

해외출장 결과보고서

북부연구센터 연구위원

조영무

목 차

I 목 적	1
II 출장 개요	1
III 주요 활동내용	4
1. Hinze Dam	4
2. Luggage Point AWTP	6
3. Central Park Mall	8
4. Melbourne Water Estern Treatment Plant	10
5. Mangere WWTP	12
6. Lake Taupo	14
IV 시 사 점	17

I 목 적

- 용인시 처인구에 위치한 용인레스피아는 현재 하수처리시설용량 48,000m³이 운영되고 있으며, 용인시는 기존시설의 노후화 및 유입 부하량 증가에 따라 용인에코타운 조성사업을 통해 하수처리시설 증설을 계획 중임
- 용인레스피아는 수도권 주민의 주요 식수원인 팔당호 상류에 위치하고 있는 시설로, 팔당호 수질보호를 위해 해당 시설의 하수 관리는 매우 중요함. 이에 따라 상수원 관리 정책 및 하수처리기술에 대한 선진 사례를 조사하여 본 연구에 반영하고자 함
- 이와 더불어 최근 기후변화에 따라 하수도 분야의 물 재이용 및 자원화에 대한 관심이 높아지고 있는 시점에서 하수처리기술 적용 사례 조사 시 하수처리수 재이용 및 자원화 현황 및 기술에 대하여 함께 조사하고자 함

II 출장 개요

- 기 간 : 2018. 01. 30(화) - 2018. 02. 10(토)
- 출장자 : 북부연구센터 조영무 연구위원, 류시균 선임연구위원, 홍이슬 연구원, 유재상 연구원
- 국 가 : 호주(브리즈번, 시드니, 멜버른), 뉴질랜드(오클랜드, 와이카토)

일 자	장 소	시 간	주요일정
1.30(화)	인천	19:05	○ 인천 국제공항 출발
1.31(수)	브리즈번	06:20	○ 호주 브리즈번 도착
		11:00	○ 현장조사 : Hinze Dam(상수원)
		15:00	○ 현장조사 : Luggage Point WWTP, AWTP(하수처리장, 재이용시설)
2.01(목)	브리즈번 시드니	12:15	○ 도시이동 : 브리즈번 출발, 시드니 도착
2.02(금)	시드니	10:00	○ 전문가 면담 : University of Technology Sydney
		13:00	○ 현장조사 : Central Park Mall 물재이용 시설
2.03(토)	시드니 멜버른	10:00	○ 자료정리
		20:25	○ 도시이용 : 시드니 출발, 멜버른 도착
2.04(일)	멜버른	-	○ 자료정리
2.05(월)	멜버른	10:00	○ 현장조사 : Melbourne Water Estern Treatment Plant(하수처리장)
2.06(화)	멜버른 오클랜드	10:00	○ 현장조사 : 도시 하수도시설 탐방
		16:45	○ 국가이동 : 호주 멜버른 출발, 뉴질랜드 오클랜드 도착
2.07(수)	오클랜드	10:00	○ 현장조사 : Mangere WWTP(하수처리장)
2.08(목)	오클랜드 와이카토	09:00	○ 도시이동 : 오클랜드 출발, 와이카토 도착
		14:00	○ 현장조사 : Huka Falls(후카폭포) 및 Lake Taupo(상수원)
2.09(금)	와이카토 오클랜드	-	○ 도시이동 : 와이카토 출발, 오클랜드 도착
		-	○ 자료정리
2.10(토)	오클랜드 인천	10:05 18:00	○ 인천 공항 도착

□ 출장국가 개요

■ Australia

- 인구 : 23,966,800명(2015년 기준)
- 위치 및 면적 : 적도 남쪽에 위치하여 동서 약 4,000km, 남북 약 3,200km에 이르며, 총 면적은 7,686,850km²으로 세계에서 6번째로 넓은 국가
- 행정구역 : 6개의 주와 2개의 준주, 6개의 특별지역으로 이루어져 있음
 - 주/준주(주요도시) : New South Wales(Sydney), Victoria(Melbourne), Queensland(Brisbane), South Australia(Adelaide), Western Australia(Perth), Tasmania(Hobart), Northern Territory(Darwin), Australian Capital Territory(Canberra), Jervis Bay Territory
- 기후 : 건조한 특성을 지님. 내륙부를 포함하여 서쪽에서 남쪽 가장자리 바다에 접한 부분 까지 반사막의 식생이 분포되어 있는 반면, 동북 연안부는 강우량이 많고 열대우림을 이루며, 동남부는 해양성 기후로 호주에서 인구분포의 중심지대를 이룸
- 수자원 정책 : 2000년대 들어 기후변화로 인한 극심한 가뭄(Millennium Drought)을 겪으면서 주요 정책 사안으로 물 안보 및 수원의 다양성이 새롭게 떠올랐으며, 이와 관련하여 효율적인 수자원 이용을 위한 물수요 억제정책, 기후변화에 대비한 물재이용센터 및 해수 담수화시설 설치, 물의 중요성에 대한 교육 확대 등이 주요 과제로 추진되어오고 있음.

