

# 特別講演

土木事業における地質・地盤リスクマネジメントについて

—事業へのリスクマネジメントの導入に向けて—

国立研究開発法人 土木研究所

主任研究員 梶山 敦司

# 土木事業における地質・地盤リスクマネジメントについて —事業へのリスクマネジメントの導入に向けて—

国立研究開発法人 土木研究所 主任研究員 梶山 敦司

## 1. はじめに

土木構造物の大部分は地質・地盤を基礎あるいは材料として利用している。地質・地盤は一部の人工構造物を除き、自然に形成されたものであり、分布が複雑で性状も不均質な事が多いという特徴がある。また、地下の状態を直接確認することが難しいため、地質・地盤の分布や性状を完全に把握することは困難であり、想定との乖離は避けられない。このような特徴を持つ地質・地盤の取扱いを間違えると、土木事業では事業の効果と効率性を損ない、事故や損害につながる場合がある（地質・地盤リスク）。この地質・地盤リスクに対応するため、国土交通省と（国研）土木研究所では、土木事業に関する学協会等と連携し、土木事業における地質・地盤リスクの取扱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「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：令和2年3月」を作成した。このガイドラインに準拠した地質・地盤リスクマネジメントを土木事業に導入する方法を検討するため、事業者を対象として地質・地盤リスクに関わる懸念事項とその懸念事項への取り組みに関するアンケート調査およびヒアリング調査を実施した。その結果、事業者が懸念事項として考えていることは、いずれも地質・地盤リスクマネジメントを行うことで解決方法を提示できることが分かった。また、事業者が実施している懸念事項に対する取り組みには、地質・地盤リスクマネジメントにそのままあるいは一部を改良することで組み込める取り組みが既に実施されていることが分かった。

本講演では、はじめに「土木事業における地質・地盤リスクとはどのようなもの？」を概説し、令和2年3月に公開した「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」<sup>1)</sup>の概要を説明する。また、「事業者が考えている地質・地盤リスクに関わる懸念事項」と「すでに事業者において実施している懸念事項に対する取り組み」のうち、興味深い実施例を紹介する。

## 2. 土木事業における地質・地盤リスク

「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン（以後、ガイドラインと称する）」<sup>1)</sup>において、「地質・地盤リスクとは」および「地質・地盤リスクにおけるリスク要因とは」は以下のように定義されている。

### 2.1 地質・地盤リスクとは

ガイドラインにおける地質・地盤リスクは、ISO 31000（リスクマネジメント—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。」と定義している。

「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ものである。

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。

ガイドライン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。例えば、軟弱地盤対策において、施工時に改良範囲や深度が想定よりも小さいため、結果として事業コスト縮減となる場合がある。

## 2.2 地質・地盤リスクにおけるリスク要因とは

ガイドライン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。」と定義している。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等、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場合がある。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（図-1<sup>2)</sup>を参照）もあるため、人為的な要因は重要である。

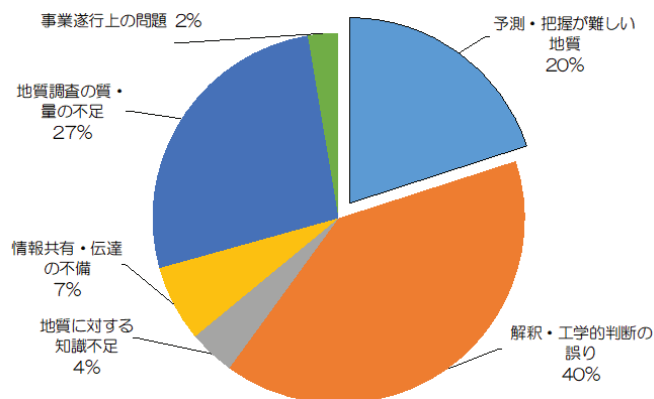


図-1. リスク要因の主な要素

（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参考資料<sup>2)</sup>より引用）

### 3. 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

#### 3.1 ガイドラインの構成

ガイドラインの目次構成を表-1に示す。ガイドラインは大きく4つの構成に分けて作成した。

はじめに、「本ガイドラインの基本的な考え方」として地質・地盤リスクマネジメントの概念、導入にあたっての留意事項、「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」として今後取り組むべき課題について解説した。第二に、4章において、土木事業における地質・地盤リスクマネジメントの概念、体制・組織や進め方の基本事項を解説し、導入と運用において考慮すべき事項を示した。第三に、5章において、地質・地盤リスクマネジメントを運用していくための実施内容、手順を示すとともに、実施にあたって適用できる手法について示した。第四に、「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」として、今後の課題、中長期的に検討が必要な事項を示した。

