

現状と課題

地質・地盤リスクに関する事例分析

○事例収集について

地質・地盤リスクが発現した事例およびリスクを回避、低減した事例について公表されたものについて収集整理を行った。

これらのうち日経コンストラクションは記事として取り上げられたものであり、問題が表面化した事例に限られている。一方、地質リスクマネジメント事例研究発表会（地質リスク学会）および各地方整備局・開発局の技術研究発表会で発表されたものは、リスクが発現した事例が双方とも全体の 17%、リスクを回避した事例が 37%となっており、リスクが発現したが低減できた事例が 19%と 31%となっている。

表-1 収集資料一覧表

資料名	事例数		備考
	採用数	収集数	
日経コンストラクション	81	86	過去 10 年分を目途に収集
地質リスクマネジメント事例研究発表会講演集（地質リスク学会）	107	139	H22～H29 年度分を収集
地方整備局・開発局技術研究発表会	89	89	各地方整備局・開発局でインターネット上に公表している資料を収集

・事業分野および構造物の種別について

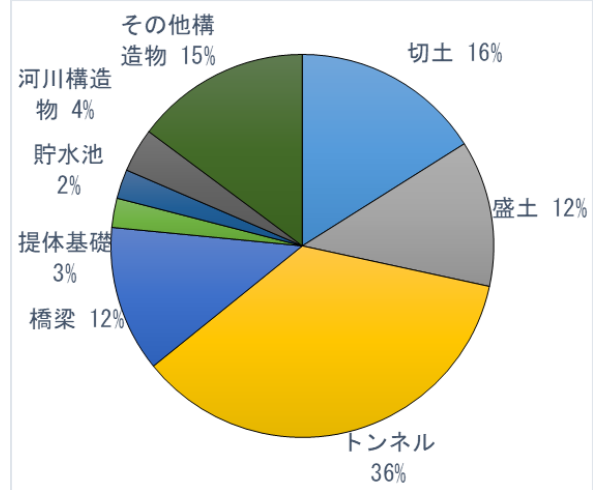
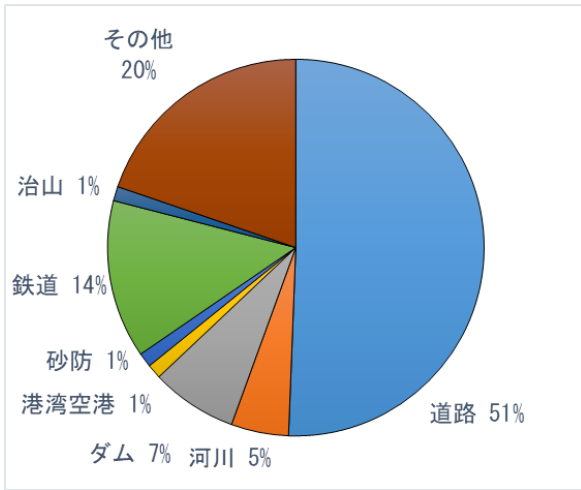
道路の事例が他の分野の 10 倍近いが、事業数の多さを反映したものである。道路分野においては、トンネル、切土・自然斜面、盛土、橋梁などの構造物や、周辺環境といった多様な事例が含まれている点が特徴である。

リスクが発現したもののうち、構造物の中で事例の多いトンネルでは 1 / 3 が突発湧水や切羽崩壊などの事前の調査が容易でないものとなっているほか、自然由来重金属や酸性水など環境に関するリスクが 1 割程度含まれている。切土、自然斜面に関するものは多くは、地すべり、流れ盤の崩壊などの斜面の不安定化に関するものである。盛土では沈下に関するものが多い。

・リスクが発現（回避）した事業段階について

発現と回避が混在しているため事例の比率自体に意味があるかどうかの判断は難しい。

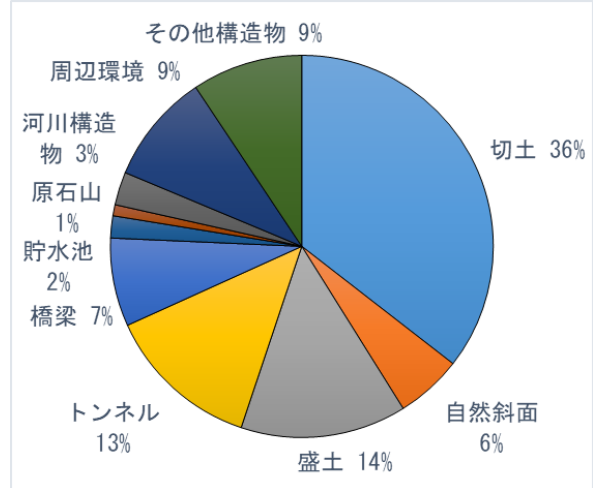
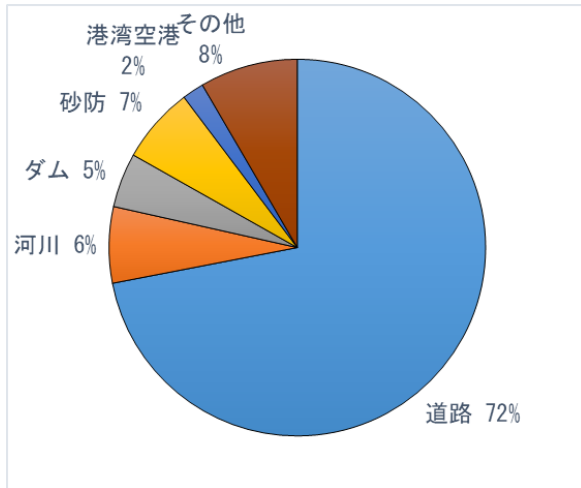
あえて傾向としてとらえるならば、現状では地質・地盤に関するリスクを取り扱う場面として、調査・設計の段階を合わせたものよりも施工段階が多く、維持管理も調査や設計と同じ程度で、計画段階の事例は最も少ない。



事業分野

構造物種別

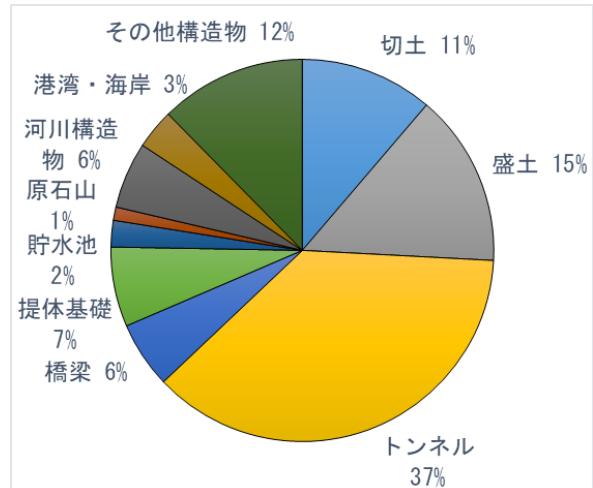
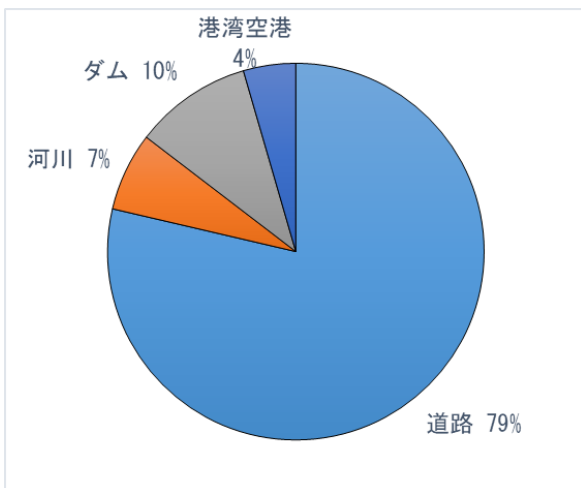
日経コンストラクション N=81



事業分野

構造物種別

地質リスクマネジメント事例研究発表会講演集 (地質リスク学会) N=107

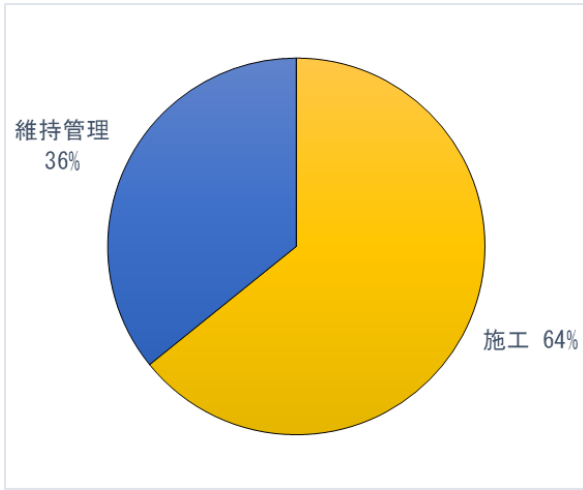


事業分野

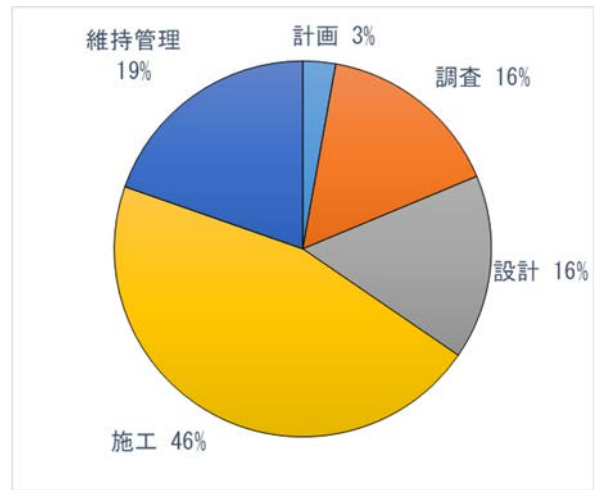
構造物種別

地方整備局・開発局技術研究発表会 N=89

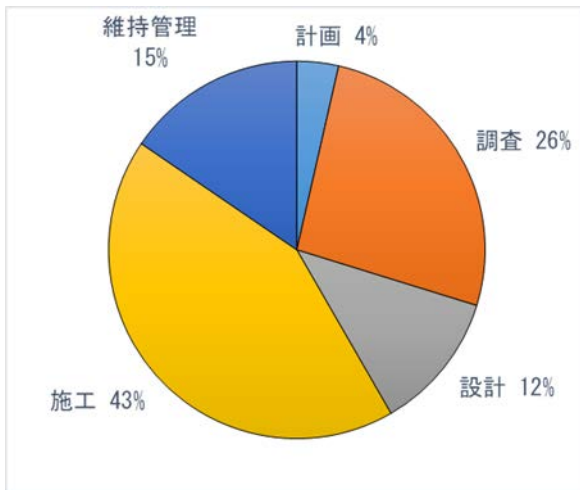
図-1 リスク発現 (回避) 事例の収集事例の事業分野および構造物種別



日経コンストラクション N=81



地質リスク学会 N=107



地方整備局 N=89

図-2 リスク発現（回避）事例の事業段階

○事業の流れとリスク発現時期

地質リスク学会の講演論文集の事例（107 事例中 87 事例）を対象に、事業の流れとリスク発現の経緯や時期について整理した。

・リスクが発現した事例における要因の整理

整理にあたっては、まず地質リスク学会の3つの事例分類（A型：地質リスクを回避した事例，B型：地質リスクが発現した事例，C型：発現した地質リスクを最小限に回避した事例）のうち、リスクが発現した事例（B型（47 事例）、C型（28 事例））におけるリスクの要因を、表-2 に示す区分で類型化しその傾向について整理した。

表-2 リスク発現の要因

文献※による区分	本事例分析による区分
予測の難しい地質（事象）	発生場の予測が困難な事象（局所的な地盤脆弱部等）
	発生時期の予測が困難な事象（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	不均質性・不規則性が著しい地質
地質学的解釈・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
	リスク発現兆候（事象）の見誤り
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
地質に対する土木事業者・土木技術者等の知識不足	地盤条件に不適な設計
	不適切な施工の実施
リスクコミュニケーション不足	情報共有・伝達の不備
用地、コスト、施工上の制約等	コスト優先（災害復旧）
事業遂行上の問題	事業スケジュールを優先（調査不十分）

※トンネルライブラリー第18号 より良い山岳トンネルの事前調査・事前設計に向けて

（公社）土木学会H19

図-3 をみると、発生場の予測が困難な事象（B型 15%、C型 18%）、不均質性・不規則性が著しい地質（C型 11%）といった要因に比べ、地形に関するリスクや地質構造・地質特性に関するリスクの見逃しや見誤り（B型 38%、C型 43%）が最も多い。また、地質調査未実施や調査計画の不適合など（B型 32%、C型 18%）や、知識不足や情報共有の不足（B型 13%、C型 8%）が要因となっているものも比率が高い。

