

계측관리 통합운영을 위한 정보화 시스템 적용

안 태 봉^{*1}, 정 용 호^{*2}, 김 용 섭^{*3}

1. 머리말

최근의 계측관리는 자동화 시스템을 통해 현장통합관리가 가능한 시스템이 운영되고 있으며 인터넷 기반 소프트웨어를 통해 다자간 동시접속이 이루어지고 운영 중 위험발생 시 경보시스템을 운영하여 관계자에 휴대폰 문자를 보내거나 경보를 울리는 등 빠른 대처를 할 수 있도록 하고 있다. 또한, 데이터를 공유하여 안전성 분석에 있어 다자간 합의 도출이 빠르게 이루어지고 있다. 이와 같은 시스템은 현재 다수의 현장에서 “자동화계측”이라는 지반데이터 제공시스템(Geo Data Service Systems)으로 이루어지고 있으며 몇몇 현장에서는 안전성관리 측면에서 매우 유용한 시스템으로 자리잡고 있다.

그러나 현장계측관리는 다양한 방식으로 문제점이 노출되고 있으며 그 해결방법이 많지 않은 실정이다. 이에 문제점을 극복하고 새로운 해결방법을

모색한 시스템에 대해 살펴보고자 한다.

시공 중 계측관리를 시행하는 대단위 현장에서는 수동계측관리와 자동계측관리가 병행되고 있으며 전구간의 데이터 취합 시에는 수동계측의 경우 측정 즉시 보고서화 되지 못하고 현장에서 기록된 데이터를 내업을 통해 데이터를 입력하고 다시 출력하여 보고되고 있으며 자동화계측은 취합된 데이터에서 시공영향에 따른 데이터 분석이 이루어질 경우 계측기가 설치된 지점의 현장공정파악을 정확하게 하기 어려운 것이 현실이다. 이는 전구간에 대한 안전관리 측면에서 공정조절과 위험상황 발생시 보강법을 선정하는데 있어 매우 불합리한 시스템으로 볼 수 있다. 따라서 이러한 계측관리시스템 개선을 위한 새로운 시스템도입을 필요로 하게 되었다.

이에 최근 정보시스템기술의 비약적 발전으로 이를 활용한 새로운 형태의 계측관리시스템 도입이 활성화 되고 있다. 도입된 시스템의 처리과정을 보면 수동계측데이터를 mobile을 통해 현장측정즉시 데이터 서버로 무선전송 입력되고 사무실에서는 인터넷기반 소프트웨어에 의해 데이터 조회 및 보고서화

^{*1} 우송대학교 철도건설환경공학과 교수
(tbahn@lion.woosong.ac.kr)

^{*2} GDS 코리아 대표

^{*3} 우송대학교 철도건설환경공학과

계측관리 통합운영을 위한 정보화 시스템적용

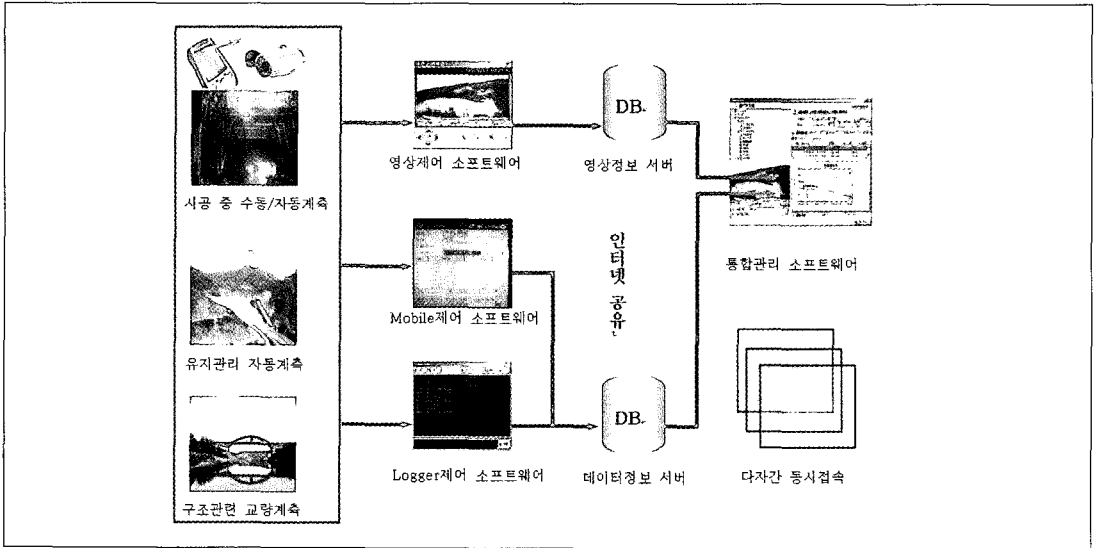


그림 1. 기본 시스템도(Geo Data Service Systems)

