

국제화약기술학회 소개 및 기술동향

안 명 석¹⁾

1. 서 론

ISEE(International Society of Explosives Engineers)는 1974년 화약류 관계전문가들이 모여 결성한 국제학술단체로서 미국 오하이오주 클리블랜드에 국제학술본부를 두고 있으며, 광산(mining), 채광(quarrying), 눈사태 제어(avalanche control), 예술(art), 자동차(automotive), 특수효과(special effects), 탐사(exploration), 탄성파(seismology), 농업(agriculture), 단속법(law enforcement) 등의 화약류관련 산업응용분야에서 화약 및 폭약의 안전하고 평화적인 사용을 목적으로 한다.

현재 ISEE는 세계 90여 개국의 학계, 산업계 전문가들로 구성된 4500여명 정도의 등록 회원수를 자랑하고 있으며, 산업발파와 관련된 기술, 교육 및 정보 및 교류에 있어 세계적인 선도그룹이라 할 수 있다. 아울러 ISEE에서 매년 개최하는 학술회의에서는 백여 편의 논문이 발표되고, 화약류 관련기업들의 기계장비류, 계측장비류, 해석소프트웨어 등의 관련 상품들이 소개되는 백여 개의 부스들로 구성되는 전시관과 주제별 전문기술에 관한 워크숍 및 산업시찰도 병행하여 개최되고 있다. ISEE 국제학술본부 건물은 그림 1과 같다.

2. 국내외 화약 및 발파관련 학회 현황

2.1 국내 화약 발파관련 학회

1) 사단법인 대한화약발파공학회(KSEE)

1967년 대한화약기술학회로 창립되었으며, 1999년 영남지회가 설립되었으며, 2001년 대한화약발파공학회로 학회명칭이 변경되었고, 2003년 사단법인 대한화약발파공학회로 승격되어 현재까지 39년간 화약산업과 발파공학의 발전, 회원의 친목, 학술활동 등을 꾸준히 추진해 오고 있다. 당 학회의 사업방향은 학술에 관한 연구조사 수집 및 보급, 연구 발표회, 강연회 및 강습회를 개최하고, 회지 및 도서, 간행물을 정기적으 간행하고 있으며, 학술활동의 장려 및 연구사업의 지원과 연구용역수행을 진행하고 있으며, 당해연도

1) 동서대학교 응용생명공학부 겸임교수



그림 1: 국제화약학회(ISEE) 국제학술본부(Cleveland, Ohio, USA)

에는 건설교통부로부터 암발파설계지침에 대한 학자와 기술자들의 통일안을 연구용역으로 위탁받아 수행하고 있다.

2) 사단법인 한국암반공학회(KSRM)

1981년 한국암반역학회로 창립되었으며, 1993년 사단법인 한국암반역학회로 승격되었으며, 1995년 사단법인 한국암반공학회로 학회명칭이 변경되어 현재까지 이어지고 있다. 본 학회의 주요사업은 국제연구활동 참여 및 국제암반역학회(ISRM)관계 업무수행, 관련 학회, 협회, 조합 및 산업체와의 정보교류와 협력을 통한 산학 협동, 연구발표회, 강연회 및 강습회의 개최와 학술상 시상 등 학술진작 활동 등을 수행하고 있으며, 산하에 여러 분과위원회를 두어 적극 활동하고 있다.

3) 사단법인 한국지구시스템공학회(KSGE)

1962년 대한광산학회로 창립되었으며, 1989년 사단법인 한국자원공학회로 승격 및 명칭변경되었고, 2003년 사단법인 한국지구시스템공학회로 변경되어 현재까지 이어지고 있다. 본 학회의 주 관심분야는 광물, 에너지 및 지하수자원의 탐사개발, 자원과 소재의 공정활용 그리고 지반의 조사평가 설계시공 등의 분야이다. 또한 21세기의 주요 학문 영역인 환경분야의 조사, 분석, 평가 및 저감화 기술에 대한 선도적 역할을 담당하고자 노력하고 있다.

