

저탄소 녹색성장 기반의 수도시설 운영관리 고도화 방안

Improvement of Water Treatment Facilities Operation and Maintenance Based on Low Carbon Green Growth Strategy

안효원
Hyowon Ahn

K-water 수도관리처장, 상하수도공학 전문위원회 위원장
Water Supply Operations & Maintenance Dept. K-water

1. 들어가며

2009년은 국내에 근대 수도시스템이 도입된 지 101년이 되는 뜻 깊은 해이다. 정수시설용량 12,500 m³/일로 시작한 국내 수도사업은 2008년 1월 기준 28,455천 m³/일로 괄목할 만한 성장을 이루었으며, 전국 164개 지방상수도사업자(특·광역시 7, 특별자치도 1, 시 75, 군 81) 및 1개 광역상수도사업자(K-water)가 전체인구의 92.1%인 약 46,057천명에게 상수도를 공급하고 있다.

지난 100년간의 수도산업이 산업화, 도시화에 대응한 공급 위주의 양적 확대와 고품질 수돗물 생산을 위한 준비기였다면 새롭게 시작되는 다음 세기는 고객의 관점에서 언제 어디서나 믿고 마실 수 있는 저비용 고품질 수돗물의 공급체계가 강화되는 시대가 되어야 할 것이다.

최근 수도환경은 많은 변화를 맞이하고 있다. 특히 국내외적으로 저탄소 녹색성장이 수도사업에서도 새로운 이슈로 떠오르고 있다. 이러한 범세계적 움직임과 정부의 新국가발전 패러다임인 “저탄소 녹색성장”을 구현하기 위해서는 수도산업 또한 이에 상응하는 전략과 실행계획의 수립이 절실히 요구되고 있다. 즉, 수도분야에 녹색기술 융합으로 고품질·저비용 수돗물의 안정적 공급을 위한 기후 친화적 수도시스템 구축이 녹색미래를 위한 중요 명제로 급부상하고 있다.

또한 효율적인 수도사업장 운영 및 수운영 기능 강화를 위해 권역별 통합운영 고도화 필요성이 대두되고 있다. 이러한 외적 환경변화와 더불어 수돗물 서비스의 핵심이라고 할 수 있는 고품질 수돗물 공급을 위해서는 안전한 수돗물의 생산과 더불어 공급과정에서의 품질관리도 더욱 중요한 시점이다.

이에 최근 수도시설 운영관리 고도화와 관련하여 K-water에서 중점적으로 추진하고 있는 다음의 주요 사업에 대한 대응 현황 및 추진계획을 기술하였다.

- ① 운영관리 고도화 기반의 저탄소 녹색성장 수도시스템 구축
- ② 수도시설 통합운영체계 고도화 추진
- ③ 미국수도협회 5-Star Award 수상 및 공정관리 개선
- ④ 상수관망 운영관리 선진화 방안

2. 운영관리 고도화 기반의 저탄소 녹색성장 수도시스템 구축

2.1. K-water 수도사업 녹색환경

전 세계적으로 기후변화와 대응이 국가의 미래를 결정하는 중요한 과제로 대두되면서 우리나라도 이명박 대통령께서 '08년 8월 15일 “저탄소 녹색성장”을 국정운영의 새로운 비전으로 제시하였고 이를 실천하기 위해 다양한 정부부처가 정책을 마련하고 있다.

환경부는 10대 환경기술을 확보하고자 시장지향적 7대 핵심기술과 3대 기초 원천기술 확보계획을 발표 하였으며 시장지향적 7대 핵심기술의 으뜸으로 수처리 선진기술 확보를 내세웠고, 국토해양부 또한 10대 정책과제중 녹색기술개발 및 성장동력화를 위해 고도 물처리산업을 육성할 계획이다.

K-water의 업역은 수도 및 다목적댐 건설과 운영이 주라 할 수 있으며 K-water 전체 업역에서 발생하는 연간 온실가스 배출현황을 분석한 결과, 직접 온실가스 배출량(경유, 가스 등 사용)은 3.5천 CO₂ ton, 간접배출량(전기사용등)은 468.9천 CO₂ ton으로 간접배출량이 전체배출량의 99.3%를 차지하고 있다. 주요배출원은 수도분야로써 전체 배출량 중 96.13%를 차지하고 있으며, 수도시설 전력사용량 중 95%는 펌프운전으로 소비되는 것으로 나타났다.

K-water는 온실가스 저감을 위해 '04년부터 환경성과평가(EPE)를 통해 탄소배출량 산정, 탄소청정성 및 탄소효율성을 지속적으로 관리해 왔으며 에너지 효율향상을 위해 '94년 이

† Corresponding author : E-mail : anwon@kwater.or.kr Tel : 042-629-2800 Fax : 042-629-2849

후부터 수도사업장 전력 및 약품원단위 관리를 통해 고효율 설비의 적용 및 펌프효율화 등을 지속 추진하여 Table 1과 같이 에너지 고효율화를 도모해오고 있다.

또한, 탄소효율성 향상을 위하여 매출과 연관된 주요인자 개선을 위하여 광역상수도 가동률 향상, 통합운영체계 구축으로 생산비용 저감 및 효율화, 중장기 정수처리시설 종합개선계획 및 노후관 개량계획 수립으로 용수공급 신뢰도 향상을 종합적으로 추진 중에 있으며 이러한 운영관리 고도화를 통하여 수도사업 녹색성장의 주춧돌을 구축하여 왔다.

2.2. K-water 수도사업의 녹색성장 목표 및 추진전략

K-water 수도사업의 녹색성장을 위하여 수도시스템을 4개 분야로 (취·송수시스템, 정수처리시스템, 관망·공급 시스템, R&D 분야) 구분하여 녹색수준을 평가하였다. 취·송수시스템 분야는 원단위 관리 수준은 매우 높으나, 수도시설 중 탄소배출의 대부분을 차지하는 시설물이 펌프시설로서 지속적인 펌프 등 수도설비의 에너지 저감 노력이 필요하며, 수도사업장의 신재생에너지 도입확대로 에너지 자립도 향상이 필요한 것으로 분석되었다.

정수처리시스템은 고탁도 대응, 원수수질사고 대응 등 수처리 능력과 수질분석수준은 매우 높은 것으로 평가 되었으나, 시설의 노후화에 대비한 노후정수시설 리트로피팅, 정수장 Compact화, 고효율화가 필요하며 최근 강화되고 있는 맛·냄새 물질 및 미량유해물질에 대한 대응체계 강화 등이 필요하다.

관망·공급 시스템 분야에 있어서 광역상수도는 용수공급 신뢰도가 비교적 높은 수준이라 할 수 있다. 용수공급 신뢰도의 척도인 관로사고 발생률은 100 km당 1.6건으로서 일본 10.0건/100 km, 국내평균 38.0/100 km 보다 매우 양호하고, 우수율 또한 98% 이상을 유지하고 있어 관망시스템 유지관리 또한 우수한 것으로 평가된다. '08~'09년 이상기후로 인한 가뭄 발생 시에도 지방상수도 공급지역은 많은 지역의 제한급수(54개시군, 142,552명, '09.2.9 소방방제청)가 있었으나 광역상수도 공급지역은 용수공급 안정성이 매우 우수한 것으로 평가되었다. 그러나 지속적인 광역상수도 가동률 향상, 중단 없는 용수공급을 위한 수도시스템 재구축, 노후관로 갱생공법 확대 적용, 관망운영관리 고도화 및 지방상수도 우수율제고사업

Table 1. K-water 탄소청정성, 효율성 및 전력 원단위 관리 현황

구분	'94년	'07년	'08년	비고
탄소청정성(CO ₂ ton/TOE)	-	2.08	2.08	탄소청정성 = 총온실가스배출량/에너지사용량
탄소효율성(CO ₂ ton/억원)	-	25.96	23.11	탄소효율성 = 총온실가스배출량/매출액
전력원단위(kWh/m ³)	0.3341	0.3186	0.3182	



Fig. 1. K-water 수도분야 녹색성장 추진 목표 및 전략.

의 확대 등으로 용수공급 신뢰도의 지속적인 향상이 필요하다.

수처리분야 R&D의 경우, 1990년대혼화, 응집, 침전 및 여과 공정, 2000년대 막여과 및 오존·활성탄 등 고도정수처리공정을 주력으로 연구하였으며, 최근 Eco-star 프로젝트 참여 등을 통한 관망 분야의 기술 개발 및 연구가 활발하게 진행 중에 있으나, 수처리 및 관망 운영 및 진단에 대한 R&D 분야는 지속적인 향상이 필요하다.

이러한 K-water 수도시스템을 4개분야로 구분하여 현 수준과 녹색발전 방향에 대한 평가를 통하여 『운영관리 고도화 기반의 저탄소 녹색성장 수도시스템 구축 계획』을 수립하였다.

저탄소 녹색성장 수도시스템구축계획의 목표는 '12년까지 수도사업장의 CO₂가스 배출을 10% 저감하고 고품질 저비용 수돗물의 안정적인 공급을 과제로 하고 있으며 이의 실천을 위하여 취송수 시스템, 정수시스템, 관망·공급시스템 및 R&D 4개 분야에 Fig. 1과 같이 10대 핵심과제를 선정하여 추진 예정이다.

2.3. 10대 핵심 추진과제

10대 핵심 추진과제를 구체적으로 살펴보면 그 첫 번째가 “저 에너지형 수도사업장 구축”이다. 수도사업분야에서 대부분(95%)의 에너지는 펌프운전시 소비되므로 취송수설비의 성능 개선이 필요하다. 즉, 펌프 및 모터에 대한 성능개선 및 효율증대가 수도분야 저탄소 녹색성장의 핵심이라 하여도 과언이 아니다. 따라서 “저 에너지형 수도사업장 구축”을 위하여 “수도사업장 에너지 저감사업”과 “수도사업장 신재생 에너지 사업”을 병행 추진하여 에너지 소비를 줄이는 반면 신재생에너지 생산 및 활용으로 에너지 자립도를 높여야 한다.

“수도사업장 에너지 저감사업”의 실행을 위하여 펌프코팅, 가변속펌프 및 인라인가압시설의 최적 도입과 실시간 펌프로

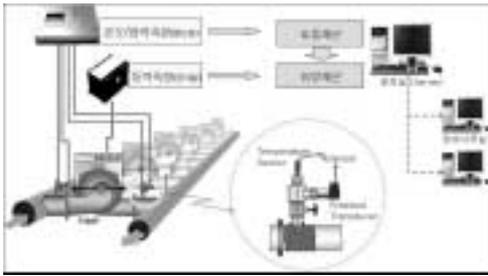


Fig. 2. 펌프스케줄링 시스템.

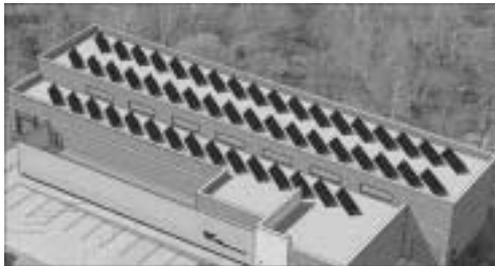


Fig. 3. 정수장 태양광발전시설 조감도.

터 성능관리 (펌프 스케줄링, Fig. 2) 및 수요예측기반의 취송수제어시스템 구축을 통한 원단위 저감을 지속적으로 추진하고자 한다. 또한 밸브류의 손실 저감을 위하여 역지밸브 손실저감, 유량조절 및 펌프토출밸브 개선을 추진하고자 하며 고효율 조명설비(LED)를 도입하여 '12년까지 전체 조명의 42%를 교체하여 전력 사용량을 저감하고자 한다.

