

本書は、地盤力学を学ぼうとする学部学生を対象とした教科書である。地盤力学は、自然由来の材料である地盤材料を取り扱う力学であり、それが地盤力学の特徴ともいえる。地盤材料については本書で詳しく述べているが、固相、液相、気相の三相で構成されていることなどから、他分野の材料とは異なる複雑な力学挙動を示すことが特徴として挙げられる。

伝統的な地盤力学では、地盤材料の力学挙動を詳しく解説するというより、地盤に土木構造物などを建設するための設計を支える理論・数理モデルが中心にまとめられている。例えば、沈下予測のための圧密理論、土圧・斜面安定・支持力などの安定問題、地盤中の水の流れに関する透水問題などである。これらの理論・数理モデルは、地盤に土木構造物を安全に構築することに貢献した工学的にも重要な考え方である。しかし、地盤に生じる複雑な挙動を、安定問題、沈下問題として単純化することや、同じ材料で構成される地盤であっても圧密では弾性体、安定問題では剛体と理想化することから、学ぶ側において地盤力学が複雑に、そして難しく感じられた。

本書は、その重要性から設計を支える理論・数理モデルも取り上げつつ、しかし地盤材料の力学挙動、すなわち圧密・圧縮からせん断変形、破壊までの一連の力学挙動の解説を大きく取り上げているところに特徴がある。すなわちビショップ (Bishop) らの行った三軸圧縮試験¹⁾で示される練返し飽和粘土の力学挙動と、その結果から導かれる状態境界面の存在について詳しく説明している²⁾。著者が学生時代、研究室のゼミで勉強した内容であり、土の力学挙動全般がなんとなく理解できるようになったことから、本書では是非強調したいと思った。なお、これら一連の力学挙動の記述が不朽の弾塑性構成モデルであるカムクレイモデルの降伏曲面へと展開していくのである。

本書の構成は、地盤材料の特徴については1章、地盤材料の状態を表す基本

物理量や分類については2章で述べている。3章で1次元の力のつり合いを説明した後、4章で1次元場における有効応力の原理を解説している。有効応力の原理は、地盤力学の最も基礎となる重要な概念であり、地盤力学を他の材料力学と区別して特徴づける重要な原理であることから、詳細に説明している。また5章では透水問題を、6章では1次元弾性圧密理論を解説している。これらは地盤構造物の設計における重要な理論であると同時に、地盤材料の水-土骨格連成問題を解く際の基礎方程式を含んでいること、さらに透水は楕円型偏微分方程式に、圧密は放物型偏微分方程式に対応することなど、力学を数学により表現する最適な教材でもあることから詳細に解説している。7章では、3次元空間において力学挙動を記述するための応力、ひずみのテンソル表示を概説している。そして8～10章で、圧密・圧縮からせん断変形、破壊までの一連の力学挙動を解説している。ここは本書の特徴的な内容と位置づけている。さらに、11章では不飽和土の力学として締め固め特性を、12章では自然堆積土をはじめとする構造を有する土の力学挙動とその応用を示している。

このように本書の特徴として、地盤材料の力学挙動の解説を大きく取り上げていることから、従来の教科書で示されている内容が抜け落ちてしまっている部分もある。例えば、地盤構造物の安定問題に関する重要な考え方としての極限解析などであるが、それらについては本シリーズの地盤工学³⁾を参照していただきたい。

本書の内容の主要な部分は、名古屋大学の学部学生を対象としてきた土質力学、土質基礎工学の講義ノートがベースとなっている。恩師名古屋大学名誉教授の浅岡 顕先生手書きの講義ノートのことだが、本書の内容の流れや紙面の都合上、大事な部分を削除しているところや余分な部分を付け足しているところもあり、講義ノートの質や面白さが半減しているとお叱りを受けそうである。また東京工業大学名誉教授の日下部 治先生には、本書執筆の機会を与えていただき、原稿に対して多くの助言をいただいた。両先生に感謝の意を表する次第である。

