

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

本ガイドライン（案）の基本的考え方

1. 本ガイドライン（案）の目的
2. 適用対象
3. 用語の定義
4. 地質・地盤リスクマネジメントの概要
 - 4.1 地質・地盤リスクマネジメントの概念
 - 4.2 地質・地盤リスクマネジメントの枠組み
 - 4.3 地質・地盤リスクマネジメントのプロセス
5. 地質・地盤リスクマネジメントの実施方法
 - 5.1 概要
 - 5.2 コミュニケーション及び協議
 - 5.3 目的と対象の設定
 - 5.4 体制の構築
 - 5.4.1 全体体制の構築
 - 5.4.2 関係者の内部体制の構築
 - 5.5 地質・地盤リスクマネジメント計画の立案
 - 5.6 リスクアセスメント
 - 5.6.1 地質・地盤条件等の調査
 - 5.6.2 リスク特定
 - 5.6.3 リスク分析
 - 5.6.4 リスク評価
 - 5.7 リスク対応
 - 5.8 モニタリング及びレビュー
 - 5.9 地質・地盤リスクマネジメントの継続的な改善
 - 5.10 記録作成及び報告

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

まえがき

近年、土木事業において、地質や地盤に起因する重大な事故、コスト増、事業の遅延等の事例が発生している。地質や地盤は複雑で不均質なものであり、また地下は直接見えないことから、地質や地盤の情報には大きな不確実性がある。この不確実性が土木事業においてリスク源の一つとなる。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、構想・計画、調査、設計、施工、維持管理等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、これに詳しい事業者も少ないことから、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・地盤のリスクマネジメント・アセスメント技術自体も確立されていない。さらに、地質・地盤リスクは、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的人為的な要因があいまって発現することも多い。すなわち土木事業における地質・地盤リスクマネジメントは、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取り組むべき課題である。

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、土木事業のリスクを適切に評価し、事業を効率的に実施するとともに、安全性を確保し、生産性向上等を図ることを目的として、土木事業における地質・地盤リスクの取り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および運営方法を示したものである。

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」）の一部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。事業関係者はこの基本的考え方を認識したうえで地質・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。

（１）土木事業における地質・地盤の重要性

土木施設の基礎等となる地質・地盤は、盛土・埋土等の一部を除きほとんどは自然に形成されたものであり、その性質や分布の不確実性は大きい。土木事業は、この地質・地盤を直接改変あるいは地質・地盤によって機能を確保することがほとんどである。すなわち、土木施設の機能に与える地質・地盤の不確実性の影響は非常に大きく、ほぼすべての事業に共通する課題である。

したがって、地下空間の工事を含めたほぼすべての土木事業で地質・地盤の不確実性は、事業の遅延や事業費増大といった好ましくない影響を引き起こすのみならず、事故の発生により、人命を損なったり、社会に著しい損害を与えたりすることを認識する必要がある。

（２）地質・地盤の不確実性の取り扱い

「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。

土木事業は、計画、調査、設計、施工、供用と段階的に進められるが、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。また地質・地盤に関する情報は、事業の進捗に伴って得られる情報が段階的に増えていくものである。

したがって、事業を進めるにあたっては、地質・地盤に関する情報を適切に捉えられるよう努力すべきであることは言うまでもないが、その時点で利用可能な情報の量と量に基づいたリスクの評価を行い、設計や施工、維持管理でどのように対応していくか判断することが重要となる。このため事業の全体効率化の観点からは、事業全体を通じた適切な時期に適切な調査を行い、事業全体を通じて不断に見直しを行っていく必要がある。そのためには、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なこと

とその影響、調査結果の前提や条件といった副次的な情報を含め、事業を通じて関係者が地質・地盤の課題等を認識し確実に共有される枠組み、および課題等に対応する仕組みが必要である。

(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実践とその仕組み作り、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、この活動や仕組みを「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、およびその導入と運営についてISO31000（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すべ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すべての事業に導入することが望ましい。

(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当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、個々のリスクに最も適切に対応できる者が当該リスクを分担することが原則である。

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

求められることから、事業者は地質・地盤リスクマネジメントを行うにあたり、専門技術者の参画を図る。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の必要な手段を講じることが求められる。

2) すべての関係者間の連携 (ONE-TEAM 体制の構築)

○事業関係者は密接な連携体制を構築する必要がある。

関係者は普段より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。連携を図るための情報の共有に当たっては、確定した情報に限定して共有するだけでなく、事業の目的に影響を及ぼしうる不確実性の高い情報も共有することが望ましい。また、情報の共有に当たっては結果・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「見える化」し共有することが望ましい。

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。

事業に影響を与えるような不確実性が高い場合においては、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、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。また、そのためには、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等を識別す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、土木事業の効率的な実施ならびに安全性や生産性の向上に資することを目的として、地質・地盤リスクマネジメントの概念、事業への導入・運営方法および留意点等を示したものである。

【解説】

（1）本ガイドライン（案）の目的

土木事業において、地質や地盤に起因する重大な事故、コスト増、事業の変更や遅延等の事例が発生している。地質や地盤は複雑で不均質なものであり、また地下は直接見えないことから、地質や地盤の情報には大きな不確実性があることがある。土木事業においては、地質・地盤に関わる不確かさの影響、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、維持管理等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り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り、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。

このため事業の効率的な実施、安全性の確保ならびにコストや工期の縮減・適正化などの生産性向上のためには、土木事業における地質・地盤リスクの取り扱い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取るといった地質・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、その概念や枠組み、プロセスおよび導入・運営方法と留意点について示した。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ー指針）を参考としている。

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、画一的な対応や組織・体制作りではなく、どの段階でどのような形で地質・地盤リスクマネジメントを導入・運営すれば、その事業において地質・地盤リスクへの対応が最適なものとなるかという基本的考え方を示しているものであり、実際の事業においては、これを参考に、事業者等が自ら最適な組織・体制・運営方法を検討・構築し、地質・地盤リスクマネジメントを効率的に実施するものとする。

(2) 本ガイドライン（案）の構成

本ガイドライン（案）の構成は、下記の通りである。

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概要」として、土木事業における地質・地盤リスクの取り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枠組みおよびプロセスの概要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営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営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およびその留意点について示している。なお、5章の方法は基本的手順の例示であり、事業者等が自ら4章および5章の主旨にもと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適用対象とする。
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）を活用することが望ましい。

【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り、地質・地盤リスクの考え方は、土木事業に共通する。したがって本ガイドライン（案）で示す地質・地盤リスクマネジメントは、地質・地盤に関わる土木事業すべてにおいて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およ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。このため、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。

（←②への対応・適用対象について誤解を招かないように記載）

3. 用語の定義

本ガイドライン（案）で用いる主な用語を以下に定義する。

地質・地盤リスク：当該事業の目的に対する地質・地盤に関わる不確かさの影響。

地質・地盤リスクマネジメント：事業の各段階を通じて、関係する構想、計画、調査、設計、施工、管理の各段階の受発注者等が、地質・地盤に関する必要な情報を収集・共有し、修正しながら継承し、地質・地盤リスクへの対応方針について意思決定を行っていくための組織的な活動。

リスク源：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もっている要素。自然的要因と人為的要因が存在する。

コミュニケーション及び協議：地質・地盤リスクの運用管理について、情報の提供、共有又は取得、及び関係者との対話を行うために、組織が継続的に及び繰り返し行うプロセス。

リスク基準：地質・地盤リスクの重大性を評価するための目安とする条件。

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、または組み合わさった地質・地盤リスクの大きさ。

リスクアセスメント：リスク特定、リスク分析及びリスク評価のプロセス全体。

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・地盤リスクの特質を理解し、リスクレベルを決定するプロセス。

リスク評価：地質・地盤リスク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。

リスク対応：地質・地盤リスクを修正するプロセス。たとえば保有、低減、回避、移転等のための作業。

モニタリング及びレビュー：要求又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、要点を押さえて観察し、又は決定すること。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、妥当性及び有効性を決定するために実行される活動。

【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。

不確かさ：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。

不確実性の幅：情報、理解又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、起こり得る事象又は結果の想定の実確性が低いため、好ましくない方向への乖離に対応できる（悲観的な）設計・施工が必要となる。

