

# 지반공학분야에서 ISO 규격개발 현황

정상삼\*1, 김인균\*2

## 1. 서론

국제표준화기구(International Organization for Standardization)는 지적 활동이나 과학·기술·경제활동 분야에서 세계 상호간의 협력을 위해 1946년 설립한 국제기구로서 약칭 ISO이다. 1926년 ISA(International Federation of the National Standardizing Associations)를 설립해 기계공학 분야에서부터 표준화를 시작하였다. 제2차 세계대전으로 잠시 활동을 중단하였으나, 1946년 런던에서 25개국이 참가한 가운데 모임을 재개하고 1947년 2월 23일 현재의 이름으로 공식적인 업무를 시작하였다. 조직은 총회, 이사회, 기타 전문부회가 있으며 기술적인 업무는 2,850개의 기술 위원회, 하부 위원회와 업무수행 그룹이 맡아 시행한다. 표준화 업무에는 산업 각 분야, 조사 학회 회원, 정부 관계자, 사용자 단체, 국제기구 등이 참가하며, 해마다 모임에 참가하는 전문가의 수는 3만 명에 이른다. 주로 각국의 공업규격을 조정·통일하고, 물자와 서비스의 국제적 교류를 유도하며, 과학적·지적·경제적 활동 분야의 협력을 증진하는 것을 목적으로 활동한다. 다루는 분야는 IEC(International Electrotechnical Commission)의 담당 분야인 전기와 전자 공학 분

야를 제외한 모든 부문이며 필요한 부분에서는 IEC, 세계무역기구(World Trade Organization: WTO) 등 기타 전세계 500개 지역 기관들과 협력한다. 1987년 최초로 ISO 9000시리즈를 제정하는 등 설립 이래 1만 3,500건 이상의 광범위한 분야의 국제표준을 제정, 공표하였다. 산업 분야에서 필요한 표준화 작업은 해당 국가 단체에서 충분한 의견 수렴을 거쳐 ISO에 제안되면 분과위원회와 기술위원회를 거쳐 총회 정원의 75%의 찬성을 통해 국제규격(IS: International Standard)으로 승인되고 "International Standards"에 실린다. 재정의 80%는 회원의 기부, 20%는 기관 표준과 다른 출판물들의 판매 이익으로 충당하고 있다. 한 나라에서 한 기관만 회원으로 가입할 수 있으며 약 140 개국이 회원국으로 있으며, 본부는 스위스 제네바에 있다. 한국은 1963년에 가입하였다. ISO의 조직은 총회, 이사회, 중앙사무국, 정책개발위원회, 이사회상임위원회, 특별자문그룹, 기술관리부 및 실제규격 제정작업을 담당하는 다수의 기술위원회(TC)와 산하의 전문위원회(SC) 및 작업반(WG)으로 구성되어 있다. ISO의 최초 규격은 1951년 발간된 "Standard Reference temperature for industrial measurement"였으며, 현재는 약 13,000여종의 ISO규격이 제정되어있다. ISO의 표준개발 추세는 표 1과 같다.

국내에서는 건설부분에서 ISO가 제정한 품질관

\*1 연세대학교 토목공학과 교수(soj9081@yonsei.ac.kr)

\*2 (주)대우엔지니어링 부사장

표 1. 분야별 ISO 규격 및 제정작업 중인 원안수(www.iso.org)

	DIS/FDIS		국제 표준			
	신규	계	신규	페이지수	계	페이지수
일반, 기초과학	157	175	74	3,559	1,181	34,335
위생, 안전 및 환경	126	111	64	2,242	519	13,880
기계공학	509	604	262	12,797	3,035	95,604
전기, 정보기술, 통신	311	288	214	15,902	1,928	118,307
수송, 유통	207	261	96	3,234	1,369	30,111
농업 및 식품공학	61	84	50	1,587	858	15,989
재료공학	374	436	210	6,910	3,752	73,437
건설	29	44	14	656	268	7,212
기타	6	6	2	111	115	2,707
총계	1,780	2,009	986	46,998	13,025	391,582

리(ISO 9000), 환경관리(ISO 14000) 기준에 의한 인증제도로 인해 국제표준화기구인 ISO에 대해 매우 익숙한 편이다. 그러나 ISO의 국제표준규격이나 기준제정활동, 특히 지반공학관련 기준제정 활동 상황에 대해서는 잘 알지 못하는 것이 현실이다. 우리나라는 ISO의 회원국가로서 각종 국내기준을 국제기준과 상충되지 않도록 정비해야 하는 의무가 있을 뿐 아니라 앞으로 우리의 해외활동에도 ISO 기준의 적용이 요구될 것이므로 ISO의 기준제정활동에 우리 모두가 관심을 갖고 적극 참여하여 국내기준과의 충돌을 최소화할 뿐 아니라 우리 기술의 세계화에 기여하도록 노력해야 할 것이다.

이에 ISO 기준 제정절차를 소개하고 지반공학회의 ISO/TC 182 전문위원회에 대해 소개하고자 한다.

## 2. ISO 9000, 14000 Series

국제표준화기구인 ISO(International Organization for Standardization)는 지난 수년간 많은 국내 건설회사와 설계회사들이 ISO가 제정한 품질관리

(ISO 9000) 또는 환경관리(ISO 14000) 기준에 의한 인증을 받으면서 우리에게 익숙한 이름이 되었다. ISO 9000, 14000에 대한 개략적인 내용은 다음과 같다.

ISO 9000시리즈 (ISO 9000 series) 는 국제표준화기구(ISO)가 제정한 품질보증 및 품질관리를 위한 국제 규격으로 ISO 9000 시리즈 규격이 제정된 동기는 국제적으로 인정할 수 있는 품질보증에 대한 기준을 설정하여 국가간 기술장벽을 제거하고 국가 간에 상호 인정할 수 있는 여건을 조성하여 세계시장에서 공급자와 수요자 모두에게 품질에 대한 신뢰감을 제공하기 위해서이다. 업종은 제조업, 서비스, 유통, 정보, 교육 등 산업 전반에 이른다. ISO 9000 시리즈에는 많은 규격이 있으나 크게 기본규격과 지원규격으로 분류할 수 있다. 기본규격은 품질보증 체계의 인증을 받을 경우 ISO 9001, 9002, 9003 규격 중 하나를 선택하여 반드시 적용하여야 하는 규격으로서, 간단한 제품은 출하시 확인만 하면 되는 ISO 9003만으로도 충분하며, 제품의 설계에서부터 출하까지의 전 과정에 대한 체제인증이 필요한



International  
Organization for  
Standardization

경우는 ISO 9001을 선택하면 된다. 일반적으로는 ISO 9002 규격에 의한 인증이 가장 많다. 지원규격은 기본규격에 대한 지침서 역할을 하며, 적용을 권유하거나 참고하도록 하는 규격으로 반드시 적용하지 않아도 무방한 규격이다. 그러나 이러한 지원규격의 내용은 기본규격을 탄탄하게 받혀 주는 내용으로 품질보증시스템 수립 시 많은 참고가 되는 사항이다. 품질보증체계 인증기업이란 이러한 ISO 9000 시리즈 규격요건에 따라 심사하여 품질시스템이 적합하게 운영되고 있다는 것이 국제적으로 인증된 기업을 말한다. 품질규격의 인증은 한국품질환경인증협회의 지정을 받은 품질인증기관에 인증신청을 하면 그 기관에서 자문을 하면서 인증절차를 밟을 수 있도록 도와준다. 품질보증 체계를 인증받게 되면 체계를 운영하면서 얻어지는 실질적 이득 외에도 국제적인 품질보증 인증표시를 사용할 수 있는 특권을 부여받아 기업이미지 제고, 신뢰성 증진, 경쟁력 강화 등과 같은 부수적 이익을 얻게 된다.

ISO 14000은 국제환경규격으로 기업의 환경경영체제를 평가하여 국제규격임을 인증하는 제도이다. 환경경영체제에 관한 국제 표준화 규격의 통칭으로, 기업활동 전반에 걸친 환경경영체제를 평가하여 객관적으로 인증하는 것이다. 기업이 단순히 해당 환경법규나 국제기준을 준수했는지를 평가할 뿐만 아니라 경영활동 전(全)단계에 걸쳐 환경방침, 추진계획, 실행 및 시정 조치, 경영자 검토, 지속적 개선들의 포괄적인 환경경영도 실시하고 있는지를 평가한다. 1990년대 들어 환경보호를 위한 국제적 공동 대응 필요성이 제기됨에 따라 1991년 유엔환경개발회의(UNCED)에서 ISO(국제표준화기구)와 IEC(국제전기표준회의)에 환경관리에 관한 국제표준 제정을 요청하였다. 1993년 ISO와 IEC는 SAGE(Strategic Advisory Group on Environment:

환경전략자문그룹)을 설치하고, 이 그룹의 건의에 따라 ISO/TC207(환경경영위원회)을 설립하였다. 1996년 9월 ISO 14001 국제규격이 제정되고 각국에서 ISO 14000 인증제도 실시를 시작하였다.

ISO 14000 시리즈란 ISO/TC 207에서 환경경영에 대한 규격화를 추진하는 규격들의 일련번호로서 표준화가 추진되고 있는 7개의 주제별로 10단위씩 번호가 부여된다. 이중 ISO 14001 규격은 환경경영체제 사용을 위한 세부지침으로 1996년 9월에 제정되었고, 10월 보완규격인 환경감사 규격(ISO 14010, 14011, 14012)이 제정·공표되었다. 국내에서는 1996년 12월 7일 산업자원부 기술표준원에서 동일 규격인 KS A/14001을 제정하여 시행하고 있다.