2011年11月

中野 正樹

1章 地盤力学とは

- 1.1 地盤力学が扱う領域 2
- 1.2 土・地盤材料の特徴 4
- 演習問題 6

2章 土の基本物理量・土の分類

- 2.1 土の構成と基本物理量 8
 - 2.1.1 三相で構成される土 8
 - 2.1.2 四つの基本物理量 9
 - 2.1.3 土に関する五つの密度と単位体積重量 11
 - 2.1.4 各状態における鉛直土被り圧分布 12
- 2.2 土の分類 13
 - 2.2.1 粒度による分類（粗粒分の分類） 13
 - 2.2.2 コンシステンシー限界による分類（細粒分の分類） 15
 - 2.2.3 地盤材料の工学的分類体系 17
- 2.3 土の状態を表す代表的な諸量 21
 - 2.3.1 相 対 密 度 21
 - 2.3.2 コンシステンシー限界を用いた各指数 22
 - 2.3.3 自然堆積した粘性土における鋭敏比と圧縮指数比 22
- 演習問題 23

3章 1次元の力のつり合いと変形

- 3.1 1次元の力のつり合いと応力 25
- 3.2 1次元の変位とひずみの適合条件 28
 - 3.2.1 ラグランジュひずみ 29
 - 3.2.2 オイラーひずみ 31
- 演習問題 32

4章 有効応力の原理と1次元圧縮挙動

- 4.1 自重を考慮した1次元の力のつり合い式 34
- 4.2 有効応力と地盤内鉛直有効応力分布 35
- 4.3 有効応力の原理と1次元圧縮挙動 39
- 4.4 標準圧密試験機による飽和粘土の1次元圧縮挙動 41
 - 4.4.1 標準圧密試験機の特徴 41
 - 4.4.2 典型的な試験結果とその整理法 43
 - 4.4.3 1次元圧密線の実用目的でのモデル化 46
- 演習問題 47

5章 地盤中の水の流れ — 透水

- 5.1 地盤の中をなぜ水は流れるのか — その1 50
- 5.2 ダルシー則 51
- 5.3 透水係数と室内試験法 54
- 5.4 地盤の中をなぜ水は流れるのか — その2 56
- 5.5 ダルシー則における流速 57
- 5.6 等ヘッド面と流線 58
- 5.7 連続式 59
- 5.8 2次元定常浸透問題の流線網による図式解法 63
 - 5.8.1 流線網の特徴 63
 - 5.8.2 流線網の描き方 64
 - 5.8.3 流線網による浸透解析の例 64
- 5.9 浸透力と限界動水勾配 65
- 演習問題 68

6章 地盤の1次元弾性圧密挙動

- 6.1 テルツァーギの1次元圧密方程式の誘導 71
- 6.2 テルツァーギの1次元圧密方程式に見る過剰水圧の消散の仕方 75
 - 6.2.1 境界条件 75
 - 6.2.2 初期条件 76
 - 6.2.3 過剰間隙水圧の等時曲線の特徴 77
- 6.3 フーリエ級数による解とその見どころ 78
- 6.4 1次元圧密沈下と圧密度 82
 - 6.4.1 1次元圧密沈下の計算 82
 - 6.4.2 沈下-時間関係の無次元化（圧密度-時間係数関係） 83
- 6.5 浅岡の沈下予測に関する観測的方法 84

演習問題 86

7章 3次元空間での応力とひずみの表現

- 7.1 応力テンソルと応力パラメータ
 - 軸差応力と平均有効応力の定義 88
 - 7.1.1 コーシーの応力公式と応力テンソル 88
 - 7.1.2 有効応力の原理の表現 91
 - 7.1.3 応力パラメータ — 平均有効応力と軸差応力 91
- 7.2 ひずみテンソルとひずみパラメータ
 - 体積ひずみとせん断ひずみの定義 92
 - 7.2.1 体積圧縮率（体積ひずみ） 92
 - 7.2.2 ひずみテンソルとひずみパラメータ
 - 体積ひずみとせん断ひずみ 95
- 7.3 テンソル成分表記による応力パラメータ、ひずみパラメータの定義 97

演習問題 98

8章 p' - q - v 空間における地盤材料の圧縮挙動の記述

- 8.1 飽和粘土の等方圧縮 100
 - 8.1.1 等方圧密試験の意義 100
 - 8.1.2 典型的な試験結果とその整理法 102
 - 8.1.3 等方圧密における圧縮線のモデル化 103
 - 8.1.4 銅の棒の引張試験との比較 104
- 8.2 正規圧密粘土と過圧密粘土 104
- 8.3 1次元圧縮と等方圧縮の比較 105

