

2009

Vol.5

GEO CONSULTANT

ANNUAL REPORT
KANSAI GEOTECHNICAL
CONSULTANTS ASSOCIATION



関西地質調査業協会

地質リスク

関西地質調査業協会 理事長 柳浦 良行

山口県防府市で発生したゲリラ豪雨による土石流災害、東名高速の地震による盛土の崩壊事故、中越地震による天然ダム・液状化被害等、いつ発生するかわからない豪雨・地震による土砂災害に対し、投資余力がない中、いかに安全・安心社会を実現するかが建設技術者に問われています。一方、公共事業費の削減が叫ばれる中、地盤調査費を削減して十分な地盤調査を行わず設計を行った結果、重要な土木地質的な問題を見逃し、施工中や施工後に多大な工事費が必要とされる場合もあります。これらはすべて「地質リスク」に起因する問題であります。この問題を実務と学術的な面から研究・解決するため、「地質リスク学会」を全国地質調査業協会連合会が中心となって立ち上げる予定です。現在、土木構造物の設計思想が「仕様設計」から「性能設計」へと変更されつつありますが、土木構造物は地盤の上に建

設されます。それゆえ地盤の性状を正しく知ることこそ、すべての土木構造物の性能を評価するための第一歩であります。地盤の性状、すなわち「軟らかいのか硬いのか」、「地下水はどの程度なのか」、「地震時に液状化被害はあるのか」、「断層破砕帯の影響範囲は」、「土石流の発生の可能性はあるのか」等の評価が事前にわかれば、それを踏まえた設計、施工および対策を行うことが可能となり、トータルコストの削減につながると考えられます。関西地質調査業協会では、土砂災害、土木地質的な見逃しを未然に防ぐためには「地質リスクの考え方」の啓発、普及が重要と考え、本年度の本誌の特定テーマに選定いたしました。「地質リスク」を用いて第一線で活躍されておられる学術研究者、実務者からの意見を満載しております。皆様の実務にお役立ていただければ幸いです。

平成21年台風9号による斜面崩壊(佐用町仁位地区)
兵庫県下の播磨北西部に大きな災害をもたらした台風9号による斜面崩壊(土石流)です。
平成21年8月9日に発生し、最大24時間雨量327mm、最大時間雨量82mmであった。
写真提供：国際航業(株)・(株)バスコ



CONTENTS

特集 CLOSE-UP 関西地質 3

山地—平地境界のやっかいな地質

◎ 横山 俊治 高知大学 教育研究部自然科学系 教授

特集 SPECIAL-ISSUE ◎地質リスクを考える 8

1. 日本の公共事業における新しい地質リスクマネジメントに向けて 8

◎ 渡邊 法美 高知工科大学 教授

2. 地質あるいは施工から生じるリスクを回避する工夫について 11

◎ 塚田 幸広 国土交通省近畿地方整備局 企画部長

3. 土木屋さんから地質屋さんへの手紙～積極的な情報発信こそが地質リスク対策の第一歩 13

◎ 亀村 勝美 財団法人 深田地質研究所 理事

4. 全地連における地質リスクマネジメントの取組み 15

◎ 岩崎 公俊 基礎地盤コンサルタンツ株式会社 営業部

5. 地質リスクのマネジメントの現状とこれから 17

◎ 大津 宏康 京都大学大学院経営管理研究部 教授

総括 特集を終えて 20

長谷川 信介 技術委員会委員

技術者の目線から 21

表面波探査による地盤の調査

◎ 林 宏一 応用地質株式会社 技術本部技術研究所 上級専門職

Challenging people ◎地質調査人 23

支えてくださる方々の声援が力になりました

◎ 中越 光義 《技術士試験合格》
株式会社 東京ソイルリサーチ 東京支店 技術調査部

日々の業務への取り組みが合格への道

◎ 島中 与一 《地質調査技士試験合格》
株式会社日本地下探査 関西支店

プロジェクト K 25

中之島線の工事完成

◎ 中野 道夫
中之島高速鉄道株式会社 取締役管理部長

技術見学会報告 27

平成21年度技術見学会に参加して神戸層群の凝灰岩と地すべり

◎ 生駒 隼人
播磨地質開発株式会社

協会活動報告 28

関西地質調査業協会加盟会社リスト 29

特集
CLOSE-UP 関西地質

山地—平地境界の やっかいな地質

横山 俊治 高知大学 教育研究部自然科学系 教授

山地—平地境界には、山地と平地を分化させた境界断層が潜んでいます。境界断層の傾斜は平地側の地質によって変化します。断層形態の把握には、大構造と小構造、地表構造と深部構造の関係解明が必要です。

1. 山地—平地境界の地質、何がやっかいなのか？

近畿地方では、山地と平地の境界をなす山麓線に沿ってしばしば活断層が走っていると考えられています。活断層の存在は主として地形学的手法によって推定されているもので、山麓線の直線性と、山地と平地間の高度差が主な根拠となっています。そのため、山地—平地境界を含む地域の地質調査では、調査目的が何であっても、活断層の位置、破砕帯の性状と幅、断層に関連した地下水の偏在分布といったこと、さらには、山地斜面の安定性が問題になります。

断層線のトレースが直線的であることは断層が高角度であることを示しています。近畿地方の山地—平地境界活断層もその多くが直線で描かれている(活断層研究会編、1991)ので、高角度断層の存在が予想されます。ところが、造成工事などで現れた露頭を見ると、どうしたことか、山地側を構成する丹波層群・超丹波層群といった中・古生界や白亜紀の花崗岩からなる基盤岩が大阪層群に低角度逆断層で乗り上げていることがあります。普通でも断層探しの調査はやっかいであるのに、断層面が高角度の場合も低角度の場合もあるとなると、やっかひ度合いは第一級です。

本稿では、初めに、山地—平地境界活断層の断層探しのポイントと、傾斜がどのような場所で高角度になり、どのような場所で低角度になるのか、それを支配している条件は何かといったことを述べたいと思います。

山地—平地境界では、断層で破砕されて地盤がもろくなっているというだけでなく、断層面がすべり面となった地すべりが山地側で発生しています。さらに、断層運動(断層破壊の進展)が地すべり変動に引き継がれている現象も観察されます。当然そこでは「断層か地すべりか」というやっかいな問題が生まれます。ここでは、山地側の地すべりについても取り上げましょう。



横山俊治 (よこやま しゅんじ)
高知大学 教育研究部自然科学系 教授
昭和 55 年 広島大学大学院理学研究科博士課程後期学位(理学博士)取得終了
昭和 58 年 日本学術振興会奨励研究員(～60年)
昭和 61 年 川崎地質株式会社 技術職
平成 9 年 株式会社オキココロレーション 技術職
平成 12 年 高知大学 理学部 教授
平成 20 年 現職。「斜面災害の野外科学」「ノンテクトニック構造地質学」に関連する調査・研究に従事

二つ目は層状破砕帯についてです。山地—平地境界断層から派生した断層は大阪層群の中にも発達しています。それが皆さんよくご存じの層状破砕帯(西垣, 1977, 1983; 中世古・橋本, 1988)です。層状破砕帯の検出もその特徴を知っていないとやっかひです。層状破砕帯の特徴とその検出のポイント、そして層状破砕帯に起因したフラット・ランプ・フラット構造と地すべりについて述べることにしましょう。

なお、本稿の内容は横山(2009)がベースになっていることを初めにお断りしておきます。

2. 山地—平地境界断層の形態を明らかにしてみよう

まず山地—平地境界断層の断層探しの事例から始めましょう。調査地(図-1-a)は北摂山地の南縁に近いところで、活断層研究会編(1991)による断層トレースは露頭aから露頭cの北側の谷を通り、露頭dから露頭eの鞍部を通して西方に抜けています。そこで、転石の分布によって境界断層が予想された露頭cで表土を剥いだところ、現れた境界断層は南北走向の90度傾斜でした。こ

緑と赤の間が大阪層群の層状破砕帯、赤より上が超丹波層群の破砕帯で、両者の境界に沿って、超丹波層群は衝上し、かつ重力で滑っている。

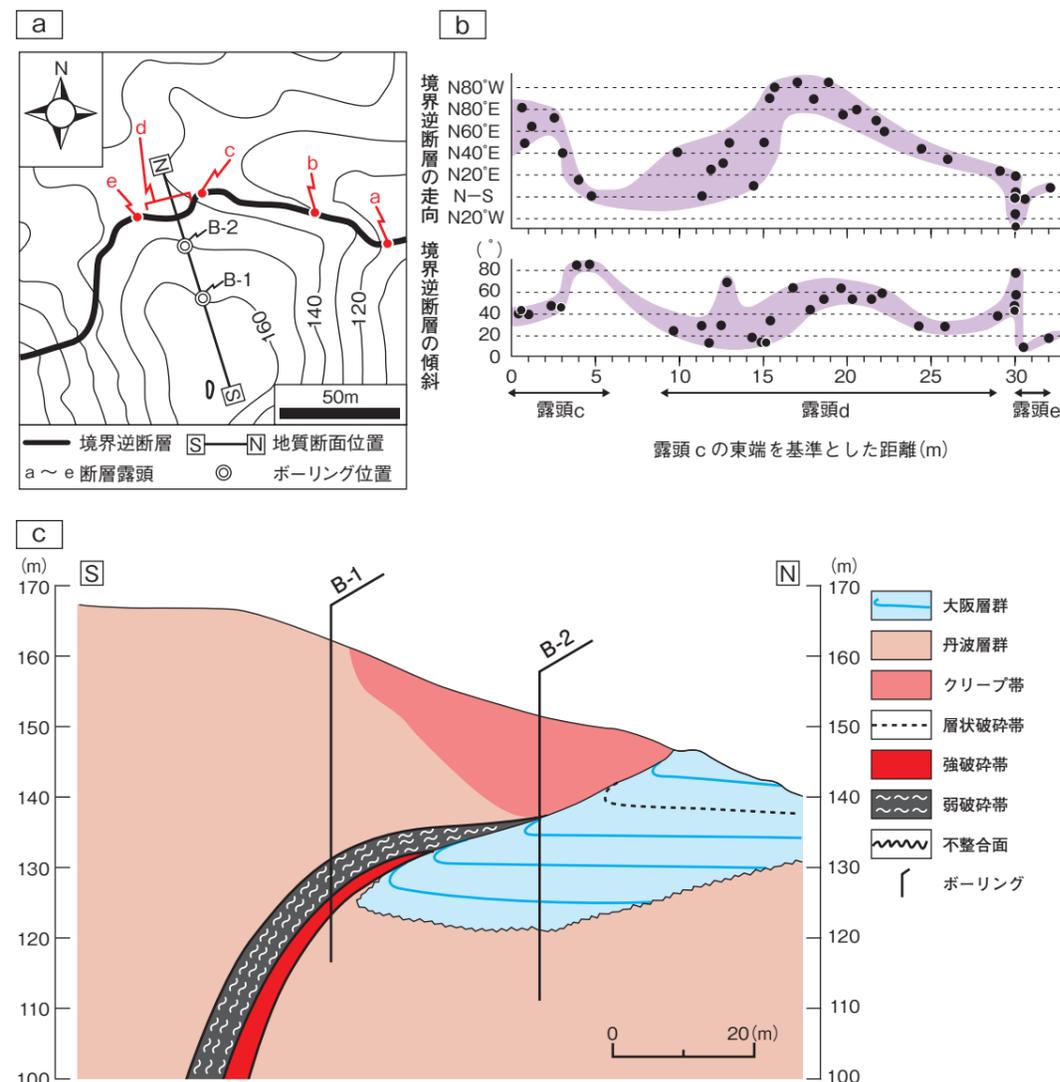


図-1 山地—平地境界断層の調査事例(横山, 2009)。a: 山地—平地境界逆断層のストリップマップ。b: 露頭c～露頭eにおける境界断層の走向傾斜の変化。c: 山地—平地境界逆断層の構造断面図。

れには困惑しました。転石の分布から見ても、この断層の北方延長に境界断層は期待できなかったのですが、とりあえず、壺掘りを行いました。予想通り断層は出てきませんでした。

一方、詳細なスケッチのため、露頭cを整形したところ、高角度であった境界断層が深部に向かって次第に緩くなり、走向も変化して、走向N80°E、傾斜40°Wにまでなりました。そこで、再度詳細な転石調査を実施したところ、張り出した尾根の東斜面での転石分布は丹波層群上位の低角度の境界断層の存在を示唆するものでした。それを確認すべく、湧水地点で剥ぎ取りを行ったのが露頭bです。ここでは、走向NS、傾斜20°Wの境界断層が現れました。露頭aでは、境界断層が丹波層群の中に発達する走向N80°W、傾斜84°Sの断層に連続することがわかりました。残る問題は露頭cから先の断層分布です。転石の分布は東西走向を示していたので、丹波層群と大阪層群の境界に連続19mのトレンチを掘削した露頭dとその先の露頭eで境界断層の位置を明らかにしました。

その結果は図-1-aに示す通りです。丹波層群の砂岩優勢層が大阪層群に衝上している境界逆断層が北に張り出した尾根の裾を取り巻いて分布していました。

ただし、図-1-bに示すように、断層面の走向・傾斜が激しく変化

しています。大局的にみると、境界逆断層に沿って階段を一步一步上げていくように、丹波層群が大阪層群にのり上げているようにみえます。この階段状になる原因ですが、境界逆断層の傾斜は大阪層群の層相と相関があるように思われます。すなわち、粘土層やシルト層に対しては緩傾斜で、礫層に対しては急傾斜で衝上する傾向があります。また、断層面の走向がNSに近くなるのはこの断層がもつ横ずれ成分(右横ずれ)の運動を反映したものと解釈しています。

地表地質踏査、トレンチ・剥ぎ取り調査の後、この現場では、B-1とB-2ボーリングで地下の断層分布を確認しています。ボーリングデータを加えて作成した構造断面(図-1-c)に、山地—平地境界断層の基本的な特徴が現れています。

低角度逆断層は狭い範囲でも大阪層群の岩相と横ずれの影響を受けて走向・傾斜が変化するので、断層の形態を明らかにするのは非常にやっかひです。しかし、すべての調査に先行して、かつ他の調査結果を検証するときにも、転石法による地表地質踏査(横山, 2007)を実施することで、効率よく真実に近づくことができると思います。

境界断層面が低角度になるのは、丹波層群と比較して軟質な大阪層群側が一方的に変形するからです。断層の成長と同時に、大阪

層群は、境界逆断層に引きずられて高角度になって褶曲します。完全に折たたまれていることもあります。引きずられた大阪層群の地層はほとんど破壊されることなく曲がっていることが多いのですが、層が分断されつつ引きずられているところもあります。大阪層群の急傾斜化は断層の存在を暗示するシグナルです。

3. 断層か？地すべりか？

境界断層に沿って山地側の基盤岩が上昇し、山地と平地の分化が起こりますが、境界断層面が低角度化するとうことは、山地斜面の丹波層群が高度を下げながら、平地に向かって移動するという現象が、断層運動と同時に起きていることを示しています。その結果、境界逆断層の先端部では、上盤の丹波層群に多数のクラックが発達し、その一部が開くなど、ゆるみが大きくなっています。そのことは先端部で実施したB-1ボーリングの標準貫入試験のN値にも現れ、上盤の丹波層群のN値(12～22)のほうが断層直下の大阪層群のN値(24～50)よりも小さくなっています。この上盤の丹波層群のゆるみは断層運動による変形そのものではなく、重力による変形です。言い換えると、境界逆断層の低角度化は本質的にはテクトニックな変形であるのに、ノンテクトニックな変形を必ず伴うということです。

衝上してきた境界逆断層面がそれとは反対の平地側に傾斜して正断層の見かけをもつ例もあります。上盤のゆるみは先端部ほど大

きく、角礫状になっている例もあります。このような緩み領域に連続した不連続面が発生すると、地すべりになるかもしれません。不連続面が低角度断層と連結すると、断層運動が地すべり変動に移化し、通常では滑動できないすべり面形態の地すべりでも発生するかも知れません。

4. 層状破砕帯探しの技

大阪層群の粘土層中に発達する層面断層は層状破砕帯と呼ばれています(西垣, 1977, 1983; 中世古・橋本, 1988)。層状破砕帯は破砕帯全体が強剪断帯からなることもあります。図-2-aのように強剪断帯と弱剪断帯とが平行に分布していることもあります。強破砕帯の幅は20～40cm程度が多いようです。断層に平行な切土斜面で確認された層状破砕帯の中には200m以上も連続が確認されたものもあります。幅数cm程度の強破砕帯であっても、10m以上連続していることもあります。通常、強剪断帯を層状破砕帯と呼んでいます。

層状破砕帯が土木で問題にされてきたのは造成工事によって層状破砕帯が露出するとそれをすべり面とする地すべりがしばしば発生したからです。造成工事によって出現した層状破砕帯の分布を図-3に示します。露頭で確認された層状破砕帯の約80%は近傍の活断層から2kmの範囲に分布しています。

