



「2004 상수도 실무자반 해외연수프로그램」을 다녀와서



글 박상현 _ 포항시 상하수도사업소



1. 서두

지난 해 갑신년(甲辛年)은 무척 의미 있는 한 해인 것 같다. 현 해탄을 건넌 일본 관동지방을 기행하고 새로운 상수도 기술에 대한 연수와 명치(메이지) 유신과 함께한 일본 근대수도(1890년대)에 대한 이해, 기술 실용주의, 단순하지만 간결한 문화, 장래에 대한 예측가능성을 염두에 둔 사회간접자본에 대한 투자, 한 세기를 생각하고 지어지는 생활 문화 공간 등 이번 연수에 있어서 의미 있는 체험 이었다. 한국상하수도협회(KWWA)에서는 일본수도협회(JWWA) 협조를 받아 국내 상수도 종사자들의 선진기술 및 정보습득을 목적으로 '04년 5월 실질적인 연수담당사업자들과 협의를 마친 후, 8월에 신청자를 모집하여 11월에 첫 번째로 상수도 관리자반 해외연수 실시를 마쳤다고 하며, 두 번째로 12월에 실무자반 해외 연수를 실시하게 되었다고 한다.

또한, 연수 협조기관은 일본수도협회를 창구로 하여, 오사카시 수도국, 오사카부 수도부, 한신수도기업단, 미노시 등이 참여하여 이루어졌다. 각각의 역할로는 한신수도기업단에서는 고도정수처리시설의 실질운영사례와 21세기형 정수장 사례, 오사카부 수도부에서는 원수처리에 대한 새로운 기술도입 및 수질검사 체계, 정·송·배수 및 원·정수 수질관리시스템

(Aquanet Osaka and Koi or Yuki Sensor), 오사카시 수도국에서는 배수관리 시스템, 급수장치의 설치·요금징수, 관로의 유지관리 등이 주요 테마가 되었다.

특히, 상수도 실무자 연수단을 전국 지방상수도의 실질적인 업무를 관리, 운영, 개선하여야 하는 위치에 있는 20명으로 구성하여 각각의 요소요소에서 필요로 하는 기술 인력으로서 일본의 상수도 기술을 국내 상수도에 접목시킬 수 있는 기술 운영사례 및 시설 연수를 통해 국내 상수도와 비교검토 후 상수도 시설기술 발전에 도움이 되고자 기대에 찬 출발을 하였다.

2. 연수내용

❖ 12월 6일(월)

지난해 8월에 한국상하수도협회에서 실시하는 실무자반 해외 연수프로그램에 대한 신청을 주위의 추천으로 우연찮게 하게 되었다. 지금 와서 생각하니 연수에 대한 사전 국내 상수도 기술과 일본 상수도 기술 지식을 대비한 비교가 미흡하게 준비한 것 같아 아쉽기도 하다. 본격적인 겨울 추위가 시작되는 12월 6일 새벽 2시 어김없이 연수의 시작인 리무진 공항버스에 몸을 싣고 새벽잠을 뒤척이며 공항에 도착했다. 인천국제공항에서 우리는 간사이공항 도착 오사카행 비행기에 몸을 싣었다. 이번 연수는 11월에 실시된 관리자반과 달리 20명이라는 국내 여러 자치단체에서 다양한 직종의 사람들이 많이 참가해 연수에 대한 기대감과 일상의 업무를 잠시나마 떨쳐버리고 싶은 욕구를 대합실에서도 느낄 수 있었다.

오사카에 내리자마자, 한국의 매서운 겨울바람과는 달리 무척 포근하게 느껴졌다. 우리가 도착하는 날 공항은 무척 혼잡하여 입국에 약 2시간이 소요되어 다소 짜증스러움을 느끼지 않을 수 없었다.

공항의 입국절차가 끝나고 곧바로 버스에 올라 일본수도협회

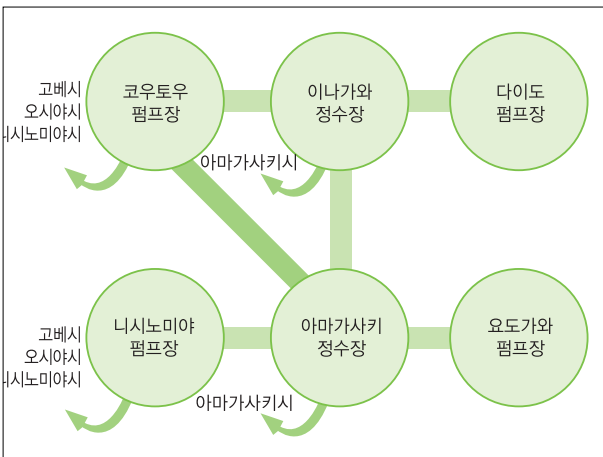
을 수 없었다.

공항의 입국절차가 끝나고 곧바로 버스에 올라 일본수도협회 오사카 지부로 향했다.

첫날부터 교육이 있다니... 연수프로그램상 들어있는 건 알았지만, 일본의 연수문화가 다름을 실감 했다.

첫째 날 연수는 피교육자들에게 대단히 피곤한 스케줄인 듯싶다. 우리는 일본수도협회 오사카지부에서 일본의 수도에 대한 개략적인 설명을 들을 수 있었다. 일본의 수도는 상당부분 우리와 닮아 있지만, 행정조직 및 구조와 절차가 조금 다른 부분이 있었다. 우리는 지방자치단체로 수도사업도 전부 분권화되어 있지만, 일본의 경우에는 수도사업자는 순수하게 시민에게 물을 공급하는 역할이고, 용수공급사업체라고 해서 정수를 하여 도매하는 사업체가 별도로 있었다. 한국에도 물론 광역상 수도를 사용하고 있는 지역도 있지만, 일본의 대부분의 도시들이 용수공급사업체와 수도사업체를 별개로 인식하고 있었다. 이를 비롯하여 일본의 수도현황, 수도경영, 개요, 재정, 운전·유지관리, 수도시설, 앞으로의 일본 수도의 문제점 등을 소재로 강의를 끝내고 호텔로 돌아가, 첫날의 피로도 풀고, 인사도 나눌 겸 모두가 한데 모여 저녁을 먹고 하루의 일정을 마감했다.

