

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（案）

—関係者が ONE-TEAM でリスクに対応するために—

令和 ○年○月

国土交通省 技術調査課

国立研究開発法人 土木研究所

土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会

目次

まえがき	1
本ガイドライン（案）の基本的考え方	2
1. 本ガイドライン（案）の目的	7
2. 適用対象	9
3. 用語の定義	10
4. 地質・地盤リスクマネジメントの基本事項	20
4.1 地質・地盤リスクマネジメントの基本方針	20
4.2 地質・地盤リスクマネジメントの体制・組織	24
4.3 地質・地盤リスクマネジメントの構成とプロセス	26
5. 地質・地盤リスクマネジメントの実施方法	34
5.1 一般	34
5.2 コミュニケーション及び協議	37
5.3 リスクマネジメントの計画	38
5.3.1 目的と対象の設定	39
5.3.2 体制の構築	42
5.3.3 計画の立案	52
5.4 リスクアセスメント	54
5.4.1 地質・地盤条件等の調査	55
5.4.2 リスク特定	60
5.4.3 リスク分析	61
5.4.4 リスク評価	63
5.5 リスク対応	64
5.6 モニタリング及びレビュー	66
5.7 リスクマネジメントの継続的な改善	67
5.8 記録作成及び報告	68
地質・地盤リスクマネジメント体系と技術の向上への取り組み	70

まえがき

地質や地盤は複雑で不均質なものであり、また地下は直接確認することが難しいことから、地質や地盤の情報には大きな不確実性がある。このような地質・地盤の不確実性は、土木事業において事故やコスト増、事業の遅延といった、安全性や効率性に関するリスクの要因となっている。このため、土木事業においては、地質・地盤の不確実性とその影響を正しく認識し、計画・設計・施工・維持管理といった様々な事業の段階において適切に対応することが必要である。

しかし、地質や地盤には専門的な事項が多く、事業者のみでリスクに対応することは容易でない。また、地質・地盤の不確実性によるトラブルは、複雑で不均質な地質・地盤という自然的な要因だけでなく、関係者間の問題意識のずれなどの人為的な要因があいまって発現することも多い。

これに関して、国土交通省では、福岡市地下鉄七隈線延伸工事における道路陥没等を受け、平成 28 年 11 月に国土交通大臣から社会資本整備審議会及び交通審議会へ「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」を諮問し、「地下空間の利活用に関する安全技術の確立に関する小委員会」（委員長：大西有三 関西大学環境都市工学部客員教授（当時））における議論を経て平成 29 年 9 月に答申を受けた。この答申では「地下工事における地盤リスクアセスメントの技術的手法を確立させる必要がある」こと、「計画・設計・施工・維持管理の段階において、地盤リスクアセスメントを実施できるよう、関係する技術体系の確立、手続きの明確化、専門家の育成等を行う必要がある」こと等が挙げられている。

そこで国土交通省と（国研）土木研究所では、土木事業に関連する学協会等と連携し、「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」（委員長：大西有三 京都大学名誉教授）を組織し、土木事業における地質・地盤リスクマネジメントの基本的な考え方について議論を進めてきた。

本ガイドライン（案）はその成果として、土木事業の地質・地盤リスクを適切に評価し、事業の安全性や効率性等を確保することを目的として、土木事業における地質・地盤リスクの取扱いやその対応の基本的な考え方、地質・地盤リスクマネジメントの導入及び運用方法を示したものである。本ガイドライン（案）では、地質・地盤リスクマネジメントにおいて最も重要な点は、事業者、地質・地盤技術者、設計技術者、施工技術者、施設点検者、及びそれを支援する産官学の専門家等の関係者が、リスクマネジメントに参画し、リスクに関する情報を共有し、役割を分担し、また強く連携してリスクに対応しようとする意識とその体制にあると考え、これを ONE-TEAM と表現している。関係各位が ONE-TEAM の意識と体制をもって連携を深め、着実にリスク対応を行っていくことを期待する。

本ガイドライン（案）の基本的考え方

本ガイドライン（案）は、福岡市における道路陥没事故の教訓や頻発する道路の陥没事故等を踏まえてとりまとめられた「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について 答申」（以下、「答申」）を受けて作成されたものである。

本ガイドライン（案）の基本的考え方は下記のとおりである。事業者はこの基本的考え方を認識した上で地質・地盤リスクマネジメント体制を構築し実施することが望ましい。なお、地質・地盤リスクとは、地質・地盤の不確実性による事業への影響をさす。

（１）土木事業における地質・地盤の不確実性の影響

土木施設のほとんどは、地質・地盤をそのまま、あるいは改変して基礎等として活用することによって施設の機能を確保している。すなわち、地質・地盤は土木施設において極めて重要な存在である。

しかし、盛土・埋土等の一部を除き地質・地盤の大半は自然に形成されたものであり、一般にその分布や性質は不均質かつ複雑である。このため、その性質や分布を事前に正確に把握することは難しく、地質・地盤についてわれわれが知り得る情報の不確実性は大きい。「不確実性が大きい」という特徴は、人工の材料や構造物に比べ地質・地盤で顕著である。この不確実性は、土木事業において事業の遅延や事業費増大など、事業の効率性への好ましくない影響だけでなく、時に事故の発生による人命の損失など事業の安全性への影響を引き起こすこともある。

すなわち、地質・地盤の不確実性は、ほぼ全ての土木事業に共通する重要な課題である。したがって事業者及び事業関係者は、「地質・地盤に関する情報は不確実性が大きいこと」、また「この不確実性がときに事業に大きな影響を及ぼすこと」を基本認識として持つ必要がある。

（２）地質・地盤の不確実性の取扱

「答申」では、「工事着手前に全ての地盤情報を明らかにできないことによる安全性や効率性に対するリスクが常にある」としている。

“地盤情報を明らかにできない”ことは、地質・地盤の不確実性の取扱いに2つの特性があることによると考えられる。一つは、地質調査によって得られる情報は限定的であり、事業の初期段階では調査の実施自体が制限される場合もあることから、設計や施工の事前に行いうる調査には自ずと限界があるということである。もう一つは、地質・地盤の種別や特徴によっては、地質調査の質と量が

増加しても、性状や分布の推定精度が必ずしもそれに応じて改善されない場合があるということである。

これらを踏まえると、事業を進めるにあたっては、初期の段階で地質・地盤条件に関する情報を適切に捉られるよう努力すべきであることは言うまでもないが、事業の各段階で利用可能な情報の質と量に基づいた地質・地盤条件の推定・想定と、それが持つ不確実性の程度や特性を理解した上でリスクの評価を行い、設計や施工、維持管理でどのようにリスク対応していくか判断することが重要となる。つまり、設計や施工、維持管理においては、その前提として明示される地質・地盤条件に含まれる不確実性を考慮する必要があり、調査においては不確実性の程度や特性を示す必要がある。

このため、事業の各段階において、地質調査等によってわかったことだけでなく、わからないことや不確実性等の調査結果の前提や条件について認識し確実に共有される関係者の枠組み、及びこれらによる設計や施工、維持管理への影響を評価してリスク対応をする仕組みが必要である。

また、不確実性の特性によっては、事業の段階が進んだ時点で対応することが事業全体の効率の面からは有利となるようなケースや、不確実性が大きなものに対しては事業の進捗に合わせた段階的な対応が有利となるケースもあることから、調査コストや設計・施工における対応の可否などを検討し、事業全体のどの時期でどのようなリスク対応をとるか判断することも必要である。

(3) 地質・地盤リスクマネジメントの必要性

「答申」では、「各事業者は限られた情報の中でリスクアセスメントを実施することとなるが、その技術的手法が必ずしも確立されていない」とした上で、今後の方向性と対応策の中で「地下工事における地盤リスクアセスメントの技術的手法を確立させる必要がある」として、以下の点を挙げている。

- ・計画・設計・施工・維持管理の各段階において、地盤リスクアセスメントを実施できるよう、関係する技術体系の確立、手続きの明確化、専門家の育成等を行う
- ・計画から設計、設計から施工といった次の段階に進む際には、いわゆる“3者会議”（発注者、前段階の実施者及び後段階の実施者）を設置し、前段階で得られた技術的知見や情報等を確実に伝達する
- ・維持管理段階で施設管理者が留意すべき事項をとりまとめた“取扱説明書”を作成し引き継ぐ
- ・地盤リスクアセスメントに基づくモニタリング計画の作成と実施
- ・受発注者間における即時的な情報把握を可能とする情報共有システムの導入

これらの指摘はリスクアセスメントの技術的手法にとどまらず、事業の中で

リスクに適切に対応する活動の仕組み作りと実践、すなわちリスクマネジメントを求める内容となっている。

そこで本ガイドライン（案）では、この仕組みや活動を「地質・地盤リスクマネジメント」として、その枠組みや手順の概念、及びその導入と運用について ISO 31000（リスクマネジメントー指針）の概念に即した形でとりまとめた。

地質・地盤リスクへの対応はほとんど全ての土木事業で求められるものであり、対応を最適なものにするための地質・地盤リスクマネジメントも原則として全ての事業に導入することが望ましい。

なお、地質・地盤リスクマネジメントは、事故や損失といった好ましくない影響を回避する手段にとどまらず、土木施設にとって地質上の有利なルートやサイトを選択する機会を得るなど、地質・地盤による好ましい影響を得る手段でもある。すなわち地質・地盤リスクマネジメントは、ISO 31000（リスクマネジメントー指針）でリスクマネジメントを“価値を創造し、保護するもの”と規定しているように、事業全体の最適な計画を立てることによって、事業の効率的な実施という新たな価値を創造することを目指すものである。

（４）地質・地盤リスクマネジメントの導入における留意点

リスクマネジメントの導入にあたっては特に以下の点に留意が必要である。

１）適切な体制の構築

リスクマネジメントにあたっては、リスクに関する技術的な観点及び経営の観点から、適切な体制を構築することが重要である。

地質・地盤リスクに対応するためには地質・地盤に関する専門的な知識が必要であることから、事業者は地質・地盤リスクマネジメントを行うにあたり、適切な専門技術者を参画させる必要がある。このためには、必要に応じて一部業務を委託する、有識者の助言を求める、あるいは組織の体制を変更するなど手段を講じる必要がある。また、事業者は、事業全体のリスク対応の適切な時期や、リスクマネジメントに必要な体制・組織と役割分担について判断をする必要がある。事業の全体を効率化するためには、個々のリスクに最も適切に対処できる者が当該リスクを取扱うことが原則であり、事業者は適切なリスク分担が図られているかどうか留意する必要がある。このため、技術的な観点と同様に地質・地盤リスクマネジメントの進め方や経営の観点からも必要に応じて専門家を参画させることが望ましい。

２）全ての関係者間の連携（ONE-TEAM 体制の構築）

事業者は常日頃から密接な連携体制を確保し、地質・地盤の不確実性等に対応する必要がある。

事業における事故等の多くは、リスクに関する関係者間の情報伝達の不備や認識の相違等を要因として発生する。このため関係者の連携を図るための情報の共有にあたっては、確定した情報だけではなく、事業に影響を及ぼしうる不確実性のある情報も共有することが望ましい。また、情報の共有にあたっては結果・結論のみではなく、その情報の前提、限界、判断の根拠等の“情報に関する情報”を合わせて不確実性を「見える化」し共有することが望ましい。

関係者はそれぞれが分担する役割を果たすだけでなく、他の関係者が役割を果たすために必要なことにも配慮して相互に補い合いながら連携を図りONE-TEAM体制を構築することで、個別に役割を果たした場合よりも大きな成果を得ることができる場合があることに留意する。

3) リスクマネジメントの不断な実施

事業の効率化のためには、事業を通じて全体としての効率化を図ることが重要である。

事業のそれぞれの段階であらゆる不確実性を低減させる必要はなく、事業を通じて不確実性とその影響を的確に把握し、最適な段階でリスク対応を図る、あるいは段階的に低減させるといったマネジメントをすることが必要である。そのためには、各事業段階においてリスクを的確に評価するとともに、構想・計画段階に対応すべきリスク、設計時に対応すべきリスク、施工時に対応すべきリスク、維持管理段階で対応すべきリスクを識別することが重要である。

また、リスクは事業の進捗によって変化する。このため、事業の各段階におけるリスクに関する情報の内容や対応のための体制の状況を踏まえて、リスクマネジメントの運用方法についても見直しを行っていくことが必要である。

4) 質の高いリスクアセスメントの実施

地質・地盤リスクマネジメントにおいては、地質・地盤リスクを的確に特定・分析・評価する質の高いリスクアセスメントが重要である。

地質・地盤リスクは見えにくいリスクであり、特に情報の少ない事業の構想・計画や調査の段階においてリスクの見逃しやリスクの過小評価を生じやすい。これを避けるためには、リスクを的確に抽出するための質の高い地質調査、及び土木施設や地質を熟知した専門的な視点でのリスク特定・分析・評価が重要である。またこのためには、高い技術や専門的な知識を持つ人材の確保、目的に応じた適切な業務の設定、業務の遂行における高い品質の確

保等が必要である。令和元年6月に公布・施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」の改正において、公共工事に関する地質調査等についても法の対象と位置づけられ、発注者の体制整備や、工事に必要な情報（地盤状況）等の適切な把握・活用、公共工事の目的物の適切な維持管理が規定されたことから、リスクアセスメントの質の向上を図ることが重要である。

1. 本ガイドライン（案）の目的

本ガイドライン（案）は、地質・地盤リスクマネジメントの基本事項、事業への導入・運用方法及び留意点を示すものであり、土木事業の効率的な実施及び安全性の向上に資することを目的とする。

【解説】

（1）本ガイドライン（案）の目的

土木事業においては、地質・地盤に関わる不確実性の影響、すなわち地質・地盤リスクを関係者が正しく認識し、構想・計画、調査、設計、施工、維持管理において適切に対応することが必要である。

従来、地質・地盤リスクは、技術者の長年の経験などの、いわゆる暗黙知によって避けられてきたものが多い。しかし近年は、技術者不足や経験者不足等によって、これを期待しにくい状況となってきた。また、重大な事故、コスト増、事業の変更や遅延等に対してより厳しい目が向けられ、事業のより効率的な遂行が求められている。

土木事業の効率的な実施及び安全性の確保のためには、従来は暗黙知によっていた地質・地盤リスクの取扱やその対応をできるだけ形式知として示し、リスクを適切に評価して最適な対応をとるという地質・地盤リスクマネジメントを導入することが必要である。これによって、技術者・経験者不足への対応、人為的なミスへの減少などの効果が期待できる。

このため、本ガイドライン（案）では、土木事業における地質・地盤リスクマネジメントの導入のために、その基本事項、体制・組織、構成やプロセス及び実施方法について示した。これらは、不確かさに対する影響（リスク）に対して組織の目的を達成するための活動を体系的に示した ISO 31000（リスクマネジメント指針）を参考としている。

議題 1

海外では“地質・地盤リスク”は、施工において提示された地質の条件と実態の乖離についての契約上の係争のような“対立関係”として取扱われることが多い。しかし、我が国は地震や風水害などの自然条件、地質・地盤条件も諸外国より厳しいこともあり、地質・地盤に関わるトラブルを関係者の“協力関係”の中で解決してきた風土がある。そこで本ガイドライン（案）では、ISOを参考としながら、協調関係を重視する我が国の土木事業の文化・風土に沿った体系とし、リスクマネジメントを行う事業者、及びこれに参画する関係者、それぞれが担うべき役割・機能や連携のありかたについて示している。

なお、個々の事業や事業者の状況が異なることから、本ガイドライン（案）では、画一的な対応や体制・組織作りを求めるものではなく、どのような形で地質・

地盤リスクマネジメントを導入・運用すれば、当該事業において地質・地盤リスクへの対応が最適なものとなるかという考え方を示している。

実際の事業においては、事業者が本ガイドライン（案）を参考に、最適な体制・組織・運用方法を検討・構築するとともに、関係者は本ガイドライン（案）で示す考え方や具体的手順の理解に基づいて、それぞれの役割や機能を担うとともに相互に補い合いながら連携を図ることで、地質・地盤リスクマネジメントを効率的に導入・運用することができる。

（２）本ガイドライン（案）の構成

本ガイドライン（案）の構成は、下記のとおりである。

1章では本ガイドライン（案）の目的、2章では適用対象、3章では用語の定義について示している。

4章では「地質・地盤リスクマネジメントの基本事項」として、土木事業における地質・地盤リスクの取扱いやその対応の考え方、地質・地盤リスクマネジメントの体制・組織及び構成とプロセスについて示すとともに、地質・地盤リスクマネジメントの導入と運用において考慮すべき事項を示している。

