

SWG Smart Water Grid 에 대하여

한국현 | ((주)도화엔지니어링 기술개발연구원, kuk0904@daum.net)

Q : Smart Water Grid의 개념은?

A : 스마트 워터 그리드(Smart Water Grid, 이하 SWG)는 기존 수자원 관리 시스템의 한계를 극복하기 위해 첨단 정보통신 기술을 이용하는 고효율의 차세대 물관리 인프라 시스템으로, 빗물이나 해수 등 다양한 수원을 활용하고, 물을 효율적으로 배분·관리·운송하여 수자원의 불균형을 해소하는 융합기술이다. 기본 개념을 살펴보면 SWG는 크게 Smart, Water, Grid로 나눌 수 있으며, Smart는 가뭄이나 홍수와 같은 기후변화와 녹색성장에 대응하기 위한 분산형 수자원, 그리고 수량과 수질 등의 통합관리를 지향하는 물관리 패러다임의 전환을 다루고 있으며, Water는 대규모 수원개발과 장거리 수송방식으로부터 지역단위의 부존된 수자원(댐, 지하수, 해수, 재이용수 등) 즉, 다중수원을 효율적으로 활용하고, 이들 수원의 최적 Blending 기술 및 멀티워터루프를 이용한 수요자 중심의 물배분공급이다. Grid는 ICT와 물산업을 융복합화해서 양방향·실시간 운영을 통한 시공간적 네트워크를 구성하는 것을 의미한다.



그림 1. Smart Water Grid 기본 개념

Q : Smart Water Grid 기술의 물리적 구성요소 및 세부 범위는?

A : SWG 기술의 물리적 구성요소는 3가지로 구분할 수 있는데, 다양한 수원(Water Resource)를 Water Platform에 모아, Water flow를 통합관리하고, 댐, 강, 하수처리수, 지하수, 해수 담수 등 다양한 수원을 수자원 플랫폼에서 모아 관리하는 Water Platform, Data 통합 관리 모듈인 Integrated ICT Platform, 도심지 규모의 소권역의 워터루프로 연결된 수자원망인 Micro-grid(or Meso grid)이다. Smart Water Grid 기술의 세부범위는 공급(수자원 범위) 자연형(natural), 능동형(manufacturing), 분배·관리(지능화 범위) 수자원의 시공간적 불균형을 해결하기 위한 실시간 물 정보 관리 기술 및 운영망 최적화 기술, 수요(활용망 범위) 신도시, 물부족 지역 등 수요자 맞춤형 서비스, 설계(테스트 베드) 테스트베드 구축 및 운영이다.

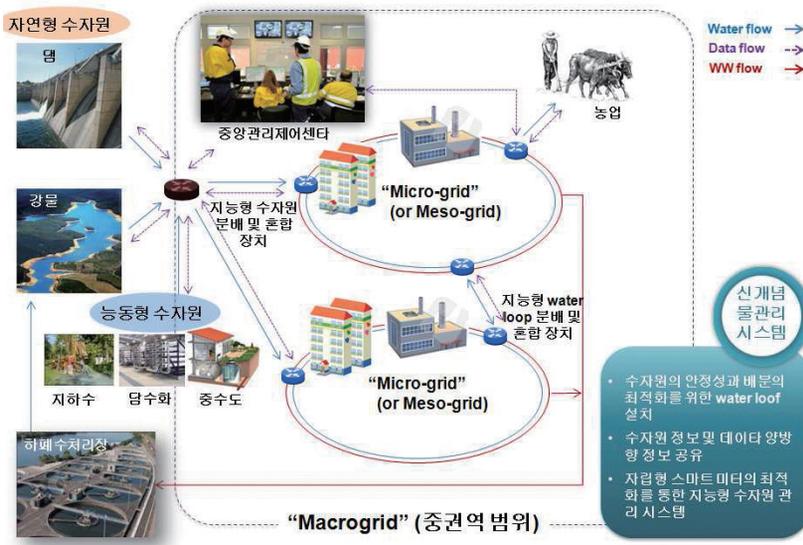


그림 2 Smart Water Grid 모형

Q : Smart Water Grid와 Smart Power Grid의 차이?