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

リスク候補：地質・地盤リスクと疑わしいもの。

残存リスク：リスク対応後に残る地質・地盤リスク。

リスク情報：地質・地盤リスクに関わる、リスク源、想定される事象及び結果等の情報。

リスクマネジメントのプロセス：コミュニケーション、協議及び組織の状況の確定、並びに地質・地盤リスクの特定、分析、評価、対応、モニタリング及びレビューの活動に対する、運用管理方針、手順及び実務の体系的な適用。

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。

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、地質調査等により推定された地質・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・地盤リスクの定義は、ISO31000（リスク

マネジメントー指針) の考え方に準じたものである。

「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、たとえば工費や工期の変化等である。**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。(←委員指摘①、⑭への対応)**

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ることから、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み合わせ」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い。不確実性には幅があり、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。ただし、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:不確実性により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源とは

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源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・物性等の不確かさに起因するもの
(盛土や埋土の不確かさなど、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かさに起因するもの
- ・地盤や地下水等による環境影響の発生の不確かさに起因するもの
- ・地下水・地中ガス等の存在や挙動の不確かさに起因するもの 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かさに起因するもの
- ・施設や基礎の管理の妥当性や不確かさに起因するもの
- ・地質・地盤情報の伝達・対応の妥当性や不確かさに起因するもの 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が着目されがちであるが、ここに示すように施工の不確実性(たと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・地盤リスクの多くは、自然的要因と人為的要因の両者があいまって発現する。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もあるため、人為的な要因は重要である。

(3) 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、地質災害との関係等が重視され、いっぽう地盤工学的な視点からは、地盤物性やその挙動、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」（ISO31000）
 - 「危害の発生確率及びその危害の程度の組み合わせ」（ISO/IEC Guide 51）
- ・地質リスクの定義例
 - 「地質に関する事業リスク（とくに事業コスト損失とその不確実性）」（全地連, 2010）
- ・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」（協坂, 2009）
- ・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」（地盤工学会, 2013）
- ・ジオリスクの定義例
 - 「現場の地盤状況によって引きおこされる土木・建築工事に対するリスク」（Clayton, 2001の翻訳。全地連, 2016）

(4) リスク関連用語と土木事業の場合の対比（←委員指摘④、⑤への対応）

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ISO31000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。

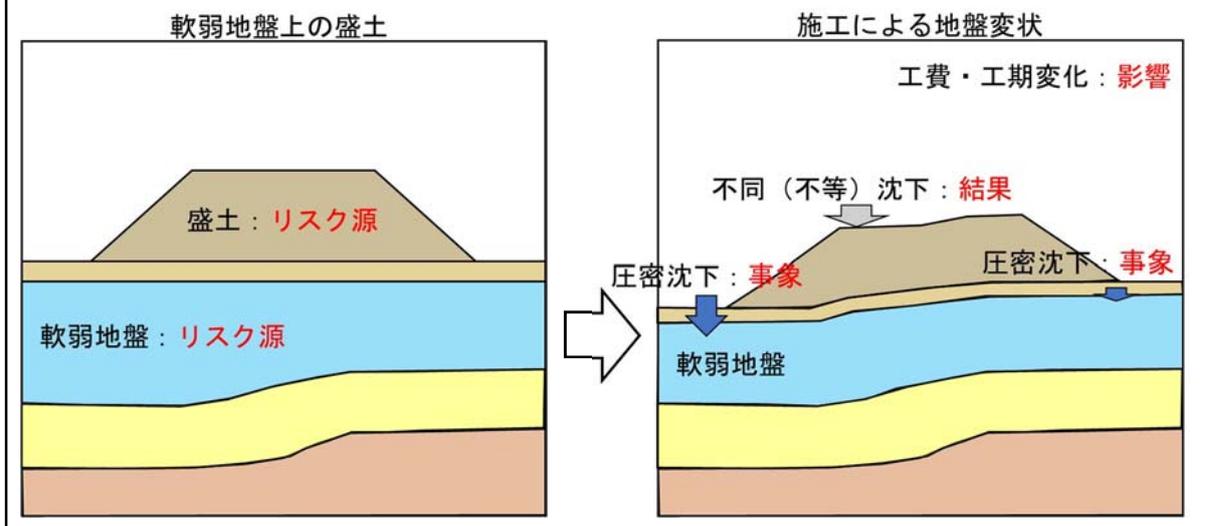
表－1 ISO31000における用語の定義と土木事業に適用した場合のイメージ

用語	ISO3100 の定義	土木事業（地質・地盤）の場合の適用	例
リスク源	それ自体又はほかとの組み合わせによって、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又は変化	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／又は好ましくない方向に乖離すること	目的（コスト、工期、安全性等）について主に好ましくない方向に乖離すること	工費・工期の変化等
リスク	目的に対する不確かさの影響	地質・地盤の不確かさによる事象・結果の影響	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
不確かさ	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、たとえば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と盛土施工時のずれ

表－2 ISO31000 における用語の定義と土木事業に適用した場合のイメージ

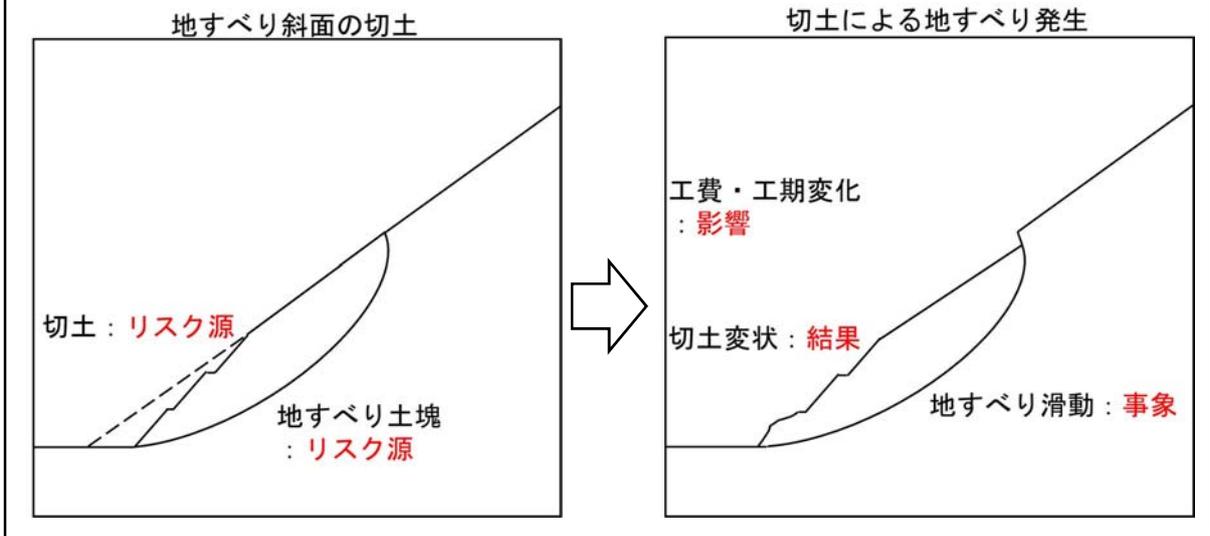
用語	ISO31000 の定義	土木事業の場合の適用	例
リスク特定	リスクを発見、認識及び記述するプロセス	リスク源の特定と、事象、結果、影響を含めたシナリオの想定プロセス	リスク（シナリオ）の想定
リスク分析	リスクの特質を理解し、リスクレベルを決定するプロセス	調査によって地質・地盤の不確かさの幅（影響の大きさと結果の起こりやすさ）を狭め、リスクレベルを決定するプロセス	沈下による工期延長の期間と沈下発生の可能性
リスク基準	リスクの重大性を評価するための目安とする条件	目的によって決まってくる制約条件	○年○月に供用開始
リスク評価	リスク及び／又はその大きさが受容可能か又は許容可能か決定するために、リスク分析の結果をリスク基準と比較するプロセス	リスク基準にあてはめて対応策を提案するプロセス	○年○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	リスク評価結果からの意思決定および対応策の実行するプロセス	最短で施工できる工法に決定
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、共有又は取得、及び関係者との対話を行うために、組織が継続的に及び繰り返し行うプロセス	各事業段階、各工程においてリスクに関する情報共有を行う場とそのプロセス	四者（合同）協議、地元説明会
モニタリング及びレビュー	要求又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、要点を押さえて観察し、又は決定すること 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、妥当性及び有効性を決定するために実行される活動	想定と実際の乖離の確認、リスク、対応策やその設計、その後の計画等の妥当性確認等の活動	設計条件の照査、施工時の沈下計測