가 즉각적으로 가능하다. 또한, 계측기가 설치된 지역에 유/무선 카메라를 설치하여 영상데이터 취합이 가능한데 이는 기존의 카메라가 영상데이터의 시공 중 관리를 활용하지 않고 단순한 모니터링 영상 데이터 취합에 그치고 있는데 반해 현재 시스템은 실시간 현장현황을 줌, 상·하, 좌·우를 사용자가 확인 가능하며 데이터가 저장되는 동일시간에 공정사진을 저장하여 데이터 유동상태와 시공 현황을 동시에 모니터링 하는 시스템으로 구성되어있다.

2. 통합 계측관리 시스템 운영설계

2.1 전체 시스템 구성

본 시스템의 구성은 데이터수집과 저장이라는 일련의 대단위 과정을 세분화하여 그림 1과 같이 구성되고 운영되게 된다. 기본적으로 다자간 실시간 동

시접근이 가능하고 토질계측항목과 구조계측항목 기능을 수행하며 경보시스템을 갖춘 운영 소프트웨어 시스템이다. 시스템의 전체 구성 중 특기 할 것은 수동계측 시 “mobile”을 야장으로 활용하여 입력하여 데이터를 서버에 저장하는 것과 저가의 “IP CAMERA”를 활용하여 시공현황을 그림데이터로 서버에 저장하고 카메라를 제어하는 시스템을 구성하고 있다.

1) 현장데이터 취합 시스템

현장에 설치되는 데이터 취합시스템은 구조체 분석을 목적으로 설치되는 각각의 센서와 센서의 변화를 감지하는 자료저장 장치, 그리고 해당 자료를 실시간으로 전송하는 통신관련시스템 등으로 구성된다. 센서와 자료저장 장치는 장거리 데이터전송과 노이즈방지에 유리한 전류식과 진동현식 신호원을 사용한다. 특히 현장에서 유선데이터 전송이 어려울 경우 무선랜이나 CDMA Module 등 다양한 통신방

법이 이용되고 있다. 이들 장치는 신뢰성이 보장된 장치를 사용하며 소프트웨어와 연동되도록 통신규약을 제공하고 제공되지 않을 경우 전문가를 통해 통신규약을 분석하여 소프트웨어와 연동되도록 하며 시스템은 현장의 열악한 조건을 고려하여 온도와 습기에 보호될 수 있도록 구성되어있다.

2) 통합관리 프로그램 및 운영모들

다양한 아이টে을 사용하여 토질계측 항목과 구조계측항목을 통합하고 이들 데이터를 저장 기능을 제공하는 프로그램은 기본적으로 데이터서버와 영상서버를 활용한다. 또한 사용자관리를 위한 웹서버를 사용하므로 프로그램의 접근에 대한 제한을 단계별로 두고 있으며 다양한 전송방식과 데이터형식의 취합이 가능한 형태로 데이터 베이스 설계가 이루어졌다. 프로그램의 구성은 데이터를 취합하는 logger제어 프로그램, 영상데이터를 관리하는 영상제어 프로그램, mobile내에서 구동되는 계측관리 프로그램, 그리고 이들 데이터를 종합적으로 모니터링하는 중앙제어 프로그램으로 구성된다. 이들 소프트웨어는 하위의 기능모들들로 구성되며 추가 항목에 대한 탄력적 변환기능을 가지고 있다.

2.2 통합관리를 위한 시스템

현장의 시공형태와 구조체의 분석대상 그리고 계측형태를 총괄적으로 통합하기 위하여 분야별 항목 분석을 수행하여 출력형식을 만들었으며 정보시스템을 이용하여 현장내의 유비터스를 실현과 이를 활용한 조기경보 시스템을 확립하였다. 또한 본 시스템은 설계초기 단계부터 각각의 라이브러리를 시스템블록화하고 향후 호환성을 고려하여 가장 진보

된 프로그래밍 언어를 통해 설계되었다.