A : 에너지 생산에는 물이 필요하고 물을 공급하려면 에너지가 필요한 것과 같이 물과 에너지 공급은 상호 의존적인 관계로 볼 수 있다. 이와 같이 스마트 워터 그리드는 수자원 및 상하수도 시스템의 효율 향상과 전주기적 통합관리를 위한 ICT 기반의 차세대 수자원 관리 시스템이며(그림 2 참조), 스마트 파워 그리드는 전력망의 신뢰성, 효율성, 안전성을 향상시키고, 전력의 생산 및 소비정보를 양방향·실시간으로 유통함으로써 에너지 효율을 최적화하는 차세대 전력망 시스템이다. 따라서 수자원을 관리하는 스마트 워터 그리드와 전력을 관리하는 스마트 파워 그리드는 기후변화와 수요 증가에 따른 수자원과 전력공급의 문제해결을 위한 ‘스마트 인프라’로 볼 수 있다.

수자원 공급망과 전력 공급망은 물리적으로 다른 자원을 공급하기 때문에, 관련 이해당사자가 다르게 구성된다. 즉 최종 수요자가 물과 전력을 함께 공급받기 때문에, ICT 기술을 공유할 수 있는 부분이 존재하며, 효율향상과 지속가능성 확보를 위한 ‘스마트 인프라’ 측면에서 유사점 및 차이점이 존재한다.

항목	스마트 파워 그리드	스마트 워터 그리드
분산된 자원	- 신재생에너지(태양광, 풍력 등) 등의 다양한 에너지	- 우수, 지하수, 하수처리수 등의 다양한 수자원
측정기기	- Smart electrical meter	- Smart water meter
양방향 실시간 유통	- 다양한 에너지의 생산·관리 vs 활용 목적에 맞는 에너지 공급 - 전력품질 vs 실시간 가격제	- 다양한 물의 생산·관리 vs 활용 목적에 맞는 수량·수질 공급 - 물품질 vs 실시간 가격제
서비스 패러다임	- 다수의 에너지 공급자 사이에서 에너지 거래 가능 - 전력의 생산·소비정보를 최적화 및 통합관리	- 다수의 원수 공급자 사이에서 다양한 수원의 거래 가능 - 용수 공급의 생산·소비정보를 최적화 및 통합관리

표 1. 스마트 그리드와 스마트 워터 그리드의 비교

Q : Smart Water Grid 연구단 R&D 과제 구성은?

A : SWG 연구과제는 1과제 수자원 확보 및 분배관리, 2과제 물 수급 평가 및 통합관리, 3과제 ICT 기반 양방향 최적운영 관리 기술 개발을 위한 융·복합 과제로 구성되어 있다. 1과제에서는 수자원 자립율 30% 향상, 수자원 운영에너지 10% 절감의 목표로 신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원 확보기술 개발을, 2과제는 지역 물부족 위험평가, 실시간 물수급 관리 자동화 운영, 지능형 물수급 통합정보관리 등을 목표로 수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물관리 플랫폼 개발을, 3과제는 ICT 기술을 활용한 양방향, 실시간 수량·수질·수압·원격검침 시스템 및 물정보 서비스 개발 등을 목표로 Smart Water Grid 맞춤형 ICT 기반 물정보 관리기술 개발을 추진하고 있다. Smart Water Grid 연구단 조직은 인천대학교 총괄로 3개의 협동기관, 10개의 공동기관 8개의 위탁기관, 44개의 참여기업으로 구성되어 있다(인천대학교 외 54개 기관).

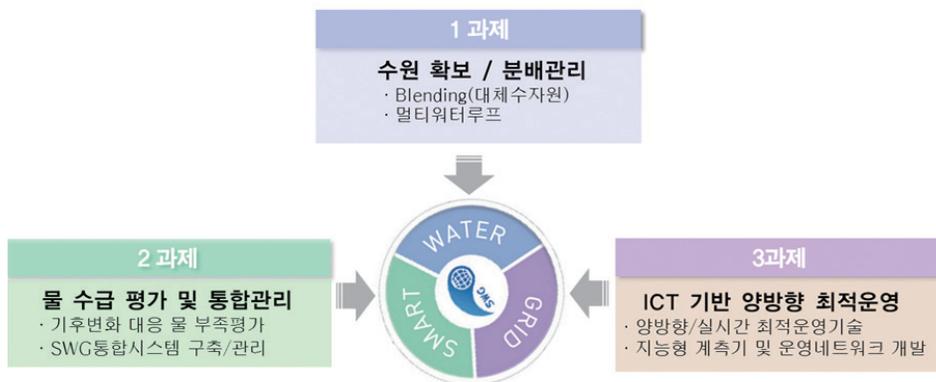


그림 3. Smart Water Grid 연구단 세부과제 구성

Q : Smart Water Grid의 국외 기술동향?

