

# 水環境의 保全과 시스템의 技術動向

## 1. 머리말

21세기는 環境形社會의 구축이 큰 테마가 될 것이다.

지금까지의 자원과 에너지의 대량소비, 그 결과로서 나타나는 폐기물의 증대에 대하여 재검토하고, 자원과 에너지의 유효활용과 발생하는 폐기물의 최소화와 재생 이용에 진지하게 대처해 나아가야 할 것이다. 水(물) 순환에 대하여도 마찬가지이다.

水資源, 水利用, 再生처리 및 재이용을 종합적으로 고려하여 자연환경과의 조화를 지향하는 水管理시스템에 대한 연구가 시작되고 있다. 상수도·공업용수도, 농업용수나 하수도를 개별적으로 생각할 것이 아니라 종합적으로 수(물)환경속에서 물의 이용과 재생처리로 생각하지 않으면 아니된다.

明電畝는 발·송·배·변전과 전력변환, 전동력응용에 관한 파워일렉트로닉스기술, 상하수도의 프로세스제어기술, 그리고 최근들어 현저한 진보를 보이는 정보처리·통신기술 등으로 상하수도의 전기·계장시스템의

발전에 기여해 왔다. 지금까지 배양하여 온 이들의 기술을 기초로 앞으로의 수환경 보전에 어떻게 공헌하여 갈 것인가에 대하여 기술동향과 함께 장래를 전망해 본다.

## 2. 水(물)環境의 현황과 과제

근대 水道는 水(물)이용사회에 대하여 깨끗하고 충분한 자연환경이 존재한다는 전제하에 일본은 보급률이 95%에까지 이르렀다. 그러나 水이용사회의 부하가 증대된 오늘날, 지금까지와 마찬가지로 일을 계속해서 수도의 이념인 깨끗하고 풍부하고 저렴함을 유지하기는 곤란할 것이다. 현재 「프레시水道計劃(1991년 厚生省)」에 따른 정비목표를 위해 각 사업이 추진되고 있으며 한편, 「수도수원의 확보」로서도 문제를 안고 있다. 즉 요사이 수년간의 전국각지의 갈수피해를 보더라도 水需要에 대한 수자원의 공급능력은 충분하지 못하며 또한 지역적인 편중도 있다. 도시화에 의한 保水能力의 저하는 강수량의 변동에 따라 매년 홍수와 갈수가 교대

로 오고 있는 것과 같은 불안정한 상황을 만들고 있다. 한편 수질면에서는 「高度淨水施設의 設備」로서 하천 등 水道水源에의 하수처리수나 생활잡배수의 유입으로 수도수(물)의 쾌적성 확보, 건강영향에의 리스크 저감 등을 위해 고도정수처리를 도입하지 않을 수 없는 자치단체도 증가하고 있다. 病原性미생물 크립토타스포리움의 문제도 하수처리수가 자연환경에서 충분히 정화되지 않고 직접 水道原水에 들어오고 있는데 기인하고 있으며, 잠정적으로 대책지침이 책정되어 검지대책을 강구할 것이 요망된다.

하수도는 현재 제8차 하수도정비 5개년계획이 정비 목표를 향해 추진되고 있으며 전국평균보급률은 55%를 넘고 대도시에서는 100% 가까운 곳도 있다. 현재의 하수도시설로는 침수피해의 해소와 公共用水域의 BOD(유기물)나 SS(부유물질)의 제거에는 효과가 현저하나 질소와 인 등 富營養化物質의 제거와 병원성미생물의 오염방지는 앞으로의 과제이다. 또 도시에 내린 우수의 이용과 하수처리수의 재이용촉진도 중요하다. 또한 수도수(물)에 오염과 열이 섞여 배수되는 하수도에 대하여는 수자원의 리사이클 외에 열에너지와 汚泥資源의 리사이클센터의 역할도 주목되고 있다. 지역냉난방이나 전력·온수 공급 등의 시민서비스도 그 보급은 지금부터이다.