< 호주 출장지 현황 >



■ Australia

- 인구 : 4,569,840명(2015년 기준)
- 위치 및 면적 : 호주로부터 1,600km 떨어져있으며, 남·북 두 섬으로 이루어진 섬나라로 북섬, 남섬, 스튜어트 섬, 그 외 작은 섬들을 모두 합쳐 총 면적은 268,680km에 이릅니다
- 행정구역 : 16개의 region으로 구성됨(12개 지역은 지방의회가 관리하고, 4개 지역은 지방자치단체에서 단일행정구역으로 관리)
 - Region : Northland, Auckland, Waikato, Bay of Plenty, Gisborne, Hawke's Bay, Taranaki, Manawatu-Wanganui, Wellington, Tasman, Nelson, Marlborough, West Coast, Canterbury, Otago, Southland
- 기후 : 온대기후에 속하며, 강우량이 다소 높은 편이나 지역에 따라 기후가 다양함. 북섬의 최북단은 연중 따뜻한 반면, 남섬의 최남단은 겨울에 춥고 눈이 많이 내림. 일교차는 작으며, 연평균 기온은 북섬의 오클랜드 반도에서 15℃안팎, 남섬의 남부에서 10℃안팎임
- 수자원 정책 : 뉴질랜드는 대체적으로 깨끗한 수자원을 보유하고 있으나, 최근 들어 환경적 한계에 다다르고 있어, 담수의 오염이 넓은 지역으로 퍼지고 있는 상황에 직면함. 수질오염의 주요 원인은 농업의 확장으로, 문제가 되는 오염물질은 질소 및 인, 퇴적물, 병원균 등임. 이에 정부가 2014년 담수 관리에 관한 정책을 수립·개정함에 따라 각 지역협의회는 수질 유지 또는 개선을 위한 한계 설정 등 지역별 담수 관리 정책을 실행해오고 있음

< 뉴질랜드 출장지 현황 >



III 주요 활동내용

1. Hinze Dam

- 일 시 : 2018. 1. 31(수) 11:00 ~ 14:00
- 장 소 : Hinze Dam Visitor Center
- 주요내용 : Queensland 주 수자원 정책, Hinze Dam 원수관리 현황 등

1) Queensland 주 수자원 정책

- Queensland 주는 광업, 관광업 등이 활발한 지역으로 경제활동의 활성화를 위한 안정적인 수자원 확보가 매우 중요한 지역임
- 2000년대 들어 호주에 닥친 대가뭄(millennium drought)으로 물부족 문제에 대응하고, 수자원을 안정적으로 확보하고자 댐용수-하수재이용수-해수담수화를 연계한 South East Queensland Water Grid(SEQ Water Grid)를 구축하였음
 - Brisbane-the Gold Coast-Logan-Ipswich-the Scenic Rim 지역을 연결하는 94km의 남부 파이프라인, Redland-Logan을 연결하는 8.4km의 동부 파이프라인, Brisbane-the Sunshine Coast를 연결하는 95km 북부 파이프라인, 해수담수화 시설과 연결된 35km의 네트워크 등 총 600km 이상의 bulk water 파이프라인으로 연결됨
 - SEQ Water Grid는 댐 26개소와 정수장 46개소(1,800ML/d), 그리고 해수담수화 시설 1개소(133ML/d), 하수처리수 재이용시설 3개소(232ML/d)를 포함하며, 이를 통해 지역 내 거주하는 약 53,000명에게 식수를 제공함
- 특히 SEQ Water Grid를 구성하는 하수처리수 재이용시설에는 Bundamba, Luggage Point 및 Gibson Island의 3개소가 포함됨
- 재이용수는 물 부족 대응을 위한 비상용수원으로 댐 저수량이 전체의 40% 이하로 감소될 때 상수원에 공급할 계획이며, 현재는 재이용수를 생산하고 있지 않음
 - 대가뭄 당시 SEQ 지역의 저수율이 17%까지 감소되어 하수재이용에 대한 지지가 높았으나, 가뭄이 해결된 현재 재이용수에 대한 부정적 인식이 형성되어 있음

< SEQ Water Grid >



- South East Queensland에서 수자원 관리는 주정부가 bulk water의 관리를 담당하고, 이후 소비자에게 물을 공급하는 영역은 지방정부가 담당함. 따라서 SEQ Water Grid를 포함한 bulk water 공급에서부터 정수처리까지는 Queensland 주정부 소유 공기업인 Seqwater가 관리하고, 이후 물공급 및 하수처리 영역은 상·하수도 기업과 지방정부가 관리함
- South East Queensland 외 지역에서 bulk water 관리는 지방정부 또는 주정부 소유 공기업이 담당하며, 정수처리부터 물공급 및 하수처리 영역은 지방정부가 담당함

2) Hinze Dam

① 개요

■ 취수원 : Nerang River	■ 용량 297,640천m ³	■ 집수면적 : 207km ²
■ 호수표면적 : 1,500ha	■ 방제벽 높이 : 65.5m	■ 방제벽 길이 : 1,850m

