

このたび、新たに土木・環境系の教科書シリーズを刊行することになった。シリーズ名称は、必要不可欠な内容を含む標準的な大学の教科書作りを目指すとの編集方針を表現する意図で「土木・環境系コアテキストシリーズ」とした。本シリーズの読者対象は、我が国の大学の学部生レベルを想定しているが、高等専門学校における土木・環境系の専門教育にも使用していただけるものとなっている。

本シリーズは、日本技術者教育認定機構（JABEE）の土木・環境系の認定基準を参考にして以下の6分野で構成され、学部教育カリキュラムを構成している科目をほぼ網羅できるように全29巻の刊行を予定している。

A 分野：共通・基礎科目分野

B 分野：土木材料・構造工学分野

C 分野：地盤工学分野

D 分野：水工・水理工学分野

E 分野：土木計画学・交通工学分野

F 分野：環境システム分野

なお、今後、土木・環境分野の技術や教育体系の変化に伴うご要望などに応じて書目を追加する場合もある。

また、各教科書の構成内容および分量は、JABEE 認定基準に沿って半期2単位、15週間の90分授業を想定し、自己学習支援のための演習問題も各章に配置している。

従来の土木系教科書シリーズの教科書構成と比較すると、本シリーズは、A

分野（共通・基礎科目分野）に JABEE 認定基準にある技術者倫理や国際人英語等を加えて共通・基礎科目分野を充実させ、B 分野（土木材料・構造工学分野）、C 分野（地盤工学分野）、D 分野（水工・水理学分野）の主要力学 3 分野の最近の学問的進展を反映させるとともに、地球環境時代に対応するため E 分野（土木計画学・交通工学分野）および F 分野（環境システム分野）においては、社会システムも含めたシステム関連の新分野を大幅に充実させているのが特徴である。

科学技術分野の学問内容は、時代とともにつねに深化と拡大を遂げる。その深化と拡大する内容を、社会的要請を反映しつつ高等教育機関において一定期間内で効率的に教授するには、周期的に教育項目の取捨選択と教育順序の再構成、教育手法の改革が必要となり、それを可能とする良い教科書作りが必要となる。とは言え、教科書内容が短期間で変更を繰り返すことも教育現場を混乱させ望ましくはない。そこで本シリーズでは、各巻の基本となる内容はしっかりと押さえたうえで、将来的な方向性も見据えた執筆・編集方針とし、時流にあわせた発行を継続するため、教育・研究の第一線で現在活躍している新進気鋭の比較的若い先生方を執筆者としておもに選び、執筆をお願いしている。

「土木・環境系コアテキストシリーズ」が、多くの土木・環境系の学科で採用され、将来の社会基盤整備や環境にかかわる有為な人材育成に貢献できることを編集者一同願っている。

2011 年 2 月

編集委員長 日下部 治

本書は、土質力学を学んだ学部学生を対象として書いた地盤工学の教科書である。地盤工学の対象は多岐にわたり、1冊の本でそのすべてをカバーすることは不可能であることから、本書では、技術者として社会に出る前に身に付けておくべきと思われる、各種地盤構造物の設計の考え方と、地盤構造物の安定問題を理想化・単純化した上で簡単な数理モデルに置き換え、解くための方法について記述することとした。後者では、理論的に明解な極限解析法を取り上げ、これを用いた簡単な地盤構造物の安定計算例を示すとともに、実務で使われている極限平衡法による解法についても紹介している。有限要素解析をはじめとする高度な数値解析法が実務において日常的に使われている現在を考えると、いまさら少ない計算量で（手計算で）できる安定計算なんて、と思うかもしれないが、少なくとも問題の概略をつかむ（見通しをよくする）ツールとして必要とされ続けるであろうから、その基本的な考え方を学んでおいて損はないと思う。