수환경문제는 도시용수를 주체로 하는 水需要의 증가(생활용수는 연평균 2.3%의 신장이 계속되고 있음)에 대하여 자연환경으로부터의 공급능력이 뒤따르지 못한다는 데 있다. 그렇다고 해서 댐건설 등 수자원개발만으로 해결될 수 있는 것은 아니다. 아름다운 호수, 하천이나 바다가 인간에게 윤택함을 가져다주고 다른 생물과 공존할 수 있는 水邊空間이 얼마나 중요한가를 생각하면 명백해진다. 이와 같은 상황하에서 건전한 수환경을 유지하는 데는 절수를 비롯하여 물의 광역유통, 우수이용 배수의 반복이용 등을 폭넓게 검토하여 이용목적과 지역에 따른 수이용을 연구하는 것이 우선 중요할 것이다.

### 3. 水環境保全에 공헌하는 電氣·計裝시스템기술

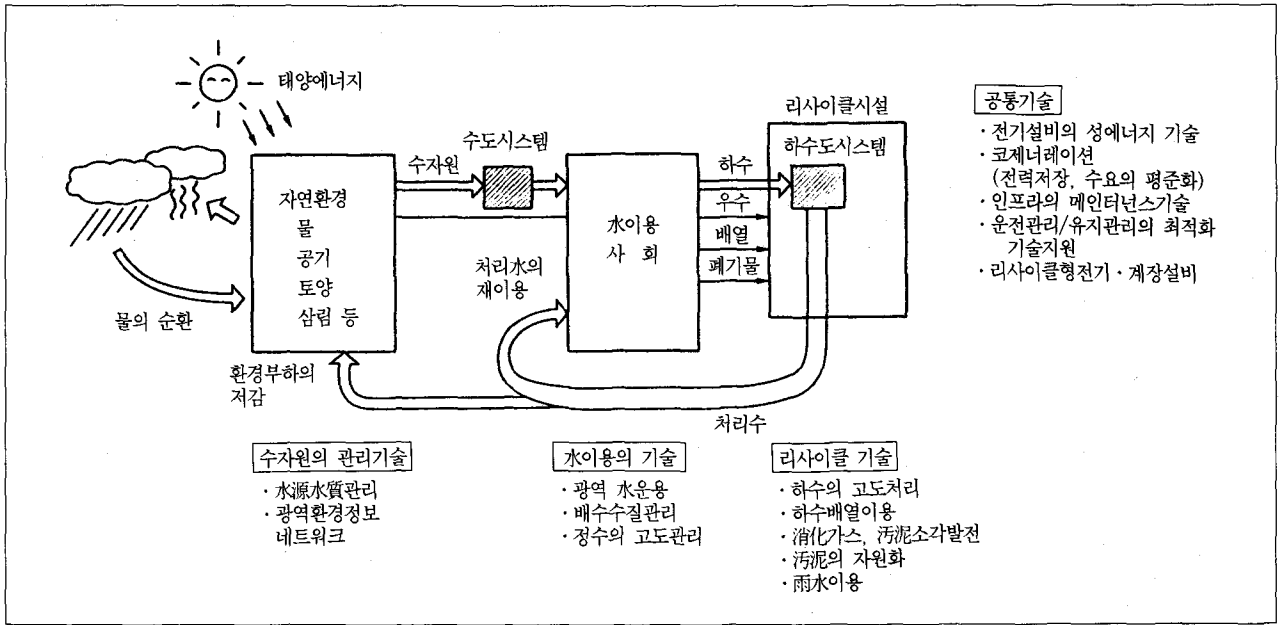
전향과 같은 관점에서 수환경의 보전에 공헌하는 전기·계장시스템기술의 개요를 그림 1에 표시한다. 시스템기술은 요소기술과 응용기술을 매트릭스로 조합하여 구성하고 있다. 요소기술에는 파워일렉트로닉스기술, 정보처리·통신기술, 프로세스제어기술 등이 있으며, 응용기술에는 水源의 관리, 水利用, 수자원과 에너지의 리사이클, 운전관리·유지관리의 최적화와 省에너지 등의 시설관리기술이 있다.

