

応用地質学と地盤工学の協働について
—地盤工学からの提言—



2023年7月

公益社団法人 地盤工学会

応用地質学と地盤工学の協働に関する会長特別委員会

東京都文京区千石四丁目38番2号

Tel : 03-3946-8677

<https://www.jiban.or.jp/>

要 約

1. 作成の背景

近年に至るも地盤に関する建設事故や災害は、少なからず発生しており、日本社会が被る損害はなかなか軽減されない。このため地形学を含む応用地質学的観点からのアプローチと、設計を含む土木工学等を踏まえた地盤工学的観点からのアプローチが不可欠であることが指摘され、産官学が協働して様々な対応がなされている。

しかし残念なことに、実際に現場の第一線で活動している地質技術者と地盤技術者は、同じ対象として地盤を取り扱っているにもかかわらず、未だにいわゆる「地質屋」と「土質屋」の2種類の技術者に棲み分けられているような状況が続いている。

すなわち、実際の計画・調査・設計・施工・維持管理において求められている学術（学問・技術）間の協働のうちでも、最も基礎となるべき応用地質学と地盤工学という2つの学術の協働が立ち遅れている。

そこで応用地質学および地盤工学のそれぞれの学術分野、およびそれらに関わる技術分野の協働を具体的に推進するために、令和元年（2019年）5月より約3年間にわたって地盤工学会関東支部において「地盤工学のあり方—応用地質学と地盤工学の協働を考える—研究委員会」（令和元年度～令和3年度）が研究活動を行った。

本会長特別委員会は、その成果を引き継ぎ、地盤工学会としてより実効あるアクションプランを提案する。

2. 現状および問題点

地盤工学は、土質工学から地盤工学へ新たな体系化が図られて以来、各種指針・マニュアルや地盤力学を使った解析手法の整備が進んだ。近年では、スーパーコンピューターや並列計算を利用した数値解析技術、IT技術・IoT技術を活用した調査・計測技術、情報化技術等の急速な発展により、複雑な地盤構造物に関する三次元解析や耐震設計、広域な土工の無人化施工管理が可能になるなど様々な発展を見せている反面、専門化・高度化・精緻化の様相を深めている。

一方、現在、先進国における土壌・地下水汚染などや途上国での水資源不足、さらには地球温暖化に伴う自然災害の激化が大きな社会問題化しており、地盤工学では、災害地盤工学や環境地盤工学など、また応用地質学では、防災地質学や環境地質学など新しい分野の学術へ拡大・発展している。

このように地盤工学と応用地質学は、それぞれ独自に発展しながらも、同じ地盤に関する学術として、社会的な要請に対応してその活動領域は広くかつ深く重なってきており、両者の緊密な協働は益々重要になっているが、次のような解決すべき問題点も残されている。

第一に、地盤工学における応用地質学の重要性が十分に認識されていない事例がみられ

る。

第二に、応用地質学を取り巻く教育環境が危機に直面している。

第三に、官民ともに技術の細分化・専門化が進み、各技術分野の協働が遅れている。

このような状況の下、最近、国土交通省主導で始まった地質・地盤リスクマネジメントという取組みが注目される。これは、事業者、地質技術者、地盤技術者、設計技術者、施工技術者、点検技術者、およびそれを支援する産官学の専門家等の関係者が ONE-TEAM として参画し、地質・地盤リスクを正しく評価し、計画・調査・設計・施工・維持管理の各段階で適切に対応していこうという取組みであり、本会長特別委員会が志向する地盤工学と応用地質学の協働の推進と軌を一にするものである。

3. 提言の内容

以下に、提言の項目とその骨子、さらにアクションプランの概要を紹介する。

(1) 地盤構造物の設計における応用地質学と地盤工学の役割の再評価

地盤構造物の設計における応用地質学と地盤工学の役割を明確にし、地質技術者と地盤技術者の協働をこれまで以上に推進するため、地盤構造物の設計過程を「要求機能を発現する複合構造体の案出及び機能保証」過程として再構築する。

- ・応用地質学基礎講座（地盤技術者対象）、地盤工学基礎講座（地質技術者対象）、地盤構造物の設計実践講座の実施

(2) 設計・施工・維持管理に必要な情報を付加した質の高い「工学的な地質図」の作成と活用

地質調査から得られる多種多様な地質情報群をもとに、地質技術者と地盤技術者が協働して質の高い「工学的な地質図」を作成し、地盤構造物の設計・施工に活用する。

- ・工学的な地質図の手引きと事例集の作成
- ・応用地質学と地盤工学の境界領域の用語集の作成
- ・地盤工学会年次研究発表会におけるディスカッションセッション（DS）の定例開催

(3) 役に立つ「応用地質学」に関する教育プログラムの準備と学習機会の提供

地形学を含む応用地質学は、地盤工学と並んで最も基礎となる学術であり、今後の地盤工学の発展のためにも、また地盤技術者の技術力向上のためにも、地盤工学会は、体系的な応用地質学の基礎知識の教育プログラムを考案・構築・準備し、学習する機会を提供する。

- ・地盤工学会内に教育プログラムの考案・構築するための仕組み・組織を設立
- ・体系的な地質学の基礎知識を習得するための教育プログラムを提供

(4) 防災リテラシーに必要な初等中等教育における「地学」教育の実現と充実への取組み

「地盤の科学」に関する研究・教育・社会貢献活動の充実と深化を図るとともに、初等中等教育における「地学」教育の充実と実現に向けて、関連する団体との連携も念頭に持続的かつ継続的な活動に取り組む。

- ・地盤災害などの「地盤の科学」に関する研究・教育・社会貢献活動を積極的に展開
- ・若い世代の防災リテラシーにとって重要な「地学」教育の充実と実現に向けて、「出前授業」などを活かした持続的かつ継続的な活動に取り組む

(5) 高等教育（大学・高専）における「応用地質学」教育の支援

大学・高専における「応用地質学」講座の開設や運営に関して積極的に協力・支援する。

- ・国内外の大学のシラバス調査の結果と分析による実践的な教育計画を提案
- ・大学・高専における「応用地質学」講座の充実や運営に関して、講師派遣など積極的な協力・支援

緒言

—会長特別委員会設立の背景と趣旨—

日本列島には、軟弱な沖積地盤や火山性堆積物地盤が広範囲に分布し、脆弱で急峻な自然斜面も数多く存在する。このため地震や豪雨に対して不安定であり、液状化・崖崩れ・地すべり・岩盤崩壊・土石流・深層崩壊などによる地盤災害が発生しやすい箇所が極めて多い。今後、さらなる気候変動によって集中豪雨の頻発や巨大台風の来襲が懸念され、南海トラフ地震等の大規模地震の可能性も高まっていることを考えると、地盤災害が日本社会に及ぼす影響はますます大きくなってきている。こうした状況を受けて、地盤工学会は2007年度会長特別委員会において、「地震と豪雨・洪水による地盤災害を防ぐために—地盤工学からの提言—」¹⁾をとりまとめており、その中で地盤工学の発展とともに異なる学問・技術分野の協働の必要性を提言している。

異なる学問の協働という点では、実際に地盤災害の第一線で活動している多くの地盤技術者は、地形学を含む応用地質学的観点からのアプローチと、設計を含む土木工学等を踏まえた地盤工学的観点からのアプローチが不可欠であることを痛感している。この地盤災害という観点からは、応用力学に立脚した地盤工学の変形・破壊の議論に、地質・地盤の断層・節理・亀裂などの不均質性・複雑性、風化・侵食による経時変化、および地形の成り立ち等の応用地質学的な理解を融合させることが重要である。

しかし残念なことに、両者は同じ対象として地盤を取り扱っているにもかかわらず、未だにいわゆる「地質屋」と「土質屋」の2種類の技術者に棲み分けられているような状況が続いている。つまり実際の計画・調査・設計・施工・維持管理において求められている学術(学問・技術)間の協働のうちでも、最も基礎となるべき応用地質学と地盤工学という2つの学術の協働が立ち遅れている。この応用地質学と地盤工学の協働は、これまでも何度となく問題にされてきたにもかかわらず、両学術の協働の欠如を原因とする事故や損失は、近年においても少なからず発生している。2000年代から直近の2020年代にかけても、例えば、2004年4月シンガポール地下鉄建設地盤掘削事故²⁾、2016年11月博多駅前道路陥没事故³⁾、⁴⁾、2019年10月台風19号千曲川氾濫による新幹線車両基地⁵⁾の浸水災害、2020年6月新横浜シールドトンネル建設工事・掘削に伴う道路陥没⁶⁾、2020年10月外環道地下トンネル工事に伴う陥没⁷⁾および周辺住宅地盤沈下⁸⁾など、枚挙にいとまがない。これらの事故や被災の原因の一つとして応用地質学と地盤工学の協働の不足(情報交換・情報共有の不足や共同作業の不足)が指摘されている。

これに対して、地盤工学の発展という点では、1999年版の地盤工学ハンドブック⁹⁾において、土質工学から地盤工学へ新たな体系化が図られて以来、各種指針・マニュアルや地盤力学を使った解析手法の整備が進んだ。近年では、スーパーコンピューターや並列計算を利

用した数値解析技術、IT 技術・IoT 技術を活用した調査・計測技術、情報化技術等の急速な発展により、複雑な地盤構造物に関する三次元解析や耐震設計、広域な土工の無人化施工管理が可能になるなど様々な発展を見せている反面、専門化・高度化・精緻化の様相を深めている。

また現在は、先進国における土壌・地下水汚染などや途上国での水資源不足、さらには地球温暖化に伴う自然災害の激化が大きな社会問題化しており、地盤工学では、災害地盤工学や環境地盤工学など、また応用地質学では、防災地質学や環境地質学など新しい分野の学術へ拡大・発展している。具体的には、放射性廃棄物を含む廃棄物処分場¹⁰⁾の計画・調査・設計・施工・維持管理の分野や山岳トンネルの掘削に伴う自然由来重金属等¹¹⁾の調査・対策設計・施工の場面などにおける両学術の協働への期待が高まっている。

このように地盤工学と応用地質学は、それぞれ独自に発展しながらも、同じ地盤に関する学術として、社会的な要請に対応してその活動領域は広くかつ深く重なってきており、両者の緊密な協働は益々重要になっているが、次のような解決すべき問題点も残されている。

第一に、地盤工学における応用地質学の重要性が十分に認識されていない事例がみられる。例えば、地盤に関わる近年のトラブルの事例では、応用地質学に関する検討がもう少しなされ、実際の設計・施工につながっていれば避けられたと思われるものもある。また、地盤工学の成果の集大成ともいべき地盤工学ハンドブックは 24 年前に刊行された 1999 年版が最新だが、それ以前の 65 年版や 82 年版に比べると地形・地質などの応用地質学分野の系統的な記載が大幅に少なくなっている。学術が時代時代のパラダイムを反映することがあるのは自然のことだが、一方で地盤工学における応用地質学の重要性が相対的に減ってきたとの誤った認識や印象を生んでいるのであれば、それは当時の執筆編集関係者の意図するところではないはずである。今後のさらなる地盤工学の発展を考える場合、応用地質学の重要性は多くの先達も明言しており、また地質技術者や地盤技術者も日々の業務と体験でその重要性を身にしみて感じている。時代で移り変わるパラダイムの反映と時代に左右されない学術としての普遍性確保との間でバランスある地盤工学の発展のために、応用地質学分野の知識や学術を伝えていくことは極めて重要である。

第二に、応用地質学を取り巻く教育環境が危機に直面している¹²⁾。応用地質学と地盤工学の協働を進める大前提は、各々の学術の教育が、大学・高専などでしっかりと行われることである。ところが、応用地質学をこれまで教えてきた経験豊富な地質技術者や地盤技術者、また講師や教育者が高齢化し、教育人材の枯渇が危惧されている。しかも、土質力学や応用地質学などの大学における地盤関連の専門科目も、大学内の専門科目のカリキュラム再編などの影響を受けて内容縮小や科目減少の傾向にあり、現在、特に応用地質学の教育環境は

危機に立たされている。

第三に、高度経済成長期の全国規模のインフラ事業を推進してきて以来、土木・建築事業をリードしてきた官界の、いわゆるインハウスエンジニアの役割の変化¹³⁾や技術力の低下、課題¹⁴⁾が指摘されている。一方、民間の地質技術者および地盤技術者は、計画・調査・設計・施工・維持管理部門への分化・専門化が進むとともに、実務の現場では人材不足や工程短縮要求の増加などにより、フィールド軽視・過度のマニュアル依存・経験不足の傾向が見受けられ、同じ組織内でも、技術の細分化の影響などもありお互いの分野の相互理解不足が見受けられる。こうした状況の中で、官民とも各技術分野の協働は、その必要性が叫ばれながらも思うような進展は見られない。

これに対しては、最近、国土交通省主導で始まった地質・地盤リスクマネジメントという取組み¹⁵⁾が注目される。これは、事業者、地質技術者、地盤技術者、設計技術者、施工技術者、点検技術者、およびそれを支援する産官学の専門家等の関係者が ONE-TEAM として参画し、地質・地盤リスクを正しく評価し、計画・調査・設計・施工・維持管理の各段階で適切に対応していこうという取組みであり、そこでの地盤工学と応用地質学の協働が果たすべき役割は極めて大きい。

さらに 2022 年 9 月、(公社) 土木学会は、「地盤の課題と可能性に関する声明」¹⁶⁾を公表し、地盤工学会との広範囲の協力を呼び掛けている。すなわち「地盤」は土木工学における「ハブ」(中樞あるいは拠点の意)であり、「汎土木工学フロンティア」であって、従来のような狭義の地盤工学の視点のみから捉えるべきものではない「土木工学の拡張フィールド」であるとして、「地盤」を地形学、地質学、地球物理学などを含めて拡張的に理解し、土壌学、生物学、生態学などをも隣接領域として積極的に捉え直していくことが必要である、との見解を明らかにしている。

以上のような状況に鑑み、応用地質学および地盤工学のそれぞれの学術分野、およびそれらに関わる技術分野の協働を具体的に推進するために、令和元年(2019年)5月より約3年間にわたって地盤工学会関東支部で実施されてきた「地盤工学のあり方ー応用地質学と地盤工学の協働を考えるー研究委員会」(令和元年度～令和3年度)¹²⁾の活動とその成果を引き継ぎ、地盤工学会としてより実効あるアクションプランを創出することを目的として、「応用地質学と地盤工学の協働に関する会長特別委員会」が2022年4月に設立された。

本会長特別委員会の運営にあたっては、関東支部の研究委員会メンバーに加えて、新たに全国レベルで産学の理学・工学専攻の委員を増やし、活動期間を1年半とした。なお本会長特別委員会には、日本応用地質学会から3名の委員の推薦・派遣をいただいた。

本会長特別委員会では、特に次の二つのテーマを中心に、地盤工学と応用地質学の協働の

望ましいあり方について研究活動を行った。

第一は、地盤構造物の設計過程を再構築することによって、地質技術者と地盤技術者が協働して質の高い「工学的な地質図」を作成するような状態を新たに実現することが急務であることを明らかにし、そのために実効あるアクションプランを提案した。

第二は、教育・人材育成の分野において、地盤工学会が自ら何を行うべきかを探り、工学を専門とする技術者に役に立つ「応用地質学」の知識を体系的に教育するための教育プログラムの考案・構築を提案し、そのためのアクションプランを作成した。

本会長特別委員会の活動テーマは、これまでも数多くのチャレンジがなされたが、いまだに解決できてない難しいテーマである。本活動に際しては、土質力学の父—カール・テルツァーギ¹⁷⁾、¹⁸⁾や地質工学の祖・渡邊貫¹⁹⁾、²⁰⁾、²¹⁾、²²⁾を始めとする先人達の本テーマに関わる考え方や研究成果にまで遡り、その主張を参考にしながら、我々の日常行っている地盤構造物の計画・調査・設計・施工・維持管理に関する学術（学問・技術）や大学・企業における教育・人材育成・研究について考察を行っている。

今後は、本会長特別委員会の成果を、全国規模のシンポジウム開催などを通じて全国の地盤工学会会員および関係者に発信することにより、本テーマに関する議論や研究を深化・活発化させ、将来は日本応用地質学会との連携も図りながら、地盤工学会全体のテーマとしてさらに発展させたいと考えている。

なお、2023年4月10日に、応用地質学と地盤工学の協働についての提言（案）に対して、地盤工学会から会員に対して、パブリックコメントの募集を実施した。募集要領および提案された会員のご意見は、分野ごとに「おわりに」に収録している。

（参考文献）

- 1) 地盤工学会編：提言 1.8（地盤防災・減災のための異なる学問・技術分野の協働）、地震と豪雨・洪水による地盤災害を防ぐために—地盤工学からの提言、p. 19、2009年8月
- 2) 折原敬二：シンガポール地下鉄事故の概要について、第13回地質リスクマネジメント事例研究発表会、令和4年11月
- 3) 浅井健一・佐々木靖人：国立研究開発法人土木研究所における地質・地盤リスクマネジメントに関する取り組み、第8回地質リスクマネジメント事例研究発表会講演論文集（地質リスク学会・全国地質調査業協会連合会）、pp. 12-15、平成29年11月
- 4) 福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する検討委員会・国立研究開発法人土木研究所：福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する検討委員会報告書、平成29年5月
- 5) 鈴木隆介：地形に根ざした社会基盤整備、地形を無視した社会基盤整備、土木学会誌、

Vol. 97、No. 1、pp. 22-26、2012 年 1 月

- 6) 神奈川東部方面線新横浜トンネルに係る地盤変状検討委員会・鉄道建設運輸施設整備支援機構東京支社：神奈川東部方面新横浜トンネルに係る地盤変状検討委員会報告書、令和 2 年 8 月
- 7) NEXCO 東日本：東京外かく環状道路（関越～東名）工事現場付近での地表面陥没事故について、東京外環トンネル施工等検討委員会・有識者委員会、令和 2 年 10 月
- 8) シールドトンネル施工技術検討会：シールドトンネル工事の安全・安心な施工に関するガイドライン、令和 3 年 12 月
- 9) 地盤工学会編：地盤工学ハンドブック、1999 年 3 月
- 10) 大野博之・大山孝弘・磯部有作・打木弘一・大久保拓郎・宮原哲也・山内一志・和田卓也・山中稔・登坂博之：最終処分場における設計震度の設定－地震後の状況調査から、応用地質、第 61 巻、第 5 号、pp. 262-271、2020 年 12 月
- 11) 建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会：建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル（暫定版）、2010 年 3 月
- 12) 地盤工学会関東支部「地盤工学のあり方－応用地質学と地盤工学の協働を考える－研究委員会」：報告および提言（案）、2022 年 3 月
<https://jibankantou.jp/group/pdf/20220329kyoudoubook.pdf>
- 13) 土木学会建設マネジメント委員会・技術公務員の役割と責務研究小委員会：建設サービスの高度化時代における技術公務員（インハウス・エンジニア）の役割と責務－中間報告書－、平成 20 年 11 月
- 14) 佐々木靖人：「土木事業における地質課題」を終えるにあたって－インハウス地質技術者の課題、土木の課題－、寄稿、寒地土木研究所月報、No. 788, p p. 71-72, 2019 年 1 月
- 15) 国土交通省大臣官房技術調査課・国立研究開発法人土木研究所・土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会：土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン－関係者が ONE－TEAM でリスクに対応するために－、2020 年 3 月
- 16) 土木学会・地盤の課題と可能性に関する総合検討会：地盤の課題と可能性に関する声明、pp. 1-14、2022 年 9 月 20 日
- 17) リチャード・E・グッドマン著、赤木俊允訳、石原研而・吉見吉昭 校閲：土質力学の父・カール・テルツァーギの生涯－アーティストだったエンジニア、地盤工学会、2006
- 18) 末岡徹：カール・テルツァーギとボスポラス海峡、地盤工学会誌、第 69 巻、第 4 号、pp. 40-46、2021 年 4 月
- 19) 渡邊貫：緒言、地質工学、古今書院、pp. 1-5、1935 年
- 20) 大島洋志：温故知新 渡邊貫の地質工学再考、資料（依頼原稿）、応用地質 第 47 巻第 1 号、pp. 27-38、2006
- 21) 小野田滋：渡邊貫とその足跡、地質工学、Vol.15、pp.1-14、日本物理探鉱株式会社、

平成 30 年 4 月

- 22) 地盤工学会関東支部「地盤工学のあり方ー応用地質学と地盤工学の協働を考えるー研究委員会」：報告および提言（案）、自由寄稿、末岡徹、渡邊貫と丹那トンネル、pp. 1-18、

2022 年 3 月

<https://jibankantou.jp/group/pdf/20220329kyoudoubook.pdf>

令和4、5年度 応用地質学と地盤工学の協働に関する会長特別委員会

No	会務	氏名	所属
1	委員長	末岡 徹	株式会社キタック
2	顧問	三村 衛	一般財団法人地域地盤環境研究所(京都大学)
3	顧問	竹村恵二	京都大学名誉教授
4	幹事長兼委員	宮田 和	清水建設株式会社
5	副幹事長兼委員	笠間清伸	九州大学
6	副幹事長兼委員	石井裕泰	大成建設株式会社
7	委員	今村遼平	アジア航測株式会社
8	委員	上野将司	応用地質株式会社
9	委員	宇田川義夫	清水建設株式会社(日本応用地質学会推薦)
10	委員	柿原芳彦	応用地質株式会社
11	委員	勝見 武	京都大学
12	委員	北田奈緒子	一般財団法人地域地盤環境研究所
13	委員	栗原則夫	元日本道路公団/NEXCO
14	幹事兼委員	桑野玲子	東京大学
15	幹事兼委員	鈴木健介	鹿島建設株式会社
16	委員	鈴木素之	山口大学
17	委員	田中耕一	一般財団法人エンジニアリング協会
18	委員	田中 淳	基礎地盤コンサルタンツ株式会社
19	委員	藤井 幸泰	名城大学
20	幹事兼委員	古木宏和	日本工営株式会社(日本応用地質学会推薦)
21	委員	森 良樹	株式会社パスコ(日本応用地質学会推薦)
22	委員	森口周二	東北大学
23	委員	横田聖哉	東日本高速道路株式会社
24	委員	和田里絵	応用地質株式会社

目 次

	ページ
要約	1
緒言 ー会長特別委員会設立の背景と趣旨ー	4
会長特別委員会の構成	10
応用地質学と地盤工学の協働に関する提言	12
1. 提言の意義と役割	12
2. 提言に関する基本方針	12
3. 提言の概要	13
3.1 構成	13
3.2 留意事項	13
3.3 活動の経緯	14
提言 1.1 地盤構造物の設計における応用地質学と地盤工学の役割の再評価	17
提言 1.2 設計・施工・維持管理に必要な情報を付加した質の高い「工学的な地質図」の作成と活用	23
提言 2.1 役に立つ「応用地質学」に関する教育プログラムの準備と学習機会の提供	26
提言 2.2 防災リテラシーに必要な初等中等教育における「地学」教育の実現と充実への取組み	28
提言 2.3 高等教育（大学・高専）における「応用地質学」教育の支援	33
おわりに（パブリックコメントを受領して）	36
資料編ー応用地質学および地盤工学に関する教育についての調査	
・資料ー1 海外の大学における応用地質学および地盤工学に関するシラバス調査	
・資料ー2 国内の大学における応用地質学および地盤工学に関するシラバス調査	
・資料ー3 日本における大学及び高専で使われている応用地質学（土木地質学）および地盤工学関係の教科書調査	
・資料ー4 大学における応用地質学・土木地質学・地質工学の講義事例	
(1) 応用地質学・土木地質学ー上野将司委員の場合	
(2) 地質工学ー宇田川義夫委員の場合	

応用地質学と地盤工学の協働に関する提言

1. 提言の意義と役割

「地盤工学会」は、日本の地盤技術を担う専門家の集団であり、

1. 学術技術の進歩への貢献
2. 技術者の資質向上
3. 社会への貢献

の3つを目的に掲げて活動する公益社団法人である¹⁾。

令和4年(2022年)4月に地盤工学会に設立された「応用地質学と地盤工学の協働に関する会長特別委員会」において、上述の地盤工学会の設立趣旨に鑑み、以下の項目を特別委員会活動の意義および役割と考え、提言の検討を行った。

- (1) インフラ建設やその維持管理、および地盤防災や地盤環境保全に応用地質学と地盤工学、両分野の学術的知見や技術を適切に活用し、より安全で安心な社会を実現する。
- (2) 産学官の協力により、応用地質学と地盤工学の協働を実現し、産業振興と教育・人材育成を図り、新しく魅力ある産業と労働市場を創造・拡大する。
- (3) 応用地質学と地盤工学の両学術の研究活動を活発化させ、人類・社会に貢献・寄与する学術の進歩および技術開発を促進する。
- (4) 豊富な経験的知見を保有する地質技術者および地盤技術者の技術力のさらなる向上を図り、その活動を活発化させるとともに、両分野に精通した地質技術者および地盤技術者を育成する。

の4項目である。

2. 提言に関する基本方針

上述した「応用地質学と地盤工学の協働に関する会長特別委員会」の提言の意義と役割を達成するために、次の2つの基本方針を掲げる。

(1) 地質技術者と地盤技術者の協働を推進する

地質技術者や地盤技術者が扱う地質や地盤は複雑で不均質なものであり、しかも地下は直接確認することが難しいことから、地質や地盤に関わる情報には大きな不確実性が存在する²⁾。土木・建設事業においては、この不確実性に起因した建設事故やインフラに係る被災を防ぐ努力が必要である。そのため、応用地質学(Engineering Geology)と地盤工学(Geotechnical Engineering)という二つの学術(学問と技術)を活用、駆使する必要があり、各々の学術に精通した地質技術者、地盤技術者や研究者の知識および経験を総動員することが最も重要である³⁾。このためには、地盤工学および応用地質学の専門家の協働を促進することはもちろん、地盤工学会は他関連学会の協力を得て本活動を支援し、推進する。

(2) 応用地質学と地盤工学の二つの学術の協働を推進する

応用地質学と地盤工学は、学術のルーツ⁴⁾は理学・工学と異なるものの、高度経済成長期以降、どちらも土木・建築事業の地盤に関わる計画・調査・設計・施工・維持管理の問題を解決するための基礎学術として発展してきた。その結果、実務レベルでは、両者の連携の重要性が広く認識されるようになってきている一方、両者は、学術としての協働を期待されながら、未だその実現を見ていない。かつて地盤工学の創始者ともいえるカール・テルツァーギ⁵⁾は、Geotechnology という名称で、また地質工学の提唱者である渡邊貫⁶⁾は、Geomechanik (地質工学) という名称で、それぞれ土質力学と応用地質学の統合について語っている。実際問題として、現状の応用地質学と地盤工学は、土木・建築事業の地盤に関わる基礎学術として、類似したものとなっている。私たちは、両者のこのルーツや性質の違いを認識・理解した上で、両学術レベルでの協働を推進する。特に最近頻発する地盤災害などに関する調査・研究においては応用地質学および地盤工学、両学術の協働が強く求められている。

3. 提言の概要

3.1 構成

提言は、基本方針の下で、以下の2テーマ5項目で構成されている。内容自体は、すでに先人達により言及されたものや地盤工学会関東支部の提言(案)⁷⁾を踏襲しているものも含まれているが、「応用地質学と地盤工学の協働」を基軸に会長特別委員会において独自に検討を重ねたアクションプランを伴った新たな提言となっている。

<テーマ1>実務における協働

提言 1.1 地盤構造物の設計における応用地質学と地盤工学の役割の再評価

提言 1.2 設計・施工・維持管理に必要な情報を付加した質の高い「工学的な地質図」の作成と活用

<テーマ2>教育・人材育成

提言 2.1 役に立つ「応用地質学」に関する教育プログラムの準備と学習機会の提供

提言 2.2 防災リテラシーに必要な初等中等教育における「地学」教育の実現と充実への取組み

提言 2.3 高等教育(大学・高専)における「応用地質学」教育の支援

3.2 留意事項

提言に関する留意事項は、次のとおりである。

<時間スケールについて>

- ・短期的=緊急であり、できるだけ早く対応すべき課題
- ・中期的=今後4~5年の時間スケールで対応すべき課題
- ・長期的=5年以上の長期的な課題

<提言の相手先について>

- (社会全体) ・行政 (国土交通省、農林水産省、文部科学省、地方自治体ほか)
- ・企業 (計画・調査・設計・施工、エンジニアリング会社ほか)
- ・学会 (地盤工学会、日本応用地質学会、土木学会ほか)
- ・関連団体 (全地連、建コン協、日建連、NPO ほか)
- ・教育・研究機関 (大学、高専、研究所ほか)
- ・マスコミ、関与度が高い住民・一般市民など
- (専門家) ・地質・地盤技術者ほか
- ・研究者・教育者 (大学・高専、国公立研究機関ほか)
- (初学者) ・学生 (小学生、中学生、高校生、高専生、大学生ほか)
- ・社会人 (新人、未経験者ほか)

<解説について>

各々の提言において、提言に関係する以下の項目について解説を行った。

- (1) これまでの経緯と背景の紹介
- (2) 既往の情報・知識の紹介とその解説
- (3) 提言の理由とその効果に関する紹介と解説
- (4) 参考文献などの資料の紹介

<アクションプランについて>

提言について、その実現性・実効性を担保するため、実現性が高いと思われるアクションプランを案出した。アクションプランは、地盤工学会自らが行うべき項目を中心に検討しており、多くの関連学会および諸団体と協力・連携する必要のあるものも含まれている。

3.3 活動の経緯

「応用地質学と地盤工学の協働に関する会長特別委員会」は、地盤工学会関東支部の「地盤工学のあり方—応用地質学と地盤工学の協働を考える—研究委員会」⁷⁾ (令和元年度～令和3年度) を引き継ぎ、令和4年(2022年)4月に理学・工学出身の委員を新たに増やし、24名の委員構成によって、正式にスタートした。なお、本会長特別委員会には、日本応用地質学会から3名の委員の推薦・派遣をいただいた。

第1回全体会議では、各委員の自己紹介を行うとともに、委員長から旧地盤工学会関東支部研究委員会活動における報告および提言(案)の紹介を行った。また大学・高専における応用地質学と地盤工学に関する教育に焦点を当て、両学問・技術の教育に関する調査・研究を行った。具体的には、過去に大学・高専教育において使われている地盤工学の教科書の中で、応用地質学を含めてどのような内容が教科書に掲載されているかを調べ、どのように学生に教えられているかを調査した結果について、意見交換を行った。

第 2 回全体会議では、会長特別委員会活動への期待や提言などに関する各委員の意見交換を行い、今後の会長特別委員会におけるアクションプラン付き提言の作成準備や全国レベルのシンポジウム開催に関する意見交換を行った。

第 3 回全体会議では、提言およびアクションプランの素案について意見交換を行った。

さらに、公開されている大学のホームページなどから海外および日本国内の大学においてどのようなシラバスに基づいて教育がなされているかについても調べた。その上で、今後求められる両分野の望ましい教育の形を実現するため、地盤工学会としてどのようなアクションプランが必要かの検討を行った。さらに 2023 年夏季に予定されているシンポジウム計画案についても議論した。

第 4 回全体会議では、第 3 回全体会議において提出された提言素案に関する意見やアドバイスを反映させた「基本方針および提言」について集中的な討議・議論を行い、アクションプラン付き提言の創出を図った。さらに資料としてどのような分野・項目がふさわしいかの討議を行った。(資料-1: 海外の大学における応用地質学および地盤工学に関するシラバス調査、資料-2: 国内の大学における応用地質学および地盤工学に関するシラバス調査、資料-3: 日本における大学および高専で使われている応用地質学(土木地質学)および地盤工学関係の教科書調査、資料-4: 大学における応用地質学・土木地質学・地質工学の講義事例)

第 5 回全体会議では、最終的に会長特別委員会として作成・公表する報告書(要約、緒言、基本方針、5 つの提言、資料編など)についての確認を行うとともに、2023 年夏季に開催する予定のシンポジウムの最終確認を行った。

第 6 回全体会議では、2023 年 4 月～5 月に実施したパブリックコメントの会員の意見を反映すべく報告及び提言(案)の加筆・修正について、委員間の意見交換を行った。さらに本件に関するシンポジウム開催を 8 月 31 日、日大 CST ホール 6 階で開催することとし、その実施内容・実施要領の詳細について討議を行った。

(参考文献)

- 1) 地盤工学会：地盤工学会の概要、地盤工学会ホームページ
- 2) 国土交通省大臣官房技術調査課・国立研究開発法人土木研究所・土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会：土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン－関係者が ONE TEAM でリスクに対応するために－、2020 年 3 月
- 3) 末岡徹：応用地質・地盤・地下水・環境に関する工学の総合化と学会連合について、応用地質、Vol. 53、No. 6、p. 269、2013 年 2 月
- 4) 末岡徹：令和と地盤工学、そしてその設計思想について、地盤工学会誌、Vol. 67、No. 9、pp. 36-37、2019 年 9 月
- 5) Terzaghi, K. : Opening address, Proceedings of the Second International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. VI, pp. 11-14, 1948

- 6) 渡邊貫：緒言、地質工学、古今書院、p. 5、1935年3月
- 7) 地盤工学会関東支部「地盤工学のあり方ー応用地質学と地盤工学の協働を考えるー研究委員会」：報告および提言（案）、2022年3月
<https://jibankantou.jp/group/pdf/20220329kyoudoubook.pdf>

提言 1.1—中期的、専門家、行政、学会、関係団体に対して

提言 1.1 地盤構造物の設計における応用地質学と地盤工学の役割の再評価

土構造物や建築物基礎、あるいはトンネルや地中埋設物などの「地盤構造物」は、自然に形成された地盤や人工的に造成された地盤の表層部あるいは内部に構築される複合構造体であり、その設計・施工にあたっては、「地盤の構造」を正確に把握することが最も重要である。

「地盤構造物の設計」過程においては、「応用地質学」と「地盤工学」の役割を明確にし、地質技術者と地盤技術者の協働をこれまで以上に推進するため、「地盤構造物の設計」過程を「要求機能を発現する複合構造体の案出及び機能保証」過程として再構築する。

(解説)

応用地質学と地盤工学の協働の欠如が原因と考えられる土木・建築事業の事故や損失は、これまで少なからず生じており、その傾向は、近年においても続いている。こうした状態を打開するために、地盤構造物の設計、施工に関わる技術者の協働、特に地質調査を担当する地質技術者と設計・施工を担当する地盤技術者の協働のあり方を改善する必要がある。

そのために、本提言では、これまで定義が必ずしも明確でなかった地盤構造物について、「地盤の持つ潜在機能（支持力、アーチ作用、透水・遮水能力など）を利活用することを基本にした地盤と人工物の複合構造体」と定義し、それに対応して従来の設計過程¹⁾を図1のように再構築する²⁾。

地盤とは、地球の表層部を形成する地殻の表面および表面付近のある範囲(数十m～数km)の岩石や土を含めた総称である。ここに留意点として以下が挙げられる。

- ① 地盤の大半は自然地盤であるが、造成地や埋立地のような人工地盤もある。
- ② 多くの人が住む沖積平野では、河川の氾濫による河道や低湿地の改修、あるいは浅い海岸部の埋立てが昔から行われており、自然地盤と人工地盤の区別がつかなくなっている場合もある。
- ③ 近年の都市開発において、高度経済成長期の地盤に対する開発行為や人工改変の履歴資料が残されていないため、新しい地盤構造物の施工時に地盤内の予想外の遺物にあたってしまうリスクが増えている。

設計という概念は、元々工業製品のような人工物の製造にあたって、要求される機能を持つ構造を考え出す行為を意味する³⁾が、地盤構造物の設計においては、地盤構造物が地盤と人工物の複合構造体であるため、人工物の設計過程にはない「地盤の構造の解明」という過程が必要となる。これに相当する従来の設計過程の「調査と試験」では、この点が明確にされていなかった。人工物の設計過程と、再構築された地盤構造物の設計過程、さらに従来の地盤構造物の設計過程¹⁾を対比すると、図2のようになる。

(1) 地盤構造物の設計過程の再構築

再構築した地盤構造物の設計過程（図1）の概要は、次のようになる。

[1] 要求機能の明確化

地盤構造物に要求される基本的な機能は、「静的あるいは動的な外力・内力に対して、短期的あるいは長期的に、全体的あるいは局所的な破壊および有害な変形を生じないこと」である。要求機能は、従来、仕様規定されていたが、近年は、性能規定される方向に変わりつつある。

[2] 地盤の構造の解明（地質調査）

既存資料調査、地形調査、地表地質調査、ボーリング、物理探査、地盤の工学的特性評価のための調査・試験等を実施して、設計、施工及び維持管理に必要な地盤の情報を収集する。これらは、現状の地盤についての地質学的情報及び工学的情報のみならず、現状に至る地質の生成履歴情報を含む多様な地質情報群としてまとめることが重要である。

この地質情報群を基に、応用地質学と地盤工学の知識を駆使して、地盤の構造を表現する質の高い「工学的な地質図」を作成する。この「工学的な地質図」は、平面図や特定の断面図によって地盤の構造を二次元的に表現するものであるが、最近では、コンピュータ上に三次元モデルとして表現できるようになり、地盤の構造がよりイメージしやすくなっている。

以上の作業を地質技術者と地盤技術者が協働して実施することが極めて重要である。こうして作成した「工学的な地質図」に基づいて、設計、施工を実施する。なお、土木工学的に特に問題のある地盤の場合は、「工学的な地質図」とともに地質の生成履歴情報も十分考慮した設計、施工を実施する必要がある。

[3] 複合構造体の案出（設計代替案の選択）

解明した地盤の構造に、人工物の構造を組み合わせて、要求機能を発現すると考えられる複合構造体を案出する。この過程は、従来の設計過程では「設計計算」に含まれている。通常は、設計要領などに示されている標準的な対策工法や既往の類例を参照して、適切な複合構造体を設計代替案（複数）として選択すればよいケースが多いが、地盤の構造が複雑で不確実性が高いケースでは、その選択には設計者の豊富な経験と高い技術力を必要とする。

なおこの過程は、建築の分野でデザインと呼ばれる過程に該当し、地盤構造物においても景観、植生などの環境へ配慮した設計、施工に留意する必要がある。

[4] 複合構造体の機能保証（設計計算）

案出した複合構造体が実際に要求機能を発現することを保証する。一般的には、案出した複数の複合構造体（設計代替案）を工学モデル（多くの場合は、剛体や弾性体などの力学モデル）に置き換え、適切な自然法則に基づく力学方程式などを用いて、想定される条件の下で構造解析を行う。解析を繰り返して、予測される機能が要求機能を満足するような複合構造体の属性（形状、寸法、組合せなど）を決定する。ただし、こうした構造解析によらず、既往の施工実績から導出した経験式や経験値に基づいて複合構造体の属性を決定する地盤構造物もある（トンネルや切土のり面など）。

いずれにしてもこの機能保証は、様々な仮定による構造解析や様々な現場条件における経験に基づいて、こういう属性を持つ複合構造体であれば要求機能を発現するであろうというを示しているのもであって、当然のことながら、そこには不確実性や誤差が包含されている。

なおこの過程は、従来の設計過程では、設計計算と呼ばれている。

[5] 設計代替案の評価及び意思決定

複数の設計代替案について、技術的・経済的評価基準に基づく評価を行い、最善の設計解を決定して設計図面化する。複数の設計代替案から設計解を決定するのに際して、実際の試験施工あるいはモデル施工という手法が使われることもある。

なお設計代替案の評価の結果によっては、[3]複合構造体の案出に戻って作業をやり直す必要が生じることもある。

[6] 実施を通じた評価

得られた設計解には、各過程で発生する様々な不確実性を含むことが避けられない。したがって、施工にあたっては、地盤の挙動を観測し、設計解に含まれる不確実性を検証しながら、施工法や場合によっては設計解を修正、変更する必要がある。すなわち、観測施工並びに情報化施工の常態化である。ただし設計解の修正、変更といっても、施工段階では実施可能な内容が限定されるため、予め設計段階において、施工時に実施可能な内容とその実施手順を検討しておく必要がある。

(2) 設計解のブラッシュアップ

地盤構造物は、道路、鉄道、橋梁、建築物など土木・建築構造物の基盤を成すものであり、実際の設計は、多くの場合、それら土木・建築構造物の設計の中で実施される。土木・建築構造物の設計は、おおむね概略設計、詳細設計といった段階を踏んで行われ、地盤の構造の解明のための地質調査もそれに合わせて、概略調査、詳細調査という手順で行われる。

