

## 調査報告

# 第10回ヨーロッパ地震工学会議と ヨーロッパおよびアジア諸国の地震／地盤工学の研究動向調査報告

Report on the 10th European Conference on Earthquake Engineering and Research Trends in  
Earthquake/Geotechnical Engineering in European and Asian Countries

目 黒 公 郎\*

Kimiro MEGURO

## はじめに

この度、(財)生産技術研究奨励会の三好研究助成を受け、オーストリアのウィーンで開催された「第10回ヨーロッパ地震工学会議：10th European Conference on Earthquake Engineering, 10ECEE」に参加すると共に周辺の関連研究機関を訪問し、欧州の地震工学の動向について意見の交換をしてきた。さらに、マレーシアのクアラルンプールで開催された「崖崩れ、斜面安定と社会基盤施設の安全性に関する国際会議：International Conference on Landslide, Slope Stability and The Safety of Infrastructures」に参加して研究論文を発表し、アジアを中心とした世界の研究者と情報交換を行ってきた。

私は国際災害軽減工学研究センター (INCEDE) に所属しているが、10ECEE では、INCEDE が深く関与してきた「世界地震安全推進機構：World Seismic Safety Initiative, WSSI」の理事会とワークショップの開催をサポートし、欧州の地震工学者に WSSI を紹介するとともに、今後の協力体制を依頼した。また、クアラルンプールで開催された国際会議では、INCEDE がアジアを主な研究対象地域としていることもあり、アジアの一員として日本の地盤災害の現状を紹介するとともに、アジアの他の地域における地盤災害について意見交換した。以下はその概要報告である。

## 第10回ヨーロッパ地震工学会議

ヨーロッパ地震工学会議 (ECEE) は、1963年のスコピエ地震 (M6.0) の翌年に、旧ユーゴスラビアのスコピエ (現在はマケドニア共和国の首都) で発足した会議である。4年に1度、世界地震工学会議 (World Conference on Earthquake Engineering, WCEE) の中間年に開催されるヨーロッパ最大の地震工学の国際会議であり、ヨーロッパ

地震工学会 (European Association for Earthquake Engineering, EAEE) が開催母体である。今回は10回目であるが、ウィーン工科大学 (Technical University of Vienna) を会場に、8月29日から9月2日までの5日間の日程で開催された。ちなみに前回の9ECEEは、ベルリンの壁が崩壊した直後の1990年にモスクワで行われている。

写真1に開会式の様子を示す。プログラムによると、今回の会議には43カ国 (EAEEの加盟国は28カ国) からの参加者があったようである。日本からも大学の研究者をはじめとして21名が参加している。何百という日本人が参加する WCEE に比べて (これはかなり異常だが)、日本人が少ないという印象を受けた。しかし、20名を越える参加者のあった国はわずか11カ国 (日本は8番目) であり、ヨーロッパ以外の国の中では合衆国に次いで2番目である。バブルがはじけたとは言え、ジャパンマナーはまだまだ健在という気がした。10ECEE では2名の日本人研究者が会議委員を務めておられるが、その1人は国際地震工学会 (International Association for Earthquake Engineering, IAEE：加盟国40カ国) の事務局長でもある本研究所の片山恒雄教授である。ところで IAEE は、ウィーンに本部を置く IAEA (国際原子力機構) と時々間違われるが、両者は無関係である。もちろん片山教授は IAEA の事務局長ではない。



写真1 第10回ヨーロッパ地震工学会議の様子

\* 東京大学生産技術研究所 附属国際災害軽減工学研究センター

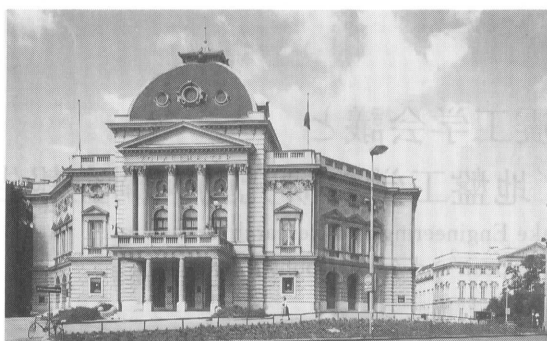


写真2 ウィーンの国民劇場。この裏手の小さなホテルに宿泊した。

会場のウィーン工科大学は、有名なケルンストナー通りから少し離れた場所にある。比較的交通の便利もいいし、建物の外観も伝統と歴史の街ウィーンの景観との調和に配慮されている。私は、国民劇場（写真2）の裏手の小さなホテルに宿泊していたが、このホテルから会場までは散歩しながら歩いて行くのに調度良い距離であった。ウィーン工科大学の建物内部は、3つのスペースに分かれているが、室内の色を、緑、黄、赤の3色に塗り分けることで位置が分かりやすくしてあった。この点は生研も見習うべきではないだろうか。名札の色で分類されているとはいえ、それに気づく人は生研内部の人である。初めて来られた人を、ほぼ確実に迷子にしまうのが生研の建物である。