### 3. ISO 기준 제정 절차

앞서 언급한 바와 같이 1947년에 비정부 국제기구로 설립된 ISO는 약 140개 국가가 가입된 세계의 표준기구로 거의 모든 기술분야의 국제기준을 제정하여 각종 공산품과 서비스의 효율적이며 안전한 개발, 생산, 공급을 가능케 하고 국가간의 교역을 촉진하는 것을 목적으로 하고 있다. 서로 상이한 국가기준이 무역장벽으로 사용되는 것을 방지하기 위한 노력은 ISO 설립이전부터 계속되어 왔는데 세계무역기구(WTO)는 ISO를 비롯하여 IEC(International Electrotechnical Commission) 및 ITU(International Telecommunication Union)와 전략적 제휴를 하여 국제기준(규격)을 제정함으로써 기술적인 무역장벽을 제거하고 세계시장의 성장을 위한 기틀을 마련하도록 하였다. WTO의 기술 장벽에 대한 협약(TBT : Agreement on Technical Barrier to Trade)에 의

하면 WTO 회원국은 국제기준을 국가기준에 우선하여 준수하고 이를 국가기준제정의 토대로 삼아야 하는 의무가 있다.

ISO의 기준 제정 작업은 기술위원회(TC: Technical Committee)와 기술위원회 산하의 분과위원회(SC: Subcommittee) 중심으로 이루어지는데, 기술위원회는 ISO의 기술관리부(TMB: Technical Management Board)에 의해 설립되며 TMB는 기술위원회 의장 임명, 간사기관 배정, 기술위원회 명칭(TC 번호) 부여, 작업범위 승인 등의 역할을 수행한다. 기술위원회의 회원자격은 ISO 회원전체에게 개방되어 있으므로 ISO 사무국에 특정 기술위원회 혹은 분과위원회에 참여할 의사를 표명하여야 한다. 참여자격은 P-member (Participating member)와 O-member (Observing member)로 구분되는데 P-member는 투표권을 갖는 동시 업무에 적극 참여하고 투표권을 행사할 의무가 있다. O-member는 위원회의 문서를 받아보고 의견을 제시할 수 있으나 투표권이 없다. 기술위원회의 지속적인 활동을 보장하기 위해서 P-member가 연속 두 번 이상 회의에 직접 참석 혹은 통신수단으로 참여하지 않거나, 투표를 하지 않는 등 의무조항을 이행하지 않을 경우 O-member로 자격이 자동 변경된다. ISO 기술위원회 및 분과위원회의 기준제정절차는 프로젝트 접근방법을 채택하는데 전략정책계획서에 의해 착수되는 각 프로젝트는 다음의 7단계를 거쳐 완료된다.

### (1) 예비단계(단계 0)

예비 작업항목(PWI: Preliminary Work Item)을 도입하는 예비단계(Preliminary Stage)이며 P-member의 과반수 투표에 의해 결정된다.

### (2) 제안단계(단계 1)

제안단계(Proposal Stage)에서 신규작업제안(NP: New work item Proposal)은 충분한 타당성이 있어야 하며 P-member 투표의 과반수 찬성과 적어도 5개국 이상의 P-member가 신규작업에 적극 참여할 것을 표명한 경우에 채택된다.

### (3) 준비단계(단계 2)

준비단계(Preparatory Stage)에서 간사기관은 필요할 경우 NP의 내용을 세분하여 작업반(WG: Working Group)의 설립을 제안할 수 있다. 작업반이 신설될 경우 프로젝트 책임자(Project Leader)는 작업반회의를 소집하고 주재하는 위원장(convener)이 된다. 작업반위원은 P-member들이 추천한 작업분야의 전문가(Technical expert)들로 구성되며 준비단계에서 작업초안(WD: Working Draft)이 작성 완료될 때까지 작업에 참여하는 전문가들의 의견제시와 이에 따른 회의와 초안의 수정작업이 수차례 반복된다.

### (4) 위원회단계(단계 3)

완성된 작업초안(WD)은 위원회단계(Committee Stage)에서 합의를 위한 회원기관의 검토의견을 받게 된다. 검토의견제출 요청서는 기술위원회의 모든 P-member와 O-member에게 발송되며 3개월 이상 6개월 이내의 회신기간이 명시된다. 간사기관에 의해 수집된 의견에 2개 이상 P-member의 반대의견이 있을 경우 회의가 소집되며 수정된 위원회안(CD: Committee Draft)은 회의종료 3개월 내에 배포되어 다시 검토의견을 받는데 P-member의 합의가 이루어질 때까지 혹은 Project의 연기 또는 삭제 결정까지 계속된다. 여기서 합의(consensus)는 반드시 만장일치를 의미하는 것이 아니며 핵심사안



에 대해서 관련 이해당사자들의 지속적인 반대가 없고 모든 의견을 고려하고 조정하는 절차를 거쳐 이루어지는 것을 의미한다. 대체로 반대의견이 있는 경우에도 반대의견 해소를 위한 다각적 노력을 전제로 P-member 2/3이상의 찬성투표로 위원회 안이 채택될 수 있으며 채택된 CD는 중앙사무국에 등록하게 된다.

#### (5) 질의단계(단계 4)

중앙사무국은 기술위원회에서 등록된 위원회안(CD)을 질의단계(Enquiry Stage)에서 ISO 모든 회원국에게 질의 안(DIS: Draft International Standard)으로 배포하여 5개월 내에 투표하도록 한다.

전체 투표수 중 1/4 이하가 반대하면 승인이 되는데 반대투표인 경우 반드시 기술적인 사유가 첨부되어야 하며 기술적인 사유가 제시되지 않은 반대투표는 기권 표와 함께 투표수에서 제외된다. 기술위원회 간사기관은 투표 3개월 내에 투표결과와 접수된 반대의견과 함께 이에 대한 간사기관의 답변의견 등을 포함한 보고서를 제출하게 되며, 승인을 득하지 못한 질의 안(DIS)은 개정질의 안 혹은 개정된 위원회안(CD)으로 다시 투표절차를 거치며, 최종승인을 득한 질의 안(DIS)은 중앙사무국에 등록되어 다음 승인단계(Approval Stage) 절차를 밟는다.

#### (6) 승인단계 (단계5)

질의 단계를 통과한 최종 국제규격 안(FDIS: Final Draft International Standard)은 2개월의 투표기한으로 모든 회원기관에게 배포되어지며 질의 단계에서와 동일한 투표절차를 거치게 된다. 승인 단계에서는 기술적 내용의 수정이 허용되지 않으며 승인되지 않은 FDIS는 반대표의 기술적 사유와 함께 기술위원회로 반려된다. 투표결과 승인된 FDIS

는 발간단계로 진행된다.

#### (7) 발간단계 (단계6)

중앙사무국은 FDIS 승인단계에서 발견된 오류를 수정하여 2개월 내에 ISO의 국제규격(International Standard)으로 인쇄하여 배포하며 이와 함께 국제 기준 제정절차가 종료된다.

위에 요약한 기준제정절차는 ISO와 IEC(국제전기 기술표준화 기구)가 동일하게 채택하고 있으며 이에 대한 지침서도 "ISO/IEC Directives"로 두 기관이 함께 발간하고 있다. 유럽 국가들의 표준화 기구이며 Eurocode 작업을 주관하고 있는 CEN(European Committee for Standardization / Comite European de Mormalisation)도 동일한 절차를 채택하고 있는데, 특히 ISO는 CEN과 Vienna 협정을 통하여 기준 제정 작업의 중복을 피하기로 하였다.

### 4. ISO에서 CEN의 역할

그동안 ISO의 각종위원회들은 대부분 EU 국가들의 간사기관으로 활동하여 왔으므로 작업초안(WD)을 작성하는데 주로 유럽 국가들의 전문가들이 참여하게 되고 이에 따라 동일한 국가기관 또는 전문가들이 CEN 활동에도 참여하게 되었다. 앞서 언급한 바와 같이 기준제정절차에서 ISO와 CEN는 중복을 피하기 위하여 1991년 Vienna 협정을 체결하였다. 이 협정에 따라 CEN은 유럽표준(EN: European Standard)의 일부 제정을 ISO에 의뢰하고, 역으로 ISO는 특정한 기준제정을 CEN에 의뢰할 수 있게 되었으며 이 경우 CEN의 대표를 ISO 위원회에 또한 ISO의 대표를 CEN 위원회에 참석

할 수 있도록 하였다. 이러한 ISO와 CEN간의 협력 관계는 유럽 국가들에게는 이익이 되는 반면, 유럽 역외 국가들에게는 CEN 활동에 직접 참여할 수 없으므로 지극히 불리하게 되어있어 ISO뿐 아니라 CEN 활동에도 관심을 가져야만 한다.

CEN 활동 중 가장 중요한 부분은 EC(European Commission) 및 EFTA(European Free Trade Association)에서 위임받아 수행하고 있는 Structural Eurocodes의 제정이다. 이는 유럽 각 국가의 서로 상이한 구조물 설계관련 국가기준들을 대체할 통합된 기준으로 총 9개의 기준이 있으며 이는 CEN의 기술위원회 TC 250 산하 9개 분과위원회(SC)가 담당하고 있다. 이 중 지반설계를 취급하는 Eurocode 7은 TC 250/SC 7에서 담당하고 있다. Eurocode 7은 3개 Part로 구성되어 있으며 Part 1은 "General Rules", Part 2는 "Geotechnical Design assisted by Laboratory Testing", Part 3은 "Geotechnical Design assisted by Field Testing"이다. Structural Eurocode는 설계부분만을 다루고 있으므로 실내시험이나 현장시험의 수행에 대한 부분은 취급하고 있지 않다. 그러나 Eurocode 7, Part 1에서 Basis of Geotechnical Design, Geotechnical Data등, 설계정수(design parameter)의 평가에 대해 다루고 있다. 또한 CEN은 ISO에서 착수한 작업에는 동일한 위원회를 신설하지 않는 것을 원칙으로 하므로 ISO/TC 182에서 취급하는 "Identification and Classification of Soil and Rock"에 대한 중복작업을 피하고 있다.

