

地質・地盤リスクマネジメントの実装に向けて

宮武裕昭



1. はじめに

インフラ施設のほとんどは、何らかの形で地質・地盤を利用している。地質・地盤は、様々な不確実性を有しており、その影響を受ける。不確実性は、決して好ましいものではないが、好き嫌いにかかわらず、そこに存在する現実である。現実でありながら、的確に表現できない。表現できないから対応が難しい。それが不確実性である。こうした地質・地盤の不確実性に適切に対応し、インフラ施設、さらにはその目的である事業の効率性を向上させるための手法が『地質・地盤リスクマネジメント』である。

平成28年11月に発生した博多駅前道路陥没事故等の地質・地盤に関わる事故等の影響を受け、社会資本整備審議会・交通政策審議会答申「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」（平成29年9月）において、計画・設計・施工・維持管理の各段階における地盤リスクアセスメントを実施することが必要とされた。この答申を受け、令和3年3月に土木研究所では、国土交通省及び土木事業に関わる学協会の有識者とともに『土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン*』（以下「ガイドライン¹⁾」という。）を策定した。事業等における不確実性の適切な取り扱いについては、ISO31000リスクマネジメント²⁾により、その標準的な方法が示されており、ガイドラインはISO31000を地質・地盤リスクマネジメント用に特化したものともいえる。その後、土木研究所では高度な技術的判断を必要とする事業に対する技術指導を通じて地質・地盤リスクマネジメントの実装を図ってきた。すでに全国的に良く知られた高度な判断を要する事業でもガイドラインを参考資料としている例がある。しかしながら現場の技術者の声を聴くと、地質・地盤リスクマネジメントという言葉は耳慣れず、敷居が高いものと感じている人が少なくない。本

特集号では、できるだけ事業における導入効果を意識しながら、地質・地盤リスクマネジメントの社会実装の一助となるような事例及び研究成果を紹介することとした。地質・地盤リスクマネジメントおよびガイドラインについては、土木技術資料2021年1月号において既報している³⁾ので、こちらも参考にしていきたい³⁾・4)

2. 地質・地盤リスクマネジメントの必要性

平成26年度から令和元年度までの6年間の国土交通省の事業再評価における事業費の増額と要因を整理すると、全体の事業費増額はおよそ5兆円であるが、そのおよそ4割が地質・地盤に起因する要因とされている⁵⁾。事業費は、公共事業の進捗に関して重要な指標の一つであり、この高い割合は、地質・地盤の不確実性の影響が事業の進捗や効率性に与える影響が非常に大きいことを示している。

ガイドラインでは、地質・地盤リスクマネジメントの目的を“土木事業の効率的な実施及び安全性の確保”としている。注意が必要なのは、地質・地盤リスクマネジメントの目的が、単に事業費を削減することではない点である。例えば地質・地盤に起因する事業費増大の理由の10.7%を占め（図-1）、事業費増額一件あたりの増加率が62.2%と大きな重金属を例に考える（図-2）。事業中に重金属に遭遇した場合の対応については、定められた基準を満足するレベルまで対応することが義務付けられている。事業の進捗に伴って、