本書の内容は、著者がここ数年、東京工業大学の学部学生を対象に担当してきた土質基礎工学の講義ノートがベースとなっている。地盤構造物の設計の考え方については、著者の土木研究所での経験が多少は生かされていると思う。また、極限解析法とその適用については、著者が学生のときに輪講で使用していた本¹⁾†や、その後、教員となってから使用している本²⁾などの影響を受けており、また浅学ゆえ、厳密性に欠ける部分が散見されると思われるが、なるべく初学者にもわかりやすいような記述を心掛けたつもりである。

† 肩付き数字は、巻末の引用・参考文献番号を表す。

本書は、1章、2章で地盤構造物の設計について概説し、3章～5章で極限解析法が必要となる道具立てを行っている。6章～9章では、極限解析による地盤構造物の安定計算例を示しつつ、基礎、斜面、抗土圧構造物の設計の考え方について解説している。続いて、10章では浸透流や地震動を受ける地盤構造物の、11章、12章では土留めおよび地下構造物の安定問題について概説している。ここまでは、地盤構造物の破壊問題に着目し、変形問題についてはほとんど触れていないが、13章では地盤構造物の沈下とその評価法について概説し、いくつかの古典的解析法についてはさらなる説明を加えている。14章では、地盤構造物の構築に当たって地盤補強（改良）が必要な場合も多々あることから、地盤補強技術を取り上げ、いくつかの代表的な工法の補強原理について解説している。3章～9章（7章を除く）の各章はたがいに関連しているので、初めから読んでいくのがよいと思うが、それ以外については比較的独立しているため、必要なところから読んでいけばよいと思う。

最後に、本書執筆の機会を与えていただいた東京工業大学名誉教授の日下部 治先生に深く感謝の意を表する次第である。

2011年4月

高橋 章浩

1 章 地盤構造物の設計

- 1.1 地盤工学とは 2
- 1.2 地盤構造物の設計の流れ 3
- 1.3 設計と不確実性 4

2 章 地盤構造物の性能照査と信頼性

- 2.1 地盤構造物の安定性 7
- 2.2 限界状態設計法と性能設計 8
- 2.3 地盤構造物に対する性能と限界状態 9
 - 2.3.1 地盤構造物の修復限界状態 10
 - 2.3.2 地盤構造物の使用限界状態と終局限界状態 11
- 2.4 設計計算問題の設定 13
- 2.5 地盤構造物の安定性の確保 14
 - 2.5.1 安全率法 15
 - 2.5.2 信頼性設計法 15
- 演習問題 19

3 章 地盤構造物のモデル化

- 3.1 連続体としての地盤 21
- 3.2 単相の連続体としての地盤 22
 - 3.2.1 地盤工学における応力・ひずみ成分の定義 22

3.2.2	平衡方程式	23
3.2.3	適合条件式	24
3.2.4	構成方程式	25
3.3	地盤を連続体としてモデル化する際に考慮すべき事項	26
3.3.1	全応力と有効応力	26
3.3.2	排水・非排水条件	27
3.3.3	連成・非連成問題	29
	演習問題	30

4 章 土の材料としての挙動とモデル化

4.1	応力-ひずみ関係, 体積変化特性	32
4.1.1	圧縮性の土と膨張性の土	32
4.1.2	非排水条件下でのせん断	33
4.1.3	限界状態と残留状態	34
4.1.4	自然地盤の土のせん断特性	35
4.2	土の挙動の理想化とモデルの選択	36
4.3	土の弾塑性構成方程式	37
4.3.1	弾性構成方程式	38
4.3.2	降伏曲面と降伏条件	39
4.3.3	塑性ポテンシャルと流れ則	39
4.3.4	適応条件	40
4.3.5	簡単な単純せん断モデルの応答	41
	演習問題	44

5 章 極限解析

5.1	地盤構造物の破壊問題の解法	46
5.2	極限定理	46
5.2.1	降伏条件	47
5.2.2	最大塑性仕事の原理と関連流れ則	48

5.2.3	可容応力場と許容速度場	49
5.2.4	仮想仕事の原理	50
5.2.5	上界定理と下界定理	51
5.3	古典的解法による極限解析	52
5.3.1	許容速度場	53
5.3.2	内部消散率	56
5.3.3	可容応力場	57
5.3.4	極限解析法による簡単な境界値問題	58
5.3.5	極限解析法と極限平衡法の違い	58

