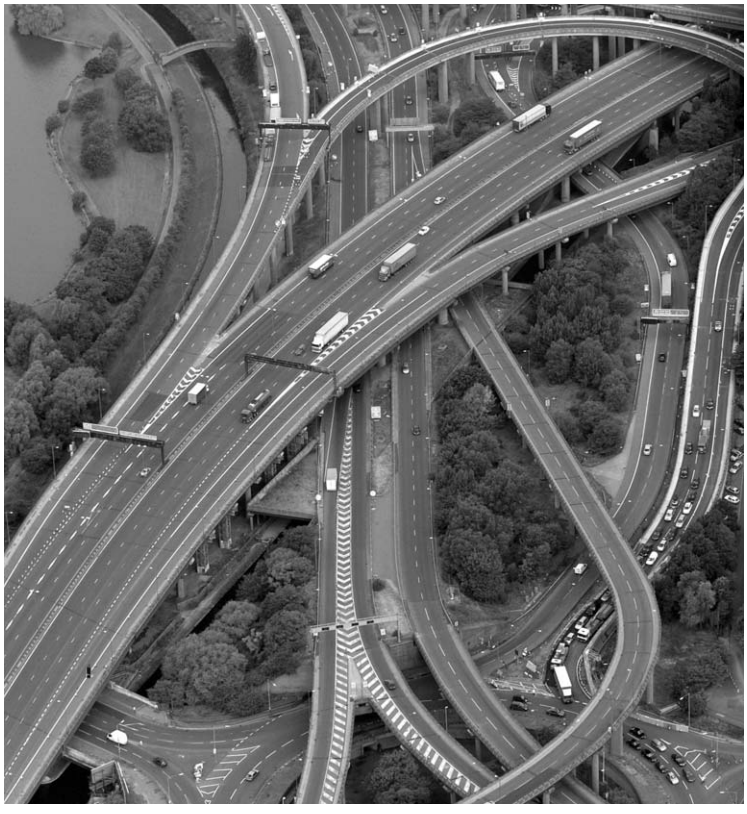
건설동향

- 미국의 교통에 대한 21세기 새로운 전략 및 비전
- 중국 양쯔강 삼협댐 건설과 Geohazard 발생
- 강우레이더의 종류 및 특성
- 관 내면 디지털 스캐닝 기술

미국의 교통에 대한 21세기 새로운 전략 및 비전

미국의 AASHTO(American Association of State Highway Transportation Officials)에서는 2007년 5월 21일~23일 동안 '교통에 대한 전략 및 비전' 을 주제로 회의를 가졌으며, 이 회의 결과를 정리하여 2007년 7월에 'A New Vision for the 21st Century' 보고서를 발간하였다.

이 보고서에서는 미국 내 150명의 교통관련 전문가가 제시하는 현 미국 교통에서 가장 시급히 해결해야하는 문제 필요성이 언급되어 있다. 구체적으로 살펴보면, 기존 교통 인프라의 보존 및 향상 을 위한 협력 기금의 증가 필요성, 전략적 국가 투자에 대한 새로운 기금의 필요성, 물류의 원활한 이동을 위한 상업 도로망 필요성, 기존에 지어진 도로, 대중교통, 철도 등에 대한 보존 및 현대화의 필요성, 최신 기술을 이용한 도로 및 대중교통 성능 향상의 필요성, 미국 대도시내 질적, 양적으로 대중교통을 이용할 수 있는 시스템에 대한 투자 필요성, 인구 증가 및 고용 성장을 이끌 수 있는 교통 용량



에 대한 과감한 투자의 필요성, 음주 운전, 과속, 자동 위반 감지 시스템 도입 등의 도로 사고 관련한 법 규제의 강화 필요성을 언급하였다.

이 필요성에 따라, 향후 30년 동안 21세기의 미국 교통을 추진하기 위한 여러 분야에서 전략을 다음과 같이 제시하였다.

• 물류에 대한 전략 : 미국 및 국제 시장에 대응할 수 있는 물류망을 구축하기 위해서 2015년까지 100개 지역의 물류 병목 지역을 개선을 실시할 계획이다.

• 지구 기후 변화에 따른 전략 : 10년 안에 석유 사용량을 20%까지 줄이는 것을 목표로 하며, 2020년까지 새로운 자동차를 도입하여 연료 효율을 높이며, 대중교통 이용을 2030년까지 두 배로 늘리도록 제시하였다.