CEN의 TC 250외에도 지반공학 관련 기술위원회는 TC 288과 TC 341이 있다. CEN/TC 288은 지반공학구조의 시공(Execution of Geotechnical Structures)을 취급하여 Bored Piles(EN 1536), Ground anchors(EN 1537), Diaphragm

walls(EN 1538), Sheetpile walls(EN12063), Displacement piles(EN 12699), Grouting(EN 12715), Jet Grouting(EN 12716), Micropiles(pr EN)등의 시공기준을 제정 하고 있으며 reinforced soil, deep soil mixing, vertical drain, deep vibration 등에 대한 작업도 계획되어 있다.

CEN/TC 341은 TC XYZ로 2000년 7월 신설되어 실내시험과 현장시험 기준 제정 작업을 시작하였으며 2001년 10월 TC 341로 명칭이 확정되었다. 유럽 12개국이 참여하고 있으며 5개 작업반(Working Group)의 책임자(convener)는 프랑스, 독일, 네덜란드에서 맡고 있다. 5개 작업반으로는 "Drilling and sampling methods and Groundwater measurement (WG 1)", "Cone penetration tests (WG 2)", "Dynamic probing and Standard penetration test (WG 3)", "Testing of geotechnical structures (WG 4)" 및 "Borehole expansion test(WG)"가 있다.

### 5. ISO/TC 182

ISO/TC 182에는 4개의 분과위원회가 구성되어 있었으나 간사기관이 독일의 DIN으로 되어있는 SC 1은 ISO 14688, 14689 등의 기준제정활동을 활발히 활동하는 반면 실내시험 및 현장시험을 담당한 SC 2와 특수기초를 담당한 SC 4는 활동이 없어 삭제되었고 지반구조물의 설계를 담당하는 SC 3 역시 그 업무가 CEN/TC 250/SC7과 중복되어 활동이 없는 형편이다. 표 2~4는 TC 182 분과 현황이다.

2001년 1월에 열린 ISO/TC 182/SC 1의 5차 회의에서 ISO와 CEN과의 협력관계와 Vienna협정이 설명되었고 TC 182는 CEN/TC XYZ와 A급 연략

**표 2. TC 182 현황**

<b>TC 182 Geotechnics</b>
Secretariat : Netherlands
Secretary : Dr. Leendert Buth
Chair : Mr. Jan K. Kruizinga(Netherlands) until end 2006
Participating countries(P-member)
Australia (SAI), China (SAC), Czech Republic (CSNI), Denmark (DS), Finland (SFS), France (AFNOR), Germany (DIN), Italy (UNI), Japan (JISC), Korea, Republic of (KATS), Norway (SN), Poland (PKN), Portugal (IPQ), South Africa (SABS), Sweden (SIS), United Kingdom (BSI)
Observer countries(O-member)
Argentina (IRAM), Austria (ON),Belgium (IBN), Cuba (NC), Cyprus (CYS), Ecuador (INEN), Egypt (EOS), Hong Kong, China (ITCHKSAR), Hungary (MSZT), Iceland (IST), India (BIS), Indonesia (BSN), Iran, Islamic Republic of (ISIRI), Ireland (NSAI), Israel (SII), Luxembourg (SEE), Mongolia (MASM), Pakistan (PSQCA), Russian Federation (GOST R), Serbia and Montenegro (ISSM), Singapore (SPRING SG), Slovakia (SUTN), Switzerland (SNV), Thailand (TISI), Tunisia (INORPI), Turkey (TSE), USA (ANSI)
산하 위원회
TC 182/SC 1 Geotechnical investigation and testing
TC 182/SC 3 Foundationa, retaining structures and earthworks

**표 3. TC 182/SC 1 현황**

<b>TC 182/SC 1 Geotechnical investigation and testing</b>
Secretariat: DIN (Germany)
Secretary: Dr. V. Eitner
Chair: Mr. Ferdinand Stolben (Germany)
Participating countries(P-member)
Austria (ON), China (SAC), Czech Republic (CSNI), Finland (SFS), France (AFNOR) Italy (UNI), Japan (JISC), Korea, Republic of (KATS), Luxembourg (SEE) Netherlands (NEN), Norway (SN), Sweden (SIS), United Kingdom (BSI)
Observer countries(O-member)
Argentina (IRAM), Australia (SAI), Belgium (IBN), Iceland (IST), India (BIS), Ireland (NSAI), Israel (SII), Portugal (IPQ), Slovakia (SUTN), South Africa (SABS), Turkey (TSE)
산하 위원회
- TC 182/SC 1/WG 1 Identification and classification of soil and rock
The convener can be reached through: DIN

관계(class A liasion)를 갖기로 하였으며 또한 SC 1의 명칭을 지반조사와 시험(Geotechnical

Investigation and Testing)으로 변경하고 Vienna 협정에 의하여 CEN/TC XYZ가 준비하는 초안에

**표 4. TC 182/SC 3 현황**

<b>TC 182/SC 3 Foundatona, retaining structures and earthworks</b>
Secretariat: NEN (Netherladns)
Secretary: Dr. Leendert Buth
Chair: Mr. Jan K. Kruizinga (Netherlands)
Participating countries(P-member)
China (SAC), Czech Republic (CSNI), Denmark (DS), France (AFNOR), Germany (DIN), Japan (JISC), Korea, Republic of (KATS), South Africa (SABS), United Kingdom (BSI)
Observer countries(O-member)
Australia (SAI), Belgium (IBN), Cyprus (CYS), Finland (SFS), Iceland (IST), India (BIS), Ireland (NSAI), Israel (SII), Norway (SN), Portugal (IPQ), Slovakia (SUTN), Sweden (SIS), Switzerland (SNV), Turkey (TSE)
<b>산하 위원회</b>
- TC 182/SC 3/WG 1 General part The convener can be reached through: NEN
- TC 182/SC 3/WG 2 Spread foundations The convener can be reached through: DIN
- TC 182/SC 3/WG 3 Pile foundations The convener can be reached through: NEN

투표하기 위해서 TC XYZ가 이미 채택한 5가지 작업을 신규작업제안(NP)으로 채택하기로 하였다. 이러한 일련의 결의사항으로 인해 TC 182가 그동안 준비해온 "Identification and Classification of Soil and Rock (ISO/14688 및 14689)"과 같이 이미 진행된 작업을 제외하고는 향후 TC 182/SC 1의 업무는 CEN/TC XYZ (현재 TC 341)의 작업을 사후 추진하는 것에 지나지 않을 것이며, ISO/TC 182/SC 3 또한 활동이 활발하게 진행되는 CEN/TC250/SC 7의 작업을 따라갈 수밖에 없다. 따라서 앞으로 지반공학관련 ISO기준은 CEN이 준비하는 유럽기준(EN)을 따라갈 수 밖에 없을 것이며 실제로 ISO/TC 182의 지반조사 관련 기준은 앞서 언급한 바와 같이 현재 CEN/TC 341에서 전부 이루어지고 있는 실정이다.

우리나라는 지반공학회에서 전문위원회를 구성하고 지반공학회 이사회 및 회장단의 승인을 득한 후

2000년 11월 19일에 P-member 승인신청서류를 기술표준원에 제출하였으며, 2001년 1월 12일, 산업표준화법 시행규칙에 의하여 지반공학회가 간사기관으로 지정되었고 ISO/TC 182에 P-member로 가입되었다.

현재까지 한국지반공학회 ISO/TC 182 전문위원회에서 TC 182/SC 1 관련 규격 안에 대한 검토를 수행한 작업은 다음과 같고 앞으로도 지속적인 검토가 수행될 것이다.

**Geotechnical investigation and testing 관련**

- ISO/CD TS 17892-1 : Determination of water content
- ISO/CD TS 17892-2 : Determination of density of fine grained soil
- ISO/CD TS 17892-3 : Determination of





particle density - Pycnometer method

- ISO/CD TS 17892-4 : Determination of particle size distribution
- ISO/CD TS 17892-5 : Incremental loading oedometer test
- ISO/CD TS 17892-6 : Fall cone test
- ISO/CD TS 17892-7 : Unconfined compression test on fine grain soils
- ISO/CD TS 17892-8 : Unconsolidated undrained triaxial test
- ISO/CD TS 17892-9 : Consolidated triaxial compression tests on water saturated soils
- ISO/CD TS 17892-10 : Direct shear tests
- ISO/CD TS 17892-11 : Determination of permeability by constant and falling head
- ISO/CD TS 17892-12 : Determination of the atterberg limits

#### 재투표 문서(FDIS)

- ISO/FDIS 14689-1 : Identification and classification of rock
- ISO/FDIS 14688-2 : Classification principles of soil
- ISO/FDIS 14688-2.2 : Principles for a classification

#### DTS 문서

- ISO/DTS 22476-10 : Weight sounding test
- ISO/DTS 22476-11 : Flat dilatometer test

## 6. 결론

최근 산업자원부는 한국산업표준(KS)을 국제표준에 맞추는 작업을 하고 있다. 그동안 KS규격은 14%만이 국제표준과 일치해 왔다. 이 때문에 정부는 전체 KS규격을 국제표준에 맞도록 개편, 2004년까지 이 비율을 국제표준화기구(ISO) 기준의 80%까지 맞춘다는 방침이다. 우리나라 KS제도는 일본공업규격(JIS)을 기초로 만들어져 우리 실정에 맞게 변형된 것이 대부분이며 국제표준과 상당한 차이가 있는 것이 사실이다. 특히 지반공학분야에서 ISO의 국제표준규격은 유럽표준화기구인 CEN과의 긴밀한 협력관계에 의해 유럽기준에 따라 결정될 가능성이 많으며 이로 인한 규격안 차이 등의 영향으로 우리의 업무수행에 많은 영향을 줄 수도 있지만 국내기술수준을 국제수준으로 끌어올리는데 기여할 수 있을 것이다. 그러므로 국제기준이 어떤 내용으로 제정되는지 파악하고, 기준 제정 작업에 적극적으로 참여하여 유럽국가들에 의해 주도적으로 진행되고 있는 국제표준규격이 채택됨에 따른 영향을 최소화시키는 노력을 하여야 한다. 이에 한국 지반공학회는 ISO/TC 182 전문위원회를 통해 국제표준화작업에 적극적으로 참여하고 있다.