#### 3.1 파워일렉트로닉스技術(수변전·동력전기설비)

신뢰성이 높고 유지보수가 용이하며 省스페이스의 설비가 도입되고 있다. 특별고압설비에서는 가스절연개폐장치(GIS), 환경성이 우수한 가스절연기기가 널리 적용되고 있다. 전동력응용에서는 VVVF가 소용량에서 대용량까지 보급되어 省에너지와 최적제어에 기여하고 있다. 장치의 On·Off제어, 상태·고장표시와 계측치 표시는 마이크로컴퓨터의 유닛이 탑재되어 감시제어시스템과 네트워크로 연결하여 신뢰성, 유지보수성이 높은 로컬제어시스템을 구축하고 있다. 앞으로는 豫知保全의 충실과 보전정보의 수집·활용을 진척시켜 설비의 신뢰성 향상과 장수명화를 도모하고자 한다.

#### 3.2 情報處理·通信技術(감시제어·정보처리시스템)

지금까지 메이커의 독자적인 仕様이었던 감시제어시스템은 정보의 공통화와 코스트다운을 꾀하여 오픈플랫폼에 업계표준을 채용하여 OA(Office Automation)시스템과의 융합을 도모하는 방향으로 되어 있다. 제어시스템에 特化한 카스터마이징이 필요는 하지만 앞으로의 미들웨어의 표준화, 고속응답성과 고신뢰성을 목표



〈그림 1〉 수환경의 보전에 공헌하는 전기·계장시스템기술의 개요

로 보완한 소프트웨어의 업계표준화의 진전에 따라서는 이 움직임이 가속화할 것으로 예상된다.

또 근년의 네트워크화, 오픈화, 멀티미디어화, 다운사이징의 움직임은 지금까지의 운전관리와 유지관리시스템을 일신시키고 있다. CRT화면의 프로세스데이터표시를 주체로 한 감시제어는, 영상과 음성의 멀티미디어 데이터를 부가한 機側感覺에서의 원격조작이 가능하게 되었다. 클라이언트·서버방식과 모바일단말의 보급은 이동중앙감시실 구상과 현장을 순시하면서 중앙과 쌍방향으로 데이터를 교환할 수 있는 유지보수지원시스템을 현실화하였다. 넓은 구역에 점재하는 시설을 自機場에 있는 것과 같은 감각으로 운전관리·유지관리를 할 수 있게 되어 업무의 레벨업이 현저하게 나타나고 있다.

### 3.3 프로세스制御技術

#### (1) 制御알고리즘

디지털계장제어의 정착은 각종 애드밴스드制御의 실

시를 비약적으로 확대시켰다. 지식공학을 응용한 퍼지, 뉴럴네트워크, 카오스 등의 제어알고리즘은 의사결정형의 제어와 예측에서 실용화되어 효과를 발휘하고 있다. 또 시뮬레이션에 의한 제어알고리즘의 검증이 보급되어 개발기간의 단축과 실시효과의 추정에 도움이 되고 있다.

#### (2) 각종 水質計測裝置

수질계측장치는 計測알고리즘을 짜넣은 센서본체 외에 정보처리·통신, 전원공급, 省電力·절수, 유지보수의 간소화, 주위환경대책 등의 복합기술로 성립되어 있다. 예를 들면 水源水質관리에 불가결한 수원수질모니터는 원격지에서의 전원확보, 洗淨水の 확보, 원격보수 또는 省메인テナンス, 구성기기의 제어, 제어·계측신호의 전송, 온도나 습도대책, 소형경량화 등을 만족시킴으로써 비로서 필드에서 실제로 쓰이게 된다. 이들 조건을 필드실험을 거쳐 개선하고 또 앞으로도 수질기준, 환경기준의 개정 등 시장니즈에 적합한 경제적이고 유

용한 특징있는 계측장치를 제공해가고자 한다.

## 4. 上水道시스템技術의 전망

水(물)環境의 動脈系가 되고 있는 상수도의 시스템 기술은 취수, 정수, 송배수시설은 물론 水道水源에서 수용가의 수도꼭지까지 넓은 범위를 대상으로 하고 있다. 그림 2에 상수도에 대한 당면과제와 그 대책을 표시한다. 다음에 동사의 대처상황을 소개한다.