リスク源（自然的）：軟弱地盤
 リスク源（人為的）：盛土施工、沈下量評価の誤り、分布想定の誤り
 事象：圧密沈下
 結果：不同（不等）沈下、すべり破壊
 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



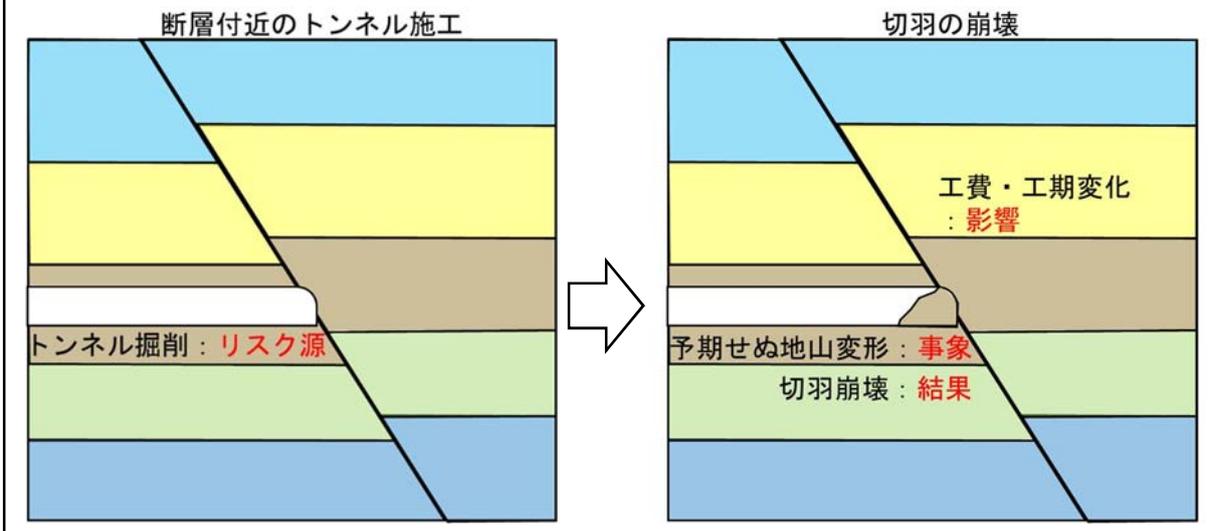
図ー 1 軟弱地盤上の盛土におけるリスク関連用語の模式図

リスク源（自然的）：地すべり土塊
 リスク源（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



図ー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

リスク源（自然的）：断層
 リスク源（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概要

4.1 地質・地盤リスクマネジメントの概念

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をもとに地質・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対応するための仕組みである。

【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や問題の発生をできる限り防止し、事業の効率性や安全性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・地盤リスクの持つ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（地質・地盤リスクマネジメントの概念）を導入することが重要である。

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・地盤の情報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出来ないため、限られた地質調査から推定した地質分布や物性分布等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ものと、施工によって明らかとなる性状や分布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。これらはとく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。**(←委員指摘③への対応・「1. 目的」の解説を一部修正して追加)**

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・地盤の取り扱いや各構造物等で問題となる地質・地盤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、調査、設計、施工の各段階における作業の進め方や問題回避のためのマネジメントの仕組みについても、ガイドライン等が整備されているものもある。これらは、「リスク」という言葉は用いていないものの、リスクを取り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や問題の事例をみると、「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」、「地質・地盤の推定と設計条件の設定の不整合」等の人為的な課題もあったことが明らかとなっている（参考資料－〇 事例分析を参照）。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、リスクを適切に取り扱えなかったことが要因となっていると考えられる。

これを改善するには、各段階で地質・地盤リスクを明示するとともに、その取り扱いや判断の方法を形式知とすることが必要となる。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を「地質・地盤リスクマネジメント」としている。

（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を元に地質・地盤リスクの持つ特性を正しく把握すること、把握したリスクの特徴に応じて最も適切な事業段階や工程で対応するという考え方を導入するものである。

これを実現するには事業者や受注者等の関係者が地質・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、関係者が連携して下記の「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

4.2 地質・地盤リスクマネジメントの枠組み

地質・地盤リスクマネジメントでは、事業およびその段階ごとのリスクアセスメントおよびリスク対応について、組織や事業の状況に応じて最適な関係者の連携体制を定め、またこれらを改善しながら継続的に取り組むものとする。

なお、各事業において、既にリスクマネジメントに類する事業管理体系がある場合には、これと統合、または既往の体系に必要な部分を追加、改善して実施してもよい。

【解説】

(1) 地質・地盤リスクマネジメントの体制・組織

地質・地盤リスクの取り扱いや判断の方法について明確化するには、事業者や受注者等の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ため、従来の仕組みや取り組みがすでにある場合には、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。

1) 体制・組織に求められる要件

体制・組織作りにおいては、事業者や受注者等の関係者の役割分担について検証し、その事業の地質・地盤リスクの特徴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する。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・知識を持つ者を参加させることや、一部の機能を外部に委託するなど、組織・体制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。

また、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、組織・体制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。

→5.4 体制の構築

2) コミュニケーション及び協議

体制・組織にはその規模や構成にかかわらず、リスクの特定・分析・評価、対応方針の検討といった作業において、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）ならびに不確実性に関する情報の関係を議論し、地質・地盤リスクに対する認識を共有するというコミュニケーション及び協議の機能が必要である。

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行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、組織・体制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開始時点においても実施すべきである。また、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。

→5.2 コミュニケーション及び協議

(2) 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。

このため、地質・地盤リスクにはその性質や特徴によって、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・地盤の不確実性および地質・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があるため、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、より大きな効果が得られる。

たと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のは困難となり、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、ここで留意が必要なのは、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という事は異なるということである。地質・地盤の情報が乏しく仮定に過ぎない条件では、いかに解析を精緻に行った設計を行っても条件が乖離してしまえば無駄になるばかりでなく、最悪の場合、事故やトラブル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) 組織・体制の見直しとリスクの引き継ぎ

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、進捗にあわ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。