### 참고 문헌

1. 김인균(2003), "국제표준화기구(ISO)의 지반공학 관련 기준제정", 한국지반공학회 학회지 Vol. 19, No. 9. 2003년 9월, pp. 27~32
2. 산업자원부 기술표준원(www.ats.go.kr)
3. Draft Business Plan of ISO/TC 182 - Geotechnics(www.iso.org)
4. International Organization for Standardization (www.iso.org)

# 2005년도 봄 학술발표회 및 정기총회 개최 안내

2005년도 봄학술발표회 및 정기총회를 아래와 같이 개최할 예정입니다. 논문 모집과 관련한 일정을 확인하시고 논문 제출에 회원 여러분의 많은 참여를 바랍니다.

## 1. 일반 사항

- 일 자 : 2005. 3. 25(금) ~ 2005. 3. 26(토)
- 장 소 : 제주도 국제 컨벤션 센터
- 초청 연사 : Prof.Fredlund(캐나다) 외

## 2. 세부 일정

- 2004. 10. 1 ~ 2004. 12. 31 : 논문요지 및 논문전문 작성 및 제출
- 2005. 1. 1 ~ 2005. 1. 31 : 논문전문 심사  
(제출된 논문은 모두 발표 기회(구두 또는 포스터) 부여 - 심사를 통해 구두와 포스터 발표 선정)
- 2005. 1. 2 ~ 2005. 1. 31 : 사전등록실시
- 2005. 2. 1 ~ 2005. 2. 28 : 논문전문 수정보완 및 최종본 접수
- 2005. 3. 1 ~ 2005. 3. 20 : CD논문집 및 인쇄본(구두 및 포스터) 제작
- 2005. 3. 25(금) ~ 2005. 3. 26(토) : 학술발표회

## 3. 참고 사항

구 분	사전 등록비	현장 등록비
비 회원	8만원	10만원
정 회원	5만원	7만원
학생회원	2만원	3만원

## 4. 특별논문집(제2회) 발간 추진 일정 (7월 31일 발간 예정)

- 학술발표회 구두 발표 논문 대상
- 2005. 4. 1 ~ 2005. 4. 30 : 수정 및 보완 논문 제출
- 2005. 5. 1 ~ 2005. 5. 31 : 논문 심사
- 2005. 6. 1 ~ 2005. 6. 30 : 최종 논문 제출 및 심사 완료

## 홍콩 GEO 및 사면현장 방문기

김진한\*

이 글은 지난 8월 30일부터 9월 1일까지 홍콩이공대(Hong Kong Polytechnic University)의 Dr. YM Cheng교수와 SLOPE 2000개발 연구비지원 계약체결을 위해 홍콩을 방문하면서 느낀 소감을 적은 것이다. 홍콩방문의 원래 목적은 계약체결이었지만 홍콩이 사면분야에서는 세계적으로 앞서가는 곳이므로 이왕 가는 김에 홍콩의 사면에 대해서 제대로 구경을 좀 하자는 생각을 가졌고 2박 3일간의 방문기간 동안 사면 현장과 가시설 현장 등 여러 현장과 GEO(Geotechnical Engineering Office)를 방문하고 돌아왔다.

여기서 SLOPE 2000에 대해서 간단히 살펴보고 넘어가자. Dr. Cheng이 개발한 SLOPE 2000은 국내에는 많이 알려지지 않은 사면안정해석프로그램으로, 그 특징은 원호 및 비원호 파괴의 최소안전율을 사용자의 시행착오 과정 없이 한번에 계산해낸다는 점과 3차원해석이 가능하다는 점, 그리고 지중 지하수위외에도 강우시 일시적으로 형성되는 지표면 지하수위(perched water table)를 고려한 해석이 가능하다는 점이다. 필자가 근무하고 있는 대원토질(주)은 사면보강 전문시공업체로서 기존의 사면안정해석 프로그램보다 뛰어난 기능을 가진

SLOPE 2000을 발굴하여 3차원해석기능 개발에 연구비를 지원하기로 하였고 연구비 지원에 대한 계약체결차 홍콩을 방문하게된 것이다.

### ■ 첫째 날 (8월 30일)

최용기 회장님과 홍콩으로 가는 비행기를 타고 가는 동안 홍콩을 처음 방문하는 필자로서는 설렘이 많았지만 무엇보다도 궁금한 것은 홍콩에 있는 사면의 개수에 관한 것이었다. 우리나라에 있는 사면의 개수는 개략 1만 2천개 정도로 알고 있는데 홍콩의 사면의 개수는 6만개라! 홍콩은 홍콩섬과 카우룽반도(九龍半島) 및 그 밖의 섬으로 이루어진 특별행정구로 그 면적은 1100km<sup>2</sup>로 우리나라 면적의 약 90분의 1에 지나지 않는 조그만 지역인데 비해 사면의 개수는, 전국도의 70%가 산지로 이루어져있어 산으로 따지면 세계 어디가도 남부럽지 않은 우리나라의 5배 규모라는 사실은 잘 이해가 되지 않는 부분이었다(나중에 알게 된 사실이지만 6만여 개는 정부차원에서 데이터가 관리되고 있는 사면의 개수이고 이는 전체사면의 반 정도에 해당한다.).

풀리지 않은 궁금증을 안고 도착한 첵랍콕(Chek Lap Kok) 국제공항에는 Dr. Cheng이 피켓을 들고 마중을 나와 있었다. Dr. Cheng은 한국에서 한번 본 적이 있었는데 그때의 양복차림은 어디가고 공항

\* 대원토질(주) 부장 (cpoqo@naver.com)

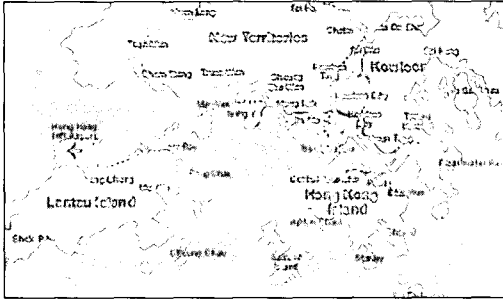


그림 1. 홍콩지도

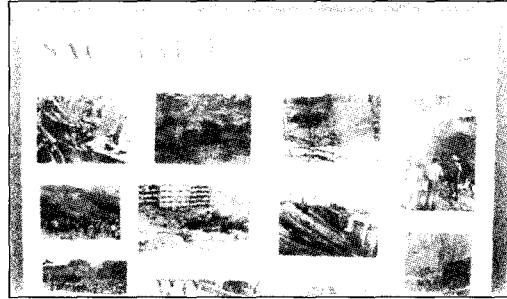


그림 2. 토질시험실내 산사태 사진



그림 3. 연구비 지원 계약 체결



그림 4. 토류벽(강관+강판)

에 마중 나온 교수님의 옷차림은 교수라고 느껴지지 않을 만큼 수수하고 편한 복장이었다. 교수님은 자가용도 가져오지 않은 모양인지 국제공항이 번잡하기 때문에 공항에서 택시를 잡기 힘들므로 공항고속전철(Airport Express Line)을 이용하여 카우룽역(Kowloon Station)까지 간 다음 택시를 타는 것이 편하다고 하여 전철을 타러갔다. 공항과 공항고속전철은 바로 연결되어 있는데 도로로 수분이내의 거리였다. 공항에서 카우룽역까지 가는 데에는 약 20분 정도 소요되는데 전철 내에는 발광다이오드로 된 전철노선도에 전철의 위치가 실시간으로 표시되어 안내방송을 못 알아듣는 외국인 여행자도 한눈에 자기 위치를 알아볼 수 있게 되어있었다.

홍콩이공대에서 도로로 5분이내의 거리에 있는

방문자 숙소에 여장을 풀 다음 대학교로 이동하였다. 계약체결을 하기 전에 토목공학과와 구조시험실, 토질시험실, 암석역학시험실 등을 차례로 둘러보는 기회를 가졌다. 특이하게도 토질시험실내에 홍콩역사상 최대의 산사태 참사로 기록되어 있는 1972년에 발생한 Sau Mau Ping 산사태의 참사를 고스란히 보여주는 사진이 설치되어 있었다. 산사태가 발생한지 벌써 32년이나 지난 오늘에도 매일 지나들면 눈에 띄게 되는 실험실 한가운데 보기도도 끔찍한 참상을 담은 사진을 설치해 놓은 것은 얼른 납득이 되지 않는 부분이었다.

실험실을 둘러보고 난후 회의실로 이동하여 계약체결을 하였는데 계약서에 서명을 한 후, 처음 뵈게 되는 교수에 대한 예의 및 계약체결을 기념하기 위

한 의미로 인천공항 면세점에서 구입한 하회탈을 전달하려 하였는데, Dr. Cheng은 계약은 대학교와 대원토질이 하는 것이고 자신과 하는 것이 아니다, 자기는 학교에서 주는 월급을 받기 때문에 연구비에서만 돈도 가져가는 것이 없다. 홍콩에서는 이러한 간단한 선물조차도 부정의 의미로 인식되고 있다면서 한사코 선물받기를 거절하는 것을 몇 번의 설득 끝에 간신히 전달에 성공(?)하였다.

■ 둘째 날 (8월 31일)

여행의 여독이 채 풀리지 않은 상태에서 아침부터 현장답사 일정으로 들어갔다. 처음 찾아가는 현장은 초등학교 확장공사 현장으로서, 기존 초등학교 건물 옆의 사면부지를 절취해서 공간을 확보하여 초등학교 부속건물을 신축하는 현장인데, 흙막이 공법이 한국에서는 본 적이 없는 특이한 것이었다. 우리나라로 치면 H-Pile + 토류판 정도에 해당할 것 같은데, H-Pile대신 강관을 먼저 타설한 후 강관사이의 강관을 강관에 용접하여 토류판의 역할을 하게끔 하는 것인데 강관을 사용하는 장점은 강관을 재사용할 수 있다는 것이었다.

