

地質調査

2013
第3号
(通巻137号)

Japan Geotechnical
Consultants Association



編集／一般社団法人全国地質調査業協会連合会

巻頭言

≫ 巻頭挨拶

(社)全国地質調査業協会連合会 会長 成田 賢

私たちが考える地質調査業の次なる21世紀

≫ 地質調査業を取り巻く社会情勢と地質技術者

21世紀ビジョンフォローアップ委員会 萩原 育夫

地質調査業が躍動するステージ

≫ 地震分野……………金田 義行

≫ 風化する国土と維持管理の将来 —道路斜面のリスクアセット マネジメントを例に—

……………佐々木 靖人・浅井 健一・
林 浩幸・宮本 浩二

≫ 地質災害……………千木良 雅弘

≫ 地質技術顧問の将来像と夢

……………渡邊 法美

≫ オープンデータに関する取組について ～地盤情報の活用に関する実証事業と 地盤情報の公開・二次利用の促進～

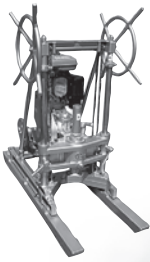
……………野尻 英行・野中 詠子

特別寄稿

地質リスク活動 「地質リスクマネジメントによる 事業費の低減」

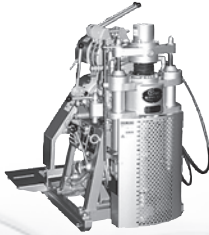
……………原 隆史

YHP-1



(ニッケル鉱調査 フィリピン)

YBM-05DA-2



ECO-3V
(ニッケル鉱調査
インドネシア)



(ニッケル鉱山調査 ニューカレドニア)



ワイヤーライン工法用削孔機
TYW-50

資源探査、環境調査、土木建設の基礎調査 世界で活躍するYBMのボーリングマシンとツールズ

大口径ボーリングマシンから、超軽量ボーリングマシン
地熱開発用コンパクトリグ、地中熱交換井削孔機まで、
幅広いニーズを満たす製品を取り揃えております。



地熱開発用コンパクトリグ
HC-2000R

YBMの多目的パイプロドリル
地中熱交換井掘削機シリーズ

深度30m熱交換井方式
により掘削コスト低減



冷暖房システム 室内用ユニット

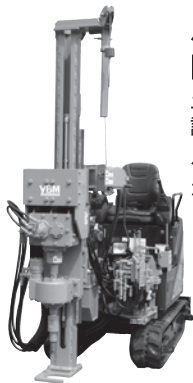
パイプロドリル
ECO-13GT



パイプロドリル
ECO-7V-H



先進の地盤調査機で工期短縮・液状化判定にも対応。



パイプロドリル
ECO-1VⅢ
土壌・地下水汚染
調査 など
パイプロ機能を活
かして回転せずに
土中に貫入可能。



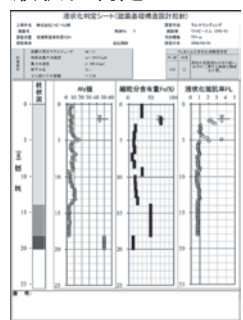
オートマッチック
ラムサウンディング
CRS-12
地盤調査、液状化判定 など

全自動
ラムサウン
ディングで
より正確に
支持地盤の
調査が
できます。



土壌資料採取器
土壌すくい

液状化判定シート



YBM 株式会社 ワイビーエム

本 社 / 〒847-0031 佐賀県唐津市原1534 TEL (0955) 77-1121

<http://www.ybm.jp/>

東京支社 〒104-0032 東京都中央区八丁堀3丁目22-11八重洲第三長岡ビル2F TEL (03) 6280-4789
東京支店 〒342-0005 埼玉県吉川市川藤3062 TEL (048) 982-7558
大阪支店 〒578-0964 大阪府東大阪市新庄西5-4 TEL (06) 4309-2921

東北営業所 〒981-3133 宮城県仙台市泉区泉中央3丁目27-3日泉ビル202号室 TEL (022) 343-1210
名古屋営業所 〒468-0043 愛知県名古屋市中天白区菅田1丁目1208 TEL (052) 804-4841
広島営業所 〒732-0802 広島県広島市南区大州1丁目1-25第一ふじビル1F TEL (082) 285-3824
インドネシア事務所 Room No. 343 3F. PPHUL, JL. HR. Rasuna Said Kav. C-22 Jakarta Selatan 12940 TEL (+62) 21-52921131

巻頭言

- ≫ 巻頭挨拶
(社) 全国地質調査業協会連合会 会長 成田 賢 ……1

私たちが考える地質調査業の次なる21世紀

- ≫ 地質調査業を取り巻く社会情勢と地質技術者
21世紀ビジョンフォローアップ委員会 萩原 育夫 ……4

地質調査業が躍動するステージ

- ≫ 地震分野 金田 義行 ……15

- ≫ 風化する国土と維持管理の将来
-道路斜面のリスクアセットマネジメントを例に-
佐々木 靖人・浅井 健一・林 浩幸・宮本 浩二 ……23

- ≫ 地質災害 千木良 雅弘 ……32

- ≫ 地質技術顧問の将来像と夢 渡邊 法美 ……39

- ≫ オープンデータに関する取組について
～地盤情報の活用に関する実証事業と
地盤情報の公開・二次利用の促進～
野尻 英行・野中 詠子 ……47

特別寄稿

- ≫ 地質リスク活動
「地質リスクマネジメントによる事業費の低減」
原 隆史 ……57

会告

- ≫ 全地連「技術フォーラム2013」長野 ……68
≫ 地質調査技士資格検定試験 316名が合格 ……69
≫ 地質情報管理士資格検定試験 22名が合格 ……71
≫ 応用地形判読士資格検定試験 一次試験の合格者57名 ……72
≫ 地質調査技士登録更新 9月10日受付開始 ……73

小特集テーマ

液状化

東日本大震災の液状化と過去の液状化履歴

ピエゾドライブコーンによる液状化判定技術

(動的サウンディング)

スクリュードライバーサウンディングによる液状化判定技術

(静的回転貫入サウンディング)

電気式静的コーン貫入試験による液状化判定技術

(静的貫入サウンディング)

拘束効果を利用した液状化対策技術

戸建住宅に対する液状化対策技術

教養読本

宮沢賢治の地的背景

やさしい知識

繰返し非排水三軸試験

巻頭挨拶



なりた まさる
成田 賢*

Key Word

東日本大震災、脆弱な国土、国土強靱化、地盤の可視化、国民意識の変化、防災・減災・維持管理、国民的信頼、価格競争とマニュアル化、技術者育成、21世紀型地質調査業

一般社団法人全国地質調査業協会連合会（以下全地連）は、1963年に地質調査業の全国的業界団体として発足し、今年創立50周年を迎えました。

その特別企画として、「わたしたちが考える地質調査業の次なる21世紀」の特集が組まれたことは、全地連のこれからを考える上で意義のあることです。

全地連が半世紀にわたり存続し活動を継続することができたのは、地質調査業の発展と全地連の活動に対しご理解とご支援を頂いた各発注機関、並びに会員各社の変わらぬご理解とご支援の賜物と心から感謝する次第です。また、これまで全地連を導いてこられた歴代会長並びに役員の方々の献身的な活動に敬意を表するとともに、50年の長きにわたり全地連を支えてこられた歴代の事務局長並びに事務局職員の方々に心から感謝を申し上げます。

また、額に汗し常に現場の地盤構造と物性評価のために誠実に地質調査を担われ、その筆舌に尽くせない努力を継続されている会員各社の皆様に感謝する次第です。

さて、50周年を迎えた今、残念ながら地質調査業は決して順風な業界といえる状況ではなく、逆に閉塞産業の一端を成すような状況であります。ただし、2011年3月11日に発生し、近代日本が被った未曾有の災害となった東日本大震災以降、国民の多くが脆弱な日本の地盤を意識するようになり、また、国土強靱化計画が提起されるなど、これからの地質調査業の新たな方向性を見出せるようになってきました。この社会の動きは、閉塞感にある地質調査業を「不可視の地盤を可視化できる唯

一の業」として社会の持続的な発展に貢献する業に成長させる機会であります。

では、閉塞感の所在について、ここで少し考えてみたいと思います。

日本では第二次世界大戦の終戦後（1945年）、戦後復興とそれに続く国土基盤整備のための社会資本整備が進展する中で、土質力学が土木・建築の分野で積極的に導入され、大型構造物の基礎設計のための地質調査が開始されました。地質学と土質工学に調査法を合体した事業として、多くの先進的な経営者により地質調査を主体とする企業が創業され、全国的に企業数も増加しました。

土木事業と関連した業が形成されたことから、地質調査業のビジネススタイルは、基本的に建設業と同様の形となり、公共事業では指名競争入札制度の中で、積算方式を基本としたビジネススタイルが定着しました。

そして、地方の地質調査業協会の連合会として全地連が発足した1963年頃は、東京オリンピック（1964年10月）の開催を控え、全国的に社会資本整備が急激に展開された時期に当たります。高速道路網の整備、東海道新幹線建設、ダム建設等が全国的に進められ、この後継続する日本の高度経済成長時代のベース作りが本格化した時期にも当たります。

それから50年間、全地連は地質調査業の発展のため、地質調査方法の体系化とその積算体系を確立し、更に地質調査業登録制度の確立、地質調査技士資格制度の創出等、地質調査業の社会的な地位の確立に邁進してきました。

図1には、政府が公表している民間及び政府の

* (社) 全国地質調査業協会連合会 会長

建設投資推移をベースに、全地連会員会社の受注高と全国の地質調査業登録社数の推移を、データがある1988年から2011年まで示しました。

が地質調査業に求められる段階であり、ここに我々が21世紀の地質調査業を考える意味があります。

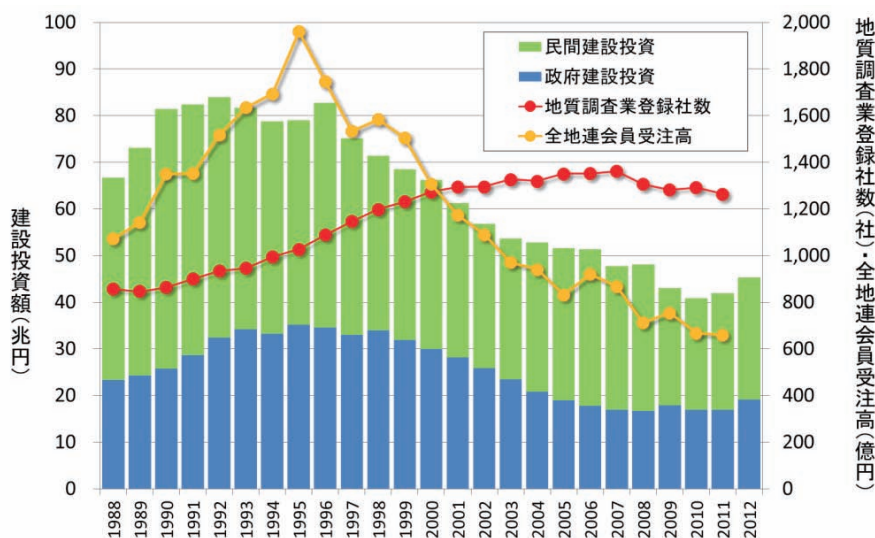


図1 建設投資と地質調査業登録社数及び全地連会員受注高 出典：全地連資料

図1に示したように民間と政府を合わせた建設投資の推移は1990年～1998年の約80兆円をピークに1999年以降減少に向かい、この傾向は2010年まで継続し、2010年は40兆円とピーク時より半減しました。その後2011年の震災発生以降やや増加する傾向にはあります。全地連会員企業の総受注額は、1995年まで概ね右肩上がりの受注を継続しましたが、1996年以降2011年まではほぼ右肩下りの総受注額となっています。また、地質調査登録業者数の推移をみると建設投資が減少し始めた1996年より11年後の2007年まで緩やかでありながら増加し、2008年以降緩やかに減少しています。全地連会員企業の総受注額の推移は、建設投資額の推移と同様の傾向となっています。

この傾向について、地質調査業が第二次世界大戦後に形を成し、その後の社会資本整備事業の拡大で成長したと合わせると、地質調査業は1995年以前のビジネスモデルを建設投資が縮小してもそのまま継続した結果といえます。

一方、地質調査業登録社数の動向からみると、各社一様に受注を減少したと推察されます。ここに各社の並々ならぬ厳しい経営の闘いが伺われます。1995年以前の高度成長時代に確立したビジネスモデルを継続発展させようとするためには、建設投資の右肩上がりを待つしかありません。しかし、かつての高度成長時代は終わり、その時代背景も大きく変化しています。今は、我々を取り巻く環境の変化に合致したビジネスモデルへの修正

21世紀に入り、地質調査業を取り巻く環境は、変化してきました。

まず、建設投資市場で護送船団方式が終焉し、各社の競争時代になったことが挙げられます。二点目は、情報技術を中心に様々な周辺技術が発達したことです。スマートフォンの普及等に伴い、国民の多くがインターネットを活用し、且つ情報伝達がグローバルに展開するようになったことです。三点目は、東日本大震災の発生による国民意識の変化です。この震災により日本が脆弱な国土であることを国民

が再認識する契機となりました。

この三つの変化を捉えた取組みが21世紀の地質調査業のビジネスモデルの構築に向かうものと考え、これからの地質調査業は、技術を再度見直し、技術に対する国民的信頼を得ることが必要です。しかも世界的視点での学術研究成果を捉えた地質調査方法の開発・導入を進め、新たな周辺工業技術を活用した調査機器の開発に取り組み、情報技術を活用し、不可視の地盤をより判りやすく可視化する業になることが重要です。また、20世紀型というべき単一型ビジネスモデルではなく、防災・減災・維持管理という新たなニーズに対応できる業が、21世紀型地質調査業であると考えます。

「脆弱な国土日本」というフレーズが国民の中に生じていることは、不可視の地盤を可視化できる唯一の業としての地質調査業の必要性が、今後ますます増大することが予想されます。ただし、この場合、我々は国民目線で地質調査に従事し、その成果も国民目線で納得できるものにしなければなりません。日本のように国土が脆弱であり四つのプレートが会合し、地震・火山・豪雨などの災害を常に受けている先進国は、日本以外にありません。このような環境の中で世界第三位の経済大国になったのは、国民の勤勉性だけでなく、経済を支える社会資本整備が継続的に行われたことによるといっても過言ではありません。

そのような中で発生した東日本大震災は、更に強

靱な国土を日本社会に求めることになったのです。

日本に潜む地質及び地盤のリスクを的確に評価すること、性能設計に向けて地盤物性を確実に把握することは、日本の社会にとって今後更に重要になるものと考えます。地質調査業の活用は拡大する可能性があります。しかし、我々業界が待っているのは、何も実現しません。環境変化に合わせてビジネスモデルの修正に取り掛かることにより、地質調査業拡大の可能性が現実化すると考えます。

地質調査業は大きく二つの技術体系が連携して成り立っていると私は考えています。

まず一つは、地盤状況をより忠実に捉えるためのサンプリング技術、試験技術、探査技術等の技術です。この技術提供があって、はじめて不可視の地盤を可視化できることとなります。かつては職人技としてこの技術は日本全国に存在しましたが、地質調査業の受注額減少に伴い、職人技術者の後継者が育成されず、技術の担い手が不足し始めています。

もう一つの技術は、地盤を理解するために最新の科学を駆使し、工学的判断を確実に行う技術です。既存の地質情報と地形を的確に判断し、調査地点、調査手法を選定しながら目的に合致した地質調査を管理し、様々な事業を展開する上での地質および地盤のリスクを想定し、そのリスクの所在を明らかにする技術です。

この二つの技術は、どちらの品質に問題があっ

ても地質調査は成立しない関係にあるといっても過言ではありません。

現状では、これら二つの技術が、価格競争とマニュアル化した地質調査の弊害の中で業界として充分機能しているとは言えない状況です。このような流れをそのまま継続してきたのが、地質調査業の現状を招いているともいえます。今後、これら技術者の育成と若者が魅力を感じる業界にすることも重要です。

3.11 東日本大震災の際、被災された企業の方々からは、地盤の問題に対してどこに問い合わせれば良いのか判らなかつたという声を聞いたものです。公共事業では建設関連業の地質調査業としてのプレゼンスはできていますが、一般社会に対するプレゼンスはほとんど確立されていないのが実態です。つまり見えない地盤の地下を見せる唯一の業である地質調査業が国民及び社会から認知されていないということです。

このことは、脆弱な国土の日本において不思議な現象であると思うのは私だけではないはずです。

全地連が創立 50 周年を機に地質調査業の提言として発表した、「全地連 21 世紀ビジョンフォローアップ提言」(表 1) は大きく三つの提言からなっています。この提言にあえて順番を付けていないのは、地質調査業が三つの提言すべてを目指してもよいが、その一つの提言に沿った事業展開でもビジネスモデルになると考えたからです。その真意は我々地質調査業が不可視の地盤を可視化できる唯一の業であるという自負であり、これから将来にわたって社会が必要とする業であるということです。

「脆弱な国土日本」というフレーズが国民の中に生じていることは、不可視の地盤を可視化できる唯一の業界としての地質調査業の必要性が今後ますます増大することが予想されます。

全地連は、2012 年 4 月から社団法人から一般社団法人となり、新たなスタートを切ったところがあります。これまでの 50 年の活動を踏まえ、これからの 50 年の活動のためにより開かれた組織として、今後も持続可能な社会の構築に貢献していくために、地質調査の重要性を発信しながら、業としての地質調査業が社会から支持され続けるよう努力していく所存であります。

表 1 地質調査業の 21 世紀ビジョン フォローアップ提言
 出典：全地連 21 ビジョン フォローアップ 2013
 -わたしたちが考えるこれからの地質調査業-

地質調査業の 21 世紀ビジョン フォローアップ提言	
地質情報の積極的な情報発信と活用	
地質調査に係わる技術者は、専門技術者として社会的役割・責任を再認識し、地質情報の発信や活用に積極的・主体的に取り組むべきである。	
地質調査業に寄せられた期待には、調査技術の高度化や新規分野での貢献のみならず社会への情報発信もある。調査で得られた知見を単に蓄積するだけでなく、利用者のニーズに応じてわかりやすく的確に情報を提供できるシステムを構築していくことで地質調査業の社会貢献を果たしたい。	
新たな技術展開、新規分野への参入	
地質調査業は、市場ニーズに対応させた技術展開、新規分野への参入に積極的に取り組むべきである。	
具体的には、深層崩壊に係わる地質調査・モニタリング技術の開発、効率的な点検技術の開発、地質情報のマネジメント技術の開発等、再生型エネルギー分野や放射性物質に係わる環境保全分野等への参入を図りたい。	
地域に密着した活動とおとしての社会貢献	
国内の自然環境は地域によって大きく異なっており、地域の地形地質特性に精通した地質調査技術者は、防災対策や街づくり等を通じて地域に密着した社会貢献に積極的に取り組むべきである。	
具体的には、自然災害や防災に関する啓蒙活動・避難シミュレーション、小規模地熱エネルギー開発や地中熱開発、地域の地形地質特性を踏まえた街づくり等にも参画したい。	

地質調査業を取り巻く 社会情勢と地質技術者



はぎわら いくお
萩原 育夫*



地質調査業、地質調査技術者、ビジョン、フォローアップ

1. はじめに

地質調査業に係わる分野は、学術的分野、資源開発分野、建設事業分野に一般に大別され、近年では国内の地質調査事業量の 9 割以上が建設分野の調査で占められている¹⁾。建設事業分野の地質調査は、全国地質調査業協会連合会（以下全地連）が結成された昭和 30 年前後から活発となり、電源開発、高速自動車道、新幹線や公共住宅等の大規模な社会資本整備事業や土質工学・土木地質学などの発展と平行して成長した産業と位置づけられる（図-1）。これまで全地連では社会情勢変化に応じて業界の合理化・近代化を目的としたビジョン策定を 3 回実施している。各ビジョンの副題は以下の通りである^{2), 3), 4)}。

1989 年：地球時代の新しい知的産業を目指して

1995 年：地球時代の新しい知的情報サービスを目指して（ジオドクターあるいはジオコンサルタントとして）

2002 年：市場が求める産業システムの構築に向けて

これらのビジョンの策定期間は土木地質学の成長期から円熟期にあたり、1989 年・1995 年ビジョンでは地質調査業の将来像（知的情報サービス・ジオコンサルタント）と経営戦略化に関する提言が、また 2002 年ビジョンでは、市場動向・環境変化に応じた創造的適応と経営革新シナリオに関する提言がそれぞれ示された。一方、現在は 2011 年の東日本大震災を契機とした安全な社会づくりに対する社会的要求や地質情報への関心の高まりを受け、地質調査業を取り巻く環境・情勢が大きく変化しつつある。このような転換期（変革期）にあって、全地連では中堅技術者を中心とした委員会を設置し、2002 年以降の技術展開や情勢変化を整理するとともに、地質調査業に対するインタビュー調査を行って、2002 年ビジョン（21 世紀ビジョン）のフォローアップ提言をとりまとめた。

2. 地質調査の最近の技術展開

2.1 地質調査の展開分野

日本列島は世界でも有数の地震多発帯、火山活動多発帯であり、列島全体が脆弱で複雑な地盤によって構成されている。また、南北に長く延びた日本列島の気候は変化に富み年間降水量は世界平均の約 2 倍に及ぶ。さらに、国土の約 75% が山地・丘陵によって占められ、これらの自然環境特性を背景として自然災害が多い地域となっている。一方、これらの地形地質特性は、豊かな生物・地下水資源、賦存量は限られるものの多様な鉱物資源やエネルギー資源等の源でもある。

こうした複雑な地形地質特性に関する情報は建設事業を安全で効率的に進める上で不可欠であり、

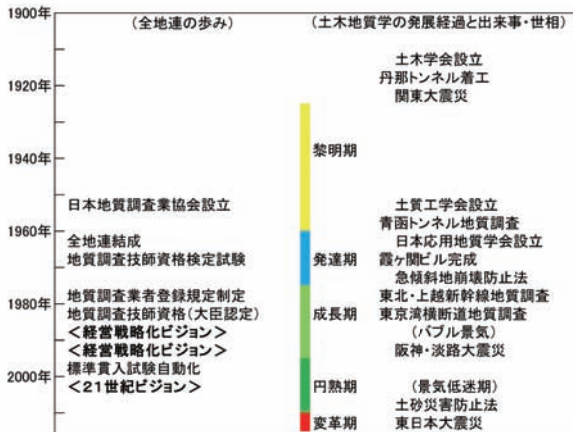


図-1 全地連の歩み（関連資料^{1),5)}から作成）

* 21 世紀ビジョンフォローアップ委員会

高度成長期以降は社会資本整備の事前調査の役割を担って発展してきた。しかし近年は社会経済活動の質的变化を反映して、防災、維持管理・点検、再生型エネルギー開発や環境保全などへと技術分野が拡大しており、活動するステージが多様化している。

2.2 防災と地質調査

1950年前後に多発した台風や地震による自然災害を背景として、防災関連の法整備やハード対策に関する調査設計手法の体系化が進められ、近年では大型災害を契機として避難対策・防災情報発信などのソフト対策による減災の取り組みが進められている。防災関連の地質調査は、フィールドワーク等による災害発生メカニズムの解明や危険度評価等の役割を主に担ってきたが、最近では減災対策や防災アセスメントにおける予知予測・危機管理等への貢献が期待されている⁶⁾。

(1) 火山防災

火山災害に関しては、噴火現象の形態や順序が火山によって異なり、火山近傍では大量・高温な噴出物が高速で拡散するとともに、広域な降灰現象や長期間噴火活動が継続することが特徴となっている。1991年の雲仙普賢岳の噴火で発生した火砕流では、高温の火山ガス・岩片・火山灰が一団となって高速で斜面を流下し、多くの人命を奪い建物被害をもたらし、その後の降雨によって、土石流や火山泥流が発生した。火山災害に係わる地質調査業の役割としては、火山災害情報の事前提供サポート、調査や観測に関する技術的サポート、火山の関連知識の提供（啓蒙活動）などがあげられる。これらのうち火山災害情報に関しては、過去の噴火現象の規模・形態等の調査結果や噴火メカニズムの解析等をベースにした火山防災マップの作成と提供が重要となっている。火山防災マップには、噴火現象等の火山ハザードとともに避難所の位置・連絡先・行動などの各種防災情報が記載され避難の迅速化や被害の低減、被害指標（B/C）の算出等の活用等に利用されている。また、土砂移動を伴う災害も含めた火山監視システムでは、地震計・空振計・監視カメラ・土石流センサー・雨量計などの機器が設置され、リアルタイムで災害関連情報が提供されている。

火山災害に関する地質調査業の貢献事例としては岩手山噴火危機の対応がある⁷⁾。岩手山では、1998年春から火山性微動が頻発し、山体の伸長などの地殻変動の観測データから噴火の危険性が指

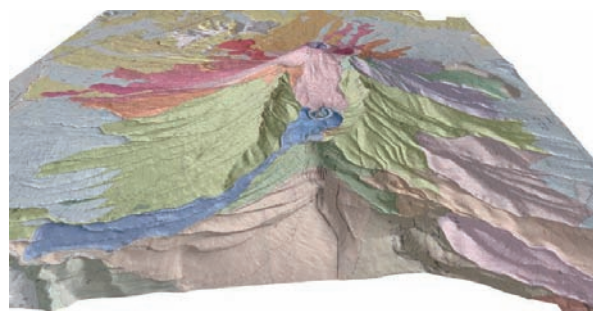


図-2 岩手火山鳥瞰図⁸⁾



図-3 震源断層（応用地質（株）資料）

摘され、入山禁止措置、火山防災マップの導入等が図られたが、火山活動の沈静化に伴って2004年には入山規制が解除された。この間、行政や研究機関が実施した火山構造調査・解析、火山活動の観測、噴火後の防災対策検討などの実務には、地質調査業の多くの技術者が関わり、裏方としての役割だけでなく、住民との直接対話や報道を通して企業の活動が地域に理解された事例となっている。

(2) 地震防災

地震による災害は、地震動（揺れ）による建物の倒壊等にとどまらず、地盤の液状化や津波、斜面崩壊・土石流など多岐にわたる。地震災害の多くは地質・地盤と密接に関係しており、地震災害を軽減するためには、地震災害の発生状況を的確に記録し、地質・地盤条件等の関連性からその土地がどのような地震災害を受けやすいか明らかにすることが重要となっている。フィールドワークをベースとする地質調査業は、このような被災状況調査や現地調査の役割を担うとともに、「揺れやすさマップ」「液状化危険度マップ」「津波ハザードマップ」「建物被害予測」等の様々な防災マップの作成に携わってきた。東日本大震災において東京の臨海部や千葉県、茨城県などで深刻な被害を

生じた地区は埋立地や沖積砂層の分布域に概ね合致しており、地震災害の軽減や対策検討における地質調査の重要性が再認識される結果となった。

一方、地震が「いつ」「どこで」発生するかを予測することも地質調査業に関連した重要な技術課題となっている。内陸直下型地震に関しては、1995年兵庫県南部地震を契機に活断層調査の重要性が社会的に広く認知され、現在までに約110の主要活断層帯を対象とした調査が実施され⁹⁾、地形地質踏査やボーリング、トレンチ調査、物理探査などに多くの地質技術者が関わってきた。また、海溝型地震に関しては、東日本大震災の震源となった三陸～福島沖をはじめ、北海道の十勝沖や東海・東南海地震の震源域となる南海トラフなど6つの海域が、現在評価対象となっている⁹⁾。震源域を直接観察、観測できる陸域の活断層とは異なり、海域で発生する地震については調査方法や得られる情報は限られるが、最近では、地層中に残された過去の津波痕跡（津波堆積物）に関する地質学的な調査手法が着目され、高品質ボーリングや不攪乱試料採取、年代分析等の地質調査によって、過去の津波の浸水範囲・発生時期に関する解析が進められている。

(3) 砂防（土砂災害防止）

日本列島は、台風や梅雨前線に代表される多雨性の気候特性を有し、複雑で脆弱な地盤で構成される山地には急勾配河川が形成されるとともに、沖積平野内の想定氾濫区域に市街地や住宅地等が拡がっている。このような気象及び地形地質特性を背景として、国内では洪水、土砂災害、高潮、風害等の土砂災害が毎年発生している。土砂災害に関しては、地すべり等防止法などの法整備とともに安全率の概念を用いた設計解析手法が確立され、地質調査技術者は地表地質踏査、ボーリング調査、動態観測、崩壊機構解析、安定解析といった対策検討に主体的に携わってきた。一方、1990年代の大規模斜面崩壊や1999年の広島豪雨災害等を契機として、道路防災点検（防災カルテ点検）や土砂災害防止法による砂防基礎調査の導入が進み、近年では危険箇所の監視や危険箇所情報の整備といった減災に着目したソフト対策の検討が進められている。土砂災害防止法の対象は、土石流、急傾斜地崩壊、地すべりに大別されているが、これらの発生メカニズムは各地域の地質特性によって異なり、現地調査・点検に的確に実施する上で、地質調査技術者の経験や知見が重要と捉えられる。



図-4 1999年土石流災害¹¹⁾



図-5 トンネル切羽崩落¹³⁾
(切羽から未固結の砂層が流出)

2.3 社会資本整備・開発事業と地質調査

(1) 社会資本整備と地質調査

JR東海道本線、熱海駅～函南駅間にある丹那トンネルの工事は、黎明期の土木地質調査を象徴する工事とされる¹²⁾。丹那トンネルの工事は、7年後の完成予定で1918年（大正7年）に着工されたが、大量の湧水や崩壊事故・地震によって工事は難航し、完成までに16年もの期間を要し、事前の地質情報不足がその大きな要因の一つとされている。この工事を一つの契機として、土木工事に先立つ地質調査の有効性や、地質調査への先行投資が結果的に工事費の縮減をもたらすことが認識され、高度経済成長並びに土木地質学の成長期を経て、現在の地質調査技術が確立されてきた。地質調査の手法や適用体系は、切土・盛土、橋梁、トンネル、ダム、上下水道、河川堤防、埋め立て・港湾構造物、宅地造成等、構造物種別に対応して多岐に及ぶが、以下では主要事業を例として最近の地質調査の技術展開事例を示す。

1) 東北新幹線

2010年に開業した東北新幹線（八戸～新青森間）は、路線沿いの地形が段丘・丘陵地・山岳地となったこと及び冬季の降雪対策等の点からトンネル区間が60%以上を占めた。当該区間沿いには、第四紀の沖積河床堆積物、段丘堆積物、洪積谷底堆積物、火山噴出物や新第三紀堆積岩類、貫入岩類等の多様な地質が分布し、これらの地盤条件に対応させた設計施工が必要とされた¹³⁾。沖積低地では、開折谷（おぼれ谷）の表層部に寒冷地特有の腐植土が10m以上分布する区間が有り、同区間の高架橋設計ではFEMによる動的地盤応答解析が実施され、すべり支承構造・免震支承構造を取り入れた高架橋構造が採用された。2011年の東北大震災では、高架橋の構造物自体の損傷は認められず地盤解析並びに構造物設計の妥当性が報告されている¹³⁾。また丘陵部の小土被りトンネル群では、地山が軟質な段丘堆積物で構成されるとともに（図-5）、トンネル天端上位に地下水が分布したことから、セメント混合による事前地山改良工、鋼管鋼矢板による先受工、NATMの一次覆工を取り入れたシールド工法（SENS）等の新工法が導入された。東北新幹線（八戸～新青森間）においては、地質調査ボーリング数は700本以上、総掘進長は23km以上に達した。

2) 新東名高速道路

2012年に開通した新東名高速道路（御殿場JCT～三ヶ日JCT間）では、路線位置を東名高速道路の北側の山間地としたこと並びに緩やかな平面・縦断線形を採用したこと等から、橋梁やトンネルが路線の60%以上を占め、土工や構造物の規模が大きいことが特徴となっている^{15, 16)}。当該区間の地質は、富士山や愛鷹山周辺の火山噴出物、富士川から天竜川付近は新第三紀から古第三紀の堆積岩類、天竜川以西は秩父帯・御荷鉾帯・三波川帯からなる中・古生層と多様な地質構成であり、各箇所地質状況を的確に把握するための地質調査が実施された。第三紀層などでは切土による崩壊や地すべりが生じやすい地層のため、施工段階から動態観測やアンカー工・集水井工などの対策が導入され、高盛土においては地盤材料特性に応じたゾーニング設計の盛土構造が採用された。また「予防保全」に着目した維持管理手法が導入され、施工段階で対策実施や変状が発生した法面を「指定法面」として管理重要度区分し、日常点検の方法や臨時点検実施の優先度を上げる手法が採用さ



図-6 新東名高速道路の盛土¹⁵⁾

れ、点検管理の効率化が図られた。さらに動態観測においても管理区分に応じた対応方針が採用され、インターネットを介した総合監視ネットワークシステムが導入された。

3) 東京国際空港 D 滑走路

2011年に完成した東京国際（羽田）空港のD滑走路では、多摩川の通水性を障害させないことを目的として、栈橋工法と埋立工法からなる世界でも珍しいハイブリッド構造が採用された。D滑走路工事に伴う地質調査ボーリングは事前調査として17本、追加調査として66本が実施され、空間統計手法を利用した三次元地質構造解析が実施された¹⁷⁾。工事箇所周辺には軟弱な沖積粘土層が厚く分布し、沈下対策及び高さ45m以上の高盛土の急速施工、異種構造物の同時施工等の施工条件となったことから、各種計測手法を用いた計測管理が実施された¹⁸⁾。また、工事発注形式として設計・施工・維持管理を一括発注する方式が国内で初めて採用された。このような一括発注方式では、工事費用を左右する地質情報の不確実性をどのように捉えるかが課題の一つとなっており、地質リスク管理の重要性が指摘されている¹⁹⁾。

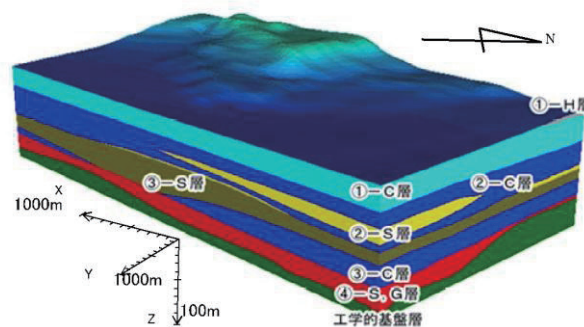


図-7 羽田D滑走路地盤モデル¹⁷⁾

4) 東京スカイツリー

2013年に開業した東京スカイツリーは、日本の伝統技法である心柱構造に通じる制振構造を有する、自立式電波塔としては世界一の高さの超高層タワーである。タワー付近の地質は、地表付近の厚さ25～30m程度の有楽町層と洪積層（砂礫等）から構成され、タワーの基礎は、深度35m以深の堅固な洪積砂礫層を支持層とした鉄筋コンクリート連続地中壁杭と場所打ち杭が採用された。建設に伴う事前地質調査としては、深度60mのボーリング調査、現場透水試験、孔内水平裁荷試験等に加え、微動アレイ探査等が実施され²⁰⁾、地盤の卓越周期や地震動基盤深度（2.5km）の解析、地震動シミュレーションや動的応答解析等が実施され安定性が評価された。

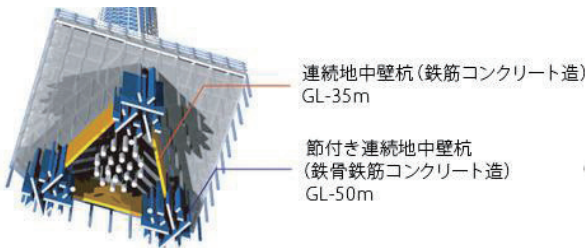


図-8 東京スカイツリーの基礎構造²¹⁾

(2) 資源・エネルギー開発と地質調査

かつて国内には数多くの金属鉱山や石炭鉱山が存在し、これらの資源探査と関連して黎明期の地質調査技術が発展した歴史を有する。近年では、資源の枯渇や切羽の深部化、円高等の進展によって国内鉱山は石灰石鉱山などの一部に限られ、資源開発に係わる調査は海外での調査・開発が主流となっている。一方、エネルギー分野においては、1970年代のオイルショックや1990年代の地球温暖化問題を経て、安定供給の確保、環境への適合といった問題²⁰⁾と関連した分野で、地質調査の技術展開が進んでいる。

1) 地中熱利用

地下10～15mの深さでは、年間を通して地中の温度変化が小さく、この温度差を利用して効率的な冷暖房等を行う地中熱利用が再生型エネルギーの一つとして着目されている²³⁾。最近では、東京スカイツリー周辺地区の地域冷暖房に地中熱が利用されたほか、一戸建て向けの利用促進が図られており、地中熱用ポンプの年間設置台数は過去10年間で約15倍まで増加している（図-8）。地中熱

利用に関連した地質調査では、地盤の温度分布・熱物性データの把握などを目的としたボーリング調査が実施されるが、トータルコストの低減の点から地盤情報データベース等を活用した地盤物性評価や効率的な熱交換井掘削方法の開発が今後の課題と指摘されている^{24)、25)}。

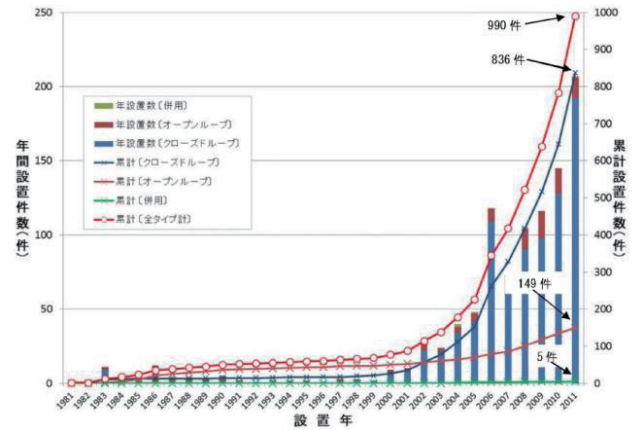


図-9 地中熱ヒートポンプ設置台数²³⁾

2) CO₂ 地下貯留

「地球温暖化対策推進大綱（2002）」²⁶⁾を背景に、石油天然ガスの開発技術を活用して、火力発電所、製鉄所、石油化学コンビナートなどの大量排ガス源から回収したCO₂を地下深部に圧入貯留する技術の開発が進められ、2003年から新潟県長岡市で、2012年から北海道苫小牧市で実証実験が実施されている²⁷⁾。CO₂地下貯留では、貯留層の地質構造モデリング及び圧入シミュレーション、圧入時の各種モニタリングや影響評価などが地質調査と関連した課題としてあげられる。長岡市における実証実験では深度1,000m級の深部ボーリング、物理探査による地質構造調査や弾性波トモグラフィによる圧入時モニタリングが実施され、調査解析精度の向上や三次元化などの技術開発が進められている。

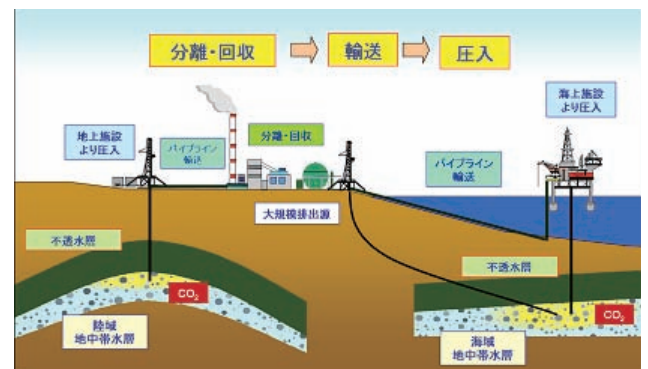


図-10 地下貯留の概要²⁷⁾

(3) 環境保全と地質調査

2003年の土壤汚染対策法の施行, 2010年の改正法の施行を受け, 土壤汚染への関心が高まるとともに汚染調査の実施義務が明確化され, 土壤汚染調査の実施事例は過去10年間で約10倍まで増加している²⁸⁾。

1) 廃棄物に関する土壤汚染

廃棄物に関する土壤汚染の場合, 異種の汚染物質が混在する複合汚染となるケースや山間地の谷埋め土砂が対象とケースが多くなっている²⁹⁾。このようなケースでは, 周囲の地下水環境等の把握を含めた地質調査・解析が必要となり, 汚染物質の性状や周辺環境によっては電気探査等の物理探査手法の導入, 地下水シミュレーションによる対策工法の検討, GISを利用した対策前後の調査・監視データのデータベース化等が実施されている。

2) 建設発生土と自然由来の重金属

国内にはヒ素や鉛など重金属等を含む岩石や土壤が広く分布しており, 建設発生土等からの有害な重金属等の漏出を防止するための適切な対応が求められている³⁰⁾。東北新幹線(八戸~新青森間)の八甲田トンネルの建設では, トンネルのほぼ全域にわたって鉍化作用を受けた硫化鉍物を含む鉍化変質岩が分布すると予想された¹³⁾。これらの鉍化変質岩を含む掘削発生土に関しては, 硫化鉍物からの酸性水の発生などの環境影響が懸念されたことから, 施工時には地質専門技術者が肉眼判定によって鉍化変質を選別し, 帯磁率測定・溶出試験等の分析を行った上で掘削発生土を区分する管理体制が導入された。

