

「地質リスク調査検討業務」 の手引き

2021年7月

一般社団法人 全国地質調査業協会連合会

「地質リスク調査検討業務」の手引き

2021年7月

一般社団法人 全国地質調査業協会連合会

はじめに

建設工事の品質を確保すると同時に建設コストの増額を抑えることが大きな命題であることは言うまでもない。ところが、それを大きく阻害するような工事中の事故・トラブルが後を絶たない。なかでも、2015年に発覚した横浜マンション事件や2016年に発生した博多駅前の道路陥没事故は、社会の大きな注目を集めた事象であったが、いずれも地質・地盤の不確実性に対する理解不足や対応が本質的な原因の一つであったと言える。

このような状況を踏まえ、国土交通省大臣官房技術調査課・国立開発研究機構土木研究所は2020年3月に「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントの運用ガイドライン」を公表した。このガイドラインは、地質や地盤が有する不確実性の影響すなわち地質・地盤リスクによる事故・トラブルの発生を最小化して安全かつ効率的に事業を進めるためのリスクマネジメントの基本的な考えを示したものである。

本手引きは、地質リスクマネジメント（＝地質・地盤リスクマネジメント）の中核の一つとなる「地質リスク調査検討業務」について、業務の発注や実施に際して重要となる事項をまとめたものである。作成にあたっては、上記ガイドラインを始めとした国土交通省の資料や地質調査業協会関連の資料を参照し、さらに業務実施経験や最近の技術動向も踏まえて取りまとめている。

地質リスク調査検討業務の主眼は、各建設段階において地質リスクを抽出・分析・評価し、対応を検討することであり、建設生産システムにおける一貫通貫のリスクマネジメントの一部として極めて重要なものである。この業務が適切に発注・実施されるよう本手引きを有効に活用して頂ければ幸いである。

目 次

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. 本手引きの概要 | 1 |
| 1.1 目的 | 1 |
| 1.2 適用範囲 | 3 |
| 1.3 用語の定義 | 4 |
| 2. 地質リスクマネジメントの基本事項 | 6 |
| 2.1 地質リスクマネジメントに関するガイドライン等の概要 | 6 |
| 2.2 適用すべき事業（業務）の選定 | 12 |
| 2.3 事業の流れと地質リスク調査検討業務 | 13 |
| 2.4 リスクコミュニケーション | 15 |
| 3. 地質リスク調査検討業務の実施方針 | 16 |
| 3.1 地質リスクマネジメントにおける地質リスク調査検討業務の役割 | 16 |
| 3.2 調査検討内容 | 21 |
| 4. 地質リスク調査検討業務の発注方法 | 32 |
| 4.1 発注方法 | 32 |
| 4.2 推奨資格 | 34 |
| 4.3 特記仕様として記載すべき内容 | 36 |
| 4.4 積算方法 | 41 |
| 5. 地質リスクアセスメント技術 | 46 |
| 5.1 地質調査、解析技術 | 46 |
| 5.2 地質リスクの見える化技術 | 51 |
| 6. 今後の課題 | 54 |
| 6.1 発注契約に関する事項 | 54 |
| 6.2 地質リスク情報に関する事項 | 56 |
| ＜参考資料＞ | |
| 1. 地質リスク発現事例 | 57 |
| 2. 地質リスク調査検討業務の発注事例 | 59 |
| 3. 地質リスク調査検討業務の報告事例 | 63 |
| 4. 推奨資格の概要 | 73 |
| 5. 地質リスクアセスメントの新技術 | 75 |
| 6. 地質リスクマネジメントのコスト縮減効果の検討例 | 86 |
| 7. 公共工事の品質確保の促進に関する法律（品確法）について | 90 |
| 8. 地質リスクマネジメントに係わる参考文献 | 93 |

1. 本手引きの概要

1.1 目的

本手引きの目的は、地質リスク調査検討業務の的確な発注と実施に資することである。そのため、業務を行ううえで必要となる基礎的な事項、業務実施の方針、業務の発注方法について説明するとともに、業務に役立つ新技術、既往の実施例などの参考資料も併せて紹介している。

地質リスクマネジメントに関してはこれまでいくつかの機関において各種の取組みが行われてきた。最近のそれらの動向と本手引きの位置づけは図 1.2 (次ページ) に示す通りである。なかでも、国土交通省大臣官房技術調査課・国立開発研究機構土木研究所が 2020 年 3 月に発表した「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」(以下、ガイドラインと称す)と国土交通省近畿地方整備局が 2021 年 3 月に発表した「地質リスク低減のための調査・設計マニュアル(案)」(以下、近畿マニュアルと称す)は、本手引きのなかでも多く引用・参照している。これらと本手引きの関係を示すと図 1.1 のようになる。本手引きは、業務の実施方法のみならず、発注に際しての積算の考え方も示している点に特徴がある。

なお、ガイドラインや近畿マニュアルは関係機関のホームページからダウンロードできるのでぜひ参照して頂きたい。

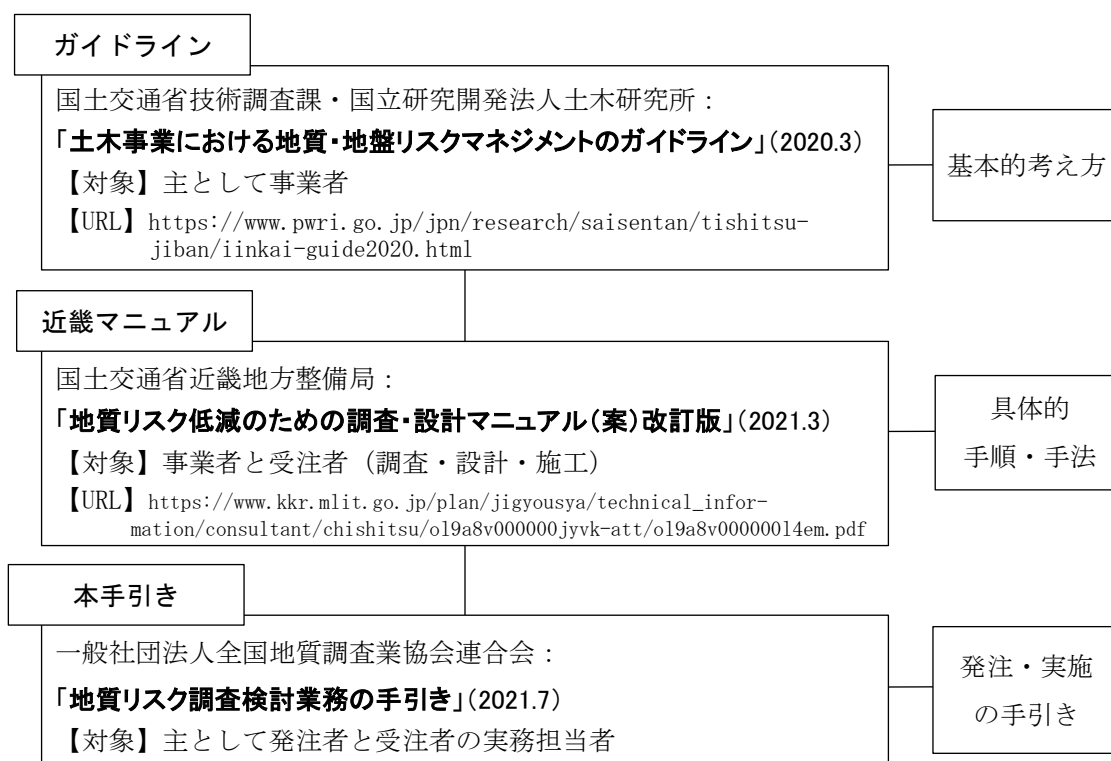


図 1.1 ガイドライン及び近畿マニュアルと本手引きの関係と役割

1.2 適用範囲

地質リスク調査検討業務が対象とする事業は、土木分野の公共事業が主ではあるが、より幅広く地質・地盤に係わる事業全般であると考えている。例えば、官民の土木事業を始め、民間の大規模プロジェクトにも有効と考えられる。

この業務を適用する段階は、構想・計画から、調査・設計、施工、維持管理に至るすべての建設段階が対象となるが、とりわけ、構想・計画段階等の事業初期段階から地質リスク調査検討業務を適用することの効果は大きい。すなわち、事業初期段階から地質リスクを抽出し、予め危険な箇所を回避・もしくは対処法を決定しておくことは、手戻りのない事業推進に大きな効果を発揮する。また、事業進捗に応じて地質リスクの状況を追加された情報も踏まえ見直すことにより適切な設計・施工が可能になり、事故やコスト増大等の事業リスクを最小限に抑えることが可能になる。

地質リスク調査検討業務の発注実績では、事業化後の段階における適用が大半であるが、事業化前の構想・計画段階から継続的に発注され、地質リスクを事業リスクとしてとらえ、的確に対処している事例もある（参考資料－2参照）。

なお、地質リスク調査検討業務は、ある事業段階で1回実施すれば良いというものではなく、事業の進捗に併せて実施される一般の地質調査等で得られた地質情報に基づき、総合的な視点で繰り返し見直し実施していくことが重要である。例えば道路事業においては、基本計画段階で事業化決定前の道路予備設計(A)段階、事業化決定後の道路予備設計(B)段階、さらに道路詳細設計段階を対象に3段階実施されている事例もみられる（参考資料－3参照）。重要な視点は、地質情報は不確実性を有するものであるということと、不確実性の程度は調査の進展や事業計画の熟度によって変化するというを理解しておくことである。

本手引きに示す地質リスク調査検討業務は、地質・地盤を取り扱うすべての事業に適用可能と考えられるが、これまでの発注実績からみると、道路事業（特に新設）への適用が極めて多い（参考資料－2参照）。そのため、本手引きにおいては道路を主体とした記述が中心になっているが、その主旨はすべての事業に通じると考えられるので、必要に応じて読み替えて他分野へ適用いただきたい。

1.3 用語の定義

地質リスク（あるいは地質・地盤リスク）は、各機関で表 1.1 のように定義されている。分かりやすく言えば、地質リスクは建設事業に焦点を当て、地質、地盤、地下水などに係る不確実性（ばらつきや情報不足）がその建設コストや安全性に及ぼす影響のことである。

地質リスクという用語は、ガイドラインにおいては地質・地盤リスクと呼ばれている。また、地盤工学会では地盤リスクと呼ばれることが多い。これらは、地質工学や地盤工学のどちらの（あるいは両者の）観点に基づくかの違いであると考えられる。全国地質調査業協会連合会（以下、全地連）では、両者を包含した広義の捉え方から地質リスクという表現を従来から用いているため、本手引きにおいてはそれを踏襲して地質リスクという用語を用いている。

本手引きで用いる用語の定義を表 1.2 に示す。この表では参考のためにガイドライン及び近畿マニュアルで用いている用語の対比も行っている。

表 1.1 地質リスクの定義の比較

| | |
|--------------|--|
| ガイドライン | 当該事業の目的に対する地質・地盤に関わる不確実性の影響。計画や想定との乖離によって生じる影響（ISO31000 の考え方を適用） |
| 地質リスク学会(全地連) | 地質に関する事業リスク(特に事業コスト損失とその不確実性) |
| 近畿マニュアル | 事業のコスト増大や工期の延長等に結びつく可能性のある地形・地質や地下水、地盤等に起因する事業リスク |
| ISO31000 | (リスクの定義) 目的に対する不確かさの影響 |

表 1.2 用語の定義

| 本手引きで使用する用語 | ガイドラインにおける用語 | 近畿マニュアルにおける用語 | 定義 |
|-------------------|----------------|---------------|---|
| 地質リスク | 地質・地盤リスク | 地質リスク | 地質に関する事業リスク。特に事業コスト損失とその不確実性。 |
| 地質リスクマネジメント | 地質・地盤リスクマネジメント | 地質リスクマネジメント | 事業における地質リスクを抽出、分析・評価し、最適な対応を実施する継続的なプロセス。また、そのための組織・仕組みを構築・運用し、事業の進捗等に応じて改善していくための活動。 |
| 地質リスク要因 | リスク要因 | 地質リスク要因 | 不確実性(ばらつき)を有している地質条件。地質境界の分布などの(幾何学的)不確実性、地盤強度など工学的特性の不確実性、断層の有無など在否の不確実性等を伴う地質・地盤的な素因。 |
| 不確実性 | 不確実性 | 不確実性 | 地質リスクを要因とする事象、その結果又はその起こりやすさに関する情報、理解又は知識が、たとえ部分的にでも欠落している状態。地質・地盤条件の情報不足、推定・想定との乖離。 |
| リスクコミュニケーション | コミュニケーション及び協議 | リスクコミュニケーション | 地質リスク情報の提供、共有または取得、及び内部外部の関係者との対話を行うために、継続的かつ繰り返し行うプロセス。リスクコミュニケーションのための協議を三者会議(合同調整会議)とする。 |
| 地質リスク調査検討 | リスクアセスメント | 地質リスク検討 | 地質リスク対応方針検討、地質リスク情報抽出、地質リスク現地踏査、地質リスク解析及び地質リスク対応の検討の一連のプロセス。 |
| 地質リスク情報抽出 | リスク特定 | 地質リスク特定 | 空中写真判読等に基づく地形解析や文献資料調査(地形図、地質図、地盤情報データベース、既往地質調査報告書等)に基づき地質リスクを発見、認識及び記述するプロセス。 |
| 地質リスク現地踏査 | — | — | 地質リスク情報抽出により得られた地質リスク情報を現地確認し、事業段階に応じた尺度の地形図を用いた地表地質踏査を実施するプロセス。 |
| 地質リスク解析 | — | — | 地質リスクを抽出し、地質リスク基準(リスクランク)や地質リスク管理表を作成する一連のプロセス。 |
| 地質リスク分析・評価 | リスク分析 | 地質リスク分析 | 地質リスク要因と当該事項や構造物の特性を踏まえて、結果(影響度合い)と起こりやすさ(発生確率)とを分析し(リスク分析)、それに基づき地質リスクランク(地質リスク基準)を設定するプロセス。 |
| | リスク評価 | 地質リスク評価 | |
| 地質リスクランク(地質リスク基準) | リスクレベル | 地質リスクランク | 地質リスクの重要度や対応優先度決定のため、結果(影響度合い)とその起こりやすさ(発生確率)の組み合わせとして表されるリスクスコア(リスク程度)の大きさをランクづけしたもの。 |
| 地質リスク対応 | リスク対応 | 地質リスク対応方針 | 地質リスクに対する対応を決定するプロセス。地質リスクランクに応じた保有、低減、回避等の対応策の選定と実施。 |
| リスク管理表(登録票) | — | 地質リスク管理票 | 抽出された地質リスク要因毎に、その内容、リスクスコア、地質リスクランク、分析結果などを整理したもの。 |
| リスク管理表(措置計画表) | — | — | 抽出された地質リスク要因毎に、分析・評価結果概要、対応方針の検討結果、後続調査計画などを整理したもの。 |

(注) 用語の定義の一部は、ガイドライン及び近畿マニュアルを引用している。

2. 地質リスクマネジメントの基本事項

2.1 地質リスクマネジメントに関するガイドライン等の概要

本節では、先述したガイドライン並びに近畿マニュアルに基づき地質リスクマネジメントの全体像を示す。なお、本手引きにおける「地質リスク」はガイドラインにおいて「地質・地盤リスク」と表現されていることに留意して頂きたい。ただし、引用した図表ではその表現をそのまま用いているので注意が必要である。

2.1.1 地質リスクマネジメントの基本的な考え

ガイドラインは、福岡市で発生した道路陥没事故などを踏まえてとりまとめられた答申「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」を受けて作成されたものである。

このガイドラインは、以下の基本的な考え方に基づいて構成されている。

- (1) 土木事業における地質・地盤の不確実性の影響は重大な課題であること
- (2) 地質の不確実性の取り扱いを各事業段階で適切に実施すること
- (3) 地質リスクマネジメント(ガイドラインでは地質・地盤リスクマネジメント、以下同様)を実施する必要性があること
- (4) 地質リスクマネジメントを導入するにあたり以下の留意点があること
 - 1) 適切な体制を構築する
 - 2) 全ての関係者間の連携体制 (ONE-TEAM) を構築する
 - 3) リスクマネジメントを不断に実施する
 - 4) 質の高いリスクアセスメント及びリスク対応を実施する

2.1.2 地質リスクマネジメントの流れ

ガイドラインはISO 31000 (リスクマネジメントー指針) に即した形でとりまとめられており、地質リスクマネジメントは図2.1に示すプロセスで実施される。主な流れは、リスクマネジメントの計画 (②)、リスクアセスメント (③)、リスク対応 (④) であり、これらは独立したものではなく、全ての過程で内部や外部の関係者とのコミュニケーション及び協議 (①) を実施し、同時にリスクやプロセスの状況についてモニタリングとレビューを行いながらその機能を継続的に改善 (⑤) するものとなっている。

また、図2.2はガイドラインにおいて地質リスクに関する情報の引き継ぎのイメージとして示されており、調査から設計、設計から施工、施工から維持管理に至る事業の流れに応じたリスク対応について従来の業務のながれと対比してまとめられている。この図では、残存リスクを次の事業段階に引き継ぎ対応して行く流れとなっている。

近畿マニュアルでは、各事業段階で図2.3の下図に示されたように、リスク措置計画の実施、地質リスク検討、リスクコミュニケーション、申し送りのサイクルにより地質リスクを低減することを明確にしている。

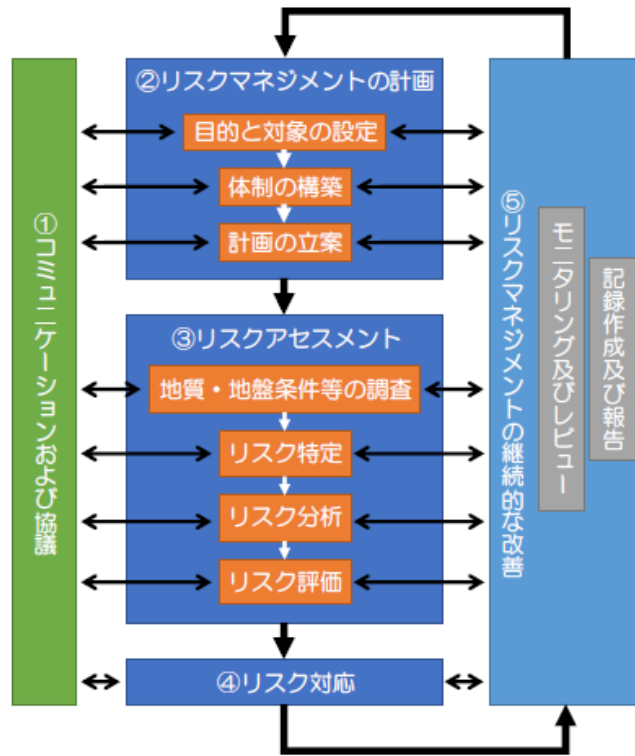


図 2.1 地質リスクマネジメントのプロセス

(ISO 31000 のリスクマネジメントプロセスを一部改変) (ガイドライン p. 27 より引用)

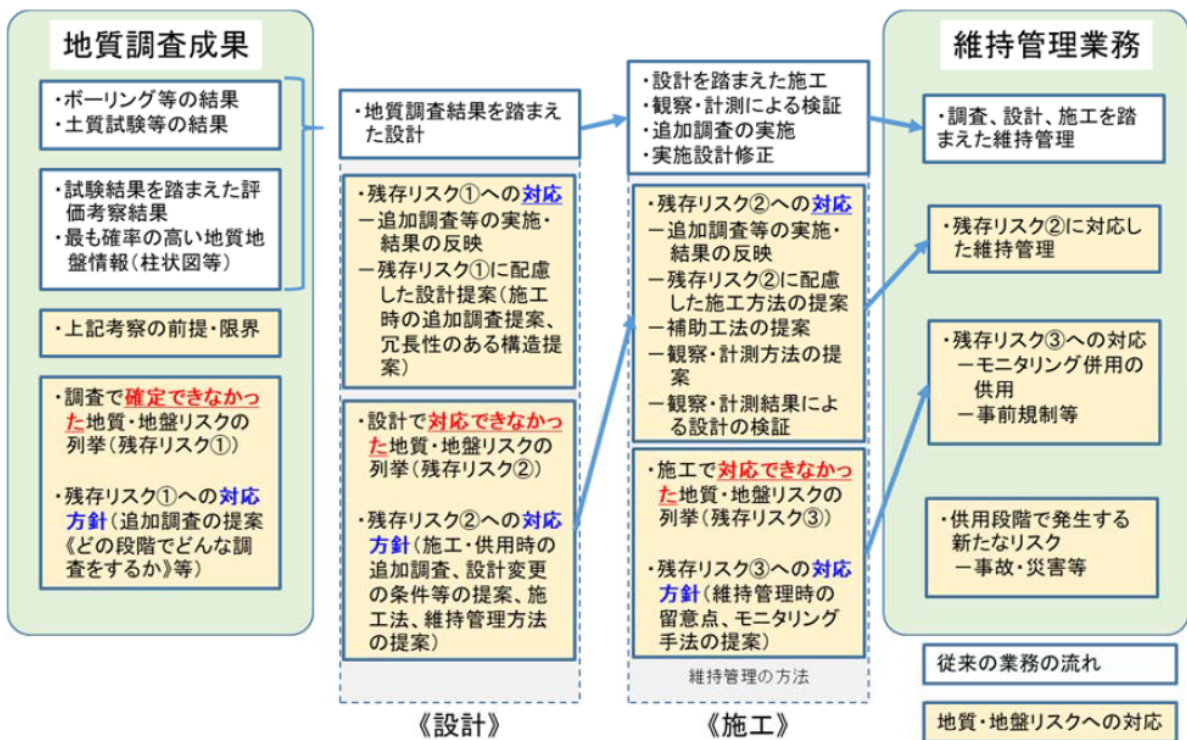
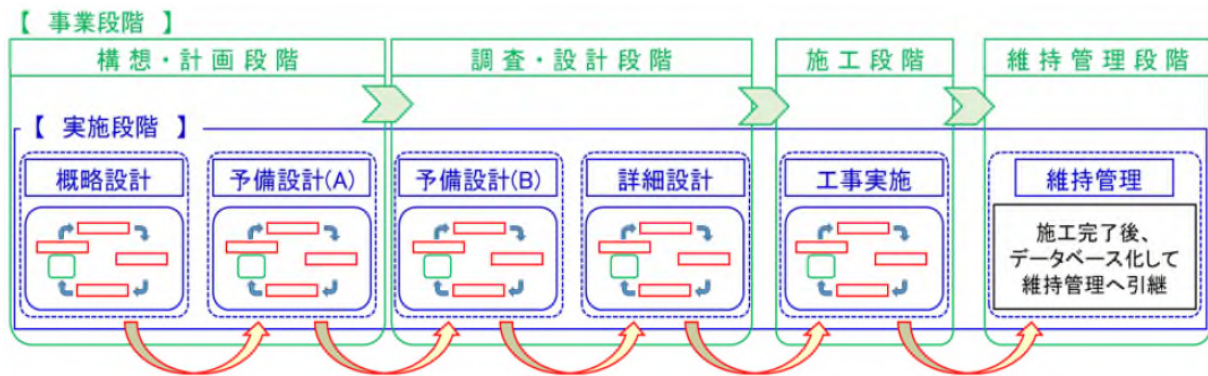


図 2.2 地質リスクに関する情報の引き継ぎのイメージ

(ガイドライン p. 23 より引用)



※ 各実施段階において、＜地質リスクマネジメントのサイクル＞を実施

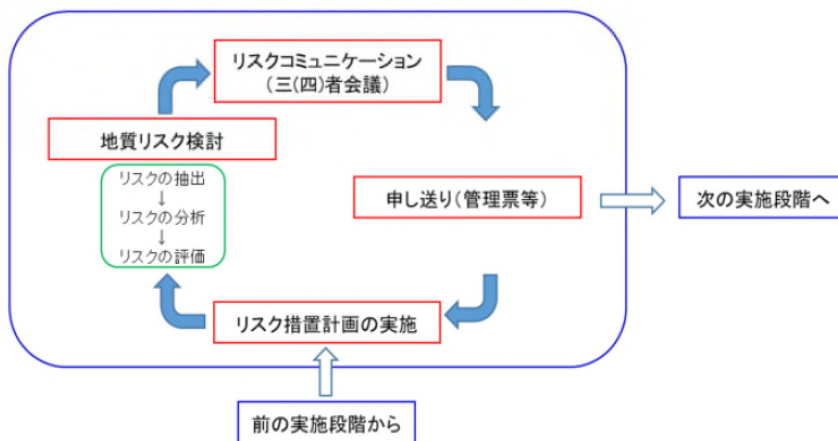


図 2.3 地質リスクマネジメントの体系図

(近畿マニュアル p.6 より引用)

2.1.3 地質リスクマネジメントの体制

地質リスクマネジメントを実施するにあたり、ガイドラインでは表 2.1 に示す関係者を示している。この表の中で地質リスクマネジメントにおいて特徴的なプレーヤーは、地質・地盤リスクマネージャー、地質・地盤リスクサブマネージャー、地質・地盤リスクアドバイザーである。なお、これらのプレーヤーの名称についてはガイドラインの表記を踏襲している。

(1) 地質・地盤リスクマネージャー

地質・地盤リスクマネージャーは、地質リスクマネジメントの全体を統括し、一定の責任を有する。土木技術、地質・地盤およびリスクマネジメントの専門知識を有する者が望ましいが、不在の場合は、地質・地盤リスクサブマネージャーを置くことが望ましい。

(2) 地質・地盤リスクサブマネージャー

地質・地盤リスクサブマネージャーを事業者以外に求める場合は以下を参考にする。

- 1) 技術者個人への依頼や契約（詳細は 6 章を参照のこと）
- 2) 技術支援業務等による組織への委託
- 3) 技術士のうち地質・地盤に関する分野の資格を有するもの
- 4) 応用地形判読士、地質リスク・エンジニア (GRE)、地盤品質判定士等
- 5) 地質リスクに対して十分な知見を有する者（大学、公的研究機関の研究者等）

(3) 地質・地盤リスクアドバイザー

地質・地盤リスクアドバイザーは、次の資格等を有することが望まれている。

- 1) 技術士のうち地質・地盤、設計・施工等に関する分野
- 2) 応用地形判読士、地質リスク・エンジニア (GRE)、地盤品質判定士等
- 3) 地質・地盤リスク、設計・施工等に対して十分な知見を有する者 (大学、公的研究機関の研究者等)

このように、地質・地盤リスクサブマネージャー、地質・地盤リスクアドバイザーにおいては、技術士、応用地形判読士、地質リスク・エンジニア (GRE)、地盤品質判定士の活用が示されている。

本手引が対象とする地質リスク調査検討業務は、表 2.1 における地質・地盤技術者が担当する委託業務という位置づけとなる。

表 2.1 ガイドラインにおける地質・地盤リスクマネジメント関係者の構成の例

| 関係者 | 役割 |
|------------------|---|
| 事業者 | 事業の実施、地質調査等の計画・管理、リスク対応の実施にあたっての意思決定を行う者。 |
| 地質・地盤リスクマネージャー | 事業者の中で地質・地盤リスクマネジメント全体を統括する責任者。 |
| 地質・地盤リスクサブマネージャー | 地質・地盤リスクマネージャーが行うリスクマネジメントの運用を補佐する者。 |
| 地質・地盤リスクアドバイザー | 専門的な立場で地質・地盤リスクマネージャーやリスクマネジメントの運用を支援する専門技術者。 |
| 地質・地盤技術者 | 地質・地盤に関わる調査・解析を行う者。 |
| 設計技術者 | 構造物等の設計を行う者。 |
| 施工技術者 | 設計資料を基に構造物等の施工を行う者。 |
| 点検技術者 | 構造物の維持管理における点検を行う者。 |

(ガイドライン p. 43 に一部加筆)

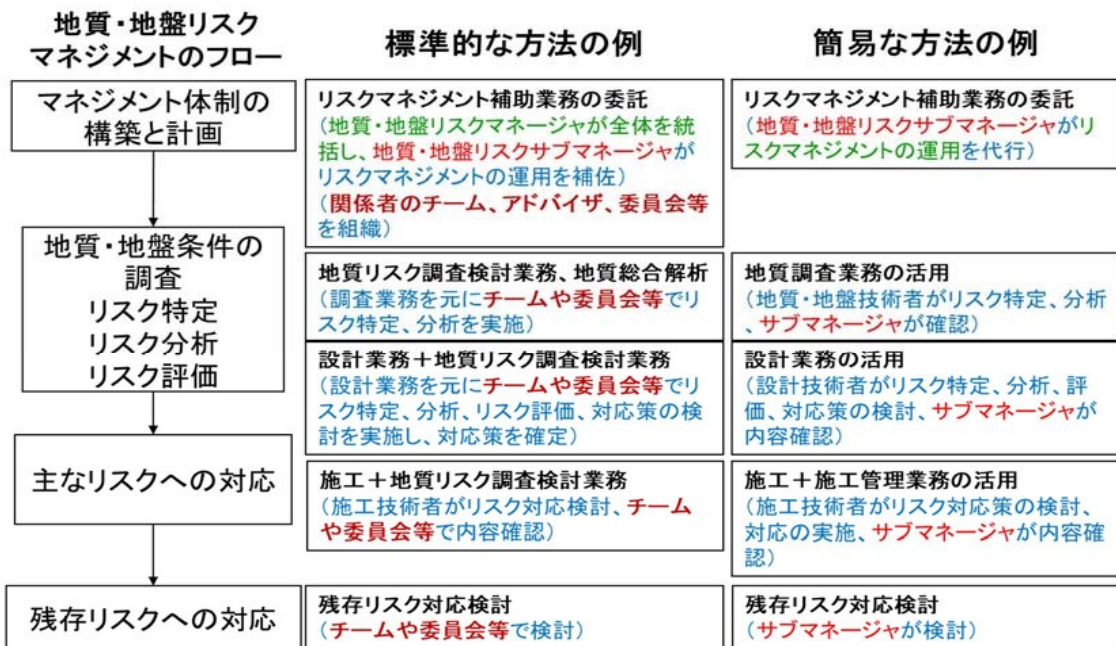
2.1.4 地質リスクマネジメントにおける地質リスク調査検討

ガイドラインにおいて地質リスクマネジメント実施方法のイメージを示したものが図 2.4 であり、この図の左側のフローが図 2.1 の中央に該当し、「地質・地盤条件の調査」～「主なリスクへの対応」が地質リスク調査検討 (ガイドラインではリスクアセスメント) にあたる。また、図 2.4 の中央の「標準的な方法の例」のフローでは、地質・地盤リスクマネージャーが全体を統括し、地質リスク調査検討業務などが実施される。一方、「簡易な方法の例」では、地質・地盤リスクサブマネージャーが運用を代行し、一般の地質調査業務においてリスク特定、分析、評価を行うことが示されており、想定されるリスクが小さい時などの場合に適している。しかしながら、簡易な方法に関しては、その具体的方法や積算の考え方など今後の検討課題である。

近畿マニュアルでは、地質リスク検討の流れ (特に地質リスクの抽出、分析、評価) ならびに地質リスクへの対応方針が図 2.5 に示すように詳細に示されている。

なお、表 2.2 はガイドラインにおいてリスクアセスメントとして記載されている地質リス

ク調査検討で整理する内容をまとめた。なお、ガイドライン本文では成果をまとめる具体的な帳票等は例示されていないが、近畿マニュアルでは、地質リスク管理表、地質リスク管理個表などが例示されている。



注：三者会議(三者会議への地質・地盤技術者の参画)、リスクマネジメント会議はいずれの場合も実施

図 2.4 地質リスクマネジメント実施方法のイメージ
(ガイドライン p. 35 より引用)

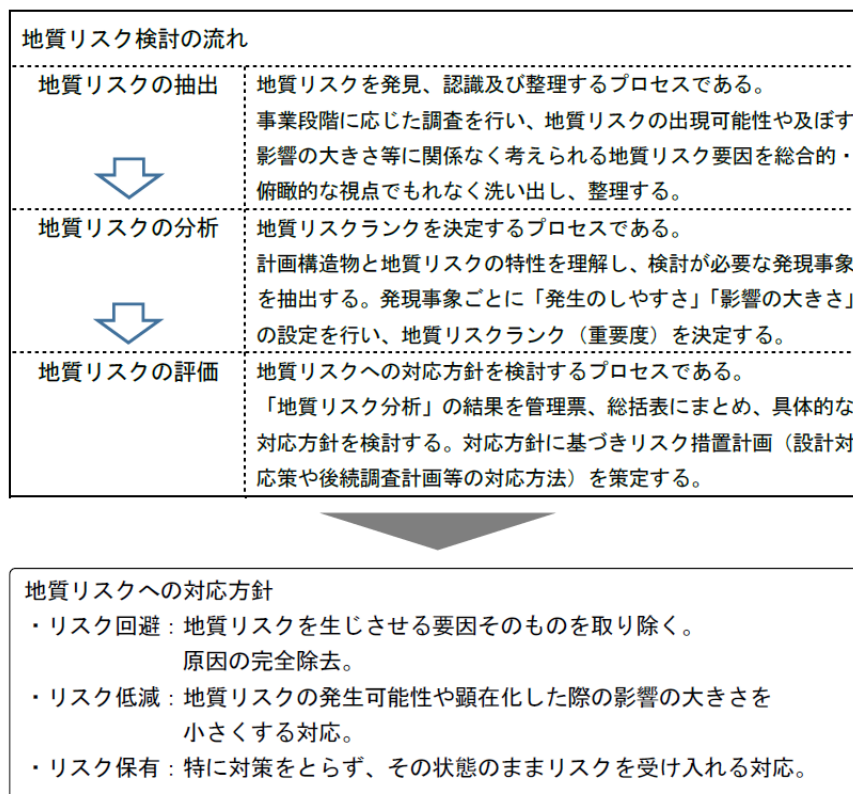


図 2.5 地質リスク検討の流れ
(近畿マニュアル p. 8 より引用)

表 2.2 ガイドラインにおけるリスクアセスメントで整理する内容

(ガイドラインにもとづき作成)

| 整理する内容 | リスク特定 | リスク分析 | リスク評価 |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| リスクの項目 | ○ | ○ | ○ |
| リスクの位置や範囲 | ○ | ○ | ○ |
| リスクの内容 (要因、素因や誘因等) | ○ | ○ | ○ |
| 結果の大きさとその根拠 | | ○ | ○ |
| 起こりやすさとその根拠 | | ○ | ○ |
| 評価の結果の整理 | | | ○ |

○：実施

2.1.5 ガイドライン等における地質リスク調査検討業務の位置づけ

ガイドラインにおいては、図 2.4 の「標準的な方法の例」で地質リスク調査検討業務を用いることが記述されており、地質リスク調査検討業務がガイドラインにおけるリスクアセスメントの中心的な役割を果たすことになる。また、地質リスク調査検討業務では、リスク特定、リスク分析、リスク評価、リスク対応を検討することが主な内容であり、一般の地質調査業務との違いはリスクに関する事項を取り扱うことである。

また、近畿マニュアルでは、5 章以降に道路事業に特化した地質リスクマネジメントの方法が詳述されており、地質リスク検討の内容が記載されている。

なお、道路事業以外の公共事業等においても、基本的に構想・計画、調査・設計、施工、維持管理と事業が進むことから、地質リスクマネジメントの実施にあたっては、地質リスク調査検討業務の実施が効果的である。

2.2 適用すべき事業（業務）の選定

地質リスクは、土木事業をはじめ地盤に接する事業の構想・計画、調査・設計、施工、維持管理にわたるすべての段階に存在する一方で、事業の規模や種類によって影響度も異なる。そのため、地質リスクが経済的に大きな影響を及ぼすことが想定される以下の事業については、初期段階から率先的に適用することが望ましい。

- 一定以上の延長や道路等の建設計画（場合によっては目安の数値を示す）
- 大規模な掘削や地形改変を伴う事業
- 周辺に様々な施設が近接する事業
- 地下水に影響を与える可能性がある事業
- 自然由来の重金属等を含む可能性がある地質の箇所での事業
- 地すべり、崩壊、土石流等の災害危険箇所での事業
- 軟弱地盤、液状化しやすい地層等の脆弱な地盤の箇所での事業
- 近隣の同種事業で地質に起因した工事変更があった事業

（ガイドライン p. 39 に一部加筆）

また、事業の途中段階であったとしても、周辺や同類の地形や地質で地質リスクが発現した場合などは、その後、進行する事業全体の地質リスクに対する影響を低減できる可能性があるため、必要に応じて遡って地質リスク調査検討を実施する。

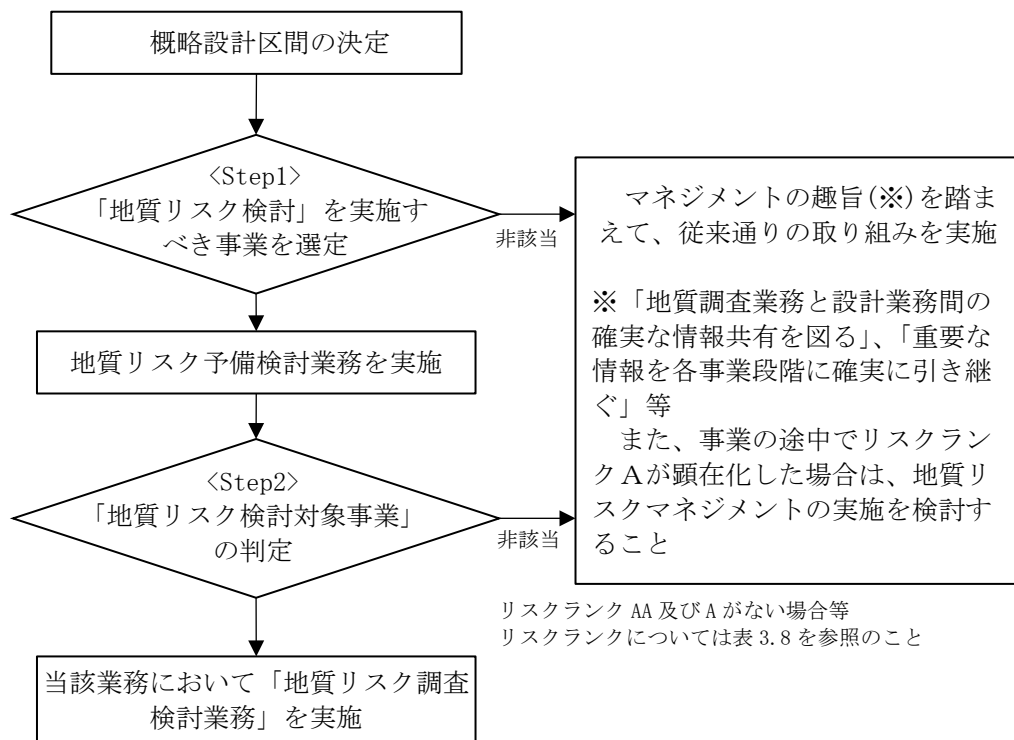


図 2.6 地質リスクマネジメントを実施すべき事業の選定フロー

（近畿マニュアル p. 19 に一部加筆）

2.3 事業の流れと地質リスク調査検討業務

地質リスク調査検討業務の主な内容は、地質リスクに対する調査検討とそのリスクコミュニケーションを行うことである。

地質リスクの検討とは、対象事業の構想から維持管理の各段階で得られた各種情報をもとに地質リスクを抽出・分析・評価し、地質リスクへの対応方針を決定することである。

リスクコミュニケーションとは、事業管理者、地質技術者、設計技術者及び施工業者などの事業関係者が情報を共有し、リスクへの対応方針に三者会議（合同調整会議）等を活用して次の事業段階へ引き継ぎを行うことである。

地質リスク調査検討業務の目的は、事業の様々な段階で発現する恐れのある地質リスクに対処し、事業全体のコストの増大や甚大な事故を回避することである。したがって、事業段階ごとに地質リスクについて新たな知見を取り入れつつ、リスク評価を更新し、残存リスクと対応方法に関する情報を次の段階に引き継ぐことが重要となる。