- Hinze Dam은 Nerang River와 Little Nerang Creek이 만나는 지점에서 남서쪽으로 15km 떨어진 Advancetown에 위치하여 Advancetown Lake로 불리며, Queensland 주 Gold Coast 지역의 주요 식수 공급원이 되고 있음
- 1976년 준공 이후 1989년과 가장 최근인 2011년 시설의 확장이 이루어졌는데, 특히 2011년에는 SEQ Water Grid의 일환으로 추진된 확장공사로 방제벽이 15m 상승하여 댐의 수용력이 2배로 증가하였음
- 1일 140,000m³의 물을 취수하여 인근 2개의 정수장으로 공급함으로써 식수원으로서의 역할을 할 뿐 아니라, 하천유지용수로서 1일 9,000m³의 물을 방류하고 있음.
- 주민이나 관광객들을 위한 레크리에이션 장소로도 제공되어 댐 주변에서 캠핑을 제외한 승마, 보트, 낚시 등의 활동이 가능함
- 한편, 물절약 조치의 일환으로 Hinze Dam Visitor Center 내부에 빗물저류조를 설치하여 음용수를 제외하고 화장실 용수 등 Center에서 사용하는 생활용수를 빗물로 공급하고 있음

② 원수관리 현황

- Hinze Dam을 포함한 Nerang River 유역은 전체의 약 2/3가 국립공원, 보전지역, 그리고 농촌지역으로 둘러싸여 있어 수질관리에 큰 어려움은 없음. 다만, 일부 blue green algae로 인한 문제가 있을 뿐이며, 이는 스프레이 분사 방식으로 제거하고 있음
- 원수를 보호를 위한 대책으로서 차수벽 설치, 농약 사용 지양, 그리고 식물을 이용한 자연정화 등을 인근지역 농장주와 협의과정을 거쳐 추진하고 있으며, 그 밖에 물의 중요성을 강조하기 위한 각종 교육프로그램을 운영하고 있음

- 하수처리수 재이용시설에 처리된 물이 연결된 파이프라인을 통해 유입되도록 계획되어 있음.
그러나 현재는 시행되지 않고 있으며, 향후 사업의 적극적인 추진을 위해서는 재이용수의 부정적 인식에 대한 정부차원의 홍보활동이 이루어져야 함

< 방문지 사진 >



Hinze Dam visitor center 방문



Hinze Dam 전경



Hinze Dam Visitor Center 빗물저류조

2. Luggage Point AWTP

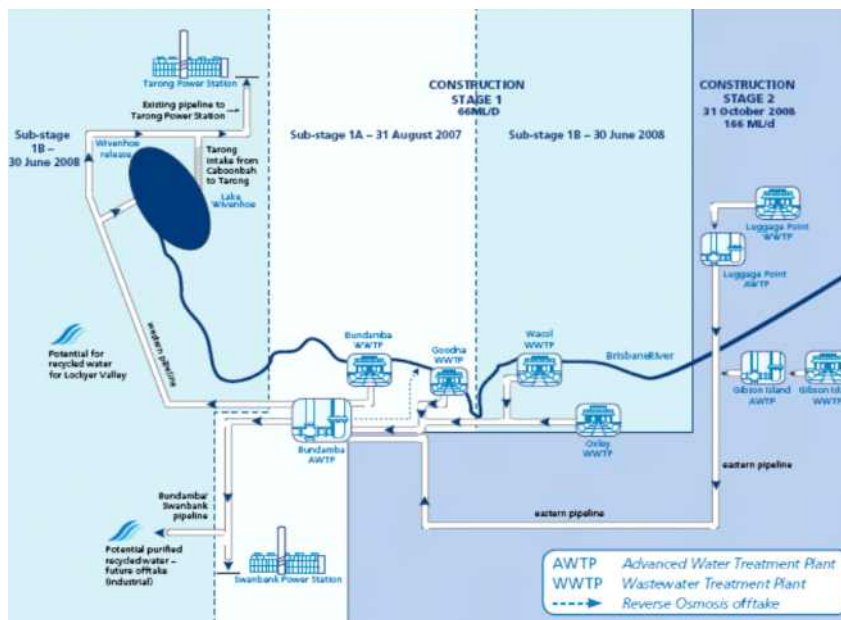
- 일 시 : 2018. 1. 31(수) 15:00 ~ 17:00
- 장 소 : Luggage Point AWTP
- 주요내용 : 하수처리수 재이용수 기술 현황 등

- Luggage Point AWTP와 더불어 Bundamba 및 Gibson Island AWTP는 SEQ Water Grid의 주요사업 중 하나인 Western Corridor Recycled Water Project 추진 시 건설된 수처리 플랜트로, 2차 처리된 하수에 최신 기술을 적용하여 생활용수 또는 산업용수로 재이용하기 위한 시설임

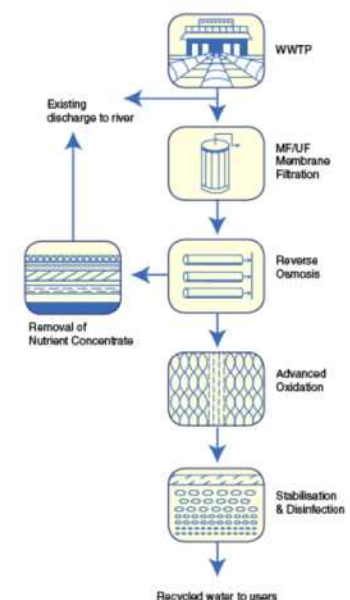
- Brisbane과 Ipswich에 위치한 기존 6개의 하수처리장으로부터 유입된 하수를 이용하며, 최종처리된 물은 Swanbank 및 Tarong 발전소, 산업용수 및 농업용수, 그리고 생활용수 활용을 위해 댐으로 공급됨