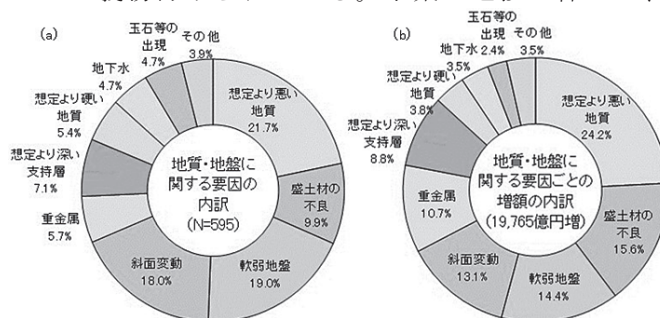


図-1 地質・地盤に関する要因ごとの内訳
(a) 発生数, (b) 増額

出典：植田ら⁵⁾

土木研究所 地質・地盤研究グループ長

*土木用語解説：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

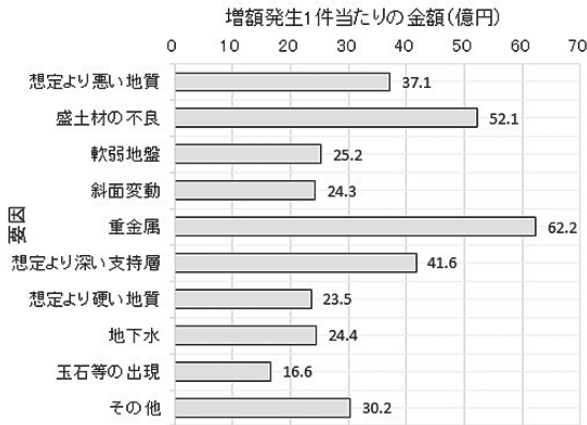


図-2 地質・地盤に関する要因ごとの増額発生1件当たりの金額の比較
出典：植田ら⁵⁾

当初の想定を超える量の重金属が存在した場合、当然その処理に要する作業は増大し、事業費の増大につながる。しかし、その埋蔵量は、単にそれを知ることができず、事業費として算定できていなかったものも含んでいる。事業の結果、実際に存在した有害物質について、環境基準に則って処理が行われているのであれば、その事業費増大分のほとんどは社会的に必要と認められている費用であり、すべてが不要な事業費増ではない。ただし、当初想定を上回る埋蔵量が発見されたことにより、事業が中断したり、計画手順の変更が生じたりしたことで進捗が遅延したような場合、それは事業の効率を低下させるような事業費増であるといえる。埋蔵量の正確な予測に努めるのは当然のこととして、その予想が大きな不確実性を含むことを前提とし、事業の中断や手戻りなどによる効率の低下をできるだけ下げる、それが地質・地盤リスクマネジメントの目的であり、その必要性であるともいえる。

3. 地質・地盤リスクマネジメントの基本

ガイドラインでは、地質・地盤リスクマネジメントの基本方針として、“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”としている。

鋼やコンクリートに代表される人工的な材料は、均質性が高い。これらの材料を用いた構造物では、限られた調査によって得られた物性をもとにして構造物の全体を高い確度で推定することができる。しかし、地質・地盤材料は、非常に均質性が低く、サンプリングによってある位置の要素の物性を把握することができても、そこからわずかに離れた要素が全く異なる物性を持つことが頻繁に起こる。前述のとおり、地質・地盤にかかわる情報は、事業の初期段階に得られる量が圧倒的に少ない。しかも、その限られた情報も大きな不確実性を持っている。

一般的な事業における情報と不確実性の高い事業における情報の引継ぎの違いを示したものが図-3である。人工材料による構造物を築造する事業では、こと構造物の構築に関しては、計画、調査、設計、施工の各工程で十分に不確実性を低減できるため、事業を進めるにあたり、各工程では、前