したがって、地質調査が段階的に進むに従って、地盤の構造は、広域的かつ概略的な地質情報を含む「工学的な地質図」から、局所的かつ詳細な地質情報を含む「工学的な地質図」へ解明されていき、地盤構造物は、概略的な設計解（案）の比較検討の段階から、詳細な設計解として決定される最終的な段階へと進んでいく。

このように実際の設計は、**図1**に示す設計過程が一本調子で進行していくのではなく、概略設計段階から詳細設計段階へと、**図1**の設計過程を繰り返し行いながら、次第に地盤の構造を明確にしていき、より精度の高い設計解を得るように進行していく。

(3) リスクマネジメントの実施

図1に示した設計過程には、次のような様々な不確実性や誤差が生じる可能性があり、それが地盤構造物の設計、施工を不確実なものにする。そのため、どの過程でどのような不確実性や誤差が生じる可能性があるかについて十分認識し、それらの不確実性や誤差を設計、施工に対するリスクととらえて、リスクマネジメントを実施する必要がある⁴⁾。各設計過程

段階におけるリスク要因は、以下のように分類・整理される。

- a) 「地盤の構造の解明」過程におけるリスク要因
 - a-1) 地質調査における計画に含まれる不確実性及び地質の観察、測定に伴う誤差
 - a-2) 土質試験における試料採取や測定に伴う誤差
 - a-3) 地質調査データから推定した地質図に含まれる不確実性
 - a-4) 土質・岩質による層区分の判別誤差
 - a-5) 地質図から変換された工学的な地質図に含まれる不確実性
- b) 「複合構造体の案出」過程におけるリスク要因
 - b-1) 工学的な地質図についての設計者の判断の不確実性
- c) 「複合構造体の機能保証」過程におけるリスク要因
 - c-1) 工学モデル作成における自然地盤のモデル化誤差
 - c-2) 地盤パラメータの測定値から設計値への変換誤差
 - c-3) 構造解析における計算誤差
- d) 「実施を通じた評価」過程におけるリスク要因
 - d-1) 設計者と施工者の意思疎通の不確実性及び施工誤差
 - d-2) 観測施工における測定方法の不確実性とその測定誤差

以上のように、地盤構造物の設計、施工とは、要求機能を発現するような「地盤と構造物の複合構造体」を案出し、その機能保証を行うことであり、その間に発生する地質および地盤に関する様々な不確実性や誤差を可能なかぎり客観的に評価し、それによるリスクを観測・情報化施工によって最小化しようとする行為であって、それは現在、公共土木工事で実施されつつある地質・地盤リスクマネジメントの過程と重複する。

(アクションプラン)

- 地盤工学会は地質技術者と地盤技術者の協働を促進するための以下の講座を開催する。
 - ① 地盤技術者を対象とした応用地質学基礎講座
 - ② 地質技術者を対象とした地盤工学基礎講座
 - ③ 地盤技術者と地質技術者を対象とした地盤構造物の設計実践講座

(参考文献)

- 1) 地盤工学会：地盤工学ハンドブック、丸善出版、p. 441、1999年
- 2) 栗原則夫・末岡徹・石井裕泰：人工物の設計論に基づく地盤構造物の設計概念の再構築、土木学会論文集、Vol. 78、No. 1、pp. 81-98、2022年
- 3) 中島尚正：人工物と設計、(財)放送大学教育振興会 6525、pp. 32-33、2004年
- 4) 地盤工学会：役立つ!!地盤リスクの知識、丸善出版、2013年

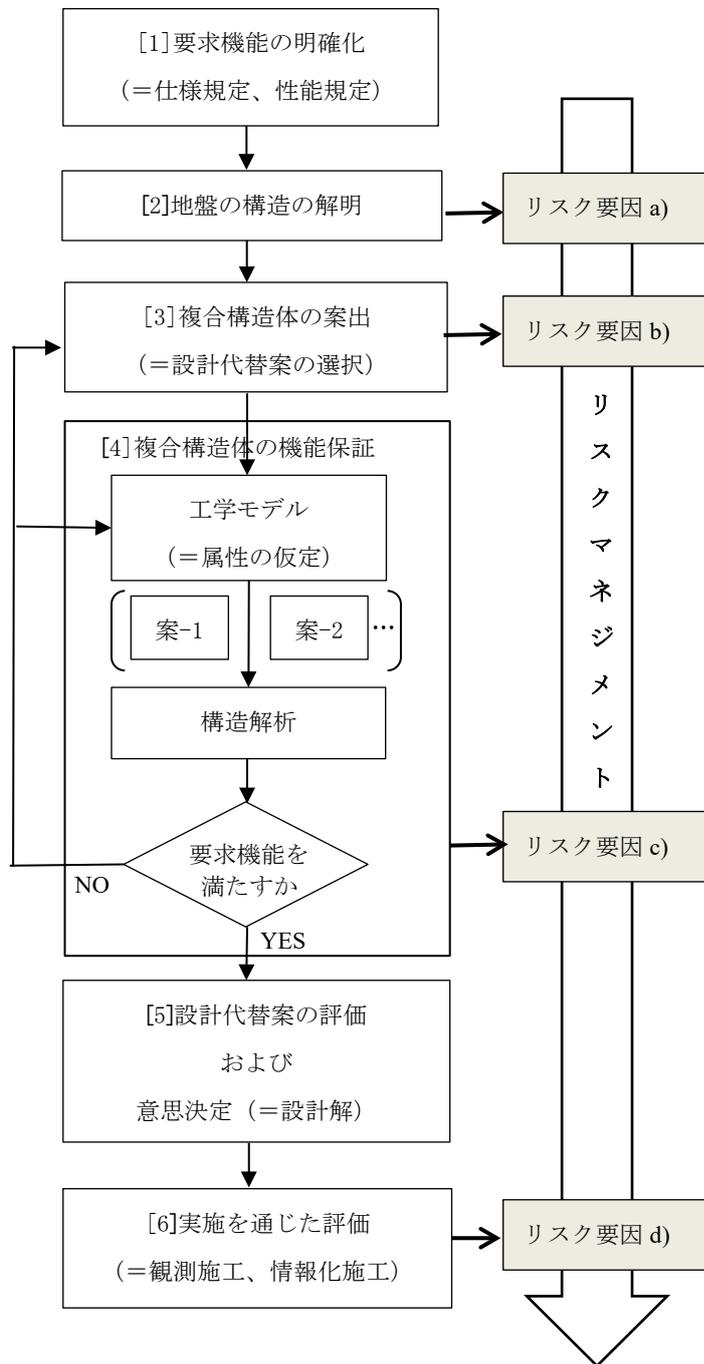


図 1 再構築した地盤構造物の設計過程（参考文献 2）を本提言用に修正

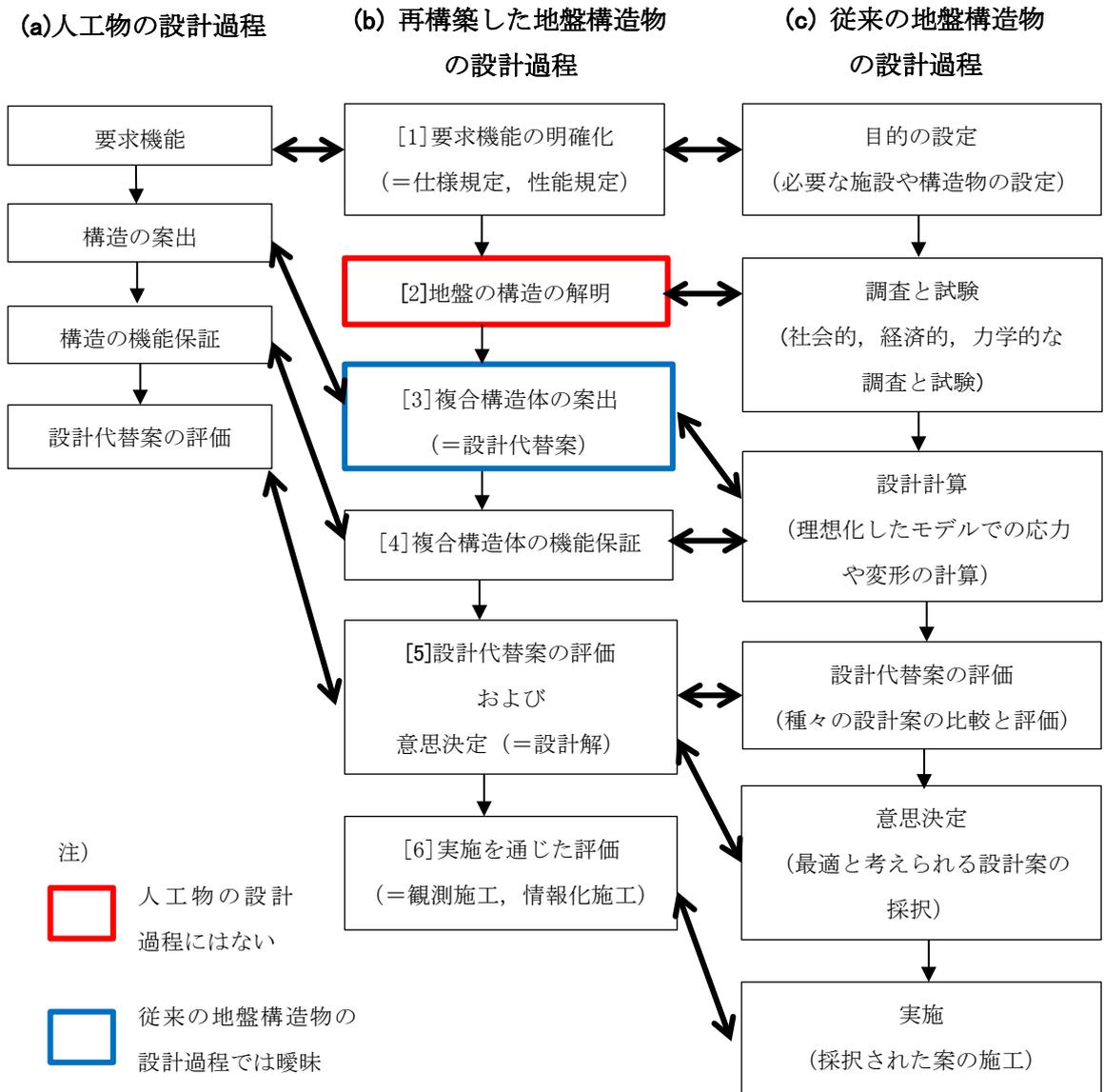


図2 設計過程の比較

提言 1.2—短期的、専門家、学会、行政、関係団体に対して

提言 1.2 設計・施工・維持管理に必要な情報を付加した質の高い「工学的な地質図」の作成と活用

地質調査から得られる多種多様な地質情報群を基に、地質技術者と地盤技術者が協働して質の高い「工学的な地質図」を作成し、地盤構造物の設計・施工に活用する。

質の高い「工学的な地質図」においては、地盤構造物の設計・施工を行うための地盤の構造に関して地質の生成履歴情報など定量化できないものも含めて必要十分に表現されていることが求められる。

(解説)

「工学的な地質図」に相当するものとして普及している土木地質図の特徴について、「全地連“次世代 CALS “対応研究会報告書（平成 15 年 11 月）」¹⁾では、4 項目挙げられているが、そのうちの 2 項目は、次のようになっている。

- ① 最大の利用者は、土木技術者である。
- ② 学問的な地質図をベースマップとし、対象物に即した工学的判断を表現している。

これらは、土木地質図の作り手は地質技術者であり、利用者は地盤技術者（土木技術者）である、という分業の実態を反映している。

すなわち日本国内の地質調査を担当する地質技術者は、地質図を作成することはできるが、設計に携わることが少ないため、独力で質の高い土木地質図を作成することが困難な場合がある。

一方、設計、施工を担当する地盤技術者は、地質図と土木地質図の区別やその解読も十分にできない者が少なくないため、地質技術者が作成する土木地質図を鵜呑みにする傾向がある。

こうした実状は、多くの技術者の間で「工学的な地質図」の重要性についての認識が不足していることを物語っており、このことが少なくない失敗・事件事例を生む一因になっていたと考えられる。さらに近年のトンネル工事における地盤陥没事故や頻発する道路の陥没事故などを勘案すると、そうした状態は、現在も変わっていないというより、むしろより悪化しているのではないかとすら推測される。

このため再構築した設計過程の「地盤の構造の解明」の段階から、地質技術者と地盤技術者が協働して質の高い「工学的な地質図」を作成するような状態を新たに実現することが急務になっていると考える。質の高い「工学的な地質図」の条件として、既存の地質学的情報に加えて、地形調査、地表地質調査、ボーリング、物理探査、地盤の工学的特性評価のための調査・試験等を実施して得られる多種多様な地質情報群をもとに個々の構造物の工学的特性を十分加味して作成することが不可欠である。

この地質情報群には、現状の地盤についての地質学的情報（地形、構成物質、地質構造な

ど) および工学的情報(岩の硬軟、地下水状況、災害・地すべり痕跡など)のみならず、現状に至る地質の生成履歴情報(生成時の環境、その後の構造運動、海水面の変動、浸食作用、風化、変質、地形形成、断層形成などの地史)を含むことが必須である。

このため、大規模な地すべり崩壊地帯(海底ジオハザードを含む)、山腹崩壊の激しい地域、特に脆弱な岩質の地域(亀裂性岩、強風化岩、泥岩・砂岩など)、大規模な軟弱地盤地帯、液状化地盤(旧河道、埋立地、地下水の浅い沖積低地、液状化発生履歴のある箇所)、火山地帯、褶曲地帯などが想定される場合は、早い段階で応用地質学、地盤工学、設計および施工技術の専門家による面的な調査で広範囲の地形、地質の分析を行って、可能性のあるリスクの洗い出しと評価を実施し、それに基づいて順次、線的また点的な調査で深さ方向の詳細な地質情報を収集し、適切な対応策を検討する必要がある。

また「工学的な地質図」の作成にあたっては、まず基になる「地質図」を作成する必要があるが、この「地質図」は、地形地質踏査などの情報に基づく推定によって作成されるものである。したがって、可能性のある「地質図」は複数あり得るが、最もありそうだと結論された地質構造や生成履歴を記載した「地質図」を基に「工学的な地質図」が検討されるのが一般的である。しかし近年提唱されている地質・地盤リスクマネジメントの趣旨から考えると、今後、場合によっては、そうした1つの「地質図」を検討するだけでなく、対立する仮説としての別の「地質図」の可能性も具体的に検討して、それに対応する「工学的な地質図」も用意しておき、以降の地質調査などによって検証する方策を提案する、といったことも重要である²⁾。

なお「工学的な地質図」は、これまで土木地質図(全地連、日本応用地質学会³⁾)や土木地形地質図(NEXCO)、工学地質図(JIS A0206)などの呼称で作成されており、地盤構造物の種類ごとに、それぞれに適した地質調査法や設計、施工の歴史などを反映した特徴ある様式によって、二次元の図面で表現されている。

しかし、2023年度までに小規模を除くすべての公共工事において原則適用となる予定のBIM/CIMでは、三次元の地質・地盤BIMモデルとして表現される。地質技術者・地盤技術者は、モデルに含まれているすべての情報を正しく理解し、評価した上で、設計、施工、維持管理を行えるように、モデル作成の考え方や作成に使用したアプリケーション、使用データ、不確実性の内容、考えられる地質・地盤リスクの内容などの情報を「BIM/CIMモデル作成事前協議・引継書シート」⁴⁾に記載することとなっている。特に、不確実性については、モデルの利用者が不確実性を評価、検証、低減できる状態にするためのトレーサビリティ⁵⁾を確保することが求められている。

(アクションプラン)

○地盤工学会は質の高い「工学的な地質図」を作成するために、次のような行動を実践する。

- ① 地盤工学会による「工学的な地質図」の手引き作成と事例の収集・編纂
- ② 応用地質学と地盤工学の境界領域の用語集の作成

- ③ 地盤工学会年次研究発表会において地盤工学や応用地質学に精通した研究者・専門家を含めて、地質技術者と地盤技術者が議論できるディスカッション・セッション (DS) の定例開催

(参考文献)

- 1) 全国地質調査業協会連合会：全地連“次世代 CALS”対応研究会報告書、2003年11月
- 2) 地質リスク学会・全国地質調査業協会連合会：地質リスクマネジメント入門、pp. 84-85、オーム社、2010年
- 3) 日本応用地質学会：土木地質図作成マニュアル、平成11年8月
- 4) 国土交通省：BIM/CIM活用ガイドライン（案）、第1編共通編、令和4年3月
- 5) 地盤データ品質標準化小委員会・社会基盤情報標準化委員会（2018）：地盤データ品質標準化小委員会報告書「三次元地質・地盤モデルの利活用と不確実性の評価・明示」、p. 171

提言 2.1—短期的、専門家、学会、教育・研究機関、初学者に対して

提言 2.1 役に立つ「応用地質学」に関する教育プログラムの準備と学習機会の提供

地盤技術者にとって、地形学を含む応用地質学の基礎知識は、地盤工学と並んで最も基礎となる学術（学問・技術）であり、今後の地盤工学の発展のためにも、また地盤技術者の技術力向上のためにも、体系的な地質学・応用地質学の基礎知識を習得する必要がある。

地盤工学会は、そのための教育プログラムを考案・構築・準備し、学習する機会を提供する。

（解説）

地盤工学の先達者の一人である R.ペックは、土質技術者（現在では地盤技術者と読み替える）の備えるべき技術能力として、①先例によく通じていること、②土質力学をよく理解していること、③役に立つ地質学の知識を持っていること、の三条件が必要であると述べている¹⁾。

また、地盤工学会関東支部報告及び提言（案）のアンケート結果によれば、地盤工学会の多くの会員（関東支部）は、応用地質学および地盤工学の両方の学問・技術が自らの業務で必要であると感じている²⁾。すなわち地盤技術者は、未履修の応用地質学の基礎的知識や技術を習得したいと願っている。

一方、土木学会は、2022年9月20日「地盤の課題と可能性に関する声明」³⁾を公表している。その中の「4.2 教育・資格」において、「14) 地盤分野における総合知習得の強化」を謳っており、「土木技術者として、また、地盤にかかわるものとして、可視化した地盤がどこまで正しいのかを判断をするうえで、対象地盤の生い立ち、履歴書のようなものが理解できることが望ましい。さらに地盤分野における総合知習得を強化するために、地質学・地球物理学・火山学・地形学・土壌学など幅広い見識を習得できるような技術者教育プログラムを提示すべきである」と主張している。まさに教育プログラムの提示など本提言 2.1 と同じ主旨の声明である。

これまで地盤工学会は、技術者教育に関して、地道だが積極的かつ継続的な努力を積み重ねてきている。例えば、地盤工学会・技術者教育委員会（第一期、第二期、第三期⁴⁾、⁵⁾、⁶⁾）、関西支部のふるさと地盤診断ウォークなどの取組み活動は長期間継続したものとなり、様々な成果が得られている。

これらの実績を考慮すれば、まさに現在「応用地質学」に関して地盤工学会自らが、教育プログラムを考案・構築し、学習機会を準備すべき時代が到来していると考えられる。そのためには、以下の活動作業やアクションプランが必要である。

- ・ 地盤技術者（調査・設計・施工・維持管理に関わる技術者）が、実感しているニーズ

の洗い出し。

- ・ 実務に直結しなくても地質学・地形学・応用地質学の知識として知っておくべき基本事項のリストアップ。
- ・ 講義・講習内容の検討については、海外及び国内の大学・大学院のシラバス調査結果を参考に行う。
- ・ 本会長特別委員会の提言 1.1 および提言 1.2 で提唱している「地盤構造物の設計・施工」を意識した役に立つ「応用地質学」教育プログラムの作成を目指す。
- ・ 講義・講習プログラム資料の内容・形式は対面・オンラインで講義可能なものが望ましい。
- ・ その他、地盤工学会各支部が主体になり、地域性を考慮したフィールド実習（巡検）などの実習プログラムの計画などの検討。

（アクションプラン）

- 地盤工学会は体系的な地質学の基礎知識を習得するための教育プログラムを提供する。
- 地盤工学会内に、幅広く体系的に役に立つ「応用地質学」の基礎知識を講義するための教育プログラムを考案・構築するための仕組み・組織を設立する。

（参考文献）

- 1) 赤木俊允・橋場友則：ケーススタディ土構造、土木工学体系 34、彰国社、p. 25、1983 年 1 月
- 2) 地盤工学会関東支部「地盤工学のあり方—応用地質学と地盤工学の協働を考える—研究委員会」報告および提言（案）、第 2 編、WG②：人材・教育、2. アンケート結果と考察、2022 年 3 月、<https://jibankantou.jp/group/pdf/20220329kyoudoubook.pdf>
- 3) 土木学会 地盤の課題と可能性に関する総合検討委員会：14) 地盤分野における総合知習得の強化、地盤の課題と可能性に関する声明、pp. 5-6、2022 年 9 月 20 日
- 4) 地盤工学会技術者教育委員会：第 3 期技術者教育委員下の取り組み、一試案プログラムの実施と国際化教育一、土と基礎、52-12、pp. 115-118、2004 年 12 月
- 5) 地盤工学会技術者教育委員会：第 3 期技術者教育委員下の取り組み—地盤環境工学分野の人材育成—土と基礎、53-1、pp. 69-71、2005 年 1 月
- 6) 飯塚敦：総説 地盤工学における技術者教育の意義と学会の役割、土と基礎、54-1、pp. 1-3、2006 年 1 月

提言 2.2—中期的、行政、学会、教育機関、関連団体、マスコミ、一般市民、 専門家に対して

提言 2.2 防災リテラシーに必要な初等中等教育における「地学」教育の実現 と充実への取組み

「地学」は自然災害や環境問題から国民の生命と社会基盤を守るための基本的知識・情報であり、国民的普及が求められている。

地盤工学会は応用地質学や地盤工学などの「地盤の科学」に関する研究・教育・社会貢献活動の充実と深化を図るとともに、初等中等教育（小学校・中学校・高等学校）における「地学」教育の充実と実現に向けて、関連する団体との連携も念頭に持続的かつ継続的な活動に取り組む。

（解説）

地形・地質を含む日本列島の成り立ちを知ることは、自然災害から国民の生命と社会基盤を守る基本的素養であり、幼少のころから防災リテラシーを身に着けることは非常に重要なことである。そのためには小学校から高校における学校教育、とりわけ「地学」教育は、たいへん効果的である。

特に日本のように地質が脆弱で複雑な地盤でありアジアモンスーン地域に位置し厳しい気象条件にさらされている日本列島の自然条件（地圏・水圏・大気圏・生物圏）が学べる「地学」教育は、重要である。

このような「地学」教育に関する問題意識は各種機関や学会で共有され、従来、様々な提言や活動が行われてきた。

（1）地盤工学会における取組み

「地学教育の充実」については、既に地盤工学会として提言および提言（案）を公表している。すなわち、①2012年6月、地盤工学会本部による提言として「提言 9.3 地質教育の充実、地震時における地盤災害の課題と対策、2011年東日本大震災の教訓と課題」¹⁾および②2022年3月、地盤工学会関東支部による提言（案）として「提言 5 後期中等教育（高校）における防災リテラシー・環境リテラシーに必要な『地学』教育必修化の実現」²⁾である。

①の提言では、2011年の東日本大震災発生に際して、地盤工学会は、第二次提言として「提言 9.3、地学教育の充実、地盤災害を含めた自然災害から自らの生命及び社会基盤を守るために、自然災害及び地球科学に関する知識を学ぶべきである。そのために小学校から高校における学校教育において、理科（特に地学）の教育を充実させる必要がある。その教育では災害と地盤の関係について触れる必要がある。」と謳っている。

また、②の提言（案）では、2022年の地盤工学会関東支部報告及び提言（案）として、「提言 5、後期中等教育（高校）における『地学』教育の必修化の実現」を提唱している。また同報告のアンケート調査結果³⁾では、会員から「生きる力としての『地学』教育の充実」

の要望が多く寄せられている。

一方、各支部を中心に小学校・中学校における地学教育に関して[出前授業]などの実践がこれまでも行われている。例えば第48回地盤工学研究発表会(2013年、富山大会)では、「こども地盤学会」が開催され、五つの小学校のグループから、それぞれ、立山の砂防の重要性、液状化の学習、地元の地すべりの調査、天然記念物「沢杉」を通しての地下水の学習などといった地域固有の地盤の特徴に着目した楽しいテーマの研究発表がなされている⁴⁾。また最近(2022年7月、新潟大会)では、地盤工学会研究発表会でも小学生によるハザードマップを用いた防災教育関連の研究発表⁵⁾が行われている。「地学」に興味を示す児童や生徒にはより深く学ぶ機会を、「地学」に触れる機会のない児童や生徒には、まずは興味をもってもらうための機会をもつことが非常に重要になってきている。

(2) 他機関や学会、各省庁における「地学」の取組み

日本応用地質学会では、「地学」⁶⁾に関して「地質災害に関する日本応用地質学会の3つの方針と提言」⁷⁾や「日本応用地質学会のアウトリーチ活動」⁸⁾などに取り組んでいる他、関連書籍や学会誌「応用地質」には「地学」に関して多様な意見や提言が寄せられている。例えば、奥園ら⁹⁾は、「日本人の地学の常識は、中学レベルである。斜面の防災・減災などの地盤災害に関して、『地学』によるハード面と減災を目的としたソフト面を組み合わせた『防災』という教科を中学・高校で必修科目にしてはどうか」と提案しており、福富¹⁰⁾は『『地学』教育の見直し事案は、社会からの強い要請であり、今や社会的な課題である』との提言を行っている。また同学会の中国四国支部において、中学生高校生を対象に「広島土砂災害出前講座」が開催され、たいへん好評を博している⁸⁾。

日本学術会議・地球惑星科学委員会・地球惑星科学人材育成分科会は、「初等中等教育及び生涯教育における地球教育の重要性」について検討し、地学・地理学教育全般に関して、2020年6月「提言 初等中等教育及び生涯教育における地球教育の重要性:変動する地球に生きるための素養として」¹¹⁾を公表している。

その中で「地学・地理学」を「地球教育」を構成する教育科目と位置づけし、包括的に「地学・地理学教育」の実現と充実に関する提言を行っている。

同提言によれば、災害が頻発する日本列島に住むすべての人々は「変動する地球に生きるための素養」を身に着けるべきであるとし、

(1) 学校教育の中で「自然を学ぶ学習」を強化する。

(2) 生涯で「変動する地球に生きるための素養」を身に着ける機会を増強する。

と訴えて、「地理学」とともに広い意味での「地学」教育とその国民的普及を呼びかけている。

すなわち上述した日本学術会議・地球惑星科学委員会・地球惑星科学人材育成分科会の提言は、まさに本提言2.2の提言の趣旨と合致している。

さらに文部科学省¹²⁾からは、日本地質学会¹³⁾が協力して分かり易い「一家に一枚ポスター『日本列島7億年』」が精力的に発行・配布されている。また内閣官房水循環政策本部が

らは「水循環教材の手引き」¹⁴⁾などが出版されている。

(3) 「地学教育」の現状

上述した関係各方面の努力にもかかわらず、宮下純夫日本地質学会会長(当時)による「地盤工学会誌」上での総説：「地質学の動向と日本地質学会の戦略」¹⁵⁾の公表によれば、地学教育の後期中等教育(高校)における地学授業の少なさや大学入試科目選定における「地学」選定の少なさなどの理由¹⁶⁾により、「地学」教育の普及という課題は解決されていない。

日本地質学会は「地学教育の充実」を訴えるとともに、一方で地盤工学会に対して交流・協力を求めている。すなわち地盤工学会は、今後は関係学会・団体との交流・協力も含め、「地学教育の充実」をより国民的な普及連携活動として捉えることが極めて重要になっている。

(4) 「地学」教育に関するこれからの取組み

地盤工学会に現在求められているのは、これまで公表してきた「地学」教育実現に向けての継続的かつ持続的な活動の取組みである。

それには、応用地質学と地盤工学など「地盤の科学」の知識や技術を動員して、地盤防災分野(地盤の液状化・地盤の安定や沈下・陥没、地すべり・斜面崩壊、軟弱地盤などの分野)の研究・教育活動を充実させるとともに、キーポイントは、各支部における「出前授業」など若い世代への防災リテラシーに役立つ知識や情報の伝達・教育・普及活動のさらなる充実である。

また今後「地学」教育の実態やその内容の検討、関連組織や団体との折衝や調整など、幅広い分野において継続的かつ持続的な活動も求められる。

すなわち、1935年日本で初めて「地学辞典」を編纂し「日本の地質工学の祖」と称されている渡邊貫^{17)、18)、19)}流の言い方に従えば、現在求められている活動は連携・提携であり、地盤工学会が、初等中等教育における「地学」教育の充実を求めている多くの関係学会・団体の連携の輪に加わり、初等中等教育における「地学」教育の充実と実現に積極的かつ持続的に取り組む時期が来ている。

(アクションプラン)

- 地盤工学会は、応用地質学や地盤工学などの「地盤の科学」に関する研究・教育・社会貢献活動(テーマは、地盤の液状化・地盤の安定や沈下・陥没、斜面崩壊・地すべり、軟弱地盤など)をより積極的に展開する。
- 地盤工学会は、「地盤の科学」の活動成果を活用し、小学生・中学生・高校生など若い世代の防災リテラシーにとって重要な「地学」教育の充実と実現に向けて、「出前授業」などを活かして持続的かつ継続的に取り組む。

(参考文献)

- 1) 地盤工学会 平成23年度学会提言の検証と評価に関する委員会：地震時における地盤

- 災害の課題と対策、2011年東日本大震災の教訓と提言（第二次）、pp.223-225、2012年6月
- 2) 地盤工学会関東支部「地盤工学のあり方—応用地質学と地盤工学の協働を考える—研究委員会：報告および提言（案）2022年3月
<https://jibankantou.jp/group/pdf/20220329kyoudoubook.pdf>
 - 3) 地盤工学会関東支部「地盤工学のあり方—応用地質学と地盤工学の協働を考える—研究委員会：報告および提言（案）、第2編、人材・教育WG②、2.アンケート結果と考察、2022年3月、<<https://jibankantou.jp/group/pdf/20220329kyoudoubook.pdf>>
 - 4) 京谷孝史：巻頭言 第48回地盤工学研究発表会を終えて、地盤工学会誌、61-11/12、p.36、2013年
 - 5) 斎藤修、鈴木泉輝、古宇田稔人：小学校高学年を対象とした防災教育の試み、第57回地盤工学研究発表会（新潟）、（教育その他、なお発表の鈴木・古宇田さんは小学6年生）、2022年7月21日
 - 6) 長田昌彦：工学系学科での地学教育、巻頭言、応用地質、特別号アウトリーチ、第61巻、第3号、p.89、2020年8月
 - 7) 日本応用地質学会：地学教育、防災教育、方針2、防災を担う人づくり、絆づくり、震災後の国民のための日本応用地質学会の3つの方針と提言、2014年4月、<http://www.jseg.or.jp/pdf/140430_teigen.pdf>（2023年1月17日閲覧）
 - 8) 日本応用地質学会：特別号アウトリーチ、第61巻、第3号、2020年8月
 - 9) 奥園誠之、下野宗彦 共著：1-2 自然災害の主役は「地学」でも日本人の地学の常識は中学生レベル、斜面防災・減災106のノウハウ、技術者に必須の知識と勘所、日経BP、pp.11-12、2022年10月
 - 10) 福富幹男：3.2 国民の素養としての「地学」、4.2 地学教育の抜本的な見直し、提言：少子高齢化時代における応用地質学分野の課題と取り組み、応用地質、Vol.60、No.6、pp.285-292、2020年
 - 11) 日本学術会議・地球惑星科学委員会、地球惑星科学人材育成分科会：提言、初等中等教育及び生涯教育における地球教育の重要性：変動する地球に生きるための素養として、令和2年（2020年）6月23日
 - 12) 文部科学省：「一家に一枚 日本列島7億年」ポスターの刊行について、経緯、解説 辻森樹、磯崎行雄、平成31年4月9日
 - 13) 日本地質学会：日本地質学会企画の「一家に一枚」ポスター発行～日本列島7億年の歴史と列島の地質をビジュアル化～、2019年4月9日掲載、2022年11月26日閲覧
 - 14) 内閣官房水循環政策本部事務局：「水循環」教材の手引き（小学校教員向けマニュアル）
 - 15) 宮下純夫（元日本地質学会会長）：4. 理科教育と地質学の地位、地質学の動向と日本地質学会の戦略、地盤工学会誌、Vol.57、No.2、pp.1-3、2009年2月
 - 16) 田村糸子：高等学校における地学教育の現状と問題点、地質学雑誌、Vol.114、No.4、

pp.157-162、2008年

- 17) 渡邊貫：序論、地質工学、pp1-5、古今書院、1935年
- 18) 大島洋志：温故知新 渡邊貫の地質工学再考、資料（依頼原稿）、応用地質 第47巻第1号、pp.27-38、2006年
- 19) 小野田滋：渡邊貫とその足跡、地質工学、Vol.15、pp.1-14、日本物理探磁株式会社、平成30年4月

提言 2.3—中期的、教育・研究機関、行政、学会、専門家に対して

提言 2.3 高等教育（大学・高専）における「応用地質学」教育の支援

地盤技術者にとって、「応用地質学」は「地盤工学」と並んで、最も基礎となる学術（学問・技術）であり、高等教育では是非とも習得すべき科目である。

大学・高専における「応用地質学」講座の開設や運営に関して、地盤工学会は積極的に協力・支援する。

（解説）

本提言については、地盤工学会関東支部「地盤工学のあり方—応用地質学と地盤工学の協働を考える—研究委員会」が、「応用地質学」及び「地盤工学」両科目取得に関するアンケート調査¹⁾を地盤工学会関東支部会員に対して実施している。そのアンケート結果によると、両科目に関する受講・習得希望は強く、可能ならば「応用地質学」と「地盤工学」、両科目を大学などで教えてほしい、という要望となっている。このような意識は時代に関係なく共通のものであり、例えば今井五郎²⁾は、理想の建設技術者（地盤技術者）の素養とは、地質学的な土台（応用地質学）に裏打ちされた地盤の工学的な評価能力であると述べている。

このように地盤に関する工学においては、「地盤工学」および「応用地質学」は二つの本質的に重要な学問であると位置づけられているが、特に「応用地質学」の場合、教えるべき講師の不足やベテラン技術者の高齢化により、教育体制を整えることがままならない状況が発生している。

さらに、若井明彦³⁾による大学課程の「地盤工学」に関する研究・調査結果によれば、大学における改組時に土木工学専門科目が減らされたり、必須科目から選択科目に格下げされたり、大学の地盤に関する教育の実情はかなり厳しいことが報告されている。

本会長特別委員会においては、欧米における土木系（土木や土木環境系）の大学・大学院における地盤工学関係の教育科目について応用地質学の関連を含めて調査を行っている。その調査結果の概要を紹介すると、おおよそ以下のとおりである。（資料-1 および資料-2 参照）

英国の大学における地盤工学・応用地質学に関する教育科目の調査として、ICL（インペリアルカレッジロンドン）における土木環境学科関係のカリキュラムの調査を行ったが、ICLにおいては、Engineering Geology（応用地質学）は、学部および大学院において必ず教えられている教育科目である。しかも「Soil mechanics and engineering geology」が学部レベルの必修科目として準備され教育されている。すなわち「合体科目：土質力学と応用地質学」が同じ地盤に関する基礎知識として学部学生に教えられている。また、大学院レベルとなると、応用地質学関係だと、「Site Investigation and Engineering Geomorphology（地盤調査と工学的地形学）」が必修となっており、より専門的で工学的な地形学が入ってきている。

米国の大学における両学問に関する調査においては、スタンフォード大学、カリフォルニア大学（バークレーおよびデービス）、MIT、カーネギー・メロン大学、イリノイ大学について土木工学部門を中心に調査を行った。その結果、基本的には英国の場合と同じようにほとんどすべての大学の学部・大学院とも、「Engineering Geology（応用地質学）」は必ず講義が提供されており、学生は地盤工学を専攻すると必ずと言っていいほど、応用地質学を履修する機会が準備されている。（資料－1参照）

すなわち、海外、特に欧米の土木系の地盤工学科の場合がそうであるが、地盤工学のほかにもう一方の学術としての応用地質学・地質学・地形学などをしっかりと身につけるための教育がなされており、卒業後は、即戦力として第一線で活躍できる人材を輩出しているようである。

上記の海外の大学に関する調査に加えて、国内の大学（岩手大学、弘前大学、山形大学、秋田大学、東北大学、福島大学、宇都宮大学、埼玉大学、東京大学、早稲田大学、東京工業大学、東京海洋大学、横浜国立大学、名古屋大学、名城大学、愛知工業大学、中部大学、中部工業大学、静岡大学、信州大学、岐阜大学、京都大学、立命館大学、大阪大学、大阪府立大学、大阪府立大学、大阪公立大学、神戸大学、関西大学、摂南大学、鳥取大学、島根大学、広島大学、広島工業大学、岡山大学、山口大学、九州大学）におけるシラバス調査を行った。（資料－2参照）

その結果、大学により応用地質学・土木地質学・地質工学の講義の有無は、千差万別となっていることが判明した。また、国内の大学における理学部には、地質学に関する講座は存在しており、工学部の学生も単位取得はできるが、地盤工学に役に立つような応用地質学の講義は少ないと思われる。

そして大学によって状況は様々であるが、地方の大学でも、地盤工学はもちろんのこと幅広い応用地質学の特徴ある授業科目を用意している大学もあった。

以上のような国内外の高等教育機関（大学・高専）における応用地質学の教育の実態と現状を考えると、日本の大学・高専でも、将来的には地盤工学の授業の中で、応用地質学・土木地質学・地質工学に関する講義がなされることが強く望まれる。そのために地盤工学会は、高等教育機関（大学・高専）と連携して、応用地質学の教育の実現に向けて務める必要がある。

参考資料として、国内において発行されている土質力学、土質工学および地盤工学の教科書において、地形・地質および設計がどのように記述されているかを調査した結果（資料－3）、および現在大学において実施されている二つの具体的な講義事例（資料－4）を添付する。

なお資料－4には、いずれも体験を踏まえてインフラの計画・調査・設計・施工・維持管理に必要な地盤に関する幅広い知識・情報が用意されている。

- (1) 上野将司委員による日本各地の大学（工学部－徳島大学、鳥取大学、島根大学（理工）、山梨大学、理学部－愛媛大学、新潟大学、北海道大学、農学部－高知大学）における

「土木地質学（応用地質学）」の講義

本講義は、日本の国土の地質学的・地盤工学的特徴の紹介から始まり、実際の体験に基づいた実用的な土木地質学の内容となっている。

(2) 宇田川義夫委員による早稲田大学教育学部理学科地球科学専修における「地質工学」に関する講義

本講義は、「地質工学」⁴⁾を教材に、地質工学の基礎知識として岩盤工学・岩盤浸透流などの分野、実務で役に立つ地すべり災害・地震災害・トンネル・ダム・環境地質などの幅広い分野を扱っている。

(アクションプラン)

- 地盤工学会は国内外の大学における「応用地質学と地盤工学」教育に関するシラバス調査結果の分析と評価を行い、より良い教育計画を提案する。
- 地盤工学会は教育計画の作業を行う中で、大学・高専側とも課題を共有し、「応用地質学と地盤工学」に関する教育の実現に努力する。
- 地盤工学会は高等教育（大学・高専）における地盤工学の授業の中で、「応用地質学」の知識や情報が加わる努力をするとともに、教育の内容に関しては提言 2.1 の教育プログラムの成果を活用する。
- 地盤工学会は「応用地質学」の講師派遣などに関して、積極的に協力する。

(参考文献)

- 1) 地盤工学会関東支部「地盤工学のあり方—応用地質学と地盤工学の協働を考える—研究委員会」：第 2 編、人材・教育 WG②報告、2.アンケート結果と考察、報告および提言（案）、2022 年 3 月、<https://jibankantou.jp/group/pdf/20220329kyoudoubook.pdf>
- 2) 今井五郎：序文、地盤地質学入門（三木幸蔵著）、鹿島出版会、1997 年
- 3) 若井明彦：大学課程「地盤工学」にかかわる最近のいくつかの課題、地盤工学会誌、Vol.69,No.5、pp.5-12、2021 年
- 4) 宇田川義夫：地質工学—ジオドクターの処方箋—、デザインエッグ社、2019 年 2 月