- Luggage Point AWTP로부터 생산된 재이용수는 Western Corridor Recycled Water 파이프라인에 1일 최대 66ML를 공급할 수 있음
- 처리과정은 정밀여과(MF, Microfiltration), 역삼투압(RO, Revers Osmosis), 그리고 UV를 이용한 고도산화 등을 거침
 - Luggage Pont WWTP에서 2차 처리된 하수처리수는 15ML의 AWTP 원수 저장탱크 내 최대 1,350L/s로 유입됨

< Western Corridor Recycled Water 프로젝트에 따른 물공급 >



< 재이용수 생산 과정 >



- 원수를 전처리한 후 MF 과정을 거침. 정밀여과는 RO 공정을 위해 주로 고형물을 제거하여 적합한 기준으로 맞추기 위한 과정이며, 해당 시설은 탁도가 0.1NTU 미만인 물을 85ML/d까지 생산하도록 설계됨
- 여과된 물은 역삼투압을 통해 물에 용해된 무기, 유기 화합물을 제거시킴으로써 음용수보다 높은 품질의 물을 생산하며, 설계시설용량은 70ML/d로 각각 23.3ML/d 규모 4개 train이 병렬식으로 설치되어 3개는 상시운영 되고, 나머지 1개는 예비용으로 사용됨
- RO에 의해 제거되지 않은 미세오염물질의 제거를 위해 UV/AO 과정을 거친 후 경도(Hardness)를 맞추기 위한 Stabilization, 마지막으로 염소소독 과정을 통해 최종 생산됨

< 방문지 사진 >



Luggage Point AWTP 방문 사진



Luggage Point WWTP 및 AWTP 전경



Microfiltration 공정



RO 공정

3. Central Park Mall 물재이용 시설

- 일 시 : 2018. 2. 2(금) 10:00 ~ 15:00
 - 장 소 : University of Technology Sydney 및 Central Park Mall STP
 - 주요내용 : 하수처리수 재이용수 기술 현황 등
- Central Park Mall은 2013년 ‘지속가능한 시드니 2030’ 프로젝트의 일환으로 건립된 친환경 건축물로서, 저탄소 천연가스 발전소, 물재이용 시설 등을 갖추고 있으며, 이와 같은 Green Technology에 대한 막대한 투자로 Green Building Council of Australia로부터 5개의 Green Star를 달성하였음
- 건물 내 냉·난방 에너지 효율은 90% 이상, 물재이용률은 100%를 달성하고 있음
- Central Park Mall의 지속가능한 인프라의 핵심 요소는 물재이용 네트워크로 본 건물 지하에 1일 최대 하수처리량 1,000m³인 규모의 물재이용 시설이 설치·운영되고 있으며, 특히 Membrane Bioreactor(MBR)는 주거용 건물 지하에 건설된 세계 모든 시설 중 가장 큰 규모에 해당됨

○ 생산된 재이용수는 Central Park Mall과 인근지역 약 5,000명의 주민과 15,000명 이상의 근로자 및 방문객을 대상으로 서비스가 제공되고 있으며, 주로 화장실 용수, 세탁용수, 건물 외벽의 정원수 등의 용도로 쓰여, 이로써 생활용수의 40~50%를 절약하는 효과가 있음

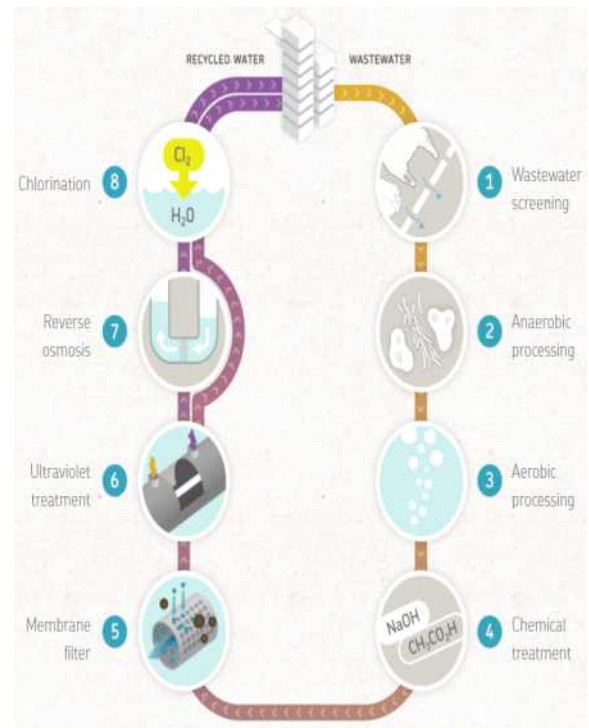
- 재이용수는 음용수 기준을 만족하는 수준이나, 식수 사용은 제한하고 있음

○ 처리과정은 연방 및 주정부가 정한 물재이용 기준을 준수하기 위해 MBR(Membrane Bioreactor)과 역삼투(RO) 및 UV를 포함하여 다음의 8개 공정을 거침