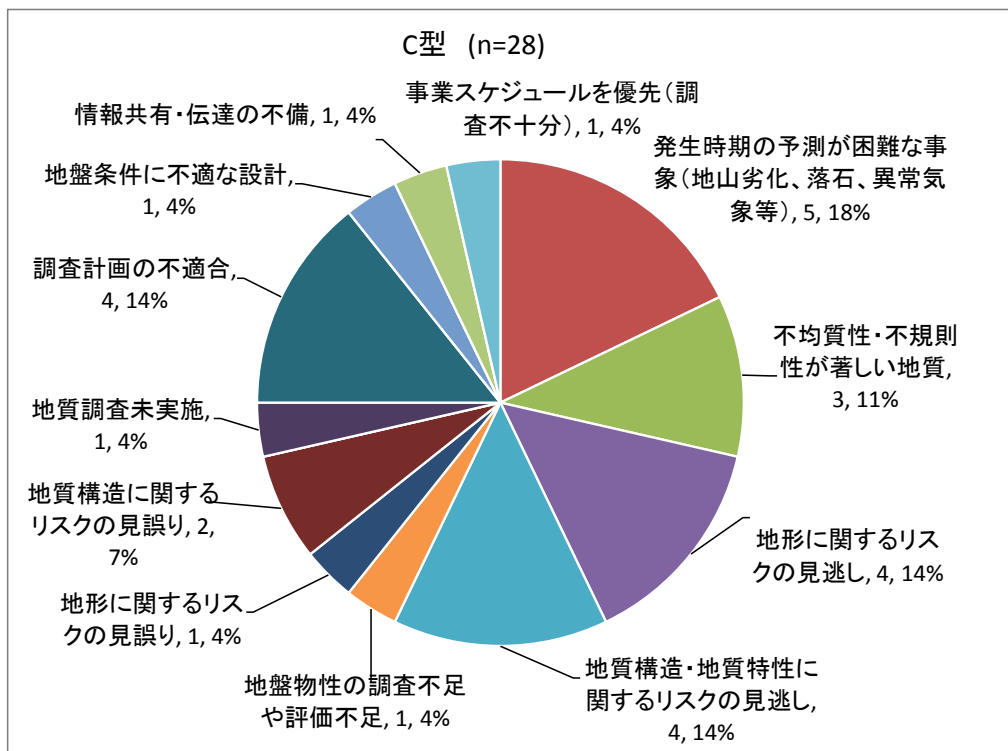
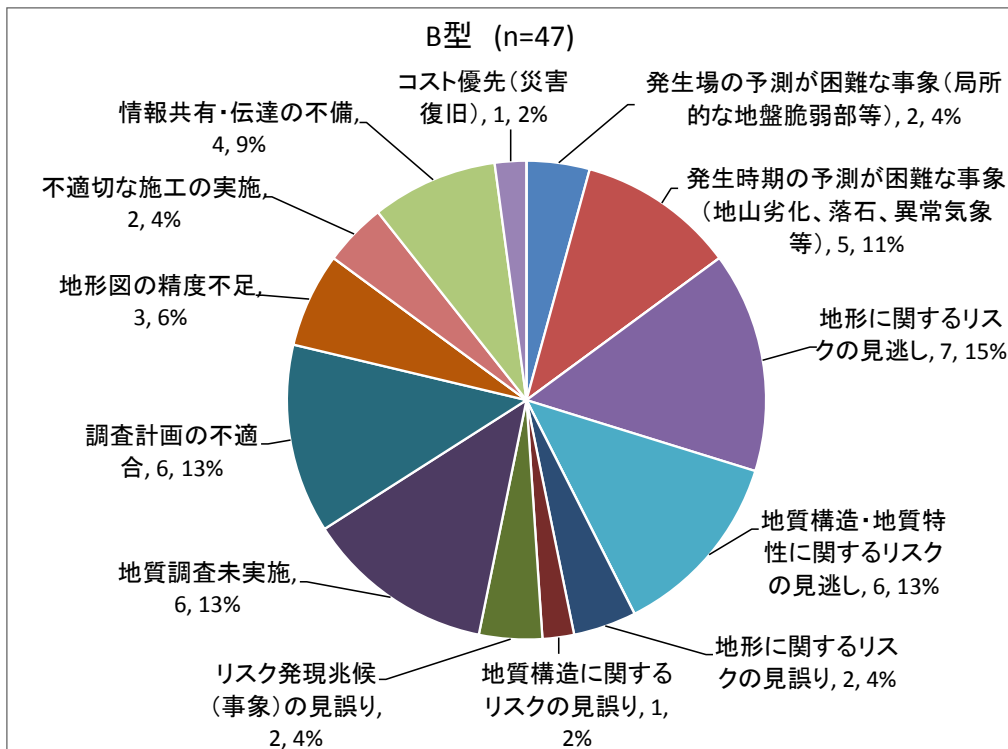


図-3 B型およびC型におけるリスク発現の主な要因
(1事例につき複数該当する場合は重複して抽出)

・事業の流れの中でのリスクの発現や対応時期の整理

上記と地質リスクを回避した事例（40 事例）を合わせ各事例の記述内容を基に、リスクの発現（認知）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-3）。

表-3 リスク発現時期と対応の類型

A 型		地質リスクを回避した事例	
A-1	計画段階	で	リスクを認知し、リスク措置を適切に行い、リスクを回避したパターン
A-2	調査設計段階	で	リスクを認知し、リスク措置を適切に行い、リスクを回避したパターン
A-3	施工段階	で	リスクを認知し、リスク措置を適切に行い、リスクを回避したパターン
B 型		地質リスクが発現した事例	
B-1	事前に	リスクが認知されないまま、	リスクが発現したパターン
B-2	調査を実施していたものの、	適切に	リスクが認知されず、リスクが発現したパターン
B-3	リスクの認知・措置がなされたが	リスクが発現したパターン	リスクの見逃し
B-4	リスク発現の兆候が表れ、	リスク措置を実施したが、	
C 型		発現した地質リスクを最小限に回避した事例	
C-1	リスクを認知していたものの、	リスク発現の兆候が表れ、	措置を適切に行い、リスクを回避したパターン
C-2	リスクの認知はなされていなかったが、	リスク発現の兆候に対し、	リスク措置を適切に行い、リスクを回避したパターン

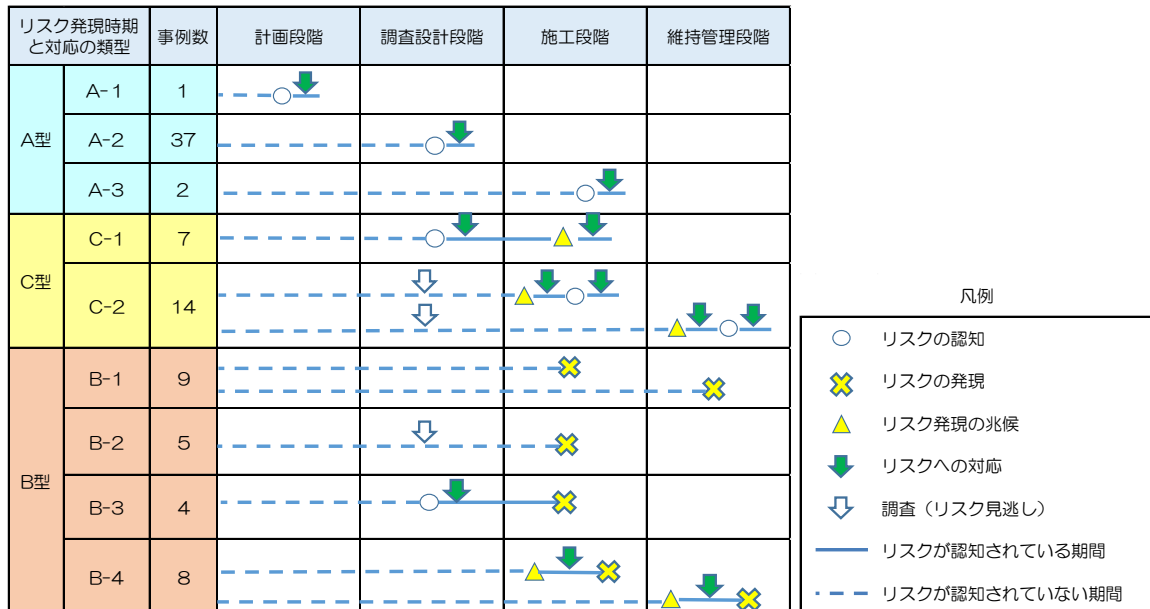


図-4 リスク発現時期と対応の類型（模式図）

表-4 各パターンの代表事例一覧

リスク対応パターン	事業分野	構造物	事業段階	地形区分	地質区分	リスク事象	地質的素因	概要	リスク回避のための措置	リスク発現の主な要因
A型	A-1	道路	道路全般	計画	山地	新第三紀堆積岩類	汚染土壌の拡散	有害物質（硫化鉄物、重金属含有鉱物） ・重金属を含む鉱化変質帯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。	地表踏査、重金属分析 地質リスクを考慮したルートの比較検討	—
	A-2	道路	トンネル	設計	低地	完新統	坑門工の沈下	支持層分布（土硬軟分布） ・不良地山のトンネル坑口部において、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	道路	盛土	設計	低地	完新統	軟弱の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、軟弱地盤上の堤体腹付け盛土に対する調査・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、急速追加調査、解析対策工を実施し、リスクを回避した。	ボーリング、サウンディング、室内試験、FEM解析	—
C型	C-1	道路	盛土	施工	低地	不明	盛土の不安定化	支持層分布（土硬軟分布） ・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、施工中に基盤の不陸に起因する盛土の不同沈下と天端への亀裂が発生した。 ・ボーリング調査を実施していたが、縦横方向のみであり、横断方向の地盤状況は確認していなかった。 ・追加調査・解析および動態観測を実施し、施工を行った。	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-2	道路	切土	施工	山地	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り勾配で掘削中、流れ盤の亜炭層をすべり面とする小崩壊が発生した。 ・計画時に硬質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（硬質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（流れ盤亜炭層） ・施工段階での追加調査、対策工の実施
B型	B-1	道路	切土	施工	山地	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で、すべり破壊を誘発した。	—	・リスクの見逃し（地すべりの疑いの地形を認知せず） ・地質調査未実施 ・リスクの見逃し（流れ盤構造）
	B-2	道路	トンネル	施工	山地	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 ・NATM工法で掘削中の切羽付近の側壁が支保工とも突然崩壊した。 ・崩壊箇所は花崗岩とひん岩の貫入が分布し、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なかった。	—	・発生場の予測が困難な事象（局所的な地盤脆弱部等）
	B-3	砂防	切土	施工	山地	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、適切な対処を行わなかった。	—	・調査計画の不適合（頭部排土箇所調査未実施） ・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-4	道路	切土	施工	山地	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り面変状が発生し、地質調査および対策工（排土工）を実施したが、その後も変状が進行した。 ・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（地すべりでボーリング1本）

【B型におけるリスクの認知・発現段階と要因について】

図-5では、B型におけるリスク発現時期と対応の類型ごとの要因を示した。

B-1（施工や維持管理段階までリスクが認知されなかった）では、地形、地質構造に関するリスクの見逃しが36%、地質調査の未実施などが36%、発生時期の予測が困難な事象が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リスクが発現した）では、地形・地質構造に関するリスクの見逃し・見誤りが半数を占めるが、調査計画の不適合などは26%、発生場の予測が困難な事象は25%となっている。

B-3（リスクの認知・対応が行われたにもかかわらずリスクが発現した）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リスクが発現した）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。