本会議では、口頭発表とポスター形式に分かれて研究発表が行われたが、この他に特別テーマセッションとヨーロッパ地震工学会（EAEE）のワーキンググループ活動の報告があった。表1に本会議の講演テーマ分類と講演数を示す。講演総数は、630編であった。1964年の第1回会議の講演数が23編であったので、この40年間で講演数が25倍以上増えたことになる。最近でも、前回9ECEEの講演数が約530なのでおよそ20%以上の増加である。ヨーロッパにおける地震工学の研究が年を追うごとに盛んになってきていることがわかる。口頭発表の制限時間は各20分であるが、個々の発表に先だって、テーマ毎に全体をレビューする基調講演（State of the Art, SOA）が約40分行われた。発表数の多いテーマは、表1からもわかるように、土木・建築構造物や産業施設の解析と設計に関するものであった。日本からの参加者が主に関係したテーマは、強震動と表層地盤の影響に関するものである。日本の地震工学で最近盛んに研究されている都市や人間行動に係る災害、地震が与える社会経済やライフラインシステムへの影響などに関する研究は、ヨーロッパではあまり多くないという印象を受けた。

EAEEのワーキンググループの報告題目を表2に示す。この中で私が興味深く感じたのは、地震活動の活発な地域における組積造建物と歴史記念物の地震対策の問題である。

表1 10ECEEの講演発表内容と論文数

| 内 容                 | 発 表 数 |     |    |      |    |       |    |
|---------------------|-------|-----|----|------|----|-------|----|
|                     | SOA   | 口 頭 |    | ポスター |    | 特別テーマ |    |
|                     |       | 全体  | 日本 | 全体   | 日本 | 全体    | 日本 |
| 1. 地震活動及び地震危険度      | 1     | 14  | 1  | 10   | 1  | 10    | 0  |
| 2. 強震動及び表層地盤の影響     | 4     | 32  | 2  | 18   | 6  | 9     | 3  |
| 3. 地盤の動的性質及び安定性     | 4     | 16  | 1  | 11   | 1  | 0     | 0  |
| 4. 地盤と構造物の相互作用      | 3     | 10  | 1  | 7    | 0  | 0     | 0  |
| 5. 基礎と免震            | 3     | 18  | 1  | 9    | 1  | 0     | 0  |
| 6. 近年の地震被害の解釈       | 2     | 4   | 0  | 5    | 0  | 10    | 0  |
| 7. 耐震設計手法及び指針       | 3     | 26  | 0  | 6    | 1  | 5     | 0  |
| 8. 許容地震評価           | 1     | 22  | 1  | 5    | 0  | 5     | 0  |
| 9. 都市災害，社会経済，人間行動   | 2     | 4   | 0  | 5    | 1  | 0     | 0  |
| 10. 解析，設計手法         | 3     | 42  | 0  | 16   | 0  | 7     | 0  |
| 11. 建築物，材料の解析，設計    | 4     | 40  | 1  | 7    | 0  | 0     | 0  |
| 12. 土木構造物及び産業施設     | 6     | 44  | 1  | 31   | 2  | 21    | 1  |
| 13. ライフラインシステム      | 2     | 4   | 0  | 4    | 0  | 4     | 0  |
| 14. 構造物の修復及びレトロフィット | 2     | 14  | 0  | 10   | 0  | 0     | 0  |
| 15. 試験及びテスト         | 4     | 24  | 1  | 21   | 0  | 0     | 0  |
| 16. その他             | 0     | 0   | 0  | 0    | 0  | 9     | 0  |
| 合 計                 | 44    | 314 | 10 | 165  | 13 | 80    | 4  |