なお、ガイドラインは画一的な対応や体制・組織づくりを求めるものではなく、個々の事業や事業者の状況に応じた地質・地盤リスクマネジメントが導入・運用されることを目指すものである。

#### 3.2 ガイドラインのポイント

##### 1) リスクマネジメントの進め方

地質・地盤リスクマネジメントは図-2に示すように、「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」という一連のプロセスで進めていきます。また、これらのプロセスにおいて、関係者や外部との「①コミュニケーションおよび協議」、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」を並行して進めることとしている。

ガイドラインでは地質・地盤リスクマネジメントを、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を目指すものと位置づけている。つまり、どの事業段階や工程でリスクに対応することが有利となるかを考え、事業の進め方の戦略を立てることを支援するものとなる。このためリスクマネジメントの実施にあたっては最適なリスク対応が

表-1. ガイドラインの目次構成

目 次	
本ガイドラインの基本的考え方	
1.	本ガイドラインの目的
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基本事項
4.1	地質・地盤リスクマネジメントの基本方針
4.2	地質・地盤リスクマネジメントの体制・組織
4.3	地質・地盤リスクマネジメントの構成とプロセス
5.	地質・地盤リスクマネジメントの実施方法
5.1	一般
5.2	コミュニケーション及び協議
5.3	リスクマネジメントの計画
5.4	リスクアセスメント
5.5	リスク対応
5.6	モニタリング及びレビュー
5.7	リスクマネジメントの継続的な改善
5.8	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	

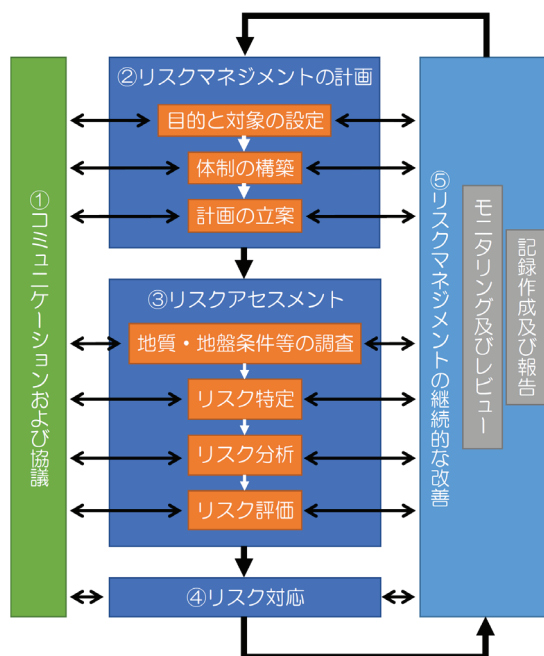


図-2. リスクマネジメントのプロセス  
(土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドラインより引用)

とれるよう、事業のできるだけ早い時期から着手し、事業の進捗に応じて変化するリスクに応じて、プロセスや体制を継続的に見直していくことが重要である。

## 2) ONE-TEAMでリスクに対応する

地質・地盤リスクマネジメントでは、地質・地盤の調査や評価、設計、施工、維持管理といった技術的な検討のために必要な専門知識を有する関係者が参画する体制を構築する必要がある。

その一方で地質・地盤に起因するトラブルの多くは、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が要因となっている。このため、関係者がそれぞれの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情報や認識を共有・伝達して、相互に補い合いながら連携を図ることが重要である。これによって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期待される。

ガイドラインでは、このように関係者が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を ONE-TEAM 体制と呼んでいる。

