

地盤補強の理論と実際に関する国際シンポジウム (IS Kyushu '88) 報告

IS Kyushu '88 実行委員会

開催までの経緯

九州で国際シンポジウムを開催してはと言われたしたのは昭和57年頃であり、その年の6月那覇で開かれた第17回土質工学研究発表会の折、まず有志の会員でそれに備えるためもあって、九州支部国際委員会の設置が諮られた。

この国際委員会は、昭和58年度に設置され、九州を来訪する海外の学者の対応に機能するとともに、この委員会を通じて、国際シンポジウム開催について、大学人を中心に大方の同意を得ることができるようになった。そのテーマは、従来九州でかなり顕著に発展してきたジオテクスタイルに、昭和57年度から始まった、日本道路公団九州自動車道八代・人吉線斜面对策調査研究会（委員長は筆者、客員委員は星埜和・久野悟郎両先生、幹事長は林重徳九大助教授）による地山斜面安定のためのスチールバーによる工法などを加えた「地盤補強」で固まって行った。また、このテーマの成果を集約するため、石堂稔九産大教授を委員長とする九州支部研究委員会が昭和60年4月から発足した。

これらの成果は、「補強土工法の現況、昭61.11」と「地盤の補強工法施工事例集、昭62.6」の2冊の本となってとりまとめられ、九州支部内の講習会のテキストとして活用された。

それと平行して、佐賀大学の三浦哲彦教授は、外国人教官を採用するなどユニークな同学の運営方針にも強く携わられ、「地盤補強の理論と実際に関する国際シンポジウム」のセクレタリアートを昭和61年に引き受けていただいた。いろいろシンポジウムの開催の準備は著しく進捗した。シンポジウムの略称が、IS Kyushu '88に決まるまで2、3の呼び名が考えられたが、この略称は本部国際委員会委員の赤木俊允教授の補正案であった。他支部での今後の開催を考慮した略称であり、口調もよく海外にもよく通用したように思われる。

セクレタリアート設置後、運営委員会と実行委員会が組織されたが、ともに産学官共同の配慮がなされたはずである。当時の九州支部幹事長であった日本道路公団の渡辺孝雄氏の熱心な御協力も忘れがたい。

それよりいぜん、昭和61年頃までは、この国際シンポジウムは九州支部主催の線で考えられていたが、いくらかのいきさつもあって、土質工学会主催と決定し、当時本部国

際委員会幹事であった国生剛治氏にシンポジウム実行委員会委員に加わっていただき、本部・支部の共同連携について大きく貢献された。

いうまでもないが、九州・沖縄地方は全国の中でも、東アジアに最も近いと、それらの国々からの参加が特に期待されたが、時宜にかなったテーマのよさと、これまで九州支部会員が積み重ねてきた世界各国の学究や技術者との友情もあり、シンポジウム開催の前評判は海外でも極めてよく、世界的関心をひくに至った。もちろん、昭和62年に作ったブレチンNo.1の流布とともに、ISSMFE News, JSRM News, 東南アジア土質工学会機関誌 (Geotech. Eng.), ジャーナルオブジオテクスタイルアンドジオメンブレン (Jour. G & G, イギリス) などの好意あるアナウンスメントによって広報できたことも幸いした。

さらにまた、福岡市内開催が、国内外からの航空機の便のよさ、110万都市という市のサイズの適正さ、あるいは開催時の季節のよさも利して、論文応募や出席申し込みは、当初の予想をはるかに上回る結果となった。開催当日、九州の報道機関が報じたように、九州地方では、国際的スケールにおいて異例の行事となった。

ひと頃懸念したのは、このシンポジウムがジオテクスタイルに片寄り過ぎないかということであったが、結局、公募論文の申込み状況から早くもそれが杞憂にすぎなかったことが明らかになった。いぜんから、ジオテクスタイルと地山補強とはやがて理論や設計法が融合されるに違いないと信じられていたが、このシンポジウムはそれを促進するにふさわしい行事となったことも評価してよいだろう。

特別講演者として招いた B.B. Broms (プロムス) ISSMFE 会長と福岡正巳同元会長のほか、J.P. Giroud (ジルー) IGS 会長や A.S. Balasubramaniam SEAGS 会長など、そうそうたる学者の参加を得た。それは、出席が期待されていたフランスの F. Schlosser (シュロッサー) 教授ほか、2、3の International Advisory Group の VIP のやむを得ない欠席を補って余りあるものであった。

シンポジウム終了後、謝辞の手紙が筆者のもとにも相次いでいるのは同慶の至りである。後述されるであろう関係諸役員や協力機関に深甚の謝意を表したい。(山内豊聡・九州産業大学)

開催準備と当日運営

昭和63年10月5日から3日間、福岡市ガーデンパレスにおいて開催された IS Kyushu '88 には、海外24か国から同伴者9名を含む66名、国内からは7名の外国人と4名の同伴者を含む209名、合計275名の参加者があった。日本学術会議の後援を受け、また、国際ジオテクスタイル学会、同日本支部、土木学会、ほか12の学協会の協賛を得て催されたものである。以下に、本シンポジウムの開催準備状況および当日運営の様子などについて紹介したい。

