

職場紹介：九州大学工学部 水工土木学科 土質工学研究室

九州大学 工学部 林 重徳

1. まえがき

昭和41年に水工土木学科(6講座)の第2講座として発足した当土質工学研究室は、現在、工学部附属環境システム工学研究センターの1部門(地盤環境システム工学)を除くと、九州大学工学部における土質・地盤工学に関連する唯一の研究室です。

一方、九州地方は、地形・地盤の成因・生成過程の複雑さに加えて、気象・降雨特性も厳しいため、我が国の土砂・地盤災害の3割強がこの地域で発生しており¹⁾、地盤工学上の様々な問題を抱えています。従って、当研究室では下記に挙げるように、基礎的な課題の研究から応用・防災技術の開発研究まで、非常に広範囲かつ多様なテーマについて、研究を推進しています。

九大土質工学研究室の最近の主な研究テーマ

《土の静的・動的力学特性に関する研究》

・土の堆積構造と強度特性、・中間土の変形と強度、・繰返しおよび動的荷重下の粘土の変形と強度

《軟弱地盤対策に関する研究》

・土と構造材料の摩擦特性と数値解析モデル、・軟弱地盤の変状防止工、・埋立て地盤の防災技術

《補強土に関する研究》

・ジオグリッド補強土構造物の変形と安定、・土-ジオテキスタイルの相互作用特性の解明と評価法、
・鉄筋補強土のメカニズムと設計法

《特殊土と地盤防災に関する研究》

・雲仙普賢岳の火山活動に伴う地盤災害の予測調査、・しらす斜面の風化・侵食、・膨潤性軟岩の特性と対策工、・地盤災害と防災ポテンシャル

当研究室におけるジオテキスタイルに関する研究は、まだ「補強土工法」といった用語さえほとんど使用されていなかった昭和42年より、講座の前教授山内豊聡先生が敷網工法を研究されたことに始まります²⁾。その後、種々の新たな高強度補強材の出現や山岳部における高速道路建設に伴う斜面对策工法開発の必要性から、ジオグリッド補強土や鉄筋補強土に関する研究が続けられています。ここでは、当研究室で現在稼働している試験機・実験装置のうち、特に「補強土」に関連するものについて概要を紹介します。

2. 補強土に関する試験装置

1) 土とジオテキスタイルのせん断摩擦・引抜き試験装置³⁾

写真-1～3に、土とジオテキスタイルのせん断摩擦・引抜き試験装置を示す。現在、

土とジオテキスタイルの相互作用特性を調べる試験方法としては、通常一面せん断試験機および引抜き試験装置が用いられているが、「敷網工法」研究の頃、当研究室では、土の一面せん断試験機を改造したせん断箱の大きさが10cm×10cm×3cm程度のものが用いられていた。しかし、目合いが大きくかつ大きな引張り強度を発揮するジオグリッドの研究に際し、せん断箱の大きさが30cm×50cm×20cmの引抜き試験装置(第2世代)を作製した。その後、一面せん断試験と引抜き試験を同一の試験装置で実施するために、幾つかの改良を加えて、新たに設計・製作したのが現有する「土とジオテキスタイルのせん断摩擦・引抜き試験装置(第3世代)」である(図-1参照)。この装置の主な特徴は、(1)引抜き力およびせん断力の載荷部分を反転させることによって、比較的容易に一面せん断試験と引抜き試験を同一供試体(箱寸法:40cm×60cm×20~60cm)を用いて実施することができる、(2)上下の土箱の高さをそれぞれ10, 20, 30cmに変えることができる、(3)土箱底版を上昇させることができるため、常にジオテキスタイル供試体を上下土箱の中間に保持することが可能であり、載荷応力によって圧縮する緩い砂質土や粘性土にも精度よく適用できる、(4)また、上下ともにプレッシャー・バッグによる載荷制御(それぞれ別々の応力制御)が可能である、(5)剛版による載荷ができること等である。また、高さ3m、アーム長1mの巡回クレーンが、支持フレームに付設されており、実験作業を容易にしている。

