

## 講演要旨・一般報告

極限平衡状態をも考慮して提案式を再検討する必要がある。

285 は砂地盤内へのベントナイト泥水およびポリマー泥水の浸透状態を室内だけでなく、現場でも観察した貴重な調査報告である。泥水は砂地盤と接触すると浸透し、その後掘削壁面に泥膜が形成される。この不透水性の泥膜は泥水圧を地盤に有効に作用させる重要な機能を有している。一方、この報告は浸透泥水が砂に粘着力を付与することを証明し、前回の佐藤・秋野の論文（泥水掘削壁面の安定計算法）で実地の砂地盤の壁面安定計算に粘着力的要素を考慮している根拠を提示した。このような現場調査が多数の現場で行なわれることが望まれる。

286 は軟弱粘性土地盤の掘削時における壁面のはらみを現地で系統的に実測し壁面安定と関連させた貴重な報告で

ある。従来の壁面安定の研究は主として砂地盤を対象としていたが、この報告では、粘性土地盤の圧密の進行状態が壁面安定の判断基準となしうるといふ重要な提案を行なっている。これに関連する詳細な調査報告を大いに期待している。

287 は泥水シールド工法の泥水に関して切羽に泥水圧を有効に作用させるための品質管理の一試験法として口過限界を提案しており、この工法の発展に非常に参考になる。この管理試験は室内で基礎的に検討されているが、現場用の管理法として確立されることを期待している。

## 討 論

4編のいずれの発表に関しても質疑が行なわれた。特に284では壁面安定の理論の基本的見解に関して活発に討論された。

## 岩 の 性 質 第2日 午後の部 第1会場

## 〔講演要旨〕

231 (F-1) 岩盤D区分の調査方法と細分(石橋・佐藤) 従来D岩盤は考慮外か土砂状という表現で区分されてきた。今回はボーリングのコア観察を主にし、補助手段としボアホールカメラを用い周辺の類似露頭を選びシュミットハンマーで反発値と測定可能回数を測定し、D岩盤を3つに細分した。その方法はボーリングコアの砂レキ部分のレキの形態(コア、コア状、レキ状)、レキ量(各々のレキ形態の、区間長に対する割合)、レキの風化度に着目し分類し、シュミットハンマー値、弾性波速度、横方向K値と対比し地盤判定資料とした。

232 (F-1) 風化花コウ岩の細区分判定について(大島・金光・谷中・石川) 風化花コウ岩のクリープ特性は、従来、比較的短期間の試験で、対数クリープ近似されるとされた。このことについて、強風化した花コウ岩を対象として、原位置での長期間の試験を行なった結果、一次クリープ段階でも、指数クリープ的に近似された。したがって長期安定問題を予測するに、従来の対数クリープ的近似では、荷重レベルによっては、かなりそのクリープ変形を小さく見ることと考えられ今後の詳細検討の指針を得た。その第1報である。

233 (F-2) ロック材料の風化促進による粒径変化(片岡・安田・池見・栗城) ロック材料7種について人工的な風化作用の促進試験を行ない粒径・粒度の変化の程度を求めた。水浸乾燥・凍結融解試験によって、はく離度は総体的に小粒径が大の傾向を示した。やや新鮮な岩種では層理面破壊が卓越して生じたが、やや風化した岩種では表面破壊が卓越して生じ、試料の細粒化が顕著に起こったことを

示した。水中凍結融解試験300サイクル後の粒度から求めた破碎率と試料の吸水量の関係は、吸水量が大きいほど、破碎率も大なる傾向を示した。

234 (F-5) 泥岩の乾湿変化時の挙動(田中・高橋) 泥岩を一定条件下で乾燥収縮させた後、湿潤膨張実験を行ない、最初の乾燥程度が膨張量と膨張破壊に及ぼす影響について検討した。さらに、膨張性と他の物性との関連についても考察した。乾燥収縮および湿潤膨張はpF4.2以上において顕著であり、膨張破壊もこの範囲において生ずる。膨張破壊を生じない場合、収縮量と膨張量はほぼ一致する。膨張性は圧縮強度ならびに間ゲキ率と関連があり、この2つの物性がともに小さいほど膨張しやすいく。