5章では「地質・地盤リスクマネジメントの実施方法」として、4章で示した枠組みとプロセスを運用していくための基本的な手順を示すとともに、実施にあたって適用できる手法及びその留意点について示している。

なお、5章の実施方法は手順の例示であり、4章及び5章の趣旨に基づき独自の実施方法を検討・構築することを妨げるものではない。

2. 適用対象

本ガイドライン（案）は、国土交通省の実施する土木事業を対象とする。
また、地方自治体等が実施する土木事業においても、本ガイドライン（案）を活用することができる。

【解説】

（1）適用対象の考え方

本ガイドライン（案）は、土木事業における地質・地盤リスクへの対応が最適なものとなるようにその方法を示したものである。

地質・地盤リスクへの対応は地質・地盤に関わる土木事業全てにおいて共通する課題である。そのため、本ガイドライン（案）で示す地質・地盤リスクマネジメントを、全ての土木事業に適用することが望ましい。

一方、地質・地盤リスクマネジメントの導入においては、事業の目的や状況、想定される地質・地盤リスクの大きさ等を考慮して、その事業において最適な枠組み及び実施方法を設定することが必要である。また、地質・地盤リスクが小さいと想定される工事、ごく小規模な工事の場合等では、リスクマネジメントの効果が出にくいケースがある。このような事業においては、その効果を勘案して地質・地盤リスクマネジメントの導入の可否や最適な枠組み等を判断する必要がある。

（2）適用する段階の考え方

本ガイドライン（案）で示す地質・地盤リスクマネジメントは、事業における地質・地盤リスクを取扱うための共通した考え方を示しているものであり、事業全体だけでなく特定の段階のみにも適用することが可能である。

しかしながら、地質・地盤リスクへの対応を最適なものとするには、事業全体を通じた不断のリスクマネジメントが重要であり、後続の段階にリスクマネジメントを継続しない場合にはリスクがうまく引き継げないことや、特定の段階のみに適用する場合はリスク対応の選択肢が限られること等のデメリットに留意が必要である。

一方で、前段階でリスクマネジメントが行われていない場合であっても、新たなリスクが懸念される場合や、リスクが残存しているような段階（特に維持管理段階）において、リスク対応を修正・追加するという観点でマネジメントを運用することが考えられ、そのような場合にも本ガイドライン（案）の考え方が適用可能である。

3. 用語の定義

本ガイドライン（案）で用いる主な用語の定義は以下のとおりとする。

地質・地盤リスク：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。

地質・地盤リスクマネジメント：当該事業における地質・地盤リスクを評価し、最適なリスク対応を決定し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。

リスク要因：それ自体またはほかとの組合せによって、地質・地盤リスクを生じさせる力を潜在的に持っている要素。自然的要因と人為的要因が存在。

不確実性：地質・地盤をリスク要因とする事象、その結果またはその起こりやすさに関する情報、理解または知識が、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。

コミュニケーション及び協議：地質・地盤リスクマネジメントの運用において、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。

リスクレベル：結果とその起こりやすさとの組合せとして表される地質・地盤リスクの大きさ。

リスク基準：地質・地盤リスクの重大性を評価するためにリスクレベルと比較する目安となる条件。

リスクアセスメント：地質・地盤条件等の調査、リスク特定、リスク分析及びリスク評価の一連のプロセス

リスク特定：地質・地盤リスクを発見、認識及び記述するプロセス。

リスク分析：地質・地盤リスクの要因と特性、結果の起こりやすさと影響の大きさを把握し、リスクレベルを決定するプロセス。

リスク評価：リスク分析の結果をリスク基準と比較し、地質・地盤リスクへの対応方針を決定するプロセス。

リスク対応：地質・地盤リスクを修正するプロセス。保有、低減、回避、移転等の対応策の選定と実施。

モニタリング及びレビュー：リスクマネジメントの運用を適切に行うために、リスクの状態、関係者の状況を継続的に点検し、リスクの取扱いの適切性、妥当性、有効性について評価する活動。

【補足】

本ガイドライン（案）で用いる、その他の主な用語の定義を以下に示す。

不確実性の幅：情報、理解または知識が欠落した状態の程度の幅。欠落の程度が大きいほど、生じる事象または結果に対する想定との乖離が発生する可能性が高いため、好ましくない方向への乖離に対応するための（悲観的な）設計・施工における対応が必要となる。

好ましくない結果：事業の目的に好ましくない影響（例：人的被害、コスト増大、工期延長）を与える事象の結末。

残存リスク：リスク対応後に残る地質・地盤リスク。対応が十分でないために残存したもの、及び対応を保留することで残存させた（リスクを保有することを選択した）ものが含まれる。

リスク情報：地質・地盤リスクに関わる、リスク要因、不確実性の特性や幅、想定される事象及び結果等の情報。

地質・地盤リスクマネジメント関係者：地質・地盤リスクマネジメントにおいて役割を持つ人や団体の総称（関係者）。

地質・地盤リスクマネジメント会議：地質・地盤リスクマネジメントを目的とする関係者の会議の総称。リスクマネジメントの枠組みに関する会議、地質調査・リスク評価・リスク対応等に関する会議、地質・地盤リスクの共有や引き継ぎのためのコミュニケーション及び協議、関係者の調整や課題解決のための会議等がある。

議題 2

地質・地盤の要求性能：事業や構造物の設計条件等からみたときの地質・地盤が持つ性質や能力（強度、透水性、構造等）、機能（基礎としての安定性、斜面安定性、環境安全性等）のうち、事業や構造物の設計条件等から地質・地盤（施工時を含む）に求める性能。

地質・地盤の推定性能：事業や構造物の設計条件等からみたときの地質・地盤が持つ性質や能力（強度、透水性、構造等）、機能（基礎としての安定性、斜面安定性、環境安全性等）のうち、地質調査等によって推定された地質・地盤の性能（不確実性を含んだもの）。

【解説】

（1）地質・地盤リスクとは

本ガイドライン（案）における地質・地盤リスクは、ISO 31000（リスクマネジメントー指針）の考え方に準じて「当該事業の目的に対する地質・地盤に関する不確実性の影響」と定義した。これは、地質・地盤に関する推定や想定と、実際の状況との乖離によって生じる影響ということもできる。

「事業の目的」とは一般に、建設する施設の仕様や機能、工期、工費、施工時及び建設後の安全性や周辺環境への影響等を含むものである。また、「影響」とは、事業の目的への影響を指し、例えば工費や工期の変化、事故の発生等である。このように地質・地盤リスクは事業と無関係に存在するものではなく、事業の特性や内部・外部の要求によって決まる達成すべき目的に影響を及ぼすものかどうかという観点で特定されるという認識を持つことが必要である。

なお、土木を含む工学に関わる分野では一般的に好ましくない結果をリスクと考えていたことから、ISO/IEC Guide 51等に準じた定義である「地質事象による好ましくない結果の発生確率とその影響の大きさの組合せ」を地質・地盤リスクの狭義の意味（またはリスクレベルの表現法、リスクの算定法）として使用することが多かった。

本ガイドライン（案）で主に着目するリスクも、主として好ましくない結果を指すが、地質・地盤の不確実性が結果として好ましい方向に働く場合（チャンス）もあるため、地質・地盤リスクマネジメントにおいては、そのような場合もあることを考慮する必要がある（例：不確実性によって結果として事業コスト縮減となった場合）。

（２）地質・地盤リスクにおけるリスク要因とは

本ガイドライン（案）におけるリスク要因は、ISO 31000（リスクマネジメントー指針）の考え方を参考に、「それ自体またはほかとの組合せによって、地質・地盤リスクを生じさせる力を潜在的に持っている要素。自然的要因と人為的要因が存在する。」と定義した。ISO 31000（リスクマネジメントー指針）では「リスク源」を用いているが、土木工学的には自然的な要因、人為的な要因といった表現になじみがあるため、「リスク要因」を用いている。

土木事業における地質・地盤リスクマネジメントの対象となるリスク要因には以下のようなものがある。

①自然的要因（地質・地盤・地下水等の要因：素因）

- ・地質・地盤の材質・構造・物性等の不確実性に起因するもの
（盛土や埋土の不確実性など、地質・地盤であっても人為的要因が関与するものもある）
- ・地質・地盤災害の発生の不確実性に起因するもの
- ・地盤や地下水等による環境影響の発生の不確実性に起因するもの
- ・地下水・地中ガス等の存在や挙動の不確実性に起因するもの 等

②人為的要因（関係者やその対応の要因：誘因）

- ・地盤に対する調査・設計・施工法・工事の妥当性や不確実性に起因するもの

- ・施設（基礎を含む）の管理の妥当性や不確実性に起因するもの
- ・地質・地盤情報の伝達・対応の妥当性や不確実性に起因するもの 等

地質・地盤リスクマネジメントにおいては自然的な要因だけでなく、ここに示すように施工の不確実性（例えば転圧の不均質性、アンカー工における定着の不確実性、薬液注入工法の改良体の不確実性・不均質性）等、人為的な要因もあることに留意が必要である。

また、地質・地盤リスクのリスク要因は、自然的要因単独ではなく人為的要因との組合せによることがある。過去の事例を分析した結果によると、地質・地盤リスクの約8割は人為的要因が関与しているとの統計（参考資料2を参照）もあるため、人為的な要因は重要である。

（3）不確実性とは

1）不確実性の定義

本ガイドライン（案）における不確実性は、ISO 31000（リスクマネジメントー指針）の考え方を参考に、「地質・地盤をリスク要因とする事象、その結果またはその起こりやすさに関する情報、理解または知識が、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。」と定義した。

2）地質・地盤の不確実性の特性

地質・地盤リスクにおける不確実性には、地質・地盤の現象やその推定方法に応じた特性に違いがある。このような特性は、地質・地盤リスクの特性としてリスクアセスメントやリスク対応において考慮すべきポイントとなる。

不確実性には、例えば

- ・物性値の真の値からのバラツキの幅のように、計測を繰り返しても発生してしまうようなもの
- ・地質分布の想定のように、地質学的な仮定が実際と異なることによって生じるもの
- ・石灰岩中の溶食洞や亜炭などの採掘空洞の分布のように、地質学的な仮定が難しく、存在そのものも含め想定が困難なもの

という認識のされ方に違いがあるものが含まれる。このような不確実性の特性は、不確実性の幅の大きさと、その幅を狭めることの容易さにも関連があるため、リスクアセスメントやリスク対応に影響を与える。

物性値のバラツキのようなものは調査数量を増加させることである程度不確実性の幅を狭めることができるが、その幅の中でどの値を選定するかに考慮が必要である。分布の想定などで地質学的な仮定等がある場合には、調査数量の増加や調査手法の工夫によって仮定の検証や修正を行うことで不確実性の幅を修

正・低減できると考えられる。これらの不確実性の幅をどこまで狭められるかは、調査コスト次第ということもできることから、調査に投じるコストや時間の妥当性が課題となる。

一方、存在そのものも含めた想定が困難なものは、調査の進展によって地質学的な仮定が可能となる場合もあるが、基本的には調査を稠密に行うしか不確実性の幅を低減する方法がないものであり、コスト効果が最も低いものである。

このような不確実性の特性は、リスクアセスメントにおいてはリスクを把握しその影響を検討するための観点として、またリスク対応においては対応策の合理性や適用性を検討するための観点として重要である。このため、推定・想定との乖離の幅や可能性、その改善の手段について正しく伝え、共有する必要がある。

なお、このような不確実性の特性という考え方は、本ガイドライン（案）独自のものである。例えば経済学者のナイトは「確率分布に従うような予測可能な場合をリスク、確率分布に従わないような予測できない場合を不確実性と呼んで区別している」など、不確実性の分類には様々な考え方があることに留意が必要である。

（４）地質・地盤リスクの関連用語

地質・地盤リスクに関連する用語としては、地質リスク（地質学的リスク, Geological Risk）と地盤リスク（地盤工学的リスク, Geotechnical Risk）がある。この違いは、地形学・地質学的な視点と地盤工学的な視点の違いである。地形学・地質学的な視点からは、地形・地質の成り立ちに起因する地形・地質構造の複雑性や脆弱性、地質現象や地質災害との関係等が重視され、一方、地盤工学的な視点からは、地盤物性のバラツキや地盤の挙動の複雑性、構造物との関係などが重視される傾向があるが、土木施設の建設においてはいずれの視点も不可欠である。このため本ガイドライン（案）では、両方を包括したものとして「地質・地盤リスク」を定義した。

なお、地質・地盤リスクのどちらか、また両方の総称としてジオリスクの用語を用いる場合がある。

参考)

- ・リスクの定義例

- 「目的に対する不確かさの影響」(ISO Q31000:2018「リスクマネジメントー指針」)

- 「危害の発生確率およびその危害の程度の組み合わせ」(JIS Z 8051:安全側面-規格への導入指針 (ISO/IEC Guide51:2014))

- ・地質リスクの定義例

- 「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）」(地質リスク学

会・全地連：2010「地質リスクマネジメント入門」)

- ・土木地質におけるリスクの定義例

「望ましくない地質事象の生起確率とその事象の大きさの組み合わせ」(脇坂：2008

「土木地質におけるリスクとその管理」, 地質調査総合センター研究資料集 472)

- ・地盤リスクの定義例

「目的に対する“地盤に関連する”不確かさの影響」(緒方他：2011 講座「地盤工学におけるリスクマネジメント」2. リスクとリスクマネジメント, 地盤工学会誌 vol. 59, No. 7)

- ・ジオリスクの定義例

「現場の地盤状況によって引き起こされる土木・建築工事に対するリスク」

(Clayton, 2016 全地連訳：2001「ジオリスクマネジメント」)

(5) リスク関連用語と土木事業の場合の対比

リスク関連の用語はわかりにくいいため、リスクの概念とリスクマネジメントプロセスに関する用語の ISO 31000 における定義と土木事業(地質・地盤)における場合の対比例を表-1、表-2に示す。また、具体的なイメージの例として、「軟弱地盤上の盛土」、「地すべり斜面の切土」、「断層付近のトンネル施工」における用語の適用例を図-1~3に示す。

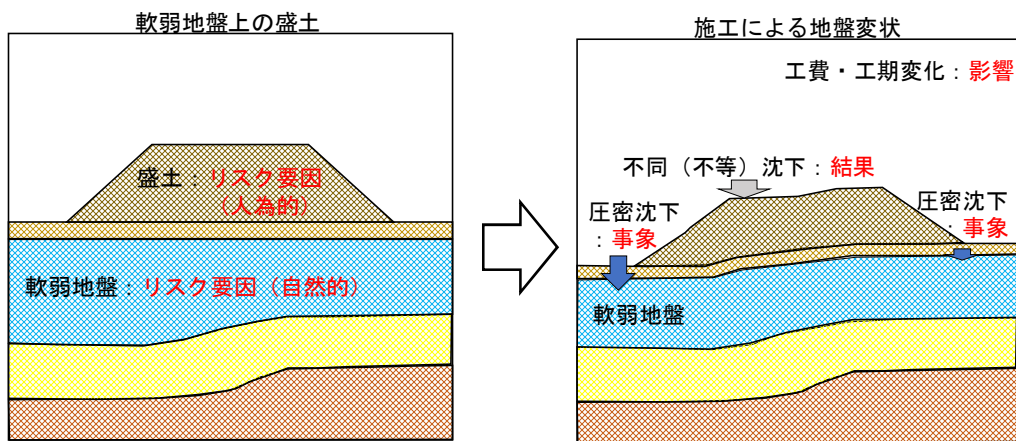
表一 1 ISO 31000 における概念に係る用語と土木事業に適用した場合のイメージ

用語	ISO 31000 の定義	土木事業（地質・地盤）の場合の適用	例（軟弱地盤上の盛土）
リスク要因	【ISO ではリスク源】 それ自体またはほかとの組み合わせによつて、リスクを生じさせる力を本来潜在的に持っている要素	地質事象の素因（自然的要因）・誘因（主に人為的要因）	素因：軟弱地盤 誘因：盛土施工
事象	ある一連の周辺状況の出現または変化	地質事象	圧密沈下
結果	目的に影響を与える事象の結末	構造物や周辺地盤の変状	盛土の不同（不等）沈下
影響	期待されていることから、好ましい方向及び／または好ましくない方向に乖離すること	事業の目的について、主に好ましくない方向に想定から乖離すること	工費・工期等の変化
リスク	目的に対する不確かさの影響	地質・地盤の不確実性による事象・結果の事業への影響	軟弱地盤上に盛土を施工することによって発生する不同（不等）沈下による工費や工期等の変化（事業への影響）
不確実性	【ISO では不確かさ】 事象、その結果またはその起こりやすさに関する、情報、理解または知識が、たとえ部分的にでも欠落している状態	地質・地盤の分布・性状・挙動等について、推定と実際が乖離している状態	軟弱地盤の分布や沈下量等の調査時の想定と盛土施工時のずれ

