切土のり面および斜面の風化と安定に関するシンポジウムの報告

切土のり面および斜面の経年変化に関する研究委員会

まえがき

昭和60年1月29日総評会館において、首題のシンポジウムが開かれ、約180名の参加者を得て熱心な講演と討議がなされた。以下にこの概要を報告する。

第1セッション

木宮一邦 静岡大学教育学部

第1セッションは、風化による崩壊、すなわち、降雨を誘因としない崩壊の事例研究として、次の4編が報告された。

I-1 風化を主原因とする道路切土のり面の2崩壊例
(安江朝光・仲野公章)

国道高岡バイパスにおける昭和55年の崩壊および国道56号久礼坂における昭和56年の崩壊について報告された。前者は、新第三紀中新世の泥岩で掘削後約10か月で、後者は中生代白亜紀の四万十層群の砂岩泥岩で掘削後12年で崩壊は起こった。前者には若干の降雨は見られるが、後者には全く降雨は見られない。応力解放、吸水膨張現象、スレーキングなどが主原因と推定された。

I-2 変質安山岩の風化に伴う切土路面およびのり面の
変状について(中出尚夫・植本直之・入佐純治)

東北自動車道越河地区において、竣工後約5年経過した時に、路面およびのり面の変状が顕在化した事例が報告された。ここは、熱水変質したモンモリロナイトを含む安山岩類が、掘削により応力が減少するにつれ、膨潤したのが崩壊の主原因である。

I-3 膨潤性岩体に発生した岩すべりについて(佐々木
康二)

上部白亜系の砂岩泥岩を、その上部にある第四紀層とともに掘削したところ、岩すべりが発生した。この砂岩泥岩にはモンモリロナイトが含まれ、吸水膨張特性を有する岩石であることがわかった。除荷による吸水膨張と強度低下が崩壊の主原因であると思われる。

I-4 硬質粘土切土斜面の崩壊原因の検討(望月秋利・
三笠正人)

大阪府で洪積世の硬質粘土を切土したら、約4か月後に崩壊が発生した。この粘土層の強度分布を測定したところ、旧地形の斜面勾配とほぼ同じ傾きを持っていた。このこと

から、強度低下は長い間に旧斜面から始まった風化の結果と解釈された。

質疑・応答

まず初めに仲野より風化の概念についての質問があった。質問者は、風化による強度低下の方が、間隙水圧等による強度低下より大きい時に、風化による崩壊と考えているとの紹介があった。安江は、除荷すれば岩は弱くなるのが普通であるが、その程度が異常に大きい所は風化という面から考える所と思うと述べた。木宮は、泥岩等のように除荷することにより数か月で強度低下する岩石と、花崗岩などのように除荷してもそんなに強度低下しないものがあり、風化を二つに分けて考える必要があると述べた。奥園は、ここでは切土後の経時変化による変化を風化と呼ぶと述べ、平野は、自然斜面と切土の風化ではミクロの環境が違うと述べた。

次にI-2に対して、台風による水位の上昇による変動があるのではとの質問(谷田部)に、それはないと返答があった。また、吸水より除荷で膨張したのではとの質問(田中)に対し、除荷により吸水性が増大したのが原因と考えたとの答があった。I-3に対して、すべり面が直線となっている根拠についての質問(田中)に対して、いくつかのデータに基づく推定であるとの答があった。I-4に対して、雨の状況はどうかとの質問(木宮)に対し、数mmの雨が2～3日続いていた程度との答があった。さらに、図-14ではブロックですべてのように見えるが、円弧すべりでよいのかとの質問(谷田部)に対し、図が適切でなく、実際の形状は円弧に近かったとの答があった。

第2セッション

米倉亮三 東洋大学工学部

第2セッションのテーマは風化進行の予測とのり面安定計算法である。

岩石の風化は、地質学的に見れば長期間にわたってその鉱物組成の変化を伴いながら行われるものであるが、一方ここに問題としているのり面の安定に関連しては、比較的短期間に起こる構造破壊等が対象となるものである。