❖ 12월 7일(화)



앞에서 말한 용수공급사업을 담당하고 있는 한신(阪神)수도사업단의 이나가와 정수장을 방문하였다. 한신수도기업단은 '42년에 인근지역의 시정촌이 모여서 설립된 단체로, 현재는 시정촌의 합병에 의해 크게 4개시로 용수를 공급하고 있었다. 일 최대 처리능력은 916,900m³으로 수원인 비와코에서의 색도, 곰팡이냄새(Anabaena · sp, Phormidium, Oscillatoria 등 조류인 2-MIB, Geosmin)와 소독부산물인 THMs,

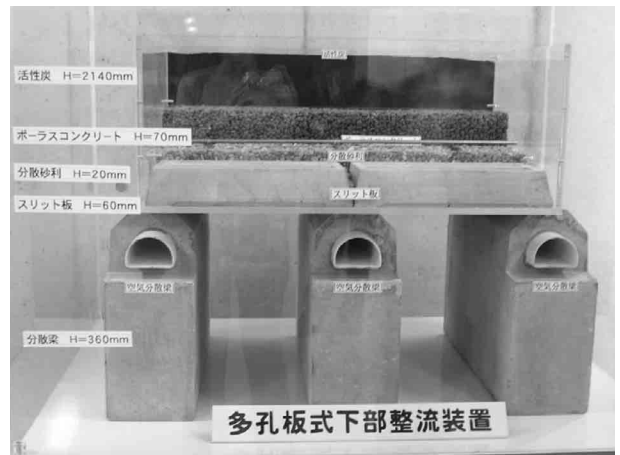
Cryptosporidium 제거를 위한 오존접촉조·활성탄처리조 등의 고도정수처리를 도입하고 있었다. 한신수도기업단의 정수장들은 최근 들어 원수수질의 변화에 대응하기 위해 고도정수처리를 도입하고, 한신 대지진을 교훈으로 한「지진에 강한 안정된 용수공급 System」을 목표로, 내진화 시책을 현재 추진하고 있다.

본 정수장의 고도처리시설은 Ⅲ단계 공사로 이루어졌는데 I, Ⅱ계 정수시설은 기존시설의 침전지를 황류식(수평류)에서 경사관식(상하류식)으로 개조하여 고도처리시설을 도입하였고, Ⅲ단계 공사는 남은 용지에 고도정수시설을 건설하여 '00년 7월부터 전량 고도정수처리수를 공급하고 있었다. 또한, 정수된 수돗물은 아마가사키시의 물 수요량에 맞춰 배수관압을 조정하면서 직접펌프 방식으로 압송하고 있다.

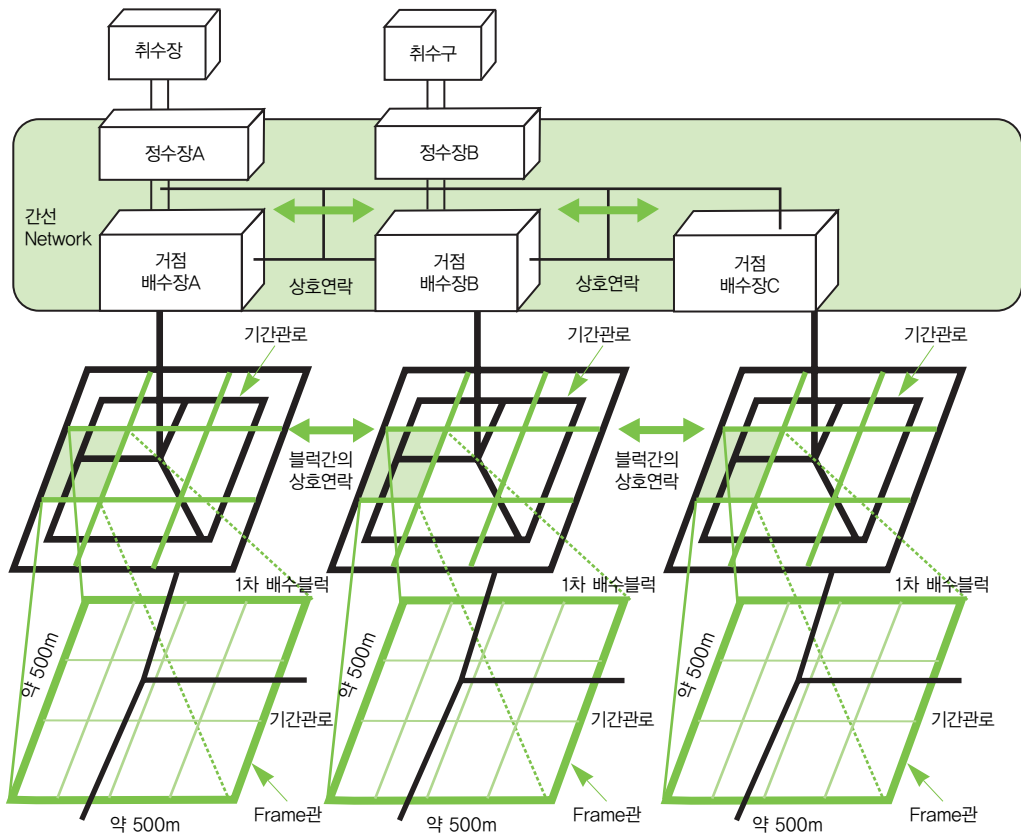
본 정수장에서 고도처리시설을 도입한 이유는 수원인 비와코의 곰팡이 냄새 등의 이취 문제와 염소 소독에 의한 THMs의 생성능 저감을 목적으로 한 것이다.

본 정수장의 특징으로는 급속여과 전에 오존, 활성탄처리를 배치한다는 점, 활성탄 흡착조에 유동층 방식을 채용하고 있다는 점, 재용집혼화조를 첨가했다는 점, 자연평형식 여과방식, 자원절약과 자연순환형 고상오니 처리(토양기층제·운동장 포설용) 등이었다.

