

**MS-WIM을 활용한
차량하중계측 정확성
향상기술**

1. 개요

WIM(Weigh-In-Motion) 시스템이란 도로 노면에 설치되어 주행중인 차량의 중량, 속도, 차종 등의 교통 매개변수를 측정할 수 있는 차량 검지기(Vehicle Detection System, VDS)의 한 종류이다. WIM 시스템은 단독으로 운용되기보다는 주로 루프 센서(Loop Sensor)와 조합하여 운영되며, 영상 검지기나 초단파 검지기, 적외선 검지기 등과 같은 비매설형(Non-intrusive) 검지기와는 달리 매설형으로 차량 중량을 측정할 수 있는 검지기이다.

이러한 WIM 시스템을 통해 수집된 중량 자료는 도로 계획이나 건설 부문에서 도로의 포장구조 설계나 재포장 계획, 교량 계획 등에 필요한 기초 자료로 쓰이고 있으며, 과적차량(Overweight Vehicle)에 대한 관리정책 수립 등에도 중요한

자료로 활용되고 있다. 또한 WIM 시스템은 조만간 도로상의 과적 차량 단속에 사용되는 전통적인 기술들을 대체할 것으로 예상된다. 하지만 이를 위해서는 WIM 시스템이 과적 단속에 사용되기엔 충분히 높은 정확성을 갖고 있어야 한다.

2. 신뢰도 향상을 위한 MS-WIM 시스템

차량에 의해 도로에 작용하는 실제 하중은 차량 중량보다 훨씬 크다. 도로에 작용되는 동적 하중은 차량의 튀어오름(bouncing), 가감속, 하중의 이동 등을 통해 물리적으로 또는 완충장치를 통한 차량 내 분배의 형태로 다양하게 변화한

다. 이 모든 하중 요인들의 조합이 WIM 시스템에 의해 실제 측정되는 것들이다. 이렇듯 다양한 요인들로 인해 동적 하중 측정 과정에서 에러가 발생하게 된다.

앞서 언급한 바와 같이 차량의 동적 효과 때문에, WIM 시스템의 신뢰도 수준은 과적단속용으로 사용되는 정적 계중기보다 떨어지게 된다. 일반적으로 단일 WIM 센서를 통한 관측 하중은 실제 차량의 정적 중량과 12~29%의 오차를 갖는다. 이러한 WIM 시스템의 신뢰도 향상을 위해 MS-WIM(Multiple-Sensor Weigh-in-Motion) 시스템의 개발이 이루어졌다. MS-WIM 시스템은

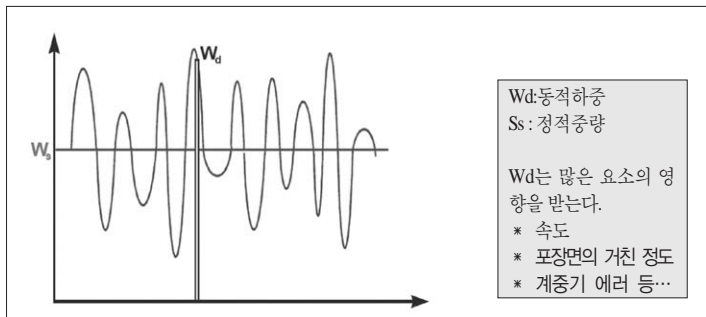


그림1. 정적 중량과 동적 하중의 차이

기술동향



그림2. 정적중량 측정과정



그림3. 동적중량 측정과정

일련의 WIM 센서를 연속으로 설치하여 차량의 동적 효과를 명확하게 분석함으로써 중량 측정의 정확성과 신뢰도를 크게 향상시켰다.

3. MS-WIM 평가 지점 구축 사례

MS-WIM 시스템은 유럽의 선진국들을 중심으로 활발하게 연구가 진행되고 있다. 여기서는 네델란드의 'WIM-Hand' 프로젝트에서 수행한 MS-WIM 평가 지점 구축 사례를 소개하였다. 참고로 'WIM-Hand' 프로젝트는 과적차량 자동단속을 위한 MS-WIM 시스템 개발을 목표로 수행되었다.

MS-WIM 평가 지점 구축 시

고려되어야 할 사항은 크게 센서 배열, 실험 지점 선정, 보정 및 평가 계획으로 나뉘어진다.

〈센서 배치〉

정확하고 신뢰성 있는 MS-WIM 시스템을 위해 센서 배열에 대한 계획은 필수적이다. 다음은 센서 배열 계획시 고려해야 할 요인들이다. 센서간격을 결정할 시에는 센서의 수, 최대 센서 거리, 최소 전체 센서 배열의 조건들을 동시에 고려하여야 한다.