IS Kyushu '88の組織は、運営委員会（委員長山内豊聡、ほか委員15名）、実行委員会（委員長三浦哲彦、ほか委員31名）および International Advisory Group（国内8名、海外22名）からなり、実際の作業は実行委員会に設けた総務・学術・行事・経理の4部会で進められた。

総務部会（主査：実行委員長）は IS Kyushu '88 事務局の主体をなすもので、開催準備の全作業の統括を行った。四つの機関に対する補助金の申請もその作業の一つであった。62年8月に日本学術振興会の補助内定が決まり、63年4月までに日本万国博覧会記念協会、鹿島学術振興財団および島津科学技術振興財団から順次、補助対象事業に選定したとの通知が入った。これらの補助金によって IS Kyushu '88 の予算面での基盤は“Reinforce”され、事務局にとっての最大の障壁は何とかクリアできる見通しがついた。総務部会は、国内外の方々との連絡の窓口となったが、これらの作業の円滑な遂行は佐賀大学理工学部の協力があったはじめて可能であった。この場を借りて、上記各機関の関係者各位に厚くお礼申し上げたい。

学術部会（主査：落合英俊）の主な作業は、113編の Abstract（海外から71編、国内から42編の投稿の申込）についての審査、その結果投稿された原稿の査読と修正依頼、および投稿論文のセッション分け、等であった。Abstractの審査は国内の専門家の方々に、また論文原稿の審査と修正は、Advisory Group の外国人数名を交じえた査読小委員会で行った。最終的に2編の特別講演論文と94編の一般講演論文（海外から56編、国内から38編）を受理した。これを五つのセッション（後出）に分類し、618ページの論文集としてオランダのバルケマ社から刊行した。これらの作業については、当時佐賀大学に在職中であった S. Valliappan（ヴァリアパン）教授と D.T. Bergado（ベルガド）助教授、および現職の V. Taesiri（タエシリ）助教授に負うところが大きかった。

行事部会（主査：荒牧軍治）は、シンポジウム会場の設営、当日の関連諸行事（レセプション、レディースプログラム、ポスターセッション、ポストシンポジウムツアー）等の準備と運営を担当した。3日間の期間中、毎夕ドリンクの場を設ける仕儀になったのは、けだし“九州人の酒好き”によるのであろうが、出席者の間の交流には大いに役

だったようである。IS Kyushu '88 委員諸兄からの多数のボトル提供がこれらの場を支えたことを付記しておきたい。レディースプログラムは、福岡市のボランティアグループ SGG クラブ（白川哲一会長）、山内明子氏、稲葉孝陽氏のご協力を得て、初日は生け花展への招待と福岡市内案内を、また2日目は柳川の川下りに案内した。

経理部会（主査：甲本達也）は、準備期間中の経理全般を管理するとともに、当日の登録・受付・案内の業務を担当した。シンポジウム参加登録、受付作業は、関係者のチームワークによって大変スムーズに流れ、言葉の上での問題や参加者の不満等はほとんど聞かれなかった。受付担当の委員の方々、中でも2人の“佐賀ん女性”土井美智子さんと片倉礼子さんの流麗な英語が潤滑油となったようである。また、準備の段階から当日に至る間のきわめて煩雑な事務処理と経理作業は、佐賀大学の坂井晃氏と千綿恵美子さんの綿密にして迅速な働きに助けられたところが非常に大きい。

シンポジウムは10月4日午後1時からの登録受付で始まり、あらかし次のような内容で行われた。

10月5日、9時から30分間、開会式が行われた。東洋大学赤木俊允教授司会のもとに、運営委員長の開会宣言、古藤田喜久雄学会長、Broms 国際学会長、田口二郎学会支部長の挨拶があった。引き続き、Broms 教授および福岡正巳教授による特別講演が行われた。同日の午後から一般講演セッション1（試験法と材料）の講演と討議が始まった。これと並行して展示会が開催された。15小間に合計13社からの展示品がだされ、シンポジウム出席者および一般参加者が見学・討論に訪れた。レディースプログラムには同伴者13名の参加があったが、接近中の台風の影響は当日は嘘のように消えて大変好評のうちに終えることができた。

18時から20時までレセプションが行われ、多数の参加者の間で歓談がなされた。この日、一般講演が始まるのに先だって、コンコルディア大学の Poorooshasb（プールシャスプ）教授から外国人参加者に対して、天皇陛下ご快癒を祈願する署名をしてはどうかとの提案がなされた。これには海外からの参加者の大方の同意が得られ、できあがった署名簿は即日福岡県庁に届けられ、宮内庁へ送達された。

10月6日の午前中にセッション2（浅い基礎と深い基礎）の一般講演と討議がなされ、午後にはセッション3（斜面と掘削）の一般講演と討議がなされた。また、18時30分からポスターセッションが開設された。その模様については後で述べられる。

10月7日の午前にセッション4（盛土）、午後にはセッション5（擁壁）の一般講演および討議がなされた。18時から30分間にわたって閉会式が行われた。八戸工業大学の諸戸靖史教授の司会の下で運営委員長の挨拶、Giroud 博士および Poorooshasb 教授の挨拶、実行委員長の閉会宣言がな

