

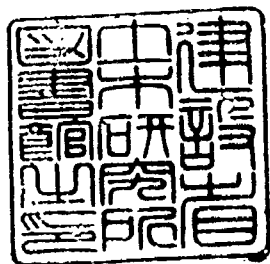
I S S N 0386—5878

土木研究所資料第2250号

土木研究所資料

在外研究員報告

(昭和56年度～昭和59年度)



昭和60年10月

建設省土木研究所

Copyright © 1985 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

在外研究員報告

(昭和56年度～昭和59年度)

企画部 企画課

要 旨

本報告書は、海外の大学、研究機関等に留学、あるいは国際会議に出席した当所職員の研究（会議）成果をとりまとめたものである。

キーワード：在外研究員

ま え が き

近年の科学技術の高度化に伴い、科学技術の発展には国際間の協力が重要となってきた。

土木研究所の職員も長期及び中期在外研究員等の制度により、海外の大学、研究機関等に留学、あるいは国際研究集会への参加等により、海外との交流を図り、多大な成果をあげてきた。

本報告書は、昭和56年度から昭和59年度までの4年間の在外研究員の研究報告をとりまとめたものである。在外研究員報告は、過去に土木研究所資料第607号（昭和41年～43年度）、同858号（昭和44～46年度）、同1248号（昭和47～51年度）及び同1632号（昭和51年度～55年度）に収録、刊行されている。その後の4年間に31名が在外研究を経験しており、本書では、このうち現在留学中の1名を除く、30名の研究成果を収録してある。また、併せて過去に収録できなかった3名分の成果も追加収録した。

言語、習慣等の異なる海外での研究には、多くの困難があったものと思われるが、そこから得られた貴重な経験や、留学等を通じて得た海外の研究者とのきづなは、在外研究員各人の今後の研究の糧となるにとどまらず、ひいては土木研究所の発展にも寄与するものと確信している。

在外研究員の研究成果や海外での研究生活、研究機関の概要をとりまとめたこの報告書が、今後、在外研究員を目指す研究者の励みとなり、また海外の事情を知る上での一助となれば幸いである。

昭和60年10月

企画部企画課長

嶋 村 春 生

在 外 研 究 員 一 覧 表

年度	研 究 課 題 等	氏 名	所 属	期 間	在 外 研 究 先	種 別	在外研究当時所属
55	都市計画に関する研究	中 村 亮	建設経済局 調整課	昭和 55. 9. 25 ~ 56. 9. 24	(英) 環境省運輸道路研究所	長期在外研究員	システム課
55	海浜変形の予測手法に関する研究	宇 多 高 明	海岸研究室長	55. 12. 1 ~ 56. 11. 30	(米) スクリップス海洋研究 所	"	海岸研究室
55	軸力と2軸曲げを受ける中空断面橋脚に 関する研究	山 本 善 行	沖縄総合事務 局	55. 12. 15 ~ 57. 3. 15	(米) テキサス州立大学	バートギャランティ 研究員	橋梁研究室
56	土質地震工学と土質動力学の最近の発展 に関する国際会議	岩 崎 敏 男	地震防災部長	56. 4. 25 ~ 56. 5. 6	(米) ミズリー州セントルイス	国際研究集会	振動研究室
56	土砂の生産、流送に関する確率論的研究	水 山 高 久	砂防研究室 主任研究員	56. 8. 1 ~ 57. 7. 31	(米) コロラド州立大学	長期在外研究員	砂防研究室
56	道路、輸送に関する経済分析	宮 田 年 耕	大臣官房 政策課	56. 8. 2 ~ 57. 8. 1	(米) バデュー大学	バートギャランティ 研究員	橋梁研究室
56	地下水涵養技術及び目づまり防止工法に 関する調査	石 崎 勝 義	河川局 防災課	56. 8. 9 ~ 56. 9. 14	米国、オーストリア、イタリ ア、フランス	中期在外研究員	水文研究室
56	都市排水による水質汚濁防止技術に関す る研究	中 村 栄 一	下水道研究室 長	56. 8. 15 ~ 58. 8. 14	(米) イリノイ大学	海外長期研修生	下水道研究室
56	斜面の崩壊機構とその対策工法に関する 研究	石 川 芳 治	近畿地方建設 局	56. 9. 1 ~ 57. 8. 31	(加) アルバート大学	"	急傾斜地崩壊研究室
56	軟弱地盤上の盛土の耐震性に関する研究	谷 口 栄 一	動土質研究室 主任研究員	56. 9. 1 ~ 57. 8. 31	(米) マサチューセッツ工科 大学	長期在外研究員	動土質研究室
56	耐風耐震構造専門部会におけるライフ ライン地震工学に関する協力活動	栗 林 栄 一	豊橋技術科学 大学教授	56. 9. 26 ~ 56. 10. 10	(米) 商務省、国立科学財団、 運輸省、住宅都市開発省、他	二国間協力	地震防災部
56	下水処理技術の研究開発プロジェクトへ の参加等	渡 部 春 樹	水質研究室 主任研究員	56. 10. 1 ~ 57. 9. 30	(西独) アーヘン工科大学、 上下水道研究所	バートギャランティ 研究員	水質研究室
56	騒音制御に関する国際会議	金 安 公 造	北海道大学教 授	56. 10. 4 ~ 56. 10. 11	オランダ、アムステルダム	国際研究集会	企画部
57	国際大ダム会議第14回大会	松 本 徳 久	フィルダム研 究室長	57. 5. 1 ~ 57. 5. 10	ブラジル、リオデジャネイロ	"	フィルダム研究室

年度	研 究 課 題 等	氏 名	所 属	期 間	在 外 研 究 先	種 別	在外研究当時所属
57	河川水理学研究の必要性に関するシンポジウム	富 永 正 照	所長	57. 6. 19 ~ 57. 6. 28	ポルトガル、リスボン	国際研究集会	河川部
57	構造物基礎の設計・施工法に関する研究	見 波 潔	施工研究室 研究員	57. 8. 29 ~ 58. 8. 28	(米) テキサス州立大学	パートギャランティ 研究員	施工研究室
57	自然風の乱れを考慮した長大橋梁の耐風性に関する研究	佐 藤 弘 史	構造研究室 主任研究員	57. 9. 1 ~ 58. 9. 17	(加) ウェスタンオンタリオ 大学	"	構造研究室
57	トンネル建設技術に関する調査	水 谷 敏 則	トンネル研究 室長	57. 9. 4 ~ 57. 10. 3	イギリス、ノルウェー、西ド イツ、フランス	中期在外研究員	トンネル研究室
57	傾斜地の安定性判定手法および崩壊防止 技術に関する研究	仲 野 公 章	急傾斜地崩壊 研究室研究員	57. 9. 11 ~ 58. 9. 10	フランス中央土木研究所	パートギャランティ 研究員 (フランス政 府給費生)	急傾斜地崩壊研究室
57	河川及び湖沼における汚濁物質の混合・ 拡散に関する研究	浅 野 富 夫	河川研究室 主任研究員	57. 9. 15 ~ 58. 9. 14	(米) アイオワ大学水理学研 究所	長期在外研究員	河川研究室
57	寒冷地舗装の設計施工に関する調査研究	飯 島 尚	国土開発技術 研究センター	57. 10. 15 ~ 57. 10. 25	カナダ	二国間協力	舗装研究室
57	ライフライン施設の耐震性に関する日米 共同研究	萩 原 良 二	環境庁大気保 全局	58. 2. 1 ~ 58. 9. 30	(米) 商務省国立標準局建築 技術センター	パートギャランティ 研究員	耐震研究室
58	舗装管理システム (PMS) について	菊 川 滋	舗装研究室 主任研究員	58. 7. 7 ~ 60. 7. 6	(加) ウォータールー大学	海外長期研修生	基礎研究室
58	降雨・流出現象の解析と洪水予報シス テムへの応用に関する調査	吉 野 文 雄	水文研究室長	58. 8. 15 ~ 58. 9. 13	スイス、西ドイツ、イギリス	中期在外研究員	水文研究室
58	第21回国際造園学会	田 代 順 孝	緑化研究室 主任研究員	58. 8. 23 ~ 58. 9. 5	(西独) ミュンヘン	国際研究集会	緑化研究室
58	老朽橋の余寿命予測に関する研究	西 川 和 広	橋梁研究室 主任研究員	58. 9. 1 ~ 59. 8. 31	(米) リーハイ大学 フリッツ工学研究所	長期在外研究員	橋梁研究室
58	軟岩斜面の劣化に関する研究	平 野 勇	地質研究室 主任研究員	58. 9. 29 ~ 59. 9. 28	ニュージーランド、科学産業研 究局、地質調査所	"	地質研究室
58	第17回国際道路会議	村 上 順 雄	次長	58. 10. 6 ~ 58. 10. 18	オーストラリア、シドニー	国際研究集会	研究調整官
59	耐風耐震構造専門部会におけるライフ ライン施設他の耐風耐震技術に関する協力活動	岩 崎 敏 男	地震防災部長	59. 5. 5 ~ 59. 5. 26	(米) 商務省、運輸省、内務 省、陸軍局、ミズリー大学	二国間協力	地震防災部

年度	研 究 課 題 等	氏 名	所 属	期 間	在 外 研 究 先	種 別	在外研究当時所属
59	低コスト道路トンネルに関する国際シンポジウム	藤 田 大 二	道路部長	59. 6. 17 ~ 59. 6. 29	ノルウェー、オスロ大学	国際研究集会	道路部
59	第4回国際水理学会確率水理学国際シンポジウム	山 口 高 志	河川情報センター	59. 7. 29 ~ 59. 8. 11	(米) イリノイ大学	"	河川部
59	都市内街路の計画と設計に関する研究	天 野 光 一	交通安全研究室研究員	59. 8. 1 ~ 60. 7. 28	フランス、都市交通研究所	パートギャランティ研究員 (フランス政府給費生)	交通安全研究室
59	日独科学技術協力協定、日独環境保護パネルにおける下水及び汚泥処理技術に関する協力活動	京 才 俊 則	汚泥研究室長	59. 9. 25 ~ 59. 10. 13	(西独) ボン、カールスルーエ	二国間協力	汚泥研究室
59	日加科学技術協議、耐風・耐震構造の研究に関する協力活動	横 山 功 一	構造研究室長	60. 2. 23 ~ 60. 3 4	(加) 国立航空研究所	"	構造研究室

目 次

まえがき

1. 都市計画に関する研究	1
2. 海浜変形の予測手法に関する研究	4
3. 軸力と2軸曲げを受ける中空断面橋脚に関する研究	7
4. 土質地震工学と土質動力学の最近の発展に関する国際会議	9
5. 土砂の生産、流送に関する確率論的研究	11
6. 道路、輸送に関する経済分析	14
7. 地下水涵養技術及び目づまり防止工法に関する調査	17
8. 都市排水による水質汚濁防止技術に関する研究	19
9. 斜面の崩壊機構とその対策工法に関する研究	22
10. 軟弱地盤上の盛土の耐震性に関する研究	25
11. 耐風耐震構造専門部会におけるライフライン地震工学に関する協力活動	29
12. 下水処理技術の研究開発プロジェクトへの参加等	31
13. 騒音制御に関する国際会議	37
14. 国際大ダム会議第14回大会	38
15. 河川水理学研究の必要性に関するシンポジウム	40
16. 構造物基礎の設計・施工法に関する研究	42
17. 自然風の乱れを考慮した長大橋梁の耐風性に関する研究	44
18. トンネル建設技術に関する調査	46
19. 傾斜地の安定性判定手法および崩壊防止技術に関する研究	48
20. 河川及び湖沼における汚濁物質の混合・拡散に関する研究	51
21. 寒冷地舗装の設計施工に関する調査研究	55
22. ライフライン施設の耐震性に関する日米共同研究	58
23. 舗装管理システム(PMS)について	62
24. 降雨・流出現象の解析と洪水予報システムへの応用に関する調査	68
25. 第21回国際造園学会	70
26. 老朽橋の余寿命予測に関する研究	72
27. 軟岩斜面の劣化に関する研究	76
28. 第17回国際道路会議	80
29. 耐風耐震構造専門部会におけるライフライン施設他の耐風耐震技術に関する協力活動	82
30. 低コスト道路トンネルに関する国際シンポジウム	85
31. 第4回国際水理学会確率水理学国際シンポジウム	87

32. 都市内街路の計画と設計に関する研究	89
33. 日独科学技術協力協定，日独環境保護パネルにおける下水及び汚泥処理技術に関する 協力活動	92
34. 日加科学技術協議，耐風・耐震構造の研究に関する協力活動	96

1. 都市計画に関する研究

中 村 亮

1. 実施した試験研究の内容及び成果

土地利用計画と交通計画を二大要素とする都市計画あるいは地域計画は、その計画段階において時々の経済社会条件、主要交通機関の種類等により大きな影響を受ける。又一方その実施段階においても法律あるいは実施体制等により異った展開を見せる。これら計画及び実施についてイギリスと日本を比較し今後の歩むべき都市計画、地域計画のあり方、実施方法についての参考とすべく、イギリスにおける過去及び現在の計画・実施について比較研究を行った。

1-1 主要交通機関との関係

18世紀に独自に開発した技術により産業革命を開花し、近代都市を形成していったイギリスでは増大する陸上の人的、物的交通はもっぱら馬車輸送により行われてきた。この馬車輸送を円滑に行うための道路建設は当時すでに開発されていたマカダム、テルフォードによる舗装技術を使って道路が建設され今日の主要な幹線ネットワークは19世紀には完成していたと言われている。イギリスにおいて最初に道路ストックの統計が取られた1911年には道路延長は28万kmに及び今日(34万km)のおよそ82%がすでにネットワークとして存在していた。このような道路の発達には都市を面的に広範囲なものとし、道路を骨格とした都市計画が行われ各地に建設されていった。この道路を使って特に上級階級の人々は効外に家を持ち馬車で通勤することが一般に行われていた。しかし一般労働者はもっぱら徒歩により交通を行っていたため就業地である工場等の周辺に高密度に密集して生活していた。しかし工場は地方的に偏在が見られたものの、個々の工場は分散立地され交通機関の特徴を反映して過度の集中は見られなかった。19世紀に入り鉄道が発達して大量輸送が可能になり、従来の個別分散型道路輸送形態から大量拠点型鉄道輸送形態の変化は鉄道駅周辺に就業地の集中をうながし、工場の周辺に労働者が超過密化して住む図式が多くの大都市で見られるようになる。この密集した住宅地は後にスラム問題として大都市の都市計画を考える際の重要な一項目となってくる。中心部の生活環境が悪化するに従い増々多くの上中流階級の人々が郊外へ移動するようになり、通勤問題が次第に大きな問題となり19世紀中葉には鉄道馬車、路面電車の発展をうながし、都市は次第に巨大化していった。今日イギリスにおける大都市はいずれもこの当時に形成されたものであり、当時の都市計画の主要問題は住み易さの追及より労働者の通勤を第一と考えるものであった。一方では巨大化する都市問題を解決するため自己完結型のニュータウン計画が世に出たのもこのような背景のもとにこの頃出された。しかしこのニュータウンが開花するのは次の自動車の時代に入ってからのことである。すなわち20世紀に入ってから自動車の普及に伴い交通体系は再び大きな変化を生じ、鉄道の大量拠点輸送を基にした土地利用形態は自動車時代の土地利用にはなじまず、都市内の交通渋滞問題の発生となって表面化してきた。スラム問題、交通問題の解決に当りイギリスでは主として大都市近郊に多くの自己完結型のNew Townを建設することによる方法をとった。このニュータウンの建設が今日成功との評価を受けているのは自動車時代と表裏一体と考えられる。自動車時代の個別分散輸送は鉄道駅を中心とした大都市の交通上の利点を失わせ、都市から孤立して建設さ

れるニュータウンに大きな短所とはならず、むしろ大都市の渋滞等の欠点を解消し、国民の価値観の多様化とともに、より良好な環境の創造を通じて自己完結型都市が受け入れられたものである。

このような歴史を持つイギリスで今日かかえる最大の都市問題は公共輸送機関の衰退である。都市の過度の集中が漸次郊外への低密優良住宅地の開発と相まって解消すると裏腹に乗客密度が希薄となり、このような地域をサービスするバス輸送会社は車頭間隔、路線密度等乗客に不利なサービスを強いられ、人々の自動車保有率の高まりの中でマイカー利用率が高まることとなった。通勤問題、交通渋滞の再来である。この再来に対してイギリス政府はかつてのニュータウン建設、道路建設等の社会資本整備に投資するだけの財政的余裕を失い、もっぱら既存の道路ストックの有郊利用により解決を図る政策を打ち出している。すなわちマイカーから公共輸送機関への乗客のUターン促進である。これにはバス優先道路、バス専用道路等我国でも導入されている方法の他、運賃補助にも多額の費用を投じているが、目下のところ大きな成果を得ていない。

一方我国では19世紀に英国等欧米諸国の技術を導入して産業革命を遂行し、交通機関についても19世紀に主流を占めていた鉄道を導入したため道路網の整備に先んじて鉄道網が発達し都市は鉄道駅中心の過密都市が多く出現することになる。その後自動車時代に入った我国は自動車の保有率の高まりに比してその輸送分担率（人的輸送に着目）は小さく、公共輸送機関が高い分担率を持つという欧米諸国の分担率とは性質を異にしている。これは道路整備の立遅れから当然とも思える。しかし今後の世界のすう勢、特に今回追加出張により訪問した西独、フランス、イタリアにおいてもマイカーから公共輸送機関への転換に多くの費用を支出している。このような状勢を考える時、幸にして欧米並の個別輸送シェアを持たない我国がこのまま個別輸送のシェアの伸びを許すのか、又は公共輸送の分担率低下を抑えるための政策を取るのかは将来に恒る大きな問題と考える。

1-2 計画及び実施過程の比較

1968年の都市及び地域計画法の制定により今までの開発計画は大きく変った。主要な変化は地方自治体の考えが開発計画に大きく反映されること及び環境省が地方自治体の作成するStructure planを通じて全ての開発計画を含むマスタープランを一省の権限のもとにその斉合ある土地利用、交通体系を実現することが制度面から保証されていることである。このStructure planが環境省により認可されると各地方自治体はそのplanに沿い事業が実施されることになるが、その事業についてはStructure planに基づいて自治体の権限で処理され中央官庁の許認可を受ける必要がない。地域づくり町づくりはそこに住む住民の手により行われることが制度上保障されている。

一方我国においては多くの事業が中央政府の許認可、補助金により行われ、それぞれ事業の種類により担当省庁の意見が大きく反映される。このため省庁間の横の連絡が希薄になり、異質の土地利用間の不斉合が生じる危険を内蔵しており、合理的均衡ある地域、都市の発展を疎外する要因となる危険がある。

都市計画等の地域、交通問題は現場の科学と言われ、特に利害を伴う問題も多く、机上の理論のみによる問題解決に多くを望めない部分が多く、立法、制度、計画主体の連絡、情報交換等に問題解決を委ねなければならない問題も多く、その一例としてイギリスのStructure plan制度は我国の行政のあり方を考える時、大いに参考になると考えられる。

2. 試験研究遂行に役立った試験研究機関の設備環境等

(1) 情報検索システム及びコンピューター

数多くの統計を探し出し、数値解析を行う過程で必要な統計の検索あるいは参考文献の検索に大いに役に立った。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

都市関係、交通関係の研究で在外研究を行う場合、その国の歴史・社会・経済・個人の価値観等日本とは異った条件に立脚して都市が建設され、交通が行われるという事を十分理解する必要がある。例えば職住近接のニュータウンを建設しても終身雇用制の確立していないイギリスではニュータウンに立地した工場等実に容易に転職する。しかし日本においては工場と共に労働者の移転も考えなければ成功しないと思われるのはその一例であろう。このように日本では考えにくい事実も現地での研究者、行政官との討論及び現地を見学することにより容易に発見することが出来る。このような発見は日本を客観的に眺め又諸外国の制度を導入しようとする際非常に参考となるものである。より多くの人々と話し合い、より多くの都市、交通体系を観察することも室内研究と同等に、あるいはそれ以上に大切と考えられる。

4. 所感

期間中、西独連邦道路研究所、イタリアローマ大学交通研究所、フランス交通研究所を訪問する機会を与えられそれぞれの国において、都市交通政策等について意見の交換を行いその一部は本文でもふれた。

2. 海浜変形の予測手法に関する研究

宇 多 高 明

1. 概要

筆者は、昭和55年12月1日より昭和56年11月30日まで、科学技術庁の長期在外研究員として、米国カリフォルニア州のカリフォルニア大学付属スクリップス海洋研究所に留学した。本報告は、在外研究の内容およびその成果などについて明らかにするものである。

2. 実施した試験研究の内容および成果

スクリップス海洋研究所では主として3項目に関して研究を行った。その第1は、スクリップス海洋研究所に存する長さ約300 mの栈橋を利用して波による海浜地形変化を調べることであった。これは、波による岸沖方向の地形変化を測定し、これによって岸沖方向地形変化モデルを作成することに目標があった。このためほぼ毎日1回栈橋に沿う海浜形状を測定し、あわせて毎日4回、栈橋先端で波浪測定を行った。この結果、約300日間の連続的データが取得された。このデータは現在解析中である。

第2の研究項目は、最も重要な研究課題であって、新しい海浜変形モデルを開発することであった。研究の主旨は、砂嘴や河口における砂州などのように平坦でない複雑な海岸線形状を有する汀線の変化予測を行うことのできるモデルを作成することにあった。この種の研究は、海岸工学の分野においては研究例も極めて少く、成功例はほとんどないのが現状であったが、幸いなことに在外研究中にモデルの開発に成功した。モデルの詳細な点についてはここでは省略するが、得られた成果は、参考文献1)～7)にまとめられている。

第3の研究項目は、第2の研究課題によって検討された、円形砂州や砂嘴、あるいはカस्प状海岸における海浜変形の主要な外力である海浜流について、その機構を理論的に明らかにするものである。第2の研究が数値計算に依存するのに対し、本研究は理論的研究であるという点に特色を有している。理論の詳しい点については省略するが、得られた成果は参考文献8)および2), 7)の一部としてまとめられている。

なお、直接的な研究成果とはならなかったが、在外研究中、East Coast および West Coast の多くの海岸を見ることが出来たことは幸いであった。海岸工学的に見ると、我が国の多くの海岸は多種多様な海岸構造物が造られており、自然海岸を見ることが出来る機会が少くなっているが、米国の海岸はまだ人間の手の入らない所がほとんどであり、また海岸の持つスケールも大きい。このような海岸を見ることができたことは、日本の海岸を見通す端緒となり得ると考えられるために、今後の研究方針を決める上で非常に役立つと考えられる。

3. 試験研究機関の設備環境等

スクリップス海洋研究所は、カリフォルニア州南部のSan Diegoにある。当地は南部に位置しているために年間を通じて暖かく、また海岸砂漠と言われているように雨が少なく、非常に生活し易い所であった。研究

所はLa Jollaの海岸に面しており、したがって研究者は毎日海を見ながら研究をすることができ、海洋や海岸に興味を持つ研究者にとっては理想的な場所にあると言っても過言ではない。

日々の研究生生活として、当研究所ではデスクと電子計算機のTerminal（端末機）を一台専用に使わせていただいた。なお、他の研究員もほぼ全員が専用terminalを持っており、計算機がまったく自由自在に使うことができたことは有効であった。

一方、研究所には長さ約300 mの栈橋（海岸線と直角に沖向きに長さ約300 mを有する。先端水深は約6 mであり、先端は砕波帯の外に位置する。）があり、これを利用して波による岸沖方向の地形変化データを集めることができた。また、栈橋先端には2台の容量式波高計が取付けられているが、そのデータは前出のterminalにreal timeで出力が可能のため、日々の地形変化と外力との関係を迅速に知ることが可能であった。

研究生生活においては、文献調査のため図書館を利用することも多かったが、文献検索システムが完備しており、文献調査が非常に容易であった。

4. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

米国西海岸、特にLos AngelesやSan Diegoには近年多くの日本人が生活しており、San Diegoの場合郊外のある場所に集中的に住んでいた。これはdown townのように安全が問題とならず、またカリフォルニア大学や他の研究所などの職場が近いということも原因したと考えられる。この場合、日本人と交わることは、家庭に止る主婦などにとってはストレスの発散のために良好であるかも知れないが、日本語を忘れた上で英語を勉強しようとする立場からは有害であると考えられた。筆者の場合、たまたま何も知らずに住宅や子供の幼稚園などを決めたところ、両者とも日本人はまったくおらず、その意味では良い環境に恵まれたと考えている。

5. 所感

当初、語学や研究および生活などについて大きな不安を持って渡米したが、時間の経過とともにこれらの問題についても次第に慣れていった。それとともに、研究所における研究生生活が非常に実り多いことに気がついた。研究所における勤務は週5日朝9時より5時までであり、日本のように残業をすることは非常に少なかった。にもかかわらず、短時間で能率良くという精神が徹底しているためか、雑用が少なく、自分のテーマについて十分な考察を加えるための時間を持つことができた。この意味において一年間の留学は極めて有効であったと確信する次第である。

参考文献

- 1) 宇多高明：新しい海浜変形モデルによる河口砂州の変形予測，土木学会論文報告集，投稿中。
- 2) 宇多高明：サンタバーバラ港における砂嘴の発達過程の解析，土木学会論文報告集，投稿中。
- 3) 宇多高明：河口内の矩形砂州の変形実験とその変形予測，第27回水理講演会論文集，投稿予定。
- 4) 宇多高明：砂でできた人工島の変形予測，第29回海岸工学講演会論文集，投稿予定。

- 5) 宇多高明 : One-line theory と新しい海浜変形モデルとの比較, 発表予定は未定。
- 6) T. Uda : A prediction of change of a spit in a river mouth, submitted to "Coastal Engineering".
- 7) T. Uda : A prediction of the development of the spit in the Santa Barbara harbor, submitted to "ASCE".
- 8) 宇多高明 : 円弧状及びカusp状海岸における海浜流循環, 土木学会論文報告集, 投稿中。

3. 軸力と2軸曲げを受ける中空断面橋脚に関する研究

山 本 善 行

1. 試験研究等に従事することにより得たる成果

(1) 概要

筆者は1980年12月15日より1982年3月5日の約1年2ヶ月弱に亘り米国テキサス州立大学 (University of Texas at Austin) 大学院に Research Assistant として留学する機会を得た。留学中、午前中は講義に出席、午後は大学キャンパスから約12km離れた場所にある Balcones Research Center に行き、そこにある Ferguson Structural Engineering Laboratory (鉄筋コンクリート工学の分野で数々の優れた業績をあげられたファーガソン博士の名をとったものである。同博士は筆者が在学中も名誉教授として80才を越える高齢にもかかわらず、毎日出勤されていた。) にて、実験を中心とする研究に従事した。

(2) 研究内容

筆者の研究課題は、“軸力と2軸曲げを受ける中空断面橋脚に関する研究”である。これは、最近、長大プレストレストコンクリート橋の普及に伴って中空断面を持つ鉄筋コンクリート高橋脚の設計が1つの課題として挙げられてきたため、テキサス州道路局がスポンサーとなってテキサス大学に調査研究を依頼したものである。高橋脚は部材がスレンダーになるため、部材の最終的な破壊に及ぼす変形の影響が無視できず、設計にあたっては耐荷力をどのように評価するかが極めて重要となっている。従来、この種の問題については、ファーガソン博士を中心にテキサス大学で一連の実験が行われ、中空でないプリズマティックな部材については一応の結論を得ており、それが ACI-Code にそのまま反映されている。中空断面鉄筋コンクリート部材についてはこのような実験的検証例が極めて少ないことから、ファイバーモデルと呼ばれるモデル化によって、このような鉄筋コンクリート部材の破壊に至るまでの挙動を調べるプログラムが前年までに同大学で開発されていた。筆者の Research Assistant としての仕事は、このプログラムの妥当性を実験的に検証する事であった。

実験は、2体の矩形断面を持った供試体により行われた。供試体は1/6模型であり、主鉄筋に日本から輸入されている径6mmの鉄筋を、帯鉄筋の代りに熱処理を施した径3mmのワイヤーを使用した。1体は断面に2つの中空を持つもの、他の1体は3つの中空を持つものであり、直営の仕事であるので型枠、鉄筋組み、コンクリート打設養生と供試体製作に多大の労力と時間を費やした。

実験にあたっては、軸力および2軸方向の曲げを各種の組合せで同時に加え、コンクリートや鉄筋のひずみ等を計測し、破壊に至るまでの挙動を調べた。その結果、コンピュータープログラムに使用している平面保持仮定の妥当性、ひびわれが入った場合のファイバーモデルの取扱い等に関する基本的事項の妥当性を極めて明瞭に検証することができた。