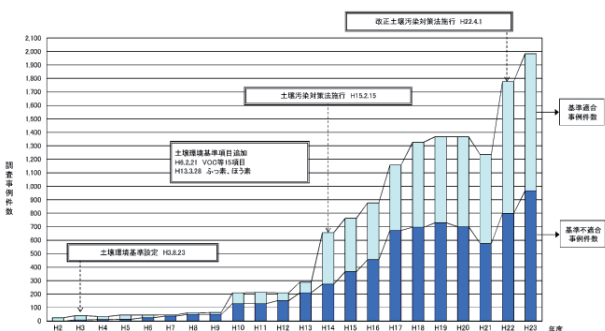


図-11 土壤汚染調査事例数²⁸⁾

「安心」な生活の維持に貢献するための重要な知的資産として捉え, これらを活用した知識情報産業としての地質調査業の発展に取り組んでいる¹⁾。

(1) ジオ・アドバイザーとしての技術支援

地質に起因するリスクへの関心は高く, 近年では事業者のみならず一般からの宅地に関する相談が増加しており, 特定非営利活動法人・地質情報整備活用機構(GUPI)では, ジオ・アドバイザー相談窓口を開設している³¹⁾。ジオ・アドバイザーとは, GUPI内に設立されている「ジオ・アドバイザーセンター」の認定を受けた地質調査に係わる専門家で, 調査設計における積算, 地質調査・診断結果の解釈に関する技術的アドバイスを提供している。

(2) 地盤情報データベースの構築と活用

コンピュータの普及に伴い, 地質調査データの多くが電子化され, 近年では統一された規格で保管されるようになってきている。これらの情報はこれまで事業者毎に管理されていたが, 既存情報活用による地質調査の効率化の観点から, 情報インフラの一つとして公開されつつある³²⁾。全地連が携わったこのようなデータベース構築事例としては, 国土交通省・土木研究所・港湾空港技術研究所が共同で運営し土木研究所が管理する, 国土地盤情報検索サイト「KuniJiban」が既に運用されている。また, 全地連は「高知地盤災害関連情報ポータルサイト」実証事業に参画し, 地域防災情報の活用支援についての検討を行っている³³⁾。



図-12 地盤情報データベース例³³⁾

2.4 情報サービスと地質調査

全地連では過去のビジョン策定を通じて, 蓄積された地盤情報や地質調査技術者の経験を「安全」・

(3) ジオパーク~地学教育分野での貢献~

日本国内の多彩な地質的事象やそれによって形

成された景観は、その地域の社会や文化の多様性を育む背景とも捉えられる。このような景観や地質的事象を保護し価値を高めていく活動は、2001年にユネスコが主導する世界ジオパークとして始まり、2013年9月現在で国内の6ヶ所の地域が世界ジオパークネットワークに加盟認定されている³⁴⁾。これらのジオパークに関しては、全地連およびGUPIがインターネット上で各地の地質特性を紹介するとともにジオパーク認定におけるアドバイス等の支援を行っている。



図-14 50mm/h以上の降雨回数³⁷⁾



図-13 ヒスイ峡ジオパーク³⁵⁾

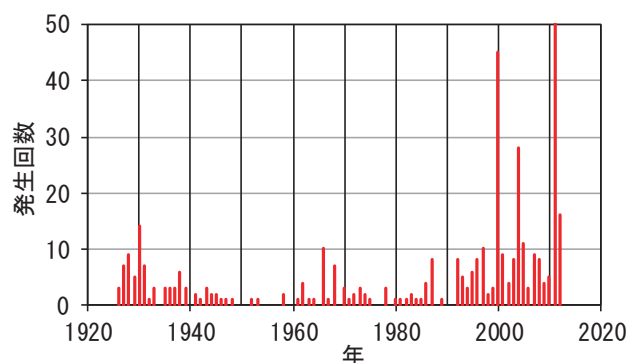


図-15 震度5以上の地震回数
(気象庁資料³⁸⁾をもとに作成、2011年は50回超)

向にあり(図-14, 図-15)、大規模な災害が多発し被害が甚大化する傾向にある¹⁰⁾。これらの大規模災害に関しては、深層崩壊等の大規模自然災害に関する地質調査手法の開発、自然災害の誘因となる降雨強度・地震動に関する危険度評価方法の見直し、土砂災害防止法に代表されるようなソフト対応を含めた減災対策の検討等が今後重要と考えられる。さらに2011年の東日本大震災では、ハザードマップ等の想定を上回る規模の地震動や津波が発生したことから、災害発生リスク評価における精度・不確実性の評価、災害予防・減災に関する情報提供、災害対応における合意形成等の技術的課題が提起されており³⁹⁾、地質情報を総合的にマネジメントするワークフローを確立することが必要と考えられる。

3. 地質調査業を取り巻く自然・社会情勢変化

地質調査業は、自然現象を直接の調査対象とし、防災・社会資本整備・エネルギー開発・環境保全等の分野を主な市場としており、土木工学と同様に自然と社会の中で技術展開する産業と捉えることができる³⁶⁾。地質調査業の今後の技術革新やコンサルティングを通じた社会貢献を考える上で、地質調査業を取り巻く自然環境の変化並びに社会情勢変化に起因する課題を抽出することが重要である。

(1) 災害発生傾向と自然環境の変化

国内の自然災害に関しては、豪雨の発生回数、震度5以上の有感地震回数とも近年は増大する傾

(2) インフラ整備・開発事業の市場動向

現在の地質調査業と最も密接に関連する建設産業の近年の動向は2002年ビジョンで予想されたとおり、西欧諸国のストック型市場に移行しつつある。過去10年間の建設投資はGDP比=8~10%程度まで低下し⁴⁰⁾、維持修繕費・更新費は2030年頃には現在の2倍にまで増加すると予想されている⁴¹⁾。建設産業における地質調査業の活躍分野は

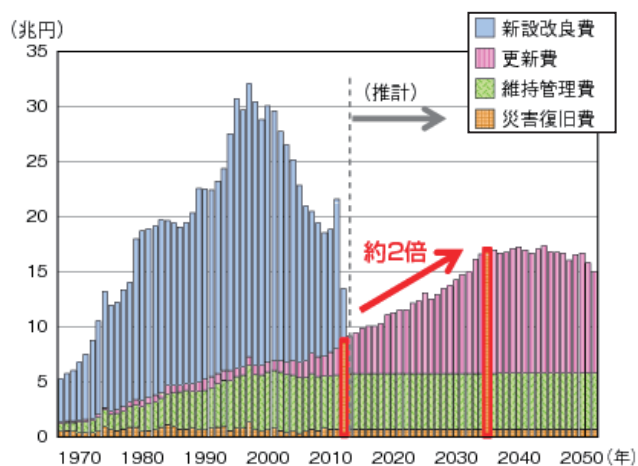


図-16 維持管理・更新費の将来見通し⁴¹⁾

計画・設計段階と運用維持段階に大別されるが、運用維持管理における市場が今後拡大するとともに、予防保全的な維持管理を実現するための点検・評価手法の開発が今後重要と考えられる。また、2.3章で示したとおり、再生型エネルギー施設や土壌汚染に関する調査は今後も増加すると予想され、これらの分野における技術要求が拡大すると考えられる。

(3) 情報化社会の進展

地質調査で得られる情報は国の「知的基盤」の一つとして位置づけられ、地質図やボーリング柱状図などの公共データについては、防災・減災対策等での活用を目的としたデータベースの整備が進められている。しかし、これらの情報の活用については専門的知識が必要となること等から現状では利用範囲が限られており、一般市民、企業、自治体等を含めた幅広い利用促進を実現する上では、専門技術者である地質調査技術者の関与が必要となっている⁴²⁾。

一方、情報通信技術の発展と普及に伴い、情報技術の中核とした知識情報社会への移行が今後さらに進展すると予想される。知識情報社会への移行は、情報技術による産業構造の変革や新規ビジネス創出を伴って進むものと捉えられており⁴³⁾、地質調査業においても知的情報サービス業としての業態の変革と情報技術を活用した新たな価値の創出が期待される。

(4) 国土強靱化

2011年の東日本大震災を契機として、建設産業並びに建設関連産業が安全・安心な社会を構築する上で不可欠な産業と再認識されるとともに、大震災のような低確率大規模災害に対する事前防災・

減災を実現するための「国土の強靱化（ナショナル・レジデンス）」の取り組みが2013年から進められている⁴⁴⁾。国土強靱化の基本方針は、人命確保、行政・経済的機能の致命的損失の回避、被害の軽減と拡大防止、迅速な復旧からなり、国土強靱化に関する技術的課題は事前対応から緊急時対応まで多岐に渡る。これらの技術課題には大規模災害に関する調査とハザードマップの統合、地震動解析・耐震化検討や維持管理等による社会資本の堅牢化など、地質調査と関連する事項が多く含まれ、これらの課題に対する取り組みが今後増加すると捉えられる。

4. 地質調査業に対するインタビュー調査

21世紀ビジョンフォローアップ委員会では行政機関、研究機関、報道機関等の関係者を対象として、地質調査業に対するイメージとそこに寄せる期待に関するインタビュー調査を2012年度に実施した。インタビュー結果から（図-17）、地質調査業に対するイメージについては、地質に関する専門技術者として信頼感を抱かれている反面、社会的な認知度が低く労働提供型の業界としてのイメージが依然強いことが確認された。全地連では識情報型サービスとしての地質調査業をこれまでもアピールしてきたが、一般にはまだ浸透しておらず、今後もこのような取り組みを強化・継続することが必要と考えられる。この点に関し委員会では、資格制度のアピール不足やアピール機会の不足等の問題点、動画を利用した新たな取り組み等について議論され、業界の認知度向上が若手技術者の確保・育成の上で重要と捉えられた。また、インタビューでは「地質のスペシャリスト」、「スター技術者」といった技術者個人に着目した意見が寄せられ、地質調査の信頼度・貢献度に関する評価は、個々の地質技術者の専門知識・技量や取り組み姿勢に拠るところが大きいことが再確認された。

一方、地質調査業への今後の期待としては、防災分野、地質情報分野、地域開発分野、エネルギー分野における技術開発や情報発信などが寄せられ、自然環境変化・社会情勢変化等から想定された技術展開に概ね合致した。特に、防災分野での社会貢献に対する期待は各インタビューで共通しており、安全・安心な社会づくりに対する社会的要求や基盤情報としての地質情報に対する関心がこれまで以上に高まっていると捉えられた。

地質調査技術者はもっと評価されるべきであり、業界のアピールが必要である。調査成果には満足しており、技術の継承と若手技術者の育成にとりこんでほしい。地域防災を充実させる上での地質技術者の貢献を期待している。

日本の地質調査会社は高度な技術力を有し、海外においても高い品質や現場管理能力が評価されている。海外では、地質調査は知識提供型の産業との認識がある。地熱などのエネルギー分野での貢献や方向制御ボーリング技術の開発を期待している。

地質に関するデータは、国土に関する基礎情報で有り、地質調査業とIT産業とは密接な関わりがある。蓄積されている地質情報の活用や災害予測が実現できればすばらしい。

地質調査は元来は知識提供型の産業のほゞであり、地質調査技術者の意識を変えないといけない。最近では自然災害が多発し、地質調査への関心が高まっており、産業転換のチャンスであり、地域特性を熟知した地質技術者に対する期待は大きい。

技術指向の業界であり頼りになる地質のスペシャリスト集団である反面、積極的な情報発信や市場開拓などの取り組みが少ない気がする。災害対応や地下開発等、地質専門家の必要性を痛感しており、もっと前面にたった活躍を期待している。

建設関連業界全体が地味な業界にあるが、その中でも地質調査業は特に地味な印象が強い。液化化や地盤沈下等「悪い地盤」が問題となった際に地質調査が話題となる。建築分野等の各種の賞があるのに対し、地質技術分野には賞がなくスター技術者がいない。東北大震災以降、「安心」がキーワードになっており、防災分野やエネルギー分野での活躍を期待している。

図-17 インタビュー調査で寄せられた主な意見

5. 「21世紀ビジョン」フォローアップ

現在の地質調査業を取り巻く情勢は、社会資本整備・土木地質学の円熟期を経て多様化する技術要求、気候変動と災害の大規模化、ストック型建設市場への移行、情報化社会への進展、さらには2011年の東日本大震災を契機とした安全に関する意識変化などによって特徴づけられ、自然・社会環境が大きく変貌する転換期にあると位置づけられる。これに対し全地連では、2002年の「地質調査業の21世紀ビジョン」などによって以下の提言を行ってきた。

- 市場が求める産業システムの構築
(市場動向、技術領域の分析と技術展開)
- ジオアドバイザーとしての社会貢献
(防災基本情報の提供、建設コストの縮減)
- 多様な発注への適応力の向上
(地質調査の専門性を踏まえた契約方式)
- 信頼の確保
(倫理規定、品質管理、標準化、賠償制度)

これらの提言は地質調査業の産業としての特性を反映したものであり、現在の転換期においても地質調査業が取り組むべき内容と方向性を示していると捉えられる。一方、これらは「経営戦略化」や「経営革新シナリオ」等のように、主として業界や企業経営の観点からとりまとめられている。委員会では、インタビュー結果等を踏まえ、転換

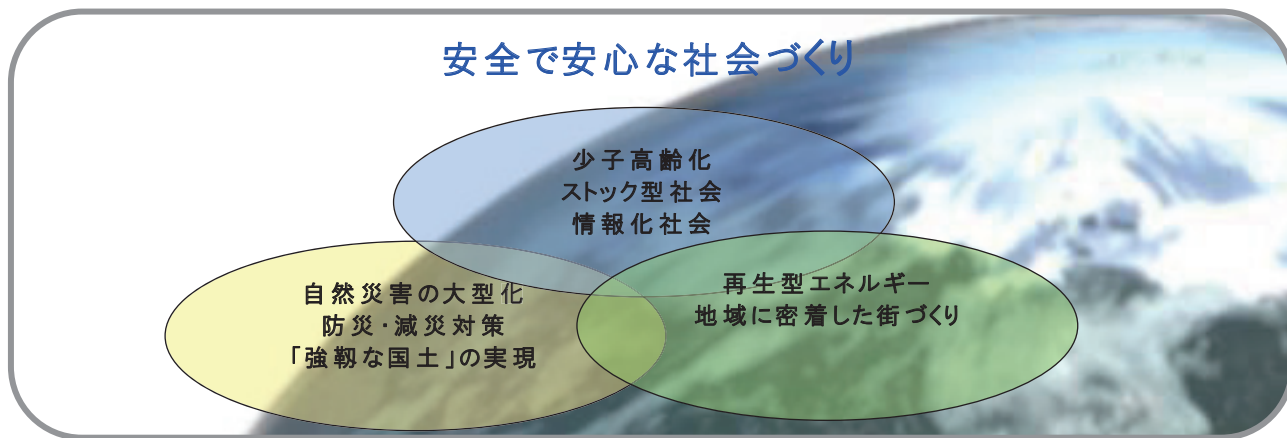
期における多様な技術要求や個々の地質技術者が果たすべき役割や責任に着目し、上記提言をフォローアップする提言を以下のようにとりまとめた。

■提言1：地質情報の積極的な情報発信と活用

地質調査業を取り巻く現在の情勢は、気候変動や建設市場のストック型市場への移行に加え、東日本大震災を契機とした安心・安全な社会構築に関する社会的要求内容の変化といった「転換期」にあたり、地質調査を専門とする企業並びに個々の地質技術者に寄せられる期待・責任はこれまで以上に大きい。地質調査に係わる技術者は、地質に関する専門技術者として社会的役割・責任を再認識し、地質専門技術者の観点からの企画、技術提案並びに地質情報の発信と活用に積極的・主体的に取り組むべきである。地質調査業に寄せられた期待には、調査技術の高度化や新規分野での貢献のみならず社会への情報発信も含まれ、調査で得られた知見を単に蓄積するだけでなく、利用者のニーズに応じてわかりやすく的確に情報を提供できるシステムを構築し、地質調査業の社会貢献を実現させたい。

■提言2：新たな技術展開、新規分野への参入

現在の「転換期」にあっては、地質調査業に対して多様な技術的要求が寄せられており、市場ニーズに対応させた技術展開、新規分野への参入に積極的に取り組むべきである。



地質の専門家技術者として積極的な参画

新たな技術展開・新たな分野への参入

深層崩壊に係わる地質調査・モニタリング技術の開発、効率的な点検技術の開発、地質情報のマネジメント技術の開発等。再生型エネルギー分野や環境保全分野等。

地質情報の積極的な情報発信と活用

調査で得られた知見を単に蓄積するだけでなく、利用者のニーズに応じてわかりやすく的確に地質情報を提供できるシステムの構築。

地域に密着した活動と社会貢献

自然災害や防災に関する啓蒙活動・避難シミュレーション、小規模地熱エネルギー開発や地中熱開発、地域の地形地質特性を踏まえた街づくり等。技術の高度化や独自サービスの創出。

図-18 21世紀ビジョン フォローアップ提言

具体的には、深層崩壊に係わる地質調査・モニタリング技術の開発、効率的な点検技術の開発、地質情報のマネジメント技術の開発、再生型エネルギー分野や環境保全分野等への参入を図り、地質調査業の社会貢献を実現させたい。

■提言3：地域に密着した活動と社会貢献

国内の自然環境は地域によって大きく異なっており、地域の地形地質特性に精通した地質調査技術者は、防災対策や街づくり等を通じて地域に密着した社会貢献に積極的に取り組むべきである。

具体的には、自然災害や防災に関する啓蒙活動・避難シミュレーション、小規模地熱エネルギー開発や地中熱開発、地域の地形地質特性を踏まえた街づくり等に参画し、地質調査技術者の社会貢献を実現させたい。

これまでの10年が地質調査業の構造改革や新たな価値創出のための準備期間とするならば⁴⁵⁾、これからの10年は、これらを実現・具体化する段階であり、個々の地質調査技術が行動方針や目標等を明確化し、技術者の意識改革や地質情報が活かされる社会の仕組み作り等に主体的に取り組むことが重要と考えられる。なお、本稿の内容は21世紀ビジョンフォローアップ委員会が成果としてとりまとめた小冊子に基づくが、「地質と調査」への投稿に際し、筆者が構成を変更し内容を一部追加している。また、委員会で実施したインタビュー調査では、海外を含めた行政機関、研究機関、報道機関等の関係者からご協力を頂くとともに、会員企業の方々にはインタビューの調整等、様々なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表します。

表-1 21世紀ビジョンフォローアップ委員会構成

主査 萩原育夫	サンコーコンサルタント(株)
委員 仲井勇夫	基礎地盤コンサルタンツ(株)
委員 結城則行	川崎地質(株)
委員 佐藤一二美	応用地質(株)
委員 高田圭太	復建調査設計(株)

6. おわりに

本稿で整理した建設市場の構造変化や防災意識の変化等は、2002年ビジョン等においても既に言及されており、今回とりまとめたフォローアップ提言も過去の提言と内容的に重複する部分が多い。

〈参考文献〉

- 1) 全国地質調査業協会連合会: "地質関連情報 Web", <http://www.zenchiren.or.jp> (参照 2013-7-26)
- 2) 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, 193p., 1990
- 3) 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, 163p., 1996
- 4) 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, 173p., 2002
- 5) 日本応用地質学会: "土木地質研究部会", <http://www.jseg.or.jp> (参照 2013-7-26)
- 6) 岩松暉: 地球環境時代における地質科学, 人間と社会のための新しい学術体系, 日本学術会議, 2003
- 7) 齋藤徳美: 防災教育 火山防災に関する地質産業界の貢献 - 1998 年岩手山噴火危機対応の事例, 地質と調査, 全国地質調査業協会連合会, No.4 (126), pp.28-33, 2010
- 8) 産業技術総合研究所: "活火山データベース", <https://gbank.gsj.jp/volcano-AV/index.html> (参照 2013-9-10)
- 9) 地震調査研究本部: "地震に関する評価", http://www.jishin.go.jp/main/p_hyoka.htm, (参照 2013-7-26)
- 10) 内閣府: 平成 25 年度版防災白書, 2013
- 11) 土木学会: 広島県土砂災害緊急調査団調査報告, 1999
- 12) 小野田滋: 国有鉄道における地質調査の黎明と発展, 第 7 回日本土木史研究発表会論文集, 1987
- 13) 服部修一他: 特殊な地形・地質条件における新幹線構造物の設計施工: 東北新幹線, 八戸・新青森間, 地盤工学会誌, Vol.60, No.10, pp.22-25, 2012
- 14) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 青森新幹線建設局: 東北新幹線工事誌 八戸・新青森間, 840p., 2012
- 15) 川井田実他, 新東名高速道路における高盛土及び大規模盛土の設計・施工, 基礎工, Vol.40, No.7, pp.9-14, 2012
- 16) 緒方健治・福永幸正: 新東名高速道路における長大切土のり面の設計・施工, 基礎工, Vol.40, No.7, pp.15-20, 2012
- 17) 野口孝俊他: 東京国際空港 D 滑走路建設における地盤の三次元地層推定結果の検証, 地盤工学ジャーナル, Vol.6, No.1, pp.69-79, 2011
- 18) 国土交通省: 東京国際空港 D 滑走路建設工事 技術報告会 (第二回) 資料, 2006
- 19) 渡部要一: 羽田空港 D 滑走路建設工事から推察される地盤リスク, 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.5-7, 2010
- 20) 慶伊道夫他, 東京スカイツリーの安全性, 予防時報, Vo.246, pp.18-23, 2011
- 21) (株) 日建設計: "東京スカイツリー", <http://www.nikken.co.jp/ja/skytree/> (参照 2013-7-26)
- 22) 経済産業省資源エネルギー庁: エネルギー白書, 2011
- 23) 環境省, 地中熱利用にあたってのガイドライン, 54p, 2012
- 24) 大谷具幸, 地中熱利用ヒートポンプシステム・まとめと今後の展望, 日本地熱学会誌, Vol.29, No.1, pp.39-41, 2007
- 25) 吉田真一他, 地下熱利用技術 6. 地下熱利用のための水文地質調査とさく井技術, 地下水学会誌, Vo.53, No.3, p.293-308, 2011
- 26) 環境省: 地球温暖化対策推進大綱, 2002
- 27) 大関真一・嘉納康二: 二酸化炭素地中貯留事業の実現に向けて〜石油・天然ガス上流技術への期待〜, 石油・天然ガスレビュー, Vol.40, No.4, pp.57-70, 2006
- 28) 環境省: 平成 23 年度土壌汚染対策法の施行状況及び土壌汚染調査・対策事例等に関する調査結果, 2013
- 29) 古市徹: 地下水・土壌汚染 14. 廃棄物に起因する地下水, 土壌汚染, 地下水学会誌, Vol.46, No.1, pp.61-74, 2004
- 30) 建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会: 建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル (暫定版), 2010
- 31) 特定非営利活動法人・地質情報整備活用機構: "地質の相談窓口", <http://www.web-gis.jp/geoadviser/index.html>, (参照 2013-7-26)
- 32) 国土交通省: "国土地盤情報検索サイト KuniJiban", <http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/>, (参照 2013-7-26)
- 33) 中田文雄: 地盤情報の共有と 2 次利用のための提案, 情報地質, Vol.22, No.4, pp.189-199, 2011
- 34) 日本ジオパークネットワーク: <http://www.geopark.jp/index.html> (参照 2013-7-26)
- 35) 糸魚川世界ジオパーク: <http://www.geo-itoigawa.com/index.html> (参照 2013-7-26)
- 36) 道奥康治: 土木技術者を取り巻く社会情勢と今後の教育・人材育成について, 土木学会論文集 H, Vol.68, No.1, pp.1-10, 2012
- 37) 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> (参照 2013-07-26)
- 38) 気象庁: "気象統計情報 > 地震・津波", <http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/index.html> (参照 2013-7-26)
- 39) 文部科学省, 平成 24 年度版科学白書, 2012
- 40) 国土交通省: 平成 25 年度建設投資見通し, 2013
- 41) 国土交通省: 「国土の長期展望」中間とりまとめ, 2012
- 42) 亀和田俊一・釘持一郎: ジオ情報リソースを利用する新ビジネスの創出, 地質ニュース, NO.667, pp.49-52, 2010
- 43) 総務省: 知識情報社会の実現に向けた情報通信政策の在り方, 2011
- 44) 国土交通省: 平成 25 年度国土政策局関係予算決定概要, 2013
- 45) 大矢暁: 地質コンサルタントが果たしてきた役割と将来展望, 土木学会論文集, No.721, pp.1-11, 2002



地震分野



かねだ よしゆき
金田 義行*

Key Word 地震, 津波, 表層地盤, 地殻構造

1 はじめに

2011年3月11日の東日本大震災以降、日本の地震津波への対策の議論が盛んに行われている。例えば、危惧されている「南海トラフ巨大地震」や「首都圏直下地震」などの被害想定や対策は、日本の最大級の地震津波災害課題として国、地方自治体レベルで検討が進んでいる。2011年東日本大震災は津波による甚大な被害を引き起こしたが、1995年阪神・淡路大震災は大都市圏を襲った直下型地震であった。南海トラフ巨大地震では、東日本大震災の津波被害と阪神・淡路大震災の地震被害要因を併せた「広域複合災害」と想定されている。また、首都圏直下地震でも地震被害に加え、津波被害を視野に入れる必要がある。

今後、発生が危惧されるこれらの地震津波の仕組みや被害想定に関しては、地下構造・地盤情報の把握が必要不可欠である。南海トラフでは、フィリピン海プレートの形状、付加体とよばれる堆積物や表層地盤が地震波伝播に大きく影響する。首都圏直下地震では表層堆積物や関東平野の基盤形状等が地震波伝播に大きな影響を与える。液化化

の評価においてはまさに表層地盤情報が重要であることは言うまでもない。また、津波高、浸水域の評価においては防潮堤・防波堤の健全性はもとより、詳細な海底地形や陸上地形が重要である。このように、表層地盤や深部構造といった地下構造情報は、地震津波のハザード評価や地震発生システムの理解においても必要不可欠である。

2 地震発生帯の地殻構造

(1) 南海トラフ

南海トラフはフィリピン海プレートが西南日本下に沈み込むことによる「窪地地形」である(図1)。この南海トラフの陸側には東海、東南海、南海地震の震源域が存在する。これら震源域、つまり地震発生帯の地下構造を図2、図3に示す。図2は反射法による地下断面である(例えば、Park et al., 2002)。図2-1の南海地震震源域である四国沖反射構造では、フィリピン海プレートの沈み込み構造が明らかである。図2-2の東南海地震震源域の熊



図1 南海トラフ域の海底地形と震源域 (海底地形はJTOPO30)

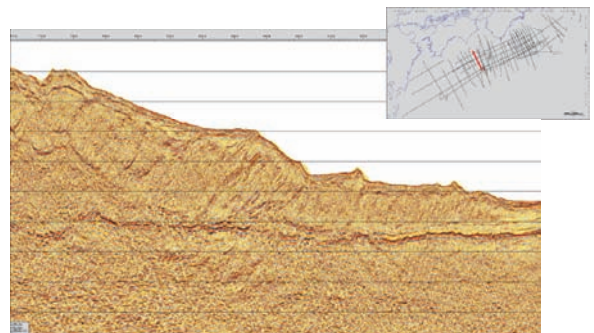


図2-1 南海地震震源域(四国沖)における反射断面

*海洋研究開発機構 地震津波・防災研究プロジェクトリーダー

野灘沖反射構造では分岐断層の発達が見られ、図2-3の東海沖反射構造ではフィリピン海プレートの沈み込み構造が不明瞭であることが分かる。

図3では、屈折法による地殻構造（例えば、Kodaira et al., 2006）を示す。フィリピン海プレートの沈み込み形状や付加体の発達構造が示されている。このような構造研究の成果を3次的に表示したものを図4に示す。図4ではフィリピン海

プレート上面の褶曲形状が明瞭に示され、四国沖で浅く、紀伊水道沖では深く撓み、東海にかけてまた浅くなっていることが分かる。このプレート形状ならびに沈み込み速度が南海トラフ巨大地震の再来システムを規定していると考えられている（図5）。つまり、このプレート形状と地殻変動データの解析から得られた沈み込み速度とを仮定した南海トラフ巨大地震再来シミュレーションによる

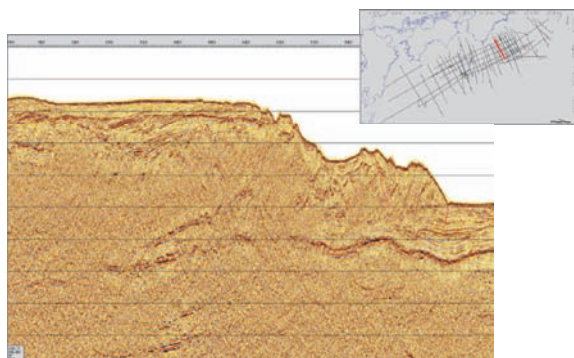


図2-2 東南海地震震源域（熊野灘）における反射断面

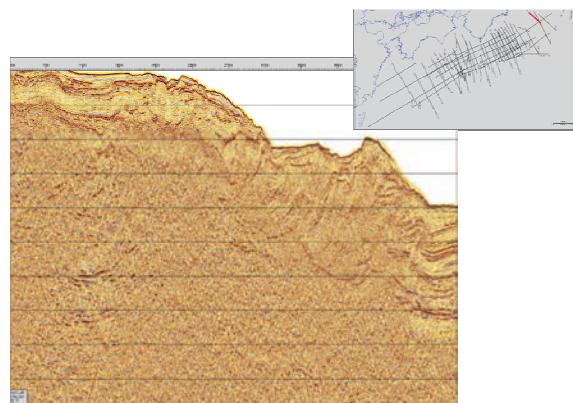


図2-3 東海地震震源域（東海沖）における反射断面

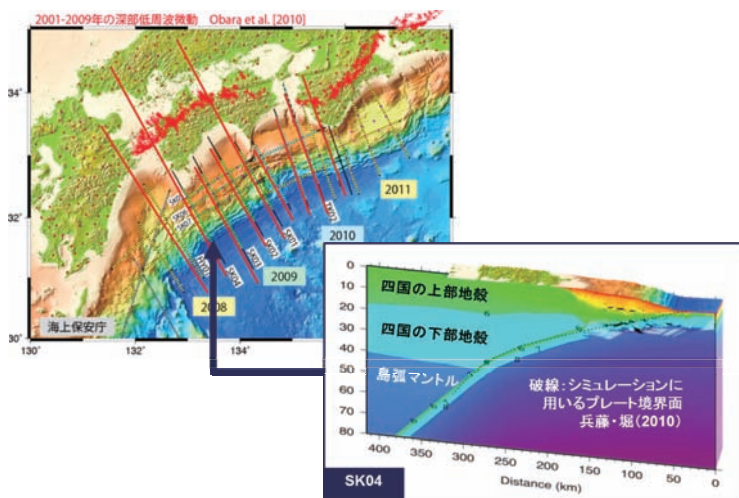


図3 屈折法・高角反射法による南海地震震源域の地殻構造
(提供：仲西理子／海洋研究開発機構)

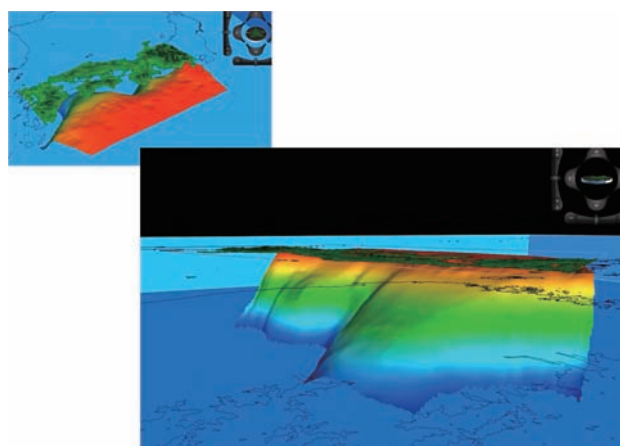


図4 フィリピン海プレート上面の3次元構造
(提供：仲西理子／海洋研究開発機構)

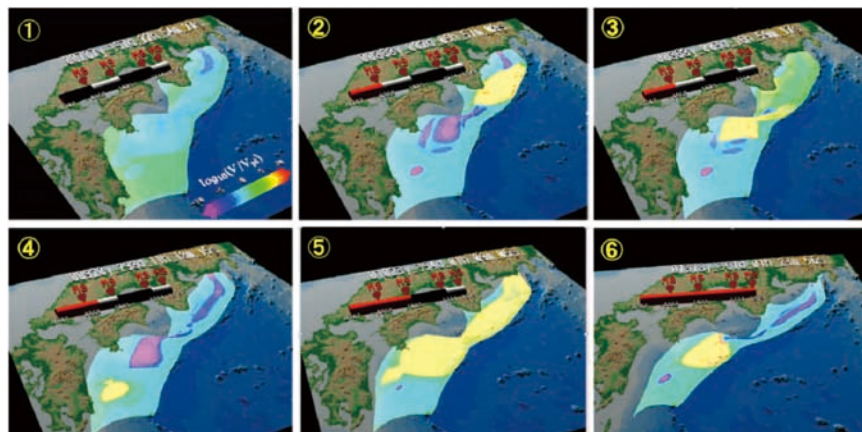


図5 南海トラフ巨大地震再来シミュレーション（提供：兵藤守・堀高峰／海洋研究開発機構）このプレート形状ならびに沈み込み速度が南海トラフ巨大地震の基本的な再来過程を規定していると考えられている
①前回の巨大地震直後、②東南海地震の発生、③一日後の南海地震発生、④巨大地震（M>8）間に発生する日向灘でのM7地震、⑤連動型超巨大地震の発生、⑥四国西端からの巨大地震発生

と、紀伊水道沖（～熊野灘）でのプレートの撓みによって上盤プレートとの接触面積が四国沖に比べて小さくなること、及び東海より沈み込み速度が大きいことから、紀伊水道沖が南海トラフ巨大地震の破壊開始点となり易いことが示されている（図5②・⑤）。

ここで、図5の①-⑥は地震の繰り返しに伴う時間の進展を表し、各スナップショットにおいてプレート形状に投影されている濃淡は、その時点でのプレート間のずれ速度分布を表している。濃い色の領域はプレート境界が強く固着していることに対応し、この領域は時間の進展に伴って淡く反転するが、これは固着していた領域が地震性の高速すべりを発生させていることに対応する。また定常的に淡く見える部分は、沈み込み速度程度で

のゆっくりすべりに対応する。

(2) 東北沖

東日本大震災を引き起こした東北地方太平洋沖地震の震源域の地下構造を図6に示す。図6-1では、巨視的な太平洋プレートの沈み込み構造（Kodaira et al, 2012）、図6-2では地震発生前後の地下構造調査結果で、応力場が圧縮場から展張場へ変化したことによる正断層型の断層構造が顕著に見られることが分かる。海底地形においても、東北地方太平洋沖地震前後で海底を含む陸側プレートが東に最大50 m以上、平均でもおよそ20 m～30 m規模で動いたことが明らかになった（Fujiwara et al., 2011; 図7）。このことは地震のメカニズム解の変化でも示されている。巨大地震発生前は逆断層型の

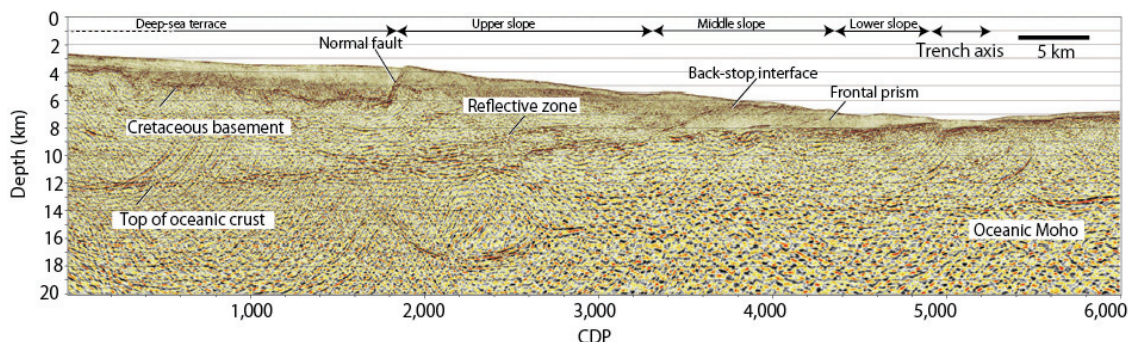


図6-1 東北地方太平洋沖地震震源域の地下構造（Kodaira et al., 2012）

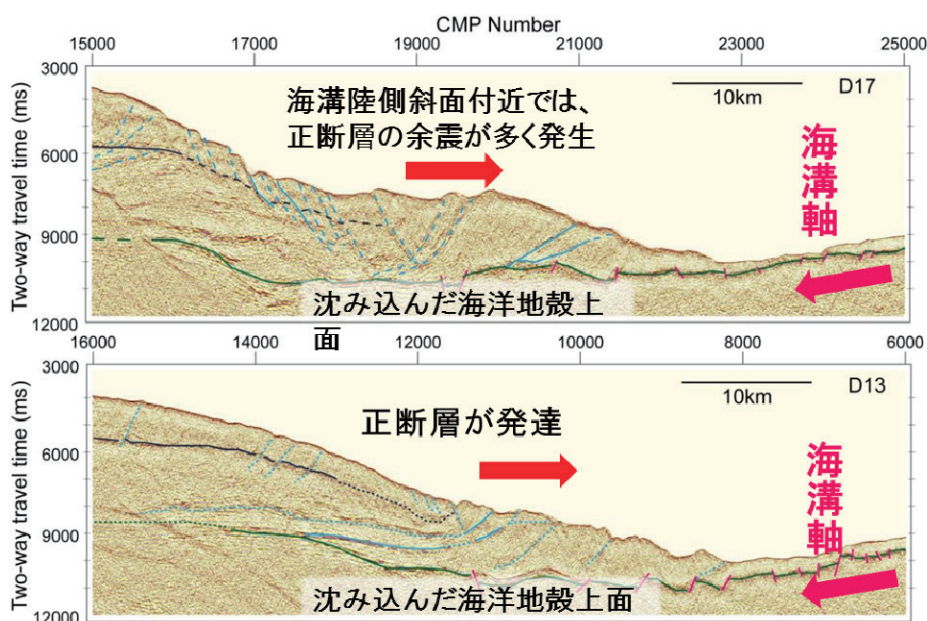


図6-2 東北地方太平洋沖地震震源域の地下構造の変化
 (上) 地震前、(下) 地震後（提供：中村恭之／海洋研究開発機構）

地震が多発していたが、巨大地震後は正断層型の地震が多く発生した。

(3) 首都圏域

首都圏直下地震としては、1923年大正関東地震、1855年安政江戸地震、1703年元禄関東地震などが挙げられる。特に1923年大正、1703年元禄関東地震はプレート境界型地震と考えられているが、そ

の震源域は相模湾から房総沖にかけて存在する。海域の地下構造調査結果を図8に示す。図8によれば、フィリピン海プレート下に太平洋プレートが沈み込む構造がイメージされていることが分かる。また、関東平野の厚い堆積構造の影響として、長周期地震動を励起しやすいことや地震動の長時間の継続時間も、首都圏域の地震被害を増加する要因であることを指摘したい。

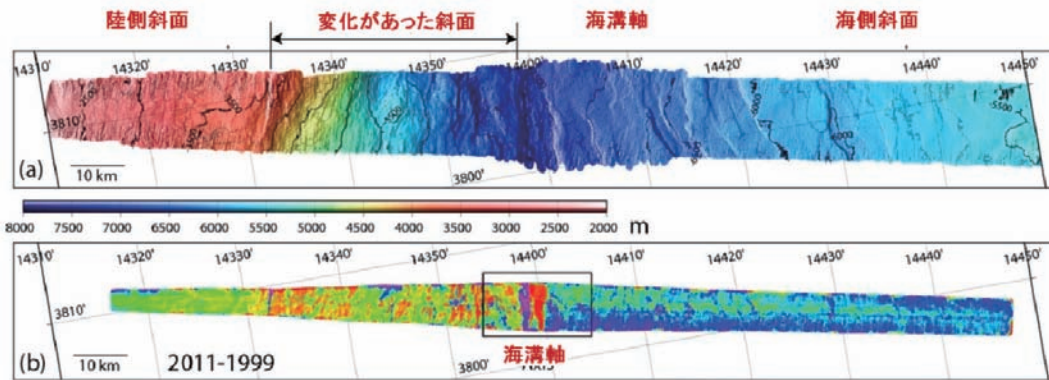


図7 東北地方太平洋沖地震前後の海底地形 (Fujiwara et al., 2011)

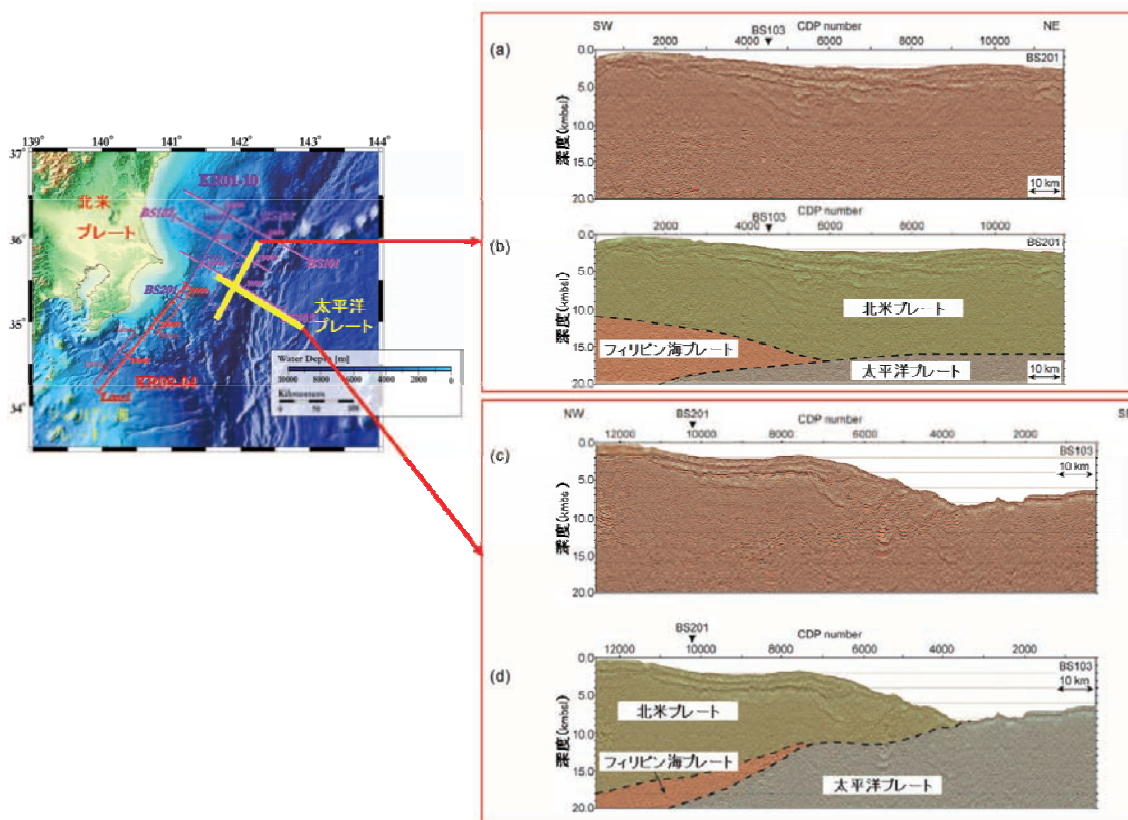


図8 房総沖反射断面 (提供：三浦誠一／海洋研究開発機構)