6 章 支持力と浅い基礎

6.1	支持力とは	60
6.2	基礎形式の選定、地盤調査	61
6.3	極限解析による支持力の算定	61
6.3.1	非排水条件下での支持力の算定	62
6.3.2	排水条件下での支持力の算定	65
6.4	支持力公式	68
6.4.1	鉛直載荷された帯基礎の支持力公式	68
6.4.2	偏心荷重に対する補正	70
6.4.3	各種条件を考慮した拡張支持力公式	70
6.4.4	その他の支持力算定法	72
6.4.5	全般せん断破壊以外の支持力	72
6.5	その他考慮すべき事項	72
6.5.1	安全性確保の考え方	72
6.5.2	強度の設定と載荷試験	73
6.5.3	基礎の沈下量	74
演習問題		74

7 章 深い基礎

- 7.1 深い基礎とは 77
 - 7.1.1 深い基礎の種類 77
 - 7.1.2 杭種と施工法 77
- 7.2 支持機構の浅い基礎との相違点 78
- 7.3 単杭の支持機構 79
 - 7.3.1 周面抵抗力 81
 - 7.3.2 先端抵抗力 82
- 7.4 その他考慮すべき事項 84
 - 7.4.1 安全性確保の考え方 84
 - 7.4.2 負の摩擦力 85
 - 7.4.3 群杭効果 85
 - 7.4.4 杭基礎の水平抵抗 86
- 演習問題 86

8 章 斜面

- 8.1 斜面の崩壊 89
- 8.2 設計で想定すべき条件 89
- 8.3 極限解析による斜面の安定計算 91
 - 8.3.1 非排水条件における無限長斜面の安定計算 91
 - 8.3.2 排水条件における無限長斜面の安定計算 93
 - 8.3.3 非排水条件における鉛直斜面の安定計算 95
- 8.4 極限平衡法による斜面の安定計算 97
 - 8.4.1 無限長斜面の安定計算 98
 - 8.4.2 分割法による安定計算 99
- 8.5 安定図表 103
- 演習問題 105

9 章 土圧と抗土圧構造物

- 9.1 土 圧 と は 108
- 9.2 極限解析による土圧の算定 109
 - 9.2.1 上 界 値 109
 - 9.2.2 下 界 値 111
- 9.3 ランキン土圧とクーロン土圧 112
 - 9.3.1 ランキン土圧 112
 - 9.3.2 クーロン土圧 114
- 9.4 抗土圧構造物とは 116
- 9.5 想定される擁壁の破壊モード 117
 - 9.5.1 擁壁を含めた盛土全体のすべり破壊 118
 - 9.5.2 基礎地盤の支持力破壊 118
 - 9.5.3 擁 壁 の 滑 動 119
 - 9.5.4 擁 壁 の 転 倒 119
- 演 習 問 題 120

10 章 浸透流・地震と地盤構造物

- 10.1 水が地盤構造物の安定性に与える影響 124
- 10.2 浸透流を考慮した地盤構造物の安定計算 125
 - 10.2.1 浸透流がある場合の無限長斜面の安定計算 125
 - 10.2.2 浸透流がある場合の分割法による安定計算 128
- 10.3 地震が地盤構造物の安定性に与える影響 128
- 10.4 地震による慣性力を考慮した地盤構造物の安定計算 129
 - 10.4.1 震度法による斜面の安定計算 130
 - 10.4.2 震度法による地震時土圧 132
- 演 習 問 題 134