아울러 전력공급자와 소비자간 양방향 통신기술을 이용, 에너지 효율을 극대화 하는 지능형 전력망인 K-water형 스마트그리드를 구축하여 실시간 에너지 효율 운영관리 체계를 도입하고자 '12년까지 대청담계통 광역상수도사업에 시범 추진하고자 한다. 이러한 취·송수설비 성능 개선 및 운영효율화 추진으로 '12년까지 연간 CO₂ 발생량 36.4천 ton/년의 저감 및 54억원의 전력비 절감이 예상된다.

또한, "수도사업장 신재생 에너지 사업"의 실행을 위하여 '12년까지 수도사업장 내에 소수력, 태양광, 수온차 냉난방 및 풍력발전 사업을 추진 예정에 있다.

그간 수도사업장내 소수력발전은 보령, 운문, 황성 등 7개 사업장에 총 2,933 kW가 도입 되었으며, '10년 판교가압장의 소수력 발전소가 준공 예정에 있다. 태양광발전사업 또한 현재 성남, 현도, 본포, 석성 등 총 6개사업장에 총 541 kW가 도입 되었으나 추가 도입을 위한 개발 타당성 조사를 '10년에 실시하여 확대 보급예정에 있다(Fig. 3). 한편 광역상수도 원수의 수온의 차이를 활용한 수온차냉난방 사업은 청주정수장에 시범도입이 완료되었으며, 수도권광역상수도2단계를 활용한 잠실 제2롯데월드의 수온차냉난방 사업을 '12년까지 완료할 예

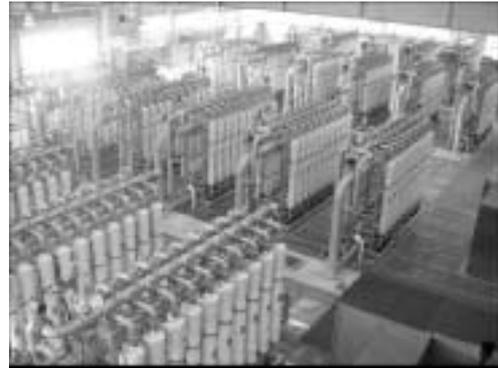


Fig. 4. 공주정수장 막여과 도입사례(시설용량15천 m³/일).

정이다. 아울러 온산 및 아산정수장에 풍력발전소를 설치하는 등 "수도사업장 신재생 에너지 사업"으로 '12년까지 연간 CO₂ 발생량 10.9천 ton/년의 저감효과와 24,476 MWh의 발전으로 발전수익 16억원/년 까지 기대하고 있다.

두 번째 추진과제는 "K-water Eco Green 정수장 시범사업" 추진이다. 이는 현재 물산업분야의 저탄소 녹색사업 Mega-trend인 막여과와 신재생 에너지 융합기술을 적용하여 Eco Green 정수장을 시범적으로 건설, 저탄소 녹색성장에 기여하고자 하는 취지에서 비롯되었다. 시범정수장으로는 금산무주권 정수장을 선정하여 추진 중 이다. 이는 국토해양부와 K-water가 금산무주권광역상수도 건설을 추진 중에 있으며 동정수장은 광역상수도로서는 소규모(30천 m³/일 미만)로서 막여과 도입을 통한 정수장 부지 활용도 제고로 공사비 절감 및 막여과 기술의 확산이 가능 할 것이라 판단되었기 때문이다.

"K-water Eco Green 정수장 시범사업"은 막여과 도입과 함께 막여과 공정 소요전력 공급을 위해 신재생에너지를 도입하여 정수장 청정에너지 자급률 100%를 달성하고자 한다. 청정에너지로서는 용담댐 소수력을 활용하여 막여과 공정 소요전력을 공급하고 보조전력으로서 태양광 발전시설을 건축물 설치와 병행 추진하여 초기투자비를 최소화 할 예정이다. 또한 정수장 구내의 빗물을 집수하여, 청소용수 및 잡용수로 활용토록 계획 중이다. 동사업의 추진으로 신재생에너지 자급률 100%의 실질적 친환경정수장의 구현이 가능할 것으로 판단되며, 국내 막여과 도입 및 기술발전에도 기여 할 것으로 기대된다.(Fig. 4).

세 번째 추진과제는 "저탄소 녹색정수장 구현" 추진이다. 그간 정수장에서는 약품저감, 슬러지 재활용등 다양한 탄소배출 저감을 위한 노력이 지속적으로 추진되어 왔다. 그러나, 정수장 생산과정 전반에 대한 저탄소 녹색정수장 계획을 수립, 실현하므로써 그 효과가 극대화 될 것으로 예상된다. 이를 위해 수돗물 전과정 환경성 평가(LCA) 및 탄소성적표지 인증사업을 통해 온실가스를 저감할 계획이다. '13년까지 K-water 전정수장(37개소)에 환경

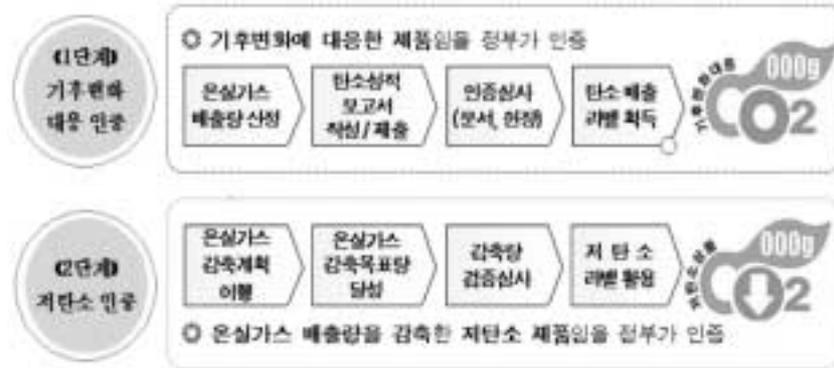


Fig. 5. 탄소성적 표시 인증 절차.

성적표지 인증을 완료하고, 탄소성적표지 인증 또한 '10년까지 2개정수장에 우선 시범실시하고 이후에 확대할 계획이다.

정수장에서의 온실가스 저감을 위해 정수처리 각 공정의 운영최적화를 도모하고자 한다. 그 예로 약품주입을 자동화하고 여과공정 효율화를 통한 최적 UFRV(Unit Filter Run Volume : 단위면적당 여과수량) 향상을 통해 역세척 물량의 10%를 절감하고자 한다. 또한 최근 도입확대 중에 있는 고도정수처리공정 운영 최적화를 통해 전력소비의 저감을 유도하고 있으며, 슬러지 재활용·방류수 재처리 기술 개발을 통해 저탄소 녹색정수장을 구현하고자 한다.

네 번째 추진과제는 “정수처리시설 종합개선사업” 추진이다. 저탄소 녹색성장 기반하의 고품질, 저비용 수도물 생산을 위해 “중장기 정수처리시설 종합개선 계획”을 수립하여 수처리 효율의 극대화 및 운영원가의 절감을 도모하고 있다(관련내용 4.3절)

다섯 번째 추진과제는 “수도공급시스템 활용도 제고”이다. 이는 기 개발된 수도시설을 최대한 활용토록 하여 신규 수도시설개발로 인한 자원낭비를 예방하고, 각 분야의 산업에 소요되는 용수를 적기에 공급함으로써 생태효율성(EE : Eco Efficiency) 제고에 기여하고자 함이다.

이의 일환으로 기존 광역상수도 시설의 급수체계 개선을 통해 수원이 부족한 지역의 용수난을 해소하고, 신규 산업단지의 용수공급을 확대하고 있으며, 수질민원 및 시설노후로 지속적인 운영이 곤란한 지방상수도를 광역상수로 대체하여 공급할 계획이다.

이와 같은 노력으로 광역상수도 가동률이 '12년에는 73.7%, '20년에는 84%까지 향상 될 것으로 전망하며, 이로써 보다 많은 국민에게 양질의 수도서비스를 제공 할 수 있을 것으로 판단된다.

여섯 번째 추진과제는 “고객중심의 수도시스템 재구축 사업” 추진이다. 수도사업의 패러다임은 과거 공급자 중심의 시설확대에서 고객 중심의 서비스 수준 향상으로 옮겨가고 있으며, 고품질 수도물의 중단 없는 용수공급은 물론 적정 수압의 유지 또한 요구되고 있다. 이에 현재의 수도시스템을 보완하여

새로운 고객니즈와 패러다임을 충족시켜야 할 것이다.

“고객중심의 수도시스템 재구축사업”의 일환으로 취수원 이 중화 및 취수원간 연계를 통해 갈수기, 원수 수질사고 발생시에도 연속적인 수도물 생산이 가능토록 할 계획이다. 이와 함께 강변여과 등 대체 수자원 개발을 통해 풍부한 수원확보가 이루어지도록 할 계획이다.

또한, 관로복선화 및 인접시설 간 연계를 통해 관로사고 및 노후관로 개량 시에도 중단 없는 용수공급이 가능토록 하고, 정수시설은 예비생산능력을 감안한 적정 가동률 개념의 도입으로 예상치 못한 부하에 안정적으로 대처하고 체계적인 시설물 점검 및 개량이 가능하게 할 계획이다.

이러한 노력으로 연간 단수발생 횟수가 '12년에는 32건, '20년에는 15건 이하로 저감될 것으로 기대하며, 이는 대국민 수도물 공급의 신뢰도를 높이는 것은 물론 삶의 질 향상에도 기여할 것으로 전망한다.

일곱 번째 추진과제는 “저탄소 지향적 관 개량 확대”추진이다. 노후관을 신관으로 교체 해오던 개량방식에서 적정 시기 갱생으로 수도관의 수명을 연장함으로써 저탄소 지향적 관 개량 사업을 추진해 나갈 계획이다.

이에 따라 노후관 개량시 관갱생을 확대 적용하고 있으며 '08년 40%에서 '20년 60% 수준까지 향상시킬 계획이다. 또한 이의 일환으로 대형관 갱생을 위한 특수장비를 개발하여 수도권 도수 시설 개량공사(53.9 km)를 진행 중에 있으며 울산 및 창원공업용수도 등에는 관로 갱생을 위한 환경신기술을 적용하고 있다.

광역상수도 노후관의 갱생은 관자재 재활용 극대화 및 신관 사용의 억제로 공사비 저감은 물론 신관 생산 시 발생하는 CO₂를 연간 10천 ton이나 저감하는 효과가 있을 뿐만 아니라 신관 부설 공사시에 비해 교통혼잡, 대기, 소음발생이 현저히 저감되어 환경영향 저감으로 인한 편익 또한 기대되어진다.

여덟 번째 추진과제는 “지방상수도 운영·서비스 녹색화” 추진으로써 재정과 기술력이 열악한 지방상수도의 우수율제고

와 통합위탁운영으로 수도물 생산에너지 저감 및 운영효율화에 기여하고자 한다.

'09년 현재 K-water는 논산, 서산 등 16개 지방상수도를 위탁 운영 중이며, 구간 블록구축, 수압관리, 관망정비, 누수탐사 등을 통해 획기적으로 유수율을 20% 이상 제고하여 수도물 생산량 17백만 m³/년 저감할 수 있게 되었다. 이는 3천 ton/년의 CO₂ 발생을 저감시키는 효과로서 향후, 유수율제고 사업 완료시에는 9.5천 ton/년의 CO₂ 발생을 저감시킬 수 있을 것으로 기대한다.