演習問題 108

9章 p' - q - v 空間における地盤材料のせん断変形挙動の記述

- 9.1 一面せん断試験による飽和土のせん断特性の把握 110
 - 9.1.1 一面せん断試験 110
 - 9.1.2 粘土の非排水せん断強度 112
 - 9.1.3 土のせん断試験が具備すべき条件 113
- 9.2 三軸圧縮試験による飽和土のせん断変形特性の把握 115
 - 9.2.1 三軸圧縮試験 115
 - 9.2.2 二つの典型的な三軸試験方法 117
 - 9.2.3 三軸圧縮試験における飽和粘土の典型的な四つのせん断挙動 119

9.2.4	限界状態と限界状態線	125
9.3	飽和粘土の力学挙動の p - q - v 空間における表現と状態境界面	127
9.3.1	限界状態線とロスコー面	127
9.3.2	ロスコー面内の土のせん断特性と状態境界面	129
9.3.3	p - q - v 空間でのさまざまな飽和粘土の力学挙動の表現	130
9.3.4	状態境界面とモール・クーロンの破壊基準との比較	131
	演習問題	133

10章 ロスコー面およびカムクレイモデル降伏曲面の導出

10.1	ロスコー面と正規圧密線, 限界状態線	135
10.2	正規圧密土のせん断挙動に伴う体積ひずみの記述	136
10.3	非排水応力経路と c_v の表現	138
10.4	オリジナルカムクレイモデルの降伏曲面	140
	演習問題	142

11章 土の締固めと品質管理

11.1	プロクターによる締固め曲線の発見	144
11.2	室内締固め試験	145
11.3	締固め曲線に影響を与える諸因子	147
11.4	締固めた土の力学特性	149
11.5	締固めた土の品質管理の規定値	151
	演習問題	154

12章 構造を有する土の力学挙動

12.1	土の構造とは	156
12.2	自然堆積粘土の力学挙動	157
12.3	緩詰めから密詰めまでの砂の力学挙動	160
12.4	構造の概念による各種力学挙動の整理	162
	演習問題	166

引用・参考文献 167

演習問題解答 171

索引 178

1 章

地盤力学とは

◆本章のテーマ

地盤とは、人間が生活を営む上で利用するすべての地球表層部分のことと定義される。本章では、人間社会と深く関連する地盤と地盤構造物にはどのようなものがあるかを示し、地盤力学が取り扱う対象を紹介する。そして地盤力学が、土木工学の中で、どのような役割を果たしているのかを説明する。さらに地盤や地盤構造物を構成する地盤材料の特徴として、自然由来の材料であること、土粒子・水・空気の三相で構成されること、土木構造物との関連が深いことを述べ、地盤力学の重要性を説明する。

◆本章の構成（キーワード）

1.1 地盤力学が扱う領域

インフラストラクチャー，土木工学，土木構造物，地盤，地盤構造物，切土，盛土，埋立，地盤力学

1.2 土・地盤材料の特徴

自然材料，三相（土粒子・水・空気），圧縮性材料

◆本章を学ぶと以下の内容をマスターできます

- ☞ 土木工学における地盤力学の位置づけ，役割
- ☞ 地盤力学が取り扱う範囲
- ☞ 地盤材料の他分野材料との違い
- ☞ 地盤材料の特徴

1.1 地盤力学が扱う領域

人間が安心して快適な生活を営むためには、地球上にさまざまな施設・構造物を築き、運用していくとともに、それらを維持・管理していかなければならない。このような人間社会全体の基盤となる公共の施設・構造物は**インフラストラクチャー**（infrastructure）と呼ばれ、ハードウェアはもちろん、運用などのソフトウェアも含まれる¹⁾。このインフラ^{†1}を整備するためにはさまざまな技術が必要となるが、中でも土木技術は中心的な役割を果たしている。この土木技術を学問として体系的に支えているのが**土木工学**（civil engineering）である²⁾。