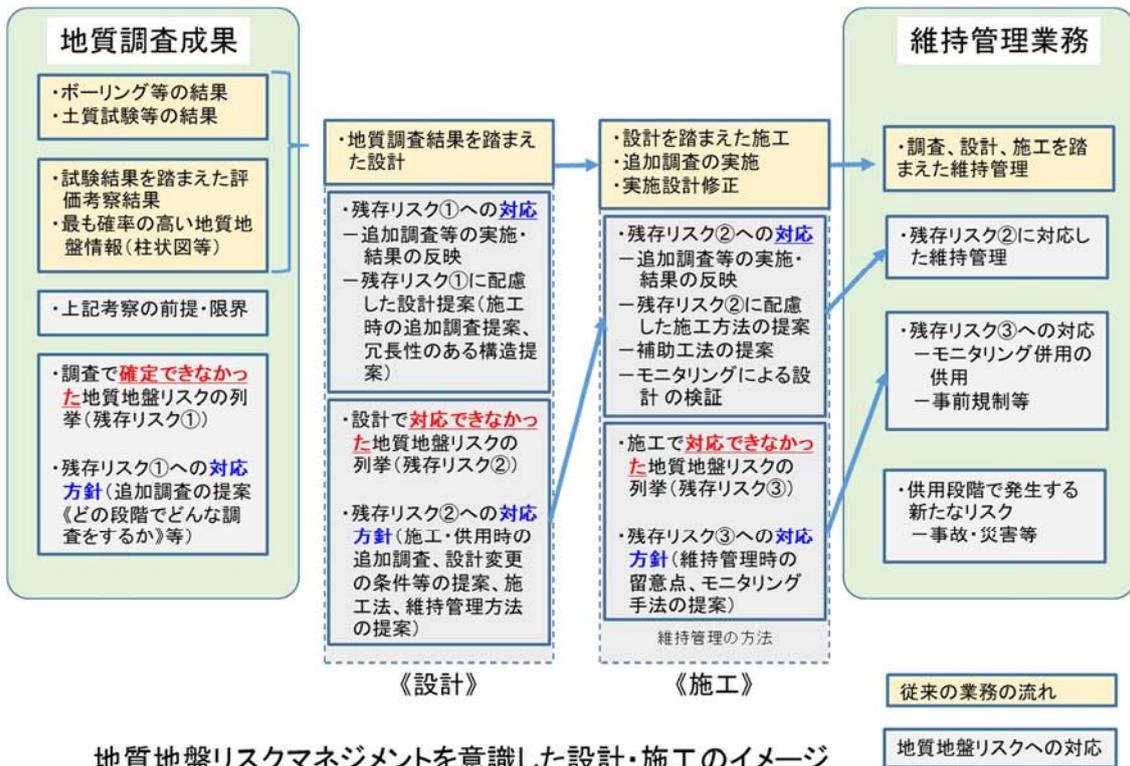
→5.9 リスクマネジメントの継続的な改善

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とはならない。一つの段階や時期で検討されたリスクへの対応は、次の段階で明らかとなった地質・地盤の性状や不確実性、外的な要因等によりリスク基準が変化することなどにより、修正を行う必要が生じ得るためである。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のような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。

→5.8 モニタリング及びレビュー、5.10 記録作成および報告



地質地盤リスクマネジメントを意識した設計・施工のイメージ

図-4 リスクの引き継ぎのイメージ

4.3 地質・地盤リスクマネジメントのプロセス

地質・地盤リスクマネジメントの基本的なプロセスは、以下の①～⑤で構成される。

- 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

これらのプロセスの全部及び一部は、事業全体および事業段階、各段階での工程などの様々な階層において実施する必要がある。

【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では ISO31000 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」、および組織・体制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」で構成するものとしている。

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すべて（②～③）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記録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）。

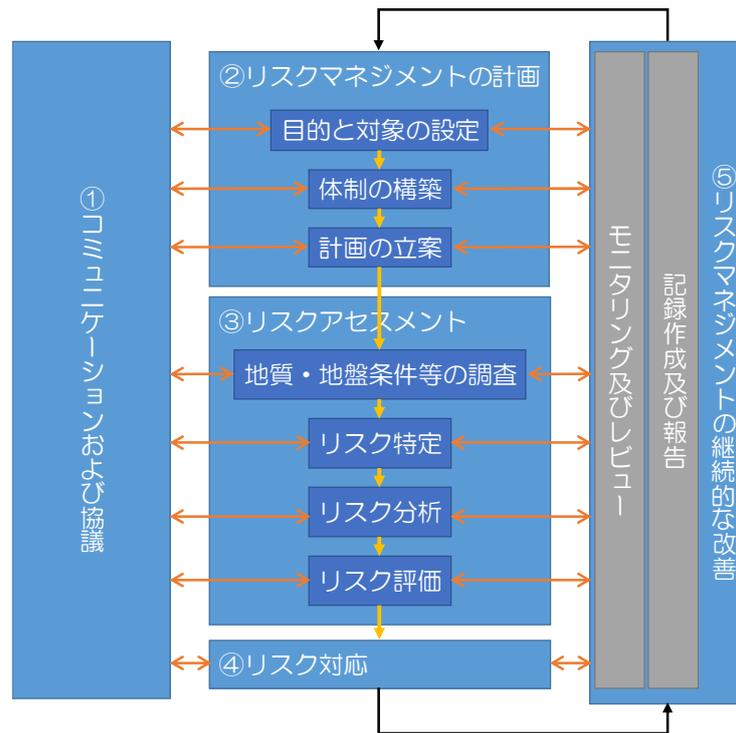


図-5 地質・地盤リスクマネジメントのプロセス

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、モニタリングと記録によって、事業の進捗や内部・外部の状況、把握された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。

まずリスクマネジメントの計画の段階においては、想定されるリスク、リスクマネジメントに必要な組織・体制・関係者の役割や能力・機能等を検討するためのコミュニケーション及び協議が必要である。

次にリスクアセスメントおよびリスク対応の段階では、地質・地盤リスクについての情報やリスクへの対応方法等の共有のためのコミュニケーション及び協議が必要である。

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はなく、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。たとえば、リスクの見逃しや見誤り防止を目的として各関係者が得ている情報と必要としている情報をつきあわせること、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り扱い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。

また、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。リスク基準は、事業の効率性や安全性だけではなく、外部の状況にも影響するためである。

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で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た計画とする。

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み合わ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り、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、また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5.6.1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から追加調査の必要性があると判断されて実施したり、あるいはリスク対応の選択肢としてリスクマネジメントプロセスの中で調査の必要性や内容を検討し実施するものである。

5) リスク対応

リスク対応はリスクアセスメントにより評価されたリスクの特徴や影響

の大きさに基づいて、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、事業の進展にともなって地質・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留保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、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、進捗にあ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（再掲）。

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など、あるいは組織・体制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うことで、リスクマネジメントのプロセスおよび組織・体制の修正に反映していくことが必要である。

(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のではない。例えば、調査から設計までの一連の工程毎に地質・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った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・地盤リスクの取り扱いを行うことが必要である。

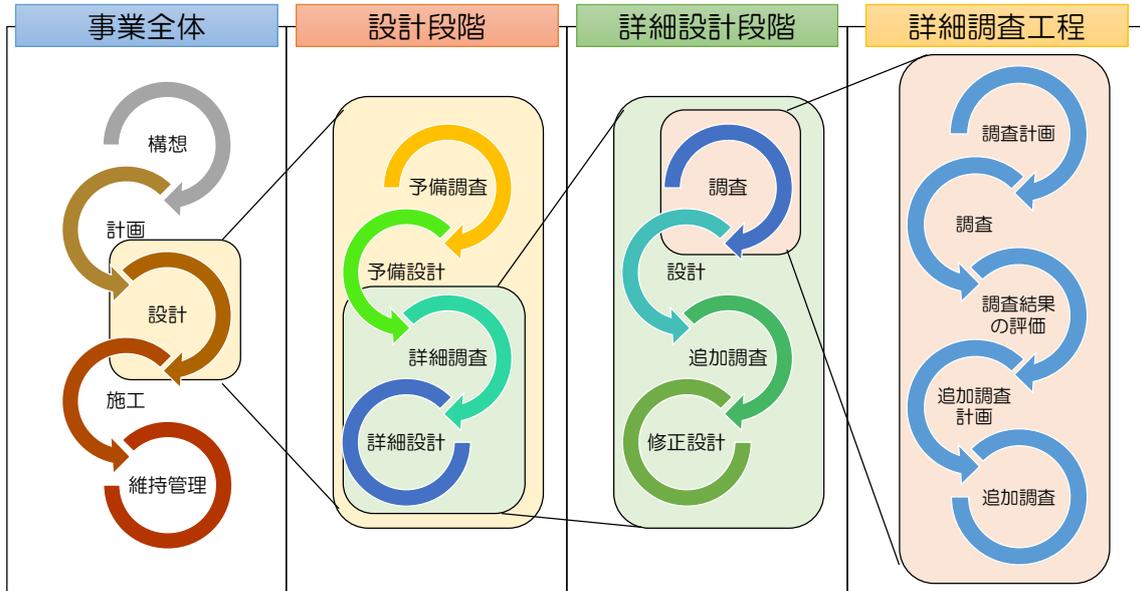


図-6 階層構造のイメージ

(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およびリスク対応のプロセスは、事業の段階によりその内容が変化し、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り特定されたリスクについて、原因となる地質・地盤の特徴、生じると想定される事象、その事象が生じる原因を把握し、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、きわめて限られた情報から考察する作業となる。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徴や性質について、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、すでに取り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。