A : 미국의 경우 2009년 5월 민간 기업으로 구성된 단체인 Water Innovations Alliance에서 Smart Water Grid Initiative 출범하면서 본격적으로 Smart Water Grid의 개념이 도입되기 시작하였으며, SWG는 현재 IBM에서 주도하고 있으나 Siemens나 Suez 등 기존 물관련 기업이 관심도 높아지고 있다.

호주는 물 부족 문제를 해결하기 위해 워터 그리드의 개념을 최초로 도입하였으며, 워터 그리드는 물이 남는 지역과 물이 부족한 지역을 연결하기 위한 시스템으로 장기적인 수자원 확보계획으로써 SEQ(South East Queensland) Water Grid 프로젝트가 2008년부터 시작되어 다양한 종류의 수자원을 다수의 시설로부터 확보하고 있으며, 아직까지는 AMI의 적용이나 스마트 전력 그리드와의 통합은 활발하게 진행되지 않고 있다.

EU는 2020년까지 각 가정에 스마트 미터를 도입, IBM은 유럽에서 Smart Water Grid 관련 사업을 추진하여 Veolia와 Suez 등의 기업에서도 스마트 워터 그리드에 대한 높은 관심을 보이고 있으며, 독일 Siemens사는 Smart Water Grid에 대한 Roadmap을 제시하였고, SWITCH(Sustainable Water Management Improve Tomorrows Cities' Health) 프로젝트로 향후 30~50년 후 미래도시의 물 관리를 위해 물이용·재이용, 하천유역 친환경적 물관리 기술개발을 위해 5년간 2천5백만 유로를 투입해 12개국(32개 기관)이 참석하는 대형 프로젝트를 추진 중이다.

이스라엘은 예루살렘지역 1,200km 상수관망 중 2008년 기준으로 누수율 약 10.5%로 물관리 기반시설 감시 시스템 및 소프트웨어 전문업체인 TaKaDu사를 중심으로 스마트워터 그리드 사업 추진하여 누수율은 4%이하로 절감하였다. 또한, 기존 센서의 데이터와 기상자료, 음향자료, GIS자료 등을 활용하여 스마트 워터 그리드를 구현하는 기술과 향후 발생할 문제를 사전에 예측하여 예방할 수 있는 기술을 개발하였고, IBM과 Thames Water 등의 회사와 협력하여 해외 사업에도 진출중이다.

싱가포르의 대부분의 용수를 인접국인 말레이시아로부터 수입하고 있어 급박한 국제정세에 따라 안정적인 수자원 확보를 고려해 NEWater 시스템을 통한 수자원의 자립기반을 구축하기 위하여 Smart Water Grid를 추진하고 있다. 선진화된 멤브레인 기술을 이용해서 하·폐수 재이용을 통해 식수 및 공업용수를 공급하여 성공적인 수자원 자립 기반을 확립하였고, 하루 2억900만 리터가 생산(전체 물수요의 15% 담당)되는 NEWater 처리수는 산업용수, 조경수 등으로 100% 재이용되고 있다. 또한, 수자원 관리의 최적솔루션을 얻기 위해 스마트 워터 그리드 R&D 프로젝트 3단계 추진 계획을 수립하였는데, 각 단계는 다음과 같다.

- 1단계(Smart Asset Management) : 시설 관련 정보 일원화, 통합시설 운영 및 DB 구축, 위기관리 대처능력 향상 매뉴얼
- 2단계(Smart Process Application) : 스마트센서 및 모델적용, 시스템 효율 최적화, 수요반응 예측시스템 개발, 향상된 관리 모드 유지
- 3단계(Smart Customer Engagement) : 소비자에게 소비정보 실시간 공유, 시간에 따른 물값 변동 홍보, 물 값 현실화 계몽, 다중매체를 통한 교육 등 Smart Water Grid Roadmap을 수립하여 연구·개발 추진 중. PUB를 중심으로 상하수도 인프라 구축과 IT 기반기술 개발을 같이 추진

Q : Smart Water Grid R&D 연구의 추진전략?

A : Smart Water Grid R&D 연구의 추진전략은 2C(Commercialization, Collaboration)2S(Smart, System of Systems)로 개발 기술의 적용과 검증에 위한 테스트베드 구축을 염두에 둔 사전 적용 연구를 수행한다. 사업화 주체가 연구개발 초기부터 참여하여 연구개발의 사업모델을 명확히 설정함으로써 국가연구개발사업의 ROI(Return On Investment) 제고를 위한 상용화 목표 중