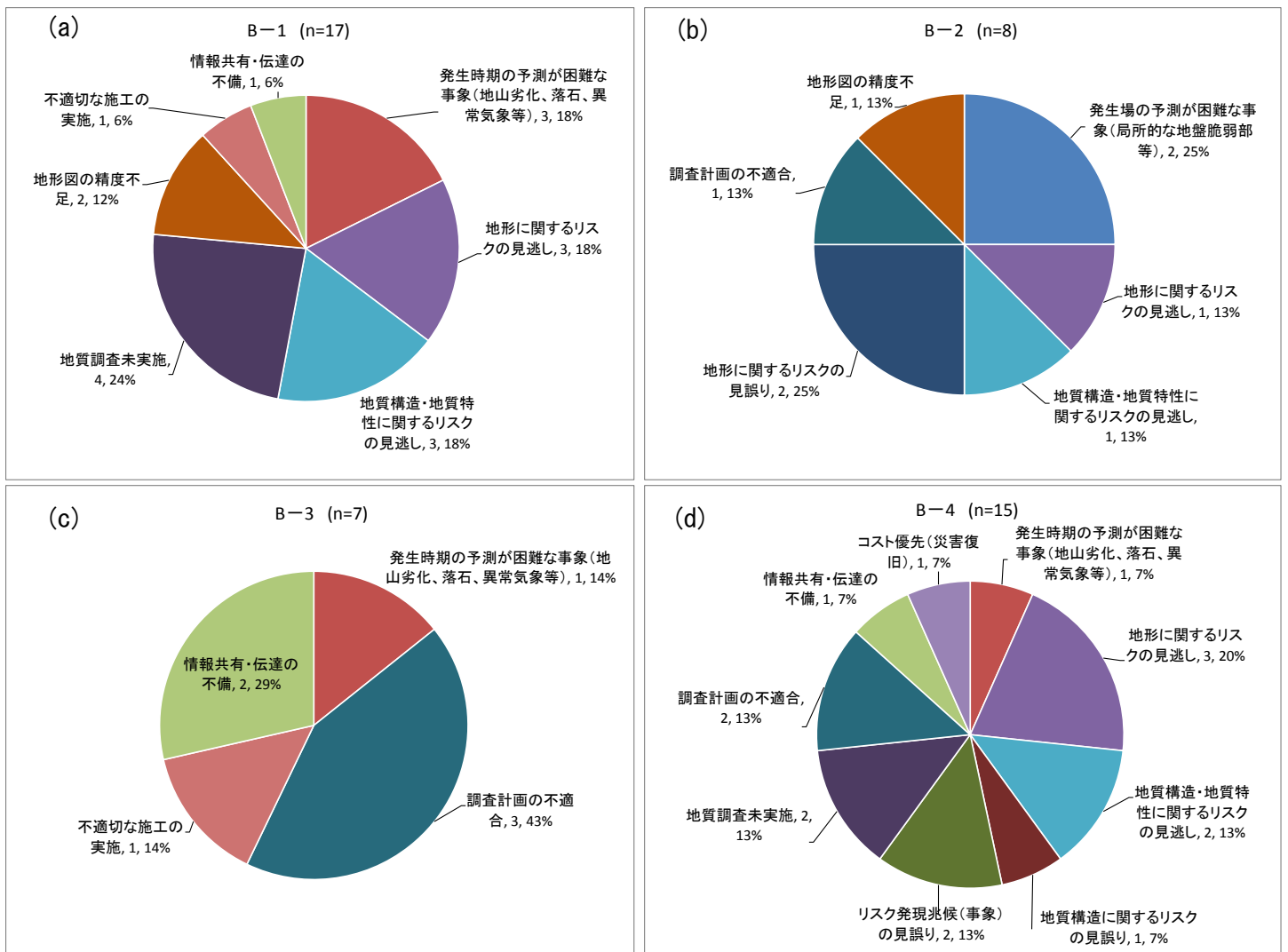


図-5 リスクが発現した事例（B型）の各パターンにおけるリスク発現の主な要因（1事例につき複数該当する場合は重複して抽出）

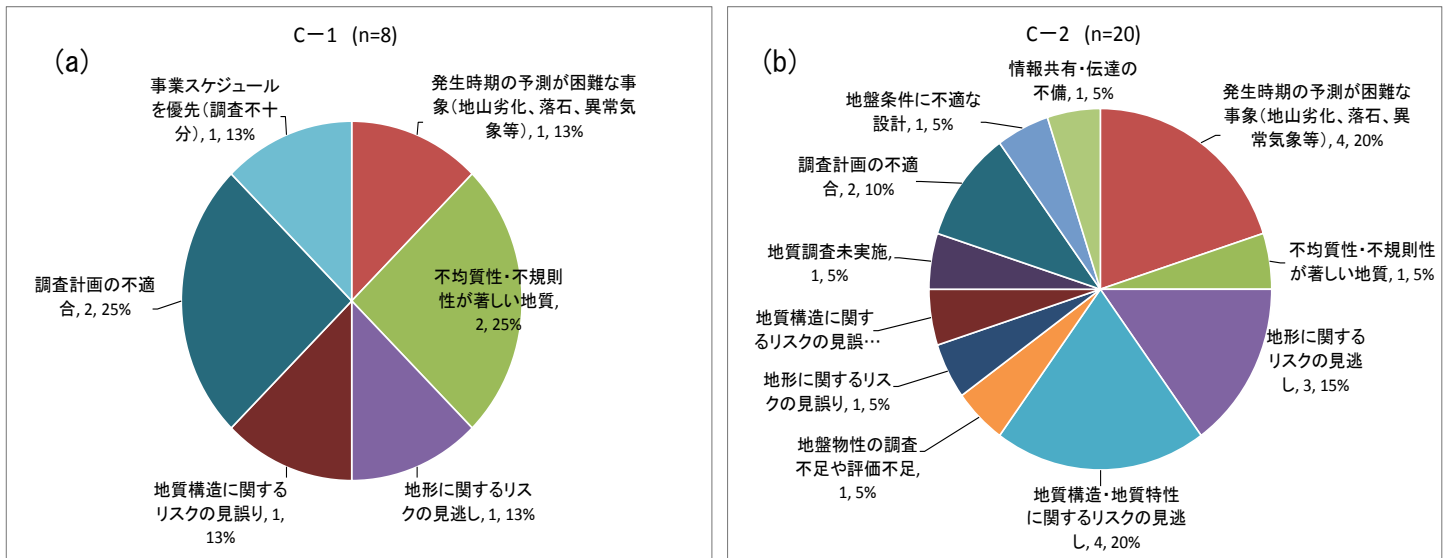


図-6 発現したリスクを最小限に回避した事例（C型）の各パターンにおけるリスク発現の主な要因（1事例につき複数該当する場合は重複して抽出）

【C型の各パターンにおける要因について】

図-6では、C型におけるパターンごとの要因を示した。

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、予測が難しい事象や不均質性・不規則性が著しい地質が3割弱、地形・地質に関するリスクの見逃しと見誤りが26%となっている。

C-2（リスクが見逃されたパターン）では、地形・地質に関するリスク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事象が1/4となっている。

【リスクが発現した事例（B型およびC型）における要因の特徴】

リスクを見逃したパターン（B-1、B-2）では、地形・地質に関するリスクの見逃しや見誤りが要因として支配的となっているが、調査や情報伝達の不備も大きな要因となっている。リスクの兆候が表れたB-4やC-2のパターンでも、同様の傾向が見られる。

リスク対応がなされたにも関わらず問題が生じたパターン（B-3）では、調査や情報伝達の不備だけで全体の86%を占めている。C-1のパターンでもこの比率は4割近い。

これらのほか、発生の予測が困難な事象や地質の不均質・不規則性が著しいことが要因となっている事例も多く見られる。

【リスクの回避につながった事例（A型およびC型）】

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

A-2のケースでは、リスク事象に適した調査を実施し、調査設計段階で調査精度を

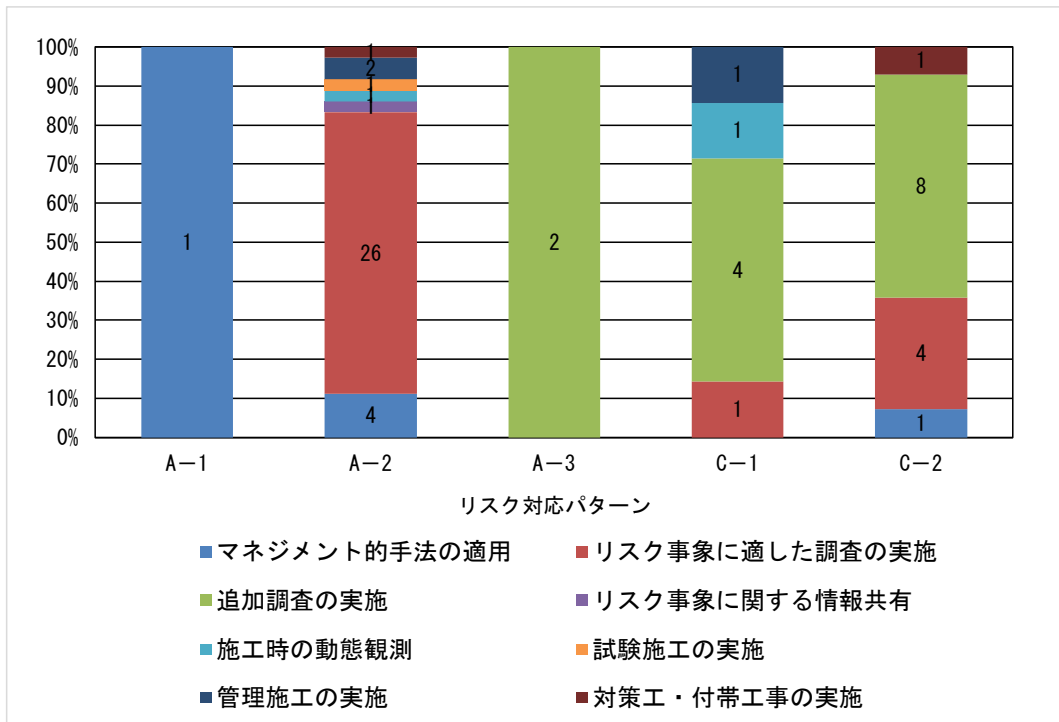


図-7 リスクを回避した事例（A型、C型）におけるリスク措置の内容

向上し、リスク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認知し、追加調査を実施してリスク回避している。

C-1、C-2のケースでは、施工段階においてリスクの発現兆候に対し適切に追加調査を実施し、リスクを回避した事例が多い。

○リスク発現（回避）事例のまとめ

【リスクが発現した事例】

地形・地質に関するリスクの見逃しや見誤り、調査や情報伝達の不備といった要因について改善することが重要となるが、一方で発生の予測が困難な事象や地質の不均質・不規則性が著しいという要因をどう扱うかについても考慮が必要となると思われる。

【リスク回避につながった事例】

リスクの存在や発現兆候を適切にとらえられる調査の追加により、リスクへの対応がはかられたものが多いという点が共通しており、マネジメント的手法の適用や、施工中の観測や管理に配慮したことも効果があったことがわかる。

ただし、今回の事例ではリスクの認知と対応という観点での整理であり、リスクアセスメント手法以外の要素については検討できていない。例えば、リスクがあるという前

提で悲観的な設計をするといったリスクへの対応等の効果については、ケーススタディを行うなど別途検討が必要と思われる。

現状と課題

地質・地盤リスクマネジメントに関する事例分析

○リスク発現事例と指針・基準類の記載から推測される課題

各事業分野の指針・基準類には、留意すべき地形・地質や調査計画の重要性について記載されている（表-1）。

表-1 指針・基準等における地質・地盤リスクマネジメントに関する記載例

構造物	リスク要因の抽出	調査計画の策定	リスク情報の共有・伝達
道路土工	<ul style="list-style-type: none"> 道路計画時のコントロールポイントへの配慮^{※1} 設計・施工上問題となりやすい岩質^{※1} 	<ul style="list-style-type: none"> 各段階で適切な調査計画の立案^{※1} 	<ul style="list-style-type: none"> 調査・設計・施工・維持管理段階における情報の共有化が必要^{※2}
トンネル	<ul style="list-style-type: none"> 路線選定上問題となるコントロールポイントを検討^{※3} 不良地山：膨張性、湧水、未固結、地熱・温泉・ガス、山はね、偏土圧、地すべり^{※3} 	<ul style="list-style-type: none"> 各段階に応じて順次、系統的に調査を実施^{※3} 	<ul style="list-style-type: none"> 情報伝達不足による事前調査と施工実績との地山評価の違い^{※4}
橋梁	<ul style="list-style-type: none"> 地盤変動の影響を避けられる架橋位置とする^{※5} 軟弱地盤、液状化、斜面崩壊等、断層について検討^{※5} 	<ul style="list-style-type: none"> できるだけ早い段階から調査項目や実施時期を検討^{※5} 設計の進捗に合わせて計画的に実施^{※5} 	<ul style="list-style-type: none"> 以降の調査、設計に適切に引き継ぐことが重要^{※6}
ダム	<ul style="list-style-type: none"> ダム計画にとって大きな課題となる事項はできるだけ予備調査段階で検討^{※7} 	<ul style="list-style-type: none"> 綿密な調査計画を策定し地形・地質情報を取得^{※8} 	<ul style="list-style-type: none"> 事業区域や各サイトの地質情報の水平展開^{※8} 段階ごとの判断や課題の明確化^{※8}

記載図書

※1 道路土工要綱（日本道路協会）

※2 道路土工 切土工・斜面安定工指針（日本道路協会）

※3 道路トンネル技術基準（構造編）・同解説（日本道路協会）

※4 より良い山岳トンネルの事前調査・事前設計に向けて（土木学会）

※5 道路橋示方書・同解説 I 共通編（日本道路協会）

※6 杭基礎設計便覧（日本道路協会）

※7 多目的ダムの建設（ダム技術センター）

※8 総説 岩盤の地質調査と評価（ダム工学会）

一方、資料一5. 1のように地形、地質構造・地質特性に関するリスクの見逃しや見誤りが3割を占め、調査の未実施や不適も多く見られることから、地質・地盤リスクマネジメントにおける課題として以下のようなものが考えられる。

①多種多様な地質・地盤リスク要因の存在

地質・地盤リスク要因は多種多様であり、地域特有の地質・地盤リスク要因も存在する。地質・地盤リスク要因の抽出は、地質・地盤技術者の知識や経験（ノウハウ）に依るところが大きい。

地表地質踏査は面的な地質情報を得るために有効な調査であり、その重要性も示されているが、一般的な地質調査業務（ボーリング調査）では、地表地質踏査が含まれない場合が少なくない。

②調査計画立案の妥当性の問題

指針・基準類には調査計画の重要性や調査項目については記載されているものの、調査計画の立案方法については詳細に記載されていない。調査計画の立案には、対象地毎の地質・地盤リスク要因と設計上の要求性能を把握することが前提となるが、上記①と同様に地質・地盤技術者の知識や経験（ノウハウ）に依るところが大きい。

また、調査計画立案は解析等調査に含まれるが、事業の流れの中にどう組み込むかが明確でない。

③リスクの情報共有の仕組み

指針・基準類には、地質調査記録の保存、活用に関する記載は多く、切土工・斜面安定工指針のように、地盤の不均質性や不確実性に関する情報の共有化についても示されているが、具体的にどうやって関係者間で情報を共有するかが示されていない。

④リスク対応の手法

資料一5. 1のリスク発現事例の項でも触れているように、上記①～④のように地質情報の質や量や情報の共有化などリスクの特定や評価の面だけではなく、悲観的な設計の採用等のリスク対応も実際には経験的に行われている可能性がある。しかし、このような手法は既存の指針・基準類には具体的なものは示されていない。

○地質・地盤リスクマネジメントに関する手法の整理

各事業におけるリスクマネジメントに関わる事業の流れや手法の現状（試行中のものも含む）について整理した。

(1) 道路事業・ダム事業における事業の流れとリスクマネジメントの比較

- 道路事業では、事業の流れおよび設計・調査の内容や手順、留意点は、各地整のマニュアルや指針・基準類で詳細に示されている（図-1）。
- ダム事業では、事業の流れ等は関連する図書（例えば多目的ダムの建設）等で詳細に記載されている（図-2）。また、チェック体制の具体例としては、指針・基準類や図書には明記はされていないものの、事業の節目となる段階において、本省とインハウス専門技術者による技術チェックを経る重層的な技術マネジメントシステムが構築されている（図-3）。

(2) 道路事業におけるリスクマネジメント的手法

- 中国地整の「土木工事設計マニュアル」では、道路計画におけるチェックリストが示されており、計画時のチェック項目と設計段階ごとの見直しの必要性等が整理されている（表-2）。
- 近畿地整の「地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）」（図-4）や道路局の「構想段階における道路計画策定プロセスガイドライン」（図-5）等により リスクマネジメント的取り組みがなされつつある。

(3) リスクマネジメント的手法の導入事例

- 各地整において 地質リスク調査検討業務 が試行されている（H30年度は10件、表-3）。
- H29年度からは、地質技術者を含めた合同現地踏査、三者会議の実施 が試行されている。

(4) その他リスクマネジメント的手法

- CM方式は平成14年のガイドライン導入後、多くの施工実績を残しているが、その中で 地質・地盤リスクを早期に把握し、適切に対応した事例も存在する。
- 地質リスク学会は、事業における地質・地盤に関する課題に対して発注者への助言・支援を行う 「地質技術顧問制度」の導入を提案している（図-10）。