・ 施工段階および維持管理段階

施工段階およ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、対応の修正や追加といったリスク管理のための情報を提供することが目的となる。設計段階の情報では、トンネル地山分類や切土などののり面対策、盛土材料などの情報が不確実なため、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リスク分析を繰り返しながらリスク対応を選定し修正していく作業が通常行われている。

施工段階およ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し、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行わ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を判断する。

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。

・ 施工段階および維持管理段階

施工段階およ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。

(←委員指摘②, ⑧, ⑨への対応・段階的に対応していくという概念を記

載)
(委員指摘⑱、⑲への対応・簡易な実施方法や自治体でも扱えるよう4章
全体で概念を記載)

5. 地質・地盤リスクマネジメントの実施方法

5.1 概要

地質・地盤リスクマネジメントの実施方法は、事業の種類、事業規模、**事業段階**、構造物、自然条件、社会条件、ならびに技術的・経済的・人的・時間的要素等を考慮して、必要な精度を有し、かつ効率的と考えられる方法を選定する。**(←委員指摘⑦への対応)**

【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、事業者等の技術的・経済的・人的・時間的要素も関連するため、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、事業者等が4章および5章の考え方を参考としたうえで、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。ただし、簡易な方法を採用する場合は、見逃しによる地質・地盤リスクが生じる可能性を考慮する必要がある。

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 リスクの管理方法（後者が簡易）

- ・事業者内に専門知識を持つ地質・地盤リスク管理者を設置
- ・「地質・地盤リスクマネジメント技術支援業務」等により補助を委託
- ・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（後者が簡易）

- ・地質・地盤リスクアドバイザーを任命し委員会形式で実施
- ・個別にアドバイザーを依頼ないし契約し意見聴取や協議を実施
- ・事業者、地質・地盤技術者、設計技術者、施工技術者による四者協議もしくは合同協議の活用

- ③ リスクの調査方法（後者が簡易）
 - ・「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（後者が簡易）
 - ・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）



図-7 実施方法のイメージ

(←委員指摘⑩への対応・簡易な実施方法と標準的な実施方法)

(3) 既存の手法の活用

既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。

たと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、必要に応じて活用するとよい。

(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、不確実性の再評価およ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（←委員指摘⑫への対応（旧5.4から5.2への移動））

事業者は、地質・地盤リスクマネジメント関係者等の協議、および情報・意識の共有の場を設置し、適切な時期にこれを開催する。

【解説】

（1）協議および情報・意識共有の場の設置

地質や地盤は専門的な事項のため、地質・地盤リスクマネジメントを導入するかどうかの判断、リスクマネジメント方法の選定、リスク評価時等においては、関係者間の情報共有や意識共有（コミュニケーション及び協議）が不可欠である。また、地質や地盤は不確実なものであるため、想定外の地質が現れた場合などにも協議や調整が必要となる。

このため、事業者は、これらの場（地質・地盤リスクマネジメント会議と総称）を設置し、当該事業のリスクマネジメントの適切な計画、課題の解決、情報共有、意識共有等に努める。

（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関係者は、リスクマネジメントの導入検討時、リスクマネジメントの計画時、リスク特定時、リスク評価時およびリスク対応時等の適切な時期に、地質・地盤リスクに関する十分なコミュニケーション及び協議を行う。

また、地質・地盤リスクマネジメント関係者（後述）は、地質・地盤リスク管理者（後述）等の管理の下で、事業関係者（事業者内部関係者、関係自治体等）、**事業域およびその周辺の住民等に対しても、必要に応じてコミュニケーション及び協議を行う。**（←委員指摘⑬への対応）

（3）リスクの見える化への配慮

地質・地盤リスクは見えにくいリスク、またわかりにくいリスクであるため、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、「リスクの見える化」に配慮する。

5.3 目的と対象の設定

事業者は、コミュニケーション及び協議等をふまえて、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、また目的と対象を定める。

【解説】

(1) 概要

事業者は、コミュニケーション及び協議等をふまえて、地質・地盤リスクマネジメントの実施の可否を判断する。

また、事業者（後述する地質・地盤リスク管理者を含む）は、地質・地盤リスクマネジメントの実施にあたって、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。

(2) 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。たと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)
- ・地下水に影響する事業
(地下水利用に影響する事業、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、リスクの大きさと、これに対する地質・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リスクが発現しても事業の効率的な実施に影響のない小さなリスクまでさまざまである。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の実施を検討するのが良い。

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、想定ないし仮定されるリスクの特性に対する地質・地盤リスクマネジメントの効果を判断し、実施の可否や実施時期を判断するとよい。

(3) 目的の設定

ここでの目的とは、事業の目標とする項目や制約条件となる項目等から地質・地盤リスクマネジメントに求められる目的であり、例えば、事業費やB/C・工期・安全性・環境への影響などの視点からのものである。本目的は、5.5節で述べるリスク基準にも関連するため、もれのないように設定する。

(4) 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（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、たと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、たと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4章に述べたように地質・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場合等である。たと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。

以上のように、一部の対象を除外する場合は、構造物の設計思想や十分なコミュニケーション及び協議等をふまえて行うとともに、除外する理由を整理しておく。

5.4 体制の構築

5.4.1 全体体制の構築

事業者は、地質・地盤リスクマネジメントに必要な全体体制を構築し、これに関する情報を関係者で共有する。

【解説】

(1) 概要

事業者は、地質・地盤リスクマネジメントにおいて必要な関係者間の全体体制（ONE-TEAM 体制）を構築するとともに、その機能や役割・責任分担等を明確化する。また、これに関する情報を関係者で共有することにより、「リスクマネジメントの見える化」を図る。

(2) 全体構成と役割

地質・地盤リスクマネジメント関係者の一例としては、事業者、地質・地盤リスク管理者（プロジェクトマネージャー等が兼務することでもよい）、地質・地盤リスク管理者補佐、地質技術者および地盤技術者（以降、地質・地盤技術者）、設計技術者、施工技術者ならびに地質・地盤リスクアドバイザー等がある。なお、これらの者は、技術者等の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）では両者を総称して上記の名称を用いる。これらの者の定義を下記に示す。

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。地質・地盤リスク管理者、事業者、地質・地盤技術者、設計技術者、施工技術者ならびに地質・地盤リスクアドバイザー等。

地質・地盤リスク管理者：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管理者（ジオリスクマネージャーとも称す）。

地質・地盤リスク管理者補佐：地質・地盤リスク管理者が地質・地盤リスクの専門家などでない場合に、業務発注などによってリスク管理の補佐を行う者。

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：構造物などの設計を行う者。

施工技術者：設計資料をもとに構造物などの施工を行う者。

地質・地盤リスクアドバイザー：専門的な立場で地質・地盤リスク管理者やリスクマネジメント作業を支援する専門技術者（ジオリスクアドバ

イザーとも称す)。

以下、全体構成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、事業者や事業の特性等により、異なる体制・構成や役割分担で行ってもよい。

なお、それぞれの役割の定め方や詳細については5.4.2項で例示する。

事業者：事業の実施、地質調査等の計画・管理、リスク対応の比較検討等。

地質・地盤リスク管理者：上記事業者の中における地質・地盤リスクマネジメントの統括・管理

地質・地盤リスク管理者補佐：地質・地盤リスク管理者が行うリスクマネジメント作業の補佐

地質・地盤技術者：地質調査時のリスクの想定、地質調査の具体的な計画と実施、リスクの発見、リスク評価、必要なリスク対応の提案等。なお、地質技術者と地盤技術者はその学問的バックボーンが異なるため、地質技術者が地質調査と地質図等の作成、地盤技術者がそれを受けた地盤物性試験というように役割が異なることに留意する。

設計技術者：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：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、施工後におけるリスク対応結果の整理等

地質・地盤リスクアドバイザー：リスクの想定と必要な地質調査計画案のアドバイス、リスクの発見・リスク評価・リスク対応等の内容確認とアドバイス等

(3) 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、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