2. 試験研究に役立った研究機関の設備環境等

筆者が実験を行っていた Balcones Research Center の Ferguson Structural Engineering Labora-

toryについて紹介する。同実験棟にはCivil EngineeringのうちStructural Engineeringに関係する6人の教授、助教授の研究室があり、午前中に講義を終えた教授達が午後詰めていた。同実験棟のDirectorは筆者のSuperiorでもあり、実験棟の運営および予算を総括していた。6人のうち3人は鉄筋コンクリート構造関係、1人は材料関係、2人は鋼構造に関係していた。その他に、秘書が2名おり、教授の書類整理、実験棟で使用する材料の手配購入等の事務を行っており、実験を行う学生は必ず彼女たちに相談する必要があった。またテクニシャンと呼ばれる油圧、電気、溶接などの専門家が各1名、その他クレーン操作等を行う作業員が若干名いて、学生の相談、手伝いをしてくれるようになっていた。このため、実験施設は土木研究所のように決して新しいとは言えないが極めてメンテナンスは良好であり、よく管理されていた。構造系の大学の大学院生のうち、実験に関係する者(15~20名)はすべてキャンパスの他に実験棟にも机を持っており、午前中に講義終了後実験棟まで来ては研究プロジェクトに従事していた。実験棟にはキャンパスの大型コンピューターにつながれた端末装置(CRT)があり、いつでも利用できるようになっていた。また、データ処理のためのミニコンピューターが備えつけてあった。ハードな施設面では日本の民間会社の研究機関や土木研究所の方がはるかに新しく立派であるが、実験計画や実験の運営に投入される人材は豊富であるように思えた。なお、安全管理の問題もあり、仕事は実験を除いて午後5時に完全に終わることになっていた。図書館は資料も豊富でよく整理されており、利用も簡単で時間帯も学生の要求を十分満足させるものであった。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

パートギャランティの場合、リサーチアシスタントとして受入れ先の研究組織に容易に溶け込める利点がある。アシスタントの学生を使ったり、テクニシャン等に協力を頼まねばならない場合、専門以外の言葉も重要である。社会的経験を得るという意味では家族づれもよいが、仕事に集中するには自由時間の多い独身時の方がよい。パートギャランティーで家族同伴の場合、資金計画も十分配慮する必要がある。学会等には極力出席すること。米国の場合、国際クレジットカードを準備しておく、何かと便利である。

4. 土質地震工学と土質動力学の 最近の発展に関する国際会議

岩 崎 敏 男

1. 国際研究集会における活動内容

上記会議では関連する9課題をテーマとして取り上げ、各テーマごとに研究現況報告、提出論文に対する総括報告、および討議の形で会議が進行された。筆者は、課題4「動荷重をうける地盤と構造物の相互作用」に関連して研究現況報告(50分間)を行った。これは「地震時における地動と設計地震動」と題するもので、主に我が国における当該分野の最近の研究状況をまとめたものである。5日間にわたる本会議で9編の研究現況報告がなされたが、これらはあらかじめ会議主催者より招請のあったものである。

筆者はさらに、「簡易法による地盤液状化の評価」および「実測地中加速度を用いた表層地盤の地震応答」と題する2論文を提出した。これらは応募した一般論文のため、口頭発表はなく、討議の時間で質疑に対する回答および関連説明を行った。

2. 参加により得られた成果と今後の研究方針

この会議では、26カ国から約300名(我が国から15名)の専門家の参加があり、土質工学に関連する地震工学の諸問題につき豊富な情報と研究者との交流を得ることが出来た。得られた成果の主要点は以下の通りである。

- (1) 地盤および構造物の地震時挙動の解析において、米国ではせん断波速度 750m/s の軟岩を地震入力基盤としてとっているが、この剛度でも不十分であるとの指摘があった。
- (2) 土の動的性質に関連しては、地震時の液状化の問題が最も重要視されている。現在まで、比較的均一な砂地盤に対する研究が多くなされてきたが、細粒分を含む土、粗粒分を含む土などに対する拡張が望まれる。液状化強度を推定する簡易法として、現場の標準貫入試験が多用されているが、この試験では、試験機の種類による差、オペレータの個人差などにより、結果に大きな誤差を含む可能性のあることが指摘され、日米間における標準貫入試験の比較研究の必要性が指摘された。また現位置地盤の液状化強度判定では、堆積年代、土粒子の骨格構造などの影響が無視できないとの指摘があり注目された。
- (3) 地盤と構造物の動的相互作用に関しては、地震入力、土の性質、解析方法の取扱いが重要である。地震入力については、データの不足している地中地震動の観測、自由地表面と構造物基部での地震動の相異、基準地震動(コントロール・モーション)のとり方、地盤と構造物の接触面での地震動の考え方などが重要事項である。土の性質に関しては、等価線型表示が従来から多用されてきたが、強震時のような大きなひずみを対象とする場合は、より実態に近い非線型表示が望ましい。さらに地盤・構造物の相互作用の解析法としては、直接法(有限要素法や集中質量法により地盤・基礎・上部構造を一体として取扱う)と間接法(半無限弾性体理論などでまず基礎の挙動を求め、次いで上部構造を解析する)があるが、基礎根入れの効果などを正しく評価するには前者が望ましい。

以上の諸成果より、筆者は今後の研究方針として、次の諸課題を重点的に取上げていく所存である。

- (1) 地中地震動観測，高密度強震観測による地震動の評価
- (2) 細粒分，粗粒分を含む砂の液状化強度の評価
- (3) 土の非線型性を直接反映させた地盤応答解析法の確立
- (4) 地盤・構造物系の地震応答解析における入力との与え方（コントロール・モーション）および解析法の確立
- (5) 地盤との相互作用を考慮した構造物の耐震設計法（実務）の開発

3. 所感

今回の国際会議により，最新の技術情報を収集し，当該分野の専門家との交流を深めることが出来た。この会議を通じて強く感じたことは，各国の土質・地震工学の専門家が我が国の研究・技術レベルの高さを認識し始めており，今後，我が国と技術交流を持ちたいとの意向を強く示したことである。また，単に文献交換だけでなく，地震動および土質試験の実測データの交換および共同実験を強く希望している。我々としては我が国の技術レベルをさらに向上させていくためにも，これらの要望に積極的に対応していくことが重要である。

5. 土砂の生産，流送に関する確率論的研究

水 山 高 久

1. 実施した試験研究の内容および成果

主題である (1)土砂の生産，流送に関する確率論的研究の他 (2)米国における土砂災害とその対策の状況 (3)流路形態とその変動 (4)火山地帯の土砂害対策についても研究を実施した。

(1) 土砂の生産，流送に関する確率論的研究

米国は我が国に比べて、はるかに長期間に渡って、多くの地点で系統的に流出土砂量を観測しているが、上流山間地の資料は少ない。デンバーにある米国地質調査所は例外的に過去数年間、ワイオミング州の試験流域で土砂の詳細な調査を行ってきた。まず、これらの研究者に会い、資料を収集し、次に農務省土壤保全局の解析手法を勉強した。さらに、コロラド州立大学内の教授との意見交換をおこない、我国の貯水池と砂防ダムの堆砂資料を確率論的に解析した。この成果の一部は、追加出張が許可された、英国エクセターの国際水文学会、土砂の生産，流送部会で発表された。それらは、まだ完成されたものではないが従来、時間の要素が十分考慮されていなかった我国の砂防計画を合理的なものに改良する一步となると信ずる。今後さらに諸外国の研究動向を見ながら、土砂の生産，流出現象を確率的現象としてとらえる方向で研究を進める。

(2) 米国における土砂災害とその対策の状況

ロッキー山脈の東側の山間地では、林地を保全するため、廉価で簡易な浸食対策が行われている。一方、西海岸やカリフォルニアのロサンゼルス周辺では我が国の砂防と類似したかなり高密度の対策が行われている。これらの状況を文献および現地訪問で把握するとともに、昭和57年1月、サンフランシスコ周辺に発生した、豪雨に伴う土砂災害と災害後の対策を調査した。その結果、砂防計画や災害復旧の考え方に我が国と基本的に異なるものがあることが明らかとなった。これは「個人の責任」といった国民の基本的な考え方の相異も関与しており、どちらが進んでいるとは言えないが、土地利用規制の考え方や土石流保険など我が国の砂防が今日直面している問題に参考になることも多かった。そこで、その状況を紹介する報文を砂防学会誌に投稿し、現在印刷中である。

(3) 流路形態とその変動

我が国の河川のほとんどは人工河川で、自然状態の河川の性質を研究するのは困難である。米国では逆にほとんどが自然河川で、できるだけ自然の性質を利用して少ない予算で川を治めようとする傾向が強い。それで蛇行など流路形態に関する研究が盛んである。筆者は蛇行に関するセミナーに参加する一方、ネバダ州北部を流れる河川の現地調査を行った。この川は60年前の上流部での分水のため流量が減少し、下流の湖の水位が20mも低下しその影響で、以前は蛇行していた流路が直線河道に変化した。現在別の平衡状態に達して再び直線河道から蛇行にもどりつつある。我が国でも琵琶湖を貯水池として利用することになり、湖面の水位低下に伴って河道がどのように変化するかが議論された事があったが、その時には縦断形の変化を検討するにとどまり、平面形状の変化は今後の問題とされた。上述の河川はそのような人工的な条件変化に伴う河道形態変化の好例と思われる。詳細は学会誌を通して紹介する予定である。

(4) 火山地帯の土砂害対策

55年5月のセントヘレンズ火山の噴火とその後の土砂災害は当時、新聞、テレビで紹介された。我が国には、桜島、有珠山、富士山等火山地帯で土砂害に悩まされている地域があり、また、インドネシア、フィリピンの火山地帯に砂防の専門家を派遣して技術指導を続けている。セントヘレンズの噴火は近年としては大きいものの一つであり参考になることも多いので、噴火2年後の状況を現地に取材した。現地では、地質調査所、林業試験場が土砂の生産、流出の調査を続けており、陸軍工兵隊が下流にあるコロンビア川の舟運を維持するために砂防ダムを建設し、しゅんせつを行っている。(ただし現在は予算削減のため工事は中止されている。)この火山の現象は我が国に比べて巨大で、直接、現在の我が国の砂防と比較することは困難であったが、少ない予算でいかに対応するかという考え方は外国での技術協力の参考になると思われた。そこで、米国側の研究者、技術者らとシンポジウムを企画し、我が国から約20名の学者、研究者の参加を得て、研究発表会と現地見学を実施した。年内にその概要集が発刊される予定である。

2. 試験研究に役立った試験研究機関の設備環境等

筆者の研究対象は、自然の山、川であるので、コロラド州立大学では施設で特に役立ったものはなかった。ただ先に述べたように、近くに国の研究機関の出先が多くあり、それらの研究者が大学の非常勤講師となり、大学と密接な協力関係にあるので、筆者はそのシステムによって多くの大学以外の研究者と会うことができた。筆者は大学内の工学研究センターの実験水路を用いて流路形態の実験を行ったが施設としては特記すべきものでなく、我が国の土木研究所の設備の方がはるかに良かった。コロラド州立大学には大陸中国など計98ヶ国から研究者、学生が留学しており、特に土木系の学生の大半が留学生であったので諸外国の事情を聞くことができた。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

留学する身分としては、学生と学位を持っての2つに大きく分けられる。前者の場合は1年間で修士を取得するつもりで勉強するのが良いであろうし、後者については、いわゆる「お客さん」にならぬよう積極的に彼らの研究計画に参加するのが良い。米国では生活上、特にとまどう事はない。ただ長期在外研究員の場合パートギャランティーのような労使関係にならないので、彼らの「金を得て仕事をする。」「金を払ったから仕事をさせる。」という基本的考え方のために、自からかなり積極的に参加していかないとほっておかれる可能性がある。我々が米国を気にするほどは、彼らは日本(外国)を気にしていないし、またその状況を知らない。スライドや適当な本を持参して日本の紹介に努めるのが良い。筆者の場合は妻を同伴し、彼女は大学の音楽科の聴講生として一年を過した。日本と異なり、大学は一般に開放されている。その気になれば、種々の勉強ができるのでそれを十分利用するのが良い。大学の場合学生用の保険が準備されているが十分では無いと聞いた。旅行保険をかけておいた方が安心である。

4. 所感

たいへん貴重な体験であった。日頃の仕事に追われていた状況から解放されて、これまで自分の行ってきた

た研究を整理し、今後の研究のための知識の吸収ができた。こうした機会をできるだけ多くの研究者が持てることが望ましい。そういった意味では、1人1年間よりも期間を半年にして2人行ける方が良いと思う。ただし生活に慣れるのに約2ヶ月かかるので短か過ぎるのは適当でない。またできるだけ若い間に行くほうが、物事を早く吸収できて良い。学位を持たないで大学に留学する場合は多くの場合学生扱いとなるので、パートギャランティーの方が良いと思う。大学と国の研究機関との密接な関係はうらやましく感じられる。我が国でも考えられてよいと思われるが、職業に対する考え方など基本的に異なる部分も多いので、その差異を認識する必要がある。帰国後再び雑務の中の生活に戻ったが、留学中に整理した研究計画、収集した情報、人間関係を今後の研究に活かしてゆきたい。

6. 道路，輸送に関する経済分析

宮 田 年 耕

1. 試験研究等に従事することにより得たる成果

道路等の経済分析は通常道路等利用者が直接受ける便益と沿線の開発等による間接便益を算定し設定した償却（耐用）年限において投資額（初期＋維持）と比較することをいうのが一般的であるが，社会・経済状況の変化により分析のポイントが広がっており，石油ショック以後でいえばエネルギー消費の観点からの分析，排ガス等周辺環境に及ぼす影響からの分析などが試みられている。これらの観点からの米国における研究の動向を以下に紹介する。

(1) 基本的な分析手法

道路等の経済分析に用いる手法は，Annual Cost, Present Worth of Costs, Benefit-Cost Ratio, Equivalent Uniform Annual Net Return, Net Present Value, Rate-of-Return 等があるが，AASHTOは以下の理由により Net Present Value Method を使用することを推奨している。

Annual Cost and Present Worth of Costs

- (i) 利益が考慮されない
- (ii) 計画全体の評価には不向きである
- (iii) 各代替案は同一のサービスレベルを有することが評価の前提となる

Equivalent Uniform Annual Net Return

- (i) 利益は考慮されている
- (ii) 比較は年毎のネットの返済量に基づく
- (iii) 利益と費用の2つを考慮している限り，サービスレベルが同一か否か考える必要はない

Net Present Value

- (i) 収益性が率ではなく量で表現される
- (ii) 直接的かつわかりやすいインデックスである
- (iii) プロジェクトの評価のみならずプロジェクトの組立てにも適用できる

Benefit-Cost Ratio

- (i) 利益と費用の定義が不明確である
- (ii) 比で表現されるので(i)との関連で判断を誤りやすい

(2) エネルギーの観点からの分析

交通を支えるエネルギーのうちほとんどを占める石油燃料に対する米国の危機感は深刻であり，この4,5年，TRBの年次総会においてもこれをテーマにした研究論文の数が多数にのぼっている。一般的な分析は計画の代替案毎に工事に投入するエネルギー量および維持に投入するエネルギー量と走行車両が分析対象期間内に消費するエネルギー量の和を算出し，比較する手法である。工事に投入するエネルギーは工種別材料別のエネルギー源単位にボリュームをかけ算出し，走行エネルギーは交通容量，分析対象期間内の平均，交

通量、勾配、曲線半径、交差点密度から平均走行速度を決定しこの速度をもとに車種別の原単位を得ることによって算出する。

(2) 大気汚染の観点からの分析

米国における排気ガス問題は道路網密度、交通密度および道路沿道条件が我が国のそれに比べて良好なため、我が国ほど深刻ではないが、N A P Aの規定により事前評価が義務づけられており、以下に述べるような簡単な手法により代替案毎の排気ガス量を算出している。

(i) 基本データ

道路種類、区画延長

ピーク、オフピーク別V/C、時間交通量、トラック混入率、停止頻度

(ii) 加工データ 1

走行速度、アイドリング時間

(iii) 加工データ 2

一様速度ファクター、速度変更ファクター

(iv) 加工データ 3

(iii)に基づきHC、CO、NOの単位走行時間あたりの量、単位停止回数あたりの量を算出

2. 試験研究遂行に役立った試験研究機関の設備環境等

研究の内容上、特段、役立った設備というものはなかったが強いて掲げれば、コンピューターの利用のしやすさであろう。

コンピューターの端末機が身近かに設置され、個人に割り当てられたパス・コードを打ち込むだけで24時間、好きな時にTSSが利用できた。また、この端末機にワードプロセッサと印字機が併設されており、タイプに多くの時間を費す者にとって、誤字訂正等が楽で時間節約に多いに役立った。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

(1) International Road Federation. Fellowship (国際道路連盟奨学金)

今回の海外出張に際しては、日本道路協会を通じIRF Fellowshipを得、IRFが設定したプログラムに従い1年間研修、研究に従事した。このプログラムは大きく2つに分けられ、一つはPre-Academic Tourと称する2週間の研修旅行、もう一つはIRFが決定する大学での研究である。

Pre-Academic Tourは最初の1週間Washington D.C.においてFHWA、TRB等による研修があり、次の1週間はアメリカ中西部にある民間企業において研修が催された。Pre-Academic Tour修了後、上述した大学で主として道路、輸送に関する経済分析手法について研究した。

なお、IRF奨学金の取得条件等は以下の通りである。

1) 取得条件

① 若干の道路技術者

② TOEFLにおいて500点以上の成績を修めた者

2) 奨学金

年間 4,000 ドル (2.3 年毎に額は改定されている。)

3) 日本における窓口

(社) 日本道路協会 国際委員会

(建設省においては道路局企画課)

(2) 大学における学習計画 (Plan of Study)

パデュー大学では「修士」を得るためには、1) ある特定の研究に従事し、その研究論文をまとめ修士論文として提出する場合授業科目単位数24単位、2) 研究論文によらないで授業科目のみの場合33単位を平均 B以上の成績で習得しなければならない。履習科目および研究論文については指導教授と相談のうえ学習計画 (Plan of Study) を作成するが、計画には指導教授を含め3名の教授の署名が必要である。

なお、授業は1科目につき、週3回各50分または週2回各75分行われ、1科目の単位数は3である。したがって授業のみで修士を取得しようとする合計11科目以上を受講しなければならない。

(3) 研究助手 (Research Assistant)

研究助手は R.A. と略して呼称され、通常、指導教授が採否の権限を握っている。研究の内容は教授が連邦、州政府などから与えられた研究プロジェクトを行うことが多いが、その研究成果が修士の学位論文となるケースが一般的である。与えられる仕事の量は教授によってまちまちであるが、授業を受けるのに負担になりすぎるといえる程ではない。筆者が在籍した office の R.A. についていえば月に 500 ~ 600 ドルの給料を支給されていた。R.A. の特典は授業料が非常に安くなることであり、Purdue Univ. において一般の学生は 1 学期 1500 ドル納めなければならないところ 250 ドル収納すれば何課目でも希望する授業が受講できる。

(4) パデュー大学の概要

パデュー大学は 1869 年に創設されたインディア州立の大学であり、ウェストラフィエットのメインキャンパスには約 35,000 人の学生が在学している。医学部、法学部は設置されていないがインディアナ州随一の総合大学であり、土木工学、電気工学等理工系の学科はアメリカの中でもトップレベルにあると言われている。

外国人留学生は大学院学生 1,200 人中約 800 人でこのうち、日本人留学生は 15 人程度である。その他日本から研究員として大学に籍を置いている人が 15 人程度いる。

土木工学科には次の専攻分野がある。

- 1) 土木材料
- 2) 衛生・環境
- 3) 水理
- 4) 測量
- 5) 施工
- 6) 土質
- 7) 構造
- 8) 交通、都市計画

7. 地下水涵養技術及び目づまり防止工法に関する調査

石 崎 勝 義

1. 実施した調査の内容及び成果

(1) 人工涵養水源として下水再生水を利用する場合の地下水への影響について

カリフォルニア州では将来の水資源開発の一方法として下水排水を高度処理して地下水人工涵養の水源の一部にあてることを研究している。

地下に水を溜めることの有利な点は

- i) 地表貯水池は環境上の政策から建設が難しくなっているのに対し地下滞水層は容量が大きいため、渇水年の水供給に適する。
- ii) 地表貯水池に貯えられた水は蒸発による損失や汚染の可能性があるが地下に貯えられた水にはその心配がない。

一方再生水を地下に涵養する場合には次の点に留意しなければならない。

- i) 処理課程の信頼性
- ii) 処理水に含まれる病原菌、重金属、無機及び有機物等の地下滞水層における挙動と健康上の影響
- iii) 事業化の便益と問題点

カリフォルニア州政府は再生水利用事務所を設けて上記の各課題について精力的な調査を行っている。同事務所審議委員である浅野孝氏指導の下にカリフォルニア大学を始めとする大学関係と密接な協力関係を確立しており次のような調査プロジェクトを実施している。

i) ロサンゼルス市 Montebello Forebay における地下水涵養の影響調査

この調査は主として地下水涵養事業の公衆衛生への影響に重点をおき、ロサンゼルス市衛生当局の協力を得て実施されている。

ii) チノ水利区の Ely Basin の地下水涵養調査

この調査は主に土壌中における有機物質、無機物質の挙動に重点が置かれている。

iii) サンタ・クララ水利区の Palo Alto 湾岸地区の人工涵養調査

この調査は注入水中の成分の移動について追跡し、人工涵養の長期的影響を知ること重点が置かれている。

次に国際応用システムズアナリシス研究所では地下水窒素化合物（硝酸）の挙動と対策についての研究を開始したことが明らかになった。

硝酸は農業分野の肥料の影響で地下水中の濃度が上昇しているが、流動の過程が複雑多岐であること、生産活動・社会活動と密接に関係しているため、これまでの研究は現象的、部分的な段階にとどまっていた。

国際応用システムズアナリシス研究所の新研究は1980年に開始され、各国研究機関の協力の下に研究を開始した。これまでの研究成果を総合化して窒素化合物の動きをモデル化し対策を考えることを目的としており注目される。

(2) 地下水人工涵養の研究動向について

地下水の人工涵養技術としては

- ①井戸法
- ②浸透池法
- ③その他

が考えられる。

土木研究所は1976～1980年の「地下水涵養技術の研究」において土壤中に直接浸透させる「地下埋管法」を開発しており今回各機関の研究者、専門家にこの方法の概要を説明し意見の交換を行った。

その結果、この技術は少くとも面接した研究者、専門家の間では高く評価された。

アメリカ地質調査所においては、ニューヨーク州ロングアイランドで開発に伴って義務化されている浸透池法にこの地下埋管を連結させることを検討したいとの表明があった。

国連農業食糧機構においてはグラベルディッチ工法に比較して地表の土地が利用できる点で優れているとの表明があった。

国連ユネスコにおいては、オランダの農業分野で多用されている地下排水技術を参考にすれば更に効率が上がるのではないかとアドバイスがあった。

この技術を地下水涵養だけでなく都市及び乾燥地域の雨水利用の分野に応用してはどうかとの提案が国連 I I A S A 及び国連ユネスコの専門家からなされた。

2. その他感じたこと等

今回は討議用資料として「地下埋管の原理と効果」（土研資料）を英訳して持参したが、これは有益だと思った。相手側から質問やアドバイスを引き出すことができた。

又在外研究の計画策定にあたって相手方研究機関の受入れ確認を行うことになっているが、これは面倒な面もあるが有益な点も多いと感じた。当方の専門及び討議事項が先方に文書で正確に伝わっているため、相手方もその分野の専門家を選定してくれており討議が効果的になったと思う。

8. 都市排水による水質汚濁防止技術に関する研究

中 村 栄 一

筆者は、国際協力事業団の海外長期研修生として、昭和56年8月15日より、昭和58年8月14日までの2年間、米合衆国イリノイ大学土木工学科に留学した。イリノイ大学は1867年に創設された総合大学で、医学センター、シカゴ校、及び筆者の居たアーバナ・シャンペーン校の3つのキャンパスより成っている。

学生数は約35,000人で、このうち2割以上の約8,000人が大学院生である。教授数は約1,500人で、さらに事務職員、研究員等の補助的な役割をするスタッフが約1,500人程度いる。

土木工学科は、構造工学、環境工学、水理・水文学、交通工学、測量学等の専門コースに分かれ、教授の数は約80人、大学院生は約250人である。

留学の一年目は客員研究員として「下水管渠施設の最適設計に関する研究」を行い、また二年目は大学院学生として修士課程を修了した。

(1) 下水管渠施設の最適設計に関する研究

在来の下水管渠施設の設計は、排水区域内のいくつかの場所におけるピーク流出量を算出し、その量を流下させ得る管渠の径及び勾配を「適宜」決定して全体の排水施設を決めるような方法で行われていた。従って、このような方法で設計された管渠施設が、最も経済的であるという保証はない。

Ben. C. Yen等⁽¹⁾によって開発されたILSDモデルは、基本的にはDiscrete Differential Dynamic Programming (DDDP) の手法を用い、管渠設計対象縦断に設定したCorridorの中に準最適の管径・勾配の組み合わせを見出すものである(図1)。管渠の天端位置はstateと定義されるが、stateの位置が連続的ではなく離散的に変化するように計算を行っているので真の最適ではなく、準最適となっている。管渠の建設費は、土質条件、管径、土被り、管長などから一意的に求まるので、設定したCorridorの最適ルートが

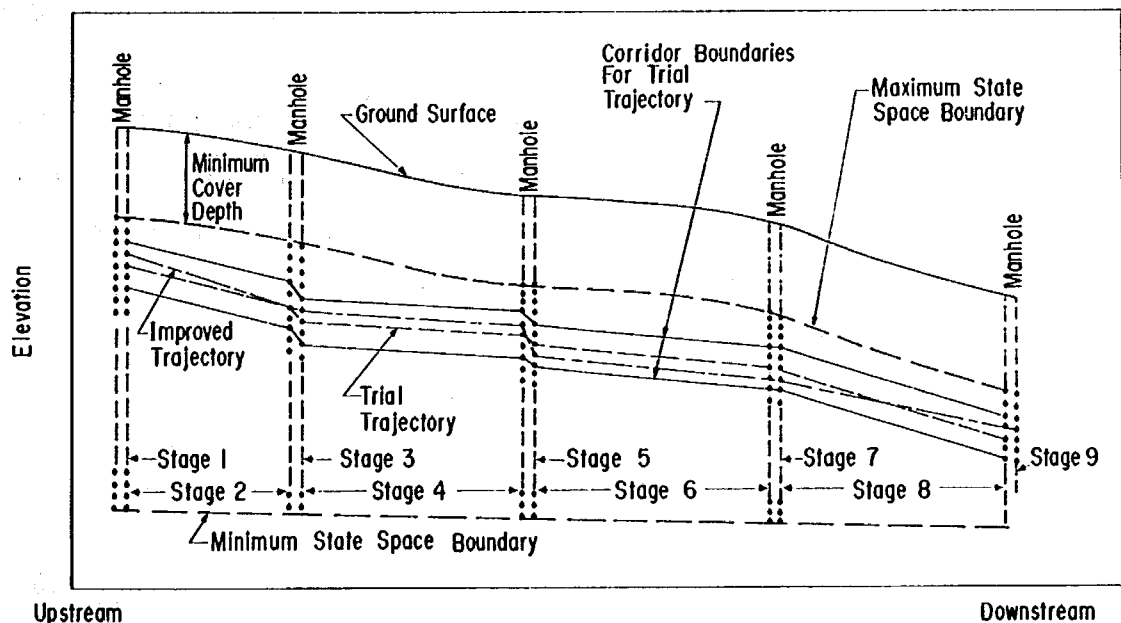


図1 Example of Stage-Corridor Representation for Nonserial Optimization Approach

繰り返し計算によって求まる。さらに、Corridorの中を、随時縮めていくことにより、最終的に許容の誤差範囲で最適ルートが見出せることになる。

このILSDモデルに貯留池モデルを導入し、水質の制約条件を満足するように管渠—貯留池—処理場の最適設計を行うのが研究の課題であった。

管渠部分は在来のダイナミック・プログラミングを使用しているが、貯留池と処理場のほうは、リニア・プログラミングによるScreeningをしない計算量が莫大となる。成果として得られたのは、Screeningモデルを開発したことに終わったが、全体のシステムの最適化という課題も、あとは時間の問題と思われる。

(2) 不浸透面からの流出雨水の水質に関する研究

この研究は、修士論文のテーマとなったものであり、“不浸透面上の溶解性汚濁物の雨水による除去速度は、分布密度と雨水流からの剪断応力に比例する”という主旨である。

路面等の不浸透面を流れる雨水によって流送される汚濁物質は、近似的に一次元の移流・拡散方程式によって表わすことができる。

$$-\frac{\partial C}{\partial t} = E \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - u \frac{\partial C}{\partial x} \pm S \quad (1)$$

雨水によって輸送される汚濁物を対象とする場合、最も大きな問題となるのは、生成・消滅項のSをどのように与えるかである。本研究では、人工斜面上にNaClを散布し、斜面の粗度、勾配及び降雨強度とClイオンの離脱速度との関係を求め、(1)式が

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -u \frac{\partial C}{\partial x} - \frac{1}{h} \frac{\partial P_n}{\partial t} \quad (2)$$

$$-\frac{\partial P_n}{\partial t} = k_s S_o h P_n \quad (3)$$

と表わせることを立証した。

本研究の結果、現在使われている雨水水質モデル、とくにUSEPAのSWMM及びCorps of EngineersのSTORMは誤りであることが明らかとなった。

さらに、実際の路面流出水の水質結果を解析したところ、生化学的酸素要求量(BOD)、全有機炭素量(TOC)などの水質指標は、単一の化合物量を反映したものではなく、種々諸々の有機物の総量を反映したものである。汚濁物の流出のし易さを示す、汚濁流出運減係数((3)式の k_s)は時間とともに変化することが明らかとなった。 n 個の化合物から成っている系では、 k_s は

$$k_s = \frac{\sum_{i=1}^n k_{s,i} P_{i,0} \exp(-k_{s,i} \cdot V)}{\sum_{i=1}^n P_{i,0} \exp(-k_{s,i} \cdot V)} \quad (4)$$

V = 累積雨水流出量

と表わすべきであるが、これを近似的に

$$k_s = k'_s \cdot V^{-b} \quad (5)$$

b = 定数 (≈ 0.4)