- Wastewater screening → Anaerobic processing → Aerobic processing → Chemical treatment → Membrane filtration → Ultraviolet disinfection → Reverse osmosis → Chlorination

- 분리막 공극은 $0.1\mu\text{m}$ 임. 역삼투압시설은 2달에 1회 정도 가동, 총 3세트 6개 중 2세트 4개가 교차 운영되며, 역삼투압은 10~20bar

○ 물재이용 시설은 지하에 설치되어 운영·관리를 단순화하고, 유지보수를 최소화할 수 있도록 설계되었으며, 시설의 운영은 원격으로 제어됨



○ 물재이용 시설의 운영 및 유지관리는 민간기업인 Flow Systems Pty Ltd가 담당하고 있으며, Flow Systems Pty Ltd는 하수(오수) 요금으로부터 충당하고 있음

< 방문지 사진 >



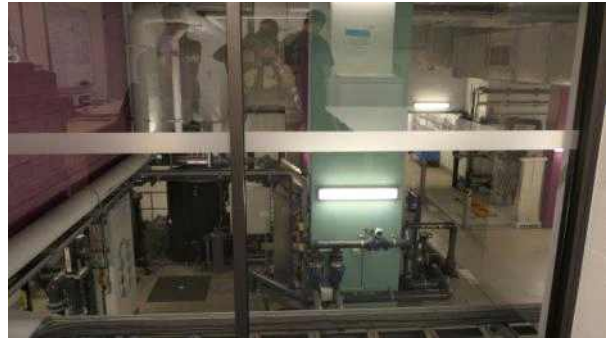
UTS 방문



전문가 면담



Central Park Mall 전경



Central Park Mall 물재이용 시설 전경



처리시설 안내



최종 처리수

4. Melbourne Water Estern Treatment Plant

- 일 시 : 2018. 2. 5(월) 10:00 ~ 15:00
- 장 소 : Melbourne Water Estern Treatment Plant
- 주요내용 : 하수처리기술 현황, 재이용수 생산 및 자원화 현황 등

① 개요

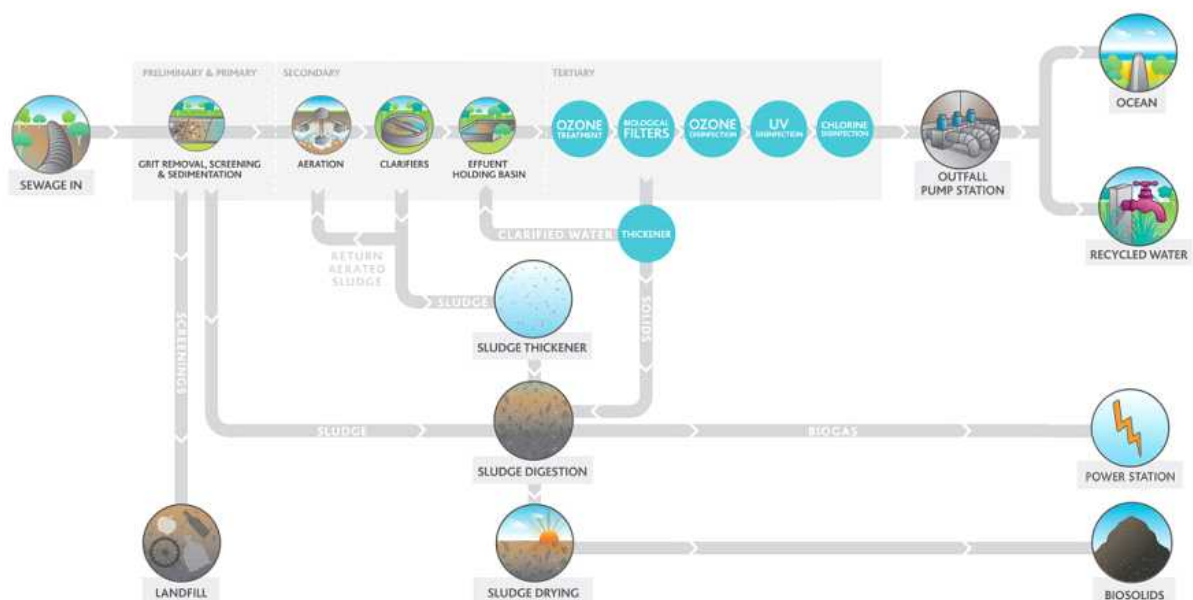
- Eastern Treatment Plant는 1975년 Victoria 주 Melbourne의 교외지역 Bangholme에 건설된 하수처리장으로, Melbourne에서 발생하는 하수의 절반인 1일 약 3억3천만L의 하수가 처리됨
- 처리된 물은 멜버른 남동부의 Mornington Peninsula를 따라 56km 떨어진 South Eastern Outfall로 이송되고, South Eastern Outfall 인근지역에 재이용수로 공급되거나, 또는 근처 해안 유출구를 통해 방류됨
 - 재이용수는 관개용 작물 재배, 소방용수, 공원 및 정원, 화장실용수, 세차 및 세탁용수 등 다양한 용도로 사용되나 주요 사용처는 관개시설임
 - 향후 신규 주택 단지 건설 시 재이용수 사용, 지하수 충전 등과 같이 기후변화에 대비한 새로운 재이용수 활용 방안을 강구하고 있음

