

参考資料

まえがき

資料1 注意すべき地形・地質の例

資料2 地質・地盤リスクの事例

1. 事例分析の手法
2. 分析結果

資料3 地質・地盤リスクマネジメントに関する既往の取り組みの例

1. 地質リスク調査検討業務
2. 三者会議・合同現地踏査への地質技術者の参画
3. アドバイザー・コンサルタント制度
4. 「長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアル」を用いた切土施工管理

資料4 地質・地盤リスクマネジメントに関する工夫事例

1. 目的
2. 主な事例の概要
3. 地質・地盤リスクマネジメントの導入における留意点に基づく事例分析

資料5 地質・地盤リスクマネジメントの技術的手法に関する参考文献

1. 行政的な取り組み・制度等
2. 技術的な手法等

資料6 海外の地質・地盤リスクマネジメントに関連する取り組みの例

「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」構成メンバー

まえがき

本参考資料は、本ガイドラインの理解や、地質・地盤リスクマネジメントの実施において参考となる資料をまとめたものである。

資料1は、注意すべきといわれる地形や地質についてまとめたものである。これは主に既往の基準や指針類に記載されているものを集約しており、自然的なリスク要因を検討する際の参考となる。ただし実際にリスク要因となる地形・地質は必ずしもこれらだけではないこと、また逆に、これらが必ずリスク要因ではないこと、すなわち実際のリスクは、自然的なものだけでなく人為的なものもあいまって生じることから、現場ごとに検討する必要があることに留意されたい。

資料2は、既往のリスク事例について、要因分析やパターン分析を行ったものである。本ガイドライン作成にあたっては、これらの分析を通じてガイドラインに必要な事項を検討した経緯がある。したがってこれらの事例分析結果を参照することで、リスクマネジメントの留意点が具体的なイメージをもって理解できる。

内容は、まず前半では、事例数は少ないものの統計的にどのようなリスク要因が認められるか、またそのリスクが事業のどのような段階でどのように生じたかなどの要因分析とパターン分析を行っている。後半では、いくつかの個別事例について、詳しく要因・パターン分析を行っている。

資料3は、地質・地盤リスクに対応するための既往の制度等の取り組みについて紹介している。これらの中には地質・地盤リスクマネジメントの重要なパーツとして活用できるものがある。

資料4は、地質・地盤リスクマネジメントの工夫事例である。この実施事例は本ガイドラインの作成前に行われたものであるが、この中には、本ガイドラインの作成関係者が関与して先行的に実施した事例もあり、ガイドラインの趣旨にある程度沿った事例として掲載している。

なお、実際の地質・地盤リスクマネジメントにおいては、この工夫事例のみにとらわれず、事業の特性に合わせて事業者が具体的な方法を検討することが重要である。

資料5は、ISO 31000をはじめとするリスクマネジメントの考え方の参考となる文献を示すとともに、地質・地盤リスクマネジメントの実施において、行政的な事業マネジメント手法、及び技術的なアセスメント手法という二つの側面から参考となる文献をまとめている。地質・地盤リスクマネジメントにおいては、必要に応じてこれらの行政的・技術的手法を活用する形で実施することが効率的である。

資料6は、地質・地盤リスクマネジメントに関する海外の取り組みについて紹介している。これらの中には、日本の複雑な地質条件や事業体系と必ずしも合わないものも含まれるが、地質・地盤リスクマネジメントが海外においても重視され、また実施されている状況が把握できる。

資料1 注意すべき地形・地質の例

本資料では、設計・施工・維持管理等において一般に注意すべきといわれる地形・地質を例示する。これらは主に土木構造物に関わる既往の技術基準や指針類に記載されているものを集約したものであり、自然的なリスク要因を検討する際の参考となる。

ただし、これらの地形・地質によって影響が生じるかどうかは、事業の状況等によって異なる。例えば、事業の予定箇所に地すべり地が存在しても、地すべりが安定している場合や工事内容が切り盛りや地下水変化を伴わない場合は、事業への影響は小さいと考えられるため、リスクとしての重要度は低い。

また逆に、これらの地形・地質以外であっても、事業の方法によってはリスクとなる場合もある。例えば、下記の表に例示のない通常の土質地盤であっても、その強度を越えた勾配で切土する（すなわち人為的なリスク要因を伴う）場合にはリスクとなる。

すなわち、事業における実際のリスク要因は、例示された注意すべき地形・地質のみによらず、現場ごとに詳細に検討する必要があることに留意されたい。

表-1 (1) 地質・地盤リスクマネジメントにおいて注意すべき地形・地質の例

事業	構造物	注意すべき地形・地質の例	文献
道路	道路全般	大規模な地すべり崩壊地帯 山腹崩壊の激しい地域 特にぜい弱な岩質の地域 大規模な軟弱地盤地帯 断層地形 崖錐地形 段丘地形 扇状地 遷急線 〇次谷 土石流 断層・破碎帯 流れ盤 褶曲 液状化 地下水 坑内湧水と集水範囲 浸食	土質・地質調査要領（東日本高速道路株式会社ほか）
	構造物基礎	活断層 地盤沈下 土石流 軟弱粘性土 地すべり・崩壊地形 断層破碎帯 未固結層 湧水 地層の不連続箇所 透水性の高い砂礫層、崖錐堆積層、強風化層 亀裂性岩盤 液状化地盤（旧河道、埋立地、地下水の浅い沖積低地、液状化発生履歴のある箇所など） 被圧地下水 支持層の分布深度	道路事業における地質・土質調査計画の立て方（案） （建設コンサルタンツ協会）

表-1 (2) 地質・地盤リスクマネジメントにおいて注意すべき地形・地質の例

事業	構造物	注意すべき地形・地質の例	文献
道路	切土・自然斜面	崩壊地形 地すべり地形 土石流堆積地形 浮石・転石 崩積土 強風化斜面 砂質土等、特に浸食に弱い土質 風化が速い岩 割れ目の多い岩 流れ盤 集水地形 自然由来重金属を含む地山 軟弱地盤地帯 火山・地熱・温泉地帯 鉱化変質帯 扇状地地形 断層破砕帯、活断層 含水未固結層 湧水 劣化帯・風化層 火山山麓・段丘層などの地下水の豊富な地域 土砂法面 ○崩壊性要因を持つ地質 ・しらす、山砂、まさ土 ・崖錐性堆積物 ・火山灰土、火山砕屑物 ・泥岩、頁岩、粘板岩 ・凝灰岩、蛇紋岩 ・片岩類 ・花崗岩、安山岩、チャート	道路土工要綱(日本道路協会) 道路土工一切土工・斜面安定工指針(日本道路協会) 道路土工構造物点検必携(日本道路協会) 道路防災総点検要領(道路保全技術センター) 落石対策便覧(日本道路協会) グラウンドアンカー維持管理マニュアル(土木研究所) 地すべり防止技術指針及び同解説(提案)(土木研究所) 建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック(土木研究所) 設計要領第1集(東日本高速道路株式会社ほか) 道路事業における地質・土質調査計画の立て方(案)(建設コンサルタンツ協会)
	盛土	軟弱地盤 土石流地形 自然由来重金属 地すべり地 沢部 崖錐・崩積土 傾斜地盤 地下水の湧出の多い地山 後背湿地 三角洲 せき止め沼沢地 潟湖跡 自然由来重金属を含む地山 堤間湿地 ○特殊土 ・しらす ・コーラルリーフロック ・さんご砂利 ・ぼら ・灰土、灰砂 ・火山灰質土 ・ローム ・赤ぼく、黒ぼく ・泥炭、土丹 ・島尻粘土 ・鹿沼土(味噌土、粟土) ・有明粘土 ・ぼた	道路土工要綱(日本道路協会) 道路土工一盛土工指針(日本道路協会) 道路土工一軟弱地盤対策工指針(日本道路協会) 構造物の安全性・信頼性向上のための調査計画ガイドライン(案)(全国地質調査業協会連合会) 道路土工構造物点検必携 平成30年版(日本道路協会) 点検要領(国土交通省) 地すべり防止技術指針及び同解説(提案)(土木研究所) 地質調査要領(全国地質調査業協会連合会) 建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック(土木研究所) 設計要領第1集(東日本高速道路株式会社ほか)
	擁壁	軟弱地盤 地すべり地形 湧水	道路土工一擁壁工指針(日本道路協会)

表-1 (3) 地質・地盤リスクマネジメントにおいて注意すべき地形・地質の例

事業	構造物	注意すべき地形・地質の例	文献
道路	掘削構造	軟弱粘性土地盤 被圧地下水 湧水 腐植土などの有機質土 液状化地盤（旧河道、埋立地、地下水の浅い沖積低地、液状化発生履歴のある箇所など）	地質調査要領（全国地質調査業協会連合会）
	トンネル	地すべりの可能性がある地山 褶曲擾乱帯 未固結・土砂地山 膨張性地山 山はねが生じる地山 地熱、温泉がある地山 可燃性ガス 高圧、多量の湧水がある地山 自然由来重金属を含む地山 強風化岩・崖錐地山 斜面崩壊のある地山 活断層 偏圧のかかる地形 層状岩盤 還元性硫化鉄に富む新第三紀堆積岩・第四紀堆積物 炭坑・鉱山地帯 湿地軟弱地盤地帯 断層破碎帯（集中湧水、崩壊） 土被りの浅い谷部（小土被り） 大土被り 空洞 不安定岩塊 火山地帯（硬軟の地層が複雑に互層） 変質帯、風化帯 地下水湧出 付加体 混在岩（メランジュ） 石灰岩 粘板岩・砂泥互層 蛇紋岩	道路トンネル技術基準（構造編）・同解説（日本道路協会） トンネル標準示方書[山岳工法編）・同解説（土木学会） 地すべり防止技術指針及び同解説（提案）（土木研究所） 道路トンネル維持管理便覧 本工編（日本道路協会） 建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル（暫定版）（国土交通省） 建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック（土木研究所） 建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル（土木研究所） 道路事業における地質・土質調査計画の立て方（案）（建設コンサルタンツ協会） 付加体地質とトンネル施工（ジェオフロンテ研究会新技術相互活用分科会付加体地質WG）
	シールド・推進	切羽の自立困難な軟弱地盤 湧水の多い砂・礫質地盤 巨礫・玉石を含む地盤 酸欠空気 可燃性ガス 粘性土・砂質土互層地盤 液状化地盤（旧河道、埋立地、地下水の浅い沖積低地、液状化発生履歴のある箇所など）	地質調査要領（全国地質調査業協会連合会） トンネル標準示方書[シールド編）・同解説（土木学会）

表-1 (4) 地質・地盤リスクマネジメントにおいて注意すべき地形・地質の例

事業	構造物	注意すべき地形・地質の例	文献
	橋梁	軟弱地盤 粘性土層 シルト質土層 砂質土層 活断層 地すべり地形 岩盤クリーブ地形 流れ盤 浮石・転石 崩壊地形 崖錐 未固結層 土石流地形 集水地形 ガリー地形 おぼれ谷 湧水、被圧地下水	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編(日本道路協会) 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編(日本道路協会) 構造物の安全性・信頼性向上のための調査計画ガイドライン(案)(全国地質調査業協会連合会) 地質調査要領(全国地質調査業協会連合会)
道路	杭基礎	地すべり地形 岩盤クリーブ地形 流れ盤の地形 土石流地形 集水地形(0次谷) ガリー地形 落石、崩壊地形 崖錐 断層地形 リニアメント 空洞、陥没地形 未固結の地層が厚く堆積する斜面 変朽安山岩 蛇紋岩 片理性の地質 温泉余土 スコリア層 扇状地 自然堤防 後背湿地 三角州 土砂供給の多い河川沿岸 小おぼれ谷 潟湖跡 旧河道 埋立地 軟弱地盤 海成粘土 泥炭層 河成・湖成粘性土 砂れき層 火山性堆積物 風化まさ土	斜面上の深礎基礎設計施工便覧(日本道路協会) 杭基礎設計便覧(日本道路協会)

表-1 (5) 地質・地盤リスクマネジメントにおいて注意すべき地形・地質の例

事業	構造物	注意すべき地形・地質の例	文献
河川	堤防	砂丘 旧落堀 ゆるい砂質地盤 水衝部 支川の合流 樋管等の附帯構造物周辺 ○軟弱地盤 ・湿地帯、湿地地帯 ・平坦な水田が入り込む地域 ・自然堤防、砂丘等の後背地 ・粘性土地盤、有機質土、緩い砂 ○透水性地盤 ・扇状地、自然堤防、三角州 ・旧河道、河道締切箇所 ・堤内地の湧水、地下水位上昇が認められる箇所 ・砂礫層、粗砂層 ○液状化、流動化 液状化地盤（旧河道、埋立地、地下水の浅い沖積低地、液状化発生履歴のある箇所など）	河川砂防技術基準 調査編（国土交通省） 河川堤防の構造検討の手引き（改訂版）（国土技術研究センター） 地質調査要領（全国地質調査業協会連合会） 中小河川における堤防点検・対策の手引き（国土技術研究センター） 河川堤防の浸透に対する照査・設計のポイント（土木研究所） 治水地形分類図（国土地理院） 河川事業における地質・土質調査計画の立て方（案）（建設コンサルタンツ協会）
	河川構造物 樋門・樋管	軟弱地盤 活断層 液状化層 表流水、湧水 帯水層 軟弱層 玉石	柔構造樋門設計の手引き（国土技術研究センター） 河川構造物の耐震性能照査指針・解説-IV. 水門・樋門及び堰編-（国土交通省） 河川事業における地質・土質調査計画の立て方（案）（建設コンサルタンツ協会）
	ダム	地すべり地形 崖錐地形 ケスタ地形 カルスト地形 溶岩地形 火砕流地形 第四紀断層（活断層） 流れ盤 地下空洞 断層 破碎帯 シーティング節理 開口節理 間隙堆積物等の未固結層 低角度弱層 片理・層理 熱水変質帯 貫入岩 自破碎溶岩 ゆるみ岩盤 高透水層 自然由来重金属を含む地山 表成谷・埋没谷	河川砂防技術基準 調査編（国土交通省） 多目的ダムの建設（ダム技術センター） 総説 岩盤の地質調査と評価（ダム工学会） 地すべり防止技術指針及び同解説（提案）（土木研究所） 改訂新版貯水池周辺の地すべり調査と対策（国土技術研究センター） 地すべり地における挿入式孔内傾斜計計測マニュアル（土木研究所ほか） 建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック（土木研究所） 地質現象とダム（中村康夫） ダム基礎岩盤の調査と設計（飯田隆一） ダム基礎における立体的岩盤透水性分布の把握手法（ダム技術センター）
	ダム （貯水池）	同斜構造 褶曲 岩脈 活構造 キャップロック	改訂新版 貯水池周辺の地すべり調査と対策（国土技術研究センター）

表-1 (6) 地質・地盤リスクマネジメントにおいて注意すべき地形・地質の例

事業	構造物	注意すべき地形・地質の例	文献
砂防	砂防全般	自然堤防 旧河道 落堀 崖錐 扇状地 地すべり地形 崩壊地形 断層地形 段丘 砂丘 湿地 天井川 落石 土石流 深層崩壊地形	河川砂防技術基準 計画編 (国土交通省) 河川砂防技術基準 調査編 (国土交通省) 地質調査要領 (全国地質調査業協会連合会) 地すべり防止技術指針及び同解説 (提案) (土木研究所) 砂防関係施設点検要領 (案) (国土交通省) 深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル (案) (土木研究所) 砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) (国土技術政策総合研究所)
	山腹工	地山の風化 湧水	
	堰堤	袖部の地すべり地形 湧水	
	地すべり防止施設	自然由来重金属を含む地山 (排水トンネル)	

資料2 地質・地盤リスクの事例

本資料は、地質・地盤リスクを取扱う上での課題を明らかにするため、リスクの要因となった要素の組合せや、リスクの把握や対応のパターンについて事例分析を行ったものである。本資料を参照することで、リスク要因や影響の発生パターン等が具体的にイメージでき、リスクマネジメントの留意点を理解する助けとなる。

1. 事例分析の手法

地質リスク学会が主催する“地質リスクマネジメント事例研究発表会”の平成20年から29年までの講演論文集に収録された139件のうち、事例の報告がされている107件中の87事例を対象とした。地質リスク学会では事例分類として、地質リスクを回避した事例をA型、地質リスクが発現した事例をB型、発現した地質リスクを最小限に回避した事例をC型に区分しており、分析にあたっては、これらの分類を参考に整理を行った。

なお、ガイドライン本編での用語の定義に従えば、A型：地質・地盤リスクに関わる影響を回避した事例、B型：地質・地盤リスクに関わる影響が生じた事例、C型：地質・地盤リスクの兆候を捉え、影響を低減した事例、とそれぞれ読み替えることができる。

(1) 影響が生じた事例における要因の整理

地質リスク学会の3つの事例分類のうち、影響が生じた事例（B型：47事例、C型：28事例）について、影響が生じるに至った過程やその後の対応内容からリスクの要因となった要素と考えられるものを記載から読み取って表-1のように類型化した。

表-1 リスクの要因とその要素の類型

区分	類型	要素
自然的要因	予測・把握が難しい地質	発生場の予測が困難な要因 (局所的な地盤脆弱部等)
		発生時期の予測が困難な要因 (地山劣化、落石、異常気象等)
		不均質性・不規則性が著しい地質
人為的要因	解釈・工学的判断の誤り	地形に関するリスクの見逃し
		地質構造・地質特性に関するリスクの見逃し
		地盤物性の調査不足や評価不足
		地形に関するリスクの見誤り
		地質構造に関するリスクの見誤り
		リスクの兆候(事象)の見誤り
	地質に対する知識不足	地盤条件に不適な設計
		不適切な施工の実施
	情報共有・伝達の不備	リスクに関する情報共有・伝達の不備
	地質調査の質・量の不足	地質調査未実施
		調査計画の不適合
		地形図の精度不足
	事業遂行上の問題	コスト優先(災害復旧)
事業スケジュールを優先(調査不十分)		

(2) 事業の流れの中でのリスクの把握や対応時期

上記 (B, C 型) と影響を回避した事例 (A 型 : 40 事例) を合わせ各事例の記述内容を元に、リスクの把握や対応と事業の段階との関係を 9 パターンに類型化した (表-2, 図-1)。各パターンの代表事例を表-3 に示す。

表-2 リスクの把握と対応のパターン

A 型	地質・地盤リスクによる影響を回避した事例	
A-1	計画段階でリスクを把握し、リスク対応を適切に行ったパターン	
A-2	調査設計段階でリスクを把握し、リスク対応を適切に行ったパターン	
A-3	施工段階でリスクを把握し、リスク対応を適切に行ったパターン	
B 型	地質・地盤リスクに関わる影響が生じた事例	
B-1	事前にリスクが把握されないまま、影響が生じたパターン	リスクの見逃し
B-2	調査で適切にリスクが把握されず、影響が生じたパターン	
B-3	リスクの対応がなされたが、影響が生じたパターン	リスクの見誤り
B-4	リスクの兆候が表れ、リスク対応を実施したが、影響が生じたパターン	
C 型	生じた地質・地盤リスクに関わる影響を、最小限に回避した事例	
C-1	リスクを把握していたものの、リスクの兆候が表れ、適切な対応によって影響を回避したパターン	リスクの見誤り
C-2	リスクの把握されていなかったが、リスクの兆候が表れ、適切な対応によって影響を回避したパターン	リスクの見逃し

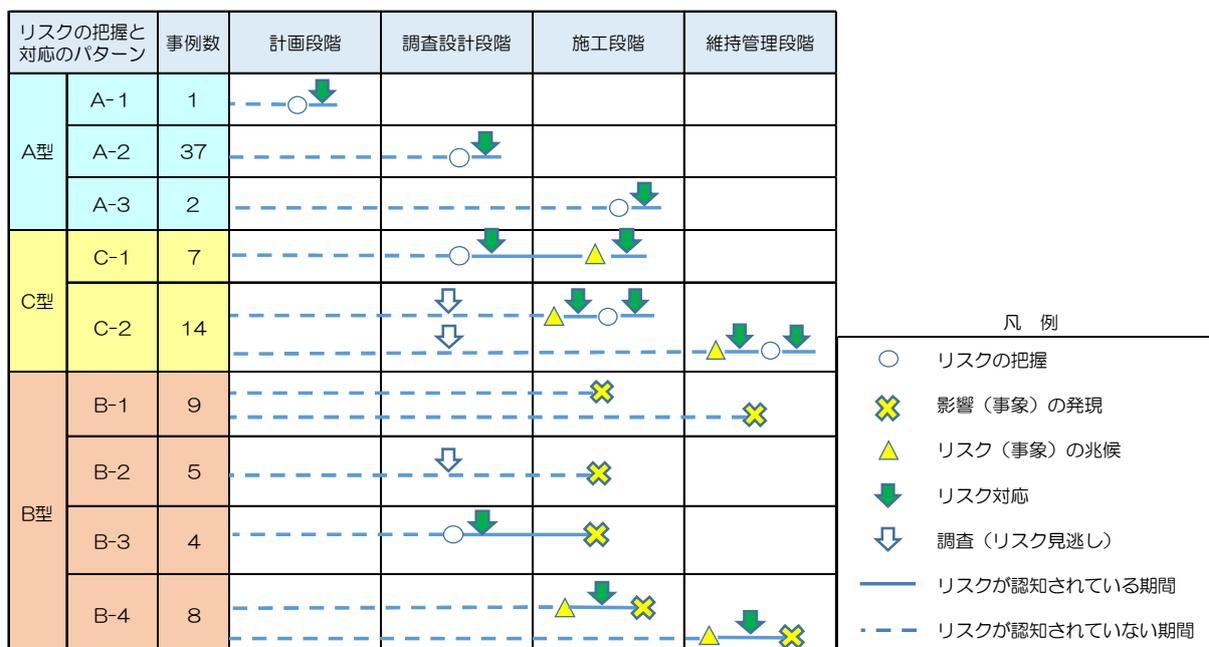


図-1 リスクの把握と対応のパターン (模式図)

表-3 各パターンごとの代表事例

リスク対応パターン	構造物	事業段階	地質区分	影響(事象)	地質・地盤条件	概要	リスク把握・対応のための措置	リスク要因
A型	A-1	計画	新第三紀堆積岩類	汚染土壌の拡散	有害物質(流化鉄物、重金属含有鉱物)	・重金属を含む流化鉄の出現が懸念される新規道路計画に際し、地質リスクマネジメントを行い、リスクを回避するルートを選定した。 ・不良地山のトンネル坑口において、既往調査結果を精査した結果、支持層分布の精度が不足することが判明した。 ・追加ボーリングを実施した結果、当初想定より支持層が深く分布し、透水性の高い砂礫層が厚く分布することから、当初設計を変更することで工期の遅延と工事費の増大を回避した。	地表踏査、重金風分析 地質リスクを考慮したルート の比較検討	-
	A-2	設計	完新統	坑門工の沈下	支持層分布 (土硬軟分布)	・トンネル坑口において、既往調査結果を精査した結果、支持層分布の精度が不足することが判明した。 ・追加ボーリングを実施した結果、当初想定より支持層が深く分布し、透水性の高い砂礫層が厚く分布することから、当初設計を変更することで工期の遅延と工事費の増大を回避した。	追加調査(ボーリング) 設計の見直し	-
	A-3	設計	完新統	軟弱地盤盛土 による近接家屋 への影響	軟弱地盤	・工事着手段階で、軟弱地盤の現体掘削盛土に対する調査・解析・対策工が検討されていないことが判明した。 ・盛土による基礎地盤のすべり破壊、引き込み沈下が想定されたため、急遽追加調査、解析対策工を実施し、リスクを回避した。 ・軟弱な腐植土層が分布する谷底低地を通過する道路盛土において、施工中に基礎の不陸に起因する盛土の不同沈下と先端への亀裂が発生した。	ボーリング、サウンディング 、室内試験、FEM解析	-
	C-1	施工	不明	盛土の不安定化	支持層分布 (土硬軟分布)	・ボーリング調査・解析および動態観測を実施し、施工を行った。 ・追加調査・解析および動態観測を実施し、施工を行った。 ・新設道路の切土部を標準のリ勾配で掘削中、流れ盤の重炭層をすべり面とする小頭壊が発生した。 ・計画時に硬岩盤が露出することから、地質調査をせずに工事を実施していた。 ・追加調査を実施し、対策工および動態観測を実施し、リスクを最小限に回避した。	追加調査(ボーリング、土質 試験、高密度表面波探査) 動態観測 対策工(再盛土)	・調査計画の不適合(路線横断方向 の地盤状況が未確認)。
C型	C-2	施工	新第三紀堆積岩類	切土法面の不安定化	流れ盤構造 (断層、層理面、節理面、スラスト、低角度断層)	・新設道路の切土部を標準のリ勾配で掘削中、流れ盤の重炭層をすべり面とする小頭壊が発生した。 ・計画時に硬岩盤が露出することから、地質調査をせずに工事を実施していた。 ・追加調査を実施し、対策工および動態観測を実施し、リスクを最小限に回避した。	調査ボーリング、孔内傾斜観 測	・リスクの見誤り(硬岩盤で斜面 安定上問題なしと判断) ・地質調査未実施 ・リスクの見逃し(流れ盤重炭層) ・施工段階での追加調査、対策工の 実施
	B-1	施工	不明	切土法面の不安定化	流れ盤構造 (断層、層理面、節理面、スラスト、低角度断層)	・凸型の尾根状斜面を切土掘削中に切土のり面が崩壊した。 ・塊状岩盤が露出することから、地質調査を実施していなかった。 ・地形的に岩盤ゆるみの兆候のある斜面末端を切土したこと、すべり破壊を誘発した。 ・NATM工法で掘削中の切羽付近の側壁が支保工とも突然崩落した。 ・崩壊箇所は花崗岩とひん岩の重入が分布し、花崗岩は熱水変質を受け、ひん岩も角礫状に劣化していた。 ・切羽観察、計測でも前兆は検知されなかった。調査段階の物理探査(弾性波探査、電気探査)で異常箇所として検知されていなかった。	-	・リスクの見逃し(地すべりの疑い の地形を認識せず) ・地質調査未実施 ・リスクの見逃し(流れ盤構造) ・発生時の予測が困難な事象(局所的な地盤脆弱部等)
B型	B-2	施工	深成岩類	トンネル側壁の崩壊	断層破砕帯、熱水変質脈、岩脈などの不連続面	・トンネル掘削中に切土のり面が崩壊した。 ・塊状岩盤が露出することから、地質調査を実施していなかった。 ・地形的に岩盤ゆるみの兆候のある斜面末端を切土したこと、すべり破壊を誘発した。 ・NATM工法で掘削中の切羽付近の側壁が支保工とも突然崩落した。 ・崩壊箇所は花崗岩とひん岩の重入が分布し、花崗岩は熱水変質を受け、ひん岩も角礫状に劣化していた。 ・切羽観察、計測でも前兆は検知されなかった。調査段階の物理探査(弾性波探査、電気探査)で異常箇所として検知されていなかった。	-	・調査計画の不適合(頭部排土箇所 で調査未実施) ・情報共有の不備(想定と異なる地 質が出現したが協議なし)
	B-3	施工	新第三紀堆積岩類	地すべり滑動の誘発	流れ盤構造 (断層、層理面、節理面、スラスト、低角度断層)	・地すべり防止区域内で地すべり対策のボーリング調査を実施し、排土工を実施したところ、地すべり背後で地すべりが発生した。 ・すべり面の分布は把握していたが、排土区間はボーリング調査はなされていなかった。 ・施工時に想定と異なる地盤状況であったにもかかわらず、適切な対応を行わなかった。	-	-
B-4	施工	変成岩類	切土法面の不安定化	流れ盤構造 (断層、層理面、節理面、スラスト、低角度断層)	・新設道路の切土施工中にのり面変質が発生し、地質調査および対策工(排土工)を実施したが、その後も変質が進行した。 ・追加調査を実施した結果、すべり面の想定(深度、形状)を誤っていたため、排土工により地すべり滑動を助長していたことが判明した。 ・当初の対策工はボーリング1孔のみで設計していた。	-	・リスクの見逃し(流れ盤構造) ・工学的判断の誤り(円弧すべり) ・調査計画の不適合(地すべり ボーリング1本)	

(3) ケーススタディー

リスクの把握や対応の代表的な事例として、影響が生じたケース（B型）、影響を回避したケース（A型）、リスクの兆候を捉え影響を低減したケース（C型）について、公表されている文献を元にケーススタディーを行った。各事例において文献等の記述を元に影響の発生、回避のシナリオを想定し、地質・地盤リスクマネジメントにおける課題とリスクの取り扱いのポイントについて整理した。

なお、このケーススタディーにおけるシナリオ及び課題の抽出は、本分析における独自の見解である。

2. 分析結果

(1) リスク要因となった要素の割合

影響が生じた事例（B型：47事例、C型：28事例）を表-1の類型化に当てはめると、表-4、図-2のようになる。

発生場及び発生時期の予測が困難（B型15%、C型18%）、不均質性・不規則性が著しい地質（C型11%）といった要素による自然的要因は全体の2割である。

これに比べ、人為的要因によるリスクはおよそ8割（B型85%、C型71%）に及ぶ。このうち、地形や地質構造・地質特性に関するリスクの見逃しまたは見誤り（B型38%、C型43%）を要素とするものが最も多い。地質調査未実施や調査計画の不適合（B型32%、C型18%）などの地質・地盤条件等の調査の質と量に関する要素や、知識不足や情報共有の不足（B型13%、C型8%）などリスクの取り扱いが要素となっているものも比率が高い。

表-4 影響が生じた事例におけるリスクの要因とその要素の数

区分	類型	要素	B型	C型	合計
自然的	予測・把握が難しい地質	発生場の予測が困難な要因	2		2
		発生時期の予測が困難な要因	5	5	10
		不均質性・不規則性が著しい地質		3	3
人為的要因	解釈・工学的判断の誤り	地形に関するリスクの見逃し	7	4	11
		地質構造・地質特性に関するリスクの見逃し	6	4	10
		地盤物性の調査不足や評価不足		1	1
		地形に関するリスクの見誤り	2	1	3
		地質構造に関するリスクの見誤り	1	2	3
		リスクの兆候（事象）の見誤り	2		2
	地質に対する知識不足	地盤条件に不適な設計		1	1
		不適切な施工の実施	2		2
	情報共有・伝達の不備	リスクに関する情報共有・伝達の不備	4	1	5
	地質調査の質・量の不足	地質調査未実施	6	1	7
		調査計画の不適合	6	4	10
		地形図の精度不足	3		3
	事業遂行上の問題	コスト優先（災害復旧）	1		1
		事業スケジュールを優先（調査不十分）		1	1

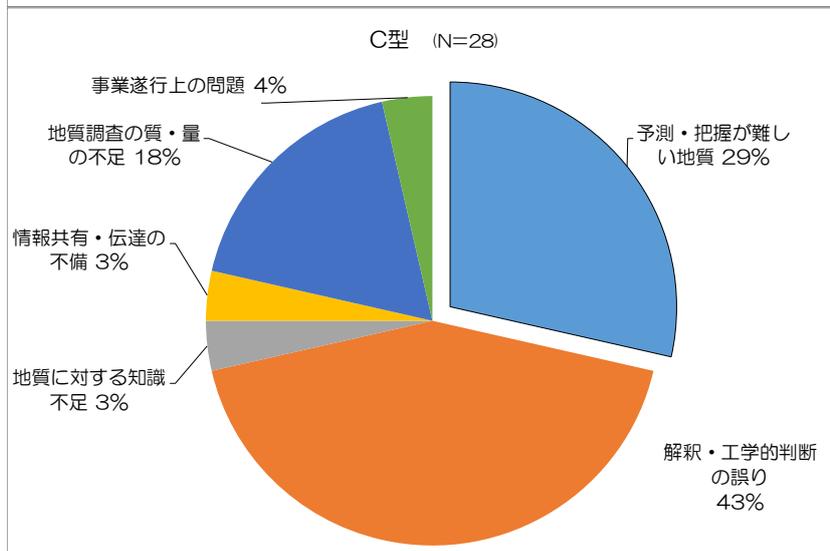
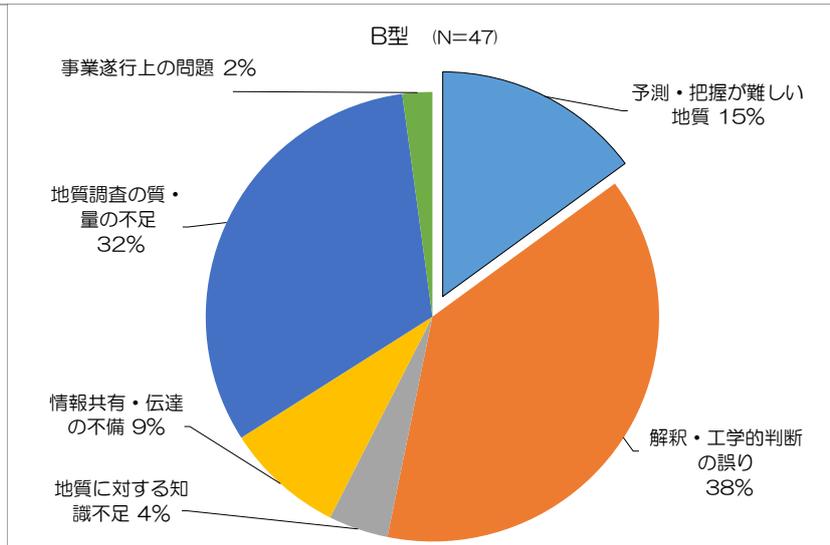
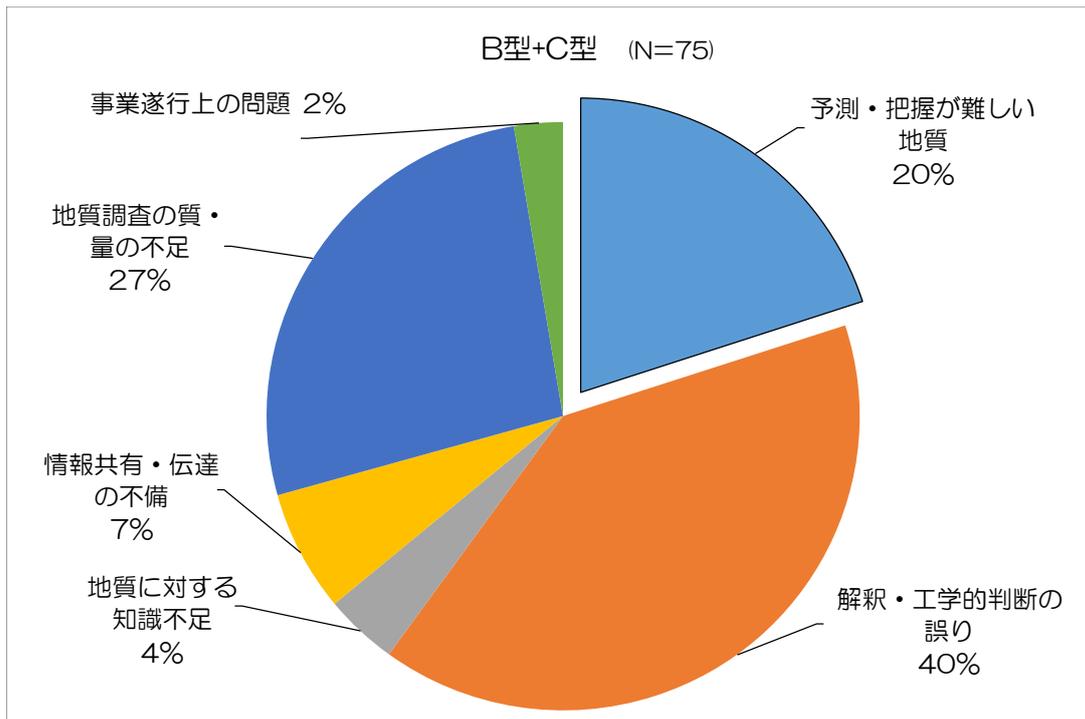