表2 ワーキンググループの活動報告

|      |                   |
|------|-------------------|
| WG1  | 耐震規定の調整と調和        |
| WG2  | 強震記録とデータ解析        |
| WG3  | バルナラビリティと地震危険度解析  |
| WG4  | 地震多発地域におけるプレハブ構造物 |
| WG5  | 地震多発地域における低コストの家屋 |
| WG6  | 地震多発地域における組積造構造物  |
| WG7  | 歴史的記念物の対策         |
| WG8  | 地震多発地域における免震構造物   |
| WG9  | 地震工学における地質工学的問題   |
| WG10 | 地震動と地震活動          |
| WG11 | 振動台実験手法の発展        |

過去の地震災害で多くの犠牲者を出してきた被害がアドベ（日干しレンガ）をはじめとする組積造構造物の崩壊であること、日本などの先進国では、組積造の被害は発展途上国の問題という認識が強く、その研究が評価されにくいなどの点を考えると、組積造の耐震性に関する研究は積極的に取り組まねばならない問題である。またヨーロッパでは古い建物や記念物が多いが、これらの地震対策をワーキンググループで研究することの意義は深い。日本でも最近、歴史的構造物や美術品の地震対策が少しずつ検討されてきてはいるが、まだまだこれからという段階である。会議の



写真3 歴史と伝統の街ウィーンの市庁舎 (絵はがきより)



写真4 ウィーン市長主催で市庁舎のダンスホールで行われた晩餐会

開催地であるウィーンでも、歴史的には約100年に1度の割合で地震被害を受けている。最近の400年では、1590年、1690年、1768年、1876年、1972年にそれぞれ被害を受けている。かなり老朽化した歴史的建造物が多いことを考えると、歴史記念物の地震対策の問題は重要である。

ところで、この手の国際会議で恒例のソーシャルプログラムとしては、8月31日の夜に行われたウィーン市長主催のパーティーが1番印象深かった。歴史と伝統の街ウィーンにふさわしい市庁舎(写真3)の最上階のダンスホールで行われた晩餐会は、会議場で見かけた何倍もの数の人々で夜遅くまで賑わっていた(写真4)。

#### WSSIに関する活動

WSSI(世界地震安全推進機構)は「国際防災の10年(IDNDR)」の一環として、IDNDRの提唱グループでもある地震工学の研究者たち(IDNDRの提唱者F. Press 元米国科学アカデミー会長は地震学者である)が、国際地震工学会(IAEE)を中心として、世界の地震災害を軽減するために具体的な活動を推進していこうとするものである。



写真5 ポスターを会議期間中ずっと展示して、WSSIの活動を紹介し協力を依頼した。



写真6 10ECEC中に行われたWSSIワークショップの様子

10ECECの期間中のWSSIに関する活動としては、WSSIのワークショップと理事会が行われ、私もサポート役としてそれらの会に参加した。また会議場では、最も人目につく場所にパネルと机を用意して、日本で作成し、予め郵送しておいたポスターとパンフレットを、会議期間中ずっと展示(写真5)して、ヨーロッパの地震工学者達にWSSIの活動を広く紹介するとともに活動支援の協力をお願いした。

WSSIのワークショップは、WSSI理事の1人であるドイツのG. K. Klein博士が責任者となって9月1日に開催された。約20か国から50人ほどが参加して「地震の危険性の軽減—ヨーロッパ諸国は何を必要とし、また何ができるか? : Mitigation of Earthquake Risks-Needs and Resources of European Countries」というタイトルの下で、地震災害の軽減のためにヨーロッパ諸国が、相互にそして発展途上国とどのように協調し活動していけるかを討論し合った。

まず18の国々の代表が、それぞれの国で行われている自然災害の軽減をめざした活動を紹介した。発表した国は、ブルガリア、エジプト、フランス、グルジア、ドイツ、英国、ギリシャ、アイスランド、イラン、イタリア、マケド

ニア、ノルウェー、ルーマニア、ロシア、スロベニア、スペイン、スイス、トルコの18ヶ国である。ご承知のようにこれらの国々は経済力も地震危険度も大きく異なるので、地震防災への取り組みも、それぞれの国が他の国にやって欲しいことや他の国にやってあげられることも大きく違う。しかも、初めは建前論で話が進んでいったため、どうなるかと思った。論点もかなり違うし、收拾がつかない感じだった。しかし、参加人数が手ごろだったことと司会の巧みな進行術によって、会場の雰囲気次第に変化し、後半には発表者からも質問者からも、かなり本音の話が飛び交うようになった。そして最後には、フランスの V. Davidovic 博士がヨーロッパ在住の WSSI 理事として、この活動を更に進めることを約束してくれるまでに至った。初めはどうなることかと思ったが、それぞれの国が持つ様々な問題を一堂に会して話し合うチャンスを提供できたという点で、このワークショップは価値があったと感じた。

