2019 年度版

「地質リスク調査検討業務」実施の手引き

～建設事業の生産性・品質向上のために～



2019 年 3 月

一般社団法人　関東地質調査業協会

はじめに

建設事業の上流に位置づけされる地質調査は、設計・施工に必要な情報を提供するという重要な役割を担っています。
その中で近年、施工段階や維持管理段階において地質・地形・地下水などに関係した多くのトラブルの発生が報告されています。

「地質リスク調査検討業務」は、このような地質などに起因したトラブルを未然に回避するための業務であり、事業の各段階における建設コストの増大や甚大な事故を回避することで、工事の品質確保や生産性の向上および建設コストの縮減に大きく寄与することが期待されています。

具体的には、事業のスタートラインである構想・計画段階から、調査・設計、施工、維持管理の各段階にいたる事業全体を通して地質リスクが発現する可能性を抽出します。
併せて、リスク管理表に基づく関係者との協議を継続しながら事業全体を俯瞰し、的確な事業の進捗を図るうえで、その要となる業務とも換言できます。

なお、一般社団法人関東地質調査業協会（全地連加盟）に所属している企業は、地質リスク学会と協賛して開催している「地質リスクマネジメント事例研究発表会」や、ＮＰＯ法人地質情報整備活用機構が開催している「地質リスク・エンジニア（ＧＲＥ）養成講座」などに参加し、地質リスクマネジメントの研究・普及に長年取り組んでおります。本業務は、まさに「地質調査業務」の範疇において実施される業務であるとご理解願えれば幸いです。

このたび、一般社団法人関東地質調査業協会は、国土交通省関東地方整備局との「地質リスク勉強会」を重ねる中で、その貴重なご意見をいただきながら「地質リスク調査検討業務実施の手引き」を作成いたしました。今後、建設事業に関わる皆様方にとって、参考になることを願っております。

一般社団法人　関東地質調査業協会

目次

１．地質リスク調査検討業務の実施にあたって　・・・・・・1

２．地質リスク調査検討業務と一般調査業務の関係と流れ・・・・・・5

３．地質リスク管理表について　・・・・・・7

４．地質リスク調査検討業務の内容について　・・・・・・10

５．地質リスクに関する調査事例の紹介　・・・・・・12

６．地質リスクに係わる参考文献　・・・・・・29

＜参考資料＞

・地質リスク調査検討業務　発注実績一覧

・用語解説

１．地質リスク調査検討業務の実施にあたって

（１）地質リスクの定義

地質リスクとは？

地質に起因する事業リスクで事業損失とその不確実性

リスクという用語の定義はＪＩＳＱ3100 において「目的に対して不確かさが与える影響と」とされている。これに対し、一般社団法人全国地質調査業協会連合会では地質リスクの定義を「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。具体的にいうと地質リスクは建設業において「地質、土質、地下水などの不確実性が建設コストにも及ぼす影響のこと」を意味している。このリスクを減らすことは建設コスト縮減に直結することであり、国土交通省がすすめてきたコスト構造改革に即したものである。そこで本手引きにおいても地質リスクの定義は「地質に起因する事業リスクで事業損失とその不確実性」とする。

（２）地質リスクの要因

建設工事において発現する地質リスクには様々なものがある。また構造物の特性や地質・土質状況によっても地質リスクの発現形態は大きく異なっている。表 1.1 には発現する可能性が高い地質リスクを、事業・構造物別に分類しリスクの要因となるべき例を示した。

表 1.1　建設事業における地質リスクの発現事例

建設事業	構造物	地質リスク発現事例	リスク要因
道路・鉄道	切土	切土崩壊	適正勾配、地質構造（節理・層理・断層）
		掘削土の重金属汚染	試料採取箇所、風化
		のり面保護工の劣化	スレーキング、膨潤、水質特性
		豪雨時の表層崩壊	累加降雨量、時間雨量
	盛土	材料劣化	スレーキング、膨潤、地下水特性
		基礎地盤沈下	軟弱地盤、腐植土、地下水低下
		基礎地盤の液状化	地盤の物理特性、地下水
	橋梁	基礎の不同沈下・傾動	支持層急変、地盤特性
	山岳トンネル	異常出水	断層、不透水層、地下水分布・量
		ズリの重金属汚染	試料採取箇所、風化
		切羽崩壊	地盤の不均質性、地下水、地盤
		井戸の枯渇	地下水低下、井戸分布
	都市トンネル	構造物の変形	地盤の不均質性、地下水低下
河川・海岸	堤防	すべり破壊	クイッククレイ、リーチング
		浸透破壊	パイピング特性、地盤の不均質性
砂防	地すべり	対策後・概成後の再活動	古地すべり、地下水劣化、深部すべり面
	がけ崩れ	のり面保護工の劣化	スレーキング・膨潤、崩壊地周辺緩み
建築	宅地	降雨時の沈下	盛土材料劣化、吸出し
		建屋・構造物の沈下・変形	支持層急変、軟弱地盤特性、液状化

この中には、人為的なミス等品質管理に関わるものは除くこととする。最近話題となった代表的な地質リスクの発現例について概要を述べる。

① 横浜マンション問題

２０１５年に発覚した横浜市都築区のマンションの基礎杭問題である。施工管理における杭基礎打設時のデータが偽装され、マンションの杭基礎が支持層に達しておらず不同沈下が発生し、マンションの傾動やコンクリートのひび割れ、設備の破損が発生した事例である。

事前調査段階における地盤や支持層に関する情報取得、その評価に関して注目された。造成前の空中写真や旧地形図を用いた基盤形状と現状地形を比較し、適切な調査位置が提案されていれば問題が生じなかったと考えられる。計画段階、調査・設計段階での地質リスク調査検討になる事例である。

② 博多駅前陥没事故

２０１６年に発生した博多駅前の地下鉄延伸工事に伴う道路陥没事故である。地質情報と既設構造物情報などの情報が錯綜している中、適切な地質情報とその評価が必要であった。

複雑な地質構成、地盤特性やその評価だけではなく、地盤情報の共有が課題となった調査・設計段階ならびに施工段階の地質リスクの事例である。

本事故をきっかけに国土交通省は、社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会の下に「地下空間の利活用に関する安全技術の確立に関する小委員会」を設置し答申をまとめた。その中で計画・設計・施工・維持管理の各段階における地盤リスクアセスメントの技術的手法を確立することが求められている。

（３）地質リスク調査検討業務の必要性

地質リスク調査検討業務の必要性は？

事業の各段階で地質に起因するリスクを抽出し、それを評価するとともに、適切な対応を行うことにより「事業コストの縮減」や「事業の信頼性・確実性」につながること

地質リスクは、建設事業の初期から維持管理までの幅広い段階で建設コストへ大きな影響を与えることになる。地質リスク調査検討業務は、建設事業の構想・計画段階のみならず、調査・設計段階、施工段階などにおいても十分に活用できる。さらに既設構造物の供用段階においても管理計画を立案するうえで地質リスクを抽出・検討することは極めて重要である。

以下に事業における各段階の地質リスク検討の概要を述べる。

《構想・計画》段階における地質リスク調査検討

構想・計画段階の地質リスクを抽出し、地質リスクを検討するための適切な調査計画を立案する。これにより、建設時におけるコスト削減を事業の初期段階から検討することが可能となる。

《調査・設計》段階における地質リスク調査検討

一般の地質調査が最も多く発注される段階である。この段階では過去に実施された地質調査報告書、現地踏査結果等をもとに地質リスクを抽出し検討することができる。また、工期や予算の関係で１件の業務で完了できない場合は、後続の業務を発注することにより地質リスク調査検討を実施する。

《施工》段階における地質リスク調査検討

施工が具体化してきた段階である。調査・設計段階で対応できなかった地質リスクについて対応する。

《供用》段階における地質リスク調査検討

維持管理の長期的視野に立ち、地質の経年劣化により発生する可能性のある地質リスクを抽出する。

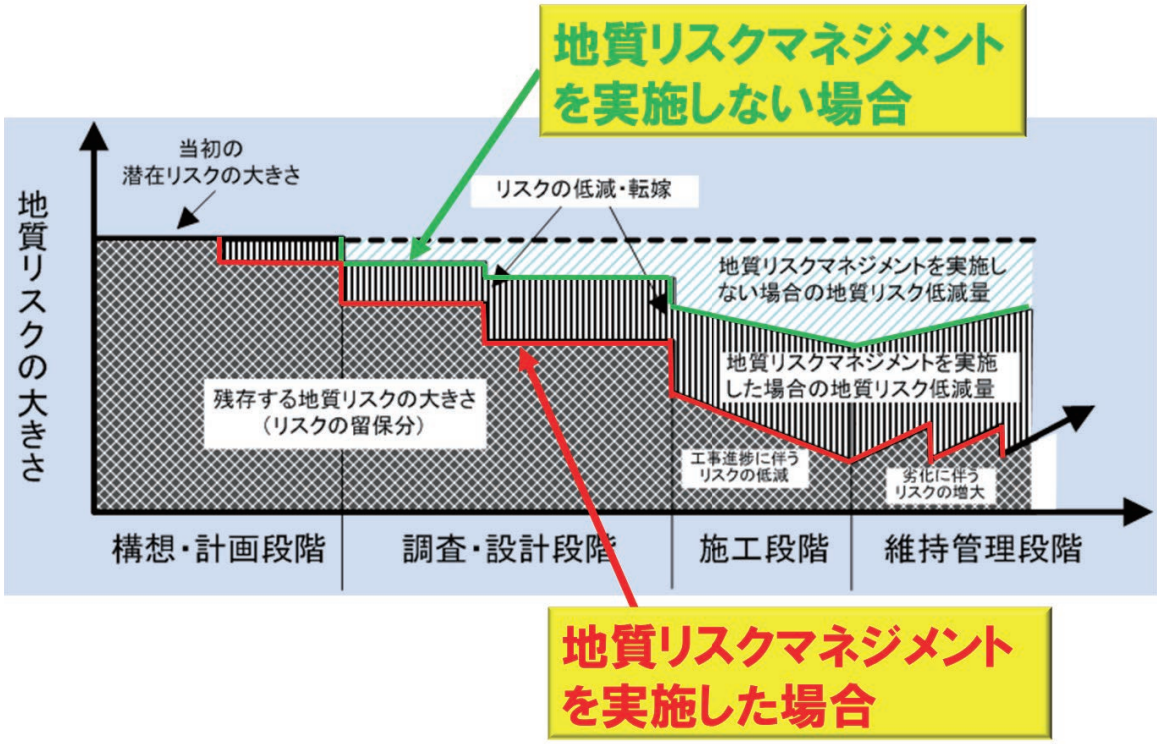


図 1.1　各段階における地質リスクの大きさと地質リスクマネジメント効果

図 1.1 は各段階における地質リスクの大きさと地質リスクマネジメントを実施した場合（赤線）と実施しなかった場合（緑線）に分けて示したものである。調査・設計段階で地質リスクの大きさに段差が生じているのは、予備設計段階での地質リスクマネジメント、次に実施する詳細設計段階での地質リスクマネジメントの実施により、地質リスクの大きさが低減されることを示している。

構想・計画段階では、両者に大きな差はないものの、施工段階には、地質リスクマネジメントを実施した場合に、地質リスクは大きく低減されることが期待できることを示している。

２．地質リスク調査検討業務と一般調査業務の関係と流れ

事業段階のうち、《構想・計画》～《調査・設計》段階における地質リスク調査検討業務と一般調査業務の関係と流れを、図 2.1 に示す。

事業の実施段階としては、その後《施工》～《供用》段階と続くが、それらの段階において求められる対応方針や具体的方策は、対象となる地質リスクや土木構造物の種類により細分化されるため、本節での詳述は割愛する。

基本的には《調査・設計》段階までに作成されたリスク管理表（登録表、措置計画表）や地質リスク概念図を活用し、リスクの共有（次段階への申し送り）を徹底することで、適切な対策を講じることができる。