図-2 リスク要因の主な要素 (1事例につき複数該当する場合は重複して抽出)

(2) 事業の流れの中でのリスクの把握や対応時期

1) 影響が生じた事例（B型及びC型）における要因の特徴

リスクを見逃したパターンでは、地形・地質に関するリスクの見逃しや見誤りがB-1で36%、B-2で50%と多くの割合を占める。リスクを施工段階で初めて把握したパターン（B-4で52%、C-2で45%）でも、同様の傾向が見られる。

設計段階でリスク対応を図ったものの影響の発生に至ったパターンでは、調査計画の不適合（B-3で43%、C-1で25%）が最も多い。また、B-3では、情報伝達の不備が29%を占めていることが、特筆される。すなわち、一般にはリスクの見逃しや見誤りが最も大きな要因であり、リスクの把握や対応がなされたにもかかわらず問題を発生させたパターンでは情報伝達の不備や調整などのマネジメントに関わる課題があるといえる。

【B型について】

図-3には、B型における影響の発生時期と対応の類型ごとの要因を示す。

B-1（施工や維持管理段階までリスクが把握されなかったパターン）では、地形や地質構造・地質特性に関するリスクの見逃しが36%、地質調査の未実施や地形図の精度不足が36%、発生時期の予測が困難な要因が18%となっている一方、不適切な施工や情報伝達の問題が12%を占める。

B-2（調査が行われたにもかかわらず影響が生じたパターン）では、地形・地質構造に関するリスク要因の見逃し・見誤りが半数を占めるが、調査計画の不適合などは1/4、発生場の予測が困難な要因は1/4となっている。

B-3（リスクの把握・対応が行われたにもかかわらず影響が生じたパターン）では、調査計画の不適合、情報共有の不備等が8割以上を占める。

B-4（リスクの兆候が表れ対応を行ったが影響が生じたパターン）では、地形・地質構造に関するリスクの見逃し・見誤りが半数、情報伝達の不備、調査計画の不適合が4割となっている。

【C型について】

図-4には、C型におけるパターンごとの要因を示す。

C-1（リスクを見誤っていたパターン）では、調査計画の不適合や事業スケジュールの優先による調査不十分が4割弱と最も多く、予測が難しい要因や不均質性・不規則性が著しい地質が3割弱、リスク要因の見逃しと見誤りが1/4となっている。

C-2（リスク要因が見逃されたパターン）では、リスク要因の見逃しが半数を占める一方、調査計画の不適合や情報伝達の不備に関するものが1/4、発生時期の予測が困難な要因が1/4となっている。

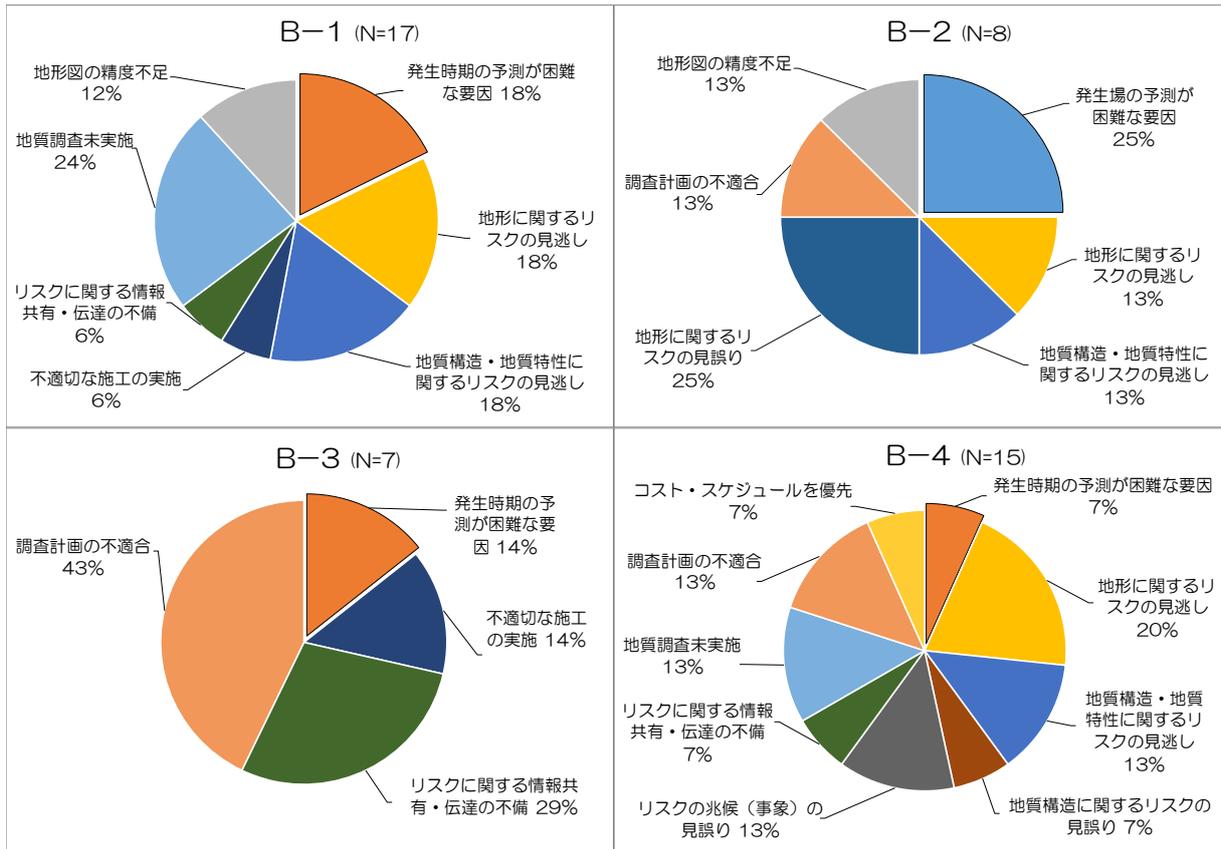


図-3 B型の各パターンにおける影響発生 の主な要因
(1事例につき複数該当する場合は重複して抽出)

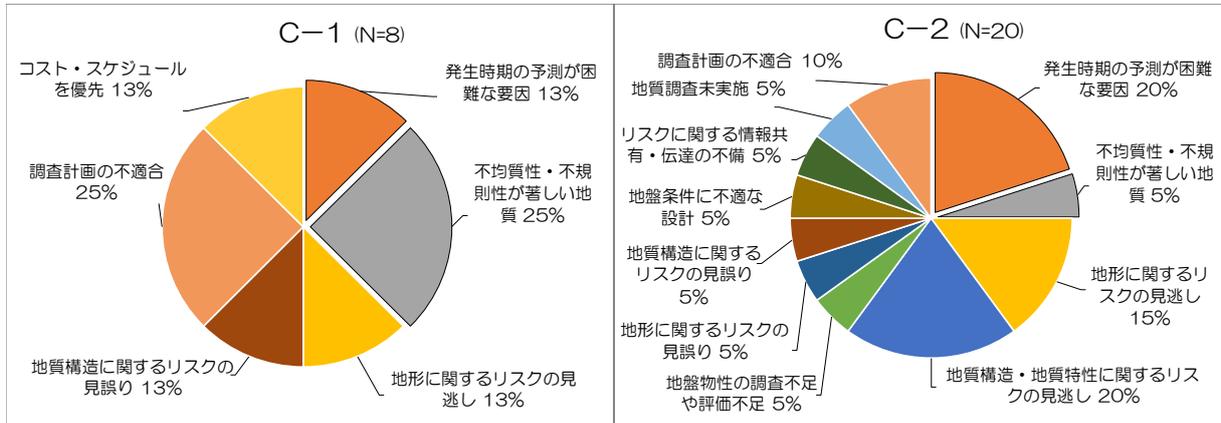


図-4 C型の各パターンにおける影響発生 の主な要因
(1事例につき複数該当する場合は重複して抽出)

2) 影響の回避につながった事例 (A型及びC型)

A-1のケースは、1事例のみであるが、計画段階からのリスクアセスメントの実施によって道路ルート選定をした事例である。

A-2のケースでは、リスク要因に適した調査を実施し、設計段階で調査精度を向上し、影響を回避した事例が多い。また、マネジメント的手法の適用 (CMによる施工管理と地質技術者の参画、調査～施工までの対応計画の策定等) を実施した事例もみられる。A-3のケースでは、施工段階で残存したリスクを把握し、追加調査を実施して影響の発生を回避している。

C-1、C-2のケースでは、施工段階においてリスクの兆候に対し適切に追加調査を実施し、影響の発生を回避した事例が多い。

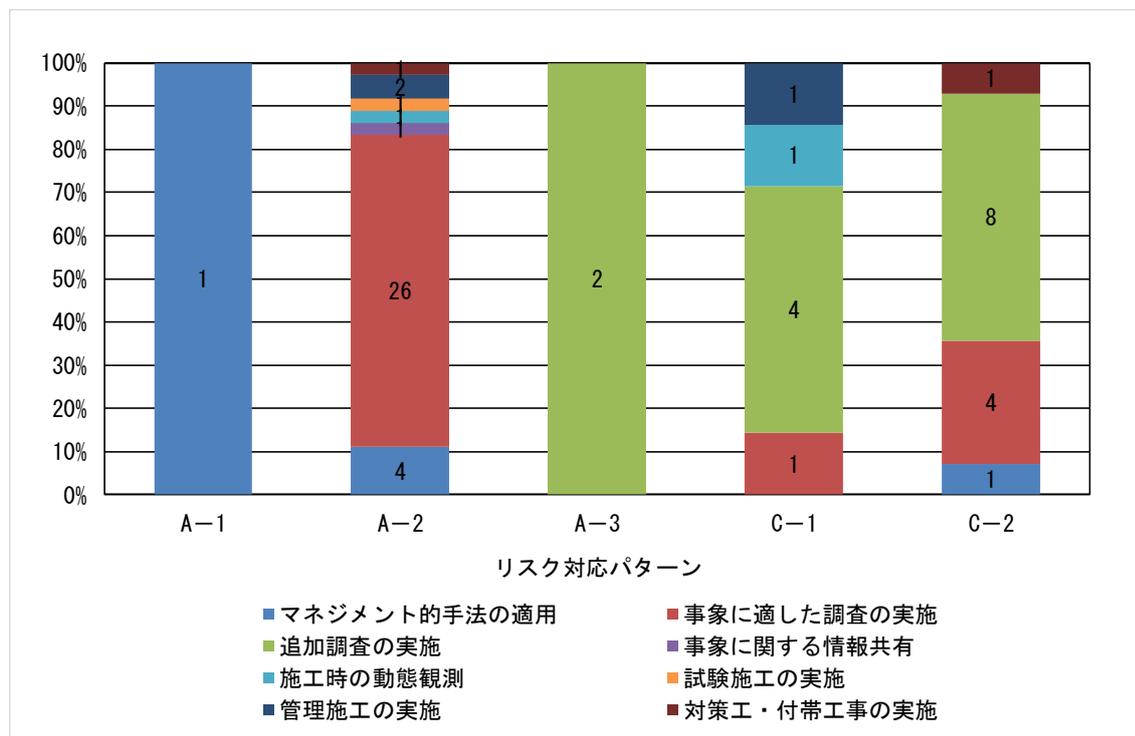


図-5 A型、C型におけるリスク対応の内容

(3) ケーススタディー

地質・地盤に起因した事象が発生し、社会的に大きな影響を及ぼした事例や、適切な対応によってリスクマネジメントを行った事例について、事業の流れの中でどの段階にどのような要因があったかを図-6. 1~6. 3に整理した。対象とする事例は、資料が公表されているものから代表的なものを選定し、以下の3事例とした。

- ①事例1 (B-3パターン) 都市 NATM における道路陥没事故
- ②事例2 (A-2パターン) CM による地質・地盤リスクマネジメント事例
- ③事例3 (C-1パターン) 地すべりに対するリスク対応事例

①事例1 (B-3パターン) 都市 NATM における道路陥没事故

○概要

平成28年11月8日福岡市地下鉄七隈線延伸工事現場の掘削切羽において、切羽天端から異常出水の直後に、直上の道路舗装面にクラックが発生し、その後道路が陥没するに至った。

「福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する検討委員会」は、事故発生メカニズムについて、トンネル天端の難透水性風化岩層に、トンネル掘削及び断面拡幅の影響で緩みや亀裂が生じ、上部の未固結帯水砂層からの高い水圧が作用することで、トンネル天端に剥落・漏水を伴いながら破壊が進行し、未固結砂層と地下水がトンネル内に流入し、最終的には大規模な道路陥没を引き起こしたとしている¹⁾。

○影響発生シナリオ (リスク要因)

同委員会では、「これらの要因を推定するに至った当該地層の状況等については、(中略)事故前に正確に把握することは困難であったものと考え。」とした上で、事故の原因として、難透水性風化岩層の厚さや強度の想定が実際と乖離していたこと、それに伴って地下水圧に対する耐力の想定も十分でなかったことが要因となる可能性が高いと推定した。また、施工中におけるトンネル断面形状の変更やすりつけ区間における補助工法の変更が、想定よりも厳しい地質条件下で事故の副次的な要因となったと推定した¹⁾。

これを元に事故発生までの経過を時系列で整理すると、図-6. 1のようになる。

本事例において影響発生に関与したリスク要因は以下の5つであり、不確実性の認識不足、情報伝達と情報共有の不備を背景に、設計上の不確実性の取り扱い、設計変更や施工条件の変化による影響の増大、といった要因が連鎖し結果として影響の発生に至っていると考えられる。

- ①当該箇所の地質調査量が地質の不確実性(不均一性、不規則性)に対して十分でなかった
- ②地質の不確実性の情報の引き継ぎ・共有が十分でなかった
- ③設計において強度や透水性の不確実性を想定できなかった
- ④風化岩層のかぶりを確保するための設計変更が、トンネル構造の安定性を低下させた
- ⑤施工上の制約から補助工法を変更したことで、地山改良効果が十分発揮できなかった

○リスクマネジメントの観点での分析

本事例を教訓として、地質・地盤リスクマネジメントにおいて留意すべき点を挙げると、以下の通りとなる。

- ・リスク要因となる可能性のある地質条件は、設計上の要求をできるだけ満たすよう地質・地盤条件等の調査の内容とする必要がある。また、その時点で明らかにならなかった事項

も含めた不確実性の情報について、設計と調査に関わる関係者間で情報伝達・共有を十分に行えるよう、コミュニケーション及び協議は重要である。

- ・施工条件、設計条件が変化することで、影響の大きさ・起こりやすさが変化することがある。このため、適切に評価されたリスクであっても、設計や施工条件の変更などで影響の大きさが変化することに留意が必要であり、事業の進捗に応じたリスクの見直しが重要と考えられる。

②事例2 (A-2パターン) CMによる地質・地盤リスクマネジメント事例

○概要

本事例は、延長 2,772m（うちトンネル延長 1,563m）の2車線道路の整備においてCM方式を採用したものである²⁾。この事例では、同一の地質技術者が調査の最終段階から施工完了段階まで現地に常駐して事業運営に携わることによって、地質・地盤リスクに対処している。

○影響回避のシナリオ（リスクへの対処）

トンネルの設計において、それまでの結果の照査と追加調査によって地質構造・分布の見直しを行い、その結果ルートの変更を行った。また、トンネル地山区分を分布する地質の特性に併せて修正するとともに、施工において切羽の判定と前方探査による確認を行うことで、支保パターンの大幅な乖離が生じることなくトンネル掘削が完了した。結果として、工期が一ヶ月の短縮がされ、追加調査を含めても工事費が当初工事費とほぼ同額となった。

この事例のリスク要因は、火山岩地帯における地質構造の不均質性であり、これに対して以下のようなステップで影響を回避するに至ったと考えられる。

- 1 調査結果の見直しによって、地質の不確実性を把握するための追加調査を実施
- 2 地質構造の推定を修正し、ルート変更と地山区分の見直しを行った
- 3 施工管理において、切羽の判定と前方探査に基づく支保パターンの設定を行った

○リスクマネジメントの観点での分析

地質・地盤条件等の調査の実施において、当該箇所の特徴を踏まえた調査内容を選定し、不確実性の把握に努めることは重要なポイントである。その一方で、特にトンネルのように可能な事前調査に限られる工事では、施工時の地質・地盤条件の把握とそれに基づいたリスク対応を行うことが有効である点もポイントである。

また、この事例では、地質・地盤調査技術者がCMRとして設計の見直し、切羽判定と支保パターンの判断にも参加しており、地質・地盤リスクアドバイザーを兼ねるかたちとなったことで、より効果的に一貫した地質・地盤リスクの対処が可能となったと考えられる。

③事例3 (C-1パターン) 地すべりに対するリスク対応事例

○概要

本事例は本線掘削前に、工事用道路及び仮設設備の切土のり面で発生した小崩壊を契機に地質・地盤リスクの見直しを行ったところ、滑動中の大規模地すべり末端を本線が通過することが判明し、地すべり対策と本線線形の見直しによって事業への影響を最小限にとどめたものである³⁾。

○影響発生と低減のシナリオ（リスク要因）

本事例では、計画段階で大規模な地すべり地形が存在することは把握されていたにもかかわらず、調査・設計の段階で地すべりの影響はないと判断していた。その後、本線掘削前に生じた小崩壊を契機に現地踏査とボーリング調査の結果、滑動中の大規模地すべり末端を本線が通過することが明らかとなり変位の累積もあることから、工事による不安定化と供用後の構造物等への変状の発生が想定された。

地すべりの規模が大きいため 2 期線施工を含めた事業全体のコスト増加が見込まれ、ルートの変更による影響の回避が困難であることから、リスク対応として 2 期線施工を含めた縦断線形の変更と切土量の削減を選定した。これによって事業全体における地すべりの影響を小さく抑えることが可能となった。

この事例のリスク要因は、地すべりに関するリスクの情報共有の不備と見誤りである。

①計画段階の地すべり地形の認識が、調査・設計段階に適切に引き継がれていなかった

②調査・設計段階において、地すべりの影響がないものと誤った判断をした

影響の低減のための対応は、

①地すべりの兆候を見逃さず、地すべりを適切に捉える追加調査を実施した

②現地の条件に合わせ、縦断線形の変更と切土量の削減をリスク対応として選定した

という経過で行われた。

○リスクマネジメントの観点での分析

地質・地盤リスクや設計上の制約条件等のリスクに関わる情報を適切に引き継ぐため、記録の作成と共有、関係者のコミュニケーション及び協議が重要である。また地質・地盤条件等の調査の内容が、リスクの把握に適したものであるか十分に検討する必要もある。

一方、影響が生じる前にその兆候を捉えることで、見逃したり見誤ったりしたリスクに適切に対処できることがある。このため、事業の段階の進捗に応じてリスクの状況を見直すことや、施工等において兆候を適切に捉える計測や観察もポイントとなる。同時に、状況の変化や兆候を適切に評価するには、関係者のコミュニケーション及び協議を行うとともに、状況に応じたリスクアセスメントが可能となるよう組織・体制を整えておくことも必要と思われる。

<参考文献>（URL はいずれも 2020 年 3 月 11 日参照）

- 1) 福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する検討委員会：福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する検討委員会報告書，国立研究開発法人土木研究所，2017. 5.
<https://www.pwri.go.jp/jpn/kentou-iinkai/pdf/houkokusyo.pdf>
- 2) 木村正樹・鳥居敏：CM方式を活用したトンネル施工事例、第1回地質リスクマネジメント事例研究発表会講演論文集，pp. 19-24，地質リスク学会，2010. 11.
http://www.georisk.jp/2010/georisk_paper_colr0924.pdf
- 3) 本間宏樹・山根誠・村本将司・黒澤貴之・古川舞・田中昌幸：高速道路の施工中に顕在化した地すべりに対するマネジメント事例，第9回地質リスクマネジメント事例研究発表会講演論文集，pp. 78-83，地質リスク学会，2018. 11.
http://www.georisk.jp/2018/georisk_paper_colr2018.pdf

事例 1

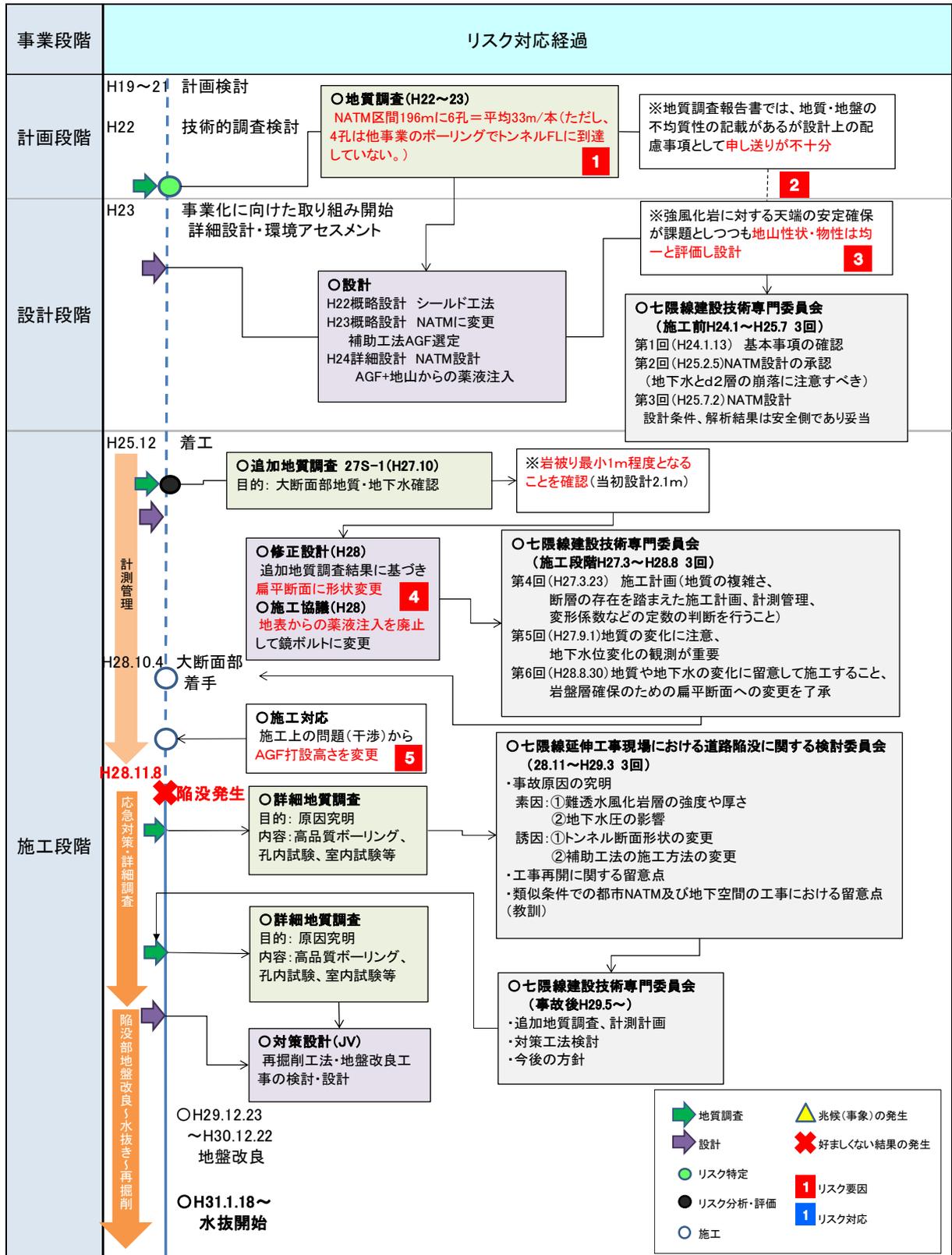


図-6. 1 (1) 事例1 : リスク対応の経過

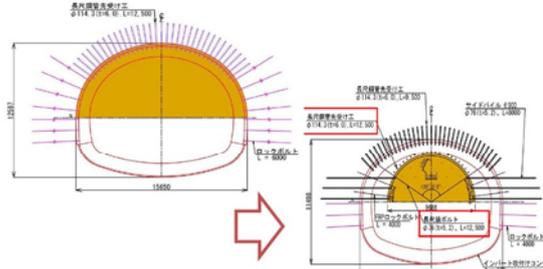
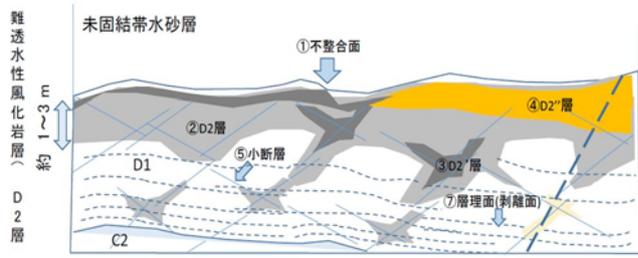
リスク要因	説明図
<p>1 地質調査量の不足: 当該地の地質的成り立ち(古第三紀の亀裂性岩盤、不整合、地表での風化等)から考えると、このような岩被り2mという厳しい条件下でのトンネル工事における事前調査としては地質調査量が不足していた。</p> <p>2 リスク伝達・共有不足: 調査から設計へのリスク情報の引継ぎが不十分(あいまい)であり、当該地質の有する不均質性、不確実性が設計に反映されなかった。</p> <p>3 リスクの見逃し: 地質構造や物性の不均質性(バラツキ)が大きいことを想定できず、地盤を均質なものとして設計され、施工が行われた。</p> <p>4 リスクの見誤り: 施工時の追加調査で想定より岩被りが小さいことが判明し、岩被りを確保するために天端を下げて扁平断面に変更したため、地質の脆弱性、不均質性と相乗して結果的に安定性を低下させることとなった。また、地表からの薬液注入工を実施せず、AGFや追加で実施した鏡ボルトに止水効果を期待したことが要因となった可能性がある。</p> <p>5 施工上の制約によるリスク: 本来、二重化しなければならないAGFが部分的にラップ長が短く、或いはラップしていない状態となり、補助工法の効果が十分発揮されなかった。</p>	<p>1 </p> <p>事前の地質調査 設計時は2孔の ボーリングのみ</p> <p>4 ①施工時調査に基づく扁平断面への変更</p> <p></p> <p>②地表からの薬液注入を廃止</p> <p>JVからの施工協議により地表からの薬液注入は地下埋設物等が干渉十分な地山改良効果を得られないと判断し、これを廃止して鏡ボルトによる地山補強に変更。</p> <p>5 施工時のAGF打設位置変更による弱部の発生</p> <p></p> <p>鋼管の打設位置のずれや間隔の広がりには認められないが、天端部のAGFをガイドセルの手直しにより0.1~0.2m下げたことでNo.103基の幅を一部窄めている。この箇所では鋼管がラップしていない状況となっていると考えられる。</p> <p>事故後の詳細調査から推定されるD2層の状態</p> <p></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ D2層の不規則で複雑な地質構造(不整合面の凹凸、小断層や節理、亀裂の発達) ■ 強度のバラツキと低強度層(D2'、D2'')の存在 ■ 上記に起因する透水性、水圧に対する耐力不足

図-6. 1 (2) 事例1: リスク要因とその対応

事例 2

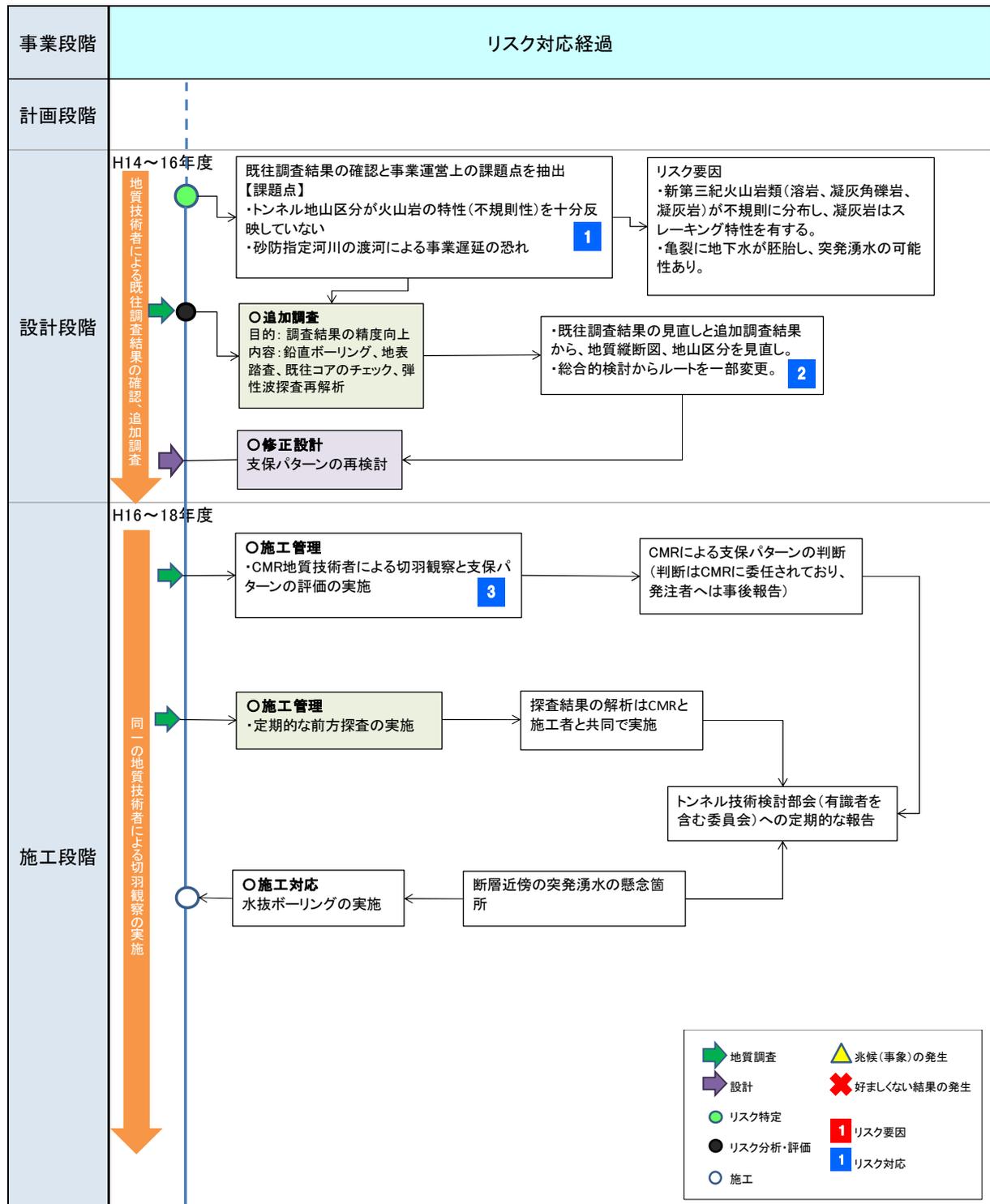
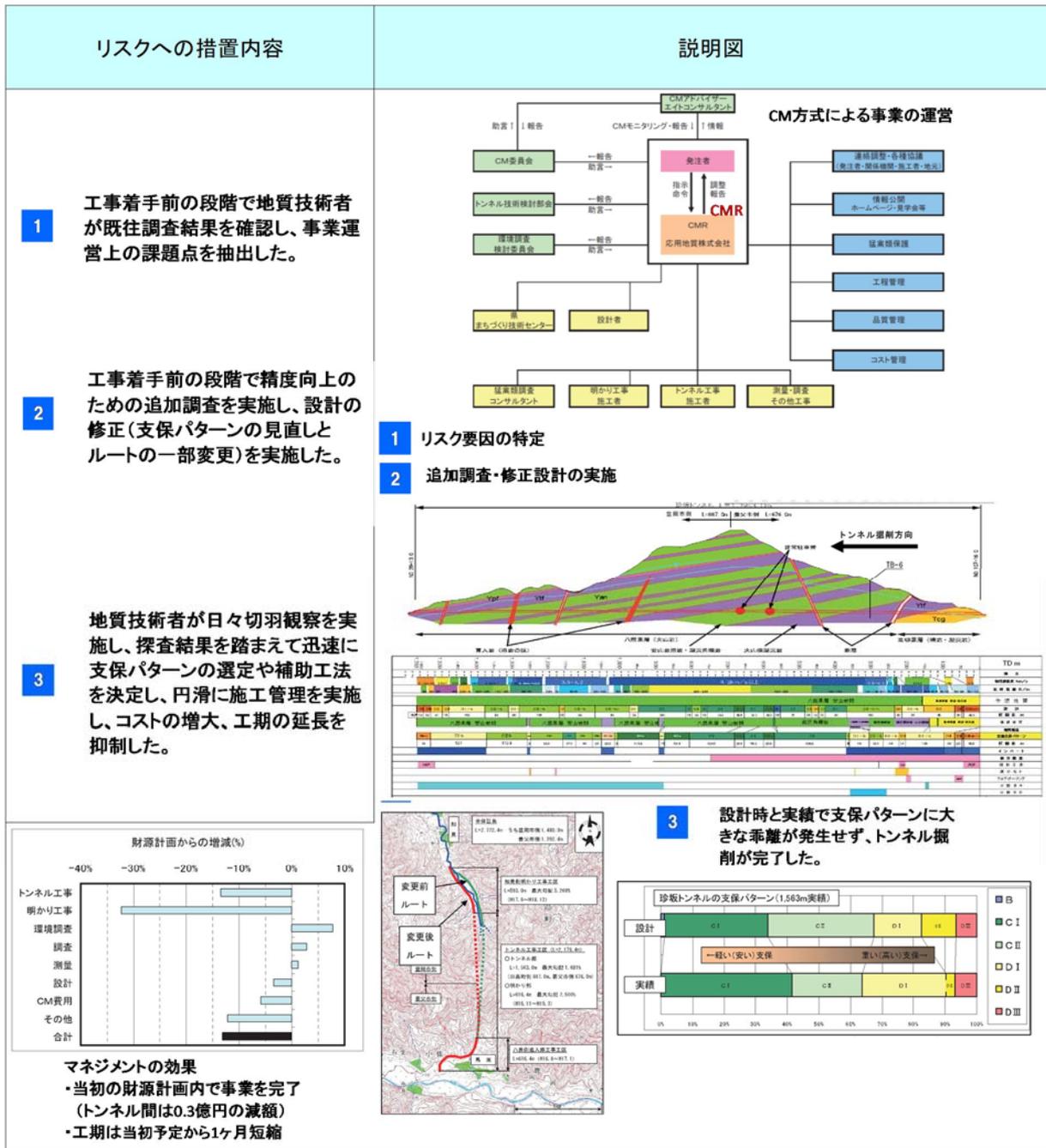