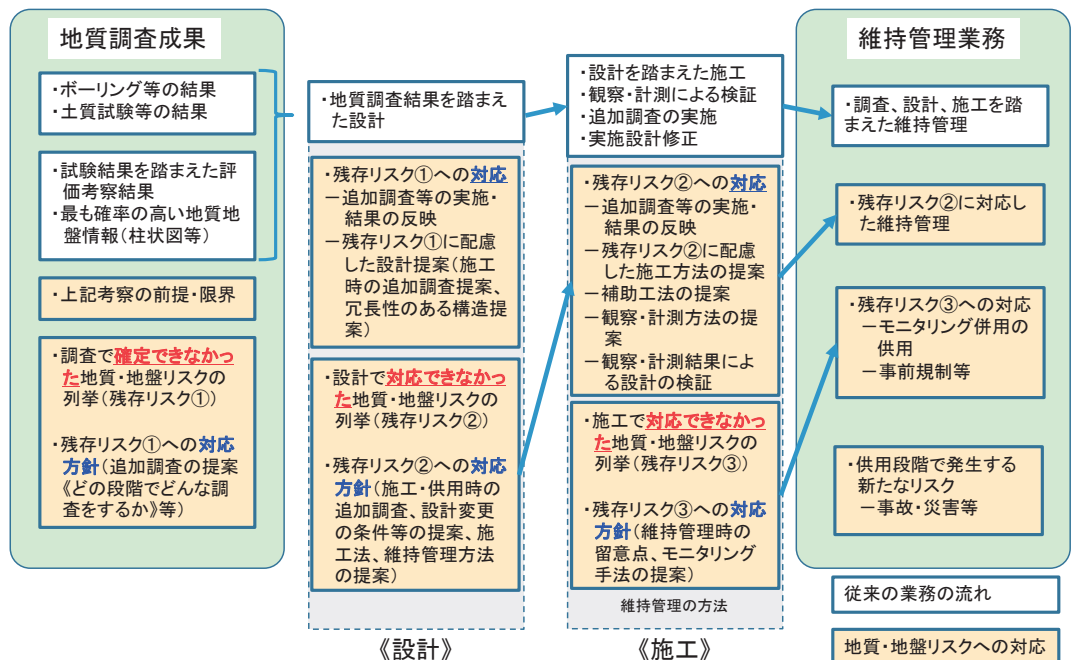


図-3 地質・地盤リスクマネジメントを意識した設計・施工のイメージ
出典：ガイドライン¹⁾

段階で検討確定された内容について、さらに詳細な検討が行われて深化が図られていく。しかし、事業を通じて不確実性が大きい事業では、前段階の検討で様々な可能性を排除しきれず、後続の工程にその不確実性を引き継がざるを得ない。その場合、各段階において、検討によって確定した結果だけでなく、前段階から引き継がれた不確実性をどの程度低減させ、後続に引き継ぐのか、そうした不確実性について、後続のどの段階で対応すべきかといった検討結果も引き継ぐことが望ましい。

その結果、一般的な事業で引き継がれる情報量（白い箱内）に比べ、**地質・地盤リスク**※への対応のために引き継がれる情報（黄色い箱内）が多くなっていることが見て取れる。もちろん、すべての事項について、あらゆる可能性を考慮し、それを引き継いだのでは、かえって事業効率の低下につながりかねない。どの不確実性が、事業に大きな影響を与えるのか、という見極めも重要である。

4. 本特集号の企画にあたって

本特集号の企画を行うにあたり、『地質・地盤リスクマネジメントの実装に向けて』を特集テーマとして設定した。特集報文を6本、現地レポート3本、研究コラム1本という構成であるが、読者のより深い理解のために各報文を企画に採用した目的と、地質・地盤リスクマネジメントの実装という視点から補足を行いたい。

報文「ダム事業における地質・地盤リスクマネジメント」および「維持管理を考慮した山岳トンネルの地山評価と施工時記録の活用」並びに「トンネル工事における補助工法の効果に関する不確実性の評価」はトンネル、ダム事業において、リスクマネジメントが事業の基本的スキームとして取り入れられている事例を報告している。ダム事業は、公共事業の中でも単体として最大規模の事業であり、地質・地盤の不確実性の影響も非常に大きなものとなる。ダム事業においては、構想・計画段階から施工にいたる過程において地質を評価するための手順が確立しており、特に事業者、助言を行う土木研究所という複数の関係者による役割が関係者間で了解されている。ガイドラインにおける“**One Team**”が最も実現されているス

キームといえる。またトンネル工事も事前の調査によって不確実性を解消することが難しい事業であり、施工の段階において、地山の評価と適切な補助工法の選定を行いつつ、その情報を維持管理段階へと継承していくこととなるが、これは事前の工程で残存した不確実性を後続の工程で対応するというリスクマネジメント手法を定型化したものであるといえる。実際のトンネル事業に従事した技術者からすれば、至極当然のスキームであるかもしれないが、暗黙知を形式知にすることこそがガイドラインの目的であり、特集報文として採用をしたものである。これら二編は事業の異なる段階を通じたリスクマネジメントといえる。

現地レポート「水窪佐久間道路における地質リスク検討」は事業の構想・計画段階における地質・地盤リスクマネジメント事例である。ガイドラインでは、地質・地盤リスクマネジメントは事業の任意の段階で行えるが、できるだけ早期から着手することが望ましいとしている。事業費増大の要因として挙げられる**リスク要因**※に対して、ルート変更など根本的な解決方法を示しうるものであり、その効果は非常に大きい。

報文「物理探査の地質・地盤リスクマネジメントへの活用」はこのような構想・計画段階での地質・地盤リスクマネジメントに有効な物理探査に関する報文である。地質・地盤に関する調査は、しばしば設計段階における物性値の設定の目的で行われることが多い。そのことは研究コラム「地質・地盤リスクへの対応に関する実態調査」においても現場における悩みのひとつに地質地盤の設計条件の設定が懸案として挙げられていることからわかる。一方、計画・構想段階での調査は、得られた結果の活用方法が具体的に決まっているわけではないことから、軽視されがちであり、今後の活用が期待される。