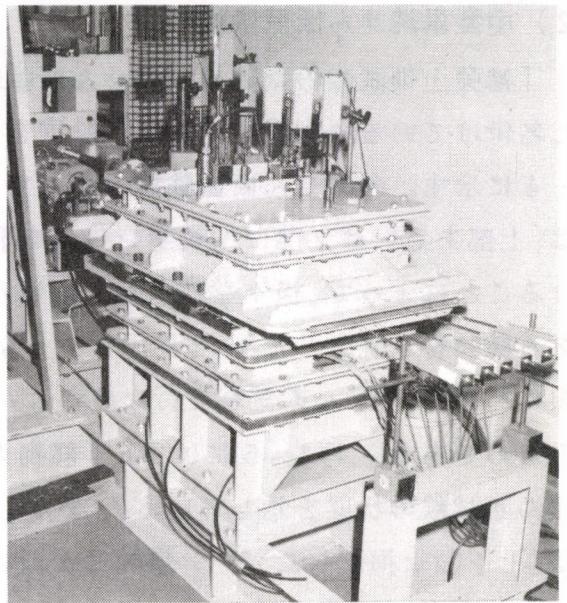


写真-1. 土とジオテキスタイルのせん断摩擦・引抜き試験装置

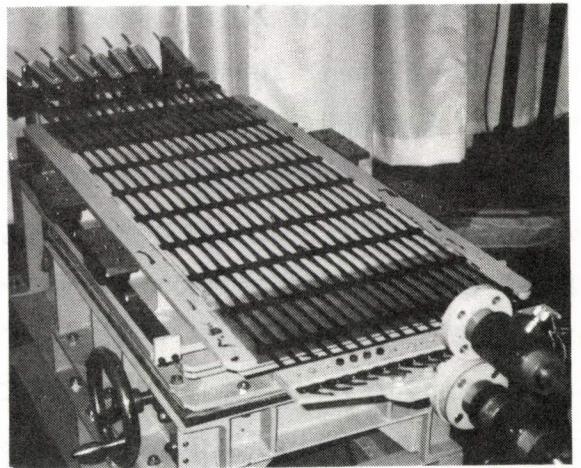


写真-2. ジオテキスタイルの敷設状況



写真-3. 上箱の設置

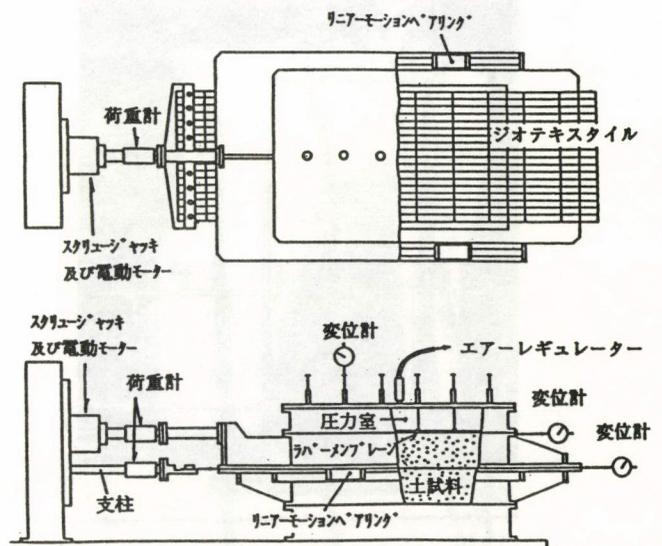


図-1. せん断摩擦・引抜き試験装置
《せん断摩擦試験状態》

2) 中型単純せん断試験機⁴⁾

「補強土供試体のための多能せん断試験機」と名付けている中型単純せん断試験機を、写真-4に示す。多能せん断試験機と称しているのは、上部あるいは下部に拘束フレームを取り付けることによって、様々なひずみ・変形の場にある補強材を想定した図-2に示すような4種類のパターンのせん断試験を行なうことができるためである。写真-5には、下半部拘束単純せん断試験の状態を示している。また、図-3は、上下部を拘束したゾーン単純せん断状態の側面図である。

せん断箱は、厚さ10mmのアルミニウム製のせん断箱要素を20枚重ねて構成されており、供試体は、200mm×200mm×200mmの立方体である。各要素間の摩擦は、4個のフラットベアリングにより軽減され、かつ各要素は4個のひずみ拘束ガイドロッドによって一様なせん断を生じるように設計されている。供試体は、0.3mm厚さのラテックスラバーによってシールされているため、排水条件を制御することができる。鉛直応力は、供試体上部のプレッシャーバッグを介して空気圧によって载荷される。