4) 사단법인 한국터널공학회(KTA)

1992년 한국터널협회로 창립되었으며, 2001년 사단법인 한국터널공학회로 승격되어 현재까지 이어지고 있다. 본 학회의 주요사업은 터널의 사전조사, 설계, 시공 및 유지관리와 관련한 종합적인 연구개발을 비롯하여 터널공사의 안전시공과 대책, 환경보전, 터널시공장비의 개량, 개발보급 및 시공의 표준화에 관한 연구개발, 터널에 관련한 연구발표회, 강습회, 세미나를 개최하여 그 연구개발 기술을 보급하며, 터널관련 국내외 단체와 교류함으로써 기술정보 습득, 보급에 힘쓰고 있다. 또한, 터널공사시방서 및 설계기준의 개정 및 제정업무를 건설교통부로부터 위탁받아 수행하고 있다.

2.2 국외 화약 및 발파관련 학회

1) EFEE : The European Federation of Explosives Engineers

1988년 10월 22일 독일 아헨에서 창립하였으며, ①유럽지역 화약발파 기술의 증진, ②전문적지식, 기술, 경영 및 관리, ③교육 및 평가, ④안전 및 보건을 중점 목표로 삼고 있으며, 현재 유럽지역 19개국에 회원국으로 가입하고 있음.(※참조 : www.efee-web.org)

2) JES : Japan Explosives Society

일본화약학회의 근간으로 1997년 창립된 "kahei-gakkai"이며 60년의 역사를 가지고 있으며, 화약발파전문학술지인 "Journal of japan Explosives society"를 발간중이며(1년 6회 발간), 년 3회의 "Explosion"을 발간중이며 현재 약 1,000명의 회원이 활동중임.

3) Asia Pacific Blasting Symposium

2007년 5~6월경에 동아시아 발파심포지엄이 중국 곤명에서 개최될 예정이며 논문 모집은 2006년 9월까지로 계획되어있으므로 참가를 희망하시는 분은 준비하시기 바라며, 동아시아 발파학회 창립을 앞두고 있다.

3. 국내외 화약 및 발파 관련 연구동향

3.1 국내 화약 및 발파관련 연구동향

국내에서 1985년부터 2000년까지의 발파관련 학위논문을 분야별로 보면 그림 2와 같이 발파진동, 소음, 비산 등 환경영향 분야 논문이 22편, 파쇄도 및 파괴메커니즘 분야 5편, 기타 5편이었고 이중 수치해석적인 논문이 9편, 실험적 논문이 8편이 있었다.

국내의 경우 발파진동, 소음 등 발파공해 관련 연구가 대부분을 차지하고 있다. 이는

안명석

발파진동 및 소음으로 인한 민원의 발생이 많은 이유도 있으며 또한 실험시설이 부족하고 발파현장이 다소 폐쇄적이며, 화약류의 취급이 쉽지 않고, 연구비 투자의 미흡 등 여러 가지 요인에서 다양한 연구가 수행되지 못하고 있는 점도 있다.

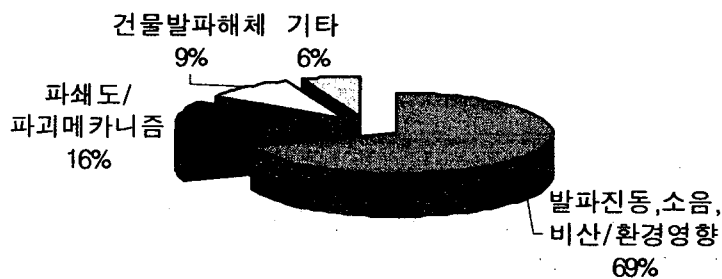


그림 2. 국내 발파관련 학위논문 현황, 1985-2000 (32편)

3.2 국외 화약 및 발파관련 연구동향

국외 연구동향을 살펴보기 위하여 매년 개최되고 있는 ISEE(International Society of Explosives Engineers) 국제 심포지엄에서 발표된 논문들을 분야별로 분류하여 보았다. 1996년부터 1999년까지의 논문들을 분류하면 그림 3과 같다.