235 (F-5) 泥岩の吸水膨張圧と変形に関する一考察(室・本多) 応力解放などによって発生する泥岩の吸水膨張を単軸方向に拘束した場合の他の2軸方向の変形を三軸膨張圧試験によって測定し、見かけの吸水膨張圧によって発生する体積ヒズミを有効応力の見地より実験的考察を行なった。特に時間とともに増大する含水比、吸水膨張圧によるクリープ変形挙動について、ダイレイタンスーの時間的変化として究明することとした。

236 (F-6) 軟岩の構成式(赤井・足立・藤本) 現在、巨大土木構造物建設(たとえば、青函トンネルや本州一四国連絡橋)に際し、その力学特性の解明が急務である軟岩の構成式を確立することを目的として、理想的な多孔質軟岩と考えられる凝灰岩を用いて実験を行ない、構成式を誘導した。本研究においては、連続体力学のアプローチの方法を用い、すなわち具体的には軟岩を弾一塑性体とみなし、実験より求めた降伏関数と硬化法則を弾塑性体理論における associated flow rule に適用して構成式を誘導した。

237 (F-6) 過圧密土と軟岩の相関について (足立・西・藤本) 粘性土から半固結状態にあるタイ積軟岩までの地盤材料の力学挙動を統一的に記述する構成式を誘導する目的で行なった一考察である。すなわち、236の研究で軟岩を対象に求めた構成式の過圧密土への適用性を調べたものであって、過圧密土とタイ積軟岩の定性的な力学挙動の相関性を通してその構成式が過圧密土の力学挙動を十分記述できることを明らかにした。

238 (F-6) 第三紀タイ積岩・黒松内層泥岩の力学特性 (足立・藤本・西川) 本研究は、境界値問題の適用に供しうる軟岩の応力-ヒズミ-時間関係の確立を目的として、粘弾性-塑性論的立場から定ヒズミセン断ならびに排水クリーブ試験を行ない、実験結果に基づいて応力-ヒズミ-時間関係を記述できる構成式を確立するものである。この結果、本黒松内層泥岩も大谷石を理想材料と考えて求めた構成式と同様のもの材料の挙動を記述できることが明らかとなった。

239 (F-6) 風化花コウ岩のクリーブ特性について (その1) (大島・金光・谷中・石川) 本四連絡橋計画ルート沿いに広く分布する。従来D級として一括称してきた風化花コウ岩を構造物基礎の対象地盤として検討すべき必要が生じた。このため同一の所においてボーリングとピット掘削を実施し、各測定を行なってその結果を比較検討することによりD級地盤の細区分判定の方法を試みた。検討結果、孔内載荷試験、地質判定、硬度測定、間ゲキ率などの測定値を指標値として組み合わせることにより、細区分判定の可能性、妥当性が考えられた。

240 (F-6) 島尻層砂岩土 (沖縄) の2, 3の工学的性質その2 (上原) 第三紀島尻層地帯における地盤災害問題に関する調査研究の一部。先に本砂岩土の物理諸量、不かく乱直接セン断強さについて報告。今回は、不かく乱一軸圧縮強さ、透水性について検討。前者は、前回におけると同様、応力-ヒズミ特性で二つの型 (5前後と2前後 kg/cm<sup>2</sup>) に分けられ、この違いを、マクロフラクトグラフィ的観察 (実体顕微鏡使用) と、別に報告した風化問題 (理化学諸量) とを関連づけて検討する。後者は、10<sup>-4</sup>cm/sec前後の値を得たが、有効径や間ゲキ比と関連検討する。

241 (F-8) 琉球石灰岩の力学ならびに物理特性について (神村・広谷・佐藤) 電々公社の建造物設計資料収集のため地盤調査を沖縄県で実施した。ここでは新しい時代の琉球石灰岩が支持地盤となることが多い。琉球石灰岩については現行の岩盤強度判定基準と異なることがわかった。RQDや空ゲキ率では過少に、地盤および岩石の弾性波速度では過大に評価されやすいなど、2, 3の特異性があり、これは物性が多孔質であることに由来するものと判断した。今後琉球石灰岩と類似岩の強度判定を確立してゆくための一資料として報告するものである。