(4) 日本海東縁

日本海東縁域でのひずみ集中帯では、最近では2004年中越地震、2007年中越沖地震、さらに遡れば1993年北海道南西沖地震、1983年日本海中部地震、1964年新潟地震などが発生している。このひずみ集中帯の地下構造調査結果を図9に示す。図9-1では、1964年新潟地震の震源と推定される断層構造、図9-2では、1983年日本海中部地震の震源域で上部マントルに至る断層がイメージされている。日本海東縁域に存在する断層群による地

震が発生した場合には、構造物への地震動被害や液化化被害だけでなく、津波対策も不可欠であろう。

3 表層地盤

表層地盤は地震動評価において最も重要な情報である。図10に震源域から表層地盤、構造物に至る地震動伝播の模式図を示す（地震調査委員会、2009）。地震動伝播では伝播経路の影響も重要であ

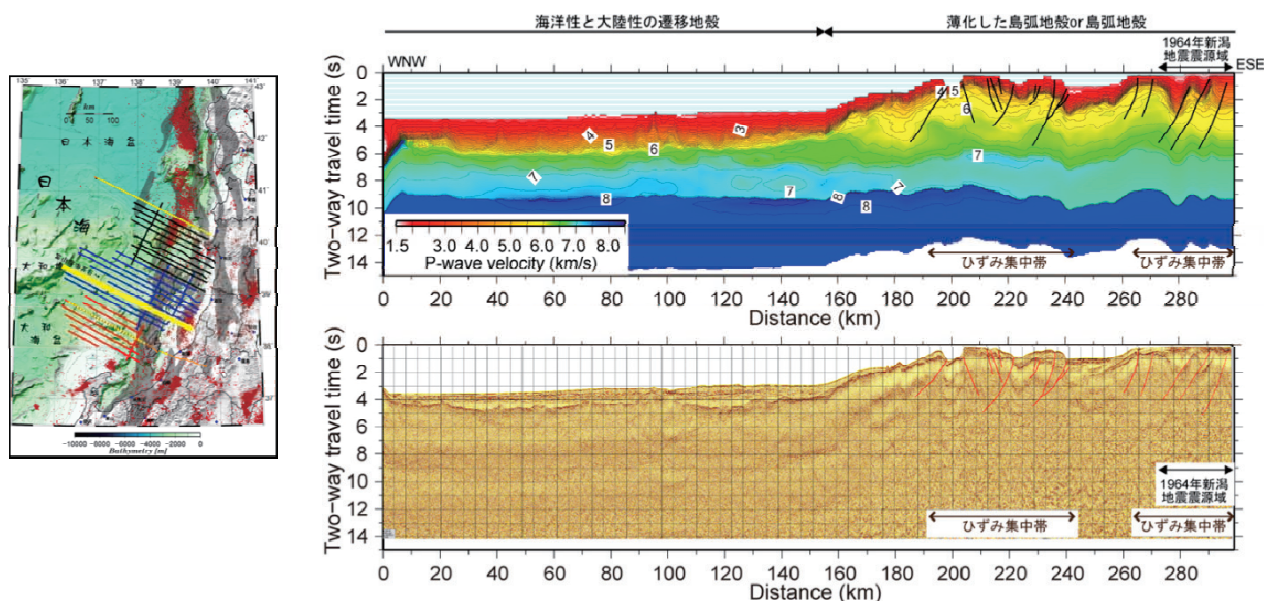


図9-1 1964年新潟地震震源域の反射断面（提供：佐藤壮／海洋研究開発機構）

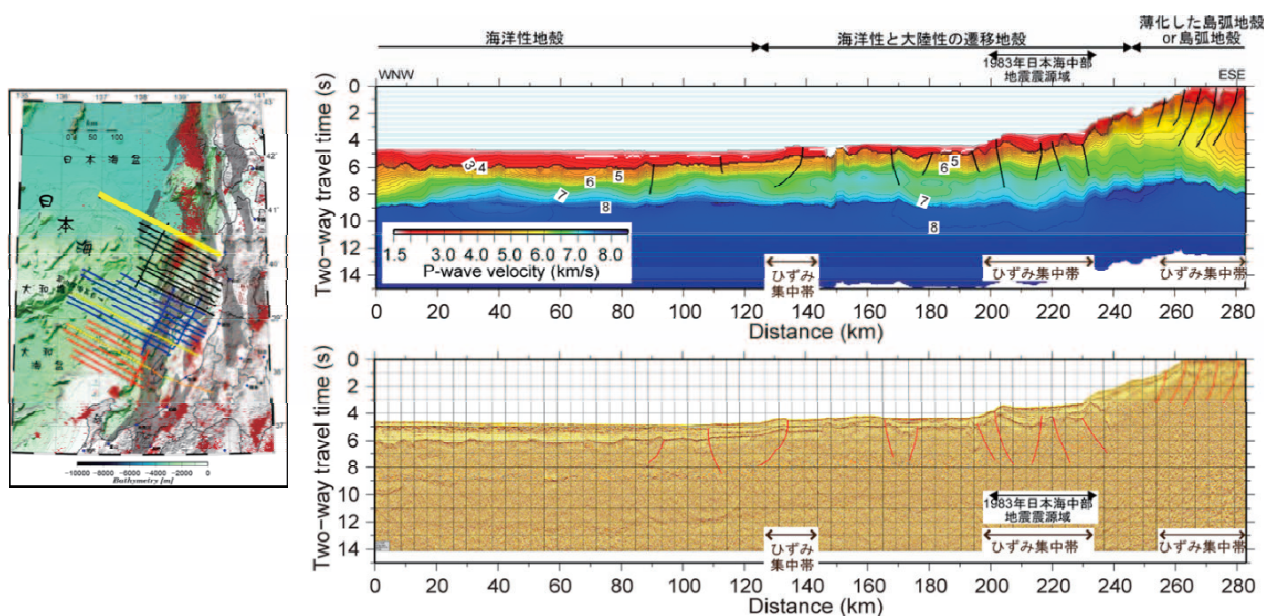


図9-2 1983年日本海中部地震震源域の反射断面（提供：佐藤壮／海洋研究開発機構）

り、南海トラフで顕著に発達している付加体構造のような低速度層を伝播する際には、低速度層内での多重反射により、地震動の継続時間の増加や長周期地震動を励起する結果となる（図 11）。

さらに、表層地盤は構造物への入力地震動評価において最も影響がある地下構造要因であり、内閣府の南海トラフモデル検討会における被害想定においても、震度推定を行う上で、各種のボーリングデータに基づく AVS30（地下 30 m までの平均 S 波速度）や地形分類からの表層速度推定などを用

いた地震動評価の検討を行っている。

ここで重要な点は、ボーリングデータから地下速度構造モデルを構築することである。国、自治体、企業等が所有しているボーリングデータ（図 12）をまとめて地下構造モデルを構築する。各機関では膨大なボーリングデータを有しているが、そのデータを電子化し、さらにその 3 次元地下構造モデル化を行った上で、堆積盆地のような 3 次元構造モデルに基づく地震動シミュレーションを行うことが必要不可欠である。これによって高精度の

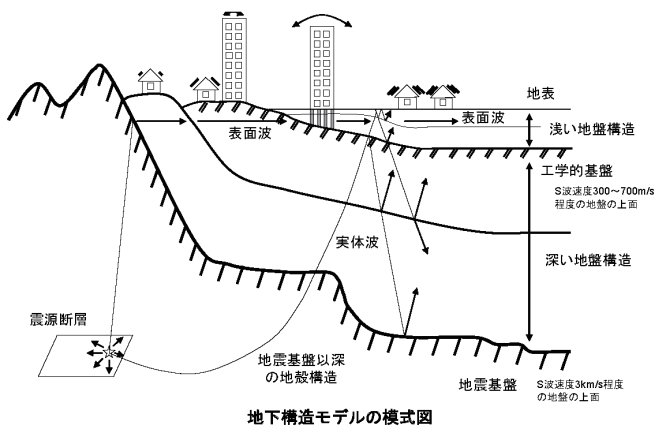


図 10 震源域から表層地盤に至る地震動増幅の模式図（地震調査研究推進本部，2009）

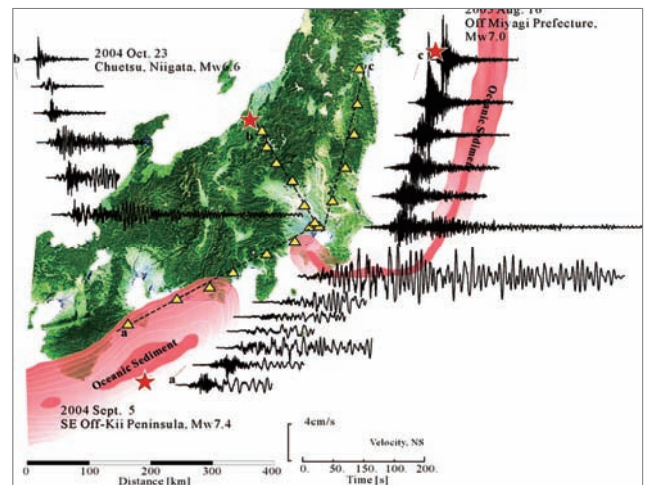


図 11 付加体を伝播する地震動の増幅（提供：古村孝志／東大情報学環総合防災情報研究センター）

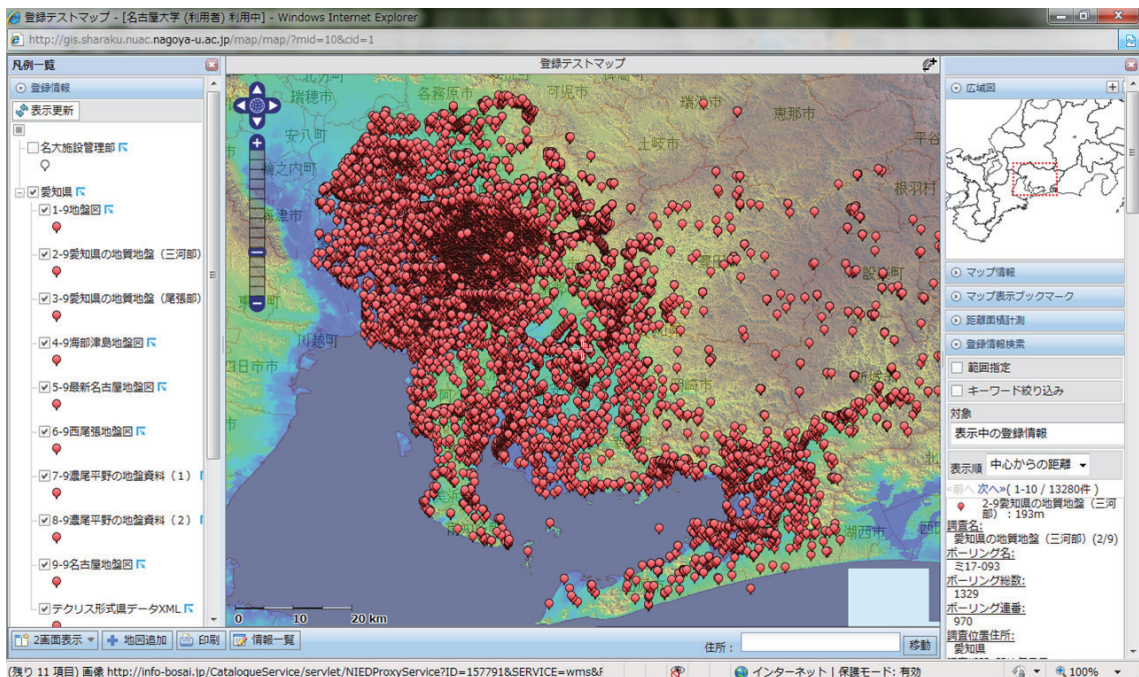


図 12 ボーリングデータベース（提供：福和伸夫／名古屋大学）

地震動規模や継続時間の評価が可能となる。

表層地盤の重要性を示す例として、高知県高知市の浦戸湾の浦戸大橋での解析結果を紹介する。浦戸湾にかかる浦戸大橋は高知県高知市の流通にとって重要な役割を果たしている。地震時の浦戸大橋の健全性を評価するため、既存の表層地盤データに加え、微動観測により表層地盤調査を実施した(大堀ほか, 2013)。その表層地盤調査結果を図13に示す。図13で示された橋梁周辺の表層S波速度構造と東北地方太平洋沖地震の際の茨城県での地震波データを入力地震動として、浦戸大橋の耐

震性を評価した結果を図14に示す。図14で示される結果は、あくまで解析に用いた入力条件では浦戸大橋の健全性が保証されないことが示唆され、浦戸大橋の補強を促進する引き金となった。このことから、構造物の耐震性評価においては、精緻な表層地盤情報と入力地震動が非常に重要であることは言うまでもない。

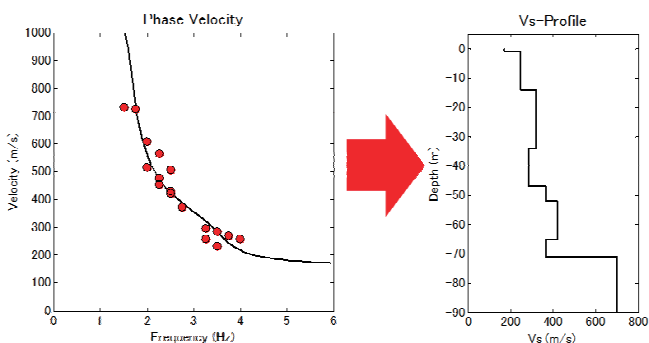


図13 微動観測のより得られた表層地盤 (大堀ほか, 2013)

4 履歴調査・温故知新

地震津波減災対策の1つとして、「過去から学ぶ:

IBR003 を入力時の橋軸方向で発生する応力分布

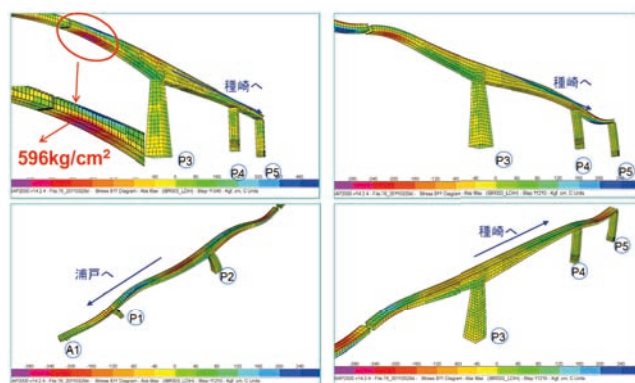


図14 浦戸大橋の地震動応答解析結果 (提供: チタク・セキチン/海洋研究開発機構)

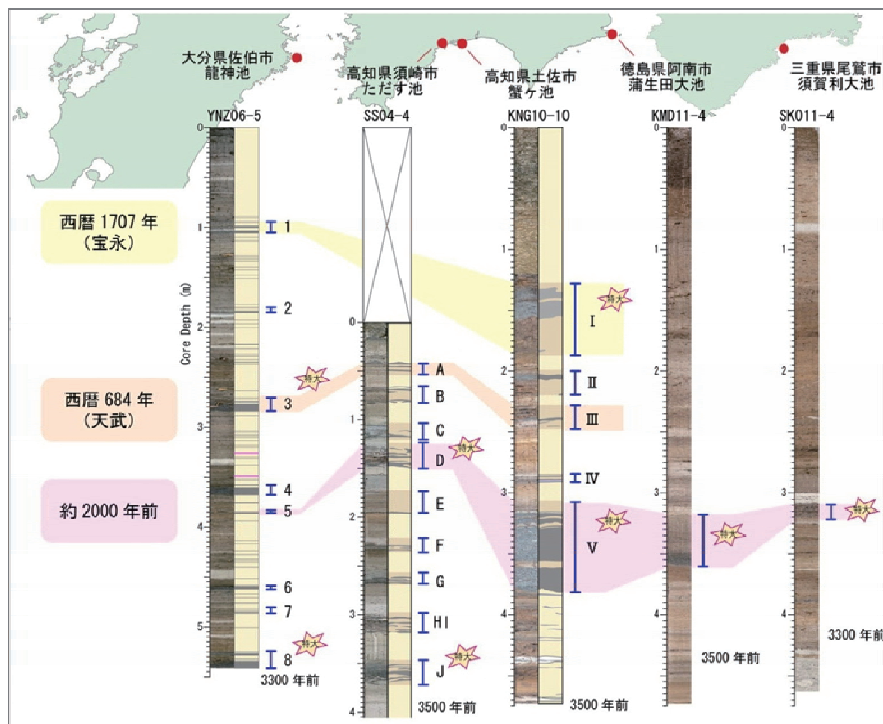


図15 津波堆積物の調査結果 (提供: 岡村眞/高知大学)

温故知新」がある。これは文献や構造物被害調査とともに、津波減災の点では津波堆積物調査、地震減災の観点では液状化履歴、断層評価などが挙げられる。

図15は南海トラフ域の津波堆積物の研究成果である。これは内陸の池や沼など通常は高潮や小さな津波では海水や砂が流入し難いような場所において採取された堆積物試料の解析結果から、過去の津波の履歴を解析したものである。

また、東北地方太平洋沖地震の際、顕在化した首都圏での液状化被害では、古地形との対応や、ボーリングによる表層地盤情報に基づく液状化リスク評価などが今後の地震減災課題である。液状化対策は表層地盤と構造物への被害軽減だけでなく、避難経路の健全性確保の観点でも重要である。

活断層評価では、トレンチ調査や高分解能な地下構造調査、ボーリング調査ならびに変動地形評価などがあるが、地震学や地質学を含めた総合的な評価が必要不可欠である。この点からも地盤と地質情報の重要性が示唆される。

5 今後の課題

今後の地震津波に関連した地盤調査課題では、「より効率的」、「より高精度」、「より深く」、「より低廉」といった項目が挙げられる。また、地盤情報データベース構築やユビキタス化の推進といった「ビッグデータ」の活用も地震津波被害軽減における重要な課題である。一方、地震津波被害想定やハザードマップを作成する際には、高度なシミュレーションが必要となる。最近では、「京」コンピュータを用いた先進的な地震津波シミュレーション研究(図16)の進展もあり、「より高精度」、「より迅速な」、「よい広域な」地震津波シミュレーション研究が必要とされると考えられる。その場

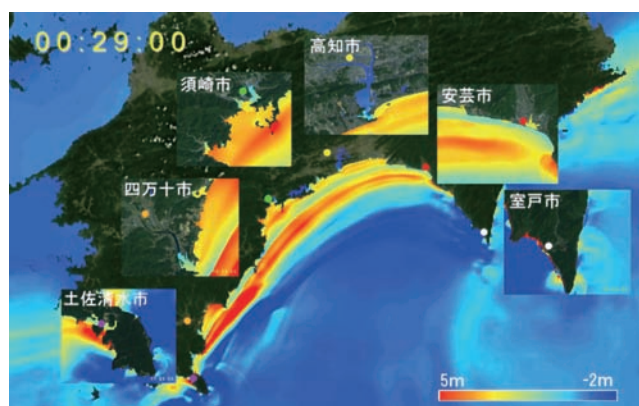


図16 津波シミュレーション
(提供：馬場俊孝／海洋研究開発機構)

合、シミュレーション研究開発の促進だけでなく、「京」コンピュータのようなスーパーコンピュータを使いこなせる人材育成も重要な課題である。これは、全地連のような地盤や地質調査分野の組織として取り組むべき不可欠な課題であろう。最後に、先端科学・技術を総合化した地震津波被害の軽減を目指すことが重要であり、そのための基礎情報としての地盤や地質情報は、今後さらにその必要性や重要性が高まると考えられ、全地連が果たす役割もさらに大きくなるであろう。

〈参考文献〉

Fujiwara, T., Kodaira, S., No, T., Kaiho, Y., Takahashi, N. and Kaneda, Y., The 2011 Tohoku-Oki earthquake: Displacement reaching the trench axis, *Science*, 334, 1240, DOI: 10.1126/science.1211554 (2011) .

地震調査委員会, 付録3 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)(2009) .

Park J.-O., Tsuru, T., Kodaira, S., Cummins, P. R. and Kaneda, Y., Splay Fault Branching Along the Nankai Subduction Zone, *Science*, 297, 1157-1160 (2002) .

Kodaira S., Hori, T., Ito, A., Miura, S., Fujie, G., Park, J.-O., Baba, T., Sakaguchi, H. and Kaneda, Y., A cause of rupture segmentation and synchronization in the Nankai trough revealed by seismic imaging and numerical simulation, *J. Geophys. Res.*, 111, 9, doi:10.1029/2005JB004030 (2006) .

Obara, K., Maeda, T. Tanaka, S. and Matsuzawa, T., Depth-dependent activity of non-volcanic tremor in southwest Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L13306, doi:10.1029/2010GL043679 (2010) .

兵藤守・堀高峰, フィリピン海プレートの3次元形状が南海トラフ巨大地震発生に及ぼす影響, *JAMSTEC-R*, 11, 1-15 (2010) .

Kodaira, S., No, T., Nakamura, Y., Fujiwara, T., Kaiho, Y., Miura, S., Takahashi, N., Kaneda Y. and Taira, A., Coseismic fault rupture at the trench axis during the 2011 Tohoku-oki earthquake, *Nature Geoscience*, 5, 646-650, DOI: 10.1038/NGE01547 (2012) .

大堀道広・チタクセチキン・中村武史・坂上実・武村俊介・古村孝志・竹本帝人・岩井一央・久保篤規・川谷和夫・田嶋佐和・高橋成実・金田義行, 高知市街地の浅層地盤モデルの構築, *日本地震工学会論文集*, 13, 52-70 (2013) .

風化する国土と維持管理の将来

—道路斜面のリスクアセットマネジメントを例に—

さ さ き やすひと あさい けんいち はやし ひろゆき みやもと こうじ
佐々木 靖人*、浅井 健一**、林 浩幸***、宮本 浩二****

K
ey Word

道路防災, 維持管理, のり面, 斜面, アセットマネジメント,
リスクマネジメント

1 はじめに

東日本大震災は国土のリスクマネジメントへの契機となり¹⁾, 笹子トンネル事故は国土のアセットマネジメントへの契機となった。金融分野で「リスクアセット」(危険資産)という用語があるが, 災害の多い日本の国土はまさにリスクアセットであり, 国土のリスクアセットマネジメントは今後の命題である。道路施設点検を義務づけた道路法の改正が行われるなど, 国は開発から国土管理へと大きく舵を切った。しかし具体的なスキーム作りはこれからである。

地質調査業はこれまで開発・建設に大きく寄与してきたが, 国土管理に対しては脇役に過ぎなかった。しかし考えてみて欲しい。国土を切削して建設した全ての構造物は, 地山の風化・浸食が構造物の老朽化や不安定化に直結する。風化する国土と正面から向き合わなければならない時代になったのである。風化・浸食の知識や, 長い時間での国土の変化の知識は, 地質家が最も知っていることではないか。国土管理についてわれわれが先導しなくて誰がするのか。誰かの指示を待つのではなく, 提案と行動こそが必要である。

そこで本稿では, 道路のり面斜面のリスクアセットマネジメントを例に, 米国の動向や著者らの提案と行動について紹介することで, 国土の維持管理の将来について考える一助としたい。

2 米国における道路維持管理の動向

2.1 道路地質学シンポジウム

米国の「幹線道路地質学シンポジウム」(Highway

Geology Symposium) をご存じだろうか。著者は不覚にも最近まで知らなかった。このシンポジウムは何と1950年から毎年行われており, 2013年で第64回になる。ホームページによると, 本シンポジウムは「地質技術者と土木技術者のよりよい理解と密接な協力」を目指して設立されたとのことで, 運営委員会は道路管理者をはじめとする産官学のメンバーからなっている。



図-1 幹線道路地質学シンポジウムのロゴマーク(「応用地質学を通じてよりよいハイウェイに」と記されている)

日本でも, 日本道路協会が主催する「日本道路会議」という大規模な会議が1952年から行われているが, 隔年開催であった時期もあるため2013年でまだ第30回であるし, 残念ながら「地質」というセッションさえない。道路地質学だけのシンポジウムが約2倍の開催数を誇ることは驚くべきことであり, 米国がいかに道路を重視し, また地質を重視しているかがわかる。また地質家も道路技術に対して「提案と行動」を継続的に行っているのだろうと敬服させられる。

さて, このシンポジウムでは, いくつかの技術

* (独) 土木研究所地質チーム 上席研究員

*** 応用地質株式会社 中部支社静岡支店 支店長 (元(独) 土木研究所地質チーム交流研究員)

** (独) 土木研究所地質チーム 総括主任研究員

**** (独) 土木研究所地質チーム 交流研究員 (応用地質株式会社)

セッションが行われているが、2011年の例をみると、6つある技術セッションのうち最初のセッションが「地盤工学的アセットマネジメント」(Geotechnical Asset Management, GAM)であった。さて、聞き慣れないこれは何であろうか。

2.2 米国の道路アセットマネジメント

米国では多くのインフラを抱えているため、これらインフラの体系的な性能管理 (Performance Management, PM) が進められている。アセットマネジメントもその体系の一部である。とくに米国の道路総延長は約 650 万 km であり、日本の道路総延長約 121 万 km (農道、林道を含めると 147 万 km) の約 5 倍である。このため、アセットマネジメントの必要性も高い。米国の人口は約 3 億人なので、米国では国民 1 人当たり 20m の道路を管理しなければならない。ちなみに日本も楽なわけではなく、国民 1 人当たり 10m である。

米国交通省傘下の連邦道路庁 (FHWA) は、日本でいえば国土交通省道路局に該当する組織であるが、1999 年にはアセットマネジメント事務局を設立した。また 2004 年には FHWA アセットマネジメント立場表明白書²⁾等を作成し、アセットマネジメントの目的、原則、方法、役割分担などの現状整理と立場表明を行っている。

立場表明だけではない。米国全州道路交通運輸行政官協会 (AASHTO) は、日本で言えば日本

道路協会のような機関であろうが、FHWA にあわせて 2002 年にアセットマネジメントのガイドブックである TAM Guide (Transportation Asset Management Guide) を発刊し、現在は TAM Guide II³⁾ が活用されている。すなわち米国では、政府や州として道路アセットマネジメントが着実に浸透してきているのである。

2.3 地盤工学的アセットマネジメント (GAM)

地盤構造物のアセットマネジメントについても、FHWA 等の動きから間もない 2003 年に Bernhardt⁴⁾ が、「地盤構造物に関するアセットマネジメントのフレームワーク」という論文を米国土木学会のインフラシステムジャーナルに掲載している。また、同年、イギリス道路庁でも地盤構造物の点検・メンテナンスに関するガイドを出しており、これらの国は日本に先行している。

近年は道路地盤構造物のアセットマネジメントについても論文が出されるようになり、一部の州道路では、先の道路地質学シンポジウムでもセッションとなっている「地盤工学的アセットマネジメント」(GAM) とよばれる手法が開発・試行されるようになってきている。これは土工構造物やのり面等に対して、地盤工学的な視点からアセットマネジメントを行うものである。

ここで重要なのは、GAM も、PM-TAM-GAM という階層構造の一部を構成していることである。

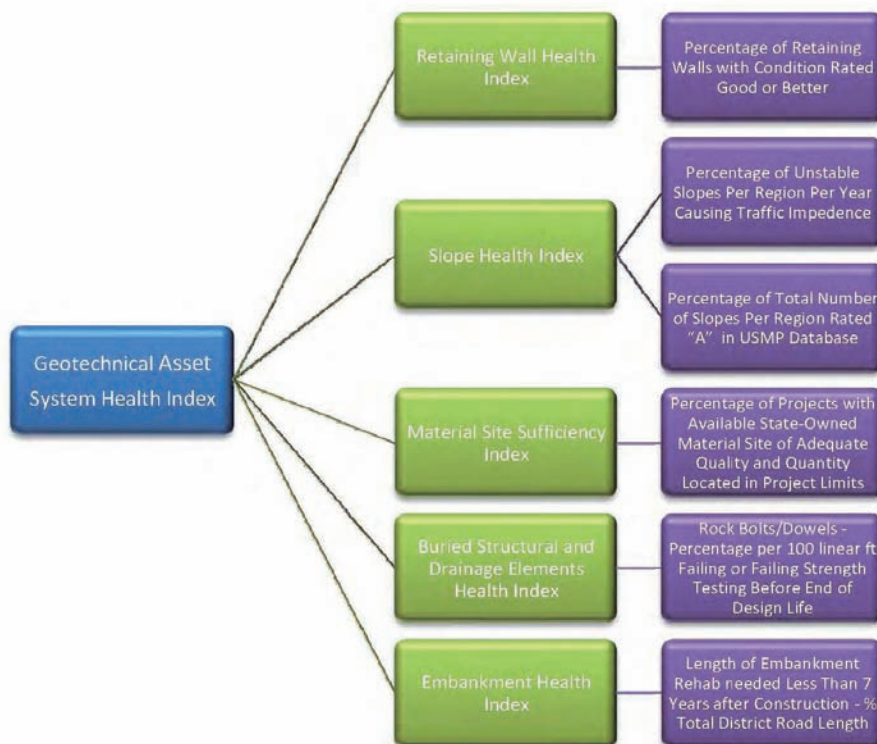


図-2 GAMの健全性指標に関する将来計画⁵⁾

西欧諸国は、具体的な手順は後で決めるとしても、基本的な方針を打ち上げ花火のように打ち出し、それに沿って肉付けする方式であるのに対し、日本では、実務的にどうするのかというレベルで逡巡し、結局立ち後れているように思われる。

2.4 GAM と USMP

冒頭に述べた道路地質学シンポジウムの2011年のセッションである「地盤工学的アセットマネジメント」(GAM)では、たとえばアラスカ道路及び公共施設部のStanleyら⁵⁾が、GAMの一手法として、アラスカ州で実施している「不安定斜面マネジメントプログラム」(Unstable Slope Management Program, USMP)について述べているので以下に簡単に紹介する。

USMPのプログラムは、「目標・方針」→「(道路)サービス指標」→「実施手段」→「評価手法」→「評価」という構造を有している。

USMPにおいては、まず、目標・方針として、①安全性、②インフラ開発、③管理と操作、④システムの保全とアセットの状態、⑤システムの機動性と信頼性、といった視点から、9つのサービス指標を設定する。たとえば「サービス1」は、「落石や地すべり等による道路規制の回数を限られた数に抑えること」であり、それに対する実施手段は「年・地域当たりの不安定斜面对策完成箇所数」であり、評価方法は「25年間における各地域の全不安定斜面に対する年間の対策箇所数の推移の監視」といった具合である。ここで25年というのは、アセットマネジメントの全体計画を50年スパンで考えており、その半期を意識してのことである。それに対して、サービスレベルをA (Excellent)からF (Unacceptable)までの「LOS Grade」(Level of Service Grade)と呼ばれる5段階でランク付けする。このような形で、以降、たとえばサービス2「不安定斜面に対する適切なモニタリングとパトロール」、サービス3「道路規制後の迅速な道路再開」等に対して同様に実施する。この結果から、評価の低い項目については改善を図るなど、必要な施策に反映する。

危険斜面の評価方法は米国も日本のそれと大きく変わらないと考えられるが、防災レベルを「道路の性能」の一つと明確に位置付け、複数の防災指標・サービス指標で定量的に評価し、長期的な計画の中で改善を図るとともに、常に現状をモニタリングして施策を時点修正しようとする点はPDCAそのものであり、長期計画性の乏しいきらいのある日本の道路防災施策に比べて見習うべき

点である。Stanleyらは、今後のGAMの将来計画として、USMPだけでなく図-2に示すような多様な地盤構造物についての健全性指標も設定しようとして計画している。

日下部ら⁶⁾は、国土の防災性能をGDP等と同様に定量的に表す指標として自然災害安全性指数(Gross National Safety for natural disasters, GNS)を提案しているが、この地盤構造物編がGAMの概念に含まれているとみることもできる。

2.5 CFLHD の技術レポート

このようなGAMの動向を受けてFHWAの下部組織の一つである中央連邦道路部(CFLHD)は、2013年1月に「地盤工学的アセットマネジメント—実施概念と戦略—」という技術報告を発刊している⁷⁾。この主旨は、地盤工学的な視点での道路アセットマネジメントの現状整理であり、以下の章からなる。

- 1章：序章
- 2章：地盤工学的アセットマネジメントの役割と価値
- 3章：地盤工学的アセットマネジメントプログラムの構成
- 4章：実務の現状
- 5章：開発中の地盤工学的プログラム
- 6章：勧告

参考文献

追補A：地盤工学リスクの定量評価のための意志決定ツリーの例

たとえば6章(勧告)では、GAMを進めるために重要な点として、「性能目標と手段の定義」、「効果的な評価プロセス」、「データ収集と管理の改革」などがあげられている。

以上、長くなったが、GAMの考え方は今後、地盤構造物の管理において世界的な潮流となると考えられるため紹介した。

3 日本における道路維持管理の動向

3.1 日本における道路のり面斜面の点検体系

昭和43年の飛騨川バス転落事故を契機として日本の道路防災制度はほぼ現在の形となった。具体的には道路防災点検や事前通行規制制度、道路施設賠償責任保険制度等である。

このうち、アセットマネジメントに特に関連するのは道路防災点検等の点検制度である。日本において道路の点検制度は、下記のように重層的に行われている。

- ①日常点検（主に車上点検）
- ②異常気象時（後）点検（同上）
- ③定期点検（主に路線上からの徒歩点検）
- ④道路防災点検（専門家による5年に1回程度の総点検）
- ⑤カルテ点検（要注意個所の経過観察を目的とした年1回程度の点検）
- ⑥緊急点検（大規模災害があった後などに類似個所について行われる点検）

しかしこれらの点検は、主として安全管理を目的としたものであり、地盤構造物に関する限りアセットマネジメントを目的としたものではない。このため、各構造物の築造年次や老朽化の程度については、それが安全性に関わると見なされない限り確認されない。換言すれば、安全性にすぐに関わらないと判断された劣化・老朽化は放置される傾向にある。

とりわけ、自治体が管轄する道路ではそれが著しい。日本の国土交通省直轄国道は2万kmあまりであるのに比べ、自治体の管理する道路は110万km以上に及ぶ。このため、自治体の道路では、アセットマネジメントどころか、安全管理も十分出来ない状態で、たとえば道路防災点検は自治体の道路ではごく一部でしか行われていない。

3.2 笹子トンネル事故以降の動向

(1) 各種委員会での報告や提言

しかし笹子トンネル事故以降、前節の状況は急速に変わりつつある。

事故後、「トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会」（委員長：今田徹東京都立大学名誉教授）が組織され、平成25年6月に報告書が提出された。トンネル以外の道路構造物全般についても、社会資本整備審議会道路分科会の下に道路メンテナンス技術小委員会（委員長：三木千壽東京都市大学副学長）が組織され、平成25年6月5日に「道路のメンテナンスサイクルの構築に向けて」と題する中間取りまとめが提出された。この中間取りまとめでは、メンテナンスサイクルの構築を図るために、長寿命化計画の策定、点検の制度化と実施、構造物のデータベースの構築と活用、不具合情報の収集と啓発、点検・診断をサポート

する技術開発の推進等があげられている。

(2) 緊急点検や総点検の実施

トンネルについては事故後緊急点検が行われたが、このほかに、上記小委員会と併行する形で、トンネル以外の道路構造物を含め、落下等による事故を回避する観点から、緊急的な措置として「総点検要領（案）」（平成25年2月28日：国土交通省道路局）が作成され、自治体を含めて緊急的に点検することになった。

上記総点検は、笹子トンネルのような落下等による事故を防ぐことを目的に緊急に行われるもので、自治体管理の道路でもできるように基本は路上目視による簡易な点検となっている。今後、更に高度な点検体系についても充実する必要がある。

(3) 維持管理基準や点検要領等の作成

のり面や土工構造物の多くはこれまで道路法に基づく維持管理点検は行われていなかったが、笹子トンネル事故を受けて、のり面や土工構造物についても、「はじめに」に述べたように改正道路法42条に基づき、政省令により「土工構造物技術基準（仮称）」等を設け、この基準に沿って「土工構造物点検要領（仮称）」を新設・通達し行う方向である。

これらの内容については今まさに議論し進めつつある状況のため未確定であり、その詳細を述べることはできないが、いずれにしても、法令に基づく点検体系の整備が近いうちに行われる。

(4) 維持管理技術センター等の設置

これらの点検をPDCAの体系で行うために、点検データの蓄積や分析等を行う体制も整えつつある。たとえば平成25年6月10日には国土交通省大臣官房に特定建設技術開発推進室を設置し、維持管理等を含む特定建設技術の研究や開発等に関する事務をつかさどることとした。また、その組織の下部組織的に、平成25年7月1日、国土交通省関東地方整備局に「関東維持管理技術センター」が設置された。ここでは、関東地域だけでなく国土交通省全体のインフラの戦略的な維持管理・更新を実現するために必要とされる技術開発等を行うとされ、具体的には、点検データ等の一元管理とシステム化、点検・診断や補修・補強等の維持管理技術の検討・開発、維持管理に関わる地方自治体への支援等を行うとされている。

4 土木研究所における災害実態の蓄積

4.1 概要

このような体制整備とともに重要なのが、劣化や災害の実態を地道に明らかにし、施策や現場にフィードバックすることである。そこで土木研究所（以下、土研）および国土交通省道路局では、直轄国道における斜面災害事例を継続的・体系的に蓄積・分析し、現場の防災事業へ活用していく取り組みについて共同で検討を行い、平成20年度から開始した⁸⁾（図-3）。平成23年度末までに収集できた事例は115事例である。

また、自治体が管理する補助国道・都道府県道等については災害が顕著に発生した現場の管理者に土研から個別に依頼して災害事例の収集に努めている。これまでに、平成20年岩手・宮城内陸地震⁹⁾、平成21年中国・九州北部豪雨¹⁰⁾、平成22年奄美豪雨¹¹⁾、平成23年東北地方太平洋沖地震（本震および誘発地震）における371事例を収集済みである。

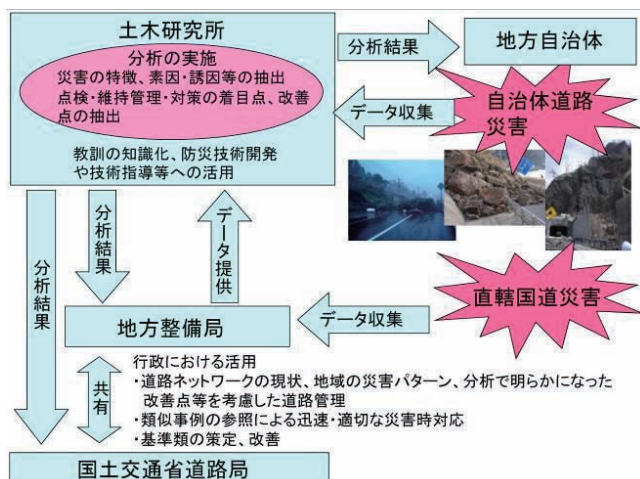


図-3 災害事例の蓄積・活用のスキーム

収集できた災害については所定の様式に整理してデータベースとして蓄積するとともに、個々の災害について現地調査を行いながら事例分析を行い、分析により明らかになった災害の特徴や防災上の留意点を報告書にとりまとめ、事例を提供していただいた機関に送付している。以下では、これらの災害の特徴について述べる。

4.2 直轄国道斜面災害の特徴

収集した直轄国道斜面災害事例の災害種別内訳を図-4に示す。これらは概ね通行止め等の災害報告がなされる程度以上の災害が対象である。

これらの中では切土のり面崩壊、自然斜面崩壊および路肩・盛土崩壊が多く、これら3つの形態で4分の3/4を占める。また、切土のり面崩壊と自然斜面崩壊の両方で過半数を占めている。これは佐々木ほか¹²⁾ および矢島ほか¹³⁾ で示された平成2年4月～平成16年12月の災害の内訳（これらでは切土のり面崩壊および自然斜面崩壊の区別はなく一括して「表層崩壊」に含まれている）と割合は異なるが類似した傾向といえる。なお、橋梁基礎洗掘1事例を斜面災害事例に含めているのは、アーチ橋のアーチ部基礎の下方斜面が河岸の浸食により崩壊したケースである。