学会活動から

され、公式行事は終了した。続いてパンケットが開催された。加来研佐賀大学教授の司会で、運営委員長、上海同济大学Cao(ツァオ)教授、アジア工科大学Balasubramaniam(バラスブラマニウム)教授、山口一弘学会支部幹事長のあいさつがなされた。

10月8日～9日の両日、武雄・有田・長崎へのポストシンポジウムツアーが実施された。このツアーでは、佐賀県窯業試験場の中村正也場長、九州陶磁文化館の牟田口尚館長、長崎市のボランティアグループの方々のご支援をいただいた。ツアーの様子については別に紹介される。

本シンポジウムの準備と運営に対して、多くの参加者の方々から好意ある言葉をいただいた。特に海外からの参加者数名からは一様に、実にシステムティックに運営されている、との賛辞をもらったが、これは会場運営の担当グループ(責任者:林重徳)の周到な準備と当日の行届いた配慮に対する賞賛であった。

(三浦哲彦・佐賀大学、鈴木敦巳・熊本大学)

提出論文の概要

本シンポジウムで討議された内容については、各セッションについての報告の中で述べられているので、ここではシンポジウム参加者にみられる特徴、提出された94編の論文全般にわたる傾向、等について概観してみたい。

IS Kyushu '88参加者の国別、職域別の内容は表-1に示すようであった。我が国では、鉄材を斜面、掘削に適用した論文(主として鉄筋補強土工法)と、ネット、グリッド、織布、不織布といったジオテキスタイルを盛土に適用した論文が多く、また、試験法、材料といった基礎的な研究に関する論文が比較的多いのも特徴である。外国については、各国の提出論文数が少ないので詳細はわからないが、イギリス、フランス、中国ではジオテキスタイルを壁体構造物に適用した例が多く、アメリカでは種々の補強材が広範囲に用いられているようである。これに対して、インド、スリランカ、タイでは、基礎の補強に石材などの自然材料が使われていることが伺い知れる。セッション別の論文数をみると、盛土、壁体構造物などの人工的な土構造物に比べると、斜面、掘削、基礎といった自然地盤への適用が少ない。これは施工管理や補強効果の評価の難易さによるものと考えられるが、研究が進んでくると自然地盤への適用も今後増加してくるものと予想される。

表-2は提出論文の94編の主たる目的および研究方法の内訳である。補強土工法の性格からして、安定問題への適用を目的とした論文が多いのは当然として、沈下対策、地震時の液状化対策への適用もなされている。研究の方法については、理論、設計、室内試験、現場試験によるものが大半を占めている。これは、補強土工法がどちらかといえ

表-1 シンポジウム参加者数、提出論文数および論文中の使用補強材の国別内訳

国名	参加者数(職域別)						提出論文数(セッション別)						使用補強材				
	大学	官公行	建設会社	コンサル タント	一般社 会	計	試験・ 材料	基礎	斜面・ 掘削	盛土	壁体 構造物	計	鉄	織布・ 不織布	ネット・ グリッド	自然 材料	ほか
日本	60	16	47	44	38	205	9	5	11	11	3	39	14	8	16	4	6
韓国	3					3	1	1				2		2			
中国	1	3				4		1	1	4		6	2	6	1		
香港		1		2		3			1	1		2	2		1		
シンガポール	1					1						0					
マレーシア					1	1						0					
タイ	2	4				6		1	1			2				1	
インドネシア					3	3				1		1		1			
インド	2					2	1	2		1		4	2				2
バングラデシュ	1					1	1	1				2		2	1		
スリランカ	1					1			1			1				1	
オーストラリア		1		1		2	1		1		1	3	2	1			
イラク		1				1	1					1	1		1		
エジプト			1			1				1		0					
イタリア				2		2						1			1		
スイス					1	1					1	1					
オーストリア					1	1					1	1		1			
西ドイツ	1					1			1			2	2				
フランス	2	1			2	5	1				4	5	1	3	3		1
ベルギー	2					2	2					2		2	1		
オランダ		1				1	1					1		1			
ノルウェー						0			1	1		2			1		1
イギリス	4			2	2	8	2	2		2	5	11	2	5	8		
カナダ	2					2				2		2	1		1		
アメリカ	2			1		3	1	1	1	1		4	2	2	2		
ブラジル	1					1						0					
(同 伴 者)						13											
計	85	28	48	56	45	275	21	14	18	21	20	94	31	34	36	8	8

表一2 提出論文(94編)の内訳

項		目	提出論文数
主な研究目的	安支土沈浸力地その	定力	42
		持	12
		圧	5
		下	9
		食性	1
		震他	16
主な研究方法	理設施設計室現その	論計	16
		工	23
		理	12
		験	3
		験	23
		他	14
		3	

ば、現場への応用が先行し、その設計法や効果の評価法がまだ確立されていないという現状を反映して、その方面での基礎的研究が精力的に行われているためと考えられる。

(落合英俊・九州大学)

特別講演

最初の特別講演は Broms 教授の「Fabric reinforcement retaining walls (ファブリック補強擁壁)」であった。司会の金沢大学太田秀樹教授による講演者の紹介の後、補強高分子材料の種類、鋼製補強材と比較したジオファブリックの長所・短所といった基本事項の解説を序として75枚のスライドによって進められた。講演の主な内容は以下のとおりである。