と累積雨水流出量のみの関数で表示すれば、極めて実用性の高いものとなる。

実測値との検証計算においても、SWMMなどの既存の方法に比較すると、再現性がすぐれていることがわかる(図2)。

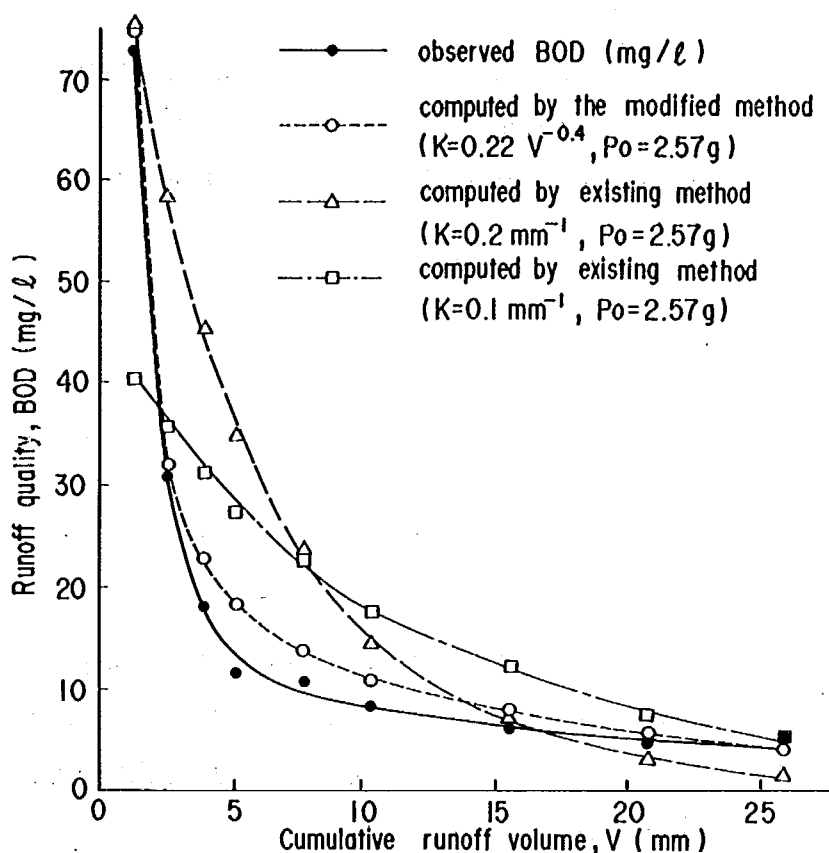


図2 Comparison of Observed Runoff Quality with Those Computed by Three Different Methods

イリノイ大学の研究施設は、全米の大学の中でも最も整備された1つと言えよう。電子計算機はCYBERとIBMを使っているが、処理はバッチで各オフィス2室に一台程度の割合でTSSののターミナルが設置されている。従ってアクセスが要易であり、ちょっとした計算問題の宿題などにもコンピューターを使うということになる。実験施設も大学としてはかなり立派なものであり、環境工学関係では、ガスクロ(FID 4台, ECD 1台), ガスマスといった機器分析の装置は勿論, X線回折装置が色々な分野で使われていた。実験装置はほとんどが大学院生の手造りであるが、土研の装置と比較しても遜色がない。

最後に、今回の海外研修に当ってお世話になった下水道部、企画部及び総務部の方々にお礼を申し述べます。

9. 斜面の崩壊機構とその対策工法に関する研究

石 川 芳 治

1. 試験研究等に従事することにより得たる成果

アルバータ大学 (The University of Alberta) 土木学部 (Department of Civil Engineering) に Research Assistant および大学院生として在籍した。前半 (9月 - 4月) は主として授業を受け、後半 (5月 - 8月) は文献調査により「土石流の運動」 (Movements of Debris Flows) に関する研究を行いレポートを書いた。

授業は次の6教科を受講した。

- ① Introduction to Solid Mechanics
- ② Engineering Properties of Soils
- ③ Seepage and Drainage
- ④ Advanced Foundation Engineering
- ⑤ Soil Structures
- ⑥ Rock Engineering

授業の中には週一回の実験が含まれており、主として土質工学の基礎的な実験を行いレポートを提出した。これらの実験は私のように基礎的な実験を余り行っていない者にとっては土質関係の基礎的事項を確認する上で大変ためになった。また実験およびレポートの作成に当って他の学生と協力したので、友人になる良い機会となった。以下に実験項目を列記する。

- ① Atterberg Limits
- ② Vane and Cone
- ③ Permeability
- ④ Model Dam
- ⑤ Electric Analogue
- ⑥ The Undrained Triaxial
- ⑦ Consolidated-Undrained Triaxial
- ⑧ Consolidated-Drained Direct Shear
- ⑨ Consolidation
- ⑩ Swelling
- ⑪ Compaction
- ⑫ Model Footing
- ⑬ Young's Modulus Determination of Rock
- ⑭ Direct Shear Test on Rock
- ⑮ Field Visit

後半（5月－8月）は私のSupervisorであるProf. Morgensterhのアドバイスで土石流の運動に関するレポートをまとめた。カナダは国土が日本の約28倍と広く、人口も2400万人と少ないため、土地には余裕があり、これまで土石流による被害は山間部の道路、鉄道などが主で、数も日本と比較して非常に少なかった。しかしながら将来の人口の増加、産業の発展、奥地での資源開発等に備えて、土石流の研究は重要視されて来ている。

土石流に関する文献は主として北米大陸（アメリカ、カナダ）のものを利用した。当初、北米大陸では土石流に関する文献は少ないと予想していたが、調べる内に、多数の文献があり、研究も進んでいることが分かった。図書館より文献を借りてコピーし、約100編程の論文および本を集めた。なお作成したレポートは土木研究所資料第1872号として印刷している。

5月、6月には私の属しているGeotechの教授、大学院生達とアルバータ州周辺（と言っても何百キロと離れているのですが）の地すべり地の現地調査に延べ2週間余りの日程で出かけた。主な行先はRevelstoke Damの建設現場、Dornie Slide, Qresnel地区の地すべり、Frank Slideであり、これらの調査旅行を通じて広大なカナダの一部分を知ることができた。

5月末にはアルバータ大学土木学部で第4回 I C O N M I G（4th International Conference on Numerical Methods in Geomechanics）と言う国際会議が開かれ、GeotechのProf. Z. Eisensteinが議長を務めた。この会議の参加者は約200名で、日本からも約20名の参加者があった。この会議で受付を手伝うかわら発表を拝聴したが、改めて英語を話すことの難かしさ、重要性を痛感した。なお次回の会議は名古屋で1985年に開催される予定である。

2. 試験研究遂行に役立った試験研究機関の設備環境等

私の在学していたアルバータ大学は学生数約2万名の総合大学で全学部が州都エドモントン（人口約50万人）にあり、75年の歴史を持っている。土木学部は私の属していたGeotechnical Engineering（地盤工学）を始めとして、他に構造、交通、水理、環境の5学科よりなり、大学院の学生数は90名程である。Geotechには地すべりの安定解析等で有名なProf. Morgensternがいらっしやり、大学院生は約30名で、活発に研究を行っている。主な研究内容は地すべり、トンネル、ダム、凍土等で、特に異色のものとしては、アルバータ州北部に大量に埋蔵されているオイルサンドに関する研究がある。

実験施設には授業用の基本的なものと、大学院生・教授の研究用のものがあり、大半の実験用機器は学部内のMachine Shopにいる専門のMechanic達により製作・改造されており、そのきめの細かさには感心させられた。

図書館は例にもれず、早朝より深夜まで年中無休で開館しており、その蔵書数の多さと共に、文献を収集する上で便利であった。

なお大学内の建物は全て冷暖房完備で、休日・深夜でも運転されているため実験・研究を快適に行うことができた。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

一般に外国での生活・研究にとって最も重要で苦勞することは言葉の問題であると思われる。語学力は日本に居ても十分つけられるので（むしろ基礎的な能力は日本でつけた方が良い），できる限り勉強しておかれると良いと思います。また，アメリカ，カナダ等の大学院に入る場合にはT O E F Lの点数が重要であるので，希望する人は参考書等を利用してT O E F L用の勉強をしておかれることをおすすめします。

最後に，この貴重な在学研究の機会を与えて下さった関係者の方々に深く感謝いたします。

10. 軟弱地盤上の盛土の耐震性に関する研究

谷 口 栄 一

1. 実施した試験研究の内容および成果

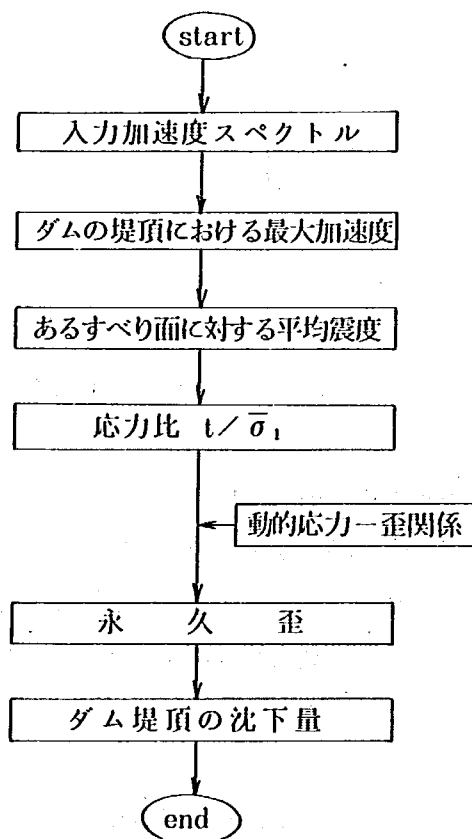
(1) まえがき

アースダム、道路盛土、河川堤防等の土構造物の地震時の変形量を予測することは重要な課題である。地震時に土の液状化が発生すると土構造物が壊滅的な被害を受ける場合があるが、良質の設計・施工が行われた土構造物内部に液状化が発生する可能性は少ない。液状化が発生しない場合には地震時の土構造物の変形量を予測することが重要な問題となる。

筆者はMITにおいてアースダムの地震時の変形量について簡便法と有限要素解析による予測値の比較および有限要素解析と動的遠心力載荷試験結果の比較検討を行った。

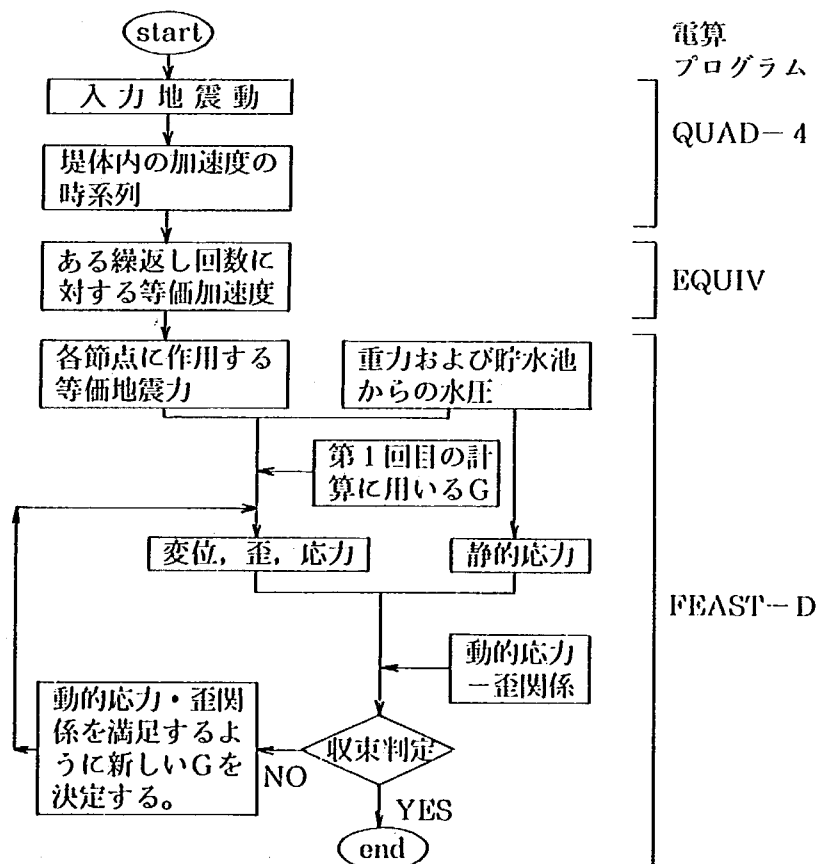
(2) 研究方法

図1、2にアースダムの地震時変形予測に関する簡便法の有限要素解析のフローチャートを示す。有限要素解析のうち、地震応答解析には電算プログラム“QUAD-4”を、等価加速度の計算には“EQUIV”を、



t : 動的せん断応力, $\bar{\sigma}_1$: 静的有効主応力

図1 アースダムの地震時変形量予測に関する簡便法のフローチャート



G: せん断弾性係数

図2 アースダムの地震時変形量予測に関する有限要素法解析のフローチャート

変位の計算には“FEAST-D”を用いた。本解析において重要な点は動的応力-歪関係であり、図3に示すような不攪乱試料を用いた繰返し三軸試験結果を用いた。図3は静的な軸圧が側圧の2倍である時の実験結果であり、データを1つの曲線で近似して解析に用いた。

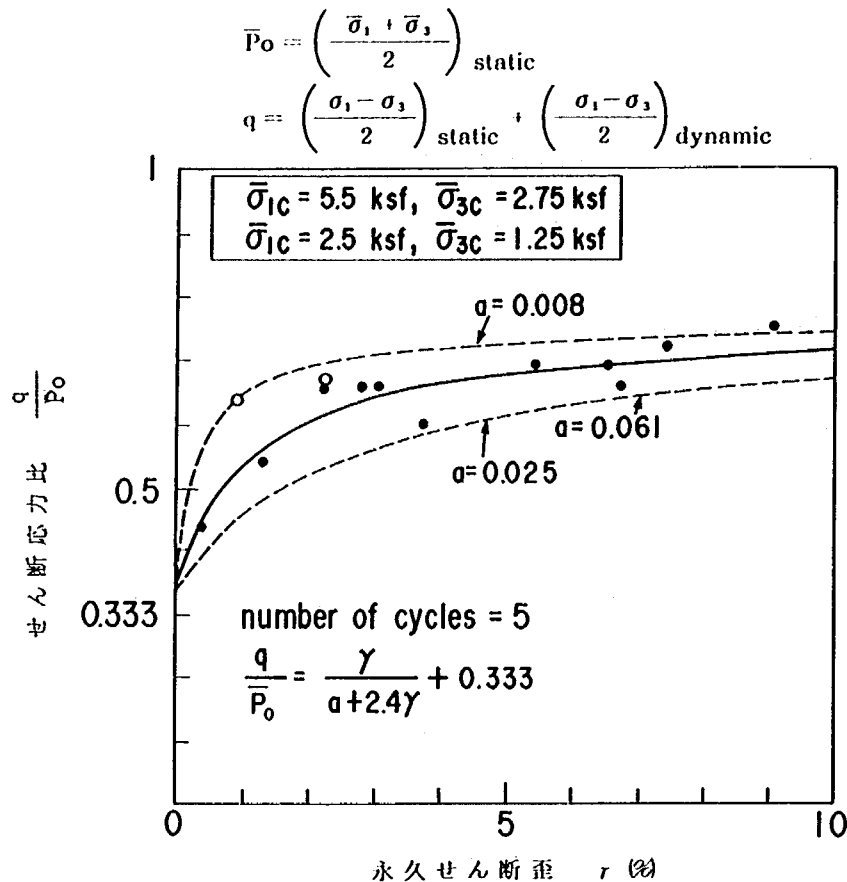


図3 繰返し三軸試験より求めた動的応力-歪関係

解析の対象としたアースダムは高さ 115 ft (35.1 m)、法勾配 1 : 2.3 であり、ハイドロリック工法により建設された。

英国のケンブリッジ大学では動的遠心力载荷装置を用いてアースダムの振動実験が行われた。アースダム模型の高さは 7.62 in (193.5 mm)、法勾配が 1 : 2 であり、35.6 G の遠心加速度が加えられた。したがって、実物のアースダムの高さは 22.5 ft (6.86 m) となる。実験では“バンピーロード”と呼ばれる加振装置を用いてダム底面と平行に正弦波振動が加えられた。この実験結果と図2に示す有限要素解析結果の比較検討を行った。

(3) 研究成果

表1は簡便法および有限要素法によるアースダム堤頂の沈下量の計算結果を比較したものである。ここに示した3ケース共に入力地震波としてタフト地震波を用い、応答解析には“QUAD-4”を用いている。変形解析として簡便法を用いた場合の堤頂の沈下量は有限要素解析の結果とよく一致している。したがって簡便法を用いてもかなり良い精度で地震時のアースダムの沈下量を予測できると考えられる。

図4は遠心力载荷試験に用いた模型の振動時の変形量を有限要素解析により計算した結果である。模型材

表1 簡便法および有限要素解析によるアースダムの堤頂の沈下量の比較

No	入力地震	応答解析	堤頂の 加速度 (G)	加速度の堤体内分布	変形解析	堤頂の 沈下量 (ft)
1	タフト地震波 (ピーク加速度=0.1 G)	QUAD-4 解析	0.233	QUAD-4 解析の 結 果	簡 便 法	0.78
2	"	"	"	Seed - Makdisi の 提案曲線	"	0.52
3	"	"	"	QUAD-4 解析の 結 果	有限要素 解 析	0.67

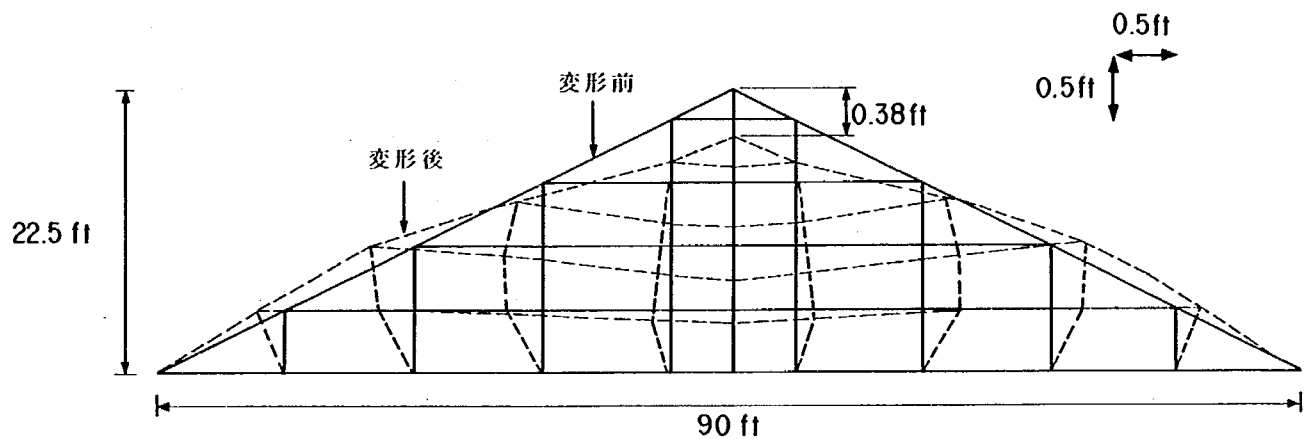


図4 動的遠心力载荷試験に用いられた模型の変形量に関する有限要素解析結果

料の動的応力-歪関係に関する試験データがなかったため、ここでは動的応力-歪関係を表わす曲線（図3参照）の係数をパラメーターとした。図4は堤頂の沈下量が実験結果と一致するようにパラメーターを選定した場合の変形を表わしている。高さが11.3 ft (3.44 m) の地点の水平変位は実験値が0.269 ft (8.20 cm), 計算値が0.315 ft (9.60 cm) で比較的良好に一致している。

2. 試験研究遂行に役立った試験研究機関の設備・環境等

MITに設置されているデジタル社製の電子計算機を用いて研究を行った。MITの土質グループには正教授が4人おり、研究レベルも高いのでMITは土質工学を勉強するのに最適の場所の一つである。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

MITにおける1981-1982年度の学生数、教官数を以下に示す。

学 生 数

	M I T	土木工学科	土質グループ
大 学 院	4500	246	46
学 部	4500	92	—

教 官 数

M I T	土木工学科	土質グループ
1085	50	8

また1982—1983年度の年間授業料は 8,700 ドル (約 226 万円) である。

4. その他

昭和57年7月9日より7月22日まで英国およびオランダに追加出張した。英国においてはケンブリッジ大学で開かれた動的遠心力载荷試験に関するセミナーに出席し、試験装置を見学し、前述の筆者の有限要素解析と動的遠心力载荷実験結果との比較について実験担当者と議論した。またサウサンプトン大学で開かれた土質動力学および地震工学に関する国際会議に出席し、「液状化」の部門の議長を勤めると共に研究発表を行った。

オランダでは軟弱地盤上の堤防の実際の建設工事を見学し、その設計施工法についてオランダの技術者と議論を行った。

11 耐風耐震構造専門部会におけるライフライン 地震工学に関する協力活動

栗 林 栄 一

1. 実施した試験研究の内容及び成果

1-1 協議内容

日本側の研究計画と米側の研究計画を相互に示し、共同研究の実施可能性を検討した。

日本側から呈示した研究計画はつぎの二つである。

震災構造物の復旧技術に関する研究開発（建設省総合技術開発プロジェクト，昭和56-60年度，関連経費見込額 286.7 百万円）

ライフライン・システムの強化補強に関する研究（科学技術庁科学技術振興調整費による「首都圏における直下型地震の予知及び総合防災システムに関する研究」の一環としての研究，昭和56-60年度，関連経費見込額 100 百万円）

米側から呈示された研究計画はつぎのとおりである。

NBS, NSF, FHWA

繰り返し荷重を受ける鉄筋コンクリート柱に関する実験的研究（NBSにおいて実施の予定，1982-1983 会計年度，関連経費見込額 200 万ドル）

HUD

地震災害軽減のための教育宣伝資料を作成中

オクラホマ大学

架構等の耐荷力試験を実施中

タルサ大学

埋設管の耐震性に関する力学解析を実施中

カリフォルニア大学，バークレー校

台湾において高密度強震観測を実施中

ライフライン・システムの信頼性解析を実施中

ロスアンゼルス市，水道電力部

1984年に開催されるオリンピックに備えて，水道システムの増強に努めている。特に溶接継手とメカニカル継手を採用し，施設全体の震災対策を進めている。

カリフォルニア大学，ロスアンゼルス校

架構の耐震実験，壁体の耐震実験，構造物の信頼性の解析を実施してきている。

アグバビアン・コンサルタンツ

NSF，軍等の費用により，メイソンリー建築物の補強法，地震波動の伝播，港湾の耐震性の評価手法等の研究を進めている。

1-2 共同研究実施可能な関連研究課題

(1) 鉄筋コンクリート柱等の耐震性能に関する研究

NBS, NSF, FHWA

(2) ライフライン・システムの信頼性の評価手法

カリフォルニア大学, バークレー校, ロスアンゼルス校

(3) 地震波動入力に関する研究

カリフォルニア大学, バークレー校, アグバビアン・コンサルタンツ

2. 試験研究遂行に役立った試験研究機関の設備環境等

NBSにおける6自由度負荷装置(現在, 設置中)

カリフォルニア大学が協力している台湾北部での高密度強震観測

その他の載荷装置等は筑波研究学園都市に設置されているものと同様か、又はそれ以下である。計測処理装置は学園都市の設備の方がはるかに上等である。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

連邦政府の予算・人員の削減による影響を大なり小なり受けている。日本人研究者の滞米は歓迎されるであろうが、研究費が少ないことは覚悟しておいた方がよい。

4. 所感

日米両国共に予算・人員の削減に直面しており、このような時こそ両国間の共同研究を進める絶好の機会であるとも云える。相方共にこのように考えている。

実験、解析、観測を通じて共同研究を大いに進展させるべきであろう。

12. 下水処理技術の研究開発プロジェクトへの参加等

渡 部 春 樹

1. 試験研究等に従事することにより得たる成果

1-1 有機塩素化合物総量の測定方法とライン河におけるその濃度分布

有機塩素化合物とはその構造に塩素を含む有機物のことで、天然に存在する有機塩素化合物は非常に少ないので、環境中に存在する有機塩素化合物はほとんど人為的な汚染によるものと考えてよい。有機塩素化合物は一般に生物学的に難分解なので環境中に蓄積したり、水棲生物に濃縮されることもあることから、特に注目されている。

PCB, BHCあるいはクロロホルムというように個々の物質について、水質、底質及び生物中での存在量を定量的に測定する方法は確立されつつある。しかし、有機塩素化合物総量を測定する方法はいまだ検討段階であり、この分野で最も先進的な研究がなされているのは西ドイツである。

筆者はこの分野で精力的な活動をしている Reichert 教授の研究室に4ヶ月間滞在し、この分野の研究にたづさわることができた。

有機塩素化合物総量を測定する方法として、現在最も有望なのがEOClとAOClという方法である。EOClとは抽出可能有機塩素化合物の略で、水中の有機塩素化合物を有機溶媒で抽出し、その抽出液を水素一酸素炎中で燃焼させ塩素イオンにした後、分光光度計などで定量する方法である。AOClとは活性炭吸着可能有機塩素化合物の略で、有機塩素化合物を活性炭に吸着させ、その活性炭を800℃で燃焼させた後、ミクロクロメータなどで塩素を定量する方法である。

筆者は西ドイツの約10ヶ所の研究所が参加して行ったEOClの分析精度を調べる調査に参加した。その結果の一部を表-1に示す。調査対象の3物質の回収率は72.9～92.9%で良い結果が得られた。また、変動係数(CV)は3.3～8.9%で、一般の水質分析精度が変動係数として10%前後であることから、十分満足できる精度に収まっているといえよう。この調査が終了すると、近い将来にはドイツ工業規格(DIN)にとり入れられることになる。

図-1はライン河の上流部のGustavsburgから下流部のEmmerichまで河川水を採取し、そのEOClとAOClを測定した結果を示したものである。採水は1982年2月に行ったが、この時は融雪水によってかなり増水していた。同図から、ライン河の下流側へいくにつれてEOCl及びAOClの値は高くなる傾向が認められた。ライン河における有機塩素化合物に関する調査は1978年頃から実施されており、それによると平均流量 $2200\text{m}^3/\text{s}$ の時AOClはケルン付近で $70\mu\text{g}/\ell$ 程度とされており、これらの値から計算すると、ライン河へは1日当り13～14トンの有機塩素化合物が流出していることになる。

有機塩素化合物総量を測定する方法として、EOClか、あるいはAOClかという議論はあるにしても、ほとんど人為的な汚染物質と考えられる有機塩素化合物総量の指標となるEOClあるいはAOClは今後の環境調査指標の1つとして有力なものになる。

表-1 EOCi の分析精度

Substanz (物質)	1. Extraktion (抽出液1)			2. Extraktion (抽出液2)		
	Einzelbefunde ($\mu\text{g}/\ell$) (4回の繰り返し測定)	$\bar{M}$ (平均値)	W (%) (回収率)	Einzelbefunde ($\mu\text{g}/\ell$) (4回の繰り返し測定)	$\bar{M}$ (平均値)	W (%) (回収率)
p-Chlorphenol	6 0 6 5 3 3 5 5 7 6 3 7	5 8 3 CV=8.1%	7 2.9	6 1 5 6 3 6 5 5 7 5 5 7	5 9 1 CV=6.9%	7 3.9
Penta-Chlorphenol	7 6 5 7 4 6 7 0 7 7 3 4	7 3 8 CV=3.3%	9 2.2	7 7 7 7 4 4 7 5 9 6 9 4	7 4 3 CV=4.8%	9 2.9
3,4-Dichloranilin	5 7 8 6 7 3 6 8 5 7 1 3	6 6 2 CV=8.9%	8 2.7	7 3 5 6 5 2 6 7 0 7 1 3	6 9 2 CV=5.5%	8 6.5