• 도로 안전 관련 전략 : 매년 미국 내 발생되는 43,000명이 교통사고 사망자를 반으로 줄이기 위한 목표를 삼았으며, 이를 위하여 도로 공사 지역에서 속도

규제, 음주운전 및 안전벨트 미착용에 의한 사고 방지, 트럭 차로의 별도 설치, 중앙 분리대의 설치 등의 전략을 제시하였다.

• 도로시스템 관련 전략 : 기존 건설된 도로 시스템을 향상시키기 위하여 ITS와 같은 향상된 기술을 사용하여 도로의 성능을 높이는 전략을 제시하였다.

• 대중교통 관련 전략 : 2030년까지 대중교통의 이용을 두 배로 늘리고, 또 다시 2050년까지 또 다시 두 배로 늘리는 계획을 선정하였으며, 이러한 목표를 수행하기 위해서는 대중교통의 현대화를 할 수 있는 투자가 필요하다고 제시하였다.

• 대도시내 이동성 전략 : 도시부 도로의 용량 증대 및 대도시간 고속 철도 연결 등에 대한 제시를 하였다.

• 철도 전략 : 공공 및 민간 투자를 통한 철도에 대한 향상을 시켜야 하며, 도시 간 승객 철도 서비스를 통하여 다른 교통수단과 연계가 원활히 되도록 하는 것을 제시하고 있다.

• 기술 향상 및 혁신 전략 : 진보된 기술의 활용은 도로, 대중교통, 철도 시스템에서 성공적 성과를 이룰 수 있는 전략이며, 한 예로, 안전관련 보조 장치의 차량 장착은 사고를 예방할 수 있다고 제시하였다.

• 지속가능한 교통전략 : 다음 세대에 더 나은 교통 환경을 만들기 위해서는 교통네트워크 용량을 확장시켜야 하며, 이를 위한 세 가지 절차를 제시하고 있다. 첫 번째로 친환경적인 접근이 필요하며, 두 번째로 기존 시설의 최적화를 통하여 건전한 경제를 밑받침할 만한 지속적이고, 고성능 교통시스템을 물려주어야 한다. 세 번째로 다양한 교통모드 및 토지이용정책, 교통상황에 대한 선택적 해결 방안을 구축하여 교통의 발전을 통한 삶의 질을 높여야 한다고 제시하였다.

이 보고서에서는 이외에 6가지 주제로 분류하여 미국 교통에 대한 향후 30년 동안의 비전을 제시하고 있다.

■ 자료 : Transportation invest in our future : A New For the 21st Century , 2007년 7월, AASHTO, 웹사이트 : http://www.transportation1.org/tif5report/
■ 자료제공 : **엄병식**(도로시설연구실 연구원)
■ bseom@kict.re.kr

중국 양쯔강 삼협댐 건설과 Geohazard 발생

중국 양쯔강(장강(長江)이라고도 함)에서 이루어지고 있는 삼협(三峽)프로젝트(Three Gorges Project) 중 가장 핵심이 되는 삼협댐 제체의 건설이 지난 2006년 5월에 완공되었다. 삼협프로젝트가 진행되면서 대규모의 저수로 인한 수위의 변화는 지반환경 변화의 부정적인 결과를 발생하였으며, 특히 사면의 안정성에 크게 영향을 주었다. 이러한 영향으로 삼협댐의 건설과 함께 주변 지역 사면 붕괴와 산사태 등의 지질재해에 대한 관심이 집중되고 있다. 이에 삼협댐 건설로 인하여 유발된 사면 붕괴 및 산사태 발생 현황과 현재 진행되고 있는 유지관리 대책에 관하여 소개하고자 한다.

삼협댐

삼협댐은 양쯔강 중상류인 중국 내륙 호북성 의창현 지역의 구당협, 무협, 서릉협 등 장강삼협을 잇는 세계 최대의 댐이다. 삼협댐 건설 프로젝트는 1단계 개발, 건설완공, 단계별 저수, 지속적인 이주 등의 계획으로 이루어진다. 기간별로는 1993년에서 2009년까지 3단계로 구분되어 총 17년에 걸쳐 진행되며, 총 39조 원에 달하는 공사비가 투자될 것으로 추정된다. 28,753ha의 용지 면적이 저수로 인하여 수몰

되고, 이로 인하여 130만 명가량의 이주민이 발생하였다. 최종 단계에서 저수가 완료되면 수위는 약 175m에 이르고, 최대 저수량은 393억 톤으로 일본 전체의 담수량과 맞먹으며 국내 최대의 소양호 저수량의 13배가 넘는다. 삼협댐의 건설로 인하여 기대되는 이익은 양쯔강을 따라 중·하류에 빈번하게 발생하는 홍수의 조절이 가장 크다. 뿐만 아니라 수위의 상승으로 인하여 중·상류 약 660km 구간에 1만 톤급 선박의 운행이 가능한 물류 혁명이 일어나고, 원자력 발전소 18개와 맞먹는 1일 발전량 1,800만kw 전력 생산 및 관광지 개발을 통한 부가 이익을 기대하고 있다.