ファブリックの短期および長期強度、軸ひずみ、土とファブリックの間の摩擦、付着など、ファブリックの力学的特性を知る上での引張り強度、内部摩擦角を求めるために検討された多くの試験方法が紹介され、それらの問題点が指摘された。次にファブリック補強土の挙動が、いくつかの計測例、計算例に基づいて示された。すなわち層の数、間隔あるいは擁壁の高さによってどのような影響を受けるかについて、せん断力、応力-ひずみ曲線などが検討され、擁壁の土圧の軽減と安定化のためのファブリック補強のメカニズムがわかりやすく解説された。最後は、ジオファブリックの応用としての擁壁の設計方法である。ランキン土圧とファブリックの応力分布、ファブリックの碇着、曲がり部の設計、壁面要素として軽量コンクリート板を用いる場合、ファブリックの長さ、壁面の強度など理論的かつ実際的な計算方法が説明された。

引続いて福岡教授による特別講演「Earth reinforcement - West and east (地盤の補強-西と東)」が、琉球大学上原方成教授の司会によって行われた。講演の主な内容は次のとおりである。

地盤補強の歴史は古く、古代より、木材、竹、植物の天然材料を使用した地盤の補強が各国において行われてきた。

日本では6世紀以降治水事業を主に、竹、木材などによる補強土工法が実践された。近代的な補強土工法は1950年代から急速な発展を遂げた。これらは鋼材またはジオテキスタイルを補強材として用いる工法である。前者には、軟弱地盤の沈下の防止などに用いられる鋼ネット、テールアルメ工法に代表される鋼補強材、鋼棒と碇着板の組合わせ、地山の補強としてのトンネル工法である NATM、鋼棒による斜面の補強、などがある。一方、後者には分離、補強のために護岸工事等によく用いられるジオテキスタイル、インターロッキング効果のあるジオネット、ジオグリッドなどがある。各々の補強土工法について、スライド等によって、多くの工事例、現場実験、基礎的研究が紹介され、東西の技術および研究の進展、伝達および現状が広汎にわたって総括された。日本の補強土工法についての技術、研究は、西側にあまり紹介されていないが、特に、地震時や豪雨時の対策に特徴があるこれらの日本の技術や研究の現状も本講演において数多く紹介された。

(江崎哲郎・九州大学)

セッション1(試験法と材料)

補強土の「試験法と材料」に関する21編の論文が論文集に採用された。セッションは、米国の J.P. Giroud 博士を議長、インドの Madhav (マダフ) 教授を副議長として運営された。

口頭発表は8人の方にお願ひし、まず引抜き試験に関して、Finlay (フィンレイ) (英国) が「補強土中の補強材の摩擦特性」、安永 (日本) が「ポリマーグリッドの長期引抜き試験」と題して発表した。三軸試験を用いた研究として Al-Omari (アルオマリ) (イラク) の「補強土のダイレイタンシーと破壊」、望月 (日本) の「大型三軸圧縮試験機を用いた補強土の強度特性」、および Shen (シェン) (米国) の「中空供試体を用いた伸張試験による補強メカニズムの解明」が各々発表された。

また、支持力機構に関するモデル解析として Lee (リー) (韓国) が、ジオテキスタイルの試験法の規格化について、Groot (デ・フルート) (オランダ) と Rigo (リゴ) (ベルギー) が各々発表した。議長の意向により発表時間に差があったため、十分な発表ができなかった発表者もおられた。

30分のコーヒープレイクのあと、副議長の司会のもとで、ディスカッション(90分)を行った。ディスカッションに先立ち上記の発表者とパネリスト2人は壇上に座っていたが、まず、龍岡 (日本)、Bergado の両氏が各々15分間パネリストとして、補強土に関する試験法とジオテキスタイルの材料評価に関する現状および当セッションに投稿された論文の試験法に関してコメントをいただいた。パネリストの方にとって、持時間15分は短過ぎた感があったが、現在のジオテキスタイルの試験法について、豊富な資料を出してよくまとめた形で講演された。

年会活動から

続いて、フロアーディスカッション(50分)に移り、Myles (マイルズ) (英国), Kabir (カビール) (バングラディッシュ), Rankilar (ランキラー) (英国), 古藤田 (日本) の各氏から7人の発表者に対する質問が出され、約50分にわたってパネリストを交じえ活発な質疑応答がなされた。なお、フロアーディスカッションに先立ち、ディスカッションシートを提出してもらった。その中には、口頭発表者以外の方(ポスターセッションにて発表の方)への質問もあったが、この質疑はポスターセッションに行ってもらうことにした。