(5) 海外におけるリスクマネジメント手法の例

- 定性的なリスクアセスメント手法として、多くの国で リスクマトリックス（図-11）が用いられている。
- スイスの山岳トンネルの事例では、地質の不確実性の幅を示すために、悲観的・楽観的地質解釈図（図-12）を作成し設計に反映させた。
- アメリカでは道路およびダムにおいて マニュアルを用いたリスクマネジメント が行われている。また、GBR（ジオテクニカル・ベースライン・レポート） により、発注者の免責範囲を定めている（図-13）。
- イギリスでは ジオアドバイザー が発注者側または第三者として、事業の初期段階から地質・地盤リスクマネジメントに携わる仕組みが確立されている。

(6) リスクマネジメント的手法における課題

- 地質リスク調査検討業務や、三者会議への地質技術者の参加については 試行段階であり、具体的な効果については検証中である（三者会議についてのアンケートでは、19 件のアンケートで、業務 92%、工事 78%で効果ありとの回答）。
- これらの取り組みは、事業の中で繰り返し行われることが望ましく、次の段階においてどう取り扱うかが重要であるが、その方針が具体的に示されていない。
- CMR や地質技術顧問のような制度は、民間の専門技術者が発注者側への指導・支援を行うため、リスクマネジメント手法としては非常に有効であるが、受発注者間の責任分担等を事前に明確にしておく必要がある。
- 海外のリスクアセスメント・マネジメント手法を我が国へ適用する場合は、法令またはそれに準ずる規定の整備、運用されている国と我が国との 社会的・文化的な背景の比較等も含めて検討する必要がある。

(1) 道路事業・ダム事業における事業の流れとリスクマネジメントの比較

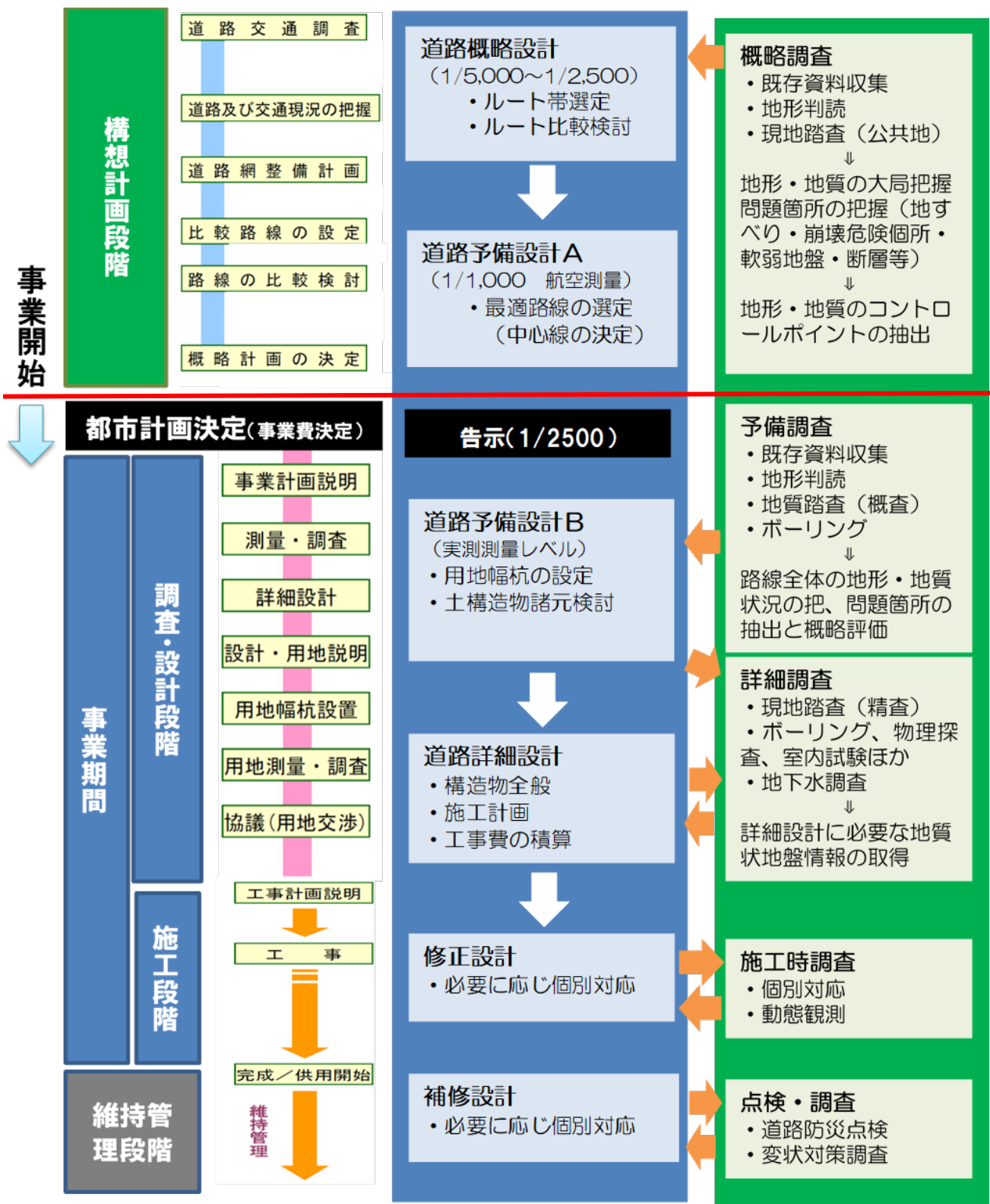


図-1 道路事業の流れにおける設計段階と対応する調査内容

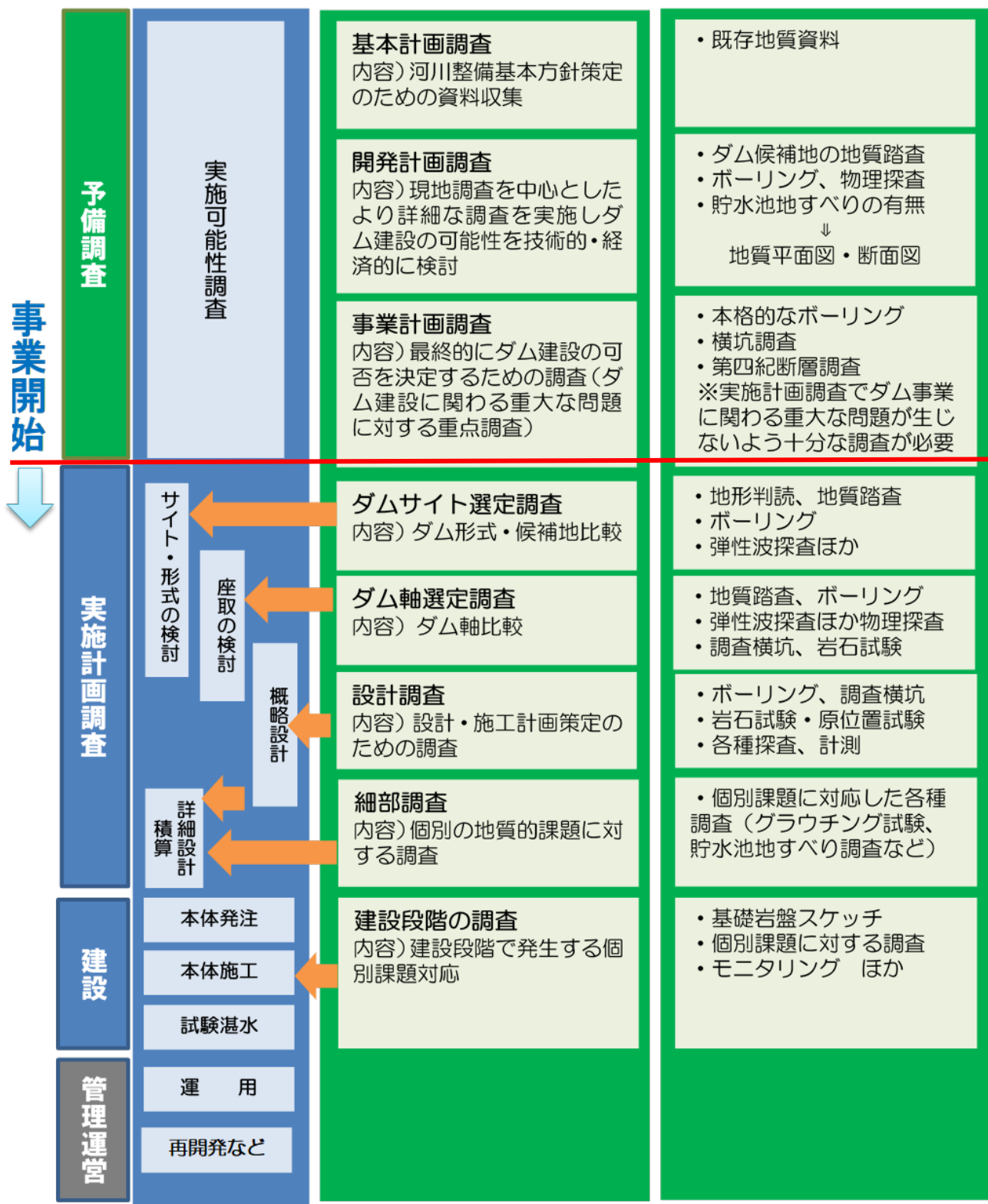
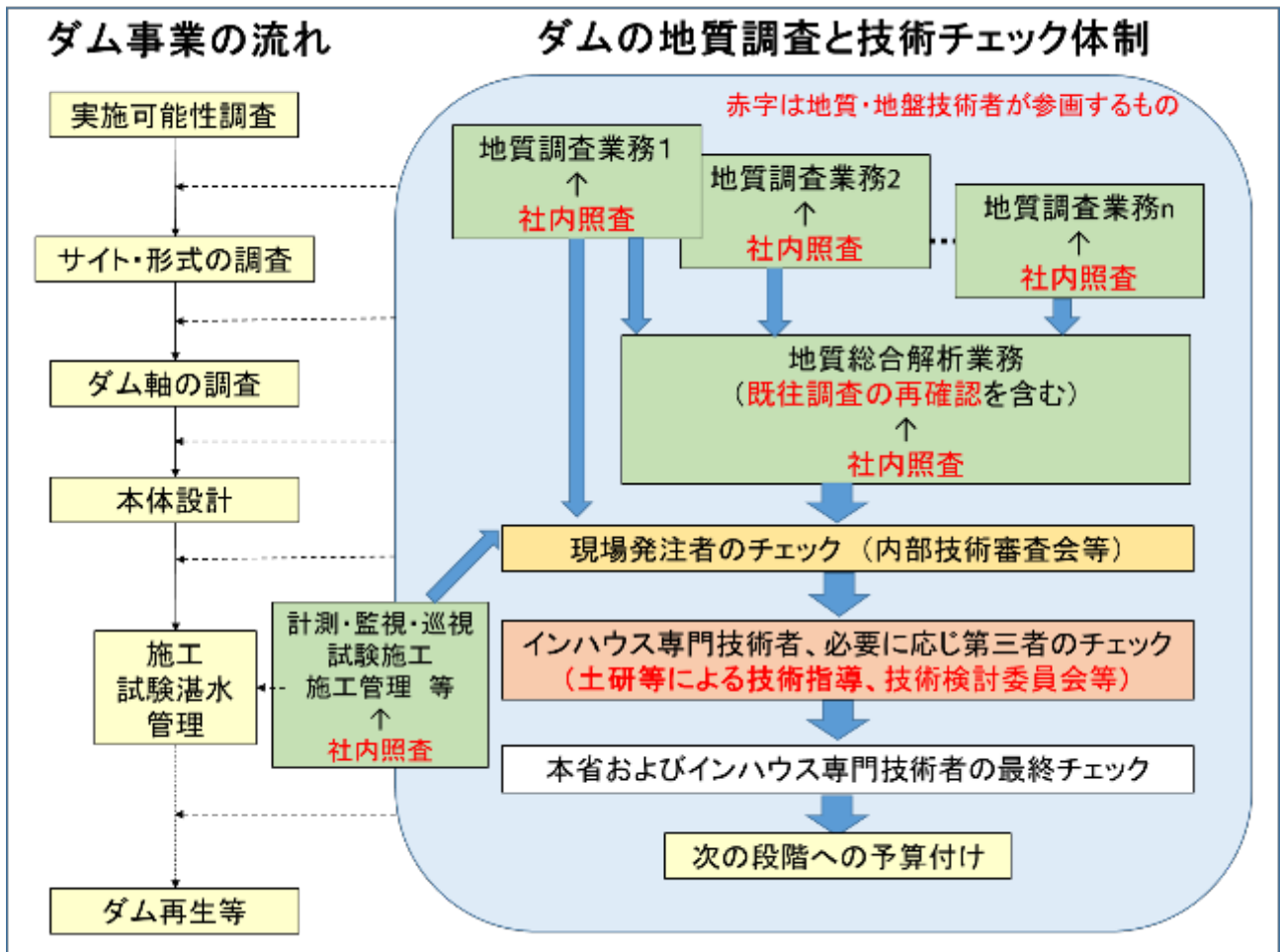


図-2 ダム事業の流れにおける段階と対応する調査内容



地質には不確実性があるため、治水ダムでは、上のフローのように、地質総合解析や専門技術者の技術指導により技術的な課題・リスクを総覧し、対応を検討するとともに、事業の節目となる段階では、国土交通本省とインハウス専門技術者（地質・地盤や構造設計技術者）による技術チェックを経て必要な予算付けを行う重層的な技術マネジメントシステムとなっている。

図-3 ダム事業におけるチェック体制

(2) 道路事業におけるリスクマネジメント的手法の整理

表-2 道路計画におけるチェックリスト 1/3

(「土木工事設計マニュアル 第3編 道路編」中国地方整備局, 2018)

道路計画におけるチェックリスト (1/3)



:管理・防災の視点

○ : 実施項目

△ : ○より精度を上げる・見直し(時点修正)