발표 논문들을 통한 국외의 연구를 보면 과거의 논문들이 파쇄도 관련연구에 집중되었으나 최근에는 화약류로부터 발파기술 전 분야에 걸쳐 다양하게 발표되고 있다. 학술발표회가 어느 한 분야에 치우치지 않도록 조정된 면도 있을 수는 있겠으나 제출된 논문 자체가 다양하고 각 분야의 연구가 활발히 수행되고 있다고 보아도 무방할 것이다.

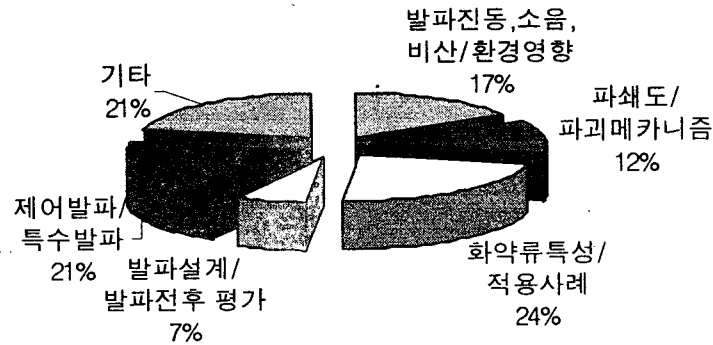


그림 3. 국외 발표논문 분류, ISEE 1996-1999 (242편)

미국 전문가들이 많이 참가하는 ISEE의 경우 매우 실질적이고 현장 중심적인 사례연구가 많고, 스웨덴, 영국 등 유럽과 호주 등 여러 국가 전문가들이 다양하게 참가한 96년도 FRAGBLAST에서는 발파메카니즘 및 컴퓨터 모델링 분야의 연구들이 많은 것이 특징적이다.

3.3 기타 주요연구사례 및 동향

(1) 주요 연구기관의 연구수행사례

발파분야 연구를 선도적으로 주도하고 있는 국외 연구기관의 연구수행 사례를 보면 다음과 같다.

1) New Mexico Tech의 Research Center for Energetic Materials

New Mexico Tech은 NONEL shock tube와 detonator system을 발명한 스웨덴의 Dr. Per-Anders Persson이 1984년에 화약류 관련 연구가 수행되고 있으며 인근에 있는 지하 광산을 실험장소로 하여 실 규모의 실험이 가능하다.

2) University of Missouri-Rolla의 Rock Mechanics and Explosives Research Center

농산물로서 soybean oil의 용도를 개발하기 위하여 착수한 연구사업으로 Fuel Oil을 대체한 새로운 폭약인 ANSoy을 개발이 현실화되고 있다

안명석

3) U of Maryland의 Dynamics Effects Laboratory

Maryland 대학의 The Dynamics Effects Lab.은 과거 동적 광탄성 실험을 이용하여 발파로 인해 발생하는 균열 메커니즘 연구를 주도하고 있다.

4) 중국 및 기타

중국과학원 역학연구소는 수중발파 및 폭파해체 방면에 특허기술을 보유하고 있으며 x-ray 촬영을 이용하여 암발파시 발생하는 파괴과정의 내부현상을 실험적으로 계측하고 고속촬영장치를 이용하여 발파현상을 계측하는 등의 실험적 연구를 수행한 바 있다. 최근에는 연구비 지원의 부족으로 실험실적 연구보다는 그동안 축적된 결과를 실제 현장에 적용, 활용하는 데 주력하고 있다.

(2) 발파기술의 고도화 연구과제

1) 발파진동 관련연구 및 수치해석 분야

진동예측방법의 하나로서 환산거리 개념이 1979년 국내에 도입된 이후 환산거리를 이용한 예측모델이 널리 사용되고 있다.[20] 모델에 포함되어 있는 상수들은 사전 발파조건 (input)과 발파후 결과 관찰(output)로부터 적당한 수학적 분석기법을 이용하여 유도할 수 있는 매우 실용적인 기법이다.