- 고형물은 소화과정을 통해 전기 생성에 사용되는 biogas로 생산되며, 잔여슬러지는 건조과정을 거쳐 biosolids로 재사용되고 있음
 - Eastern Treatment Plant에 필요한 전기 수요의 약 22%가 biogas로부터 충족될 뿐 아니라, 2016/17년 회계연도에는 1년 동안 발생된 슬러지의 약 11배 규모인 30만 톤 이상의 건식 biosolids가 생산 및 재사용되었음

② 하수처리기술 현황

- 2007년 질소 부하를 줄이고 재이용수의 수질을 향상시키기 위해 질산화 탈질화 공정을 추가하였고, 2012년에는 3차 처리를 적용하여 재이용수 수질을 A등급으로 개선하면서 광범위한 재이용수 사용이 가능해짐
 - 2012년 3차 처리 시설로 개선되기 전까지는 하수처리장으로 유입된 하수가 1차 및 2차 처리만을 거쳐 C등급 수질로 처리되었음
 - 빅토리아 주에서 가장 높은 수준의 재이용수 기준은 비음용을 목적으로 하는 A등급으로 Eastern Treatment Plant는 호주에서 A등급 재이용수의 가장 많은 양을 생산할 수 있음
- 전처리된 유입수는 2차 처리에서 aerobic, anoxic조를 거쳐 질소를 제거하고, 3차 처리에서 생물학적 여과, 오존 및 자외선 소독 후 최종 염소 소독을 거쳐 최종 처리됨
- 하수처리과정에서 발생된 슬러지는 슬러지 농축, 혐기성 소화, 탈수, 안정화 과정을 통해 biosolids가 최종 생산되는 한편, 소화과정에서 biogas가 포집됨

< Eastern Treatment Plant 하수처리과정 >



< 방문지 사진 >



Eastern Treatment Plant 방문



Eastern Treatment Plant 배치도



2차 처리시설



슬러지 소화 시설

5. Mangere WWTP

- 일 시 : 2018. 2. 7(수) 10:00 ~ 12:00
- 장 소 : Mangere WWTP
- 주요내용 : 하수처리기술 현황, 하수슬러지 자원화 현황 등

① 개요

- Mangere WWTP는 New Zealand, Auckland 시에서 가장 큰 하수처리장으로, Auckland에서 발생하는 폐수의 90% 이상이 Mangere와 Rosedale 처리장으로 유입됨
- 1960년에 준공된 초기 하수처리장은 Manukau 항구 500ha 규모 부지에 Oxidation pond system이 설치·운영되는 형태였으나, 1998년~2005년 4억 5천만 달러를 투자하여 시설 개선이 이루어져 질소 제거를 위한 2차 생물학적 처리와 잔여 미세물질 제거를 위한 3차 처리가 이루어지기 시작함
 - 시설개선으로 처리주기는 21일에서 13시간으로 감축되고, 처리과정의 악취가 줄었으며, 방류구인 Manukau 항구의 수질이 크게 향상됨
- 시설의 소유 및 운영은 Auckland 지역협의회가 전액 출자한 Watercare Service Ltd가 담당

- Watercare Service Ltd는 New Zealand에서 가장 큰 물 공급 기업으로 Auckland 지역의 140만 주민에게 물 공급 및 폐수처리 서비스를 제공하고 있으며, 시설 운영 및 유지관리에 투입되는 자금은 전액 요금을 통해 충당함

② 하수처리기술 및 하수슬러지 자원화

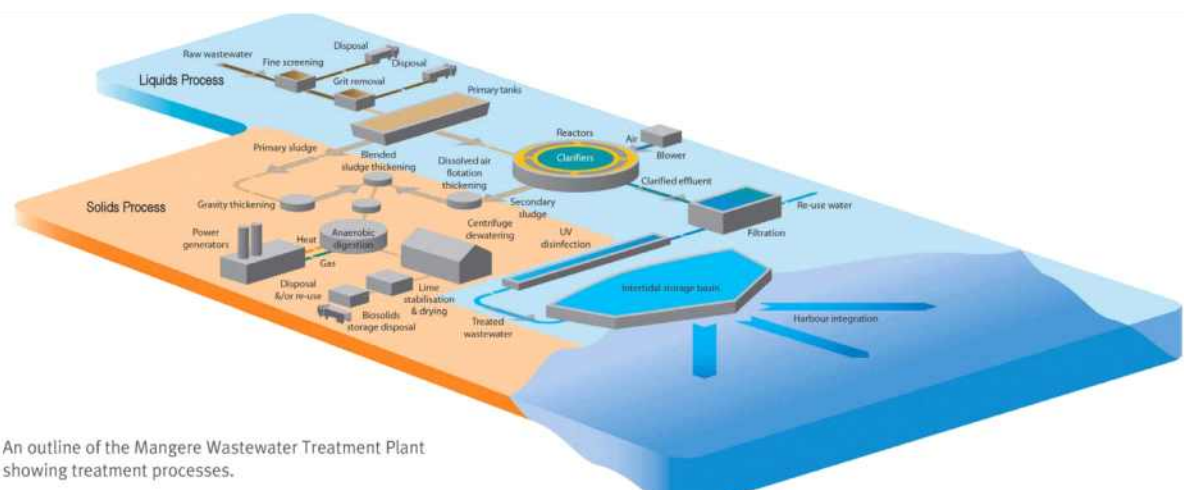
○ 처리장으로 유입된 하수는 1차(물리적), 2차(생물학적) 및 3차(여과 및 UV소독) 처리 과정을 거침