11 章 土 留 め

- 11.1 土留めとは 137
- 11.2 土留めの設計において考慮すべき事項 138
- 11.3 土留めの安定計算方法 138
- 11.4 慣用法による土留めの安定計算 139
 - 11.4.1 慣用法による土留め根入れ深さの決定 140
 - 11.4.2 外的安定による切梁なしのときの根入れ深さの決定 141
 - 11.4.3 外的安定による切梁ありのときの根入れ深さの決定 141
- 11.5 掘削底面の安定性 142
 - 11.5.1 ボイリング・パイピングに対する安定性の検討 143
 - 11.5.2 盤膨れに対する安定性の検討 145
 - 11.5.3 ヒーピングに対する安定性の検討 145
- 演習問題 146

12 章 地下構造物

- 12.1 地下構造物とその構築方法 149
- 12.2 地下構造物の設計において考慮すべき事項 149
 - 12.2.1 地下構造物自体の安定性 150
 - 12.2.2 周辺地盤の安定性 152
- 12.3 地下構造物の安定計算 153
 - 12.3.1 円孔面に内圧を受ける無限弾性体と地山強度比 153
 - 12.3.2 緩み土圧 155
 - 12.3.3 切羽の安定計算 157
- 演習問題 159

13 章 地盤の変形問題

- 13.1 許容される沈下・変位量 162

13.2	地盤構造物の沈下とその評価法	163
13.2.1	沈下の種類	163
13.2.2	沈下の評価方法	163
13.3	古典的解析法	165
13.3.1	ブシネスクの解から得られる応力解と変位解	165
13.3.2	K_0 法による圧密沈下量の計算	168
	演習問題	170

14 章 地盤補強技術

14.1	地盤補強技術とは	173
14.2	圧密・排水促進工法	174
14.2.1	プレローディング工法	175
14.2.2	バーチカルドレーン工法	177
14.3	締固め工法	178
14.4	固結工法	179
14.4.1	深層混合処理工法	179
14.4.2	薬液注入工法	180
14.5	拘束による地盤構造物の補強工法	180

引用・参考文献 182

演習問題解答 186

索引 204

1 章

地盤構造物の設計

◆本章のテーマ

本書で対象とする地盤構造物と、土質力学と地盤工学の関係について概説し、地盤構造物の設計の流れと考慮すべき不確実性の概要を示す。本章の目的は、地盤構造物の設計における調査や設計計算の位置付けを理解することにある。

◆本章の構成（キーワード）

- 1.1 地盤工学とは
地盤構造物，土質力学
- 1.2 地盤構造物の設計の流れ
機能規定，要求性能，設計状態
- 1.3 設計と不確実性
不確実性，信頼性設計，性能設計

◆本章を学ぶと以下の内容をマスターできます

- ☞ 地盤構造物の種類
- ☞ 土質力学と地盤工学の関係
- ☞ 地盤構造物の設計の流れと考慮すべき不確実性の概要
- ☞ 設計における調査や設計計算の位置付け

1.1 地盤工学とは

一般に構造物というと、橋やビルといった鋼やコンクリートで造られたものを思い浮かべると思うが、これには、堤防 (levee) やフィルダム (fill dam) といった、おもに土で構成されるものも含まれる。地盤と密接に関連する構造物は、上記のような一般的に構造物と呼ばれるものと区別するため地盤構造物 (geotechnical structure) と呼ばれ、以下のようなものが含まれる。

- (1) 土構造物 (earth structure) 土を主材料とした構造物 (盛土^{もりど} (embankment), 堤防, フィルダムなど)
- (2) 基礎 (foundation) 上部構造の自重やそれに作用する荷重を地盤に伝達する構造物 (直接基礎 (spread foundation), 杭基礎^{くい} (pile foundation), ケーソン基礎 (caisson foundation) など)
- (3) 抗土圧構造物 (retaining structure) 土が崩壊しないよう設置する構造物 (擁壁や土留め壁 (retaining wall), 橋台 (bridge abutment) など)
- (4) 地下構造物 (underground structure) 地下空間を確保するための構造物 (トンネル (tunnel) など)

