

地質リスク・ エンジニア (GRE) 養成講座 講義テキスト集

平成27年6月

地質リスク学会

特定非営利活動法人 地質情報整備活用機構

発刊にあたって
新しい職能（プロフェッション）の創出を

今回、地質リスク・エンジニア(GRE)の養成講座を開講することとなりました。まず、関係者の皆さまのこれまでのご努力に心から感謝申し上げます。ありがとうございます。同時に、本講座を開講できることをとても嬉しく思っております。

地質リスク・エンジニアは地質技術顧問となるための職能・資格として活用されることを意図・期待しております。

地質技術顧問制度を創設することを目的として設立された組織が地質リスク学会です。私は地質技術顧問を、「発注者が地質リスクを適切にマネジメントする責任を果たすために、的確な助言を行う先生」と捉えています。以下に、発注者の責任、地質リスク、適切なマネジメント、的確な助言、先生、の各項目について簡単に触れたいと思います。

まず、発注者の責任です。

公共事業の場合、日本の発注者は国民の代理人として、企画、計画、設計、施工、供用・維持管理の事業の全ての段階に亘って、実施の最終的な責任を有しています。各段階の一部は、民間事業者（受注者）が実施するサービスを調達します。この調達においても発注者は、最終的な責任を有します。

戦後、日本の社会基盤施設整備は順調に進められてきました。その主な一因は、この最終的な発注者の責任の下で、発注者と受注者が状況に応じて柔軟な役割分担－受発注者間の相互補完－を行ってきたことにあると考えられます。事業実施に際し、受注者の能力が不足気味の際は発注者が補完し、発注者の能力が不足気味の場合は受注者が補完します。「受注調整」という慣行は、受発注者が欧米で見られるような煩雑な契約行為に煩わされることなく、この柔軟な役割分担を可能にしました。

しかし現在、この日本の慣行が批判される中で、受発注者間の相互補完という柔軟な役割分担の構図が崩れつつあります。事業の中で、受発注者のいずれによっても埋めることが出来ない「空白領域」が発生している例が散見されます。この空白領域を埋めることは、極めて重要な発注者の責任の一つであると考えます。

地質リスクは、事業費に大きな影響を及ぼします。私は、地質リスクは、「コスト構造改善プログラム」の35番目の施策として明記すべきであると考えます。さらに治水のハザードマップの作成・公表のように、行政と国民との間で、地質リスクに関するコミュニケーションを実施すべき時期が来つつあると感じます。これまでは、多くの場合、地質リスクは「予見しがたき事象」として設計変更によって扱われてきました。今後は、地質リス

クを積極的に評価し公表することによって、地質リスクの存在と影響を広く共有していくことが、今後益々重要になっていくように思います。

適切なマネジメントについては、思うことが二点あります。

第一は、意図と結果の絶えざる比較・分析です。「その対策を採った理由は」、「結果との違いは」、「もし違った場合その理由は」、「今後の改善点は」という PDCA のサイクルを積極的に回すことによって、発注者の暗黙知を形式知に転換させながら蓄積していくことが必要であると考えます。

第二は、事業の全段階（ライフサイクル）を見渡す視点です。発注者の皆さまからは、「事業のライフサイクルコスト最小化の必要性は、分かっています！」と言われそうです。その声を理解した上で、敢えて申し上げますと、「企画・計画・設計・施工の各行為は、供用・維持管理の長い期間に亘って影響を及ぼす」ことを改めて認識したうえで、現実の制約を乗り越えて、ライフサイクルコスト最小化に向けて引き続き努力して頂きたいと思います。

的確な助言を行う先生となるためには、地質リスクの計量化、地質リスクマネジメントの効果・価値の計測、適切な顧問料の検討・設定等の課題を解決していく必要があります。それは、公共事業執行の分野で、リスクの商取引を実現することでもあります。地質リスク学会は、特に地質リスクマネジメントの効果の計測に重点を置いて活動し、その知見を蓄積しつつあります。顧問料は、地質リスクマネジメントを行う際の費用だけでなく、その効果・価値に基づいて設定されることが必要です。その第一歩として、地質技術顧問を目指す技術者は、自分の行為の効果・価値を意識し、その計測方法を研究し、それらを社会に問い続けて行く必要があると考えます。

日本の社会基盤施設整備・マネジメントを取り巻く状況は、人口減少、維持管理費用の急激な増大、予算の緊縮化、自然災害への対応等益々厳しくなっています。この厳しい状況の中で、効果的・効率的な整備・マネジメントを実施していくために、地質リスク・エンジニア(GRE)という新しい職能・資格は、大きな役割を果たすことが出来ると考えております。人々の安心・幸せを引き続き実現していくために、GRE が大いに活躍してくれることを願い、ご挨拶の結びとさせていただきます。

ありがとうございました。

平成 27 年 6 月

渡邊 法美

地質リスク学会 会長（高知工科大学 教授）

講座の開設とテキストの監修にあたって
～社会起業と草莽崛起～

2003年、国土交通省は「コスト構造改革プログラム」を発表しました。これを受け、全国地質調査業協会連合会（全地連）は2004年に「コスト構造改革に資する地質調査を効果的に実施するための10の提案」を作成しました。これは、それなりに有効な提案でしたが、地質調査業の全体像を俯瞰する視点、地質事象や地質調査結果をマネジメントするという視点に欠けたところがあり、公益的な観点から見ると十分とは言えないものでした。このような認識を踏まえ、全地連は2005年、土木学会の建設マネジメント分野で活躍し、発注者の「技術顧問」の経験もある佐橋義仁氏（建設技術研究所）の参加を得て、技術委員会に「地質リスクワーキンググループ」を設置し、地質調査業の更なる深化と新しい領域の創造に向けた活動を開始しました。この動きは、その後、「地質リスク学会」の誕生に繋がり、業界のみではなく、行政機関や研究機関に所属する技術者を含む大きな輪となり、理論面での学術研究、技術発表会による事例の収集と分析、海外情報の収集と紹介等着実に成果を挙げてきました。

これまでに得られた「地質リスク」の成果を業務に展開することは、地質調査業にとって、新しい領域の創造であるとともに、地質技術力とマネジメント力の投入により地質リスクに起因する事業損失の回避、予防、低減に寄与する極めて公益性の高い役割を担う意義を持つものでもあります。

このような背景の下、地質リスク学会の事務局を担当する特定非営利活動法人地質情報整備活用機構は、全地連と地質リスク学会の協力を得て、新たに展開する業務の中核となる「地質リスク・エンジニア」（GRE）を養成する講座を開設することとしました。講義は「地質リスク学会」の渡邊法美会長（高知工科大学）、小笠原正継副会長（産業技術総合研究所）のほか、同学会の運営委員、専門委員が担当し、公共調達市場の特性等「地質リスク」を取り巻く周辺知識については、長く全地連専務理事を務めた私矢島が担当することになりました。

本書は、講義を担当する者が個々に執筆し、分かり易くという観点から私矢島が全体を監修しました。本テキスト集は講義単位にまとめられ、GREに必要な知識を網羅した「フルコース」となっていますが、今後、様々な局面での「地質リスク」の普及を考慮し、各講義を「アラカルト」で提供できるよう編集しております。（講義は執筆者以外が担当する可能性があることを執筆者間で合意しています）また、テキストは、研究成果の進展、社会環境の変化等に対応し、内容を順次見直しすることとしております。

この「地質リスク」の業務への展開は、新しい領域への挑戦であり、見方を代えれば、官と民との境界領域上にある社会的課題を政府や企業が持つ既成の役割を超えて対処し、新しい「しくみ」を創造する社会起業（ソーシャルイノベーション）という側面がありま

す。そして、社会起業を担うのは「思慮深く、一定の行動力のある自立した個人」です。

同じ局面は幕末にもありました。松下村塾を主宰した吉田松陰は、あてにならない幕府や藩を相手にするのではなく、市井（草莽）にある志ある者が立ち上がり（崛起）、新しい時代を切り開くという「草莽崛起」を主張しました。これは、門弟である高杉晋作が身分を問わず組織した奇兵隊の理念であり、そして、明治維新そのものの原動力となりました。

GREを目指す技術者には、業界を担うとの気概とともに、「社会起業」、「草莽崛起」の精神を体現されることを期待します。

平成 27 年 6 月

矢島 壯一

地質リスク・エンジニア（GRE）養成講座 講義用テキスト

目 次

発行にあたって

講座の開設とテキストの監修にあたって

講義 1 地質リスクマネジメント（総説）	1
1.1 地質リスクとは ーその概念と意義ー	1
1.2 リスクマネジメントとは	8
1.3 地質リスクをマネジメントする ー発注者と受注者の役割ー	9
1.4 専門家の活用と GRE の認定	10
1.5 地質リスク学会と全地連の活動	12
講義 2 地質事象の把握における不確実性と地質リスクの類型化	15
2.1 はじめに	15
2.2 地質事象の把握における不確実性と地質リスク	15
2.3 地質リスクマネジメントの事例区分と効果の計量化における 各種費用の概念	19
2.4 地質リスクマネジメント事例研究の成果と意義	23
講義 3 地質調査業における地質リスクの意義と活用	26
3.1 地質調査業の成り立ちと将来を見据え今考えるべきこと	26
3.2 公共調達市場の特性と制度	35
3.3 地質リスクの活用に向けて	44
講義 4 GBR（ジオテクニカル・ベースライン・レポート）	56
4.1 GBR とは	56
4.2 ベースライン	56
4.3 海外における適用事例	58
4.4 国内への適用性	60
講義 5 技術顧問の意義と役割	63
5.1 技術顧問の位置づけ	63
5.2 地質技術顧問の業務	64
5.3 地質技術顧問の契約標準	66

講義 6	技術顧問の調査・設計・工事・維持管理各段階における技術支援	・ ・	6 8
6.1	共通事項	・ ・ ・ ・ ・	6 8
6.2	基本計画および地質調査業務の支援のポイント	・ ・ ・ ・ ・	7 8
6.3	設計業務の支援のポイント	・ ・ ・ ・ ・	8 2
6.4	工事契約の支援のポイント	・ ・ ・ ・ ・	8 5
6.5	工事の設計変更支援のポイント	・ ・ ・ ・ ・	8 8
6.6	維持管理事業への支援のポイント	・ ・ ・ ・ ・	9 6
6.7	斜面安定対策業務の支援のポイント	・ ・ ・ ・ ・	1 0 2

[執筆分担]

講義 1	岩崎 公俊	地質リスク学会	運営委員会	委員
講義 2	小笠原正継	地質リスク学会	副会長	
			((国立研究開発法人) 産業技術総合研究所 客員研究員)	
講義 3	矢島 壯一	元(社)全国地質調査業協会連合会	専務理事	
講義 4	黛 廣志	地質リスク学会	専門委員会	委員
			/ NPO 地質情報整備活用機構 人材育成担当	
講義 5	渡邊 法美	地質リスク学会	会長	(高知工科大学 教授)
講義 6	小田部雄二	地質リスク学会	専門委員会	委員
	長瀬 雅美	地質リスク学会	専門委員会	委員
	向井 雅司	地質リスク学会	専門委員会	委員
	黛 廣志	地質リスク学会	専門委員会	委員
	渡辺 寛	地質リスク学会	専門委員会	委員
	尾園修治郎	地質リスク学会	専門委員会	委員
	梅本 和裕	地質リスク学会	専門委員会	委員

講義 1 地質リスクマネジメント(概説)

1.1 地質リスクとは —その概念と意義—

1.1.1 地質リスクの定義

建設事業において行われる地質調査はできるだけ多くの地点で調べることが理想であるが、実際にはいくつかのピンポイントの情報しか得られない。そのため調査によって得られる情報は限定的である。さらに、推定された地盤の性状には誤差を伴う。この誤差には人的な誤差やミスも含まれる。通常は、これらの誤差がある程度見込まれても安全率の余裕でカバーしている。

しかしながら、その誤差が常にカバーできるほど地盤は甘くない。ましてや、限られた地点の情報から対象とする地盤全体を推定しなければならない。特に地形や地質が複雑に分布している個所では、実際に施工してみると想定された状況とは異なることも多い。

このように、我々は事業を執行するうえで地質や地盤にからむ多くのリスクにさらされている。このリスクをコントロールすることができれば、工事中の安全やトータルコストの管理などに役立つことは容易に想像できるであろう。しかしながら、このリスクという用語は厳密な定義が理解されないままに使われているため、その意味が混乱しているのが現実である。そこで、まずリスクに関する一般的な定義を理解し、次に我々が関与すべき地質リスクの定義について確認しておきたい。

(1) 一般的な定義

分野によって異なる扱いがされていたリスクを統一的に解釈するために、2009年に国際規格としてISO 31000が制定された。それに基づき国内の規格としてJIS Q 31000「リスクマネジメント—原則及び指針」が2010年に制定された。この規格において、リスクの定義は「目的に対する不確かさの影響」とされている。従来、何となく使われてきたリスクという言葉は、例えば広辞苑に

において「①危険、②保険者の担保責任。被保険物」と記載されているように、どちらかと言えば悪い意味で使われてきた。しかしながら、ISOやJISでは悪い場合だけではなく、想定とは異なった不確かさが目的に及ぼす影響を言っており、場合によっては好ましい方向へのズレ(乖離)もリスクと言えるのである。以上のことを示した例を図1-1に示す。図中の地盤リスクは、

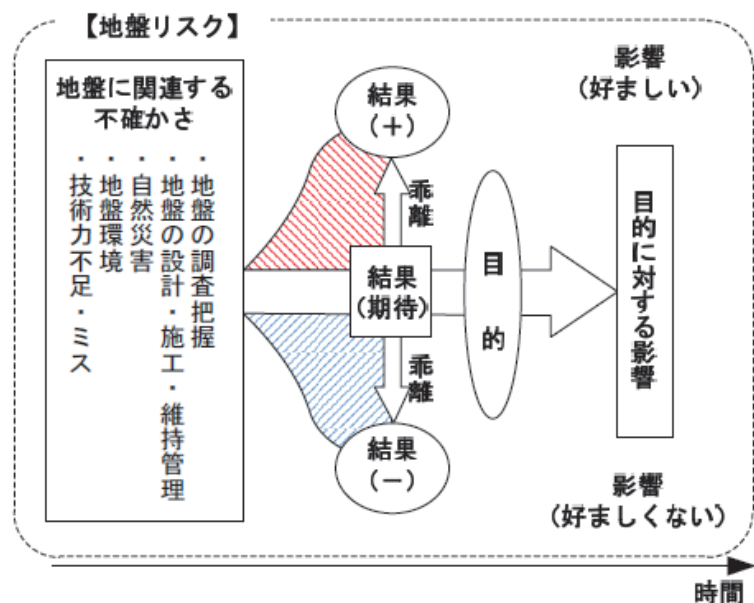


図 1-1 地質・地盤に関わるリスクの一般的な定義¹⁾

地質リスクと置き換えて考えてよい。また、ここでいう不確かさの要因の例として、表 1-1 に示すものが挙げられる。

このように地質リスクの要因には、予測困難なものも含め極めて幅広い項目が考えられる。

表 1-1 地質・地盤の不確かさの区分と原因¹⁾

(2) 地質リスク学会の定義

建設事業においては、かつてのような公共事業費が潤沢な時代は今後期待できないため、所要の品質を確保しつついかに効率的かつ省コストの事業執行を行うかが大きな課題となる。国土交通省では建設コストの低減を目指した「公共事業コスト構造改革プログラム」を平成 15 年に策定して、その後引き続き実行されている。

対象区分	不確かさの原因
地盤の調査把握	地盤本来の不均一性、地盤評価の不確実性、調査・試験法の不確実性、測定値から設計値を決定する際の不確実性、データ数に依存する不確実性
地盤の設計・施工・維持管理	計算式の精度、調査・設計・施工法の調和、施工精度、施工中の防災措置、周辺環境、構造物の劣化、社会・経済情勢の変化
自然災害	降雨、地震、火山噴火、津波、高潮、高波、土砂災害、急傾斜地、深層崩壊、海岸・堤防侵食、洪水、台風、都市災害
地盤環境	地下水、土壤汚染、温暖化、地盤沈下
技術力不足・ミス	地盤調査計画、地盤評価、地盤設計、地盤に係る施工などにおける技術力不足やミス

このような背景を考慮し、地質リスク学会においては、リスクの目的を事業コストの縮減に設定し、地質リスクを以下のように定義した。

地質に係わる事業リスク、特に、コスト増大リスクに着目（コスト縮減への貢献）、事業コスト損失そのものと、その要因の不確実性を指す

このように、地質リスクは建設事業に焦点を当て、その建設コストに極めて大きな影響を及ぼす地質、地盤、地下水などに係る不確実性のことである。計画、調査、設計、施工ならびに維持管理の各建設段階において、そのリスクをマネージすることにより（これを地質リスクマネジメントという）できるだけトータルコストを抑えることを主目的としたものである。当然の事ながら、災害や事故を防止することも含まれる。

(3) 地盤リスクとの関係

地盤工学会においては、地質リスクの代わりに地盤リスク²⁾という用語を用いている。かなり紛らわしいが、これらの用語は根底では本来同じと考えて問題ないであろう。これらが違う用語として使われてきたのは、その出発点や対象範囲の違いやアプローチの仕方が異なるためと言える。すなわち、地質リスク学会は公共調達市場に絞り議論しているのに対し、地盤工学会は住宅を含む民間市場も対象に議論している。さらに言えば、地質リスクが建設コスト縮減を大きな目的としてマネジメントを考えているのに対して、地盤リスクに関する活動は社会システムに対する影響まで意識して地盤リスクマネジメントを研究する活動である。地盤災害を低減するうえで法制度や保険制度、あるいは裁判にまで踏み込んでリスクマネジメントの重要性を検討している。

このように、地質リスクと地盤リスクはアプローチの仕方が大きく異なるものの、地質

や地盤が、災害・事故の防止、引いてはコスト増大リスクを回避するうえで極めて重要であるという認識はまったく共通であり、相互補間的な活動が今後も期待できる。

1.1.2 地質リスクマネジメントが必要とされる背景

(1) 地質リスクの素因と誘因

我が国において、なぜ地質リスクのマネジメントが必要かを改めて考えてみたい。

地質技術者として常識的なことではあるが、図 1-2 に示すように、我が国は地質リスクの要因として、地質の複雑さを素因とし、地震・豪雨・火山などの誘因によって引き起こされる様々な地盤の挙動が建設事業に大きな影響を与える。特に地質に関しては、図 1-3 のように、欧米先進各国と比べて極めて複雑な地質環境にある。

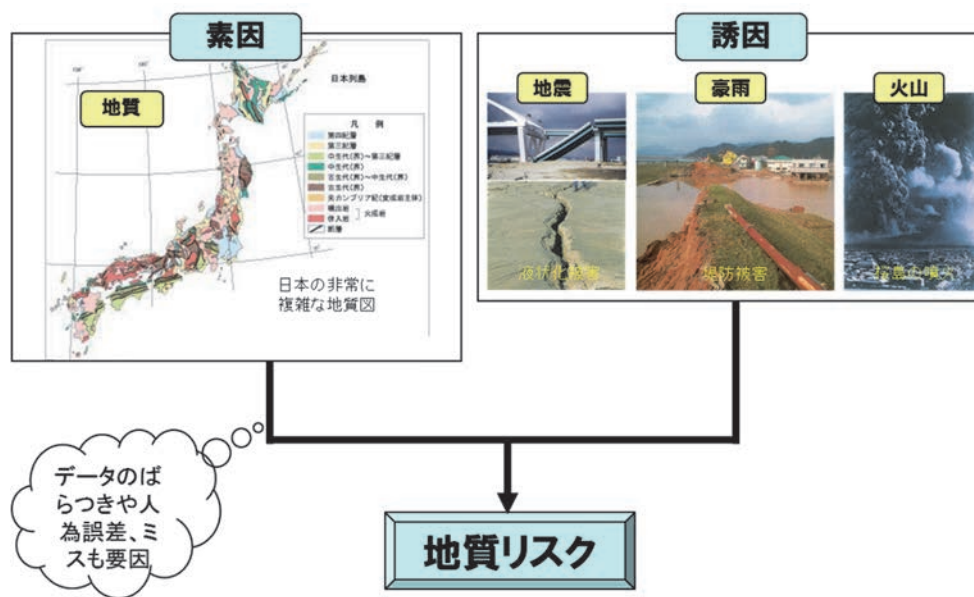


図 1-2 地質リスクの素因と誘因⁴⁾

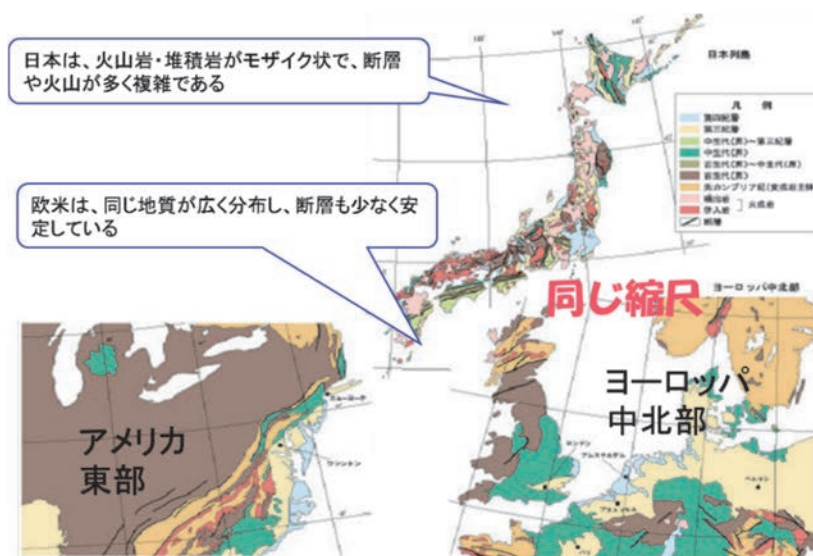
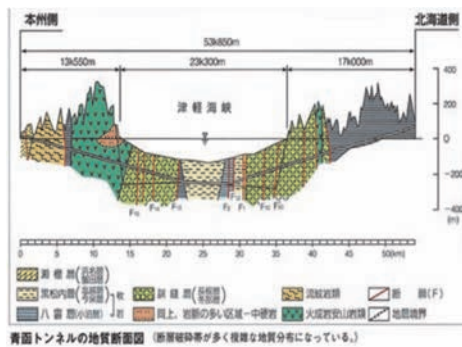
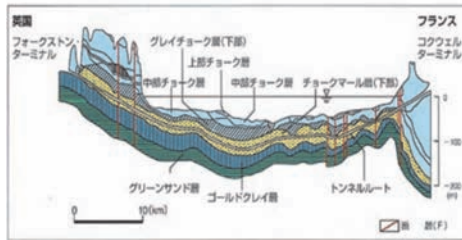


図 1-3 海外の地質図との比較⁵⁾



青函トンネル

長さ: 54km
 施工性: 割れ目、断層多く、湧水多量
 工法: 主として在来工法
 工事期間: 24年



英仏海峡トンネル

長さ: 51km
 施工性: おおむね均一、割れ目、湧水多量
 工法: TBMシールド
 工事期間: 11年

図 1-4 青函トンネルと英仏海峡トンネルの地質断面図⁶⁾

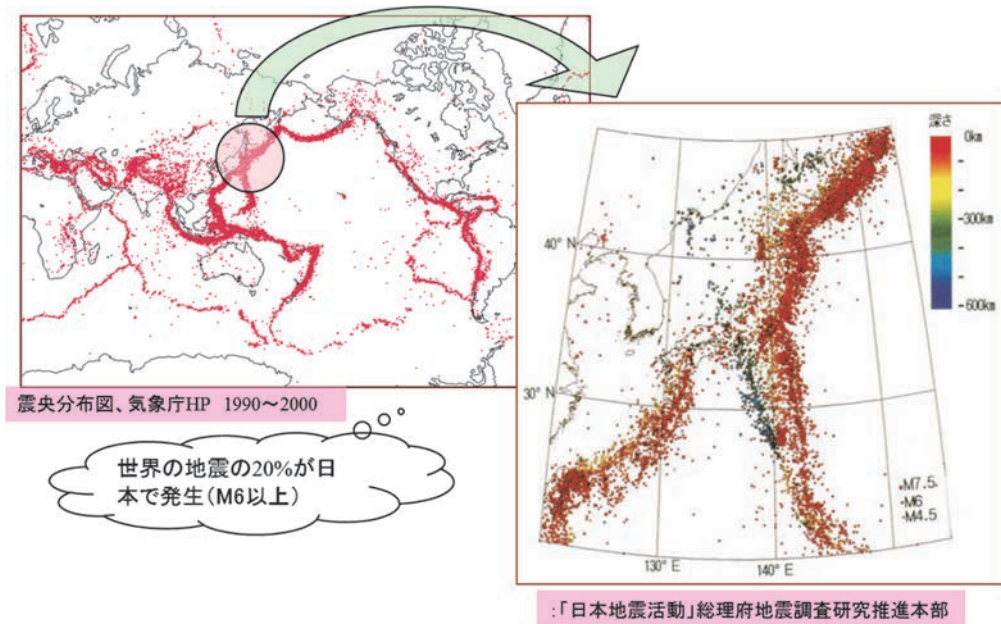


図 1-5 日本周辺における活発な地震活動

一例として、ほとんど同規模のトンネル工事である青函トンネルと英仏海峡トンネルの地質図を図 1-4 に示した。青函トンネルにおける工事期間が英仏海峡トンネルに比べ 2 倍以上を要しているのは、まさに地質の複雑さの所以である。

一方、地震についてみると、図 1-5 は過去の大地震における世界および日本周辺の震央分布を示したものである。世界の M6 以上の地震のうち日本周辺で生じているものが 20%あるというのは有名な話である。

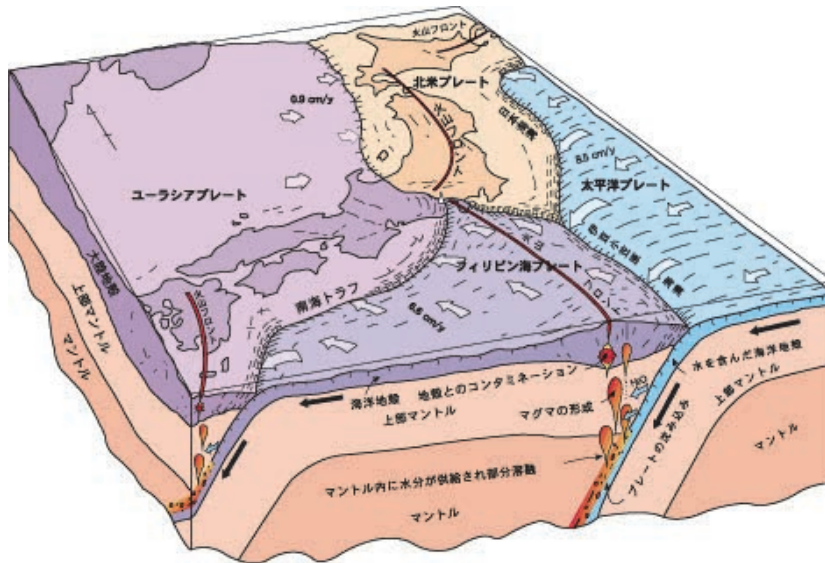


図 1-6 プレートテクトニクスからみた日本列島⁵⁾

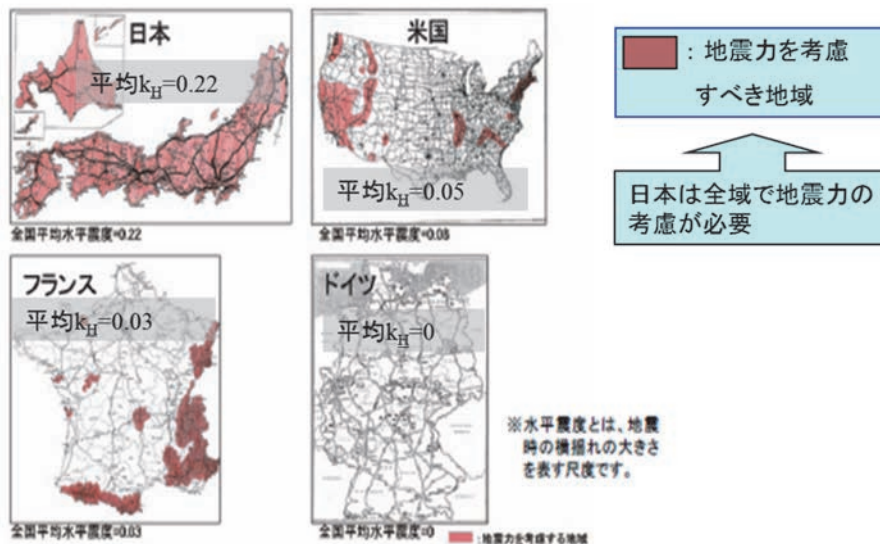


図 1-7 各国の耐震設計における設計水平震度⁸⁾

このように地震が多発するのは、図 1-6 のように日本は 4 枚のプレートの衝突部に位置し、特に太平洋プレートとフィリピン海プレートに押され複雑な応力場となっていることも大きな原因である。

一方、このような地震の多さが耐震設計にどのように影響しているかを示しているのが図 1-7 である。日本・アメリカ・フランス・ドイツの 4 カ国において耐震設計を考慮すべき地域が色付けされている。このように、我が国は他の先進諸国に比べ国内すべての地域で地震の驚異に対する対策を余儀なくされる国であることが分かる。

また、地震動が地表の構造物へどのように伝わるかを模式的に示したものが図 1-8 である。地震動は地盤中を伝わってくるが、表層付近の柔らかい地盤では振動が減衰しやすい

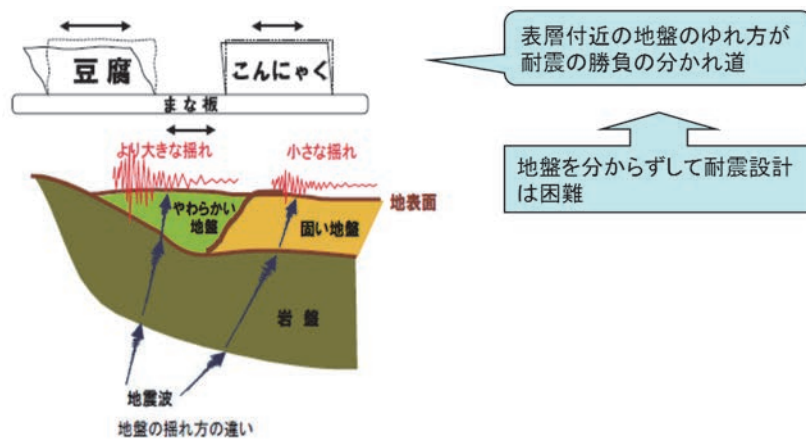


図 1-8 耐震設計における表層地盤の重要性⁸⁾

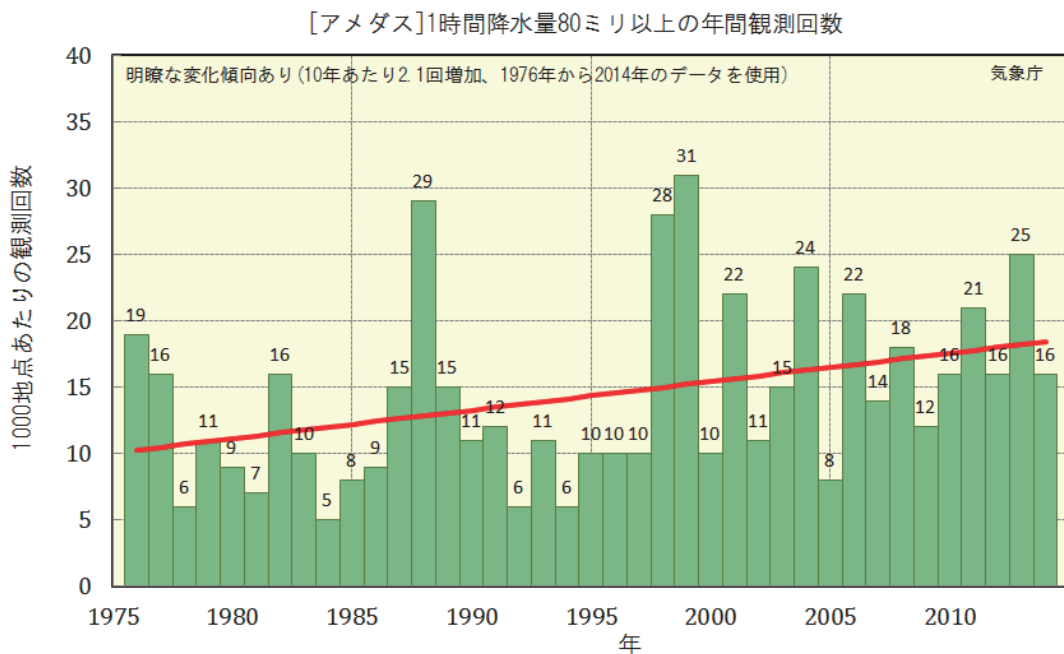


図 1-9 地球温暖化に伴う豪雨の増加⁹⁾

ので、一般に地震動は振動の減衰の少ない岩盤を通して伝達してくる。地表の構造物に対しては、地震動はその地点の深部の硬い地盤から上方の比較的柔らかい地盤を介して伝播してくる。したがって、表層付近の地盤の性状やその揺れ具合を推定することが耐震設計上極めて重要となる。

誘因のもう一つである豪雨については、最近のゲリラ豪雨と呼ばれる局所的な集中豪雨が目立ってきている。気象庁によれば、1時間雨量が80mmを超える豪雨の回数は図1-9のように年々高まる傾向が認められる。

なお、火山の噴火については、従来はリスクの要因として考慮することはほとんどなかったが、噴火災害は平成26年の御嶽山の噴火から注目を集め始めている。東日本大

震災後に増えるという見方もあり、地域によってはリスクの要因として無視できない事象になってきた。

(2) 発注・契約上の問題

現行の発注、契約方式において、地質リスクは発注者側・受注者側の立場で以下のような問題を顕在化されることになる。

① 発注者

建設工事において、従来は当初条件と異なる場合に比較的容易に設計変更が行われてきた。ところが、工事費増大への見方が厳しくなっており、特に自治体では監査で問題になったり、極端な場合議会承認が得られない可能性がある。

図 1-10 は、工事における設計変更の理由を調べた結果であり、現場不一致など当初条件と地質、地盤、地下水などの違いと思われるものが多い。また、図 1-11 は、実際に変更された金額の実態調査結果であり、平均で見ると 8%程度の増額となっている。この 8%は工事費全体の規模を考えると膨大な大きさと言えよう。

工事費が税金からきていることから、発注者としてエンドユーザーである国民への説明責任が問われていることを考えると、発注者が事前に設計変更になりうるような地質リスクの存在を認識しているかどうかは大きな問題である。

一方、最近の工事発注方式として、設計・施工一括発注方式（デザインビルド、DB）やPFI（民間資金等活用事業）方式がある。これらの場合の設計変更は、従来のようにすべてを発注者がリスクを負担するのではなく、十分な事前の地質調査を前提として発注者・受注者の双方がリスクを分担する考えもある。したがって、発注前に地質リスクに対する十分な調査・検討を行ったうえで発注時にどのようなリスクが残っているかを明確に把握することが非常に重要となる。

② 受注者

調査、設計技術者は、予見すべき地質リスクを予見しなかった場合、瑕疵責任を問われる可能性がある。これらの問題に対して保険制度があるが、最近では大きな賠償額を要求

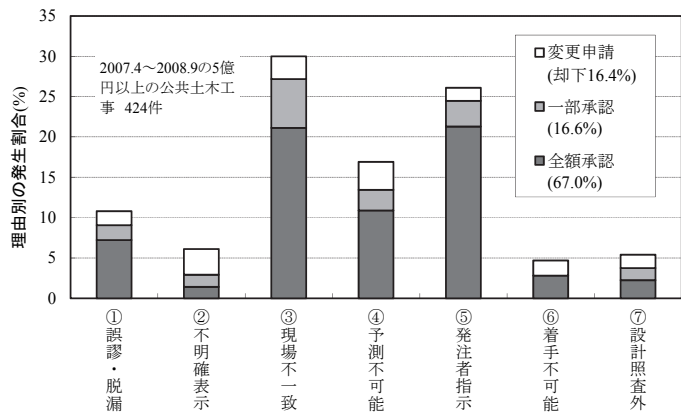


図 1-10 工事の設計変更の理由¹⁰⁾

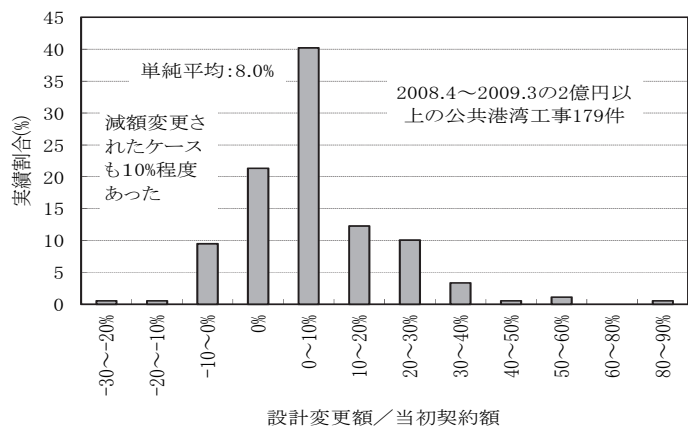


図 1-11 工事の設計変更金額の実態調査例¹⁰⁾

されるケースが散見されるため、地質リスクは経営に影響を及ぼす問題としても捉える必要がある。

一方地質リスクは、工事受注者にとっては原価への悪影響に直結することがある。図 1-12 は土木と建築の工事現場での工期延期やコスト増など利益阻害要因に対するアンケート結果である。図に示した発注者に関する要因が上位を占めているが、その中でも地質リスクに直接関するもの（No.5）、間接的に関するもの（No.1,5,8）が大きく影響していることが分かる。