- MS-WIM 평가 시스템의 목표는 최고의 정확성과 신뢰도를 가지면서 동시에 센서 수를 최소화할 수 있는 WIM 시스템을 찾는 것이다.

- 센서 수는 예산에 의해 제약을 받으며, 최대 16개의 WIM 센서(WIM 센서 하나는 1m 길이인 4개의 Kistler 센서로 구성)가 사용 가능하다.
- 특정 형태 트럭의 비선형적 움직임 때문에 센서들은 동일 간격으로 설치되어야 한다.

실험 지점 선정

실험 지점 선정은 다음의 기준에 근거하였다.

- 먼저, 시스템의 성능을 평가하기 위해서는 정적 중량 측정이 이루어질 수 있도록 충분한 공간이 확보되어야 한다.
- 또한, 정확한 측정을 위해

기술동향

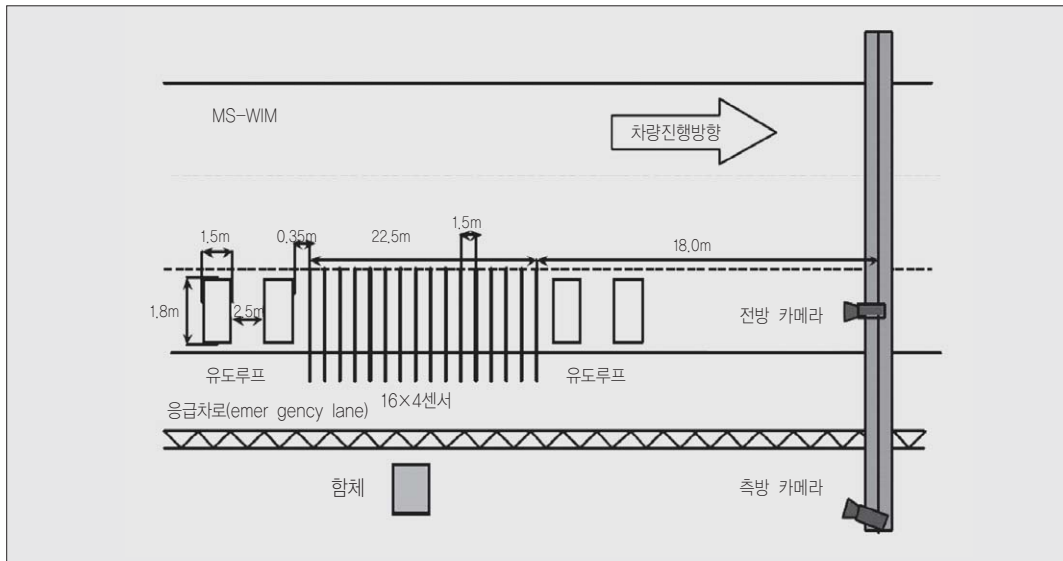


그림4. MS-WIM 현장 구성도

도로 포장면이 완만하고 평탄하여야 한다. 포장면에 대한 개략적인 요구사항은 다음과 같다.(구체적인 요구사항은 Cost-323 프로젝트(1997) 참고)

- 포장 마모 정도(rutting) < 4mm
- 종단 경사(longitudinal slope) < $\pm 3\%$
- IRI-value < 1.0(관측 지점 전 300m 이전에서)
- 굽힘 반경(bend radius) > 2000m

- 마지막으로, 테스트를 수행하기에 충분한 화물 교통량이 존재하여야 한다.

〈보정 및 평가 계획〉

WIM 시스템에서 도로 포장면과 센서의 구성은 실제 관측 시스템을 구성한다. 결과적으로 WIM 시스템은 센서가 도로 포장면에 설치될 때까지 완벽하게 보정될 수 없다. WIM 시스템을 보정할 수 있는 다양한 방법 중에서 일반적으로 해당 도로를 가장 빈번하게 통행하

는 대표 트럭을 이용하는 방법과 차량 내에 높은 정확성의 축하중 관측 장비를 갖춘 시험 트럭을 사용하는 방법이 주로 이용한다. 이 같은 시험 차량을 사용할 시의 장점은 보정과정 이 빠르고 쉽게 이루어질 수 있다는 점이다. 보정 및 평가 과정은 다음의 6개 세부단계로 나뉘어진다.