또한, 정부의 정책방향에 맞추어 통합위탁중심의 사업을 추진코자 하며 이는 광역과 다수 지방과의 연계, 상수도 하수도 통합관리 등 광역·권역화로 규모의 경제를 실현코자 함이다. 이러한 노력으로 '12년까지 목표한 지방상수도 위탁추진과 통합관리시 규모의 경제 실현 및 합리적인 에너지 사용으로 23천 ton/년의 CO₂ 발생을 저감시킬 수 있음은 물론 고객에게 보다 높은 질의 상수도서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

아홉 번째 추진과제는 "그린-IT기반의 상수관망 운영관리 시스템 개발"이다. 국제적으로 상하수도 서비스 국제표준 도입 등 물시장 개방이 현실화 되고 있어 수도 운영관리 분야의 경쟁력 강화가 절실한 실정이다. 국내 수도사업 또한 이러한 변화에 능동적으로 대처하고자 수도운영관리 효율성 제고를 위한 사업이 각 분야에서 본격적으로 추진되고 있으며, 그 핵심은 관망 최적 운영관리라고 해도 과언이 아닐 것이다.

이에 K-water는 관망관리 기술과 IT 기술을 융합한 "통합 상수관망 운영관리시스템(water-NET)" 개발을 추진 중이다. "water-NET"은 GIS기반의 수도정보관리 기능, 관망진단기능(수리·수질·시설), 실시간 감시제어 기능 및 수량·수압·에너지 운영지원 수행으로 상수관망의 최적 관리를 위한 Total Solution 제공이 가능한 시스템이다. 또한 "water-NET"은 환경부 Eco-STAR 4단계 사업인 거제시 유수율제고 시범사업에 적용 할 계획이며 이를 통해 유수율 향상과 CO₂ 3.1천 ton/년 의 저감을 기대하고 있다.

또한, "water-NET"의 상용화를 통해 누수저감으로 인한 수도물 생산저감, 과학적 관로 잔존수명 예측으로 관로교체시기 연장, 효율적 시설운영으로 인한 펌프운영 등 수송 에너지 절감이 예상되며 수도분야 녹색 핵심기술 확보로 세계적인 수도사업 경쟁력을 갖추게 될 것이다(Fig. 6).

마지막 열 번째 추진과제는 "녹색기술진단"이다. K-water는 '90년 이후 현재까지 총 2,000여 건의 정수장 기술진단을 실시하여 국내 정수장 수질개선과 설비개선에 기여하였고, 진단기술과 장비 개발의 꾸준한 개발을 통해 수도분야 진단기술을 선도해 오고 있다.

이를 바탕으로 지자체 수도사업의 녹색성장 지원을 위해 정수장 진단과 에너지 진단을 결합한 K-water의 특화된 고객지향형 고품질 저에너지 기술컨설팅을 개발하여 이를 "녹색기술



Fig. 6. Eco-STAR 4단계 시범사업.

진단" 브랜드로 런칭하였다. 이로서 수도법(제74조) 및 에너지 이용합리화법(제32조)에 의해 개별적으로 시행해 오던 진단의 통합적인 수행이 가능하게 되었으며 이에 따른 각종 절차의 간소화로 생산성 증대의 효과 또한 기대할 수 있게 되어 수도분야 녹색성장에 기여가 클 것이다.

2.4. 기대효과

이러한 운영관리 고도화 기반의 저탄소 녹색성장 수도시스템 구축의 실현으로 K-water 광역상수도 분야는 '12년까지 CO₂ 배출 10% 저감(454천 ton/년 → 406천 ton/년), 광역상수도 가동률 73% 달성 및 중단 없는 용수공급체계 구축으로 각 분야의 녹색산업의 젖줄인 수도물을 보다 깨끗하고 저렴한 비용으로 공급이 가능 할 것이다. 아울러 광역상수도 뿐만 아니라 지방상수도 분야에도 K-water의 지속적인 지방상수도 효율화 사업 참여를 통한 유수율 제고 사업의 성공적인 추진으로 CO₂ 배출 23천 ton/년의 저감이 예상된다.

3. 수도시설 통합운영체계 고도화 추진

3.1. 추진 배경 및 목적

수도사업은 초기투자비가 크고 회수기간이 매우 긴 전형적인 장치산업으로, 규모의 경제 효과가 매우 큰 분야이다. 그럼에도 불구하고 우리나라 수도관리의 경우, 광역상수도는 수자원공사가 지방상수도는 164개 지자체가 행정구역별로 분할하여 관리함으로써 수공 및 특·광역시를 제외하고는 급수인구가 약 10만명 내외의 영세규모로 수도사업 경영 효율화의 한계 요인으로 작용하고 있는 실정이다.

이를 해결하고자 최근 정부에서는 수도시설의 효율적인 운영관리를 위하여 지방상수도의 광역화/위탁관리, 광역상수도 와 지방상수도의 통합관리, 물산업 분야의 개방 등 물 산업 구조개편을 추진 중에 있다.

이에 K-water는 저에너지 형 수도관리체계를 구축하여 저

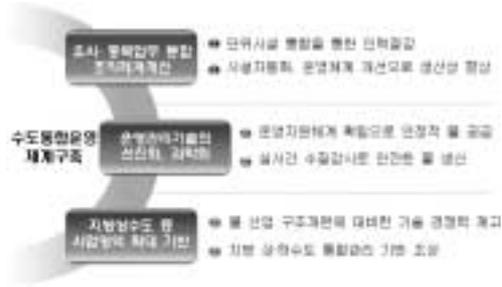


Fig. 7. 수도시설 통합운영관리 추진 전략.

탄소 녹색성장의 정부정책에 부응하고, 한정된 수자원 및 인적 자원의 효율적 이용을 통한 경영합리화, 권역별 연계운영 및 수량관리의 과학화, 광역상수도-지방상수도의 통합관리를 통한 용수공급의 안정성을 제고함으로써 물시장에서의 경쟁력을 확보하고자, 전국을 7개의 광역 권역으로 분할하여 K-water 시설 뿐 만아니라 권역 내 지방상수도 시설까지 통합관리하여 수도사업의 규모의 경제를 실현할 수 있는 수도통합운영체계를 공사 경영전략에 의거 '06년부터 지속적으로 구축/운영 중에 있다. 수도시설 통합운영관리 추진 전략은 Fig. 7과 같다.

3.2. 수도통합운영체계

수도통합운영체계는 IT기술을 활용하여 권역 내 개별로 운영되고 있는 수도시설(취·가압장, 정수장, 관로시설, 지방상수도 등)과 수돗물의 생산에서 공급까지의 수처리공정 및 수량배분의 전과정을 24시간 통합운영관리(감시·제어) 할 수 있는 시스템으로 정의 할 수 있다. (Fig. 8, 9)

통합운영센터와 현장 사업장(정수장, 취수장, 가압장)의 감시제어시스템(SCADA Server, DB Server) 및 통신 네트워크, 현장 감시제어장치(RCS)는 이중화 구성으로 안정성을 확보하고 있으며, 운영자 PC는 통합센터와 정수장간의 제어권 설정이 가능하도록 구성되어 있어 유사시 통합센터와 현장에서 탄력적으로 운영이 가능하도록 되어 있다.(Fig. 10) 특히, 통합운영센터 ↔ 정수장, 정수장 ↔ 취수장, 정수장 ↔ 가압장간의 통신망은 위성, CDMA, ADSL 등으로 이중화되어 있어 장애 시 보조망이 자동으로 가동되도록 구성되어 있으며, 비상대비시험(통신망 장애/고장 시험) 실시(2회/년)를 통하여 통신망의 안정성을 확보하고 있다.

또한, 수운영(수량배분) 및 관망수질관리를 위해서 관로상의 주요지점에 TM/TC 등의 계측제어설비를 설치하여 관압 및 유량, 수질데이터(탁도, 잔류염소 등)를 수집/감시하고 유량제어를 실시하고 있다.

3.3. 수도통합운영체계 구축 현황

전국의 총 7개 권역 중 4개 권역(수도권, 충청권, 전북권, 전남

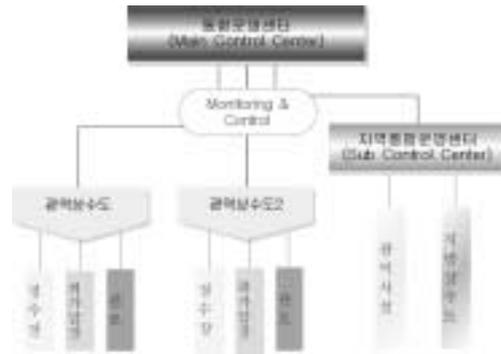


Fig. 8. 수도 통합운영체계 개념도.



Fig. 9. 통합운영센터 전경.

권)은 통합운영체계가 완료되어 운영 중에 있으며, 나머지 3개 권역(강원권, 경북권, 경남권)은 '10년도 안정화 단계를 거쳐 '11년도부터는 전 권역에 걸쳐 통합운영을 실시함으로써, 앞으로 전개될 물 시장 개방에서도 기술경쟁력을 갖출 수 있게 되었다.

특히 수도권 권역의 경우 권역 내 23개 수도시설(시설용량 9,305천 m³/일)을 한 곳에서 운영할 수 있는 세계 최대 규모의 통합관리체계 구축을 성공적으로 완료하여 운영 중에 있다(일본(동경):시설용량 6,960천 m³/일, 프랑스(파리):시설용량 1,940천 m³/일).

3.4. 수도통합운영체계 고도화 추진

3.4.1. 추진 목적 및 전략

K-water에서는 기 구축된 수도통합운영체계의 현 수준 및 효과 분석을 통하여 문제점을 도출/개선하고, 수운영 환경변화를 반영한 “통합운영 고도화 계획”을 수립/추진함으로써 수도 시설 운영관리의 선진화를 추진하고자 한다. 수도통합운영체계 고도화의 추진목표 및 전략은 Fig. 11과 같다.

3.4.2. 취·송수제어 및 수운영 고도화

용수공급의 안정성 및 수도시설 운영관리 효율성 제고는 수돗물 품질확보와 함께 수도관리의 핵심과제로, 이를 실현하기 위하여 K-water에서는 취·송수제어 및 수운영 기능 고도화

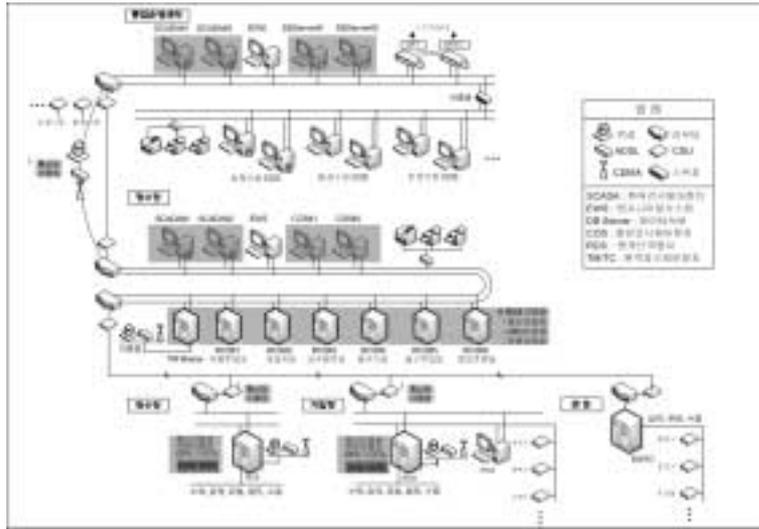


Fig. 10. 통합운영시스템 감시제어 계통도.

를 추진하고 있다. 수요 예측/관망 해석 및 최적화 (Optimization) 기반의 표준 수운영시스템을 개발하여 적용함으로써 권역별 최적 관망운영 및 수량배분의 최적화를 실현하고, 물수송 에너지 절감 및 용수공급의 안정성을 확보하고자 한다. 표준 수운영 시스템에는 실시간 보정기능이 추가된 운영자 중심의 용수수요예측 및 취·송수제어 알고리즘을 적용하고, 시스템의 구성, 운영 프로그램 및 부가기능을 표준화할 수 있는 시스템을 Eco-STAR 4단계 시범사업 (5.2)과 연계하여 개발할 예정이다. 또한 Web-Gis기반의 관망운영관리시스템 구축을 통하여 관로정보와 운영관리시스템을 연계함으로써 관망관리 효율성을 제고할 예정이다. 취·송수제어는 펌프조합운전 (펌프스케줄링) 최적화 및 수요예측에 의한 펌프운전자동화를 확대 적용하고자 한다.