### (1) 水源監視

저농도의 질소·인·UV 측정의 개선, 수도의 안전검출 미생물센서의 필드에서의 실용화를 추진하여 장기적

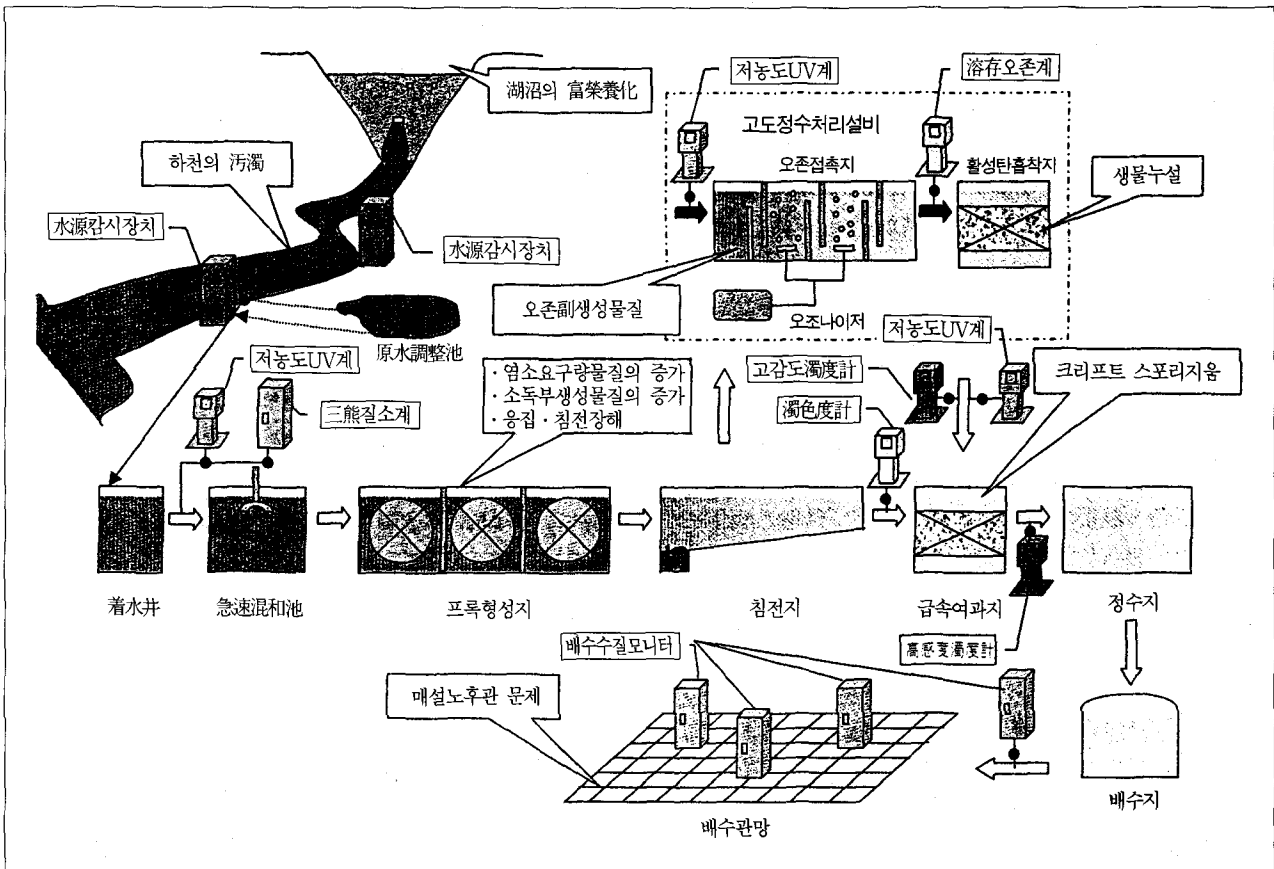
수질변동과 돌발적인 수질이상을 파악할 수 있는 수원감시 모니터링에 힘쓰고 있다. 수원수질의 유지·향상과 취수안전성의 향상을 도모해 가고자 한다.

### (2) 淨水의 고도처리

오존처리와 生物活性炭 흡착제어의 조합을 기본으로 용존오존계 등의 센서와 오존발생장치의 용량·대수의 최적설계지원 시뮬레이션을 위해 노력하고 있다. 취수량이나 수질에 따른 설비규모의 최적화와 省전력을 더욱 진전시키고 싶다.