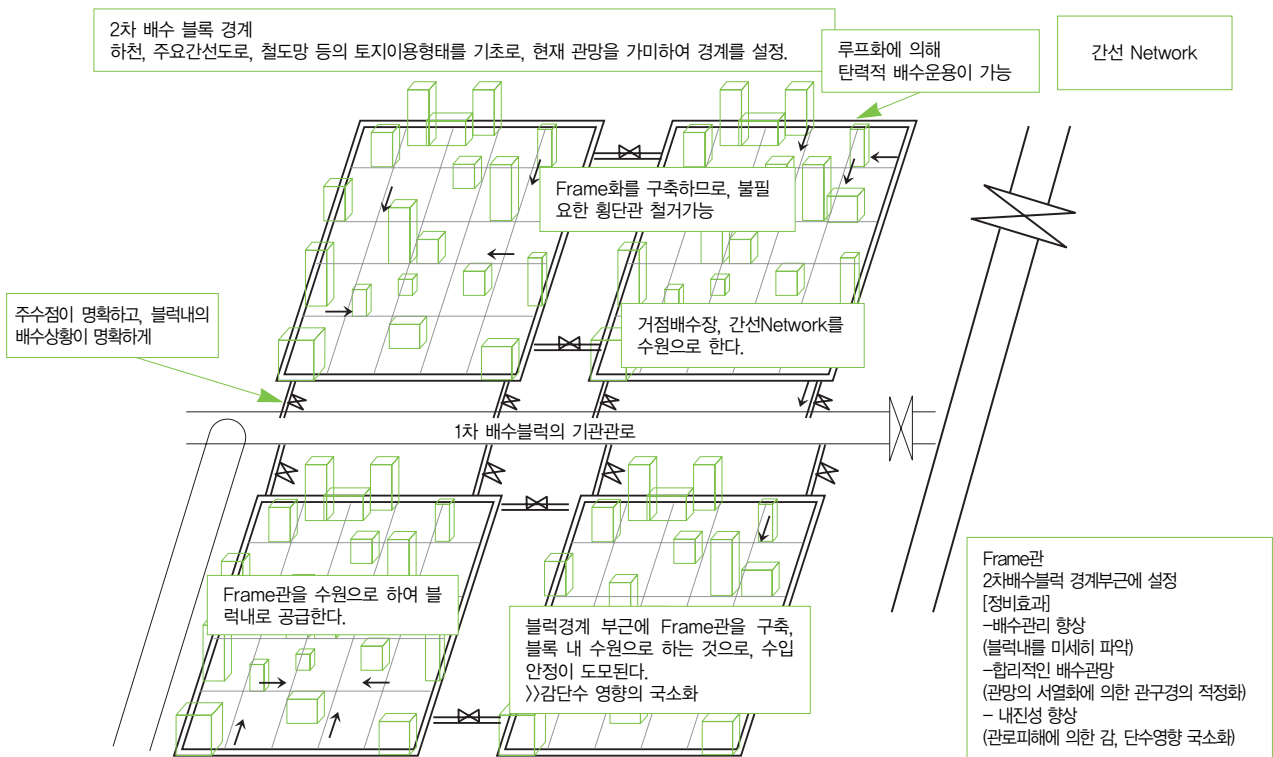
활성탄 접촉조 후에 재용집 혼화지를 둔 것은 Breakpoint 처리에 의한 중간염소처리로 처리수의 소독을 실시함과 동시에 활성탄(입상 무연탄계 GAC) 처리 중 유출될 수 있는 미세한 현탁물질(미분탄포함) 제거와 후단의 급속여과지에서 가해지는 부하를 줄이기 위해 황산알루미늄을 소량(3mg/l)주입하여 마이크로 플러를 형성하기 위함이며, 미생물 발생억제를 위한 후염소(NaOCl)처리를 실시하고 있다.



▲ 활성탄 접촉조의 구조



▲ 배수블럭 System의 개념도



▲ 배수 Block System의 정비효과

❖ 12월 8일(수)

오늘은 오사카시의 수도국을 방문하여 일본 수도의 역사(1892년 창설, 1895년 통수후 3차 확장기·정, 배, 급수장치 정비기·고도정수 정비기)와 배수 운용 및 관리시스템에 관한 이론교육을 받았다. 오사카시에는 3개의 정수장 [쿠니지마정수장(1,180,000m³/day), 니와쿠보정수장(800,000m³/day), 토요노정수장(450,000m³/day)]으로 총 시설능력 2,430,000m³/day 규모로 운영되고 있다. 오사카시의 배수방식은 시지역이 평탄하기 때문에 펌프가압방식을 취하고 있다고 한다. 오사카시 정·배수장에서는 시내 배수압을 적정하게 유지하기 위해 배수구역(11구역)마다 설정한 지표 Telemeter의 수압이 설정수압을 유지할 수 있도록 배수펌프를 운전하고 있으며, 주간과 야간의 실사용 수압 추이를 검토하여 배수량을 조정하고 있다. 덧붙여 시내 각 개소에 설치되어 있는 발신국에서 측정된 유량·수압·수질 등의 Data는 수도국 청사내의 배수정보센터에 보내져 적정한 배수 컨트롤을 실시하기 위한 기초 자료로 이용되고 있다.

현재 오사카시의 배수관리상의 과제로는 우선, 고도성장기에 물 수요량 급증에 따라 배수관망을 많이 포설하였고 따라서 배수관망이 무척 복잡해 졌으며, 이로 인해 시내 배수압의 불균형, 수원의 기능저하에 의한 탁수 발생, 누수사고시의 영향범위 확대 등의 문제가 발생하고 있다. 따라서 오사카시에서는 아래와 같은 새로운 배수 블록 시스템 구축을 목표로 하고 있다. 이 블록시스템은 현재 15% 정도 진행되어진 상태라고 한다. 이러한 블록시스템을 도입함으로써 시내 전 지역의 단수발생을 막고, 효율적인 배수관리가 도모될 것이다.

또한, 배수관에 대해서는 정기적으로 배수관세척작업을 공사사무소 직원이 직접 담당하고 있었다. 이 배수관 세척 작업은, 탁수 발생의 제어를 포함하여 수질보전을 도모하기 위해, 세정 배수설비(세정전 및 소화전 등)를 활용하며 급수관이 연결되어 있는 구경 300mm 이하 배수관을 대상으로 계획적인 세정 배수작업을 실시하는 것으로, 세정유속은 1m/sec 이상 확보, 한개 노선의 물 교체 횟수는 10회 이상, 세정배수설비(세정전)는 구경 200~300mm 배수관에 설치하며 세정배수설비의 미설치배수관 및 구경 150mm 이하 배수관은 기존 소화전을 이용하고 있었으며 세척주기는 1회/5년·1개소 단위로 이루어지고 있었다. 일본 상수도 배수관 역시 수도개시시에는 주철관(DCIP)에 콜타르(Resin) 라이닝을 사용하다가 그 후 장기간 정제 타르 도료를 사용하였고 '65년도부터 내면방식도장에 몰타르 라이닝을 전면 채용하였다, 이들 라이닝 방법들에 대한

수질문제는 한국과 차이가 없었으며, 이들 문제로 인해 '66년부터 염화비닐계와 알카리계 합성수지를 코팅한 Seal Coat를 실시하였고, '88년부터 재질을 침수성 알카리계로 변경하여 Seal Coat의 박리를 해소하였다고 한다.