インフラ、特に土木構造物はすべて地盤上か地盤中に存在する³⁾。ここで**地盤**（ground）とは、土木構造物を設置する、あるいは土木工事で掘削の対象となる地球表層部分のことと定義される⁴⁾。すなわち、地盤は、人間が生活を営む上で利用するすべての地球表層部分のことを指し、したがって地盤そして**地盤構造物**⁵⁾（geotechnical structure）は、他分野の構造物に比べて広大な空間スケールを持ち、その運用、維持管理には壮大な時間スケールを考慮する必要がある。また、考慮すべきその範囲は社会の要請によってさらに広く、深くになっていくのである⁶⁾。このように地盤そして地盤構造物は、人間社会全体の基盤となる施設・構造物を支えることから、土木構造物の中で最も重要な構造物であるといつてよいであろう。

人間らしい安全で快適な生活を営むために、人間が地盤に行う行為、そしてその行為で造られる地盤構造物の例を以下に挙げる。

- (1) きる（けずる）：山や斜面など^{†2}を切る（**図 1.1**）— 切りどなど。
- (2) ほる：山や地面などを掘る（**図 1.2**）— トンネル、エネルギー供給のための地下 LNG タンク、地下空間利用、放射性廃棄物処理など大深度利用、河川・港湾などの浚渫^{しゅんせつ}、掘割道路^{ほりわり}など。

†1 インフラストラクチャーの略。

†2 地球表層部分あるいは地盤のこと。



図 1.1 きる (切土)

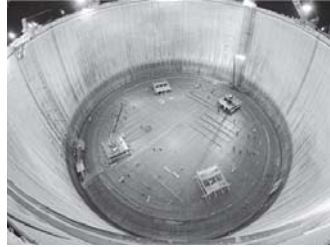


図 1.2 ほる (地下 LNG タンク)



図 1.3 もる (盛土)

- (3) もる：切った土や掘った土を地盤に盛る (図 1.3) — 宅地^{もりど}盛土, 道路盛土, 鉄道盛土, 河川堤防, アースダムなど。
- (4) うめる：切った土や掘った土を沿岸域や谷筋に埋める — 埋立地盤, 海上人工島, 盛土など。
- (5) ささえる：すべての構造物を安全に支持する。
- (6) ながす：地中の水を流れやすくしたり, 流れにくくしたりする。汚染物質の流れ (拡散) を防ぐ — フィルダム, 土壤汚染対策。

ここで挙げた地盤への行為は、地盤や地盤構造物になんらかの変状 (変形や破壊) を生じさせることがある。これらの行為 (外力) に対して地盤または地盤構造物がどう振る舞うかを記述することを目的に、力学として体系化した学問を**地盤力学** (geotechnical mechanics) と呼ぶことができる。

したがって地盤力学は、上記のような行為に対する地盤, 地盤構造物の変形・破壊予測や強化 (地盤改良) にだけでなく、地盤や地盤構造物の長期的な維持管理などにも適用される。また地盤力学は、常時だけでなく非常時 (地震

や豪雨など)における地盤に関する諸問題にも対応しなければならない。さらに地盤への行為は自然への行為であるため、地盤環境問題にもその範疇^{ちゅう}が広がっている。

1.2 土・地盤材料の特徴

地盤力学の最も基礎となる重要な概念は、テルツァーギ (Terzaghi) により提案された有効応力の原理であろう。この原理は、地盤力学を他の材料力学と区別して特徴づける重要な原理である。有効応力の原理の詳細は4章で述べるとして、ここでは、地盤力学が取り扱う地盤、そして地盤材料の特徴を、他分野の材料と比較しながら示す。

地盤材料の最も大きな特徴として、自然由来の材料であることが挙げられる[†]。すなわち他分野の材料、特に人工材料とは違い、初期に規定される寸法や強度などの規格がない。そのため、対象とする地盤の初期の状態は既知ではない。さらに、地盤や地盤構造物は粘土をはじめ砂、礫^{れき}などのさまざまな粒径 (grain size) の土で構成され、それらは不均質に分布する。したがって、地盤の初期状態や材料物性を把握するためには、地盤調査・土質調査が必須となる。しかし地盤や地盤構造物のほとんどが広大な空間スケールを持つため、地盤内部の材料や状態の不均質な分布を正確に把握することはほとんど不可能である。このように構成する材料が自然材料であるがゆえ、地盤構造物の変形・破壊挙動などの力学挙動の予測は、他分野の材料に比べて非常に難しい。しかしその一方で、地盤材料は自然材料であるため、地球物理学、地学、地質学、堆積学、さらには地震学との学術的な連携の可能性を有しており、学問的な広がり期待される。

