

Part.  
3

各組織での取り組み

地質に係わる事業リスク  
への対応と地質情報

高知工科大学教授 フロンティア工学教室 渡邊 法美  
全国地質調査業協会連合会 地質リスクWG 佐橋 義仁

1 地質情報とコストの関係

工事コストのみならず維持管理費を含めた事業コスト、さらに社会的費用、時間的費用を含めた総コストの形成要素・形成プロセス（これらをコスト構造という）の中で、「地質条件そのもの」と「その不確実性」が大きな影響力を持っている。しかし、事業執行プロセスにおいては地質条件の不確実性（予見し難き条件）がゆえに、地質リスクは顕在化してから対応せざるを得ない、あるいは顕在化してから対応したほうが効率的であると考えられている側面もある。事業執行プロセスは事業リスクの移転プロセスとみなすことができるが、事業リスクのうち地質条件については、これが明確になった段階（ずっと後の工事段階）で設計変更によってリスクに対応する方法がとられてきた。

地質に関して素人である納税者・利用者・市民は、専門家である官庁事業主体に事業執行を一任しているものであり、専門家の予測した事業コストや、工事コストが工事途中で大きく変化することは想定していない。したがって、これらのコストが大きく変化した場合は、その変化が本当に予見し難き事象であったかについて、市民が「ジオ・ドクター」としての専門家に説明を求めるのも道理である。

事業コストと工事コストに責任を有する立場にある者は、専門家であるという社会的責任において、大幅なコスト変化が本当に予見し難き事象であったか、予見できるとしたならば誰がどのような条件のもとで不確実性を小さくできるか、などの議論を提

起し説明責任を果たさなければならない。

「リスク」の定義は未だ確定していないが、ここでは「事業コスト損失」そのものと、その要因の「不確実性」の両方をさす。また、「地質リスク」は、「地質（に係わる事業）リスク」と定義した。

2 全地連における取り組み

地質技術を提供する立場にある地質調査業の地区協会の連合会である全地連（全国地質調査業協会連合会）は、「建設コスト縮減に関する地質調査業の意見表明と行動指針（H9）」、「地質調査が工事費など建設コストに及ぼした影響の事例（H14）」、「事例に学ぶ地質調査（H15）」において地質技術の重要性・役割を発言し、「全地連10の提案（H16）」を行ってきた。しかし、地質調査業が建設コスト縮減に貢献するためには、事業プロセスにおける地質技術投入の時期、地質技術者の位置づけなど本文で後述するような課題を有している。

そこで、H17年度には全地連の技術委員会の中に地質リスクWGを設置し、地質技術の視点からコスト構造の改革に寄与する方法を議論し、「地質に係わる事業リスク検討報告書」を公表した（H18.6）。さらに昨年度（H18）は、（財）建設振興基金の研究助成をもとに本稿の著者の一人である渡邊が座長を務める委員会を構成し、「地質リスク研究」を推進して今年（H19）3月に成果発表・講習会を開催したところである。

### 3 地質リスクに取り組む上での課題

従来の公共事業では、構想段階および計画段階の中盤までは主に官側の技術者が担当し、民間の技術者はそれ以降の業務から参画することが多い。このことは、民間技術者が参画する前に、事業リスクの多くが決定されていることを意味する。

一般に地質調査は民間への発注によって民間の地質技術者が担当するが、民間技術者に期待されるのは計画後の設計条件を設定する役割に止まっていることが多い(図-1)。

地質調査が計画後に位置づけられ、設計条件を設定するためのものである場合、そこで設定された設計条件が工事段階で遭遇した事象と異なる場合は、設計変更によってそのリスクに対応することが一般的である。このことがいっそう地質調査・地質技術の役割を希薄にしてきた。

ところが最近、設計変更・事業費増大が議会の合意を得られず工事がストップする事件が起きている。そのため、地質リスクを早期に予測し対策を講じる必要が生じているが、以下のような技術的・政策的課題があり簡単には改善できない。

- ①地質リスクの概念・体系が不明確
- ②地質リスクにかかわるデータが不足
- ③リスク計量化手法が未確立
- ④地質リスクを扱う者(地質技術者)の位置づけが不明確
- ⑤官側の技術を支援する行為(発注者支援)が正業化されていない