❖ 12월 9일(목)

이날은 지진의 도시인 고베시에 위치한 미쯔비시 전기 견학을 위해 버스에 올랐다. 고베 미쯔비시 전기·전력 사회 System 사업소에서는 오존 고도정수처리 System과 재해정보 System, IT센타 견학, 보존업무 지원 System에 관한 내용들에 대해 이론 및 시설견학을 하였다. 미쯔비시 전기·전력 사회 System 사업소는 상하수도를 위한 다양한 제품이나 플랜트 System을 개발하고 있는 사업소로 이날의 견학은 오존 고도정수처리 System과 재해정보 System, IT센타 견학, 보존업무 지원 System에 대한 내용들이었다. 오존 처리에 대한 내용은 정수장 견학시에도 들었던 내용들이었지만, 여기에서는 원리와 효율성 등에 대한 자세한 사항을 접할 수 있었다. 일본에서는 오존고도처리도입이 점점 확산되고 있는데 도입이 유에 대한 앙케이트 조사 결과 이취미 대책이 80%정도를 차지하였고, 다음으로 THMs의 저감이 62%, 기타 NH₄-N, 색도, 음이온계면활성제, 농약대책 등 수도원수의 수질에 따라 다양한 수질항목을 들 수 있었다. 또한 고도정수처리시설을 도입한 정수장에서 시민을 대상으로 시음회를 개최한 결과 대다수의 시민들이 고도정수처리수가 시판되고 있는 생수보다도 맛이 있다는 평가를 내렸다.

보전 유지관리 업무 System에 관해서는 현장에서의 보전작업의 효율화와 설비의 정량평가를 하기 위한 data 누적을 위해 보존업무지원 System으로 RFID(Radio Frequency Identification; 미소한 무선 칩에 의해 물질을 식별·관리하는 장치)에 대한 설명을 들었다. 이를 이용하여 현장에서 관리·점검을 하고 이때의 사고·고장 기록, 점검 기록을 Database화 하여 설비진단 System에 반영시킨다. 또한 보전 점검 System으로써 PDA단말기를 이용하여 점검을 하고 있으며, 이러한 기록들을 Database화하여 일지, 월보 등의 보고서작성을 하는데 이용할 수 있도록 하였다. IT센터 견학에서는 쌍방향 Multi Communication System과 헬리콥터 위치정보 System에 대한 견학이 있었다.

특히 오존발생장치(Ozone Generator)와 Diffuser 및 방전관(Electronic/Tubular·Disc Type)·전단 건조기 등에 대한 설명은 있었으나 오존 발생 원리기술에 대해서는 이해력 부족

으로 숙지하지 못한 것 같으나 방전관에 접압을 걸면 고주파와 저주파 전자 사이를 O₂가 전자되어 쪼개지면서 O₃로 Formation 하는 것으로 이해하였고 확실한 것은 폐 오존 처리는 N₂O₅ 형태로 배출 된다는 것이었다.

❖ 12월 10일(금)

오늘은 오사카부 수도부에서 운영하는 정수시설을 견학하는 날이다. 오사카부수도부 역시 한신수도기업단과 마찬가지로 용수공급사업체로써 정수한 물을 오사카부내에 있는 시정촌에 연간 약 6억m³ 규모로 부내 41개 시정촌에 공급하고 있었다. 이날 들른 정수장은 미시마정수장으로써 원래는 공업용수 공급 정수시설이었으나, 산업구조의 변화에 따라 급수량의 증가가 예상되지 않아 일부 시설을 상수도로 전용하여 상수도, 공업용수도의 공동시설로써 이용하게 된 시설이다. 이 정수장의 특징으로는 생물원수처리를 하고 있다는 점, 그리고 정수장 부지 확보의 어려움 때문에 침전시설과 그 이후시설이 떨어져 설치되어 있다는 점이였다. 따라서 이 미시마 정수장은 미시마정수장과 만바쿠 공원정수시설로 나뉘어진다. 특징중 하나로 든 생물원수처리시설은 미시마 정수장이 비교적 요도가와 하류에 위치하고 있어 암모니아성 질소가 높아 이를 제거하기 위한 것으로 비표면적을 확장시킨 6각형 허니콤 튜브(H=3M)에 미생물을 부착시켜 처리하는 시설로 주된 처리물질은 암모니아성 질소와 망간이라고 하며, 디스크 타입의 산기관으로 분산시켜 Blower(브로어)로 송기량을 조절하여 조내 산소요구량을 맞추어 생물처리하는 기술에 대한 의문점이 많았다.

또한 미시마 정수장은 태양열 발전 System을 침전지 상부에 설치하였는데 시스템 도입목적으로는 침전지 위에 뚜껑을 해



▲ 미시마 정수장

뚫음으로 인해 차광효과로 조류의 발생을 억제할 수 있고, 물에 주입하는 살조용(殺藻用)염소도 줄이기 위해서이다. 또한 단순 차광뿐만이 아니라 뚜껑상부의 넓은 면적을 유효 이용하기 위해 태양전지 이동식 집열판넬을 설치하여 일부 전력소비량을 감소시키고, CO₂ 배출억제와 환경보전에 노력하고 있다고 하였다. 또한 이 사업의 건설비는 「신 에너지·산업기술종합개발기구(NEDO)」의 지역 신 에너지 등 도입촉진 대책비 보조 사업으로써 조성을 받고 있다고 한다.

이날 오후에는 미노시 막처리시설 견학으로 여과방식이 막이 가진 미세공이 현탁물질 등을 포집하여, 포집된 더러움을 정기적으로 역세함에 따라 장기간 안정된 음용수를 얻을 수 있는 시설이었다.