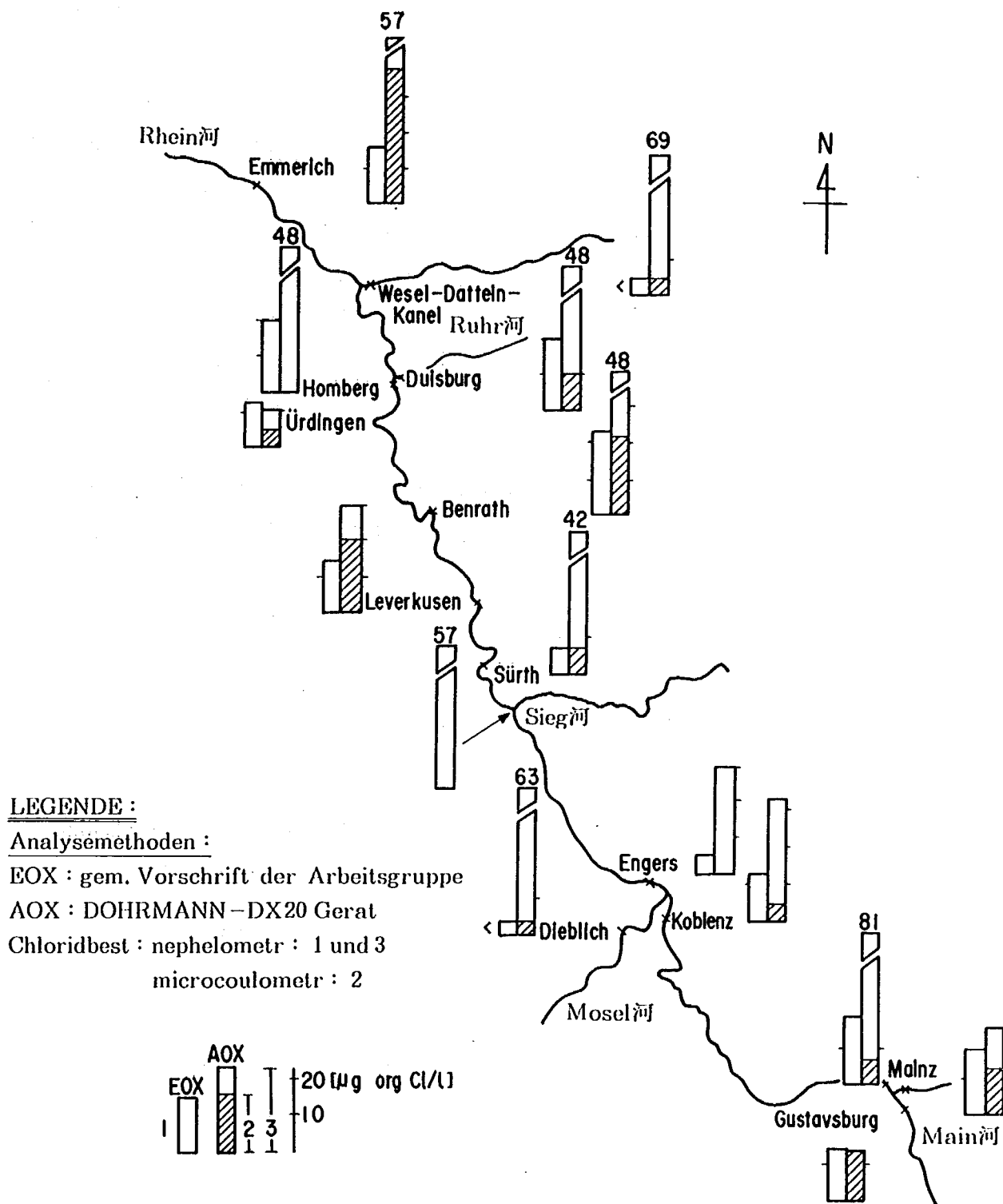


図-1 ライン河の河川水のEOClとAOCl
 (1982年2月採水, 洪水時)

1-2 活性汚泥処理過程における有機塩素化合物の挙動

下水処理場では家庭下水ばかりでなく、工場排水も受け入れており、この中には生物学的に難分解といわれる有機塩素化合物も含まれている。このような物質は下水処理過程で十分除去されずに公共用水域へ放流されたり、あるいは揮散し易い有機塩素化合物は大気中へ放散される恐れもある。この種の挙動に関する研究は米国、西ドイツ及び土木研究所でも実施されているが、実際のところはその緒についたばかりである。

筆者はアーヘン市処理場の一角にあるアーヘン工科大学上下水道研究所 (o. Prof. Böhnke) のパイロット実験施設で、活性汚泥処理過程における有機塩素化合物の挙動に関する研究を実施した。このパイロット施設では4種類の異なる運転条件で活性汚泥施設が運転されており、実験はこの施設を利用して行った。また、有機塩素化合物の測定はこのパイロット施設に付属している実験分析室と、Prof. Reichertの研究室で行った。有機塩素化合物としては特定の物質を添加せず、下水に含有されて流入してくるものを測定した。

表-2は水試料及び汚泥試料の測定結果を示したものであり、次のことが明らかになった。

- 1) 活性汚泥処理によってEOClは水系から78~85%除去される。
- 2) 汚泥へはEOClが1300~9720倍まで濃縮される。
- 3) 汚泥に蓄積する CHCl_3 、 C_2HCl_3 、 C_2Cl_4 の割合は小さい。

表-3はエアレーションによってEOClがどの程度大気中へ放散されるかを調べたものである。当然のことながら、流入してくる有機塩素化合物の種類によってその傾向は異なってくるが、今回の結果では、大気中へ放散される割合が高いことを示している。

本研究は限られたデータによる解析と比較的短い実験期間のため、明確な結論を出すまでには致っていないが、これから同種の研究を進める上で貴重な資料が得られた。

表2 有機塩素化合物の分析結果(平均値)

1. Wasserproben ($\mu\text{g}/\ell$) (水試料)

	EOCl	GC (ECD), n-Pentan Extrakt (n-ペンタン抽出液)		
		CHCl_3	C_2HCl_3	C_2Cl_4
Zulauf (流入水)	95	1.5	6.6	5.6
Ablauf von (処理水)				
Variante A (施設A)	21	1.2	1.4	0.25
Variante B (施設B)	14.5	0.2	Spuren (痕跡)	0.21
Variante D BB1 (施設D 1段目)	28.5	6.9	0.04	0.47
BB2 (施設D 2段目)	15.5	8.4	1.0	0.17

2. Schlammproben (mg/kg TS)

	EOCI	GC (ECD), n-Pentan Extrakt (n-ペンタン抽出液)		
		CHCl ₃	C ₂ HCl ₃	C ₂ Cl ₄
Variante A (施設A)	435	1.6	0.3	0.6
Variante B (施設B)	124	0.9	0.2	0.3
Variante D BB1 (施設D 1 段目)	706	1.0	2.4	1.1
BB2 (施設D 2 段目)	277	0.7	0.3	0.1

表3 エアレーション部におけるEOCI 負荷量

	Zulaut (流入水)	Abluft (排ガス)	Ablauf (流出水)
Variante A (施設A)	129.6 mg·Cl /d	> 57.6 mg·Cl /d	10.1 mg·Cl /d
Variante D (施設D 1 段目)	388.8 mg·Cl /d	> 177.4 mg·Cl /d	77.8 mg·Cl /d
Variante D Zweite Stufe (施設D 2 段目)	25.9 mg·Cl /d	> 16.0 mg·Cl /d	21.6 mg·Cl /d

2. 試験研究遂行に役立った試験研究機関の設備環境等

筆者が属していたアーヘン工科大学上下水道研究所は教授2名、その他の職員約50名という、比較的大きな研究所である。この中には研究職員ばかりでなく、秘書やマイスター（ドイツの職人）も含まれており、これらの職員が6ヶ所に分散してそれぞれ活動している。

研究テーマは約25あり、そのほとんどは下水及び下水汚泥の処理処分に関連したものであるが、畜産排水や染色排水の処理処分、上水処理に関するテーマもみられる。

主な研究の依頼先はノルトライン・ウェストファレン州、食糧・農林省、連邦内務省環境庁、連邦科学技術省核研究所、ドイツ科学協会などである。

筆者が利用した活性汚泥処理装置を始め、ほとんどの実験施設はマイスターを中心にして研究所内で製作している。したがって、実験施設としてはそれほど大型のものはないが、非常に機動的で、Build and Scrapが常時行われている。

実験施設の運転はもちろん研究職員が中心になって進められるが、実際の作業の主体は学生の実習によってまかなわれている。この研究所で専門課題を専攻している学生は週15時間程度の実習（労働？）があり、

データ整理や施設の維持管理の上で重要な戦力になっている。

実験に伴う分析試料は分析室に持込まれ、化学者あるいは化学技術者によって所定の項目の分析が行われる。ここで実施される分析項目にはすべて単価が決められており、研究所の内部外部を問わず、その数量に対して金銭の授受が伴うようである。

筆者の行った1-2の実験及び分析はまったく予算的裏付けのないものであったが、実験施設は既に運転されているものを利用させてもらうということで、また実験に伴う分析は他人の手を煩わせず自ら行うということで免除にしてもらった。

この研究所に限らず、ドイツの職場の雰囲気はそれぞれの仕事の領域が明確に分かれており、その責任の所在もはっきりしているという風に見受けられた。研究所の同僚と話していても、それが自分の担当分野に及ぶと、でてくる数字は異常なまでに緻密で正確になってくるのが非常に印象的であった。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

在外研究を行う者は滞在する機関ばかりでなく、近隣の大学や研究所を訪問して見聞を広めることも非常に有意義なことである。その場合、滞在機関の教授よりあらかじめ紹介状を書いてもらうのが最良であるが、訪問先の所在地や窓口がわからない場合には、その所在地の日本大使館に手紙を書き、紹介してもらうのも1つの手である。大使館にとっては大変煩わしいことと思うが、紹介者があると訪問先での待遇もかなり違うようである。

13. 騒音制御に関する国際会議

金 安 公 造

1. 国際研究集会における活動内容

この会議はA～Fの6部会に別れており、各部会は1～7の7つのSessionに分割されている。各Sessionは招請論文1～3、投稿論文4～5であり、全体で約280編の論文が発表され、討論された。

筆者はSession A3 Traffic Noise : Calculation, Measurements (交通騒音 : 計算, 測定) 部会に招請論文として, "Investigations on the Radiation of Low Frequency Sound from Highway Bridge" (道路橋より発生する低周波音の研究) と題して, 第2日目の10月7日, 9時25分より20分間, スライドを用いて発表し, 5分間, 質疑に答えた。

2. 参加により得られた成果と今後の研究方針

前述のように, この会議は, 騒音の制御に関する唯一の国際会議であり, 航空機, 自動車, 船舶などの交通機関, 工場等の機械, 建設工事などの騒音について, 発生源対策, 予測方法, 低減方法, 人体に与える影響等について, 世界の一流の学者, 研究者, 実務家が最新の研究成果を発表し, 討論を行うものである。

筆者は, 特に自動車からの道路交通騒音を専門としており, 今回の会議において, 予測方法, 遮音壁の効果, 人体に与える影響などについて, 新しい知見を得た。特に, 米国のCohnが発表したEPAの予測のアニジュアル, オランダのToornの過剰減衰の効果, barrier の効果に関するいくつかの報告は, 今後の研究に資することが大であった。

さらに, 最近我が国で問題となっている低周波音に関して, 迷惑度の研究, 評価方法, 風の影響の研究についての発表は, 今後, この方面の研究を進める上で, 非常に参考となるものである。

3. 所感

筆者は1976年, 科学技術庁中期在外研究員として, 欧州各国の研究機関を訪問する機会を得たが, 今回, 会議が開催されたオランダでは, デルフトにあるTNO応用物理研究所を訪問しており, G. J. Kleinhoonte van Os氏, J. D. van der Toorn 氏, その他旧知の音響学者および, ハンガリーのDr. B. Bu naと旧交を温める機会を得たことは, 誠に幸であった。また, アムステルダム滞在中, オランダ国立美術館, ゴッホ美術館等を見学し, レムブラント, ゴッホ等の名画に接する機会を得た。科学技術庁振興局および建設省計画局並びに土木研究所の関係各位に深く感謝する次第である。

14. 国際大ダム会議第14回大会

松 本 徳 久

1. 国際研究集会における活動内容

本大会は各論文の個別発表という形式はとらず各課題毎に総括者が総括報告を行い、予め指定された専門家がコメントを付すという形式で行われた。したがってこの議論に参加した。また本大会場以外の場において個々のダム事業別の情報交換が極めて盛んであり、ダム技術の先進国は自国の得意な技術情報の売り込み活動を勢力的に展開しているが、日本の最近の研究成果である耐震設計法やRCDコンクリート施工法についてイタリア、スペイン、カナダ、アメリカ等の参加者にPRした。

2. 参加により得られた成果と今後の研究方針

2-1 成果

a. フィルダムの設計施工に関して次の諸課題が国際的に関心を持たれていることがわかった。

- ① フィル材料の選択・改良、廃棄の基準、特殊土、フィルタ材
- ② 転圧について振動ローラ転圧が不適な土、転圧後かき起しが必要な土の種類、適当な層厚、ロック材中の細粒分の制限、含水比。
- ③ フィル材の試験に関連して：適当な現場試験の種類・ハイドロリックフラクチャリング対策
- ④ 表面遮水壁型又は中央コア型ダムに関連して：鉄筋コンクリートの使用・施工・アスファルト遮水壁型ダムで中央に排水層を設けることの適切性
- ⑤ 締切りダムに関連して：流水を締切るのに必要な粒径のロック材、水中における不透水コアの施工、水中におけるアスファルトの施工。
- ⑥ 水締めダムに関連して：耐震性、再転圧、可能な粒径
- ⑦ 施工法に関連して：方向性発破・フィルセメントダム・プラスチックシートの使用

b. ダムの安全性を確保するための方法に関した課題としては、

- ① 設計・施工・管理の連絡を密にする組織形態の研究
- ② 監視のための計器の選択と配置
- ③ 計器の信頼性
- ④ 観測結果の計算器による処理

c. ダム基礎の地質調査に関する研究課題としては

- ① 新しい地質調査方法
- ② 解折に用いる物性値の決定方法
- ③ 特殊な地質に対する調査と実施例の分析
- ④ 高透水性地盤の処理

2-2 今後の研究方針

ダム事業の背景がわが国と外国では異なることから、これを反映して研究課題もわが国と外国では若干異なる点がある。したがって現在の研究方針を大きく変更すべき点はなく今まで通りの方針で研究を継続したい。ただし次の第15回国際大ダム会議は1985年にスイスで開催されることが決定しており数値解析に用いる物性値の決定試験に関心が高いので、この方面の試験の実施に力を入れたい。

3. 所感

- a. 日本からブラジルは遠く26時間の旅行はかなり疲れる。
- b. わずか6日の滞在中でもブラジルの通貨クルゼイロはドルに対して切下げがあり、インフレーションはすさまじくドルはできるだけ小さきざみに変えた方がよい。ホテル代は高い。
- c. ブラジルの包蔵水力エネルギーは莫大なものであり、現に1ダムで日本全体の発電量の10%を発電するダムを建設中でもあった。このようなプロジェクトの現地視察を行いたかった。
- d. 旧知の知人や新しい外国のダム技術者に会えて今後の情報交換のルートが広くなり有益であった。

15 河川水理学研究の必要性に関するシンポジウム

富 永 正 照

1. 国際研究集会における活動内容

集会に先立って準備された White Paper (案)にもとづいて、研究課題、内容が討議され、研究課題の追加、削除、統合がなされた。また、各課題毎に記述内容が検討され、修正、追加、部分削除、あるいは、新たに書き直すなどの作業が行われた。

これらの作業はつぎの7グループに分れて行われた。

- a. 河川的作用
- b. 開水路の流れの力学
- c. 流送土砂の機構
- d. 河川資料の収集と処理
- e. 河川の模型化
- f. 河川工事
- g. 河川環境

シンポジウムの参加者は、これらのグループのうち、とくに興味のあるものに参加し、共同作業することを求められたので、主として河川工事のグループに入り作業を行った。

2. 参加により得られた成果と今後の研究方針

各グループの作業結果は、各グループの chairman と rapporteur により取りまとめられ、さらに、全般的な編集が行われて、来年国際水理学会から出版されることになった。

このシンポジウムには、土木研究所より9課題が提出されたが、河川工事のグループに提出された3課題について討議を行った。

(1) 洪水調節用ダム設計

この課題は、洪水調節用ダムの大容量高圧放流設備の設計法について研究し、貯水池の容量を効率的に使用するとともに、貯水池内の土砂排除にも役立てようとするものである。

研究の必要性は十分に理解され、とくに、土砂の排除機能の確保をはかることについては、その重要性が認識された。しかし、河川水理学の立場からみると、ダムの設計法に関する研究は範囲外ではないかとの批判もあった。

(2) 堤防の設計基準

この課題は、堤防のり先の局所洗掘や越流に対する対策を研究し、堤防の破堤による洪水災害を防止しようとするものである。

局所洗掘については、フランスの研究者より、ある程度の予測は可能であるとの意見も出されたが、越水対策の必要性については全体の理解が得られた。とくに、後者の問題は日本に特有な問題のように思われた。

が、他の国々においても、十分適応性があるとの意見であった。

(3) 堆砂の制御

この課題は、土石流の発生予測と制御技術について研究し、土石流の発生にともなう災害を防止しようとするものである。

この課題名が、“Control of sedimentation”となっていたため、一般的にすぎるとの批判があったので、“Design criteria for debris-flow control works”と改題し、内容も一部書き直して、Debris-flowに関する研究であることを明確にすることによりグループの了解を得た。

今後の研究方針については、White paperの完成後、その内容を十分に検討し、河川関係の研究計画の作成に役立ててゆきたいと考えている。

3. 所感

(1) 河川水理学に関し、今後研究すべき課題が世界の主要国から集められて議論され、その結果がWhite paperとしてまとめられるので、今後の研究の進め方に非常に有益であると考えられる。

(2) シンポジウムの議論を通じて、国により河川の状況が異なるため、研究課題に対する考え方にもかなり差異のあることが感じられた。

とくに、日本の河川の場合、流域面積が小さく、急勾配で、強い雨が降るという特徴があり、しかも、治水投資が進んで、人工的な手が相当に加わっているので、世界からみると特殊な位置にあり、研究が必要な課題も異なっているように思われる。

(3) シンポジウムの進め方として、もう少し一般的に各国の特性をふまえた研究の必要性とそれに関する討論とがほしかったように思われた。

1. 実施した試験研究の内容及び成果

筆者はテキサス大学土木工学科に大学院学生兼研究補助として籍をおき、土質力学特論（土留構造物の設計法）、土と構造物の相互作用、基礎工学、有限要素法、構造物の動的応答の各科目を受講するとともに、杭基礎に関する研究を行った。これらを通じて得られた成果について簡単に述べる。

(1) 杭基礎の極限支持力について

筆者に与えられた研究テーマは、鉛直荷重をうける杭の荷重～沈下曲線を求める数値計算プログラムを開発し、その結果を実際の鉛直載荷試験のデータと対比させることにより、計算手法の妥当性、限界などを検討することである。このモデルの検証にあたっては、昭和55年に建設省土木研究所で集められた鉛直載荷試験のデータの中から、土質情報が比較的明確で詳しい15例を取上げた。

本研究では問題点を荷重～沈下関係の曲線形状に絞ったため、各事例について極限支持力の実測値と計算値が一致するよう土質定数の修正を行った。すなわち、鉛直載荷試験のデータに記載されている土質定数を用いて極限支持力の計算を行い、実測による極限支持力と計算値の比を求めてこれを修正係数とし、杭先端の支持力係数、最大周面摩擦力度にこれを乗じて、荷重～沈下曲線を求める際の杭先端の極限支技力度および最大周面摩擦力度とした。

なお、極限支持力の計算にはテキサス大学とA P I（American Petroleum Institute）により開発されたプログラムを用いた。このプログラムに関しては、他の大学院学生が米国内での鉛直載荷試験データを用いてモデルの検証を行っており、比較的よい相関が得られていたようである。筆者が取上げた日本国内のデータ15例をみると、通常の鋼管打込み杭については計算値が実測値に等しいかやや大きいという結果が得られ、上述した修正係数で表わすと0.75～1.0の範囲となった。なお、先端根固め工法など支持力増大のための処置がなされた杭については計算値が実測値よりもかなり小さいという結果が得られた。

(2) 鉛直荷重～沈下曲線について

Reese教授の指導のもとで、鉛直荷重が作用する杭の荷重～沈下曲線に関する数値解析を行った。解析上の主な仮定は、①杭を軸方向に等分割し、分割要素内で軸方向ひずみ、軸力は一定とする。②各要素の周面摩擦力～変位関係、さらに杭先端の荷重～変位関係は非線形の取扱いをする。

本研究では、荷重～沈下曲線の計算値と実測値が一致するまで各要素の周面摩擦力～変位関係、杭先端荷重～変位関係を修正しながら繰返し計算を行った。事例計算を通じて得られた結果は以下のとおりである。

- a) 杭頭の荷重～沈下特性に与える影響は、周面摩擦力～変位関係よりも杭先端荷重～変位関係の方が大きい。
- b) 打込み杭と埋込み杭とでは杭先端荷重～変位関係の特性がかなり異なる。打込み杭の方が小さな変位で杭先端の極限支持力度を発揮しうる。
- c) 実用的な荷重レベル（極限支持力の1/2あるいは1/3）では、本モデルによって十分な精度で

沈下量を算定することができる。

2. 試験研究機関の設備環境等

テキサス大学は米国内でも有数の施設・研究設備を誇る大学として知られている。図書館は蔵書量で全米上位にランキングされているようで、設備が整っている上、深夜まで利用できた。電子計算機についても各学科に端末機が数多く設置されており、深夜まで手軽に利用でき、非常に便利であった。勉強、研究の場としては申し分のない環境である。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

パートギャランティ研究員として大学で仕事をするとは、言うまでもなく義務と責任を負うことになり、さらに筆者のように大学院の講義を受講すると時間的にかなりハードな生活を送ることになる。講義をとるとレポートの提出や試験などが頻繁に課せられるため、苦痛を感じることも時としてあったが、仕事と講義の両方を無事に乗り切ったことは、限られた時間を有意義に過ごしたという意味で大きな収穫だったと思う。

大学に毎日通っていると自然に友人もでき、スタッフとも親しくなるが、特に筆者にとって有難かったのは大学が外国人留学生のためにホスト・ファミリーを紹介してくれたことである。米国滞在中のいわば親代わりのような存在で、家族ぐるみの付き合いを通してアメリカ人の生活・文化に接することができた。このような制度があれば積極的に参加するべきだと思う。

17. 自然風の乱れを考慮した長大橋梁の耐風性に関する研究

佐藤 弘 史

1. 実施した試験研究の内容及び成果

筆者は、当大学に研究助手 (Research Assistant) および大学院学生 (Graduate Student, Master of Engineering Science) として在籍し、留学期間中前半は講義を受講し、後半は修士論文を作成した。昭和58年11月には修士号が得られる予定である。

受講した講義およびその内容は以下の通りである。

- 風工学…… A. G. Davenport 教授によるもので、自然風の特徴、風により構造物 (橋梁、ビル、塔) に作用する外力、風による構造物の振動等について講義がなされた。
- 確率論および統計学…… A. G. Davenport 教授によるもので、土木技術者が直面する確率的な現象を把握するための手法が講義された。
- 振動論…… B. J. Vickery 教授によるもので、風および地震などの動的な荷重に対する構造物の応答を推定する手法が講義された。
- 基礎および地盤の振動論…… M. Novak 教授によるもので、直接基礎、くい基礎の弾性特性、減衰特性の推定およびこれらの基礎の動的荷重に対する応答の推定に関する講義がなされた。

修士論文のテーマは、研究助手としての仕事と同一であり、A. G. Davenport 教授の指導のもとで、「一様流中および乱流中において矩形断面柱に作用する空気力の研究 (On the Aerodynamic Forces on a Rectangular Prism in Smooth and Turbulent Flow, Including Motion-Induced Effects)」を実施した。従来、連続箱桁橋は適用スパンが短く、固有振動数も高いため、風の影響はそれほど重要ではなかったが、近年その適用スパン長が増えるに従い、耐風性が問題となってきた。連続箱桁橋の桁高は、吊橋および斜張橋の箱桁の桁高に比べ高く、空力的により不安定な特性を示すため、この問題の解決が望まれている。本研究ではこのための第一歩として、同様な空力特性を示す矩形断面柱を用いて、以下の項目について実験および解析を実施した。

- 静止中の矩形断面柱に作用する変動空気力 (抗力、揚力、空力モーメント)
- 空力アドミッタンス
- 空気力の空間相関特性
- 振動中の矩形断面柱に作用する変動空気力
- 空力ダンピング
- 風による矩形断面柱の振動

その結果、上記諸特性におよぼす乱流の影響、静止矩形柱に作用する空気力と空力ダンピングの関係が明らかとなり、風による振動が、自励振動、強制振動、渦励振動に分類された。

2. 試験研究遂行に役立った試験研究機関の設備環境等

実験は、当大学の境界層風洞実験所 (Boundary Layer Wind Tunnel Laboratory) で実施した。所長の A. G. Davenport 教授は、構造物の耐風設計に自然風の乱れの影響をとり入れ、風工学に一大転機をもたらした人として世界的に有名であり、当実験所では自然風を相似した風洞実験により、風工学界をリードする多くの研究が実施されてきた。さらに、アメリカ合衆国およびカナダ等で建設された多くの超高層ビル、長大橋の耐風調査が当実験所で実施されてきた。実験技術としては、境界層乱流の発生および圧力測定の中で優れているものがあつた。特に感じたこととして、研究を補助するスタッフが充実していたことが挙げられる。既往の論文、ペーパーなどの文献の整理、電算機の保守、測器の保守・改造、実験準備、および図のトレース、タイプ等にそれぞれ専門のスタッフがおかれているため、研究者は年間1ないし2のテーマをじっくり考えることができる。ちなみに、当実験所のスタッフの数は大学院学生を含めおよそ30名程度であり、年間50ほどのテーマがあり、現有の施設では必ずしも充分でないため、新しい風洞施設を建設中であつた。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

ウェスタンオンタリオ大学の工学科学部 (Faculty of Engineering Science) では修士課程として Master of Engineering と Master of Engineering Science の2つのコースがある。前者は講義の聴講が主となるコースであり、1年間で取得できることが少なくないが、研究助手として給料をもらうことはできない (研究助手として働く場合には、パートタイムの学生とみなされ、最低2年間かかる)。後者は論文の作成が主となるコースであり、研究助手としての仕事が論文のテーマと一致すれば、パートギャランティ制度で留学しようとする者にとってふさわしいものといえよう。ただし、それでも修士号取得のためには2年程度かかるのが普通であり、筆者が1年あまりで講義の聴講、論文の提出を終えたのが‘レコード’となるほどである。とくに、実験を必要とする研究は、模型製作等の準備段階で、言葉の障害のため思いのほか時間がかかるので、前もって研究のテーマ、方法など細かな点まで相手側の教官と相談しておくことが望ましいと考えられる。

パートギャランティ制度で留学する場合には、他に、単に研究者として働くケースもあり、この場合には経済的な待遇か、研究助手、学生として行くよりも優れているが、一般にはこのような受け入れ先を見出すのは困難と思われる。カナダの大学で、研究助手・学生として留学するには、アメリカの大学同様、日本の大学での成績証明と TOEFL の結果と推薦状が必要である。TOEFL の結果については明確な規定はないようであるが、550 点以上とっていれば、特に大学で英語の授業をとる必要はないようである。

パートギャランティ制度で留学する場合には、一般に受け入れ先を見つけることが大変なため、相手先が見つかった途端、気のゆるむことがあるが、留学するためには、当然のことながら科学技術庁、建設省の許可が必要であり、そのためには相手側の手紙が所要の要件を満たす必要があるため、このらの点につき企画課の人と充分連絡を密にすることが望ましい。

4. その他

出張期間は、当初の予定より約半月ほど延長されたが、この間論文の発表および修正を行った。

18. トンネル建設技術に関する調査

水谷敏則

1. 実施した調査の内容及び成果

1. トンネルの掘削技術について

イギリスには10本の水底道路トンネルがあり、そのほとんどがシールド工法で建設されている。シールド工法は、水底の軟質地山中のトンネル建設法としてイギリスで最初に開発され、現在でも伝統的工法として用いられている。我国においてもシールド工法の技術は最近鉄道等の分野で急速な進歩をとげており、道路トンネルでも積極的な利用を図る必要性を痛切に感じた。

T.R.R.L.では、トンネルボーリング機のカッターの切削性能試験、地表から行う事前の地質調査手法の精度向上のための調査研究等を実施していた。

ノルウェイでは、フィヨルドとそれを取りまく山岳地帯により地域が分断されており、交通網の整備が緊急施策の一つであるが、財政的には必ずしも十分ではない。このため、道路トンネルの分野においても建設費をいかにして安くするかに主眼をおいた研究開発が進められている。

道路研究所では、地山をできるだけ傷めずに掘削する（Smooth Blasting）ことにより支保工や覆工を必要最少限とする工夫、トンネル湧水の凍結による障害を防止するための断熱材を用いた覆工技術の開発等がなされており、我国のトンネル建設の低コスト化への示唆が得られた。

ドイツの都市内トンネルでは、軟質地山の掘削において吹付けコンクリートとロックボルトを主体とした支保工法（NA TM工法）が積極的に採り入れられており、我国の複雑な地質のトンネルにおける支保工法への適用に関して参考とする点が多い。ミュンヘンでは、圧気下での吹付けコンクリート作業の試験施工を行っており、材料のはね返り量や吹付け作業に伴う粉じんの問題に対しての知見を得ることができた。

S T U V Aでは、これらのトンネルの新技术に関する問題解決のためのコンサルタント業務や研究活動を行っており、例えば、吹付けコンクリート覆工の収縮クラックや漏水の防止対策、コンクリート覆工の継目の止水対策等の研究を実施していた。

フランスでは、イタリア、スイス等との国境周辺で多くのトンネルを建設中である。トンネル支保工法としてはNA TMが用いられているが、ノルウェイの覆工を省略しようという動きとは逆に、将来の維持管理等を考慮するとコンクリート覆工は不可欠であるとの考えに哲していた。また、湧水、凍結対策として、坑口付近等では覆工コンクリートを2重巻きとし、その中間に全面防水シート工を施す方法を採用していた。我国においてもNA TM工法の普及に伴い同種の防水工を検討中であり、大いに参考となった。

C. E. Tu.は、高速道路や国道のトンネルについての技術的な審査、評価を行う権限を有しており、道路トンネルの設計、積算について各種の基準づくりとその作成のための調査研究を行っていた。

2. 道路トンネルの付帯設備について

今日調査した4ヶ国のトンネル付帯設備（換気、照明、防災）の状況は次の通りであり、安全対策に対しては、一般にきめ細かい対応を行っているのが印象的であった。

Ⅰ) 換気設備

換気対象となる有害物質として、かつては一酸化炭素であったが、最近是我国と同様ディーゼル車の煤煙の方が大きい問題となっている。なお、送排風機の故障に備えて同規模のファンを常備しているトンネルが多いのも、安全に対する考え方の違いによるものと思われる。

