

## 地盤の補強に関する国際シンポジウム (IS Kyushu '92)報告

IS Kyushu '92 実行委員会委員長  
九州大学工学部教授 落合英俊

### 1. はじめに

「地盤の補強」に関する国際シンポジウムが平成4年11月11日-13日の3日間、福岡市ガーデンパレスホテルにおいて開催された。会議には、海外21国から77名、国内からは8名の外国人を含む314名、合計391名の参加者があり、テーマを限定したこの種の国際シンポジウムとしては空前の盛会であった。

本シンポジウムは、土質工学会が主催となり、国際ジオテクスタイル学会および土木学会の後援を得て開催されたが、その企画から運営に至るまでのすべては土質工学会九州支部会員を中心に組織された実行委員会によって行なわれた。会議の準備・運営にあたっては、国際ジオテクスタイル学会および日本支部に格別なご支援をいただいた。Rowe 会長は IS Kyushu '92の開催に全面的な協力を約束し、2回にわたり、IGSニュースに1ページ大のPRスペースを提供するとともに機会ある毎に好意的で友好的な激励をしてくれた。また、福岡正巳IGS日本支部長のご助力により、IGS理事会が IS Kyushu '92 に合わせて福岡市で開催されることになり、本シンポジウムの国際的なPRに大いに役立った。これらにより、IS Kyushu '92 が地盤の補強に関する国際会議として広く認知されることになり、世界各国から多くの論文が応募され、多数の研究者、技術者が参加することにつながった。

### 2. 提出論文の概要

世界28国から提出された161編の論文概要と仮採択された126編の本論文について論文査読委員会において審査が行なわれ、最終的に126編の論文(海外73編, 国内53編)が採択された。

表-1は、参加者および論文数の分布を4年前に開催された IS Kyushu '88 と比較して示したものである。前回に比べて、論文数は国内36%、海外33%の増加となっている。一方、参加者の増加率は論文数のそれをはるかに上回っており、" IS Kyushu " が参加するだけでも意義のある国際シンポジウムとして、高く評価されているためと考えられる。なお、今回の参加者391名のうち、前回の参加者は国内73名(実行委員会委員を含む)、海外20名に過ぎず、国内外ともに約4分の3が新たな参加者であったことは特筆すべきことであり、地盤補強技術に対する関心の広がりを示すものであろう。

表-2は、各論文の著者より提出されたキーワード表に基づき整理された論文の内容である。研究対象・構造物の立場から見ると、「補強盛土」と「補強土壁」の境界が明瞭でなくなる傾向にあるにあり、また、「試験法および材料」に関する基礎的研究が幾分多いものの、その他に分類される舗装等を「基礎の補強」に加えると、「補強盛土」、「補強土壁」、「斜面・地山の補強」および「基礎の補強」の4分野の割合はほぼ同じになって

いる。研究区分および研究目的の欄で見ると、永久構造物としての補強土構造物を問題にしたケースヒストリーおよびクリープ特性や耐久性などについての実験的研究が増加している。また、表-2では、2%となっているが、地震時の補強土を取り扱った論文は実数では9編あり、主要な動向の1つである。研究手法・手段としては、クリープ試験、耐久性試験および遠心力载荷試験が増加傾向にある。使用された補強材料では、天然材が減少し、代わって複合材料、金属グリッド、ファイバークリッドなど、ますます多種多様化しているようである。対象土としては、砂、礫が大半を占めるが、粘土、残土等の利用も見られる。また、今回の大きな議論点の1つであった剛体壁面をもった補強土構造物に関する研究が6%を占めているのも特徴的である。

### 3. 会議の概要

シンポジウムは11月10日（火）午後1時からの登録受付で始まり、あらまし次の内容で行なわれた。

**開会式**：11日9時15分から金沢大学太田秀樹教授の司会により行なわれた。まず、壇上の赤井浩一土質工学会長、赤木俊允土木学会代表、Rowe 国際ジオテキスタイル学会長および落合英俊実行委員長が紹介された。次いで、落合実行委員長が開会宣言を行ない、当シンポジウムの意義とその内容、さらに390名にもおよぶ参加者に対する歓迎の辞を述べた。次に赤井会長の挨拶が行なわれ、特に開催地の九州に関連して土質工学会九州支部の歴史、アジアの窓口である北部九州に数多く存在する古代遺跡の保存のための地盤補強技術の必要性について述べられた。最後に土木学会を代表して赤木教授から、土木の分野で地盤の補強について強い関心もたれ適用例が増えていることが示されまた個人的な思い出として古い童話の中でのジオテキスタイルの初めての使われ方の紹介があった。