最後に、議長より当セッションの総括が10分間なされた。その主な内容は以下のとおりである。

「補強土のメカニズム、補強材と土との相互作用を評価するための試験法として、せん断箱タイプの試験、引抜き試験、中空も含めた三軸圧縮試験など、簡単で便利であるが、これらの試験では補強土の力学特性を完全には明らかにできない。一例として、実際の複合補強地盤においては、補強材に伸張がかかっているにもかかわらず、三軸試験機の補強土供試体は圧縮状態にある。さらに、実際の補強地盤の境界条件はユニフォームでないのに、供試体内の境界条件はユニフォームである。そこで、実際の補強地盤と異なる応力や境界条件で実施されるこれらの試験結果をいかに設計に反映させるかを、常に念頭において試験をする必要があるし、また問題となるであろう」とのことであった。

セッション終了後に、Al-Omari と Lee 両氏をディレクターとしてグループディスカッションを別室で開いた。

(村田秀一・山口大学)

セッション2(浅い基礎と深い基礎)

セッション2では14編の論文が論文集に収められている。そのうちの7編が口頭発表、残りの5編がポスターによる発表となった(他の2編は欠席)。7編の論文の発表者は、Bergado, Giroud, Huang (ホアン), Bush (ブッシュ), Madhav, 上原, Verma (フェルマ) である。セッション2の議長である Rowe (ロー) 教授はあらかじめ掲載論文を読んでおられ、14編の論文を杭、空洞上地盤の支持力、支持力および地盤改良の4つのテーマに分けられた。そして、上記の口頭発表論文を次のような発表順にアレンジされた。杭(Bergado, Madhav, Verma), 空洞上地盤の支持力(Giroud), 支持力(Huang, Bush), 地盤改良(上原)。さらに、杭には伊勢田らの論文、支持力には Hyde (ハイド) ら, Kim (キム) ら, 三浦ら, Saha (サハラ) ら, 安原らの論文、また、地盤改良には Ye (イエ) らの論文が含まれることが紹介された。口頭発表者の方々には10分間の発表時間を厳守していただき、予定どおりの時刻に発表を終えることができた。

30分のコーヒープレイクの後、副議長である嶋津氏(建

設省)の司会のもとに討論に移った。討論では2人のパネリスト(Paul, Leshchinsky)によって14編の論文が総括された。Paul(ポール)は前半の7編の論文を論文集に掲載されている順序に従って総括した。Leshchinsky(レシチンスキー)は後半の7編を杭(Madhav & Thiruselvam, Verma & Char), 沈下問題(三浦ら, 安原ら), 設計法(Saha & Kabir), 地盤改良(上原ら, Ye ら)に分け、各論文に対して彼のコメントを混じえながら総括を行った。

引き続き7人の発表者が壇上に加わり、フロアーディスカッションが行われた。この討論ではあらかじめ配布された討論用紙にフロアーから11人の出席者が質問事項等を記入し、嶋津氏に提出されていた。時間の都合でそのうちの9人の方が質問、コメント等を述べられ、活発な討議がなされた。Bergado に対しては福岡(東京理科大)から荷重分担率についての質問がなされ、また、太田(金沢大)は地表面の乾燥等の影響についてコメントした。Madhav に対しては、Amin (バングラディッシュ)が杭と原地盤の粒径の差異、二次圧密について質問をし、また、古藤田(早大)は skirting action の定義について質問した。Giroud に対しては、提案された理論のクリープ挙動への適用性、および、貯水池等の下の間隙を覆うジオシンセティックスへの適用性について Shen から質問がなされた。Bush に対しては、Al-Omari (イラク)がすべり線場の手法、および、剛な基盤上への盛土の適用性について質問した。また、安原(西日本工大)からは、cellular layout と planar layout は、どちらが沈下問題に対して効果があるのかという質問がなされた。上原に対しては Myles (U.K.) から使用したネットやシートの引張りに対する変形・強度特性についての質問がなされた。

最後に議長から次のようなコンクリューディングリマークスがなされた。セッション2では三つのテーマについて述べられている。一つはモデルテストであり、多くの興味ある結果が得られている。しかし、モデルテストには限界があり、実物大のテストが必要である。2番目のテーマは理論的な解を求めることである。掲載論文の中には実際の設計に有用な情報を与えるものがある。しかし、補強材や膜材と土の相互作用に着目し、研究をさらに進めなければならない。3番目のテーマは現場での観測、調査であり、その結果について議論されている。

(北村良介・鹿児島大学)

セッション3(斜面と掘削)

本セッションには18の論文が寄せられた。口頭発表が行われたのは18編中8編(うち日本人発表者5名)であった。8編の個々の内容の概要は以下のとおりである。

Deeswasmongkol(ディースワスモンコル)(タイ)はタイにおけるダム破壊事例から事前の地質学的調査の必要性を強調した。次に、Watkins(ワトキンス)(香港)は香

港における地すべり防止のために用いられるマイクロパイル、アンカー、ネイリングそして表層補強の実情をスライドを用いて紹介した。Gutierrez (グチーレ) (住友建設) は金属ストリップを用いて砂質地盤を補強する有効な方法とその斜面安定解析法を見出すためにいくつかの模型実験を行った結果、修正フェレニウス法を適用することが補強地盤の安全率とすべり面を得るために妥当であると結論した。松井 (阪大) はモール・クーロン降伏基準に基づく弾塑性ジョイント要素を用いた FEM によって行った切土補強の安定解析結果を報告した。そして、補強切土では地山の静止土圧係数 K_0 が補強効果に重要な影響を及ぼすことを示した。奥園 (日本道路公団) は、日本道路公団において過去 5 年間におけるフルスケールのモデル実験と現地調査によって金属棒による補強斜面の設計指針を提案した。設計安全率は Bishop 法を基礎にしている。佐野 (日本道路公団) も同様に切土斜面の金属棒による補強方法と設計方法の現状を述べた。御手洗 (熊谷組) は、鉄筋コンクリートボルトの不安定斜面補強の考え方といくつかのケース・スタディを紹介し、現地調査に基づいてその有効性を明らかにした。