- 정적 중량 측정 과정에서 축하중 관측 시스템의 보정 및 평가과정

기술동향

- 정적 중량 측정 과정의 반복을 통한 평가 과정
- 전체 WIM 시스템의 정적 보정 과정
 - 시스템의 모든 WIM 센서는 한 대 이상의 테스트 차량의 정적 축하중에 대해 보정된다.
- WIM 시스템의 개별 센서에 대한 동적 보정 과정
 - WIM 센서들은 차량축이 특정 센서에 작용할 경우의 동적 힘에 대해 보정된다.
- 대표 차량을 통한 시스템 평가 과정
 - 평가 결과로부터 결론을 도출하기 위해서는 관측되는 전체 차량 수가 적어도 300대 이상이어야 하며, 온도 변화, 날씨, 시스템의 파손(도로 표면+센서) 등의 영향을 확인하기 위해서 일 년에 4번 이상 이루어져야 한다.
- 데이터 분석 과정
 - 동적 관측 데이터로부터 추정된 정적 중량은 다양한 알고리즘을 통해 계산된다. 테스트 과정에서는

이렇듯 다양한 알고리즘들의 성능이 평가될 것이다. 또한 센서의 최소수와 다양한 센서 배열에 따른 결과도 평가될 것이다.

4. 맺음말

WIM 시스템은 과적 단속 시설에서 사용할 경우 법정 한계 중량을 준수하는 화물차량의 지체를 현격하게 감소시키며, 한계 허용 중량을 초과한 화물차량을 식별하고 단속할 수 있는 비용·효과적인 수단이다. 하지만 현재 국내에서는 교통 데이터 수집 및 정적 계측기를 통한 과적 단속이 이루어지기 전 사전 선별(pre-screening)의 용도로만 활용되고 있다.

향후 WIM 시스템이 과적 단속의 용도로 사용되기 위해서는 과적 혐의 차량만이 선별될 수 있도록 높은 신뢰도가 요구된다. 일련의 WIM 센서를 연속적으로 설치함으로써 차량의 동적효과에 의한 관측 에러를 줄일 수 있는 MS-WIM 시스템을 통해 관측의 정확성

와 신뢰도를 크게 향상시킬 수 있다. ☞

- 자료 : 1. "WIM-HAND, the development of a WIM system for automatic enforcement of overloading", Van Loo, H., in Proc. 3rd Int. Conference on WIM, 2002.
- 2. "Multiple sensor WIM", WAVE work package 1.1, 2001.
- 3. "Standard Specification for Highway Weigh-in Motion (WIM) Systems with User Requirements and Test Method. ASTM standard E1318-02, ASTM Committee E-17 on Vehicle-Pavement Systems, 2005.
- 4. "European Specification on Weigh-In-Motion of Road Vehicles", COST 323, 1999.

- 자료 제공 : 오주삼(도로연구부 선임연구원)
- jusam@kict.re.kr

유비쿼터스 기술을 이용한 절토사면 유지관리

1. 개요

절토사면은 교량, 터널, 표지판 등 국도를 구성하는 주요 도로구조물임에도 불구하고, 기타 도로구조물에 비하여 체계적인 관리가 매우 어려운 게 현실이다. 다른 도로구조물은 일련번호를 부여하기가 쉽고, 구조물의 구분이 뚜렷하며, 현판

등을 이용하여 구조물의 특성 및 준공현황, 관리주체 등의 표기가 비교적 용이하다. 하지만 절토사면은 사면을 구분할 수 있는 기준이 애매모호하고, 자연환경의 변화에 매우 민감한 구조물로 특징 변화가 다른 도로구조물에 비하여 심하며, 절토사면에 대한 제반정보를 현장에서 파악하기가 매우 어렵다. 현재 국내 도로절토사면에는 사면 관련 정보를 담은 현판이 전혀 설치되어 있지 않다. 홍콩은 절토사면에 직접적으로 코드명을 기재함으로써 미관상 문제점을 가지고 있기도 하다.

이에 최근 정보화 시대의 패러다임인 유비쿼터스(ubiquitous) 기술을 절토사면 유지관리에 접목시킴으로써 도로절토사면의 유지관리를 보다 효율적이고 체계적으로 혁신시킬 수 있을 것이며, 절토사면 유지관리 분야에서의 유비쿼터스 기술의 다양한 응용을 통하여 상시계측(real-time measuring) 분야를 진일보시킬 수 있을 것이다.