このうち④の地質技術者は、その多くは民間側(受注者側)に位置づけられるが、設計条件算定のための地質定数の測定を目的とするような調査に長く従事しているため、発注者側、すなわち市民の側に立ってリスクを管理するという姿勢が身について

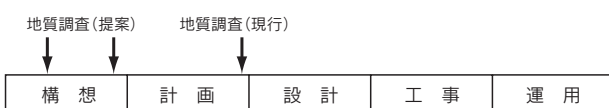


図-1 地質調査のプロセス上の位置

いない。さらに、地質リスクをマネジメントする立場の発注者側においても、代理人・支援者を活用する制度が導入されておらず、必要な技術を容易に調達できない状況である。官側に技術者の少ない地質分野では、構想・計画段階において技術力不足が生じており、その影響が深刻化しつつある。地質リスクマネジメント手法の変革が求められている。

### 4 地質リスクプロセスマネジメント・3つの要素

地質リスクをタイムリーにマネジメントし、コスト削減を達成するということは、コスト形成プロセス(コスト構造)をマネジメントすることである。そのイメージを図-2に示すが、まず想定されるリスク(悲観的リスクと呼ぶ)を抽出し、プロセスにそって一つ一つ処理し、リスクを低減しながら段階を進めて行くもので、この勾配が地質技術・地質調査の「投資効果」を表現する。この勾配から地質調査妥当投資額を導きたいと考えており、勾配を大きくするためにCM(発注者支援者)を雇うことも考えられる。なお、前段階から後段階への移行に当たっては何らかの基準を満足する必要があると考える。

このマネジメントシステムを運用するためには、以下の3つの要素が必要である。

- ①発注者の側に立つ技術顧問
- ②リスク計量化手法
- ③プロセスマネジメントシステム

このうち、地質の技術顧問は、図-3に示すように法務顧問・弁護士、財務顧問・公認会計士と同様発注者側に位置づけられ、受注者側の地質調査者とは立場が異なる。

地質の技術顧問は個人の技術のみで対応するのではなく、組織的な支援ツールを具備したものである。現在、このような支援ツールは全く整備されていないが以下のようなものが必要である。

- ①リスク要素の体系
- ②リスクの因果関係のモデル
- ③ガイドライン(リスク抽出・計量化・予測方法、リスク削減方法、リスクの引渡し基準、地質調査妥当投資額算定方法、設計監督方法、工