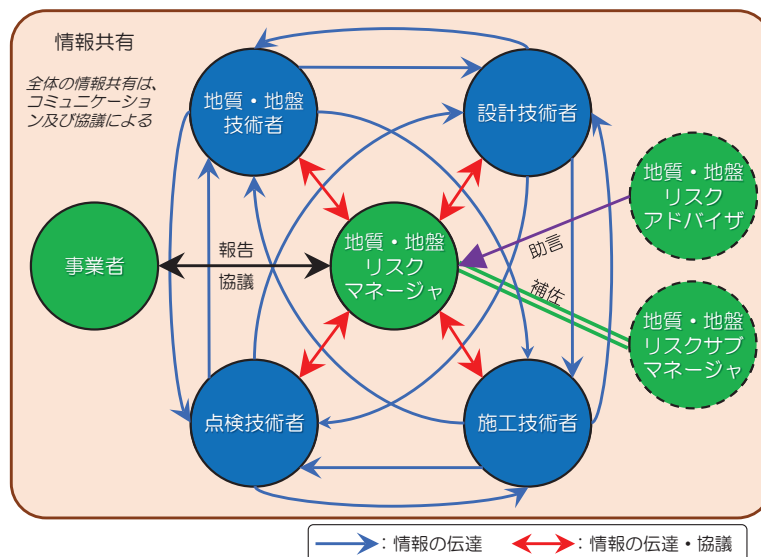


図-3. 地質・地盤リスクマネジメントにおける関係者の連携イメージ

(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<sup>1)</sup>より引用)

## 4. 事業者が考える懸念事項と懸念事項への取り組み

### 4.1 アンケート調査

土木施設の建設等にとって重要な地質・地盤に関する懸念事項を抱えている事業を抽出し、事業の現状とその対応状況を把握することを目的として、「事業者が考える懸念事項」、「懸念事項によって生じる影響」、「懸念事項への対応方法 (実施体制)」等について、選択方式 (複数選択可、一部記述あり) でアンケート調査を実施した。125 の事業から回答があり、その回答結果を集約した一部を紹介する (図-4)。

#### 1) 地質・地盤に起因する懸念事項

地質・地盤に起因する懸念事項として最も多かった回答が「地質・地盤条件により施工が難しい」、二番目に多かった回答が「地質・地盤の設計条件の設定が難しい」であった。

#### 2) 懸念事項によって生じる影響

懸念事項によって生じる影響として最も多かった回答が「事業費の増大、または事業費の予測が困

難」、二番目に多かった回答が「工期の延長、工程の遅延」であった。

### 3) 地質・地盤に起因する懸念事項への対応方法

懸念事項への対応として最も多かった回答が「事務所・地盤内で対応」、二番目に多かった回答が「有識者に相談」であった。外部への相談と事務所対応もしくは事務所発注での対応が半々に分かれる結果であった。

## 4.2 ヒアリング調査

アンケートに回答頂いた事業の内、地質リスク検討業務、監理業務等(PM、PPP、CM)、ECI、外部機関の設置など、特徴的な取り組みを行っている事業を対象として、ヒアリング調査を実施した。ヒアリングにより得られた事務所において既に実施されている取り組みの内、地質・地盤リスクマネジメントに「そのまま活用することができる取り組み」、あるいは「少し改良することによって活用することができる取り組み」の一部を紹介する。

### 1) 所内調整会議の実施

事務所の幹部が出席する所内会議が2週間～4週間に一回開催され、工事進捗、課題や懸念事項の状況を共有されていた。また、会議の場で所長や副所長の意見を聞き、対応方針が決められている事例があった。