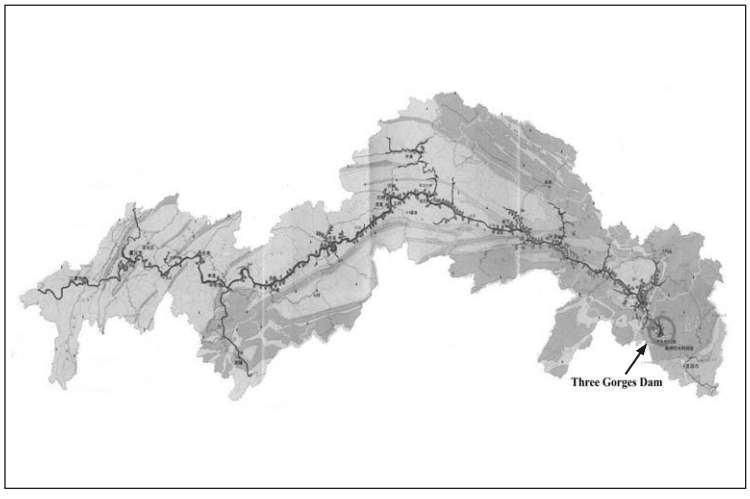


그림1. 삼협프로젝트 구간 주요 사면붕괴 및 산사태 분포도

그림2. Qianjiangping Landslide 전경

그림3. Lianziya Hazard mass 전경(좌) 및 앵커 보강(우)

수위 상승으로 인한 지질재해 발생

삼협댐 건설로 인하여 기대되는 경제적인 이익과는 달리 수몰로 인한 문화재 소실과 거주민 이주문제, 환경 및 생태계 파괴, 지질환경 변화 등의 많은 부작용도 발생된다. 특히 수위 상승으로 인한 하부 침식과 지반 내 지하수위 상승으로 인한 거대 인공호 주변의 사면 안정성 문제가 대두되고 있다. 저수가 이루어지는 삼협지역에는 약 2,900여개의 사면이 분포하고 있으며 그림1에서 보는바와 같이 전역에 걸쳐 붕괴가 발생 및 진행되고 있다.

대표적인 사면재해로는 2003년 발생한 Qianjiangping Land-

그림4. Shuping Landslide 현장 도로 균열 및 침하 발생

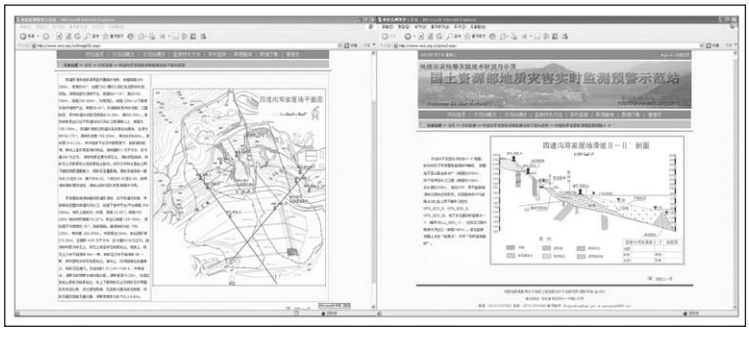


그림5. 실시간 계측시스템 인터넷 서비스 www.wss.org.cn

slide가 있다. 20×106m^3 체적의 토체가 붕괴되었으며, 폭 1km, 심도 30~40m의 규모이다. 붕괴로 인하여 수많은 가옥과 공장 등이 파괴되었고, 미처 대피하지 못한 24명이 죽거나 실종되었다. 붕괴로 인하여 대규모의 토체가 일순간 강물로 유입되어 약 30m 높이의 해일이 발생하였으며, 인근 지역의 피해는 물론이고 그 여파가 하류 50km 지점까지 전파되어 선박이 전복되는 사고가 발생하였다. 사면 붕괴의 주요 요인은 강우와 저수에 의한 수위 상승에 따른 지반강도 저하로 추정된다.