おわりに（パブリックコメントを受領して）

1. 実施スケジュールおよび募集

2023年4月10日、地盤工学会会員に対して、古関潤一会長名で、

Subject: 「応用地質学と地盤工学の協働について」の提言（案）に対する意見募集
会員各位：

会長 古関 潤一

のタイトルでパブリックコメントの募集に関するメール配信を行った。なお締め切りは2023年5月8日であった^{注1)}。

2. パブリックコメントの主なご意見・ご指摘

パブリック募集の結果、21件の大変貴重なご意見・ご指摘をいただいた。

主なご意見・ご指摘を分野ごとにまとめると以下ようになる。

（全般について）

- ・多くの会員から「応用地質学と地盤工学の協働」、「地質技術者と地盤技術者の協働」についての賛同の意見が寄せられた。

（地盤災害に関して）

- ・地盤災害の発生メカニズムの解明・理解の重要性に関する指摘があった。
- ・地震災害や海底ジオハザード等、地盤災害の多種多様性についての言及・紹介があった。
- ・地質技術者と地盤技術者の協働、応用地質学と地盤工学の協働、そして地盤工学会・日本応用地質学会の協働・協力を求める意見が複数寄せられた。

（応用地質学と地盤工学の協働に関する仕組み・体制・メリットに関して）

- ・両者の協働の重要性に関して理解と賛同の意見が得られた。
- ・両者の協働を実現させるための仕組み・体制に関する要望があった。
- ・協働の結果、どのようなメリットが出てくるのか、特に行政・発注者にとってのメリットに関しての言及があった。

（応用地質学と地盤工学の協働に関するこれまでの実績および成果に関する紹介と言及について）

- ・支部における両者の協働の実績・成果の紹介が複数あり、技術普及の観点から積極紹介を求める声が聞かれた。

(地盤構造物の調査・設計・施工・維持管理段階における応用地質学と地盤工学の協働に関する諸課題について)

- ・地質・地盤調査技術は、基本的に重要であり、今後も注力すべきとの意見が寄せられた。
- ・案出した複合構造物の機能保証に関して、より詳細な説明を求める要望があった。
- ・応用地質学と地盤工学の協働による地質・地盤リスクマネジメントの重要性を強調する指摘が出された。
- ・工学的な地質図作成の重要性に関しては、全般的に理解が得られた。
- ・工学的な地質図に関しては、プロジェクトの種類ごと、より具体的な工学的な地質図の作成・利用の期待が寄せられた。

(地学に関して)

- ・地盤災害とも関係があり地学の一分野として重要な気象に関しての言及・コメントが出された。

3. パブリックコメントのご意見・ご指摘の反映について

パブリックコメントに関しては、上述したように大変広範囲にわたる貴重なご意見・ご指摘をいただいた。

会長特別委員会としては、本報告および提言にそれらのご意見・ご指摘をできるだけ多く反映すべく努力したが、十分に反映できていない部分もあるものと思われる。その場合はご容赦願いたい。

なお、地盤工学会では、本分野の重要性に鑑み活動を継続すべきと考えており、パブリックコメントで集まった皆様のご意見・ご指摘の実践を含め、会員各位に今後とも変わらぬご協力をお願いしたい。

注1)

Subject : 「応用地質学と地盤工学の協働について」の提言(案)に対する意見募集

Date:2023/4/10

会員各位 :

会長 古関 潤一

地盤工学会では、応用地質学と地盤工学それぞれの学術・技術分野の協働のあり方を考えるための会長特別委員会を設置して検討を進めてまいりましたが、この度、その成果として、実効性あるアクションプランに関する「提言(案)」を策定することとなりました。

なお、会長特別委員会の活動に先立って、令和元年(2019年)5月より約3年間にわたり、すでに関東支部内でも本件の準備検討が進められてきたことを申し添えます。

提言(案)URL

<https://jiban.or.jp/file/organi/bu/somubu/2023-kaityotokubetu/teigen20230410.pdf>

会員の皆様におかれましては、上記の提言(案)を一度ご覧いただき、より良き学会提言として取りまとめるための忌憚のないご意見をお寄せいただければ幸甚です。

ご意見は、ご芳名とともに、以下の Google Form を通じて
【5月8日(月)17時まで】にご提出ください。

ご意見入力 URL (Google Form)

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfSjN5tj4n-MIL7vwyi3rpfUCWiNT7kSHzSPI1hg7LGki7Amw/viewform>

寄せられたご意見を踏まえ、近日中に正式な学会提言を取りまとめ
させていただく予定です。ご多用のところ申し訳ありませんが、
何卒ご協力のほどお願い申し上げます。

※お知り合いに投稿を勧めることは歓迎しますが、学会としての提言を
策定するという性格上、上記投稿は「会員の方からだけ」にお願いできれば幸甚です。

以上

※このメールはシステムより自動送信されています。差出人には返信しないでください。

※ご利用のメールソフトまたはブラウザによっては、クリックしても画面が正常に表示さ
れない場合があります。

その場合は、記載された URL をコピーして、お使いのブラウザに貼り付けてください。

資料編—応用地質学および地盤工学に 関する教育についての調査

- ・資料—1 海外の大学における応用地質学および地盤工学に関するシラバス調査
- ・資料—2 国内の大学における応用地質学および地盤工学に関するシラバス調査
- ・資料—3 日本における大学および高専で使われている応用地質学(土木地質学)および地盤工学関係の教科書調査
- ・資料—4 大学における応用地質学・土木地質学・地質工学の講義事例

資料一1 海外の大学における
応用地質学および地盤工学
に関するシラバス調査

(1) 英国の場合一

インペリアルカレッジロンドン

(ICL) の場合

ファイル名	講義名称	大学	学部・学科	対象 学年	土木系学生 の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
IC-Syllabus	Geotechnics	Imperial College London	土木環境系（学士）	1	必修	-	土質力学・地質学	Fundamental soil mechanics, geotechnical engineering, soil origin, soil composition, classification of soils, one-dimensional flow of water through soils, design principles of building foundations and retaining walls, geological maps, understanding of ground conditions, geotechnical hazards, site investigations, geotechnical design
IC-Syllabus	Soil mechanics and engineering geology	Imperial College London	土木環境系（学士）	2	必修	-	土質力学・地質学	Principle of effective stress, Seepage and flow nets, Seepage laboratories, Consolidation, Shearing behaviour, Mohr's circles and stress paths, Laboratory apparatus, Slope stability, Ground investigation, Engineering geology, Geological structure, Geology field course
IC-Syllabus	Geotechnical Engineering	Imperial College London	土木環境系（学士）	3	必修	-	地盤工学	Shallow foundation in drained and undrained conditions, Stress distributions beneath shallow foundations, Settlements, Pile capacity, Horizontal earth pressures, Gravity and sheet pile retaining walls, Deep excavations,
IC-Syllabus	Advanced Soil Mechanics	Imperial College London	土木環境系（学士）	4	選択	-	土質力学	Critical state soil mechanics, Soil constitutive modelling, Finite element method, Elasto-plasticity.
IC-Syllabus	Geotechnical Hazards	Imperial College London	土木環境系（学士）	4	選択	-	地盤防災工学	Seismic motion, Soil dynamics, Volcanos, Tsunamis, Ground shaking, landslides.
IC-Syllabus	Analysis and Constitutive Modelling	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修	-	土質力学	Finite element method, Boundary conditions, Interface elements, Elasto-plastic constitutive framework, Modified Cam Clay, Model Calibration.
IC-Syllabus	Seepage and Consolidation	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修	-	土質力学	Seepage, Consolidation, Finite difference method, Pore water pressures, Soil effective stresses, Expected flow,
IC-Syllabus	Laboratory Testing and Data Interpretation	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修	-	土質力学	Geotechnical testing apparatuses, Sample preparation, specimen reconstitution, Apparatus setup, Data
IC-Syllabus	Site Investigation and Engineering Geomorphology	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修	-	地盤工学・地質学	Site investigation, Ground models, Geological environments, Geological processes, Earth materials, Potential geological hazards, Landscape, Subsurface
IC-Syllabus	Strength and Deformation	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修	-	土質力学	Strength and stiffness, Response of clays and sands, Critical state-based frameworks for soil behaviour.
IC-Syllabus	Geotechnical Hazards	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修(地震系のみ)	-	地盤防災工学	Geohazards (volcanos, tsunamis, ground shaking, landslides), wave propagation, Liquefaction, Seismic

ファイル名	講義名称	大学	学部・学科	対象 学年	土木系学生 の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
IC-Syllabus	Containment engineering	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修(環境系のみ)	-	環境工学	Waste containment, Mining tailings dams, Waste management and landfills, Chemistry and biology of
IC-Syllabus	Hydrogeology and Groundwater	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修(地質系のみ)	-	地質学	Ground water in the hydrological cycle, Geological context for groundwater's behaviour in rocks, Darcy's law, Aquifer properties, Groundwater quality,
IC-Syllabus	Geotechnical infrastructure: Slopes and Embankments	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修	-	地盤工学	Landslides, Slope stability analysis, Embankments, Foundation soil.
IC-Syllabus	Design of Foundations and Retaining Structures	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修	-	地盤工学	Bearing capacity of shallow and deep foundations, Pile installation, Piled raft foundations, Earth retaining structures, Soil/structure interaction, Mobilisation of earth pressures, Beam-spring approach, Finite Element
IC-Syllabus	Current Developments in Geotechnical Engineering	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修	-	地盤工学	招待講師により年単位で内容が変わる
IC-Syllabus	Advanced Soil Mechanics	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修(地質系以外)	-	土質力学	Unsaturated soils, Suction, Fabric, Creep, Small-strain stiffness, Cyclic loadings, Discrete Element modelling.
IC-Syllabus	Applied Numerical Analysis	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修(土質・地震系)	-	土質力学	Finite Element method, Numerical and analytical approaches, Constitutive and hydraulic models, Model
IC-Syllabus	Geotechnical Processes and Field Monitoring	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修(地震系以外)	-	地盤工学	Tunneling, Deep excavations, Ground movement, Ground improvement techniques, Piling, Soil nailing, Reinforced earthfill, Monitoring techniques.
IC-Syllabus	Rock engineering	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修(土質・地質系)	-	岩盤工学	Rock types, Stress-strain and strength of rocks, Intact rock, Fracturing, Jointing and faults, Slope stability,
IC-Syllabus	Geotechnical Earthquake Engineering	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修(地震系のみ)	-	地盤防災工学	Wave propagation, Field measurements of dynamic soil properties, Dynamic stress deformation and strength characteristics of soils, Liquefaction, Cyclic mobility, Post liquefaction strength, Equivalent linear
IC-Syllabus	Contaminated Land and Groundwater	Imperial College London	土木環境系（修士）	1	必修(地質・環境系)	-	環境工学・地質学	Contaminated land legislation, Pollutants, Groundwater, Site investigation, Remediation technologies.

(2) 米国の場合一

スタンフォード大学、

カルフォルニア大学

(バークレーおよびデイビス)、

MIT、

カーネギー・メロン大学、

イリノイ大学

Target fields Geology, Soil mechanics, Geotechnical engineering, Rock mechanics
 Target Universities Stanford University, University of California-Berkeley, University of California-Davis, Massachusetts Institute of Technology, University of Michigan, Carnegie Mellon Unive

University	Lecture Title	Graduate/Under Graduate	pulsory/Ele	Breif explanation	Data sources
Stanford University	Intro to Geology	Under Graduate	Elective	Why are earthquakes, volcanoes, and natural resources located at specific spots on the Earth surface? Why are there rolling hills to the west behind Stanford, and soaring granite walls to the east in Yosemite? What was the Earth like in the past, and what will it be like in the future? Lectures, hands-on laboratories, in-class activities, and one field trip will help you see the Earth through the eyes of a geologist. Topics include plate tectonics, the cycling and formation of different types of rocks, and how geologists use rocks to understand Earth's history.	https://ughb.stanford.edu/https%253A/ughbd8.sites.stanford.edu/majors-minors/major-programs/major-programs/civil-engineering
	Geotechnical Engineering	Unde Graduate	Elective	Introduction to the principles of soil mechanics. Soil classification, shear strength and stress-strain behavior of soils, consolidation theory, analysis and design of earth retaining structures, introduction to	https://explorecourses.stanford.edu/search?view=catalog&filter-coursestatus-Active=on&page=0&catalog=&academicYear=&q=geotechnical+engineering&c
	Laboratory Characterization of Properties of Rocks and Geomaterials	Graduate	Elective	Lectures and laboratory experiments. Properties of rocks and geomaterials and how they relate to chemo-mechanical processes in crustal settings, reservoirs, and man-made materials. Focus is on	https://explorecourses.stanford.edu/search?view=catalog&filter-coursestatus-Active=on&page=0&catalog=&academicYear=&q=geophys259&collapse=
University of California-Berke	Engineering Geology	Under Graduate	Elective	Principles of physical and structural geology; the influence of geological factors on engineering works and the environment. Field trip.	https://ce.berkeley.edu/undergrad/curriculum https://guide.berkeley.edu/undergradua
	Geotechnical and Geoenvironmental Engineering	Under Graduate	Elective	Soil formation and identification. Engineering properties of soils. Fundamental aspects of soil characterization and response, including soil mineralogy, soil-water movement, effective stress, consolidation, soil strength, and soil compaction. Use	https://guide.berkeley.edu/search/?P=CIV%20ENG%20175
	Rock Mechanics	Under Graduate	Elective	Geological and geophysical exploration for structures in rock; properties and behavior of rock masses; rock slope stability; geological engineering of underground	https://guide.berkeley.edu/search/?P=CIV+ENG+171
	Engineering Geology	Graduate	Elective	Influence of geologic origin and history on the engineering characteristics of soils and rocks.	https://guide.berkeley.edu/search/?P=civ+eng+281
	Advanced Geomechanics	Graduate	Elective	Advanced treatment of topics in soil mechanics, including state of stress, consolidation and settlement	https://guide.berkeley.edu/search/?P=CIV+ENG+270

University	Lecture Title	Graduate/Under Graduate	pulsory/Ele	Breif explanation	Data sources
	Numerical Modelling in Geomechanics	Graduate	Elective	Constitutive laws for geotechnical materials including inelastic hyperbolic and elasto-plastic Cam-clay; soil behavior and critical-state soil mechanics; application	https://guide.berkeley.edu/search/?P=CIV+ENG+272
	Geotechnical Earthquake Engineering	Graduate	Elective	Seismicity, influence of soil conditions on site response, seismic site response analysis, evaluation and modelling of dynamic soil properties, analysis of seismic soil-structure interaction, evaluation and mitigation of soil liquefaction and its consequences,	https://guide.berkeley.edu/search/?P=civ+eng+275
	Advanced Topics in Geotechnical Engineering	Graduate	Elective	Advanced treatment of developing areas of geomechanics and geotechnical earthquake engineering, including the development of generalized nonlinear soil constitutive models, new developments	https://guide.berkeley.edu/search/?P=civ+eng+290i
University of California-Davis	Physical Geology & Lab	Under Graduate	Elective	Introduction to classification and recognition of minerals and rocks and to interpretation of topographic and geologic maps and aerial photographs.	https://cee.engineering.ucdavis.edu/undergraduate/majors-minors/civil-engineering
	Soil Mechanics	Under Graduate	???	Soil formations, mass-volume relationships, soil classification, effective stress, soil-water-void relationships, compaction, seepage, capillarity,	https://catalog.ucdavis.edu/courses-subject-code/eci/
	Geotechnical Earthquake Engineering	Under Graduate	???	Tectonics, faults, site response, and probabilistic ground motion prediction equations. Cyclic loading and liquefaction of soil elements and layers. Empirical	https://catalog.ucdavis.edu/courses-subject-code/eci/
	Advanced Soil Mechanics A	???	???	Consolidation and secondary compression. Preloading and wick drains. Seepage and seepage pressures.	https://catalog.ucdavis.edu/courses-subject-code/eci/
	Advanced Soil Mechanics B	???	???	Site investigation and soil characterization within the	https://catalog.ucdavis.edu/courses-subject-code/eci/
	Theoretical Geomechanics	???	???	Elasticity, plasticity, micromechanics, coupled behavior and large deformations for geomaterials. Prediction of stress-strain-volume change behavior of	https://catalog.ucdavis.edu/courses-subject-code/eci/
	Engineering Geology	Graduate	???	Studies the effect of geologic features and processes on constructed facilities; interaction between the geologic environment and man-made structures, and human activities in general. Planning of subsurface exploration. Engineering geologic characterization of	http://catalog.mit.edu/subjects/1/
	Advanced Soil Mechanics	Under Graduate/Graduate	???	Covers topics in the characterization and nature of soils as multi-phase materials; the principle of effective stress; hydraulic conductivity and groundwater seepage; shear strength and stability	http://catalog.mit.edu/subjects/1/

University	Lecture Title	Graduate/Under Graduate	pulsory/Ele	Breif explanation	Data sources
Massachusetts Institute of Techn	Soil Mechanics and Geotechnical Design	Under Graduate	???	Provides an introduction to soils as engineering materials, including classification and characterization, pore pressures and seepage, principles of effective stress and consolidation, deformation, and shear strength properties. Surveys	http://catalog.mit.edu/subjects/1/
	Soil Behavior	Graduate	???	Detailed study of soil properties with emphasis on interpretation of field and laboratory test data and their use in soft-ground construction engineering. Includes: consolidation and secondary compression; basic strength principles; stress-strain strength	http://catalog.mit.edu/subjects/1/
	Theoretical Soil Mechanics	Graduate	???	Presentation of fundamental theories in soil mechanics: field equations of linear elasticity and solutions of boundary value problems. Introduction to finite element method. Steady and transient flow in porous media; applications in confined and	http://catalog.mit.edu/subjects/1/
	Advanced Geotechnical Engineering	Graduate	???	Methodology for site characterization and geotechnical aspects of the design and construction of foundation systems. Topics include site investigation (with emphasis on in situ testing),	http://catalog.mit.edu/subjects/1/
	Rock Mechanics	Graduate	???	Introduces theoretical and experimental aspects of rock mechanics and prepares students for rock engineering. Includes review of laboratory and field testing; empirical and analytical methods for describing strength, deformability and conductivity of	http://catalog.mit.edu/subjects/1/
	Engineering Geology & Site Characterization	Under Graduate	???	Composition and properties of rocks and soil, geologic processes, geologic structures and engineering consequences, mapping and map analysis, airphoto	https://bulletin.engin.umich.edu/courses/cee/
	Rock Mechanics	Under Graduate	???	Engineering properties and classification of rocks. Strength and deformability of intact and jointed rock; in situ stresses; lab and field test methods.	https://bulletin.engin.umich.edu/courses/cee/
	Geotechnical Engineering	???	???	Soil origins, classification and index properties; phase relationships; earth moving and soil compaction; groundwater seepage; compressibility and	https://bulletin.engin.umich.edu/courses/cee/
	Advanced Soil Mechanics	???	???	Deformation and strength of soils; total and effective stress; drained and undrained behavior. Constitutive description: elastic-plastic, hardening/softening, Cam clay model, critical states. Stress paths, and testing of	https://bulletin.engin.umich.edu/courses/cee/

University	Lecture Title	Graduate/Under Graduate	pulsory/Ele	Breif explanation	Data sources
University of Michigan	Numerical Modeling in Geotechnical Engineering	???	???	Finite element method formulation, constitute laws for geotechnical materials including elastic-perfectly plastic and nonlinear elasto-plastic. Critical state framework for modeling soil behavior. Finite element	https://bulletin.engin.umich.edu/courses/cee/
	Slopes, Dams and Retaining Structures			Slope stability analyses, seepage through soils, settlements and horizontal movements in embankments, earthen embankment and dam design,	https://bulletin.engin.umich.edu/courses/cee/
	Geotechnical Earthquake Engineering	???	???	Ground motion attenuation relationships, seismic site response analysis, evaluation and modeling of dynamic soil properties, soil structure interaction, evaluation and mitigation of soil liquefaction, seismic	https://bulletin.engin.umich.edu/courses/cee/
	Theoretical Soil Mechanics	???	???	Stress conditions for failure of soils; earth pressures and retaining walls; arching in soils; theories for elastic and plastic deformations of soil masses;	https://bulletin.engin.umich.edu/courses/cee/
Carnegie Mellon University	Geology	Under Graduate	Elective	Introduction to physical geology; common rocks and rock-forming minerals and their chemical compositions/structure, physical properties, origins, and uses; geologic processes: surface and ground-	https://www.cmu.edu/cee/current/undergraduate/civil-course-sequence.html https://www.cmu.edu/cee/resources/c
	Soil Mechanics	Under Graduate	Compulsory	Understanding the behavior of soils is essential for many applications within civil and environmental engineering from construction safety and structural integrity of buildings, to foundations, levees, groundwater remediation, landfill design, and erosion control. This course provides students with an introduction to fundamental concepts and methods in	https://www.cmu.edu/cee/resources/cee-courses/12-335.html
	Geotechnical Engineering	Under Graduate	Elective	Behavior of geotechnical structures; engineering design of geotechnical structures considering failure modes; uncertainties; economic issues, required design formats and relevant code provisions; performance requirements for foundations,	https://www.cmu.edu/cee/resources/cee-courses/12-636.html
	Physical Geology	Under Graduate	Elective	Introduces Earth phenomena and processes. Includes minerals and rocks, continental drift, plate tectonics, rock deformation, igneous and sedimentary processes, geologic time, landscape evolution, internal structure and composition of the earth,	http://catalog.illinois.edu/undergraduate/engineering/civil-engineering-bs/#degreerequirementstext
	Geotechnical Engineering	Under Graduate	Elective	Classification of soils, compaction in the laboratory and in the field, soil exploration, boring and sampling,	http://catalog.illinois.edu/search/?P=CEE%20380

University	Lecture Title	Graduate/Under Graduate	pulsory/Ele	Breif explanation	Data sources
University of Illinois	Soil Mechanics and Behavior	Under Graduate/ Graduate	Elective	Composition and structure of soil; water flow and hydraulic properties; stress in soil; compressibility behavior and properties of soils; consolidation and	http://catalog.illinois.edu/search/?P=CEE%20483
	Applied Soil Mechanics	Under Graduate/ Graduate	Elective	Application of soil mechanics to earth pressures and retaining walls, stability of slopes, foundations for	http://catalog.illinois.edu/search/?P=CEE%20484
	Rock Mechanics and Behavior	Graduate	Elective	Rock classification, stress and strain, elastic and inelastic deformation, failure criteria, rock-fluid	https://courses.illinois.edu/schedule/2022/fall/CEE/586
	Geotechnical Earthquake Engrg	Graduate	Elective	Seismic hazard analysis, cyclic response of soils and rock; wave propagation through soil and local site effects; liquefaction and post liquefaction behavior, seismic soil-structure of foundations and	https://courses.illinois.edu/schedule/2022/fall/CEE/588
	Computational Geomechanics	Graduate	Elective	Numerical modeling, multi-phase domain equations, constitutive modeling of soils and rock, continuum and discrete element modeling. Upper and lower	https://courses.illinois.edu/schedule/2023/spring/CEE/589
	Applied Rock Mechanics	Graduate	Elective	Application of rock mechanics to engineering problems; shear strength of rock masses; dynamic and static stability of rock slopes; deformability of rock masses; design of pressure tunnel linings and	https://courses.illinois.edu/schedule/2021/spring/CEE/587

資料一2 国内の大学における
応用地質学および地盤工学
に関するシラバス調査

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
岩手大学	地質工学	理工学部 システム創成工学科 社会基盤・環境コース	3		2	地質学	地震災害、活断層、地形判読、地質図学、火山噴火
岩手大学	地震・火山防災工学	理工学部 システム創成工学科 社会基盤・環境コース	3		2	地質学	地震災害、火山災害、地震発生機構、地震動、火山の監視
岩手大学	地盤環境工学	理工学部 システム創成工学科 社会基盤・環境コース	3		2	地盤工学	土壌、地下水、土壌汚染対策法、重金属、浄化
岩手大学	地盤工学	理工学部 システム創成工学科 社会基盤・環境コース	3		2	地盤工学	土の締固め、地盤・斜面安定問題、岩盤の評価分類、地圧測定
岩手大学	土質力学	農学部 食料生産環境学科 農村 地域デザイン学コース	2		2	地盤工学	土質力学、浸透、圧密、土中応力、せん断
岩手大学	土質力学I	理工学部 システム創成工学科 社会基盤・環境コース	2		2	地盤工学	土の基本的性質、透水、圧密、せん断
岩手大学	土質力学II	理工学部 システム創成工学科 社会基盤・環境コース	2		2	地盤工学	土圧、支持力、内部応力、変形、破壊
岩手大学	土質力学演習	理工学部 システム創成工学科 社会基盤・環境コース	3		1	地盤工学	土の基本的性質、透水、地盤内応力、圧密、せん断、土圧、支持力の計算
岩手大学	土質力学演習	農学部 食料生産環境学科 農村 地域デザイン学コース	3		1	地盤工学	土質力学、土質工学、演習、斜面安定計算、舗装厚さ設計
岩手大学	土壌・土質実験	農学部 食料生産環境学科 農村 地域デザイン学コース	3		1	地盤工学	土壌物理学、土質力学、実験、含水比、土粒子密度測定、透水性、力学的強度
弘前大学	火山防災学	理工学部	3,4	選択	2	地質学	火山、火山活動、火山災害、火山防災
弘前大学	岩石・鉱物学I	理工学部	2,3,4	必修	2	地質学	鉱物・岩石分類、鉱物・岩石の形成、性質、成因
弘前大学	岩石・鉱物学II	理工学部	2,3,5	選択	2	地質学	鉱物・岩石の成因、相変化
弘前大学	資源地質学	理工学部	3,4	選択	2	地質工学	鉱物資源、エネルギー資源、水資源、放射性廃棄物処理
弘前大学	自然災害学概論	理工学部	1,2,3,4	必修	2	地盤工学	災害の自然外力、そのメカニズムと、自然的素因
弘前大学	地質学I	理工学部	1,2,3,4	必修	2	地質学	鉱物・岩石、性質と成因的分析、風化、地質時代の区分と化石
弘前大学	地質学II	理工学部	2,3,4	必修	2	地質学	地球の内部構造と構成物質、核とマントルの分化、地球内部物質循環、大気海洋の起源と進化、全球凍結と生物進化、気候海水準変動
弘前大学	地質学演習	理工学部	2,3,4	選択	2	地質学	野外地質調査、地形図の読図、地形解析、クリノメーター、粒度表、歩測、岩層と堆積構造、放射年代決定法、柱状図と地質図、化石の観察
弘前大学	地震防災学	理工学部	3,4	選択	2	地震工学	活断層、今日地震動、地震動伝播、予測
弘前大学	土質力学	理工学部	3,4	選択	2	地盤工学	土のモデル化、間隙水の挙動、土の破壊、地盤中の応力状態
弘前大学	防災地質学	理工学部	3,4	選択	2	地質学	沈み込み帯、地理院地図、地形分類図、地殻変動、斜面崩壊、火砕流、堆積物
弘前大学	基礎地学I	教育学部	1,2,3,4		2	地球惑星科学	天文、気象、地震、火山、岩石・鉱物（中学高校の理科地学領域）
弘前大学	基礎地学II	教育学部	1,2,3,4		2	地球惑星科学	天文、気象、地震、火山、岩石・鉱物、地質・古生物（中学高校の理科地学領域）
弘前大学	地学概論I	教育学部	2,3,4		2	地学	地殻変動、河川、海岸、氷河地域、年代測定法、堆積岩
弘前大学	地学概論II	教育学部	3,4		2	地学12	地球磁場、断層、遠洋性堆積物、炭素循環、ミランコビッチ・サイクル、地体構造

大学	講義名称	学部・学科	対象学 年	土木系学 生の受講	単位 数	内容	備考（キーワードなど）
弘前大学	地盤工学	農学生命科学部			2	地盤工学	圧密、土の強さ、土圧、支持力、斜面安定
弘前大学	土質力学	農学生命科学部			2	地盤工学	土粒子の構成要素、地盤調査法、締固め、地中応力、透水性、毛管現象
弘前大学	土壌物理学	農学生命科学部			2	地盤工学	粘土の組成と構造、水分特性曲線、飽和土、透水係数、不飽和土
山形大学	教員になるための学校防災	地域教育文化学部	3,4		2	教育学	学校安全、学校防災、防災管理、防災教育、防災基礎教育、防災実践教育、地形学、土砂災害、地質学、水害、火山、地震、津波、気象
山形大学	地学演習	地域教育文化学部地域教育文化学科児童教育コース	3,4		2	地学	鉱物、岩石、分類、地学教材
山形大学	地学概論	地域教育文化学部地域教育文化学科児童教育コース	1,2,3,4		2	地学	宇宙、地球、リソスフェア、日本列島、火山、地震、気象
山形大学	地学野外実習	地域教育文化学部地域教育文化学科児童教育コース	2,3,4		2	地学	地形、地質、岩石、地層、堆積岩、火成岩、先新第三紀基盤岩、新第三系、第四
山形大学	地球科学I（地球科学）	理学部理学科	1,2,3,4		2	地学	地球科学、用語、地球の成り立ち、岩石の分類、生命の歴史、日本列島の成り立
山形大学	地球史科学演習	理学部理学科	3,4		2	地学	古生物学、化石、珪藻、有孔虫、地質図、ドローン
山形大学	地圏の暮らしを地学する(共生を考える)	理学部理学科	1,2,3,4		2	地学	地球 日本列島 大地 環境
山形大学	地盤工学	建築・デザイン学科	3,4		2	地盤工学	地盤の力学 地盤調査 建築基礎構造 液状化 構造設計
山形大学	地盤工学	農学部食料生命環境学科エコサイエンスコース	3		2	地盤工学	土の基本特性、コンシステンシー、土中水、透水、圧密、せん断強さ、土圧、斜面の安定、基礎の支持力、土の締固め
山形大学	野外演習I	理学部理学科	2,3,4		2	地学	野外調査、地質、湖沼、防災、安全
山形大学	野外演習II	理学部理学科	3,4		2	地学	野外調査、弾性波、地震、地質、安全
秋田大学	リモートセンシング地質学	地球科学総合研究所	3		1	地質学	航空写真、立体視、地質判読、岩質、水系
秋田大学	応用石油地質学	Earth Resource Science	3		2	地質学	Petroliferous Basins, Petroleum System, Petroleum Exploration
秋田大学	火山地質学	FIR	1,2		2	地質学	Volcano, Eruption, Deposits, Lava
秋田大学	構造地質学	博物館	3		2	地盤工学	構造地質学、岩石の変形、テクトニクス、応力、破壊、断層、褶曲
秋田大学	資源地質学概論	資源地球科学コース	1		2	地質学	資源、金属鉱床、熱水鉱床、堆積性鉱床、根源岩、排出・移動、マグマ性鉱床、石油システム、トラップ
秋田大学	資源地質学概論I	Earth Resource Science	1		1	地質学	資源 石油システム 根源岩 排出・移動 トラップ 石油システム
秋田大学	資源地質学概論II	Faculty of International Resource Science	1		1	地質学	mineral weathering carbon neutral magma sedimentary mineralization hydrothermal metals resource
秋田大学	石油地質学I	Earth Resource Science	3,4		2	地質学	petroleum natural gas petroleum system source rock reservoir rock cap rock
秋田大学	地質図学	Earth Resource Science	2		2	地質学	geological map geological field techniques topographic map stratigraphy structural geology cross section
秋田大学	地質図学I	Faculty of International Resource Science	2		1	地質学	Geological map, Geological field techniques, Topographic map
秋田大学	地質図学II	Faculty of International Resource Science	2		1	地質学	Geological map, Stratigraphy, Geological field techniques, Structural geology, Topographic map
秋田大学	地質調査法実習A	Department of Earth Resource Science	3		2	地質学	Field geology Geological Stratum Route map Dip-Strike

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
秋田大学	地盤システム工学	土木環境工学専攻	1,2,3,4	選択	2	地盤工学	斜面崩壊、解析雨量、機械学習
秋田大学	地盤工学	土木環境工学専攻	3	必修	2	地盤工学	主応力、せん断強さ、ランキン土圧、圧密、強度増加率、強度定数、支持力公式
秋田大学	地盤工学演習	土木環境工学専攻	3	必修	1	地盤工学	主応力、せん断強さ、ランキン土圧、圧密、強度増加率、強度定数、支持力公式
秋田大学	地盤防災工学	土木環境工学専攻	3	選択	2	地盤工学	液状化 斜面崩壊 地すべり 土石流 火山砕屑物 落石 地震 豪雨
秋田大学	土質工学	システムデザイン工学科	2	必修	2	地盤工学	含水比 間隙比 密度 全応力 間隙水圧 有効応力
秋田大学	土質工学演習	システムデザイン工学科	2	選択必修	1	地盤工学	含水比 間隙比 密度 全応力 間隙水圧 透水性
秋田大学	土質工学特論	土木環境工学専攻	1,2,3,4	選択	2	地盤工学	有効応力 せん断強さ
秋田大学	土木環境工学実験	土木環境工学コース	3	必修	1	地盤工学	骨材 強度 材料定数 跳水 堰 ヤング率 土質試験
東北大学	応用土壌学	農学部	3	選択	2	土壌学	かんがい水型水田、地下水型水田、水稻、酸化還元、畑、土壌肥沃度、森林土壌、環境保全型農業
東北大学	基礎土壌学	農学部	2	必修	2	土壌学	土壌、粘土、砂、鉱物、腐植、腐植酸、フルボ酸、ヒューミン、土壌溶液、有効水、土壌構造、イオン交換、物質循環、土壌汚染
東北大学	地盤と都市・建築	工学部	2,3,4	選択	3	地盤工学	地震と地盤、地下構造探査、地盤増幅、長周期地震動、地中応力、沈下、土圧、支持力、液状化、直接基礎の設計、杭の長期許容支持力、負の摩擦力、杭の水平抵抗
東北大学	地盤工学A	工学部	2,3,4	選択必修	2	地盤工学	土の起源・成因、性質、有効応力原理、塑性図、ダルシ0-則、透水現象、流線網、限界動水勾配、弾性地盤内の応力分布、土の圧密、正規圧密、圧密方程式、圧密沈下解析
東北大学	地盤工学B	工学部	3,4	選択必修	2	地盤工学	土のせん断強さ、モールの応力円、破壊基準、せん断試験、粘土と砂のせん断強さ、液状化現象、擁壁の安定、斜面の安定、基礎の安定、締固め
福島大学	地球科学	共生システム理工学類	1		2	地学	地球の内部構造、プレート運動、岩石の分類、地層と化石、大気と運動、大気の大循環、海洋の構造と海水の運動、気象と気候、地震と災害、火山と災害、気候変動と地球温暖化、水循環と環境問題
福島大学	地質学概論	共生システム理工学類	2		2	地質学	地層・化石、地質時代、第四紀の気候変動と海水準変動、粒子の挙動と堆積構造、海岸平野の地形、平野地下の堆積物、河成低地、三角州、湖沼成の堆積物、テクトニクス、マグマの性質、溶岩流、火砕流噴火
福島大学	土質力学	食農学類	3		2	地盤工学	土の生成、調査試験、応力、圧密、土圧、土の破壊、斜面安定、支持力、液状化、沈下、盛土の安定性
福島大学	土壌・水圏微生物学実験	共生システム理工学類	3		2	土壌学	土壌水質化学分析、強熱減量測定、間隙率、水飽和度、DNAの抽出、PCR、電気泳動
福島大学	土壌科学	食農学類	2		2	土壌学	土壌の定義、構成成分、土壌の機能、土壌の生成と土壌生成因子、土壌の構成要素、土壌三相、土壌空気、土壌溶液、一次鉱物、土壌の構成要素、粘土鉱物、土壌の構成要素、土壌有機物、土壌の構成要素、土壌生物、日本の土壌分類体系と分布、国際土壌分類体系と分布、作物培地としての土壌の機能と養分、陽イオン交換容量と荷電、土壌pHと作物生育、土壌肥沃度と作物生産、炭素循環、窒素循環、土壌劣化、持続的作物生産と土壌保全
福島大学	土壌浄化学概論	共生システム理工学類	4		2	土壌学	土壌断面、土壌層位、洗脱、溶脱、風化、土壌の3相、土壌と気体、土壌の水とその他の液体、土壌の固相・土壌の粒子、粘土、土壌有機物、土壌構成物の物理と化学、土壌生物、土壌微生物、土壌と地球上の物質循環、有害物質とその対策
福島大学	土壌生態学	食農学類	3		2	土壌学	土壌生態系、土壌の化学性、土壌の物理性、土壌微生物の多様性、微生物食者の多様性、落葉変換者の多様性、生態系改変者の多様性、根食性動物と植物の関係、地下と地上の生物間相互作用、生物多様性と生態系機能、生態系サービス、世界各地の土壌劣化の実態、土壌管理による炭素隔離、活性窒素による土壌生態系の変化、保全農業における土壌管理と政策

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
福島大学	土壌物理学	食農学類	3		2	土質力学	土壌の三相、土壌水分特性とヒステリシス、水移動の基礎方程式、上部・下部境界条件、方程式の離散化と数値計算、溶質の集積・溶脱と移動、土による吸着と脱着、懸濁粒子の土中移動、ガスと水蒸気の移動、蒸発と蒸散、蒸発散の定式化、微生物活動と物質移動、粘土の膨張・収縮と水移動
東京大学	層序地質学	理学部	3,4	選択	2	地質学	地層、層序
東京大学	地形・地質調査法および実習	理学部	3,4	選択	2	地質学	地形図、地質図
東京大学	地球惑星環境学野外調査Ⅰ	理学部	3,4	選択	2	地質学	地質層序の編み方、地層の観察法、堆積環境の推定法、地層の時代推定法の基礎
東京大学	地球惑星環境学野外調査Ⅲ	理学部	3,4	選択	2	地質学	岩石記載、組織・構造解析、物性測定
東京大学	地形学	理学部	3,4	選択	2	地質学	変動地形、斜面地形、風化、崩壊、地すべり
東京大学	マグマ学	理学系研究科	大学院	選択	2	地質学	火山学の一般的知識
東京大学	資源地質学	理学系研究科	大学院	選択	2	地質学	鉱物および燃料資源に関係した物理学的、化学的、生物学的、地質学的な元素濃集のプロセスおよびその探査方法
東京大学	地形形成進化学	理学系研究科	大学院	選択	2	地質学	内陸活断層、沈み込み帯の地殻変動、変動地形学、測地学、数値モデリング
東京大学	古気候・古海洋学	理学系研究科	大学院	選択	2	地質学	地球表層環境
東京大学	固体地球科学	理学系研究科	大学院	選択	2	地質学	現在の地球内部の構造（状態、構成物質、温度・圧力）、ダイナミクス（マントル流とプレート運動、核の対流と地球磁場、熱輸送）、およびそれらと地表面現象（プレート運動、地震、地殻変動、地形形成、火成作用、大陸形成、造山運動）との関連性
東京大学	変動帯テクトニクス	理学系研究科	大学院	選択	2	地質学	地球物理学的にみた変動帯の様々なスケールでの構造・変動過程と地形・地質学的観測に基づく現在の変動帯の実態
東京大学	土壌物理学	農学部	3,4	選択	2	土壌学	土壌に見られる物理現象、特に水、溶質、ガス状物質、熱の各移動現象の特性と共通性
東京大学	土壌圏の科学	農学部	3,4	選択	2	土壌学	土粒子と水との相互作用、土粒子と化学物質との相互作用、土粒子や化学物質と微生物との相互作用、土粒子とガス成分との相互作用、土粒子間の相互作用
東京大学	地圏変動論	新領域創成科学研究科	大学院	選択	2	地質学	地理学的・地質学的側面より地圏の形成とその変遷を解説
東京大学	基盤技術設計論	工学部	2,3,4	選択	2	地盤工学	土質力学、地盤工学
東京大学	材料の力学	工学部	2,3,4	選択	2	地盤工学	土質力学、地盤工学
東京大学	地盤の工学	工学部	3,4	選択	2	地盤工学	土質力学、地盤工学
東京大学	地盤工学原論	工学系研究科	大学院	選択	2	土質力学	土質力学、基礎工学
東京大学	地盤工学応用特論	工学系研究科	大学院	選択	2	地盤工学	土質力学、地盤工学
横浜国立大学	土質力学1	土木系	2	必修	2	土質力学	圧密、透水、締固め、基本物性
横浜国立大学	土質力学2	土木系	2	必修	2	土質力学	せん断、土圧、基礎、斜面
横浜国立大学	地質リスクマネジメント	土木系	3	選択	1	地質学	プレートテクトニクス、地形、地形変化、低地
横浜国立大学	地質リスクマネジメント2	土木系	3	選択	1	地質学	火山、付加体、台地、風化
横浜国立大学	地盤環境工学	土木系	3	選択	2	地盤工学	災害、土壌汚染、廃棄物、埋立
横浜国立大学	地盤工学	土木系	3	選択	2	地盤工学	地形、災害
横浜国立大学	地質学遠隔地フィールドワーク	教育系	3	不可	1	地質学	現地調査、地質調査に関する巡検、地質断面図の作成等
横浜国立大学	地質学講義	教育系	1,2	不可	2	地質学	堆積、プレートテクトニクス
横浜国立大学	地質学演習	教育系	1,2	不可	2	地質学	堆積物、地層
横浜国立大学	地質学	教育系	2	不可	2	地質学	プレートテクトニクス、地磁気、宇宙
東京工業大学	土質力学第一	土木系	2	必修	2	土質力学 資料-15	土の成因、地層の形成、土の基本的物理量、土の分類法、地盤調査法、地盤内応力、浸透流理論、土の締固め特性