- 1차 처리과정 : 12개의 침전조에서 고액분리가 이루어진 후 상등수는 2차 처리시설로, 슬러지는 중력농축조로 이송됨
- 2차 처리과정 : 혐기성조 → 무산소조 → 1차 호기조 → 무산소조 → 2차 호기조 → 2차침전지 과정의 BNR(Biological Nutrient Removal) 공법을 통해 영양물질이 제거되며, 각 3만 톤 규모를 가진 9개의 반응조에서 처리됨
- 3차 처리과정 : anthracite coal filter를 이용한 여과과정을 거쳐 UV소독이 이루어짐. 여과과정에서 15마이크론 수준까지 걸러진 후 3개의 다중 램프로 구성된 12개의 병렬식 UV channel(총 7,776개의 UV 램프)에서 각종 박테리아 및 병원체를 제거시킴

○ 슬러지 처리과정은 농축 → 소화 → 탈수 과정을 거쳐 최종처분 됨

- 1차 처리 후 발생한 슬러지는 중력농축기에서, 2차 처리 후 발생한 슬러지는 DAF(용존공기부상법) 농축조에서 농축시킨 후 8개의 소화조에서 20일 간의 소화과정을 통해 발생한 1일 6만 m³의 메탄가스가 생산되며, 에너지로 환원되어 난방에 재활용함
- 특히 슬러지 소화과정을 위한 전처리로서 초음파 처리시설을 도입함으로써 기존에 비해 슬러지 고형물 함량이 증가함
- 소화조 내 부산물은 탈수과정을 거쳐 바이오솔리드 저장 창고로 이송된 후 매립처리 되거나 재사용 됨

< Mangere WWTP 하수처리과정 >



- Mangere WWTP에서는 인근 Puketutu Island에서 채석장을 복원하기 위한 목적으로 바이오슬리드를 활용하고 있음
- Watercare Service Ltd는 바이오슬리드를 환경친화적인 방식으로 활용할 수 있는 방법을 지속적으로 강구하고 있음

< 방문지 사진 >



Mangere WWTP 방문



시설 안내



생물반응조



BNR Blower

6. Lake Taupo

- 일 시 : 2018. 2. 8(목) 14:00 ~ 16:00
- 장 소 : Lake Taupo Museum
- 주요내용 : 수질관리 현황 등

■ 호수표면적 : 616km ²	■ 수량 : 59km ³	■ 집수면적 : 3,487km ²
■ 호수너비 : 33kmha	■ 호수둘레 : 193km	■ 최대수심 : 186m

① 일반현황

- New Zeland 북섬 중부에 위치한 Lake Taupo는 전체 유역면적이 3,487km²로 Waikato 지

역 면적의 약 14%에 해당되는 규모

- 1,800년 전 화산 폭발에 의한 분출 과정을 거쳐 형성되었으며, New Zealand 최대의 호수로 Waikato River의 최상류에 위치하여 Huka Falls를 통해서만 하류로 유하함
 - Waikato River는 Northland에서 발원하여 하구인 Auckland 만까지 총 길이가 425km에 달하는 New Zealand에서 가장 긴 강으로, 주요 수원으로서의 역할을 해옴
- Lake Taupo를 포함하여 Waikato River와 그 지류 하천들은 레저, 낚시 등을 즐길 수 있는 New Zealand의 주요 관광명소로 알려져 있음
 - 특히 Lake Taupo에서 Huka Falls를 통해 방류되는 평균 유량은 초당 40m³에 달할 정도로의 유속이 매우 강해 연어, 송어 등의 희귀성 어종이 상류인 Lake Taupo까지 거슬러 올라갈 수 없어 인위적으로 송어를 방류하였으며, 이로써 현재 Lake Taupo는 fly-fishing의 대표적인 관광지가 되었음

② 수질관리 현황

- Waikato 유역 내 대부분은 목초지와 경작지로 사용되고 있으므로, Lake Taupo의 주 오염원은 강우 시 경작지의 비료, 퇴비 등에 의해 발생하는 유기물질, 즉 비점오염원 형태임
- 특히 유역 주변 토지이용으로 인해 질소 영향에 노출되어 있어, 현재의 수질을 유지하기 위해서는 농지 및 도시지역으로부터 질소량을 약 20% 감소시켜야 하는 상황
- Waikato 지역 협의회는 토지이용에 따른 영향을 예측, 예방함으로써 Lake Taupo의 수질 보호를 위하여 2003년 'Protecting Lake Taupo'를 수립하였으며, 다음과 같은 내용을 포함하고 있음
 - 인근지역의 낙농업 및 농지로부터의 동의를 얻어 토지이용에 대한 질소의 연간 평균 배출량을 제한함
 - 새로운 폐수 배출로 인한 질소 배출량 제한
 - 호수 근처에 위치한 하수처리시설로부터 높은 수준의 질소 제거가 요구됨
- 이에 따라 Waikato 지역 협의회에서는 하수도 시설 개선, 농촌 토지이용 변화 등을 통해 영양물질의 처리 효율을 높이고, 질소 배출량을 줄이려는 노력을 해오고 있음
 - Taupo 지구 협의회는 하수처리개선에 1,300만 달러의 예산을 투입할 예정
 - 질소배출량을 줄이기 위한 농장 관리 시스템 뿐 아니라, Taupo 지역에 대하여 관광업, 임업 등을 중점사업을 육성함으로써 기존 농경지로 사용되던 토지이용에 변화를 주도록 계획, 추진하고 있음
- 그 밖에도 호수 주변 거주자들로부터 식생을 심고, 둑을 만들게 함으로써 호수로 유입되는 오염물질이 걸러질 수 있도록 하고, 보트 소유주에게 모터나 트레일러 등을 깨끗이 씻은 후 보트를 띄울 수 있게 조치하고 있음