항목 분석은 일반적으로 사용되는 토질관련 센서와 구조관련 센서를 모두 통합하고 수동계측과 유지관리계측 그리고 자동계측을 통합하는 형태로 구성된다. 기본적인 토질관련센서는 지중수평경사계, 지하수위계, 층별침하계, 간극수압계, 침하판, 하중계 등이고 구조관련 센서는 터널내공변위계, 변형률계, 균열계 등이다. 그림 2는 프로그램 내에서 구현되는 센서항목이다. 이들 센서는 각각의 측정방식에 따라 측정장치가 달라지며 수동으로 측정하게 되면 mobile시스템을 이용하게 되고 상세한 데이터 변동의 원인분석을 수행하려면 현장공정관리 현황을 사진으로 저장하는 영상정보시스템을 사용한다. 또한, 관리기준 설정을 하여 조기경보시스템을 가동하는데 내부적으로 다양한 규정에 의하여 단계적 경보를 발송하게 된다.

데이터 베이스에 데이터를 수집하고 다자간 공유를 하기 위해서 인터넷을 기반으로 하는 네트워크 기반 프로그램으로 구성된다. 상술한 바와 같이 본 시스템을 운영함으로써 안전관리가 극대화되고 통합관리를 보다 효율적으로 구성될 수 있을 것으로 기대된다.

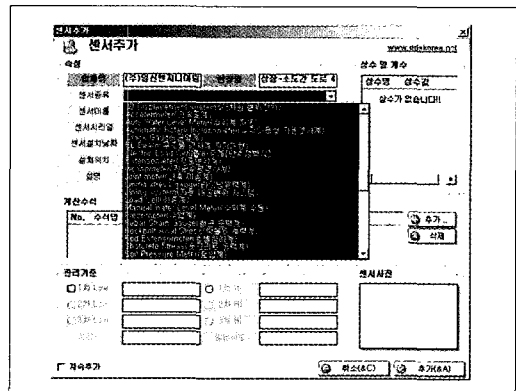


그림 2. 센서추가 리스트화면

1) 데이터관리 통합

토질계측과 구조계측을 통합하여 하나의 단일한 시스템을 만들기 위해서는 각 분야의 전문적인 구현 형식을 파악하여 출력할 수 있어야 하며 수신된 데이터는 각 분야에서 사용되는 장비의 통신규약을 분석하여 프로그램에서 다양한 하드웨어의 규약을 받아들일 수 있어야 한다. 또한, 아이템간의 공통 인자를 파악하여 프로그램운동을 최대한 간단하게 할 필요가 있다. 이를 고려하여 다음과 같이 구현하였다.

관리기준에 대한 적용을 보면 3차까지 단계별 기준을 제시하고 사면이나 연약지반에 활용하기 위하여 데이터 변화속도를 관리기준으로 추가하였으며 센서들의 특정회사제품의 계산식만을 고려하지 않기 위해 계산식모듈을 추가하여 다양한 센서를 현장 목적에 맞도록 계산식 입력을 할 수 있도록 그림 3과 같이 만들어졌다.

또한, 현장도면 배치와 구역분할을 통해 센서의 현장배치와 데이터를 직관적으로 파악하도록 G.U.I (Graphic User Interface)모듈을 그림 4와 같이 사용하였다. 다음에 설명될 카메라 운영모듈이 앞의 G.U.I(Graphic User Interface)와 조합하여 데이터 활용을 원활히 하고 현장 파악에 대한 직관을 증대

시킬 수 있게 된다.

토질분야에서 가장 많이 사용되는 지중수평경사계의 수평변위 그래프를 실시간 트렌드하여 볼 수 있어 지반거동을 육안으로 쉽게 판단 하게 되었다. 전문에 잠시 언급한 구역관리 기능으로 센서배치도를 그리기 공간상의 문제나 현장의 구간을 관리적 측면으로 분할하는데 문제가 있다면 구역관리메뉴를 적극적으로 활용하여 매끄러운 현장관리를 이끌 수 있다.

통합관리 프로그램의 한계를 극복하기 위하여 가장 필요한 것은 신규아이템이나 하드웨어 시스템의 적극적인 분석을 통해 통합범위를 지속적으로 넓혀 나가는 것이 필요하다.