そこで、ここに発表された論文の中、短期間に起こる岩石の劣化を扱った室内試験を総括し、さらにスレーキング試験の結果について詳述した“風化度予測のための室内試

験”(桑原啓三・平野 勇・神保 悟), 泥岩をゆっくり乾燥し, またゆっくり湿潤させて行った場合の劣化状況を, 含水状態に対する岩石の構造変化を対比させて考察した“乾湿風化に伴う泥岩の力学特性の変化”(小宮康明・新城俊也), 第三紀層の岩を主体とした, その風化に対する耐久性を評価する方法, その評価とのり面の安定性ならびに対策法との関連について, 現場実験に基づいて統一的提案を行った“切土のり面安定のための風化しやすさの判定法”(奥園誠之)はそれぞれ短期劣化を総括的に扱っている。

またのり面の安定を検討する時に必要な, 拘束圧の低い所の強度定数を求める方法が三つ提案され, その1はスレーキングによって強度低下した岩を平均主応力と最大主応力差の関係で整理する方法“泥岩のスレーキングによる強度低下と切土斜面の安定”(上田貴夫・中崎英彦・山本隆雄), その2は低拘束圧条件で行えるように工夫した一面せん断試験によるもので, さらに, 人工降雨による現場崩壊実験の結果, 崩壊予知は間隙水圧測定がよいことを併せ報告した“不かく乱まさ土の強度特性と斜面安定解析”(矢田部龍一・八木則男・榎 明潔), まさ土の風化度を表すのに間隙比がよい指標となることを示した上, 圧密定体積せん断試験と引張り試験を併用して低拘束圧の強度定数を求めている“乱さないまさ土の浸水劣化特性と斜面の安定について”(西田一彦・青山千彰)がそれらである。そして最後に有限要素法を用いて, 風化によって強度低下した場合と斜面に非定常浸透流のある場合の斜面近傍の応力分布の変化を検討した“有効応力解析手法による斜面の安定計算手法について”(青木謙治・社本芳明・吉田英信)が報告された。

これらの講演に対して討論が行われたが, 最初の討論は有効応力解析手法による安定解析と題した青木ほかの論文に対し, 安定解析において取扱う有効応力とは, せん断時に起る間隙水圧を考慮した場合にはじめて有効応力と考えられるものであって, それを考慮せず単に浸透流を考慮したのみであるので, 誤解のおこらないように表題を“浸透水を考慮した切土のり面の安定計算手法について”と変更することが好ましいと発議があった。

次にのり面の表層近傍の安定性検討には低拘束圧での強度定数を正しく把握することが大切であるということについて討論がなされ, セッションIIで発表された3方法にセッションIの望月秋利・三笠正人の論文で提案された $\sigma-\tau$ 関係を複数の直線で表す方法の4方法が提案されていて, 今後さらに検討を進める上でよい示唆が得られた。

この外主として乾湿試験についての試験法の細部に関する討議ならびにすべり安定計算手法についての意見交換がなされ, それぞれ活発な討論に終始した。

第3セッション

安江朝光 砂防地すべり技術センター

第3セッションのテーマは風化度判定とのり面の危険度区分である。

III-1 風化度判定のための現地調査法(各委員が分担)

(i) 風化帯走時を用いた岩盤の評価法(奥園誠之)

弾性波速度測定を定期的に行い風化の進行を追跡した結果を報告している。風化帯走時を定義し, 既設のり面の安定の実績から勾配と風化帯走時の関係を求めている。

(ii) 弾性波速度値を用いた岩盤風化指標とその利用(田中芳則)

割れ目指数, 軟質化指数, 風化指数を定義しこれらの指数を用いた風化座標上で風化系列と風化の特徴を把握しようとしている。

(iii) 非整形引張り強度試験(木宮一邦)

点載荷圧裂引張り試験による引張り強度値を岩石の風化度判定に適用することを試みた。引張り強度を対数で表した風化引張り強度指数は, 化学的に風化程度を表す化学組成の変化と密接な関係があるとしている。

(iv) 風化度判定のための現地調査法としての常時微動(加賀宗彦, 大坪紘一)

風化に伴う岩盤区分(岩盤の硬軟)と常時微動との相関性を調べスペクトル曲線は, パターン認識などで岩盤区分に利用できるなどの中間段階での報告をしている。

(v) その他の現地調査(牛田 稔)