일본에서 이 지역은 비소가 많이 검출되어 미세한 막여과를 이용하는 시설로 일반적인 특징은 신뢰성이 풍부한 정밀 여과막(공칭 공경 0.2μm의 정밀여과막 ; Polypropylene Micro-filtration Membrane)을 채용하고 있기 때문에, 현탁성분(탁도, 세균, 비소) 및 클립토폰스포리지움, 지아디아 등의 병원성미생물도 100% 제거 할 수 있다고 한다. 또한, 신축성이 있는 막 재질을 채용하고 있기 때문에 강력한 공기역세가 가능하고, 장기간에 걸쳐 안정된 기능을 확보할 수 있다는 것이다.

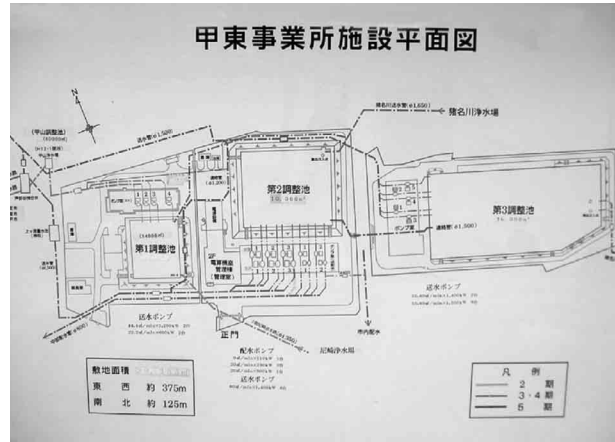
또한 무인화와 쉬운 유지관리로 원격감시 Ssystem을 채용하고 있는데, 유지관리가 쉬워 무인운전이 가능하며, 전량 여과방식을 채택하고 있기 때문에, Cross Flow 여과방식과 비교하여, 소비전력에 대한 운영비가 저렴하고, 대형막 모듈을 채용하고 있어 설비면적이 응집침전·사여과의 1/2~1/3로 공간이 절약된다는 점이다. 특히 미노시의 막여과 장치만이 가지고 있는 특징으로는, 중공사 내측에서 외측(외압식 중공사)으로 향하고 600kPa의 공기로 가압, 외측을 대기압에 개방하고 있어 정기적으로 역세시킬 수 있다. 막은 상당히 신축성이 풍부하기 때문에, 공기를 더하면 사공경이 확장하여, 막의 외측에 부착된 물질이 쉽게 떨어져 나간다고 한다. 또한 역압공기세정은, 자동적으로 운전되며, 막의 눈막힘을 거의 완전히 해소할 수 있기 때문에, 장시간 안정된 처리능력을 확보 할 수 있다고 한다. 또한 막손상 검지방법으로는 장치 내 막 모듈 전량의 이상을 한번에 조사하는 방법(Membrane Test)과 이상이 있는 경우 어떤 모듈이 문제가 있는가를 특정 짓는 방법(Sonic Analyzer)이 있다고 하며 미노시에서는 안전을 위해 Membrane Test에 의한 이상이 발생했을 경우에는 막여과 장치를 자동 정지 시킨다고 한다. 우리나라의 간이상수도에 적용 할 수 있는 기술이라고 생각하면서 특히 막여과장치를 할

경우 1차적으로 복류수등을 채용하여야 하며 입자가 작은 탁질 물질이 유입되도록 전처리 설비를 갖추어야 할 것으로 보이며 미노시의 막처리시설은 대기압과 가압을 적절히 활용하여 사용하므로써 여과막을 역세하는 방식을 채용하고 있는 것 같다.

❖ 12월 13일(월)

연수생활이 벌써 일주일이 지났다. 주말에는 일본의 3대 신궁 중 하나라는 이세신궁과 미키모토 진주섬, 그리고 우리나라의 경주와 같은 전통문화의 도시인 교토, 나라를 둘러보면서 일본의 옛문화를 체험 할 시간을 가졌다. 일본의 옛문화는 단순하지만 일체감이 있었고, 한국의 삼국시대 문화와 많이 닮아 있었지만 건축의 처마나 용마루, 성 등은 그들만의 독자적인 문화인 것 같았으며 양식은 중국 남방문화와 많이 흡사한 것 같았다. 이제 다시 새로운 한주가 시작되었다. 이날은 한신수도기업단의 두 번째 연수일로 배수운용시스템시설견학과 21세기 미래지향의 정수장 견학이 있는 날이다. 먼저 배수운용시스템으로써는 코우토우사업소를 방문하였는데 이 시설은 '88년에 송·배수정비사업의 일환으로 운전유지관리원, 감사원의 환경개선과 일상작업의 합리화 등을 목적으로 에너지 절약화와 시설의 종합적인 고품질·고효율 운용에 의한 수질향상, 에너지 절약 운전 등 시설전체를 종합적으로 파악하는 것을 목적으로 한 종합화(집중화)를 목표로 계획되어 '95년 완공된 사업소이다. 센터에서는 2개의 취수펌프장, 2개의 정수장, 코우토우 관할의 무인 펌프장 5개소를 센터에서 원격조작으로 정수지 등 다른 운용을 고려하여 도수·송수·배수펌프의 자동운전을 실시하고 있었다. 또한, '01년도부터 코우토우 사업소, 니시노미야 펌프장의 수질에서부터 고베시의 시노하라 배수지 등 9개소의 수질감시도 실시하고 있다고 한다. 이 센터의 가동으로 인해 펌프설비의 일괄관리와 자동화가 도모되며, 펌프장에서 송·배수 업무에 종사하는 직원의 노동조건 개선과 야간근무자의 절감 등에 의한 합리화와 저렴한 야간 전력 사용을 고려한 효율적인 수운용과 적절한 제어를 실시, 원단위 관리에 의한 동력비의 절감 등, 설비도입에 의한 효과는 확실히 도모 되었다고 한다. 또한, 코우토우 송 배수관리센터에서는 한신 수도전체의 수운용상황이 실시간으로 파악될 수 있도록 되어 있어 긴급시에도 신속한 대응이 실시될 수 있게 되어 있었으며, 이 점에 관해서는 한신 대지진시 신속한 비상 우회급수 실적으로부터도 충분히 평가받은 부분이다.