現地レポート「国道210号赤岩地区災害復旧」および「国道19号長野市信州新町水内地区における災害復旧対応」はいずれも災害対応におけるリスクマネジメントの事例である。災害の発生は、現実と理論が乖離した状態の典型である。それは状態が理論では説明できない、つまり不確実性が非常に大きな状態である。このような状態において、道路の目的である交通機能の確保を達成するために、実際の状況に応じた判断基準を設定し、

※土木用語解説：地質・地盤リスク、リスク要因

具体的な管理基準の設定と交通開放という判断を行った事例である。本レポートでは、“道路管理者の判断”に着目している。

続いては、事業の個別段階での、より具体的かつ個別の課題に対するリスクマネジメントを取り扱う報文を集めた。報文「簡易現場透水試験による河川堤防の透水性評価とその活用」は、不確実性の中でも特に取り扱いが難しい不均質性についての対応を可能とする簡易現場透水試験の概要とその活用に関する報告である。堤防における浸透現象は、まさに不均質性によって発生する現象である。本報文では、簡易な調査を多点で実施することにより不均質性に対応しようとしている。

報文「グラウンドアンカーの緊張力モニタリングの事例と施工、維持管理への適用可能性」は予見が困難なグラウンドアンカーの緊張力を比較的容易にモニタリング可能とする技術の開発を背景とし、緊張力モニタリングの実例と現場での留意点を整理したものである。特に設計施工が困難な地質におけるグラウンドアンカー工の効率的効果的施工に有益な報告であるが、将来的には、現行設計法が有する安全余裕を再評価し、より効率的な設計・施工法への展開の可能性を有するものである。

ISO31000では、リスクマネジメントは、価値を創造し、保護するものとしている。すべての事業は何らかの付加価値を生むか、損失を防ぐものである。つまり、リスクマネジメントは、事業における判断を支援する、という意味である。本企画においては、「事業者の判断」に注目をしていただきたいと考えている。

5. おわりに

本企画の特集報文のラインナップが示すように、地質・地盤リスクマネジメントにおいて実務的に行われる行為は、そのほとんどが従来から現場において行われてきた手法である。それは、従来の現場においては「段取り」であるとか「手際」と呼ばれてきた技術的対応であり、判断である。

地質・地盤リスクマネジメントは、計画・調査・設計・施工・供用・更新という公共事業のライフサイクルに「地質・地盤リスクマネジメント」という新たなフェイズを追加するものではない。

従来の手順について、「不確実性の計画的、効率的な段階的低減」という視点を提示し、事業全体を通じて一貫性を高め、効率性、有効性を高めるものである。言い換えれば、地質・地盤リスクマネジメントの真髄は、これまで「暗黙知」として行われてきた技術的対応を「形式知」とし、より合理的、より計画的に行うことだともいえる。

また、地質・地盤に限らず、リスクマネジメントの考え方は、公共事業のすべてに援用が可能なものでもある²⁾。近年、「技術力の低下」というキーワードを耳にすることが多いが、様々な新技術の開発や普及が進んでいることを考えれば、課題を解決する技術が以前よりも低下しているのは不自然である。しばしば語られる『技術力の低下』とは、課題へ対応するための技術力の低下ではなく、様々な価値観の多様化、少子高齢化といった公共事業を取り巻く状況が複雑化しており、解決すべき課題がより複雑になっているために、技術的課題に関する判断力が相対的に低下しているのではないだろうか。で、あるとすれば、事業における判断を支援するリスクマネジメントは『技術力の低下』と称される問題に対する有効な解決法となりうるだろう。

結びとして、本企画に協力を頂いた関係各位に感謝をするとともに、本特集企画を通じて、関係する技術者が感じている地質・地盤リスクマネジメントというものに対する「敷居の高さ」が取り払われ、公共事業の効率性が高まることに期待する。

参考文献

- 1) 国土交通省大臣官房 技術調査課、国立研究開発法人 土木研究所、土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会、「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」、2020、
<https://www.pwri.go.jp/jpn/research/saisentan/tishitsu-jiban/pdf/georisk-guideline2020.pdf>
- 2) リスクマネジメント規格活用検討会、「ISO31000:2009 リスクマネジメント 解説と適用ガイド」、日本規格協会、2010
- 3) 佐々木靖人：土木事業における地質・地盤リスクマネジメント技術、第63巻、第1号、pp18~21、2021
- 4) 阿南修司：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、第63巻、第1号、pp50~51、2021
- 5) 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、pp.181~186、2021