二つ目の特徴は、自然材料であることとも深く関連するが、**土粒子** (soil particle)、水、空気からなる材料であることが挙げられる。図 1.4 に示すよう

[†] 土質材料の工学的分類体系⁶⁾においては、人工的に加工したものとして人工材料も土質材料と定義している。

に、土粒子は固相で、土粒子どうしの間隙かんげきには水（液相）と空気（気相）があり、地盤材料は三相で構成されている。したがって、外力などによって間隙の水や空気が地盤の境界から外へ出たり、外から水が中に入ったりすることにより、地盤材料は高い圧縮性を示

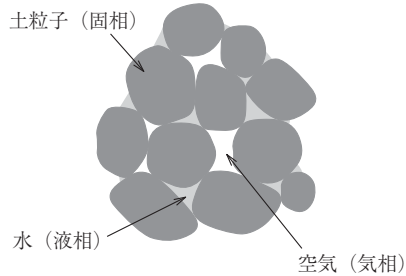


図 1.4 土の構成

す[†]。さらに、同じ材料でも土粒子の詰まり具合（いわゆる密度）が違っていると、あたかも別の材料のような変形挙動や強度特性を示す。すなわち密に詰まっていると、外力に対し圧縮性は低くて変形量は小さいが、緩く詰まっていると圧縮性が高くて大変形を起こす。

砂を例にとると、地盤の深いところにある砂層は、高い拘束圧を受けて密に詰められた状態となる。そのため変形しにくく、強度が大きいため、構造物を杭で支える際の支持層となる。一方、緩く詰められた地表面付近の砂層の場合は、地震などの外力が加わると液状化を引き起こすこともある。また粘土に関して、軟弱粘土地盤上に盛土などの構造物を建設する場合の設計における「地盤は、構造物建設終了時が最も危険で、無事建設できれば後は時間とともにより安全になる」という設計概念を挙げることができる。構造物建設時において粘土地盤の密度はさほど変化しないが、構造物荷重が増えるので地盤は変形が大きく、状態は不安定化へと向かう。一方、建設後は荷重が一定となり、構造物の荷重で地盤内の間隙水が絞り出され、密度が時間とともに上昇し、地盤の状態はより安定へと向かうのである。このように地盤材料は、密度の違いで変形挙動や強度特性が異なるという性質を持つ。すなわち、地盤材料を取り扱う場合は、微小な変形から大変形までをも考慮する必要がある。

このように地盤材料は他の材料と大きく異なる特徴を持つにもかかわらず、

[†] 圧縮性流体など、他分野においても圧縮性を有する材料は存在する。

土木構造物のほとんどは地盤上か、地盤中に設置される。そのため、土木構造物の設計においては、構造物だけでなく、地盤の挙動も含めた構造物全体の系としての機能を検討する必要がある。例えば鋼構造物やコンクリート構造物に対し、その構造物自体を高品質に製造しても、基礎にある地盤がその品質と整合していないと、構造物全体の系としての機能は失われる可能性がある。河川構造物や海岸構造物に対しても、同様に水と地盤の連成を含む構造物全体の系として設計する必要がある。

近年、頻繁に起こる地震や豪雨などの自然災害に対して構造全体としての機能を確保するためにも、土木分野や建築分野において地盤力学の果たす役割は非常に高まっているといえる。

演習問題

〔1.1〕 青山士^{あきら}（土木学会第23代会長）に関する文献を調査し、青山の業績をまとめ、土木技術や土木技術者のあるべき姿を自分の言葉で述べなさい。

〔1.2〕 明治から昭和にかけての青山士以外の土木技術者に関する文献を調査し、業績をまとめ、感想を述べなさい。

〔1.3〕 周辺にある地盤構造物を選び、実際に見学して、その地盤構造物の歴史や役割などを調べなさい。

〔1.4〕 近年に起こった地盤災害を調べなさい。

〔1.5〕 本章で挙げたもの以外に地盤材料の特徴を挙げなさい。

索引

【あ】

アイソクローン isochrone	77
圧縮 compression	41
圧縮指数 compression index	45
圧縮指数比 compression index ratio	23
アッターベルグ限界 Atterberg limit	16
圧密 consolidation	40
圧密係数 coefficient of consolidation	75
圧密排水せん断試験 consolidated drained test, CD test	117
圧密非排水せん断試験 consolidated undrained test, CU test	117
圧力水頭 pressure head	50
アトキンソン Atkinson	120
一軸圧縮試験 unconfined compression test	23
位置水頭 potential head	50
インフラストラクチャー infrastructure	2
運動 motion	28