초등학교 증축현장 방문을 끝내고 나와서 또 다른 초등학교 증축현장으로 이동하는 사이 기초가 노출

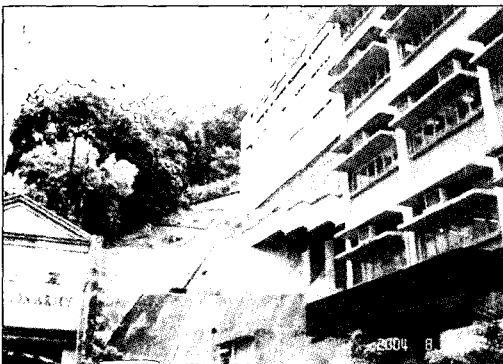


그림 5. 기초가 노출된 건물과 사면

되어 있는 특이한 건물을 보게 되었다(그림 5). 이것을 보면서 한국에서 오면서부터 가졌던 홍콩사면의 개수에 대한 궁금증, 토질실험실에 산사태 사진을 설치해놓은 것에 대한 의문 등이 한꺼번에 해결되는 느낌이 들었다.

즉, 섬과 반도로 이루어져 산지가 많은 좁디좁은 면적에 많은 사람들이 몰려 살다보니 평지를 골라서 건물을 짓는 것이 아니라, 여기저기 짜투리 땅만 있어도 건물이 올라가고 그러다보니 물반 고기반이라는 말이 있듯이 도심지라는 것에 건물반 사면반의 양상이 빚어진 것이다. 크고 작은 사면의 개수가 홍콩면적에 비해 많은 이유가 이해가 되는 순간이었다.

우리나라는 산사태하면 도심지에서 벗어난 국도나 지방도의 절취사면이나 산골지역을 떠올리기 쉬운데 홍콩에서는 산사태라는 것이 도심지 한복판에 발생하는 것이다. 따라서 산사태는 바로 인명상의 재해로 이어지기 때문에 산사태라는 것이 강 건너의 불이 아니라 계속 안고 살아가야 하는 자기 자신의 문제이고, 지반공학자로서는 그러한 문제의식을 매일매일 되새기면서 살아가야 하는 것이 홍콩의 현실인 듯 했다. 실험실내의 산사태 사진은 그러한 홍콩에 사는 지반공학자들의 마음이 단적으로 드러난 것이 아닐까 하는 생각이 들었다.

숨 가쁜 오전 일정을 끝내고 대학교 구내식당에서 간단히 점심식사를 한 후 오후 일정으로 들어갔다. 오후 일정은 말로만 들던 GEO방문이다. Geotechnical Engineering Office(土工工程處)는 우리나라의 건설교통부에 해당하는 Civil Engineering Department(土木工程署) 산하의 7개의 Office(處)중 지반공학 분야를 책임지고 있는 곳이다.

GEO를 방문해서 처음에 놀란 것은 우리나라로



그림 6. 홍콩 GEO 로비에서의 기념촬영

치면 건설교통부의 공무원이 일개 시공회사의 민간인을 깎듯이 VIP로 모시는 그들의 태도였다. 물론 VIP자격으로 GEO를 방문하게 된 것에는 Dr. Cheng의 상당히 배려를 많이 한 부분이 있었을 거라는 추측은 가면서도 그저 놀랍고 황송할 따름이었다. GEO의 로비에서 그들이 명찰과 함께 배포해 준 일정대로 로비에서 사진촬영을 하고 GEO방문에 들어갔다.

GEO방문중 기억에 남는 것은 LPM(Landslip Preventive Measures) Programme으로, 이는 1972년의 대규모 산사태이후 국가적 차원에서 산사태 방지대책을 장기적이고 체계적인 계획을 가지고 진행하는 것으로 LPM Programme은 조사, 설계, 시공, 유지관리를 아우르는 방대한 것인데 주요한 내용은 사면보강공사와 사면보호공사를 시행하여 전반적인 사면의 안전율을 높이는 것으로 생각된다. 사면보강공사는 Soil Nailing공법이 주를 이루고 있었으며 사면보호공은 토양이나 사면의 경사를 고려한 다양한 식생공법이 연구되고 시공되고 있었다.

GEO가 갖춘 시스템에서 더욱 놀라운 것은 홍콩에 존재하는 사면 및 옹벽에 자료에 대한 관리시스템으로서 몇 분간의 간단한 브리핑으로는 다 파악이 되지 않을 정도의 방대한 양의 자료가 GIS기반으로

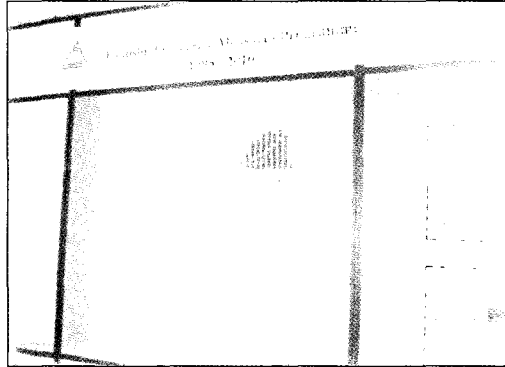


그림 7. LPM Programme 설명 자료

체계적으로 관리되고 있는 것으로 보였다. 홍콩전지역의 지형데이터에 대한 3차원 모델링을 기반으로 하여 1970년부터 오늘에 이르기까지의 30여년 동안의 매년도별 사면 및 옹벽 현황이 평면상에 항공측량 및 수치도면의 형태로 데이터화 되어 있었고 각 사면별로 설계 자료가 텍스트 형태로 데이터베이스화되어 있었다.

GEO건물 내에서의 방문 일정을 다 끝내고 LPM Programme 아래서 진행되고 있는 한 사면보강현장을 방문하러 갔다. 이 현장은 Soil Nailing 공법을 적용하여 기존사면을 보강하는 현장으로 일반적으로 Top Down방식으로 진행되는 공법의 특성상 이미 절취된 사면을 보강할 경우는 어떻게 공사하는지가 관심사항이었는데 홍콩에서 사용하는 방법은 국내에서의 스카이드릴(Sky Drill)이나 스파이더드릴(Spider Drill)방식이 아니고 비효율적인 비계방식이었다.

또한 사용하는 장비도 국내의 장비에 비해 열악해 보였다.

□ 셋째 날 (9월 1일)

연 이들의 비교적 빠박한 일정을 소화한 후라 좀 피곤하던 차에 마침 개학날이 돼서인지 Dr. Cheng

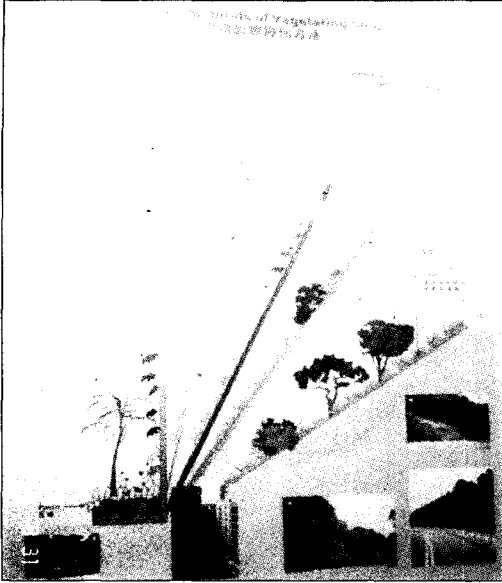


그림 8. 사면경사에 따른 식생

이 오전에 공식적인 일정이 잡혀있었고 덕분에 숙소에서 꿀맛 같은 휴식을 취할 수 있었다.

점심이후로는 두 군데의 사면보강현장을 방문하는 일정이 잡혀있는데 현장방문을 함께 할 사람들과 점심약속이 잡혀있었다. 점심식사를 같이 한 사람은 Ir. Mak Lap Ming과 Dr. CK Lau인데 Mak은 나이가 상당히 많은 사람인데 홍콩 지반공학회 (Hong Kong Geotechnical Society)의 회장(2004년~2006년)으로 계신 분이었고 Dr. Lau는 컨설팅회사 사장으로 홍콩이공대의 겸임교수로 계시는 분이였다.

점심식사의 화제가 된 부분은 FRP로서 현재 홍콩에서는 Soil Nailing의 보강재로 사용하는 이형철근의 부식문제, 철근이 길어지고 굵어질 경우 무게로 인한 시공 상의 문제 등으로 FRP재질로 된 보강재의 사용을 적극 검토 중이며 식사 후 방문할 현장에는 FRP재질의 보강재를 시험시공 중이라는 얘기가였다.

식사 후 방문한 현장은 Soil Nailing 공법으로 기존사면을 보강하는 현장인데, 비교적 경사가 급한 절취사면에 비계를 설치하여 보강공사가 진행 중이었고 그 중 일부 구간에 FRP재질의 보강재로 시험시공이 이루어지고 있었다. 이번 현장에서 본 특이한 사항(물론 들깨 날의 LPM Programme현장에서도 보기는 했지만)은 국내의 Soil Nailing공법에서 사용하지 않는 Concrete Cap이다. Cap의 크기는 별로 크지 않았지만 철근까지 배근하여 Nail과 결합시키는 방식으로 동행한 사람들에 의하면 홍콩에서만 사용하는 방식인데 자기들도 개념적으로 잘못된 것이라 규정을 고치려고 노력중이라면서 창피하니까 사진을 찍지 않았으면 좋겠다는 Mak의 얘기를 무시하고 그냥 셔터를 눌렀다.