2) 영상처리기법

영상처리기법을 이용한 파쇄도 해석은 점차 보편화되어 가고 있다. 소프트웨어 중 하나인 WipFrag는 발파나 파쇄된 암석의 입도분석을 위한 영상분석 시스템으로, 분석단계는 영상입력, 영상처리 및 연산, 결과분석의 출력단계로 나뉘어진다. 이러한 분석기법을 이용하여 많은 발파변수와 파쇄입도와의 관계를 파악하여 발파를 효율적으로 수행하기 위한 연구도 필요하다.

4. 32nd Annual conference on Explosives & Blasting Technique

4.1 Schedule of Events

미국 텍사스주 달라스시의 Gaylord Texan Resort에서 ISEE주관으로 개최된 “화약과 발파기술에 관한 제 32차 연례학술대회”는 1월 29일 시작하여 2월 1일까지 4일간 우수한 학문과 기술의 발표장으로 성대하게 진행되었으며 식전행사로 1/27~28 Blasters Training Seminar 등이 있었으며 식후행사로 2/2 Kennedy Spotlight with Dallas City Tour가 있었다. Schedule of Events는 표 1과 같다.

표 1. Schedule of Events

<p>Friday - Jan 27 3:30pm - 5:30pm Blasters Weekend Registration</p>	<p>Tuesday - Jan 31 7:00am-8:30am Fragblast Section Meeting 8:00am-3:30pm Technical Sessions 9:00am-3:00pm Exhibits Open 12:00pm-1:30pm ISEE Sponsored Lunch in Exhibit Hall 12:00pm-1:30pm Drillers Section Meeting 12:00pm-1:30pm Seismograph Section Meeting 4:00pm-5:00pm ISEE Annual Membership Meeting 5:30pm-6:00pm Buses Depart to Banquet at Circle R Ranch 6:00pm-10:00pm Annual Awards & Recognition Banquet 9:30pm-10:00pm Buses Return to Gaylord Texan</p>
<p>Saturday - Jan 28 7:00am-11:00am Blasters Weekend Registration 8:00am-5:00pm Blasters Training Seminar 8:30am-3:00pm 4th Annual Sporting Clays Shoot 5:00pm-6:00pm Foundation Trustees Meeting 5:00pm-7:00pm Blasters Weekend Reception</p>	<p>Wednesday - Feb 1 8:00am-12:00am Security Workshop 8:00am-12:00pm Fragblast Session 12:00pm ISEE Conference Adjourns 12:00pm-5:30pm Martin Marietta Materials Quarry Tour 12:00pm-6:00pm Fantastic Fort Worth Tour</p>
<p>Sunday - Jan 29 7:30am-10:00am Chapter Management Workshop 8:00am-5:00pm ISEE Conference Registration 9:00am-10:00am Exhibitor Continental Breakfast 10:00pm-11:30pm Regulatory Panel Discussion - ATF, OSHA, DOT 11:30am-11:00pm Public Relations Workshop - PR at the Doorstep 1:00pm-2:30pm Blasters R Us Video Roundup 2:00pm-7:00pm Exhibits Open 4:00pm-5:00pm Session Chairman Meeting 4:00pm-6:00pm Gala Welcome Reception in Exhibit Hall 6:00pm-8:00pm International Reception by Invitation</p>	<p>Wednesday - Feb 2 9:00am-3:00pm Kennedy Spotlight with Dallas City Tour</p>
<p>Monday - Jan 30 7:30am-12:00pm ISEE Conference Registration 8:00am-8:30am ISEE Conference - Opening Session 8:30am-3:30pm Technical Sessions 9:00am-5:00pm Exhibits Open 12:00pm-1:30pm ISEE Sponsored Lunch in Exhibit Hall 12:00pm-1:30pm International Luncheon 3:30pm-5:00pm Blasters Forum Poster Session 5:00pm-6:00pm Education Foundation Live Auction /Reception 6:00pm-9:00pm Atlas Copco Plant Tour</p>	

4.2 Introduction of Main Sessions

(1) Technical Sessions

Technical sessions은 1월 30일 AM 8시에 opening 되었으며 PM3:30에 마감되었고, 다음날 1월 31일 AM8:00~PM3:30까지 진행되었다. 특히, 첫날 AM 8시에 President's Address에서 Dale Remsey, President, ISEE와 Executive Director, Program Chairman의

안명석

인사와 연설은 감명깊었다. 또한, 첫 Technical Sessions의 Session 1 - New Techniques & Challenges에서 T.Goswami가 발표한 “A New Mining Method”는 향후 이 분야의 비전을 잘 제시하였다. ISEE 행사장 앞에서 한국참가자들의 모습은 그림 4와 같다.