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
東京工業大学	土質力学第二	土木系	2	必修	2	土質力学	土の圧縮，圧密理論，土の破壊規準，排水せん断・非排水せん断，粘性土と砂質土のせん断特性，土の限界状態理論
東京工業大学	土質基礎工学	土木系	3	選択	2	土質力学	極限平衡法，極限解析法，斜面安定，支持力，土圧，地盤構造物
東京工業大学	地盤調査・施工学	土木系	3	選択	2	応用地質	応用地質、地質図、地盤調査、地盤施工、トンネル、防災施設、ダム、地盤環境技術
東京工業大学	地惑実験（野外実習）	地球惑星科学系	2	選択必修	1	地質学	野外地質調査，地質学、プレートテクトニクス
東京工業大学	地球科学序論	地球惑星科学系	2	選択必修	2	地質学	地球、プレート、地殻、マントル、コア、潮汐、地震
東京工業大学	火山学	地球惑星科学系	3	選択必修	2	地質学	火山噴火、火山活動、火山災害、火山観測
東京工業大学	地惑実験（岩石学）	地球惑星科学系	2	選択必修	1	地質学	偏光顕微鏡、火成岩、堆積岩、変成岩、鉱物
東京工業大学	地球物質学	地球惑星科学系	3	選択必修	2	地質学	結晶学の基礎，X線分析・構造解析の初歩，多成分多相系における熱力学的平衡，簡単な固相反応の相図，高圧相転移とマントルを構成する岩石，融解反応の相図，マントル物質の融解とマグマ多様性，マグマの結晶分化作用と地殻の形成，地球内部進化論
東京工業大学	地球史概論	地球惑星科学系	3	選択必修	2	地質学	鉱物、岩石、X線回折、電子顕微鏡
東京工業大学	地惑実験（地球化学）	地球惑星科学系	2	選択必修	1	地質学	地球化学，岩石化学組成，鉱物密度，X線回折，結晶構造
東京工業大学	地球惑星ダイナミクス	地球惑星科学系	3	選択必修	2	地質学	地球、地震波、弾性定数、波動、減衰、速度構造、断層、メカニズム解、密度・温度構造、組成、対流運動、火山活動、プレート運動
東京工業大学	地惑巡検	地球惑星科学系	2	選択必修	4	地質学	地球惑星科学、野外地質学
東京工業大学	地球惑星物理学序論	地球惑星科学系	2	選択必修	2	地質学	地球、惑星、物理学的モデル
東京工業大学	惑星科学序論	地球惑星科学系	2	選択必修	2	天文学	惑星科学，天文学，宇宙物理学
東京工業大学	地球物質学実験	地球惑星科学系	3	選択必修	2	地質学	鉱物、岩石、X線回折、電子顕微鏡
東京工業大学	地惑実験学（安全・データ解析）	地球惑星科学系	2	必修	1	地質学	安全管理、廃棄物、データ解析、統計処理
東京工業大学	地惑実験（地球化学）	地球惑星科学系	2	選択必修	1	地質学	地球化学，岩石化学組成，鉱物密度，X線回折，結晶構造
東京工業大学	地惑実験（物理計測）	地球惑星科学系	2	選択必修	1	地質学	物理計測、電子回路、アナログ回路、データ解析
東京工業大学	宇宙地球化学	地球惑星科学系	3	選択必修	2	地質学	元素 同位体 隕石 初期太陽系 初期地球 年代学
東京工業大学	無機化学（地惑）	地球惑星科学系	2	選択必修	2	地質学	原子 分子 元素の性質 元素存在度 分析化学
東京工業大学	宇宙地球科学A	教養科目	1	選択	2	天文学	宇宙物理学、惑星物理学、宇宙化学
東京工業大学	宇宙地球科学B	教養科目	1	選択	2	天文学	地球、月、惑星、太陽系
東京工業大学	宇宙地球科学基礎ラボ（地球物理）	教養科目	1	選択	1	天文学	地震、クレーター、太陽、分光分析
東京工業大学	宇宙地球科学基礎ラボ（地球物質）	教養科目	1	選択	1	地質学	火山，断層，褶曲，天文台，地震
東京工業大学	宇宙地球科学基礎ラボ（天文宇宙）	教養科目	1	選択	1	天文学	天体観測、太陽系外惑星
宇都宮大学	土質力学Ⅰ	土木系	2	必修	2	土質力学	基本物性，透水，圧密
宇都宮大学	土質力学Ⅱ	土木系	2	必修	2	土質力学	せん断，土圧，斜面安定，支持力，締固め
宇都宮大学	土質基礎工学（土木）	土木系	3	選択	2	土質力学	地盤改良，液状化判定，舗装工学，地盤内応力
宇都宮大学	地質工学	土木系	3	選択	2	応用地質	トンネル，応用地質，岩盤
宇都宮大学	土質基礎工学（建築）	建築系	3	選択	2	土質力学	せん断，土圧，斜面安定，支持力，締固め
宇都宮大学	野外調査論	一般教養	1	選択	1	地学，生物学	地質観察，他

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
宇都宮大学	土壌物理学	農学系	2	選択	2	農業土木	土壌物理
宇都宮大学	農村農地工学	農学系	2	選択	2	農業土木	地盤工学（圃場整備）
宇都宮大学	砂防工学	農学系	3	不可	2	林学	砂防
宇都宮大学	水文学	農学系	3	不可	2	林学	流体力学, 土壌物理学, 灌漑排水工学
宇都宮大学	森林水文学	農学系	3	不可	2	林学	流体力学, 土壌物理学, 灌漑排水工学
宇都宮大学	地学概論Ⅰ	農学系	1	不可	2	地学	地学一般
宇都宮大学	層位学	農学系	1	不可	2	地学	地学一般
宇都宮大学	地質学概説	農学系	1	不可	2	地学	地学一般
宇都宮大学	土質工学	農学系	1	不可	2	土質力学	せん断, 圧密, 透水, 締固め
東京海洋大学	地学	資源系	1	不可	2	地学	地学, 地球史
東京海洋大学	地学実験	資源系	2	不可	1	地学	地学, 堆積学, 地質学
東京海洋大学	海洋地盤工学	資源系	3	不可	2	地盤工学	地盤工学
東京海洋大学	フレッシュマンセミナー	資源系	1	不可	1	地質	地質調査
埼玉大学	地盤環境工学	土木系	2	必修	2	地盤工学	土, 物理的性質, 土の分類, 締固め, 透水係数, 有効応力, 流線網, 地盤環境
埼玉大学	地盤工学Ⅰ	土木系	2	選択	2	地盤工学	有効応力, 間隙水圧, 圧密, 地盤沈下, せん断, 破壊強度, ダイレタンシー, 三軸圧縮試験, 液状化
埼玉大学	地盤工学Ⅱ	土木系	3	選択	2	地盤工学	土圧, 斜面安定, 支持力, 地盤内応力
埼玉大学	地圏科学Ⅰ	土木系	2	選択	2	地質学	地圏環境, 自然災害, 岩石, 土壌, 風化, 劣化, 侵食, 堆積, 地質工学, 地形工学
埼玉大学	地圏科学Ⅱ	土木系	3	選択	2	地質学	地球の歴史, 太陽と海洋, 地球環境
埼玉大学	地学実験	理学系	3	不可	2	地質学	地形図演習, 地質図演習, 地形測量, 地質調査, 岩石薄片製作, 岩石・鉱物・化石観察
埼玉大学	地学概論	理学系	2	不可	2	地質学	地球, 宇宙, 自然環境, 自然史
埼玉大学	地学	教育系	1	不可	2	地質学	地球惑星科学, 気象学, 天文学
埼玉大学	地学演習	教育系	3	不可	2	地質学	地球惑星科学, 天文学, 気象学, 観測, 演習, 発表
埼玉大学	地学実験	教育系	2	不可	2	地質学	地球惑星科学, 地質学, 鉱物学, 古生物学, 天文学, 気象学に関する基礎実験
早稲田大学	環境地盤工学	土木系（創造理工学部社会環境工学科）	3以上	選択	2	地盤工学	地盤・地下水汚染、産業廃棄物、地球温暖化、放射性廃棄物処分
早稲田大学	トンネル地盤工学	土木系（創造理工学部社会環境工学科）	3以上	選択	2	地盤工学	トンネル地盤工学、トンネル、開削トンネル、シールド
早稲田大学	防災地盤工学	土木系（創造理工学部社会環境工学科）	3以上	選択	2	地盤工学	地震防災、活断層、液状化、地盤改良
早稲田大学	地盤工学特論A	土木系（創造理工学部社会環境工学科）	M1以上	必修	2	土質力学	土の成り立ち、土の力学、土の物理化学的性質、
早稲田大学	地盤工学特論B	土木系（創造理工学部社会環境工学科）	M1以上	必修	2	地盤工学	放射線、廃炉廃棄物
早稲田大学	地盤工学演習ⅠA	土木系（創造理工学部社会環境工学科）	M1以上	必修	3	地盤工学	放射性廃棄物、廃炉廃棄物、災害廃棄物、汚染水問題
早稲田大学	地盤工学演習ⅠB	土木系（創造理工学部社会環境工学科）	M1以上	必修	3	地盤工学	放射性廃棄物、廃炉廃棄物、災害廃棄物、汚染水問題
早稲田大学	地盤工学演習ⅡA	土木系（創造理工学部社会環境工学科）	M2以上	必修	3	地盤工学	放射性廃棄物、廃炉廃棄物、災害廃棄物、汚染水問題

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
早稲田大学	地盤工学演習ⅡB	土木系（創造理工学部社会環境工学科）	M2以上	必修	3	地盤工学	放射性廃棄物、廃炉廃棄物、災害廃棄物、汚染水問題
早稲田大学	岩盤力学	資源系（創造理工学部社会環境資源工学科）	3以上	選択	2	岩盤工学	多孔質弾性論、弾塑性論、有効応力、圧密・地盤沈下
早稲田大学	数値岩盤工学	資源系（創造理工学部社会環境資源工学科）	3以上	選択	2	岩盤工学	離散化システム、重み付き残差法、有限要素法
早稲田大学	地質工学	資源系（創造理工学部社会環境資源工学科）	2以上	選択	2	応用地質	鉱物・岩石、地下水、断層、地質構造、地質図、斜面災害、トンネル
早稲田大学	地質工学	理学系（教育学部理学科地球科学専修）	3以上	選択	2	応用地質	岩盤の力学的性質、岩盤の調査・試験法、地震、地すべり、ダム、トンネル
愛知工業大学	土質力学Ⅰ及び演習	土木系	1	必修	3	土質力学	土の基本的性質、土の締固め、土の水理特性
愛知工業大学	土質力学Ⅱ及び演習	土木系	2	必修	3	土質力学	土の基本的物理量、有効応力、圧密、モール・クーロン、破壊基準
愛知工業大学	土質力学Ⅲ及び演習	土木系	2	必修	3	土質力学	斜面安定、土圧、支持力
愛知工業大学	地盤工学	土木系	3	選択	2	地盤工学	地盤調査、基礎の設計・施工、耐震設計法、液状化
愛知工業大学	防災地質学○	土木系	2	選択	2	地質学	プレートテクトニクス、日本列島、地質調査、活断層、斜面、火山
中部大学	土の力学Ⅰ	土木系	2	必修	2	土質力学	土の基本的性質、全応力・有効応力・間隙水圧、土の水理特性
中部大学	土の力学Ⅱ	土木系	2	選択	2	土質力学	粘土の圧密、土のせん断、モール・クーロンの破壊規準
中部大学	土の力学実験演習Ⅰ	土木系	2	必修	2	土質力学	計算演習、土粒子密度試験、粒度試験、液塑性限界試験、透水試験
中部大学	地盤工学	土木系	3	選択	2	地盤工学	土圧、支持力、斜面安定
中部大学	地盤設計学	土木系	3	選択	2	地盤工学	道路、地盤調査、土工
中部大学	土の力学実験演習Ⅱ	土木系	3	選択	2	土質力学	締固め試験、一面せん断試験、一軸圧縮試験、圧密試験、計算演習
岐阜大学	地学	土木系	1	選択	2	地質学	地球内部構造、地震、プレートテクトニクス、日本列島の成立ち、自然災害、地球史
岐阜大学	土質力学Ⅰ	土木系	2	必修	2	土質力学	土の基本的性質、土の締固め、土の水理特性
岐阜大学	土質力学Ⅱ	土木系	2	必修	2	土質力学	粘土の圧密、土のせん断強度、地盤内の応力と変位
岐阜大学	土質力学Ⅲ	土木系	3	選択	2	土質力学	土圧、斜面安定、地盤の支持力
岐阜大学	地域地盤学	土木系	3	選択	2	土質&地質	岐阜の地形・地質、地盤調査、濃尾平野の地下水・河川堤防、岐阜の斜面災害
岐阜大学	応用地質学	土木系	3	必修（防災コース）	2	地質学	地質構造、地形図読図、活断層調査、地すべり、岩盤評価
名古屋工業大学	地盤力学	土木系	2	必修	2	土質力学	有効応力と間隙水圧、透水問題、ダルシー則、圧密現象
名古屋工業大学	地盤力学演習	土木系	2	必修	1	土質力学	透水と変形、圧密、数値解析、透水
名古屋工業大学	地盤解析学	土木系	2	必修	2	土質力学	応力とひずみ、モール・クーロン、カムクレモデル
名古屋工業大学	環境地盤工学	土木系	3	選択	2	土質力学	応力とつりあい式、土圧、斜面安定、支持力
名古屋工業大学	防災地質学	土木系	3	選択	2	地質&地盤工学	応用地質学、地質調査、岩盤力学、岩盤分類、液状化、地震時応答
名古屋大学	地質学実験	地球惑星科学科	2	必修	2	地質学	シラバス学外未公表
名古屋大学	フィールドセミナーⅠ（地球科学野外巡検）	地球惑星科学科	2	必修	3	地質学	シラバス学外未公表

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
名古屋大学	地質調査	地球惑星科学科	2	必修	8	地質学	シラバス学外未公表
名古屋大学	地球惑星数学及び演習	地球惑星科学科	2	必修	2	地質学	シラバス学外未公表
名古屋大学	地球惑星物理学概論	地球惑星科学科	2	必修	2	地質学	シラバス学外未公表
名古屋大学	岩石学	地球惑星科学科	2	必修	2	地質学	シラバス学外未公表
名古屋大学	地球惑星物理学実験法及び実験Ⅰ	地球惑星科学科	2	必修	3	地質学	シラバス学外未公表
名古屋大学	地質調査法	地球惑星科学科	2	必修	2	地質学	シラバス学外未公表
名古屋大学	構造地質学	地球惑星科学科	2	必修	1	地質学	シラバス学外未公表
名古屋大学	テクトニクス	地球惑星科学科	2	選択	1	地質学	シラバス学外未公表
名古屋大学	堆積地質学	地球惑星科学科	2	選択	2	地質学	シラバス学外未公表
名古屋大学	土質力学及び演習	土木系	2	必修	4	土質力学	ダルシー則，透水係数，不飽和土，圧密，有効応力
名古屋大学	地盤材料実験	土木系	3	必修	1	土質力学	液塑性限界，粒度分析，締固め，透水試験，圧密，三軸圧縮
名古屋大学	地盤工学	土木系	3	選択	2	土質力学	ベクトル，テンソル，つりあいと応力，モール・クーロン
名古屋大学	土木地質学	土木系	4	選択	2	地質学	地質構造，劣化（風化），地表踏査，物理探査，地質図学
名城大学	地学1	土木系	2	選択	2	地質学	地球の重力・地磁気・内部構造，プレート，地震，活断層，火山
名城大学	地学2	土木系	2	選択	2	地質学	地質年代，化石，日本列島，地球システム
名城大学	地学実験1	土木系	3	選択	1	地質学	地形断面，水系，野外実習，岩石と鉱物
名城大学	地学実験2	土木系	3	選択	1	地質学	地質図学，野外実習
名城大学	土質力学1	土木系	2	必修	2	土質力学	土の三相構造，粒度，液塑性，締固め，透水，有効応力，圧密
名城大学	土質力学2	土木系	2	必修	2	土質力学	モール・クーロン，土の破壊基準，せん断強度，三軸圧縮，土圧
名城大学	土質力学3	土木系	3	選択	2	土質力学	土工，せん断，地盤内応力，擁壁，支持力
名城大学	土質材料試験法	土木系	3	選択	2	土質力学	粒度，液塑性，透水，締固め，一面せん断，一軸圧縮試験
名城大学	地盤防災工学	土木系	3	選択	2	土質力学	斜面災害，円弧すべり，液状化，河川堤防，地山補強，補強盛土
名城大学	地圏環境工学	土木系	3	選択	2	地質学	プレートテクトニクス、日本列島、地質調査、活断層、火山、風化
静岡大学	岩石学	地球科学科	2	必修	2	地質学	火成岩，マグマの相図，結晶作用，マントル，変成岩，造岩鉱物
静岡大学	地質図学	地球科学科	2	選択必修	2	地質学	地質調査，地形図，露頭戦，地質断面図，地質柱状図
静岡大学	地震学	地球科学科	2	選択必修	2	地質学	地震計，実体波と表面波，走時曲線，地球内部構造
静岡大学	地球科学野外実習Ⅱ	地球科学科	2	必修	2	地質学	御前崎，秩父帯と浜名湖，富士山・箱根火山，有度丘陵，変成岩と断層岩
静岡大学	層序学	地球科学科	3	必修	2	地質学	層序単元，生層序学，火山灰，酸素同位体層序，シーケンス，年代測定
静岡大学	地球物理学	地球科学科	3	必修	2	地質学	ベクトルと行列，フーリエ変換，震源過程，断層の破壊伝播
静岡大学	地球ダイナミクス実験	地球科学科	3	必修	1	地質学	方位測定とステレオネット，地震活動，鉱物の結晶構造
静岡大学	堆積学	地球科学科	3	選択必修	1	地質学	堆積物，粒子運搬，マスムーブメント，岩相，海浜堆積物
静岡大学	火山学	地球科学科	3	選択必修	1	地質学	火山噴火，火山地形，マグマ，カルデラ，静岡の火山
静岡大学	測地学	地球科学科	3	選択必修	1	地質学	地球の測り方（古典，座標，GNSS），地殻変動，スロー地震，重力
静岡大学	地球科学野外実習Ⅰ	地球科学科	1	？	1	地質学	静岡市，富士山，神奈川県立博物館，ふじのくにミュージアム，東海大海洋科学博物館
静岡大学	地球科学入門Ⅰ	地球科学科	1	？	2	地質学	地球システム、鉱物、岩石、火山、地殻変形、造山運動、断層
静岡大学	地球科学入門Ⅱ	地球科学科	1	？	2	地質学	風化・土壌、水、氷河・砂漠・風、地質年代、地球史
静岡大学	地球科学入門Ⅲ	地球科学科	1	？	2	地質学	地球のダイナミクス、プレートテクトニクス、地震、造山運動、太陽系、恒星、銀河
静岡大学	地球科学入門Ⅳ	地球科学科	1	？	2	地質学	海洋、海洋生物、大気、気象、温暖化、気候変動

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
信州大学	地質学入門実習	地球科学科	1	必修	1	地質学	地球の構成, 岩石の分類, 主要造岩鉱物, 野外調査, 安全確保, 信州の地質
信州大学	地質学序説	地球科学科	1	必修	2	地質学	プレートテクトニクス, 地質図, 化石, データ処理
信州大学	地質学序説実習	地球科学科	1	必修	1	地質学	地質調査, 地質図, 化石, 解析
信州大学	地質調査法実習Ⅰ	地球科学科	2	必修	2	地質学	専門知識と応用力, フィールド学習, 地域環境に関する理解, 環境基礎力
信州大学	地質調査法実習Ⅱ	地球科学科	2	必修	2	地質学	専門知識と応用力, フィールド学習, 地域環境に関する理解, 環境基礎力
信州大学	地層学	地球科学科	2	必修	2	地質学	地層, 堆積岩, 岩相層序学, 炭酸塩岩
信州大学	岩石学	地球科学科	2	必修	2	地質学	深成岩, 火山岩, 変成岩
信州大学	地質調査演習	地球科学科	3	必修	4	地質学	専門知識と応用力, フィールド学習, 地域環境に関する理解, 環境基礎力, 問題発見・解決能力
信州大学	堆積学	地球科学科	3	選択必修	2	地質学	地層, 扇状地, 下線, 三角州, 海浜堆積物, シーケンス
信州大学	構造地質学	地球科学科	3	選択必修	2	地質学	地質構造, 断層と節理, 褶曲, テクトニクス, 活断層, 地すべり
信州大学	地震学	地球科学科	3	選択必修	2	地質学	災害, 海溝型, 内陸型, 長野県
信州大学	火山学	地球科学科	3	選択必修	2	地質学	マントル, ホットスポット, マグマ, 噴火, 火山噴出物
信州大学	土木地質学特論	地球科学科	3~4	選択	1	土木地質	岩盤, 地盤, 地下水, 水理地質学, 隔年開講
信州大学	土の力学	土木系	2	必修	2	土質力学	土の基本的性質, 土の破壊とせん断強さ, 粘土の圧密
信州大学	土の力学演習	土木系	2	必修	1	土質力学	土の基本的性質, 土の破壊とせん断強さ, 粘土の圧密
信州大学	地圏環境学	土木系	3	必修	2	地質学	地球内部構造, 水循環, 地下水, 物理探査, 地中熱, 土壌汚染
信州大学	地盤の力学	土木系	2	選択必修	2	土質力学	透水係数, 流線, 土圧, 斜面, 安全率
信州大学	地盤の力学演習	土木系	2	選択	1	土質力学	透水係数, 流線, 土圧, 斜面, 安全率
信州大学	地盤工学	土木系	3	選択	2	土質力学	地盤内応力, 基礎, 軟弱地盤, 地盤改良
信州大学	土木実験	土木系	3	選択必修	2	土質力学	粒度試験, 液塑性限界, 締固め, 一軸圧縮試験 (材料試験と合同)
信州大学	地学実験	土木系	2~4	選択	1	地質学	岩石・鉱物学, 地質構造, 水文地質, 水理地質, 防災地質
京都大学	資源情報解析学	工学部資源系	4	選択	2	地質学	地質情報解析学, 時空間データ解析学, 力学データの統合解析学, 人工知能
京都大学	自然地理学	共通科目	全学年		2	地質学	プレートテクトニクス, 地震と火山, 陸域水循環, 土砂災害
京都大学	地質工学入門	共通科目	2		2	地質学	地球科学, プレートテクトニクス, 地球物質科学, 地熱エネルギー, 地質災害, 地質調査
京都大学	地質科学概論Ⅰ	理学部	2	選択	2	地質学	地球の成り立ち, 熱収支, テクトニクス, 火山活動, 岩石の風化, 堆積
京都大学	地質科学概論Ⅱ	理学部	2	選択	2	地質学	マントル, 地質年代, 鉱物科学, 火成作用, 変成作用
京都大学	グローバルテクトニクス	理学部	2	選択	2	地質学	プレートテクトニクス, プレート運動学, 沈み込み帯, ホットスポット
京都大学	基礎地質科学実習	理学部	2	選択	2	地質学	鉱物学, 岩石学, テクトニクス
京都大学	鉱物学	理学部	3	選択	2	地質学	結晶学, 固体の熱力学, 結晶物理学, 相転移, 珪酸塩鉱物
京都大学	地質調査・分析法Ⅰ	理学部	3	選択	2	地質学	地形図, 地質図学, 地質図, 柱状図, 偏光顕微鏡, 結晶光学
京都大学	地球テクトニクスⅠ	理学部	3	選択	2	地質学	地球変動学, 放射年代測定, K-Ar年代学, U-Th非平衡年代学
京都大学	地質調査・分析法Ⅱ	理学部	3	選択	2	地質学	地質図学, 方位解析, 岩石薄片作成法, 鉱物同定法, 微細組織観察
京都大学	地球テクトニクスⅡ	理学部	4	選択	2	地質学	脆性変形, 延性・塑性変形, 岩石の破壊規準, レオロジー, 変形実験
京都大学	構造地質学	理学部	3	選択	2	地質学	地質構造, 歪と変形, 応力, 断層, 応力解析
京都大学	岩石学実験	理学部	3	選択	1	地質学	変成岩の分類, 顕微鏡実習, 鉱物・岩石組織の解析, 偏光顕微鏡
京都大学	地質科学表層プロセス基礎論	理学部	3	選択	2	地質学	堆積物・堆積岩, 物質輸送プロセス
京都大学	鉱物学特論	理学部	4	選択	2	地質学	造岩鉱物, 格子欠陥, 結晶構造, 結晶化学, 鉱物の熱力学, 微細組織
京都大学	鉱物学実習	理学部	4	選択	2	地質学	鉱物の合成実験, 走査型/透過型電子顕微鏡
京都大学	堆積学	理学部	4	選択	2	地質学	侵食・堆積, 堆積物の移動, ベッドフォーム, 土石流, 地形発達作用

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
大阪大学	土質力学I及び演習	土木系	2	必修	3	土質力学	物理的性質、応力、締固め、透水、圧密、せん断
大阪大学	土質力学II及び演習	土木系	2	必修	3	土質力学	圧密、地盤内応力、破壊理論、土圧、基礎と支持力、斜面安定、振動特性
大阪大学	地盤調査・施工学	土木系	3	選択	2	土質力学	地盤調査技術、岩盤の力学、トンネル、大深度地層処分
大阪大学	応用地質学	土木系	3	選択	2	地質学	プレートテクトニクス、地質構造、地盤災害、環境地質、斜面災害
大阪大学	基礎地学実験	共通科目	1		1	地質学	フィールド実習、偏光顕微鏡、地下構造探査、地質図、自然放射線
大阪大学	建築基礎工学	建築工学コース	3	選択	2	土質力学	地形・地質、地盤調査、土の応力とひずみ、土中の水流、液状化のメカニズム、圧密現象、土のせん断強さ、土圧
神戸大学	土質工学I	農学部	3	必修	2	土質力学	土の基本的性質、不飽和土、締固め、浸透流、応力、圧密
神戸大学	土質工学II	農学部	3	選択	2	土質力学	せん断、動的特性、液状化、土圧、斜面安定、支持力
神戸大学	土質力学I	土木系	2	必修	2	土質力学	物理的性質、締固め、有効応力、浸透、圧密
神戸大学	土質力学II	土木系	2	選択	2	土質力学	応力、地盤内応力、せん断、ダイレイタンス
神戸大学	土質力学III	土木系	3	選択	2	土質力学	土圧、斜面安定、支持力、基礎、地盤改良
神戸大学	地圏環境工学	土木系	3	選択	1	土質力学	地圏環境、大深度地下、岩石、廃棄物処理、地盤汚染と対策
神戸大学	地盤基礎工学	土木系	3	選択	2	土質力学	地盤構造物、極限解析、支持力、基礎、土留め、地下構造物、地盤補強技術
神戸大学	都市安全工学	土木系	3	選択	2	土質力学	地形図、地形・地質情報、地盤災害、斜面災害、地震動、液状化
神戸大学	建築生産学A	建築学科	3	選択	1	土質力学	土の基本的性質、応力、沈下、強度、土圧、地盤調査、基礎
神戸大学	固体地球科学 1	理学部惑星学科	2	選択必修	1	地質学	海洋地殻、海洋底、プレート収束境界
神戸大学	固体地球科学 2	理学部惑星学科	2	選択必修	1	地質学	海洋地殻、海洋底、プレート収束境界
神戸大学	地球物質科学 1	理学部惑星学科	3	選択必修	1	地質学	地球の組成、岩石の熔融結晶化、マグマ成因論、火山活動
神戸大学	地球物質科学 2	理学部惑星学科	3	選択必修	1	地質学	地球の組成、岩石の熔融結晶化、マグマ成因論、火山活動
神戸大学	地質学I	理学部惑星学科	3	選択必修	2	地質学	応力、破壊条件、岩石の破壊実験、ジョイントと鉱物脈、断層と変形、褶曲
神戸大学	固体地球物理学I-1	理学部惑星学科	3	選択必修	1	地質学	地震のメカニズム解と放射特性、断層モデル、速度構造と走時曲線、地震波の伝播
神戸大学	固体地球物理学I-2	理学部惑星学科	3	選択必修	1	地質学	地震の計測、地震の大きさ、弾性体・波動方程式、震源の表現、岩石の摩擦
神戸大学	惑星物質科学 1	理学部惑星学科	3	選択必修	1	地質学	鉱物の熱・統計力学、相変態現象、鉱物の結晶構造
神戸大学	惑星物質科学 2	理学部惑星学科	3	選択必修	1	地質学	鉱物の熱・統計力学、相変態現象、鉱物の結晶構造
大阪市立大学	土質力学 1	土木系	2	選択必修	2	土質力学	土の成因と分類、応力、締固め、透水、圧密
大阪市立大学	土質力学I演習	土木系	2	選択必修	1	土質力学	地盤内応力、せん断強さ、斜面安定
大阪市立大学	土質力学 2	土木系	2	選択必修	2	土質力学	地盤内応力、せん断強さ、斜面安定
大阪市立大学	土質実験	土木系	4	選択	1	土質力学	土粒子の密度試験、ふるい分析、透水試験、一軸圧縮試験、圧密試験、一面せん断試験
大阪市立大学	地盤基礎工学	土木系	3	選択	2	土質力学	応力、土圧、擁壁、基礎と支持力、地盤改良、物理調査、関西の地盤性状
大阪市立大学	地盤防災工学	土木系	3	選択	2	土質力学	地震、動的特性、液状化危険度、液状化対策、土砂災害、ハザードマップ
大阪市立大学	地圏環境工学	土木系	3	選択	2	土質力学	地盤環境、地下水保全、建設発生土、廃棄物処分、夢洲、地下水輸送、土壌・地下水汚染
大阪市立大学	建築基礎設計	建築学科	3	選択	2	土質力学	土の分類、応力、透水性、液状化、圧縮・圧密、せん断、土圧、地盤調査、基礎、地盤改良
大阪府立大学	土壌物理学	生命環境科学域緑地環境科学類	3	選択必修	2	土質力学	土の三相分布、保水特性、水移動、熱移動、溶質移動、土壌中の空気
大阪府立大学	緑地地盤工学	生命環境科学域緑地環境科学類	3	選択	2	土質力学	物理化学的性質、弾性地盤、圧密、せん断、土圧、斜面安定、基礎、締固め、路盤・路床
大阪公立大学	地球学入門	教養科目	1		2	地質学	地球システム、地質調査、ボーリング調査、プレートテクトニクス、火山、地震
大阪公立大学	地球学基礎A	教養科目	1		2	地質学	元素、構成物質、火山活動、物質循環過程、堆積環境、地質時代

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
大阪公立大学	地球学実験A	教養科目	1		2	地質学	岩石の分類、実体顕微鏡、X線回折、地形判読、GIS、地層境界面、偏光顕微鏡
大阪公立大学	地形・地質投影法	理学部地球学科	1	必修	2	地質学	地形図、構造等高線、地質断面図、断層、ステレオ投影
大阪府立大学	地球物質科学	生命環境科学域理学類	2	選択	2	地質学	地層と岩石、堆積物と堆積作用、堆積構造、火成岩、堆積岩、変成岩、テクトニクス
大阪府立大学	構造地質学	生命環境科学域理学類	3	選択	2	地質学	岩石の力学特性、侵食・堆積作用、地層の形成と堆積環境、日本列島の形成過程
大阪市立大学	テクトニクス	理学部地球学科	3	選択	2	地質学	プレートテクトニクス、岩石の変形機構、地震テクトニクス
大阪市立大学	地球物質反応学	理学部地球学科	3	選択	2	地質学	化学熱力学、地質温度計、地熱活動、酸と塩基、自然由来地下水・土壌汚染
大阪市立大学	積成地質学	理学部地球学科	2	選択	2	地質学	侵食・運搬・堆積、水流作用、地層累重様式、堆積環境、層序区分
大阪市立大学	積成地質学実習	理学部地球学科	2	選択	2	地質学	構成粒子の形状評価、粒子比重、粒度分析、偏光顕微鏡、鉱物分離法
立命館大学	土質力学I	土木系	2	選択必修	2	土質力学	土の基本的性質、応力、水の流れ、圧縮、強さ
立命館大学	土質力学II	土木系	2	選択必修	2	土質力学	締固め、地盤内応力、土圧、支持力、斜面崩壊
立命館大学	環境地盤工学	土木系	4	選択	2	土質力学	地盤災害、砂漠化、地下空間利用、地中エネルギー、地盤汚染、地盤沈下、地盤環境振動
立命館大学	建築基礎構造	建築系	3	選択	2	土質力学	沈下、応力、液状化、物理的・化学的特性、支持力、直接基礎、杭基礎
立命館大学	地学実験	理工学部物理科学科	3	選択	1	地質学	地層と地質図、岩石・鉱物、天文／地磁気、地震波
関西大学	応用地盤力学	土木系	3	必修	2	土質力学	土圧論、斜面安定、地盤支持力、地盤内応力、液状化
関西大学	地盤力学	土木系	2	選択	2	土質力学	基本構造、コンシステンシー、締固め、透水、有効応力、圧密、せん断、液状化
関西大学	地盤力学演習	土木系	2	選択	2	土質力学	ダルシーの法則、浸透流、圧密、圧密促進、せん断試験、土圧、斜面安定解析、地盤内応力
関西大学	地盤設計学	土木系	3	選択	2	地盤工学	地盤調査法、抗土圧構造物、基礎地盤安定工法、道路、トンネル、地下空間施設
関西大学	建築基礎工学	建築系	3	選択	2	土質力学	土質と地下水、圧縮と圧密、せん断強さと土圧、地盤調査、直接基礎、杭基礎、擁壁
関西大学	地盤災害論	社会安全学部	2	選択	2	土質力学	物理的性質、粒度、締固め、透水、圧縮・圧密、せん断、土圧、支持力、斜面安定
関西大学	地球の科学	共通科目	1	選択	2	地質学	プレートテクトニクス、マグマと火山、断層と地震、岩石の種類
関西大学	地震と火山のメカニズムと防災	共通科目	1	選択	2	地質学	活断層、崩壊現象、地形の成立、液状化、溶岩、火砕流、火山灰降下、火山泥流、災害ゴミ
摂南大学	地盤力学I	土木系	2	必修	2	土質力学	地盤調査、基本的諸量、粒度、締固め、透水、地盤内応力、圧密、せん断
摂南大学	地盤力学I演習	土木系	2	選択必修	1	土質力学	地盤調査、基本的諸量、粒度、締固め、透水、地盤内応力、圧密、せん断
摂南大学	地盤力学II	土木系	2	選択必修	2	土質力学	締固め、地盤内応力、せん断、土圧、支持力、斜面の安定
摂南大学	地盤力学II演習	土木系	2	選択必修	1	土質力学	締固め、地盤内応力、せん断、土圧、支持力、斜面の安定
摂南大学	環境地盤工学	土木系	3	選択必修	2	地盤工学	廃棄物処分、建設発生土、地盤汚染、土壌汚染対策法、地下空間の保全、地盤災害
摂南大学	地質学	土木系	2	選択	2	地質学	プレートテクトニクス、岩石と鉱物、関西の地盤、地質調査、地盤情報、トンネル、ダム
摂南大学	防災・耐震工学	土木系	3	選択必修	2	地盤工学	地震発生メカニズム、耐震工学、巨大地震、斜面災害、斜面の安定性評価
摂南大学	地盤工学	建築系	3	選択必修	2	土質力学	土の分類、応力、透水性、圧縮・圧密、せん断、土圧、地盤調査、基礎
山口大学	土質力学I	工学部・社会建設工学科・社会建設工学コース	2	必修	2	土質力学	土の基本的性質、土中の水の流れ、地盤内の応力、土の圧縮性と圧密
山口大学	土質力学演習I	工学部・社会建設工学科・社会建設工学コース	2	必修	1	土質力学	土の基本的性質、土中の水の流れ、地盤内の応力、土の圧縮性と圧密
山口大学	土質力学I	工学部・社会建設工学科・東アジア国際コース	2	必修	2	土質力学	土の基本的性質、土中の水の流れ、地盤内の応力、土の圧縮性と圧密
山口大学	土質力学演習I	工学部・社会建設工学科・東アジア国際コース	2	必修	1	土質力学	土の基本的性質、土中の水の流れ、地盤内の応力、土の圧縮性と圧密

大学	講義名称	学部・学科	対象学 年	土木系学 生の受講	単位 数	内容	備考（キーワードなど）
山口大学	土質力学II	工学部・社会建設工学科・社会建設工学コース	2	必修	2	土質力学	土のせん断特性、土圧、斜面安定
山口大学	土質力学演習II	工学部・社会建設工学科・社会建設工学コース	2	必修	1	土質力学	土のせん断特性、土圧、斜面安定
山口大学	土質力学II	工学部・社会建設工学科・東アジア国際コース	2	必修	2	土質力学	土のせん断特性、土圧、斜面安定
山口大学	土質力学演習II	工学部・社会建設工学科・東アジア国際コース	2	必修	1	土質力学	土のせん断特性、土圧、斜面安定
山口大学	建設基礎実験I	工学部・社会建設工学科	2	必修	1	土質力学	液・塑性限界試験、一軸圧縮試験、擁壁土圧実験
山口大学	建設基礎実験II	工学部・社会建設工学科	3	必修	1	土質力学	土粒子の密度試験、三軸圧縮試験、透水試験、圧密試験
山口大学	土木施工法	工学部・社会建設工学科	3	選択	2	地盤工学	地盤調査、基礎の支持力、土工、基礎工、トンネル工、山留工、地盤改良、工程管理
山口大学	防災工学	工学部・社会建設工学科	4	選択	2	地盤防災	地震動、震度法、地震時土圧、振動方程式、液状化、降雨・地震による斜面崩壊、常時・地震時の斜面安定
山口大学	ものづくり創成実習I	工学部・社会建設工学科	2	必修	2	土質力学	ソイルタワー、締固め
山口大学	ものづくり創成実習II	工学部・社会建設工学科	3	必修	2	土質力学	擁壁あるいは鋼矢板の設計、土圧
山口大学	地学基礎実験	理学部	3,4		1	地質学	岩石、鉱物、偏光顕微鏡、地形図、地質図、空中写真、活断層、変形岩
山口大学	地学概論	理学部	1,2,3,4		2	地質学	宇宙、地球、環境、地殻、マントル、核、岩石、鉱物、プレートテクトニクス、火山、地震、資源
山口大学	地学概論	理学部	2,3,4		2	地質学	太陽系、地球、重力、地磁気、大陸、海洋、地殻、マントル、堆積岩、火成岩、変成岩、プレートテクトニクス、地殻変動、地球の歴史、日本列島の形成、山口県の地質、地質技術者
山口大学	地球科学入門Ⅰ	理学部	1,2,3,4		2	地質学	地球の構成、地形、地球環境、鉱物、岩石、化石、地球生命
山口大学	地球科学入門Ⅱ	理学部	1,2,3,4		2	地質学	地球科学、大気、海洋、環境、プレートテクトニクス
山口大学	鉱物学Ⅰ	理学部	2,3,4		2	地質学	地球惑星物質、鉱物、結晶、X線、結晶構造、化学組成
山口大学	地球資源学Ⅰ	理学部	2,3,4		2	地質学	鉱物資源、鉱床、鉱石、地球史、マグマ、熱水、濃集
山口大学	地史学	理学部	3,4		2	地質学	海洋掘削、Scientific prospectus、プレートテクトニクス、衝突帯、付加体、火山活動、ホットスポット、洪水玄武岩、隕石衝突、生命誕生・絶滅、古環境、山口の地質、日本列島、堆積作用、変成作用、火成作用、大気海洋循環、地球型惑星
山口大学	地球科学実験ⅠB	理学部	2,3,4		2	地質学	地球科学、薄片作成、肉眼鑑定、偏光顕微鏡、岩石記載
山口大学	鉱物学Ⅱ	理学部	2,3,4		2	地質学	鉱物 成長 鉱物組織 形態 相平衡 鉱物利用
山口大学	地球科学実験ⅠA	理学部	2,3,4		2	地質学	地形図、地質図、空中写真
山口大学	地球科学実験Ⅲ	理学部	3,4		3	地質学	碎屑物、微化石、堆積構造、岩石強度、X線回折、鉱物同定、データ解析、火山噴火、粒子組成分析、地形判読
山口大学	土木地質学	理学部	3,4		2	地質学	社会資本、建設、維持、自然災害、環境、地質技術者、デザイン能力、実務家教員
山口大学	自然災害科学	理学部	3,4		2	地質学	岩石力学、地震、断層、地すべり
広島大学	土の力学	工学部社会基盤環境工学プログラム	2		2	土木工学	土質力学、地盤工学、土の分類、締固め、透水、浸透、土の圧縮、土の圧密、せん断試験、せん断強さ
広島大学	土の力学演習	工学部社会基盤環境工学プログラム	2		1	土木工学	土質力学、地盤工学、土の分類、締固め、透水、浸透、土の圧縮、土の圧密、せん断試験、せん断強さ、SDG_11
広島大学	地盤・建築基礎構造	工学部建築学課程	3		2	土木工学	地盤調査、地盤力学、建築基礎構造