Ⅱ) 照明設備

照明に関しては、我国と基本的には異なるところはないが、側壁部に小さいランプを配列してドライバーの視線誘導を図るなどのきめ細かい配慮には興味を引かれた。

Ⅲ) 非常用施設

この施設は自動車の故障や火災事故に備えるためのものであるが、その運用や考え方は我国の現状とかなりの相違が見られる。例えば、有料道路トンネルでは地方自治体等で構成された特殊団体がそのトンネルの管理運用についてすべての権限を有しており、危険物積載車両の通行制限等に対して徹底した管理を行っている。また、ドライバーの安全走行義務に対しても厳しい姿勢が見られた。

土木研究所では、トンネル内火災の問題について研究を実施中であり、今回各機関の専門家や研究者と意見の交換が直接行えたことは誠に有意義であった。

2. その他感じたこと等

各国の社会情勢や各種制度の違いがあり、直接的な比較は困難であるが、それぞれの国情に応じてそれぞれに独特の発想と工夫が見られ、今後の研究を進めるうえで参考とすべきところが多かった。また、各国の専門家等と直接議論できたことは論文等からは得難い彼らの考え方、意見に直接触れることができ、極めて有用であった。

19. 傾斜地の安定性判定手法および 崩壊防止技術に関する研究

仲 野 公 章

1. 実施した試験研究の内容および成果

筆者はフランス政府給費留学生および科学技術庁パートギャランティ研究員として一年間フランスに留学する機会を得た。フランス中央部にあるビッシー（Vichy）という町での2ヶ月間の語学研修後、昭和57年11月からの10ヶ月間、パリにあるフランス中央土木研究所（L C P C）の土質基礎第I部土構造物研究室に所属し、斜面安定に関する研究に参加した。

傾斜地の崩壊対策は道路や鉄道の建設および宅地開発というような土木事業において非常に重要な位置を占めている。国土の約8割が山地や丘陵地である我国ほどではないにせよ、フランスにおいても近年道路網の建設が山間地域や軟弱地盤地域に及ぶに至って斜面安定の問題は大きな土木的課題となっている。

フランスの土木技術に関しては、幾つかの独創的なもの（例えば、プレストレストコンクリート、テールアルメ工法等）が日本にも紹介されているが、斜面安定に係わる分野ではテールアルメ工法に関する技術を除き情報量は少ない。そこで、留学の主な目標をフランスにおける斜面安定調査や研究に関する全般的な情報を得ることに置いた。以下に、フランス中央土木研究所（L C P C）における斜面安定に関する研究の現状（主に地すべり）を簡単にまとめる。

(1) 残留強度

スケンプトンが提案した残留強度の適用性は、フランスの鋭敏な粘土層の地すべりや不安定傾斜地盤上の盛土（L C P Cの実験用現地実大盛土）によるすべりにおいても検討され、有効性が確かめられている。また、残留特性を決定する試験もすでに幅広く実施されており、現場段階で一般的に用いられている。試験機としては、L C P Cで開発したリングせん断試験機が用いられることもあるが、一般的にはカサグランデタイプの繰返し一面せん断試験機が用いられている。

(2) 安定解析手法

研究段階で用いられている安定解析手法はやはりF E Mである。しかし現場段階では、F E Mの手順や作業が煩雑であることおよび完全な地盤特性や諸定数把握の困難さを考慮すると必ずしも信頼性が高いとは言えないという理由によって、計算のより簡略な極限安定解析手法を主体として用いている。

現在フランス土木研究所網において用いられている極限安定解析手法は、L C P Cが開発したパーチュベーション手法（La Méthode des Perturbations）⁵⁾と呼ばれている。この手法は、静的釣合方程式を解くのに必要な補足的仮定がすべり面沿いの応力配分を対象としていることにより、他の手法（例えば、ビショップ、ヤンブー、モルゲンシュタインとプライス法など）と区別される。それは、次のように表現される。

$$q_{(x)} = \sigma_F (\lambda + \mu \tan \alpha)$$

ここで、 $\sigma_{(x)}$ ：すべり面での垂直応力

σ_F ：すべり面上の土塊重量によるすべり面法線方向の応力、フェレニウム法では

$$\sigma_F = r h \tan \alpha$$

α : すべり面の接線勾配

λ, μ : 計算により決定される調整パラメーター

この手法は信頼性もあり、またビショップ法のように適用すべり面形が制限されることがないので円弧および非円弧双方のすべりを同一精度で評価できる利点を持っている。

(3) 現地計測

地盤調査や土質試験の結果を用いた極限安定解析手法やFEMによる解析だけでは、現実の斜面の安定度の評価や今後の挙動予測を完全になし得ることは少ない。日本と同様にフランスにおいても現地計測の重要性が深く認識されている。

LCPCにおいても日本と同様に各種の計測機器を開発しているが、地すべりの変位計測の基本的な手段としては、精密な孔内傾斜計を多用している。

(4) 対策工法

フランスの地すべり対策で多く用いられている工法は排水工や抑え盛土工等の抑制工であり、日本と比較すると杭工等の抑止工の適用例は少ない。現在のところ、フランスにおいては地すべり対策の杭工やシャフト工の一般的な設計指針が確立されていない。そこで、現地で試験的に杭工を施工し、変位等の計測とFEMによる解析で検討を進めているところである。

最近LCPCが中心となって深さ数十メートルまで適用できる深層地下水排除工を開発している。この工法の特徴は、深部掘削時の掘削部側壁の支持に用いるスラリー材にバクテリアを混合し、スラリーの粘性を高めてフィルター部への浸透を抑制し、フィルター部の透水性の低化を防止しようとしていることにある。このバクテリアはスラリーの粘性を長時間（2～8日以上）大きな値に維持される特性を持っている。

2. 試験研究遂行に役立った試験研究機関の設備環境等

LCPCは建設省土木研究所と同様な国立の研究機関（土木研究所ほどではないが行政との関係も深い）であるが、基礎的な研究を対象としている技術者（研究者）の割合が多いせいか、どちらかと言えば大学に近いムードを感じた。管理職を除く技術者は、ミーティング等の回数も少なく個室で静かに仕事をしている姿が目についたので、余計にそう感じたのかもしれない。

技術者一人当たりのテーマは年間2つ程度なので、多い方ではない。技術者一人に対して補助技術者が1.2名それに外部からの長期研修生（1年～3年程度）も1.2名というようなスタッフで仕事を進めているのが一般的である。LCPCの技術者は国立土木学校等で講師を兼ねていることが多い。国立土木学校等で自分の受持つ講義を専攻する学生や院生クラスを長期研修生として迎え奨学金（月2千～6千フラン程度）を与えて研究を手伝わせている。長期研修生には発展途上国からの留学生が多く、海外との技術交流の歴史の深さを感じた。

テーマ数や研究補助スタッフに恵まれているせいか、外注的な仕事は少なく直営的な業務が多いようであった。特に、研究補助スタッフをうまく指揮し自らは最新の情報収集や考察に時間をさいている技術者の姿を見て自分を反省する機会が多かった。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

フランスでは、大学で土木全般の調査研究を実施している所は少ない。そこで、フランスで土木（特に土質力学）に関する研究をするには、筆者の所属した土木研究所（L C P C）もしくは国立土木学校（E N P C）か国立公共事業学校（E N T P E）というグランゼコールに籍を置くのが良いと思う。

ここでは、L C P Cの概要を紹介したい。L C P Cは1831年に国立土木学校（E N P C）の付属機関として設立され、1949年に独立し今日に到っている。上級技術者 250 名を含む職員数約 600 名の陣容を誇る国立の研究機関である。この研究所の特色は、以下のような諸機関と連携し合い、フランス全土をカバーする土木試験研究の一大ネットワークを形成していることであろう。

- 16ヶ所の地方土木試験所（L R P C），各試験所の職員数は80名から 200 名程度であり，総数では約 2,400 名にのぼる。このうち，7ヶ所の試験所は設備技術研究センター（C E T E）と合体している。
- 2ヶ所のプロトタイプ設計製作センター（C E C P）
- 道路実験センター（C E R）
- 道路施設材料試験ステーション（S E M R）

この土木試験研究ネットワークでは、L C P Cを中心として主に道路建設に係わる土木技術に関して研究、各種技術活動、一般的な調査、ケーススタディ、試験等を実施している。この中でL C P Cは研究や一般的な調査および各種技術活動（研修生の受入れや外国との技術協力など）を分担している。

L C P Cの技術部門は、11の研究部と 8 技術サービス部門（情報科学、物理、数学、化学等）からなっているが、これらで以下のような調査研究の対象領域をカバーしている。

1. 材料：アスファルト材料，コンクリート材料，金属材料，ジオテキスタイル等
2. 道路等に係わる構造物：土構造物，橋梁，トンネル，補強構造物等
3. 都市・環境：都市・地域計画，水質・騒音・振動等・環境・公害問題

最後になりましたが、筆者にフランス留学の機会を与えて頂いた科学技術庁振興局国際課，建設省計画局国際課，建設省土木研究所企画部および砂防部ならびにフランス政府，在日フランス大使館，フランス中央土木研究所の関係各位に感謝の意を表します。

20. 河川及び湖沼における汚濁物質の 混合・拡散に関する研究

浅 野 富 夫

1. 実施した試験研究の内容

河川及び湖沼において混合・拡散される汚濁物質としては、運動量・質量・エネルギーの3種のものがあげられる。レイノルズ数が大きい流れを対象とした場合、レイノルズ・アナロジーによれば、これら3種の混合・拡散過程は相似現象として取り扱うことができる。したがって、検討が容易でありかつデータの蓄積がもっとも成されているとの理由より、当人は運動量に着目し、主として拡散係数に関する研究と、運動量輸送の計測における誤差の評価法に関する研究を行った。

まず、拡散係数について、従来より河川を対象として検討されてきた1次元の拡散係数と、湖沼を対象とした場合に重要となる2次元あるいは3次元の拡散係数との相違点を明らかにした。すなわち、河川を対象とした当人の実験結果及び噴流・熱対流を対象としたアイオワ大学のRamaprian教授の風洞実験結果等を用いて、乱流場の3次元構造を検討し、3次元テンソルとしての拡散係数の特性を明らかにした。

一方、運動量輸送の計測における誤差の評価法は、当人が従来より行っていた研究をさらに発展させたものであって、とくに河川を対象として、観測値の信頼性と観測時間との関係を明確にした。本研究は、1983年5月にアメリカ合衆国インディアナ州パデュー大学(Purdue University)で行われたA.S.C.E.主催のSymposium on Measurement Techniques and Prediction Methods in Turbulent Flowsで発表し、その内容はA.S.C.E.の当該論文集に詳述されている。

この他、当人は本研究に係る情報収集と意見交換のため、以下の大学と連邦政府関係研究機関を訪問した。

I. 大学

1. University of Minnesota (St. Anthony Falls Hydraulic Laboratory)
2. University of California (Berkeley)
3. California Institute of Technology
4. University of Southern California
5. Colorado State University
6. Massachusetts Institute of Technology
7. Purdue University
8. University of Illinois (Urbana)
9. University of Alberta (Canada)

II. 政府関係研究機関

1. NOAA (North Central River Forecast Center, Minneapolis)
2. USGS (National Center, Reston)
3. Bureau of Reclamation (Engineering and Research Center, Denver)
4. USGS (Denver Federal Center, Denver)

5. USGS (Gulf Coast Hydrosience Center, NSTL Station)
6. US Army Engineer (Waterways Experiment Station, Vicksburg)
7. TVA (Water Systems Development Branch, Norris)

なお、University of California (Berkeley) の H. B. Fischer 教授は当人が訪問した 1 箇月後、グライダーの墜落事故でお亡くなりになった。哀悼の意を表します。

さらに、当人は、昭和 58 年 9 月 4 日より 9 日まで、モスクワで開催された第 20 回国際水理学会に参加する機会を得、多くの研究者と討論することができ、またソビエト連邦の国立研究所を 3 箇所訪問することができた。このようなアメリカ合衆国及びソビエト連邦における訪問と討論は、研究遂行上大いに役立った。

なお、当人はこの他、アイオワ大学において河川わん曲部の局所洗掘防止工法についても研究し、新しい工法の有効性を確認した。詳細は、日本国内に投稿した各種論文に詳述されている。

2. 試験研究遂行に役立った試験研究機関の設備環境等

アイオワ大学水理学研究所における客員研究員の地位は極めて高く、当人は客員教授と同等の待遇を受けた。すなわち、工学部教授会への参加資格を与えられるとともに、講義のチャンス（当人は大学院の乱流理論を数週間にわたって講義）も与えられ、さらに以下の便宜を画ってくれた。

1. 居室（個室）の提供
2. 電話の自由使用（長距離・国際電話も可）
3. 郵便物の公用扱い（日本、ヨーロッパへの航空便もすべて含む）
4. 秘書、タイピスト、技官、学生の使用
5. 文房具類の供給
6. 複写機、計算機、官用車の自由使用
7. 図書館の自由使用
8. 実験施設・機器の使用

等々、外国人としての差別は全くなく、専任教官と同様にふるまうことができた。

なお、アイオワ大学水理学研究所はインターナショナルであって、専任教官 17 人の構成は、アメリカ：4 人、インド：3 人、台湾：2 人、デンマーク：1 人、ギリシア：1 人、バングラデシュ：1 人、アルゼンチン：1 人、ニュージーランド：1 人、オーストラリア：1 人、中国：1 人、日本：1 人といった状況にある。これに客員として、中国：5 人、スイス：2 人、日本：2 人（九州大学水工土木工学科の小松助教授と当人）が加わり、さらに大学院学生約 40 人のうちアメリカ人はたったの 3 人であり、まさに人種の坩堝といった感じである。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

1. 英語はジャパニーズ・イングリッシュで充分である。必要なものは、内容を高める教養（専門知識だけでなく、幅広くかつ深い一般教養）、日本人としての自負（「英語を喋ってやられているのだ。こちらの英語がわからないのなら、日本語を勉強して来い。」という位の気概）、単語力と感じられた。とく

に、議論においては気概が重要である。

2. 当人の会話力のみならず、夫人の高い会話力を要求される。米国はパーティ社会であり、また出張にも夫人を伴うことが多い。したがって、夫人においても同様の教養・気概・単語力が必要となる。
3. 米国は広く、英語も各所で異なる。幸い中西部（イリノイ、アイオワ、ミネソタ）は、もっとも標準的な英語（米国内の各放送局のアナウンサーは中西部出身者が多い）であり、知識人以外を対象とした場合にもとくに問題はなかった。
4. 米国内では、よほどの僻地でない限り日本食品が手に入る（ただし、さしみは手に入りにくい）。したがって、パーティ等においては、日本料理を提供する方が好ましいようである。
5. 米国は、クレジットカードの社会であり、出発前に準備することが肝要である。ただし、カード会社の選定にあたっては充分に注意する必要がある。たとえば、多くのカードは米国内の特定地域でのみ有効であり、全米（メキシコ・カナダを含む）で有効なものは2社しかない。

4. 所感

米国は広く、米国を知るためには、国内各地を実際に訪問する必要性を強く感じた。とくに、河川の様相は流域により大きく異なり、当人も南はリオ・グランデ川から北はマッケンジー川の河口まで旅し、幾多の河川構造物を見学した。また、ミシシッピ川については源流から河口まで川沿いに旅し、我が国の河川工学にとっても有益な知見を数多く得た。大陸の河川は我が国のものと大いに異なるのは事実であるが、我が国と同様の堤防を有する河川も多く、また上流部については何ら変わるところがない。したがって、我が国の河川技術者も、我が国の技術に甘んずることなく、広く世界の知識を吸収し、また我が国の知識を先進国にも流布する必要性を感じた。そのためには、先進国との技術交流を密にすることが肝要であり、論文は英語で書かねばならない。

また、1.で述べた公式訪問において、各所で我が国の河川工学の実情と土木研究所についてセミナーを開催した。これは英語力の向上に大いに役立ったものと確信している。

さらに、当人は上記公式訪問の他、私的に

University of British Columbia

University of Washington

Stanford University

University of Pennsylvania

University of Missouri (Rolla)

University of Wyoming

Fermi National Accelerator Laboratory

を訪問した。これも、知見を広める上で大いに役立った。

5. 謝辞

在外研究員としての研究活動にあたっては、科学技術庁振興局・建設省各局及び土木研究所より多大の御

配慮を賜りました。ここに記して、御礼申し上げます。また、アイオワ大学水理学研究所長のJ.F.Kennedy教授を始めとする皆様、在米日本大使館の石田参事官、志方防衛駐在官、在カンザス日本領事官の伊藤領事、U S G Sの四倉水理研究官に大変お世話になりました。御礼申し上げます。

21. 寒冷地舗装の設計施工に関する調査研究

飯 島 尚

1. 実施した試験研究の内容及び成果

カナダオンタリオ州交通通信省舗装部長Mr. William Phang氏, ブリティッシュコロンビア州主任技師カラハン氏, モントリオール大学フォードカイザー教授等と共に積雪寒冷地における舗装の供用性について現地に於いて調査研究を行なった。討議内容は主として, ①アスファルト舗装の温度応力とクラックの発生及び防止工法②スパイクタイヤによる舗装の摩耗問題③アスファルトの再生工法に関する問題などであった。

現地はブリティッシュコロンビア州高速道路省が建設管理を行っている国道1号, 3号, 97号であり, ほとんどすべての道路においてクラックが見られた。クラックの形状はほぼ直角に道路を横断して入っているものであり, 最終的には3~5mの間隔に入る。このクラックは走行性を著しく阻害するばかりでなく, 水の浸入などにより強度低下をまねき道路は破壊に至る。この原因について現地で種々検討を行ったが, アスファルトの品質及び配合設計と路盤の摩擦係数に関係があり, 我が国では北海道の一部の地方に見られる現象である。カナダの技術者は軟かいアスファルトを用いてこれを防止しようと考えているが我が国の経験から上層路盤に碎石を用いることによってかなり軽減できるのではないかと考えられる。しかし両国とも路盤の摩擦係数の研究はほとんど行われていないことから今後の大きな研究課題であるといえる。

クラックの防止に関連して, 舗装後空気中の酸素と反応して酸化重合を促進させる性質を有する添加剤を用いたアスファルト舗装を見学し, 検討を行う。現地は高粘度アスファルト特有のクラックが発生していた。我が国では15,000Poise以上のアスファルトは温暖地方でもひびわれが発生し, 寒冷地ではさらに低い粘度で発生していることから平均気温によってアスファルトの粘度を使いわけることがあることが判明した。次に補強シートを用いたクラック防止工法の舗装であったが, いずれもひびわれが発生しており必ずしも有効ではない。一方, 古いアスファルトを現地で再生し, 添加剤を加えた区間のひびわれは比較的少なく, 再生アスファルトは有効であることがうかがわれ, 我が国でもこの工法を積極的に進める必要があると考えられる。

2. 第1回日本, カナダ科学技術協議「寒冷地舗装」のミニワークショップへの参加

日本, カナダの科学技術協議「寒冷地舗装」は1980年日本の提案によって開始され, これまで加側技術者, 及び日本側技術者が相互に両国を訪れ情報交換を行っている。今回第1回のミニワークショップがバンクーバー市で開催され, 日本側から17名, 加側から28名合計45名の出席のもとに10月18日から10月20日の3日間ホテルバンクーバーに於て盛大に行われた。

セッションは①~⑥に分かれそれぞれの議題を示すと次のとおりである。私はセッション②の司会を務めた。また, セッションに於て日本における舗装の摩耗問題に関する研究論文の発表を行った。また, 会議の最後において日加共同研究のパネルディスカッションを行ない両国の舗装の問題, 将来の増大する維持管理に対応するための種々の研究課題の整理を行なった。

セッション①

低温クラック，座長：カナダ運輸省 ギルバート

北海道大学菅原教授，運輸省港湾技研佐藤室長他4編の研究論文の発表が行われた。特にアスファルトの品質と室内におけるひびわれの評価が中心であったが，路盤の摩擦係数に関する研究の必要性を感じた。

セッション ②

土の凍結問題に関する材料と施工，座長：建設省土木研究所 飯島 尚

道路公団高速道路試験所福島公氏他4論文この分野に関しては日本の研究はあまり進んでいないように考えられた。特に我が国では春先の融雪時の道路の軟弱化が問題であり，今後の研究課題であるといえる。

セッション ③

舗装の凍結探工と凍土対策工法，座長：金沢大学 松野三朗教授

一般的に両国とも凍土対策として良質土による置換工法が採用されているが，良質材料は得られにくくなっていることから発泡スチロール等を用いた置換工法が研究されている。しかし，まだ研究は緒についたばかりであると判断された。

セッション ④

舗装材料，座長：北海道土木試験所 久保 宏

カナダは硫黄の研究が盛んに行われており，一方日本はゴム入りアスファルトを中心とする改質アスファルトが盛んに研究されている。このセッションにおいて日本における摩耗対策の一環として，ゴム入りアスファルトの効果に関する発表を行った。その効果は1.5割～2割の間であることを明らかにしたが，カナダにとってかなり有効な情報であると思われる。

セッション ⑤

リフレクションクラックの発生と対策工法，座長：マントバ州 Dr. セング

今回のミニワークショップの最大の議題であり，日本から金大松野教授による維持修繕の実態とシート工法の効果に関する発表があった。カナダにとっては広大な国土のどこの地域にも発生しているクラックの問題は頭の痛いものであって日本の経験はかなり有効な情報になると思われた。

セッション ⑥

添加物，座長：カスカチワン州 カーリー技師

前建設省関東地建局長多田宏行氏が，我が国のゴム入りアスファルトの開発研究についてその成果を発表した。カナダではゴム入りアスファルトはあまり使用されておらず，その研究手法，及び粘度によるアスファルトの選択手法は注目を集めた。

パネルディスカッション

以上の寒冷地舗装に関するミニワークショップでなされた23編の論文（日本側7編，加側16編）の発表と討議を整理するためパネルディスカッションが行われ次の結論が得られた。

① アスファルトに添加剤を用いる目的

アスファルトに添加剤を用いることの目的はリフレクションクラックの防上，骨材とアスファルトのばく離防上，スパイクタイヤの摩耗防止，及びリサイクリングにおけるアスファルトの品質回復などである。さ

らに我が国では耐流動性の改善が追加されよう。

② 舗装の維持管理システム

舗装の供用性測定と評価法、維持修繕の判断基準の作成のためのデータ集積と処理方法及び舗装マネジメントシステムの必要性が確認された。

③ 低温クラックの影響

アスファルトの品質とクラックに関する研究、クラック防止のためのシート工法の検討、及び軟質アスファルトや開粒変アスコンの採用を図る必要がある。

④ 舗装の設計と施工に関して

日本とカナダの舗装設計と施工の比較を行うべきである。

⑤ 次回のミニワークショップは1984年10月を目途に日本で開催する。場所は建設省土木研究所が最適であり、研究課題は以上のうち、特に②、③とする。

所感

二国間協力による専門家派遣としてカナダに出張させて載きましたことを深く感謝致します。短期間ではありますが、カナダの実情がよくわかり、また日本の実情もよく理解して載いたと思います。

22. ライフライン施設の耐震性に関する日米共同研究

萩原良二

1. まえがき

ライフライン施設の耐震性に関する日米共同研究のため昭和58年2月1日から昭和58年9月30日までアメリカ合衆国へ出張した。

米国滞在中は、メリーランド州ゲイサースバーグ市にある米国商務省国立標準局建築技術センター (Center for Building Technology, National Bureau of Standards, U. S. Department of Commerce) において、鉄筋コンクリート橋脚の耐震性に関する大規模実験のための実験施設の整備および実験計画の策定に従事した。本実験への参加は、天然資源の開発利用に関する日米会議 (U J N R) の耐風耐震構造専門部会の活動における日米間の研究協力の一環である。

2. 米国商務省国立標準局の概要^{1), 2)}

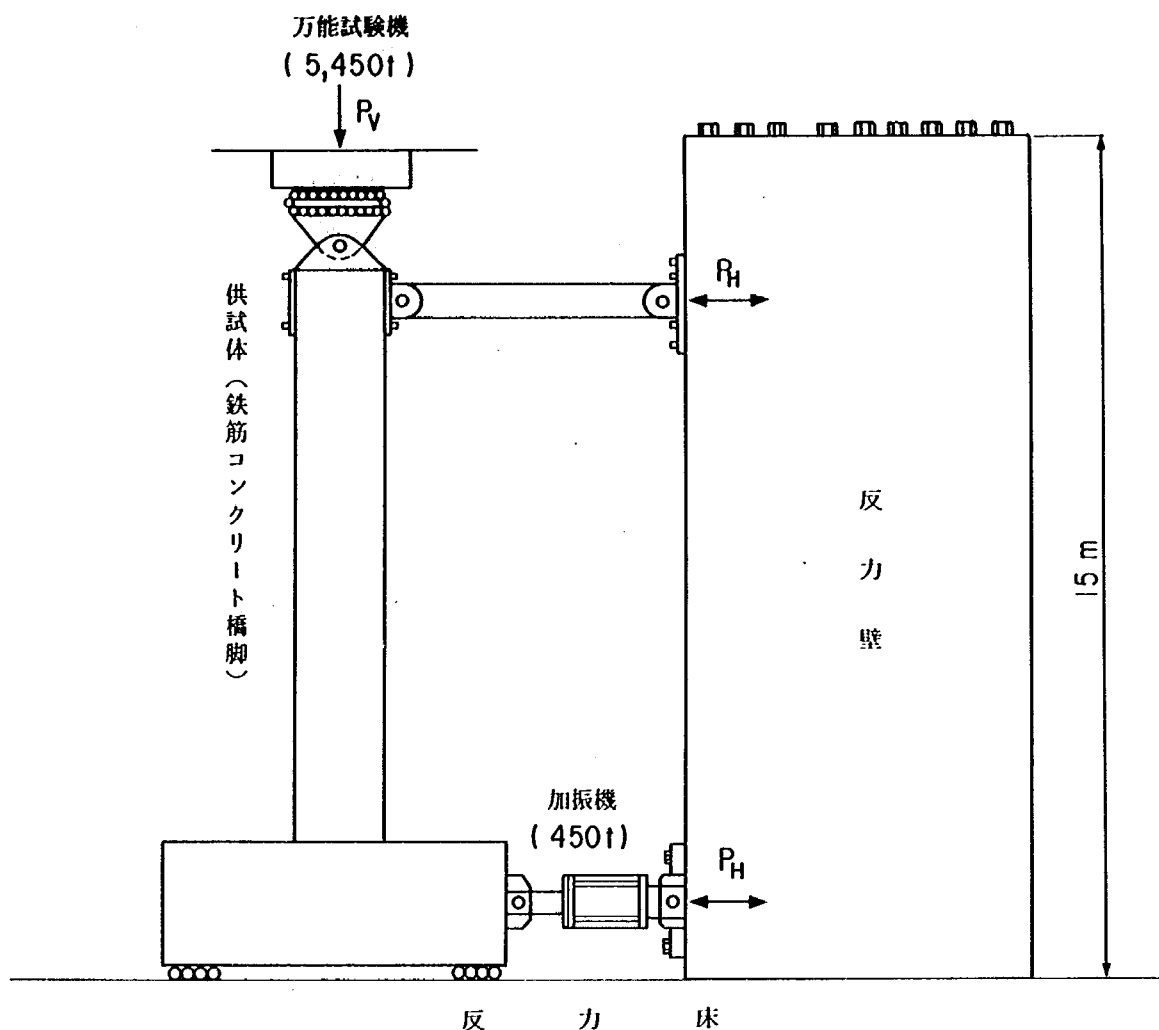
米国商務省国立標準局 (NBS) は、計測技術・試験法の開発、基準値の設定等を行っている組織である。NBSの中には、国立計測研究所 (National Measurement Laboratory), 国立工学研究所 (National Engineering Laboratory), およびコンピュータ科学技術研究所 (Institute for Computer Sciences & Technology) があり、職員数は2,665人 (1983年) である。筆者は、国立工学研究所 (NEL) の中の建築技術センター (CBT) の構造部 (Structures Division) に所属した。また、構造部は構造工学 (Structural Engineering), 土質工学 (Geotechnical Engineering), 地震災害軽減 (Earthquake Hazard Reduction), 安全施工 (Construction Safety) の4つのグループから成っている。

研究活動においては、個人の自主性、独創性を重視している。また、各研究プロジェクトごとに適切な職員を配置し、そのための各グループ間での人の交流が可能である。就業時間もフレキシブルであり、自由な職場環境で研究者には大変恵まれた環境であるという印象を受けた。

3. NBSにおける鉄筋コンクリート橋脚の耐震性に関する大規模実験³⁾

筆者は、U J N Rの耐風耐震構造専門部会の活動の一環であるライフライン施設の耐震性に関する日米共同研究のために、NBSにおいて鉄筋コンクリート橋脚の耐震性に関する大規模実験のための実験施設の整備および実験計画の策定に従事した。以下にその実験施設および実験計画について述べる。