2. 절토사면 유지관리를 위한 CSMS 자료 구축

절토사면의 과학적인 유지관리에 요구되는 유비쿼터스 환경을 구축하기 위해서는 기존 절토사면유지관리시스템(Cut Slope Management System, CSMS)을 살펴볼 필요가 있다(건설교통부, 2006). CSMS는 붕괴발생사면 뿐만 아니라 붕괴가 예상되는 위험절토사면에 대한 지반전문가의 상세한 현장조사와 안정성 해석 등을 바탕으로 절토사면의 안정화를 도모함으로써 국가의 인적·물적 피해를 최소화하는 것이 연구목적이다.

CSMS를 통하여 현재 12,650개소의 절토사면 현황조사 자료가 축적되어 있으며, 3,745개소의 정밀현장조사 자료, 1,248개소의 정비현황완료 절토사면 자료뿐만 아니라 상시계측시스템설치현장, 투자우선순위 등 절토사면유지관리에 요구되는 다양하고 방대한 자료가 절토사면데이터베이스시스템(CSMS D/B)으로 구축

되었다. CSMS D/B는 GIS 수치지도에 관련된 지도 데이터베이스군과 절토사면의 다양한 특성자료와 이와 관련된 절토사면 데이터베이스군으로 세분되며, 도로관리자들이 사무실 내에서 열람하고 검색할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

3. 절토사면 유지관리에 유비쿼터스 기술의 응용

절토사면 유지관리에 있어 가장 어려운 점은 현장에서 사면에 대한 자료 정보를 직접적으로 파악하기 어렵다는 데 있다. 도로관리자가 붕괴절토사면이나 붕괴가 예상되는 절토사면, 또는 필요에 의해 정보를 파악할 필요가 있을 경우 절토사면의 현장명과 현장위치를 정확히 파악하기가 어려우며, 관심사면을 찾더라도 투자우선순위나 준공이력 등에 관한 정보 등 도서에 기록되지 않은 정보들은 파악하기가 매우 어려운 실정이다. 만약 CSMS D/B를 통하여 파악할 수 있는 절토사면 관련 제반 정보들을 현장에서 바로 파악할 수 있다면,

기술동향

비전문가라 할지라도 전문가의 지식을 응용하여 과학적이고 체계적인 유지관리의 진행이 가능해진다.

절토사면에 대한 유비쿼터스 환경 구축은 도로관리자의 절토사면유지관리 업무의 현장 대처가 원활히 이루어질 수 있게 도움을 줄 것이다. 유비쿼터스 구축의 핵심기술인 RFID(Radio Frequency IDentification)는 대용량 메모리에 의해 비접촉방식으로 인식이 가능하며, 인식속도가 0.01~0.1초로 매우 빠르며, 알고리즘에 대한 보안성

이 높고, 데이터의 읽기/쓰기 기능이 가능하고, 이동 중에 인식이 가능하다. 또한 태그(tag)비용이 \$0.5~\$1.0에 불과하고, 한 번 설치시 60년간 이용이 가능하므로 반영구적인 데이터 저장기술이라 할 수 있다.

각 사면에 대한 일반현황, 절토사면특성, 붕괴이력, 안전진단 결과, 대책공법 적용 이력, 투자우선순위, 준공이력, 설계도면 등의 제반정보들을 담은 RFID 마이크로칩을 절토사면에 이식함으로써 '유비쿼터스형 도로절토사면 유지관리시

스'이 2008년도에 완성될 예정이다. 도로관리자는 절토사면 점검시 RFID 리더기를 차량에 설치하여 이동을 하면서 절토사면에 대한 정보를 현장에서 바로 파악할 수 있다. 또한 도로선형의 변화로 사면상황이 바뀌거나 절취를 통하여 수직도가 변화하는 등 여러 가지 사면변화에 대한 절토사면의 정보 갱신이 가능하며, 이동통신·위성통신 등 다양한 통신라인과 연동시켜 절토사면유지관리시스템을 운용할 수 있게 된다(그림1).