# Part.3

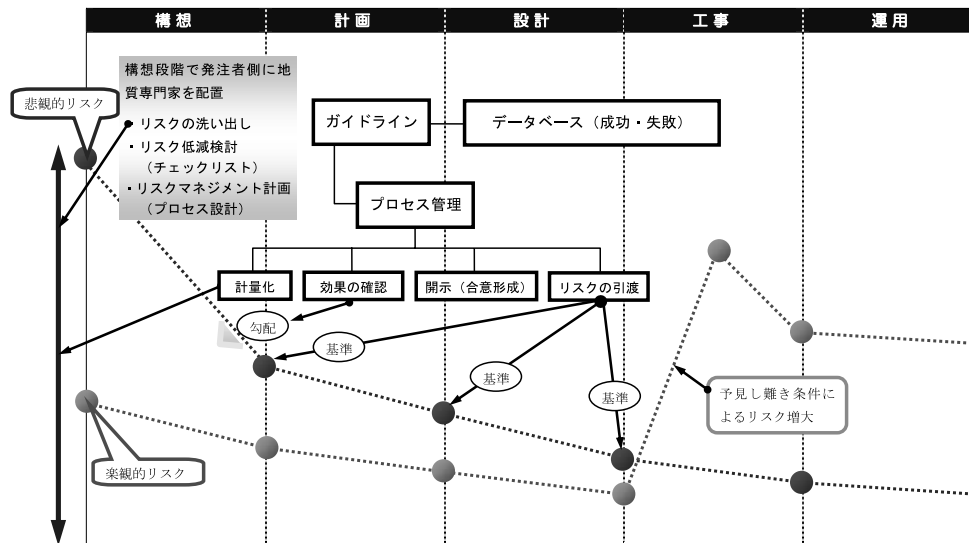


図-2 地質リスクマネジメントのイメージ

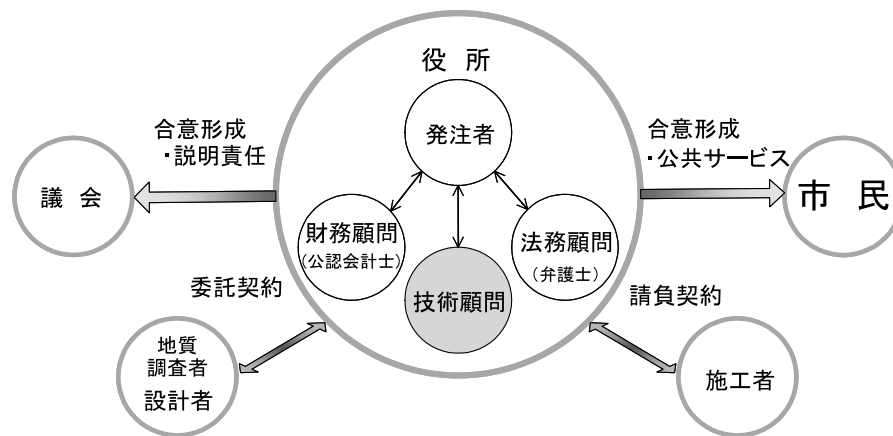


図-3 技術顧問の位置づけ

- ④データベース（各段階での成功・失敗事例）

## 5 地質リスクマネジメントのメリット

上記の3点セット、「地質の技術顧問」と「リスクの計量化」「プロセスマネジメント」によって公共工事のコスト構造改革は以下のような進展が期待できそうである。

- ①リスクへの予防措置による工期短縮・コスト縮減
- ②楽観的リスクからの出発による工期延長・コスト増大（市民の不信）からの脱皮

- ③事後対応（設計変更など）から事前対応への変更により合意形成に寄与
- ④悲観的リスクから出発するプロセスマネジメントによって説明責任とリスクコミュニケーションに寄与
- ⑤プロジェクトの各段階の後段へのリスク引渡し内容の明確化
- ⑥リスクの事前把握により民間とのリスク取引（PPP）が進展

なお、これらの効果をコスト縮減に着目して構想・計画・設計・工事・運用といった事業プロセスにそって整理したものを図-4に示す。

### 5.1 構想段階

技術顧問はまず、ガイドライン、データベースなどの支援ツールを参考にして（支援ツールに依存するという意味ではない）潜在的リスク要因を抽出し、それぞれに対して計量化のための地質調査計画を立案する。施設構想に対する技術的判断は地質調査を経て地質リスクを特定・計量化しながら行うことになる。この段階における技術的判断は以降の各段階でそれぞれ行うリスクマネジメントの基本を決定する。

### 5.2 計画段階

技術顧問は、地質調査の結果から個々のリスクに対してどの段階でどの方法で対応するかを判断する。この段階で凡その総リスクは想定（計量化）されているから地質調査の妥当投資額も推定できる。

### 5.3 設計段階

技術顧問は、設計業務の仕様書（特記事項）に地質から見た設計条件を明示するとともに、設計段階でマネジメントすべき地質リスクへの対応方法を記述する。特に地質リスクへの対応が求められる業務においては設計者の選定に関与する。

### 5.4 工事段階

技術顧問は、工事発注の仕様書（特記事項）に地

質から見た施工条件を明示するとともに、工事段階でマネジメントすべき地質リスクへの対応方法を記述する。特に地質リスクへの対応が求められる工事においては請負業者の選定に関与し、施工計画へのアドバイス、工事中VEの指導などを行う。

### 5.5 運用段階

技術顧問は、工事完了後に残存する地質リスクを整理し施設管理計画に反映するとともに管理の指導を行う。一方、供用中の施設に対してはリスク評価の指導を行う。また、施設の立地（地質）条件の変化、施設の利用条件の変化に対応した施設維持・管理方法を指導する。