事前通行規制区間内外別の災害数を図-5に示す。

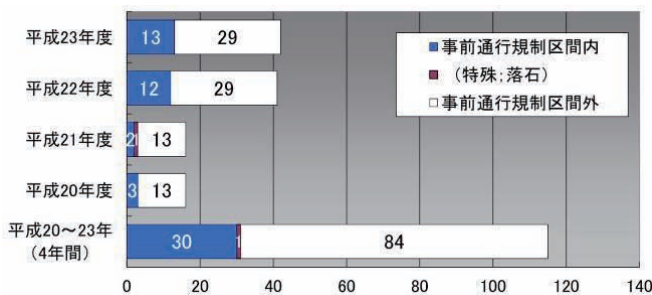


図-5 平成20～23年度直轄国道災害事例の通行規制区間内外別件数内訳

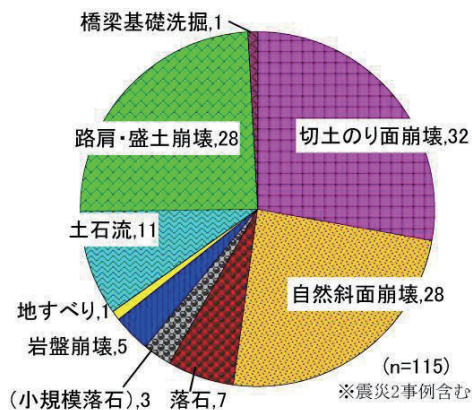


図-4 平成20～23年度直轄国道災害事例の災害形態別件数内訳

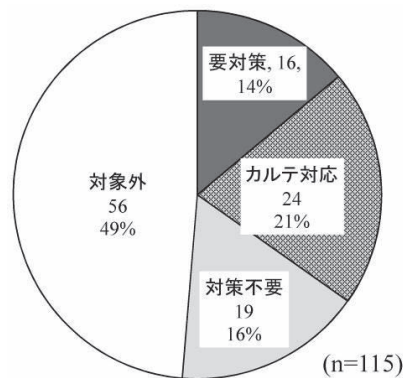


図-6 平成20～23年度直轄国道災害事例箇所での道路防災点検による評価の内訳

規制区間外での災害が3/4に及び、佐々木ほか¹²⁾で示された平成2年4月～平成16年12月の災害の割合(約6割)よりも増加している。事前通行規制区間内の防災対策が重点的に進められた一方で、規制区間外での災害への対応が課題であるといえる。

4.3 災害箇所と防災点検との関係

図-6は直轄国道災害115事例が、事前の防災点検においてどのように評価されていたかを示したものである。同図によると、要対策とされていたものは14%程度、カルテ対応と合わせても35%程度であり、65%は防災点検の網から漏れるように発生している。

図-7は災害箇所のうち防災点検の安定度評価が行われた箇所における評点の頻度である。これによると評点が高い(安定度が低い)と考えられている箇所でも災害が発生している。「要対策」、「カルテ対応」といった区分が、単純にこの評価点で決まっているわけではないが、参考にされているであろうことを考えると、評点が高いにもかかわらず災害が発生した理由を個別・詳細に分析する必要がある。災害種別毎に見ると、土石流危険箇所や路肩・盛土崩壊については比較的高い評点がついているのに対し、自然斜面崩壊や岩盤崩壊、落石、一部のり面崩壊などでは、低い評点にとどまっている箇所がある。このことから、これらの災害種別については安定度評価手法の改善の必要性が高い。

図-8は図-7と同じデータを用いて、災害箇所の「要対策」、「カルテ対応」、「対策不要」の各評価分類での評点のばらつきをみたものである。評点と各評価分類には相関性があるものの、かなりのばらつきがある。また、対策不要と評価されたものの中には、上述のように自然斜面崩壊や落石等が多く、評点も低い。このことは、自然斜面崩壊や

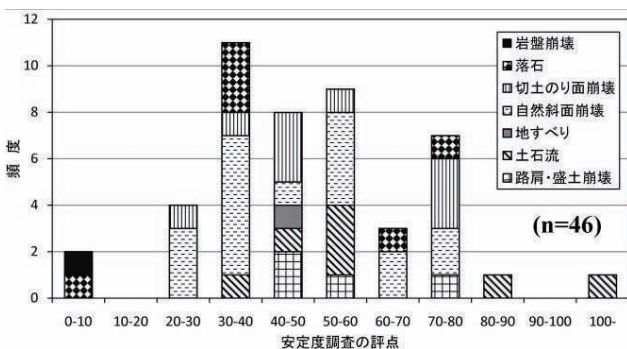


図-7 平成20～23年度直轄国道災害事例箇所の防災点検による安定度調査評点(安定度調査が行われているもの)

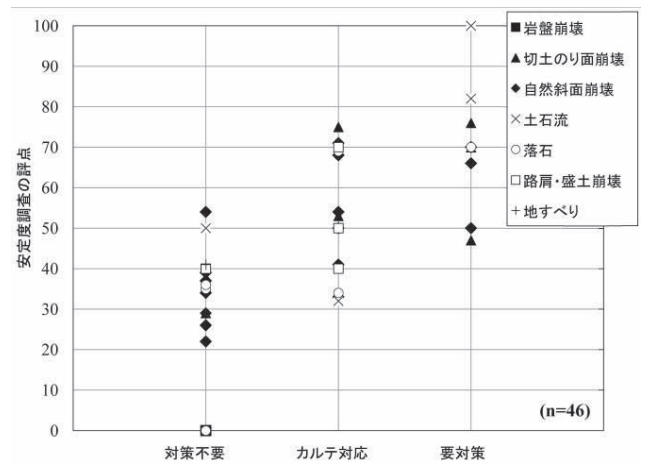


図-8 平成20～23年度直轄国道災害事例箇所の防災点検による評点と評価の関係(安定度調査が行われているもの)

落石の危険箇所が、見逃されやすいことを示している。その一方で、同じく対策不要と評価されたものには評点が比較的高いものも含まれており、このような箇所においては評価の理由と災害発生状況を個別・詳細に分析し、安定度評価手法の改善を図っていく必要がある。

4.4 個別事例の分析からわかる防災上の留意点

収集した災害事例の要因などについて個別に詳細な分析を行うことにより、防災上の留意点が得られている^{8) 9) 10) 11)}。一部以下に例示する。

- 災害前に変状や災害履歴がある箇所の再被災、集水地形による崩壊・土砂流出、暗渠の閉塞や道路・水路等の集水による崩壊などは発生件数の多い災害形態であり、適切な点検、被災原因の究明および対策の検討が必要である。
- 建設時代の新しい切土のり面の崩壊は軟質な地山が残存している部分での崩壊が多く、工事記録等による地山状況の確認とのり面勾配の変更など適切な対策の検討が必要である。
- 河川の増水による道路下方斜面の浸食・崩壊は、特に攻撃斜面に相当する場合には水位の想定と護岸等の対策が適切かどうか検討が必要である。
- 谷埋め盛土の変状・崩壊は東北地方太平洋沖地震だけでなく過去の地震でも見られており、道路に影響が及ぶ可能性のあるものは要注意箇所として抽出する必要がある。

4.5 岩手・宮城内陸地震の災害事例に見られる災害と吹付のり面の劣化の関係の例

維持管理においては、高度経済成長期に建設され、数十年以上経過した道路のり面の吹付等の構

造物や地山の劣化も大きな問題である。そこで以下では、岩手・宮城内陸地震における道路のり面災害を例に、のり面劣化と被災の関係を示す^{8) 9)}。

(1) 対策工による被災率の違い

岩手・宮城内陸地震における道路斜面災害 47 事例中、最も多かった既往対策工はモルタル吹付工 (11 事例) であった。これらの災害があった道路 5 路線の現地調査を行った結果、収集した事例以外にもモルタル吹付工の変状箇所が多く認められた。それらの変状箇所を含めたモルタル吹付工の被災率は、全 5 路線のモルタル吹付工 108 箇所中 33 箇所 (31%) であった (図-9)。一方、のり枠工の被災率は、全 5 路線ののり枠工 80 箇所中 6 箇所 (7.5%) とモルタル吹付工に比べて 1/4 程度に過ぎなかった (図-10)。のり枠工の被災箇所 6 箇所はいずれも深さ 3～15m 程度の比較的深い崩壊箇所であり、のり枠工は表層 1～2m 程度の崩壊を概ね抑止できていたと想定される。

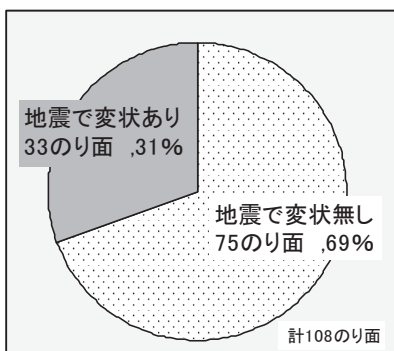


図-9 モルタル吹付工の被災率 (事例収集対象 5 路線)

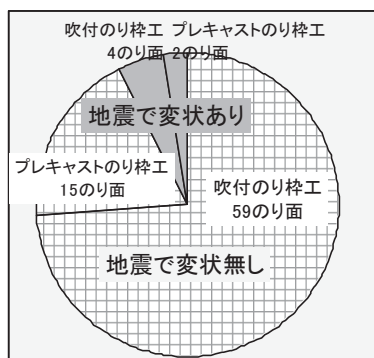


図-10 のり枠工の被災率 (事例収集対象 5 路線)

(2) 劣化程度と被災率の比較

モルタル吹付工について、被災前の劣化程度と被災率の関係を分析した。対象は 5 路線のうち 1 路線 (国道 397 号) とし、平成 8 年度道路防災点検における安定度調査票や写真等の資料と被災後の状況を比較した。

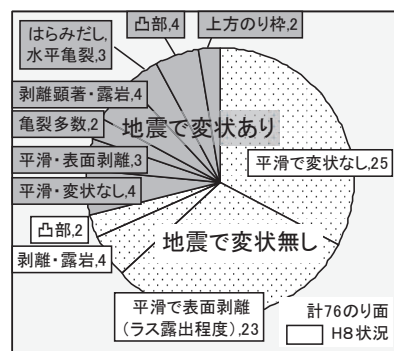


図-11 国道 397 号におけるモルタル吹付工の被災率と平成 8 年度道路防災点検時の変状等の状況

この結果、被災率は、モルタル吹付工 76 箇所中 21 箇所 (27%) であり (図-11)、全 5 路線における被災率と類似している。道路防災点検資料との比較の結果、「はらみだしが見られる」「亀裂が多数発達 (写真-1)」「剥離が顕著で露岩している」等の変状が被災前に顕著であった箇所および「のり面の凸部 (写真-2)」の箇所での被災率が高く、「平滑で変状がない」「表面剥離しているがラスが露出する程度」の箇所では被災率が低い (図-12)。はらみだしが見られた箇所や亀裂が多数発達していた箇所、剥離が顕著で露岩していた箇所は、被災後の現地調査においても地山の風化が進んでいる箇所が多かった。また、のり面の凸部は、主に岩盤の柱状節理による凸部や風化に取り残された岩塊であり、強い地震動によって地山から分離し崩壊したと推定される。



写真-1 亀裂が多数発達していたモルタル吹付工の崩壊事例 (管轄事務所提供)



写真-2 吹付のり面凸部の崩壊事例 (管轄事務所提供)

このほか、上部がのり枠工、下部がモルタル吹付工となっているのり面で、のり枠工に変状はなかったが吹付工が被災した箇所が2箇所あった。いずれも上からの圧縮を思わせるような変状が認められており（写真-3）、のり枠工からの応力の影響の可能性が考えられる。

以上をまとめると（図-12,13）、軽微な変状のグループの被災率（13%）に比べ、重篤な変状のグループの被災率（71%）は5倍以上も高い。既に述べたように吹付工の被災率はのり枠工のそれより4倍も高いので、「劣化が進んだ吹付工はのり枠工よりも20倍も被災率が高い」可能性がある。すなわち吹付工を健全ないし軽微な劣化状態に維持することは、リスクアセットマネジメント上相当な投資効果があるといえる。

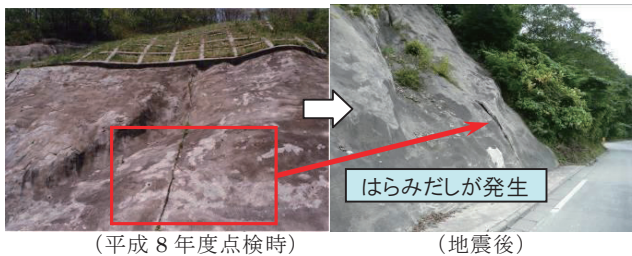


写真-3 のり枠工の下のモルタル吹付工の変状事例（管轄事務所提供）

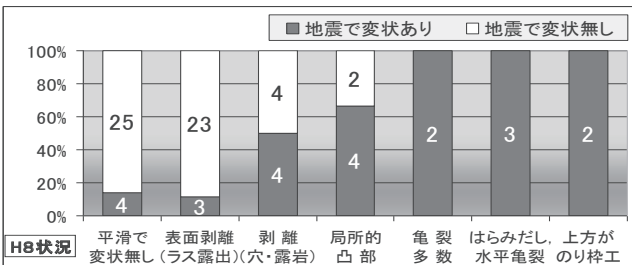


図-12 国道397号における平成8年度道路防災点検時の状況別のモルタル吹付工の被災率（図-11と同じ箇所・データ）

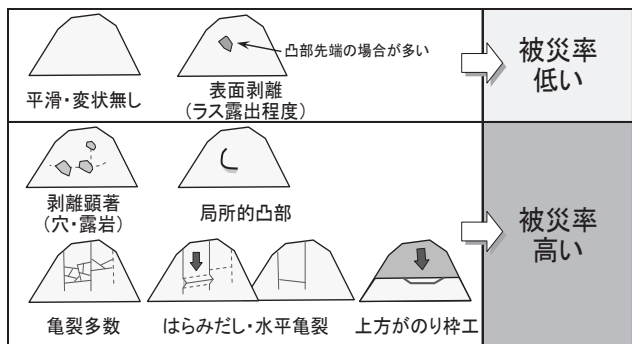


図-13 モルタル吹付工の変状と被災の関係

5 長寿命化・リスク低下の方策

以上の事例から、地盤構造物の維持管理において重要な観点として、いずれも基本的なことではあるが下記の点があげられる。

- 風化させない（表面風化，内部風化とも）
→ 露出させない，カバーする等。
- 浸食させない（表面浸食，内部浸食とも）
→ 排水工の設置とメンテ
- 圧をかけない（土圧，水圧とも）
→ 部分補強と排水の組み合わせ
- 変形・亀裂を生じさせない（変形・亀裂により劣化が加速する）
→ 部分補強技術の充実
- 浸透させない（水が力学・化学的に悪影響。ただし力学的には浸透させた方が良い場合もありケースバイケース）
→ 表面処理，亀裂補修
- 軽微な段階での補修
→ 簡易な補修技術の充実

今後はこのような基本的な考えのもとで、具体的にどう点検し、どの程度の劣化に対してどの段階で対策していくべきか、実際の劣化事例の調査などを踏まえて提案していく必要がある。

6 まとめ

米国の道路では地盤工学的アセットマネジメント（GAM）が進み、土研でも災害事例の収集分析を進めてきた結果、災害リスクに関する定性的・定量的な知見が得られてきた。土研では老朽化と補修技術について全地連や全国特定法面保護協会との共同研究も開始した。今後、災害や老朽化のデータに加え、点検、施工記録などのデータを継続的・体系的に収集・蓄積・分析することにより、日本型のGAMを構築していく必要がある。斜面防災研究会¹⁴は、斜面安定性評価に劣化概念を導入するよう先駆的な提案をしているが、提案にとどまらず、地質家の視点で実証的にデータを集め、行動をするべき時期に来ている。

謝辞

災害事例の収集にあたっては、国土交通本省および各地方整備局等の本局・事務所の関係者ならびに事例収集の対象となった自治体の関係者にご協力いただいている。ここに記して深く感謝する。

〈参考文献〉

- 1) 佐々木靖人(2011):「災害大航海時代」から「国土管理時代」へ,平成23年度日本応用地質学会シンポジウム 講演論文集,pp.10-13.
- 2) FHWA: Asset Management Position Paper, White paper, Cambridge Systematics Inc.,2004.
- 3) AASHTO: AASHTO transportation asset management guide, Washington, D.C., 2011.
- 4) Bernhardt, S.K.L., et.al. : Asset management framework for geotechnical infrastructure. Journal of Infrastructure Systems.9(3),pp.107-116, 2003.
- 5) Stanley, D.A. and Pierson, L.A. : Geotechnical asset management performance measures for an unstable slope management program, 62nd Highway Geology Symposium pp.133-152, 2011.
- 6) 日下部治、伊藤和也、小梅川博之、稲垣秀輝、大里重人:地盤リスクに関する保険制度と統一的評価手法の必要性、地盤工学会誌,Vol.61,No.7,pp.12-15,2013.
- 7) Vessely, M. : Geotechnical Asset Management – Implementation Concept and Strategies, FHWA-CFL/TD-13-003, 62p, 2013.
- 8) 浅井健一、林浩幸、佐々木靖人:道路斜面災害事例の収集・分析の取り組み、土木技術資料、平成17年度土木研究所講演会講演集、第53巻、第5号、pp.32～37、2011.
- 9) 林浩幸、浅井健一、佐々木靖人:平成20年岩手・宮城内陸地震における道路斜面災害の特徴、平成21年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集、pp.125～126、2009.
- 10) 浅井健一、林浩幸、佐々木靖人:平成21年中国・九州北部豪雨における道路斜面災害の特徴、平成22年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集、pp.261～262、2010.
- 11) 林浩幸、浅井健一、佐々木靖人:平成22年10月奄美豪雨における道路斜面災害の特徴、平成23年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集、pp.149～150、2011.
- 12) 佐々木靖人、矢島良紀、倉橋稔幸:全国国道斜面災害データベースの構築と過去15年間の災害分布特性、日本応用地質学会平成18年度研究発表会講演論文集、pp.377～380、2006.
- 13) 矢島良紀、佐々木靖人、倉橋稔幸:国道斜面災害データベースを用いた災害特性分析、応用地質、Vol.48、No.6、pp.304～311、2008.
- 14) 斜面防災研究委員会:委員会報告書-斜面安定における劣化概念の導入-,建設コンサルタンツ協会近畿支部、資料No.06-3,262p,2006.



地質災害



ちぎら まさひろ
千木良雅弘*

Key Word キーワード：航空レーザー計測，GIS，高品質ボーリング，地質踏査，Jabee

1 はじめに

全地連創立 50 周年を迎え、私たちが考える地質調査業の次なる 21 世紀を見通して地質調査業に臨む、ということで、原稿を依頼された。地質調査業が躍動するステージ、とは、地質調査業で働く人たちが働き甲斐を持って生き生きと働けるステージということと考えて、原稿を執筆した。

我が国は、次に示すように、明治 30 年の砂防法に始まる砂防 3 法と 2001 年の土砂災害防止法に基づいて地質災害に対する事業が展開されてきた。

- 砂防法…砂防事業 明治 30 年制定
- 森林法…治山事業 明治 30 年制定
- 地すべり等防止法 地すべり対策事業
昭和 33 年制定
- 急傾斜地法（急傾斜地の崩壊に関する災害の防止に関する法律）急傾斜地崩壊対策事業
昭和 44 年制定
- 土砂災害防止法（土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律）
平成 13 年施行

地質調査業もそれに関連する業務を多く展開してきている。近年では、2009 年の台湾小林村の崩壊に触発されたこともあり（図 1）、深層崩壊に対する対策検討が進められている。確かに、深層崩壊は、従来の地すべり等防止法や急傾斜地法の対象となっていない個所で発生し、長くて速い移動を伴うため甚大な災害を引き起こすもので、新たな対応を要するものであると言える。これは、最近しばしばダム湛水に伴って問題となっている「初生地すべり」と類似の現象でもあり、両方とも今

後の地質調査業の腕の見せ所でもある。

ここでは、深層崩壊や初生地すべりも視野に入れて、新しい技術と考え方の展開に言及し、地質調査業の拡大や、そのための基礎教育充実などについて述べたい。



図 1 2009 年台風モラコットによる小林村の崩壊。右奥の斜面から手前まで約 3km を土砂が 95 秒間で移動した (Tsou et al., 2011)。

2 新しい技術と考え方

2.1 航空レーザー計測と GIS

2000 年代に入って航空レーザー計測は広く一般的に用いられるようになった。レーザースカナー、レーザープロファイラー、ライダーなどと色々な名称で呼ばれているが、米国などでは LiDAR が一般的である。航空機から地表に向けてレーザーパルスを発射し、最後に反射してくるパルスを用いて地表を計測するため、短時間に広域を 10cm オーダーの誤差で計測でき、しかも樹林を

*京都大学防災研究所 教授

透かして地表を計測できる機能は、我が国のように樹林の多いところの調査技術として強力である。ただし、それも地図（LP図と称されることが多いようだ）を作るだけに用いるのでは、その能力を発揮することにはならない。データは1mメッシュなどの詳細DEM（Digital Elevation Model, 数値標高モデル）になっているので、地理情報システム（GIS）を用いて、さまざまな計算に用いることができ、それを画像化することが可能である。

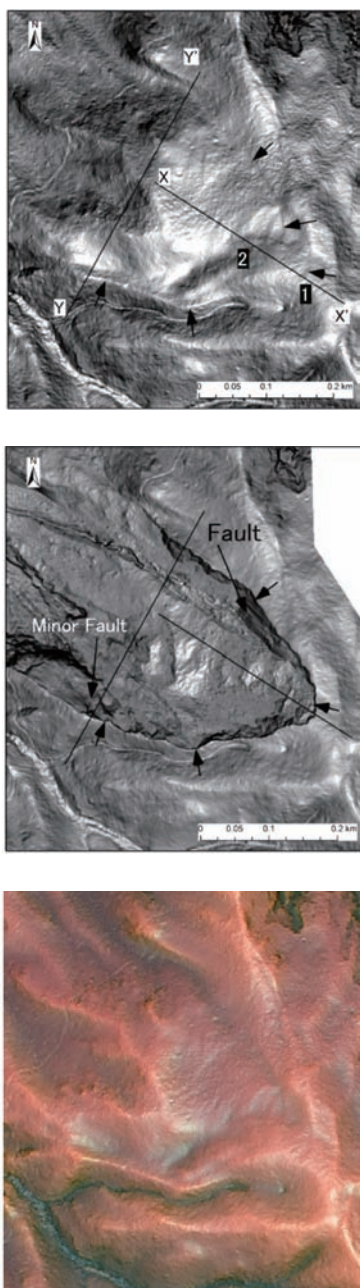


図2 2011年台風12号による赤谷の崩壊。上：発生前（矢印は小崖）、中：発生效后、下：発生前の赤色立体図（アジア航測作成）。データは国土交通省近畿地方整備局提供。Chigira et al. (in press b)

たとえば、標高段彩図、傾斜図、ラプラシアン図、地上開度図、地下開度図、赤色立体図などを作ることができる。これらの持つ直感的な情報には等高線図は及ばない。図2に、2011年台風12号によって発生した崩壊地について、傾斜図と赤色立体図の2種類を示す。台風12号は、70を超える深層崩壊を発生したが、大規模なものは、発生前に将来の崩壊の冠頂に沿って小崖があったことが見出された。これらの多くは、空中写真では樹林に隠されて発見が難しいものであった。このほかにも、詳細な数値データの活用法は様々に考えられる。

図3と図4には、2009年台湾モラコットの小林村で発生した崩壊と2011年台風12号によって発生した赤谷の崩壊の崩壊発生前後の標高変化図を示す。

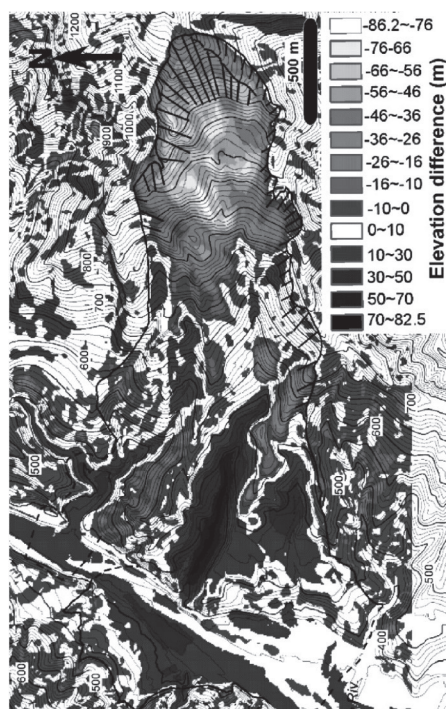


図3 2009年小林村の崩壊に伴う標高の変化。崩壊の最大深さは約85m。(Tsou et al., 2011)

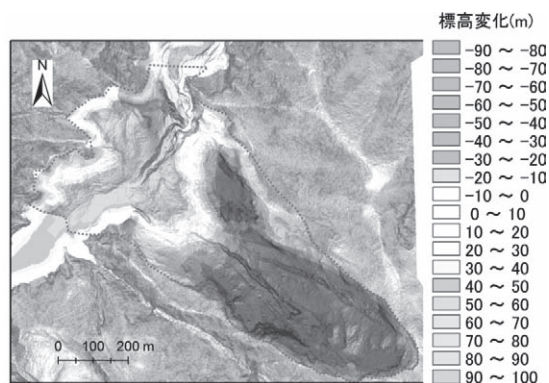


図4 2011年台風12号による赤谷の崩壊の発生前後の標高差。データは国土交通省近畿地方整備局提供。

2.2 地質踏査の電子化

地質踏査には、電子的な道具として電子クリノメータが使われる場合があるが、これは大量のデータを取得する必要があるような、特殊な場合であろう。一方で、ハンディなGPSは一般的になり、地質調査にあたっては日常的に使用されている。しかしながら、これも、今のところ、場所を特定するに限った使用がほとんどである。一方で、前述したように、航空レーザー計測によって得られた詳細地図、あるいは、地形画像は現地調査にあたって非常に有用である。これをタブレットコンピュータにインストールし、それとGPSとを接続し、現在位置を確認しにくいような広い場所でも位置を特定し、その場のデータをリンクすることはすでにできるようになっている(図5,6)。さらに、現地で地質断面図を描いたり、さまざまな数値データを処理したり、といったことも実現は難しくない。この方法は、確かに紙ベースの地形図に色鉛筆で地質を塗色していくことの必要性や優位性はなくなれないと思うが、それを補って余りある形に容易になると思う。



図5 タブレットを携帯しての地質調査

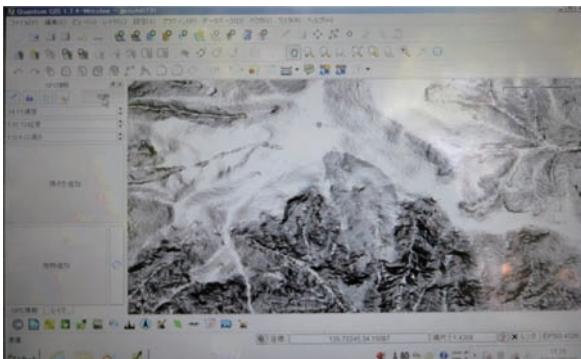


図6 タブレットにインストールした詳細DEM利用の傾斜図

2.3 高品質コアボーリング技術

近年高品質ボーリング技術が一般的に普及し、地すべり地でも普通に使用されてきている。そして、従来であれば採取不能であったような地すべりのすべり層や地すべりに伴って破碎されたような岩石が採取されるようになった。一方で、ボーリングコアの記載方法は従来のままであった。脇坂他(2012)は、高品質ボーリングコアを活用し、地すべりによる構造の記載方法の提案を行った。Chigira et al. (in press b) も類似した記載方法を使用している。調査にあたっては“既存不適格”のようなことを恐れる風潮が無きにしも非ずであるが、技術の進展に伴って、記載方法や解析方法なども更新していく必要がある。

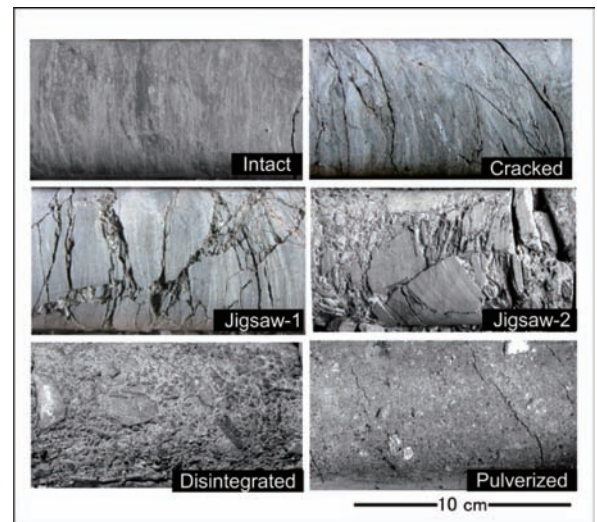


図7 高品質ボーリングによるコアの破碎区分 (Chigira et al., in press b)

2.4 InSAR

干渉合成開口レーダー (InSAR) によって、宇宙からcmオーダーの移動が検出されるようになってきた。現在は植生が多い日本では適用が限られるが、過去のデータを解析することによって変位を検出できるメリットは大きい。特に、近年では年間数mmといった微小な変位が問題になる場合も多く、ボーリングなどによらない広域的解析が可能という点で本手法のメリットが大きい。図8に、ヨーロッパアルプスでの計測例を示す (Ambrosi and Crosta, 2006)。

衛星ではなく、地上設置型のSARも、変位を面的にとらえられるのでメリットが大である。特に、露岩や鉞山の残壁などでは、変位個所と変位量を特定することができるので、モニタリングには効果が大きいと考えられる。このようなデータと地

質構造データを合わせて斜面の安定解析を行えば、より実際に即した安定性評価が行える。

3 土砂災害防止や災害情報への積極的関与

2001年に施行された土砂災害防止法に沿って、各都道府県で警戒区域や特別警戒区域の指定が進められている。これは、日本全国を同一基準で同じ目で見ると、地形データから一律に指定されている。土砂災害防止のためのソフト対策の第一歩として大切なことではあるが、実際には、地質災害は局所的な地質条件に大きく支配されて発生している。そのため、今後、地質と地形を組み合わせたアプローチが必要になってくるのは必至と思われる。

2000年頃から、気象庁による土壤雨量指数が実運用に入り、現在は土砂災害警報情報の発表に利用されている。これは、地盤内部を3段タンクで物理モデル化し、それらのタンクの水位の合計が最近で最も高くなった時に土砂災害の危険性が高まったと判断するものである。もともと、この土壤雨量指数が土砂災害の危険度評価に“使える”と判断されたのは、1999年の広島豪雨災害の時に、土壤雨量指数が過去8年間で最も高くなったところで崩壊が集中して発生した時であった。3段タンクのパラメータは、京都大学防災研究所の石原安雄先生たちの花崗岩地域における降雨流出解析から求められたものであり、花崗岩地域には適用性が高いのかもしれない。最近、土砂災害警戒警報が発せられても実際には崩壊や土石流が起こっていない事例も多い。この原因の一つには、日本中用いられているタンクが同じものであることのように思える。我々の過去の経験は、降雨に対して非常に脆弱な地質とそうでない地質があることを示しており、今後地質による大分類が必要になると思う。

以上の2点は、地質災害に対する警戒区域指定や降雨評価にあたって地質が重要であることを示しているが、大切なのは、そのことを明示的に示して、実用化に至ることである。そうしなければ、地質の重要性は絵に描いた餅におわり、地質調査業が躍動することにはつながらない。そのためには、地質調査とその結果を用いる分野とを強く繋いだ研究開発をすることが不可欠である。地質調査業は、地質学を基礎として、地質災害発生に至るメカニズムまでも考えて、どのような調査が必要か、また、地質災害軽減に有効か、考えて、それに応えられるような形態に職域を広げていく

必要がある。発注-受注の形は仕方ないにしても、発注者が発注せざるを得ないような枠組みを考える必要がある。

地理情報の公開とともに、地盤情報の公開も進むことは間違いない。その際、地質技術者が自ら地理情報システムなどのソフトウェアを道具として使えることも必要である。

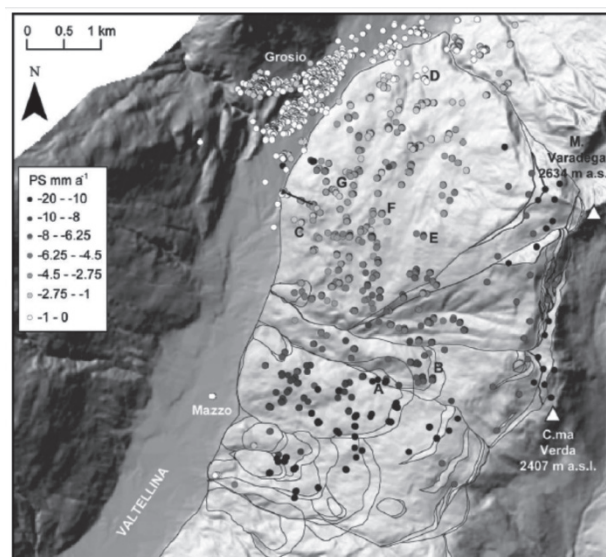


図8 PS-InSARによる地盤の変位図。○印は1年間の変位量(mm)。Ambrosi and Crosta (2006)

4 海外協力

地質災害は、発災後に莫大な費用を使って調査対策事業をするのではなく、まずは発災前の土地利用あるいは開発段階で避けるべきものであり、ここに地質技術者の腕の振るいどころがある。このことは、特に発展途上国で意味が大きい。わが国のように可住地域が狭い国では、多少地質条件の悪い所でもコストをかけて社会基盤構造物を建設してしまうことも多々あり、また、そうしたところが後日斜面崩壊や地すべり等の災害に襲われることもある。そして、再度大きなコストをかけて対策がなされることも多い。しかしながら、総コストを考えるとこれはあまり賢いやり方ではないし、もともとコストを極力抑えることが不可欠な発展途上国では、重大である。我が国が災害防止のための国際協力をしようとする場合には、発災後に復旧・復興に協力するという後手にまわるのではなく、発展途上国が開発計画をたてる段階で、地質災害を避けた計画とすることに協力することが第一歩であろう。開発後に発災したのでは、人命は帰らないし、経済的な損失も大きなものになる。地質災害はアジアに集中して発生しており、

そこでの開発は災害を適切に避けた形で実施されるべきで、そこでの日本の地質技術者の活躍の場は広い。

5 基礎教育

地質調査の基本的なところは、大学で教育することが必要である。しかしながら、近年の大学の地質学、地球科学、地球惑星科学で教育している内容では、地質調査能力は必ずしも育たない。こ

の点、日本技術者教育認定機構（Jabee）認定プログラムは地質調査能力を重視していると言える。Jabee は、1999年に設立され、2001年から本格認定を開始した。地質関係は、「地球・資源および関連分野」に含まれる。この分野の立ち上げ自体もスムーズにいったわけではなく、応用地質学会、地質学会、地下水学会と資源・素材学会とが中心になって運営している。参考のために、その成り立ちを参考までに表1に示す。

現在の認定プログラムは、表2にあげたとおり、

表1 日本技術者教育認定機構（JABEE）地球・資源および関連分野の経緯

	日本応用地質学会	日本地質学会	日本地下水学会
1999(平成11) 11.29: JABEE 発足	11.22:技術者資格に関する3者連絡協議会発足(地盤工学会, 応用地質学会, 全地連) 12.27:科学技術庁に対して「地盤技術者の教育・資格の取扱いについて」3学協会から要望書を提出	12.18: JABEE 検討WG 設置	
2000(平成12)	2月:JABEE に加入 3.15 応用地質学会, 地質学会, 全地連の3者協議会発足		JABEE 委員会発足(佐倉委員長)
	3.29:技術者教育カリキュラム委員会発足(千木良委員長) 同日:継続教育委員会発足(中川委員長)	3.21:JABEE に加入 3.31:JABEE-WG 発足(三宅委員長)	4.22:JABEE-WG 発足(故佐倉委員長) 同日:継続教育WG 発足(長瀬委員長) 4.28:JABEE に加入
7.3	応用地質学会, 地質学会, 地下水学会のJABEE 委員会他で議論の末, 地質工学および関連分野の基準案成案を作成		
7.5	3学会連名でJABEE に「地質工学および地質工学関連分野」を提案		
7.10	地質科学の学術会議3会員連名で学術会議会長(=JABEE 会長)宛, 「地質工学分野」設立に関する検討依頼書を提出.		
7.18	3学会長名による「地質工学分野」設立に関する要望書をJABEE 会長宛に送付.		
9.11	JABEE 正会員連絡会にて, 地質工学と資源, 土木との調整が必要との指摘		
	9.29:3者連絡協議会にて地質工学と資源とが合体する方向で調整することを説明.		
		9.30 夜間小集会. 資源分野と地質工学の合体を承認	
10	資源系技術者資格問題と技術者教育問題に関する調査研究委員会への参加決定		
11	APEC ENGINEER (civil, structural)受け付け開始		
2001(平成13) 1.30	資源系技術者資格問題と技術者教育問題に関する調査研究委員会(資源・素材学会)に地質, 地質, 地下水の各学会から委員が出席し, 討論の結果, 資源関連分野と地質工学関連分野の融合について合意.		
3.3	JABEE 基準・審査委員会にて地質工学13年度試行対象として秋田大学, 島根大学が内定		
5.7	資源系技術者教育プログラム審査委員会にて, 新分野の名称として「 地球・資源および関連分野 」とすること, 旧地質工学としての提案内容は, ほぼ, その中の「 地圏の開発と防災 」となることで合意. これに伴って, 委員会の名称も変更することで合意.		