図-6. 2 (1) 事例 2 : リスク対応の経過



事例 3

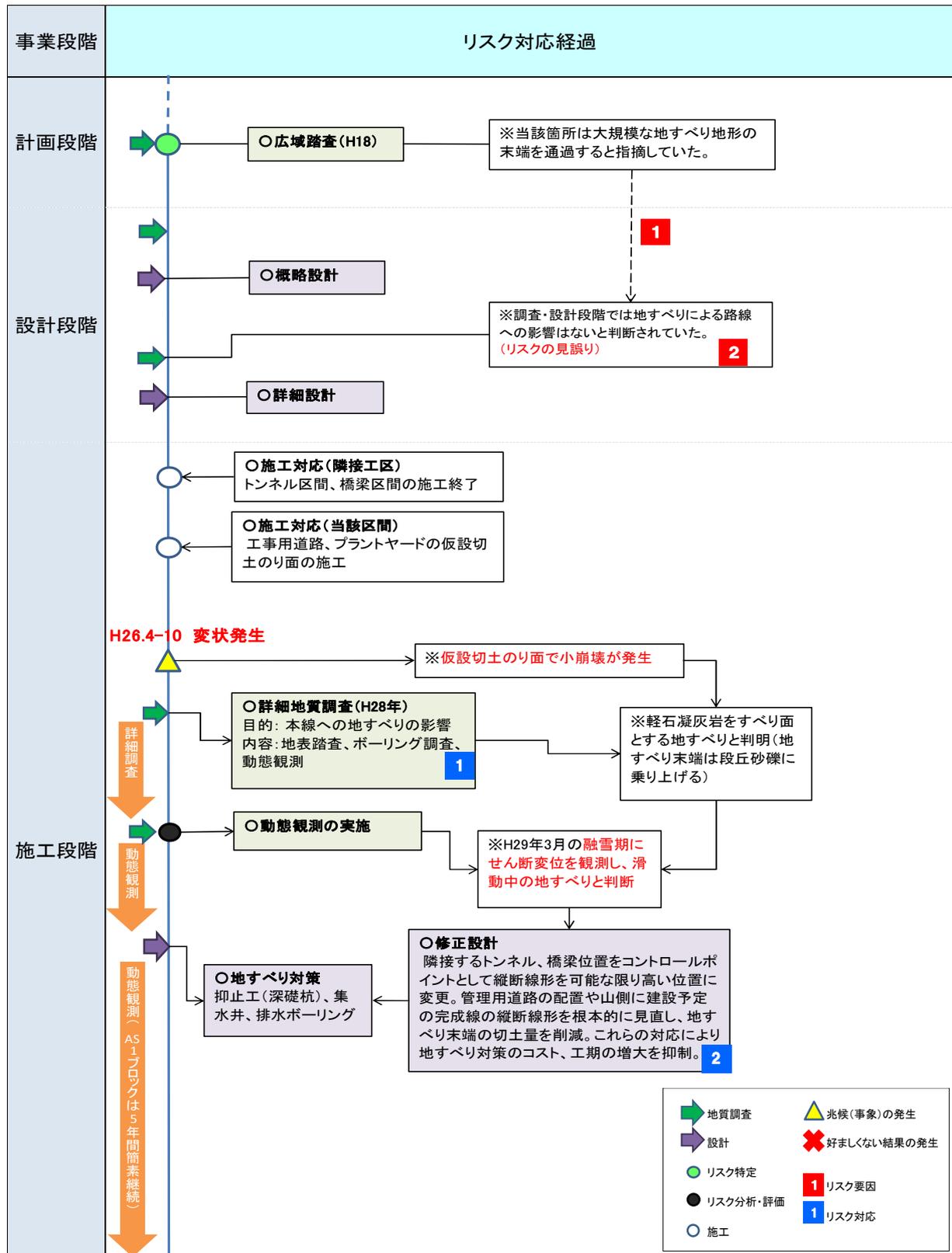


図-6. 3 (1) 事例 3 : リスク対応の経過

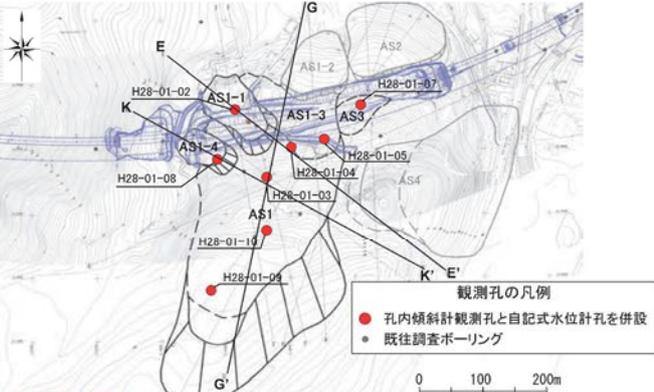
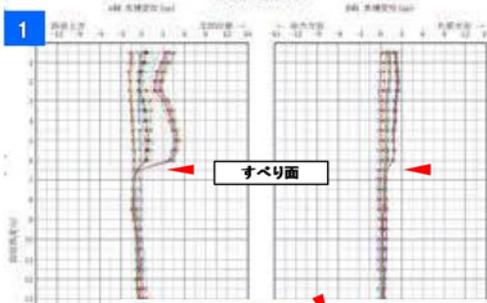
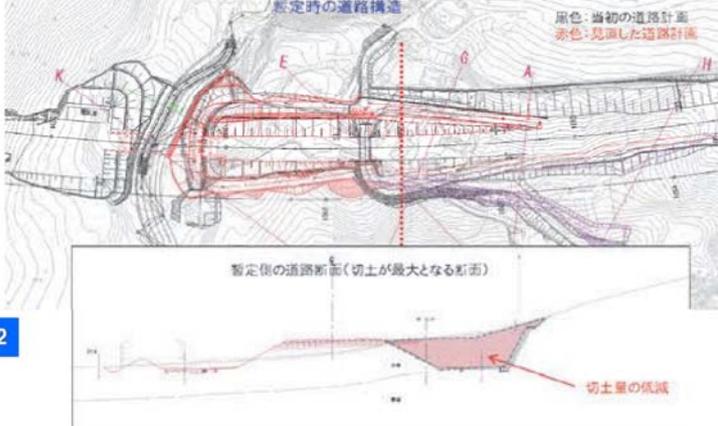
リスク要因	説明図
<p>1 リスクの伝達・共有不足: 計画段階で大規模な地すべり地形の存在を指摘していたが、調査設計段階に適切に引き継ぐことができなかった。</p> <p>2 リスクの見誤り: 調査を実施していたものの、路線への地すべりの影響はないと誤って判断した。 理由として、地すべり地形の見誤り、地質構造(流れ盤の軽石凝灰岩層)の見落とし、調査計画の不適合が考えられる。</p>	 <p>1 2 ※図面は詳細地質調査段階時点のもの 計画段階では地すべり地形の存在が指摘されていたが、調査設計段階では地すべりの影響はないと判断されていた。</p>
<p>リスクへの措置内容</p>	
<p>1 現地の地形・地質条件に適した地質調査を実施し、発現事象に対するリスク要因を特定し、地質情報の精度を向上することにより好ましくない結果を最小限に回避した。</p> <p>2 発注者、施工者、設計者、地質技術者間の連携により、コストの増大、工期の延長を抑制した。</p>	
<p>2</p> 	 <p>リスク要因の特定 (流れ盤の軽石凝灰岩層がすべり面)</p>

図-6. 3 (2) 事例3: リスク要因とその対応

資料3 地質・地盤リスクマネジメントに関する取り組みの例

ここでは、地質・地盤リスクに関する既往の取り組みとその役割について整理した。

1では「地質リスク調査検討業務」について、取り組みの概要を説明するとともに、取り組みを導入した事業者へヒアリングを実施し、その効果を検証した。

2では「三者会議・合同現地踏査への地質技術者の参画」の試行に対して、国土交通省が行ったアンケート調査結果を基に分析を行った。

3では東北地方整備局が実施する「アドバイザー・コンサルタント制度」について、東北地方整備局にヒアリングを実施し、その概要と実態を紹介した。

4では、高知県で「長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアル」を用いて実施されている、地質・地盤技術者が切土施工時に観察・安定性の判断等を行う取り組みの概要を説明するとともに、この取り組みについて高知県に対して実施したヒアリング調査結果から、地質・地盤リスクマネジメントへの適用の有効性について検討を行った。

1. 地質リスク調査検討業務

“地質リスク調査検討”は、“地質調査計画策定”とともに『建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドラインの一部見直しに向けた試行の運用』（国土交通省、平成26年5月）以降、プロポーザル方式の業務として例示されている（図-1）。

また平成26年度から、国土交通省の各地方整備局や開発局にて、“地質リスク調査検討業務”が試行されている（表-1）。

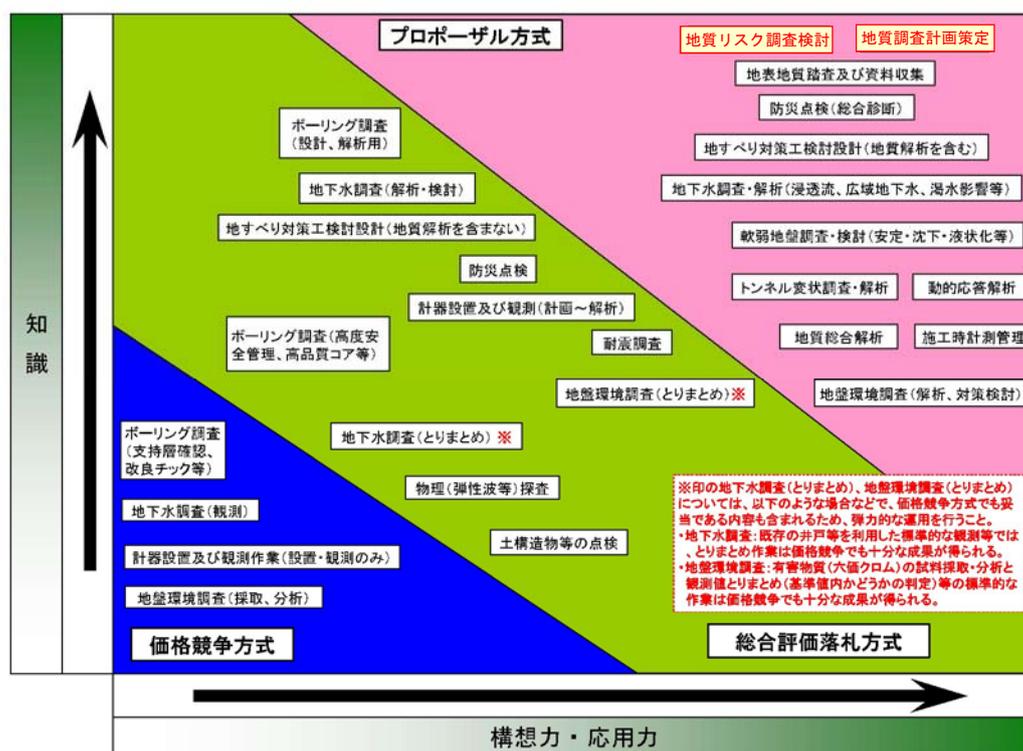


図-1 地質リスク調査検討・地質調査計画策定の発注形式¹⁾

地質リスク調査検討業務は、地質リスク※に着目して地質調査を遂行する取り組みであり、リスクアセスメントやコミュニケーション及び協議に適用できると考えられる。

本試行を導入した事業者に対し、導入の経緯やヒアリング調査を行った。以下に取り組みの概要と、ヒアリング調査から得られたその役割と効果について整理した。

※ 地質リスク等の用語について

本項で用いる地質リスクやリスク要因といった用語は、参考資料5の表-1に示した地質リスク調査検討業務に関わる資料（マニュアル（案）やガイド、手引き等）に掲載された用語に基づく。なお、全国地質調査業協会連合会のガイドでは、地質リスクを『地質に起因する事業リスクで事業損失とその不確実性』と定義している。

表－１ 国土交通省発注の地質リスク調査検討業務（平成30年度まで）

	発注機関	発注時期	担当部・事務所	業務名称	事業対象	事業段階
1	北海道開発局	平成28年度	苫小牧道路事務所	日高自動車道新冠町外 大狩部トンネル地質リスク調査検討業務	道路	施工段階
2	北海道開発局	平成28年度	小樽開発建設部	一般国道5号 共和町外 地質調査計画策定業務	道路	予備設計
3	北海道開発局	平成29年度	小樽開発建設部	一般国道5号 俱知安町外 地質調査計画策定業務	道路	予備設計
4	北海道開発局	平成30年度	俱知安開発事務所	一般国道5号 俱知安町 地質調査計画策定業務	道路	予備設計
5	東北地方整備局	平成27年度	能代河川国道事務所	鷹巣大館道路地質調査	道路	予備設計
6	関東地方整備局	平成26年度	長野国道事務所	H26下諏訪岡谷バイパス(1工区)トンネル地質等調査解析業務	道路	予備設計
7	関東地方整備局	平成27年度	長野国道事務所	H27下諏訪岡谷バイパス(1工区)地質等調査解析業務	道路	予備設計
8	関東地方整備局	平成30年度	長野国道事務所	H30諏訪バイパス地形地質調査解析業務	道路	予備設計
9	北陸地方整備局	平成26年度	新潟国道事務所	平成26年度 朝日温海道路 地質調査その6業務	道路	概略～予備設計
10	北陸地方整備局	平成28年度	千曲川河川事務所	高瀬川左岸トンネル 地質調査業務	ダム	－
11	北陸地方整備局	平成30年度	新潟国道事務所	H30朝日温海道路 地質調査検討業務	道路	予備設計
12	中部地方整備局	平成30年度	多治見砂防国道事務所	平成30年度 多治見砂防深層崩壊発生斜面リスク評価検討業務	砂防	－
13	近畿地方整備局	平成28年度	紀南河川国道事務所	すさみ串本道路西地区他 地質リスク検討業務	道路	予備設計
14	近畿地方整備局	平成28年度	紀南河川国道事務所	すさみ串本道路他東地区 地質リスク検討業務	道路	予備設計
15	近畿地方整備局	平成28年度	紀南河川国道事務所	紀南東部新宮地域他 地質リスク検討業務	道路	概略設計
16	近畿地方整備局	平成28年度	紀南河川国道事務所	紀南東部串本地域他 地質リスク検討業務	道路	概略設計
17	近畿地方整備局	平成30年度	浪速国道事務所	淀川左岸線延伸部 地質リスク検討業務	道路	予備設計
18	中国地方整備局	平成30年度	浜田河川国道事務所	浜田河川国道事務所管内 地質リスク調査検討業務	道路	施工段階 予備設計
19	中国地方整備局	平成30年度	倉吉河川国道事務所	北条道路大栄地区 地質調査総合解析業務	道路	予備設計
20	中国地方整備局	平成30年度	倉吉河川国道事務所	北条道路北条地区 地質調査総合解析業務	道路	予備設計
21	四国地方整備局	平成30年度	中村河川国道事務所	佐賀大方道路 地表地質概査外業務	道路	予備設計
22	九州地方整備局	平成27年度	大隅河川国道事務所	平成27年度牛根境地区地質総合解析業務	道路	予備設計
23	九州地方整備局	平成29年度	大隅河川国道事務所	平成29年度牛根地区地質総合解析業務	道路	維持管理
24	九州地方整備局	平成30年度	鹿児島国道事務所	平成30年度阿久根川内道路地質・法面検討基礎資料作成業務	道路	予備設計
25	九州地方整備局	平成30年度	佐賀河川国道事務所	大川佐賀道路 地質地盤リスク検討調査業務	道路	詳細設計

(1) 取り組みの概要

試行された地質リスク調査検討業務は、表-1に示した通り、多くが道路事業の予備設計段階で実施されたものとなっており、次の設計段階に向けた後続調査の計画・立案が主たる目的となっている。

試行業務は、概ね図-2に示す流れで遂行されている。前段階で実施された業務（概略設計～予備設計及び測量、地質調査）の成果等を踏まえつつ、文献調査や地表踏査結果等を反映させ、地質リスクを抽出・評価した上で、後続の調査計画や設計・施工への申送り事項を整理する（必要に応じて合同調整会議を実施する）流れとなっている。

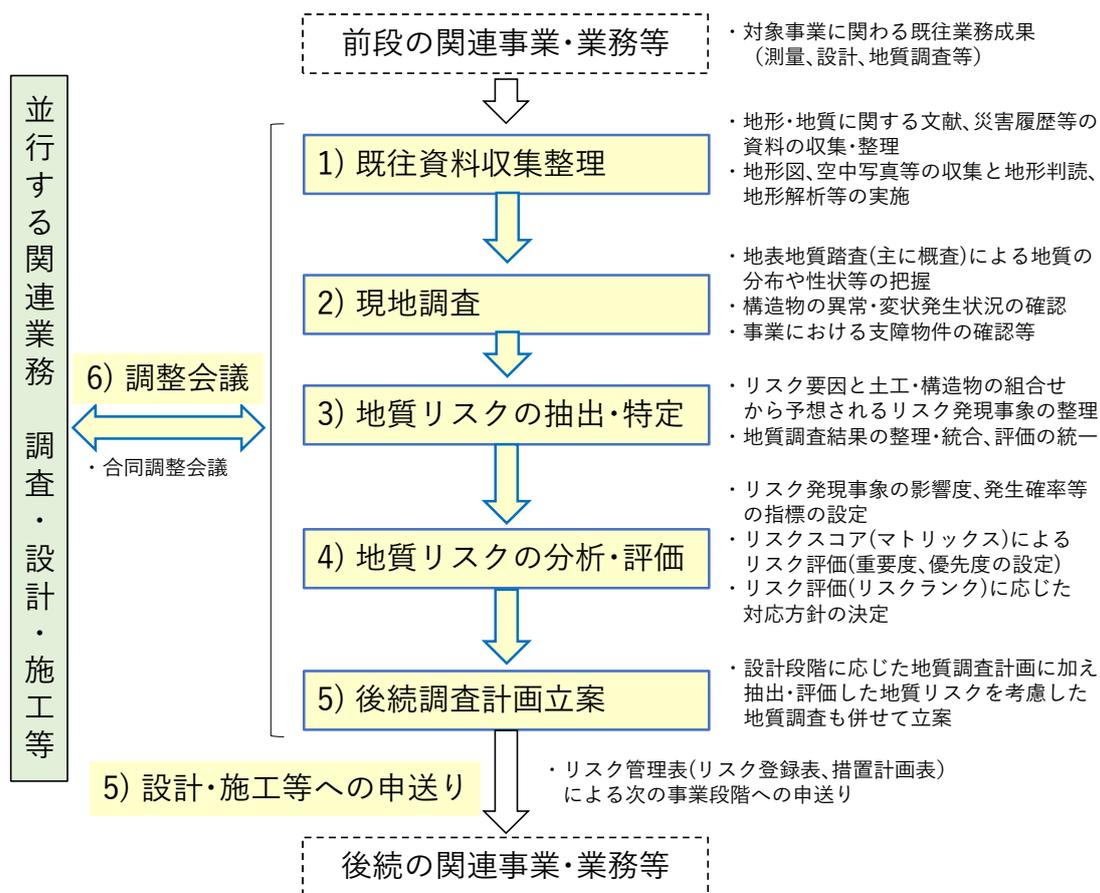


図-2 地質リスク調査検討業務の内容と流れ

なお、管理（主任）技術者の資格要件として、技術士—応用理学部門（地質）、建設部門（土質及び基礎）又は総合技術管理部門（応用理学、建設）が求められる場合が多い。

(2) 取り組みの内容

図-2に示した流れに沿って、地質リスク調査検討業務の実施内容等を紹介する。

なお、参考資料5に示した、近畿地方整備局のマニュアル（案）や、地質調査業協会発行のガイド・手引き等に、実施内容に関する詳細な記載があるので併せて参照されたい。

1) 既往資料収集整理

対象地域の地形的特徴や、地質・地盤の種別、発生した災害の履歴（被災形態）の把握に主眼が置かれており、地形・地質に関する学术论文や広域地質図、地すべり地形分布図、活断層データベース、地形図・空中写真、都道府県史や市町村史、ハザードマップや土砂災害危険箇所情報等の資料が対象に挙げられる。

また、道路事業を対象とした検討業務では、近傍を通過する現道の道路防災点検記録や、道路巡回日誌に記された被災履歴のほか、隣接供用区間における施工時の異常履歴等を収集整理したケースも見られる（図-3）。

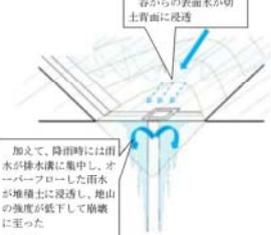
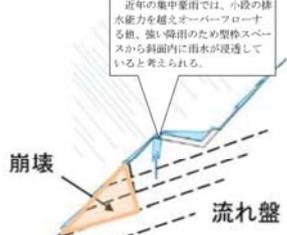
災害事例	災害形態	災害要因		適用された対策工の検証
		地形地質的素因	水の影響	
事例1	連続する切土間の沢部の切土の崩壊	<ul style="list-style-type: none"> 変成岩類の泥質片岩 沢部の切土地山に緩い崩積土が堆積 背面が沢部で水が集まりやすい集水地形  <p>明らかに堆積した礫交じり土 古くからの地山で軟岩</p>	<ul style="list-style-type: none"> 緩い崩積土の切土地山に沢水や排水工からのオーバーフロー水が浸透し、地山強度が低下し崩壊が発生。  <p>谷からの表面水が切土背面に浸透 加えて、降雨時には雨水が排水溝に集中し、オーバーフローした雨水が堆積土に浸透し、地山の強度が低下して崩壊に至った</p>	<ul style="list-style-type: none"> 法面のモルタル吹付、背面平場の張コンクリートが雨水の地山浸透防止に効果的である。 オーバーフロー対策として、集水量に見合ったり面排水の透水断面を確保。 
事例2	流れ盤構造の片理面と高角度節理面での切土の崩壊	<ul style="list-style-type: none"> 細尾根、尾根末端部、風化した変成岩類の泥質片岩 片理面が流れ盤構造となっており、開口した高角度節理も発達。  <p>片理面 高角度節理面</p>	<ul style="list-style-type: none"> 切土小段からの雨水の浸透により地山強度が低下し、流れ盤構造の風化した片理面沿いに崩壊が発生。  <p>近年の集中豪雨では、小段の排水能力を越えオーバーフローする他、強い降雨のための型枠スペースから斜面内に雨水が浸透していると考えられる。</p> <p>崩壊 流れ盤</p>	<ul style="list-style-type: none"> 小段のモルタル吹付と下部植生との連続化が小段からの浸透防止に効果的である。 

図-3 隣接する供用済区間における施工時の異常・変状の発生と対策事例を収集整理した例

試行業務の事例では、収集した地形図や空中写真を用いた地形判読（地形解析）を同時に行うケースが多く、航空レーザー測量図（LP）や、国土地理院メッシュデータ等を用いた地形解析が行われている（図-4）。

地形判読の対象となる地形要素は、業務によって異なるが、地すべり、段丘、土石流堆・沖積堆、リニアメントといった地形的特徴が整理されている。

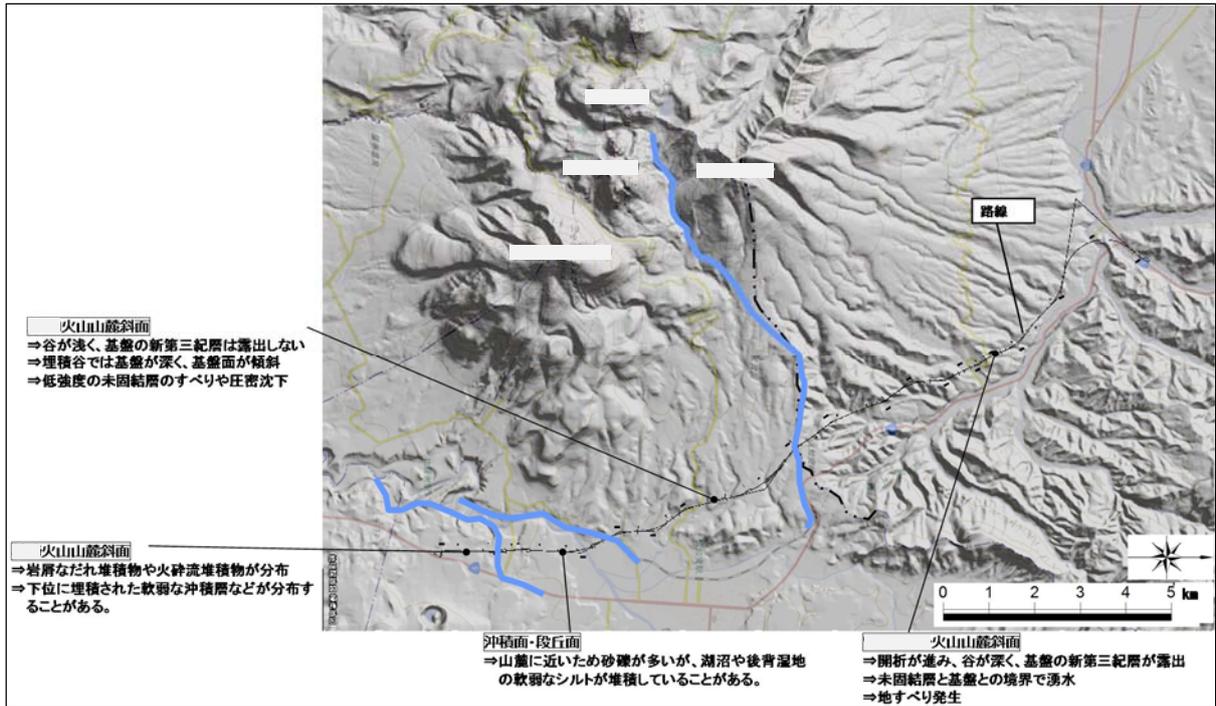


図-4 国土地理院の数値標高モデル（メッシュデータ）を活用した地形解析の例

2) 現地調査（地表踏査）

1)の結果より推察される地質リスク要因（地質事象の発生が懸念される地形・地質的特徴）の現地確認を目的に、微地形や地質分布、地盤性状を把握するため、試行業務の多くで地表踏査（概査）が行われている（図-5）。



図-5 地表地質踏査（地質概査）の例

ただし、現地調査の範囲や調査方法は事業によって異なっており、事業対象区間全域にわたる地表地質踏査を実施しているケースもあれば、支障物件調査や構造物変状調査、施工段階の切土のり面調査（図－6）等、部分的・スポット的な現地調査に留めているケースも見られる。

区間名		区間	観察結果
測点(No.)	No.	～No.	
構造物	切土(5段)		
地質リスク要因	①厚い風化帯を伴う		
発生事象	①法面・自然斜面の不安定化に関わる事象		
発生確率		①中	
影響度		①小	
リスク評価		①C	
対応方針	リスク保。保。		
構造物	切土(6段)		
地質リスク要因	①厚い風化帯を伴う ②片理面が流れ盤、節理との組み合わせ		
発生事象	①法面・自然斜面の不安定化に関わる事象 ②法面・自然斜面の不安定化に関わる事象		
発生確率		①中、②中	
影響度		①小、②中	
リスク評価		①C、②B	
対応方針	リスク低減。完全な流れ盤構造のため、法面保護工を追加施工することが望ましい。		
地形	尾根地形		
地質	変成岩類 泥質片岩		
現地状況および検討項目	ランプ側は受け盤構造のため、不安定化の大きな要素はないが、ランプ側は完全な流れ盤構造であり、割れ目の組合せにより小段や土被りの薄い箇所で大規模崩壊の懸念がある。暫定法面のため、不安定箇所は掘削除去が望ましい。完成法面では法面保護工を追加施工することが望ましい。		
地質調査業務	BP-250k-3C		
設計や施工に対するコメント	ランプは暫定法面では不安定箇所は掘削除去、完成法面では法面保護工の追加施工が望ましい。		
調査計画案	-		

図－6 地表地質踏査以外の現地調査の例（施工時の切土のり面調査）

3) 地質リスクの抽出・特定

1) 及び2) で把握した、対象地域の地形的特徴や、分布する地質・地盤の特徴から“地質リスク要因”を整理するとともに、対象事業で計画される目的物（土工・構造物等）との組合せから、地質リスク事象を抽出・特定する手法が多く用いられている（表－2）。

4) 地質リスクの分析・評価

3) で抽出・特定された地質リスク事象に対応する優先度（重要度）を求めるため、事象の“影響度”と“発生確率”の組合せから、一定の事業区間（ないしは個々の土工・構造物別）のリスクランクを求める、リスクスコア（マトリックス）を用いた評価手法が用いられている（表－3）。

ほぼ全ての試行業務でリスクスコアによる評価が行われているが、“影響度”と“発生確率”の指標は、対象とする土工・構造物や、地質リスク事象によって異なるため、それぞれ独立して設定されるケースが多い。

このうち影響度は、構造物の重要性や、施工段数等の規模を目安に設定されている。一方、発生確率（事象の起こりやすさ）は、道路土工指針等の基準書に準じて設定するケースや、地域の被災事例等を参照に区分するケースなど、業務によって様々な工夫がなされている（図－7）。

また、影響度・発生確率ともに、定性的な指標が設定されるケースが多い。

表-2 地質リスク要因と土工・構造物の組合せによる地質リスク事象の抽出例

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

表-3 リスクスコアを用いた地質リスク事象の評価例

			可能性の高さ(発生確率)				
			非常に低い (Very Low)	低い (Low)	中程度 (Medium)	高い (High)	非常に高い (Very High)
影響度	非常に高い (Very High)	事業の継続不能となる影響	A	A	A	AA	AA
	高い (High)	事業が中断または大幅な遅延となる影響	B	A	A	A	AA
	中程度 (Medium)	損失を受けるが事業は継続可能で遅延がある	B	B	A	A	A
	低い (Low)	軽微な修復で事業継続可能なる影響	C	B	B	B	B
	非常に低い (Very Low)	事業の継続に影響を与えない	C	C	C	C	C

リスク ランク	リスクの程度	リスク措置	
AA	事象が発現した場合、通常計画可能な構造物や対策工による対応が困難である 通常容認される以上の事業費がかかる	回避	リスクを回避することが望ましいリスク事象
A	事象が発現した場合、構造形式の変更が必要となる場合や安全性が著しく低下する可能性がある	低減	詳細な地質調査を実施して、完全なリスク低減対策を講じるべきリスク事象
B	事象が発現した場合、軽微な追加対策や対策範囲の変更により対応できる		地質調査を行い、結果に応じた適切なリスク低減対策を講じるべきリスク事象
C	事前の低減対策等の必要性が低いため、施工段階や維持管理段階にリスクを留保する	留保	リスク回避や低減対策を必要とせず、施工段階へリスクを留保することが可能な事象

マトリックス評価作成項目	発生確率	影響度 (コストや工期に与える影響)	主な対象
①基礎地盤の安定(すべり)	N 値(地盤の硬軟)の大小	地盤の層厚	盛土
②基礎地盤の変形(圧密沈下)	圧密降伏応力(Pc)と土被り圧+盛土荷重(応力分散は考慮しない)の比較	粘性土の厚さ	盛土、構造物(NF)
③液状化	概ね 500m 毎の液状化判定による PL 値(液状化指数)	砂質土の層厚	盛土、構造物(橋梁等)
④小規模構造物(カルバート)の支持力	支持層の厚さ	支持層の N 値	ボックスカルバート
⑤抗土圧構造物(補強土壁)の支持力	支持層の厚さ	支持層の N 値	補強土壁
⑥支持層の不陸、傾斜	地形・地質	支持層の出現深度	橋梁
⑦支持層の薄層支持	支持層の厚さ	下位粘土の N 値	橋梁
⑧杭施工における中間層	地盤性状と N 値	中間層の層厚	橋梁
⑨暫定盛土の路体としての支持力	締固め度	盛土材料	既設盛土
⑩地下水障害	路線と水源との距離	利用状況	掘削を伴う構造物

程度		リスクの定性的な尺度：可能性の高さL (発生確率)			
		基礎地盤がすべり破壊を生じる可能性 (常時)			
		低い【1】 (ほぼ発生しない)	中程度【2】 (発生するかもしれない)	高い【3】 (発生する)	
	指標値	N値 = 5~10	N値 = 2~4	N値 = 0~1	
基礎地盤のすべりに与える影響	低い【1】	厚さ合計1m以下 (無処理、表層処理)	C	C	B
	中程度【2】	厚さ合計1~3m (小規模な地盤改良・掘削置換等)	C	B	A
	高い【3】	厚さ合計3m以上 (地盤改良：中間・深層地盤改良等)	B	A	A

程度		リスクの定性的な尺度：可能性の高さL (発生確率)			
		圧密沈下発生の可能性			
		低い【1】 (ほぼ発生しない)	中程度【2】 (発生するかもしれない)	高い【3】 (発生する)	
	指標値	(有効土被り圧+盛土荷重) < Pc 粘性土N値 = 5~10	(有効土被り圧+盛土荷重) = Pc 粘性土N値 = 2~4	(有効土被り圧+盛土荷重) > Pc : 大 粘性土N値 = 0~1	
リスクの許容度：影響E	低い【1】	厚さ合計1m以下 (無処理、表層処理)	C	C	B
	中程度【2】	厚さ合計1~3m (小規模な地盤改良・掘削置換等)	C	B	A
	高い【3】	厚さ合計3m以上 (地盤改良：中間・深層地盤改良等)	B	A	A

図-7 盛土を対象としたリスクスコアによる評価例

5) 後続調査計画立案及び設計・施工への申し送り事項の整理

次の事業段階に対する後続調査の計画立案では、土工・構造物の設計に必要な通常のボーリング調査計画に加え、4) で分析・評価した（ランク付けした）地質リスク事象に対応した調査計画が付加されるケースが多くを占める（図-8）。