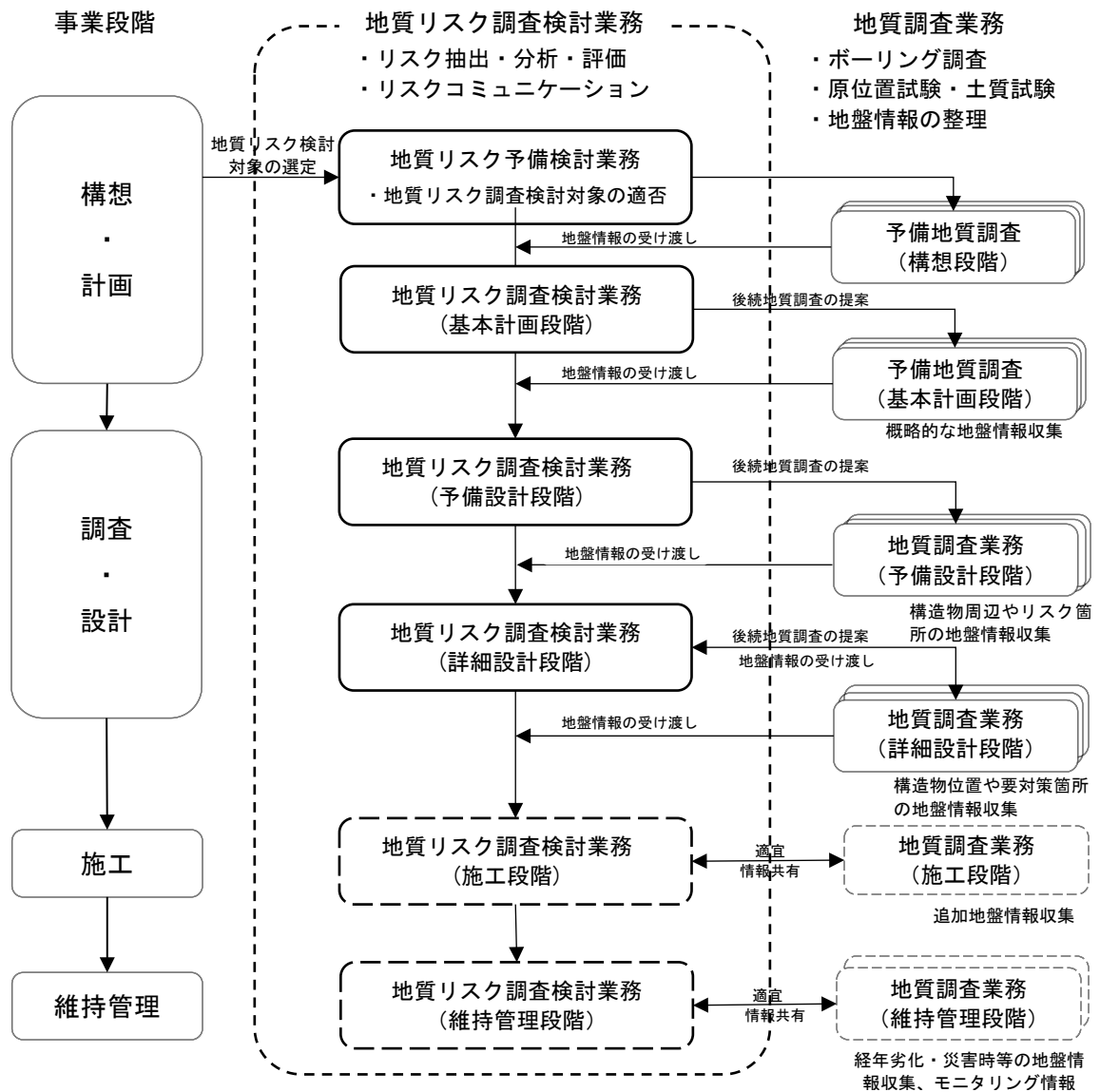


図 2.7 事業の流れと地質リスク調査検討業務の位置づけ

さらに、地質リスクの検討は、図 2.7 で示したように地質リスク調査検討対象の適否を判断する地質リスク予備検討業務と、地質調査結果をもとに地質リスクの抽出・分析・評価およびリスク対応を検討する地質リスク調査検討業務に大別される。

地質リスク予備検討業務は、構想・計画段階において文献や地形判読等の限られた情報から机上調査等により重大な地質リスクの有無を検討し、事業計画の大幅な見直しの必要性の有無や以降の事業段階で地質リスク調査検討業務の実施の必要性を判断し、必要に応じて適切な調査計画を立案するものである。

一方、地質リスク調査検討業務は、事業の構想・計画、調査・設計、(施工・維持管理)の各段階の開始時期のほか、段階内でも地質調査等により追加情報がある程度増えた時点毎に、前段階から引き継がれた地質リスクに対する情報に新たに実施された地質調査業務の成果を加えて、地質リスクの抽出・分析・評価の精度向上を図り、更新および次の事業段階に引き継ぎをするものである。

なお、別途実施される地質調査業務は、地質リスク調査検討業務で計画された後続調査計画に基づき実施されるものであり、その結果は地質リスク調査検討業務にフィードバックされるものである。

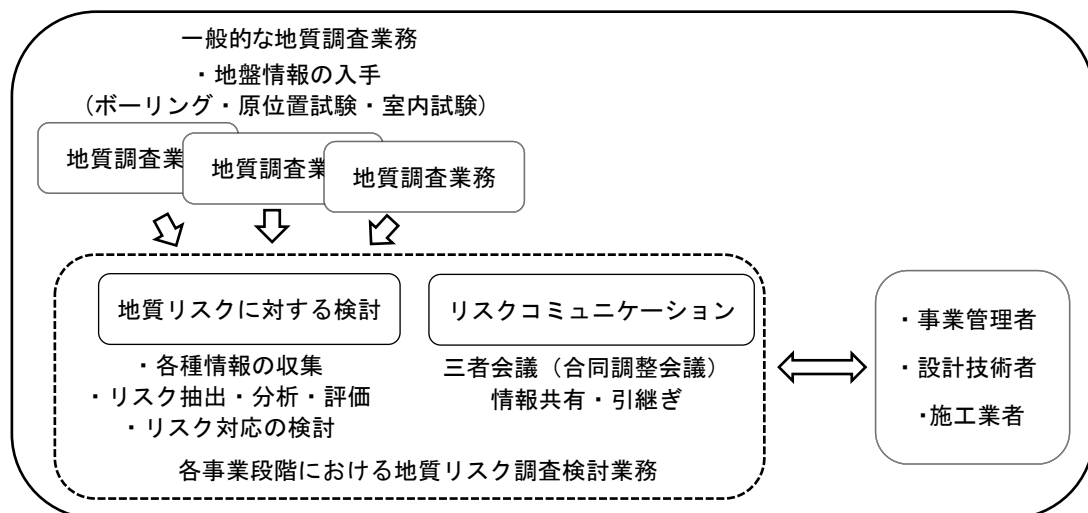


図 2.8 地質リスク調査検討業務の役割と一般の地質調査業務の関係

2.4 リスクコミュニケーション

地質リスク調査検討業務は、地質調査業務等によって得られた地質・地盤情報から地質リスク要因の抽出・現地踏査・解析・対応策の検討を行い、とりまとめとして地質リスク管理表や地質リスク対応表作成、後続調査計画の策定を行う。また情報の共有と次工程への引き渡しを行うために、事業管理者、地質技術者、設計技術者及び施工業者などの関係機関と三者会議（合同調整会議）によってリスクコミュニケーションを行うことである。

なお、地質リスク調査検討業務は、事業段階によって得られる情報に制限があるため、各段階でその精度向上及び地質リスクの見直し・更新を図ることが求められる。そのため、各段階で更新された最新の知見をリスクコミュニケーションによって共有し、さらに地質リスクマネジメントとして次の段階に引き継ぐことが重要な工程であり、地質リスクマネジメントは基本的に各事業段階または地質調査データが集約された段階毎に実施することが望まれる。

表 2.3 地質・地盤技術者を参画させる三者会議（合同調整会議）を実施すべき業務の目安

| 事業区分（注） | | A | B |
|---------------------|-------------------------|------------------------------|------------|
| 評価区分 | | | |
| 地質リスク調査検討業務が実施されている | | 実施する | |
| 事前に実施された地質調査報告書がある | 次段階に引き継ぐべき地質リスクが明記されている | 実施する | |
| | 地質リスクの存在は不明 | 実施する | 必要に応じて実施する |
| 地質調査業務が実施されていない | | 地質調査の要否を検討する （有識者・全地連を活用） | |

（注） 事業区分の内容

| 事業区分 | 事業の内容 |
|------|---|
| A | 以下の事業のいずれかに該当する <ul style="list-style-type: none"> • 一定以上の延長や道路等の建設計画（場合によっては目安の数値を示す） • 大規模な掘削や地形改変を伴う事業 • 周辺に様々な施設が近接する事業 • 地下水に影響を与える可能性がある事業 • 自然由来の重金属等を含む可能性がある地質の箇所での事業 • 地すべり、崩壊、土石流等の災害危険箇所での事業 • 軟弱地盤、液状化しやすい地層等の脆弱な地盤の箇所での事業 • 近隣の同種事業で地質に起因した工事変更があった事業 |
| B | 上記以外の事業 |

3. 地質リスク調査検討業務の実施方針

3.1 地質リスクマネジメントにおける地質リスク調査検討業務の役割

3.1.1 各事業段階の地質リスクマネジメントのポイントと地質リスク調査検討業務

地質リスクマネジメントは、事業の各段階において利用可能な情報および追加調査等によって取得される情報を基に地質リスクを評価し、最も適切なリスク対応を決定するプロセスであり、事業段階や各工程で継続的に実施することが基本である。

■地質リスクマネジメントの基本方針

- ・ 構想・計画、調査・設計、施工、維持管理の各段階に応じて、地質・地盤リスクとその特性を正しく把握し、最も適切なタイミングで対応するという考え方が重要である。
- ・ 地質・地盤リスクを明示・評価し、対応方針を決定する仕組みが「地質・地盤リスクマネジメント」である。
- ・ 地質・地盤リスクマネジメントのポイントは事業の各段階や工程において利用可能な情報及び必要に応じて追加調査等によって取得される情報を基に、地質・地盤リスクとその特性を正しく把握する。
- ・ 把握したリスクの特性に応じて最も適切な事業段階や工程で対応することが基本である。
- ・ リスクマネジメントの継続的な実施は、どの段階でリスクに対応することが最適かを考慮して、組織や体制の見直しを含めてリスクへの対応方法を継続的に検討する必要がある。

(ガイドライン pp. 20-33 参照)

こうした地質リスクマネジメントのサイクルを継続的かつ効果的に運用するためには、事業段階に応じた地質リスク調査検討業務の実施が有効となる(2.3節参照のこと)。地質リスク調査検討業務をリスクマネジメントのプラットフォームとして、事業者、調査者、設計者および施工者がワンチームとなることで、事業の効率的な実施および安全性の向上の達成が可能となる(図3.1)。

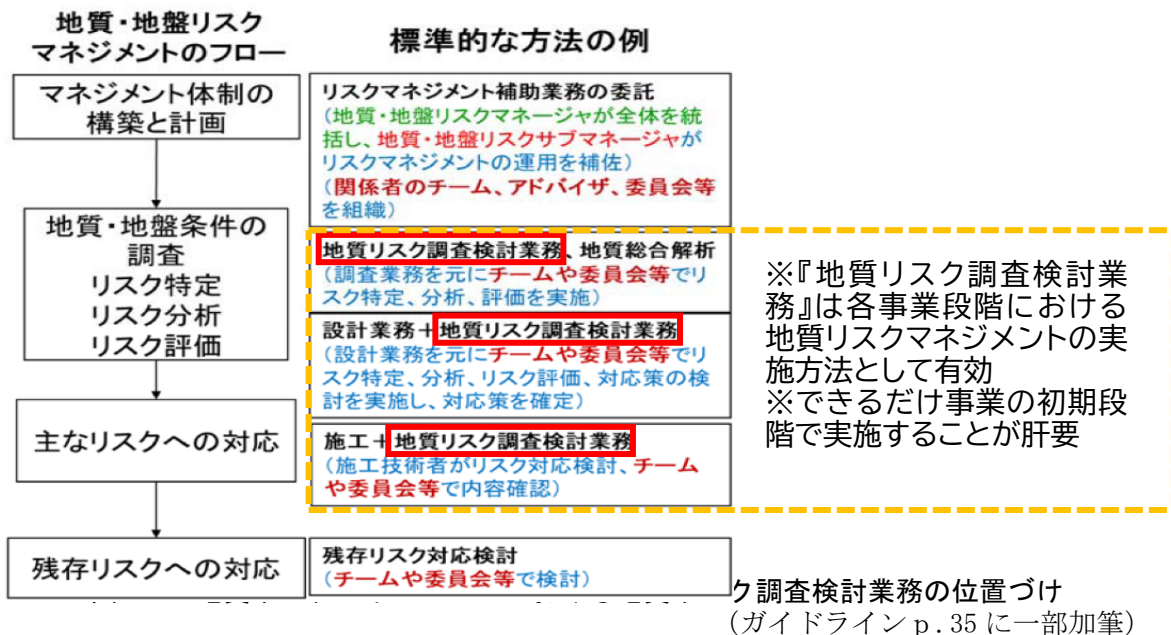


表 3.1 に、構想・計画、調査・設計、施工および維持管理の各段階で実施する地質リスクマネジメントの目的と留意点を示す。このように、事業の進捗に応じて情報の質と量が変化するため、各段階で実施する地質リスク調査検討業務の内容やポイントが異なることに留意する必要がある。

表 3.1 各段階における地質リスクマネジメントの目的と実施方針

| 事業段階 | | 各事業段階における地質リスクマネジメントの狙いと留意点 (ガイドラインpp. 31-33参照) |
|---------|---------|--|
| 構想・計画段階 | 計画立案 | <p>【目的(狙い)】ルート上やサイトにおいて主に文献調査や地形判読等の机上調査等によって特定されたリスクについて、リスク要因となる地質・地盤の性状とその不確実性、生じると想定される事象、その事象が生じる機構を把握し、さらに事業に対する影響の大きさや発生の可能性について、極めて限られた情報から考察する作業となることが多い(この段階でのリスク評価は経験的・定性的なものとなることが多い)。</p> <p>【リスクアセスメント(リスクの抽出と分析・評価)の留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 影響が大きな地質・地盤リスクを見落とすことがないようこの段階でも地質・地盤条件等の調査を実施する必要がある。 □ この段階で重大なリスクを見逃すことは、事業の進捗において致命的となる場合もあるため、この段階でのリスクアセスメントは、知見や経験のある専門技術者の参画が非常に重要となる。 <p>【リスク対応の留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ ルートやサイトの比較案から最適案を選定する作業の中で、リスク対応策を選定する。 □ 重大なリスクに対しては回避が基本となる。 □ しかしながら、結果的にリスクを保有するルートが選定される場合もあるため、リスクへの対応方針について決定することが重要となる。 |
| | 基本計画 | |
| 調査・設計段階 | 予備設計 | <p>【目的(狙い)】主として設計に関わるリスク対応の方針を決めるための情報を提供することを目的とする。このため、前段階で把握されている、あるいは新たに把握されたリスクの特性について、さらに詳しく記述することが必要である。</p> <p>【リスクアセスメント(リスクの抽出と分析・評価)の留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 地質・地盤を原因とするリスク事象の詳細や、設計・施工に及ぼす影響、またその可能性や推定される影響の幅についてできる限り示す。 □ 分析に用いた手法や情報の種類やその信頼性についても明確にする必要がある。 □ 新たなリスクが特定されず、リスクが限定されている場合には、すでにとられているリスク対応の修正やより具体的な対応の選定の判断材料を提供する。 <p>【リスク対応の留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 設計段階においては前段階で選択された対応策について、その修正やより具体的な対応方法を選定するという作業が主となる。 □ 地質・地盤リスクの不確実性に起因する事業コスト等の変動幅を評価項目ごとに検討し、項目ごとの重要度を考慮した対応策を比較検討すること等が考えられる(例えば、不確実性を考慮して設計変更の自由度が高いものを優位とする場合も考えられる。一方、調査コストが小さく事業工期にも余裕がある場合は、調査を追加することによって最適な工法を目指すという対応も選択肢となる)。 |
| | 詳細設計 | |
| 施工段階 | 施工 | <p>【目的(狙い)】現場の状況や計測、点検によって得られた情報や追加の調査・解析等によって、それまで把握されていたリスク情報を修正・追加して、リスク対応の修正や追加のための情報を提供することが目的となる。</p> <p>【リスクアセスメント(リスクの抽出と分析・評価)の留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 施工段階では、特に、トンネルや切土のり面等は施工前の地質・地盤条件が不確実なため、リスクを保有した状態で施工段階に入ることが多く、施工の進捗に応じて明らかになった地質・地盤条件に基づいたリスク分析を繰り返していく作業が通常行われている。 □ 維持管理段階では、構造物等の健全性、経年劣化を新たなリスク要因として取扱うこととなる。 □ この段階のリスク評価は、施工中の追加調査や計測、維持管理段階の点検の結果からリスクを分析する。その結果は、すでにとられているリスク対応の修正あるいは保有されていたリスクへの対応が必要となるかどうかの判断材料となる。 |
| 維持管理段階 | 供用・維持管理 | <p>【リスク対応の留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ すでにリスク対応が決定されているものについては、その対応策と現場の状況や計測、点検の結果が、リスク対応策の前提条件と乖離していないか確認し、乖離が生じる場合は、設計変更や工事の中断と対策工事といったリスク対応の修正を行う作業となる。 □ 事前段階でリスク対応の最終的な選択肢が決定されていない場合には、施工や維持管理の中で計測や現場の状況をモニタリングして、その結果に応じてリスク対応を決定するケースもある。 |

3.1.2 事業段階と地質リスク調査検討業務内容

図 3.2 に、構想・計画、調査・設計、施工および維持管理の各段階で実施する地質リスク調査検討業務の実施内容と成果および別途実施される一般の地質調査業務との連携イメージを示す。このように、地質リスク調査検討業務を基軸として、リスクの抽出、評価・分析、リスク対応を地質調査から得られる新たな情報に基づき、繰返し継続的に実施することが基本となる。

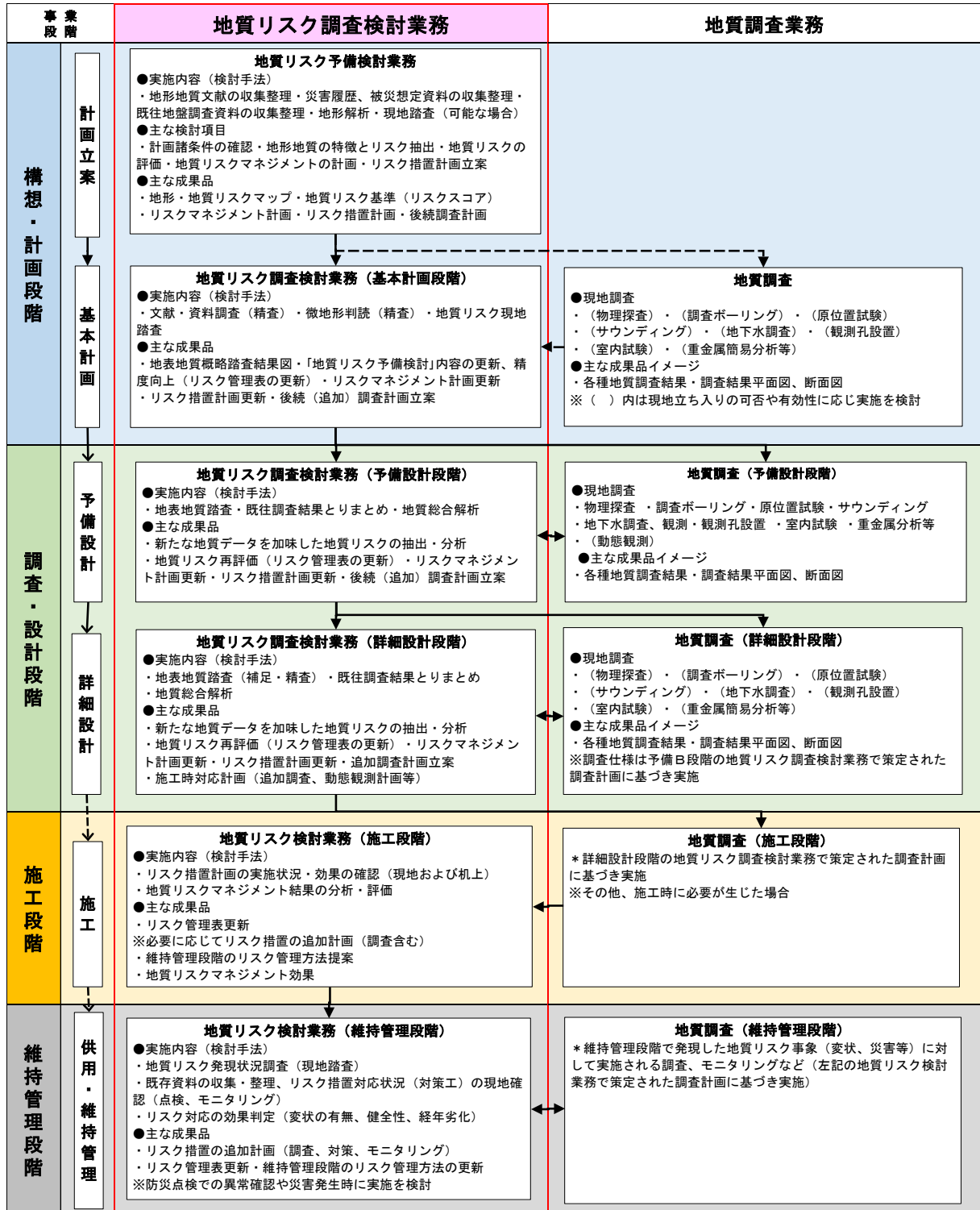


図 3.2 事業の各段階における地質リスク調査検討業務の実施方針（案）

なかでも道路事業は、構想・計画段階（都市計画決定前）において現地調査の実施が極めて制限されるため、事業化後に地質リスクが顕在化し、事業に大きな影響を及ぼすことがしばしば発現している。そこで、本手引きでは道路事業における地質リスクマネジメントに主眼をおき、地質リスク調査検討業務の実施内容を詳述する。

地質リスク調査検討業務は、①地質リスク対応方針策定、②地質リスク情報抽出、③地質リスク現地踏査、④地質リスク解析、⑤地質リスク対応の検討の5項目を基本の実施項目とする。これらをガイドラインならびに近畿マニュアルの実施項目区分と比較すると表3.2に示すとおりである。

表 3.2 地質リスク調査検討業務の実施基本項目とガイドライン、近畿マニュアルとの対応

| 地質リスク調査検討業務実施項目 | ① 地質リスク対応方針策定 | ②地質リスク情報抽出 | ③地質リスク現地踏査 | ④地質リスク解析 | ⑤地質リスク対応の検討 |
|-----------------|---------------|------------|------------|----------|-------------|
| ガイドラインとの対応 | リスクマネジメントの計画 | リスクアセスメント | | | リスク対応 |
| 近畿マニュアルとの対応 | 地質リスクの抽出 | | | 地質リスクの分析 | 地質リスクの評価 |

表 3.3 に道路事業の各段階で実施すべき地質リスク検討項目を、図 3.3 に道路事業における地質マネジメントの目的と地質リスク調査検討業務の実施フローを示す。各段階で、地質リスク調査検討業務を軸に設計業務、地質調査業務が密接に連携（リスクコミュニケーション）することがポイントとなる。

表 3.3 道路事業の各事業段階における地質リスク検討項目および業務実施内容（案）

| 大項目 | 実施項目 | 事業段階 | | | | |
|-------------|------------------------|-------|---------|--------------|----|------|
| | | 構想・計画 | | 調査・設計 | 施工 | 維持管理 |
| | | 概略設計 | 予備設計(A) | 予備設計(B)～詳細設計 | | |
| 地質リスク対応方針策定 | 計画諸条件の確認 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| 地質リスク情報抽出 | 地形解析 | ◎ | ◎* | ◎* | △ | △ |
| | 文献資料調査 | ◎ | ◎* | ◎* | ◎* | ◎* |
| 地質リスク現地踏査 | 現地踏査 (1/10,000 程度) | ○ | ◎* | — | — | — |
| | 地表地質踏査 (1/2,500~5,000) | — | ○ | ◎* | — | — |
| | 地表地質踏査 (1/1,000~5,000) | — | △ | ○ | — | — |
| | 地表地質踏査 (1/500~1,000) | — | — | △ | △ | △ |
| | 現地踏査 (対策箇所、変状箇所等個別) | — | — | — | ◎ | ◎ |
| 地質リスク解析 | 地質総合解析 | — | — | ◎ | △ | △ |
| | 地質リスクの抽出 | ◎ | ◎* | ◎* | ◎* | ◎* |
| | 地質リスクの分析・評価 | ◎ | ◎* | ◎* | ◎* | ◎* |
| | 三者会議 (合同調整会議) | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ |
| 地質リスク対応の検討 | 地質リスクマネジメント対象事業判定 | ◎ | — | — | — | — |
| | リスク措置計画立案 | ◎ | ◎* | ◎* | ◎* | ◎* |
| | 後続調査計画立案 | ◎ | ◎* | ◎* | ◎* | ◎* |
| 報告書作成 | 報告書作成 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 電子成果品作成 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |

◎：必ず実施する項目，○：実施が望ましい項目，△：必要に応じて実施する項目

*：前段階で地質リスク調査検討が実施されている場合は既往成果を含めた再検討（不足情報の補完、再評価等）

| 事業段階 | 設計業務 道路事業の場合 (近畿マニュアル参考) | 地質リスク 調査検討業務 | 地質調査業務 | 地質リスク調査検討業務実施 の目的・期待される効果 | 各事業段階の地質リスク調査検討業務の実施内容 (主な仕様項目) | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|---|---|------------|----------|-------------|
| | | | | | ガイドライン | リスクアセスメント | | | リスク対応 | |
| | | | | | 近畿マニュアル | 地質リスクの抽出 | | | 地質リスクの評価 | |
| | | | | | 本手引き | ①地質リスク対応方針策定 | ②地質リスク情報抽出 | ③地質リスク現地踏査 | ④地質リスク解析 | ⑤地質リスク対応の検討 |
| 構想・計画段階 | 【概略設計】 (1/5,000~1/1,000) ○関係機関協議 ○調査範囲の決定 ○現地踏査 ○地質リスクを踏まえたルート比較検討 ○リスク対応を含む概算事業費算出 ○ルート帯選定 ○地質リスク検討とまとめ | ●実施内容(検討手法) ・地形地質文献資料の収集整理 ・災害履歴、被災想定資料収集整理 ・既往地質調査資料の収集整理 ・地形解析 ・現地踏査(可能な場合) ●主な検討項目 ・計画諸条件の確認 ・地形地質の特徴とリスク抽出 ・地質リスクの評価(ランクAAの確実な抽出) ・地質リスク検討対象事業判定 ・リスク措置計画立案 ●主な成果品 ・地形・地質リスクマップ ・地質リスク基準(リスクスコア) ・リスク措置計画(リスク対応方針、) | ●現地踏査 ・(物理探査) ・(調査ボーリング) ・(原位置試験) ・(サウンドニング) ・(地下水調査) ・(観測孔設置) ・(室内試験) ・(重金屬簡易分析等) ●主な成果品イメージ ・各種地質調査結果 ・調査結果平面図、断面図 ※()内は現地立ち入りの可否 | ●構想段階で地質リスク調査検討業務を行うことで、「地質リスクマネジメント」を適用する事業が否かを判定する。 ※適用外の場合は、通常の調査・設計の手順で進めることとなるが、事業過程で新たな地質リスクの発現などにより、地質リスクマネジメントの適用が必要と判断された場合には、地質リスク検討業務を発生し、以降の地質リスクマネジメントの計画を策定することが望ましい。 ●構想・計画段階で地質リスク調査検討業務を行うことで、事業全体の地質リスクの効果的な低減が可能となり、地質リスクに起因する不測の事業費の増大が抑制・低減できる。 ●特に事業成否に影響を及ぼす可能性のある重大リスク(リスクランクAA)を抽出し回避することは、この段階における地質リスクマネジメントの最重要課題である。 ※道路事業においては、都市計画決定前のこの段階では、現地立入が大きく制限されるため机上調査が主体となることに留意する。 | ■計画諸条件の確認 ・業務の目的、業務内容の確認 ・概略設計成果の確認(事業計画の概要、自然・社会的条件とコントロールポイント等) ■地質リスク抽出 ●地形解析 ・空中写真、航空レーザ測量図(縮尺1/25,000~1/50,000程度)を用いた地形解析 [主な検討項目] ・大規模地すべり・崩壊地形の抽出 ・断層、活断層の抽出 ・崖線、扇状地、土石流堆積等の抽出 ■文献資料調査 [主な収集資料] 地形図・空中写真 地質図・地盤図・土地利用図 地形地質、水文、活断層、地すべり 地盤沈下等に関する文献資料 既存ボーリング情報 災害履歴に関する資料 地震・津波に関する資料 ハザードマップ(河川・斜面災害、火山災害) その他(市町村史等) | ■地質リスク抽出 ・地形地質の特徴と地質リスク要因の抽出 ・地盤、地下水環境等の特徴とリスク抽出 ・災害履歴と被害想定とのとりまとめ [主な検討項目] ・発現する地質リスク事象の分類(例えば大規模地すべり、斜面崩壊、活断層、自然由来重金屬、軟弱地盤等) ■地質リスクの分析・評価 ・地質リスク基準(リスクランク)の作成 ・地質リスク管理表の作成 ・三者会議 ※概略設計業務との連携 [主な検討項目] ・抽出された地質リスクの発生機構と事業への影響度、起こりやすさ ※特にリスクランクAAの確実な抽出 | ■地質リスクマネジメント対象事業判定 ・地質リスク検討対象事業の判定 [主な検討項目] ・主要対象リスク(土研ガイドライン・近畿マニュアル参照)への該当の有無 ・その他、該当要件の有無 ■リスク対応方針の検討 ・リスク措置計画立案 ・後続調査計画(予備設計A段階)の立案 [主な検討項目] ・リスクランクと対応方針(回避、低減) ・リスクコミュニケーション(三者協議)方法の立案 ※特にリスクランクAAに対する措置計画(回避の可否) | | | |
| | 【予備設計(A)】 (1/1,000) ○関係機関協議 ○地質リスクを踏まえた中心線決定 ○リスク対応を含む概算事業費算出 ○地質リスク検討とまとめ ○路線選定(中心線決定) ○概算事業費算出 | ●実施内容(検討手法) ・文献・資料調査(精査) ・微地形判読(精査) ●主な成果品 ・地質リスク現地踏査 ・地質リスク調査結果図 ・「地質リスク予備設計」内容の更新、精度向上(リスク管理表の更新) ・リスク措置計画更新 ・後続(追加)調査計画立案 | ●現地踏査 ・(物理探査) ・(調査ボーリング) ・(原位置試験) ・(サウンドニング) ・(地下水調査) ・(観測孔設置) ・(室内試験) ・(重金屬簡易分析等) ●主な成果品イメージ ・各種地質調査結果 ・調査結果平面図、断面図 ※()内は現地立ち入りの可否 | ●予備(B)～詳細設計段階は、道路事業においては現地踏査が可能となることから、数多くの地質調査業務、設計業務が並行して実施される段階である。 ●この段階では、調査や設計の進捗により、地質リスク(情報の質と量や対象構造物ごとの地質リスクの影響度)が経時的に大きく変化する。 ●したがって、この段階においては、変化する地質リスクを事業者、設計技術者、地質技術者の三者が常に適切に共有することが重要となる。 ●具体的には、調査・設計の進捗に応じて地質リスク検討業務を繰り返し実施し、前段階で作成した地質リスク管理表、措置計画を逐次更新し、三者会議等を通じて共有、さらに次段階に引き継ぐサイクルを回すことが事業の円滑な推進のポイントとなる。 | ■計画諸条件の確認 ・業務の目的、業務内容の確認 ・予備設計B成果の確認(事業計画の概要、自然・社会的条件とコントロールポイント等) ・地質リスク予備設計業務成果の確認 ■地質リスク抽出 ●地形解析 ・空中写真、航空レーザ測量図(縮尺1/5,000~1/10,000程度)を用いた地形判読(微地形判読) [主な検討項目] 地すべり・崩壊・不安定斜面 断層、活断層 崖線、扇状地、土石流堆積等 ※比較リスクに対する微地形判読 ■文献資料調査(精査) [主な収集資料] 地形図・空中写真 地質図・地盤図・土地利用図 地形地質、水文、活断層、地すべり 地盤沈下等に関する文献資料 既存ボーリング情報 災害履歴に関する資料 地震・津波に関する資料 ハザードマップ・道路防災点検その他(市町村史等) ※地質リスク予備設計業務での資料調査成果の追加 | ■地質リスク抽出 ・地質(地層)構成と各層(地層)の物性指標把握 ・地盤、地下水環境等の特徴とリスク抽出 ・計画構造物別の地質リスク要因の抽出 [主な検討項目] ・地すべり、斜面崩壊、活断層、自然由来重金屬、軟弱地盤等 ■地質リスクの分析・評価 ・地質リスク基準(リスクランク)の作成(更新) ・地質リスク管理表の作成(更新) ・三者会議(合同調整会議) ※予備設計A業務との連携 [主な検討項目] ・抽出された地質リスクの発生機構と事業への影響度 ※特にリスクランクAAの確実な抽出とリスクランクAをコントロールポイントとしたルート検討に必要な基礎資料整理 ※予備設計成果がある場合は再評価、更新 | ■リスク対応方針の検討 ・リスク措置計画立案(予備設計の更新) ・詳細調査計画(予備設計B段階)の立案 [主な検討項目] ・リスクランクと対応方針(予備設計の更新) ・リスクコミュニケーション(三者協議)方法の立案 ※特にリスクランクAに対する措置計画(対策、構造変更、ルート小シフト等) | | | |
| 【予備設計(B)】 (1/1,000) (路線測量実測図) ○関係機関協議 ○縦横断面設計 ○付属構造物設計 ○用地幅員計画 ※リスクランクA、Bの低減策を反映して計画 ○概算事業費算出 ○地質リスク検討とまとめ | ●実施内容(検討手法) ・地質リスク調査(精査) ・既往調査結果とまとめ ・地質総合解析 ・新たな地質データを加味した地質リスクの抽出・分析 ・地質リスク再評価(リスク管理表の更新) ・リスク措置計画更新 ・後続(追加)調査計画立案 | ●現地踏査 ・(物理探査) ・(調査ボーリング) ・(原位置試験) ・(サウンドニング) ・(地下水調査) ・(観測孔設置) ・(室内試験) ・(重金屬簡易分析等) ●主な成果品イメージ ・各種地質調査結果 ・調査結果平面図、断面図 ※調査仕様は予備B段階の地質リスク調査検討業務で策定 | ●施工段階における地質リスク検討業務は、基本的に竣工時に施工実績に基づき、詳細設計段階で作成したリスク管理表を更新するとともに、維持管理段階への地質リスク情報の引継ぎ(維持管理上の留意点など)を目的とする。 ●また、必要に応じて事業全体の地質リスクマネジメントの対応経過をとりまとめ、地質リスクマネジメントの有効性を評価する。 ※なお、施工中に新たな地質リスクが発見し、追加調査や地質リスク検討(再評価)が必要となった場合にも必要に応じて実施する。 | ■計画諸条件の確認 ・業務の目的、業務内容の確認 ・詳細設計成果の確認 ・施工記録(報告書)の確認 ・既往地質リスク検討業務成果の確認 ■地質リスク抽出 ●地形解析(補足) ・空中写真、航空(ドローン)レーザ測量図(縮尺1/1,000~1/5,000程度)を用いた地形判読(微地形判読) [主な検討項目] 地すべり・崩壊地形の抽出 断層、活断層の抽出 崖線、扇状地、土石流堆積等の抽出 ・その他、問題となる地形等の判読 ※計画構造物に対する微地形判読 ※既往成果がある場合は補足解析・再評価 ※計画構造物に対する微地形判読 ■文献資料調査(補足) [主な収集資料] 地形図・空中写真 地質図・地盤図・土地利用図 地形地質、水文、活断層、地すべり 地盤沈下等に関する文献資料 既存ボーリング情報 災害履歴に関する資料 地震・津波に関する資料 道路防災点検資料 ハザードマップ その他(市町村史等) ※既往の地質リスク検討業務での資料調査成果不 | ■地質リスク抽出 ・構造物別の地質リスク要因の抽出(詳細検討) ・地盤、地下水環境等の特徴とリスク抽出 [主な検討項目] ・地すべり、斜面崩壊、活断層、自然由来重金屬、軟弱地盤等 ※既往成果がある場合は再評価 ■地質リスクの分析・評価 ・地質リスク基準(リスクランク)の作成 ・地質リスク管理表の作成(更新) ・三者会議(合同調整会議) [主な検討項目] ・抽出された地質リスクの発生機構と事業への影響度、起こりやすさ ※既往成果がある場合は再評価、更新 ※設計業務との連携 | ■リスク対応方針の検討 ・リスク措置計画立案(既往検討の更新) ・詳細(追加)調査計画の立案 [主な検討項目] ・地質リスク評価(リスクランク)と具体的な対応策を検討(掘削すべてのA~Bランクに対応する対策方針等を提案) ・詳細設計段階においては、必要に応じて施工段階での調査、動土観測等の提案 ※検討に際しては設計業務と連携 | | | | |
| 【施工】 *必要が生じた場合、各種追加調査、動土観測、修正設計を実施 | ●実施内容(検討手法) ・リスク措置計画の実施状況・効果の確認(現地および机上) ・地質リスクマネジメント結果の分析・評価 ●主な成果品 ・リスク管理表更新 ※必要に応じてリスク措置の追加計画(調査含む) ・維持管理段階のリスク管理方法提案 ・地質リスクマネジメント効果 | ●現地踏査(施工段階) *詳細設計段階の地質リスク調査検討業務で策定された調査計画に基づき実施 ※その他、施工時に必要が生じた場合 | ●維持管理段階における地質リスク検討業務は、災害に伴う新たな表状や防災点検等で確認された表状、異常に対して、リスク評価・分析を実施し対応の要否の判定および対応方法を検討することを目的とする。 ●リスク対応は、維持管理業務での防災管理体系を踏まえた計画とし、適切に情報を引き継ぐことが重要となる。 | ■計画諸条件の確認 ・業務の目的、業務内容の確認 ・詳細設計成果の確認 ・施工記録(報告書)の確認 ・既往地質リスク検討業務成果の確認 ■資料調査 [主な収集資料] 施工関連資料(竣工図・写真・報告書) 施工中の調査、観測データ 施工者へのヒヤリング その他 | ■現地踏査 [主な検討項目] ・現地踏査 ・状況確認 ・リスク対策の実施状況・効果の確認 | ■地質リスクの分析・評価 ・地質リスク管理表の更新 [主な検討項目] ・リスク対応(対策)の効果判定 ・地質リスクマネジメント効果の評価 | ■リスク対応方針の検討 ・維持管理段階のリスク管理方法提案 [主な検討項目] ・維持管理段階への地質リスク情報の引継ぎ(維持管理上の留意点、防災点検計画など) ※必要に応じてリスク措置の追加計画(調査含む) | | | |
| 【維持管理】 施工段階(終了時)の地質リスク検討業務で策定された維持管理段階でのリスク管理方法に基づき ○定期点検 ○道路防災点検 ○データベースの更新 | ●実施内容(検討手法) ・地質リスク発現状況現地調査 ・既存資料の収集・整理 ・リスク措置対応状況の現地確認 ・リスク対応の効果判定 ●主な成果品 ・リスク措置の追加計画 ・リスク管理表更新 | ●現地踏査(維持管理段階) *維持管理段階で発生した地質リスク事象(表状、災害等)に対して実施される調査、モニタリングなど(左記の地質リスク検討業務で策定された調査計画に基づき実施) | ●維持管理段階における地質リスク検討業務は、災害に伴う新たな表状や防災点検等で確認された表状、異常に対して、リスク評価・分析を実施し対応の要否の判定および対応方法を検討することを目的とする。 ●リスク対応は、維持管理業務での防災管理体系を踏まえた計画とし、適切に情報を引き継ぐことが重要となる。 | ■計画諸条件の確認 ・業務の目的、業務内容の確認 ・施工記録(報告書)の確認 ・既往地質リスク検討業務成果の確認 ■資料調査 [主な収集資料] 維持管理関連資料(道路・点検、災害履歴) 防災点検結果 維持管理者へのヒヤリング その他 | ■現地踏査 ・地質リスク発現状況現地調査 [主な検討項目] ・地質リスク発現状況 ・既設リスク対策の実施状況・効果の確認 | ■地質リスクの分析・評価 ・地質リスク管理表の更新 [主な検討項目] ・地質リスク発現機構の検討 ・発現事象のリスクランク判定 ・リスク管理表更新 | ■リスク対応方針の検討 ・リスク対応の追加計画 [主な検討項目] ・追加調査計画、追加対策方針策定 ・モニタリングを含むリスク管理方法の更新 | | | |

図 3.3 道路事業における地質マネジメントと地質リスク調査検討業務の実施方針

3.2 調査検討内容

地質リスク調査検討業務では、図 3.4 に示すように対象とする事業の計画諸条件の確認を行ったうえで、対象事業に対して影響を及ぼす恐れのある地質リスク情報の抽出を行うとともに、抽出した地質リスクの分析・評価を実施する。さらに、事業を推進するうえで課題となる地質リスクの対応方針を検討するとともに地質リスク情報の確度を高めるための後続調査計画を立案する。

なお、事業段階・事業熟度の変化、地質調査の進展等により条件や得られる情報が変化すると、地質リスク情報の内容や精度が異なってくるため、分析や評価レベルも変化し対応方針にも影響を及ぼすことになる。したがって、事業段階が変化するタイミングでは、地質リスク調査検討業務を繰り返し継続的に実施することが適切である。