：業務成果や地質リスクの申し送りなどの流れ

青　字　：事業段階ごとの要点，主な相違点

事業段階	地質調査の流れ：一般調査業務	地質調査の流れ：地質リスク調査検討業務	地質リスク調査検討業務の利点・効果
構想・計画			● 構想・計画段階で地質リスク調査検討業務を行うことで、適切なルート選定、コスト試算・低減等の検討が可能になる。 ● 具体的には、社会環境や一般的な自然環境と同様に、地すべり・断層・軟弱地盤・液状化・温泉資源、自然由来土壌汚染などに関連する地質リスクを抽出・評価し、対応方針を検討する（ 保有、低減、回避、移転の選択）。 ● 計画段階で地質リスク調査検討業務を行うことで、地質調査を計画・立案できる。
調査・設計		リスク評価の精度向上 広範囲から対象区間へ リスク評価の精度向上 対象区間から対象物へ	● 調査・設計段階は、一般的な地質調査業務が最も多く発注される事業段階であり、検討に有用な情報を最も多く取得できる段階である。 ● 本調査段階で地質リスク調査検討業務を行うことで、地質リスク解析や対策の検討の精度向上が期待できる。 ● 本調査段階で地質リスク調査検討業務を行うことで、細部の構造、施工方法や維持管理方針等の検討に必要となる情報を補完するための追加詳細調査を計画・立案できる。 ● 細部の構造検討や施工方法に関する検討の際に地質リスク調査検討業務を行うことで、施工・供用段階での地質リスクを低減したり、発現を未然に回避し、安全な施工、適切な維持管理に寄与できる。 ● 段階ごとのリスク管理表（登録表、措置計画表）、地質リスク概要図などの成果品を活用し、地質リスクを共有（次段階への申し送り）することにより、適切な対策ができる。
計画立案	**概略設計段階の調査** ●現地調査 （物理探査） （調査ボーリング） （原位置試験） （サウンディング） （地下水調査） （観測孔設置） （室内試験） （重金属簡易分析等） ●主な成果品イメージ ・地質総合解析 ※（ ）内は状況に応じ実施	**地質リスク調査検討業務（概略設計段階）** ●現地調査 ・地形判読 ・地表地質踏査（概査） ・既存文献調査 ●主な成果品イメージ ・地質リスク解析 （地質リスク区分・評価） ・地質リスク対策検討 ・地質リスク縦横断図 ・地質リスク管理表 ・本調査計画立案	
基本計画		**地質リスク調査検討業務（本調査段階）** 構想・計画段階の 地質リスクを考慮し実施 ●作業内容 ・再地表地質踏査（精査） ・既存地質調査結果更新 ●主な成果品イメージ ・地質リスク再解析 （地質リスク区分・再評価） ・地質リスク対策詳細検討 ・地質リスク縦横断図更新 ・地質リスク管理表更新 ・詳細調査計画立案	
予備設計	**本　調　査** ●現地調査 ・物理探査 ・調査ボーリング ・原位置試験 ・サウンディング ・地下水調査 ・観測孔設置 ・室内試験 ・重金属分析等 ●主な成果品イメージ ・地質総合解析		
詳細設計	**追加詳細調査** ●現地調査 ・調査ボーリング ・室内試験 ・重金属分析等	**地質リスク調査検討業務（詳細設計段階）** 予備設計段階までの 地質リスクを考慮し実施 ●作業内容 ・再々地表地質踏査 ・既存地質調査結果再更新 ●主な成果品イメージ ・地質リスク再々解析 （地質リスク区分・再々評価） ・地質リスク対策詳細検討 ・地質リスク縦横断図修正 ・地質リスク管理表更新	
施工・供用段階へ		地質リスクの伝達	

事業段階	①対応方針	②情報抽出	③現地踏査	④解　析	⑤対策の検討
構想・計画	**計画諸条件の確認** 業務の目的、業務内容の確認 業務範囲、広域環境、用地、予算 コントロールポイント等 **優先的に達成すべき目標** 発注者要求事項確認 優先順位 **許容リスクの確認** 事前想定リスク確認	**地形判読** 縮尺1/25,000～1/50,000程度 空中写真判読、 大規模地すべり・崩壊地形の抽出 断層、活断層の抽出 崖錐、扇状地、土石流土砂の抽出 **文献資料収集整理** 計画地周辺の空中写真 図幅説明書、市町村史他 地形地質、水文、活断層、地すべり 地盤沈下に関する文献資料 災害履歴に関する資料 地震・津波に関する資料 ハザードマップ （河川災害、斜面災害、火山災害）	**山間部における踏査** 縮尺1/10,000程度 地表地質踏査（概査） 地質構成・分布 地質構造（断層、活断層、活褶曲） 自然由来重金属（簡易） 河川・渓流状況、地下水状況 地すべり、崩壊地の分布 土石流、岩盤崩壊履歴及び発生の可能性 **低地部における踏査** 縮尺1/10,000程度 地表地質踏査（概査） 沖積低地、段丘、洪水氾濫の可能性・履歴 土地利用 **土木構造物付近の調査** 構図物と断層、地すべり・崩壊地の概略関係 構造物と地災害、構造物の基礎・支持層 地下水状況 **地形地質解析** 地形・地質の特徴 （1/10,000スケールでのコメント） 地質平面図（全体）、地質平面図（ルート）	**地質リスク要因の特定** 発現する事象の分類 （例えば地すべり、斜面崩壊等） リスク管理表作成 **地質リスク発生確率と被害規模の予測** 地質リスク区分 被害規模のランク区分設定 発生確率のランク区分設定 リスクランク評価基準の作成 （事象ごと） 被害規模の予測 発生確率予測 リスクランク区分 **本調査計画** 予想される構造物別の調査 重点調査範囲・項目 **合同調整会議（三者会議）** 調査、設計、国交省との協議 （概略設計段階）	**リスク対応方針の検討** 不確実性の評価（例えば） 回避：ルート変更 低減：小シフト（線形変更） 保有：対策工 **リスク対応方針の比較検討** 対応策検討 （リスク保有、削減、回避、転移） 残存リスク（リスクスコア）の整理 地質リスク管理表（登録表、措置計画表）作成 地質リスク概要図作成 **報告書作成** 報告書作成項目 資料集整理結果 地形判読結果 現地踏査結果 （縮尺に応じて） 地質リスク評価検討結果 リスク管理表（登録表、措置計画表） 本調査計画 合同調整会議検討事項 **電子成果品** 電子納品運用ガイドラインに基づき実施
調査・設計	**計画諸条件の確認** 業務の目的、業務内容の確認 業務範囲、路線付近環境 路線付近用地状況、概略予算等 **優先的に達成すべき目標** 発注者要求事項確認（ルート範囲） 計画諸条件の確認 優先順位（区間、構造物別） **許容リスクの確認** 計画段階のリスクの確認 想定リスクの確認	**地形判読** 縮尺1/1,000～1/5,000程度 空中写真判読 地すべり、落石分布、崩壊地形、 岩盤崩壊地形の抽出 活断層の抽出 **文献資料収集整理** 地形地質、水文、活断層、地すべり 地盤沈下に関する文献資料 鉱山、温泉、文化財等に関する資料 計画地周辺の地盤調査 地盤物性等に関する資料 砂防基礎調査資料 地すべり防止区域、急傾斜崩壊危険区域 土石流危険渓流等の指定状況 ハザードマップ （河川災害、斜面災害、火山災害） 道路防災点検カルテ、道路管理記録	**山間部における踏査** 縮尺1/1,000～1/5,000程度 再地表地質踏査 地質構成分布、地質構造 （断層、活断層、活褶曲） 地層の走向傾斜、風化の程度、 風化層の厚さ、スレーキング・膨潤特性 岩盤の力学特性 変質帯の分布、変質の程度 自然由来重金属（公定） 地下水（湧水、ｐＨ、利用） 地すべり、崩壊地の有無、規模、 対策状況、落石、崩壊、 岩盤崩壊の履歴及び発生の可能性 **低地部における踏査** 縮尺1/1,000～1/5,000程度 再地表地質踏査（詳細） 沖積低地、段丘、液状化の可能性・履歴、 河川洪水氾濫の可能性・履歴 地下水の水位、被圧、井戸、水利用、 渇水対策、地盤沈下 **土木構造物付近の調査** 例えばトンネル坑口 縮尺1/500～1/1,000の詳細地質図 地すべり・崩壊地形、断層と坑口の関係 坑口切羽の自立性 坑口の支持地盤 坑口部の落石・崩壊、岩盤崩壊 坑口付近の岩盤の膨潤スレーキング特性 坑口付近の地下水状況 地下水低下、湧水 掘削ズリの重金属汚染、酸性水等 掘削工法（騒音・振動等） **地形地質解析** 地形・地質の特徴 （1/500～1/1,000スケールでのコメント） 構造物と地質・地形の関係 地質平面図（踏査範囲） 地質断面図（構造物ごと）	**地質リスク要因の特定** 発現する事象の分類 （例えば重金属、環境他） 構造物別の地質リスク抽出 リスク管理表（登録表）更新 **地質リスク発生確率と被害規模の予測** 地質リスク再区分 被害規模のランク区分再設定 発生確率のランク区分再設定 リスクランク評価基準の更新 （事象ごと） 被害規模の予測 発生確率予測 リスクランク再区分 **追加詳細調査計画** 構造物別の詳細調査計画 **合同調整会議（三者会議）** 調査、設計、国交省との協議 （基本～詳細設計段階）	**リスク対応方針の検討** 不確実性の評価（例えば） 回避：排土など（リスク除去） 低減：小シフト（縦断のみ） 保有：対策工 **リスク対応方針の比較検討** 対応策検討 （リスク保有、削減、回避、転移） 残存リスク（リスクスコア）の再整理 地質リスク管理表（登録表、措置計画表）更新 地質リスク概要図更新 **報告書作成** 報告書作成項目 資料集整理結果 地形判読結果 現地踏査結果 （縮尺に応じて） 地質リスク評価検討結果（再整理） リスク管理表（登録表、措置計画表）（更新） 追加詳細調査・維持管理計画 合同調整会議検討事項 **電子成果品** 電子納品運用ガイドラインに基づき実施

図2.1　地質リスク調査検討業務と一般調査業務の関係と流れ

３．地質リスク管理表について

地質リスク解析では、地質リスク要因を特定（抽出）し、地質リスクの発生確率と被害規模の予測を行い、地質リスク管理表を作成する。作成された地質リスク管理表を用いて、地質リスク対策の検討をおこなう。地質リスク管理表は、登録表と措置計画表がある。

地質リスク管理表は、追加調査結果などにより更新され、設計・施工段階に引き継がれてゆくことが重要である。

【解説】

（１）基本事項

一般的なリスクマネジメントの手順としては、①リスクの抽出、②そのリスクの影響度と可能性の高さ（発生確率）の予測、③②を用いたリスクの程度の把握、④リスクへの対応であり、地質リスクマネジメントでも同じ手法を用いる。

まず、地質リスクへの対応を検討するためには、リスクの程度の大きさが重要になる。一般にリスクの程度の大きさは以下のように表される。

リスクの程度Ｒ＝影響度　Ｅ×可能性の高さ（発生確率）Ｌ

（２）リスクスコア

表 3.1 にこの考え方に基づいて作成された「リスクの程度」をまとめた。表中のＡＡ、Ａ、Ｂ、Ｃはリスクスコアであり、影響度と可能性の高さをそれぞれ 1～5 の 5 段階の評点を付け掛け合わせたものである。リスクスコアは、対象とする事業特性や地質特性などを考慮し、受発注者間で協議し決定する。

リスクスコア（リスクの程度　Ｒ＝Ｅ×Ｌ）

Ｒ＝20～25	ＡＡ	：リスクを回避することが望ましいリスク事象
Ｒ＝10～19	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＝5～9	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＝1～4	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

（3）地質リスク管理表（登録表）

表 3.2 に地質リスク管理表（登録表）を示す。この登録表は、抽出されたリスク毎にリスクの内容の詳細な記載、リスク分析手法の検討、影響度、発生確率の評価などから解決すべき優先順位を提案するものである。なお、ここで示した登録表の項目や記載事項は、リスクスコアと同様に受発注者間で協議し決定する。

（4）地質リスク管理表(措置計画表)

表 3.2 に地質リスク管理表（措置計画表）を示す。措置計画表は、抽出されたリスクが、どのような方法により誰がいつ対応したか記録する表である。リスク対応により、リスクが解決されたのか、残存するのかを次工程に引き継ぐ目的を有している。この表の内容についても、受発注者間で協議し決定する。

表 3.1　リスクスコアの例

			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

(注)リスクスコア(リスク程度　R＝E×L)

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　: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　: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　: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)

※　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

表 3.2　リスク管理表（登録表）の例

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	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	地すべりか崖錐堆積物か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													

【凡例】

＜状況＞　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

〈リスク区分＞　リスクスコア(リスク程度　R＝E×L)

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　: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　: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　: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)

表 3.3　リスク管理表（措置計画表）の例

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、崖錐堆積物とた判断した	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										

４．地質リスク調査検討業務の内容について

（1）業務内容につて

以下に示す地質リスク調査検討業務の内容は、既往発注業務の業務内容を参考として、「全国標準積算資料(土質調査・地質調査)平成30年度改訂歩掛版：全国地質調査業協会連合会, 2018. 9」に準拠して作成している。

なお、以下に示す業務内容は、構想・計画段階におけるものである。

地質リスク調査検討業務の内容について

業務の内容は以下の通りとする。

（1）地質リスク対応方針の策定

本事業の目的、業務内容、業務範囲、周辺環境、用地、予算、コントロールポイント等の計画諸条件を把握・整理した上で、地質リスクに関し優先的に対応すべき目標および許容リスクの範囲等について調査職員と協議の上検討し、地質リスク対応方針を策定する。

（2）資料収集整理および地質リスク情報抽出

地形地質文献資料、地形図・空中写真、災害履歴資料、被害想定資料、既往地盤調査資料、既存工事記録、鉱山・温泉・文化財等に関する資料等の地質リスク検討に必要な資料の収集整理を行うとともに、空中写真および詳細地形図による地形判読を行い、本事業に想定される地質リスクを抽出する。

（3）地質リスク現地踏査

（2）で抽出した地質リスクについて、必要な範囲の現場踏査を行い、地質リスクの観点から地質の特徴を把握し、地質平面図（必要に応じて地質断面図）を作成する。

（4）地質リスク要因の特定

資料収集整理結果および現地踏査結果をもとに、本事業の維持管理段階まで含めた諸条件を踏まえたうえで、地質リスクの発生に影響する素因と誘因を抽出し、発生する可能性のある地質リスクの分類を行い、構造物ごとの地質リスクを抽出し、地質リスク管理表（登録表）を作成する。

