

令和2年度土木研究所講演会 2020年10月21日

# 地質・地盤リスクにONE-TEAMで対応する —地質・地盤リスクマネジメントの導入と運用—

---

国立研究開発法人 土木研究所  
地質・地盤研究グループ 地質チーム  
上席研究員 阿南 修司

## はじめに

### □土木事業における地質・地盤の重要性

- 土木構造物のほとんどは、地質・地盤を基礎あるいは材料として利用
- 地質・地盤は一部の盛土・埋土を除き自然に形成されたものであり、分布が複雑で性状も不均質であることが多い
- 地下の状態を直接確認することが難しいため、想定との乖離は避けられない

### □地質・地盤の不確実性が、ときに事業に大きな影響を及ぼす＝地質・地盤リスク

- 地質・地盤の不確実性の取り扱いの失敗は、事業の効果と効率性を損ない、事故や損害につながる場合もある

# 博多駅前地下鉄陥没事故

平成28年11月8日早朝

- 未固結層下の古第三紀の岩盤（岩被り2～3m）を大断面で掘削中、土砂流入・陥没が発生
- 設計時の想定より被りが薄く、岩盤自体も風化や亀裂のため部分的に弱部あり



出典：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（土木研究所HP）、福岡市交通局撮影

○地質・地盤に起因する事故や不具合に至る「地質・地盤リスク」への対応が重要

○事業者、調査実施者、設計者、施工者、管理者のいずれにとっても重要な課題

## ガイドライン作成の経緯

- 博多駅前陥没事故をはじめとする事故・事案の顕在化を受け、国土交通省の社会資本整備審議会・交通政策審議会から「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」を答申（平成29年9月）
- 計画・設計・施工・維持管理の各段階における地盤リスクアセスメントを実施することが、今後の方向性として示された
- その具体的な方法の検討のため、平成31年3月より「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」を実施し、ガイドラインを作成
  - 委員会のメンバーは、地質・地盤・リスクマネジメント等に関する学識者のほか、主要な関係学会（土木学会、地盤工学会、日本応用地質学会、地質リスク学会等）および主要な関係業界（日建連、建コン協、全地連等）より推薦を受けて構成

# 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

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
委員	西村 和夫	首都大学東京 理事・学長特任補佐 [土木学会]
委員	大津 宏康	京都大学 工学研究科 教授 [土木学会]
委員	古関 潤一	東京大学 工学系研究科 教授 [地盤工学会]
委員	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	佐々木靖人	(国研) 土木研究所 地質研究監 (幹事を兼任)
幹事	砂金 伸治	首都大学 東京都市環境学部 教授 [土木学会]
幹事	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]
幹事	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]
幹事	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]
幹事	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]
幹事	井根 健	(株) ニュージェック 水工グループ 参与 技師長 [建設コンサルタント協会]
幹事	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]
幹事	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
幹事	辻野 雅也	近畿地方整備局 企画部 技術管理課 課長補佐
幹事	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
幹事	金子 正洋	(国研) 土木研究所地質・地盤研究グループ長
幹事	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)
幹事	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)
幹事	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)
幹事	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)
幹事	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)
幹事	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

(令和2年2月現在 順不同、敬称略、[ ]内は推薦頂いた学協会の名称)



# 答申の地質・地盤リスクに関わる部分

## □ 現状と課題

- 工事着手前に全ての地盤情報を明らかにできないことによる安全性や効率性に対するリスクが常にある
- 各事業者は限られた情報の中でリスクアセスメントを実施することとなるが、その技術的手法が必ずしも確立されていない

## □ 今後の方向性と対応策

- 計画・設計・施工・維持管理の各段階において、地盤リスクアセスメントを実施できるよう、関係する技術体系の確立、手続きの明確化、専門家の育成等を行う
- 計画から設計、設計から施工といった次の段階に進む際には、いわゆる“三者会議”（発注者、前段階の実施者および後段階の実施者）を設置し、前段階で得られた技術的知見や情報等を確実に伝達する
- 維持管理段階で管理者が留意すべき事項をとりまとめた“取り扱い説明書”を作成し引き継ぐ
- 地盤リスクアセスメントに基づくモニタリング計画の作成と実施
- 受発注者間における即時的な情報把握を可能とする情報共有システムの導入

# 土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドラインの作成にあたって

- 土木事業における地質・地盤リスクマネジメントの概念及び基本的事項をとりまとめる
- 地質・地盤リスクマネジメントを行う事業者及びこれに参画する関係者それぞれが担うべき役割・機能や連携のありかたについてとりまとめる
- 地質・地盤リスクマネジメントの導入及び実施に当たっての手順、手法の考え方をとりまとめる
- 地質・地盤リスクマネジメントを運用するに当たっての留意事項をとりまとめる

とりまとめにあたってはISO 31000（リスクマネジメントー指針）の概念を参考に、土木事業に応じたものとする

# 土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン —関係者がONE-TEAMでリスクに対応するために—

土木事業における  
地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン

—関係者がONE-TEAMでリスクに対応するために—

令和2年3月

国土交通省大臣官房 技術調査課

国立研究開発法人 土木研究所

土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会

国土交通省

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

国立研究開発法人土木研究所同時発表

Press Release

令和2年3月30日  
大臣官房技術調査課  
国立研究開発法人土木研究所

## 「土木事業における地質・地盤リスクマネジメント のガイドライン」を策定

国土交通省と土木研究所では、土木工事における地質・地盤リスクを適切に評価し対応するための「地質・地盤リスクマネジメント」について、基本的な考え方、およびその体系について提言いただく場として「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」を平成31年3月29日に設立しました。この度、検討委員会における審議を踏まえ「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」を策定しました。

### 1. 背景・経緯

国土交通省では、福岡市地下鉄七隈線延伸工事における道路陥没等を受け、平成28年11月に国土交通大臣から社会資本整備審議会及び交通審議会へ「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」を諮問し、「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」（委員長：大西有三 関西大学環境都市工学部客員教授（当時））における議論を経て平成29年9月に答申を受けました。この答申では「地下工事における地盤リスクアセスメントの技術的手法を確立させる必要がある」と、「計画・設計・施工・維持管理の段階において、地盤リスクアセスメントを実施できるよう、関係する技術体系の確立、手続きの明確化、専門家の育成等を行う必要がある」と等が挙げられています。

そこで国土交通省と（国研）土木研究所では、土木事業に関連する学協会等と連携し、「土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会」（委員長：大西有三 京都大学名誉教授）を組織し、土木事業における地質・地盤リスクマネジメントの基本的な考え方について議論を進め、地質・地盤リスクマネジメントのガイドラインを作成しました。

### 2. 本ガイドラインの公開

「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」

本ガイドラインは、地質・地盤リスクマネジメントの基本事項、事業への導入・運用方法及び留意点を示すものであり、土木事業の効率的な実施及び安全性の向上に資することを目的として取りまとめています。また、本ガイドラインは、国立研究開発法人土木研究所ホームページで公開しています。  
(<https://www.pwri.go.jp/jpn/research/saisentan/tishitsu-jiban/iinkai-guide2020.html>)

### 【問い合わせ先】

国土交通省大臣官房技術調査課 佐藤（内線22345）、石川（内線22348）

代表：03-5253-8111 直通：03-5253-8125 FAX：03-5253-1536

国立研究開発法人土木研究所 地質・地盤研究グループ地質チーム 阿南

TEL：029-879-6769 FAX：029-879-6734

令和2年3月30日に公表。各地整・関係団体に通知

<https://www.pwri.go.jp/jpn/research/saisentan/tishitsu-jiban/iinkai-guide2020.html>



# ガイドラインの目次構成

本ガイドラインの基本的な考え方 ←

1. 本ガイドラインの目的
2. 適用対象
3. 用語の定義
4. 地質・地盤リスクマネジメントの基本事項
  - 4.1 地質・地盤リスクマネジメントの基本方針
  - 4.2 地質・地盤リスクマネジメントの体制・組織
  - 4.3 地質・地盤リスクマネジメントの進め方
5. 地質・地盤リスクマネジメントの実施方法
  - 5.1 一般
  - 5.2 コミュニケーション及び協議
  - 5.3 リスクマネジメントの計画
    - 5.3.1 目的と対象の設定
    - 5.3.2 体制の構築
    - 5.3.3 計画の立案
  - 5.4 リスクアセスメント
    - 5.4.1 地質・地盤条件等の調査
    - 5.4.2 リスク特定
    - 5.4.3 リスク分析
    - 5.4.4 リスク評価
  - 5.5 リスク対応
  - 5.6 モニタリング及びレビュー
  - 5.7 リスクマネジメントの継続的な改善
  - 5.8 記録作成及び報告

地質・地盤リスクマネジメント体系と技術の向上への取り組み ←

地質・地盤リスクマネジメントの基本的な考え方、実施に当たっての留意点を要約

地質・地盤リスクマネジメントの基本概念、体制・組織や進め方を解説

土木事業における地質・地盤リスクマネジメントの導入、実施内容および手順を例示

今後の課題、中長期的に検討が必要な事項

## なぜ、地質・地盤リスクマネジメントが必要か？

- 地質・地盤は不確実性が大きく、これがときに事業に大きな影響を及ぼす
  - 地質・地盤の不確実性の取り扱いの失敗は、事業の効果と効率性を損ない、事故や損害につながる場合もある
  
