

また、海水泥水に特殊な粘土（セピオライト，アタパールジャイト）を用いる場合、混練方法が問題となると指摘されているが、今後この種の課題を扱う場合には混合の程度を統一的に表示するための共通の尺度が必要になるのでは

ないかと思われた。さらに、海水やセメント成分が多量に混入するケースの研究が今後精力的に進められようが、このような条件における泥水の試験方法についても学会の場で論議されることを期待したい。

斜面安定

一般報告

大成建設(株) 中西 章

- 553 統計手法を用いた切土のり面の崩壊予測(本多・町田・馬場・泉谷)
 554 片岩地帯における切取り斜面の安定解析(中道・高木・片岡・由井・長嶺)
 555 シンプレックス法を用いた Morgenstern-Price 法に基づく斜面安定解析(山上・植田)
 556 分割法による三次元斜面安定解析(細堀・鶴飼)
 557 斜面の有限要素崩壊解析(川本・田中)
 558 剛塑性有限要素法による斜面の静・動的安定解析(菊沢・長谷川)
 559 地震時の斜面崩壊機構を念頭においたモデル実験および解析(岡・足立・田中・山口)
 560 地附山地すべり地の土質特性について(山浦)
 561 過圧密履歴を考慮した地すべり斜面の安定解析(佐野・亀井・小川・池田・島津)
 562 摩擦型地すべり面の力学特性(第2報)(福田・玉田)
 563 地すべり地強度定数 c , ϕ の新しい逆算法(第4報)一複合すべり面法に基づく場合一(植田・山上)
 564 破碎帯地すべり粘土の強度特性と安定解析(国富・矢田部・八木・榎・藤本)

本セッションでは、斜面安定の解析的研究が中心であり、12編の論文を大別すると次のようになる。

- (a) すべり面の形状あるいは安定解析手法に関するもの
 554, 555, 556, 557, 558
 (b) 地山の土質定数に関するもの560, 561, 562, 563,
 564
 (c) モデル実験により挙動をシミュレートしたもの559
 (d) 崩壊の予知に関するもの553

以下にこの順に従い個々の論文の内容を紹介する。

554 は、岩盤斜面の安定解析に関する報告で、既存崩壊および計画切土斜面での適用例が示されている。平面破壊とくさび破壊とでどのように計算したのか分からないが、いずれの例も地下水位が計算結果に大きな影響を及ぼしており、地下水位のデータの蓄積が望まれる。

555 は、数理計画法を斜面安定解析に応用して最小安全率およびそのすべり面を決定する手法を示している。理論的に一番精度の高い安全率を与えると言われていた Morgenstern-Price 法の適用性が増すと言うことは、大変興味

深いものがあり今後の展開が期待される。

556 は、筆者らが数年来検討を進めて来た三次元斜面安定解析に関して、簡易 Bishop 法と簡易 Janbu 法を三次元化する手法を示し、長野県西部地震の御岳崩壊に対して他の解析手法と対比している。今後は、斜面横断方向のすべり面を考慮した解析手法への発展を期待したい。

557 は、塑性流動の際の誤差の累積を除去する厳密な数値的取扱いをして有限要素法により斜面の崩壊解析を行う場合の報告である。この手法を用いて、斜面の種々の崩壊の形態の表現が可能となる。その反面、入力する物性値の吟味も重要なものとなるであろう。

558 は、塑性論の上界定理を離散化した剛塑性有限要素法に関する報告で、降雨浸透問題と動的問題における計算例が示されている。特に、後者の場合、すべり面がのり肩を含む結果を与えている。今後、適用限界等が明らかにされ、有効な解析手法の一つとなるであろう。

560 は、地すべり対策工(深礎杭)の施工時における調査結果の報告で、地すべり地内の粘性土の自然含水比が余り高くないこと、ボーリング孔内載荷試験と平板載荷試験の結果に良い相関があることなどが示されている。今後の対策工の挙動に関する報告も期待したい。

561 は、粘性土の変位速度と過圧密過程とに着目し、この2つをパラメーターにしてせん断試験を実施し、その結果をもとに安定解析をしている。等過圧密比せん断抵抗角はこの両者の増加とともに増加している。今後は、間隙水圧と OCR との関係についても明らかにして欲しい。