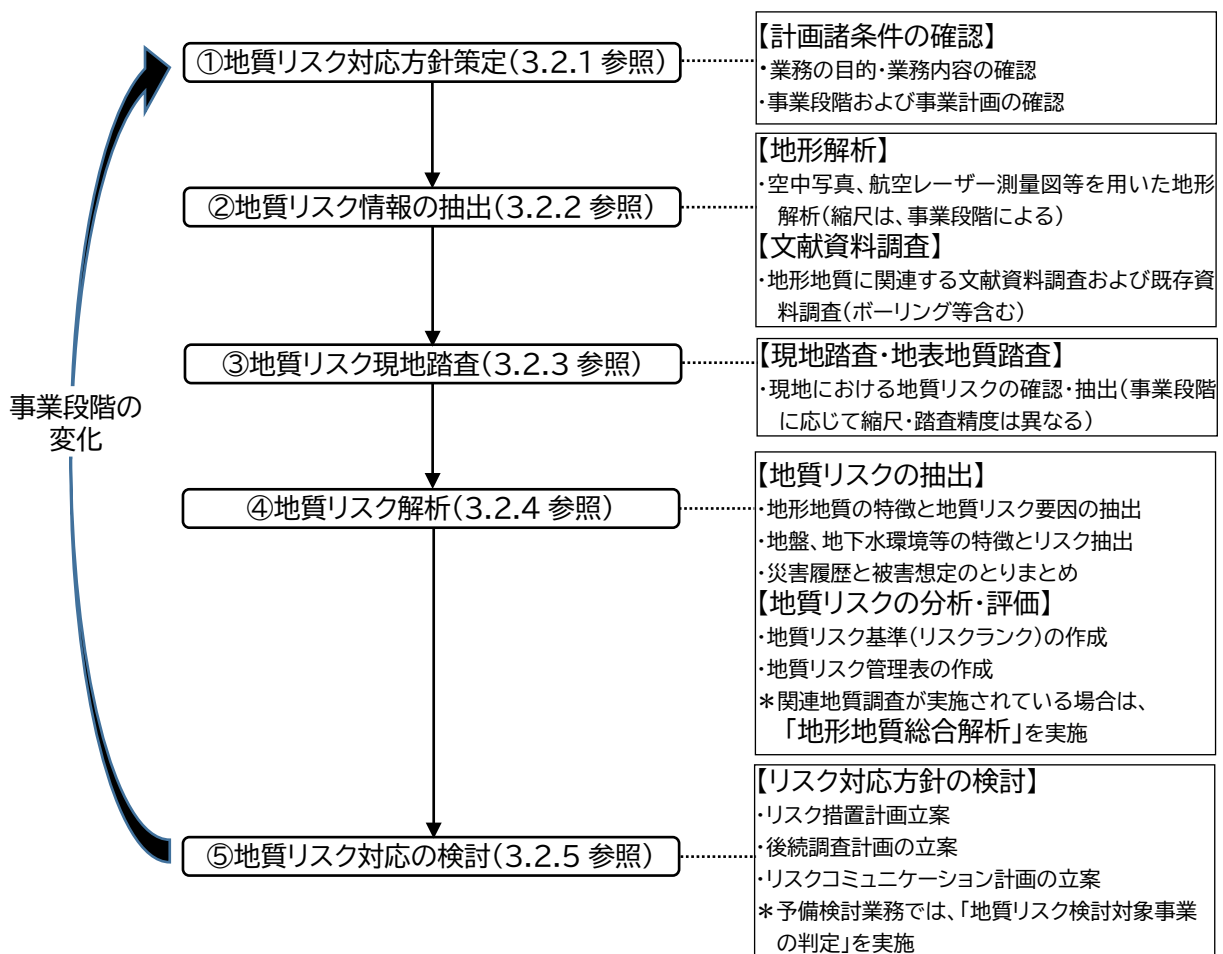


図 3.4 地質リスク調査検討業務の項目とその内容

地質リスク調査検討業務は、事業段階の情報精度に応じた検討を繰り返し実施することにより、地質情報の有する不確実性を低減させ、事業に与える影響の程度をより高い精度で把握することで事業を円滑に進めるためのマネジメント業務と位置づけられる。

3.2.1 地質リスク対応方針策定

地質リスク調査検討業務を開始するにあたって、業務の目的や業務内容の確認を行うとともに、対象事業の事業概要や事業段階、既往成果等について確認・整理し、地質リスク調査検討業務の対応方針を策定する。なお、地質リスク調査検討業務では、対象とする事業の熟度（構造物の計画や設計レベル）によって調査検討精度が異なってくるため、対象事業に係る情報（事業段階や計画や設計レベル）は、業務を適用する際の与条件として明示する必要がある。

3.2.2 地質リスク情報抽出

地質リスク情報の抽出は、(1)地形解析と(2)文献資料調査を基本とする。なお、これらの解析調査においては、事業の進捗に併せて活用する情報量が異なるため、その都度、見直しを行うことが必要である。

地質リスク情報の抽出において、地質リスク要因の抽出に漏れや抜けがあった場合は、以降のリスクマネジメントの結果に重大な影響を及ぼすことになるため、事業の初期段階において総合的・俯瞰的に抽出を行うことが重要である。

(1) 地形解析

地形は、地球表層が長年にわたり種々の現象（地殻変動、火成活動、侵食・堆積などのいわゆる地形営力）を受けた結果により形成されている。地形の形成史を把握し理解することにより、過去－現在－将来の地形の変遷を推論でき、事業実施時の地質リスク要因の存在や起こりやすさ、影響度を推察することができる。

地形解析は、空中写真判読による実体視や航空レーザー測量データを活用した微地形解析などの机上検討が中心になるが、事業の初期段階では現地調査が困難な場合も多い

ため、机上検討である地形解析は地質リスク情報抽出に非常に効果的な手法である。

なお、近年の研究では、航空レーザー測量データを活用した微地形解析を行えば、事業への影響が大きな大規模な地すべりの見落としや規模の誤認が減少する事例がある（図3.5参照）。

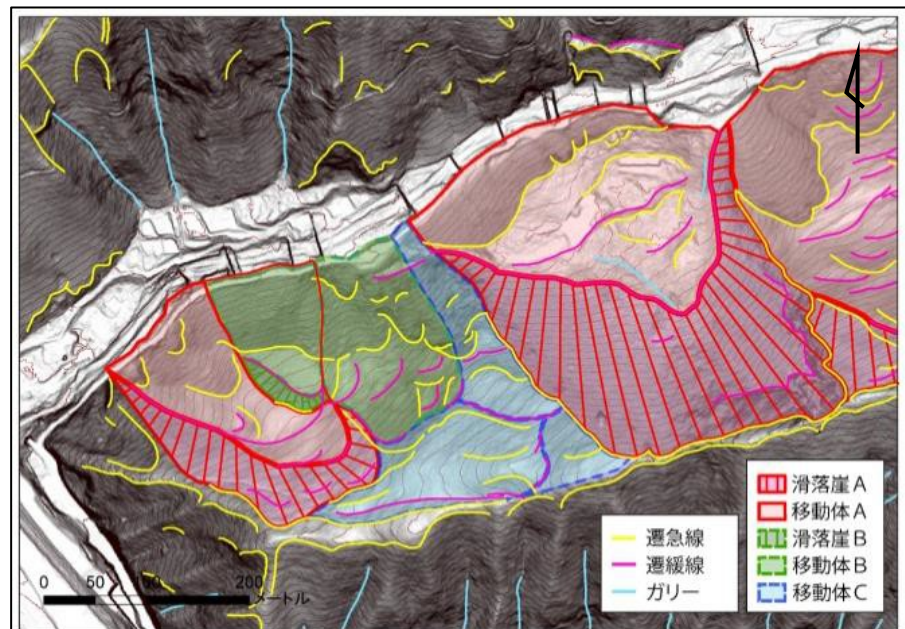


図 3.5 航空レーザー測量データによる地すべり地形判読図例

（土木研究所資料 第 4344 号 2016 年 10 月 航空レーザー測量データを用いた地すべり地形判読用地図の作成と判読に関する手引き（案） p. 11 より引用）

(2) 文献資料調査

地質リスク検討において収集すべき文献資料に関し、表3.4に例示した。

地形や地質に関連した資料は膨大に存在するため、対象となる事業の地質リスクに着目して、確認する資料を選択する必要がある。例えば、地質図にもさまざま研究成果がある。中には発行年が古いものもあり、最新の研究成果で確認された地質分類や地質構造が反映されていない箇所もあるため注意が必要である。文献資料調査では、これらの膨大な資料から多種多様な地質リスクを漏れなく抽出する必要があるため、地形・地質や地質リスクに関する専門知識を有する者が実施する必要がある。

なお、既存調査結果に関しては、事業の進捗に併せて調査量が増加するため、その都度、見直し検討を実施しておくことも重要なポイントである。

表 3.4 地質リスク検討に際し収集すべき文献・資料一覧

| 文献・資料名内容 | 文献・資料名内容 |
|-----------|---|
| 1 地形図 | 国土地理院、都市計画図、森林基本図、古地図 |
| 2 空中写真 | 国土地理院 |
| 3 三次元地形情報 | 航測レーザー測量データ等 |
| 4 地質図 | 産業技術総合研究所所管地質図、地方土木地質図、日本地質学会、地学団体研究会等 |
| 5 地盤図 | 産業技術総合研究所所管 都市域地盤図等 |
| 6 土地利用図 | 国土地理院、地方公共団体 |
| 7 土地条件図 | 国土地理院、地方公共団体 |
| 8 ボーリング情報 | 国土地盤情報検索サイト(Kunijiban) 国土地盤情報センター検索サイト 等 |
| 9 既存調査結果 | 周辺事業や同類地形地質の調査結果 |
| 10 工事記録 | 周辺事業や同類地形地質の工事記録 |
| 11 災害記録 | 周辺の災害記録、道路防災点検結果 |
| 12 地質文献資料 | 活断層分布図、地すべり地形分布図、日本地方鉱床、学会誌等 |
| 13 その他 | 指定地(砂防、地すべり、急傾斜)等 |

(近畿マニュアル p. 29 に一部加筆)

3.2.3 地質リスク現地踏査

現地踏査は、地形解析や文献資料調査等により抽出された地質リスク情報を現地確認するとともに、事業段階に応じた尺度の地形図を用いた地表地質踏査を実施することで、地形の詳細・地質構成・地質分布・地質構造を把握し、地質リスク情報の精度向上を図ることを目的としている。実施にあたっては、応用地形判読士や技術士など、経験豊富な技術者が中心になって実施する必要がある。

なお、地表地質踏査は、地表で観察される地形、地質、表流水・湧水などの面的な情報より、地下の三次元的な地質や地下水分布を推定するための基本となる調査であり、地質リス

ク調査検討業務においては必須の調査項目である。成果である地質平面図や地質断面図は、設計や地質リスクに対応するための物理探査やボーリング調査等の後続調査計画を立案する際の基本となるものである。

3.2.4 地質リスク解析

地質リスク解析では、(1)地質リスクの抽出と(2)地質リスクの分析・評価を実施する。

(1) 地質リスクの抽出

建設事業における地質リスクの発現事例は表3.5に示すような事例がある。

地質リスク要因は、地形的特徴や地質構造等の特性、軟弱地盤の分布、風化特性、地下水の存在、重金属の含有、スレーキング等の化学特性など多岐にわたるうえに、計画された構造物によってリスクの発現形態や影響度が異なることに留意する必要がある。

したがって、地質リスクの抽出は、計画構造物が要求する地質・地盤性能を整理したうえで、抽出されたリスク要因がどのような影響を及ぼすかを考察し整理する必要がある。

表 3.5 建設事業における地質リスクの発現事例

| 建設事業 | 構造物 | 地質リスク発現事例 | リスク要因 |
|-------|--------|--------------|---------------------|
| 道路・鉄道 | 切 土 | 切土崩壊 | 適正勾配、地質構造（節理・層理・断層） |
| | | 掘削土の重金属汚染 | 試料採取箇所、風化 |
| | | のり面保護工の劣化 | スレーキング、膨潤、水質特性 |
| | | 豪雨時の表層崩壊 | 累加降雨量、時間雨量 |
| | 盛 土 | 材料劣化 | スレーキング、膨潤、地下水特性 |
| | | 基礎地盤沈下 | 軟弱粘土の圧密特性、腐植土、地下水低下 |
| | | 基礎地盤の液状化 | 地盤の動的強度特性、粒度特性、地下水 |
| | 橋 梁 | 基礎の不等沈下・傾動 | 支持層深度の急変や不陸、地盤特性 |
| | 山岳トンネル | 異常出水 | 断層、不透水層、地下水分布・量 |
| | | 掘削土の重金属汚染 | 試料採取箇所、風化 |
| | | 切羽崩壊 | 地質の不均質性、地下水、膨張性地山 |
| | | 井戸の枯渇 | 地下水低下、井戸分布 |
| | 都市トンネル | 構造物の変形 | 地盤の不均質性、地下水低下 |
| | | 地表面沈下、陥没 | 地下水低下、施工時振動 |
| 河川・海岸 | 堤防 | すべり破壊 | 軟弱地盤の強度特性、鋭敏性 |
| | | 浸透破壊 | パイピング特性、地盤の不均質性 |
| 砂 防 | 地すべり | 対策後・概成後の再活動 | 古地すべり、地下水劣化、深部すべり面 |
| | がけ崩れ | のり面保護工の劣化 | スレーキング・膨潤、崩壊地周辺緩み |
| 建 築 | 宅 地 | 降雨時の沈下 | 盛土材料劣化、吸出し |
| | | 建屋・構造物の沈下・変形 | 支持層急変、軟弱地盤特性、液状化 |

(関東地質調査業協会「地質リスク調査検討業務実施の手引き」p.1 に一部加筆)

参考として、道路事業における計画構造物と地質リスク要因の組み合わせによる地質リスク発現事象の整理例を表3.6に示す。

表3.6 地質リスク要因の整理例

| 地質リスク要因 | 切土 | 盛土 | 橋梁 | トンネル |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 地すべり等 (岩盤崩壊、深層崩壊) | 法面の不安定化 滑動誘起 | 滑動誘起 地下水位上昇 | 滑動誘起 | 坑口斜面の不安定化 断面変形、滑動誘起 |
| 崩壊地形 崖錐堆積物など | 法面の不安定化 | 地すべりの誘発 | 支持層の不陸による 強度不足 | 坑口斜面の不安定化 |
| 風化帯・ゆるみ帯 | 法面の不安定化 | 地すべりの誘発 | 支持層の不陸による 強度不足 | 坑口斜面の不安定化 |
| 表流水、湧水、地下水 | 法面の不安定化 利水への影響 | 湿潤によるすべりの 発生 | 仮設切土法面の不安 定化、グラウチング材の 流出、利水への影響 | 切羽の崩壊 利水への影響 |
| 集水地形 | 法面の不安定化 土砂水の流入 | 湿潤によるすべりの 発生 | — | 坑口斜面の不安定化 土砂水の流入 |
| 浮石、転石 | 自然斜面からの落石 | 自然斜面からの落石 | 自然斜面からの落石 | 坑口への落石 |
| 流れ盤構造(断層、層理 面、節理面、スラスト、 低角度断層) | 法面の不安定化 | 地すべりの誘発 | 仮設切土法面の不安 定化 | 坑口斜面の不安定化 切羽の崩壊 |
| 高角度の受盤 (見かけ傾斜60°以上など) | 法面の不安定化 | — | 仮設切土法面の不安 定化 | 坑口斜面の不安定化 |
| 断層破碎帯、熱水変質脈、 岩脈などの不連続面 | 法面の不安定化 | 地すべりの誘発 不等沈下 | 支持層深度の急変、 不等沈下 仮設切土法面の不安 定化 | 出水による切羽の不 安定化 利水への影響 |
| 特異な水理地質構造 (水ミチなど) | 法面の不安定化 | 湿潤によるすべりの 発生 | 仮設切土法面の不安 定化 | 出水による切羽の不 安定化 利水への影響 |
| スレーキング | 法面の不安定化 (遅れ破壊) | 法面の不安定化 不等沈下 | — | 覆工の変状 路盤の膨張 |
| 軟弱地盤 | — | 沈下、側方流動 液状化 | 沈下、側方流動、 液状化 地盤改良範囲、工法 の変更 | 坑門工の沈下 側方流動 液状化 |
| 支持層分布 (土軟硬分布) | 法面の不安定化 (不適切な切土勾配) | 不等沈下 | 定着不足 | 支保の大幅変更 |
| 土石流堆積物 (溪床・溪岸堆積物など) | 土石流・土砂水の流入 | 土石流・土砂水の流入 横断管閉塞による排 水不良 | 物性値のバラつき 玉石等による施工機 械の不適合 | 坑口法面の不安定化 |
| 有害物質 (硫化鉄物、重金属含有鉱物) | 土壌汚染材料の拡散 植生不良 | 土壌汚染 地下水汚染 | — | 土壌汚染材料の拡散 |

(近畿マニュアルp.9より引用)

(2) 地質リスクの分析・評価

1) 地質リスクランク（地質リスク基準）

地質リスクへの対応は、回避、低減、保有の3つに大別される。

| 地質リスクへの対応方針 | |
|-------------|--|
| ・ リスク回避 | 地質リスクを生じさせる要因そのものを取り除く。 原因の完全除去。 |
| ・ リスク低減 | 地質リスクの発生可能性や顕在化した際の影響の大きさを 小さくする対応。 |
| ・ リスク保有 | 特に対策をとらず、その状態のままリスクを受け入れる対応。 |

(近畿マニュアルp.8より引用)

リスク対応方針を検討する際は、リスク程度の大きさ（地質リスクの重大性）が重要になる。リスク程度の大きさは、一般的なリスクマネジメントの方法を参考に、影響度Eと可能性の高さLの掛け合わせにより算出されるリスクスコアRで評価されることが多い。

$$\text{リスクスコアR（リスク程度の大きさ）} = \text{影響度E} \times \text{可能性の高さL}$$

上記の考え方に基づいて作成されたリスクスコアRとリスクランク（AA、A、B、C）の設定事例を表3.7に示す。表中のRはリスクスコアであり、影響度Eと可能性の高さLをそれぞれ1～5の5段階の評点を付け掛け合わせたものである。この事例では、リスクスコアに基づき、AA、A、B、Cの4段階のリスクランクを設定している。

表 3.7 リスクスコアRと地質リスクランク（AA～C）の設定例

| | | | 可能性の高さ(発生確率) L | | | | |
|----------|---------------|-------------------------|----------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| | | | 非常に低い 評点:1 | 低い 評点:2 | 中程度 評点:3 | 高い 評点:4 | 非常に高い 評点:5 |
| 影響度 E | 非常に高い 評点:5 | 事業の継続不能となる影響 | B (R=5) | A (R=10) | A (R=15) | AA (R=20) | AA (R=25) |
| | 高い 評点:4 | 事業が中断または大幅な遅延となる影響 | C (R=4) | B (R=8) | A (R=12) | A (R=16) | AA (R=20) |
| | 中程度 評点:3 | 大きな損失を受けるが事業は継続可能で遅延がある | C (R=1) | B (R=6) | B (R=9) | A (R=12) | A (R=15) |
| | 低い 評点:2 | 軽微な修復で事業継続可能となる影響 | C (R=1) | C (R=4) | B (R=6) | B (R=8) | A (R=10) |
| | 非常に低い 評点:1 | 事業の継続に影響を与えない | C (R=1) | C (R=2) | C (R=3) | C (R=4) | B (R=5) |

表中(R=)は、リスクスコア(R=E×L)

－地質リスクランク(AA～C)の定義とリスクスコアR－

AA:回避:リスクを回避することが望ましいリスク事象(R=20以上)

A :回避・低減:回避または詳細な地質調査を実施して、完全なリスク低減対策を講じるべきリスク事象(R=10～19)

B :低減:地質調査を行い、調査結果に応じた適切なリスク低減対策を講じるべきリスク事象(R=5～9)

C :保有:リスク回避や低減対策を必要とせず、施工段階へリスクを保有することが可能な事象(R=5未満)

なお、リスクスコアやリスクランクの基準や重みづけは、対象とする事業特性や地質特性などを考慮し、受発注者間で協議し決定する。特に、影響度の評価指標（地質リスク基準）については、事業の目的や内容、規模、重要度などにに基づき、最終的には事業者が決定することが望まれる（事業費、工期、環境影響等）。

表3.8には、道路事業における地質リスクのランク付け定義例を示す。また、リスクランクの実務での適用例については、参考資料-3に示しているので参照されたい。

表3.8 地質リスクのランク付け定義例

| 地質リスクランク | 対応方針 | 具体的な対応 | 想定事象 |
|----------|-------|--|---|
| AA | 回避 | ・構造物や周辺環境に影響が出ない範囲へ回避する。 例:路線を変更する。 | ・事象が発現した場合、通常考えられる対策工で対応ができない事象。 例1:大規模な地すべりや深層崩壊等が発生し、通常計画可能な対策工での対応が困難になる。 |
| A | 回避・低減 | ・構造物や周辺環境に影響が出ない範囲へ回避もしくは標準的な工法以上の対策を講じる(詳細な調査や検討が必要)。 例:構想計画段階では、路線変更等により回避する、もしくは必要な対策費用を計上する。事業化後は、詳細な調査を実施して、確実なリスク低減策を講じる。 | ・事象が発現した場合、構造形式の変更が必要となる場合や安全性が著しく低下する事象。 例1:切土により地すべり(法面崩壊)が発生し、追加調査や追加対策工(グラウンドアンカー工)が必要となる。 例2:支持層が予測より深く、基礎形式が変更となる。 例3:高濃度の自然由来重金属が連続して分布し、相当の対策が必要となる。 |
| B | 低減 | ・標準的な工法で対応(共通仕様書等に示される調査手法で対応が可能)。 例:通常の地質調査を行い、調査結果に応じて対策工を検討する。 | ・事象が発現した場合、軽微な追加対策や、対策範囲の変更により対応できる事象。 例1:軟弱地盤の範囲が予測より広くなり改良範囲が変更となる。 例2:崖錐堆積物層の分布範囲が広くなり鉄筋挿入工の範囲が変更となる。 |
| C | 保有 | ・次の事業段階へリスクを保有する。 | ・事前の低減対策等の必要性が低いため、施工段階や維持管理段階にリスクを保有する事象。 例1:擁壁基礎地盤にわずかな不陸があり置き換えにより対応する。 例2:切土法面からの湧水が著しく認められたため、水抜きを行う。 |

(近畿マニュアル p.10 より引用)

2) リスク管理表

表3.9及び表3.10に地質リスク管理表（登録表）の事例を示す。

リスク管理表は、抽出されたリスク毎にリスクの内容の詳細な記載、リスク分析手法の検討、影響度、発生確率、リスクスコアの評価などから解決すべきリスク内容の優先順位を提案するものである。なお、ここで示した管理表の項目や記載事項は、リスクスコアや地質リスクランクと同様、リスクの内容により受発注者間で協議し決定する。

表3.10の地質リスク管理表は、道路事業における事例であるが、その段階で作成可能な地質平面図や断面図に地質リスクを明示し、区間ごとに下記のような情報を記載したものである。

- ・地質リスク要因
- ・想定発現事象
- ・地質リスク発現の可能性（発生確率）とその根拠
- ・発現時の影響（影響度）
- ・地質リスクランク
- ・リスク措置計画（設計対応策や後続調査計画等の対応方法）

表 3.9 リスク管理表（登録表）の例

| 活動内容 | | 作成者氏名 | | | | | | | | | | | |
|-------|------------|--|----|------------------------|-------|-----|--------|-----|--------------|----------|----------------------------|-------------------------------------|-----|
| 登録番号 | | 審査者氏名 | | | | | | | | | | | |
| 作成年月日 | | 情報源 | | | | | | | | | | | |
| 番号 | リスク内容 | リスク詳述 | 状況 | リスク分析手法 | 影響度 E | | 発生確率 L | | リスクスコア (E×L) | 地質リスクランク | リスク分析結果 | 対応計画概要 | 優先度 |
| | | | | | 重大性 | 評価点 | 可能性 | 評価点 | | | | | |
| ① | 緩斜面の成因が不明確 | 地すべりか崖錐堆積物かにより不安定化する範囲が異なり、対策工の規模が問題となる。 | C | 写真判読、地表踏査の実施。 | 高い | 4 | 中程度 | 3 | 12 | A | 判断ミスは、その後の対策方針や費用に大きく影響する。 | 写真判読、地表踏査等の結果踏まえ、ボーリング調査などの追加調査を実施。 | 1 |
| ② | 地下水の変動が不明確 | 地下水水位の変動が不明なため斜面の安全率が低下する可能性がある。 | C | 地表踏査、既存報告書を吟味し追加調査を実施。 | 低い | 2 | 低い | 2 | 4 | C | ①のリスク分析結果にもよるが、追加調査により判定。 | 詳細調査時に地下水水位測定、地下水検層等を実施。 | 2 |
| ③ | | | | | | | | | | | | | |
| ④ | | | | | | | | | | | | | |
| ⑤ | | | | | | | | | | | | | |
| ⑥ | | | | | | | | | | | | | |
| ⑦ | | | | | | | | | | | | | |
| ⑧ | | | | | | | | | | | | | |

【凡例】

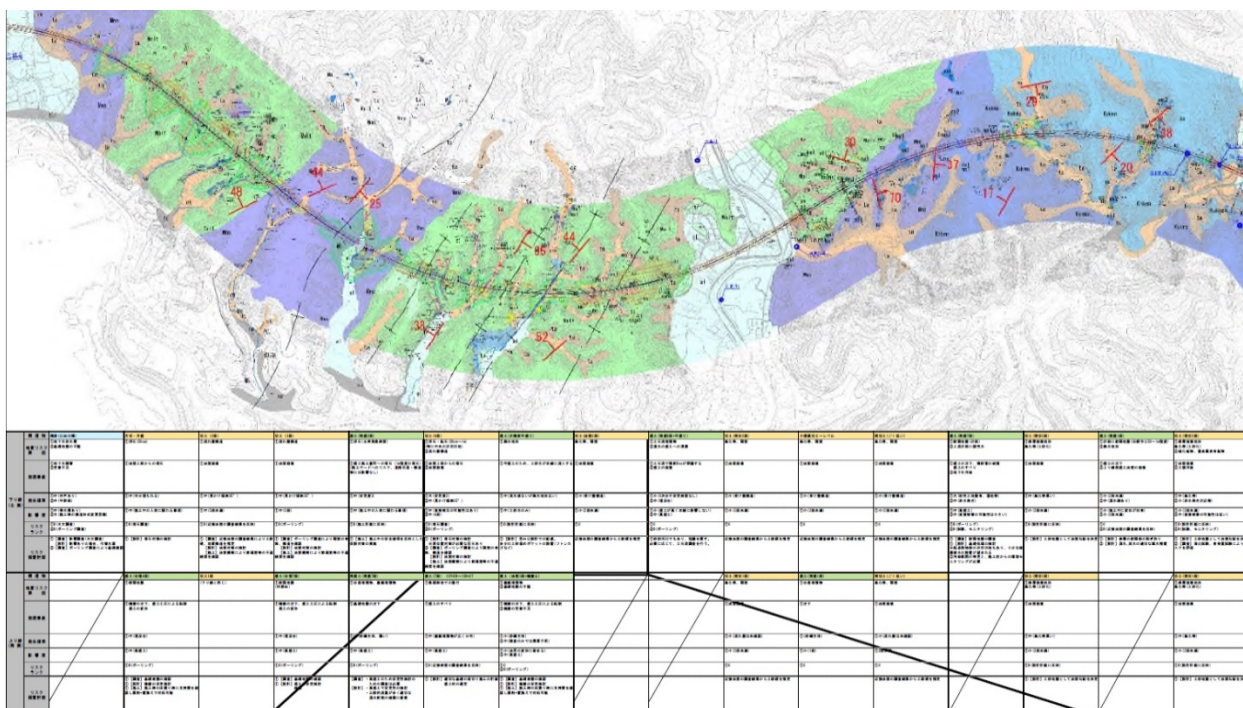
<状況>

- L：リスクが発生し、その程度が特定された状態
- C：リスクが発生しているが、どの程度なのか特定されていない状況
- P：リスクが取り除かれた状態
- G：リスクではない状態 T：危機
- O：好機

<地質リスクランク区分> リスクスコア(リスク程度 $R = E \times L$)

- AA**：リスクを回避することが望ましいリスク事象 ($R = 20 \sim 25$)
- A**：詳細な地質調査を実施して、完全なリスク低減対策を講じるべきリスク事象 ($R = 10 \sim 19$)
- B**：地質調査を行い、調査結果に応じた適切なリスク低減対策を講じるべきリスク事象 ($R = 5 \sim 9$)
- C**：リスク回避や低減対策を必要とせず、施工段階へリスクを留保することが可能な事象 ($R = 1 \sim 4$)

表 3.10 路線図に併記した地質リスク管理表（登録表）の例



記載例

| 下り線 (北側) | 構造物 | 切土(4段) | 盛土(両盛7段) | 切土(6段) |
|-------------|---------|--|---|---|
| | 地質リスク要因 | ①浮石・転石(20cm~1m) (特に中央の沢状凹地) ②流れ盤構造 | ①軟弱地盤(沢部) ②上流沢部に酸性水 | ①流れ盤、ゆるみ |
| | 発現事象 | ①法面上部からの落石 ②法面崩壊 | ①盛土の沈下、横断管の破損 盛土のすべり ②地下水汚染 | ①法面崩壊(地すべり) |
| | 発生確率 | ①大(安定度2) ②中(見かけ傾斜35°) | ①大(粘性土地盤有、湿地帯) ②中(赤水発生) | ①大(見かけ傾斜16°) |
| | 影響度 | ①中(直接被災の可能性はあり) ②中(4段) | ①中(高盛土) ②中(直接被害の可能性は小さい) | ①大(長長大法面) |
| | リスクランク | ①B(落石調査) ②B(ボーリング) | ①B(ボーリング) ②B(試験、モニタリング) | ①A(詳細調査:高品質ボーリング、ボアホールカメラ) |
| | リスク措置計画 | ①【設計】落石対策の検討 ※原位置対策が必要な巨石あり ②【調査】ボーリング調査により弱面の有無、構造を確認 【設計】法面対策の検討 【施工】法面観察により節理面等 | ①【調査】軟弱地盤の調査 ①【設計】基礎処理の検討 ※起点側袖部の沢状凹地もあり、十分な暗渠排水の設置が必要 ②汚染範囲の特定と、施工前からの環境モニタリングが必要 | ①【調査】詳細なボーリング調査により地質性状の確認 【設計】予備設計段階:軟岩の最緩傾斜1:1.2で計画 ※破碎帯等を狭在する場合は抑止対策が必要 |

(近畿マニュアル p.17 より引用)

3.2.5 地質リスク対応の検討

地質リスク対応の検討では、リスク対応方針について具体的な検討を実施する。検討項目は、(1)リスク措置計画、(2)後続調査計画、(3)リスクコミュニケーション計画等である。

(1) リスク措置計画

リスク措置計画では、地質リスクの分析・評価結果（地質リスクランク）にもとづき、リスク対応方法を検討する。

具体的には、計画変更（回避）、工法変更・対策工事（低減）やモニタリング（保有）などがあげられる。また、これらを検討するために十分な情報がない場合には、追加の地質調査等の対応が必要となる。

表3.11に地質リスク措置計画表の作成例を示す。措置計画表は、抽出されたリスクに対する措置計画(対応方法)を記載し、そのリスクに対して、いつ、だれが、どのような方法で対応したか、そして、その対応によりリスクが解決されたのか、残存するのかを時系列で整理し、次工程に引き継ぐ目的を有している。この表の内容も、受発注者間で協議し決定することが望ましい。

表 3.11 リスク管理表（措置計画表）の例

| 番号 | リスク内容 | 措置の種類 | 措置の進捗 | 措置の手法 | 実施者 | 対応時期 | 必要な資材 | これまでに判明した事項と今後の方針 | 措置コスト(千円) | 残存リスク |
|----|------------|-------|-------|-----------------------------|------|-----------|------------------------|---------------------------------------|-----------|--------------------------|
| ① | 緩斜面の成因が不明確 | 最小化 | 完了 | 複数時期の空中写真判読、現地踏査、コア判読、総合判断。 | 調査会社 | ○年△月実施済 | 空中写真、地形図、ボーリングコア。 | 当該斜面は地すべりではなく、崖錐堆積物と判断した。 | 800 | なし。 |
| ② | 地下水の変動が不明確 | 最小化 | 検討中 | 地下水位の測定、地下水検層、簡易揚水試験。 | 調査会社 | □年△月までに実施 | ボーリング後の観測孔仕上げ、自記水位計設置。 | 既存報告書から地表は湿地状であるが、地中の地下水の動きは少ない可能性あり。 | 1,500 | 契約工期の関係から十分な地下水位観測ができない。 |
| | | | | | | | | | | |

表3.12には、地質リスク対応箇所毎にリスク対応の履歴を詳細に記載した管理表の事例を示す。

表 3.12 地質リスク想定発現事象ごとのリスク管理表の例

| 地質リスク管理個票 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------|------|--------------------------------|--|--------|--------|--|--|------|-----------|----------------|----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------------|----------|-----------|---------|------|--|--|
| 事業名 : ○○○○○事業 事業者名 : ○○事務所 事業区間 : ○○地区 測点 : STA No. 60~66 構造物 : 切土法面 発現事象 : 法面一斜面不安定化 | | | | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>更新日</th> <th>業務名</th> <th>更新内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2016.3.31</td> <td>○○○○○地質リスク評価業務</td> <td>リスクランク設定</td> </tr> <tr> <td>2017.10.23</td> <td>○○○○○地質調査業務</td> <td>リスクランク見直し</td> </tr> <tr> <td>2019.7.9</td> <td>○○○○○道路詳細修正設計業務</td> <td>対策工の詳細設計</td> </tr> <tr> <td>2021.6.13</td> <td>○○○○○工事</td> <td>対策完了</td> </tr> </tbody> </table> | | | 更新日 | 業務名 | 更新内容 | 2016.3.31 | ○○○○○地質リスク評価業務 | リスクランク設定 | 2017.10.23 | ○○○○○地質調査業務 | リスクランク見直し | 2019.7.9 | ○○○○○道路詳細修正設計業務 | 対策工の詳細設計 | 2021.6.13 | ○○○○○工事 | 対策完了 | | |
| 更新日 | 業務名 | 更新内容 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2016.3.31 | ○○○○○地質リスク評価業務 | リスクランク設定 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2017.10.23 | ○○○○○地質調査業務 | リスクランク見直し | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019.7.9 | ○○○○○道路詳細修正設計業務 | 対策工の詳細設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021.6.13 | ○○○○○工事 | 対策完了 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 更新日 | 事業段階 | リスク分析手法 | 発生確率 | | 影響度 | リスクランク | 評価(措置) | 後続調査計画 | 備考 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2016.3.31 | 予備(A) | 地表地質踏査 | 大 | 流れ盤、見かけ傾斜15~25°、破碎帯あり | 大 | 切土法面6段 | A | 切土に伴い地すべりが発生する可能性が高い | 地質構造、破碎帯の有無の確認(φ86mmボーリング、ポアホールカメラ) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2017.10.23 | 予備(B) | ボーリング調査 | 大 | 流れ盤、見かけ傾斜18°、破碎帯あり | 大 | 切土法面6段 | A | 切土に伴い○×○mの地すべりが発生する可能性が高い | 抑止対策工法の検討 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019.7.9 | 詳細 | 安定解析構造計算 | 大 | 流れ盤、見かけ傾斜18°、破碎帯あり(切土時Fs=0.94) | 大 | 切土法面6段 | A | 地すべり対策工 グラウンドアンカー工 3段、p=○m、設計アンカー力Td=○kN/m | 切土時に移動土塊の範囲を確認 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2021.6.13 | 施工 | 法面観察 | 小 | 対策済 | 大 | 切土法面6段 | C | アンカー工を施工 | 法高15m超過のため、のり面観察結果を踏特定土工構造部点検の実施(1回/5年)を修正 | | | | | | | | | | | | | | | |

※リスクランク AA、A を対象とする

(近畿マニュアル p. 37 より引用)

(2) 後続調査計画

後続調査計画の立案では、土工・構造物の設計に必要となる通常のボーリング調査計画に加え、分析・評価した（ランク付けした）地質リスク事象に対応した調査計画を過不足なく提案する。なお、調査計画は優先度や新技術の適用も考慮した効率的、効果的計画となるよう留意する。

なお、後続調査計画の立案にあたっては、5章において、地質調査の基本、調査手法、新技術の活用等について述べているので参照されたい。

(3) リスクコミュニケーション計画

地質リスク調査検討業務と並行して、測量、調査、設計等の関連業務や、土木工事が実施されている際、事業関係者間の連絡・調整、情報共有を目的とした三者会議（合同調整会議）が行われる場合がある。

三者会議（合同調整会議）開催の要否、会議の目的・参加者等は業務によって異なるが、地質調査に対しては調査方針や地質区分の統一、設計・施工に対してはリスク評価や対応方針の確認（必要に応じて設計方針や工法の変更）などを促す役割を担っている。

表3.13に道路事業における三者会議（合同調整会議）の主な議題の例を、表3.14に具体的な計画例を示す。計画に際しては、リスク措置計画や残存リスクを確実に後続業務や関連業務に引き継ぐために、いつ、誰が、どのようにリスクコミュニケーションを図るか具体的に計画することが重要である。

表 3.13 道路事業における三者会議（合同調整会議）の主な議題の例

| 実施段階 | 主な議題 | 決定事項 |
|--------------------------|---|--|
| 道路概略設計 (ルート帯の検討) | ①地質リスク検討対象事業の適否 ②ランクAAの有無とリスク措置計画（回避） ③ランクA抽出結果と設計時留意事項 ④ランクAの確認のためのリスク措置計画 | ・リスクマネジメント方針 ・ルート帯 ・リスク措置計画 |
| 道路予備設計(A) (ルート中心線の検討) | ①調査結果を踏まえたリスクランクの見直し ②ランクAの内容とリスク措置計画（回避・低減） ③上記②を踏まえた最終ルートの確認 ④ランクA、B抽出のためのリスク措置計画 | ・ルート中心線 ・リスク措置計画 |
| 道路予備設計(B) (幅杭の検討) | ①調査計画を踏まえたランクの見直し ②ランクA、Bの内容とリスク措置計画（低減） ③上記②を踏まえた最終幅杭図面の確認 ④ランクA、B対策検討のためのリスク措置計画 | ・道路構造物の形式 (法面勾配含む)を踏まえた幅杭位置 ・リスク措置計画 |
| 道路詳細設計 (施工図面の作成) | ①対応優先度を踏まえた調査計画の見直し ②調査結果を踏まえたランクの見直し ③ランクA、Bの内容とリスク措置計画 ④上記③を踏まえた施工計画図面等の確認 ⑤施工時確認事項(ランクCの対策方針の確認) | ・リスク措置計画 ・施工時確認事項 |
| 施 工 | ①地質リスク検討結果とリスク措置計画の共有 ②施工時確認事項(ランクCの対策方針)の確認 ③必要に応じて監視・観測・観察等の追加計画 ④維持管理段階への申し送り事項 ※地質リスク発現時は別途検討 | ・顕在化した地質リスクの措置方針 ・維持管理申し送り事項 |

(近畿マニュアル p.20 より引用)

表 3.14 三者会議（合同調整会議）の主題と開催時期の例

| 主題と開催時期 | 目的 | 成果 |
|---|--------------------------------------|---|
| 第1回(9月) 地質リスク業務間の整合 設計業務の内容、工程の確認 調査業務の計画の確認 | 地質リスク項目の抽出 地質リスク評価基準の統一調査業務との情報交換 | 地質リスク検討業務間での整合空中写真判読 や踏査範囲の検討調査位置の確認 |
| 第2回(11月) 地質リスク評価の範囲および まとめ方の共有 | 地質リスク評価の範囲、評価内容の統一設計業務 からの要望の確認 | 地質リスク検討業務間での整合 |
| 第3回(2月) 予備設計業務への提案 地質リスク評価の共有 | 地質リスクの回避、低減が可能なルートや対策 工法を予備設計へ反映 | 地質リスクを考慮した設計方針の決定 |
| 第4回(3月) 予備設計業務への提案 後続調査計画立案の共有 | 地質リスクの評価結果および後続調査計画の妥 当性検証 | 今後の調査および設計計画の検証 |

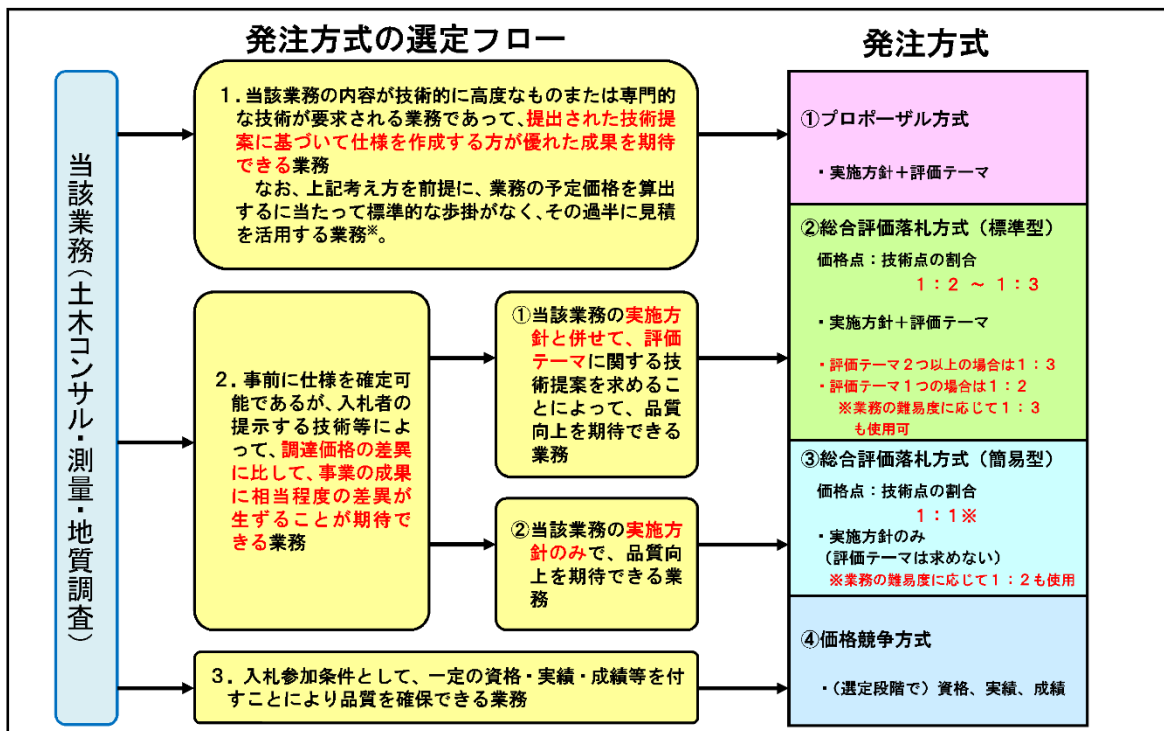
(ガイドライン参考資料 p.3-12 より引用)