**特別講演**：開会式に引き続き、山内豊聡九州産業大学教授により「Historical Review of Geotextiles for Reinforcement of Earth Works in Asia」と題して行なわれた。古代より現在までの自然材料から高分子材料に至る各種ジオテキスタイルの利用方法および補強土に関する研究成果の年代別・地域別発展について豊富な資料にもとに講演された。まず、補強土工法は古くから補強材とその地域の自然、気象および土質条件をうまく調和させることにより発展してきたことを強調し、中国、日本で古くから行なわれてきた自然の材料による補強土工法について、その用途別の紹介があった。続いて、ここ10年間その利用が特に著しいプラスチックや高分子材料を用いた補強土工法について述べ、その中で日本特有の方法である超軟弱地盤における工法に重点を置いて説明があった。また、高分子材料について個々の強度や経済性を比較され、その特徴および設計法の開発と問題点について言及し、最後に、アジア地域における補強土工法の現状と問題点および今後の展望を述べた。

**基調講演**：各テクニカルセッションの前に次の5名の講師により行なわれた。

- ・ Dr R.A.Jewell : Links between the Testing, Modelling and Design of Reinforced Soil.
- ・ Prof. J.P.Gourc : Geosynthetics in Embankment, Review of Theory and Practice.
- ・ Prof. R.K.Rowe : A Review of the Behaviour of Reinforced Soil Walls.

- ・Prof. F.Tatsuoka : Roles of Facing Rigidity in Soil Reinforcing.
- ・Prof. D. Leshchinsky : Issues in Geosynthetic-Reinforced Soil.

テクニカルセッション：次の5テーマについて、口頭発表と討議が行なわれた。なお、討議に先立ち、ディスカッションリーダーによって論文内容の紹介、討議のポイントの指摘等が行なわれた。

①試験法，材料，②補強盛土，③補強土壁構造物，④斜面，掘削，⑤補強土基礎

ポスターセッション：11日，12日の夕刻（18:30-19:30），59編の論文に対して行なわれた。そこでは，ソフトドリンクとスナックが提供され，会議初日ということもあり懇親会的な雰囲気の演出も配慮された。このため出席者間の交流にも一役買い，比較的多く用意されたドリンクも短時間のうちになくなった。

展示会：地盤補強に関連する製品や施工法について討議し，広く情報を収集交換することはこの分野の技術の発展のためにはきわめて重要である。このため，会場内に15ブースの展示場が準備され，3協会，11社が出展された。手際良い展示と案内がなされ，多数の方が参加された。

閉会式：全セッション終了後，13日17時45分から，諸戸靖史八戸工業大学教授の司会により行なわれた。まず，壇上の南旭土質工学会九州支部長，赤木俊允土木学会代表 R.K.Rowe IGS 会長，落合英俊実行委員長，林重徳学術部会長の紹介があり，続いて，Rowe 会長からシンポジウムを終えるにあたっての総括が行なわれた。そこでは，IGS の活動状況を報告された後，特別講演者の山内豊聰教授，5名の基調講演者，テクニカルおよびポスターセッションにおける発表者がシンポジウムを成功に導いたと述べ，また運営に携わった実行委員会のメンバーに謝意を表した。そしてこのシンポジウムの成果が地盤補強分野の発展に大きく寄与するであろうと総括した。最後に，林重徳学術部会長が参加者の協力によって本シンポジウムが成功裡に運営されたことを感謝し，閉会の宣言を行なった。

バンケット：13日19時から日下部治広島大学教授の司会により行なわれた。南旭九州支部長の主催者挨拶に始まり，和田光史九州大学総長，桑原敬一福岡市長（友池一寛助役代読）の来賓挨拶がなされた。引き続いて，福岡正巳IGS 日本支部長，山内豊聰九州産業大学教授および J.P.Giroud 前IGS 会長の3名による鏡開きが行なわれ，山内教授の乾杯で開演となった。最後は，Rowe IGS 会長から実行委員長夫妻への感謝の花束贈呈，および2年後にシンガポールで開催される第5回国際ジオテキスタイル学会の実行委員長 Ramaswamy（ラマスワミー）シンガポール大学教授の閉会挨拶で幕を閉じた。