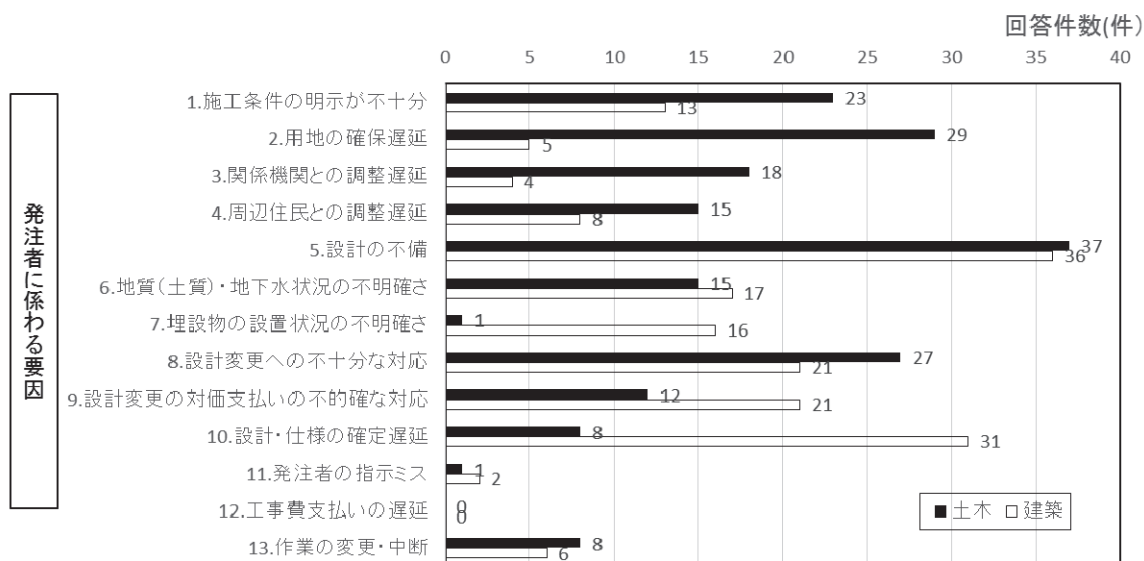


図 1-12 工事の原価に影響を及ぼす要因¹¹⁾

1.2 リスクマネジメントとは

リスクマネジメントは、JIS Q 31000 においては下のように幅広いものとして定義されている。

リスクについて、組織を指揮統制するための調整された活動

リスクマネジメントを単純にリスク管理として捉えるのではなく、組織活動あるいは経営そのものとして位置づけている。これは、例えば企業がさらされている各種の経営リスクに対する企業としての対応をイメージすれば理解しやすい。

ISO 31000 において、一般的なリスクマネジメントの原則、枠組みおよびプロセスの関係が図 1-13 のように示されている。中央のリスクマネジメントの枠組みは、PDCA サイクルと同様である。図の右端に示されたリスクマネジメントのプロセスは、リスクへの具体的な対処方法をしめしたもので重要である。まず、組織の状況を把握し（事業主体の置かれた状況の確定）、リスクマネジメントの目的・範囲・リスクの基準を明確にする。

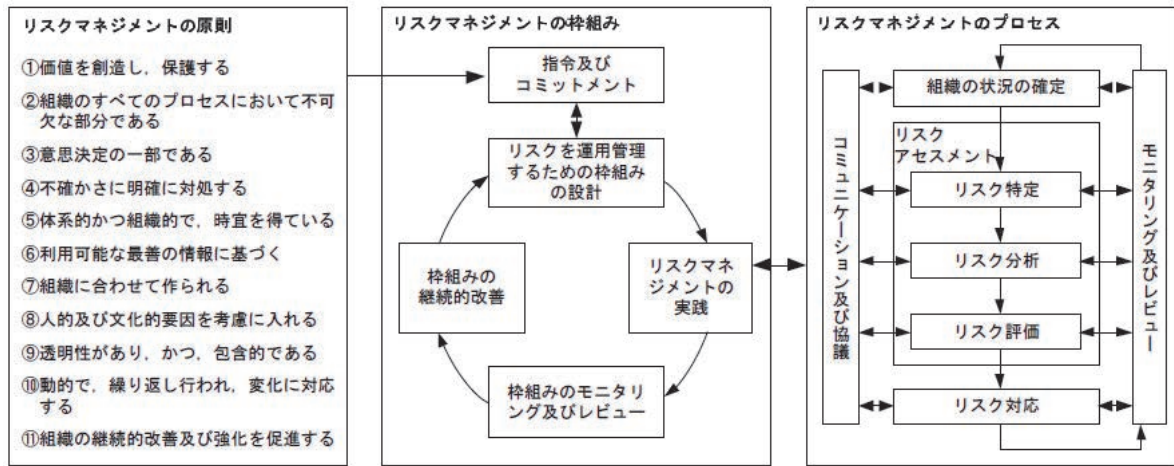


図 1-13 リスクマネジメントの原則、枠組みおよびプロセスの関係³⁾

次にリスク特定・リスク分析・リスク評価からなるリスクアセスメントを行う。そして、リスクアセスメントの結果にもとづきリスク対応が行われる。さらに結果を監視・レビューして継続改善につなげるというものである。

1.3 地質リスクをマネジメントする —発注者と受注者の役割—

地質リスクを対象としたリスクマネジメントは、建設コストを縮減するという明確な目的がある。図 1-14 は、地質リスク（地質に関するコスト増大リスク）の建設段階に対応したマネジメントのイメージを示したものである。

図中の下側の「楽観的リスク」と記した線は、従来のやり方である。すなわち、当初は地質リスクのことは何も意識せず、通常の計画～地質調査～設計～工事～運用が行われる。順次現場条件が明確となりリスクも低減するが、予見できない（調べていない）条件が顕在化して何らかの対策が必要となることが往々にしてある。この場合、発注者の責任に基づいて設計変更が行われ対策工事の追加により建設コストが当初設計を上回ることがよくある。

これに対して「悲観的リスク」と記した線は地質リスクマネジメントを実行した場合のものである。すなわち、構想段階のような早い段階で専門家の調査・分析が行われ潜在リスクの洗い出しが行われる。これらのリスクの評価にもとづき地質調査計画が立案され、それにもとづき行われた調査結果からリスクの評価が見直され、危険箇所の回避や対策工などの対策が検討される。それらを繰り返して、当初のリスクの大きさは徐々に低下していく。悲観的リスクから始めた地質リスクマネジメントは、従来の楽観的リスクから始めたものに比べ無駄な設計変更を抑制するなどの意味でコスト縮減効果は大きいと言える。

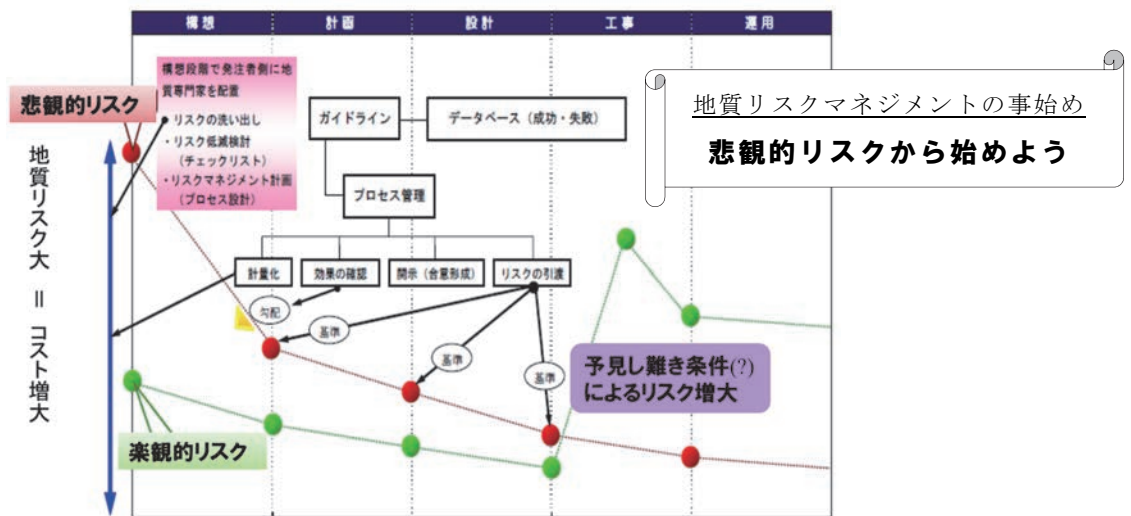


図 1-14 地質リスクマネジメントのイメージ

一方、地質リスクを評価することは、地形・地質、地盤、地下水などに関する専門的な知識や経験が必要であり、現時点における国内の発注機関にこのような知識・経験を有する技術職員はほとんど存在しないと言っても過言ではない。建設段階でみた場合、早めの地質リスクの洗い出しが必要な構想・計画段階は、従来は発注者側の技術者が担当していたが、上記のような地質リスクマネジメントの作業は専門家以外では極めて困難であると言える。そのため、地質リスクマネジメントを成功させるためには民間の専門家を、次節で述べるような発注者側の技術顧問として活用することが有効であると考えられる。一方、計画段階以降においては、国土交通省の業務として活用が期待されている地質リスク調査検討業務および地質調査計画策定業務を委託業務として活用することが望ましい。これらの詳細については、「地質リスク調査検討業務 発注ガイド」¹¹⁾を参照されたい。

1.4 専門家の活用と GRE の認定

上記のように、地質リスクマネジメントはできるだけ早い段階から取り組むべきであるという考えであるため、発注者を支援する立場の技術顧問が有効である。GRE（地質リスクエンジニア、Geo Risk Engineer）は次のような存在であり、その認定技術者はこの技術顧問として最適である。

GRE（地質リスクエンジニア）とは：
 地形・地質や地盤に関する高度な専門知識と経験ならびにマネジメント力を有する技術者であって、地質リスク学会が認定した技術者

図 1-15 は GRE 認定者の他の資格との位置づけを比較したものである。専門知識力では技術士と同レベルであるが、さらにマネジメント力の高い技術者を想定している。

この認定を得るためには、以下の手続きが必要となる。

- ① 全地連および NPO 地質情報活用機構が主催する本養成講座を履修する

- ② 履修者は、地質リスク学会が別途定める GRE 認定制度へ申請する
- ③ 地質リスク学会による論文審査に合格したものが GRE として認定される

GRE は、専門家として各種方面での活躍が期待できるが、おおまかに言えば、図 1-16 のような活用が期待できる。最も主となる活躍の場は発注者の中に入る技術顧問である。従来の委託業務と異なり、原則として個人と発注機関との顧問契約となる（II-2 参照）。本養成講座においてもこの技術顧問としての活躍を念頭においている。

また、GRE は図 1-16 の右側に示す委託業務の中でも活躍が期待できる。具体的には、地質リスク調査検討業務、地質調査計画策定業務、地質総合解析業務に加え、地質リスクに関係する通常の地質調査業務でも活躍できるであろう。さらに建設段階ごとに GRE が活躍できる場面を想定すると表 1-2 に示すようなものとなる。



図 1-15 GRE と他の資格との関係

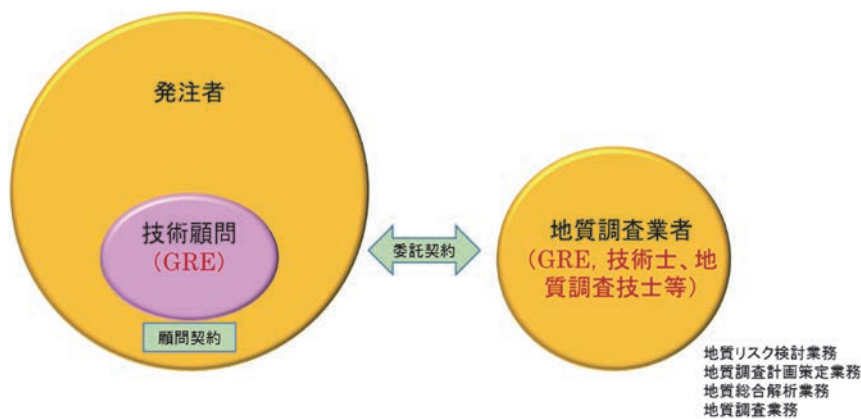


図 1-16 GRE の位置づけ

表 1-2 GRE が活躍できる場面

場面(立場) 建設段階	GRE (発注者側アドバイザー、監督支援)	地質リスク 検討業務 (業務受託者)	通常業務 (業務受託者)	備考
計画	◎	◎	—	地質リスクの洗出し・評価
地質調査	◎	◎	○	地質リスクの分析のための地質調査計画、リスク評価、
設計	○	○	△	設計条件の照査、補足調査の提案
工事	○※1、※3	○※1、※2	△	工事契約に必要な地質地盤条件の整理、リスクの引渡し ※1) GBR 作成 ※2) 地質総合解析業務で実施してもよい ※3) CM アドバイザーの役割も可能
維持管理	○	○	△	長期の維持管理計画における地質リスクの洗出し・評価、調査計画、モニタリング計画策定

1.5 地質リスク学会と全地連の活動

これまで国内において地質リスクの活動を主導してきたのは、全地連、地質情報整備活用機構（GUPI）ならびに地質リスク学会である。当初は全地連内部のWGとして研究活動を行ってきたが、発注者も参加できるより公平な組織が望まれ、平成20年に地質リスク学会が発足した。この学会の活動内容は表1-3に示すとおりであり、全地連や地質情報整備活用機構との役割分担は図1-17に示すとおりである。これまでの地質リスクに関する代表的な活動成果は表1-4に示すものがあり、これらの一部は地質リスク学会のウェブサイトで閲覧が可能である。

表 1-3 地質リスク学会の活動内容

<ul style="list-style-type: none"> ① 地質リスクマネジメントの普及のための諸々の活動の推進 ② 地質リスク及び地質リスクマネジメントの効果の計量化、プロセスマネジメントシステム ③ 開発についての研究の推進 ④ 地質リスク関連データの収集様式及びデータの蓄積に関する研究の推進 ⑤ 地質の技術顧問（ジオドクター）制度の検討と促進 ⑥ 地質リスクマネジメントシステムの構築と事業への適用の推進 ⑦ 年次事例発表会等の開催 ⑧ 海外交流
--

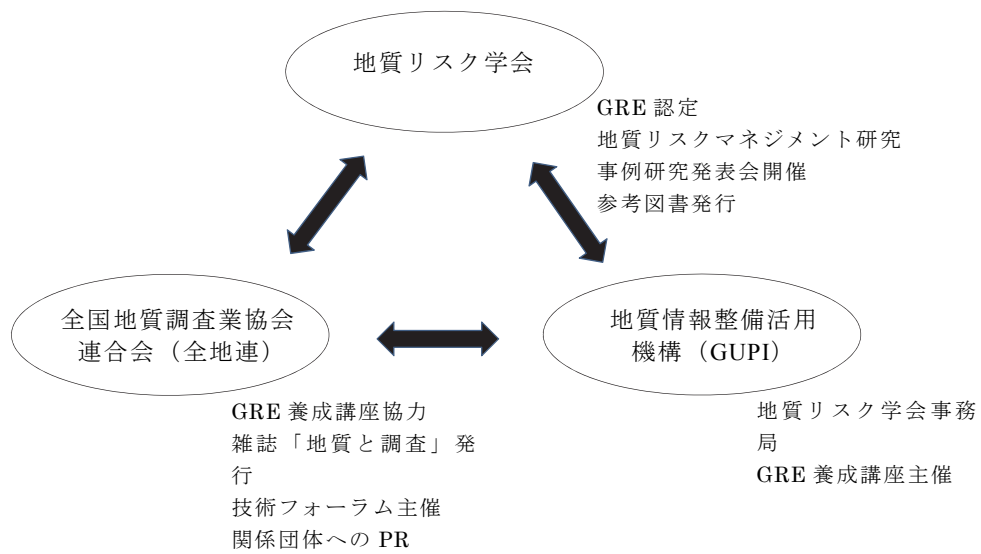


図 1-17 地質リスク関係団体の役割分担

表 1-4 地質リスクに関する活動成果

時期	活動成果	活動主体
H17	地質に係わる事業リスク検討報告書	全地連
H18	地質リスクに関する調査・研究報告書	全地連
H19	地質リスク海外調査ミッション報告書	全地連
H20	地質リスクとリスクマネジメントシンポジウム」－地質事象の認識における不確実性とその対応－	産総研地質情報センター・全地連・地質地盤情報協議会
H20	「地質と調査」2008年第2号において地質リスクマネジメント小特集号発行	全地連
H22	地質リスクマネジメント入門（オーム社）	地質リスク学会・全地連
H22～	地質リスクマネジメント事例研究発表会（毎年開催）	地質リスク学会
H23	「地質と調査」2011年第3号において地質リスクマネジメント小特集号発行	全地連

参考文献

- 1) 大日方尚己・正垣孝春・伊藤和也・稲垣秀輝：地盤工学におけるリスクマネジメント
2. リスクとリスクマネジメント、地盤工学会誌、Vol.59-7、pp.100～107、2011.
- 2) 地盤工学会役立つ!!地盤リスクの知識編集委員会：役立つ!!地盤リスクの知識、192p.、
地盤工学会、2013.
- 3) ISO/EC Guide 73 : Risk management－Vocabulary－ Guidelines for use in standards, 2002.
- 4) 全国地質調査業協会連合会：日本ってどんな国 豪雨から国土を守る、地質情報ポータルサイト、<http://www.web-gis.jp/Education/education.html>
- 5) 全国地質調査業協会連合会：日本列島の地質と地質構造、地質関連情報 WEB、
<http://www.zenchiren.or.jp/>
- 6) 持田 豊：青函トンネルから英仏海峡トンネルへー地質・気質・文化の壁をこえて、
中公新書、1994.
- 7) 全国地質調査業協会連合会：日本ってどんな国 地震と地盤から考えてみよう、地質
情報ポータルサイト、<http://www.web-gis.jp/Education/education.html>
- 8) 気象庁：アメダスで見た短時間強雨発生回数の長期変化について、
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/info/heavyraintrend.html>
- 9) 岩崎公俊・大日方尚己・岸田隆夫・渡部要一：地盤工学におけるリスクマネジメント
7.契約と地盤リスク、地盤工学会誌、Vol.59、No.12、pp.69～76、2011.
- 10) 建設経済研究所：日本経済と公共投資、No.50、2008.
- 11) 全国地質調査業協会連合会：地質リスク調査検討業務 発注ガイド、
<http://www.zenchiren.or.jp/geocenter/>、2014.

講義 2 地質事象の把握における不確実性と地質リスクの類型化

2.1 はじめに

地質リスクの定義および地質リスクの素因と誘因については前編（講義 1）で記述されているが、本章では地質リスクの要因となる地質事象の把握における不確実性（不確かさ）について解説し、さらに地質リスクマネジメントの類型化を行い、地質リスクマネジメントの効果と計量の基礎となる事項を提供する。本編は「地質と調査」地質リスクマネジメント小特集¹⁾に掲載されたものと、「地質リスクマネジメント入門」²⁾等に引用されているものを基礎にまとめた。また地質リスク学会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事例について、5年分の事例の分析が地質リスク学会の体系化委員会報告³⁾に記述されているが、その内容を引用し地質リスクマネジメントの適用事例の対象工事種等の特徴を紹介する。

2.2 地質事象の把握における不確実性と地質リスク

地質調査においてはボーリングの本数や各種調査の量は有限であり、そのため地質事象の把握における不確実性が存在し、リスクの要因となる。全地連（全国地質調査業協会連合会）地質リスクワーキンググループでは地質リスクを地質に係わる事業リスクと定義し、事業コスト損失そのものと、その要因の不確実性を指すとした。ここでは自然災害を含めて地質に関連するリスクの特徴を概観し、さらに地質現象把握における不確実性とそれに起因する地質リスクについて紹介する。

2.2.1 地質事象の把握における不確実性

地質事象の把握または地盤状況の把握における不確実性(Uncertainty)は図2-1のように無秩序性、不完全性、不明瞭性の3要因に区分されると van Staveren⁴⁾ は示している。

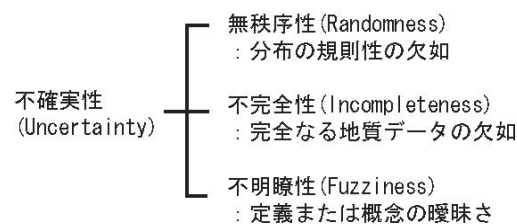


図2-1 地質事象の把握における不確実性の要因

van Staveren(2006)による。

無秩序性は地質分布の規則性の欠如を意味する。付加体メランジ中の岩石ブックの分布などはこの例である。不完全性は完全なる地質・地盤データの欠如に由来するが、地質リ

スクの主たる要因となる。これらの不確実性は地質情報に関連するものとされ、不正確なデータや不完全なデータが原因となる。不明瞭性は定義または概念の曖昧さとされるが、地質の解釈が進めばこの要因に区分される不確実性は削減できると考えられる。すなわち地質の解釈に起因する。

地質調査量を増やせば不完全性は減少させる事ができるが、完全なる地質・地盤データを得るためには対象とする地質体をすべて掘り起こさなければならない。例えば、トンネル工事等において掘削された部分の地質は完全なデータが得られる。ただしその場合でも、もし岩相区分等に曖昧さがあり、そのために不明瞭性が残れば、地質の把握には不確実性が存在する場合が考えられる。地質の把握における不確実性の議論においてはこのように不確実性の要因についての分析も重要である。

2.2.2 地質に関連するリスクとリスク対策

火山噴火リスクや地震災害リスク等、地球科学が対象とする分野にはリスクとして考えられる事象が多い。ここでは地質に関連したリスクについて、発生の要因、リスクを生じる不確実性の存在する要因（発生の時期、場所、規模）、リスクを受ける主体について見てみる。表2-1に各種のリスクとその特徴を示した。ここではそれらのリスクを、自然現象に起因するリスク、人間活動に起因する地質環境リスク、開発事業に伴う地質リスクに大きく分類した。

表 2-1 地質に関連するリスクとその要因

		発生要因		不確実性			リスクを受ける主体			
		自然	人間活動	発生時期	場所	規模	社会	国・自治体	企業	個人
自然現象に起因するリスク	火山噴火	◎		◎	○	○	◎	◎	◎	◎
	地震	◎		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	津波	◎		◎(○)	◎(○)	◎	◎	◎	◎	◎
	地すべり	◎	○	○	○	○		◎		◎
	天然ガス ^{*1}	◎			○	○				◎
	ラドン	◎								◎
人間活動に起因する地質環境リスク	地盤沈下		◎		○	○	◎	◎	◎	◎
	土壌汚染		◎		○	○			◎	◎
	地下水汚染		◎		○	○	◎		◎	◎
開発事業に伴う地質リスク	建設工事 ^{*2}	◎	◎		◎	◎		◎	◎	◎
	資源探査 ^{*3}	◎	○		◎	◎			◎	◎

◎: 該当する項目, ○: 一部該当する項目, *1: 天然ガス爆発リスク, *2: 建設工事に伴う地質リスク, *3: 資源探査と開発に伴う地質リスク

2.2.3 自然現象に起因するリスク

火山災害リスクはその発生時期に不確実性がある。地質学的手法を用いて、詳細な火山活動の歴史を解明し、次の噴火時期の予測がなされるものの、その発生時期には不確実性がある。ただし、マグマが地下浅部に供給されその動きが観察されれば噴火活動の発生時期についてはより確実な予知も可能となる。火山噴火については発生の場所はかなり限定される。また噴火の規模と様式については噴火活動の歴史からある程度の精度で推定される。これらの情報をもとにハザードマップの作成が可能となる。リスクを受ける主体は、社会、国・自治体、企業、個人である。巨大噴火の場合は地球環境や気候へのリスクが生じ

る。また火山災害リスクには火山ガスによるリスクも含まれる。

地震災害リスクについては発生時期、場所、規模に不確実性があるが、最近の詳細な研究調査から全国規模での地震動予測の確率論的な取り扱いが可能となってきた⁵⁾。また活断層については活断層活動確率図も作成されている。津波災害リスクは表2-1に示した項目上では地震災害リスクと同じ性格をもつが、より詳細に見れば、津波被害リスクの発生場所は海岸線からある限定された範囲となり、また被害範囲は地形にも依存する。このことから、津波災害の場合はハザードマップの作成がなされている。

地すべり（斜面災害）リスクは台風、集中豪雨、地震や火山噴火を引き金として発生する。豪雨による斜面災害の発生時期については降雨量に関連する場合が多いので、災害発生の可能性が高くなる時期を把握することは可能と考えられる。したがって、リスクマネジメントとして避難命令等の発令がなされる。ただし、地震や火山噴火を引き金とする地すべりは突破的に発生することもある。また地すべりの発生には、新たな道路の建設や森林の伐採による土壌の保水力の変化なども一要因となり、引き金となる豪雨時に地すべりや斜面災害を発生することもあり、人間活動も要因の一部となり得る。発生場所と規模については、地形と地質状況から推定され、道路沿いや人の生活している範囲を中心にハザードマップが作成される。リスクを受ける主体は道路の管理者である国や自治体、対象地域に生活している個人となる。ここでは洪水リスクについては地質関連リスクには含めないが、地震による地すべりや火山噴出物が河川をせき止めて形成された自然ダムが決壊することによる大規模洪水のリスクは地質に関連したものである。

天然ガスが地下から流出し建築物内や工事中のトンネルに滞留すると、ガス爆発や火災が生じる危険がある。また温泉ボーリングの掘削中や温泉とともに流出する天然ガスによるリスクは、地下深部にあるガスを強制的に取り出す点で一部は人間活動に起因する。場所としては天然ガスを胚胎する堆積盆の地域である。リスクの主体は個人または企業になる。

日本ではあまり指摘されないが、イギリスやチェコではラドンリスクが挙げられている。ウランを含む鉱物に富んだ花崗岩等の露出地域では、地下からのラドンの放出が大きな健康被害のリスクとなっている。ここでリスクを受ける主体は個人である。

2.2.4 人間活動に起因する地質環境リスク

地盤沈下、土壌汚染、地下水汚染はいずれも人間活動に伴い発生したリスクであり、発生場所やその要因に地質体が含まれる。ただし、自然由来の重金属による土壌汚染や地下水汚染については、そのような汚染が存在する場へ人間活動が及ぶことで生じる。したがって次の開発事業に伴う地質リスクに含められる。

地下水汲み上げや、天然ガスの採取による地盤沈下は広域的な社会的影響を及ぼす。そのリスク対策として地下水汲み上げ量の制限、天然ガス採取の制限等のマネジメントがなされる。地下水の流れについてはシミュレーションにより把握することが可能で、不確実性の要因を低くすることができる。

土壌汚染は地下水等への溶出の危険性があるが、比較的汚染源に近い限られた範囲とな

る。リスクマネジメントとしては汚染土壌の浄化等が行われる。リスクの主体は汚染の排出側を含めその土地に直接関係した個人や企業となる。地下水汚染は土壌汚染より広範囲に影響が出る。そのためリスクの主体は個人を含め広く社会となる。

2.2.5 開発事業に伴う地質リスク

建設工事や資源探査における地質リスクは、国土開発や資源開発に伴う地質リスクの顕在化であり、予見できない (unforeseeable) 好ましくない地質状況の場所に開発が進むことによりリスクとなる。開発事業の進行とともにある時期にリスクが顕在化する。ただし、発生時期の不確実性をリスクの要因としているわけではない。基本的には地質状況の把握における不確実性を要因としている。

(1) 資源開発事業に伴う地質リスク

資源開発には金属鉱物資源、工業原料鉱物資源、石油資源、地熱資源などが含まれる。リスクの主体はいずれも開発企業となる。金属鉱物資源や石油資源探査分野では、資源探査の経済性評価の点から地質状況の把握の不確実性に関する取り扱いの議論は多い。

金属鉱物資源探査では、地下数百メートルに存在する鉱床の探査が主であり、地質状況の把握の不確実性とそのリスクの程度は石油資源探査とは異なる。金属鉱床の場合、鉱床の単位体積当たりの価値（金属価格）が大きく、その価値に見合っただけの地質調査が可能となる。また金属鉱山における採掘技術の物理的制約と経済性から採掘可能深度が限定され、各種の探査手法により、3次元的な鉱床形態の把握が可能となっている。鉱物資源の場合、鉱床の規模を示す量として重要な情報は埋蔵鉱量である。それは地質学的確実性 (certainty) と経済性を指標に定義される⁶⁾。すなわち、金属鉱物資源探査においては鉱量に関する地質リスクが存在する。

鉱山開発時にはさらに岩盤工学リスクが存在する。坑内採掘の場合は、土木地質におけるトンネル工事と同様に岩盤工学的な地下地質状況の把握が必要となる。

(2) 建設工事における地質リスク

建設工事における地質リスクは、工事執行上望ましくない地質事象が存在する場所と規模に関する不確実性を要因とする。またリスクの主体は工事の契約内容に依存し、発注者（国または地方自治体および企業）または工事請負者（企業）となる。

建設工事は様々な地盤条件 (Ground conditions) の影響を受ける。地盤条件としては狭い意味での地盤である土壌、岩盤等の状況、地下水、地質汚染状況、人工構造物が含まれる。地盤リスク (Geotechnical risk) としてはそれらの要因を含み、狭い意味での地質リスク (Geological risk) は人工構造物のリスクを除いて考える。例えば、都市における新たな地下鉄の建設工事では既存の人工構造物の存在は地盤リスクに含まれる。広い意味での地質リスクは地盤リスクやジオリスク (Geo-risk) と同義である。

建設工事における地質リスクマネジメントでは、工事の構想段階において地質技術者の積極的な係わりの重要性を指摘されることが多い。構想段階で地質リスクの洗い出しを行

えば、リスクの回避または低減が可能となる。この段階では工事対象地域の既存の地質地盤情報は重要で、不確実性の低減に役立つ。

最近、海外のプロジェクトでは、G B R (Geotechnical Baseline Report)を用いるケースが出てきている⁷⁾。G B Rについては本号に解説があるが、地質リスクの分担を示し、リスクが顕在化したとき発注者と請負者間の責任の分担が明確である。米国ではD S C (Differing Site Condition)条項と問題が生じた時に調停するD R B (Dispute Review Board)と共に地質リスクマネジメントの重要な部分となる。ただし、これらはいずれも地質リスクが顕在化した後のためのマネジメント手法である。

ここでは地質に関連したリスクの特質について概観してみた。リスクの要因となる不確実性の分析とリスクの主体を把握することでそれぞれのリスクの特質が理解できる。いずれのリスクにおいても地質に関する不確実性を少なくすること、すなわち基礎となる地球科学情報の整備、および適切な地質調査の実施、さらに地質専門家の適切な判断の重要性が明らかである。

2.3 地質リスクマネジメントの事例区分と効果の計量化における各種費用の概念

2.3.1 地質リスクマネジメントの効果の計量化のための事例区分

地質リスク学会では地質リスクマネジメントの事例研究においてマネジメント効果の計量化を行っているが、その中で、地質リスクマネジメント事例をA、B、C型に分類し、それぞれのタイプにおける効果の計量化法を提案している。事例の区分は地質リスクマネジメントの効果の視点からの類型化でもある。事例研究は地質リスクマネジメントにおける地質調査の効果を貨幣価値として求めることにある。このようなデータ収集の試みは少なく、データ収集が進めば地質調査の役割を検討する上で参考になり、合理的な地質調査のあり方へ重要なデータを提供する。

地質リスクマネジメント事例の区分は表2-2に示す。さらに地質リスク学会事例研究発表会では、A、B、C型に加えて、これらのタイプに属さないタイプの研究事例についてD型として区分している。

表 2-2 事例の区分

区分	内 容
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
D型	A型、B型、C型以外の事例

海外においては地盤工学分野でリスクマネジメントの事例を収集する動きがある⁸⁾。ここでは事例名称、プロジェクトの概要、プロジェクトの発注者、事例評価の概要、リスク

マネジメントの方法、リスクマネジメント結果、結果の費用と効用価値、今後の課題等が記述される。すなわち地質リスクマネジメント事例研究で提案している事例収集のデータ様式と同様な様式によるデータ収集の動きが海外でも始まりつつあり、地質リスクマネジメントに関するデータ収集の意義が認識されつつあることを示している。地質リスク学会の実施している研究は Roberds(2005)⁸⁾の様式と比較し、より計量化に適していると考えられる。

2.3.2 地質リスク効果の計量化における各種費用の概念

ここでは効果計量化の費用内容の整理を行い、A、B、Cタイプに分類された地質リスクマネジメントパターンのそれぞれの特徴をしてみる。

始めに費用を以下のように区分し、数式ではアルファベットの略号で示めすこととする。

- I : 当初事業費 (Project cost initially planned)
- A : 追加事業費 (Additional project cost)
- F : 最終事業費 (実績事業費) (Final project cost)
- E : 想定事業費 (Estimated project cost)
- D : 設計費用 (地質調査費はここに含める) (Design cost)
- B : 工事費 (Cost to build)

- Di : 当初設計費
- Da : 追加設計費
- Df : 最終設計費 (実績設計費)
- De : 想定設計費
- Bi : 当初工事費
- Ba : 追加工事費
- Bf : 最終工事費 (実績工事費)
- Be : 想定工事費

ここでは事業費を基本的には設計費と工事費からなるとする。地質リスクに関する議論を単純化するため、その他の費用についてはそのどちらかに含めることとする。

したがって当初事業費 (I) と最終事業費 (F) は以下の式で記述できる。

$$I = Di + Bi$$

$$F = Df + Bf$$

想定事業費には2種類が考えられる。地質リスクを適切にマネジメントし事業費を抑えた場合、マネジメントできなかった時の想定事業費と、地質リスクを適切にマネジメントできず事業費が増大した場合、適切にマネジメントできた場合の想定事業費である。

また様々なリスクが生じたことにより設計変更がなされ追加工事があった場合、追加設

計費 (Da) と追加工事費 (Ba) と表現する。何回かの設計変更があれば Da1、Da2 等と示すことができる。同様に Ba1、Ba2 等も表現できる。

追加事業費 A は追加設計費と追加工事費の和になる。

すなわち

$$A = Da + Ba$$

また追加設計があった場合、最終設計費は

$$Df = Di + Da$$

同様に最終工事費は

$$Bf = Bi + Ba$$

これらから最終事業費は以下のようにも表現できる。

$$F = Di + Da + Bi + Ba$$

以上の定義の上で様々なケースを考える。ただし、地質リスクに関する議論なので、ここでは費用に与える影響は地質状況のみに起因するとして議論する。

(1) ケース 1 : I=F の場合

この場合は最終事業費が当初事業費で計画されたとおりになったケースで、適切な地質調査に基づく設計により事業費が想定されたとおりになった場合である (図 2-2a)。例えば、事業対象地域に断層破碎帯が存在していたとしても、適切な地表調査やボーリング調査、また物理探査によりそれが把握され、当初の計画から適切な工法が採用されることで、事業費の増大には至らなかった場合が含まれる。この点では、地質リスクが回避された例と言える。どのような工事にも地質的には様々な課題があると考えられるので、I=F の場合、地質リスクが存在していなかったと言うことではなく、地質リスクが適切に回避された事例と言える。

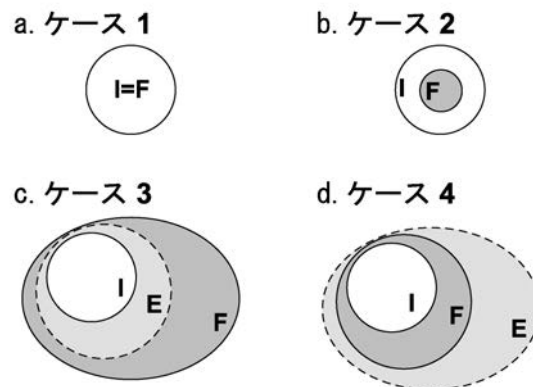


図 2-2 事業費の増減と地質リスクマネジメント

(2) ケース 2 : $I > F (=Bf + Di + Da)$

この場合は最終事業費が当初事業費を下回った場合で、計算上は事例分析の A 型に相当すると考えられる (図 2-2b)。すでに述べたように、A 型はリスクを過大評価して望んだと考えられる場合があるが、このケースはそれを示している。この場合、地質状況の不確実性に対して、より悲観的な判断を行い、それにもとづき事業費を計上したと考えられる。このケースでは最終事業費は当初事業費を下回ったものの、当初に適切な地質調査・試験を行っていれば B_i と B_f が一致し、またその場合の D_i は増加するものの、その増加分は D_a より少ない可能性がある。最終事業費が当初事業費を下回り、一見、リスクマネジメント効果があったようにも考えられるが、地質リスクを回避した事例とするにはさらに議論が必要と考える。

A 型の事例として地質リスクマネジメント入門²⁾に示されている、海上橋梁下部工工事の事例では、岩盤支持にもとづく当初事業費の計算があったものの、詳細な地質調査と試験の結果にもとづく設計に至る中で、実際の工法が決まり、事業費が算出されたとも考えられる。この場合、詳細な地質調査・試験が当初設計作業の一部ではないかとも考えられる。すなわち、詳細設計にもとづく事業費の計上は当初事業費であると考えられる。この当初事業費に対して、工事完了時点での最終事業費が同じであれば、ケース 1 に含まれることになる。この事例は地質調査と各種試験の結果による判断が工事費用削減に大きく貢献したことに間違いはないが、当初事業費を工事開始前のどの段階で定義するかでその見かけ上の効果が異なってくることを示されている。

(3) ケース 3 : $I < F$ で $E < F$

最終事業費が想定事業費を上回った場合である (図 2-2c)。もし適切な地質調査がなされていれば、想定事業費で示される、より少ない費用で済んだことになり、地質リスクマネジメントが適切でなかったと言える。これは B タイプの例と考えられる。ここでもし地質リスクマネジメントが適切であれば、 $F - E$ の効果が得られたことになる。ここで、最終事業費 F のための地質調査を含む設計費用 D_a と、想定事業費 E のケースでの追加設計費用 D_e を比較すると、 $D_e > D_a$ とと考える。もしより多くの地質調査量を含めることができているならば、最終事業費が削減できた可能性を示している。

(4) ケース 4 : $I < F$ で $F < E$

最終事業費が想定事業費を下回った場合である (図 2-2d)。 $I < F < E$ となる。当初事業費を上回ったものの予見できなかった地質リスクが適切に回避された場合と考えられる。これは C タイプの例と考えられる。この場合、地質リスクマネジメントで $E - F$ の効果が得られたことになる。

以上のような地質状況の変化とその対応がどのように事業費用へ影響するかを分析することにより、4 区分のケースを示したが、それらと、事例区分の A、B、C タイプを比較することにより、事例区分の意味が明確になる。