層状破砕帯は工事をして初めて確認されることが多いのでやっかいな代物ですが、これまでの研究から層状破砕帯の発生層準を高い精度で絞り込むことができます。西垣(1977, 1983)は、層状破砕帯が海成粘土層に発生していることに注目し、その成因を土質工学的に考察しています。それによると、海成粘土は古い時

代のものほど強度が大きいが、それが削割によって地表付近に到達すると、過圧密比が大きくなって脆性破壊を起こしやすくなり、その結果生じたものが層状破砕帯であると結論しています。その後の調査で、非海成粘土層にも層状破砕帯が確認されるようになりましたが、破砕帯幅が広く連続性の良いものは海成粘土層(Ma0～Ma2)に発達していることが確実にになりました(中世古・橋本, 1988)。さらに層状破砕帯が形成されている海成粘土層の中央部は均質で高塑性ですが、その上端部や下端部ではシルト質になったり、粗粒の碎屑物を挟在していたりします。それで層状破砕帯は、図-2-aのようにシルトとの境界や、礫混じり粘土薄層や極細砂薄層に沿って、均質な高塑性粘土中の下底面側に形成されていることが多いことも分かってきました(横山, 2009)。

こういった特徴を層状破砕帯の検出に利用するためには、高品質のボーリングコアが必要です。①無水堀は使わない、②コア採取が難しい場合は連続標準貫入試験で試料を得る、③その試料は塩ビパイプの半割れに入れてビニール袋に入れて保管する、と言ったことが最低限必要です。観察の際には完全に縦割りにするか、カッターナイフで表面を削るとよく見えます。そうすると、層状破砕帯も見落としがないと思います。コアを二つ折りにするのはただ破壊するだけですのでやめましょう。さらに、縦割りコアの片割れ等を使って、海生微化石の半定量分析(微化石総合調査)によって地層対比を行ったり、火山灰を同定したりすると層準も決まってきます。なお、堆積構造や小断層の観察・コアの写真撮影には縦割りのコアが適しています。

5. 層状破砕帯の微細構造から読み取れること

では、層状破砕帯の微細構造からどのようなことが読み取れるかお話ししましょう。層状破砕帯の微細構造はYシア、P面構造、R1シア(リーデルシア)がつくる複合面構造(Rutter, et al., 1986, 図-2-b)で特徴づけられます。層状破砕帯と非破砕粘土や弱破砕帯との境界を走る平滑で連続性の良い剪断面が主剪断面Yシアです。肉眼で観察することができる緩やかに波打つ扁平なレンズ状粘土片(変形レンズ)の形態定向配列およびそれを取り巻く構造性面構造がP面構造に相当します。P面構造はYシアに平行かわずかに斜交しています。R1シアはP面構造を横切って発達しています。露出したばかりの層状破砕帯は軟らかすぎ、完全に乾燥させると固まってしまうので、適度に太陽熱で乾燥したところで一枚ずつ変形レンズを剥ぎ取っていくと微細構造の観察・計測がうまくできます。層状破砕帯の発達する粘土塊が光が透過できるまで薄く研磨して構造性面構造を観察することもできます。変形レンズの周囲のみならず、変形レンズの内部にも、ほぼ平行に微細な破断面群が発達していることがわかります。さらに走査型電子顕微鏡(SEM)で観察すると、破断面群に平行な粘土鉱物の形態定向配列が認められます。X線によって同定された粘土鉱物はほぼ等量含まれるカオリン、雲母粘土鉱物、スメクタイトと、少量の緑泥石でした。層状破砕帯と比較すると、弱剪断帯では剪断面の発達によって長径が数センチ以上の変形レンズが形成されていますが、その変形レンズの内部はほとんど変形していません。弱剪断帯から層状破砕帯に移化している部分を観察すると、変形レンズのサイズが次第に小さくすると共に、変形レンズの周囲や内部に構造性面構造が発達するようになってきます。層状破砕帯を特徴づける重要な構造は微褶曲です。褶曲は非常に複雑な形態をもっているので、褶曲を胴切りした複数のスライス

断面を作成し並べてみると、①褶曲軸面が著しく湾曲した舌状褶曲、②筒状に閉じた断面をもつ褶曲、③折りたたまれた根無し褶曲などが観察されます。褶曲軸の方向はY面の走向方向に平行なものと最大傾斜方向に平行なものに分かれます(図-2-b)。後者の褶曲軸はY面上の条線方向ともほぼ平行です。複数の露頭で測定した結果によると、Y面上の条線方向に伸張した褶曲が多いようです。このような微褶曲の形態的特徴は、発生初期には断層運動の方向に直交する褶曲軸をもつ褶曲が形成されたが、断層変位が大きくなるにつれて、断層運動の方向に引き延ばされた結果であると考えています。層状破砕帯の形成過程について、層状破砕帯の発生は塊状粘土の脆性破壊であるとする西垣(1977, 1983)の考えは正しいと思います。ただ、変形が進むにつれて、延性的になっている点は見逃せません。次第に変形レンズの数が増加し、構造性面構造が発達するようになると、粘土は次第に片状になって力学的異方性をもつようになります。構造性面構造が発達し強度低下した粘土は容易に塑性変形するようになり、その結果として形成されたのが微褶曲です。脆性-延性剪断帯の構造をもっていることが層状破砕帯の大きな特徴です。



層状破砕帯中の微褶曲

6. 山地-平地境界断層と層状破砕帯の関係

層状破砕帯が山地-低地境界断層から派生しているのが確認されています。地表部が大阪層群に覆われていても、地下に基盤岩を上下にずらす活断層があると、層状破砕帯が形成されていますが、形成されるのは断層の下盤側のみです。層状破砕帯の微細構造は、層状破砕帯の上盤が境界断層から遠ざかる変位センスをもっていることを示しています。このセンスは、境界断層のそれと同じです。そうであるならば、断層上盤の基盤岩(山地側の基盤岩)が層状破砕帯に沿って移動するという現象も起こりえると考えられます。境界断層の傾斜が非常に緩やかになり、移動量が大きくなっている場合はその可能性が大きいと考えられます。四国東部中央構造線に沿って発達する低角度断層にその例があります。そこでは、断層の下盤の土柱層の引きずり褶曲とシルト層中の層面断層に沿う移動とが組み合わさって、上盤の和泉層群が低角度の境界断層に沿って100m以上も移動しています(中野ほか, 2009)。

7. フラット・ランプ・フラット構造の発見

フラット・ランプ・フラット構造は泉北丘陵で発見されました。調査手法は3本のボーリングと簡単な地表地質踏査です。ボーリング調査はフラット・ランプ・フラット構造を解明するために実施されたものではありません。地表地質踏査は与えられたボーリングデータの構造解釈の必要に迫られて行いました。3本のボーリング投影した構造断面図をご覧ください(図-4-a)。3本のボーリングのいずれにも、鍵層としてのピンク火山灰層、ピンク火山灰層を挟在する粘土層(C-1)、その直上の砂層(S-1)は褶曲や断層によって変位していないと考えることができます。B-1ボーリングとB-2ボーリングにおいて、層状破砕帯の発達する粘土層が確認されました。B-1ボーリングでは砂層(S-1)の直上の粘土層(C-2)の下面から約1mのところ発達していました。

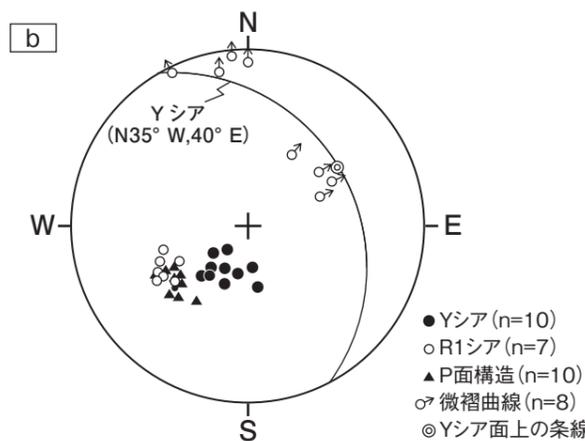
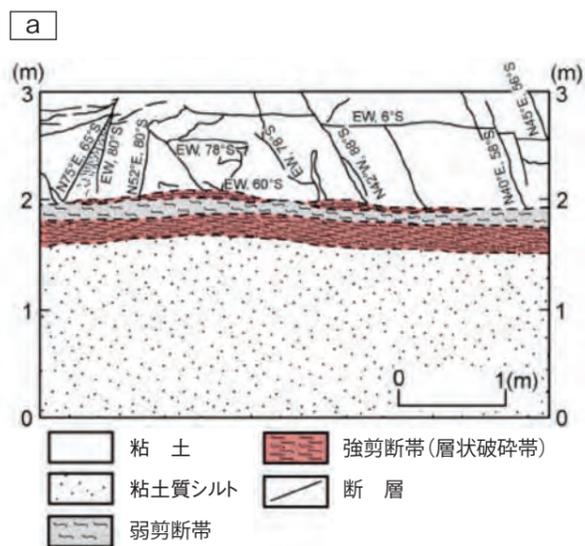


図-2 層状破砕帯の構造(横山, 2009)。a: 層状破砕帯の露頭スケッチ。b: 層状破砕帯の構造要素の等面積下半球投影。

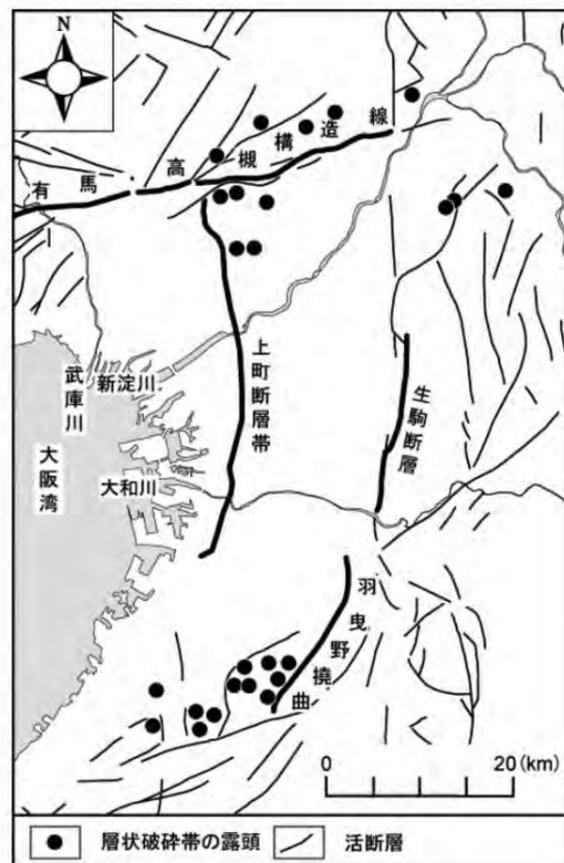


図-3 大阪層群周辺の層状破砕帯の露頭分布図(横山, 2009)。活断層の分布は活断層研究会編(1991)を編集した。

特集 SPECIAL-ISSUE

地質リスクを考える

1 日本の公共事業における新しい地質リスクマネジメントに向けて

渡邊 法美 ●高知工科大学 教授

1. はじめに

近年、日本の公共事業においても、予算超過や工期遅延に関するリスクマネジメントが、現場管理の実践的手段として注目されてきた。全国地質調査業協会連合会(全地連)が提唱してきた「地質リスク」の考え方も徐々に浸透しているようである。本稿では、日本の公共事業における地質リスクマネジメントの課題を整理し、実務変革の方向性を述べる。さらに、全地連の技術委員会「地質リスクWG(座長：佐橋義仁氏)」の研究チームとともに実施した事例研究結果に基づいて、地質リスクマネジメント過程の特徴の一端を整理し、今後の課題を述べる。

2. 従来の公共事業における地質リスクマネジメントの課題

本稿では、全地連の解釈に沿って、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さすものとする。従来の地質リスクマネジメントでは、「最小限」の地質調査に基づき、発注者側が「標準的」仕様を詳細に規定した設計図書を作成して工事を発注し、施工時には甲乙協議による設計図書変更を実施するケースが少なくなかった。この方式は、大量の工事を早期に発注し円滑に完成させる上で有効であったといえる。ただしこのマネジメント方式には、以下の3つの課題が存在する。第1の課題は、技術者自身への「期待」が充足されにくいことである。例えば、請負者が多くのリスクを取ることができる得意分野であったとしても、標準的工法以外の方法の選択が認められない場合も少なくなかった。このことは、請負者が自己の技術を発揮することによって、困難なリスクに挑戦し、技術者自身への期待を充足することが必ずしも容易ではなかったことを意味する。第2の課題は、請負者と発注者の双方が「不安」を抱えていることである。請負者の不安は、発注者とのリスク分担の基準が必ずしも明確に示されていないことによって生じている。「変更に伴う対価が



渡邊 法美 (わたなべ 法美)
高知工科大学 マネジメント学部 教授
北海道大学工学部衛生工学科卒業(1983)
同大学大学院工学系研究科衛生工学専攻修士課程修了(1985)
ジョーンズ・ホプキンス大学大学院地理環境工学科博士課程修了(1991)
専門は、建設および環境保全分野等のプロジェクトリスクマネジメント

必ずしも十分に支払われないのではないか」という、いわゆる「請け負け」の不安である。一方、発注者の不安は、その大部分が地質の専門家を有していないことによって生じている。「請負者からの増額変更提案に対して過払いになっているのではないか」という不安である。第3の課題は、従来の不安緩和方法が、今後は機能しにくくなることである。請負者と発注者の不安は、指名競争入札や受注調整に基づく長期的な「貸し借り」の関係によって相当程度緩和されてきた。しかし、今後指名競争入札に代わって一般競争入札が本格的に導入された場合、従来の長期的な「貸し借り」の関係は存在しにくくなる。さらに近年は、大幅な増額変更を「許容」する公共工事の執行手続きに疑念を抱き始めている納税者が少なくない。今後は、納税者の疑念を払拭するためにも、公共事業の執行手続きの透明性を高めた上で、個々の技術者の能力を最大限に活かすことによって、事業を効率的に実施していく必要がある。そのためにいま、新しい地質リスクマネジメントを構築し実践することが早急に求められている。

3. 公共事業地質リスクマネジメント実務変革の方向性

地質リスクをタイムリーにマネジメントし、コスト削減を達成するということは、コスト形成プロセス(コスト構造)をマネジメントすることである。そのイメージを図-1に示すが、まず想定されるリスク(悲観的リスクと呼ぶ)を抽出し、プロセスに沿って一つ一つ処理し、リスクを低減しながら段階を進めていくもので、この勾配が地質技術・地質調査の「投資効果」をイメージしている。リスク低減量と地質調査・事前対応費用との関係から妥当投資額を導きたいと考えており、その効果を大きくするために技術顧問(発注者支援者)を

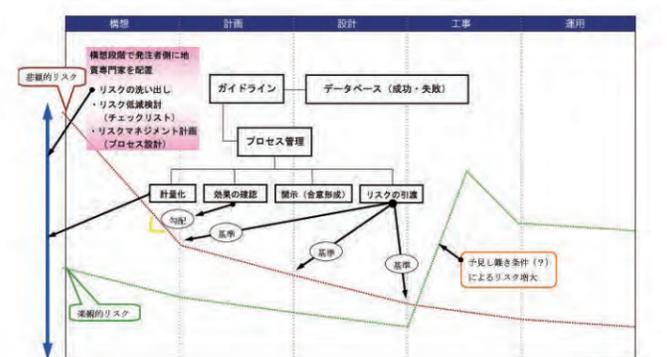


図-1 地質リスクプロセスマネジメントのイメージ

8. 層状破碎帯をすべり面とする断層上盤の基盤岩の地すべり

山地—平地境界断層がつくる多様な断層構造に対応して、層状破碎帯をすべり面とする地すべりが発生します。一例として、断層上盤の基盤岩からなる地すべり移動体の末端部のすべり面が層状破碎帯である場合があります。たとえば、天王山断層沿いの地すべりでは、地すべり移動体の末端部をなす超丹波層群砂岩を源岩とする断層破碎帯(境界断層)が層状破碎帯の上面に沿って滑っています。砂岩の断層破碎帯は1m以上の厚さをもち、層状破碎帯の層厚は40cmあります。二つ目は、大阪府と奈良県の県境に発生した亀の瀬地すべりの例です。亀の瀬地すべりは大和川断層が走る大和川に向かって滑っています。亀の瀬地すべりの南端ブロック(林, 2002の図3.3.3と図3.3.4参照)の地すべり末端部で、地すべり移動体を構成する新期ドコロ溶岩が大阪層群の層状破碎帯の上面を滑っています。

9. まとめ

山地—平地境界の地質のやっかいなところは、単に活断層が走っているということだけでなく、平地側の地質構成によって断層面の傾斜が変化するためです。断層面が低角度化する際には断層上盤がクリープします。さらに、低角度断層をすべり面とする地すべりの滑りのセンスは低角度断層が平地側に迫り出す変位センスと一致しているため、断層が地すべりかの認定を難しくしています。

〈引用文献〉
林義隆(2002): 新第三系二条層群(亀の瀬地すべり), 藤田 崇編著: 地すべりと地質学, 古今書院, 東京, pp.167-171.
活断層研究会編(1991): 新編日本の活断層, 東京大学出版会, 東京, 437p.
中野 浩・加藤弘徳・横山俊治(2009): 掘削で出現した徳島県美馬市の中上衝上の断層構造, 平成21年度研究発表会発表論文集, (社)日本応用地質学会 中国四国支部, pp.65-70.
中世古幸次郎・橋本 正(1988): 2章 地盤災害 地すべり(大阪層群を中心にして), 土と基礎, Vol.36, No.11, pp.15-19.
西垣好彦(1977): 大阪層群における破碎帯すべり例, 土と基礎, Vol.25, No.2, pp.57-62.
西垣好彦(1983): 大阪近傍の新生代層に見られる層状破碎の生成, 応用地質, Vol.24, No.2, pp.1-7.
Ramsey, J.G. and Huber, M. (1987): The techniques of modern structural geology, Vol.2: folds and faults, Academic Press, 700p.
Rutter, E. H., Maddock, R. H., Hall, S.H., and White, S.H. (1986): Comparative Microstructures of natural and experimentally produced clay-bearing fault gouges, Pure Appl. Geophys., Vol. 124, No.1/2, pp. 3-30.
Suppe, J.(1980): Geometry and kinematics of fault-bend folding. Am. Jour. Sci., Vol.283, pp.683-721.
横山俊治(2007): 地表面地質調査技術の伝承, 地質と調査, No.3, pp.9-22.
横山俊治(2009): 山地—平地境界断層の断層運動と地すべり変動—近畿地方の大阪平野周辺地域の例—, 日本地すべり学会誌, vol.44, No.4, pp.10-17.