最後に Cao (中国) は、引き揚げ力に抵抗するロックアンカーの必要性を調べるために行った下水処理タンクの FEM 解析結果を報告した。

以上 8 編の口頭発表後、Rigo と Kabir によって、ポスターセッションで発表された論文および、今回発表のなかった論文も含めた総括報告が行われた。おのおのの総括は各報告に対する質問も含まれていた。その中でとりわけ金属材料による補強土工法の設計法と安全率の考え方について問題提起がなされた。Gutierrez によるものと、今回は発表はなかったが、Gässler (ゲスラー) (西独) と Juran (ジュラン) (米国) による考え方が比較されて紹介されたのが注目された。

休憩後、副議長の Shen によって討論が行われた。まず、各発表論文に対する 2 人のパネリスト (Rigo と Kabir) による質問とフロアからの質問に対し各発表者が答えるという形式であった。主な討議をピックアップしてみると以下の様である。

まず、安全率の考え方として局部安全率と全体安全率のどちらを設計法として採用するのかが、Gutierrez の論文に対し質問された。これに対し限界状態設計法は局部破壊を予測しえないはずなのに、Juran の論文では運動学的な考察なしに、引張り力の分布を予測できているのはむしろ疑問であるとのコメントが共著者の龍岡 (東大) からなされ、正しい予測は FEM 解析によってのみなされるという意見がフロアから Leshchinsky によって支持された。

次に、FEM を用いた設計法に関する松井の論文に対する討議のうち、なぜ平均安全率を計算したか、この方法では局部破壊を考慮できないのではないかと質問に対して

は、実務的設計の簡便さから定義され、解析が行われたとの答えがなされた。

最後に、議長によって本セッションの総括が行われた。要点は以下のとおりであった。

- 1) 現在の補強土の設計法は多くは安全側であることに注意が集まった。しかし、このことは理論が進むに伴って改善されるであろう。
- 2) 多くの理論的予測は一連の実験結果と良く合っているようである。しかし、理論を提案する研究者は、常に、自分自身の実験のみでなく、他の研究者が行った実験データによってそれぞれの理論を検証すべきである。
- 3) 実務的なレベルにおいては、より詳細な現地調査が高額な補修工事を避けるために必要である。よい現地調査は計画段階で許されるべきである。
- 4) 細かい点で金属による補強の場合の腐食とアンカーにおけるグラウトインテグリティ (Grout integrity) に注意を払わなければならない。

(安原一哉・西日本工業大学)

セッション 4 (盛土)

本セッションに提出された論文数は 21 編である。このうち 7 編に対してまず口頭発表が行われた。発表順に概要を紹介すると次のようになる。

後藤らは軟弱地盤上にインターチェンジを建設するにあたってプレート付アンカー鉄筋で補強したことを報告した。Rowe (ロウ) らは、鉄筋により補強した盛土に対し、FEM による解析を行って、塑性領域の広がりや補強との関係を述べた。Leshchinsky らは軟弱地盤上の盛土に補強を行った場合の安全率と補強の関係について、極限つりあい式を用いて検討したことを報告した。樋口らは表面にジオテキスタイルを設けた模型土槽に載荷を行い、その周囲の鉛直変位などの計測結果を示した。そしてニューマチックメンブレン理論を用いて解析した結果との比較も行っている。三木らはジオグリッドで補強した大型の盛土模型を作成し、降雨実験を行って破壊状況を調べ、さらにそれに対し FEM による解析も行ったことを報告した。柚木らは 20m の高盛土を建設するにあたって、不織布による補強を行い、その安定性を安定解析や室内実験をもとに検討したことを報告した。Paul はジオグリッドやジオセルにより盛土を補強した事例を紹介した。

次に討議が行われたが、まず 2 名のパネリスト Segrestin (ゼグレスチン) と Boyd (ボイド) によりコメントが行われた。これは口頭発表されたものだけでなく、本セッションに提出された全部の論文に対し、2 人で分担して概要の紹介およびコメントがなされた。

その後フロアディスカッションに移ったが、まず Rowe に対し、補強の効果は軟弱地盤の厚さの影響に注意

学会活動から

すべきでないかとのコメントが行われた。また、Paulに対し、引張りひずみを考えているかとの質問も行われた。さらに、柚木に対し、不織布を設けたことにより安全率が0.05ほど上がるだけで良いかとの質問も行われた。これに対し、室内実験も含めて種々の検討が行われて結論が出されていることや、のり尻部を碎石で置換えた押え効果も出ていることもあって安全と判断している旨が答えられた。