2.4 地質リスクマネジメント事例研究の成果と意義

地質リスク学会の体系化委員会報告³⁾では、2010年から開催されている地質リスクマネジメント事例研究発表会の事例研究の分析を行った。事例区分や工種区分による事例研究の件数を見ると日本における地質リスクマネジメント特徴が明らかになる。2010年から2014年までの5年間の各年度の発表事例数はおよそ15～25件で推移している。事例研究発表の内訳とA型～D型の区分内容は表2-3に示す。これまでに97編の事例が発表されている。A型に区分される事例研究が32編と最も多く、次いでD型の28編であり、B型とC型がそれぞれ18、19編である。各タイプの実例数の経年変化をみると(図2-3)、A型は減少傾向にあり、B型は2013年度に8件に増加したが、2014年度は4件と例年並みとなった。C型は4～5件で推移し、D型は年度による多寡がみられる。A型が減少して、B型やD型が増えている傾向は、地質リスクの社会的な認知が図れ、地質リスクが顕在化した場合でも事例研究として評価することの重要性が受け入れられる状況になったと考えられる。2011年の東日本大震災と福島原子力発電所事故を受け、社会がリスクと向き合い、リスクを適正に評価するようになったことも一因ではないかと考えられる。

表 2-3 各年度の実例発表数

区分	A型	B型	C型	D型	計
2010	9	2	4	2	17
2011	9	1	5	10	25
2012	4	3	5	4	16
2013	5	8	0	3	16
2014	5	4	5	9	23
計	32	18	19	28	97

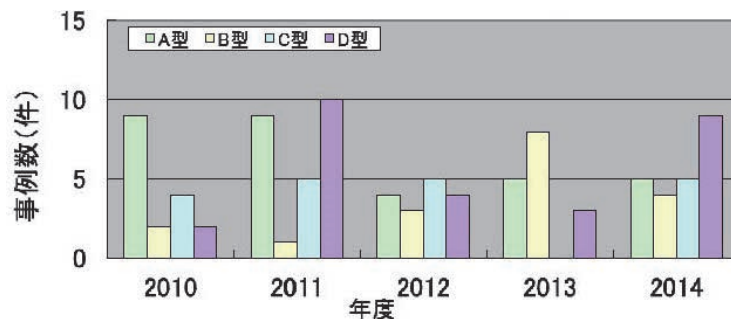


図 2-3 経年別の区分事例数

地質リスクマネジメント事例研究をその工種区分によって見ると斜面が最も多く 23 件であり、地すべりが 15 件とそれに続くことから、落石も含めて、斜面関係で地質リスクを認識することが多いものと考えられる（表 2-4、図 2-4）。日本の地形的な特徴と社会インフラ整備事業における対応事例の課題が見える。

表 2-4 工種区分による事例の推移一覧表

区分	2010	2011	2012	2013	2014	計
斜面	3	4	4	3	9	23
地すべり	6	4	2	2	1	15
盛土	0	3	1	2	6	12
トンネル	3	3	0	1	1	8
土壌・地下水汚染	0	4	1	0	2	7
橋梁	3	0	1	1	0	5
落石	0	2	1	1	0	4
ダム	1	0	2	0	0	3
その他	1	5	4	6	4	20
計	17	25	16	16	23	97

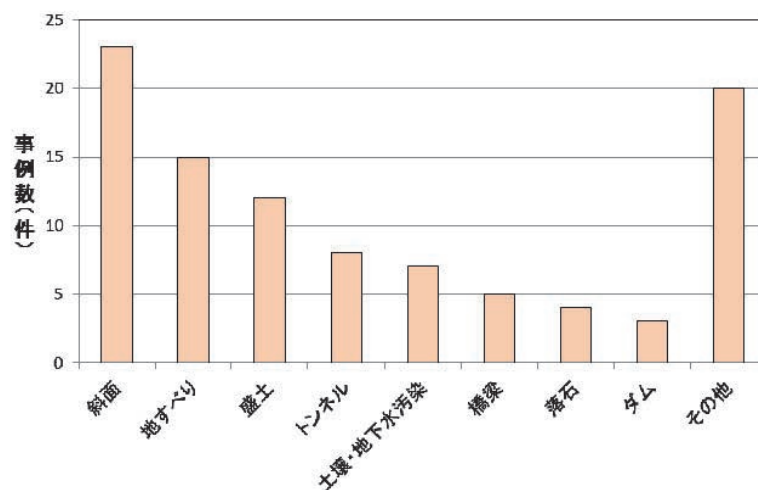


図 2-4 工種区分による事例数

これらの事例の中で、リスクマネジメントの効果として費用が明示されている事例が、地質リスク学会の体系化委員会報告³⁾により分析・整理されている。事例総数に対する計

量化された事例は、A型で32件中30件と圧倒的に多く、B型、C型はそれぞれ18件中12件と19件中10件である。区分が明確にできないD型では28件中10件と低い傾向が見られる。リスクマネジメント効果費用による評価では、効果費用の差異が大きく、対象構造物や発生事象により効果に大きな差が現れているものと考えられる。また、この効果費用は事業費用のみを対象としており、社会的な影響に対する評価は見込んでいない。

表 2-5 事例区別のリスクマネジメント効果費用一覧表

区分	事例総数 (件)	計量 事例数 (件)	最小値 (千円)	最大値 (千円)	平均値 (千円)
A型	32	30	3,500	5,473,800	323,085
B型	18	12	3,606	2,500,000	275,699
C型	19	10	1,800	2,173,000	288,555
D型	28	10	1,259	385,000	54,671

地質リスクマネジメント事例研究の件数が増すにつれて、日本における地質リスクマネジメントの特徴が明らかになりつつある。さらに地質リスクマネジメント効果費用の分析が進むことで、リスクマネジメントの視点をもった適切な地質調査の重要性がさらに明確になると期待される。

参考文献

- 1) 小笠原正継：地質事象の把握における不確実性と地質リスク. 地質と調査、p. 13-16、vol. 116、2008.
- 2) 地質リスク学会・全国地質調査業協会連合会：地質リスクマネジメント入門. pp. 204、2010.
- 3) 地質リスク学会：地質リスクマネジメント体系化委員会報告書. pp. 141、2014
- 4) van Staveren, M. : Uncertainty and ground conditions: a risk management approach. pp. 321、Elsevier、2006.
- 5) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：「全国を概観した地震動予測地図」報告書. 2005
- 6) McKelvey, V. E. : Mineral resources estimates and public policy. American Scientist. vol. 60、pp. 32、1972.
- 7) Essex, R. J. : Geotechnical baseline reports for construction. The Americal Society of Ciivl Engineers、pp. 62、2007.
- 8) Roberds, B. (2005) Proposed case study format. Preliminary Draft. TC32 Case Study Data Base Proposal、<http://www.engmath.dal.ca/t32/casehists.html>、pp. 4.

講義 3 地質調査業における地質リスクの意義と活用

3.1 地質調査業の成り立ちと将来を見据え今考えるべきこと

3.1.1 地質調査業の成り立ち

地質調査は明治期から実施されていたが、戦後しばらくまでは地下資源分野が主で、建設分野ではダムやトンネル等に限定されていた。1955年頃以降、地質工学、土質工学等学問的進展に支えられ、地質調査の内容はボーリングだけではなく、現場での探査・計測、室内での試験業務に拡がり、業務の対象も建設事業に関わるものが主流となった。

地質調査の業態は固まりつつあったが、市場は未成熟で、市場参加者もボーリング主体の業者から建設コンサルタントを志向する業者まで多様で混沌としていた。1956年に「日本地質調査業協会（現関東協会）」が在京10社により設立されたが、このうち6社が1965年頃までに消滅したことを見ても、この時期の混乱ぶりが推測できる。業としての地質調査はこの時期、そのポジションが明確ではなく、方向を模索する時期であった。地質調査業が業種として確立して行く過程を以下に述べる。（表3-1の年表参照）

(1) 民間企業による地質調査市場の形成

地質調査市場の形成にあたって特筆すべき出来事は1962年に起きた「北海道地下資源開発株式会社」問題であった。この会社は、法律により設立された半官半民の会社で、石炭産業の斜陽化にともない業務領域を一般地質調査にまで広げるとともに本州進出を狙い、法律改正を目指した。これは民間主導の市場形成を目指す地質調査業者にとって大問題であり、急遽、全国各地に設立し始めていた地質調査業協会を糾合し全国地質調査業協会連合会（以下「全地連」）を設立（1962年）、広範な陳情活動を展開するとともに、当時の全地連会長が国会の商工委員会に参考人として立ち、民間市場として形成されつつあった地質調査市場への理解を求めた。結果、法律の付帯決議において「民間企業が実施している地質調査業の分野を侵害しない」との確認が得られることとなった。その後も、官が関与する組織の市場への参入の動きが止まったわけではなく、問題が発生する都度、全地連は民間企業の領域を侵すことのないよう訴えてきた。この種の活動は、1976年の消防法改正により設立された「危険物保安技術協会」が扱う業務領域の問題まで続いた。

(2) 地質調査業に係る制度の整備

1975年頃まで、地質調査業の指名参加願の業種区分や実際の発注区分は混乱しており、中には「測量」、「さく井工事」、「管工事」として発注されるケースがあった。この状況は、1977年に制定された「地質調査業者登録規程」によりほぼ解消されたが、依然として地質調査に係る契約書や仕様書は十分整備されていなかった。このため、全地連では、地質調査のあり方を踏まえた標準的な契約書や仕様書のモデルを作成し、行政機関や発注機関に制度の整備を要望してきた。また、その後のCALS/EC、電子調達、電子納品、品質確保、入札・契約制度改革、土壌汚染の法制化等新たな政策課題に対しても、全地連は業としての具体的な対応策を示しつつ、行政上の位置付けが明確になるよう活動してきた。

現在、地質調査に係る制度は行政機関・発注機関により相当程度整備されているが、これには、業としての取り組みの成果という面もある。

(3) 独立・自立した産業

地質調査業では、その当初から「分離発注」を活動の柱の一つとしていた。地質調査にはボーリングのような工事的な側面を有する業務があり、発注者の中には建設業の枠組みで地質調査業を考える向きもあり、そのような考えの下では、地質調査業が建設業の下請となる恐れがあった。全地連では、下請化されることが単に経済的に不利になるという主張ではなく、地質調査が設計等とともに建設事業よりも川上に位置し、後続の施工段階に技術情報を提供する建設コンサルタントの一部を担っているのであり、「設計施工の分離原則」の理念に基づき、地質調査業は建設業から独立した存在であることを主張してきた。

また、同じ上流部に位置する設計分野との分離発注も求めてきた。同じ建設コンサルタント領域にあるとは言え、業務実施上のステージ、背景となる学問分野、保有する技術体系、成果物の性質等が異なるので、相互に独立性・中立性が保証されるべきで、分離発注することにより、技術上の相互牽制がなされ、建設事業の品質確保とトータルコストの低減に繋がると主張してきた。

さらに、全地連は地質調査における現場業務の重要性に着目し、1966年に現場技術者を対象に「地質調査技士資格検定試験」をスタートさせたが、これは民間の独自資格として最も歴史あるもので、地質調査の独自のあり方をアピールすることに寄与してきた。

(4) コンサルタントフィーの導入

地質調査業者には、創業当初から、ただ単に調査結果を提供するだけではなく、建設コンサルタントとしての立場を鮮明にしてきた会社も少なくない。しかし、特記仕様書で解析・判定業務が付加され、これにコンサルタントフィーが積算されることはあったが、一般地質調査にそのまま適用されることはなかった。全地連では、1969年に発行した「全国標準積算資料（地質調査・土質調査）」以降、地質調査を調査業務と技術業務（コンサルティング業務）に整理し、その中で、通常の一般的な地質調査においても、報告書を作成する段階で必ず解析・判定等の技術業務を伴うことを明らかにし、コンサルタントフィーを積算することを主張してきた。

その後、全地連の主張への理解が深まり、コンサルタントフィーが積算される業務が拡がりを見せ、1990年頃に至り、漸く、一般地質調査にコンサルタントフィーが積算されるようになった。

(5) 産業政策の活用と環境変化への素早い対応

全地連の国の産業政策を活用した取り組みは行政機関や他産業からも高い評価を得てきた。1969年に地質調査業は「中小企業近代化促進法」の指定業種となり、国の支援策を得て企業経営の近代化・合理化に着手し、さらに1977年には、同法の特定業種に建設産業として初の指定を受けた。これ以降、業全体の「構造改善計画（5ヵ年計画）」を全地連が策定し、これを国が承認し、支援するというモデルで業の近代化・合理化を進めてきた。この制度では、原則無利子の高度化資金、割増償却等の手厚い支援策が講じられ、企業の経営基盤の強化に資するものとなった。この構造改善計画は第4次まで策定され、国の承認

を得て、全地連が母体となって実施された。この法律は1999年、「中小企業経営革新支援法」となったが、全地連は引き続き活用を継続した。

また、業種的な位置付けが不透明な中、全地連では様々な変化に素早く対応し、新たな環境の下での地質調査業のあり方を明確に示してきた。1985年前後から、IT技術の進展を背景に、多くの分野で情報化が加速してきたが、全地連では地質調査の成果物である地盤データをこの新たな状況の中で、どのように扱うかを中心に検討、逸早くその方向性を打ち出し、現在のボーリングデータの公開に繋げてきた。また、前にも触れたが、コスト構造改革、電子調達・電子納品、品質確保、入札・契約制度改革、土壌汚染法制化等についても業としての行動計画を示し、関係機関に提言を行ってきた。

表 3-1 地質調査業小史（年表）

西暦	和暦	地質調査業関連事項	その他の関連事項
1955	昭和29年		「土質工学会」設立
1955	昭和30年		
1956	昭和31年	「日本地質調査業協会（現関東協会）」設立	「日本道路公団」設立
1957	昭和32年		
1958	昭和33年		
1959	昭和34年		「首都高速道路公団」設立
1960	昭和35年		
1961	昭和36年		
1962	昭和37年	北海道地下資源開発株式会社法の改正問題 「全国地質調査業協会連合会」設立	「日本鉄道建設公団」設立
1963	昭和38年	「全国地質調査業協会連合会」社団法人化	
1964	昭和39年		新潟地震
1965	昭和40年		
1966	昭和41年	第1回地質調査技士資格検定試験	
1967	昭和42年		
1968	昭和43年		
1969	昭和44年	中小企業近代化促進法の指定業種 「全国標準積算資料（土質調査・地質調査）」発行	
1970	昭和45年		「本四連絡橋公団」設立
1971	昭和46年	「全国地質調査業厚生年金基金」設立 国土建設学院に地質調査科開設	「環境省」設立
1972	昭和47年	「深堀委員会」設置 「全国標準積算資料（ボーリング関連工事編）」発行	
1973	昭和48年		
1974	昭和49年	「ボーリングポケットブック」発行	
1975	昭和50年		「下水道事業団」設立
1976	昭和51年	消防法改正による特殊法人設立問題	
1977	昭和52年	中小企業近代化促進法の特定業種	「地質調査業者登録規程」施行
1978	昭和53年	第1次構造改善事業（5カ年計画－第4次まで実施） *各地に共同土質試験施設を設置	宮城県沖地震
1979	昭和54年	「地質と調査」創刊	
1980	昭和55年		
1981	昭和56年	「社団法人全国地質調査業協会連合会」代議員制導入	

西暦	和暦	地質調査業関連事項	その他の関連事項
1982	昭和57年		
1983	昭和58年	「地質調査業の中期展望」（創立30周年記念誌）	
1984	昭和59年	「地盤情報化委員会」設置	
1985	昭和60年		「日本建設情報総合センター」設立 民営化によりNTT、JT誕生
1986	昭和61年		
1987	昭和62年		国鉄民営化
1988	昭和63年		
1989	平成元年		
1990	平成2年	第1回「技術フォーラム」 地質調査業の経営戦略化ビジョン * 地球時代の新しい知識産業を目指して	
1991	平成3年	「倫理綱領」制定 「ボーリング研究会」設置	雲仙普賢岳の火砕流
1992	平成4年		一般地質調査にコンサルティングフィー導入
1993	平成5年		「環境基本法」施行
1994	平成6年		
1995	平成7年	「富士教育訓練センター」開校	阪神・淡路大震災 「土木設計業務等委託契約書」 「測量調査設計業務情報システム（TECRIS）」
1996	平成8年	ISO9000sへの対応 地質調査業の経営戦略化ビジョン * 地球時代の知識情報サービスを目指して 建設CALS/ECへの対応（情報化問題への取組み本格化）	
1997	平成9年	建設コストの縮減に関する地質調査業の意見表明と行動指針	
1998	平成10年		
1999	平成11年	ISO14000sへの対応 地質調査業における入札・契約制度等に関する提言	千葉県発注業務の独禁法違反事件 「中小企業経営革新支援法」施行
2000	平成12年	「協同組合地盤環境技術研究センター」設立	
2001	平成13年		中央省庁再編で「国土交通省」誕生 「土砂災害防止法」施行
2002	平成14年	地質調査業の21世紀ビジョン * 市場が求める産業システムの構築に向けて	「入札談合等関与行為防止法」施行
2003	平成15年		「土壌汚染対策法」施行 「コスト構造改革プログラム」（国土交通省）
2004	平成16年	「非営利活動法人地質情報整備活用機構」設立	スマトラ島沖大地震
2005	平成17年	「地質リスクワーキンググループ」設置	「公共工事の品質確保法」施行 日本道路公団民営化
2006	平成18年	第1回地質情報管理士資格検定試験	「改正独占禁止法」施行
2007	平成19年		「建設産業政策大綱 2007」（国土交通省）
2008	平成20年		
2009	平成21年	「地質リスク学会」設立	「建設関連業の課題と展望」（国土交通省）
2010	平成22年	第1回地質リスクマネジメント事例発表会	チリ沖地震
2011	平成23年		東日本大震災
2012	平成24年	第1回応用地形判読士資格検定試験 「全国地質調査業協会連合会」一般社団法人へ移行	
2013	平成25年	「地質調査業の21世紀ビジョン」フォローアップ宣言	

3.1.2 産業分類上の位置付け

(大分類L)
学術研究、専門・技術サービス業
(中分類 74)
技術サービス業（他に分類されないもの）
(小分類 742)
土木建築サービス業
(細分類 7429)
その他の土木建築サービス業
* 例示業種：地質調査業

地質調査業は、2008年4月から適用となっている日本標準産業分類(総務省)では、従来の「大分類：サービス業」から分割され新設された「大分類：学術研究、専門・技術サービス業」に位置付けられるようになった。これは、専門的な知識や技術に関する産業がサービス業の中でも拡大しつつあり、産業分類の国際的同等性を保持する上からも意義があるとの国の認識によるものである。

図 3-1 地質調査業の産業分類

詳細に見たものが図 3-1 である。ここで地質調査業は中分類：技術サービス業、小分類土木建築サービス業の細分類 7429「その他の土木建築サービス業」の枠で整理され、その例示業種とされている。なお、鉱物を探査するための地質調査、物理探鉱、地化学探鉱、試すい（錐）等の探査作業を行う事業所は「大分類：鉱業、採石業、砂利採取業」に分類されている。因みに、同じ建設関連業である測量業は土木建築サービス業の細分類 7422 に単独で整理され、建設コンサルタントは細分類 7421 の建築設計業の例示業種として整理されている。

このことは、地質調査業が、建設事業に関わりながらも、「大分類：建設業」と一線を画す産業であることを示している。また、これは、行政上の扱いもサービス業として措置されることを意味し、中小企業者を定義する資本金規模や従業員数規模等も製造業や建設業とは異なるものとなっている。

3.1.3 地質調査業者登録規程

地質調査業の法的基盤は法律ではなく国土交通省告示である「地質調査業者登録規程」である。これは、建設省（当時）が 1977 年に制定したもので、現在、登録業者は約 1,300 社である。また、この登録規程は法律ではなく告示という一種の行政措置であることから、営業禁止のような権利制限条項がなく、業者登録は任意であり、法律的に

【業の定義】 地質又は土質について調査し、及び計測し、並びに解析し、及び判定することにより、土木建築に関する工事の設計若しくは監理又は土木建築に関する工事に関する調査、企画、立案若しくは助言に必要な地質又は土質に関する資料の提供及びこれに付随する業務
【業者の登録要件】 ①技術上の管理をつかさどる専任の者を置くこと * 「技術士」相当 ②営業所毎に現場管理をつかさどる専任の者を置くこと * 「地質調査技士」相当 ③契約の履行に足りる財産的基礎又は金銭的信用を有すること * 法人の場合、資本金 500 万円以上かつ自己資金 1,000 万円以上

図 3-2 地質調査業者登録規程の概要

は、業者登録がなくとも営業は自由である。

この規程による地質調査業の「業の定義」と「業者の登録要件」は図 3-2 のとおりである。これを見ると、地質調査業務の領域は、現場における調査・計測、その結果の解析・判定、これらのとりまとめと専門家としての所見の提供と考えられる。これを受け、業者の要録要件では、全体のとりまとめに責任を持つ技術管理者だけではなく、現場での調査・計測に責任を持つ現場管理者を営業所毎に配置することを求めている。

また、この規程では、5年毎の登録更新、年1回の現況報告書の提出が義務付けられている他、不正手段により登録を受けた場合の登録の消除、登録簿及び登録書類の公衆への閲覧などに関する事項が定められている。

3.1.4 地質調査業の産業特性

全地連では、前出の地質調査業の構造改善計画を策定するにあたり、その指標となる産業ビジョンを作成してきた。その中で、地質調査業の産業特性を分析・整理してきたが、図 3-4 は、1990年、1996年、2002年に発表したビジョンで整理されている産業特性を示したものである

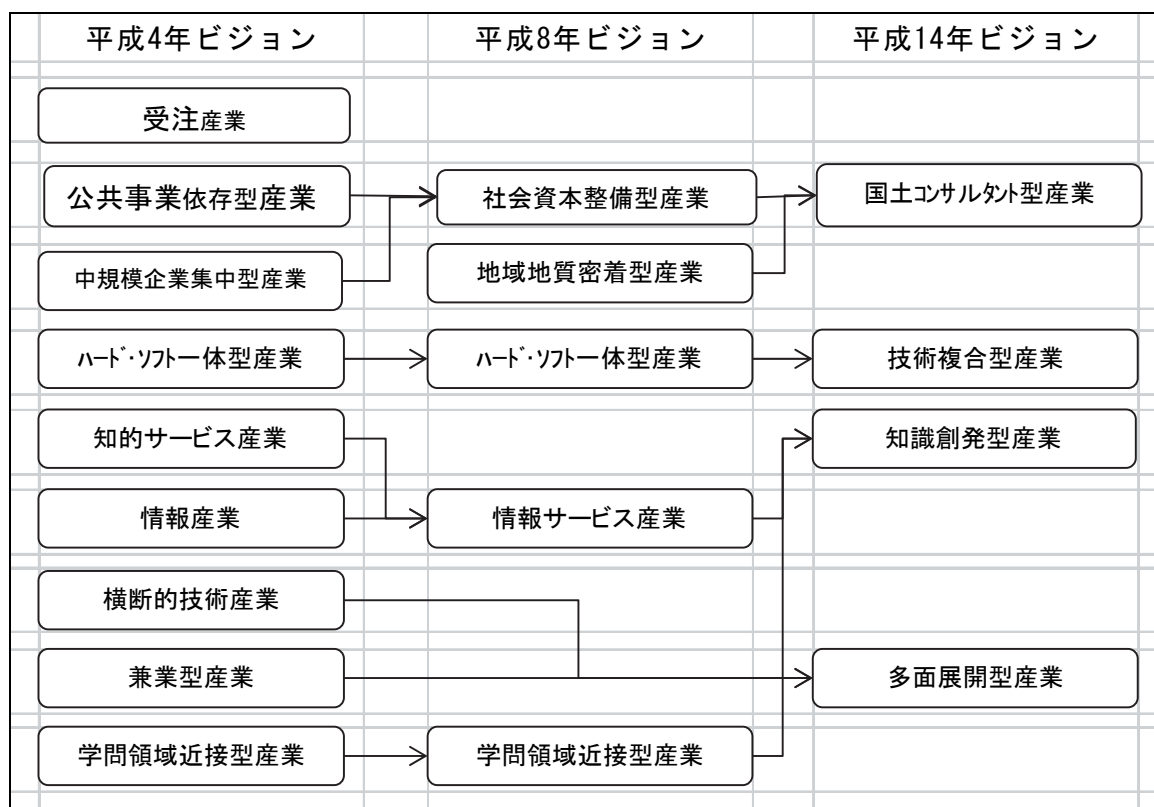


図 3-3 地質調査業の産業特性

1990年ビジョンで示された産業特性は、地質調査業の置かれている状況を単に整理したもので、さほど目新しさはないが、現在でも通用する内容である。1996年ビジョンの産業特性は1990年のものを統合・整理したもので、個々の項目に価値判断を加えていないが、2002年ビジョンで表現した4項目の産業特性では、それまでに整理してきた項目を参考にしつつ、地質調査業の新しい展開を図る上でどこに着目したら良いかという視点で整理し

たものである。その4項目の概要は次のとおりである。

(1) 国土コンサルタント型産業

地質調査業は建設事業への関与だけではなく、防災・環境・資源にも強い関わりを有しており、日常業務においてもフィールドワークを通じ国土そのものを扱っている。その意味で、地質調査業は建設コンサルタントという立場を超えて、より根源的な「国土コンサルタント」を標榜し、その役割を担う自覚が必要となる。特に、世界有数の脆弱な地形・地質という病理現象を持つ国土では、国土全体をマネジメントする主治医が必要であり、地質調査業は、「ジオ・コンサルタント」、「ジオ・ドクター」として貢献すべきである。

(2) 技術複合型産業

地質調査のフィールドで実施される業務には、ボーリング、サンプリングに止まらず、多様な探査、計測、試験業務がある。そして、そのベースになっている学問領域は地球物理学、地質学、土質工学、機械工学、電気工学等幅広く、地質調査業のハード業務はこれらが複合されたもので、それぞれの分野で技術革新が起きれば、地質調査にとっても新たな技術開発を促す要因となる。一義的には、意欲ある企業がこれに取り組むべきであるが、難しければ、産业内もしくは産業間の連携を考える必要がある。

(3) 知識創発型産業

コンサルタントにおいては、価値創出者は個人（地質調査業においては技術者）であり、その個人の知識の創発により価値が生み出される。これは企業の最も重要な経営資源は技術者であり、その能力の総体が企業経営の成否を決めることを意味し、優れた技術者の確保・育成が極めて優先順序の高い経営課題となる。

一方、知識・技術サービスへの対価は十分でなく、技術者の知的営為に必要なゆとりある環境とはなっていない。しかし、どのような環境であれ、報酬や勤務体制のあり方を多様で、柔軟性あるものへ変えて行く努力は必要であろう。また、知識創発型産業を標榜する以上、技術者の継続的な自己学習・自己研鑽が必須であり、それを支えるスキームを企業内・産业内に構築する必要がある。

(4) 多面展開型産業

地質調査業者の多くは他業と兼業している。一つの方向は同じ建設関連業である測量業や土木設計業との兼業であり、もう一つの方向はさく井やボーリング技術を応用した地すべり防止工事等との兼業である。これはいずれも地質調査業が有する技術に近接するもので、少ないリスクで多面展開が可能といえる。また、厳しい経営環境にあっては、経営資源の選択と集中が重要と言われているが、業務の多面展開によるリスク分散という面も評価すべきである。ただ、これには、企業が保有するコア技術に磨きをかけ、競争に勝つために、他社と差別化を図り、市場での存在意義を高める努力が必要となる。

3.1.5 これまでに提示された地質調査業のビジョン

全地連は前項で紹介したとおり、時代に応じその都度、産業ビジョンを作成してきた。最近のビジョンは2002年2月に発表した「地質調査業の21世紀ビジョンー市場が求める産業システムの構築に向けてー」で、ここでは前項に掲げた産業特性を踏まえ、地質調査

業の進むべき方向が提示されている。主な内容は次のとおりである。

- ① 市場が求める産業システムの構築（市場動向の的確な把握、技術領域の分析と展開策）
- ② ジオ・コンサルタントとしての貢献（地質情報の整備と活用、建設コストの縮減）
- ③ 多様な発注への適応力の向上（地質調査の関与分野の拡大、専門性を踏まえた契約）
- ④ 信頼の確保（倫理綱領、技術者資格制度、品質管理、職業賠償責任補償制度）
- ⑤ 企業の経営基盤の強化（戦略的経営、企業間・産業間連携）

全地連では2013年の創立50周年を機に、地質調査業の位置付けを改めて俯瞰するとともに、最近の社会情勢等を踏まえ、21世紀ビジョンをフォローアップした「全地連の行動宣言」を発表した。ここでは、21世紀ビジョンを踏襲しつつ、新たに次の事項を提言している。

- ① 地質情報の積極的な情報発信と活用
- ② 新たな技術展開、新規分野への参入
- ③ 地域に密着した活動を通しての社会貢献

また、全地連の技術機関誌「地質と調査（通巻141号）」（2014年12月発行）は「新マーケット創出・提案型事業」の小特集を組んでいる。そこには、地質調査業の将来像に触れた論説も多い。

この号の巻頭言で成田賢全地連会長は、最近の地質調査業の動向をレビューし、新マーケット創出の意義と課題について述べた後、「これからの地質調査業」の項で、『地質調査は人的要素だけではなく機器類を用いる要素があり、地質・地盤に関する技術以外にも関連する機械・電気・電子・化学・生物等の領域を含む総合的な技術体系を持つ必要があること、そして地質調査業を単なる土木建築事業のための地質調査から国土を管理する業という視点で考える必要があること』と論述している。また、同じ号の総論において岩崎公俊全地連技術委員長は、業の取り巻く市場動向をレビューした後、ボーリング・サンプリング技術の将来像を含め、今後進展すべき地質調査技術について、多面的な視点から論述している。

3.1.6 将来を見据え今考えるべきこと

他産業には、主力製品が技術革新により他にとって代わられたにも拘わらず、見事に業態転換し、発展し続けている企業がある。地質調査の需要が消滅することは考えられないものの、業として永続して行くためには、業態転換さえも恐れない取り組みが必要である。

前項の地質調査業の将来のあり方に関する提言や論説はいずれも的を射ており、示唆に富むものである。これらを踏まえ、三つの視点から、地質調査業の将来に向けて今考えておくべきこと整理しておきたい。

(1) 地質調査のコア・コンピュタンス

地質調査の将来を考える場合、最も大事なことは地質調査業が持つコア・コンピュタンス（Core competence：本来的には中核となる競争能力を指すことが多いが、ここでは中核技術として捉える）を明確にし、その発展可能性を徹底的に突き詰めることである。

地質調査の探査・掘削（ボーリング）・計測・試験という側面に着目すれば、技術の進

歩が著しいセンサー技術やロボット技術、高精細デジタル映像技術、高精度位置情報技術等が応用できる可能性は高い。中でも、ボーリングは資源調査やさく井の分野で蓄積されてきた技術であり、これを地質調査の中核技術と考えるのであれば、現行の技術体系を一度リセットする位の覚悟をもって見直す必要がある。

建設事業との関わりにおいて、地質調査業に求められるのは定量的判断である。調査結果が設計や施工に用いられることを考えれば、それはそれで当然であるが、国土という概念から業務領域を考えた場合、地質調査業の持つ理学的な学問背景が重要になる。この領域は市場参加者が比較的少ないので、技術を徹底して鍛え上げれば、他との差別化が可能な中核技術と成り得る。この分野においては定性的判断が中心となるが、それが定量的判断と同等の価値を持つことをアピールすることが大切である。定量的な技術情報はある意味自己完結するが、定性的情報は一定の拡がりを持つので、得られた成果についての多面的な検討と多様な表現が可能である。例えば、得られた成果を、文字、画像、動画、音声等のツールを使い、統合的に表現する報告のあり方も一つのアイデアであろう。

(2) 地質調査業の顧客

業態変換の成功例の一つは「顧客のニーズに応じた製品を供給するビジネスモデル」である。地質調査業の重要な顧客は公共発注者である。ここで顧客のニーズと言っても、後にも述べるが、公共調達市場は民間市場に比べ柔軟性がなく、どこに真のニーズがあるのかを把握することは難しい。公共調達市場にあっては、優れた製品であっても、制度化された煩瑣な調達手続きを経ないと採用されず、優れた製品を作ると同時にそれが調達制度に組み込まれることに力を割くことが求められる。地質調査業においても、発注者のニーズに即した新しい技術を開発するだけではなく、それを市場に投入できるようにすることが大事である。

近時、公共発注者の置かれている環境が変わり、従来型の発注システムも変わりつつある。そのポイントは民間との関係であり、既に様々な取り組みが始まっている。この状況の中、民間に発注者支援、発注者の代理人、公共サービスの分担者等の役割を負うことが期待され、「CM」、「PM」、「PFI」、「VE」等の制度が具体的に整備されつつある。地質調査業においても、環境変化の背景とその意味合いを具体的に吟味し、新市場への参入について戦略性をもって対処する必要がある。

(3) 地質調査業の再定義

一般には、地質調査の役割は後続の設計や施工への地盤情報の提供だと理解されている。全地連では、これまでも地質調査の役割はこれに止まらず、建設事業の計画段階や構造物竣工後の維持管理段階にも貢献すべきであり、すでの実績があることを主張してきた。また、災害大国と言われる我が国において、その要因である地震や豪雨による被災は、地盤災害として現出する。このため、当然ながら地質調査業が防災・減災対策にも貢献でき、全地連では前出のように地質調査業を国土コンサルタントと位置付けてもいる。

以上の視点から、地質調査業を再定義することを考えるべきである。再定義に際し、業内外に一定のインパクトを与えるためには、キーとなる概念を創出する必要がある。そして、それが「地質リスク」である。地質調査業の関わる全ての分野を「地質リスク」の概

念で再定義することにより、地質調査業の新しい像が創造出来るのではないか。そして、この新しい視座に立てば、地質調査業は、地質リスクに起因する事業損失に関し技術力とマネジメント力を投入することにより回避・予防・低減するものであり、社会的に見て公益性の高い役割を果たすものと定義できよう。

3.2 公共調達市場の特性と制度・

3.2.1 公共調達市場の特性

公共機関が物品、財物、サービスを購入する行為を一般に公共調達と呼び、ここには民間市場とは一線を画する公共調達市場が形成されている。我が国においては、公序良俗に反しない限り、「契約自由」が原則である。しかし、公共調達の原資は税金であり、その使い方には透明性、公平性、客観性が求められ、公共調達市場には一定のルールが必要となる。

地質調査業務の調達に限っても、標準的な契約書や仕様書、受注者を選定する方式や手続きなどは全て公表されており、透明性や公平性が担保されている。また、経済合理性の観点から、価格と技術のバランスを踏まえながら、業者の競争を促すような方策をとっているが、業者選定にあたって恣意性を排除するため、技術評価の内容（項目や配点）は全て公表されている。

このように公共調達市場では、透明性、公平性、客観性は保証されているが、一方で、柔軟性に欠け、新しい製品や技術に素早く対応できず、それらがある程度普及しないと採用されない。これは、役所は間違いを犯さないという、国民に広く浸透している「無謬性神話」に起因すると思われ、失敗を恐れるあまり安全第一の選択となり、結果、高コスト体質となっている面がある。このことは、見方を変えれば、公共調達市場で発生するリスクを公共発注者が全て引き受けることであり、皮肉なことに、これが役所の力の源泉になっている。現在、公共発注者に代わってリスクを負う「しくみ」が様々に進められているが、それはそれとして、「役所も間違いを犯す」ということを国民が許容する環境を作ることとも大事であろう。

公共調達市場で、もう一つ重要な視点は、その執行者である公務員の立場と行動原理である。公務員は常に法令等（通達、基準、要領、ガイドラインを含む）で定められている範囲で一定の権限を行使するのであって、新しい施策に取り組む場合、裏付けとなる法令等が必要となる。このことは、公共発注者が考える方向性や意図は、作成される法令等をつぶさに見れば判断できるということである。また、公務員は公務員法で行動のあり方が決められている。具体的には「秘密を守る義務」、「職務に専念する義務」、「政治的行為の制限」、「私企業からの隔離」等がある。また、国家公務員倫理法（地方公共団体の一部では条例化）、官製談合防止法等も公務員を律するものである。

いずれにせよ、公共調達市場の一方の当事者である受注者は、以上のような公共発注者や公務員の立場を十分理解して行動することが大切である。

3.2.2 成果物の品質確保と評価

1996年1月、公共事業の主要発注者である旧建設省、旧運輸省、農林水産省は共同で「公共工事の品質に関する委員会報告書」を公表し、そこで提言された施策を各機関で順次実施することとした。旧建設省はこれを受け、発注者の役割を明確にした上、1998年2月に「公共工事の品質確保等のための行動指針」を策定し、実行に移すべき施策を提示した。ここでは、社会資本整備事業の各段階の課題を整理し、各段階において発注者が責任を果たすべき方策が記述されており、プロポーザル方式の積極的活用、技術者個人の評価データの蓄積、価格の競争から技術を重視した競争方式への転換等が含まれている。

その後、公共調達市場の縮小と入札契約制度の改革に伴う競争の激化により品質への懸念が高まり、公共調達の理念を「最も安いもの」から「価格と品質との評価で総合的に見て優れたもの」へ転換する必要性が生じた。これを受け、2005年4月に「公共工事の品質確保の促進に関する法律」（品確法）が制定された。その後、この法律は新たな課題となった技能労働者の不足、地域における維持管理の重要性等を踏まえ2014年6月に改正された。

この法律では、公共工事に関する調査及び設計の品質が公共工事の品質確保を図る上で重要であるとし、この分野の品質の確保の必要性を明示している。法改正により「施策を推進するための基本的な方針」（2014年9月に閣議決定）も見直されたが、ここでも具体的に「測量、地質調査及び建設コンサルタントの業務の成果は、建設段階及び維持管理段階を通じた総合的なコストや、公共工事の工期、環境への影響、施設の性能・耐久性、利用者の満足度等の品質に大きく影響することとなる」と書かれており、取り組むべき施策の主な方針として、

- ① 発注者は、調査・設計の内容に照らして技術的な工夫が小さい場合を除き、競争参加者に対して技術提案を求め、価格と品質が総合的に優れた内容の契約がなされるようにすることが必要で、業務の性格、地域の実情等に応じ、それに相応しい適切な入札契約方式の採用に努めること。
- ② 発注者は、技術者の経験、技術的能力の審査や技術提案の審査・評価に際し、当該業務に配置が予定されている技術者の経験又は有する資格等適切に行い、その結果について説明責任を有していることに留意すること。
- ③ 発注者は、技術提案が知的財産であることに鑑み、提案内容を守秘し、提案者の了承なしにその一部を採用しないように留意すること。
- ④ 発注者は、工夫の余地が小さな場合や定型的な業務についても、競争参加者の選定に際し、その業務実績、業務成績、業務担当予定技術者の能力等を適切に審査することに努めること。
- ⑤ 調査及び設計の成果は、公共工事の品質確保のため、適切に保存すること。