ところが、B-2ボーリングでは、粘土層(C-2)の同じ位置に層状破碎帯は発見されませんでした。砂層(S-2)の直上の粘土層に層状破碎帯が発達していました。発達深度と見かけの層厚が大きく違っているということです。また、B-3ボーリングでは、B-2ボーリングから連続すると推定されるこの粘土層の層厚は極端に薄くなっていました。一方、地形を見ると、B-1とB-2ボーリングの間に紙面に直交する方向に延びる高まりがありました。地層の形態が地形に現れているようだったので、簡単な地表地質踏査を実施しました。その結果、主として砂層(S-2)の分布と層理面の走向・傾斜から冠部が平らな背斜型褶曲の存在が明らかになりました。これらの調査結果を総合して図-4aの地質構造モデルを構築しました。ただ、それを実証するためには、B-2とB-3ボーリングの間に位置する褶曲翼部を被う崩積土を剥ぎ取って、層状破碎帯の連続と位置、褶曲の翼部の形状、粘土層の層厚等を確認する必要があります。図-4bは崩積土の掘削で確認した断面です。測定した翼部の層理面の走向・傾斜から推定した褶曲軸はS69° E、4°で(図-4c)、層状破碎帯のY面の走向・傾斜はN20° W、4° Sでした。これで想定していた地質構造モデルである層状破碎帯がつくるフラット・ランプ・フラット構造とそれに伴う根無し背斜型褶曲(rootless anticline) (Suppe,1980)を実証することができました。なお、翼部とその前面の砂層(S-2)中には、下に凸の湾曲した正断層であるリストラック断層群(Ramsey and Huber, 1987)が発達しています(図-4a)。リストラック断層群が層状破碎帯に収斂していることから、層状破碎帯を主すべり面とする地すべり運動によって形成されたものと考えています。

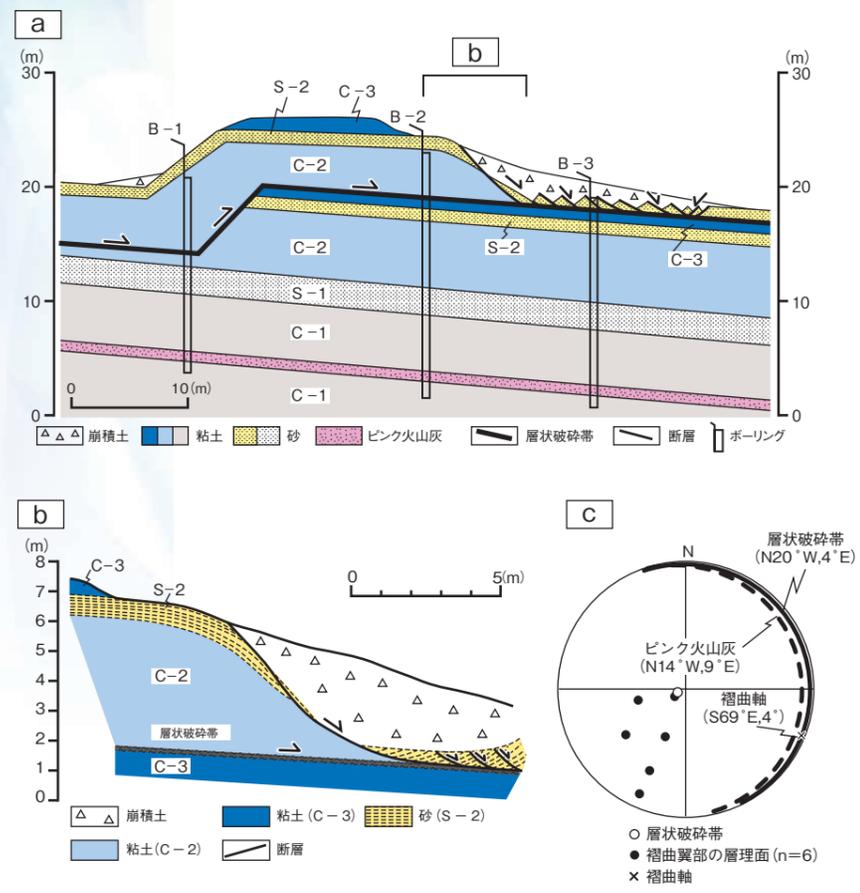


図-4 大阪層群のフラット・ランプ・フラット構造(横山,2009)。a:構造断面図。b:根無し背斜構造。c:構造要素の等面積下半球投影。

雇うことも考えられる。なお、前段階から後段階への移行にあたっては何らかの基準を満足する必要があると考える。このマネジメントシステムを運用するためには、以下の3つの要素が必要である。

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

上記の3点セットによって公共工事のコスト構造改革は以下のような進展が期待できる。

- ①リスクへの予防措置による工期短縮・コスト縮減
- ②楽観的リスクからの出発による工期延長・コスト増大(市民の不信)からの脱却
- ③事後対応(設計変更など)から事前対応への変更により合意形成に寄与
- ④悲観的リスクから出発するプロセスマネジメントによって説明責任とリスクコミュニケーションに寄与
- ⑤プロジェクトの各段階の後段へのリスク引き渡し内容の明確化
- ⑥リスクの事前把握により民間とのリスク取引(PPP)*が進展

※ PPP: Public Private Partnership(官民連携)
行政が提供してきた公共サービスを民間に開放することによって、コストの低減や品質の向上を図る取り組みを指す。

4. リスク計量化の試み

地質リスクマネジメントの3点セットのうち「リスクの計量化」は最大の課題である。本研究においては「リスクの計量化」をマネジメントによる「リスクの低減効果」、すなわちマネジメントの有無による「工事費」の変化として捉えた。対象とするリスクのタイプとして以下の3タイプを想定し、それぞれデータ収集様式を作成した。全地連の技術委員会「地質リスクWGの研究チーム(座長：佐橋義仁氏)」とともに事例を収集し、「マネジメント効果」を定量的に試算することを試みた。

A タイプ

リスクを未然に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、効果は下式によって算出する。

$$\text{効果} = (\text{当初工事費用}) - (\text{変更後工事費}) - (\text{リスク対応費用})$$

B タイプ

発現した事象(変更後工事費)からリスク管理を行っていれば(リスク対応費用を掛けていけば)工事費の変更はなかったと推定するもので効果は下式によって算出する。

$$\text{効果} = (\text{変更後工事費用}) - (\text{リスク対応費用})$$

C タイプ

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タイプ)、リスクマネジメントを行って(ここからはAタイプ)リスクを最小限にしたケースである。効果は下式によって算出する。

$$\text{効果} = (\text{回避しなかった場合の工事費}) - (\text{当初工事費}) - (\text{追加工事費}) - (\text{リスク対応費用})$$

5. 地質リスクマネジメント過程の特徴の一例

以下に、この事例研究結果からみた地質リスクマネジメント過程の特徴の一例を述べる。

(1) リスク効率性について

リスクマネジメントの目的の一つは、リスクとリターン、あるいはリスクとコストの最も好ましいバランスをもたらす対策を導き出すことにある。

図-2にその概念図を示す。横軸は事業コストの期待値を、縦軸はそのばらつきを示す。事業コストは、事業の構想段階から運用段階までに要した費用をさす。縦軸のばらつきが、リスクを表す指標として用いられることが多い。一般に、ばらつきの指標として、標準偏差や分散が用いられる。本稿では、以下縦軸は標準偏差を表すものとする。

リスクマネジメントでは、より少ない費用でより多くのリスクを削減することが望ましいことはいうまでもない。この考え方をリスク効率性(risk efficient)であるという。図-2において、対策AとBは対策Dよりもリスク効率性である。より南西方向の結果をもたらす対策が、よりリスク効率性な対策となる。

ただし通常は、事業コストの期待値と標準偏差とは、トレードオフの関係にある。対策A, B, Cは、それぞれ他の対策よりもリスク効率性であるとはいえない。このように、よりリスク効率性な対策が他に存在しない対策を結んだ線を、リスク効率性曲線(risk efficiency curve)という。

リスクマネジメントでは、このリスク効率性曲線を求め、その中で最も望ましいバランスを生み出す対策を導出することが求められる。この考え方に沿って、A型とB型のマネジメント過程の一例を述べる。

(2) A型マネジメント過程の一例

図-3に、A型リスクマネジメント過程の一例を示す。A0は通常の実施策、A1は当初対応策、A2は修正された最終対応策の期待値と標準偏差をそれぞれ示す。A2→A3は工事段階と運用段階におけるリスクマネジメントの状況推移を表し、A3は事業終了時、すなわち、事業がその役割を果たし終えた時点での状態を表す。まず、通常の実施策A0では、事業コストのばらつきが大きくなると考えられたため、ばらつきを小さくする修正案A1が検討・提案されている。さらに、修正案A1の経済性(コストの期待値)を改善するために詳細な分析・検討が重ねられた結果、最終案A2が導出された。A3の横軸の値は最終的な事業コストを示す。事業コストは確定しているため、標準偏差はゼロとなる。



図-2 リスク効率性の概念

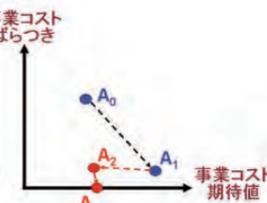


図-3 A型の過程の一例

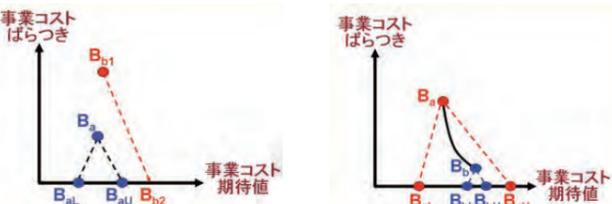


図-4 B型の過程の一例

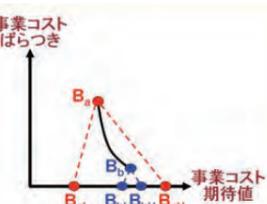


図-5 ローリスクローリターンとハイリスクハイリターンの対策

A型に該当する事例は、特に大規模な事業において、構想・設計段階で地質リスクマネジメントが十分に検討される場合であるといえる。

(3) B型マネジメント過程の一例

図-4に、B型リスクマネジメント過程の一例を示す。Baは提案された対応策の事業コストの期待値とばらつきを著しく過小に評価した場合を示す。BaLは事業コストの想定下限値であり、BaUがその上限値である。

これに対して、Bb1は提案対策の真の特性、すなわち、事業コストの期待値とばらつきの正しい値を示す。次に、Bb1→Bb2は、リスクが発現した後、事後的に採用された対応策の推移を表す。この場合、最終的な事業コストBb2が、事業コストの想定上限値BaUを超過したことを示している。

B型リスクマネジメントが実施される一因は、地質リスクの著しい過小評価にある。

事例収集を実施する中で、多くの発注者の方々とリスクマネジメントの実務と効果について意見交換を行った。その中で、対応策の選択が難しいと感じた状況は、図-5の場合であった。BbLをBbの想定下限値とし、BbUはその上限値とする。この場合、BaUがBbよりも大きく、BbLとBbUの範囲がBaLとBaUの範囲の中に含まれると判断されている。Baは「ハイリスクハイリターン」、Bbは「ローリスクローリターン」な対応策である。

この場合、担当者には、「ハイリスクハイリターン」な対応策であるBaを採用する誘因が働くとされる。それは、地質リスクの過大評価への恐れとそれに伴う過大設計防止の要請である。Ba採用に伴う最終コストが、Bb採用に伴う最終コストより小さくなる確率は小さくない。納税者からのコスト縮減への要請を日々実感して事業を実施する公共発注組織ほど、その傾向は顕著になると思われる。

ここで、

- 1) BaとBbの選択に関して、唯一絶対的な正答は存在しない、
 - 2) Baを採用して、リスクが発現した結果、その最終的な事業コストがBbを上回った場合でも、それは決してマネジメントの失敗ではない、
- ことに留意すべきであると考えられた。

6. 今後の課題—事例研究の拡大とデータ様式の検討

今後も事例研究を重ねてデータ様式の規格化を進め、地質リスクマネジメントの3点セット(リスクの計量化、プロセスマネジメントシステム、地質技術顧問)の具体化を図りたい。計量化研究にはA～Cなどのデータ様式の規格化が必要であり、一方で研究を通して様式の改善(有効なデータ項目、データタイプの高度化など)へのフィードバックがなされる。これらの様式はリスクが発現した工事段階で記述するのみではなく、構想段階、調査段階、計画段階でリスクを想定して調査を提案しその効果を予測する場合にも利用できる。さらにデータの蓄積によって前段階から後段階への引き渡しリスクに基準を設定するなどのプロセスマネジメントシステムを構築したい。そのためには事例研究の継続・拡大が必要である。データ項目はさらなる検討が必要であるがデータの活用としては図-6のような場面が考えられる。

質技術者がマネジメントする内容を図-7に示すが、この技術者の行為を支援するガイドライン・事例集(データベース)の整備が望まれる。

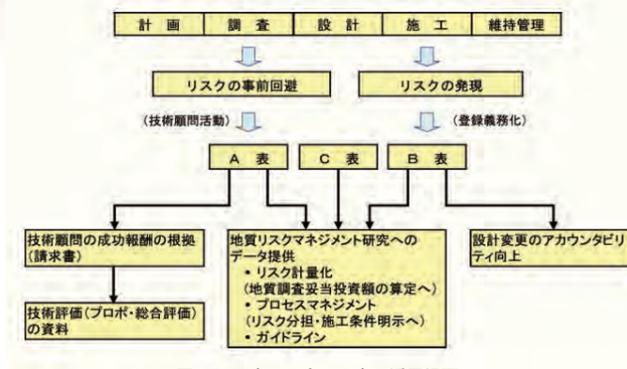


図-6 A表・B表・C表の活用場面

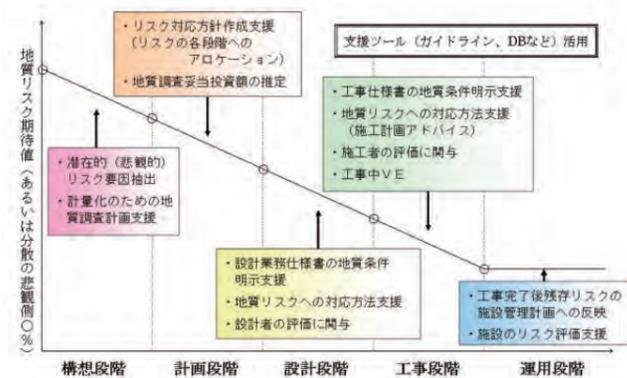


図-7 地質技術者の役割

7. おわりに

海外の技術者に、これまでの全地連地質リスクWGの試みを説明するたびに、驚きと期待のまなざしを感じる。全地連という企業の一連合体は、自ら責任を創って、公共事業執行過程の変革の一役を担い、そのために、「重要ではあるけれども、実施は困難であると考えられてきた」定量的事例研究に取り組んできた。これらの活動は、世界でも稀な試みであると同時に、日本のみならず他国でも大きな貢献を果たしうることを実感している。リスクの計量化、プロセスマネジメントシステム、地質技術顧問という地質リスクマネジメント3点セットの具体化をめざして、2011年初頭には地質リスク学会を立ち上げる予定であり、現在鋭意準備を進めている。皆さまのご協力・ご指導・ご参画を賜りながら、皆さまとともに地質リスクマネジメントの新しい道を切り拓いていきたい。