242 (G-4) 落石防止対策の調査設計の一例 (藤井・宮

内) 落石現象は地質の状況などその素因と、降雨などの誘因とによって発生するが、山地に富んだ日本では、落石の危険性は全国普遍的に存在するものと考えられる。落石の処置について、一つでも多くのデータを出して、今後に資する必要がある。落石事故が発生した地域の地質調査を十分に行ない、解析結果に基づいて対策設計案を提起した。設計安全率を  $F_s=1.2$  とするに際して、花コウ岩節理のスベリ面強度として、 $c=3(t/m^2)$ 、 $\phi=29^\circ$  を採用した。工法はP Cアンカー工法を採用した。

## 〔一般報告〕

埼玉大学 吉中龍之進

### 最近の動向

従来、岩の力学の分野で取り扱われてきた地盤の種類はかたい岩が中心であったが最近では軟岩に属する岩の研究が目立って多くなってきた。今回の研究発表会でも岩の性質部門の大部分がこれに属する。国内の他学会における関連部門でも、この分野に力を注いでいる。

1976年にマドリッドで開かれるシンポジウムも“soft rock”がテーマであり、また岩の力学国際会議 (ISRM) でも同様のテーマで国際シンポジウムの開催を計画中と聞いている。このように軟岩の研究の必要性が高まって来たのは、従来から「土」と「岩」の谷間にあった部門が、地盤が本来、土から岩まで連続して存在したという事実の前に焦点が合ったことによる必然の成りゆきのようにも考えられる。

### 問題点および将来の展望

軟岩には①固結の過程にあるタイ積岩、②風化・変質の過程にある軟岩、③凝灰岩など新しい火山性の軟岩がある。これらは物性的にも、原地盤における組織・構造のうえでも互いに異なるので区別して考えるのが便利である。

234, 235は①に属する泥質岩の吸水・膨張を取り扱っている。①の軟岩は圧密の進んだ土の延長上にある岩である。高い圧密度とセメンテーション、および膨潤性鉱物の存在によって特有の性質をもち、従来からも研究の対象となった。234は pF 5.5 以上の乾燥で発生する微細き裂がスレーキングの強さを支配するものであるとし、また吸水過程で放出されるギブスの自由エネルギーの体積変化に与える影響の大きさに注目して泥岩の力学的性質を検討している。235は膨張圧は吸水量に比例する関係にあり、これにより生じる体積ヒズミは弾性変化とダイレイタンスによるとして解析している。いずれも泥岩に吸着される水と泥岩構成物質との間の力学的相互関係が、破壊や体積変化の主因であることを示しており、この間の物理化学的メカニズムの解明が、今後に残された基本問題となっている。

236, 237, 238 は前記①③に属する軟岩の応力-ヒズミ-時間関係 (構成方程式) を粘弾性-塑性論の立場から論じている。この種の研究では試験機の開発もさることながら、均質かつ十分な量の試験材料を準備する必要がある。

## 講演要旨・一般報告

筆者らは③に属する大谷石（凝灰岩，一軸圧縮強さ 57kg/cm<sup>2</sup>）を理想材料に選び，まずその構成式を定めて(236)，ついでこれが過圧密粘土(237)，第三紀泥岩(238)にも統一的に適用できると述べている。求めた軟岩の降伏関数を塑性ポテンシャル関数として，適合した流れ則 (associated flow rule) に適用して応力-ヒズミ関係を求めた。構成式にはいくつかの定数が含まれている。今後，実際問題における適用例を増すとともに各定数と岩の基本物性との関係，その物理的な意味づけ，およびセン断中に供試体内で生じるミクロな現象との関連などが明らかとなれば求められた構成式の意味合いがより鮮明になるものと思われる。