（5）地質リスク解析

（4）により抽出された地質リスクに対して、以下の解析を実施する。

①被害規模および発生確率のランク区分を設定し、リスクランク評価基準(リスクスコア)を作成する。

②それぞれの地質リスクについて発生確率および被害規模を予測する。

③それぞれの地質リスクについて、リスクランク区分を決定する。

（6）地質リスク対策の検討

（4）により抽出されたそれぞれの地質リスクに対して、不確実性や対策の効果・費用を踏まえ、対応方針（リスクの保有、低減、回避または移転)を検討するとともに、残存リスクにつ

いて整理し、地質リスク管理表（リスク措置計画表）および地質リスク概要図を作成する。

（7）合同調整会議

「発注者・受注者・関連業務担当者」の三者により合同調整会議を行い、各々の方針・計画・業務内容等の情報共有を行う。

（8）後続調査計画の立案

地質リスクについてとりまとめた結果および合同調整会議の結果を踏まえ、継続して調査が必要な箇所について後続調査計画方針を検討し、後続調査計画の立案を行う。

（9）報告書作成

資料収集整理結果、地形判読結果、現地踏査結果、地質リスク解析、地質リスク評価検討結果、合同調整会議で検討した事項、後続調査計画等の本業務で実施した結果をとりまとめ報告書を作成する。

（2）発注方式について

平成27年度に発表された「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方式の運用ガイドライン」では、地質事業の例において『地質リスク調査検討』と『地質調査計画策定』は図4.1のように『プロポーザル方式』に記載されていることから、プロポーザル方式で発注されることが適当である。なお、事業規模や想定される地質リスクが小さい場合には、総合評価方式も適用できる。

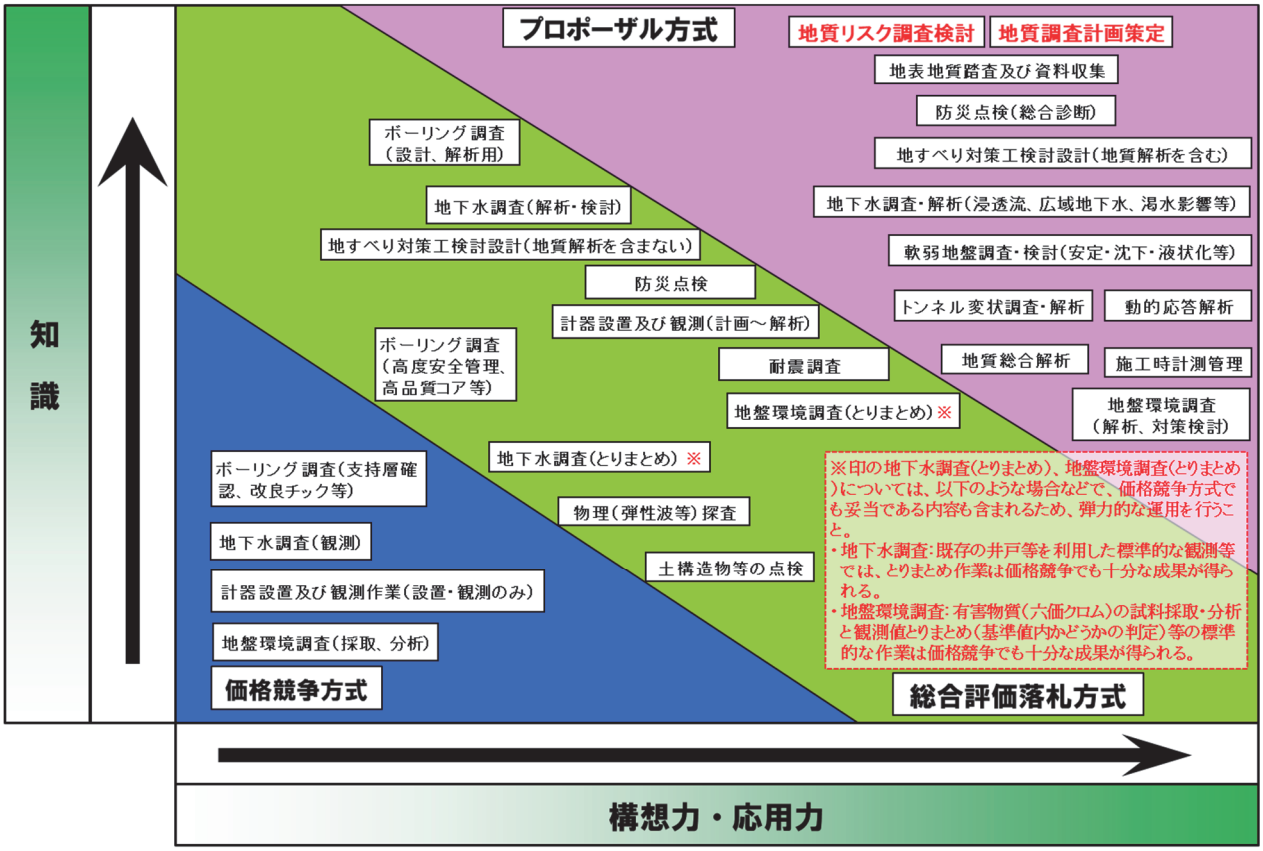


図4.1　標準的な業務内容に応じた発注方式事例（地質事業の例）

５．地質リスクに関する調査事例の紹介

地質リスク学会主催の地質リスクマネジメント事例研究発表会で発表された中から、各段階における地質リスクに関する事例について道路及び河川事例から５例を抜粋して、事例概要及び対応方針・結果について次頁以降に示す。

なお、以下に事例の概要を述べる。

（１）道路事例

＜調査（予備）・設計段階＞

道路事例１：道路事業における地質リスク検討業務の事例

【概要】地質リスクの検討・ランク付けを行い、対応方針を決定した。近畿地方整備局紀南河川国道事務所管内の「すさみ串本道路事業」において試行的に導入された予備調査・設計段階における「地質リスク検討業務」である。

＜維持・管理段階＞

道路事例２：地質リスクを考慮した道路のり面の維持管理計画案の策定事例

【概要】過去、顕在化した損傷に着目して維持管理を行っていたが、近年、土砂災害が連続して発生していることから、防災的な視点による管理不足を補うため、地質リスクを考慮した維持管理計画を検討した。

＜施工段階＞

道路事例３：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

【概要】当初、路線への地すべりの影響はないと判断されていた。工事用道路等の仮設切土のり面に変状が発生するようになり、本線の施工では切土をさらに実施することから、再調査を実施したところ、末端部に道路がかかる滑動中の大規模な地すべりが確認された。

（２）河川事例

＜施工段階＞

河川事例１：河川掘削工事で発現した地すべりに対するマネジメント事例

【概要】河川改修工事のため河床を切下げ工時、現河床面より２ｍ下まで掘削した際に掘削側壁が若干せり出すとともに、約３５ｍ背後の農地に段差を伴う開口亀裂が発生する地すべりが発現した。

＜調査・設計（詳細）段階＞

河川事例２：軟弱地盤上の築堤における地質リスク回避事例

【概要】軟弱地盤上の河川堤防の築堤工事において、当初は基礎地盤対策なしで築堤可能との解析結果が得られたが、近傍の類似地盤上の堤防嵩上工事において盛土直後にすべり破壊が発生した事例があり、当該区間でも同様の地質リスクの発現が懸念された。

＜道路事例1；調査（予備）・設計段階＞第8回地質リスク発表会
道路事業における地質リスク検討業務の事例

【概要】地質リスクの検討・ランク付けを行い対応方針を決定した事例
・近畿地方整備局紀南河川国道事務所管内の「すさみ串本道路事業」において試行的に導入された予備調査・設計段階における「地質リスク検討業務」。
【発現する可能性があるリスク】切土法面の変状・崩壊
【地質リスクの素因・誘因】
・素因；流れ盤構造、破砕帯等の弱層狭在
・誘因；切土掘削による応力解放・層理面すべり
【対応方針】
・文献・既往資料調査、地形判読、近接道路（紀勢自動車道）の事象の解析、地表地質踏査による地質リスクの要因抽出
・地質リスクの検討・評価
・地質リスクのランク付け（「影響度」×「発生確率」のマトリックス表作成）
【対応結果】
・地質リスクを踏まえた調査（大口径ボーリング、ボアホールカメラ等）を実施し、地域特有の地質リスクの把握・回避を提案。

【地質リスクの素因・誘因】

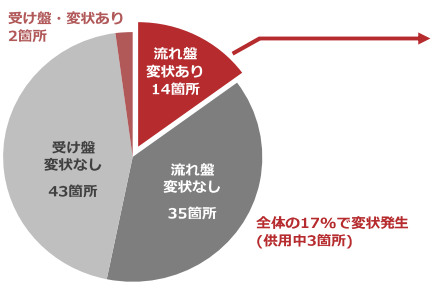
発現可能性リスク；切土法面の変状・崩壊
素因；流れ盤構造、破砕帯等の弱層挟在
誘因；切土による応力解放・層理面すべり



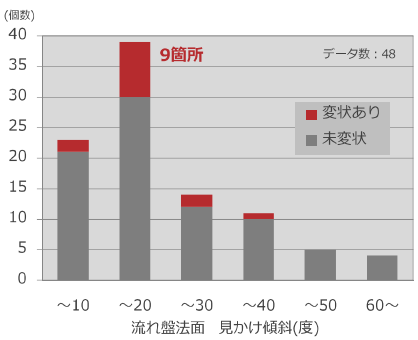


地質構造や
破砕帯の確認

**切土法面3段以上の変状ケースでは、
すべてすべり面に破砕帯等の弱層を狭在。**



紀勢自動車道での
地質構造別変状記録



流れ盤法面の見かけ傾斜

流れ盤構造において、法面に対する層裏面の傾斜角度が20°の場合、変状が発生する割合が多いことが判明。

【対応方針（1）】地質リスクの検討・評価

本事業で独自に地質リスクを【AA】【A】【B】【C】のランク付けで行い、その対応方針を決定。

本業務における地質リスクランク設定と対応方針

手法	リスクランク	想定事象と対応方針	発現事象の例
回避	AA	**計画可能な工法による対応が困難**である．通常容認される以上の事業費がかかる． ⇒**路線を変更**等を行う．	・**大規模な地すべり**が発生し，計画可能な対策工での対応が困難．
低減	A	**構造形式の変更**や，安全性が低下する可能性がある． ⇒**詳細な調査**を行い，完全なリスク低減を講じる．	・支持層が予定より深く基礎形式が変更．
低減	B	軽微な追加対策や，対策範囲の変更により対応できる． ⇒**通常の調査**を行い，結果に応じて対策工を行う．	・崖錐堆積物層の分布範囲が広くなり鉄筋挿入工の範囲が変更．
保有	C	**事前の低減対策等の必要性が低い**ため，施工段階リスクを保有する．（構造物の規模が小さいものを含む）	・擁壁基礎地盤にわずかな不陸があり置き換えにより対応した．

例として、リスクランクAは、構造形式変更の可能性がある場合などで、詳細調査を実施し、その結果を対策に反映をさせ、リスク低減を図る。

【対応方針（2）】地質リスクのランク付け

想定される地質リスクを客観的に評価するために、既往文献等を参考として「影響度」×「発生確率」でマトリックス表を作成し評価。

リスクランク ＝ 発生確率 × 影響度

影響度	発生確率：小（・節理面等があり，流れ盤構造等の組み合わせなし）	発生確率：中（・層理面等があり，流れ盤構造等の組み合わせあり）	発生確率：大（・破砕帯等の弱面があり，流れ盤構造等の組み合わせあり）
特大（・路線変更が必要な規模）	B	A	AA
大（・法面5段以上の規模）	B	B	A
中（・法面2～4段の規模）	B	B	A
小（・法面1段程度の規模）	C	B	B

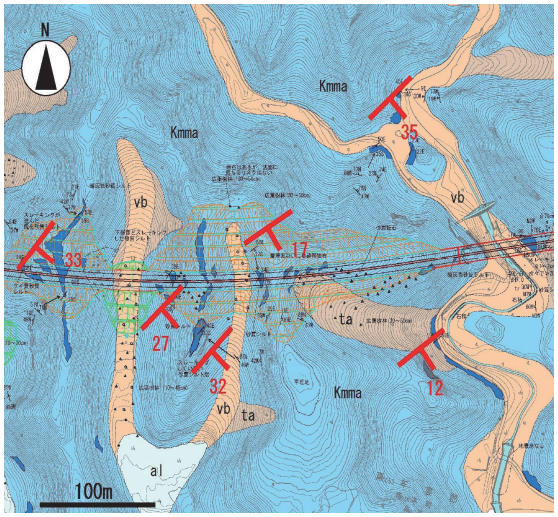
（法面・自然斜面の不安定化）

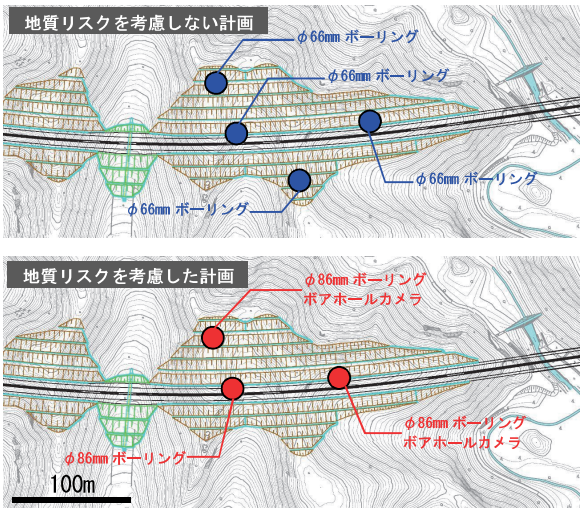
影響度は「コスト」「期間」「安全」「環境」の観点から決定。
発生確率は紀勢自動車道でのデータに加え各事象の技術指針を参考に整理。