### (3) 廣域水運用과 配水水質管理

水道시스템의 광역화에 따라 시설을 통합한 취수로부



〈그림 2〉 上水道의 당면과제와 그 대책

터 배수까지의 효율적인 水運用알고리즘의 개발과, 배수수질모니터를 사용하여 配水管網내의 압력과 殘塩을 제어하는 배수수질관리의 실용화에 힘써 일단성과를 올렸다.

정보통신기반의 정비에서는 소용량의 텔레미터에서 ATM(비동기전송모드)까지의 제품 갖추기가 완료되어 통신매체와 전송정보에 적합한 네트워크 구축의 엔지니어링을 하고 있다.

#### (4) 省資源과 省에너지

정수처리에서는 약품주입제어에 퍼지제어를 적용하여 최적화를 도모하여 왔다. 송배수에서는 누수방지, 에너지유효이용을 목적으로 시뮬레이션기술을 구사하여 배수컨트롤의 최적화를 추진하고 있다.

#### (5) 施設과 管路의 관리

시설내 설비의 각종 도면류, 유지보수이력, 운전·고장정보 등 설비관리에 필요한 정보를 데이터베이스화한 설비관리시스템과 지도정보를 베이스로 관로, 밸브류 등을 데이터베이스화하여 필요에 따라 管網計算이나 공사업무지원기능을 부가할 수 있는 수도관로정보시스템을 제공하여 왔다.

이것들은 플랫폼상에 데이터베이스, 圖形處理, 정보처리 등의 패키지소프트웨어를 미들웨어로 하여 도입하여 데이터베이스서버나 클라이언트단말을 이더넷으로 접속하여 기능의 추가·변경이 용이한 유연성이 높은 시스템을 구축하고 있다.

#### (6) 시민서비스

일반적으로 수원수질이 양호한 지역일수록 수도요금 이 싼 경향이 있다. 수원이 풍부하지 못한 대도시에서는 정수처리비용이 비싸지는데, 시설부지를 이용한 태양광발전, 전력회사와 협조하는 발전설비의 피크컷 운전, 수도정보의 시민공개, 자동검침과 조합한 사용상황에 기초한 수용가 케어서비스 등의 서비스업무의 충실을 위해 연구를 계속해 나가고자 한다.

## 5. 下水道시스템技術의 전망

水(물)環境의 靜脈系가 되는 하수도의 시스템기술은 침수의 防除와 公共用水域 水質保全是 물론 지금까지의 雨水排除에서 유효이용으로의 전환, 도시의 水需要를 보완하는 하수처리수의 재이용, 폐열과 汚泥資源의 리사이클 등 여러 가지 역할이 기대되고 있다.

### (1) 雨水利用

雨水는 집수하여 필요에 따라 필터, 바이오처리, 이온처리를 하면 환경용수, 잡용수로서 이용할 수 있다. 침수피해의 방제 외에 하천에 방류하여 맑은 물의 부활, 수도수요의 억제로 일석삼조가 된다. 레이더우량계나 관거내 水位計의 데이터를 사용한 雨水流出해석기술을 연마하여 우수처리의 최적화와 우수이용의 촉진으로 이어질 수 있기를 바란다.

### (2) 下水의 고도처리

고도처리는 방류처리수에 의한 富營養化防止, 공공용수역의 수질환경기준 달성, 수도수원대책을 주목적으로 실시한다.

동사는 標準活性汚泥法 嫌氣-好氣法, 옥시데이션디치法 등에 전문기술자의 노하우를 실은 퍼지제어를 제안하여 처리수질의 최적화를 위해 노력하여 왔다. 또 하수처리수를 재이용하는 경우에도 용도에 맞는 고도처리가 필요하다. 그래서 대장균 자동측정에 의한 멸균제어와 탈색·탈취·소독을 위한 오존처리와 산화티탄이 난 광촉매를 조합한 수질정화시스템의 연구도 추진하고 있다.