図-8 地質リスク事象とリスクランクを考慮した後続調査計画の立案例

次の事業段階に申し送る必要のある、設計・施工上の課題や地質リスク事象の評価結果、後続調査計画ならびにリスク対応方針(措置計画)といった内容については、“リスク管理表(登録表、措置計画表)”として整理されている。

大部分の試行業務でリスク管理表が作成されているが、その様式はさまざまであり、事業対象路線全体を一括して網羅したケース(表-4)や、区間毎に切り分けて表記したケース(図-9)など、業務によって異なっている。

6) 事業関係者間の調整会議

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

会議開催の可否や会議の目的・参加者等は業務によって異なるが、地質調査に対しては調査方針や地質区分の統一、設計・施工に対してはリスク評価や対応方針の確認(必要に応じて設計方針や工法の変更)などを促す役割を担っている(表-5及び写真-1)。

表－５ 合同調整会議の主題と開催時期の例

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



写真－１ 地質区分の統一を図るための合同コア観察会の例

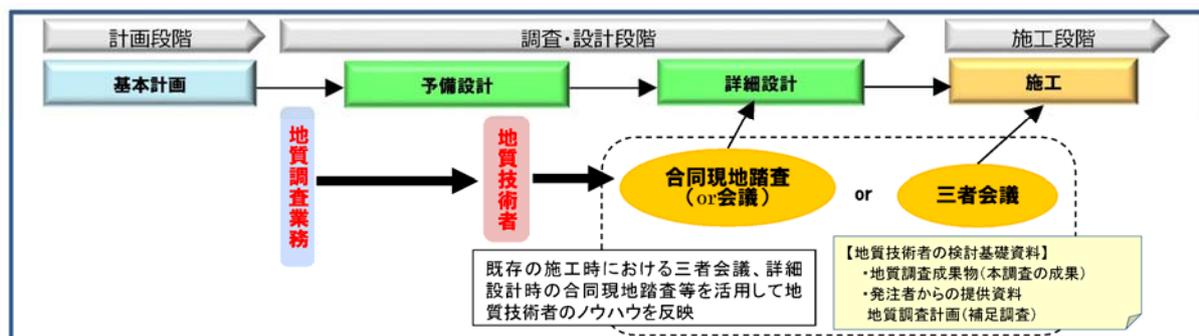
(3) 取り組みが果たす役割とその効果

地質リスク調査検討業務を導入した事業者へのヒアリングで得られた意見から、以下のような役割と効果が期待される。

- ・ 地質リスク調査検討業務を導入した目的としては、先行して事業を進めていた近隣の工区や区間において施工時に崩壊等の事象や設計変更が生じたため、当該工区における同様のトラブルを事前に防ぐことであるものが多い。
- ・ 地質リスク調査検討業務は、事業全体を通じた地質リスクを俯瞰的に把握・整理して、リスクへの対応の重要度・優先度を設定する役割を担っており、リスクアセスメントに通じる取り組みである。
- ・ 関連する地質調査業務の調整役（まとめ役）として、調査方針や結果の統一を図ったり、地形・地質的課題をとりまとめて設計業務に情報を提供するなど、事業関係者間のコミュニケーションを促す仕組みも含まれている。
- ・ 情報の引き継ぎを念頭に置いたリスク管理表の作成や、リスクに配慮した調査計画の立案も含めて、発注者（事業者）が進めるリスクマネジメントを補佐する効果を期待できる。
- ・ 事業段階によって、地質・地盤に関する情報量や、計画される土工・構造物の具体性が異なるため、得られるリスク検討結果も、事業段階によって異なる点に留意が必要である。
- ・ 同様に、新たに得られた地盤情報に基づく評価の見直しや、設計段階に応じた対応方針の具体化・細分化、一括記載のリスク管理表から個別記録への転換等、事業進捗に伴い求められる内容も変遷していく点に留意が必要である。
- ・ 事業に大きな影響を及ぼし、回避が望まれる地質リスクを予察する上では、より早い事業段階（構想・計画段階）から検討業務を実施することが望ましい。
- ・ 最もリスクが顕在化しやすい、施工段階まで地質リスク調査検討業務を継続した方が良いとの意見もあった。施工段階の対応については、2章で述べる“三者会議への地質技術者の参画”といった取り組みも、リスク検討業務に代わる有効な手法になりうる。
- ・ 発注者側の担当者が異動によって交代したときに、前年までの成果におけるリスクランク設定の根拠や対応方針等が上手く引き継げないことがあるため、今後は担当者間の引き継ぎを想定した整理方法や仕組みが必要である。

2. 三者会議・合同現地踏査への地質技術者の参画

設計成果や工事目的物の品質確保を目的に、国土交通省の地方整備局や開発局にて、詳細設計の初期段階に実施される“合同現地踏査”、及び土木工事の初期段階で実施される“三者会議”への地質技術者の参画が試行されている（図－10）。地盤に関するリスクに対して、設計や施工段階での確に対策を講じることができるよう、地質調査を実施した技術者が“合同現地踏査”や“三者会議”に参加して、地質調査で得られた知見等を直接、伝達する取り組みとなっている。



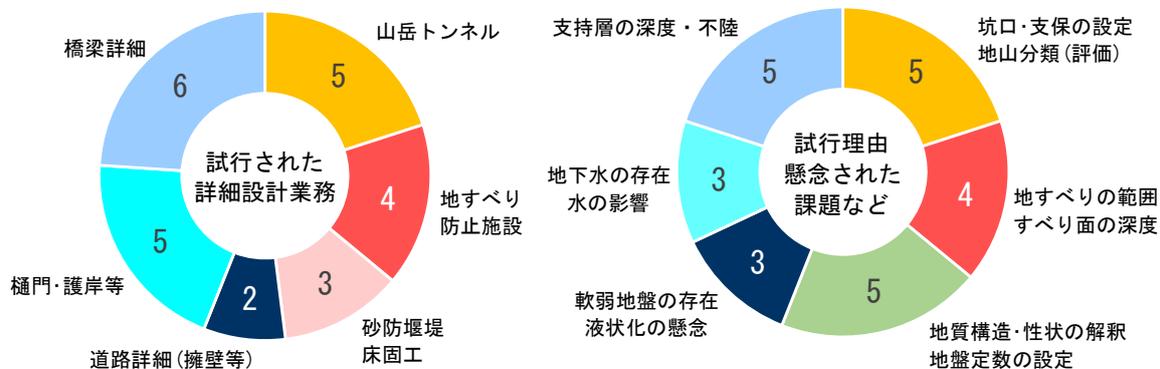
図－10 地質技術者の参画による品質確保の流れ²⁾

また、国土交通省「調査・設計等分野における品質確保に関する懇談会」の中での試行に対する実態調査として、平成29年と30年の試行業務・工事を対象にアンケートが行われている。

以下、そのアンケート結果から、試行に関する現状と有効性について整理した。

(1) 取り組みの概要

設計成果の品質確保を目的に、地質技術者（既往地質調査業務の従事者）の参画が試行された詳細設計業務は25業務である。主に“合同現地踏査”を通じて、発注者、設計者及び地質技術者の3者が、地すべりの範囲やすべり面の深度、トンネル坑口部や支保パターンの設定条件、地盤定数の設定、液状化対象層や軟弱地盤の取扱、支持層の深度・不陸等について議論したものとなっている（図－11）。



図－11 試行された詳細設計業務（N=25）の設計内容（左）と試行理由（右）

“三者会議”に地質技術者が参画する形式で試行された土木工事は17件である。参加した事業関係者は発注者、施工者、設計者及び地質技術者の4者であり、トンネルの補助工法の妥当性や、地すべりに対する観測施工の必要性、切土掘削時の不安定化の可能性、地盤改良や杭工の施工を左右する地盤条件の見直しの必要性などが主な議題となっている（図-12）。

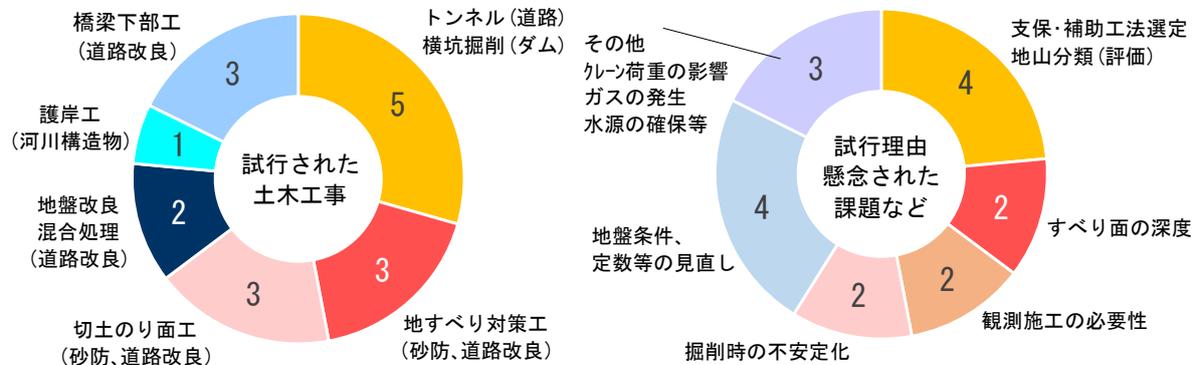


図-12 試行された土木工事 (N=17) の施工内容 (左) と試行理由 (右)

(2) 取り組みの内容

適切な試行の設定や、試行の拡大に取り組むことを目的として、事業関係者が効果を実感した試行業務・工事をまとめた事例集（ベストプラクティス集）が作成されている。

(3) 取り組みが果たす役割とその効果

試行の効果に関するアンケート調査結果を図-13に示す。詳細設計段階での地質技術者の参画（合同現地踏査への参加）については、多くの関係者が「効果があった」と回答している。

一方で、施工段階での地質技術者の参画（三者会議への参加）については、「効果があった」と答える割合が、詳細設計段階と比べてやや低い。これは、合同現地踏査の方が実際に現地で確認することによって、地質技術者が何を見て判断したかが明確になることに起因すると推察される。

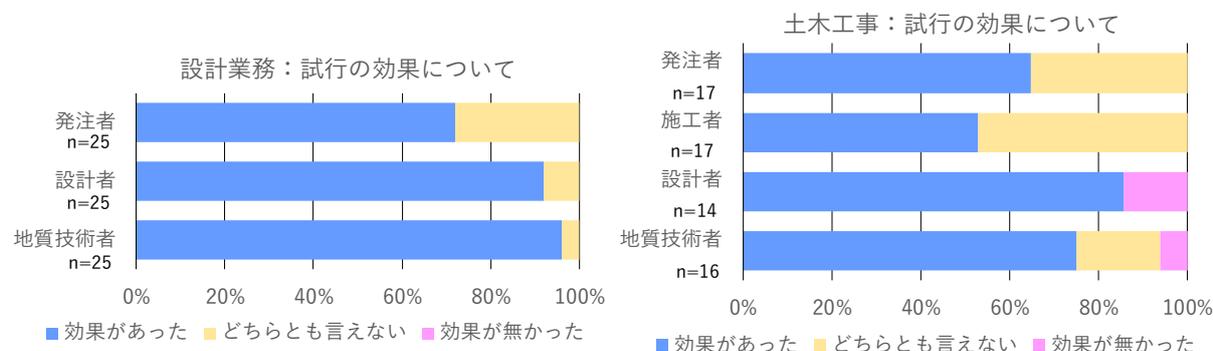


図-13 試行の効果に関するアンケート調査結果

「効果がなかった」または「どちらとも言えない」と回答した理由として、適用した事業の妥当性が疑問視されているものが見られた。また、「適用のタイミングが遅すぎる」という意見もあった。これらのことから、適用する事業や事業段階について、十分検討する必要がある。

なお、「施工前の段階では効果がわからない」という意見があったが、会議実施時点での評価が困難である（実際に施工してみないと効果のほどは判断できない）ことを意味するものであり、取り組みそのものに疑問を呈するものではない。また、「特に設計変更がなく、効果があったとは言いがたい」という意見も見られたが、これは“結果として”設計変更等に繋がらなかったものであり、試行によって「設計変更する必要がないことを確認できた」という一面も持つ。「効果がなかった」とする意見にはこのようなものがあることに留意する必要がある。

一方、「効果があった」とする意見を集約すると、以下のようなものとなる。

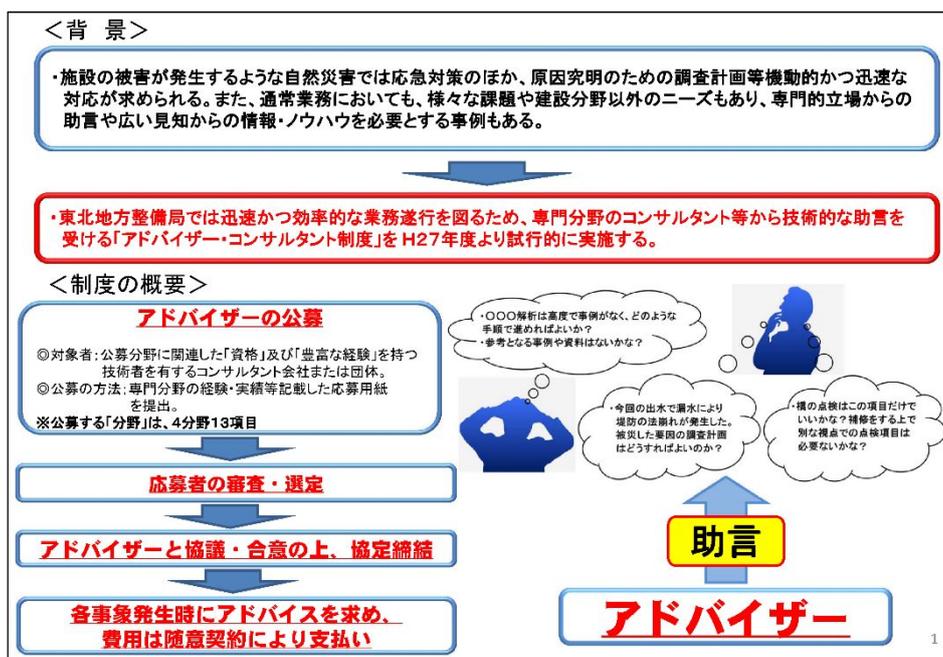
- ・ 設計者や施工者が考える地質・地盤に関わる課題について、直接、地質技術者と議論し、課題解決の方針を決定して、詳細設計や施工を円滑に実行する（手戻りを防ぐ）役割を担っている。
- ・ 地盤性状を解釈・評価した背景や調査作業中に知り得た情報（すべり面深度の決定根拠、ボーリング掘進時の地下水位変化、踏査で確認した湧水など）や、調査・設計段階では言及されていない監視・観測施工の提案など、既往の調査報告書や設計図書、工事発注図書を読むだけでは把握が難しい情報を、設計・施工に反映する効果が得られている。
- ・ 発注者（事業者）も交えて課題解決に向けた認識を共有することで、迅速な設計方針・工法の変更、追加調査の提案・実行といった、スムーズな事業進行に繋がっている。

このように、合同現地踏査・三者会議に地質技術者が参画する取り組みは、詳細設計～施工段階での地質・地盤リスクに関わるコミュニケーションと、協議を踏まえたリスク対応に通じる取り組みの1つと言える。

3. アドバイザー・コンサルタント制度

当制度は、国土交通省東北地方整備局独自の取り組みであり、建設関連の豊富な経験と、専門的な知識を持つ技術者を有する企業等と協定を結び、各事象に対して速やかな実施体制を構築するため、専門分野の技術的な助言を受ける制度である（図－14）。

当制度の現状と実態の把握のために、東北地方整備局に対しヒアリング調査を行った。以下、取り組みの概要と、ヒアリング調査結果による取り組みの効果について述べる。



図－14 アドバイザー・コンサルタント制度について³⁾

(1) 取り組みの概要

・ アドバイザー（企業等）の公募

登録意思がある企業等は、分野・項目に応じて東北地整ホームページに掲載された応募用紙に必要な箇所を記載後、東北地整窓口に送付する。

・ アドバイザーの審査・選定（登録）

応募用紙を元に審査が実施されたのちに、選定されたアドバイザー（企業等）と合意の上で協定書が締結される。協定締結後、東北地整ホームページに「アドバイザー登録リスト」が掲載される。

・ アドバイザーへの業務依頼

アドバイスの必要が生じた各事務所等は、「登録リスト」から該当するアドバイザーを選定し、随意契約を基本として業務依頼を行う。

・ アドバイザー登録（協定）の更新・解除

助言を行った実績が優秀な場合など、アドバイザー（企業等）と東北地整双方に異存が無い場合、2年程度を上限として継続更新を行うことができる。また、アドバイザー及び東北地整どちらかの申し出によって協定の解除ができる。

(2) 取り組みの内容

同制度で公募されている分野・項目及び関連技術を表-6に示す。登録意思のある企業等は、分野・項目及び関連技術を確認の上、登録する専門技術者を選抜して応募する運びとなる。

また、登録されたアドバイザー（企業等の専門技術者）は、『アドバイザー登録リスト』として、分野・項目・関連技術別に整理され、東北地整ホームページに掲載される（表-7）。

表-6 アドバイザー・コンサルタント制度で公募される分野・項目及び関連技術一覧

分野	No.	項目	内容	関連する技術					
				河川	道路	砂防	地質	雪水	火山
災害対応・危機管理	1	危険度予測のための調査・診断	地すべり、土石流、切土法面崩落、落石、火山噴火による降灰、雪崩、雪庇等の事象が発生し、または発生する恐れがあり、危険度判定のための調査・診断への助言	河川	道路	砂防	地質	雪水	火山
	2	施設被災時の調査計画	大雨や地震により、堤防・道路等の施設が被災した場合、その要因分析のための調査計画、検討手法への助言	河川	道路	地質			
	3	水質事故発生時のリスク予測	河川における有害物質の流出や魚の大量斃死等水質事故が発生した際、下流側にある上水・農水等取水への影響度及び水質測定等初動対応への助言	水質	化学	衛生			
	4	施設被災状況の早期把握	地すべりや道路・堤防等が被災した際、MMS及びUAV等の機器を使用した被災状況の早期把握に関する助言	道路	砂防	MMS UAV			
	5	被災施設の(応急)復旧対策	地すべりや道路・堤防等が被災した際、MMS及びUAVなどを用いて状況を把握、被災状況に応じた施設被災メカニズムの想定及びそれに対応した(応急)復旧対策・工法の立案に関する助言	河川	道路	砂防	地質		
施設の維持補修・管理	6	構造物や部材の変状劣化調査・診断	コンクリート構造物や鋼橋等部材の塩害、疲労、ASR、経年劣化、変状等状態の診断、補修に向けた調査方法に係る助言	河川	道路	コンクリート	構造設計	鋼構造	非破壊検査
	7	構造物等の安全性の診断・評価方法	河川・道路構造物・施設の沈下や異常、不具合が生じた際、構造物の安全性評価に係る構造設計の視点からの助言、または構造物の非破壊検査による健全性診断手法に関する助言、評価のための調査、対策方法への助言	河川	道路	コンクリート	構造設計	鋼構造	非破壊検査
	8	災害の未然防止のための点検・診断	地すべり、土石流、切土法面崩落、落石、雪崩等の災害防止の観点から緊急点検を行った場合の危険度判定、対策等への助言	道路	砂防	地質	雪水		
情報・観測・モニタリング	9	観測・モニタリング手法の提案	地すべり、雪崩等人が近づけない箇所での状態把握や観測・モニタリング方法についての助言(観測機器や観測手法、長所短所の把握、精度、機器所有者等)	測量	観測技術				
	10	情報発信手法の提案	建設行政の情報を発信するための手法やツールに関する助言	情報工学					
	11	DB構築手法の提案	既存データベースの最適化及び統計手法に関する助言	情報工学					
環境・地質調査	12	環境への影響・調査方法	河道内の樹木伐採や河道掘削等河川や道路工事が環境(鳥類・魚類・動植物)に与える影響や調査・モニタリング方法についての助言(調査、計画、施工の段階での助言、助言)、または環境影響評価に基づく事業実施・事後モニタリングにおいて、現地調査による保全措置等に関する助言	河川	道路	水質	動植物 魚類	鳥類	
	13	各事業を対象とした地質調査の評価	建設事業において個々の業者で行なっている地質調査・地すべり調査及びその評価について、同一視点に立った調査計画の立案・評価に対する助言、または建設事業の各段階における事業リスク(地質リスク)検討に関する助言	河川	道路	砂防	地質	ダム	
ICT土工測量・設計	14	UAV等を用いた3次元測量	UAV等を用いた公共測量を行う上での留意点、現場条件による機種選定や精度確保、安全確保等測量方法に関する助言	測量					
	15	土工の3次元設計	3次元設計データを作成(3次元測量データを基に3次元設計する場合、2次元設計データを3次元設計に変換する場合を含む)するうえでの手順や、留意点に関する助言	設計					

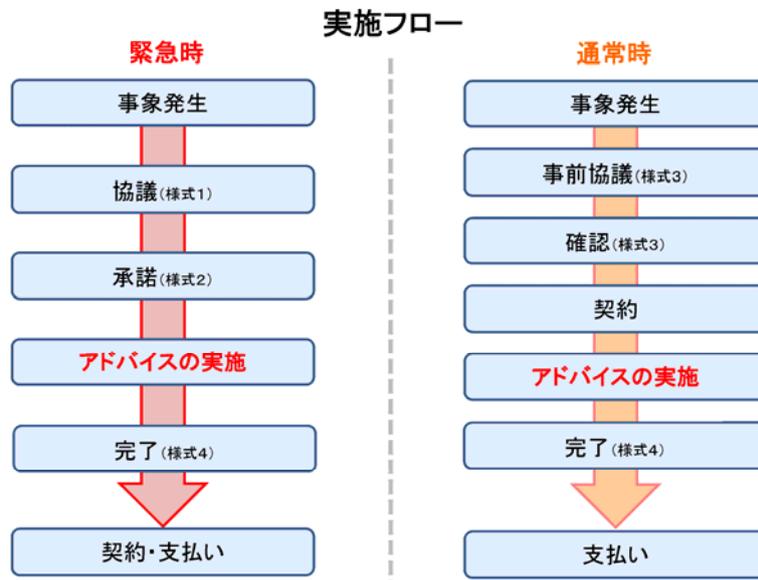
関連する技術として【地質】が取り上げられている項目

表-7 アドバイザー登録リスト 掲載例（登録企業別）³⁾に加筆

企業名	アドバイザー名	分野	項目	技術
(株) [] コンサルタント	[]	環境・地質調査	13	ダム
	[]	環境・地質調査	13	地質
	[]	環境・地質調査	13	道路
	[]	環境・地質調査	13	道路
	[]	環境・地質調査	13	地質
(株) [] エンジニアリング	[]	災害対応・危機管理	4	MMSまたはUAV
	[]	ICT土工測量・設計	14	測量
	[]	ICT土工測量・設計	14	測量

専用サーバーにアクセスできる東北地整職員は、さらにアドバイザーの略歴（業務経歴等）を確認できる

アドバイザーによる助言等を必要とする事案が発生した際、登録リストの中から項目や関連技術が合致する企業・専門技術者を選定し、依頼（または事前協議）を経て、契約・業務実行に至る流れを基本としている。ただし、災害等の緊急時には、協議・承諾の手続きのみで作業等を実施することも可能な取り組みとなっている（図－15、図－16）。



図－15 アドバイザーの選定から業務依頼（契約）に至る流れ³⁾

（3）取り組みが果たす役割とその効果

以下、ヒアリング調査から得られた役割と効果を記載する。

平成27年の同制度開始以降、令和元年末までに16件の業務が実施されているが、その多くが“緊急時”の流れ（図－18）に沿っており、大規模災害等で適用される“緊急随意契約”と、通常の業務契約との中間的な役割を果たしている。一方、発注者の認識不足で、マッチングがうまくいかなかった業務も一部にあるとのことであった。登録されている略歴だけでなく、テクリス登録データ等も活用して、課題に即したアドバイザーを選定するよう留意する必要がある。

事業・業務の遂行中に技術的課題等が発生した場合、通常は既発注業務の中で対応する。しかし、軟弱地盤や地すべりを原因とする施工段階のトラブルなど、複雑な課題の解決を必要とする場面では、一般的な調査・設計の枠を超えた、より高度な判断（全国レベルの対応力、技術力）を求められるケースもある。このような場面で、高い専門性を有する技術者の知見を得ることができる仕組みとなっている。

現地視察や現場作業を伴うケースが含まれるものの、基本的には“アドバイス”が成果の中心であり、発注者（事業者）は、助言に即した追加調査や修正設計業務等を、別途、発注することで、迅速な事業課題の解決に繋げている。

事案に応じたスポット的な対応が主体の制度ではあるが、アドバイザー・コンサルタント制度は、地質・地盤リスクに対処するための体制（地質・地盤リスクサブマネージャ、地質・地盤リスクアドバイザー）に関わる取り組みの1つであると考える。

4. 「長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアル」を用いた切土施工管理

高知県では、独自の取り組みとして「長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアル」⁴⁾を作成し、長大切土のり面（高さ 20m 以上）を施工する際に、地質・地盤の専門家による現地確認を必須とする仕組みを構築し運用している。同マニュアルは、切土施工中の降雨によって作業員を巻き込む大崩壊が発生した、平成 10 年（1998 年）の県道安田東洋線の事故（写真－2）が契機となって作成されており、平成 11 年 11 月の初版発刊以降、平成 30 年 8 月までに 4 回の改訂がなされている。

【改訂履歴】

- ・ 平成 11 年 11 月：初版発刊
 - ・ 平成 17 年 10 月：第 1 回改訂 マニュアル掲載の道路通行規制一覧の見直し等
 - ・ 平成 20 年 03 月：第 2 回改訂 地質・地盤技術者の資格要件の見直し等
 - ・ 平成 24 年 03 月：第 3 回改訂 施工管理におけるのり面調査体制の見直し等
（第三者の立場から公平で専門的な調査を実施するため別発注の委託業務で実施）
 - ・ 平成 30 年 08 月：第 4 回改訂 地質・地盤技術者が行う詳細調査の歩掛改訂
（小段 1 段の掘削ごとに行うのり面観察作業等の負担を考慮した歩掛の見直し等）
-

高知県道安田東洋線ののり面崩壊

場 所：高知県安芸郡馬路村

撮影者：佐々木靖人

説 明：平成 10 年（1998 年）9 月 19 日、のり砕工施工中に高さ約 40m、幅約 25m にわたってのり面が崩壊し、作業員 4 名のうち 3 名が生き埋めになった。その後数日間、降雨が断続し、上部や側部で崩壊が何度も発生して崩壊域が自然斜面まで大きく拡大したため、救助作業は難航した。



写真－2 県道安田東洋線で発生したのり面崩壊⁵⁾

同マニュアル運用に関する取り組みの概要を整理するとともに、マニュアル運用の現状とその効果を確認するために、高知県に対し行ったヒアリングの結果を以下に記述する。

(1) 取り組みの概要

同マニュアルには、施工者（工事請負業者）が行うべき事項として、施工作业時ののり面斜面点検、のり面斜面異常発生時または降雨時の作業中止措置、降雨後の作業開始判断、のり面斜面異常に対する調査・観測措置といった内容が記載されている。

このような施工時の実施事項のうち、地質・地盤技術者が特に重要な役割を果たす内容として、“のり面調査”が挙げられる（図-17における“状況確認”）。なお、同マニュアルにおける地質・地盤技術者は、技術士—応用理学部門（地質）や建設部門（土質及び基礎）の資格を有する等の要件を満たす必要がある。

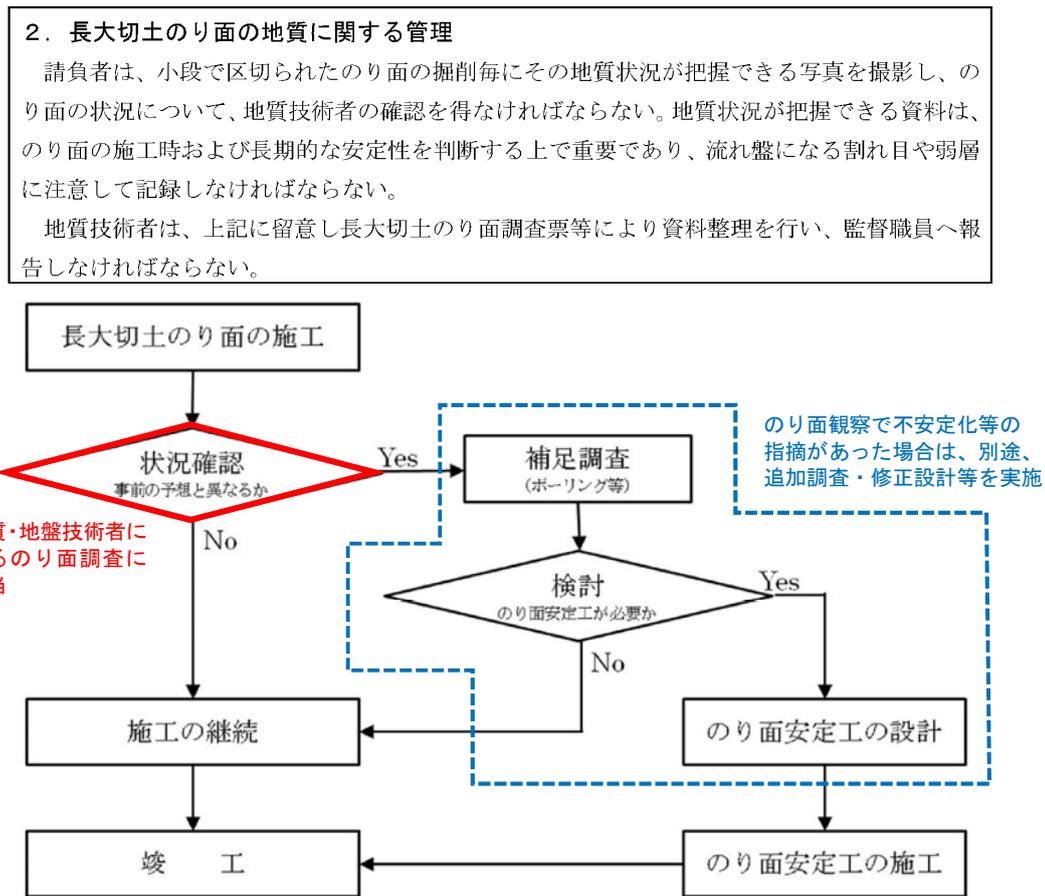


図-17 長大切土のり面の施工の流れ⁴⁾に加筆

(2) 取り組みの内容

切土のり面工事とは別発注の委託業務（長大切土のり面調査）に従事する地質・地盤技術者が、原則、切土掘削ごと（のり面保護処理等を実施する前）に、切土面に露出した地質・地盤を現地で確認し、安定性やのり面保護工等の妥当性をチェックする仕組みとなっている。チェックした成果はのり面調査票に整理する。

図-18に、のり面調査票の記載例を示す。

長 大 切 土 の り 面 調 査 票 (例)

P1

施 工 地	〇〇郡 〇〇町 〇〇	事 務 所 名	〇〇土木事務所	測 点 ・ 位 置	1段目のり面切土完了
発 注 機 関	高知県	現 場 代 理 人	〇〇 〇〇	監 督 員	△△ △△
施 工 業 者	〇〇建設	天 候	天	主 任 技 術 者	●● ●●
調 査 日	平成 年 月 日			地 質 技 術 者	
調 査 内 容	No.●●~No.●●までの切土法面1段目完了に伴うのり面調査				

<p>計画平面図 のり面(縦断測線)方向 N49° W</p>	<p>計画断面図 のり面(横断測線)方向 (平面図より計測) 割れ目の見かけの傾斜α°(横断方向) $\alpha = \tan^{-1}(\cos \theta \cdot \tan \alpha)$ α°…傾斜 θ…のり面と走向の交角</p> <p>横断方向N41E のり面方向N49W ①片裡 N10E-45S θ=59 $\tan^{-1}(\cos 59 \cdot \tan 45) = 27.3^\circ$ …①流れ壁</p> <p>横断方向N41E のり面方向N49W ②片裡 N10W-35E θ=39 $\tan^{-1}(\cos 39 \cdot \tan 35) = 28.6^\circ$ …②流れ壁</p>	<p>現況概略図 1段目のり面状況</p> <p>基岩盤は三波川帯三端層の泥質片岩を主体。山腹斜面には産雜堆積物が分布する。片理面・節理面等の面構造の発達が顕著。片理面は羽状の褶曲構造が顕著であり、多方向の節理が形成される。片理面や軸面貫面に沿って割れ易い性質を有するため、切土面に對し流れ壁構造となる場合は危険のり面となる。風化脆弱化の進行が早い岩盤であり、片理面・節理面に沿って割れ易い性状がある。</p> <p>①産雜堆積物(褶曲混じり砂質土) = 地山表部に多く存在 ②泥質片岩(割片~岩塊~岩盤)が主に分布する範囲 CM級~CL級 ③強風化帯(粘土化・脆い岩・破砕)が主に分布する範囲 D級~破砕</p>
--	---	--

点 検 項 目	1 地質状況	・基岩である泥質片岩の岩盤露頭が随所に見られる。上部に古い崩壊跡滑り層が馬蹄形に存在し、泥質片岩の岩盤が露頭状態。産雜堆積物は薄く分布すると推定される。崩壊跡地形内の植生(杉)には幹曲が見られず。現状では安定状態と推定できる。
2	斜面の変状(産雜・劣化等)	・周辺斜面に、切土による変位は確認できない。
3	切土のり面内の変状	・切土による変状なし。切土面はほぼ岩質で、起点側上部と終点部に細い産雜分布帯が存在する。
4	切土のり面内の湧水状況	・亀裂面に沿って黄褐色の脆弱部が見られ、少量の湧水あり。起点側と終点側の産雜と岩盤層界および亀裂から湧水あり。
5	のり面周辺斜面の状況	・切土面上位、側方、下位の何れにも切土による変位は認められない。
6	土質区分	・産雜は岩塊混じり砂質土主体で、泥質片岩層を混在する。相対密度はゆるい~中くらいで、全体的に軟質。 ・岩盤は泥質片岩で岩盤区分CM~CL。褶曲による多方向の傾斜構造を特徴とするが、当該の片理面走向は概ね南北方向に近く流れ壁構造。節理は直交・流れ壁・受け壁と多方向を示している。
7	のり面内岩盤の走向傾斜	・N10E-45S流れ壁 N10W-35E流れ壁

特記事項

・現状ではのり面、周辺斜面に切土による変異は見られず、当初計画通りS=1.0.8は安定勾配と評価できる。このことから、計画時点における地質条件と相違はないと判断でき、補正工によるのり面保護工で問題ないと評価する。
 ・のり面からの湧水を小段で排水処理(通常排水処理)の対策が望ましい。
 ・湧水状況から脆弱化が局所的に進行する可能性があるため、法面設置等が完了するまでは目視観察が必要。