FRP시험시공현장 방문을 끝내자마자 바로 마지막 방문현장으로 이동했다. 현장으로의 이동은 Mak의 차로 이동하였는데 나이 드신 지반공학회장이 직접 운전을 하여 앉아 있는 게 좀 불편하기도 하고 한국하고는 정서가 상당히 다르구나하는 생각이 들었다.

마지막으로 방문한 현장은 산을 절취하여 대규모 주택단지 조성하는 토공현장으로, 절취사면에 다량의 Soil Nailing, FRP시험시공, 그리고 일부 암반부에 대한 Rock Bolt공사가 한창 진행 중이었다. 현장에 도착한 후 현장소장으로부터 브리핑을 들었는데 무뚝뚝하게 생긴 소장님의 유창한 영어와 홍콩에서 현재 진행되는 사면공사 중 최대라는 공사의 규모 (Soil Nailing구간 높이 50m, Rock Bolt구간 높이 30m)가 인상적이었다.

홍콩에서의 마지막 현장방문 일정을 끝내고 아시아 최대갑부인 리카싱회장이 기증한 홍콩이공대내의 리카싱센터에서 Dr. Cheng과의 마지막 저녁식사를 마치고 공항으로 향했다.



그림 9. 기존사면에 비계 설치후 작업



그림 10. 용릉지반공학학회장 등과의 만남

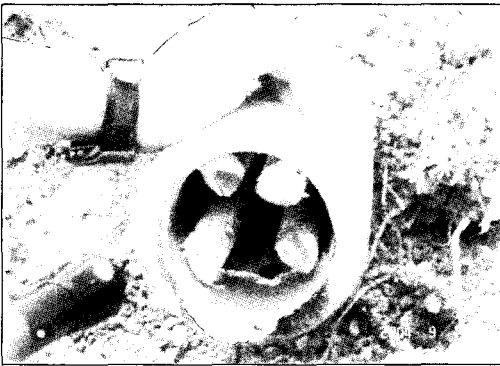


그림 11. FRP시험시공

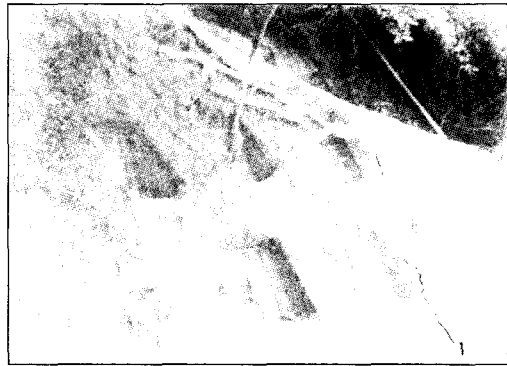


그림 12. Nail Cap Concrete 타설준비

서울로 돌아오는 비행기 안에서 홍콩을 방문하게 된 계기를 만들어준 SLOPE 2000이라는 프로그램에 대해서 다시 한번 생각하게 되었다. 홍콩으로 가기 전에는 사면안정해석에서 3차원해석이 무슨 필요가 있을까 혹은 기존에 좋은 사면안정해석프로그램들이 많은데 왜 그런 프로그램을 또 만들었을까하는 생각이 들었고 단순히 Dr. Cheng교수의 현학적인 업적정도로만 생각했었던 게 사실이다. 그러나 짧은 기간동안의 방문에서 느낀 점은 홍콩에서는 적어도 사면문제만큼은 현학적인 여유조차도 없을 것 같았고 그런 홍콩지반공학자의 오랜 작업 끝에 나온 프로그램이 담고 있는 문제의식은 무엇일까?

기존의 프로그램은 제대로 된 최소안전율을 찾아 주지 못하고 사용자에 따라, 때로는 우연적으로, 최소의 안전율이 아닌(물론 근사하기는 하지만) 값을 줄 수 있다는 게 첫 번째 문제제기인데, 잘못된 안전율의 산정이 설계상의 문제로 끝나는 것이 아니라 바로 인명상의 사고로 이어지는 것이 홍콩의 현실이라는 것을 보고나니, 때로는 잘못된 최소안전율이 구해질 수도 있는 기존프로그램을 방기한다는 것은 홍콩의 현실에서는 허용될 수 없을 것 같고 이것이 프로그램 개발의 동기가 아닐까하는 생각이 들었다.

또 하나는 3차원 해석기능의 문제인데, 주지하다시피 3차원해석이 2차원해석보다는 항상 안전율이



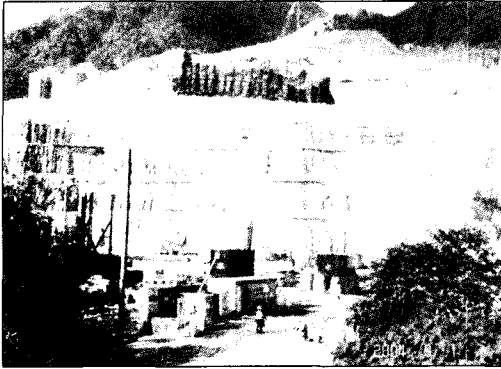


그림 13. 대규모 사면공사

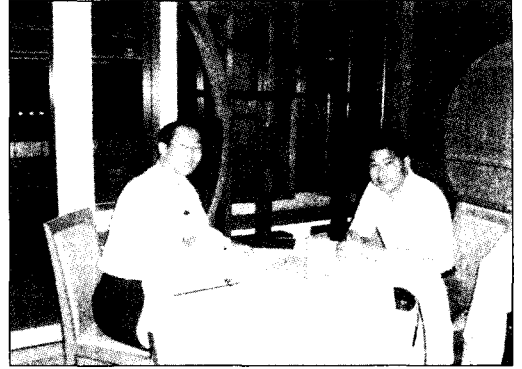


그림 14. 리카싱센터에서의 저녁식사

크게 나오므로 3차원 해석을 할 경우 보다 최적화된 설계가 되고 공사비가 절감되는 효과가 있을 것이다. 최적화된 설계는 어쩌면 안전측 설계와는 상반되게 얘기로 들릴 수 있으나, 경제적인 설계와 정확한 최소안전을 산정의 문제는 분명히 구분되어야 할 문제이고, 보강해야할 사면의 개수가 많은 홍콩의 현실에서 최적화된 설계의 문제는 한정된 국가예산을 최대한 효율적으로 사용하여 산사태를 최소화하

려는 의지의 반영으로 이해될 수 있을듯했다.

지반공학의 난제중의 하나인 산사태문제를 항상 생활의 한 부분으로 안고 살아가야하는 홍콩지반공학자들에 대해 한편으로 측은하다는 생각이 들고, 그들과 비교할 때 우리나라의 지반공학자들은 행복한 사람들이 아닌가하는 생각도 든다. 홍콩사람들의 생명과 안전을 항상 고민하며 살아가야하는 그들의 노고에 격려를 보내면서 글을 마친다.

## 광고 게재 모집 안내

월간 “地盤”에 게재할 광고를 다음과 같이 연중 수시로 모집하오니 지면을 통하여 회사를 홍보하고자 하는 업체 및 회원은 신청하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

(단위: 만원 / 회)

		표지 2, 4	표지 3	내 지
갈	라	60	50	45
흑	백	40	30	25

※ 1년 단위 계약 10% DC, 특별회원사 15% DC (1년 단위 계약 10% DC 추가)

# 2004 가을 토목섬유 학술발표회 개최 안내

한국토목섬유학회와 IGS 한국지부에서는 한국지반공학회의 후원으로 오는 12월 1일(수)에 아래와 같이 2004 가을 토목섬유 학술발표회를 개최하고자 하오니 많은 회원들의 참여를 부탁드립니다.

- 주 제 : 토목섬유 활용기술
- 일 시 : 2004년 12월 1일(수) 12:30~18:00
- 장 소 : 한국교총회관 2층 세미나실 (서울 서초구 우면동)
- 등 록 비 : 회원 20,000원 (대학원생 10,000원), 비회원 30,000원
- 학술발표회 프로그램

구두 발표 Session	
12:30 ~ 13:30	등 록
13:30 ~ 13:45	개회식
13:45 ~ 14:35	초청강연 : "Geosynthetics in Roads and Highways" Prof. Robert D. Holtz (University of Washington, USA)
<b>주제발표 1 : 재료특성 및 시험 분야</b>	
14:35 ~ 14:50	Geosynthetics 제품 평가 및 인증제도 고찰 전한용, 류중재, 진용범(전남대)
14:50 ~ 15:05	인발상자의 크기변화에 따른 보강지반의 인발특성연구 주재우, 박종범, 송춘석(순천대), 조삼덕(KICT), 박현수(보성건설)
15:05 ~ 15:20	SIM(Stepped Isothermal Method)을 적용한 성토보강용 지오그리드의 수명 예측 구현진, 김유겸, 김동환(FITI)
15:20 ~ 15:35	지오그리드의 내시공성 및 크리프특성 평가를 위한 실험적 연구 조삼덕, 이광우, 오세용(KICT)
15:35 ~ 16:05	Poster Session / 휴식
<b>주제발표 2 : 보강토옹벽/보강사면 분야</b>	
16:05 ~ 16:20	강우로 인한 보강토 옹벽의 붕괴사태 연구 유충식, 장혜영(성균관대), 정혁상(ESCO)
16:20 ~ 16:35	블록식 보강토 옹벽에서 가변형 커넥터의 연결강도 특성 신은철, 노정민, 주진호(인천대)
16:35 ~ 16:50	토목섬유 보강사면 안정해석 김홍택(홍익대)
<b>주제발표 3 : 지반개량 및 기타 분야</b>	
16:50 ~ 17:05	시험시공을 통한 MLPP 공법의 현장 적용성 연구 임철용, 이상익(상지엔지니어링), 김일곤(초석건설)
17:05 ~ 17:20	연직배수재의 소요 통수능과 압밀지연 김현태(농업기반공사)
17:20 ~ 17:35	느슨한 모래지반에 묻힌 연성관의 변형거동 원명수, 황경배(케이에스엠기술), 김홍기, 김유성(전북대)
17:35 ~ 17:50	현장 팩 콘크리트 타설말뚝을 이용한 실내모형시험 박영목(영남대), 정진교(부산정보대), 전한용(전남대), 전충연(쌍용건설)
17:50 ~ 18:00	폐 회