- 「地質・地盤リスク」 ガイドラインでの定義
  - 当該事業の目的に対する地質・地盤に関わる不確実性の影響
  - 計画や想定との乖離によって生じる影響

# 地質・地盤の不確実性の影響（好ましくない結果）

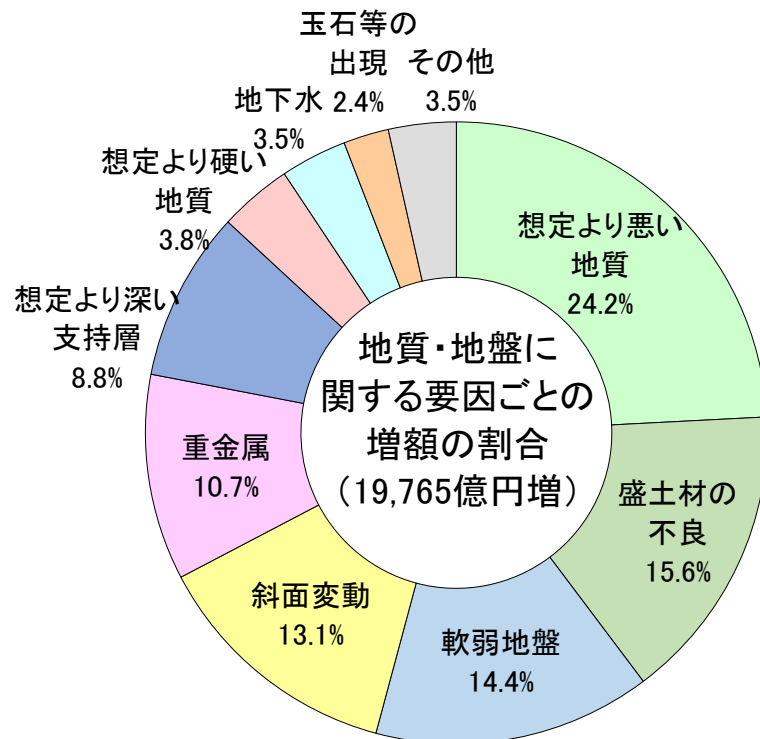
## 国土交通省の事業再評価

H26~R1の6年間で延べ1,585件（重複する事業を含む）

（道路、河川、ダム、砂防、海岸、港湾・空港、公園、営繕）

286件（18%）で工期延長、587件（37%）で事業費増（＝約5兆円）

### 事業費増の4割は地質・地盤に起因



- 「重金属」「地下水」「斜面変動」「玉石等の出現」は調査段階で「**想定していなかったもの**」が多い
- 「軟弱地盤」「想定より深い支持層」は設計段階で「**分布の乖離**」が明らかとなることが多い
- 「想定より悪い地質」「想定より硬い地質」「盛土材の不良」は施工段階で「**性状の乖離**」が明らかになることが多い

# 地質・地盤の不確実性とは？

## 地質・地盤の不確実性

地質・地盤の状態に関する『情報』や『理解』が一部欠落している状態

地質・地盤の不確実性には

- 地質・地盤の本来持つ不均一性、不規則性という自然的要因
  - 調査の限界（情報の欠落あるいは不足）
- 自然的要因に対する対処の過程で発生する人為的要因
  - 解釈のあたりはずれ（地質現象の理解の欠落あるいは不足？）
  - 適切な調査が実施されない（理解・情報とも欠落することに）
  - 地質調査結果の不適切な取り扱い（理解・情報が欠落してしまう）

# 地質・地盤リスクの要因

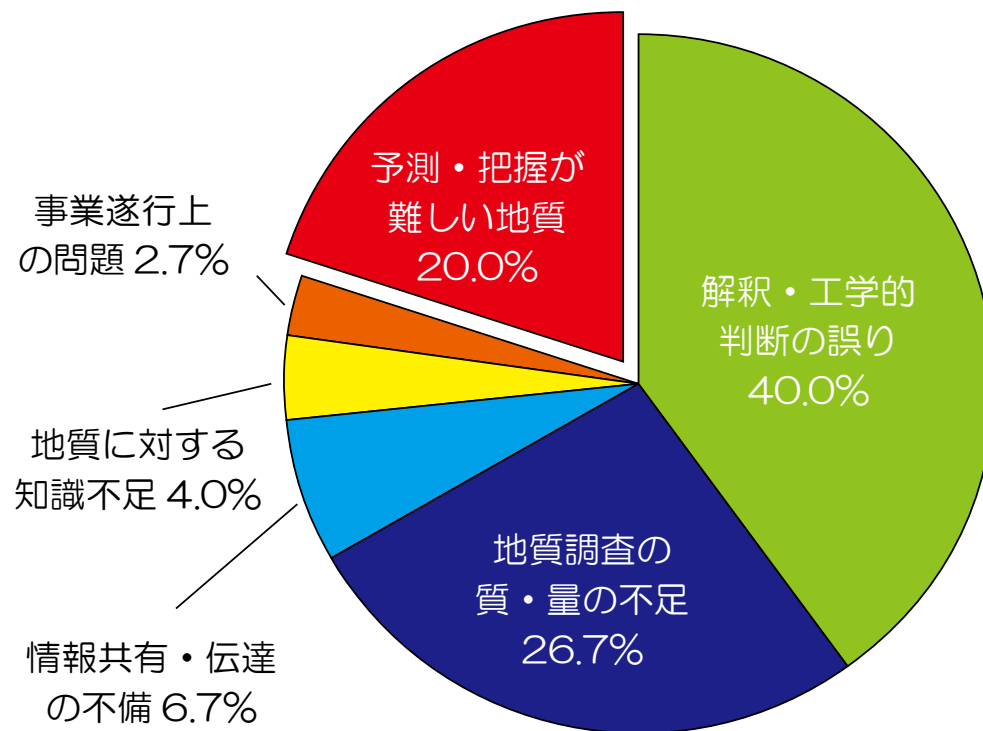
## □地質・地盤に起因する事業への影響が生じた事例

地質リスク学会・全地連の地質リスクマネジメント事例研究発表会で報告されたもの

### ■ 75事例の原因となった要素を区分

## □自然的要因は2割、8割は人為的な要因に関連

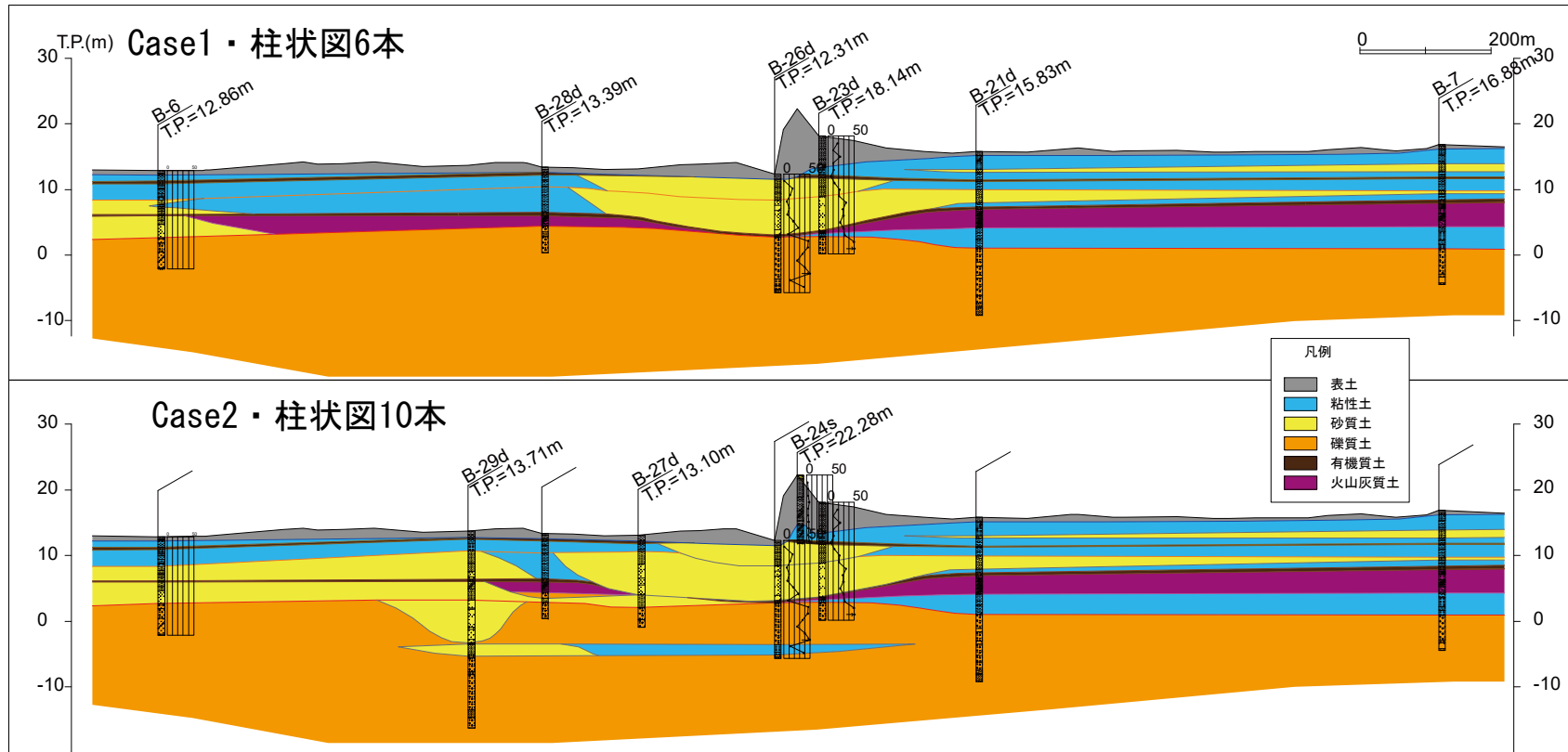
⇒地質・地盤の不確実性を適切に取り扱うことが重要



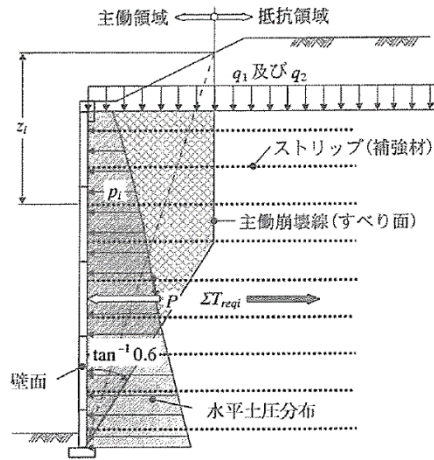
原因となった要素	要素の細区分	件数
予測・把握が難しい地質 20.0%	発生場の予測が困難な要因	2
	発生時期の予測が困難な要因	10
	不均質性・不規則性が著しい地質	3
解釈・工学的判断の誤り 40.0%	地形に関するリスクの見逃し	11
	地質構造・地質特性に関するリスクの見逃し	10
	地盤物性の調査不足や評価不足	1
	地形に関するリスクの見誤り	3
	地質構造に関するリスクの見誤り	3
	リスクの兆候（事象）の見誤り	2
地質に対する知識不足 4.0%	地盤条件に不適な設計	1
	不適切な施工の実施	2
地質調査の質・量の不足 26.7%	地質調査未実施	7
	調査計画の不適合	10
	地形図の精度不足	3
情報共有・伝達の不備 6.7%	リスクに関する情報共有・伝達の不備	5
事業遂行上の問題 2.7%	コスト・スケジュールを優先	2