大学	講義名称	学部・学科	対象学 年	土木系学 生の受講	単位 数	内容	備考（キーワードなど）
広島大学	地盤工学	工学部社会基盤環境工学プロ グラム	3		2	土木工学	斜面安定解析,土圧,基礎の支持、地盤改良工法、基礎の施工法
広島大学	地盤防災学	工学部社会基盤環境工学プロ グラム	3		2	土木工学	豪雨時土砂災害、土砂災害防止法、地震災害、地盤の液状化、土質動力学、土砂災害、地盤調査、耐震設計
広島大学	地学実験A	理学部	2		1	地球惑星 科学	1. 岩石の分類と成因, 2. 鉱物の肉眼鑑定法, 3. 地震と断層, 4. アルファ線, 5. 化石, 6. 隕石, 7. 結晶
広島大学	地質図学	理学部	2		2	地球惑星 科学	地質調査、地層、岩石、地質図学、ステレオ投影、地質構造
広島大学	地球科学野外巡検 B	理学部	2		1	地球惑星 科学	野外実習、岩石・地層・化石・鉱物の観察、地質調査法
広島大学	地球惑星システム学実習 A	理学部	3		4	地球惑星 科学	地質調査、薄片作製、偏光顕微鏡観察、研究発表
広島大学	地球惑星システム学実習 B	理学部	3		2	地球惑星 科学	データの統計処理、数値計算、各種地球物理・地球化学データの計測および解析
広島大学	地球科学野外巡検 A	理学部	1		1	地球惑星 科学	野外実習、岩石・地層の観察、地質調査法、博物館等の見学
広島大学	地球科学野外巡検 A	理学部	1		1	地球惑星 科学	野外実習、岩石・地層の観察、地質調査法、先端研究施設・博物館等の見学
広島大学	環境地質学	総合科学部総合科学科	2		2	自然環境	地球表層環境、環境変遷、地質時代、地殻変動、物質循環、人間活動
広島大学	地学基礎実験	総合科学部総合科学科	2		1	地球惑星 科学	地形図、地質図、岩石、鉱物、古生物、土質
広島大学	地学基礎実験法	総合科学部総合科学科	2		1	地球惑星 科学	地形図、地質図、岩石、鉱物、古生物、土質
岡山大学	土質力学Ⅰ及び演習	工学部 工学科環境・社会基盤 系			3	土質力学	土の基本的性質、土中の水理と地盤内応力、圧密
岡山大学	土質力学Ⅱ	工学部 工学科環境・社会基盤 系			2	土質力学	土のせん断、斜面安定、土圧、支持力、地盤の液状化
岡山大学	土質力学Ⅰ及び演習 A	環境理工学部 環境デザイン工 学科			1.5	土質力学	土の基本的性質、土中の水理と地盤内応力、圧密
岡山大学	土質力学Ⅰ及び演習 B	環境理工学部 環境デザイン工 学科			1.5	土質力学	土の基本的性質、土中の水理と地盤内応力、圧密
岡山大学	基礎地球科学	環境理工学部全学科			1.5	地球惑星 科学	人間活動・地域環境と関連の深い地球科学に関する事項のうち、特に地殻、地盤、岩石、土壌に関 する問題について基礎的知識を講述する。
岡山大学	地形学概説	理学部 地球科学科			1	地形学	わたしたちのまわりにみられる地形の成因とその形成プロセスについて解説する。その中で、地震 活動や火山活動にそなえるための防災的視点や、気候変動など環境問題との関連について紹介す る。演習として、アナグリフ画像を用いた写真判読と色鉛筆で地形区分図を作成する作業を行う。 演習作業の中では国土地理院のサイトへのアクセスも必要となるので、PCを必ず持参のこと。

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
岡山大学	顕微鏡岩石学実験 1	理学部 地球科学科			1	地質学	偏光顕微鏡は地球物質や隕石の研究において最も多用される基本的な研究手段の一つである。偏光顕微鏡の主たる使用目的は、対象とする鉱物結晶が何であるかを決定すること(鉱物の同定)にあり、そのためには偏光顕微鏡による検鏡法に習熟する必要がある。この実験では、鉱物結晶の検鏡に必要な初歩的な結晶光学についての講義と演習並びに偏光顕微鏡の使用法についての実習をおこなう。
岡山大学	顕微鏡岩石学実験 2	理学部 地球科学科			1	地質学	一般に岩石の観察には偏光顕微鏡が用いられるが、これには単に拡大機能だけでなく、各鉱物の光学的性質を調べて同定するための機能が備わっている。この授業では偏光顕微鏡を用いて、地殻に産する代表的な岩石試料を観察し、造岩鉱物の同定法を学ぶ。観察記録（同定の根拠となる観察事実の記載やスケッチ等）はレポートにまとめて提出する。
岡山大学	岩石鉱物学巡検	理学部 地球科学科			1	地質学	天然の岩石や鉱物の成因を解き明かすためには、それら岩石・鉱物の産状の野外観察が必要不可欠である。この授業では、野外に出かけて学術的に重要な岩石や鉱物の産状を観察し、講義や文献から得られた知識に基づいてそれらの成因を考察する。
岡山大学	構造地質学巡検	理学部 地球科学科			1	地質学	教員が提示する地質に関する調査により地質構造の情報を収集し、その前後の室内作業により地質の変動を推定する。
岡山大学	地質図学演習	理学部 地球科学科			0.5	地質学	地質学を学ぶために必要な基礎知識として、地質図の読み方と描き方について概説する。
岡山大学	情報地質学	理学部 地球科学科			1	地質学	情報地質学における大量データ処理に関する専門的な知識を教授する。
岡山大学	情報地質学巡検	理学部 地球科学科			1	地質学	教員が提示する地質に関する調査により地質構造の情報を収集し、その前後の室内作業により地質の変動を推定する。
鳥取大学	土質力学Ⅰ及び演習	工学部 社会システム土木系学科	2,3,4	必修または選択	3	土質力学	土の物理的性質、土の締固め、透水、有効応力、圧密
鳥取大学	土質力学実験	工学部 社会システム土木系学科	3,4	必修または選択	1	土質力学	試料調整方法、含水比、土粒子密度、粒度、粒径加積曲線、コンシステンシー限界、土の分類、締固め曲線、透水係数、動水勾配、粘着力、せん断抵抗角、ダイレイタンス
鳥取大学	土質力学Ⅱ及び演習	工学部 社会システム土木系学科	2,3,4	必修または選択	3	土質力学	擁壁、主働土圧、受働土圧、クーロン土圧、ランキン土圧、浅い基礎、深い基礎、支持力、斜面安定解析、極限平衡理論、弾性論、地盤内応力、震度法
鳥取大学	土木地質学	工学部 社会システム土木系学科	2,3,4	選択	2	地質学	地質学、地形学、地盤、岩盤、テクトニクス、自然災害
鳥取大学	岩盤物性論	工学部 社会システム土木系学科	1,2	選択	2	土木工学	岩石、岩盤、鉱物、変質作用、地下環境、放射性廃棄物地層処分
鳥取大学	地形・地質学	農学部 生命環境農学科	1,2,3,4,5,6	選択	1	地質学	地球・地質環境変遷・地表面プロセス
鳥取大学	地球科学(地質・地形・固体地球物理学の基礎)	全学共通科目	1,2,3,4	選択	2	地質学	山陰海岸ジオパーク、鳥取の山・川・海、鳥取の地形・地質、地層・化石、鳥取砂丘・大山、地震・火山噴火、地震災害・地盤構造、プレートテクトニクス
鳥取大学	地球科学（ジオパークと自然災害・防災の基礎）	全学共通科目	1,2,3,4	選択	2	地質学	宇宙・惑星地球誕生・隕石衝突 気象・気象災害、地震・地震災害、地盤災害、津波・津波災害 ジオパーク、山陰海岸ジオパーク、プレートテクトニクス
鳥取大学	地球科学実験演習	全学共通科目	2,3,4	選択	2	地質学	地球科学、地学、地形・地質実験、固体地球物理学、海洋実験、気象実験、天文実験、応用地球物理学、物理探査、野外調査、室内実験、理科系の作文技術、レポート作成、文献の検索と引用
島根大学	土質力学	総合理工学部地球科学科	2,3,4	選択	2	土質力学	構造、分類、透水性、せん断強さ、変形、圧縮、圧密
島根大学	土質・地盤基礎構造工学	総合理工学部地球科学科	4	選択	2	土質力学	構造、分類、透水性、せん断強さ、変形、圧縮、圧密

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
島根大学	地質災害工学実験	総合理工学部地球科学科	3,4	選択	1	土質力学	土壌, 岩石, 物理的性質, 力学的性質
島根大学	自然災害工学実験	総合理工学部地球科学科	3,4	選択	1	土質力学	土壌, 岩石, 物理的性質, 力学的性質
島根大学	自然災害学	総合理工学部地球科学科	2,3	必修	2		地震、津波、火山、斜面災害、防災減災
島根大学	自然災害工学演習	総合理工学部地球科学科	3,4	選択	1		斜面安定, 地すべり, 空中写真判読, 揚水試験, 地下水流動, 断層, ステレオ投影
島根大学	自然災害工学セミナーI	総合理工学部地球科学科	3,4	必修	2		論文紹介, プレゼンテーション
島根大学	自然災害工学セミナーII	総合理工学部地球科学科	4		2		プレゼンテーション
島根大学	堆積地質学	総合理工学部地球科学科	1,2	選択	2	地質学	浜堤平野, エスチュアリー, 琵琶湖, 三角州, 断層地形, 斜面崩壊
島根大学	環境地質学実験	総合理工学部地球科学科	3,4	選択	1	地質学	水環境, 堆積物, 堆積相, 海洋生物, 船上調査
島根大学	構造地質学	総合理工学部地球科学科	2,3,4	必修	2	地質学	地質構造, 褶曲, 断層, テクトニクス
島根大学	水文地質学	総合理工学部地球科学科	3,4	選択	2	地質学	地下水、水循環、水理地質、地下水シミュレーション、地下水汚染
島根大学	地質図学演習	総合理工学部地球科学科	1,2,3,4	必修	2	地質学	地質図, 地質断面図
島根大学	地質学と社会・演習	総合理工学部地球科学科	3	必修	1	地質学	地質学と社会・演習
島根大学	変成地質学	総合理工学部地球科学科	2,3,4	必修	2	地質学	変成作用, 変形作用, 変成相, 化学平衡, 相律, 鉱物共生, テクトニクス
島根大学	環境地質学セミナーI	総合理工学部地球科学科	3,4	選択必修	2	地質学	セミナー
島根大学	環境地質学セミナーII	総合理工学部地球科学科	4	選択必修	2	地質学	セミナー
島根大学	土質理工学実験	生物資源科学部	3,4	自由	1	土質力学	土壌物理、農地工学、透水、保水、密度、粒度、化学
島根大学	土質工学I	生物資源科学部	2,3,4	必修	2	土質力学	土質工学, 地盤工学, 土質力学
島根大学	山陰地域の自然災害		1,2,3,4	選択	2		山陰地域の自然災害、大雨災害、洪水災害、地震、津波、軟弱地盤災害、斜面災害、被害者救済
島根大学	自然災害科学概論	総合理工学部地球科学科	1,2,3,4	自由	2		岩石, 岩盤, 土の物理的・力学的諸性質; 地質プロセス; 自然災害
島根大学	自然災害工学概論	総合理工学部地球科学科	1,2,3,4	自由	2		岩石, 岩盤, 土の物理的・力学的諸性質; 地質プロセス; 自然災害
広島工業大学	地盤工学I	工学部 環境土木工学科	2	必修	2	土質力学	土の基本的性質, 土の分類法, 締固め, 土中の水理, ダルシーの法則, 浸透流, 圧密, 有効応力, 地盤沈下
広島工業大学	地盤工学I演習	工学部 環境土木工学科	1	選択	2	土質力学	土の基本的性質, 締固め, 土中の水理, ダルシー則, 圧密
広島工業大学	地盤基礎工学	工学部 環境土木工学科	3	選択	2	土質力学	直接基礎, 浅い基礎, 深い基礎, 杭基礎, 支持力, 沈下量, 斜面安定, 地盤改良, 地盤災害
広島工業大学	地盤工学II	工学部 環境土木工学科	2	選択	2	土質力学	せん断, 粘着力, 内部摩擦角, 破壊規準, 土圧, 主働土圧, 受働土圧, 静止土圧, 地盤内応力, 応力増分
広島工業大学	建設工学実験	工学部 環境土木工学科	3	必修	2	土質力学	土質実験、コンクリート材料実験、水理実験、構造実験
広島工業大学	地盤工学	工学部 建築工学科	3	選択	2	土質力学	土の成因, 土の組成, 地盤調査, 液状化, 動的性質, 地中応力, 透水性, 圧縮性, 圧密, せん断強さ
広島工業大学	建築基礎構造	工学部 建築工学科	3	選択	2	土質力学	土圧, 地盤改良, 浅い基礎, 深い基礎, 液状化, 地盤改良, 山留め
広島工業大学	建築材料実験	工学部 建築工学科	2	必修	2	土質力学	建築材料 実験実習 結果の整理法 鉄鋼 コンクリート 土
広島工業大学	都市防災工学	工学部 建築工学科	4	選択	2		自然災害 防災 建築物 都市基盤施設 環境
広島工業大学	地盤と地震	環境学部 地球環境学科	3	選択	2		地震 地盤災害 地震防災
広島工業大学	地圏の科学	環境学部 地球環境学科	2	選択	2		固体地球, 地球の内部構造と構成物質, 地殻変動, プレートテクトニクス
広島工業大学	自然災害科学概論	環境学部 地球環境学科	1	選択	2		自然災害 風水害 土砂災害 地震・火山 災害監視・予知 災害対応 災害情報 情報通信 ネットワーク 情報コミュニケーション
広島工業大学	地圏の災害	環境学部 地球環境学科	2	選択	2		地圏, 地盤, 自然災害, 地震災害, 火山災害, 土砂災害, 防災
広島工業大学	自然災害対策演習	環境学部 地球環境学科	3	選択	1		風水害, 洪水, 土砂災害, 津波, 数値シミュレーション, 図形処理と画像処理, マルチメディア表現, 実習

大学	講義名称	学部・学科	対象学年	土木系学生の受講	単位数	内容	備考（キーワードなど）
広島工業大学	地学概論	生命学部 食品生命科学科	2	選択	2		地球・大きさ・重さ・内部構造・プレートテクトニクス・地震・火山・宇宙・天体
九州大学	地盤力学Ⅰ	土木系	2	必修	1	土質力学	土の生成と種類、土の基本的性質、土の工学的分類、土の締固め、地盤内の水の流れ、間隙水圧、有効応力、土の圧縮特性、圧密理論と実践
九州大学	地盤力学Ⅱ	土木系	2	必修	1	土質力学	土の生成と種類、土の基本的性質、土の工学的分類、土の締固め、地盤内の水の流れ、間隙水圧、有効応力、土の圧縮特性、圧密理論と実践
九州大学	地盤力学Ⅲ	土木系	2	必修	1	土質力学	モール円と極、地盤の強度、地盤の変形・破壊、地盤内応力、土圧、地盤の支持力
九州大学	地盤力学Ⅳ	土木系	2	必修	1	土質力学	モール円と極、地盤の強度、地盤の変形・破壊、地盤内応力、土圧、地盤の支持力
九州大学	応用地盤工学Ⅰ	土木系	2	必修	1	土質力学	土工、斜面安定、土工、杭基礎、地盤改良、岩盤力学、トンネル、地下利用、ダム
九州大学	応用地盤工学Ⅱ	土木系	2	必修	1	土質力学	土工、斜面安定、土工、杭基礎、地盤改良、岩盤力学、トンネル、地下利用、ダム
九州大学	火山科学	地球惑星科学系	3	選択	2	地質学	火山噴火、マグマ、カルデラ、火成岩、マグマだまり、地球物理観測、実習、噴火予知
九州大学	岩石鉱物科学	地球惑星科学系	3	選択	2	地質学	マグマ、火山、岩石組織、破壊、断層、流動、マントル対流
九州大学	基礎地質学	地球惑星科学系	2	選択	2	地質学	鉱物の基本構造、鉱物を作る元素、岩石の分類と岩石サイクル、火成岩、堆積岩と変成岩、水循環と浸食作用、氷河と砂漠、プレートテクトニクス理論の成立、プレートテクトニクスとプレート境界、造山運動、火山活動様式と火山体、マグマの形成過程と火山活動、岩石や地層の年代、地質年代、日本列島の形成
九州大学	構造地質学	地球惑星科学系	2	選択	2	地質学	大陸地殻・海洋地殻・プレートテクトニクス・衝突場・伸張場・横ずれ場・応力・ひずみ、褶曲・断層
九州大学	古環境学A	地球惑星科学系	3	選択	1	地質学	地球環境、気候変動、新生代、古環境指標、古気候アーカイブ
九州大学	古環境学B	地球惑星科学系	3	選択	1	地質学	地球環境、気候変動、新生代、古環境指標、古気候アーカイブ
九州大学	固体地球科学	地球惑星科学系	2	選択	2	地質学	重力、ジオイド、地震波、地球内部構造、固体地球の進化、プレートテクトニクス、マントル対流
九州大学	固体地球変動学	地球惑星科学系	3	選択	2	地質学	プレート、プレート運動、マントル対流、熱伝導、エネルギー論、熱史
九州大学	地震学	地球惑星科学系	3	選択	2	地質学	地震、地震波、震源、発震機構、地震活動
九州大学	堆積学A	地球惑星科学系	3	選択	2	地質学	堆積物 堆積岩 堆積相 堆積環境
九州大学	堆積学B	地球惑星科学系	3	選択	1	地質学	堆積物 堆積岩 堆積相 堆積環境
九州大学	地球化学Ⅰ	地球惑星科学系	2	選択	2	地質学	放射性同位体、安定同位体、放射壊変、壊変系列、年代測定、同位体分別、同位体比、環境変動、生物活動
九州大学	地球惑星科学実験Ⅰ（野外地球科学実験）	地球惑星科学系	3	選択	1	地質学	天然試料・データの処理・解析
九州大学	地球惑星科学実験Ⅰ（生物史・環境史実験）	地球惑星科学系	3	選択	1	地質学	微化石、顕微鏡観察、生層序、古環境
九州大学	地球惑星科学実験Ⅱ（鉱物光学実験）	地球惑星科学系	3	選択	1	地質学	相図、造岩鉱物、偏光顕微鏡
九州大学	地球惑星科学実験Ⅱ（堆積学実験）	地球惑星科学系	3	選択	1	地質学	砂、レキ、堆積相、タービダイト、乱流、掃流、デブリーフロー、スランプ、河川、砂漠、湖、海洋ビーチ、深海底、炭酸塩、サンゴ礁
九州大学	地球惑星科学実験Ⅳ（水圏科学演習）	地球惑星科学系	3	選択	1	地質学	水＝岩石反応による水質の形成・地球化学モデリング
九州大学	地球惑星科学実習Ⅰ	地球惑星科学系	2	選択	1	地質学	付加体、地層、化石、火山、資源、災害、地球深部の痕跡、温泉
九州大学	地球惑星科学実習Ⅱ	地球惑星科学系	2	選択	1	地質学	地層、地質図、断面図、柱状図、地質層序、地質構造、地史
九州大学	地球惑星科学実習Ⅲ	地球惑星科学系	3	選択	1	地質学	炭酸塩堆積学、炭酸塩地球化学、サンゴ礁、後期更新世、完新世、気候変動
九州大学	地球惑星科学実習Ⅳ	地球惑星科学系	3	選択	1	地質学	組織・構造解析、温泉の有機・無機物の関係、岩石・鉱物の産状

大学	講義名称	学部・学科	対象学 年	土木系学 生の受講	単位 数	内容	備考（キーワードなど）
九州大学	地球惑星科学実習Ⅴ	地球惑星科学系	3	選択	1	地質学	ハワイ、火山、ホットスポット
九州大学	地球惑星科学特別演習Ⅰ	地球惑星科学系	4	選択	1	地質学	地震観測、海底地震計、学外実習、グループワーク
九州大学	地球惑星科学特別演習Ⅱ	地球惑星科学系	4	選択	1	地質学	地層、地質図、断面図、柱状図、地質層序、地質構造、地史
九州大学	地球惑星科学標本実習	地球惑星科学系	2,3,4		2	地質学	化石、岩石、鉱物、博物館標本、長垂ペグマタイト、いのちのたび博物館
九州大学	地球惑星生物環境実験	地球惑星科学系	2	必修	1	地質学	示準化石、示相化石、スミアスライド、スケッチ、微化石、光学顕微鏡、砂、堆積物、水槽実験、タービダイト実験
九州大学	地球惑星内部科学B	地球惑星科学系	3	選択	1	地質学	地球内部構造、パイロライトモデル、相転移、クラペイロン勾配、圧縮挙動、弾性波速度、バーチの法則、mineral physics test、沈み込むプレート、化学的不均質、物質循環
九州大学	地球惑星物質科学	地球惑星科学系	2	選択	2	地質学	原子、鉱物、結晶、X線回折、火成岩、変成岩

資料一3 日本における大学および高
専で使われている応用地質
学(土木地質学)および地盤
工学関係の教科書調査

土質力学・土質工学・地盤工学と設計の関係についての考察 —教科書の分析から—

1. 概要

1. 1 教科書の傾向

27冊の教科書（別添データ-1）について、「地形・地質に関する記述」、「力学の基礎知識に関する記述」および「設計に関する記述」に着目して調査した。

大半の教科書は、基本的には、いわゆる1948年型教科書¹⁾のスタイルを踏襲して書かれており、共通する土質力学理論は、次のとおりである。

土の基本的性質／土中の水の流れ／地盤内の応力とひずみ／土の圧縮性と圧密／土の締固め／土のせん断特性／土圧／斜面安定／基礎の支持力

各教科書は、上記の土質力学理論を共有する他は、著者の学問観を反映してか、土と地盤の生成、地盤改良、土質安定、液状化、地盤災害、地盤環境など、付加されている内容が異なる。

しかし、タイトルが「土質力学」あるいは「土質工学」と違っていても、内容は類似しているものが多く、實際上、両者の区別はできない。また「地盤工学」というタイトルの教科書も、「土質工学」の教科書と内容に大差がない。なお「土の力学」と題する教科書には、土質力学の力学的基礎や背景の記述に特徴が見られる。

1. 2 1948年型教科書の源流

土質力学は、元々、土木建築構造物を合理的に設計する必要に迫られたテルツァーギが、その独創的な理論を基に、それまでの応用力学の成果を取り入れて創始し、彼の弟子たちが発展させてきたものである。その1948年型教科書の源流として、ここでは以下の3つを取り上げる。

(a)および(c)は、土質力学理論を扱っており、(b)は、土の物性、土質力学理論および設計と施工の諸問題という3編構成になっている。この(a)および(c)は、タイトルどおり **Soil Mechanics**（土質力学）というのに相応しく、(b)の内容構成は、**Soil Engineering**（土質工学）というのに相応しい。

(a)Terzaghi: Theoretical Soil Mechanics, 1943

Section A. General Principles Involved in the Theories of Soil Mechanics

Chapter 1 Introduction

Chapter 2 Stress Conditions for Failure in Soils

Chapter 3 Plastic Equilibrium in a Semi-Infinite Mass with a Plane Surface

Chapter 4 Application of General Theories to Practical Problems

Section B. Conditions for Shear Failure in Ideal Soils

Chapter 5 Arching in Ideal Soils

Chapter 6 Retaining Wall Problems

Chapter 7 Passive Pressure
Chapter 8 Bearing Capacity
Chapter 9 Stability of Slopes
Chapter 10 Earth Pressure on Temporary Supports in Cuts, Tunnels and Shafts
Chapter 11 Anchored Bulkheads

Section C. Mechanical Interaction Between Solid and Water in Soils

Chapter 12 Effect of Seepage on the Conditions for Equilibrium in Ideal Sand
Chapter 13 Theory of Consolidation
Chapter 14 Capillary Forces
Chapter 15 Mechanics of Drainage

Section D. Elasticity Problems of Soil Mechanics

Chapter 16 Theories Involving a Coefficient of Subgrade, Soil or Pile Reaction
Chapter 17 Theory of Semi-Infinite Elastic Soils
Chapter 18 Theory of Elastic Layers and Elastic Wedges on a Rigid Base
Chapter 19 Vibration Problems

(b) Terzaghi & Peck: **Soil Mechanics in Engineering Practice**, 2nd Edition, 1967

Part I Physical Properties of Soils

Chapter 1 Index Properties of Soils
Chapter 2 Hydraulic and Mechanical Properties of Soils
Chapter 3 Drainage of Soils

Part II Theoretical Soil Mechanics

Chapter 4 Hydraulics of Soils
Chapter 5 Plastic Equilibrium in Soils
Chapter 6 Settlement and Contact Pressure

Part III Problems of Design and Construction

Chapter 7 Soil Exploration
Chapter 8 Earth Pressure and Stability of Slopes
Chapter 9 Foundations
Chapter 10 Settlement due to Extraneous Causes
Chapter 11 Performance Observations

(c) Talor: **Fundamentals of Soil Mechanics**, 1948

1 Introduction
2 Preliminary Considerations
3 Simple Soil Tests and Classification Tests
4 Classifications
5 Subsurface Investigations
6 Permeability

- 7 Weights, Stresses and Heads, Seepage Forces
- 8 Capillarity
- 9 Seepage
- 10 One -Dimensional Consolidation
- 11 Use of Elastic Theory for Estimating Stresses in Soils
- 12 Settlement Analysis
- 13 Strength Theory
- 14 Shear Testing Methods, Shearing Characteristics of Sands
- 15 Shear Strength of Cohesive Soils
- 16 Stability of Slopes
- 17 Lateral Pressure, stability of Retaining Walls
- 18 Soil Mechanics Considerations Relative to Dams
- 19 Action of Shallow Foundations, Bearing Capacity
- 20 Action of Piles, Pile Foundations

1. 3 地盤工学ハンドブック

日本の教科書の集大成的なものが、地盤工学会の発刊しているハンドブックである。「地盤工学ハンドブック 1999 年版」は、従来の土質力学や土質工学、さらに岩盤工学を「地盤工学」として集約し、最新の内容を盛り込んだものとなっている (図 1)。

第 1 編 地盤工学総論	第 3 章 地盤構造物の設計法	第 5 編 自然災害・環境問題と対策
序章 地盤工学の位置づけ／構成 ／歴史／現状	第 4 章 施工技術	第 1 章 自然災害と対策
第 2 編 地盤力学	第 5 章 計測	第 2 章 液状化と対策
第 1 章 地盤力学の体系	第 6 章 保守 (維持・補修)	第 3 章 斜面災害と対策
第 2 章 地盤の水理と移動現象	第 4 編 構造物各論	第 4 章 地盤沈下と対策
第 3 章 土質力学	第 1 章 土構造物	第 5 章 地盤環境問題と対策
第 4 章 土質動力学	第 2 章 土留め構造物	第 6 編 開発・利用・保全
第 5 章 岩盤力学	第 3 章 基礎構造物	第 1 章 地下空間の開発と利用
第 6 章 地盤材料学	第 4 章 地下構造物	第 2 章 海洋空間の開発と利用
第 3 編 地盤工学の実務と理論	第 5 章 水利構造物	第 3 章 寒冷地の開発と冷熱の利用
第 1 章 地盤情報の収集と利用	第 6 章 沿岸・海洋構造物	第 4 章 乾燥地・砂漠地域の開発
第 2 章 数値解析と模型実験	第 7 章 補強土構造物	第 5 章 低平地の利用・開発と利用
	第 8 章 地盤改良	第 6 章 遺跡及び歴史的構造物の保全 と応用

図 1 『地盤工学ハンドブック (1999 年版)』の目次

この地盤工学ハンドブックは、次の特徴をもっている。

- (a) 地盤工学が地盤力学理論を実務へ応用する学問であることを体系的に記述している。
- (b) 地形・地質の基礎知識は、地盤材料の基礎的性質や地盤情報として扱われている。

(c) 設計法は、理想化したモデルでの応力や変形の計算方法として記述されている。

これらは、元々、テルツァーギが創始した土質力学がもっている特徴を顕在化させたものと考えられる。

2. 特色ある教科書

各教科書のうち、「地形・地質に関する記述」、「力学の基礎知識に関する記述」および「設計に関する記述」に関して特色のある教科書をピックアップすると、以下のようである。

なお以下には、共通する土質力学理論に付加されている特色ある内容と全体の目次を示している。

(1) 山内豊総：「土質力学」、理工図書、1960

本書は、土質力学理論のみを記述したシンプルなもの、草分け的な教科書の1つである。

- 第1章 土の指数的性質
- 第2章 土中の水理
- 第3章 圧密沈下
- 第4章 土のせん断とせん断強さ
- 第5章 擁壁土圧
- 第6章 斜面の安定
- 第7章 地盤の応力とひずみ
- 第8章 基礎と安定

(2) 河上房義・森芳信・柳沢栄司：「土質力学」、森北出版、2012（初版1956）

本書は、土について若干の地質の記述を付加している。

- 第1章 序論
 - 1.1 土質力学と土質工学
 - 1.2 土質力学の歴史
 - 1.3 土の工学的定義
 - 1.4 土の生成
 - 1.5 土層断面

(2)の全体目次
序論／土の基本的性質／土の分類／透水と排水／弾性 地盤内の応力分布／圧密／土のせん断強さ／土圧／斜 面（のり）の安定／浅い基礎の支持力／深い基礎の支 持力／土の締固め／路盤・路床／土の凍害／土質調査

(3) 澤孝平：「地盤工学（第2版）」、森北出版、2009（初版1999）

本書は、地盤と土について地形・地質の記述を増補している。

- 第1章 地盤と土
 - 1.1 地盤の生成
 - 1.1.1 地盤を構成する物質の定義
 - 1.1.2 地盤を形成する岩
 - 1.1.3 風化作用
 - 1.1.4 堆積作用

(3)の全体目次
地盤と土／土の基本的性質／土中の水理／土 の圧縮と圧密／土のせん断強さ／土圧／地盤 内の応力分布／地盤の支持力／斜面の安定／ 地盤の災害とその防災／地盤改良

- 1.1.5 土層の形成
- 1.1.6 地形から見た地盤の特徴
- 1.2 地盤を構成する土

(4) 阿部泰夫・斎藤徳美：「土質工学（改訂増補版）」，彰国社，1997

本書は，土木地質の記述を増補しており，記述量は26ページもある。

序 土木地質の基礎

- 1 概説
- 2 地球の構造と地質年代
 - 2.1 地球の内部構造
 - 2.2 プレートテクトニクス
 - 2.3 地質年代
- 3 岩石の生成と分類
 - 3.1 造岩鉱物
 - 3.2 火成岩
 - 3.3 堆積岩
 - 3.4 変成岩
 - 3.5 岩石と土の変化サイクル
- 4 地質構造と地形
 - 4.1 地層
 - 4.2 地殻の変動
 - 4.3 地質調査と地質図
 - 4.4 日本列島の生い立ちと地質構造
 - 4.5 地形と地質

<p>(4)の全体目次</p> <p>土木地質の基礎／土の基本的な性質／土の透水性と毛管現象／土の圧密／土のせん断強さ／土圧／斜面の安定／基礎の支持力／締固めと路盤・地盤の問題／土質試験と土質調査</p>
--

(5) 今井五郎：「わかりやすい土の力学」，鹿島出版会，1983

本書は，土質力学の基礎の解説と土質力学理論の記述の仕方に特色がある。

プロローグ

- 1. 人間と土の付き合い
 - 1.1 農耕の開始と土
 - 1.2 産業革命と土
- 2. 土木における土の問題
 - 2.1 構造物を支える－基礎の問題－
 - 2.2 土で構造物を造る－材料としての問題－
 - 2.3 土を掘る，土を留める－安定の問題－
 - 2.4 本書で扱う問題
- 3. 土の問題の解き方と土質力学の役割
 - 3.1 伝統的な解き方

<p>(5)の全体目次</p> <p>プロローグ／土とは何か／土の密度と柔らかさ／土中の水とその流れ／土の自重に基づく地盤内応力／地表面載荷に伴う地盤内応力の変化／土の変形を表現する量／応力変化に伴う土の変形と過剰間隙水圧／地表面載荷に伴う地盤の表面沈下／土が発揮しうる強さ／土が壁面に及ぼす圧力／地盤が支えうる鉛直荷重の大きさ／斜面の迂り破壊に対する安全の度合い</p>
--

- 3.2 最近の傾向
- 3.3 本書のねらい

(6) 杉本光隆・河邑眞・佐野勝久・土居正信・豊田浩史・吉村優治：「土の力学」，朝倉書店，2000
 本書は，全般的な力学の基礎知識の簡単な記述を付加している．

第3章 地盤内の応力と力学問題

－土の力学の基礎知識－

- 3.1 地盤の応力の性質
 - 3.1.1 応力
 - 3.1.2 有効応力と間隙水圧
- 3.2 地盤のひずみの性質
 - 3.2.1 ひずみ
 - 3.2.2 飽和土
 - 3.2.3 ダイレタンシー
- 3.3 土の応力-ひずみ関係
 - 3.3.1 弾性体
 - 3.3.2 塑性体
- 3.4 基礎となる方程式
 - 3.4.1 釣合い方程式
 - 3.4.2 間隙水の運動に関する基礎方程式
- 3.5 地表面载荷により生じる地盤内の応力と弾性変位
 - 3.5.1 集中荷重による地盤内の応力
 - 3.5.2 分布荷重による地表面の変位
- 3.6 地盤に関する力学的問題とモデル化

(6)の全体目次 序論／土の基本的性質／地盤内の 応力と力学問題／土中の水と その流れ／圧密／土のせん断特 性／土圧／支持力／斜面の安定 ／地盤改良

(7) 安川郁夫・今西清志・立石義孝：「絵とき土質力学」，オーム社，1998

本書は，若い技術者，学生向けの教育用の教科書として書かれたもので，絵や図表を使ってわかりやすさを意図している点に特色がある．

第1章 土の生成と調査・試験

- 1. 土質力学について
- 2. 土の生成
- 3. 土層の生成と特徴
- 4. 日本の地盤
- 5. 土の構成と構造
- 6. 土質調査
- 7. 標準貫入試験と N 値
- 8. 土質試験

(7)の全体目次 土の生成と調査・試験／土の基本的な性質 ／土中の水の流れと毛管現象／地盤内の応 力／土の圧密／土の強さ／土圧／地盤の支 持力／斜面の安定

(8) 日下部治：「土質力学」，コロナ社，2004

本書は，土質力学はいろいろな構造物の設計や施工のための学問的基礎を与えるとして，土構造物と基礎の設計課題についての解説を付加している。

第1章 土質力学の概観

- 1.1 地盤と土
- 1.2 土，そのとらえ方
- 1.3 広域的地盤情報と局所的地盤情報
- 1.4 土構造物の設計と土質力学のテーマ

第2章 地盤と土の記述

- 2.1 はじめに
- 2.2 地盤構成
- 2.3 土の構成と記述
- 2.4 土粒子の記述

第3章 土構造物と基礎の設計課題

- 3.1 はじめに
- 3.2 土構造物の設計課題
- 3.3 基礎構造物の設計課題
- 3.4 抗土圧構造物の設計課題
- 3.5 構造力学との接点

(8)の全体目次 土質力学の概観／地盤と土の記述 ／土構造物と基礎の設計課題／乱 した土の性質と地盤情報の読み方 ／土の締固め／地盤中の水の流れ と圧密／地盤の変形解析／地盤の 破壊解析／土の挙動とモデル化／ 地盤係数を求める試験
--

(9) 高橋章浩：「地盤工学」，コロナ社，2011

本書は，設計法とモデル化の記述から始まる構成となっており，他にないスタイルである。

1. 地盤構造物の設計

- 1.1 地盤工学とは
 - 1.2 地盤構造物の設計の流れ
 - 1.3 設計と不確実性
2. 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
 - 2.2 限界状態設計法と性能設計
 - 2.3 地盤構造物に対する性能と限界状態
 - 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

- 2.5.1 安全率法
- 2.5.2 信頼性設計法

3. 地盤構造物のモデル化

- 3.1 連続体としての地盤
- 3.2 単相の連続体としての地盤
- 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

(9)の全体目次 地盤構造物の設計／地盤構造物の 性能照査と信頼性／地盤構造物の モデル化／土の材料としての挙動 とモデル化／極限解析／支持力と 浅い基礎／深い基礎／斜面／土圧 と抗土圧構造物／浸透流・地震と 地盤構造物

- 4. 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
 - 4.2 土の挙動の理想化とモデルの選択
 - 4.3 土の弾塑性構成方程式

3. 総括

3. 1 調査のまとめ

2. で取り上げた特色ある教科書の内容による相関を図示すると、別添図のようになる。

教科書を調査した結果のまとめとして、次の点を指摘しておきたい。

第一に、教科書のタイトルが土質力学、土質工学、地盤工学と違っていても、内容はどれも類似しており、実際上区別できない。これは、力学と工学のあり方から考えて大変おかしなことである。調査した教科書の傾向として見られるように、土質力学は、土質力学理論のみによって構成し、土質工学あるいは地盤工学は、土質力学理論を設計と施工の諸問題へ適用する知識体系として構成することにして、明確に区分するべきである。

第二に、各教科書に共通して取り上げられている土質力学理論は、いずれも実際の土・地盤がもつ物性を反映させたモデルについて構築されたものであり、理論ごとに適用できる条件があるが、その点について丁寧に説明した教科書がない（あっても極めて不十分である）。例えば、土質力学理論の代表的な圧密理論も適用できる実際の土・地盤は限られている。どのような条件の土・地盤に適用すべきなのかが明確にわかるように説明をするべきである。

第三に、多くの教科書には、記述量の多少はあるものの、「地形・地質に関する知識」についての記述がある。とりわけ(4) 阿部泰夫・斎藤徳美：「土質工学（改訂増補版）」では、序として土木地質の基礎知識が26ページにわたって記述されており、他には見られない本格的な記述内容となっているのが目を引く。しかしいずれの教科書でも、そうした「地形・地質に関する知識」が土質力学理論や設計法などどのように関係するのか、について明確に説明しているものは見られない。

特に実際の地盤構造物の設計は、地盤の構造を表した工学的な地質図（いわゆる土木地質図）を基図にして行われるため、その精度あるいは不確実性が設計成果品、引いては施工へ大きく影響する。しかもこうした地質図は、地中の見えない構造を応用地質学の知識を用いて推測されるものである。