謝辞

本研究の一部は(財)日本建設情報総合センター(JACIC)の研究助成を受けて行ったものです。また、事例研究では多くの方々にご協力いただきました。皆さまのご支援に厚くお礼申し上げます。

〈参考文献〉

- 1) 渡邊法美、佐橋義仁：地質に係わる事業リスクへの対応と地質情報、JACIC情報86号、pp. 58-63、2007。
- 2) 渡邊法美：地質リスク分析のためのデータ収集様式の研究報告書、(財)日本建設情報総合センター研究助成事業、2008。

2 地質あるいは施工から生じるリスクを回避する工夫について

塚田 幸広 ●国土交通省近畿地方整備局 企画部長

この原稿の依頼を受けたときのテーマは、「地質」と「リスク」であった。引き受けてからしばらくして、現場から離れて久しいために、このテーマに直接的に述べるための最新の知識と経験が欠如していることを実感した。そこで、筆者のかつての少々賞味期間が過ぎた感がある経験をベースに、予測と実際、データの共有・見える化、人材育成等の観点から「地質あるいは施工から生じるリスクを回避する工夫」について述べてみたい。

1. 予測と実際(1)

地盤工学の予測と実際(Prediction & Performance)については、「土と基礎」や「地盤工学会誌」で幾度となく登場するテーマである。このテーマでは、箇所ごとに地盤の性状・構成が違うことから、サンプリングなどの高い精度の地盤調査から得られた各種データ、パラメータを用いた解析による予測(Prediction)と実際に計測される現象(Performance)との対比が肝要である。私は、大学時代、一応、粘性土の三軸圧縮試験を駆使して卒業論文をまとめた経験がある。その後、つくばの土木研究所に配属になり、多くの現場を「研究・現場調査」という立場で体験するに伴い、当初の予測と実際の現象とは違うという実態を学んだ。

一例として、本州・四国連絡橋の関連するインターチェンジ(IC)の建設に関わったことが、私自身の技術的センスを磨くための非常に大きな財産となった。同プロジェクトは、幹線国道や民家が近接し、かつ超軟弱な地盤上に高盛土のICを構築するものであった。その対策を検討するため、東京理科大学の福岡正巳教授を委員長に軟弱地盤の権威の有識者からなる検討委員会が設置された。委員会では、現場の地質・土質の解釈・予測と深層混合処理、グラベルコンパクション、鉄筋による盛土補強工法等、当時としては最先端の地盤改良工法の試験施工による沈下、側方流動等の計測結果の分析の両面からほぼ2年間に渡り熱心に検討された。幹事として参画していた私にとって、精度の高い調査とそれを用いた予測はもちろんのこと、実際の計測データとの関連性を追及する福岡委員長の姿勢について感銘を受けたことを思い出す。ICは他に大きな影響を与える

ことなく無事完成し、既に20数年が経過したことになるが、ほぼ10年が経過した時点で、当時の委員・幹事とICを視察する機会があり、実際の沈下や変位がほぼ予測通りに再現されていることを直視し、この「予測と実際とのギャップを狭める解析と計測技術」の重要性を再確認した次第である。

最近では、大規模な現場や建築物・構造物が近接する現場では、計測と計測結果をフィードバックすることがリスクを回避し、加えてコストを削減することから標準的な手法として位置づけられ、技術提案されているが、さらに他の各種工事での展開を考える必要がある。また、個々の工事での施工管理の枠を超えて、他の現場のリスク回避手法への反映、学術的発展の観点からも「ケースヒストリーの蓄積」をつねに心がけることを期待したい。

2. 予測と実際(2)

上記では、地盤調査がある程度十分に行われることを前提にしつつ、予測と実際の現象とを対比し対処するケースであるが、山岳トンネルの工事では、地形あるいは地権者等との調整の影響で必ずしも十分な地質調査が得られない場合も少なくない。この場合、施工段階で掘削に先行して地質、湧水調査を進めることになり、後述する情報化施工とも関連するセンシング技術、地質の知識がある専門家の解析技術を駆使し対応することが重要となる。このような事案での総合評価契約方式における技術提案においても、様々な調査と解析を組み合わせた方法が提案されている。当然、工事着手段階での想定(予測)をしつつ資材、施工方法を計画するが、掘削に先行する調査の結果(実際)に従い、フレキシブルに方法を調整変更することにより、リスクを回避することが求められることになる。

3. 地盤情報の共有と見える化

次に、リスクを回避するための「地盤情報の共有化と見える化」を考えたい。ご存知のとおり、関西では全国に先んじて、国土交通省、地方自治体、電力会社等の公的機関が所有する地盤データの共有化と活用を推進してきた。これまでの関西地盤データベース(DB)の取り組みは、各種工事への反映、学術的研究等、多くの成果を発揮してきたことは改めて述べる必要はなからう。平成20年度段階では、20数機関からのボーリングデータを提供いただき5万以上のDB化が完了している。そこで、ここでは、この貴重な地盤DBの身近な活用・展開を提案したい。(図-1、図-2参照)

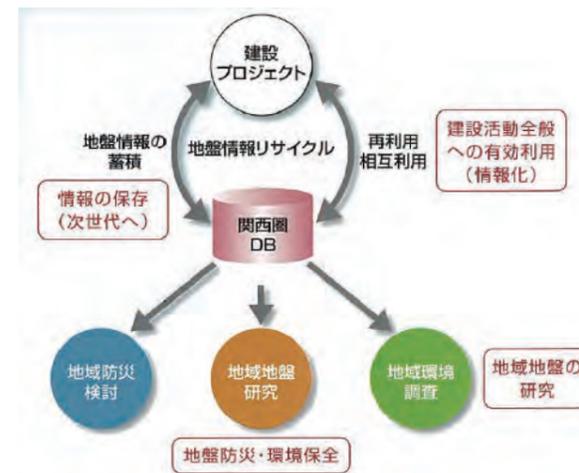


図-1 関西地盤情報DBの活用(KG-NETパンフレットより引用)

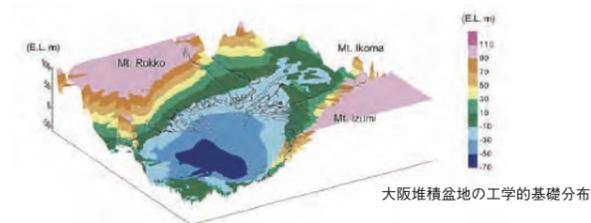


図-2 関西地盤情報DBの活用事例(KG-NETパンフレットより引用)

現在、国土交通省では、総合評価契約方式の拡大とともに、建設生産性の向上を目的に、ワンディーレスポンスや三者協議を推進している。特に三者協議は、発注者、設計コンサルタント、施工業者が施工着手前あるいは中間に設計意図、実現現場条件に即した調整をするため実施している。例えば、地盤改良工、橋梁下部工等の工事においては、地盤DBあるいは個別ボーリング情報を三者会議で共有し確認することが重要と考える。その際、参加メンバーが即座に理解するために、できるだけわかりやすく地盤情報を提示することが肝要であろう。すなわち、「地盤情報の見える化」である。データを視覚的にわかりやすくし、関係者でクロスチェックすることにより、設計及び施工のミスというリスクを回避できるとともに、さらなる効率的な施工や施工管理が可能となろう。大規模な軟弱地盤改良工事においては、ある程度の地盤情報を反映した施工管理が進められているが、情報化施工をさらに推進するためにも既存地盤DBの

活用やオペレータあるいは施工管理担当者の適切な判断に資する「見える化」が重要と考える。道路盛土や築堤の情報化施工が各地で実施されており、転圧回数等を視覚的に表示することにより面的な締め管理が導入されてきた(図-3参照)。この土質や施工関連のデータを施工段階での管理記録にとどまらずに、将来的な公物管理に活用することも視野におく必要がある。地震、豪雨等による盛土、河川堤防の被害に対処するというリスク回避の観点から重要と考える。同様に、災害時の緊急復旧に際して、既存地盤DBの活用を考えたい。今年の兵庫県佐用町の豪雨災害は記憶に新しいところであるが、この他にも、福岡、山口、和歌山等でも大きな土砂被害が生じた。速やかに土砂災害の原因や復旧対策を検討するためにも、既存の地盤DBが活用できるシステムや体制の検討が必要であろう。



図-3 TS・GPSによる盛土締め管理

4. 専門家、人材育成

最後に、リスクを回避する究極の方法として、複数の専門家による検証、チェック体制を指摘したい。先に紹介した軟弱地盤上におけるIC建設の事例のような有識者、専門家の体制を組織することは容易ではないが、せめて数人の専門家の目を通し、チェックすることはある程度可能であろうし、お勧めしたい。また、今後の専門家の育成も大いに期待したいところである。



塚田 幸広 (つかだ ゆきひろ)
 国土交通省 近畿地方整備局 企画部長
 '81年北海道大学工学部土木工学科卒、建設省(現・国土交通省)に入省。
 土木研究所を皮切りに、東北地方建設局酒田工事事務所長、総合政策局建設業課建設業技術企画官などを歴任。道路局道路交通管理課高度道路交通システム推進室長から'08年7月4日付で現職。北海道出身。

3 土木屋さんから地質屋さんへの手紙～ 積極的な情報発信こそが 地質リスク対策の第一歩

亀村 勝美 ●財団法人 深田地質研究所 理事

昨今、地質リスクあるいはジオリスクなどの言葉をよく耳にする。一言でいえば、地質構造の不確実性、調査試験結果のばらつきなどに起因する想定外の被害(コスト増、工程遅延、事故など)である。そしてこれを具体的にリスク*1として定量的に評価し、様々な対策を講じるのがマネジメントである。筆者はこの春、定年退職となるまで大手建設会社でトンネルや地下空洞などの地盤岩盤構造物の設計、施工管理に携わってきた。数々のプロジェクトに参画し、いくつもの困難な状況を経験してきたが、いまになって振り返ってみると地質リスクに翻弄された会社人生とも言えよう。ここではその経験に基づき、トンネルの情報化施工管理の観点から地質リスクについて思うところを述べたい。

トンネル建設における リスクマネジメントのサイクル

山岳工法トンネルの標準工法では、図-1に示したような情報化施工管理の流れの中でトンネルの建設が進められていく。まず、調査・試験により建設サイトの様々な条件が明らかにされ、設計条件が提示される。これに基づいて設計や解析が行われトンネルの断面形状や支保*2の規模が決定されるとともに、工事中の安全管理のための管理基準値が設定される。施工段階では、地山や地下水の挙動が入念に計測・観察され、工事の安全が確認されるとともに構築しているトンネルの性能評価が行われる。安全性や性能に問題を生じる可能性がある場合には工法の変更や追加の補助工法などの対策が実施されると同時に、再調査や試験の追加の必要性、設計・解析の妥当性、再実施なども検討される。

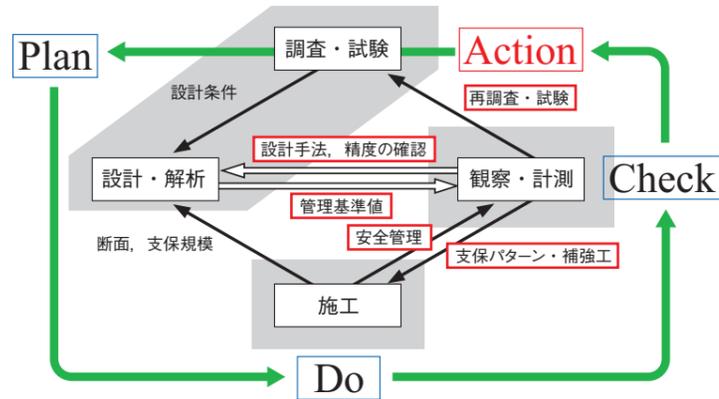


図-1 情報化施工とマネジメントサイクル

そして設定された管理手法や管理基準に問題があると判断された場合には、基準の再設定や管理手法の見直しも行われる。すなわち、調査、設計、施工は計測および観察を媒体として有機的に結合されており、現場の状況を直ちに設計、施工に反映することを可能としている。これらは図中に示したように Plan → Do → Check → Action のマネジメントのサイクルに対応している。ただしこのサイクルが機能するためには、各々の項目について次に述べる事が満足されている必要がある。

調査：設計に用いる解析法の持つ精度に充分対応し得る信頼性を持っていること。

設計：施工法や地山の力学的特性、水理学的特性を評価できる解析であること。

施工：解析や計測の結果と対比できる精度を有していること。

計測・観察：地山や支保の状況、挙動を十分な精度と信頼性で把握できること。また、設計や施工へのフィードバックを有効なものとするための即時性を有していること。

情報を交換し、共通認識を 醸成することが不可欠

ここで留意しなければならないのは、こうした手法では各項目が有機的に関係し合っているため、各々の項目の精度や信頼性が全体の精度に影響を及ぼすことである。さて、こうしてみるとマネジメントサイクルの出発点である調査に

※1：工学的なリスクは、「ある事象生起の確からしさと、それによる負の結果の組み合わせ」JIS Z 8115:2000、あるいは「事態の確からしさとその結果の組み合わせ、または事態の発生確率とその結果の組み合わせ」JIS Q2001:2001 などと定義され、確率×損害で表せる悪い結果。一方、経済学的なリスクは、一般的に「ある事象の変動性に関する不確実性」と定義されている。

※2：トンネル工事等で、コンクリートで覆工するまで掘削面が崩れないよう土圧を支えるための仮構造物。

おける地盤に関する様々な不確実性は、設計、施工更には計測管理にも確実に影響を及ぼすことは明白であり、地質リスクマネジメントは、まず地質調査結果の信頼性の向上から始まることばかりいただけるだろう。では実態はどのようなのであろうか？

トラブルが生じた建設現場では、よくこんなやり取りを耳にする。

A:「事前の調査でどうしてこの地質の出現がわからなかったのか？ わかっていれば手の打ちようがあったのに」

B:「調査にもっと時間とお金をかけないと……。今の技術では限界がある」

一見もっとものようであるが、本当であろうか？ Aの方に聞きたい。「5%の確率で出現の可能性がある」と示されたら具体的にどう対処するのですか？」と。この場合、5%の確率(P)で発生する事象による損害(C)を予測し、 $P \times C$ としてリスク(損害の期待値)を評価した上でこのリスクが許容できないと判断された場合には、それを低減させる方策を複数策定し、意思決定者の判断を仰ぐ必要がある。図-2は様々な対策の案に必要なコストと、それによって低減できるリスクの関係を示している。第1案は、いまのまま何もしない。ただし大きなリスクは覚悟する。第5案は大々的な調査を実施し、リ

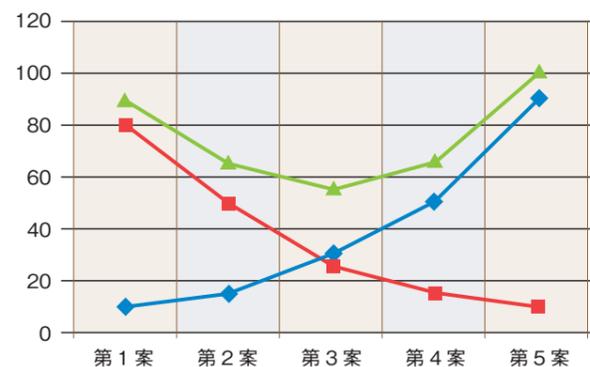


図-2 リスクマネジメントの概念



亀村 勝美 (かめむら かつみ)
財団法人 深田地質研究所 理事
1974年3月 早稲田大学大学院建設工学専攻卒
1974年～2009年 大成建設(株)にて耐震解析、トンネル・地下空洞の設計・施工管理、岩盤工学研究、高レベル放射性廃棄物処分技術研究、地震リスクマネジメント手法研究などを担当
2009年5月より現職

スクをほとんど無視しうるまで下げるものである。リスクマネジメントの観点からはこのどちらも好ましいものではなく、トータルコストの最小化を判断基準とすれば第3案が採るべき対策となる。しかしこうした評価はなかなか難しい。一方Bの方にも聞きたい。「では、どんな方法でどれだけ予算を掛ければ具体的な出現の可能性とその特性を数値として示してくれるのですか？」と。これまでの公共工事では、発注者の実施した調査工事に基づく情報が応札者に提供されることが前提条件であるため、請負者は調査によるリスク対応とは無関係であった。次に施工段階でのジオリスクは、通常の建設請負では、建設工事に実施される数量精算により原則的には発注者が負担してきた。しかしこれからは、それは許されない。無理無駄を合理的かつ第三者に説明できる手法で排除していかなければならない。そのためには地質調査技術者と、地盤岩盤構造物の設計施工、施工管理に携わる技術者との間で地質リスクとそのマネジメントに関する情報を交換し、共通認識を醸成することが不可欠である。そしてその前提条件として地質担当者は設計施工法について、設計施工担当者はもっと地質について勉強する必要がある。そうしないといつまでも共通の言語がないまま一方通行の地質情報になってしまう。意志の疎通がないまま図-3のような予期しない(予測できたが対応しなかった?)状況を招くようなことがないようにしたいものである。この文章を読まれた方は、ぜひ土木技術者に声をかけていただき、この地質は何なのか？ どんなことが考えられるのか？ どんなことがわからないのか？ を話していただければと思う。地質関係者だけの内向きの議論ではなく、外へ向けた情報発信を積極的に行うことが地質リスクに対する具体的な対策の第一歩なのである。



