

欧州における構造信頼性工学の研究動向

Research Trends on Structural Safety and Reliability in Europe

山 崎 文 雄*

Fumio YAMAZAKI

は じ め に

「欧州における構造信頼性工学の研究動向」と大げさな題をつけたが、本文の内容は、ギリシャのコルフ島で開催された第1回確率的計算力学 (Computational Stochastic Mechanics) 国際会議の概要と、帰途におけるロンドンのインペリアル・カレッジ訪問について述べたものである。出張にあたっては、生産技術研究奨励会の三好研究助成を受けた。

構造物の安全性・信頼性を確率論に基づいて評価しようという考えは、1950年代に提唱されて以来、土木、建築、機械、航空などの多くの工学分野に浸透しつつある。構造信頼性に関する研究の発展にこれまで最も貢献してきたのは、米国とヨーロッパ諸国であり、日本はその次に位置する。これは、この分野の最も代表的な国際会議である「構造物の安全性および信頼性に関する国際会議 (ICOSSAR)」が、ワシントン (米国)、ミュンヘン (ドイツ)、トロントハイム (ノルウェー)、神戸、サンフランシスコ (米国) の順でこれまで開催されてきたことでもわかる。4年ごとに開催されるICOSSARの中間年である1991年に、第1回確率的計算力学国際会議がヨーロッパで開かれたのはタイムリーであり、最近の同分野の研究動向を調査するよい機会であると考え参加した。

またインペリアル・カレッジは、最近、東大生産技術研究所と研究協力に関する覚書を交わしている。その一貫として筆者は、同カレッジに1992年3月より7ヶ月間滞在することになっており、その打合せを兼ねて訪問した。

第1回確率的計算力学国際会議

会議は1991年9月17日から3日間、ギリシャ本土の西、イオニア海に浮かぶコルフ島 (写真1) で開かれた。コルフ島は、アルバニアやイタリアに程近く、かつてベネチア、フランス、イギリスなどに順番に統治された歴史を持つため、島の町並み全体にヨーロッパ的な雰囲気

*東京大学生産技術研究所 第5部

漂っている。アテネから飛行機で約50分の観光の島で、アメリカやヨーロッパ各地からの観光客が多い。会議会場は、島の中心地ケルキラのはずれにあるリゾートホテルで、海に面した風光明媚な高台に位置している。

会議の目的の1つとして、構造信頼性工学および地震工学の権威、篠塚正宣プリンストン大学教授 (兼米国地震工学研究センター所長) の還暦祝いということが謳われており、このことも手伝ってか世界各国から約80名の第一線の研究者が集まった (写真2)。全12のセッションが1会場で3日間連続的に行われ、約70編の論文が発表

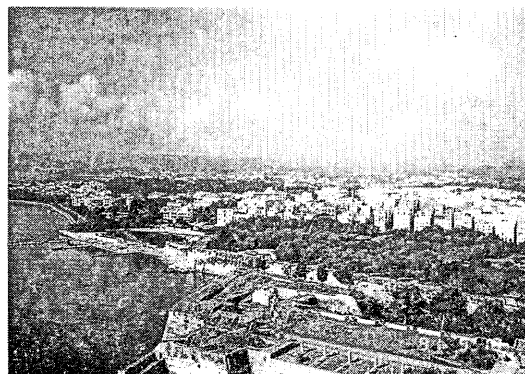


写真1 旧砦から見たコルフ島中心地ケルキラの町並み

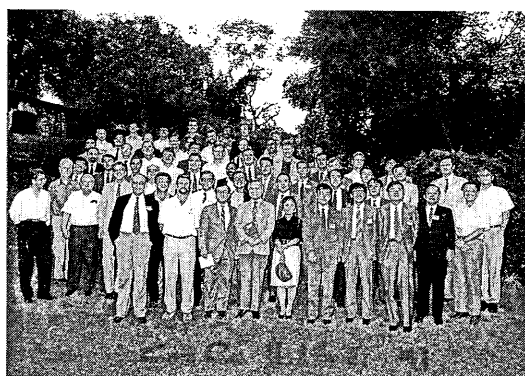


写真2 ヒルトンホテルの庭に集まった会議参加者一同

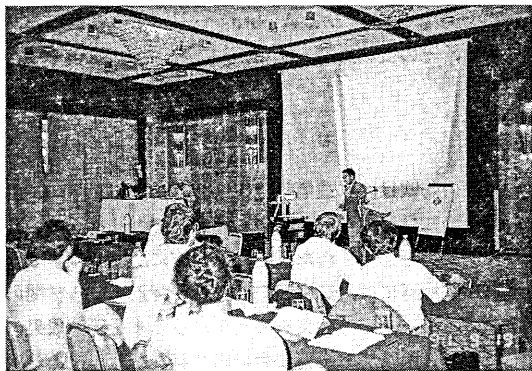


写真3 会議セッションにおける発表の様子

された(写真3)。それらの主なトピックスは、以下のよう
に分類できる。

- 1) 信頼性解析の理論
- 2) 損傷度解析
- 3) 信頼性解析の応用
- 4) ランダム振動の理論
- 5) 確率有限要素法 の概念
- 6) 疲労・破壊
- 7) モンテカルロ・シミュレーション
- 8) 地震工学への応用
- 9) 材料
- 10) 応用ランダム振動
- 11) 確率有限要素法 の応用
- 12) 流体への応用とカオス