翌9月2日の午後には、WSSIの理事会が開催された。今回の理事会は第3回目であるが、11人の理事のうち6人(W. Iwan[米国], T. Katayama[日本], G. Klein[ドイツ], R. Meli[メキシコ], R. Saragoni[チリ], H. Shah[米国]の各博士)が出席して開催された。また IAEE 会長であるニュージーランドの T. Paulay 博士と国連の IDNDR 事務局から K. Sudo 博士がオブザーバーとして出席した。私もサポーター兼オブザーバーとしての参加である。ちなみに WSSI の第1回理事会は東京(1993年9月)で、第2回はマニラ(1994年2月)で開催されている。

まず前回の理事会以降の活動が紹介され、引き続いて、近い将来の活動予定についての説明があった。WSSI はこれまで主にアジアを中心にして活動が進められてきたが、他の地震多発地域の国々をはじめとして、より広く世界の国々にその存在を知ってもらうことが重要であるとの指摘がなされた。とくに中東・中央アジア地域、ラテン・アメリカ地域、およびヨーロッパ地域での活動を強めることが議論された。また、WSSI の意義を IDNDR 終了後も残すためには、ワークショップや HLM (High Level Meeting : 政府高官などを対象として地震工学の重要性を伝える会議) などの開催だけでは不十分であり、もっと形の残る活動を行うべきである点が強調された。そしてその活動の一環として、「発展途上国の大学に地震工学に関する WSSI の寄付講座を設立してはどうか」という話が出た。出席した全理事がこの提案に賛成したが、問題はそのための基金づくりである。これまでの活動もほとんどボランティアで進められてきた WSSI にとって、本格的な基金づくりが必要な時期に来ているという印象を受けた。

最後にこの8月末で任期満了となる3人の理事の後任が選任されて会は終了した。理事会終了後、IDNDR 事務局の K. Sudo 氏より、「国際防災の10年」に対する WSSI の

活動を高く評価するという O. Elo 氏 (IDNDR 事務局長) からのメッセージが紹介された。

### ヨーロッパ諸国の関連分野の研究動向の調査

10ECEEE の後、ヨーロッパ諸国の地震工学の研究動向について意見交換をするために、ハンガリーのブタペスト工科大学と、スイス・チューリッヒの EWI (ヨーロッパ最大のエンジニアリングコンサルタント) を訪れ、欧州における地震工学の動向について意見交換した。

ブタペスト工科大学には米国スタンフォード大学の H.C. Shah 教授(地震工学)と一緒に、9月3~4日に訪問し、コンクリート構造を専門とする工学部の L. Kollar 博士と意見交換した。Kollar 氏はスタンフォード大学への留学経験もあり、3人で話がぐいに盛り上がった。しかし大学の研究環境の話になると、現在のハンガリーでは経済の問題等で、必ずしもいい状態ではないと言っていた。

また Kollar 博士には、ブタペスト市内の歴史的な構造物(写真7)の見学と説明をしてもらった。彼によれば、この地方は約2,000年前から人が定住する集落があったが、現在のブタペストは、ドナウ川の西側の丘陵地ブダと東側のハンガリー大平原プスタに続く平野部のペスト、更にオーブタが1873年に統合してできたということであった。現在、市の面積は525km<sup>2</sup>、人口は210万ほどだという。

スイス・チューリッヒには9月6~8日に訪問した。EWI には私の友人である M. Wieland 博士と S. Malla 博士がいる。ウィーンに来るのであれば少し足を伸ばして是非チューリッヒまで来て、非連続体解析法の話をして欲しいと言われたこともあって訪問したのである。Wieland 氏はかつてタイのアジア工科大学(AIT)の教授として教鞭をとっていたが、現在は EWI の動力学部門のチーフとして活躍している。地震工学一般に広い見識を持つ研究者である。Malla 氏は、AIT で Wieland 教授の下で修士課程

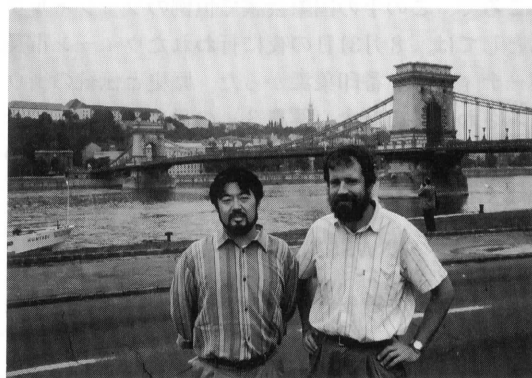


写真7 ハンガリーのブタペストでの L. Kollar 博士(右)と著者(左)。後方はドナウ川に最初に架けられたラーンツヒード(チェーンブリッジ)。ブタペストで最も美しい橋といわれている。