しかし、工学的地質図について記述した教科書は皆無である。したがって、読者は「地形・地質に関する知識」の重要性について認識することが難しい（別添データ-2）。

第四に、設計法を独立した項目として記述したのは、地盤工学ハンドブック（1999年版）が最初であり、それ以降に刊行された教科書である(8) 日下部治：「土質力学」や(9) 高橋章浩：「地盤工学」には、それが反映されているように思われる。工学は技術の基礎となる学問であるから、土質工学あるいは地盤工学が設計法を中心的な項目として取り上げるのは当然のことである。

3. 2 土質力学と設計の関係について

(1) テルツァーギ・ペックの考え方

前節で指摘した点に関連して、テルツァーギ・ペック共著の *Soil Mechanics in Engineering Practice* において、「土質力学と設計の関係」がどのように記述されているか確認しておこう。なお以下における同書からの引用は、参考文献2)による。

この著書のⅢ部で「設計と施工に関する諸問題」が取り上げられており、その「8章土圧と斜面安定」に、設計についての次のような記述がある。

擁壁設計の方法は、他の多くの種類の構造物の設計と同様に、本質的にはつぎの二つの段階を順次繰り返すことからなる。(1)構造物の大きさを試みに選び、(2)その選定された構造物のそれに加わる力に抵抗する能力を解析する。もし解析の結果その構造物が不満足なものとなれば、大きさを変えて新しい解析を行うのである。(p. 315)

いろいろな条件の下で土質力学理論による解析を行うこと、つまり力学計算が設計の主な内容であり、このため設計の前には、「二つの独立した作業をしておかねばならない」として、次の二つを指摘している。

第一には地盤土の重要な性質を、ボーリング、試料採取、および試験によって求めておくことである。第二には、はるかに複雑な実際の地盤土を、単純な境界をもった二、三の均一層からなると考えた理想化した地盤土で置き換えてやることである。(p. 249)

したがって当然のことではあるが、このような設計が通用するのは、地盤が単純な場合である。

実際の土層断面があまりひどい誤差もなく適当な理想化された層で置換できるほど単純な場合には、土質試験結果で裏打ちされた理論によって、数学的な基礎をもとに土で支持された構造物の挙動を予測することが可能である。この方法はたとえば、かなり一様な厚さの水平粘土層の上に基礎をおく構造物の沈下の大きさと分布を予測して施工している。(p. 249)

しかし実際の多くの例では、地盤は複雑であると、次のように続けている。

その他のすべての例では、地盤調査の結果は設計者に、やっかいなことが起こる原因となりそのような地盤の土質と位置に関する一般的な性格について、設計者に情報を与えるだけである。その挙動についての正確な予測に必要なデータを求めるための時間と労力は、禁止的なほど大きなものだということがわかっていても、やっかいなことの原因に関する詳細な性質というものはわからないままなのである。このような状況下で設計者ができることといえば、やっかいな弱点または圧縮層となる可能性のある領域の外郭のおおよそを示す理想化した土層断面を描き、このような領域内にある土質に対して利用できるデータに見合う最も悪い性質を考えることぐらいである。(p. 249)

多くの場合、地盤調査データから得られるのは、地盤のごく一般的な性格だけであり、詳細な性質はわからないままに設計するしかないのが、最悪の性質を考えて計算をするしかないというわけである。

以上のように同書では、設計での主な作業は、実際には複雑な地盤を二、三の均一な水平層からなる土層断面をもつ地盤として理想化し、それに土質力学理論を適用して解析することであると述べている。ここに土質力学において、設計を設計計算、すなわち「理想化されたモデルでの応力や変形の計算」とするとの原点が見られる。

(2) 松尾稔の考え方

前項のような設計のとのらえ方を踏襲しつつ松尾稔は、次のような考え方を示している³⁾。

設計・施工の場合は、「土質力学の問題をその一部に含めた広い土俵」であり、どんな設計・施工も土質力学の内部問題たりうることは絶対にはないのである。その意味では、設計・施工の場合は土質力学にとって厳しい現場であり、問題発見の場である。そして同時に、このような位置づけに基づいて、目標施設が最善の形で達成されるよう土質力学は活躍しなければならぬ。ここに、

土質力学の工学的な役割がある。

そして土質力学の実態について、次のような見方を示している。

さて、このように考えてきたときに初めて、土質力学と呼ばれる力学の範ちゅうに、一見ばらばらで、お互いに無関係な考え方や手法が雑居していることが理解でき、またそれを許すことができるのである。現在、われわれの周りに土質力学の教科書は多い。土質力学を学習した後で、もう1度目次に立ちもどり、それぞれの内容をふり返ってみよう。「地盤内応力分布」という章がある。しかしその大半は、現実的な地盤ではなく、弾性体中の応力伝播が記述されているであろう。「土圧」という章が、また「地盤支持力」という章が目につく。これには、弾性体ではなく剛塑性体に対する塑性平衡状態の考え方が用いられている。ついで「斜面安定」という章をみてみよう。土圧も支持力も斜面安定も、結局は同じ破壊の問題であるにもかかわらず、この章ではまた違った取り扱い、すなわち円弧すべりの過程という純経験的な方法が主役を演じている。「圧密」・「透水」・「締固め」などの各章も大なり小なり同様の問題をかかえている。一見、完成され、体系化されたようにみえている土質力学の実態はこのように、互いに一貫性のない多くの手法の寄せ集めなのである。ここに、土というきわめて複雑な材料を対象とする土質力学の特徴がある。土に関する設計・施工への現時点での最善の適用という見地から、不満ではあっても種々の考え方や手法が、便宜的に、土質力学と名づけられた容器の中に集められている、と理解した方がよいであろう。

ここには、土質力学の本質がその限界を含めて、簡潔に、かつ明快に述べられている。そして松尾は、次のように結論づけている。

結論的にいえば、より上位に位置する設計・施工という土俵への最善の適用、これこそが本来的な土質力学の立場であり、役割であるといえることができる。

(3) 今井五郎の考え方

松尾のいう設計・施工の場への最善の適用という土質力学の役割は、実際のところ、どの程度期待できるのであろうか。今井五郎は、土質力学が対象とする具体的な問題として、①構造物を支える問題、②土を材料として扱う問題、③地盤の安定の問題、の3つを取り上げて(別添データ-3)、その土質力学の伝統的な解き方を、図-1のように「地盤に対する調査と土に対する試験をまず実施し、地盤の性質を単純化した上で土質力学で解を出す、という方法である」と説明している⁴⁾。

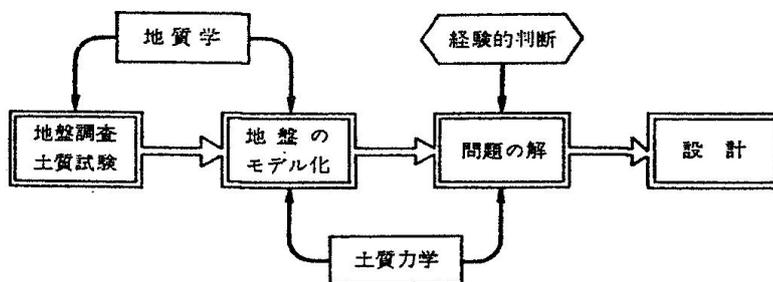


図-1 土質力学の伝統的な解き方

しかし実際の地盤の複雑さをモデル化によって切り捨てたため、その解は現実に生じる結果とは合わない。そこで、「その解をいままでに得られた経験に照らし合わせたり、計算の過程で切り捨てた実地盤の特性を勘案したりして、理論解に適切な修正を施すことが必要になる。そうした上で初めて

設計をしていくのである。」と述べる。

実際問題へ最善の適用を行うにあたっての土質力学の問題点として、今井は、i) 現在の土質力学は、地盤の過去の歴史による土の力学的性質の違いを十分に考慮しきれておらず、今後、地質学の観点に立った土質力学の体系化をもっと強く進める必要がある、また ii) 地盤の複雑な性質を支配している諸要因のなかの1つか、よくても2, 3を取り出して理論化しているにすぎないが、かといってすべての要因を考慮して理論化することは不可能に近い、さらに iii) その理論は、室内で扱えるほどの小さな土塊から得られた知見に基づいて組み立てられており、そのような理論で実際の複雑で大きな地盤の挙動が予測できるのだろうか、という3点を挙げている。

これらの問題点のうち、ii) と iii) については、松尾が指摘しているように「互いに一貫性のない多くの手法の寄せ集め」である伝統的な土質力学理論の限界であることから、連続体の力学をベースにした数値解析によって電算処理する手法が開発され、現在では土質力学理論の主流であるかのような状況が生まれて、現在もまだ発展しているが、実用に成功している例は少ない。

そのため現場では、「例えばあるモデルに対してひとまず解を出し、実際にその解に従って工事を進める。そうして施工段階で地盤の挙動を計測し、計測データと理論による予測値を照合し、実測に合うようにモデルを修正して次の段階の予測を行う」といったことを繰り返して、設計の修正や施工法の制御を行う観測工法が用いられている。しかもこの観測工法の適用に際して実務家が有効な方法として用いているのが、計測データに基づく沈下予測法とか破壊予測法といった、必ずしも土質力学的裏づけの明確でないブラックボックス的な対処法であるというのは、理論家にとっては皮肉な現実である。

なお図-1における地質学の役割は、実際の多くの場合「地質調査」にしか出番がなく、今井が指摘している i) の問題点、すなわち「地質学の観点に立った土質力学の体系化」は、残念ながら未だ手つかずの状態に残されている。

このような現状認識を踏まえた上で、現状の土質力学について今井は、次のように評価している。

このように否定的な意見を述べると、土質力学は実際問題にはあまり役立たないということになりかねない。たしかに、予測と実際とが定量的に合致するかどうか、ということになると、むしろ役立つ場合はそれほど多くはないのである。だからブラックボックス的な対処法などが生まれる。それでは、土質力学など知らなくても良いのかというと、決してそんなことはない。盛土の沈み量が1mなのか50cmなのか、その沈みが1カ月で終了するのか1年かかるのか。そのくらいのことなら、現在の土質力学でも答えられる。またこの程度の予測が、実は、最初の設計で最も必要であり、設計の大方針を決める。こういう意味で、土質力学は大変な威力を発揮するのである。また、土質力学を知らないと、土が示すだろう力学的な挙動の特性を理解することができない。それは言葉を知らない人が思考できないのと同じことである。土質力学というのは、土の力学的挙動を理解・解釈する上での言葉のような存在なのである。

(4) 土質力学と設計の関係

工業製品の設計では、機能や性能に関する工学設計 (engineering design) と、意匠や外観に関する意匠設計 (industrial design) とがある。自動車の例でいえば、ボディの形状や室内の設計が意匠設計であり、エンジンやボディの強度を持たせる構造の設計が工学設計に相当する。この両者とも設計という行為であることに変わりはない。ただし、工学設計のことを単に設計と呼び、意匠設計のことをカタカナでデザインと呼ぶことが多い。(以上は、参考文献5)からの引用)

土木構造物の設計は、近年、橋梁、河川、ダムなどを対象に風景の創造という視点からデザインの重要性が指摘されるようになってきている⁶⁾が、従前より、工学設計というとらえ方が一般的である。

土質力学あるいは土質工学においても、地盤構造物の機能や性能に関する工学設計の考え方が常識であり、テルツァーギ・ペック以来、設計は設計計算、すなわち「理想化されたモデルでの応力や変形の計算」とするとらえ方が暗黙の了解事項になっている。

実際の教科書において、土質力学と設計の関係がどのようにとらえられているか、を調べたのが別添データ-3である。大きく2つの傾向が見られる。

1つは、前項で述べた今井五郎の「わかりやすい土の力学」に見られるように、土質力学で具体的な問題を解くことが設計だとするとらえ方である。これは、応用力学としての「土の力学」の教科書として当然の帰結であるかも知れないが、図-1に示されているように、問題を解くことを無条件に設計に直結させているのは、設計の本質を理解していないという意味で問題がある。

このことは、安川郁夫他の「絵とき土質力学」でもっと明確に述べられている。すなわち、この教科書では、土質力学の知識を用いて適切に対処しなければならない問題として、3つの「設計や施工における土の問題」、すなわち①構造物を支える（基礎地盤としての問題）、②土を掘る、土を留める（安定の問題）、③土で構造物をつくる（材料としての問題）が取り上げられている。

これらは、土質力学で土の問題をいかに解くかというということと、設計という行為が同じである、というとらえ方といってよい。

もう1つは、日下部治の「土質力学」に見られるように、①土構造物、②基礎構造物、③抗土圧構造物、④地下構造物、の4種類の構造物を取り上げて、その設計課題について述べている例である。ここには、上記の例とは違って、地盤構造物を設計対象としてとらえて、構造物に期待される機能を考えた上で、その機能を満足させるような土質力学による解析の課題が論じられている。

また稲田増穂の「改訂土質工学」では、設計・施工対象として、土構造物、抗土圧構造物、基礎構造物の3種類が取り上げられている。

このように教科書には、土質力学で問題を解くことが設計である、というとらえ方と、地盤構造物に必要な機能を土質力学による解析によって検討することが設計である、というとらえ方が明確に区別されずに混在している。後者のとらえ方の方が設計というものの本質をより理解しているといえるが、どちらも土質力学の視点から設計・施工を見ていることに変わりはない。

次節で述べるように、設計・施工の本質から考えると、まず地盤構造物の定義を定め、その設計・施工のとらえ方を明確にした上で、そこに必要な学問とその役割を規定する知識体系の中で土質力学を取り扱う、というのが土質工学のあり方ではないか、と筆者は考えている。

そういう立場によって、土質力学はもとより、応用地質学やその他の学問を正当に評価する土質工学体系を再構築することが、現在、必要とされているのではないだろうか。

3. 3 改めて土質力学と土質工学について

3. 1において、既刊の教科書の調査結果として、タイトルが土質力学と土質工学（地盤工学）と違っていても内容的には区別できないことを示した。また3. 2においては、設計と土質力学の関係について、従来、論じられてきたことについて見てきた。

これらのことが示唆しているのは、土質力学と土質工学は同じものであると認識されているか、あるいは区別する必要がないため曖昧なままにされているかのどちらかであると考えられるが、どちら

であるにしても、それは土質力学と設計の関係についての本質的な議論が欠けているためであると考える。

8 国立大学工学部等による「工学における教育プログラムに関する検討委員会」が技術と工学について、次のように定義している⁷⁾。

技術とは、自然や人工の事物・システムを改変・保全・操作して公共の安全、健康および福祉に有用な事物や快適な環境を作り出す手段である。それらの人間の行為に知識体系を与える学問が工学である。

工学とは、数学と自然科学を基礎とし、ときには人文社会科学の知見を用いて、公共の安全、健康、福祉のために有用な事物や快適な環境を構築することを目的とする学問である。

そもそも技術とは、ものづくり、つまり人工物の製作であるから、技術は「人工物の設計・施工・保全の過程」として記述される。したがってこの定義で述べられているのは、工学は「技術という人間の行為に知識体系を与える学問」、すなわち「自然や人工の事物・システムの設計・施工・保全に関する知識体系を与える学問」ということである。

こうした考え方に基つけば、土質工学は、数学と土質力学や応用地質学などを基礎とし、ときには人文科学の知見を用いて、公共の安全、健康、福祉のために有用な地盤構造物や快適な地盤環境を構築することを目的とする学問」であり、その学問体系は、「設計・施工・保全に関する知識体系」から成るということである。

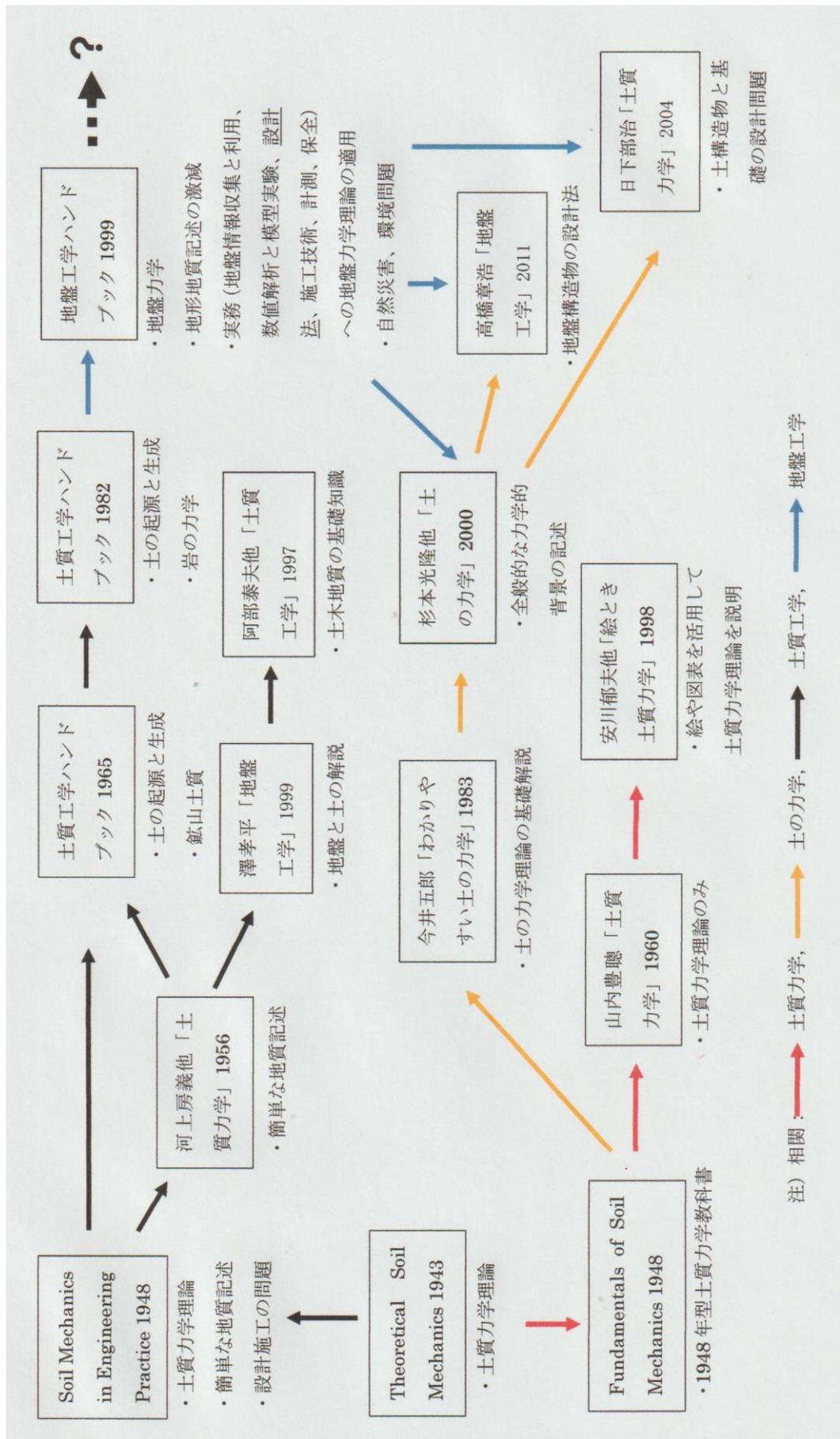
それに対して土質力学や応用地質学は、あくまでも自然科学であり、「自然の土や地盤の状態およびその現象はどうなっているのか」や「なぜそのようになるのか」という既に存在している状態の理解を追求する学問であり、設計や施工などとは直接関係しない。

結論的にいえば、土質工学（地盤工学）は、地盤構造物の設計・施工・保全の知識体系として記述すべきであり、土質力学とは明確に区別すべきである。両学問の区別が曖昧な現状からは、地盤構造物の設計・施工・保全という行為についての正しい認識は生まれない。

参考文献

- 1) 最上武雄：1948 年型土質力学と幻の土質力学，土木学会誌，Vol. 3, No. 10, pp. 41～43, 1978
- 2) 星埜和・加藤渉・三木五三郎・榎並昭共訳：新版テルツァギ・ペック土質力学応用編，丸善，昭和 45 年
- 3) 松尾稔：最新土質実験－その背景と役割－，最新土木工学シリーズ 21，森北出版，pp. 2～3 及び p. 36, 1974
- 4) 今井五郎：わかりやすい土の力学，鹿島出版会，pp. 3～12, 1983
- 5) 富山哲男：設計の理論，岩波講座現代工学の基礎，岩波書店，p. 28, 2002
- 6) 篠原修：土木デザイン論，東京大学出版会，2003
- 7) www.eng.hokudai.ac.jp/jeep/08-10/pdf/pamph01.pdf

別添図 特色ある教科書の内容による相関図



<別添データ-1> 調査した教科書 (順不同)

【土質力学 (土の力学含む)】

- ・河上房義・森芳信・柳沢栄司：「土質力学」，森北出版，2012 (初版 1956)
- ・山内豊聡：「土質力学」，理工図書，1960
- ・安川郁夫・今西清志・立石義孝：「絵とき土質力学」，オーム社，1998
- ・石原研而：「土質力学」，丸善出版，2001
- ・富田武満・福本武明・大東憲二・西原晃・深川良一・久武勝保・楠見晴重・勝見武：「最新土質力学 (第2版)」，朝倉書店，2003
- ・日下部治：「土質力学」，コロナ社，2004
- ・三田地利之：「土質力学入門」，森北出版，2013
- ・安田進・山田恭央・片田敏行：「大学土木 土質力学 (改定2版)」，オーム社，2014
- ・加納陽輔：「マンガでわかる土質力学」，オーム社，2016
- ・常田賢一・澁谷啓・片岡沙都紀・河井克之・鳥居亘之・新納格・秦吉弥：「基礎からの土質力学」，理工図書，2017
- ・今井五郎：「わかりやすい土の力学」，鹿島出版会，1983
- ・河野伊一郎・八木則男・吉国洋：「土の力学」，技報堂，1990
- ・杉本光隆・河邑眞・佐野勝久・土居正信・豊田浩史・吉村優治：「土の力学」，朝倉書店，2000
- ・松尾稔：最新土質実験—その背景と役割—，最新土木工学シリーズ 21，森北出版，1974

【土質工学】

- ・福岡正巳・村田清二・今野誠：「新編土質工学」，オーム社，2009 (国民科学社，1984 を再刊)
- ・松尾新一郎：「新稿土質工学」，山海堂，1984
- ・中野担・小山明・杉山武司：「新版土質工学」，コロナ社，1987
- ・阿部泰夫・斎藤徳美：「土質工学 (改訂増補版)」，彰国社，1997
- ・稲田倍穂：「土質工学」，鹿島出版会，1988
- ・赤木知之・吉村優治・上俊二・小堀慈久・伊東孝：「土質工学」，コロナ社，2001
- ・石井一郎・上浦正樹・石田哲朗・竹下祐二・杉井俊夫・神谷浩二：「土質工学」，技術書院，2002
- ・西村友良・杉井俊夫・佐藤研一・小林康昭・規矩大義・須網巧二：「基礎から学ぶ土質工学」，朝倉書店，2007

【地盤工学】

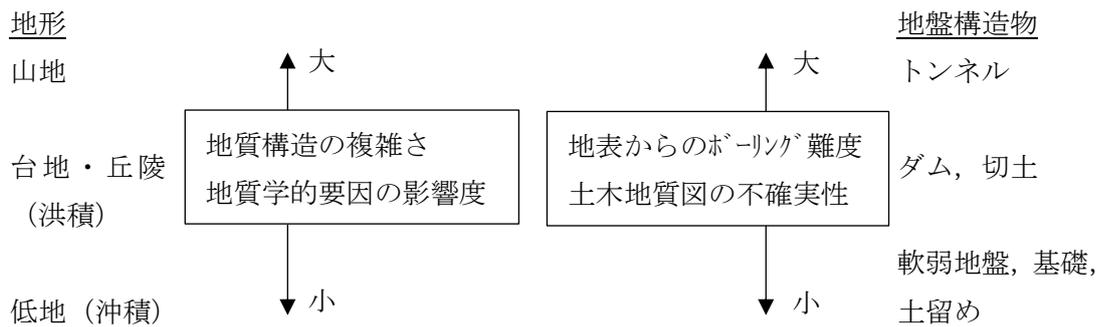
- ・海野隆哉・垂水尚志：「地盤工学」，コロナ社，1993
- ・澤孝平：「地盤工学 (第2版)」，森北出版，2009 (初版 1999)
- ・桑原文夫：「地盤工学」，森北出版，2002
- ・高橋章浩：「地盤工学」，コロナ社，2011
- ・内村太郎：「ゼロから学ぶ土木の基本 地盤工学」，オーム社，2013

<別添データ-2>工学的な地質図について

1. 工学的な地質図（土木地質図）

地盤構造物の設計概念においては、「地盤の構造の解明」というプロセスが必要であり、そこに応用地質学の知識が不可欠になってくる。地盤の構造は、工学的地質図、いわゆる土木地質図に表され、設計の基図として利活用される。

設計に及ぼす地質学的要因は、地盤構造物の種類、ということは地盤の種類・地質年代によって相当違いがある。また地盤構造物の種類によって、地表からのボーリングの難度が異なり、それに伴って土木地質図の不確実性も異なる。



しかし、以上のような土木地質図のことは、教科書には説明されていない。教科書に記載されている土層断面図、地質断面図、土性図などと土木地質図の関係も不明である。

2. 教科書に記載されている地盤の構造の図面

河上房義「土質力学」, 森北出版, 1983

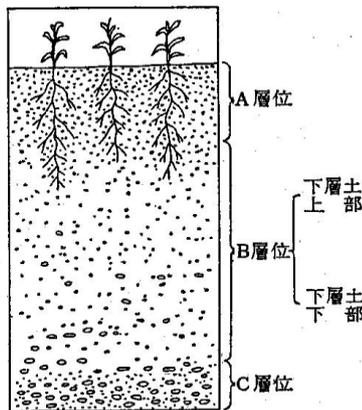
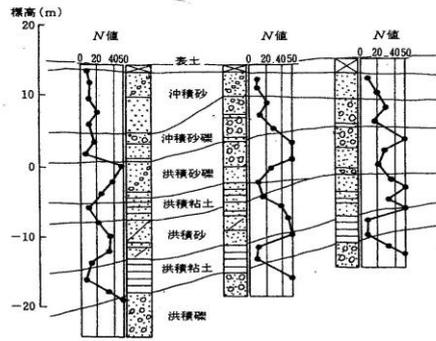
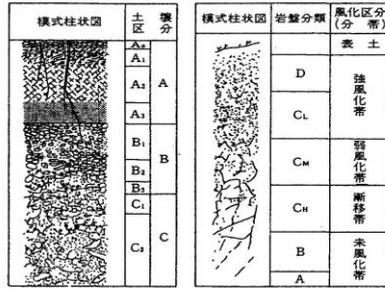


図 1・3 土層断面の名称



(a) 土層断面図



(b) 土層断面図

(c) 地質断面図

図 1.1 地盤の断面図

〔(b) 土質工学会編：土のはなしⅢ，技報堂出版，一部加筆，
(c) 三木幸蔵：岩盤力学入門，鹿島出版会，一部加筆〕

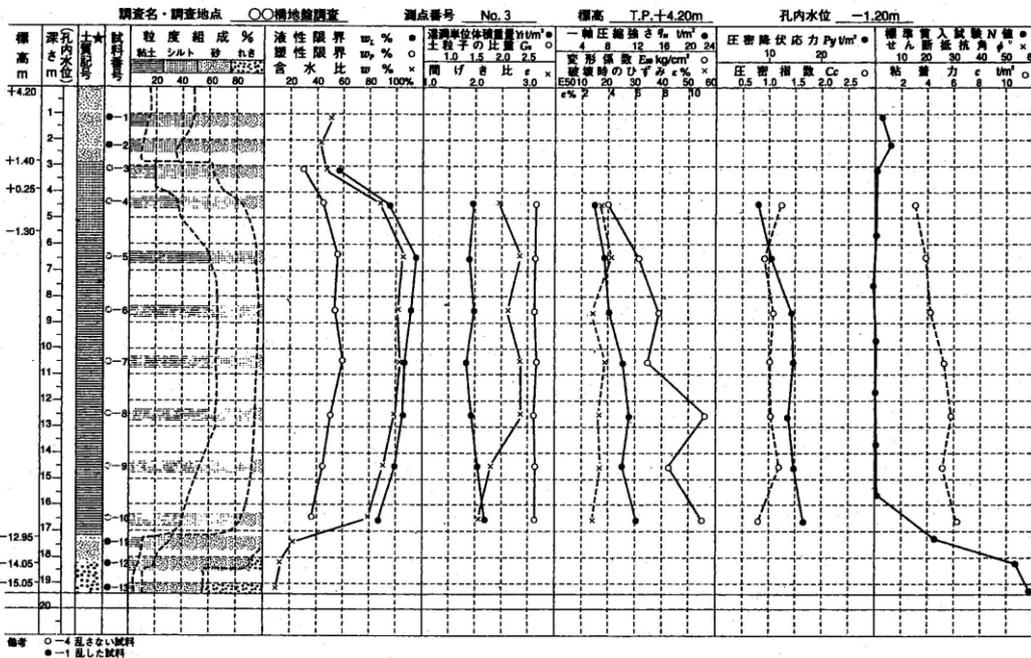


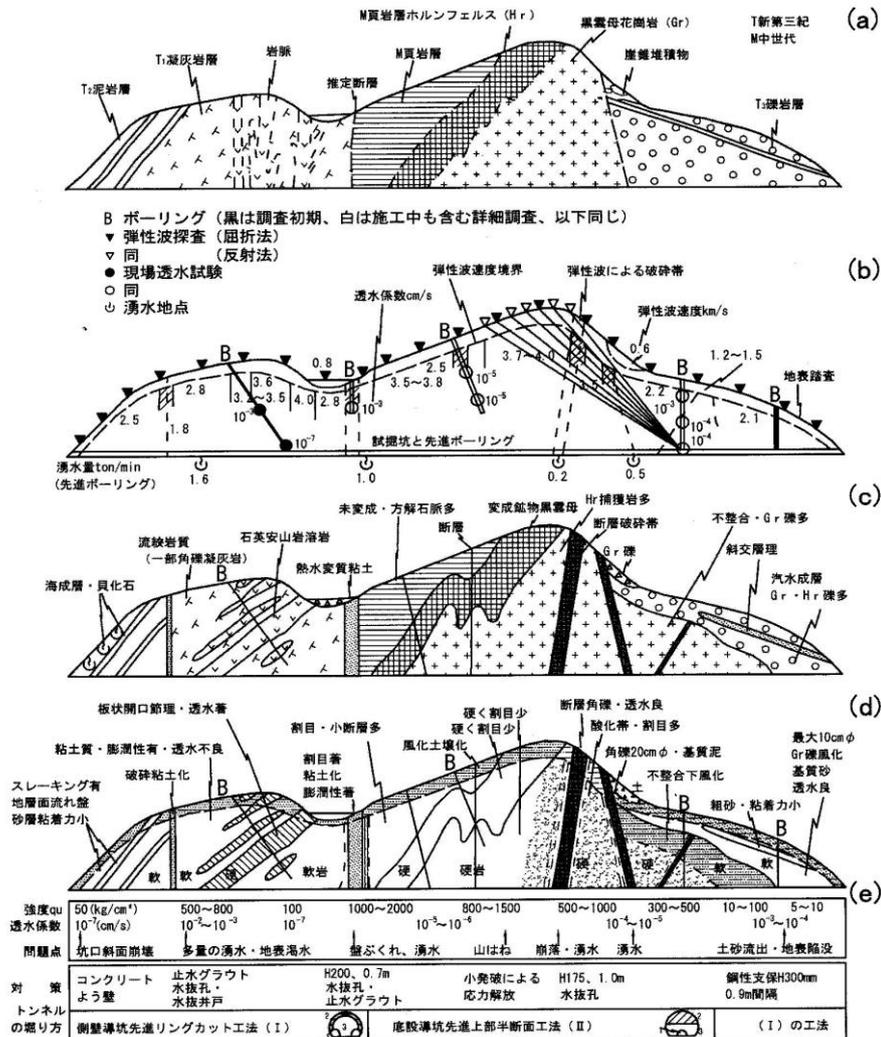
図 1.8 土性図の例²⁾

3. 実際の工学的な地質図

(1) トンネルの例

坑口以外は、ボーリングによる直接観察が難しい。不確実性が大きいのが、掘進しながら地質・土質を確認することで、柔軟な工法の修正・変更が可能である。

日本応用地質学会編：原典から見る応用地質学，古今書院，2011

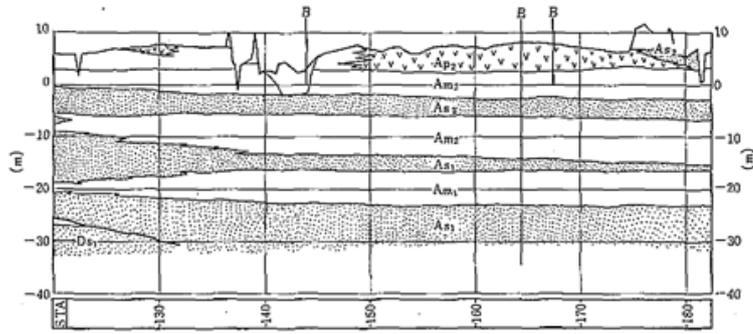


トンネルの工学的地質図の例

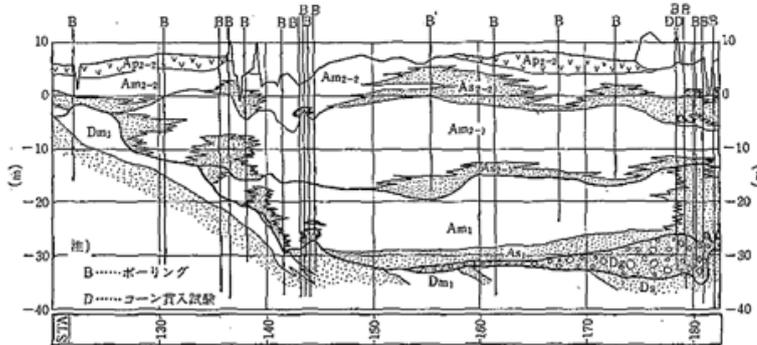
- (a) 地形地質踏査で作成された概略の地質断面図
- (b) ボーリング調査や物理探査など地質調査の位置図
- (c) より詳細な地質構造や地質現象の履歴に関する情報を含む地質断面図
- (d), (e) 土质地質断面図（工学的地質図）

(2) 軟弱地盤の例

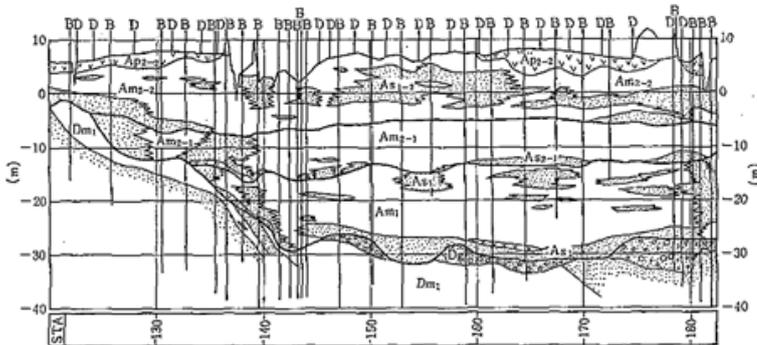
ボーリングによる直接観察が容易である。第4紀の地層が主体で成層構造を成す。



(a) 予備調査 (昭和49年)



(b) 第一次調査 (昭和51年)



(c) 第二次調査 (昭和52年)

設計の段階による土質縦断図の変化 (道央道の例)

<別添データ-3>土質力学（土質工学，地盤工学）が対象とする問題とその対処方法

1. 教科書が取り上げている問題

(1) 安川郁夫ほか：絵とき土質力学，オーム社，1998

土質力学の知識を用いて適切に対処しなければならない問題として，3つの「設計や施工における土の問題」，すなわち①構造物を支える（基礎地盤としての問題），②土を掘る，土を留める（安定の問題），③土で構造物をつくる（材料としての問題）を取り上げている。

① 構造物を支える……基礎地盤としての問題

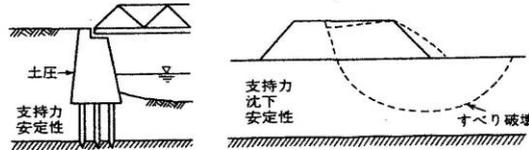


図 1-2 構造物の基礎地盤としての問題

② 土を掘る，土を留める……安定の問題

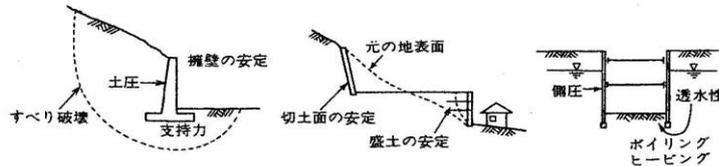


図 1-3 地盤の安定の問題

③ 土で構造物をつくる……材料としての問題

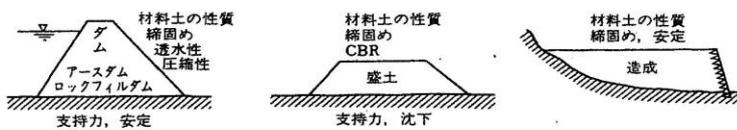


図 1-4 土を材料として用いる場合の問題

(2) 今井五郎：わかりやすい土の力学，鹿島出版会，1983

土質力学が対象とする具体的な問題として，①構造物を支える問題，②土を材料として扱う問題，③地盤の安定の問題，の3つを取り上げている。

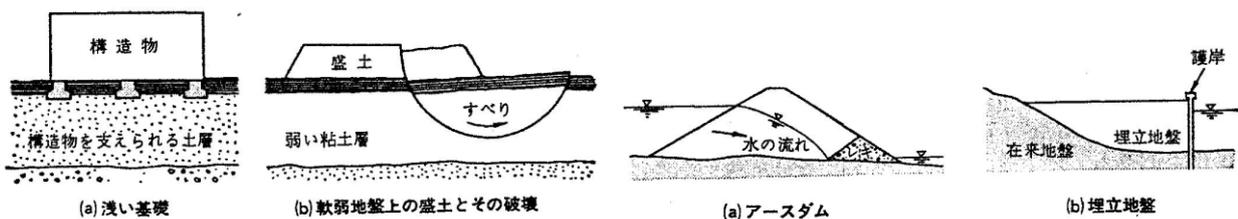


図 2 構造物を支える問題

図 3 土を材料として使う問題

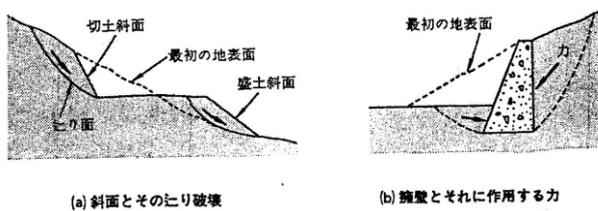


図 4 地盤の安定の問題

(3) 能城正治ほか：土質力学の基礎，第二版，技報堂出版，2003

設計や施工における土の問題として，①土で構造物をつくる（材料としての問題），②構造物を支える（基礎地盤としての問題），③土を掘り，土を留める（安定の問題），④土は水を流す（地下水の問題），の4つを取り上げている。