図-3 泥岩中のトンネルの変状例

4 全地連における地質リスクマネジメントの取組み

岩崎 公俊 ●基礎地盤コンサルタンツ株式会社 営業部長

1. はじめに

建設プロジェクトにおいて当初想定していなかった条件に遭遇し、工期延長や設計変更を余儀なくされたり、あるいは原価が高騰してしまうことが少なくない。例えば、表-1に示すような事例は時々耳にするトラブルの一例である。

このような工事中のトラブルの多くは、大なり小なり地質・土質や地下水などの要因が関係していることが多く、これらに対する対応は全体工事費に極めて大きな影響を及ぼす。そのため、これらに起因するリスクを認識し管理することは建設事業全般にわたり非常に重要である。

表-1 建設に伴う地質・地盤に起因したトラブルの一例

工種	地質・地盤に基づくトラブル
橋梁基礎	1本のボーリング結果を用いて橋梁基礎の設計を行い、それに基づき鋼管杭を打設した。杭先端が設計上の基盤まで達しても杭が打ち止らず急遽杭の継足しを余儀なくされ、工費が大幅に増大した。
トンネル	トンネルを掘削していたら、直上にある住宅地の地表にクラックなどの変状が生じた。そのため工事をストップし応急対策を施すとともに、技術検討委員会を設立し、追加調査、メカニズムの究明、対策工の検討などを行った。そして半年遅れで工事を再開した。
河川堤防	堤防盛土を施工していたところ、最終盛立て直後にすべり破壊兆候が生じた。急遽追加調査をしたら、変状箇所が旧河道に相当する軟弱地盤であることが判明した。
山岳道路	山間部の道路建設にあたり切土工事をしていたら地すべりが発生した。急遽追加調査を行い対策工の検討を行った。

2. 地質リスクとそのマネジメント

全地連では、上記のリスクを地質リスクと呼び「地質に係わる事業リスクであり、事業コスト損失そのものと、その要因の不確実性を

指す」と定義している。建設事業におけるコスト削減あるいはコスト構造改革に地質リスクが大きく関与しているという事実をより明確に示したものと見える。

地質リスクを極力減らすことは事業者のみならず請負業者や委託業者にとって大きな課題であり、責任でもある。そのため、建設に先立ち可能な限り必要十分な地質調査を行うことが原則であるが、事前にすべての地質状況を把握することは不可能である。言い換えれば、地質条件の不確実性(予見し難き事象)が避けられないがゆえに、それが顕在化してから対処するというやり方がこれまでの常道であった。

しかしながら、コスト構造改革が叫ばれているなかで、地質リスクが発覚して工費増額になった場合、①工事費増大に対する監査での問題化、②リスクを予見できなかったことに対する瑕疵責任、③発注者の住民への説明責任などが問われる可能性がある。

このようなことを背景に、地質リスクマネジメントの必要性が叫ばれている。これは、地質リスクを建設の各プロセスで適宜コントロールすることにより、コスト削減を果たそうというものである。この概念的なイメージを図-1に示す。まず、構想段階において、リスクをすべて抽出し、いわゆる悲観的リスクからスタートする。そして、プロセスに沿って各々処理しリスクを低減させながら段階を進めていくものである。この図において次のプロセスへ進む際の勾配がリスク対応の効果であり、地質調査の投資効果でもある。この勾配から地質調査の妥当な投資額が導き出せる可能性がある。

このようなマネジメントシステムを運用するにあたっては、①発注者の側に立つ技術顧問、②リスク計量方法、ならびに③プロセスマネジメントシステムが重要であると考えている。

このうち、発注者の側に立つ技術顧問については次項で述べる。また、プロセスマネジメントについては、基本的に図-1に示したとおりである。

一方、リスク計量方法については、直接コストに換算した計量化が必要であるが、現実のデータが失敗やトラブルにからむものが多いためその取得はなかなか容易ではない。ただし、これまでの事例調査に基づきリスク計量方法が提案されている¹⁾。例えば単純な例として、地質リスクを回避した事例のマネジメント効果は、「当初工事費用」から「変更後工事費用」と「リスク対応費用」の合計を差し引いたものとして表される。

今後は、多くの事例が集積できるような仕組みをつくり、それに基づいた効果分析を行うことで地質リスクマネジメントの効果検証などが可能となるものと考えられる。

3. 地質技術顧問について

リスクはできるだけ早い段階から抽出して対応を検討しておくことが、事業全体のコスト削減に大きな効果をもたらす。しかしながら、計画段階のような発注者側技術者が判断する段階において地質技術者が不足していることは明白である。そこで、発注者支援という位置づけで発注機関が技術顧問を受け入れる制度づくりを行うことが提案されている¹⁾。

地質技術顧問は、図-2にその位置づけを示すように、発注者内部において例えば弁護士の法務顧問に相当する技術顧問という立場での活躍が想定される。技術顧問としての役割は非常に幅広く、建設の各段階において活躍する場面が多く存在する。このような制度を定着させるためには、報酬、資格、責任など明確化すべき問題が残されているが、その役割の重要性を考慮すれば、できるだけ早く実現化すべきと考えられる。

4. 地盤工学ベースライン報告書(GBR)

地質リスクの問題は工事の変更契約と深く係わる。契約における変更の判断基準の目安を与え地質リスクマネジメントの一環として位置づけられる地盤工学ベースライン報告書について以下に紹介する²⁾。

地質リスクマネジメントがうまく機能したとしても予見不能な状況が出現し、対策工を追加したり工法を変更するはめになることがよくある。国内においては、これに対し多くの場合発注者側が当初金額の変更を認めてきた。しかしながら、今後は財政に余裕がなくなってきたことや発注方式にデザインビルドなど新たな方式が取り入れられてきていることから、安易な変更が困難となることも予想される。

地盤工学ベースライン報告書は、このような問題に備える一つの手段であり、GBR(Geotechnical Baseline Report)と称されている。地盤調査結果に基づき解釈を加え、対象地盤の状況について発注者に依頼されたコンサルタントが現実的かつ合理的な解釈を示したものである。契約文書の一つとして、入札に際して地盤に対する共通の認識を与えることや工事受注後の設計変更を認めるか否かの基準値をベースラインとして示すことを目的としたものである。GBRは、欧米を中心に海外ではかなり一般的になりつつある反面、国内ではその存在すら知られていないのが現状である。

国内においてはデザインビルドのような新しい発注方式における受発注者間のリスク分担が今後大きな課題になると考えられるため、地質リスクマネジメントの一つのツールとしてGBRが必要となる場面が遠からずやってくる可能性がある。そこに、地質コンサルタントの活躍する場面が待っている。

5. おわりに

全地連の地質リスクに関する活動は、全地連ホームページにも紹介されている。また、産総研と共著で「地質リスクマネジメント入門」(仮称、オーム社刊)を発行準備中である。この本にはGBRのガイドラインの和訳も掲載される予定である。あわせて参照して頂ければ幸いである。

地盤や地質に関するリスクマネジメントは、各方面で取組みが始められており、今後このような考え方が定着することにより地質調査の必要性が高まってくることを大いに期待したい。

<参考文献>

- 1) 佐橋義仁(2008)国内公共事業における地質リスクの発現とその対応の分析、産総研地質総合センター第10回シンポジウム、15-18.
- 2) 岩崎公俊・折原敬二(2009)Geotechnical Baseline Report (GBR)について、地盤工学会誌、57(5)32-33.

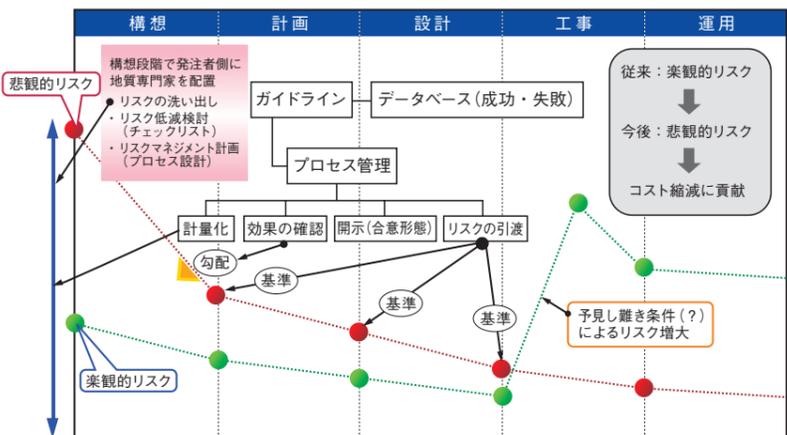


図-1 地質リスクのプロセスマネジメント¹⁾

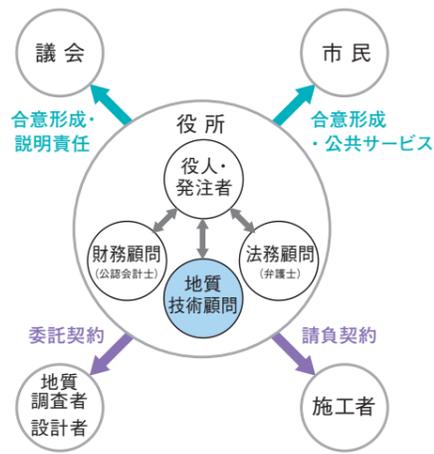


図-2 地質技術顧問の位置づけ¹⁾



岩崎 公俊 (いわさき きみとし)
基礎地盤コンサルタンツ株式会社 取締役営業部長。
昭和53年4月入社。
地盤調査の実務、研究開発などに従事。
平成20年6月より現職。

5 地質リスクのマネジメントの現状とこれから

大津 宏康 ●京都大学大学院経営管理研究部 教授

1. はじめに

建設プロジェクトには、建設コスト増加および工期遅延につながる多くのリスク要因が含まれていることは広く認識されている。図-1は、日本における政府開発援助 ODA (Official Development Assistance) の内、円借款事業を担当している国際協力銀行 JBIC (現独立行政法人国際協力機構 JICA) により公表されている事後評価報告書に示されるリスクを分類したものである。同図に示すように、上位10個の主要なリスク要因は、アドミニストレーションリスク、海外プロジェクト特有のリスク、および地質リスクの3種類に大別される。

この内、地質リスクとは、基礎・トンネル・地下空洞等の地下工事では、工事開始前に地盤・地質条件をすべて明らかにすることが不可能であることから、地下の地盤・岩盤の幾何学的および力学的条件の不確実性に起因するリスクと定義されるであろう。なお、この地質リスクは、欧米の建設プロジェクトリスクマネジメントの分野において、予見できない地質条件 (Unforeseeable Geological Condition) と称されるものである。

一般に、リスクマネジメントのフローは、図-2に示すようにリスク同定・リスク分類・リスク評価・リスク対応からなる。この内、リスクマネジメントにおいて最も重要な検討事項となるリスク対応は、リスク自体の大きさを低減するリスク制御 (Risk Control)、およびリスク自体の大きさを変えずに他へのリスクの分担を図るリスク転嫁 (Risk Transfer) に分類される。地質リスクを対象とした場合には、具体的なリスク制御およびリスク転嫁に相当する方策は、以下のように解釈されるであろう。

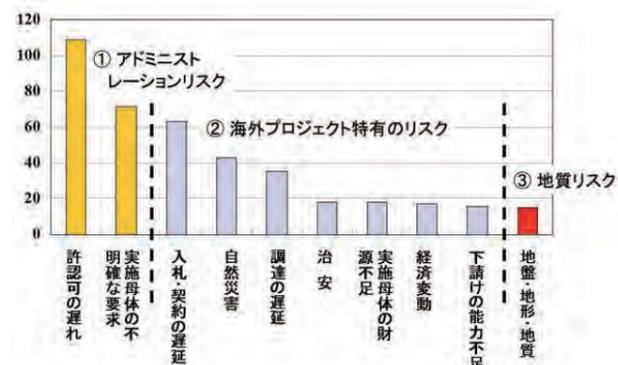


図-1 円借款プロジェクトの事後評価結果に基づくリスク要因の抽出結果 (大津, 2009)

独立法人国際協力機構 JICA ホームページ 事業評価年次報告書
図-1に示す結果は、国際協力銀行 JBIC (現 JICA) が実施した円借款事業の内、2000年～2005年に事後評価が終了した377件のプロジェクトの事後評価報告書において、コストオーバーランおよび工期遅延が発生した要因について複数要因を抽出して、その上位10個を取りまとめたものである。

- 1) リスク制御
工事開始前あるいは工事中に追加的な地質調査を実施することで、地質リスクの低減を図る。
- 2) リスク転嫁
工事開始前には地質条件を確定できないことから、発注者と請負者間で契約により、地質リスクが顕在化した際のリスク分担ルールを事前に規定する。

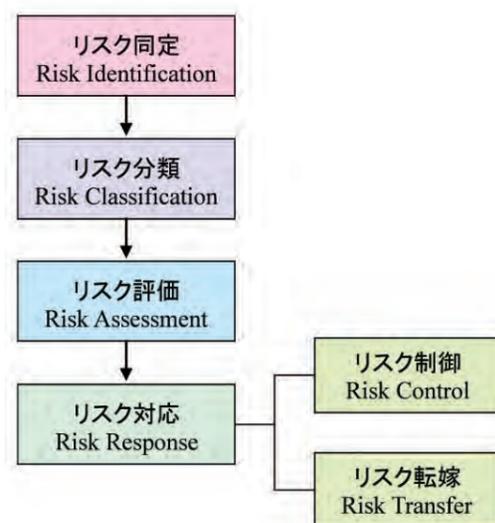


図-2 リスクマネジメントのフロー

2. 契約管理としてのリスク転嫁

従来の日本での建設契約では、地質リスクによる建設コスト変動は、請負者に比べて資金力のある公共団体等の発注者により原則的には負担されてきたと推察される。すなわち、地質リスクのような予見することが困難なリスク要因に起因する設計変更は、数量精算や新工種単価設定がなされることで、請負者のリスク分担が基本的には回避されてきたと解釈される。

ここで、代表的な建設請負契約の事例として、国内建設工事に適用されている公共工事標準請負契約約款 (中央建設業審議会, 1989) および、海外工事において通常適用されている FIDIC (FIDIC, 1999a-1999c) を取り上げる。これらの契約約款における地質リスク分担ルールの要約を表-1に示す。同表に示すように、公共工事標準請負契約約款、FIDIC Red および FIDIC Yellow に基づく建設プロジェクトでは、発注者の実施した調査工事に基づく情報が応札者に提供されることが前提条件であるため、請負者は調査によるリスク対応とは無関係である。これに対して、FIDIC Silver に基づくプロジェクトでは、地質条件は発注者により

入札者に提示されるが、請負者 (EPC / コントラクター) は必要があれば自己の負担で追加調査を行い、その結果に基づき設計・施工計画を立案するため、請負者も調査によるリスク対応を図ることが必要となる可能性がある。

上記のように、地質リスクは、契約条件によってそのリスク分担が異なることに加えて、FIDIC Silver の適用対象となる EPC / ターンキー契約においては、従来の契約方式に比較して、請負者のリスク分担が過大となる危険性がある。

ここで、昨今日本とは異なり欧米では、トンネル工事においては、その地質リスクの分担に関する議論が盛んとなりつつある。例えば、世界トンネル学会 ITA の総会・コンGRESSにおいては、以下のような Open Session が設けられている。

表-1 代表的建設契約約款における地質リスクの分担ルール (大津他, 2002)

契約約款	発注形式	地質リスク分担	
		発注者	請負者
公共工事標準請負契約約款	設計・施工分離	○	
FIDIC Red	設計・施工分離	○	
FIDIC Yellow	設計・施工一括	○	
FIDIC Silver	EPC / ターンキー		○

- 1) 第33回 ITA 総会・コンGRESS (2007)
"New financing trends and consequences on the tunnelling contracts"
 - 2) 第36回 ITA 総会・コンGRESS (2010)
"Ground Reference Information for Bidding Tunnel Projects - Current Practice, Shortcomings/Benefits and Future Challenges"
- いずれの Open Session においても、トンネルに関する建設契約、あるいは契約に関連して発注者が提示すべき地質条件に関するものである。このようなテーマが選定される背景には、近年欧米においてはトンネル工事を含む建設プロジェクトが PPP (Public Private Partnership) で発注される機会が増加していることに加えて、地質リスクに関する発注者と請負者間でのリスク分担に関する問題意識が高まってきたものと推察される。

3. 追加的な地質調査を実施することによるリスク制御

地質リスクを低減する上で、工事開始前あるいは工事中に追加的な地質調査を実施することが有効であることはいうまでもない。しかし、筆者ら (大津他, 2003) が指摘してきたように、従来の公共事業のように一つの発注者が、多くの建設プロジェクトを同時に実施する場合には、図-3に示すように発注者が被るプロジェクト全体