그림 4. 국제화약학회(ISEE) 행사장에서의 참가자들 모습

(2) Regulatory Panel Discussion

R.P.D는 1월 29일 AM10~11:30에 있었으며 발표자는

- Audrey Stucko, Deputy Asst, Director, ATF
- Tom Dunaway, Tom Dunaway and Assoc. Inc.
- Michele Provencher, Transport Canada 였다.

(3) Blasters Training Seminar

B.T.S는 1월 27일 AM8~PM5시 TEXAS C발표장에서 있었으며, Chairman John Capers의 소개와 안내가 있었으며 주제발표는 다음과 같다.

- Vibration & Vibration Control - David Harrison -
- Explosives Performance Analysis - Bill Bauer -
- Explosives in Geophysical Exploration -Jim White-
- Controlling Damage Claims - Trudy Payne -
- Post Blast Assessment Technique Using off-site Data -Ken Eltschlager-c
- Oil Field Explosives -David Leidel -

- Inventory and Security Requirements - Gary Bangs -
- Drilling-What the Blaster Wants - Rick Townsend -

(4) ISEE Bookstore

발파 도서 목록에서 간행물, 비디오, 소프트웨어, 교육자료 등의 폭넓은 선택을 위해 ISEE 서점에 들르면 최신의 양서와 기술 자료를 구할 수 있다.

(5) Exhibits Open

제32차 학술대회기간 중 3일간 OPEN하였고, Bookstore와 함께 매우 유용한 행사였다. 부스 숫자와 배치 및 참여업체 현황은 그림 5와 같다.