#### 4. あとがき

会議終了後，国内外の何人もの方々から，この国際シンポジウムを今後も継続して開催して欲しいとの希望を述べられた。実行委員会にとってたいへん名誉なことではありますが，会議を終えたばかりで，将来のことを確約できるような余裕がまだありません。しかし，この分野の今後の発展状況を見極め，また皆様方の協力が得られるような状況が生まれましたら，改めて会議の継続を検討したいと考えています。その際には今回にも増してご支援下さいますようお願い申し上げます。

表-1 シンポジウム参加者および採択論文の国別分布  
(IS K '92 と IS K '88との比較)

| 国名                | 参加者 (同伴者は含まれない) |     |      |         |      |     | 採択論文    |         |         |  |
|-------------------|-----------------|-----|------|---------|------|-----|---------|---------|---------|--|
|                   | IS Kyushu '92   |     |      |         |      |     | IS K'88 | IS K'92 | IS K'88 |  |
|                   | 大学(学生)          | 官公庁 | 建設会社 | コンサルタント | 一般会社 | 計   | 参加者計    | 論文      | 論文      |  |
|                   | 人               | 人   | 人    | 人       | 人    | 人   | 人       | 編       | 編       |  |
| 総計                | 128             | 37  | 82   | 74      | 70   | 391 | 262     | 126     | 94      |  |
| 国内                | 87              | 23  | 77   | 63      | 64   | 314 | 205     | 53      | 39      |  |
| 海外                | 41              | 14  | 5    | 11      | 6    | 77  | 57      | 73      | 55      |  |
| (内訳)              |                 |     |      |         |      |     |         |         |         |  |
| 韓国                | 2               |     | 1    | 1       |      | 4   | 3       | 0       | 2       |  |
| 中国                | 1               | 2   |      |         |      | 3   | 4       | 5       | 6       |  |
| 香港                | 1               | 1   |      |         |      | 2   | 3       | 2       | 2       |  |
| 台湾                | 2               | 4   |      | 1       | 1    | 8   | 0       | 1       | 0       |  |
| シンガポール            | 2               |     |      |         |      | 2   | 1       | 2       | 0       |  |
| タイ                | 1               | 1   |      |         |      | 2   | 6       | 1       | 2       |  |
| マレーシア             | 1               |     |      |         |      | 1   | 1       | 0       | 0       |  |
| オーストラリア           |                 | 1   |      | 1       |      | 2   | 2       | 3       | 3       |  |
| インド               | 3(1)            | 1   |      |         |      | 4   | 2       | 8       | 4       |  |
| イラク               |                 |     |      |         |      | 0   | 0       | 1       | 0       |  |
| サウジアラビア           |                 |     |      |         |      | 0   | 0       | 1       | 0       |  |
| トルコ               |                 |     |      |         |      | 0   | 0       | 1       | 0       |  |
| イギリス              | 6               |     |      | 1       | 2    | 9   | 8       | 10      | 5       |  |
| オランダ              |                 |     | 1    |         |      | 1   | 1       | 1       | 1       |  |
| ベルギー              | 2               |     |      | 1       | 1    | 4   | 2       | 2       | 2       |  |
| フランス              | 1               | 1   | 2    |         | 1    | 5   | 5       | 8       | 5       |  |
| ドイツ               | 2               | 1   | 1    | 1       |      | 5   | 1       | 4       | 2       |  |
| イタリア              | 1               | 1   |      | 3       |      | 5   | 2       | 3       | 1       |  |
| ロシア (カザフ)         | 1               |     |      |         |      | 1   | 0       | 1       | 0       |  |
| ポーランド             |                 | 1   |      |         |      | 1   | 0       | 3       | 0       |  |
| ユーゴスラビア           |                 |     |      |         |      | 0   | 0       | 1       | 0       |  |
| ルーマニア             |                 |     |      |         |      | 0   | 0       | 1       | 0       |  |
| カナダ               | 3(1)            |     |      |         |      | 3   | 2       | 2       | 2       |  |
| アメリカ              | 11              |     |      | 2       | 1    | 14  | 3       | 10      | 4       |  |
| アルジェリア            |                 |     |      |         |      | 0   | 0       | 1       | 0       |  |
| 南アフリカ             | 1               |     |      |         |      | 1   | 0       | 1       | 0       |  |
| 今回参加および論文提出のなかった国 |                 |     |      |         |      |     |         |         |         |  |
| ノルウェー             |                 |     |      |         |      | 0   | 0       | 0       | 2       |  |
| インドネシア            |                 |     |      |         |      | 0   | 3       | 0       | 1       |  |
| スリランカ             |                 |     |      |         |      | 0   | 1       | 0       | 1       |  |
| バングラデシュ           |                 |     |      |         |      | 0   | 1       | 0       | 2       |  |
| オーストリア            |                 |     |      |         |      | 0   | 1       | 0       | 1       |  |
| スイス               |                 |     |      |         |      | 0   | 1       | 0       | 0       |  |
| ブラジル              |                 |     |      |         |      | 0   | 1       | 0       | 0       |  |

