

## 一般報告

る。

56は二次圧密について、正規圧密状態と過圧密状態の両方に対して調べたものであり、更に、リバウンド・再圧密特性についても実験結果を示している。これまでの圧密の研究は主として正規圧密状態に限られていたが、過圧密状態の圧密特性を二次圧密現象も含めて調べることは今後重要な問題点となろう。

60も過圧密状態の二次圧密に関するものであり、特にプレロードを行った際の残留沈下について調べている。ここでは、プレロードを行っても、圧密度に応じて残留沈下が生ずる様子を排水面からの距離に対応させて測定している。今回のように粘土層内の沈下分布や間隙水圧分布は貴重なデータであり圧密の機構の解明に有効であろう。

三次元圧密を取り扱った57は、これまで全く別個の問題として取り扱われてきた圧密とせん断の問題を結合させて三次元圧密の解析を行うものであり、将来性は大きいと思われる。このような研究は、圧縮・圧密の後半の部門でも数編発表されているが、57と大きな関連性がある。

59は試料の乱れによって圧密特性がどのように変化するかを調べ、乱れの程度をせん断ひずみによって評価した式を提案している。乱れの影響が問題となるのは、例えば、サンプリングによって試料が乱れた場合やサンドドレーン施工の際のパイル打設による乱れ等が考えられる。したがって、このような問題を解決するためには、今回の発表のような乱れが圧密特性に与える影響の解明が必要となる。

## 討 論

あまり、十分な討論はされなかったが、52に関して、スケンプトン (Skempton) の  $C_c-w_L$  関係との比較がされているかとの議論があった。60に関しては、ひずみと間隙水圧の圧密度の相違が議論となった。

大阪市立大学 高田 直俊

- 61 不同沈下のシミュレーションについて (奥村・土田)
- 62 多次元圧密解析における非線型性の影響 (小林)
- 63 新しい  $K_0$  圧密試験法 (大河・龍岡・山田)
- 64 粘土の弾塑性  $K_0$  圧密解析 (松井・阿部)
- 65 サンドドレーンを有する地盤の変位と応力径路 (田村・関根)
- 66 サンドドレーンの打設方法と圧密効果に関する室内実験 (赤井・矢野・黄)
- 67 パーティカルドレーンによる圧密の模型実験 (伊藤・中野)

## 最近の動向

圧密に関する7編のうち61を除いては多次元圧密を扱っている。一次元圧密問題は理論的には一応解決されているが、限られた地点の調査結果から全体の沈下を推定するには地盤の不均一性が問題になる。61はこれに統計的手法

の適用を試みている。一方、多次元圧密にはテルツァーギ (Terzaghi) 系列の熱伝導形の圧密理論とビオ (Biot) の圧密理論がある。前者はパーティカルドレーンを含む地盤の圧密をマクロに把える場合の実用近似計算に用いられているが、この線形弾性微小変形理論では地盤の変形挙動を把えることはできない。帯状荷重などの部分載荷問題は側方流動を伴うので、圧密沈下だけでなく、安定問題として変形を推定できれば実際の設計・施工面で役に立つ。ビオの圧密理論はこの問題に答えることができ、ダイレイタンシーやひずみ硬化まで入れた土の応力-ひずみ関係を与えてFEMで解く方法が研究されている。しかしこの手法も異方応力下の土の圧密・せん断変形挙動の定式化にはもう少し時間が要るようであるが、計算結果を実際の変形挙動と対比しうる段階に入ってきたように見受けられる。

62, 64 (前セッションの57も) にはこの解析手法による非線形弾塑性計算例が示されている。62では帯状載荷問題の弾塑性、線形弾性、一次元圧密解の比較を行い、平均圧密速度にはこれら計算法の違いが意外に少ないことを示している。またサンドドレーンによる軸対称圧密問題を砂杭と粘土を線形弾性体とし、両者の弾性係数の比を変えてビオの圧密理論で比較計算した65でも、平均圧密速度にはこの比はあまり影響せず、また熱伝導形の三次元圧密解との違いも少ないという結果が得られている。これらの結果から土質条件や計算手法の違いが平均圧密速度にはあまり影響しない点は興味深く、近似計算を行ううえで大きな支えとなる。しかし粘土層内の変形挙動はこれらの条件によって全く異なることが62, 65に示されている。64では水平方向の排水があるとマクロに見れば  $K_0$  (一次元) 圧密でも土要素の変形挙動は場所によって様々であることがよく把えられている。

63は精密な  $K_0$  三軸装置と砂に対する予備実験の結果が紹介されている。力学的には一般論として等方圧縮状態を中心に据えて議論が展開されるが、自然地盤の挙動を相手にする場合は  $K_0$  状態からの展開が自然である。砂は粘土に比較して圧縮、変形性が低いので、 $K_0$  圧密や定体積せん断のように体積変化制御形式で変形させる場合は、粘土よりも供試体の変形感知・制御に高い精度が要求される。砂は時間遅れなしに一樣に圧密するので、 $K_0$  圧密後の供試体は均一で、粘土のように不均一にはならない。66はサンドドレーンの打設に伴う粘土の乱れが圧密性状にどう影響するかを実験的に調べたものである。サンドドレーンの打設には掘込み形と押し込み形があり、前者は粘土を乱さない点で優れているが、排出土の処理や施工速度の点で好まれず、専ら押し込み形が用いられている。打設時の粘土の乱れについては、その実態や圧密性状に及ぼす影響はあまり分かっていない。