4. 地質リスク調査検討業務の発注方法

4.1 発注方法

地質リスク調査検討業務の実施には、地質・地盤に関する専門的な知識が必要であることに加えて、事業者、設計技術者、施工技術者等と連携して、地質リスクを的確に特定・分析・評価し、最適なリスク対応を導き出す高度なマネジメント力が求められる。

したがって、発注に際しては、図 4.1 に示す「技術的に高度なものまたは専門的な技術が要求される」業務に該当し、図 4.2 に示すように「プロポーザル方式」として発注されることが一般である。



※ 予定価格の算出においてその過半に見積を活用する業務であっても、業務の内容が技術的に高度ではないもの又は専門的な技術が要求される業務ではない簡易なものについては総合評価落札方式又は価格競争方式を選定できる

図 4.1 建設コンサルタント業務等における発注方式を選定する際の基本的な考え方

(国土交通省：建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン p.7 に一部加筆)

【地質調査】

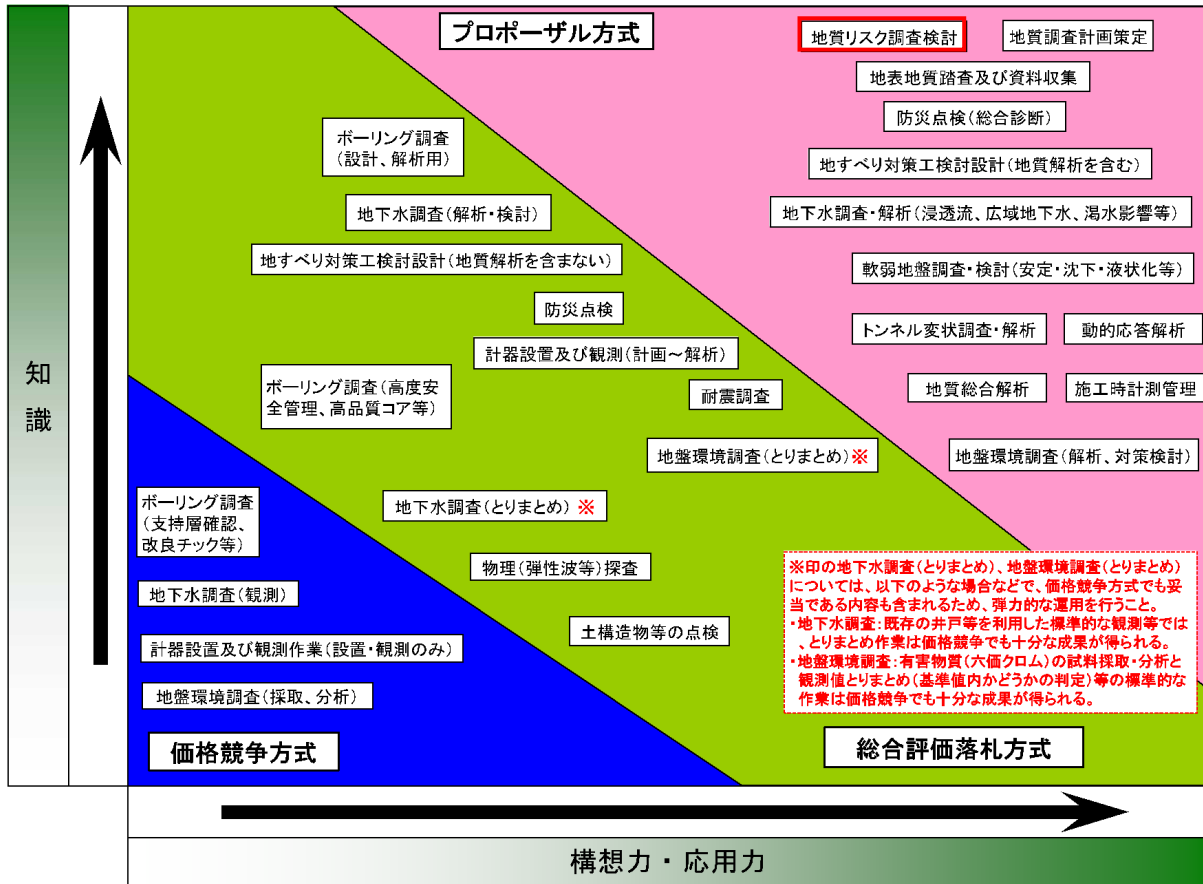


図 4.2 標準的な業務内容に応じた発注方式事例（地質調査）

(国土交通省：建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン p.7 に一部加筆)

4.2 推奨資格

地質リスク調査検討業務の実施にあたって、活用を推奨する資格要件（いずれも国土交通省登録資格）を表4.1に整理した。

地質・地盤は、公共の土木事業だけでなく各種の構造物の基礎等としても幅広く取り扱う対象であるが、地質・地盤の取扱いは専門性が高く、事業者側には地質・地盤の専門技術者が乏しいという実態がある。なお、地質リスク調査検討業務の実施にあたっては、地形や地質・地盤に係る専門的な知識だけではなく、事業に影響を及ぼす恐れのある地形地質に係る不確実な情報を工学的に対処できるレベルまで低減させ対処するための高度なマネジメント能力も要求される。さらに、地質リスクに係る対応が事業費に大きな影響を与えることを考慮すれば、事業者側のインハウスエンジニアとしての位置づけが必要になる場合も想定される。

表4.1に挙げた資格のうち地質リスク・エンジニアは、地質技術顧問としての活用も期待できる資格要件である（詳細は、6.（1）を参照のこと）。なお、地質リスク調査検討業務の発注にあたっては、地質リスク・エンジニアや応用地形判読士を配置できる場合には、加点要素として実施体制の強化を求めることも有効である。

表4.2、表4.3及び表4.4には、建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドラインより、技術者資格の設定の考え方を示した。業務発注時の参考にされたい。

表 4.1 地質リスク調査検討業務において活用を推奨する資格要件

| 資格 | 役割 | 資格概要 |
|-------------------------|-------------------------------|---|
| ・地質リスク・エンジニア(GRE) | ・管理技術者 ・担当技術者 ・地質技術顧問 | ・地質リスクに起因する事業損失を地質に関する技術力とマネジメント力により回避・予防・低減する能力を有する技術者 ・地質リスク学会がH27年より資格制度を運営 ・地質リスク・エンジニアに期待される役割は、地質リスク調査検討業務の管理技術者や、リスクマネジメントの発注者側責任者を補佐する地質技術顧問としての活用などである。 |
| ・応用地形判読士 (国土交通省登録資格) | ・担当技術者(地質リスク情報の抽出) ・地質技術顧問 | ・地形図や空中写真などを用いて大地のなり立ちを読み解く“応用地形判読技術”の専門家 ・全国地質調査業協会連合会が地形判読の技術を認定するための資格制度を平成24年度に創設 ・地形・地質リスク情報の抽出に大きな効果を発揮する。 |
| ・地質調査技士 (国土交通省登録資格) | ・担当技術者 | ・地質調査の現場業務に従事する主任技術者の資格として全国地質調査業協会連合会がS41年に制度化 ・地質調査分野の多様化に対応した発注者や市場が求める技術、能力を有する技術者資格という観点から、現場調査、現場技術・管理、土壌・地下水汚染の3部門に区分されている。 ・地質リスク調査検討業務実施においても、各種の地質調査法等に関する熟練した経験と知見が重要になる。 |
| ・地質情報管理士 | ・担当技術者 | ・地質情報の電子化・利用に係わる能力(IT関連、座標情報、電子認証など)を有する地質調査技術者を認定する資格 ・電子化された地質情報の活用は、将来の防災計画や土木構造物の維持管理、土地利用計画等で実施する地質調査の精度向上に寄与するものであり、さらには3次元化した地質情報を設計・施工などに活かすことでインフラ分野全般の効率化や高品質化につながるといえる。 ・この視点は、地質リスク調査検討業務の実施においても重要である。 |

表 4.2 技術者資格等の設定の考え方

| 技術者資格登録簿 における技術者資格等 の登録状況 | 評価対象技 術者 | プロポーザル方式 | | 総合評価落札方式 | |
|-----------------------------------|-------------|----------|------|----------|------|
| | | 選定段階 | 特定段階 | 指名段階 | 入札段階 |
| 登録がない場合 | 管理技術者 | ◎1 | ◎1 | ◎1 | ◎1 |
| | 担当技術者 | — | ○ | — | ○ |
| | 照査技術者 | — | ◎3 | — | ◎3 |
| 管理技術者に係る資格 のみ登録がある場合 | 管理技術者 | ◎2 | ◎2 | ◎2 | ◎2 |
| | 担当技術者 | — | ○ | — | ○ |
| | 照査技術者 | — | ◎3 | — | ◎3 |
| 担当技術者に係る資格 のみ登録がある場合 | 管理技術者 | ◎1 | ◎1 | ◎1 | ◎1 |
| | 担当技術者 | — | ◎2 | — | ◎2 |
| | 照査技術者 | — | ◎3 | — | ◎3 |
| 管理技術者及び担当技 術者に係る資格の登録 がある場合 | 管理技術者 | ◎2 | ◎2 | ◎2 | ◎2 |
| | 担当技術者 | — | ◎2 | — | ◎2 |
| | 照査技術者 | — | ◎3 | — | ◎3 |
| 管理技術者及び照査技 術者に係る資格の登録 がある場合 | 管理技術者 | ◎2 | ◎2 | ◎2 | ◎2 |
| | 担当技術者 | — | ○ | — | ○ |
| | 照査技術者 | — | ◎4 | — | ◎4 |

- ◎1:原則として設定する項目(表 4.3 適用)
- ◎2:原則として設定する項目(表 4.4 適用)
- ◎3:照査技術者を配置する場合、原則として設定する項目(表 4.3 適用)
- ◎4:照査技術者を配置する場合、原則として設定する項目(表 4.4 適用)
- :必要に応じて設定する項目(表 4.3 適用)
- :設定しない項目

(国土交通省：建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン p. 19 を引用、一部加筆)

表 4.3 技術者資格の区分（技術者資格登録簿に登録がない場合）

| |
|--|
| ① 技術士 博士(研究業務等高度な技術検討や学術的知見を要する業務に適用) |
| ② RCCM 地質調査技士(地質調査分野に適用) 土木学会認定技術者【特別上級、上級、1級】(土木関係分野に適用) コンクリート診断士(コンクリート構造物の維持・修繕に適用) 土木鋼構造診断士(鋼構造物の維持・修繕に適用)等 |

(国土交通省：建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン p. 19 を引用、一部加筆)

表 4.4 技術者資格等の区分（技術者資格登録簿に登録がある場合）

| |
|--|
| ① 技術士 博士(研究業務等高度な技術検討や学術的知見を要する業務に適用) |
| ② 国土交通省登録技術者資格 |
| ③ 上記以外のもの(国土交通省登録技術者資格を除いて、発注者が指定するもの) |

注1:「国土交通省登録技術者資格」とは、技術者資格登録簿に登録されている資格のことをいう。(参照:国土交通省ホームページ「公共工事に関する調査及び設計等の品質確保に資する技術者資格について」http://www.mlit.go.jp/tec/tec.tk_000098.html)

(国土交通省：建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン p. 19 を引用、一部加筆)

4.3 特記仕様として記載すべき内容

4.3.1 地質リスク調査検討業務の基本となる仕様項目

地質リスク調査検討業務の基本となる仕様項目は、下記のとおりである。

(1) 計画準備

業務の目的を理解したうえで、業務内容及び計画諸条件を確認し、業務計画書を作成する。

(2) 打合せ協議

業務着手時、中間打合せ、成果品納入時の打合せの必要回数を設定する。

(3) 関係機関協議

土地立入など、対象地域の関係管理者との協議や手続きを行う。

(4) 地質リスク対応方針の策定

・計画諸条件の確認

事業計画の概要、自然・社会的条件、コントロールポイント等を確認し、地質リスク対応方針を策定する。

(5) 地質リスク情報抽出

・地形解析

地形図、空中写真、航空レーザー測量図等を用いた地形解析を行い、地質リスク情報を抽出する。

・文献資料調査

地形地質文献資料、災害履歴資料、被害想定資料、既往地質調査資料、既存工事記録、鉱山・温泉・文化財等に関する資料等の地質リスク検討に必要な資料の収集整理を行い、本事業に想定される地質リスクを抽出する。

収集資料数は、数量を明記し設計変更の対象とする。

(6) 地質リスク現地踏査

抽出された地質リスクに対し、必要な範囲の現場踏査を行い、地質リスクの観点から地質の特徴を把握し、地質リスク現地踏査結果図を作成する。

踏査に用いる図面の縮尺は事業段階（設計段階）により適宜、設定する。

(7) 地質リスク解析

・地質総合解析

対象範囲の既存地質調査成果のとりまとめを行い、地形・地質の特性や地下水等の水理特性を把握し、土質工学及び地質工学に基づく地盤に関する総合的検討を行う。

・地質リスクの抽出

地質リスク情報抽出、現地踏査、地質総合解析をもとに、本事業の維持管理段階まで含めた諸条件を踏まえたうえで、地質リスク要因を抽出し、構造物等の設計計画に対する地質リスク発現事象を特定する。

・地質リスクの分析・評価

抽出された地質リスクの発生機構と事業への影響度、起こりやすさなどから、地質リスク基準(リスクスコア)を設定し、地質リスク管理表を作成する。

(8)地質リスク対応の検討

・地質リスクマネジメント対象事業判定

構想・計画段階で実施する地質リスク予備検討業務では、地質リスク解析に基づき、地質リスクマネジメントの対象事業について判定を行う。

・リスク対応の検討

地質リスク解析に基づき、不確実性や対策の効果・費用を踏まえ、対応方針を検討するとともに、残存リスクについて整理し、リスク措置計画表を作成する。リスク措置計画表に基づき後続調査計画を作成し、後続業務におけるリスクコミュニケーション計画（時期・内容）を作成する。

(9)三者会議（合同調整会議）

発注者・受注者・関連業務担当者の三者により合同調整会議を行い、地質リスク関連情報を共有するとともに、リスク対応方針を協議・検討し共有する。

リスクコミュニケーションとして重要なプロセスである。

(10)報告書作成

資料収集整理結果、地形解析結果、現地踏査結果、地質リスク解析結果、地質リスク対応の検討結果、後続調査計画、三者会議（合同調整会議）で検討した事項等の結果をとりまとめ、報告書（電子納品含）を作成する。

4.3.2 事業段階ごとの仕様内容と成果品

3.1.2 項で述べた構想・計画、調査・設計、施工、維持管理の各段階で実施する地質リスク調査検討業務の実施内容と成果案を表 4.5～表 4.7 に示す。

なお、発注仕様の検討においては、先行する地質リスク調査検討業務の有無、既往地質調査資料の多寡、関連業務との連携の有無等を勘案して必要項目を選定して発注することが必要である。

表 4.5 地質リスク予備検討業務における仕様項目（構想計画段階）
※道路事業の場合は概略設計段階

| 大項目 | 実施項目 | 細項目（検討事項 ※：留意事項） （業務毎に項目を選定して実施） | 成果物 |
|------------------|-----------------------|--|--|
| ①計画準備 | 計画準備 | ○業務の目的 ○業務内容の確認 ○業務範囲 | |
| ②打合せ協議 | 業務打合せ | ○業務着手時、中間打合せ、成果品納入時 | 打合せ協議簿 |
| ③関係機関協議 | 関係機関との協議 | ○公共物を管理する団体との協議 ○現地立入に関する関係者協議 | 関係機関協議資料 |
| ④地質リスク 対応方針策定 | 計画諸条件の確認 | ○概略設計・事業計画の確認 [主な確認項目] ・事業計画の概要 ・自然・社会的条件 ・コントロールポイント等 | 計画諸条件一覧表 |
| ⑤地質リスク 情報抽出 | 地形解析 | ○空中写真、航空レーザー測量図（縮尺 1/25,000～1/50,000 程度）を用いた地形解析 [主な検討項目] ・大規模地すべり・崩壊地形の抽出 ・断層、活断層の抽出 ・崖錐、扇状地、土石流堆積等の抽出 ・その他、問題となる地形等の判読 | 地形解析図（地形判読図） 判読に用いた空中写真、航空レーザー測量図 |
| | 文献資料調査 | ○既存資料の収集整理とりまとめ [主な収集資料] ・計画地周辺の空中写真、地形図、DEMデータ ・地形地質、水文、活断層、地すべり、地盤沈下等に関する文献資料 ・計画地周辺における鉱山（跡地含む）、温泉、文化財等に関する資料 ・計画地周辺の地盤調査、地盤の物性等に関する資料 ・災害履歴に関する資料（都道府県及び市町村史、災害史、道路災害資料等） ・地震・津波被害想定に関する資料 ・砂防基礎調査に関する資料 ・地すべり防止区域、急傾斜崩壊危険区域、土石流危険渓流等の指定状況 ・ハザードマップ（河川災害、斜面災害、火山災害） ・周辺道路の道路防災点検カルテ、道路管理記録等 | 収集資料リスト・概要書 収集文献・資料 |
| ⑥地質リスク 現地踏査 | 現地踏査 | ○現地概略踏査（縮尺 1/10,000 程度） [主な検討項目] ・概略の地形状況、分布地質の把握 ・地質リスク情報抽出結果の現地確認 ※道路事業においては、この段階では現地立入が困難な場合が多いことに留意 | 現地概略踏査結果図 ルートマップ 現地写真 |
| ⑦地質リスク解析 | 地質リスクの抽出 | ○地形地質の特徴と地質リスク要因・事象の抽出と分類 ○地盤、地下水環境等の特徴とリスク抽出 ○災害履歴と被害想定のとりのまとめ [主な検討項目] ・大規模地すべり、斜面崩壊、活断層、自然由来重金属、軟弱地盤等 | 地質リスク抽出結果図（地形・地質 リスクマップ） 地質リスク要因と地質リスク事象の 抽出結果一覧表 |
| | 地質リスクの 分析・評価 | ○地質リスク基準（リスクランク）の作成 ○地質リスク管理表の作成 [主な検討項目] ・抽出された地質リスクの発生機構と事業への影響度、起こりやすさ ※特にリスクランクAAの確実な抽出 ※概略設計業務との連携 | 地質リスク基準（リスクスコア） |
| ⑧地質リスク対応の 検討 | 地質リスクマネジメント 対象事業判定 | ○地質リスク検討対象事業の判定 [主な検討項目] ・主な対象リスク（近畿マニュアル参照）への該当の有無 ・その他、該当要件の有無 | 地質リスク検討対象事業の判定結果 （報文・表） |
| | リスク対応方針の検討 | ○リスク措置計画立案 ○後続調査計画（予備設計A段階）の立案 [主な検討項目] ・リスクランクと対応方針（回避、低減） ※特にリスクランクAAに対する措置計画（回避の可否） ・リスクコミュニケーション（三者協議）方法の立案 | リスク措置計画 後続調査計画 後続業務におけるリスクコミュニケーション計画（時期・内容） |
| ⑨三者会議 | 三者会議 | ○発注者・受注者・関連業務担当者の三者による合同調整会議 [主な検討項目] ・地質リスク関連情報の共有と地質リスク検討対象業務の判定協議 | 三者会議資料 協議結果（議事録等） |
| ⑩報告書作成 | 報告書作成 | ○報告書作成項目 ・資料収集整理結果 ・地形解析結果 ・現地踏査結果 ・地質リスク解析結果 ・地質リスク対応検討結果 ・後続調査計画 ・三者会議（合同調整会議）で検討した事項 ○電子納品 | 報告書一式 概要版 電子成果品 |

表 4.6 地質リスク調査検討業務における仕様項目（構想計画段階）
※道路事業の予備設計（A）段階

| 大項目 | 実施項目 | 細項目（検討事項 ※：留意事項） （業務毎に項目を選定して実施） | 成果物 |
|------------------|-----------------|---|--|
| ①計画準備 | 計画準備 | ○業務の目的 ○業務内容の確認 ○業務範囲 | |
| ②打合せ協議 | 業務打合せ | ○業務着手時、中間打合せ、成果品納入時 | 打合せ協議簿 |
| ③関係機関協議 | 関係機関との協議 | ○公共物を管理する団体との協議 ○現地立入に関する関係者協議 | 関係機関協議資料 |
| ④地質リスク 対応方針策定 | 計画諸条件の確認 | ○概略設計・事業計画の確認 [主な確認項目] ・事業計画の概要 ・自然・社会的条件 ・コントロールポイント等 ・地質リスク予備検討業務成果の確認（実施されている場合） | 計画諸条件一覧表 |
| ⑤地質リスク 情報抽出 | 地形解析 | ○空中写真、航空レーザー測量図（縮尺 1/5,000～1/10,000 程度）を用いた地形解析（微地形判読） [主な検討項目] ・大規模地すべり・崩壊地形の抽出 ・断層、活断層の抽出 ・崖錐、扇状地、土石流堆積等の抽出 ・その他、問題となる地形等の判読 ※比較ルートに対する微地形判読 ※地質リスク予備検討業務成果がある場合は補足解析・再評価 | 地形解析図（地形判読図） 判読に用いた空中写真、航空レーザー測量図 |
| | 文献資料調査 | ○既存資料の収集整理とりまとめ [主な収集資料] ・地質リスク予備検討業務成果（実施されている場合） ・計画地周辺の空中写真、地形図、DEMデータ ・地形地質、水文、活断層、地すべり、地盤沈下等に関する文献資料 ・計画地周辺における鉱山（跡地含む）、温泉、文化財等に関する資料 ・計画地周辺の地盤調査、地盤の物性等に関する資料 ・災害履歴に関する資料（都道府県及び市町村史、災害史、道路災害資料等） ・地震・津波被害想定に関する資料 ・砂防基礎調査に関する資料 ・地すべり防止区域、急傾斜崩壊危険区域、土石流危険渓流等の指定状況 ・ハザードマップ（河川災害、斜面災害、火山災害） ・周辺道路の道路防災点検カルテ、道路管理記録等 ※地質リスク予備検討業務成果がある場合は不足分の追加 | 収集資料リスト・概要書 収集文献・資料 |
| ⑥地質リスク 現地踏査 | 地表地質概査 | ○地表地質概略踏査（縮尺 1/2,500～5,000 程度） [主な検討項目] ・概略の地形状況、分布地質の把握 ・地質リスク情報抽出結果の現地確認 ※道路事業においては、この段階では現地立入が困難な場合が多いことに留意 ・概略の地形状況、分布地質の把握 ※地質リスク予備検討業務成果がある場合は活用し精度向上を図る。 | 地表地質概略踏査結果図 ルートマップ 現地写真 |
| ⑦地質リスク解析 | 地質リスクの抽出 | ○地質（地層）構成の把握 ○各地質（地層）の物性の概略把握 ○地盤、地下水環境等の特徴とリスク抽出 ○計画構造物別の地質リスク要因の抽出 [主な検討項目] ・地すべり、斜面崩壊、活断層、自然由来重金属、軟弱地盤等 | 地質リスク抽出結果図（地形・地質リスクマップ） 地質リスク要因と地質リスク事象の抽出結果一覧表 |
| | 地質リスクの 分析・評価 | ○地質リスク基準（リスクランク）の作成 ○地質リスク管理表の作成 [主な検討項目] ・抽出された地質リスクの発生機構と事業への影響度、起こりやすさ ※特にリスクランクAAの確実な抽出とリスクランクAをコントロールポイントとしたルート検討に必要な基礎資料整理 ※地質リスク予備検討業務成果がある場合は再評価、更新 | 地質リスク基準（リスクスコア） 地質リスク管理表 |
| ⑧地質リスク対応の 検討 | リスク対応方針の検討 | ○リスク措置計画立案（※予備検討がある場合は更新） ○詳細調査計画（予備設計B段階）の立案 [主な検討項目] ・リスクランクと対応方針 ・リスクコミュニケーション（三者会議）方法の立案 ※特にリスクランクAに対する措置計画（対策、構造変更、ルート小シフト等） | リスク措置計画 後続調査計画 後続業務におけるリスクコミュニケーション計画（時期・内容） |
| ⑨三者会議 | 三者会議 | ○発注者・受注者・関連業務担当者の三者による合同調整会議 [主な検討項目] ・地質リスク関連情報の共有とリスク対応方針を協議検討 | 三者会議資料 協議結果（議事録等） |
| ⑩報告書作成 | 報告書作成 | ○報告書作成項目 ・資料収集整理結果 ・地形解析結果 ・現地踏査結果 ・地質リスク解析結果 ・地質リスク対応検討結果 ・後続調査計画 ・三者会議（合同調整会議）で検討した事項○電子納品 | 報告書一式 概要版 電子成果品 |

表 4.7 地質リスク調査検討業務（調査・設計段階）における仕様項目
※道路事業の場合は予備設計（B）～詳細設計段階

| 大項目 | 実施項目 | 細項目(検討事項) (業務毎に項目を選定して実施) | 成果物 △:必要に応じて実施 |
|------------------|---|--|--|
| ①計画準備 | 計画準備 | ○業務の目的 ○業務内容の確認 ○業務範囲 | |
| ②打合せ協議 | 業務打合せ | ○業務着手時、中間打合せ、成果品納入時 | 打合せ協議簿 |
| ③関係機関協議 | 関係機関との協議 | ○公共物を管理する団体との協議 ○現地立入に関する関係者協議 | 関係機関協議資料 |
| ④地質リスク 対応方針策定 | 計画諸条件の確認 | ○既往設計成果の確認 [主な確認項目] ・事業計画の概要 ・自然・社会的条件とコントロールポイント等 ・既往地質リスク検討業務成果の確認 | 計画諸条件一覧表 |
| ⑤地質リスク 情報抽出 | 地形解析 | ○空中写真、航空(ドローン)レーザー測量図(縮尺 1/1,000~1/5,000 程度)を用いた地形解析(微地形判読) [主な検討項目] ・地すべり・崩壊地形の抽出 ・断層、活断層の抽出 ・崖錐、扇状地、土石流堆積等の抽出 ・その他、問題となる地形等の判読 ※計画構造物に対する微地形判読 ※既往成果がある場合は補足解析・再評価 | 地形解析図(微地形判読図) 判読に用いた空中写真、レーザー測量図 |
| | 文献資料調査 | ○既存資料の収集整理とりまとめ [主な収集資料] ・計画地周辺の空中写真、地形図、DEMデータ ・地形地質、水文、活断層、地すべり、地盤沈下等に関する文献資料 ・計画地周辺における鉱山(跡地含む)、温泉、文化財等に関する資料 ・計画地周辺の地盤調査、地盤の物性等に関する資料 ・災害履歴に関する資料(都道府県及び市町村史、災害史、道路災害資料等) ・地震・津波被害想定に関する資料 ・砂防基礎調査に関する資料 ・地すべり防止区域、急傾斜崩壊危険区域、土石流危険渓流等の指定状況 ・ハザードマップ(河川災害、斜面災害、火山災害) ・周辺道路の道路防災点検カルテ、道路管理記録等 ※既往成果がある場合は不足分の追加 | 収集資料リスト・概要書 収集文献・資料 |
| ⑥地質リスク 現地踏査 | 地表地質踏査 | ○地表地質踏査(予備設計B段階:縮尺 1/1,000~1/5,000 程度) [主な検討項目] ・地質構成分布、地質構造(断層、活断層、活褶曲) ・地層の走向傾斜、風化の程度、 ・風化層の厚さ、スレーキング・膨潤特性 ・岩盤の力学特性 ・変質帯の分布、変質の程度 ・自然由来重金属(公定) ・地下水(湧水、pH、利用) ・地すべり、崩壊地の有無・規模 ・落石、岩盤崩壊の履歴及び危険度 ・既設防災対策状況(落石、崩壊対策等) ・沖積低地、段丘、液状化の可能性・履歴、 ・河川洪水氾濫の可能性・履歴 ・地下水の水位、被圧、井戸、水利用、 ・湧水対策、地盤沈下 ○地表地質踏査(詳細設計段階:縮尺 1/500~1/1,000 程度) [主な検討項目] ・予備設計B段階で抽出された特定の地質リスク、構造物の詳細評価 ※必要に応じて実施 | 地表地質踏査結果図 ルートマップ 現地写真 |
| | | ○地形地質総合解析 [主な検討項目] ・地質リスク調査検討業務で実施する地形解析、地表地質踏査結果に別途実施の地質調査データを加え総合的に地質・地盤特性を解析する。 ※必要に応じて既往ボーリングコア、物理探査結果等の見直し | 地質平面図 地質縦断面図 既往調査成果とりまとめ △既往地質調査の再評価結果(ボーリング柱状図等) |
| ⑦地質リスク解析 | 地質リスクの抽出 | ○構造物別の地質リスク要因の抽出(詳細検討) ○地盤、地下水環境等の特徴とリスク抽出(詳細検討) [主な検討項目] ・地すべり、斜面崩壊、活断層、自然由来重金属、軟弱地盤等 ※既往成果がある場合は再評価 | 地質リスク抽出結果図(地形・地質リスクマップ) 地質リスク要因と地質リスク事象の抽出結果一覧表 |
| | 地質リスクの 分析・評価 | ○地質リスク基準(リスクランク)の作成 ○地質リスク管理表の作成 [主な検討項目] ・抽出された地質リスクの発生機構と事業への影響度、起こりやすさ ※既往成果がある場合は再評価、更新 ※設計業務との連携 | 地質リスク基準(リスクスコア) 地質リスク管理表 |
| | ○リスク措置計画立案(既往検討の更新) ○詳細(追加)調査計画の立案 [主な検討項目] ・地質リスク評価(リスクランク)と具体の対応策を検討(極力すべての A ~ B ランクに対応する対策方針等を提案) ・詳細設計段階においては、必要に応じて施工段階での調査、動態観測等の提案 ※検討に際しては設計業務と連携 | リスク措置計画 後続調査計画 後続業務(事業)におけるリスクコミュニケーション計画(時期・内容) △地質リスク再評価一覧表 △構造物別のリスクランク個票 △施工への申し送り事項 | |
| ⑧地質リスク対応の 検討 | リスク対応方針の検討 | ○発注者・受注者・関連業務担当者の三者による合同調整会議 [主な検討項目] ・地質リスク関連情報の共有とリスク対応方針を協議検討 | 三者会議資料 協議結果(議事録等) |
| ⑨三者会議 | 三者会議 | ○報告書作成項目 ・資料収集整理結果 ・地形解析結果 ・現地踏査結果 ・地質リスク解析結果 ・地質リスク対応検討結果 ・後続調査計画 ・三者会議(合同調整会議)で検討した事項 ○電子納品 | 報告書一式 概要版 電子成果品 |

4.4 積算方法

4.4.1 標準積算項目

前項で述べた、各事業段階または各設計段階において繰り返し実施される地質リスク調査検討業務は、5項目からなる共通する業務フローに基づいて実施される。

業務フローは、図4.2に示すとおりであり、この業務フローの実施項目に沿って、①地質リスク対応方針策定、②地質リスク情報抽出、③地質リスク現地踏査、④地質リスク解析、⑤地質リスク対応の検討の5項目について積算を行う。

地質情報は図4.3に示すように、事業段階に応じ新しいデータが追加されるたびに地層の推定精度が高くなり、より詳細な地層構成が明らかになる。そのため、事業段階又は地質調査段階が進む度に、地質リスク調査検討業務を繰り返し継続的に実施することによって、新たな知見を基に地質リスクの再検討が行われなければならない。事業段階が進んで再度地質リスク調査検討業務が実施される場合、過去の地質リスク調査検討業務に用いた資料と新たに加わった地質調査資料とを併せ、事業にとって地質リスクが減少するのか増大するのか等について、新たな地質リスク調査検討業務を実施するものとして積算を行う。

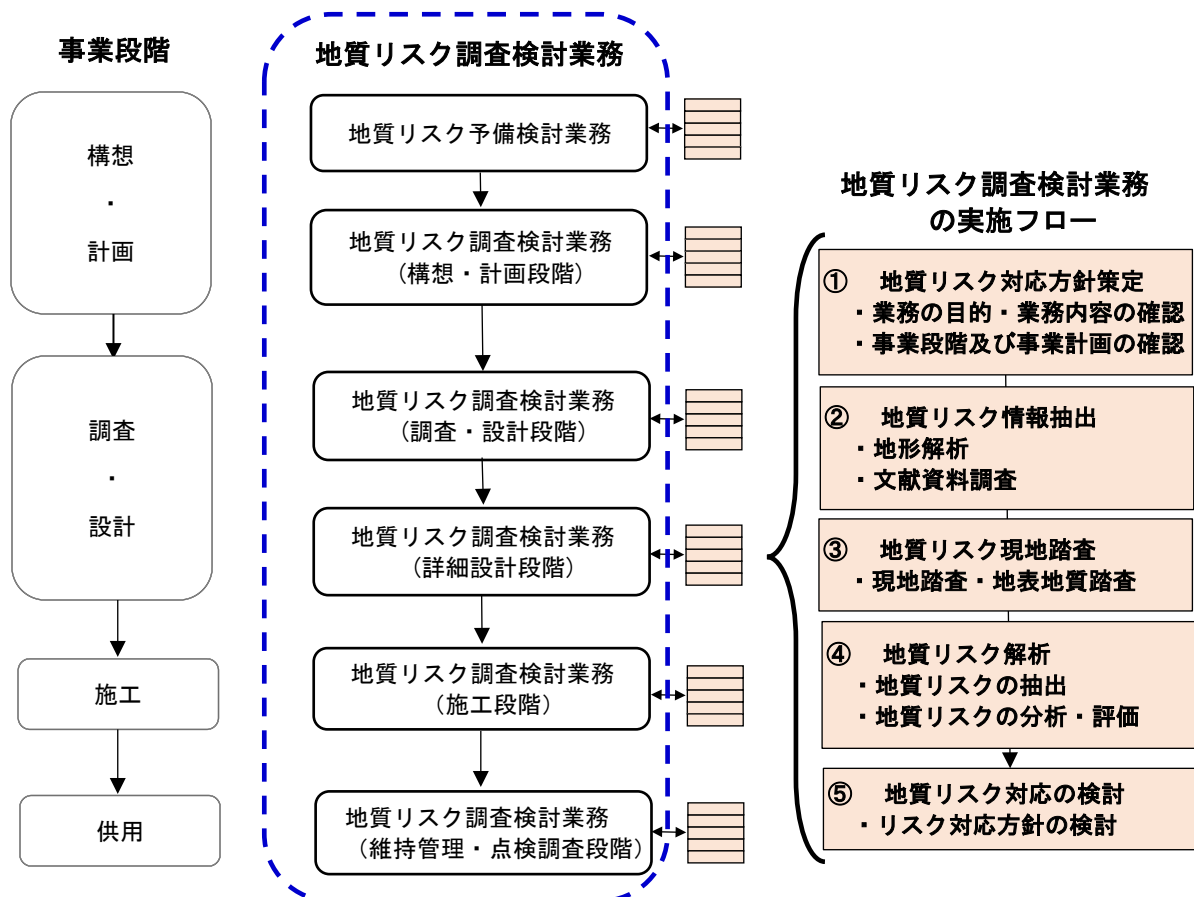


図4.2 地質リスク調査検討業務フロー図

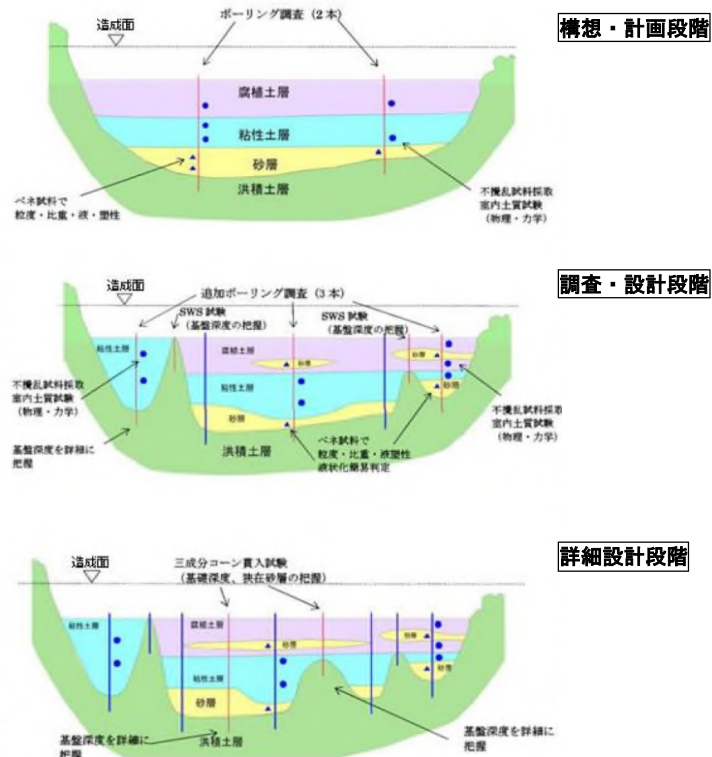


図 4.3 調査段階が進むにつれデータの種類と量が増え地層の推定精度が高くなる模式図
 (地盤工学会社会基盤情報標準化委員会：地盤データ品質標準化小委員会報告書 R1.6 より引用)

4.4.2 地質リスク調査検討段階における成果

各設計段階で実施される地質リスク調査検討業務の主な成果を表 4.10 に示す。

表 4.10 設計業務段階における地質リスク調査検討業務と成果品

| 設計業務段階 | 業務名称 | 主な成果品 |
|--------|-----------------------|---|
| 計画立案 | 地質リスク予備検討業務 | <ul style="list-style-type: none"> 地質リスクスコア 地質リスク管理表 (リスクランク AA) リスク措置計画 (リスクランク AA) 調査計画 (立案) |
| 基本計画 | 地質リスク調査検討業務 (構想計画段階) | <ul style="list-style-type: none"> 地形・地質リスクマップ (平面・縦断図) 地質リスク基準 (リスクランク) 地質リスクスコア 地質リスク管理表 リスク措置計画表 後続調査計画 (立案) |
| 予備設計 | 地質リスク調査検討業務 (調査・設計段階) | <ul style="list-style-type: none"> 地形・地質リスクマップ (平面・縦断図) 地質リスク基準 (リスクランク；更新) 地質リスクスコア (更新) 地質リスク管理表 (更新) リスク措置計画表 (更新) 後続調査計画 (立案) |
| 詳細設計 | 地質リスク調査検討業務 (詳細設計段階) | <ul style="list-style-type: none"> 地形・地質リスクマップ (平面・縦断図) 地質リスク基準 (リスクランク；更新) 地質リスクスコア (更新) 地質リスク管理表 (更新) リスク措置計画表 (更新) 施工段階での調査・観測提案 |

4.4.3 地質リスク調査検討業務と地質調査業務との対比

地質リスク調査検討業務では、地質・地盤の不確実性による事業のリスクについてリスクマネジメントを行うことを目的としており、設計のための情報取得を主目的とする地質調査業務とは実施内容が異なる。したがって、地質リスク調査検討業務では、その業務で抽出された地質リスク情報についてさらに詳細に調べるべき事項を整理し、後続の地質調査業務を計画立案することも重要な成果の一つである。

地質リスク調査検討業務の実施内容と、各実施項目における標準的な成果について、表 4.11 に示した。これらは、従来の地質調査業務の成果には含まれておらず、地質リスクを検討するために必須とされるものである。

業務によっては、地質リスク調査検討業務と同時に地質調査業務が発注されることがある。この場合は、地質調査業務における解析等調査業務の内「既往資料の収集・現地踏査」の一部を減じることができる。減じる実施内容の対象としては、地質調査業務において地質リスク調査検討業務と重複する「ボーリング箇所周辺の関係文献等の収集と検討」であり、そのほか、地質調査業務において必要な「ボーリング箇所の土地利用・制約条件の確認および現地調査」については減じることができない。また、地質調査業務における解析等調査業務費うち【断面図の作成】、【総合解析取りまとめ】に関しては、実施内容として「調査結果の既往値との対比やその説明のための断面図作成、設計・施工を行う上での地盤の工学的性質や留意点の検討、その内容について報告書に執筆」する必要があるため、減じることができない。

ボーリング調査の解析等調査業務の内、「既往資料の収集・現地踏査」の関係文献等の収集と検討を減じる場合の歩掛例を表 4.12 に示す。

表 4.11 地質リスク調査検討業務における実施項目、実施内容および成果

| 実施項目 | 実施内容 | 成果 |
|--------------|--|---|
| ①地質リスク対応方針策定 | 計画諸条件の確認 事業計画の確認 自然的・社会的条件 コントロールポイント | 計画諸条件一覧表 地質リスク調査検討方針の策定(想定されるリスク・リスクアセスメント方法、コミュニケーション及び協議の実施時期) |
| ②地質リスク情報抽出 | 地形判読 文献資料収集整理 | 地形解析図 収集文献・資料 |
| ③地質リスク現地踏査 | 山間部/低地部における踏査 土木構造物付近の調査 地形地質解析 | 現地踏査結果図(地質平面図、地質断面図、ルートマップ) |
| ④地質リスク解析 | 地質リスクの抽出 地質リスクの分析・評価 | 地形地質リスクマップ 地質リスクスコア 地質リスク管理表 |
| ⑤地質リスク対応の検討 | リスク対応方針の検討 リスク対応方法の比較検討 後続調査計画 | リスク措置計画表 後続調査計画立案 リスクコミュニケーション計画 |