上記のような構造物を構成する土やこれを支持する地盤は、建設時やその後の構造物供用中に荷重・除荷などの作用 (action) を受け、変形・破壊といった応答 (response) を示す。このような土や地盤の応答の予測の基礎となる力学として、土質力学がある。土質力学は、土の材料としての力学特性やそのモデル化の方法を体系化する学問であり、(おもに) 理想化された土の力学である。

一方、地盤工学は、土質力学をベースに

- (1) 地盤構造物の構築
- (2) 供用期間中の永続・変動作用による地盤構造物の変化や、地震や豪雨といった偶発作用に対する地盤構造物の安定性の予測
- (3) 経年劣化、社会情勢や環境の変化に応じた、地盤構造物の機能回復や補強・改良

を可能にする、工学的知識、手法、技術を体系化する学問であり、実務的な側

面が強い。本書ではこれらのうち、実際に地盤構造物を造るために必要な条件（仕様）を決定するための設計の考え方と、それに必要な簡単な地盤構造物の応答計算法（安定計算法）についておもに解説する（上記（1）、（2））。

1.2 地盤構造物の設計の流れ

普通「設計」というと、経験や力学に基づく構造物の応答計算によって、構造物の寸法や使用材料、施工方法などの仕様を決定する作業（下記③のみ、もしくは、③～⑤）を指すことが多いが、広義には、下記の②～⑥の一連の作業を設計という³⁾。

- ① 目的の設定
- ② 調査と試験
- ③ 設計計算
- ④ 設計代替案の評価
- ⑤ 意思決定
- ⑥ 実施（施工）

道路を例として、上記の一連の作業を見てみよう。ここでは、上の作業手順に入る前に、すでに地形・地質調査や社会的・経済的調査を踏まえた需要予測、さらには環境影響調査などにより、路線や道路の規模・規格、道路の各区間の構造形式がおおむね決まっているとする。この場合①の目的は、道路を構成する橋梁^{りょう}基礎や盛土、擁壁といった構造物が、建設中および供用期間中に予想される作用に対して要求されるレベルの機能を提供すること、となる。その機能については、通常、機能規定 (functional statement) として示され、これが満たされるために必要な詳細な規定は、要求性能 (performance requirements) として与えられる。

目的が決まれば、建設する地盤構造物やその形式によって決まる地盤への影響範囲を勘案して、詳細なボーリング調査、原位置試験、場合によってはそこから得られる試料に対する室内土質試験を行い（上記②）、その結果に基づき

設計計算を行う（上記③）ことになる。

設計計算では、理想化された計算モデルを用いて、想定すべき設計状態（design situation, 荷重の大きさ・組合せなど）に対する地盤構造物の応答計算を（繰り返し）行い、要求性能を満足するよう、地盤構造物を造るために必要な条件（仕様）を決める。

設計代替案の評価から意思決定（上記④、⑤）では、異なる構造・基礎形式などについても検討した上で、経済性、施工性などの観点から相対的に良いと考えられる案を選定し、実施（施工）する（上記⑥）こととなる。実施では、安全性、経済性などを考慮して施工法、施工手順を決定するのはもちろんのこと、周辺の既存構造物への影響評価や人手、材料などの調達方法についても考慮する必要がある。

1.3 設計と不確実性

前節に示したような手順で地盤構造物の設計は行われるが、どれも確定的ではなく、各段階でさまざまな不確実さが入ってくる。特に地盤構造物は、他の構造物と比べてその程度が大きいので注意が必要である。例えば、少し考えるだけでも、下記のような不確実性（uncertainty）を挙げることができる。

- (1) 調査と試験では、地盤を構成する土の堆積構造は一様ではないので、ある地点で実施した地盤調査結果が必ずしも少し離れた地点と同じであるとは限らない。また、原位置から採取してきた試料が、必ずしもその地盤（土層）を代表するものであるかも確実ではないし、室内土質試験では供試体の成形などにより乱れが生じるため、試験で得られる土の剛性や強さなどが原位置のそれらを反映していない可能性もある。
- (2) 設計計算では、そもそも複雑な地盤構成や構造物を理想化、単純化して問題を設定し、解いているため、実現象を部分的にしか再現（表現）できない設計計算モデルを用いている可能性がある。これにより、重大な変形・破壊モードを見逃してしまうことがあり得る。