会議の主旨として、計算力学と構造信頼性工学という
これまで別個に発展してきた分野間の交流を挙げている。
これまででは、前者が数値計算手法の開発やその効率化に
重点を置き、後者が確率論に基づく信頼性理論の展開と
応用に主眼を置いてきた。しかし近年、構造物の安全性
をより現実的なモデルを用いて論じるために、両者の融
合を図ろうとする試みも盛んである。確率有限要素法な
どはその代表であり、これは構造部材の材料定数や形状
などシステムの不確実性と、荷重などの入力の不確実性
を考慮して、出力の変動を求めようとするものである。
また、従来は現実性の低かった大規模な構造システムの
モンテカルロ・シミュレーションも、計算機の発達で比
較的容易になってきた。これらの分野などにおいて、今
回は多くの論文が発表され、活発な討議が行われた。

また確率的に取り扱わねばならない荷重の代表に地震
荷重があり、従来からそのモデル化や構造物の応答、さ
らに地震時の構造物の損傷や破壊に関し、数多くの研究
がなされてきた。この会議でも、地震やその他の動的荷
重を取り扱った研究が、全体の半数近くを占めている。
また傾向としては、構造物の非線形挙動を忠実に取り入
れたり、地盤定数の空間的なばらつきを考慮するなど、

より現実的な確率モデルの提案がなされている。

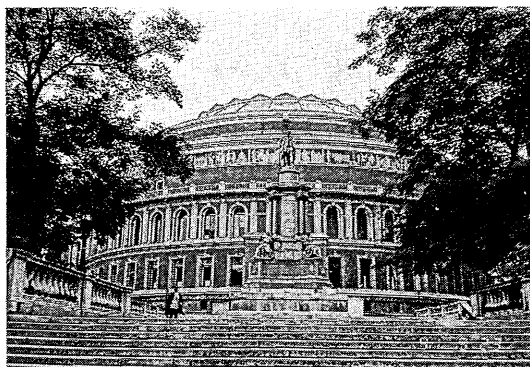
会議2日目の夜には、プールサイドでディナーパー
ティが開かれた。星空を仰ぎながら、食事やギリシャ民
族舞踊に、参加者一同楽しい一時を過ごした。

インペリアル・カレッジ訪問

インペリアル・カレッジは、ロンドン市街地の西部に
位置し、広大なケンジントン・ガーデンの程近く、10月
に大相撲のロンドン公演が行われたロイヤル・アルバ
ート・ホール(写真4)に隣接する。英国における理工系
の大学としては、規模も学生の質もトップレベルにある。

同カレッジには、土木、機械、電気など工学系の学科、
数学、物理、化学などの理学系の学科、さらに経営学に
医学まで16の学科があり、6千人余りの学生が学んでい
る。この土木工学科の地震工学グループと生産技術研究
所の耐震構造学研究グループ(略称ERS)とは、以前より
交流があり、最近、正式な研究交流の覚書が交わされ
た。

今回の訪問では、3月より筆者のホストとなる地震工
学グループのN.N. Ambraseys教授(写真5)と面会し

写真4 インペリアル・カレッジに隣接するロイヤル・アル
バート・ホール写真5 インペリアル・カレッジにおけるAmbraseys教授と
筆者

た。すでに論文別刷や経歴などを送ってあったが、最近の研究課題などについて説明し、その後、今後の共同研究のテーマなどについて意見交換した。同教授の研究テーマのうち筆者と関連のあるものは、地震動記録のデータベース化、地震による残留変位の推定、世界各地の地震危険度の評価、実地震の被害調査などであり、これらのうち幾つかについて、今後共同研究を行うことになろう。

そのほか、コンピュータ施設、図書館、実験設備などを案内してもらった。実験設備では、最新の振動台と土質試験機などが印象に残った。同カレッジも東大と同様に留学生が多く、とくに地震工学を専攻する学生には、地中海沿岸のヨーロッパおよび中近東の地震国出身者が多い。英国国内において強い地震が起きることはないが、情報と研究者を集めることにより、同カレッジはヨーロッパの地震工学研究の中心の1つとなっている。今回

は短い訪問であったが、Ambraseys教授と半年後の再開を約し、その後の長期滞在を楽しみに同カレッジを後にした。

お わ り に

今回の訪欧は、構造信頼性工学および地震工学に関する最新の知見を得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れた三好研究助成に謝意を表する。

ヨーロッパには、長い歴史や文化を背景とする学問の重みがある。次々と論文を書き上げることが研究成果の尺度とする米国流の研究姿勢に陥りがちな筆者であるが、時にはじっくり落ち着いて物を考えることも必要であろう。そんな気にさせるのもヨーロッパの持つ雰囲気の良いであろうか。

(三好研究助成報告書 1991年11月27日受理)