本研究プロジェクトは、国立科学財団 (NSF), 連邦道路局 (FHWA), 国立標準局 (NBS), カリフォルニア州交通局 (Caltrans) の共同出資のもとに、NBSにおいて1983年度—1985年度の期間予定で進められている。また、本実験の進行のために上記4機関による専門委員会 (advisory committee) が設置されている。1983年度 (1982年10月1日—1983年9月30日) には、実験施設の整備、供試体の設計、および実験計画の策定が行われた。本実験システムの概要を図-1に示す。供試体 (鉄筋コンクリート橋脚) に橋の上部構造死荷重反力に相当する軸力を万能試験機で載荷し、加振機によって地震荷重に相当する水平



図－1 鉄筋コンクリート橋脚載荷実験

荷重を載荷して実験を行うものである。1983年9月現在では、万能試験機（最大荷重 5,450 t）の調達、反力床の建設、反力壁、供試体輸送システムならびに供試体（実物大）の設計を完了し、加振機（最大荷重 450 t，最大振幅 61 cm）の調達、制御システムならびにデータ収集システムの整備を進行中である。

(1) 実験の目的

NBSにおける実験施設は世界に例を見ない大規模なものである。このような大規模な施設を用いた本実験の目的は以下のとおりである。

- 1) 鉄筋コンクリート橋脚の実物大の供試体を用いた載荷実験を行って、この種の実験におけるベンチマークとなるような標準データを得る。また、縮小した供試体を用いた載荷実験を行い、スケール効果を調べることによって通常の模型実験によって得られるデータの合理的利用に資することができる。実物大実験を行うことのできる大規模な実験施設は他に例を見ないことから、既往の模型実験データならびに今後の模型実験によるデータを正しく解釈する上で有益なデータが本実験によって得られると思われる。

2) 軸力の影響を調査する。本実験施設を用いることによって、軸応力度の大きな鉄筋コンクリート橋脚の実物大実験を行うことが可能であり、鉄筋コンクリート橋脚の耐震性に及ぼす軸力の影響を本実験において調査する。

(2) 実験の内容

実験において考慮する要素を表-1に示す。供試体の実橋に対する縮尺としては $1/1$ 、 $1/3$ 、 $1/6$ の3種類とし、破壊形式の異なる2つのタイプ(曲げ破壊タイプ、せん断破壊タイプ)を考慮している(図-2)。これは、鉄筋コンクリート橋脚の破壊形式が曲げ破壊およびせん断破壊のそれぞれのケースにおけ

表-1 実験において考慮する要素

縮尺	① $1/1$ ② $1/3$ ③ $1/6$
破壊形式	① 曲げ破壊タイプ ② せん断破壊タイプ
軸応力度	① $0.06 f_c' A_g$ ② $0.12 f_c' A_g$ ③ $0.30 f_c' A_g$

注) f_c' : コンクリートの圧縮強度

A_g : 橋脚の柱断面積

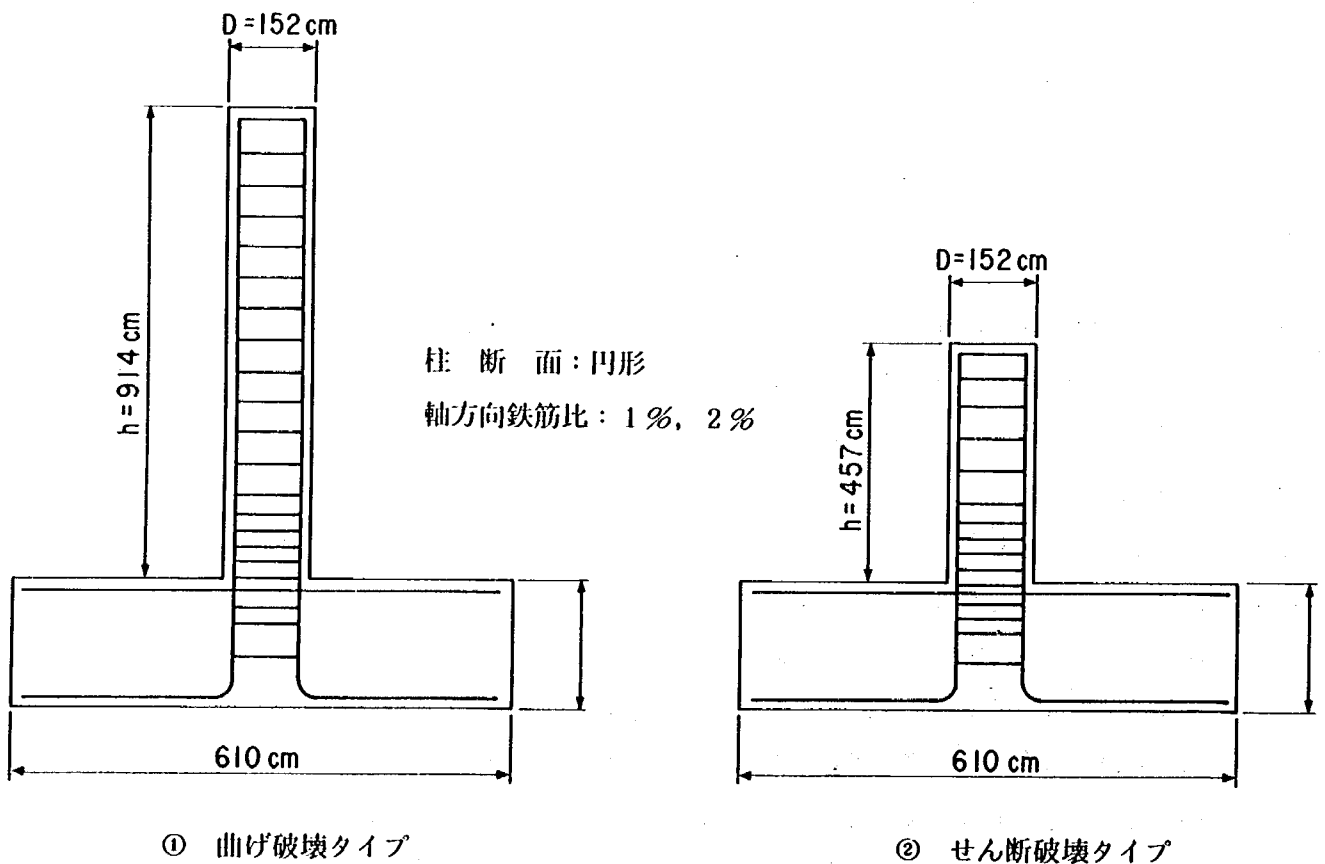


図-2 供試体 (実物大)

るスケール効果を調べることを目的としている。軸応力度は3種類を考え、軸応力度の大きさと鉄筋コンクリート橋脚の耐震性の関係について調査することとしている。供試体は最新の設計規準 (Seismic Design Guidelines for Highway Bridges) によって設計する。

水平荷重の载荷は、図—1に示したように橋脚天端の水平変位を固定し、フーチング部に加振機を取付けて橋脚下端を正負交番に水平変位させる方法をとっている。降伏変位 δy 以降は、 $2\delta y$ 、 $3\delta y$ 、……と順次入力変位を増大させる。

計測は、荷重、柱の水平変位、鉄筋のひずみについて測定する。また、クラックの進展についても記録する。

この大規模実験によってスケール効果等が解明されれば、模型実験による鉄筋コンクリート橋脚の耐震性調査の精度がより向上するものと期待される。

4. 今後の在外研究における参考事項

NBSには数多くの海外からの客員研究員が滞在している。日本からも常時10人程度の客員研究員が訪れている。また、海外との研究交流を円滑に進め、客員研究員の研究活動ならびに生活の便宜を図るための特別な組織 (office of International Relations) があり、客員研究員の受入れ体制が整備されている。ワシントン周辺に位置しているため物価は割高であるが、緑の多いすばらしい環境の中にある。

なお、NBSからは引続き日本からの客員研究員の派遣に対する要望がある。

5. 謝辞

科学技術庁ならびに建設省の関係各位の御協力により在外研究の機会を得ることができた。またNBSの建築技術センター長のRichard N. Wright博士、構造研究部長のEdward O. Pfrang博士(現ASCE専務理事)ならびにCharles G. Culver博士、UJNR米側パネルの事務局長である、H. S. Lew博士、同委員であるRichard D. Marshall博士ならびにEdgar V. Leyendecker博士、および本研究プロジェクト担当のWilliam Stone博士には大変お世話になった。これらの方々に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) National Bureau of Standards, U.S. Department of Commerce, NBS Special Publication 643, 1983年2月
- 2) 1981—1982 Building Technology Project Summaries, NBS Special Publication 446—6, 1982年9月
- 3) Leyendecker, E.V. : Synopsis of Large—Scale Bridge Column Subjected to Reversed Cyclic Loading, 1983年5月

23. 舗装管理システム（PMS）について

菊 川 滋

1. 概要

過去20年間にわたる道路整備の結果、日本の道路総延長は急激に増加し、道路の維持管理が予算の面でも技術開発の面でも重要な課題となっている。

道路は、適切な時期に適切な方法によって維持修繕がなされなければならない。従って、道路、特に舗装の必要な供用水準を確保するための計画的な維持修繕の実施が強く求められている。この目的を達成するための有力な武器として期待されているのがPMS（舗装管理システム）という概念及び方法論である。PMSは道路舗装に係わる全ての行為、即ち、計画、設計、施工、維持、修繕、評価、などとデータベースさらには研究とを有機的に結合させたシステムであり、又、舗装の利用者に対するサービス水準を一定以上に保つために必要な経費（道路管理者側の費用及び道路利用者側の費用）を最適化するためのシステム化された方法論である。筆者は、昭和58年7月から昭和60年6月までの2年間にわたってカナダ、ウォータールー大学においてハース教授のもとでPMSについて研究を行ったが、この報告書はその成果の要約である。

2. 舗装管理システム（PMS）

カナダ道路協会（RTAC）刊の舗装管理指針によればPMSの目的は「舗装部門に配分された公的資金の最も有効な利用方法を見つけ出し、道路利用者のために安全、快適かつ経済的な舗装を提供すること」と定義されている。この定義から明らかなようにPMSと一口に言っても、その中には多様な行為と機能が含まれているため、これを簡潔に説明する事は非常に困難である。そこでPMSの特に重要な特徴を列記することで一応の紹介とし、詳細については優先順位決定モデルを通じて具体的に説明することにする。

―― PMSの4つの特徴――

- a) PMSは舗装に関するすべての行為（計画、設計、施工、維持、修繕、評価、研究）を統合したシステムである。（図2-1）
- b) PMSは舗装に関する公的資金の最適配分計画、あるいは投資の優先順位計画を作成する武器である。
- c) PMSにおいては、定量的に表された舗装の供用水準にもとづいて代替案の評価分析が行われる。
- d) PMSは舗装投資の最適化に関する制約条件、評価基準等についてフィードバックの可能な動的なシステムである。

3. 舗装維持修繕の優先順位決定モデルについて

舗装をネットワークでとらえた場合、維持修繕の個別プロジェクト（区間）の選定は、与えられた予算制限のもとで、すべての候補プロジェクトを同時に評価した上で総合的になされなければならない。このような一連の評価、決定のプロセスを合理的に実行する定量化モデルのことをPMSの分野ではネットワークレベル優先順位決定モデル（Network Level Priority Programming Model）と呼んでいる。優先順

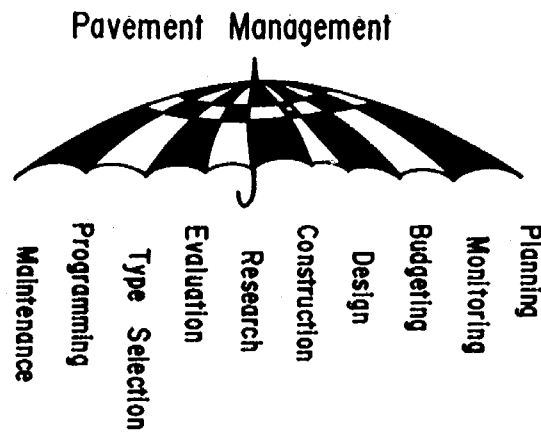


図2—1 Umbrella Concept of Pavement Management

位決定モデルの機能はプロジェクトの選定、修繕工法の選定、実施時期の選定、の3つに大別される。予算の最適配分を実現するには、この3機能をすべて備えたモデルが必要になるが、その種のモデルは非常に複雑になり開発が難しい。現段階において、北米の道路管理者が利用しているモデルの多くは、1つ（プロジェクトの選定）又は2つ（プロジェクト及び修繕工法の選定）の機能を備えているものである。

優先順位決定モデルは、一般に番付け法と最適化法に区分されるが、それぞれの方法の概要を紹介する。

(1) 番付け法

番付け法においては、各舗装区間の維持修繕ニーズの度をあらわす総合点数（スコア）が路面のあらさ、ひびわれ率、交通量等のデータを用いて、各道路管理者の独自の手順に従って計算される。そしてこの点数の大小によって修繕の優先順位が決定されるしくみになっている。各州又は研究者によりこの点数の名称は異なり、例えば、番付け指標（Ranking index）、総合供用指標（Combined Performance Index）などと呼ばれている。アリゾナ州道路局の充足度法（Sufficiency Rating Method）、フェルナンドによる合理的要因評価法（Rational Factorial Rating Method）などが番付け法の代表例である。

(2) 最適化法

近年、コンピュータによる迅速なデータ処理、解析が可能になったことから、優先順位決定への数理計画法（Mathematical Programming Model）の利用が広まりつつある。この数理計画法による優先順位決定モデルは一般に最適化法とよばれている。最適化法では、与えられた問題に対してまず数学モデルが組み立てられる。この数学モデルは、決定変数、制約条件ならびに評価基準としての目的関数から成り立っている。目的関数としては、維持修繕費用の最小化、修繕によって得られる道路利用者側の便益の最大化などが使われる。計算によって求められる最適解は、目的関数を最大（又は最小）にする決定変数の値である。オンタリオ州交通通信省の便益最大化法（Benefit Maximization Method）、カランの線形計画モデル（Multi-year Linear Programming Model）、テキサス州交通研究所の維持修繕システム（RAMS）、アルバータ州交通省の修繕情報優先計画システム（RIPPS）などが最適化法の代表例である。

4. 優先順位決定のための最適化モデルの開発

建設省の既存データベースシステムからのデータを入力として優先順位決定の計算を行う最適化モデルのプロトタイプを開発した。

本モデルは、カランの線形モデルをベースにしており、基本的には3つのステップから成り立っている。第1段階において、道路網の調査時点の供用性を求め、さらにその将来予測を行い許容最低レベルに達する年次の推定を行う。第2段階では、計画期間中に修繕の検討対象となる候補プロジェクトを選定し、その各々について複数の代替工法の経済評価を行う。経済評価によって求まるのは、すべての候補プロジェクトに対する各代替工法の費用及び修繕による利用者側の便益である。第3段階において、前段の結果を線形計画モデルに入力して、予算制約のもとで利用者側の総便益を最大とするように候補プロジェクトの優先順位を決定する。y年の計画期間にわたり、それぞれk種類の代替工法を検討対象としたmの候補プロジェクトについて、全体の便益を最大にするように決定変数を定める線形計画のモデル式を次に示す。

$$\text{Maximize} \quad \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k \sum_{t=1}^y X_{ijt} * B_{ijt} \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{j=1}^k \sum_{t=1}^y X_{ijt} < 1 \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k \sum_{t=1}^y X_{ijt} * D_{ijt}' < B_t' \quad (t' = 1, 2, \dots, y) \quad (3)$$

$$X_{ijt} > 0 \quad (4)$$

ここで、

X_{ijt} : プロジェクト番号i, 代替工法番号j, 実施年度tに対応する決定変数 ($X_{ijt}=1$ の場合, プロジェクトiを代替工法jで, 第t年度に修繕する。 $X_{ijt}=0$ の場合, プロジェクトiを代替工法jで, 第t年度に修繕しない。)

B_{ijt} : 現在価値法で求めた X_{ijt} の便益

D_{ijt}' : t' 年度に必要な X_{ijt} の修繕および維持費用

B_t : t年度の予算制限

このモデルにおいて、(1)式は便益の最大化でしめされる目的関数を、(2)式は各プロジェクトの計画期間中の最大修繕回数に関する制約を、(3)式は各年度の予算制限を、そして(4)式は決定変数が負の値をとれないことを、それぞれ表している。

5. ケーススタディ

(I) 入力データ

ケーススタディに使用するのは、建設省のA工事事務所が管理する総延長58kmの道路網（区間数99，最大区間長2070m，最小区間長115）である。入力データは、路線番号，プロジェクト番号（区間番号），交

通量、ひびわれ率、わだち掘れ量、縦断方向凹凸量、区間長、車線長、最終修繕年度、修繕のタイプ、交通量増加量の11項目から成っている。なお、計画期間は5ケ年とし、制約条件となる舗装の維持修繕用予算は計算結果の比較を行うために3つのレベル（1億円／年、3億円／年、5億円／年）を想定した。この年度予算は、5ケ年の計画期間中一定である。又、代替工法としては、表面処理、オーバーレイ、打換え、無対策（日常の維持作業のみ続ける）の4つを検討対象とした。更に、便益に代って、修繕後のMCI曲線と修繕をしなかった場合のMCI曲線の差（面積）を使って計算される効用（Effectiveness）を目的関数に利用した。

(2) 解析結果と考察

表5-1に、5ケ年の計画期間中の修繕候補プロジェクトリストを示す。この表によると99の全プロジェクトのうち56が計画期間中に許容最低レベル（MCI = 4）に落ちる事がわかる。

表5-1 Pavement Rehabilitation Needs by Sections
(Out of 99 sections)

YEAR	1	2	3	4	5	
PROJECT (SECTION) NUMBER	62	21	20	35	7	
	81	25	22	36	11	
	94	40	23	44	30	
		45	24	48	31	
		54	34	49	38	
		61	39	53	41	
			42	55	50	
			43	57	59	
			51	68	66	
			56	74	70	
			58	84	73	
			60	85	83	
			75	86	98	
			76	87	99	
			91	90		
			93			
			95			
			97			
TOTAL	3	6	18	15	14	56

この修繕ニーズをもとに、前述の手順によって求められた解析結果（優先プロジェクト）を、表5-2、5-3、5-4に示す。表5-2は、年度予算3億円を想定した場合の優先順位のリストである。この表には、各年度の優先プロジェクト番号と採用すべき代替工法（R：打換え、O：オーバーレイ、S：表面処理）が示されている。表5-3と表5-4は、それぞれ年度予算1億円、5億円の場合のリストである。厳しい予算制限を仮定した表5-3では56の全プロジェクトのうち半分以下のプロジェクトがリストに上ってくるのみで、さらに代替工法についても、打換えがわずかにプロジェクトに採用され、他はすべてオーバーレイである。一方の表5-4は、余裕のある予算を設定した場合で、52のプロジェクトがリストにのり、打換え工法の採用数も多い。図5-1は、解析結果の優先順位リストに従って修繕を実施した場合のネットワーク全体の平均MCI値の5ケ年間の推移を予算レベル別に示している。この図によると、毎年舗装修繕のために3億円を支出することにより当初のMCIレベルを計画期間を通してほぼ維持できること、又、ゼロ(0)予

算の場合、平均MC I は着実に減少し、4年目には4.0の許容最低レベル以下に落ちてしまうことなどがわかる。

表5-2 Recommended Priority List by Year
(Budget Level : 300 million yen/year)

YEAR	1	2	3	4	5	
PROJECT (SECTION) NUMBER	62-R	21-R	20-O	35-O	7-O	
	81-R	25-R	22-O	44-O	30-O	
	94-R	40-R	24-O	48-O	31-O	
		45-R	34-O	49-O	38-O	
		54-R	39-O	55-O	41-O	
		61-R	42-O	57-O	50-O	
			43-O	68-O	53-O	
			51-O	74-O	59-O	
			56-O	84-O	66-O	
			58-O	85-O	70-O	
			60-O	86-O	73-O	
			75-O		83-O	
			76-O			
TOTAL	3	6	13	11	12	45

表5-3 Recommended Priority List by Year
(Budget Level : 100 million yen/year)

YEAR	1	2	3	4	5	
PROJECT (SECTION) NUMBER	62-R	21-O	34-O	35-O	7-O	
	81-R	25-O	39-O	42-O	30-O	
	94-O	40-O	60-O	43-O	31-O	
		45-O	75-O	58-O	44-O	
		54-O		56-O		
		61-O				
TOTAL	3	6	4	5	4	22

Note R : Reconstruction
O : Overlay

表5-4 Recommended Priority List by Year
(Budget Level : 500 million yen/year)

YEAR	1	2	3	4	5	
PROJECT (SECTION) NUMBER	61-R	21-R	20-O	35-R	7-R	
	81-R	25-R	22-O	44-R	11-O	
	94-R	40-R	23-O	49-R	30-O	
		45-R	24-O	55-O	31-O	
		54-R	34-R	57-O	38-O	
		61-R	39-O	68-O	41-O	
			42-R	74-O	48-R	
			43-R	84-O	50-R	
			51-R	85-O	53-R	
			56-O	86-O	59-O	
			58-O	87-O	66-O	
			60-O	90-O	70-O	
			75-O		73-O	
			76-O		83-O	
			91-O			
			93-O			
			95-O			
TOTAL	3	6	17	12	14	52

Note R : Reconstruction O : Overlay

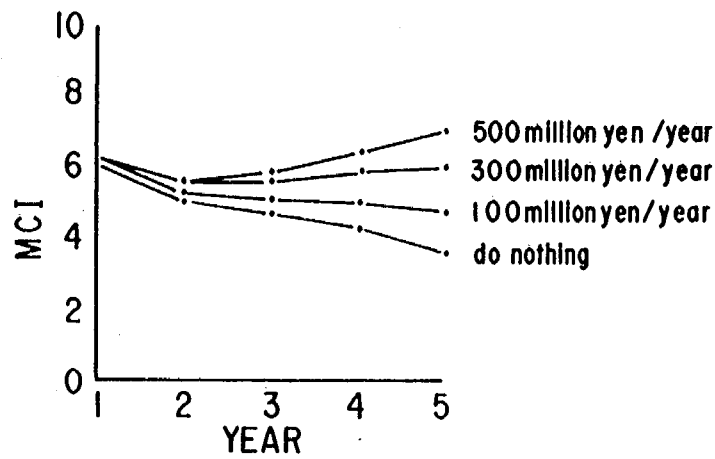


図5-1 Budget Level Analysis
(Average MCI versus Year curves)

6. 今後の課題

本文で提案したモデルは、多くの単純化した仮定を含んでおり、今後改良すべき点、調査研究の必要な点が数多く残っている。その中から特に重要と考えられる課題の幾つかを以下に列記する。

- (1) 舗装データベースシステムの改良
- (2) 舗装の供用性に関する指標の開発
- (3) 精度の高い供用性予測式の開発
- (4) 車両運行コストに関する調査研究

7. 最後に

ウォータール大学では、修士の学生という恵まれた環境の中で、どっぷりPMSの世界に浸ってきた。今後PMSの重要性は日本の道路行政の中でも益々高まっていくものと思われるが、その発展に貢献できれば幸いである。最後に、この貴重な留学の機会を与えて頂いた国際協力事業団、建設省国際課および土木研究所に謝意を表したい。

24. 降雨・流出現象の解析と洪水予報システムへの応用に関する調査

吉 野 文 雄

1. 実施した試験研究の内容及び成果

スイス、ジュネーブのWMO本部において主として西欧諸国の水文予報システムの情報の調査を行なった。WMOでは世界各国の現業用の洪水予警報に用いられる流出モデル、及びそのデータ伝送システム、警報発令システムについて現在、実態調査中であり、その一部はWMOよりHOMS Manualとして各国に通知されている。これは各国の予警報システムの概要を1頁程度に要約し、参照番号を付したものであり、その詳細は同マニュアルに記載されている各国機関に問合せれば良いことになっている。なお同マニュアルは土木研究所水文研究室にて保管している。

WMOはもともと気象関係の情報交換を主任務として構成されたものであるが、現在はその活動を水文予報の分野に広げており、特に洪水予警報関係の活動が主であったが、水文観測法の国際的な規準化へも関与しつつある。

WMOの水文課長Askew氏によれば、洪水危険度の評価といった分野が、UNDROとの協力で進められているということであった。

西ドイツのコブレンツにある国立水文研究所では、ライン川を中心とした洪水予報システムの研究を調査した。ライン川はスイス、ドイツ、オランダにまたがる国際河川であり情報の入手が円滑に行なわれるように、ライン川委員会がつくられている。水文研究所ではライン川の流出予測の研究を行なっていたが、その方式は、流域を300 km²程度の単位に分割し、降雨—流出関係に、単位図法を用いるものである。河道内の洪水追跡はマスキング法、不定流法が用いられているが、大河川であること、降雨が我国のように集中しないこと、から良い精度の予測が可能である。しかしライン川へ横流入する支流が割に急勾配であると（例えば支流モーゼル川）その合流点上流で、本川の流出を堰止めるため、予測上の問題となっている。同様な問題は我国でも狭窄部を有する大河川（例えば信濃川や江の川、その他）で生じており、この解決には支川流域の降雨予測、及び水理解析の精度向上が要求されるが、良い方法はまだ見当たらない。

なお西ドイツ水文研究所の主要な研究課題は主として人為活動による水文環境の変化といった面にあり、水質汚濁や地下水汚染の問題の研究が多いように感じた。

流出予測の面では我国でも10年以前から行なわれているフィルター理論の研究が行なわれていた。

ミュンヘン大学等と協同でハルツ地方の山地域に流出試験地があり、各種水文データが集積され、基礎研究に用いられている。この試験地を見学して、西ドイツの研究者達の地道な観測とその成果が一朝にしてなるものではないことが理解できた。

英国の国立水文研究所は、環境委員会の下に所属している。所員156名で水文学に関連するあらゆる分野の研究が行なわれている。この研究所では英国における水文学に関する諸活動の調査、特に流出予測に関する諸調査を実施した。

洪水予測については我が国での方式と同様、まず降雨量から有効雨量を求めこの有効雨量を遅れ時間だけ

遅らせて入力とする。流出モデルは貯留関数モデルであり、流出量は地形特性を反映してかなりの精度で予測されている。このモデルの基礎になった実測資料については、当研究所が10年前に実施したFlood Studyがあり、この調査レポートは英国の洪水問題を全て網羅しているといつて良い。

その他各方面の研究者と情報交換する機会があつたが、土砂水理を中心とした研究では粗度係数、河床形態といった研究が実施されていたこと、貯水地の運用問題、治水経済の問題、地下水の水文学等について討論した。

この研究所でも水質汚濁の研究が多く行なわれており、西欧諸国共通の問題となっている感がある。

水文研究所はウェールズのプリンリモンに流出試験地を設けており、水収支、水質収支、土砂収支、流出現象の研究が行なわれていた。この試験地は所員8名で日夜運営されており気象観測、流量観測の諸施設は、我が国の類似のものに比べて良く整備されている。基礎的なデータの収集にける西欧学者の熱意の種が感じられるものである。

特に山地の牧場化に伴う諸変化の研究が中心であつたが、化学物質の挙動の調査、土壌水分の動態調査が実施されており、最近のHillslope Hydrologyの流れを反映しているものといつて良いだろう。

なお水文研究所の主要な活動のひとつに海外諸国での水文調査の実施があげられる。アフリカ、中近東、東南アジア方面での水文学に関連する諸調査、例えば、地下水開発、貯水地計画調査、水文予報システム、等の調査が、国際協力として進められ、常時10名程度のスタッフが、その任務を遂行している。

2. 試験研究機関の設備環境及び参考事項

英国水文研究所は独自で各種の計測器機を開発する能力を有しており、かつ人員も豊富である。また水文流出現象、水質問題全てについて巾広い活動が行なわれており、研究環境は良好であるといつて良い。

3. 所感

西欧諸国での水文学研究の動向を全体的に言えば、自然観察への熱意とその努力が地道につづけられていることにあるといつて良い。特に自然界の法則性を調査し分析するためには観測の重要性が位置づけられる。この意味で英国、西独の両水文研究所での研究活動のあり方に深い感銘を受けた。

水文予測の問題は我国での研究と同レベルであり、特筆すべきものはない。ただ現業機関との連絡が我が国の土木研究所のように確立されていない面があり、若干の問題を含むように見受けた。

25. 第21回国際造園学会

田代順孝

1. 国際研究集会における活動内容

当該研究集会の全体テーマは“都市・自然・未来”（City, Nature, Future）として設定されており、都市を中心とした自然環境の保全及び緑化に関する学術的研究、実務的プロジェクトの成果の発表とそれに対する質疑応答、将来的課題等の検討が各国から集まった研究者（大学、研究機関）、実務家（行政担当者、設計家）の間でなされた。

筆者は研究集会開催期間中、各国責任者会議、テーマ別分科会、本会議の3つのプログラムに出席し、また各国から集まった研究者及び実務家と交流の機会を得たのでその概略について紹介したい。

まず責任者会議では、造園（Landscape Architecture）の学術研究と実務における国際交流の必要性とその具体的方策が主として話し合われたが筆者は日本における造園研究の多様化が進んでいること、関連領域との調整の必要性及び他分野の方法論の応用による造園独自の展開の必要性について発言し、緑化技術の体系化のための研究基盤の確立が急務であるということは国際的に共通した課題として当該学会がとり組むべき事項であるという討議の結果がもたらされた。また発展途上国の出席者からは先進国代表者に対し大学教育、実務者教育に対する援助が是非とも必要であるとの希望が述べられ、欧米の出席者から、すでに実施されている教育援助活動の内容が紹介され今後、より一層の拡大をするという姿勢が示された。