等が示されており、順次、国土交通省を中心に具体化されている。また、これらの施策を地方公共団体に展開する場合、行政的な負担がかかり、かつ、技術的な審査や評価を実施する能力が不足することもあることから、発注者を支援する仕組みの導入も進められている。

成果物である設計図書などの品質を確保するためには、業務内容に応じた多様な業者選定方式と透明性のある手続きとともに、発注者が受注者の正確な情報を取得することがで

き、それを評価する仕組みが必要である。後者については、情報内容や活用状況は一様ではないが、次のようなものが制度化されている。

- ① 一般競争（指名競争）参加資格申請書
- ② 地質調査業者登録規程の現況報告書
- ③ 総合点数の算定要領
- ④ 測量調査設計業務情報システム（TECRIS）
- ⑤ 業務成績評定要領
- ⑥ ISO9000s（品質マネジメントシステム）

3.2.3 受注者選定方式（発注方式）

地質調査業務は、その多くが公的発注機関の発注による社会資本整備事業に関わるものであり、その入札契約行為は公共調達として実施される。公共調達の手続きは会計法とそれを準用した地方自治法に規定されており、ここでは、一般競争を原則に、例外的に指名競争、随意契約を認めている。しかし、実際の運用においては、安値受注、粗雑工事、不良不適格業者などの問題を解決するため、競争参加資格審査をベースにした指名競争入札が採用されてきた。しかし、1980年代頃より、公共事業に関するゼネコン汚職、入札談合と呼ばれる独占禁止法違反が多発し、建設業界の不透明な取引慣行が明らかになり、一方で、日米構造問題協議、日米建設協議、GATT政府調達交渉などを通じ公共調達市場の開放を求める動きが顕在化した。

政府はこのような状況を踏まえ、1994年1月に「公共工事の入札契約手続きの改善に関する行動計画」を閣議了解し、一定規模以上の工事については、国内外無差別の一般競争入札の実施や工事完成保証人制度の廃止などが示された。この後、この行動計画に沿った公共調達市場の改革が継続的に進められ、「透明性」、「客観性」、「競争性」の確保を名目に、地方公共団体が発注する比較的規模の小さな工事まで一般競争入札が適用されるようになった。これにより、ダンピング受注を含む価格競争が激化し、粗雑工事の恐れなどの問題が生じたことから、2005年4月には前述の品確法が制定され、公共工事は価格だけの競争ではなく、品質が担保される総合的な内容での競争が必要であるとの方向性が示され、総合評価方式の導入への道筋が開かれた。

以上の一連の措置は、直接的には建設工事を対象にしたものではあるが、当然ながらその方向性は測量、地質調査、建設コンサルタント業務にも適用されてきた。1994年には、従来の指名競争入札と例外的に用いられていた随意契約とは別に、「公募型プロポーザル方式」と「公募型競争入札方式」の方式が導入された。その後、建設コンサルタント業務等に関する独自の入札契約制度は、1999年に建設省（当時）に設置された「建設コンサルタント業務等入札契約問題検討委員会」において議論され、翌年にとりまとめられた改善策をベースに順次具体化されていった。ここでは、建設コンサルタント等の業者選定方式を業務内容に応じ、「総合評価型プロポーザル方式」、「技術者評価型プロポーザル方式」、「価格競争入札方式」とすることが提案されたほか、価格競争入札における公募型の拡大、企業評価・技術者評価・提案内容評価の項目の明確化、事後評価の導入と不服申し立ての仕

組みの整備、発注ロッドの拡大などが取り上げられた。その後、品確法に基づき、建設コンサルタントにも「総合評価方式」の導入が検討され、2008年11月、国土交通省は「公共工事に関する調査及び設計に関する入札に係る総合評価落札方式の実施について」を各地方整備局に通知した。その後も見直しは続けられ、現在「建設コンサルタント業務等（土木関係建設コンサルタント業務、測量業務、地質調査業務）におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式等の運用ガイドライン」（2015年1月）により実施されている。ここで適用されている発注方式は図3-4のとおりである。このうち、総合評価落札方式では「技術者評価重視型」が検討中である。

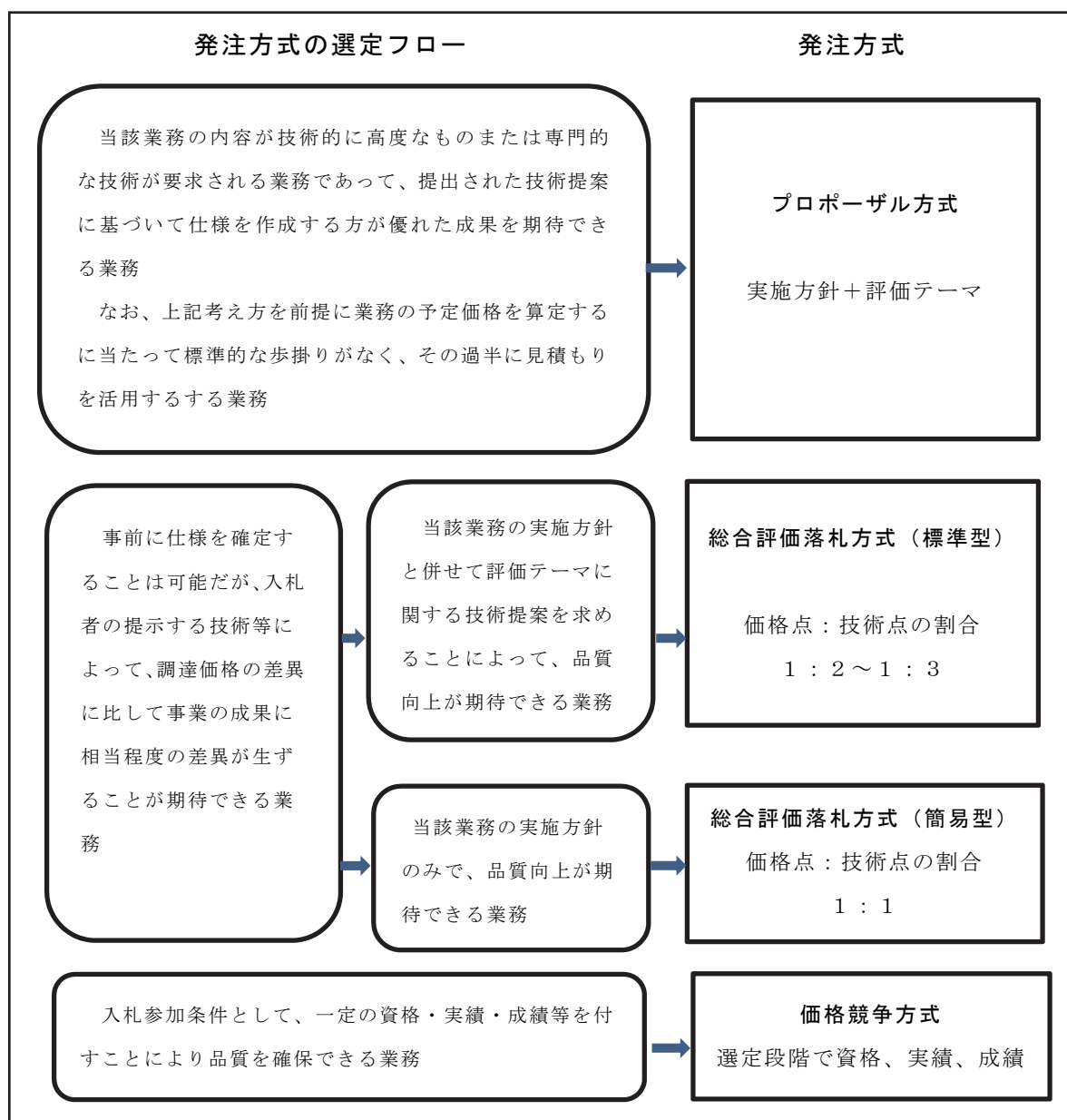


図 3-4 受注者選定方式（発注方式）

なお、この業者選定方式に応じた地質調査の標準的な業務は図 3-5 により試行運用されている。

	【総合評価落札方式】		【プロポーザル方式】	
				地質リスク調査検討
			地表地質踏査及び資料収集	
		ボーリング調査（設計・解析用）	防災点検（総合診断）	
		地下水調査（解析・検討）	地すべり対策工検討設計（地質解析を含む）	
		地すべり対策工検討設計（地質解析を含まない）	地下水調査・解析（浸透流、広域地下水、湧水影響等）	
		防災点検	軟弱地盤調査・検討（安定・沈下・液状化等）	
		計器設置及び観測（計画～解析）	トンネル変状調査・解析 動的応答解析	
	【価格競争方式】	耐震調査	地質総合解析 施工時計測管理	
		地盤環境調査（とりまとめ）	地盤環境調査（解析、対策検討）	
	ボーリング調査 （支持層確認、改良チェック等）	ボーリング調査 （高度安全管理・高品質コア等）		
知	地下水調査（観測）	地下水調査（とりまとめ）		
	計器設置及び観測作業	物理（弾性波等）探査		
識	地盤環境調査（採取、分析）	土構造物の点検		
	構想力・応用力			

図 3-5 業務内容に応じた発注方式の事例（地質調査）

3.2.4 地質調査業務委託契約書

地質調査業務の契約は、一部の例外を除いて「委託」として締結される。しかし、この「委託」は民法の13種の典型契約には含まれていない。この「委託」の性格付けについては、様々な見解があるが、最も妥当と思われるのは、13の典型契約にある「委任」と「請負」の混合形態であるとの見解である。「委任契約」とは委任者の依頼により受任者が自らの裁量で事務処理を行うもので、医師との医療契約、弁護士との訴訟代理契約がその代表例であり、厳格な守秘義務など当事者間の信頼をベースにした契約である。一方、「請負契約」とは仕事の完成を目的とした契約で、建設工事契約がその代表である。この契約では、仕事が完成すれば良いので、履行代行者（下請負人）を用いて仕事を完成させても法律上の問題は生じない。公共発注者から受注する地質調査業務はまさにこの二つの側面を持つものと言える。現在進められている民法改正において、「委任」と「請負」の内容も見直しの対象となっており、全体的に受任者、請負者の責任が強化される方向にある。

地質調査業務の標準委託契約書は、旧建設省が、入札契約制度の改革の流れと公共調達市場の海外企業への開放要求を背景に、1959年に制定した「設計業務等委託標準契約書」を廃止して1995年に制定された「公共土木設計業務等標準委託契約約款」で運用されている。現在、この委託契約書は地方公共団体を含め大多数の公共発注機関で採用されている。

この委託契約書の主な内容は次のとおりである。

- ① 発注者・受注者間で行う指示や協議の透明性と確実性を確保するため、緊急の場合を除き徹底した書面主義をとることを規定している。
- ② 受注者が業務の履行中に知り得た秘密を漏らしてはならないという守秘義務が規定されている。
- ③ 受注者の成果物に発生する著作権は、成果物の引渡し時に発注者に無償で譲渡こと、当該著作物の利用目的の実現のためであればその内容を改変できること、受注者の承

諾があれば当該著作物の氏名表示を変更できることなどが規定されている。

- ④ 一方、受注者は発注者が承諾した場合に限り当該成果物の内容を公表できると規定されている。
- ⑤ 受注者は業務の全部を一括して又は業務の主要部分を第三者に委託してはならないこと、業務の一部を第三者に委託する場合は、軽微な部分を除き発注者の承諾を得なくてはならないことを規定している。
- ⑥ 受注者は業務の技術上の管理を行う管理技術者及び設計図書に定めがある場合には成果物の内容の技術上の照査技術者を定め、発注者に通知することが規定されている。
- ⑦ 受注者は発注者から提供される設計図書等について、技術的又は経済的に優れた代替方法その他改良事項を発見したときには、変更の提案ができることが規定されている。
- ⑧ 成果物に「かし」があるとき、発注者は受注者に対して相当の期間を定めてその「かし」の修補を請求し、又は修補に代え若しくは修補とともに損害賠償の請求ができると規定している。また、請求は成果物の引渡し日から3年以内（故意または重大な過失の場合は10年）に行うことも規定されている。
- ⑨ 当該業務に談合等不正行為があり、独占禁止法に規定に基づく課徴金の納付が確定したような場合、受注者は業務委託料の10%相当額を違約金として支払わなければならないと規定されている。

なお、⑧に記述した「かし」に対する損害賠償については、地質調査や建設コンサルタント関係の団体において、賠償責任保険が導入されている。（3.2.7の項参照）

3.2.5 土質調査・地質調査業務共通仕様書

仕様書は契約書と並んで業務を実施するための基本図書である。仕様書には全ての業務に係る共通仕様書と当該業務のみに適用される特記仕様書があるが、ここでは、共通仕様書それも共通編について記述する。

現在、多くの発注者が採用している共通仕様書は、旧建設省が1991年に作成した「地質・土質調査業務共通仕様書」である。その後、何度か改正されているが、その基本は変わっていない。掲載されている地質調査項目は次のとおりである。

- ① 機械ボーリング
- ② サンプルング（シンウォール、デニソン、トリプル）
- ③ サウンディング（標準貫入試験、スウェーデン式サウンディング試験等4種）
- ④ 原位置試験（孔内水平載荷試験、現場透水試験、速度検層等8種）
- ⑤ 解析等調査業務（資料整理とりまとめ、断面図等の作成、総合解析とりまとめ）
- ⑥ 軟弱地盤技術解析（解析計画、現地踏査、現況地盤解析、検討対策工法の選定等）
- ⑦ 物理探査（弾性波探査、電気探査）
- ⑧ 地すべり調査（計画準備、地下水調査、移動変形調査、解析、対策工法選定等）
- ⑨ 地形・地表地質踏査（計画準備、既存資料調査、空中写真判読、現地踏査、地質解析）

この共通仕様書の主な内容は契約書を補足するものを含め次のとおりである。

- ① 調査地点及び地下埋設物が予想される場合の位置・規模・構造等の確認をすること。

- ② 受注者は主任技術者、担当技術者を定め、発注者に通知すること。
- ③ 受注者は契約締結後 15 日以内に業務計画書（業務概要、実施方針、業務工程、業務組織計画、打合せ計画成果品の内容・部数、使用する主な図書及び基準、緊急時を含む連絡体制、使用機械の種類、名称、性能、仮設備計画等）を作成し、監督職員に提出すること。
- ④ 受注者は「地質・土質調査成果電子納品要領（案）」に基づいて作成した電子データを成果品として納入すること。なお、電子納品に対応するための措置については「電子納品運用ガイドライン（案）【地質・土質調査編】」に基づくものとする。
- ⑤ 契約書にある再委託できない主たる部分は次のとおりとすること。
 - ・ボーリングを含む調査業務における総合的企画、業務遂行管理及び技術的判断
 - ・解析業務における手法の決定及び技術的判断
- ⑥ 発注者及び受注者の賠償責任に該当する場合を定めていること。
- ⑦ 受注者が屋外で業務を行う場合、調査関係者だけではなく、付近住民、通行者、通行車両等の第三者の安全確保のための順守事項が定められていること。
- ⑧ 受注者は、業務履行に関する全ての行政情報について適切な流出防止策をとること。
 もう一つ重要な土質地質調査仕様書は、旧日本道路公団の流れを組む JH 各社のものである。ここで特筆すべきは調査計画の重視である。その調査計画は次のとおり整理されている。

- ① 実施調査計画を契約締結後に受注者が現地を確認し、既存の調査結果及び道路構造等を考慮して実施調査計画案を企画し、それに基づき監督員と協議し、実施調査計画を策定することが明示されている。（計画案には調査目的、調査位置、調査方法及び数量等を詳細に記載し、それぞれの緊急性・必要性等からグレード付けした内容とする）
- ② 後続調査計画案は、既存の調査成果や当該業務の道路構造等に基づいて、道路の計画・設計・施工のための基礎資料として不足する情報や問題点を明確にし、それに対応するために一次詳細・二次詳細・補足等の調査段階に応じた（後続）調査計画案を企画することとされている。
- ③ 水文調査計画案は、地形地質概略調査又は詳細調査において、水文に関わる事項が特に問題になると判断され将来的に水文調査を実施する場合の後続調査から工事段階の観測までの企画案を作成することとされている。

また、この仕様書では、詳細調査後に必要に応じて行う補足調査についても明示されており、全体として、地質調査の有効活用を念頭に、極めて柔軟性のあるものとなっている。

3.2.6 独占禁止法の運用による競争政策

地質調査業務の主な競争の場となる公共調達市場は、さまざまな問題点が指摘されてきた。特に、談合がなくならないこと、贈収賄事件が頻発すること、不良不適格業者が排除されないこと、元請下請の契約やその業務プロセスが不透明であることなどが社会から厳しく批判されている。このことは、会計法や地方自治法の枠組みの中での市場形成とう制約があるものの、市場を構成する発注者、受注者それぞれに問題がある。公共発注者におい

ては、技術者の減少に伴う審査能力の低下や発注者の前例主義から、発注業務の形式化が進み、一方、受注者にとっては、市場における競争の意義に対する理解が欠けていると言わざるを得ない状況が変っていない。

独占禁止法の正式な法律名は「私的独占の禁止及び公正取引の確保に関する法律」で、経済憲法とも呼ばれ、不当な取引制限や不公正な取引方法を禁止する等して、公正かつ自由な競争を促進することが国民経済に利することであるとの理念に基づく法律である。この法律の運用では、「公共入札において、応札者が事前に情報を得て、落札予定者や落札金額を決めること」（いわゆる「入札談合」）は、独占禁止法の禁止行為の一つであるカルテルにあたる典型事例であるとされている。この法律は、国内での違反行為が後を絶たず、一方では、外国から処罰内容の国際的同等性を求める動きがあり、再三にわたり改正が行われている。特に、2006年1月に施行された改正独占禁止法では、課徴金の大幅な引き上げ（6%から10%へ、中小企業は3%から4%へ）、排除勧告から排除措置命令への権限強化、刑事告発を前提にした犯則捜査権やリーニエンシーと呼ばれる内部申告による措置減免の導入等公正取引委員会の権限と規制が強化された。これを機に、建設産業では、大手企業を中心に談合と決別し、コンプライアンス（法令遵守）の強化に取り組む流れできた。

独占禁止法の条文は、事業者や事業者団体の禁止行為の表現が抽象的で、一般人には、具体的どのような行為が許され、どのような行為が禁止なのか良く理解できない。このため、独占禁止法を所管する公正取引委員会では、違反行為を未然に防止するため、具体的な分野に則した独占禁止法上の指針（ガイドライン）を作成し、公表している。公共入札に関係するものとしては次の二つがある。

① 公共的な入札に係る事業者及び事業者団体の活動に関する独占禁止法上の指針

② 事業者団体の活動に関する独占禁止法上の指針

また、刑法には「公正なる価格を害し又は不正の利益を得る目的を以って談合したる者」という条文があり、談合がこれにより立件されることもあるが、最近では、独占禁止法で立件されることが多い。

いずれにせよ、企業は市場を通じての競争が経営力や技術力を高める源泉であり、企業努力もせずに市場に留まることを容認する談合や受注調整は結果として産業の沈滞に繋がることを理解すべきである。独占禁止法について言えば、法律解釈と言うようなテクニカルな問題でなく、法律の理念を正しく理解しているかどうかはコンプライアンスの基本を置くべきである。また、違反行為を犯すことにより、課徴金の納付、発注者からの違約金請求、営業停止や指名停止、住民等からの損害賠償訴訟、株主代表訴訟などのリスクを負うことになり、結果として、企業が倒産や廃業に追い込まれるケースもある。

また、入札談合には業界による自主調整ではなく、公共発注者が恣意的にある業者を落札者として特定することがある。これは官製談合と呼ばれ、業者を特定する背景はまちまちであるが、官民癒着や贈収賄事件に繋がる恐れも多い。このような事情により2002年に「入札談合等関与行為防止法」が成立したが、この後も、公共発注者が主導する談合が頻発したため、同法を改正し、関係職員の犯罪性に着目した内容を付加した「入札談合等関与行為の排除及び防止並びに職員による入札等の公正を害すべき行為の処罰に関する法律」

が2007年3月に施行され、公務員にも刑事罰が処せられることとなった。

行政側でも公共入札の問題を踏まえ、2001年に「公共工事の入札及び契約の適正化の推進に関する法律」（通称：適正化法）を制定し、契約プロセスとその内容の透明化、公正な競争の促進、談合その他不正行為の排除、適正な施工の確保など入札及び契約の基本原則、入札及び契約に関する情報の公表などを行うこととした。現在は、2006年6月に出された「適正化指針」に基づき、次のような施策が展開されている。

- ① 一般競争入札の速やかな拡大
- ② 指名業者名の事後公表の拡大
- ③ 予定価格や最低制限価格の事前公表の抑制
- ④ 低入札案件に対する監督・検査の強化、配置技術者の増員義務付け、履行保証割合の引き上げ

一方、建設関連業は建設業法の範疇にないこともあり、元請下請関係が不明確であった。それが、2003年6月に改正された「下請代金支払遅延等防止法」において、建設関連業はこの法律の適用を受けることとなった。この法律では、親事業者（発注者）と下請事業者（受注者）との関係が独自に定義され、下請契約における親事業者の書面の交付義務、書類作成・保存義務、支払期日の明示と遅延利息支払義務などが定められている。また、罰則や公正取引委員会からの勧告措置も厳しく運用されている。地質調査業務において、実態として元下関係が成立していれば、この法律の適用を受けることとなるので、これも企業のコンプライアンスにとって重要である。

3.2.7 職業賠償補償保険

全地連では1998年、関連団体と損保会社と連携し、地質調査業務と土木設計業務を対象とした職業賠償補償保険として「建設コンサルタント賠償責任保険」を開発した。この目的は、成果物のかしにより生じた損害に対し、発注者から賠償補償を求められるケースが多くなり、会員企業の抱えるリスクを軽減する必要性が高まったからである。一方、実益以外の目的もあった。それは、業が自立するには、受注者の責任を明確にし、片務性の強い契約から、本来の双務契約を機能させることであった。

その後、この保険は2012年に二つの業務に測量業務を対象に加え、現在、「地質コンサルタント総合かし賠償制度」として運用されている。このうち、地質調査業務に関する主な内容は次のとおりである。

- ① 対象となる業務：地質又は土質に関する資料の提供及びこれに付随する業務で、これには、建築物の施工のための地質調査、土壌・地下水汚染状況調査、汚染処理計画業務を含んでいる。
- ② 対象となる成果物：発注者との契約の目的となった地質調査報告書
- ③ 支払いの対象：地質調査成果物に欠陥により生じた次のようなケース
 - ・ 施工のやり直し等余分に負担した施工費用
 - ・ 設計のやり直し等余分に負担した設計費用
 - ・ 土木構造物等が倒壊又は崩落し、第三者が負傷又は死亡

・土木構造物等が倒壊又は崩落し、隣接する第三者所有の建物の損傷

- ④ 支払い保険金の内容：損害賠償金、損害防止費用、権利保全行使費用、緊急措置費用、協力費用、訴訟費用

従来型の地質調査業務であればこの制度でほぼカバーできるが、「技術顧問」のような新しい分野には別のしくみが必要である。これには、全地連の関連会社であるジオ・ビジネスサービスが開発した建設技術センター向けの賠償責任保険や特定非営利活動法人地質情報整備活用機構（以下「地質情報活用機構」）のジオ・アドバイザー向けの賠償責任保険が参考になるので、「技術顧問」の業務内容や想定される損害賠償内容を固めた上、新たに制度を導入することが望まれる。ただ実務的には、「地質コンサルタント総合かし賠償補償制度」のオプションとしての運用が便宜的であろう。

3.3 地質リスクの活用に向けて

3.3.1 地質リスクを反映した業務の現行制度下での活用

新商品が顧客に評価されるかどうかは市場に投入してみないと分からない。そして商品は市場で鍛えられ、改良を加えることにより定番商品となる。「地質リスク」を理念とする業務についても、まず市場に投入されることが第一歩である。しかし、相手は公共調達市場が中心であり、前にも述べたように新しい商品を投入することが難しい市場である。

ここでは、「地質リスク」の理念を実現するために考えられる幾つかの業務について、現行制度下でどのように活用できるかを考えることとする。勿論、「技術顧問」は公共調達市場での新しいプレーヤーであり、現行制度の枠組みには収まり切れないものであるが、行政の役割が変わりつつある中、新しいビジネスとして創出することは十分可能である。

(1) 技術顧問

地質リスク・エンジニア（GRE）が最も効果的に活躍でき、機能するのは発注者の技術顧問であることは言を俟たない。しかし、技術者はその最高峰の資格と言われる技術士でさえ、医師や弁護士とは違い法律で職務独占が認められているわけではない。法律を重視する公共発注者には、技術的役割をアピールするだけでなく、技術顧問の採用について説明責任が果たせるような具体的な提案をする必要がある。これについては、技術顧問に関する契約書、仕様書、費用等が別項で検討されているのでここでは触れない。

技術顧問はその個人の知識、経験、能力、倫理観が重視されるものであり、本来、契約の相手は個人と考えるべきであるが、公共調達市場では慣習上それは難しく、契約の相手は企業にならざるを得ない。つまり、技術顧問は契約目的を果たすことができる企業内技術者となる。また、公共発注機関にとっても、企業との契約の方が業務遂行上の安心感があり、業務に「かし」が生じた場合も対応し易いと考えられる。受注企業は派遣する技術顧問に対応する職業賠償保険を整備しておく必要がある。（3.2.7の項参照）

公共発注者の立場で仕事をするには、公務員に準じた意識と行動が求められることである。3.2.1の項で述べたように、民間から見るとさまざまな制約に晒されている。ここで技術顧問に必要なことは、公共発注者の先にあるエンドユーザーの存在を意識し続けることである。

技術顧問が留意すべき重要な点は職業上の倫理問題である。詳細は、3.3.2の(4)の項で取り上げるが、実務的に生ずると予想される内容は次のようなものである。

- ① 発注業務に関わる場合の中立性（民間企業との関係）
- ② 守秘義務
- ③ 行政情報の流出防止
- ④ 著作権の帰属
- ⑤ 公益通報への対応

これらには、直ぐにでも対処可能なものもあるが、法律解釈上の見解の違い、利害関係者の立場の違い等により、一概に対処できない問題も多い。3.3.2の(4)の項でも触れるが、最後は、技術者が何を判断の最上位におき、どのような優先順位でことにあたるかが問われることとなる。

(2) ジオ・アドバイザー

ジオ・アドバイザーは地質情報活用機構が設けている制度で、一定の資格要件を満たす技術者をジオ・アドバイザーとして登録し、個々人の専門分野、支援内容、支援地域を匿名で公開している。これは、必ずしも公共発注者を対象としたものではなく、有償、無償のケースを想定しているが、基本的には一般市民に向けたボランティア活動が中心と考えられている。

このジオ・アドバイザーにGREを組み込むことにより、この制度は一定の拡がりを持つと思われる。一つは、技術顧問より軽微な役割の公共発注者のアドバイザーで、技術顧問のようにプロジェクト全体を見渡す立場ではなく、特定の地質的課題に限定してアドバイスを行うことが考えられる。地質情報活用機構の「ジオ・アドバイザーセンター」を窓口とした場合、3.2.7の項で紹介した職業賠償保険がサポートされているので、公共発注者に安心感を与えられる。また一つは、一般市民や各レベルの教育機関を対象とした広報活動で、災害列島と言われる我が国の様々な地質リスクを国民が共有するための役割である。具体的には、後述するリスクコミュニケーションに専門家として加わることである。

現在、ジオ・アドバイザーは企業等を退職した技術者を想定しているが、今後、ジオ・アドバイザーにもGREに期待される関連知識の習得に努めていただく必要があろう。

(3) CM

我が国では、建設事業の執行を発注者と工事受注者の二者構造で進めているが、国際的な展開を考えると、今後、これに建設コンサルタントのような第三者が加わる三者構造による事業執行が必要とされている。これには、建設コンサルタントに高度なマネジメント能力が求められるが、これまで発注者の補助的業務が主で、経験を十分積んでいないため、現時点では、この「CM方式」が数多く採用されているとは言い難い。

しかし近時、国土交通省では建設産業の国際展開を睨み、国内事業で「CM」を活用する動きがあり、地方公共団体においても、建設事業の執行にあたり、外部の第三者を活用する「CM方式」への関心が高まりつつある。実際、東北地方の震災復旧事業において、建設コンサルタントをCM方式に参加させる事例が出てきている。

建設事業全体をマネジメントするCMRに地質技術者が就くことは考え難いが、建設事

業の成否に大きな影響を有する「地質リスク」の専門家としてGREがCMに加わることの意義は大きい。CMRの重要な役割はリスク管理であり、工期の延長や工事費用の増加に繋がる地質リスクの回避、予防、低減にGREが果たすべき領域は、企画・計画段階から維持・管理段階まで極めて広い。

CMに参加する形態はGREの独立性が担保されるJVが望ましいが、CM受託会社との個別契約であっても、技術的判断の独立性が担保されるとともに役割と責任を明確にしておくことが重要である。

(4) 地質リスク調査検討業務・調査計画立案業務

GREが現行契約制度の枠組みの中でも最も効果的に活躍できるのは地質リスク調査検討業務と調査計画立案業務である。国土交通省が試行している「業務内容に応じた発注方式の事例」(図3-5)において、この業務は必要とする知識、構想力・企画力が最上位に位置付けられ、発注に際してはプロポーザル方式によるとされている。

地質調査は建設事業の企画・計画、設計、施工、維持管理の各段階で実施されるが、事業の安全性、経済性や地域住民との合意形成を考えれば、より早い段階での地質調査の投入が効果的である。特に、企画・計画段階においては、構造物の配置と概要、路線の選定等が検討されるが、ここで、構造物が立地される地域・地点の地質リスクの抽出、評価とその回避、予防、低減を検討対象とすることが重要である。さらに、この地質リスクへの対応に基づいた地質調査計画の立案は、調査地点の配置、調査手法の選定とその数量、調査費用の概算、期待される成果等を検討することであり、地質リスクに関する課題を実務的に展開するものである。

この業務は、企画・計画段階でのみ有効なのではなく、予備設計、詳細設計、維持管理段階での実施も有効である。特に、経年劣化や機能低下は供用されている構造物だけではなく、地質や地盤にも及ぶものであり、長期的な視野で計画的に維持管理を行うためには、地質リスクの検討とそれに基づく地質調査計画の立案は極めて有効で、後述する維持管理手法の新しい方向である「予防保全的管理」に資するものと言える。

この業務を地質調査の定番商品にするためには、共通仕様書に書き込まれることが必要である。多くの地質リスクを抱えている我が国において、極めて優先順序の高い業務であることをアピールし、発注者の理解を得る努力が必要である。

また、コスト構造改革の視点から見ても、この業務を実施して得られるのは単なるコストの縮減ではなく、コスト構造そのものの見直しに通じることを理解する必要がある。さらに、結果として、これが発注者を支援する一面があることも考えておく必要がある。

(5) 一般地質調査業務

日頃から無自覚に行っている行為であっても一寸したことが契機となって意味が見えてくることがある。先に「地質調査業の再定義」の項で述べたように、地質調査の役割は設計や施工への地盤情報の提供だとの一般的な理解は、それはそれで間違いないが、地質リスクの回避、予防、軽減という視座に立てば、地質調査の役割はより深く、多様なものとして捉えられる。そのように考えると、地質調査の成果は業務ごとに自己完結するのではなく、設計、施工、維持管理に引き継がれるのであり、現場での調査、調査結果のとりま

とにあたって、それを意識することが大事となる。これはGREだけではなく、地質調査に携わる全ての技術者に必要である。

参考になるのは、前に述べた旧日本道路公団の系統を受け継ぐJH各社の土質地質調査仕様書で、そこでは地質調査報告書に当該地質調査で明らかにできなかった事項を明確にした上、後続の各段階での地質調査計画を企画することを求めている。全ての地質調査業務とは言わないが、報告書作成時に、実施した業務をこのような視点で見渡し、必要に応じて今後の課題をコメントすることは新しい地質調査の方向性を示すことになるだろう。

(3.2.5の項参照)

ここでも大事なことは、共通仕様書の解析等調査業務の中に書き込まれることである。

(6) 受注後の調査計画の変更提案

前述の標準委託契約約款では、「業務に係る受注者の提案」の条項があり、受注者は、技術的又は経済的に優れた代替方法その他改良事項を発見又は発案したときは、発注者に対し変更提案ができるとされている。地質調査業務において、仕様書等に示された調査地点の配置、調査の内容と数量等を見直すことで、より良い成果が期待できるケースは少なくない。しかし、この条項が使われることは余りない。これは、提案された内容を客観的に評価するしくみがないこと、提案内容によっては履行期間や業務委託料の変更を伴うことがあると思われるが、この変更提案は公益的な価値が高いものなので、受注者として自信をもって活用すべきである。

先の旧日本道路公団系の仕様書では、「実施調査計画を契約締結後に受注者が現地を確認し、既存の調査結果及び道路構造等を顧慮して実施調査計画案を企画し、それに基づき監督員と協議し、実施調査計画を策定する」と明示されている。プロポーザル方式で発注される地質リスク調査検討業務や地質調査計画策定業務であれば、専門家としての知識、経験が生かせるが、総合評価落札方式や価格競争方式においては、専門的知識が生かせる受注後の変更提案がセカンドベストと言える。

これについても、共通仕様書にこの精神が生かされるような見直しを求める必要がある。

3.3.2 地質リスクに関わる技術者に必要な知識とその実践

地質リスクに係る業務は新しい領域であり、新しい役割の創造である。その先頭に立つGREには、既成概念に捉われない思考と行動を期待したい。これはソーシャルイノベーションの理念であり、GREは社会起業家としての精神を持って取り組んで欲しい。

*ソーシャルイノベーションとは、政府や企業が持つ既成の価値観を超え、草の根的な発想で社会的な課題に対処する新しい役割の創造であり、その実現のために立ち上がる人達を社会起業家と呼ぶ。その担い手となるのは、「思慮深く、一定の行動力がある自立した個々の市民」とされる。

ここでは、地質リスクに関わる技術者が新しい領域で役割を果たすために必要な知識と実践について記述する。なお、技術やマネジメントについては他の項で扱っているので、ここでは取り上げない。

(1) 国の政策動向とその展開に関する知識

公共調達市場を含む建設市場は、現時点で回復しつつあるように見えるものの、長期的

なトレンドは収縮方向であろう。地質調査には民間主体の建築も含まれるものの土木のウエイトが高く、その多くを公共調達に依っており、市場規模や市場機能のあり方は、その時々政府の政策に左右されることになる。政策は、基本的に法律として制定・改正されるので、その背景、内容、目指すべき政策の方向性を注視しておく必要がある。例えば、2014年の改正「品確法」のキーワードは、技能者不足、地方再生、維持管理であり、その後の政策はそれへの対応に向かって展開されている。

また、地方公共団体を含め政府セクターが行う公共サービスも縮小の方向にあり、民間セクターが社会的課題に取り組む機会は増えて行くことは間違いなく、それを「PPP」と呼ぶか「新しい公共」という概念で考えるかはともかく、公共発注者と関わる者として、新たに現出しつつある環境下でどのような役割を果たせるか考えておく必要がある。地方公共団体の動向を考えるには、1999年に、475の法律を一括して改正又は廃止した「地方分権一括法」を見るのが重要である。地方分権の流れは現在まで続いており、どのような権限が国から移譲されたのか、そこに新たなビジネスチャンスはないのかを考えてみることは意義あることである。

地質リスクの展開を考える際に重要な法律は、2013年12月に成立した「国土強靱化基本法」である。この法律に基づき、既に「国土強靱化政策大綱」、「国土強靱化基本計画」、「国土強靱化アクションプログラム」が策定され、政策が始動している。この法律を理解するためには、次の基本事項を押えておく必要がある。

- ① この法律の正式名称は「強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法」で、主管が内閣官房であること。
- ② 条文では「大規模災害等」ではなく「大規模自然災害等」と記述され、これに対し脆弱性評価を行い、政策の優先順序を定めるとされていること。
- ③ 国土強靱化の対象にインフラ老朽化対策が含まれ、費用概算が試算されていること。
- ④ 大規模自然災害等が発生した場合の金融機能の維持・回復等金融分野の対応策が示されていること。
- ⑤ 国の定める指針に沿って、都道府県・市町村は「国土強靱化地域計画」を作成し、それに基づく施策が実施できること。

以上のように、この法律は建設分野に限られたものではなく、今後、各省庁の政策に大きな影響をもたらすものと考えられる。

具体的に注目すべきは、政策大綱の中に「リスクシナリオと影響を分析、評価した上で、目標に照らして脆弱性を特定」という記述であり、自然災害における地質・地盤の持つ意味合いを考えれば、地質リスクの手法と同じ発想と言える。また、地方公共団体による「国土強靱化地域計画」の作成は、技術顧問に相応しい役割であり、GREがその中心となるべき仕事であろう。

さて、建設関連領域に対する独自の産業政策は、長い間、なかったと言って良い状況が続いた。これは、産業行政を担当する旧建設省が巨大な公共発注者であり、いわば発注行政を優先させてきた結果と言える。つまり、高度成長下、建設投資は順調に伸び、時に訪れる景気の谷間では景気対策としての公共事業が実施されてきたため、独自の産業政策が

必要でなかったとも言える。

しかし、1990年代には、入札契約制度の改革、建設市場の国際化、公共事業を巡る一連の不祥事による国民意識の変化等建設産業を取り巻く環境は大きく変わった。これを受け、旧建設省は建設産業政策委員会を設置し、1995年4月に「建設産業政策大綱」を発表した。この大綱が発表されたことは画期的なことで、これが建設産業政策の核となり、その後に展開された個別政策の意味と位置付けが明確になった。しかし、ここで提示された市場予測や建設産業を取り巻く環境は、その後厳しい方向に大きく変化し、建設産業の将来に対する不安はむしろ増大することとなった。そのため、国土交通省は建設産業政策研究会を設置し、2007年6月、その成果を「建設産業政策 2007～大転換期の構造改革～」として発表し、大きな変化に対応するための構造改革の方向と行政として取り組むべき産業政策を提示した。