국가	주요내용
미국	- Smart Water Grid Initiative 출범 지능형 검침인프라(AMI)를 중심으로 한 상수도 관리 시스템 구축 스마트 전력그리드를 이용한 물 관리시설의 에너지 사용 최적화 국가 단위의 효율적 수자원 관리시스템 구축
호주	- SEQ(South Eas Queensland) Water Grid 프로젝트 추진 장기적인 수자원 확보계획(2008년, 90억 달러 규모) 지역 내 물 공급원들과 수처리 플랜트 및 대용량 물 운반 네트워크 연결
EU	2020년까지 각 가정에 스마트 미터 도입 목표 IBM 은 유럽에서 Smart Water Grid 관련 사업 추진 중 독일 Siemens 사는 Smart Water Grid 에 대한 Roadmap 을 제시
스라엘	- TakaDu 를 중심으로 Smart Water Grid 사업 추진 (기존 센서의 데이터와 기상자료, 음향자료, GIS 자료 등을 활용하여 스마트 워터 그리드를 구현 기술 개발)
싱가포르	4 National Taps 전략 : 댐건설, NEWater , 해수담수화, 말레이이사 원수 수입 싱가포르 Smart Water Grid Roadmap 수립

표 2. 주요 국가별 스마트 워터 그리드 추진현황

심의 연구과제 포트폴리오를 구성(Commercialization)하고, 목표 달성을 위해 연구비용과 시간을 줄일 수 있도록 오픈 이노베이션에 입각하여 적극적 외부 협력을 추진한다. 또한, 오픈 웹사이트 등을 통해 개방형 기획 추진을 위한 오픈 이노베이션에 입각한 협업적 R&D(Collaboration), 미래 물산업을 개척한다는 기업이 정신으로 추진하되 실패 비용을 최소화할 수 있도록 철저한 R&D 관리 수행을 위한 Smart R&D Management System : Fail Fast, Fail CHEAP(Smart), 국토해양 R&D에 걸맞도록 개별 요소 시스템의 조합을 최적화하는 System of System형 기술 개발을 통한 새로운 국토해양 물산업 비즈니스모델 창출을 위한 시스템 최적화를 통한 국토해양 물산업 비즈니스 모델 창출(System of Systems)이다.

Q : Smart Water Grid 기술의 목표는?

A : 도심 자족수자원 확보 · 이용 효율화, 하천 유역 수자원의 통합 정보 효율화, Water+ICT 플랫폼의 3개의 중점 추진 분야를 통해 3S(Security, Safety, Solution)를 위한 세계 최고 수준의 Smart Water Grid 기술 확보를 통해 2020년 세계 최고 수준의 물복지 국가 즉, 국민들이 풍부하게 물을 공급받고 사용함으로 물 사용에 대한 스트레스가 없는 국가를 실현하는데 있다.

항목		기 존	최종목표
Security 수자원 확보 및 수자원 격차해소	수자원자립율	2.15%수준(지자체별 평균)	30%이상 향상
	농동수자원 CO ₂ 발생량	2.21KgCo ₂ /m ³ 급 (인천광역시 2011 발생량)	0.5kg급
	1인당유효 수자원편차	한강유역(1,065m ³)과 낙동강(1,701m ³)은 63%수준 (수자원장기종합계획)	30%감소
Safety 수질 및 물공급 그리드 안정성 확보	전과정 모니터링 및 신뢰성	모니터링 신뢰성 확보에 어려움	90%이상
	문제해결시간 및 발생빈도	지자체 공지 단수 : 12,962건/연, 46,148시간/연	50% 감소
	유용수자원 비상활용	통계 불분명	1%(3억 톤 이상)
Solution 저에너지 고효율 지능형 유지관리	수자원 운영에너지	정수생산시 전력사용량 4.47kwh/m ³ (인천시)	10%절감
	수자원 이용효율	누수율 전국 평균 10.8%, 유수율89.2%(2010년 기준)	10%증가
	시설유지 관리비용	노후관개량사업(1997년부터 2011년까지 3조8천억 원을 투입)	20%감소

표 3. Smart Water Grid 목표

1. 광주과학기술원, "Water Grid 지능화 기술 기획보고서", 2012.
2. 염경택, 박미형, 이호선, 김아름, "Smart Water Grid 연구단 소개와 기술확산을 위한 추진전략", 물과 미래 2014.
3. 한국헌, 김영화, "신도시 수자원 연계 활용을 위한 지능형 수자원 확보 기술 개발" 물과 미래, 2014.
4. 염경택, 이호선, 김아름, 홍은솔, "수자원관리의 새로운 패러다임, 스마트워터그리드", 정보와 통신 2014.
5. 임정일, 김용운, 김형준, 손승원, "스마트 워터 그리드 기술개발 및 표준화 동향", 전자통신동향분석, 2014.