【い】

【う】

【え】

鋭敏比 sensitivity	21
液状化現象 liquefaction	163
液性限界 liquid limit	16
液性指数 liquidity index	22
オイラー Euler	31
応力 stress	26
オーバーコンパクション overcompaction	149
過圧密土 overconsolidated soil	45
過圧密比 overconsolidation ratio, OCR	105
カサグランデ Casagrande	17
活性度 activity	17
過転圧 overcompaction	149
カードハウス構造 card house structure	156
可能領域 possible state	44
間隙水圧 pore water pressure	35
間隙水の移動 pore water migration	119

【お】

【か】

【き】

【く】

【け】

間隙比 void ratio	9
間隙率 porosity	9
含水比 water content	9
完全排水条件 fully drained condition	120
基準配置 reference configuration	28
基本単位 basic unit	156
基本モデル basic model	156
曲率係数 coefficient of curvature	15
均等係数 uniformity coefficient	15
クイックサンド quick sand	67
クロネッカーのデルタ Kronecker delta	97
クーロンの破壊基準 Coulomb's failure criterion	111
結合水 bound water	16
限界状態 critical state	126
限界状態線 critical state line, CSL	126
限界動水勾配 critical hydraulic gradient	67

現配置 current configuration	28	地盤構造物 geotechnical structure	2	水 頭 head	50
【こ】		地盤力学 geotechnical mechanics	3	スケンプトン Skempton	17, 121
硬 化 hardening	104, 142	自明解 trivial solution	79	砂 sand fraction	14
降伏曲面 yield surface	140	締固め compaction	15	スレーキング slaking	148
降伏点 yield point	104	締固め曲線 compaction curve	144	【せ】	
コーシー Cauchy	28	若干過圧密な土 lightly overconsolidated soil	129	正規圧密状態 normally consolidated state	119
——の応力公式 Cauchy's formula	88	収縮限界 shrinkage limit	16	正規圧密線 normal consolidation line, NCL	105
——の応力テンソル Cauchy's stress tensor	88	自由水 free water	15	正規圧密土 normally consolidated soil	45
コンシステンシー consistency	15	集中粒径の土 uniformly graded soil	15	静止土圧係数 coefficient of earth pressure at rest	42
コンシステンシー限界 consistency limit	16	シュマートマン Schmertmann	157	静水圧 hydrostatic pressure	50
コンシステンシー指数 consistency index	22	状態境界面 state boundary surface	129	石 分 stone fraction	18
【さ】		除 荷 unloading	43	ゼロ空気間隙曲線 zero air voids curve	145
載 荷 loading	43	初期条件 initial condition	76	全応力 total stress	36
再載荷 reloading	43	処女圧縮曲線 virgin compression line	105	全応力経路 total stress path	118
最大乾燥密度 maximum dry density	144	シルト silt fraction	14	せん断応力 shear stress	90
最適含水比 optimum water content	144	浸潤線 phreatic line	54	せん断弾性係数 elastic shear modulus	130
細粒分 fine fraction	14	浸 透 seepage	50	全地球航法衛星システム Global Navigation Satellite Systems, GNSS	152
【し】		浸透力 seepage force	65	【そ】	
時間係数 time factor	81	【す】		相対密度 relative density	21
軸差応力 deviator stress	92	水中単体体積重量 submerged unit weight	36		
地 盤 ground	2	垂直応力 normal stress	90		

総和規約 summation convention	97
速度水頭 velocity head	51
塑性限界 plastic limit	16
塑性指数 plasticity index	16
粗粒分 coarse fraction	14

【た】

体積圧縮係数 coefficient of volume compressibility	73
体積弾性係数 elastic bulk modulus	130
ダイレイタンスー dilatancy	106
ダルシー則 Darcy's law	52
単位体積重量 unit weight	36
単純せん断 pure shear	93
弾性体 elastic material	45
弾塑性体 elasto-plastic material	45