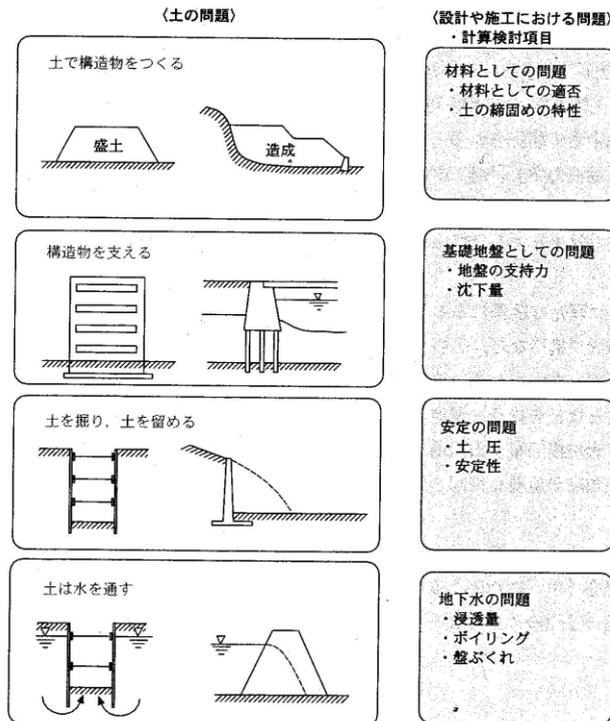


図-1 設計や施工における問題，調査項目

(4) 稲田倍穂：改訂土質工学，鹿島出版会，1988

設計・施工の対象構造物として，土構造物，抗土圧構造物，基礎構造物の3種類を取り上げている。

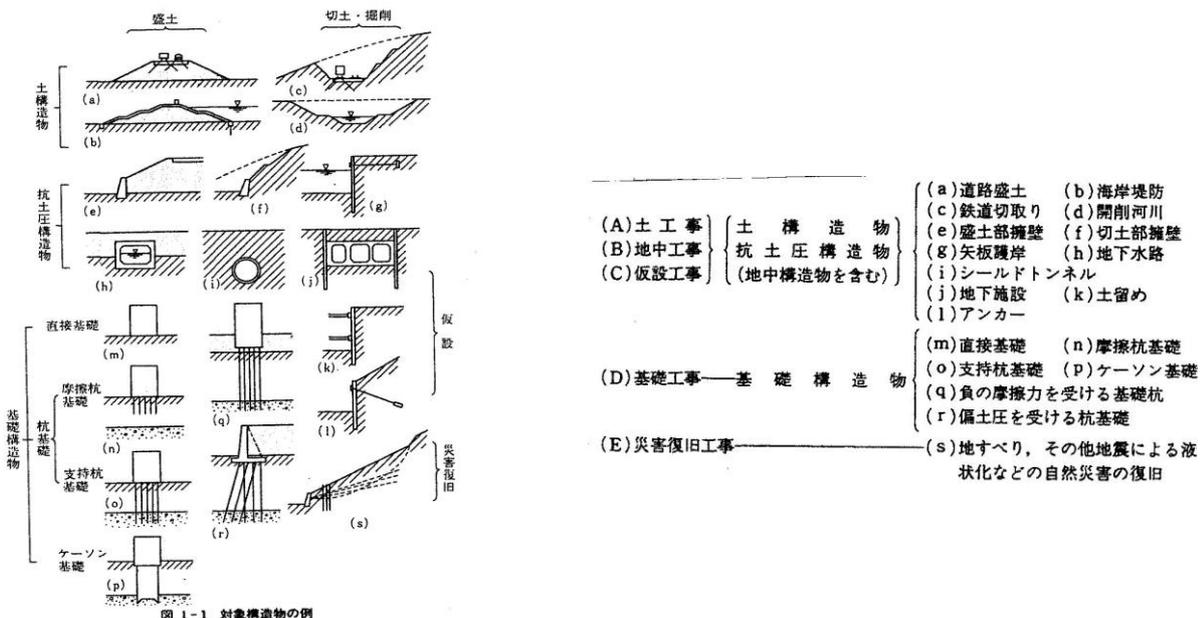


図 1-1 対象構造物の例

(5) 日下部治：土質力学，コロナ社，2004

①土構造物，②基礎構造物，③抗土圧構造物，④地下構造物，の4種類の構造物の設計課題を取り上げている。

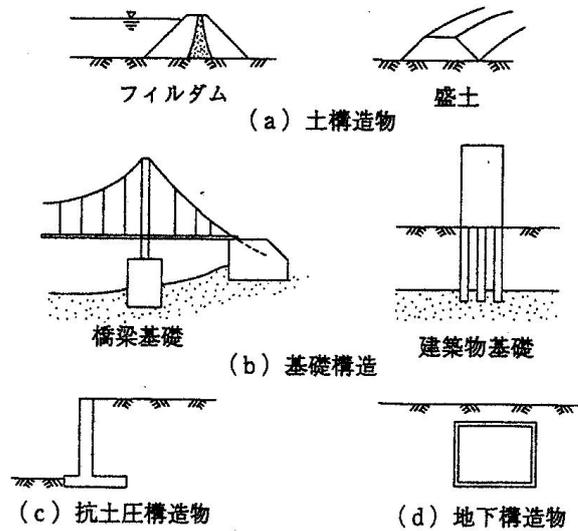


図 3.1 4種類の構造物の設計課題

2. 対処方法

(1)今井五郎「わかりやすい土質力学」鹿島出版会，1983

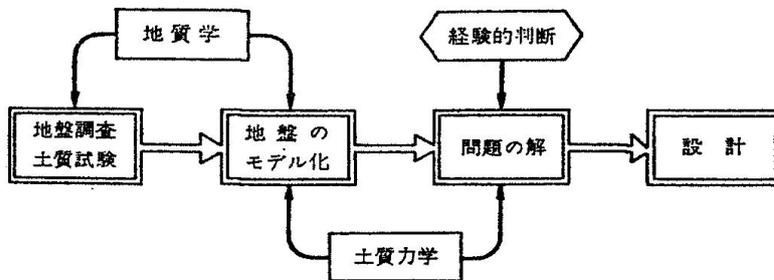


図 5 伝統的な土質問題の解決手順

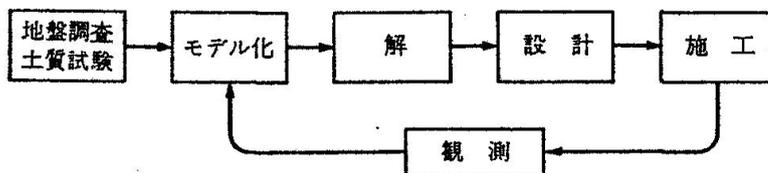


図 6 観測修正法による土質問題の対処法

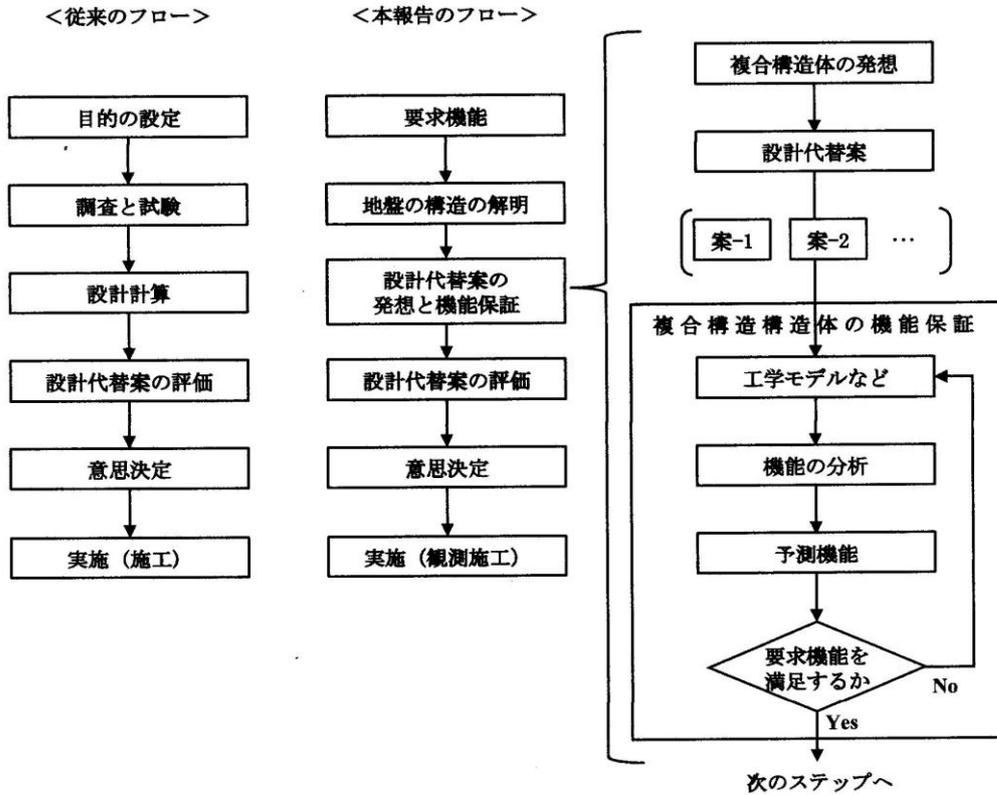


図 3.13 地盤構造物の設計・施工の全体フロー

資料一4 大学における応用地質学・ 土木地質学・地質工学の 講義事例

(1) 応用地質学・土木地質学

—上野将司委員の場合

(2) 地質工学

—宇田川義夫委員の場合

(1) 応用地質学・土木地質学
—上野将司委員の場合

- ◎ 土木地質学概論
- ◎ 演習(地形図)の例

(参考資料)

大学工学部、農学部、理学部での土木地質学（応用地質学）の講義経歴

応用地質株式会社 社友 上野将司

土木地質学または応用地質学（2単位）を以下の大学で非常勤講師として講義
内容は土木地質学と応用地質学と同じもの

徳島大学工学部（平成4～15年）

高知大学農学部（平成5～6年）

鳥取大学工学部（平成10年）

愛媛大学理学部（平成15年）

新潟大学理学部（平成15年）

北海道大学理学部（平成16年）

島根大学理工学部（平成22年）

山梨大学工学部（平成20～28年）

講義内容は山梨大学の例を以下に示します（別資料）。

パワーポイント

土木地質学概論（51ページ）

演習（地形図）の例

内容

1章 何故、地質学を学ぶのか

2章 わが国の自然環境と災害

3章 土木工事の失敗および難工事

4章 地質調査法と結果の利用

5章 リモートセンシング

6章 岩石と岩盤

7章 軟弱地盤

8章 地下水

9章 環境地質

10章 斜面災害の対策

構成は次の図書を参考にしました。

羽田忍：土木地質学入門、築地書館、1991.

山梨大学工学部
建設環境工学科
講義資料
平成28年12月

土木地質学概論

非常勤講師 上野将司

はじめに「何故、地質学を学ぶのか」
(1章)

わが国の自然環境と災害 (2章)

土木工事の失敗および難工事 (3章)

地質調査法と結果の利用(4章)

リモートセンシング(5章)

岩石と岩盤(6章)

軟弱地盤(7章)

地下水(8章)

環境地質(9章)

斜面災害の対策(10章)

第1章 はじめに 「何故、地質学を学ぶの か」



地質学の社会へのかかわり

資源開発から土木建設へ

土質力学の創始者Terzaghi→地質学の知識が必要
地質調査の不足による難工事

丹那トンネル: 湧水、崩壊、多数の犠牲者(67名)

工期の予定7年→実績16年

中山トンネル: 湧水、地圧

工期の予定5年→実績11年

工事費の予定250億円→実績1000億円

おまけにR=1500mの曲線で減速運転

近年は、土木建設から維持管理、防災、環境問題へ

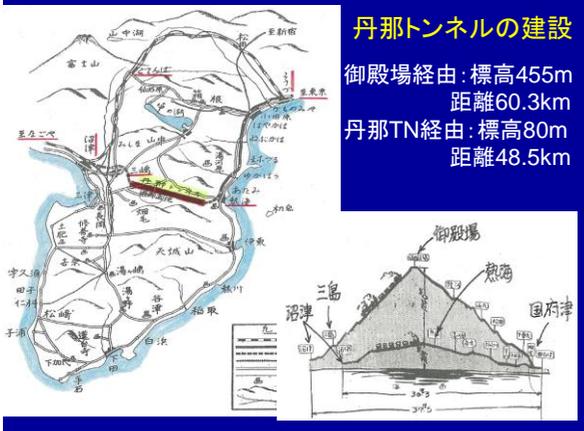
丹那トンネルの建設

御殿場経由: 標高455m

距離60.3km

丹那TN経由: 標高80m

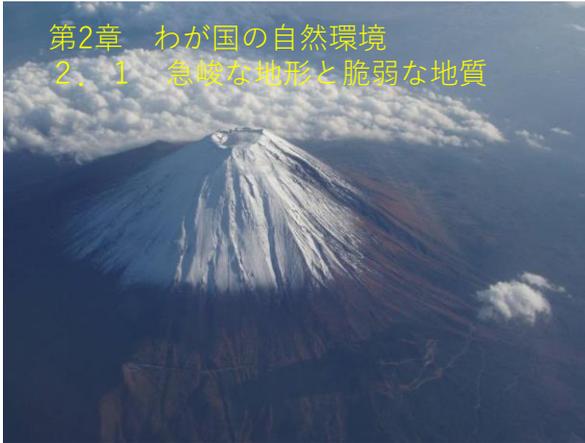
距離48.5km



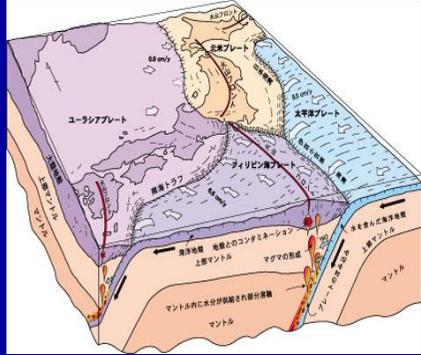
中山トンネルの手戻り工事を伝える新聞記事



第2章 わが国の自然環境
2.1 急峻な地形と脆弱な地質

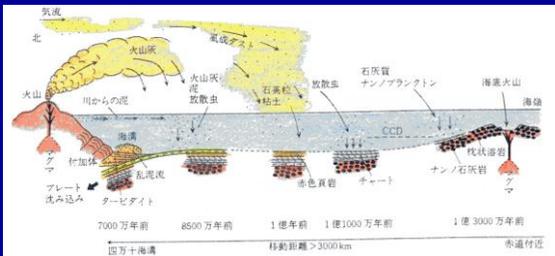


急峻な地形と脆弱な地質の成因
日本列島は4つのプレートの会合点



中生代白亜紀の地層の形成過程

1億3000万年前の赤道付近で出来た地層がプレートに乗ってはるばる日本にやってきた



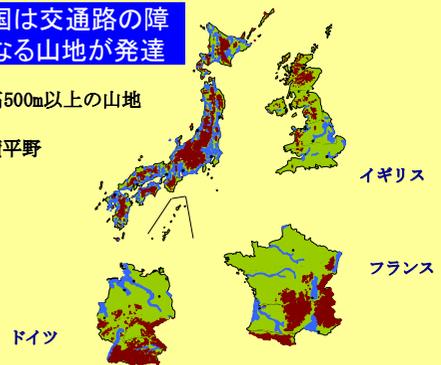
白亜紀：6550万年～1億4550万年前

平朝彦：日本列島の誕生、岩波新書

わが国は交通路の障害になる山地が発達

■ 標高500m以上の山地

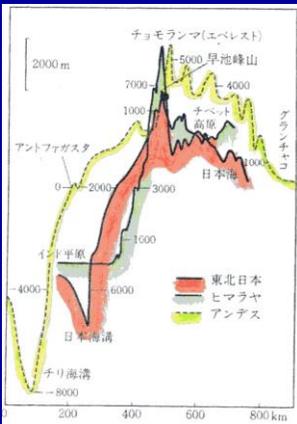
■ 沖積平野



ドイツ

イギリス

フランス



ヒマラヤ、アンデスと東北日本の断面比較

起伏量

ヒマラヤ：9,000m

アンデス：13,000m

東北日本：9,000m

第四紀末(12万年以降)の中部山岳地域の隆起速度は800mm/千年

日本の山岳地形は険しい
北アルプスとヒマラヤ山脈の比較



日本の山岳地形は険しい 南北アルプスとヒマラヤ山脈の比較



海岸線の地形の比較

右: イギリスの海岸線は急崖だが内陸は緩やかな地形

→ 交通路は内陸に建設



左: 国道8号親不知海岸の内陸は北アルプス

→ 交通路は急崖の海岸沿いに苦勞して建設

主要交通路の地形的な隘路(由比海岸)

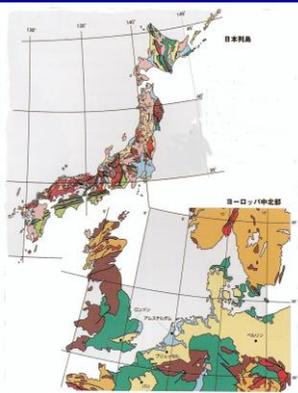


東海道の薩垂峠



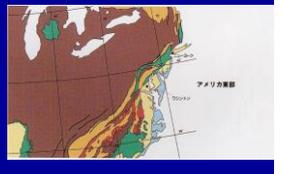
地すべり斜面下を東名高速、国道1号、東海道線が並走
景観は良いが防災上のネック

脆弱な地質からなる日本列島



わが国の地質はモザイク状で多くの断層に分断され、割れ目が発達し、風化が進んでいる

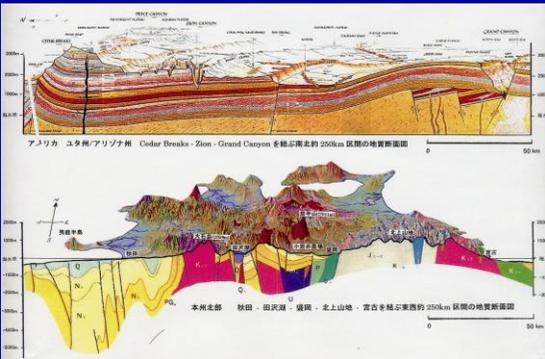
欧米の地質は比較的単調な構造で良好な岩盤(同じ縮尺での比較)



地質構造の比較

大陸と対照的なわが国の複雑な地質構造

縮尺
水平は同一
高さには異なる



欧米と日本の岩盤の比較



氷河で磨かれた新鮮な岩盤が露出する(北欧)

花崗岩の複雑な風化(日本)



欧米と日本の岩盤の比較

割れ目が発達する不安定な岩盤(日本)

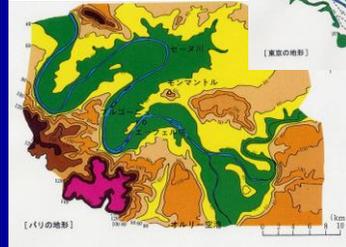
割れ目密着の安定な岩盤(北欧)



主要都市の地盤の比較
わが国は軟弱地盤
(白い部分)

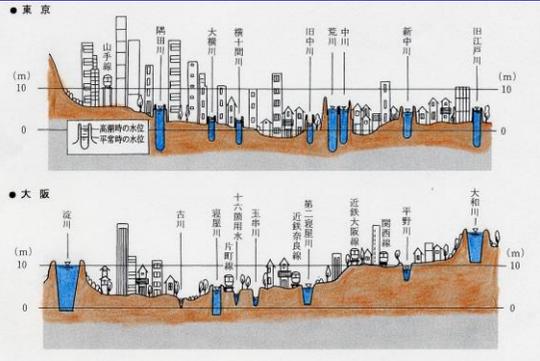


着色部は台地や丘陵

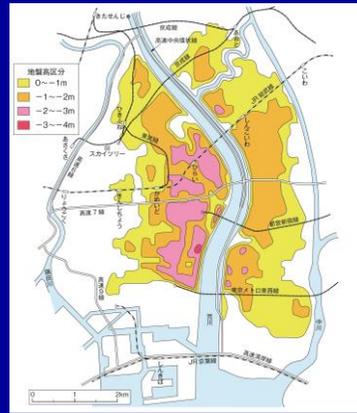


欧米の主要都市の地盤は良好

日本の主要都市：洪水水位より低い軟弱地盤



東京下町の標高0m以下の地域



軟弱地盤の分布
↓
地下水のくみ上げ
↓
地盤沈下

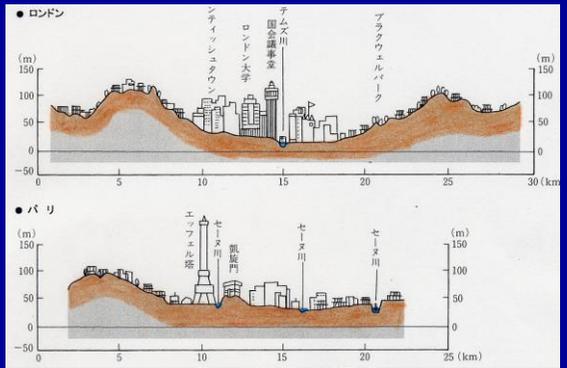
東京0m地帯 (東西線 南砂町駅)

大正6年高潮

平均高潮位

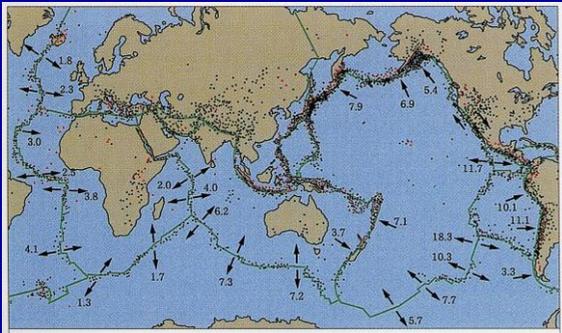


欧米の主要都市：河川水位より高く良好な地盤



世界に冠たる地震国

数字はプレートの移動速度 (cm/年)



日本の活火山

北方領土: 11
 北海道: 20
 東北地方: 18
 関東中部地方: 20
 伊豆小笠原: 20
 中国地方: 2
 九州地方: 17
 沖縄地方: 2

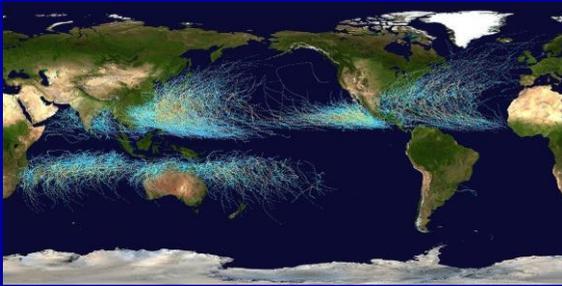


合計: 110火山

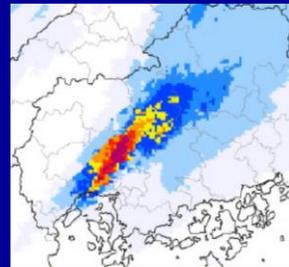
レベル5: 口永良部島
 レベル3: 箱根山、桜島
 レベル2: 吾妻山、草津白根山、浅間山、御嶽山、阿蘇山、新燃岳、諏訪之瀬島

過酷な気象条件(わが国は台風の経路)

1985~2005年の熱帯性低気圧の経路



局地的な豪雨(ゲリラ豪雨)の発生



2014年8月20日
 広島市安佐南区・安佐北区

土石流災害発生直前の降雨 (連続194.0mm)

21:26 大雨洪水警報
 01:15 土砂災害警戒情報
03:30 土石流発生
 04:15 避難勧告

8月20日03時~04時の解析雨量

世界に冠たる豪雪地域



秋田県 国道105号
 斜面からの雪崩で交互通行



青森県 国道102号
 スノーシェッド

豪雪で山梨県は陸の孤島

2014年2月15日 道路は60箇所規制



埋もれたバス停
 孤立したJR駅

2.2 自然災害



平成20年岩手・宮城内陸地震による地すべり

濃尾地震の際に活動した根尾谷断層

明治24年10月
岐阜県本巣市水鳥



活断層上に作られた
保存・資料館

落差6mの断層変位と当時の被害



濃尾平野で死者7000
人以上、堤防・鉄道被害、
斜面崩壊



昭和39年新潟地震
砂地盤の液状化

甚大な被害で液
状化が注目

↓
研究の進展

地盤工学会資料



平成7年1月 兵庫県南部地震
直下型地震の恐怖、活断層調査が活発化



野島断層



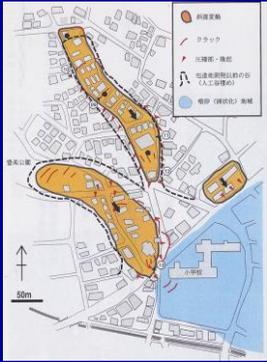
兵庫県南部地震の野島断層保存館



活断層の保存と展示
(淡路島)



兵庫県南部地震 谷埋め盛土の宅地の被害



盛土の地すべりで住宅が移動



平成19年中越沖地震

比較的安全と考えられていた砂丘上の建物被害



煙突の座屈(高層ビルは安全か?) 重い屋根のお寺の倒壊

平成23年東日本大震災 地盤の液状化被害

マンホールの浮上り
立派な家屋の傾動
上下水道被災




地震による斜面災害

- 1978年 伊豆大島近海地震(落石、崩壊)
- 1993年 北海道南西沖地震(岩盤崩壊)
- 1995年 兵庫県南部地震(落石、崩壊)
- 1998年 岩手県内陸北部地震(落石)
- 2000年 鳥取県西部地震(落石、崩壊)
- 2001年 芸予地震(落石)
- 2004年 中越地震(地すべり、崩壊)
- 2005年 福岡沖地震(崩壊)
- 2007年 能登半島地震(崩壊、盛土崩壊)
- 2007年 中越沖地震(崩壊)
- 2008年 岩手宮城内陸地震(岩盤崩壊、地すべり)
- 2011年 東北地方太平洋沖地震(地すべり、崩壊)

地震による落石被害



鳥取県西部地震
(平成12年)



岩手県内陸北部地震(平成10年)

平成16年中越地震 「地すべりダム」の形成

名称は「天然ダム」だが
美しい名前なので……
「河道閉塞」や「地すべりダム」
に転換




平成19年能登半島地震
幹線道路の盛土崩壊

盛土の問題

- ①材料
- ②締め固め
- ③排水処理



緊急輸送道路が機能しないのは問題！



平成19年中越沖地震

左：傾斜した層理面に沿って滑落



右：幹線鉄道の被害による物流への影響



平成20年岩手宮城内陸地震

← 橋梁の被害
対岸の地盤全体が手前に移動



栗駒山の崩壊

地震による崩壊
平成23年東日本大震災



長野県栄村の崩壊と
同村内、JR飯山線の
盛土崩壊



火山活動の被害
平成23年1月26日からの新燃岳噴火



アジア航測撮影

磐梯山の水蒸気爆発
1888年(明治21年)

爆発で山体が崩壊
崩壊土砂で谷が埋まって
檜原湖等の湖を生じる



桜島の噴火 1914年(大正3年)

桜島の噴火で南東に流出した溶岩が大隅半島に到達
桜島は九州と繋がった




桜島の噴火と
鹿児島市街地

有珠山の噴火 平成12年
雲仙普賢岳の噴火 平成2年～平成6年




有珠山と洞爺湖
北海道土木部資料

雲仙普賢岳、前に眉山と有明海
国際航業撮影

火山活動による被害
御嶽山噴火
2014年9月29日




噴石・降灰
死者57名
行方不明6名

降雨による斜面の災害(1)

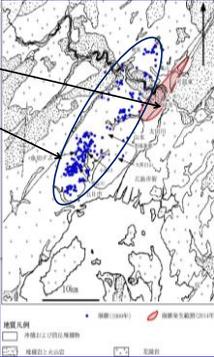
- 1966.6 横浜市: 崩壊(住宅被害)
- 1966.9 山梨県足和田村: 土石流
- 1968.8 飛騨川沿い国道: 土石流(バス転落事故)
- 1972.7 高知県繁藤: 斜面崩壊(二次災害)
- 1972.7 熊本県天草上島: 土石流
- 1974.7 香川県小豆島: 土石流
- 1975.8 高知、徳島: 崩壊・土石流
- 1976.9 兵庫県一宮: 地すべり、小豆島: 土石流
- 1977.6 鹿児島市竜ヶ水: 土石流
- 1982.7 長崎市: 崩壊・土石流
- 1983.7 島根西部: 崩壊・土石流
- 1988.8 川崎市高津区: 崩壊(住宅被害、二次災害)
- 1993.8 鹿児島市: 竜ヶ水土石流(国道10号マヒ)

降雨による斜面の災害(2)

- 1997.7 出水市針原川: 深層崩壊・土石流
- 1998.8 福島、栃木: 崩壊・土石流(福祉施設被災)
- 1999.6 広島、呉市: 崩壊・土石流(住宅被害)
- 2003.7 水俣市宝川内: 深層崩壊・土石流
- 2004.8-10 徳島、香川、愛媛: 深層崩壊・土石流
- 2005.9 宮崎県鰐塚山: 深層崩壊・土石流
- 2009.7 山口県防府市: 土石流、福岡県: 崩壊・土石流
- 2010.7 岐阜県八百津町: 崩壊・土石流
- 2010.7 広島県庄原市: 崩壊・土石流
- 2011.8-9 紀伊半島: 深層崩壊多発
- 2012.7 阿蘇山周辺、山口県北部: 崩壊・土石流
- 2013.8 秋田県、岩手県: 崩壊・土石流→**特異な地域**
- 2013.10 伊豆大島: 崩壊・土石流

降雨による斜面災害(3)

- 2013.10 伊豆大島: 崩壊・土石流
- 2014.7 長野県南木曾: 土石流
- 2014.8 広島市: 崩壊・土石流
(住宅被害)
→15年前に隣接地区で土石流



京大防災研8月21日速報
千木良・松四による

広島豪雨災害 2014/08/20

扇状地は現在も土石流で形成されつつある斜面



土石流扇状地(沖積錐)

広島土石流発生溪流
被災した住民はこの
ような堆積物の上に
居住していた



FC・MC・OC：現成・中期・
古期の沖積錐
DT：土石流段丘
DL：土石流堆
SF：土砂流原
VF：河成沖積低地、t：崖錐
1：沖積錐を伴う谷
2：沖積錐と土石流堆段丘を伴
う谷
3：土石流は発生するが本流の
側刻で沖積錐の発達しない谷



広島豪雨災害

溪流の流末は無きに
等しい



谷からの流れは
小さな水路では
吐ききれない！



豪雨災害 土石流



平成15年水俣市宝川内地区
アジア航測撮影

平成5年鹿児島市竜ヶ水地区

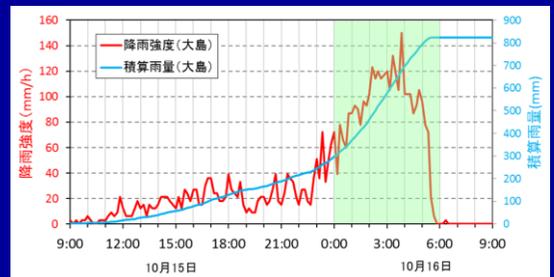
伊豆大島豪雨災害 表層崩壊と土石流 2013年10月



©国際航測株式会社・株式会社バスコ

災害発生時の雨量(元町)

土石流は累積雨量450~550mmで発生(午前3時頃まで)
その後も約250mmの強雨が継続





長野県南木曾町土石流
2014年7月9日

2014/07/10朝日新聞

2014/07/11朝日新聞



南木曾土石流
大梨子沢の土石流跡

溪岸には過去の
土石流堆積物が
広く分布

堰堤は被災した
が一部の土砂を
抑止



南木曾土石流
木曾川対岸の
土石流災害の碑

今回の災害
砂防堰堤ができて安心？

過去の同様な災害
昭和28年土石流災害
昭和41年土石流災害

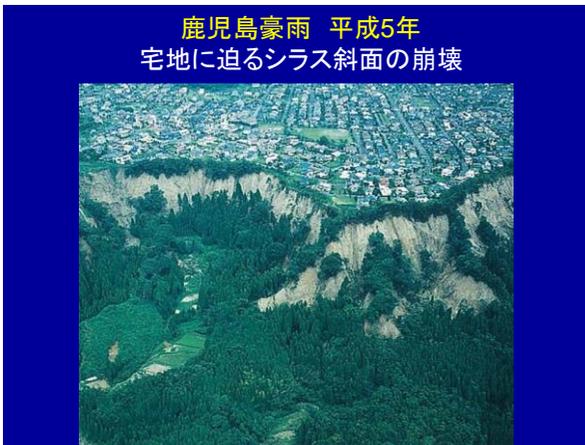
後世への戒めとして
建立→



土石流扇状地の
比較的安全な場所(⇨) 南木曾の例
扇状地の中の段丘化した微高地

日経アーキテクチャ
2014年10月10日号

地理院地図1/25,000



鹿児島豪雨 平成5年
宅地に迫るシラス斜面の崩壊



豪雨災害:住宅の被害

表層崩壊による住宅の被害

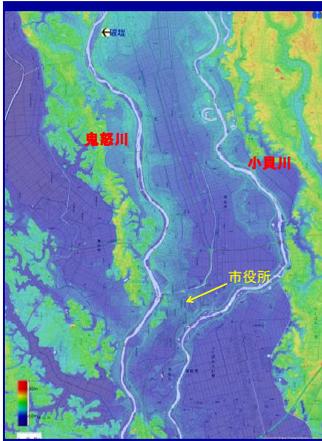
昭和30年代、横浜・川崎で
住宅背後のがけ崩れ多発

最近はその外側の地域で
発生

豪雨災害：姫川氾濫 平成7年7月



豪雨災害 平成10年8月水戸市の洪水
近年は都市での内水氾濫が顕在化



鬼怒川堤防破堤
による洪水
2015年9月10日

破堤箇所から市役所
(対策本部)まで約8km
数時間で洪水流が到達

周辺住民は洪水になる
とは思っていなかった



鬼怒川堤防破堤箇所
2015年9月10日被災
堤防復旧中の状況
(2015年12月)

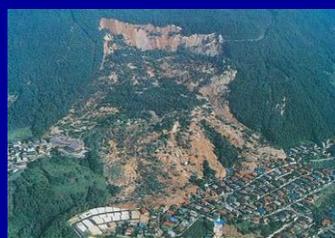
基礎地盤は1~3m
浸食されている



災害翌日の常総市役所(対策本部)の浸水



9月11日午前9時1分、茨木ペリから、三浦
輝彦撮影から引用



大規模地すべり

昭和60年地附山の
地すべり

平成9年 融雪期の
澄川地すべり





170トンの落石
青森県風間浦村
平成15年5月国道279号
(溶結凝灰岩)



大規模岩盤崩壊

国道229号第2白糸トンネル(北海道, 平成9年8月)

国道331号雫冬岬トンネル



突然発生する？
岩盤崩壊による
吊橋落橋
2015年1月31日



浜松市天竜区
管理者2名死亡

岩盤崩壊による大津波 アラスカ、1958

アラスカ、1958

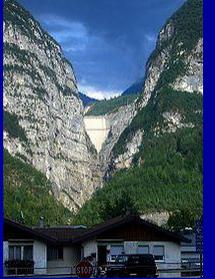
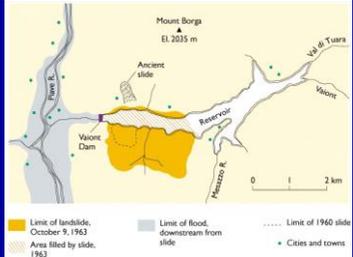
地震で9000万トンの岩盤崩壊
海面落下→対岸に525m遡上



第3章 土木工事の失敗および難工事
3.1 失敗例



ダム湛水域地すべり
(パイオントダム: イタリア北部)



1963年、貯水池の南側斜面が地すべりでダム湖に突入
下流方向には2500万m³の貯水が100mの高さでダムを越流
下流の村が被災し、夜間で2000人が死亡

3章まで終わり

山梨大学工学部
建設環境工学科
講義資料
平成28年12月

土木地質学概論(後編)

非常勤講師 上野将司

はじめに「何故、地質学を学ぶのか」
(1章)

わが国の自然環境と災害 (2章)

土木工事の失敗および難工事 (3章)

地質調査法と結果の利用(4章)

リモートセンシング(5章)

岩石と岩盤(6章)

軟弱地盤(7章)

地下水(8章)

環境地質(9章)

斜面災害の対策(10章)

第4章 地質調査法と結果の利用

資料調査

資料調査で問題点の概略把握が可能
とくに地形判読は重要

空中写真判読・地形図とレーザ測量地形図読図

地すべり、崩壊地、崖錐、遷急線、リニアメント、
低湿地、旧河道、自然堤防など

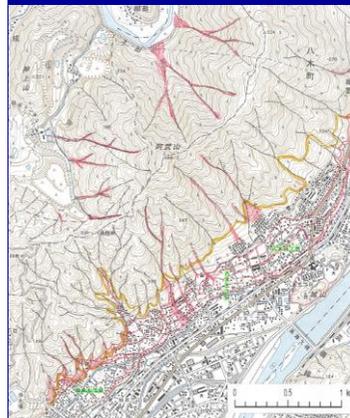
地質図・既往調査報告書・文献・その他資料



地すべり地形分布図

縮尺1:50,000
全国整備され
無料ダウンロード可能

岩手県雫石付近
防災科学技術研究所資料



土石流災害の 地形検討

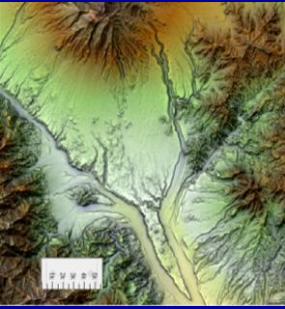
平成26年8月
広島市災害

地質:花崗岩、ホルン
フェルス

地形:複合小扇状地
(鉄道より北側は土石
流危険地域)

韭崎岩屑流堆積物

数十万年前の巨大崩壊堆積物
東西両側を浸食されている



カンセール画像

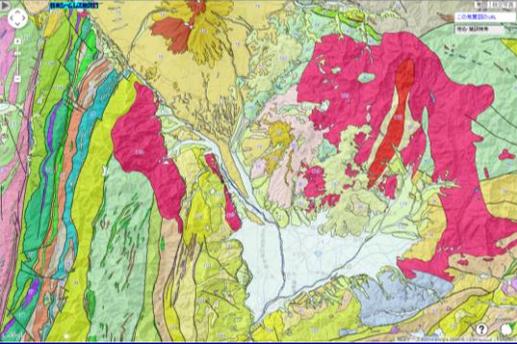
韭崎岩屑流の地質

地形から七里岩と呼ばれる。
砂礫主体で巨大岩塊を含む堆積物



釜無川の侵食を受ける七里岩

地質図の利用 シームレス地質図1/200,000



赤系統:花崗岩類 茶桃系統:火山岩類 黄・青系統:段丘、岩層ほか

地表地質調査(層相、構造、風化・・・)



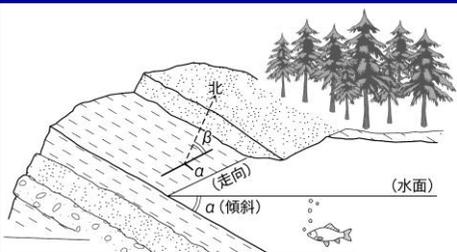
地層の走向と傾斜を測る



クリノメータ(磁石と傾斜計)を使って地層の空間位置を測定



地層の走向と傾斜とは・・・



北
β
α (走向)
α (傾斜)
(水面)

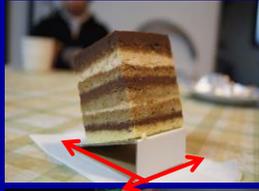
北 β
α
平面図での走向・傾斜の記載
文章表現は「走向 N β ° E、傾斜 α ° SE」

地層の走向と傾斜

見る方向によって地層の傾斜は変わる

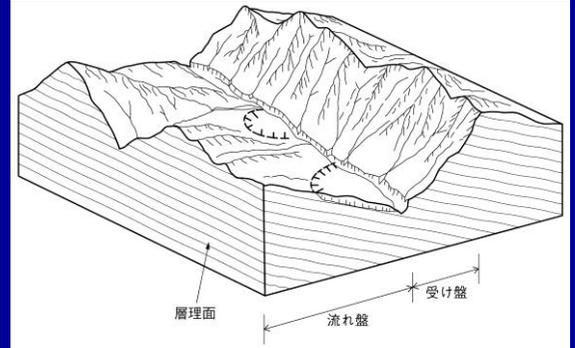


走向



傾斜の方向

流れ盤と受け盤斜面



流れ盤と受け盤斜面の実例

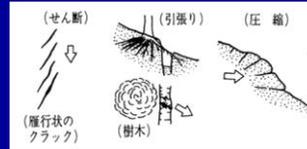
←流れ盤斜面は傾斜次第ですべりやすい



受け盤斜面は比較的安定→

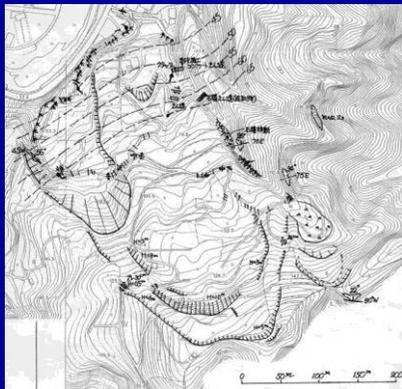


地すべり地での地表踏査



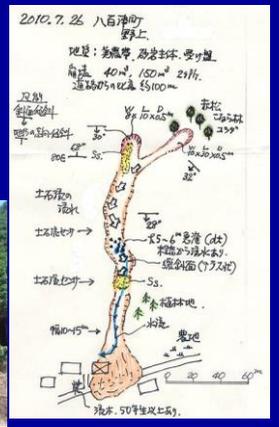
踏査によって地すべり範囲を確定する

湧水点の確認で地下水コンターを推定



土石流の踏査図 岐阜県八百津町

2010年7月15日20時頃発生
家屋が被災し、3名死亡
0次谷の表層崩壊が土石流化

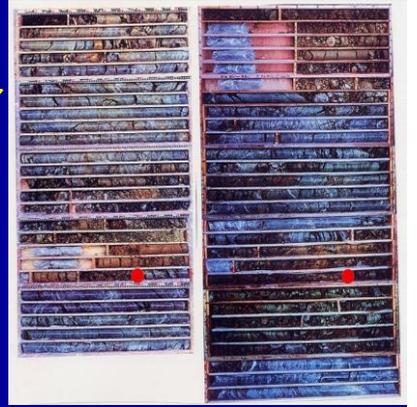


ボーリング調査



地すべり地の
ボーリングコア
移動層のコアは新鮮
(秩父帯)