例として、法面段数が5段以上のものは影響度が「大」、流れ盤構造で破砕帯や粘土層等の弱面を有するものは発生確率が「大」となる。
この表に当てはめるとリスクランクは「A」判定となる。

【対応結果】後続調査計画

地質リスクの評価を受けて、後続調査計画の立案。
⇒詳細調査が必要な箇所の提案・合理的な調査計画の策定





構造物	切土法面(6 段、両切)
地質リスク要因	流れ盤構造
発 現 事 象	法面崩壊
発 生 確 率	大(見かけ傾斜 16°、破砕帯あり)
影 響 度	大(長大法面 5 段以上)
リスクランク	A(詳細調査が必要)
対 応 方 針	ボーリングにより詳細な調査を実施し地質構造の精査と弱面の確認を行う

・北側法面は変状リスクが高いため道路土工指針に示される詳細調査を計画。
・受け盤構造である南側法面の調査は省略。

【まとめ】

①地質リスク検討は行わず、調査を行う場合
・各工区ごとに発注される調査業務において、地質リスクへの対応(調査方針)が設定されず、ボーリング結果からの解析となる。
・地域特有の地質リスクを設計や施工へ十分に反映できない可能性がある。

②地質リスク検討を実施した上で、調査を行う場合
・地質リスクを踏まえた調査(大口径ボーリング，ボアホールカメラ等)を実施し、地域特有の地質リスクを把握できる。
・地質リスクを適時、設計や施工、維持管理に反映させることができる。

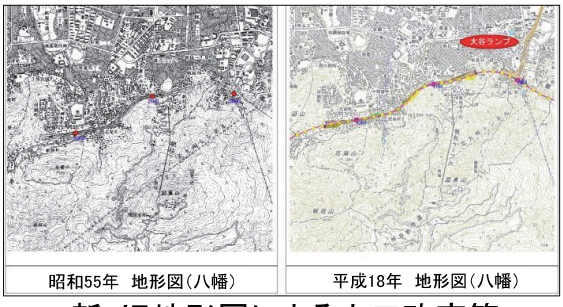
＊したがって、リスクマネジメントの効果は、予定外の工事費増加の抑制、工事進捗遅延の予防が図れると考えられる。

＜道路事例2；維持・管理段階＞第9回地質リスク発表会
地質リスクを考慮した道路のり面の維持管理計画案の策定事例

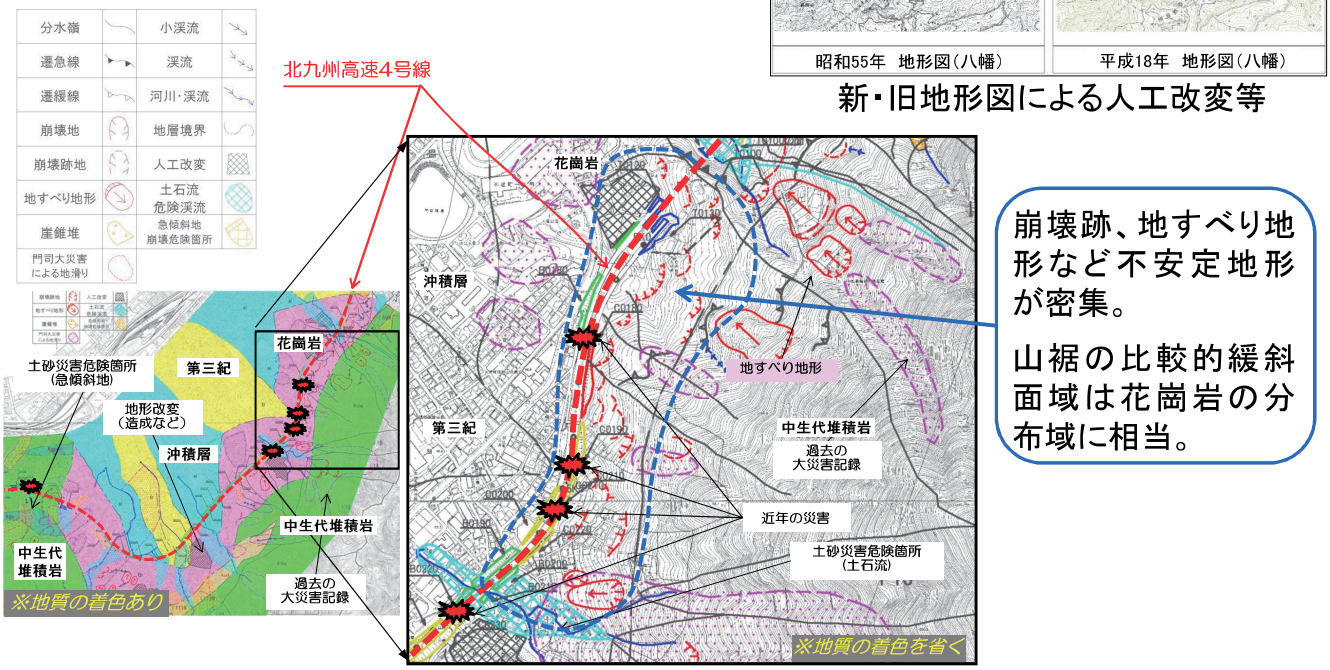
【概要】地質リスクを考慮した維持管理計画案の策定事例
・過去、顕在化した損傷に着目して維持管理を行っていたが、近年、土砂災害が連続して発生していることから、防災的な視点による管理不足を補うため、地質リスクを考慮した維持管理計画を検討。
【発現する可能性があるリスク】斜面崩壊などの土砂災害
【地質リスクの素因・誘因】
・素因；風化花崗岩
・誘因；地形改変、豪雨（地下水位上昇）
【対応方針】
・既存資料と聞き取り調査に基づいた机上調査を基本。
・(1)既存資料の収集・整理から(2)災害要因を抽出し、(3)地質リスクの選定と評価を行い(4)重点的に管理するのり面を設定し、(5)計画的かつ効率的に維持管理を実行するための維持管理計画案を策定。
【対応結果】
・路線全線で統一的に地質リスクを評価するため、災害や異常報告箇所の「潜在的な災害要因」に着目することで、防災的な視点から計画的かつ効率的に維持管理を実践するための計画案を策定できた。

【地質リスクの素因・誘因】

発現可能性リスク；斜面崩壊などの土砂災害
素因；風化花崗岩
誘因；地形改変、豪雨（地下水位上昇）



新・旧地形図による人工改変等



崩壊跡、地すべり地形など不安定地形が密集。
山裾の比較的緩斜面域は花崗岩の分布域に相当。
一般公開資料の整理・判読結果

【対応方針】地質リスクの選定

＜地質リスクの選定＞

・「潜在的な災害要因」のうち、管理域外に潜む地質リスクを統一的に評価できる、地形判読による“周辺不安定地形”を特に注目した。

・「顕在化した災害要因」のうち、構造物に著しい変状が発生している場合は災害に至る前兆現象として捉え、早急に維持管理計画に反映する必要があることから高く評価した。

災害要因に対する評価区分

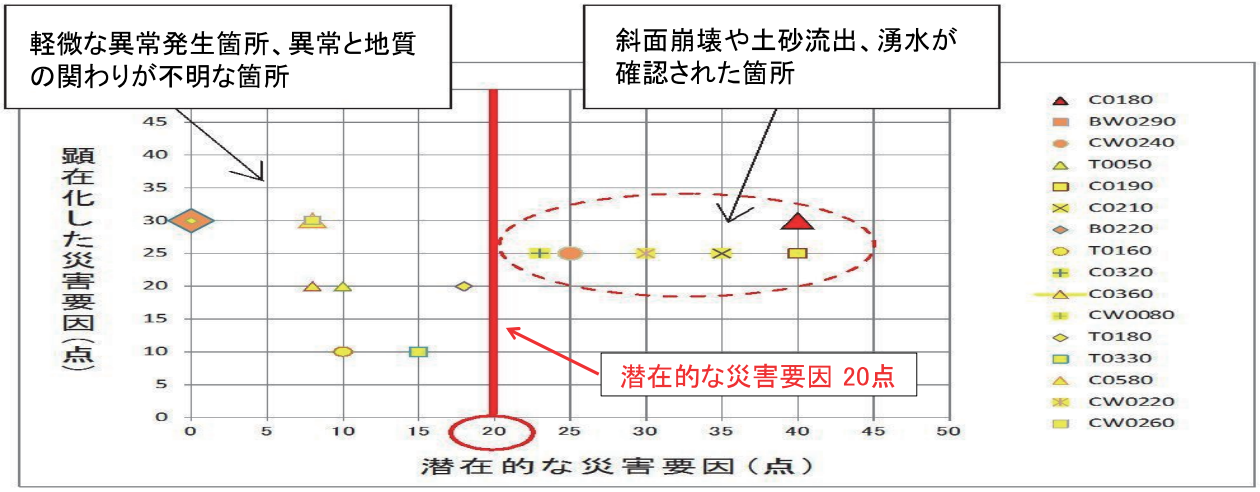
	色別	潜在的な災害要因										顕在化した災害要因					
		他の災害種別		周辺不安定地形		不安定地質		地下水・湧水		地形改変		維持管理情報		災害履歴		その他（対策効果）	
		評点区分	配点	評点区分	配点	評点区分	配点	評点区分	配点	評点区分	配点	評点区分	配点	評点区分	配点	評点区分	配点
a		危険箇所内	5	崩壊跡・地すべり等、異常地形が分布	15	不安定な地質分布が明らか	10	顕著／多量	15	あり	5	変状著しい／災害に至る危険性大	30	あり	20	対策なし	0
b		危険個所の近傍	3	周辺地に異常地形が分布	5	不安定な地質分布が想定される	5	少量／不明瞭	5	近傍であり	3	変状あり／災害の恐れあり	10	近傍であり	10	応急・抑制対策あり	-10
c		危険個所外	0	特になし	0	特になし	0	特になし	0	特になし	0	軽微／進展の可能性低い	5	なし	0	抑止、防護、補強対策あり	-40
d		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	なし	0	-	-	-	-

【対応結果（1）】地質リスクの評価

＜地質リスクの評価＞

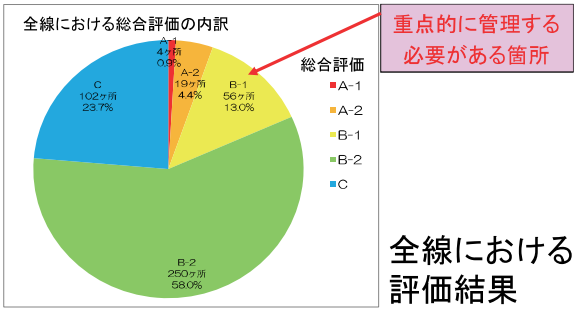
・【着目点】路線全線に渡って統一的に地質リスクを評価するため、災害や異常報告のある箇所における「潜在的な災害要因」に着目した。

・【地質リスク評価の目安】斜面崩壊などの土砂災害が発生した箇所や多量湧水等の異常が確認された箇所と、異常が非常に軽微もしく地形・地質等の災害要因との関わりが不明瞭な箇所は、「潜在的な災害要因」の傾向に差が見られ、これをリスク評価の一つの目安とした。



【対応結果（2）】重点管理のり面の設定

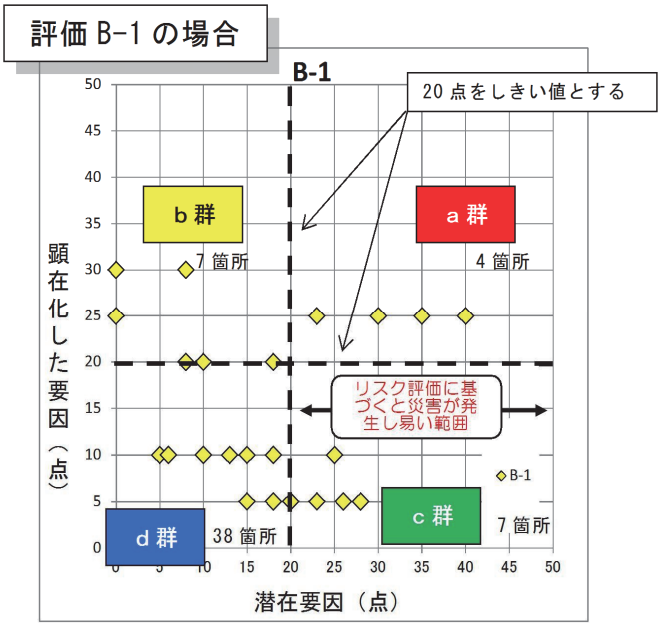
・要対策とカルテ対応B−1は、災害履歴のある地域の地質リスクと同程度の評価となることから、これらを主に重点管理のり面と設定した。
・なお、重点管理のり面の中でも、カルテ対応B−1は対象箇所が多いこともあり、リスク分析による細区分から優先度を設定した。