231, 232は②の風化過程にある軟岩のDクラスを細分する方法を提案している。Dクラスは従来コンクリートダム基礎に不適な岩盤を判定するために設けられた区分である。しかし一般構造物の支持層には十分対象になれる岩盤である。Dクラスはボーリングによるコアが“コア状”を呈さない岩盤全体をさして変化の幅が大きく，これを一括して地盤定数をあてはめることはできない。232は風化花コウ岩を例に硬度や間ゲキ率などの物理量が原位置試験による測定値と密接な関係があることからこれらの測定量により細分が可能としている。231は岩種による区分上の差異が無視できるとしているが，岩盤は多様であり，地盤のオーダで調査結果が利用されることを考えると地質区分は分類の大前提になるのではないかと考えられる。これらの細分の作業を通して基本的な性質を再整理し，統一的な区分方法の確立へと向かうことが望まれる。

239は平板載荷による長期クリープ試験の結果の報告である。長期クリープの観測データは数が少ないので貴重なデータといえる。岩盤はDクラスの風化花コウ岩である。これによると対数表示したクリープ速度は時間に対して波状ないし段階状に変化し，200時間以下の観測では現象を正しくは握できないことを示している。235, 238も一部泥岩のクリープを取り扱っている。これらは一軸ないし三軸

クリープであり，239とは岩種，応力状態，試験方法が異なるので一概には論じえないが軟岩のクリープに関して検討しなければならない問題が含まれるようである。

240, 241は沖縄の島尻層砂岩と琉球石灰岩の基本的性質を報告している。前者は地スベリなどの災害と密接な関係がある軟岩と述べている。さらに詳細な風化試験あるいは現地における安定解析も平行して実施されることが望まれる。

233, 242はかたい岩を取り扱った研究である。233はロック材の品質判定のため各種風化促進試験結果を比較している。試験結果と岩石物性の関連および施工結果との対比などのデータがそろえばこれら試験方法の意義が増すものと考えられる。

242は斜面上にある岩塊の滑動防止対策の一例であるが，岩盤のセン断強さの推定に問題が伴ったようである。このような個々の現場ではセン断試験の実施は，ほとんど不可能と考えられる。既存の岩盤試験データの系統的な収集・解析を学会などの場で行なう必要があることを痛感した。

## 討 論

討論は234の供試体の寸法に関する以外はほとんどなく，主に質問に終わった。234では1cm<sup>3</sup>の供試体は小さすぎはしないかとの指摘であったが，均一な試料を得るには，この寸法にならざるをえないとのことであった。236~238に関して基本的な仮定 (associated flow rule) が成り立つ根拠についての質問があった。回答者はP.391のFig.5を間接的証拠の1つとして示した。

## そ の 他

概要中で，図表の縮尺が大きすぎて判読できないものがあるいくつかあった。また顕微鏡写真の図版で倍率の表示に×20などの形式がつかわれていたが，実際の長さを用いたスケールの表示が望ましい。図表，写真の表現方法について一考をお願いしたい。

## 動的問題 第2日 午後の部 第2会場

## 〔講演要旨〕

201 (E-8) 水平・上下両加振時の構造物基礎周辺地盤の液状化と沈下（後藤・北浦・岡村）上下動をも含めた地震動による地盤液状化時の構造物基礎の破壊状況，特に，沈下特性を模型実験により調べた。その結果，液状化やそれに伴う地盤や基礎の沈下は主として水平動によって生ずること，同時加振時には水平単独加振時よりも過剰間ゲキ水圧は大きく出ることが，このことは液状化や沈下に必ずしも十分結びつかない場合が多いこと，しかし同時加振時の沈

下のほうが大きく出ることがあり，上下動の影響を無視し得ないこと，がわかった。

202 (E-8) 液状化発生時における地盤とクイの応答特性について（山内・後藤・兵動）地盤の剛性率と地盤反力係数を有効拘束圧と間ゲキ比の関数で表わし，液状化に伴うこれらの変化に留意して地盤とクイ基礎の振動性状の変化を追跡した。その結果，軟弱な表層地盤は液状化による固有振動数の低下のため容易に入力との共振状態に入り応答が増大すること，および地盤の固有振動数よりも大きな値を持つように設計された地中構造物においても液状化に