表一 2 ISO 31000 におけるプロセスに関わる用語と土木事業に適用した場合のイメージ

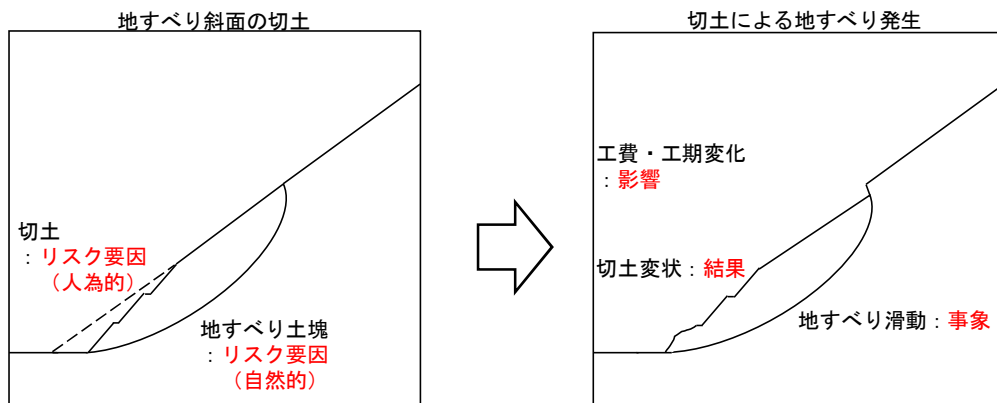
用語	ISO 31000 の定義	土木事業の場合の適用	例 (軟弱地盤上の盛土)
リスク特定	リスクを発見、認識及び記述するプロセス	地質・地盤リスクを発見、認識および及び記述するプロセス	リスク (シナリオ) の想定
リスク分析	リスクの特質を理解し、リスクレベルを決定するプロセス	地質・地盤リスクの要因と特性、結果の起こりやすさと影響の大きさを把握し、リスクレベルを決定するプロセス	沈下による工期延長の期間と沈下発生の可能性の想定
リスク基準	リスクの重大性を評価するための目安とする条件	目的によって決まってくる制約条件	〇年〇月に供用開始
リスク評価	リスク及び/またはその大きさが受容可能かまたは許容可能か決定するために、リスク分析の結果をリスク基準と比較するプロセス	リスク基準と比較し対応の必要性を判断するプロセス	〇年〇月に供用開始するための沈下対策工を提案
リスク対応	リスクを修正するプロセス	対応策を選定し実行するプロセス	最短で施工できる固結工法に決定
コミュニケーション及び協議	リスクの運用管理について、情報の提供、共有または取得、及び関係者との対話を行うため、組織が継続的に及び繰り返し行うプロセス	地質・地盤リスクマネジメントの運用において、情報の提供、共有または取得、及び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	地質・地盤リスクマネジメント会議、地元説明会の実施
モニタリング及びレビュー	要求または期待されたパフォーマンスレベルとの差異を特定するために、状態を継続的に点検し、監督し、要点を押さええて観察し、または決定すること 確定された目的を達成するため、対象となる事柄の適切性、妥当性および有効性を決定するために実行される活動	リスクマネジメントの運用を適切に行うために、リスクの状態、関係者の状況を継続的に点検し、リスクの取扱の適切性、妥当性、有効性について評価する活動	設計条件の照査、施工時の沈下計測の実施

リスク要因（自然的）：軟弱地盤
 リスク要因（人為的）：盛土施工、沈下量評価の誤り、分布想定 of 誤り
 事象：圧密沈下
 結果：不同（不等）沈下
 影響：工費・工期変化
 リスク：軟弱地盤上に盛土を施工することで発生する不同（不等）沈下による工費や工期等の変化



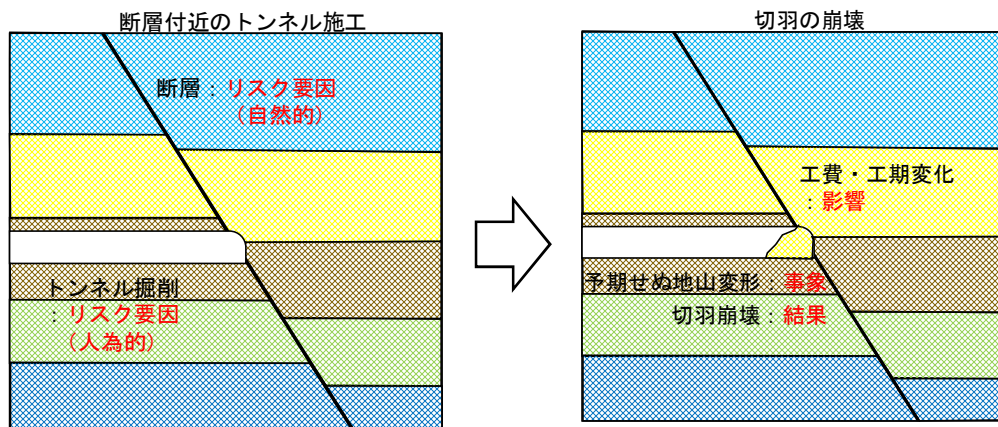
図－１ 軟弱地盤上の盛土におけるリスク関連用語の模式図

リスク要因（自然的）：地すべり土塊
 リスク要因（人為的）：切土施工、存在の見落とし
 事象：地すべり滑動
 結果：切土変状、崩壊
 影響：工費・工期変化
 リスク：地すべり土塊の末端を切土することで滑動した地すべりによる工費・工期等の変化



図－２ 地すべり斜面上の切土におけるリスク関連用語の模式図

リスク要因（自然的）：断層
 リスク要因（人為的）：トンネル掘削、施工方法の誤り、地山評価の誤り
 事象：予期せぬ地山変形
 結果：切羽崩壊
 影響：工費・工期変化
 リスク：断層を貫くトンネルを施工することで発生する切羽崩壊による工費・工期等の変化



図－3 断層付近のトンネル施工におけるリスク関連用語の模式図

4. 地質・地盤リスクマネジメントの基本事項

4.1 地質・地盤リスクマネジメントの基本方針

地質・地盤リスクマネジメントの実施にあたっては、事業の各段階や工程において利用可能な情報を基に地質・地盤リスクとその特性を正しく把握し、これに応じて最も適切な段階で地質・地盤リスクに対応するものとする。

【解説】

(1) 地質・地盤リスクマネジメントの概念

地質・地盤リスクによるトラブルを回避し、建設する施設の仕様や機能、工期、工費、施工時及び建設後の安全性や周辺環境への影響等に対する好ましくない影響を最小限にとどめるためには、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。また、地質・地盤リスクに適切な時期に対応していくことは、事業の目的を達成するための総合的で最適な事業の実施計画を立てることであり、好ましくない影響を回避するにとどまらず、事業の効率的な実施につながるものである。

1) 土木事業における地質・地盤リスクの特徴

ほとんどの土木事業では、基礎や材料として地質・地盤を対象とした工事を行う。このとき、地質・地盤の不確実性によるリスクがある中で、安全かつ経済的・合理的に良質な構造物等を築造することが求められる。

地質・地盤の性状は不均質かつ多様であり、またその大半は直接確認することができないため、限られた地質調査から推定した地質・地盤条件には不確実性があり、設計段階や工事着手段階で想定した地質・地盤条件と、施工によって明らかとなるものに乖離が生じることは避けられない。この中で、地質・地盤の不確実性の考慮不足や楽観的判断といった要因によって問題が生じることがある。これらは特に施工段階ないし管理段階において発生することが多く、人命や事業のB/C等にまで影響し問題となることがある。このように、地質・地盤リスクは、土木事業のリスクマネジメントの根幹をなすものである。

2) 地質・地盤リスクマネジメントの位置づけ

従来、土木構造物の設計における地質・地盤の取扱や各構造物等で問題となる地質・地盤とその不確実性に起因する事象については、技術基準・指針や共通仕様書等で示されており、これらに基づいた対応が通常行われている。また、事業の進め方や問題回避のためのマネジメントの仕組み等がすでに整

備されているものもある。これらは、「リスク」という言葉が明確には用いられていないものの、リスクを取扱っているという点で地質・地盤リスクに関して、いわば暗黙知として対処しているといえる。

その一方で、地質・地盤に起因するトラブルの事例をみると、「地質が複雑で予測不能」といった技術的限界によるものだけでなく、「設計・施工の条件を決めるための調査計画・内容が不十分」、「調査による地質・地盤の推定が設計・施工条件に適切に反映されない」等の人為的な課題もあったことが明らかとなっている。これらは、地質・地盤リスクと事業の進捗によるその変化を関係者が十分把握できず、リスクを適切に取扱えなかったことが要因と考えられる。

これを改善するには、各段階で地質・地盤リスクとその特性を明示するとともに、その取扱や判断の方法を形式知とすることが必要である。このような地質・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。

(2) 地質・地盤リスクマネジメントのポイント

地質・地盤リスクマネジメントは、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こと、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。

これを実現するためには関係者が地質・地盤リスクを適切に把握し、その認識を共有して、適切に対応することが重要であり、連携して下記の「見える化」に取り組むことがポイントである。

①地質・地盤リスクの見える化

- ・リスクに気づき（見逃さず）適切に調べること
- ・リスクの特性（地質・地盤の不均質性や不確実性）を知ること
- ・リスクの要因・特性を適切に表現し伝えること
- ・リスクに関する情報の前提、限界、判断の根拠を示すこと 等

②地質・地盤リスクマネジメントの見える化

- ・リスクについて関係者がコミュニケーション及び協議を行うこと
- ・リスクに対する関係者の役割分担を定めること
- ・リスクへの対応方針を定めること
- ・リスクマネジメントの内容を記録し引き継ぐこと 等

(3) リスクマネジメントの継続的な実施

土木事業においては、構想・計画から設計・施工、維持管理へと段階が進んで

いく中で、地質・地盤リスクに関して意思決定すべきことやその判断に必要な情報または利用可能な情報が変化するという性質がある。

また、地質・地盤リスクにはその特性によって、いわゆるフロントローディングによって調査段階など事業の初期段階で対応を早めに決定することが有利なもの、設計が進捗した段階や施工段階、あるいは維持管理段階などの現場条件が把握できる状況で対応をとることが有利なもの、さらには事業段階が進むごとに段階的に対応をとることが有利なものがある。

このため、地質・地盤リスクマネジメントでは、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。

1) リスクマネジメントの開始時期

地質・地盤リスクマネジメントは、事業のどの段階においても適用可能な考え方である。

その一方、地質・地盤の不確実性及び地質・地盤リスクへの対応の選択肢は、事業の初期段階ほど多くのものであるため、経済性や効率性の観点からは事業の構想・計画段階から開始することが必要である。また、やむを得ず事業の途中段階から開始する場合でも、より早い時期から取り組むことで、より大きな効果を得ることができる。

例えば道路事業においては、早期の段階であればリスクのあるルートを回避することができるが、事業が進行した時点で回避することは困難となり、対策に多大なコストや工期を費やす可能性が大きくなる。また、影響が大きいリスクについても、早期に特定して戦略的に対応することで、事業を効率的に進めることができる。

ただし、リスクマネジメントを早期に開始することと、早期にリスク対応を確定することは異なることに留意が必要である。地質・地盤の情報が乏しく仮定が多く含まれる推定・想定では、いかに精緻な設計を行っても、過度に悲観的な想定によって過大設計となることや、過度に楽観的な想定によって最悪の場合、事故の原因となることがある。このため、リスクの特性によっては地質・地盤の状況が明らかになるまで対応を確定することを保留するという判断も必要である。

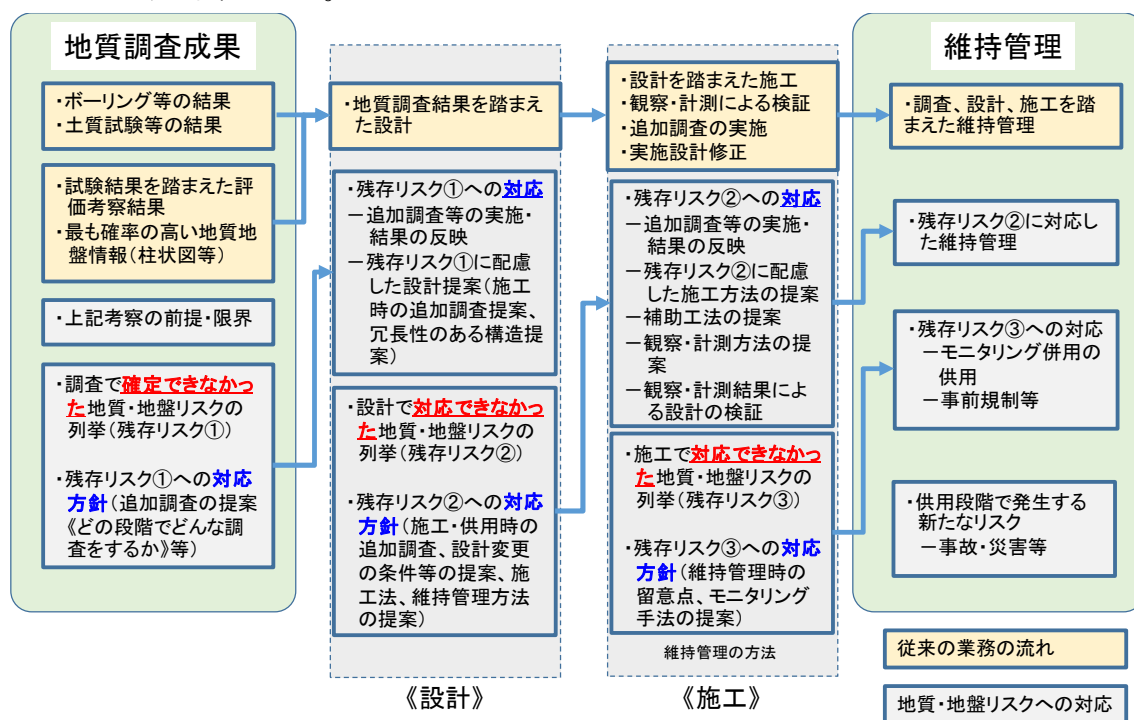
2) リスクの引き継ぎ

地質・地盤リスクへの対応は、事業の一つの段階や時期で完結するものではない。一つの段階や時期で検討されたリスクは、事業段階の進捗によって地質・地盤条件に関する情報の量と質が変化することから、その評価も変化する場合がある。例えば、次の段階で地質・地盤の性状やその不確実性が新たに明らかとなったり、外的な要因等でリスク基準が変化したりすることに

よって、リスクの評価や対応に修正を行う必要がある場合がある。

このような理由から、ある段階で得られた情報やその前提条件、リスク対応の考え方等が適切に伝達されないと、次の段階において効率的な対応をとることができない。特に、事業の前段階で対応を保留しているリスク（残存リスク）については、なぜ判断を保留しているか、判断できる状態がどういふものかといった前提条件を明確に伝達しないと、問題発生の原因となる場合がある。

このため、リスクに関する情報や対応方針を記録し、引き継ぐ手段も定めておく必要がある。



図ー4 地質・地盤リスクに関する情報の引き継ぎのイメージ

4.2 地質・地盤リスクマネジメントの体制・組織

地質・地盤リスクマネジメントの実施にあたっては、事業及びその段階ごとのリスクアセスメントとリスク対応について、組織と事業の状況に応じて最適な関係者の連携体制を定めるとともに、事業の進捗に応じて改善していくものとする。

【解説】

(1) 地質・地盤リスクマネジメントの体制・組織

事業者は、地質・地盤リスクの取扱や判断の方法について明確化するには、関係者が連携するための最適な体制・組織を作り出すことが必要である。

地質・地盤リスクマネジメントは画一的な体制・組織を構築することを求めるものではなく、その事業の目的や特性に応じてその時点で取り得る最適の仕組みによって実施するものである。このため、リスクマネジメントに関連した仕組みや取り組みなどの既存の事業管理体系がある場合にはこれを活用し、必要な部分を追加、改善した体制・組織としてもよい。