고객중심의 수도시스템 재구축 및 수운영 시스템 안정화를 위하여 연계관로 및 연계량을 비상시와 평상시로 구분하여 조사하고 수리적/경제적 타당성 검토를 통하여 추가적인 관망 연계를 발굴 적용하고, 수용가 저류시설의 감시제어권 확보, 펌프모타 상태/성능관리 강화, 주요 밸브(유량제어밸브 등) 및 원격 감시제어설비(TM/TC) 성능개선 등의 수운영 하부 기반설비의 안정화 방안을 지속적으로 추진하고자 한다.

3.4.3. 수처리 공정 자동화

수처리 공정 자동화는 고품질 수돗물의 안정적 생산 및 수도통합운영 실행력제고의 핵심 추진과제로서 단위공정별 자동화를 목표로 추진되어 왔으나, 약품 주입률 자동결정프로그램(연산식) 및 자동화 알고리즘 개발, 하부 설비의 보완 등을 통하여 수처리 공정 자동화 장애요인을 제거하고 정수장 유/출입 유량제어와 연계한 수처리 공정 자동화를 추진하고자 한다. 응집약품 주입공정 자

목표	통합운영 고도화를 통한 기술경쟁력 제고로 선진 녹색 수도강국 실현
고도화 추진 전략	<ul style="list-style-type: none"> ● 취·송수제어 및 수운영 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 수량배분기능의 최적화 및 관망운영관리의 자동화를 통한 용수공급의 효율성/안정성 제고 ● 수처리공정 자동화 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 수처리 자동화를 통한 생산성 제고 및 수돗물 품질 확보 ● 위기대응능력 강화를 통한 통합운영체계 안정성 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 고품질 수돗물의 중단 없는 공급을 위한 수도통합관리체계 구축 - 사고대응 SOP 구축 ● 광역~지방상수도물 연계한 통합운영체계 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 수도사업 규모의 경제 실현을 위한 지방상수도 통합관리 기반구축 ● 시설 유지관리수준 강화 및 조직/인력/제도의 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 시설유지관리 및 운영관리수준 향상을 통한 통합운영 안정성 확보 ● 수도정보시스템 기능 강화

Fig. 11. 수도통합운영체계 고도화 추진목표 및 전략.

동제어의 기본방향은 “연산식(제어)+유동전류계(감시)”로, 응집약품 주입률은 연산식으로 결정하고, 주입량은 유량비례제어되며 유동전류계(SCD)를 이용하여 응집약품 주입상태를 감시하도록 구성함으로써 24시간 원격 자동운전이 가능하도록 한다. 분말활성탄 주입공정의 제어는 통합운영센터에서 주입률 입력에 의한 원격자동제어를 실시하고, 적정 주입률은 수질실험을 통해 결정한다. pH조절제의 자동제어는 목표 pH 또는 알칼리도와 연계한 원격자동제어를 실시한다. 단, 사용일수가 연간 20일 미만일 경우에는 원격수동제어(분체 약품충진은 현장수동)를 실시한다.

침전공정에서 슬러지 수집기 및 드레인 밸브는 원격자동제어가 가능하도록 구성하고 드레인 밸브의 개폐는 배출수지 수위, 드레인 조건(리미트 스위치, 근접스위치, 가동시간 등)에 따라 자동운전 가능하도록 구성한다.

여과공정제어는 여과 지속시간, 여과지 수위(손실수두), 여과지 유출 탁도, 배출수지 수위, 역세척 수조 수위 등과 연계하여 여과휴지, 역세척, 여과개시를 완전자동화 한다.



Fig. 12. 맑은 물 관리시스템(Dr. SafeWater).

소독공정 제어방식은 유량비례제어와 정수지 유입부 잔류염소 측정기의 값을 피드백(feed-back) 하는 복합비례제어로 구축하고, 적정 소독능 유지를 위해 정수지 수위와 연계 운영한다. 전염소, 중염소의 경우에도 후염소에 준하여 원격자동운전을 실시한다.

3.4.4. 위기대응능력 강화

수도통합운영체계 고도화 추진의 궁극적인 목적은 고품질 수도물의 중단 없는 공급에 있다. 이를 실현하기 위해서 안정적인 용수공급체계의 구축 및 사고대응능력 제고를 통한 위기에 강한 수도시스템 구축을 추진 중에 있다.

안정적 용수공급체계 구축을 위하여, 취수원 이중화 및 연계 강화를 통한 취수원의 다변화, 관로 복선화, 대체관로의 부설 및 비상연계관로 설치를 통한 관로체계의 재구성 및 정수시설 예비용량 확보를 지속적으로 추진하고자 한다.

사고대응능력 제고를 위하여 통합운영센터 내에 관망운영 및 사고대응 총괄기능을 수행하는 “ERM종합상황실”을 설치 운영하



Fig. 13. 지능형 경보관리 시스템(Dr. Warning).

고, 사고(관로, 설비, 수질 등)발생시 신속한 대응을 위하여 “사고대응 시스템”을 구축하여 운영하고자 한다. 관로 및 설비사고 발생시, 사고보고부터 사고대응 의사결정 및 사고처리완료까지 일괄처리를 위한「관로/설비사고 대응시스템」, 수질사고(댐, 상수원, 정수장 및 공급과정에서의 수질이상)발생시 사고 유형별(유해화학물질, 농약, 기름, 중금속, 조류, 녹물, 맛/냄새, 탁수 등) 신속한 대응 및 기술사항 지원을 위한「맑은물 관리시스템(Dr. Safewater)」, 수도 시설에서 발생하는 알람, Fault신호를 분석/진단하여 해결방안을 실시간으로 제공하기 위한「지능형 경보관리시스템(Dr. Warning)」을 구축하여 운영함으로써 근무자의 위기대응능력을 제고하고 수도통합운영의 안정성을 제고하고자 한다(Fig. 12, 13).

또한 통합운영 안정성평가 및 비상대비시험(화재, 낙뢰, 침수 사고 등)을 주기적으로 실시하고, 전력설비 및 통신시스템/감시 제어설비의 이중화, 경보관리의 최적화/표준화 및 경보데이터의 유지관리/위기관리와의 연계강화를 통한 경보의 활용성(부가가치) 제고로 위기대응능력을 강화하고 통합운영체계의 안정성을 확보하고자 한다(Table 2). 또한 시스템 및 네트워크의 보안을 강화하고 FA망과 OA망의 분리를 통한 안정적인 데이터 통신체계를 구축하고자 한다.

3.4.5. 광역~지방상수도 통합연계운영 기반구축

K-water는 '09.12월 현재 논산시 외 15개 지자체의 수도시설을 수탁하여 운영관리 중에 있고, 정부의 지방상수도의 광역화/위탁관리 정책 추진에 따라 수공의 수탁관리 지방상수도 개소는 점차 확대될 전망이다. 이러한 시대적 상황 여건에 따라 수도사업의 규모의 경제를 실현하기 위해서는 광역-지방상수도 통합운영관리가 불가피한 실정이다.

광역-지방상수도 통합운영은 Case 1)광역상수도 100% 용수

Table 2. 통합운영체계 안정성평가 항목

평가항목	안정성평가 주요내용	
과학화율	감시제어설비 수준	중앙 감시제어설비, 통신 네트워크, 현장 감시제어설비
	공정자동화 수준	원수유입제어, 약품주입공정, 혼화공정, 응집공정, 침전공정, 여과공정, 소독공정, 펌프모터제어, 송수분기제어
비상대비 시험	정전, 화재, 침수, 약품투입이상, 염소가스누출, 염소주입이상, 감시제어시스템고장, 통신망장애 시험	
Risk관리	트러블 심각도에 대한 Risk수준 산정(시스템 및 설비제어불능으로 인한 정수장 가동중지 시간 관리)	

공급, Case 2)광역상수도+지방상수도 용수공급, Case 3)지방상수도 100% 용수공급 등의 3가지 유형별로 표준화하여 추진하되, 광역의 통합센터에서는 광역 수도시설 및 지방상수도(수도서비스센터)의 정수시설, 가압시설 및 배수지 유입/유출까지를 원격 감시제어 함으로써 수도시설운영관리의 효율성을 제고한다.

3.4.6. 시설운영 및 유지관리 수준 강화

통합운영체계의 안정적인 운영관리를 위해서는 유지관리강화를 통한 수도시설의 신뢰성제고, 운영관리 인력의 기술력제고, 통합운영조직의 최적화 및 제도의 보완 추진이 필수적이다. 관리중인 수도시설의 증가 및 노후화 진행으로 개/대체 및 시설물 유지관리비용이 급속히 증가함에 따라 투자재원의 합리적 배분과 투자효과의 극대화를 위한 자산 생애주기 관점의 자산관리체계 도입을 추진하고, 신뢰성보전기법(RCM) 적용을 통한 유지관리업무시스템(CMMS)의 고도화 및 수도시설 점검정비수행체계의 최적화 추진을 통하여 유지관리수준을 강화함으로써 수도시설운영관리의 안정성을 제고하고자 한다.

또한, 조직 및 인력운영의 효율화를 위하여 통합운영체계 인력배치기준 및 핵심기술 자체수행방안을 수립/추진하고, 통합운영체계 관련 제도/기준을 수립하여 통합운영업무의 범위 및 절차를 명확히 하고 통합운영인력의 교육훈련을 강화함으로써 통합운영인력의 업무수행능력 제고하고자 한다.

3.4.7. 수도정보시스템 기능 강화

취수원에서 수용가에 이르는 전체 수돗물공급체통의 관리체계를 GIS기반의 위치정보 중심의 친 사용자환경으로 구축하고, 공사 수도시설 운영관리 주요현황(수량, 수질, 전력량 등)을 수도경영의 의사결정에 활용이 가능하도록 수도정보시스템을 구축하고자 한다. 또한, 시설관리(제원, 개/대체, 점검정비, 사고이력 등) 및 운영(공급량, 수질 등) 현황을 통합 검색할 수 있도록 하고, 시설개선을 위한 의사결정 및 수도사고 등 비상상황 대처에 활용 가능하도록 통합운영시스템 HMI와 GIS를 연계하고자 한다.

3.5. 수도시설 통합관리 효과

IT기술과 융합한 수도시설 통합운영관리의 추진으로 유사 중복업무의 통합, 조직 체계화, 수도시설운영관리의 효율성제고 및 지역본부(통합운영센터) 중심의 물 관리 통합운영체계구축을 통한 규모경제 실현으로 원가절감을 실현하였고, 수도시설 통합운영관리 기술력 확보로 물산업 분야 경쟁력을 확보하게 되었다.

앞으로도 K-water는 수도통합운영체계 고도화를 통한 수도



Fig. 14. 5-Star Award.

관리의 선진화/과학화를 지속적으로 추진함으로써, 제한된 수자원의 효율적 활용, 지역 간 용수수급 불균형의 해소 및 고품질 수돗물의 중단 없는 공급을 위하여 최선을 다하고자 한다.

4. 미국수도협회(AWWA) 5-Star Award 수상 및 공정관리 개선

4.1. 인증 배경 및 의의

K-water는 고품질 수돗물 생산을 위한 다양한 노력의 결실로 최고 수준의 운영관리 정수장을 대상으로 미국수도협회(AWWA)에서 수여하는 5-Star Award를 '09.6.15일 미국 샌디에고(San Diego)에서 개최된 미국수도협회 정기총회에서 수여받았다(Fig. 14).