全線における評価結果

リスク分析による優先度の細区分

リスク評価による細区分	内　容	優先度
a群	地質リスクが明らかであり、最も優先度が高い。	1
b群	明らかな変状が発生しており、災害に対する緊急性を考慮すれば、ａ群の次に優先度が高い。ただし、変状原因や規模（影響度）等によってはこの限りではない。	2
c群	ｂ群に比べ目に見える変状程度が小さいため、緊急性は低い考えられが、潜在要因（地質リスク）の状況によっては災害の規模・影響度も大きくなるため、必ずしもｂ群より優先度が低いわけではない。	
d群	地質リスクは少なく、最も優先度が低い。	3

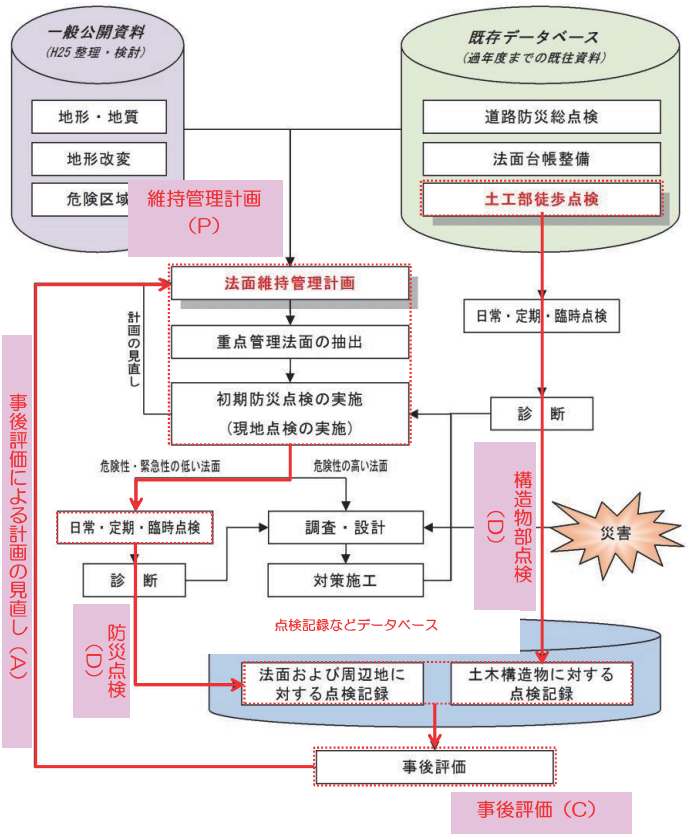


リスク評価による細区分

【まとめ】維持管理計画案の策定

・維持管理計画案は、道路のり面や地質リスク（災害危険箇所）の状況を踏まえ、防災的な視点から計画的かつ効率的に維持管理（防災点検、予防対策）を実践するために策定した。

・維持管理計画案は、「計画→点検・防災対策→評価→見直し」といったPDCAサイクルによる継続的なマネジメントサイクルを念頭に作成した。



維持管理計画に関する全体フロー

＜道路事例3；施工段階＞第9回地質リスク発表会
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

【概要】潜在地質リスクを明らかにし、リスクを最小限に回避した事例
- 当初、路線への地すべりの影響はないと判断されていた。
- 工事用道路等の仮設切土のり面に変状が発生するようになり、本線の施工では切土施工をさらに実施することから、再調査を実施したところ、末端部に道路にかかる滑動中の大規模な地すべりが確認された。

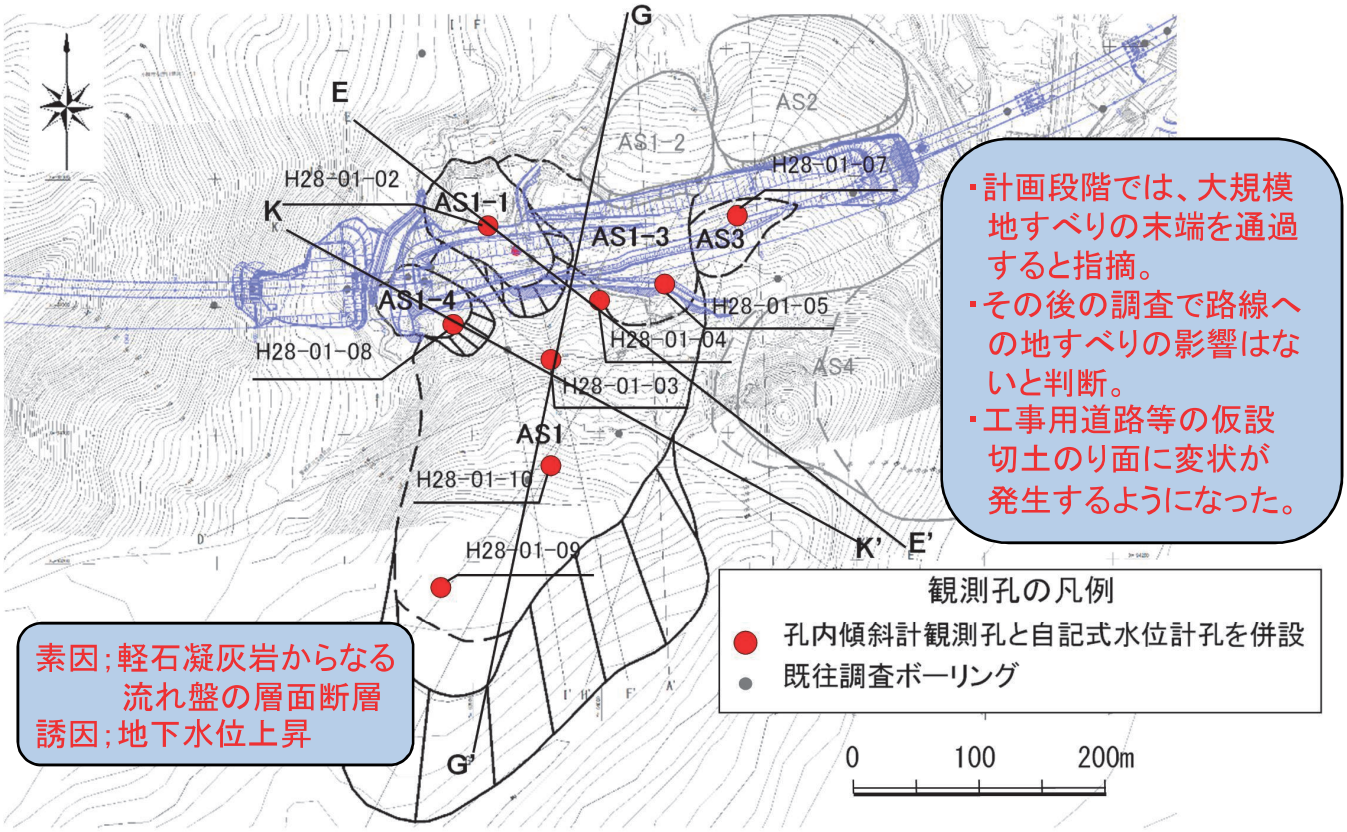
【想定されるリスク】地すべり

【地質リスクの素因・誘因】
- 素因；軽石凝灰岩からなる流れ盤の層面断層
- 誘因；地下水位上昇

【対応方針】
- 顕在化した地すべりの対策は、工費が多額（約30億円）になると試算され、事業実施工程に著しく影響を与える可能性が高いことから、地すべりの回避を含めた抜本的な対応を行った。

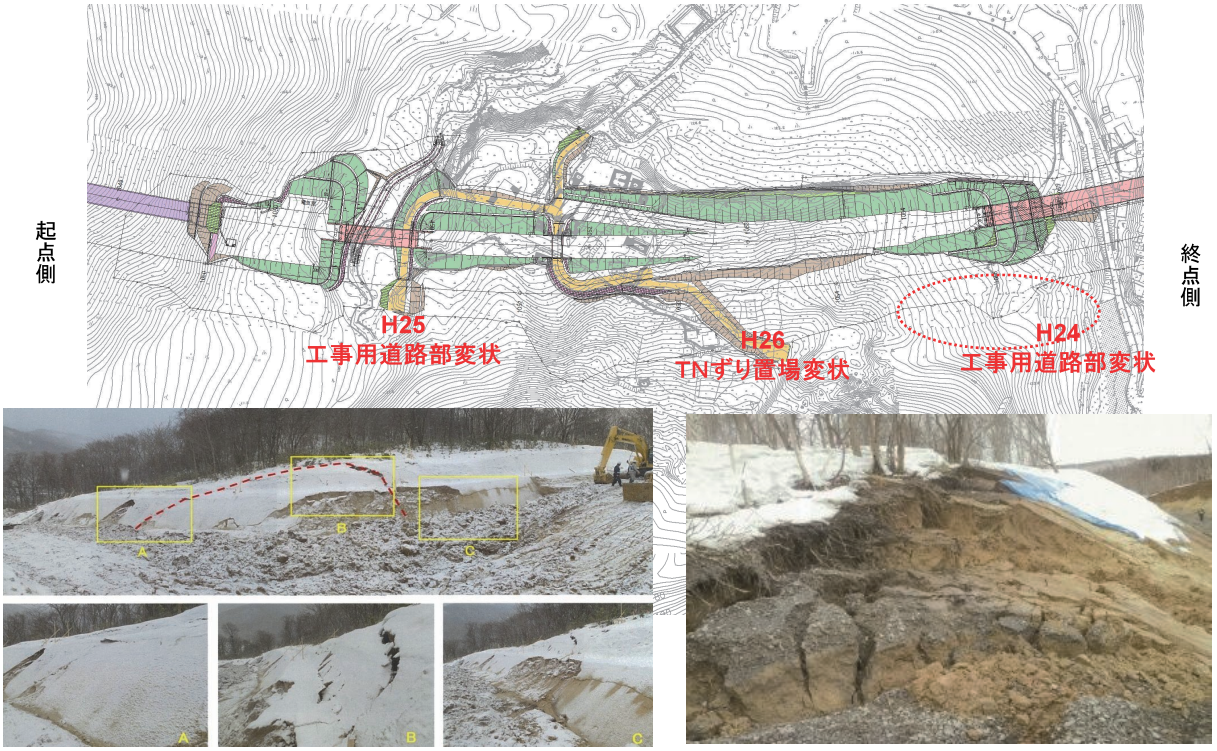
【対応結果】
- 地すべり区間で縦断線形を上げ、地すべりの不安定化への影響を可能な限り小さくした。