이제 이 배수운용시스템은 새로운 시설갱신 계획(최신 감시제



▲ 코우토우 사업소 시설 평면도

어 Data 수집 System 채용, 대형화면 표시장치 도입, Web 감시 System 채용 등)을 가지고 있는데 시설이 15년 이상 되어 고장이 자주 발생, 업무 효율성을 위해 새롭게 시스템을 구축하고자 하는 것으로, 이를 위해 한신수도기업단 내에 검토위원회를 설치하여 환경문제와 내진화 정비계획을 포함, 송·배수 감시, 제어, 정보수집의 효율화와 위기관리 향상 등을 다각도로 검토한 후 구체적인 갱신계획을 산출하고 있었으며, 비상급수를 위한 우회 및 예비관망 설치가 인상적이었고 관망해석이 중요함을 알았다(1관-2관-3관 → 2관-3관 → 3관 형태). 코우토우 배수운용시스템 견학을 마치고 오후에는 아마가사키정수장으로 향하였다. 아마가사키 정수장은 요도가와 최하류 지점에서 취수하고 있어, 원수수질이 상류지역의 생활 잡배수와 비와코의 부영양화 등의 영향을 받고 있다고 하였다. 그 때문에 정수시설에서는 탁도를 제거하고 소독을 확실히 실시하여 곰팡이 냄새 등의 취미를 개선하여 트리할로메탄 등의 소독부생성물을 억제하는 것이 필요하게 되었다. 따라서 오존 접촉조와 활성탄 처리 등의 고도처리시설을 도입하게 되었다. 아마가사키 정수장에서는 공간절약 및 비용 절감화를 도모하기 위해 오존처리와 여과지에서 효율적인 새로운 정수기술을 도입하고 있었는데, 오존처리의 경우 인근 산소공장에서부터 파이프라인을 통해 산소를 직접 받아들여 고순도 산소를 원료로 하여 활성화가 쉬운 포화된 오존을 발생시키고 있었으며, 생성된 오존을 U자 튜브식 접촉조에 의해 용해·반응을 실시하여 오존소독 효과를 극대화시켜 유지관리를 용이하게 하도록 하고 있었다. 또한, 여과지에서는 오존·활성탄 처리에 의해 여과성이 향상되고 있다는 점을 이용하여, 여과층 두께 및 여재 유효경을 크게 하는 것으로 300m/일까지 고속화하는 것이 가능하게 되었다. 이밖에도 아마가사키 정수장은 미래형

정수장으로써 재해시에도 응급급수시설로부터 일정량 급수가 가능하도록 응급급수시설이 설계되어 있었으며, 또한 정수지 상부에는 상업시설(대형마트+주차장)을 유치해 연간 임대비를 거두어 들여 굉장히 유효하게 이용되고 있었다. 최종 슬러지의 경우에도 조립건조기를 이용, 탈수 케이크를 Cogeneration의 배열을 이용하여 조립 건조하여 전량 원예용 비료로써 재이용하고 있었다. 이 경우 예전에 매립을 실시했을 때는 8,000¥/ton의 비용이 들었지만, 현재는 600¥/ton의 비용을 받으면서 원예비료로 사용중이므로 매우 인상적이었다.

마지막으로 Cogeneration 설비가 있는데 이는 도시가스를 연료로 한 가스 엔진발전기 2대를 상시 운전하여 전력원을 2중화하여 상용전원 정전시의 중요부하로의 공급도 가능하게 하였다.

❖ 12월 14일(화)

오사카부 수도부에서 운영하는 무라노 정수장을 방문하였고, 이날은 수질감시 및 검사에 관한 이론 및 현장견학을 하는 날이었다. 무라노 정수장은 일본최대의 정수시설로 1,800,000㎡/일의 규모로 정수장뿐만 아니라, 수질관리센터와 송수관리센터도 겸하고 있었다. 오사카부가 수도물을 공급하는 시정촌의 수는 41개소이며, 오사카부에서는 이 곳들의 수질관리를 위해 지점별로 관리를 하고 있으며 그 분류항목은 다음과 같았다.

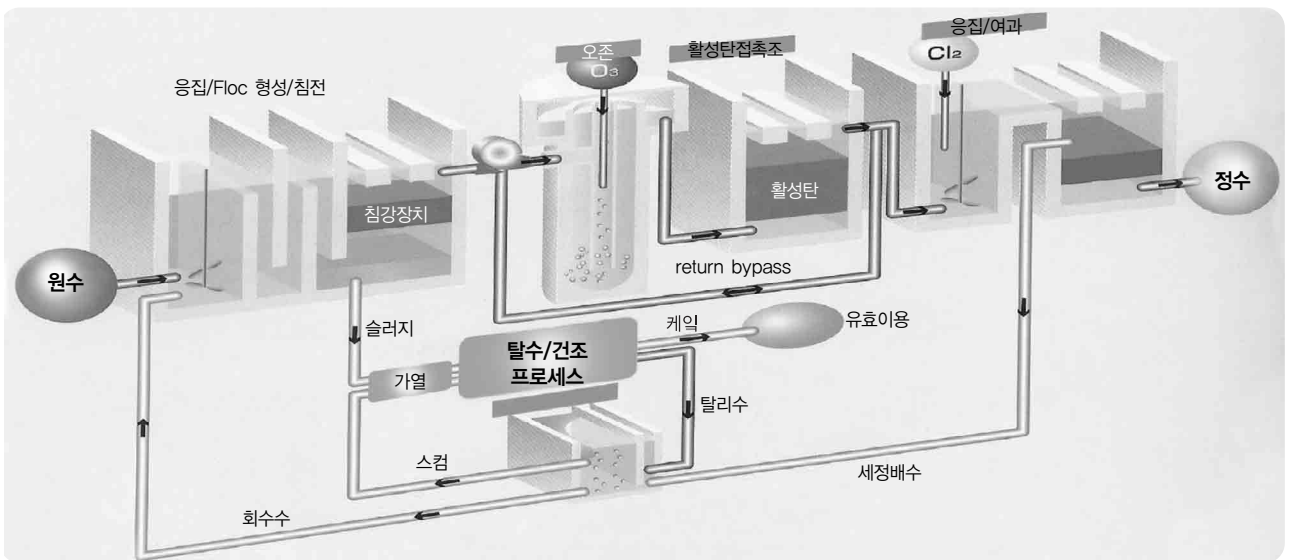
각 시설별 수질감시 포인트를 살펴보면 비와호 수원인 경우 부영양화가 진행되고 있는지, 곰팡이 냄새가 발생하고 있는지이며, 요도가와의 경우에는 수도수원에 적합한 수질이 유지