項目	主な確認内容	設計レベル			備考
		概略A	概略B	予備A	
1 最適ルート (本線・ランプ)					
1) 設計条件					
	①コントロールポイントは把握しているか	○	△	△	・文化財、鉄塔、開発区域、鉄道、国の重要施設(法令による指定区域を含めて)
	②計画交通量は妥当か	○	△	△	・直近のセンサスデータに基づくオーソライズされた将来OD表を使用
	③道路規格は適正か (道路構造令にて判断)	○	△	△	・道路の種類、計画交通量、沿線地形より道路構造令にて決定
	④設計速度は適正か (道路構造令にて判断)	○	△	△	・道路規格より道路構造令にて決定
2) 平面計画					
	①平面線形・縦断線形の設計値は適正か (道路構造令の基準値以内)	○	△	△	・特例値を使用する場合は、理由を整理 (平面、縦断の組合せの整理)
	②幾何構造の使用値は適正か (道路構造令の基準値以内)	○	△	△	・特例値を使用する場合は、理由を整理
	③将来の開発計画、街づくり計画、道路網計画との整合	○	△	△	・自治体等の将来計画を把握
	④道路沿道の用途、地域地区指定との整合	○	△	△	・風致地区、沿道が住宅専用地域等の沿道状況との整合
	⑤路面凍結、植栽管理を考慮した線形となっているか			○	・日照・日陰に配慮
	⑥河川条件・交差条件等と整合がとれているか		○	△	・鉄道との交差条件の整合
	⑦コントロールポイントは考慮されているか				
	・災害危険地域は回避されているか	○	△	△	・災害履歴の有無・規模・断層位置の把握 ・土砂災害危険(地すべり・急傾斜地形・落石危険地域)地域、雪崩危険地域、冠水・越波・防砂区域、津波浸水地域、霧発生地域、強風地域、軟弱地盤(液状化・地盤沈下)地域等
	・重要な文化財包蔵地は回避されているか	○	△	△	
	・貴重な動植物は避けているか(動物の横断移動経路も把握)		○	○	・移動経路復元の可能性の検討、移植などの保全措置の検討
	・移設に難航する支障物件(地上・地下)は回避されているか	○	△	△	・回避する物件、支障移転する物件の整理、近接影響範囲の検討(送電鉄塔、上下水道(幹線)、送水管、工場・病院、墓地、ため池等)
	⑧I C設置間隔、方向、形式は適正か	○	△	△	・事故、災害時の対応(仮設出入口の設置等)、将来利用交通、現道等の渋滞緩和効果、接続道路等との関係、段階整備(端末供用・暫定供用)の有無
	⑨登坂・譲り車線の設置は適正か (道路構造令設置条件を満足)			○	・取付道路の状況、交通量/交通容量、大型車混入率
	⑩Uターン路の設置、緊急時の避難路計画は適正になされているか			○	・交安委員会協議が必要なため都市計画決定後検討 ・都市計画決定後は、交安委員会、消防等詳細に協議し検討 ・I C以外の緊急車両の進入路、待機できるスペースも考慮 ・施工時の工事用進入路等の活用
	⑪休憩施設、緊急退避所、チェーン脱着所等の計画 (道路構造令設置条件を満足)			○	・非常駐車帯の間隔も考慮 ・除雪計画(除雪車の巡回等)も考慮
3) 縦断計画					
	①5000m超トンネルは回避されているか	○	△	△	・危険物車両通行の可否
	②高橋脚は回避されているか (高所作業車の作業範囲を考慮)	○	△	△	・地形を考慮した縦断計画の検討
	③多段盛土は回避されているか	○	△	△	・地形を考慮した縦断計画の検討 ・腹付け盛土の回避も考慮
	④多段切土は回避されているか	○	△	△	・地形を考慮した縦断計画の検討
	⑤集水地形箇所における排水計画はなされているか			○	・比較的規模の大きな排水路または調整池の検討 ・算定根拠(集水域、流出係数、降雨強度、確率年、算定式)も把握 ・過去の災害履歴等も把握
	⑥気象条件が考慮されているか (積雪寒冷地の場合)		○	△	・路面凍結が予想される場合は、計画高(標高)や縦断勾配を抑える
4) 横断計画					
					・歩道計画 (設置の有無)
	①緊急時の通行、維持管理を考慮した路肩幅員を確保しているか	○	△	△	・縮小規定等の採用については十分に検討 (2車線道路、長期暫定供用等) ・交通特性、交通特性等を考慮しコストとサービス水準のバランスを整理
	②バス停の設置の有無			○	・バス路線(となる可能性)の確認
	③地域特性を考慮した横断構成となっているか				・歩道幅員 (設置の有無)
	・管理帯(堆雪帯等)は考慮しているか (構造令規定値)	○	△	△	・積雪寒冷地については、堆雪帯を含め横断構成全体を考慮
	・環境施設帯は確保されているか (構造令規定値)			○	・延焼遮断帯・ライフラインの収容を考慮
2 構造 (土工・橋梁・掘削・トンネル等)					
1) 重要構造物					
	①長大トンネルの採用は適正か			○	・危険物車両通行の可否 (L=5000m以上)
	②トンネルルートが大規模断層帯や湧水帯を通過しないか		○	○	
	③トンネル坑口位置の選定	○	△	△	・谷地形等地形地質的に弱い箇所を回避、トンネル相互の隔離距離
	④長大橋梁(高橋脚含む)の採用は適正か			○	・地形を考慮した縦断計画の検討
	⑤多段盛土の採用は適正か			○	・設置の場合は法面排水計画や管理用通路を考慮
	⑥多段切土の採用は適正か			○	・設置の場合は法面排水計画や管理用通路を考慮 ・土質性状の確認(文献等による調査)

表-2 道路計画におけるチェックリスト 2/3

(「土木工事設計マニュアル 第3編 道路編」中国地方整備局, 2018)

道路計画におけるチェックリスト (2/3) : 管理・防災の視点 ○ : 実施項目
△ : ○より精度を上げる・見直し(時点修正)

項目	主な確認内容	設計レベル			備考
		概略A	概略B	予備A	
2)	土工及び法面工				・既存データの収集により精度を向上
	①土質定数の設定、湧水状況等の範囲は妥当か			○	・都市計画決定後でない土質調査ができない場合がある
	②法面勾配は適正か(道路土工規定値)			○	・土質性状の確認
	③地すべり等の切土部安定検討は適正か			○	・都市計画決定後でない土質調査ができない場合がある ・土砂災害危険(地すべり地形等)地域の指定を確認
	④土量配分は妥当か(切土を盛土部へ転用の可能性)		○	△	・縦断計画への影響
	⑤特殊法面工の必要性はあるか			○	・都市計画決定後でない土質調査ができない場合がある ・土砂災害危険(地すべり地形等)地域の指定を確認
	⑥土取場及び土捨場、運搬ルートは確認したか			○	・アセスで明記する工事中の影響予測との整合を確認する必要も
	⑦環境や景観に関して考慮しているか			○	
3)	軟弱地盤				
	①平面、縦断計画の見直し、他の構造との比較検討を行ったか	○	△	△	
	②対策工の選定は妥当か			○	
4)	直立壁構造(掘削構造含む)				
	①形式・規模は妥当か			○	・施工事例から判断する ・被災した場合に、緊急輸送路としての機能が確保できるか
	②全体的なすべり安定は確認したか			○	
5)	排水工				・排水計画に影響する地域開発計画等の情報を収集
	①流出量の算定は妥当か、避越橋、調整池等の対策は必要か			○	・算定根拠(集水域、流出係数、降雨強度、確率年、算定式)を明確化
	②通水量の算定は妥当か(粗度係数)			○	・都市計画決定前に現地調査が困難な場合がある
	③横断施設の選定は管理も踏まえ妥当か			○	・都市計画決定前に地元協議が困難な場合がある(流域の将来開発計画を考慮)
	④排水勾配(流速の許容範囲)は妥当か			○	・都市計画決定前に地元協議が困難な場合がある
6)	排水処理				
	①用水系統は適正か(道路排水が流入しないか)			○	・都市計画決定前に地元協議が困難な場合がある
	②排水系統は適正か(用水系統へ接続していないか)			○	・都市計画決定前に地元協議が困難な場合がある
	③流末処理は適正か(下水、河川等の流出可能な施設か)			○	・都市計画決定前に地元協議が困難な場合がある
	④調整池設置の必要性を確認したか			○	・確認事項(流量、増加流量、利水権)
	⑤必要となる事前協議は実施されているか			○	
7)	防雪柵、防風柵等				
	①防雪柵や防風柵等の必要の有無			○	・できる限り回避する縦断面計画を行い、必要最小限にする
3	概算事業費				
1)	概算事業費				
	①用地及び工事の単価設定は適正か			○	△
	②予備費は考慮しているか			○	△
	③維持管理費(も含み比較)は考慮しているか			○	△
					・特に、トンネル換気等維持管理費など、ルート比較時に必要
4	将来交通量と段階整備				
1)	将来交通量				
	①整備段階毎の交通量の妥当性			○	△
					・暫定供用に柔軟な対応が出来る道路構造を考慮
2)	段階整備				
	①部分供用の有無				○
	②暫定供用の有無				○
					・B/C、渋滞緩和等の効果が大きい箇所を優先しているか
5	横断構造物(機能補償道路を含む)				
1)	機能補償道路				
	①幅員、延長、断面、勾配等は適正か				○
	②沿道に対する高さ等の取合いは考慮しているか				○
	③バリアフリー対策の必要性は確認したか				○
	④適正に集約されているか				○
	⑤出入口部の相互視認性は適切か				○
					・圃場整備計画等の有無を確認
2)	横断函渠				
	①断面、延長、勾配等は適切か(維持管理を考慮)				○
	②適正に集約されているか				○
					・維持管理を考慮し、構造形式の選定、断面の大型化も検討

表-2 道路計画におけるチェックリスト 3/3
 (「土木工事設計マニュアル 第3編 道路編」中国地方整備局, 2018)

道路計画におけるチェックリスト (3/3) :管理・防災の視点 ○ : 実施項目
 △ : ○より精度を上げる・見直し(時点修正)

項目	主な確認内容	設計レベル			備考
		概略A	概略B	予備A	
6	沿道環境				
	1) 環境及び景観検討				・環境影響評価結果、自治体の総合計画や景観条例、PI等による意見を考慮
	①環境及び景観検討の必要性、範囲、コンセプト等は理解したか			○	
	②騒音対策→遮音壁設置位置、規模は確認しているか			○	
7	交差点の位置・形態				
	1) 交差道路の位置及び形態 (立体/平面)				・暫定形状の検討 (平面、立体)
	①交差位置・形態は適正か				
	・計画区間の走行速度の確保		○	△	・部分供用 (端末IC) 時の交差点の有無
	・混雑度、飽和度		○	△	
	・コストとサービス水準のバランスは適正か		○	△	・道路の利用形態の検討
	②本線とランプの幾何構造値は適正か		○	△	
8	事業手法				
	1) 有料道路事業の参入の有無、事業主体の検討			○	△
	2) 新規事業評価の検討 (B/C等)			○	△

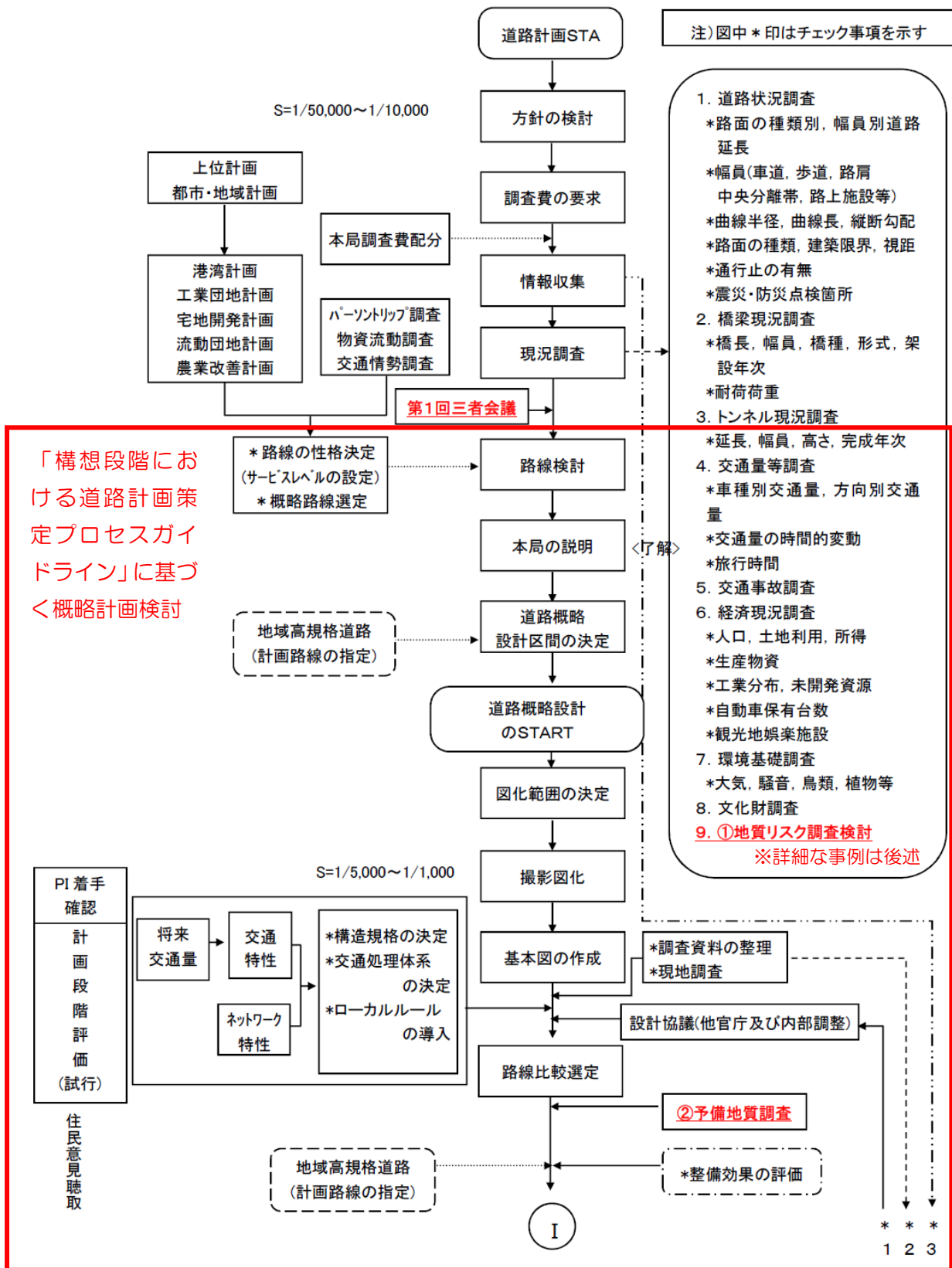


図-4 道路事業の流れと各段階におけるリスクマネジメント的手法 1/3
 (「地質リスク低減のための調査・設計マニュアル (案)」近畿地方整備局, 2018 に追記)