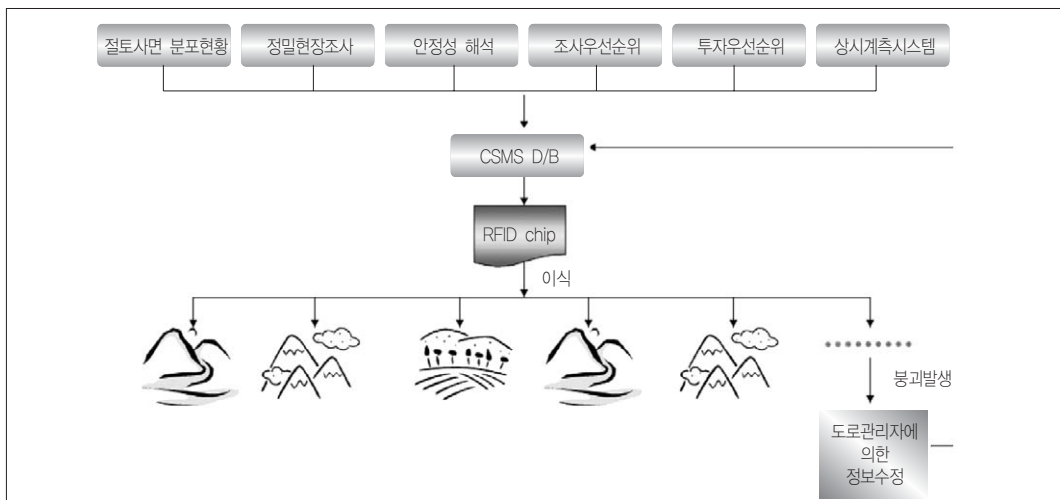


그림1. 절토사면 유지관리를 위한 유비쿼터스 환경 구축

기술동향

또한 RFID 기술은 위험절토 사면의 지반거동 파악을 위한 상시계측시스템에서도 응용이 가능하다. 기존의 상시계측시스템은 지반거동이 예상되는 지점을 중심으로 계측기기를 설치하고 계측기기 간의 변위를 관찰함으로써 지반거동을 파악하는 체계이다. 기존 계측시스템의 경우, 계측기기를 설치하지 않은 지점에서 붕괴가 발생될 경우 제대로 된 정보 수집이 불가능하다는 단점이 있다. 따라서 붕괴가 우려되는 절토사면에 대하여 일정 간격으로 RFID 칩을 설치하고, 마이크로칩 간의 변위를 관찰함으로써 다중 방향(multi-direction)의 변위를 관찰하는 것이 가능할 뿐만 아니라 계측기기 설치 지점 선정에 요구되는 전문가의 노력을 줄일 수 있을 것이다.

4. 맺음말

유비쿼터스형 도로절토사면 유지관리시스템은 사무실에 저장된 D/B 구축자료의 이용한 계성을 극복하고, 현장 절토사

면에 직접 D/B를 구축함으로써 현장유지관리의 편의성을 도모할 수 있게 한다. 또한 도로관리자의 빈번한 교체 등에 대처하여 절토사면 현장을 확인하고, 관리이력 등을 고려할 때, 사무실과 현장과의 유기적인 절토사면 유지관리가 가능할 것이며 차세대 구조물 유지관리에 적극적인 대처방안이 될 것이다.

상시계측시스템에 유비쿼터스 기술은 기존 계측시스템의 고비용 한계성을 극복하고, 저렴한 비용으로 절토사면 계측을 실시함으로써 비교적 많은 절토사면을 대상으로 계측이 가능하게 되어 재해 피해를 극소화할 수 있을 것으로 기대된다.

유비쿼터스 환경을 접목시켜 국도변 절토사면유지관리시스템 체계를 갖춤으로서 연구주체인 KICT의 위상을 한 차원 높일 수 있을 것이고, 고속도로나 지방도 등 기타 도로의 절토사면 유지관리의 과학적 관리의 선구자가 될 수 있을 것이다.☞

■ 자료 : 1. 건설교통부(2006) 2005년도 도로절

토사면 유지관리시스템 개발 및 운용
2. 김병곤(2004) 유비쿼터스 혁명의 핵심요소인 무선식별(RFID) 기술, 건설기술정보, KICT

■ 자료 제공 : 김승현(국토지반연구부 연구원)
■ sshkim@kict.re.kr

수자원 분야에서의 GIS

1. 개요

정부의 물관리정보화기본계획('99)에서는 기초자료관리시스템, 분석시스템, 정책지원시스템의 성공적인 구축 및 중복투자의 방지를 위해 반드시 필요한 기술로 기상 자료와 GIS/RS 자료의 수자원분야로의 고도화 및 표준화 기술, 시·공간 정보의 통합관리기술, GIS 시스템과 수리·수문·수질 모형의 연계 운영기술 등을 제시하고 있다. 이는 자료의 구축과 정보의 생산 및 활용에 대한 일련의 과정을 포함하고 있으며, 이러한 과정을 효과적으로 수행하기 위해서는 시공간 정보의 생성기술, 표준화된 DB의 구축 및 운영기술, 수자원 분석 및 관리모형 그리고 이러한 각 요소를 통합 운영할 수 있는

기술동향

GIS 기반의 시스템이 절실히 필요하다고 할 수 있다.