表 4.12 地質リスク調査検討業務と同時に発注される地質調査業務で解析等調査業務費の内、「既往資料の収集・現地踏査」の関係文献等の収集と検討を減じる場合の歩掛例

| 発注条件の違い | 歩 掛 | | | |
|-----------------------------|------|-----|-----|-----|
| | 主任技師 | 技師A | 技師B | 技師C |
| ・地質リスク調査検討業務に併せて地質調査業務発注の場合 | 0 | 1.0 | 0 | 1.0 |
| ・地質調査業務として単独発注の場合 | 0 | 1.5 | 0 | 2.0 |

※地質リスク調査検討業務と同時に地質調査業務を発注される場合の、解析等調査業務の「既往資料の収集・現地踏査」を減じる割合として0.59%（令和2年度の技術者単価に基づく割合）を見込む。

4.4.4 地質リスク調査検討業務の歩掛

地質リスク調査検討業務の業務フローに基づく歩掛構成および業務実施条件による補正項目について、表 4.13 に示す。なお、標準歩掛については、標準積算資料として、地質関連情報 WEB (全地連 HP) 【https://www.zenchiren.or.jp/sekisan/sekisan_sonota.html】に示す。

表 4.13 業務フローに基づく歩掛構成および業務実施条件による補正項目

| 実施項目 | 主任技術者 | 技師長 | 主任技師 | 技師 A | 技師 B | 技師 C | 技術員 | 備考 |
|---------------|-------|-----|------|------|------|------|-----|------------------------|
| 打合せ | | | | | | | | 中間 5 回 |
| 三者会議 (合同調整会議) | | | | | | | | |
| 三者会議資料作成 | | | | | | | | |
| 合同現地踏査 | | | | | | | | |
| 合同現地踏査資料作成 | | | | | | | | |
| ①地質リスク対応方針策定 | | | | | | | | ※対象の数量補正 |
| ②地質リスク情報抽出 | | | | | | | | ※資料数による補正 |
| ③地質リスク現地踏査 | | | | | | | | ※地形補正 ※対象範囲の数量による補正 |
| ④地質リスク解析 | | | | | | | | ※対象の数量補正 |
| ⑤地質リスク対応の検討 | | | | | | | | ※対象の数量補正 |
| 報告書作成 | | | | | | | | |
| 電子成果品作成費 | / | | | | | | | |
| 旅費交通費 | / | | | | | | | |

※以下の業務実施条件によって、各歩掛に対する補正を行う

1. 対象の数量 (路線長、対象箇所数)による、①地質リスク対応方針策定、④地質リスク解析、⑤地質リスク対応の検討の補正
2. ②地質リスク情報抽出にかかる資料数による補正
3. ③地質リスク現地踏査にかかる、地形および対象範囲の数量 (路線長、対象面積)による補正

5. 地質リスクアセスメント技術

5.1 地質調査、解析技術

ここでは、地質リスク調査検討業務で策定する後続調査計画、あるいは必要に応じて地質リスク調査検討業務の中で実施される地質調査の基本的な手法や新技術の活用について概説する。

5.1.1 地質リスク調査検討業務のための地質調査の基本

地質リスク調査検討（リスクアセスメント）における地質調査は、地質・地盤条件とその不確実性を把握し、リスクの特定、分析、評価を行うための資料を得ることを目的として実施するものである。

リスクアセスメントにおける地質・地盤調査は、**図 5.1** に示す手順を基本とする。

すなわち、事業の初期の段階では、リスク要因の抽出に主眼がおかれ、事業の進捗とともにリスク特定から評価・分析のための調査に移行し、さらに詳細設計段階では

リスク対応（対策工含む）のための調査に移行していく。このように、事業の各段階で対象とするリスクや目的が変化するため、常に関係者間でリスクコミュニケーションを行い、各段階で求められる精度、目的を十分に踏まえた上で、効果的な調査方法を選定し実施することが重要である。

5.1.2 地質調査方法の選定

地質調査結果から得られる情報は、地盤構成、地質構造、透水性、物理・力学特性などであり、その調査手法は、目的や現地条件等によって様々である。代表的な地質調査方法と得られる地質・地盤情報の関係を**表 5.1** に示す。また、**表 5.2** に事業（対象構造物）と適用される地質調査の組合せ例を示す。これらの技術を用いた調査を立案する際には、分野に応じて**表 5.3** に示す基準や書籍等を参考されたい。

地質リスク調査検討業務で実施する調査計画立案においては、リスク評価・分析、リスク対応検討結果に基づき、残存リスクの内容、対応優先度（リスクランク）や現地状況等を勘案し、その段階での適用可能な最適調査方法（組合せ）を選定する必要がある。

特に、近年では幅広い分野において地質調査や現場計測技術の進展が見られ、なかでもIT技術の発展に伴い地盤を3次元で可視化する調査・解析技術が開発されている。したがって、今後はこうした新技術の積極的な活用を図りつつ、より効果的、効率的な調査・解析計画を立案することが望まれる。

なお、調査・解析技術が如何に進展しようとも、地質調査は現場を基本としており、現地で取得されるデータの品質、信頼性の確保が最も重要であることは不変である。2019年3月に地質調査が改正品確法の対象に含められた。地質調査の実施においては、従前にも増し

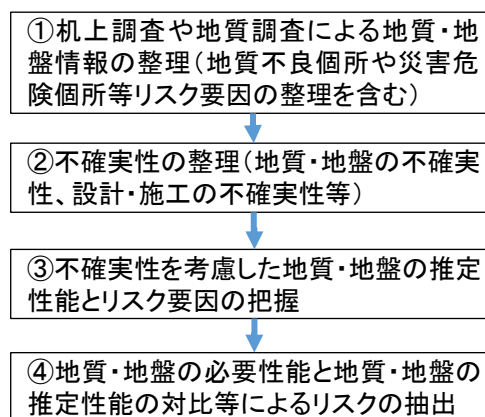


図 5.1 地質リスク調査検討業務における地質調査の手順

て高いレベルでの品質確保が求められ、その実現には十分な経験と地質・技量を有する地質・地盤の専門技術者（専門業者）の活用が不可欠である。

表5.1 代表的な地質調査方法と得られる地質・地盤情報

| 分類 | 代表的な地質調査方法(略称) | 得られる主な地盤情報 | 調査結果の主な用途 |
|---------------|------------------|--|------------------------------|
| 机上調査 | 資料調査 | 地形・地質情報など | 調査計画の立案、設計・施工上の問題点の抽出 |
| | 空中写真判読 | 地形要素 | 微地形、地すべり、土地利用、活断層などの検出 |
| 現地調査 | 地表地質踏査 | ルートマップ、観察記録 | 地質構造の把握、岩盤分類、割れ目系の表示など |
| | トレンチ調査 | スケッチ、写真 | 地質構造、活断層の位置、活動時期の把握 |
| 物理探査 | 弾性波探査（屈折法） | 弾性波速度 V_p | 弾性波速度構造、切土のり面安定評価、岩盤分類など |
| | 電気探査 | 見かけ比抵抗値 ρ_a | 破碎帯、断層、基盤岩分布などの地質構造の解明 |
| | 音波探査 | 反射断面図 | 海底地形、海底下の地盤構造 |
| 物理検層 | 速度検層（PS検層） | V_p 、 V_s 、動ポアソン比 | 動的地盤モデル作成、地震応答解析の物性 |
| | 電気検層 | 見かけ比抵抗値 ρ_a | 帯水層、難透水性層、亀裂や薄層などの地層検出 |
| | 密度検層 | 地層の密度 ρ_t | 連続的な深度分布、土被り圧などの算定など |
| ボーリング | 機械ボーリング | 柱状図 | 詳細な地質構造の把握、岩盤分類のための地質情報 |
| 原位置試験・サウンディング | スウェーデン式サウンディング | M_w 、 M_s | 概略の地層構成、 N 値の推定、小規模建築物の地耐力 |
| | ポータブルコーン貫入試験 | 表層地盤の q_c | 軟弱な粘性土地盤の層厚確認、粘着力の推定 |
| | オランダ式二重管コーン貫入試験 | q_c | 地層構成と硬さ、基礎の支持力と沈下検討（砂地盤） |
| | 電気式静的コーン貫入試験 | q_t 、 f_s 、 u | 詳細な土層判別、強度推定、基礎の支持力と沈下検討 |
| | 原位置ベーンせん断試験 | 軟弱地盤のせん断強度 τ_v | 鋭敏性の把握、安定解析などで利用 |
| | 標準貫入試験 | N 値、試料観察記録 | 地盤の硬さ、地盤定数の推定、支持力や液状化判定など |
| | 動的コーン貫入試験 | N_d 値 | 支持層の深さや軟弱な土層の層厚確認、 N 値の推定 |
| 地下水調査 | 間隙水圧測定 | 地下水位、間隙水圧 p_w | 排水計画、沈下検討、土圧や有効土被り圧の算定など |
| | 現場透水試験 | 地下水位、透水係数 k | 排水計画、浸透流解析などの地下水解析 |
| | 湧水圧試験（JFT） | 平衡水位、透水係数 k | 深い根切の排水計画、トンネル湧水量の予測など |
| | ルジオン試験 | $\rho \sim q$ 線、 Lu 、 Lu' など | 岩盤の透水性評価、グラウチング計画 |
| | 揚水試験 | 透水係数 k 、貯留係数など | 大規模な排水工法検討、地下水影響予測など |
| 載荷試験 | 孔内水平載荷試験 | 変形係数 E 、 ρ_0 、 ρ_y 、 ρ_l | 地盤反力係数算定と杭の水平抵抗の検討 |
| | 地盤の平板載荷試験 | 地盤係数 k_v 、極限支持力 | 基礎の沈下と支持力の検討、変形係数や粘着力の推定 |
| | 道路の平板載荷試験 | 地盤係数 k_s | 路盤の設計と品質管理、基礎の支持力管理 |
| 施工管理試験 | 現場 CBR 試験 | CBR 値 | 舗装設計、路盤の施工管理、変形係数や粘着力の推定 |
| | 現場密度試験 | 湿潤密度 ρ_t 、乾燥密度 ρ_d | 盛土の転圧などの品質管理、岩石質材料の密度把握 |
| 現地計測 | 変位測定（地表・地中） | 変位量、傾斜変動量など | 沈下管理、盛土の安定管理、斜面崩壊予測など |
| | 応力・荷重（土中・壁面） | 土圧、水圧、応力、軸力など | 構造物の安定管理、施工管理など |
| 室内試験 | 物理試験（含水、粒度試験など） | w 、粒度分布、 I_p 、 ρ_t など | 物理的性質の把握、有効土被り圧算定、液状化判定など |
| | 地質学的試験（堆積環境） | 微化石、火山灰、地質時代など | 地層対比など、堆積環境の判定や評価 |
| | 締固め試験 | ρ_{dmax} 、 w_{opt} 、 $\rho_d \sim w$ 曲線 | 盛土における品質管理と施工管理 |
| | せん断試験（一軸・三軸圧縮試験） | q_u 、 c 、 ϕ 、変形係数 E など | 基礎の支持力解析や変形解析、安定解析などの各種検討 |
| | 圧密試験 | $e - \log p$ 、 p_c 、 G_c 、 c_v など | 圧密沈下量と圧密時間の算定、圧密促進工法の検討 |
| | 透水試験 | 透水係数 k | 掘削時の排水計画、浸透流解析などの地下水解析 |
| | 繰返し非排水三軸試験 | $\sigma_d/2\sigma'_c \sim M_c$ 、 M_{95} など | 液状化判定（繰返しせん断強度比） |
| | 動的変形試験 | $G \sim \gamma$ 関数、 $h \sim \gamma$ 関数 | 地震応答解析用の物性値 |

（全地連 令和2年度改訂版 地質調査業務発注ガイド p.18 より引用）

表 5.2 各事業と調査手法の組み合わせ

| 事業 調査方法 | 建築物 | 切土のり面 | 盛土構造物 | 上下水道 | 橋梁・高架構造物 | 河川堤防・河川構造物 | 埋立て・港湾構造物 | トンネル | ダム | 地すべり | 斜面崩壊 | 地下水影響 | 土壌・地下水汚染 | 維持管理 |
|----------------|-----|-------|-------|------|----------|------------|-----------|------|----|------|------|-------|----------|------|
| 機械ボーリング | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ◎ | ○ |
| 標準貫入試験 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | △ | ○ | | | |
| サンプリング | ◎ | | ◎ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | △ | | | | ◎ | ○ |
| 孔内水平載荷試験 | ◎ | | ○ | | ◎ | ○ | ◎ | △ | ○ | | | | | |
| 透水試験 | ◎ | △ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | △ | △ | △ | ◎ | | |
| 湧水圧試験 | | | | | | | | ◎ | ○ | | | | | |
| ルジオン試験 | | | | | | | | ◎ | | | | | | |
| 速度検層 | ○ | ◎ | | | ○ | | | ◎ | ○ | | | | | |
| ボアホールスキャナー | | | | | | | | | ◎ | ○ | ○ | | | △ |
| 室内土質(岩石)試験 | ◎ | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | | | | △ |
| 弾性波探査 | | ○ | | | | | | ◎ | ○ | ○ | ○ | | | |
| 比抵抗法二次元探査 | | ○ | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | | |
| スウェーデン式サウンディング | ○ | | ○ | | ○ | | | | | | | | | |
| 簡易動的コン貫入試験 | | | | | | | | | | | ◎ | | | |
| 移動量観測 | | | | | | | | | | ◎ | | | | |
| 地下水観測 | | | | | | | | | | ◎ | | ◎ | | |
| 井戸調査 | | | | | | | | | | | | ◎ | | |
| 土壌分析 | | | | | | | | | | | | | ◎ | |
| 地中レーダー探査 | | | | | | | | | | | | | | ◎ |
| 常時微動測定 | ○ | | | | △ | | ○ | | △ | | | | | △ |
| CPT試験 | ○ | | △ | | | △ | ○ | | | | | | | |

◎しばしば用いられる
○用いられる
△まれに用いられる

(全地連 令和2年度改訂版 地質調査業務発注ガイド p.30 より引用)

表 5.3 地質調査計画立案する際に参考となる基準・書籍等

| 種 別 | 書 籍 名 |
|-----------------------------|--|
| 地質調査の内容・留意点が調査対象別に記載されている書籍 | ・改訂地質調査要領:(一社)全国地質調査業協会連合会 編 2015 |
| 地質調査の方法が記載されている書籍 | ・土質調査第二回改訂版 基本と手引き:(公社)地盤工学会 2015 ・改訂版地盤調査の方法と解説:(公社)地盤工学会 2013 |
| 室内土質試験が記載されている書籍 | ・土質試験 基本と手引き第 2 回改訂版:(公社)地盤工学会 2010 ・地盤材料試験の方法と解説 : (公社)地盤工学会 2013 |
| 建築関係の地質調査が記載されている書籍 | ・建築基礎設計のための地盤調査計画指針:(一社)日本建築学会 2009 |
| 道路・トンネルに関係した地質調査が記載されている書籍 | ・道路土工要綱:(公社)日本道路協会 2009 ・土質地質調査要領:東日本/中日本/西日本高速道路(株) 2012 ・道路橋示方書・同解説(I 共通編・IV下部構造編)平成 24 年改訂:(公社)日本道路協会 2012 |
| 上水道の地質調査が記載されている書籍 | ・シールド工法(地盤工学・実務シリーズ):(公社)地盤工学会 2012 |
| 鉄道構造物の地質調査が記載されている書籍 | ・鉄道構造物等設計標準・同解説【基礎構造物】:(公財)鉄道総合技術研究所 2012 |
| 埋立て・港湾における地質調査が記載されている書籍 | ・港湾設計・測量・調査等業務共通仕様書(平成 31 年度改定版):(公社)日本港湾協会 2019 |
| ダムにおける地質調査が記載されている書籍 | ・ダムの地質調査:(公社)土木学会 1986 |
| 土壌・地下水汚染における地質調査が記載されている書籍 | ・土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン(改訂第 3 版):環境省 2019 |
| 地質リスクについて記載されている書籍 | ・地質リスクマネジメント入門:地質リスク学会/(一社)全国地質調査業協会連合会 2010 ・役立つ!!地盤リスクの知識:(公社)地盤工学会 2013 ・2019 年度版「地質リスク調査検討業務」実施の手引き:(一社)関東地質調査業協会 2019 |
| 構造物の維持管理について記載されている書籍 | ・コンクリート標準示方書(2018 年制定)維持管理編:(公社)土木学会 2018 |
| 物理探査が記載されている書籍 | ・「物理探査適用の手引き」:(公社)物理探査学会 2008 |

5.1.3 地質リスク調査検討業務に活用が期待される新技術

地質リスク調査検討業務に適用される地質調査方法は、5.1.2項で示した従来技術に加えて、近年では幅広い分野で新たな調査・解析技術が開発され実用化されている。

表5.4に地質リスクアセスメントに有効な代表的な新技術と事業段階別の有効性を示した。道路事業の構想計画段階においては、現地立入が困難または制限される中で、リスクランク AA に相当する重大リスク（大規模地すべりなど）の見逃しを防止しなければならない。このためには、現地へ直接立ち入ることなく、非接触、非破壊で内在するリスクをマクロ的に抽出できる①②③などの技術の適用が有効となる。

調査・設計段階になると現地立入が可能となるため、調査手法選定の制約は少なく、多くの調査の実施が可能となるが、より効率的、効果的な調査の実施が求められる。この段階の地質調査は、ボーリング調査が主体となるが、ボーリング孔間を⑦⑧⑨などの物理探査で補完することで、不確実性の効果的、効率的な低減が可能となる。

なお、表5.4に示す技術の特徴、活用方法、適用事例等については巻末に参考資料として掲載した。

表 5.4 地質リスクアセスメントに有効な新技術と事業段階別の適用性

| No. | 調査手法 | 目的 | 構想・計画 段階 | 調査・設計 段階 |
|-----|------------------------|--|-----------------------|-------------|
| | | | 現地立入 不可（公共 地制限） | 現地立入 可能 |
| ① | 航空レーザー計測 UAV レーザー計測 | ・高精度微地形解析による地すべり判読 ・傾斜量図、CS 立体図を用いた落石等危険 個所の抽出 | ◎ | ◎ |
| ② | 空中物理探査 | ・3次元地盤物性の把握 | ○ | ○ |
| ③ | 干渉SAR を用いた 地盤変動解析 | ・干渉 SAR を用いた地盤変動解析 | ◎ | ○ |
| ④ | 携帯型蛍光 X 線分 析装置 | ・自然由来重金属の含有量分布状況の把握 | ○ | ◎ |
| ⑤ | ハンドヘルドレー ザ計測 | ・高精度微地形調査 | | ○ |
| ⑥ | 高品質ボーリング | ・高品質コアの採取 | | ◎ |
| ⑦ | 浅層反射法探査 | ・支持地盤の連続性の確認 | | ◎ |
| ⑧ | 微動アレイ探査 | ・支持層分布の推定（一次元微動アレイ探 査、2次元・3次元微動探査） | | ◎ |
| ⑨ | 3次元電気探査 | ・地質、地下水の3次元分布状況の把握 | | ○ |

◎特に有効 ○有効

5.2 地質リスクの見える化技術

現在、建設現場の生産性革命のために、i-Construction が推進され、公共工事の現場で測量から設計、施工、維持管理に至る建設プロセス全体を3次元データでつなぐなど、新たな建設手法の導入が進んでいる。また、地質・土質調査業務においてもBIM/CIMモデルの作成が推奨されており、地質・地盤の見える化が急務となっている（図5.2参照）。

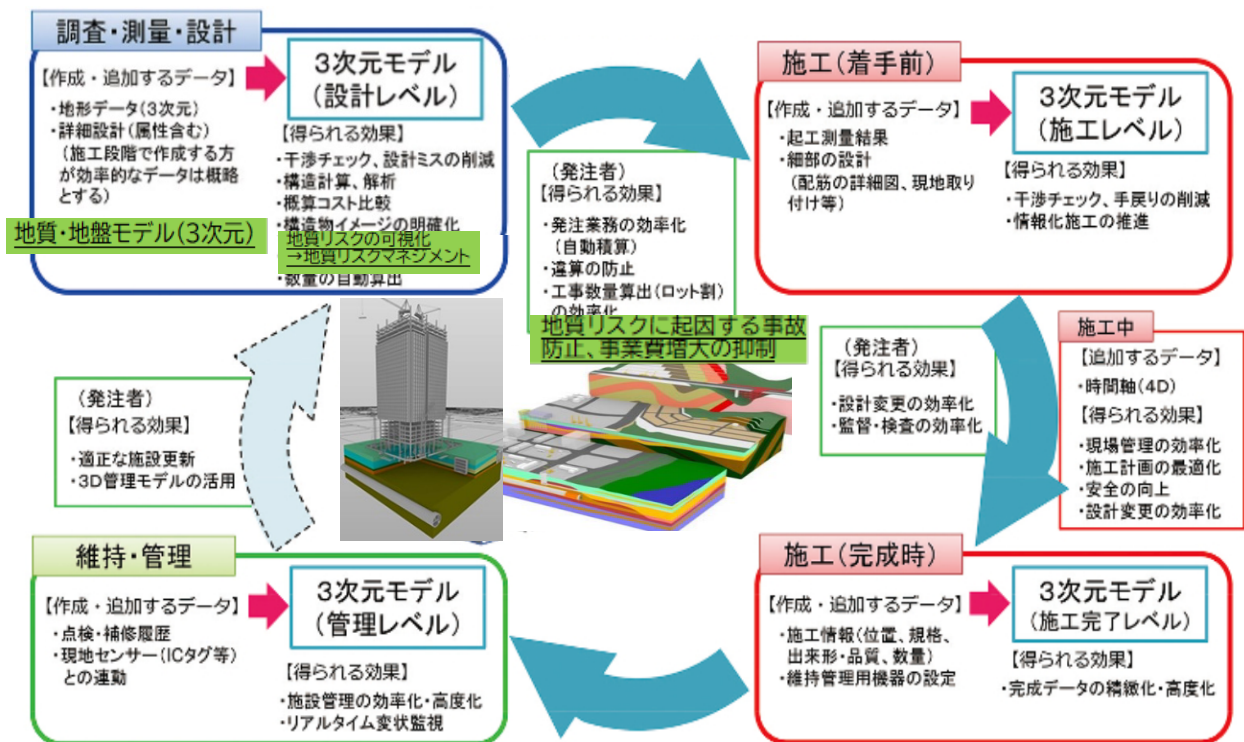
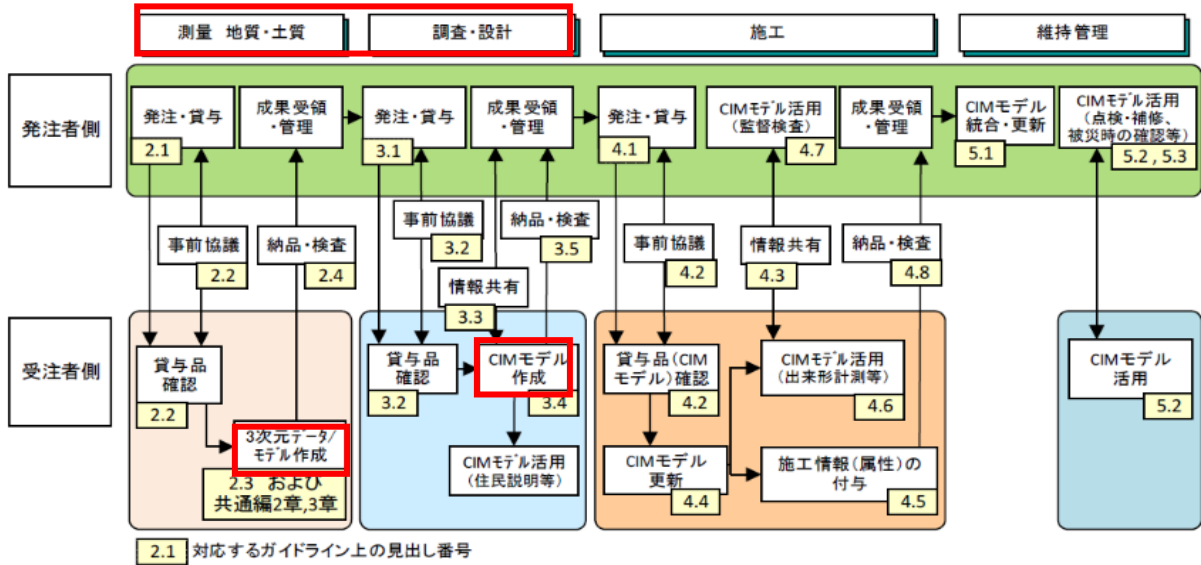


図 5.2 CIM の概念と地質・地盤の 3 次元モデルの位置づけ

(国土交通省 CIM 導入ガイドライン (案) に一部加筆)

地質調査成果である地質・地盤の3次元モデルは、複雑な地下の地質・地盤構造を可視化するものである。地下の複雑な地質、地盤に対する理解が進み、事業の進捗により変化する地盤の不確実性（地質リスク）を見える化し、事業関係者間で共有（リスクコミュニケーション）することで、事業全体のリスクの低減、建設における安全性や効率性の向上に大きく寄与することが期待される（図5.3参照）。すなわち、地盤の3次元モデルは、地質リスクマネジメントにおけるリスクの特定、分析・評価、リスク対応、そしてリスクコミュニケーションのすべてのステップの基盤となるものである。

地質・地盤の3次元モデルの活用や作成方法については、国土交通省のCIM導入ガイドライン(案)共通編に、ボーリングモデル(地層情報等を付したボーリングを3次元に配置)、準3次元地盤モデル(3次元空間への地質図、断面図の配置)、3次元地盤モデル(サーフェスモデル、ソリッドモデル、ボックスモデル、柱状体モデル)等が示されており、使用する目的や調査の精度に応じそれぞれ使い分ける必要がある(表5.5参照)。



※ 図で示しているガイドラインは、『CIM導入ガイドライン（案）』の各分野編のことを指す

図 5.3 BIM/CIMモデルの作成・活用の流れ

（国土交通省 CIM 導入ガイドライン（案）に一部加筆）

表 5.5 地質・地盤の3次元モデルの作成指針

| 段階 | 2次元成果等 | モデルの作成対象・作成内容 | モデルの主な活用場面 |
|------------|---|---|--|
| 概略設計のための調査 | <ul style="list-style-type: none"> 地質（平面）図 各種ハザードマップ 基盤地図情報数値標高モデル 5m/10m メッシュ | 必要に応じて、以下を作成する。 ①テクスチャモデル（準3次元地質平面図） ・座標を有するテクスチャモデルとする。 ・必要に応じて地すべり分布図等を貼り付ける。 | <ul style="list-style-type: none"> 路線選定検討 関係者間協議 住民説明 後続調査計画立案 |
| 予備設計のための調査 | <ul style="list-style-type: none"> 地質（平面）図 空中写真判読図 ボーリング柱状図 物理探査結果 地質縦断面図 地質横断面図 基盤地図情報数値標高モデル 5m/10m メッシュ 中心線形 | 以下を基本に、必要に応じてモデルを作成する。 ①テクスチャモデル（準3次元地質平面図） 空中写真判読結果も表示する。 ②ボーリングモデル 打設位置/方位角/打設角等を正しく表示する。 ③準3次元地質断面図 *縦断面図 中心線形を通る鉛直曲面に、縦断面図を貼り付ける。 ④準3次元地質断面図 *横断面図 ・中心線形を通る鉛直曲面に、直交に横断面図を貼り付ける。 ・必要に応じて物理探査結果も併せて表示する。 | <ul style="list-style-type: none"> 路線検討（変更等） 関係者間協議（地質リスクの抽出・絞り込み・評価） 住民説明 詳細調査計画の立案 |
| 詳細設計のための調査 | <ul style="list-style-type: none"> ボーリング柱状図 地質（平面）図 物理探査結果 中心線形 地質縦断面図 地質横断面図 基盤地図情報数値標高モデル 5m/10m メッシュ | 以下を基本に、必要に応じてモデルを作成、又は更新する。 ①テクスチャモデル（準3次元地質平面図） 空中写真判読結果も表示する。 ②ボーリングモデル 打設位置/方位角/打設角等、正しく表示する。 ③準3次元地質断面図 *縦断面図 ・中心線形を通る鉛直曲面に対し、縦断面図を貼り付ける。 ・設計・施工上の留意点等を記載した帯図を、必要に応じて付ける。 ④準3次元地質断面図 *横断面図 ・中心線形を通る鉛直曲面に、直交に横断面図を貼付ける。 ・必要に応じて物理探査結果も併せて表示する。 | <ul style="list-style-type: none"> 施工方法の検討 関係者間協議（地質リスクの評価・共有） 住民説明 補足調査計画の立案、 工事施工計画立案 施工時に想定される地質リスク抽出 |
| 施工 | 追加調査等を実施した場合、必要に応じてモデルを更新する。 | | 工法変更、安全対策討、関係者間協議、追加調査の検討 |
| (参考)維持管理 | 施工記録に基づき、地質・土質モデルを発注者が更新する。 | | 変状等に対する原因究明、調査・計測計画の立案、対策工検討 |

（国土交通省 CIM 導入ガイドライン（案）より引用）

なお、地質・地盤モデルは、調査結果等を基に、柱状図、地質平面図、地質断面図等を3次元空間に配置したものに地質学的な解釈を加えて総合的に作成するものであり、少なからず不確実性を含むことに留意が必要である（図5.4、図5.5参照）。

したがって、作成したモデルの判断根拠（地質調査データと解釈、作成手順）を明示あるいは評価しておくことがモデルの品質のトレーサビリティ確保のために重要である。

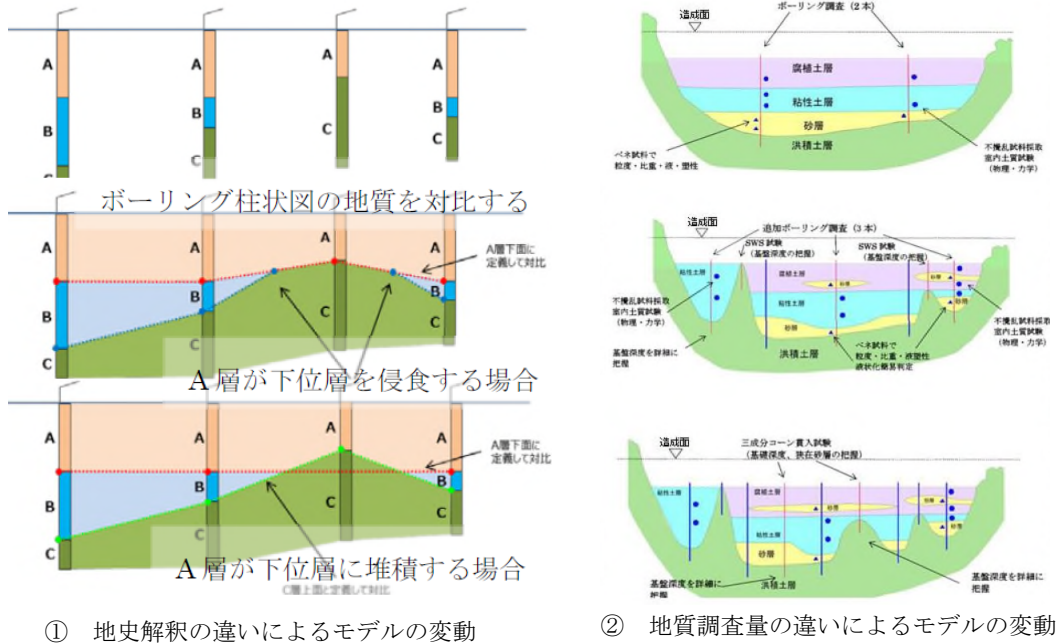
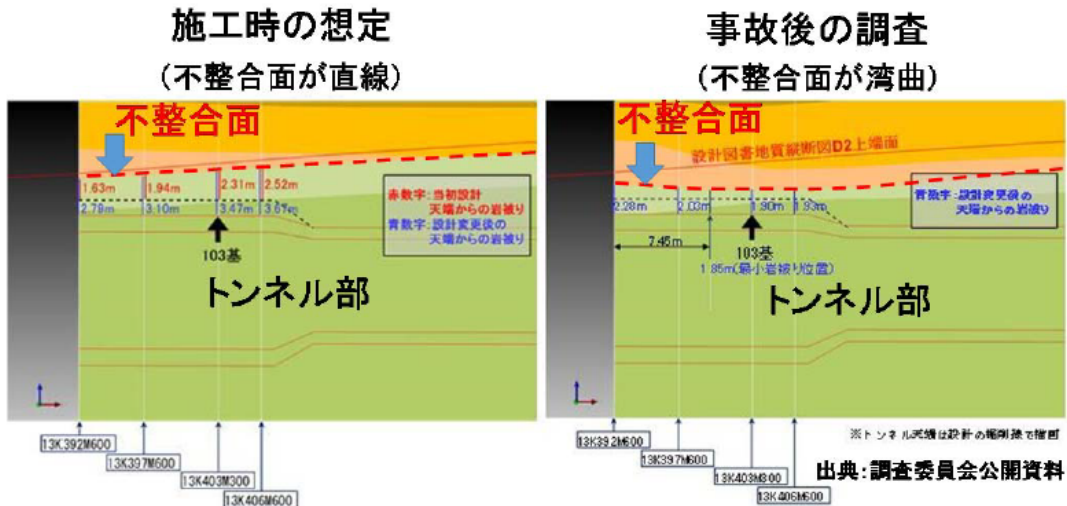


図 5.4 地質・地盤モデルの不確実性

（地盤工学会社会基盤情報標準化委員会：地盤データ品質標準化小委員会報告書 R1.6 より引用）



トンネル天端の強風化岩盤(D2層)の厚さを3m程度と推定していたが2m以下であった。

図 5.5 地質・地盤モデルの不確実性に起因した博多駅前道路陥没事故
地層境界(不整合面)の1-2mの想定はずれ(地質・地盤の不確実性)が陥没事故の素因の一つとなった
（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 H29.5 より引用）

6. 今後の課題

6.1 発注契約に関する事項

6.1.1 地質技術顧問制度（ジオ・アドバイザー制度）の導入

ガイドラインにおいて示された図 6.1 の「地質・地盤リスクサブマネージャー」あるいは「地質・地盤リスクアドバイザー」は地質リスクマネジメントに関する専門知識を必要とする技術者であるため、発注者内部で調達することは現状ではかなり困難であると推測される。そこで、必要に応じて地質技術顧問制度を導入し、地質リスクの専門技術者をプロジェクト毎に雇用（あるいは委託）することを検討すべきと考えられる。

なお、この地質技術顧問に必要な資格として、4.2 で述べた GRE（地質リスク・エンジニア）がもっとも適していると考えられる。

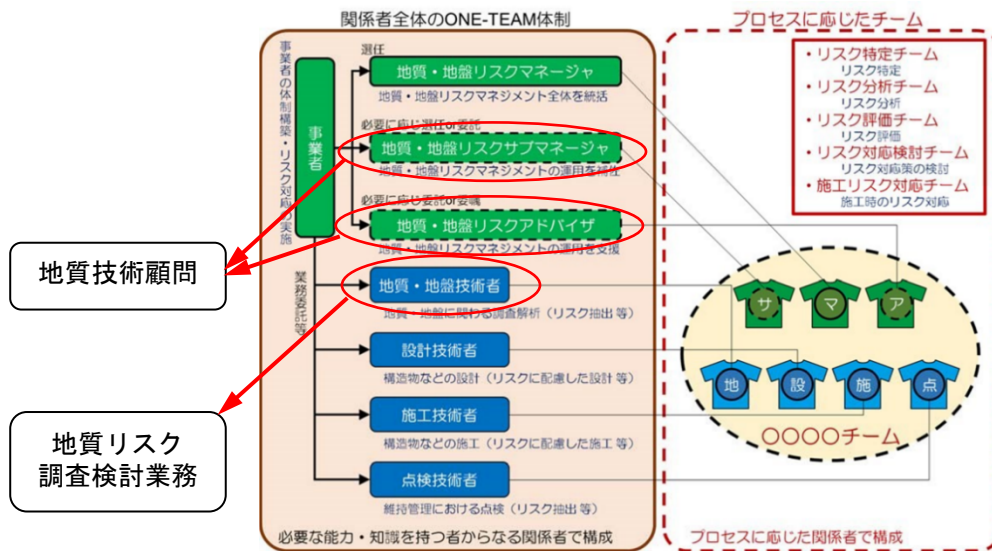


図 6.1 地質・地盤リスクマネジメント体制のイメージ

(ガイドライン p. 44 に一部加筆)

6.1.2 新しい発注形態への対応

東日本大震災を契機とした事業推進 PPP（パブリック・プライベート・パートナーシップ；公民連携）による道路整備や CM（コンストラクション・マネジメント）方式による大規模宅地造成、あるいは PFI（プライベート・ファイナンス・イニシアティブ；民間資金等活用型事業）による公共施設の建設・運営など比較的新しい事業形態に対しても、工事の安全確保や建設コストの増大を抑制する目的で地質リスクマネジメントが有効と考えられる。

いずれの発注契約方式においても、図 6.2 に例を示したように、事業者側へ地質リスク専門技術者（GRE など）がアドバイザーとして参画するなど、外部の地質調査会社へ地質リスク調査検討業務を委託することは可能であると考えられる。今後の積極的な活用を期待したい。

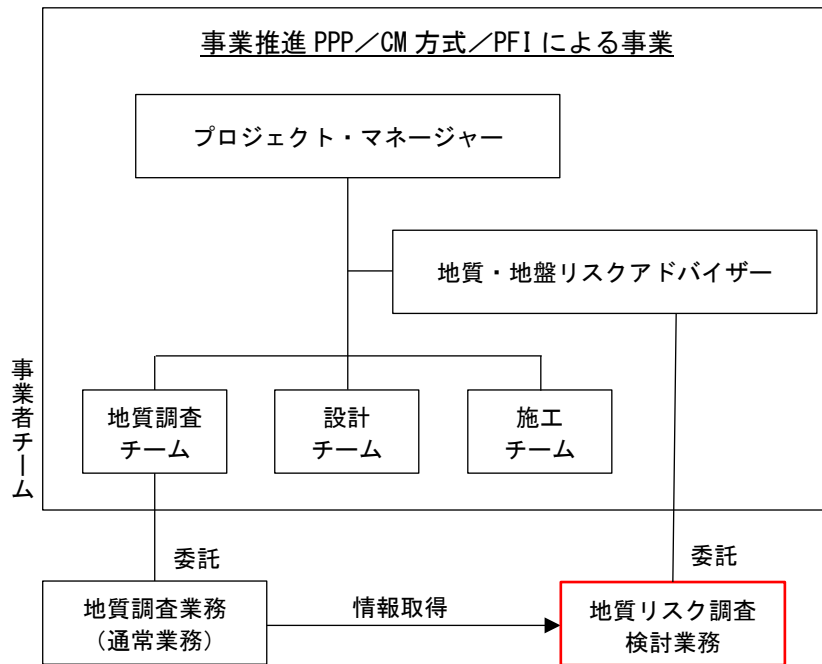


図 6.2 事業推進 PPP、CM 方式、PFI による事業における地質リスクマネジメントの役割の一例

6.1.3 簡易な地質リスク調査検討

地質リスク調査検討業務を適用すべき事業は、2.2 節に示したとおりであるが、それ以外の事業においても地質リスクの検討を行うことは工事の品質確保やコスト縮減のために有効である。ただし、それらの業務に本業務を本格的に実施すると費用対効果に無理が生ずる恐れがある。そのため、ガイドラインでは標準的な地質リスクマネジメントに加え、簡易な方法の例の一つとして「地質調査業務の活用」が示されている（図 2.4 参照）。

このような背景を踏まえ、通常地質調査業務に地質リスクの簡易評価を行う具体的な方法について、その積算方法も含め今後検討することが必要と考えられる。

6.2 地質リスク情報に関する事項

6.2.1 3次元地盤モデルにおける地質リスクの取扱い

国土交通省が主導する i-Construction の骨格となる BIM/CIM における 3次元データ処理は、現在構造物が主体であるが、今後地表面下の 3次元地盤モデルに対する需要が急速に拡大すると予測される。

3次元地盤モデルを作成するうえで、一般に新規に調査したデータでは不足するため、既存の地盤情報をできる限り多く取り込む必要がある。このとき、既存の地盤情報は再利用可能な形式でデータがダウンロードできるデータベースシステムであることが望ましく、例えば国土地盤情報データベースなど公開されているものを積極的に活用すべきである。

一方、現実には 3次元地盤モデルを作成するうえで必ずしも多くの地盤情報が使用できるわけではない。そのため、調査地点間の地層境界は例えば数学的な空間推定技術を用いて平面的に推定することが多い。しかしながら、実際の地層境界面は数学モデルで表現できるほど単純なものではなく、地質技術者が地質学の知見に基づきその妥当性を判断することが重要である。言い換えれば、3次元地盤モデルを作成するという作業には、地質構造を推定するという高度な技術が必要であり、単純な電子化作業として捉えると新たな人的リスクを生じさせることになりかねないということである。