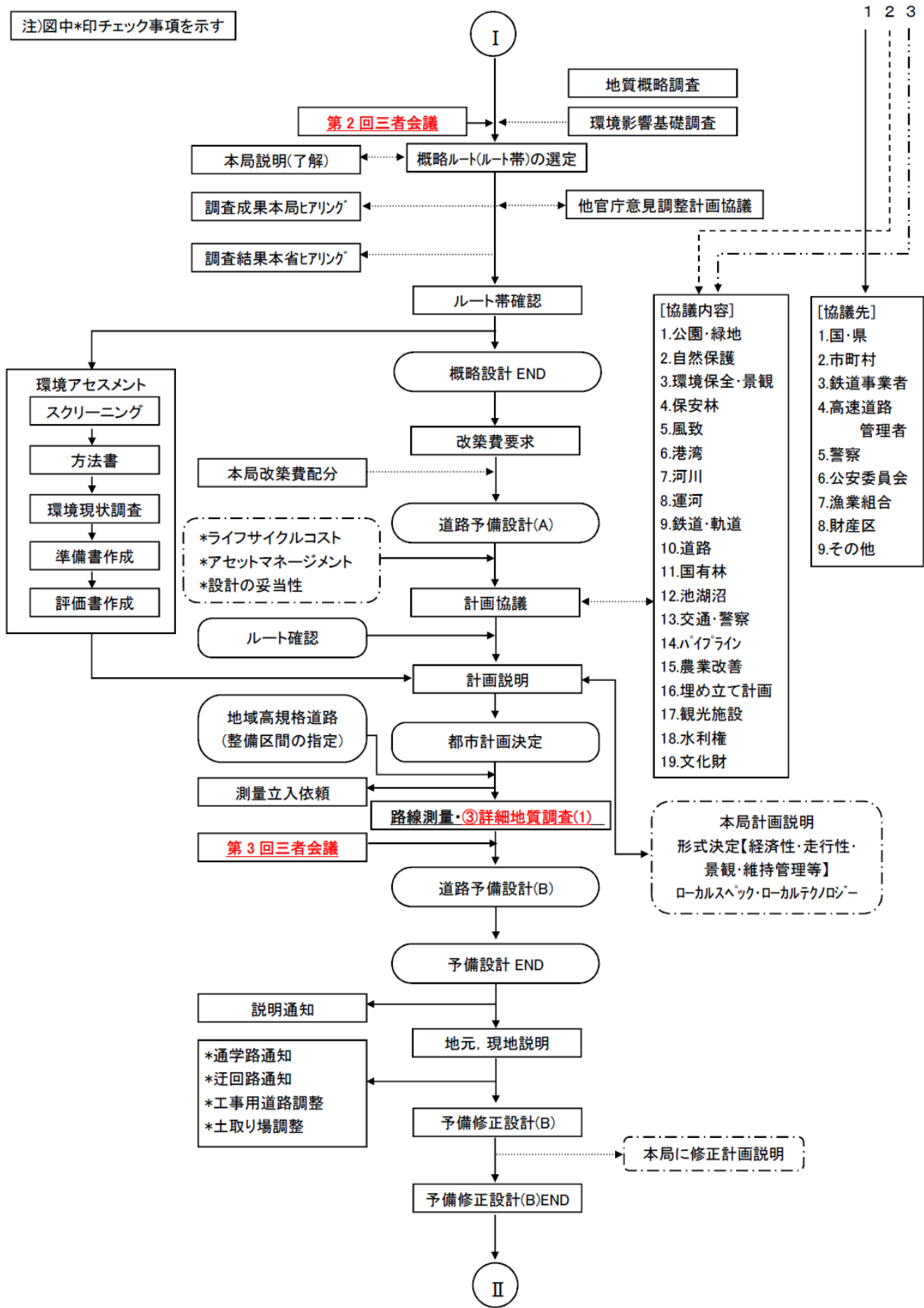


図-4 道路事業の流れと各段階におけるリスクマネジメント的手法 2/3
 (「地質リスク低減のための調査・設計マニュアル(案)」近畿地方整備局, 2018に追記)

注)図中*印チェック事項を示す

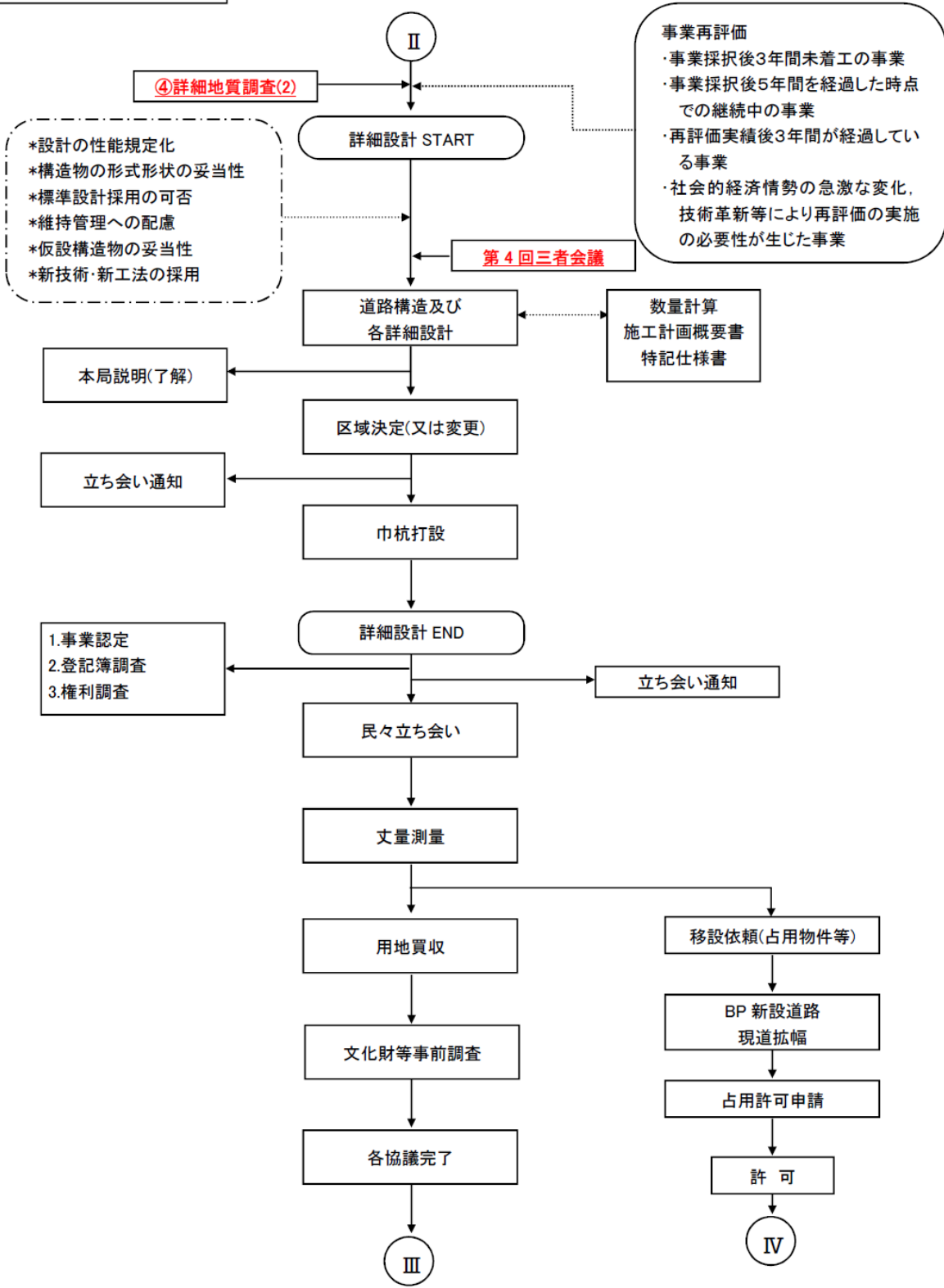
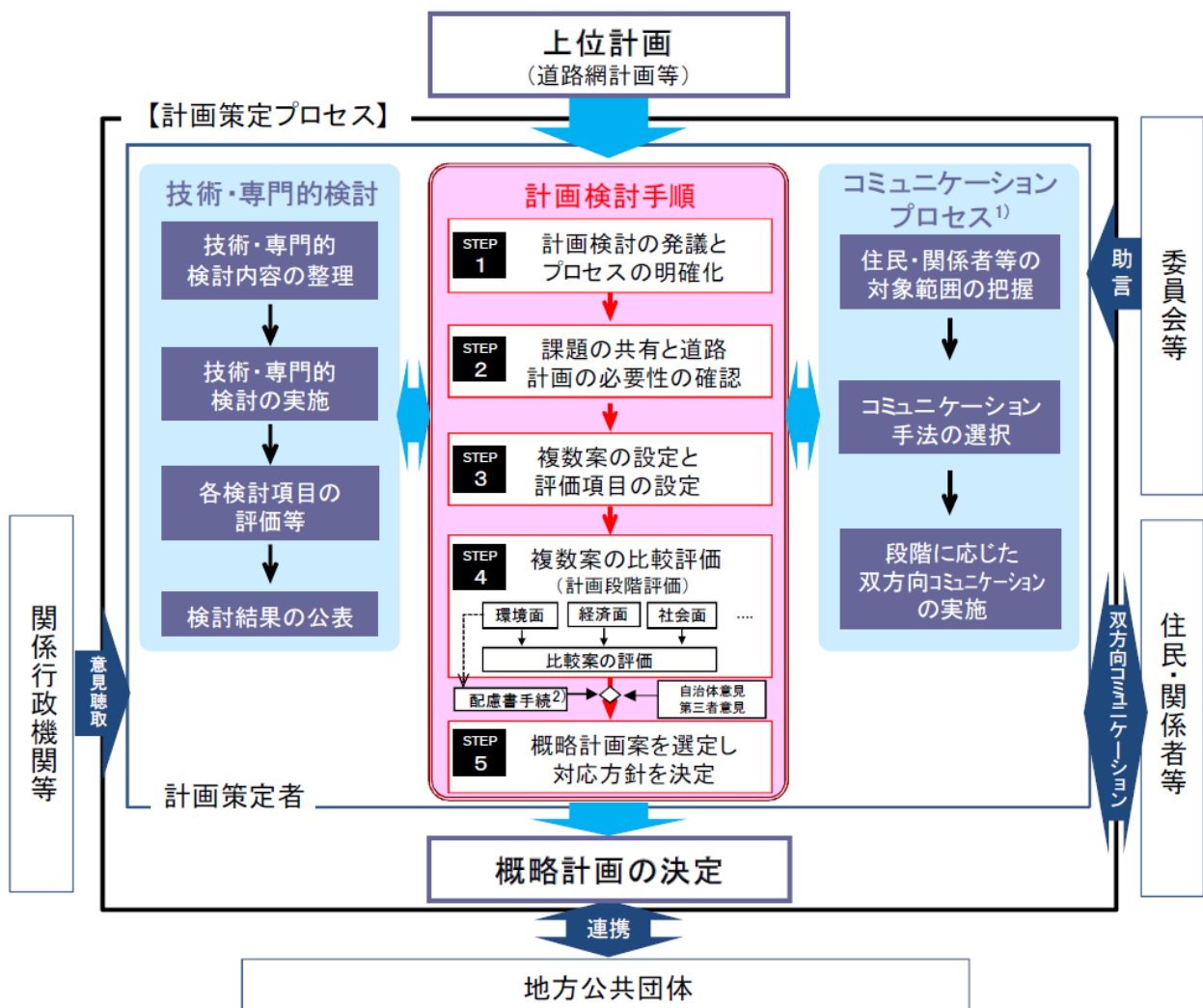


図-4 道路事業の流れと各段階におけるリスクマネジメント的手法 3/3
 (「地質リスク低減のための調査・設計マニュアル(案)」近畿地方整備局, 2018に追記)

■ 構想段階における道路計画策定プロセスガイドライン

- 計画策定プロセスの適切性の向上に資することを目的として以下について記載されている。
 - ① 計画検討手順と手順の各段階に実施すべき事項
 - ② 計画検討手順を進めるに当たって実施されるコミュニケーションプロセス
 - ③ 技術・専門的検討に関する基本的な考え方や留意事項
- 技術・専門的検討の中で「地形・地質的条件は考慮されているか」等の留意点を示している。
- また、「計画策定者自らが検討を行うために極めて高度な技術・知見を必要とする場合には、外部の有識者等からなる技術検討会を設置し体制を整える必要がある」とあり、技術・専門的検討を補助する仕組みについて言及している。



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

図-5 計画策定プロセスの基本的枠組
 (「構想段階における道路計画策定プロセスガイドライン」国土交通省道路局, 2013)

(3) リスクマネジメント的手法の導入事例

■地質リスク調査検討業務の試行

①業務発注状況

地質リスク関連業務の発注状況を整理し、一覧表として整理した。平成26年度以降、計21件の業務が発注されている（平成31年3月時点）。道路事業（予備設計段階）で実施されるケースが多い。