562 は、摩擦型地すべり面に関する報告で、摩擦面に付着している潤滑水の厚さ、量が摩擦角にどの程度の影響を与えるかを調べている。滑動中の負のダイレイタンスで排出された間隙水が潤滑水の効果を示し、その量は試料の含水比が大きいほど大きい。

563 は、複合すべり面法を用いて地すべり強度定数を逆算する方法の報告である。 c - $\tan \phi$ 関係から1つの点を選ぶ時、現状すべり面と試行すべり面の安全率からその範囲が制限されるので強度定数が容易に求められる。今後は、実用上で生かされることを期待したい。

564 は、いくつかの地すべり地から採取した粘土のせん断試験とその結果を用いた安定解析の報告である。いずれの試料も c' はゼロ、 ϕ' は $25 \sim 30^\circ$ で、この値を基に計算された安全率は $0.9 \sim 2.5$ と 1.0 より大きく、筆者らの言う通りクリープ現象を考慮した解析が必要であろう。

一般報告

559 は、実地盤に近づけるために油を塗布した金属球を用いた地震動の伝播に関するモデル実験を行い、個別要素法および連続体による解析と比較している。この比較は実験結果と良い一致を示しているが、更に、実斜面への適用性の検討を期待したい。

553 は、切土のり面の安定性を判定する方法の報告で、25の地形・地質要因から10要因を選択し、多変量解析により最適組み合わせと各要因のカテゴリーの重みを求めている。合理的な方法とも言えるが、選択する要因あるいは切土の位置によって結果が大きく変化のおそれもある。

557 では初期状態の決定法および荷重ノルムに関して、558 では計算結果に関して、561 では ϕ'_{0s} の求め方および間隙水圧の測定に関しての討論があった。

新潟大学 青山清道

565 佐世保市上小舟地すべりへのランドサットデータの適用 (後藤(正)・後藤(恵)・藤田・棚橋)

566 斜面崩壊に対する累積雨量算定について (その2) (滝沢・風間・市川・松尾)

567 切取り斜面における地下水位低下工の降雨時の特性 (その2) (草刈・関根・高木・浦島)

568 豪雨時の斜面崩壊に関する事例研究 (井ヶ瀬・松尾・鈴木・梅田)

569 降雨による石炭盛土の崩壊実験 (荒川・小池・竹村・中瀬)

570 盛土の降雨時安定性に関する研究 (鹿子木・竹村・中瀬)

571 浸透による土の強度変化と斜面の安定性 (吉田・石原・松井・桑野・伊集院)

572 ドラム型遠心力載荷装置を用いた河川堤防の破壊実験 (川島・日下部・萩原)

573 浸透流と貯水の影響を受ける斜面の一模型実験 (鳥居・副田・中村)

574 ロジットモデルによる堤防安定性評価 (杉井・宇野・大橋)

このセッションでは10編の研究が報告されたが、内容は外岐にわたっており、対象斜面の分類をすれば以下のようである。

- ① 自然斜面 565, 566, 571, 573 (実験は盛土斜面)
- ② 切土斜面 567, 568
- ③ 盛土斜面 569, 570, 572, 574

565 は、地盤の不安定現象を示す植物活性の変化をランドサット MSS データから解析して、地すべりの発生予測に役立てようとするものである。この手法は、調査地域が広範囲にわたる場合や立入り調査が困難な地域での地すべり発生予測に今後の活用がさらに期待される。

566 は、飽和・不飽和浸透解析によって、崩壊に対する降雨条件の累積雨量算定の起点を降雨中断時間、累積雨量との関係から求める妥当性を示している。この点はさらに

多くの実測値を集積することにより、崩壊の予知・予測手法の確立をめざしていただきたい。

567 は、切取り斜面の安定工として、地下水位低下工(水平ボーリング)を実施し、間隙水圧等の測定を行っている。ここで注目したいのは、水平ボーリングの目詰まりを代用特性値として、地下水位、間隙水圧、実効降雨量の関係を解析することにより捉えることの可能性を検討していることである。今後も追跡調査を継続して欲しい。