【地質リスクの素因・誘因】



施工中に顕在化した地すべりブロックと路線の位置関係図

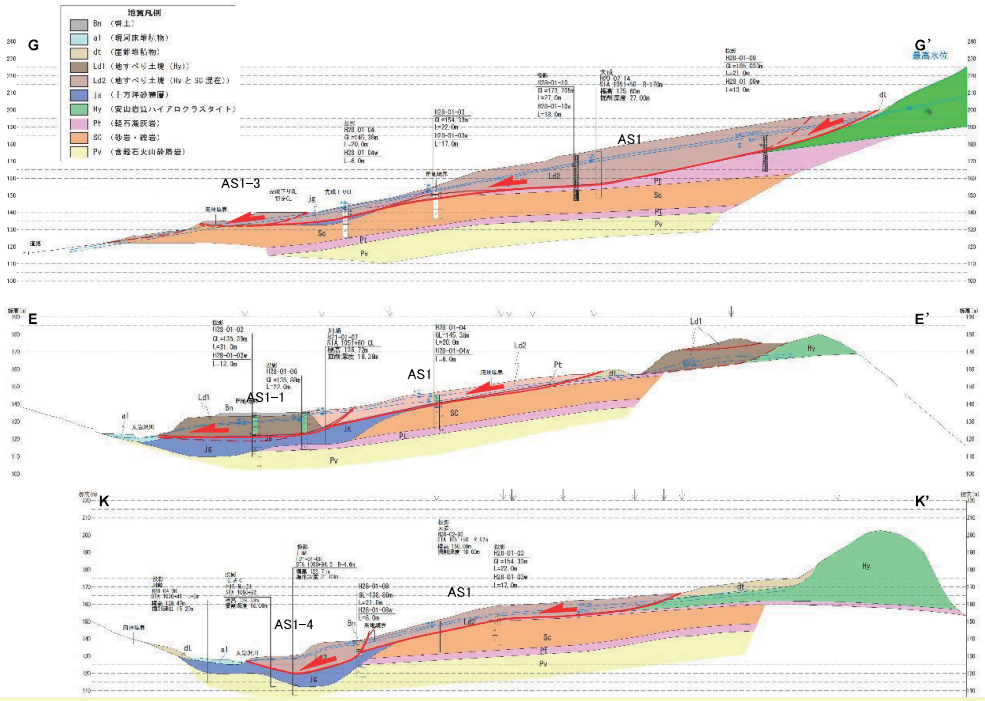
【変状の発生（リスクの顕在化）】



・変状はのり肩の最大で10日で10mm程度の変位を確認

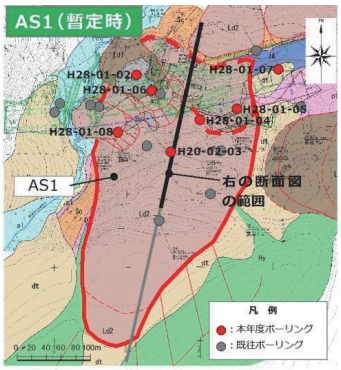
【地質リスクの要因分析】

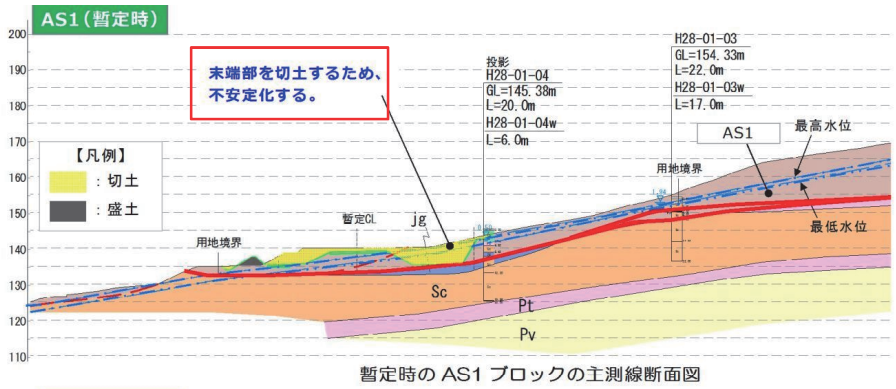
＊基盤をなす新第三紀の火砕岩の堆積構造は緩やかな流れ盤
＊地すべりは軽石凝灰岩の層準をすべり面としている
＊融雪期に1cm程度のせん断変位が見られた



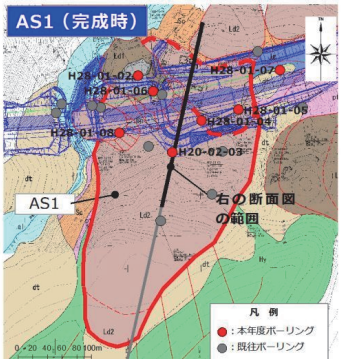
主要な地すべりブロックの主測線断面図（AS1、AS1-1、AS1-4）

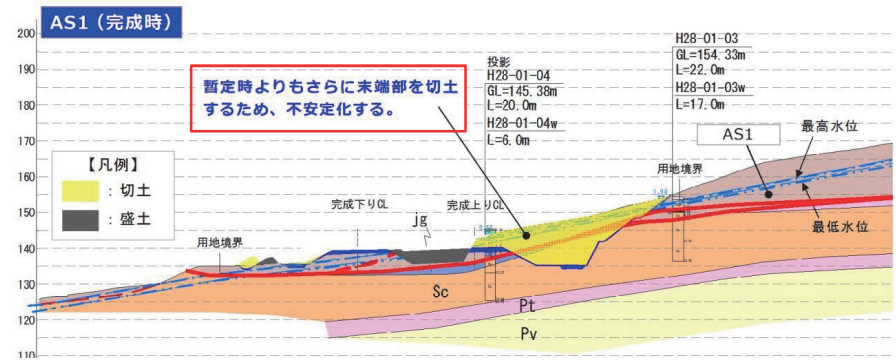
【発現する可能性がある事象】





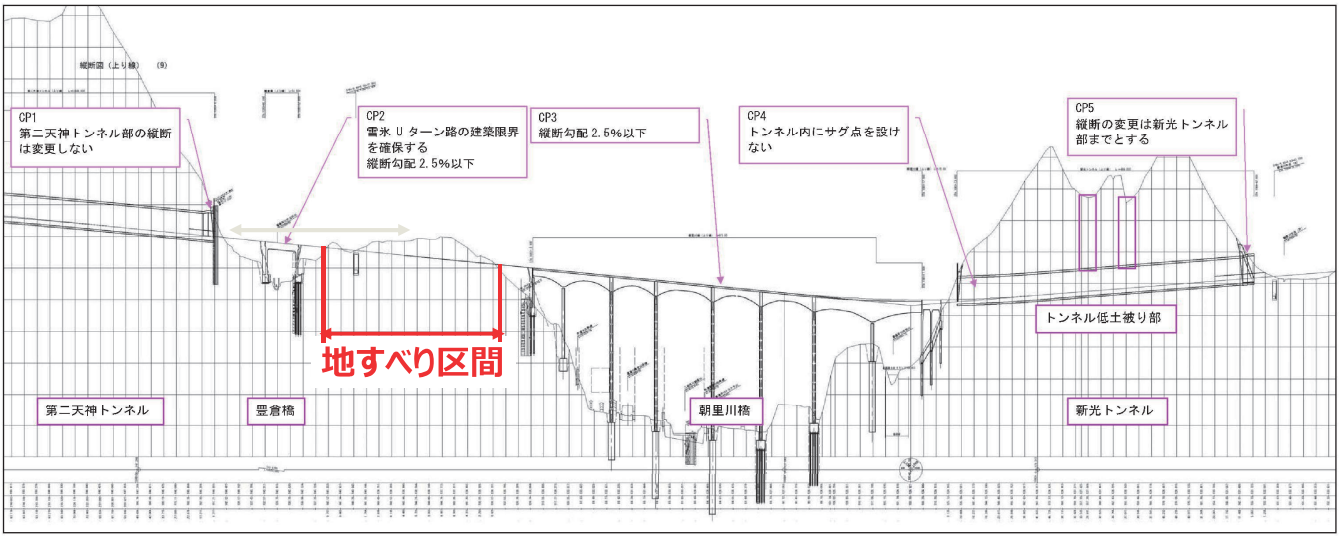
暫定時の AS1 ブロックの主測線断面図





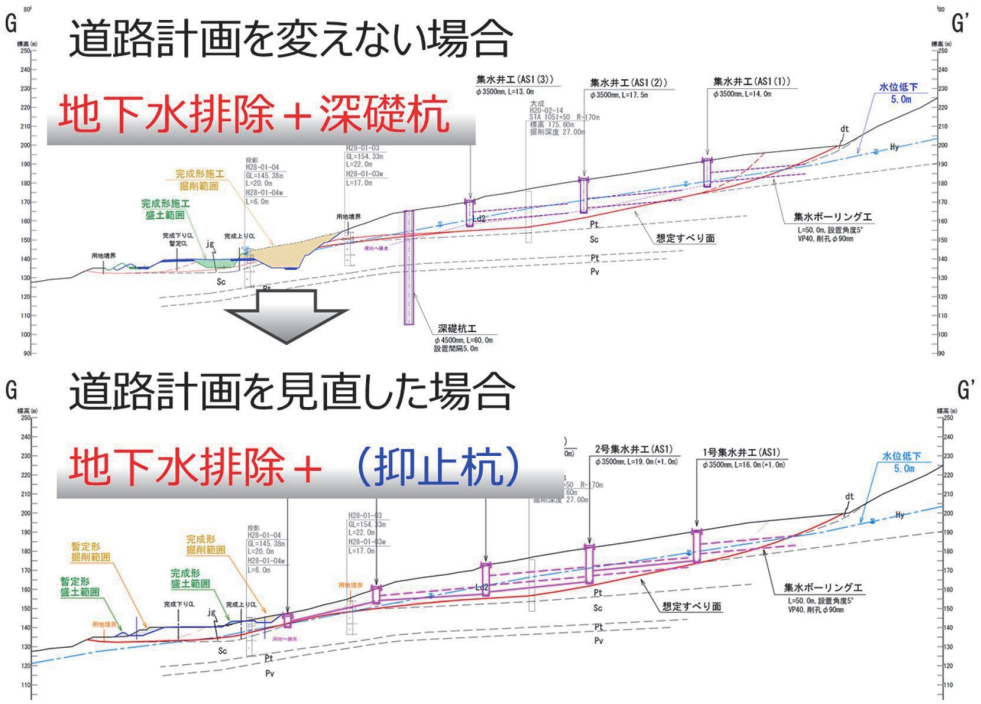
＊暫定線・完成線ともに、地すべりの末端部をさらに切土施工することから、供用中だけでなく施工中においても、地すべりが不安定化することが予想される。
＊特に完成線は暫定線よりも切土量が大きく、さらに不安定化すると予想される。

【地質リスクへの対応（1）】



＊隣接する起点側のトンネルと終点側の橋梁は既に施工が終わっている
＊トンネル、橋梁、変更可能な線形をコントロールポイントとする
＊完成線の縦断線形をできるだけ高い位置に変更
＊地すべり区間の道路構造全体の見直し、切土量の削減を図る
＊必要抑止力を最小化し、対策工費を抑え工期への影響も最小限とする

【地質リスクへの対応（2）】



＊道路計画（縦断線形）を変更しない場合「地下水排除工＋深礎杭」
＊縦断線形を高い位置に変更した場合「地下水排除工＋抑止杭」
＊縦断線形を高い位置に変更することにより、対策工期・対策工費は大幅抑制
＊融雪期の動態観測により地下水排除工の効果を確認し、抑止杭の必要性を検討

【まとめ（地質リスクマネジメントの効果）】

項目	内容	金額
①リスク対応の予察検討（道路計画変更なし）	調査・解析 設計（地すべり対策） 施工（深礎杭工＋地下水排除工）	約30億円
	合　計	約30億円
②リスク対応の実際（道路計画変更あり）	調査・解析 設計（地すべり対策＋道路計画変更） 施工（抑止杭工＋地下水排除工）	約5億円
	合　計	約5億円
③リスクを回避しなかった場合	被災した道路の復旧工事等	約5億円以上
	調査・解析 設計（地すべり対策＋道路設計） 施工（深礎杭工＋地下水排除工）	約40億円
	合　計	約45億円以上
マネジメント効果	**③（回避せず）－①（予察対応）**	**約15億円以上**
	③（回避せず）－②（実際対応）	**約40億円以上**
	①（予察対応）－②（実際対応）	**約25億円**

・予察的な対応額から実際の対応額を引くと、約25億円の効果がある。
・地すべりを回避しなかった場合の額から実際の対応額を引くと、
約40億円以上の効果があったと算定される。

＜河川事例1；施工段階＞第7回地質リスク発表会
河道掘削工事で発現した地すべりに対するマネジメント事例

【概要】発現した地質リスクを最小限に回避した事例
- 河川改修工事のため現河床面より2m下まで掘削した際に、掘削側壁が若干せり出すとともに、約35m背後の農地に段差を伴う開口亀裂が発生する地すべりが発現。
- 変状規模；幅45m、斜面長35m、最大層厚7m程度