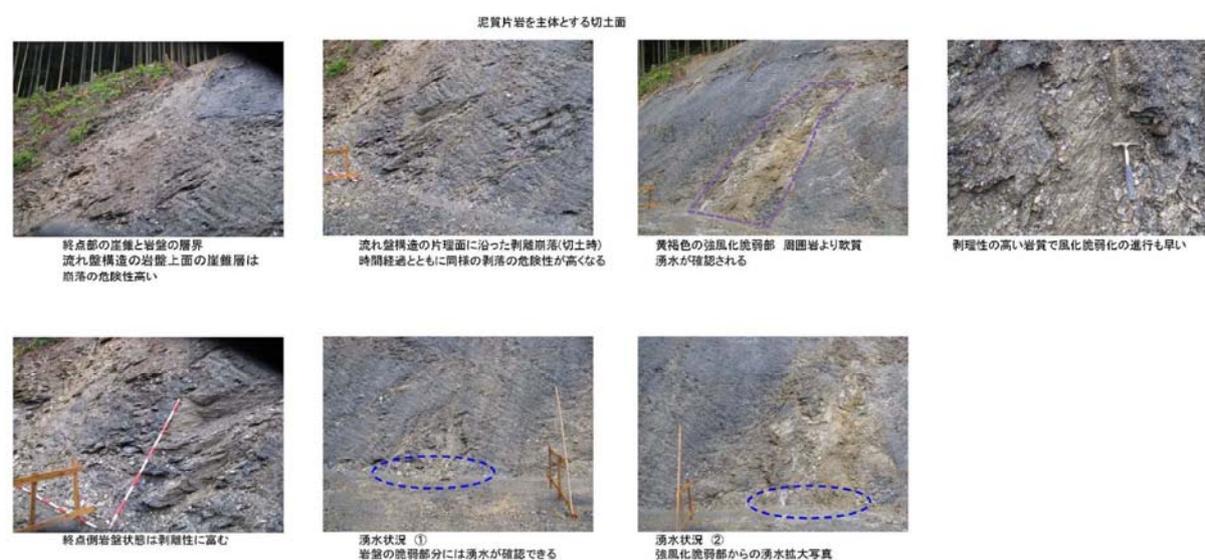


図-18 のり面調査票の作成例⁴⁾

(3) 取り組みが果たす役割とその効果

以下、ヒアリング調査から得られた役割と効果を記載する。

豪雨に見舞われやすい高知県では、完成形でのり面保護等がなされる計画であったとしても、長期にわたる切土施工の途中段階で崩壊等が生じる可能性があるため、施工段階のチェック機能として、地質・地盤技術者の参加が企図されている。

施工とは切り離れた委託業務で対応しており、地質・地盤技術者は第三者的立場から評価を行い、事業者（発注者）に直接、切土施工に関わる課題等を提言できる仕組みとなっている。また、地質・地盤技術者による観察・評価を、切土掘削作業の段階ごと（例えば小段1段ごと）に実施することで、安全に配慮した次段階の切土施工や、万一、工法の見直し等が生じた場合に手戻りを小さく抑える効果なども期待できる。

のり面調査時（掘削面の観察時）には原則、事業者、施工者も揃って“現地立会”を行うこととなっている（写真－3）。地質・地盤の性状や構造、切土掘削面の安定性、のり勾配やのり面保護工の妥当性等、事業関係者間で認識を共有するとともに、今後の切土施工の進め方等の意思決定を、地質・地盤技術者を交えて迅速に行うよう留意されている。



写真－3 のり面観察時の発注者，施工者，地質・地盤技術者合同の現地立会の例

このように、リスクアセスメント（ないしはモニタリング）を行うと同時に、事業者、施工者とのコミュニケーションも図る、切土のり面の施工管理に地質・地盤技術者が関与する高知県の取り組みは、施工段階の地質・地盤リスクマネジメントの取り組みの1つとして有効と考える。

なお、のり面観察結果は、施工記録（完成図書）として残らないものの、委託業務の成果報告書として記録が残る。万一、施工完了後（供用後）に異常等が発生した場合でも、切土面の地質・地盤の状況を振り返ることができるため、維持管理段階での活用も期待できる。

<参考・引用文献> (URL はいずれも 2020 年 3 月 11 日参照)

- 1) 国土交通省 調査・設計等分野における品質確保に関する懇談会：建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン，2015. 11.
<https://www.mlit.go.jp/common/001112783.pdf>
- 2) 国土交通省 発注者責任を果たすための今後の建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会 業務・マネジメント部会：平成 30 年度第 2 回 資料－4 平成 31 年度の取り組み，2019. 3.
http://www.nilim.go.jp/lab/peg/siryoyou/20190306_hatyuusya_manebukai/310306_siryoyou4.pdf
- 3) 東北地方整備局：アドバイザー・コンサルタント制度について（試行），2015. 5.
<http://www.thr.mlit.go.jp/Bumon/B00097/K00910/adviser/gaiyoyou.pdf>
同 様式集 <http://www.thr.mlit.go.jp/Bumon/B00097/K00910/adviser/index.html>
同 登録リスト <http://www.thr.mlit.go.jp/Bumon/B00097/K00910/adviser/list/kigyoyogoto.pdf>
- 4) 高知県土木部道路課：長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアル（第 4 回改訂版），2018. 8.
https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/170701/files/2012052400132/file_2019611213234_1.pdf
- 5) 日本応用地質学会：斜面地質学—その研究動向と今後の展望—，1999. 4.

資料4 地質・地盤リスクマネジメントに関する工夫事例

1. 目的

地質・地盤リスクマネジメントに関する取り組みは、これまでも特に意識されることなく経験的な暗黙知として行われているものや、近年の新たな取り組みとして行われているものがある。本資料では、こうした取り組みの事例を紹介することで、地質・地盤リスクマネジメントの具体的なイメージを示すことを目的としている。

本資料で示す一つ一つの取り組みについては、ガイドラインの基本的考え方に「地質・地盤リスクマネジメントの導入における留意点」として示された4つの視点を複数含んでいる。そこで、まずは事例の概要を第2章で示し、第3章でそれぞれの視点からの評価を説明する。また主な事例の他に広く一般的に行われている取り組みについては、3章の4つの視点に基づく説明の中で触れることとした。

2. 主な事例の概要

本章では、地質・地盤リスクマネジメントに関する工夫がなされた主な事例として取り上げる5事例（表-1）について、順に概要を示す。

表-1 本資料で取り上げる主な事例の一覧

事例番号	地質・地盤リスクマネジメントにおける取り組み
事例1	軟弱地盤上の盛土におけるリスク要因の抽出とリスク特定
事例2	軟弱地盤上の盛土において抽出されたリスク要因、特定されたリスクの表現
事例3	事業全体を通じて地質・地盤リスクマネジメントに関する情報を共有するための「引き継ぎ帳票」の作成
事例4	事業全体を通じて地質・地盤リスクマネジメントに関する情報を共有するための「標準断面図」の作成
事例5	トンネル工事における切羽に出現する地質の不確実性の見える化

【事例1：軟弱地盤上の盛土におけるリスク要因の抽出とリスク特定】

1 つ目は、軟弱地盤上に盛土を築造する際に行ったリスク要因の抽出とリスク特定の過程において工夫がなされた事例である。

本事例では、事業の計画の段階で有識者を含めた外部委員会を設置し、事業のリスクマネジメントを行った。委員会では、図-1に示すように、予め収集したリスク要因に関連すると考えられる情報（地質調査結果、地形条件、旧地形図、周辺の土地・井戸利用状況等）を1枚の図面に集約し、事業者、地質・地盤技術者、専門家等の関係者が共同でリスク要因の抽出及びリスクの特定を行った。

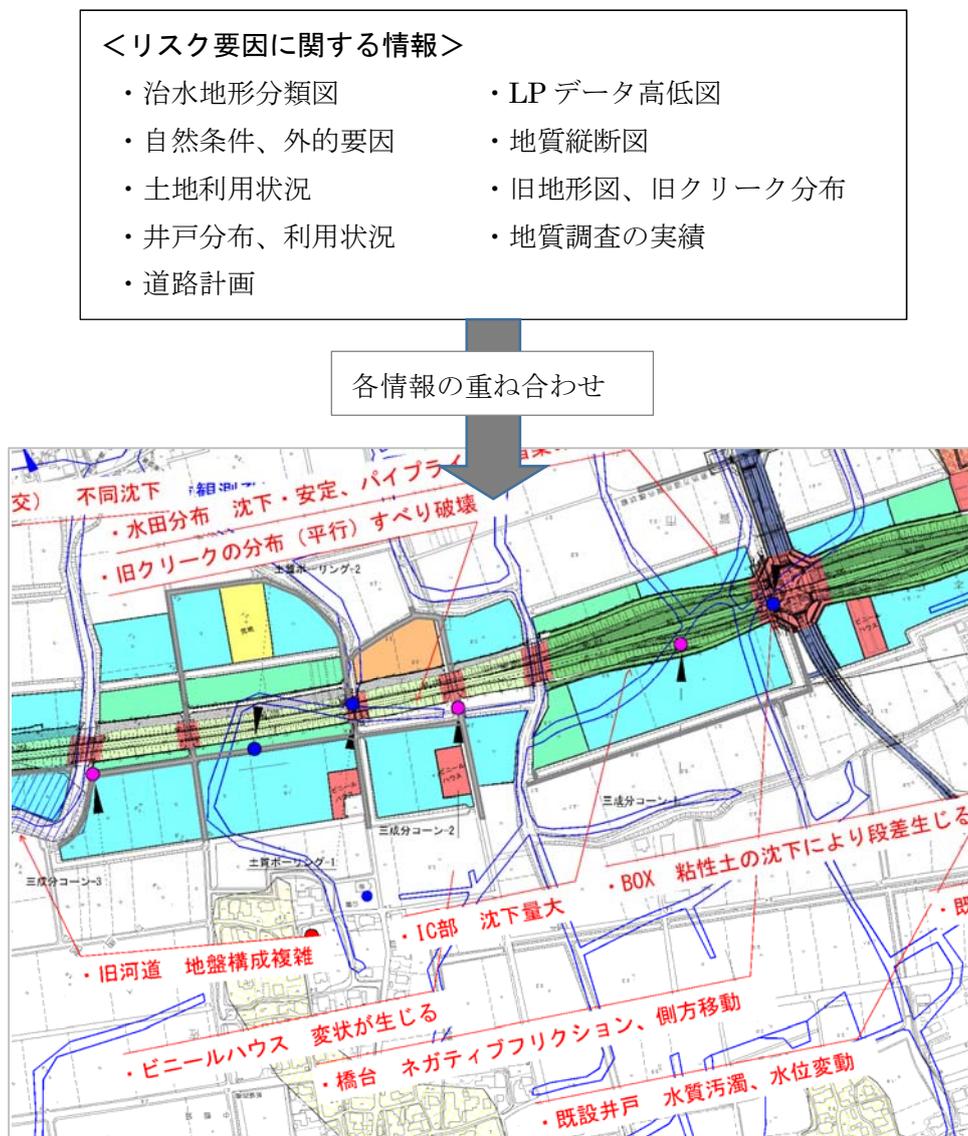


図-1 リスク要因に関する情報を1枚の図面に集約した例¹⁾に加筆

【事例2：軟弱地盤上の盛土における抽出されたリスク要因、特定されたリスクの表現】

2 つ目は、軟弱地盤上の盛土築造において、抽出されたリスク要因と特定されたリスクの表現方法に工夫がなされた事例である。

本事例は事例1と同一の事業である。図-2に示すように、抽出されたリスク要因、そして特定されたリスクの全てを、リスク要因に関する情報（地層分布、旧地形、周辺の土地・井戸利用状況など）と関連付け、1枚の概略図にまとめて示した。

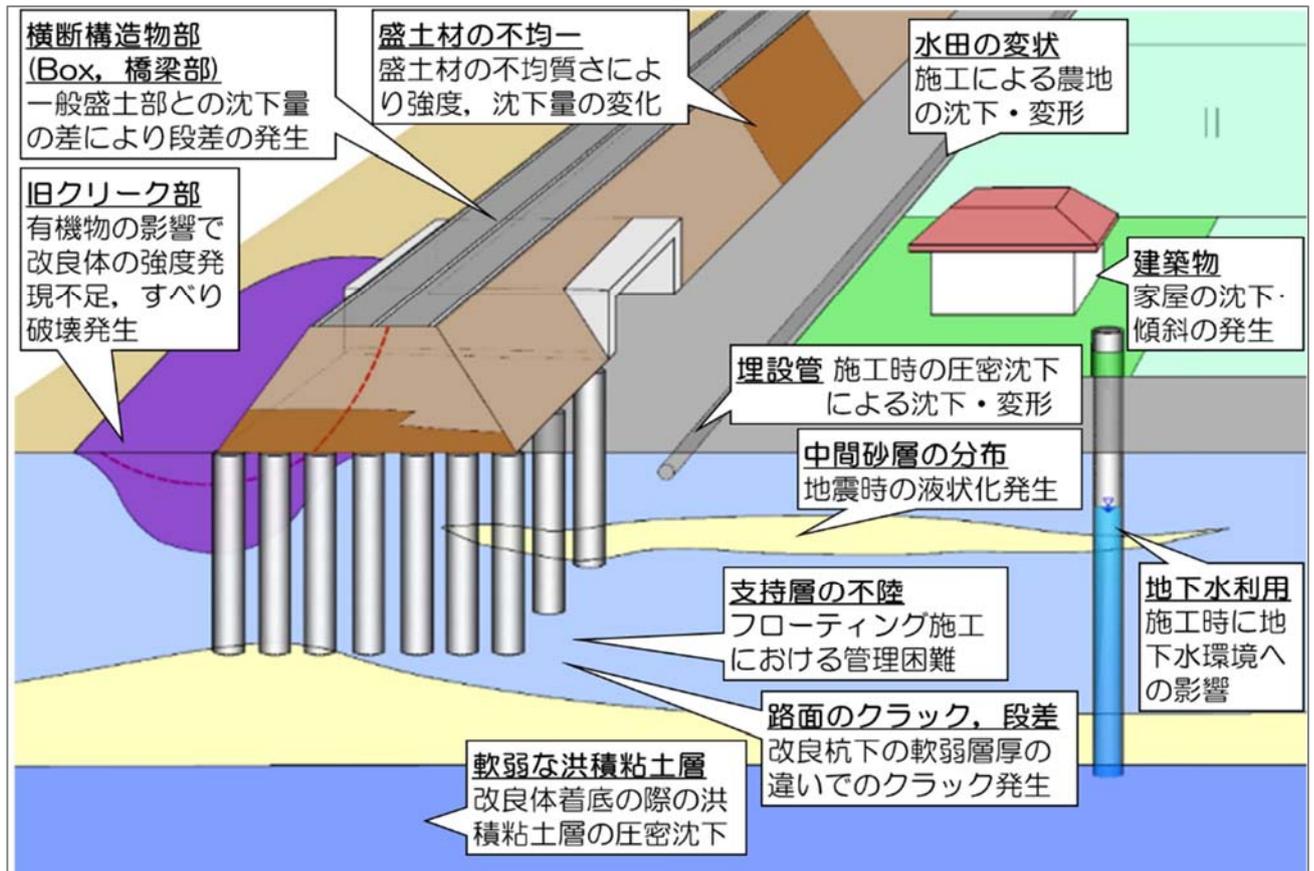


図-2 抽出されたリスク要因及び特定されたリスクの表現方法¹⁾に加筆

【事例3：事業全体を通じて地質・地盤リスクマネジメントに関する情報を共有するための「引き継ぎ帳票」の作成】

3つ目は、軟弱地盤上の盛土築造において、地質・地盤リスクマネジメントに関わる情報（リスクに対して、いつ・誰が・どこまで対応したか、以降の段階で必要な対応事項等）を、事業全体を通じて確実に共有し引き継ぐための工夫がなされた事例である。

この事業も事例1及び2と同じ事業である。表-2に示すように、調査・設計・施工・維持管理の各段階で、特定されたリスク（表中は不確実性と表現）ごとに、それらリスクへの対応状況（対応済み/未対応）、及び後続段階への申し送り事項を記載する「引き継ぎ帳票」の様式を計画段階で定めた。事業全体を通じて、各段階の関係者はリスクへの対応内容等をこの引き継ぎ帳票に順次追記していくこととした。

表-2 リスクマネジメントに関する情報の引き継ぎ様式「引き継ぎ帳票」¹⁾に加筆

	不確実性 [黒文字: 対応済み 赤文字: 未対応 青文字: 注意、申し送り]	地形条件				
		後背湿地		旧河道		
		軟弱層によるすべり安定性	改良体の固化不良	土質の不均質性、不整合	地震時の液状化	
調査段階	対応内容	サンプリング試料のせん断強度試験の実施	物理特性(有機物混入量含む)の把握	旧河道部と河道外の調査による土質構成の把握	液状化判定等による検討	条件毎に抽出されたリスク要因、特定されたリスクを記載
	対応状況 (上段: 実施事項等) (下段: 未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等)	各粘土層で一軸試験実施。層厚の厚いAaC2層は深度方向に複数試料で実施。	強熱減量試験は未実施。	治水地形分類図では旧河道ではない。ボーリング結果においても周辺との土質の違いは認められない。	礫が混入していたためサンプリング出来ず室内試験は未実施。液状化判定は簡易式で実施。	
設計段階	対応内容	安定計算等による対策工の要否、比較検討	解析等による必要改良強度の把握	一般部と土質状況が異なる場合は追加検討(安定性、沈下等)	一般部と土質状況が異なる場合は追加検討(地震時の検討)	...
	対応状況 (上段: 実施事項等) (下段: 未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等)	測点〇〇で実施。道路土工(H24)に準じ実施。比較検討により地盤改良選定。	計算上の必要改良強度は $q_u=500(kN/m^2)$ 。 代表地点での試験のみ。地質変化点での試験が必要。	旧河道の特性が認められないため周辺と同様の対策工。必要に応じて施工前に簡易調査でチェック	旧河道の特性が認められないため周辺と同様の対策工。必要に応じて施工前に簡易調査でチェック	
施工段階	対応内容	動態観測による安定管理	配合試験による改良材、配合量の決定。改良体の品質管理。	対策工の出来形、品質管理	-	「注意を要する事項」、「申し送り事項」については青字で記載
	対応状況 (上段: 実施事項等) (下段: 未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等)	測点〇〇の一般盛土部で実施。問題なく盛土完了。 施工後の沈下計測が必要。	配合試験で配合量決定。100(kg/m ³)。施工後のチェックボーリングで深度方向に強度を確認。	問題なし	-	
維持・管理段階	対応内容	路面や法面のクラック、変状の監視	盛土の変状の点検	-	大規模地震後の盛土点検	...
	対応状況 (上段: 実施事項等) (下段: 未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等)	すべりに関する監視は実施していない。通常の巡視で対応。	定点観測は未実施。固化体の維持・管理方法未検討。	-	旧河道に当たらないためとくに点検は実施していない。通常の巡視のみ。	

【事例4：事業全体を通じて地質・地盤リスクマネジメントに関する情報を共有するための「標準断面図」の作成】

4つ目は、軟弱地盤上の盛土築造に関する設計において、地質・地盤リスクへの対応方針を決定する際に前提、根拠とした情報、即ち“情報に関する情報”の「見える化」について工夫がなされた事例である。

この事例も事例1から3に示した事業と同一の事業におけるものである。図-3に示すように、標準断面図には設計結果のみならず、設計における前提条件・判断根拠（盛土の沈下・安定計算方法とその対象範囲、設計で想定した基礎地盤及び盛土材の物性、盛土の盛り立て速度等）、施工時の留意事項等についても記載する事を定めた。

設計で採用したボーリングなどの調査地点位置図

『設計の計算・検討条件』

- ・盛土の要求性能
- ・沈下、安定計算方法と、その検討対象範囲
- ・改良体の目標強度
- ・盛土の盛り立て速度
- ・施工に関する留意点 など。

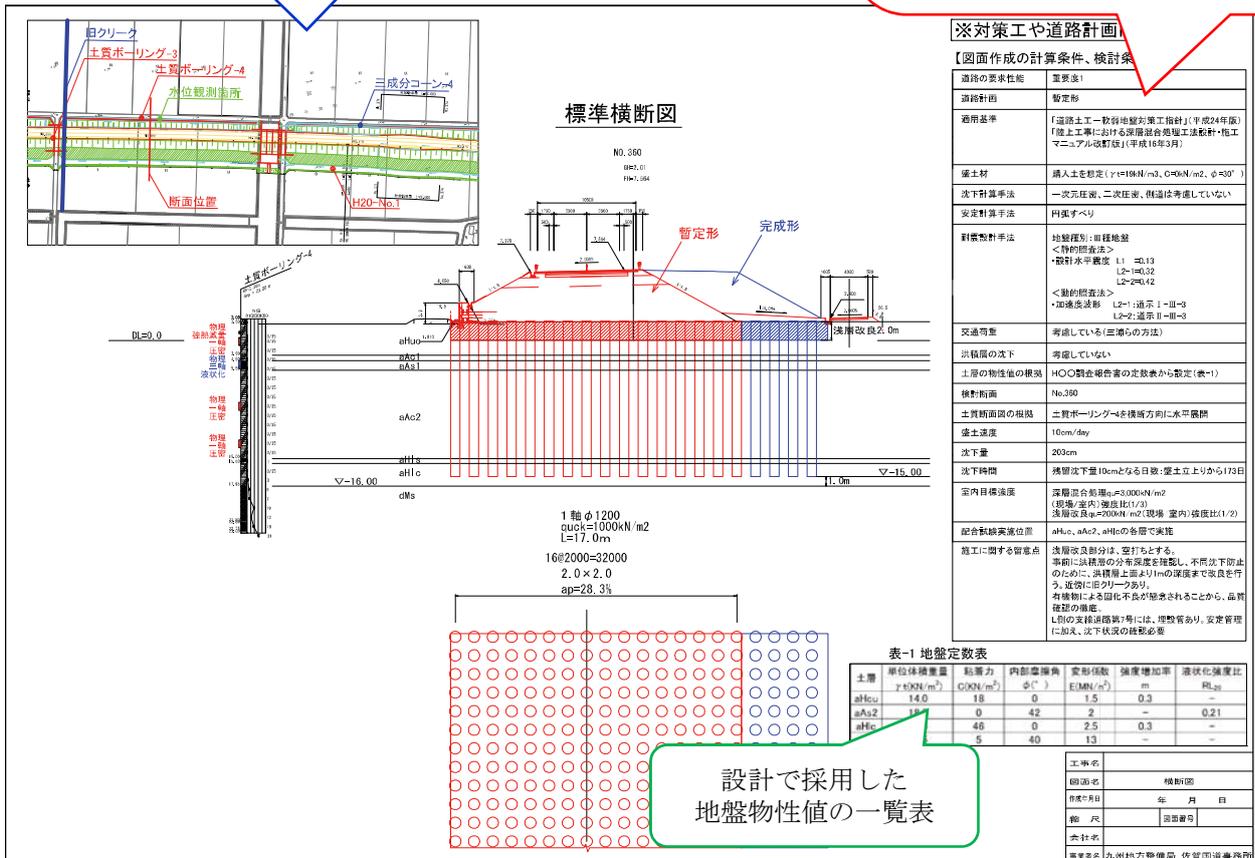


図-3 設計の前提条件、判断根拠等を併記した標準断面図 1) に加筆

【事例5：トンネル工事における切羽に出現する地質の不確実性の見える化】

5つ目は、トンネル工事に関する設計において、切羽に出現する地質の不確実性を予め考慮し、その検討結果（不確実性）の「見える化」について工夫がなされた事例である。

一般にトンネル工事において、補助工法の設計や様々な工費の積算といった計画は、トンネルの計画中心線と地質平面図の重ね合わせをもとに行われるが、地質平面図は限られた調査結果による推定であり、大きな不確実性を含んでおり、図上では出現しないとされた地層が実際の工事では出現することはしばしばある。本事例では、地質平面図上でトンネル中心線から一定の範囲にある地質を切羽に出現する可能性のある地質と定義し、これらの可能性のある地質に対しても設計段階で予め補助工法の候補を選定しておき、施工時の切羽の状態や先導掘削によって実際の地層を判断し、あらかじめ検討しておいた補助工法の候補から適切なものを選択することとしている。

設計成果として、図-4に示すように、切羽に出現する可能性のある地質の範囲とその候補を地質平面図に図示することでリスク要因（不確実性）の「見える化」を図った。

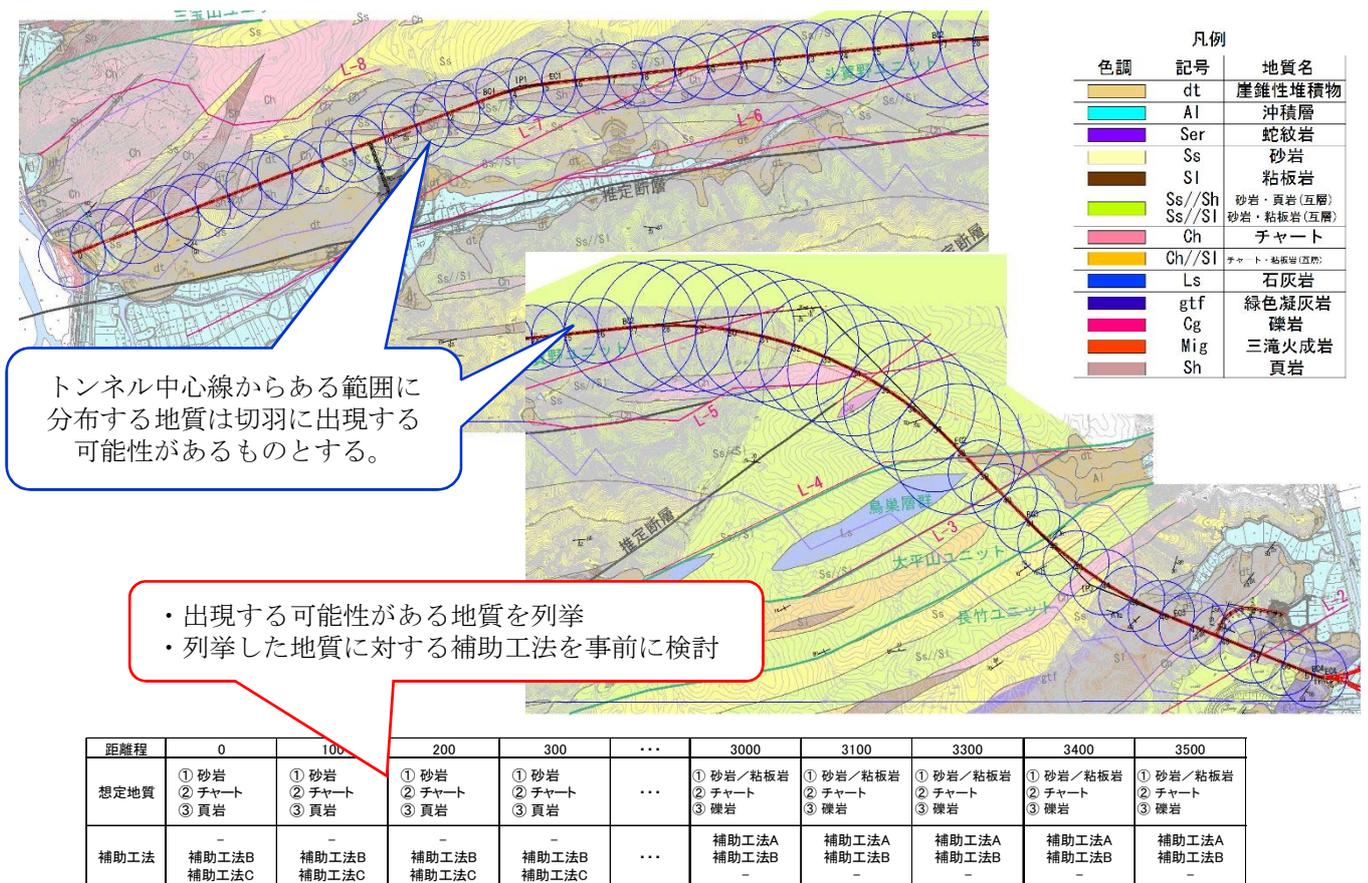


図-4 トンネル切羽に出現する可能性のある地質の幅（不確実性）の見える化²⁾に加筆

3. 地質・地盤リスクマネジメントの導入における留意点に基づく事例分析

本章では2章で示した主な5事例について、ガイドラインの基本的考え方に「地質・地盤リスクマネジメントの導入における留意点」として示された以下の4つの視点から分析、評価を行う。また主な5事例の他に広く一般的に行われている取り組みについても、各説明の中で触れることとした。

【地質・地盤リスクマネジメントの導入における留意点】

- 1) 適切な体制の構築
- 2) 全ての関係者間の連携（ONE-TEAM体制の構築）
- 3) リスクマネジメントの不断な実施
- 4) 質の高いリスクマネジメント

(1) 「適切な体制の構築」から見る工夫のポイント

「適切な体制の構築」の主眼は、リスクマネジメントを行うために必要となる幅広い知見を取り入れた体制を構築し、「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」という原則に基づき関係者の役割分担を明確化することである。

【事例1】、及び【事例2】については、リスク要因の抽出、リスクの特定の段階において有識者委員会を設置し、専門家の参画を図った。有識者委員会における検討に先立ち、この有識者委員会の役割は、リスク要因の抽出及びリスク特定に当たって考慮する前提条件への助言とし、それらの前提条件、他の基準等に基づくリスク要因の抽出及びリスク特定に関する検討は事業者の役割と定めた。このことによって、参画した関係者の役割分担が明確化されたことがポイントである。事例1及び事例2の資料は、資料に盛り込む情報を有識者委員会の役割である事業の前提となる条件の整理にとどめ、リスク要因の抽出や対策の検討結果とは区別した資料整理を行うことで役割分担を明快化しようとしていると考えられる。その他に、複数の関係者が同時にリスク要因の抽出を行うことでリスク要因の見逃しを防ぐことができた。

【事例3】については、「誰が・どの」リスクに対応するのかという役割分担の整理にとどまらず、時間軸を加えた「どの段階で・誰が・どの」リスクに対応するのかという役割分担の整理を試みた点がポイントである。

この整理によって、リスクマネジメントの進捗に伴うステークホルダーの範囲と、その範囲が事業の経過に伴って変化していくことが示されている。また、ある段階の判断に対する将来的な見直しについて、その見直しの際の判断基準を引き継ぎ帳票(表-2)に記載することで、見直しの判断の役割が事業者にあることを明確化しようとしている。

(2) 「全ての関係者間の連携」から見る工夫のポイント

「全ての関係者間の連携」の主眼は、適切な体制を構成する多様な関係者で情報を適切に共有し、体制を効率的かつ効果的に機能させることである。

【事例1】については、リスク要因の抽出に当たって、予め収集したリスク要因に影響を及

ぼすと考えられる情報（地質調査結果、地形条件、旧地形図、周辺の土地・井戸利用状況等）を集約した1枚の図面を作成し、専門家等を含む関係者が共同でリスク要因の抽出、及びリスクの特定を行った（図-1）ことがポイントである。

その結果、関係者間でリスク要因の抽出結果だけではなく、抽出の過程まで情報と意識の共有が図られた。また、抽出したリスク要因を図面中に書き込みながら議論を行うことで、関係者のリスクに関する理解の深化が図られた。

【事例2】については、抽出されたリスク要因・特定されたリスクの全てを、リスク要因に影響を及ぼす情報（地層分布、旧地形、周辺の土地・井戸利用状況等）と関連付け1枚の概略図にまとめて示し（図-2）、これを関係者の協議資料や業務引き継ぎ資料に用いたことがポイントである。

これによって、想定された地質事象の発生位置や他のリスクとの関係性がわかりやすく整理され、把握が容易となった。また、リスク要因の抽出の後の設計・施工段階において、人事異動などで担当者が変わっても、リスクに関する認識の齟齬や情報伝達の不備の回避を期待できる。

【事例3】については、リスクマネジメントに関する情報（リスクに対して、どの段階で・誰が・どこまで対応したのか、以降の段階ではどのような対応が必要かなど）を関係者間で共有し、計画段階で後続の段階に引き継ぐための形式（引き継ぎ帳票）を定めたこと（表-2）がポイントである。

これによって、各段階間でのリスク対応に関する認識の齟齬や引き継ぎ漏れの回避を期待できる。

【事例4】については、標準断面図に設計結果のみでなく、設計における前提条件・判断根拠（盛土の沈下・安定計算方法とその対象範囲、設計で想定した基礎地盤及び盛土材の物性、盛土の盛り立て速度等）、施工時の留意事項などについても記載する事を定めた（図-3）ことがポイントである。

このように、設計図という情報に関する「情報」（前提条件、判断根拠等）を合わせて「見える化」したことによって、施工時においては設計条件との乖離の有無の判断が容易となり、確実な施工及び適切な品質管理が期待できる。また、不具合発生時には、原因の評価や対応策検討時の情報源となることが期待できる。

【事例5】については、設計の検討成果として、トンネルの計画中心線から幅を持った範囲を想定する範囲とすることが一目瞭然の資料を作成することによって、計画段階での想定が不確実性を有することの「見える化」を図った（図-4）ことがポイントである。

このことによって、事業の後の段階で、切羽の確認等によって異なる地層が確認された場合、前提条件が変わったことがより理解しやすくなり、柔軟な対応の変更などが期待できる。

以上のような工夫によって、各事例では関係者間での情報共有の確実性向上が期待できる。

(3) 「リスクマネジメントの不断な実施」から見る工夫のポイント

「リスクマネジメントの不断な実施」の主眼は、調査、設計、施工、といった事業の各段階にとらわれず、事業全体を通じて必要に応じて段階的にリスクへの対応を見直していくことである。

【事例1】、及び【事例2】については、前項で示した通り、リスク要因抽出の過程、抽出されたリスク、及び特定されたリスクについて関係者間で意識の共有化が図られた。それによって、事業を通じて地質・地盤リスクマネジメントを行わなければならないということを明示できたことがポイントである。

【事例3】については、「どの段階で・誰が・どの」リスクを考慮し、対応するかを計画段階で予め定めるとともに、これらの項目は決定事項ではないこと、及び見直しをする際の判断基準を明示しており、然るべきタイミングで適切な見直しが行われることが期待できる。

【事例4】については、標準断面図に設計結果のみでなく、設計における前提条件、判断根拠等の情報に関する情報を記載する事で、検討結果の解釈にあたって、結果の前提が理解しやすくなるとともに、前提条件を逸脱した場合の見直しの必要性も容易に理解されるようになっていることがポイントである。

【事例5】については、設計図面に不確実性の幅を明示することで、設計の段階でリスクが残留していること、そのリスクが地質平面図の精度に関連するものであること、等が非常にわかりやすく示されており、施工段階において切羽の確認等によって対応を行う必要があることも併せて理解されやすい資料となっていることがポイントである。

以上のような工夫によって、各事例ではリスクマネジメントを不断に実施するための前提条件が整ったといえる。

リスクマネジメントの不断な実施に関しては、ここであげたような工夫に限らず、これまで経験的に行われてきたことも多い。例えば現地発生土を用いた土工において、計画や設計の段階では使用する盛土材料の土取り場も決まっておらず、物性値を把握することが困難であることから、設計の段階では一般的な仮定値を用いて設計し、後に施工の段階で実際に使用する材料を試験して物性値を把握、必要に応じて改良を行う、というような手順も段階的なリスクへの対応の見直しと考えることができる。具体的な手順は従来広く行われているものであるが、ここで重要なのはこのような手順がリスクマネジメントの一環として行われているということを理解すること、そして適切な体制の構築や関係者の連携といった他の視点からもこのような手順に改善の余地がないかを意識して事業を進めることである。例えば物性値が変わった場合に盛土の断面を変えるのか、土の改良を行うのか、そういった判断は誰が責任を持つのか、どの範囲の関係者で意思決定をするのか、そうした事柄を意識することが暗黙知の形式化につながる。

(4) 「質の高いリスクアセスメント及びリスク対応の実施」に関わる工夫のポイント

「質の高いリスクアセスメント及びリスク対応の実施」の主眼は、リスクマネジメントの過程において、専門家の参画や情報共有を踏まえた連携の強化などによって、精度高くリスクアセスメントを行うことが重要ということである。

【事例1】、及び【事例2】については、リスク要因の抽出、リスク特定の段階において、専門家を含む関係者が参画してブレインストーミングがなされたことがポイントである。これらを通じ、より多様かつ専門的な視点からリスク要因の抽出が可能となり、リスクの見落としが減った。また、議論の過程から関係者が参画することで、検討の結果だけでなく、その過程に関しても理解が共有された。

【事例4】については、事業の進展に伴って低減していくリスクに対しては、段階的に対応を進めていくことを、計画段階で予め定めたことがポイントである。

これによって、初期段階で全ての対応方針を決めてしまうというような無理なフロントローディングによって、不正確・非効率な対応となることを防げることが期待できる。

<引用文献>

- 1) 梶尾辰史：道路整備での軟弱地盤対策検討において地質・地盤リスクマネジメントを取り入れた事例，第33回日本道路会議講演資料，2019.11.
- 2) 四国地方整備局高知河川国道事務所：第12回仁淀川流域学識者会議 資料，2019.11.