最後に議長による総括が行われた。その要旨は次下のとおりである。

- 1) このセッションには多くの理論と実験結果が発表され有意義であった。口頭発表の数が限られていて残念であったが、発表された以外にも、竹による補強といった興味ある論文もあった。
- 2) 実物大のテストは費用や時間がかかり大変であるが、その結果は大いに役立ち有意義である。
- 3) 不織布だけではなく織布のメカニズムについても調べる必要がある。
- 4) 降雨に対する安全性に関しては、織布、不織布とも排水効果が期待でき、このことも大切なことである。

(安田 進・九州工業大学)

セッション5(壁体構造)

壁構造物に関するセッション5は、議長を松井保(大阪大学)、副議長をオランダのGroot(グルート)が務め、昭和63年10月7日の午後2時30分より開催された。本セッションは、会議の最後のセッションであるのでIS Kyushu '88の締括りに相応しい雰囲気でありたいこと、後に閉会式とパンケットが控えており予定された時間どおりに終了させることを組織委員会より義務付けられていること、実行委員会から指定された個人発表者に日本人が含まれていないこと等、運営上気を使わねばならないことがあった。

会議第1日目の夕方開催されたレセプションの場で、議長、副議長、パネリスト2名(西ドイツのSchwing(シュウィング)と土木研究所の古賀)とセクレタリーの5名が初めて会合し、簡単な自己紹介を行った。このとき、議長から、個人発表7編の発表順序を、内容別にグループ分けして行いたいという提案があり、補強材料別に3つのグループに分けたオーダー表が示された。その1はメタリックのグループ(Boyd, Segrestin)、その2はポリメリックのグループ(Jones, Rimoldi)、その3はジオテキスタイルのグループ(Gourc, Schneider, Ouyang)である。また、ディスカッションに先立って、山岡(関西大学)とJewell(ジュウェル)(米国)に5分程度の特別発表をしていただくことも決めた。

セッション開始時刻30分前に発表者との打ち合わせを持ったが、発表上での注意事項を記したメモを事前に手渡してあったので、詳細については触れず、議長から、時間厳守が強調され、そのために持ち時間(10分)の2分前に口頭

で指示が与えられることが伝えられた。

個人発表は、予定どおりの順序で定刻より10分程度早めに終了した。研究の内容については、論文集を読んでいたきたい。30分のコーヒープレイクの後、2人のパネリストからセッション5に応募された20編の論文の紹介とコメントがあり、さらに、2人の特別発表のフロアディスカッションに入った。9名の研究者から質問が出された。それらの主なものは、コストパフォーマンスについて、構造物の状態や補強材料の応力を知るための調査・計測法について、補強土の挙動予測問題におけるFEMの有用性についてであった。

最後に議長からセッションのまとめが報告された。その内容を紹介することによって本稿のまとめとしたい。

- 1) ポリメリック等の非金属材料に関する研究発表が多かったが、今後もこの方面の研究は必要である。
- 2) 解析方法では、極限平衡法が実用上一般的方法のようである。FEMはそれほど一般的ではないが、「エレメントの挙動と全体としての挙動をいかに結びつけるか」という問題に対して解を与えうる方法である。
- 3) クリープとか化学的要因に起因する劣化に伴う補強土の耐久性に関して多くの議論がなされたが、この点についての研究は将来ともまだ必要である。

(今泉繁良・熊本大学)

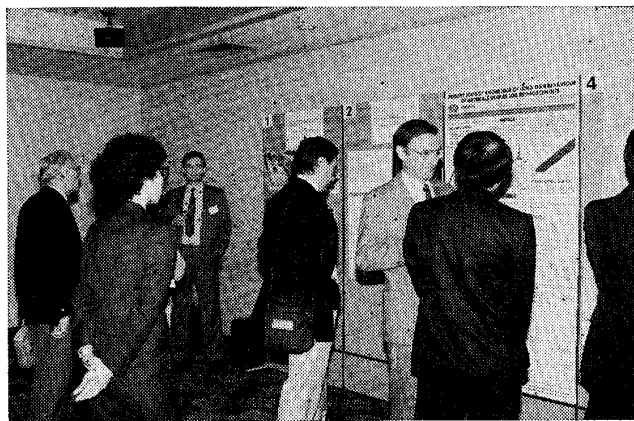
ポスターセッション

ポスターセッションは10月6日(木)、18:30から20:00まで、ガーデンパレス3階宝満の間で開催された。発表されたポスターの数は次のとおりである。

セッション1	試験法と材料	: 8編(内、外国2編)
〃	2 浅い基礎と深い基礎	: 2(同上2)
〃	3 斜面と掘削	: 7(同上2)
〃	4 盛土	: 9(同上3)
〃	5 壁体構造	: 10(同上7)
計		: 36(同上16)

外国からの参加が半数あり、国際シンポジウムに相応しい内容となった。当初、発表申込み者は40人を超えていたが、外国人の発表を優先したいと自発的に遠慮された方々がいる。ご協力に対してこの誌面でお礼を申し上げたい。