# 調査結果の不確実性

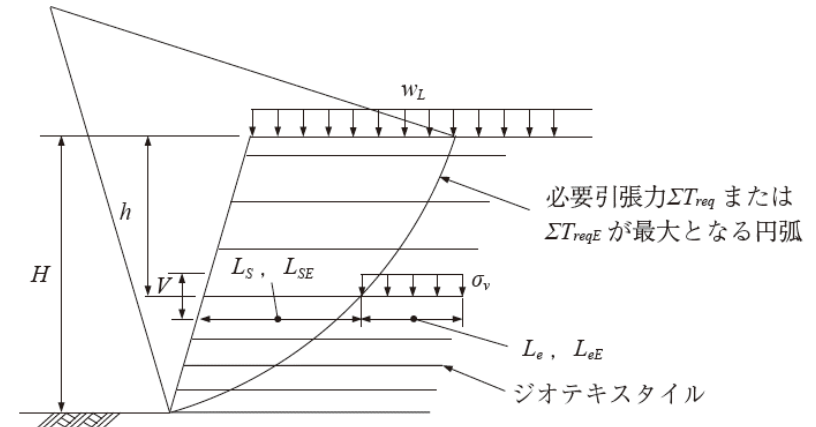
- 構造物など目的の精度に応じた地質・地盤の状態  
⇒ 調査の質や量で描かれる地質・地盤の分布には大きな差が生じる



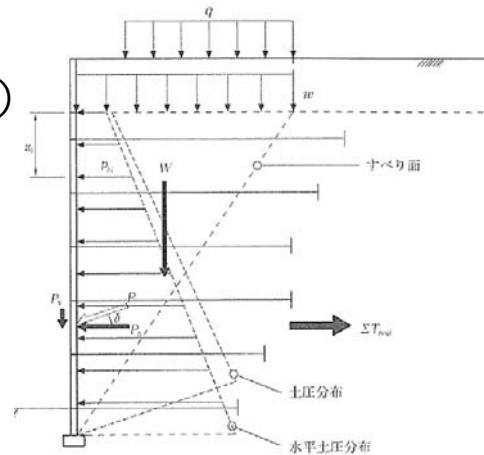
# 設計法のモデル化誤差（すべり線）



帯鋼補強土壁（2直線）



ジオテキスタイル補強土壁（円弧）



アンカー補強土壁（直線）

設計計算が実現象をどの程度正確に予測しているかを示すモデル化誤差により、実際のすべり線等が実態とは異なるおそれがある

# 施工の不確実性

## 盛土品質のばらつき



壁面背面の施工



狭隘部の施工



天候不良

盛土の深さ方向や面的な締固め度等の施工品質のばらつき



## 地質・地盤の不確実性の性質として

- 地質・地盤調査によって得られる情報は限定的であり、特に設計や施工の前に行いいうる調査には限界
- 計画、設計、施工、維持管理と事業が進むにつれて段階的に得られる情報が増大
- 事業の各段階で地質・地盤に関する情報を得る努力をすることは当然であるが、同時に地質・地盤の不確実性を理解し、その変化に対応しながら、適切に取り扱うことが重要

### 地質・地盤リスクマネジメント

「地質・地盤の不確実性」を適切に取り扱い、事故やトラブルを最小化して、安全かつ効率的に事業を進めるための仕組み

□地質・地盤リスクをなくすこと（＝不確実性を0にすること）は困難かつ非効率的



- リスクが存在することが問題ではなく、不確実性が適切に取り扱われないことが問題。



- リスク(不確実性)の取り扱いを誤ったときに大きな事故が発生する（?）



- リスクマネジメントの必要性  
リスクを正しく認識し、事業の進捗によるリスクの変化に対応することで事業の効率化

## 地質・地盤リスクマネジメントでやるべきことは？

地質・地盤の不確実性は、事業に大きな影響  
トラブルの8割は不確実性の取り扱いが要因

関係者それぞれが地質・地盤の不確実性を“見える化”し、  
地質・地盤リスクに関する情報を共有

経験・知識のある専門技術者を参画させたリスクマネジメント  
体制を構築し、強く連携して活動

関係者全員が  
ONE-TEAM  
で、強く連携しながら  
リスクに対処

リスクの情報を確実に次の段階に引き  
継ぎ、適切な時期に対応を検討

多面的視点によってリスクアセスメント、  
リスク対応の検討を実施

事業の早期から様々な段階・階層で、  
運用を見直しながら継続的に実施

# 地質・地盤リスクマネジメントでやるべきことは？

## □適切な体制の構築

- 経験・知識のある専門技術者を参画させた体制  
(地質・地盤だけでなく、事業の進め方に関する専門家)

## □すべての関係者間の連携

- 一方通行ではなく、双方向のコミュニケーション
- 多面的視点によるスクアセスメント，リスク対応の検討

## □リスクマネジメントの不断な実施

- 事業の早期から様々な段階・階層で、運用を見直しながら継続的に実施
- リスクの情報を確実に次の段階に引き継ぎ、適切な時期に対応を検討

## 適切な体制の構築

- リスクに関する技術的な観点とともに**経営の観点**が重要
- 事業の全体効率化のための原則  
個々のリスクに最も適切に対応できるものが  
当該リスクを分担する
- 一義的な責任は事業者が負う
- 必要に応じて専門家の参画を図る（地質・地盤技術者だけでなく、事業の進め方に関する専門家も含む）
- **様々な形態**  
内部の組織体制変更、外部への業務委託、有識者の助言、技術委員会等