1995年の大綱は、主として建設業を対象としていたが、2007年版では建設生産システム（建設生産物のエンドユーザーに対する、発注者、設計者、施工者等の各主体による建設生産物を提供するプロセス及び各主体相互の関係性の総体）という概念を明確にし、〈設計者〉の果たす役割が極めて大きいことから設計者を含む建設産業全体を対象にしている。この中で、〈設計者〉の責務・役割として次のように記述されている。

- ① 土木分野の設計者は、これまで設計の作業のみであったが、今後は、能力・体制が脆弱な発注者の代理人として、CM・PM方式等により、工程管理、品質管理等の各種マネジメント業務を実施することも考えられる。
- ② 発注者、設計者、施工者による三者協議に参画し、設計思想を伝達するケースも増加すると考えられる。
- ③ 公共調達においては、プロポーザル方式や総合評価方式を活用し、技術力に優れた建設コンサルタントの選定を行っているが、建設コンサルタントの技術水準の確保の観点から資格認定等の仕組みについて検討する必要がある。

建設産業全体に対する政策の方向性として次の5項目が示され、それに基づき具体的な政策が展開されている。

- ① 公正な競争基盤の確立 (Compliance)
 - ・ ルールの明確化と法令遵守の徹底
 - ・ 法令違反行為に対するペナルティの強化
 - ・ 消費者等に対する情報の提供
- ② 再編への取組の促進 (Challenge)
 - ・ 企業の経営判断を阻害しない制度設計
 - ・ 再編へのインセンティブの付与
 - ・ 海外建設市場への展開に対する支援
 - ・ 官民に役割分担の見直しと建設産業の活動領域の拡大
- ③ 技術と経営による競争を促進するための入札契約制度の改革 (Competition)
 - ・ 価格と品質、技術と経営による競争の促進
 - ・ 地域の実情に応じた入札契約制度の見直し
 - ・ 低価格入札対策の強化
- ④ 対等で透明性の高い生産システムの構築 (Collaboration)
 - ・ 多様な調達手段の活用
 - ・ 役割と責任分担の明確化と透明性の向上

・適切な元請下請関係の構築

⑤ ものづくり産業を支える「人づくり」(Career Development)

・人材の確保と育成、処遇の改善 ・IT等の技術開発の推進

一方、測量業、地質調査業、建設コンサルタントの建設関連業の企業経営や行政の役割は、国土交通省が設置した建設関連業展開戦略研究会の検討結果を2002年6月に「建設関連業展開戦略」として発表した。ここでも、「現下の厳しい環境のもとで、現状のまま手をこまねいては建設関連業の発展は望むべくもなく、建設関連業の淘汰・再編は不可避である」との認識の下、建設関連業のあり方、建設関連業の各企業のあり方、経営戦略実現のための方策、行政が取り組むべき課題などが提示された。しかし、内容的には建設関連業へのメッセージが主で、産業政策に関しては具体性を欠いていた。

この分野についても、その後の急激な環境変化を受け、国土交通省は2008年12月に建設関連業検討会を発足させ、登録規程の見直しを含め、建設関連業の課題についての幅広い議論を行い、2010年に「建設関連業の課題と展望」として発表した。ここでは、建設関連業を取り巻く環境変化と施策の論点を整理し、今後の展望について、国が取り組むべき施策と産業界が取り組むべき課題に整理して記述されている。この中では、建設関連業はこれまでの枠に止まらずに市場を開拓する「市場創成型」の産業を目指すことを視野に入れる必要があるとし、成長分野として次の事項を取り上げている。

- ① 地球温暖化対策等環境対策、自然エネルギー活用、土壌（地下水）汚染対策、3次元レーザースキャナー計測を活用した測量業務
- ② CM、PFI、PPP等の新しいサービス
- ③ 維持管理業務

(2) 公共調達市場に関する知識とその実践

公共調達市場でビジネスを展開する場合、民間市場と同じようなビジネスツールが使えるわけではなく、3.2の項で取り上げた「公共調達市場の特性と制度」を知ることが大前提である。そして、公共調達市場における「所属する企業や自分自身の立ち位置」を客観的に見極めることを起点として、その後の戦略を考える必要がある。

公共調達市場で、実践すべき実務上の事例の幾つかを次に示す。

- ① プロポーザル方式のしくみを理解し、採用・不採用事例を調べる。
- ② 総合評価落札方式における評価項目と配点から見た自社の弱点を把握し、中長期的な視点を含め、その対応策を検討する。
- ③ 標準契約約款の内容を把握するとともに個別契約書を正確に読み込む習慣をつける。
- ④ 仕様書は業務着手前に必ず読み、不明な点は発注者に確認する。また、提案する事項があれば、遠慮なく発注者に申し出る。
- ⑤ 特記仕様書がある場合、要求されている成果を把握し、必要があれば発注者に確認する。
- ⑥ 業務執行中の発注者とのやりとりについて書面主義が徹底されていることを踏まえ、的確に対処できる社内体制を作っておく。

公共調達市場における契約は、従属性の強かった甲乙関係から双務性が強化され、対等

性が担保されつつある。契約上ないしは業務執行上、受注者に不都合なことがあるのであれば、異議申し立てできる環境も整ってきているので、恐れずに活用すべきである。

2002年4月に「行政機関が行う政策の評価に関する法律」が制定されて以降、各省庁において政策評価が実施されている。国土交通省ではこれを受け「国土交通省政策基本計画」を作成し、政策アセスメント（事前評価）、政策チェックアップ（実績評価）、政策レビュー（総合評価）の3方式を政策評価のツールとして推進している。また、個別の公共事業については、事業の効率性及びその実施プロセスの透明性の向上を図るため、新規事業採択時評価、再評価及び完了後の事後評価を一貫した体系の下で行うシステムを構築している。2004年度からはこれらの評価結果を費用対効果分析とそのバックデータとともにインターネットで公開している。この一連の施策は、事業の透明性を国民の示すものなので、受注者も公共調達に関わる者として共有すべきものである。

我が国の社会資本は、戦後の高度成長期にその多くが整備されたが、今後、これらの社会資本が急速に老朽化するという大きな課題に直面することになり、必要となる維持管理費や更新費は急増していくことが予想され、厳しい財政事情の下では、新規の社会資本整備だけでなく、一連のメンテナンス事業にも支障を来すことが想定される。国土交通省では、この対処策として『損傷等が発生した後に対処するという「事後的管理」から、事前に点検し異状が確認又は予測された場合、致命的な欠陥が発現する前に速やかに措置するという「予防保全的管理」へ転換し、戦略的に維持管理を実施する』としている。これは、地質リスクという視点から見ても重要な政策転換であり、具体的な展開を注視しておく必要がある。

(3) 公共調達市場におけるコミュニケーションのあり方

地質調査業務は委任に近い契約関係で仕事をするのであり、そこでは、発注者と受注者の相互信頼と密なるコミュニケーションが基本となる。しかし、1990年代の建設業不祥事以来、公共発注者の民間企業への不信感が煽られ、受注者との接触が大幅に制限されることとなった。これは、明らかに過剰な反応であり、むしろ、市場の健全化にとって阻害要因となっている。技術顧問や地質リスクに関する業務は公共発注者に極めて近い立場で仕事をすることになるので、このことに十分留意して取り組む必要がある。ここで肝心なことは、業者の選定段階では立場が違ふものの、選定後は、発注者と受注者は同じ目的で仕事をするのであり、発注者をあまり意識するのではなく、発注者の先にあるエンドユーザー（地域住民）を意識することが大事である。

リスクコミュニケーションという概念がある。一般的な定義は「社会を取り巻く様々なリスクに関し、利害関係者である住民、企業、行政、専門家等の中で、意見や情報を交換し、それを共有すること」である。これを合意形成手法と捉える向きもあるが、本来的には、相手を説得するのではなく、関係者間の理解と信頼を高めていくプロセスと考えるのが正しい。また、リスクコミュニケーションには、リスク管理を社会全体で行おうという新しい方向性があることも確認しておく必要がある。先に述べた「国土強靱化政策大綱」においても、政策を推進する際の特に配慮すべき事項として「リスクコミュニケーションと人材等の育成」が取り上げられている。このリスクコミュニケーションという概念は、

現在、必ずしも一般化しているとは言えないが、GRE始め地質リスクに取り組む技術者が、この精神を生かし先駆的に取り組む意義は大きい。発注者とのコミュニケーションを図る上でも、リスクコミュニケーションの輪の中で、専門家として中心的な役割を果たすことが期待される。

公共機関が行う公共事業を社会資本整備事業と称することが多い。では「社会資本」とは何であろうか。常識的な理解では、道路、鉄道、港湾、ダム等の個々の構造物を思い浮かべるが、別の考え方もある。イギリスの「レガダム研究所」は、各国の繁栄度合を数値化したレガダム繁栄指数を毎年発表している。8種ある指数の一つが社会資本で、その定義は「もの」ではなく「信頼できる人間関係と堅固なコミュニティ」としており、この分野で日本は上位に顔を出していない。今後、社会資本にこのような側面があることを理解することは、前に述べたリスクコミュニケーションとともに今後の行動指針ともなる。

(4) 技術者倫理とその実践

技術者は、医師、弁護士、公認会計士、不動産鑑定士等とともに専門職業人に括られ、倫理が強く求められる職業とされる。それは、これらの職業に「高い専門知識が求められる」、「顧客の生命・財産に関わる」、「契約形態が委任的性格を持つ」というような共通項があるためである。他の専門職業人が職業独占資格をベースにしているのに比べ、技術者はその中核資格である技術士でさえ名称独占資格に過ぎず、また、チームで仕事をするケースが多いので、表面的にはわかり難いが、業務の性格はここに示された三つの側面があるのは事実である。

3.2.4の項でも述べたように、地質調査業務は発注者が自ら行う業務を受注者が代わって行うという面があり、民法上の委任契約に近いところがある。地質調査業務にこの契約の理念を敷衍すれば、発注者との信頼関係の確立、利害関係者との中立性・独立性の堅持、報酬以外の金銭授受の禁止等が必要となり、企業ベースの問題としては、後続業務を実施する設計者、建設業者との資本関係・人的関係の透明性が確保されていることが必要となる。ただ、我が国においては、契約行為に対する意識が低く、その運用は厳格ではなかった。しかし、最近になり、様々な環境変化を受け、発注者において倫理や「かし」の問題を含め契約が厳格に運用される機運が高まってきている。

技術者の倫理に関しては日本技術士会や関係団体などで「倫理綱領」を定めている。日本技術士会の倫理綱領は技術者一般に向けた内容で、品位の保持、専門技術の権威、中立公正の堅持、業務の報酬、明確な契約、秘密の保持、公正で自由な競争、相互の信頼、広告の制限、他の専門家等との協力の10項目から構成されている。地質調査領域を対象とした「倫理綱領」は全地連や地質情報活用機構で作成しているが、ここでは、全地連の「倫理綱領」を取り上げる。全文は次頁に掲載しているが、基本的なスタンスは、地質調査が主とし地中の不可部分を対象に業務を行い、かつ、その成果物が技術情報という無体物であるという業務の特性上、成果の検証が難しいので、顧客の信頼を得るためには他の業務よりも厳しい倫理観が必要としていることである。また、技術者の自主・独立の立場を守る観点から「個人並びに職業上の尊厳の保持」を強く求めているのも特色の一つである。

一般社団法人全国地質業協会連合会の倫理綱領

私たち一般社団法人全国地質調査業協会連合会に所属する会員企業は、地質調査業が地質、地盤、地下水など、主として地中の不可視なるものを対象とし、かつ、技術情報という無体物を成果品とする知識産業であることを自覚し、優れた専門技術をもって、顧客の要望に応えるとともに、地質調査業の職業上の地位並びに社会的な評価の向上に努めます。

このため、私たちは、次の諸事項を行動の指針といたします。

1. 社会的な責任を果たすために

(1) 社会的使命の達成

私たちは、業務を誠実に実施することにより、国土の保全と調和ある開発に寄与し、その社会的使命を果たします。

(2) 法令等の遵守

私たちは、業務に適用される全ての法令とその精神を守り、透明で公正な行動をとります。

(3) 環境の保全

私たちは、自然に深く係わる立場を自覚し、環境との調和を考え、その保全に努めます。

2. 顧客の信頼に応えるために

(1) 良質な成果品の提供

私たちは、顧客のニーズと調査の目的をよく理解し、信義をもって業務にあたり、正確で的確に表現された技術情報を提供します。

(2) 中立・独立性の堅持

私たちは、建設コンサルタントの一翼を担っていることを自覚し、業務に関する他からの一切の干渉を排し、中立で公正な判断ができる独立した立場を堅持します。

(3) 秘匿事項の保護

私たちは、顧客の利益を守るため、業務の遂行中に知り得た秘匿事項を積極的に保護します。

3. 業の地位向上を図るために

(1) 自己責任原則の徹底

私たちは、常に自己を高めることに努め、自らの技術や行動に関しては、自己責任原則の徹底を図ります。

(2) 技術の向上

私たちは、不断に専門技術の研究と新技術の開発に努め、技術的確信と熱意をもって業務に取り組みます。

(3) 個人並びに職業上の尊厳の保持

私たちは、自ら職業に誇りと矜持を持って行動するとともに、業務にかかわる他の人々の名誉を尊重します。

我が国の倫理綱領は比較的簡素なものが多いが、アメリカの NSPE (National Society of Professional Engineers) の倫理規程を見ると、前文、基本的規範、実務の原則、専門職の責務に分かれ、「公衆への安全、健康及び福利を最優先」とすることを理念に、基本的規範として公衆優先原則、有能性原則、真実性原則、信頼関係原則、公正業務原則、同業発展原則の 5 つの挙げ、実際に発生すると思われる倫理問題とそれへの対応策をかなり具体的に記述した内容となっている。例えば、実務に即した次のような記述がある。

- ① 技術者の判断が抑圧される場合の権限あるものへの通知義務
- ② 不当な行為を強要された場合の権限あるものへの通知とプロジェクトからの撤退
- ③ 自らが有能でない事項若しくは自らの指示及び管理のもとに作成されなかった成果物には、自らの署名を付与してはならない。
- ④ 若者への職業指導、各種行事への参加等による地域社会への貢献

我が国においても、NSPE の倫理規程のようなものへのアプローチがあっても良いと考えられるが、いずれにせよ、倫理問題の本質は、単に法令を遵守するというを超えて、業務遂行上発生するさまざまな問題を、倫理観を失うことなく解決できるかという実践力が問われるものである。技術者は倫理上の問題について、何を最上位と考え、個々の問題を判断する際の優先順序をどう考えるかを日頃から訓練しておく必要がある。ただし、併せて、これには正解がないことも自覚しておく必要がある。

つまり、倫理観を持つということは、倫理綱領を綺麗ごとや謳い文句として理解するのではなく、そこに書かれた背景や理念を考え、日常業務において日々実践すること以外の何物でもないということである。

参考文献

- 1) 全国地質調査業協会連合会：創立 20 周年記念誌、1983. 10
- 2) 全国地質調査業協会連合会：創立 30 周年記念誌、1993. 10
- 3) 全国地質調査業協会連合会：創立 40 周年記念誌、2003. 10
- 4) 全国地質調査業協会連合会：創立 50 周年記念誌、2013. 10
- 5) 全国地質調査業協会連合会：地質調査業の経営戦略化ビジョンー地球時代の新しい知識産業を目指してー、1992. 2
- 6) 全国地質調査業協会連合会：地質調査業の経営戦略化ビジョンー地球時代の知識情報サービスを目指してージオ・ドクターあるいはジオ・コンサルタントとしてー、1996. 2
- 7) 全国地質調査業協会連合会：地質調査業の 21 世紀ビジョンー市場が求める産業システムの構築に向けてー地質調査業の経営革新シナリオー、2002. 2
- 8) 国土交通省：公共土木設計業務等標準委託契約約款、2011. 1（最終改正）
- 9) 国土交通省：地質・土質調査業務共通仕様書、2015. 4（最終改正）
- 10) 国土交通省：建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン、2015. 3

- 11) 国土交通省：平成 26 年度業務試行実施要領（案）、2014.5
- 12) 東日本/中日本/西日本高速道路：調査等共通仕様書（第 3 章 土質地質調査）、2013.7
- 13) 国土交通省：建設産業政策大綱 2007－大転換期の構造改革－、2007.9
- 14) 国土交通省：建設関連業の課題と遠望、2010.4
- 15) 全国地質調査業協会連合会：地質調査業務発注ガイドー適切な地質調査業務を実施するためにー（W e b 版）、2013.12
- 16) 全国地質調査業協会連合会：地質リスク調査検討業務発注ガイドー地質に係わる事業損失を軽減するためにー（W e b 版）、2014.10
- 17) 全国地質調査業協会連合会：地質と調査（特集 地質リスクマネジメント）、2008.6
- 18) 全国地質調査業協会連合会：地質と調査（特集 新マーケット創出・提案事業）、2014.12
- 19) 土木設計入門編集委員会：土木設計入門、鹿島出版会、2010.5
- 20) 地質リスク学会/全国地質調査業協会連合会：地質リスクマネジメント入門、オーム社、2010.4
- 21) 地盤工学会：役立つ！地盤リスクの知識、丸善出版、2013.4

講義 4 GBR (Geotechnical Baseline Report)

～ジオテクニカル・ベースライン・レポート～

4.1 GBR とは¹⁾

ジオテクニカル・ベースライン・レポート GBR (Geotechnical Baseline Report) とは、欧米の工事契約において、発注者と請負者が責任を負うべき地質・地盤条件を明示する契約図書の一つである。

4.1.1 背景

欧米で用いられている工事契約では、地質・地盤条件の相違による設計変更について Differing Site Conditions 条項 (DSC 条項) で規定しており、米国では 1921 年より適用されている。しかし、契約図書に記述されている地質条件は曖昧であり、どのような状況であれば想定と異なるといえるのか、常に係争のもととなり続けた。そこで、地質リスクを発注者と請負者が分担するルールを定め、DSC 条項を適用する際のベースラインを明示するための報告書として GBR が用いられるようになった。

4.1.2 GDR と GBR

地盤工学データ報告書 GDR (Geotechnical Data Report) は、現地調査結果、ボーリング結果、室内試験データ等の事実情報をとりまとめた報告書であり、DSC 条項のベースラインを決める際の基本となるデータを含むものである。GBR は GDR を基本にして、プロジェクトサイトの地質・地盤条件に関する調査や試験の結果に対する発注者の契約上の解釈を具体的・定量的に示す報告書であり、発注者が責任を負う地質・地盤条件の範囲を明記するものである。そこに記載された発注者の解釈は契約上の取り決めとして扱われ、記述された範囲内であれば予見されうる地質・地盤条件として請負者が責任を負い、記述された範囲を超える状況が出現した場合は予見し難き事項として DSC 条項を適用して発注者が責任を負うとする。すなわち DSC 条項のベースラインとは、設計変更を行うかどうかの閾値 (いきち) を示すものである。

4.1.3 米国土木学会 (ASCE) の GBR ガイドライン

米国土木学会 (ASCE) から 2007 年に出版された Geotechnical Baseline Reports for Construction: SUGGESTED GUIDELINES (以下、GBR ガイドラインと略す) について、その全文が地質リスク学会と全地連の WG メンバーにより日本語に翻訳され、2010 年にオーム社から出版された「地質リスクマネジメント入門」の第 5 章に掲載されている。今回の GRE 養成講座の参考図書に指定されているので、十分に読み込んでいただきたい。

4.2 ベースライン

4.2.1 ベースラインとは

GBR におけるベースラインは、発注者と請負者が共有するリスク分担の基準値 (閾値)

を示すものである。実際の地盤条件が GBR に明記されたベースラインを超過した場合、発注者は設計変更を認めて追加工事費を支払う。逆にベースラインを越えない場合、請負者がすべてのリスクを負担することになる。

4.2.2 ベースライン項目の例

GBR ガイドラインに示されているベースライン項目の例を、開削パイプライン及び掘削・土工事について表 4-1 に示す。

表 4-1 ベースライン項目の例¹⁾

方法	作業要素	ベースライン項目
開削パイプライン	掘削手段と方法	<ul style="list-style-type: none"> ・計画高に分布する土質 ・岩あるいは硬質地盤（氷河堆積物，カリチェ）の上端深度，厚さおよび風化岩の特性 ・特定の методによる岩のリップビリティ ・特定の методと制約による岩の爆破 ・ホウ付き岩石破碎装置，またはブーム取付型衝撃ハンマーの使用 ・自立時間
	地下水管理	<ul style="list-style-type: none"> ・自由水位 ・宙水または被圧地下水の位置 ・予想される水の流入速度と流入量 ・パイピングの可能性 ・隣接構造物の埋戻しからの水の流入量 ・地下水面下の地盤の安定性 ・地下水制御の必要性または制限（可能な地下水の制御方法を含む）
	山留め方法	<ul style="list-style-type: none"> ・可能な掘削山留めシステム ・制限事項－鋼矢板の打設限界など ・山留め設計のための水平土圧：短期および長期
	掘削工法	<ul style="list-style-type: none"> ・障害物とその出現頻度
	廃土処分	<ul style="list-style-type: none"> ・廃土処分評価基準 ・特別な方法で廃棄される材料の量 ・請負者によって選択されたトレンチの幅の影響
掘削および土工事	材料バランス	<ul style="list-style-type: none"> ・土壤層序および再利用，処分のために隔離が必要な物質量の積算 ・（掘削）土量変化率
	締固め	<ul style="list-style-type: none"> ・現場含水比 ・最適含水比 ・含水調整の必要性 ・（締固め）土量変化率
	岩盤掘削	<ul style="list-style-type: none"> ・岩石，氷河堆積物，カリチェ（固結粘土）などのリップビリティ ・発破の必要性 ・（掘削）土量変化率
	汚染物質処分	水と土についての汚染と処分要件の程度

4.2.3 ベースライン設定の影響

ベースラインの設定が厳しいか緩いかにより、入札額の高低、請負者からのクレームの多寡、またコスト変動量については表 4-2 に示すような影響が予想される。

表 4-2 ベースラインの設定水準とコスト変動

ベースライン (一軸圧縮強度最大値)	実工事での状況	入札額	クレームの多寡	コスト変動量
高い水準に設定 (大きな値に設定)	さくさく掘れたので、BLは超過せず	(工事費+予備費) は高い	ほとんどなし	最小
	時折硬くて掘りにくく、BLをまれに超過		少ない	小
低い水準に設定 (小さい値に設定)	そこそこ掘れたが、BLはしばしば超過	(工事費+予備費) は安い	多い	大
	そこそこ掘れたが、BLは頻繁に超過		非常に多い	最大

4.2.4 ベースライン記述の例

ベースラインの表現として問題がある記述と、改善した記述例を表 4-3 に示す。

表 4-3 ベースラインの記述例

例	問題のある記述	改善した記述
1. 背景：露出すると劣化すると予想される軟岩に建設されるトンネル。	地層は脆弱で、粘土に富んで水分に敏感で、土のような岩石で、乾燥すると劣化の <u>対象となる</u> 。	地層は、乾燥すると劣化し、脆弱で、粘土に富んで水分に敏感で、土のような岩石である。
2. 背景：深い立坑掘削の基礎の下に不安定な土と著しい地下水圧が予想される。	もし地下水圧が適切に制御されないなら、立坑底部の材料は、立坑掘削の不安定性に至るに <u>違くない</u> パイピング、ヒービング、あるいはボイリングを生じるであろう。	地下水圧が立坑底面以下に維持されないと、立坑底部の内側と下側の材料はパイピング、ヒービング、あるいはボイリングを <u>生じる可能性があり</u> 、立坑掘削を不安定化させる。
3. 背景：硬岩を貫くトンネルはそれぞれ幅 0.6~3m の三つのせん断帯を含んでいると予想される。開放型 TBM が使用されることになっている。	TBM の押込み反力を保持するのはこれらの状況で <u>いくらか影響を受けるかもしれないが</u> 、影響は <u>厳しくない</u> と予想される。	TBM の押込み反力を保持するのはこれらの状況では <u>不適切になるので</u> 、追加の押込み反力を <u>確保しなければならぬ</u> 。
4. 背景：4マイル (5.4km) の長いトンネルで、二つの短い区間で礫岩質沖積層の出現が予想される。直径 30cm 未満の材料は粗石 (コブル) として特定されて、掘削に付随するものとする。すべてのトンネル掘削と支保工は一括契約として入札される。	3 フィート (90cm) までの <u>大きさの、最大 10 個の</u> 巨石がトンネル工事で遭遇すると <u>予想されるべきである</u> 。	ベースラインの目的のため、 <u>最大径 1 ~3 フィート (30~90cm) の大きさの 10 個の</u> 巨石がトンネルの地山区分「X」に伴い遭遇することが <u>予想される</u> 。

4.3 海外における適用事例

4.3.1 デビルズスライドトンネルの事例²⁾

全地連の海外調査ミッションは、2007 年秋、当時カリフォルニア州デビルズスライド地区で施工が始まったばかりのデビルズスライドトンネル・プロジェクト (Devil's Slide Tunnel Project) 現場を見学した。プロジェクトはカリフォルニア州運輸局 (Caltrans) が事

業主で、北向き及び南向き道路トンネル2本(約1,300m×2本)の掘削を含む道路建設事業である。海外調査ミッションの目的は、このデビルズスライドトンネル・プロジェクトの施工状況とGBRの内容を把握することであった。

デビルズスライドトンネルのGBRは、工事発注前の2005年11月に設計者のHNTB社が最終とりまとめを行い、発注者のCaltrans名で発行されている。このトンネルプロジェクトにおけるベースラインの例を表4-4、表4-5に示す。表4-4の一軸圧縮強度についてみると、ベースラインとしてデータ範囲の最大値を超える値が設定されており、トンネル掘削難易度の面からは設計変更の余地はほとんど無いと思われる。

表 4-4 一軸圧縮強度のベースライン

岩種	一軸圧縮強度 q_u [Mpa]		
	データ範囲	平均値	ベースライン (最大値)
シルト岩/粘土岩 (新鮮～弱風化)	2.1～238	30	300
シルト岩/粘土岩 (中～強風化)	0.1～34	10	40
砂岩 (新鮮～弱風化)	11.6～267	110	330
砂岩 (中～強風化)	9～73	10	90
礫岩 (新鮮～弱風化)	3～239	50	300
礫岩 (中～強風化)	10～30	15	30
花崗岩類 (新鮮～弱風化)	3.9～226	30	280
花崗岩類 (中～強風化)	0.3～91	7	115

表 4-5 岩種毎の摩耗度のベースライン

岩質区分	Gerchar 摩耗度 (ISRM)	
	データ幅	ベースライン 最大値
シルト岩・粘土岩	0.1～1.7	2
砂岩	3.8～4.5	5
礫岩	4, 4.3	5
花崗閃緑岩	1.8～4.7	5

4.3.2 シンガポール公共事業における事例³⁾

(1) 地質リスクの発現

シンガポール地下鉄第1期工事では、予期しない地盤状況が出現し、事故や頻繁な設計変更が発生した。施工業者が設計変更分をクレームする根拠とした予期できない地盤条件

には以下のようなものがあった。

- ①予期しない場所に軟弱粘性土層で覆われた溺れ谷が存在
- ②透水性の高い砂層が予想外の場所に出現
- ③花崗岩の風化残積土の強度が予想よりも低い
- ④地層境界が予想位置と大きなずれ、等々

これらの予期できない地盤条件はトンネルの陥没、周辺構造物の変状、山留壁の過大変形、大幅な工法変更と工期の遅延などの原因となり、施工業者は多額のクレームを行った。

このクレームについて発注者と施工業者は、それが“経験のある施工業者”でも予見し得なかったかどうかについて延々と議論を続け、多大な労力を費やした。

(2) GBR の導入

シンガポールの GBR は、設計変更クレームを低減するという目的で導入された。複数の入札業者に同じ情報を提供し、公正で有効な入札を行うという狙いもあった。

(3) GBR の条件

GBR の記載内容には明確な根拠が必要であり、工事中に遭遇する実際の地盤状況と比較・評価できるベースライン（基準）の役割を果たすものと規定されている。

(4) GBR の作成手順

発注者は地盤調査を地盤調査会社に別途に発注し、結果のみをまとめた地盤調査報告書 (Factual Report) が設計コンサルタントに提供され、設計コンサルタントに所属する地盤工学技術者が地盤調査報告書を基に GBR を作成する。地盤工学技術者は GBR 作成に必要な地盤調査を追加提案できることになっている。

(5) GBR に記載する項目

地下鉄ダウンタウン 3 の仕様書では、GBR に次の項目を記載するように規定している。

- ①サイトの地質・土質及び岩盤分類
- ②各種地盤定数
- ③最低限必要な地盤工学的設計定数とその設定根拠
- ④想定地層断面図、特に沖積層と基盤層の境界コンター図と断層・褶曲は必ず記載し、地層境界は変動幅を表示すること
- ⑤各地層のコンター図、表示形式は発注者の許可を得ること
- ⑥概念的な仮設方法、施工方法、及び施工に必要な地盤改良工法の提案
- ⑦提案した仮設工法と施工方法により発生する地盤と地下水の挙動予測
- ⑧提案した仮設工法と施工方法を基にしたリスク抽出、リスク解決策、ハザードの抽出
- ⑨仮設及び永久構造物の設計施工で遭遇する危険な状況の明示
- ⑩抽出したリスクを処理する方法の提案

4.4 国内への適用性

4.4.1 適用の可能性

国内の公共土木工事はほとんどが標準請負契約約款に則って発注され、想定と異なる地質条件は「予見し難き事象」として設計変更の対象となり、発注者が負担してきた。しか

し、発注者負担とはいえ財源は税金であり、納税者の理解・議会の承認が必要であるが、近年では安易な設計変更は認められないケースも増えている。そのような状況の中で工事の発注形式も多様化し、リスク分担についても変化が起こりつつある。その一つに設計・施工一括発注方式（DB:Design-Build）がある。DB方式では、受注者がリスクを負担し、地質・地盤条件について地質調査が必要であれば受注者側が実施することになっている。しかし、地質リスクの負担ルールについては未だ不明確な状態であり、DB工事において発注後の調査で明らかになった変更事項への対応、入札時の提示条件が不明瞭な場合の対応などについて課題が残されている。

羽田空港D滑走路建設工事は、大規模土木工事においてDB方式が採用された新しいタイプの公共事業である。この事例では契約金額の変更を伴う設計変更は、発注者から示された条件に基づいて応札者が技術提案書を提出する時点までに予測できなかったもののみが認められたが、それ以外の理由では一切認めていない。従来発注方式に比べ、DB方式では請負者が負うべきリスクの割合が高くなる⁴⁾。GBRの考え方でいえば、ベースラインを高く（厳しく）設定していることになる。

一方、想定と異なる地質・地盤条件を設計変更の対象とする従来発注方式は、GBRのベースラインを低い水準に設定していることになる。今後は、「当初契約額＋変更増額」を最小にするような条件明示、すなわちベースラインの設定が求められる。設計・施工一括発注方式（DB）や民間資金活用方式（PFI:Private Finance Initiative）などにおいて、地質リスクの責任分担を明確にする上でGBRを適用することが有効であろう。

4.4.2 国内における事例（羽田空港D滑走路建設工事）⁴⁾

羽田空港D滑走路建設工事において公告資料に掲載された地盤調査結果「土質調査参考資料」は、その時点で得られていたすべてのデータと、当時の最高レベルの知見に基づいた地質学的、かつ、地盤工学的な解釈を添えた形で提示された。しかし、解釈を付けた以上、発注者が技術提案時に提示した資料（結果の解釈を含む）の妥当性そのものが問われるという地盤リスクも懸念された。そのため、地盤情報の位置付けは「入札参加者は技術提案書の作成のために必要な地盤条件を自ら設定しなければならない」とされ、地盤条件設定における地盤リスクは入札参加者側にあることが明示された。入札参加者が地盤工学技術者の視点でGBRを作成することを、発注者が求めたといえよう。

この事例は設計施工一括方式（DB）で発注されたものであり、契約後に請負者が実施設計を行う段階において追加の地盤調査を実施し、それに基づいた設計をすることで地盤リスクの最小化が図られた。それに関わる費用については、契約額の中に含まれているというところである。国内におけるGBR適用事例の先駆けといえる事例である。

参考文献

- 1)地質リスク学会/全地連：地質リスクマネジメント入門，オーム社，2010
- 2)須藤宏：中間報告 アメリカ「デビルズスライドトンネル/プロジェクト」の考察－施工

結果と GBR の適用について文献調査からの予察ー，第 5 回地質リスクマネジメント事例発表会 講演②，2014

3) 折原敬二：地質リスク管理としての GBRーシンガポールの公共工事よりー，第 1 回地質リスクマネジメント事例研究発表会講演論文集，pp. 47-52，2010

4) 渡部要一，野口孝俊：羽田 D 滑走路建設工事における地盤リスクの考え方，土木学会第 66 回年次学術講演会，pp. 509-510，2011

講義 5 技術顧問の意義と役割

5.1 技術顧問の位置づけ

5.1.1 技術顧問とは

- ・発注者側の技術者であり欧米のコンサルタントに相当。
- ・設計者、施工者などの業者とは立場が異なる。
- ・わが国の発注者は委託契約（設計者）、請負契約（施工者）による外注以外は自ら実施が原則。欧米ではわが国発注者の役割をコンサルタントと役割分担。
- ・発注者の代理人として CM が有名であるが、技術顧問と CM の違いは、CM が甲乙 2 者の契約の円滑な遂行のために雇われるのに対して、技術顧問は甲のみの「先生」である。
- ・事業段階のうち CM が設計・施工段階（調達段階）のみを対象とするのに対して、技術顧問は全段階に発注者の先生として関与する。
- ・役所は各種の「顧問」を雇う。法務顧問・弁護士、財務顧問・公認会計士。
- ・技術顧問は、発注者の置かれた立場によって、多様な役割を果たす。発注者の立場の種類だけ技術顧問の種類がある。

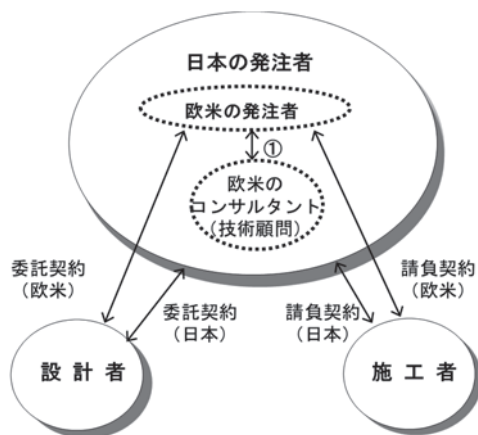


図 5-1 技術顧問の位置づけ

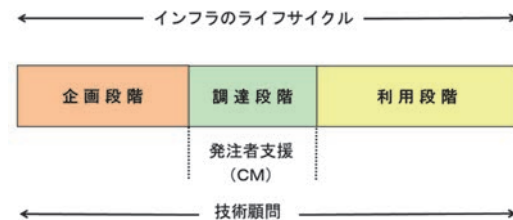


図 5-2 技術顧問の活動期間

5.1.2 公共建設システムにおける「地質」

- ・地質リスクマネジメントは、コスト構造の改善に大きく寄与することは分かっているが、国交省をはじめとして「コスト構造改善プログラム(34 施策)」には入っていない。
- ・工事契約においては、地質リスクは発注者に帰属するため、条件が変われば設計変更の対象になる。発注者責任の最も重要なものの一つである。
- ・発注者は全ての責任（コスト増、時間増）を取ることはできないので、最終的にその負担は納税者、市民に掛かってくる。このため、最近、議会のチェック機能が働いてきた。
- ・リスク理論の原則は、リスクを知る立場の者に責任がある、リスクをコントロールできる者が管理する、というものであるから、発注者側技術者に全ての責任が帰属する。

- ・従来も地質リスクマネジメントは発注者の責任で実施すべきものであった。ここで、発注者は全知全能、無謬の存在であったから、リスクの見落としは「予見し難き事象」として議会も事業費増額に疑念を持たなかった。
- ・しかし、発注者の無謬性に対する疑念から、「予見できたはず」との見方が主流になってきた。
- ・このため、発注者責任を常に果たすためには、発注者側に優秀な地質技術者を置く必要がある。
- ・国土交通省をはじめ、発注官庁は地質リスクのマネジメントを内部目的にしていないから、これを扱う行政ポストがない。以前、外部不経済であった環境や安全は、1992年に震が関に行政ポストを置き、内部目的化した。
- ・いずれ、地質リスクマネジメントを内部目的にするときが来ると考えられる。それに先立って外部の技術者を「地質技術顧問」として活用すべきである。

5.2 地質技術顧問の業務

5.2.1 全プロセスで地質リスクを扱う

- ・事業プロセス全てに渡って地質リスクを予見し回避・低減・共有・受容する。
- ・地質リスクは事業の早い段階ほど不確実性が大きく事業損失をもたらす可能性が高いので、できるだけ早い段階から関与する。
- ・構想、計画段階など事業の早い段階は事業費の不確実性が大きいので、発注者自らが実施する段階である。
- ・業者に外注できるのは不確実性が小さくなったとき、あるいはリスクが特定できたときからであり、それまでは外注もできない。
- ・従って発注者は、この不確実性の大きい段階に技術顧問を雇って発注者責任を全うしなければならない。
- ・地質リスクは事業の全プロセスに潜在し発現し得る。従って地質技術顧問は、部分的に関与する設計者、施工者などの業者とは異なり、発注者と同様、全てのプロセスに関与する。