수질기준적합 판정지점	정수장 계통마다, 시정촌으로의 분지지점과 부영수도의 주요한 펌프장 등을 선정하여 수질기준에 적합한 지를 확인하기 위한 검사를 실시한다.
수질정기 감시지점	정수장 계통마다 각 시정촌으로의 공급지점에서 대략 1개소 및 부영수도의 펌프장 등을 선정하여, 송수수질을 감시하기 위한 검사를 실시한다.
연속자동 측정지점	정기적인 수질검사를 보완하기 위해, 상가지점 중에서 정수장 계통마다, 시정촌에의 분지지점과 부영수도의 주요한 펌프장 등을 선정하여, 법령에서 매일 검사로 지정되어 있는 색도·탁도 및 소독의 잔류효과(유리잔류염소)등의 광역적인 송수과정의 수질 변화 경향을 연속 감시한다.

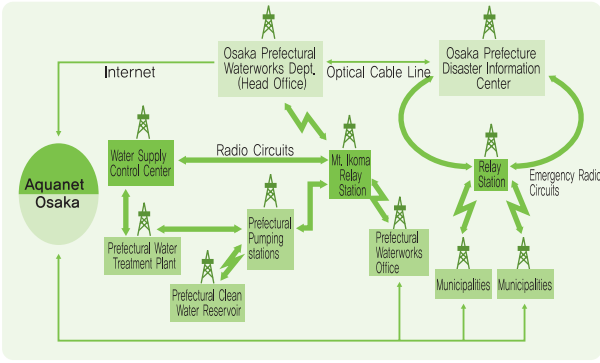
▲ 수질감시지점의 분류

되고 있는지, 장래 수질은 어떻게 변할 것인가가 포인트라고 한다.

최근 일본에서는 수질기준이 엄격해져 분석항목이 27항목에서 50항목으로 늘어남에 따라 기기분석이 많이 필요로 하게 되었는데, 오사카부 시정촌에서는 부영수도 정수장중 하나인 무라노 정수장에 「공동검사장」을 설치하여 시정촌 단독으로 분석이 어렵거나, 개별 장비가 비경제적일 때 부영수도가 검사를 수탁하여 실시하고 있었으며, 보다 효율적이고 안정적인 송수를 목적으로 만일의 사고에 대비하여 부내 41개 시정촌을 연결하는 통신 네트워크 「Aquanet Osaka」를 설치하여 정보 교환을 하고 있었다.



▲ 아마가사키의 정수처리 Flow



▲ Aquanet Osaka

또한, 오사카부의 수원의 젓줄인 요도가와 수질을 보호하기 위한 노력으로, 2개의 협의회를 설치하여 구성중에 있으며, 이 협의회의 목적은 비와호와 요도가와 수계의 수질오탁방지를 위한 관계기관의 연락기구로서의 역할을 담당하고 있었다. 주목할 만한 것은 잔류염소 측정에 있어서 DPD법을 우선하고 O-T법을 병행하며, 기기분석의 전처리를 퍼지 트랩 혹은 헤드스페이스법만을 활용하여 전처리의 정밀성 확보에 노력하고 있다는 점이었다.

❖ 12월 15일(수)

오늘은 오사카시 수도국 방문 2일차이다. 오늘은 오사카시 수도국의 관로에서의 유지관리에 대한 이론교육이 있었다. 오사카시의 수도는 1895년 창설되어 관로 총연장 5,138km('04년 3월 31일 현재)에 달하며, 관 최대직경은 2,200mm, 최소직경은 75mm이며, 이 가운데 직경 600mm 이상인 것을 간선, 직경 400mm 이상 600mm 미만의 것을 지선, 직경 350mm 이하의 것을 소관으로 구분하고 있으며, 관 재료로는 주철관이 주로 이용되고 있었다. 오사카시에서는 현재 누수율이 89%정도로 '65년 이후 계획적인 관로의 개량사업을 개시하여 왔으나, '92년부터는 일부 누수가 발생한다 할지라도, 누수율이 10%이하가 되면 누수율 저하에 따른 계통적 누수방지 작업의 경제성이 악화되어 누수방지 비용이 누수 손실액을 웃돌게 되므로, 계획적인 누수조사를 중지하고, 현재는 타 기업이 공사할 때 공사현장의 입회점검 등에 의한 방법으로 누수 점검 작업을 실시하고 있다고 한다. 오사카시에서는 이러한 관로에 대해 관로도면의 정보 유효활용과 유지관리의 고도화를 위해 정보관리 system을 구축하고 있었다. 이 관로정보관리 시스템은 두 가지 시스템으로 구성되어 진다.

- Mapping System : 수도설비지구에 속성정보를 관련시킨 시스템

- Filing System : 완성도, 밸브, 마개 대장류를 컴퓨터 내에 이미지 데이터로써, 참조하는 시스템

이 시스템의 기본기능으로는 도면검색기능· 표시 레이어 변경 기능· 속성참조기능· 파일링 참조· 출력기능· Mapping 도면출력기능· 단수관로 추적 검색기능· 유지관리 기능 등이 있으며 이를 직접 시현해 보이기도 하였다. 이 시스템에서는 시의 재산인 배수관뿐만 아니라, 개인자산으로 구분되어지는 급수관도 표기하여 관리되고 있었다. 특히, 저수조를 사용하고 있는 주택·빌딩 등은 용량에 관계없이 모두 표기가 되어 관리하고 있었는데 이는 단수시나, 재난시를 대비하기 위함이다.