### 2) 事業独自の基準作成と活用

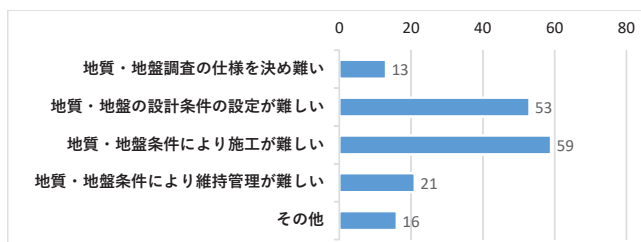
事業によっては、事業や事務所独自の基準が作成されていた。事業における地質調査では、一次基準と二次基準を内規として保有しており、切土勾配を決定するための調査や軟弱地盤の分布を把握するための調査に関する記述があり、そのルールに従って調査を進めていた。一次基準で実施した調査によりさらに調査が必要と判断された場合は、二次基準に移行して、追加調査を行うという流れが作成されていた。

### 3) 地質リスク検討業務の活用

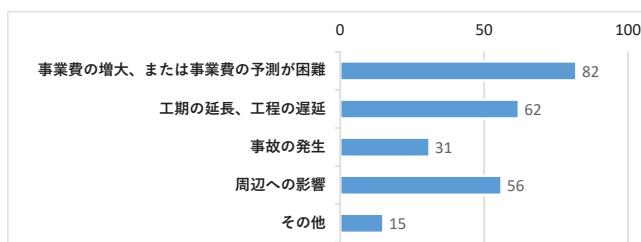
地質リスク検討業務は、事業者が対象とする事業において地質・地盤に関して課題があると考えている場所で発注されていた。また、業務では、リスクの棚卸を行ったうえでリスク特定し、特定したリスクに対する分析・評価が行われていた。事業によっては、地質調査の計画、地質リスク対応マニュアル等が作成、リスク管理引継ぎ表などが作成されていた。

### 4) 監理業務の活用

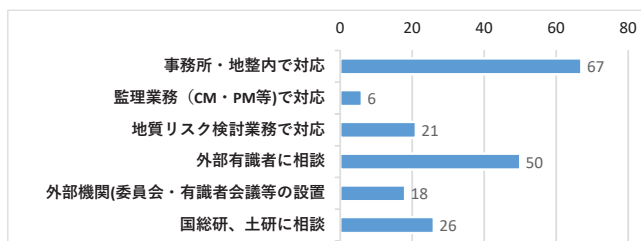
監理業務は事業によってその役割が異なりましたが、地質・地盤リスクに関わる項目は以下の点で



(a) 事業者が考える懸念事項



(b) 懸念事項によって生じる影響



(c) 懸念事項への対応方法 (実施体制)

図-4. 地質・地盤に起因する懸念事項とその対応方法等

あった。監理業務からの地質調査に関する提案、地質調査業務と設計業務の調整、地質調査業務・設計業務・工事に対する意見照会等が行われていた。また、早期発注による業務重複期間を設け引継ぎの役割を担っていた。

#### 5) 専門家などへの相談

地質リスクの影響が大きくなりそうな事業では事業の当初から、進捗に伴って問題が明らかとなってきた事業では途中から、外部有識者への相談や委員会の実施、国総研・土研に相談等が行われていた。専門家への相談については、どの程度の案件であればどこに相談すればよいか悩むといった声もあった。

### 5. まとめ

土木事業における地質・地盤リスクについて概説し、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<sup>1)</sup>の概要を説明した。また、地質・地盤リスクマネジメントの普及・実践に向けた課題などを抽出するために、事業者を対象として実施したアンケート調査およびヒアリング調査結果を紹介した。今後、土木事業への地質・地盤リスクマネジメント導入に向け、手順などを検討していく予定を考えている。

### 6. 参考文献

- 1) 国土交通省、土木研究所、土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会：土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン-関係者が ONE-TEAM でリスクに対応するために-、<https://www.pwri.go.jp/jpn/research/saisentan/tishitsu-jiban/iinkai-guide2020.html>、2020
- 2) 国土交通省、土木研究所、土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会：土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン-関係者が ONE-TEAM でリスクに対応するために-参考資料、<https://www.pwri.go.jp/jpn/research/saisentan/tishitsu-jiban/iinkai-guide2020.html>、2020
- 3) 植田律、阿南修司、梶山敦司：公共事業における地質・地盤に関するリスク要因の特徴、応用地質、第62巻、第3号、181-186