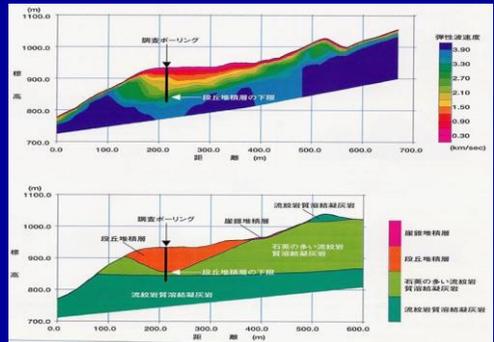
掘削孔径は66mm
赤丸はすべり面



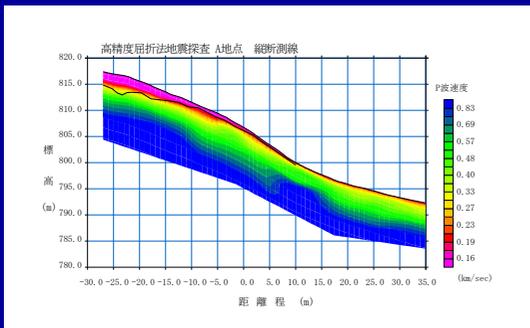
地震探査の状況：地震計は2~5m間隔で設置



物理探査：屈折法地震探査



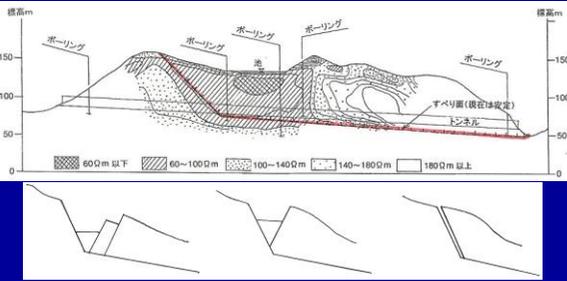
屈折法地震探査：表層崩壊厚さの調査



電気探査の状況：電極は1~5m間隔で設置

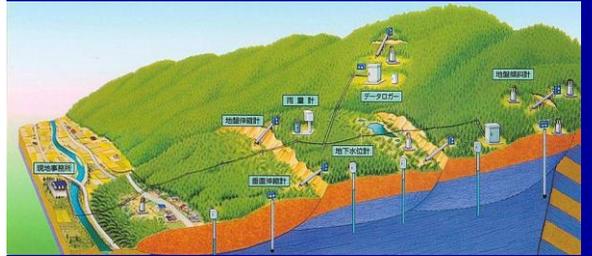


地すべり陥没帯を貫いたトンネル 陥没帯の電気探査結果



申(1995)による地すべり頭部における陥没凹地の形成過程を簡略化したもの

斜面変動の計測 地表変位・地中変位・地下水位・降水量 道路・鉄道・住宅等の安全管理



地すべり伸縮計

地すべり頭部の滑落崖や
クラックに設置

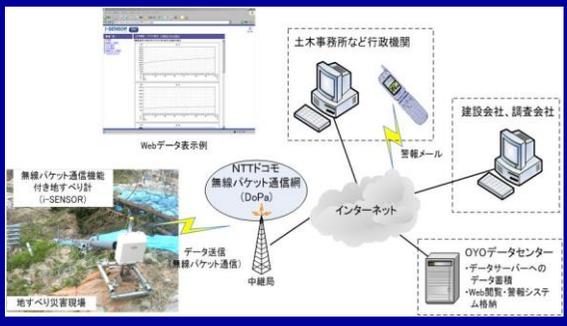


GPSによる斜面変動計測



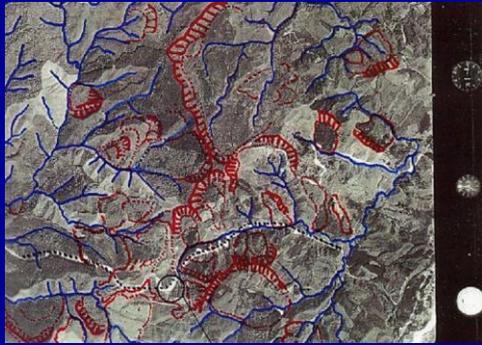
地すべりや法面の移動計測
精度は1cm以下

地すべり遠隔監視システムの概要 道路や鉄道で利用



第5章 リモートセンシング

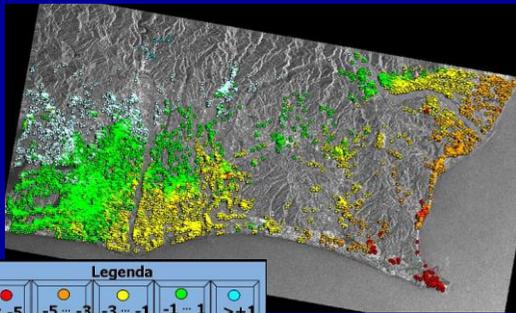
5.1 空中写真判読 地すべり地形の抽出



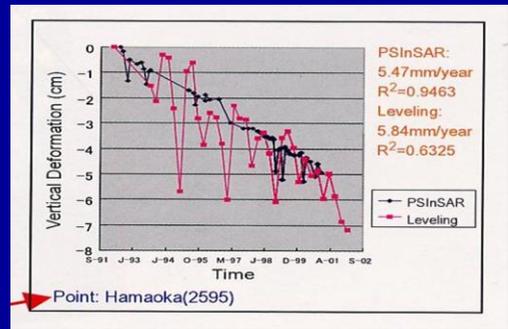
空中写真を立体視する (国土地理院資料)



5.2 衛星リモートセンシング 御前崎の地殻変動(合成開口レーダー)

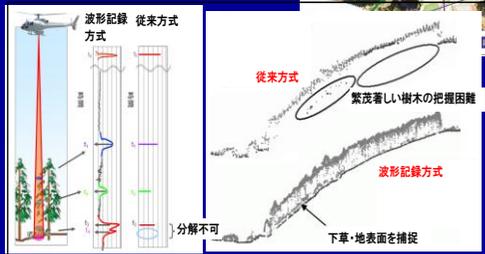
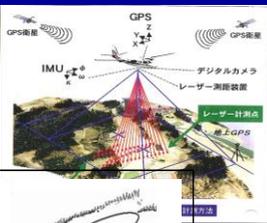


合成開口レーダーとレベル測量の比較 1991~2002年

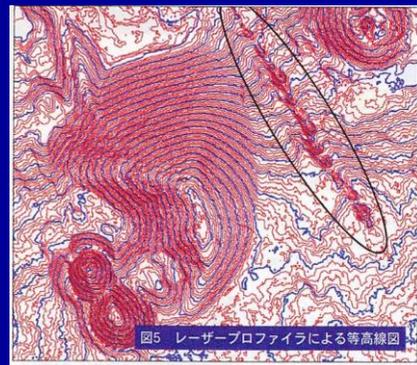


5.3 レーザー測量等 詳細地形図、地形変動

樹高の計測も可能

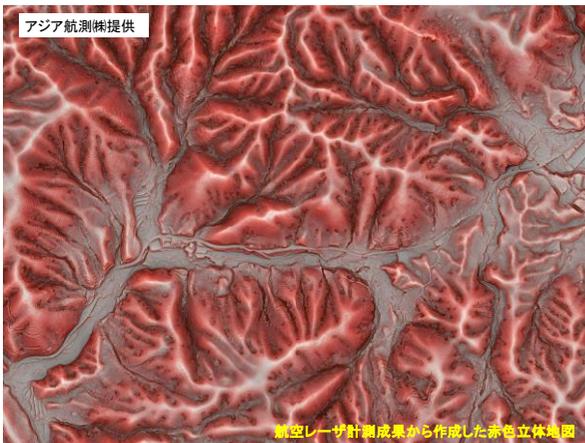


レーザー測量でとらえた火口列



富士砂防工事事務所発行「ふじあざみ」から引用

図5 レーザープロファイラによる等高線図



第6章 岩石と岩盤

不連続面1

上: 花崗岩の節理
右: 堆積岩の層理と節理

不連続面2

上: 安山岩の冷却節理(板状)
右: 砂岩の層理と節理

岩盤の緩みが問題

地下深部の岩盤が地表付近での環境に適応する現象→地形と密接な関係
岩盤の緩みは以下の作用が重複して生じる

- 1) 風化作用による緩み
- 2) 応力解放による緩み
- 3) 岩盤クリープによる緩み

45

風化作用による緩み

第1 速度層	黄土(腐植土及び花崗岩の二次風化産物)
300-500m/s	
第2 速度層	つや風化産物の堆積
400-1,300m/s	まった岩盤
第3 速度層	風化産物(第2速度層より風化層の厚い)
1,500-2,500m/s	
第4 速度層	ほぼ新鮮な岩盤
5,100-6,000m/s	きれつ縁数
	0.39-0.15
	「速度比」
	0.87-0.92

46

応力解放による緩み

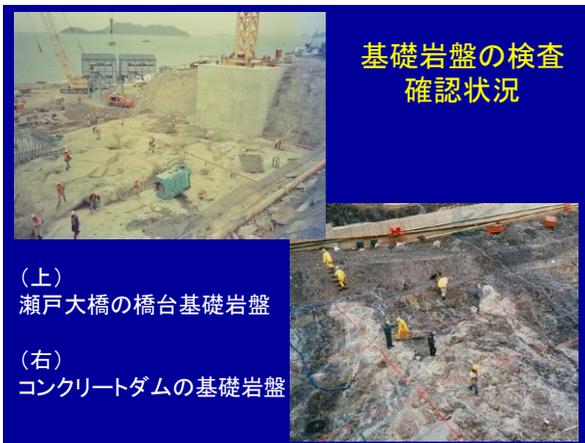
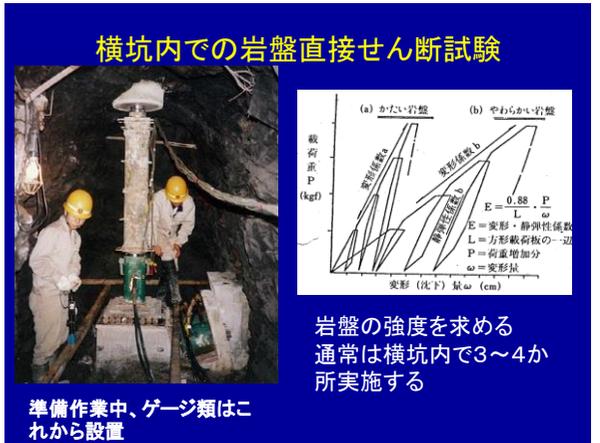
節理を利用した岩盤の浮き上がり

47

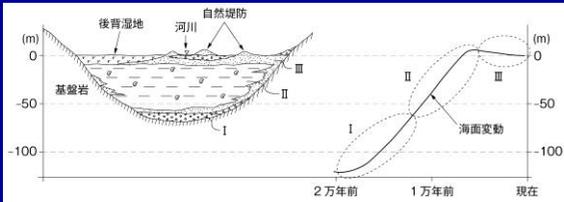
岩盤クリープによる緩み

岩盤クリープと線状凹地

48

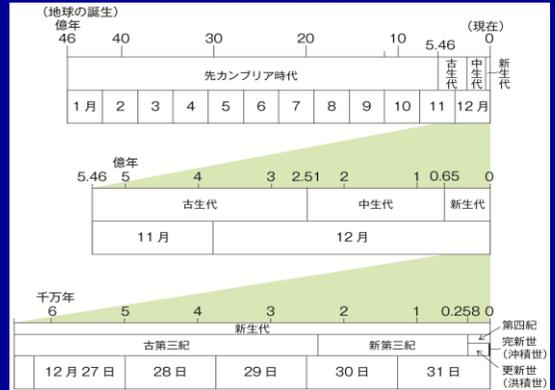


軟弱地盤(沖積層)の形成史



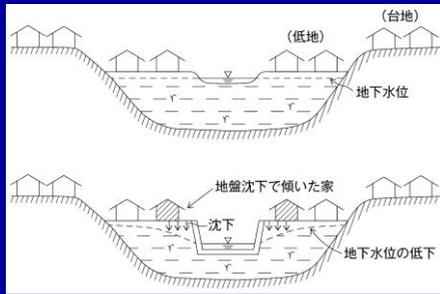
時代	区分	海面変動	断面図の位置の遷移	地質
III	現在まで (99年頃～現在)	+4～5mから下落	河川の沖下流	砂、礫、腐植土
II	縄文時代まで (1.32万年前～99年頃)	+4～5mまで急上昇	低い部	粘性土
I	氷河期の終り (27万年前～1.32万年前)	-120mから急上昇	河川の沖流	砂、礫

地球の年齢と地質年代区分



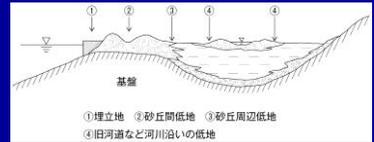
地盤沈下: 地下水位の低下や荷重増が原因

河川改修(河道掘削)に伴う地下水位低下と周辺地盤の沈下



沖積低地埋立地の地震時液状化被害

液状化被害を受けやすい地盤は右図の地形



2011年3月11日千葉県浦安市の被害



液状化→杭基礎周辺地盤沈下、戸建て住宅の傾動

液状化被害 2011年3月 東日本大震災

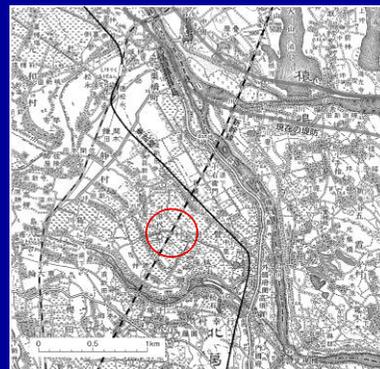
2011年3月11日千葉県浦安市の被害



埋立地の地盤の液状化と住宅の傾動



内陸部の新興住宅地での液状化被害



液状化した住宅地は旧版地形図では円で示す湿地や湿地の部分

(1:50,000地形図「幸手」明治40年測図に新幹線、東武線、現在の利根川堤防を追記)

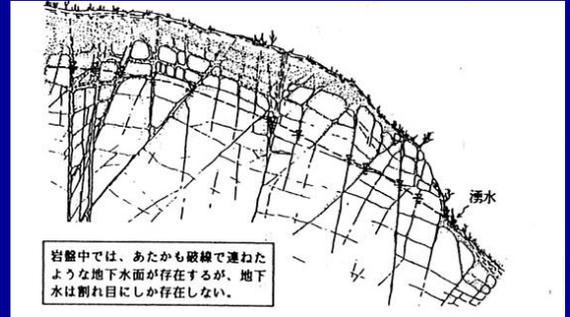


地下水位の急上昇による被害
JR武蔵野線新小平駅

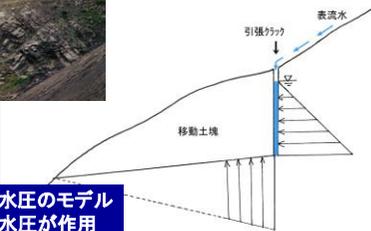
1976年完成の半地下式の駅
1991年10月台風21号の降雨724mm
→最大1.3m隆起
被災延長120m



山地の岩盤における地下水分布



地下水は層理や節理などの緩んだ割れ目に存在



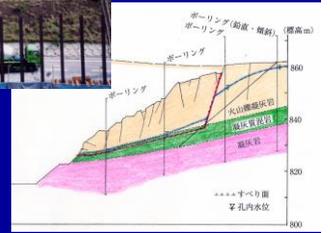
引張り亀裂に作用する水圧のモデル
わずかな水量で大きな水圧が作用

降雨後の流れ盤のり面の滑動



切土7年後の降雨時に滑動

急傾斜の割れ目(節理)の水圧で2m滑動



流れ盤のり面の滑動(続き)

切土後の応力開放→急傾斜節理の開口→水圧の作用



第9章 環境地質

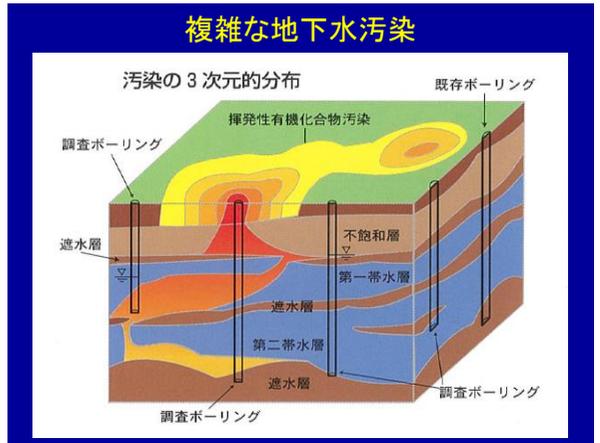
土壌汚染の顕在化

ひとごとじゃない、土壌汚染

工場跡地の億ションで

be Report

The infographic illustrates the increasing awareness of soil pollution. It features a flowchart of the process from land use to pollution, a bar chart showing the rise in soil pollution cases, and a detailed cross-section of a building on a former factory site. The site shows various layers of soil and groundwater, with labels for '調査ボーリング' (investigation borehole) and '既存ボーリング' (existing borehole). The text emphasizes that soil pollution is not just a distant problem but one that can affect residential buildings.



地下水汚染対策、処分場対策

The left side shows two diagrams: '地下水抽水びっ吸法' (groundwater pumping and suction method) and '土壌ガス吸引法' (soil gas suction method). The right side shows an aerial view of a waste disposal site with a large containment structure.

地下水のばっ気と土壌ガスの吸引 廃棄物処分場

自然由来の重金属による汚染

The diagram shows various heavy metals: 鉛 (lead), 砒素 (arsenic), 水銀 (mercury), カドミウム (cadmium), 六価クロム (hexavalent chromium), セレン (selenium), ふっ素 (fluorine), and ほう素 (boron). It explains that hexavalent chromium is found in serpentinite distribution areas and can be detected in groundwater. It also notes that natural heavy metal pollution can be detected from deep underground.

※六価クロム：鉱物中には三価が存在。蛇紋岩分布域で地下水から検出された事例があるため対象となった。

■重金属を含む範囲が、地質構造や堆積構造等に関連しています。

人為的な汚染は地表から浸透することが多い。

自然由来はいきなり深部から検出されることも。

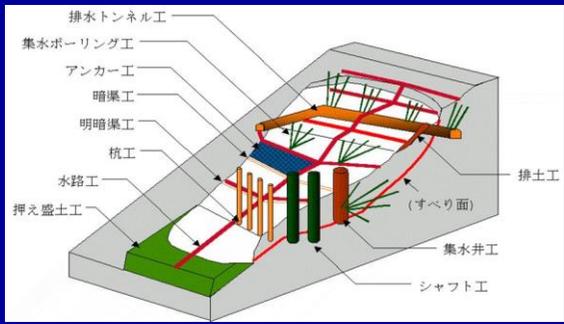
汚染土壌処理施設

The diagram shows a cross-section of a contaminated soil treatment facility. It includes labels for '覆土(最終覆土:騒音、振動、悪臭の発生防止)' (cover soil), '処理基準' (treatment standards), '排水処理設備' (wastewater treatment equipment), '保管(受入・貯蔵)設備' (storage equipment), '立札' (signpost), '水位観測井' (water level observation well), '遮水設備(壁面、床面:特定有害物質等が浸透しない構造)' (waterproofing equipment), '地盤' (ground), and '水質モニタリング' (water quality monitoring). It also lists specific standards for cover soil and wastewater treatment.

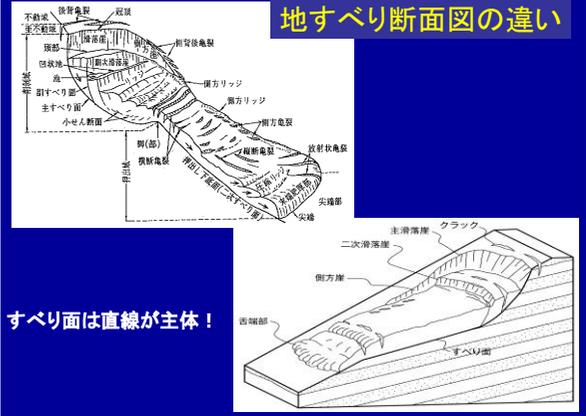
10 斜面災害の対策

- 10-1 地すべり対策
- 10-2 崩壊対策
- 10-3 落石対策
- 10-4 土石流対策
- 10-5 岩盤崩壊対策
- 10-6 総合的な対策

10-1 地すべり対策工



地すべり断面図の違い

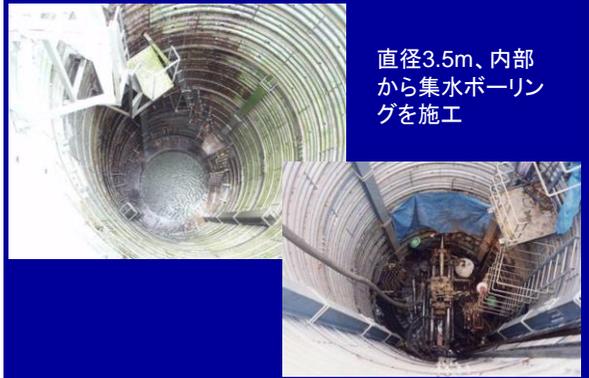


すべり面は直線が主体!

地すべり対策: 抑制工 (横孔ボーリング排水工)



地すべり対策: 抑制工 (集水井による排水工)



直径3.5m、内部から集水ボーリングを施工

地すべり対策 抑止工 (グラウンドアンカー)



地すべり対策 抑止工 (杭)



10-2 崩壊対策のり砕工

上信越自動車道のり面変状箇所対策

2009年九州自動車道斜面崩壊箇所の対策

崩壊対策のり面排水工

排水は常時には認められなくても降雨中～後にあればよい

崩壊対策工

排水と土留め工の兼用

雨水浸透による斜面崩壊のモデル実験

安定には排水対策が効果的

降雨開始 13h15' 降雨量 40mm/h

降雨開始 9h20' 降雨量 498mm/h

10-3 落石対策

予防工: ポルト・アンカー・根固め

アンカーを用いた根固め工の例 (アンカー間隔2.5m)

落石防護工: 防護柵、防護網

ポケット式防護網は支柱の位置に注意!

落石防護工: 高エネルギー柵



兵庫県県道

岐阜県国道41号



落石防護工

ロックシェッド
補強土壁



10-4 土石流対策 砂防堰堤



透過型と非透過型



透過型堰堤工(スリットダム)



阿蘇山周辺災害
2012年7月豪雨



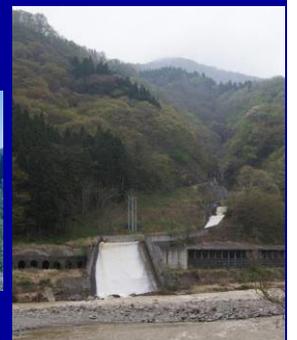
土石流対策 セル型砂防堰堤 (崩壊土砂利用)



土石流対策



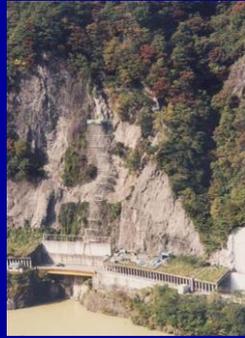
土石流を通過させる覆工



10-5 岩盤崩壊対策 グラウンドアンカー



洞門上方斜面の対策



国道156号上方斜面

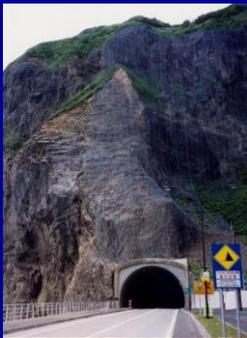
岩盤崩壊対策工 ロープ掛け工



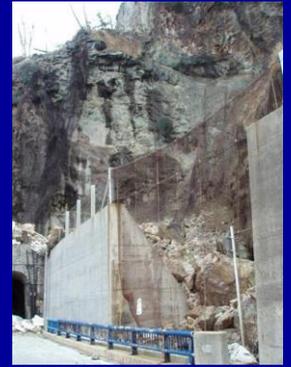
福井県の国道305号呼鳥門道路は現在、別ルートでトンネル化



岩盤崩壊対策工 不安定岩塊の除去



岩盤崩壊対策工 擁壁



岩盤崩壊対策工 根固め



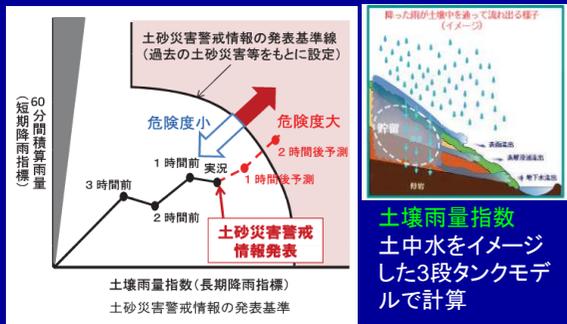
10-6 総合的な対策
ハード対策の限界→ソフト対策

ハザードマップ

- 水害関係: 洪水、内水氾濫、高潮
- 地震関係: 液状化、地震動、津波、火災
- 火山関係: 個別火山
- 土砂災害関係: 道路防災、造成地盤
- 法律: 土砂災害防止法など
- 通行規制(道路)、運転規制(鉄道)
- 警戒避難、計測監視

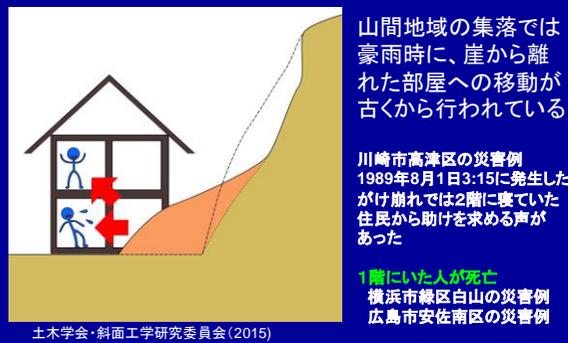
土砂災害警戒情報

土壌雨量指数と短期降雨の組み合わせで発令

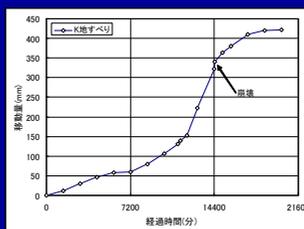


住宅内での避難

崖から離れた2階は家が倒壊しても助かりやすい



計測・監視による対策 斜面崩壊



岩盤崩壊の予測事例

国道229号第2白糸トンネル坑口の崩壊



豊浜トンネル岩盤崩落後の岩盤斜面点検

危険な岩盤斜面を抽出 (写真と略図で記録平成9年5月13日)





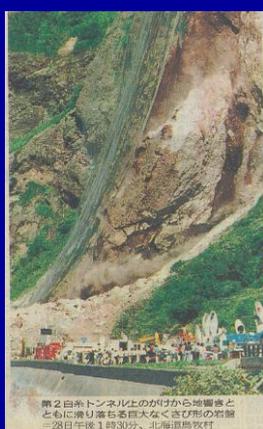
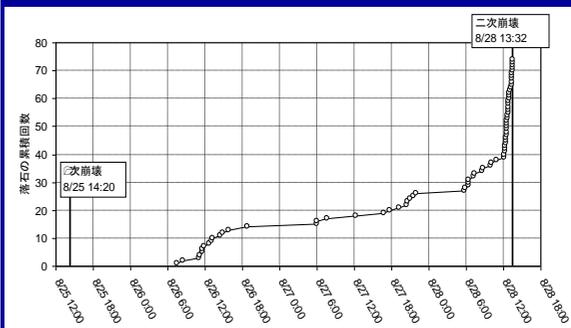
平成9年8月25日
第1回崩壊 20,000m³
被災者の捜索と二次崩壊の危険

福園輝旗(1990):移動量の変化から崩壊時刻を予測する方法(その1),地すべり技術第16巻No3

予測法の根底にあるものは、「最終破壊が起こる前に変形が加速度的に増加する」ことで、火山の噴火予知や地震の発生予知に利用されている。

ならば、
落石頻度による崩壊時刻の予知も可能だろう。
落石発生の時刻、箇所、個数の観察を続ける。

落石の累積回数による崩壊時期の予測



二次崩壊の発生時期を予測

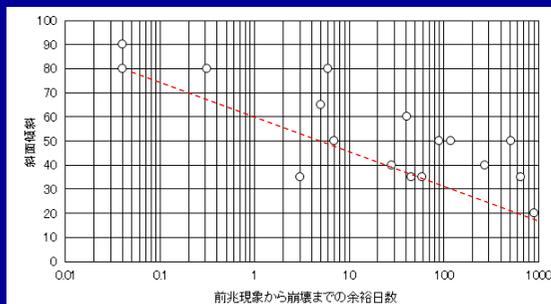
小さな落石の発生状況を観察し崩壊時刻を予測し、二次災害を防ぐ

関係者・報道人が見守る中で崩壊発生

山陽新聞1997年8月29日

崩壊の兆候から崩壊までの余裕日数

斜面傾斜が急なほど余裕時間は短い
兆候:小落石、クラックなど



終了です、お疲れ様でした

地すべり対策後の土地利用
長野県茶臼山自然動植物園
動植物園と20体以上の恐竜模型が置かれた公園

特別講義 演習問題

学 科	
学生番号	
名 前	

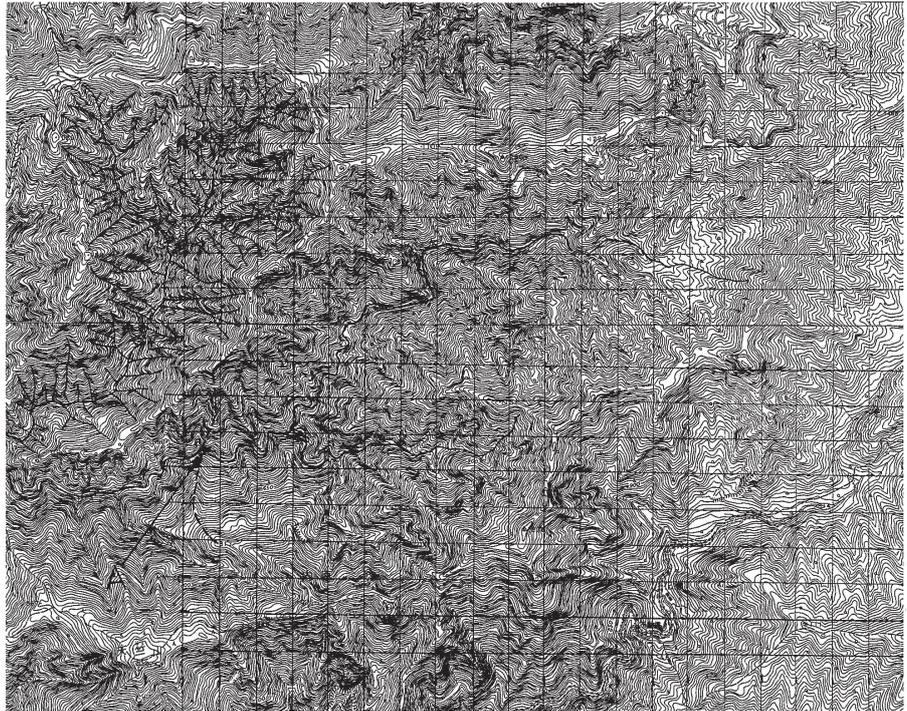
図は2011年9月4日奈良県十津川村で降雨に伴って大規模な崩壊が発生した箇所の地形図である。(地形図の縮尺は1/25,000)

崩壊発生箇所のA地点の流域について次の作業を行う。記入は鉛筆を用いること。

- (1) 図のA点の流域境界線を記入する
- (2) A点流域の水系(谷筋)を記入する
- (3) A点の流域面積を方眼法によって求める

解答 km²

- (4) 作業をして気づいたこと、または感想



(2) 地質工学

—宇田川義夫委員の場合

◎ 早稲田大学教育学部理学科地球科学専修

「地質工学」講義資料

【科目名】地質工学

【講義概要】

本科目は、早稲田大学教育学部理学科地球科学専修教室において、大学3・4年生を対象に開講されている専門選択科目（2単位）である。講義は、半期15コマ（1コマ90分）の講義と最終試験で構成されている。

受講生は理学（地球科学）系の学生であるため、工学（地盤工学）的な思考には不慣れである。このため講義では、地質工学の基礎知識の習得と工学的な思考方法を学ぶことを目的としている。

以下に講義の概要を述べる。

1. 社会と地質学

「地質学と社会のかかわり」について、トンネル・ダム・橋梁などの土木構造物に作用する外力と構造安定性について、地すべり・崩壊などの自然災害と地質学の関係について、地質工学的観点から概説する。また、地質学を活かした職業にはどのようなものがあるか紹介する。

2. 力学の単位（応力、ひずみ）

地質の工学的側面を解説するうえで、応力とひずみの概念は非常に重要である。以下の項目について解説する。

- ・力と変位、応力とひずみ
- ・力学的特性（強度・変形）
- ・せん断強度
- ・応力ベクトル・応力テンソル・主応力
- ・クリープ
- ・ポアソン比
- ・側圧係数

3. 岩石・岩盤の力学的性質

岩石と岩盤の力学的性質について理解することが地質工学の基本である。岩盤力学で使用されている「不連続面」という用語の解説と、不連続面を含んだ岩盤の力学的特性（強度・変形）の寸法効果、岩石の地質工学的区分（軟岩・中硬岩・硬岩）、軟岩のスレーキング・スウェリングについて解説する。

4. 岩石・岩盤の調査・試験法

岩石試験の種類と得られる物性値について理解することを目標とする。特に、モールの破壊包絡線の意味するところと、モール・クーロンの破壊基準式、脆性と延性、力学的異方性について理解すること。

岩盤の応力状態はモールの応力円で表すことができる。モールの応力円がモールの破壊包絡線に接した時、岩盤が破壊すると考える。直線近似したものがモール・クーロンの破壊規準であるが、土質力学の理論を岩盤に応用している。この式は岩盤の有限要素法解析（FEM）で重要な式である。

具体的な岩石・岩盤の試験法について、以下の項目について解説する。

・簡便な強度試験

岩盤の強度を簡便に求める試験として、シュミットロックハンマー試験と点載荷試験について解説する。

・岩盤等級区分

岩盤の工学的分類方法として「岩盤等級区分」について理解することを目標とする。岩盤等級区分には、電力中央研究所方式（電研式）と土木研究所方式（土研式）がある。また、電力中央研究所方式の岩盤等級に応じて、力学的物性値と対応付けがされていることを理解すること。これらの岩盤等級区分は、主にダム基礎岩盤の岩盤分類に採用されている。

・原位置岩盤試験

力学的不連続面を含む岩盤としての強度、変形特性を現地で求める試験として、原位置岩盤せん断試験と原位置変形試験について理解することを目標とする。これらの試験は、岩盤に大きな応力を及ぼす構造物、たとえばコンクリートダムや長大橋のアンカレッジ（レインボーブリッジや明石海峡大橋などの兩岸のコンクリート構造物）に適用される。

・地質調査（現地調査、ボーリング調査、調査横坑、弾性波探査、その他）

現地調査では、学生が「地学巡検」で学んでいる純理学的な地質調査と、地質工学的観点での地質調査との違いについて注意すること。地質分布に加えて、岩盤の風化変質の程度、節理などの力学的不連続面の発達程度、方向性、断層破碎帯の分布、湧水の状況など、純理学的な地質調査に加え、工学的な観察項目があることを理解すること。

ボーリング調査では、ボーリング調査とはどのようなもので、ボーリング孔を利用した試験にはどのようなものがあるのか理解すること。このボーリング調査は、ダム、トンネル、建物などの事前調査に多く用いられている。

横坑調査は、直接、トンネルを掘って地質を調査する方法である。コンクリートダムに多く用いられる地質調査方法であり、横坑内で原位置岩盤試験が実施されることもある。

弾性波探査は、トンネルに多く用いられる地質調査方法である。物理探査法の中では最もメジャーな調査法である。

その他では、地山強度比について良く理解しておくこと。これは、トンネルの調査でよく用いられている指標である。

5. 岩盤不連続面の形態

岩盤不連続面の形態について理解することを目標とする。

・ 造構応力場と岩盤割れ目系

節理、層理、片理、断層などの岩盤不連続面の形態によって、岩盤が「等方性岩盤」、「異方性岩盤」、「不均質性岩盤」に区分できることを理解すること。造構応力場と岩盤割れ目系形成の関係（アンダーソン理論）について解説する。

・ 断層破碎帯

断層破碎帯について、建設工事における問題点、断層の発達過程、断層運動に伴う割れ目系パターン（リーデルシア・スラストシア）の形成について解説する。

6. 岩盤不連続面の不均質性評価・岩盤浸透流の形態

岩盤不連続面の不均質性評価、岩盤浸透流の形態について理解することを目標とする。原位置での岩盤浸透流実験について紹介する。これらを評価する手法としての「フラクタル次元」について解説する。

7. 事例研究 地すべり災害と地質学

地すべりと崩壊について解説する。特に、地すべりと崩壊の形態の違い、地すべりの素因と誘因、地すべり地形、地すべりの動態観測の種類、地すべり対策工について解説し、地質工学が果たす役割について学ぶ。

8. 事例研究 地震災害と地質学

地震災害について解説する。特に、地震動と固有周期・共振現象、液状化現象と対策について学ぶ。

9. 事例研究 ダムと地質学

ダム建設における地質工学的課題について解説する。特に、ダムの種類と地質工学的課題、ダム基礎岩盤の地質調査法、ダム基礎岩盤に要求される工学的特性、について学ぶ。

10. 事例研究 トンネルと地質学

トンネル建設における地質工学的課題について解説する。特に、トンネルと地質工学的課題、トンネル切羽岩盤の安定性評価法について学ぶ。

11. 事例研究 環境問題と地質学

環境と地質について解説する。特に、自然由来重金属等の地質工学的課題、天然ガス爆発における地質工学的課題について学ぶ。

講義中の練習問題の一例

次の文章のカッコ内にあてはまる語句を、語句群から選べ。

土木・岩盤構造物の建設に関わる地質工学的問題点は、その構造物の（ ）および（ ）によって異なってくる。これは、構造物の形状・大きさ・利用目的などによって基礎岩盤に要求される（ ）が異なるためである。

語句群：工期、建設費、規模、種類、地質条件、工学的条件

【解答】

土木・岩盤構造物の建設に関わる地質工学的問題点は、その構造物の（種類）および（規模）によって異なってくる。これは、構造物の形状・大きさ・利用目的などによって基礎岩盤に要求される（工学的条件）が異なるためである。

【解説】

例えば、ダム（重力式コンクリートダム）の場合、基礎岩盤にはダム自重を支える「地耐力」やダム貯水池の水圧等の外力に耐える「せん断抵抗力」が必要となる。これらの大きさはダムの規模（大きさ）に比例して大きくなる。またトンネルは、掘削した時の応力解放やゆるみによる地山変形挙動が問題であるが、トンネル径の大きさに比例してそれらは大きくなる。

課題レポートの一例

以下の課題について回答せよ。

【課題】ダム基礎岩盤に要求される地質工学的特性について述べ、それらの特性を明らかにするための地質調査ならびに岩盤評価手法について述べよ。