表2 JABEE「地球・資源およびその関連分野」の現状（2012年4月現在）

構成：資源素材学会（幹事学会）、日本応用地質学会、日本地質学会、日本地下水学会
分野別運営委員会委員長：千木良雅弘
分野別審査委員会委員長：徳永朋詳
認定プログラム
① 茨城大学 理学部 地球生命環境科学科地球科学技術者養成プログラム 2006-2007 茨城大学 理学部 理学科 地球環境科学コース地球科学技術者養成プログラム 2008
② 大阪市立大学 理学部 地球学科地球システムコース 2004
③ 島根大学 総合理工学部地球資源環境学科 2003
④ 信州大学 理学部 地質科学科応用地質科学コース 2006
⑤ 千葉大学 理学部地球科学科 2006
⑥ 東京都立大学 理学部地理学科 2003-2007 首都大学東京 都市環境学部 都市環境学科地理環境コース 2008
⑦ 新潟大学 理学部 地質科学科地質エンジニアリングコース 2005
⑧ 日本大学 文理学部地球システム科学科 2003
⑨ 北海道大学 工学部資源開発工学科 2003-2007 北海道大学 工学部 環境社会工学科資源循環システムコース 2008
⑩ 山口大学 理学部 化学・地球科学科地球科学コース 2004-2008 山口大学 理学部 地球圏システム科学科地域環境科学コース 2009
⑪ 山形大学理学部地球環境学科 2010

11プログラムある。プログラムによっては、一般的な地球科学的な科目とともに、地形学、地理情報システム学、水文学、土質力学、土木地質学などを科目として有しているところもある。ただし、大部分のプログラムは旧地質学コースであり、いずれも地質災害を教育内容の一つに掲げているものの、地質災害に関連して重要な地形学や地理情報システムに関する授業を持っているところはごく限られている。

現状では、大学で地質学や地球科学の教育を受けても全く無関係の職に就く学生も多く、問題になっている。大学教育と職域との連続性とは学術会議でも検討されているところである。地質調査業界が躍動するためには、若い血を入れることが不可欠であり、教育と職域との連続性を改善していくことは、学側からも業界側からも重要なことである。地質調査業は、地質学を学んだ学生たちの職業としての活躍の場であり、地質学のすそ野を保つ重要な職域であることをもっと多くの人が認識する必要がある。

6 技術者資格について

米国、カナダは工学技術者資格（Professional Engineer）を州が認定し、英国では、工学技術者資格（Chartered Engineer）を Engineering

Council UK に認められた工学学会が認定している。また、これらの国では、Professional Engineer 等の他に、地質技術（あるいは地球科学技術）に特化した技術者資格（Professional Geologist など）を有している。工学技術者と狭義の地質技術者との違いは、大まかに言えば、前者はエンジニアリングを行うことに法的根拠が与えられた技術者資格であり、後者は、地下の状況を調査したり、地球科学の原理を技術的に適用したりすることに法的根拠が与えられた技術者資格である。色々な科学分野がある中で、特定技術者資格として多くの国に認められている分野としての資格は、この地質技術者だけであろう。このような独立した地質技術者資格の存在は、おそらく地質学あるいは地球科学の特殊性—つまり、国土の基本的な科学であること—と関係あると思える。

わが国の場合、技術士法に基づく技術者資格として「技術士」の資格がある。技術士には、20の工学系部門に並んで応用理学部門（3科目：地質、地球物理および地球化学、物理および化学）があり、応用理学部門の大多数は地質科目である（図9）。4万人の技術士の中で約2000人の地質技術者が活躍している。しかしながら、一方で、応用理学の語からは内容が不明確であり、「応用理学」の主体を占めている地質技術者の認知度は極めて低いのが現状である。地質技術者としての認知度を上げる

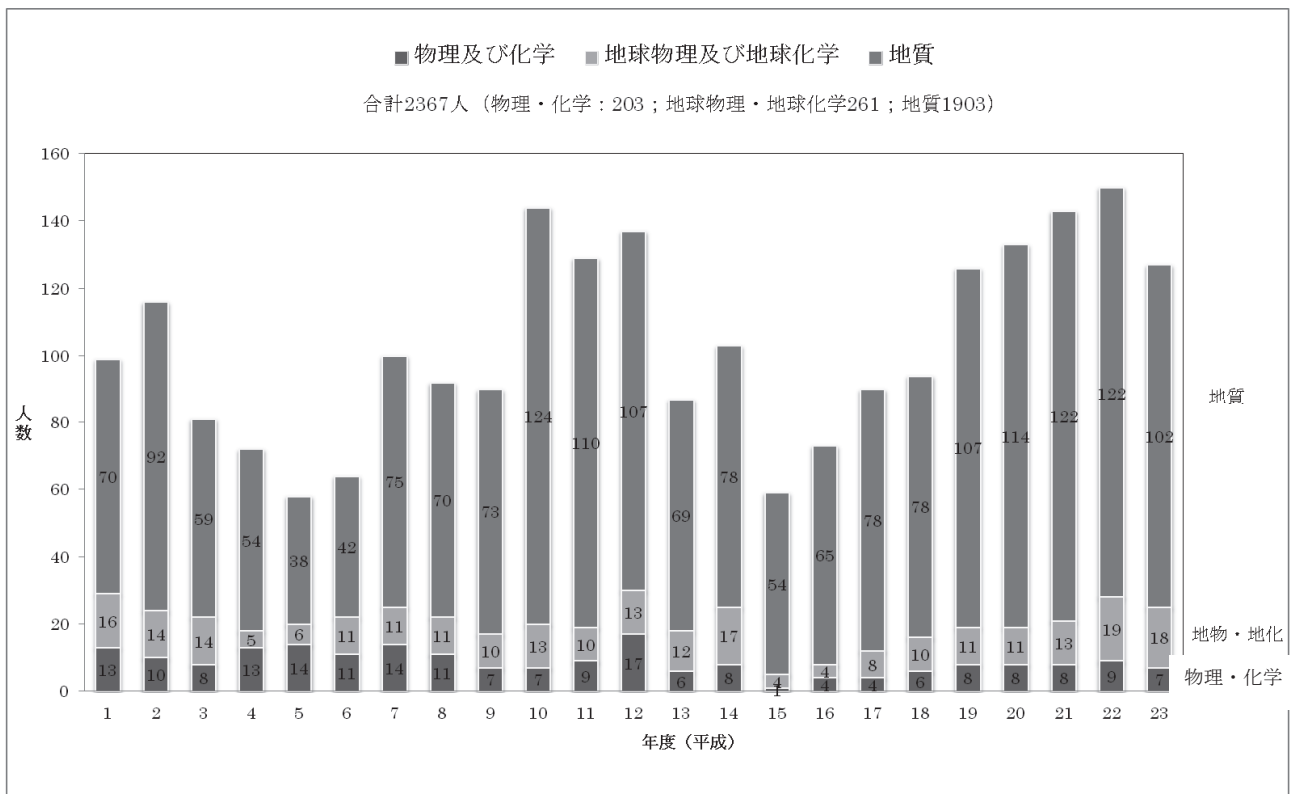


図9 技術士の応用理学部門の内訳の推移

ためにも名称が明示的になることが必要である。

地質技術者資格を多くの国が有しているが、さらに、これらの資格認定機関同士が相互に認定しあう流れが進んでいる。European Federation of Geologists (EurGeol, 2011年600名), Canadian Council of Professional Geoscientists (CCPG/CCGP), American Institute of Professional Geologists (AIPG), National Association of State Boards of Geology (ASBOG), Australian Institute of Geoscientists (AIG)などの組織が、急速に相互認定のための覚書を交わし始めている。先進国の中で最も地殻変動が激しく、地質構造も複雑な日本がこうした技術者資格の認定、さらには、技術者教育認定のリーダーシップをとるべきであると考えられる。特に世界の災害が集中しているアジア諸国の中での日本の役割は大きい。

地球科学関係のプログラムは他のアジア諸国では認定されていないと思うが、韓国や中国では、よりエンジニアリングサイドに立った形で認定が進むものと思われる。また、マレーシアや台湾には、地質調査に関する法律が定められていると聞く。

7 おわりに

地質災害に関連する地質技術者が躍動し、さらに、地質調査業の次なる世紀が来るようにと願いながら、現状と期待を述べた。調査技術の革新とともに、それを使いこなす柔軟な姿勢が必要であることを痛感する。学生たちから見て地質調査業界が魅力的に映り、その世界へ飛び込んで行ってくれるようになることを期待している。

〈引用文献〉

- Ambrosi, C., Crosta, G.B., 2006. Large sackung along major tectonic features in the Central Italian Alps. *Engineering Geology*, 83(1-3), 183-200.
- Chigira, M., Hariyama, T., Yamasaki, S., (in press a). Development of deep-seated gravitational slope deformation on a shale dip-slope: observations from high-quality drillcores. *Tectonophysics*.
- Chigira, M., Tsou, C.-Y., Matsushi, Y., Hiraishi, N., Matsuzawa, M., (in press b). Topographic precursors and geological structures of deep-seated catastrophic landslides caused by Typhoon Talas. *Geomorphology*.
- Tsou, C.-Y., Feng, Z.-Y., Chigira, M., 2011. Catastrophic landslide induced by Typhoon Morakot, Shiaolin, Taiwan. *Geomorphology*, 127, 166-178.
- 脇坂安彦, 上妻睦男, 綿谷博之, 豊口佳之, 2012. 地すべり移動体を特徴づける破碎岩—四万十帯の地すべりを例として—. *応用地質*, 52, 231 - 247.

地質技術顧問の 将来像と夢



わたなべ つねみ
渡邊 法美*



地質リスク, 地質技術顧問, 談合, 新しい発注者責任, 地域ビジョン

1 はじめに

今後、財源が益々限られてくる中で、より効果的な建設事業を効率的に実施していくためには、地質技術顧問の職能が必要になってくると考えられる。本稿では、その将来像と、筆者が想う夢について述べさせて頂きたいと思う。

本稿の構成は以下の通りである。まず、第2節では、筆者が談合防止対策検討委員として関わらせて頂いた高知の談合問題で感じたことを述べる。日本の公共工事競争入札では、入札者を差別化することが困難である場合が少なくない。談合問題の解決には、入札・契約の過程の改善だけでは抜本的な解決策にならない危険性があることを述べる。第3節では、脱談合へのヒントとして、新しい発注者責任を定義し実践することを提案したい。第4節では、地質技術顧問とは、まさに新しい発注者責任を果たす職能であることを述べる。さらに、地質技術顧問創設の基盤となる事例研究の意義と、その実施母体として設立した地質リスク学会の意義を述べる。第5節は、私達地質リスク学会の夢である「地質技術顧問の建設事業の構想・計画段階への参画」について述べる。そのための一案を、筆者が日頃関わっている物部川の環境保全活動を通して考えたい。第6節では地質技術顧問への期待を改めて述べ、本稿の結びとしたい。

2 高知の談合問題で感じたこと

筆者は、高知県土木部並びに国土交通省四国地方整備局の総合評価委員会の委員長を務めさせて頂いてきた。その中で、高知県の談合問題は発生した。独占禁止法違反企業数は44社、排除措置命

令が下されたのは37社、課徴金納付命令が下されたのは37社、課徴金総額は17億5548万円、7人の国土交通省工事事務所の歴代副所長が懲戒免職を受けた¹⁾。課徴金の納付、さらには、指名停止措置は、県内の建設企業に大きな影響を与えている。このような状況になってしまったことは、痛恨の極みである。

問題発生後は、高知県談合防止対策検討委員会の委員を務めさせて頂いた。ここでは、当事者の一人として、本問題への感想を述べさせて頂きたい。地質技術顧問の意義と役割を考える上で、談合問題を考察することは大きな意味があるからである。

2.1 理想の入札・契約制度とは

図1は、筆者の考える公共工事の入札・契約制度設計の基本目標を示したものである²⁾。発注者にとって入札の目標は、経営の確実性に富む企業の中から、良質な工事を低廉な価格でタイムリーに確実に提供できる能力を持つ企業を選抜することにある。わが国の多くの企業にとって入札の第一の目標は、確実な受注を図ることにあつた。契約行為とは、企業は発注者が掲げる入札の目標を確実に達成することを約束し、発注者は企業にその対価を支払う約束を交わした後、相互の約束を果たす一連の行為と捉えることができる。したがって、理想の入札および契約制度とは、発注者は工事を実施する企業の能力の確実性と工事の確実性の循環を、企業は受注の確実性と経営の確実性の循環を実現できる制度であるといえる。それは、見込みの確実性と結果の確実性の循環を実現できる制度にほかならない。

*高知工科大学マネジメント学部教授 地質リスク学会会長

民に説明，不十分な設計を現場に適合させる等)，
 ③誠実・安心（ごまかしたり，騙したりしない），
 ④何かあったら対応してくれる（災害対応，水路の清掃・簡単な補修等）企業を挙げ，こうした特徴を持つ企業を「正直者」と呼んだ⁴⁾。

ここで留意すべきは，指名時代の企業には，計画段階や調査・設計段階における技術提供，並びに，施工段階での設計補完業務や住民対応など，契約の中に含まれていない業務への技術的対応も求められていた点である。

長年地元で建設業を営んできた「老舗」にとって，きめ細かな合意形成支援や住民対応は困難ではなかった。発注者の方も体制が不十分な場合があることから，これらの契約外業務を必要とし，その実績を重要な指名基準の一つとして考慮してきた。

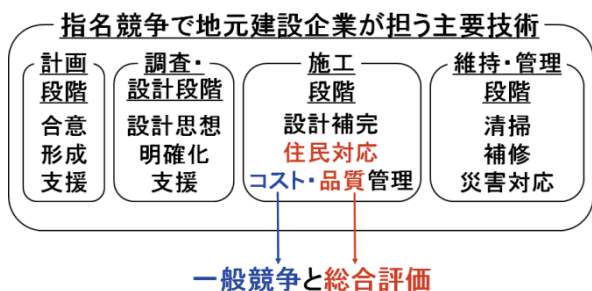


図4 指名競争入札，一般競争入札，総合評価方式で地元建設企業が担う主な技術本公共工事競争入札の特徴

指名とはライフサイクルの全ての段階において，地元の「正直者」が実施する活動を総合的に評価・審査する行為であると解釈することができる。

一般競争入札で最も重要な評価項目は，言うまでもなく入札価格である。これは，コスト管理の事前目標値として位置づけることができる。

簡易型の総合評価方式において，最も重要な評価項目の一つは，品質管理手法等を記述する施工計画である。近年の総合評価では，住民対応の方法が問われる場合もある。このように，一般競争と総合評価方式において評価される項目は，指名競争入札で評価される項目の一部であるといえる。

2.4 総合評価方式導入の効果と壁

総合評価方式導入の効果を表した結果の一つを図5に示す。グラフは，国土交通省で総合評価方式が適用された工事の成績評定点の分布と経年変化を示したものである⁵⁾。

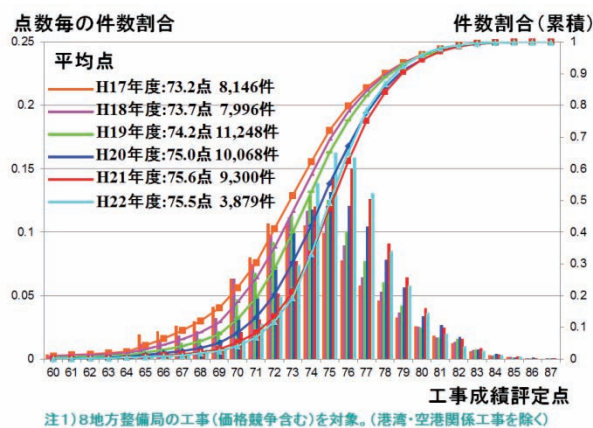


図5 工事成績評定点の分布と経年変化（参考文献5）に基づいて筆者作成）

総合評価落札方式の導入・拡大に伴い工事成績評定点の平均点は高くなる傾向にあり，全体的な分布も工事成績評定点の高い方へ推移している。これは，総合評価方式の導入が，工物品質の向上に結びついていることを示唆している。

図5の結果は，日本企業の高い能力と学習能力によって生み出されたと思われる。図4で示したように，指名の時代，地元の正直者は，発注者から，総合評価で求められているよりも遥かに多くの技術的対応を求められていた。大手ゼネコンも，施工以外の技術的対応を行ってきた。日本の優れた施工企業にとって，施工計画や施工に焦点を当てた技術提案を行うことは，決して困難ではなかったように思う。

発注者は総合評価方式の改善を目指して，施工計画や技術提案の「問題」や評価方法を随時変更してきたが，建設企業も高い学習能力によって，この変化に対応してきた。

このことは，総合評価方式が一つの壁に直面していること，すなわち，入札企業の差別化が益々困難になってきていることを示唆していると考えられる。

昨年9月，米国ラスベガスで開催されたRICS COBRA（英国王立測量士協会 建設・建築・不動産年次学会）で基調講演をさせて頂く機会に恵まれた。図5を示して，「これは，日本の関係者のご努力の結晶である！ただし，多くの入札は最低制限価格や調査基準価格の推定ゲームとなっており，くじ引きで落札者が決まる場合も少なくない。」と紹介した⁶⁾。Best Value Approachを提唱し大きな成果を挙げ⁷⁾，かつこの学会の主催者である米国アリゾナ州立大学のKashiwagi教授から「Tsunami, there is no competition in Japan!（法美，日本には（価格以外の）競争がないじゃないか！）」とのコメ

ントを頂いた。

確かに、総合評価方式であっても、価格競争に陥ってしまう場合が少なくない。上述のくじ引きは勿論、価格競争の一種である。技術提案や工事管理の工夫に関しては、発注者を満足させるために、過度の提案合戦が行われている。これも、「技術ダンピング」という価格競争に他ならない。残念ながら、Kashiwagi教授のご指摘は日本の問題の一端を的確についたものであると言わざるを得ない。その瞬間、肺腑をえぐられたように感じた。

筆者は、国土交通省四国地方整備局と高知県土木部の総合評価委員会の委員長の立場から、何とかして、技術ダンピング問題を解決し、技術者・技能者・労働者の給与・賃金低下に歯止めをかけたいと思い、そのための方法を公共発注者や他の委員の皆様と検討してきた。

しかし、これまでの入札・契約方式では、各企業にとっての受注の見込みの確実性を確保することが相当困難な場合が少なくなかったのではないか。誤解を恐れずに申し上げれば、筆者には、「受注の見込みの確実性」を確保するために、関係者がやむにやまれず談合実施に参画または関与してしまった一面があるように思えてならないのである。

現在、建設企業の財務リスク・債務不履行リスクが全般的に高まっている。このような状況では、約束手形の使用を排除するために、出来高部分払制度の導入が不可欠⁸⁾であると考えられる。

ただし、筆者の推測に正しい一面があるならば、入札・契約の過程を改善しても、抜本的な解決策とはならない危険性がある。

3 脱談合へのヒント

3.1 付加価値の高い事業の創出を

このような中で、別の高知県の建設企業経営者から、「従業員の賃金を上げてやりたくても上げられないのが現状。この状況があと10年も続けば、技術者だけでなく一般労働者の確保も難しくなる⁹⁾。とのお言葉を伺った。このお言葉からは、入札競争の激烈さを痛感した。日本の建設企業のマネジメント力、並びに学習能力は、世界一高いように思われる。その日本企業の優秀さが、自分自身を苦しめている。このお言葉も、筆者の胸に突き刺さった。

しかし、嘆いてばかりいるのではなく、何故、このような状況が生まれているのかを考える必要がある。その理由を、元に辿っていくと、「賃金抑

制→利益不十分→付加価値不十分」という一つの流れがあるように思われた。事業の付加価値が低いこと、或いは、四国民、県民、住民が幸せを実感しにくくなっている事業が増えていることが、建設業従事者の給与・賃金を抑制し、さらには、入札企業の差別化を困難にしているのではないだろうか。

これまで地道な研鑽を積んできた企業であれば、どの企業でも問題なく施工できる案件が多くなっている。これは、確かに日本企業の優秀さを示している。同時に、これは、人々の心の豊かさの向上に必ずしも直結しない事業が少なくないことを示唆しているのではないだろうか。さらにこのことが、若者が建設業に入っても生きがいを感じられないことの根源的一因になっているように思われるのである。

3.2 香宗川「復活事業」の総合評価は

そのような中で、筆者が地元で関わらせて頂いている川づくりのことが浮かんできた。「物部川21世紀の森と水の会」代表の岩神篤彦氏の「なべちゃん、わしは、香宗川を復活させたいんやけど」とのお言葉である。

香宗川は山北地域を源流とし香南市赤岡町に注ぐ二級河川である。中流と上流は自然の原風景とも言うべき手つかずの自然が残っている。筆者の知り合いの一人は、実家がまさに香宗川の上流にある。彼のお母様は、おやつとして、地えびの天ぷらを作ってくれるそうなのである。香宗川の中流と上流には、それほど豊かな自然が溢れている。下流域は、三面張りのコンクリートによって堤防が整備されている。この堤防を、治水・耐震の機能を維持しながら、生き物にとって優しい空間に作り替えたい！—これが岩神氏の夢である。

そのような事業の設計と施工を総合評価方式で実施した場合、元「川ガキ」たちの思い・経験・知恵に溢れた提案になることが期待できないだろうか。この時、入札者の提案には明確な優劣が付く可能性がある。入札者の提案力に明確な差異があることが入札候補者の間で認識されている場合、高い提案力を持つ企業は自身が本来持つ価格力に基づく金額で応札できる。

さらに、この事業が実現した暁には、様々な生き物が川と海を行き来し、川が子供たちにとっての遊びと学びの場となることが期待される。そのような効果が生まれる事業に参画できることは、技術者の生きがいの創出にもつながるのではないだろうか。

3.3 新しい発注者責任の創出

脱談合への根本的一案は、発注者が、付加価値が高く、国民、県民、住民の幸せに直結する事業の立案と実施にあることを主張したい。平成11年に発表された「発注者責任懇談会中間取りまとめ」では、発注者責任は、「公正さを確保しつつ良質なモノを低廉な価格でタイムリーに調達し提供する」責任と定義された¹⁰⁾。この責任では、「何を提供するか」は自明の問いとして、それを「どう提供するか」に焦点が置かれた。今後の発注者責任では、何を提供するかが問われなければならないと考えられる。例えば、「人々の幸せ実現に資する事業を、公正さを確保しつつ良質なモノを低廉な価格でタイムリーに調達し提供する責任」等と更新される必要があると考えられる。

そのためには、発注者側が、新しい幸せの実現に資する事業を立案し、事業の一部を調達する際、応札者からの提案を的確に評価できる能力を有している必要がある。

談合問題、低賃金、やりがいの喪失等の問題の根本的解決方法の一つは、新しい発注者責任の定義と実践にあると考えられる。

4 地質技術顧問とは

4.1 地質技術顧問とは

地質技術顧問の役割は、発注者の立場に立って、地質リスクマネジメントに関して適切な助言を行うことによって、事業の利害関係者が望んでいる価値を提供することにある。まさに、新しい発注者責任の遂行にあると言えるのである。

4.2 地質リスク学会と事例研究

そのためには、地質リスクを計量化し、地質リスクマネジメントプロセスを開発することにある。地質リスク学会は、地質リスクの計量化、地質リスクマネジメントプロセスの開発、地質技術顧問制度の導入を目的として、平成22年度に設立された¹¹⁾。

これら3つの目的を達成するために、学会が最も力を入れている活動が、地質リスクマネジメントの事例研究である。これは、地質リスクマネジメントに関する事例を

A型：適切なマネジメント行為によって、地質リスクの顕在化を低減した事例

B型：不運にも地質リスクが顕在化した事例

C型：途中で適切な対策を採ることによって、地

質リスクの顕在化に伴う損害を最小化した事例

D型：その他の種類の事例

に分類し、地質リスクマネジメントの効果・価値を金額に換算して求めようとする試みである。学会は事例研究発表会を2010年から毎年1回行ってきた。

本学会の事例研究は、自分自身が分析・執筆をして終了するのではない。大部分の場合、発注者の方々の協力を得ることなくして、原稿を提出し発表することが出来ない。筆者は学会長の立場から、B型やC型は、リスクマネジメントの「失敗」ではないことを重ねて強調してきた。しかし、特に、B型やC型の事例は、「失敗事例」として捉えられる可能性がある。その公表が難しいことも十分に理解できる。

にもかかわらず、多くのB型C型の研究が実施され、A型とD型を併せると3年間で59件の事例が分析・発表された。発表して頂いた事例研究は、どの研究も筆者の心に残るものであった。全ての事例研究を挙げることは紙面の制約上できないが、一例としては、①ご自身が過去に行ったマネジメント業務を振り返り、その業務の改善方法を提案した研究、②地質リスクが適切にマネジメントされない場合の損失として、観光地の営業損失の試算に取り組んだ事例、③不適切な地質リスクマネジメントとして、過大設計の実施が大きな問題であることを指摘し、その損失額を試算した事例、④施工時の地質リスクマネジメントの効果が維持管理時に発現することを指摘し、その効果を試算した事例、等があげられる。いずれの研究も、著者の皆様ご自身が、地質リスクマネジメントの価値を発見し、計量化するという困難な調査研究活動に取り組んで頂いた。

各事例研究は、汗と涙の結晶と言っても過言ではない。皆さまの真摯なご努力と勇気に、心から感謝申し上げる次第である。

事例研究の成果を実践に展開するために、学会は2012年の4月から、①地質技術顧問制度、②地質リスクマネジメント体系化、③地質リスクマネジメントガイドライン、④事例研究・データベース、に関する四つの委員会を立ち上げた。事例研究のひとつひとつに感謝申し上げながら、新しい地質リスクマネジメントの地平線を全力で切り拓いていきたい。

4.3 事例研究の意義（1）

事例研究の意義は、事例の分析者・発表者が、

発注者の目線で、地質リスクマネジメントの価値を意識し、計量化する点にある。学会は、発注者との共同執筆を推奨してきた。それは、「分析者・発表者が、民間の地質調査業者の場合は、「業者」とは異なる「人格」を持って分析して欲しい。そのことが、新しい発注者責任の創出につながる。」と考えているからである。

4.4 事例研究への不安

事例研究を進める内に良く聞かれる声がある。それは、「地質技術者が犯すエラーと、地質リスクとの境界が曖昧である。」という指摘である。「分析の対象とされているのは、リスクでは無い。それは技術者個人のエラーではないか。」と評価されることが怖いという不安である。

4.5 事例研究の意義 (2)

新しい発注者責任は、新しい「公」を切り拓いてゆくものである。地質技術顧問は新しい発注者責任を果たすために必要な新しい職能であり、事例研究はそのための分析基盤となるものであることを、改めて強調したい。

ここでは、「活私開公」という概念を大事にしたい¹²⁾。地質リスクマネジメントを行う際に、様々な悩み、不安、変革への思い、そして、それらを解決するための技術を持っている「私」がいる。それらの「私的な」悩み、不安、思いを「みんなの」悩み、不安、思いとし、解決方法の案を提示し、共有していくこと。その際、この提示・共有活動は、自発的な思いの発露となっていることが重要である。新しい公は、前例がある訳ではない。誰かが決めてくれるものでもない。各自の信念に基づいて、私の思いを共有し、公を開いて行って欲しいと思うのである。

4.6 地質リスク学会の意義

地質リスク学会は「公私共媒」-私の課題・思いとみんなの課題・思いをつなぐ「共」の役割を果たしたい¹²⁾。共が無ければ、「減私奉公」か「減公奉私」の公と私の対立に陥らざるを得ない。今までの実務では、「減私奉公」-こうした方が良いのではないかと私の思いがあっても、自分の周囲、予定されていた業務予算や業務期間の制約、自分や他の組織の構成員の意向に従わざるを得ない場合も少なくないと考えられる。また、私の思

いを通そうとすれば減公奉私となり、自分の組織の内外から「浮いた存在」になってしまう。学会はそのような私の思いから新しい公を開き、開かれた公を別の技術者である私に返すことによって、公と私を相互につなぐ役割を果たしたい。

5 地質技術顧問に関する夢-事業の構想・計画段階から参画する方法について

5.1 構想・計画段階参画への夢と現実

次に、筆者の地質技術顧問への夢を述べたい。

図7は地質リスクのプロセスマネジメントのイメージを表す¹³⁾。地質技術顧問に関する私たちの究極の夢は、地質技術顧問が事業の構想段階から参画し、事業価値をさらに向上させることにある。多くの発注者はこの必要性を理解してくれる。しかし、いざ実施となると、難色を示す方が少なくない。その一因として、「構想・計画の過程を公にして行くと、当該地域の地価が異常に上昇する可能性があるから」というのである。発注者のこの悩みは良く理解できる。筆者が発注者の立場であっても、同様な不安を持つように思う。

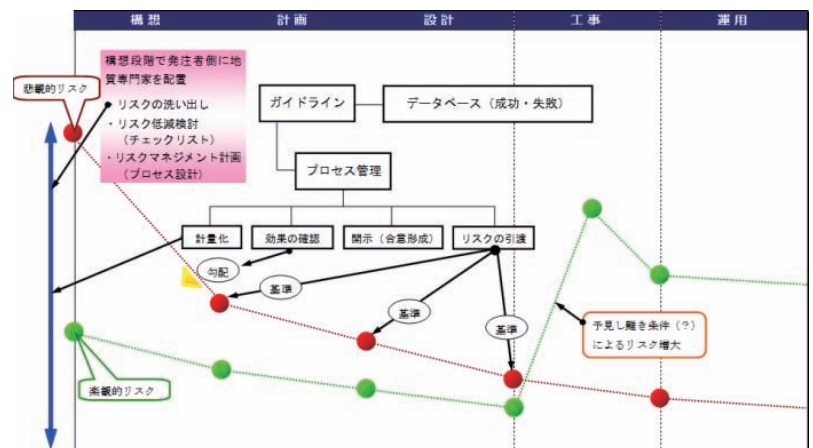


図7 地質リスクプロセスマネジメントのイメージ¹³⁾

社会資本整備事業の実施では、公共発注者以外の一部の主体は、私益を最優先する減公奉私の立場を採ることが想定されている。このような状況では、地質技術顧問が構想・計画段階に参画することは容易ではない。

このジレンマを克服するための一案は、地質技術顧問が他の主体とともに「新しい公」を創出すること-例えば、地元市民団体や産業界等との協働によって、地域ビジョンを策定し、私の思いを活かしていくことにあるように思う。筆者はそれ

を地元物部川の環境保全活動で実感している。

5.2 物部川の事例

物部川は高知県中部を流れる全長71kmの一級河川である。河川の水は、標高1770mの白髪山から一気に流れ下るため、昔からアユが湧き立つ川として知られてきた。

ただし、物部川をマネジメントすることは極めて困難であった。第一に中流域の土佐山田町は高台にあるため、江戸時代は、絶えざる干ばつ、水不足に悩まされてきた¹⁴⁾。また、暴れ川であるため洪水被害にも悩まされてきた。また、戦後の経済成長期には、電力不足に悩まされてきた。こうした問題を解決するために、物部川総合開発計画が策定され、県営のダム三基が建設・運用され、複数の堰が合同堰と統合堰に集約され、構造改善事業が進むことによって、水不足・電力不足が解消されていった。また、国土交通省と高知県との連携によって治水に対する懸命の努力が進められている。

これらの事業によって、水不足・電力不足・洪水不安が大きく低減したことは喜ばしいことである。ただし、これらの事業の副作用によって、本来、物部川が本来持っていた豊かさが徐々に失われてきたことは否定できない。そこで、物部川21世紀の森と水の会が中心となって、「天然アユが湧き立つ川」を物部川再生のためのスローガンとして、保全のための様々な活動を行ってきた。それまでの活動は、物部川清流保全計画の案としてまとめられた。同案は、高知県によってその大部分が承認され、その実現方法を検討するための物部川清流保全推進協議会の設立・運営へと発展している。

5.3 今後の課題と地質技術顧問の役割

今後の最大の課題の一つは、流域構成員が流域ビジョンの必要性を認識し（再）構築すること、そのビジョンを達成するために、自身が果たすべきミッション（使命）を定義し実行していくことにあると思われる。以下に、流域組織・団体の活動を「ミッション」の形で整理したものを示す。

〈流域ビジョンの試案〉

- 天然アユが湧き立つ川

〈流域主体の「ミッション」の一例〉

- 市民（物部川21世紀の森と水の会等）：物部川清流保全計画案の策定、環境学習の実施
- 市民（三嶺を守るみんなの会）：シカ食害マネジメント（調査・計画・対策実施）

- 行政（県）：物部川清流保全計画の策定、物部川清流保全推進協議会の創設
- 行政（国土交通省）：物部川水系整備基本方針・物部川水系河川整備計画策定と事業実施
- 行政（四国森林管理局・県）：流域森林整備事業実施
- 行政（流域三市）：市民団体活動支援
- 企業：上流域森林組合（物部森林組合・香美森林組合）による森林整備

岩本は、現代の軍隊のマネジメントでは、「夢のあるビジョンが掲げられ、その実現のためのステップがミッションとして明確に設定されており、リーダーが、ビジョンの浸透・共有とミッションの達成のために適切なリーダーシップを発揮している」ことを紹介している。その理由を、「そのほうが死ぬ確率が少ないから」と説明されている¹⁵⁾。

このマネジメント方式は、危機的状況にある、もしくは、それが懸念される組織だけでなく、同様の状態にある地域にも適用を検討すべきであると思われる。

物部川流域も、他の地域と同様に、住民の高齢化が進み、特に上流部では過疎化が懸念されている。また、TPP交渉結果が与える流域農業への影響も予断を許さない。

今こそ、夢のある流域ビジョンを策定し、その実現に向けて、各主体が自身のミッションを定義し果たしていく時を迎えていると思われる。

5.4 地質技術者の役割と構想・計画段階への参画

ここで、地質技術者には重要な役割を果たして頂きたい。

まず、地質技術者には私たちの悩みを共有し、共に流域ビジョンを創って頂きたいのである。私たちは自身の活動に対して絶えず自問している。「仏像構造線が走り、脆弱な地質を持つ物部川流域は、そもそも大規模な土砂崩壊が発生しやすいのではないか。ダム上流域に大量の土砂が堆積し、さらにシカの食害の影響がさらに大きくなっている状況では、長期濁水を回避することは困難である。もしそうであるならば「天然アユが湧き立つ川」という流域ビジョンの試案は、所詮「絵に描いた餅」に過ぎないのではないか。」との疑問である。

この疑問に答えるために、地質技術者には流域の地質状況を正確に把握し、各対策の有効性と効率性を評価した上で、夢のある、しかし荒唐無稽ではない流域ビジョンを私たちとともに構築して欲しい。

流域ビジョンの策定後、これを実現するために各種建設事業の執行が求められる。その時、ビジョン策定に貢献した地質技術者が、各事業の構想・計画段階から地質技術顧問として参画する—そのようなビジネスモデルを早急に創出したい。

このような意欲的な地質技術者が所属する組織の経営者の方々には、是非ともこの技術者の行動を温かく見守り、応援して頂きたい。道は遠く感じられるかもしれないが、この過程が、図7の理想の地質リスクマネジメントプロセスを実現するための「王道」の一つであるように思われる。

6 おわりに

物部川流域のビジョンを描き、実現しようとする時、Tera (大気), Geo (土), Eco (生物) の高度な知識が不可欠であることを痛感している。地質技術顧問が、Geo の専門家として大きな役割を果たすことを期待したい。

筆者は以前、専門紙でのインタビューで自分の思いを以下のように紹介して頂いたことがある¹⁶⁾。

「昔は日本にも伝説の地質技術者という人がいた。高い木になるには、広く、深く、根を張らなければならない。そういう土壌があれば、少数だがスーパースターは育つだろうし、育たないといけない。幅の広い、深みのある事例研究に基づきスーパー技術顧問が育てば、その人はスーパースターになる。実際の事例に基づき、地質リスクを分析しようとしているのは、世界でもここだけしかないと思う。建設工事における地質リスクをどうマネジメントするかという視点は、USGS (米国地質調査所) にもない。」

地質リスクマネジメントの事例研究は、世界のオンリーワンの研究である。本事例研究が地質技術顧問のスーパースターを目指す若手技術者に貴重な教訓を残すものとなるよう、今後とも努力していきたい。

謝辞

本稿は、多くの方々からのご指導・ご助言・ご示唆に基づいて執筆させて頂きました。心からお礼申し上げます。

〈参考文献〉

- 1) 「特別レポート 高知官製談合」, 日経コンストラクション, 2013. 5. 13, pp.54-61
- 2) 渡邊法美, 「リスクマネジメントの視点から見たわが国の公共工事入札・契約方式の特性分析と改革に関する一考察」, 土木学会論文集F, Vol. 62, No. 4, 684-703, 2006. 12
- 3) 高知の新たな公共工事システムに関するシンポジウム 高知工科大学寄附講座: 新たな公共事業執行システムに関する調査研究 研究成果報告会でのご意見, 高知市文化プラザカルポート, 2013.5.23
- 4) 渡邊法美, 二宮仁志, 青山喜代志, 野中正明, 「わが国の地方公共工事における技術調達に関する一考察」, 土木学会建設マネジメント研究論文集, Vol. 15, pp.355-370, 2008.12
- 5) 総合評価落札方式の効果検証①工事成績評定点の分布と経年変化 平成23年9月26日 総合評価方式の活用・改善等による品質確保に関する懇談会 資料3 国土交通省 http://www.nilim.go.jp/lab/peg/siryou/sougou_hinkakukon/04%20siryou3.pdf
- 6) Tsunemi WATANABE, Kazumasa OZAWA, Nozomu MORI, Kenji KINOSHITA, "Increasing Performance in the Japanese Construction Industry," Journal for the Advancement of Performance Information & Value, Volume 4, Issue 2, December 2012.
- 7) Dean Kashiwagi, 「A Revolutionary Approach to Project and Risk Management」, Kashiwagi Solution Model, 2010
- 8) 高知の新たな公共工事システムに関するシンポジウム 平成24年度 安定成長・高齢化・人口減少時代における新たな公共事業執行システムに関する調査研究業務(寄附講座)報告書, 公立大学法人 高知工科大学 一般社団法人 四国クリエイティブ協会, 2013.5.23
- 9) 「こうち 現場から ③公共事業」朝日新聞 高知版 2013年6月28日
- 10) 社団法人 全日本建設技術協会「発注者責任懇談会 中間取りまとめ」, 1999
- 11) 地質リスク学会ホームページ <http://www.georisk.jp/>
- 12) 金泰昌, 佐々木毅, 「中間集団が開く公共性」, 公共哲学7, 東京大学出版会, 2002
- 13) 地質リスク学会, 全国地質調査業連合会(全地連) 編集, 「地質リスクマネジメント入門」, オーム社, 2010.4
- 14) 土佐山田町教育委員会, 「土佐山田町史」, 1979
- 15) 岩本仁, 「英国海兵隊に学ぶ最強組織のつくり方」, かんき出版, 2012
- 16) 「日本からスーパースター輩出」, インタビュー, 建設通信新聞, 2012年7月31日

オープンデータに関する取組について

～地盤情報の活用に関する実証事業と地盤情報の公開・二次利用の促進～



のじり ひでゆき
野尻 英行*



のなか えいこ
野中 詠子**

Key Word

ICT、オープンデータ戦略、情報流通連携基盤、地盤情報、ボーリングデータ、一次利用・二次利用

1 はじめに

様々な分野の情報を二次利用した新たなサービスの提供に関心が高まっている。地盤分野においてもボーリングデータを活用したハザードマップの精緻化などによる防災・減災に資する新たな利用が期待されている。ここでは、地盤分野の情報の公開、二次利用を促進する観点から、最初に情報の公開を促進するオープンデータに関する動向や政府の取り組み、次に総務省における地盤情報活用のための実証事業、最後に地盤情報の公開と二次利用を促進するために策定されたガイドについて紹介する。

1.1. 背景

情報通信技術（ICT）の利活用において、従来は、医療、教育、防災など各分野ごとに閉じた形で情報が進められてきた。しかしながら、一昨年の東日本大震災では、避難や復興に関する情報などを容易に入手することが困難な状況が見られるなど様々な分野ごとの情報について横の連携の重要性が再認識された。また、急速に進展してきたブロードバンド環境を活かし、情報の有効活用を図る観点から組織や業界内で利用されているデータを社会でオープンに利用できる環境（オープンデータ流通環境）の整備が必要とされている。

■「縦軸」の情報化から「横軸」の取組強化へ

（東日本大震災では情報の横の連携の重要性が顕在化）。

■急速に進展してきたブロードバンド環境を活かし、組織や業界内で利用されているデータを社会でオープンに利用できる環境（オープンデータ流通環境）の整備が必要。

【3つのメリット】

- ①様々な主体がデータの加工・組み合わせを行うことによる新事業・サービスの創出
- ②国民、産業界にとって有益な情報の入手が容易に
- ③政府の透明性の確保及び行政運営の効率化

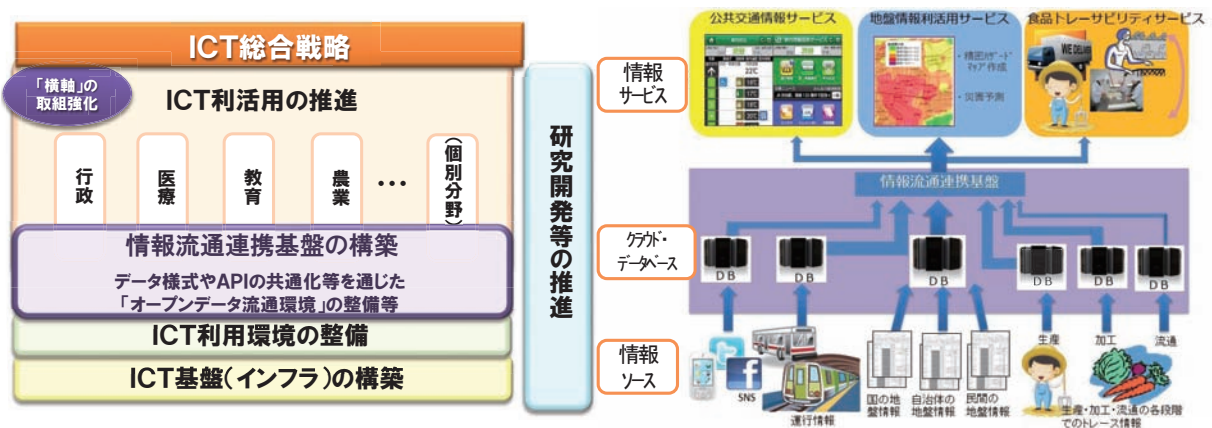


図1 オープンデータ戦略に係わる総務省の取組 背景

*元：総務省情報流通行政局情報流通振興課 現：内閣府政策統括官（科学技術政策・イノベーション担当）付 参事官（評価担当）付 参事官補佐
**元：総務省情報流通行政局情報流通振興課 現：総務省大臣官房会計課

IT戦略本部は、平成24年7月4日に、公共データの活用促進に集中的に取り組むための戦略として、「電子行政オープンデータ戦略」を策定。

◆ 戦略の意義・目的

- ① 透明性・信頼性向上 → 行政の透明性の向上、行政への国民からの信頼性の向上
- ② 国民参加・官民協働推進 → 創意工夫を活かした公共サービスの迅速かつ効率的な提供、ニーズや価値観の多様化等への対応
- ③ 経済活性化・行政効率化 → 我が国全体の経済活性化、国・地方公共団体の業務効率化、高度化

◆ 基本的な方向性

- 【基本原則】
- ① 政府自ら積極的に公共データを公開すること
 - ② 機械判読可能な形式で公開すること
 - ③ 営利目的、非営利目的を問わず活用を促進すること
 - ④ 取組可能な公共データから速やかに公開等の具体的な取組に着手し、成果を確実に蓄積していくこと

◆ 具体的な施策

- 【平成24年度】以下の施策を速やかに着手
- 1 公共データ活用の推進（公共データの活用について、**民間と連携し、実証事業等を実施**）《内閣官房、総務省、経済産業省》
 - ①公共データ活用ニーズの把握 ②データ提供方法等の整理 ③民間サービスの開発
 - 2 公共データ活用のための環境整備（実証事業等の成果を踏まえつつ、公共データ活用のための環境整備）《内閣官房、関係府省》
 - ①必要なルール等の整備（著作権の取扱いルール等） ②データカタログの整備 ③データ形式・構造等の標準化の推進等
 - ④提供機関支援等についての検討
- 【平成25年度以降】ロードマップに基づき、各種施策の継続、展開《内閣官房、関係府省》

◆ 推進体制等

- 【推進体制・制度整備】オープンデータを推進するための体制として、速やかに、官民による実務者会議を設置
- ①公共データ活用のための環境整備等基本的な事項の検討 《内閣官房、総務省、経済産業省、関係府省》
 - ②今後実施すべき施策の検討及びロードマップの策定 ③各種施策のレビュー及びフォローアップ
- 【電子的提供指針】フォローアップの仕組みを導入し、「具体的な施策」の成果やユーザーの要望等を踏まえ、提供する情報の範囲や内容、提供方法を見直し 《内閣官房、総務省》

図2 電子行政オープンデータ戦略 概要

このようなオープンデータ流通環境を整備する主なメリットとして、①様々な主体がデータの加工・組み合わせを行うことによる新事業・サービスの創出、②国民、産業界にとって有益な情報の入手が容易になること、③政府の透明性の確保・行政運営の効率化を図ることがあげられる。

1.2. 電子行政オープンデータ戦略

オープンデータの基本的な考え方は、従来のように国等が行うサービスを国自身が構築し提供するという考え方ではなく、所有している情報をオープンにし、そのデータを様々な開発者が利用可能なプラットフォームを整備することにより、従来では提供できなかったサービスを提供可能にする、

また、データを利用した新たな産業を起こすことを期待する試みである。

政府の取組としては、「電子行政オープンデータ戦略(2012年7月4日IT戦略本部決定)」において、「公共データの活用を促進するための取り組みに速やかに着手」することが重要という指針が示され、関係省庁による事業が展開されてきている。また、単に政府のデータをオープンにするだけにとどまらず、他の公共性の高いデータをオープンにすることにより、新たなビジネスを生み出すといった試みもなされている。公共性の高いデータを積極的にオープンデータ化することによって、国民への公共サービスの向上や効率化はもとより、新たなサービスやビジネスの創出などが期待されている。