このような懸念をできる限り避けるために、3次元地盤モデルを作成するうえでは、地質や地盤に関する専門技術者が関与することが最低限必要と考えられる。さらに、モデル化に際してモデル要素に含まれる以下のような地質リスクに関する情報を属性情報などで示すことも検討すべきと考えられる。

- ・各地層の注意すべき地質的特徴
- ・地層の連続性や不連続面の存在可能性などに関する留意点
- ・調査不足を示す信頼性指標など（今後の研究課題）
- ・地質モデルの有する不確実性の程度（今後の研究課題）

6.2.2 地質リスク情報の地盤情報データベースへの取込み

地質リスクに関する情報は、当該エリアで将来実施される事業において極めて有用な情報であると言える。そのため、一つの方法として既往の地質リスク情報を既存の地盤情報データベースへ取込み広く活用することを提案したい。例えば、地質リスク調査検討業務で得られたリスク管理表や、通常の地質調査業務においては上記 6.1.3 項で述べた簡易評価の結果などを、ボーリング調査地点に紐づけて表示できるようにすることが望ましい。このような情報は、地域特性を踏まえた地形、地質、地盤あるいは地下水に関する地質リスク要因であり、近隣の新たな社会資本整備や既設構造物の維持管理に極めて有用な情報となると考えられる。

< 参 考 资 料 >

参考資料－１ 地質リスク発現事例

地質・地盤に係わる現場事故・トラブル事例として2011年度以降に、マスコミ等で公表された、地質・地盤に関連した事故・トラブル事例を参表 1.1 に示す。

これらの件数を年次で整理すると参図 1.1 に示すとおりである。マスコミの関心度というファクターも影響するものの、この10年間で地質・地盤に係わる事故・トラブルが増加傾向にあることがわかる。

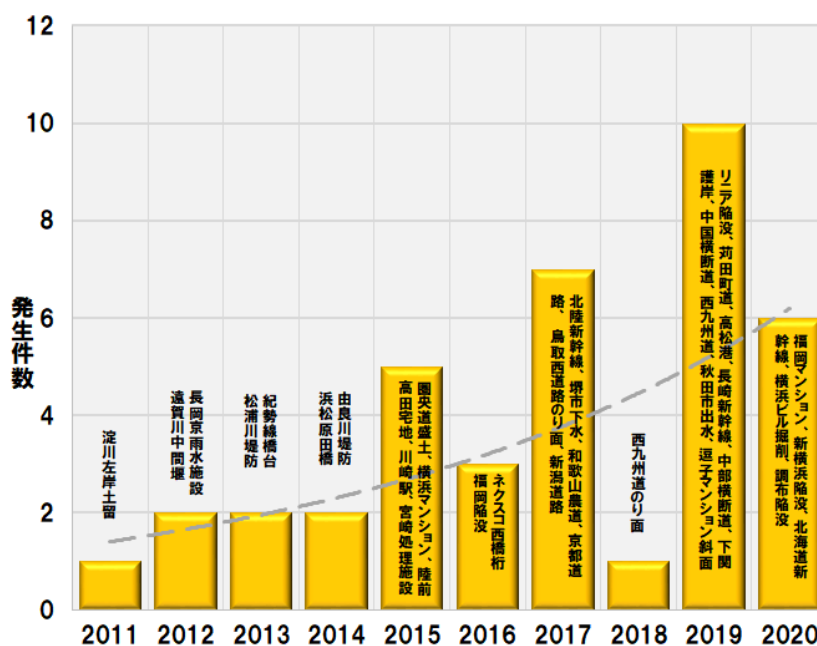
参表 1.1(1) マスコミ等で公表された現場事故・トラブル事例

(豪雨・地震等の災害を除く)

| 時期 | 事業者等 | 対象事業 | 場所 | 事故・トラブル内容 |
|---------|--------------|----------------------|------|------------------------------------|
| 2011.9 | 阪神高速道路 | 淀川左岸線 | 大阪府 | 土留め壁の崩壊危険性発覚 |
| 2012.4 | 京都府長岡京市 | 雨水貯留施設 | 京都府 | 想定より浅層から地下水が湧出し工事中止 |
| 2013.1 | 国土交通省九州地方整備局 | 遠賀川中間堰改築工事 | 福岡県 | 工事中の堰に沈下が発生。 |
| 2013.4 | 国土交通省中部地方整備局 | 近畿自動車道紀勢線赤羽川橋 | 三重県 | 完成後橋台が沈下。支持層の不陸により杭の一部が支持層に未到達 |
| 2013.6 | 国土交通省九州地方整備局 | 松浦川堤防補強工事 | 佐賀県 | 堤体に亀裂、法崩れ発生 |
| 2014.11 | 国土交通省近畿地方整備局 | 由良川築堤工事 | 京都府 | 築堤工事で堤防が円弧すべりに起因して沈下が発生 |
| 2015.1 | 浜松市 | 原田橋架替工事 | 静岡県 | 老朽化に伴う架替え工事中に大規模な土砂崩れが発生し橋梁が落下 |
| 2015.8 | マンション事業者 | マンション基礎杭 | 神奈川県 | 施工後 8 年のマンションに傾斜などの変状(杭の支持層への未到達) |
| 2015.9 | 国土交通省関東地方整備局 | 圏央道(境古河 IC～つくば中央 IC) | 茨城県 | 軟弱地盤の圧密が予測以上に大きく進行 |
| 2015.9 | 岩手県陸前高田市 | 防災集団移転促進事業 | 岩手県 | 造成宅地の沈下 |
| 2015.9 | 川崎市・JR 東日本 | JR 川崎駅改良工事 | 神奈川県 | 玉石の存在が判明し基礎杭施工に障害となり工期が 7 か月延伸 |
| 2015.11 | 宮崎県環境整備公社 | 廃棄物処理施設 | 宮崎県 | 地盤沈下で水槽破損(訴訟に発展) |
| 2016.4 | 西日本高速道路 | 新名神高速道路有馬川橋 | 兵庫県 | 橋げたを吊っていた門型クレーンが地盤の不等沈下による傾斜し桁が落下 |
| 2016.5 | 西日本高速道路 | 新名神高速道路 | 大阪府 | 橋げたの仮受け台が崩壊 |
| 2016.11 | 福岡市 | 地下鉄七隈線延伸工事 | 福岡県 | NATM トンネル工事中に直上地盤で広範囲に陥没発生 |
| 2017.9 | 鉄道運輸機構 | 北陸新幹線柿原トンネル | 福井県 | トンネル直上のグラウンドが陥没 |
| 2017.10 | 大阪府 | 既設下水管 | 大阪府 | 堺市今池水みらいセンター内の下水管が破損し地上が陥没 |
| 2017.10 | 和歌山県 | 農道 | 和歌山県 | 新設した農道が原因となり斜面崩壊が発生し住宅が被害。農道設計ミス |
| 2017.11 | 京都府 | 雨水幹線 | 京都府 | 地表の国道に陥没発生(5m×7m×深さ3m)。トンネル止水対策のミス |
| 2017.11 | 国土交通省中国地方整備局 | 鳥取西道路 | 鳥取県 | 道路のり面の工事中にのり面変状 |
| 2017.12 | 新潟県 | 出雲崎町の県道 | 新潟県 | 県道の路面が陥没し軽乗用車をはまった |

参表 1.1(2) マスコミ等で公表された現場事故・トラブル事例（続き）

| 時期 | 事業者等 | 対象事業 | 場所 | 事故・トラブル内容 |
|---------|--------------|-------------------|------|---|
| 2018.10 | 国土交通省九州地方整備局 | 西九州自動車道 | 佐賀県 | 岩盤のり面の崩壊、設計時の想定より深い薄層粘土でのすべりが発生 |
| 2019.4 | 鉄道運輸機構 | リニア新幹線中央アルプストーンネル | 岐阜県 | トンネル内で小規模土砂崩落発生。その直上の地表で陥没発生（8m×5m） |
| 2019.4 | 福岡県苅田町 | 町道 | 福岡県 | 川沿いの町道が 80cm 陥没 |
| 2019.5 | 香川県 | 高松港香西地区 | 香川県 | 県開発の埋立地が陥没 |
| 2019.7 | 鉄道運輸機構 | 長崎新幹線 | 長崎県 | JR 長崎線のトンネルをボーリングが貫通 |
| 2019.8 | 国土交通省関東地方整備局 | 中部横断道南部 IC 富沢 IC | 山梨県 | 活断層付近の脆弱地盤の出現で工事難航、開通延期 |
| 2019.8 | 下関市ボートレース下関 | 護岸 | 山口県 | 築 60 年の海岸護岸が突然 1~2m 沈下 |
| 2019.9 | 西日本高速道路 | 中国横断自動車道姫路鳥取線 | 兵庫県 | 地すべりの危険性がある不安定地質が出現、対策工事のため完成予定を 1 年延期 |
| 2019.12 | 国土交通省九州地方整備局 | 西九州自動車道松浦佐々道路 | 長崎県 | 地盤が軟弱であることが判明しトンネルや橋梁の設計を変更 |
| 2020.1 | 秋田市 | 公共下水道工事 | 秋田県 | 推進工法で施工中に異常出水があり道路が陥没 |
| 2020.2 | マンション事業者 | 敷地内の斜面 | 神奈川県 | 敷地内の斜面が崩壊し下方の市道で死亡事故 |
| 2020.5 | マンション事業者 | マンション基礎杭 | 福岡県 | 施工後 25 年のマンションにひび割れ・傾斜などの変状（杭の支持層への未到達） |
| 2020.6 | 鉄道運輸機構 | 地下鉄工事 | 神奈川県 | 道路に 10×7m 程度の範囲で陥没が発生、さらに 300m 先で同様の陥没が発生 |
| 2020.9 | 鉄道運輸機構 | 北海道新幹線トンネル工事 | 北海道 | 自然由来の重金属を含め掘削土が想定以上に発生し工事中断 |
| 2020.10 | 横浜駅北西口再開発事業 | 地下掘削工事 | 神奈川県 | 掘削工事における土留め壁面から土砂が流出し作業員 1 名死亡 |
| 2020.10 | 東日本高速道路 | 外環道（東名-関越） | 東京都 | 外環道工事の上部地表面で陥没事故 |



参図 1.1 マスコミで取り上げられた地質・地盤に係わる現場事故・トラブル事例

参考資料－２ 地質リスク調査検討業務の発注事例

地質リスク調査検討業務の発注実績を参表 2.1 に示す。

通常的地質調査業務において、追加変更で地質リスクの調査検討が行われたものも含まれている。また、地質調査計画策定業務も地質リスクを踏まえて調査計画が策定されていると思われるものも対象とした。

参表 2.1(1) 地質リスク調査検討業務等の発注実績

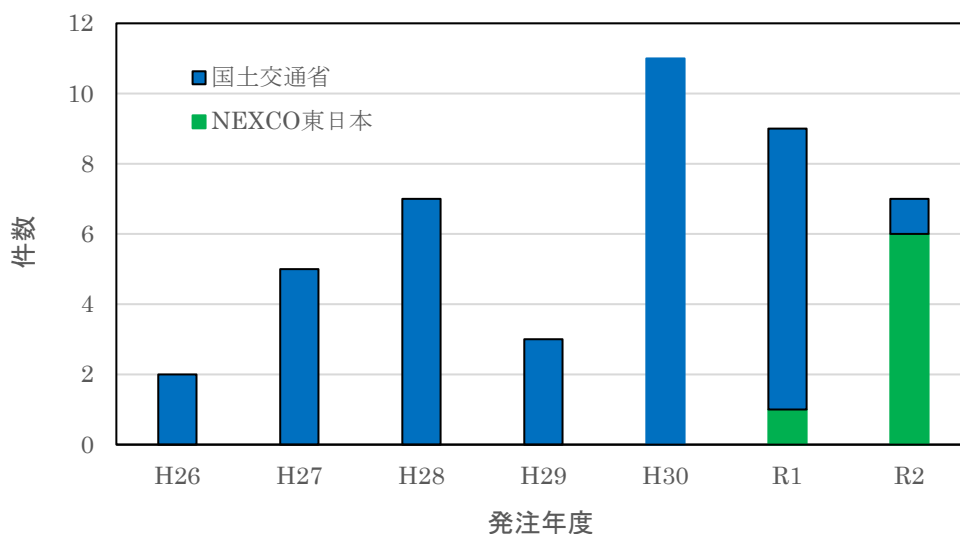
| 事例 No | 年度 | 発注機関 | 業務名 | 入札契約方式 | 分野 |
|-------|-----|-----------------------------|--------------------------------|-------------|----------|
| 1 | H26 | 国土交通省関東地方整備局 長野国道事務所 | H26下諏訪岡谷バイパス(1工区)トンネル地質等調査解析業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 2 | H26 | 国土交通省近畿地方整備局 国営明石海峡公園事務所 | 棚田ゾーン耕作楽園地区地質調査計画業務 | 標準プロポーザル | その他 |
| 3 | H27 | 国土交通省北陸地方整備局 新潟国道事務所 | 朝日温海道路地質調査 | 簡易公募型総合評価 | 道路 |
| 4 | H27 | 国土交通省関東地方整備局 長野国道事務所 | H27下諏訪岡谷バイパス(1工区)地質等調査解析業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 5 | H27 | 国土交通省中国地方整備局 鳥取河川国道事務所 | 鳥取自動車道智頭法面外観測業務 | 簡易公募型総合評価 | 道路 |
| 6 | H27 | 国土交通省東北地方整備局 能代河川国道事務所 | 鷹巣大館道路地質調査 | 簡易公募型総合評価 | 道路 |
| 7 | H27 | 国土交通省九州地方整備局 大隅河川国道事務所 | 平成27年度牛根境地区地質総合解析業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 8 | H28 | 国土交通省北陸地方整備局 千曲川河川事務所 | 高瀬川左岸トンネル地質調査業務 | 簡易公募型プロポーザル | 河川 砂防 |
| 9 | H28 | 国土交通省近畿地方整備局 南河川国道事務所 | すさみ串本道路西地区他地質リスク検討業務 | 標準プロポーザル | 道路 |
| 10 | H28 | 国土交通省近畿地方整備局 紀南河川国道事務所 | すさみ串本道路他東地区地質リスク検討業務 | 標準プロポーザル | 道路 |
| 11 | H28 | 国土交通省近畿地方整備局 紀南河川国道事務所 | 紀南東部新宮地域他地質リスク検討業務 | 標準プロポーザル | 道路 |
| 12 | H28 | 国土交通省近畿地方整備局 紀南河川国道事務所 | 紀南東部串本地域他地質リスク検討業務 | 標準プロポーザル | 道路 |
| 13 | H28 | 国土交通省北海道開発局 小樽開発建設部本部 | 一般国道5号共和町外地質調査計画策定業務 | 標準プロポーザル | 道路 |
| 14 | H28 | 国土交通省北海道開発局 苫小牧道路事務所 | 日高自動車道新冠町外大狩部トンネル地質リスク調査検討業務 | 標準プロポーザル | 道路 |
| 15 | H29 | 国土交通省北海道開発局 小樽開発建設部本部 | 一般国道5号俱知安町外地質調査計画策定業務 | 標準プロポーザル | 道路 |
| 16 | H29 | 国土交通省九州地方整備局 大隅河川国道事務所 | 平成29年度牛根地区地質総合解析業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 17 | H29 | 国土交通省四国地方整備局 那賀川河川事務所 | 平成29-30年度長安ロダム貯水池周辺地質調査業務 | 簡易公募型総合評価 | 河川 砂防 |
| 18 | H30 | 国土交通省北海道開発局 俱知安開発事務所 | 一般国道5号俱知安町地質調査計画策定業務 | 標準プロポーザル | 道路 |
| 19 | H30 | 国土交通省四国地方整備局 中村河川国道事務所 | 佐賀大方道路地表地質概査外業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 20 | H30 | 国土交通省近畿地方整備局 近畿技術事務所 | 地質リスクマネジメントに関する基礎資料作成業務 | 標準プロポーザル | その他 |

参表 2.1(2) 地質リスク調査検討業務等の発注実績 (続き)

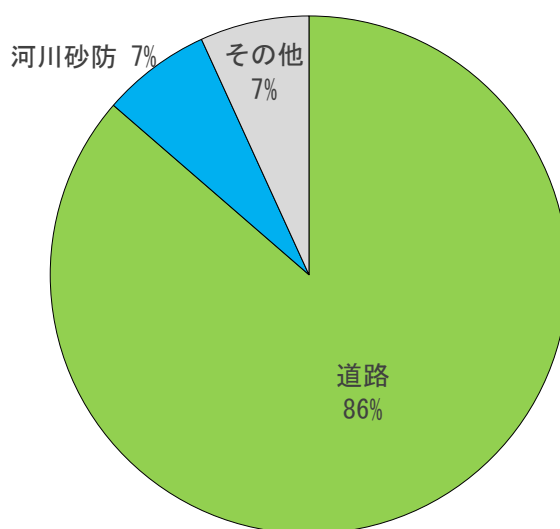
| 事例No | 年度 | 発注機関 | 業務名 | 入札契約 | 分野 |
|------|-----|----------------------------|------------------------------|-------------|------|
| 21 | H30 | 国土交通省中部地方整備局 多治見砂防国道事務所 | 平成30年度多治見砂防深層崩壊発生斜面リスク評価検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 河川砂防 |
| 22 | H30 | 国土交通省九州地方整備局 鹿児島国道事務所 | 平成30年度阿久根川内道路地質・法面検討基礎資料作成業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 23 | H30 | 国土交通省九州地方整備局 佐賀国道事務所 | 平成30年度 大川佐賀道路地質地盤リスク検討調査業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 24 | H30 | 国土交通省中国地方整備局 倉吉河川国道事務所 | 北条道路北条地区地質調査総合解析業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 25 | H30 | 国土交通省中国地方整備局 倉吉河川国道事務所 | 北条道路大栄地区地質調査総合解析業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 26 | H30 | 国土交通省中国地方整備局 浜田河川国道事務所 | 浜田河川国道事務所管内地質リスク調査検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 27 | H30 | 国土交通省北陸地方整備局 新潟国道事務所 | H30朝日温海道路地質調査検討業務 | 標準プロポーザル | 道路 |
| 28 | H30 | 国土交通省関東地方整備局 長野国道事務所 | H30諏訪バイパス地形地質調査解析業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 29 | R1 | 国土交通省近畿地方整備局 浪速国道事務所 | 淀川左岸線延伸部地質リスク検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 30 | R1 | 国土交通省近畿地方整備局 近畿技術事務所 | 地質リスクマネジメントに関するマニュアル改訂業務 | 簡易公募型プロポーザル | その他 |
| 31 | R1 | 国土交通省四国地方整備局 中村河川国道事務所 | 平成31年度 佐賀大方道路外地質リスク調査検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 32 | R1 | 国土交通省中部地方整備局 浜松河川国道事務所 | 令和元年度 三遠南信地域地質リスク検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 33 | R1 | 国土交通省北海道開発局 倶知安開発事務所 | 一般国道5号 倶知安町 地質調査計画策定業務 | 標準プロポーザル | 道路 |
| 34 | R1 | 国土交通省中国地方整備局 浜田河川国道事務所 | 福光・浅利道路外地質リスク調査検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 35 | R1 | NEXCO 東日本新潟支社 | 令和元年度 新潟支社管内 地質リスク検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 36 | R1 | 国土交通省関東地方整備局 長野国道事務所 | R1中部横断自動車道地形地質調査解析業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 37 | R1 | 国土交通省関東地方整備局 長野国道事務所 | R1諏訪バイパス地形地質調査解析業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 38 | R2 | NEXCO 東日本北海道支社 | 北海道支社管内 地質リスク検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 39 | R2 | NEXCO 東日本東北支社 | 令和元年度 東北支社管内西地質リスク検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 40 | R2 | NEXCO 東日本東北支社 | 令和元年度 東北支社管内東地質リスク検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 41 | R2 | 国土交通省中国地方整備局 福山河川国道事務所 | 令和2年度福山道路地質リスク検討業務 | 標準プロポーザル | 道路 |
| 42 | R2 | NEXCO 東日本東北支社 仙台工事事務所 | 仙台工事事務所管内 地質リスク検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 43 | R2 | NEXCO 東日本東北支社 横手管理事務所 | 令和2年度横手管理事務所管内東地質リスク検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |
| 44 | R2 | NEXCO 東日本東北支社 会津若松管理事務所 | 令和2年度会津若松管理事務所管内東地質リスク検討業務 | 簡易公募型プロポーザル | 道路 |

参表 2.1 に基づき発注年度と発注件数の関係を示すと参図 2.1 のとおりである。この図より、国土交通省「建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル及び総合評価落札の運用ガイドライン（H27.11.24）」に地質調査検討業務が明記されて以来、発注が徐々に増加していることが伺える。最近では、東日本高速道路株式会社が積極的に発注していることが特徴的である。

そして本業務の適用分野は、参図 2.2 に示すように、道路分野が大半であった。これは道路分野の事業遂行において地質リスクがいかに重要な要素であるかを示すものと考えられる。また、業務が発注された建設段階は計画段階から維持管理段階までわたっているが、現状では予備設計段階（特に、事業化決定後）が多い。



参図 2.1 地質リスク調査検討業務等の発注件数の推移



参図 2.2 地質リスク調査検討業務の適用分野 (H26～R2 年度)

一方、地質リスクは何れかの建設段階で1回実施すれば良いのではなく、建設段階が進めば情報が増えてきてリスクの再評価が必要となる。このような考えに基づき、同じ路線において繰り返して地質リスク調査検討業務を発注する事例が**参表 2.2**である。

参表 2.2 事業段階ごとに地質リスク業務を実施している道路事業

| プロジェクト名 | 発注した設計段階 | 参表 2.1 の事例 No. |
|---------|-------------|----------------|
| 俱知安余市道路 | 予備(A)、予備(B) | No. 18、No. 33 |
| 佐賀大方道路 | 計画～予備～詳細 | No. 19、No. 31 |
| 福光・浅利道路 | 予備(A)、予備(B) | No. 26、No. 34 |

参考資料－3 地質リスク調査検討業務の報告事例

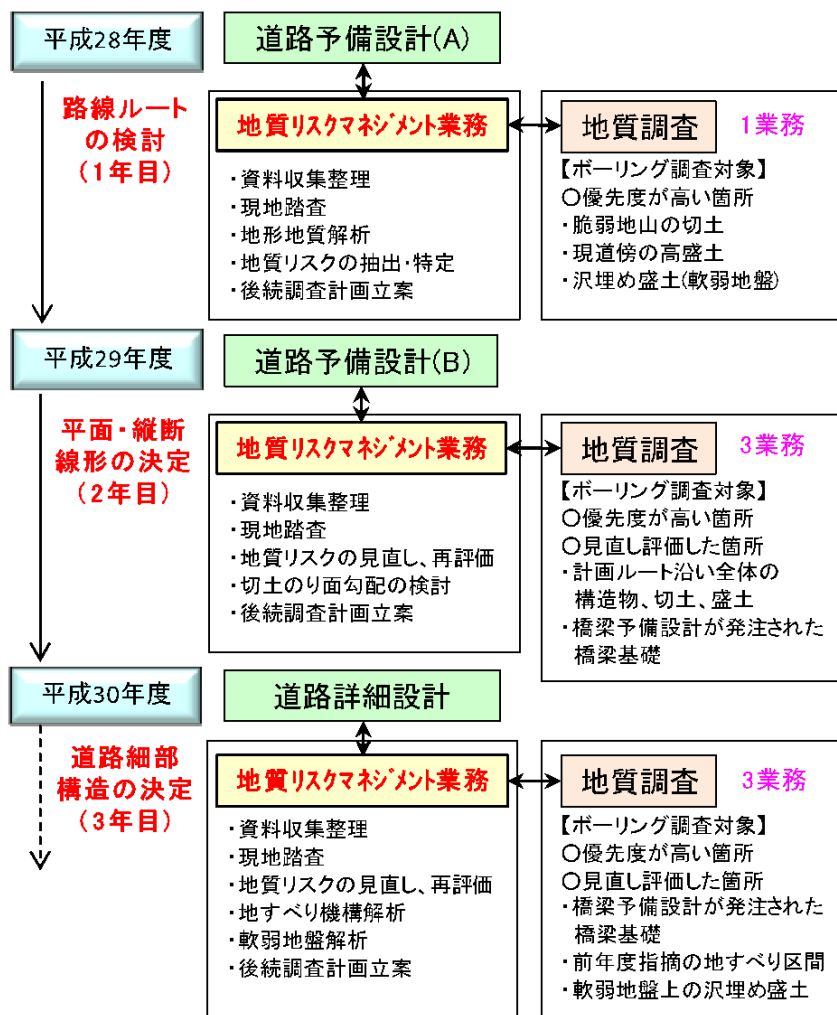
地質リスク調査検討業務の実施事例のなかから、**参表 3.1** に示す業務に係わる公表論文に基づき、代表的な整理結果の事例を紹介する。

参表 3.1 代表的な地質リスク調査検討業務と成果の公表例

| 事例 No | 業務名 | 発注年度 | 発注者 | 公表論文 |
|-------|-----------------------|------|----------------------|--|
| 18 | 一般国道5号 倶知安町地質調査計画策定業務 | H30 | 北海道開発局 小樽開発建設部 | 荒川・小尾・生出：倶知安余市道路における地質リスクマネジメントの活用について－円滑な事業推進とコスト縮減に向けて－、平成30年度北海道開発技術研究発表会、2019. |
| 19 | 佐賀大方道路地表地質概査外業務 | H30 | 四国地方整備局 中村河川国道事務所 | 山本：佐賀大方道路の地質リスクに関する取り組み、2019年度四国地整管内技術発表会、2019. |
| 23 | 大川佐賀道路 | H30 | 九州地方整備局 佐賀国道事務所 | 梶尾：道路整備での軟弱地盤対策検討において地質・地盤リスクマネジメントを取り入れた事例、第33回道路会議、2019. |
| 24 | 北条道路北条地区地質調査総合解析業務 | H30 | 中国地方整備局 倉吉河川国道事務所 | 長谷川・永川・波戸・竹内：平野部の道路事業における地質リスク評価手法の検討事例、第11回地質リスクマネジメント事例研究発表会、2020. |
| | | | | 竹内・波戸・永川：山陰道北条道路における地質リスク評価手法の検討』、第33回道路会議、2019. |

3.1 地質リスクマネジメントの流れ

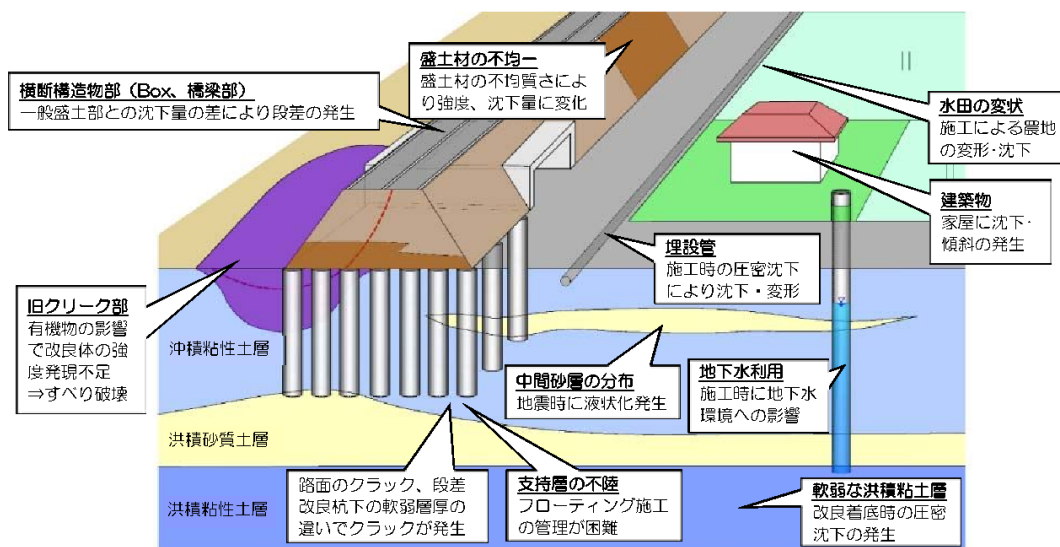
地質リスクマネジメントは計画段階から各段階で実施することが望ましい。参図 3.1 は、その一例として倶知安余市道路におけるマネジメントの考え方を示したものである。現在はこの事例のように予備設計から開始することが多いが、できれば計画段階から開始することが大きな効果が期待できる。



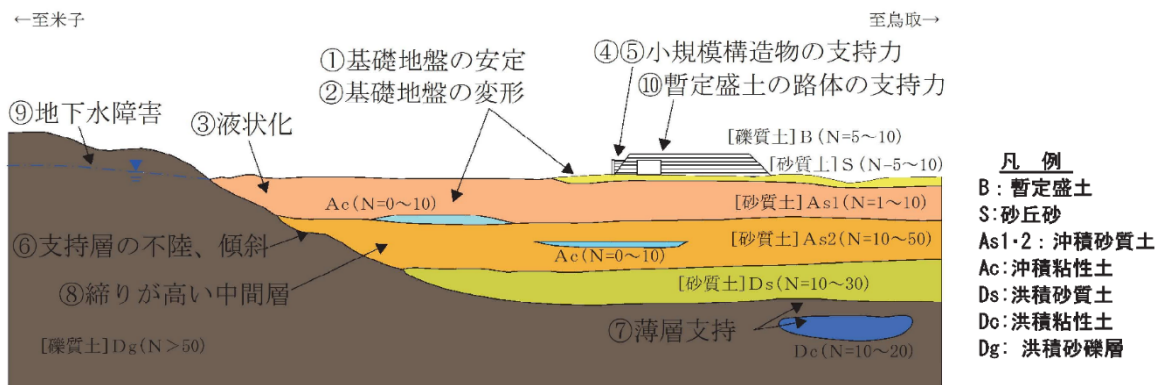
参図 3.1 倶知安余市道路における地質リスクマネジメントの実施状況 (荒川ら、2019)

3.2 地質リスク要因抽出

事業進捗のできるだけ早い段階で、想定される地質リスクを抽出することが重要である。事業ごとに着目した地質リスク要因の例として、参図 3.2 に大川佐賀道路の例を、参図 3.3 に北条道路の例を、また参表 3.2 に佐賀大方道路の例を示す。事業の初期段階でリスク情報を漏れなく抽出することで、想定外のリスク発現を回避することが期待できる。



参図 3.2 大川佐賀道路における地質リスク要因 (梶尾、2019)



参図 3.3 北条道路における地盤条件と地質リスク要因 (長谷川ら、2019)

参表 3.2 佐賀大方道路におけるリスク発現事業の分類（山本、2019）

| 発現事象のタイプ | 発現事象のタイプ（細区分） |
|-------------------|---------------------|
| ①切土のり面の不安定化に関わる事象 | 滑動誘起（すべり） |
| | 層面すべり、くさび崩壊 |
| | トップリング崩壊 |
| | 表層崩壊（切土のり面、トンネル坑口部） |
| | スレーキングによる不安定化 |
| | 水みちりに起因する法面変状 |
| ②盛土の不安定化に関わる事象 | 地山不良による盛土のすべり |
| | 湿潤による盛土のすべり |
| ③落石に関わる事象 | 自然斜面からの落石 |
| | のり面からの落石 |
| ④土石流、土砂水流入に関わる事象 | 土石流、土砂水の流入、閉塞 |
| ⑤支持地盤の不確実性に関わる事象 | 支持力不足（沈下、傾動） |
| | 支持層の不陸 |
| | 掘削効率の低下 |
| ⑥沈下に関わる事象 | 沈下、側方流動 |
| | 不等沈下 |
| ⑦液状化に関わる事象 | 地盤の液状化 |
| ⑧トンネル施工に関する特有の事象 | 切羽（天端・切羽・脚部）の不安定化 |
| | 異常湧水（突発湧水） |
| | 押し出し変位 |
| | 支保パターンの大幅変更 |
| ⑨利水（減・濁水）等に関わる事象 | 減・濁水 |
| | 水質汚濁 |
| ⑩自然由来重金属に関わる事象 | 含重金属掘削ズリの拡散 |
| | 重金属の溶出 |

3.3 地質リスク解析

地質リスク解析は、先に抽出したリスクの要因を特定するとともに、リスクの発生確率と被害規模を予測するといった、地質リスク検討における最も重要なものである。

参表 3.3 及び参表 3.4 は、倶知安余市道路において、リスクの重要性と発現性を整理し、優先度や対応方針を検討した事例である。参表 3.5、参表 3.6 及び参図 3.4 は、佐賀大方道路において、リスクが発生した場合の影響度とその発生確率から、リスクランクのマトリックスを検討した事例である。また、参表 3.7 及び参図 3.5 は、北条道路において、リスクの影響度と発生確率をともに、リスクマトリックスを検討した事例である。

これらのように、リスク対応の重要性や優先度を設定することで、必要な対策を事前に講じることが可能となり、リスク発現の未然防止に役立つものと考えられる。

参表 3.3 倶知安余市道路における調査優先度と対応方針（荒川ら、2019）

重要性の区分

| 重要性 | 内容 | 例 |
|------------|-------------------|--------------------------------|
| α | 計画ルートの見直しが必要 | 地すべり、大規模な岩盤崩壊など |
| β | リスク事象の回避や低減が見込める | 軟弱地盤、特殊地質の切土、小規模斜面崩壊など |
| γ | 対策・対応が用地幅に影響 | 切土(法面勾配・法面工)、軟弱地盤上の盛土(押さえ盛土)など |
| δ | 計画ルートに影響しないが、コスト増 | 支持層深度が深い構造物基礎地盤など |
| ϵ | コスト変化が小さいもの | 通常の構造物基礎地盤など |

発現性の区分

| 可能性 | 内容 | 例 |
|-----|--------------------------|------------------------------|
| a | 明らかなリスク事象・道路構造に直接影響する | 明瞭な地すべり地形、災害履歴、切土法面勾配など |
| b | 既往資料や地形条件から想定されるリスク事象 | 不明瞭な地すべり地形、沖積面での盛土沈下、支持層傾斜など |
| c | 既往資料や地形条件では判断困難、詳細調査時に評価 | 地下水位に起因する事象、構造物の深い支持層など |
| d | 既往資料や地形条件から想定し難いリスク事象 | 段丘面を含む地すべり、小規模な盛土での沈下やすべり破壊 |
| e | 対象区間では該当しない事象 | 岩盤崩壊斜面など |

優先度と対応方針

| | | 発現しやすさ | | | | | |
|-----|----------|------------|---|---|---|---|----|
| | | 高 | a | b | c | 低 | なし |
| 重要性 | 高 | α | A | A | A | A | E |
| | β | A | B | B | C | E | |
| | γ | B | C | C | D | E | |
| | δ | C | C | D | D | E | |
| | 低 | ϵ | D | D | D | E | E |

地質リスクランクによる優先度

| | |
|----------|---|
| A | ルートの見直しに関わる事象について、事象を明らかにし対応の必要性を評価するため、本年度優先して調査を行う。 |
| B | 路線シフトの可能性のある事象は、対応の必要性(今後の調査計画)検討のため、概略的に調査を行う。 |
| C | 周辺の調査結果のほか、工程や費用に応じて調査を検討する。 |
| D | 詳細設計までに地質調査が必要であるが、用地等にほぼ影響しない事象であり、本年度の調査対象としない。 |
| E | 可能性が低く対象としないが、周辺のボーリング結果等から調査の必要性を随時見直す。 |

参表 3.4 俱知安余市道路における地質リスク事象評価結果の代表例（荒川ら、2019）

| 事象 | 道路計画 | 資料検討～地質概査によるリスク評価 | | | 優先性 | 対応・調査方針 | |
|-------------|-----------|--------------------------------|----------|-----------------------------|------------|---------|--|
| | | 重要性 | 発現性 | | | | |
| 地すべり | 切土 その他 | 対策が困難な場合はルートの見直しも必要 | α | 既往調査で確認された地すべりに近接する不明瞭な地形あり | $b \sim d$ | A | 概査結果で地すべりの可能性が認められた場合、 地すべり対応の必要性判断のためボーリング等による直接的な調査 を行う。 |
| 切土法面（勾配） | 切土 | 法面を緩勾配とすると用地に影響する | γ | 周辺に対策を行っている切土法面が見られる | a | B | 脆弱な地質での長大切土となる区間の場合、 用地幅や土配に影響するため区間毎に調査 を実施し、標準勾配適用の適否を判断。 |
| 軟弱地盤 | 盛土 | 平面縦断のシフトで低減できるほか、対策工が用地に影響しやすい | β | 水田は軟弱地盤を利用している場合が多い | $b \sim d$ | B | 軟弱地盤の有無を確認し、 対応の必要性や次年度以降の調査計画検討のための調査 を実施。 |
| 崖錐斜面上の盛土 | 盛土 | 平面縦断のシフトで低減できる場合がある | β | 地形が新鮮で脆弱な地盤が想定される崖錐斜面が確認される | $b \sim c$ | B | 盛土基礎地盤の性状を確認し、 対応の必要性や次年度以降の調査計画検討のための調査 を実施。 |
| 谷埋め盛土 | 盛土 | 用地幅が変化する場合があるが区間が限定 | δ | 谷を盛土で横断する計画があるが、地質や水理条件による | $b \sim d$ | D | 本年度は対象としない。今後横断管等構造物の調査と合わせて実施。 |
| 湧水 | 切土 | 用地等に影響することは稀 | δ | 段丘や崖錐斜面では湧水が発生しやすい | $b \sim d$ | D | 切土の調査に含まれるが、顕著な場合には別途調査を検討する必要がある。 |
| 土石流 落石崩壊 | 切土 その他 | 小シフトにより影響を小さくできる場合がある | β | 急斜面や土石流の沢は残らない | e | E | 懸念される地形がなく対象外 |

参表 3.5 佐賀大方道路におけるリスクランクの判定基準（山本、2019）

| リスクランク | リスクランクの対応方針 |
|--------|---|
| A | リスク低減 （詳細な地質調査を実施して、完全なリスク低減対策を講じるべきリスク事象） |
| B | リスク低減 （地質調査を行い、調査結果に応じた適切なリスク低減対策を講じるべきリスク事象） |
| C | リスク保有 （リスク回避や低減対策を必要とせず、施工段階へリスクを留保することが可能な事象） |

参表 3.6 佐賀大方道路における影響度の判定区分（山本、2019）

| 影響度の区分 | 事業への影響内容 |
|--------|-------------------------|
| 大 | 事業が中断または大幅な遅延が生じる。 |
| 中 | 大きな損失を受け遅延が生じるが事業は継続可能。 |
| 小 | 軽微な修復で事業継続が可能。 |

| ①切土 | | 発生確率 | | | ②落石 | | 発生確率 | | |
|-----|---|------|---|---|-----|---|------|---|---|
| | | 小 | 中 | 大 | | | 小 | 中 | 大 |
| 影響度 | 大 | B | A | A | 影響度 | 大 | B | B | A |
| | 中 | C | B | A | | 中 | C | B | B |
| | 小 | C | C | B | | 小 | C | B | B |

参図 3.4 佐賀大方道路におけるリスクランクの組合せの例 (山本、2019)

参表 3.7 北条道路における地質リスクごとの発生規模と発生確率 (長谷川ら、2019)

| 地質リスク | 影響度Eの指標 | 発生確率Lの指標 |
|----------------------------|------------------|------------------|
| ①基礎地盤の安定 | 地盤の層厚 | N値 |
| ②基礎地盤の変形 (圧密沈下、周辺地盤の変形) | 粘性土の層厚 | 圧密降伏応力(Pc) N値 |
| ③L2地震時の液状化 | 砂質土層の層厚、 分布深度 | PL値(液状化指数) |
| ④小規模構造物(カルバート)の支持力 | 支持力不足の地層層厚 | N値 |
| ⑤小規模構造物(抗土圧構造物)の支持力 | 支持力不足の地層層厚 | N値 |
| ⑥支持層の傾斜・不陸 | 支持層の出現深度 | 地形・地質 |
| ⑦支持層の薄層支持 | 支持層の層厚 | N値 |
| ⑧杭施工における中間層 (締った砂質土層) | 中間層の層厚 | 地盤とN値 |
| ⑨地下水障害 | 利用状況等 | 道路線形からの距離 |
| ⑩暫定盛土の路体の支持力 | 盛土材料 | 締固め度 |

| | | | リスクの定性的な尺度:可能性の高さL(発生確率) | | |
|-----------------------------|--------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| | | | すべり、圧密沈下、液状化等の発生の可能性 | | |
| | | | 程度 | 低い【1】 (ほぼ発生しない) | 中程度【2】 (発生するかもしれない) |
| | | | 指標値 地形、地質、N値、PL値等を参考に定性的に設定 | | |
| 影響E (発生規模) コストや工期に与える | 低い【1】 | 対事象に 規模に 対等する 一般的な 設定 | C | C | B |
| | 中程度【2】 | | C | B | A |
| | 高い【3】 | | B | A | A |