포스터 발표 Session	
시 간	발 표 내 용 / 발 표 자
15:35 ~ 16:05	<p>역경사형을 갖는 토목섬유 노강토 구조물에 탄소성 모델의 적용  김은라, 김유성(전북대), Atsushi Iizuka(일본 Kobe대)  노강토 구조물 파괴메커니즘에 관한 연구  유충식, 김기연, 이봉원(성균관대), 정혁상(ESCO)  토목섬유-Sand Mat 지반에서 EPS사용을 위한 실험적 연구  주재우, 서계원, 박종범, 김기성(순천대), 김장홍(신명건설기술공사)  섬유거꾸집을 적용한 가압 쓰일네일링 시스템의 적용성 및 안정해석  박시삼, 이훈연, 안광국(LG건설), 김홍택(홍익대)  천연섬유배수재의 공학적 성능 분석을 위한 실험적 연구  김주형, 조삼덕, 이대영(KICT), 정승용(EGE)  Reduction Factors에 의한 Geosynthetics 제품 장기간 성능 해석방법의 고찰  전한용, 목문성(전남대)  PVA 지오텍스타일 및 지오그리드의 성능평가  전한용(전남대), 이준석(영남대), 홍상진(파인텍스)  충격흡수시설의 공학적 특성 평가  김진만, 최봉혁, 오세용, 성정곤, 윤덕근(KICT)</p>

## 한국지반공학회 논문집 정기구독 신청 안내

회원 여러분의 안위를 기원합니다.

1999년 1월부터 우리학회의 간행물이 학회지와 논문집으로 분리 발간되었습니다. 학회지는 매월 무가로 회원들께 배포되며, 논문집은 유가로 1년에 20,000원의 구독료를 납부하고 받아 보실 수 있습니다. 필요하신 회원은 다음 사항을 참고하셔서 논문집 구독 신청을 하시기 바랍니다.

다음

- 구 독 료 : 1년 6회, 20,000원
- 신청기한 : 수시(단, 신청시점이 구독료 납부 회계시점임)
- 입 금 처 : 국민은행 (예금주: 한국지반공학회) 534637-01-002333
- \* 입금 후 반드시 학회 사무국(02-3474-4428, 7865)으로 연락하여 확인하시기 바랍니다.

# Q & A

## 지반공학적 문제에 대한 답을 드립니다

흙의 지반물성치를 산정할 수 있는 물리탐사기법으로는 무엇이 있을까요?

조계춘 (한국과학기술원 건설 및 환경공학과 조교수/gyechun@kaist.ac.kr)

뱃속의 아기가 어떻게 생기고 건강하게 잘 자라고 있는지 궁금할 때, 의사와 아기부모는 초음파사진을 찍어 확인한다(그림 1참조). 이런 초음파 사진은 물리탐사의 매개변수중의 하나인 P-파(압축파)를 이용하여 주고 받은 신호를 분석 및 처리과정을 통해 이미지화시켜 이루어진다. 인체는 매우 복잡할지라도 매질 종류는 비교적 단순(액체, 근육, 뼈 등)하게 구성 되어 있고 투과심도가 깊지 않아 다양한 탐사 기법의 적용이 그리 어렵지만은 않다. 반면 지반공학측면에서 바라볼 때 지반은 매우 복잡:다양하여(다양한 매질, 크기가 다른 개개의 입자들로 구성된 흙, 특성이 각각 다른 질리로 이루어진 암반, 중력으로 인한 천성적인 이방성 등), 근본적 이해 없이 탐사기법을 적용하는 것은 무의미하다.

물리탐사(物理探査)는 탐사의 실마리가 되는 물리적 현상의 종류에 따라 ① 지반에서의 탄성과 전파 특성을 이용하는 탄성파탐사, ② 지층·광상의 밀도 차에 의해 인력의 수치가 다름을 이용하는 중력탐사, ③ 지층·광상이 천연적으로 발생하는 전기장 또는 인공적인 전기장·전자기장을 이용하는 전기탐사, ④ 지층·광상의 자성(磁性)을 이용하는 자력탐사, ⑤ 퇴적물·광상·지하수의 천연방사능 또는 인공방사선을 이용하는 방사능탐사, ⑥ 지하의 온도 또는 온도기울기를 이용하는 지열(地熱)탐사 등으로 나뉜

다(한국지구물리탐사학회, 2002). 일반적으로 물리탐사는 지하자원의 탐사 및 토목건설공사 등의 지질조사(지층 및 연약대)나 비파괴검사를 통한 토목구조물의 건전도 평가에 이용되어 왔다. 최근 들어 탄성파탐사와 전기탐사를 이용하여 지반물성치를 산정하기 위한 노력이 진행되고 있으며, 흙과 관련된 지반물성치 산정의 대표적인 예를 들면 다음과 같다.

### 동적 특성 평가 정수

시료를 채취하여 실내시험(벤더엘리먼트시험, 공진주시험, 미소변형전단시험 등)을 하거나 현장에서 원위치시험(표면파탐사, 크로스홀/다운홀탐사,

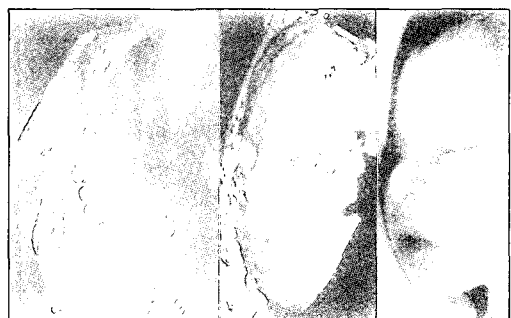


그림 1. 아기의 이미지 - (a)와 (b)는 태어나기 1주전 초음파 사진, (c)는 태어난 1주후의 현상사진 (courtesy of J.C. Santamarina)

# Q & A

SPS 검증, 탄성파관입시험 등)을 통해 획득된 S-파 속도(전단파속도,  $V_s$ ), P-파 속도 ( $V_p$ )와 흙의 밀도( $\rho$ )로부터 탄성이론에 따라 미소변형(small strain) 전단계수(G), 탄성계수(E)와 포아송비( $\nu$ ) 등과 같은 정수들을 쉽게 산정할 수 있으며, 지반의 동적 특성을 평가하는 데에 사용된다.

## 완전포화상태 평가

측정된 P-파 속도로부터 실내시험용 시료의 포화상태 평가 및 현장지반의 포화층과 불포화층을 구별할 수 있다. 거의 포화된 흙에 미량의 공기라도 존재하면 P-파 속도( $V_p$ )는 현저히 저감된다. 유효응력이 작은 낮은 심도에서의 포화토의 P-파 속도는 물의 P-파 속도(1450 m/s)와 거의 유사하거나 약간 큰 값으로 대략 1500 m/s를 가지는 반면, 포화도가 0.5% 만 떨어져도 1/3 이하로 감소한다. 즉 P-파 속도가 물의 포화상태에 민감하게 반응하기 때문에, 흙의 완전포화상태를 평가할 수 있지만, 흙골격의 특성파악에는 비효과적이다(조계춘 외, 2002). 또한 모래지반의 액상화에 대한 저항성도 포화도에 민감하여(Ishihara et al., 2001), 액상화 평가시 이러한 특성을 이용할 수 있다.

## 응력상태 평가

흙은 입자알갱이로 이루어진 구조를 가지므로 구속압력(또는 유효응력)이 커질수록 흙의 강성은 증가되고 또한 탄성파속도도 증가한다. 일반적으로 전단파속도( $V_s$ )와 평균유효응력( $\sigma'_m$ )사이의 관계는 다음과 같이 표현할 수 있다(Hardin and Richart, 1963; Santamarina et al., 2001).

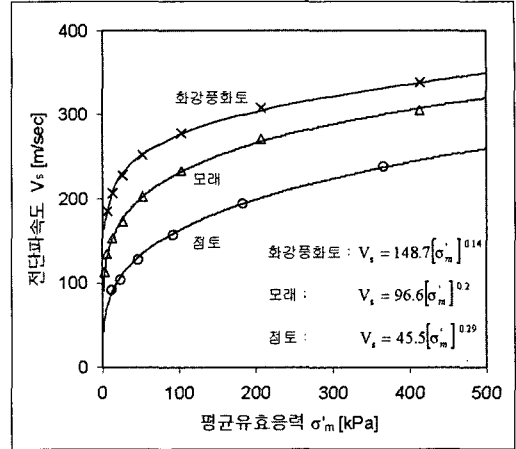


그림 2. 전단파속도와 평균유효응력과의 관계

$$V_s = \alpha \left( \frac{\sigma'_m}{1 \text{ kPa}} \right)^\beta$$

여기서 ((m/s)와  $\beta$ 는 특정 흙에 대하여 실험으로부터 구해질 수 있는 고유상수들이며, 밀도와 입자의 형상에 의해 좌우된다(Santamarina and Aloufi, 1999). 그림 2는 국내의 대표적인 흙들에 대한 실험결과이다. 전단파속도를 측정함으로써 전단파속도-유효응력 관계로부터 원위치 응력상태 평가 및 변화를 관찰할 수 있다. 또한 굴착(터널, 터파기)에 의한 주변지반의 이완이나 교란상태 파악 등 다양한 지반관련 문제들에 적용이 가능하다.