体制・組織作りにおいては、事業者が関係者の役割分担について検証し、その事業の地質・地盤リスクの特性や影響の大きさ等を勘案し、リスクに対応できる能力・機能を備えたものとなるよう、必要となる関係者を確保する必要がある。地質・地盤リスクに対応するためには地質・地盤やリスクマネジメントに関する専門的な知識が求められることから、これらの専門技術者が参画できるようにする必要がある。現状の体制・組織において必要な能力・機能が不足すると考えられる場合、事業の内部・外部から必要な能力・知識を持つ者を参画させることや、一部の機能を外部に委託するなど、体制・組織の補完を考えることも必要である。

例えば、当該事業の前段階や類似事業・類似箇所などで調査や設計を担当した者、地質・地盤等に関連する適切な資格を有する者、地質・地盤リスクに対して十分な知見を有する者等を活用することが考えられる。また、地質・地盤リスクの評価と対応の難易度が高い場合には、委員会形式などを採用することも選択肢となる。外部から関係者を参画させる場合、いわゆる三者会議やCM制度など既存の取り組みが参考となる。

事業者は地質・地盤リスクマネジメントに参画する関係者を確定させた上で、役割・機能を割り当て、その連携体制を構築する必要がある。参画する関係者は、割り当てられた役割・機能について確認し、能力・機能が十分発揮できるよう努めなければならない。

このような連携のもと、関係者はそれぞれが分担する役割を果たすだけでな

く、他の関係者と相互に補い合いながら、ONE-TEAM 体制を構築することで個別に役割を果たした場合よりも大きな成果を得ることができる。

(2) 体制・組織の見直し

地質・地盤リスクマネジメントは事業全体、事業の各段階、一つの業務・工事の単位を通じて、継続的に進めていくことが重要であり、進捗に併せた組織や体制の見直しについても検討する必要がある。

リスクマネジメントを進めていく途中の段階であっても、体制・組織の機能や能力が不足する懸念が生じた場合には、迅速にその見直しを行い改善することが重要であり、事業の進捗に合わせた見直しも必要である。このような見直しにあたっては、事業の進捗に応じてリスクに関する情報の内容や対応のための体制の状況をモニタリングすることが重要である。

4.3 地質・地盤リスクマネジメントの構成とプロセス

地質・地盤リスクマネジメントは以下の①～⑤で構成され、そのプロセスは事業の様々な階層において継続的に実施するものとする。

- ①コミュニケーション及び協議
- ②リスクマネジメントの計画
- ③リスクアセスメント
- ④リスク対応
- ⑤リスクマネジメントの継続的な改善

【解説】

(1) 地質・地盤リスクマネジメントのプロセスの概念

地質・地盤リスクマネジメントは、事業の様々な階層に適用され、事業全体に継続的に実施されることで、地質・地盤リスクへの対応が最適化される。

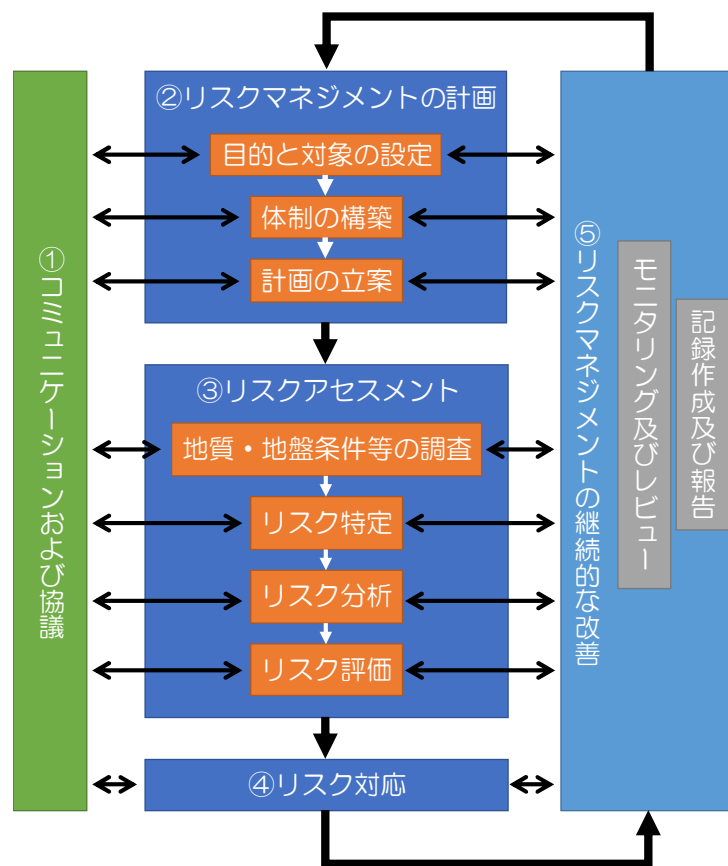
このため、リスクアセスメント方法やリスク対応方法といった手順だけでなく、リスクマネジメントの計画、コミュニケーション及び協議、マネジメントの継続的な改善といったマネジメントプロセスの運用方法についても明確な方針を立てて取り組むことが必要である。

(2) 地質・地盤リスクマネジメントのプロセスの要素

1) プロセスの構成

地質・地盤リスクマネジメントのプロセスは、ISO 31000 の考え方を参考として、「②リスクマネジメントの計画」、「③リスクアセスメント」、「④リスク対応」という一連のながれと、これを実践するための「①コミュニケーション及び協議」、及び体制・組織や計画の見直しのための「⑤リスクマネジメントの継続的な改善」で構成されている。

これらは独立したものではなく、リスクマネジメントの計画からリスクアセスメント、リスク対応の過程の全て（②～④）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）を実施するものであり、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）していくという並行したものとなっている（図－5）。



図ー5 地質・地盤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)

また、地質・地盤リスクマネジメントを継続的に実施するという事は、これらのプロセスを修正しながら繰り返していくことに他ならない。

具体的には、モニタリングとレビューによって、事業の進捗や内部・外部の状況、リスクの変化を把握し、それに応じてリスクに対する判断基準や体制・組織の見直しを行う。また、リスクアセスメントにおいては、引き継いだリスク情報をその段階で見直し、またその時点の情報の質と量に応じ地質・地盤リスクを評価する。リスク対応においては、その時点のリスクアセスメントに基づいて対応方針を決定もしくは修正する。

2) コミュニケーション及び協議

コミュニケーション及び協議は、地質・地盤リスクマネジメントの枠組み、プロセスの中で最も重要な要素である。コミュニケーション及び協議は、リスクマネジメントのプロセスにおいて継続的に実施して、リスクに対する認識や対応についての考え方を常に更新していくことが重要である。

このようなコミュニケーション及び協議は、リスクアセスメントやリスク対応だけでなく、体制・組織を検証する際にも関係者の役割や能力・機能を

見積もるためにも必要となることから、リスクマネジメントの計画立案に先だって実施すべきである。

①内部のコミュニケーション及び協議

リスクアセスメント及びリスク対応の段階でのコミュニケーション及び協議は、構造物の築造等で要求される地質・地盤の性能（要求性能）と地質調査等から推定された地質・地盤の性状（推定性能）の関係及び不確実性に関する情報を議論し、地質・地盤リスクに対する認識を共有するという機能が必要である。このような協議の場合は、従来も工程調整や事業執行のために設けられていることがあるが、単に情報を共有するだけでなく、目的を明確にしたコミュニケーション及び協議を行うことが重要である。

例えば、リスクの見逃しや見誤り防止を目的としてそれぞれの関係者が得ている情報と必要としている情報をつき合わせることで、リスク対応の最適な時期を検討する目的でリスクへの対応が当該時点でどこまで可能かという点を明確にすること、複数の業務や工事が輻輳するケースにおいてリスクに対する取扱を統一する目的でリスクに関する情報を共有すること、等がある。

②外部とのコミュニケーション及び協議

コミュニケーション及び協議は事業の内部だけでなく、外部に対しても行う必要がある。地質・地盤リスクは事業の目的や事業に対する要求・要請、環境といった事業の置かれた外部の状況によって、リスクとしての大きさや位置づけが左右されることから、外部とのコミュニケーション及び協議も継続的に行っていくべきものである。

3) リスクマネジメントの計画

地質・地盤リスクマネジメントでは、事業の全段階に共通するマネジメント方針やマネジメントプロセスをあらかじめ定めておくことが望ましい。しかし、現実には事業の各段階に応じたマネジメント方針やそのプロセスを検討することとなると想定される。このため、各段階でのリスクマネジメントの計画では、事業全体における当該段階のリスクマネジメントの位置づけと役割、他の段階との関連性等を考慮し、全体の方針に沿った計画とする必要がある。

4) リスクアセスメント

リスクアセスメントは、地質・地盤の性状と構造物の築造あるいは外力等との組合せによってどのような結果が生じ、事業にどのような影響があるかを評価するものである。

リスクアセスメントはリスク対応やその優先度を判断するための材料を

提供する作業である。その時点で利用可能な情報に基づいて地質・地盤の性状について把握し、構造物等の築造に要求される地質・地盤の性能に対する情報が得られているか、その不確実性がどの程度のものかを把握することが必要である。また、判断に必要な材料として調査や解析などの情報の前提条件についても明確にしておくことが必要である。

なお、リスクアセスメントの作業のうち、本ガイドライン（案）の5.4.1項に示す地質・地盤条件等の調査は、必ずしもリスク特定やリスク分析に先立って行われるとは限らず、リスク特定やリスク評価の結果、あるいはリスク対応の選択肢として追加調査の必要性があると判断されて実施することがある。ただし、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に、事業の早い段階でも地質・地盤条件等の調査を実施すべきである。

5) リスク対応

リスク対応は、保有、低減、回避、移転等により、地質・地盤リスクを修正するプロセスである。リスク対応は、リスクアセスメントによって評価されたリスクの特性や影響の大きさに基づいてリスク基準との比較を行った上で、対応の選択肢から最適なものを選定し実行する、対応方針の意思決定の作業である。

地質・地盤リスクは、事業の進展に伴って地質・地盤の性状についての情報が更新され、また構造物等の設計が進むことによって、その内容や大きさが変化するものである。このため、地質・地盤リスクにおいては前段階での対応策をより詳細なものにすることや対応方針を変更すること、あるいは前段階の残存リスクの対応策の選定をその時点で行うといったリスク対応の修正の作業が必要となる。このため、リスク対応では、単にリスクの対応策を選定するだけでなく、リスクの対応策の選定を保留するというケースも含め、リスクの対応状況とそのモニタリングの考え方を示すという点が重要である。

6) リスクマネジメントの継続的な改善

地質・地盤リスクマネジメントは事業全体、事業の各段階を通じて、継続的に進めていくことが重要であり、進捗に合わせた組織や体制の見直しについて検討する必要がある。

事業の進捗や外部の状況の変化、リスクに対する情報の変化、あるいは体制・組織の現状についてモニタリングし、適切な対応がとれる状態にあるかどうかを判断するレビューを行い、リスクマネジメントのプロセス及び体制・組織の修正に反映していくことが必要である。このため、リスクマネジメントで得られた情報やその結果を確実に共有・引き継ぎするための記録作成と報告も必要である。

(3) プロセスの階層と連携

(1) 及び (2) で示したプロセスはリスクマネジメントの要素を示しているものであり、実際の事業を考えると、これらのプロセスは段階ごとに決まった手順で進むものではない。例えば、調査から設計までの一連の工程ごとに地質・地盤リスクの評価と対応を検討し、追加調査と設計の修正の必要性を判断するといった繰り返しによって、最終的な成果が得られた時点で次の工程へ進むという経過が一般的である。

つまり、図-6に示すように、各段階の中にも各工程で、地質・地盤リスクマネジメントの基本的なプロセスの一部もしくは全体が繰り返し実施されるという階層的な構造となっている。特に、施工段階や維持管理段階では、現場の状況や点検結果を検討しながら、設計変更や補修の必要性を判断するという作業の繰り返しが基本となる。

したがって、事業全体、事業の各段階、各段階中の工程、さらには一つの業務や工事においても、全体で連携し、相互に共通した地質・地盤リスクの取扱を行うことが必要である。

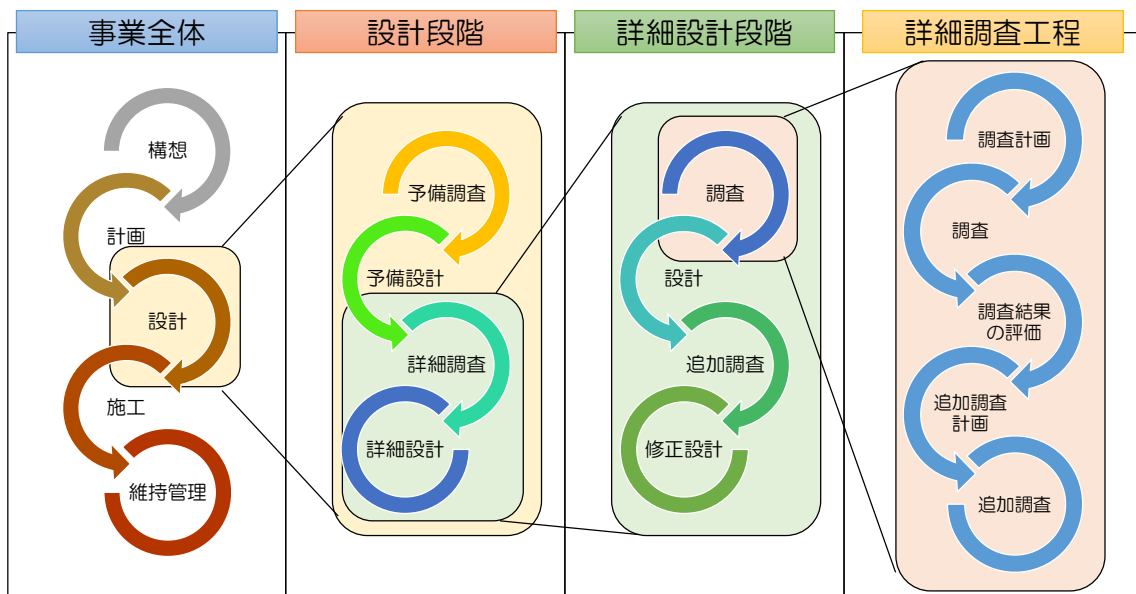


図-6 階層構造のイメージ

(4) 事業の段階におけるプロセスの特徴

リスクアセスメント及びリスク対応のプロセスは、事業の段階によってその内容が変化し、各段階で作業のポイントが異なっている。参考のため下記に例示する。

1) リスクアセスメント

・ 構想・計画段階

構想・計画段階では、ルート上やサイトにおいて主に文献調査や地形判読など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。ただし、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に、この段階でも地質・地盤条件等の調査を実施すべきである。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こともある。このため、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。

なお、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。

・ 設計段階

設計段階のリスク分析では、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。このとき、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とともに、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。

設計段階のリスク評価においては、その時点の情報に基づいて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択肢を選定するための判断材料を提供することとなる。

・ 施工段階及び維持管理段階

施工段階及び維持管理段階のリスク分析は、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・解析などによって、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。

特に、トンネル地山分類、切土などののり面对策、盛土材料などの性

状は、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。また、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。

施工段階及び維持管理段階のリスク評価においては、追加調査や計測、点検の結果からリスクを分析する。その結果は、設計変更や対策工の要否あるいは計測・点検方法の見直しといった、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を提供することとなる。

2) リスク対応

・ 構想・計画段階

事業の構想・計画段階では、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こととなる。重大なリスクに対しては回避が選定されるが、ルート比較においては地質・地盤リスクだけが選定条件とはならないため、結果的にリスクを保有するルートが選定されることもある。この場合、リスクへの今後の対応方針について決定することが重要となる。

・ 設計段階

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・地盤の情報に不確実性がある場合は、対応の選択肢の検討として、楽観的～悲観的な想定幅に対するコストなどの評価項目の幅を考慮し、各対応策の比較をすること等が考えられる。

このとき、仮に楽観的な想定では各案の中でコストが最小となる案であっても、悲観的な想定では他案に比べ大きくなるということが生じるならば、事業費の観点では悲観的な想定で最もコストが低いものを優位とする場合や、工期の観点ではコストが中庸であっても設計変更の自由度が高く現場条件に順応できる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見積もられたならば、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。