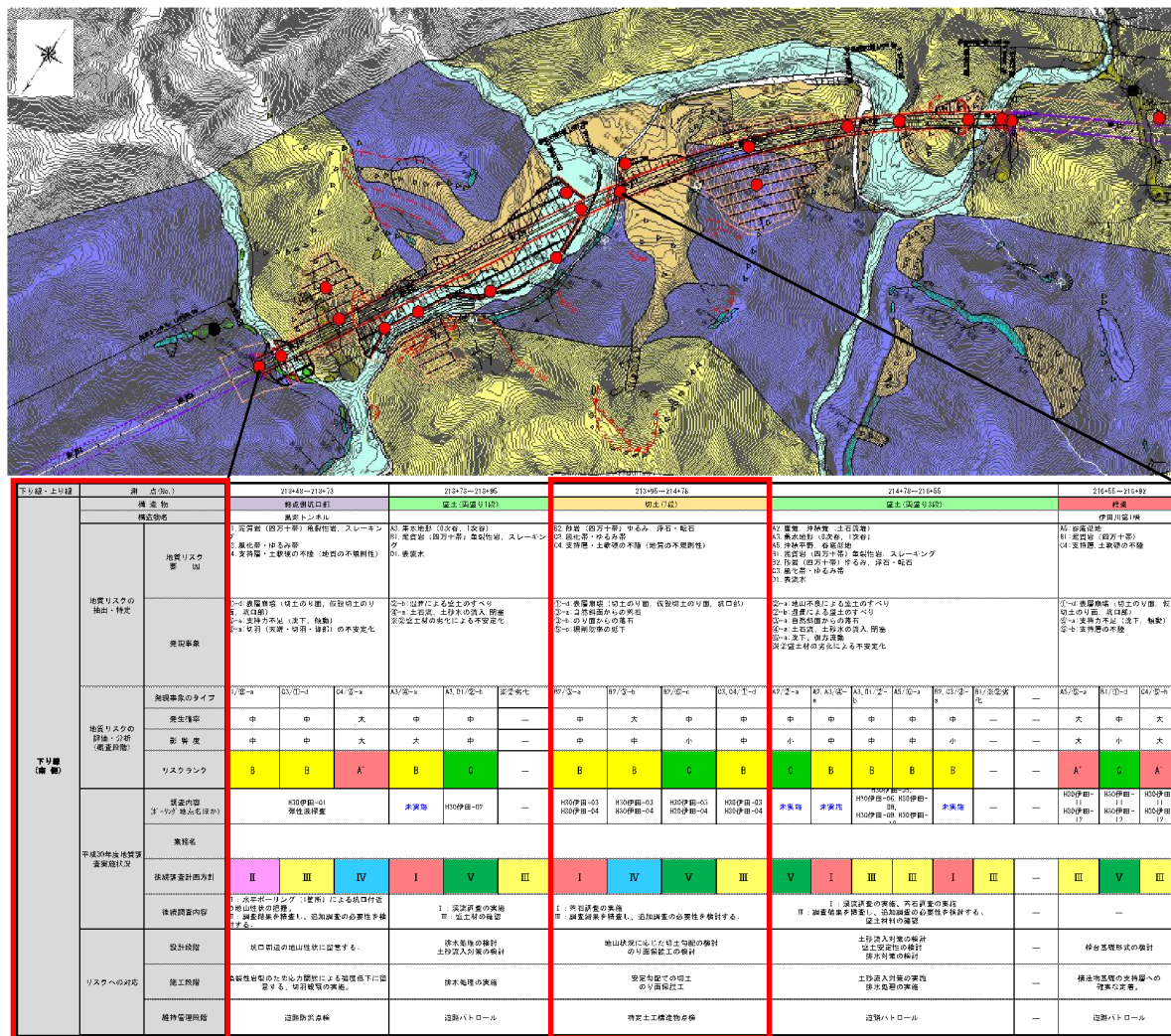
【リスクの評価基準(リスクランク)】 リスクの程度R=E×L
 低減 A(地質地盤リスクが発生する可能性が高い) =6~9点
 低減 B(地質地盤リスクが発生する可能性が中程度) =3~4点
 保有 C(地質地盤リスクが発生する可能性が低い) =1~2点

参図 3.5 北条道路におけるリスクマトリックス (長谷川ら、2019)

3.4 地質リスク管理表、地質リスク措置計画表

地質リスク検討の最も重要な成果として、地質リスク管理表、及び地質リスク措置計画表があげられる。地質リスク管理表は、区間や構造物ごと等に、地質リスクの事象や要因、リスクランクなどを表現したものである。また地質リスク措置計画表は、作成された時点以降の調査、設計、施工、維持管理段階での地質リスクへの対応方針をまとめたものである。

参図 3.6 は、佐賀大方道路において、構造物ごとに地質リスク要因、発現事象、発生確率、影響度、リスクランクを記載している。あわせて、今後の調査、設計、施工段階での地質リスク対応方針も併記している。参表 3.7 は、北条道路における地質リスク措置計画表の例であり、調査から、設計・施工・維持管理段階ごとのリスク対応方針がまとめられている。



参図 3.6(2)に拡大

参図 3.6(1) 佐賀大方道路における地質リスク管理表の例 (山本、2019 に一部加筆)

| | | | | | | |
|-------------|-----------------------|----------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| 下り線 (南側) | 測点(No.) | | 213+95~214+76 | | | |
| | 構造物 | | 切土(7段) | | | |
| | 構造物名 | | | | | |
| | 地質リスクの抽出・特定 | 地質リスク要因 | B2. 砂岩(四万十帯)ゆるみ、浮石・転石 C3. 風化帯・ゆるみ帯 C4. 支持層・土軟弱の不陸(地質の不規則性) | | | |
| | | 発現事象 | ①-d: 表層崩壊(切土のり面、仮設切土のり面、坑口部) ②-a: 自然斜面からの落石 ②-b: のり面からの落石 ②-c: 掘削効率の低下 | | | |
| | 地質リスクの評価・分析 (概査段階) | 発現事象のタイプ | R7/②-a | R7/②-b | R7/②-c | C3, C4/①-d |
| | | 発生確率 | 中 | 大 | 中 | 中 |
| | | 影響度 | 中 | 中 | 小 | 中 |
| | | リスクランク | B | B | C | B |
| | 平成30年度地質調査実施状況 | 調査内容 (ボ-リング地点名ほか) | H30伊田-03 H30伊田-04 | H30伊田-03 H30伊田-04 | H30伊田-03 H30伊田-04 | H30伊田-03 H30伊田-04 |
| | | 業務名 | | | | |
| | | 後続調査計画方針 | I | IV | V | III |
| | | 後続調査内容 | I: 齊石調査の実施 III: 調査結果を精査し、追加調査の必要性を検討する。 | | | |
| | リスクへの対応 | 設計段階 | 地山状況に応じた切土勾配の検討 のり面保護工の検討 | | | |
| | | 施工段階 | 安定勾配での切土 のり面保護工 | | | |
| 維持管理段階 | | 特定土工構造物点検 | | | | |

※図 3.6(1)の一部を抜粋

参図 3.6(2) 佐賀大方道路における地質リスク管理表の例 (山本、2019)

参表 3.7 北条道路におけるリスク管理表(措置計画表)の例 (竹内ら、2019)

| 発生が考えられる地質地盤リスク例 | リスク評価 | | 地質地盤リスクの分析結果 | | 道路としての要求性能を確保するためプロジェクトの進行に応じたリスクの対応方針(措置計画表) | | | | | | |
|------------------|-----------|-----|---|-----------|---|-----------------|-------|--|-------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | 評価 E×L | ランク | コメント | 対象 構造物 | 地質調査 | 予備設計 | 詳細設計 | 施工 | 維持管理 | | |
| ③L2地震時の液状化 | 6 | A | S, As1層は、層厚=5m、PL=8~10であるため、L2地震時に液状化発生の可能性が高い。 | 全般 | 【登録票及び措置計画表作成】 | 追加調査、性能等を加味し再検討 | 合同会議1 | L1, L2地震時における性能1, 性能2を確保するための液状化対策工の検討を行う。 | 合同会議2 | S, As1層の液状化範囲に確実に液状化対策の施工管理する。 | 地震後の点検においては、S, As1層の分布範囲の変状に着目する。 |

3.5 地質リスク情報の引継ぎ

地質リスク情報は、計画段階からはじまり、調査、設計、施工、維持管理の各段階まで確実に引き継がれ、更新していくことが極めて重要である。参図 3.8 は、その一例として大川佐賀道路における引継ぎ帳票（案）を示したものである。地質リスク情報を事業段階ごとに引継ぎ、更新していくことで、仮に不具合が発生した場合においても、前段階にフィードバックし再検討することが可能となり、事業の手戻りや事業費の増加を防ぐことが期待できる。

| | | | |
|---------|--|---|---|
| 不確実性 | 地形条件 | ... | |
| | 後背湿地 | ... | |
| | 軟弱層によるすべり安定性 | 改良体の固化不良 | ... |
| 調査段階 | 対応内容 | サンプリング試料のせん断強度試験の実施 | 物理特性(有機物混入量含む)の把握 |
| | 対応状況 (上段:実施事項等) (下段:未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等) | 各粘土層で一軸試験実施。層厚の厚いaAc2層は深度方向に複数試料で実施。 | 強熱減量試験は未実施。 |
| 設計段階 | 対応内容 | 安定計算等による対策工の要否、比較検討 | 解析等による必要改良強度の把握 |
| | 対応状況 (上段:実施事項等) (下段:未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等) | 測点〇〇で実施。道路土工(H24)に準じ実施。比較検討により地盤改良選定。 | 計算上の必要改良強度は $q_u=500$ (kN/m ²)。 代表地点での試験のみ。地質変化点での試験が必要。 |
| 施工段階 | 対応内容 | 動態観測による安定管理 | 配合試験による改良材、配合量の決定。改良体の品質管理。 |
| | 対応状況 (上段:実施事項等) (下段:未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等) | 測点〇〇の一般盛土部で実施。問題なく盛土完了。 施工後の沈下計測が必要。 | 配合試験で配合量決定。100(kg/m ³)。施工後のチェックボーリングで深度方向に強度を確認。 |
| 維持・管理段階 | 対応内容 | 路面や法面のクラック、変状の監視 | 盛土の変状の点検 |
| | 対応状況 (上段:実施事項等) (下段:未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等) | すべりに関する監視は実施していない。通常の巡視で対応。 | 定点観測は未実施。固化体の維持・管理方法未検討。 |

参図 3.8 大川佐賀道路における地質リスク引継ぎ帳票(案)抜粋 (梶尾、2019)

参考資料－4 推奨資格の概要

参表 4.1 推奨資格の概要

| 資格名 | 地質リスク・エンジニア(GRE) | 応用地形判読士 |
|---------------|---|--|
| 試験制度の目的・背景 | <p>地質リスクのマネジメントが建設事業の生産性向上に役立つという認識が高まり、平成27年度に改正された「建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン」において、地質リスク調査検討業務がプロポーザルの代表的な業務として示された。さらに令和2年度においては国土交通省から「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」が公表された。</p> <p>このような状況を踏まえて、地質リスク学会が中心となり、地質リスクマネジメントの専門知識を有する技術者として地質リスク・エンジニア(Geo Risk Engineer、以下GREと略称)を育成するための養成講座が平成27年度からスタートした。GREに期待される役割は、上記の地質リスク調査検討業務の管理技術者や、リスクマネジメントの発注者側責任者を補佐する地質技術顧問としての活用などである。</p> <p>令和3年度からは、従来の養成講座を基本にした制度から新たに認定試験制度がスタートする。</p> | <p>地形は、地球表層が長年にわたり種々の現象(地殻変動、火成活動、侵食・堆積などのいわゆる地形営力)を受けた結果形成されたもので、地形を把握し理解することにより、その土地の過去－現在－将来を推論できる。防災分野で活用されるハザードマップの基図などは、地形図や空中写真に基づく地形判読により作成される。地形判読にあたっては、地形種認定の正確さ・精度に加えて、地形の構成素材である地質を推定し、さらに地形種・地形場と地質の関係を勘案して、防災上・社会資本整備上の課題などを適切に判断することが重要である。一方、地形判読の精度や品質は、判読者自身の能力と経験に大きく依存するという特徴がある。</p> <p>そこで、一般社団法人全国地質調査業協会連合会では、正確かつ精度の高い地形判読技術を有するとともに、地質を勘案して防災上の課題などを提起できる一定以上の能力を有した技術者を認定する「応用地形判読士」資格検定試験制度を、平成24年度に創設した。</p> |
| 活用の実態と目標 | <p>地質リスク調査検討業務における管理技術者として入札時の資格要件の一つとして活用され始めている。</p> <p>今後は、地質・地盤リスクアドバイザーなどの資格要件としての活用を期待している。</p> | <p>地形判読は、現在地質調査業務の一環として行われることが多いが、今後は事業の初期段階で実施することで地形・地質リスクを回避、または承知して調査－設計－施工－維持管理することが望まれる。</p> |
| 累計合格者数、合格率 | <p>令和元年度までの有資格者:120名。 合格率:90%超</p> | <p>令和2年度までの有資格者:108名(応用地形判読士) 二次試験合格率:23%、一次試験合格率:4.2%</p> |
| 受験資格 | <p>以下の2つの要件を有するもの</p> <p>①以下のいずれかの資格を有する者</p> <ul style="list-style-type: none"> ・応用地形判読士 ・技術士(建設部門:土質及び基礎) ・技術士(応用理学部門:地質) ・総合技術監理部門(土質及び基礎あるいは地質) <p>②下記のいずれかの実績を有する者</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「地質リスク調査検討業務」の管理(主任)技術者として担当した実績 ・地質リスクマネジメント事例研究発表会における発表実績(共著者を除く) ・地質リスク学会が随時募集している地質リスク事例収集の投稿実績 | <p>一次試験:受験資格なし</p> <p>二次試験:応用地形判読士補(一次試験に高得点で合格し、応用地形判読士補に登録した方)</p> |
| 資格有効期間および更新方法 | <p>GREの資格有効期間は5年である。更新にあたっては、以下のいずれかの実績を有することを条件としている。</p> <p>なお、登録更新料は5,500円である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・毎年1件以上の技術顧問(自己申告)業務の実績 ・地質リスクマネジメント事例研究発表会等で5年間に1回以上の発表実績 | <p>応用地形判読士資格の有効期間は5年である。更新はCPD記録簿提出方式で、5年間に125CPD単位以上かつ、このうち50CPD単位以上が地形判読に関連することを要件としている。更新料は11,200円である。</p> <p>なお、応用地形判読士補の有効期間は一次試験に合格した年から4年で、更新制度はない。</p> |

資格に関する問い合わせ先:(一社)全国地質調査業協会連合会「認定試験事務局」

URL:<https://www.zenchiren.or.jp>/E-mail:jgca@zenchiren.or.jp

参表 4.2 推奨資格の概要

| 資格名 | 地質調査技士 | 地質情報管理士 |
|---------------|---|--|
| 試験制度の目的・背景 | <p>地質調査の現場作業は、それにより得られた地盤情報が設計や施工などで活用される基礎情報となるものであり、この段階での技術的信頼が地質調査業務の根幹をなすものといえる。</p> <p>そこで全地連では、現場技術者の技術の維持・向上、人格の陶冶を目的に昭和41年に本資格制度を発足し、50年余りにわたり制度を運営している。</p> <p>昭和52年に施行された「地質調査業者登録規程」で規定された営業所毎に置く現場管理者の保有資格に指定され、これに対応させるため試験内容の見直しを図り、また、昭和59年には本試験制度が建設大臣認定(この認定は平成13年3月に廃止)となったのを機に登録更新制を導入する等の改正を行った。</p> <p>平成の時代に入ると、地質調査は技術の進歩などにより物理探査や地盤計測など様々な調査手法が取り入れられるようになった。また、自然災害の多発により防災目的の調査が増加し、土壌地下水汚染に関わる環境分野の地質調査も実施するようになった。このため、資格制度は、ボーリング技術者のみならず現場管理者など様々な技術者が受験する資格となったため、社会の変化・ニーズに対応するために部門制を導入するなどの見直しを図り、現在に至っている。</p> | <p>地質情報の電子化や利活用については、国土交通省が平成15年度に開始した電子納品が牽引的役目となり急速に注目を集めるようになった。</p> <p>電子化された地質情報の活用は、将来の防災計画や土木構造物の維持管理、土地利用計画等で実施する地質調査の精度向上に寄与するものであり、さらには3次元化した地質情報を設計・施工などに活かすことでインフラ分野全般の効率化や高品質化につながるという。国土が狭く脆弱な地質からなる日本の場合、地質情報の積極的活用は意義が大きい。</p> <p>一方、地質情報そのものを電子化し、あるいは電子化された地質情報を利活用するにあたっては、地質情報そのものを理解・解釈できる技術と電子化・情報処理に関する技術の両者が必要であり、それをもって品質を担保した地質情報の二次利用が可能といえる。</p> <p>そこで全地連では、地質情報の新しい利用形態の環境を踏まえ、地質情報の電子化・利用に係わる能力(IT関連、座標情報、電子認証など)を有する地質調査技術者の育成が重要であるとの認識に立ち、平成18年度に「地質情報管理士」資格制度を発足した。</p> |
| 活用の実態と目標 | <p>「地質調査業者登録規程」での活用のほか、平成19年には「地質調査業務共通仕様書」における主任技術者の資格要件となり、平成27年には国土交通省の「技術者資格登録規定」により指定された。また、同年には、「ボーリング柱状図作成及びボーリングコア取扱い・保管要領(案)」において、ボーリング柱状図の有資格者欄に当資格の記入欄が設けられた。今後は、土構造物の維持管理業務などにおける資格活用が期待される。</p> | <p>以下の2つの要領において本資格の活用などが明記されるほか、国や県の発注要件にも採用される。</p> <p>今後は、BIM/CIM業務における有資格者としての活用などが期待される。</p> <p>①「ボーリング柱状図作成及びボーリングコア取扱い・保管要領(案)・同解説」(H29.4月施行)</p> <p>②「地質・土質調査成果電子納品要領」(H29.4月施行)</p> |
| 累計合格者数、合格率 | <p>令和2年度までの有資格者:約13,000名 (昭和41年制度発足以降の資格取得者:約24,000名) 合格率:30%台前半～後半</p> | <p>令和2年度までの有資格者:約800名 (平成18年制度発足以降の資格取得者:約1,000名) 合格率:30%台</p> |
| 受験資格 | <p>「現場調査部門」の受験資格</p> <p>1)ボーリングに関する機器等の操作を行う実務に関して、5年以上の経歴を有する者。</p> <p>2)指定の専門学校指定学科を卒業(同校より「地質調査技士資格認定証」を授与)し、かつ、ボーリングに関する機器等の操作を行う実務に関して2年以上の実務経歴を有する者。</p> <p>「現場技術・管理部門」、「土壌・地下水汚染部門」の受験資格</p> <p>1)学歴および専攻内容に応じて、3年～8年以上の経歴を有する者。</p> | <p>〔保有資格〕以下、いずれかの資格を有する方</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地質調査技士 ・技術士、技術士補※1〔建設部門(土質及び基礎)(河川、砂防及び海岸・海洋)〕【応用理学部門(地質)地球物理及び地球化学】 ※1技術士補の場合、地質調査に係る実務経験が4年以上の方 ・応用地形判読士、応用地形判読士補 ・RCCM【専門技術部門(地質)(土質及び基礎)】 〔経験〕地質調査業務に精通し、かつ、過去に以下の経験が合わせて5件以上ある方 ・地質調査報告書の電子納品の経験(自治体の電子納品と同類の経験を含む) ・CALS/ECの普及活動の経験(関係委員会委員・講習会講師等) |
| 資格有効期間および更新方法 | <p>資格有効期間は5年である。更新にあたっては、以下のいずれかを選択し更新する。</p> <p>なお、更新料は、会員13,500円、非会員20,500円である。</p> <p>①講習会受講方式</p> <p>②CPD記録提出方式(CPD単位125単位以上/部門)</p> <p>なお、更新料は、会員13,500円、非会員20,500円である。</p> | <p>資格有効期間は3年である。更新にあたっては、CPD記録提出方式(CPD単位60単位以上/3年)により更新する。</p> <p>なお、更新料は、会員8,150円、非会員12,200円である。</p> |

資格に関する問い合わせ先:(一社)全国地質調査業協会連合会「認定試験事務局」

URL:<https://www.zenchiren.or.jp/>E-mail:jgca@zenchiren.or.jp

参考資料－5 地質リスクアセスメントの新技術

参表 5.1 に示す技術について、その概要を次ページ以降で紹介する。



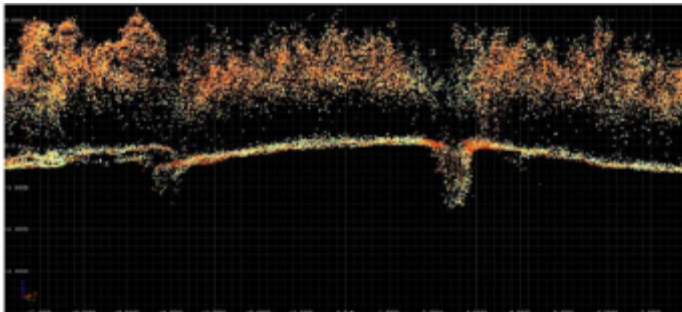
参表 5.1 地質リスクアセスメントに有効な新技術

| No. | 調査手法 | 目的 | 構想・計画段階 | 調査・設計段階 |
|-----|-------------------|-----------------------------------|-------------------|---------|
| | | | 現地立入不可 (公共地制限) | 現地立入可能 |
| ①-1 | 航空レーザー計測 | ・高精度微地形解析 | ◎ | ◎ |
| ①-2 | UAV レーザー計測 | ・傾斜量図、CS 立体図を用いた落石等危険個所の抽出 | ◎ | ◎ |
| ② | 空中物理探査 | ・3次元地盤物性の把握 | ○ | ○ |
| ③ | 干渉 SAR を用いた地盤変動解析 | ・干渉 SAR を用いた地盤変動解析 | ◎ | ○ |
| ④ | 携帯型蛍光 X 線分析装置 | ・自然由来重金属の含有量分布状況の把握 | ○ | ◎ |
| ⑤ | ハンドヘルドレーザー計測 | ・高精度微地形調査 | | ○ |
| ⑥ | 高品質ボーリング | ・高品質ボーリング | | ◎ |
| ⑦ | 浅層反射法探査 | ・支持地盤の連続性の確認 | | ◎ |
| ⑧ | 微動アレイ探査 | ・支持層分布の推定(1次元微動アレイ探査、2次元・3次元微動探査) | | ◎ |
| ⑨ | 3次元電気探査 | ・地質、地下水の3次元分布状況の把握 | | ○ |

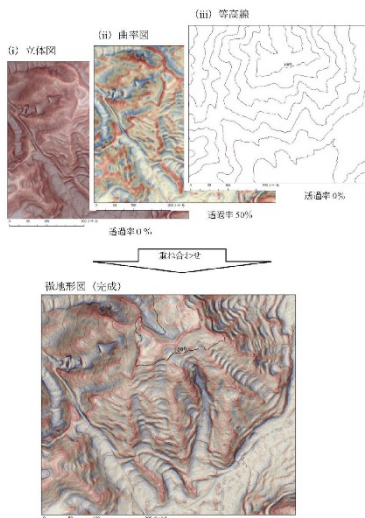

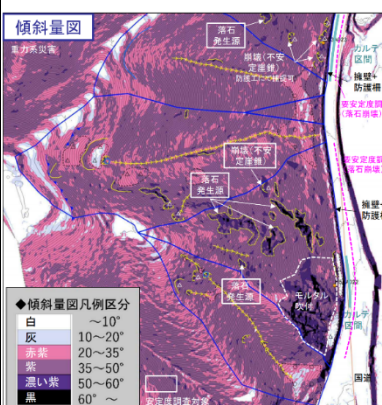
◎特に有効

○有効

参表 5.2 地質リスクアセスメントのための新技術 (1)

| 調査手法 | 目的 |
|---|-----------|
| ① -1 航空レーザー計測 UAVレーザー計測 | ・高精度微地形解析 |
| <p>【技術の特徴】</p> <p>航空レーザー測量とは、航空機に搭載したレーザー scanner から地上にレーザー光を照射し、地上から反射するレーザー光との時間差より得られる地上までの距離と、GNSS 測量機、IMU(慣性計測装置)から得られる航空機の位置情報より、地上の標高や地形の形状を計測する。</p> <p>高高度から広域を効率よく計測できる固定翼、計測対象により高度を変えることができる回転翼、さらに近接して詳細な計測が可能なドローン(UAV)によるレーザー測量など、目的に応じた選択が可能である。</p> <p>(参考) UAV搭載型レーザー scanner を用いた公共測量マニュアル(案) https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/uavls/doc/uavsl_manual.pdf</p> <p>【活用事例】</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="231 875 798 1245">  <p>空中写真(CKK20112X-C6-20)</p> </div> <div data-bbox="805 875 1372 1245">  <p>航測レーザー計測結果による陰影図</p> <p>大規模地すべりの抽出精度が向上</p> </div> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>構想計画段階で、航空レーザー計測結果により高精度地形解析により大規模地すべり(リスクランク AA)を抽出し、地すべりを回避するルートを検討した。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="209 1393 893 1704">  </div> <div data-bbox="932 1408 1362 1601" style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>阿蘇大橋崩壊地(2016 熊本地震)での UAV レーザー計測事例。崩壊地上部の植生斜面に生じた亀裂が明瞭に計測され、対策工検討、施工時の計測監視に重要なデータを提供した。</p> </div> </div> <p>【有効性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施できるため、BIM/CIM モデルへの展開が容易。 ・ 現地条件によっては樹木下の地形に計測可能であり、空中写真判読で判読できない微地形要素が判読可能。 ・ 構想計画段階で重大な地形リスク(大規模地すべり等)を把握する上で極めて有効 | |

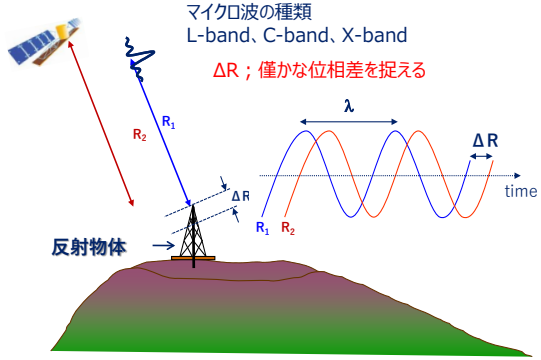

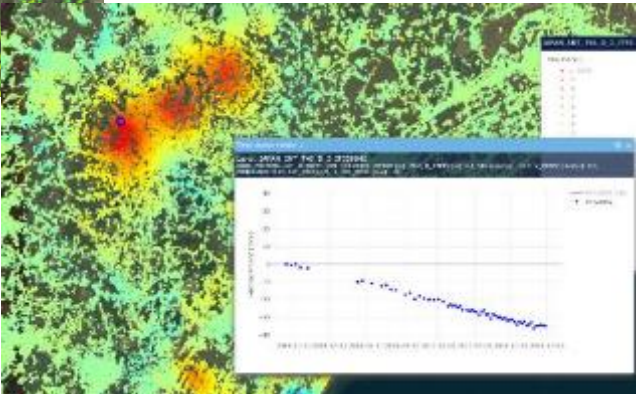
参表 5.3 地質リスクアセスメントのための新技術 (2)

| 調査手法 | | 目的 |
|--|---------------|--|
| ①-2 | LP データによる地形判読 | ・傾斜量図、CS 立体図を用いた落石等危険箇所の抽出 |
| <p>【技術の特徴】</p> <p>航空レーザー測量や UAV によるレーザー測量により取得された LP データを、GIS ソフトを用いて地形量図や地形解析図に加工し、これを判読することにより斜面災害に関連する微地形を抽出し、災害リスクを評価する手法である。</p> <p>LP データからは、様々な地形解析図が作成できるが、例えば地形の曲率・傾斜を示した CS 立体図は、立体図、曲率図、等高線図の重合により、凹凸の度合いや傾斜を寒暖色や色の濃淡で強調表示することによりコンター図よりも微地形判読が容易となる。斜面崩壊やすべりは水が集積する箇所が発生するが、CS 立体図では、0 次谷や湧水箇所、ガリー浸食等の斜面中で水の集積する地形情報が抽出可能となる。</p> <p>また、斜面は通常、傾斜が大きくなればなるほど不安定となり、特に落石等の重力系災害の場合、不安定化が顕著に表れる。地形量図の一つである傾斜量図は、LP データを解析して得られる地表面傾斜を数段階に区分して色彩を変えて表現したものであるが、斜面の不安定度を定量的に把握できるため、重力系災害のリスクを定量的に評価できる。</p> | | |
| <p>【活用事例】</p> | |  <p>(長野県型立体地形図=C S 立体図)を用いた林内路網の路網配置検討手順 より)</p> |
| <p>CS 立体図</p>  <p>20/42</p> | | <p>○土石流</p> <ul style="list-style-type: none"> ・傾斜量図とCS立体図から崩壊しない0次谷、ガリー浸食、土石流堆積物(沖積錐)を抽出。 ・上記の3地形要素が揃う深流を土石流リスクの高い深流として抽出。 ・傾斜量図にて、深床勾配20°以上の深流は土石流リスクが特に高い深流となる。 ・既設対策(堰堤、道路横断排水、擁壁等)やカルテによりフォローされていない箇所を、安定度調査対象とする。 |
| <p>傾斜量図</p>  <p>18/42</p> | | <p>○落石(浮石)・岩盤崩壊</p> <ul style="list-style-type: none"> ・傾斜量図から不安定落石源(勾配60°以上)を抽出。本落石源に接する露岩部(50-60°)までを一連の落石発生源(崖)として抽出する。 ★既設対策やカルテによりフォローされていない箇所を、安定度調査対象とする。 <p>○崩壊・崖錐(転石)・地すべり</p> <ul style="list-style-type: none"> ・傾斜量図から崩壊地形(馬蹄形を示す勾配50°以上の箇所)を抽出する。 ・崩壊直下の地形勾配に着目、勾配35°以上不安定崖錐(転石群)として抽出する。勾配35°未満→崖錐として抽出する。 ・当該地が地すべり性地質の場合、抽出した崩壊地形について地すべり滑降の可能性を吟味する。 |
| <p>(2021 年度土木学会中国支部研究発表会 小室ほか)</p> | | <p>写真-3 不安定落石源 (H2.2×1.4×1.0m) 傾斜70-80°</p> <p>(R2 中国地方建設技術開発交流会 三浦)</p> |
| <p>【有効性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・これまで熟練が必要だった地形判読が、比較的経験の少ない技術者でも対応可能となる。 ・傾斜量等の地形量を「閾値」として設定することにより、リスク評価における発生可能性の定量的評価が可能となる。 ・現地踏査の効率化や見落としの防止を図ることができる。 | | |

参表 5.3 地質リスクアセスメントのための新技術 (3)

| 調査手法 | 目的 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------|-------------|------|-------------|-------|------|------|-------|--|-----------|-------|--|-----|-------|--|---------|-------|--|----|-------|----|
| <p>② 空中物理探査</p> | <p>・ 3次元地盤物性（比抵抗・磁気）の把握</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【技術の特徴】</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>空中物理探査は、ヘリコプターやドローンなどを用いて空中から地盤の3次元物性（比抵抗・磁気等）を計測する。広い地域や人が立ち入り困難な急峻な地域、自然保護地など人が立ち入れない地域を、空中から迅速に精度良く調査できる探査法である。</p> | <p>用途： 道路やトンネルルートなど構造物建設の調査 地震発生原因の活断層調査 火山噴火や火山活動に伴う山体崩壊調査 地すべり、深層崩壊などの斜面防災調査 地下水の帯水層や賦存状態などの地下水調査 立ち入り困難な急傾斜地や崩壊危険区域の地下可視化</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【活用事例】</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>調査・設計段階で、トンネル計画区間に対して空中物理探査（電磁探査）を実施し、得られた比抵抗分布より地質リスクを検討した事例（地質、地下水分布、断層）（引用：四国地方整備局管内技術・業務研究発表会）</p> | <p>■ 岩石や土の状態と比抵抗変化</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>岩石・土の状態</th> <th>岩石・土の比抵抗の変化</th> <th>補足説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地下水・間隙水の比抵抗</td> <td>低 → 高</td> <td>塩分濃度</td> </tr> <tr> <td>水飽和度</td> <td>高 → 低</td> <td></td> </tr> <tr> <td>間隙率(空隙状態)</td> <td>大 → 小</td> <td></td> </tr> <tr> <td>粘土分</td> <td>多 → 少</td> <td></td> </tr> <tr> <td>混化・変質程度</td> <td>強 → 弱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>濃度</td> <td>高 → 低</td> <td>地盤</td> </tr> </tbody> </table> | 岩石・土の状態 | 岩石・土の比抵抗の変化 | 補足説明 | 地下水・間隙水の比抵抗 | 低 → 高 | 塩分濃度 | 水飽和度 | 高 → 低 | | 間隙率(空隙状態) | 大 → 小 | | 粘土分 | 多 → 少 | | 混化・変質程度 | 強 → 弱 | | 濃度 | 高 → 低 | 地盤 |
| 岩石・土の状態 | 岩石・土の比抵抗の変化 | 補足説明 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 地下水・間隙水の比抵抗 | 低 → 高 | 塩分濃度 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 水飽和度 | 高 → 低 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 間隙率(空隙状態) | 大 → 小 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 粘土分 | 多 → 少 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 混化・変質程度 | 強 → 弱 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 濃度 | 高 → 低 | 地盤 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【有効性】</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 短時間で広域、面的に地下の比抵抗の3次元分布が探査できるため、事業の初期段階で地質・地盤状況の概要と重大なリスクの抽出に有効。 ・ 現地に立ち入ることなく実施できるため、構想計画段階での適用が可能。 ・ 時期を変えた探査を実施し、その差分解析を実施することが地下水の変動が可視化できる。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

参表 5.5 地質リスクアセスメントのための新技術 (4)

| 調査手法 | 目的 |
|--|---|
| ③ 干渉 SAR を用いた地盤変動解析 | ・ 干渉 SAR を用いた地盤変動解析 |
| <p>【技術の特徴】人工衛星による合成開口レーダー(SAR)の画像を使用し、対象地域の地盤変動履歴を観測することが、高精度・広範囲で可能である。</p> | |
| <p>地表の同一の場所に対して2回のSAR観測を実施し、それらを干渉させて差をとることによって通常のレーダー技術のみで距離を測定する場合の精度が数m程度なのに対し、干渉SARではcmレベルでの測定が可能です。</p> | |
|  <p>衛星の概要と SAR の原理</p> | <p>レーダー衛星による変動モニタリングの適応</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 災害危険個所の監視 <ul style="list-style-type: none"> ・ 防災点検などの点検箇所の変動確認 ・ 地すべりの活動性を把握し、地すべり対策優先度を決定 (2) 道路、鉄道、堤防等の施設管理 <ul style="list-style-type: none"> ・ 軟弱地盤エリアのモニタリング ・ 構造物のモニタリング (3) 宅地（大規模盛土造成地）の沈下観測 (4) 広域地盤沈下監視 (5) 鉄塔周辺の沈下変形 (6) 工事・地下水変動の影響監視 |
| <p>【活用事例】</p> | |
|  | <p>(左) 干渉 SAR 画像を用いた変動解析により、地すべり変動斜面を抽出した事例。現地に立ち入れない構想計画段階で、広域の地盤変動（地すべり、地盤沈下等）を把握することが可能である。</p> |
| <p>(右) 干渉 SAR 画像を用いた変動解析により、都市域の地盤沈下を抽出した事例。</p> |  |
| <p>【有効性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 対象エリア上空の SAR 画像を数年間という長期間に渡り取得された数十枚以上の画像を用いて、地上の変動抽出点の経時変化を追跡することが可能である。 ・ 構想・計画段階で、現地に立ち入ることなく、地盤の変動履歴を把握することができるため、大規模な地すべりや広域地盤沈下、地震による地盤変位など重大な地質リスク要因を効率よく抽出することができる。 ・ また、地下掘削工事等の施工時の地盤モニタリングにも活用可能である。 | |

参表 5.6 地質リスクアセスメントのための新技術 (5)

| | |
|-----------------|---------------------|
| 調査手法 | 目的 |
| ④ 携帯型蛍光 X 線分析装置 | ・自然由来重金属の含有量分布状況の把握 |

【技術の特徴】従来の室内での土壌分析は分析時間を要し、分析量が多くなると費用も増大する問題があるが、携帯型蛍光 X 線分析装置は、現場での測定が可能であり、迅速かつ低コストで自然由来重金属の含有リスクを把握可能となる。



物質にX線を照射すると、光電効果により発生した蛍光X線が発生する。蛍光X線は元素ごとに固有のエネルギーを持っているため、このエネルギーを測定することで試料を構成する元素の定性分析を行うことができる。

【活用事例】自然由来重金属等含有トンネルズリの簡易蛍光 X 線分析装置による汚染土量の算定に当たっての課題(全地連「技術フォーラム 2014」秋田 基礎地盤コンサルタンツ(株) 西 他)

トンネル施工に伴う掘削ズリの環境汚染リスクを評価することを目的にボーリングコアを対象に簡易蛍光X線分析を実施した事例である。

対象の地質は新第三系の堆積岩(泥岩および凝灰岩)であり、室内の溶出量試験では、As(ヒ素)およびSe(セレン)で管理基準値を超え対策の検討が必要と判断された。そのため、汚染土量を詳細に把握するため、ボーリングコア 1 mピッチで簡易蛍光X線分析装置を実施し、対策量を設定した。

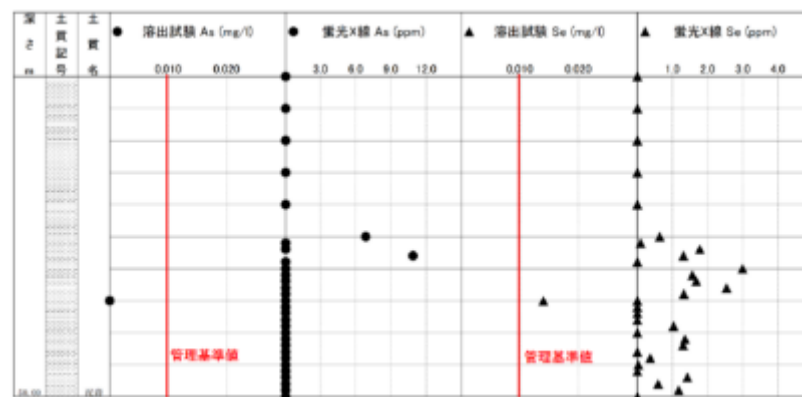




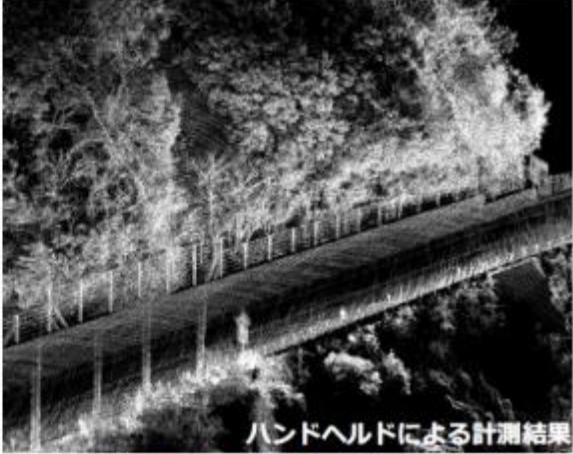

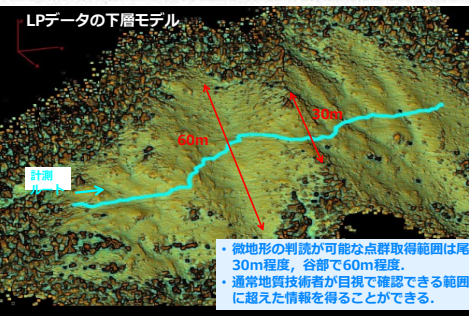

図-3 蛍光X線分析結果一覧 (深度40m~50m 部分の抜粋)

【有効性】



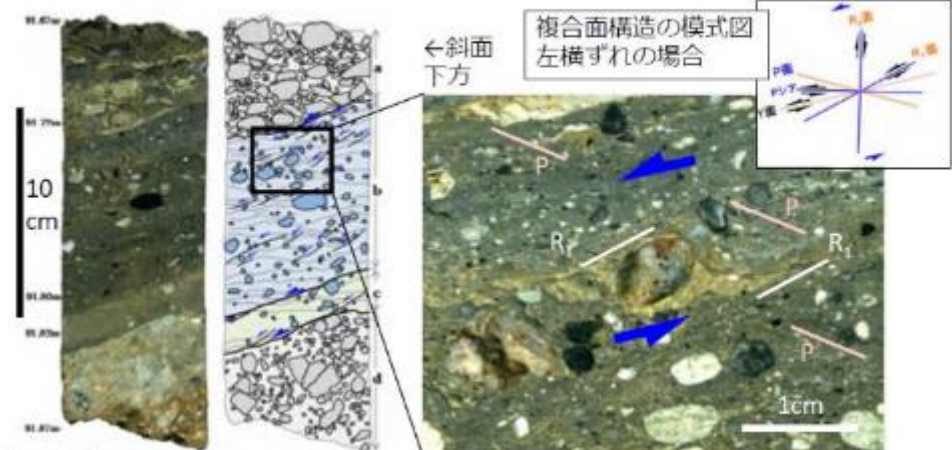
- ・ 自然由来重金属対応は、含有量(濃度)や物質の種類、分布の不均質性により、対策が困難となり事業に大きく影響することがしばしば発現している。したがって、事業の早期の階で計画地(計画ルート)に、こうした自然由来重金属リスクが内在するか否か把握することは極めて重要である。
- ・ 携帯型蛍光X線分析は現地で簡便かつ迅速に分析が可能なることから、構想計画段階、予備設計段階で実施するリスク要因の予察(存否と分布)に特に有効である。