【発現したリスク】地すべり

【地質リスクの素因・誘因】
- 素因；第三紀堆積岩、高い地下水位
- 誘因；河床切下げによる掘削

【対策方針】
- リスク発現箇所での追加調査、対策工設計を実施。また、上流域での改修計画区間における事業継続に向けた地すべり調査計画及び対策設計を実施。

【対策結果】
- 地すべり対策の効果を確認し事業を継続

【地質リスクの素因・誘因】

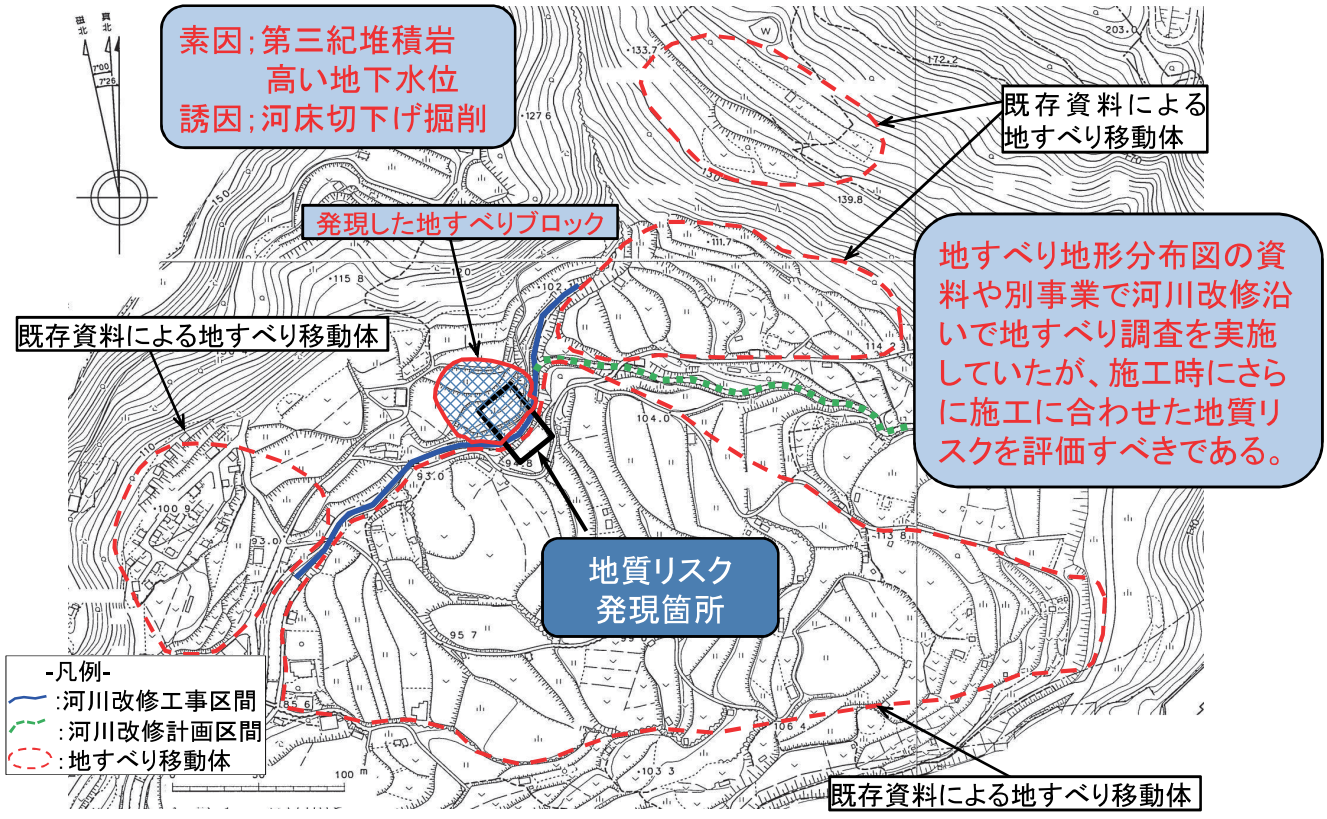


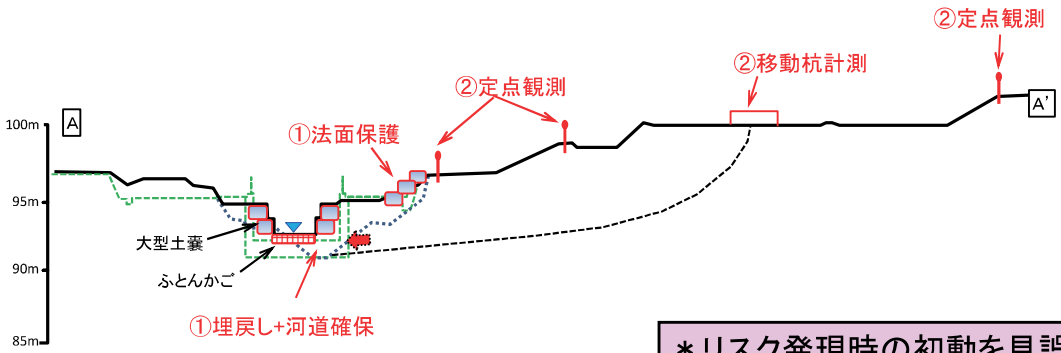
図1　河川改修工事計画と発現した地質リスクの位置関係図

【リスク発現時の応急処置状況（1）】



・変状規模：幅45m、斜面長35m、最大層厚7m程度
・埋戻し+押え盛土で斜面バランスを保ち河道を確保

【リスク発現時の応急処置状況（2）】

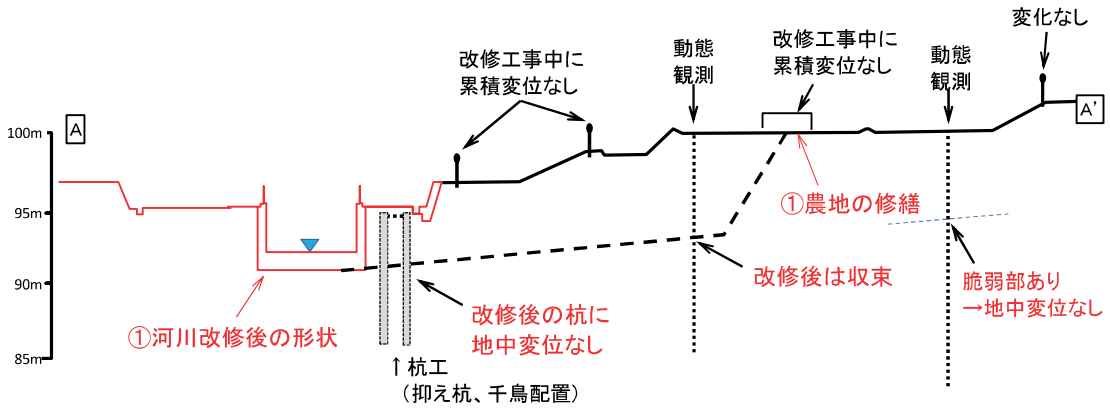




＊リスク発現時の初動を見誤ると対応が後手になる可能性が高い
＊複数の地質技術者による現地変状状況の把握と応急処置方法とその後の方向性を検討

＊応急処置状況
・大型土嚢及びふとんかごによる埋戻し+河道確保とのり面保護
・移動杭及び定点観測による経過監視
・応急処置後は滑動停止を確認。

【対応結果】地すべり対策（恒久対策）の内容





＊対策工として杭工（抑え杭を千鳥配置）を実施
＊農地は修繕

＊対策工と並行して未施工区間及び上流域の事業に関る地質リスクの洗い出しと、リスクの低減あるいは回避に向けてリスクマネジメント着手

【まとめ】

・施工方法によってはリスクが発現しない可能性もあるため、予防保全が難しい事例である。
事前に空中写真判読や現地踏査による地すべり調査・動態観測が実施されていれば、ある程度の地質リスクを推定できた可能性があり、リスク発現を回避できた可能性がある。

・地質リスク発現後に、工事残区間と上流域の事業に関る地質リスクの洗い出しと低減・回避に向けたリスクマネジメントに着手し、事業継続に向けた対応を行っていくことは、地質リスク検討の重要なポイントである。

＜河川事例2；調査・設計（詳細）段階＞第8回地質リスク発表会
軟弱地盤上の築堤における地質リスク回避事例

【概要】地質リスクを回避した事例
・軟弱地盤上の河川堤防の築堤工事において、当初は基礎地盤対策なしで築堤可能との解析結果が得られたが、近傍の類似地盤上の堤防嵩上工事において盛土直後にすべり破壊が発生した事例があり、当該区間でも同様の地質リスクの発現が懸念された。
【発現する可能性があるリスク】すべり破壊
【地質リスクの素因・誘因】
・素因；第四紀沖積粘性土層、液性指数の高い鋭敏な粘性土
・誘因；築堤（盛土）施工時の震動・衝撃等による強度低下
【対応方針】
・既往調査結果の精査と追加地質調査の実施
・軟弱地盤解析の実施
・対策工設計検討
【対応結果】
・鋭敏な粘性土と確認され対策工（地盤改良工）を提案・実施し、リスクを回避した。

【地質リスクの素因・誘因】

発現可能性があるリスク；すべり破壊
素因；第四紀沖積粘性土層
　　液性指数の高い鋭敏な粘性土
誘因；築堤（盛土）施工時の震動・衝撃
　　等による強度低下

近傍でのすべり破壊状況



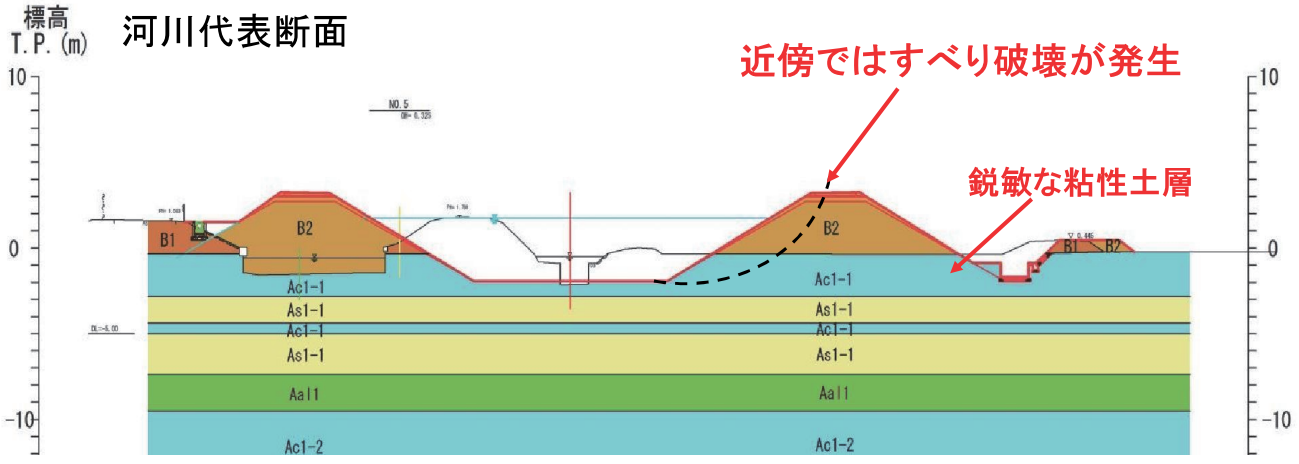


図1　築堤計画及び地質断面図

【対応方針】

・既往設計段階では、地表面付近に分布する粘性土が鋭敏であり強度低下の可能性や強度低下に伴うすべり破壊の可能性について予見されていなかった。

・よって、既往調査結果の精査と追加地質調査を実施

・地表付近に分布する粘性土について、液性限界試験・繰り返し一軸圧縮試験を実施し鋭敏比を算出

・強度低下後のせん断強度を適切に設定し、軟弱地盤解析を実施

・基礎地盤対策工の必要性を検討

【対応結果（1）】既存資料の精査と追加地質調査の実施

既存資料の精査、追加調査を実施し、設計用定数の見直しをした結果

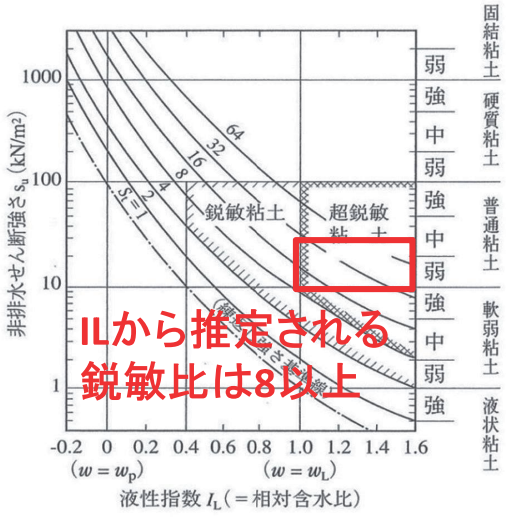
↓

・粘性土の液性指数ILは0.9～1.6と相対的に高含水な状態
・ILから推定される鋭敏比は8以上

↓

当初見込んでいた基礎地盤のせん断強度は過大評価と判断

■軟弱地盤技術解析業務を再度実施
■対策工の要否を再判定

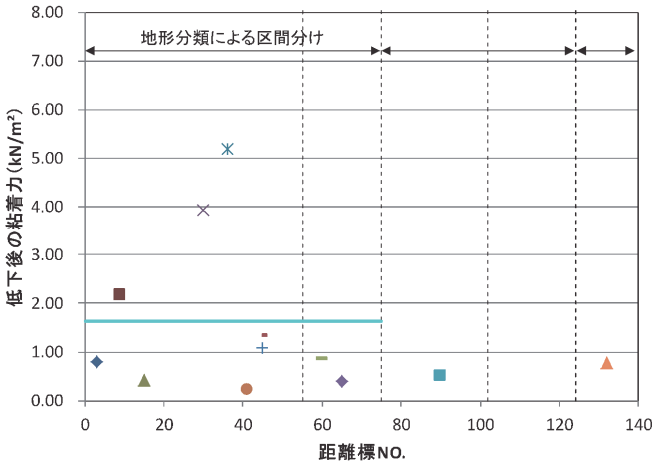


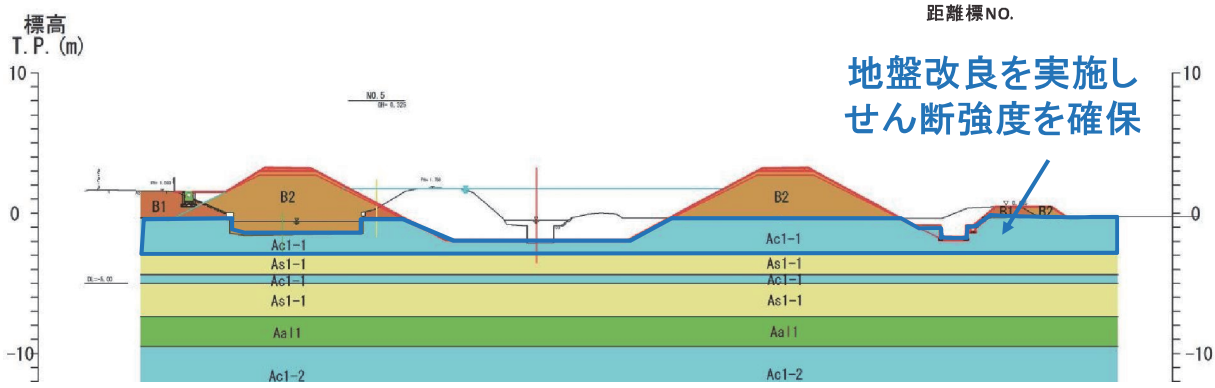
【対応結果（2）】地盤定数の再設定・対策工の検討

沖積粘性土の粘着力cの見直し
【見直し前】 c＝10～30kN/m2
↓ 施工時振動等考慮
【見直し後】 c＝0.4～5kN/m2

対策工として
基礎地盤の改良を設計・実施

見直し後の粘着力cの距離標分布





【まとめ】

- 既往設計段階では、「鋭敏な粘性土に起因するすべり破壊」のリスクの認識はなく地表面付近に分布する粘性土が鋭敏であり、強度低下の可能性があることや、強度低下に伴うすべり破壊の可能性があることについては予見されていなかった。