でのリスクは、プロジェクト数の増加に伴い低減されて、結果的にはポートフォリオ理論での収束値となる Systematic Risk に相当していたものと解釈される。すなわち、このような条件の下では、地質リスク対応として数量精算を実施することが一種の最適手法となり、発注者の出費増となる追加的な地質調査を行うインセンティブは発生しなかったと解釈される。

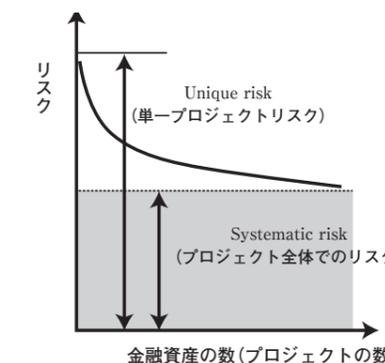


図-3 プロジェクト数とリスクの関係 (大津他, 2003)

これに対して、今後公共団体等が発注するプロジェクト数が減少することを想定すれば、地質リスクを有するプロジェクトでは、従来と異なり図-3に示す Unique Risk に曝される危険性が高くなる。このため、追加的な地質調査を実施することによるリスク低減の投資対効果について議論することの重要性が高くなるものと推察される。すなわち、地質リスクに起因する建設コスト変動を定量的に評価することが必要となるとともに、追加調査を実施することで建設コスト変動が抑制されることを明示することが不可欠な検討課題となる。



大津 宏康 (おつひろやす)
京都大学 経営管理研究部 教授
(大学院工学研究科 兼任)
昭和54年3月 京都大学工学部土木工学科卒業
昭和56年3月 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻修士課程修了
昭和56年4月 大成建設株式会社土木設計部 係員
平成7年4月 大成建設株式会社土木設計計画部 課長
平成9年5月 同社退職
平成9年6月 京都大学助教授 (大学院工学研究科)
平成15年10月 京都大学教授 (大学院工学研究科)
・専門は、地盤リスク工学、国際プロジェクトリスク

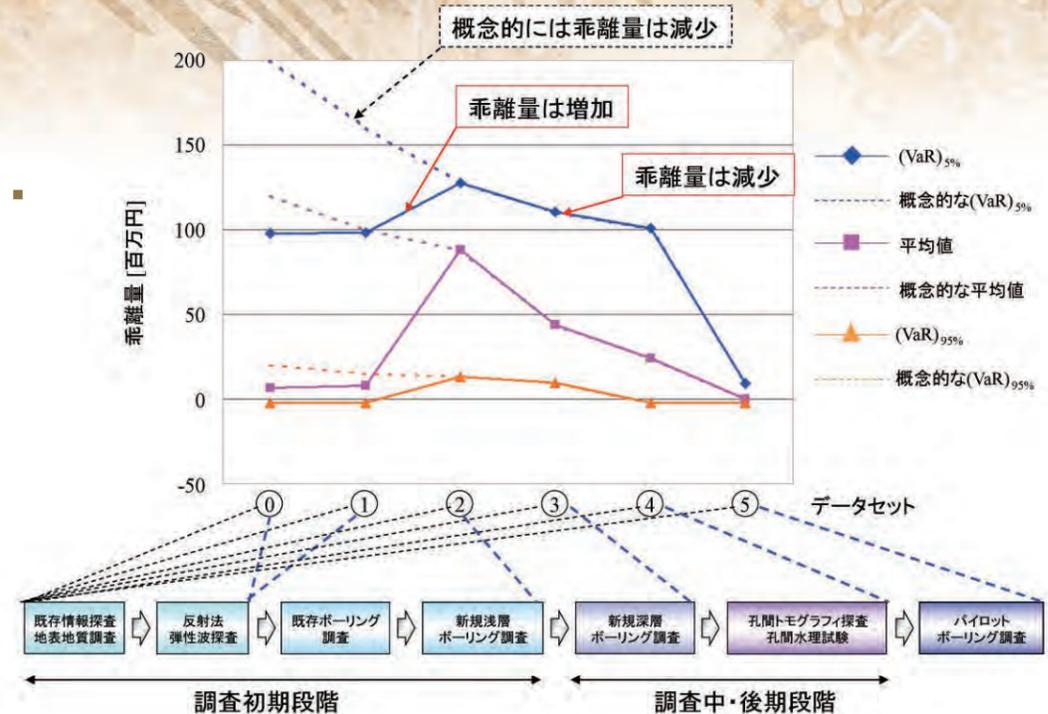


図-4 乖離量と調査段階の関係

現状において、このような地質リスクに起因する建設コスト変動を定量的に評価した事例は少ないが、ここでは地質リスクの定量化に関する一事例として、筆者らの取り組みを紹介する(大津他、2008)。

図-4は、花崗岩中に建設された立坑掘削において、調査の進行すなわち地質データの蓄積をデータセット0～データセット5に区分して、湧水対策コストの推定値と実際の対策コストの乖離量について貨幣単位(円)で示したものである。なお、この湧水対策コストの推定方法の詳細については引用文献を参照されたいが、確率論に基づく解析を実施しているため、同図においては乖離量の代表値として、平均値およびVaRを用いている。図-4に示す結果では、調査初期段階における推定値では十分な地質情報が得られていないため地質リスクを過小評価する危険性があるとともに、その後の調査(ボーリング調査およびトモグラフィ調査等)を追加した情報に基づく推定値では、乖離量すなわち地質リスクが低減する傾向が定量的に表現されている。

ただし、このような取り組みは、現状では研究段階であるとともに、得られる地質データが限られていることから、今後データの蓄積が不可欠である。

4. まとめ

本報告では、地下の地盤・岩盤の幾何学および力学的条件の不確実性に起因するリスクを地質リスクと定義し、リスクマネジメントの観点からそのリスク対応策としての契約管理としてのリスク転嫁(リスク分担)、および追加的な地質調査を実施することによるリスク制御について解説を加えた。近年、公共工事縮減、および建設工事の調達・発注方式の変化という建設プロジェクトを取り巻く環境が変動する中で、地質リスクへの関心は日本のみならず海外においても高まりつつある。このような情勢の中で、従来からの地質条件の解釈を主体とした地質リスク低減は必要であることはい

までもないが、本報告に示した地質リスクが建設コストに及ぼす影響、あるいは追加調査の価値等についての定量的な評価の試み、およびその評価結果に基づく契約管理等の新たな取り組みが必要になるものと推察される。

このような取り組みを実現させるためには、今後データの蓄積が不可欠であることはいままでもないが、現状での新たな取り組みに関する概観について参考になれば幸いである。

<引用文献>

FIDIC (1999a) Conditions of Contracts for Construction for Building and Engineering Works Designed by the Employer, First Edition.
 FIDIC (1999b) Conditions of Contract for Plant and Design-Build for Electrical and Mechanical Plant, and for Building and Engineering Works, by the Contractor, First Edition, 1999.
 FIDIC (1999c) Conditions of Contract for EPC Turnkey Projects, First Edition, 1999.
 大津宏康、尾ノ井芳樹、大本俊彦、大西有三、西山哲、黄瀬周作(2002) PFI建設プロジェクトでの地下リスク評価及び分担に関する研究、土木学会論文集 No. 721/VI-57, pp.193-205.
 大津宏康、尾ノ井芳樹、大西有三、李圭太(2003)、金融工学理論に基づく地盤リスク評価・対応に関する一考察、土木学会論文集、No. 742/VI-60, pp. 101-113.
 大津宏康(2009)プロジェクトコストのリスク評価、建設マネジメント勉強会 Summer School 2009建設マネマネジメントを考える講習会テキスト、pp.227-232.
 中央建設業審議会(1989)公共工事標準請負契約約款、改訂版。
 大津宏康、堀田洋平、三枝博光、井尻裕二、尾上博則(2008)不連続性岩盤における突発湧水リスク評価手法の事後評価への適用、土木学会論文集 F, Vol. 64, No.4, pp.353-368.

特集を終えて

地質に関する事業リスクは、古くて新しいテーマです。調査において予測された地質状況と実際の地質状況との乖離は以前から問題となっており、この乖離をいかに小さくするかが課題でした。これに対して、地質リスクマネジメントは、乖離が存在することを前提として、その乖離(その結果生じるリスク)をコントロール、マネジメントしようという考え方は、コストに対する社会からの厳しい視線があり、いつまでも「掘ってみたいとなにもわからない」では済まされない情勢になってきたことが背景にあります。

そこで全国地質調査業協会連合会(全地連)では、技術委員会の中に「地質リスクWG」を設置し、平成17年度～19年度の3ヵ年をかけて、地質リスクをテーマに研究を行いました。その成果は全地連のホームページに公開されていますが、その中で地質リスクマネジメントは、地質調査における新たなビジネスモデルになりうるものと期待されています。今回、地質リスクをテーマに特集を組んだ理由も、まさにその点にありました。

特集では、5名の方に、それぞれの立場から地質リスクについて思うところを執筆していただきました。渡邊先生と大津先生からは、地質リスクマネジメントの現状と今後の課題について論じていただきました。その中で、地質調査への投資効果は、地質リスクの低減量にあると明確に述べられています。最近では何事にも投資効果が求められますが、地質調査に対する費用対効果の計量方法についても、これで明確になると思います。また、地質リスクの低減量を指標として、費用対効果の観点から「適切な調査」というものが見えてくると考えられます(亀村氏「地質リスクマネジメント」図-2参照)。ただ、地質リスクマネジメントの現状には大きな課題があります。渡邊先生と大津先生がともに指摘されているように、リスクの計量化(リスク評価)とリスクのプロセスマネジメント(リスク対応)が確立されていないことです。従来の建設請負契約では、地質リスクは基本的に発注者が負担してきました。しかし、今後は発注者と請負者でリスク分担が求められ

る可能性があります。そうすると、リスクの計量化、リスクプロセスマネジメントは必要不可欠なものとなります。さらに世界に目を転じると、岩崎氏の論述にあるように、欧米を中心に建設請負契約における地盤条件のベースライン(基準)としてGBR(Geotechnical Baseline Report)が作成されることが一般的となりつつあるとのことです。日本でも近い将来、発注者と請負者とのリスク分担の基準としてGBRの作成が一般的になるかもしれません。

また、契約形態の変更という難しい問題はさておき、いまずぐ取り組みそうご提言等もいただきました。塚田氏はリスクを回避する方法として、複数の専門家による検証、チェック体制の構築の必要性を指摘されています。亀村氏は、地質技術者と土木技術者間のコミュニケーションを良くすること、そのためには、お互いにかかる言葉で会話すること、そしてお互いの技術を理解し、勉強するとともに、地質技術者からはさらに積極的な情報発信が必要との指摘をいただきました。

地質リスクを低減することは、社会からの要請であり、その中で地質技術者の果たす役割は非常に大きいといえます。しかし、私たちは日頃、可能な限り真実に近い地質図の作成をめざすあまり、そこに推定に基づいた不確かな要素が入り込んでいることには目をつむりがちです。リスクを考えるということは、私たち自身が生み出す成果品に潜む不確実性に目を向けることであり、これには大きな意識改革が必要となります。一方、地質調査の価値は地質リスクを低減することにあるとの認識に立てば、「精度の高い調査」を実施することの意義が明確になり、その結果、技術者としての満足も充足されるようになると思われます。

リスクに正面から向き合い、リスクという情報を使って外の世界と積極的なコミュニケーションを図ることで、地質情報の価値・地質技術者の価値も高まることでしょう。その先には、地質技術顧問があり、地質技術者の新たな活躍の場がある—そんな予感のする特集になったのではないかと思います。

技術委員会委員 長谷川 信介

技術者の目線から

表面波探査による地盤の調査

地面を叩けば地盤がわかる



林 宏一 (はやし こういち)
 応用地質株式会社 技術本部技術研究所
 上級専門職
 平成2年3月 千葉大学理学部卒業
 平成2年4月 応用地質株式会社入社
 平成11年9月 マサチューセッツ工科大学
 大学院修士課程卒業
 平成20年3月 京都大学大学院工学研究科
 博士後期課程卒業
 工学博士
 技術士(応用理学)

地盤の構造を地表から非破壊で調査する技術に物理探査があります。物理探査には様々な種類がありますが、その中で地震波(弾性波)の伝播特性を測定・解析して地盤構造を推定する方法を地震探査もしくは弾性波探査と呼び、古くから多くの分野で使われてきました。

最もスケールが大きい地震探査は、地球の内部構造を調べる調査でしょう。現在、地球の構造は地表から地殻、マントル、核の大きく3層構造に分けられることは常識となっていますが、このような構造であると推定した最初の根拠は地震探査です。ここでは実際に発生した大きな地震の波を地球上の多くの点で測定し、これを解析することにより地球の内部構造を推定しました。同じような地震探査はアポロ計画の中で月でも行われています。ただし、ここでは自然に起こる地震(月震)ではなく、人工的に振動を起こしました。途中で不要となったサターンロケットのブースターを月にわざとぶつけることにより振動を発生させ、これを先に着陸したアポロ月着陸船の飛行士が月面に設置した地震計で観測したそうです。何ともスケールの大きな調査です。これらの調査では、その探査深度は地球や月の大きさと同じスケールですから、数100～数1000kmといえるでしょう。

ややスケールは小さくなりますが、現在、地震探査が最もよく使われているのは石油探査です。現在多くの油田の開発では、まず地震探査を行い地下数100m～数kmに存在する石油の貯留層の位置を推定してから石油の井戸を掘削しています。このような石油調査の地震探査は近年急速に発達しており、繰り返し探査を行うことにより、石油の掘削に伴い地下の石油やガスが減っていく様子などもモニターできるようになっています。

さらにスケールは小さくなりますが、日本で最も地震探査が使われているのは、ご存

知の方も多いと思いますがトンネルの調査でしょう。トンネルの設計を行うためには掘削する地山の地盤状況を知る必要がありますが、岩盤の硬さの指標として地震探査から得られる弾性波速度が日本では古くから使われてきました。現在、我々が利用している高速道路や鉄道のトンネルの多くで、地質調査として地震探査が行われています。このようなトンネルの調査では、その探査深度は数10mから数100mです。これらの石油調査やトンネルの調査では、人工的に地震波を発生させますが、起振源としてはダイナマイトやダンプトラックのような大きな起振車を用います。

もっと、ずっとスケールが小さくなりますが、最近、土木地質調査でよく使われている地震探査に表面波探査があります。表面波探査は、写真に示したようにカケヤ(木槌)で地面を叩くことにより発生した地震波の中で表面波と呼ばれる波に着目して測定・解析を行い、深度20m程度までの地盤のS波速度構造を求める手法です。地盤のS波速度は、N値などと良い相関があり、硬い地盤ほど波は速く伝わります。図-1には異なる場所で測定した波形記録を示します。センサー(地震計)は起振点から2m離れた地点から2m間隔で24個設置しています。図-1の記録は、横軸は時間、縦軸は起振点からの距離を示しており、起振点から遠くなるほど波が遅く到達していることがわかります。波の伝わる傾きが地盤の大きな硬さを示しており、硬い地盤ほど波は速く伝わるので立った傾きとなります。図-1を見ると、場所によって異なる速さで伝わっていることがよくわかります。左上のつくばの波形は筆者の事務所で測定したのですが、地盤は関東地方の典型的な洪積地盤です。左下の草加は同じく関東地方ですが、典型的な沖積粘土の地盤です。つくばと草加を比べると、草加の波形のほうが傾きは緩く、地盤が軟らかいことがわ

かります。右上はメキシコシティで測定した波形ですが、波が伝わるのが大変遅いことがわかります。メキシコシティの地盤は草加と同じく沖積粘土の地盤ですが、草加と比較するとはるかに低速で軟弱であることがわかります。1985年に発生した地震ではこの低速の軟弱層が大きな被害の原因となったと考えられています。

右上の写真は、イタリアのピサの斜塔横での記録です。ピサの斜塔の傾きの原因は不等沈下であり、軟弱な地盤が存在するように感じますが、図-1の波形記録を見るとメキシコシティの軟弱地盤の波形とは全く異なり、つくばの波形に近いことがわかります。図-2は図-1に示した波形から逆解析で求めたS波速度構造ですが、ピサの地盤のS波速度はメキシコシティや草加の地盤よりも高く、相対的には硬い地盤であることがわかります。したがって、地盤はそれほど軟弱ではないものの、非常に重たい石積みの高い塔を直接基礎で建設したために、不等沈下が発生したと考えられます。

このように、カケヤで地面を単純に叩くだけで、そこで得られた波形は場所によってまったく異なることがわかります。人が一人ひとり異なる表情を持ち同じ顔の人はいないように、カケヤで叩いて得られる波形も地盤ごとに異なり独特の表情を示します。地質調査の仕事では、国内・海外様々な場所に出かけて調査を行いますが、初めての場所で取得した新しい波形に出会うことは、その場所で知らない人と知り合うことと同じように技術者としての喜びです。