資料5 地質・地盤リスクマネジメントの技術的手法に関する参考文献

本ガイドラインは、リスクマネジメントの考え方として「ISO 31000（リスクマネジメントの国際規格）」を参考としている。リスクマネジメントの基本的考え方や適用方針についてより深い理解を得るためには、原著（ISO 31000:2018（JIS Q 31000:2019）リスクマネジメント—指針）や、その解説書である「ISO 31000:2018（JIS Q 31000:2019）リスクマネジメント 解説と適用ガイド（リスクマネジメント規格活用検討会，2019）」を参照することが望ましい。また、近年では、経営、経済、労働安全及び防災等の様々な分野においてリスクマネジメントが導入され、その考え方や手法を記した書籍や資料が多く出版されていることから、これらについても参考とすることが可能である。

国土交通省や土木事業に関連する学会・協会においては、すでに地質・地盤リスクマネジメントに関する取り組みが行われている。取り組みについては資料としてとりまとめられており、地質・地盤リスクマネジメントの実施にあたってはそれらの資料に記載されている考え方や仕組みを活用されたい。資料としては、例えば「地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）（近畿地方整備局，2018）」「道路事業におけるリスクマネジメントマニュアル（土木学会 建設マネジメント委員会 インフラ PFI 研究小委員会，2010）」「地質リスクマネジメント体系化委員会報告書（地質リスク学会，2014）」「地質リスクマネジメント入門（地質リスク学会・全国地質調査業協会連合会，2010）」「役立つ!!地盤リスクの知識（地盤工学会，2013）」等がある。

地質・地盤リスクマネジメントそのものを示したものでなくとも、部分的にその参考となる取り組みや制度（例えば、品質確保に関する国土交通省の取り組み等）が存在する。その他、リスクマネジメントやリスクアセスメントを実施する上で活用できる技術的手法が多く提案されている。これらは、手引きやマニュアル、ガイドライン等にまとめられており、その多くは一般に公開されている。また、書籍にも参考となる手法が紹介されている。

以降には地質・地盤リスクマネジメントの参考となる行政的な取り組みや制度、技術的手法が掲載されている文献の例を示している。本ガイドラインは、地質・地盤リスクマネジメントの基本的な考え方や事項を示すものであり、地質・地盤リスクマネジメントの具体的な手段や手法については、これらの資料を参考にすることが望ましい。ただし、事業段階や対象となるリスクによっては、そのまま適用できないものもあることに留意し、本ガイドライン（案）の考え方に従い、適用可能な部分を積極的に活用されたい。

ここに示すもの以外にも、土木以外の分野や地方自治体、民間事業において、参考となる取り組みが提案・実施され、関連する資料が発行・出版されているので、そちらも活用されたい。

※以降に記載されている参考文献の URL は、2020 年 3 月 11 日現在のものであり、今後、各発行元により改定される可能性がある。参照される場合は、最新版を確認のうえ活用されたい。

1. 行政的な取り組み・制度等

地質・地盤リスクマネジメントの実施方法に関連する取り組みや制度について、表-1に資料の一覧表を示す。各取り組み・制度については、以下に概説するとともに、個別に帳票形式でとりまとめ、関連する資料とその諸元、活用できると考えられるガイドラインの項目、取り組みの概要及び代表的な図表を記載している。

・リスクマネジメントの仕組み

リスクマネジメントに関する既往の制度として、「構想段階における計画策定プロセス」、「プロジェクトマネジメント」、「地質リスク低減のための取り組み」等がある。

「構想段階における計画策定プロセス」は、事業の構想段階における計画案の選定とそれに伴うコミュニケーション等を実施するもので、「プロジェクトマネジメント」は事業者が責任者として意思決定を行う枠組みであり、これらに地質・地盤リスクマネジメントを統合することが考えられる。「地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）」は、道路事業において地質リスク低減を目的として、地質リスク調査検討業務を活用したリスクアセスメント及びリスク対応を行うものであり、リスクの観点から事業を遂行するという点で地質・地盤リスクマネジメントの運用の参考となる。

・体制・組織

「事業促進 PPP」「プロジェクトマネジメント」「地質技術顧問制度」「長大切土のり面施工時の地質・地盤技術者による管理」「アドバイザー・コンサルタント制度」等は、地質・地盤リスクマネジメントの体制・組織として活用可能と考えられる。

「事業促進 PPP」は、事業促進を目的として事業者と民間双方の技術やノウハウを集結させるものであり、地質・地盤リスクマネジメントの体制・組織と多くの部分で共通する。「プロジェクトマネジメント」におけるプロジェクトマネージャは、事業の責任者として地質・地盤リスクを扱うことで地質・地盤リスクマネージャを兼ねることができる。「地質技術顧問制度」は事業者側の立場から専門的なアドバイスを行うという点で地質・地盤リスクサブマネージャの役割を担うことができる。「長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアルを用いた切土施工管理」は切土掘削ごとにその安定性や対策工の妥当性を地質・地盤技術者がチェックする仕組みであり、施工時のマネジメントを補佐することができる。「アドバイザー・コンサルタント制度」は協定を結ぶことで必要な時点でアドバイスを行う、地質・地盤リスクアドバイザーとして活用することが考えられる。

・コミュニケーション及び協議

「三者会議」等は、事業の円滑な実施のための制度・仕組みであり、参加者や時期を工夫することで地質・地盤リスクマネジメントにおけるコミュニケーション及び協議の場として機能すると思われる。「CIM」は関係者間の意識共有を目的として構築する構造物や地質・地盤の3次元化を行うものであり、地質・地盤リスクの情報の共有・記録といった点で利用できる。

・リスクアセスメント

「地質リスク調査検討業務」は、地質に起因するトラブルを未然に防ぐことによって事業コストを削減することを目的として試行されており、地質調査によってリスクアセスメントの基本的な部分を担うものであり、地質・地盤リスクマネジメントにおいて活用することが有効である。

表－１ 関連する取り組み・制度が記載されている文献の一覧表

【公開されているマニュアル・ガイドライン等】

資料名	発行元	発行年	参考となる取り組み・制度・手法
地質リスク調査検討業務発注ガイド	全国地質調査業協会連合会	2016年	地質リスク調査検討業務 地質技術顧問制度 リスクマトリックス リスク管理表（登録表・措置計画表）
「地質リスク調査検討業務」実施の手引き	関東地質調査業協会	2019年	地質リスク調査検討業務 リスクマトリックス リスク管理表（登録表・措置計画表）
地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）	近畿地方整備局	2018年	地質リスク調査検討業務の活用
公共工事の構想段階における計画策定プロセスガイドライン	国土交通省	2008年	構想段階における計画策定プロセス
構想段階における道路計画策定プロセスガイドライン	道路局	2013年	構想段階における計画策定プロセス
地質技術顧問委託契約書（案）	地質リスク学会	2015年	地質技術顧問制度
プロジェクトマネジメントの手引き（第1編～第3編）	国土技術政策総合研究所	2009年	プロジェクトマネジメント
CM方式活用ガイドライン	国土交通省	2002年	コンストラクションマネージャー
CM方式活用の手引き（案）	建設コンサルタンツ協会	2019年	コンストラクションマネージャー
国土交通省直轄の事業促進PPPに関するガイドライン	国土交通省	2019年	事業促進PPP
長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアル	高知県	2018年	長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアルを用いた切土施工管理
アドバイザー・コンサルタント制度	東北地方整備局	2015年	アドバイザー・コンサルタント制度
国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン	国土交通省	2020年	技術提案・交渉方式
PFI事業におけるリスク分担等に関するガイドライン	内閣府	2018年	PFI事業におけるリスク分担
良くわかる工事連携会議	北陸地方整備局	2016年	三者会議
良くわかる設計業務等の品質確保	北陸地方整備局	2017年	三者会議
品質確保に向けた取り組み	国土交通省	2018年	三者会議等における地質技術者等の参画による品質確保
CIM導入ガイドライン（案）	国土交通省	2020年	CIM
社会基盤情報標準化委員会 地盤データ品質標準化小委員会 報告書	日本建設情報総合センター	2019年	CIM

取り組み・制度名	地質リスク調査検討業務	
資料名	地質リスク調査検討業務発注ガイド	「地質リスク調査検討業務」実施の手引き
発行元	(一社) 全国地質調査業協会連合会	(一社) 関東地質調査業協会
発行年	2016年	2019年
URL	https://www.zenchiren.or.jp/geoce/nter/risk/georisk_guide_2017.pdf	http://www.kanto-geo.or.jp/various/technologyRoom/pdf/Geological-risk-ied.pdf
ガイドラインの該当項目	リスクアセスメント、コミュニケーション及び協議 地質リスク調査検討業務は、地質リスクに着目して地質調査を行おうとする取り組みであり、リスクアセスメントやコミュニケーション及び協議に適用できる。	
概要	<p>建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン※で、高度な技術が要求されるものとして「地質リスク調査検討業務」がプロポーザル方式として例示された。</p> <p>地質リスク調査検討業務では、前段階で実施された測量・設計業務や地質調査（ボーリング調査）結果等を踏まえつつ、文献調査や地表踏査結果等を反映させて、地質リスクを特定・評価した上で、後続の調査計画や設計・施工への引き継ぎ事項を整理する（必要に応じて合同調整会議を実施する）流れとなっている。</p> <p>※建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン（国土交通省 調査・設計等分野における品質確保に関する懇談会，2015.11. https://www.mlit.go.jp/common/001112783.pdf）</p>	
図表等	<p style="text-align: center;">地質リスク調査検討業務の流れ（全国地質調査業協会連合会，2016）</p>	

取り組み・制度名	地質リスク調査検討業務の道路事業への活用																																					
資料名	地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）																																					
発行元	国土交通省 近畿地方整備局																																					
発行年	2018年																																					
URL	https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/jigyousya/technical_information/consultant/chishitsu/ol9a8v000000jyvk-att/ol9a8v00000014em.pdf																																					
ガイドラインの該当項目	<p>リスクマネジメントの仕組み、リスクアセスメント、コミュニケーション及び協議</p> <p>計画・調査・設計・施工・維持管理の各段階における地質調査内容との関連性を示し、地質調査の成果を設計に効果的かつ適切に活かすとともに、施工期間中における地質に起因する事業リスクを低減するものであることから「リスクアセスメント」、「リスク対応」及び「コミュニケーション及び協議」の参考になると考えられる。</p>																																					
概要	<p>近畿地方整備局の公共事業（主に山岳道路事業）を対象に、近畿地方整備局、建設コンサルタンツ協会近畿支部、関西地質調査業協会の三者が協働して、地質リスクを中心にして計画・調査・設計・施工・維持管理の各段階で、さらなる事業リスクの低減のため、「地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）」を作成している。</p> <p>「道路概略設計」⇒「道路予備設計(A)」⇒「道路予備設計(B)」⇒「道路及び付帯構造物詳細設計」・「重要構造物詳細設計」の順に実施される各設計業務と並行して「地質リスク調査検討」を伴う地質調査を適切に実施することで、地質リスクを順次低減し、施工中のリスク発生確率を低減するとともに、リスクによる事業損失を最小化する（下表参照）。</p>																																					
図表等	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">各段階の地質調査</th> <th>調査目的</th> <th>対応する設計業務</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>地質リスク調査検討</td> <td>地質リスクの内容を幅広く想定</td> <td>道路概略設計</td> <td>ルート確認</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>予備地質調査</td> <td>詳細に地質リスクの内容を抽出 重要な地質リスクに関する現地調査</td> <td>道路予備設計(A)</td> <td>ルート確認 ⇒都市計画決定</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>詳細地質調査(1)</td> <td>設計に必要な詳細な地質情報確認</td> <td>道路予備設計(B)</td> <td>幅杭決定</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>詳細地質調査(2)</td> <td>設計・施工に必要な詳細な地質情報の確認</td> <td>道路及び擁壁等付帯構造物詳細設計 橋梁・トンネル等重要構造物詳細設計</td> <td>工事発注準備</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>施工段階地質調査</td> <td>施工に係る追加(補足)調査、動態観測</td> <td>追加または修正詳細設計</td> <td>工事施工</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>維持管理段階地質調査</td> <td>構造物の点検調査</td> <td>補修・補強・対策工の設計</td> <td>工事完成後の維持管理</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">道路事業における各地質調査の段階と設計業務の関係 (近畿地方整備局, 2018)</p>			各段階の地質調査		調査目的	対応する設計業務	備考	①	地質リスク調査検討	地質リスクの内容を幅広く想定	道路概略設計	ルート確認	②	予備地質調査	詳細に地質リスクの内容を抽出 重要な地質リスクに関する現地調査	道路予備設計(A)	ルート確認 ⇒都市計画決定	③	詳細地質調査(1)	設計に必要な詳細な地質情報確認	道路予備設計(B)	幅杭決定	④	詳細地質調査(2)	設計・施工に必要な詳細な地質情報の確認	道路及び擁壁等付帯構造物詳細設計 橋梁・トンネル等重要構造物詳細設計	工事発注準備	⑤	施工段階地質調査	施工に係る追加(補足)調査、動態観測	追加または修正詳細設計	工事施工	⑥	維持管理段階地質調査	構造物の点検調査	補修・補強・対策工の設計	工事完成後の維持管理
各段階の地質調査		調査目的	対応する設計業務	備考																																		
①	地質リスク調査検討	地質リスクの内容を幅広く想定	道路概略設計	ルート確認																																		
②	予備地質調査	詳細に地質リスクの内容を抽出 重要な地質リスクに関する現地調査	道路予備設計(A)	ルート確認 ⇒都市計画決定																																		
③	詳細地質調査(1)	設計に必要な詳細な地質情報確認	道路予備設計(B)	幅杭決定																																		
④	詳細地質調査(2)	設計・施工に必要な詳細な地質情報の確認	道路及び擁壁等付帯構造物詳細設計 橋梁・トンネル等重要構造物詳細設計	工事発注準備																																		
⑤	施工段階地質調査	施工に係る追加(補足)調査、動態観測	追加または修正詳細設計	工事施工																																		
⑥	維持管理段階地質調査	構造物の点検調査	補修・補強・対策工の設計	工事完成後の維持管理																																		

取り組み・制度名	構想段階における計画策定プロセス	
資料名	構想段階における道路計画策定プロセスガイドライン	公共工事の構想段階における計画策定プロセスガイドライン
発行元	国土交通省 道路局	国土交通省
発行年	2013年	2008年
URL	https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-hyouka/pdf/ps_guideline.pdf	http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha08/13/130404/01.pdf
ガイドラインの該当項目	<p>リスクマネジメントの仕組み、リスクアセスメント、コミュニケーション及び協議</p> <p>構想段階における地質・地盤リスクの特定の重要性を指摘しており、それを踏まえた計画案を選定することとしている。また、計画策定プロセスにコミュニケーションを含めており（下図参照）、事業の早期段階（構想・計画段階）での「コミュニケーション及び協議」の参考となるものと考えられる。</p>	
概要	<p>公共事業の構想段階においては、計画案を複数提示し、その中から目的に見合ったものを選定する。特に道路事業においては、計画案の技術・専門的検討として、コントロールポイントの一つである地形・地質条件の考慮を留意すべき事項としている（道路局，2013）。</p>	
図表等	<p>1) プロセスの設計の考え方を示しているもの 2) 配慮書手続対象事業の場合</p> <p>計画策定プロセスの基本的枠組（道路局，2013）</p>	

取り組み・ 制度名	地質技術顧問制度	
資料名	地質技術顧問委託契約書（案）	地質リスク調査検討業務発注ガイド
発行元	地質リスク学会	（一社）全国地質調査業協会連合会
発行年	2015年	2016年
URL	http://www.georisk.jp/pdf/georisk_draft.pdf	https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/risk/georisk_guide_2017.pdf
ガイドラインの該当項目	<p>体制・組織（地質・地盤リスクサブマネージャ、地質・地盤リスクアドバイザー）</p> <p>地質技術顧問制度は、イギリスのジオアドバイザー（参考資料6参照）と同様の制度であり、地質・地盤リスクサブマネージャの役割そのものであると言える。</p>	
概要	<p>地質技術顧問制度は、民間の地質・地盤の専門家が委託契約によって、事業者側の立場で地質・地盤リスクに関する調査計画の立案や助言を行うものである（地質リスク学会，2015）。</p> <p>なお、NPO法人 地質情報整備活用機構（GUPI）が運用していた「地質技術顧問（ジオアドバイザー）制度」は、2019年6月のGUPIの解散に伴い廃止された。この制度は、問合せに対してアドバイスを行うものであり、上記の地質技術顧問とはやや異なる役割を担うものであった。</p>	
図表等	<div style="text-align: center;">  <p>事業者 (発注者)</p> <p>↑ ↓ アドバイザー契約</p> <p>地質技術顧問 (技術士、応用地形判 読士、地質リスク・エン 지니어(GRE)など)</p> </div> <p>地質技術顧問の位置づけ（全国地質調査業協会連合会，2016）</p>	

取り組み・制度名	プロジェクトマネジメント
資料名	プロジェクトマネジメントの手引き
発行元	国土交通省 国土技術政策総合研究所
発行年	2009年
URL	https://www.mlit.go.jp/common/001068283.pdf (第1編 基礎編) https://www.mlit.go.jp/common/001067854.pdf (第2編 導入準備編) https://www.mlit.go.jp/common/001067855.pdf (第3編 運用実践編)
ガイドラインの該当項目	<p>リスクマネジメントの仕組み、体制・組織（地質・地盤リスクマネージャ）</p> <p>地質・地盤リスクマネジメントは、公共事業の一環であることから、プロジェクトマネージャは、地質・地盤リスクマネージャを兼ねることができる。したがってこの制度は、事業者内部の地質・地盤リスクマネジメント実施体制の参考にできると考えられる。</p>
概要	<p>プロジェクトマネジメント（PM）は、企業におけるプロジェクトで一般的に用いられている手法であるが、公共事業においても適用が可能である。</p> <p>公共事業におけるプロジェクトマネージャは事業者であり、適切な体制の構築をもってプロジェクト（事業）を遂行するものである。プロジェクトマネージャには通常、的確な判断、指示が行える所長、副所長、事業対策官等の幹部職員があたる（下図参照）。プロジェクトメンバーはプロジェクトマネージャの指揮の下、他の課と緊密な連携をとって担当する作業を着実に実施する。</p> <p>PMでは事業の最適化のためにPDCAサイクルを活用し、継続的なマネジメントを行う。</p>
図表等	<p>The diagram illustrates the PM implementation system. At the center is the 'プロジェクトマネージャ 所長・副所長' (Project Manager, Chief/Deputy Chief). This role is connected to '用地課' (Land Use Section), '調査課' (Investigation Section), and '工務課' (Construction Section) via red double-headed arrows labeled '報告・指示' (Report/Instruct). The Project Manager also interacts with 'PMデータ' (PM Data) via green double-headed arrows labeled '連携' (Collaboration). Below the Project Manager is the 'PM担当者' (PM Officer), who is connected to the Project Manager via a green double-headed arrow. The PM Officer is further connected to '調査課' and '工務課' via blue double-headed arrows labeled '連携' (Collaboration). At the bottom is '運用支援' (Operation Support), connected to the PM Officer via a green double-headed arrow. The diagram also shows green arrows indicating data flow from '用地課' and '工務課' to 'PMデータ', and blue arrows indicating collaboration between '用地課' and '調査課', and between '調査課' and '工務課'.</p> <p>PM 実施体制（国土技術政策総合研究所，2009）</p>

取り組み・制度名	コンストラクションマネージャー	
資料名	CM 方式活用ガイドライン	CM 方式活用の手引き
発行元	国土交通省	(一社) 建設コンサルタンツ協会
発行年	2002 年	2019 年
URL	https://www.mlit.go.jp/totikensangyo/const/1_6_bt_000185.html	https://www.jcca.or.jp/files/achievement/committee_report/pm/houhoukatsuyou19.pdf
ガイドラインの該当項目	<p>体制・組織（地質・地盤リスクサブマネージャ）</p> <p>CM 方式は地質・地盤に特化したものではないが、事業全体のマネジメントを補助するものであるため、CM の組織内に地質・地盤に詳しい者がいれば、地質・地盤リスクサブマネージャの役割を担うことができる。</p>	
概要	<p>コンストラクションマネジメント（CM）方式は、プロジェクトの実施に際し、委託者・発注者や設計者・工事受注者等とは別に CMR（企業体）という組織を置き、この CMR がプロジェクトの計画、設計、発注、施工、維持管理の各段階において、組織としての独立性を保ちつつ、委託者の代行者またはパートナーとしての立場から、設計の検討や工事発注方式の検討及び工程、品質、コストの管理等、各種のマネジメント業務を行うものである。CM を行う者（CM 業務の受注者）をコンストラクションマネージャーと言うが、受注した組織を CMR、その管理技術者を CMr と表記する。CM にはピュア型とアットリスク型の 2 種類の方式が存在する。</p>	
図表等	<p style="text-align: center;">ピュア型とアットリスク型の事業スキームの相違 (建設コンサルタンツ協会, 2019)</p>	

取り組み・制度名	事業促進 PPP
資料名	国土交通省直轄の事業促進 PPP に関するガイドライン
発行元	国土交通省
発行年	2019 年
URL	http://www.nilim.go.jp/lab/peg/siryou/2019_koshoguide/2019_ppp_guideline.pdf
ガイドラインの該当項目	<p>体制・組織（地質・地盤リスクサブマネージャ）</p> <p>ここでの民間技術者チームは、チームとして地質・地盤リスクサブマネージャの役割を担うと言える。また、受発注者一体の組織という点で ONE-TEAM 体制の参考になると考えられる。</p>
概要	<p>事業促進 PPP (Public Private Partnership) は、事業促進を図るため、直轄職員が柱となり、官民がパートナーシップを組み、官民双方の技術者が有する多様な知識・豊富な経験を融合させながら、事業全体計画の整理、測量・調査・設計業務等の指導・調整等、地元及び関係行政機関等との協議、事業管理等、施工管理等を行うものである（下図参照）。</p>
図表等	<p style="text-align: center;">事業促進 PPP の体制（国土交通省，2019）</p>

取り組み・制度名	長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアルを用いた切土施工管理
資料名	長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアル
発行元	高知県土木部道路課
発行年	2018年
URL	https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/170701/files/2012052400132/file_2019611213234_1.pdf
ガイドラインの該当項目	体制・組織（地質・地盤リスクサブマネージャ、地質・地盤リスクアドバイザー） 切土のり面の地質・地盤技術者による管理は、施工時の地質・地盤リスクマネジメントの取り組みであると言える。
概要	<p>高知県では、道路事業における長大切土のり面（高さ 20m 以上）を対象に、調査、設計、施工管理に関する基本事項をまとめた「長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアル」を作成・運用している。</p> <p>同マニュアルでは、原則として“切土のり面ごと”（のり面保護処理等を実施する前）に、切土面に露出した地質・地盤を確認し、切土の安定性やのり面保護工等の妥当性を、地質・地盤技術者がチェックする仕組みとなっており、下図に示す流れのうちの「状況確認」に該当する。のり面観察等は、第三者の立場から公平に調査や評価を行うため、工事とは別に、“長大切土のり面調査委託業務”として地質調査会社等に発注している。また、のり面観察・評価時には、施工業者だけでなく、工事発注者（県土木事務所等の監督職員）も現地立会し、地質の状況や安定性、勾配やのり面对策の妥当性等についての認識を共有するとともに、今後の切土施工の進め方等の意思決定を、地質・地盤技術者を交えて行うよう留意されている。</p>
図表等	<p>長大切土のり面の施工の流れ（高知県土木部道路課，2018 に加筆）</p>

取り組み・制度名	アドバイザー・コンサルタント制度
資料名	アドバイザー・コンサルタント制度
発行元	国土交通省 東北地方整備局
発行年	2015年
URL	http://www.thr.mlit.go.jp/Bumon/B00097/K00910/adviser/gaiyou.pdf
ガイドラインの該当項目	体制・組織（地質・地盤リスクサブマネージャ、地質・地盤リスクアドバイザー） 維持管理段階においては、建設時と異なり地質・地盤や構造物の専門家が常に関わるわけではないため、特に緊急を要する災害発生時には、当制度は有効であると考えられる。
概要	<p>東北地方整備局では迅速な業務遂行のために、2015年度から、専門的な経験・知識を有する技術者からの助言を受ける「アドバイザー・コンサルタント制度」を導入している。</p> <p>発注者は企業等から公募された専門技術者を審査し、要件を満たした技術者と協定を結びアドバイザーとして登録する。災害発生時等の技術的な助言が必要な時点で、発注者は登録されたアドバイザーに業務を依頼し、随意契約によって業務を実施し、それに応じた費用を支払うというものである。</p>
図表等	<p><背景></p> <p>・施設の被害が発生するような自然災害では応急対策のほか、原因究明のための調査計画等機動的かつ迅速な対応が求められる。また、通常業務においても、様々な課題や建設分野以外のニーズもあり、専門的立場からの助言や広い見知からの情報・ノウハウを必要とする事例もある。</p> <p>・東北地方整備局では迅速かつ効率的な業務遂行を図るため、専門分野のコンサルタント等から技術的な助言を受ける「アドバイザー・コンサルタント制度」をH27年度より試行的に実施。</p> <p><制度の概要></p> <p>アドバイザーの公募</p> <p>◎対象者：公募分野に関連した「資格」及び「豊富な経験」を持つ技術者を有するコンサルタント会社または団体。 ◎公募の方法：専門分野の経験・実績等記載した応募用紙を提出。</p> <p>応募者の審査・選定</p> <p>アドバイザーと協議・合意の上、協定締結</p> <p>各事象発生時にアドバイスを求め、費用は随意契約により支払い</p> <p>助言</p> <p>アドバイザー</p> <p>・〇〇〇層析は高度で手数が多く、どのような手順で進めればよいのか？ ・参考となる事例や資料はないかな？</p> <p>・今回の出水で漏水により施設の建崩れが発生した。被災した施設の調査計画はどうすればよいのか？</p> <p>・積の直撃はこの項目だけでいいかな？補修をする上で漏ら視察での点検項目は必要ないかな？</p> <p>アドバイザー・コンサルタント制度の概要（東北地方整備局，2015）</p>

取り組み・制度名	技術提案・交渉方式												
資料名	国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン												
発行元	国土交通省												
発行年	2020年												
URL	http://www.mlit.go.jp/report/press/content/ECIguide202001.pdf												
ガイドラインの該当項目	リスク対応、体制・組織（地質・地盤リスクサブマネージャ、責任分担） 地質・地盤に関する不確実性に対する設計・施工についても、この技術提案が有効であると考えられ、施工技術者が地質・地盤リスクサブマネージャの役割の一部を担う仕組みとも言える。また、下図に示す契約タイプごとに契約変更時のリスク分担が示されており、この考え方も参考にできる。												
概要	技術提案・交渉方式は、2014年の品確法改正において、仕様の確定が困難な工事に対し、技術提案の審査及び価格等の交渉によって仕様を確定し、予定価格を定めるために新たに規定された契約方式である。発注者は技術提案を公募・採用し、仕様・価格を決定の上、工事を行う。技術提案における発注者の要求は、 ①発注者にとって最適な仕様 ②仕様の前提となる条件の不確実性に対する最適な対応方針 が想定される。												
図表等	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>契約形態</th> <th>留意事項</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設計施工一括タイプ</td> <td> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 比較的短い期間で設計と施工を一括で契約するための交渉能力が発注者側に必要となる。 ✓ 公示段階で仕様の前提となる条件が明示される必要がある。 </td> </tr> <tr> <td>技術協力・施工タイプ</td> <td> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 発注者による設計への関与の度合いがより大きくなり、設計者と施工者間の調整能力が発注者側に必要となる。 ✓ 施工者自らでなければ設計できないような高度な独自技術に係る設計が必要となる場合は、適用できない。 </td> </tr> <tr> <td>設計交渉・施工タイプ</td> <td> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 施工者が実施する設計に対し、的確な判断や指示を行う能力が発注者側に必要となる。 ✓ 必要に応じて建設コンサルタントの活用等により、発注者側の体制を補完する。 </td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">技術提案・交渉方式における3つの契約タイプ (国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン 2017年版説明資料より)</p>		契約形態	留意事項	設計施工一括タイプ		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 比較的短い期間で設計と施工を一括で契約するための交渉能力が発注者側に必要となる。 ✓ 公示段階で仕様の前提となる条件が明示される必要がある。 	技術協力・施工タイプ		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 発注者による設計への関与の度合いがより大きくなり、設計者と施工者間の調整能力が発注者側に必要となる。 ✓ 施工者自らでなければ設計できないような高度な独自技術に係る設計が必要となる場合は、適用できない。 	設計交渉・施工タイプ		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 施工者が実施する設計に対し、的確な判断や指示を行う能力が発注者側に必要となる。 ✓ 必要に応じて建設コンサルタントの活用等により、発注者側の体制を補完する。
	契約形態	留意事項											
設計施工一括タイプ		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 比較的短い期間で設計と施工を一括で契約するための交渉能力が発注者側に必要となる。 ✓ 公示段階で仕様の前提となる条件が明示される必要がある。 											
技術協力・施工タイプ		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 発注者による設計への関与の度合いがより大きくなり、設計者と施工者間の調整能力が発注者側に必要となる。 ✓ 施工者自らでなければ設計できないような高度な独自技術に係る設計が必要となる場合は、適用できない。 											
設計交渉・施工タイプ		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 施工者が実施する設計に対し、的確な判断や指示を行う能力が発注者側に必要となる。 ✓ 必要に応じて建設コンサルタントの活用等により、発注者側の体制を補完する。 											

取り組み・制度名	PFI 事業におけるリスク分担
資料名	PFI 事業におけるリスク分担等に関するガイドライン
発行元	内閣府
発行年	2001 年
URL	https://www8.cao.go.jp/pfi/hourei/guideline/pdf/risk_guideline.pdf
ガイドラインの該当項目	<p>体制・組織（責任分担）</p> <p>基本的に地質・地盤リスクマネジメントでは、事業における結果責任は事業者が持つものであるが、事業者の役割を補助する地質・地盤リスクサブマネージャや地質・地盤リスクアドバイザーは事業者以外（受注者あるいは外部の有識者）であるため、その場合の事業者との責任分担は考慮すべき事項である。これについては、PFI におけるリスク分担の考え方が適用でき、その分担は事業者が決定すべきである。</p>
概要	<p>PFI (Private Finance Initiative) は、民間の資金とノウハウを活用し、民間主導で公共事業を進めるものである。</p> <p>PFI 事業におけるリスク分担等に関するガイドラインでは「リスクを最もよく管理することができる者が当該リスクを分担する」とされている。リスクの分担方法としては下図に示す 4 つが考えられる。</p>
図表等	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>(4) リスクの分担方法</p> <p>リスクの分担方法としては、</p> <ul style="list-style-type: none"> (イ) 公共施設等の管理者等あるいは選定事業者のいずれかが全てを負担 (ロ) 双方が一定の分担割合で負担（段階的に分担割合を変えることがあり得る） (ハ) 一定額まで一方が負担し、当該一定額を超えた場合 (イ) 又は (ロ) の方法で分担 (ニ) 一定額まで双方が一定の分担割合で負担し、当該一定額を超えた場合 (イ) の方法で分担 <p>といった方法が考えられる。リスクが顕在化した場合の必要となる追加的支出の分担の方法を、当該者がリスクが顕在化した場合に負担し得る追加的支出の負担能力はどの程度かも勘案しつつリスクごとに検討する。</p> </div> <p style="text-align: center;">リスクの分担方法（内閣府，2001）</p>

取り組み・制度名	三者会議 (三者会議等における地質技術者等の参画による品質確保)		
資料名	良くわかる工事連携会議	良くわかる設計業務等の品質確保	品質確保に向けた取り組み
発行元	国土交通省 北陸地方整備局	国土交通省 北陸地方整備局	国土交通省
発行年	2016年	2017年	2018年
URL	http://www.hrr.mlit.go.jp/gijyutu/yokuwakaru/kouzi-renkeikaigi_H2805.pdf	http://www.hrr.mlit.go.jp/gijyutu/yokuwakaru/sekkei-hinkaku_H2906_v3.pdf	http://www.nilim.go.jp/1ab/peg/siryou/20180223_c housasekkei_hinkakukon/300223_sankousiryous5.pdf
ガイドラインの該当項目	コミュニケーション及び協議 三者会議は、意識共有のためのコミュニケーションの場として活用できると考えられる。さらに、地質技術者の参画によって、地質・地盤に関する設計・施工上の留意点等の説明を行うことでリスク情報の共有が図られ、手戻りの防止に寄与するものと思われる。		
概要	<p>工事目的物の品質確保に向け、発注者、設計者、施工者の三者が一堂に会し設計思想の伝達及び情報共有を図るものとして、三者会議が2009年より本格的に運用されている。</p> <p>北陸地方整備局では、工期が重複する測量受注者、地質調査受注者、設計業務受注者と発注者の4者が効率的に業務管理を進めるために工程や条件を調整する4者会議を実施している。</p> <p>さらなる品質確保を目的として、2017年度からは、地質技術者を参画させた合同現地踏査、三者会議の実施が各地方整備局で試行されている。</p>		
図表等	<p style="text-align: center;">地質技術者参画による品質確保の流れ (国土交通省, 2018)</p>		