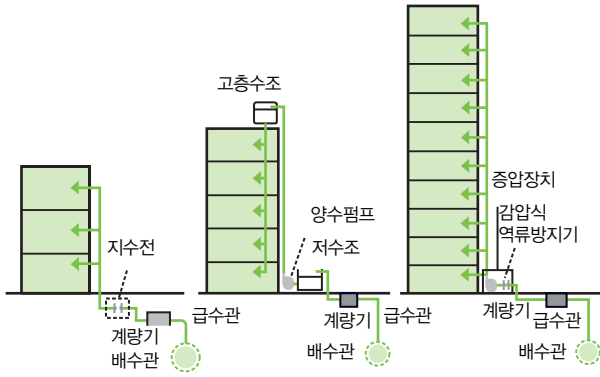
이러한 관로정보관리 시스템 도입에 따른 효과로는

- 업무의 신속화 : 완성도· 급수설비 정보의 참조가 조기에 가능하여 사고대응이 신속.
- Data의 고도이용 : Data base를 사용하여 자료 작성 등이 쉬워짐.
- 작업의 균일화 : 각 사업소에서 주야 관계없이 정보 입수가 가능.
- 종이절약, 도면 감소에 의한 에너지 절약
- 분산관리 등이 있다.

앞으로 이 관로정보관리 System의 추가기능으로 설계중인 것 들로는 관망해석기능, 누수접수 지원기능, 오프라인 갱신기능, 타 시스템으로의 기능제휴, 배수관리 정비사업 지원, 급수장치 설비사업 지원 등이 있다고 한다.

❖ 12월 16일(목)

오늘은 연수 마지막 날로 오사카시의 급수관리 System에 대한 마지막 이론 강의를 하였다. 우리와 마찬가지로 일본에서도 배수관으로부터 분지된 급수관과 급수전 등을 급수장치라고 부르고 있다. 관리정도는 우리나라와 마찬가지로 급수장치에 대한 것은 개인이 실시하도록 하고 있었는데, 최근 들어 노후 급수관이라든가 낡 급수관이 문제가 되고 있기 때문에 정부나 지자체에서 여러 가지 보조 제도를 내놓고 있는 실정 이라고 한다. 급수방식으로는 직결방식과 저수조방식이 있고 3층까지 건물은 직결방식, 4층 건물 이상은 저수조방식으로 하고 있다. 또한, '95년 3월부터, 10층 정도의 건물을 대상으로 배수관에 영향을 미치지 않는 증압 장치를 부착하여 직결방식으로 하는 직결 증압식을 채용하고 있다.



▲ 급수관 설치 예

수수조(저수조)방식을 채택하고 있는 곳에서는 일본도 10m²이하의 소규모 수수조에 대하여 법령의 적용범위를 벗어나기 때문에 제대로 관리가 이루어지고 있지 않아 최근에 수도법을 개정하였는데 그 내용은 다음과 같다.

- 수수조 용량에 관계없이, 건물내 수도를 총칭하여 「저수조 수도」를 새롭게 정의
- 수도사업자는 「저수조 수도」에 대해 자신의 재량에 따라 관리면에서 필요한 지도·조언

아울러, 오사카시의 경우 저수조 수도의 관리 등에 관해 수도사업자 및 저수조수도의 설치자의 책임에 관한 사항을 제정하여 저수조 수도설치자에게 개선지도 등, 저수조 수도의 위생관리 등의 철저를 도모하기 위한 「저수조 수도의 설치자에 대한 관리를 위해 필요한 지도, 조언 및 권고의 실시요항」 및 「저수조 수도대응 Manual」을 제정하였다. 또 다른 소규모 저수조 수도의 대책으로써 직결증압식의 적용범위를 확대하고 있었다. 그러나 직결증압식의 경우 수질개선이 도모되는 장점이 있지만, 단수시에 물을 이용할 수 없다는 단점도 있다. 따라서 오사카시에서는 장점·단점을 설치자에게 설명하여 선택하도록 하고 있다고 한다.

3. 맺음말

이번 연수기간 중 날씨가 화창하여 우리 연수단원들도 좋은 시간들을 보냈을 것으로 생각되며, 한국상하수도협회에서 주관한 일본 상수도 해외연수프로그램의 대부분 프로그램이 실질적인 현장견학이 많아 몸과 머리는 피곤하였지만 여러 부분에서 도움이 되었다고 생각한다. 특히 오사카부의 정·송·배수 수질관리시스템인 Aquanet Osaka와 아미가사키시 정수장의 고도정수처리시설 중 오존접촉조(U자형 산기방식, 순산

소를 이용한 순도 높은 오존생성), 상향류식 유동층 타입의 활성탄 접촉조, 배출수 처리시설의 전기침투식 탈수장치와 악취제거를 위한 혼연기, 조립건조기를 통한 비료화 사업과, 미시마 정수장의 생물원수처리시설, 한신수도기업단 및 무라노정수장의 오리피스 Type 자연평형식 급속여과방식, 고도처리 후 재응집 혼화지 사용·생태계를 고려한 정수약품의 적절한 선택(고분자계 응집제 사용억제 및 차아염소산나트륨 사용등) 예등 자원절약형·자연순환형·에너지 절약형 정수장 구현 등이 인상 깊었다.

하지만, 연수과정에 정수장 견학이 너무 많은 점은 앞으로 개선되어야 할 것으로 생각되며, 테마에 맞는 정수기술 습득을 위한 정수장 견학으로 시행하였으면 하는 바람이다. 향후 연수 마지막을 즈음하여 국내와 일본 정수처리시스템, 수질에 따른 개선방안 차이 및 문제점에 대한 토론이 있었으면 한다. 또한, 정수시설 운영체험·배·급수관 공사현장이나 GIS/Mapping System 작성실도 방문해 보는 계기가 마련되었으면 싶다. 연수를 하고 나서 느낀 점으로는 국내 수처리 동향과 일본의 수처리 기술 접목이 상당 부분 필요할 듯 하며, 국내 원수 수질과 일본의 원수 수질과의 차이에서 오는 국내의 독자적인 수처리 System 구축이 시급히 필요한 것 같다. 이를 위해서는 일본현지 현장 실무를 통한 기술 습득 및 정수처리 최적화 방안에 대한 토론과 취·정·송·배수 System의 분과별 견학, 실습 등의 시간이 필요할 듯 하다. 수처리 기술에는 왕도가 없다고 생각 한다. 따라서 이러한 인식을 가지고 기업체, 연구소, 자치단체, 협회를 구성원으로 하는 실질적인 상수도 기술을 개발, 응용할 수 있는 지방상수도기술발전체계가 앞으로 구축되어 가기를 바란다. 끝으로 우리는 항상 다음 세대에 물려줄 것은 물·공기 등 생태 자연과 삶의 질을 물려주어야 할 것으로 생각하며 일본에 대한 인식을 새롭게 하는 계기가 되었다. ☺