表-2 採択された論文の内容

(回収された110編の著者提出キーワード表より集計、各項目毎に複数の回答があるため100%を越す場合がある。)

| 研究対象及び対象構造物        | 研究区分  | 研究の目的及び注目した現象   | 研究手法  | 補強材料   | 対象土・地盤及び表面工  |
|--------------------|---|---|---|--|--|
| 1. 試験法及び材料<br>26%  | 1. 理論的研究<br>17%                                       | 1. メカニズムの解明<br>a. 相互作用 21%<br>b. 摩擦 17%<br>c. 引張り力 36%<br>d. せん断力 5%<br>e. 曲げ剛性 4%<br>f. 破壊 15%<br>g. クリープ 7% | 1. 理論的モデル<br>a. 弾性 5%<br>b. 弾-塑性 11%<br>c. 剛-塑性 5%<br>d. 塑性 4%  | 1. 金属材<br>a. 金属棒 21%<br>b. 金属帯 15%<br>c. アカ附ロッド 6%                           | 1. 対象土<br>a. 砂礫 10%<br>b. 砂 43%<br>c. シルト 9%<br>d. 粘土 14%<br>e. 残土等 13%  |
| 2. 補強盛土<br>15%     | 2. 数値解析研究<br>20%                                      | 2. 設計手法の開発<br>26%   | 2. 設計法<br>a. コンピュータ支援 14%<br>b. 設計図表 8%   | 2. 繊維材<br>a. 織布 8%<br>b. 不織布 18%   | 2. 地盤<br>a. 軟弱地盤 22%<br>b. 普通地盤 19%<br>c. 硬い地盤 5%<br>d. 軟岩 9%  |
| 3. 補強土壁<br>23%     | 3. 実験的研究<br>57%                                       | 3. 変位<br>8%<br>4. 土圧<br>7%  | 3. 室内試験<br>a. せん断試験 10%<br>b. 三軸セル 6%<br>c. 引抜き試験 16%<br>d. 構造物模型 21%<br>e. 遠心力模型 6%<br>f. クープ試験等 15% | 3. ネット、クグリッド<br>a. ネット 6%<br>b. ホマグリッド 31%<br>c. 金属グリッド 5%<br>d. ファイバグリッド 3% | 3. 表面工<br>a. 植生等 11%<br>b. コンクリート吹付 13%<br>c. 金属板 4%<br>d. コンクリート版 13%<br>e. ジオテキスタイル 16%<br>f. 剛体壁面 6%<br>g. その他 6% |
| 4. 斜面・地山の補強<br>19% | 4. 施工技術<br>15%  | 5. 支持力<br>11%   | 4. 現場試験<br>a. 特性試験 6%<br>b. 構造物 18%   | 4. 天然材<br>3%   |  |
| 5. 基礎の補強<br>12%    | 5. ケース・ヒストリー<br>a. 試験工事 6%<br>b. 仮設工 5%<br>c. 永久工 11% | 6. 安定性<br>31%   | 5. 観測システム<br>10%  | 5. その他(複合材等)<br>16%  |  |
| 6. その他(舗装等)<br>6%  |   | 7. 地震<br>2%<br>8. その他(耐久性等)<br>11%  |   |  |  |