取り組み・制度名	CIM (Construction Information Modeling/Management)	
資料名	CIM 導入ガイドライン (案)	社会基盤情報標準化委員会 地盤データ品質標準化小委員会 報告書
発行元	国土交通省	(一財) 日本建設情報総合センター
発行年	2020 年	2019 年
URL	http://www.mlit.go.jp/tec/content/001331306.pdf	https://www.jiban.or.jp/e/wp-content/uploads/2019/09/JGS-ATC10_2019report.pdf
ガイドラインの該当項目	<p>コミュニケーション及び協議</p> <p>CIM を事業に導入し、3 次元として可視化することによって、各段階における関係者間で意識の共有が促進される。また、地質・地盤に関するリスク情報の伝達のツールとしても利用可能である。</p> <p>さらに、地元説明会の場において 3D モデルや立体模型を利用して説明することで合意形成の迅速化に寄与するため、内部だけでなく外部とのコミュニケーション及び協議にも適用できる。</p>	
概要	<p>CIM (Construction Information Modeling/Management) は、計画、調査、設計段階から 3 次元モデルを導入することによって、その後の施工、維持管理段階においても 3 次元モデルを連携・発展させるものである。</p>	
図表等	<p>The diagram illustrates the concept of CIM (Construction Information Modeling/Management) as a continuous, multi-stage process. It is titled 'CIMの概念' and '3次元モデルの連携・段階的構築' (Linkage and Phased Construction of 3D Models). The process is divided into four main stages, each with specific data inputs and outputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> 調査・測量・設計 (Investigation, Measurement, Design): <ul style="list-style-type: none"> 3次元モデル (設計レベル) (3D Model - Design Level): <ul style="list-style-type: none"> 【作成・追加するデータ】 (Data to be created/added): 地形データ(3次元), 詳細設計(属性含む) (施工段階で作成する方が効率的なデータは概略とする) 【得られる効果】 (Benefits): 干渉チェック、設計ミスの削減, 構造計算、解析, 概算コスト比較, 構造物イメージの明確化, 数量の自動算出 施工(着手前) (Before Construction): <ul style="list-style-type: none"> 3次元モデル (施工レベル) (3D Model - Construction Level): <ul style="list-style-type: none"> 【作成・追加するデータ】 (Data to be created/added): 起工測量結果, 細部の設計 (配筋の詳細図、現地取り付け等) 【得られる効果】 (Benefits): 干渉チェック、手戻りの削減, 情報化施工の推進 施工中 (During Construction): <ul style="list-style-type: none"> 3次元モデル (施工完了レベル) (3D Model - Construction Completion Level): <ul style="list-style-type: none"> 【追加するデータ】 (Data to be added): 時間軸(4D) 【得られる効果】 (Benefits): 現場管理の効率化, 施工計画の最適化, 安全の向上, 設計変更の効率化 施工(完成時) (At Completion): <ul style="list-style-type: none"> 3次元モデル (施工完了レベル) (3D Model - Construction Completion Level): <ul style="list-style-type: none"> 【作成・追加するデータ】 (Data to be created/added): 施工情報(位置、規格、出来形・品質、数量), 維持管理用機器の設定 【得られる効果】 (Benefits): 完成データの精緻化・高度化 維持・管理 (Maintenance/Management): <ul style="list-style-type: none"> 3次元モデル (管理レベル) (3D Model - Management Level): <ul style="list-style-type: none"> 【作成・追加するデータ】 (Data to be created/added): 点検・補修履歴, 現地センサー(ICタグ等)との連動 【得られる効果】 (Benefits): 施設管理の効率化・高度化, リアルタイム変状監視 <p>The diagram also includes a central '3次元モデル例' (3D Model Example) showing a bridge structure. Arrows indicate the flow of data and models between these stages, and a dashed arrow points from the '維持・管理' stage back to '調査・測量・設計', suggesting a feedback loop. The source is cited as 'CIMの概念 (国土交通省, 2019)'.</p>	

2. 技術的な手法等

地質・地盤リスクマネジメントの実施方法に関連する技術的手法について、表-2に記載のある資料の一覧表を示す。各手法については、以下に概説するとともに、個別に帳票形式でとりまとめ、関連する資料とその諸元、活用できると考えられるガイドラインの項目、手法の概要及び代表的な図表を記載している。

・リスク分析

「リスクマトリックス（リスクスコア）」は事業への影響度と発生の可能性の組合せによって、リスクの大きさ（リスクレベル）を表すためのリスク分析手法として利用できると考えられる。

・リスクマネジメント

「悲観的・楽観的地質解釈図」は不確実性の幅を図示することによって設計・施工に反映させるというリスクマネジメント的手法である。「Boring length ratio」は最適な調査数量を検討することによってコストをマネジメントする考え方と言える。

・コミュニケーション及び協議

「情報共有システム」は、設計業務、土木工事における受発注者間の情報伝達の迅速化、効率化を目的とした仕組みであり、情報の共有・引き継ぎに活用することが可能である。「条件明示チェックシート」「岩盤の支持層評価確認のためのチェックシート」「リスク管理表」もまた、地質・地盤リスクに関する情報の確認や引き継ぎのツールとして有効であると考えられる。「リスクワークショップ」は地質・地盤リスクマネジメントにおけるコミュニケーション及び協議の場として機能すると思われる。「基本条件の照査項目一覧表」は地質・地盤リスクを含めた伝達すべき情報の確認に活用することが考えられる。

表－２ 関連する手法が記載されている文献の一覧表

【公開されているマニュアル・ガイドライン等】

資料名	発行元	発行年	参考となる取り組み・制度・手法
業務履行中における受発注者間の情報共有システム機能要件(Rev. 1. 1)【要件編】	国土交通省	2019年	情報共有システム
業務履行中における受発注者間の情報共有システム機能要件(Rev. 1. 1)【解説編】	国土交通省	2019年	情報共有システム
工事施工中における受発注者間の情報共有システム機能要件(Rev. 5. 1)【要件編】	国土交通省	2019年	情報共有システム
工事施工中における受発注者間の情報共有システム機能要件(Rev. 5. 1)【解説編】	国土交通省	2019年	情報共有システム
土木工事の情報共有システム活用ガイドライン	国土交通省	2019年	情報共有システム
詳細設計照査要領	国土交通省	2017年	基本条件の照査項目一覧表
条件明示ガイドライン(案)	国土交通省	2014年	条件明示チェックシート
「岩を支持層とする杭基礎の調査法」に関する検討委員会報告書(案)	全国地質調査業協会連合会	2017年	岩盤の支持層評価確認のためのチェックシート
道路事業におけるリスクマネジメントマニュアル	土木学会	2010年	リスクワークショップ
地質リスクマネジメント体系化委員会報告書	地質リスク学会	2014年	GBR
地質リスクに関する調査・研究	全国地質調査業協会連合会	2007年	悲観的・楽観的地質解釈図 B/T
地質リスク調査検討業務発注ガイド	全国地質調査業協会連合会	2016年	地質リスク調査検討業務 地質技術顧問制度 リスクマトリックス リスク管理表(登録表・措置計画表)
地質リスク低減のための調査・設計マニュアル(案)	近畿地方整備局	2018年	地質リスク調査検討業務の活用
「地質リスク調査検討業務」実施の手引き	関東地質調査業協会	2019年	地質リスク調査検討業務 リスクマトリックス リスク管理表(登録表・措置計画表)

【書籍】

書籍名	発行元	発行年	出版社	参考となる取り組み・制度・手法
役立つ!地盤リスクの知識	地盤工学会	2013年	丸善出版	GBR
地質リスクマネジメント入門	地質リスク学会・ 全国地質調査業協会連合会	2010年	オーム社	GBR
ジオリスクマネジメント	C. R. I. Clayton, 英国土木学会 編 全国地質調査業協会 連合会 訳	2016年	古今書院	ジオアドバイザー

手法名	情報共有システム		
資料名	土木工事の情報共有システム活用ガイドライン	工事施工中における受発注者間の情報共有システム機能要件 (Rev. 5.1) 【要件編】、【解説編】	業務履行中における受発注者間の情報共有システム機能要件 (Rev. 1.1) 【要件編】、【解説編】
発行元	国土交通省		
発行年	2019年		
URL	http://www.mlit.go.jp/common/001284154.pdf	http://www.cals-ed.go.jp/mg/wp-content/uploads/kinoyoken_rev51_yoken.pdf	http://www.cals-ed.go.jp/mg/wp-content/uploads/kinoyoken_gyoumu51_yoken.pdf
ガイドラインの該当項目	コミュニケーション及び協議 地質・地盤リスクに関する情報についても、情報共有システムを活用して共有することが可能と考えられる。		
概要	<p>国土交通省では、土木工事施工中、または設計業務履行中の受発注者間でのやり取りの効率化や迅速化を目的として、情報共有システムの積極的な活用を推進している。</p> <p>情報共有システムは、インターネット上で工事帳票の処理、スケジュール管理、書面での検査の実施やワークフロー等の機能を有しており、書類の受け渡しのための移動時間削減による効率化、資料等の情報共有による事業の円滑化等に寄与する。2018年度からは設計業務においても活用されている。</p>		
図表等	<p>図表等</p> <p>一般利用者機能</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.基本情報管理機能 <ul style="list-style-type: none"> 1-1.テクニカルファイルインポート機能 2.掲示板機能 3.スケジュール管理機能 <ul style="list-style-type: none"> 3-1.スケジュール連携機能 4.発議書類作成機能 <ul style="list-style-type: none"> 4-1.帳票(鑑)作成機能 4-2.発議書類とりまとめ機能 5.ワークフロー機能 <ul style="list-style-type: none"> 5-1.事前打合せ機能 5-2.発議・受付機能 5-3.承認・合議機能 5-4.発議書類確認機能 6.書類管理機能 <ul style="list-style-type: none"> 6-1.電子成果品情報付加機能 6-2.図面サムネイル表示機能 6-3.3次元データ等表示機能 6-4.コンカレント支援機能 7.書類等入出力・保管支援機能 <p>システム管理者機能</p> <ul style="list-style-type: none"> 9.システム管理機能 <p>平成30年度試行</p> <ul style="list-style-type: none"> 8.オンライン電子納品機能 <p>情報共有システム（設計業務）の構成図（国土交通省，2019）</p>		

手法名	基本条件の照査項目一覧表																																																																																										
資料名	詳細照査実施要領																																																																																										
発行元	国土交通省																																																																																										
発行年	2017年																																																																																										
URL	https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000669787.pdf																																																																																										
ガイドライ ンの該当項 目	コミュニケーション及び協議 照査項目一覧表は、地質・地盤リスクに着目したものではないが、コミュニケーション及び協議、引き継ぎのツールとして利用できる。																																																																																										
概要	<p>国土交通省では、成果品の品質向上を目的に、詳細設計業務において照査要領を用いた照査の実施を義務付けている。ただし、設計手法等の自由度を確保するために、具体的な照査内容は受注者の判断で行うものとしている。</p> <p>樋門・樋管、排水機場、築堤護岸、道路、橋梁、山岳トンネル、共同溝及び仮設構造物の8種類の一覧表が存在する。</p>																																																																																										
図表等	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">No.</th> <th rowspan="3">照査項目</th> <th rowspan="3">照査内容</th> <th colspan="3">照査①</th> </tr> <tr> <th>該当対象</th> <th>確認</th> <th>確認日</th> </tr> <tr> <th>該当対象項目を抽出し○印を記入</th> <th>照査を完了した項目について○印を記入</th> <th>その日付を記入</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">1</td> <td rowspan="4">設計の目的、主旨、範囲</td> <td>1) 設計の目的、主旨、範囲を把握したか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>地域構想（自転車道整備ネットワークやバリアフリー特定経路等）、関連計画（沿道開発、関連道路の改良計画等）等について把握したか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2) 設計の内容、工程等について具体的に把握したか。特記仕様書との整合は確認したか。または、管理表を提出し内容を発注者と確認したか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3) 技術提案がある場合は、業務計画書に技術提案の内容が反映されているか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="5">2</td> <td rowspan="5">貸与資料の確認</td> <td>1) 貸与資料は最新版であるか確認したか。また、不足点及び追加事項があるか確認したか。不足がある場合には、資料請求、追加調査等の提案を行ったか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2) 申し送り事項を確認したか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3) 基準・要領等があるか。また、最新版であるか確認したか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4) 最新の用地資料（幅杭、用地平面図等）はあるか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5) 条件明示チェックシートは確認したか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="8">3</td> <td rowspan="8">現地踏査</td> <td>1) 地形、地質、気象、用・排水、土地利用状況（用地）、保安林や土砂災害指定地等の各種指定区域の有無を把握したか。また、道路排水の接続先について確認したか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2) 沿道状況（取付道路、取付坂路含む）、交通状況（自転車、歩行者含む）、道路利用状況（通学路指定の有無、歩道構造、乗入部含む）、河川状況等を把握したか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3) 近接して施設及び人家等がある場合、盛土に伴う引込み沈下による影響の懸念がないか確認したか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4) 社会環境状況を把握したか。（日照、騒音、振動、電波状況、水質汚濁、土壌汚染、動植物、井戸使用等） また、環境調査等の資料の有無を確認し入手したか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5) 台帳等を入手したうえで、支障物件の状況を把握したか。（地下埋設物：下水、水道、ガス、電力、NTT、通信、共同溝等及び架空線、樹木、名勝、旧跡等）</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6) 施工計画の条件に係わる現地状況を把握したか。（ヤード、工事用水、濁水処理、工事用電力、工事用建物敷地、交通条件、進入路、周辺関連工事の進捗状況等）</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7) 施工済み構造物について工事完成図面は確認したか。また、現地状況は整合しているか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8) 発注者と合同で現地踏査を実施したか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">基本条件の照査項目一覧表（道路詳細設計）の例（国土交通省，2017）</p>					No.	照査項目	照査内容	照査①			該当対象	確認	確認日	該当対象項目を抽出し○印を記入	照査を完了した項目について○印を記入	その日付を記入	1	設計の目的、主旨、範囲	1) 設計の目的、主旨、範囲を把握したか。				地域構想（自転車道整備ネットワークやバリアフリー特定経路等）、関連計画（沿道開発、関連道路の改良計画等）等について把握したか。				2) 設計の内容、工程等について具体的に把握したか。特記仕様書との整合は確認したか。または、管理表を提出し内容を発注者と確認したか。				3) 技術提案がある場合は、業務計画書に技術提案の内容が反映されているか。				2	貸与資料の確認	1) 貸与資料は最新版であるか確認したか。また、不足点及び追加事項があるか確認したか。不足がある場合には、資料請求、追加調査等の提案を行ったか。				2) 申し送り事項を確認したか。				3) 基準・要領等があるか。また、最新版であるか確認したか。				4) 最新の用地資料（幅杭、用地平面図等）はあるか。				5) 条件明示チェックシートは確認したか。				3	現地踏査	1) 地形、地質、気象、用・排水、土地利用状況（用地）、保安林や土砂災害指定地等の各種指定区域の有無を把握したか。また、道路排水の接続先について確認したか。				2) 沿道状況（取付道路、取付坂路含む）、交通状況（自転車、歩行者含む）、道路利用状況（通学路指定の有無、歩道構造、乗入部含む）、河川状況等を把握したか。				3) 近接して施設及び人家等がある場合、盛土に伴う引込み沈下による影響の懸念がないか確認したか。				4) 社会環境状況を把握したか。（日照、騒音、振動、電波状況、水質汚濁、土壌汚染、動植物、井戸使用等） また、環境調査等の資料の有無を確認し入手したか。				5) 台帳等を入手したうえで、支障物件の状況を把握したか。（地下埋設物：下水、水道、ガス、電力、NTT、通信、共同溝等及び架空線、樹木、名勝、旧跡等）				6) 施工計画の条件に係わる現地状況を把握したか。（ヤード、工事用水、濁水処理、工事用電力、工事用建物敷地、交通条件、進入路、周辺関連工事の進捗状況等）				7) 施工済み構造物について工事完成図面は確認したか。また、現地状況は整合しているか。				8) 発注者と合同で現地踏査を実施したか。			
No.	照査項目	照査内容	照査①																																																																																								
			該当対象	確認	確認日																																																																																						
			該当対象項目を抽出し○印を記入	照査を完了した項目について○印を記入	その日付を記入																																																																																						
1	設計の目的、主旨、範囲	1) 設計の目的、主旨、範囲を把握したか。																																																																																									
		地域構想（自転車道整備ネットワークやバリアフリー特定経路等）、関連計画（沿道開発、関連道路の改良計画等）等について把握したか。																																																																																									
		2) 設計の内容、工程等について具体的に把握したか。特記仕様書との整合は確認したか。または、管理表を提出し内容を発注者と確認したか。																																																																																									
		3) 技術提案がある場合は、業務計画書に技術提案の内容が反映されているか。																																																																																									
2	貸与資料の確認	1) 貸与資料は最新版であるか確認したか。また、不足点及び追加事項があるか確認したか。不足がある場合には、資料請求、追加調査等の提案を行ったか。																																																																																									
		2) 申し送り事項を確認したか。																																																																																									
		3) 基準・要領等があるか。また、最新版であるか確認したか。																																																																																									
		4) 最新の用地資料（幅杭、用地平面図等）はあるか。																																																																																									
		5) 条件明示チェックシートは確認したか。																																																																																									
3	現地踏査	1) 地形、地質、気象、用・排水、土地利用状況（用地）、保安林や土砂災害指定地等の各種指定区域の有無を把握したか。また、道路排水の接続先について確認したか。																																																																																									
		2) 沿道状況（取付道路、取付坂路含む）、交通状況（自転車、歩行者含む）、道路利用状況（通学路指定の有無、歩道構造、乗入部含む）、河川状況等を把握したか。																																																																																									
		3) 近接して施設及び人家等がある場合、盛土に伴う引込み沈下による影響の懸念がないか確認したか。																																																																																									
		4) 社会環境状況を把握したか。（日照、騒音、振動、電波状況、水質汚濁、土壌汚染、動植物、井戸使用等） また、環境調査等の資料の有無を確認し入手したか。																																																																																									
		5) 台帳等を入手したうえで、支障物件の状況を把握したか。（地下埋設物：下水、水道、ガス、電力、NTT、通信、共同溝等及び架空線、樹木、名勝、旧跡等）																																																																																									
		6) 施工計画の条件に係わる現地状況を把握したか。（ヤード、工事用水、濁水処理、工事用電力、工事用建物敷地、交通条件、進入路、周辺関連工事の進捗状況等）																																																																																									
		7) 施工済み構造物について工事完成図面は確認したか。また、現地状況は整合しているか。																																																																																									
		8) 発注者と合同で現地踏査を実施したか。																																																																																									

手法名	条件明示チェックシート																																																																					
資料名	条件明示ガイドライン（案）																																																																					
発行元	国土交通省																																																																					
発行年	2014年																																																																					
URL	http://www.mlit.go.jp/common/001067965.pdf																																																																					
ガイドラインの該当項目	コミュニケーション及び協議 条件明示チェックシートは、地質・地盤リスクに着目したものではないが、コミュニケーション及び協議、引き継ぎのツールとして利用できる。																																																																					
概要	設計の品質向上のための取り組みとして、条件明示ガイドライン（案）が2014年に制定された。この中で、条件明示チェックシート（案）を発注者が作成し、これに応じた設計成果を設計技術者が提出する。また、設計業務の発注前に、事業者の内部で「設計業務の条件明示検討会（仮称）」を開催し、発注図書の確認等を行う。 設計条件のほかに施工条件を明示するためのチェックシートも存在する。																																																																					
図表等	<p style="text-align: center;">条件明示チェックシート(案) (道路詳細設計(平面交差点設計含む))</p> <p style="text-align: center;">道路詳細設計業務実施における条件明示チェックシート(案)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">明示項目</th> <th rowspan="2">内容</th> <th rowspan="2">主な内容</th> <th rowspan="2">対象項目</th> <th colspan="2">確認状況</th> <th rowspan="2">確認資料</th> <th rowspan="2">備考</th> <th rowspan="2">発注時の確認</th> </tr> <tr> <th>確認日</th> <th>確認結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1</td> <td rowspan="2">履行期間、事業スケジュール</td> <td rowspan="2"></td> <td rowspan="2"> ……重点項目(条件確定に時間がかかる項目であり、条件未確定の場合は、業務履行に影響が大きくなるため、) </td> <td rowspan="2">【選択】 ○:対象 ×:対象外</td> <td rowspan="2">【選択】 ○:全条件確定済 △:一部条件確定済 ×:条件未確定</td> <td rowspan="2">項目を確認した日付を記入</td> <td rowspan="2">確認できる資料の名称、頁等を記入</td> <td rowspan="2">確認状況「○」以外の選択状況を記入。確定予定、協議実施予定の時期がわかるもの等については、具体的に記入する。なお、対象項目から外す場合は、その理由を「備考」欄に記載する。イー設計に適用しない。ロ―現場条件に無い。ハ―その他記載</td> <td rowspan="2">【選択】 ○:確認済 ×:未確認</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">2</td> <td rowspan="6">基本的な設計条件</td> <td rowspan="6"></td> <td>1 暫定計画、将来計画(都市計画決定)の有無を確認し、反映しているか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 設計範囲、内容、数量は明確になっているか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 気象条件(積雪寒冷地の適用等)は明確になっているか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4 地下水(自然水位、湛圧水位)、湧水、河川水位の条件・状況は明確になっているか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5 動植物等に傷むる制限は明確になっているか。(天然記念物等の法律の指定を受けて保護がはかられている動物、植物、地質・鉱物)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6 道路規格とその範囲は明確になっているか。</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">条件明示チェックシート（道路詳細設計）の例（国土交通省，2014）</p>	項目	明示項目	内容	主な内容	対象項目	確認状況		確認資料	備考	発注時の確認	確認日	確認結果	1	履行期間、事業スケジュール		……重点項目(条件確定に時間がかかる項目であり、条件未確定の場合は、業務履行に影響が大きくなるため、)	【選択】 ○:対象 ×:対象外	【選択】 ○:全条件確定済 △:一部条件確定済 ×:条件未確定	項目を確認した日付を記入	確認できる資料の名称、頁等を記入	確認状況「○」以外の選択状況を記入。確定予定、協議実施予定の時期がわかるもの等については、具体的に記入する。なお、対象項目から外す場合は、その理由を「備考」欄に記載する。イー設計に適用しない。ロ―現場条件に無い。ハ―その他記載	【選択】 ○:確認済 ×:未確認			2	基本的な設計条件		1 暫定計画、将来計画(都市計画決定)の有無を確認し、反映しているか。							2 設計範囲、内容、数量は明確になっているか。							3 気象条件(積雪寒冷地の適用等)は明確になっているか。							4 地下水(自然水位、湛圧水位)、湧水、河川水位の条件・状況は明確になっているか。							5 動植物等に傷むる制限は明確になっているか。(天然記念物等の法律の指定を受けて保護がはかられている動物、植物、地質・鉱物)							6 道路規格とその範囲は明確になっているか。						
項目	明示項目						内容	主な内容				対象項目	確認状況											確認資料	備考				発注時の確認																																									
		確認日	確認結果																																																																			
1	履行期間、事業スケジュール		……重点項目(条件確定に時間がかかる項目であり、条件未確定の場合は、業務履行に影響が大きくなるため、)	【選択】 ○:対象 ×:対象外	【選択】 ○:全条件確定済 △:一部条件確定済 ×:条件未確定	項目を確認した日付を記入	確認できる資料の名称、頁等を記入	確認状況「○」以外の選択状況を記入。確定予定、協議実施予定の時期がわかるもの等については、具体的に記入する。なお、対象項目から外す場合は、その理由を「備考」欄に記載する。イー設計に適用しない。ロ―現場条件に無い。ハ―その他記載	【選択】 ○:確認済 ×:未確認																																																													
2	基本的な設計条件		1 暫定計画、将来計画(都市計画決定)の有無を確認し、反映しているか。																																																																			
			2 設計範囲、内容、数量は明確になっているか。																																																																			
			3 気象条件(積雪寒冷地の適用等)は明確になっているか。																																																																			
			4 地下水(自然水位、湛圧水位)、湧水、河川水位の条件・状況は明確になっているか。																																																																			
			5 動植物等に傷むる制限は明確になっているか。(天然記念物等の法律の指定を受けて保護がはかられている動物、植物、地質・鉱物)																																																																			
			6 道路規格とその範囲は明確になっているか。																																																																			

手法名	岩盤の支持層評価確認のためのチェックシート																																			
資料名	「岩を支持層とする杭基礎の調査法」に関する検討委員会報告書（案）																																			
発行元	（一社）全国地質調査業協会連合会																																			
発行年	2017年																																			
URL	https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/pdf/201701.pdf																																			
ガイドラインの該当項目	コミュニケーション及び協議 橋梁基礎に限定されるが、設計・施工上の留意点を設計技術者、施工技術者に伝達するために、下図のようなチェックシートが活用できると考えられる。																																			
概要	2015年に発生した、基礎の杭先端が支持層に未到達となりマンションが傾倒したトラブルに伴い、全地連は2017年に、岩盤を杭基礎の支持層とする場合の調査や試験方法について提案を行った。これによって、橋梁基礎を築造する場合に注意すべき地形・地質や、そのときの設計・施工上の留意点、それに合わせた調査方法がまとめられている。																																			
図表等	<p style="text-align: center;">岩盤の支持層評価確認のためのチェックシート</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">確認時期</th> <th colspan="3">予備調査段階に必要な確認事項</th> <th colspan="4">予備調査編</th> <th rowspan="2">【備考】 - 確認済 - 未確認</th> </tr> <tr> <th>項目 No.</th> <th>検討項目 内容 No.</th> <th>主な内容</th> <th>【備考】 ○: 対象 ×: 対象外</th> <th>【備考】 ○: 全項目確認済 △: 一部確認済 □: 未確認</th> <th>確認日</th> <th>確認資料</th> <th>確認内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">調査実施計画 段階 (着手時)</td> <td>1</td> <td>検討対象の確認</td> <td>1 築橋地点は確認したか。 2 橋脚及び橋台の設置位置をある程度想定しているか。 3 基礎形式をある程度想定しているか。</td> <td>○ ○</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>調査内容の確認</td> <td>1 築橋地点周辺における岩盤の支持層補料・不飽和・風化度合等を想定するために、地割図・空中写真・地盤情報データベース等の収集を主体とした資料調査を計画されているか。 2 築橋地点周辺における岩盤の支持層を占めた地層を想定するために、地質地質調査を計画されているか。 3 築橋地点周辺における地形地質調査結果から、岩盤の支持層補料・凹凸・風化度合等を想定するための築橋地点付近あるいは地質学調査の作成が計画されているか。 4 築橋地点周辺における支持層の深さ、岩盤の支持層補料・不飽和・風化度合等を想定できる調査位置、深さを計画されているか。 5 岩盤の支持層に対して、岩盤評価ができるコアを採取する計画がなされているか。 6 岩盤の支持層に対して、岩盤評価のための観測長（阻止め基準）が事前に定められているか。 7 「総合報告とりまとめ」において、岩盤の支持層評価に関する考察の記載を行うことが、計画されているか。</td> <td>○ ○ × × ○ ○ ○</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">岩盤の支持層評価確認のためのチェックシートの例 (全国地質調査業協会連合会, 2017)</p>	確認時期	予備調査段階に必要な確認事項			予備調査編				【備考】 - 確認済 - 未確認	項目 No.	検討項目 内容 No.	主な内容	【備考】 ○: 対象 ×: 対象外	【備考】 ○: 全項目確認済 △: 一部確認済 □: 未確認	確認日	確認資料	確認内容	調査実施計画 段階 (着手時)	1	検討対象の確認	1 築橋地点は確認したか。 2 橋脚及び橋台の設置位置をある程度想定しているか。 3 基礎形式をある程度想定しているか。	○ ○						2	調査内容の確認	1 築橋地点周辺における岩盤の支持層補料・不飽和・風化度合等を想定するために、地割図・空中写真・地盤情報データベース等の収集を主体とした資料調査を計画されているか。 2 築橋地点周辺における岩盤の支持層を占めた地層を想定するために、地質地質調査を計画されているか。 3 築橋地点周辺における地形地質調査結果から、岩盤の支持層補料・凹凸・風化度合等を想定するための築橋地点付近あるいは地質学調査の作成が計画されているか。 4 築橋地点周辺における支持層の深さ、岩盤の支持層補料・不飽和・風化度合等を想定できる調査位置、深さを計画されているか。 5 岩盤の支持層に対して、岩盤評価ができるコアを採取する計画がなされているか。 6 岩盤の支持層に対して、岩盤評価のための観測長（阻止め基準）が事前に定められているか。 7 「総合報告とりまとめ」において、岩盤の支持層評価に関する考察の記載を行うことが、計画されているか。	○ ○ × × ○ ○ ○				
確認時期	予備調査段階に必要な確認事項			予備調査編				【備考】 - 確認済 - 未確認																												
	項目 No.	検討項目 内容 No.	主な内容	【備考】 ○: 対象 ×: 対象外	【備考】 ○: 全項目確認済 △: 一部確認済 □: 未確認	確認日	確認資料		確認内容																											
調査実施計画 段階 (着手時)	1	検討対象の確認	1 築橋地点は確認したか。 2 橋脚及び橋台の設置位置をある程度想定しているか。 3 基礎形式をある程度想定しているか。	○ ○																																
	2	調査内容の確認	1 築橋地点周辺における岩盤の支持層補料・不飽和・風化度合等を想定するために、地割図・空中写真・地盤情報データベース等の収集を主体とした資料調査を計画されているか。 2 築橋地点周辺における岩盤の支持層を占めた地層を想定するために、地質地質調査を計画されているか。 3 築橋地点周辺における地形地質調査結果から、岩盤の支持層補料・凹凸・風化度合等を想定するための築橋地点付近あるいは地質学調査の作成が計画されているか。 4 築橋地点周辺における支持層の深さ、岩盤の支持層補料・不飽和・風化度合等を想定できる調査位置、深さを計画されているか。 5 岩盤の支持層に対して、岩盤評価ができるコアを採取する計画がなされているか。 6 岩盤の支持層に対して、岩盤評価のための観測長（阻止め基準）が事前に定められているか。 7 「総合報告とりまとめ」において、岩盤の支持層評価に関する考察の記載を行うことが、計画されているか。	○ ○ × × ○ ○ ○																																

手法名	リスクワークショップ
資料名	道路事業におけるリスクマネジメントマニュアル
発行元	(公社) 土木学会 建設マネジメント委員会 インフラ PFI 研究小委員会
発行年	2010 年
URL	http://www.jsce.or.jp/committee/cmc/infra-pfi/pdf/RiskManagementManual%28ver1_0%29.pdf
ガイドラインの該当項目	コミュニケーション及び協議 道路事業におけるリスクマネジメントマニュアルでは、プロジェクトの関係者によるリスクへの認識の共有ための手法として、リスクワークショップの開催を提案しており、コミュニケーション及び協議の場として活用できると考えられる。
概要	<p>リスクワークショップは、ブレインストーミングによって、リスクの抽出、発生確率と影響度の評価、対応策の検討を行うものである。このとき、リスクランキングマトリックス（リスクマトリックス）やリスクレジスター（リスク管理表）を用いて評価・記録を行う。</p> <p>ワークショップの構成メンバーは、プロジェクトリーダー、各部門の責任者・担当者、ファシリテーターである。ここで例示されるメンバーは、事業者内部を基本としている。このうちファシリテーターは、関係部署とは独立した第三者的立場の人間が担当することが望ましい。</p>
図表等	<pre> graph TD A[リスクWS参加者の抽出] --> B[事前資料の配布] B --> C[WSの趣旨説明] C --> D[リスクの特定] D --> E[リスクの概要把握] E --> F[リスクの定量分析] F --> G[リスクへの対応方策の検討] G --> H[とりまとめ、フィードバック] subgraph Risk_WS [リスクWS] C D E F G end </pre> <p>リスクワークショップの流れ（土木学会，2010）</p>

手法名	Geotechnical Baseline Report (GBR)		
資料名	地質リスクマネジメント 入門	地質リスクマネジメント 体系化委員会 報告書	役立つ!! 地盤リスクの知識
発行元	地質リスク学会・(一社) 全国地質調査業協会連合会	地質リスク学会	(公社) 地盤工学会
発行年	2010年	2014年	2013年
出版社 ・ URL	オーム社	http://www.georisk.jp/ 2014/georisk_report_20 1412.pdf	丸善出版
ガイドライ ンの該当項 目	—		
概要	<p>欧米では、契約と異なる地盤条件が出現した場合の費用負担については、事業者と受注者が協議することとなっている。このとき「契約と異なる地盤条件」がどの程度か目安（ベースライン）をあらかじめ定めるものが GBR である（参考資料 6 参照）。事業者は、ベースラインを設定することによって免責範囲をコントロールすることができる（地質リスク学会，2014）。</p>		
図表等	<p style="text-align: center;">一軸圧縮強度のベースラインの例 (地質リスク学会・全国地質調査業協会連合会，2010)</p>		

手法名	Boring length ratio (B/T)
資料名	地質リスクに関する調査・研究
発行元	(一社) 全国地質調査業協会連合会
発行年	2007 年
URL	https://www.zenchiren.or.jp/new/pdf/risk3.pdf
ガイドライ ンの該当項 目	リスクマネジメント、コミュニケーション及び協議 事前調査段階での最適な調査レベルを検討するための手法として。トンネル総延長(T)に対する総ボーリング延長(B)の比である B/T を指標とするものがある。
概要	カナダの地下鉄建設の事例では、事前調査段階でのボーリング延長と建設コスト、クレーム数の関係を検討しており、トンネル総延長(T)に対する総ボーリング延長(B)の比を B/T と定義し、B/T を指標として事前調査段階での最適な調査レベルを検討している。
図表等	<p>カナダの地下鉄建設における設計変更の確率と B/T の関係図（左図）と完成工事費と B/T との関係図（右図）（全国地質調査業協会連合会，2007）</p>