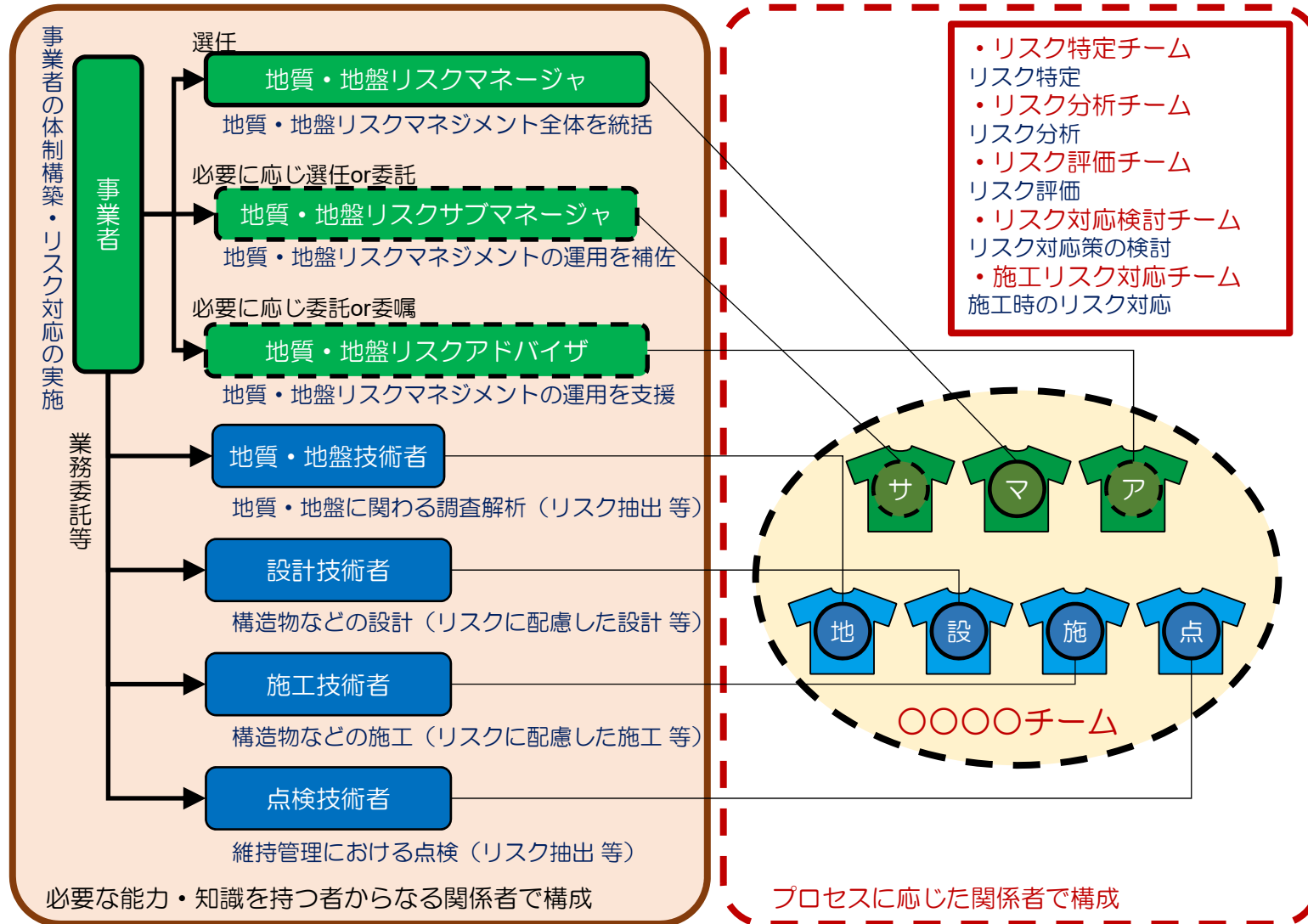
どのような専門家を  
どのような体制で参画させるかは  
事業者の責任

## 地質・地盤リスクマネジメント関係者の例

関係者	役割
事業者	事業の実施、地質調査等の計画・管理、リスク対応の実施にあたっての <b>意思決定を行う者</b>
地質・地盤リスクマネージャ	事業者の中で地質・地盤リスクマネジメント全体を <b>統括する責任者</b>
地質・地盤リスクサブマネージャ	地質・地盤リスクマネージャが行うリスクマネジメントの <b>運用を補佐する者</b>
地質・地盤リスクアドバイザー	専門的な立場で地質・地盤リスクマネージャやリスクマネジメントの <b>運用を支援する専門技術者</b>
地質・地盤技術者	地質・地盤に関わる調査・解析を行う者
設計技術者	構造物等の設計を行う者
施工技術者	設計資料を基に構造物等の施工を行う者
点検技術者	構造物の維持管理における点検を行う者

# 地質・地盤リスクマネジメント体制の例

関係者全体のONE-TEAM体制



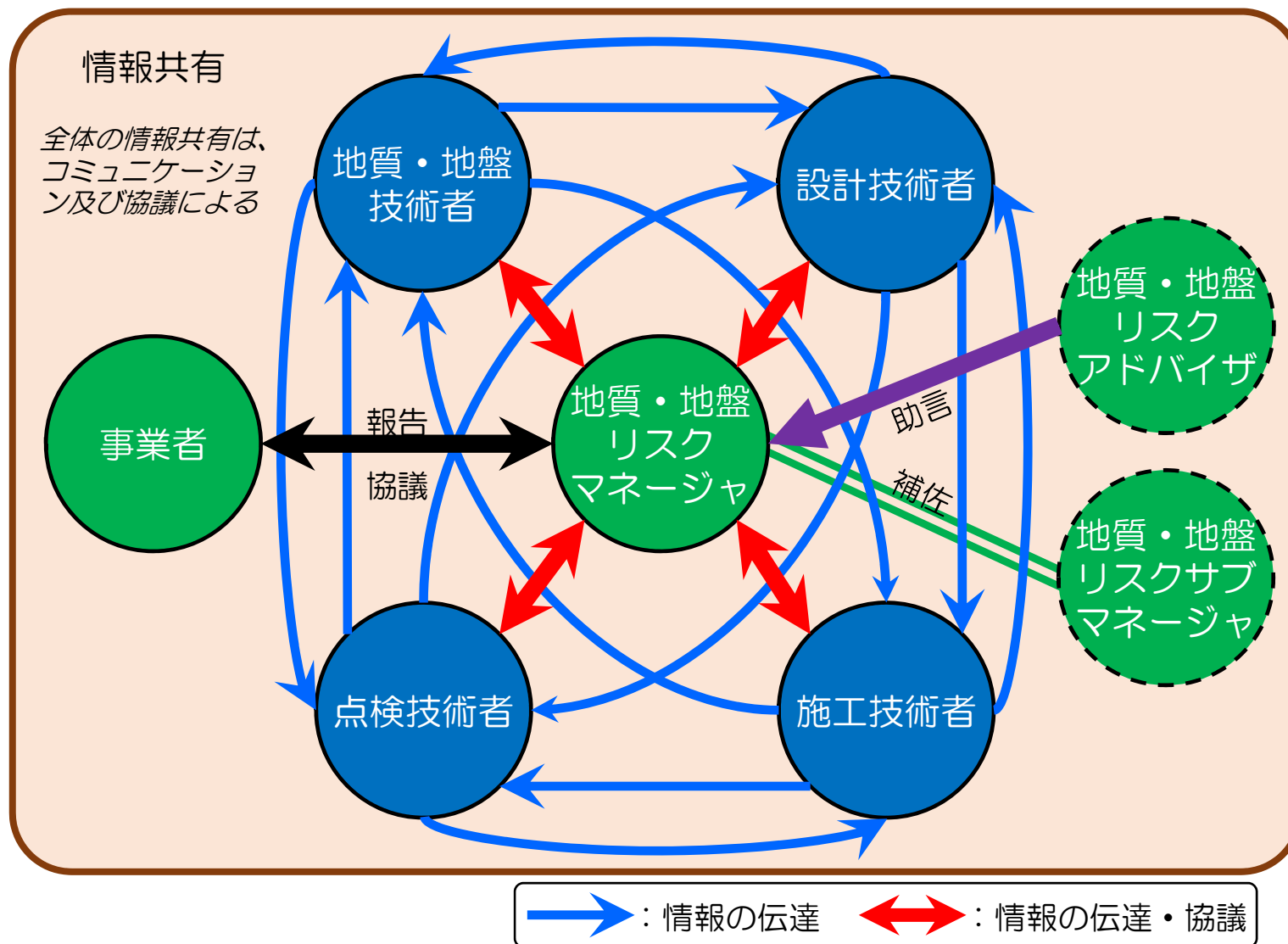
経験・知識のある専門技術者の参画

# すべての関係者間の連携 ONE-TEAM体制の構築

- すべての関係者間での密接な連携の下に不確実性に対応
- 情報の共有に当たっては、
  - 確定した情報のみならず、わからないこと、不確かさも共有
  - 結果・結論だけでなく、その前提、限界、判断根拠等の“情報に関する情報”も共有
- 関係者は分担する役割を果たすだけでなく、他の関係者の役割にも配慮し、協力することで、より大きな効果を得ることが出来る
- 複数の領域にまたがる構成メンバーによって、重層的かつ多面的な検討を行うことが重要