## 현장압밀상태 평가

현장에서 채취된 비교란 점토시료를 전단파속도 측정과 함께 압밀시험을 수행하면 일정 하중 단계에 대해 그림 3과 같은 결과를 얻는다. 압밀시간이 진행됨에 따라 과잉간극수압이 소산되면서 유효응력이 증가하여 전단파속도가 증가함을 보여준다. 모든 단계별 최종 전단파속도와 하중과의 관계를 나타내

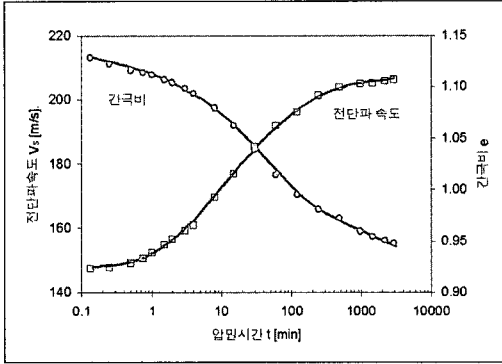


그림 3. 압입시간에 따른 간극비와 전단파속도의 변화  
(상재하중 = 180 kPa)

면 그림 2의 점토에 대한 결과가 나오며, 이 관계를 현장에서 측정된 전단파속도와 비교하면 원위치 압밀상태를 평가할 수 있다. 또한 시료의 종방향과 횡방향의 양쪽으로 전단파 속도를 측정하면, 하중단계 별 정지토압계수( $K_v$ )의 변화를 산정할 수 있어, 여성토가 예상되는 현장의 횡방향 지지력 산정이나 거동예측에 효과적으로 사용할 수 있다.

## 불포화토 평가

불포화토에서는 물의 표면장력에 의하여 추가적인 유효응력을 유발하여 전단강도를 증가시킨다. 이러한 추가적인 유효응력의 크기는 입도분포와 포화도에 따라 좌우되며, 전단파속도로 평가할 수 있다 (Cho and Santamarina, 2001; Lee et al., 2003). 또한 불포화토의 투수능(투수계수)은 함수비와 연결성에 의해 좌우되는데, 전자기파인자중의 하나인 전기비저항( $\rho$ , electrical resistivity: 전기장에 대한 반응으로 전하의 활동성을 나타내는 전기전도도의 역수)도 동일한 영향을 공유하므로, 전기비저항을 측정함으로써 불포화토의 투수능을 유추할 수 있다.

## 간극비 평가

간극비(void ratio)는 전자기파인자중의 하나인 상대유전율( $K'$ , relative permittivity: 전기용량이

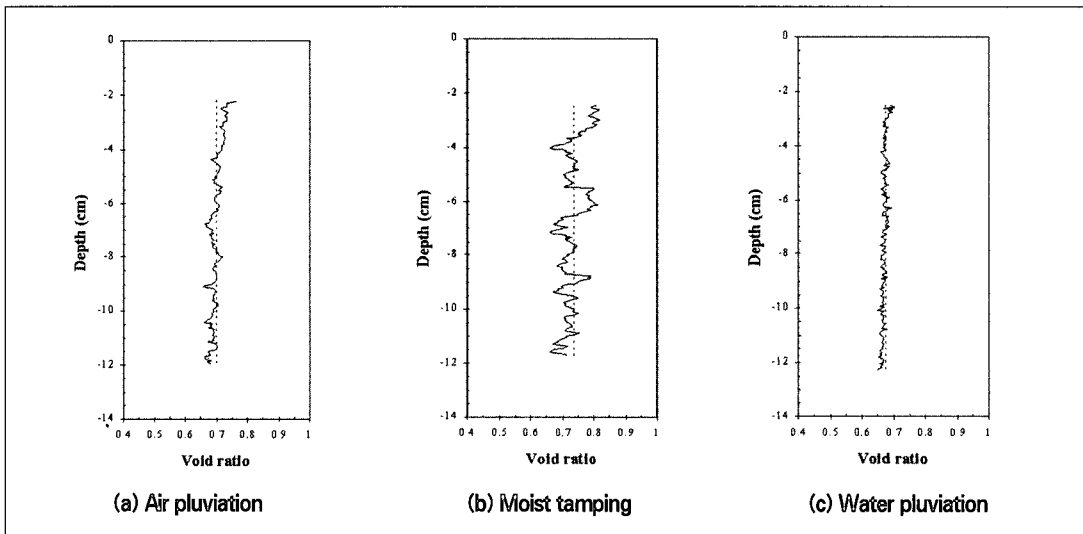


그림 4. 세가지 다른 방법으로 재성형된 모래시료들에서 측정된 간극비의 변이성(Cho et al., 2004)  
: Ottawa F-110 sand,  $D_{50} = 0.12$  mm,  $e_{max} = 0.848$ ,  $e_{min} = 0.535$

# Q&A

진공일 때의 몇 배가 되었는지를 나타내는 비)로 평가 가능하다. 일반적으로 포화된 흙의 간극비( $e$ )는 측정된 상대유전율( $K'_{mea}$ )로부터 다음 식을 이용하여 구할 수 있다.

$$e = \frac{K'_{mea} - K'_s}{K'_w - K'_{mea}}$$

여기서  $K'_s$ 는 입자를 구성하는 미네랄에 대한 상대유전율이고  $K'_w$ 는 물의 상대유전율이다. 상대유전율은 주파수대역에 따라 변화하며, 라디오주파수 대역에서 대략 모래는  $K'_s=4\sim 8$ , 물은  $K'_w=78.5$ 를 가진다. 그림 4는 세가지 다른 방법으로 재성형된 모래시료에서 측정된 간극비의 변이성을 보여준다.

---

## 참고문헌

---

1. 조계춘, 이인모, 2002, "탄성파를 이용한 흙의 특성 연구", 한국지반공학회논문집, 제18권 6호, pp. 83-101.
2. 한국지구물리탐사학회, 2002, "토목(환경 분야 적용을 위한 물리탐사 실무 지침", 도서출판 오비기획, 편역, 311p.
3. Cho, G.C., and Santamarina, J.C., 2001, "Unsaturated particulate materials - Particle-level study", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, Vol. 127, No. 1, January, pp. 84-96.
4. Cho, G.C., Lee, J.S., and Santamarina, J.C., 2004, "Spatial variability in soils: high resolution assessment with electrical needle probe", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, Vol. 130, No. 8, August, pp. 843-850.
5. Hardin, B.O. and Richart, F.E., 1963, "Elastic wave velocities in granular soils", Journal of Soil Mechanics and Foundations, ASCE, Vol. 89, SM1, pp. 33-65.
6. Ishihara, K., Tsuchiya, H., Huang, Y., and Kamada, K. (2001). "Recent studies on liquefaction resistance of sand - effect of saturation," (CD-ROM), Keynote Lecture, 4th Intl. Conf. on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, March 26-31, San Diego, CA, Prakash, S. Ed.
7. Kim, D.S., Shin, M.K., and Park, H.C., 2001, "Evaluation of Density in Layer Compaction using SASW Method", Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 21, pp. 39-46.
8. Lee, S.J., Lee, S.R., and Kim, Y.S., 2003, "An Approach to Estimate Unsaturated shear Strength Using Artificial Neural Network and Hyperbolic Formulation", Computers and Geotechnics, Vol. 30, No.3, pp. 489-503.
9. Santamarina, J.C., and Aloufi, M. (1999), "Small strain stiffness: A micromechanical experimental study", Proceedings of Pre-failure Deformation Characteristics of Geomaterials, IST99, M. Jamiolkwski, R. Lancellotta, and D. Lo Presti (eds), Balkema, The Netherlands, pp. 451-458.
10. Santamarina, J.C., Klein, K.A., and Fam, M.A., Soils and Waves, John Wiley & Sons, LTD, p. 488.

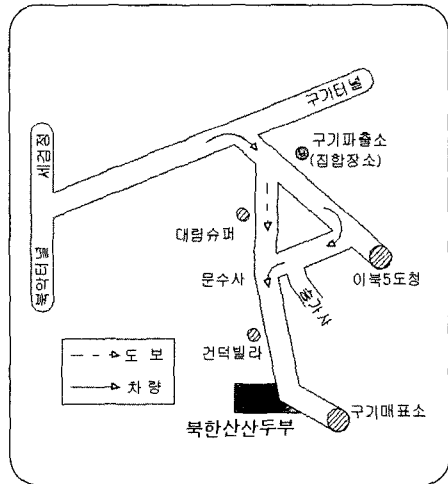
## 제 9회 산행 안내

조석으로 제법 쌀쌀한 만추의 계절입니다. 회원 여러분 환절기 건강에 유의하시기 바라며, 지반공학회 회원들과 함께 초겨울 산의 운치를 만끽하고자 제 9회 산행을 "아래"와 같이 시행하고자 하오니 가족과 함께 많이 참석하시어, 수도의 명산인 북한산에 올라 北漢山城의 장엄함을 느껴보시길 바랍니다.

- 아 래 -

1. 산 행 지 : 북한산(北漢山)
2. 집합일시 : 2004. 12. 11(토) 14:00
3. 집합장소 : 종로구 구기터널 입구 구기파출소 앞  
※ 찾기 쉽도록 우리 학회 등산 동호회 현수막이 걸려 있을 것임.
4. 버스편  
- 지하철 3호선 경복궁역 하차 후 3번 출구에서 시내버스 212번 승차.
5. 저녁식사 시간 및 장소  
- 시간 : 17:30~19:00  
- 장소 : 북한산 산두부 (02-391-0085)
6. 참석범위 : 본회 회원 및 가족은 누구나.
7. 회 비 : 10,000원, 학생(직장없는 대학원생) : 5,000원  
※회원동반가족은 무료
8. 참석여부 연락처 : 12월 8일(水)까지

학 회 사 무 국 : Tel) 02-3474-4428, Fax) 02-3474-7379, e-mail) kgssmfe@chollian.net  
또는 장찬수 총무 : H·P) 011-247-8181, Fax) 02-561-3135, e-mail) boss@geogroup.co.kr



2004. 11.

우리 학회 등산동호회 회 장 천병식  
총무(1) 장찬수  
총무(2) 이래철