<参考> 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)
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d11pdf/recyclehou/manual/sizenyuraimanyu_zantei_honbun.pdf

参表 5.7 地質リスクアセスメントのための新技術 (6)

| 調査手法 | | 目的 |
|--|--------------|---|
| ⑤ | ハンドヘルドレーザー計測 | ・高精度微地形調査 |
| <p>【技術の特徴】ハンドヘルドレーザー計測は、携帯型の 3D スキャナー装置であり、対象物の形状を 3 次元で簡便かつ精度良く計測することができる。計測に用いられる 3D-SLAM 技術は、3 次元データの特徴点をマッチングして自己位置と点群を同時に推定する技術である。GPS 無しで位置情報を制御できる。ロボット工学の世界で発展した技術で、お掃除ロボットや自動運転で使われている。</p> <p>【活用事例】精密地形測量には、航空レーザー計測、UAV レーザー計測等の新たな技術が活用されているが、植生が繁茂するエリアでは地表付近の精度が低下するため、すべての地質リスクを抽出するには課題が残る。特に、斜面防災の詳細設計や斜面災害発生時に迅速な現地状況の把握～地質リスク抽出～対策工設計を実現するためにハンドヘルドレーザー計測を試行し航空レーザー計測と比較しその有効性を検証した。</p> | |  |
|  <p>固定翼による計測結果</p> | |  <p>ハンドヘルドによる計測結果</p> |
|  <p>回転翼による計測結果</p> | | <ul style="list-style-type: none"> ・固定翼による計測は点密度が低く、擁壁の道路構造物の形状は確認できない。 ・回転翼による計測は、道路構造物の形状まで確認できる。 ・ハンドヘルドLPの計測では樹木の種類や落石防護柵の形状まで確認できる。 ・ただし、測定範囲は限定される。 |
|  <p>LPデータの下層モデル</p> <ul style="list-style-type: none"> ・微地形の判読が可能な点群取得範囲は尾根部で 30m程度、谷部で60m程度。 ・通常地質技術者が目視で確認できる範囲を大幅に超えた情報を得ることができる。 | |  <p>ハンドヘルドレーザーによる計測結果</p> |
| <p>(平成 30 年度日本応用地質学会研究発表会 応用地質(株)小松他)</p> | | |
| <p>【有効性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・歩移動が可能な箇所は手軽に計測でき、通常地質技術者が目視で確認できる範囲を大幅に超えた情報を取得可能。 ・崩壊地等の微地形判読の他、災害につながる規模の浮石・転石の検出が可能。 ・複雑な浮石の形状を再現可能なため、安定性の評価や対策工の詳細設計に利用可能 | | |


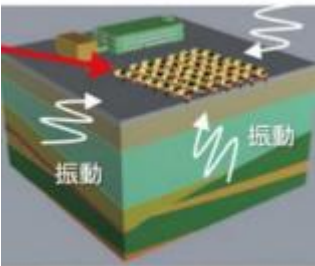
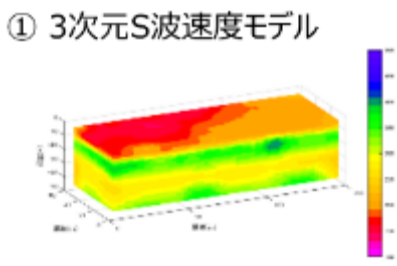
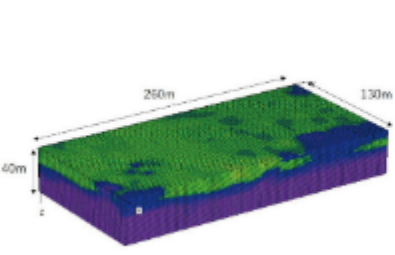
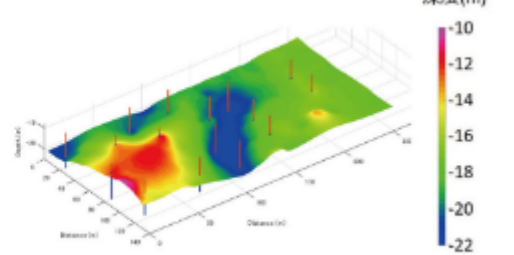
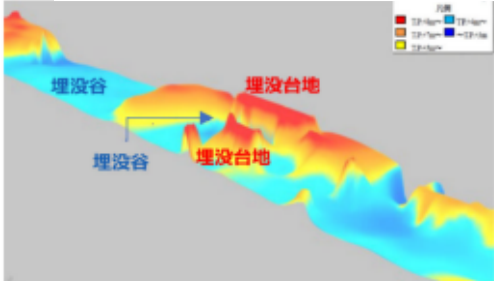
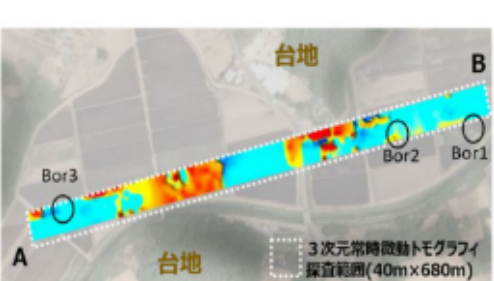
参表 5.8 地質リスクアセスメントのための新技術 (7)

| 調査手法 | 目的 |
|--|----------------------|
| <p>⑥ 高品質ボーリング</p> | <p>・地質・地盤性状の詳細把握</p> |
| <p>【技術の特徴】高品質ボーリングは、断層破碎帯、地すべり土塊、断裂密集部、硬軟混在部などを特徴とする掘削対象において、ボーリングコアの軟質部や細粒分の流出を抑制することによって、柱状のコア形状を伴ったボーリングコアを 100%に近い状態で採取し、品質の高いボーリングコアの観察または試験を可能とするための方法である。</p> | |
| <p>近年、ダム事業など、詳細な地質構造の把握が必要とされる事業において、高品質ボーリング工法が仕様に含まれた調査業務が一般化している。この背景には、平成 21 年 7 月発行の貯水池周辺の地すべり調査と対策に関する技術指針 1)に「高品質ボーリング」による調査が記載されたことなどが挙げられる。高品質ボーリングでは、ポリマー系の高粘性泥水剤を添加した循環流体、または、気泡を使用した循環流体、あるいはそれらを複合する方法で掘削を行う。掘削のための回転数、給圧などを制御しながら最適条件による掘進が必須であるため、ボーリング技術者の高い技術力と管理能力が必要となる。</p> | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>高品質工法 (LWLP工法) によるボーリングコア</p>  <p>硬質な棒状コアを充填する粘土基質の挟在物を乱さず採取</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>従来通常工法によるボーリングコア</p>  <p>細粒分を流失しながらコアを採取→人為的な乱れが著しい</p> </div> </div> | |
| <p><参考> 高品質ボーリング積算基準 https://www.zenchiren.or.jp/sekisan/pdf/HL_sekisan.pdf</p> | |
| <p>【活用事例】高品質ボーリングにより採取された乱れの少ないコアを地質学に基づいた詳細な記載を行うことで、地すべりの内部構造や地すべり面や断層の微細構造の観察が可能になる。また、室内試験に際して望ましい供試体の提供や、乱れの少ない孔壁画像の取得などを可能にする。</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> ➢ 断層破碎帯が発達し、断層かすべり面かの判定が困難なケース。 ➢ 高品質ボーリングコアと構造地質学に基づいた観察によってすべり面を特定した。 | |
| <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>複合面構造の模式図 左横ずれの場合</p> <p>←斜面 下方</p> <p>高品質ボーリングコアの 樹脂固定標本 (半割) ・スケッチ</p> <p>すべり面のせん断変形構造 σ (シグマ) 組織</p> </div> </div> | |
| <p><参考> 高品質コア・サンプリングシステム(OYO HQCS-MS:ハークス)の開発 ーボーリング掘進状況の数値化と高品質コアによる地質情報の高精度化ー https://www.oyo.co.jp/oyocms_hq/wp-content/uploads/2017/03/017-5_OYO_2016_tanigawa.pdf</p> | |
| <p>【有効性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高品質コアにより地質構造や岩盤状況を詳細に把握することは、理学的な根拠に基づく工学的判断を可能とするものであり、地質リスクの特定、分析・評価に極めて有益な情報を提供する。 | |

参表 5.9 地質リスクアセスメントのための新技術 (8)

| 調査手法 | 目的 |
|--|-------------------|
| ⑦ 浅層反射法探査 | ・浅層地盤構造、地層の連続性の確認 |
| <p>【技術の特徴】反射法地震探査は、地表で発生させた波が、地中の反射面(主に、速度や密度が変化する地層境界面)で反射して帰ってくるさまをとらえ、その到達時間その他の情報を用いて地下構造を探査する手法である。元来、地下数 1000mを対象とする石油・天然ガスなど資源探査で発展を遂げてきた。この技術を地下数 10m から 100m 程度の浅層部を対象とする地盤環境関連調査や地震防災関連調査(特に活断層調査)などを目的に改良したものが浅層反射法である。</p> | |
| <p style="text-align: center;">測定概念図</p> | |
| <p>【活用事例】 河口付近の平野部の高盛土計画区間で、蛇行する旧河道により軟弱地盤の層厚が大きく変化することが想定されたため、ボーリング孔間の地層精度を向上するために浅層反射法探査を実施した。探査の結果、ボーリング孔間の支持層の高まりや局所的な凹部の存在が明らかとなり、事前に対策設計に反映することができ、地質リスクを効率的に低減することができた。</p> <p>【有効性】 地質調査を効率的・効果的に実施するためには、ボーリング調査と物理探査を併用することが有効である。探査結果によりボーリング孔間の地層の連続性を推定する際の不確実性を低減し、施工時の地質リスクの発現や影響を効果的に抑制することが期待される。適用する物理探査は、探査深度や現地条件により、表面波探査、微動探査等より選定する。</p> | |

参表 5.10 地質リスクアセスメントのための新技術 (9)

| 調査手法 | 目的 |
|---|-----------------------------------|
| ⑧ 微動アレイ探査 | ・支持層分布の推定(1次元微動アレイ探査、2次元・3次元微動探査) |
| <p>【技術の特徴】微動アレイ探査は波浪等の自然現象や交通振動等の人間活動により引き起こされる地面の微小な揺れを地表に群設置した地震計で同時観測し、地下における S 波構造を推定する手法である。深度数 10m から数 1000m の大深度地下構造調査まで適用することができる。</p> <p>特に 3 次元常時微動トモグラフィーはケーブルレス/GPS 機能付きの収録器を地表に多数配置することで、住宅密集地などの都市域でも比較的簡便に 3 次元での地質構造把握が可能な新たな技術として活用実績が拡大している。</p> | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>収録装置 (McSEIS-AT)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>測定イメージ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>① 3次元S波速度モデル</p>  </div> </div> | |
| <p>【活用事例】</p> | |
| <p>適用例1. 建築基礎支持層調査</p> | |
| <p>支持層分布を面的に可視化することで、杭施工のコスト増大や工期遅延を抑制するとともに、ボーリング調査の本数を大幅に削減し、プロジェクト全体の効率化に貢献</p> | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>地盤の 3 次元 S 波速度構造</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>推定岩盤深度分布(支持層深度分布)</p> </div> </div> | |
| <p>適用例2. 道路事業での BIM/CIM 適用</p> | |
| <p>ボーリング調査に加えて 3 次元常時微動 トモグラフィーを実施。限られた本数のボーリング調査のみでは把握が困難な沖積層の複雑な分布や深度を可視化するとともに、信頼性の高い BIM/CIM 地質モデルを構築することで、地盤改良工事のコスト低減にも貢献</p> | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>3 次元常時微動トモグラフィーの探査結果(鳥瞰図) 沖積層下端面を表したもの</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>沖積層下端面の標高コンター</p> </div> </div> | |
| <p>【有効性】</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 3 次元常時微動トモグラフィーは限られたボーリング調査を補完して地質リスクを 3 次元で可視化することに有効(調査コストの削減と効果の最大化) ・ 実測値に基づく BIM/CIM 地質モデルは、地質リスク(不確実性)の低減に有効 ・ 測定時の制約が少ないため、都市部での微動探査が容易 | |

参表 5.11 地質リスクアセスメントのための新技術 (10)

| 調査手法 | 目的 |
|--|-------------------|
| ⑨ 3次元電気探査 | 地質、地下水の3次元分布状況の把握 |
| <p>【技術の特徴】 従来の2次元電気探査の測定は、全ての電極をケーブルにつなぎ、ケーブルを測定装置本体に接続する必要があった。測線長に依存するものの、重量のあるケーブルを展開することが、測定をする上でのデメリットであった。これに対して、ケーブルレス・分散型の3次元比抵抗・IPC探査装置「Fullwaver」を用いた3次元電気探査は、従来技術のデメリットを低減し、効率的に深度30～50m程度の3次元比抵抗構造を測定し可視化することができる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="699 353 1007 584"> </div> <div data-bbox="1058 353 1345 573"> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="708 607 1034 674"> <p>● 電流送信部 (電流電極) 移動しながら電流を送信する</p> </div> <div data-bbox="1058 589 1377 678"> <p>● 電位受信部 (電位電極) V-FullWaver 複数設置し電流を受信する</p> </div> </div> <p>【活用事例】建設中のトンネルを巻き込む大規模すべりの対策工として実施された地下水排除工 (排水トンネル、水抜きボーリング) の施工効果を可視化するために、対策工の施工前後で3次元電気探査を実施。その差分解析より、複雑な地すべり移動体内部の地下水分布と水位低下領域を3次元で可視化した。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="209 929 699 1355"> <p>平面スライス</p> </div> <div data-bbox="730 929 1374 1355"> <p>比抵抗断面 A1測線比抵抗断面 (変化率図)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="209 1377 432 1691"> <p>変化率 (強い変化)</p> <p>地下水変動ゾーン</p> </div> <div data-bbox="448 1377 699 1691"> <p>変化率 (強い変化)</p> <p>地下水変動ゾーン</p> <p>集水ボーリング工の熱源検証</p> </div> <div data-bbox="715 1377 1161 1758"> <p>結果 深度50mスライスとA1測線比抵抗断面 (差分解析) の比較検討結果より ↓ 動態観測や地質分布から推定した「地下水分布域」に概ね一致した</p> </div> </div> | |
| <p>【有効性】</p> <ul style="list-style-type: none"> 3次元電気探査により得られる地盤の3次元比抵抗構造と他の調査結果を統合して解析することによって、詳細な地質モデルの作成が可能となる。 豊水期と渇水期、また対策工の施工前・後で測定を実施し、その差分解析を行うことで地下水変動を3次元でとらえることができ、地下水排除工計画や対策工効果の合理的な検証が可能である。 | |

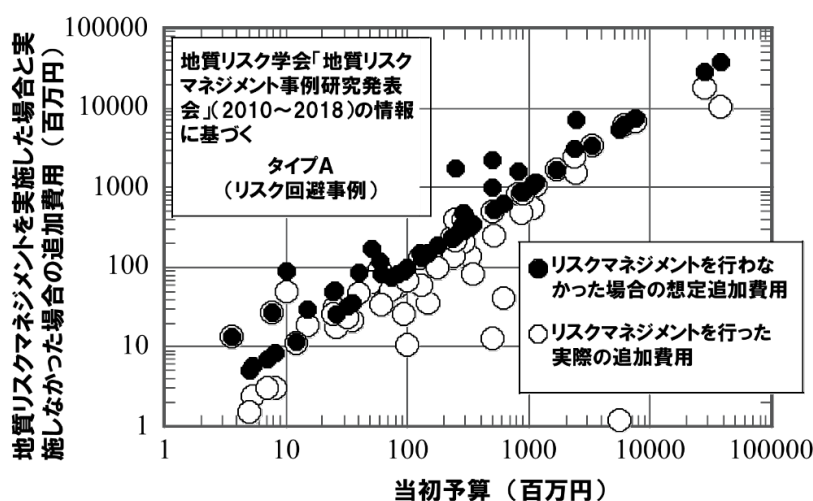
参考資料－6 地質リスクマネジメントのコスト縮減効果の検討例

6.1 はじめに

地質リスクマネジメントを実施することによるコスト面での効果等を検討した地盤工学会「地盤工学の社会的地位向上推進委員会」の報告（東畑、2020）¹⁾を抜粋して紹介するとともに、地質リスクマネジメント効果について述べる。この検討に用いたデータは、地質リスク学会が毎年実施している地質リスクマネジメント事例研究発表会²⁾の事例のうち2010年から2018年までの9年間の発表事例を分析した結果である。ただし、これらの事例は地質リスク検討業務が一般化する以前のものであり、通常的地質調査業務の追加として実施されたものや事後研究としてまとめられたものが大半である。

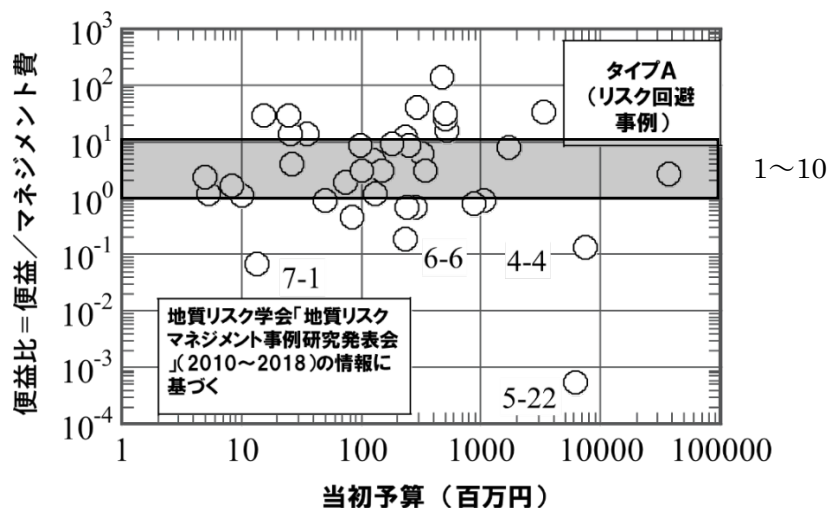
6.2 地質リスクマネジメントのコスト縮減効果

参図 6.1 は、リスクマネジメントに成功した事例における当初予算と事業費増額の関係を示したものである。図中の「○」はリスクマネジメントの実施に伴う追加地質調査費であり、「●」はリスクマネジメントを行わなかったためにリスクが発現したと仮定した場合の追加対策コストである。図より明らかであるように、マネジメントを実施することによりコスト増加を抑制できる効果、すなわちコスト縮減効果が明白である。



参図 6.1 当初予算と事業費増額の関係（成功事例）（東畑¹⁾を加筆修正）

これらの費用の差を便益と称し、便益比（＝便益÷追加地質調査費）を当初予算との関係で示したのが参図 6.2 である。追加地質調査費が地質リスクマネジメントに要した費用であるためマネジメント費としている。便益比は大半が 1 を上回っており、マネジメントが成功していることを意味している¹⁾。さらに言えば、マネジメントが成功すれば追加調査費の 1～10 倍程度のコスト縮減が可能であると考えられる。

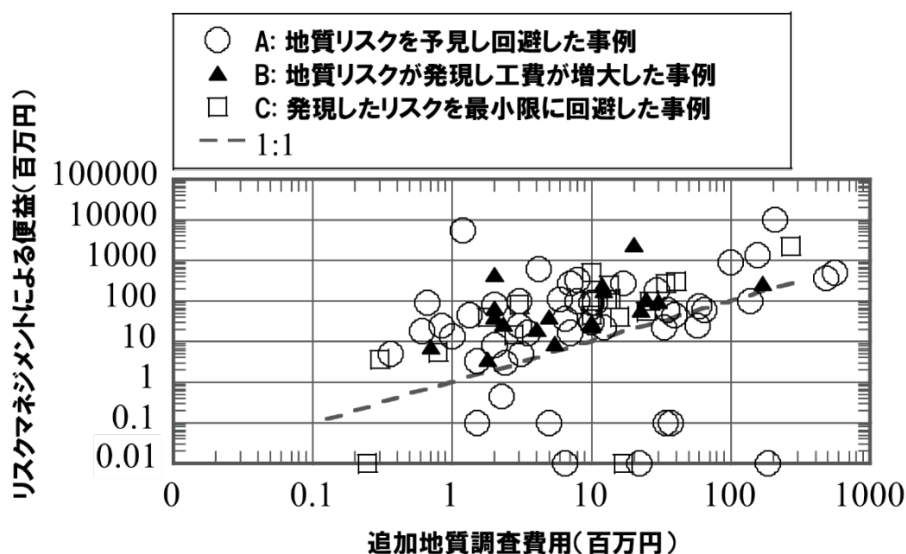


参図 6.2 地質リスクマネジメントによる便益比と当初予算の関係（東畑¹⁾を加筆修正）

ただし、実際の地質リスクマネジメントには地質調査以外のコストも要する反面、リスク発現時には工期延伸に直結することが多くそれに伴うコスト増やインフラストック効果への影響など多くの不確定要素もあることを念頭におくべきである。

6.3 追加地質調査費の効果

参図 6.3 は追加地質調査費とリスクマネジメントによる便益の関係を示したものである。地質リスクマネジメントにおいて、地質調査費の効果を表すもので、調査費を増やすほど多くの便益が得られるという傾向が読み取れる。ただし、使用したデータには成功例 (A) 以外に、地質リスクが発現して工費が増大したいわゆる失敗例 (B) や、発現したリスクを最小限に回避した事例 (C) も含まれている。

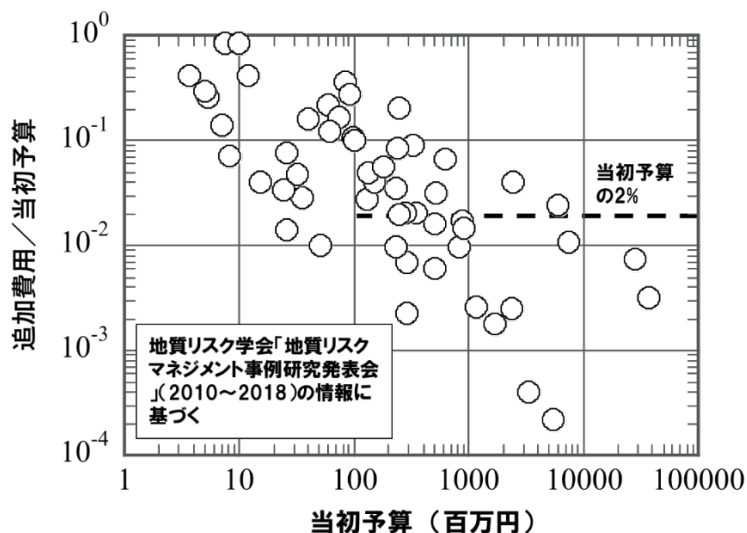


参図 6.3 地質調査追加費用と便益との関係（東畑¹⁾を加筆修正）

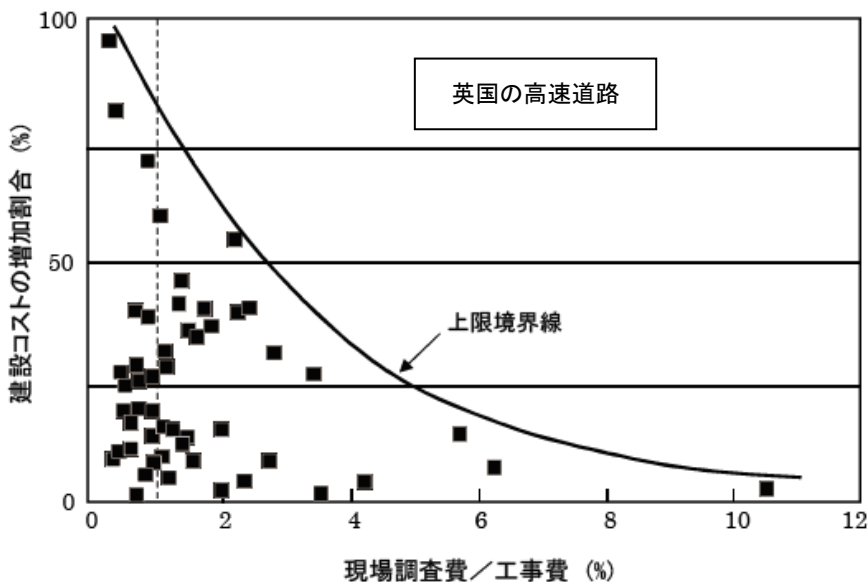
6.4 適切な地質調査コスト

参図 6.4 は、工事予算に対する適切な地質調査費について検討するため、成功事例に対して追加地質調査費と当初予算との比を当初予算に対して示したものである。東畑¹⁾は予算が1億円以上の工事のデータから見て追加地質調査費は工事費の2%を推奨している。

一方、海外の事例ではあるが、工事費に対する地質調査費の比率と工事費の増額との関係を示したものが参図 6.5 である。この図からは以下のことが言えよう。



参図 6.4 地質調査費用と当初予算との比（東畑¹⁾を加筆修正）



参図 6.5 英国の高速道路における工事費に対する現場調査費の比率と建設コストの増加割合の関係³⁾

英国の高速道路における地質調査費は、工事費の1%前後の事例が多い。地質調査費の比率を増やすと建設コストの増加割合すなわち工事の設計変更増額の割合を低く抑えることができる。ただし、だからと言って地質調査費をいたずらに増やすことは意味がなく、地質リスクマネジメントの立場での確な地質調査を計画することが重要であろう。

参考文献

- 1) 東畑郁生:地盤工学の社会的地位向上推進委員会活動報告、第55回地盤工学研究発表会、2020
- 2) 地質リスク学会:地質リスクマネジメント事例研究発表会講演論文集、2010～.
(<http://www.georisk.jp/> よりダウンロード可)
- 3) C. R. I. Clayton, 英国土木学会 訳:全国地質調査業協会連合会、ジオリスクマネジメント、古今書院、2016.

参考資料－7 公共工事の品質確保の促進に関する法律（品確法）について

7.1 品確法の経緯

2005年3月、従来の「価格競争」から「価格と品質で総合的に優れた調達」に転換することを目指した品確法が議員立法により成立した。この法律を契機に、入札価格だけでなく企業や技術者の技術力も評価する総合評価落札方式が導入された。

一方、品確法施行以降も、建設需要の縮小、低入札やダンピングの影響による建設産業の疲弊と現場の担い手の処遇悪化が進み、さらに2011年の東日本大震災、2012年の笹子トンネル天井板落下事故等によりインフラ維持管理の重要性と地域の安全安心を守る建設産業の必要性が再認識された。このため2014年5月に品確法が改正され、「担い手の中長期的な育成及び確保」、「適正価格での契約」、「多様な入札・契約制度」、「地域維持」、「ダンピングの防止」、「調査設計における能力や資格を有する技術者の活用」などが新たな基本理念として追加された。

また、法改正を受けて2014年11月に、民間団体等が運営する一定水準の技術力等を有する資格について「国土交通省登録技術者資格」登録制度がスタートし、地質調査技士（全部門）、応用地形判読士及び判読士補が2016年2月に資格登録された。

その後、頻発・激甚化する災害対応、働き方改革の推進、生産性向上への対応が求められるとともに、調査・設計も公共工事の品質確保を図るため重要と認識されるようになり2019年3月に品確法が改正された。

改正法では、公共工事に関する測量、地質調査その他の調査及び設計が新たに法の目的として位置づけられた。これにより、従来工事に適用されていた品確法の基本理念が地質調査にも適用されることが明確となり、地質調査業界が適正な利益を得ながら存続することが、公共工事の品質確保、ひいては国土の安全確保等に不可欠であることが示された。なお、本改正法は、「地質調査」という用語が、資源関連法規以外で使われた最初の法律となっている。

7.2 2019年改正品確法のポイント

改正品確法のポイントの内、地質調査に係る事項を表記した。

- (1) 災害時の緊急対応の充実強化
- (2) 働き方改革への対応
- (3) 生産性向上への取組
- (4) 調査・設計の品質確保

公共工事に関する調査等（測量、地質調査その他の調査（点検及び診断を含む。）及び設計）について、広く本法律の対象として位置付けられた。

- (5) その他

地盤の状況に関する情報その他の工事等に必要な情報の適切な把握・活用

7.3 運用指針の改正

品確法第22条に基づく「発注関係事務の運用に関する指針」（運用指針）についても、

| | 工事 | 測量、調査及び設計【新】 |
|-----------|---|--|
| 必ず実施すべき事項 | ① 予定価格の適正な設定 ② 歩切りの根絶 ③ 低入札価格調査基準又は最低制限価格の設定・活用の徹底等 ④ 施工時期の平準化【新】 ⑤ 適正な工期設定【新】 ⑥ 適切な設計変更 ⑦ 発注者間の連携体制の構築 | ① 予定価格の適正な設定 ② 低入札価格調査基準又は最低制限価格の設定・活用の徹底等 ③ 履行期間の平準化 ④ 適正な履行期間の設定 ⑤ 適切な設計変更 ⑥ 発注者間の連携体制の構築 |
| 実施に努める事項 | ① ICTを活用した生産性向上【新】 ② 入札契約方式の選択・活用 ③ 総合評価落札方式の改善【新】 ④ 見積りの活用 ⑤ 余裕期間制度の活用 ⑥ 工事中の施工状況の確認【新】 ⑦ 受注者との情報共有、協議の迅速化 | ① ICTを活用した生産性向上 ② 入札契約方式の選択・活用 ③ プロポーザル方式・総合評価落札方式の積極的な活用 ④ 履行状況の確認 ⑤ 受注者との情報共有、協議の迅速化 |
| 災害対応 | ① 随意契約等の適切な入札契約方式の活用 ② 現地の状況等を踏まえた積算の導入 ③ 災害協定の締結等建設業者団体等や、他の発注者との連携 | |

参図 7.1 「必ず実施すべき事項」、「実施に努める事項」、「災害対応」と工事・業務の対応
 (国土交通省 発注関係事務の運用に関する指針(解説資料) 2020.3.31 より引用)

法の改正を受けて、調査等に関する事項が大幅に追加される形で改正された。

地質調査に関する指針としては、以下の3つの項目が明示されている。

(1) 工事・業務に必要な情報等の適切な把握・活用

工事・業務の発注の準備として、地形、地物、地質、地盤、自然環境、工事影響範囲の用地、施工に係る関係者などの必要な情報を適切に把握する。その際、BIM/CIM、3次元データや情報共有システム等 ICT の積極的な活用に努める。

(2) 地盤情報の共有

地盤状況に関する情報の把握のための地盤調査(ボーリング等)を行った際には、位置情報、土質区分、試験結果等を確認するとともに、情報を関係者間で共有できるよう努める。

(3) 受注者との情報共有(三者会議(合同調整会議))

(工事の場合) 設計思想の伝達及び情報共有を図るため、設計者、施工者、発注者(設計担当及び工事担当)が一堂に会する会議(地質調査業者、専門工事業業者、建築基準法の工事監理者も適宜参画)を、施工者が設計図書の照査等を実施した後及びその他必要に応じて開催するよう努める。

(業務の場合) 設計業務については、設計条件や施工の留意点、関連事業の情報確認及び設計方針の明確化を行い受発注者間で共有するため、発注者と受注者による合同現地踏査の実施に努める。特に地質情報の不確実性が高い現場における業務の合同現地踏査等

には、地質調査等の受注者等が参画するよう努める。

7.4 2019年改正品確法と地質リスクマネジメント

地質・地盤情報は、工事の品質確保のため必要な情報としての確に把握されるべきこと法第三条に明記された。また、同条の「工事等の効率性、安全性、環境への影響等」は、地質リスクマネジメントの目的そのものであり、地質リスク情報は公共工事の品質を確保する上で重要な意義があるといえる。これを踏まえ運用指針に、地質地盤情報の情報共有について、データベース化、三者会議（合同調整会議）の規定が置かれた。

さらに地質調査が改正品確法の対象となったことにより、発注者は地質調査に関しても「適正な利潤を確保」できるよう予定価格を適正に定める義務が生じた。地質リスク調査検討業務についても、「実態を的確に反映した積算を行う」との規定に基づき適切な積算による発注が求められている。

○参考 2019年改正品確法

（基本理念） 第三条

5 公共工事の品質は、これを確保する上で工事等の効率性、安全性、環境への影響等が重要な意義を有することに鑑み、地盤の状況に関する情報その他の工事等に必要な情報が的確に把握され、より適切な技術又は工夫が活用されることにより、確保されなければならない。

（発注者等の責務） 第七条

一 公共工事等*を実施する者が、公共工事の品質確保の担い手が中長期的に育成され及び確保されるための適正な利潤を確保することができるよう、適切に作成された仕様書及び設計書に基づき、経済社会情勢の変化を勘案し、市場における労務及び資材等の取引価格、健康保険法等の定めるところにより事業主が納付義務を負う保険料、公共工事等に従事する者の業務上の負傷等に対する保障に必要な金額を担保するための保険契約の保険料、工期等、公共工事等の実施の実態等を的確に反映した積算を行うことにより、予定価格を適正に定めること。

（注*：この条文において公共工事等の「等」には、測量、地質調査その他の調査及び設計が含まれる）

参考資料－8 地質リスクマネジメントに係わる参考文献

①基礎編地質リスクマネジメントの基礎を理解する上で参考となるもの

- ・地質リスクマネジメント入門：地質リスク学会・全国地質調査業協会連合会編，オーム社，2010.4
- ・2016 改訂版地質リスク調査検討業務発注ガイド：全国地質調査業協会連合会，2016.10
https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/risk/georisk_guide_2017.pdf
- ・地質リスク低減のための調査・設計マニュアル(案) 改訂版：国土交通省近畿地方整備局，2021.3
https://www-1.kkr.mlit.go.jp/plan/jigyousya/technical_information/consultant/chishitsu/ol9a8v000000jyvk-att/ol9a8v000000l4em.pdf
- ・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—：国土交通省大臣官房技術調査課、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，2020.3
- ・地質リスクマネジメント：全国地質調査業協会連合会，地質調査技士登録更新講習会テキスト令和元年・2年度版 第I編第4章4-4，2019.10
- ・地質リスクマネジメント（前編）：岩崎公俊，地質と調査，No.2，2018.11
<https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/geo-se/pdf/jgca152.pdf>

②積算・発注編積算・発注にあたって参考となるもの

- ・2019年度版「地質リスク調査検討業務」の手引き～建設事業の生産性・品質向上のために～：関東地質調査業協会：2019.2
<http://kanto-geo.or.jp/various/technologyRoom/pdf/Geological-risk-ied.pdf>
- ・2016 改訂版地質リスク調査検討業務発注ガイド：全国地質調査業協会連合会，2016.10
https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/risk/georisk_guide_2017.pdf
- ・全国標準積算資料（土質調査・地質調査）令和2年度改訂歩掛版：全国地質調査業協会連合会，2020.9.10

③海外編海外調査報告書及び海外の参考書を翻訳したもの

- ・「地質リスク」海外調査ミッション—米国カリフォルニア州における地質リスクへの対応状況調査—報告書：全国地質調査業協会連合会，2007.11
<https://www.zenchiren.or.jp/risk/pdf/houkoku.pdf>
- ・地質リスクマネジメント入門：地質リスク学会・全国地質調査業協会連合会編，オーム社，2010.4（米国土木学会出版：建設工事におけるジオテクニカル・ベースライン・レポート（翻訳版）を収録）
- ・ジオリスクマネジメント：C. R. I. Clayton・英国土木学会編，全国地質調査業協会連合会訳，古今書院，2016.12
- ・「地質リスク」海外調査ミッション—英国における地質リスクへの対応状況調査—報告書：地質リスク学会・全国地質調査業協会連合会，2017.11

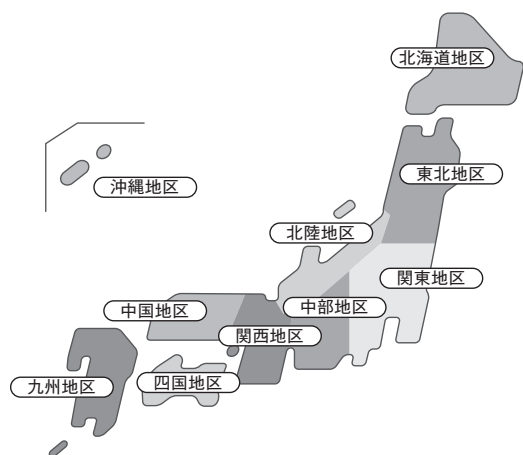
<http://www.georisk.jp/research/report201711.pdf>

④その他地質リスクマネジメントに関する発表論文、講演集など

- ・「地質に係わる事業リスク検討」報告書：全国地質調査業協会連合会，2006.7
<https://www.zenchiren.or.jp/new/pdf/risk.pdf>
- ・地質リスクに関する調査・研究：全国地質調査業協会連合会，「企業間連携等の推進に関する調査・研究委員会」報告書，2007.4
<https://www.zenchiren.or.jp/new/pdf/risk3.pdf>
- ・地質リスクとマネジメントー 地質事象の認識における不確実性とその対応ー：産業技術総合研究所地質調査総合センター，第10回シンポジウム講演集，2008.3
<https://www.zenchiren.or.jp/risk/pdf/sympo080311.pdf>
- ・小特集「地質リスクマネジメント」：全国地質調査業協会連合会，地質と調査，No.2，2008.6
<https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/geo-se/pdf/jgca116.pdf>
- ・地質リスク分析のためのデータ収集様式の研究報告書：渡邊法美、日本建設情報総合センター研究助成事業報告書，2008.8
<https://www.zenchiren.or.jp/risk/pdf/risk4.pdf>
- ・地質リスクとマネジメントー 海外の事例と国内での新たな取り組みー：産業技術総合研究所地質調査総合センター，第14回シンポジウム講演集2009.6
- ・地質リスクマネジメント体系化委員会報告書：地質リスク学会，2014.12
http://www.georisk.jp/2014/georisk_report_201412.pdf
- ・地質リスクマネジメント事例研究発表会講演論文集第1回～第11回：地質リスク学会，2010～2020 http://www.georisk.jp/?page_id=561
- ・地質・地盤リスクマネジメントにおけるリスク要因と影響評価の例：植田，阿南，梶山，令和2年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集，2020.10
- ・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作成の論点：佐々木，阿南，植田，梶山，令和2年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集，2020.10
- ・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の概要：阿南修司，建設マネジメント技術2020年10月号，2020.10
- ・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：阿南修司，土木技術資料令和3年1月号，2021.1
- ・土木事業における地質・地盤リスクマネジメント技術：佐々木靖人，土木技術資料令和3年1月号，2021.1

全地連の組織と協会活動

地質調査の業界団体は、全国 10 の地区協会とその連合会である「全地連」が中心的な組織となっています。地区協会や全地連では、発注機関様を対象とした技術講習会の開催や調査計画・積算の相談受付を行うなど、地質調査業務に関するサポート活動を行っています。



- 北海道地質調査業協会 (会員数 51 社)
 - 東北地質調査業協会 (会員数 48 社)
 - 北陸地質調査業協会 (会員数 45 社)
 - 関東地質調査業協会 (会員数 86 社)
 - 中部地質調査業協会 (会員数 59 社)
 - 関西地質調査業協会 (会員数 70 社)
 - 中国地質調査業協会 (会員数 80 社)
 - 四国地質調査業協会 (会員数 48 社)
 - 九州地質調査業協会 (会員数 96 社)
 - 沖縄県地質調査業協会 (会員数 12 社)
- (令和 3 年 6 月末 10 地区協会 595 社)

一般社団法人 全国地質調査業協会連合会

Japan Geotechnical Consultants Association

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

〒101-0047 東京都千代田区内神田 1-5-13 内神田 TK ビル 3F

TEL : 03-3518-8873 FAX : 03-3518-8876

- | | |
|------------|--|
| 北海道地質調査業協会 | 〒060-0003 札幌市中央区北 3 条西 2-1(カミヤマビル) ●TEL : 011-251-5766 ●FAX : 011-251-5775 |
| 東北地質調査業協会 | 〒983-0852 仙台市宮城野区榴岡 4-1-8(パルシティ仙台 1F) ●TEL : 022-299-9470 ●FAX : 022-298-6260 |
| 北陸地質調査業協会 | 〒951-8051 新潟市中央区新島町通 1 ノ町 1977(ロイヤル礎 406) ●TEL : 025-225-8360 ●FAX : 025-225-8361 |
| 関東地質調査業協会 | 〒101-0047 千代田区内神田 2-6-8(内神田クレストビル) ●TEL : 03-3252-2961 ●FAX : 03-3256-0858 |
| 中部地質調査業協会 | 〒461-0004 名古屋市東区葵 3-25-20(ニューコーポ千種橋 403) ●TEL : 052-937-4606 ●FAX : 052-937-4607 |
| 関西地質調査業協会 | 〒550-0004 大阪市西区靱本町 1-14-15(本町クィーバービル) ●TEL : 06-6441-0056 ●FAX : 06-6446-0609 |
| 中国地質調査業協会 | 〒730-0017 広島市中区鉄砲町 1-18(佐々木ビル) ●TEL : 082-221-2666 ●FAX : 082-227-5765 |
| 四国地質調査業協会 | 〒761-8056 高松市上天神町 231 番地 1(マリッチ F1 101) ●TEL : 087-899-5410 ●FAX : 087-899-5411 |
| 九州地質調査業協会 | 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30(いわきビル) ●TEL : 092-471-0059 ●FAX : 092-471-5786 |
| 沖縄県地質調査業協会 | 〒903-0128 中頭郡西原町森川 143-2-106 ●TEL : 098-988-8350 ●FAX : 098-988-8351 |