次に、国際分科会についてであるが、現在14の分科会が常設されており、筆者は「都市地域における緑化計画」（委員長：H. Grebe教授、西独）に所属し、会議においては日本における都市緑化技術、道路緑化技術に関する研究の動向と主たる課題について紹介、発表する機会を得た。討論では内部市街地における緑化の技法とその科学的裏付け、および環境改善のための現況把握の手法について活発な意見交換がなされた。また環境保全と緑化の推進に対する住民参加方式の事例が紹介され、その必要性の認識は各国とも共通していた。ただし、市街地の構造や居住形態のちがいがあるため同一レベル、技術水準での解決は困難であろうという意見が多かった。さらに、各国の研究、実践の成果の事例についてより多くの情報の国際的交流を深めることについて討論がなされた。

本会議においては、ユネスコ、国際自然保護連合、西ドイツ造園学会長らによる基調報告があったのち、アメリカ、オーストラリア、スイス等の研究者によるテーマ研究報告がなされた。しかし、当初予定されていたソ連の研究者による発表は、担当者欠席のため中止された。発表後個別討論というかたちで質疑応答がなされ、筆者は各国研究者と意見交換を行なった。

2. 参加により得られた成果と今後の研究方針

自然環境の保全、都市の緑化のテーマに関して、いわゆる先進諸国ではマクロなレベルから、居住地環境というミクロなレベルに研究の主眼が移っており、人間生活と環境の相互作用の原因・結果の解明に関する研究が活発に進められているという状況である。しかし研究内容は各国とも国内的に展開されているにすぎ

ず、成果の国際的交流の必要性及びその活発化が提案され、各参加者とも一致してその重要性を認めていた。特に教育レベルでの新しい研究方法の普及、さらには環境保全・都市緑化技術の基礎的情報システムの開発の事例等について多くの知見を得ることができた。環境保全、緑化に関する技術研究はどちらかといえば遅れた分野であり、関連する学問分野の先駆的成果に負うところが多い反面、実務的には現実的対処をしなければならないという面をもつこの分野において、上記研究集会で得られた成果の応用のみならず、知己となった各国研究者、実務家との研究交流の推進によって今後の研究に資するところ大であると考ええる。具体的には植物材料の環境保全機能の解明と、その技術的応用手法の開発の研究が重要となるであろう。

3. 所感

会議の用語は主として英語が用いられたが英語圏以外の人々にとってはいずれも苦手であるようで、ドイツ語圏どうしの討論ではドイツ語がとび出して、他の人がそれを英語に通訳するといった光景が多くみられ、また同一用語の解釈で異なった理解がなされたりして意志の伝達はむずかしいと感じた。ただし専門用語、図面はこれを助けるものである。

26. 老朽橋の余寿命予測に関する研究

西 川 和 廣

1. 実施した試験研究の内容および成果

筆者が米国滞在中に実施した、3つの主な試験研究について以下に述べる。

(I) ワシントンD. C. 地下鉄橋梁の疲労損傷に関する研究

首都ワシントンD. C. にはメトロと呼ばれる地下鉄網が建設されているが、ニューヨーク市のそれとは異なり、近代的な駅のデザインと清潔な車内とが特徴で好評である。ところが架設後間もない(5～6年)橋梁の鋼げたにクラックが発生した。この原因究明と補修方法の検討について、市当局からフリッツ工學研究所のJ. W. Fisher 教授に依頼があり、筆者は博士課程の大学院生とともにその一部を担当した。

図-1は損傷のあった橋の断面図であるが、我が国の橋梁と異なり、垂直補剛材と下フランジとの間に2インチ程度の間隔(ウェブギャップ)がある。クラックは対傾構が取り付けある垂直補剛材下端周辺の主げたウェブに、ひげ状に発生した。

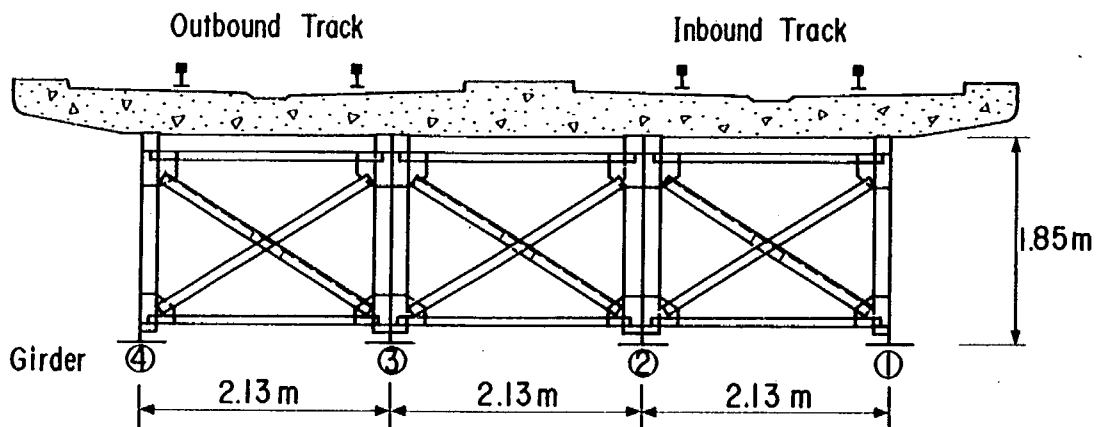


図-1

現地におけるひずみ測定の結果、列車通過時に主げた腹板が面外方向に振動し、それによる変形が補剛材により拘束され、ウェブギャップ部に集中したことがクラック発生の原因となったものと推測された。損傷部付近の腹板上で計測されたひずみの一例を図-2に示すが、実線で示した包絡線の中に高周波の振動が見られる。包絡線のピークは列車の台車間隔に相当するが、高周波成分の周波数は25～50Hzと非常に高く、それぞれの振巾もかなり大きい。このことが、知期間に疲労損傷を生じさせる要因になったものと考えられる。

板要素による立体FEM解析により、高周波成分を除いた応力、すなわち包絡線の中央線については、かなり良い精度で推定できることがわかった。しかし、疲労損傷に対し決定的な要因となる高周波成分については、解析からの有効なアプローチを見出すには至らなかった。

一方、逆T字形のピースを用いて垂直補剛材と主げた下フランジを固定した場合、ひずみの振巾がかなり

小さくなることが確認された。結局、このような詳細構造の取り方による損傷に対しては、FEM解析等によるアプローチには限界があり、原因をある程度把握した後に詳細構造の改良を行い、追跡調査等を通じてその有効性を確認するのがより合理的、かつ实际的であろうとの印象を得た。

なお、この研究の成果は、フリッツ工学研究所の報告書として依頼当局に提出された。

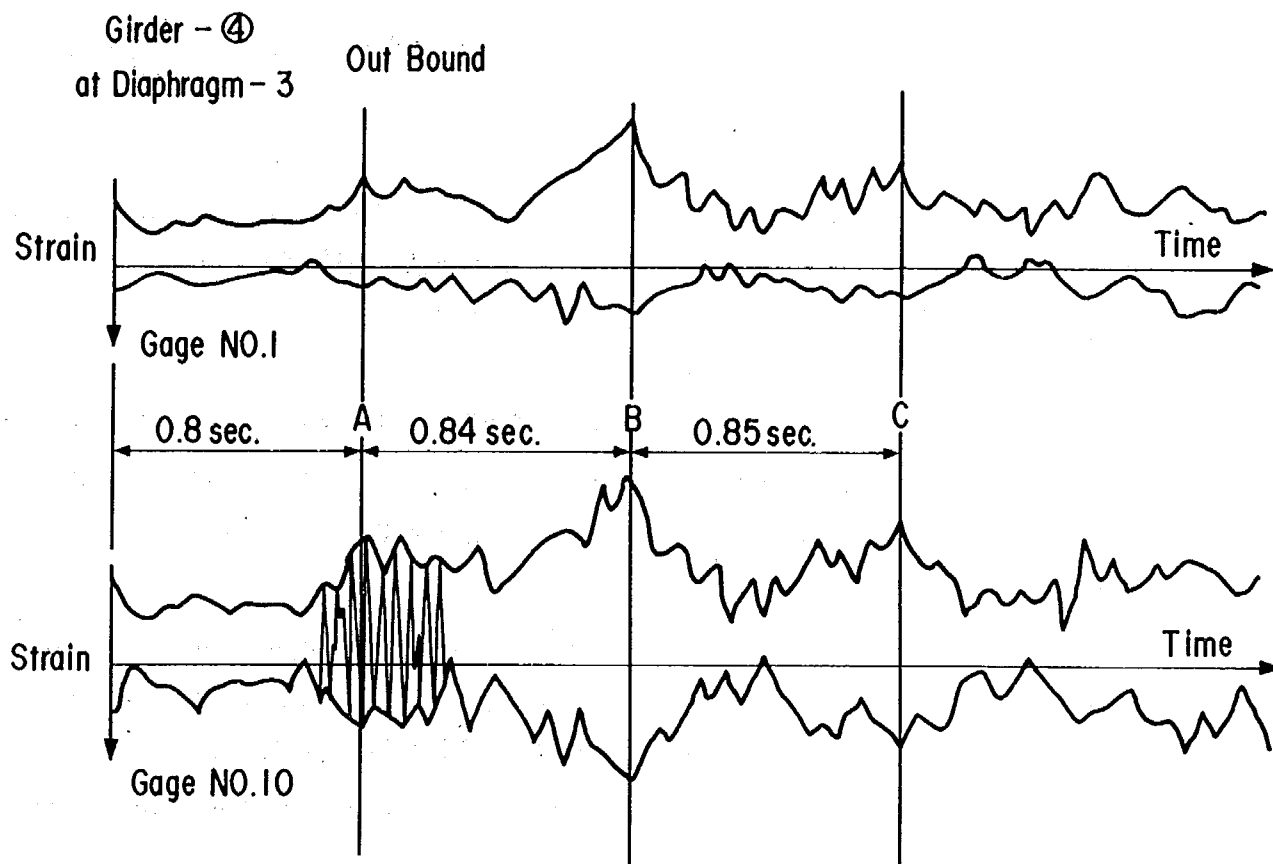


図-2

(2) 道路橋の老朽化問題に関する調査

筆者の住んでいたベツレヘム市を中心とした比較的せまい範囲に限定し、新聞、雑誌、現地取材等により、主として老朽化によると思われる問題を生じた橋梁について調査したが、その結果14橋に何らかの問題が生じていることが判明し、次のような傾向があることがわかった。

- (i) 鋼部材の腐食やコンクリートの劣化などのいわゆる老朽化問題は、供用期間50年（60～80年）を大幅に上回る橋に多く、疲労や基礎の沈下等の問題は、比較的若い（10～30年）橋に多い。
- (ii) 腐食等により急激に耐荷力を低下した橋梁では、かなり長期にわたって塗装等の維持補修を行った形跡が見られない。これに対し、比較的良効に管理された場合には、10年を超えても健全度を失っていない橋もある。

また、架け替えや補修を必要とする橋梁が集中的に存在することにより、次のような弊害が生じている。

- (iii) 迂回路の設定に困難を生じ、時には既往の重量制限を一時的に高めるなどの無理を余儀なくされている。

(iv) 消防などの救援活動や小地域の経済への障害となる。

以上の調査を通じ、最も痛切に感じたのは、継続的な維持管理の実施の必要性和それを遂行するための体制の確立である。

(3) 道路橋の維持・点検システムについて

既存の橋梁を長持ちさせるには、通常の維持・管理が重要であることは前にも述べたが、限られた予算を効率よく運用していくためには、既存橋梁の状況を適確に把握しておくことが不可欠である。以下に、米国における橋梁の保守点検システムの基本となっている基準・要領等について紹介する。

(i) Federal - Aid Highway Program Manual

道路建設に係わる法律の一部を成すもので、この中にNational Bridge Inspection Standardという項目があって、点検者の資格、点検の頻度、耐荷力の評価法、点検台帳の作成などの大筋を定めている。また、これを受けた形で次の基準要領類が作成されている。

(ii) Manual for Maintenance Inspection of Bridges

ここでは点検員の資格、点検頻度の決め方、点検の要領や報告の仕方などについて詳しく規定している。また、既存橋梁の耐荷力判定基準を定めているが、荷重係数設計法を許容応力度設計法と併記している点、異常が発生していないコンクリート橋の重量制限を不要としている点などがユニークな点としてあげられる。

(iii) Bridge Inspector's Training Manual 70 Federal Highway Administration

橋梁点検者としての資格を得るための講習会に用いられるテキストである。橋梁の一般常識から始まり、単純げたの力学、橋梁の形式別、部位別の点検要領が詳しく解説されている。

(iv) Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and appraisal of the Nation's Bridges, FHWA 1979

90項目におよぶ台帳記入項目の符号化の要領であるとともに、損傷状況を点数で表わすときの判断基準が示されている。

2. 試験研究遂行に役立った試験研究機関の設備等

筆者にとっては、米国における橋梁損傷事例の情報センター的立場にあるFisher教授そのものの存在が貴重であり、損傷データの閲覧のほか、政府関係資料の入手にも便宜をはかって頂いた。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

入学申込書、手引書 (Lehigh Catalog) の請求先は次の通り。

The Office of Admission Alumni Memorial Building 27, Lehigh University
Bethlehem, Pennsylvania 18015 U. S. A

4. 所感

滞在先が大学ということもあり、必ずしも表題に掲げた問題のみに限った研究にはならなかったが、当初

の目標であった老朽橋対策に対する研究の端緒を開くという意味ではかなりの収穫があったと思う。とくに橋梁の老朽化が、社会生活にどのような影響をおよぼすかについては、実際にそこに生活しなければわからないことであり、この点についても有益であったと感じている。

最後に、このような貴重な体験をする機会を与えていただいた、科学技術庁、建設省の関係者の皆様に、心からお礼を申し上げます。

27. 軟岩斜面の劣化に関する研究

平 野 勇

昭和58年9月29日より翌年9月28日までの1年間、科学技術庁長期在外研究員として、ニュージーランド科学産業研究局地質調査所 (New Zealand Geological Survey, Department of Scientific and Industrial Research, 略号NZGS, DSIR) に「軟岩斜面の劣化に関する研究」で出張を命じられた。その間オーストラリアのニューカッスル大学理学部地質学教室ならびにニューサウス・ウェールズ州政府幹線道路局 (Department of Main Road, New South Wales, 略号DMR, NSW) を訪問する機会を与えられた。

この度、任務を終え帰国致しましたので、ここに報告致します。

1. ニュージーランド地質調査所

NZGSはDSIRの1部局である。DSIRはニュージーランドにおける科学、産業に関する国立の調査研究機関の総合組織で、23の研究所とこれを統轄する事務組織よりなる。DSIRの名は広く国民に知られ、世界的なレベルの研究とともに、国民生活に密着したニュージーランド特有の様々な問題についても精力的にとり組んでいる。その分野は、生物、化学、物理学、農学、水産学、エネルギー、地下資源、機械工学、核科学および環境学など科学・産業のすべての領域を対象としている。各研究機関は、全国の主要都市に分散され、その地域に密接した研究活動を展開するとともに、首都ウェリントン (Wellington) およびそこから15kmほど離れたローア・ハット (Lower Hutt) にはDSIRの本部ならびにいくつかの重要な研究機関がある。特にローア・ハットのグレイス・フィールド (Gracefield) には化学 (Chemistry Division)、物理工学 (Physics and Engineering Laboratory)、核科学 (Institute of Nuclear Sciences)、産業加工 (Industrial Processing Division) の最新の設備をそろえた研究所群が新設されており、あたかも日本の筑波研究学園都市の「ミニ版」のようなものとなっている。

NZGSは1865年の設立で、この国の純粋地質学ならびに応用地質学の中心的役割を果たし、国土の地質調査を進めるとともに、各種の地質関連のコンサルタント業務に携わり、その相手は国家・地方機関だけでなく、一般会社さらには一般市民となっている。NZGSの仕事は、国家建設の歴史とともに変遷し、現在は土木地質、資源エネルギー開発、地殻変動、地震、地質図幅調査ならびに堆積学、古生物学、火山学、岩石学などが中心となっている。研究組織は6個の研究グループよりなり、各グループは2～3のセクションに分かれている。本部はローア・ハットに置かれているが、主要都市に地方事務所 (District Office) が、水力・地熱発電開発地域には事業所 (Project Office) が現在それぞれ5箇所置かれている。スタッフは1983年末の数字によると研究担当者 (Scientist) 83名、技官 (Scientific Technician) 34名、総務系22名となっている。

筆者が滞在したNZGSの地質工学研究室 (Engineering Geology Section, 略号EGS) の性格について述べてみる。EGSは、大学を除いてこの国唯一の国立の鉱山・土木地質の研究・コンサルタント機関

である。そのために、日本の建設省の事業に電源開発を加えたような性格を持っている、公共事業開発省 (Ministry of Works and Development, 略号MW) の水力・地熱発電所、道路建設、官公庁営繕などの仕事において、土木地質的な調査業務が必要となるとき、その任務に当るのはEGSである。EGSの大半の仕事はMWからのものであり、多くの場合MWの研究機関である中央研究所 (Central Laboratories) と協同で仕事を進めている。EGSの本所はローア・ハットにありScientist 4名, Technician 3名の小所帯である。しかし、MWのもとで大規模な開発が進められているクルサ (Clutha) 川流域のクロムウェル (Cromwell) に5名、予備的な調査が進められているモハカ (Mohaka) 川については1名のScientistが地質調査に当たっている。

2. 土木地質的にみたニュージーランド

日本とニュージーランドは、ともに温帯性の気候であり同じ環太平洋造山帯に属し、地形・地質ともよく似ている。したがって、両国がかかえる土木地質の問題も共通するものが多い。土木地質的にみて、次のような点が興味深かった。

- (1) 活断層; アルパイン断層を始め多数の活断層が分布し、地震予知の問題とともに、都市部の土地利用、ダム建設上いくつかの問題を生じている。中でもクルサ川のクライデ (Clyde) ダムの極く近くを活断層が通り、その地質工学的な調査と評価については、NZGSの多くのエネルギーが注がれている仕事の1つである。
- (2) ダム基礎; 北島の第四紀火山岩地帯におけるダム基礎の問題点およびその対策法、ならびに南島における弱変成岩から高変成岩に至る一連の堆積岩類の岩質および地質構造の変化とダム基礎としての問題点の関連性。
- (3) 軟岩; 北島に広く分布する古第三紀から第四紀に至る一連の堆積岩類の岩質 (堆積物の粒度等)、固結度の変化と斜面崩壊、土木地質的問題点の関連性。

ニュージーランドは旧英連邦の一員として発展した国であり、個々の技術レベルは決して日本より劣るものではないが、また進んでいるという事もない。自ずとこの国に対する興味は、日本と共通するところのその国特有の自然であり、それにまつわる様々な土木地質的問題となる。

3. 研究内容

1年間のNZGS滞在中行った主な研究は次の通りである。

(1) スレーキング試験

北島の軟岩を中心に80岩種を対象にスレーキング (乾燥水浸の繰り返しにより岩石が崩壊する現象) 試験を行った。試験方法は筆者らが土木研究所で開発したもので、EGSでも興味をもたれたものである。スレーキングの起りやすさは、粘土の含有率、固結度、水浸時の乾燥度によって決まると予想している。この国の北島には泥岩から砂岩に至る様々な比率で粘土分を含んだ堆積岩があり、しかも固結が進んだものから未固結がものまで分布しているため、スレーキングと粘土含有量、固結度、乾燥度との関係を求めるのに都合が良い。今回の試験で精度の良いデータを得ることができた。

(2) 軟岩の切土斜面の劣化調査

道路切土斜面のスレーキングによる劣化の現地調査を行ったものである。この国は、多くの場合、道路切土斜面は切りっぱなしで保護工が施工されている事は少ない。そのために、軟岩地帯では、各地でスレーキングによって切土斜面の表面崩壊を生じ、道路管理上の問題となっている。今回行った調査は、北島の軟岩地帯の国道沿いに、切土斜面のスレーキングによる劣化と岩種、固結度さらに(1)におけるスレーキング試験との関係について検討した。

ニュージーランドの軟岩は、ほとんど総てが非火山性のものであるため、岩種は粘土分と砂分の割合で説明できるが、日本の軟岩は、火山性物質を含むもの、地殻変動により破碎されたものなどさらに複雑な要因が絡んでおり、問題は尚一層難しいものとなっている。しかし、難しい問題を解決する場合、要因の少ないものから取り組むというのが先とすれば、ニュージーランドの軟岩は非常に良いフィールドである。

その他、在任中にこの国の土木に関連する多くの資料、報告書、法律、規準等の調査収集、ダム等の重要施設の現地見学ならびに1,000個に及ぶ岩石サンプルの採取を行った。

4. ニュージーランドの国情

この国は、日本の70%ほどの面積を持つが人口は320万人足らずである。この僅かの人口で豊かな住み良い国土を建設するためには、大変な努力とそれを支えるしっかりとした思想があったであろう。また、農業に適した豊かな土壌と気候に恵まれ、19世紀後半各地で発生したゴールド・ラッシュに代表されるように、非常に幸運であったという事も言えよう。この国は、ここ10数年を除き、1世紀近く10指に入るほどの高所得の国であったと言う。そのために、世界的レベルである7つの国立大学、およそ都市の大きさからみて不均衡なほどの役所や駅舎、病院、公園などの公的建造物の大きさと充実振り、街並の美しさ、高速道路並の走行が可能な国道と、僅か320万人足らずの人々が成し得たものとは思えないほどの社会資本の蓄積量である。また、医療、低所得者対策を中心とする社会福祉の充実振りは世界有数のものであろう。これらの背景にあるのは、国民の富を均等に配分しようという思想であろう。これは自ずと国民の高税負担と生活水準の平均化につながる。しかしながら非産油・農業先進国であるこの国の経済は、オイルショック以来極めて困難な状態にあり、高いインフレーションと失業問題をかかえているのが現状である。経済再建がこの国の最大の課題となっているが、高税負担、高福祉、国民生活水準の平均化は、必ずしも国家経済の推進力とはなっていないようである。

5. オーストラリア視察

ニューカッスル大学理学部地質学教室およびニューサウス・ウェールズ州の幹線道路局(DMR)の材料研究室(Material and Research)を訪問するとともに、シドニー盆地を中心とする岩石試料のサンプリングを実施した。

ニューカッスル大学では地質学教室のK. H. R. MOELLE助教授を訪問したもので、1週間ほど同氏の家庭に滞在し、その間地質学教室、軟岩地帯の道路切土斜面の崩壊、地すべり、破損したダム(チチスタダム)の改良現場、斜面安定が問題とされている大規模な石炭の露天掘り鉱山等を見学した。

DMRでは材料研究室のJim Williams 博士を訪問したもので、土木研究所における岩石材料劣化試験法の紹介とともに、DMRにおける岩石材料試験法についての情報を入手した。

最後に、在外研究に当り御協力いただいた科学技術庁振興局国際課ならびに建設省当局に心より御礼申し上げます。

28. 第17回国際道路会議

村 上 順 雄

1. 国際研究集会における活動内容

第1回国際道路会議は1908年にフランスのパリで開催され、以後原則として4年目毎に開かれている。常設国際道路会議協会（P I A R C）が主催している。P I A R Cには日本はじめ50ヶ国の政府が加盟している他、政府以外の資格での加盟国が18ヶ国ある。個人会員も認められている。

私は8日に開催された常設国際委員会に日本政府代表の1員として出席した。また9日から15日までの各種会議のうち主として第5議題「発展途上地域の道路」及び会議討論その2「道路網の整備と改善が経済社会に与えるインパクト——先進工業国および開発途上国双方について」及びその1「道路および道路交通における省エネルギー」に参加した。

2. 参加により得られた成果と今後の研究方針

国際道路会議は道路及び交通に対する政策、道路の経済社会に与えるインパクト、道路の計画、設計、施工、交通運用、構造物の維持管理、国際間の技術協力問題など道路に関係ある全ての分野について討議を行う世界最高レベルの会議である。

5つの指定課題①土木、排水、路床、②舗装の建設および維持管理、③都市間道路および高速道路、④都市内道路、⑤開発途上地域の道路、会議討論その1及び2、11の技術委員会及び路面排水に関するワークショップに対して各国から提出された論文及び委員会レポート等は合計4,000頁をこえる。

この会議に参加して多くのことを学んだ。主なものを列記すれば以下の通りである。

1. 道路が環境に及ぼす影響の数値化に引続き取り組むことが重要であること
2. 多くの国において産業廃棄物の利用を国策として推進していること
3. 最近日本では道路の置かれている状況は厳しいが、海外においては道路に対して依然として積極的な評価が行なわれていること
4. 開発途上国は道路建設を国の経済発展の基本的事項として最重要視しており、先進国にそのための技術及び資金の援助を強く要請していること
5. 多くの国でアスファルト自身がエネルギーであるとの認識が高まりつつあり、省エネルギーのためにアスファルトの利用を制限しコンクリート舗装を奨励していること。それに対応してコンクリート舗装に関する研究が多数行なわれていること
6. 各国において道路構造物の維持管理が重要な課題になっており、とくに舗装の寿命をのばすための研究が広く行なわれていること。そのために自動車の改良やトラックの過積載防止に真剣に取り組んでいること。

上記の通り膨大な資料の入手及び世界各国が抱えている道路に関する問題点の所在を明確にできたことは私にとって大きな成果であった。

今後は上記 5 及び 6 を参考に研究を進めたい。とくに舗装構造から見た望ましい大型車両の構造についての研究、舗装がタイヤから受ける衝撃力と路面凹凸との関係を定量的に求めるための研究、アスファルトの節約を可能にするため硫黄などを多量に添加したアスファルト混合物の研究などを行いたい。

3. 所感

世界各地で道路問題全般について多くの有益な実験や研究が行なわれている。ヨーロッパでは国境をこえた共同研究、情報交換、委員会活動等が積極的に行なわれている。研究者同志も親密な間柄の人が多い。お互同志をファーストネームで呼び合っている例（たとえばベルギー人とフランス人の間で）を多数みかけた。

日本の場合には海外の研究者との交流があまりないので、他国との情報交換や共同研究の実績があまり多くないように思われる。今後この方面の努力を積極的に行う必要性を痛感した。

29. 耐風耐震構造専門部会におけるライフライン施設他の耐風耐震技術に関する協力活動

岩 崎 敏 男

1. 実施した試験研究の内容及び成果

(1) 「ライフライン施設の耐震性に関する日米協力研究打合せ」

5月7～9日、ミズリー大学で、日本側から筆者、米国側からミズリー大学Prakash教授、ミシガン大学Richart教授、カリフォルニア大学H. B. Seed教授、及び水路試験所Marcuson博士(U J N R耐風耐震構造専門部会委員)が参加し、標記打合せを行った。ライフライン施設の定義、地震対策上の問題点、今後実施すべき研究課題等につき、以下の成果を得た。

- 1) ライフライン施設の広義の定義は、近代都市の生活に必要な各種施設で建物を除く施設、つまり供給処理施設(電気、ガス、上・下水道)、運輸交通施設(道路、鉄道、港湾、空港)、通信放送施設(電話、放送)、建物内の機器等を目指す。狭義の場合は、都市の道路下に埋設された電気、ガス、上・下水道、電話の管路施設を指す。
- 2) 1971年サンフェルナンド地震、1978年宮城県沖地震、1983年日本海中部地震等の被害経験から、ライフライン施設の地震対策上の問題点として、地震動の影響、地盤破壊の影響、地震断層の影響、施設の機能確保対策等があげられ、今後日米で重点研究を実施すべきことが確認された。

(2) 「ライフライン地震工学ワークショップ」

5月14日、ワシントン特別市郊外の連邦道路局道路研究所において、U J N R耐風耐震構造専門部会作業部会(F)「ライフライン施設の災害防止方法」の主催の下に標記ワークショップが持たれた。日本側からは筆者を含む7名、米側から14名が参加した。このワークショップでは、日本から、筆者「大型実験施設を用いたライフライン耐震性日米共同研究」、稲富隆昌「日本海中部地震による港湾施設の被害」、及び大谷圭一「液体を内蔵した管路の地震時挙動」の3論文が発表された。また、米国からは、6編の論文が発表された。発表論文及び討議を通じて米国の近況につき次の成果を得た。

- 1) 米国土木学会はライフライン地震工学技術委員会を設けて、1977年より活動を行っている。すでに1977年(於オークランド)、1983年(於ヒューストン)にシンポジウムを開催し、報告書を刊行している。
また、1984年10月にサンフランシスコでライフライン地震工学シンポジウムを開催し、橋梁・トンネル、危険度・補強・交通、上水道・下水道・電力・通信、および境界分野の4テーマのもとに2日間の会議を行う。
- 2) ライフライン施設の地震被害の特徴として、機能損失、社会活動の低下(失業)、経済的損失(商業・工業)、施設破損の4点があげられる。
- 3) 米国政府は、今後、ライフライン施設の耐震研究を重点課題として取上げ、土木学会、機械学会、大学等と協力の上、立地条件(土質、地震動、津浪)、設計方法(構造解析、実験)及び地震観測等の研究を実施する。

- 4) 政府機関では、道路、水道、港湾、原子力等の分野、民間では電話、電力、電子計算機等の分野において耐震性向上をはかる。

(3) 「第16回 U J N R 耐風耐震構造専門部会・合同部会」

5月18～21日の4日間、メリーランド州ゲイザースパークにある商務省国立標準局において標記合同部会が開催された。日本からは7名（滞米中の研究員2名を含む）、米国からは40名の耐風耐震専門家の参加があり、耐風工学、耐震工学、高潮と津浪、日米共同研究の4テーマの下に、日本15編、米国19編の論文発表があった。会議の2日目と3日目の午後にはA～Jの10作業部会の会合が持たれ、報告文を作成した。また、最終日の18日には最終結論が採択された。論文発表と討議、各作業部会の報告、及び最終結論を通じて得られた成果を以下に記す。