5-Star Award는 AWWA에서 안전한 수돗물 생산공급을 위해 수행중인 PSW(Partnership for Safe Water) 프로그램의 일환으로 미국이외 지역에서 적용·운영되는 「정수장 운영관리능력 인증제도」의 최고 등급이다. 미국내에서는 5-Star 인증기준과 동일한 수준으로 수돗물을 생산하는 정수장을 대상으로 Excellence in Water Treatment Award를 수여하고 있다. '08년 기준으로 미국내에서 Excellence in Water Treatment Award를 받은 정수장은 단 6개소뿐이며, 캐나다의 3개 정수장만이 5-Star Award를 수여받았다.

AWWA의 5-Star Award는 당해 정수장이 얼마나 깨끗하고 안전하게 수돗물을 생산하고 있는지를 여과수 탁도, 소독능 운영자료 등을 토대로 엄격히 평가하여 수여된다. 탁도의 경우 매시간 측정된 여과지별 측정값이 0.1 NTU 이하 95% 이상(연간기준), 지별 최고 탁도가 0.3 NTU 이하여야 하며, 소독능 기준을 동시에 만족할 때 5-Star Award를 수여 받을 수 있다.

Table 3. AWWA 정수장 인증기준

구분	1 - STAR	3 - STAR	5 - STAR
여과수 탁도	대상	통합 여과 개별 여과수	
	샘플	1회/4시간, 4시간 중 최고탁도 적용	
	기준	①월 간 0.3 NTU 이하 95% 이상 ②최고탁도 1.0 NTU 이하	①연 간 0.14 NTU 이하 95% 이상 ②월 간 0.3 NTU 이하 95% 이상 ③최고탁도 1.0 NTU 이하
소독능평가	소독능 요구값(CT) 이상 유지		

* 출처 : www.awwa.org

4.2. AWWA 5-Star 인증기준 및 절차

4.2.1. 인증기준

AWWA의 정수장 인증등급은 세가지로 구분된다. 세부 인증 기준은 Table 3에 표시된 바와 같이 1-Star는 통합여과수 탁도가 0.3 NTU 이하, 95% 이상(월간기준)이고 최고탁도가 1.0 NTU 이하일 경우에 해당되며, 3-Star는 통합여과수 탁도가 0.14 NTU 이하 95% 이상(연간기준)이고 최대탁도가 0.3 NTU 이하일 경우에 해당된다. 5-Star는 인증단계의 최고등급으로 개별여과수 탁도가 0.1 NTU 이하 95% 이상(연간기준)이며, 최대탁도가 0.3 NTU 이하일 경우에 해당된다. 5-Star Award를 수상하기 위해서는 모두 여과지에서 연간 단 한번이라도 0.3 NTU를 초과해서는 안된다. 또한, 각각의 경우 탁도 뿐만아니라 소독능 기준도 만족시켜야 인증을 받을 수 있다.

5-Star Award의 의미는 입자물질 제거효율이 최고 수준이며, 미생물학적으로 항시 안전한 물을 생산함을 의미한다. '08년 기준으로 5-Star 인증을 받은 정수장은 북미대륙에 9개소가 있으며, 3-Star 수준의 경우 미국내 약 200개소가 있다.

4.2.2. 인증절차

인증절차는 Fig. 15과 같이「참여신청-수질자료 통계분석용

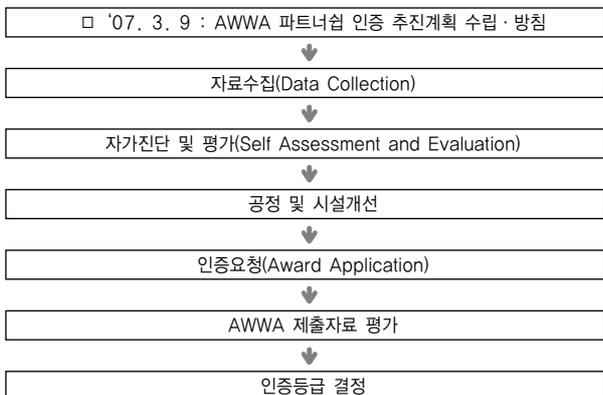


Fig. 15. AWWA 5-Star Award 인증절차.



Fig. 16. 여과지 탁도 평가 software.

- '07. 3. 9 : AWWA 파트너십 인증 추진계획 수립·방침
 - AWWA 파트너십 개요 및 인증대상 정수장 선정(청주정수장)
 - 수공의 파트너십 인증 필요성, 추진효과 및 향후 일정 등
- '07. 3월 : 프로그램 인증절차 협의(수공 → AWWA)
 - AWWA측에서 인증 목적, 대상 정수장에 대한 기초정보 파악
- '07. 4월 : 자료수집 software 수령 및 수질자료 입력·분석
 - 대상자료 : 원수(1회/일) 및 정수(6회/일) 수질자료(통합여과수 탁도)
 - 기 간 : 1년('06.3월 ~ '07.2월)
- '07. 7월 : AWWA 인증추진 상호 협약(수공 → AWWA)
- '07. 10월 : AWWA 정수장 인증프로그램 매니저 분사 및 청주정수장 방문을 통한 자료 및 교육(10/17~10/18)
- '08. 1월 : 청주(정) 탁도관리 및 수질데이터 수집 개시
- '08. 4월 : 청주(정) 여과지(1,2단계) 여과사 보강공사
- '09. 2월 : 청주(정) 운영결과 AWWA 송부
 - 지별 탁도 : 연간 0.1 NTU이하 99.7% 달성(기준만족)
 - 최대 탁도 : 0.21 NTU('08.6.19)(기준만족)
- '09.6.15 : 청주(정) AWWA 5-Star 공식인증

Fig. 17. AWWA 5-Star Award 인증경위.

Software 수령(Fig. 16)-자가진단 및 평가-공정 및 시설개선-연간 수질자료 통계분석 및 AWWA 제출-AWWA 심사」의 순서로 진행되며, 심사결과에 따라 1-Star, 3-Star, 5-Star 정수장으로 인정받을 수 있다.

AWWA의 「정수장 운영관리능력 인증제도」 참여를 통해 적극적으로 달성하고자 하는 목표는 정수처리공정 운영관리를 한 단계 향상시켜 고품질 수돗물을 안정적으로 공급하는 것이다. K-water는 '07.7월 AWWA와 정수장 인증에 대해 협약 체결 후, '08년 청주정수장 운영결과를 토대로 '09년에 5-Star 인증을 받았다. 구체적인 인증경위는 Fig. 17과 같다.

4.3. 5-Star 인증을 받기 위한 K-water의 노력

K-water 청주정수장의 AWWA 5-Star Award 수상은 단 기간의 노력에 의해서 추진된 것이 아니라 약 10년간의 집중적

이고 체계적인 공정관리 개선, 수질분석 능력 향상, 정수장 평가제도 운영 등의 인프라 토대위에서 가능했다.

4.3.1. 수질목표 설정 및 공정관리 개선(공정관리 최적화)

K-water는 고품질 수돗물 생산을 위하여 '02년 정수처리 시설 종합개선 Master Plan을 수립하면서 5개 중점 수질항목에 대해 법적수질기준 보다 한 층 강화된 자체 수질목표를 설정하였다. 수질목표는 국내 수질특성, 미국 EPA 등 선진외국 수질기준 및 미국 Black&Veatch사가 수행한 수도사업 경쟁력 강화방안 용역결과 등을 감안하여 최고(Peak)탁도 등 5개 중점 수질관리항목에 대해 설정하였다(Table 4).

특히, 탁도의 경우 통합여과수를 대상으로 0.1 NTU 이하 100% 달성을 목표로 설정하여 AWWA의 3-Star 수준(0.14 NTU 이하 95% 이상)과 유사하게 설정·운영하였다.

'02년 수립된 정수처리시설 종합개선 Master Plan의 탁도개선을 위한 세부방안으로 약 65억원의 예산을 투입하여 여과지별 탁도계 설치, 통합여과수용 입자계수기 설치, SCD 설치, 응집보조제 주입설비 설치, 여과지 사수밸브 전동화, 원수 pH 조정설비(이산화탄소 및 황산) 설치, 여재 입경 및 포설깊이 조정사업을 추진하였다. 이러한 노력의 결과로 '07년에는 통합여과수의 평균 탁도를 0.042 NTU 정도로 매우 낮게 유지할 수 있었다. 그러나, 최고탁도의 경우 자체관리 목표를 일부 초과하는 것으로 조사되었다(Table 5).

한편, '08.12월에 수립한 정수처리시설 종합개선 Master Plan(2차)을 통해 고객의 고품질 수돗물 요구, 원수 내 미량유해

Table 4. 5개 중점항목에 대한 수질목표('02.12 수립)

수질항목	내 용	비 고
최고탁도 (통합여과수)	- 평균탁도 0.05 NTU, 0.1 NTU 이하 95%, 최고탁도 0.3 NTU	- 미국 AWWA, Black&Veatch
소독부산물	- THM 80 µg/L, HAA 60 µg/L	- 미국 EPA Black&Veatch
맛·냄새	- 3 TON 이하(무미, 무취 수준)	- 미국 EPA, 일본 등
잔류염소	- 최저 0.2 mg/L, 최고 1.0 mg/L	- 영국, 일본 등
부식지수	- 조사후 추후설정('03년)	- 미국, 일본 등

Table 5. 정수장 탁도 평가결과

구 분	단 위	'03년	'04년	'05년	'06년	'07년
일평균달성률 (0.1 NTU 이하 95%)	%	95.5	97.3	99.5		
월평균탁도	NTU	0.056	0.046	0.042		0.042
일최고값초과횟수 ¹⁾	회	91	28	0	175	69

주) 일최고기준 변경 : 0.3 NTU 이하('05년까지) → 0.1 NTU이하('06년부터)

물질 증가, 수질기준 강화 등의 환경변화에 맞춰 맛냄새 물질 등 총 8개 중점 수질항목에 대해 법적 기준보다 한 층 강화된 수질 목표를 선정하였으며, 정수처리 시스템을 최적화하고 운영 효율을 극대화할 수 있도록 '시설개선, 운영효율화, 기술개발'의 3개 부문에 대한 중장기 개선계획을 수립하였다(Fig. 18).

특히, 탁도와 관련해서는 AWWA의 5-Star 인증기준과 동일한 수준으로 K-water의 탁도 관리 목표(여과지별 탁도 0.1 NTU 이하 월간 95% 이상 달성)를 설정하였다. 탁도 관리의 가장 큰 변화는 '02년도 정수처리시설 종합개선 계획 수립시는 통합여과수 탁도에 대한 목표를 수립하고 관리하였으나,

탁도(개별여과수)	• 월간 0.1 NTU 이하 95% 월최고탁도 0.3 NTU 이하	소독부산물	• THMs : 80 µg/L 이하 • HAA2 : 60 µg/L 이하 • CH : 30 µg/L 이하
잔류염소	• 0.8 mg/L 이하	망간	• 연중 최고값 0.02 mg/L 이하
소독능	• 불활성화비 1 이상	알루미늄	• 연중 최고값 0.1 mg/L 이하 • 연평균 0.05 mg/L 이하
맛·냄새	• 2-MIB, Geosmin 10 ng/L 이하	수돗물부식성	• Ni≥-1.5

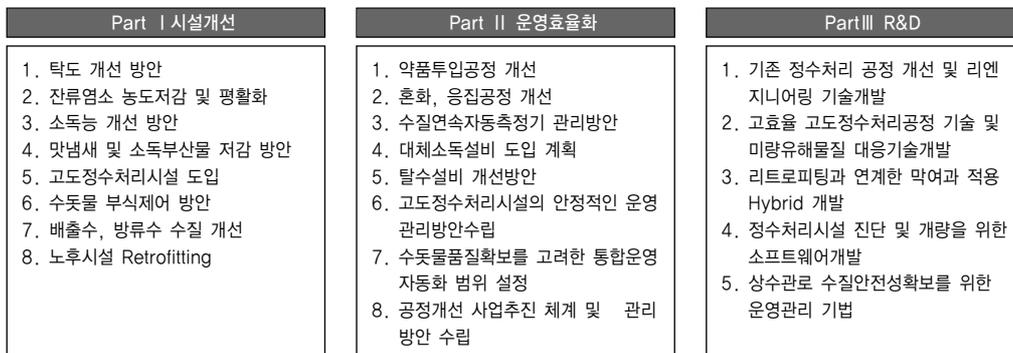


Fig. 18. 8개 중점항목에 대한 수질목표 및 달성방안('08.12 수립).