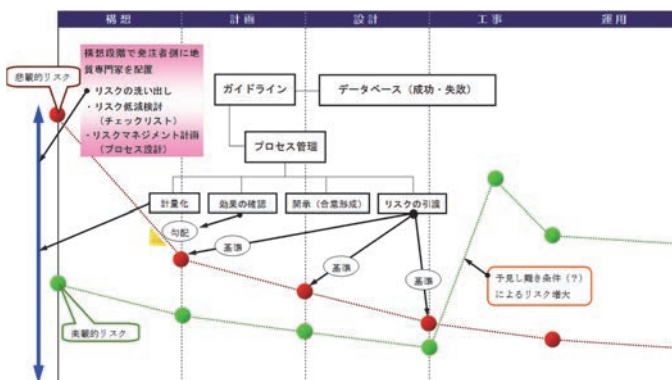


図 5-3 地質リスクマネジメントのイメージ

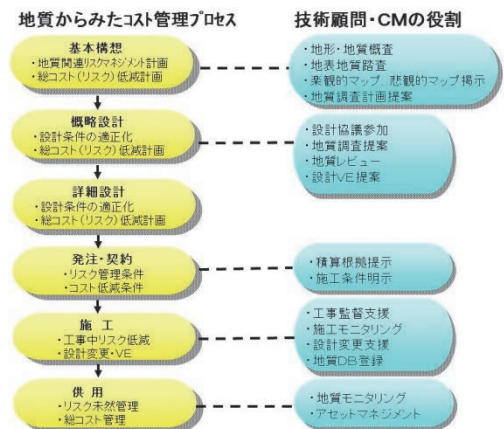


図 5-4 地質技術顧問の仕事

5.2.2 発注者側の技術者

- ・すなわち、委託や請負など予定価格が算出可能で競争入札に付すことができる段階以前に、優秀な技術者を発注者側におかなくてはならない。
- ・しかし、発注者側に優秀な地質技術者を終身雇用することは経済合理性から言って考え難い。この経済的評価が何より重要であるが、リスクの計量方法、リスク低減効果（技術者の価値）の計量方法が定まっていない。
- ・地質分野では、技術者は民間に偏在してきた。この点が土木分野と大きく異なる。土木分野は官庁技術の民間への普及によって民間が育ってきたが、地質分野においては、技術開発を含め民間が主導してきた。
- ・従って、発注者側に民間技術者が発注者責任を果たすことができるポストを作らなくてはならない。これが「技術顧問」である。
- ・図に示す役所の役割（黄）と民間の役割（青）の境界線は、事業の種類・背景などによって異なるが、何らかの最適分担線がありそうである。その最適分担線に近づけるために土木では CM を採用している。地質においても最適な分担を維持するために、CM より一層前段階から技術顧問を雇用することによって発注者責任を全うする必要がある。
- ・リスクを適切にマネジメントする方法は多数存在する。予算がないときには、少なくとも「警鐘を鳴らす」技術者が必要である。

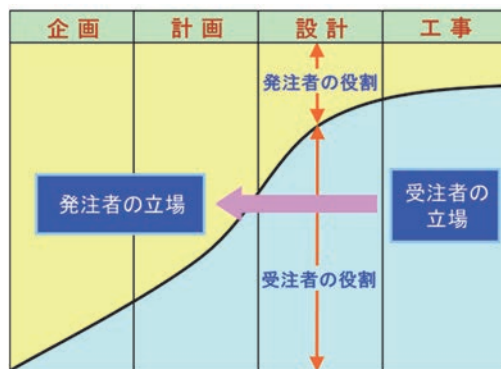


図 5-5 民間技術者の発注者側での活用

5.2.3 リスク及びマネジメント効果の計量化

- ・黄と青の境界線の最適化の必要性は頭では分かっているが、それを実現するためには「計量化」が必要である。土木工事事目的物は、その必要性を説明するために、投資時において B/C という分かり易い計量化を行うことになっている。地質技術者の投入においても同様である。
- ・地質リスク学会は、2010 より、地質技術の投入効果（with と without の比較）の事例を研究発表してきた。未だ標準化には至っていないが、学会設立の趣旨であり、緊急に計量化研究を推進し、ガイドラインにまとめる予定である。

- ・そのためにも、地質技術顧問の事例を多く蓄積するために GRE（地質リスクエンジニア）を認定し役所に活用してもらう計画である。
- ・ここにおいでの皆様は、実質的に地質の技術顧問を担当されたか、あるいは机上で担当のイメージを持たれた方であり、今回の認定を通じて世間的に認められる技術顧問になって頂きたい。

5.3 地質技術顧問の契約標準

5.3.1 整備すべき仕組み

- ・何もない現状において先ず準備したいのが以下の3点である。
- ・第一がライセンス。これが今回の認定。
- ・第二は、技術顧問ビジネスを正業化するための標準契約約款の作成。これは地質リスク学会が準備中。
- ・第三は、技術顧問が提供する技術の標準、技術の品質の標準です。当面は認定された技術者の品質に依存するが、いずれかはガイドラインでマニュアル化し、さらにシステム化したいと考えている。
- ・このうち、第二の標準契約約款に関して講義したい。

5.3.2 契約書

- ・建設コンサルタンツ協会の「CM 業務標準約款（案）」は、土木設計業務等委託契約書を基本にしている。
- ・これは、作業（アウトプット）契約を基本にしたものである。地質技術顧問の標準契約約款も、当面はこの考え方に基づいて策定することになる。しかし、今後は、発注者満足度（アウトカム）契約とはどのようなものかを検討してみたい。
- ・契約書は、特記仕様書の書き方と報酬基準に連動するものである。

5.3.3 仕様書

- ・共通仕様書と特記仕様書に分かれる。
- ・技術顧問契約の仕様書は全て特記事項と言えるが、それでも共通的事項に関しては共通仕様書にまとめる。
- ・建設コンサルタンツ協会の「CM 業務共通仕様書（案）」を参考にして、地質リスク学会で「地質リスク技術顧問業務共通仕様書（案）」を準備中である。
- ・特記仕様書は技術顧問料算定の根拠になるものであるが、適切なものは見当たらない。
- ・事例(1)飯能市⇒基本契約のみ。特記なし⇒契約期間中に要請⇒報酬は契約金額を上限。
- ・事例(2)沼津市⇒項目のみ。積算はできない⇒契約期間中に要請⇒報酬は契約金額を上限

5.3.4 報酬基準

- ・当面は技術顧問からの見積を基本にして交渉によって決定する。
- ・見積書の提出時期は発注者からの要請時と支援後が考えられるが、要請内容によって使い分ける。
- ・報酬には2つの考え方がある。
- ・一つは、技術顧問のコスト、経費である。アウトプットを基本とする仕様に対して積算される。
- ・もう一つが発注者の満足度（アウトカム）である。仕様書がそのような表現になっていれば、報酬もそれに連動した形になる。
- ・技術顧問を家庭教師に例えれば、アウトプットは「週何時間」で、コストは技術顧問の単価×時間。
- ・一方、アウトカムは発注者（親）の思いと対象となる息子・娘の「品質」向上の度合い、すなわち伸び率に強く関係する。子供の現在の学力水準をどの程度まで高めるか（点数、入学大学など）ランク分けして報酬を決める。
- ・CMの場合も、CMの経費ではなく、工事内容と対象とする業者（乙）、発注者（甲）の質を考慮したものであるべきである。しかし、現時点ではCMのコストで契約している。
- ・ただし、発注者の中には組織全体にとってではなく、自分個人にとっての満足度でCMを評価している者も存在する。発注者とCMは、お互いがアウトプットとアウトカムを「つまみ食い」したやりとりを行っているのが現状である。
- ・従って、仕様書と契約金額は連動していない。

講義 6 技術顧問の調査・設計・工事・維持管理各段階における技術支援

6.1 共通事項

6.1.1 建設段階に応じた GRE の役割

GRE（地質リスクエンジニア）は、建設事業における技術顧問のうち地質に関連する分野の地質技術顧問である。一般的な技術顧問の場合、おのずと得意とする事業分野に限定された活用となるが、すべての事業分野には地質に関連する技術課題が潜在している。そのため GRE は、あらゆる分野に対して横断的に活動することになる。

GRE の役割を表 6-1-1 に示す。GRE は事業プロセスの早い段階から活用されることで、広範かつ潜在している地質リスクが抽出・評価されるので、リスクマネジメントの効果を最大限に発揮することに繋がる。事業プロセスにおける伝達リスクを考慮すると、各プロセスを一貫して GRE を継続的に活用することが望ましい。

表 6-1-1 GRE の各事業プロセスにおける役割

建設段階	概要	評価検討項目							
		抽出 リスク 妥当性	リス ク 管理 表	入 仕 様 書 ・ 契 約 方 式	計 画 調 査 ・ 積 算 ・ モ ニ タ リ ン グ	結 果 調 査 ・ モ ニ タ リ ン グ	設 計 条 件	施 工 条 件 G B R	工 事 設 計 変 更 妥 当 性
計 画	発注者あるいは地質リスク調査検討業務等により作成されるリスク管理表および地質調査計画の妥当性を評価し、技術アドバイスを行う。発注者の作成を支援する場合もある。	◎	◎		◎				
調 査	既作成のリスク管理表、発注者あるいは地質リスク調査検討業務等により作成される地質調査計画、調査結果およびリスク管理表の妥当性を評価し、技術アドバイスを行う。発注者のリスク管理表作成を支援する場合もある。	◎	◎	◎	◎	◎			
設 計	既作成のリスク管理表、発注者あるいは委託業務により作成される設計条件、追加地質調査計画および調査結果、ならびにリスク管理表の妥当性を評価し、技術アドバイスを行う。発注者のリスク管理表作成を支援する場合もある。	○	○	○	○	○	○		
工 事	既作成のリスク管理表、発注者あるいは委託業務により作成されるGBR、施工業者により提案された施工管理モニタリング計画および結果、ならびに設計変更等の妥当性を評価し、技術アドバイスを行う。	○	○	○	○	○		○	○
維持管理	既作成のリスク管理表、発注者あるいは地質リスク調査検討業務等により作成される維持管理のための地質調査計画、調査結果およびリスク管理表の妥当性を評価し、技術アドバイスを行う。発注者のリスク管理表作成を支援する場合もある。	○	○	○	○	○		○	

*◎：大きな効果が期待できる、○：効果が期待できる

GRE による支援内容の概要は、下記のとおりである。

- ・ 計画段階

発注者あるいは地質リスク調査検討業務等により作成されるリスク管理表および地質調査計画の妥当性を評価し、技術アドバイスを行う。発注者の作成を支援する場合もある。

- ・ 調査段階

既に作成したリスク管理表、発注者あるいは地質リスク調査検討業務等により作成される地質調査計画、調査結果およびリスク管理表の妥当性を評価し、技術アドバイスを行う。発注者のリスク管理表作成を支援する場合もある。

- ・ 設計段階

既に作成したリスク管理表、発注者あるいは委託業務により作成される設計条件、追加地質調査計画および調査結果、ならびにリスク管理表の妥当性を評価し、技術アドバイスをを行う。発注者のリスク管理表作成を支援する場合もある。

- 工事段階

既に作成したリスク管理表、発注者あるいは委託業務により作成される GBR、施工業者により提案された施工管理モニタリング計画および結果、ならびに設計変更等の妥当性を評価し、技術アドバイスをを行う。

- 維持管理段階

既に作成したリスク管理表、発注者あるいは地質リスク調査検討業務等により作成される維持管理のための地質調査計画、調査結果およびリスク管理表の妥当性を評価し、技術アドバイスをを行う。発注者のリスク管理表作成を支援する場合もある。

6.1.2 リスク管理表によるリスクマネジメント

リスク管理フローの例を図 6-1-1 に示す。リスク管理は、事業プロセスにおいて PDCA を回すことで効率的に運用され、その管理帳票としてリスク管理表を活用することが効果的である。

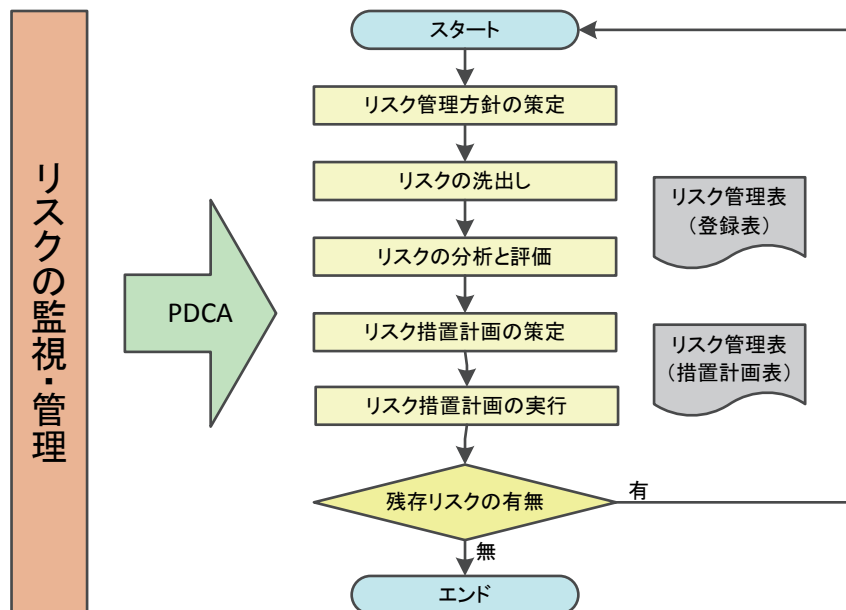


図 6-1-1 リスク管理フローの例

リスク管理表の例を表 6-1-2 と表 6-1-3 に示す。本例では登録表と措置計画表に分割して活用しているが、項目や内容については、それぞれの事業ごとにフレキシブルに対応することになる。また、リスクの洗出しの例として GBR チェックリストを表 6-1-4 に示す。

表 6-1-2 リスク管理表（登録表）の例 1)

活動内容		登録番号		日付		分析者氏名		審査者氏名		情報源				
番号	名称	詳述	状況	危機あるいは好機	既存の手法	影響度(重大さ)		発生確率		点数 C×L	先進的アプローチによる分析結果の記述	対応計画概要	優先度	
						詳述	評価点	詳述	評価点					
事例	1	杭基礎下の予想外な地盤状況	杭打設時に杭地盤の耐力不足が生じ、No.1～No.16の杭長を長くする必要が生じた。	L	T	該当なし	損失2百万(NZD)	70	可能性が高い	5	350	必要な杭長は0～10m(20%の安全率を含む)である。延長する長さはリスクの発生をポアソン分布によってモデル化することによって決定する。	杭打設位置で最小限の試験を行う。	1
		独自の認識番号	短い説明的な表題	成果の中で不確実性に結びついている特定の事象を詳述すること		危機を最小限にするかあるいは好機を増加するための詳細な既存プロセス、計画、実行および管理、どのような影響を及ぼすかも記述		事象の結果	事象が起こりそうな程度	時間リスク分析およびコストリスク分析の両方で使用されるべきアプローチに関する詳細な説明		提案あるいは実行した措置計画と現状の概要	リスクスコアあるいは感度分析および先進的アプローチの相関分析に基づくリスクの優先度	
(例外の記述)														

<凡例>

- L: リスクが発生し、その程度が特定された状態
- E: 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態
- 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

(点数によるリスク区分)

きわめて高い	>350
非常に高い	200～350
高い	70～200
中位	30～70
低い	4～30
無視できる	1～3

表 6-1-3 リスク管理表（措置計画表）の例 1)

活動内容		登録番号		日付		分析者氏名		審査者氏名		情報源			
番号	名称	危険あるいは好機	措置の種類	措置の進捗状況	措置対策	責任者	時期	資源	観察(モニタリング)および報告	措置のコスト(NZD)	リスク低減		
1	杭基礎下の予想外な地盤状況	危機	最小化	完了	(1.1)杭2本ごとに該当位置で調査ボーリングを実施すること	〇〇主任	2004.6.30までに行う	ボーリング機械仮設に3日必要		15,000	該当なし		
				着手	(1.2)上述1.1を考慮した杭システムの妥当性の再評価を行うこと	〇〇課長	2004.6.30の会議で設計変更に関する合意を得る		コンサルタントにより準備された設計レビューと概要報告	5,000	支持強度不足の発生確率は50%低減されるが、追加された杭のコストを可能な限り低減することにより、30万(NZD)のコスト縮減が可能となる。		
					リスクを扱う際に取り入れるアプローチの種類(リスクの許容、移転、最大あるいは最小化、会費、緩和)		措置計画の現時点での簡潔な表示	リスク措置を完了させるために措置リストが要求される	措置を完了するための個別の責任者	措置完了のデッドライン	措置を完了させるために要求されている資源についての要約	措置の総コスト(予想あるいは実績)	措置完了に続いて期待されているレベルでのリスクについての低減予測
(例外の記述)													

表 6-1-4 リスクの洗出しの例 (GBR チェックリスト) 2)

<p>論</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> プロジェクト名 <input type="checkbox"/> プロジェクト発注者 <input type="checkbox"/> 設計チーム (設置されている場合は設計照査委員会) <input type="checkbox"/> レポートの目的、レポートの構成 <input type="checkbox"/> GDR および他の契約書類に対する契約上の優先性 (普通条項を参照する) <input type="checkbox"/> プロジェクトの制約と許容範囲 <p>プロジェクト概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> プロジェクト位置 <input type="checkbox"/> プロジェクトタイプと目的 <input type="checkbox"/> 主要なプロジェクト内容の概要 (規模、長さ、断面、形状、方向、支保タイプ、巻立てタイプ、要求される施工手順) <input type="checkbox"/> GBR において、他の契約書類からの情報を繰り返すのを避けるための特定の仕様部分と図面の参照 <p>地質・地盤工学情報の出典</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> GDR の参照 <input type="checkbox"/> 他に利用可能な地質および地盤工学報告書 <input type="checkbox"/> 既存の情報の出典を含む <p>プロジェクトの地質環境</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> GDR の文章、地図および図を参照した、地質および地下水の状況、堆積物の起源の簡単な概要 <input type="checkbox"/> 現場調査・試験計画の概観-GDR 文章との不要な重複を避ける <input type="checkbox"/> プロジェクト配置に影響する地表の造成、地形および環境条件 <input type="checkbox"/> 典型的な地表露出と露頭 <input type="checkbox"/> 一般化した層序、岩/土の単位層、およびボーリングの位置、深度、方向を示す棒状ログを表したトーンネル計画線に詳しく述べられている場合は GBR には要点のみ) <p>既往の施工実績 (もし GDR で詳しく述べられている場合は GBR には要点のみ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 近接地域の関連プロジェクト <input type="checkbox"/> 掘削工法、地盤挙動、地下水状況および地盤支持方法に焦点をあてた、過去のプロジェクトの関連する特徴 <input type="checkbox"/> 工事中の問題とそれらがどのように解決されたかの (可能であれば権限を与えた人) 概要 <input type="checkbox"/> 誤って導かれた近接プロジェクトの条件と事情、およびなぜそのようなようになったか <p>地盤特性</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 埋土、自然土、および岩盤を含む区分可能な岩や土の各単位層の物理的特性と産状; 風化/変質の度合いを記述する; 基礎/パイプラインに対しては地表面付近の単位層を含める。 <input type="checkbox"/> 地下水の状態; 地下水面の深さ; 雨水; 被圧帯水層と静水圧; pH; そして、他の重要な地下水の化学的詳細 <input type="checkbox"/> 土/岩および地下水の汚染、および処分要件 <input type="checkbox"/> 適切に区分可能な岩か土の各単位層に従って分類され、ヒストグラム (または他の適切な) 形式で提示された室内および現場試験結果; GDR に含まれる概要表への参照 <input type="checkbox"/> ベースラインの目的のための範囲と値; ヒストグラム分布 (または、他の表現) が、遭遇する特性の範囲を代表すると考えられるべきであるか否かの説明; ベースライン値と範囲を選択するための根拠 <input type="checkbox"/> 標準貫入試験 (SPT) の打撃回数、打撃回数の補正を行った場合には補正係数も含む <input type="checkbox"/> 巨石や他の障害物の存在; 数、傾度 (すなわち、ランダムに分布するか地質境界に沿って集中するか、粒径、および強度に関するベースライン <input type="checkbox"/> 土量変化率と土の圧縮率 <input type="checkbox"/> 掘削のとき遭遇する、適切に区分可能な地盤タイプが地層のそれぞれの深度/厚さ、様々な長さまたは割合に関するベースライン記述; それぞれの地盤タイプの特性; 図面が仕様に含まれている情報への相互参照 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> GDR の概要表における直接または間接的に測定された透水係数の値を含む地盤のマスとしての透水係数; 地盤のマスとしての透水係数の値によって示されなかった、大きな局所流入する可能性に対する基礎情報 <input type="checkbox"/> TBM プロジェクトの場合、区分可能な岩石タイプそれぞれに対する掘削可能性とカット率・摩耗見積りに関連するような岩盤特性の解釈、またそれらの性能に影響するかもしれない試験結果を含む (明白な貫通率または進行率の見積りを避ける)。 <p>設計への考察・トーンネルと立坑</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 設計に役立つ地盤分類システムの記述、地盤挙動用語体系を含む。 <input type="checkbox"/> 地盤荷重を含んで、地盤支持と地盤安定化システムの設計に用いられる基準と方法 (または図面/仕様を参照) <input type="checkbox"/> 最終的な巻立ての設計のための基準と基礎 (または図面/仕様を参照) <input type="checkbox"/> 沈下や地下水位の低下などの環境への影響の考察 (または仕様の中に) <input type="checkbox"/> 当初推定と異なった地盤タイプのために異なる対策が必要となった場合の対応法、必要なら費用支払のための現場における地盤対策工種別の決定の実施要綱; 地盤対策工と施工手順の詳細な記述のための仕様書の参照 <input type="checkbox"/> 図面と仕様に含まれる地盤挙動観測機器の根拠 <p>設計への考察・他の掘削と基礎</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 水平土圧管理図 (または図面/仕様で) とたわみ/変形を管理する必要性を含んだ、山留め掘削の設計のための基準と方法、 <input type="checkbox"/> 実行可能な掘削支保システム <input type="checkbox"/> 深い基礎のための最小の杭端標高 <input type="checkbox"/> 打込み杭の拒否基準 <input type="checkbox"/> タイパックのための許容表面摩擦 <input type="checkbox"/> 沈下や地下水位低下の規制などの環境配慮 (または仕様の中で) <input type="checkbox"/> 図面と仕様を示されていた測定機器/モニタリングのための根拠 <p>工事への考察・トーンネルと立坑</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> それぞれの土と岩の各単位層の中の施工に伴う予想地盤挙動 <input type="checkbox"/> 必要な工事手順 (または図面/仕様で) <input type="checkbox"/> 特に予想される施工上の問題点 <input type="checkbox"/> 仕様の要求事項として請負者によって検討された手段・工法か、あるいは既往の仕様による手段と工法のいずれかをとるかの根拠 (例えば、EPB か泥水シールドの要求された使用) <input type="checkbox"/> 工事中に遭遇する地下水の流入量のベースライン推定の根拠、および導坑での持続した流入量、導坑でのフラッシング流入量、および坑口や立坑でくみ上げる累積連続地下水流入量のベースライン <input type="checkbox"/> 契約に含まれる、地盤改良技術と地下水制御方法の根拠 <input type="checkbox"/> 地下水の流入や、破砕帯や断層、巨石、木材、タイパック、地下埋設管、他の人工障害物、ガス、汚染土壌や地下水、高温水、高温岩石などの工事遅延の潜在的原因 <p>工事への考察・他の掘削と基礎</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 土と岩の各単位層の中での要求された施工作業に対応した予想地盤挙動 <input type="checkbox"/> 土、米河堆積物、カリチエ、他の硬質材料のリップビリティおよび爆破要件/限界を含む他の掘削検討課題 <input type="checkbox"/> 地下水の制御の必要性と適用可能な制御方法 <input type="checkbox"/> ドリルシャフトのケーシング要件 <input type="checkbox"/> 特に予想される施工上の問題点 <input type="checkbox"/> 仕様の要求事項として請負者によって検討された手段・工法か、あるいは既往の仕様による手段・工法をとるかの根拠 <input type="checkbox"/> 掘削地点からポンプにより送られる持続した流入量のベースラインとともに、工事中に遭遇する地下水の流入量のベースライン推定の根拠 <input type="checkbox"/> 契約に含まれる、地盤改良技術と地下水制御方法の根拠 <input type="checkbox"/> 地下水の流入や、破砕帯や断層、巨石、地下埋設管、人工障害物、ガス、または汚染土壌や地下水などの工事遅延の潜在的原因
--	--

リスクスコアの例を表 6-1-5 に示す。リスクスコアは、発生確率と影響度（損失量）を評価軸にとり、それぞれのマトリックスにリスクの定性的あるいは定量的なレベルを想定する。想定される事象をリスクスコアに当てはめることで、リスクランクを判定するものである。

地質リスクの例としては、当該地の地形・地質、事業の規模、事業期間などを総合的に勘案し、各地質リスクに関する発生確率と損失量を評価し、リスクスコアを作成する。

表 6-1-5 リスクスコアの例³⁾

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

ここに、

AA: リスクを回避することが望ましいリスク事象

A: 詳細な地質調査を実施して、完全なリスク低減策を講じるべきリスク事象

B: 地質調査を行い、調査結果に応じたリスク低減策を講じるべきリスク事象

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

リスクスコアを作成するときに、予想最大被害額（PML：Probable Maximum Loss）が参考となる。PMLは、米国で生まれた概念であり、火災保険の保険料などを検討する資料として活用されている。地震や火災以外の各種の損害にも同様な概念が適用されている。

例えば、地震 PML では、地震の震度、震源の深さ、地盤条件、断層の位置などからそれぞれの計算方法で算出する。講義 5 の図 5-3 に示す地質リスクマネジメントのイメージにおいて、悲観的シナリオで想定する事業費用は PML の要素となる。

6.1.3 マネジメントの効果の計測

マネジメントの効果の計測は、事前にすべての事象について計測されることが理想ではあるが、事業の進捗段階で展開される数多くの選択肢に対し、網羅的に計測することは困難である。そのため、事前計測は今後の発展的な課題として位置付け、現状では多くの事例を収集して分析し、マネジメントの効果を実後計測している。

地質リスク学会では、平成 22 年から事例研究発表会を毎年 1 回開催し、今年度で 6 回目を迎える。本会で発表される事例は、実際に顕在化している事例に比べて僅かな情報ではあるが、それぞれの事例を分析し、データを蓄積することで、マネジメントの効果の計測に役立っている。講義 2 で述べた A 型～C 型の事例に対し、それぞれのマネジメントの効果の計測方法を取りまとめ表 6-1-6 に、それぞれの事例収集様式を表 6-1-7～表 6-1-9 に示す。

このようにマネジメント効果を計測するうえで、事例の収集は重要な位置づけとなる。GRE は、過去に携わった事業も含め、発注者と連携して多くの事例の収集を行うことが必要である。

表 6-1-6 マネジメントの効果の計測 4)

A型（地質リスクを回避した事例）
効果＝（当初工事費用）－（変更後工事費用）－（リスク対応費用）
<p>リスクを管理することによって当初工事費の縮減を達成したものである。</p> <p>A表においては「マネジメント効果＝①当初工事費－③変更後工事費－②リスク対応費」となる。</p>
B型（地質リスクが発現した事例）
効果＝（当初工事費用）＋（追加費用）－（リスク対応費用）
<p>マネジメントを行ってればリスクが発現しなかったという見方で、このようなマネジメント（想定）を行った場合の効果を推測するものである。</p> <p>B表においては①当初工事費用と②追加工事費用の和と、③理想的な対応を行う費用（想定）と、④その上での工事費用（想定）の和との比較を行う。（①＋②）－（③＋④）は、（③＋④）が「理想とするリスク管理＝リスク対応費用」を想定したもので、効果も「想定値」となる。</p>
C型（発現した地質リスクを最小限に回避した事例）
効果＝（回避しなかった場合の工事費用）－（当初工事費用）－（追加工事費用） －（リスク対応費用）
<p>リスクが発現した、あるいは発現しそうなので（ここまではB）リスクマネジメントを行って（ここからはA）リスクを最小限にしたケースである。</p> <p>C表において、①当初工事費用に、②発現したリスクに対する追加工事費用と③今後発生しそうなリスクを最小限に止めるためのリスク対応費用を合わせ、④対応しなかった場合の（想定）工事費用を回避できたと考えるものである。</p>

表6-1-7 A表. 地質リスクを回避した事例⁵⁾

大項目	小項目		データ
対象工事	発注者		
	工事名		
	工種		
	工事概要		
	①当初工事費		
	当初工期		
リスク回避事象	予測されたリスク発現時期		
	予測されたトラブル		
	回避した事象		
	工事への影響		
リスク管理の実際	判断した時期		
	判断した者		
	判断の内容		
	判断に必要な情報		
リスク対応の実際	内容	追加調査	
		修正設計	
		対策工	
	費用	追加調査	
		修正設計	
		対策工	
		②合計	
変更工事の内容	工事変更の内容		
	③変更工事費		
	変更工期		
	間接的な影響項目		
	受益者		
リスクマネジメントの効果	費用(①-③-②)		
	工期		
	その他		

表6-1-8 B表. 地質リスクが発現した事例⁶⁾

大項目	小項目	データ	
対象工事	発注者		
	工事名		
	工種		
	工事概要		
	①当初工事費		
	当初工期		
リスク発現事象	リスク発現時期		
	トラブルの内容		
	トラブルの原因		
	工事への影響		
追加工事の内容	追加調査の内容		
	修正設計内容		
	対策工事		
	追加工事		
	追加費用	追加調査	
		修正設計	
		対策工	
		追加工事	
		②合計	
	延長工期		
間接的な影響項目			
負担者			
リスク管理の理想像	対応(すべき)時期		
	対応(すべき)者		
	対応(すべき)内容		
	判断に必要な情報		
	対応費用	調査	
		対策工	
		③合計	
	想定工事	工事概要	
		④工事費	
		工期	
リスクマネジメントの効果	費用 $((①+②)-(③+④))$		
	工期		
	その他		

表6-1-9 C型. 発現した地質リスクを最小限に回避した事例⁷⁾

大項目		小項目	データ	
対象工事		発注者		
		工事名		
		工種		
		工事概要		
		①当初工事費		
		当初工期		
発 現 し た リ ス ク	リスク発現事象	リスク発現時期		
		トラブルの内容		
		トラブルの原因		
		工事への影響		
	追加工事の内容	追加調査の内容		
		修正設計内容		
		対策工事		
		追加工事		
		追加費用	追加調査	
			修正設計	
			対策工	
			追加工事	
	②合計			
	延長工期			
間接的な影響項目				
負担者				
最 小 限 に 回 避 し た リ ス ク	リスク回避事象	予測されたリスク発現時期		
		予測されたトラブル		
		回避した事象		
		工事への影響		
	リスク管理の実際	判断した時期		
		判断した者		
		判断の内容		
	リスク対応の実際	内容	追加調査	
			修正設計	
			対策工	
		費用	追加調査	
			修正設計	
			対策工	
③合計				
回避しなかった場合	工事変更の内容			
	④変更後工事費			
	変更後工期			
	間接的な影響項目			
	受益者			
リスクマネジメントの効果		費用④－(①+②+③)		
		工期		
		その他		

参考文献

- 1) 地質リスク学会／全地連共編：地質リスクマネジメント入門， pp.95～96,2010.4.
- 2) 地質リスク学会／全地連共編：地質リスクマネジメント入門， pp.154～156,2010.4.
- 3) 全地連：地質リスク調査検討業務発注ガイドー地質の係わる事業損失を軽減するためにー， 2014.
- 4) 地質リスク学会／全地連共編：地質リスクマネジメント入門， pp.48～49,2010.4.
- 5) 地質リスク学会／全地連共編：地質リスクマネジメント入門， p.49,2010.4.
- 6) 地質リスク学会／全地連共編：地質リスクマネジメント入門， p.50,2010.4.
- 7) 地質リスク学会／全地連共編：地質リスクマネジメント入門， p.51,2010.4.

6.2 基本計画および地質調査業務の支援のポイント

ここでは、地質調査の発注前から業務完了検査までの間で、GREが自ら行うべき検討内容を示す。

6.2.1 発注前の地質リスクの洗出し

(1) 対象物の重要性、リスクの期待値を考慮した地質リスクの抽出

地質リスクの抽出は、文献資料や既存地質調査資料および現地踏査に基づいて行う。

地質リスクの抽出とは、文献や既存資料および現地で行われた地質調査結果に基づいて事業に影響を与える可能性がある地質に起因するリスク事象を予測し、予測された地質リスクが顕在化するための素因を抽出することである。

地質リスクが顕在化するための素因は、過去の地すべり地形、地震時の液状化履歴、地盤沈下の有無、斜面崩壊の履歴、特異な風化特性の有無、膨潤特性の有無、軟弱地盤の存在、特殊土の存在などが考えられ、これらの素因を地質工学と地盤工学の専門知識と豊富な経験を有する技術者が抽出し、次に、抽出された各々の地質リスク素因に対して、リスクを顕在化させる誘因となる事象や現象を特定する。地質リスク事象の抽出には、地質リスクの素因の抽出及び誘因の特定までが含まれる。

(2) リスク管理表を用いたリスク量の予測

上述の地質リスクの抽出作業で抽出された地質リスクを当該事業で検討の対象とするか否かは、地質リスク事象が事業に与えるインパクト（リスクの期待値）を予測することによって行う。

一般的なリスクマネジメントでは、リスク量を「想定されるリスクの最大量（PML：最大予測損失）」と「発生確率」を掛け合わせた期待値で評価する。しかし、地質リスクの評価では、これらを定量的に予測することが困難である場合が多い。このため、リスクの期待値そのものでリスク量を判定するのではなく、リスク量と発生確率のマトリックスから定性的にリスクの大きさを評価して、選別することが行われることがある。

このような手法をここではリスク管理表を用いたリスク管理と呼ぶことにする。

(3) 抽出したリスクに対する評価と選別

地質リスクが抽出され、分析・評価された後のリスク対応策としては、リスクの「留保」、「低減」、「回避」がある。

抽出された様々な地質リスクの大きさをリスク管理表によって判定し、これらの対応策を当てはめる。

リスク量が小さく発生確率が小さいリスクは留保され、リスク量が大きく発生確率が高いリスクで低減対策が可能なリスクには低減対策が講じられる。また、あまりにもリスク量が大きく、リスク低減策を講じても自らそのリスクを留保できないものや、想定されるリスクが巨大で低減策を講じることができないリスクは回避される。

抽出・評価されたリスクをこのような考え方でGREが評価・選別する。

(4) リスク評価結果の照査

GRE は、自らリスク評価も行うが、第三者の立場として他機関が実施したリスク評価結果を照査する場合もある。

GRE は、自らの経験と知識をもとに、リスク管理表に重大なリスクの見逃しは無いか、また、逆にリスクの過大評価は無いかについて評価を行い、場合によっては当該リスク評価に関する指摘事項を示して、リスク評価の再実施を推奨することもできる。

6.2.2 入札・契約段階での評価

(1) 特記仕様書の評価

GRE は、プロポーザルや総合評価および一般競争入札において発注者が作成した特記仕様書の内容、項目、表現の適切性を評価して不適切な場合にはこの修正案を提示する。

主な評価の観点、各要求事項の内容、互いの整合性、実現可能性などである。

主な留意点を以下に示す。

- 発注者が求める地質調査の目的または要求事項が明確に示されているか。
- 仕様書が規定する調査方法は、要求する結果を得るために適切なものか。
- 仕様書で規定する調査方法で報告される結果および解釈が示されているか。
- 仕様書で規定する調査方法は、当該現場で実施が可能か。
- 実施不可能な調査手法が規定されていないか。
- 最終成果として期待される技術的内容が示されているか。

(2) 入札・契約方式の妥当性

業務の技術難易度・規模等に応じた入札・契約方式の妥当性を評価して不適切な場合には、適切な入札・契約方式を提案する。

(3) 積算の妥当性

通常、地質調査の積算は、各発注機関の積算資料に基づいて行われるため GRE が入念な評価をする必要はないが、下記の事項に関しては GRE の経験に基づいた評価を行って適切な積算価格または積算方法を提案することがある。

- 適切に市場価格が適切に反映されているか。
- 準備工、間接工に対する積算が適切に積算されているか。
- 数量で積算されるべき工種が一式計上されていないか。
- 特殊な工種で参考とする見積は、適切な企業群から徴収されているか。

6.2.3 地質調査計画の妥当性

地質調査計画の妥当性を評価することは、地質リスクマネジメントを行う上で非常に重要である。地質調査計画を評価する場合の主な着目点は以下の通りである。

- 事前の机上調査および現地踏査は的確に実施され、適切に現地状況が評価されているか。
- 想定される地質リスクに対する解決策を得るための適切な調査手法が立案されているか
- 計画された調査位置は適切か。
- 過大な調査内容・数量は無いか。
- 調査結果に対する適切な解釈・判断方法を示しているか。
- 調査実施に関する安全措置・環境保全措置は適切か。
- 工程計画は適切か。
- 関係機関への手続きや、地権者への対応は適切に計画されているか。
- 事前に想定された地盤状況と実際が異なった場合の対処方法は適切に記載されているか。
- 打合せ、中間報告、最終報告などの工程計画は適切か。
- 調査成果の評価計画は妥当か。

6.2.4 地質調査結果の妥当性

地質調査業務に関する竣工検査は、担当検査官によって数量と内容等が確認される。

このため、GRE は、地質調査報告書を技術的な観点から評価する（特記仕様書で要求した内容に対する評価となるため特記仕様書の評価も重要である）。

主な評価ポイントは以下の通りである。

- 発注者が求める地質調査に対する要求事項が明確に報告されているか。
- 調査結果の品質は設計や工事に対して満足されるか。
- 調査結果に対する解釈が適切で技術的な裏付けがあるものか。
- 当該調査結果の不確実性や、当該事業の地質リスクは適切に記載されているか。
- 重大なリスクの見逃しあるいはリスクの過大評価は無いか。
- 予想される地質リスクの不確実性を低減するために必要とされる追加調査の計画は示されているか。
- 次段階の地質調査、設計または工事に対して当該調査で判明した地質リスクを適切に受渡しているか。
- 最終成果として期待された技術的内容が期待される品質で報告されているか。

6.2.5 リスク管理表の妥当性

地質調査の仕様書で、地質リスク管理表の検討が示されている場合、この成果を GRE がその知識と経験に基づいて評価する。

リスク管理表を評価する場合の主なポイントは下記の通りである。

- 地質調査結果にもとづくリスク検討とリスク管理表の評価
- 想定されているリスクの予想最大被害額（PML）は妥当か
- 想定されているリスクの発生頻度・確率は妥当か

- 対処すべきリスクのランク区分は妥当か
- 既往リスク管理表が存在しない場合は、その作成指導

なお、当該地質調査でリスク管理表の検討が求められていない場合には、別途、GRE が作業としてリスク管理表の検討を行うこともある。

6.2.6 発注者への報告内容

上記評価の結果を GRE が発注者に報告する。

主な報告内容は、下記の通りである。

- ① 地質調査発注前の地質リスクの洗出し結果
- ② 入札・契約段階の仕様書などに対する検討結果
- ③ 受注者決定後の施工計画書の検討結果
- ④ 地質調査結果の妥当性評価結果
- ⑤ リスク管理表の妥当性に関する評価結果
- ⑥ リスク対応方針の提案