- 1) 我国の研究発表に対しては、日本海中部地震の震動と津浪による被害報告が強い関心を集めた。
- 2) 米国からは道路橋の耐風耐震、土ダムの耐震、地震動の増幅特性、津浪研究等の論文発表が注目された。
- 3) 日米協力研究として現在実験中の大型耐震実験、東海地震対策調査、及び地盤液状化判定のための原位置調査法に関する両国からの研究成果発表に対して、両国から強い関心が寄せられた。
- 4) 本合同部会の意義と重要性が評価され、今後とも合同部会を継続することとし、次回合同部会（第17回）は1985年5月筑波研究学園都市で開催する。またこれに前後して、「組積造建築物の大型実験（作業部会B）」、及び「ライフライン施設の地震防災計画（作業部会F）」の2つのワークショップを筑波で開催する。
- 5) 構造物の性能評価（作業部会D）及び都市の地震災害軽減計画（作業部会E）に関する日米ワークショップを1984年7月、米国で開催する。これに日本からの参加を期待する。
- 6) 鉄筋コンクリート橋脚の耐震性に関する日米協力実験を継続実施すると共に、第2回橋梁ワークショップ（作業部会J）を1985年8月に米国で開催することを検討する。
- 7) 地盤液状化判定のための原位置調査法の日米協力実験を継続し、調査結果を第17回合同部会に報告すると共に、1985年8月、米国で地盤調査法ワークショップを開催することを検討する。
- 8) 開発途上国に対する技術援助に関する日米協力を推進する。

2. 試験研究の遂行に役立った試験研究機関の設備環境等

(1) 国立標準局

世界最大級の構造物万能試験機（容量5,450トン）を保有し、大型実験を行っている。これに最大容量±450tの水平加振機を増設中であり、鉄筋コンクリート橋脚の耐震実験を計画している。これにより、橋脚の実物大及び縮尺模型の実験を行い、寸法効果等を把握する予定である。

(2) 連邦道路局道路研究センター

構造実験施設及び道路交通安全実験施設等の最新鋭の施設が整備されている。

(3) 水路試験所

水理実験施設、土質実験施設等が整備されている。特に土の動的性質試験機、及び定常波振動を用いた原

位置地盤の弾性波伝播速度測定装置が注目された。

(4) 開拓局

ダムの水理実験、構造実験、土木材料実験等につき、先端的な施設を保有している。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

下記の5課題について、日米協同研究を継続・推進する必要がある、二国間協力が積極化するものと期待される。

- 1) レンガ造・ブロック造等の組積造建物の実大耐震実験
- 2) RC造・鉄骨造建物の性能評価のための解析手法の日米比較研究
- 3) 大都市を対象とした地震防災計画手法とライフライン施設の耐震性強化手法
- 4) 地震時の地盤液状化判定のための原位置調査法の日米比較研究
- 5) 鉄筋コンクリート橋脚の耐震実験

4. 所感

上述の試験研究機関等の訪問を通して強く印象に残った事項を以下に記す。

- (1) 各研究機関とも、研究予算の減少、研究者の減少を強いられている。これに対処するため、国立標準局、水路試験所では他の政府機関や民間会社からの受託研究を積極的に増加する努力を行っている。
- (2) 効果的な国際協力研究を行うことにより、少額の研究予算でより多くの研究成果をあげようとしている。UJNR耐風耐震構造専門部会の活動は、最も効果的な国際協力の典型例として高く評価されており、他分野の研究者も同部会の活動を注目している。
- (3) UJNR耐風耐震構造部会は各作業部会の活動（ワークショップ等）により、今後益々活発化することとなると考えられる。

30. 低コスト道路トンネルに関する国際シンポジウム

藤 田 大 二

1. 国際研究集会における活動内容

6月20日は会議発録および、オスロ郊外、ホルミア（Holmia）地区にある核シェルター兼用の地下スポーツホールの見学であった。この施設は体育館、プールその他を含み、延べ7,550 m²に及ぶ地下空間で緊急時に7,000人を収容し、エネルギー、食糧、水を供給することができる。

6月21日、閉会式のあと、交通及び交通安全に関する第1部会が午前中に持たれた。小生の発表論文（換気エネルギー節減のためのトンネル縦断線形設計に関する2.3の考察）は当初、この部会に組み込まれていたが、本来、トンネルの維持管理に関するテーマであるので、事前折衝の結果、現地において第4（維持管理）部会に移されることとなった。同日午後に第2部会（計画及び構造設計）が開かれた。夜はノルウェー政府、運輸相（Johan, Jackobsen）主催によるレセプションに出席。

6月22日、第3部会（工法）部会が、契約方法、設備及び作業工程、支保工の3テーマについて終日行われた。

6月23日、第4部会（維持管理）が開催され、10時30分より、「換気エネルギー節減のためのトンネル縦断設計に関する2.3の考察」を発表した。

6月24日より、6月28日まで見学旅行、オスロを出発、フラム（FLAM）、バレストラント（Balestrand）、ウルビク（Ulvik）を経てベルゲン（Bergen）に至る。途中、各種道路トンネル、換気制御設備、シェルター、地下発電所等多数を見学した。

2. 参加により得られた成果と今後の研究方針

シンポジウムに提出された論文は76編、うち口頭発表されたものは52編であるが、そのうち、主催国であるノルウェーからの発表が26編であり、日本からの発表はそれに次ぐ11編であった。日本の技術水準の高さを示すものであるが、日本のトンネルは一般に非常に悪い地質条件に建設されており、ノルウェーの良質の硬岩における技術とは好対象であり、工法的には応用できる知識の吸収は必ずしも充分でなかった。しかしながら、ノルウェーは日本の8割ほどの国土のほとんどが山地で、30分の1ほどの人口が点在しており、交通施設は非常に少ない交通量に対して最少限のコストで作る必要に迫られており、コスト意識は極度に高いと云える。素掘りに近いトンネル、貧弱な照明設備が随所に見られるが、最低限の安全は確保する思想は通されており、寒冷地特有のつららに対する対策も講じられている。トンネルの線形について、自動車のヘッドライトによる眩光防止と、側壁の照明効果を考えて、意図的に半径500m～1,000m程度の曲線をSカーブ状に設けている例があり、我が国では従来考えられなかった発想であるが、検討してみる価値はあろう。会議に提出された論文ではないがスイスのトンネル技術者が見せてくれた論文ではトンネル内の照明について、発見すべき対象物と路面、側壁等との照度コントラストと視認性の関係に着目し、省エネルギーで見え方を良くする考え方が示されていたが、これも目新しい考え方のようにあり、詳細に検討してみたい。

3. 所感

ノルウェーと日本は同じ山国であるが、トンネル工法的には条件が違い過ぎるようであり、現地のトンネル見学も、国内応用の上ではあまり参考にならなかった。むしろ、スイス、オーストリアあたりの技術者との情報交換が日本側の出席者の参考になったようである。

400万人の人口で日本に匹敵する国土を支えるための社会投資は大変と思われるが、国民の意識が高く、都市はよく整備されている。核シェルターは200万人分が既に設けられているとのことであり、これも急ピッチで整備されており、道路トンネルとの合併工事の現場もあった。フィンランドの技術者によると、同国では基準にもよるが、100%確保されているとのことであった。シェルターとしての用途のほかに恒温性を利用した貯蔵、空間資源の有効活用など、平時の目的もあり、日本でも検討に値することかと思われる。

31. 第4回国際水理学会確率水理学国際シンポジウム

山口 高志

1. 国際研究集会における活動内容

本シンポジウムは、IAHR（国際水理学会、2年に1回開催）の水理学の新しい分野を切り開く分科会として発足し（1971、アメリカ、ピックバーグ）、ほぼ4年に1回の割で、開催され、前回は日本（京都）で行われているものである。

今回は、7月31日9時から8月2日15時までほぼ3日間にわたって開催され、発表論文数35、講演3という構成であった。

私は初日から聴講し、討議に参加するとともに、最終日土砂輸送の確率過程に関する論文6つの中の1つとして報告した。河川の中の河床低下および砂堆の特性から局所洗掘を推定するという異色なものであったので評価は高かった。

2. 参加により得られた成果と今後の研究方針

論文を大ざっぱに分類すると、カルマンフィルター利用4、浮遊砂粒子6、確率論的流出モデル3、信頼性（危険度）解析5、洪水確率および貯水池操作6、開水路流れの確率論的解析5、土砂輸送の確率過程6であった。

1. まず総体として、ともすればほとんどの場合、水理学は決定論的に扱われることが多く、またそれで済まされて来ていたのであるが、これを確率論的に扱うことによって、アプローチの方法が多様化され、またその採用が適切な場合には、非常に有効になりうることがわかり、私にとっては大いなるプラスであった。
2. 河川構造物の信頼性解析として、2、3の手法が提案されていて興味深かった。1つは水文確率事象を決定論的な水理モデルを媒体として、将来の水文確率事象を評価するもの、1つは水理現象をも確率事象として、その精度ひいては、安全度を論ずるもの、或いは、水理常数（例えばマンニングの粗度係数）の変動特性を調べて安全度を検討するものなどあって、わが国でも研究に適用していかなければならないと思った。なかでも、 Δ （安全度）＝水文公式による計画値－水理現象よりの推定値という大胆な式をたて、 Δ の変動特性を各式構成各因子の精度面から議論するものもあって、その発想におどろかされた。
3. 浮遊砂の浮遊現象は乱れが大きな役割を担っているのに、確率論的に扱うのは当然であるが、内容そのものが微視的にすぎ、工学的にもあまり益しない。しかし、非定常的にその浮遊過程時のあるいは堆砂過程時の河床および水中での粒度分布を確率論的に扱ったものがあり興味深かった。河床堆積物の分布特性から浮遊流砂を求めていくのに参考になるものと思われる。

今後今回の会議での各人が示したアプローチ手法を、河川部傘下の各研究室の研究への指導に適用していくと共に、地方建設局の諸種計画に関する調査解析等にもアドバイスしていきたい。

3. 所感

確率水理学が生れて、約10年、水理学の問題が複雑で、なかなか決定論的にさえ、解が得られないという現状の中で、その打破の一手法として、努力が重ねられているわけであるが、やはりデータ数の確保の困難、着想のむずかしさ等から参加者数は予想より少なかった。しかし反面参加してみて、速度は遅いにしても着実に進歩していることを知って意を強くした。日本人参加者6人中3人が私費参加というのもたいしたものである。今後このような視点からの考察を忘れず、問題解決法のはばを広くすることに努めたい。

日本人の英語力、あるいは討論能力については相変らずあと1つの感を受けた。研究者の接客機会の増加にも意を使っていきたい。

32. 都市内街路の計画と設計に関する研究

天 野 光 一

1. 実施した試験研究の内容及び成果

1) 都市内高速道路の計画、設計方法について

パリのセーヌ川右岸高速道路（現在、Voie george Pompidou と呼ばれている。以下V. G. Pと略す）、及びBoulevard Périphériqueを対象とし、フランスにおける都市内高速道路の計画、設計に対する考え方の検討を行った。

V. G. Pも日本における都市内高速道路と同様に、パリ市内の交通渋滞の緩和を目的としたものであった。特に交差点が交通容量のネックとなっていることが指摘されており、平面交差の排除の必要性が強調されている。この点は首都高速道路計画における近藤謙三郎の「ノンクロスロード」と考えを同一にしているものである。しかしながら、パリにおける考えは、重要な部分さえ「ノンクロス」（立体交差）にすれば、残りは平面でもよいという中庸の、いいかえれば、規格一辺倒ではないものであったようである。これは現実化されたV. G. Pに一般道路との重複が見られることから推察される。

また、V. G. Pの計画においては、当初から、都市景観や周辺的环境に対する配慮が明確に必要事項としてあげられている。例えば、低位の高架構造部分においては、不用のスカートを桁側面に取り付け、石張りを施した。つまり、水上に橋脚が見えることを嫌い、既存石積護岸と調子を合わせたわけである。また回避トンネル（960m）は種々の、経済的、技術的な問題があるにもかかわらず、セーヌ河岸の散歩道を保存するために推進されたものである。

V. G. Pはパリ中心部（セーヌ河沿い、シテ島、ルーブル博物館脇）を通過する道路であり、首都高速道路でいえば、皇居脇や、日本橋付近にあたるものと考えられるが、都市内高速道路に対する技術者の考え方の違いが、その設計方法にも表われているように思われる。

Boulevard Peripheriqueについても、同様の配慮がみられる。構造的には、平面、掘割、半地下、高架とバラエティーに富んでいる。「都市内高速道路では高架構造は採用しない」というのが一般的な意識のようであるが、ここでも規格（一つの考え方）にとらわれず、倉庫の多い地域など都市の環境に大きな影響を与えない部分（あまり長い区間ではないが）については高架構造となっている。しかしながら、都市の環境に大きな影響をもつと思われる重要な区間については、半地下構造を採用する、また、蓋をして覆土をして植栽するなど、十分な配慮が払われている。

V. G. P. Boulevard Périphériqueの完成時における報告及び論文、また、都市内高速道路の設計指針などを収集し、また、現場の写真も撮影した。これらは今後の日本における都市内高速道路の設計のための重要な資料になるものと思われる。

2) 歩行者、自転車に着目した街路の設計

フランスにおいても、日本同様、自動車中心の道路整備だけではなく、歩行者や自転車にも着目して道路の整備を行おうという動きが見られる。フランスでは、歩行者と自転車を一緒のものとして扱う。つまり、

歩道上に自転車をのせようという動きは今のところ見られないが、その他の基本的な考え方については、日本と大きな相異はない。しかし、個々のデザイン（道路付属物や路上占有物など）については、洗練されたものが見うけられる。特にフランスにおいては、信号機の設置などの交通規制に関する部分も道路管理者（交通管理者と言った方が適切かもしれない）が行うため、歩行者や自転車に着目した対策も統一して行うことができ、ストリートファニチュアのデザインも一体のものとして行うことができる。これらのデザインについての詳述はさけるが、フランスにおける歩行者、自転車に着目した対策についての事例報告書も相当量の収集を行い、また現地調査によって、報告書に記述されていない歩行者自転車対策事例や様々なストリートファニチュア写真撮影も行った。これらは、今後の日本における歩行者自転車対策や、ストリートファニチュアのデザインに関する資料となるものと思われる。

3) 公共交通機関と歩行者の混合交通について

都市中心部において、街路の交通容量、駐車スペースの不足などの理由から、自家用車から公共交通機関への乗換促進の必要性が生じており、また、歩行者空間への要望が増加している。この状況に対応して、公共交通機関（バス、路面電車など）と歩行者の混合交通についての研究が始められている。フランスにおいても、同様の事情から、若干の研究がなされており、また数都市において実施されている。この実施事例については現地調査ができなかったため、実施事例報告書と基礎的な研究報告書の収集を行った。

4) 面的な交通安全対策について

都市における交通安全は、点的なもしくは線的な交通安全対策だけでは十分でなく、その区域全体を対象とした面的な交通安全対策が必要である。現在、日本においては、ロードピア構想に基づく整備やコミュニティ道路整備などが行われているが、その整備方法について確固たるガイドラインがあるとはいえない。フランスにおいても同様、現在、Ville plus sûre quartiers sans accidents（より安全な街、事故のない街区）という施策が開始され、その整備方法については研究の途についたところである。現在は収集すべきものも多くはないため、実施例およびその施策についての若干の資料を収集するにとどまったが、今後、研究および事業の進行に伴い、フランスの研究者、技術者と情報の交換を行う予定である。

5) 今後の情報交換について

フランスと日本の間の情報交換は、政府間や、OECDなどを通じた形では行われているものの、フランスにおける交通関係の研究所（特に都市交通研究所CETUR）と日本の研究所（建設省土木研究所）の間ではほとんどなされていないといって過言でない。

今後のCETURと建設省土木研究所間の情報の交換については、初めはお互いに必要とする情報が確定的でないため、CETURの技術者と私の個人レベルにおける情報交換とし、恒久的に情報交換が望ましいと思われるものについて、順次、公のものとしていく予定である。

2. 試験遂行に役立った試験研究機関の設備環境等

特になし。しいてあげれば、研究所発行の報告書、雑誌などを備えた図書室。

3. 今後在外研究を行うものに参考となる事項

フランス政府給費留学の場合は、フランスの研究機関を自分で選択できることや、フランス以外の国の人を知ることができるなどの長所がある。ただし、給費は少ない。また、試験を受ける際、フランスの受け入れ機関の受け入れ承諾書が必要なため、フランスの研究機関との接触は早ければ早いほど好ましい。

33. 日独科学技術協力協定、日独環境保護パネルにおける下水及び汚泥処理技術に関する協力活動

京 才 俊 則

1. 実施した試験研究の内容及び成果

環境保護技術パネルの下では、日独双方に共通の環境問題として現在、13の合意された分野において、情報交換・研究者の交流等の活発な協力活動が行われているが、本パネルではそれらの協力活動状況のレビューが行われた。第9回会合のプログラムを表一1に示す。

表一1 日独環境保護技術パネル第9回会合プログラム

(昭59. 9. 27, 28)

1. 環境科学技術における研究開発の一般的方向のレビュー
2. 協力分野の協力と研究開発状況
 - (1) 閉鎖性水域における富栄養化に関する分野
 - 1) 閉鎖性水域における富栄養化に関する研究
 - 2) 閉鎖性海域の富栄養化とその対策としての底質浄化に関する研究
 - (2) 固定発生源からの公害防止技術に関する分野
 - 1) 残留油の燃焼に関する研究
 - 2) 汚染を伴わない石灰の燃焼システムに関する研究
 - 3) 燃焼排ガス処理に関する研究
 - (3) 廃棄物の処理処分にに関する分野
 - 1) 赤泥の無公害処理並びに利用技術の開発に関する研究
 - 2) スラッジ(有害物質を含むものを含む)の処理技術の開発に関する研究
 - 3) 物質及びエネルギーの回収
 - 4) 効率的な廃棄物処理事業への改善
 - 5) 埋立処分
 - 6) 廃棄物量の削減
 - (4) 環境由来の有害物質の健康影響に関する分野
 - (5) 化学物質の生分解性
 - (6) 化学物質の生態影響評価試験に関する分野
 - (7) 環境試料バンク
 - (8) 排水処理技術に関する分野
 - 1) 下水処理に関する研究
 - 2) 産業排水処理に関する研究

3) 下水汚泥処理技術及び消化ガス問題

(9) 大気環境測定用光学的リモートセンサ開発に関する技術的諸問題について

(10) 生物の環境浄化機能に関する分野

(11) 海洋及び沿岸の油による汚染の防止に関する分野

(12) 酸性雨

(13) 自動車排ガス対策

3. 5回及び7回会合で提案された新規協力分野

(1) クリーン・テクノロジー

4. 新規協力分野

(1) 廃棄された埋立処分地の再利用法

5. 廃棄物に関するワークショップ

6. 今後の協力

これ程たくさんの方々の分野について、2日間で日独両方の情勢、研究状況をレビューしたため、極めて忙しい会合であった。会合で、西独側から西独で最も大きな環境問題となっているのは「酸性雨」の問題であるとの発言があったので、以下にこの問題の西独における状況を述べることにする。

酸性の雨による被害は次の3点において問題となっている。a. 森林の破壊、b. 水域における2次汚染(水の酸性比)、c. 遺跡の破壊このうち、最も深刻なものは森林の破壊であり、1983年には全森林の34%が被害を受け、1984年には40%になると推測されている。被害が特に大きいのはシュバルツバルツなど南ドイツで海拔500m以上のところである。初期には針葉樹の被害が多かったが、現在ではあらゆる木に損傷が認められている。また被害が増加したのは1976年からとのことである。このため発電所、工場、自動車等からのSO_x、NO_x規制が検討されている他、勢力的な研究が実施されており、過去3年間に1億マルク(800億円)以上の研究投資がなされた。研究の内容はa. 被害観測の標準化、b. 原因究明、c. 対策である。原因としてはかび、ウィルス、植樹法の誤り、自然条件等も検討されたが、現在では、大気汚染(酸性雨)が最も大きな原因と考えられるに至っている。

第1回は2年前に土木研究所で開催された日独排水及びスラッジ処理についてのワークショップの第2回目の発表論文は表-2に示す通りである。個々の論文に言及することは字数の関係でできないが、全体の印象を述べると次のようである。我国にくらべ、古い歴史を持つ西独の下水道ではあるが、現在抱えている問題は極めて我国のそれと共通するものであった。このため、討議時間が不足し、討議が打切られることもたびたびであった。一方、下水道に対する考え方の相違点もいくつか認められた。このため、今後は技術のみの交換だけでなく、下水道の思想についても討議すべきことの必要性が痛感された。

表-2 第2回日独排水及びスラッジ処理についてのワークショップ(下水処理分野)発表論文

(10/3, 10/4)

1. 浄化土を用いた河川水質の改善(目)

2. 藻類中の窒素含有量に注目した新しい藻類の増殖動力学モデル (日)
3. 施設用地が少い新しい下水処理技術 (独)
4. 回分式活性汚泥法による脱窒、脱リンに関する研究 (日)
5. 実施設における嫌気―好気法による生物学的リン除去 (日)
6. 骨炭を用いた2次処理水の晶析脱りん法に関する研究 (日)
7. 都市下水中のリンの新しい除去法―晶析法― (日)
8. リンの同時凝集法―リン濃度に応じた Fe SO_4 の比例注入 (独)
9. 都市下水の薬品凝集沈殿汚泥の特性と処理 (独)
10. 岡山県南都市における下水汚泥の広域処分 (日)
11. 中小企業工場排水共同前処理 (日)
12. 合流式下水道システムにおける雨天時流入水の傾斜板沈殿装置を用いた処理 (日)
13. 建築廃木材を利用した下水汚泥の焼却方式 (日)
14. 放流水質を考慮した種々の下水処理システムの評価 (独)
15. 汚泥のコンポスト化の現状 (日)
16. 汚泥の消化と消化ガスの利用―設計の現状、今後の技術開発、及び他プロセスとの関連― (独)
17. 精製した消化ガスの都市ガス系への利用 (独)
18. トレーサー法による消化タンクの有効容量の実測評価 (日)
19. 生物学的単段式硝化脱窒法の制御 (独)
20. 硝化タンク容量確保のための脱窒タンク容量の制御 (独)
21. 小規模処理場における下水処理―ドイツにおける経験及び開発― (独)
22. 活性汚泥と固着生物反応装置の組合せ (独)

2. 試験研究の遂行に役立った試験研究機関の設備環境等

今回は会議の出席と下水処理場の視察のみで試験研究機関への訪問はなかったため、特に気付いたことはない。

3. 今後在外研究を行う者に参考となる事項

出発前はドイツ語が全く話せないことに多少の不安を感じていたが、実際は技術者との討論を始め、ホテル、買物、駅等ではすべて英語を用いることが出来た。特に若い人は英語が学校で必修になっていることから、極めて流暢な英語を使用していた。

4. 所感

環境に関する技術上の問題に関しては、西独と我国ではすでに対等の立場に立っているとの印象を、パネル、ワークショップを通じて得た。このため、今後は両国の最先端の技術について意見を交換するとともに、環境問題に対する考え方も含めた討論を行って厚みのある日独の交流を行なう時期に来ていると考える。

最後になりましたが、今回の海外出張に当りお世話頂きました科学技術庁，環境庁，並びに建設省の関係各位に深くお礼申し上げます。

34. 日加科学技術協議、耐風・耐震構造の研究に関する協力活動

横 山 功 一

1. 実施した協議および成果

現在、日加科学技術協議の一課題である耐風・耐震構造に関する研究として、日本側は建設省土木研究所構造研究室横山と建築研究所耐風研究室室田が窓口となり、カナダ側は低速空力研究所 Wardlaw 氏を中心として、活動を続けて来ている。

今回のカナダ短期出張は、相手方の研究所を訪問し、Wardlaw氏と活動方針に関して協議することを主目的とし、また風工学に関連する他の研究機関も訪問した。

(1) Low Speed Aerodynamics Laboratory (低速空力研究所)

航空機以外の比較的低速での空力問題を対象としたカナダ唯一の国立研究所であり、橋梁・建物・海洋構造物・自動車・送電線などに作用する風荷重ならびに風による振動現象を研究している。

研究所の職員数は、工作室、電算機室を含めて約40名であり、施設としては 9×9 mの大型風洞を初め合計5基の風洞を備えている。実験施設は民間会社の使用も可能である。

(2) カナダにおける風工学の研究状況

橋梁・建築物などの航空機以外の分野での空力問題研究者のグループとして、カナダ風工学会(Canadian Wind Engineering Association)が組織されており、会報を発行するとともに、2～3年に1度研究集会を開催するなど活発な活動をしている。NRCの低速空力研究所はこの中心的存在であり、活動をリードしている。ちなみに、1981年の第3回研究集会の参加者は254名(内大学13%、政府機関21%、民間機関66%)であった。

研究の内容は、構造物に作用する風荷重、風圧分布、ならびに風による振動であり、自然風を相似した乱流中での実験法が発達している。

(3) 協力活動についての協議

現在まで主として文献による情報交換を中心とした活動が進められて来たが、今回カナダ側のコンタクト・パーソンであるWardlaw氏と協議した結果、耐風の分野における協力に関して、次のような点が明らかになった。

- a. 日本・カナダにおける耐風の問題は重要な課題であり、今後とも活発な交流を続けていくことが重要である。
- b. 文献交換による情報の交換ばかりでなく、研究者の交流が大切であり、機会をとらえて実現させていきたい。
- c. カナダの低速空力研究所は、断面が 9×9 m、測定部長さが20mの大型風洞を所有しており、昨年これを利用した共同実験が提案された。日本では、本州四国連絡橋建設プロジェクトなどで、大規模風洞試験の必要性もあり、時機を得た課題と考えられる。昨年は未だプロジェクトの進捗が基本的な調査段階であり、実現するには至らなかった。今回の協議でもカナダ側は強く要望したが、継続課題

とする事とした。

d. カナダでは自然風を相似させた乱流境界層を用いた風洞実験が広く行われており、また構造物の耐風設計法、実際の構造物の強風時の応答などの双方が関心を持っている分野について、ミニ・ワークショップを開催する事が望まれる。今後、課題、参加者、実施方法などについて検討していく事となった。

e. なお、両国とも旅費などの予算面では種々制約があり、今後双方の関係機関に理解を深めてもらう必要があることが認識された。

(4) その他

日加科学技術協議のカナダ側担当である、NRCの国際関係局長 (Director, Bureau of International Relations, NRC) P. Beaulieu氏を表敬訪問し、協議について説明した。また、カナダにおける風工学研究の状況を把握するために、研究機関を訪問したが、Wardlaw氏の親切な手配により予定外の研究機関も訪問でき、大いに役立った。訪問先の概要は次のとおり。

a. Carleton大学(オタワ) Kind教授

建築物に対する風と雪の影響

b. Ottawa大学(オタワ) Tanaka教授

橋梁・建築物などの構造物

c. Morrison Hershfield Ltd (ガルフ) Irwin博士

橋梁・建築物などに対する風荷重・風による振動、風工学分野の唯一のコンサルタント

d. Western Ontario 大学(ロンドン) Davenport教授, Isyumon博士など

建築物・橋梁などの風荷重と振動問題。最近大型風洞を完成させ、風+波浪についても研究を開始した。

2. 試験研究機関の設備環境

低速空力研究所の大型風洞は、規模的に他に類を見ないものであり、その概要を以下に示す。

名 称 30ft V/STOL風洞 (ゲッチンゲン型)

寸 法 $9\text{ m}^W \times 9\text{ m}^H \times 23\text{ m}^L$

風 速 0 ~ 58 m/s

送 風 機 7445 kW

付属設備 六分力天秤およびデータ処理装置

規模が大きい事を利用して高レイノルズ数領域での実験、吊橋・斜張橋などの三次元弾性全橋模型を用いた乱流境界層の実験、実物実験 (スキー選手、自動車の空気抵抗測定) などを行うことができる。

また、研究所にはショップと呼ばれる工作所があり、風洞模型や計測治具の製作を行っている。模型製作の精度もかなり良い。またデータ処理に電算機が多用されており、専門の技術者をかかえていて、効率的に実験が進められるようになっている。

3. 所感

今回短期間ではあるが、協力に関して直接コンタクト・パーソンに会って協議できた事は、密度の高い交流ができ手紙による接触に比べて何十倍もの効果があったと思う。

今後更に活発に協力を深めて行く事を確認し、研究者の交流・研究集会の開催・共同研究の推進など継続して協議していく事としている。

特に、研究者の交流は第一ステップとして重要であり、コンタクト・パーソンである Wardlaw 氏あるいは若手研究者を早い時期に招聘したいと考えている。

なお、今後協力を進めていく上で旅費の問題がネックとなると考えられるので、この点について十分配慮していただくよう関係機関にお願いする次第です。

在外研究員報告
(昭和56年度～昭和59年度)

I S S N 0386—5878
土木研究所資料第2250号
昭和60年10月 (1985)

企画部 企画課

要 旨 本報告書は、海外の大学、研究機関等に留学、あるいは
国際会議に出席した当所職員の研究（会議）成果をとりまとめたも
のである。

キーワード：在外研究員

郵便はがき

40円切手
をはって
下さい

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所

企画課
行

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所





土木研究所資料第2250号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住 所)

氏 名

印