1.3. オープンデータ流通推進コンソーシアム

オープンデータに関する国、自治体、民間等の取り組みを活性化し、技術面や制度面など様々な側面からオープンデータの流通を促進する環境を整備するため、産官学が共同で取り組む活動母体として、平成24年7月に「オープンデータ流通推進コンソーシアム」(会長・株式会社三菱総合研究所理事長 小宮山宏)が設立された。こ

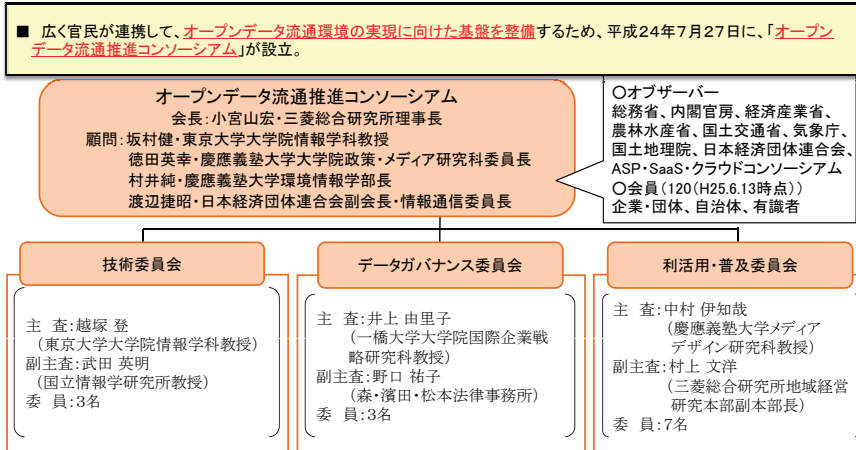


図3 オープンデータ流通推進コンソーシアム

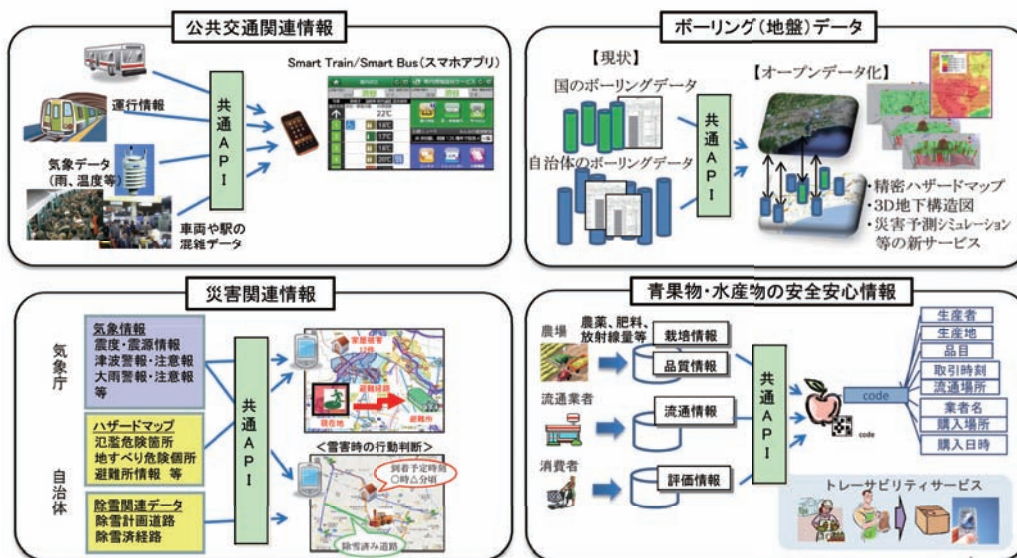


図4 情報流通連携基盤の構築

のコンソーシアムの中には、技術委員会、データガバナンス委員会、利活用・普及委員会がおかれている。総務省では、「オープンデータ流通推進コンソーシアム」とも連携しながら、「オープンデータ戦略」を推進している。

2 総務省の取組

2.1. 情報流通連携基盤構築事業

総務省では、オープンデータに関連したプロジェクトとして、「情報流通連携基盤構築事業」を平成24年度から実施している。情報流通連携基盤では、国、自治体、民間等が公開する「情報」を二次利用しやすい形で流通させ、それらの情報を他の情報とマッシュアップするなど容易に利用可能にするためのプラットフォームを目指している。ここ

では、情報の元となるデータを構造化し二次利用しやすい形にするとともに、APIも併せて提供することにより、新たなサービス等を構築しやすくするものである。平成24年度の事業では、交通、地盤、防災、農産物、水産物のそれぞれの分野で実証事業を実施した。

情報流通連携基盤を構築する上で分野によらず情報の利用を容易にする仕組みとして用いる共通APIは、標準データ規格と標準API規格から構成される。標準データ規格は、データモデル、データ表現形式、共通ボキャブラリーから成り、従来は情報提供元のデータ形式がばらばらで加工しづらいものであったが、機械可読なデータ形式に統一すること等で二次利用が容易になる。また、標準API規格を整備することで、データの提供元によらず共通の問い合わせ形式でアクセスが可能となる。

共通APIは、(1)標準データ規格(データモデル、データ表現形式、共通ボキャブラリー)、(2)標準API規格から構成。

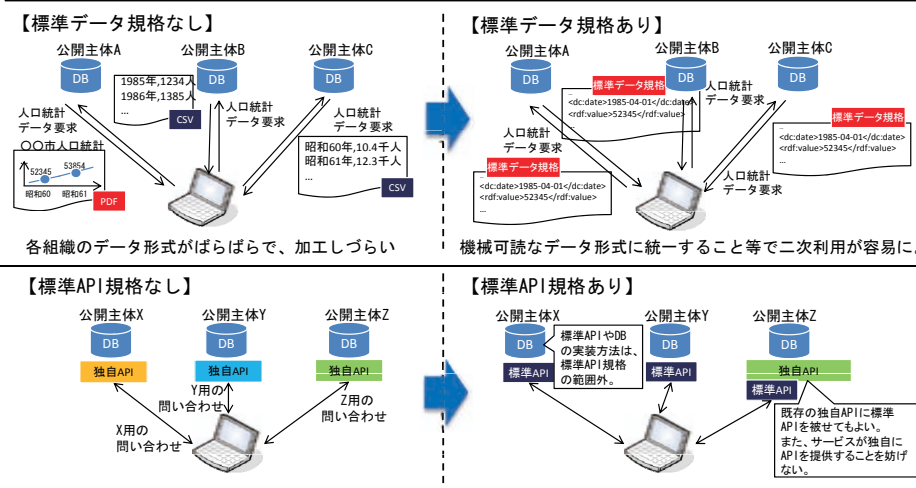


図5 共通API

2.2. 地盤情報分野の実証実験

情報流通連携基盤構築事業において平成24年度に実施された実証実験の中から、「地盤情報分野における情報流通連携基盤の実証実験」について紹介する。本実証では、国や自治体が所有するボーリングデータについて、電子的に収集・管理が行われ、他の分野のデータ等と容易に組み合わせることを可能とすることで、防災・減災に資するより精緻なハザードマップの提供等、新たなサービスや情報の価値を創出することが期待される。

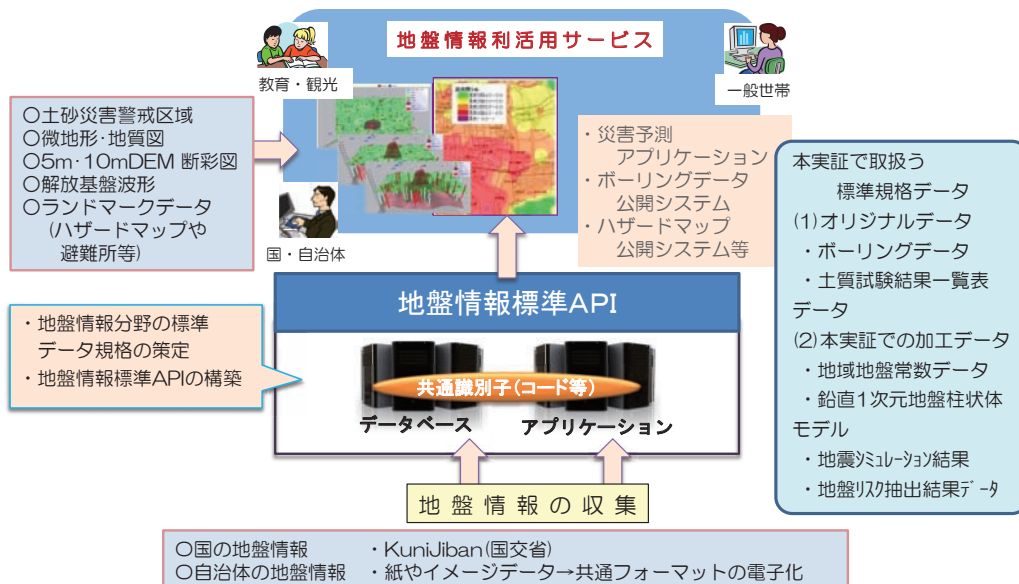


図6 地盤情報（ボーリングデータ）の実証実験概要

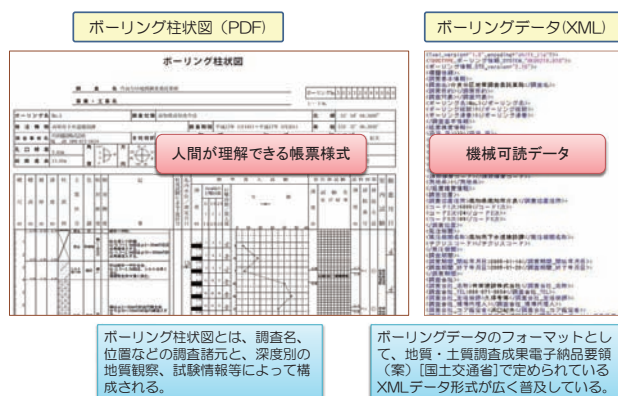


図7 実証実験で扱う地盤情報

2.3. ボーリングデータ

ボーリング柱状図は、調査名、位置などの調査諸元と、深度別の地質観察、試験情報等によって構成されるもので、人間が理解できる帳票様式として紙またはPDF形式によって保管あるいは公開されている。一方、ボーリングのフォーマットとして、機械可読な地質・土質調査成果電子納品要領（案）（国土交通省）で定められているXMLデータ形式が広く普及している。

ボーリング柱状図やボーリングデータは、インターネットを活用して公開している国や地方公共団体は増えつつあるが、公開している場合でもPDF形式であったり、同じ規格や基準に則ってボーリングデータ等を整備、公開している事例は少数であるなど全国で統一した取り扱いにはいたっていない。そのため、利用者から見ると必ずしも使い勝手のよいものとは言えないのが現状である。

今回の実証実験における地盤情報に係わるデータ規格の構築では、地盤情報の実データは、ボーリング、土質試験結果等が記述されているデータ

本体で、地盤分野の各種ソフトウェアで取り扱い可能なXMLデータとしている。また、地盤情報のメタデータは、実データから抽出した情報流通連携基盤上での検索用メタデータであり、データモデルをRDF、識別子としてucodeを付与している。

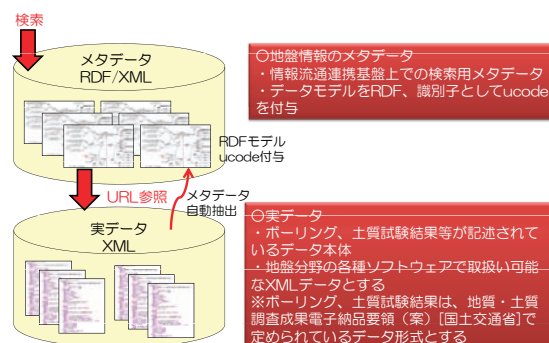


図8 地盤情報の標準データ規格

また、メタデータの作成においては、ボーリングデータ、土質試験結果一覧表データのオリジナルデータはポイントデータとして、地盤常数データなど加工データはメッシュデータとしてまとめて標準規格化している。

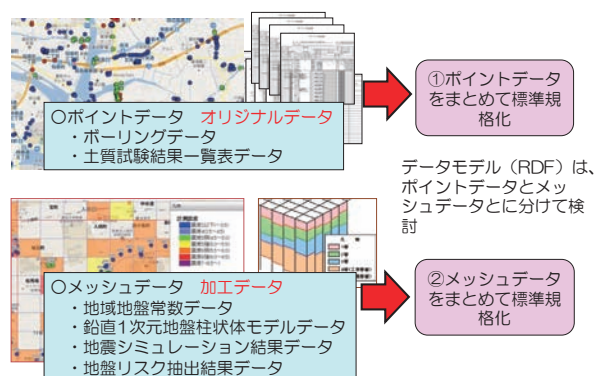


図9 メタデータ作成の考え方

2.4. 地盤情報流通連携基盤システム

国や自治体等が所有する大量の地盤情報については、電子的な収集・管理が行われ、他の分野のデータ等と容易に組み合わせることができるようになれば、防災・減災に資するより精緻なハザードマップの提供等、新たなサービスや情報の価値を創出することが期待できる。このため、実証実験では、地盤情報の流通・連携のための地盤情報流通連携基盤システムを構築した。

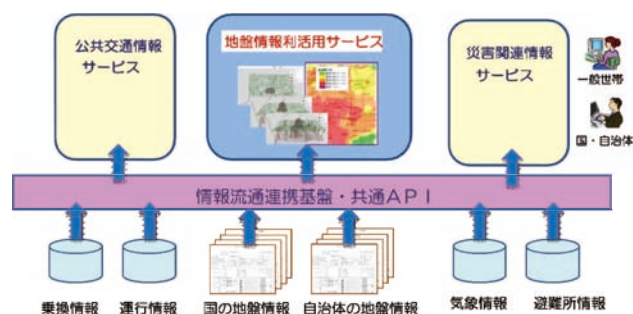


図10 他分野とのデータ連携イメージ

また、実証実験では、地盤情報の特性や利用者からのデータへのアクセスの容易性、視認性を考慮し、文字検索機能だけでなく、地図検索機能を持たせて、目的とする地盤情報を検索することも可能としている。

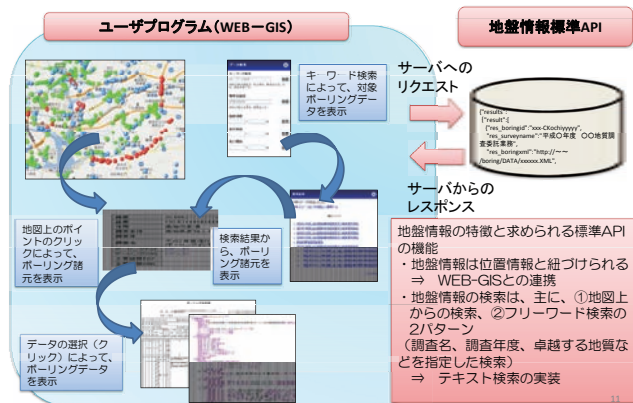


図11 地盤情報標準 API システムイメージ

また、Web-GIS 上では、シームレス地質図とボーリングの所在地情報を容易に重ね合わせることも可能である。



図12 シームレス地質図とボーリングデータの重ね合わせの例

2.5. 地盤情報オープン化の実証

社会に散在しているボーリングデータ等の地盤情報を収集し一般に公開するため、ボーリングデータの電子化・データ変換、解析処理等を行い、Web-GIS サーバにより一般に公開するシステムを構築し、各システムの実用性を検証した。

地盤情報のオープン化の実証は、ボーリングデータの公開から二次利用までを検証する選定フィールドとボーリングデータの所在情報からメタデータを作成する位置情報調査フィールドの二種類で実施した。選定フィールドでは、地質調査報告書などの印刷情報であるボーリング柱状図を XML で電子データ化することもあわせてボーリングの XML で記述された電子データを公開、二次利用する。この実証実験では、高知県、高知市、香南市、南国市、土佐市、須崎市、中土佐町、黒潮町の1県、7市町をフィールドとした。位置情報調査フィールドでは、国及び全国の自治体などで保有または公開しているボーリングデータの所在情報をメタデータとして関係者に提供し検索等の有効性を検証した。

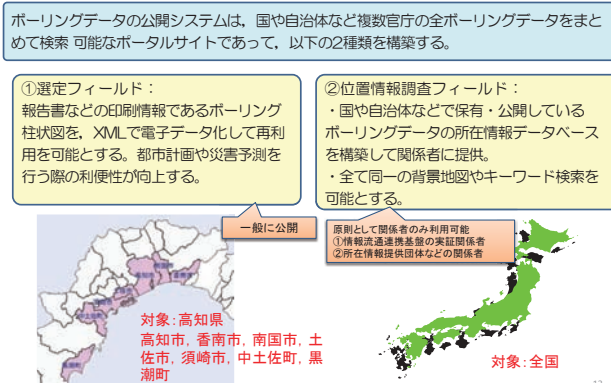


図13 選定フィールドと位置情報フィールド

2.6. 災害予測情報の提供の実証

ボーリングデータと土質試験結果一覧表のデータが共通規格の地盤情報として大量に集約された場合、それらのデータを二次利用することにより災害予測結果などを示すことが可能となる。

液状化の判定において地下水位を求めることが必要であり、地下水位分布のデータ処理では、ボーリングデータの孔内水位データ等から、地下水位分布図を作成することができる。

ボーリングデータと6次メッシュモデルデータから、工学基盤面、地震基盤面より上位地盤の三次元表層地盤モデルを解析することができる。

このように、各自治体の保有するボーリングデータを情報流通連携基盤に流通させ、二次利用する

形で解析し、三次元地下構造図、災害シミュレーション等を行うことができる。また、情報流通連携基盤に付帯する災害予測アプリケーション、ボーリングデータ公開システム、ハザードマップ公開システム等の地盤情報利活用サービスについても検証を行った。



図 14 ボーリングデータによる地下水位段彩図

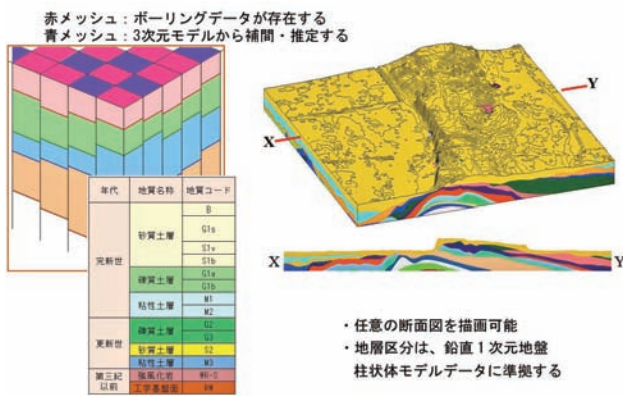


図 15 三次元表層地盤モデル解析 (イメージ)

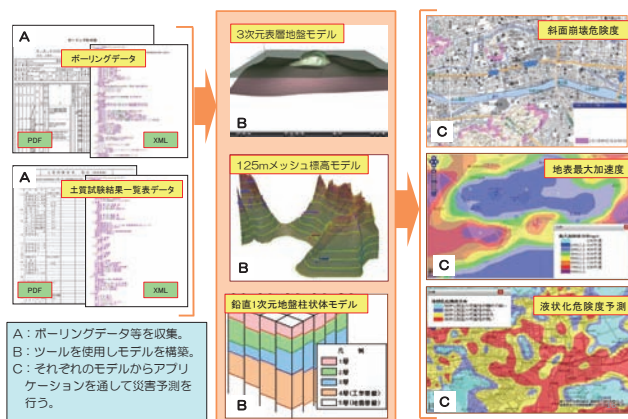


図 16 地盤情報利活用 (災害予測アプリケーション) のイメージ

2.7. 全国のボーリングデータを対象とした実証

選定フィールドでの実証に加え、国の機関、都道府県及び政令指定都市が保有する XML 形式や PDF 形式等で電子化されたボーリングデータ等の所在情報 (URL) 等を調査し、収集・整理した。

それをもとに地盤情報のメタデータと所在情報について、地盤情報データベースに実装し Web-GIS サーバにより提供した。

また、今回の実証では、地盤情報の公開と二次利用への理解を図るため、地盤情報を利活用するメリット等について、全国 10 箇所地方公共団体の担当者等への説明会を通じた普及活動も行った。

なお、ボーリングデータについては、国土交通省の「地質・土質調査成果電子納品要領 (案)」による XML データを標準データ規格とし、検索に必要なデータ項目を抽出したメタデータについて RDF データモデルを定義した。これにより、情報流通連携基盤上で他分野とも連携する形でボーリングデータの検索が可能となるため円滑な利活用が実現可能となる。

3 地盤情報の公開・二次利用促進ガイド

国や地方自治体等は、建設事業を行う場合、設計施工に必要な地盤定数を得るために、施工対象地においてボーリング調査を行うとともに、そのデータを保管している。しかし、保有している地盤情報を公開している自治体は多くない。つまり、自治体の公共事業によって得られたボーリング柱状図は、二次利用を目的として取得していないため、自治体ではあえて公開するという事になっていない状況にある。

また、地盤情報の二次利用による防災面などへの波及効果から地盤情報の公開に積極的に取り組むことを促すため、公開のために必要となる事項や留意すべき事項等を明確に示したガイドの必要性が高まっていた。

そこで、ASP・SaaS・クラウド普及促進協議会において、地盤分野の学識経験者・有識者及びクラウド事業者等で構成される委員会では、公開及び二次利用についてのガイドをとりまとめ、平成 25 年 6 月に「地盤情報の公開・二次利用促進のためのガイド」として総務省から公表された。ここでは、本ガイドの主な内容について紹介する。

本ガイドは、共通編、公開促進編、二次利用促進編で構成されている。①共通編では、このガイドの目的や利用者、対象範囲など、②公開促進編では、地盤情報の多くを保有・管理している国や地方公共団体等が、自ら保有するボーリングデータ等の地盤情報を電子的に公開する際に、必要となる事項と留意すべき事項等をまとめている、③二次利用促進編では、利用者が公開された地盤情報を二次利用する際に守るべき事項を示すため、必要となる事項と留意すべき事項等をまとめている。

【ガイドの構成】

第Ⅰ部 共通編

1. 本ガイドについて

本ガイドの目的と使い方，本ガイドの想定利用者，本ガイドの対象範囲など

2. 地盤情報について

地盤情報の公開と利用促進の社会的意義，地盤情報の所有者，地盤情報の公開状況と入手方法，公開地盤情報の種類と特徴，地盤情報の二次利用のイメージ

第Ⅱ部 公開促進編

1. 地盤情報提供者内部における公開に向けたポイント

地盤情報の公開・共有によって情報提供者の享受できる利点，地盤情報公開の手段・方法等におけるポイントなど

2. 地盤情報サービス事業者等との関係におけるポイント

地盤情報の利用規約の明示，データの信頼性・品質等の明示，権利関係の明示など

第Ⅲ部 二次利用促進編

1. 地盤情報提供者との関係における留意事項について

利用規約・目的の確認，原データの信頼性・品質の確認，二次利用の資格要件の確認，著作権等の権利関係の確認など

2. 地盤情報サービス利用者との関係における留意事項について

利用規約の作成，サービスの種類・内容の明示，サービスの品質の明示，サービスのセキュリティ対策の明示など

【参考資料】

地方自治体における地盤情報公開の先進事例，利用規約の具体例

3.1. 共通編（公開・二次利用全般）

地盤情報は，社会全体の共有財産として公開・共有し，二次利用も含めた幅広い利用を促進することによって，我が国のオープンデータ戦略や大規模災害に強い国土・地域づくりへ貢献するとともに，住民や企業の安心・安全ニーズへの対応，新しいサービスや産業の創出などに繋がることを期待される。こうしたことから，特に国や自治体

には，地盤情報の公開を積極的に進めることが望まれており，具体的な効果として以下の点があげられている。

①オープンデータ戦略への寄与

地盤情報の公開と二次利用の促進には，国や自治体等が積極的に取り組むことにより国のオープンデータ戦略に大きく貢献する。

②大規模災害に強い国土・地域づくりへの寄与

自治体等が保有する大量の地盤情報を効率的に収集・保存・加工し，災害予測やハザードマップ作成などへ二次利用することによって，大規模災害に強い国土・地域づくりに寄与する。

③住民や企業の安心・安全ニーズへの対応

地震時の揺れや液状化の危険性など住民や企業の災害へ備える安心・安全ニーズの高まりに応える。

④行政機関の所有する価値の高い情報資産の有効活用

地盤情報を二次利用することで新たなサービスやビジネスの創出などが期待できる。

⑤地質調査の精度及び効率性の向上

公共工事を行う土木事業者や民間の開発事業者（ディベロッパー）にとって，国・自治体等の保有する地盤情報がより多く公開されることによって，調査の精度を高めるとともに効率性を向上させることができる。

⑥新サービス・新産業の振興および地域産業の活性化

地方自治体等の保有する地盤情報の公開が進むことにより，情報サービス事業者による地盤情報の二次利用が拡大し，データマネジメントサービス，プラットフォーム提供サービス，情報コンテンツ提供サービス，付加価値サービスなどの新たな情報サービスや新産業の振興に寄与し，地域産業の活性化にも繋がっていくことが期待される。

○地盤情報の公開状況

国土交通省が国土地盤情報検索サイト（Kunijiban）を通して，地盤情報（ボーリング柱状図約9万4千本等）を公開し，一定の条件のもとで原則自由な二次利用を認めている。また，ジオ・ステーション（防災科学技術研究所の統合化地下構造データベース）においても，各機関からの地盤情報を公開している。

このほか，地方自治体では，単独で公開しているのは大都市圏の自治体に多いが，静岡県や栃木県のように庁内GISシステムとうまく合わせて公開している例もある。また，地方の自治体では広

域で協議会をつくり共同で公開している例もある。

○公開されている地盤情報の種類と特徴

現在、地方自治体が公開している地盤情報は、主に「ボーリング柱状図」と「土質試験結果一覧表」である。ボーリング柱状図では、電子データとして「ボーリング交換用データ (XML ファイル)」、「電子柱状図 (PDF ファイル)」、「電子簡略柱状図 (CAD ファイル)」の3つであり、二次利用にあたって重要になるのは、ボーリング交換用データである。

自治体の Web サイトで通常公開されているのは、「公共事業のボーリング柱状図」であり、電子納品された電子柱状図 (PDF) を公開しており、二次利用に必要なボーリング交換用データを電子柱状図とともに Web サイトで公開している自治体は多くない。また、土質試験結果一覧表データ (XML ファイル) を公開している自治体も同様である。

○地盤情報の二次利用のイメージ

地盤情報の二次利用によって提供可能なサービスイメージとして、例えば、地盤リスク評価、災害シミュレーション結果提供、ハザードマップ表示、地質モデル図表示などが想定されている。

また、地盤情報の新しい二次利用のイメージとして、地盤情報 (ボーリング柱状図等) と他の領域のソースデータ (社会資本情報、気象情報等) を組み合わせた、情報連携 (マッシュアップ等) によって生み出されるものが想定される。

○地盤情報の一次利用・二次利用

地盤情報の提供者、地盤情報サービス事業者、地盤情報サービス利用者における一次利用・二次利用は図のようになる。

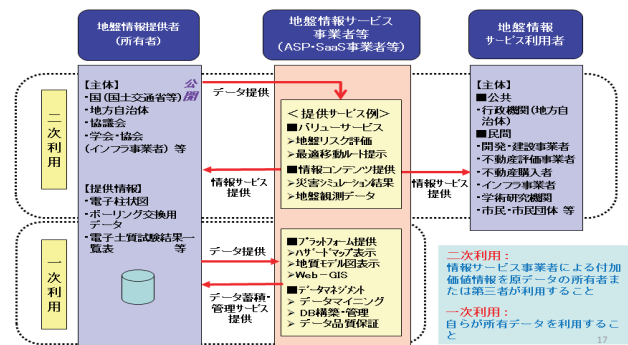


図 17 地盤情報の一次利用・二次利用

3.2. 公開促進

地方自治体などの地盤情報保有者が地盤情報の公開を進めるにあたっての考え方や留意点及び地盤情報サービス事業者等に地盤情報を提供の際のポイントを述べる。

(1) 地盤情報提供者内部における公開に向けたポイント

公開する際の利点、手段・方法、取得・蓄積、公開などの観点から留意点をまとめたものが次の①～⑥である。

①地盤情報の公開・共有によって情報提供者の享受できる利点

地盤情報を公開することにより情報提供者が享受できる利点として主に次の5つがあげられる。

a. ボーリング調査等の精度の向上

通常のボーリング調査では、調査箇所の柱状図から想定して地質断面図を描くが、近隣のデータがあれば、その柱状図を参考にできるため、地質断面図の精度の向上が期待できる。

b. ボーリング調査の効率的実施

地方自治体において道路所管部署や下水道所管部署で保有する情報を相互に公開・共有することで重複調査の回避が期待できる。

c. 社会資本の維持管理等における事業優先順位の判断材料としての活用

公開されたデータの土質をもとに埋設物の管理についてより効率的かつ効果的な更新が可能となり、今後ますます増大する各種社会資本の更新事業に優先順位をつける判断材料の一つとして期待される。

d. 利用者サービスの質の向上と情報提供者の負担軽減

電子的な公開により利用者の利便性が向上するだけでなく、これまでの紙資料のコピーによる提供が必要なくなり、情報提供者の負担が軽減される。

e. 情報公開に対する姿勢のアピール

自らが所有する社会的に有用な情報資産を積極的に公開していくことは、オープンデータを積極的に推進することをアピールすることになる。

②地盤情報公開の手段・方法等におけるポイント

自治体独自の GIS システムの中で公開するなど Web 上で公開を行う際に、地盤情報分野の標準データ規格や標準 API 規格を活用し、情報を公開することで二次利用を促進することができる。また、公開には、直接公開、外郭団体、協議会等を通じた形態の中から、提供者側の特徴を検討して選択

する必要がある。さらに、地盤情報を新たに公開することで、自治体等の地盤情報提供者、および地質調査事業者等の地盤情報作成者の両方の手間や負担を増やさないよう通常の業務プロセスを実行するだけで自動的に公開システム上にデータが公開されるような仕組みを構築しておくことが極めて有効である。

③地盤情報の取得・蓄積におけるポイント

生成された地盤情報をさらに二次利用することを前提とする場合には、所有者の許諾、データ品質の確保、電子納品の徹底、などの点に予め配慮して地盤情報を取得することが望ましい。また、紙媒体等の地盤情報を電子化するには、ボーリング柱状図をGIS等による公開・閲覧だけであれば、PDF形式の電子データだけでも有用ではあるが、二次利用を想定すると機械可読可能なXML形式等の電子データとして蓄積しておくことが望ましい。さらに、二次利用される機会をうまく活用することによって、電子化を進め二次利用しやすい形で蓄積しておくことは、貴重な地盤情報の散逸を防止することにもつながる。

④地盤情報の公開におけるポイント

個人情報の取扱いの観点から、地盤情報についても、個人名や住所情報等特定の個人を識別できるものが含まれている場合には、個人情報保護の対象となる。「民有地」に係る地盤情報の場合には、特に留意する必要がある。

責任範囲の明確化について、データの公開に伴い、データの品質、問い合わせ回答、など提供者側の責任範囲を明確化しておくことが必要である。また、明確化した責任範囲は、利用規約の中に免責事項等の形で明記しておくことも重要である。

⑤地盤情報公開の運用・管理体制等におけるポイント

自治体など提供者内部の様々な部署に存在する地盤情報を効率的に集めて公開するとともに、利用者からの問合せ等にもワンストップで対応するためにも地盤情報公開の担当窓口を設置・明確化しておくことが望ましい。また、自治体等の地盤情報提供者が、GIS等の自らのシステムによって地盤情報を公開するような場合には、通常はGIS全体の運用管理規程が作成されることが多い。

蓄積データへのアクセス権限は、特定事務所内限定、管轄部署内限定、提供者内全体など、レベル分けによる制限を設けて制御し、改ざん等のリスクを極力排除するよう努めることが重要である。また、生成・蓄積される地盤情報は、予期せぬ災害等による散逸や紛失を防ぐことが必要であり、また、データの電子蓄積・電子公開が進展すると、それに応じてシステム的な観点からのセキュリティ確保とリスク管理の仕組みも必要となる。

⑥地盤情報の公開における連携

地盤情報の流通および有効活用のさらなる促進のためには、全国各地域において、国、地方自治体、地元関係機関・団体等が連携していくことが重要である。

将来的に、地盤情報の提供サービスを安定的に運営していくためには、ボーリングデータ等の維持管理、事業者や市民等からの各種問合せ等に対応できる持続的なサービス提供組織を、既存組織の拡充や官民連携による新たな組織体制の構築などによって確立していくことが重要である。

(2) 地盤情報サービス事業者等との関係におけるポイント

自治体などで地盤情報提供者が、地盤情報サービス事業者等に地盤情報を提供するにあたってのポイントは次のとおりである。

- 利用規約の中に利用目的や免責事項などの必要なことを明示すること。
- ボーリング調査のグレードの違いによって情報の品質も大きく異なるため、地盤情報の二次利用を行おうとする地盤情報サービス事業者にとっては、その信頼性や品質が明示されていること。
- 著作権について、地盤情報提供者は、利用規約に地盤情報の著作権の有無を明示すること。

3.3. 二次利用促進

利用者（地盤情報サービス事業者等）が自治体等の公開する地盤情報を利用することを促進するための留意事項等は次のとおりである。

(1) 地盤情報提供者との関係における留意事項

国や地方自治体から公開されている地盤情報には、利用時の留意事項等を示した「利用規約」や「利用注意事項」等が付随されている場合がほとん

どである。地盤情報サービス事業者が公開地盤情報を利用するにあたっては、こうした規約や注意事項の有無を確認するとともに、それらが存在する場合には内容を確認、遵守する必要がある。また、公開されている地盤情報の利用にあたっては、「利用規約」等の中で、地盤情報の利用目的が記載されている場合には、二次利用にあたって、地盤情報提供者側が意図している利用目的を遵守する必要がある。

このほか、次のような点について確認が必要である。原データの信頼性・品質の確認、二次利用の資格要件の確認、著作権等の権利関係の確認、二次利用のための許諾事項の確認、二次利用に向けて留意すべき禁止／制限事項の確認、二次利用にあたっての遵守事項の確認、二次利用にあたっての免責事項の確認、二次利用にあたっての発生費用の確認。

(2) 地盤情報サービス利用者との関係における留意事項

地盤情報サービス事業者は、サービス提供にあたって「利用規約」を作成し公開することが望ましく、盛り込むべき基本的項目としては、サービスの種類・内容、サービスの品質、サービスのセキュリティ対策、免責事項、禁止事項などが想定される。このように地盤情報の利用を促進するために、サービス事業者は、提供者（所有者）やサービス利用者との取り決めを明らかにしておくことで、安心した利用とサービス提供が可能となる。

以上の公開促進編及び二次利用促進編を通して重要なことは、地盤情報の公開・二次利用では公開する側と利用する側が相互の取り決めを整備することで可能などころから公開と利用のプロセスが着実に促進されることである。

4 まとめ

オープンデータに関する政府の動向、オープンデータに関連して総務省における情報流通連携基盤構築事業における地盤情報活用の実証事業、及び公開・二次利用を促進するためのガイドの概要を紹介した。

地盤情報については、公開することや二次利用することの意義が、自治体、業界、利用者などそれぞれの立場で理解を深めることで、自治体をはじめとする地盤情報保有者における公開が促進され、さらに、その利用につながるものと期待している。

また、東日本大震災以降、国民の防災・減災に

対する意識が大きく高まっており、また、南海トラフの巨大地震の予想もある中で、このような地盤情報を活用した成果が全国の防災・減災に役立っていくことも期待される。

総務省では、「オープンデータ流通推進コンソーシアム」と連携して、行政が保有する情報のオープンデータ化に向け、オープンデータに係る技術仕様、二次利用ルールの在り方等について検討を進めている。また、オープンデータの取り組みは、急速に進んでおり、二次利用を可能とする新たな取り組みとして、情報通信白書のオープンデータ化の実施や統計データの二次利用（APIの提供）にも取り組んでいる。

このようなオープンデータの取り組みが進む中で、地盤情報の公開と二次利用はオープンデータの先導的な例として今後さらに進んで行くものと期待している。そのために、本稿が地質調査業をはじめとする関係各位のお役に立てれば幸いである。

謝辞

本稿の執筆にあたり地盤情報に関して幅広い視点からアドバイスいただいた（社）全国地質調査業協会連合会専務理事土屋彰義氏に厚くお礼申し上げます。

特別
寄稿地質リスク活動
「地質リスクマネジメント
による事業費の低減」はら たかし
原 隆史*

適切な地質調査によるコスト縮減」は、全国地質調査業協会連合会（以下、全地連）がかねてより言い続けてきたことである。ただ、「具体的にどうすれば、どうコストを縮減できるのか」を明確に示すことが困難で、適切な地質調査の実現にあたって克服すべき課題であった。この課題に取り組み、「適切な地質調査によるコスト縮減」を定量的に明示すること、ひいては「適切な地質調査とは何か」を提案することを目的として、地質リスク活動を行なっている。

一般にリスクとは、特定の事象に対し「それがどの程度発現しそうか」ということと「それが起きた場合にどの程度大変なことになるのか」で表現される^{※1)}、意思決定のための一つの指標である。これに対し、地質リスクとは地質に関連して発生する危険な事象の起こりやすさとこれに伴う被害損失から定義され、地質調査と地質リスクの関係を明らかにしていくことが地質リスク活動である。折しもわが国では、1998年に閣議決定された「規制緩和推進3ヵ年計画」にはじまる国家施策の一つとして、性能設計の運用と同時に信頼性に基づく設計基準への改訂が道路橋示方書をはじめとしてまさに今行われており^{※2)}、地質リスクから適切な地質調査を提案する絶好の機会と捉え、当該活動を鋭意進めている。

本報告では、信頼性に基づく新たな設計基準の安全性と地質リスク・地質調査との関係、および地質リスクにおける地盤抵抗の不確実性の影響について概説し、適切な地質調査によりどうコストを縮減できるのかといった具体的なイメージを紹介する。

※1：ISO等の定義では、対象事象の発生に伴うよい結果とわるい結果の両方が含まれるが、ここではわるい結果を取り扱う

※2：港湾では、信頼性に基づいた「港湾の施設の技術上の基準」がすでに2007年に発刊されている

(1) 設計の安全性と地質リスク・地質調査

これまでの設計における安全性は、「抵抗は荷重よりも大きい」という大前提の元、抵抗の代表値を荷重のそれよりどの程度大きく設計するかについて、経験的に決められた安全率を用いて評価してきた。これに対し信頼性に基づいた設計では、図-1に示すように、荷重と抵抗のばらつきに係わる科学的データに基づき、「抵抗は荷重よりも大きい」という前提を満足しない確率（以下、破壊確率）により安全性を評価する。すなわち、ある特定の荷重を対象とした場合、目標とする破壊確率を下回るように、対象とする構造物の抵抗のばらつきに応じて構造（断面、杭の本数など）が決定される。

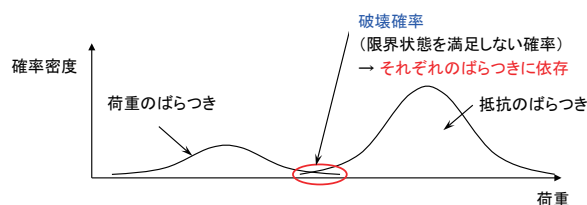


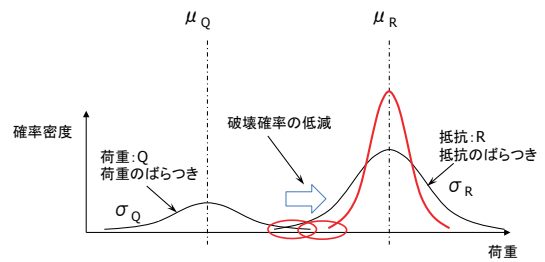
図-1 信頼性に基づいた設計

ここで、「抵抗のばらつきに応じて」というのが重要であり、この抵抗のばらつきの高さに応じて構造物の構造は変化することはいわば当たり前のことであるが、これまでの安全率を用いた設計ではこの点が十分に評価されていなかった。これ

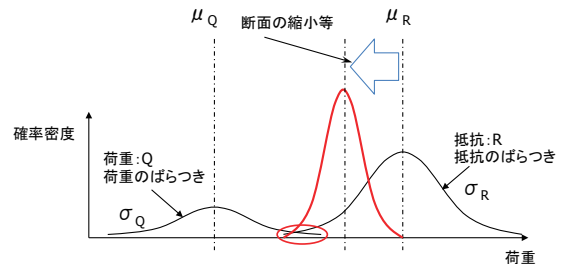
*岐阜大学 工学部 社会基盤工学科 教授/地質リスク学会 理事

は、先人が経験的に決めてきた安全率が今日の社会基盤の安全性を支えてきたことは間違いのないものの、どのように決定したのかが不明確な点が多く、明らかに異なるばらつきに対して同じ安全率を用いている例もあり、設計の安全性も不明確なものとなっていた。この結果、新たな技術や最新の研究成果が設計に活用されにくい大きな要因ともなっており、実は適切な地質調査が評価されない大きな原因の一つにもなっていた。信頼性に基づいた設計では、この点を定量的に扱うことにより、新たな技術や研究成果と同様に、適切な地質調査を評価することができるようになる。

例えば図-1で示した破壊確率は、地質リスクを対象とする事象（構造物の沈下や斜面崩壊など）の発生確率である。これに対し、地質調査により地盤の強度といった抵抗のばらつき（不確実性）を小さく出来れば、図-2(a)に示すように発生確率を低減させ、ひいては地質リスクを小さくすることができる。あるいは現在と同等の安全性（破壊確率）を満足するのでよい場合には、図-2(b)に示すように抵抗の平均値を小さくする、すなわち断面や杭本数などの構造を小さく抑えコストを縮減することも可能となる。このように、今後信頼性に基づいた設計基準が確立される中で、適切な地質調査の位置付けは、安全性の確保やコスト縮減の観点で重要なものになると考えられている。