삼협댐 상류 27km 지점에 위치한 Lianziya Hazard mass는 대규모의 자연사면에 수십 개의 고각 인장균열이 발생하여 전도 파괴가 진행되고 있는 사면이다. 이 암체는 붕괴가 발생할 경우 선박의 운항과 삼협댐의 안정성에 잠재적 위험성을 내포하고 있어서 현재 보강공법을 적용하고 GPS 센서를 이용한 변위 계측을 통하여 지속적인 모니터링을 수행하고 있다.

도로의 붕괴가 발생하고 있는 대표적인 현장으로 Shuping Landslide가 있다. 하안 사면의 변위 발생으로 인하여 도로 중앙부에 인장균열이 발생하였으며, 2007년 7월까지 지난 4개월 동안 총 220mm의 변위가 발생하였다. 본 현장 또한 저수에 의한 수위 상승이 붕괴의 가장 큰 원인으로 추정되며, 현재 신축계와 GPS 센서를 이용한 계측이 이루어지고 있다.

재해 방지를 위한 실시간 모니터링 시스템의 개발과 운용

지속적으로 발생하는 사면재해에 대처하기 위하여 2003년부터 중국 정부의 적극적인 지원으로 위험지역에 대한 실시간 모니터링 시스템을 개발 및 시험가동하고 있다. 지중변위 계측, GPS 지표면 변위 계측, 광섬유를 이용한 계측, 간극수압 계측 등이 다양하게 적용되고 있으며, 무선통신 기술, 컴퓨터 정보관리 기술, 자동제어 기술, 실시간 데이터 수집 및 전송 기술, 인터넷을 통한 정보 제공 기술 등과 접목하여 사면재해 실시간 모니터링 및 붕괴예지 시스템을 개발 및 운용하고 있다.

삼협댐 건설로 인하여 창출되는 경제적인 이익에 반하여 발생하는 지반환경 문제를 살펴보며

경부운하 건설이라는 대규모 국가 프로젝트가 이슈가 되는 시점에서 건설기술인의 시선이 보다 먼 미래를 바라보아야 함을 느끼게 한다.

■ 자료 : 국가 R&D 과제 '도로시설물 안전관리 네트워크 구축기술 개발(사면분야)'
■ 자료제공 : **권오일**(지하구조물연구실 연구원)
■ kwonoil@kict.re.kr

강우레이더의 종류 및 특성

현재 우리나라를 비롯한 세계 각국은 홍수예보 및 국가 재난 방지를 위하여 첨단 강우레이더 시스템을 운영하고 있다. 본고에서는 현재 건설교통부에서 추진하고 있는 전국강우레이더 설치 및 홍수예경보 시스템 개선 기본계획(건설교통부, 2002)을 수행하면서 조사분석한 강우레이더별 기종 및 특성을 요약하여 방재관련 연구자와 관련기관 기술자들에게 참고자료로 소개하고자 한다.

1. 강우레이더의 종류 및 특성

일반적으로 기상레이더이든 강우레이더이든 기본적인 구성과 기능은 동일하다. 단지 사용목적에 따라 기계 구성부분과 운영소프트웨어 부분에서 조금의 차이를 가지고 있다. 이는 사용되는 레이더의 최종 목적을 효율적으로 수행하기 위한 조치이다. 강우레이더는 주파수 밴드, 송신 출력관의 종류, 편파기능 유무, 이동성 유무, 그리고 수신기 및 비디오 프로세서의 기능 등에 따라 표1과 같이 구분할 수 있다.

표1. 강우레이더의 특성별 분류

구분특성 항목	구분 명칭	구체적인 예	특성에 의한 차이	비고
주파수	밴드	S 밴드, C 밴드, X 밴드 등	강우에 대한 감쇄 정도의 차이 X>C>S 순서로 감쇄효과가 큼	강우관측에는 S밴드가 가장 우수
송신 출력관	증폭관 /발진관	클라이스트론,마그네트론,TWT, 반도체 등	도플러 기능의 차이. 지형에코 제거 능력에 영향을 미침	강우관측에는 클라이스트론이 우수
편파기능 유무	이중편파 /단일편파	스위치형 이중편파 레이더, 전력분리형 이중편파 레이더, 단일편파 레이더	강우량 관측 정확도 및 강우발달 과정정보 제공의 차이. 이중편파의 경우 지형의 영향을 받지 않고 강우량 산출 정확도도 우수함.	강우관측에 편파기능이 있으면 매우 유리함
이동성	이동형 /고정형	차량이동형 레이더, 반고정형 레이더, 고정형 레이더	레이더 관측 시스템 전체의 이동성 차이. 특정 기상현상을 따라 이동할 수 있는 능력의 차이.	연구용 및 시험용일 경우 이동형이 필요
수신기 형태	모노다인 /헤테로다인	대부분의 레이더는 수퍼헤테로다인 수신기를 사용	중간 주파수 처리에 의한 신호처리 효율의 차이	–
신호 처리기	아날로그 /디지털	아날로그 레이더신호 처리기, 디지털 레이더 신호 처리기	신호처리기 회로의 간결성 및 자료처리 효율의 차이. 디지털 처리기의 경우 처리 알고리즘 변경이 용이하고 다이나믹 레인지도 넓음.	모든 레이더 시스템에 디지털 신호처리기가 채택되고 있음