表-3 国土交通省の地質リスク調査検討業務の発注状況（H26年～H30年3月時点）

No.	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	業務の概要
1	北海道開発局	H28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	日高自動車道厚賀内道路の大狩部トンネルにて想定される地質リスク要因等の抽出・特定、リスクの分析・評価およびリスク対応方針の検討を行い、経済的で合理的な調査計画を策定する。
2	北海道開発局	H28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	新規高規格道路の調査・設計段階における地質リスク検討（11.5km）
3	北海道開発局	H29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	詳細設計	新規高規格道路の調査・設計段階における地質リスク検討（11.5km）
4	北陸地方整備局	H26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	予備	地質リスク検討と地質調査計画策定を実施
5	北陸地方整備局	H28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	—	高瀬ダム堆砂対策として検討するトンネル設計のために必要な地質情報を把握する
6	近畿地方整備局	H28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	新規高規格道路の調査・設計段階における地質リスク検討（13.4km）
7	近畿地方整備局	H28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	新規高規格道路の調査・設計段階における地質リスク検討（15km）
8	近畿地方整備局	H28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	予備	紀南東部・新宮地域における地質リスク項目の抽出及び検討
9	近畿地方整備局	H28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	予備	紀南東部串本地域他における地質リスク項目の抽出およびそれぞれに対する対応基本方針と優先度の検討
10	九州地方整備局	H27年度	大隅河川国道事務所	平成27年度牛根地区地質総合解析業務	道路	予備	防災改良ルートへの検討（3.8km）
11	九州地方整備局	H29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	道路防災検討に先立ち、斜面の地質リスクを抽出し既存調査資料を網羅した総合的な判断、見解を含む解析を行う。
12	北海道開発局	H30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	新規高規格道路の調査・設計段階における地質リスク検討（4.3km）
13	関東地方整備局	H30年度	長野国道事務所	諏訪バイパス地形地質調査解析業務	道路	予備	新規高規格道路の調査・設計段階における地質リスク検討
14	北陸地方整備局	H30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	—	既往の地質調査等の結果を精査し、今後の地質調査等の計画を策定する。
15	近畿地方整備局	H30年度	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	道路	—	地質リスクをふまえた事業マネジメントを目的とするマニュアルの作成に向けた基礎資料の取りまとめを行う。
16	近畿地方整備局	H30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	近畿地整のマニュアル（案）を参考に、地質リスクの抽出及び分析・評価を行う。
17	中国地方整備局	H30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	施工調査・設計	山陰道（施工中・未着工・維持管理各段階）の地質リスクマネジメント
18	中国地方整備局	H30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	砂丘砂地盤上の高規格道路
19	中国地方整備局	H30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	砂丘砂地盤上の高規格道路
20	四国地方整備局	H30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	新規高規格道路の調査・設計段階における地質リスク検討（20km）
21	九州地方整備局	H30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	新規高規格道路の調査・設計段階における地質リスク検討、調査計画立案
22	九州地方整備局	H30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	予備	新規高規格道路の調査・設計段階における地質リスク検討（軟弱地盤）

②地質リスク検討業務の実施事例

a) 業務名・業務概要

【業務名】平成 29 年度 一般国道 5 号倶知安町外地質調査計画策定業務（北海道開発局小樽建設開発部）

【路線名】一般国道 5 号線（倶知安余市道路 倶知安～共和間 11.5km）

【概要】：道路予備設計(B)段階（H28 年度）および詳細設計段階（H29 年度）において、地質リスク検討業務を実施（図-6）。

【実施事項】現地踏査、地形地質解析、地質リスク要因の抽出、地質リスクの分析・評価、後続調査計画の立案

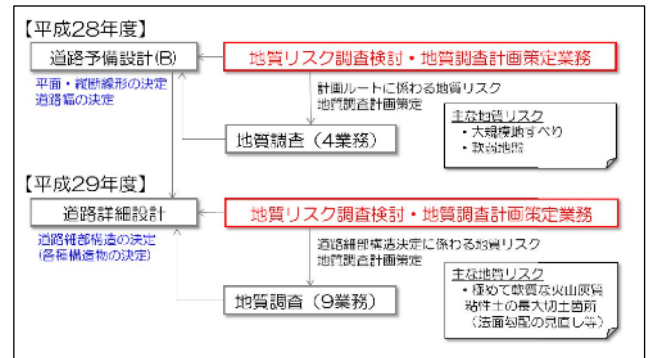


図-6 地質リスク検討業務の実施状況

b) 地質リスク要因の抽出方法

詳細設計段階では、既往ボーリングコアの再確認、路線全体の地表踏査を実施し（図-7）、リスク要因を抽出した（表-4）。

表-4 地質リスク要因と発現事象

c) 地質リスクの分析・評価方法

発生確率と影響度の組み合わせにより、リスクランクを設定した（図-8）。

想定される発現事象毎にリスクランク判定表を作成して評価した（表-5）。

	地質リスク要因	リスクの発現事象
被覆層	表層堆積物の低強度地盤 降下火山灰が代表的 (最大厚厚20~30m、 N値:1~8)	①湧水等による切土法面前壊 ②基盤岩の浸食による末端部の崩壊 ③落石 ④地すべり
基盤岩	新鮮な未風化泥岩 (風化しやすい第三紀層泥岩)	⑤掘削土内に含まれる泥岩のスレーキングによる盛土沈下 ⑥落石

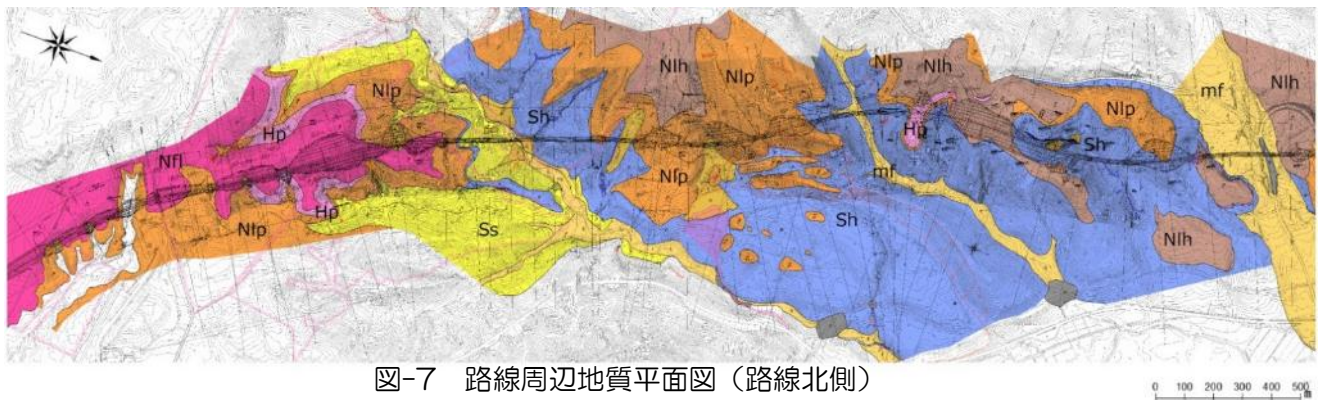


図-7 路線周辺地質平面図（路線北側）

発生確率
本事例では、各事象における技術指針等を参考に、各発現事象の発生「可能性」を定性的に整理する。



影響度	影響項目	定性評価	小	中	大
			軽微な修復と事業継続可能となる影響	大きな損失を受けるが事業は継続可能で、遅延がある	事業が中断または大幅な遅延となる影響
費用 (コスト)	事例 1 (土木学会)		1000 万未満	1000 万以上	5000 万以上
	事例 2 (地質リスク学会)		100 万以上	1000 万以上	1 億以上
	本業務*		4000 万未満	4000 万以上	2.5 億以上
期間	事例 1 (土木学会)		1 年未満	1~3 年	3 年以上
	事例 2 (地質リスク学会)		数週間	数か月	数年
	本業務*		1ヶ月未満	1ヶ月以上	1年以上

図-8 リスクランクの考え方（発生確率×影響度）

表-5 リスクランク判定表の例

		発生確率(可能性)			AA	回避	路線変更等 対象無し
		小	中	大			
影響度	特大	A	A	AA	A	低減	詳細な調査を実施して、安全な対策工を講じるべき事象
	大	B	B	A			
	中	C	B	B			
	小	C	C	B			
					B	低減	地質調査や詳細形状(横断形)を確認の上、対策工の必要性を判断すべき事象
					C	留保	リスクを留保し、施工管理段階、維持管理段階に引き継ぐもの

d) リスク管理表の作成

計画路線全体(上下線毎)を対象に、道路構造物それぞれにリスクランクを評価し、リスク管理表として整理(表-6)。

表-6 リスク管理表の記載例

H28年度 ・計画段階	線・上り線 後続調査計画	地質リスク評価		[国1] 地質リスク評価		[国1] 地質リスク評価		[国1] 地質リスク評価	
		重要性	発生しやすさ	γ	δ	β	δ	γ	β
		後続調査計画(ボーリング)		D	C	A	D	D	A
		測点(P)	52203_00~52253_00	B-10, 19	K-14, 15, 16, 17	C-15	52590_00~52718_00	52719_00~52824_00	K-18
		土工・構造物	盛土(側溝、谷樋、1段)	切土(覆切、6段)	切土(側溝、谷樋、6段)	切土(覆切、1段)	盛土(側溝、谷樋、6段)	切土(覆切、1段)	切土(覆切、1段)
	地質リスクの 抽出・特定	地質リスク要因	a. 火山崩壊帯の湧き水割(地, NF1, d) b. 低浸透の火山灰質土(地, NF1, d) c. 巨礫層の不安定な浮き割(地, NF1, d) d. 地層間の基底面の不安定(地, NF1, d) e. 軟弱地層(地, NF1, d) f. 地下水の古い砂地層(地, NF1, d)	a. 火山崩壊帯の湧き水割(地, NF1) b. 低浸透の火山灰質土(地, NF1) c. 巨礫層の不安定な浮き割(地, NF1) d. 地層間の基底面の不安定(地, NF1) e. 軟弱地層(地, NF1) f. 地下水の古い砂地層(地, NF1)	a. 火山崩壊帯の湧き水割(地, NF1, d) b. 低浸透の火山灰質土(地, NF1, d) c. 巨礫層の不安定な浮き割(地, NF1, d) d. 地層間の基底面の不安定(地, NF1, d) e. 軟弱地層(地, NF1, d) f. 地下水の古い砂地層(地, NF1, d)	a. 火山崩壊帯の湧き水割(地, NF1) b. 低浸透の火山灰質土(地, NF1) c. 巨礫層の不安定な浮き割(地, NF1) d. 地層間の基底面の不安定(地, NF1) e. 軟弱地層(地, NF1) f. 地下水の古い砂地層(地, NF1)	a. 火山崩壊帯の湧き水割(地, NF1, d) b. 低浸透の火山灰質土(地, NF1, d) c. 巨礫層の不安定な浮き割(地, NF1, d) d. 地層間の基底面の不安定(地, NF1, d) e. 軟弱地層(地, NF1, d) f. 地下水の古い砂地層(地, NF1, d)	a. 火山崩壊帯の湧き水割(地, NF1) b. 低浸透の火山灰質土(地, NF1) c. 巨礫層の不安定な浮き割(地, NF1) d. 地層間の基底面の不安定(地, NF1) e. 軟弱地層(地, NF1) f. 地下水の古い砂地層(地, NF1)	
		発現事象	a. 不固法下、法下、側方深割 b. 不固法下、法下、側方深割 c. 法下、側方深割、浸食化	a. 水もちとの深割によるサベリや同様の発生 のり面の不安定化(同様、非力変動) c. 主筋との通過による施工機械の不適合、のり面からの湧き d. 水もちとの深割によるサベリや同様の発生 のり面の不安定化(同様、浸食)	a. 不固法下、法下、側方深割 b. 不固法下、法下、側方深割、浸食化	a. 水もちとの深割によるサベリや同様の発生 のり面の不安定化(同様、非力変動) c. 主筋との通過による施工機械の不適合、のり面からの湧き d. 水もちとの深割によるサベリや同様の発生 のり面の不安定化(同様、浸食)	a. 不固法下、法下、側方深割 b. 不固法下、法下、側方深割、浸食化	a. 水もちとの深割によるサベリや同様の発生 のり面の不安定化(同様、非力変動) c. 主筋との通過による施工機械の不適合、のり面からの湧き d. 水もちとの深割によるサベリや同様の発生 のり面の不安定化(同様、浸食)	
		発現事象のタイプ	⑤ (bef)	⑥ (f)	① (abde) ② (c) ④ (c)	⑤ (bef) ⑥ (f)	① (abde) ② (c) ④ (c)	⑤ (bef) ⑥ (f)	① (abde) ② (c) ④ (c)
		発生確率	大	大	大 大 小	大 大 中	大 大 小	大 大 小	大 大 小
		影響度	中	中	小 小 小	中 中 小	中 中 小	中 中 小	中 中 小
		リスクランク	B	B	A B C	B B	B B	B B	C
		H28年度 ボーリング 調査計画の 見直し	ボーリング(H28バンコク線B-8、H28バンコク線10、H29ドローン)	ボーリング(H29バンコク線B-8、H29バンコク線10、H29ドローン)	ボーリング(H29ワイズ線B-3、H29ワイズ線1、H29ワイズ線6、H29ワイズ線7、H29ワイズ線8)	ボーリング(H29ワイズ線B-3、H29ワイズ線6、H29ワイズ線7、H29ワイズ線8)	H29調査実施		
		H29年度 ボーリング 調査実施後の リスク評価	発生確率 大 影響度 中 リスクランク B	大 中 B	大 大 小 大 小 小 A B C	小 中 大 中 C B	中 大 小 小 B B	大 小 小 小 B C	
		後続調査計画立案	-	-	-	-	-	-	-
		設計段階	地質リスクの抽出	浸食化の特定	のり面の不安定化の抽出 のり面の不安定化の抽出	-	浸食化の抽出	のり面の不安定化の抽出 のり面の不安定化の抽出	-
		施工段階	-	-	地質リスクの抽出 浸食化の抽出	-	-	地質リスクの抽出 浸食化の抽出	-
		維持管理段階	定期点検	定期点検	定期点検 定期点検	-	定期点検	定期点検	-

e) 事業関係者間のリスクの共有

業務期間中、発注者、地質リスク検討担当者、地質調査担当者、道路設計担当者の4者による合同会議を複数回開催し、対象区間の地質リスクに関する情報共有を実施している(図-9)。