・ 施工段階及び維持管理段階

施工段階及び維持管理段階のリスク対応は、すでにリスク対応の選択肢が決定されたものについては、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モニタリングする。乖離が生じる兆候をとらえた場合は、リスクアセスメントのプロセ

スに戻って、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という作業となる。また、事前の段階ではリスク対応の最終的な選択肢が決定されず、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。

5. 地質・地盤リスクマネジメントの実施方法

5.1 一般

地質・地盤リスクマネジメントの実施にあたっては、事業の種類、事業規模、事業段階、構造物、自然条件、社会条件及び技術的、経済的、人的、時間的要素を考慮して、必要な精度を有し、かつ効率的と考えられる体制及び手法を選定する。

【解説】

(1) 概要

土木事業は、事業の種類、事業規模、事業段階、構造物、自然条件、社会条件等が多様であるほか、事業者及び参画が想定される関係者の技術的・経済的・人的・時間的要素も関連する。地質・地盤リスクマネジメントの実施方法もこれに応じて、必要な精度を有し、かつ効率的と考えられる方法で行う。

なお、リスクマネジメントの方法は多様であり、また地質・地盤リスクマネジメントの技術は発展途上にあるため、事業者が本ガイドライン（案）を参考とした上で、各事業に適した独自の方法で実施することを妨げるものではない。

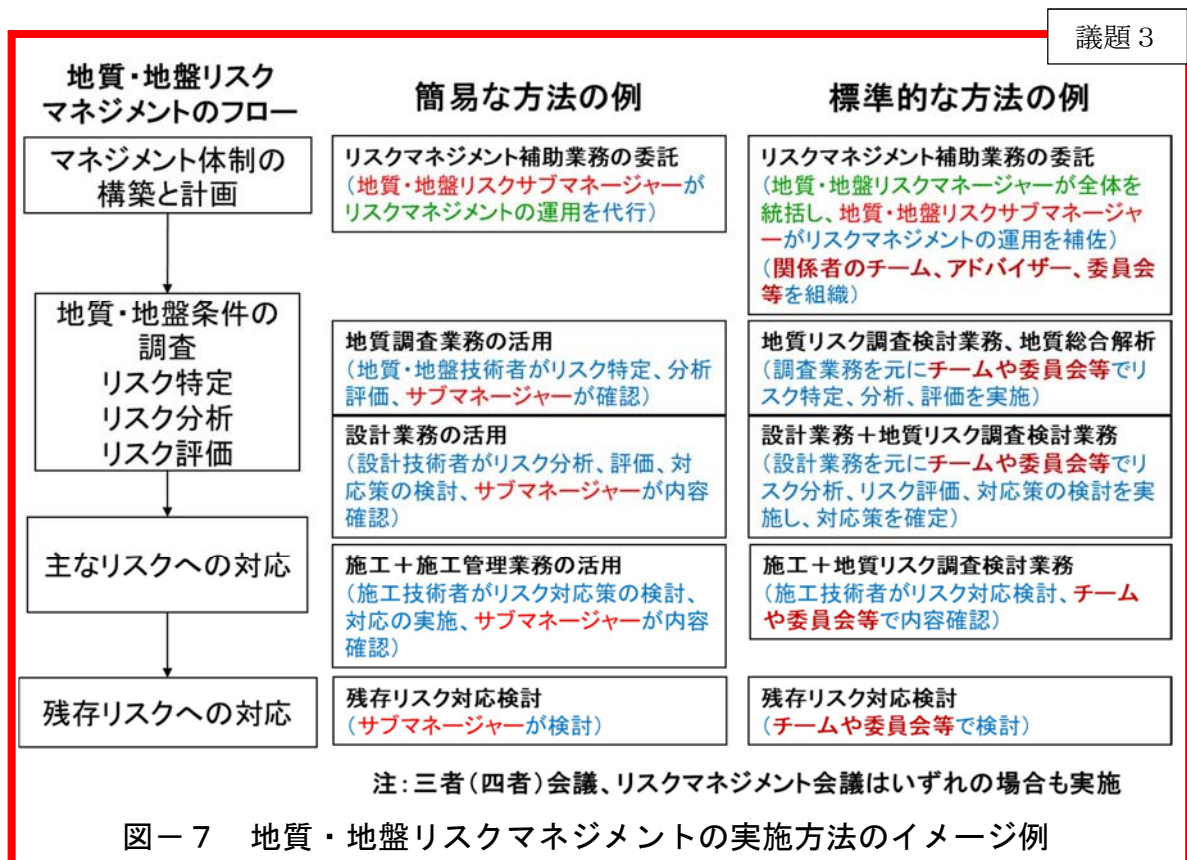
(2) 多様な手法の検討

地質・地盤リスクマネジメントの実施方法や実施体制の詳細は大きく分けて、詳細なリスクマネジメントを行う場合と、比較的簡易な地質・地盤リスクマネジメントを行う場合がある。このため、多様な手法の中から、当該事業に最適な手法を選定する。

地質・地盤リスクマネジメントを支援する手法の例を以下に挙げる。

- ① 事業者の体制（項目が下位になるほど簡易）
 - ・事業者内に専門知識を持つ地質・地盤リスクマネージャーを設置
 - ・「地質・地盤リスクマネジメント技術支援業務」等によって補助を委託
 - ・アドバイザー等のアドバイスやチェックリストを参考に事業者が実施
- ② 地質・地盤リスクのチェックやアドバイスの方法（同上）
 - ・委員会形式で実施
 - ・個別に地質・地盤リスクアドバイザーを依頼ないし契約
 - ・三者会議や合同現地踏査への地質・地盤技術者の参画
- ③ リスクの調査方法（同上）
 - ・「地質リスク調査検討業務」の活用
 - ・「地質総合解析業務」の改善と活用

- ・通常の地質調査業務の改善と活用
- ④ リスクの評価方法（同上）
 - ・定量的なリスク評価（確率的手法等）
 - ・半定量的なリスク評価（リスクマトリックス法等）
 - ・経験的・定性的なリスク評価（経験的評価や協議・合議等）
- ⑤ リスクの対応策の検討方法
 - ・委員会でリスク対応策の検討を実施
 - ・地質リスク調査検討業務及び三者会議、合同現地踏査を活用
 - ・設計業務において地質・地盤技術者・施工技術者の意見聴取



(3) 既存の手法の活用

すでにリスクマネジメントに類する枠組みがある場合は、既存の枠組みを活用・改善して地質・地盤リスクマネジメントを実施してもよい。

例えば業務の品質確保に関する枠組み、プロジェクトマネジメントに関する枠組み、工事連携会議・工事円滑化推進会議の枠組み等の中には、地質・地盤リスクマネジメントに関連するものがあるので、これらとの統合または機能の追加等によって、関係者の負担に配慮した効率的なマネジメントの体制・組織とすることが望ましい。

(4) マネジメント方法の見直し

4章に述べたように、地質・地盤の情報は調査の進展や施工によって追加・更新されるので、不確実性の再評価及び設計条件との対比等を行い、地質・地盤リスクマネジメントの実施方法について随時見直しを行うものとする。

5.2 コミュニケーション及び協議

地質・地盤リスクマネジメントの実施にあたっては、関係者間の情報・意識の共有を目的としたコミュニケーション及び協議を行う。

【解説】

(1) コミュニケーション及び協議

1) 内部のコミュニケーション及び協議

地質・地盤リスクマネジメントの実施においては、関係者間の情報共有や意識共有が不可欠である。このような関係者内部の情報共有や意識共有は、リスクマネジメントのプロセスにおいて継続的かつ繰り返し実施し、リスクに関する情報や認識を常に更新していく必要がある。このため、事業者は地質・地盤リスクマネジメントの実施に先立って、コミュニケーション及び協議の方法を定める。

このようなコミュニケーション及び協議の方法として、関係者からなる「地質・地盤リスクマネジメント会議」等の設置がある。また、コミュニケーション及び協議は、地質・地盤リスクマネジメントの計画、リスク特定、リスク評価及びリスク対応等の作業の進捗に応じて、適切な時期に行う。

コミュニケーション及び協議は、関係者それぞれの役割と機能を果たすとともに、ONE-TEAM 体制で相互の連携が円滑に行えるよう、関係者相互の考え方やリスクに関する検討・判断に必要な情報の共有に努める必要がある。

2) 外部とのコミュニケーション及び協議

地質・地盤リスクの大きさや位置づけは、事業に対する要求・要請や周辺の自然環境や社会環境等の事業の置かれた外部の状況によって左右されることから、地質・地盤リスクマネジメント関係者だけではなく、事業の関係者（事業者内部関係者、関係自治体等）、周辺の住民等に対する外部へのコミュニケーション及び協議も必要に応じて行う。

(2) リスクの見える化への配慮

地質・地盤リスクの要因である地質・地盤条件とその不確実性は、推定・想定的手法やその不確実性の幅など、専門的知識がないと理解が難しいものである。このため、コミュニケーション及び協議においては、関係者がリスクを理解し認識を共有できるように、用いる資料や説明等をわかりやすいものに工夫するなど配慮が必要である。

また、特に外部のコミュニケーション及び協議においては、土木事業そのものの一般的知識を持たない関係者も想定されることから、特に説明には配慮が必要である。

5.3 リスクマネジメントの計画

地質・地盤リスクマネジメントの実施にあたっては、事業の特性や外部・内部の状況を勘案して以下の項目を定める。

- ・ 目的と対象の設定
- ・ 体制の構築
- ・ 計画の立案

【解説】

事業者は、地質・地盤リスクマネジメントの導入、運用にあたり、リスクマネジメントの方針や体制・組織とその役割、マネジメントの計画について、あらかじめ定める。

これらを定めるには、事業の特性や想定されるリスクの大きさ、リスクマネジメントに必要な関係者の役割や機能等を検討するための事前のコミュニケーション及び協議が必要である。

5.3.1 目的と対象の設定

地質・地盤リスクマネジメントの導入にあたり、事前のコミュニケーション及び協議等を踏まえて、事業における地質・地盤リスクマネジメントの実施の可否を判断し、目的と対象を定める。

【解説】

事業者は、地質・地盤リスクマネジメントの実施の可否、事業における地質・地盤リスクマネジメントの目的と対象を定める。

これらを定めるには、事業の特性や想定されるリスク、リスクマネジメントに必要な関係者の役割や機能等を検討するための事前のコミュニケーション及び協議が必要である。

また、地質・地盤リスクマネジメントを実施する上での制約条件等となる外部の状況として、自然条件、地域住民のニーズ、環境への影響等を整理する。これらを整理するために、必要に応じ外部とのコミュニケーション及び協議を行う。

(1) 地質・地盤リスクマネジメントの実施の判断

1) 地質・地盤リスクマネジメントが効果的な事業

地質・地盤リスクマネジメントの実施の判断は、当該事業で想定される地質・地盤リスクの大きさを考慮して行うのが一般的である。例えば下記のような事業では、地質・地盤リスクが相対的に大きく、地質・地盤リスクマネジメントによる事業への効果が期待される。

- ・一定以上の延長の道路等の建設計画
- ・大規模な掘削や地形改変を伴う事業
(ダム、規模の大きい橋梁・切盛土工・トンネル等)
- ・周辺に様々な施設が近接する事業
(都市部での地下工事、各種施設の直近での掘削工事等)
- ・地下水に影響を与える可能性のある事業
(地下水利用に影響を与える事業、大規模・広域に地下水変化を生じる事業、地下水変化に起因する地盤沈下や浮力の変化等の影響を生じる事業等)
- ・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、土石流などの災害危険箇所での事業
- ・軟弱地盤、液状化しやすい地層などの脆弱な地盤の箇所での事業 等

2) リスクの事前想定

地質・地盤リスクマネジメントの実施の可否を検討する際には、その時点

の情報から、リスクを事前に想定ないし仮定する必要がある。リスクマネジメントを開始する前の情報が少ない時点でリスクを想定することは容易ではないが、その時点での地質・地盤情報のほか、専門家等との十分なコミュニケーション及び協議や類似の他事業での事例等を参考に、大きなリスクを見逃さないように行うことが重要である。

3) 地質・地盤リスクマネジメントの実施の判断

地質・地盤リスクマネジメントの実施の判断は、地質・地盤リスクマネジメントの効果を考慮して行う。

リスクの大きさは、事業の存否に関わるような大きなリスクから、事業の効率的な実施に影響のない小さなリスクまで様々である。このため、リスクの大きさを適切に分類し、あるレベル以上のリスクがある場合にリスクマネジメントを実施することが望ましい。

また、リスクには、事業計画時など早期のリスクマネジメント・リスク対応が効果的なものと、設計時や施工時のリスクマネジメント・リスク対応が効果的なものがある。このため、地質・地盤リスクマネジメントの効果を考慮し、実施の可否や実施時期を判断する必要がある。

(2) 目的の設定

当該事業が内部・外部から求められる条件や制約等について整理し、地質・地盤リスクマネジメントの活動によって達成すべき目標や条件を、目的として設定する。例えば、建設する施設の仕様や機能、工期、工費 (B/C)、施工時及び建設後の安全性や周辺環境への影響などの視点が考えられる。

設定した目的は、リスク基準を決めるために必要なものであり、リスクマネジメントの運用方針となるものである。

(3) 対象の設定

ここでの対象とは、地質・地盤リスクマネジメントの適用対象とする事業全体、または事業の一部をさす。対象には、下記のような視点がある。

- ①施設の視点 (全事業範囲、特定の事業範囲、特定の構造物 等)
- ②時間の視点 (全期間または段階、特定の期間または段階 等)
- ③リスクの種類の見点 (全リスク、一部のリスク 等)

①のうち、特定の事業範囲・特定の構造物のみを対象とする場合とは、例えばリスクの大きな地すべり地帯や軟弱地盤のみを対象とする場合や、地質・地盤リスクの影響を受けやすいトンネルや長大のり面等のみを対象とする場合等が考えられる。

②のうち、特定の期間 (または段階) を対象とする場合とは、例えばトンネル

施工時のリスクマネジメント等が考えられる。ただし地質・地盤リスクマネジメントは全ての期間を通じて段階的に実施することが効果的である。

③のうち、一部のリスクのみ対象とする場合とは、構造物の設計の枠組みの中に含まれないリスクを除外することが考えられる。例えば河川堤防の設計において活断層による変位や火山噴火による影響は一般に考慮されない。

適用対象の設定においては、関係者とのコミュニケーション及び協議を踏まえ、地質・地盤リスクマネジメントの目的、効果について考慮するとともに、一部のみを対象とする場合にはその理由を整理しておく。

5.3.2 体制の構築

地質・地盤リスクマネジメントの実施にあたっては、内部・外部から必要な能力・知識を持つ者からなる関係者を参画させ、これら関係者の連携体制を構築する。

主な関係者は、事業者、地質・地盤リスクマネージャー、地質・地盤技術者、設計技術者、施工技術者、施設点検者で構成されることが基本である。

【解説】

(1) 関係者の構成と役割

事業者は、地質・地盤リスクマネジメントを実施するにあたって、内部・外部から必要な能力・知識を持つ者を参加させ、これら関係者の連携体制、その機能や役割・責任分担等を明確化する。また、関係者は、それぞれの役割と責任の分担をあらかじめ確認し、割り当てられた役割を果たすために必要な能力・機能が確保できるようにする。

地質・地盤リスクマネジメントにおいては、それぞれの役割や責任とともに、相互の密接な連携が重要である。特に地質や地盤は不確実なものであるため、しばしば想定外の事態が発生する。その際、当初設定していない作業が必要となり、このようなときに、情報伝達不足やリスクに対する情報の共有不足など、役割や責任の隙間が生じて好ましくない結果に至る例が多いことに留意が必要である。したがって、この隙間を補うよう常日頃から連携し、リスクに対する情報共有を密に行って共通認識を持ち ONE-TEAM 体制でリスクを取扱うことが重要である。

地質・地盤リスクマネジメントにおける関係者の構成の例を表-3に示す。これについては国土交通省の一般的な事業を想定して例示したものであり、事業者や事業の特性等によって、異なる体制・構成や役割分担で行ってもよい。