- (3) さらに、設計計算で考慮している作用（荷重）の大きさや組合せも、実際の観測事実などに基づいて単純化したものであることが多く、(2)と同様、重大な変形・破壊モードを見逃してしまうことがあり得る。
- (4) 実施においては、当初予定していた材料が入手できなかったり、事前の調査ではわからなかった問題^{†1}が発生したりして、予定通りの実施が困難になることはよくある。
- (5) そもそも人間が実施することであるため、不注意によるミスは0にすることはできない。

次章でさらに説明を加えるが、(1)や(3)、(4)は物理的不確実性と統計的不確実性、(2)や(3)は計算モデルの不確実性、(5)は人為的誤りによる不確実性におもよると考えられる。

このような不確実性を定量的に考慮した設計を、**信頼性設計** (reliability-based design) という。今日の構造物設計の主流となっている**性能設計** (performance-based design) では、求められる機能や性能を満足するように設計を行うことになっているが、性能を担保するという行為は、設計にどの程度の信頼性があるのかが明確でなくてはできないことから、信頼性設計法は性能設計を実現するために必要不可欠であるといえる。

上記のような背景から、地盤構造物の設計とは、各設計段階における不確実性を認識・理解しつつ、その時点で最善と考えられる意思決定をすることで、求められる性能や経済性を満足する構造物を造ることといえよう^{†2}。本書では、主流となってきている性能設計を念頭に置きつつも、まずは従来型の決定論的な設計計算法（応答計算法）の解説を通じて、設計に必要な理論の概要を理解してもらいたいと考えている。

^{†1} 例えば、土の強度が当初期待していたものより小さいなどの問題を指す。

^{†2} つまり、調査や試験、設計計算などは、意思決定のための情報にすぎないということである。

2章

地盤構造物の性能照査と信頼性

◆本章のテーマ

地盤構造物に求められる機能と性能、性能に対応する限界状態設定の考え方、限界状態設計法と性能設計の関係について概説する。また、性能照査に用いられる設計計算問題の設定方法、地盤構造物の安定性確保に必要な信頼性設計の概要についても示す。本章の目的は、地盤構造物の安定性のある一定の信頼度をもって確保する際に考慮すべき事項について理解することにある。

◆本章の構成（キーワード）

- 2.1 地盤構造物の安定性
使用性、修復性、安全性、施工時状態、永続状態、偶発状態
- 2.2 限界状態設計法と性能設計
照査、限界状態、仕様設計
- 2.3 地盤構造物に対する性能と限界状態
安全率、抵抗係数、荷重係数、適合みなし規定
- 2.4 設計計算問題の設定
- 2.5 地盤構造物の安定性の確保
信頼性設計、確率、信頼性指標、二次モーメント法、部分係数

◆本章を学ぶと以下の内容をマスターできます

- ☞ 地盤構造物に求められる機能と性能
- ☞ 限界状態設計と性能設計の概要
- ☞ 性能に対応する限界状態と設計計算問題の設定の考え方
- ☞ 信頼性設計の概要