報告は、書面で行うものとし評価対象、評価時期、評価結果の報告先などを明記した上で、評価結果を記載する。

また、評価結果に対する発注者側の対応方針を求められた場合には、この対応方針も合わせて記載・報告する。

6.3 設計業務の支援のポイント

技術顧問の設計業務における支援は、既往の地質調査結果を踏まえて設定した設計地盤条件の妥当性を評価すること、不足している地盤情報を収集するために実施する追加地質調査の計画あるいは成果の妥当性を評価すること、さらには設計内容を踏まえたリスク管理表の見直し・更新のアドバイスすることなどがあげられる。

この設計業務の支援においては、次のような点に留意する必要がある。

6.3.1 既往リスク管理表の妥当性

設計段階では事業の内容や建設する構造物などが具体化しており、施工時の課題も見通せることから、設計内容を踏まえた既往リスク管理表の見直しが必要になる。

例えば、構造物の基礎形式も確定してくるが、基礎形式が違えば想定される地質リスクも異なり、リスク管理表もそれに応じて見直しが必要になる。杭基礎形式であれば、支持層の不陸、転石・玉石などの分布の有無などがリスクとなり、直接基礎であれば、基礎下面の地盤強度の評価などが地質リスクになるであろう。

また、既往管理表が存在しない場合は、設計内容を踏まえ、工事段階に向けたリスク管理表を作成するための指導を行うためのアドバイスも必要になる。

6.3.2 設計条件の妥当性

設計業務においては、地質調査結果を踏まえて設定した設計用地盤モデル、設計条件としての地盤物性値、あるいは地下水条件の妥当性について評価することが求められる。そのためには、地質調査報告書だけでなく周辺区域での既存調査資料（オープンデータなど）も参考にして、当該地域の地形・地質概要を把握するとともに、設計上留意すべき地盤特性について確認しておくことが重要となる。

図-6-3-1は、傾斜地盤における橋梁基礎の設計地盤モデルを示したものである。当初、用地の関係で地質調査は2箇所を実施し、この調査データのみで設計を進めていた。この2箇所のデータだけで地盤モデルを設定すると地質リスクは杭長として発現し、設計内容、工事数量が変わる可能性が高い。当該地区では、最終的には中間にボーリング1箇所を追加したが、これで、より適切な地盤モデルを設定することができ、手戻りの少ない施工に結びついている。

仮に、このリスクが留保すべき程度のものであれば、施工への申し送りで構わないであろうが、このリスクの発現により工事費（手戻り）の増大、工期の延伸などが予測される

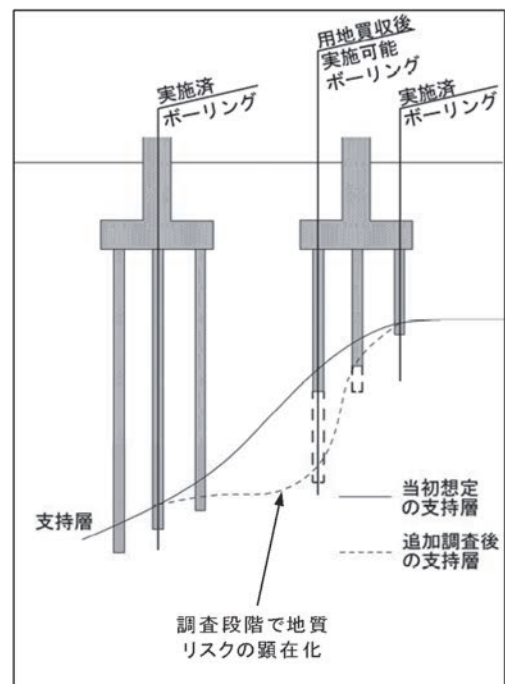


図-6-3-1 傾斜地盤の杭基礎における地質リスクの発現例¹⁾

のであれば、適切にリスク低減、場合によってはリスク回避を考えるべきであり、技術顧問はこのような問題に適切に対応することが求められる。

そのためには事象をしっかりと確認し、地質リスクの発現による影響度をしっかりと把握した上で設計地盤条件に対するアドバイスすることが重要である。

6.3.3 追加地質調査の妥当性

設計条件を決定していく過程で、既存の地質調査による地盤情報だけでは不足していることも多々ある。これに対して、追加の地質調査が提案された場合、その追加調査計画（調査位置、調査項目、調査数量、等）が目的に沿ったものになっているか、また調査の過不足がないか評価していくことが求められる。この評価にあたっては、設計内容、現場条件、想定される地質リスクなどを踏まえて、総合的に判断することが肝要である。

例えば、前述の図のような傾斜地盤では2箇所のボーリングデータで地盤モデルを設定するにはリスクが大きく、周辺地形などを参考に適切な調査位置、調査項目の追加調査が提案されているかを評価していかなければならない。

また、設計条件の妥当性を評価していく過程で、地盤条件を適切に設定するためには、追加地質調査が必要と判断されるにも関わらず、そのような提案がなされていないのであれば、発注者に問題点・必要性などを提言して、設計者から提案させるように指導していくことも必要である。

追加地質調査実施後は、調査成果に対する照査方針は妥当であるか、調査目的に沿った成果が得られているか、追加調査結果は設計地盤条件に適切に反映されており、設定された地盤条件は妥当であるか、などについて評価していくことが求められる。

6.3.4 検査時における確認

最終成果（設計成果）納品後、あるいは検査時においては最も留意すべき事項は、追加調査結果を含めて地盤条件は適切に評価されているか否かである。前述のように、設計過程において技術顧問が地質・地盤の専門家として地盤条件の設定について適宜アドバイスを行っていくが、その評価・アドバイスが最終成果に適切に反映され、妥当な条件として設定されていることを確認することが必要である。

あわせて、想定される地質リスクを適切に評価しているか確認することも重要である。特にリスク回避・リスク低減すべきと判断された地質リスクに対しては、リスクを回避あるいは低減できる適切な対策工が提案され、現場条件なども勘案した妥当な計画となっているか、などを評価していくことが必要である。

6.3.5 リスク管理表の更新の妥当性

設計段階でのリスク管理表は、具体的な設計内容や追加調査結果を反映させることにより、想定していた地質リスクのリスクランクが低下したり、リスクとして考えなくてもよくなること、逆に新たな地質リスクが発現することも考えられ、これらを踏まえて設計完了段階（工事段階への申し送り）のリスク管理表として更新していくことが必要である。

この更新に当たって留意しなければならないのは、

- ・ 想定されているリスクが発生した場合の予想最大被害額（PML）は妥当か
- ・ 想定されているリスクが発生した場合の事業工程などへの影響度の評価は妥当か
- ・ 想定されているリスクの発生頻度・確率（リスクスコア）は妥当か
- ・ 対処すべきリスクのランク区分は妥当か

などである。あわせて回避・低減すべきリスクに対する対応策は適切に立案されていることを確認することが大切である。

6.3.6 発注者への報告内容

設計段階における技術顧問の支援によるアウトプットは、設計地盤条件、追加地質調査計画の妥当性の評価などであり、具体的には

- ① 設計内容の具体化に伴う既往リスク管理表の見直しの評価・アドバイス
- ② 設計地盤条件の設定に対する評価・アドバイス
- ③ 追加地質調査計画および実施内容に関する評価
- ④ リスク対応方針の妥当性の評価、提案
- ⑤ 見直し（更新）したリスク管理表の妥当性の評価

などを報告することになる。

ただし、具体の報告内容（方法）は契約条件や報酬基準などにより変わるため、契約内容に留意しておくことが肝要である。

参考文献

- 1) 阿川展久；都市部での地質調査における地質リスク低減プロセスの事例，第1回地質リスクマネジメント事例研究発表会講演論文集，pp.13-18，2010

6.4 工事契約の支援のポイント

6.4.1 既往リスク管理表の妥当性

(1) 事業計画の具体化にともなう既往リスク管理表の見直し

設計業務段階までに策定されたリスク管理表の妥当性を工事発注前にチェックし、必要な場合には加筆・修正を行う。リスク管理表には、その時点で明らかな残余リスクについて記載されていることが重要である。

(2) 既往管理表が存在しない場合は、その作成指導

設計段階においてリスク管理表が作成されていない場合には、必要に応じて GRE が工事発注前にリスク管理表の作成指導を行う。

6.4.2 発注支援

(1) 発注仕様書作成の支援（施工条件の妥当性）

現状の資格制度では、全日本建設技術協会(全建)が認定する「公共工物品質確保技術者資格制度」の品確技術者(Ⅰ)・(Ⅱ)が発注関係事務支援の与条件となっている(表 6-4-1)。これに対して GRE は、地質リスクマネジメントの観点から施工条件の妥当性をチェックし、発注仕様書作成の支援を行うことになる。

(2) 総合評価の評価支援

現状の資格制度の中では、品確技術者(Ⅰ)保有者が総合評価落札方式の導入支援や、審査における外部委員として支援に携わっている。GRE は地質リスクマネジメントの観点から総合評価案件の評価支援を行う。

表 6-4-1 全建認定の品確技術者(Ⅰ)・(Ⅱ)の支援内容¹⁾

業務内容	総合評価落札方式の審査等	発注関係事務			
		設計積算補助	技術審査補助	監督補助	検査補助
品確技術者(Ⅰ)	○	○	○	○	○
品確技術者(Ⅱ)	—	○	○	○	○

(2015年4月現在、品確技術者(Ⅰ)は1,113名、(Ⅱ)は2,326名が認定登録)

(3) VE の評価支援

VE 発注方式における評価支援は、地質リスクマネジメントの観点から提案内容を評価・支援する。

(4) GBR の必要性評価支援

地質・地盤の不確実性により工事に伴って重大な設計変更が生ずる可能性が考えられる場合、工事発注前に GBR を策定し、設計変更のベースライン(閾値)を設定しておくことが必要である。GBR の必要性の評価は、リスク管理表に記載された地質・地盤情報にバラツキが大きい場合において、特に必要性が高くなるといえる。

(5) GBR が必要でないと評価された場合の発注支援（施工条件明示）

図 6-3-1 における傾斜地盤の杭基礎のように、設計段階で適切な地盤モデルが設定されていると判断できる場合、GBR の必要性は低い。この例では橋梁縦断方向の杭基礎の長さはほぼ確定的であり、残された支持層深さの不確実性は基礎底面内における横断方向での

支持層変化である。同一基礎の範囲で縦断方向の杭長が変化しているため、横断方向でもそれと同程度の支持層変化を想定しておけば大幅な設計変更は避けられる。

6.4.3 GBR の妥当性

(1) 作成された GBR の妥当性評価

作成された GBR については、GDR(地盤工学データ報告書)や既往収集データなどとの整合性をチェックし、リスク管理表と合わせて妥当性を評価する。

(2) ベースラインの設定は妥当か

ベースラインの目標は、地質調査結果とそれ以前に得られた事実情報を、入札者が明確に地盤状況を予想できるような記述に書き直すことである。できる限り定量的な表現で記述することが望ましいが、内容によっては定性的な用語で適切にベースラインを提示する場合もあり得る。定性的なベースラインの記述として次のような例が挙げられる。

「この砂層は標準貫入試験による N 値は大きいですが、地下水位以下で応力解放を受けると不安定化し、流動地盤の挙動を示す傾向があるため、流動進行に対する積極的な対策が望まれる。」

(3) GBR が参照した地質調査成果は妥当か

GBR を作成する上で参照した地質調査成果 (GDR: 地盤工学データ報告書) が妥当であるかどうか、経験のある地質・地盤技術者であればその是非を見抜くのは容易である。必要に応じて、工事発注の中に追加地質調査を組み込み、それに基づくベースラインの変更を提案することも GRE の責務である。

6.4.4 施工管理 (モニタリング) 計画の妥当性

(1) 地質リスク管理表に基づくモニタリング計画は妥当か

リスク管理表に残余リスクが明示されている項目について、適切なモニタリングが計画されているかどうかを評価し、必要に応じてモニタリング計画の追加指示を行う。モニタリング計画に残余リスクの発現を監視するモニタリング項目が選択されているかどうか、また残余リスクの発現を回避するような対応計画が組み込まれているかどうかを判断することが重要である。

(2) モニタリング結果の評価計画は妥当か

残余リスクを発現させないためにどのような基準でモニタリング結果を評価するかが重要である。例えば盛土工事に伴う動態観測では、沈下量と水平変位量をモニタリングすることで安定状態の確認を行い、施工の継続可否を判断する基準ラインが用いられている。

(3) 地質リスクに起因して予想されるトラブルと対策案は妥当か

地質リスクを適切にマネジメントする上で、予想されるトラブルへの対策案を事前に検討しておくことが重要である。モニタリング計画には、残余リスクを発現させないような対策案を具体的に記載しておくことが必要である。

6.4.5 発注者への報告内容

工事契約段階における GRE から発注者への報告内容をリストアップする。

- ① 既往リスク管理表の妥当性評価と見直し案
- ② 発注仕様書に対する地質リスクマネジメントからの見直し案
- ③ GBR 必要性の有無についての評価結果
- ④ GBR を必要としない場合の施工条件明示
- ⑤ 作成された GBR の評価結果とアドバイス
- ⑥ GBR に記載されたベースラインの妥当性評価とアドバイス
- ⑦ モニタリング計画の評価結果とアドバイス
- ⑧ モニタリングによる評価計画の妥当性評価とアドバイス
- ⑨ トラブル対応への妥当性評価とアドバイス

参考文献

- 1) 一般社団法人 全日本建設技術協会HP, <http://www.zenken.com>

6.5 工事の設計変更支援のポイント

6.5.1 「公共土木工事における契約変更」の現状と問題

以下に「公共工事標準請負契約約款」¹⁾に記載されている条件変更、請負代金額の変更方法の条項を示し、地質リスクマネジメントの観点から現状の問題点を示す。

公共工事標準請負契約約款 作成昭和25年2月21日 改正平成15年10月31日

(条件変更等)

第十八条 乙は、工事の施工に当たり、次の各号の一に該当する事実を発見したときは、その旨を直ちに監督員に通知し、その確認を請求しなければならない。

一 図面、仕様書、現場説明書及び現場説明に対する質問回答書が一致しないこと

(これらの優先順位が定められている場合を除く。)

二 設計図書に誤謬又は脱漏があること

三 設計図書の表示が明確でないこと

四 工事現場の形状、地質、湧水等の状態、施工上の制約等設計図書に示された自然的又は人為的な施工条件と実際の工事現場が一致しないこと

五 設計図書で明示されていない施工条件について予期することのできない特別な状態が生じたこと

(続く)

(請負代金額の変更方法等)

第二十四条 請負代金額の変更については、数量の増減が内訳書記載の数量の一〇〇分の〇を超える場合、施工条件が異なる場合、内訳書に記載のない項目が生じた場合若しくは内訳書によることが不適当な場合で特別な理由がないとき又は内訳書が未だ承認を受けていない場合にあつては、変更時の価格を基礎として甲乙協議して定め、その他の場合にあつては、内訳書記載の単価を基礎として定める。ただし、協議開始の日から〇日以内に協議が整わない場合には、甲が定め、乙に通知する。

第十八条の第四項、第五項に記載されている事項にもとづき、第二十四条により請負代金の変更を行うことができることになっている。しかし、第十八条の記載はいずれも抽象的であり、GBRが導入しているような具体的かつ定量的な事項は記されていない。

①第十八条第四項の記載内容の解釈

ア. 工事現場の形状・・・地形条件が特記仕様書や図面の記載事項と異なる場合

例) 平坦地、傾斜地、急傾斜地などの地形要件である。斜面災害等により地形の形状が変化した場合も含まれると思われる。

イ. 地質、湧水等の状態・・・特記仕様書や図面で想定されている地質、地下水状態等が異なる場合

例) 出現する地層の違い、地下水位の深浅などの地質リスクが内在する事象を指していると解釈できる。

ウ. 人為的な施工条件・・・近隣対策が必要な場合などであるが、地質リスクではないので除外する。

②第十八条第五項の記載内容の解釈

○予期することのできない特別な状態・・・当初の特記仕様書や図面では記されていない事象が工事の施工により発現した場合。自然的、人為的事象のいずれも含まれると思われる。特に気象現象以外の自然的な事象については地質リスクとして解釈できる。

6.5.2 工事設計変更の妥当性

(1) 工事設計変におけるGREの役割

工事設計変更においてGREの果たす役割を明確にするために、GBRが作成されていない現在の契約形態とGBRが作成されている場合の比較を以下に示す。

表 6-5-1 工事設計変更における GRE の役割

	GBR が作成されていない場合	GBR が作成されている場合
代表的な発注方式	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 一般競争入札方式 ▪ 総合評価落札方式 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 設計施工一括発注方式(デザインビルド方式;DB)
変更の可否判断支援	<ul style="list-style-type: none"> ▪ モニタリング結果の妥当性評価 ▪ 契約書類で明示された施工条件と異なるかどうか、あるいは予期せぬ施工条件かどうかの評価 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ モニタリング結果の妥当性評価 ▪ 受注者によるモニタリング結果が GBR で記述されたベースラインを超えたかどうかの評価
変更提案内容の地質リスクの観点からの妥当性判断支援	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 提案内容が地質リスクの低減に役立つかどうかの(定性的)判断 ▪ 対策工施工後に想定される残余リスクの内容 ▪ 必要と判断される追加地質調査の提案 	

1) 発注方式の比較

GBR が作成されていない場合の発注方式は、一般競争入札方式、総合評価落札方式であり、発注者側において特記仕様書が作成され、予定価格が決定される。このため、契約書類作成時点では受注者側が関与することはできないが、GRE が関与することにより地質リスクに関する条項を特記仕様書等に記載することができる。

これに対し GBR が作成されている場合は、設計施工一括方式(デザインビルド方式)が導入されているため、受注者側に設計に関するリスクが移転されている。このため、GRE が施工過程においても深く関与することが重要である。

2) 変更の可否判断支援

モニタリング(施工管理)結果の妥当性評価は、GBR が作成されていない場合、作成されている場合ともに GRE は関与できることから相違点はない。

一方、設計変更の可否を判断する場面においては、GBR が作成されていない場合は、受注者

側から提示される変更資料は数値的な根拠に基づかないあいまいな資料であることが多く、GREの判断もあいまいになる。これに対し、GBRが作成されている場合には、数値的な根拠に基づいた閾値（以下、ベールライン）が導入されるため、GREが設計変更の判断について適正に支援することができる。

3) 変更提案内容の地質リスクの観点からの妥当性判断の視点

この場面においては、GBRが作成されていない場合、作成されている場合ともに、GREは提案内容が地質リスクの低減に役立つかどうかの判断、対策工施工後に想定される残余リスクの内容、必要と判断される追加地質調査の提案を行うことになる。

(2) GBRが作成されていない場合の設計変更の流れ

以下にGBRが作成されていない場合の設計変更の流れを示す。

特記仕様書等は、既存地質調査報告書等に記載されている工事施工箇所の地形、地質、地下水状況を参考に作成される。

工事はこの特記仕様書等に基づき施工される。施工に際し、当初予想されなかった地質状況、地下水状況が出現した場合は、設計変更に関する資料を受注者側が用意し協議を行う。この設計変更においては、変更の基準が明確になっていないため、場合によっては変更が認められない場合もある。

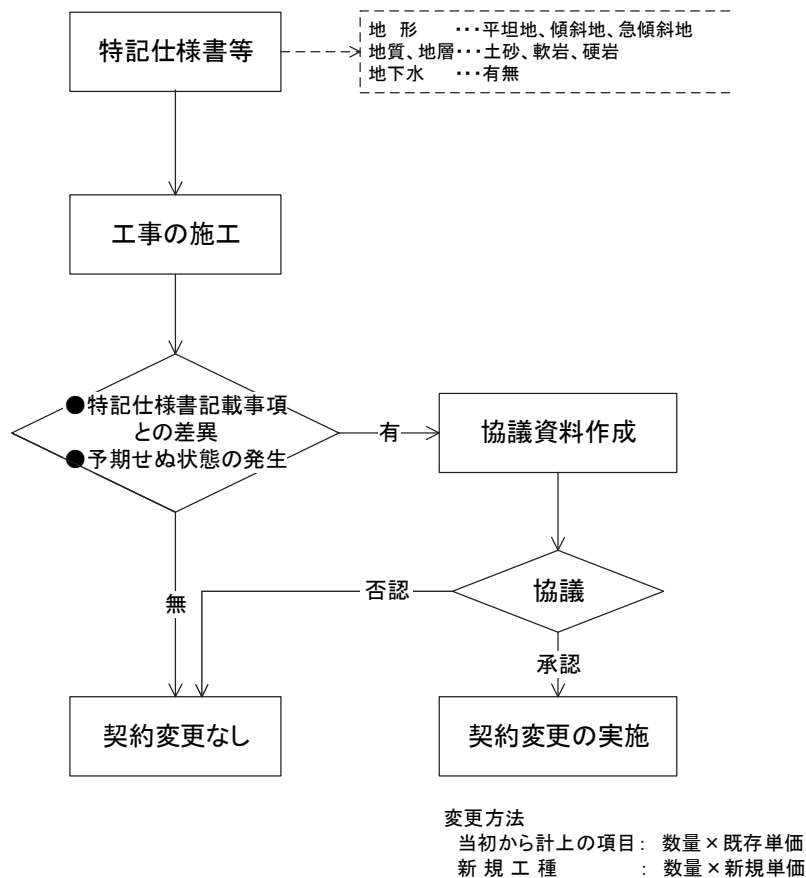


図6-5-1 GBRが作成されていない場合の変更契約の流れ

(3) GBRが作成されている場合の設計変更の流れ

以下に契約図書の一部としてGBRが作成されている場合の設計変更の流れを示す。

GBRの作成は、既存地質調査報告書等に記載された地形、地質、地下水の状態などに基づいて行われる。そして、設定されたGBRを参照し施工を行う。施工の際に、GBRで設定した地形・地質、地下水の状態を確認し、施工により出現した事象がそれぞれのベースラインを超過しているか、していないかを判断する。ベースラインを超過していない場合は、受注者側の負担となり契約変更を行わない。ベースラインを超過した場合は、DSC条項を適用し設計変更の対象となり契約変更を行う。

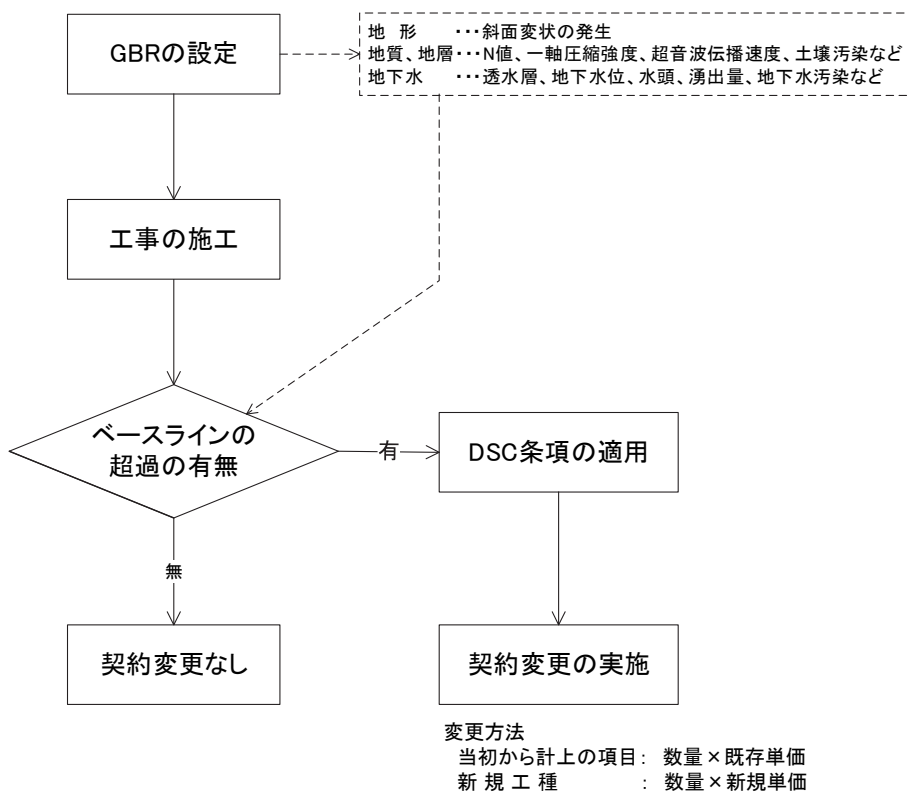


図6-5-2 GBRが作成されている場合の変更契約の流れ

(4) 切土工事における設計変更のポイント

以下では切土工事を事例として設計変更のポイントについて述べる。

1) モニタリング結果の妥当性評価

ここで言うモニタリングは施工管理と位置づけ、施工により出現した地質の評価とする。

① 岩の分類

土木工事の積算をする場合、「国土交通省土木工事積算基準」²⁾ (国土交通省大臣官房技術調査課監修)にもとづいて実施する。

この基準書では、表6-5-1に示す岩質の判定基準に基づき、軟岩Ⅰ、軟岩Ⅱ、中硬岩、硬岩Ⅰ、

硬岩Ⅱに分類されている。しかし、この表では岩石名と注記に記されているような風化や割れ目の程度により定性的に分類されているのみである。

GRBで要求される地山の弾性波速度や岩の超音波伝播速度などについて、定性的なの説明が記載されているが、物性値を用いた定量的な数値にもとづく分類にはなっていない。

GREがGBRの作成に関与することにより、ベースラインを用いた客観的な基準を作成することができる。

表6-5-1 岩質の判定基準²⁾

国土交通省岩分類	岩種グループ別	変成岩及び堆積岩										堆積岩				火成岩												
		主として古生代										中生代				第三紀		深成岩				火山岩						
		片麻岩	砂質片岩	黒色片岩	緑色片岩	千枚岩	珪岩・角岩	石灰岩	砂岩	粘板岩	輝緑凝灰岩	粘板岩	頁岩	砂岩	れき岩	頁岩泥岩	砂岩	凝灰岩	凝灰角礫岩	花こう岩	セン緑岩	ハンレイ岩	カンラン岩	蛇紋岩	流紋岩	ヒン岩	安山岩	玄武岩
軟岩Ⅰ	A	●		●			●	●		●			●	●		△	△	●	●				●	●		●	●	△
	B		△		●			●	●	●	●			△	○		●	●					●	●				△
軟岩Ⅱ	A	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	●	●	△	▲	●	▲	▲	▲	○
	B	▲	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○
中硬岩	A	△	▲	△	△	▲	○	△	△	△	△	△	△	○	○		○	△	△	△	△	○	△	△	△	△	△	
	B	△	▲	○	△	△	○	△	△	△	△	△	△	○	○		○	△	△	△	△	○	△	△	△	△	△	
硬岩Ⅰ	A	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	B	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
硬岩Ⅱ	A		○				○																					

- 全体に変化が進み変色しているもの。
 - △ 割れ目に沿って風化変色が少なく、岩片内部は新鮮なもの。
 - ▲ 割れ目に沿って幅広く風化しているが球状、レンズ状に未風化部を残すもの。
 - 割れ目が少なく風化変色がほとんどなく新鮮で硬いもの。
 - ◎ 岩石が特に硬く全く新鮮なもの。
- * Aグループは、花崗岩・安山岩・砂岩・珪岩のように、造岩物質、固結度共に硬く、風化が進み、亀裂が入って、弾性波速度が遅くても、岩片耐圧強度の高い岩種類。
- * Bグループは、頁岩・粘板岩・黒色片岩のように、造岩物質が軟らかく、風化が進むと泥化し新鮮なもので弾性波速度が早くても、岩片耐圧強度の低い岩種類。

② 掘削方法の選定

岩盤等の掘削方法については、同基準によると表6-5-2に示すように軟岩と硬岩に大別されて

いるのみである。この2つの岩種にもとづき掘削法が適用されている。

ア. 軟岩・・・リップ掘削、大型ブレーカ掘削、人力併用機械掘削

イ. 硬岩・・・火薬併用リップ掘削、大型ブレーカ掘削、人力併用機械掘削、

地質調査において想定した岩種が出現しなかった場合、掘削方法が変更になり、設計変更の対象となるが、岩の判定にあいまいさが残る。このような場合においても、GREが関与することにより掘削方法の選定の妥当性を評価できる。

③ 工事中に想定しない岩種が出現した場合の設計変更

地質調査結果にもとづいて作成されたGBRでは、軟岩のみが出現すると予想し、リップ掘削で積算されていたが、実際の施工では硬岩が出現したことにより火薬を用いた発破掘削が併用されたとする。

GBRが作成されていない場合には、定性的な資料により設計変更の協議を行っていた。これに対し、GBRが作成されている場合には、発破掘削を実施する前に、硬岩と判断するための根拠となる定量的なデータの収集（地山の弾性波速度の測定、岩の超音波伝播速度の測定など）を行い、GBRで示されたベースラインを超過していることを発注者に提示できる。その根拠にもとづいて設計変更の協議を行う際にGREが関与することにより、適切に設計変更ができる。

表6-5-2 適用掘削法の選定²⁾

施工形態	掘削法	掘削法説明	岩分類	
			軟岩	硬岩
オーブンカット	リップ掘削	リップ掘削とは、リップ装置付ブルドーザによる岩掘削と押土を行う工法である。なお、掘削補助として大型ブレーカを組合せる。	○	—
	火薬併用リップ掘削（クローラドリル）	火薬併用リップ掘削（クローラドリル）とは、クローラドリルによる削孔及びふかし発破後、リップ装置付ブルドーザによる掘削と押土を行う工法である。なお、掘削補助として大型ブレーカを組合せる。	—	○
	大型ブレーカ掘削	大型ブレーカ掘削とは、大型ブレーカにより掘削する工法である。	○	○
切片	片切掘削（人力併用機械掘削）	機械掘削（大型ブレーカ掘削）と人力掘削（コンクリートブレーカ掘削）の組合せにより掘削する工法である。	○	○
	片切掘削（火薬併用機械掘削）	機械掘削（大型ブレーカ掘削）と火薬掘削（クローラドリルによる削孔後、発破による掘削）の組合せにより掘削する工法である。	—	○

- (注) 1. 押土作業には、破砕片を運搬機械に積込むまでの集積作業を含む。
 2. 軟岩は、軟岩（Ⅰ）と軟岩（Ⅱ）を含む。硬岩は、中硬岩と硬岩（Ⅰ）を含む。
 3. 硬岩（Ⅱ）の掘削は、別途考慮する。

2) GBRで示されたベースラインと事象に関する評価・判断

GBRで示されるベースラインとなる事項は、定量的な数値により評価される必要がある。

切土工事においてベースラインとなる事項としては、地山の弾性波速度、岩の超音波伝播速度、岩の一軸圧縮強度などである。また、対象とする岩種が出現する深度もベースラインにすることができる。

これらのベースラインを評価するためには、事前に実施された地質調査結果と実際の施工管理記録を対比することが必要である。この評価結果を用いて、変更契約に対応する判断を行うことになる。

3) GBRにもとづく設計変更の妥当性評価支援

GBRが適切な項目を用いて作成されているならば、切土面に出現する地質を地山の弾性波速度や岩の超音波伝播速度などを用いて定量的に評価することにより設計変更を妥当なものにすることができる。このためには施工途中においも、試験計測を実施し適切なデータを取得することを心がける必要がある。このような設計変更に際してGREが支援することにより、設計変更の妥当性が向上する。

4) GBRがない場合の「予期せぬ事象」に該当するか否かの判断支援

例えば、切土工事において事前の地質調査では想定されなかった断層破碎帯が出現したとする。この断層破碎帯は、工事前の地形の形状にも現れおらず、事前のボーリング調査においても把握されなかった。

通常的地質解析を実施していても予見できなかった事象であれば、その断層破碎帯に対応するために実施した対策工事の費用は発注者が負担することになる。

このような「予期せぬ事象」を発現させないように十分な地質調査の実施と、その結果を適切に評価するために、GREが関与する必要がある。GREは、調査段階はもちろん施工段階の現場においても切土のり面に出現する地質等を観察・評価することにより、GBRがなかった場合でも設計変更の判断を支援できる。

5) 変更提案の地質リスク対応の妥当性

施工によりGBRにもとづくベースラインを超過した定量的なデータが取得できたならば、受注者は契約に関する変更提案を行うことになる。発注者にとっては地質リスクの発現により工事費が上昇することになる。このため、変更提案は適切なサンプル数から導き出された客観的なデータにもとづいている必要があり、この評価にGREが関与し妥当性を評価する。

6) 不足する地質調査項目の精査

上記の事例では、弾性波探査による地山の弾性波速度、ボーリングコアにより岩の超音波伝播速度、一軸圧縮強度を事例として示した。これらの項目は、地山の掘削工法を選定するために役立つ。また、切土工事において工事費を大きく左右する要因として、地下水の存在があげられる。地下水位が高く切土面に地下水が流出するような場合には、地下水の排水対策が必要となり、事前に想定されていない場合は、工事費の増大に結び付くことになる。

このような地質リスクに成り得る地質・地下水に関する調査の過不足をGREが精査する。そ

して、GREは必要に応じて追加調査をアドバイスする。

6.5.3 発注者への報告内容

GREは、設計変更段階において地質リスクに関し発注者へ以下の内容を書面にて報告する。これらの報告内容に基づき適切に設計変更が行われる必要がある。

- ① モニタリング結果（地層の相違、施工法の相違など）の評価
- ② 事前に実施された地質調査結果と施工時の比較資料の評価
- ③ GBRで示されたベースラインと施工時に取得したデータの比較資料の結果
- ④ 「予期せぬ事象」が生じた場合の対応経緯とその事象が発生した原因を考察した資料の評価
- ⑤ 変更提案の妥当性が提示された資料の評価
- ⑥ 不足する地質調査項目の有無を検討した資料の評価

参考資料

- 1)公共工事標準請負契約約款 国土交通省 昭和25年作成 平成15年改正
- 2)国土交通省土木工事積算基準 国土交通省大臣官房技術調査課監修 平成26年度版

6.6 維持管理事業への支援のポイント

6.6.1 維持管理段階における地質リスクマネジメント（概論）

膨大なインフラストックが高齢化しており、今後 50 年間に必要なインフラ更新・修繕費は 190 兆円に達するとも言われている¹。言うまでもなく、限られた予算をいかに効率的に維持管理に投入するか、すなわちインフラストック維持・長寿命化のマネジメント『アセットマネジメント=点検・データベースを基本データとし、劣化予測を行い、LCC（ライフサイクルコスト）で最適化し、効率的・計画的な維持管理を目指す流れ²』が不可欠である。したがって、今後の維持管理事業における GRE の役割は、既に建設された、あるいは老朽化して補修が必要となっているような土木構造物や土工構造物も含めたアセットマネジメントに対して、地質リスクマネジメントの視点に立った支援を行うことである。さらに維持管理業務では、前項までに述べてきたある特定の構造物一つ一つの建設事業に関わるリスクマネジメントとは異なり、道路網に代表される社会インフラネットワークの機能維持という視点が重要となる。

ところで、既設の土木構造物や土工構造物の維持管理について地質的側面から見ると、以下のような課題が考えられる。

課題.1 古い構造物では設計基準が現在とは異なり、現在の安全基準があてはめられない

課題.2 基礎地盤、土工構造物、健全地山（例えばアンカー定着部）等の劣化過程が不確実。特に劣化（≒破壊過程）のメカニズムが様々であり、かつそれらが複合して発生することもあるため、劣化の様式も想定が困難

課題.3 既に構築されている構造物の基礎地盤の性状、地下水条件、施工時の条件などが不詳

課題.4 橋梁や舗装等と異なり、劣化程度のモニタリング（点検）が困難で、実施しても間接的。すなわち劣化に関するデータの蓄積がほとんどない。

課題.5 基礎地盤等の劣化速度は舗装等に比較して緩慢であり、基礎地盤等のモニタリング結果からばらつきを排除することが困難

課題.6 これら課題.1～課題.5 の課題を有する個別の構造物がネットワークを構成してインフラとしての機能を果たしているため、ネットワーク全体の機能低下について着目する必要があるが、課題.2～課題.5 の理由により個々の構造物に関わる地質リスクは構造物ごとに異なる。

一方、上記アセットマネジメントの流れには、3つのレベルがある（図 6-6-1）²⁾⁴⁾。すなわち、ア) 維持管理レベル、イ) 戦略レベル、ウ) 予算レベルである。これらのうち、維持管理レベルとは現場を管理する技術者が点検・修繕を通して緊急性の高い維持管理を行う段階、戦略レベルとは予算執行者が 5～10 年程度の中期的将来の予算投資を戦略的に立案する段階、予算レベルとはさらに上位者が資産会計を通じて長期的な計画を立案するレベルである。

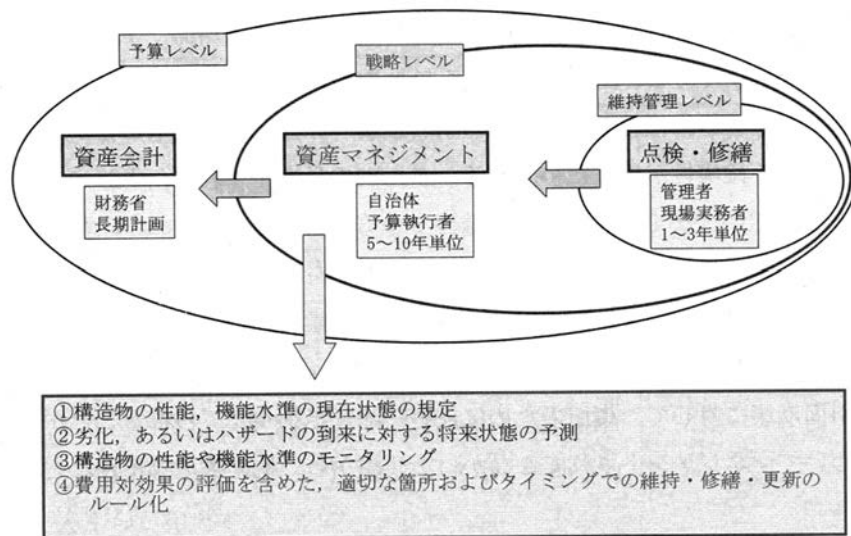


図 6-6-1 アセットマネジメントの基本要素 4)