568 は、有限要素法による飽和・不飽和浸透解析を用いた降雨時の斜面安定解析法の適用性を事例研究によって明らかにしている。不飽和解析では水分保持特性と不飽和の透水係数が重要なパラメーターとなるので、複雑な自然斜面でこれらの値をどのように算定するか、さらに今後の研究成果が期待される。

569 は、遠心力模型実験によって、石炭のような比重が小さい材料盛土の降雨時安定特性について、盛土のり先部の排水層の有無、のり先部での排水条件が変形破壊挙動に及ぼす影響について検討している。569, 570, 572 は最近急速に発展している遠心力模型による実験で、この研究分野での今後の方向に光明を与えている。

570 は、遠心力模型実験によって、降雨時の盛土の安定性について、崩壊までの連続雨量、崩壊形状等を調べている。さらに、不飽和状態の試料に対してUU試験で、飽和度と強度定数の関係を求めて安定解析を行い、模型実験の結果と比較して、この解析方法の有用性も示している。

571 は、雨水の浸透による飽和度の変化が土の強度定数に与える影響を調べるため、三軸試験により飽和度と土の強度特性との相関を求めた。この値を用いて、実際に崩壊した斜面の安定解析を行い、実験結果との考察を行っている。

572 は、ドラム型遠心力載荷装置内部に粘土地盤を自重圧密により作成し、その上にロームを締め固めて模型堤防を造り、一部に堤防と同断面形の非連続部を埋め込み、河道に水を投入させて、非連続部付近の破壊現象を実験的に検討している。

573 は、貯水池周辺斜面の安定性を貯水位や浸透水位の挙動に着目して模型実験を行い、崩壊過程のメカニズムを考察している。今後、より複雑な自然斜面の地盤条件について、この種の模型実験が適用されることが期待される。

574 は、堤防の被災事例に基づいた評価にロジットモデルを適用した安定性評価の手法について検討し、被災を説明する外力要因、抵抗力要因の発見と要因の影響度順を明らかにしている。堤防の安定性評価を定量的に行う手法の開発に注目したい。

長岡技術科学大学 亀井健史

575 運動開始時の落石の挙動に関する基礎的検討—モデル実験と解析—(永妻・徳江)

576 根系を含むまき土のせん断特性 (岡山・八木・榎・矢田部)

577 RBSM 手法によるひずみ軟化特性を考慮した斜面の安定解析—地盤改良効果について—(堀・加倉井・山下・神崎)

578 新第三紀泥岩地帯における地すべり対策の問題点(神林・栗原・谷・中田)

579 膨張性グラウト材による斜面補強効果に関する模型実験(戸沢・間崎・小林・曾雌)

580 切土斜面の鉄筋補強土工に関する簡易設計法(林・落合・大中・佐藤)

581 遠心力載荷装置による補強斜面の支持力実験(中山・山田・藤井・六角)

582 抜引き試験機によるジオテキスタイルの定着長に関する考察(浜中・吉岡・阿部)

583 粘性土盛土の安定に対するジオテキスタイルの利用について(柚木・長尾・為光)

584 Roles of Tensile Metal Strips and Facing in Reinforcing Sand Slopes (Gvtierrez Valerio・龍岡)

585 補強盛土模型の振動実験結果による地震時安定性に関する一考察(酒見・坂口・中西)

本セッションで発表された11編の論文は、落石現象に関するもの1編、根系を含む土のせん断特性に関するもの1編、部分的に地盤改良した斜面の安定解析に関するもの1編、地すべり対策の問題点に関するもの1編、残り7編は補強土に関する研究として大別される。

575 は、落石を1個のブロックでモデル化し、ブロックの挙動実験から落石の挙動を把握すると同時に、解析により転倒時の挙動を確認し実験結果との良い一致が得られたとしている。実斜面の状況を考慮したモデル化が今後の研究課題であろう。

576 は、根系を含むまさ土のせん断特性を原位置において大型一面せん断試験機を用いて測定を行い、低圧下では根系の強度に及ぼす影響は、見かけの粘着力の増加として現れるとしている。

577 は、部分的に地盤改良を行った斜面に RBSM 手法を適用して、ひずみ軟化特性が斜面の安定に与える影響について検討している。解析の結果、ひずみ軟化特性の有無は低強度の地盤改良の場合影響するものの、高強度の地盤改良の場合ほとんど影響しないという結論を得ている。メッシュ分割とひずみ軟化現象およびひずみ軟化を伴う破壊とせん断破壊の関連性について質疑応答があった。