Fig. 19. 권역별 수질검사소 구축 현황.

‘08년도에는 AWWA 5-Star 수준과 동일하게 개별 여과지에 대한 탁도 목표를 수립하고 개선방안을 수립하였다.

탁도 목표달성을 위한 구체적인 방안으로 운영방법 및 시설개선계획을 수립하였다. 운영개선 방안으로는 여과지별 유출수 탁도계 및 입자계수기를 활용한 역세척 개시 시점을 설정 운영하였으며, 입자물질 누출최소화를 위한 여과속도 상승폭(분당 여과속도 3% 이하)도 설정하여 관리하고 있다. 시설개선 방안으로는 적정한 여재 포설깊이와 여재 유효효를 유지하고 있으며, 시동방수 및 감쇄여과방식을 개선하고, 응집, 침전효율 향상을 위해 원수 pH 조정설비를 ‘12년까지 연차적으로 구축할 계획이다.

AWWA 5-Star Award를 수상한 청주정수장의 경우, 인증에 대비하여 사전에 전체 정수처리 공정에 대한 자체효율진단을 실시하였으며, 특히 여과공정의 경우 개선이 필요하다고 판정된 12지는 여재교체, 8지는 여재보충작업을 실시하였다.

4.3.2. 수돗물 분석체계 강화

K-water는 세계 최고 수준의 수질분석능력 확보를 통해 국민이 안심하고 마실 수 있는 수돗물 생산을 위해 권역별로 수질검사소 5개소와 수돗물분석연구센터(대전 소재)를 운영하고 있으며 (Fig. 19), ‘10년에는 전남권 수질검사소를 신설할 예정이다.

권역별 수질검사소에는 관할 정수장의 수질검사, 공정개선을 위한 기술지원, 수질사고 대응 등 수질분석 및 관리업무를 수행중이며, ‘09년 국립환경과학원에서 실시한 정도검사 결과 5개 수질검사소 모두 전항목에서 만족 등급을 획득하여 분석결과 신뢰성을 한 층 더하였다.

‘04년 3월 신축, 개소한 수돗물분석연구센터(Fig. 20)는 수돗물 수질을 종합적으로 검사하는 물 분석 전문기관으로 미국 몽고메리 왓슨 하저社(MWH)가 개념 설계를 실시하는 등 설립 초기 단계부터 세계 최고 수준의 수질검사 전문기관으로 구상·설립



Fig. 20. 수돗물분석연구센터 전경.

하였다. 4,863 m² 규모에 4개 분야 20개 시험실로 구성되어 있으며, 126종 227대의 고도분석장비를 이용하여 물 분석 전문인력 35명(석사학위이상 소지자 80%)이 수돗물의 생산에서 소비에 이르기까지 필요한 항목에 대한 수질을 정밀 검증하고 있다. 또한, 국제공인시험기관의 선진운영기법인 시험실정보관리시스템(LIMS)을 구축하여 분석자료 관리, 시험실 운영 및 품질관리, 결과보증 등 시험업무의 전산화 및 표준화를 실시하고 있다.

수돗물분석연구센터는 생산된 검사결과의 신뢰성 확보를 위해 ‘03년도에 국내 최초 바이러스검사기관 지정과 더불어 수도사업자 최초 국제공인시험기관(KOLAS) 인정을 획득하였다. ‘04년도에는 원생동물검사기관으로 지정되었고, ‘06년에는 환경측정기기정도검사 기관을 지정받는 등 6개의 공인 시험기관을 운영하고 있으며, 호주 시험숙련도기관(PTA) 등 국제적인 수질분석 정확도 평가기관의 비교숙련도 평가에 참여하여 최상위 등급의 판정을 받는 등 수질검사에서 최고의 정확도와 정밀도를 유지하고 있다. 이를 토대로, ‘08년 지식경제부 선정 우수국제공인시험기관(KOLAS) 大賞 수상(지식경제부장관상)을 수상하였다.

수돗물분석연구센터에서는 최근 이슈가 되고 있는 새로운 오염물질에 대한 분석기법을 정립하는 등 분석기술 개발을 위한 다양한 과제를 수행하고 있으며, ‘09년까지 201항목의 신규오염물질에 대한 분석법 정립을 통하여 수질모니터링이 필요한 500항목에 대한 분석 pool을 구축하였다.

특히 ‘07년부터는 신규 유해물질의 증가에 따른 분석항목의 급속한 확장에 대처하기 위하여 물질특성이 유사한 여러 수질항목을 동시에 분석하는 다항목 동시수질분석기술을 개발하고자 미국, 일본, 독일 등의 전문분석기관과 공동연구를 추진하는 등 세계적인 분석기관과 기술교류 및 국제적인 분석 네트워크 구축을 도모하고 있다.

이처럼 수돗물분석연구센터는 환경 및 분석분야 전문가와 최첨단 시설 및 정밀 분석장비를 갖추고 21세기의 새로운 환경시대를 개척할 수 있는 기반을 확보하여 내적으로는 수질분석 기술 개발에 충실하고, 외적으로는 기술교류와 공동연구 등 유관기관과의 교류협력을 추진하고 있다. 수돗물 분석연구센터는 고도의 수질분석능력과 전문인력을 바탕으로 끊임없는 기

술개발을 통해 수도물의 생산에서부터 최종 소비에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 수도물의 품질보증을 위한 과학적이고 체계적인 연구와 개발에 최선의 노력을 다하고 있다.

4.3.3. 정수장 수질등급제 운영

K-water에서는 현재 생활용수를 생산중인 31개 정수장(4개 정수장은 평가제외)에 대해 14개 주요수질항목에 대한 수도물 품질을 매월 평가하고 공개하여 정수장간에 고품질 수도물 생산을 위한 선의의 경쟁을 유도하고 있다. 특히 K-water에서는 체계화된 정수장 수질등급제를 K-water QPI (Quality Performance Index)로 명명하고 IT와 Web 기술을 접목하여 운영하고 있다.

이전의 K-water 수질등급제가 단순히 생산수질에 대해서만 평가한데 반하여 K-water QPI는 수도물 수질과 수도물 품질관리 노력을 자동프로그램으로 종합평가하는데 의의가 있다. 평가방법은 수도물 품질점수와 수질특성 및 노력이중치를 부가하여 합산하고 있으며, 주요 평가항목 및 고려되는 수질특성과 품질개선 노력은 Table 6과 같다.

특히 K-water QPI는 자료의 객관성 및 신속성을 위하여 K-water내에 이미 구축되어 있는 각종 정보관리 시스템을 활용하여 자료취득과 평가 자동화를 실시하였다. 자료취득의 경우 공사내 구축된 '실시간수도정보시스템' 및 '수도통합정보시스템'의 자료를 익월 10일 24시 자동으로 취득하도록 하였다. 또한, 수질자동측정기로 측정되는 평가항목은 모두 평가자료로 활용함으로써 수질자동측정기의 신뢰성을 향상시켰으며, 수질시험실에서 측정되는 항목의 경우 시험실정보관리시스템(LIMS)에 저장된 자료를 활용하였다.

K-water에서는 K-water QPI를 통해 원수 특성과 품질관리 노력도를 반영한 미래지향적 종합성과측정기법 도입으로 수도물 품질과 생산성 향상에 지속적으로 이바지할 계획이다.

4.4. 향후 계획

K-water에서 국내 수도가 도입된 100주년('08년)에 AWWA의 엄격한 평가기준을 통과하여 5-Star Award를 수여받았다는 것은 국내 수도사업자의 수도물 품질관리 능력이 세계 어디에도

뒤지지 않는 다른 것을 의미한다. K-water에서는 현재 운영중인 전 생활용수 정수장에 대하여 AWWA 5-Star 수준에 준하게 정수장 운영관리 능력을 향상시킬 계획이다.

5. 상수관망 운영관리 선진화 방안

5.1. 선진화 추진배경

국내 수도시설은 산업화 및 도시화와 더불어 그동안 양적인 면에서 많은 성장을 거듭함에 따라 상수관로의 경우 '07년말 기준으로 143,883 km에 달하고 있다. 그러나, 노후 상수도관의 잦은 파손 및 누수로 인한 사회·경제적 손실은 국민들로 하여금 수도물 생산 및 공급체계 전반에 대한 불신을 초래하고 있는 것이 현실이다. 또한, 상수관로의 경우 방대한 양의 급수체계가 유지관리되면서 누수, 부식 및 노후화 등의 문제점이 드러나 먹는 물의 수송 및 수질 유지기능을 담당하고 있는 상수관로 기능에 대한 진단기법 및 설계, 운영 및 유지관리의 선진화를 도모해야 할 시점에 이르렀다.

또한, '09년 강원도 태백지역에서 발생한 최악의 가뭄이 누수 등의 관망정비 부족에 기인함에 따라 관망관리에 대한 관심과 필요성에 대한 요구가 증가되고 있다. 정부에서도 이러한 추세에 맞추어 '09년 상수도관망 관리 선진화 방안을 수립하여 「'20년 유수율 90%, 수도분야 기술력 세계 5위 진입」이라는 목표아래 토목, 환경, 기계 등 다양한 분야의 전문기술 및 IT, NT, BT 등 첨단기술을 융합한 첨단 최적관리시스템 도입의 필요성을 강조하고 있다.

이에 K-water에서는 광역상수도 및 논산시 등 수탁운영중인 16개 지방상수도 와 정부에서 추진중인 지방상수도 통합운영에 대비하여 과학적이고 효율적인 관망관리체계를 구축코자 상수관망 운영관리 선진화 추진전략을 수립하여 추진중에 있다.

추진전략의 핵심은 "상수도관망 관리 최적화 및 경쟁력 강화"라는 정부정책방향의 기술적 지원을 위해 통합 상수관망 운영관리시스템(water-NET) 구축, 상수관망 유수율제고·관리 가이드북 제작, 관망운영관리사 자격인증제도 도입, 상수관망 운영관리 기술

Table 6. K-water QPI 평가항목 및 고려사항

평가항목	수질특성	품질개선 및 관리노력
• 통합 및 개별여과수 탁도	• 원수 탁도	• 개별여과지 관리
• 잔류염소	-	• 잔류염소농도 균등화
• 소독능	-	• 소독능 1.1 이상 관리
• 맛, 냄새, 지오스민, MIB	-	• 분말활성탄 투입
• 알루미늄, 망간	-	-
• 소독부산물(THMs, HAA ₂ , CH)	• 정수 TOC(1.5 mg/L 이하)	-
• 수도물 부식성지수(LI)	• 정수 pH	• 알칼리제 투입

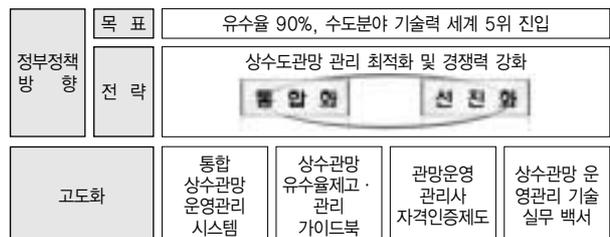
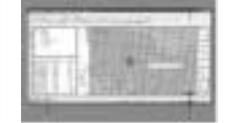


Fig. 21. 상수관망 운영관리 선진화 추진전략.