2) Mobile 아장구성

Mobile을 통해 입력할 수 있는 계측 아이템은 일반적으로 사용되는 15개 내외의 아이템에 데이터 입력이 가능하며 지중수평경사계의 경우 R사와 S사 제품이 현장에서 직접전송이 가능하며 이를 mobile로 전송 받아 무선으로 중앙 데이터서버로 전송하여 데이터가 자동으로 생성되고 입력된 데이터는 현장에서 즉시 계산된 데이터 형태로 모두 조회가 가능하며 그래픽 조회도 가능하도록 되어 있다. 기존에 이와

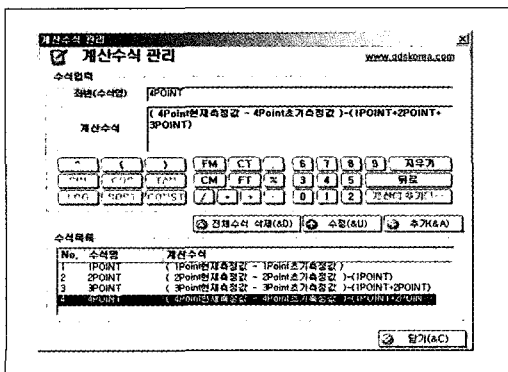


그림 3. 센서 계산식 입력/수정 화면

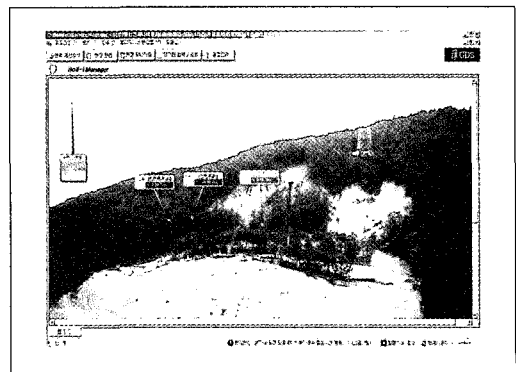


그림 4. 현장 배치도 관리화면

비슷한 외산 장비가 있으나 이는 단순히 지중수평경 사계 데이터만을 mobile의 메모리에 저장시키는 단순한 시스템으로 무선으로 중앙서버에 접속할 수 없다.

본 시스템은 무선으로 중앙서버에 접근되는 방식으로 mobile은 CDMA Module을 내장한 것으로 기지국의 수가 가장 많이 확보되어 있거나 데이터전송 속도가 가장 빠른 시스템으로 구성된다. 전파가 수신되지 않는 지역에서는 mobile의 메모리에 저장한 뒤 전파 수신이 원활한 지역에서 중앙 데이터 서버로 데이터를 전송할 수 있다. 따라서 터널 등에서 측정된 데이터는 터널 갱구를 나오면 데이터 전송이 즉시 가능해진다.

Mobile은 중앙데이터서버에 데이터가 전송되며 자동계측 데이터서버를 공유하며 자동계측으로 저장된 데이터의 조회가 가능하도록 구성되어 있다. 따라서, mobile을 가지고 자동계측과 수동계측의 접속구간에서 수동측정 시 자동계측 데이터를 조회하여 현장에서 즉시 상호연계성을 판단할 수 있게 되어 있다.

3) 영상정보 네트워크구성

“IP CAMERA[이하 카메라]”는 기본적으로 통합 계측관리 프로그램 내에서 운영되며 줌, 상, 하, 좌,

우를 제어 할 수 있으며 현장에 경보 또는 카메라가 설치된 현장과의 음성 송·수신이 가능하다. 본 프로그램에서는 1시간 또는 그 이상의 간격으로 영상 데이터를 영상저장용 서버에 저장되고 저장되는 시간은 자동계측이 저장되는 시간과 동일하게 제어되며 계측기별로 연결된 카메라의 정보를 데이터 조회와 함께 시공현황에 대한 영상정보가 조회된다. 특기할 것은 영상정보가 실시간으로 계측관리 소프트웨어의 G.U.I(Graphic User Interface)화면에 뿌려지면서 현장의 데이터박스과 매치되어있고 동시에 데이터변화가 실시간으로 나타나므로 해당 데이터 안정성 판단할 수 있으며 실시에는 다음 그림 6과 같다.

영상서버는 1개당 카메라 설치 수는 카메라종류와 통신속도에 따라 달라지며 보통 60대 내외까지 설치하여 중앙관리가 가능하도록 구성되어있다. 현장 내에 통신선의 가설이 어려울 경우 무선으로 영상전송이 가능하며 범위는 최대 3km까지다.