## 6 コスト縮減への対応事例

### 6.1 調査方法

リスクマネジメントの効果が実証できそうな事例を選んで、以下の手順でマネジメントの効果を推定した。

- ①リスク事象の特定（要因の洗い出しおよびリスク計量化方法を仮定する）
- ②リスクマネジメント手法の設定（因果関係モデルの設定）
- ③マネジメントの有無におけるリスクの変化を予測し、リスクの変化が予測できれば、そのためのマネジ

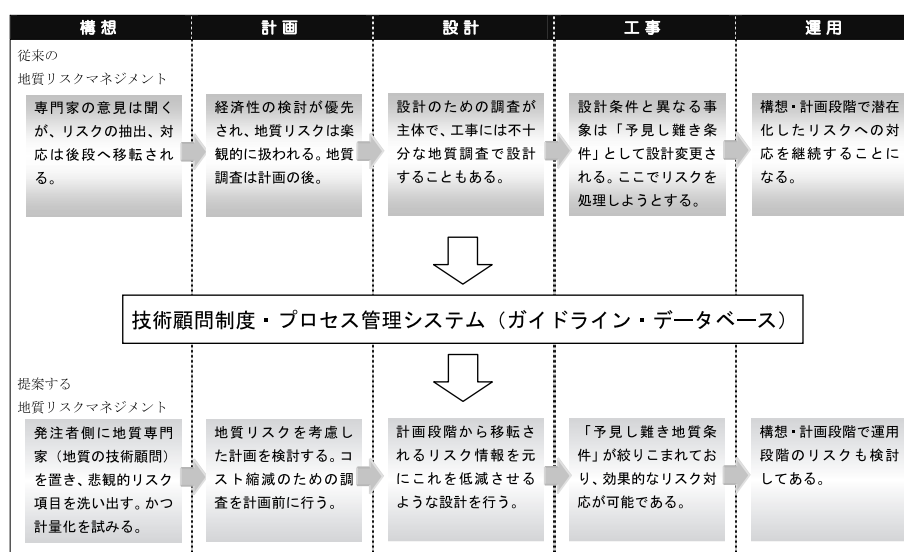


図-4 提案する地質リスクマネジメント手法

# Part.3

メント投入費を「妥当投資額」として評価することができる。

## 6.2 調査結果

昨年度は、地質調査不足などにより工事着手後に予想をしていなかった地質条件に遭遇し追加工事を必要とした事例や、工事着手後の地質調査によって過大設計を修正した事例を収集した。これらの事例は全地連のホームページ (<http://www.zenchiren.or.jp/>) 「地質リスク」に関する活動報告」の中に紹介している。ここでは紙面の制約もあり4事例のみ表-1に示す。

地質リスクに関する因果関係をモデル化する際に、「因」にも「果」にもいくつかの段階・連鎖が存在することに留意する必要がある。また、「果」は「事業費の増減」でいいとしても、「因」は何にするか未確定である。現段階では「専門家をタイムリーに投入しなかった」ことによる判断ミスが「因」として説得力を持っている。

また研究に着手したばかりであるが、これらの事例から1つの技術顧問活動によって1,000万円以上の効果が推定されており、仮に年間2、3箇所で成

果を出せば採算に乗るビジネスであると考えてよさそうである。

## 7 地質技術顧問の実現性

### 7.1 市場の動向

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り、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必要がある。発注者側に地質専門家を必要とする場面には以下のようなものがある。

- ①事業計画の立案（技術アドバイザーとして）
- ②設計・工事などの公共調達（CMとして）
- ③リスクの取引（PFI）（代理人として）
- ④職員の教育・指導（先生として）