Table 7. 국외 통합관망 운영관리시스템 현황

상용 S/W	수운영시스템 개발 및 적용	시스템
Finesse	• 영국 드몽포트 대학에서 개발되어, 런던 Ring-Main 및 벨기에 Herve지역에 적용	
Aquadapt	• 뉴질랜드 Derceto에서 개발하여, 뉴질랜드 웰링턴, 미국 캘리포니아 등에 적용 (현재 보령담계통 광역상수도에 시범적용을 위한 당당성조사 중)	
Miser	• 영국 Tynemarch사에서 개발하여, 스코틀랜드 일부지역에 적용	
Aquis	• 7-Technologies사에서 개발하여, 영국 요크셔워터, 전북권 광역상수도 등에 적용	
SynerGEE	• 영국 Sevent Trent의 자회사인 Advantica에서 개발하여, 파리상수도 및 수도권 수운영센터에 적용	

실무 백서 제작 등 관망분야 기술력 및 경쟁력을 강화하는데 있다.

5.2. 통합 상수관망 운영관리시스템(water-NET) 구축

5.2.1. 추진경위

수도사업 효율성 제고를 위한 상수도 통합관리 및 관망관리 선진화를 위한 정부정책의 추진과 상하수도서비스 국제표준의 도입에 따른 물시장 개방 및 경쟁력 강화에 대한 요구 등은 상수관망의 수리, 수질, 시설의 종합적인 진단을 통해 최적의 개량, 운영, 유지관리를 실현하기 위한 Total Solution 개발의 중요성을 더욱 절실하게 하고 있다.

더군다나, 국외의 경우 실시간 관망해석에 근간을 둔 용수수요예측 및 취·송수(펌프) 제어, 블록별 수량·수압·수질관리, 계통별 연계운영 및 비상시 위기대응, 관로정보 관리 등의 다양한 요소기술들이 결합된 통합관망 운영관리시스템을 구축·운영하고 있으며, 또 이와 같은 고도의 기술을 보유한 상수도 관망관련 기업들이 국내를 포함한 전세계 물산업시장을 선점해 나아가고 있는 실정이다(Table 7).

이러한 주변 환경변화에 따라, K-water에서는 환경부 수처리 선진화사업(Eco-STAR Project)의 일환으로 수행된 ‘고품질 수도물 공급을 위한 상수도관망 최적관리 기술개발’ 연구과제를 통해 관망진단에 필요한 종합패키지인 Dr.Pipe를 개발하여 현재 적용성 평가를 위한 시범사업을 수행하고 있으며, 그간의 Eco-STAR 과업에서 개발된 각종 장치 및 진단기술에 실시간 시뮬레이션, 감시 및 제어 기능 등을 추가한 통합 상수관망 운영관리시스템인 water-NET 개발계획을 수립하여 추진중에 있다.

5.2.2. 관망진단 패키지 Dr.Pipe 개발

Dr.pipe는 CAD 및 GIS로 작성된 수치관망도를 관망해석에 필요한 관망도로 자동 변환하여 수리·수질의 시뮬레이션을 가능케 하는 기초적인 기능부터 수리·수질·시설로 구분된 3개 진단모듈을 이용하여 각각의 상태를 진단·평가하고, 평가결과들을 종합적으로 검토하여 보다 합리적인 노후관로 개량을 위한 의사결정을 지원할 수 있는 고급기능까지 지원 가능하도록 구성되어 있다. 또한, Dr.Pipe를 활용하여 관망기술진단 체계의 정립과 절차화를 도모함으로써 체계적인 시설 개량을 위한 장단기 계획 수립 지원으로 연계되도록 하였다.

5.2.3. 통합 상수관망 운영관리시스템(water-NET) 개발

water-NET은 그동안 개별적으로 이루어졌던 관망DB관리 및 관망진단, 관망운영을 하나의 시스템으로 통합·연계함으

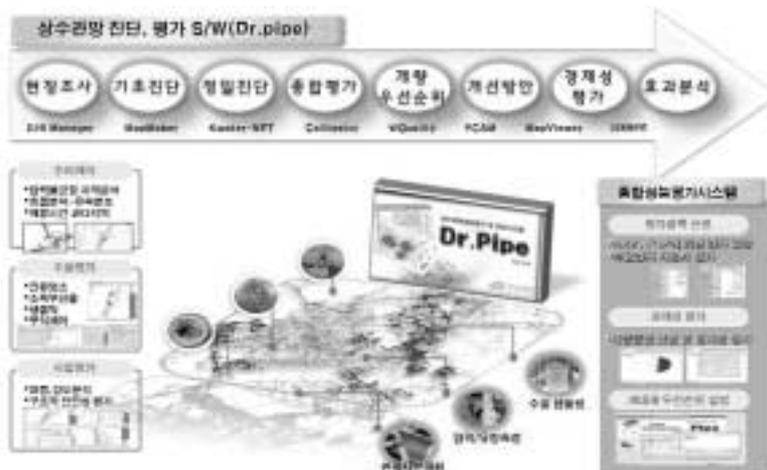


Fig. 22. Dr.Pipe 적용절차 및 기능.



Fig. 23. water-NET 기능 및 구성도.



Fig. 24. 상수관망 유수율제고·관리 가이드북 작성 절차.

로써 명실상부한 상수도 관망관리의 Total Solution을 제공하기 위한 시스템으로 수리, 수질, 시설, 에너지 및 위기관리의 5개 상수관망 운영관리 주제에 대하여 감시, 분석 및 모의, 진단 지원, 운영지원이 가능하도록 계획하였다.

대표적인 지원기능인 진단지원시스템 수리진단에서는 블록 구축, 누수량 및 급수압의 적절성 평가기능을 수행하며 수질진단에서는 수질의 부식성과 안전성 평가를, 시설진단에서는 관 노후도와 잔존수명의 평가에 의한 노후관 개체체의 우선순위 수립 등을 수행할 수 있도록 구성하였다.

또한 운영지원시스템에서는 실시간 감시에 의하여 수량·수압·수질의 이상을 민원발생이전에 감지하여 신속히 대처 할 수

있는 위기관리기능과 확보된 자료를 인공지능, 네트워크 분석 등의 최적화 기법과 통계적 분석방법에 의하여 펌프운영 스케줄링, 용수수요예측, 배수지연계운영 등 상수관망을 구성하는 다양한 시설물들의 최적운영계획을 수립할 수 있도록 하였다.

특히, water-NET은 시범구축을 통해 시스템의 검증은 물론, 관망의 최적 운영관리를 위한 세부운영기법 및 가이드라인을 함께 정립할 계획으로 있어 국내 상수관망 운영관리기술의 수준을 한 단계 업그레이드하는데 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대한다.

또한, 도·송수시설뿐만 아니라 배·급수시설에도 적용이 가능하도록 구성하여 상수관망의 성능개선과 수질향상을 통한 국내 수도사업 국제경쟁력 강화는 물론, 상수도 관망의 성능평



Fig. 25. 업무분야별 단위업무 구성.

가 및 개선기법, 소독능 확보기술, 개량공법 선정 등의 기능을 통해 관망정비를 통한 유수율 제고사업, 블록시스템구축 사업 등에 적극 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

5.3. 상수관망 유수율제고·관리 가이드북 제작

5.3.1. 추진경위

K-water에서는 '04년 논산시 지방상수도 운영효율화 사업을 시작으로, '09년까지 총 16개 지방상수도로 확대·운영관리중이며, 이에 대한 기술적인 대응과 전문인력 양성을 위하여 관망관리와 유수율제고 세부 기술의 이해와 함께 유수율향상에 기여하기 위한 상수관망 유수율제고·관리 가이드북을 제작하게 되었다.

유수율제고·관리 업무의 이해증진과 효율적 업무수행 및 업무세분화, 절차, 표준화를 제시하기 위하여 그간 K-water 지방상수도 운영효율화 사업지역을 대상으로 블록시스템구축, 관망정비 계획 등 유수율제고 핵심기술의 개발과 Feedback을 통한 시범사업 시행 경험과 출수불량, 고수압으로 인한 누수민원 등 현안문제에 대한 다각적인 진단과 개선사례를 반영하여 가이드북을 구성하였으며, 정부정책의 대응과 선진기술의 접목을 위하여 산·학·연 전문가를 구성, 기술자문을 통한 가이드북 콘텐츠의 내실화를 기하였다.

5.3.2. 내용구성

관망관리와 유수율관리 업무를 수행하는 실무자의 적용성과 접근성 향상을 위하여 사업단계별 유수율관리 전략과 절차를 제시하였으며, 사업단계별 추진해야할 단위업무에 대한 목적, 필요성, 고려인자 및 처리절차에 대한 세부적인 내용과 사례 등으로 구성하였다.

· 시설 및 운영 DB관리 개선

지방재정이 열악한 지방상수도의 대부분은 관망시설에 대한 도면관리 체계가 CAD 또는 종이도면 등으로 다원화되어 있

어 이력관리가 곤란한 상태이며, 수위가 정보와 누수이력 등 관망운영 및 정비에 필요한 정보가 부족하고 각종 통계자료와 일치하지 않아 블록구축 및 관망정비 등 많은 문제점을 안고 있는 실정이다.

이러한 문제해소를 위하여 GIS를 이용한 관망도 전산화를 기준한 시설물 조사와 전산화 업무에 대한 세부적인 절차와 주요인자에 대해 수록하였다.

· 블록시스템 구축 업무 표준화

유수율제고와 관리를 위한 가장 기초적인 인프라인 블록시스템에 대한 정보관리와 분할계획 수립의 표준화된 수립절차에 대해 실제 현업에 적용한 사례와 Feedback에 대한 내용을 수록하여 합리적인 블록시스템 구축과 감시제어 운영 시스템을 운영할 수 있도록 제시하였다.

· 과학적 관망정비 계획수립

과거 노후관 위주의 관료교체와 단순 누수복구 중심의 관망정비의 문제점을 개선하고 조사·분석·평가 후 정비시행을 유도하기 위하여 체계화된 관망운영관리 업무절차와 계획수립시 주요 검토인자 및 절차에 대해 정리하였다.

본 가이드북을 통해 유수율제고·관리 업무의 전문기술개발 및 업무절차의 확립으로 관망관리의 기술신도 및 효율성제고에 기여할 것으로 예상되며, 저비용 고효율의 지방상수도 유수율제고 및 관리를 통해 경영 및 고객서비스 개선이 기대된다.

5.4. 관망운영관리사 자격인증제도 도입

K-water에서는 광역상수도과 함께 지방상수도 유수율제고사업의 확대추진으로 광역-지방상수도를 연계한 체계적인 관망 운영관리기술의 필요성과 중단없는 용수공급 및 관망 수질관리에 대한 국민의식의 변화로 인해 깨끗하고 안전한 수돗물 공급을 위한 기술적 노력이 요구되고 있다.