なお、これらは技術者個人をさす場合と組織をさす場合があるが、本ガイドライン（案）では両者を包括して用いている。

表-3 地質・地盤リスクマネジメント関係者の構成の例

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。 (リスクの想定と必要な地質調査計画案へのアドバイス、リスクアセスメント・リスク対応等の内容確認とアドバイス等。)
地質・地盤技術者	地質・地盤に関わる調査・解析を行う者。 (地質・地盤条件等の調査によるリスクの抽出、リスク分析・評価、リスク対応の提案等。)
設計技術者	構造物などの設計を行う者。 (設計時のリスクの検討や確認と設計による対応方法の提案等。)
施工技術者	設計資料を基に構造物などの施工を行う者。 (施工時のリスクの検討や確認、施工中のリスクのモニタリングと対応、施工におけるリスク対応結果の整理等。)
施設点検者	構造物の維持管理における点検を行う者。 (施設の施工記録や既存の点検結果の確認、点検によるリスクの検討や確認、点検結果に基づくリスク対応の提案と結果の整理等。)

議題 4

(2) チームとその役割

地質・地盤リスクは複数の専門領域にまたがるため、プロセスに応じた関係者で構成したチーム体制で対応することが基本である。リスクマネジメント体制の中で、チームとして役割を果たすものの例として下記のようなものがある。

リスク特定チーム：リスクを見逃さず抽出・特定するためのチーム

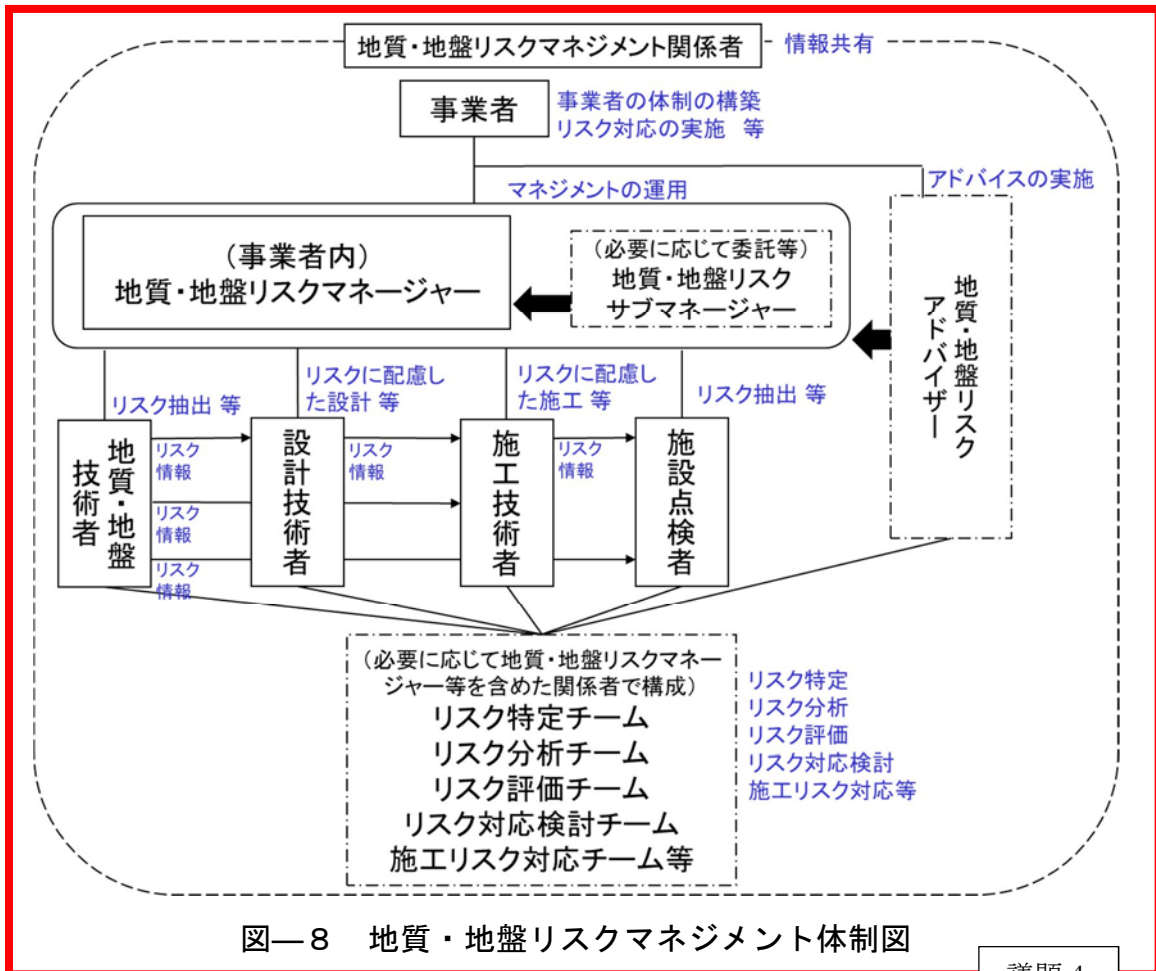
リスク分析チーム：リスクを分析するチーム

リスク評価チーム：リスクの評価を行うチーム

リスク対応検討チーム：リスク評価結果に基づき、リスク対応策を案出・整理するチーム

施工リスク対応チーム：施工時の地質・地盤リスクに対応するチーム

地質・地盤リスクマネジメント関係者の体制と役割分担の例を図—8に示す。



図—8 地質・地盤リスクマネジメント体制図

議題 4

(3) 関係者の体制や役割の例

以下では、関係者の体制や役割の例を示すが、これについては国土交通省の一般的な事業を想定して例示したものであり、異なる体制や役割分担で行ってもよい。

1) 事業者の体制と主な役割

①事業者の体制

事業者は、地質・地盤リスクマネージャー（プロジェクトマネージャー等が兼務することでも良い）、地質・地盤リスクアドバイザーのほか、必要に応じて適切な体制を構築する。例えば、地質・地盤リスクマネージャーの下で活動を行うグループ、地質・地盤リスクアドバイザー以外の構造物や施工等の専門家も含めた技術検討委員会等がある。

②事業者の役割

事業者は、地質・地盤リスクマネージャーとともに、地質調査や施工等によって明らかになった地質・地盤リスクに対するリスク対応の方法について事業の諸条件等も踏まえて比較検討し決定する。

事業者は、リスク対応の比較検討結果やリスク対応の決定根拠を記録に残し、後の作業に関わるリスクマネジメント関係者に共有し引き継ぐ。

リスクへの対応として、調査業務、設計業務、工事において、前提条件に変更が生じる場合、事業者は速やかに対応方針の変更を行う。また、完成した構造物は長期にわたり供用されるため、事業者は維持管理段階に応じた体制を設けることが望ましい。

③地質・地盤リスクマネージャーの設置

事業者は、地質・地盤リスクマネージャーを事業者の中に置き、地質・地盤リスクマネジメント全体を統括する。

④地質・地盤リスクマネージャーの資格等

地質・地盤リスクマネージャーは地質・地盤の専門知識を有する者が望ましいが、事業者はこの専門技術者が所属していることはまれであるため、専門技術者の不在等によってこれが難しい場合は、地質・地盤リスクマネージャーは土木技術に詳しい者とし、当該事業の技術面での実施において一定の責任を有する立場の者であることが望ましい。また、地質・地盤リスクマネージャーが地質・地盤の専門技術者でないときは、その補佐役として地質・地盤リスクに詳しい地質・地盤リスクサブマネージャーを置くことが望ましい。

地質・地盤リスクサブマネージャーを事業者以外、例えば技術者個人への依頼や契約、「地質・地盤リスクマネジメント技術支援業務」等による組織への委託等とする場合、地質・地盤やそのリスクに関連する適切な資格を有

する者（技術士のうち地質・地盤に関する分野、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）、地質・地盤リスクに対して十分な知見を有すると認められる者（大学、公的研究機関の研究者等）、または上記いずれかの者を含む団体が望ましい。

地質・地盤リスクマネージャーは、それぞれの役割及び責任を明確にするとともに、地質・地盤リスクマネジメントに必要な情報を共有し、十分意思疎通を図らなければならない。

⑤地質・地盤リスクマネージャーの主な役割

地質・地盤リスクマネージャーは、当該事業における地質・地盤リスクマネジメント、すなわち、リスクの特定・分析・評価・対応、コミュニケーション及び協議等の活動に対する運用管理方針、手順、及び実務を統括する。役割の例として下記のようなものがある。

i) 地質・地盤リスクマネジメントの枠組み等の設定

地質・地盤リスクマネージャーは、事業にあたって地質・地盤リスクマネジメントの枠組み・方針・計画・方法等（以下、枠組み等）を設定する。枠組み等には、あらかじめ定める必要のある諸項目として、地質・地盤リスクマネジメントの手順、責任の割り当て、活動の実施時期等の取り決めが含まれる。枠組み等は、当該事業の特性等を勘案して地質・地盤リスクマネージャーが定めるものとする。また、事業の重要性や規模などに応じた方法を用いても良い。

例えば、重要な事業では専門家等からなる委員会形式の追加等、小規模な事業では実施回数や手続きを簡略化した方法等の採用が考えられる。リスク特定、リスク分析、リスク基準、リスク評価、リスク対応等の具体的な方法については、必要に応じて受注者や技術支援のための専門家等と協議して定めても良い。

ii) 調査方針の設定

地質・地盤リスクマネージャーは、当該事業の特性、当該地域の地形・地質の特性及びそこで起こりやすい地質・地盤リスク等を関係者とともに検討の上、リスクの特定等に最適と考えられる調査方針を設定する。

iii) リスク評価・対応の検討結果の審議

地質・地盤リスクマネージャーは、地質調査結果を踏まえたリスクの特定・分析・評価・対応等の検討結果について関係者とともに審議を行う。

iv) リスク対応候補の選定とリスク対応の実施確認

地質・地盤リスクマネージャーは、リスク対応候補の検討結果を事業者に提示し、事業者が決定したリスク対応について適切に実施されている

るか確認する。

v) 地質・地盤リスクマネジメント会議の開催と内容確認

地質・地盤リスクマネジメントを目的とする関係者の会議（地質・地盤リスクマネジメント会議）を開催するとともにその内容を確認する。地質・地盤リスクマネジメント会議には、関係者全体による会議だけでなく、リスク評価チームの会議など、一部のメンバーによる会議などもある。また、地質・地盤リスクマネージャーが参加しないものも含まれるが、地質・地盤リスクマネージャーは重要なポイントについて確認する。

⑥地質・地盤リスクアドバイザーの設置と役割

土木事業の事業者には一般に地質・地盤の専門家が少ないため、地質・地盤リスクアドバイザーを置くことが有効である。地質・地盤リスクアドバイザーは、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とともに、リスクの見逃し等をチェックし、リスクの発見、リスク評価、リスク対応等について、事業者や受注者に助言し支援する。

地質・地盤リスクアドバイザーの必要性の判断は地質・地盤リスクマネージャーが行う。

⑦地質・地盤リスクアドバイザーの分野

土木事業における地質・地盤リスクに対しては、地形・地質学的な視点と地盤工学・岩盤工学的な視点、及び設計・施工技術的な視点等が必要であり、かつこれらはそれぞれ異なる専門技術である。このため、地質・地盤リスクアドバイザーは、当該事業でアドバイスが必要と考えられる専門分野を確認の上選定する。

⑧地質・地盤リスクアドバイザーの資格等

地質・地盤リスクアドバイザーは、地質・地盤リスク、設計・施工等に関連する適切な資格を有する者（技術士のうち地質・地盤、設計・施工等に関する分野、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）や地質・地盤リスク、設計・施工等に対して十分な知見を有すると認められる者（大学、公的研究機関の研究者等）から選定する。

地質・地盤リスクマネージャー自らが地質・地盤等の専門家である場合は、小規模な事業等では自らが地質・地盤リスクアドバイザー（の一人）を兼務することもできるが、大規模または複雑な地質条件となる事業の場合は、地質・地盤リスクマネージャーとは別に設置することが望ましい。地質・地盤リスクアドバイザーは、事業者の中に地質・地盤技術者が所属している場合は事業者の中に設置しても良い。不在の場合には別途依頼や委託等によって設置する。

⑨地質・地盤リスクアドバイザーの実施形態

地質・地盤リスクアドバイザーの実施形態として、専門家に個別に依頼する場合のほか、重要な事業ではアドバイザーリーボード（委員会）形式によって実施する方法がある。事業者、設計技術者、施工技術者による三者会議や合同現地踏査に地質・地盤技術者を参画させる場合も、簡易的な地質・地盤リスクアドバイザーと見なすことができる。

また、それらを行うかどうかの意思決定も含めて地質・地盤リスクマネージャーがリスクマネジメントの全体を統括する必要がある。

2) 地質・地盤技術者の体制と主な役割

①地質・地盤技術者の体制

地質・地盤技術者の体制は、地質・地盤リスクの特定や評価が適切に実施できるように、十分な地質業務経験と当該事業や構造物に関する知識のある責任者の下で、地質・地盤リスクに関して知識・技量を有した者が行う。特に以下の点が重要である。

- ・地質・地盤リスクの特定・分析・評価を適切に実施できる技術者の配置
- ・事業者・地質・地盤リスクマネージャー、設計技術者や施工技術者等との連携・協力体制の維持

②地質・地盤技術者の役割

地質・地盤技術者は、地質・地盤リスクマネージャーが策定した地質調査方針に基づき最適な地質調査を計画・実施する。これにあたっては、当該地域の地形・地質の特性、起こりやすい地質・地盤リスク、当該事業・構造物の特性と地質・地盤への要求性能等について、関連資料や周辺地質情報（ボーリング等を含む）の収集・分析等によって事前に十分把握する。

地質調査結果は、リスクマネジメントが行えるように、必要な情報を所定の様式でとりまとめる。必要な項目の例としては、地質調査結果、調査結果に推定が含まれる場合（地質図等）の推定の根拠、調査結果（地質図等）の不確実性とその内容、地質・地盤リスク、リスク管理表等である。

地質・地盤技術者は、地質調査結果及び当該事業で発生し得る地質・地盤リスク等に基づき、想定可能で事業実施上無視できない全てのリスクを抽出し、業務報告書に記載する。また、地質調査業務がリスク評価等を含む業務で、リスク基準が事業者や地質・地盤リスクマネージャー等から示されている場合には、リスク特定、リスク分析、リスク評価、リスク対応の提案等を行い業務報告書に記載する。

リスク特定、分析、評価、対応の具体的な方法については、事業者や地質・地盤リスクマネージャー等と協議の上、適切な方法を定める。

地質・地盤技術者は、事業者や地質・地盤リスクマネージャーに対して、地質調査結果及びリスク特定、分析、評価、対応等についての検討結果を明確に伝達し記録に残す。

③成果品のチェック

地質・地盤技術者は、その成果について、適切なチェック体制によって、地質・地盤リスクの整合性や残存リスク、不確実性の表現等に対する照査を実施する。

3) 設計技術者の体制と主な役割

①設計技術者の体制

設計技術者は、地質・地盤リスクに対して適切な設計ができるように、適切な人材を確保し、体制を構築する。特に以下の点が重要である。

- ・地質・地盤リスクの構造物等への影響を分析できる技術者の配置
- ・事業者・地質・地盤リスクマネージャー、地質・地盤技術者や施工技術者等との連携・協力体制

②設計技術者の役割

設計技術者は、各段階において必要となる構造物等の設計を行い、その構造物を建設する上での地質・地盤に対する要求性能を地質・地盤リスクマネージャー及び地質・地盤技術者に伝達する。また、リスク低減のための適切な対策工の設計を行う。

設計技術者は、地質調査結果に潜む不確実性を正しく認識し、設計に反映させる必要がある。また、設計時には、地盤定数の取扱、設計計算、作図等の人為的なリスク要因となり得るものが多い。そのため、幅広い地質・地盤リスクの知識を有する者が担当することが望ましい。

設計技術者は、リスク対応方針に基づき設計を行うが、必要に応じて地盤の物性値を変えたパラメトリックスタディなどを通じて、設計方法によるリスクへの対応について、どの程度まで地質・地盤リスクを低減できたか、また残存リスクはあるか等を地質・地盤リスクマネージャー及び施工技術者に明確に伝達し、記録に残す。

新たな地質・地盤リスクが判明した場合には、地質・地盤リスクマネージャー及び地質・地盤技術者と協議の上、リスク分析を行い、対応方針を検討する。

③成果品のチェック

設計技術者は、その成果について、適切なチェック体制によって、地質・地盤リスクの整合性や残存リスク、不確実性の表現等に対する照査を実施する。

4) 施工技術者の体制と主な役割

①施工技術者の体制

施工技術者は、施工における地質・地盤リスクに対して適切な対応ができるように、適切な人材を確保し、体制を構築する。特に以下の点が重要である。

- ・設計や施工を熟知するとともに、地質・地盤条件の変化または設計条件との乖離による構造物等への影響、施工の変更による地質・地盤への影響等を把握できる技術者の配置
- ・想定外の地質等に対する施工時の迅速な対応の体制
- ・施工の品質確保、チェックの体制
- ・事業者、地質・地盤リスクマネージャー、地質・地盤技術者、設計技術者等との連携・協力体制