3. 현장운영사례

통합운영 시스템으로 운영되고 있으며 수동계측

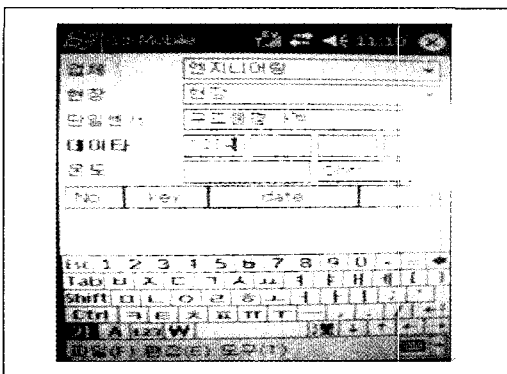


그림 5. mobile계측 데이터 입력화면

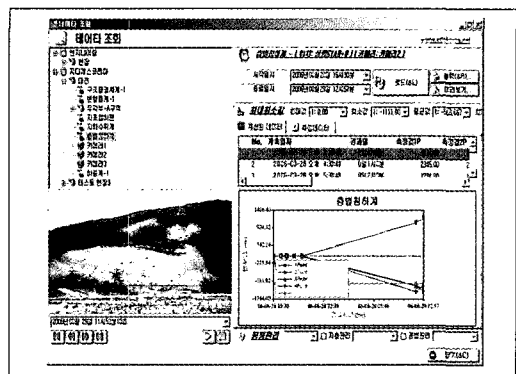


그림 6. 데이터 영상조회

계측관리 통합운영을 위한 정보화 시스템적용

과 자동계측을 병행하고 있으며 수동계측에는 mobile시스템이 적용되고 현장상황 파악을 위해 인터넷카메라가 적용되어있다. 태백시 소도동에 위치한 사면으로서 수평으로 100m이상 수직으로 50m 이상의 사면 2개소가 위치하고 있으며 당 현장에 설치한 계측종목과 관리방법은 다음과 같다.

계측종목은 지중수평경사계, 지하수위계, 하중계, 변형률계이며 이중 자동계측을 시행하는 항목은 지하수위계, 변형률계, 하중계이고 나머지 항목은 수동계측을 시행한다.

당 현장의 중점관리 항목으로 억지말뚝과 앵커시공에 따른 보강효과 및 사면 제체 후면에 증가하는 지하수위의 증감여부를 실시간으로 파악하여 현장의 안전성을 확인하는 항목으로 이에 말뚝에 설치되는 변형률계는 억지말뚝에 부착하여 설계에서 제시된 복합재료의 물성치를 적용하여 응력상태를 파악한다.

말뚝은 사면의 활동상태를 억제함을 목적으로 하고 사면에 의해 전단력이 작용하면 휨응력이 발생하고 이를 관리기준의 안전상태와 비교하여 안전성여부를 파악한다. 변형률계는 말뚝이 외력에 의해 대상체의 길이가 미세하게 변하는 것을 감지하여 전기적인 신호변화로 측정된다.

앵커는 제체의 내부사면활동과 말뚝의 하부고정을 증대시켜 전반적인 현장안전율을 증가시키는 보강공법이다. 지하수위계는 제체 후면의 작용하는 수압을 파악하는데 사용되는 항목으로 일반적으로 사면내 침투수에 의한 자유수면 상승을 측정한다. 현장내의 자유수면은 G.L-10~30m까지 분포하여 수압계의 기본 압력을 5kg/cm² 이상을 사용하였다.

자동화 계측은 CDMA Module 통신방법을 채택하였으며 수동계측은 mobile통해 측정즉시 중앙서버로 전송즉시 보고서로 출력확인이 이루어진다. 또

한, 현장시공에 따른 데이터양상을 분석하기 위해 무선 카메라가 설치되었다. 시스템은 단일 현장 내에 수동/자동계측이 공존하는 형식의 현장으로 시범 운영을 실시하고 있다.

본 현장에 기존의 수동계측과 자동계측이 분리 운영되는데 따른 불편을 해소하고 신규시스템이 주는 시간적 공간적 자율성이 얼마나 확보되는지 실질적인 운영을 통해 알아 보았다. 담당자는 수동계측 수행을 위해 정기적으로 현장방문을 수행하며 mobile를 통해 데이터를 입력한다. 본사관리자는 데이터를 받아보는 즉시 자료를 출력하여 보고서 작업을 시행하고 감독자는 데이터를 측정즉시 조회를 하여 안전성을 파악하게 된다. 보고서는 차후 방문 시에 제공하여 데이터 이력을 보유한다. 관리기준에 의해 문제가 되는 데이터는 측정 즉시 관계자에게 문자 메시지 송신과 경보를 울리도록 되어있다. 이렇게 수동계측도 자동계측과 동일하게 내부적으로는 측정즉시 결과가 이루어지는 실시간 계측이 같이 이루어지고 있다. 또한, 현장데이터의 이상 발생시 가장 먼저 고려하는 것은 공정관리이다. 이를 위해 현장에는 무선 카메라를 설치하고 현장공정을 기록하고 있다. 실시간 데이터의 이상 발생시는 이상센서 배치 지점으로 카메라를 조정하여 공정이나 기타 이유로 인한 상황을 판단하게 되어있고 지난 데이터 중 이상데이터에 대한 원인 파악을 저장된 영상 정보와 함께 함으로써 실질적인 데이터 유형파악이 가능해졌다.