578 は、北陸自動車道大平寺トンネルにおいて計画、施工された地すべり対策工をもとに、当該地すべり地における地すべり対策工の問題点について言及し、泥岩地帯での地すべり対策工は、経済性のみでなく地山の地質および将来性を考慮して選定するよう結論づけている。このような例は今後の地すべり対策工事において非常に貴重な報告である。

579 は、模型実験により鉄筋補強材の周囲に注入するグ

ラウト材に膨張材を混入したときの、地盤圧縮力、斜面崩壊抑止効果について調べている。その結果、地盤圧縮力はグラウト径が大きいほど、補強材間隔が小さいほど大きくなり、補強材の周面積が大きいほど崩壊土圧力は低下するという結論を得ている。

580 は、土槽模型実験の結果と現場試験、施工の結果から鉄筋補強土工の簡易設計法のためのノモグラフを作成するとともに、ノモグラフを用いた設計計算例を示している。

581 は、斜面肩に基礎をおいたことを想定して遠心力載荷試験を行い、補強材が支持力に及ぼす影響について調べている。補強材の効果は明らかにされているが、その効果を定量的に捉えるまでには至っていない。実斜面への適用性に関する検討が今後の研究課題であろう。

582 は、ジオテキスタイルの定着長を決定する際に必要となる土とジオテキスタイルの摩擦係数の評価のために引抜き試験を行い、摩擦係数に含まれる補正係数が上載圧および締固め度の影響を受けるとしている。

583 は、ジオテキスタイルを補強材として用いるときの設計の目安を得るためにジオテキスタイルの引張り試験を行い、その結果を用いて安定計算を行っている。

584 は、補強材および斜面の表面補強の効果を砂斜面を用いて実験的に解明している。実験の結果、表面補強を施すことによって、浅部破壊を抑制できるとしている。

585 は、小型振動実験を行い補強盛土の地震時の破壊前の挙動と破壊形態を解明するとともに、盛土の破壊レベルの統計的解析を行っている。その結果、補強材の種類と敷設長が補強盛土の動的破壊の要因であると結論づけている。補強材の破壊と試験条件に関する質疑応答があった。

総括

信州大学 川上 浩

斜面安定の部門で発表された33編の研究は、

- ① 実態調査、強度定数等の土性、対策効果等10編
- ② 円弧すべり、FEM等の解析法8編
- ③ 補強土関係7編
- ④ 遠心力・浸透などによるモデル実験5編
- ⑤ 統計あるいは特殊写真による崩壊予測3編

である。この数年斜面安定の部門では30数編の研究が発表されており、発表件数は横ばいの状態にある。そのなかで、地すべり、補強土に関連するものが増えてきている感がある。

研究のなかで対象としている斜面は、遠心力による実験で盛土を対象としているほかは、すべて自然斜面の問題をとり上げている。それは自然斜面での地層の構成・土質条件・地下水の賦存状況などなかなか詳細には分からない事から、わずかな調査結果から全体をおしはかる術を考えようとしている面もみられる。人間の体の中を調べる方法は、断層写真とか内視鏡などで調べる技術が進展しているが、

総括・一般報告

地盤の中を調べる技術も進展させていかなければならない課題である。盛土の研究が少ない事は、地盤の中の状態が詳細に分かれれば問題は解決されていく事を暗示していよう。

特に斜面を不安定化させるのは多くの場合雨である事から、雨の浸透解析も進められ、ひきがねとしての雨の特性も研究されている。これと同時に、自然斜面のなかの水の状況について調べることは、最も基本的な事として忘れてならないことである。現在斜面のなかの地下水の状況を調べるといって、ボーリング孔を利用して水位の変動を測るのが普通である。しかし、これでは概略の水の出入りが示されるのみで、地盤内の水の状態は分からない。深さを変えて間隙水圧計を埋めなければ、本当の事は何もわからないと言える。斜面内の水の調査法から考え直して、斜面内の土質・水の条件をより明確にしていく努力が必要であると考えている。