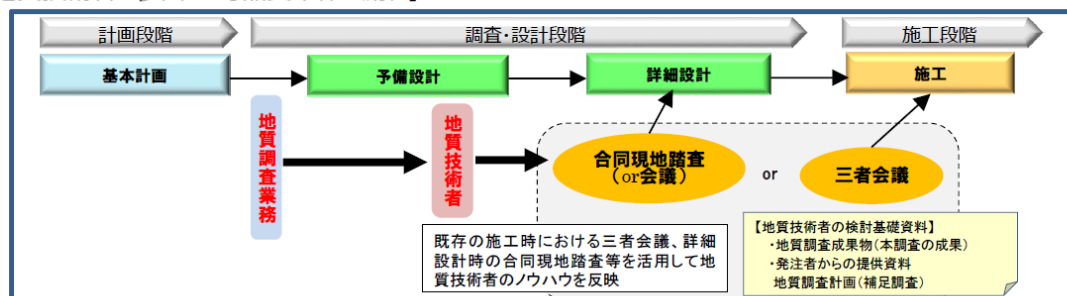
図-9 4者合同会議(写真左)、合同コア観察(写真右)

地質技術者の参画による品質確保 試行概要

試行の概要

- ◆ 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、地質調査で得られた知見等を確実に伝達するため、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、設計者・施工者に調査で得られた知見などを直接伝達
- ◆ 地質構造の複雑な箇所や地形の変化が大きい箇所など、特に地質情報の不確実性が高い現場を対象に実施
⇒平成30年度は、設計11件、工事14件、合計25件で実施予定。(11月14日現在)
⇒平成29年度は、設計16件、工事9件、合計25件で実施。

【地質技術者の参画による品質確保の流れ】



アンケート調査

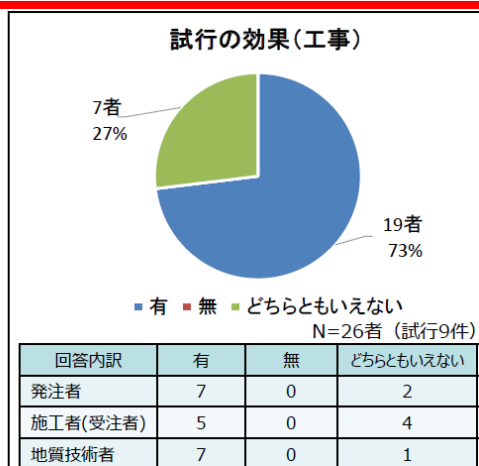
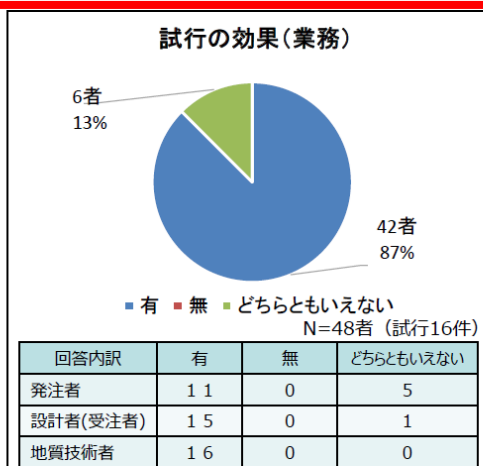
- ◆ 対象者・・・発注者、受注者、地質技術者
(※地質技術者の参加シーンが三者会議の場合、三者会議に参加の設計業者にも参考で意見聴取)
- ◆ 調査項目・・・試行の効果の有無、効果の具体例、地質技術者より提供された情報、地質技術者が参画するのに相応しいタイミング、その他意見、等
- ◆ アンケート調査結果についてとりまとめ

20

アンケート調査結果 試行の効果の有無 (H29年度)

試行の効果の有無

- 今回の試行が業務及び工事の品質確保につながったかどうか調査。業務では9割、工事では7割が効果ありと回答。効果なしはゼロ



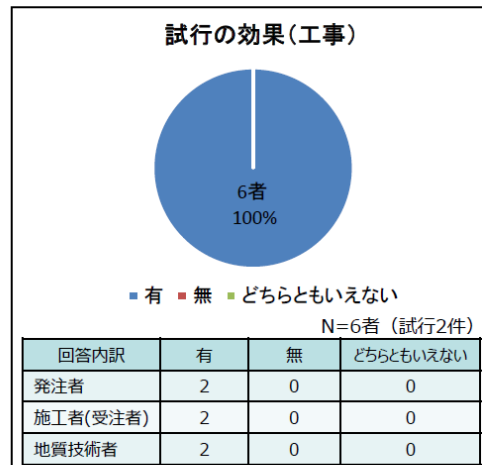
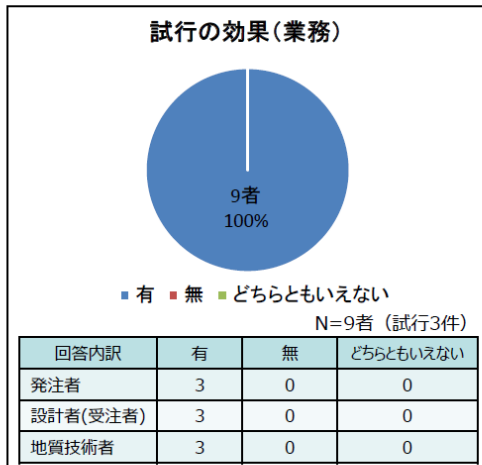
“どちらともいえない”を回答した理由の例

- ・ 時間がなく、勉強不足であったため、有効性の判断ができない
- ・ 合同現地踏査だけではなく、その後の設計に対する検証まで視野に入れて参画してもらうことでより効果的になると考える
- ・ 地質条件が複雑な場合に効果が出てくるものと考えられる (今回のような、一般的な地質の現場では効果が薄い)

21

試行の効果の有無

- 今回の試行が業務及び工事の品質確保につながったかどうか調査。上半期の試行件数は少ないものの、業務、工事ともに全ての者が効果ありと回答。



22

- 詳細設計業務での試行において、受発注者ともに効果が高いと評価
- 地質技術者からも、試行に対して前向きな意見

具体的な意見 (合同現地踏査での意見)

【発注者】

- ◆ 設計者が想定する地すべり面を地質技術者と共有でき、必要な調査箇所絞り込むことが可能となった
- ◆ 脆弱な地質境界等について、現地を確認しながら詳しく打ち合わせすることができた
- ◆ 設計者と地質技術者の両者の観点から問題点などを精査することができ、有効である

【設計者】(受注者)

- ◆ 地質調査の詳細な情報が得られ、直接的に設計者が確認することで対策計画への正確な反映が可能
- ◆ 地質調査結果に対して、調査・設計の両方の観点から当初計画に代わる変更計画の可能性を現場で議論することにより、今後必要な検討事項を整理することができる
- ◆ 設計施工上の課題について、対面式で打合せできるため、課題等の抜け・漏れを防止できる

【地質技術者】

- ◆ 調査内容の精査により不要な事項・箇所の洗い出しができた
- ◆ 設計担当と現地および調査結果を確認したことにより、調査地の地質状況や試験方針などについて意思疎通を図れた

24

- 工事での試行においても、受発注者ともに効果が高い評価の回答が多い

具体的な意見（三者会議での意見）

【発注者】

- ◆ 施工の確実な安全対策に寄与。工期内に所定の品質の工事目的物を建設することができた
- ◆ 地質構成（軟弱層）や想定地質断面に言及頂き、**施工者と共通認識を持つことができた**
- ◆ 地質技術者による地すべり懸念箇所に対する具体的な観測・施工方法、管理基準等を直接工事受注者へ伝達でき、**三者会議を通じた情報共有が迅速にできた**

【施工者】（受注者）

- ◆ 地質に関する各種情報の共有及び適切な回答が得られるため、標準化すべきであると考え
- ◆ 具体的な（地質状況、地質変化の可能性等）地質状態を知ることにより**各種の確かな判断につながる**
- ◆ 施工側の提案に対しても、地質の専門家から設計の**考え方、地質的な判断をいただくことができ、密度の濃い三者会議となった**

【地質技術者】

- ◆ 横坑による詳細地質調査の目的と横坑施工の安全確保に必要な横坑位置を提案できた
- ◆ 切土した法面の土質が設計条件と一致しているか、三者で確認したことで、設計と現場との乖離を防ぐことができ、工事の品質確保につながったと考える

25

- 工事での試行においても、受発注者ともに効果が高いと評価

具体的な意見（三者会議での意見）

【発注者】

- ◆ 施工を進めていく中で生じた課題に対して、**速やかに対応できる体制が確認出来た**
- ◆ 地質縦断、横断図の作成時の**想定で作業する箇所を確認**することができた

【施工者】（受注者）

- ◆ 湧水への対応やアンカー工の割り付けが容易となった
- ◆ 土質による地盤改良配合量の変化、着底地盤の硬軟によって工法選定及び周辺家屋への振動の影響があったため、**地盤土質性状の明確化によって品質確保に繋がった**

【地質技術者】

- ◆ 湧水のリスクやアンカー周囲摩擦抵抗値の確認等、施工段階で確認の必要な地質情報を伝えることができた
- ◆ 設計者、施工者及び発注者に、地盤の変化が大きいことを確認してもらうことで、事前確認（チェックポイント）の必要性和施工方法を含めた検討に繋がった

26

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） 平成31年3月6日

(4) その他リスクマネジメント的手法

■ 話題提供 地質技術顧問の実現

コスト構造改革を推進するためには発注者側に地質リスクをマネジメントできる地質専門家が必要であると思われる。国等を除いてほとんどの発注機関において、外部から技術顧問を調達することを検討されることが望まれる。発注者側に地質専門家を必要とする場面は、「事業計画の立案（技術アドバイザーとして）」「設計・工事などの調達（CMとして）」「リスクの取引（PFI）（代理人として）」「職員の教育・指導（先生として）」など多様である。

このような技術顧問を制度化する方法としては以下のような仕組みが考えられる。

1. 技術顧問制度の成立

発注者が外部から発注者支援を受ける考え方の一つが品質確保法第15条で言及されたが、今後多様な分野において発注者を支援する仕組みが施行され制度化の方向に向かうと考えられる。

2. 地質リスクマネジメントのコスト縮減施策への導入

地質リスクマネジメントは、効果が実証されれば国のコスト縮減プログラムの一つとしてコスト縮減施策に導入されることが期待される。

3. 地質リスクの説明責任の制度化

今後、発注者は事業費の変更に説明責任を負うのみではなく、公共事業に潜在している地質リスクを事前に把握し公衆に伝達する役割が求められている。そのことが事業執行における合意形成の条件となれば、必然的に地質リスクマネジメントが導入されるであろう。

4. 妥当投資としての地質技術

研究に着手したばかりであるが、1つの技術顧問活動によって1,000万円以上の効果が期待でき、仮に年間2、3箇所的成果が出せれば採算に乗る事業であると考えてよさそうである。

技術を公共投資として扱う考え方が導入されつつあり、まずは地質調査費の妥当性を立証し、あわせて地質技術（質）の投入妥当性を立証することが必要である。このことは発注者側の技術者の存在証明ならびに成功報酬の考え方にもつながるものである。

図-10 地質技術顧問制度について

(地質リスク学会ホームページ http://www.georisk.jp/?page_id=559)

(5) 海外におけるリスクマネジメント手法の例

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-11 リスクマトリックスの例（カリフォルニア州運輸局，2012）

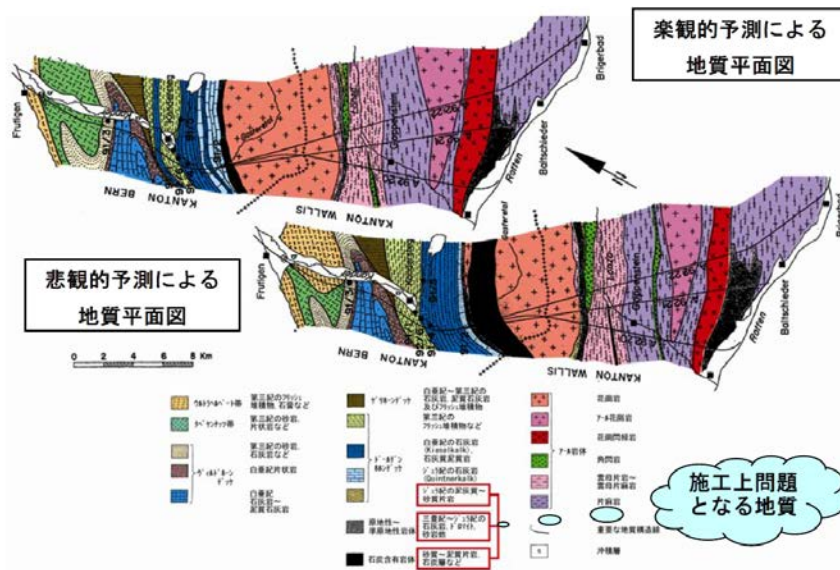


図-12 悲観的・楽観的地質解釈図の例（全地連，2007）

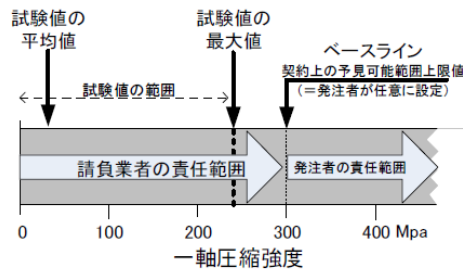


図-13 一軸圧縮強度のベースラインの例（地質リスク学会，2014）

表-7 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	ニューシー 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	○	○	○	○	○		
		FMEA・PFM (故障モード 影響解析)		○					
		ETA (事象の木解析)		○					
		悲観的・楽観的 地質解釈図				○			
	定 量 的 手 法	MCMC(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)		○					○
		B/T						○	
マ ネ ジ メ ン ト 体 系 (主 に 契 約 制 度)	リスク管理表			○					
	GBR	○	○			○			○
	ジオアドバイザー (地質技術顧問)	○							
	地盤認証	○							
	保険制度	○							○
	地質リスクを含め た設計仕様書								○