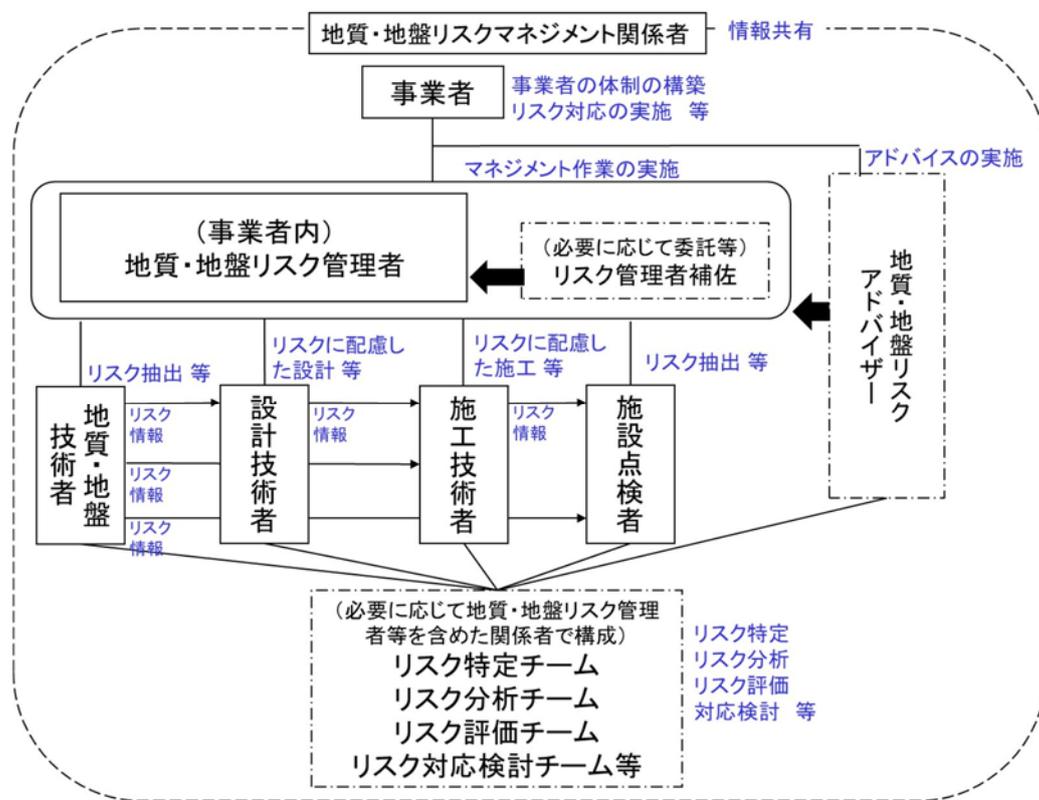
リスク分析チーム：リスクを分析するチーム

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：リスク評価結果にもとづき、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一8に示す。



図—8 地質・地盤リスクマネジメント体制図

(4) 責任分担

一般に、地質・地盤リスクマネジメントにおける結果責任は事業者にあり、その他の関係者は役割に沿って業務を適切に実施する遂行責任を有している。(←委員指摘⑯への対応) このため、関係者は、地質・地盤リスクマネジメントの体制の中でのそれぞれの役割と責任の分担をあらかじめ確認する。

(5) 連携 (ONE-TEAM 体制)

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、これを超える連携が重要である。とく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意識の共有不足など、役割や責任の隙間が生じてリスクが発現す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リスク対応することが重要である。

5.4.2 関係者の内部体制の構築

地質・地盤リスクマネジメント関係者は、協議のうえ、それぞれの役割を定めるとともに、内部体制を構築する。

【解説】

(1) 概要

地質・地盤リスクマネジメント関係者は、5.4.1項をふまえ、協議のうえ、それぞれの役割、ならびにその役割を果たすために必要な内部体制を構築する。

以下、地質・地盤リスクマネジメント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。

(2) 事業者の体制と主な役割

1) 事業者の体制

事業者は、先に述べた地質・地盤リスク管理者（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。たとえば、地質・地盤リスク管理者の下でリスク管理を行うグループ、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・地盤リスク管理者とともに、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ふ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、工事において内容に変更が生じる場合、事業者は速やかに設計変更の対応を行う。また、完成した構造物は長期にわたり供用されるため、事業者はこの体制を維持することが望ましい。

3) 地質・地盤リスク管理者の設置

事業者の中に地質・地盤リスク管理者を置き、地質・地盤リスクマネジメント全体を統括する。

4) 地質・地盤リスク管理者の資格等

地質・地盤リスク管理者は地質・地盤の専門知識を有するものが望ましいが、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

術者の不在等によりこれが難しい場合は、地質・地盤リスク管理者は土木技術に詳しいものとし、また、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ものであることが望ましい。

また、地質・地盤リスク管理者が地質・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・地盤リスク管理者補佐を置くことが望ましい。

地質・地盤リスク管理者補佐は事業者以外（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）でも良いが、その時点で当該事業の受注者である地質・地盤技術者・設計技術者・施工技術者以外の者を基本とする。

地質・地盤リスク管理者または地質・地盤リスク管理者補佐のいずれかは、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・地盤リスク管理者は、それぞれの役割およ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十分な情報を共有し、十分意思疎通を図らなければならない。

とくに大規模または複雑な地質条件となる事業においては、地質・地盤リスクに詳しい地質・地盤リスク管理者または地質・地盤リスク管理者補佐を置くことを必須とする。

5) 地質・地盤リスク管理者の主な役割

地質・地盤リスク管理者は、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、及び実務の体系的な適用を統括する。役割の例として下記のようなものがある。

①地質・地盤リスクマネジメントの枠組み等の設定

地質・地盤リスク管理者は、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・地盤リスク管理者が定めるものとし、本ガイドライン（案）の主旨に基づいて事業種毎等に別に定めた手引きやマニュアル等を用いても良い。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。

②調査方針の設定

地質・地盤リスク管理者は、当該事業の特性、当該地域の地形地質の特性ならびに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。

③リスク評価・対応の検討結果の審議

地質・地盤リスク管理者は、地質調査結果をふ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ともに審議を行う。

④リスク対応の実施勧告と実施確認

地質・地盤リスク管理者は、選定されたリスク対応について、事業者やその他関係者に対して実施を勧告するとともに、事業者等が決定したリスク対応について、適切に実施されているかどうか確認を行い、行われていない場合は是正を勧告する。

⑤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・地盤リスク管理者が参加しないものも含まれるが、地質・地盤リスク管理者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・地盤リスクマネジメントにおいては、専門的な立場で地質・地盤リスク管理者やリスクマネジメント作業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目的で、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の必要性の判断は地質・地盤リスク管理者が行うが、とくに大規模または複雑な地質条件となる事業においては、地質・地盤リスクアドバイザーを置くことを必須とする。

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、ならびに設計・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・地盤リスク管理者自らが地質・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・地盤リスク管理者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り設置する。

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リーボード（委員会）形式により実施する方法がある。また、それらを行うかどうかの意思決定も含めて地質・地盤リスク管理者がリスクマネジメントの全体を統括する必要がある。

また、事業者・設計技術者・施工技術者・地質・地盤技術者や専門家が加わって行われるいわゆる四者協議等についても、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。

(3) 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・地盤リスク管理者、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、当該地域の地形地質の特性ならびにそこで起こりや

すい地質・地盤リスク、当該事業・構造物の特性ならびに地質・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・分析等により事前に十分把握したうえで、地質・地盤リスク管理者が策定した地質調査方針にもとづき最適な地質調査を計画・実施する。

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・地盤リスク候補、リスク管理表（5.6.2で詳述する）等である。

地質・地盤技術者は、地質調査結果ならびに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候補を抽出し、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・地盤リスク管理者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・地盤リスク管理者等と協議の上、適切な方法を定める。

地質・地盤技術者は、事業者や地質・地盤リスク管理者に対して、地質調査結果ならびにリスク特定、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) 成果品のチェック体制

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り、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) 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出来るように、適切な人材・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・地盤リスク管理者、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、その構造物の要求性能を地質・地盤リスク管理者および地質・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、地盤定数の取り扱い、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した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・地盤リスク管理者およ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・地盤リスク管理者および地質・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) 成果品のチェック体制

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り、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。

(5) 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出来るように、適切な人材・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・地盤の変化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（トラブル）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・地盤リスク管理者、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・地盤調査およ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・地盤リスク管理者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・地盤リスク管理者に明確に伝達し、記録に残す。