(a) 破壊確率を低減（安全性の向上）



(b) 構造（断面、杭本数等）の縮小（コスト縮減）

図-2 地質調査で抵抗のばらつき（不確実性）を低減する効果

デル誤差である。地質調査の結果のばらつきの影響が大きいと思われる方も多いと思われるが、これが設計に及ぼす影響は以外に小さい。これは例えば円弧すべりの計算では、すべり円弧上の合計せん断力が問題となり、地盤がばらついていてもすべり円弧上のせん断力が合計される過程で平均化され、設計に用いられていることになるためである。直接基礎や杭基礎の支持力も同様なことが言える。したがって、設計に影響の大きい統計的誤差や変換誤差に対し、調査の量を増やしたり、土質試験の実施による調査の質を向上したりすることで、地盤抵抗の不確実性を確実に低減することが可能となる。なお、モデル誤差については、現地で載荷試験をするなどして不確実性を低減することが可能なため、これも調査の質の一つとして取扱えると考えられる。

(2) 地質リスクにおける地盤抵抗の不確実性

(1)では、今後適切な地質調査で地盤抵抗の不確実性を小さくすることにより、安全性やコストの面で合理的な設計が可能となることを述べた。ここで、適切な地質調査がどの観点で地盤抵抗の不確実性を低減できるのかについて触れておく。

地質調査に関連した設計上の地盤抵抗の不確実性に影響する要因を表-1に示す。これらのうち設計に影響が大きいのは、調査数量に起因する統計的誤差、調査の質に起因する変換誤差、およびモ

表-1 地盤抵抗の不確実性に影響する要因

地盤抵抗の不確実性に影響する要因		内容
1	地質調査結果のばらつき（空間分布）	同一層の場合でも、地質調査結果は一般に鉛直・水平方向にばらつく
2	調査数量による不確実性（統計的誤差）	ボーリング本数や間隔、土質試験の量等により調査の信頼性は変化する
3	地盤物性値の変換誤差（変換誤差）	例えばN値から推定したcやφなど、変換地盤定数の真値との再現性はばらつく
4	設計モデルの再現性（モデル誤差）	支持力式などの設計式やFEM解析など、計算方法に応じて実態挙動の再現性は異なるとともにばらつく

(3) 適切な地質調査によるコスト縮減

(2) では、調査の量や質の向上で地盤抵抗の不確実性を小さくできることを述べ、この結果により安全性の確保やコストの縮減を可能とできることは(1)で述べた。地質リスク活動では、これらに関する具体的な事例を収集し分析することで、「適切な地質調査によるコスト縮減」の実現を目指している。

以下に、今後地質リスク活動で収集していこうとしている対象事例のイメージを示す。

1) 調査の量を増加して事業費を低減する

事例のイメージ-1

本城や大竹らの研究^{1)~4)}によれば、道路盛土や河川堤防など線状構造物の安定や変状の問題で、基礎地盤の調査箇所を増やすことにより地盤抵抗の不確実性が低減され、設計の信頼性の向上により、対策工を低減できる可能性が大きいことが指摘されている。ここでは、これが具体的にどのようにコスト縮減へつながるのかといったイメージを示す。

現場は、地震時に液状化の発生が懸念される地盤上の既設河川堤防であり、別途代表断面におけるFEM解析を用いた地盤条件のパラメトリックスタディにより、PL値15が対策実施の閾値になっているものと仮定する。ここでの例では、河川堤防の5kmの区間を対象とし、500m間隔で既設ボーリング(N値計測)があり、これを用いて対策区間を設定する場合と、さらに5本の追加ボーリング(N値計測)をした場合との対策範囲を比較する。検討結果の不確実性としては、N値からFL値を求める推定誤差、地盤のばらつき、FEM解析の再現性、信頼性解析の不確実性を考慮するものとする。すなわち、各ボーリング箇所では計算されるPL値は、これらの不確実性によりばらついている。さらにこのばらつきは、調査箇所間の距離と調査結果の水平方向の自己相関距離の関係で大きくなる。このことは、調査していない箇所のPL値は調査箇所のそれより信頼性が劣ること、隣り合う調査箇所のPL値に差が大きければその間の調査していない箇所の信頼性がより劣ることはイメージしやすいと考える。

既設ボーリングから設定した対策範囲を図-3に示す。ここで、各既設ボーリング箇所では計算されたPL値に対し、受容損傷確率を10%とした場合の10%超過確率を破線で示している。10%超過確率は、計算PL値に対し先に述べた各不確実性により大きめのところにあり、さらに調査箇所間で隣

り合う調査箇所までの距離とPL値の差に応じて大きくなっている。この10%超過確率の線が対策の閾値である15を超える範囲が対策範囲であり、この例ではほぼ全線に渡って要対策範囲と評価されている。

これに対し、追加ボーリングを5本追加した場合の対策範囲を図-4に示す。ここでは、追加ボーリング箇所では比較的小さいPL値が計算されたこと、追加ボーリング箇所では調査箇所間の距離と既設ボーリングのPL値との差が小さいことから、調査箇所間の10%超過確率が小さくなっていることが分かる。この結果、要対策範囲が既設ボーリングの場合と比較して約2/3にできると評価されている。

実際の設計では追加ボーリングの位置を色々と検討し、最適な位置を決めることが適切な地質調査となるが、このように信頼性に基づく設計により、調査の量と事業費との関係を定量的に示すことができる。

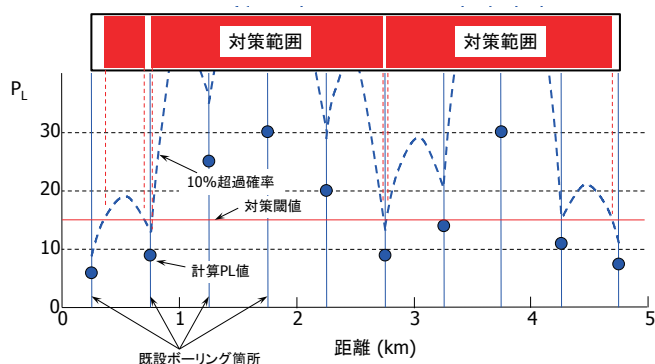


図-3 既設ボーリングによる対策範囲

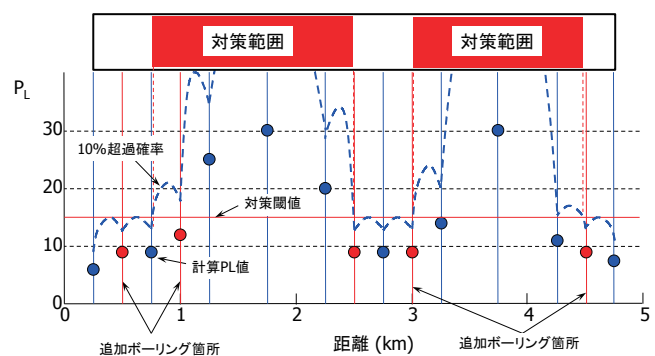


図-4 追加ボーリング後の対策範囲

2) 調査の量を増加して事業費を低減する

事例のイメージ-2

ここでは、軟弱地盤上に延長の長い盛土を構築する場合の調査数量が盛土の設計に及ぼす影響について、そのイメージを示す。

盛土の形状を図-5に示すが、盛土の単位体積重量は 18kN/m^3 である。また、基礎地盤は盛土高さと比較して十分に厚い腐植土層であり、単位体積重量は 2kN/m^3 である。本事例では、安全率が1.0を満足する目標信頼性をISO2394⁵⁾の例より $\beta = 2.32$ 以上(破壊確率1.0%以下)とし、調査数量(4箇所と10箇所)の違いが設計結果に及ぼす影響について例示する。この際、実際の盛土では、沈下量に相当する量を余計に盛ることとなるが、ここでは考慮しない。

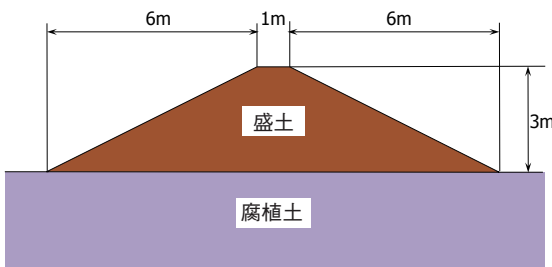


図-5 盛土形状

ここで、腐植土の粘着力は、延長方向に4箇所の調査を行った場合と10箇所の調査を行った場合で、偶然に両方正規分布で平均値:10kPa、標準偏差:4kPaと同じ結果が得られたとする。この場合の設計上の粘着力を表-2に示す。これは、例えば地盤調査の結果同じ値が得られたとしても、4箇所と10箇所では調査の信頼性が異なることを既往の文献⁶⁾から仮定したものである。なお、調査数量が4箇所でも10箇所でも水平方向の自己相関距離は調査間隔と比較して非常に小さいことを仮定している。

表-2 設計上の粘着力のばらつき (kPa)

調査数量	平均値	標準偏差
4箇所の場合	10 (1.0)	1.6 (0.16)
10箇所の場合	10 (1.0)	0.8 (0.08)

() は、平均値を1.0とした値

解析は円弧すべり計算とするが、別途式(1)に示す安全率を推定する応答曲面^{*}が得られており、

その再現性は正規分布で平均値:1.0、標準偏差0.05であったとする。

※ 応答曲面¹⁾: 別途地盤解析を行い、これを再現する近似式

$$F_s = -8.13 + 1.16 \cdot c \quad (1)$$

ここで、 c :粘着力

この場合の信頼性の算出式は以下のとおりとなる。

なお、円弧すべり計算の実態挙動の再現性、すなわちモデル誤差については、調査数量が異なっても同じ条件のためここでは考慮しない。

性能関数:

$$g = F_s - 1 > 0 \quad (2)$$

安全率の推定:

$$F_s = \delta_{RS} \cdot (-8.13 + 1.16 \cdot \delta_c \cdot c) \quad (3)$$

ここで、 δ_{RS} 、 δ_c :応答曲面と粘着力の平均値を1.0とした不確かさ

解析結果を表-3に示す。

この結果から分かるとおり、4箇所の調査結果ではNGとなるが、10箇所の調査結果では信頼性の観点でOKになっている。すなわち、例えば調査で同じ結果が得られた場合でも、多くの調査を実施した方が経済的な設計を行うことができる。

表-3 解析結果

調査数量	信頼性		判定
	β	Pf (%)	
4箇所の場合	1.95	2.5	NG
10箇所の場合	3.86	$5.6 \cdot 10^{-3}$	OK

3) 調査の質を向上して事業費を低減する

事例のイメージ-1

ここでは、2)の事例に対し、10箇所の調査が標準貫入試験だった場合を仮定して計算を行う。N値から粘着力を推定する場合には、調査結果のばらつきに加え、N値から粘着力を推定する誤差を考慮しなければならない。考慮する不確かさを表-4に示す。

表-4 N値から設計する際に考慮する不確かさ

項目	平均値	標準偏差	備考
調査結果のばらつき	1.0	0.08	正規分布
粘着力の推定誤差 ^{※1}	1.0 ^{※2}	0.45	正規分布

※1 粘着力の推定誤差は仮定値(ただし、参考として文献7))。

※2 通常N値から c を推定する場合には、平均値の0.1~0.3といった下限値付近の値となる。しかしながら、これを適用して事例2)を土質試験結果からの推定と比較する場合には、事例2)の土質試験結果の粘着力にN値からの推定のバイアスの逆数を乗じる必要がある。そこで、ここでは事例2)と単純比較できるように1.0とした。

この場合の信頼性の算出式は以下のとおりとなる。

性能関数：

$$g = F_s - 1 > 0 \quad (2)$$

安全率の推定：

$$F_s = \delta_{RS} \cdot \delta_{RS} \cdot (-8.13 + 1.16 \cdot \delta_N \cdot \delta_{Ec} \cdot c) \quad (3)$$

ここで、 δ_{RS} 、 $\delta_N \cdot \delta_{Ec}$ ：応答曲面の不確実性、 N 値のばらつき（事例2）の c のばらつきと等価とした）、および粘着力の推定誤差

解析結果を事例2) を土質試験結果とした場合と比較して表-5に示す。

この結果から分かるとおり、 N 値から設計を行う場合には、 N 値から粘着力を推定する不確実性が大きく、不経済な設計となることが確認された。特に事例2) における4箇所の土質試験をした場合よりも大きい信頼性を低下させており、少数の土質試験であってもこれを実施することによる信頼性への影響、ひいては経済性に及ぼす影響は大きいことが確認される。

表-5 解析結果

調査方法	信頼性		判定
	β	Pf (%)	
土質試験	3.86	$5.6 \cdot 10^{-3}$	OK
標準貫入試験	0.62	26.8	NG

4) 調査の質を向上して事業費を低減する

事例のイメージ-2

ここでは、図-6に示す自立式山留めに対し、孔内水平載荷試験と N 値から変形係数を推定する場合とでの設計結果の違いについて示す。両者の違

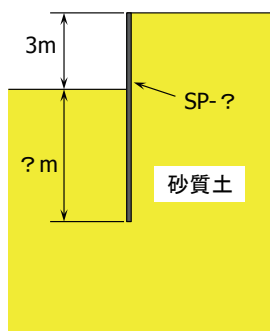


図-6 土留の形状

いを明らかにするため、得られる変形係数とそのばらつきは等価なものとする。それぞれの水平地盤反力係数とその不確実性を表-6に示す。

なお、本事例では、土留材は鋼矢板とし、両者に共通する土圧および設計式のモデル誤差は確定値として取り扱う。また、土留の設計の目標信頼性は、ISO2394の例より $\beta = 1.5$ 以上 ($P_f = 6.5\%$ 以下) とする。

表-6 水平地盤反力係数の不確実性

項目	水平方向地盤反力係数 (kN/m ³)	項目	平均値	標準偏差	備考
孔内水平載荷試験	7,000	調査結果のばらつき	1.0	0.10	正規分布
		推定誤差	1.0	0.25	正規分布
標準貫入試験	7,000	調査結果のばらつき	1.0	0.10	正規分布
		推定誤差	1.0	0.60	正規分布

ここでの性能関数と設計式は以下のとおりとなる。

性能関数：

$$g = \beta \cdot 1 - 2.5 > 0 \text{ (根入れ)}$$

$$g = \sigma_a - \sigma > 0 \text{ (断面)}$$

$$g = \delta_a - \delta > 0 \text{ (変位)}$$

設計式⁸⁾：

$$\beta^* \cdot l = \sqrt[4]{\frac{\delta_E \cdot \delta_k \cdot k_H \cdot B}{4 \cdot E \cdot I}} \cdot l \quad (4)$$

$$\sigma = \frac{P}{2 \cdot \beta^* \cdot z} \cdot \sqrt{(1 + 2 \cdot \beta^* \cdot h_0)^2 + 1} \cdot \exp\left(-\tan^{-1} \frac{1}{1 + 2 \cdot \beta^* \cdot h_0}\right) \quad (5)$$

$$\delta = \frac{(1 + \beta^* \cdot h_0)}{2 \cdot E \cdot I \cdot \beta^{*3}} \cdot P + \frac{(1 + 2 \cdot \beta^* \cdot h_0)}{2 \cdot E \cdot I \cdot \beta^{*2}} \cdot P \cdot H + \frac{P \cdot h_0 \cdot H^2}{5 \cdot E \cdot I} \quad (6)$$

ここで、 β^* ：杭の特性値 (m^{-1}) で、式(7)により、水平地盤反力係数の不確実性を考慮して求める。

$$\beta^* = \sqrt[4]{\frac{\delta_E \cdot \delta_k \cdot k_H \cdot B}{4 \cdot E \cdot I}} \quad (7)$$

l ：根入れ長 (m)、 σ 、 δ ：最大発生応力度 (kN/m^2) と変位量 (m)、 σ_a 、 δ_a ：発生応力度 (kN/m^2) と変位量 (m) の制限値で $265 kN/mm^2$ (軽量で 205) と $0.09m$ 、 δ_E 、 δ_k ：水平方向地盤反力係数の調査結果と推定誤差の不確実性、 k_H ：水平方向地盤反力係数 (kN/m^3)、 B ：載荷幅で $1.0m$ 、 EI ：鋼矢板の曲げ剛性 (kNm^2) で継手効率から 45% に低減して用いる、 P ：土圧合力 (kN) で $32kN$ 、 z ：鋼矢板の断面係数 (m^3) で継手効率から 60% に低減して用いる、 h_0 ：掘削底面から土圧合力の作用位置までの距離 (m)、 H ：掘削深さ (m)

なお、設計上地下水位は掘削底面より下にあるものとする。

設計結果を表-7に示す。

表-7 設計結果

		孔内載荷試験を用いた設計			標準貫入試験を用いた設計		
		LSP-5	SP-II	SP-III	LSP-5	SP-II	SP-III
全長 (m)		6.5	7.5	8.0	7.5	8.5	9.0
根入れ	β	1.60	2.24	1.77	1.67	1.73	1.54
	P_f (%)	5.5	1.3	3.8	4.8	4.2	6.2
応力度	β	4.24	-	-	3.02	3.9	4.17
	P_f (%)	1.1×10^{-3}	-	-	0.12	5×10^{-3}	1.5×10^{-3}
変位	β	1.51	3.13	3.63	0.77	1.65	2.0
	P_f (%)	6.6	9×10^{-4}	1.4×10^{-4}	22.1	4.9	2.1
判定		OK	OK	OK	NG	OK	OK

この結果によると、モデル誤差や土圧の不確実性を考慮していないので実際より1ランク小さめの設計となっている感があるが、同条件での設計を比較すると、明らかに物性値の設定の不確実性により孔内載荷試験を実施した方がN値から設計するよりも経済的な設計が可能であることが確認できる。

5) 調査の質を向上して事業費を低減する

事例のイメージ-3

ここでは、4)の事例に対し、N値が5以下の粘性土の場合に孔内水平載荷試験と標準貫入試験とで設計を実施した場合の例を示す。

また、本事例では、孔内水平載荷試験の結果は標準貫入試験と比較して大きくとも、調査結果のばらつきも標準貫入試験と比較して大きい場合の事例をしめす。これは、以前に下記に示すような間違っただけの取扱いをして、精度のよい試験を実施しているにも関わらず、結果としてN値から物性値を設定している事例に遭遇したことがあるためである。

一過去に遭遇した間違っただけの試験結果の取扱い事例一

現場では、標準貫入試験とともに多くの土質試験等精度の高い試験が実施されていたが、平均値は標準貫入試験と比較して大きいもののばらつきも大きく、設計者と地質調査者の判断で、平均値から2σ差し引いた値がN値から推定するそれより小さかったため、結果としてN値から地盤パラメータを推定して設計を実施した。

そこで本事例では、上記の間違った事例と同様な表-8に示す不確実性を仮定し試設計を行う。なお、粘性土の土圧の合力は30kNとし、その他の条件は事例4)と同じとする。

表-8 水平地盤反力係数の不確実性

項目	水平方向地盤反力係数 (kN/m ³)	項目	平均値	標準偏差	備考
孔内水平載荷試験	3,500	調査結果のばらつき	1.0	0.25	正規分布
		推定誤差	1.0	0.25	正規分布
標準貫入試験	2,000	調査結果のばらつき	1.0	0.10	正規分布
		推定誤差	1.0	1.0	正規分布

この結果を表-9に示す。

この結果によると、孔内水平載荷試験結果のばらつきを大きくした場合でも、当然ながら精度の高い試験を実施した方が経済的な設計が可能なが分かる。この結果より、過去に遭遇したまちがった調査結果の取扱いがいかに不合理なものであったかを理解いただけたのではないかと考える。地盤パラメータの特性値は平均値を用いることが基本であり、設計者や地盤調査者の不要なコンサバティブな取扱いが不合理な設計を招くことを留意されたい。また、ここでさらに留意しなければならないことは、N値から地盤パラメータを推定する精度は悪く、特に精度の悪い粘性土の変形係数や強度定数をN値から設定する場合には不合理な設計となる可能性が高いことである。

表-9 設計結果

		孔内載荷試験を用いた設計			標準貫入試験を用いた設計		
		SP-II	SP-III	SP-IV	SP-II	SP-III	SP-IV
全長 (m)		8.5	9.5	10.5	10.5	12.5	13.5
根入れ	β	1.98	2.0	1.55	1.62	1.78	1.55
	$P_f(\%)$	2.4	2.2	6.0	5.2	3.8	6.1
応力度	β	-	-	-	3.23	3.61	3.99
	$P_f(\%)$	-	-	-	0.06	0.02	3.3×10^{-3}
変位	β	2.0	2.91	3.43	0.8	1.33	1.72
	$P_f(\%)$	2.2	0.18	0.03	21.2	9.2	4.3
判定		OK	OK	OK	NG	NG	OK

6) 調査の質を向上して事業費を低減する
事例のイメージ-4

ここでは、直接基礎の設計について、土質試験から支持地盤の強度定数を設定した場合と N 値からの推定との比較を示す。例題は図-7に示すように、5000kNの鉛直荷重（確定値、フーチング重量を含むものとする）のみ載荷される正方形の直接基礎の一辺の長さを設計するものである。この際、目標信頼性は、ISO2394の例より $\beta = 3.8$ 以上 ($P_f = 7.5 \times 10^{-3}\%$ 以下) とする。

ここで仮定する地盤の強度定数の不確実性を表-10に示す。N 値からの推定誤差の影響を確認するため、試験で得られるせん断抵抗角は両者と同じものとした。

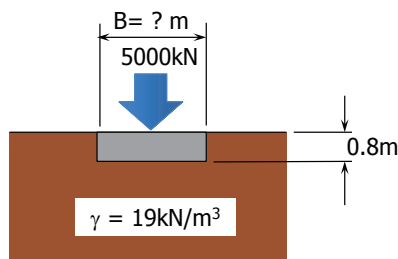


図-7 直接基礎の設計例題

なお、支持力は式 (8) から推定¹⁰⁾するものとし、モデル誤差は既往の研究¹¹⁾から対数正規分布で平均値：0.85、標準偏差：0.3とした。

$$R_u = A_e \left\{ \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot \beta_1 \cdot B_e \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \right\} \quad (8)$$

$$\kappa = 1 + 0.3 \cdot \frac{D_f'}{B_e} = 1 + 0.3 \cdot \frac{0.8}{B_e} = 1 + \frac{0.24}{B_e}, \quad q = \gamma_2 \cdot D_f$$

$$= 19 \cdot 0.8 = 15.2 \text{ (kN/m}^2\text{)},$$

$$N_q = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \cdot \exp(\pi \cdot \tan \phi), \quad \gamma_1 = 19 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$S_q = \left(\frac{q}{q_0} \right)^v = \left(\frac{16}{10} \right)^{-1/3} = 0.86, \quad \beta_1 = 0.6$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi),$$

$$S_\gamma = \left(\frac{B_e}{B_0} \right)^\mu = \left(\frac{B_e}{1.0} \right)^{-1/3} = B_e^{-1/3}$$

表-10 強度定数 (ϕ) の不確実性

項目	せん断抵抗角(度)	項目	平均値	標準偏差	備考
土質試験	37	調査結果のばらつき	1.0	0.05	正規分布
		推定誤差	1.0	0	正規分布
標準貫入試験	37	調査結果のばらつき	1.0	0.05	正規分布
		推定誤差*	1.0	0.10	正規分布

* N 値からの推定誤差は仮定値 (ただし、参考として文献 9))

表-11 設計結果

設 計	基礎幅 (m)	β	P_f (%)	判 定
土質試験から設計	4.0	3.55	0.02	NG
	4.5	4.26	1×10^{-3}	OK
標準貫入試験で設計	4.0	2.22	1.3	NG
	4.5	2.65	0.4	NG
	5.0	3.06	0.11	NG
	5.5	3.4	0.03	NG
	6.0	3.75 (≈ 3.8)	8.7×10^{-3}	OK
	6.5	4.12	1.9×10^{-3}	OK

性能関数と設計式は以下のとおりとした。

性能関数：

$$g = R_u - 2000 > 0$$

設計式：

$$R_u = R_u (B, \phi, \delta_E, \delta_F) \cdot \delta_{Ru} \quad (9)$$

ここで、 $R_u () : ()$ の変数による式 (8) から推定される支持力、 B ：基礎の一辺の長さ (m)、 ϕ ：土のせん断抵抗角 (度)、 δ_E 、 δ_F 、 δ_{Ru} ：それぞれ調査結果のばらつき、パラメータ推定誤差、モデル誤差である。

設計結果を表-11に示す。

この結果から分かるとおり、直接基礎においても調査の質が設計の合理性に及ぼす影響は大きい。

7) 調査の質を向上して事業費を低減する

事例のイメージ-5

橋梁の基礎のような点としての設計において、基礎地盤の調査の質を向上することで地盤抵抗の不確実性が低減され、設計の信頼性が向上することは容易に想定することができる。ここでは、これが具体的にどのようにコスト縮減へつながるのかといったイメージを示す。

ここでの現場は、明確な支持層が深い海上橋梁の橋脚基礎をイメージしており、当初設計と同等以上の安全性により不完全支持杭の適用からコスト縮減の検討を想定している。紙面の都合上具体的な設計条件は割愛するが、当初設計でN値のみから杭長50mの完全支持杭を計画したとした場合に、当初設計と同様にN値のみから40mの不完全支持杭を設計した場合、土質試験を詳細に実施して40mの不完全支持杭を設計した場合、さらに現

場で載荷試験を実施して25mの不完全支持杭を設計した場合について信頼性を計算^{*}している。

^{*}ここでのそれぞれの不確実性はすべて根拠無く仮定したものである。ここでは、調査の質を向上することで不確実性が変化した場合に、設計がどう変化するかといった観点のみでこの例を参照していただきたい。

この結果を図-8に示す。この結果によれば、N値のみから40mの不完全支持杭を設計した場合には、当初設計の完全支持杭と比較して不完全支持杭とすることによる不確実性の増加から、杭の破壊確率は増加し設計条件を満足しない。これに対し、土質試験を詳細に実施して40mの不完全支持杭を設計した場合には、土質試験により大きな地盤の強度が得られるとともに不確実性が低減し、結果として当初設計と同等の安全性（破壊確率）を確保でき設計条件を満足している。また、土質試験に加え現場で載荷試験を実施した場合には、さらに支持力式の不確実性（モデル誤差）も低減でき、25mの杭でも当初設計と同等以上の安全性（破壊確率）を確保でき設計条件を満足すると考えられた。

このように、信頼性に基づく設計により、調査の質を向上すればするほどそのための費用を考慮してもなお事業費の縮減が可能になるといった、調査の質と事業費との関係を定量的に示すことができる。

基本式

性能関数 : $g = R - S \geq 0$

支持力 (R) : $R = \delta_M \cdot (\delta_{BV} \cdot \delta_{BQ} \cdot q_d \cdot A + \delta_{MV} \cdot \delta_{Mf} \cdot U \cdot l \cdot f)$

荷重 (S) : $S = \delta_G \cdot G + \delta_Q \cdot Q$

仮定と計算結果 (表中の不確実性 (δ_{OO}) は、全て標準正規分布とし (mean, COV) で表記)

特徴	当初設計		変更対象	
	1. 完全支持杭	2. 不完全支持杭	3. 不完全支持杭	4. 不完全支持杭
特徴	N 値から設計	N 値から設計	土質試験から設計	土質試験と載荷試験
杭径と杭長	$\phi 1.2, l = 50m$	$\phi 1.2, l = 40m$	$\phi 1.2, l = 40m$	$\phi 1.2, l = 25m$
杭本数	200本 (10橋脚)	200本 (10橋脚)	200本 (10橋脚)	200本 (10橋脚)
基本工事費 (千円)	1,000,000 -	800,000 -	800,000 -	500,000 -
追加調査費 (千円)	0 -	0 -	100,000 -	130,000 -
合計 (千円)	1,000,000 -	800,000 -	900,000 -	630,000 -
先端面積 (A, m ²)	1.12	1.12	1.12	1.12
先端支持力 (q_d , kN/m ²)	3,000	2,000 (不完全支持)	3,000 (試験)	3,000 (試験)
支持地盤ばらつき (δ_{BV})	(1.0, 0.10)	(δ_{MV})	(δ_{MV})	(δ_{MV})
支持力変換誤差 (δ_{BQ})	(1.0, 0.20)	(1.0, 0.30) 不完全支持	(1.0, 0.15) (試験)	(1.0, 0.15) (試験)
周長 (U, m)	3.77	3.77	3.77	3.77
中間層杭長 (l, m)	50.0	40.0	40.0	25.0
周面摩擦力度 (f, kN/m ²)	100	100	250 (試験)	250 (試験)
中間地盤ばらつき (δ_{MV})	(1.0, 0.20)	(1.0, 0.20)	(1.0, 0.15) (試験)	(1.0, 0.15) (試験)
摩擦力変換誤差 (δ_{Mf})	(1.0, 0.30)	(1.0, 0.30)	(1.0, 0.20) (試験)	(1.0, 0.20) (試験)
モデル誤差 (δ_M)	(1.0, 0.30)	(1.0, 0.40) 不完全支持	(1.0, 0.40) 不完全支持	(1.0, 0.30) (試験)
固定荷重 (G)	4,000	4,000	4,000	4,000
-''- ばらつき (δ_G)	(1.0, 0.10)	(1.0, 0.10)	(1.0, 0.10)	(1.0, 0.10)
変動荷重 (Q)	2,000	2,000	2,000	2,000
-''- ばらつき (δ_Q)	(1.0, 0.20)	(1.0, 0.20)	(1.0, 0.20)	(1.0, 0.20)
信頼性指標 (β)	2.09	1.41	2.09	2.49
破壊確率 (Pf, %)	1.8	7.9	1.8	0.64
リスク (千円)	18,000 -	79,000 -	16,200 -	4,000 -
判定	-	NG	OK	OK

※ 計算は Monte Carlo Simulation (MCS) で 1,000,000 回の計算より

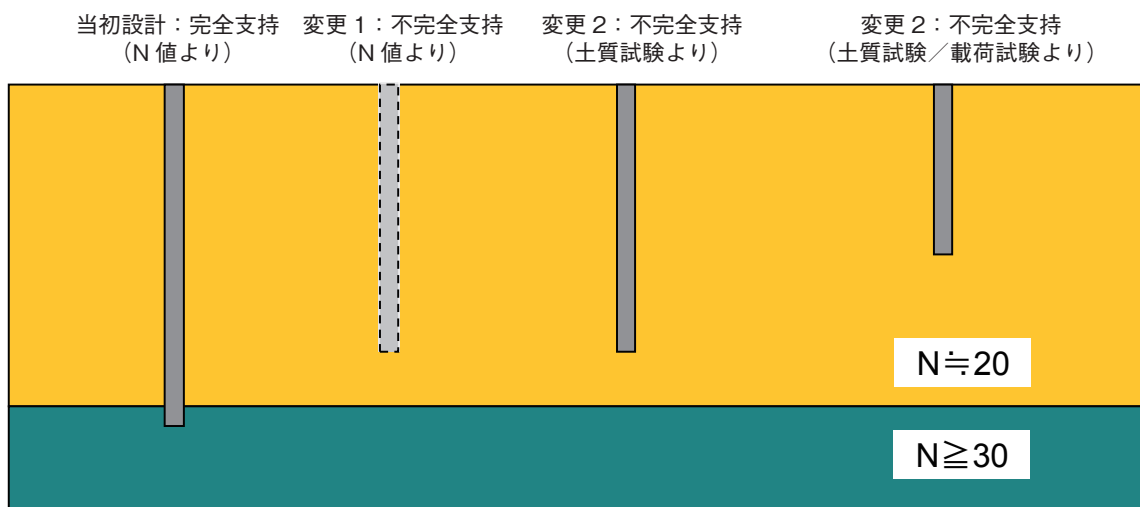


図-8 地質調査の質と杭基礎の設計例

8) 調査の量や調査箇所等の最適化する

事例のイメージ

これまで、調査の量の増加や質の向上により事業費を低減するイメージを示したが、適切な地盤調査を具体的に計画するためには、調査の量と調査箇所を調査費用とリスク（ひいては事業費）の低減額に応じて最適化する必要がある。現在、地質リスク活動では、東京都市大学の吉田教授が実施している研究を参考として、この課題に取り組んでいる。

ここでは、土壤汚染が懸念される区間のトンネル工事を例として、追加調査の費用と効果に応じた追加調査の量や調査箇所を最適化するイメージを示す。

工事を進める上で、既存調査の結果と実態とが異なった場合の追加費用を表-12に示す。すなわち、汚染土を普通土として処理してしまった場合には補償金が課せられるものとした場合、以下の追加費用が必要になるものとする。

- ① 設計段階で普通土と判断されたのに実態が汚染土の場合

普通土として処理した際の費用に加え、汚染土を普通土として処理した補償金

- ② 設計段階で汚染土と判断されたのに実態が普通土の場合

普通土として処理してよかったのに汚染土として処理したため、両者の処理費用の差額

ここでは、この追加費用に判断ミスの可能性（確率）を乗じたものをリスクとして取り扱う。

表-12 既存調査が不十分な場合の追加費用

既存調査に基づ く設計上の判断	普通土 汚染土	実 態（追加調査を実施した場合には明らかになる可能性が高い）	
		普通土	汚染土
	普通土	N/A	C1:補償金+普通土処理費
	汚染土	C2:汚染土処理費 - 普通土処理費	N/A

例えば、図-9に示すように、トンネルの施工区間に4本の既存調査があり、これに基づいて設計上の判断がなされたものとすれば、

- 各調査結果の違い
- 平面的な離隔：各調査箇所間の離隔と各調査箇所のトンネル施工区間からの離隔
- 調査深度：各調査の深度の違いと各調査の深度とトンネル深度との関係

などに応じて判断ミスの可能性は変化する。仮に隣り合う調査結果が大きく異なり調査箇所間の離隔が広ければ、その間の不確実性は大きくなり判断ミスの可能性も大きいと評価される。

これに対し、図-10に示すように1本の追加調

査を実施した場合には、調査の結果と位置に応じてリスクが低減する。ここで、図中の着色部が低減するリスクである。すなわち、追加調査箇所の位置に応じたリスクの低減量を求めることにより、追加調査の本数（量）に応じたリスクを最も低減し得る各追加調査の最適な位置を検討することができる。また、この結果に基づき、調査の費用と低減するリスクとの関係から、調査費用に応じた追加調査本数（量）を最適化することができる。参考として、図-11に1本あたりの調査費用が異なる場合の最適本数検討結果のイメージを示す。この結果では、調査費用が「3」の場合には6本実施するのが最適で、調査費用が「5」と高価な場合には2本の追加調査が最適であるとの結果が得られている。ここで調査費用は無次元で、二つの費用の比較という観点でのみ参照していただきたい。

このように、ここでの事例から分かるとおり、調査の質、量、および位置といった最適な調査は、その効果（リスクあるいは事業費の低減）に応じて、理論的に最適化することは十分に可能であると考えている。

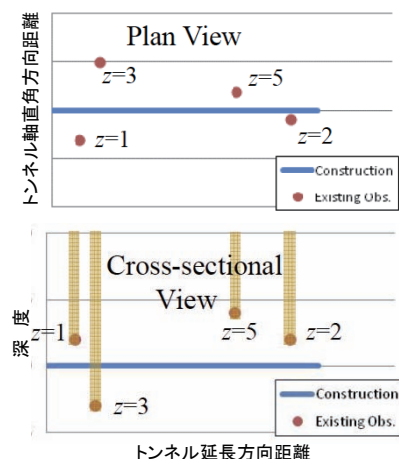


図-9 トンネル施工位置と既存調査

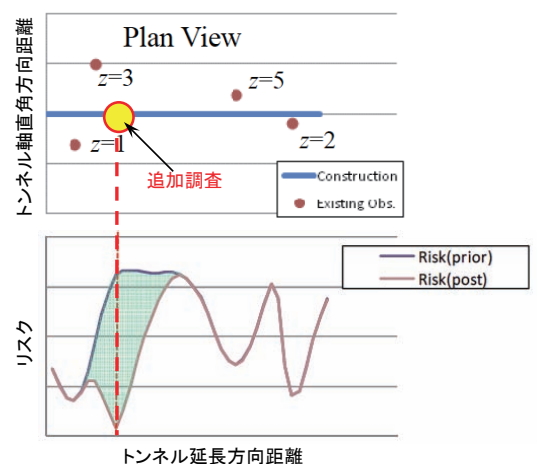
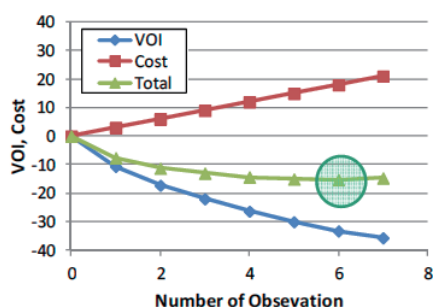


図-10 追加調査によるリスクの低減

Observation Cost=3 (one. obs.)
Optimal Number = 6



Observation Cost=5 (one obs.)
Optimal Number = 2

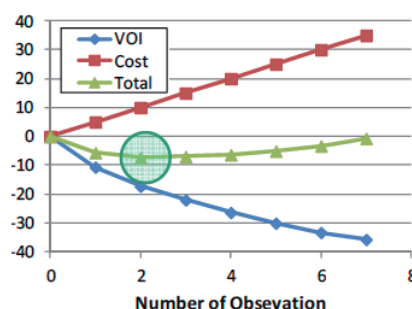


図-11 調査費用に応じた調査量の最適化イメージ

(4) 地質リスクに係わる今後の取り組み

本報告では、地質リスク活動を通じて、全地連がかねてより言い続けてきた「適切な地質調査によるコスト縮減」は事実であるとともに、今後の信頼性に基づく設計基準の改訂により、それを定量的に表現できることを述べた。今後とも本活動を継続し、「適切な地質調査によるコスト縮減」の事例を増やすとともに、実際の現場へのプロトタイプ的な適用についても取り組み、「適切な地質調査」の実現へ寄与していきたいと考えている。

〈参考文献〉

- 1) Honjo, Y. (2011) : Challenges in Geotechnical Reliability Based Design -2nd Wilson Tang Lecture-, Proc. of 3rd International Symposium on Geotechnical Safety and Risk, N.Vogt et al. ed., pp.11-28
- 2) 本城勇介, 大竹雄, 加藤栄和 (2012) : 地盤パラメータ局所平均の空間的ばらつきと統計的推定誤差の簡易評価理論, 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol. 68, No. 1, pp.41-55
- 3) 大竹雄, 本城勇介 (2012) : 地盤パラメータ局所平均を用いた空間的ばらつきと簡易信頼性評価法の検証, 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol.68, No.3, pp.475-490
- 4) 大竹雄, 本城勇介, 小池健介 (2012) : 調査地点を考慮した長大水路の液状化危険度解析, 地盤工学ジャーナル, Vol.7, No.1, pp.283-293
- 5) International Organization for Standardization (ISO) (1998) : ISO2394: General principles on reliability for structures
- 6) 地盤工学会 (2006) : 性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する設計原則, 付録 D : 少数標本からの特性値の設定
- 7) <http://www.strength.co.jp/n.html> : 標準貫入試験 N 値の話
- 8) 日本道路協会 (1999) : 道路土工仮設構造物工指針
- 9) J. Ching, J.R. Chen, J.Y. Yeh and K.K. Phoon (2012) : Updating uncertainties in friction angles of clean sands, Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, ASCE, pp.217-229
- 10) 日本道路協会 (2002) : 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編
- 11) Kohno, T., Nakaura, T., Shirato, M. & Nakatani, S. (2009) . An evaluation of the reliability of vertically loaded shallow foundations and grouped-pile foundations, Proc. of The Second International Symposium on Geotechnical Risk and Safety (IS Gifu) , Gifu, Japan, 177-184

会 告

全地連「技術フォーラム 2013」長野

平成 25 年度全地連「技術フォーラム」は、長野県長野市で開催しました。メインテーマを「“地質技術者の新たな挑戦” - 防災立国を目指して - 」と題し、地元（関東地質調査業協会）の全面的な協力を得て開催しました。

【開催概要】

- 主 催：(社) 全国地質調査業協会連合会
- 共 幹：関東地質調査業協会
- 後 援：国土交通省関東地方整備局、長野県、長野市
- 協 賛：独立行政法人土木研究所、独立行政法人産業技術総合研究所、日本情報地質学会、NPO 地質情報整備活用機構、一般社団法人日本応用地質学会、地質リスク学会
- 開催期日：平成 25 年 9 月 19 日（木）～ 20 日（金） 2 日間
- 開催場所：メルパルク長野
長野県長野市鶴賀高畑 752-8
- プログラム：

エリア 1（無料エリア）

- 9 月 19 日（木） 開会式◆ 10：00～10：30
特別講演会◆ 10：30～12：00
「地震災害軽減への新たな見方・考え方」
講師◆千木良 雅弘 京都大学 防災研究所地盤災害研究部門 山地災害環境分野 教授、日本応用地質学会 会長、地すべり学会 理事

エリア 2（有料エリア）

- 9 月 19 日（木） 技術発表会◆ 13：00～17：00
特別セッション◆ 14：45～17：00
基調講演「道路のり面斜面の点検とアセットマネジメントの高度化に向けて」
講師◆佐々木 靖人 独立行政法人 土木研究所 地質地盤研究グループ（地質チーム）
上席研究員
技術者交流懇親会◆ 18：00～19：30
- 9 月 20 日（金） 技術発表会◆ 9：00～15：00
※技術発表会の発表論文数は、1、2 日目合わせて 134 編