2. 국외 기술동향

외국의 경우 제5세대 모형으로 지칭되는 물정보학(hydro-informatics)에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 이는 수자원, 수문, 수리 분야의 연구결과를 사회에 적용하기 위한 새로운 방법으로 볼 수 있으며, 수자원과 관련된 이해 당사자들을 모두 포괄하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위해서는 기술적, 사회적으로 다양한 분야에서의 방대한 자료를 분석하고, 이를 바탕으로 의사결정을 할 수 있는 과정이 필요하다. 이 과정에서 데이터베이스 형태를 가지는 각 성분(GIS, expert system, watershed model, post-processor)과 이들 간의 통합운동을 위한 시스템의 개발을 물정보학을 완성하기 위한 핵심기술로 보고 이에 대한 연구를 활발히 수행하고 있다.

미국의 경우 수자원분야에서 활용될 수 있는 다양한 공간/비

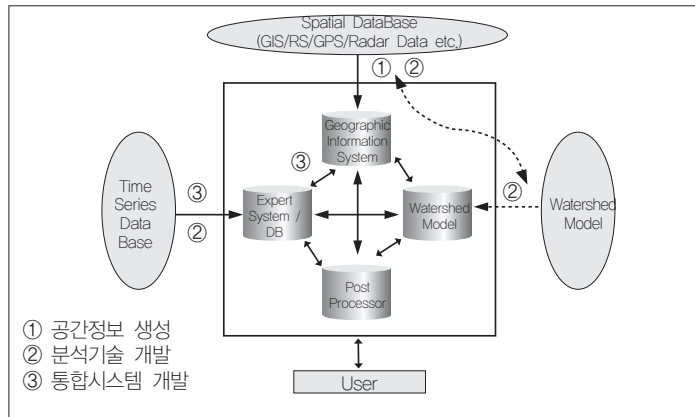


그림1. 물정보학의 핵심 요소

공간 DB를 보유하고 있으며, 이를 분석모형과 직접 연결하여 활용하고 있다. 2000년을 기준으로 볼 때 그 이전의 시기에서는 GIS와 watershed model의 통합에 대한 연구가 주로 이루어 졌으며, 그 결과 세계적으로 널리 이용되고 있는 GIS 기반의 수자원 분석모형을 보유하게 되었다. 그리고 2000년대에 들어서면서 공간 DB와 시계열 DB의 통합운동을 위한 시스템 개발과 운영에 대한 기술 확보에 주력하고 있으며, 이를 통해서 expert system과 post-processor가 통합된 시스템으로 발전하기

위한 다양한 연구가 이루어지고 있다.

3. 국내 기술동향

현재 국내에서는 국가지리정보체계(NGIS) 사업을 통해 전국에 걸친 수치지형도, 공통주제도 등이 구축되었고, 또한 KOMPSAT-1을 통한 인공위성영상자료와 강우 레이더 자료가 다양하게 수집되고 있다. 그러나 이러한 자료들은 각 기관별로 고유한 특성을 가지고 구축 및 관리되고 있으며, 이들 간의 통합 운영과 관리를 위한 표준 인터페이스 혹은 시스템이 없는 실정이다. 이러한 실정

기술동향

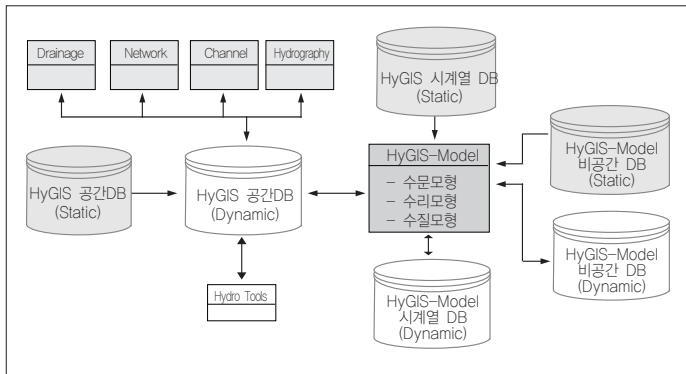


그림2. HyGIS-Model 통합시스템의 개념

은 시계열 자료를 포함한 비공간 정보에 대해서도 마찬가지로 할 수 있다.

정부에서는 이와 같은 문제점을 해결하고, 자료의 효과적인 구축 및 활용을 위한 수자원 관리 종합정보시스템 구축 사업을 추진 중이며, 수자원정보 제공을 위한 기초자료 DB 구축, 관계기관 및 대국민 정보서비스 제공과 정책 수립 지원, 수자원 정보화 기반 고도화 및 수자원의 합리적 이용 등을 주요 내용으로 하고 있다. 이는 수자원 관련 자료의 구축과 관리 및 활용의 측면에서 매우 중요한 사항이라고 할 수 있으며, 향후 국내의 다양한 수자원관련 소

프트웨어 혹은 시스템이 이 DB와 연계 운영된다면 그 파급효과는 매우 더욱 커질 것이다.