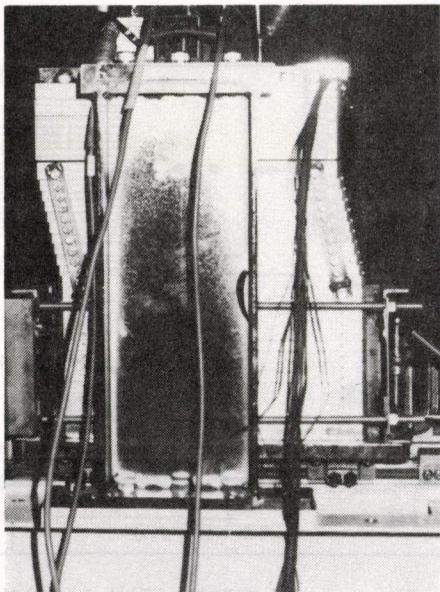


写真-5. 下部拘束-上半単純せん断状態

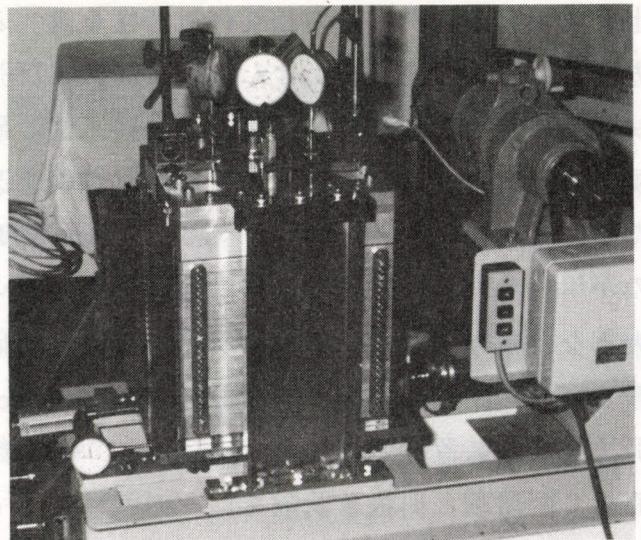


写真-4. 中型単純せん断試験機
(多能せん断試験機)

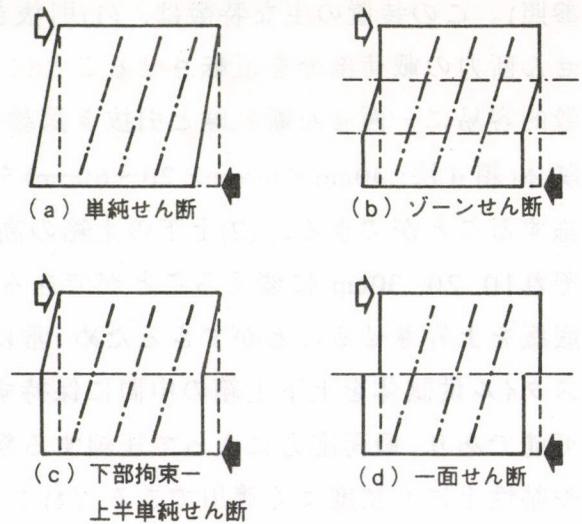


図-2. 試験可能な4種類のせん断パターン

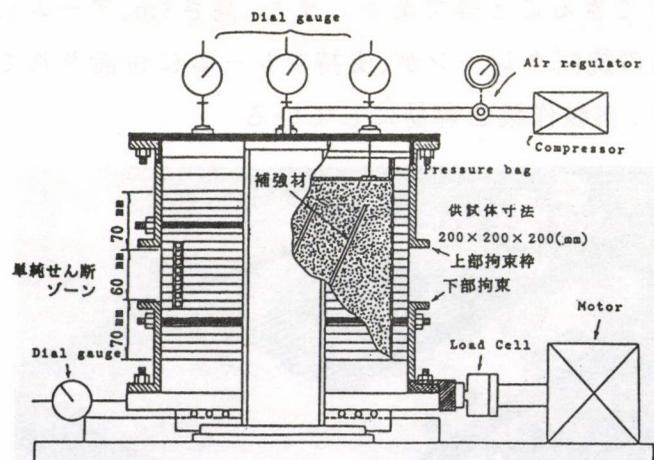


図-3. ゾーンせん断試験の概要

3) 補強土斜面のための模型実験装置^{5),6)}

写真-6に示す実験装置は、図-4に示す自然斜面における破線の領域を想定して、切土のり面の補強土効果を調べるために、設計・製作されたものであり、斜面における滑動力を想定した荷重が横方向から載荷されるのが特徴である。また、試験は、土槽全体を傾斜させて行なうことも可能である。土槽側壁面の摩擦の軽減とともに、精度良く載荷重を測定するため、装置には全荷重と中1/3の部分の鉛直荷重およびせん断力を検出できるように工夫が施されている。また、図-5には、土砂層の厚い崖錐部や風化土砂層が薄い場合の実験土槽内における補強材、変位計、土圧計等の設置状態が示されている。