写真8 スイスのチューリッヒでWieland 博士(左)・Malla 博士(中央)と意見交換する著者(右)

を修了後、東京大学で博士課程を修めた新進気鋭の若手研究者である。ネパールのカトマンズのマラ王族の末裔である彼とは、東京大学在学中に知り合い友好を深めた。

EWI では、非連続体解析の講演を行い、スイスにおける地震工学の動向について意見交換した(写真8)。

### 崖崩れ、斜面安定と社会基盤施設の 安全性に関する国際会議

10ECEC の帰路の途中、9月13～14日にマレーシア・クアラルンプールで開催された「崖崩れ、斜面安定と社会基盤施設の安全性に関する国際会議」に出席して論文を発表した。この会議には、アジアを中心とした約20ヶ国から100名の研究者が参加し、学術的なテーマから実務的なテーマまでの幅広い問題に関して、約60の論文発表と3つの基調講演が行われた(写真9)。参加者の多かった国は、インド、シンガポール、スリランカ、日本などであった。私は、「Geo-related Disasters and Their Countermeasures in Japan: 日本における地盤災害とその対策」というタイトルの論文発表のなかで、地盤災害を中心とした最近の日本の自然災害をレビューし、更に土石流や崖崩れの次世代の解析法として有望視される個別要素法によるシミュレーション解析の結果を紹介した。



写真9 マレーシア・クアラルンプールでの国際会議の様子

発表論文や質疑応答などから会議全体を通じて感じたことは、「東南アジアの災害軽減において重要なことは、学術的な研究よりも実務者レベルでの正確な知識の普及である」という点だ。会議に参加していた東南アジア各国の建設関係の行政官・コンサルティング会社のエンジニアなどの多くは、基礎的な知識の理解を求めているし、自分たちの知識が十分でないことも彼らなりに認識している。問題は「彼らが抱える問題を理解して、それに対する実務的な解答をうまく提供するシステムを如何に作るか」である。この点が最も重要であると強く感じた。

### お わ り に

今回の海外訪問は、欧州並びにアジアの地震工学と地盤工学の動向を見る上で非常に有意義であった。このような機会を与えてくださった財生産技術研究奨励会の三好研究助成に深い感謝の意を表します。

ヨーロッパから東南アジアまでを約3週間ほどかけて旅行したが、最後に私が感じた日本との違いについての印象を少し述べる。日本との違いとして私が最も強く感じた点は、日常生活を支配する時間の流れの差である。会議の合間の休憩時間や食事に費やす時間、1日の労働時間など、どれをとっても彼らはあくせくしていない。悠々とした時間の流れの中で生きている(少なくとも私にはそのように見える)。恒常的にはほぼ毎日のように締め切りに追われる日本での生活では考えられない時間の流れである。発想豊かで独創的な研究には、安定した生活基盤の確保に加えてやはりある程度の時間的な余裕が不可欠である。ゆっくりものごとを考えるだけの余裕がない自分の生活を振り返って、『『蓄積』の時期であるべき若い時代を、自分は『消耗』の時代として生きているのではないだろうか』と強く感じた。もちろん自分では気づいていないだけで、多くのことを学んでいるに違いない(そう思いたい)が、若い今の時間を日本的に過ごすか否かで、研究者として最も脂の乗る年齢になった時、大きな差になるのではないかと不安になる。日常的な様々な業務をこなさなくてはまわりの人たちに迷惑をかける。自分では「雑務」と思っている仕事に対して、自分のほとんどの時間を費やしている現実を考えると、それは「雑務」ではなく自分の「本業」であると思わざるを得ない感じもする。日本に帰れば、旅行中にたまった雑務(本業?)の仕事が待ちかまえている。しかし、これからはもう少し心に余裕を持って日本での生活を送ってみようと思決心した。

クアラルンプールの会議に9月14日の午前中まで出席し、その日の夜にマレーシアを発ち、翌15日の朝に成田空港に到着した。その足で成田空港から直接羽田空港に向かい、千歳空港行の飛行機に飛び乗った。15日から札幌で開催されている学会に出席するためである。