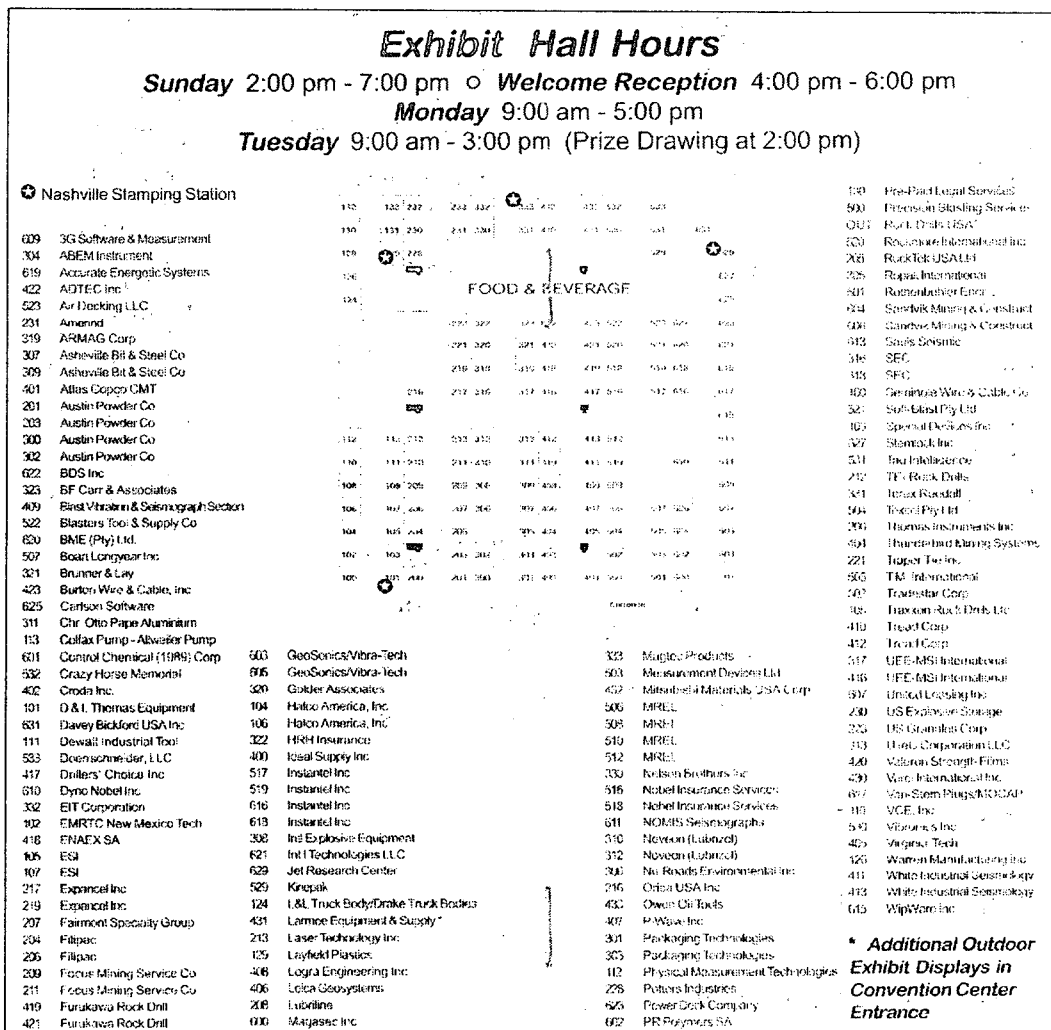


그림 5. 부스 숫자와 배치 및 참여업체 현황


안명석

(6) International Luncheon

ISEE 15th Annual International Luncheon이 1월 30일 12시에 Gaylord Texan Resort Dallas, Texas에서 있었으며 참가 국가는 아래 표 2와 같다.

표 2. 행사 참여국가

International Society of Explosives Engineers <i>Countries Represented by Society Members</i>			
Argentina	Germany	Netherlands	Seychelles
Aruba	Ghana	Antilles	Singapore
Australia	Gibraltar	New Caledonia	Slovakia
Austria	Greece	New Zealand	Slovenia
Bangladesh	Guyana	Nicaragua	South Africa
Barbados	Honduras CA	Nigeria	South Korea
Belgium	Hungary	Northern Ireland	Spain
Bermuda	India	Norway	Sri Lanka
Bolivia	Indonesia	Oman	St. Lucia WI
Brazil	Iran	Pakistan	Sweden
Bulgaria	Ireland	Panama-Republic	Switzerland
Canada	Israel	Peru	Thailand
Chile	Italy	Philippines	Trinidad
China - Peoples Republic	Jamaica	Poland	Turkey
Colombia	Japan	Portugal	Ukraine
Costa Rica	Jordan	Republic of China	United Arab Emirates
Croatia	Kenya	Republic of Guinea	United Kingdom
Czech Republic	Lebanon	Romania	United States
Denmark	Macedonia	Russia	Uruguay
Dominican Republic	Malaysia		Uzbekistan
Egypt	Mexico		Venezuela
El Salvador	Netherlands		Vietnam
Ethiopia			West Indies
Finland			



(7) Conference Tour

- ① Atlas Copco Plant Tour
- ② Martin Marietta Materials Quarry Tour
- ③ Fantastic Fort Worth Tour

4.3 국가별 참석자 현황

국가별 참석자 현황은 표 3과 같다.