# 連携における情報共有・伝達



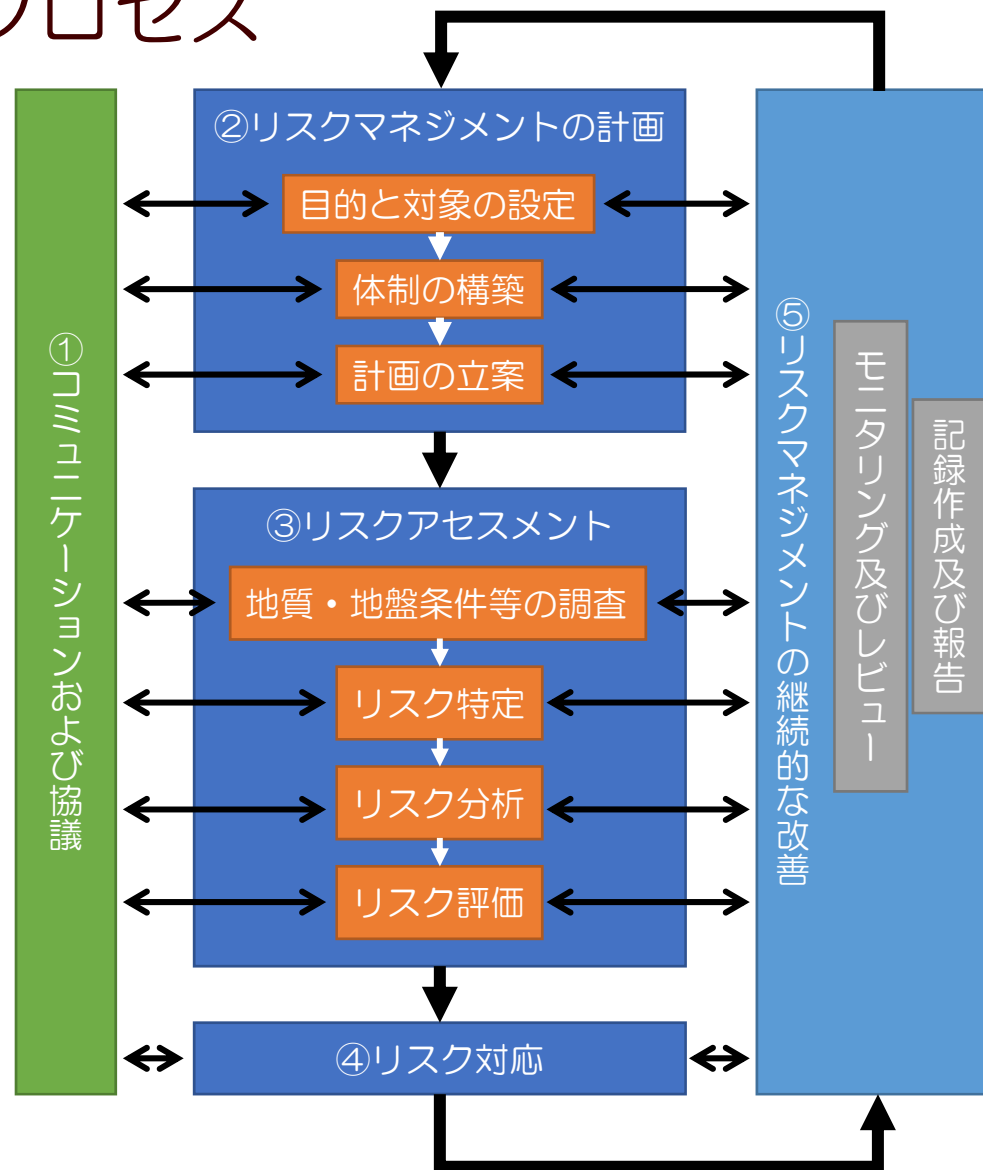
双方向のコミュニケーション・多面的視点

## リスクマネジメントの不断な実施

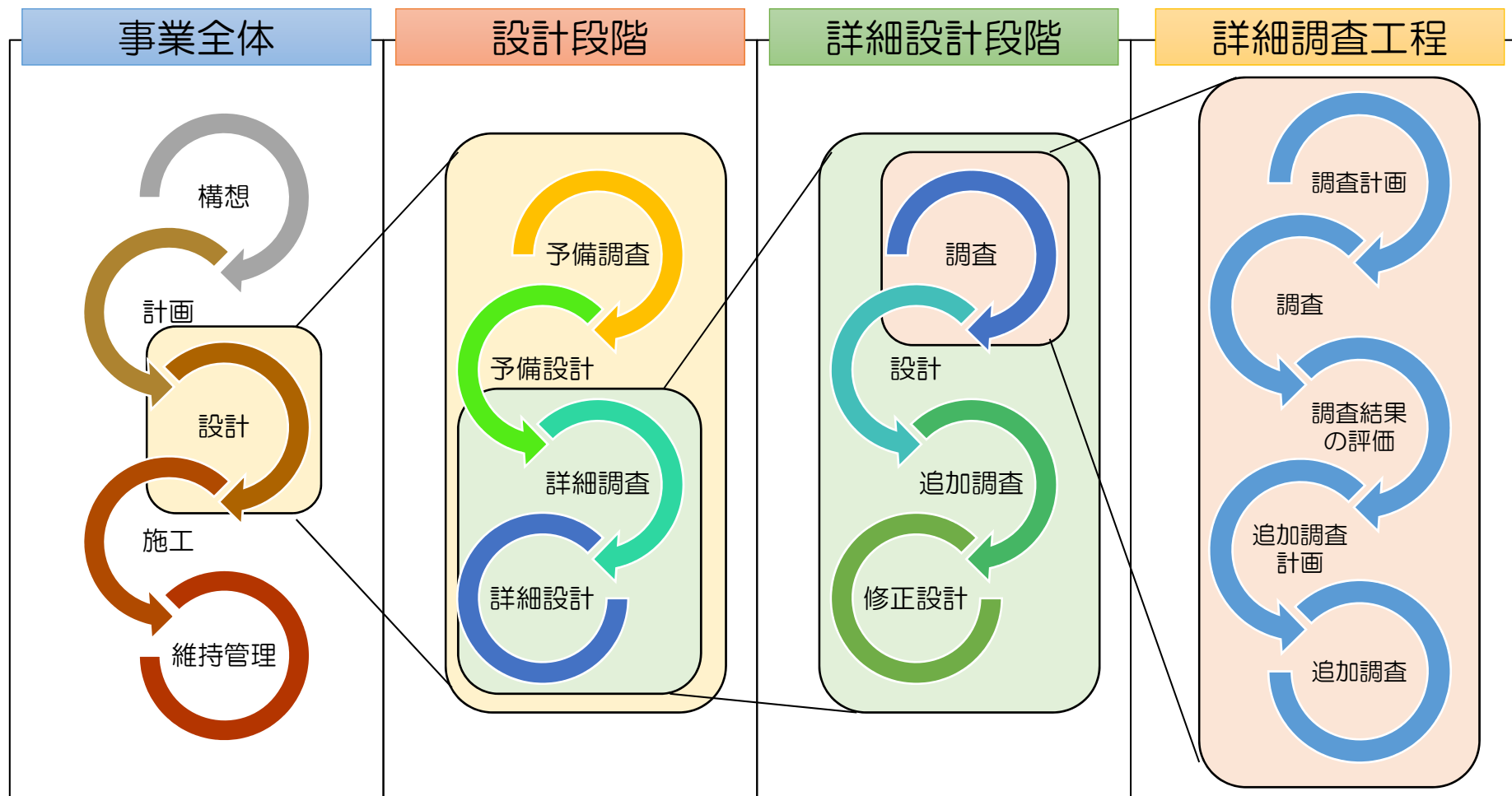
- 事業の初期段階であらゆる不確実性を低減させる必要はない
  - リスク要因や事業の特性に応じたリスク対応のタイミング
  - 事業全体を通じたリスクの取り扱いの方針・計画
- 事業を通じて計画的かつ段階的に低減させる
  - リスクマネジメント
- リスクをとりまく状況やリスク自体も事業の進捗に応じて、変化する
  - 体制の見直し、プロセスの見直しを随時行う
  - 先送りにすることも対応の一つ＝いま判断できる状態か？
  - リスクの情報を次の段階にもれなく引き継ぐことが重要

# リスクマネジメントのプロセス

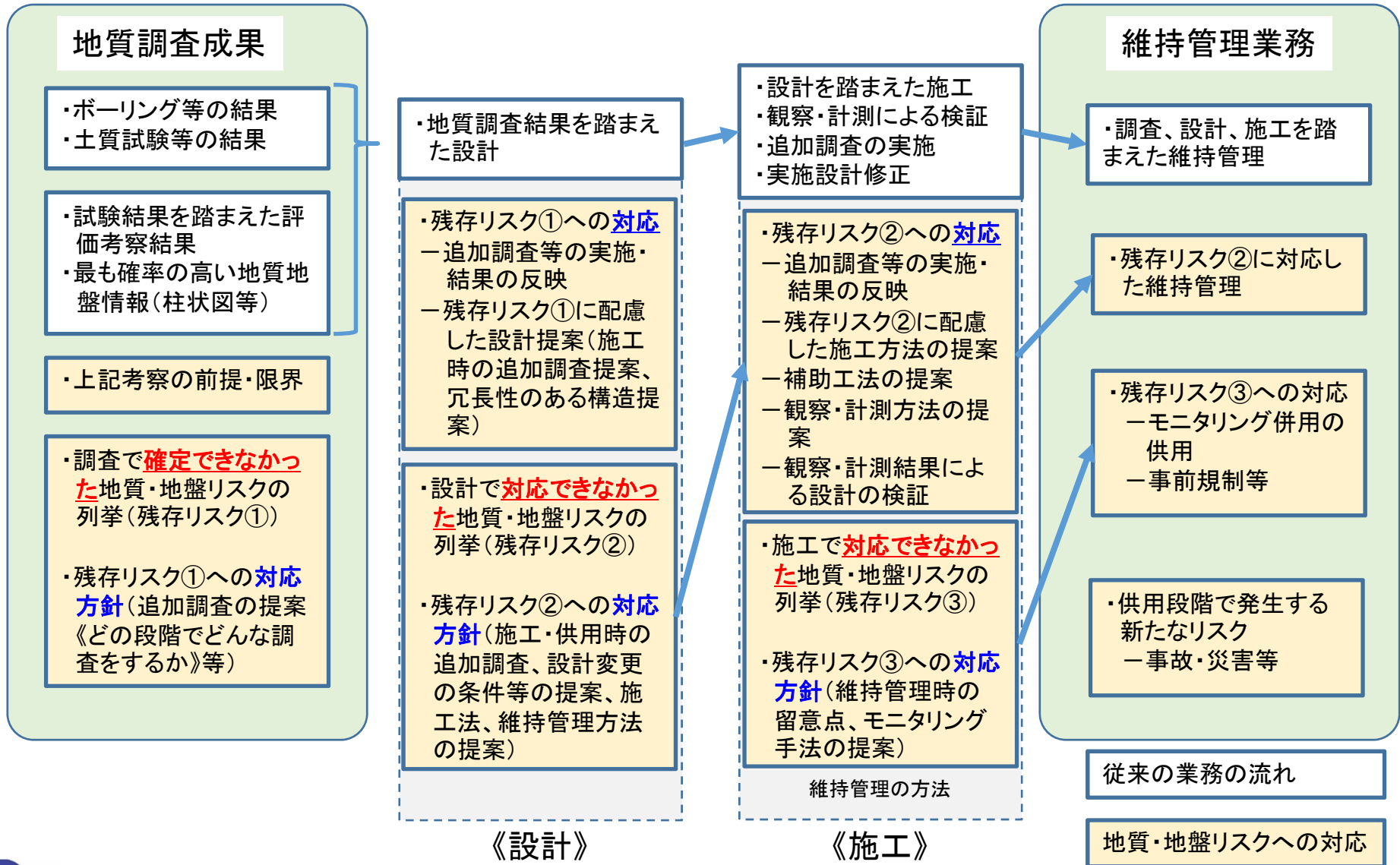
- ①コミュニケーション及び協議
- ②リスクマネジメントの計画
- ③リスクアセスメント
- ④リスク対応
- ⑤リスクマネジメントの継続的な改善