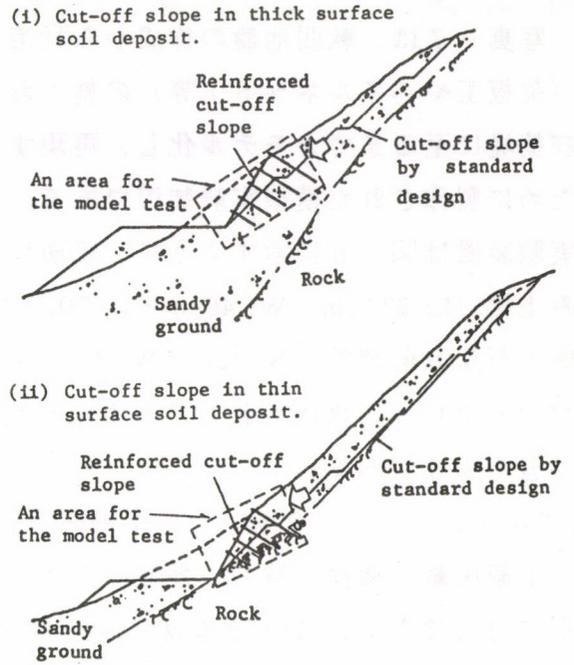


図-4. 自然斜面の切土と補強土の模式図

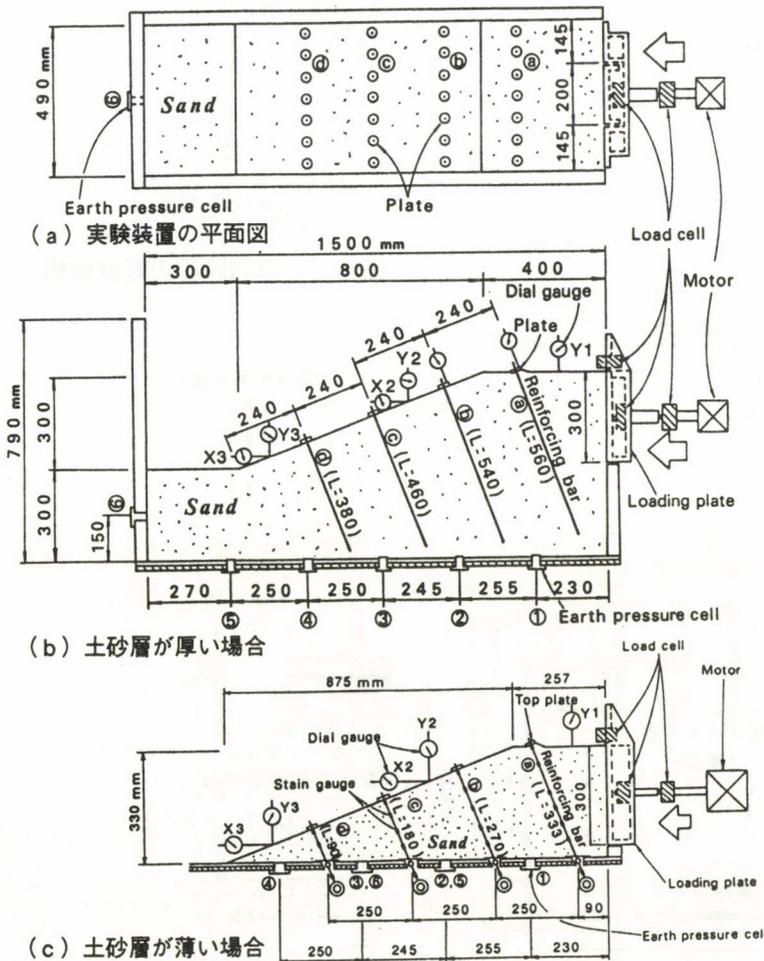


図-5. 補強土斜面のための模型実験装置図

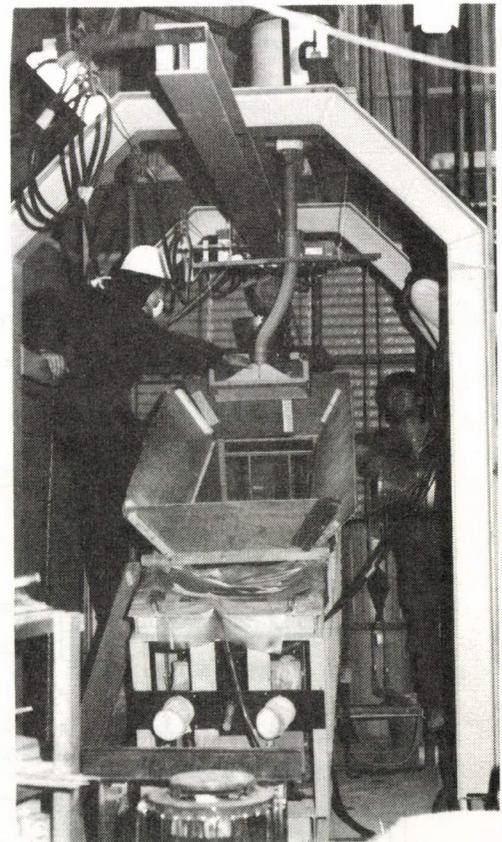


写真-6. 門型クレーン、砂ホッパー撤出し装置と補強土斜面のための模型実験装置

4) 軟弱地盤対策のための模型実験装置⁷⁾

写真-7は、軟弱地盤の作成から対策工（矢板工やパイルネット工等）の施工および築堤に至るまでをモデル化し、再現するために製作された模型実験装置である。

実験装置は図-6に示すように、平面ひずみ土槽（L: 236cm×W: 40cm×D: 70cm）と盛土荷重装置（B: 3cm×W: 36cm×12ブロック）から構成され、その主な特徴はつぎの通りである。

- (1) プレッシャーバッグを用いた予圧密応力および上載圧荷機構を持ち、地盤の大きな変形に対応できる、
- (2) 大きな沈下変形に対しても十分追従できるような壁面摩擦の軽減機構を有している(図-7)、
- (3) 地盤内の応力・間隙水圧および変位を精度良く測定できる、
- (4) 上載圧を荷した正規圧密地盤に荷試験を実施できる。