多くの研究のなかで、何らかの形で強度定数がとり上げられている。計算例として、あるいは土性の調査結果として強度定数が示されている。しかし、同じ自然斜面の問題でありながら、用いられる定数は全応力定数の c_u , ϕ_u もあれば、有効応力定数 c' , ϕ' もある。同じ c' , ϕ' でも過圧密状態・正規圧密状態があり、さらに一定の過圧密比の強度線から ϕ' を求める事も提案されている。さらに地すべりの場合には、ピーク強度と残留強度の区別も設けられている。自然斜面の安定性の検討に用いられている強度定数に大きな幅があるという事は、今後の大きな課題であるが、現実にはいろんな定数を使って検討しているのであろう。

安定解析法に関する研究では、円弧すべりの改善方法から始まり、三次元解析、FEMによる完全弾塑性解析、浸透解析その他多種類の手法がとり上げられている。これらの問題はそれぞれの解析手法の結果を示すことが多いが、できるだけ他の手法との違い、結果の相違点などに触れてもらおうと説得力を持つようになると言える。

補強土工法に関しては、膨張性グラウト、鉄筋挿入、ジオグリッド、不織布、鋼バンドなど多量の補強材による工法が検討されている。材料・工法の両面から研究も急速に進展し、多くのものが実用に供せられつつあると聞いている。実用化の成功を期待したい。

崩壊予測に関連するものとして、過去の崩壊事例の統計処理によるもの、またランドサットデータによる危険地の抽出がみられる。この種の研究はこの部門以外の所で発表されたものもあるが、もっと活発に進められてよい研究と考える。崩壊の予知という事は、いつ、どこで、どんな規模でという事が分からなければならない。その中でも、『どこで』という課題が問題で、危険地が分かれば、調査・計測が可能になり、次のステップに進む事ができる。どこが危険かの問題も、ランドサットデータで判読する大きな区画から、道路沿いを歩いた時の個々の斜面まで、大きさのレベルはさまざまであるが、それぞれのレベルに応じた危険地抽出の方法が研究されねばならない。研究するにはデータが少ないという問題もある。それならばデータを作ることから始めねばならない。この社会的要請の強い研究課題の進展を期待したい。

構造、透水性、地盤の浸透、排水

一般報告

徳島大学 山上拓男

586 地表面からの蒸発散に関する実験的研究(原・福岡・今村・戸張・盛本)

587 シリンダーインテークレート試験における緩衝池について(島田)

588 孔内湧水測定法(J.F.T.)による透水係数の求め方について(藤本・大東・杉江)

589 原位置における限界動水勾配の測定法(西垣・依光・梅田)

590 不飽和土の浸透特性の推定法(楠見・西垣)

591 空隙率の変化を考慮した不飽和水分特性に関する一・二の考察(小林・大西・西垣)

592 水頭降下を伴うフィルターの安定設計(田中)

593 ジオメンブレンに孔が空いた場合の漏水量を求めるための浸透実験(山中・福岡・今村・伊藤・清水)

このセッション8編の報告は取り扱われた内容が広範多岐であって、それらを画一的に分類することは大変難しく、

また余り意味のあることでもないと思われた。実際、各報告の“浸透・透水性”以外の主要なキーワードは、論題からも明らかのように、降雨・蒸発散586, FEM・不飽和土587, 原位置透水試験・地下水588, 原位置試験・限界動水勾配589, 不飽和透水係数・水分保持曲線590, 不飽和土・膨潤591, フィルター・応力分布592, ジオメンブレン・漏水量593と実に多様である。したがってここでは常套的かつ形式的な分類の試みは放棄し、講演番号順に概略の評価を紹介することで筆者の役目に代えさせていただきたい。

586は巧妙な蒸発散測定装置を開発し、得られたデータを従来法と比較検討している。最も測定装置の構造上、特定の地下水水位(ここでは地表下1m)のもとでの実験であるため、今後種々の条件下における情報の蓄積が肝要であろう。587はインテークレート試験の緩衝池の効果をFEM解析手法に基づいて数値的に調べたものであるが、率直に述べて、こうした本試験法の成立要件にかかわる基本的事項の吟味がこれまで放置されていたとすればかなり問題であるとの感想を抱いた。588はJ.F.T.より透水係数を推定する上で管内水頭損失の影響は無視してよいとの有