索引

【あ】		【お】		簡易ビショップ法 Bishop's simplified method of slices 102
浅い基礎 shallow foundation 60		応答 response 2		慣性力 inertia force 130
圧縮性 contractive 32		応力 stress 22		関連流れ則 associated flow rule 40
圧密沈下 consolidation settlement 168		応力経路 stress paths 33		【き】
圧密沈下問題 consolidation settlement problem 29		オedometer法 oedometer method 168		既製杭 prefabricated pile 77
圧力水頭 pressure head 126		親杭横矢板 braced wall with soli- dier beam and horizontal board 137		機能規定 functional statement 3
安全性 safety 8		【か】		境界条件 boundary conditions 22, 53, 57
安全率 factor of safety 11, 15, 73, 84		過圧密粘土 overconsolidated clay 32		橋台 bridge abutment 2, 116
安定係数 stability factor 96		開削工法 open cut method 149		極限解析 limit analysis 52
安定数 stability number 96		下界定理 lower bound theorem 51		極限定理 limit theorem 51
安定図表 stability chart 103		確率変数 random variable, stochastic variable 15		極限平衡法 limit equilibrium method 46, 58
【い】		荷重係数 load factor 12		局所せん断破壊 local shear failure 60
位置水頭 potential head 126		荷重抵抗係数設計法 load and resistance factor design, LRFD 18		許容支持力度 allowable bearing pressure 118
【う】		過剰間隙水圧 excess pore water pressure 33		許容速度場 kinematically and plasti- cally admissible velocity field 50
打込み杭工法 driven pile method 78		仮想仕事の原理 virtual work principle 50		切土 cut slope 89
埋込み杭工法 bored piling method 78		滑動 sliding 119		切羽 face, cutting face 157
【え】		可応力場 statically and plastically admissible stress field 50		
永続状態 persistent situation 8				
N値 SPT N-value 61				