표1에 기술되어 있는 각 강우레이더의 특성별 구분은 다음과 같다.

(1) 주파수 밴드에 의한 구분

레이더에서 사용되는 전파는 전자기파로서 그 특성은 파장과 진동수에 따라 다르다. 전파는 빛과 같은 전자기파이므로 진공에서의 전파속도는 약 30만 km/초이다. 이 속도를 c라 하고 임의 전파의 파장을 λ, 진동수를 f라 하면 $c = f \cdot \lambda$ 라는 관계식이 성립한다. 따라서 이 식으로부터 알 수 있는 바와 같이 전파의 파장이 길어지면 진동수는 적

표2. 강우레이더의 밴드별 특성

밴드명	주파수 범위	파장 범위	주 사용목적	용 도
P	225 ~ 390MHz	133.3 ~ 76.9cm	항공기 관제	항공
L	390 ~ 1,550MHz	76.9 ~ 19.3cm	항공기 관제, 폭풍 탐지	항공
S	1.5 ~ 3.9GHz	19.3 ~ 7.7cm	폭풍 및 강우관측, 바람관측, 악기상 관측	기상, 수문
C	3.9 ~ 6.2GHz	7.7 ~ 4.8cm	강우, 바람, 악기상 등의 기상현상관측	기상, 수문, 공항
X	6.2 ~ 10.9GHz	4.8 ~ 2.8cm	소규모 기상현상, 뇌우의 발달, 바람장 분석	기상, 수문, 연구용
K	10.9 ~ 36GHz	2.8 ~ 0.8cm	구름의 발달 및 구조 연구, 대기 경계층 연구	기상 연구용
Q	36 ~ 46GHz	8.3 ~ 6.5mm	대기 경계층 난류	연구용
V	46 ~ 56GHz	6.5 ~ 5.4mm	대기의 미시현상 관측	연구용

어지고, 반대로 파장이 짧아지면 진동수는 커진다. 보통 전자기파 중에서 주파수 30Hz의 극저주파 (Extremely Low Frequency, ELF)에서 주파수 300GHz의 초고주파(Extreme High Fre quency, EHF)까지를 전파라고 지칭하는데, 이 영역은 다시 여러 단계의 파장별로 세분화되어 각각의 파장대별로 이름이 붙여져 있다. 이중 레이더는 주파수 30MHz의 VHF(Very High Frequency)로부터 주파수 56GHz의 EHF(Extreme High Frequency)까지의 전파 범위를 사용한다. 한편, 300MHz의 UHF로부터 300GHz의 EHF까지를 마이크로파(micro wave)라고도 하기 때문에 레이더는 마이크로파를 사용한다고도 할 수 있다.

레이더가 사용하는 전파의 범위도 사실 매우 넓은 영역에 걸쳐있다. 이 영역에서도 레이더가 실제로 어느 주파수를 사용하느냐에 따라 관측 특성이 달라지기 때문에 다시 세분화한 각 단계를 밴드(band)라고 부른다. 각각의 밴드에 대한 이름은 레이더가 처음으로 활용되던 시기가 전쟁 중이므로 레이더주파수를 나타내지 않기 위해 암호화하여 붙여졌다. 이 중 C 밴드는 특히 이 밴드의 주파수가 상용(commercial)의 항공기에 많이 사용되었기 때문에 붙여진 이름이다. 각 밴드별 이름, 주파수 범위, 파장 범위, 주사용 목적, 그리고 용도를 표2에 정리하였다.