# 事業の各段階、様々な階層で継続的に実施



# 地質・地盤リスクマネジメントを意識した業務フローイメージ



## 運用の参考となるもの

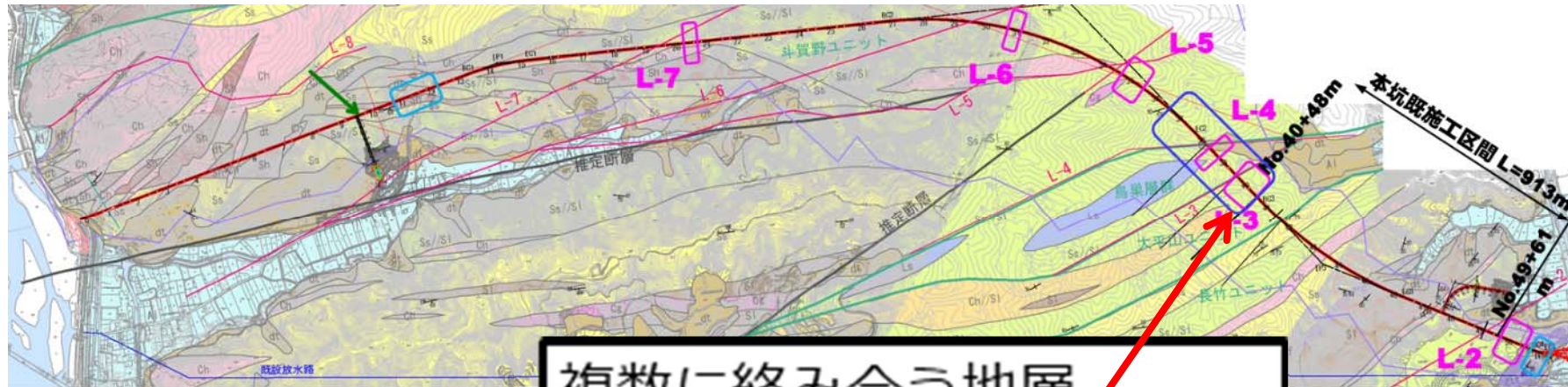
- リスクマネジメントの導入・運用に関する既往の取り組み
  - 「構想段階における計画策定プロセス」
  - 「プロジェクトマネジメント」
  - 「地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）」
- 体制・組織、専門家の参画
  - 「事業促進PPP」「プロジェクトマネジメント」
  - 「地質技術顧問制度」「アドバイザー・コンサルタント制度」
- 関係者の連携、コミュニケーション及び協議
  - 「地質技術者を参画させた合同現地踏査、三者会議」
- リスクアセスメントの手法
  - 地質リスク調査検討業務

## リスクマネジメントの事例

- リスクの見える化の試み 高知河川国道事務所
  - 山岳トンネル掘削時のリスク管理のための地質・地盤推定図
  
- 軟弱地盤対策検討への適用事例 佐賀国道事務所

# リスクの見える化の試み

## 山岳トンネル掘削時のリスク管理のための地質・地盤推定図



- 凡例
- 石灰岩層のリスク
  - 破碎帯のリスク※1
  - 低土被りのリスク



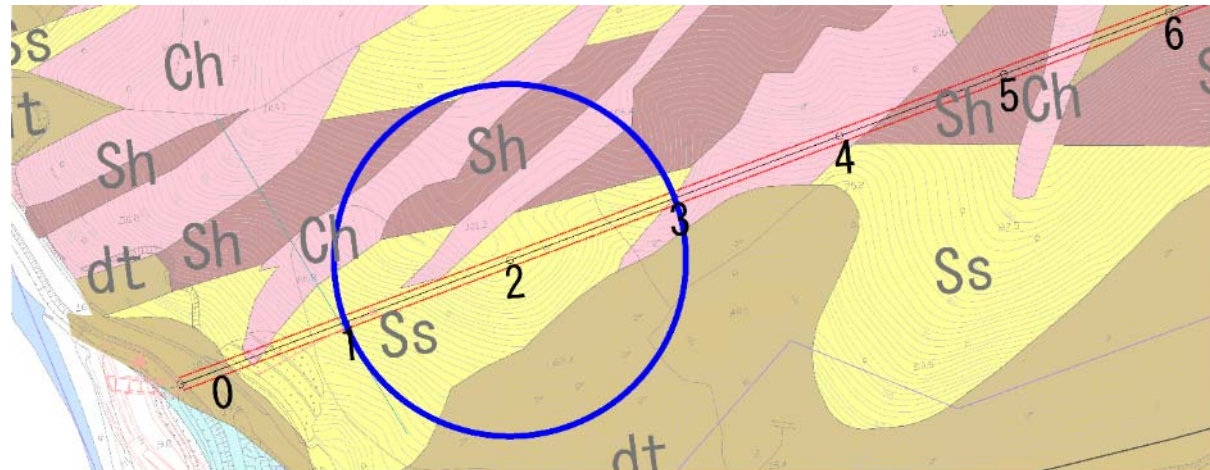


# リスクの見える化の試み

## 遭遇する可能性のある地質の抽出とリスクの検討

凡例

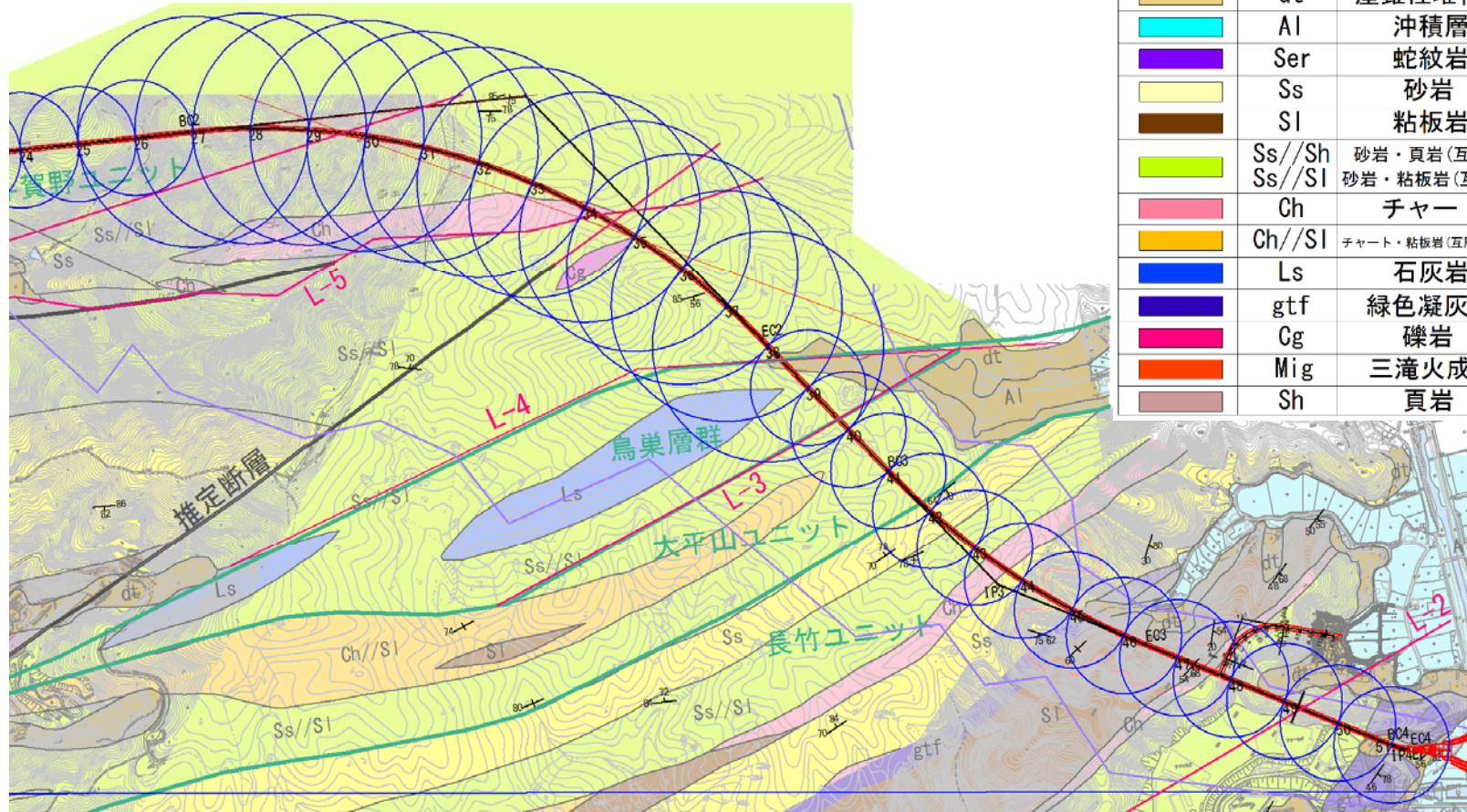
色調	記号	地質名
茶色	dt	崖錐性堆積物
水色	Al	沖積層
紫色	Ser	蛇紋岩
黄色	Ss	砂岩
茶色	Sl	粘板岩
黄緑色	Ss//Sh	砂岩・頁岩(互層)
黄緑色	Ss//Sl	砂岩・粘板岩(互層)
赤色	Ch	チャート
オレンジ色	Ch//Sl	チャート・粘板岩(互層)
青色	Ls	石灰岩
濃青色	gtf	緑色凝灰岩
赤色	Cg	礫岩
赤色	Mig	三滝火成岩
茶色	Sh	頁岩



No.2影響周辺地質として砂岩 (Ss)、チャート (Ch)、頁岩 (Sh) を抽出

トンネルの補助工法を検討するにあたり、  
地層分布図の持つ不確実性を考慮し、  
トンネルの中心線から100mの幅に存在する地層は  
影響周辺地質として抽出する

# リスクの見える化の試み



凡例		
色調	記号	地質名
	dt	崖錐性堆積物
	Al	沖積層
	Ser	蛇紋岩
	Ss	砂岩
	Sl	粘板岩
	Ss//Sh	砂岩・頁岩(互層)
	Ss//Sl	砂岩・粘板岩(互層)
	Ch	チャート
	Ch//Sl	チャート・粘板岩(互層)
	Ls	石灰岩
	gtf	緑色凝灰岩
	Gg	礫岩
	Mig	三滝火成岩
	Sh	頁岩