- 当該地近郊の類似地盤で、堤防嵩上げ施工直後に堤防のすべり破壊が発生した。本箇所においても、同様の地質リスクの発現が懸念された。

- 施工前に鋭敏な粘性土の潜在リスクに気付き、既往調査結果の精査と追加地質調査及び基礎地盤対策工設計等を実施。

- この結果、想定されるリスク（築堤施工時のすべり破壊の発生）を回避できた。

６．地質リスクに係わる参考文献

地質リスクに係わる参考文献を次のように分類して示した。なお、２つの項目にまたがる文献もある。

①基礎編　　地質リスクマネジメントの基礎を理解する上で参考となるもの
②積算・発注編　　積算・発注にあたって参考となるもの
③海外編　　海外調査報告書及び海外の参考書を翻訳したもの
④その他　　地質リスクマネジメントに関する発表論文、講演集など

①基礎編

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編，オーム社，2010.4

2016 改訂版　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，2016.10
https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/risk/georisk_guide_2017.pdf

地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）：国土交通省近畿地方整備局，2018.2
https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/jigyousya/technical_information/consultant/chishitsu/ol9a8v000000jyvk.html

地質リスクマネジメント：全国地質調査業協会連合会，地質調査技士登録更新講習会テキスト 2018 年度版第Ⅰ編第 4 章 4-4，2018.10

地質リスクマネジメント（前編）：岩﨑公俊，地質と調査，No.2，2018.11
https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/geo-se/pdf/jgca152.pdf

②積算・発注編

2016 改訂版　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：，2016.10
https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/risk/georisk_guide_2017.pdf

地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）：国土交通省近畿地方整備局，2018.2
https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/jigyousya/technical_information/consultant/chishitsu/ol9a8v000000jyvk.html

全国標準積算資料（土質調査・地質調査）平成 30 年度改訂歩掛版：全国地質調査業協会連合会，2018.9

③海外編

「地質リスク」海外調査ミッション―米国カリフォルニア州における地質リスクへの対応状況調査―報告書：全国地質調査業協会連合会，2007.11
https://www.zenchiren.or.jp/risk/pdf/houkoku.pdf

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編，オーム社，2010.4（米国土木学会出版：建設工事におけるジオテクニカル・ベースライン・レポート（翻訳版）を収録）

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，古今書院，2016.12

「地質リスク」海外調査ミッション―英国における地質リスクへの対応状況調査―報告書：地質リスク学会・全国地質調査業協会連合会，2017.11
http://www.georisk.jp/research/report201711.pdf

④その他

「地質に係わる事業リスク検討」報告書：全国地質調査業協会連合会，2006.7
https://www.zenchiren.or.jp/new/pdf/risk.pdf

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，「企業間連携等の推進に関する調査・研究委員会」報告書，2007.4
https://www.zenchiren.or.jp/new/pdf/risk3.pdf

地質リスクとマネジメントー地質事象の認識における不確実性とその対応ー：産業技術総合研究所地質調査総合センター，第10回シンポジウム講演集，2008.3
https://www.zenchiren.or.jp/risk/pdf/sympo080311.pdf

小特集「地質リスクマネジメント」：全国地質調査業協会連合会，地質と調査，No.2，2008.6
https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/geo-se/pdf/jgca116.pdf

地質リスク分析のためのデータ収集様式の研究　報告書：渡邊法美、日本建設情報総合センター研究助成事業報告書，2008.8
https://www.zenchiren.or.jp/risk/pdf/risk4.pdf

地質リスクとマネジメントー海外の事例と国内での新たな取り組みー：産業技術総合研究所地質調査総合センター，第14回シンポジウム講演集
2009.6

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，2014.12
http://www.georisk.jp/2014/georisk_report_201412.pdf

地質リスクマネジメント事例研究発表会講演論文集　第1回～第9回：地質リスク学会，2010～2018
http://www.georisk.jp/?page_id=725

＜ 参考資料 ＞

＜参考資料＞　地質リスク調査検討業務　発注実績一覧

No	発注年度	発注機関	業　務　名	入札方式
1	Ｈ２６	関東地方整備局 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	簡公プロポ
2		近畿地方整備局 国営明石海峡公園事務所	棚田ゾーン耕作楽園地区地質調査計画業務	標準プロポ
3	Ｈ２７	北陸地方整備局 新潟国道事務所	朝日温海道路地質調査	簡公総評
4		関東地方整備局 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	簡公プロポ
5		中国地方整備局 鳥取河川国道事務所	鳥取自動車道智頭法面外観測業務	簡公総評
6		東北地方整備局 能代河川国道事務所	鷹巣大館道路地質調査	簡公総評
7		九州地方整備局 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	簡公プロポ
8	Ｈ２８	北陸地方整備局 千曲川河川事務所	高瀬川左岸トンネル地質調査業務	簡公プロポ
9		近畿地方整備局 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	標準プロポ
10		近畿地方整備局 紀南河川国道事務所	すさみ串本道路東地区他地質リスク検討業務	標準プロポ
11		近畿地方整備局 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	標準プロポ
12		近畿地方整備局 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	標準プロポ
13		北海道開発局 小樽開発建設事務所	一般国道５号共和町外地質調査計画策定業務	標準プロポ
14		北海道開発局 苫小牧開発建設事務所	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	標準プロポ
15	Ｈ２９	北海道開発局 小樽開発建設事務所	一般国道５号倶知安町外地質調査計画策定業務	標準プロポ
16		九州地方整備局 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	簡公プロポ
17		四国地方整備局 那珂川河川事務所	長安口ダム貯水池周辺1地質調査業務	簡公総評
18	Ｈ３０	近畿地方整備局 近畿技術事務所	地質リスクマネジメントに関する基礎資料作成業務	標準プロポ
19		四国地方整備局 中村河川国道事務所	佐賀大方道路地表地質概査外業務	簡公プロポ
20		中部地方整備局 多治見砂防国道事務所	多治見砂防深層崩壊発生斜面リスク評価検討業務	簡公プロポ
21		九州地方整備局 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	簡公プロポ
22		九州地方整備局 鹿児島国道事務所	阿久根川内道路地質・法面検討基礎資料作成業務	簡公プロポ
23		国土交通省 技術調査課	地質・地盤リスクマネジメントの技術手法の確立に向けた調査検討業務	簡公プロポ
24		中国地方整備局 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	簡公プロポ
25		中国地方整備局 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	簡公プロポ
26		北陸地方整備局 新潟国道事務所	Ｈ３０朝日温泉道路地質調査検討業務	標準プロポ
27		中国地方整備局 浜田河川国道事務所	浜田河川国道管内地質リスク調査検討業務	簡公プロポ
28		関東地方整備局 長野国道事務所	Ｈ３０諏訪バイパス地形地質調査解析業務	簡公プロポ

＜参考資料＞用語解説

・**鋭敏粘土**：鋭敏比の高い高含水比の粘土。乱れによる強度低下が著しい。
・**鋭敏比**：粘土の乱さない状態の非排水せん断強さと練り返した状態の非排水せん断強さ（練返し強さ）との比。粘土の構造がその強度に寄与する度合いを示す。
・**液性指数**：細粒土の含有水分状態を液性限界と塑性限界を基準にして示す指数である。
液性指数＝（自然含水比―塑性限界）／（液性限界―塑性限界）
・**活褶曲**：地下に潜む活断層が繰り返しずれ動くことで，地表近くを覆う軟らかい地層がひきずられ，たわんで生じる地形。 丘陵と平地が交互に繰り返し，地表のしわのように見える。
・**軽石凝灰岩**：ガラス質凝灰岩の一つ。化学成分上，比較的ケイ長質なマグマに由来する。色の白っぽいガラスの破片から成るもの。
・**許容リスク**：受け入れることができる目的に対する不確かさの影響を指す。
・**凝灰岩**：火山灰（4mm 以下の火山砕屑物）が固結した岩石。一般には無層理で種々の色を呈する。
・**クーロンの破壊基準**：材料のせん断強さ τ が，せん断面に働く垂直応力 σ の一次関数として次式で与えられるとする破壊基準である。
$\tau = c + \sigma \tan\phi$　　c：粘着力，ϕ：内部摩擦角またはせん断抵抗角
・**クイッククレイ**：海成粘土中の塩分が地下水の流動の影響によって溶脱（リーチング）され，鋭敏比が非常に大きくなった粘土。振動や衝撃によって瞬時に崩壊し，泥状となることがある。
・**スレーキング**：乾燥した粘性土や泥岩の塊を水に浸すと，水の浸入に伴って塊が崩れる現象である。
・**節理面**：岩盤にみられるある程度規則だった割れ目の面で，断層のように両側が相対的に変位していないもの。その成因は岩石自身の収縮によるものと外力によるものがある。
・**層理面**：堆積岩における地層境界面。堆積面を表す。層相（構成粒子や粒度など）の変化で判断される。
・**地質リスク解析**：地質リスクの抽出，評価，対応方針（保有，低減，回避，移転の選択）などを検討するために必要な解析。解析手法は事業種類やリスクの内容によってさまざまなものがある。
・**地質リスクマネジメント**：地質リスクについて、事業全体を通じて継続的に PDCA を回して管理すること。
・**粘着力**：クーロンの破壊基準におけるせん断強さ τ 軸の切片であり、直応力 σ に無関係な成分を表す定数 c。
・**発現可能性リスク**：抽出したリスクが発現する可能性を評価したリスクを指す。
・**崩壊地周辺緩み**：斜面崩壊が発生すると，その周辺部分の地山がバランスを崩して不安定化する現象である。
・**ボアホールカメラ**：ボーリングによって地盤にあけられた孔に挿入するカメラ。孔内の状態を映像で観察し、地層の走向傾斜や亀裂を評価する。

・**膨潤**：粘土を構成する粘土鉱物の結晶の層間に水を吸って体積が増加する現象。その結果，土や岩が膨張し脆くなる。
・**リーチング**：溶脱ともいう。土の構成鉱物や間隙水中の塩類などが，浸透水や地下水などの作用で溶解，流出すること。クイッククレイはリーチング作用を受けた典型的な粘性土である。
・**リスク管理表**：リスク登録表やリスク措置計画表などの管理表を指す。
・**リスクスコア**：予想されるリスクの大きさを，影響度（予想される損失量）×発生確率（可能性の高さ）として表した評価表を指す。
・**リスク措置計画表**：リスク登録表から優先順位により具体的な措置計画を示した表である。事業の進捗に伴い適時見直す。
・**リスク登録表**：想定されるリスクを整理して登録した表である。事業の進捗に伴い適時見直す。

事務所所在地

協会本部

＜お問合わせ先＞
一般社団法人 関東地質調査業協会
〒101-0047
千代田区内神田 2-6-8　内神田クレストビル
TEL.03-3252-2961　FAX.03-3256-0858
http://www.kanto-geo.or.jp/
E-mail：webinfo@kanto-geo.or.jp

〈地図〉



支　部

茨城県支部（茨城県地質調査業協会）
〒311-4164
水戸市谷津町 1-23　茨城県測量設計会館内
TEL.029-257-6517　FAX.029-257-6518

埼玉県支部（埼玉県地質調査業協会）
〒336-0031
さいたま市南区鹿手袋 4-1-7　埼玉建産連会館内
TEL.048-862-8221　FAX.048-866-6067

神奈川県支部（神奈川県地質調査業協会）
〒244-0801
横浜市戸塚区品濃町 543-6　㈱横浜ソイルリサーチ内
TEL.045-826-4747　FAX.045-821-0344

東京都支部（一般社団法人東京都地質調査業協会）
〒101-0047
千代田区内神田 2-6-8　内神田クレストビル
TEL.03-3252-2963　FAX.03-3252-2971

千葉県支部
〒260-0001
千葉市中央区都町 963-3　興亜開発㈱内
TEL.043-233-0330　FAX.043-232-7981

長野県支部（長野県地質ボーリング業協会）
〒380-0928
長野県長野市若里 2-15-57　日本綜合建設㈱内
TEL.0262-28-6266　FAX.0262-28-3286

栃木県支部（一般社団法人 栃木県地質調査業協会）
〒321-0982
宇都宮市御幸ケ原町 57-25　芙蓉地質㈱内
TEL.028-612-5671　FAX.028-612-5672