레이더의 파장에 따라 사용 목적이 달라지는 것은 발사된 전파가 물체에 부딪칠 때 발사된 전파의 파장에 따라 그 물체와 상호 작용하는 양상이 달라지기 때문이다. 전자기파가 물체에 부딪쳐 산란될 때의 과정과 특성을 잘 설명해 주는 것이 미산란(mie scattering) 이론인데 일반적으로 미산란의 근사로서 레일리 산란(rayleigh scattering) 이론을 사용하여 전파와 물질의 상호작용을 설명한다. 일반적인 레일리 산란 근사에서 중요한 점은 물체의 크기 D와 레이더가 사용하는 전파의 파장 λ간의 비율, 즉 D/λ로서 이것이 0.1보다 적을 때 레일리 근사 이론을 적용하여 모든 것을 분석한다. 이는 레이더가 전파를 발사하고 물체로부터 반사되어오는 전파의 강도를 이용하여 물체의 특성을 파악해야하는데, 이때 분석 결과에 대한 신빙성을 부여하는 것이 레일리 산란 이론이다.

일반적으로 레이더 파장이 커지면 관측하는 물체도 커지고, 반대로 파장이 짧아지면 관측하는 물체도 작아진다. 따라서 X

밴드는 소규모 강우 시스템을, K 밴드는 구름 속의 구름 입자 등을 관측하게 된다. 또한, 강우관측에 있어서 중요한 점은 강우에 의한 전파의 흡수이다. 파장이 짧을수록 전파가강우에 의해 잘 흡수되기 때문에 먼 거리까지의 강우를 잘 관측하려면 파장이 길수록 좋다. 그러므로 넓은 범위의 강우현상을 정확하게 관측하기 위해서는 X 밴드보다는 C 밴드가, C 밴드 보다는 S 밴드가 더 우수하지만 레이더 파장이 길어질수록 레이더 제작 및 유지 비용이 증가한다.

그림1은 레이더 밴드별 강우관측 효율을 비교한 것으로써 λ는 레이더 파장으로 S 밴드는 10cm, C 밴드는 5.7cm, X 밴드는 3.2cm, 그리고 K 밴드는 0.9cm 이다. 가로축은 레이더로부터의 거리, 세로축은 강우강도를 나타내므로 거리에 따른 강우율의 변화를 미리 설정하여 레이더의 강우관측 효율성을 각 밴드별로 비교한 것이다. 그림1에서 (a)의 경우는 거리에 따른 강우율의 변화가 심한 경우로 최대 강우량은 100mm/hr 이며, (b)의 경우는 최대 강우율이 50mm/hr로 강우율 변화가 (a) 보다 적다. (a), (b) 두 경우 모두 강우량을 가장 정확히 관측해 내는 것은 S 밴드로 이는 S 밴드가 다른 밴드의 레이더에 비해 강우에 의한 흡수가 적어 멀리까지도 강우 관측을 효율적으로 할 수 있다는 것을 의미한다. C 밴드의 경우 레이더로부터 4km 정도로부터 레이더관측 강우량이 실제강우량보다 적어지기 시작하며 (a)의 경우 10km에서는 실제 강우량의 50% 정도만을 관측하고 있으므로 100%의 관측오차를 유발한다. X 밴드의 경우는 강우에 의한 감쇄효과 때문에 (a)의 경우 10km에서는 실제 강우율이 100mm/hr 임에도 불구하고 전혀 관측이 되지 않고 있으며 K 밴드의 경우는 가장 심각한 현상을 보이고 있다.