測点半径	No.26 R100m	No.27 R200m	No.28 R200m	No.29 R200m	No.30 R200m	No.31 R200m	No.32 R200m	No.33 R200m	No.34 R200m	No.35 R200m	No.36 R200m	No.37 R200m	No.38 R200m	No.39 R100m	No.40 R100m	No.41 R100m	No.42 R100m	No.43 R100m	No.44 R100m	No.45 R100m	No.46 R100m	No.47 R100m	No.48 R100m	No.49 R100m	No.50 R100m	No.51 R100m		
地質	①砂岩・粘板岩(互層)	①砂岩・粘板岩(互層) ②チャート	①砂岩・粘板岩(互層) ②チャート	①砂岩・粘板岩(互層) ②チャート	①砂岩・粘板岩(互層) ②チャート	①砂岩・粘板岩(互層) ②チャート	①砂岩・粘板岩(互層) ②チャート	①砂岩・粘板岩(互層) ②チャート ③礫岩	①砂岩・粘板岩(互層) ②チャート ③礫岩	①砂岩・粘板岩(互層) ②チャート ③礫岩	①砂岩・粘板岩(互層) ②チャート ③礫岩	①砂岩・粘板岩(互層) ②石灰岩 ③礫岩	①砂岩・粘板岩(互層) ②石灰岩	①砂岩・粘板岩(互層)	①砂岩・粘板岩(互層) ②チャート・粘板岩(互層)												①緑色凝灰岩 ②砂岩・粘板岩(互層)	①緑色凝灰岩 ②砂岩・粘板岩(互層)
																											既施工	

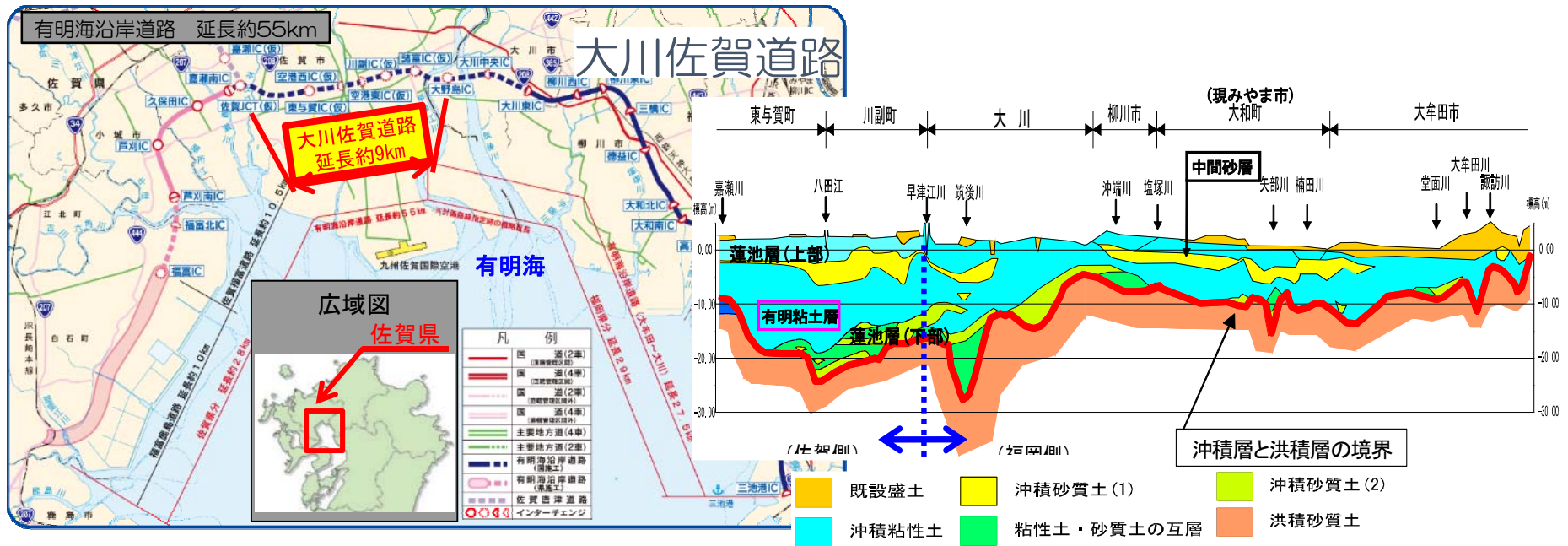
トンネルと地層の分布方向の関係から影響範囲を調整

# 軟弱地盤対策検討への適用事例

九州地方整備局佐賀国道事務所 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』

日本道路会議(2019年11月) 発表資料を抜粋・一部改変



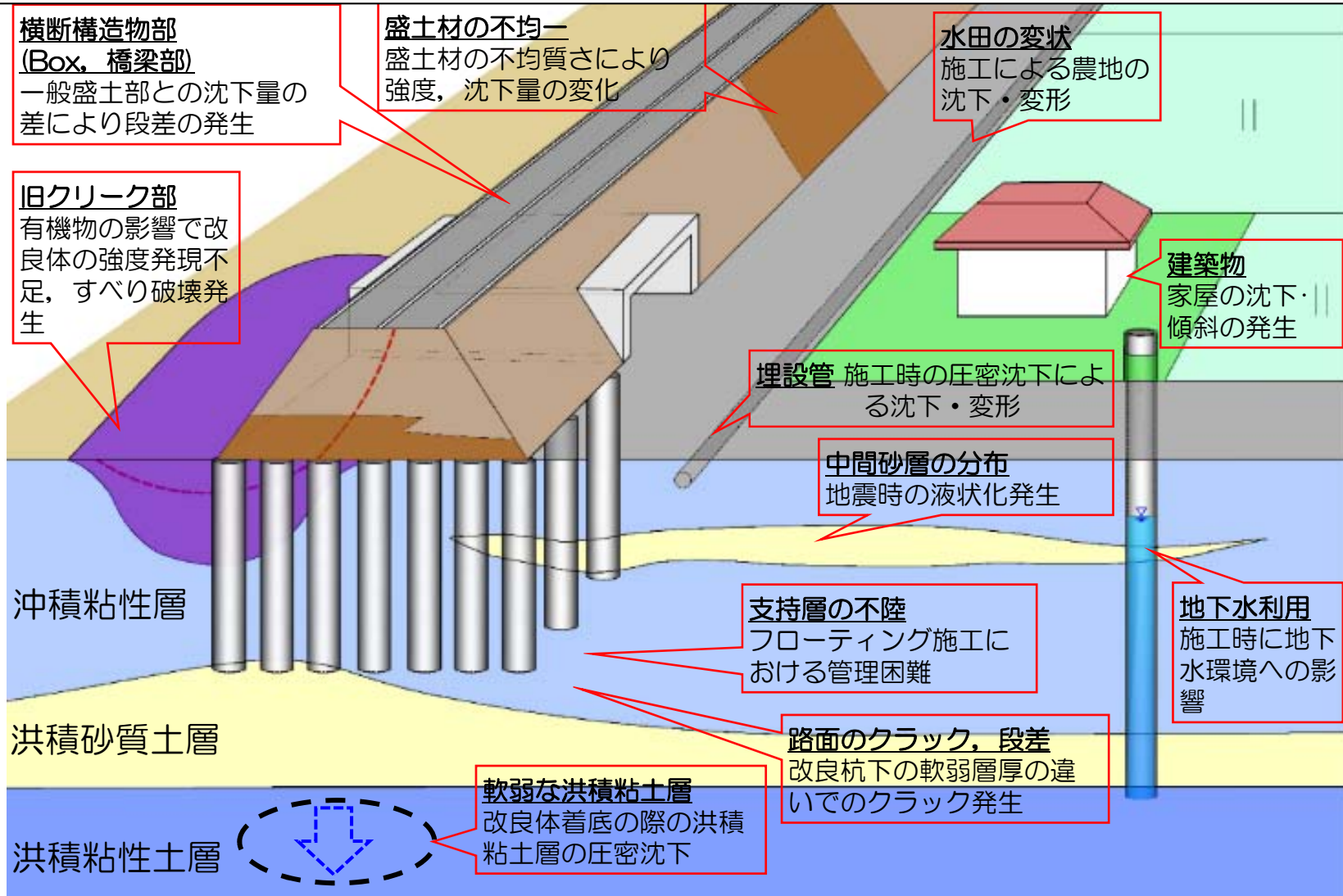
## 軟弱地盤地帯での道路整備上の課題

- 十分な地質調査ができない
  - 地質・地盤条件の把握に限界
- ⇒ 設計変更、事業の中断、事業費の増加

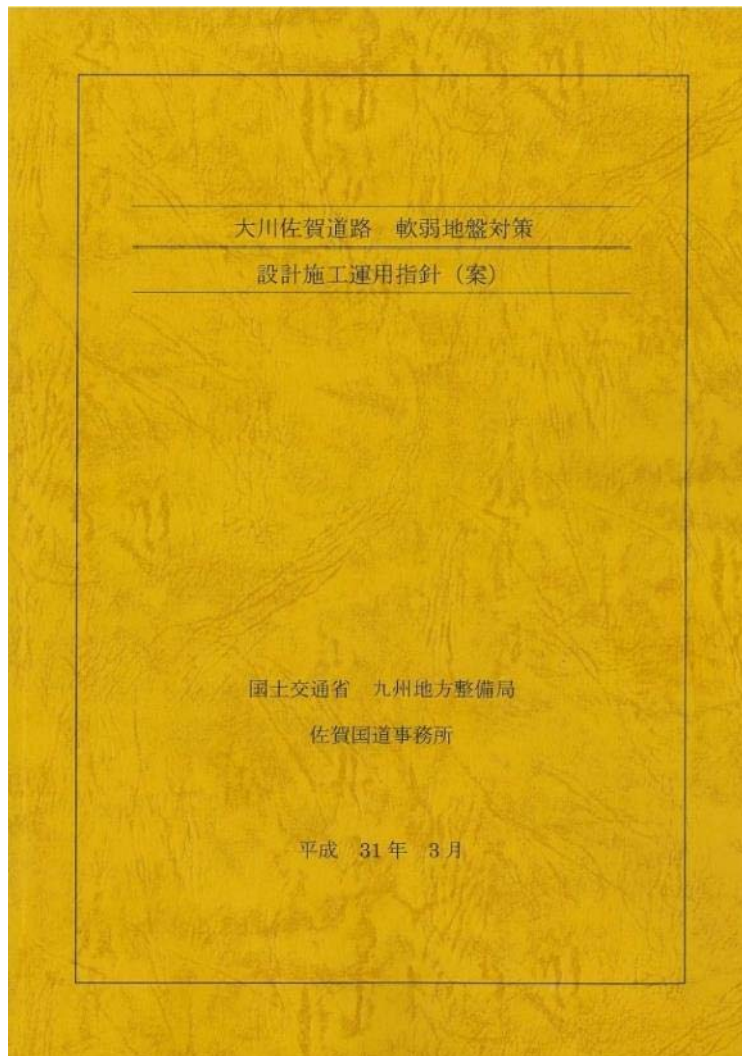
- 地質・地盤リスクマネジメントの検討
- 実務者向けの技術資料
- 実行性のあるツール（実務者が活用可能）