地質調査技士資格検定試験 316 名が合格

第 48 回 地質調査技士資格検定試験

平成 25 年度「地質調査技士資格検定試験」は 7 月 13 日、全国 10 会場で 930 名の方が受験しました。

試験終了後は、延べ 45 名の検定試験委員およびアドバイザーが公正・慎重に採点を実施し、8 月 23 日開催の全地連役員会において 316 名の合格者を決定しました。試験結果概要は、次の通りです。

【検定試験実施概要】

(1) 試験日時

平成 25 年 7 月 13 日（土）午前 9 時 30 分～午後 3 時 30 分 ※途中 1 時間休憩

(2) 試験会場

地区名	会 場 名	地区名	会 場 名
北海道	協同組合 札幌総合卸センター 共同会館	関西	天満研修センター
東北	宮城県建設産業会館	中国	RCC 文化センター
北陸	新潟テルサ	四国	サン・イレブン高松
関東	TFT ビル	九州	福岡県中小企業振興センター
中部	愛知県青年会館	沖縄	浦添市産業振興センター・結の街

(3) 受験部門および受験者数

現場調査部門			現場技術・管理部門			土壌・地下水 汚染部門	合計
土質コース	岩盤コース	試験免除者	地質調査 コース	土質試験 コース	物理探査 コース		
262	24	3	453	120	15	53	939

※試験免除者とは、特定の指定学校・学科を卒業し、業務経験が 2 年以上の者

(4) 採点結果及び試験合否

平成 25 年度 地質調査技士資格検定試験 採点結果および試験合否

部 門		採点結果					合 計	試験合否
		択一式問題 (マークシート)	記述式問題	受講加点	実歴点	口答試験		
現場調査 部門	平均点	64.7	10.4	1.6	9.9	16.7	103.2	合格率：38.5% 合格ライン：112 点 合格人数：110 名 ※試験免除者除く
	配点	105.0	15.0	5.0	20.0	30.0	175.0	
現場技術・ 管理部門	平均点	82.9	50.9	1.6	—	—	135.4	合格率：31.5% 合格ライン：149 点 合格人数：185 名
	配点	120.0	80.0	5.0	—	—	205.0	
土壌・地下 水汚染部門	平均点	104.5	31.8	2.0	—	—	138.3	合格率：34.0% 合格ライン：151 点 合格人数：18 名
	配点	150.0	50.0	5.0	—	—	205.0	

※受講加点：指定講習会を受講した方に点数を加点するもの。 ※実歴点：業務経験年数に応じて一定の点数を加点するもの。
 ※合格ラインは毎年、学識経験者、行政機関からのアドバイザー、業界委員、全地連役員員の総勢約 30 名のメンバーが試験結果を踏まえ協議、決定している。

(5) 平成 25 年度地質調査技士資格検定試験 合格者受験番号

現場調査部門			現場技術・管理部門					土壌・地下水汚染部門
10002	14025	16028	20006	23026	24116	26028	29009	31005
10003	14034	16029	20011	23302	24117	26030	29013	34001
10004	14037	16301	20014	23303	24119	26032	29014	34002
11002	14039	16303	21002	23304	24122	26033	29015	34005
11004	14048	17002	21006	23307	24301	26035	29022	34010
11006	14054	17003	21008	23310	24318	26037	29027	34012
11007	14060	17006	21010	23311	24320	26042	29028	34015
11010	14061	17007	21019	24002	24604	26044	29029	34016
11011	14062	17012	21023	24008	24610	26047	29041	34019
11301	14302	17013	21026	24009	25003	26049	29042	34027
12002	14305	17019	21027	24012	25004	26051	29043	34030
12004	15003	17020	21029	24013	25006	26055	29045	35002
12006	15005	17021	21030	24026	25009	26059	29047	36007
12008	15007	17022	21314	24027	25010	26061	29062	36008
12011	15009	18001	21315	24030	25011	26063	29065	37002
12012	15011	18003	21316	24031	25014	26067	29068	39003
12013	15012	18009	21320	24035	25015	26071	29072	39004
12014	15013	19004	21322	24038	25016	26074	29074	39008
12015	15014	19005	22001	24039	25018	26301	29075	
12020	15015	19006	22008	24042	25019	26305	29076	
12025	15016	19019	22010	24045	25020	26310	29079	
12027	15017	19020	22011	24049	25028	26604	29301	
12030	15019	19021	22015	24052	25029	26605	29302	
12034	15020	19024	22017	24056	25302	27001	29307	
12035	15021	19025	22023	24060	25306	27002	29312	
12038	15022	19026	22024	24061	25308	27009		
12039	15301	19032	22026	24065	25309	27010		
12040	15302	19033	22043	24066	25315	27025		
12041	16002	19034	22301	24067	25318	27027		
12301	16004	19035	22311	24068	26001	27028		
13007	16007	19038	22312	24080	26002	27029		
13009	16009	19042	22313	24085	26003	27301		
13011	16010	19302	23002	24086	26008	27302		
13012	16011		23005	24089	26012	27304		
14001	16016		23007	24093	26013	27305		
14004	16017		23009	24099	26018	28002		
14006	16021		23010	24100	26019	28007		
14009	16022		23015	24106	26020	28009		
14010	16025		23019	24111	26023	28029		
14024	16027		23025	24112	26026	28301		

地質情報管理士資格検定試験 22名が合格

第7回 地質情報管理士資格検定試験

平成 25 年度「地質情報管理士資格検定試験」は 7 月 13 日、全国 10 会場で 48 名の方が受験しました。

試験終了後は、延べ 25 名の検定試験委員およびアドバイザーが公正・慎重に採点を実施し、8 月 23 日開催の全地連役員会において 22 名の合格者を決定しました。

なお、地質情報管理士資格検定試験は、従来 11 月下旬から 12 月上旬の時期に実施しておりましたが、今年度以降は地質調査技士資格検定試験と同日、同会場で実施することとなりました。

試験結果概要は、次の通りです。

【検定試験実施概要】

- (1) 試験日時 平成 25 年 7 月 13 日 (土) 午前 9 時 30 分～午後 12 時 30 分
- (2) 試験会場 ※地質調査技士資格検定試験と同じ会場で実施
- (3) 受験者数 48 名
- (4) 採点結果及び試験合否

平成 25 年度 地質情報管理士資格検定試験 採点結果および試験合否

	採点結果				合 計	試験合否
	第 1 部 (マークシート)	第 2 部 (マークシート)	第 3 部 (選択記述式) (論述式)	第 3 部 (選択記述式) (論述式)		
平均点	28.3	27.5	20.6	23.0	99.4	合格率：46% 合格人数：22 名
配点	40.0	40.0	30.0	30.0	140.0	

※合格ラインは、試験各部の得点率が 60%以上

- (5) 平成 25 年度地質情報管理士資格検定試験 合格者受験番号

1001	2005	4007	7002	9011
1003	3001	4008	8002	9013
2001	3003	4012	9003	
2002	4001	6001	9005	
2003	4005	6002	9010	

応用地形判読士資格検定試験 一次試験の合格者 57 名 (応用地形マスター I 級 35 名 応用地形マスター II 級 22 名)

第 2 回 応用地形判読士資格検定試験

『応用地形判読士資格検定試験（一次試験）』は、平成 25 年 7 月 13 日（土）に、地質調査技士資格検定試験および地質情報管理士資格検定試験と同会場で開催しました。受験完了者数は 163 名でした。

一次試験の結果は、検定委員が公正・厳正に採点し、8 月 23 日の全地連役員会の審議を経て、57 名の合格を決定しました。

試験結果の概要は、次のとおりです。

【受験者数および合格者数】

受験地	受験申込者数	受験完了者数	一次試験合格者数	
			応用地形マスター I 級	応用地形マスター II 級
札幌	18 名	16 名	2 名	0 名
仙台	18 名	15 名	3 名	3 名
新潟	11 名	10 名	3 名	1 名
東京	69 名	49 名	13 名	8 名
名古屋	14 名	12 名	5 名	1 名
大阪	30 名	26 名	7 名	3 名
広島	8 名	7 名	1 名	1 名
高松	9 名	9 名	0 名	1 名
福岡	19 名	16 名	1 名	4 名
沖縄	3 名	3 名	0 名	0 名
合計	199 名	163 名	35 名	22 名

【一次試験の採点結果】

試験科目 (配点)	多肢択一式問題		記述式問題		備考
	基礎知識 (50 点)	専門知識 (20 点)	A 群 (50 点)	B 群 (50 点)	
平均点	33.1 点	13.0 点	22.6 点	28.7 点	受験者：163 名 合格者：57 名 合格率：35.0%

【合格者受験番号】

応用地形マスター I 級					応用地形マスター II 級			
9131010	9131011	9131027	9131031	9131036	9131024	9131025	9131030	9131040
9131037	9131041	9131043	9131049	9131058	9131048	9131053	9131056	9131057
9131061	9131067	9131072	9131080	9131087	9131068	9131078	9131090	9131095
9131089	9131094	9131098	9131104	9131105	9131124	9131145	9131150	9131156
9131117	9131118	9131125	9131126	9131129	9131162	9131174	9131184	9131189
9131131	9131132	9131135	9131146	9131151	9131190	9131191	—	—
9131155	9131157	9131158	9131167	9131185	—	—	—	—

【二次試験に向けて】

応用地形マスター I 級に認定された方は、応用地形判読士補に登録することで、二次試験の受験資格を得ることができます。今年度の二次試験は、次の予定となっています。

- ・ 9 月 10 日から ： 応用地形判読士補への登録受け
- ・ 9 月 10 日～ 10 月 15 日 ： 二次試験受験申請書の受け
- ・ 11 月 30 日（土） ： 応用地形判読士資格検定試験 <二次試験>

地質調査技士 登録更新 9月10日受付開始

平成25年度地質調査技士登録更新の申込み受付は、9月10日より開始いたします。なお、今年度より、登録更新は次の2つの更新方法のうち、いずれかを任意選択し更新手続きを行うものとします。

- ① 登録更新講習会 受講形式（従来通りの更新手続き）
- ② CPD記録報告形式（新たに導入した更新手続き）

上記②は、平成25年度より導入した新しい更新手続きです。所定の学習記録CPDを125単位以上（2部門以上保有の場合は175単位）報告していただくことで更新手続きが完了いたします。

平成25年度地質調査技士登録更新手続き 概要

1. 更新対象者

- ①平成20年度（2008年度）の「登録更新講習会」を受講した方
 - ②平成20年度（2008年度）の「第43回地質調査技士資格検定試験」に合格し、登録した方
- ※携帯用登録証に記載の有効期限が「2013年度更新講習会修了日」となっている方が対象となります。

2. 申込期間

登録更新講習会 受講形式：平成25年9月10日（火）～平成25年10月15日（火）

CPD記録報告形式：平成25年9月10日（火）～平成25年12月16日（月）

3. 開催地・日程

開催地	期 日	受 講 会 場
札幌	1月27日（月）	北海道建設会館 北海道札幌市中央区北4条西3丁目1
仙台	11月22日（金）	仙台国際センター 宮城県仙台市青葉区青葉山
新潟	1月16日（木）	新潟テルサ 新潟県新潟市中央区鐘木185-18
金沢	1月17日（金）	石川県地場産業振興センター 石川県金沢市鞍月2-1
東京	11月20日（水）	シェーンバッハ・サボー（砂防会館別館） 東京都千代田区平河町2-7-5
名古屋	11月29日（金）	名古屋国際会議場（会議室1号館） 愛知県名古屋市熱田区熱田西町1-1
大阪	11月11日（月）	大阪国際会議場（グランキューブ大阪） 大阪府大阪市北区中之島5-3-51
広島	11月22日（金）	メルパルク広島 広島県広島市中区基町6-36
高松	11月14日（木）	サンメッセ香川 香川県高松市林町2217-1
福岡	10月28日（月）	（財）福岡県中小企業振興センター 福岡県福岡市博多区吉塚本町9-15
熊本	11月15日（金）	熊本テルサ 熊本県熊本市中央区水前寺公園28-51
沖縄	12月7日（土）	浦添市産業振興センター 結の街 沖縄県浦添市勢理客4-13-1

4. 申込方法

全地連のホームページより申込書類をダウンロードの上、記載する案内に従い開催地を所管する各地区地質調査業協会へ申請して下さい。（全地連ホームページ <http://www.zenchiren.or.jp/>）

試錐用鋼管

常時在庫 ボーリングロッド ϕ 33.5～ ϕ 165.2
コアチューブ ϕ 54～114.3
ケーシングチューブ ϕ 83～112
ステンレスライナー ϕ 78 x 1.5t x 1000L
※上記寸法以外のロールオーダー承ります※

その他取扱い品目

各種 高張力鋼管・引抜鋼管・ステンレス鋼管・鋼材全般
配管用鋼管・角型鋼管・塩ビパイプ・製缶加工

新日鐵住金株式会社特約販売店



尼崎鋼管株式会社

〒660-0085 尼崎市元浜町1丁目72番地10号

TEL:06-6418-8841(代) FAX:06-6419-7119

自動車リース

オリックス自動車株式会社

テレマティクス

レンタカー

オリックス自動車株式会社

リテール営業課

東京都港区芝3-22-8 〒105-8589 TEL:03-6436-6803 FAX:03-6436-6945

祝50周年

全地連様と共に50年。

昭和38年に指定取扱店を承認戴き、土質標本箱や土質標本ビンなどの規格商品製作に携わらせて戴きました。

全地連様の歩みは神谷製作所の大きな支えでもあります。

コア箱/土質標本箱/土質標本ビン/特注木箱/現場用品一式



〒350-0016 埼玉県新座市馬場2-6-5
tel: 048-481-3337 fax: 048-481-2335
e-mail: kamiya@kamiya-mfg.co.jp

“Less Cost Per Meter”の弛まぬ挑戦



規格製品から用途に応じた特殊製品まで、様々なニーズをより敏速に応えるために設計・製造・販売・現場サービスまで一貫体制を取っております。

掘削地層に最も適したPDCビット・サーフェイスビット・インプリビット及びマトリックスを各種取り揃えております。

コアパーレルは小口径から大口徑、軟岩質から硬岩質用（普通工法ノワイヤーライン工法）を各種取り扱っております。

新製品を常にご案内し、更なるコストパフォーマンスの探求に挑戦しております。
(スパイクビット・ボトムビット・ドーナツビットなど)

【自社製造製品だから出来る対応力】

K MAIKAI
株式会社 ケイマキ

◆ダイヤモンドビットは弊社にお問い合わせ下さい！

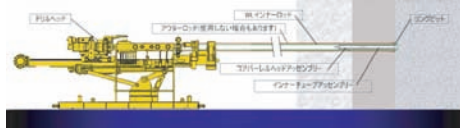
- | | | |
|--------|--|-----------------------------------|
| ●本社 | 〒141-0031 東京都品川区西五反田 8-1-10 小澤西五反田ビル3F | TEL:03-3490-8433 FAX:03-3490-8622 |
| ◆東京支店 | 〒141-0031 東京都品川区西五反田 8-1-10 小澤西五反田ビル3F | TEL:03-3490-8433 FAX:03-3490-8622 |
| ◆福岡支店 | 〒812-0015 福岡市博多区山王 1-1-10 | TEL:092-436-1886 FAX:092-436-1887 |
| ◆大阪支店 | 〒567-0007 大阪府茨木市南安威 2-2-A5-305 | TEL:072-643-2700 FAX:072-643-2700 |
| ◆札幌営業所 | 〒003-0021 札幌市白石区栄通 7-5-18 早稲田ビル1F | TEL:011-850-0950 FAX:011-850-0951 |
| ◆大館営業所 | 〒017-0046 秋田県大館市清水 1-2-80 | TEL:0186-42-1667 FAX:0186-42-1673 |
| ■千葉工場 | 〒299-4333 千葉県長生郡長生村七井土 1473-1 | TEL:0475-30-1001 FAX:0475-30-0661 |



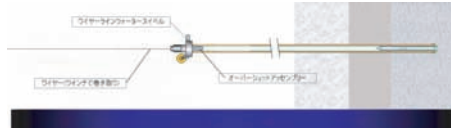
鉦研工業株が独自に開発した パーカッションワイヤライン サンプリングシステム(PS-WL工法)

- ・アロドリルの急速穿孔能力により、ボーリングの施工時間が大幅に短縮できます。
- ・地質条件に関わり無く、コアサンプリングの採取率が従来と比べて大幅に向上しました。
- ・三重管掘り機構により従来困難とされていた未固結層でのボーリングも可能になりました。
- ・トンネル掘進に伴う水抜き、薬液注入などの補助工法もボーリング機器の入替なしに施工できます。
- ・ガス抜きボーリングでは、防塵仕様に対応が可能です。
- ・PS-WL工法により、2～3日で重金屬含有岩の掘りぞり対策、及び突発湧水の対応が可能です。

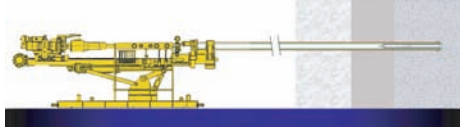
①掘さく



③ウオータースイベル、オーバーショットのセット



②掘さく完了



④オーバーショットの引抜



RPDによる 連続打撃動的貫入試験

NETIS登録番号:HR-080010-A
特許番号 第4692883号

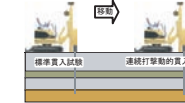
連続打撃動的貫入試験の特徴

- ❑ 地盤を選ばない試験
アロドリルの持つロータリーパーカッションドリル機構を採用することにより、粘性土・砂・砂礫・軟岩などの自然地盤から改良地盤まで、幅広い地盤に適用できます。
- ❑ スピーディな試験
RPDによる連続打撃動的貫入試験は一回の試験が数十秒～数分で終了し、効率的な作業が行えます。また、利用する小型アロドリルはガイドセルを装備し、足場や槽の仮設が不要である他、自走式で機動性に優れています。
- ❑ シンプルな試験
RPDによる連続打撃動的貫入試験の先端サンブラーは、標準貫入試験用サンブラーをそのまま利用することが出来ます。従って、専用ツールの準備は最小限で済みます。また、P値は貫入時間を計測するだけで求めることができます。
- ❑ 正確な測定
P値は、N値やNd(ミラムサウンドイング)と相関性が高く、それと同様に地盤の硬軟やしまり具合などを判別できます。また、採取される土試料は品質が良く、土質や堆積構造をひと目で判別できます。一台でボーリング、サンプリング、標準貫入試験も行なうことができるので、連続打撃動的貫入試験を補完・補足調査として用いることによ

小型アロドリルによる連続打撃動的貫入試験の用途

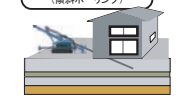
■ 建築物、道路、堤防、改良地盤

一般の地盤調査(街道ボーリング)



■ 既設の建築物、滑走路、軌道などの直下

施設構造直下の地盤調査(傾斜ボーリング)

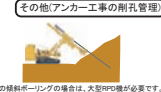


■ トンネル、その他各種地層、地形

トンネル先端調査(水平ボーリング)



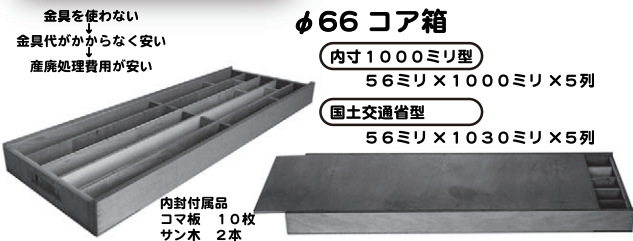
その他(アンカー工事の削孔管理)



スタンダードタイプ



エコスライドタイプ



弊社は、合板(ベニヤ板)の加工販売を主として、創業以来30年間全国各地の多種多様な業界の皆様へ加工部材の供給を致しております。その加工された余り材の一部をコア箱の部材として使用することによって製品単価を下げる事が可能になりました。更に、短い材料をつなぎ合わせる技術、張り合わせる技術、厚さを整える技術によって捨てられていたはずの「資源」を甦らせ、部材として使用することにより環境にも配慮した製品作りを行い、長い年月をかけて育った大切な木材を徹底して無駄なくつかいこなすことに創意工夫しながら製品単価を下げる努力も行っております。こうして、日々改良を重ねたコア箱は北海道内で20年間、多くのお客様に使っていただける製品となりました。

オール合板製コア箱の特徴

- 割れ、縮みが無い
- 反りが少ない
- カビの発生率が低い
- 箱としての強度がある

特注品について

原材料の在庫、加工、組み立てを全て自社内で行っているため、φ66、φ86以外のサイズでも製作可能です。箱の形状、大きさ、金具の種類、取っ手の形状等、お客様のご希望に合わせた特注品を製作致します。お気軽にご相談下さい。

私共は合板のプロです



小日向商会有限公司

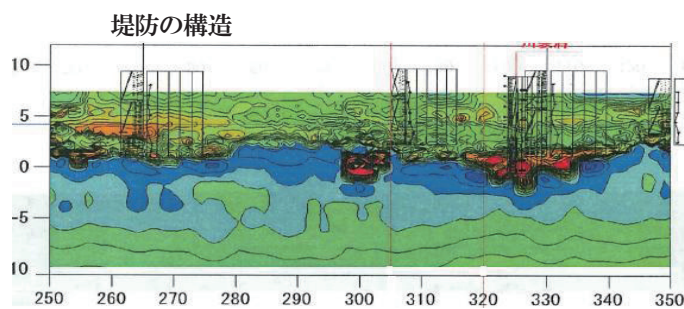
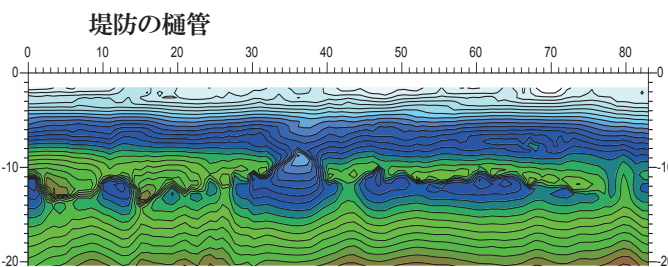
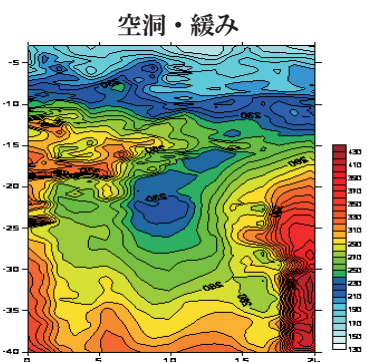
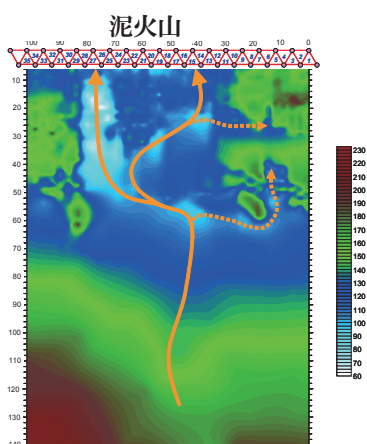
本社 北海道旭川市錦町21丁目2162-25
工場 北海道上川郡鷹栖町8線西1号

ご注文、お問い合わせは
TEL 0166-87-3687

FAX 0166-87-3199

E-mail kohinata@ch.mbn.or.jp

チェーンレー探査法



Geo-X

ジオックス コンサルタント株式会社

〒338-0001 埼玉県さいたま市北区宮原町3丁目148番地1号

Tel 048-778-8317 Fax 048-778-8318

e-mail info@geo-x.co.jp URL <http://www.geo-x.co.jp>

全地連・各種保険制度 損害保険・生命保険のご相談お問い合わせは

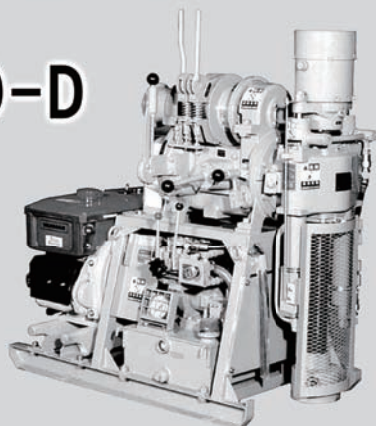
株式会社ジオ・ビジネスサービス

- 全地連保険制度 第三者賠償補償制度
地質コンサルタント総合かし賠償補償制度
汚染地盤修復工事賠償補償制度
労災上積み補償制度
生涯収入サポート（団体長期障害所得補償保険）
医療費保障制度（団体医療保険特約付傷害疾病保険）
- 各種損害保険 火災保険 自動車保険 海外旅行総合保険 動産総合保険など
- 各種生命保険 終身保険 定期保険 各種経営者保険など

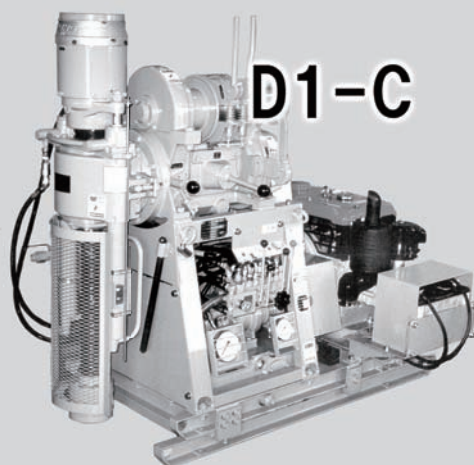
〒101-0047 東京都千代田区内神田1-5-13内神田TKビル3F
株式会社ジオ・ビジネスサービス TEL03-3518-4900 FAX03-3518-4901

地盤調査に活躍する東邦の小型ボーリングマシン

D0-D



D1-C



小型試錐ポンプ（BG-3C・BG-4）を組み込み
削孔機とポンプを1台のエンジンで駆動することができます。

※ 削孔機の操作パネルは、右操作・左操作が有ります。



東邦地下工機株式会社

東京都品川区東品川 4-4-7 TEL 03 (3474) 4141
福岡市博多区西月隈 5-19-53 TEL 092 (581) 3031
URL: <http://www.tohochikakoki.co.jp>

福 岡 ☎ 092(581)3031
東 京 ☎ 03(3474)4141
札 幌 ☎ 011(785)6651
仙 台 ☎ 022(235)0821
新 潟 ☎ 025(284)5164
金 沢 ☎ 076(235)3235

名古屋 ☎ 052(798)6667
大 阪 ☎ 072(924)5022
松 山 ☎ 089(953)2301
広 島 ☎ 082(533)7377
山 口 ☎ 083(973)0161
熊 本 ☎ 096(232)4763

頑丈な作りと優れた品質のベストセラー箱。

コア箱・土質標本箱・標本ビン 製造



NCC 名古屋ケース株式会社

中部地質調査業協会賛助会員
ジオラボ中部賛助会員
全国地質調査業協会連合会賛助会員

〒456-0004 名古屋市熱田区桜田町 5-5
TEL052(881)4020 FAX052(881)8268
<http://www.nagoya-case.co.jp>

地盤調査の表面波探査法

「宅地地盤調査・土木地盤調査」は表面波探査法のビックへ



(財)先端建設技術センター技術審査証明

表面波探査法の計測データをもとに



許容応力度の予測

沈下量予測情報の取得

速度低下部(地盤のゆるみ)

N値の推定

を算出致します



地盤に関することならビックにお任せください

ビック株式会社 〒113-0021 東京都文京区本駒込6-12-16

TEL:03-3947-5800(営業部) FAX:03-3947-7321 <http://www.vic-ltd.co.jp>

コア箱, 土質標本箱, 試料瓶のことなら!

安価! 迅速!
高品質!



種類	1列幅×高 (内寸mm)	列数	長さ(内寸)
66用	56×56	5	
76用	66×66	5	標準:
86用	76×76	3, 4, 5	1000mm
116用	106×106	2, 3	
HQ	68×68	5	国交省型:
NQ	53×53	5	1030mm
PQ	90×90	3	
その他	ご希望	ご希望	ご希望

株式会社 マスダ商店

<http://www.masuda-s.jp>

☎733-0032 広島市西区東観音町 4-21 TEL:082-231-4842 FAX:082-292-9882

全国地質調査業協会連合会賛助会員

E-mail: info@masuda-s.jp

Corporate identity

求め続けるのは

信頼に応え続けること

60年にわたって培ってきた私たちの技術力のすべては、常に時代と次代のニーズに応え、人と工業社会の安心・安全を結ぶために限りない
" 安心・安全の方向性を導く試験機器を創造 " していく....。

丸東製作所は、常にお客様の信頼に全力でお応えしていきます。

〒135-002 東京都江東区白河2丁目15番4号

 株式会社 **丸東製作所**
MARUTO Testing Machine Company

代表取締役社長 今井 保行

TEL 03-3643-2111 FAX 03-3643-0293

<http://www.maruto-group.co.jp/>

maruto@maruto-group.co.jp

資源探査、環境調査、土木建設の基礎調査

先進の地盤調査機で工期短縮・液状化判定にも対応。



YHP-1
(ニッケル鉞調査 フィリピン)

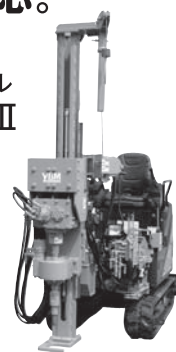


ECO-3V
(ニッケル鉞調査
インドネシア)

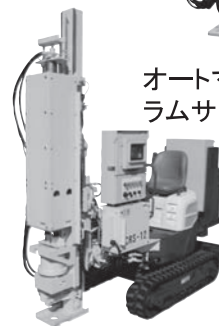


地熱開発用コンパクトリグ
HC-2000R

パイプロドリル
ECO-1VⅢ
土壌・地下水
汚染調査 など



オートマチック
ラムサウンディング



CRS-12
地盤調査、
液状化判定
など

YBM 株式会社 **ワイビーエム**

本 社 / 〒847-0031 佐賀県唐津市原1534 TEL (0955) 77-1121

<http://www.ybm.jp/>

東京支社 〒104-0032 東京都中央区八丁堀3丁目22-11八重洲第三長岡ビル2F TEL (03) 6280-4789
東京支店 〒342-0005 埼玉県吉川市川藤3062 TEL (048) 982-7558
大阪支店 〒578-0964 大阪府東大阪市新庄西5-4 TEL (06) 4309-2921

東北営業所 〒981-3133 宮城県仙台市泉区泉中央3丁目27-3日泉ビル202号室 TEL (022) 343-1210
名古屋営業所 〒468-0043 愛知県名古屋市天白区菅田1丁目1208 TEL (052) 804-4841
広島営業所 〒732-0802 広島県広島市南区大州1丁目1-25第一ふじビル1F TEL (082) 285-3824
インドネシア事務所 Room No. 343 3F. PPHUL. JL. HR. Rasuna Said Kav. C-22 Jakarta Selatan 12940 TEL (+62) 21-52921131

季刊雑誌「地質と調査」編集委員会

一般社団法人全国地質調査業協会連合会

委員長 鹿野 浩司

委員 荒井 靖仁, 佐久間 春之, 細野 高康, 三木 茂, 利藤 房男, 土屋 彰義, 池田 俊雄, 高橋 暁, 中川 直

各地区地質調査業協会

委員 北海道：鈴木 孝雄 東 北：高橋 克実 北 陸：桐生 広次 関 東：丹下 良樹
中 部：伊藤 重和 関 西：東原 純 中 国：向井 雅司 四 国：二神 久士
九 州：佐々木 和彦 沖縄県：長堂 嘉光

一般社団法人全国地質調査業協会連合会

〒101-0047 東京都千代田区内神田 1-5-13 内神田 TK ビル 3 階 TEL. (03) 3518-8873 FAX. (03) 3518-8876

北海道地質調査業協会	〒060-0003	北海道札幌市中央区北 3 条西 2 丁目 1 (カミヤマビル)	(011) 251-5766
東北地質調査業協会	〒983-0852	宮城県仙台市宮城野区榴岡 4-1-8 (パルシティ仙台 1 階)	(022) 299-9470
北陸地質調査業協会	〒951-8051	新潟県新潟市中央区新島町通 1 ノ町 1977 番地 2 (ロイヤル礎 406)	(025) 225-8360
関東地質調査業協会	〒101-0047	東京都千代田区内神田 2-6-8 (内神田クレストビル)	(03) 3252-2961
中部地質調査業協会	〒461-0004	愛知県名古屋市中区葵 3-25-20 (ニューコーポ千種橋 403)	(052) 937-4606
関西地質調査業協会	〒550-0004	大阪府大阪市西区靱本町 1-14-15 (本町クーパービル)	(06) 6441-0056
中国地質調査業協会	〒730-0017	広島県広島市中区鉄砲町 1-18 (佐々木ビル)	(082) 221-2666
四国地質調査業協会	〒760-0067	香川県高松市松福町 2-15-24 (香川県土木建設会館)	(087) 821-4367
九州地質調査業協会	〒812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東 2-4-30 (いわきビル)	(092) 471-0059
沖縄県地質調査業協会	〒901-2224	沖縄県宜野湾市真志喜 1-21-18	(098) 942-8514

季刊 地質と調査 '13 年 3 号 No.137

平成 25 年 9 月 25 日 印刷

平成 25 年 10 月 1 日 発行

編 集 一般社団法人 全国地質調査業協会連合会

〒101-0047 東京都千代田区内神田 1-5-13 内神田 TK ビル 3F

発行所 株式会社ジェイ・スパーク

〒102-0082 東京都千代田区一番町 9-8 ノザワビル 7F Tel. 03-3264-7781 Fax. 03-3264-7782

株式会社ワコー

〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 3-11-7 Tel. 03-3295-8011 Fax. 3230-2511

印刷所 株式会社 高山

無断転載厳禁

印刷物・Web 上等に本誌記事を掲載する場合は、一般社団法人 全国地質調査業協会連合会に許可を受けてください。

300MHz と 800MHz アンテナを一体化した
高性能デジタル地中レーダ装置

geo5

ユーティリティスキャンDF (Dual Frequency)



ユーティリティスキャンDF (米国：GSSI 社) は、300MHz と 800MHz アンテナを同一ケースに収納し、かつアンテナ部にてデジタル変換する 2 周波一体型の高性能デジタル地中レーダです。周波数の異なる 2 つのアンテナを搭載したことにより、1 回の測定で表層付近から深部 (2m 程度) まで、極めて高品質のデータを取得できます。

■ 特長

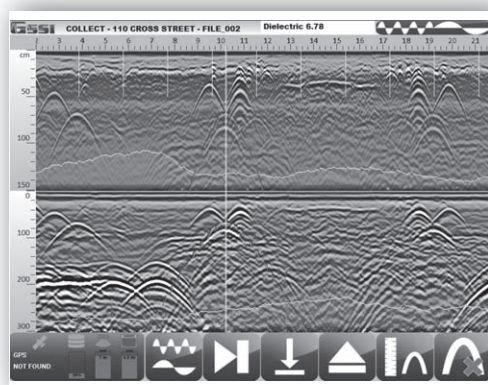
- ・ 2 周波 (300MHz、800MHz) アンテナ搭載により、表層から深部 (約 2m 程度) までを 1 回の走行で探査可能です。
- ・ アンテナ部にてデジタル変換し、ノート PC にデータ集録しますので SN 比に優れた高品質データを取得できます。
- ・ 装置 1 式は、機動性に優れた 4 輪カートに搭載されています。
- ・ Radan-7 ソフトウェア (GSSI 社製) が標準装備されています。
- ・ IP65 に準拠した防水・防塵構造の全天候型システムです。

■ 適用・用途

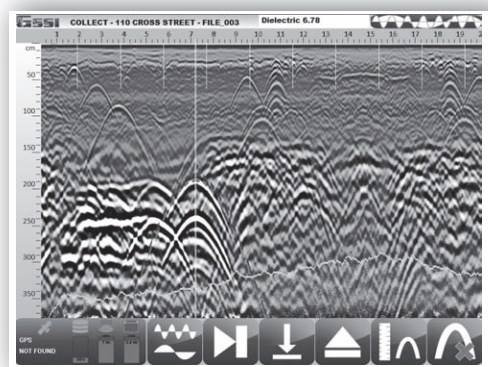
- ・ 地下埋設物・埋設管の調査
- ・ 路面下空洞、トンネル背面調査
- ・ 護岸、堤防調査、埋蔵文化財・遺跡調査等



* デモ機を用意していますので
お問い合わせ下さい。



300MHz データと 800MHz データの分割表示例



300MHz データと 800MHz データのブレンド表示例
(同一時間軸に 2 周波データを表示)

株式会社 ジオファイブ

URL <http://www.geo5.co.jp/>

〒336-0931 埼玉県さいたま市緑区原山 1-12-1
TEL 048-871-3511 FAX 048-871-3512
Email sales@geo5.co.jp

■ 業務内容 ■

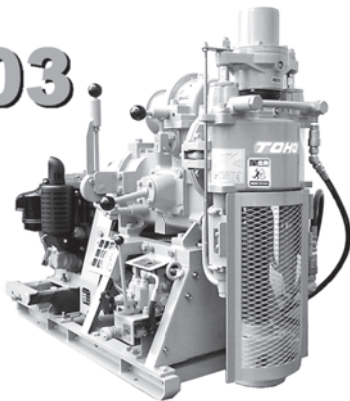
- 計測機器販売 : 地質調査機器・土木計測機器・工業計測機器
- 計測機器レンタル : 地質調査機器及びその他計測機器レンタル
- 計測業務 : 現場計測業務・測定機器設置・3D 計測業務
- 計測機器設計製作 : 各種地盤計測機器の設計製作



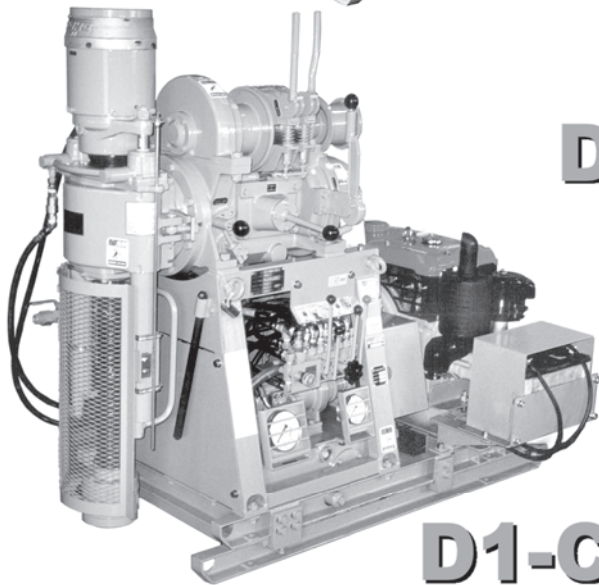
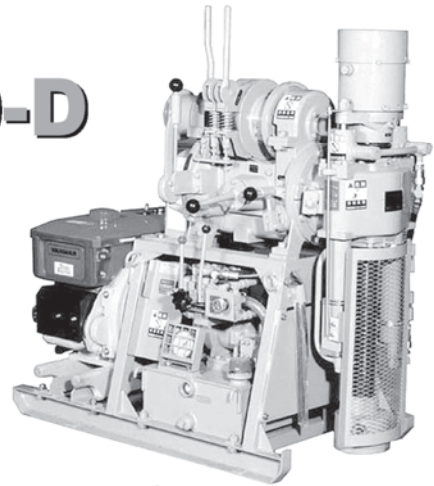
TOHO
DRILLING EQUIPMENT

小型ボーリングマシン

DM-03

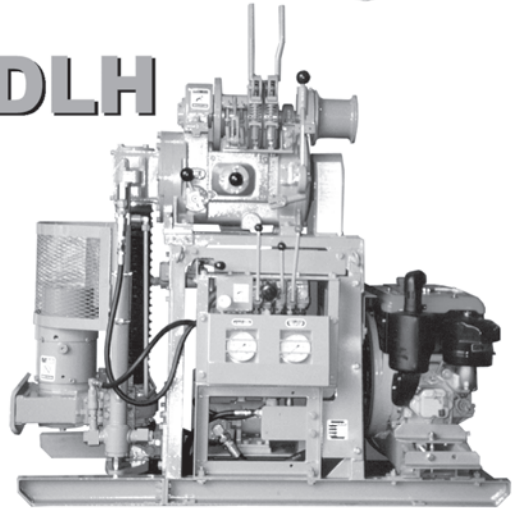


D0-D



D1-C

D0-DLH



試錐機には小型ボーリングポンプが内蔵できます。(DM-03を除く)

機種名		DM-03	D0-D	D0-DLH	D1-C
穿孔能力	m	30	100	100	280
回転数	min ⁻¹	65,125,370	(A)60,170,330	(A)60,170,330	(A)65,130,170,370
			(B)110,320,625※	(B)110,320,625※	(B)90,170,320,490※
スピンドル内径	mm	47	43	43	48,58
ストローク	mm	300	400,500※	500	500
巻上げ力	kN(kgf)	3.9(400)	5.9(600)	5.9(600)	10.8(1100)
スライド	mm		油圧式300※	油圧式300※	油圧式300
動力	kW/HP	3.7/5	3.7/5	3.7/5	5.5/8
質量	kg	180	315	475	550
寸法	H×W×L mm	960×550×1115	1200×660×1180	1440×890×1415	1390×735×1580

右操作、左操作をご用意しております。 ※はオプションです。



東邦地下工機株式会社

東京都品川区東品川 4-4-7 TEL 03 (3474) 4141
 福岡市博多区西月隈 5-19-53 TEL 092 (581) 3031
 URL: <http://www.tohochikakoki.co.jp>

福岡 092(581)3031
 東京 03(3474)4141
 札幌 011(785)6651
 仙台 022(235)0821
 新潟 025(284)5164
 金沢 076(235)3235

名古屋 052(798)6667
 大阪 072(924)5022
 山松 089(953)2301
 島松 082(533)7377
 山口 083(973)0161
 熊本 096(232)4763

地質調査

通巻137号(年4回発行)

●発行所

株式会社ジェイ・スパーク／株式会社ワコー