국내에서의 수자원 분야에서 GIS를 활용하기 위한 기술은 현재까지는 대부분이 미국의 ESRI 사의 제품군에 의존하고 있으며, 이들 제품과 수문, 수리, 수질 모형이 연계 운영할 수 있게 국내외에서 개발된 소프트웨어를 이용하는 경우도 있다. 그러나 이러한 제품을 활용할 경우에는 많은 부분에서 ESRI의 기술의 범위에서 제한을 받을 수 있으며, 특히 외국에서 개발된 수자원 분석 시스템은 외국의 DB를 기준으로 개발되었기 때문에 국내에서는

DB 기반 시스템의 이점을 전혀 얻지 못하고 있는 실정이다.

GIS를 이용한 수자원 분야에서의 지형분석과 공간정보 자동생성 및 시공간 DB의 구축과 활용에 대한 국내 기술의 개발은 2000년대 초에 이르러 시작되었다. 현재 HyGIS(Hydro Geographic Information System)에서는 COM의 형태로 이러한 기술들이 구현되고 있으며, 필요한 기술들에 대한 알고리즘 개발, 기능 구현, 데이터 모델링, 시스템 설계, 시스템 개발 등 전 과정에 대한 기술을 축적해 가고 있다. 또한 HyGIS의 응용 프로그램으로 수문, 수리, 수질 분야에서의 분석 모형과의 연계 시스템 구축에 대한 연구도 진행 중에 있다. 이는 물정보학의 4가지 요소 성분인 GIS와 expert system, watershed model 및 post-processor의 각각에 대한 기초기술 및 이들 간의 통합을 위한 기반연구로 평가할 수 있을 것이다.

4. 맺음말

기술동향

미국 EPA(U.S. Environmental Protection Agency)의 BASINS에서는 수질분석을 위한 다양한 자료를 DB화하고 있으며, 사용자가 손쉽게 특정 지역에 대한 공간자료와 비공간 자료 및 시계열 자료를 획득함으로써 이러한 자료의 구축에 대한 노력을 최소화함과 동시에 자료에 대한 객관성을 높이고 있다. 또한 NHD(National Hydrography Dataset)에서는 수자원과 관련된 다양한 자료들을 DB화하고 이를 제공하고 있고, NHD-plus에서는 NHD 자료의 고도화, DB의 구축과 제공 및 관리와 운영에 대한 효율을 높이기 위한 시스템 설계와 구현에 대한 연구를 진행 중에 있다. 또한 정부와 학계에서는 이러한 DB와 수문, 수리, 수질 모형간의 연계 시스템 개발 및 의사결정 지원시스템으로의 발전을 위한 연구를 진행 중에 있다.

이때 이러한 전 과정에서는 GIS와 공간 및 비공간 DB가 이용되고 있으며, 각각에 대한 기술 향상과 이를 통합 운영하기

위한 시스템 개발에 대한 연구가 계속되고 있다. 이는 수자원 정보화를 추진해 가는 우리에게 좋은 사례가 될 수 있을 것이다. 수자원 분야에서의 GIS는 이제 단순한 공간분석 도구의 역할에 그치는 것이 아니라 수자원정보화 및 물정보학을 구현하기 위한 핵심기술이라고 할 수 있다. 따라서 이에 대한 국내 기술을 축적할 뿐만 아니라, 정부와 학계 및 연구소와 기업 등 관련 기관간의 정책 및 기술에 대한 긴밀한 협력이 필요하다고 할 수 있다.☞

- 자료 : ① HyGIS개발(2004-2006)
② 물관리정보화기본계획(1999, 수질개선기획단)
- 자료 제공 : 최윤석(수자원연구부 연구원)
- yschoi51@kictr.re.kr

하수처리장 통합관리 최적화운영시스템의 유럽기술동향 및 적용사례

하수처리장 통합관리 최적화 운영시스템이란 단위도시구역의 하수관로를 통하여 하수종말처리장으로 유입된 오염 하수를 최종방류수역으로 정화하여 처리함에 있어서, 실시간 유

입하수의 수질을 모니터링하고 포기조 및 최종침전지를 포함하는 생물반응조의 운전을 자동제어함으로써, 최저의 에너지 및 유지·관리가 소요되도록 하는 관리기법이다.