(i)~(iv)以外の調査法としてシュミット・テストハンマー試験, ポーリング孔内変形試験, スウェーデン式サウンディング, 標準貫入試験をとりあげ, その適用性などについて報告している。

III-2 物理的性質によるしらすの風化状況の判定(春山元寿, 齊藤雅子)

しらすの分類には物理的性質の代表的指標として指標硬度が, 化学的性質の代表的指標としては風化の進行状況を示す粘土分と良い対応を示す強熱減量がすぐれているとしている。

III-3 締固めたまさ土のクリープ変形特性(大原資生, 松田 博)

まさ土を用いた土構造物の長期安定性についてはクリープ変形についても十分検討する必要があるとし, 締固めたまさ土のせん断試験によって検討している。

III-4 リモートセンシングによるまさ土切土面の風化区分(島 重章)

航空機リモートセンシングによって得られたMSSデータを画像化し, その画像を用いて風化度区分の図形表示を試みている。

III-5 赤外線写真を用いた切土のり面の調査について(西田一彦, 青山千彰, 木下哲生, 香川 満)

学会活動から

宅地造成工事に伴って形成された切土のり面の含水状態を赤外線写真を用いて調べ、安定性検討に適用した試みについて述べている。

Ⅲ-6 のり面の危険度区分 (桑原啓三)

のり面の危険度評価を数量化判別解析によって統計的に検討するとともに、危険度評価に対する建設省、国鉄、道路公団の手法を比較検討している。

質疑・応答

供試体でも現場でも測定でき、客観的に風化を表す指標

としては最も良く用いられる弾性波速度測定について討論が集まった。切土前あるいは切土直後に速度を測定しておくことがその後の風化状況の判定に際して重要であること、また風化により速度値が低下しても割れ目が増大したことによるものと、岩質が軟化したものとは評価が違うのではないか等の意見が出された。経年変化では同一の測定条件であることの重要性も指摘された。

(原稿受理 1985.3.20)

国際ニュース

国際会議のお知らせ

地下大空洞に関する国際シンポジウム

名 称 : International Symposium on Large Rock Caverns

期 日 : 1986年8月25~28日

場 所 : フィンランド, ヘルシンキ工科大学

主 催 : 国際トンネル協会 (ITA)・国際岩の力学会 (ISRM)

標記のシンポジウムがヘルシンキにて開かれます。英語を公用語として、経済的側面 (A1), 危険分担 (A2), 環境および法律問題 (A3), 応用地質学 (B1), 設計 (B2), 施工技術 (B3) の6セッションが用意されております。参加希望者は、英語で200~500語の概要を、希望セッションを明記の上、1985年9月15日までに下記へお送り下さい。なお土質工学会事務局に、詳しい資料があります。

概要送付先 : Secretary General Dr Kari Saari
International Symposium on Large Rock Caverns
Technical Research Centre of Finland
Lehtisaarentie 2
SF-00340 HELSINKI FINLAND

出版案内

1. Proceedings of the International Symposium on Penetrability and Drivability of Piles (Vol. No. 1, No. 2)

1985年8月10日にサンフランシスコで開催される国際シンポジウムの Proceedings Vol. 1 です。なお Vol. 2 は来年春発行予定 (発刊後お送りいたします。)

編 集 : Technical Committee on "Penetrability and Drivability of Piles" ISSMFE (日本土質工学会で編集)

価 格 : 国内特価 12000円 (Vol. No. 1 と No. 2 の1セ)
海 外 70 US\$ (ットで郵送料込み)

発 行 : 土質工学会

申込み先 : 土質工学会販売係 電話 03-251-7661

2. 「残積土のサンプリングと試験」

書 名 : Sampling and Testing of Residual Soils: A Review of International Practice

編 者 : E.W. Brand と H.B. Phillipson

ページ : 約200ページ程度

価 格 : 約19米ドル程度

標記の書物が、国際土質基礎工学会残積土サンプリング試験委員会 (委員長ブランド氏) より出版されます。これは我が国を始め世界17か国から寄せられた最新の成果を集成し、これにブランド委員長の総括論文を加えたものです。購入ご希望の方は、学会事務局より申込書をお取り寄せ下さい。