### 7.2 制度化などの仕組み導入の見通し

- 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試行され

表-1 リスクマネジメントの効果推定事例

| ① リスク事象                                      | ② 因果関係  |   | ③ マネジメントの効果                   |
|--|---|---|-------------------------------|
|  | 原因(マネジメントの有無)   | 結果(工事費の増減など)  |                               |
| (1)道路盛土工事における軟弱地盤対策費の増大                      | ボーリング間隔が機械的に100mで、軟弱地盤層を予見できず。専門家による調査計画不足。                                       | 追加調査費 300万円<br>追加工事費 800万円<br>合計 1,100万円増額                  | 工事費増大 1,100万円<br>時間コスト 3ヶ月    |
| (2)トンネル工事における内空断面の変状に伴う工事費の増大                | 調査段階における地質調査不足と施工段階における事前変状予測能力の不足。各段階で地質専門家による判断不足。                              | 変状対策費 1,500万円<br>十分な調査を元にした支保工 330万円<br>差し引き 1,170万円増額      | 工事費増大 1,170万円<br>時間コスト        |
| (3)建築工事における計画変更時の基礎形式の変更による工事費の増大            | 計画構造物(直接基礎で設計)の平面位置の変更に伴い、新たな地質調査を行わなかったため、埋没地形を見落としたまま工事に着手。杭基礎に変更。地質専門家による判断不足。 | 追加調査費 160万円<br>追加設計費 140万円<br>追加工事費 1,800万円<br>合計 2,100万円増額 | 工事費増大 2,100万円<br>時間コスト        |
| (4)トンネル工事における坑口の深礎杭を不要(過大設計)と判断したことによる工事費の縮減 | トンネル坑口に分布する崖錐堆積物に対して深礎杭を計画していたが、支持力を平板載荷試験で確認し深礎杭を中止。契約後工事着手前VE。                  | 深基杭工事費 1,500万円縮減  | 工事費縮減 1,500万円<br>工期短縮に伴う人件費縮減 |

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構造改革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

技術を公共投資として扱う考え方が導入されつつある。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。

**8** 今後の取組みの方向

これまでの全地連における取組み（H17、18年度）と、今後の取組みの方向（H19、20年度）を図-5に示す。

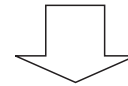
今年度（H19）は、リスクマネジメントの効果の実証とデータの蓄積を行う。このために地質リスクとマネジメントの因果関係をモデル化するためのデータ収集様式を作成し発注者の協力を得ることが必要である。

これらの成果を踏まえてH20年度には、技術顧問制度を提案するとともに、支援ツールとしてのリスク計量化手法・プロセスマネジメント手法などのガイドライン化、データベース（成功例・失敗例のリスク計量化事例）などの整備に取り掛かる。さらにこのビジネスを普及するために、人材（技術顧問）・技術（支援ツール）の供給システムを検討する。すなわち人材・技術を所管する全地連と地方自治体という市場を繋ぐネットワークの整備なども検討する予定である。

平成17年度 地質リスクワーキングの活動

<主な活動内容>

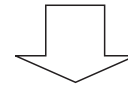
- 地質リスクマネジメントと地質技術顧問の重要性研究
- 事例収集による報告書作成
- 全地連内部(理事会、技術フォーラムなど)へのPR
- 全地連ホームページによる公表



平成18年度 建設業振興基金助成研究委員会による活動

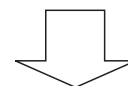
<主な活動内容>

- 有識者(大学、研究機関、行政機関)による検討
- 地質リスクマネジメントのスキームの確立
- 効果計量のためのデータ収集着手(8事例)
- 研究成果の公表(講習会)
- 産総研との意見交換
- 委員会報告書の公表



平成19年度の研究スキーム

- ① 効果計量研究の継続(地質リスクWG)
  - ・各地区協会との連携
  - ・地方整備局・県などへの協力要請
  - ・会員企業への事例収集依頼
- ② 地質リスク分析のためのデータ収集様式の作成
  - ・データ収集様式
  - ・手順などマニュアル化
- ③ データの蓄積
  - ・地質に関する新たなデータベース(成功例、失敗例)
  - ・情報の価値の計量化
- ④ 海外調査
  - ・事例収集



平成20年度

- ガイドライン(案)作成
  - ・計量化手法 ・プロセスマネジメントシステム
  - ・効果計量化モデル ・事例(成功、失敗)
- 技術顧問制度
  - ・ライセンス
  - ・人材・技術供給システムの整備

図-5 今後の取組みの方向 (案)