최근 유럽에서 이와 관련한 연구사업이 덴마크를 중심으로 2001년부터 3년간 수행되어, 자동화 및 원격통합관리를 적용하는 환경공학 및 제어계측 기술을 유럽 공동체 소속의 하수처리시설을 대상으로 현재까지 적용·운영되고 있다.

통합관리를 위해서 STAR(Superior Tuning And Reporting)의 개념을 적용하였는데, 여기에는 실시간 수질 모니터링 및 제어용 센서 선정, 고도처리공정을 제어하기 위한 논리 및 제어기 개발, 자동제어 실현 계측기기 및 장비, 인터페이스 개발, 운전감시 및 자료분석 시스템 개발 등이 포함된다.

스웨덴 Borås 지방의 Gässlösa 하수처리장과 덴마크의 Elsinore 하수처리장은 포기조의 온라인 DO 센서, NO₃⁻ 센서, auto sampler를 활용한 NH₄⁺,

기술동향

PO₄³⁻ 실시간 측정장비, 유입수 질에 따른 운전로직을 변화시키는 PLC controller와 이로부터 전달받은 신호와 PLC 로직에 의하여 통합관리를 하는 STAR system을 적용하여 최적으로 운전하고 있다.

통합운영관리 시스템에 의하여 운전시, 실시간으로 처리장의 운전상황을 전달받아 즉각적인 문제점 대응을 할 수 있고 유입수질에 따른 간헐폭기와 동일 반응조에서 유기물 제거 뿐만 아니라, 방류수역의 부영양화를 초래하는 원인 물질인

질소 및 인의 제거까지 할 수 있는 특징을 갖게 된다. 또한 기존의 하수처리 설계 용량 대비 실운전용량(수리학적 처리용량)을 증대시켜 증설 및 추가 시설에 대한 비용을 절감할 수 있다. 덴마크의 Elsinore 하수처리장은 이와 같은 통합관리 최적화시스템을 통하여 다음과 같은 결과를 도출하여 연간 약 43억원, Boras 하수처리장은 연간 약 36억원의 운영비가 절감되는 것으로 보고되고 있다.

유럽의 경우, 최근까지의 하수처리시설의 통합관리 최적화

표1. STAR system 적용의 경제적 효과

- 화학 응집제 연간 사용량 85% 감소
- 유출수 P의 농도 감소 (0.65 mg/L)
- 유출수 TN 농도 30% 감소 (4.0 mg/L)
- 유출수 BOD 농도 25% 감소
- ATS 공정운전으로 처리장의 수리학적 처리용량 25% 증가

운영시스템은, 모델 및 시뮬레이션에 근거한 많은 가정을 수립하고 Lab 또는 Pilot scale의 적용과 보정 후, Full scale 적용을 통하여 시스템을 완성하였으나, 앞으로는 공정운전을 위한 모델, 모델에 의한 제어전략, 실시간 계측기 활용방안, 기존 수질 및 운전자료 등을 고려한 공정 제어 시스템을 완성하여 STAR system에 연동시킨 후, 실 규모에 적용시키는 기술을 완성 시키는 계획을 갖고 추진 중이다.☞

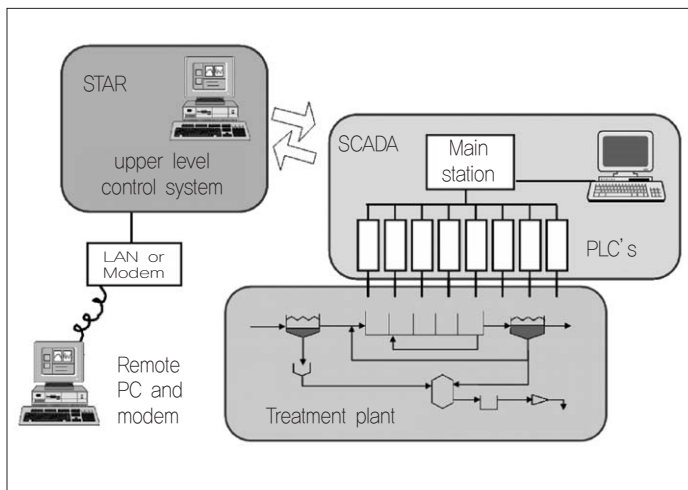


그림1. STAR system 개요

- 자료 : 해외(유럽)출장보고서, '유럽의 선진하수처리기술 적용 성공사례 조사 및 하수처리장 방문', 2005년 11월
- 자료 제공 : 박재로(국토환경연구부 수석연구원)
- jrpark@kictre.kr