# 地質・地盤の不確実性(リスク)の特定

9つの要素の重ね合わせによる不確実性(リスク)の抽出 ①治水地形分類図, ②LPデータ, ③自然条件・外的要因, ④地質縦断図, ⑤土地利用, ⑥旧地形図・旧クレーク分布, ⑦井戸分布・利用状況, ⑧地質調査の実績, ⑨道路計画



## (1) 地質・地盤の不確実性を踏まえ「大川佐賀道路 軟弱地盤対策 設計施工運用指針(案)」の作成



⇒ ・実務者向けの技術資料  
・設計・施工・維持管理における留意点等

1. はじめに  
(目的、適用範囲、道路全体計画と制約条件、地質・地盤の不確実性)
2. 設計水準
3. 設計・検討手法
4. 軟弱地盤対策工法の選定
5. 施工管理・品質管理
6. 環境
7. 維持管理

## (2) 地質・地盤リスクマネジメントの引継帳票(案)

不確実性 <small>(黒文字:対応済み 赤文字:未対応 青文字:注意、申し送り)</small>	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
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
対応状況 (上段:実施事項等) (下段:未実施の内容、由、留意事項、フィードバックの必要性等)	<b>調査段階</b>			
対応内容	安定計算等による対策工の要否、比較検討	改良体の把握	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、由、留意事項、フィードバックの必要性等)	<b>設計段階</b>			
対応内容	動態観測による安定性の管理	改良体による改良体の品質管理。	対策工の出来形、品質管理	
対応状況 (上段:実施事項等) (下段:未実施の内容、由、留意事項、フィードバックの必要性等)	<b>施工段階</b>			
対応内容	路面や法面のクラック、変状の監視	改良体の点検		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、由、留意事項、フィードバックの必要性等)	<b>維持管理段階</b>			

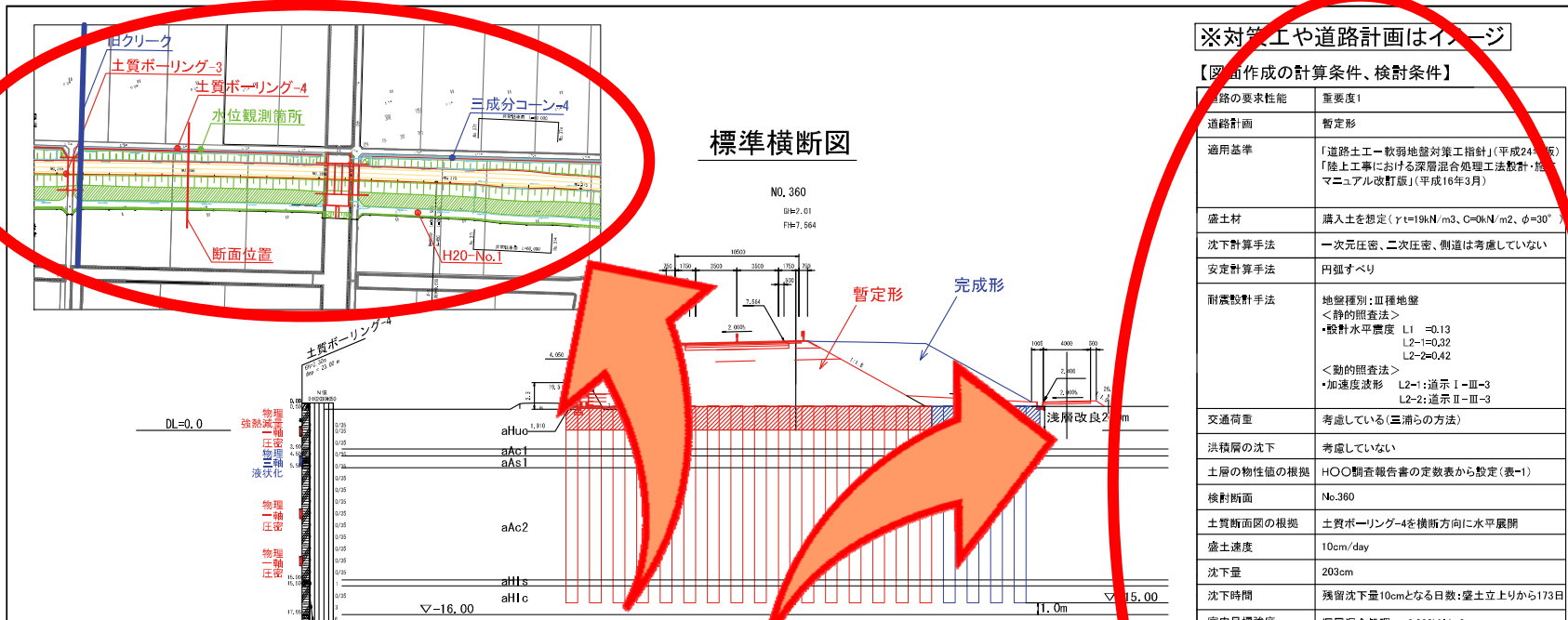
<b>設計段階</b>	対応内容	解析の改良強度の定数設定について
	対応状況 (上段:実施事項等) (下段:未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等)	計算上の必要改良強度は $q_u=500(kN/m^2)$ 。  代表値を使用。地質条件の変化箇所では地質調査、設計見直しが必要。
	<b>※特記仕様書等での指示を想定</b>	

⇒不確実性の対応の漏れ防止

軟弱地盤対策の精度向上

確実な品質確保・品質向上

## (3) 軟弱地盤対策の標準横断図の改良(案)



※対策工や道路計画はイメージ

【図面作成の計算条件、検討条件】

道路の要求性能	重要度1
道路計画	暫定形
適用基準	「道路土工-軟弱地盤対策工指針」(平成24年版) 「陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル改訂版」(平成16年3月)
盛土材	購入土を想定 ( $\gamma_t=19\text{kN/m}^3, C=0\text{kN/m}^2, \phi=30^\circ$ )
沈下計算手法	一次元圧密、二次元圧密、側道は考慮していない
安定計算手法	円弧すべり
耐震設計手法	地盤種別: III種地盤 <静的照査法> ・設計水平震度 L1=0.13 L2-1=0.32 L2-2=0.42 <動的照査法> ・加速度波形 L2-1: 道示 I-III-3 L2-2: 道示 II-III-3
交通荷重	考慮している(三浦らの方法)
洪積層の沈下	考慮していない
土層の物性値の根拠	HOO調査報告書の定数表から設定(表-1)
核対断面	No.360
土質断面図の根拠	土質ボーリング-4を横断方向に水平展開
盛土速度	10cm/day
沈下量	203cm
沈下時間	残留沈下量10cmとなる日数; 盛土立上りから173日
室内目標強度	深層混合処理 $q_u=3,000\text{kN/m}^2$ (現場/室内)強度比(1/3) 浅層改良 $q_u=200\text{kN/m}^2$ (現場/室内)強度比(1/2)
配合試験実施位置	aHuc, aAc2, aH1cの各層で実施
施工に関する留意点	浅層改良部分は、空打ちとする。 事前に洪積層の分布深度を確認し、不同沈下防止のために、洪積層上面より1mの深度まで改良を行う。近傍に旧クレークあり。 有機物による固化不良が懸念されることから、品質確認の徹底。 L側の支線道路7号には、埋設管あり。安定管に加え、沈下状況の確認必要

**設計段階の条件等を追加**

- ・ 現場条件、採用ボーリング
- ・ 設計条件、想定沈下量 等

⇒ 確実な施工、適切な品質管理  
不具合時の評価、原因究明 等

表-1 地盤定数表

土層	単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$	粘着力 $c(\text{kN/m}^2)$	内部摩擦角 $\phi(^{\circ})$	変形係数 $E(\text{MN/m}^2)$	強度増加率 m	液状化強度比 $L_{sp}$
aHuc	14.0	18	0	1.5	0.3	-
aAs2	18.0	18	42	2	-	0.21
aH1c	15.5	46	0	2.5	0.3	-
dMs	19.5	5	40	13	-	-

— : 暫定形  
— : 完成形

図面名	横断図
作成年月日	年 月 日
縮尺	図面番号
会社名	
事業者名	九州地方整備局 佐賀国道事務所

## おわりに

### □地質・地盤リスクマネジメントとは・・・

- 今までもやってきたであろう地質・地盤リスクの取り扱いを、形式知として体系的に取り扱うもの
  - ガイドラインでは地質・地盤リスクを意識して事業を進めるための組織・体制やプロセスについて、実施のための手順を例示
- 既存の手順や取り組みを上手に活用して、導入・運用することが重要

### □地質・地盤リスクマネジメントでできることとは？

- 問題解決の手段にとどまらず、事業の効率化、生産性の向上
- 必ずしもコスト削減に直結するものではないが、手戻りや問題を修正するためのコストや工期は縮減できる

### □地質・地盤リスクマネジメントの課題

- 事業の種別や段階、地質・地盤条件に応じた技術的手法は開発途上
- マネジメントを担う人材の確保、育成も必要

まずは地質・地盤リスクを我がこととして認識することから