정비 및 고도처리가 증대됨에 따라 다량으로 발생하는 하수슬러지에 대처하기 위해 토치기현 내 각 공공처리장과 유역 처리장에서 발생하는 탈수슬러지, 침사, 소각회를 수집하여, 자원으로써 영구적으로 유효 이용하는 것을 목적으로 토치기현이 계획하고 토치기현의 시정촌(市町村) 40개소가 참여하여 설립된 곳이다.

처리공정을 살펴보면 각 지역의 탈수 슬러지가 밀폐형 덤프트럭에 의해 공장으로 반입되고, 호퍼로 투입 후 밀폐식 슬러지 저류 싸이로(3기)로 저류하여 소각로로 안정하게 공급한다. 또한, 소각처리하는 처리장으로부터 들어온 하수슬러지 소각회는, 밀폐형 차량에 의해 반입하고 회 저류 호퍼로 저류한 후 회용용으로 회를 안정 공급한다. 이렇게 공급된 슬러지는 슬러지 저류 싸이로로부터 정량을 소각로로 안정 공급하여, 로내의 연료온도를 850℃전후에서 완전연소 시킨다. 소각용 백 필터에서 포집한 소각회는 회 저류 호퍼에 저류하여, 회용용으로 안정 공급한다. 반입된 회 및 소각로로부터의 소각회는 로내 온도 1,300~1,500℃에서 회를 용융 슬래그화시켜 최종부산물로 만든다. 이 최종부산물물은 처음 슬러지의 양보다 약 1/30배로 감량되어 슬러지 감량화에 크게 기여하고 있었다.



▲ 용융슬래그

또한, 최종부산물인 용융슬래그는 노반재나 하수도 공사시 복토재로 유효 이용되고 있다. 이 자원화공장도 설립할 때는 주민들과의 마찰을 겪었다고 한다. 그 마찰을 해결하기 위해 주변

의 녹지공원을 만들고 도로를 개설하였다. 또한, 문제시되는 다이옥신류의 발생을 막기 위해 완전연소를 유지하며, 백필터로 매진을 제거하고 있으며, 공장 정문 앞에 커다란 제어판을 두어 시민들에게 늘 다이옥신 및 기타 환경배출물질에 대한 모니터링을 할 수 있도록 제공하고 있었다.

공장 견학 후에는 카노 온천 쪽으로 이동하여 일본의 전통 온천장에서 휴식을 취하였으며, 다음날은 인근 지역인 닛코(日光)의 문화체험을 한 후, 오후에 동경으로 돌아왔다.

📅 9월 17일(금)

연수의 마지막 날이다. 우리는 모든 짐을 챙겨 일본하수도협회로 향하였다. 오전에는 그동안의 연수기간동안 궁금했던 사항을 질의 응답하였으며 협회 관계자들과 인사를 나누는 후 오후 5시 비행기로 근 2주간의 일정을 마치고 한국으로 돌아왔다. 본 고에 연수기간동안 보고 들었던 내용을 모두 기술한다는 것은 무리가 있지만 이번 연수를 통해 2주간이라는 짧은 기간 동안 일본의 여러 하수도 운영상황을 둘러볼 수 있어서 나름대로 좋은 계기가 되었다. 단 지방 소규모 하수처리장에 대한 견학을 하지 못한 점이 아쉬움으로 남아, 다음번 연수에는 그 점도 포함이 되었으면 한다.

마지막으로 이번 연수기간 내내 수고해주신 일본하수도협회 관계자와 동경도 하수도국, TGS, 중부관리사무소, 카사이 물재생센터, 신가시 물재생센터, 우카마 물재생센터, 아리아케 물재생센터, 토치기현 하수도 자원화 공장 관계자분들과 2주간 고생해온 각 지자체 참여자여러분, 특히나 연수를 기획하고 운영해 온 한국상하수도협회에 감사의 마음을 표한다. ☺



▲ 2004년도 하반기 실무자반 해외연수 참가자들과 함께