当日はシンポジウム2日目で、しかも開催時間がメインセッション(14:30~18:00)の終了後であり、参加者が少ないのではないかと危惧された。しかし、予想を上回る数の参加者があり大盛況であった。まず、隣室の雲仙の間とロビーに用意された各種飲物とスナックの飲食からスタートした。参加者が多く、また夕刻であったためか、かなりたくさん飲物と料理はまたたく間に無くなった。アルコール類でなごやかになった雰囲気の中で、本格的なポスターセッションが始まった。横0.9m×縦1.8mのパネルボードには、論文をそのまま拡大コピーしたもの、カラフ



ルな手書きのもの、切り張りしたもの各自各様のポスターが掲示された。中にはパネルボード1枚の大きさ全面に印刷したものもあり、その見事さには注目された。会場が狭く感じられる程多くの人による活発なディスカッションが行われた。予定終了時刻になっても熱心に討議を続ける参加者が多く、主催者が部屋の明りを消してようやく閉会する程であった。

(鬼塚克忠・佐賀大学)

ポストシンポジウムツアー

ツアーの世話役は、西日本工業大の安原教授(マスター)、私棚橋(補佐兼カメラマン)、それに日本旅行の添乗員2名。参加者は、フランス3、中国2、マレーシア2、イラク1、米国1、香港1、日本1(安原夫人)の計11名で、出身国は7か国を数えるという、小人数ながら3大陸に跨がる国際色豊かな一行となった。シンポジウム期間中は台風の直撃も心配され、実行委一同気をもんだが、誰の心掛けがよかったのか10月8、9日と2日間のツアー中、これ以上は望めない秋晴れのもとで順調に旅程を消化していった。8日(土)朝8時半、ガーデンパレス前から大型バスで、最初の目的地慧州園を目指した。慧州園は武雄のホテルが8年前に造った日本庭園で、私は少々もの足りなさを感じたが、ツアーメンバーは、十分に日本庭園の良さを満喫してくれたようで、あちこちで、記念写真を撮りまくっていた。武雄で天ぷら料理の昼食を取り、有田の九州陶磁文化館に立寄った。この建物は、昭和55年に開館され、古伊万里、古唐津、三右衛門を始め、九州の代表的な作品群が四つの展示室に陳列されている。一行はまず素焼の湯飲み茶碗に釉薬と筆が用意してある一室に通され、そこで、各自絵付けという寸法。「IS Kyushu '88 P.S.T. in Arita」と金釘流でやっつけ、ツアーメンバーの不器用さをファイ

ンダー越しに笑ってやろうとカメラを構えて驚いた。中国のお二人、叶氏(上海交通部)と欧陽教授(重慶交通学院)は墨痕鮮やかに「一陽来復……」と稀に見る達筆で長々としたためている。中国はお国柄まあそうでしょうと欧米出身にカメラを向けると、フランスのセグレスチン夫妻は日本庭園に鴨が遊んでいる構図、じゃアメリカはと見てみると、少々太目で鼻眼鏡、愛敬のあるレスチンスキー助教授(デラウェア大)が生意気に梅の木と分かるような梅の木を見事に描いており、イラクのオマリ氏の驚の構図も素晴らしく、結局どへたは私と安原教授の二人のみ(もちろん夫人は含まれてません)というわけで、大いに日本男児の面目を潰しました。でも、新しい玩具を手にした幼児のように嬉々として作品に挑戦しているメンバーを見て、素直にこの企画の成功を喜んだ次第です。その後、文化館の課長が英語で各展示館を案内して下さり、最後に先程の作品を窯で焼き後日自宅に届けられる旨アナウンスされると、一同からどっと歓声が上がりました。この反応を見て急拠コースを変更し、その朝開催を知った佐世保市三川内陶器市に立寄ることにしました。これが、また大好評で、皆それぞれ「ファンタスティック」とか言いながら、家への土産に小品を買い求め、中には、マレーシアのチャン夫妻のようにかなり大きな皿を買う人もあり、私は値切り交渉を一手に引受け店から店へと駆けずり廻る羽目となりました。皆、もっと時間が欲しいと言うのをどうにかバスに乗せ、西海橋を見物、オランダ村を横目で見ながら、宿泊地長崎のホテルニュータングに着いたのは夕方6時。7時から、四海楼(長崎ちゃんぽん発祥の中華レストラン)で、安原教授の好リードで、それぞれの国自慢など和やかな歓談の中夕食を済ませ、その足で、稲佐山中腹のホテルに夜景を見に行きました。夜景で有名な香港のポール氏が「Very Exciting」と言ってくれた程ですから、もちろん皆大満足、強行軍で疲れも手伝いその夜はおとなしく就寝。以上書き綴って来て正に紙数が尽きようとしているのに愕然。長崎は日本有数の観光地、読者の皆様も先刻承知と甘えて翌9日の旅程を記して筆を置く。翌9日は家内と娘(中3)が加わり、長崎ボランティアガイドクラブの松尾氏と2人の女性の流暢な英語の解説付きで長崎の良き時代の面影を色濃く伝えるグラバー園から爆心地・平和公園・国際文化会館(原爆資料館)と長崎の哀しい側面も見てもらい、昼食を済ませて午後2時、安原教授に福岡までの後事を託して、私のツアー随行記の幕を閉じます。

(棚橋由彦・長崎大学)