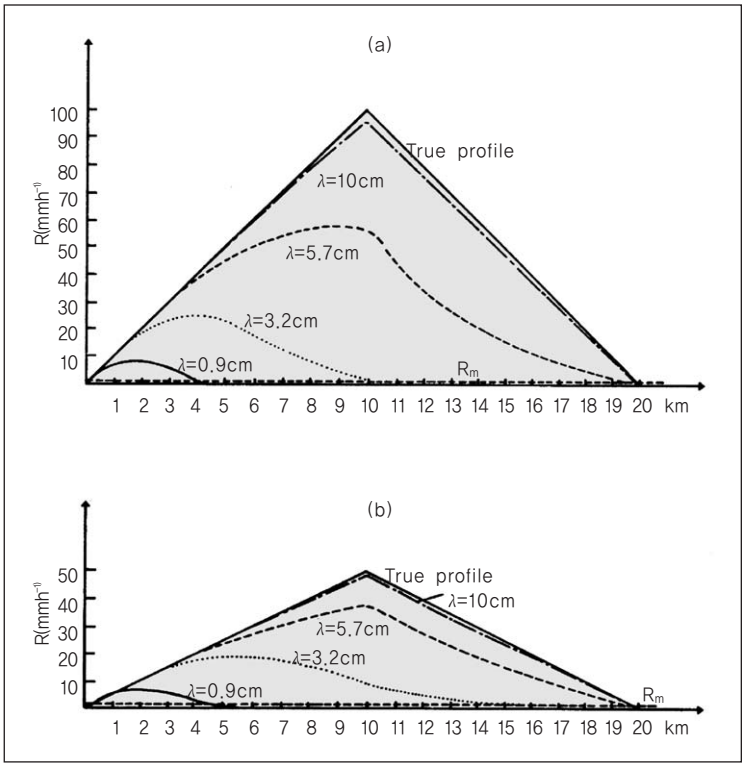


그림1. 각 밴드별 강우관측 효율성 비교

밴드에 따른 강우관측 효율의 차이는 강우레이더의 선정에 있어서 매우 중요한 요소이다. 현

재 세계적으로는 C 밴드 레이더가 강우 관측용으로 가장 많이 사용되고 있는 실정이지만 집중호우, 태풍 등의 강우강도가 강한 지역에서는 관측오차가 매우 크므로 주목적이 집중호우 등의 강한 강우 관측이라면 S 밴드가 C 밴드보다 우수하며, 일반적으로 강우강도가 약한 지속적 강우 시에는 C 밴드 레이더로도 우수한 강우관측을 수행할 수 있다.

일본 국토건설성 강우레이더 관측망의 경우는 모두 C 밴드 레이더로 구성되어 있으며 대부분의 경우 지상 우량계와의 비교 및 보정을 통해 신뢰성 있는 강우량 자료를 산출하고 있다. 또한, 미국 NEXRAD의 관측망 경우는 모두 S 밴드 레이더로 강우 관측 및 일반 기상관측에 있어서 매우 높은 관측 효율을 보이고 있으며, 중국의 경우는 복잡한 지형이 매우 많기 때문에 약 250대의 X 밴드 레이더와 약 100 대의 C 밴드 레이더로 관측망을 구성하여 강우 관측 및 기상관측을 수행하고 있다. X 밴드의 경우 반경 60 km 이내에서 약한 강우일 경우는 강우 관측 효율성 높고 관리 및 운영이 용이하므로 많이 사용되고 있다.

■ 자료 : 건설교통부(2002), 전국강우레이더 설치 및 홍수예보시스템개선 기본계획수립, pp365-370
■ 자료제공 : **윤강훈**(수문연구실 책임연구원)
■ khyoon@kict.re.kr

관 내면 디지털 스캐닝 기술

육안조사가 불가능한 지하매설물 등의 시설물을 조사하기 위한 카메라를 부착한 자주차를 활용한 조사기술은 20여 년 전 국내에 처음 도입했다. 이 후 관망 상태평가의 정확성, 정밀성, 그리고 생산성을 높이기 위한 노력은 도입된 이후 많이 있으며, 그 대부분은 CCTV의 화질 개선과 카메라를 운반하는 트랙터의 기계기술부분이 발전했다. 이 기술은 공장내부 설비관로, 송유관, LNG 수송관, 전력관, 상하수관 등 다양한 관로의 조사에 활용한다. 지금까지 활용하고 있는 관로조사기술은 아날로그 방식의 카메라를 자주차에 부착하여 전방 및 측방주시 동영상을 촬영하고, 문제되는 부분을 읽어들여 보고서를 작성하는 방식이다.

이후 관로 전체를 연속적으로 스캔하여 펼쳐진 모습을 보여주려는 시도로부터 시작하여 관내면 디지털 스캐너라는 기술을 개발하기 시작했다.

1997-1998년에 ASCE (미국토목공학 학회), CERF (Civil Engineering Research Fund, 미국 토목공학 연구 재단), TTC (Trenchless Technology Center, 비굴착공법 연구 센터)가 공동으로 SSET (Sewer Scanner and Evaluation Technology)을 처음 선보였다. 이 SSET의 프로토 타입은 관 내부벽면의 연속적인 사진(Still Image)를 디지털 스캐닝을 통하여 2차원 표면에 보여주는 장치로 개발했다.