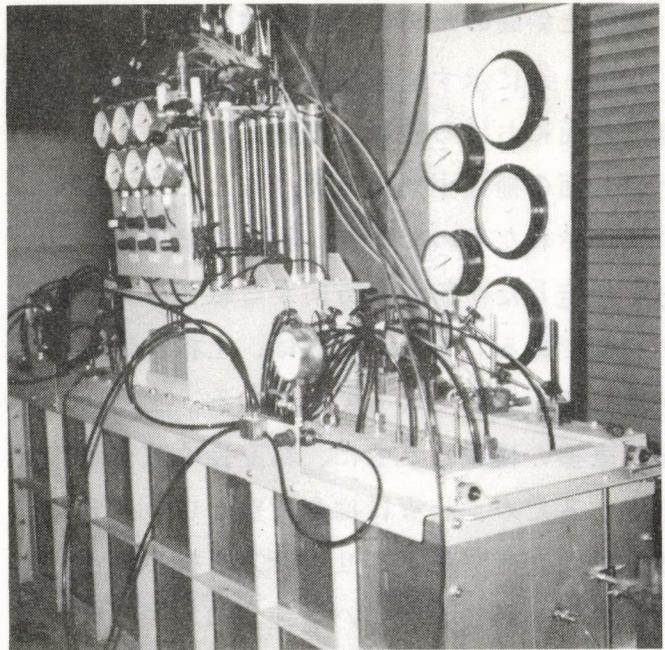


写真-7.
軟弱地盤対策のための
模型実験装置概観

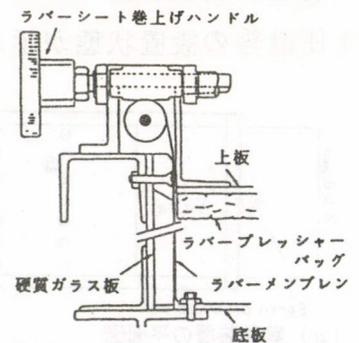


図-7. 壁面摩擦の軽減機構

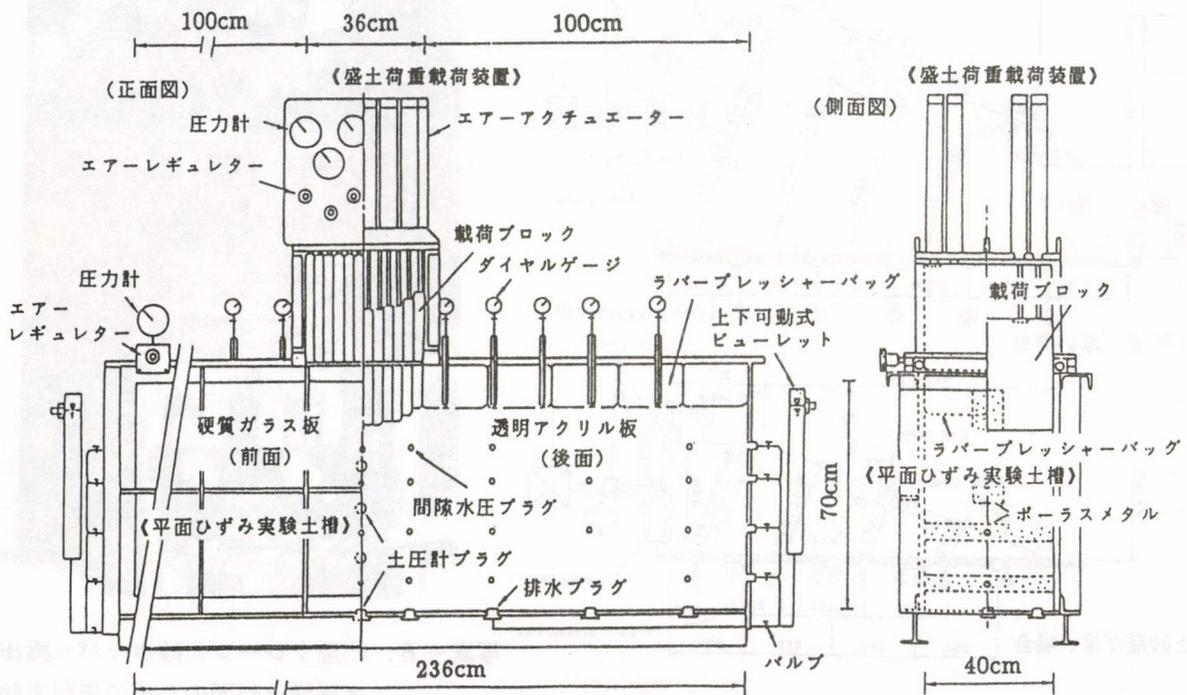


図-6. 軟弱地盤対策のための模型実験装置の概要図

3. あとがき

以上、九大土質工学研究室が現有している「補強土」に関連した試験装置を、簡単に紹介した。詳細については、既発表の文献等を参照して頂き、さらに不明の点は遠慮なくお問い合わせ下さい。大学の研究室予算（講座費）は極めて厳しく、これらの試験装置のほとんどが、外部からの研究資金援助を得て、当研究室で設計し、製作したものである。

ここに、改めて関係各位に感謝の意を表すものです。また、この紹介が、IGS会員の方々への“技術情報”としてお役に立てば幸いである。

参考文献

- 1) 林重徳；九州における自然災害の特徴と変遷、土と基礎、特集－九州の土質と基礎、Vol.36, No.3, pp.87-92, 1988.