②施工技術者の役割

施工技術者は、地質・地盤調査及び設計の成果から対象となる地質・地盤リスクを正しく認識し、適切な方法、手順を用いて施工を行う。

施工中は、天候等の現地条件による工程の遅れといった事業への影響もあり、地質・地盤リスクの対応方針が変化する可能性がある。そのため、施工技術者は工程管理を適切に行い、逐次、地質・地盤リスクマネージャーに報告する必要がある。

施工を適切に行った場合でも、施工自体にリスクが存在することがあるため、施工中のデータや想定されるリスクについて、地質・地盤リスクマネージャーに明確に伝達し、記録に残す。

施工時に地質・地盤リスクに関する事象が発現した場合ないしその兆候が認められる場合、直ちに地質・地盤リスクマネージャーに報告する。追加地質調査が必要な場合は地質・地盤リスクマネージャー及び地質・地盤技術者と相談の上、リスク分析を行い、対応方針を検討する。

③施工条件の照査と工事記録のチェック

施工技術者は、適切なチェック体制によって、施工条件における地質・地盤リスクの照査、リスク対応結果や残存するリスクが工事記録に適切に記載されていることのチェックを実施する。

5) 施設点検者の体制と主な役割

①施設点検者の体制

施設点検者は、構造物における地質・地盤リスク（例えば地質の風化・浸食・地下水変化等による施設の劣化、変形、破壊等）に対して適切な対応が

できるように、適切な人材を確保し、体制を構築する。

②施設点検者の役割

施設点検者は、地質・地盤リスクの調査、発生機構やリスクの分析・評価及びそれを踏まえた適切な対応を検討する。施設の建設時等の成果から対象となる地質・地盤リスクを正しく認識し、適切な方法、手順を用いて点検を行うとともに、運用時のリスク検討や確認、リスク対応の提案と結果の整理等を行う。

③点検対象及び点検結果のチェック

施設点検者は、適切なチェック体制によって、点検対象となる地質・地盤リスクの照査、点検によるリスク評価やリスク対応結果、残存リスクの記録が適切に行われていることのチェックを実施する。

5.3.3 計画の立案

地質・地盤リスクマネジメントの計画にあたっては、以下の項目を定める。

- ・リスク基準
- ・現時点で想定される地質・地盤リスクの列挙と調査方針
- ・リスクアセスメントの方法の設定
- ・コミュニケーション及び協議の実施時期

【解説】

地質・地盤リスクマネジメントの計画は、事業者及び地質・地盤リスクマネージャーが、地質・地盤リスクアドバイザーの助言等、関係者や専門家等とのコミュニケーション及び協議を踏まえて定める。

なお、すでに地質調査や設計が行われている場合は、地質・地盤技術者及び設計技術者も交えてコミュニケーション及び協議を実施して定めるとよい。

(1) リスク基準の設定

事業者及び地質・地盤リスクマネージャーは、地質・地盤リスクマネジメントの目的・対象等に照らして、地質・地盤リスクの重大性を評価し意思決定の目安とするためのリスク基準を設定する。リスク基準は、後述するリスク評価において、リスクレベルと照らして対応方針が決定される。そのため、対象事業において、各段階で決定しなければならない事項またはそれに伴う制約条件をリスク基準とする場合がある。例えば、事業コストの制約、事業期間の制約、用地の制約等がある。

(2) 現時点で想定される地質・地盤リスクの列挙と調査方針

地質・地盤リスクマネージャーは、5.3.1項「目的と対象の設定」に基づいて、関係者間のコミュニケーション及び協議を踏まえて、地質・地盤条件等の調査の方針を決定する。

地質・地盤条件等の調査の方針決定にあたっては、実施箇所の地形・地質から想定される概略の地質・地盤条件及び構造物の配置などの事業の特性を基に、その時点において想定される地質・地盤リスクを列挙し、それぞれのリスク要因となる地質・地盤条件を把握することが可能となるよう調査の方法や数量の検討を行う。

検討にあたっては関係者とのコミュニケーション及び協議を行い、リスクアセスメントやリスク対応のプロセスに向け、リスクの見逃しを極力避けるよう努力しなければならない。また、地質・地盤リスクアドバイザーからの助言を必

要に応じて求める。事前にリスクが特定されている場合においても、リスクの見逃しを防ぐためには、これらの検討手順を省略すべきではない。

(3) リスクアセスメントの方法の設定

地質・地盤リスクマネージャーは、リスク基準の設定、調査方針を踏まえ、アセスメント及びリスク対応において用いるリスクの整理方法、リスクレベルの表示方法について設定する。

検討にあたっては関係者とのコミュニケーション及び協議を行い、対象となる事業や構造物の特性、想定される地質・地盤リスクの種類を踏まえ、適用可能な方法を設定する。設定した方法は、地質・地盤条件等の調査やその後のプロセスにおいて適切にリスクを整理できるかどうか見直し、取扱うリスクに応じて手法を修正・追加することが望ましい。

(4) コミュニケーション及び協議の実施時期

地質・地盤リスクマネージャーは、コミュニケーション及び協議（地質・地盤リスクマネジメント会議）を開催する。

これらの実施時期は、リスクマネジメントが効率的かつ円滑に進むよう、リスクアセスメント及びリスク対応の各プロセスの着手や終了といった節目だけではなく、各プロセスの進捗状況に合わせ設定する必要がある。

また、関係者全体による会議だけでなく、特定の関係者からなるチームなど一部のメンバーによる会議なども必要に応じ招集する。

5.4 リスクアセスメント

リスクアセスメントは、リスク対応やその優先度の判断に必要な情報を得るために、地質・地盤条件とその不確実性の特性を把握し、事業に対する影響を評価することを目的に実施する。

【解説】

リスクアセスメントは、地質・地盤条件等の調査、リスク特定、リスク分析、リスク評価のプロセスから構成される。

リスクアセスメントはリスク対応やその優先度の意思決定に必要となる判断材料を得る作業であり、地質・地盤条件等の調査によって地質・地盤の性状や分布およびその不確実性を把握し、構造物の築造あるいは外力等といった事業の特性との組合せによって、事業の目的に対してどのような影響があるかを評価するものである。

リスクアセスメントにおいては、①リスクの項目、②リスクの位置や範囲、③リスクの内容、④起こりやすさ、⑤結果の大きさ等について検討を行い、事業に対する影響を評価する。

リスクアセスメントは、計画の立案において設定された方法に沿って進められるが、作業の進捗に応じて見直しを行うことが望ましい。

5.4.1 地質・地盤条件等の調査

リスクアセスメントにおいては、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地質・地盤条件等の調査を実施する。

【解説】

(1) 調査計画

ここでは地質・地盤条件等の調査として、地質・地盤技術者が通常行う地形・地質・地下水等の調査(以降、地質調査と総称)とこれを踏まえたリスク要因の考察、リスクの抽出までを「地質・地盤条件等の調査」として解説する。

計画の立案において定められた地質・地盤条件等の調査の方針に基づき、事業者は地質・地盤条件等の調査を計画する。地質・地盤条件等の調査は、必ずしも当初の方針のみで行われるとは限らず、リスク特定やリスク評価の結果、あるいはリスク対応の選択肢の一つとして計画されることがある。

地質・地盤技術者は、この計画に沿い調査の具体的な手順を計画して実施するが、調査前や調査中においてリスクに関する重要な点が判明した場合には、地質・地盤リスクマネージャーとの協議あるいは関係者間のコミュニケーション及び協議を行い、必要に応じて調査の追加や変更等を行う。

また、調査は、事業の計画時や設計時だけでなく必要に応じて施工時にも行われるものであり、その段階に応じた適切な調査を提案し実施する。

なお、構想・計画段階などで現地に立ち入れない等の理由によって、十分な地質調査が行えない場合は、資料調査(地形判読、既往地質図等の分析、国土地盤情報データベースの活用など)や可能な範囲での地質調査を行って地質・地盤リスクを整理する。その上で、地質・地盤リスクアドバイザーからの意見聴取や地質・地盤リスクアドバイザーを含めたコミュニケーション及び協議によって、地質・地盤リスクの見逃しを避けることを基本とする。

(2) 調査の流れ

地質・地盤条件等の調査は、基本的に下記の手順で行う。

- ①机上調査や地質調査による地質・地盤情報の整理
(地質不良個所や災害危険個所などリスク要因の整理を含む)
- ②不確実性の整理(地質・地盤の不確実性、設計・施工の不確実性等)
- ③不確実性を考慮した地質・地盤の推定性能とリスク要因の把握
- ④要求性能と推定性能の対比等によるリスクの抽出

(3) 地質・地盤情報の活用

地質・地盤は極めて不均質なものであり、その事業による調査のみで全体像を把握することは困難である。このため、詳細な地形図（たとえば航空レーザ測量図等）、既往のボーリング情報（たとえば国土地盤情報等のデータベース）、周辺で行われた事業の調査や設計に関わる報告書や工事の施工記録等の、地質・地盤リスクマネジメントにおいて有効な地質・地盤情報をできる限り収集・活用し、地質・地盤の不確実性を極力低減することに努める。

特に事業の早期においては現地での地質調査が難しいため、この段階で収集する地形情報、地質・地盤情報、地下水情報等の質とその分析が重要である。例えば、事業の早期の段階で精度の高い航空レーザ測量図が入手でき、その地形判読を行えば、事業区域に大規模な地すべりが分布することを把握できる可能性が高いが、精度の低い地形図のみしか入手できない場合は、地すべりのリスクを考慮した事業計画とする必要がある。

(4) 地質調査

地質調査は、資料調査、地形調査、地質踏査、ボーリング調査等によって、地質・地盤の性状や構造等を推定するものである。その成果例としては、ボーリングデータ、地盤物性データ、地形判読図、地質図、断面図、岩級区分図や推定物性分布図等がある。また、地質の不良個所や災害危険個所など、リスク要因となる情報についても整理する。

地質・地盤は、直接確認しにくいいため、各事業段階で必要な精度での丁寧な地質調査を行うことが重要である。地質・地盤リスクに関わる影響が生じた事例によると、調査不足や調査精度の不足、重要な地質要因の見逃しや見誤りによるものが多いことから、資料調査・地形調査・地表地質踏査・地質構造の分析などの精度をあげることが重要である。

(5) 不確実性の整理

不確実性によるリスクの要因には下記のようなものがあるので、必要な項目について整理する。

①自然的要因（地質・地盤・地下水等の要因：素因）

- ・ 自然地盤の材質・構造・物性等の不確実性に起因するもの
- ・ 人工地盤の材質・構造・物性等の不確実性に起因するもの
- ・ 地質・地盤災害の発生の不確実性に起因するもの
- ・ 地盤や地下水等による環境影響の発生の不確実性に起因するもの
- ・ 地下水・地中ガス等の存在や挙動の不確実性に起因するもの 等

②人為的要因（関係者やその対応の要因：誘因）

- ・地盤に対する設計・施工の不確実性に起因するもの
- ・施設や基礎の管理の不確実性に起因するもの
- ・地質・地盤情報の伝達・対応等の不確実性に起因するもの 等

以下、地質・地盤の不確実性、及び設計・施工の不確実性について例示する。

1) 地質・地盤の不確実性の整理

地質・地盤の不確実性は、これまで通常的地質調査業務では必ずしも明確に取扱ってこなかったものである。これは定量的に示すことができない場合も多いが、不確実性の整理は地質・地盤の性能やリスクを推定する上で不可欠であるため、経験的・定性的な方法も用いて、不確実性のある項目やその程度を明示することに努めるとともに、これを地質・地盤の性能の推定等に反映させる。また、不確実性が大きく、かつ地質・地盤リスクが大きいと推定されるものについては、必要に応じて追加調査を行い、不確実性の程度を低減させることを試みる。

2) 設計・施工の不確実性の整理

工法自体が持つ不確実性や、地質・地盤の不均質性等に起因して施工時に生じる不均質性・不確実性等については、地質・地盤の不確実性と同様にこれまで必ずしも明確に取扱ってこなかったものである。これは定量的に示すことができない場合も多いが、設計及び施工における地質・地盤リスクを推定する上で不可欠であるため、経験的・定性的な方法も用いて、不確実性のある項目やその程度を明示することに努める。また、不確実性が大きく、かつ地質・地盤リスクが大きいと推定されるものについては、必要に応じて複数の工法の比較検討等を行い、不確実性の程度を低減させることを試みる。

(6) 地質・地盤の要求性能の整理

構造物の設計条件等から、当該事業が地質・地盤に求める性能（要求性能）を整理する。整理にあたっては関係者間のコミュニケーション及び協議によって、要求性能の確認を行う。

地質・地盤リスクに関わる影響が生じた事例の中には、要求性能の見逃しによるものもみられることから、要求性能は見逃しなく整理する。

なお、事業段階が早期の場合、構造物の地質・地盤に対する要求性能は明確でない、または流動的である場合が多く、また地質状況によっては構造の変更が必要になり、これによって要求性能自体が急に変更される場合もある。要求性能が変わると必要な地質調査の内容や精度も変わることから、相互の関連性を確認しつつ、必要十分な要求性能の整理を進める。

土木事業において一般に必要な地質・地盤の性能（要求性能）の例としては下記のようなものがあるが、これはあくまで一例であり、実務においては構造物ごと等により詳細にチェック項目一覧表等を活用して整理するとよい。

- ①支持地盤としての性能（工事中を含む）
 - ・力学性能（強度、変形性、異方性等）
 - ・水理性能（遮水性、透水性等）
 - ・長期安定性（沈下、液状化、風化・浸食等に対する安定性） 等
- ②事業域及び周辺に対する性能（工事中を含む）
 - ・斜面安定性（地すべり・崩壊に対する安定性等）
 - ・環境安全性（地下水の水質の安全性等） 等

（7）地質・地盤の推定性能とリスク要因の把握

地質調査結果を基に、要求性能項目に対する推定性能（平均的・代表的な性能に加えて、地質の不均質性や異方性、物性のばらつきなど、想定できる範囲での不確実性を考慮したもの）を把握する。また、特にリスク要因（例えば地すべりなど望ましくない地質事象となり得る事項）があればその詳しい状況を把握する。さらに、地質・地盤の不確実性や施工時の不確実性が大きくリスク要因となる可能性についても把握する。

（8）地質・地盤リスクの抽出

以上の調査から地質・地盤リスクを抽出する。地質・地盤リスクとなる条件の一例として次のようなものがある。

- ・推定性能が要求性能を下回る可能性のある項目
- ・地質不良部や災害危険箇所（破碎帯、地すべり、活断層、軟弱地盤等）
- ・地質・地盤、施工の不確実性が高いもの 等

抽出した地質・地盤リスクについては、計画の立案で設定したリスクの整理方法に沿って、そのリスク要因とその特性について整理する。必要に応じて平面図、断面図に地質・地盤リスクの範囲を明示し「リスクの見える化」を図るとよい。

下記の①～⑤は、抽出したリスクについて整理する項目の例である。地質・地盤条件等の調査のみでは、全ての項目を記載することが難しい場合もあるが、可能な範囲でこれらについて整理しておくことが望ましい。

- ①リスクの項目
- ②リスクの位置や範囲
- ③リスクの内容（要因、素因や誘因等）
- ④結果の大きさとその根拠
- ⑤起こりやすさとその根拠（要求性能と推定性能の関係等）

また、検討の結果リスクとして抽出しなかったリスク要因についてもその理由等を整理しておくことが望ましい。

5.4.2 リスク特定

リスクアセスメントにおいては、地質・地盤条件等の調査で抽出されたリスクを参考に、リスク分析の必要があるものを特定する。

【解説】

(1) 多様な視点によるリスク特定

地質・地盤リスクの特定は、地質・地盤条件等の調査で抽出されたリスクを参考に、地質・地盤技術者と地質・地盤リスクマネージャー、設計技術者、施工技術者、設計や施工の専門家、リスク特定チーム等が多様な専門の視点でブレインストーミングすることによって行う。特に、地質・地盤の不確実性が構造物に及ぼす影響を十分勘案してリスクを特定すること、また地質・地盤技術者が抽出したリスク以外についても、見逃しがないか確認することが重要である。