### (3) 資源과 에너지의 리사이클

하수처리수의 재이용과 汚泥의 자원화가 메인테마이다. 그밖에는 하수열을 이용한 지역냉난방이 있다. 열원을 집약하여 대형 고효율의 히트펌프를 채용하여 省에너지와 CO<sub>2</sub>나 NO<sub>x</sub> 등의 환경부하저감에 효과가 크다. 또한 汚泥에서 나오는 소화가스와 汚泥燒却熱을 이

용한 발전, 부지를 이용한 태양광발전, 자가발전설비의 피크컷운전 등 상용전원과의 병렬운전을 검토하여 에너지 리사이클과 유효이용을 도모하고자 한다.

#### (4) 施設과 管路의 관리

미보급지역의 하수도 건설을 추진하는 한편 인프라스트럭처(인프라)의 효율적인 유지관리가 중요하다. 상수도시스템과 마찬가지로 하수처리장이나 펌프장의 설비, 관로의 유지관리에 각종 도면류 장표데이터, 온라인 정보를 데이터베이스화하여 지원하는 시스템의 제안을 위해 준비하고 있다.

하수도관로에 광파이버케이블을 포설하여 멀티미디어 정보통신네트워크를 구축하여 시설의 일원관리와 정보의 통합화로 하수도업무를 고도화함과 동시에 다목적으로 이용하려는 움직임도 가속화되고 있다. 그림 3에 하수도 광파이버네트워크를 사용한 하수도사업의 종합정보시스템의 개요를 표시한다.

#### (5) 市民서비스

전기·계장분야에서도 전술한 地域熱 공급서비스, 하수도관로이용 정보통신망 구축, 雨量레이더의 지역 강우정보제공 등 하수도시설의 건설이 지역주민에게

환영받는 것이 되도록 여러 가지의 서비스를 연구하고자 한다.

## 6. 맺음말

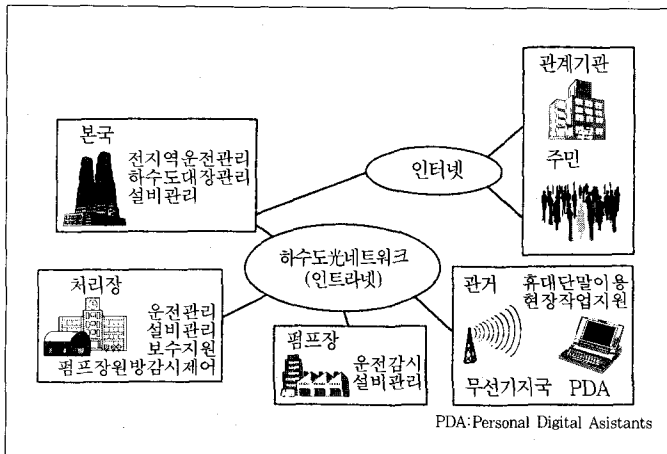
환경보전이 시장경제의 메커니즘에 들어가 정착되기 위해서는 각 분야에서 가일층의 노력이 필요할 것이다.

앞으로의 전기·계장시스템을, 수환경도 포함한 환경보전에 공헌한다는 관점에서 생각할 때 다음의 두 가지가 중요하다.

하나는 적정한 물의 사용법, 자연환경에 되돌려 보내는 방법을 종합적으로 파악한 시스템기술의 개발이다. 동시에 필요 이상의 기능을 부가한 과잉품질이 되고 있지 않는지에 대해서도 검토하여 간명하고 유효하게 작동하는 심플하고 슬림한 시스템으로 하지 않으면 안될 것이다.

두번째는 주요 사회기반으로 성장한 상하수도시설을 적정하게 유지관리하는 메인テナンス와 리사이클의 기술개발이다. 기능향상을 추구하는 나머지 이용가치가 남아있는 설비를 폐기하고 있지는 않는지 경제성만으로 사용을 마치고 있지는 않는지 등을 반성하여, 인프라시설의 효율적인 운전관리·유지관리를 지원하는 전기·계장시스템을 제공하고자 한다.

동사는 지금까지 축적하여 온 시스템기술력을 진보발전시켜 보다 깊게 상하수도시스템의 바람직한 방향을 고찰하면서 이후에도 환경보전과 쾌적한 사회생활과의 공존에 기여해 가고자 한다. ◻



〈그림 3〉 하수도사업의 종합정보시스템의 개요

이 원고는 일본 明電時報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 (株)明電舎에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.