이를 위해 상수관망 최적관리를 위한 통합 상수관망 운영관리

Table 8. 미국 및 일본 수도시설 운영관리 자격인증제도

구 분	미 국(Ohio주)	일 본
자 격 명	<ul style="list-style-type: none"> • Water Supply Operator • Water Distribution Operator 	<ul style="list-style-type: none"> • 정수시설 관리 기사 • 관로시설 관리 기사
관 리 청	주 환경청(Ohio EPA)	일본수도협회(JWWA)
자격인증 등 급	<ul style="list-style-type: none"> • ClassA, Class I ~ ClassIV - 경력 및 자격시험 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 1급~3급 - 경력 및 자격시험 등
자격특징	<ul style="list-style-type: none"> • Water Supply Operator - 정수장, 펌프장, 관로운영, 관망 수질에 관한 전반적인 자격 요건 - 인증등급: ClassA~ClassIV • Water Distribution Operator - 관로 시설물 유지보수에 주안점 - 인증등급: ClassA~ClassIII - ClassIV는 Water Supply Operator 에 포함 	<ul style="list-style-type: none"> • 정수시설 관리 기사 - 1급: 원수 및 정수의 수량, 수질 변동에 의한 정수장 운전 및 유지관리가 가능한 고도의 지식·경험자 - 2급: 정수장 운전 및 유지관리가 가능한 지식·경험자 - 3급: 정수장 운전·유지관리 보조 • 관로시설 관리 기사 - 1급: 상시 및 사고·재해시에 수량·수압·수질의 확보를 위해 적절히 도·송수, 배수시설의 운전·유지관리가 가능한 고도의 지식·경험자 - 2급: 도·송수, 배수시설 운전, 유지관리가 가능한 지식·경험자 - 3급: 도·송수, 배수시설 운전, 유지관리 보조
방 편 요	<ul style="list-style-type: none"> • 중소규모 Water System - ClassIII 자격자 의무배치 • 대규모 Water System - ClassIV 자격자 의무배치 	<ul style="list-style-type: none"> • 법률에 근거하지 않고, 수도사업자 및 업계의 자율적인 요청에 의한 제도로 수도협회 주관으로 운영 중

시스템(water-NET)의 구축, 상수관망 유수율제고·관리 가이드북 등의 진단기술 및 관리기법의 확보와 아울러, 우수한 기술역량을 갖춘 관리인력의 확보가 시급한 실정이다.

이에, K-water에서는 '09년 관망 운영관리 기술능력 향상과 전문성 배양을 통해 운영관리 선진화 및 효율화를 도모코자 관망 운영관리사 자격인증제도를 도입·추진중에 있다.

관망운영관리사 자격인증제도란, 미국, 일본 등 수도시설관리 선진국에서 이미 시행중인 제도로 관망의 최적관리를 위한 기술 인력의 자격을 검증하여 인증함으로써, 효율적이고 안전한 관망 관리체계 기반을 확립하는 제도로 정수시설 운영관리사와 함께

Table 9. 관망운영관리사 등급기준

1 등급	2 등급	3 등급
<ul style="list-style-type: none"> • 전문적 수준의 기술능력과 지식을 갖춘 자 	<ul style="list-style-type: none"> • 중급수준의 기술능력과 지식을 갖춘 자 	<ul style="list-style-type: none"> • 기본 수준의 기술능력과 지식을 갖춘 자
<ul style="list-style-type: none"> • 관망운영 기술에 관한 이론 지식을 가지고 종합적인 업무수행을 통해 관망운영의 효율을 향상시킬수 있는 인력 	<ul style="list-style-type: none"> • 관망운영 기술에 관한 이론 지식 또는 숙련 기능을 바탕으로 복합적인 기능 업무를 수행할 수 있는 인력 	<ul style="list-style-type: none"> • 관망운영에 관한 숙련 기능을 가지고 이에 해당하는 업무를 수행할 있는 인력

운영하고 있다(Table 8).

국내에서는 '99년 정수장에 대한 자격인증제도를 K-water에서 최초로 도입하여 '02년에 한국상하수도협회 인증시험으로 확대하여 '06년 수도법에 정수시설운영관리사에 대한 배치를 의무화함으로써 국가자격으로 확대 추진하였다. 그러나, 수도시설 관리기술이 정수처리 부문으로 편중되어 발전되는 문제점이 대두됨에 따라, 관로부문을 포함한 자격인증제도의 도입이 추진 되게 되었다.

관망운영관리사 자격인증제도는 관망관리기술 수준별로 총 3개 등급(1~3등급)으로 구분하였으며 1등급은 전문적 수준의 기술 능력 및 지식을 평가하고 2등급은 중급수준, 3등급은 기본 수준을 평가토록 구성하였다(Table 9).

또한, 자격인증시험을 위한 교육교재는 관망 운영관리사들이 전문기술을 이해하기 쉽고 현장 실무에 연계될 수 있도록, 국내·외 관망관련 서적의 비교, 검토 및 재구성을 통한 교육교재를 개발 할 계획이다.

자격인증시험의 주요 과목은 수리학 및 관망운영관리, 관계법령 등 상수관망 관리를 위한 기초지식부터 실무지식까지 관망관리에 필요한 사항들을 평가하여 자격을 인증할 계획이며, 본 자격인증시험을 통해 관로시설의 관망운영관리사 배치를 의무화함으로써 관망운영관리 전문화와 제도를 정착하고, 향후 국가 공인 자격인증으로 확대함으로써, 국가 관망 운영관리 기술의 향상을 이룰 것으로 기대하고 있다.

또한, 이를 통한 노후관의 효율적인 관리로 노후관의 시기적절한 교체에 따른 예산 절감과 수도물 생산원가 저감이 기대되며, 권

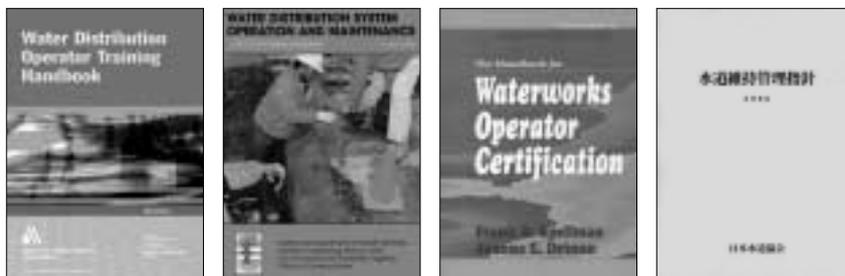


Fig. 26. 관망운영관리사 관련 국의 서적(미국 및 일본).

Table 10. 자격시험 과목

구 분	1차 시험	2차 시험
과 목 (안)	<ul style="list-style-type: none"> 수리학 계획 및 시공 관망운영 수도설비관리 관계 법령 	<ul style="list-style-type: none"> 수리학 관로시설 계획 및 시공 관망운영 수도설비관리 관계 법령
평가수준	이론 및 관리 기초상식	이론 응용 및 관리 기본능력
형 식	객관식	주관식

Table 11. 상수관망 기술실무 운영관리 백서 구성

구 분	주요내용
아차·아찔 사고사례	<p>순간의 실수 또는 부주의로 대형사고로 이어질 뻔 했거나 위기를 모면했던 사례 및 수도사고 사례를 수록</p> <ul style="list-style-type: none"> 도로유실, 가옥침수, 인명상해 등 수도사고 및 사고로 이어질 뻔 했던 상황을 방지한 사례 대규모 단수를 신속조치로 예방했던 사례
긴급복구 우수사례	<p>관로사고시 긴급복구를 통하여 위기에 대응하였던 사례를 유형별로 분류하여 수록</p> <ul style="list-style-type: none"> 사고유형별 긴급복구 우수사례 관종별 긴급복구 우수사례 사고위치별 (도로, 시가지) 긴급복구 우수사례
관망개선 우수사례	<p>예방적 진단, 점검 및 기술검토를 통한 시설 및 운영관리 개선사례를 수록</p> <ul style="list-style-type: none"> 관로 사전 진단·점검을 통한 시설개선 우수사례 누수탐사, 수압관리 등을 통한 우수율 제고 우수사례 수량, 수압, 수질 및 에너지 등 운영관리 우수사례
기술진단 및 지원사례	<p>선진기술을 활용한 기술 진단 및 지원을 통해 시설 및 운영관리 개선에 기여한 사례를 수록</p> <ul style="list-style-type: none"> 현장의 관망개선 사례와 중복되지 않는 지원부서의 기술진단 및 지원사례 선진기술을 이용한 기술 진단·지원을 통해 시설 및 운영관리 개선에 기여한 사례

역별 통합운영에 따른 수운영 기능 강화, 수도사고종합상황실 운영 등 수도물 종합서비스 기능 강화뿐만 아니라, 광역상수도 도·송수관로에서 지방상수도 급·배수관망까지 관망 운영관리 Total Solution을 이룰 것으로 기대된다.

그리고, 재난 및 사고 발생시 적절한 대처는 물론, 관망 연계운영 및 비상공급관로의 운영 등 중단없는 용수공급과 관로내에서의 수질제어를 통한 수도꼭지에서의 고품질 수도물 공급을 통해 대국민 수도물서비스 향상을 이룰 것으로 기대된다.

5.5. 상수관망 운영관리 기술실무 백서

관망운영관리사 자격인증제도와 더불어 관망관리 기술인력의 실무역량 강화를 위해 광역 및 지방상수도 관망관리에 따른 다양한 사례를 간접 경험함으로써 비상시 위기대응능력 향상과 운영관리 선진화 기반조성을 위해 상수관망 운영관리 기술실무 백서를 제작·발간하게 되었다.

본 백서는 광역 및 지방상수도 관망관리를 통해 현장에서 발생한 실제 사례를 중심으로 백서를 구성하였으며, 주요 내용은 다음과 같다.

우선, 수도건설 및 관리현장 어디서나 조금만 방심하면 발생할 수 있는 사고사례에 대해 소개하여 반복되는 사고를 미연에 방지함으로써 대국민 수도물 공급 서비스의 질을 향상시키는데 목적이 있다. 두 번째로 부득이한 수도사고시 현장여건별 긴급복구 시행방법 등에 대하여 제시함으로써 적절한 대처능력을 향상시키고자 하였고, 세 번째로 관망관리 운영개선, 시설개선, 수질개선, 우수율제고 등에 대해 기술함으로써 시설관리에 대한 노하우를 습득하고, 네 번째로 수도시설 관리현장에 발생하는 현안사항에 대한 기술지원 방법 및 적용기술 등에 대해 수록하였다.

이와 같이 실무자들이 쉽게 이해하고 적용할 수 있도록 현장에서 발생한 사례를 중심으로 구성함으로써 실무능력을 향상시키는데 주안점을 두었고, 수도시설 운영관리에 종사하는 기술 인력이 상수관망 운영관리에 대한 중요성을 제고하고 위기대응 능력을 향상시킴으로써 국민들이 한층 향상된 수도물 공급서비스를 받을 수 있기를 기대하는 바이다.

감사의 말씀

본 특별기고를 통해서 기술한 내용은 K-water에서 수행하고 있거나, 향후 중점적으로 추진할 수도시설 운영관리 고도화 관련 주요 업무로서 헌신적으로 업무를 수행하고 있는 홍대의 (수도시설, 김태호(설비관리), 이송희(수도물품질), 황진수(관망개선) 팀장과 직원들의 노고에 감사드립니다.

특히 본 기고문 작성을 위해 노력한 김진근, 문지영, 김형철, 최두용 차장께도 감사드립니다.

6. 맺음말

국내 수도시스템은 큰 전환기에 서 있다. 고객의 신뢰를 회복하기 위해 상수원부터 수도꼭지까지 완벽한 품질관리체계를 구축하여야 하며, 이와 더불어 저탄소 녹색성장 기반의 수도시설 운영관리 고도화가 더욱 필요한 시점이다. 또한 원가절감을 위하여 저비용 고효율의 수도시스템 구축도 필요하다.

K-water는 국내 수도물 생산의 24%(시설용량 기준)를 책임지고 있는 국내 유일의 광역상수도사업자로서 전문화된 인력과 기술력으로 저탄소 녹색성장에 기반한 수도시설의 효율화, 고도화, 선진화를 통해 수도기술을 선도하고 Global Best 기업으로 거듭날 수 있도록 최선을 다하겠다.