謝辞
 波形記録の一部は、独立行政法人港湾空港技術研究所に提供していただきました。ここに記して謝意を表します。



ピサの斜塔における表面探査

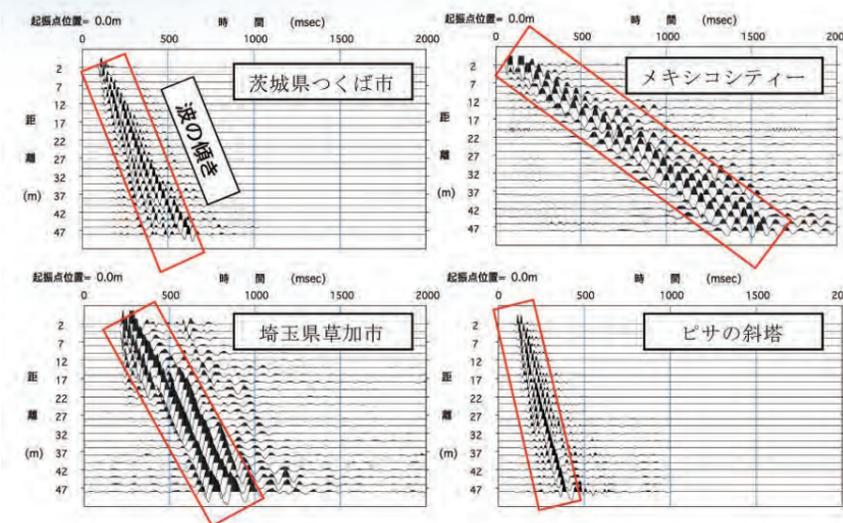


図-1 世界各地で世界各地で取得した表面探査の波形記録

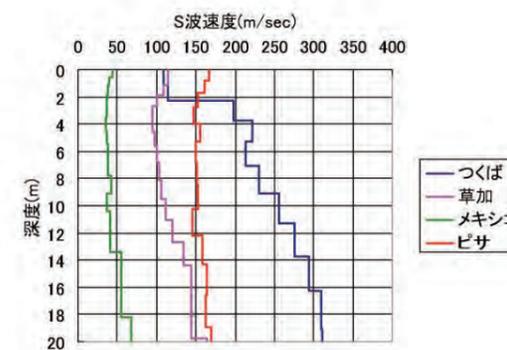


図-2 表面探査の解析により得られたS波速度構造



Challenging people 地質調査人

プロフェッショナルへの関門をくぐり抜けた二人の合格体験記は、資格をめざして格闘中の若きチャレンジャーにとってはいい刺激と受験のためのヒントを提供してくれることでしょう。

支えてくださる方々の 声援が力になりました

技術士試験合格

中越 光義



中越 光義 (なかこし みつよし)
株式会社 東京ソイルリサーチ
東京支店 技術調査部
昭和57年 株式会社東京ソイルリサーチに入社。ボーリングオペレータ、現場管理業務を経て、技術解析業務を担当。

私が技術士の取得をめざし始めたのは、いまだから約10年前、35歳くらいの頃です。当時は、実務経験さえあれば二次試験を受験することができましたが、数年後の技術士法の改正により、一次試験合格が義務づけられました。高校卒業の学歴しかない私に、この変更は一大事であり、一時は技術士の取得をあきらめようかと思ったほどです。一次試験には共通科目(地学や数学など)の試験もあり、私には最大の難関でした。どんな学習をすべきか考えましたが、なかなかよい答えが見つかりません。そこで私は所定の国家資格を有する者は共通科目が免除になることに注目し、具体的にどの資格があれば共通科目が免除になるかを調べました。すると一級土木施工管理技士の資格があると共通科目が免除になることがわかり、まず一級土木施工管理技士を取得することを目標としました。幸い我が社では地盤改良工事もやっており私も経験していましたので、この地盤改良の業務経歴で受験して、平成16年に一級土木施工管理技士に合格。その翌年に技術士一次試験を受験し、何とか技術士一次試験合格証を手にすることができました。技術士二次試験は、平成18年から受験しています。こちらは3度目の平成20年の受験で合格することができました。この間にも試験内容の変更があり、少し戸惑いました。平成18年の試験では、経験論文の作成も試験日の当日にありましたが、翌年からは選択科目と必須科目の試験に合格した後に提出となり、選択科目と必須科目の試験内容が難しくなるのではないかと危惧がありました。けれども実際には大きな変更もなく、それぞれの科目に当てられる時間が長くなった分だけ楽になったように感じました。技術士二次試験では、必須科目である一般論文対策が大きな課題でした。私が合格した「建設部門/土質及び基礎」では、業務の内容が選択科目に直結するので、毎日の業務の中で問題意識を高めることが、すなわち受験対策にもなります。しかし、一般論文では、建設分野全般にわたる理論的考察力と課題解決能力が問われるので、国の施策について知っ

ておく必要があります。それには国土交通白書の内容を理解すること、新聞などの記事について自分なりの意見を持つことが大切だと感じました。私が合格した平成20年の試験では、一般論文は「地球温暖化」について出題されるものと予想していました。おそらくこの年は、多くの人がそう思っていたはずですが、温暖化に関する論文を用意していましたが、出題は「アセットマネジメントと技術継承」についてでした。問題を見たときは今年もだめかなと思いましたが、論文構成の勉強をしていたことが大きな力になりました。試験で問われているのは、理論的考察力と課題解決能力ですから、論文の骨子は変わらないはず。すなわち、「はじめに」「現状と課題」「解決策」「おわりに」の順で書けばいいと考え、論文を作成しました。日々の業務に追われる私にとって、受験勉強にあてる時間をつくるのが大きな課題でした。もともと自分は怠け者であり、つい楽なほうへ我が身を持っていきます。受験勉強にあてる時間は休日でしたが、家で勉強ができるタイプではありませんので、近くの図書館で勉強しました。図書館は多くの人が静かに読書や勉強をしていますので、自分もやらなければという気持ちになり、気が引き締められました。また、受験の半年前くらいには、毎朝6時半頃に会社近くの喫茶店に入り、会社が始まるまで勉強したこともあります。自分の人生のなかで半年なんてわずかもものだから、この間だけ頑張ろうと勉強しました。その結果、私は運良く昨年(平成20年)の技術士二次試験に合格でき、今年から技術士と名乗ることができました。最後に私が技術士に合格できたのは、多くの方々を支えられてのことです。受験勉強中には何度も投げ出しそうになりましたが、会社の先輩や後輩、家族のことを考えると、合格できないまでも努力はしないとけないなと思いました。いま技術士をめざしておられる方々も、支えてくださる方々の声援を力にすれば、必ず技術士に合格できるはずです。皆さま方のご健闘をお祈りいたします。

地質調査技士試験合格

畠中 与一

日々の業務への 取り組みが合格への道



畠中 与一 (はたけなか よいち)
株式会社日本地下探査 関西支店
平成12年3月 関西大学大学院工学部修士課程を修了。
平成12年4月 株式会社キンキ地質センターに入社。
平成14年4月 株式会社日本地下探査に入社。
現在、物理探査業務に従事。

まず最初に地質調査技士の資格を取得するにあたり、御指導いただいた社内外の諸先輩方にこの場をお借りして、厚く御礼申し上げます。地質調査技士という資格については以前から知っていましたが、知識が乏しかったため、これまで受験を見送っていました。しかし、数年前から現場技術・管理部門に物理探査コースが設けられたことを知り、これこそ私が仕事で携わっている専門分野であることから受験を決意しました。ただし、地質調査技士の受験知識についてはまったく無知であったため、まずは受験資格や試験内容を把握することから始めました。次に必要なのは受験願書の記入です。業務経歴が約10年ということもあり、業務経歴の欄はある程度記入する必要がありました。これまで私自身が経験した業務について整理することがなかったため、ちょうどいい機会となりました。業務経歴を振り返ることで、ここ数年の建設業界に対する社会のニーズの移り変わりが明確にわかり、その意味でも有意義でした。受験対策として最初にしたのは、過去に出題された問題形式および内容・傾向を把握することでした。ご存知のとおり、試験問題は択一式問題と記述式問題から成っております。択一式問題については、問題に出てくるキーワードに関する知識の有無で解答できるか否かが決まってきます。よって、まずは自身の現状把握ということで、まったく勉強をしない状態で過去に出題された問題を解くことにしました。これにより、自分の得意分野と不得意分野を分別することができました。ちなみに、私は物理探査業務に従事しているため、物理探査に関する問題に対しては高い正答率を得ることができたものの、それ以外の分野については知識が乏しいため、十分な正答率を得ることができませんでした。そこで、過去数年分の問題にすべて目を

通して、繰り返し問題を解くことで専門外の方々の分野におけるキーワードを見つけていきました。その上で今度は、それぞれのキーワードについて書籍を参照して理解を深めていきました。こうした方法を繰り返すことで問題への理解が増し、専門分野以外の問題に対しても、解答する力がつきました。記述式問題については、例年、受験願書の実務経歴に記入した業務について、(1)業務概要、(2)技術的特徴と課題、(3)課題に対して創意工夫した点、(4)現時点における評価と反省点、といった4項目について答える論述問題と、選択問題から成っています。これらの記述式問題で最も重要となってくるのが、文章全体の構成です。これは、日々の業務と共通しているといえます。例えば、一つの案件に対して、クライアントのニーズを理解し、目的を的確に把握することが重要です。次に、その目的を達成するためのアプローチの方法が重要になります。ただし、我々が相手にしているのは地盤であり、場所が異なると地盤の状態も大きく異なってきます。そこで、どのようなアプローチの方法が最適で、どのように工夫すれば最適な結果が得られるかをつねに考えて実行する必要があります。もちろん、このように最適な選択をするためには、使用する技術的特徴を十分に把握する必要があります。以上のポイントをつねに意識して日々の業務に取り組むことによって、地質調査技士の記述式問題のような論述問題に対応できるのではないかと思います。今回、地質調査技士という資格を取得しましたが、これに満足せずに今後も日々の業務を通じて技術力および知識の向上に努め、人々が安心して生活できる安全な国土づくりに少しでも貢献できればと考えております。

加勢 K

中之島線の工事完成

水の上の新都心へ



中野 道夫
(なかの みちお)
中之島高速鉄道株式会社
取締役管理部長

昭和56年4月京阪電気鉄道株式会社入社。
入社以来、京都市内・枚方市内・寝屋川市内の連
続立体交差事業や鴨東線建設事業など主に建設事
業に携わる。平成14年7月～17年6月まで中之
島新線建設部・工事担当課長として中之島線の施
工監理に携わった後、当社へ転出。現在に至る。

1. はじめに

中之島線は、皆さまのご協力をいただき、平成20年10月19日開業、平成21年8月をもって道路等の復旧工事がすべて完了し、水都大阪の象徴エリアとして中之島地区が生まれ変わりました。

大阪の都心部に位置する中之島は、江戸時代、諸藩の蔵屋敷が集中し、天下の台所として繁栄した地域です。明治以降は、大阪市役所や有力企業の社屋が建てられ、大阪の行政、経済、文化の一大中心地となり現在に至っています。また、中之島の周辺を含む地域においても、土地利用等の転換による大規模な開発が計画、実施されており、新しいビル群が建設されようとしています。このような中、中之島線は大阪の都心部である中之島地区の再開発達に伴い発生する交通需要への対応と、東西方向の交通軸整備によるネットワーク充実のため、中之島西部地区から京阪本線天満橋駅に至る約2.9キロメートルの地下新線として整備したものです。

なお、施設の建設と保有は中之島高速鉄道(株)が行い、京阪電気鉄道(株)が列車を乗り入れ、運行を担当しています。

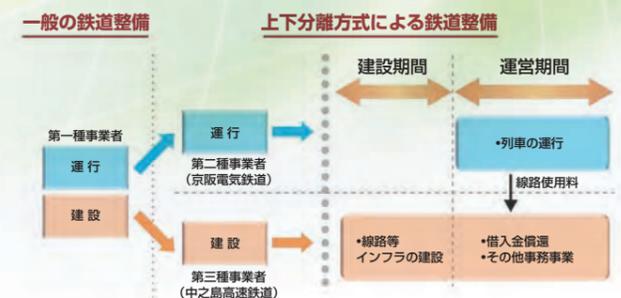


2. 事業のスキームおよび概要

中之島線は平成元年5月、運輸政策審議会答申第10号「大阪圏における高速鉄道を中心とする交通網の整備に関する基本計画について」において「2005年までに整備に着手することが適当である路線」として答申されました。

その後、平成11～12年度には都市鉄道調査(国実施の鉄道調査)対象路線としてルート選定、需要予測、事業化方案等の検討が行われました。また、平成12年8月の運輸政策審議会答申第19号「中長期的な鉄道整備の基本方針及び鉄道整備の円滑化方策について」においては「償還型上下分離方式」の提案がなされ、同整備方式および地下高速鉄道整備事業費補助の適用により事業化が決定しました。

これを受け、平成13年7月に施設の建設・保有主体となる中之島高速鉄道(株)設立、同年9月には大阪府・大阪市の出資を受け第三セクターとなりました。その後、同年11月中之島高速鉄道(株)が第三種鉄道事業許可、運行主体となる京阪電気鉄道(株)が第二種鉄道事業許可を取得しました。平成14年12月には都市計画決定、工事施行認可および鉄道の道路下敷設計可等、必要な諸手続を経て鉄道施設の建設工事に着手し、順次工事を進め平成20年10月19日の開業を迎えた次第です。



3. 中之島地区における再開発について

中之島線は、大阪市内の東西交通動脈として、人の流れに大きな変化をもたらすに加え、中之島西部地区の鉄道空白地帯が解消されることで同地区の再開発が促進されるなど、関西経済活性化の起爆剤として期待されています。

中之島西部地区周辺では、2000年以降、大阪国際会議場、国立国際美術館、病院、大型のオフィスビルやマンション等が完成しています。

今後目を向けると、中之島2丁目および3丁目では「中之島フェスティバルタワー(仮称)」や「中之島ダイビル・ウエスト(仮称)」が着工に向けて準備を進められています。しかしながら、始発駅である中之島駅周辺(4、5、6丁目)の開発はまだ進んでいない状況にあり、今後の促進が期待される所です。

4. 駅とまちとの連携

中之島地区は、平成14年7月に都市再生特別措置法による「都市再生緊急整備地域」に指定されており、これに伴いまちづくりに関して官民主導の各種調査、検討が実施されています。その中のひとつとして公共交通活性化総合プログラムを活用した「中之島新線駅を核とした中之島活性化協議会(事務局・国土交通省近畿運輸局)」が平成16年6月に設置され、平成18年3月「中之島新線駅を核とし

た中之島地区全体の中期的な整備への提言」がなされました。この内の「まちと調和のとれた新駅整備」の提言に基づき、駅づくりの検討を行い、以下により実施いたしました。

1) まちづくりとの連携

①「中之島駅」と「渡辺橋駅」では隣接する街区のビルや地下街と連絡通路で接続するとともに、将来の再開発や連絡通路整備に伴う開口設置に対応した構造物設計としました。

②各駅とも中之島通の南北にエレベーターを備えた出入口を設置することにより、道路で分断されている河川エリア(遊歩道や河川敷賑わい空間)と「まち」との一体化を図りました。

③各案内サインは「バリアフリー新法」「改正外客誘致法」に準拠し、ピクトグラム・英語併記により、外国の方にもわかりやすい案内サインとしました。さらに主要なサインについては中国語、韓国語も併記しました。



5. 環境対策

駅の空調設備は中之島線の立地性を活かして、「渡辺橋駅」は地域冷暖房システムを採用。「中之島駅」「大江橋駅」「なにわ橋駅」は河川水による空調熱交換を行うことにより、高い省エネルギー効率を実現するとともに、都市部のヒートアイランド抑制効果が期待できます。

6. 今後について

中之島線は開業後、トラブルもなく順調に運行しています。地上の復旧が完了し、今夏から秋にかけて「水都大阪2009」の大イベントが実施されました。これにより、中之島が水都大阪の象徴エリアであり、国際的な観光拠点となりうることが、国内外に広く紹介されました。

今後、中之島地区がより活性化し、中之島線がビジネスや観光等に伴う来訪者の中心的交通インフラとして、ますますご利用いただけることを願っています。



駅出入口の外観



なにわ橋駅コンコース

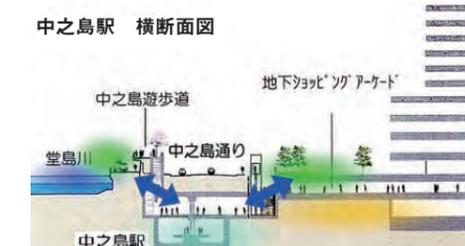


渡辺橋駅商業施設

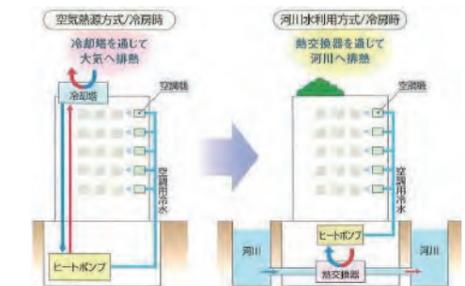
④鉄道利用の活性化を図るべく、「渡辺橋駅」と「大江橋駅」では商業施設を設置し、「なにわ橋駅」ではコンコースの一部を文化・芸術の創造と交流の場として活用し、駅ににぎわい機能を付加しました。