- 2) 堤敬基、真武南海雄；九州大学卒業論文「ポリエチレン網による軟弱地盤の支持力改良について」（昭和43年）、1968
- 3) 林重徳、落合英俊、荻迫栄治、平井貴雄、瀬戸口淳一；ジオグリッドの引き抜き試験と一面せん断試験の比較、第4回ジオテクスタイルシンポジウム発表論文集、pp.120-126、1989.
- 4) 林重徳、落合英俊、佐藤研一、吉本淳；補強土供試体のための多能せん断試験機、土木学会第42回年次学術講演会講演概要集、pp.852-853、1987.
- 5) 山内豊聡、落合英俊、林重徳、坂井晃、田山聡、野上嘉久；鉄筋による切土斜面の補強効果に関する実験研究－実験装置・方法と斜面勾配の影響－、第20回土質工学研究発表会講演集、pp.1357-1360、1985.
- 6) 落合英俊、林重徳、坂井晃、田山聡、大中英揮、平井晴也、松本政夫；鉄筋による切土斜面の補強効果に関する実験研究（第10報）－土砂層が薄い場合の補強鉄筋の位置の効果－、第21回土質工学研究発表会講演集、pp.1457-1460、1986.
- 7) 梅崎健夫、落合英俊、林重徳；鋼矢板を用いた地盤変状防止工に関する模型実験、土と基礎、小特集－モデル試験、Vol.40, No.5, pp.67-74, 1992.