切 梁
bracing 140
strut 137

【く】

杭
pile 77

偶発状態
accidental situation 8

クーロン土圧
Coulomb's earth pressure 112, 114

クーロンの破壊基準
Coulomb's failure criterion 47

群 杭
pile group 79, 85

【け】

限界状態
limit state 9
critical state 32

限界状態設計法
limit state design 9

【こ】

構成方程式
constitutive equations 25

剛塑性体
rigid plastic material 37, 46

抗土圧構造物
retaining structure 2, 116

降伏曲面
yield surface 39, 47

鋼矢板
sheet pile wall 137

固 結
cementation, bonding 35, 179

【さ】

最大塑性仕事の原理
maximum plastic work principle 48

作 用
action 2

サンドコンパクションパイル
sand compaction piles 178

残留状態
residual state 34

【し】

シールド工法
shield tunnelling method 149

支持杭
end bearing pile 77

支持力
bearing capacity 60

支持力公式
bearing capacity formula 68

支持力破壊
bearing capacity failure 118

地 震
earthquake 128

地震時土圧
seismic earth pressure 132

自然斜面
natural slope 89

地盤改良
ground improvement 173

地盤構造物
geotechnical structure 2

地盤補強
ground reinforcement 173

支保工
support 150

締固め
compaction 178

地 山
natural ground 149

地山強度比
competence factor 155

地山特性曲線図
ground reaction curve 151

斜面崩壊
slope failure 89

終局限界状態
ultimate limit state 10

修復限界状態
restorability limit state 10

修復性
restorability 8

周面抵抗力
shaft resistance 81

主働土圧
active earth pressure, active thrust 108

受働土圧
passive earth pressure, passive thrust 108

上界定理
upper bound theorem 51

使用限界状態
serviceability limit state 10

照 査
verification 8

使用性
serviceability 8

仕様設計
specification-based design 9

初期値・境界値問題
initial-boundary value problem 22

人工斜面
artificial slope 89

深層混合処理
deep mixing 179

浸透流
seepage flow 29, 125, 143

震度法
seismic coefficient method 130

信頼性指標 reliability index	17	塑性ポテンシャル plastic potential	39	土圧係数 coefficient of earth pressure	109
信頼性設計 reliability-based design	5, 15	【た】		動水勾配 hydraulic gradient	143
【せ】		堆積環境 sedimentary environment	35	透水性 permeability	27
正規圧密粘土 normally consolidated clay	32	短期安定問題 short-term stability problem	27, 90	等ポテンシャル線 equipotential line	125
静止土圧 earth pressure at rest	108	単杭 single pile	79	特性値 characteristic value	18
性能設計 performance-based design	5	弾性体 elastic material, elastic body	25, 36, 154, 165	土留め retaining wall	137
施工時状態 transient situation	8	弾塑性体 elasto-plastic material	37	トンネル tunnel	149
設計 design	3	【ち】		【な】	
設計状態 design situation	4	長期安定問題 long-term stability problem	90	内部消散率 energy dissipation rate	56
全応力 total stress	27	直接基礎 spread foundation	61	NATM 工法 new Austrian tunnelling method	149
せん断帯 shear zone, shear band	34	沈理工法 immersed tube method	149	【に】	
せん断抵抗角 angle of shearing resistance	48	【て】		二次モーメント法 first order reliability method, FORM	16
先端抵抗力 tip resistance	82	抵抗係数 resistance factor	12	【は】	
せん断膨張角 angle of dilation	32	適応条件 consistency condition	40	バーチカルドレーン vertical drains	177
全般せん断破壊 general shear failure	60	適合条件 compatibility conditions	24, 50, 53	排水条件 drained condition	28, 32
【そ】		適合みなし規定 deemed to satisfy	12	排土杭 non-displacement pile	82
ソイルセメント柱列壁 soil cement retaining wall	137	転倒 overturning	119	パイピング piping	142
即時沈下 immediate settlement	167	【と】		パイルキャップ pile cap	79, 85
塑性係数 plastic multiplier	39	土圧 earth pressure	108	破壊確率 probability of failure	16
				場所打ち杭 cast-in-place concrete pile	77

パンチせん断破壊
punching shear failure 60

盤膨れ
heaving due to artesian
pressure 143

【ひ】

被 圧
artesian pressure 145

ヒービング
basal heave failure 143

ひずみ
strain 22

ひずみ速度
strain rate 24

ひずみ履歴
strain history 35

非排水条件
undrained condition
28, 33

【ふ】

フェレニウス法
ordinary method of slices
101

深い基礎
deep foundation 77

不確実性
uncertainty 4

覆 工
lining 150

物体力
body force 24

負の摩擦力
negative friction 85

部分係数
partial factor 18

部分係数設計法
partial factor method 18

プレローディング
preloading 175

フローネット
flow net 125

分割法
method of slices
99, 128, 131

【へ】

平衡条件
equilibrium conditions
49, 57

平衡方程式
equilibrium equations
24, 153

平板載荷試験
plate loading test 73, 164

壁面摩擦
wall friction 115

偏心荷重
eccentric load 70

【ほ】

ボイリング
boiling 142

膨張性
dilative 32

補強土
earth reinforcement,
mechanically stabilized
soil 181

【ま】

摩擦杭
friction pile 77

【み】

密な砂
dense sand 32

ミドルサー下則
middle third rule 120

【む】

無限長斜面
infinite slope 91, 125

無排土杭
displacement pile 82

【も】

盛 土
embankment 2, 90

【や】

薬液注入
chemical grouting 180

【ゆ】

有効応力
effective stress 27, 28

有効基礎幅
effective width,
effective area 70

緩い砂
loose sand 32

緩み土圧
loosening pressure 155

【よ】

要求性能
performance
requirements 3

擁 壁
retaining wall 2, 116

【ら】

ランキン土圧
Rankine's earth pressure
112

【り】

流 線
stream line 125

【れ】

連続体
continuum 21

— 著者略歴 —

1994年 東京工業大学工学部土木工学科中退
1996年 東京工業大学大学院理工学研究科博士前期課程修了 (土木工学専攻)
1996年 東京工業大学大学院理工学研究科博士後期課程中退 (土木工学専攻)
1998年 東京工業大学助手
2002年 博士 (工学) (東京工業大学)
2004年 独立行政法人土木研究所主任研究員
2008年 東京工業大学大学院准教授
現在に至る

地盤工学

Geotechnical Engineering

© Akihiro Takahashi 2011

2011年6月15日 初版第1刷発行

検印省略

著者 たか はし あき ひろ
高 橋 章 浩
発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也
印刷所 三美印刷株式会社

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 978-4-339-05622-8 (横尾) (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います。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