표 3. 국가별 참석자 현황(사전등록기준)

순 위	국가명	참석자수 (명)	백분율 (%)	비 고
1	USA	272	49.2	개최국
2	CANADA	68	12.3	개최인접국
3	AUSTRALIA	30	5.4	
4	SOUTH AFRICA	15	2.7	
5	FRANCE	14	2.5	
6	UNITED KINGDOM	12	2.2	
7	GERMANY	12	2.2	
8	SWEDEN	11	2.0	
9	BRAZIL	11	2.0	
10	CHILE	11	2.0	
11	FINLAND	9	1.6	
12	PERU	8	1.4	
13	MEXICO	8	1.4	
14	CHINA RPOPLES REP	7	1.3	
15	COLOMBIA	6	1.1	
16	NORWAY	5	0.9	
17	IRELAND	5	0.9	
18	CZECH REPUBLIC	4	0.7	
19	AUSTRIA	4	0.7	
20	ITALY	4	0.7	
21	SWITZERLAND	4	0.7	
22	INDIA	3	0.5	
23	NETHERLAND ANTILLES	3	0.5	
24	ECUADOR	2	0.4	
25	SOUTH KOREA	2	0.4	이정인, 윤지선
26	THAILAND	2	0.4	
27	SLOVENIA	2	0.4	
28	SPAIN	2	0.4	
29	HONDURAS CA	2	0.4	
30	PORTUGAL	2	0.4	
31	DOMINICAN REPUBLIC	2	0.4	
32	TANZANIA	2	0.4	
33	CROATIA	1	0.2	
34	ISRAEL	1	0.2	
35	TURKEY	1	0.2	
36	EGYPT	1	0.2	
37	JAMAICA	1	0.2	
38	SCOTLAND	1	0.2	
39	LEBANON	1	0.2	
40	NEW ZEALAND	1	0.2	
41	BELGIUM	1	0.2	

4.4 기타활동

국내에서 ISEE에 참석한 인원은 8명으로써 한정적이었으나, 발파관련 유학생중 발표자가 1명 있었으며, 참석자가 1명 있었다. 또한 공식·비공식 절차를 거쳐 미국에 유학한 자원관련 유학생은 많이 있는 것으로 생각되나, 행사기간중 서울대학교 학부를 졸업하고 미국의 유명대학원에 유학중인 학생들이 달라스 행사장까지 달려와서 미국 현지에 대한 정보교류 및 인사가 있었다. 달라스 시내의 한국인 식당에서의 모습은 그림 6과 같다.



그림 6. 미국 현지유학생과 기념촬영

5. 결 론

발파공학 분야는 과거에는 일반인의 인식이 적었으나, 최근에는 수치해석적 기법과 계측기기류의 개발 및 보급과 함께 급속한 대중의 관심의 대상이 되고 있다. 또한 발파전문가와 학자들의 국제학회나 관련학술행사 참여는 타 분야에 비해 더욱 활동적으로 변화되었다. 이와 관련하여 화약발파기술 분야에서 세계적인 수준의 논문과 기술이 교류되는 ISEE 제32회 학술회의에 참석하여 선진기술의 동향과 기술정보의 교환 및 관련 자료의 수집활동을 접할 수 있었다.

향후 건설 및 발파시장이 더욱 적극적으로 개방될 때를 내다보았을 때 국내기술의 축적이 더욱 시급한 상태이며, 우수한 우리기술을 세계시장에 진출시키기 위하여 연구 투자 및 학술교류가 더욱 활발히 이루어져야 할 것이다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 정기적인 국제대회 참석 및 정보교류가 이루어져야
겠으며, 외국 유명대학과 유학생들을 통한 학문교류도 더욱 넓혀야겠다. 특히 발파공학
을 공부하고자 하는 젊은 청년들을 국내에서 더욱 체계적으로 훈련시켜 우수국가 및 대
학에 더욱 유리한 조건으로 유학시키는 등 젊은 학도들의 학문탐구와 학위취득 후 국내
외 우수대학 및 기관에 진출할 수 있도록 적극적으로 도와야 할 것으로 생각된다.

참고 문헌

1. 류창하, 2004, 국내 발파공학분야 연구현황과 전망, 火藥發破, (사)대한화약발파공학회
영남지회지, Vol. 6, No. 6, pp. 1-20.
2. 류창하, 2005, 2005년도 ISEE 31차 국제학술발표회 분석, 2005년 대한화약발파공학회
춘계학술발표회 논문집.
3. 32nd Annual conference on Explosives & Blasting Technique, 2006.1.22~2.2