手法名	リスクマトリックス（リスクスコア）																																																		
資料名	地質リスク調査検討業務発注ガイド	地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）	「地質リスク調査検討業務」実施の手引き																																																
発行元	（一社）全国地質調査業協会連合会	国土交通省 近畿地方整備局	（一社）関東地質調査業協会																																																
発行年	2016年	2018年	2019年																																																
URL	https://www.zenchi-ren.or.jp/geocenter/risk/georisk_guide_2017.pdf	https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/jigyousya/technical_information/consultant/chishitsu/ol9a8v000000jyvk-att/ol9a8v00000014em.pdf	http://www.kanto-geo.or.jp/various/technologyRoom/pdf/Geological-risk-ied.pdf																																																
ガイドラインの該当項目	リスク分析 地質リスク調査検討では、影響度と発生確率等に基づくリスクのランク付けを行い、評価を実施するためにリスクマトリックス（リスクスコア）を作成する。																																																		
概要	リスクスコアは、事業への影響度と発生の可能性の組合せによって、リスクの大きさを示そうとするものである。定量的なリスクの評価にも利用できるが、一般的には下図のように定性的評価として用いられている。ただし、影響度や可能性の区分は、業務ごとに設定する必要がある。																																																		
図表等	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="5">可能性の高さ(発生確率) L</th> </tr> <tr> <th>非常に低い (1)</th> <th>低い (2)</th> <th>中程度 (3)</th> <th>高い (4)</th> <th>非常に高い (5)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="5">影響度 E</th> <th>非常に低い (1)</th> <td>事業の継続に影響を与えない</td> <td>C</td> <td>C</td> <td>C</td> <td>C</td> <td>B</td> </tr> <tr> <th>低い (2)</th> <td>軽微な修復で事業継続可能となる影響</td> <td>C</td> <td>C</td> <td>B</td> <td>B</td> <td>A</td> </tr> <tr> <th>中程度 (3)</th> <td>大きな損失を受けるが事業は継続可能で、遅延がある</td> <td>C</td> <td>B</td> <td>B</td> <td>A</td> <td>A</td> </tr> <tr> <th>高い (4)</th> <td>事業が中断または大幅な遅延となる影響</td> <td>C</td> <td>B</td> <td>A</td> <td>A</td> <td>AA</td> </tr> <tr> <th>非常に高い (5)</th> <td>事業の継続不能となる影響</td> <td>B</td> <td>A</td> <td>A</td> <td>AA</td> <td>AA</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注)リスクスコア(リスク程度) $R=E \times L$ AA: リスクを回避することが望ましいリスク事象($R=20 \sim 25$) A: 詳細な地質調査を実施して、完全なリスク低減対策を講じるべきリスク事象($R=10 \sim 19$) B: 地質調査を行い、調査結果に応じた適切なリスク低減対策を講じるべきリスク事象($R=5 \sim 9$) C: リスク回避や低減対策を必要とせず、施工段階へリスクを留保することが可能な事象($R=1 \sim 4$) ※ 発生確率のランクは当該事業ごとに、事業や工事の特性を考慮して定義</p>					可能性の高さ(発生確率) L					非常に低い (1)	低い (2)	中程度 (3)	高い (4)	非常に高い (5)	影響度 E	非常に低い (1)	事業の継続に影響を与えない	C	C	C	C	B	低い (2)	軽微な修復で事業継続可能となる影響	C	C	B	B	A	中程度 (3)	大きな損失を受けるが事業は継続可能で、遅延がある	C	B	B	A	A	高い (4)	事業が中断または大幅な遅延となる影響	C	B	A	A	AA	非常に高い (5)	事業の継続不能となる影響	B	A	A	AA	AA
		可能性の高さ(発生確率) L																																																	
		非常に低い (1)	低い (2)	中程度 (3)	高い (4)	非常に高い (5)																																													
影響度 E	非常に低い (1)	事業の継続に影響を与えない	C	C	C	C	B																																												
	低い (2)	軽微な修復で事業継続可能となる影響	C	C	B	B	A																																												
	中程度 (3)	大きな損失を受けるが事業は継続可能で、遅延がある	C	B	B	A	A																																												
	高い (4)	事業が中断または大幅な遅延となる影響	C	B	A	A	AA																																												
	非常に高い (5)	事業の継続不能となる影響	B	A	A	AA	AA																																												
	リスクスコアの例（関東地質調査業協会，2019）																																																		

手法名	リスク管理表（登録表）		
資料名	地質リスク調査検討業務発注ガイド	地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）	「地質リスク調査検討業務」実施の手引き
発行元	（一社）全国地質調査業協会連合会	国土交通省 近畿地方整備局	（一社）関東地質調査業協会
発行年	2016年	2018年	2019年
URL	https://www.zenchi-ren.or.jp/geocenter/risk/georisk_guide_2017.pdf	https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/jigyousya/technical_information/consultant/chishitsu/ol9a8v000000jyvk-att/ol9a8v00000014em.pdf	http://www.kanto-geo.or.jp/various/technologyRoom/pdf/Geological-risk-ied.pdf

ガイドラインの該当項目	リスクアセスメント、リスク対応、コミュニケーション及び協議 地質リスクマネジメントにおいては、リスクの内容、リスク区分及び対応計画概要等を次段階へ確実に引き継ぐために、リスク管理表を作成する。
-------------	---

概要	リスク管理表のうち、リスクアセスメント結果を記録するにはリスク管理表（登録表）を用いる。これによって、リスク分析結果やリスク対応の優先度を一覧として示すことができる。
----	---

図表等	<table border="1"> <tr><td>活動内容</td><td></td></tr> <tr><td>登録番号</td><td></td></tr> <tr><td>作成年月日</td><td></td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td>作成者氏名</td><td></td></tr> <tr><td>審査者氏名</td><td></td></tr> <tr><td>情報源</td><td></td></tr> </table>	活動内容		登録番号		作成年月日		作成者氏名		審査者氏名		情報源																																																																																					
	活動内容																																																																																																
登録番号																																																																																																	
作成年月日																																																																																																	
作成者氏名																																																																																																	
審査者氏名																																																																																																	
情報源																																																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">番号</th> <th rowspan="2">リスク内容</th> <th rowspan="2">リスク詳述</th> <th rowspan="2">状況</th> <th rowspan="2">リスク分析手法</th> <th colspan="2">影響度 E</th> <th colspan="2">発生確率 L</th> <th rowspan="2">点数 E×L</th> <th rowspan="2">リスク区分</th> <th rowspan="2">リスク分析結果</th> <th rowspan="2">対応計画概要</th> <th rowspan="2">優先度</th> </tr> <tr> <th>重大性</th> <th>評価点</th> <th>可能性</th> <th>評価点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>緩斜面の成因が不明確</td> <td>地すべりか崖崩れ堆積物により不安定化する範囲が異なり、対策工の規模が問題となる</td> <td>C</td> <td>写真判読、地表踏査の実施</td> <td>高い</td> <td>4</td> <td>中程度</td> <td>3</td> <td>12</td> <td>A</td> <td>判断ミスは、その後の対策方針や費用に影響する</td> <td>写真判読、地表踏査等の結果踏まえ、ボーリング調査などの追加調査を実施</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>地下水の変動が不明確</td> <td>地下水位の変動が不明なため斜面の安全率が低下する可能性がある</td> <td>C</td> <td>地表踏査、既存報告書を吟味し追加調査を実施</td> <td>低い</td> <td>2</td> <td>低い</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>C</td> <td>番号1のリスク分析結果にもよるが、追加調査により判定</td> <td>詳細調査時に地下水位測定、地下水検層等を実施</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>【凡例】</p> <p><状況></p> <ul style="list-style-type: none"> L: リスクが発生し、その程度が特定された状態 C: リスクが発生しているが、どの程度なのか特定されていない状況 P: リスクが取り除かれた状態 G: リスクではない状態 T: 危機 O: 好機 <p><リスク区分> リスクスコア(リスク程度 R=E×L)</p> <table border="1"> <tr> <td style="background-color: #f08080;">AA</td> <td>AA: リスクを回避することが望ましいリスク事象(R=20~25)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffa500;">A</td> <td>A: 詳細な地質調査を実施して、完全なリスク低減対策を講じるべきリスク事象(R=10~19)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffff00;">B</td> <td>B: 地質調査を行い、調査結果に応じた適切なリスク低減対策を講じるべきリスク事象(R=5~9)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #90ee90;">C</td> <td>C: リスク回避や低減対策を必要とせず、施工段階へリスクを留保することが可能な事象(R=1~4)</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">リスク管理表（登録表）の例（関東地質調査業協会，2019）</p>	番号	リスク内容	リスク詳述	状況	リスク分析手法	影響度 E		発生確率 L		点数 E×L	リスク区分	リスク分析結果	対応計画概要	優先度	重大性	評価点	可能性	評価点	1	緩斜面の成因が不明確	地すべりか崖崩れ堆積物により不安定化する範囲が異なり、対策工の規模が問題となる	C	写真判読、地表踏査の実施	高い	4	中程度	3	12	A	判断ミスは、その後の対策方針や費用に影響する	写真判読、地表踏査等の結果踏まえ、ボーリング調査などの追加調査を実施	1	2	地下水の変動が不明確	地下水位の変動が不明なため斜面の安全率が低下する可能性がある	C	地表踏査、既存報告書を吟味し追加調査を実施	低い	2	低い	2	4	C	番号1のリスク分析結果にもよるが、追加調査により判定	詳細調査時に地下水位測定、地下水検層等を実施	2	3														4														5														AA	AA: リスクを回避することが望ましいリスク事象(R=20~25)	A	A: 詳細な地質調査を実施して、完全なリスク低減対策を講じるべきリスク事象(R=10~19)	B	B: 地質調査を行い、調査結果に応じた適切なリスク低減対策を講じるべきリスク事象(R=5~9)	C	C: リスク回避や低減対策を必要とせず、施工段階へリスクを留保することが可能な事象(R=1~4)
番号	リスク内容						リスク詳述	状況	リスク分析手法	影響度 E						発生確率 L		点数 E×L	リスク区分	リスク分析結果	対応計画概要	優先度																																																																											
		重大性	評価点	可能性	評価点																																																																																												
1	緩斜面の成因が不明確	地すべりか崖崩れ堆積物により不安定化する範囲が異なり、対策工の規模が問題となる	C	写真判読、地表踏査の実施	高い	4	中程度	3	12	A	判断ミスは、その後の対策方針や費用に影響する	写真判読、地表踏査等の結果踏まえ、ボーリング調査などの追加調査を実施	1																																																																																				
2	地下水の変動が不明確	地下水位の変動が不明なため斜面の安全率が低下する可能性がある	C	地表踏査、既存報告書を吟味し追加調査を実施	低い	2	低い	2	4	C	番号1のリスク分析結果にもよるが、追加調査により判定	詳細調査時に地下水位測定、地下水検層等を実施	2																																																																																				
3																																																																																																	
4																																																																																																	
5																																																																																																	
AA	AA: リスクを回避することが望ましいリスク事象(R=20~25)																																																																																																
A	A: 詳細な地質調査を実施して、完全なリスク低減対策を講じるべきリスク事象(R=10~19)																																																																																																
B	B: 地質調査を行い、調査結果に応じた適切なリスク低減対策を講じるべきリスク事象(R=5~9)																																																																																																
C	C: リスク回避や低減対策を必要とせず、施工段階へリスクを留保することが可能な事象(R=1~4)																																																																																																

手法名	リスク管理表（措置計画表）																																																																																		
資料名	地質リスク調査検討業務発注ガイド	地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）	「地質リスク調査検討業務」実施の手引き																																																																																
発行元	（一社）全国地質調査業協会連合会	国土交通省 近畿地方整備局	（一社）関東地質調査業協会																																																																																
発行年	2016年	2018年	2019年																																																																																
URL	https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/risk/georisk_guide_2017.pdf	https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/jigyousya/technical_formation/consultant/chishitsu/ol9a8v000000jyvk-att/ol9a8v00000014em.pdf	http://www.kanto-geo.or.jp/various/technologyRoom/pdf/Geological-risk-ied.pdf																																																																																
ガイドラインの該当項目	リスクアセスメント、リスク対応、コミュニケーション及び協議 地質リスクマネジメントにおいては、各段階におけるリスクは処置過程を次段階へ確実に引き継ぐため、リスク管理表（措置計画表）に記録する。																																																																																		
概要	リスク管理表のうち、リスク対応結果を示すには措置計画表を用いる。これによって、いつどのように対応したか、またはどのような残存リスクがあるかを引き継ぐことができる。																																																																																		
図表等	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>活動内容</td><td></td></tr> <tr><td>登録番号</td><td></td></tr> <tr><td>作成年月日</td><td></td></tr> </table> </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>作成者氏名</td><td></td></tr> <tr><td>審査者氏名</td><td></td></tr> <tr><td>情報源</td><td></td></tr> </table> </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>番号</th> <th>リスク内容</th> <th>措置の種類</th> <th>措置の進歩</th> <th>措置の手法</th> <th>実施者</th> <th>対応時期</th> <th>必要な資材</th> <th>これまでに判明した事項と今後の方針</th> <th>措置コスト（千円）</th> <th>残存リスク</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>緩斜面の成因が不明確</td> <td>最小化</td> <td>完了</td> <td>複数時期の空中写真判読、現地捜査、コア判読、総合判断</td> <td>調査会社</td> <td>○年△月実施済</td> <td>空中写真、地形図、ボーリングコア</td> <td>当該斜面は地すべりではなく、崖錐堆積物と判断した</td> <td>800</td> <td>なし</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>地下水の変動が不明確</td> <td>最小化</td> <td>検討中</td> <td>地下水位の測定、地下水検層、簡易揚水試験</td> <td>調査会社</td> <td>□年△月までに実施</td> <td>ボーリング後の観測孔仕上げ、自記水位計設置</td> <td>既存報告書から地表は湿地状であるが、地中の地下水の動きは少ない可能性あり</td> <td>1,500</td> <td>契約工期の関係から十分な地下水位観測ができない</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">リスク管理表（措置計画表）の例（関東地質調査業協会，2019）</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>活動内容</td><td></td></tr> <tr><td>登録番号</td><td></td></tr> <tr><td>作成年月日</td><td></td></tr> </table>	活動内容		登録番号		作成年月日		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>作成者氏名</td><td></td></tr> <tr><td>審査者氏名</td><td></td></tr> <tr><td>情報源</td><td></td></tr> </table>	作成者氏名		審査者氏名		情報源		番号	リスク内容	措置の種類	措置の進歩	措置の手法	実施者	対応時期	必要な資材	これまでに判明した事項と今後の方針	措置コスト（千円）	残存リスク	1	緩斜面の成因が不明確	最小化	完了	複数時期の空中写真判読、現地捜査、コア判読、総合判断	調査会社	○年△月実施済	空中写真、地形図、ボーリングコア	当該斜面は地すべりではなく、崖錐堆積物と判断した	800	なし	2	地下水の変動が不明確	最小化	検討中	地下水位の測定、地下水検層、簡易揚水試験	調査会社	□年△月までに実施	ボーリング後の観測孔仕上げ、自記水位計設置	既存報告書から地表は湿地状であるが、地中の地下水の動きは少ない可能性あり	1,500	契約工期の関係から十分な地下水位観測ができない	3											4											5										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>活動内容</td><td></td></tr> <tr><td>登録番号</td><td></td></tr> <tr><td>作成年月日</td><td></td></tr> </table>	活動内容		登録番号		作成年月日		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>作成者氏名</td><td></td></tr> <tr><td>審査者氏名</td><td></td></tr> <tr><td>情報源</td><td></td></tr> </table>	作成者氏名		審査者氏名		情報源																																																																							
活動内容																																																																																			
登録番号																																																																																			
作成年月日																																																																																			
作成者氏名																																																																																			
審査者氏名																																																																																			
情報源																																																																																			
番号	リスク内容	措置の種類	措置の進歩	措置の手法	実施者	対応時期	必要な資材	これまでに判明した事項と今後の方針	措置コスト（千円）	残存リスク																																																																									
1	緩斜面の成因が不明確	最小化	完了	複数時期の空中写真判読、現地捜査、コア判読、総合判断	調査会社	○年△月実施済	空中写真、地形図、ボーリングコア	当該斜面は地すべりではなく、崖錐堆積物と判断した	800	なし																																																																									
2	地下水の変動が不明確	最小化	検討中	地下水位の測定、地下水検層、簡易揚水試験	調査会社	□年△月までに実施	ボーリング後の観測孔仕上げ、自記水位計設置	既存報告書から地表は湿地状であるが、地中の地下水の動きは少ない可能性あり	1,500	契約工期の関係から十分な地下水位観測ができない																																																																									
3																																																																																			
4																																																																																			
5																																																																																			

資料6 海外の地質・地盤リスクマネジメントに関連する取り組みの例

海外では、古くから土木事業においてリスクマネジメントの考え方が導入・運用されている。その考え方や技術的手法は、我が国の土木事業における地質・地盤リスクマネジメントの参考となると考えられる。ただし、多くの場合は“受発注者間の対立回避”を目的として導入されており、我が国のような協調関係を重視する土木事業を考慮したリスクマネジメント体系とは異なる思想に基づいたものも存在するため、その適用には留意されたい。

表-1に海外で活用されるリスクアセスメントの技術的手法とリスクマネジメント体系を示すとともにその概要について説明する。

表-1 各国におけるリスクアセスメント手法とリスクマネジメント体系の整理

項目		イギリス	アメリカ	ニュージーランド	スイス	オランダ	カナダ	ネパール	シンガポール
アセスメント手法	定性的手法	リスクマトリックス	○	○	○	○			
		故障モード影響解析		○					
		イベントツリー解析		○					
	定量的手法	マルコフ連鎖モンテカルロシミュレーション		○		○			
		不確定分析 (@RISK)		○				○	
マネジメント体系	ツール	B/T					○		
		悲観的・楽観的地質解釈図				○			
		リスク管理表			○				
		GBR	○	○			○		○
		地質リスクを含めた設計仕様書							○
	制度	地盤認証	○						
		保険制度	○						○
		ジオアドバイザー (地質技術顧問)	○						

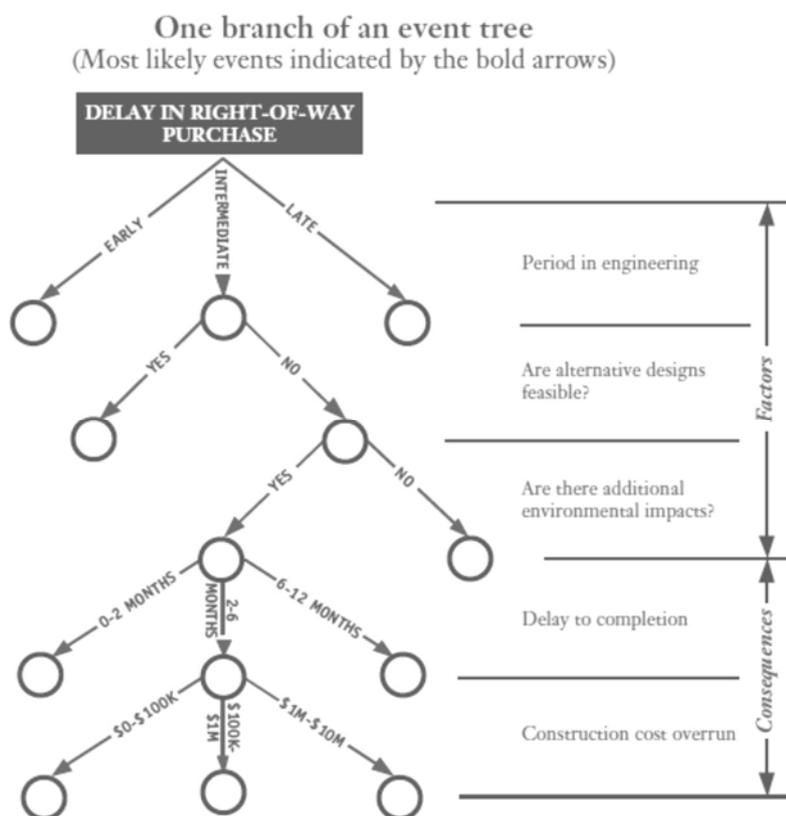
(1) リスクアセスメント手法

1) 定性的手法

- ・多くの国で、影響の大きさと発生の可能性の組合せによってリスクの大きさを表す、リスクマトリックス (図-1) による定性的評価が行われている。
- ・アメリカでは、リスク特定とシナリオ分析を行う故障モード影響解析 (FMEA) やイベントツリー解析 (ETA) (図-2) が利用されている。

Probability Rating	5 – Very High					
	4 – High					
	3 – Moderate					
	2 – Low					
	1 – Very Low					
		1 Very Low	2 Low	4 Moderate	8 High	16 Very High
Impact Rating						

図－1 リスクマトリックスの例¹⁾



図－2 イベントツリー解析 (ETA) の例²⁾

2) 定量的手法

- ・スイスアルプスの鉄道トンネルにおいて、定量的な確率的手法（マルコフ連鎖モンテカルロシミュレーション）を用いて支保パターンの検討が行われた³⁾。これはリスクの多様性と不確実性に起因するトンネル地山としての「複雑系」を確率的・定量的に解析する手法である。
- ・ネパールでは電力事業の導水路トンネル建設において、シミュレーション（@RISK不確定分析）を用いて支保工を設計したが、調査量が足りず予測と実績に大きな乖離が生じた⁴⁾。すなわち、定量的分析手法を適用する際は、分析に使用するパラメータを得るための十分な調査が必要となる点に留意する。

(2) リスクマネジメント体系

1) B/Tによるコスト検討

- ・カナダの地下鉄建設の事例では、事前調査段階でのボーリング延長と建設コスト、クレーム数の関係を検討しており、トンネル総延長(T)に対する総ボーリング延長(B)の比をB/Tと定義し、B/Tを指標として事前調査段階での最適な調査レベルを検討している（図-3）。

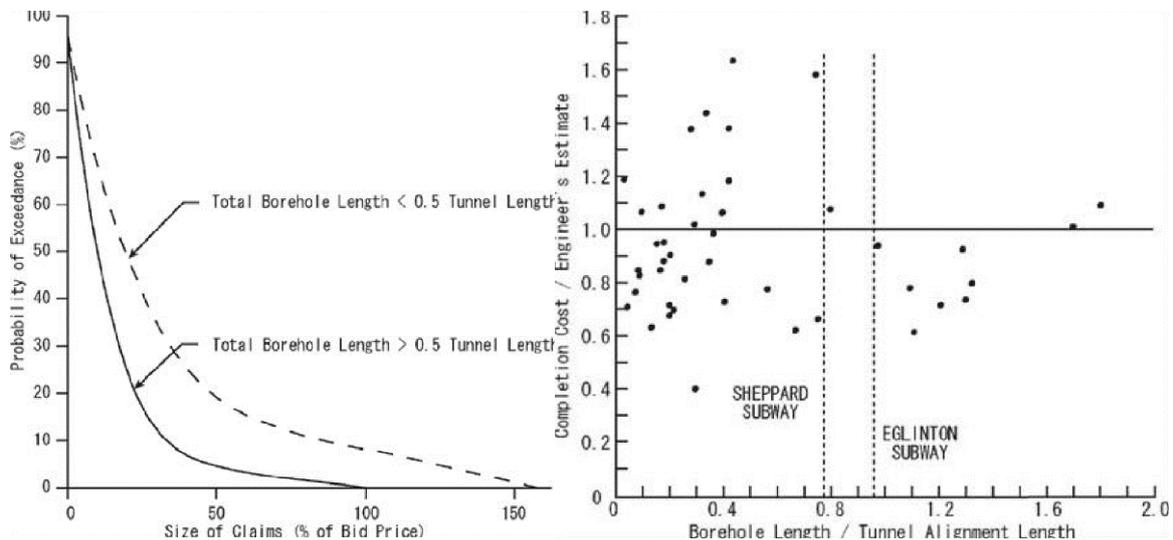


図-3 カナダの地下鉄建設における設計変更の確率と B/T の関係図（左図）及び完成工事費と B/T との関係図（右図）³⁾

2) 地質の不確実性に関する扱い

- ・スイスアルプスの鉄道トンネル事業では、施工上問題となる地質の分布と調査結果の不確実性を示すために、悲観的・楽観的地質解釈図の2種類を作成し設計に反映させた（図-4）。これによって、不確実性の幅が示され、それに応じた設計・施工が可能となった。

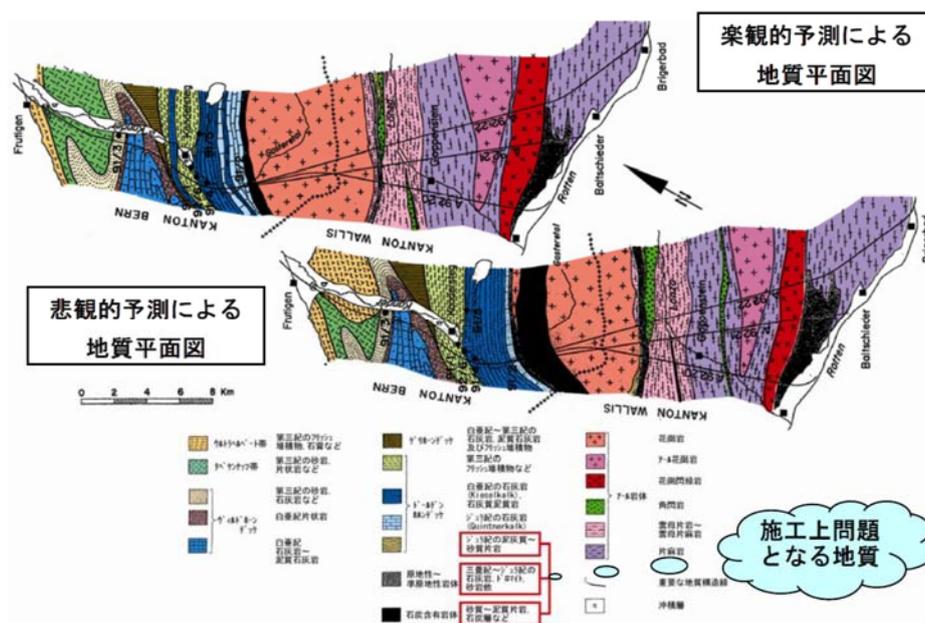


図-4 悲観的・楽観的地質解釈図の例³⁾

3) GBR (ジオテクニカル・ベースライン・レポート) の運用

- ・アメリカ、オランダ、イギリス、シンガポールでは、想定される地質リスクの内容とその対処方法、及び想定外の地質条件に遭遇した際に設計変更を適用する閾値（ベースライン）を記述したジオテクニカル・ベースライン・レポート（GBR）をあらかじめ作成し、発注者の免責範囲を定めている（図-5）。
- ・アメリカの工事契約では、想定と異なる地質条件が出現した場合の発注者責任をDSC（Differing Site Condition）条項で規定しているが、契約図書に記述される地質条件が曖昧（“想定する条件”が不明確）であり、たびたび受発注者間の係争の原因となっていた⁵⁾。そのため、発注者の責任の範囲を明確化することを目的としてGBRが導入された経緯がある。

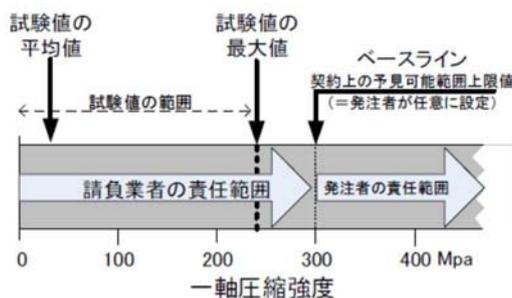


図-5 一軸圧縮強度のベースラインの例⁶⁾

4) マニュアルによるリスクマネジメント

- ・アメリカのダム事業では、リスクアセスメントに関するマニュアルによって、その中でダムの損傷確率とその影響（死者数）を算出することでリスクの定量化を図っている（図-6）。
- ・アメリカ及びニュージーランドの道路事業では、リスクマネジメントのマニュアルを用いて継続的なリスクマネジメントを行っている。また、地質・地盤に関するものに限らず危機と好機の両面のマネジメントを行っており、事業全体を通してリスク管理表（図-7）を随時更新していくシステムが確立されている。

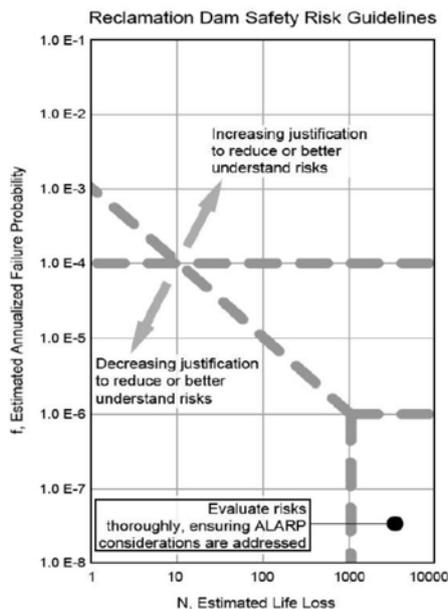


図-6 ダムの損傷発生確率と死亡者数の対比の例⁷⁾

5) ジオアドバイザーによる事業支援

- ・イギリスでは、1980年頃から地質・地盤リスクマネジメントの考え方が導入されており、発注者側や民間に地盤工学的なアドバイザー（ジオアドバイザー⁹⁾）が存在し、事業を通してリスクに対するアドバイスを行う。

6) その他（地質・地盤リスクマネジメントに関する制度）

- ・イギリスの道路事業では、事業を次段階に進めるために専門技術者の認証（地盤認証）を行うことがマニュアルで定められている³⁾。
- ・シンガポールでは予期せぬ地盤状況に対し、保険を適用している（リスクの移転）。また、設計仕様書に地質・地盤リスクへの対応が明記されている¹⁰⁾。

<参考・引用文献>（URL はいずれも 2020 年 3 月 11 日参照）

- 1) カリフォルニア州運輸局：Project Risk Management Handbook：A Scalable Approach, pp.20-22, 2012.6.
<https://engineerbook.net/uploads/documents/files/6e8364c0a82c028a259f5c0dbc8ca81e.pdf>
- 2) 米国運輸省連邦高速道路局：Guide to Risk Assessment and Allocation for Highway Construction Management, pp.21-26, 2006.10.
https://international.fhwa.dot.gov/pubs/pl06032/guide_to_risk_assessment_allocation_for_highway.pdf
- 3) (一社) 全国地質調査業協会連合会：地質リスクに関する調査・研究, pp.39-53, 2007.4.
<https://www.zenchiren.or.jp/new/pdf/risk3.pdf>
- 4) 伊熊俊幸：海外における地質リスクの計量化事例, 地質と調査, vol.116, pp.34-36, 2008.6.
<https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/geo-se/pdf/jgca116.pdf>
- 5) 尾園修治郎：GBR (Geotechnical Baseline Report), 地質と調査, vol.116, pp.37-39, 2008.6.
<https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/geo-se/pdf/jgca116.pdf>
- 6) 地質リスク学会：地質リスクマネジメント体系化委員会 報告書, pp.14-20, 2014.12.
http://www.georisk.jp/2014/georisk_report_201412.pdf
- 7) 米国陸軍工兵隊・米国内務省水利再生利用局：Best Practices in Dam and Levee Safety Risk Analysis, Chapter A-9 Risk Guidelines, pp.18-23, 2019.7.
<https://www.usbr.gov/ssle/damsafety/risk/BestPractices/Chapters/A9-GovernanceAndGuidance.pdf>
- 8) ニューゼーランド道路庁：Risk Management Process Manual, pp.46-47, 2004.9.
<https://www.nzta.govt.nz/assets/resources/risk-management-process-manual/docs/risk-management-process-manual.pdf>
- 9) C. R. I. Clayton, 英国土木学会編, (一社) 全国地質調査業協会連合会訳：ジオリスクマネジメント, 古今書院, pp.11-56, 2016.12.
- 10) 折原敬二・野中毅：シンガポールの公共工事における地質リスクマネジメント, 地質と調査, vol.129, pp.20-23, 2011.9.
<https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/geo-se/pdf/jgca129.pdf>

「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」構成メンバー

委員長

大西 有三 京都大学 名誉教授

委員

野口 和彦 横浜国立大学リスク共生社会創造センター センター長

西村 和夫 首都大学東京 理事・学長特任補佐 [土木学会]

大津 宏康 京都大学工学研究科 教授 [土木学会]

古関 潤一 東京大学工学系研究科 教授 [地盤工学会]

渡邊 法美 高知工科大学 経済・マネジメント学群長 [地質リスク学会]

委員兼幹事長

佐々木靖人 (国研) 土木研究所 地質研究監

幹事

砂金 伸治 首都大学東京都市環境学部 教授 [土木学会]

清木 隆文 宇都宮大学地域デザイン科学部 准教授 [土木学会]

高橋 章浩 東京工業大学環境・社会理工学院土木・環境工学系 教授 [地盤工学会]

川越 健 (公財) 鉄道総合技術研究所防災技術研究部 地質研究室長 [日本応用地質学会]

渡辺 寛 (株) 日さく 東日本支社長 [全国地質調査業協会連合会]

井根 健 (株) ニュージェック水工グループ 参与 技師長 [建設コンサルタンツ協会]

笹倉 剛 鹿島建設(株) 土木管理本部土木技術部 担当部長 [日本建設業連合会]

野坂 周子 国土交通省大臣官房技術調査課 環境安全・地理空間情報技術調整官(H31.4~)

手塚 寛之 国土交通省大臣官房技術調査課 環境安全・地理空間情報技術調整官(~H31.3)

辻野 雅也 近畿地方整備局企画部 建設専門官

植田 彰 国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター 国土防災研究官

金子 正洋 (国研) 土木研究所 地質・地盤研究グループ長

浅井 健一 (国研) 土木研究所 地質・地盤研究グループ 上席研究員(特命事項担当)

阿南 修司 (国研) 土木研究所 地質・地盤研究グループ 上席研究員(地質)

佐々木哲也 (国研) 土木研究所 地質・地盤研究グループ 上席研究員(土質・振動)

宮武 裕昭 (国研) 土木研究所 地質・地盤研究グループ 上席研究員(施工技術)

日下 敦 (国研) 土木研究所 道路技術研究グループ 上席研究員(トンネル)

桐山 孝晴 (国研) 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 耐震研究監

事務局

石川	誉大	国土交通省大臣官房技術調査課	宇宙利用係長
矢島	良紀	(国研) 土木研究所	地質・地盤研究グループ 主任研究員 (地質)
梶山	敦司	(国研) 土木研究所	地質・地盤研究グループ 主任研究員 (地質)
小出	央人	(国研) 土木研究所	地質・地盤研究グループ 研究員 (施工技術)
植田	律	(国研) 土木研究所	地質・地盤研究グループ 交流研究員 (地質)
青山	翔吾	(国研) 土木研究所	地質・地盤研究グループ 交流研究員 (施工技術)