このような、中・長期的な維持管理計画を合理的に策定するためには、インフラストックの現状の正しい認識、正確な劣化予測、それぞれのストックに適した長寿命対策の実施、更新ピークの平準化などが求められる³⁾。これらのレベルの中で、ア)の維持管理レベル、イ)の戦略レベルについては、例えば土工・斜面については図 6-6-2 に示すような違いと認識すればよい。特に GRE が関与すべきレベルはこの二つのレベルと考えられる。図中に加筆したように、直ちに補強が必要な斜面に対する優先順位付けは、短期的な崩壊リスク（年間損失期待値）により、また将来補強が必要になるであろう斜面については、中長期的な損失リスクを考慮した期待ライフサイクルコストによって行うことが考えられる⁴⁾。しかし、上記のように様々な課題がある中でこのような不確実事象を確率的に評価するのは現状では困難である。今後、維持管理事業を合理化して行く中でどのように GRE が機能してゆくか、さらなる研究の蓄積が必要である。

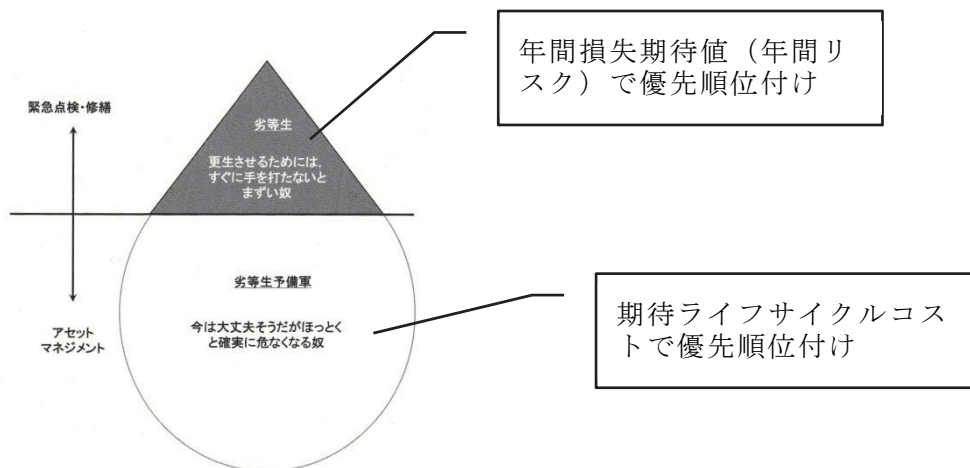


図 6-6-2 不安定斜面の劣等生と劣等生予備軍（文献⁴⁾に加筆）

6.6.2 維持管理レベルにおける支援

維持管理レベルにおける支援は、劣化が顕在化（想定外の急速な機能低下）しつつあるストックに対する緊急的な補修に関わる支援、及び劣化が顕在化（法面崩壊等の瞬間的な機能喪失）して社会活動に支障をきたす事態になったストックに対する修繕・復旧に関わる支援、すなわち事後保全における支援である。従って対象は、ある特定のインフラストックとなるが、それと同様の地質・地盤に基礎をおく、あるいはそれと同様の地質からなる土工構造物等に対する緊急点検・補修等を実施する必要性等についても検討・提案してゆく必要がある。

(1) リスク管理表や調査・設計・施工管理報告書が存在する新しいストック

講義 6 で説明してきた地質リスクマネジメントプロセスに従って建設された構造物等については、基礎地盤等に関わるリスク管理表が作成されており、事業初期段階からの地質リスク削減過程も詳らかになっているので、前記課題.2、3については情報がある。

このようなケースにおける支援のポイントは以下の各点である。

- ① 点検結果あるいは発現した地質リスクの直接的観察に基づき、劣化の顕在化が地質リスク要因の評価に起因するのか、想定外外力（誘因）によるものかを見極める。
- ② ①の結果に基づき、リスク管理表、特に発生確率の評価の見直し、あるいは見直しの必要性についてのアドバイス
- ③ 点検結果あるいは発現した地質リスクの直接的観察に基づく、新たな地質リスク要因の追加検討、あるいは追加検討の必要性についてのアドバイス
- ④ リスク管理表や調査・設計・施工管理報告書に収録されている地質情報により、確実な対応が取れるかどうかの見極めと、必要な地質調査の提案。あるいは調査会社等による緊急調査結果を基にした地質調査提案の評価など、リスク対応方針の提案

以下、本講義 6.3～6.5 で説明してきた支援を実施する。そして、次の点についてのアドバイスが重要である。

- ⑤ 同様の地質条件を有する構造物についての、リスク管理表の再点検、及び現地点検ポイントの追加・変更などフィードバック
- ⑥ モニタリングの必要性やモニタリング計画についての提案

(2) リスク管理表や調査・設計・施工管理報告書が存在しない古いストック

前記課題.1～3 が当てはまる。このようなケースにおける支援のポイントは以下の各点である。

- ① 広域的な地質構造や、変質帯、火山性の特異地質等、地質リスクの要因となりやすい地質の分布を踏まえた点検優先度、点検時着目点などのアドバイス。

- ② 道路法面や斜面を中心に作成され始めたハザードマップについて、作成優先度のアドバイスなど、推進支援
- ③ 劣化の顕在化が顕著な場合は、劣化の実態と周辺の地質条件から想定しうる劣化メカニズム（顕在化した地質リスク要因）の検討、緊急的措置（要因の排除）の提案
- ④ 設計基準への適合性の概略評価、機能不全に陥った場合の影響度・機能不全に至るまでの余裕の評価などを踏まえたリスク対応方針の提案
- ⑤ 劣化の実態把握のための地質調査の必要性の評価、提案、点検項目等の追加の提案

以下、本講義 6.3～6.5 で説明してきた支援を実施する。そして、最終的には当該構造物に関するリスク管理表を作成・評価し、以後のモニタリングに反映する。この場合も、1)のケースと同様に、同様の地質条件を有する構造物についての、現地点検ポイントの追加・変更などフィードバック等が重要である。

6.6.3 戦略レベルにおける支援（予防保全への支援）

戦略レベルでは、(1)の維持管理レベルにおいて得られている情報も集約しつつ、予算執行者が5～10年程度の中期的時間スケールで限られた予算の執行優先順位等を戦略的に立案してゆくことが想定される。

このレベルでは、最も経済的な維持管理計画を立案するために性能の劣化予測が重要となるが、橋梁や道路等のアセットマネジメントにおいても十分な理論が構築されているとは言えない(特に様々な部材が複合している橋梁)。地質・地盤については、性能の劣化予測はより困難な状況である（前記課題.2）。また、現時点での劣化程度は当該構造物の施工条件や、地震や降水量の変化や近接施工等による緩みや地下水位変化など建設後の環境変化、地盤そのものの劣化特性、経過年数など様々な要件に依存するので、前記課題.3が生じ、また課題.4、課題.5もあいまって現状の認識が難しい。このように、意志決定の際の材料となる LCC 算定において地質・地盤条件を組み込むことは現状では難しい。しかし、リスク管理表という定性的な地質リスクマネジメントツールを中・長期的なアセットマネジメントに適用することは可能と考えられる。

このような中、戦略レベルのアセットマネジメントに対して GRE は、以下のような支援が可能と考えられる。

(1) ネットワーク内の重要構造物のリスク管理表作成支援

発電所やダムのように、単体で機能を果たしているインフラストックもあるが、河川や道路のようにネットワークを構成して機能を果たしているストックもある。このようなインフラストックに対しては、ネットワーク全体が有する総リスクの削減という視点から維持管理戦略を検討する必要があると考えられる。

しかし、地質・地盤について見ると、このようなネットワークには新旧様々な時代に建設された構造物が混在しており、しかも個々の構造物の性能劣化の程度

や速度は様々である（前記課題.2～5）。したがって、個々の構造物の地質・地盤が有する地質リスクを個別に検討・比較する意味は少ない。

このような場合、ネットワークの機能維持のキーポイントとなる構造物あるいは当該地区の構造物について、優先的にリスク管理表を作成し、性能調査の計画、モニタリング計画、短期的な維持管理計画の策定などを支援することが考えられる。

(2) ネットワーク単位のリスク管理表作成支援

道路のようなネットワーク型のインフラに対し、ネットワーク、あるいはネットワークを構成するサブネットワークのような単位を考え、これについてリスク管理表を作成することが考えられる。これは、従来行ってきた「広域的地質条件の検討」に類似の作業であるが、以下のようなポイントを加味する。

- ① 当該ネットワーク内で最も劣化が進んでいると考えられる、あるいは地盤条件等が不確実なためにリスク量が大きくなっている個別構造物の存在を認識する。
- ② 個別構造物のリスク管理表は作成しないが、1)のようなネットワーク機能維持の上で重要な構造物についてはリスク管理表を作成する。そのための最低限の地質調査の実施を提言する。
- ③ リスク管理表を含む、新設構造物に関する知見を類似条件の範囲に敷衍する。
- ④ 近年情報公開が進んでいる既存調査ボーリングのデータ等を参照する。
- ⑤ 道路防災点検など、点検データを収集し、加味する。
- ⑥ 不利な地質構造、変質、第四紀後期の活動性など、リスク要因となりうる地質条件について考慮する。

リスク管理表は定性的なリスク評価であるので、LCC の算定に組み込むことは難しい。しかし、地質・地盤条件は橋梁の塗装や舗装の劣化などのように一定速度で劣化が進行するものではなく、外力の変化によって急速に機能不全に陥ることも考えられる。劣化過程がモデル化できないことのリスクについて発注者に十分認識してもらう必要がある。

6.6.4 発注者への報告事項

GRE は、発注者との契約条件に基づき、活動結果を報告する。

維持管理段階の支援に関する報告内容の例は以下の通りである。

- ① リスク管理表が存在する新しい構造物に係るリスク管理表見直し結果
- ② 緊急的対応方針の提案
- ③ 地質調査提案内容評価結果、リスク対応方針提案
- ④ 管内構造物に係る点検内容等の改善提案、モニタリング計画提案
- ⑤ 劣化が顕著な構造物に対する劣化メカニズム検討結果、緊急的措置提案

- ⑥ インフラネットワーク内重要構造物に係るリスク管理表作成方針
- ⑦ インフラネットワークのリスク管理

参考文献

-
- 1)SIP（戦略的イノベーション創造プログラム） インフラ維持管理・更新・マネジメント技術研究開発計画（2014.11.13、内閣府）
 - 2)安田他（2005）トンネル構造物に要求されるアセットエンジニアリング、「Summer School 2005 建設マネジメントを考える」
 - 3)古田均他（2010）これだけは知っておきたい社会資本アセットマネジメント、森北出版
 - 4)土木学会岩盤力学委員会（2009）岩盤構造物の建設と維持管理におけるマネジメント

6.7 斜面安定対策業務の支援のポイント

地形が急峻で風化岩盤や割れ目系岩盤が分布する日本では、斜面安定に関してリスクが発現することが多く、施工時の崩壊災害防止や既設法面構造物の維持管理等に課題が多い。以下では、斜面の安定に関する地質リスクマネジメントと技術支援について整理する。

6.7.1 斜面安定対策業務における地質リスクについて

(1) 地質リスクマネジメント事例研究発表会における分野集計

平成22年から地質リスク学会等が毎年開催している「地質リスクマネジメント事例研究発表会」における、技術分野別の発表数を図6-7-1に示した。取り上げられるテーマは、山地斜面の安定に関するものが最も多く、「斜面」「地すべり」が上位2区分であり、これに「盛土」「落石」を含めると56%の占有率となる。このことから、山地斜面の安定問題のリスク評価が簡単でない事例が多いことがわかる。

区分	2010	2011	2012	2013	2014	計
斜面	3	4	4	3	9	23
地すべり	6	4	2	2	1	15
盛土	0	3	1	2	6	12
トンネル	3	3	0	1	1	8
土壌・地下水汚染	0	4	1	0	2	7
橋梁	3	0	1	1	0	5
落石	0	2	1	1	0	4
ダム	1	0	2	0	0	3
その他	1	5	4	6	4	20
計	17	25	16	16	23	97

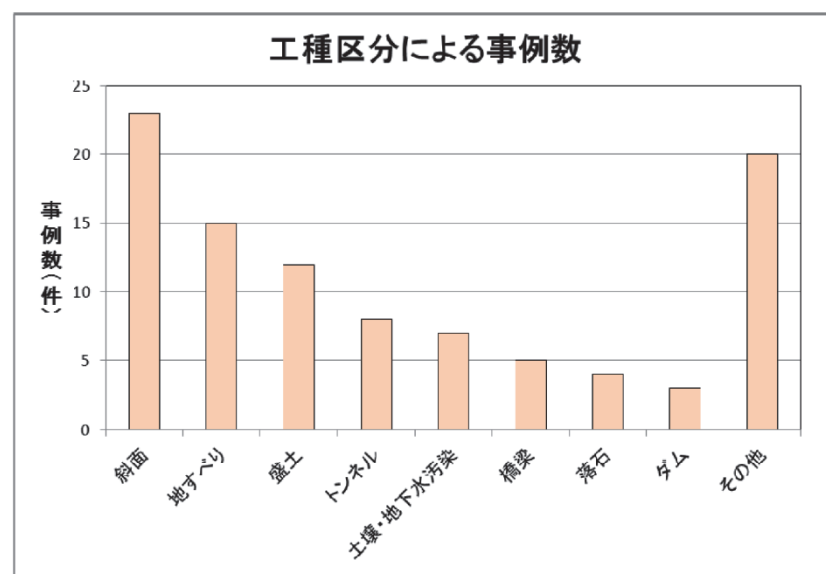


図6-7-1 「地質リスクマネジメント事例研究発表会」における工種別の頻度¹⁾

(2) 斜面安定問題でリスクが発現しやすい理由

山地における斜面安定問題（地すべり、崩壊）で、リスクが発現しやすい要因としては、次のような技術的課題が考えられる。

①様々な理由により順解析が困難

- ・乱れの少ない試料採取が困難⇒設計地盤定数（パラメータ）が試験から得られない。
- ・乱れの少ない試料が採取できたとしても、順解析を行うためには土質工学的な諸問題が残る（すべり面位置による強度の違い、ピーク強度 or 完全軟化強度・・・、（不飽和土の場合）飽和度による強度の変化と設計飽和度の設定、etc）
- ・すべり面に働く過剰間隙水圧の推定も容易でない場合がある（裂か水型地下水、不飽和帯など）
- ・使用する安定計算式の精度を問題にする場合も（ex. 最も一般的な「フェレニウス式」の精度、非円弧に適用しモーメントの釣合いで評価しない場合、など）

②割れ目系の精密な扱いが困難

- ・山地地質は、風化や割れ目・断層の発達、流れ盤・受盤など多様な条件が関連してくるため、不均質な工学的性状となることが多く、精密な地質モデル構築は困難。
- ・層理面等、面に沿ったせん断強度の測定は困難。（①と同様）
- ・流れ盤など、地質の異方性が関与してくる
- ・特に割れ目系岩盤だと、風化岩のN値も評価精度に課題がある

③必要抑止力は一般に逆算法により算出するが、その前段の「対策工必要性の判断」は「技術者の定性的判断」によることになる

- ・現状で滑動中でない地すべり、崩壊兆候の無い斜面では、現状の安全率を精度良く推定することが困難
- ・「斜面安定対策が必要」と判断されれば、逆算法で現状安全率を1.0～1.05などとして対策工の設計は可能。しかし、対策が必要か必要でないかは、定量的な検討は上記①②の理由により困難で、定性的な判断、それも一部の技術者判断によることになる。⇒情報不足や個人の技量不足に起因した判断ミスの発生
⇒崩壊等の土砂災害の発生、逆に過度に安全側な設計によるコスト増大

④特殊な土木工学的性質を持つ地層・岩盤が存在する

- ・切土や掘削すると、応力開放により膨張性がある（蛇紋岩等）
- ・切土すると吸水膨潤して滑りやすい（一部の新第三紀層等）
- ・スレーキングによる二次的強度低下（新第三紀層等）
- ・こね返したときの強度低下（ローム）
- ・大規模切土によるリバウンド
- ・その他

6.7.2 斜面安定対策における地質リスクマネジメント

(1) リスクマネジメントの流れ

斜面安定問題における地質リスクマネジメント検討の流れを、図 6-7-2 に示した。

発生可能性のある土砂災害パターンを抽出し（リスク抽出）、周辺部や状況や当該斜面の地形地質特性から、当該斜面での発生可能性を評価し、リスクを特定する。次に、そのリスクへの対応方針を決定するために、リスクの分析・評価を行う。そのために必要なボーリングや地表踏査などの地質調査を実施し、斜面安定対策の必要性と方法を検討する。検討結果に基づき、法面工・斜面安定工の設計（リスク対策）に結びつける。

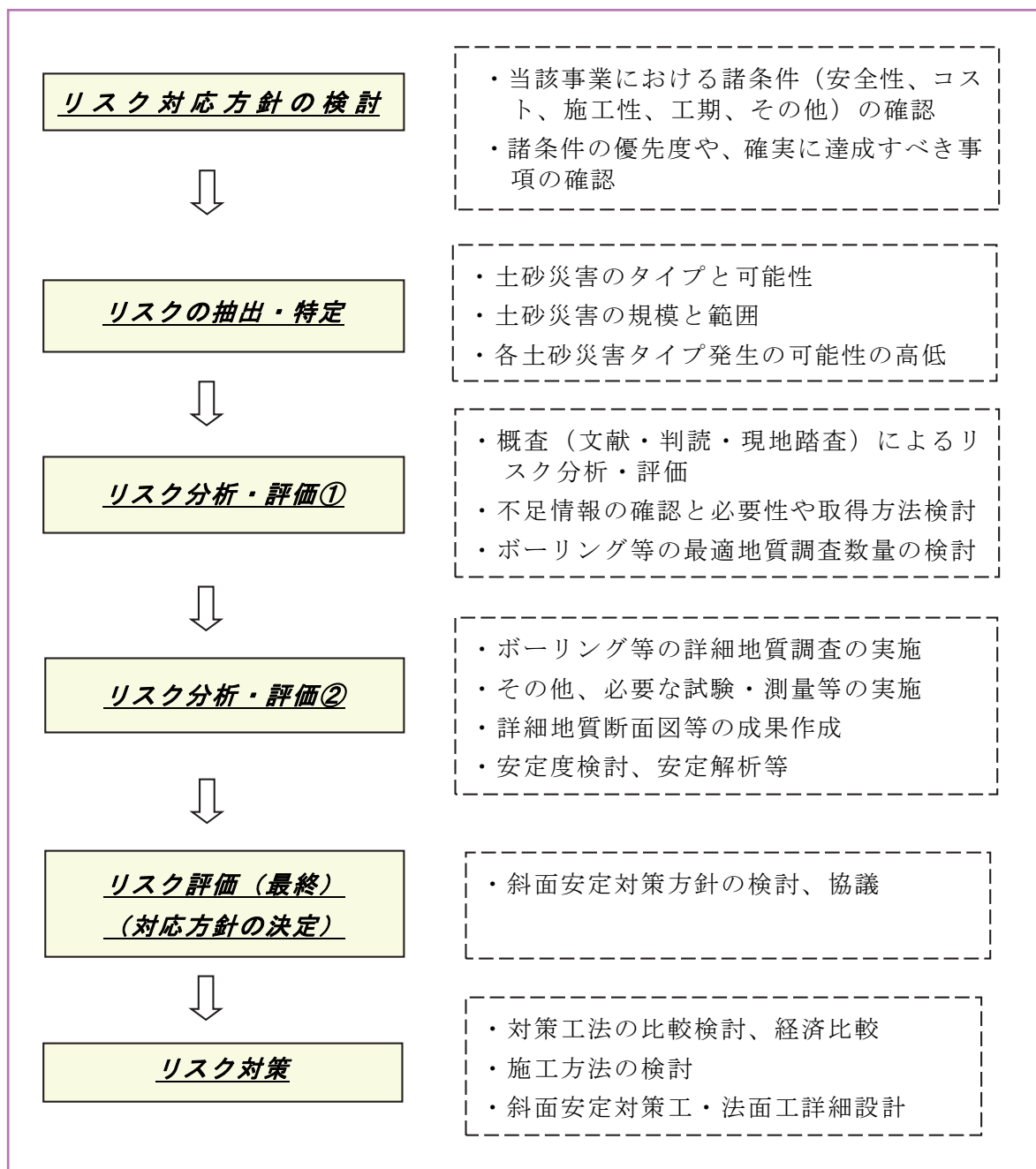


図 6-7-2 斜面安定問題における地質リスクマネジメントの流れ

(2) 斜面安定問題におけるリスクの抽出・特定

土砂災害リスクは、災害タイプにより地質や地域との関連が強いものもあり、リスクの抽出・特定に際しては、文献調査、概査、精査と段階を踏んで進むことが効率的である。

- ・地すべり（風化岩すべり、崩積土すべり、他）⇔ 第三紀層、結晶片岩分布域等
- ・深層崩壊（岩盤クリープ地形の有無等）⇔ 中生層分布域等
- ・中小規模崩壊 ⇔ 勾配次第で、どの地質帯でも発生しうる。
- ・落石 ⇔ 落石発生源を形成する地質及び地形条件の箇所

表 6-7-1 に、災害タイプごとの絞込みの手順や手法例を示した。

表 6-7-1 土砂災害タイプとリスク特定～評価への手順と手法

災害タイプ	文献調査段階	概査段階	精査段階	リスク評価・リスク対策
地すべり	<ul style="list-style-type: none"> ・地すべり指定の有無(周辺域も含む) ・既存地すべり地形分布図(NIED等) ・地すべり滑動記録の有無 ・基盤地質の種類(新第三紀層、結晶片岩、その他の地すべりを起こしやすい地質) 	<ul style="list-style-type: none"> ・空中写真判読(地すべり地形の分布確認) ・地質、地質構造の確認 ・地表踏査による地すべり地形の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・ボーリング ・地すべり観測 ・物理探査 ・その他 	<p>リスク回避: 発生可能性があり、対策が困難(技術的、経費的等)なリスクがある場合、ルートの変更などにより、当該斜面(リスク)を回避する。</p>
深層崩壊	<ul style="list-style-type: none"> ・深層崩壊発生記録の有無 ・岩盤クリープ地形の分布状況(NIED等) ・基盤地質の種類(中生層など) 	<ul style="list-style-type: none"> ・空中写真判読(深層崩壊跡地や岩盤クリープ地形の分布確認) ・地質、地質構造の確認 ・地表踏査による深層崩壊跡地、岩盤クリープ地形の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・ボーリング ・物理探査 ・地形解析 ・その他 	<p>リスク低減: 発生可能性があり、対策可能なものは、対策工の実施によりリスクを低減する。ハード対策が困難もしくは十分ではない場合には、ソフト対策による減災を目指す。</p>
中小規模崩壊	<ul style="list-style-type: none"> ・地形勾配の確認(地形図) ・基盤地質の確認(崩壊要因のある地質か) 	<ul style="list-style-type: none"> ・空中写真判読(崩壊跡地や堆積地形の分布確認) ・地質、地質構造の確認 ・地表踏査による崩壊機構の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・ボーリング、サウンディング ・その他 	<p>リスク留保: 災害発生確率・発生規模とも小さいものは、リスク留保とする(発生後事後処理を想定)</p>
落石	<ul style="list-style-type: none"> ・落石発生源の有無(地形図) 	<ul style="list-style-type: none"> ・空中写真判読(落石発生源の分布) 	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細地表踏査による落石発生源分布調査 	

リスクの可能性があれば、次の段階の調査に進む

(3) 斜面安定問題における判断ミスリスクと対応策

斜面安定問題での判断ミスについては、次のような種別と対応等が考えられる。

①判断ミスを起こす要因

- ・判断に必要な情報の不足 ⇒ 追加調査の提案
- ・情報の不確実さ ⇒ 追加調査の提案、不確実さを考慮した設計
- ・技術者の知見の不足 ⇒ 社内照査や第三者レビューによる補完

②判断ミスの内容

- ・発生する土砂災害種別の判断ミス
- ・現状安定度（発生するかしないか）の判断ミス
- ・発生する土砂災害規模の判断ミス
- ・外力の設定ミス（想定以上の外力の発生）

表 6-7-2 に、判断ミスに繋がりうる情報の不確定要素と、情報入手方法例（A 概略対応、B 精密対応に区分）を示した。

また図 6-7-3 には、危険度と影響程度によるリスク区分の事例として、NEXCO 設計要領における「地すべり危険度区分」を示した。

表 6-7-2 リスク評価の判断ミスを起こす要素と、対応策例

判断ミスに結びつく情報の不足・不確定要素		A: 概略対応	B: 精密対応 (Aに加えて実施)	摘要
①地質構成				
①-1	基盤岩の種類、クセ	文献資料、踏査による推定	岩石鑑定、土質試験・岩石試験等による確認	知見不足、あるいはローカルな特殊土だと、事前の性状把握が不十分となる可能性あり。
①-2	風化層の性状と厚さ	踏査による推定	ボーリング等による確認	斜面安定検討上、基礎的かつ重要な情報
①-3	二次的風化による強度低下の有無	文献資料、踏査による推定	岩石試験(乾湿繰返し試験等)	①-1と関連するが、岩石試験による傾向把握が可能。
①-4	流れ盤・受盤	広域地質図、周辺部踏査から判断	ボーリング孔内ボアホールカメラ	地すべりや深層崩壊に関与しうる
①-5	断層破碎帯の通過	空中写真判読・地表踏査から判断	割れ目系に着目した地表踏査、弾性波探査等の実施	岩盤崩壊、深層崩壊に関与しうる
②地形状況				
②-1	変位地形の可能性(地すべり・岩盤クリープ)	文献資料、空中写真判読・地表踏査から判断	ボーリング等の詳細地質調査の実施	変位量の少ない岩盤クリープの判断の妥当性に留意。地形だけでなく地質的な裏づけ(トッピング等)も望まれる。
②-2	崩壊跡地・深層崩壊痕跡	空中写真判読・地表踏査から判断	レーザ計測による詳細地形図の活用	深層崩壊跡地の写真判読判断も個人差が出やすい。レーザ計測は有効。
②-3	斜面変状の有無(小崖地形、溝状凹地)	地表踏査	現地測量(必要に応じて下草伐採)、測量成果利用の地表踏査	小崖地形は大規模崩壊の前兆現象として、重要な微地形要素。
②-4	侵食による不安定化(遷急線、崩壊)	空中写真判読・地表踏査から判断	レーザ計測による詳細地形図の活用	岩盤クリープ斜面の末端侵食(遷急線急崖化)は、H23紀伊山地災害の典型要素
③その他の現地状況				
③-1	植生の斜面安定への関与	おおまかな樹種から推定	植生調査により根系の地下進入を推定	生育する樹種は表層土質の判断や、表層の安定性寄与に関係する。また植生異常の有無は斜面安定度の評価に関係する。
③-2	地下水位と斜面安定への関与	地表水・湧水確認、ボーリング掘削時水位。	地下水位観測孔の設置・観測	地すべり観測の常套手段だが、崩壊～深層崩壊に関しての定量的な知見は多くない。
④現在の安定度				
④-1	過去の移動に関する情報	文献記録、現地聞き込み	周辺部の複数時期の写真判読	居住地が近ければ現地聞き込みは有効だが情報の正確性に課題。複数時期の判読では、微小微地形の変化識別は難易度高い。
④-2	現在の移動に関する情報	新しい変状や変位地形の有無(小崖地形、オープンクラック)	動態観測の実施(地表部、ボーリング孔内)	ある程度の観測期間があることが望ましい。
④-3	現況安全率の設定	諸基準に則り、動態観測結果や土砂移動タイプ等から設定。	—	動いていない地すべりや大規模崩壊懸念地の場合、現況安全率設定はかなり安全側の設定になる懸念がある。
⑤抑止対象の設定				
⑤-1	不安定化する斜面の深さと平面範囲	既存ブロック、周辺での滑動痕跡規模、推定すべり面深度から類推。	複数測線でのボーリングの実施と動態観測。	大規模ブロックの一部を抑止対象とするケースも多く、判断の妥当性評価が難しい場合もある。

危険度区分				危険区分に応じた調査設計区分		
公共施設等第三者に与える被害程度 道路本体に与える影響	直接被害を及ぼす可能性大	影響を及ぼすと想定される		影響は及ぼさないと想定される		
	特にトンネル、橋梁等構造物への影響が大きい	土工部への影響有		土工部への影響有		
変状程度 地形特性	規模		規模		規模	
	規模が大きい	規模が小さい	大	小	大	小
主キレツ、末端キレツが発生しているもの	危険度特A					
活動中のブロックで人為的な環境変化の有無にかかわらず、地滑り発生の可能性が大きい 変動A及びB (注)						
明らかな地すべり地形を呈しているが、現在地すべり運動の兆候は認められない。人為的な環境変化を直接の誘因として、滑り出す可能性が大きい。また地すべりが発生した場合、拡大の可能性があるもの。 変動C程度 (注)	危険度A		危険度B			
地形特性として地すべり地形を呈しているが、現状では安定。仮に地すべりが発生しても拡大の可能性は少なく、その時点で地すべりの処理が比較的可能と判断されるもの。 変動Cを生じる可能性がある。(注)			危険度C			
調査設計	詳細検討					
危険度区分	① 調査		② 設計			
危険度特A	危険度Aに準ずる		危険度Aに準ずる			
危険度A	現地踏査、地質・土質調査、地下水調査、計測調査等		抑止工、抑制工の詳細設計及び施工 動態観測による追跡調査			
危険度B	危険度Aに準ずるが計測調査などの場合によって低減できる		動態観測による施工管理 排水施設（水抜きボーリング等）の設計施工 必要に応じボーリング等の地質調査による検討			
危険度C	現地踏査		目視点検を主体とした施工管理 排水施設の（地表水処理、暗渠等）の設計施工			

注) 変動については参考文献によること (参考文献) 設計要領第一集 表3-5 (一部加筆)

図 6-7-3 NEXCO「土質地質調査要領」における地すべりリスク対応の区分事例²⁾

6.7.3 既存法面の維持管理に関するリスクマネジメント

(1) 既存法面で発生する主要災害タイプ

法面崩壊は、施工中に発生するものも多いが、完成後に地山の二次的強度低下や法面構造物の老朽化により安定度が低下し、災害に至る例も多い。例としては、①コンクリート吹付法面の崩壊、②スレーキング材盛土の崩壊、といったタイプが挙げられる。

①コンクリート吹付法面の崩壊

- ・コンクリート吹付法面が、中規模程度の崩壊を起こす事例は、全国でもしばしば発生している。
- ・地震などの要因を受けて発生することも多いが、晴天時に発生した事例もあり、危険性の判定や発生予測が難しい。
- ・コンクリート吹付法面は比較的工費も安く、切土法面の保護工として古くから使用されてきており、老朽化が目立つものも多い。一方、老朽化の種類には、地山の劣化を伴い崩壊に至るリスクがあるものと、コンクリート自重によるスライド・座屈

といった地山の劣化を伴わないものもあり、地山状況が吹付工により隠されて目視確認できないことが、対策優先度の判定を難しくしている要因の1つとなっている。

②スレーキング材盛土の崩壊

- ・H21.8.11 駿河湾地震により、東名高速道路牧之原 SA 付近の盛土が崩壊した。盛土地盤の性状が悪く、運輸流通の大動脈でありながら復旧に時間を要したことから、大きな社会問題となり、その後の全国緊急点検に繋がった。
- ・崩壊の原因となったのは、直接誘因の地震力のほか、盛土の下部にスレーキングしやすい泥岩材が使用されていたことが原因とされた。
- ・盛土材料の強度低下を、供用後に定量的に確認することは容易ではなく、これも既存法面の安定性評価の難しさを表す事例である。

(2) 既存法面の維持管理に関するリスクマネジメント

既存法面での、リスク回避・低減・留保のリスクマネジメントは、基本的には表 6-7-1 で示したものと同様であるが、次のようなものとなる。

リスク回避：大規模に崩壊するリスクが切迫している場合には、供用中であっても通行止めにする等のリスク回避が必要となる。

リスク低減：危険が切迫している状態ではないが、発生リスクや被害量が多いものは、崩壊防止対策を講じる。また緊急性があるが全面通行止めにはできない条件であれば、警報装置や仮設防護柵等の設置でリスク低減を図る。

リスク留保：老朽化のみで地山劣化や崩壊が予想されないものは、小規模剥離・落下等のリスクを留保する場合がある（その場合も第三者被害は防護する必要がある）

既存法面の維持管理については、道路防災点検やカルテ点検が定期的を実施され、その結果から予防保全も含めて対応されている。しかし施工中のものとは比べ、次の点がリスク評価を難しくしている。

- ・法面保護工により、地山の状況が直接的に観察できない。
- ・崩壊タイプでは、事前に予兆がない場合も多い。
- ・管理者等が近傍に常時いないため、予兆があったとしても発見しにくい。
- ・供用中であることが、調査や対策の実施の制限となる。

これらについては、コストをかけていけばある程度解決できるものであるが、対象箇所が多さからいけば、効率的に優先箇所を絞り込む必要がある。そのためにも地域地質特性や過去の崩壊履歴など、地域の防災特性も熟知した GRE の活動が重要となる。

6.7.4 発注支援（斜面安定に関する調査、設計、施工）

(1) 最適調査数量について

「地質リスク」は、地質の不確実性に起因するものであるため、調査コストを増大させていけば、その不確実性は縮小させていくことができる。しかし調査コストを増大させていくと、あるレベルからは費用対効果が低下してくることが予想される。地質リスクマネジメントが目指すものは、計画から施工まで、さらには維持管理までの最小事業コストの実現であるため、(リスクに対するコスト+調査コスト)が最小となる、最適調査計画(コスト)を求めていくことが重要となる。(図 6-7-4)

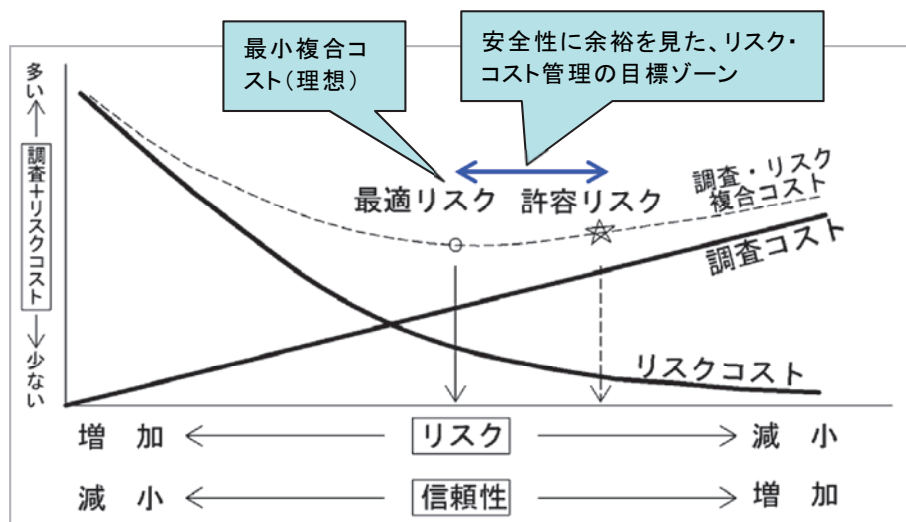


図 6-7-4 最適調査水準とリスク・コストの関係概念図（文献3）に加筆修正）

調査数量最適化に向けて検討すべき項目としては、次のようなものが挙げられる。また調査の過程で新たに抽出されたリスクがある場合は、追加調査の検討が必要となる。

- ・測線設定の妥当性、副測線の必要性
- ・ボーリング最適本数、掘止め深度と考え方
- ・その他の探査、観測の必要性
- ・原位置試験、土質岩石試験の必要性

(2) 調査～設計間、設計～施工間のリスクの受渡しについて

斜面安定問題は、これまで整理してきたように判断が微妙なものも多く、また「正解」が1つとも限らない。特に調査～設計～施工という事業段階の進展時に、報告書だけではリスクの受渡しが不十分となり、ミスや災害が発生する事例も少なくない。したがって、調査業者と設計業者および発注者の間で合同会議を実施するなどにより、当該案件の重要条件や課題、残存リスク等の共有を図る必要がある。

一方、設計～施工者間についても、同様の目的で「三者協議」の取り組みが実施されて

きているが、まだ定型化には至っておらず、実施時期や経費負担等いくつかの課題が残っている。また設計者と施工者の主張は真逆となる場合も考えられ（現地条件との整合、設計思想や目的、施工性や利ぎやの大小、等）、その判断は高度に専門的である場合もあり、発注者及び納税者の視点で最適解を提言できる発注支援の仕組み（技術顧問等）が、非常に重要となる。

(3) 発注者への報告内容

GREは、斜面安定に関する地質リスクについて、評価・検討結果を書面にて発注者に報告する。報告内容の例は以下のものなどである。

- ① 地質リスクの洗出し結果
 - ・当該斜面で発生しうるリスクの種類と、その発生可能性の大小（定性的）
- ② 特記仕様書に関する検討結果
 - ・①で抽出したリスクの評価が正しく実施できる調査内容になっているか。
 - ・調査位置や調査項目は適正に計画されていて、また調査量も過大ではなく適正か
- ③ 既往リスク管理表の評価結果
 - ・リスク管理表（登録票）に、追記・修正すべき項目はあるか。
 - ・リスク管理表（措置計画表）の対応方針は妥当か。あるいは、調査～設計の進展に伴い、修正すべき項目はあるか。
- ④ 地質調査結果の妥当性評価結果
 - ・地質断面図や設計パラメータは妥当性のあるものか。
 - ・地質調査結果は、微地形や平面図と整合しているか。
 - ・条件変化部（地層境界急変部など）の調査不足はないか。
- ⑤ リスク対応方針の提案
 - ・基本的なリスク対応方針を提言し、それを元に比較設計など次段階に進む。
 - ・リスク評価に課題が残っていれば、それを解決するための追加調査を提言する。（事業工程などに支障がないように計画する）

参考文献

- 1) 「地質リスクマネジメント体系化委員会 報告書」2014.1 地質リスク学会
- 2) 「土質地質調査要領」東日本・中日本・西日本高速道路株式会社
- 3) 「企業間連携等の進捗に関する調査・研究委員会 報告書ー地質リスクに関する調査・研究ー」2007.4 社団法人 全国地質調査業協会連合会
- 4) 「切土のり面コンクリート吹付の点検・補修に関する技術資料」H6.3 日本道路公団試験研究所
- 5) 「道路のり面維持管理のためのハンドブック（案）」H21.10 国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所
- 6) 「斜面防災 100 のポイント」鹿島出版会 S61.11 奥園誠之