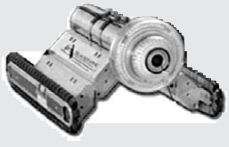
이후 일본의 지하매설물 탐측 전문 회사인 OYO-Japan과 미국 지사인 OYO-USA는 SSET의 상업화를 위하여 지속적인 연구개발을 추진하고 여러 차례의 장비개선를 통하여 지금의 SSET를 완성하였다. OYO-USA는 Blackhawk-PAS, Inc.라는 자회사를 설립하여 SSET를 이용한 관망 탐측 서비스를 2002년부터 본격적으로 수행하고 있다. 또 일본에서는 Burn-Am이라는 회사의 주도로 하수관망의 디지털 스캐닝 분야를 주도 하고 있으나, 온전치 못한 소프트웨어 시스템으로 아직까지 상업화에 성공하지는 못한 것으

로 알려졌다.

현재 시장에 나와있는 디지털 스캐닝 장비들은 상업적으로 성공하기에는 많은 단점을 갖고 있었으며 기술적 완성도가 미흡한 점이 많다. 우선 이미지의 품질은 디지털 스캐닝이라는 장점을 제외하고는 기존의 CCTV에 비교하여 품질이 같거나 오히려 떨어지는 경향이 있었다. 이러한 문제는 영상 데이타를 얻는 방법과 처리기술의 문제에 있으며, 한국건설기술연구원에서는 최근 눈부시게 발전되고 있는 소형 CCD 카메라 렌즈기술과 국내특허기술인 측면영상취득방법 등을 접목하여 영상의 품질 증대 및 스캔속도를 향상시킨 디지털 스캐너를 개발했다.

디지털스캐닝 장비의 국산화로 얻어지게 되는 가장 큰 장점은 GIS와의 통합을 통하여 관망 상태조사 자료가 GIS와 하나의 연결 시스템으로 통합적으로 운영 할 수 있는 작업 환경을 제공하는 것이다. 최근 미국은 CMOM이나 GASB34와 같은 법제도상의 변화로 인하여 하수관망의 위치, 상태뿐만 아니라 교체 및 수리 시기 및 예상되는 유지관리 비용과 교체비용까지 추적 관리할 것을 법으로 규정하고 있다. 이에 대응하기 위한 새로운 개념이 자산관리(Asset Management)인데, 디지털 스캐닝 D/B와 GIS의 통합적 연계 및 자산관리개념 도입을 통해 소위 Total Asset Management를 관망관리에 적용함으로써 관망관리시스템의 새로운 패러다임을 열수있을 것이다.

표1. 국내외 디지털 스캐너 장비 비교

개발국가	디지털 스캐너 개요	특징
미국 (OYO-USA)		- 스캔속도 1.0m/min - 관내면 원주영상을 폭 1mm 취득합성 - 관경 φ 460 mm 범위까지 상용화되었음.
일본 (Burn-Am)		- 스캔속도 1.0m/min - 관내면 원주영상을 폭 1mm 취득합성 - 관경 φ 450 mm 범위까지 상용화되었음. - 관 배면조사용 GPR 장치탑재 (일본 JEJ-51A, JEJ-62 형)
한국 (KICT & (CPENC)		- 스캔속도 4.8m/min - 관내면 원주영상을 폭 5cm 취득합성 - 관경φ 300 mm 범위까지 개발완료. - 관 배면조사용 GPR 장치 탑재 연구진행 중 (러시아 "OKO-2"Georadar AB-1700R)

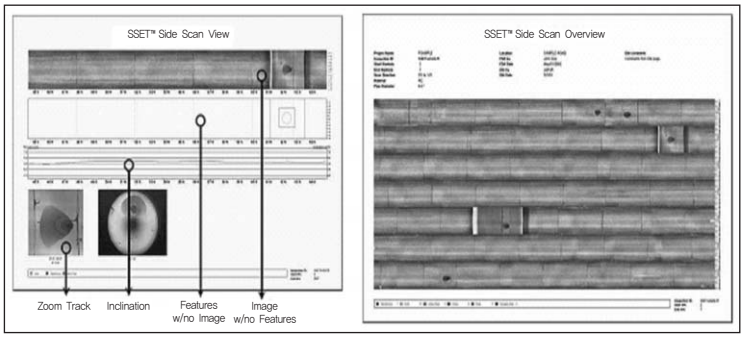


그림1. 하수관 디지털 스캐닝 결과조사 보고서 사례 (미국, SSET)

■ 자료: 한국건설기술연구원(2007), 멀티센서를 이용한 지하매설관로 상태평가 및 관리시스템 개발, 1차년도 연구보고서
■ 자료제공 : **황환국** (국토환경연구실 선임연구원)
■ hkhwang@kict.re.kr