본 현장의 사례를 통하여 분석한 결과 계측관리 통합운영과 정보시스템적용은 안정성 증대에 매우 큰 기여를 한 것으로 판단하고 있으며 향후 정보시스템의 지속적 결합을 통해 더욱 발전된 시스템으로 개발될 것이다.

2006년 가을학술발표회 안내

2006년 가을학술발표회를 10월 27일 ~ 10월 28일 양일간 경북대학교에서 개최합니다. 이와 관련하여 Poster Session 논문 모집을 아래와 같이 안내하오니 회원 여러분의 많은 참여를 바랍니다. 또한 관련 업체의 광고 및 협찬을 부탁드립니다. 적극적인 협조 바랍니다.

〈등록안내〉

■ 사전등록안내

- 사전등록 기간 : 2006년 8월 15일(화) ~ 2006년 10월 14일(토) ; 2주 연장
- 홈페이지(<http://www.kgshome.or.kr>)로 접속 → 참가등록 신청 → 참가자 인적사항 입력(회원 검색, 비회원 직접 입력) → 결제방법 선택 → 최종 입력현황 확인 → 결제

■ 등록비안내

- 사전등록(2006년 8월15일 ~ 10월 14일) ; 2주 연장
- 정회원 30,000원 / 학생회원 15,000원 / 비회원 50,000원

- 당일(현장)등록
- 정회원 50,000원 / 학생회원 20,000원 / 비회원 70,000원
- * 기타 궁금하신 사항은 학회 사무국으로(강현옥 부장) 문의하시기 바랍니다.

〈광고 및 협찬 안내〉

- ◎ 200만원 : 기념품에 스폰서 로고 삽입, 논문집 1쪽 광고, 프로그램 협찬사 기재
- ◎ 100만원 : 논문집 1쪽 광고, 프로그램 협찬사 기재
- ◎ 50만원 : 프로그램 협찬사 기재

가을학술발표회 실비 동반자 프로그램 안내문

한국지반공학회에서는 경북대구에서 개최되는 가을 학술발표회 기간인 10월 27일(금), 28일(토) 양일간 아래와 같이 실비수준의 스파우스 관광프로그램을 준비하였습니다. 관광프로그램 참석을 희망하시는 회원 (또는 회원가족 포함)께서는 10월 20일까지 사전등록 신청하여 주시기 바랍니다.

1. 관광일정

1) 10월 27일(금)

- 10:00 경북대학교 정보전산원 출발
- 11:00 안동하회마을 관광(점심포함)
- 16:00 경북대학교 정보전산원 도착

2) 10월 28일(토)

- 08:30 경북대학교 정보전산원 출발
- 11:00 경주일원 관광(점심포함)
- 15:00 경북대학교 정보전산원 도착

2. 회비납부방법

- **참가비** : 학회 참가등록비의 10,000원/1인/1일(교통비+점심식대 포함)을 추가 납입, 2일 참가희망자는 20,000원 납입 (당일 현장 접수 1일 20,000원)
- **납부계좌번호** : 534637-01-000160 / 한국지반공학회 / 국민은행 (입금 후 참석자 명단 학회 전화연락)
- **관광 참석인원** : 40명/일 2일간 80명 한정
- **버스차량** : 40인용 1대로 2일간 운행
- **마감** : 10월 20일(등록인원 버스 정원 초과시 조기 마감)
- **참석 가능일자** : 하루 또는 이틀 참석 등으로 참석날짜를 명시

3. 기타사항 : 조기에 마감될 수 있으며 참가인원 부족 시(20명 이하) 프로그램이 취소 될 수도 있음.

4. 문의사항

- 학회 : 강 현옥 부장 전화) 02-3474-4428 kgssmf@chol.com
- 준비위원회 간사 : (주)유신코퍼레이션 최인걸
HP)011-9734-2791, choiingul@chol.com