施工時に地質・地盤リスクが発現した場合ないし発現が予想される場合、直ちに地質・地盤リスク管理者に報告する。追加地質調査が必要な場合は地質・地盤リスク管理者および地質・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) 成果品のチェック体制

施工技術者は、その成果について、適切なチェック体制により、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。

(6) 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、構造物において発現する地質・地盤リスク（たとえば地質の風化・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出来るように、適切な人材・体制を構築するとともに、地質・地盤リスクの調査、発生機構やリスクの分析・評価およびそれをふまえた適切な対応を検討する。

2) 施設点検者の役割

施設点検者は、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) 成果品のチェック体制

施設点検者は、その成果について、適切なチェック体制により、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。

5.5 リスクマネジメント計画の立案

地質・地盤リスクマネジメントの計画は、事業者ならびに地質・地盤リスク管理者が関係者のコミュニケーション及び協議をふまえて定める。(←委員指摘⑫への対応)

計画にあたっては、リスクマネジメントの目的・対象に合わせたリスク基準を設定するとともに、外部状況の整理等を行う。(←委員指摘⑬への対応)

【解説】

(1) 地質・地盤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計画は、事業者ならびに地質・地盤リスク管理者が、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ふまえて定める。なお、既に地質調査や設計が行われている場合は、地質・地盤技術者およ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のがよい。

地質・地盤リスクマネジメント計画において定める項目には下記のようなものがある。

- ・地質・地盤リスクマネジメントの目的・対象
- ・地質・地盤リスクマネジメントの実施体制
- ・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
- ・想定されるリスクアセスメントの方法
- ・地質・地盤リスクマネジメント会議の実施時期 等

(2) リスク基準の設定

事業者ならびに地質・地盤リスク管理者は、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を支援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。

(3) 事業の外部状況の整理

当該事業の外部の状況としては、自然条件、地域住民のニーズ、環境への影響等が挙げられる。地質・地盤リスクマネジメントを実施する上で、これらを整理

しておく。

5.6 リスクアセスメント

5.6.1 地質・地盤条件等の調査（←委員指摘⑥への対応）

地質・地盤条件等の調査は、リスクを特定し分析するための資料を得ることを目的とする。また、地質・地盤条件等の調査は、必要に応じて地質・地盤リスクアドバイザー等の助言を得た上で地質・地盤リスク管理者が計画し、地質・地盤技術者が行うことを基本とする。

【解説】

（1）調査計画

地質・地盤の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、リスク評価に分けられる。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）とこれをふまえたリスク要因の考察、リスク候補の抽出までを「地質・地盤条件等の調査」として解説する。

地質調査は、事業者が計画する（地質調査業者の提案を参考として計画する場合もある）が、地質・地盤リスクアセスメントを含む地質調査においては、加えて地質・地盤リスクアドバイザー等の助言も参考に計画することを基本とする。この理由は、見逃しのないリスク特定の成否の多くがこの調査計画に負うためである。とくに事前資料の収集・確認等を綿密に行い、慎重に計画することが重要である。

地質・地盤技術者は、上記の計画に沿い地質調査の具体的な手順を計画して実施するが、地質調査前や調査中においてリスク管理上重要な点が判明した場合には、地質・地盤リスク管理者や地質・地盤リスクアドバイザー等と協議を行い、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り、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とともに、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合議等のコミュニケーション及び協議により、構想・計画段階で避けるべき地質・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、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候補の抽出

(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、事業者による地質調査のみで地質の全体像を把握することは非常に困難である。このため、関係者は、詳細な地形図(たとえば航空レーザ測量図等)や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)等、地質・地盤リスクマネジメントにおいて有効な地質・地盤情報を入手可能な範囲でできる限り収集・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。

とく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地質・地盤リスクマネジメントの成否を左右する。たとえば、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リスクを把握できる可能性が非常に高まる一方、精度の低い地形図のみしか入手できない場合は、地すべりの見逃しリスクを相当程度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り、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(リスク源)となる情報についても整理する。

地質・地盤リスクは、直接確認しにくい領域でのリスクであるため、その発見が難しい。このため、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・地盤リスクの発現事例によると、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・物性等の不確かさに起因するもの
- ・人工地盤の材質・構造・物性等の不確かさに起因するもの
- ・地質・地盤災害の発生の不確かさに起因するもの
- ・地盤や地下水等による環境影響の発生の不確かさに起因するもの
- ・地下水・地中ガス等の存在や挙動の不確かさに起因するもの 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・施工法・工事の不確かさに起因するもの
- ・施設や基礎の管理の不確かさに起因するもの
- ・地質・地盤情報の伝達・対応等の不確かさに起因するもの 等

以下、地質・地盤の不確実性、および設計・施工法・工事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、これまで通常の地質調査業務では必ずしも明確に取り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・施工法・工事の不確実性の整理

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り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、工事の確実性や地質・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。

地質・地盤リスクの発現事例の中には、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、これにより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毎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のがよい。

- 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事業域およ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

地質調査結果をもとに、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、とくにリスク源（たと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源となる可能性についても把握する。

(8) 地質・地盤リスク候補の抽出

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

- ①推定性能が要求性能を下回る可能性のある項目
- ②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）
- ③地質・地盤・施工の不確実性が高くリスク評価が困難なもの 等

地質・地盤リスク候補については、その詳細を整理するとともに、下記①～⑤

の項目等について整理するとともに、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。

- ①地質・地盤リスク候補の位置や範囲
- ②地質・地盤リスク候補の項目
- ③内容と根拠（素因や誘因等）
- ④リスク発現の可能性とその根拠
（可能性の大きさ、要求性能と推定性能の関係等）
- ⑤発現時の影響（内容、影響の大きさ等）

また、検討の結果リスク候補とならなかった項目についてもその理由等を概略整理しておくとい。

5.6.2 リスク特定

地質・地盤リスクの特定は、地質・地盤技術者が事前に抽出したリスク候補等を参考に、事業者、地質・地盤リスク管理者、地質・地盤リスクアドバイザー、地質・地盤技術者および必要に応じて設計技術者、施工技術者や施工の専門家等、またはリスク特定チームが協議して行い、その結果を地質・地盤リスク管理者が確認することを基本とする。

【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・地盤技術者が地質調査の結果をもとに抽出しリストアップした地質・地盤リスク候補を参考に、地質・地盤技術者と事業者や地質・地盤リスクアドバイザー、必要に応じて設計技術者、施工技術者、設計や施工の専門家等、またはリスク特定チーム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り、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（マルチオピニオン法）。とくに、地質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候補以外についても、見逃しがないか検討することが重要である。

(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わかりやすく整理する。整理方法は様々な方法が考えられるが、一例としてリスク管理表を用いるものがある。リスク特定時のリスク管理表には下記①～⑤の項目等を示し、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。

- ①地質・地盤リスクの位置や範囲
- ②地質・地盤リスクの項目
- ③内容と根拠（素因や誘因等）
- ④リスク発現の可能性とその根拠
（可能性の大きさ、要求性能と推定性能の関係等）
- ⑤発現時の影響（内容、影響の大きさ等）

また、検討の結果リスクとならなかった項目についてもその理由等を概略整理しておくことよい。

5.6.3 リスク分析

地質・地盤リスクの分析は、特定された地質・地盤リスクの発現の可能性と影響の大きさを把握するために実施する。地質・地盤技術者と事業者、地質・地盤リスク管理者、必要に応じて設計技術者、施工技術者および地質・地盤リスクアドバイザー等、またはリスク分析チームが協議してリスクレベルを決定する。

【解説】

(1) リスクの発現の可能性と影響の大きさの調査

特定された地質・地盤リスクの多くは、リスクの発現の可能性と影響の大きさに幅（不確実性）を持つ。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り、影響の大きさを分析するとよい。

(2) 地質・地盤リスクレベルの決定方法

地質・地盤リスクの分析手法は定められたものはないが、「リスク発現の可能性」と「リスク発現時の影響度合い」を組み合わせることを基本とする。

(3) 地質・地盤リスク発現の可能性

地質・地盤リスク発現の可能性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、地質・地盤技術者の知見や経験等により、半定量的ないし定性的に区分されることが多い。たとえばニュージーランド道路庁の例（地質リスク学会・全地連, 2010）では、「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）」等のように区分されている。区分方法については、地質・地盤状況、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区分を選定するのが良い。