< 방문지 사진 >



Taupo 호 전경



Taupo 호 현황도



Huka Falls



Taupo Museum 방문

IV 시 사 점

- 호주와 뉴질랜드 주요 하수처리시설의 처리공정은 1차 처리, 2차 처리, 3차 처리까지 이루어져 최근 하수고도처리가 보편화된 우리나라와 유사한 형태를 보이고 있음
- 다만, 호주의 경우 국토의 대부분이 건조지대인 대표적 물 부족 국가로, 물 부족 대응을 위하여 2000년대부터 물순환 제고 정책을 추진하고 있으며, 주요 대안으로서 하수처리수 재이용수 활용을 실천하고 있음
 - 대표적인 사례로 Queensland 주에서는 전 지역에 걸쳐 댐용수, 그리고 하수처리수 및 해수담수화와 같은 대체수자원을 600km의 bulk water 파이프라인으로 연결한 SEQ Water Grid를 구축하여 지역 간 수자원 불균형을 해결하고 있음. 특히 하수처리수 재이용수 생산을 위해 3개소의 하수처리수 재이용시설을 건설하여 음용수 수준의 재이용수 생산이 가능함
 - 분산형 시설의 적용을 통해 재이용수를 적극 활용하는 사례는 시드니의 Central Park Mall로, 1일 최대 1000m³ 시설을 통해 Central Park 내 발생하는 오수의 100%를 재이용수로 공급함으로써 생활용수의 40~50%를 절약하는 효과가 있음
 - 음용수 수준의 재이용수 생산을 위한 기술로는 주로 정밀여과, 역삼투압 등과 같은 분리막 공정을 적용하고 있음
- 호주와 뉴질랜드의 하수처리장은 하수처리수 재이용 뿐 만 아니라, 슬러지처리과정에서 biogas와 biosolids를 생산하여 전력, 연료 등으로 활용함으로써 선도적인 환경친화적 하수처리장 운영 사례를 보여주고 있음
 - 특히 뉴질랜드의 Mangere WWTP는 1일 6만m³의 메탄가스를 생산하고 있는데, 슬러지 가용화 공정을 추가하여 고형물 함량 및 가스 발생량을 증가시킬 수 있었음
- 최근 기후변화에 따른 강수량 변화로 호주 등 많은 국가에서 취수원의 다변화를 꾀하고 있는데, 특히 하수처리수 재이용의 경우 하수처리장이 도심 내 위치하고 있어 지역 내 수요처 개발 시 경제적인 측면에서 긍정적인 효과를 기대할 수 있음
 - 국내의 하수처리기술도 선진국가들과 유사한 수준으로 발전하였으므로, 용인에코타운 인근 공업지역 또는 농지 등을 대상으로 수요처 개발 시 장외용수 사용량을 높여 생활용수 절약 효과를 기대할 수 있을 것임
- 슬러지 처리과정에서 biogas 생산은 생분해율 등에 의존하게 되는데, 혐기성 소화 시 장시간의 체류시간과 슬러지 고형물의 낮은 생분해율로 인해 효율성이 높지 않은 실정이므로, Mangere WWTP 사례와 같이 슬러지의 가수분해 촉진을 위한 가용화 시설을 도입함으로써 biogas 생산량을 증가시킬 수 있을 것으로 판단됨

- 이와 더불어 용인에코타운은 수도권의 주요 식수원인 팔당상수원 상류에 위치하고 있어 상수원 수질보호를 위한 방류수 관리는 매우 중요
 - 호주나 뉴질랜드의 상수원 주변은 대부분 농경지, 산지 등으로 둘러싸여 있어 수질보호를 위해 주로 비점오염원 관리대책을 시행하고 있으며, 시민들을 대상으로 수자원의 중요성에 대한 교육을 실시하고 있음
 - 우리나라도 다양한 형태로 적극적인 상수원 보호 정책을 시행하고는 있으나, 수자원의 중요성과 관련하여 시민의식을 고취시킬 수 있는 홍보 수단은 부족함
 - 수자원의 중요성을 체계적인 홍보를 통해 수질보호 뿐 아니라, 절수/절약, 더 나아가 하수처리수 재이용 필요성에 대한 시민들의 인식을 높임으로써 효율적인 수자원 관리 체계를 확립할 필요가 있음