2) 駅デザイン

中之島線各駅は水都大阪のゲートステーションと位置づけ、「木(無垢)」と、水のきらめきを表現する「ガラス」を各駅のコンコースに共通で使用し、公園面積が多く緑豊かで、川に囲まれた水都のシンボルゾーン中之島にふさわしい駅デザインをめざしました。ホーム階の壁面には、それぞれの街を代表する素材を使用することで差別化を図りました。中之島駅では全体の共通テーマである「木」、渡辺橋駅では再開発の進む中之島の未来をイメージして「金属材料」、大江橋駅では、市役所など中之島の周辺施設の代表的素材である「石」、なにわ橋駅では、中央公会堂をイメージさせる「レンガ調の素材」を使用しました。



中之島駅 横断面図



平成21年度技術見学会に参加して 神戸層群の凝灰岩と地すべり

平成21年11月6日に開催された技術見学会「神戸層群の凝灰岩と地すべり」に参加しました。天気の良い日が続いていたので当日の天候が心配でしたが、私たちが歓迎したのか、少し曇った程度で時々晴れ間も見え、気持ちよく地すべり地帯を見学することができました。

新大阪駅をバスで出発し、神戸市、三木市の地すべり状況を見学するコースでした。バスの中では、今回同行していただきました高知大学理学部の横山俊治先生に、神戸層群の地すべりについて詳しく説明していただき、私たちの質問についても丁寧に回答されたので理解しやすく、これだけでも見学会に参加した意味があると思えました。

最初に、神戸市北区八多町西畑にある西畑ラテラルスプレッドを見学しました。一見すると谷筋のように見える地形が地すべりにより形成されているということに驚きました。原因となる凝灰岩の試料(通称「イヌグソ」)も実際に手で感触を確かめましたが、これを凝灰岩と判断するには、深い知識と経験が必要だと感じました。

次に三木市吉川町豊岡の豊岡北地すべりを対岸の山から見学しました。ここでは大規模な地すべりが発生しているとは思われないほど緩やかな勾配の地形が広がっていました。その後、吉川温泉「よかたん」にて昼食をいただきました。山田錦の産地ということもあり日本酒の試飲ができ、足湯も併設されていたので、お酒を飲んで足湯に浸かり、午前中の疲労はすっかり吹き飛びました。

午後からは、奥谷川バレーバルジングと日西原のガリ侵食を見ました。奥谷川では、奥谷川を中心に右岸と左岸が地すべりを起こしているため、左右両方からの反り返りが起こり、川の中で反りあがっているのという、とても珍しい現象を見ることができました。最後の見学先である日西原のガリ侵食は、漫画「ドラゴンボール」の中に出てくるナメック星の地形を連想させるような、人工では決してできないであろう地形を見て取ることができました。見学会が早めに終了したので、近くにある麒麟のビール工場を見



日西原のガリ侵食の前で横山俊治先生と記念撮影。

生駒 隼人(いこま はやと)
播磨地質開発株式会社
平成17年12月営業職として入社
現在に至る



学しました。
今回の見学会は、神戸層群の凝灰岩地すべりを見学し、地すべりの発生状況や原因を紹介するものでした。とても興味をそられる内容で、大変有意義な見学会でした。私は営業なのであまりこういった会に参加することはなかったのですが、時間が調整できれば今後は参加したいと思います。



豊岡北地すべりを対岸の山から見学。



奥谷川バレーバルジング。左右両方からの地すべりによって、川の中で反りあがっている。



異星の風景を連想させる異様な表情を見せるガリ侵食。

●総務財務委員会

【平成21年度より、総務委員会と財務委員会が合併して発足】

1. 平成21年度 定時総会
平成21年5月14日 大阪厚生年金会館
出席69社 (全地連・寺本専務理事の講演会併催)
2. 会員厚生事業 平成21年新春互礼会
平成21年1月19日 大阪厚生年金会館
参加者54社 115名
3. 平成21年度 労働安全衛生講習会
平成21年7月22日 大阪厚生年金会館 参加者50名
講師：近畿地方整備局企画部技術調査課長 藤目正敏氏
関西電力神戸電力所尼崎システムセンター課長 赤松学氏他1名
4. その他(委員会開催)
・年度事業計画ならびに役割分担
・各月の収支確認
・規模別会費の見直し検討、原案作成
・決算(案)、予算(案)の検討

●技術委員会

1. 平成21年度地質調査技士等に関する行事
・地質調査技士受験者講習会
平成21年6月19日・20日/天満研修センター/受講者70名
・第44回地質調査技士資格検定試験
平成21年7月11日/天満研修センター/受験者176名
・地質調査技士登録更新講習会
平成21年11月17日/大阪国際会議場/受講者249名
・地質情報管理士資格検定試験
平成21年11月27日/天満研修センター/受験者22名
2. 奈良盆地・滋賀県地盤報告会
平成21年6月25日/大阪市大文化交流センター/参加者102名
3. 技術見学会(神戸層群の凝灰岩と地すべり)
平成21年11月6日/参加者31名
4. 技術講演会(かわりゆく土壌地下水汚染対策)
平成21年11月19日/大阪厚生年金会館/参加者83名
5. 技術講習会への講師派遣
・大阪府都市整備部/平成21年5月26日/受講者17名
・(財)大阪府都市整備推進センター/平成21年6月2日/受講者68名
・泉州地区職員研修/平成21年7月10日/受講者47名
・国交省近畿地方整備局道路部/平成21年12月16日(予定)
・国交省近畿地方整備局道路部/平成22年1月21日(予定)
6. その他
・協会広報誌の編集・協会ホームページの更新
・全地連技術情報誌「地質と調査」への投稿
・「KG-NET・関西圏地盤情報協議会」への参加
・地盤情報データベースの更新
・産学官連携技術講習会への協力/平成21年11月26日

●関西取引適正化委員会

定例委員会

●広報委員会

1. 国土交通省近畿地方整備局との意見交換会の開催
平成21年2月23日
2. 全地連「地域活性化委員会」への出席
平成21年4月15日、平成21年6月16日
3. 大阪府との意見交換会
平成21年9月14日
4. 全地連「積算会議」への出席
平成21年10月2日
5. 「地質と調査」送付

●理事会

定例理事会

編集後記

今回発行いたします協会広報誌「GEO CONSULTANT ANNUAL REPORT」第5号では、「地質リスク」をテーマに特集記事等を編集いたしました。

地質リスク問題については、全国地質調査業協会連合会が平成17年度より「地質リスクWG」を立ち上げて検討を重ね、コスト構造改革に最も寄与できるのは、地質技術であり、地質技術者であることを提案して参りました。連合会では新たな研究や必要事業の推進のために新体制として「地質リスク学会」(会長：渡邊法美高知工科大学教授)の立ち上げ準備を本年中に行い、平成22年1月より2年間はWebを利用したバーチャル学会として活動し、平成24年1月以降に正式な学会を設立する予定です。脆弱な国土を有する我が国において地質リスクの問題がいかに重要であるかが今後さらに明らかにされていくものと思われます。

なお、関西地質調査業協会では会員各社はもとより協会活動におきましても、地質調査を通して安心・安全な社会基盤整備に貢献できるよう日々技術の研鑽に努め、地質リスクを念頭において活動していきたいと考えております。ジオ・ドクターあるいはジオコンサルタントの集団である関西地質調査業協会の活動に今後もご支援・ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

最後に、本誌に寄稿していただきました皆さまに厚く御礼申し上げます。

技術委員会委員長 岩崎哲雄

GEO CONSULTANT ANNUAL REPORT

関西地質調査業協会 協会広報誌 No.5[2009年]

- 発 行— 関西地質調査業協会
〒550-0004 大阪市西区本町1-14-15(本町クィーバービル)
TEL 06-6441-0056 FAX 06-6446-0609
URL <http://www2.ocn.ne.jp/~kstisitu/>
E-mail kstisitu@gold.ocn.ne.jp
- 制 作— 委員長：岩崎哲雄 委員：荒木繁幸 風嵐健志 立花規弘
東原純 堂元史博 長谷川信介 南坂貴彦
- 編 集— 山本印刷所、ウメハラ原稿堂、デザインハウスティーズ
- 印 刷— 山本印刷所
- 発行日— 平成21年12月

関西地質調査業協会加盟会社

	会社名	住所	電話番号
福井県	開発産業(株)	〒910-0843 福井市西開発1-2610	(0776) 54-0732
	京福コンサルタント(株)	〒917-0026 小浜市多田11-2-1	(0770) 56-2345
	(株)サンケン試錐コンサルタント	〒918-8112 福井市下馬3-2206-3	(0776) 33-1001
	(株)サンワコン	〒918-8525 福井市花堂北1-7-25	(0776) 36-2790
	ジビル調査設計(株)	〒910-0001 福井市大願寺2-5-18	(0776) 23-7155
	(株)田中地質コンサルタント	〒915-0082 越前市国高2-324-7	(0778) 25-7000
	中央測量設計(株)	〒918-8238 福井市和田2-1205	(0776) 22-8482
	(株)帝国コンサルタント	〒915-0082 越前市国高1-6-1	(0778) 24-0001
	(株)ホクコク地水 福井営業所	〒910-0001 福井市大願寺2-9-1	(0776) 29-0091
	(株)ワカサコンサル	〒917-0024 小浜市和久里33-21	(0770) 56-1175
滋賀県	(株)石居設計	〒522-0055 彦根市野瀬町37-1	(0749) 26-5688
	キタイ設計(株)	〒521-1398 滋賀県蒲生郡安土町上豊浦1030	(0748) 46-2336
	(株)国土地建	〒528-0036 甲賀市水口町東名坂38-3	(0748) 63-0680
	(株)鈴鹿設計事務所	〒524-0102 守山市水保町2891番地の230	(077) 585-1813
	正和設計(株)	〒520-0806 大津市打出浜3-7	(077) 522-3124
	双葉建設(株)	〒520-3302 甲賀市甲南町池田3446-3	(0748) 86-2616
	京都府	(株)関西土木技術センター	〒612-8415 京都市伏見区竹田中島町5
(株)キンキ地質センター		〒612-8236 京都市伏見区横大路下三栖里ノ内33-3	(075) 611-5281
(株)総合技術コンサルタント		〒601-8304 京都市南区吉祥院前河原町1	(075) 312-0653
大阪府	アジア航測(株)大阪支店	〒530-6029 大阪市北区天満橋1-8-30 OAPタワー29階	(06) 4801-2230
	(株)アスコ	〒550-0006 大阪市西区江之子島1-10-1 ASCOビル	(06) 6444-1121
	(株)アテック吉村	〒596-0051 岸和田市岸野町13-16	(072) 422-7032
	(株)エイト日本技術開発 関西支社	〒532-0034 大阪市淀川区野中北1-12-39	(06) 6397-3888
	応用地質(株)関西支社	〒532-0021 大阪市淀川区田川北2-4-66 大阪深田ビル	(06) 6885-6357
	(株)オキココーポレーション	〒531-0064 大阪市北区国分寺1-3-4	(06) 6881-1788
	川崎地質(株)西日本支社	〒543-0021 大阪市天王寺区東高津町11番9 日本生命上本町ビル6階	(06) 6768-1166
	(株)カンキョー	〒561-0854 豊中市稲津町2-2-1	(06) 6864-2061
	関西総合地質コンサルタント(株)	〒591-8045 堺市北区南長尾町5丁2-10	(072) 257-9830
	(株)関西地質調査事務所	〒599-8273 堺市中区深井清水町3761	(072) 279-6770
	基礎地盤コンサルタント(株)関西支社	〒550-0011 大阪市西区阿波座1-11-14	(06) 6536-1591
	(株)建設技術研究所	〒541-0045 大阪市中央区道修町1-6-7 北浜MIDビル	(06) 6206-5555
	興亜開発(株)関西支店	〒591-8037 堺市北区百舌鳥赤畑町3-176	(0722) 50-3451
	(株)興陽ポーリング	〒534-0025 大阪市都島区片町2-2-40 大発ビル	(06) 6351-1590
	国土防災技術(株)大阪支店	〒534-0024 大阪市都島区東野田町1-10-13 イマスマ-1ビル	(06) 6136-9911
	(株)コスモテック	〒577-0824 東大阪市大蓮東1-5-33	(06) 6729-0290
	サンコーコンサルタント(株)大阪支店	〒550-0012 大阪市西区立売堀3-1-14 阿波座ビル	(06) 4390-7751

	会社名	住所	電話番号
大阪府	芝田土質(株)	〒580-0044 松原市田井城1-230	(072) 332-9022
	(株)地盤調査事務所 大阪事務所	〒531-0071 大阪市北区中津3-7-41 中津ヤマモトビル2F	(06) 6373-6550
	(株)シマダ技術コンサルタント 大阪本社	〒532-0002 大阪市淀川区東三国4-6-16	(06) 6392-5171
	住鉱コンサルタント(株)大阪支店	〒530-0047 大阪市北区西天満3-13-9	(06) 6367-1124
	(株)ソイルコンサルタンツ	〒531-0071 大阪市北区中津3-10-7	(06) 6371-9138
	(株)ソイルシステム	〒537-0014 大阪市東成区大今里西1-8-3	(06) 6976-7788
	大成基礎設計(株)大阪支社	〒553-0001 大阪市福島区海老江5-2-2 大拓ビル5 2F	(06) 6456-1531
	(株)ダイヤコンサルタント 関西支社	〒564-0063 吹田市江坂町1-9-21	(06) 6339-9141
	大和探査技術(株)大阪支店	〒532-0001 大阪市淀川区十八条1-11-13	(06) 6150-4000
	中央開発(株) 関西支社	〒564-0062 吹田市垂水町3-34-12	(06) 6386-3691
	中央復建コンサルタンツ(株)	〒533-0033 大阪市東淀川区東中島4-11-10	(06) 6160-3362
	(株)千代田基礎調査技術	〒530-0026 大阪市北区神山町2-2 造園会館	(06) 6312-9091
	(株)東京ソイルリサーチ 関西支店	〒564-0062 吹田市垂水町3-27-10	(06) 6384-5321
	(株)東建ジオテック 大阪支店	〒593-8321 堺市西区宮下町12-19	(072) 265-2651
	東邦地水(株)大阪支社	〒530-0035 大阪市北区同心2-4-17	(06) 6353-7900
	(株)浪速試錐工業所	〒580-0014 松原市岡3-17-1	(072) 332-0986
	(株)日さく西日本支社	〒564-0033 吹田市東御旅町4-37	(06) 6318-0360
	日本基礎技術(株)関西支店	〒530-0037 大阪市北区松ヶ枝町6-22	(06) 6351-0562
	日本物理探査(株)関西支店	〒550-0024 大阪市西区境川2-5-27 谷野ビル	(06) 6582-8541
	兵庫県	ハイテック(株)	〒532-0003 大阪市淀川区宮原2-11-9 白鳳ビル4F
復建調査設計(株)大阪支社		〒532-0004 大阪市淀川区西宮原1-4-13	(06) 6392-7200
報国エンジニアリング(株)		〒561-0827 豊中市大黒町3-5-26	(06) 6336-0128
明治コンサルタント(株)大阪支店		〒563-0048 池田市呉服町10-14	(0727) 51-1659
(株)ヨコタテック		〒565-0822 吹田市山田市場5-2	(06) 6877-2666
国際航業(株) コンサルタント事業本部 砂防・地質事業本部 地質部		〒660-0805 尼崎市西長洲町1-1-15	(06) 6487-1205
(株)西播設計		〒679-4161 龍野市龍野町日山229-1	(0791) 63-3796
播磨地質開発(株)		〒670-0883 姫路市城北新町1-8-25	(0792) 82-3232
阪神測建(株)		〒650-0017 神戸市中央区楠町6-3-11	(078) 360-8481
奈良県		(株)インテコ	〒630-8122 奈良市三条本町1-86-4
	(株)シードコンサルタント	〒630-8114 奈良市芝辻町2-10-6	(0742) 33-2755
	(株)阪神コンサルタント	〒630-8014 奈良市四条大路2-860-1	(0742) 36-0214
和歌山県	(株)環境地盤	〒649-1444 和歌山県日高郡日高川町松瀬328-3	(0738) 36-2017
	(株)白浜試錐	〒649-2211 和歌山県西牟婁郡白浜町2302	(0739) 42-4728
	(株)タニガキ建工	〒640-1231 和歌山県海草郡美里町上ヶ井30	(073) 495-2667

〔表紙写真〕 建仁寺 方丈 大雄園 (だいおうえん)

建仁寺は、臨済宗建仁寺派の大本山。栄西禅師開山の京都最古の禅寺で国宝風神雷神図屏風で有名。白砂に緑苔と巨岩を配した「大雄苑」と称される枯山水の方丈前庭は、おらかな味わいがある。



花頭窓から臨む大雄園。川や海の水面を表した砂紋と苔に囲まれた石が簡素かつ美しいバランスで配置されている。