軽微であり無視できるリスクを除き、今後対応が必要と考えられる地質・地盤リスクをできるだけ見逃しなく特定するものとする。

(2) 特定したリスクの整理

特定された地質・地盤リスクについては計画の立案で設定したリスクの整理方法に沿って、整理する。

下記の①～⑤は、地質・地盤条件等の調査でも示したリスクについて整理する項目の例である。リスク特定の時点でも、全ての項目を記載することが難しい場合もあるが、可能な範囲でこれらについて整理しておくことが望ましい。

- ① リスクの項目
- ② リスクの位置や範囲
- ③ リスクの内容（要因、素因や誘因等）
- ④ 結果の大きさとその根拠
- ⑤ 起こりやすさとその根拠（要求性能と推定性能の関係等）

また、リスクとして特定しなかったリスク要因についてもその理由等を整理しておくことが望ましい。

5.4.3 リスク分析

リスクアセスメントにおいては、リスク評価及びリスク対応の判断材料を得ることを目的に、リスクにおける結果の大きさと起こりやすさを分析する。

【解説】

(1) 結果の大きさと起こりやすさの分析

地質・地盤リスクの分析手法は定められたものはないが、リスクにおける「結果の大きさ」と「起こりやすさ」を組み合わせた、リスクレベルとして表されるリスクの大きさを見積もることを基本とする。

特定された地質・地盤リスクの多くは、結果の大きさと起こりやすさに幅がある。リスクレベルを高い精度で決定するためには、この幅を小さくすることが必要であり、必要に応じて追加の地質調査を実施して不確実性の低減を図る。また、設計時のリスク分析では、必要に応じて地盤の物性値を変えたパラメトリックスタディによって、影響の大きさを分析するとよい。

(2) 地質・地盤リスクの結果の大きさ

地質・地盤リスクの結果の大きさは、事業の内容・規模・重要度、周辺の社会状況等に応じて適切な手法によって整理する。

地質・地盤リスクの結果の大きさは、リスク要因と生じる事象によって様々であることから、工費や工期等の目的への影響の程度を事象ごとに個別に整理するとよい。

なお、結果の大きさの整理にあたっては、その方法の採用の考え方を明確化・明文化しておくことが重要である。

例えば、「地質リスクマネジメント入門（地質リスク学会・全地連：2010）」に示されるニュージーランド道路庁のように「多大」、「大」、「中」、「小」、「無視できる」と区分することが考えられる。

(3) 地質・地盤リスクの起こりやすさ

地質・地盤リスクの起こりやすさは、地質・地盤状況、事業の内容・規模・重要度、周辺社会状況等に応じて適切な手法によって整理する。

地質・地盤リスクの起こりやすさは定量化することが難しいことが多いため、地形・地質の成り立ち、周辺の地形・地質状況や物性のばらつき、情報量等を参考にして、地質・地盤技術者の知見や経験等によって、半定量的ないし定性的に区分されることが多い。

なお、地質・地盤リスクの起こりやすさの整理にあたっては、その方法の採用の考え方を明確化・明文化しておくことが重要である。

例えば、「地質リスクマネジメント入門（地質リスク学会・全地連：2010）」に示されるニュージーランド道路庁のように「可能性が高い（50%より大きい）」、「普通（20-50%）」、「可能性が低い（10-20%）」「少ない（1-10%）」、「希少（1%未満）」と区分する（地質リスク学会・全地連, 2010）ことが考えられる。

（４）分析したリスクの整理

リスク分析の結果は、計画の立案で設定したリスクの整理方法に沿って整理する。

下記の①～⑤は、リスク分析結果について整理する項目の例である。

- ①リスクの項目
- ②リスクの位置や範囲
- ③リスクの内容（要因、素因や誘因等）
- ④結果の大きさとその根拠
- ⑤起こりやすさとその根拠（要求性能と推定性能の関係等）

5.4.4 リスク評価

リスクアセスメントにおいては、リスク分析結果に基づき、リスク基準との比較等によって、リスク対応の必要性を評価する。

【解説】

(1) リスク評価の内容

地質・地盤リスクの評価手法は定められたものはないが、リスク分析結果に対して、あらかじめ設定された「リスク基準」をあてはめて評価することが一般的である。ただし、必ずしも「リスク基準」のみで評価できない場合も想定されることから、関係者（リスク評価チーム）の協議等で評価を検討することを基本とする。

リスク評価の結果、リスク対応が必要と判断されたものについては、リスク対応のプロセスに進むこととなる。

影響が小さく、リスク対応が不要と判断されたものについては、その根拠を記録し、次の段階へ引き継ぐ。

リスク評価の結果、リスク対応を行うかどうか判断できないケースがある。こういったケースでは、地質・地盤条件等の調査を追加してリスク分析のプロセスに戻ることを選択する場合、リスクを保有した状態で事業の進捗によって地質・地盤条件が明らかになった段階でリスク評価を行うことを選択する場合などが考えられる。

(2) 評価したリスクの整理

リスク評価の結果は、計画の立案で設定したリスクの整理方法に沿って整理する。下記の①～⑥は、リスク評価結果について整理する項目の例である。

- ① リスクの項目
- ② リスクの位置や範囲
- ③ リスクの内容（要因、素因や誘因等）
- ④ 結果の大きさとその根拠
- ⑤ 起こりやすさとその根拠（要求性能と推定性能の関係等）
- ⑥ 評価の結果

5.5 リスク対応

リスク評価結果を基に、リスク対応の選択肢を検討し、最適な対応策を実施する。

【解説】

(1) リスク対応候補の案出と選定

リスク対応はリスクを修正するプロセスであり、ここでいう修正とは予想される影響がより好ましいものとなるように対応策を講じることである。一般に、回避（リスク要因を取り除く対応）、低減（リスクの起こりやすさを減じたり影響を小さくしたりする対応）、移転（保険等による対応）、保有（対策をとらずリスクを受け入れる対応）等に分けられる。地質・地盤リスクの対応方法も同様であり、そのための具体的な対応の方法として、計画変更、設計の変更、工法の変更、施工時や施工後のモニタリング等がある。また、これらを定めるのに十分な情報がない場合は、追加調査等の対応もある。

このため、必要に応じて地質リスク調査検討業務の活用、リスク対応検討チームによる検討等により、できるだけ複数のリスク対応策の案出を行う。検討チームは設計技術者、施工技術者、地質・地盤技術者が参加することが望ましい。

次に、案出された地質・地盤リスク対応策の中からリスク対応候補を選定する。この候補の選定は、リスク評価の結果を基に、その影響を勘案し、技術的な対応の可能性や行政的な対応の可能性等も含めて行うことが一般的である。

なお、候補の選定にあたっては、各対応方法によるメリットやデメリットを整理した上で、望ましい対応方法を選定するとよい。リスク対応は、その実効性を担保するため、単一のリスク対応だけでなく対応群として実施すべき場合もある。また、リスク対応することで他のリスクを生み出す場合もあることから、これらに留意し、多面的な視点で整理する。これらの情報はリスク管理表等にまとめて整理し、リスク対応候補の選定根拠も含めて記録し、引き継ぐ。

(2) リスク対応の決定と実施

地質・地盤リスクマネージャーは、事業の責任者と必ずしも同一ではないため、地質・地盤リスクマネージャーが行うのはリスク対応候補の選定であり、最終的な対応の決定は、地質・地盤リスクマネージャーと協議の上、事業者が行う。

事業者は選定されたリスク対応候補やその他の案について、その内容を十分把握した上で対応を決定し、できるだけ速やかに実施する。このために、受発注方式や契約内容等においても、あらかじめ地質・地盤の不確実性等に対応しやすい方式・内容にしておくことなどが考えられる（例：工事における「技術提案・

交渉方式」等)。

事業者は、最終的な対応の選定結果とその理由及びその後に必要な対応や残存リスク等を地質・地盤リスクマネージャーに伝えるとともに、記録に残し、後の作業に関わる関係者に共有し引き継ぐ。

(3) 不確実性を考慮したリスク対応

設計・施工段階では、地質・地盤リスクの不確実性を保有したまま作業を行う場合がある。これは、事業が進んだ段階で、より多くの、より精度の高い情報が得られるため、その時点において対応する方が効率的であると判断された場合である。つまり、設計・施工段階で「保有」として対応したリスクに対して、後段階である施工・維持管理段階で「低減」等の対応を行うというものである。

(4) 残存リスクへの対応

地質・地盤リスクに関わる影響の多くは施工時に発現する。このため、施工時等において、残存リスクへの対応が必要となる場合は、施工リスク検討チームを組織するなどによって、必要な体制を確保し、リスクに関する情報やリスクの兆候の検知方法、兆候発生時の対応方法、影響(事象)の発現時の対応方法等を関係者で共有するとともに、モニタリング等の適切な対応を行う。

また、豪雨や地震等の自然現象による地質災害や構造物の劣化による事故等の維持管理時のリスク対応が必要となる場合は、適切な点検によってリスクの増大の兆候を検知する方法など、適切なリスクマネジメント体制を構築して対応する。

(5) 対応したリスクの整理

リスク対応の結果は、リスクアセスメントの結果とともに整理する。下記の①～⑧は、リスク対応結果について整理する項目の例である。

- ①リスクの項目
- ②リスクの位置や範囲
- ③リスクの内容(要因、素因や誘因等)
- ④結果の大きさとその根拠
- ⑤起こりやすさとその根拠(要求性能と推定性能の関係等)
- ⑥評価の結果
- ⑦リスク対応結果(内容と選定根拠)
- ⑧残存リスクへの対応 等

5.6 モニタリング及びレビュー

地質・地盤リスクマネジメントを効率的に実施することを目的に、地質・地盤リスクに関する情報をモニタリングし、その状況についてレビューする。

【解説】

地質・地盤リスクマネージャーは、地質・地盤リスクが現状どのような状況にあるかについてモニタリングを行い、地質・地盤リスクへの対応状況、残存リスク、新たなリスクの有無等の情報を収集する。併せて、地質・地盤リスクマネジメントの運用状況として、事業を取り巻く内部・外部の状況、リスクアセスメントやリスク対応の検討に必要な機能・能力が確保できているかについての情報収集を行う。

これらの情報を、地質・地盤リスクマネジメント会議等のコミュニケーション及び協議を通じて収集・共有するとともに、その状況について関係者との協議を踏まえてレビューする。

モニタリングによって収集した情報、レビューの結果は記録を作成し、保存する。

5.7 リスクマネジメントの継続的な改善

関係者は、モニタリング及びレビューに基づき、地質・地盤リスクマネジメントの方法について継続的に改善する。

【解説】

関係者は、モニタリング及びレビューの結果に基づき、リスクマネジメントの改善に努める。

地質・地盤リスクマネージャーは、モニタリング及びレビューの結果に基づき、関係者との協議を行った上で、必要に応じて関係者の役割や機能、リスクマネジメントの計画、手法の見直しを行い、リスクマネジメントの各プロセスの改善を継続的に実施する。

事業者は、地質・地盤リスクマネージャーの報告を基に、必要に応じて新たな専門家の参画を含めた体制・組織の見直しや追加によって、リスクマネジメントの運用について改善する。関係者は、レビューに基づいて必要に応じ役割や機能の見直しとその改善を行う。

また関係者は、地質・地盤リスクに関する啓発・教育、学習を通じて技術の習得、向上を図り、地質・地盤リスクマネジメントの品質の改善に努める。

5.8 記録作成及び報告

地質・地盤リスクマネジメントにおいて得られた地質・地盤リスクの情報は関係者間で報告・共有し記録を作成する。作成した記録は関係者間で共有するとともに、次の段階に引き継ぎを行う。

【解説】

(1) 情報の報告・共有と記録

関係者は、地質・地盤リスクに関わる情報を、コミュニケーション及び協議（地質・地盤リスクマネジメント会議等）の場で報告・共有する。

地質・地盤リスクマネージャーは共有された情報や検討結果について確認するとともに、事業者に報告を行う。事業者は報告された内容、及びそれに基づいて決定した事項について記録を作成する。

地質・地盤リスクにかかわる情報の例としては下記のようなものがあるが、このほかにも必要な事項や様式を定めるとよい。

- ・設計条件等から地質・地盤に求める性能
- ・地質調査等によって推定された地質・地盤の性能
- ・地質・地下水等の不確実性の状況と推定性能への影響
- ・施工や対策工等の不確実性の状況と推定性能への影響
- ・地質・地盤リスク（リスク項目、内容、リスク分析・評価結果）
- ・リスク対応（提案・選定したリスク対応と理由）
- ・残存リスク

(2) 情報の引き継ぎ

事業者は、地質・地盤リスクマネジメントが次のプロセスに進む時点や事業が次の段階に進む時点で、記録された地質・地盤リスクに関する情報やそれまでの検討状況を関係者に引き継ぐ。地質・地盤リスクマネージャーは、情報が関係者に確実に共有されていることを確認する。

関係者は、引き継いだ記録の内容を確認し、コミュニケーション及び協議（地質・地盤リスクマネジメント会議等）の場において、課題や検討方針について情報と意識の共有を図る。また、関係者のうち調査、設計、施工、維持管理等の業務や工事の受注者は、着手時に与えられたリスクの情報を確認するとともに、完了時には成果品に更新されたリスクの情報を含めて納入する。

なお、事業を通じてこれらの情報が効率的に活用できるように、リスクマネジメントに必要な情報は、調査・測量から維持管理までの各プロセスにおいて、電子データとして取得・保存することが望ましい。

例えば、地質図を三次元情報として残す場合には地質図作成の根拠となった生データや地質学的考察、地質図の利用上の留意点等に関する情報についても併せて電子データとして残して引き継ぐことが重要である。その様式等については、各種ガイドライン等を参考にするとともに、これにない情報であってもリスクマネジメント上必要な情報は電子化して引き継ぐことが望ましい。

地質・地盤リスクマネジメント体系と技術の向上への取り組み

地質・地盤リスクマネジメント体系とその技術は発展途上にあり、今後これを向上させるためには、事業者、地質・地盤技術者、設計技術者、施工技術者等の関係者、またそれを支援する産官学の専門家等が連携して、中長期的視点で以下の課題へ取り組む必要がある。

(1) 人材育成

○地質・地盤リスクマネジメントを担う人材の育成が必要である。

事業の遂行に一義的な責任を負う事業者と、事業に関与する全ての関係者は、リスクマネジメントの枠組みに関する基本的な知見を習得する必要がある。また事業の遂行におけるそれぞれが担う役割に応じて個々の手順についての専門的な知見を身につける必要がある。

(2) 啓発

○地質・地盤リスクマネジメントに関する継続的な啓発が必要である。

地質・地盤リスクマネジメントの導入がより大きな効果を発揮するためには、不確実性の取扱に関する最低限の知見が、事業を実施する事業者のみならず法務財務等の部局や地域住民、国民全体に広く理解されることが望ましい。

(3) リスクマネジメント技術の継続的な向上

○地質・地盤リスクマネジメントへの取り組みの基本となるリスクマネジメント技術を継続的に向上させる必要がある。

研修制度等を利用した人材の育成の取り組み、及び地質・地盤リスクマネジメントを実施する上で参考となる教訓事例や地質地盤リスクマネジメントを実事業に導入した好事例等を収集し、データベースや事例集の作成、講習会やシンポジウムの実施など実務者に発信するための枠組みと取り組みが必要である。

また、実務における取り組みを支援するため、これらの事例を分析し、詳細な手順を一般化する研究、情報共有のための手法の検討などを関係者がそれぞれの立場で実施することが必要である。

さらに、リスクマネジメントの要素技術の開発も重要である。例えば地質・地盤の効率的な調査技術、リスクの定量評価技術、リスクに強い構造物の設計・施工技術など、多様な要素技術が必要である。

(4) その他諸制度との整合

○技術的な課題だけではなく、法制度・契約諸制度との整合についても検討が必要である。

既存の制度の有効な活用によって効果を発揮するケースもあるので、そういった事例を研究し発信することも有効である。また、必要に応じて新たな制度の検討も必要である。

○地質・地盤リスクマネジメントは事業のマネジメントの一部である。

地質・地盤以外のリスクが大きい事業においては、PPP や CM など事業全体のリスクマネジメントの枠組みが導入される場合がある。その場合は事業全体のマネジメントという目的の下に地質・地盤リスクマネジメントも取り込んでの一体的な取り組みが必要である。

以上