## 問題点および将来の展望

61はこれまで勘に頼っていた未調査地域の沈下を量的に

求め、沈下の全体像を描けるようにした点で今後利用される手法と思われる。ただここで採られた換算層厚法による沈下速度の推定法は、排水面付近に透水性の低い層がある場合には圧密速度を速く見積もりすぎるので一考を要する。著者も述べているように、計算の複雑化を避けることや、計算機の容量、時間の制約条件を考えると、計算段階を区切って途中で大わくの判定を人が行うことも検討に値すると思える。

62, 64は現在最も忠実に粘土の変形を追えると考えられる構成式を用いた弾塑性解析例で解析手法としてかなり煮詰められたものと見受けられ、今後土質定数を合理的に求めることや現場計測結果との比較へと発展させることを期待したい。65は線形弾性解である点で限界があるが、熱伝導形圧密理論が地盤をマクロに見た近似解を与えるのに対して、更に地盤内要素の動きを把えた点に意味がある。

φ材料を用いた力学試験は供試体の作成法の再現性が重要で、63はこの点に明快な方法がとられ、試験操作にも気が配られている。ただし粗粒材を用いた体積変化制御形式の試験では、ゴム膜貫入が初期の応力経路に相当影響するので、これがどの程度影響するかを知ることは試験精度を云々するうえに必要である。

66は砂杭を打った粘土供試体を等方圧密と一次元圧密し、前者を要素実験、後者を模型実験と呼んでいるが、両者ともマクロに見れば要素実験で、かつミクロに見れば模型実験と呼べるものである。この問題は粘土の種類、強さ、鋭敏比、乱れの程度など多くの要因があり、これらの圧密に与える影響の程度と実物におけるこれらの変動との関連が今後の課題である。67の実験は圧密容器周面摩擦抵抗のため、特に自由ひずみ条件の場合には必ずしも実験条件を満たしていない。またこのような微妙な条件の違いによる圧密性状の差を線形弾性微小変形の圧密理論と対比することは理論のわくを越えているように思われる。

#### 討論その他

多次元圧密の弾塑性解析は計算が複雑なので、手軽に行えるものではなく、一般には弾性解などの近似解をバックアップする立場に立つものではないか、という議論があった。

#### 愛媛大学 八木 則男

68 二層地盤の沈下特性に関する二・三の知見(榎矢・桑山・佐藤)

69 低盛土道路の沈下予測に関する一考察(久楽・三木)

70 地盤内堆積砂層の圧密排水有効性(河原井)

71 情報化施工のための各種圧密沈下予測法の適用性(その1)(原・井上・田中・吉国)

72 情報化施工のための各種圧密沈下予測法の適用性(その2)(住岡・高井・松島・吉国)

73 長良川堤防土の水浸時の圧縮性(宇野・藤塚)

74 埋立て粘土の圧密特性(鳥山)

75 締固め土の圧縮特性について(谷本・中村・岡井・石川)

76 阿蘇火山灰土の土質工学的特性について(赤司・永津・中島・中尾)

77 有機質土の二次圧密について(渋江・園田)

78 泥炭性有機質土の圧密特性(神谷)

#### 最近の動向

発表論文68~78は二つに大別される。68~72の5編は主に盛土を対象とした圧密沈下を現地での観測・測定の結果に基づいて解析したものである。73~78の6編は土の特殊な状態における圧縮特性と特殊土の圧縮・圧密特性を室内実験により解明しようとしたのものである。

従来圧密の計算は、サンプリングした供試体から圧密に関する定数を求め、適当な計算式により原位置での沈下を推算してきた。歴史的にみてテルツァーギの圧密理論の適用から始まり、2次圧密、地盤の不均一性、土の非線形性、ダイレイタンスによる体積変化、せん断変形などを考慮するに至っている。そして有限要素法等の計算法が開発され上記の事項すべてを考慮しての計算が可能になった。しかし計算結果は得られたものの実測値と合わない場合が比較的多いのが現状である。それで計算結果と実測結果が合わない原因についての考察がいろいろとなされ、究明されつつあるが、その原因は種々雑多であるため、十分に追究され尽くされていない現状である。したがって68~72においても、これらの原因の究明と少しでも現状に近い沈下を推算するための手法に関する発表である。

次に特殊な状態にある土の圧縮性に関しては、73~76において不飽和土と超軟弱粘土が研究されている。特殊な状態を作り出す要因は種々あるが、その要因が土の力学特性にいかに関与するかが研究されてきた。不飽和土に関しては古くより研究されているが、間隙水圧と間隙空気圧が異なるため有効応力の算出が困難であり、的確に力学特性の記述を難しくしている。そのため両間隙圧を別個に測定するための努力が続けられている。その間、不飽和土においては有効応力の原理が成立しないこと、すなわち有効応力が減少しているにもかかわらず、体積圧縮することが指摘された。不飽和土の研究は飽和粘土などに比べ研究数は少ないが、長年の研究にもかかわらず、いまだに数多くの未解明な点が残されている。

我が国には種々の特殊土がある。77と78は有機質土の圧縮性を取り扱っている。有機質土にも地域性があるが、その性質を異にする場合があるが、共通点は高含水比であり、一次圧密に比べ二次圧密が大きいことである。したがって、有機質土に関しては二次圧密に関するものが多く、粒子自身が水分を保有し変形しやすい材料であることに注目されつつあるようである。