なお、このほかに適切な方法を活用することを妨げるものではない。いずれの方法を用いるにしても、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。

(4) 地質・地盤リスク発現時の影響

地質・地盤リスク発現時の影響については、事象によって影響の種別が様々であること、工費や工期等、影響の指標も複数考えられることなどから、事象毎に

個別・具体的に影響を整理した上で評価するとよい。

なお、リスク対応の客観性を確保するため、影響の程度をたとえばニュージーランド道路庁の例では（地質リスク学会・全地連, 2010）、「多大」、「大」、「中」、「小」、「無視できる」等のように区分している。この区分方法についても、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区分をするのがよい。

なお、このほかに適切な方法を活用することを妨げるものではない。いずれの方法を用いるにしても、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。

（5）分析したリスクの整理

分析した地質・地盤リスクについてはわかりやすく整理する。整理方法は様々な方法が考えられるが、一例としてリスク管理表を用いるものがある。リスク管理表には下記の項目等を示す。また、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。

- ①地質・地盤リスクの位置や範囲
- ②地質・地盤リスクの項目
- ③内容と根拠（素因や誘因等）
- ④リスク発現の可能性とその根拠
（可能性の大きさ、要求性能と推定性能の関係等）
- ⑤発現時の影響（内容、影響の大きさ等）

また、検討の結果リスクとならなかった項目についてもその理由等を概略整理しておくるとよい。

5.6.4 リスク評価

地質・地盤リスクの評価は、リスク分析結果をもとに、事業者、地質・地盤リスク管理者、地質・地盤技術者、設計技術者、施工技術者および必要に応じて地質・地盤リスクアドバイザー等、またはリスク評価チームが協議して行い、その結果にもとづき事業者が実施することを基本とする。

【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、リスクやその影響は多様であるため、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。これについては関係者（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。

(2) 評価したリスクの整理

評価した地質・地盤リスクについてはわかりやすく整理する。整理方法は様々な方法が考えられるが、一例としてリスク管理表を用いるものがある。リスク管理表には下記の項目等を示す。また、必要に応じて平面図、断面図に地質・地盤リスクを明示し「リスクの見える化」を図る。

- ①地質・地盤リスクの位置や範囲
- ②地質・地盤リスクの項目
- ③内容と根拠（素因や誘因等）
- ④リスク発現の可能性とその根拠
（可能性の大きさ、要求性能と推定性能の関係等）
- ⑤発現時の影響（内容、影響の大きさ等）
- ⑥評価（④と⑤の組み合わせ等とリスク基準を比較することで評価）

また、検討の結果リスクとならなかった項目についてもその理由等を概略整理しておくといよい。

5.7 リスク対応

地質・地盤リスク対応の候補は、リスク評価結果をもとに、必要に応じて地質・地盤リスクアドバイザーの助言を得た上で地質・地盤リスク管理者が選定し、その対応は事業者が決定・実施する。

【解説】

(1) リスク対応候補の案出と選定

リスク対応は一般に、回避（リスクの発生原因を取り除く対応）、低減（リスクの発生可能性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、施工法の変更、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、関係者が、必要に応じて地質リスク調査検討業務を活用したりリスク対応検討チームを組織したりして、できるだけ複数のリスク対応策の案出を行う。検討メンバーは地質・地盤技術者のほか、設計技術者、施工技術者を含めるのが望ましい。

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もとに、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表等で整理した上で、望ましい対応方法を選定するのがよい。**なお、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。（←委員指摘⑩への対応）**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同表に明示しておくとうい。

(2) リスク対応の決定と実施

地質・地盤リスク管理者は、事業の責任者と必ずしも同一ではないため、地質・地盤リスク管理者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・地盤リスク管理者と協議のうえ、事業者が行うのが一般的である。また、まれに受注者が自らの裁量と責において行える範囲のリスク対応を決定する場合もある。

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

把握したうえで対応を決定し、できるだけすみやかに実施する。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およびその後に必要となる対応や残存リスク等を地質・地盤リスク管理者に伝えるとともに、記録に残し、後の作業に関わる地質・地盤リスクマネジメント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り、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、リスク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。

（５）対応したリスクの整理

対応した地質・地盤リスクについてはわかりやすく整理する。整理方法は様々な方法が考えられるが、一例としてリスク管理表を用いるものがある。リスク管理表には下記の項目等を示す。また、必要に応じて平面図、断面図に地質・地盤リスクを明示し「リスクの見える化」を図る。

- ①地質・地盤リスクの位置や範囲
- ②地質・地盤リスクの項目
- ③内容と根拠（素因や誘因等）
- ④リスク発現の可能性とその根拠
（可能性の大きさ、要求性能と推定性能の関係等）
- ⑤発現時の影響（内容、影響の大きさ等）
- ⑥評価（④と⑤の組み合わせ等とリスク基準を比較することで評価）
- ⑦望ましいリスク対応とその根拠
（回避、追加調査、設計対応、施工対応等とその内容、各対応でのメリ

ットやデメリットの整理)

⑧残存リスクへの対応等

5.8 モニタリング及びレビュー（←委員指摘⑫に伴う変更）

地質・地盤リスクマネジメントにおいては、地質・地盤リスクに関する情報をモニタリングし、その結果を地質・地盤リスクマネジメント関係者にフィードバックする。

【解説】

地質・地盤リスク管理者は、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う。モニタリングは、地質・地盤リスクへの対応、残存リスク、新たなリスクの有無等、地質・リスクマネジメントの状況および結果についての情報収集、記録作成等を含む。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の場においては、その状況について、地質・地盤リスクマネジメント関係者へのフィードバックを行い、情報共有およびプロセスの改善に努める。

5.9 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関係者は、モニタリング及びレビューの情報に基づき、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】

地質・地盤リスクマネジメント関係者は、モニタリング及びレビューの情報に基づき、地質・地盤リスクマネジメントの枠組みや内容について機会をとらえて確認し、必要に応じて改善する。また、技術を有する人材の活用、継続的に関係者の地質・地盤リスク啓発・教育、また自らの学習を通じて技術を向上し、地質・地盤リスクマネジメントの品質の改善に努める。

5.10 記録作成及び報告

事業において得られた地質・地盤リスクの情報は記録し、リスクマネジメント関係者間で報告・共有・引き継ぎを行う。

【解説】

地質・地盤リスクに関わる情報は記録し、関係者で報告・共有・引き継ぎを行う。特にリスク管理表等とそれに関連する情報については確実に共有・引き継ぎが出来るように、地質・地盤リスクマネジメント会議（コミュニケーション及び会議）などの場を設定して行う。

前節のコミュニケーション及び協議の結果についても記録し、事業の計画以降から管理までを含めた各事業段階に関わるリスクマネジメント関係者に共有し引き継ぐことを基本とする。

計画、調査、設計、施工、維持管理等の受注者は、業務等の実施結果とともに、残存するリスクやその影響度合いを「リスク特定」、「リスク分析」、「リスク評価」、「リスク対応」結果を踏まえリスク管理表等に記し、成果品に含めて納入することにより、関係者へ確実に引き継げるようにする。

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て共有と引き継ぎを行うとよい。

- ・ 基礎地盤等に求められる要求性能
- ・ 地質調査により得られた推定性能
- ・ 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、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
- ・ 関係者協議の結果（協議資料、議事録等）

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、リスク管理に必要な情報は、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。

たとえば、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。

残すべき情報やその様式等については、各種ガイドライン（JACIC）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管理上必要な情報は電子化して引き継ぐことが望ましい。（←委員指摘⑩、⑪への対応）

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、事業に関与するすべての関係者は、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、不確実性の取り扱い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、ならびに地質・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取り組みが必要である。

また、実務における取組を支援するため、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。たとえば地質・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発信することも有効である。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だの取り組みが必要である。

(←委員指摘⑩への対応・既存のシステムを活用しつつも、既存のシステムで不足する部分は新しく取り入れることを提案)

以上