【ち】

力のつり合い式 equation of equilibrium	27
中立応力 neutral stress	40
超過圧密状態 heavily overconsolidated state	119

【て】

適合条件式 compatibility condition	31
転圧 roller compaction	144

【と】

等含水比線 contours of constant water content	128
等時曲線 isochrone	77
透水 seepage	50
透水係数 coefficient of soil permeability	52
動水勾配 hydraulic gradient	52
等方圧縮 isotropic compression	100
等ポテンシャル線 equipotential line	58
土盛り圧 overburden pressure	12
土骨格 soil skeleton	8
土質材料 soil material	13
土木工学 civil engineering	2
土粒子 soil particle	4
土粒子密度 soil particle density	9

【な】

内部摩擦角 internal friction angle	111
軟化 softening	142

【ね】

練返し remold	22
練返し粘土 remolded clay	43

粘着力 cohesion	111
粘土 clay fraction	14
粘土鉱物 clay mineral	17

【は】

背圧 back pressure	116
配向構造 oriented structure	156
排水境界 drained boundary	76

【ひ】

比重 specific gravity	9
微小ひずみテンソル infinitesimal strain	95
ピショップ Bishop	120
比体積 specific volume	9
非排水応力経路 undrained stress path	138
非排水境界 undrained boundary	76
非排水条件 undrained condition	119
非排水せん断 undrained shear	112
非排水せん断強度 undrained shear strength	112
表面力 traction force	25

【ふ】

不可能領域 impossible state	44
物質点 material point	28

部分排水せん断 partially drained shear	131	ポアソン比 Poisson's ratio	130	有効土被り圧 effective overburden pressure	13
プラントル Prandtl	113	膨潤指数 swelling index	46		
分級された土 poorly-graded soil	15	膨潤線 swelling line	105	【ら】	
分散構造 dispersed structure	156	飽和度 degree of saturation	9	ラグランジュ Lagrange	30
【へ】		飽和土 saturated soil	10	ラプラス Laplace	62
平均有効応力 mean effective stress	92	【め】		ランダム構造 random structure	156
平均粒径 mean grain size	15	綿毛構造 flocculated structure	156	【り】	
ヘッド head	50	【も】		粒径 grain size	4
ベッド ped	156	モール・クーロンの破壊基準 Mohr-Coulomb's failure criterion	131	粒径加積曲線 grain size distribution curve	14
ベルヌーイ Bernouilli	51	【や】		粒径幅が広い土 well-graded soil	15
変位 displacement	28	ヤング率 Young's modulus	130	流線 stream line	59
変形勾配テンソル deformation gradient tensor	29	【ゆ】		流線網 flow net	63
ヘンケル Henkel	120	有効応力 effective stress	35	粒度 grain size distribution	13
偏差応力テンソル deviator stress tensor	92	有効応力経路 effective stress path	118	【れ】	
偏差ひずみテンソル deviator strain tensor	96	有効応力の原理 principle of effective stress	40	礫 gravel fraction	14
【ほ】		有効径 effective grain size	15	連続式 equation of continuity	60
ポア pore	156			【ろ】	
				ロスコー面 Roscoe surface	128

【C】

CBR California bearing ratio	149
---------------------------------	-----

【R】

RI法 radioisotope method	151
----------------------------	-----

— 著者略歴 —

1988年 名古屋大学工学部土木工学卒業
1990年 名古屋大学大学院博士課程前期課程修了（地盤工学専攻）
1992年 日本学術振興会特別研究員
～93年 日本学術振興会特別研究員
1993年 名古屋大学大学院博士課程後期課程修了（地圏環境工学専攻）
博士（工学）
1993年 名古屋大学助手
1996年 名古屋大学助教授
2000年 英国プリストル大学客員研究員
～01年 英国プリストル大学客員研究員
2006年 名古屋大学大学院教授
現在に至る

地 盤 力 学

Geotechnical Mechanics

©Masaki Nakano 2012

2012年2月16日 初版第1刷発行

検印省略

著 者 中 野 正 樹
発 行 者 株式会社 コロナ社
代 表 者 牛来真也
印 刷 所 新日本印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-05621-1 (大井) (製本：愛千製本所)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします