

2005

創刊号

# GEO CONSULTANT

ANNUAL REPORT  
KANSAI GEOTECHNICAL  
CONSULTANTS ASSOCIATION

# 地震とプレートテクトニクス

関西地質調査業協会

理事長 **山岸英之**

平成16年度までは、当協会の総務委員会が年4回発行していた“協会ニュース”と技術委員会が年末に発行していた“会員技報”を協会々員企業の皆様に配布させていただきました。本年度より、これらを合体して年1回の発行とし、協会々員企業だけでなく、一般市民に協会活動を御理解頂けるよう発注機関や、未来の後継者となる教育現場にも配布することと致しました。

さて皆さん御存知だったでしょうか？

私は高校時代の地理の学習時間に現存する5大陸は、以前は一つの大陸(数億年前)が分割移動して現在の地形を形成したという、いわゆる大陸移動説を教わりました。この理論はドイツのウエーゲナーが1912年に発表したものですが、発表時どころか1960年までは殆んど信ずる人はありませんでした。大西洋を挟んだ両大陸の地形の凹凸が相似形であることや、臨海部に分布する地層の造岩鉱物が非常によく一致する等のことが判り、いくつかのプレートがぶつかり合う地域では造山作用によりヒマラヤ等の山脈が引張り合う地域では日本海等の海域が、それぞれ形成されていることが判明した他、地震がこのプレートの接触部分で多発することで決定的にこの学説は認証されるようになりました。

非常にローカルのな話題ですが、生駒山麓地域の斜面崩壊現場を調査した時、某大学の助教授から、大陸地域は領家変成帯に属し生駒山を構成する花崗岩類は元々、溶岩が固結したものではなく、堆積岩が熱変成や動力変成作用により溶融し、再結晶により花崗岩類に変化したことを教わりました。

現在地表高度は花崗岩類が露出する生駒山山頂部標高約600mと、大阪平野の深堀ボーリング記録で判明している基盤岩面(標高-600m~-800m)、更に南港付近の岩着深度(標高約-1600m以深)は、かつては同一平面を形成していたものが、生駒活断層及び大阪断層により基盤岩が段階的に断裂され、各々1000mの段差を造り現在の地形となったと教わりました。

30年以内に極めて高い確率で地震発生が予測される南海地震や2005年に発生したスマトラ沖地震、また2005年10月に発生したバキスタンカシミール地方の地震がいずれもプレート接触部であることや、兵庫県南部地震や新潟県中越地震、福岡県西方沖地震がこれまた、活断層に起因することが判明しています。

大陸移動説が発表されてから50年間信頼に値しない学説であったことを考えると地震発生予測理論は未だ構築されてはいませんが、おそらく半世紀先には正確な予測学説が確立されると信じて止みません。地質調査業に携わる者として、その一助を担ってゆこうではありませんか。

## CONTENTS

### 特集 CLOSE-UP 関西地質 3

●関西の平野・盆地の地盤形成 中央開発株式会社 佐野 正人

### 技一徹 名物職人 8

●関西空港2期埋立部沈下計測機器設置工事 川崎地質株式会社 藤澤 晃

### Meets the Specialist ◎特別インタビュー 9

●近畿地方の防災について、近畿地方整備局 藤平防災課長に聞く

### CASE STUDY 業界ケーススタディ 13

●福井県地震被害予測とリアルタイム地震被害予測システム

●関西電力の地震防災対策 関西電力株式会社 樽林 芳之

●ガスパイプラインの地震防災と地盤・地形の関わり 大阪ガスエンジニアリング株式会社 小川 安雄

### 特集 Special issue 防災を考える「ライフラインと地質」 17

●シビルコンサルティングマネージャ(RCCM)資格試験に合格して アジア航測株式会社 小汐 真由美

●地質調査技士資格検定試験に合格して 株式会社東京ソイルリサーチ 藤井 仁

### Challenging people ~地質調査人~ 21

●水源探査に便利 ~CSAMT法探査による深層地下水源探査~ 中央復建コンサルタンツ株式会社 本山 普士

### REVIEW THE REPORT 最新技術レポート紹介 23

●「淀川」平成17年度技術見学会に参加して 株式会社東京ソイルリサーチ 田中 知樹

### シリーズ 技術見学会報告 26

●設計・施工サイドから見た地質調査報告書について 株式会社日建設計 白沢 吉衛/株式会社大林組 阪井 聡  
株式会社竹中工務店 岡橋 稔/技術委員会 委員長 岩崎 哲雄/技術委員会 委員 古谷 栄治郎

### 異業種座談会 関西ローカルソイルについて考える 27

●神戸空港の建設 神戸市みなと総局 吉井 真

### プロジェクトK 関西発巨大プロジェクトの概要 33

### 協会活動報告 34

特集

CLOSE-UP 関西地質

関西の地質を各種資料に基づいて多角的に読み解いていく「CLOSE-UP関西地質」。第1回は、兵庫県土木地質図の編纂にも携わってこられた中央開発株式会社関西支社地盤技術部の佐野正人部長に、関西の平野・盆地の成り立ちを「第四紀変動」という側面から解説いただきました。

# 関西の平野・盆地の地盤形成



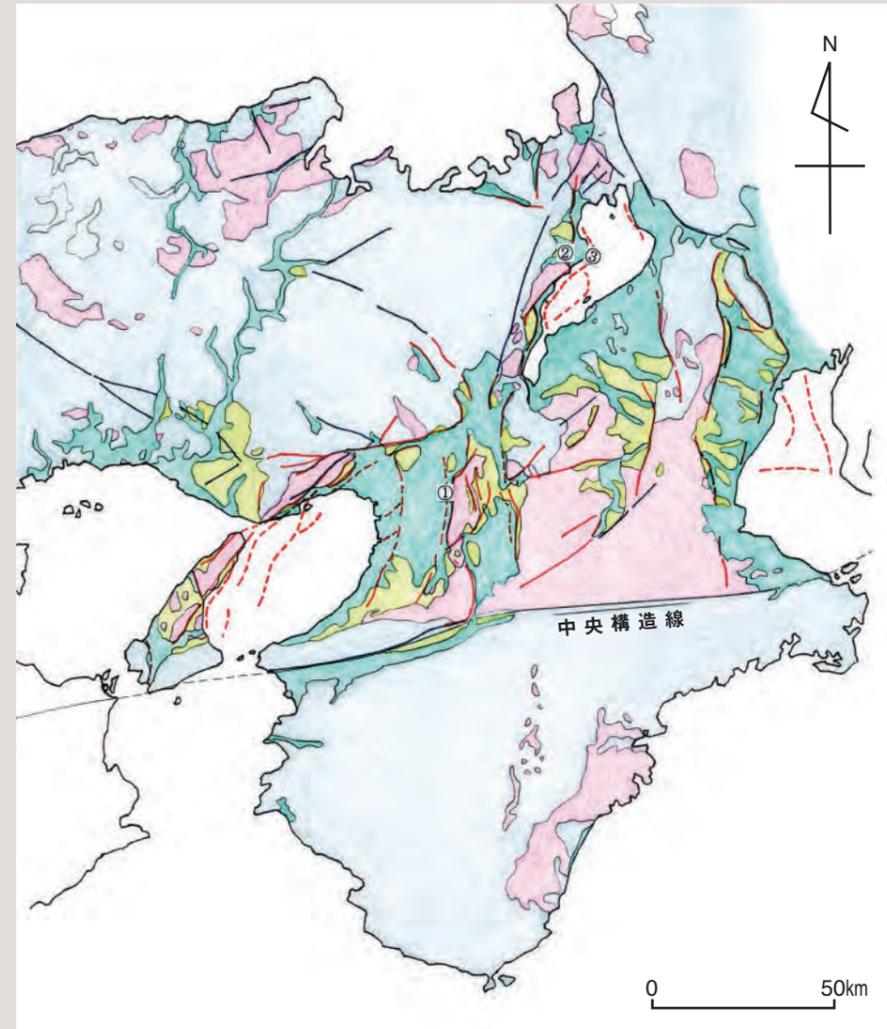
図1 近畿の大地形(50mメッシュ標高データより作成)

近畿北西部と南部が広大な山地であるのに対し、その間に挟まれた三角形の地域は、平野(盆地)と山地が交互に配列した地況を呈する。



佐野 正人(さの まさと)

中央開発株式会社  
 関西支社地盤技術部部長 技術士(応用理学部門)  
 1980年3月 大阪市立大学理学部地質学(地質学)前期博士課程修了  
 1980年4月～2003年3月 サンコーコンサルタント株式会社  
 2003年4月～現在 中央開発株式会社  
 ダム・道路・トンネルなど土木地質関係の業務に従事する一方、兵庫県土木地質図の編纂(1996年)に携わる。1995年阪神・淡路大震災以後は、活断層・地下構造調査にも従事。



(日)生駒断層帯  
 (月)琵琶湖西岸断層帯  
 (火)琵琶湖西岸湖底断層系

凡例  
 第四紀層(新第三紀鮮新世の堆積層を含む)  
 沖積層・段丘堆積層  
 大阪層群・古琵琶湖層群など  
 基盤岩類  
 花崗岩類(頌家変成岩類を含む)  
 花崗岩類以外の基盤岩(第三紀層を含む)  
 主な活断層(第四紀層に変位を与える断層を含む)  
 縦ずれ(上下変位)が卓越する断層  
 横ずれ変位が卓越する断層  
 (注) 破線表示は伏在区間を示す。

図2 近畿の第四紀層と活断層の分布  
 平野(盆地)部には第四紀層が分布。縦ずれ活断層のほとんどが近畿三角地帯に集中し、その多くが山地と平野の境界に位置している。基盤岩が、近畿三角地帯では主に花崗岩類から構成されている点も他地域とは大きく異なっている。

## 1. はじめに

近畿地方中部は、山がちな北西部の丹波高地、南部の紀伊山地に対し、大阪平野、奈良盆地、京都盆地、近江盆地などの平野・盆地と生駒山地、笠置山地、鈴鹿山脈などの山地がほぼ南北方向に交互配列した特異な地形を示している(図1)。山地地域には、花崗岩類など第三紀以前に形成された基盤岩が露出するのにに対し、平野・盆地の地下や周辺の丘陵地には、大阪層群、古琵琶湖層群などの第四紀層(厳密には第三紀末の鮮新世から第四紀完新世(現世)の地層を含む)が分布している(図2)。また、山地と平野・盆地の間には第四紀層に変位を与える断層が存在していることから、近畿中部に特徴的な山地・盆地の配列が第四紀に形成されたことがわかる。このような特徴を持つ地域は、敦賀湾、淡路島、伊勢湾を結んだ三角形に近似されることから、Huzita(1962)により「近畿三角地帯(Kinki Triangle)」と呼ばれるようになった。近畿三角地帯内に位置する平野・盆地には、大阪、京都、神戸など関西の主要都市が発達していることから、様々な調査・工事で得られた地盤情報が数多く集積されている。これらの地盤情報を有効に活用する目的で、産・学・官などが協力してボーリングデータなど地盤情報を収集しデータベース化するとともに、地域の地盤構造や地盤特性が明らかにされてきた。一方、これまで未着手であった「奈良盆地」や琵琶湖を含む広大な「近江盆地」について、関西地質調査業協会では、1997年から協会の協力の下で地盤図委員会(現地盤情報データベース作成委員会)を組織してデータベース構築に取り組んできた。また、2003年から(独)産業技術総合研究所との共同研究の形で、地質年代情報、活断層情報を

踏まえた地盤構造の解明にも取り組んでいる。本稿では、奈良盆地、近江盆地の成果を中心に、関西の平野・盆地の成り立ちを第四紀変動という側面から述べてみたい。

## 2. 近畿の地質と平野・盆地の形成

### 2.1 近畿の地質形成

近畿地方には、およそ5億年前から現世に至る様々な地層や岩体が分布している。このことは、近畿の地質構成が複雑な形成過程を経て現在の姿になったことを物語っている。最近では複雑な地史が次第に明らかにされてきているが、現在の姿を浮かび上がらせるためには、近畿の地質を、(日)過去の変動により形成された地質、(月)現在の(あるいは現在に繋がる)変動により形成された地質、に大別するとわかりやすい(図2)。(日)過去の変動により形成された地質;近畿の土台を構成する基盤岩。古生代から新生代古第三紀にかけてのプレートの沈み込みによる付加作用と沈み込み深部における火成作用、変成作用により形成された地層・岩体。なお、基盤岩上に点在する古第三紀から新第三紀にかけて堆積・貫入した堆積岩や火成岩類もこれに含まれる。(月)現在の(あるいは現在につながる)変動により形成された地質;第四紀(新第三紀末を含む)以降の広域応力場における地殻変動に伴って形成された地層・岩体。第四紀以降の基盤の変形や断層運動(活断層)に規制された分布・構造を示す。

## 2.2 第四紀変動と平野・盆地の形成

近畿地方は、現在おおむね東西方向の水平圧縮応力場におかれているが、このような応力場は第四紀にはいつから顕在化したと推定されている。

近畿地方が東西方向に圧縮される力は、太平洋プレートとフィリピン海プレートの沈み込みにより、基盤岩が東および南東側から押されているためと考えられる。北西部山地や北東部山地、南部山岳地帯の基盤岩は主に古生代から古第三紀の堆積岩類であるのに対し、近畿三角地帯は領家帯を中心とする花崗岩類の分布地域に相当する(図2)。花崗岩類は、周囲の堆積岩を主体とした基盤岩にくらべ塑性変形しやすいため、圧縮応力場では、基盤褶曲運動を伴う縦ずれ断層が卓越するといった、周囲の堆積岩基盤地域とは異なる変動形態が生じたものと推察されている。

近畿三角地帯内の平野・盆地は、このような基盤褶曲や断層運動の相対的な沈降部に位置しており、周囲の隆起部が山地に成長する一方で、新しい地層を堆積する場となっていったものと考えられる。

## 3. 平野・盆地の地盤構造

前項で述べたように近畿三角地帯内の平野・盆地は、主に第四紀の変動によって形成されたものであるが、平野・盆地内部の地質構成をみると、それぞれが異なった個性を持っていることも明らかになってきた。ここでは、関西地質調査業協会が取り組んでいる奈良盆地、近江盆地に焦点をあてて、それぞれの特徴を取り上げてみたい。

### 3.1 大阪平野との比較から見た奈良盆地

奈良盆地は、大阪平野とは生駒山地により隔てられ四方を山地や丘陵地に取り囲まれた典型的な盆地である(写真1)。盆地周辺には大阪層群や段丘層などが分布する一方、奈良盆地東縁断層帯、金剛断層帯、松尾山断層～あやめ池撓曲帯、奈良盆地北方丘陵の撓曲群などの活断層が位置している。これらの断層は、いずれも奈良盆地側が落ち込む方向の動きを示す(図3)。

盆地の地下には、丘陵地から連続する第四紀層が分布しており、大阪層群の厚さは最大およそ500m、盆地に分布する大阪層群の最上位がMa3層準(約87万年前)である。大阪平野では上町丘陵周辺を除き、Ma3以降も連続して地層が堆積しているのに対し、奈良盆地では、Ma3層準形成以降堆積作用が弱まったことを示す。なお京都盆地では、

Ma3層準前後から堆積が始まっており、それぞれの平野・盆地の違いが明瞭に現れている点が興味深い。

図4は、大阪平野から奈良盆地にかけての東西断面であり、生駒山地を隔てた両者では、大阪層群など第四紀層の厚さに大きな違いが認められる。両者の違いは、断面図からもわかるように生駒断層帯の活動によるものと考えられる。この断面図でみると、奈良盆地が生駒山地側の隆起ブロックの一部にもみえ、奈良盆地が、Ma3層準以降には隆起域の性格を強くしたと言える。このことは、奈良盆地を構成する地盤の最上位を占める沖積層(更新統)が全体に薄く、概ね5m以下であること、主にN値5以下の粘土土、砂質土で構成されることにも反映され、現在の堆積作用がそれほど活発でないことをうかがわせる(図5)。



図3 奈良盆地と大阪平野周辺の地質・活断層分布



写真1 大阪平野と奈良盆地(毎日新聞社撮影)

写真中央の生駒山地を挟んで手前に大阪平野、奥(写真上方)に奈良盆地が位置している。一見似たような平地に見えるが地下の地盤構成は大きく異なっている。

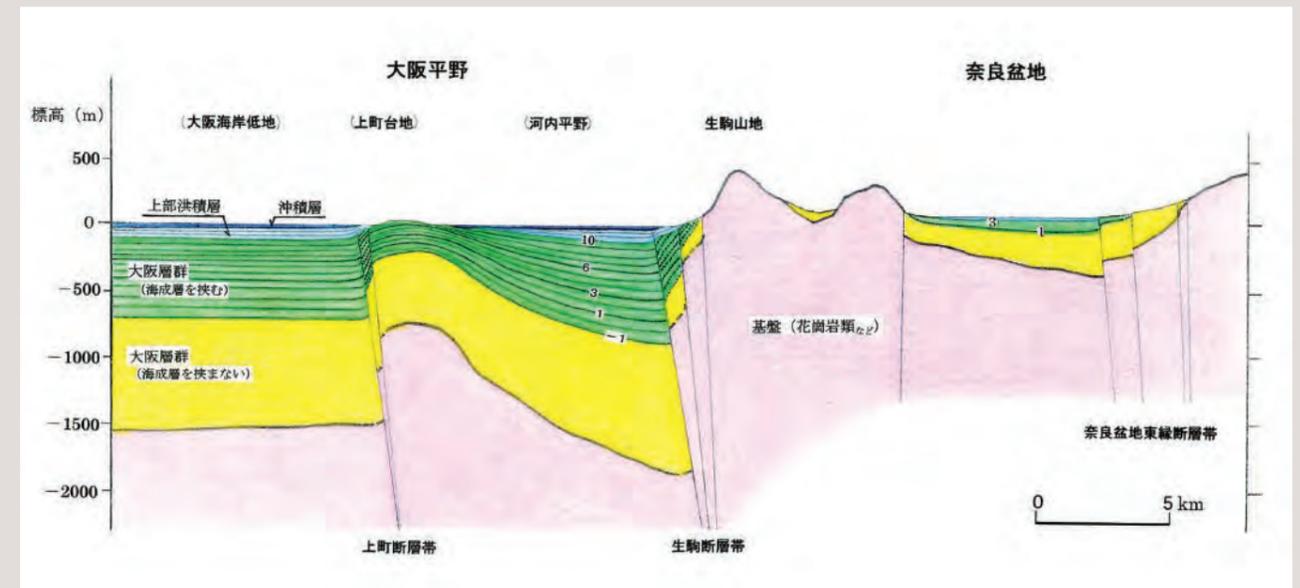


図4 大阪平野—奈良盆地の東西断面

大阪平野と奈良盆地を比べると、大阪層群など第四紀層の厚さに大きな違いが見られる。奈良盆地が生駒山地側の隆起ブロックの一部にもみえる。このような違いは、写真1や、地質断面図(図3)ではなかなかわからない。

※ 地層中の数字は海成層の番号(1はMa1)を示す。

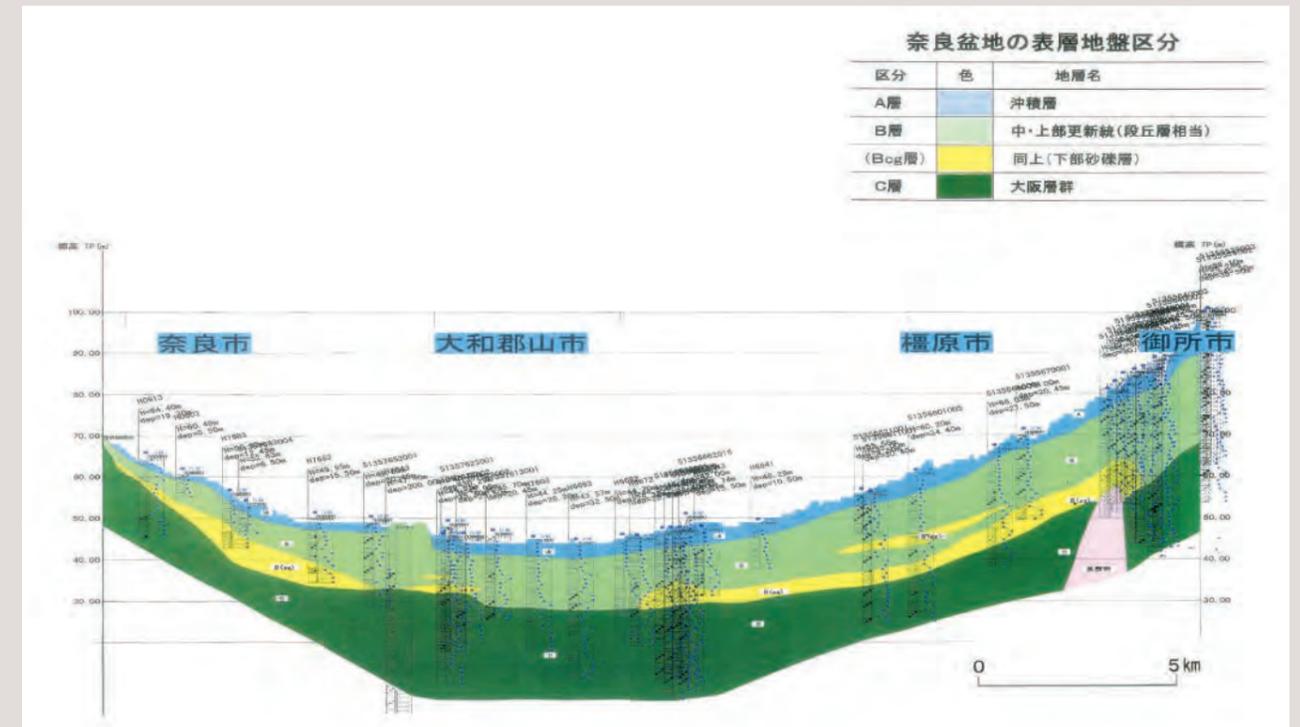


図5 奈良盆地南北地盤断面

奈良盆地では、全体として沖積層に対比されるA層が薄い(概ね5m以下)。

### 3.2 近江盆地と琵琶湖西岸断層帯

近江盆地は、広大な丘陵地・台地が広がる湖東地域、盆地の中央を占める琵琶湖、湖北地域、急峻な山地と琵琶湖にはさまれた狭小な湖西地域に分けられる。近江盆地周辺にも多くの活断層が分布しているが、その中で最も活動的であり、現在の近江盆地の地盤構造に大きな影響を与えているのが、琵琶湖西岸断層帯および西岸湖底の活断層系である(図2)。



写真2 比良山地と琵琶湖

写真中央の比良山地と琵琶湖の間には狭い山麓扇状地が発達する。比良山地山麓には琵琶湖西岸断層帯(比良断層)が位置しており、さらに琵琶湖西岸の湖底側にも活断層が推定されている。写真手前の堅田丘陵では、古琵琶湖層群が地表に分布し、湖岸との境界付近に活断層(堅田断層)が位置している。

写真2は、比良山地から琵琶湖西岸部を南方上空から撮影した航空写真であり、山麓扇状地から湖岸付近にかけて琵琶湖西岸断層帯(比良断層)が位置しており、さらに東側すなわち琵琶湖西岸の湖底にも活断層が推定されている。琵琶湖西岸断層帯および西岸湖底の活断層系は、比良山地をはじめとする湖西側の山地と琵琶湖の間に位置し、2000mに達する基盤の落差を形成している大断層系であり、沈降側の琵琶湖の地下には、古琵琶湖層群など1000m近い第四紀層が分布している。

図6は、湖西の堅田丘陵から琵琶湖(南湖)を経て湖東平野に至る西北西-東南東方向の地盤断面である。この断面では、湖東側から琵琶湖西岸に向かって地層が傾斜しているようすや、琵琶湖西岸断層帯(堅田断層)によりAT火山灰層(約25,000年前の火山灰)層準が上下に約20m変位していること、C層(古琵琶湖層群)の分布深度が断層を挟んだ湖側で急速に深くなる様子など、年代情報や活断層情報を考慮することにより、近江盆地の地盤構造の形成に、琵琶湖西岸の断層が大きくかかわっていることが浮き彫りにされてきた。

なお、この断面図では、同じA層(沖積層相当)やB層(段丘堆積層)に区分される地層であっても、湖東平野東部では砂礫がちであるのに対し、琵琶湖付近では細粒の粘土・砂主体であること、層厚も琵琶湖側で厚くなることなど、変動が断層付近のみならず近江盆地全体の堆積環境の違いにも影響を与えている様子が読み取れる。

### 4.おわりに

地盤情報の利用の仕方はいろいろある。点あるいは浅所の地盤情報だけで十分な場合もある。一方、たとえば地震や洪水などの被害予測を精度の良いものにするためには、広範囲かつ密な地盤情報が必要であるとともに、地形や地質構造情報を取り入れた地盤構造の適切な解釈やその形成にいたる背景を理解することが重要である。

阪神・淡路大震災を契機に、地盤情報や深部構造の重要性が広く認識されだし、この十年の調査・研究により膨大なデータが蓄積され、多くの成果が得られてきた。しかし、地質や地盤構造は、長い年月にわたって形づくられたものであり、さらに情報の多くが地下に隠れていることからその解明はたやすいことではない。

関西地質調査業協会情報地盤委員会では、今後も地盤情報の収集につとめるとともに、その活用に向けて努力を重ねてゆきたいと考えている。

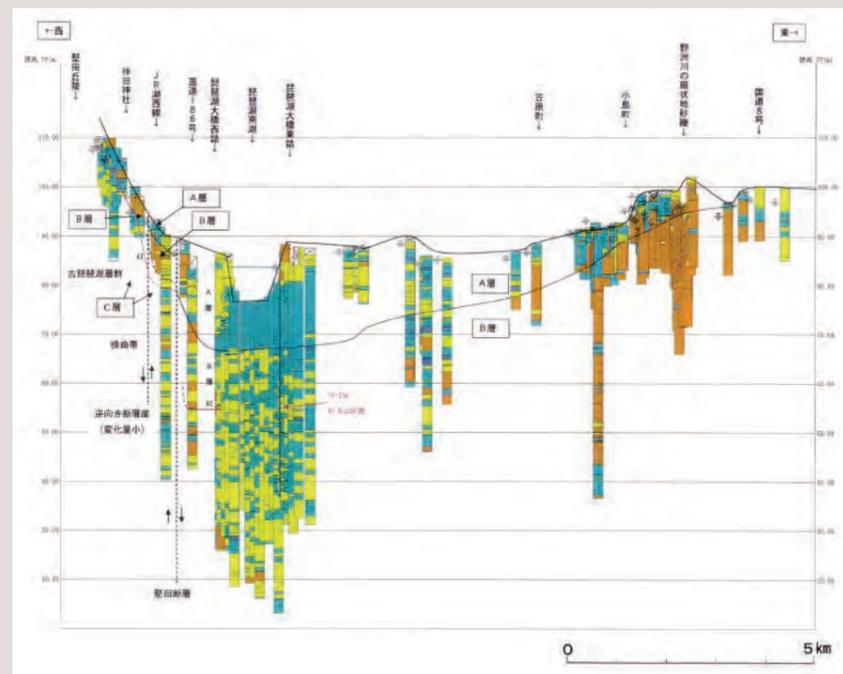


図6 堅田丘陵-琵琶湖西岸断層帯  
-琵琶湖-湖東平野の地盤断面

湖東側から琵琶湖西岸に向かって地層が傾斜しているようすや、琵琶湖西岸断層帯(堅田断層)によりAT火山灰層(約25,000年前の火山灰)層準が20mも上下に変位していることが読み取れる。図面中の地層区分は、A層が沖積層、B層が段丘堆積層(上部洪積層)、C層が古琵琶湖層群に対比される。

技一徹  
名物職人



川崎地質株式会社  
藤澤 晃



関西空港2期埋立部沈下計測機器設置工事  
掘削深度CDL-330m、  
大規模ボーリングを  
短期間で達成。

2期空港用地造成工事は、滑走路や誘導路などの主要空港施設を建設する場所を先行して進め、平成17年3月20日には500haが陸化しました。現在、2007年の新滑走路供用へ向け、工事はラストスパートをかけています。2期空港用地の造成は1期空港用地と比較して、水深が深く海底に堆積する沖積層や洪積層の層厚も厚くなり、特に洪積層の沈下に関しては、1期空港用地の計測結果から、a)10層以上の粘土層を沈下対象とすること、b)圧密降伏応力付近の沈下を適切に評価する必要があること、c)単純な排水条件ではないこと等が想定されました。造成工事当初から詳細な沈下予測を行い、その値の妥当性の検証を行う必要がありました。そこで、2期空港用地で、早期に計器設置工事を行う必要があり、本工事が計画されました。現場作業は復建調査設計さんとJVを組み平成12年11月~平成13年9月にかけての約11ヶ月間で実施しました。私

は工事主任として2基の鋼製槽で計測機器設置工事を担当しました。工事はワイヤーライン工法を用いた不攪乱試料の採取や間隙水圧計、層別沈下計、ロッド式沈下計の設置が計17本計画されました。掘削深度は最長でCDL-330m(Ma2層対象)の大深度で、しかも最終孔径は計器の耐久性を向上させる目的から種々の対策を施したためφ216.3mmもの大孔径ボーリングとなりました。そのため必要なボーリングマシンも大型化し、かつ大掛かりな資機材が必要となりました。さらに、それらを搭載する鋼製槽は埋立施工海域に設置するため、周辺工事への影響を考慮して縮小化させる必要があり、現地工程も短縮させる施工計画が必要不可欠となりました。そこで我々は縮小化された22m四方の鋼製槽上に4台の大型ボーリングマシンを搭載し同時施工による工程短縮を試みました。縮小した鋼製槽に実際に資機材を配置した時は、この狭

い空間で長期間にわたり安全に作業が出来るのか非常に不安になったことを覚えています。また、鋼製槽を縮小した事により、孔の孔曲がり度が1度以上になると隣接する孔が干渉する可能性があるという新たな問題も発生しました。この問題に対しては、ケーシングプログラムをより多段にする見直しや50m毎の孔曲がり測定による管理等を実施しながら対応しました。設置工事は、いろいろな課題が山積でしたが、施工に携わった方々の努力と不屈の精神で無事に完了しました。私はこの業務で、技術的な事はもちろんですが、物事の取り組み方、仲間との接し方など様々な事を学んだと思います。また、何かと厳しい業務だったので、健康管理の重要性も学びました。これらの経験は私の財産だと感じております。最後に、指導していただいた先輩や苦勞を共にした仲間達に感謝の意を表します。

# 近畿地方の防災・危機管理 体制の強化をめざして。

近畿地方の防災について、近畿地方整備局藤平防災課長に聞く

平成17年4月1日、国土交通省近畿地方整備局企画部に新しく防災課が発足しました。南海および東南海地震など近畿地方で想定される大規模な自然災害に対して、さまざまな観点から防災・危機管理体制の強化をめざすという国土交通省の大方針から誕生したのが防災課です。新設された防災課の役割とは？近畿地方における防災上の課題とは？ 第1回インタビューは、初の防災課長となられた藤平大氏にお話をうかがいました。

## 防災意識の高まりを受けて地方整備局に「防災課」が発足

——防災課は平成17年4月1日に新設されました。まずはその背景からお聞きしたいのですが。  
藤平 もともと地方整備局には防災に特化した課がなかったので、その必要性については前から議論はありました。とくに平成16年度は例年の3倍以上の台風が日本に上陸し、各地で浸水被害が発生しました。たとえば7月の福井豪雨、10月の台風23号、8月の奈良県大塔村

——そもそも防災に関して地方整備局としてはどんな能力をもっておられるのですか？  
藤平 たとえば災害のときに整備局からヘリコプターを出したりしますし、災害対策車として、水道が断線したときに飲み水を造る造水車やポンプ車、照明車、さらに衛星通信車もあります。大塔村の地滑りのときに整備局から衛星通信車を出して配信した画像がNHKなどで放映されました。当該国道は県の管理でしたが、国の直轄管理ダムの放流区間の保全の必要もあり、情報収集のため衛星通信車を派遣したのです。そ

## すべての関係機関がスムーズに連携できる体制づくりが重要

——地方整備局に誕生した防災課の役割とは？  
藤平 まず災害が起きたときは速やかに情報収集して本省や関係機関に伝達し、初動時の情報の共有化を図ります。それから災害に備えて連絡体制・協力体制の整備、防災訓練を行います。水防訓練は毎年実施してきましたが、こ

# 近畿地方は 風水害に対して日本で最も脆弱な地域。

の地滑り災害などが続き、さらに奈良県では震度の大きな地震が2度ほどありました。また、近畿では南海および東南海地震が心配されていますが、まさにそれが具現化したかのような大津波がスマトラで起こりました。このように国内外で自然災害が頻発するなか、昨年は阪神淡路大震災10周年ということもあって国民の防災意識も高まっていました。そこで国土交通省でも防災危機管理を推進していこうと、全国の整備局で一斉に防災課を立ち上げたというわけです。具体的には企画部企画課の一部で防災を担っていたのを課として独立させて人員を充実させたというかたちになります。

の直後にあの地滑りが起こったので、初動の重要性を思い知りましたね。必要と判断したらすぐ動く。そのためには防災専任のスタッフがいないと初動で速やかに動けないだろうということで防災課を充実させたわけですね。といっても現在、専任の人数は部付きの防災対策監や課長の私を入れても総勢8名といった規模ですが、



ヘリコプターでの災害救助

の7月には国土交通省としては初めての津波防災訓練を行いました。そうした訓練の準備も防災課の大きな役割です。これまでの訓練のなかで、警察、自衛隊、日赤など諸々の機関と連携して役割分担をうまくやるのが重要だということがわかっていますから、防災課ではその連携を深めていけるような活動を展開していきたいと考えています。その一環として平成15年1月に設立されたのが「近畿情報ネット推進協議会」で、近畿地方整備局、近畿2府5県3政令指定都市、海上保安庁、近畿管内警察局、公団などで構成されています。これは国と府県、各団体の情報共有ネットワークづくりを進めるためのものです。現在でも情報共有のため、台風23号のときには整備局でも衛星通信車を派遣し、撮影した復旧状況を通信衛星システムを使って豊岡市役所ヘリアルタイムに配信するなどの取り組みを行ってきました。

## Meets the Specialist

◎特別インタビュー 国土交通省 近畿地方整備局 企画部防災課長 **藤平 大**

——整備局ならではの防災活動ということで、なにか特色のようなものはありますか？

藤平 整備局だけで何かをやるというよりも、連携という意味でいろいろお役に立てることがあると思っています。たとえば、あまり一般には知られていないのですが、整備局では国道や一級河川に数千という単位の管理用CCTVカメラを設置しています。近畿一円をカバーするくらい配置されていますので、災害などが起こったときは最寄りのカメラの首を振って現場を映し、その映像を配信することができます。あるいは先程お話した災害対策用機械などもありますので、整備局としてはそういう機材やインフラをどんどん役立ててもらえるんじゃないかと思えますね。通信衛星車のほかに、新潟県の中越地震では水陸両用車や造水車を派遣していますし、JR福知山線の脱線事故ではヘリからの映像を配信しました。さらに機材を提供だけでなく、国や自治体などのさまざまな機関の連携を取り持つ役割というの、国の機関である整備局としてやれることなんじゃないかと思っています。

——広域の防災訓練なども企画されたりするわけですね。

藤平 7月23日に実施した「平成17年度大規模津波防災総合訓練」なんかがそうですね。住

民、関係行政機関、民間企業から約40機関、約6000人が参加する大規模な訓練です。東南海・南海地震による津波が起こった場合の、住民避難から復旧支援まで想定した初めての実践型の津波防災訓練となりました。メイン会場は和歌山県御坊市でしたが、大阪や兵庫からも応援が来たり、全国の気象台が一斉に情報を流したりと、近畿だけでなく全国規模での訓練です。住民の避難、水門操作、情報収集・伝達、救難、火災消火、物資運送など、さまざまな観点から行いました。



平成17年度大規模津波防災総合訓練

——そういう普段からのシミュレーションの積み重ねがいざというときに役立つわけですね。

藤平 いま近畿で一番心配されているのは東海・東南海・南海地震ですね。非常に高い確率で起こるといわれています。しかも、紀伊半島の

南側というのは5メートルを越すような津波が2時間くらい継続して起きて、1万人近い方が亡くなるというような想定がされています。そのときに各機関がいかに連携しながら救援し、復旧していくか。そのための仕組み—人間同士のヒューマンコミュニケーションも含めた有効なシステムをつくっていくことが自然災害に対する最も重要な危機管理のテーマだと思っています。こういうことが起こったときお互いにどうすればいいかを実践型の訓練で予習しておくということですね。ただし、必ず想定通りにはいかないのがつねですから、本番というのはある意味で応用問題といえます。でも、基本問題を解いておかないと応用問題は解けませんからね。試験は必ず抜き打ちで始まるので、備えは普段からしておかないと間に合わないということです。

### 「地質の語り部」としての貢献に期待

——自然災害という観点から見た近畿地方の特徴は？

藤平 近畿地方では流域内面積の13%にすぎない洪水氾濫域に、人口の79%、資産の91%が集中しています。そこから近畿地方の想定

氾濫区域内資産額(201兆8462億1000万円)と人口密度(3815人/平方キロメートル)は全国一という試算が出ています。そういう意味では、近畿地方は風水害に対して日本で最も脆弱な地域といえるでしょうね。

——加えて先ほど指摘された東南海・南海地震がありますね。

藤平 朝5時に発生した場合、死者約1万2100~1万7800人、57兆円の被害が想定されています。阪神・淡路大震災の死者約6000人、経済的被害約13兆円と比較しても、いかに甚大な被害かということがわかります。防災危機管理体制を強化すべき理由もそこにあります。——自然災害に対する備えという点で、私たち地質調査に携わる者も貢献できることが多いのではないかと考えています。

藤平 私は阪神淡路の地震の次の日から現場に入りました。当時は建設省でしたが、そのワッペンをつけて現地へ行くと、住民の方から「ここは余震でまた崩れますか」と尋ねられました。そのとき、自分には地質についての素養がないなど実感したものです。「ボーリングしてみないとわかりません」なんて答えはその場では通用しません。そこへいくと、地質調査の人というのは地質についてストーリーだてて説明するのが非常に

上手だなと思いますね。たとえば、ここは大阪層群で、ここで層が切り換わるので崩れやすいのです—という話し方をされると聞いていてふっと腑に落ちるというか。そういう地質の問題を「物語」にして一般の人にもわかりやすく話されるところは、いかにも地質調査に携わる人らしい特質かなと思うんです。

——最後に私たち地質調査業協会に対して期待されることは？

藤平 地質調査業協会さんでは、いろんなPR冊子を出したり、勉強会を開いたりされているとうかがいました。そういう地道な活動を通じて地質について「見立てのできる人」を育てることに貢献されているんだと感じています。あの阪神淡路大震災で、これだけ大きな被害の起きた関西でも、地質のことについてみんながよく知っているかというそうでないという人のほうが多いと思います。やはり地質に関する知識はまだまだ一般の人々の常識にはなっていません。その意味では協会の皆さんが、啓蒙普及のために果たせる役割は大きいと思います。いままでもそうでしたが、これからも「地質の語り部」として大いに活躍していただきたいですね。

——ありがとうございました。



人間同士のヒューマンコミュニケーションも含めた有効なシステムをつくっていくことが自然災害に対する最も重要な危機管理のテーマだと思っています。

## ヒューマンコミュニケーションは 危機管理の重要テーマ。

### Meets the Specialist

国土交通省近畿地方整備局  
企画部防災課長  
藤平 大(とうへい まさる)

平成6年、建設省(現・国土交通省)に入省。平成14年に近畿地方整備局に赴任し、砂防担当建設専門官、企画部情報システム課長などを務め、平成17年4月からは新発足の企画部防災課課長として防災業務の強化に取り組む。

# 福井県地震被害予測とリアルタイム地震被害予測システム

## 1. ハザードマップ

ハザードマップ(hazard map)とは、災害予測図・災害危険箇所分布図ともいわれるもので、地震や津波、洪水など様々な自然現象がもたらす災害の程度や危険度を予測し、それらを地図上に表したものです。地震被害予測図・液状化予測図・地すべり危険区域図・洪水氾濫危険区域図など、災害の種類や表示内容によって様々なものがあります。また、地域住民が円滑かつ迅速な避難行動が行えるように、避難経路・避難場所、連絡方法、災害を防ぐための対策などの啓発情報などを盛り込んでいるものもあります。

ハザードマップを作成するには、過去に発生した災害の原因や被害状況、被害を拡大させた要因等の分析に基づき、どのような地形、地質、植生、土地利用などの条件の地域が危険かを判定します。特に地震動や液状化、地すべりなどの地盤災害は、地形、地質の条件によってその危険性が大きく変わります。また、洪水による被害は、その地域の降水量、河川整備状況、地形、土地利用状況によって大きく変わります。

地震を例に挙げれば、日本では過去千数百年の地震記録が整理されており、その記録に基づいた統計的処理を行い地震動予測図(地震ハザードマップ)が作成され、各種の耐震設計基準における地域性を考慮した設計地震動の設

定に利用されてきました。また、洪水についても過去の氾濫実績をもとに、洪水氾濫危険区域を設定したハザードマップが利用されてきました。しかし、活断層に起因する地震の発生間隔が数百年から数千年であることを考慮すれば、既存の地震記録だけでは十分な期間の統計的処理が行なわれているとはいえません。また、活断層やプレート境界では固有のマグニチュードの地震がほぼ同じ場所で数十年～数百年間隔で発生することが指摘されています。洪水についても、過去に例のないほどの大雨によって洪水が発生したり、局地的な豪雨によって都市部で洪水が発生する、などのこれまでにない災害が発生しています。

このように、過去の地震の記録や降雨の記録など作成するハザードマップでは、今後発生する大規模な災害に対応することができない可能性があります。そのため、最近では、地震や津波、洪水などの条件を想定し、シミュレーション計算を行い、その結果を利用してハザードマップを作成することが行なわれています。

## 2. 地震被害予測図

福井県では、昭和59年から62年にかけて県内の地震被害想定調査を実施し、都市直下型地震や他の地震による被害を想定して、地震防災対策を推進してきました。そして、1995年兵

庫県南部地震を契機として、平成7～8年にかけて地震動の評価を兵庫県南部地震による知見を踏まえて見直し、建築物被害、火災、人的被害、ライフライン施設、道路・鉄道などの交通網、港湾、崖、斜面、河川堤防などの被害予測を行ない、地震被害対策に活用してきました。

この予測調査では、福井市街地に影響を与える福井地震(M7.1)、敦賀市街地に影響を与える敦賀断層地震(M7.2)を想定して予測を行ないました。図1は福井地震(M7.1)による震度分布です。震度6以上の領域が、福井平野を中心として幅15km程度、長さ40km程度の楕円状に分布しており、その中には震度7の激震に見舞われると予測される地域もあります。図2は同じ福井地震(M7.1)による液状化危険度分布です。「液状化危険度が極めて高い」または「液状化の可能性が高い」と予測される地域が福井平野を中心として分布しています。建築物、ライフライン施設、交通網などにも多大な被害が予測されています。福井県地域防災計画・震災対策編では、この予測結果に基づいて防災計画を立案しています。

地震動の予測では、地盤モデルを適切に設定することが極めて重要です。このため、基盤地質図や既存ボーリング資料など地盤に関する膨大な資料を活用して地盤モデルを作成しました。

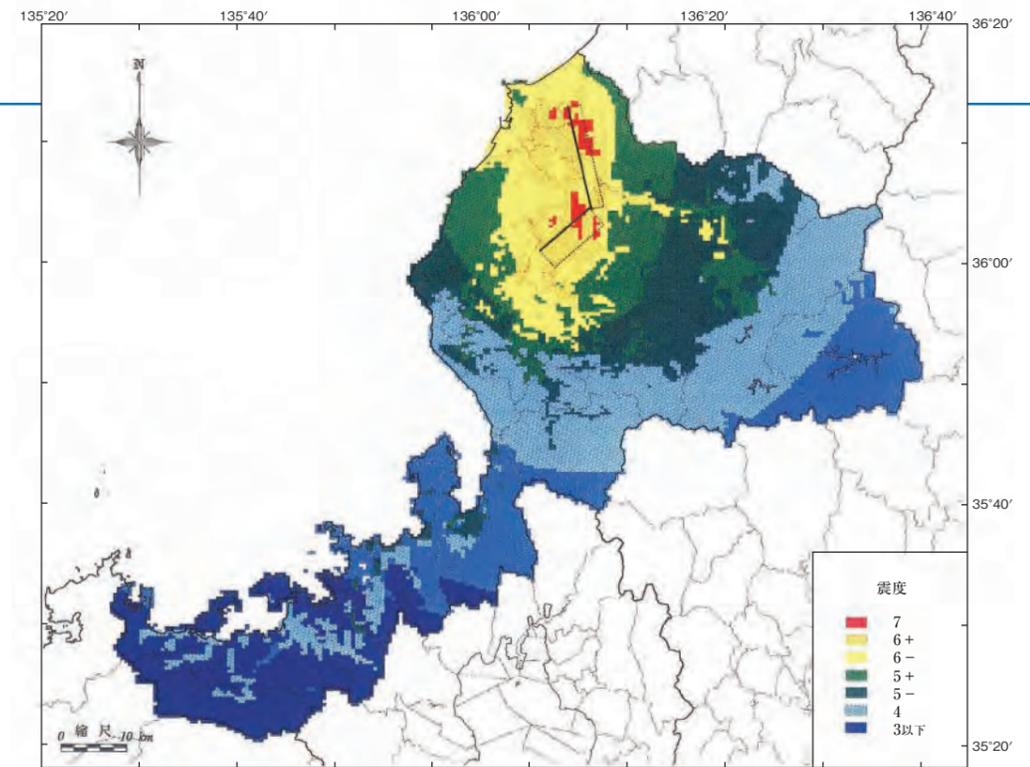


図1 福井地震による震度分布

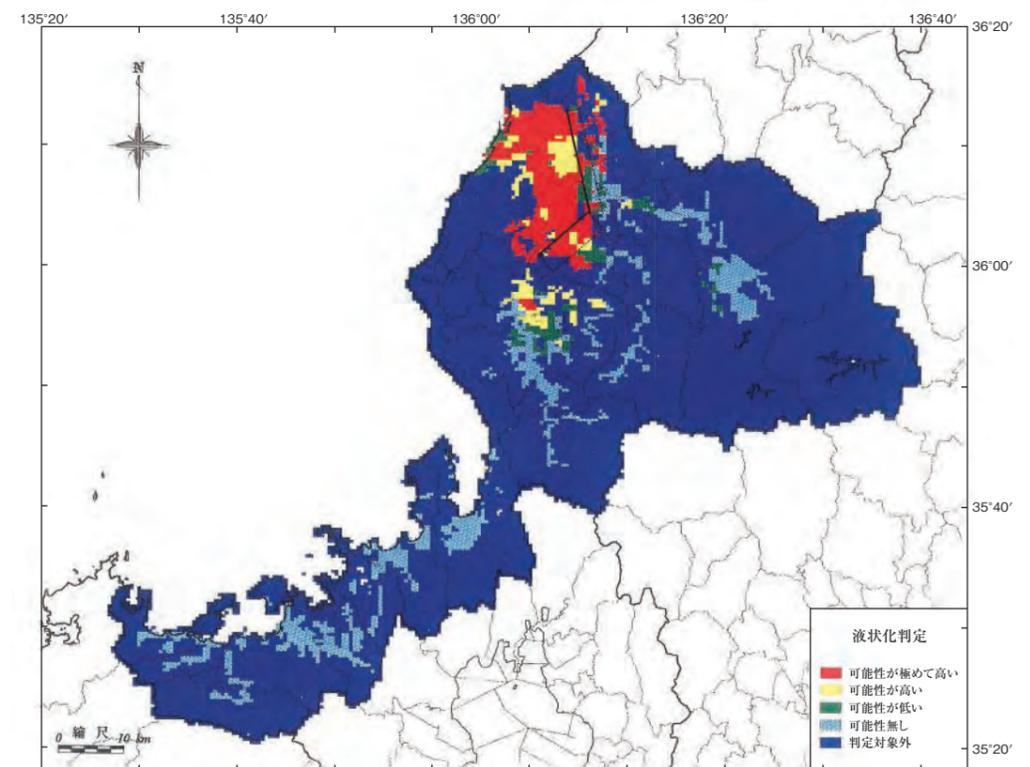


図2 福井地震による液状化危険度分布

## 2. リアルタイム地震被害予測

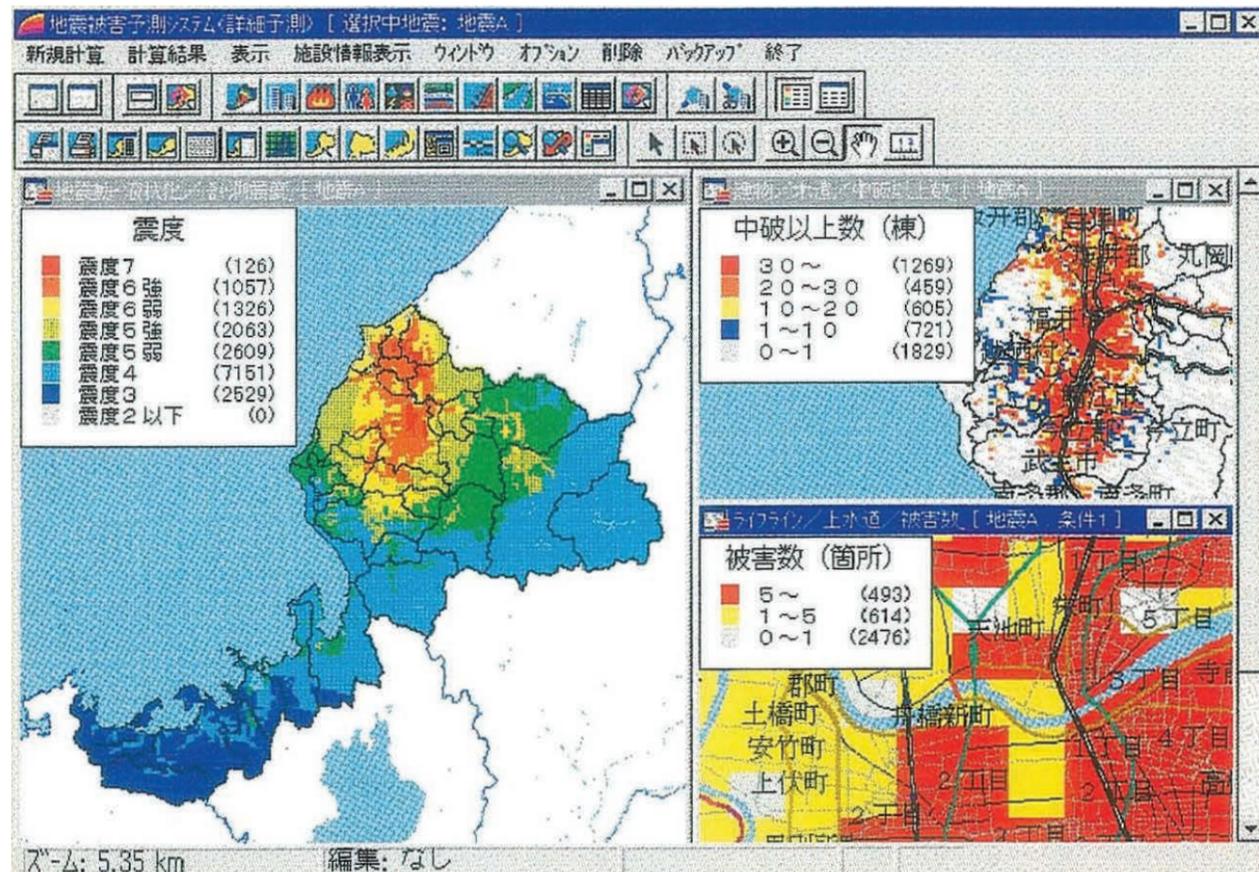
一方、1995年兵庫県南部地震では、交通障害（施設被害、渋滞）、通信障害（施設被害、輻輳）などのために、被害情報の収集ができず、被害の全体像が把握できないため、救助、救援活動に遅れが生じてしまい、被害の拡大につながりました。このため、事前に地震被害の状況を予測しておくとともに、地震発生後、速やかに被害状況を把握し、適切な救助、救援活動を行なう

ことの重要性が認識されました。

そこで、福井県では地震発生時に、気象庁発表の震源情報と福井県震度情報ネットワークで観測された震度をもとに地震被害を予測する「福井県地震被害予測システム」を開発しました。このシステムは、地震発生後、短時間で自動的に被害を予測できるシステムで、主要な被害予測結果を地震発生後すぐにカラープリンタに出力

し、被害の全体像を把握するための資料を提供します。

この情報は、速やかな被害状況の把握、適切な救助、救援活動の立案に役立てることができま



### 福井県地震被害予測システム

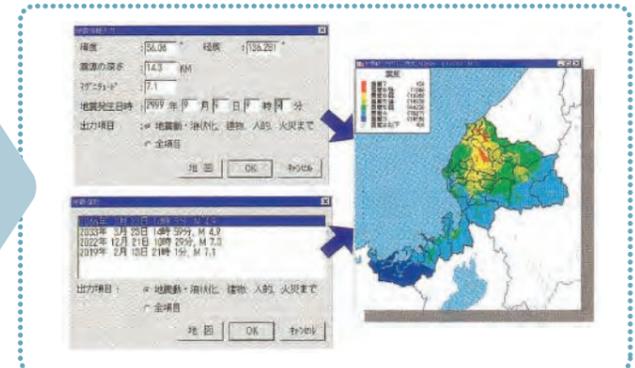
- ・地震発生時に気象庁発表の震源情報と福井県震度情報ネットワークで観測された震度をもとに自動的に被害を予測します。主要な被害予測結果は地震発生後すぐにカラープリンタから出力されます。
- ・地図画面の拡大縮小ができます。また、複数の画面を開き、異なる情報を同時に表示することができます。
- ・防災関連施設の位置を画面表示するとともに、施設の住所、電話番号などの情報を表示することができます。また、防災関連施設の位置を被害予測結果に重ねて表示することもできます。

文・資料=菅井一嘉(応用地質(株))

## 福井県地震被害システムの基本機能

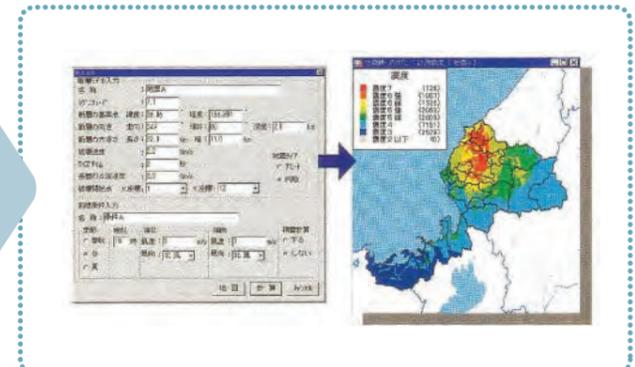
### 01 即時予測

地震発生時には震源情報受信装置、福井県震度情報ネットワークと連動し、観測された震度を反映した被害予測を自動的に行ないます。平常時には、想定する地震の震源位置（緯度、経度、深さ）、マグニチュードを入力することにより、簡略化した手法で被害予測を行ないます。



### 02 詳細予測

想定する地震の断層データを入力することにより、さらに高精度でゆれの強さ（震度、地表加速度）を予測します。また、詳細なデータをもとに地震が起こる季節・時刻・風速などの条件を変



### 03 防災関連施設表示

防災関連施設の住所、電話番号等の情報がデータベース化されており、簡単に情報を得ることができます。また、防災関連施設の位置を被害予測結果と重ねて表示することができ、被害が予測される地区の防災関連施設を探すこともできます。



### 04 被害予測項目

- ▶ 震度、地表加速度、液状化危険度
- ▶ 建物被害、火災（出火点数、消失棟数）
- ▶ 人的被害
- ▶ ライフライン被害
- ▶ 交通施設被害
- ▶ 急傾斜地の危険度

特集

SPECIAL-ISSUE

防災を考える  
ライフラインと地質

1



**樽林 芳之**(くればやし よしゆき)  
関西電力株式会社  
総務室庶務グループ(防災)マネジャー  
昭和33年9月生  
昭和52年4月関西電力株式会社入社。  
主に、系統運用部門に従事し、中央給電指令所の給電運用の他、給電運用システムの開発等を担当。平成12年から14年まで中央電力協議会中央給電連絡指令所に出向。平成14年12月から現在の防災担当に従事。

1. はじめに

毎日の生活にひとときも欠かせない電気。ライフラインである電気をお客さまにいつでも安心してお使いいただくために、発電から販売までの一貫した事業体制で、高品質な電気を効率よくお届けしています。(図1.1)  
1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災は、多くの尊い人命を一瞬にして奪い、電力設備も多大な被害を受け、地震発生時には260万軒にもおよぶ停電が発生しました。この大震災を教訓に、関西電力ではライフライン企業として、地震に強い電力設備の大切さを改めて深く認識し、被害を受けにくく、万一被害を受けても復旧の容易な設備づくりに積極的に取り組むとともに、今後予想される東海地震や東南海・南海地震についても検討を進めています。

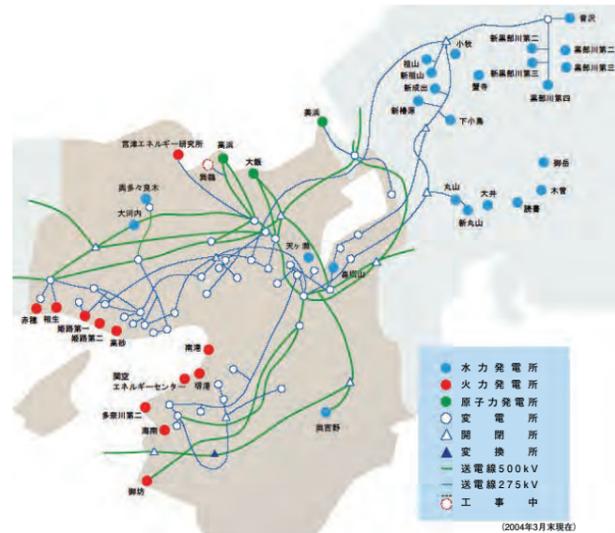


図1.1 関西電力の主要電力系統

特集の第1回は「防災を考える《ライフラインと地質》」です。関西の暮らしを支えるライフラインを地震災害から守るためにどのような対策が進められているのか、ともに1995年の阪神大震災を経験した関西電力、大阪ガスの防災対策について、それぞれ寄稿いただきました。

阪神・淡路大震災を教訓に、災害に強い電気を目指して。

関西電力の  
地震防災対策

関西電力株式会社  
総務室庶務グループ(防災)マネジャー 樽林 芳之

2. 電力設備の耐震性の基本的な考え方

電力設備については、そのほとんどが「電気事業法」の技術基準に基づいて耐震設計が行われています。また、土木設備や建築設備、油タンクなどは、それぞれの構造物を所管する省庁の耐震設計基準に基づいた設計が行われています。  
「防災業務計画」(1995年7月18日、中央防災会議)で示された電気設備が確保すべき耐震性の基本目標。

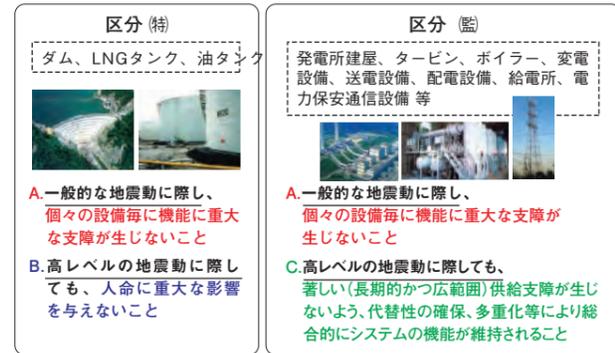


図2.1 電力設備の耐震区分と耐震の基本的な考え方

(想定する地震動)  
A:一般的な地震の揺れ(設備の供用期間中に1~2回程度発生する地震)に対しては、電力設備の機能に重大な支障が生じないこと。  
B:阪神・淡路大震災のような高レベルの地震の揺れ(発生確率は低い直下型地震または海溝型巨大地震に起因する地震動)に対しては人命に重大な影響を与えないこと。  
(耐震性確保の方策)  
C:個々の構造物・施設等の耐震設計の他、代替性の確保、多重化等により総合的にシステムの機能を確保することによる方策も含む。  
となっていて、電力設備の耐震区分と耐震の基本的な考え方を(図2.1)に示す。

3. 阪神・淡路大震災の教訓

当社施設で観測された本震による地表面加速度を(図3.1)に示す。今回震度7を記録した激震地域である神戸市~宝塚市における最大加速度は、神戸海洋気象台の818galを記録している。当社施設で観測された地震記録のうち、神戸市東灘区にある新神戸変電所で記録された地震波形を(図3.2)に示す。  
最大加速度はEW成分で584gal、鉛直成分で495galである。主要動の大きな振幅部分の継続時間は10秒程度と比較的短時間であった。

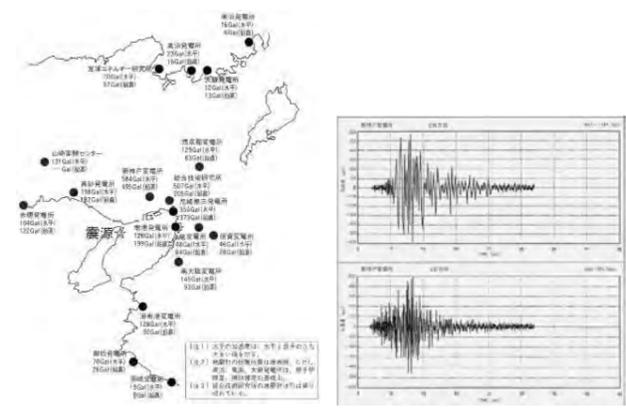


図3.1 当社で観測された地表面加速度 図3.2 新神戸変電所の加速度記録

3.1 地震発生当時の電力需給状況と復旧活動

地震発生時、中央給電指令所では、電力需要が1,270万kWから940万kWに急降下するとともに、周波数が定格の60Hzから瞬時に60.45Hzまで急上昇した。  
電源側は火力機が運転中および起動中の35機のうち、大阪湾から播磨灘にかけて沿岸にある12機が自動停止、合計176万kWの発電支障が生じた。また、送変電設備、配電設備の被害により、兵庫県南東部、大阪府北部、淡路島を中心に、当社の4分の1にあたる260万軒が停電した。(図3.3)復旧については、全社からの応援要員をはじめ高所作業車、穴掘建柱車等の機動車を被災営業所へ集め、工事部門の協力会社からも近畿全域から大量の人員、機材の手配、派遣を受けるとともに、全国の各電力会社からも応援要員や高圧発電機車等の支援を受けた。  
その結果、地震発生6日後の1月23日15時にはお客さまへの応急送電体制が整い、送電可能なお客さまへの送電が完了した。(図3.4)

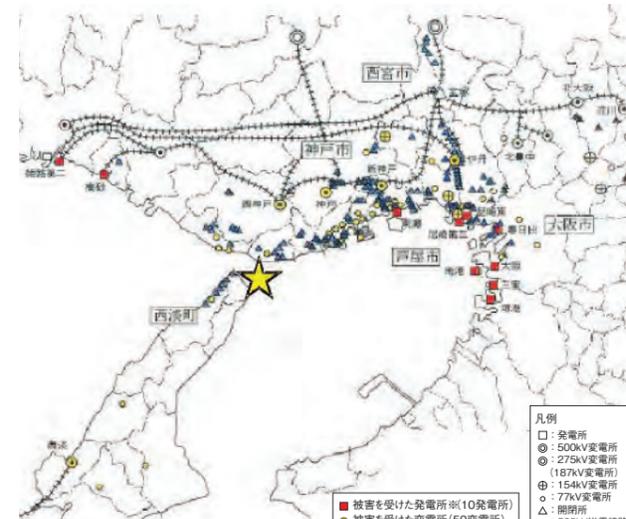


図3.3 電力設備の被害状況

3.2 阪神・淡路大震災の以降の地震対策

震災後、電力設備の被害を踏まえ震災当時の各設備の耐震設計基準について検討され、耐震基準は概ね妥当であるとの結論を得ましたが、一部の設備について耐震基準の追加・整備、旧基準設備の改修等を図ることとし、対応を実施している。(図3.5)  
また、防災体制については、従来は主として台風による災害を前提に考えていたことから、突発的大災害への対応の面で必ずしも十分ではなかった。このため、初動対応や情報連絡体制面での新しい防災体制を検討した。

火力発電設備	・燃料タンクは、消防法告示に基づき液化化判定を行い、必要に応じ指定期間内(平成27年末)までに液化化対策工事を実施する。 ・旧構造形式のボイラー・クーリングスパーサー等の部材を、定期点検時に耐震性の高いものに交換・改造する
変電設備	・変圧器基礎アンカーボルト(固定用ボルト)の補強等を実施する。 ・重要変電所に対し高レベル地震動(発生確率は低い直下型地震等に起因する高いレベルの地震動)に対する評価を実施する。
架空送電設備	・旧構造鉄塔の改修を行う。
地中送電設備	・軟弱地盤箇所等に可とう継ぎ手(変位に対してたわみを有する継ぎ手)や可とう性のある管路を採用する。
架空配電設備	・軟弱地盤箇所等で、基礎の強化を図る。
地中配電設備	・軟弱地盤箇所等に可とう継ぎ手や可とう性のある管路を採用する。
制御通信設備	・必要な箇所、転倒・転落防止策を実施する。
電力施設建物	・旧基準の建物のうち、重要なものは耐震診断結果に基づいて補強を行う。

図3.5 阪神・淡路大震災以降の主要設備に対する対応

3.3 東海地震および東南海・南海地震への対応

阪神・淡路大震災を教訓に地震対策や防災体制の見直しを実施するとともに、「大規模地震対策特別措置法」に基づく東海地震への対応の他、「東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」に基づき、津波対策等を盛り込んでいる。東南海・南海地震については、詳細な津波被害などを勘案した防災体制や設備対策について、地元自治体と協調して具体的な検討を進めているところである。  
また、先の新潟県中越地震や福岡県西方沖地震も含め、非常災害時での電力早期復旧に向けた課題への対応について情報を共有し、一層の防災体制・設備対策の強化を図っていきたいと考えている。

安全な社会、豊かな暮らしを守るために、電気が果たす役割はますます大きくなっています。私たちは、地震以外にも台風等、災害に強い電力設備、災害に強い安全なまちづくりに積極的に取り組んでまいります。

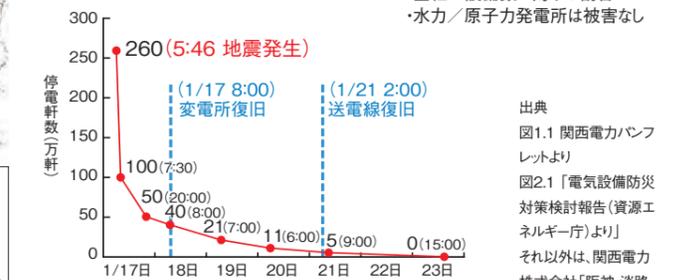
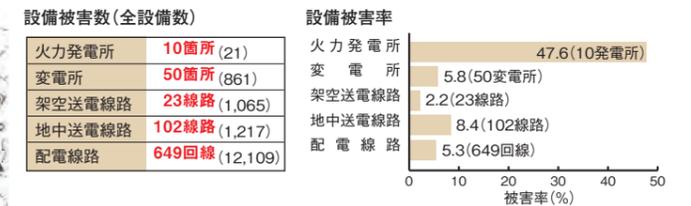


図3.4 停電の復旧状況

特集

SPECIAL-ISSUE

防災を考える  
ライフラインと地質

2

# ガスパイプラインの地震防災と地盤・地形の関わり

大阪ガスエンジニアリング株式会社 小川 安雄

## 1. はじめに

1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災から早10年が経過した。この10年間で、ライフラインの地震防災対策は相当に進歩したと言える。昨今では、新潟県中越地震、スマトラ沖大地震、福岡県西方沖地震、宮城県沖地震などが頻発している。スマトラ沖大地震は別として、最近の日本での地震においては、ライフラインの被害を総じて見れば、阪神大震災の激しい被害に比べるとかなり軽微であった。ライフラインの地震防災力が被害を軽微に押さえたと言えるのではないかと。本稿では、ライフラインの具体例として、ガスパイプラインを取り上げる。ガスパイプラインは、大半が地中に埋設されており、その耐震性は埋設されている地盤や地形によって大きく影響される。ガスパイプラインを主体とするガス供給システムの地震防災にとって、地盤・地形の状況は、切っても切り離せない重要な条件となっている。

## 2. 大阪ガスの供給システム

大阪ガスでは、海外から液化天然ガス(LNG)を輸入し、泉北製造所、姫路製造所でガスを製造している。製造ガスは、各整圧器を経由して、高压→中压→低圧と圧力を下げ、各家庭、オフィス、工場などに届けられている。図2.1に大阪ガスの供給システムの概要を示す。

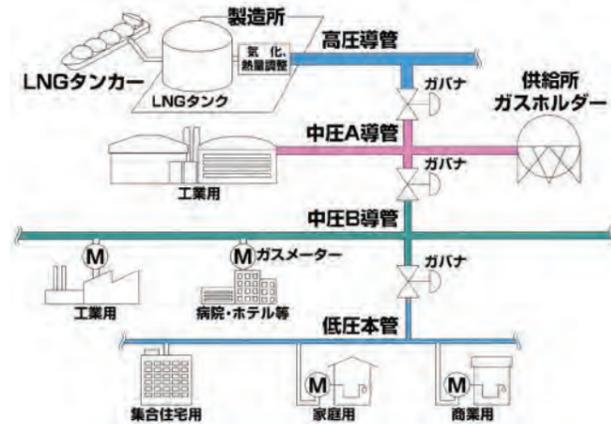


図2.1 大阪ガスの供給システム概要

## 3. ガス供給システムの地震防災対策

大阪ガスでは、阪神淡路大震災後地震対策を一段と強化した「地震対策5ヶ年計画」を策定し、平成13年に完成させた。この計画は、次の3つの「基本対策」で構成されている。  
(1)「予防対策」:地震に強いガス設備を目指し、耐震性向上を図る。  
(2)「緊急対策」:二次災害防止のため、情報収集機能を強化し、供給停止システムの再構築を図る。  
(3)「復旧対策」:安全かつ早期の供給再開のため、速やかに復旧作業ができるよう、復旧セクターの設定、マニュアルの整備や技術開発の推進などを行う。

### 3.1 ガスパイプラインの耐震対策

阪神・淡路大震災において、高压ガス管に被害はなく、中圧ガス管についても継手部分からの微小な漏洩等の若干の被害は生じたが、現行基準に準拠した設備は、十分な耐震性を有することが実証された。被害の多くは、低圧ガス管のねじ管に集中していた。一方、ポリエチレン管には、まったく被害はなかった。ねじ管については、ポリエチレン管への入替えを進めている。大阪ガスでは、昭和54年からポリエチレン管を導入してきた。ポリエチレンは土中に埋設しても腐食せず、可とう性も高い管材料である。震災当時、ポリエチレン管の敷設延長は約1,200kmで、低圧管に占める割合も約3%であったが、現在では約6,800kmとなり、低圧管に占める割合も約18%となった。



**小川 安雄** (おがわ やすお)  
大阪ガスエンジニアリング株式会社 パイプライン事業部技術統括 (兼 大阪ガス株式会社 導管事業部) 神戸大学非常勤講師  
昭和52年3月、京都大学工学部交通土木工学科卒業。同年4月、大阪ガス(株)入社。京阪支社建設課、導管技術センター、エンジニアリング部の各部署で、ガスパイプラインの計画・設計業務、研究開発業務およびエンジニアリング業務に携わる。平成13年9月、京都大学大学院工学研究科博士課程土木システム工学専攻修了。「ガス供給系パイプラインシステムの総合地震防災に関する研究」で工学博士号取得。平成16年11月から現職。ガスパイプラインに関する地震防災エンジニアリングを専門とし、イラン国営ガス地震防災研修事業、テヘランガス地震防災対策の調査研究にも取り組む。

### 3.2 緊急対策

大阪ガスでは、本社ビル内に最先端のインテリジェント機能を有した中央指令センターを設けている。各地区の保安拠点との独自の無線通信ネットワークが形成されており、24時間体制で、安定供給と安全確保に努めている。中央指令センターでは、緊急時には各事業所からの情報を収集・把握し、緊急指令を発動するとともに、地区の支援活動を行っている。特に地震発生の場合は全社的な総合指令の役割を果す。大震災のような非常時には、情報収集のために、無線通信システムは極めて重要である。無線通信システムの信頼性向上を目的として、ネットワークの多重化を実施した。万一、中央指令センターに問題が生じた場合に、中央指令センターと同様の機能を維持するために、バックアップセンターとして平成10年に京都サブセンターを建設した。図3.1に京都サブセンターの外観を示す。サブセンターの建物には、免震構造が採用されている。



図3.1 京都サブセンター

地震が発生した場合、供給エリア内の地震動分布を、地震発生後、即時に把握するために、地震動モニタリングシステムを完備した。供給エリア内に設置された地震計から、上述の無線通信システムを用いて、中央指令センターに地震動データが集約される。地震計の設置数は、阪神・淡路大震災当時の34ヶ所から約230ヶ所に増設した。地震計設置状況を図3.2に示す。

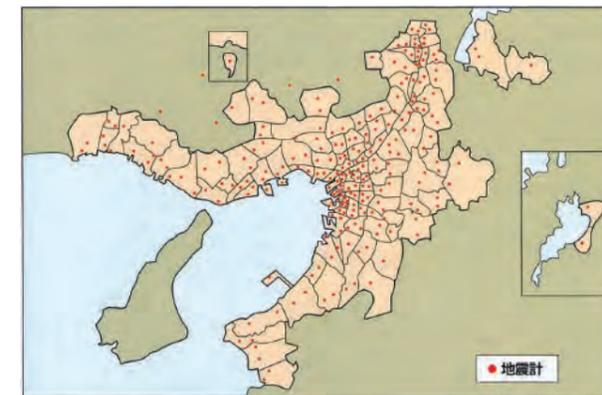


図3.2 地震計設置状況

また、地震動データをもとに被害を予測する地震被害予測システムを改良・開発し導入した。図3.3に地震被害予測システムの出力を示す。

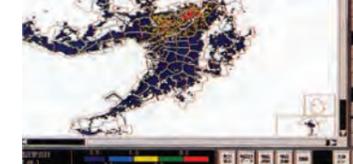


図3.3 地震被害予測システムの出力

さらに、ガスの供給停止システムを完備した。図3.4にその概要を示す。被害の甚大な地区では迅速に供給を停止し、被害の軽微な地区では供給を継続するために、ガスの供給エリアは、ガスの圧力区分に応じて、スーパーブロック、ミドルブロック、リトルブロックの3タイプのブロックで分割されている。



図3.4 供給停止システムの概要

大地震発生時には、ブロック毎の即時供給停止が可能である。さらに各家庭には、感震自動遮断機能を内蔵したマイコンメーターが設置されている。

## 4. ガスパイプラインの地震防災と地盤・地形の関わり

ガスパイプラインの地震防災には、(日)個々のガスパイプラインの耐震性と、(月)ガスパイプライン網全体の被害発生率の2つの視点が要求される。いずれの場合にも、地盤・地形は深く関わっている。

### 4.1 ガスパイプラインの耐震性

ガスパイプラインは、通常1.0m~2.0mの深さに埋設されている。地盤震動や地盤変状が外力となってガスパイプラインに作用する。ガスパイプラインの地震時応答の解析モデルでは、地盤は非線形ばねとしてモデル化されており、この地盤ばねの特性が、解析精度に大きく影響する。ガスパイプラインと地盤との力学的相互作用を解明することは、ガスパイプラインの耐震対策に極めて重要な研究課題である。

### 4.2 ガスパイプライン網全体の被害予測

大地震の際に、ガスパイプライン網全体でどの程度の被害が発生するのかを予測することは、地震防災とわけて発災後の緊急対応、復旧活動にとって非常に重要である。この場合、前述の解析モデルのように地盤の力学的特性を個々に評価するのではなく、ガスパイプライン網全体が敷設されている広域エリアの微地形、地形の変遷、地盤の概括的土質区分が重要な条件となる。大阪ガスでは、阪神・淡路大震災で得られた膨大なデータ・情報を、今後の地震防災に活すべく、地震被害分析GISを開発した。図4.1にシステムの全体構成を示す。また、図4.2に低圧ガスパイプライン網の出力結果を示す。このシステムを用いた被害分析結果は、前述の被害予測システムの心臓部を占めている。

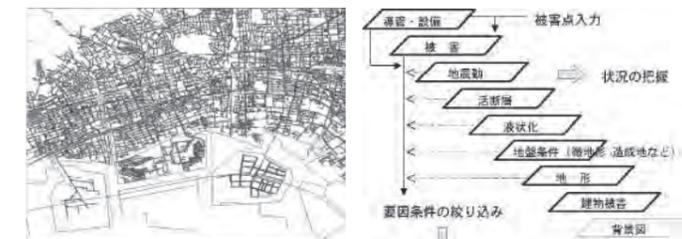


図4.1 地震被害分析GIS

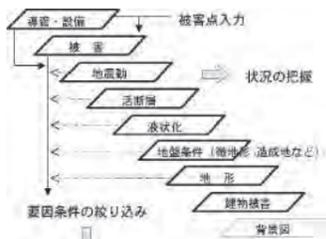


図4.2 低圧ガスパイプライン網

## 5. おわりに

関西地域は地震活動期に入ったと言われている。地震防災は、もはや社会全体の重要課題として位置づけられている。地盤・地形・地質はライフライン地震防災の根幹の条件と言っても過言ではない。この分野の研究、技術、実務が今後ますます発展することを期待したい。

# Challenging people

## 地質調査人

地質調査業界の未来を支えていくのは若き“地質調査人”です。プロフェッショナルへの関門をくぐり抜けた二人の合格体験記は、資格をめざして格闘中の若きチャレンジャーにとってはいい刺激と受験のためのヒントを提供してくれることでしょう。

01 シビルコンサルティングマネージャ編

## シビルコンサルティング マネージャ (RCCM) 資格試験に合格して

小汐 真由美 (こしお まゆみ)  
アジア航測株式会社  
取得資格  
技術士補(応用理学部門)  
地質調査技士



RCCMの資格は、「技術管理者または技術士のもとに建設コンサルタント等業務に係わる責任のある技術者として、直接管理あるいは照査の責任者」となる技術者の資格とされています。

私は14年間、建設環境分野の特に水に係わる分野の業務を主分野としてきました。

昨今、さまざまな社会活動に起因する環境の悪化が顕在化するなか、建設分野においても環境に対してより低負荷であることが強く求められており、私自身、入社以来携ってきた建設環境分野で、「責任ある技術者」として僅かでも社会に貢献できるようになれば、と思ったのが受験の動機でした。

受験のために実施したことは、以下の3点でした。

(日)経験論文を用意する

(月)国土交通白書をチェックする(キーワード中心)

(火)建設分野で課題となっている項目について文章を作成する  
経験論文は技術士受験のために作成してあった経験論文のスタイルを若干RCCM用に変えて対応しました。

国土交通白書は特集号などから全体的な社会情勢とキーワードのチェックをしました。

建設分野で課題となっている項目については、入札方式や事業評価制度など最近の話題を中心に数点文章を作成しました。

(ただし、準備したものはどれも出ませんでした)

実際、試験勉強がどの程度役立ったのかは不明ですが、勉強で得た知識はこれから実業務を実施していくうえでも必要な知識であったとおもいます。

試験問題にはISO、アカウントビリティ向上など、業務の実施方法や成果などに直結した問題も多く、日常の業務が試験勉強である部分も多かったと思います。

また、あたりまえではありますが、「この言葉は読んだ記憶があるが、中身が思い出せない」というように回答できなかった問題も多々ありました。しかし、試験でわからなかった(択一式で迷った)ものは印象にのこるようで、次の機会には内容がきちんと記憶されたという経験もありました。

試験に合格はしましたが、まだまだ勉強不足であることもよりあきらかになり、合格をうれしく思うのと同時に、「責任ある技術者」にふさわしくなるためには、もっと努力が必要であることも痛感しております。

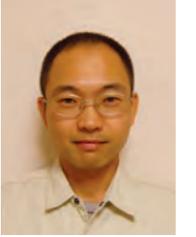
建設分野において、業務を通してよりよい社会の形成に貢献できるよう頑張っていきたいと思っています。

なお、RCCMの受験および合格ができましたのは、試験に際してまた日常業務等において、皆様よりいただいた指導・助言・激励の賜物です。誠にありがとうございます。

02 地質調査技士資格検定試験編

## 地質調査技士 資格検定試験に 合格して

藤井 仁 (ふじい ひとし)  
株式会社 東京ソイルリサーチ



今、地質調査業を取り巻く環境は、長引く経済不況のなかで公共事業関連予算の減少や建設コストの縮減などにより、きわめて深刻な状況にあります。そんな中、私が地質調査技士試験を受験しようと考えたのは、資格取得により自らのレベルアップを計ることはもちろん、社内の有資格者数を増やすことにより業務受注増加に少しでも貢献できればと考えたからです。

地質調査技士試験は皆さんご存知の通り、平成15年度の試験から「現場調査部門」と「現場技術・管理部門」に分かれ、さらに平成16年度からは新たな部門として「土壌・地下水汚染部門」を加えた3部門について実施されています。今回、私が受験させて頂いた「現場技術・管理部門」は従来の試験問題である地質、土木、建設一般に関する基礎知識・現場技術・調査技術の理解度・管理技法に加え、新設問題として社会一般、建設行政等の知識・入札、契約制度、仕様書等の知識に至るまで、大変幅広い出題範囲となっています。

そこで私なりの試験対策勉強方法ですが、従来までの試験問題については、既に資格取得している先輩社員のアドバイスを参考にし、過去に出題された問題を解くことから始めました。解らない問題にぶつかった時には、参考書籍に指定されている「ボーリングポケットブック」を参考にして問題を解いていきました。これを繰り返し行うことにより効率よく理解を深めることができました。

新設の試験問題対策については過去2年分しか過去問題がなく、これらを解くだけでは不十分だと考え不安に思っていました。しかし、試験の約3週間前に行われた受験者講習会に出席させて頂いたところ、従来までの試験問題はもちろん、不安を感じていた新設問題についても要点をまとめた講義を聴くことができました。新設問題の対策としては講習会に出席して内容をよく理解し、また日ごろから社会一般、建設行政等の情報に敏感になっておくことが合格への近道だと感じました。

また、「現場技術・管理部門」の試験は口頭試験が廃止されたことにより、記述式問題の配点が大きくなっています。記述式問題については、受験者講習会および過去問題から予想問題を考え、事前に回答を用意しておくことが大切だと思います。ただ用意しておく回答は、既に資格取得している先輩社員等にも見てもらい添削してもらうことをお勧めします。

最後になりましたが、今回資格取得できたのは社内外の先輩方々、ならびに受験者講習会を開催した下さった協会の方々のおかげであると感謝しております。この場をお借りしてお礼申し上げます。

最新技術レポート紹介／地質体と比抵抗値の関係について

# 水源探査に便利

## ～CSAMT法探査による深層地下水探査～



**本山 普士** (もとやま ひろひと)  
中央復建コンサルタンツ株式会社  
測量・地盤系グループ(地盤チーム)

平成12年4月 中央復建コンサルタンツ株式会社 入社  
以来、現在まで測量・地盤系グループに所属  
平成12年より平成15年まで特に調査系業務を担当し、現在は同グループ内で特に砂防施設の設計を行っている。全地連フォーラムには、平成13年より毎年投稿、発表を行い、「最優秀発表技術者賞」を3回受賞(平成13、14、16年度)している。

### 1. はじめに

私は、学生時代地質学を専攻としており、「地下水」に関してはほとんど未知の領域であった。自分の知識が全く及ばない領域のなかで、しかしながら地域社会と密接に関わる「水問題」の一端には興味を覚え、平成13年来、この「地下水探査」に着目し、以降平成16年までの全地連技術フォーラムにおいて「深層地下水探査におけるCSAMT探査の適用例」と題し、地質体と比抵抗値の関係に着目した発表を行った。本論は4年間の報告に就いてレビューするものである。

### 2. 序論

一口に「地下水」といっても、その開発手法や用途は様々である。近年は表層水資源の枯渇、汚染等により、採水箇所をより深部に求めることが多くなっている。元来、地下水探査としては「比抵抗二次元電気探査」がおもに用いられていたが、この手法の場合、比較的浅い深度(G.L.-100m程度)のデータが得られる程度であった。現在の所、CSAMT法探査は、電気探査の深度よりもより深部に到達できる手法の一つとして有用である。私の担当した毎年の案件は、「上水源系」と「消雪水源系」に二分されるが、これらはいずれもG.L.-100～-500m程度を対象とするものであった。

### 3. 上水源系の探査

上水源系の探査報告は、平成13年度、および平成14年度の全地連フォーラムにて実施している。上水源系の探査は、主に既存井戸の枯渇による代替水源確保や、水量補強を目的とした井戸掘削位置の選定を目的として実施された。対象となる地域の地質は、基盤岩として中、古生代の火成岩類、それを厚く被覆する第三紀～第四紀の未固結層である。基盤岩中には南北性の断層(主に逆断層)が発達しており、相対的に断層の東側の地塊が隆起、断層の西側が沈降している。西側の沈降部には、未固結堆積層が非常に厚く堆積している。これらの地域には、基盤岩中の裂隙水や、基盤岩を覆う未固結層(特に砂礫層)に賦存する水がその探査対象となっていた。しかし、基盤岩の裂隙水は当初より水質的に問題があるものとして揚水対象とせず、未固結堆積物中の揚水効率の良い砂礫層中の地下水を探査することが重要な目的であった。探査によって得られた見掛け比抵抗値より、各測点の地盤を水平多層構造モデルとして、各深度の比抵抗値を一次元逆解析にて解析した。解析結果を基に比抵抗疑似断面図、および平面図を作成した。ここで、比抵抗断面図の理解のために、一般的な地質体と比抵抗値の関係を表1に示す。

表1 地層、岩石、鉱物の比抵抗値

地層・岩石 鉱物の種類	比抵抗(Ω・m)
礫層	10 <sup>2</sup> ~10 <sup>4</sup>
砂礫層	10 <sup>2</sup> ~10 <sup>3</sup>
ローム層	10~5×10 <sup>2</sup>
粘土層	0.8~10 <sup>3</sup>
砂岩	3×10~10 <sup>5</sup>
頁岩	0.8~10 <sup>4</sup>
集塊岩	10 <sup>2</sup>
粘板岩	4×10~10 <sup>3</sup>
石灰岩	6×10~5×10 <sup>3</sup>
玄武岩	2×10 <sup>4</sup>
片麻岩	2×10 <sup>2</sup> ~4×10 <sup>4</sup>
花崗岩	3×10 <sup>2</sup> ~1×10 <sup>4</sup>
珪岩	10 <sup>2</sup> ~2×10 <sup>4</sup>
結晶片岩	2×10 <sup>2</sup> ~2×10 <sup>4</sup>
溶岩	10 <sup>2</sup> ~2×10 <sup>4</sup>
海水	0.3
淡水	10~10 <sup>2</sup>

### 3.1 上水源(日)の結果

図1に示す比抵抗疑似断面図では、表層部から標高0mまでの領域、および断面図中央部の標高-200m以深の領域において、低比抵抗帯の分布(おおむね80Ωm未満)が認められる。また、深部への線構造としても見出すことができる。一方で、標高0m以深で比抵抗断面図の左下領域(調査地西端部の深部)と右下領域(調査地東端部の深部)に高比抵抗領域が認められる。基盤岩と思われる高比抵抗帯は、おおむね

数100Ωm前後の値であるが、これは一般的な火成岩類の示す比抵抗値よりも低い。これは、基盤岩の風化が進行し地下水等を多く貯留しているためと考えられる。一方未固結層は、金属成分の含有量が多く、

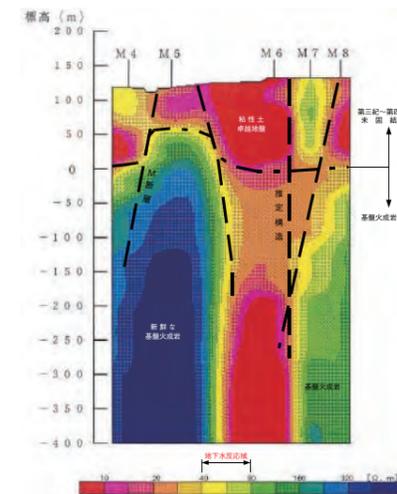
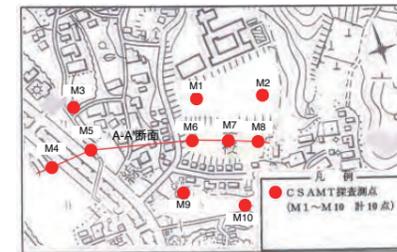


図1 比抵抗疑似断面図(上水源(日))

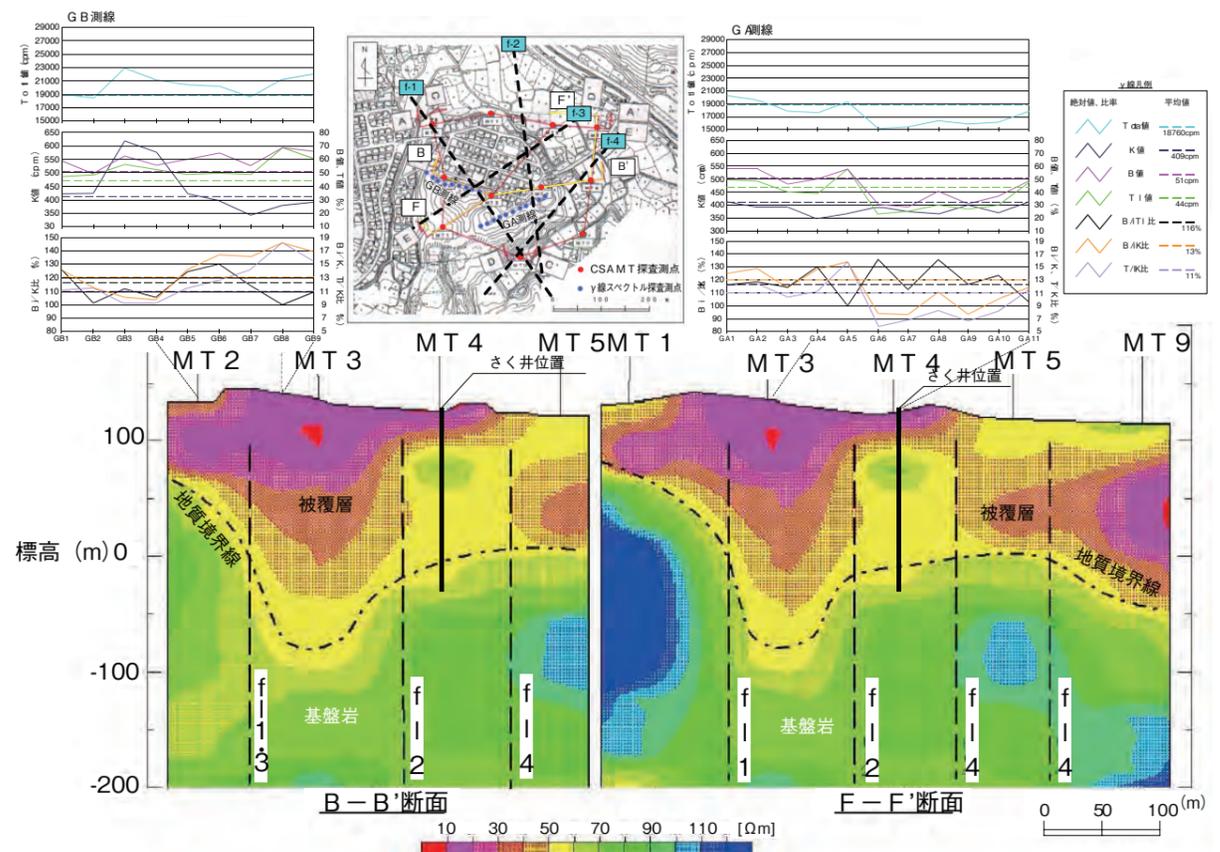


図2 比抵抗疑似断面図(上水源(月):Y線スペクトル探査併用)

粘性土が卓越する地盤が存在するため低比抵抗を示すと思われる。調査地域周辺の水質試験結果によれば、本地域での地下水は鉄分に富む傾向にあるため、地下水の反応レベルは表1に示す淡水の比抵抗値範囲において低比抵抗側の値を示すものと思われる。線構造をなす低比抵抗帯は、逆断層性の構造線と推定される。断層変位により、基盤岩は盆状地を形成し、その箇所の被覆未固結層は周囲に比べて厚く堆積しているが、これは既往地質図等からも裏付けられることである。

### 3.2 上水源(月)の結果

上水源(月)の探査地点は、上水源(日)探査地点の約1km南方に位置する。図2の比抵抗断面図に示す通り、本地域の比抵抗構造は、おおむね表層部から標高0mまでの50Ωm未満の低比抵抗を示す領域と、標高0m以深の60Ωm以上の高比抵抗を示す領域に二分される。上水源(日)探査より、本地域では火成岩類を基盤岩とし、その被覆層として厚層100m前後の未固結層が分布する事が判明している。探査結果の比抵抗分布状況より、標高50~-100m付近に分布する50~60Ωmの比抵抗帯が、未固結層と基盤岩の地質境界をなすと推定した。

基盤岩付近の比抵抗値は、おおむね50Ωm以上の値であるが、これは一般的に火成岩類が示す比抵抗値よりも低く、上水源(日)探査と同様の傾向にある。未固結層付近の比抵抗値は、おおむね数60Ωm未満の値を示すと思われる。うち30Ωm未満の低比抵抗帯は粘土優勢層、30Ωm以上60Ωm未満のやや高比抵抗の領域は、砂もしくは砂礫優勢層と考えられる。低比抵抗帯の急激な落ち込み部の発達から、岩盤内の断層発達を推定した。断層変位による基盤岩は盆状構造を形成し、この部分に被覆未固結層の厚い堆積が推測される。

### 4. 消雪水源系の探査

上水源系の探査報告は、平成15年度、および平成16年度に報告している。消雪水源系の探査は、道路用消雪水源確保を目的として実施された。対象となる地域の地質は、(日)中古生層が広く分布する地域、(月)第三紀層が広く分布する地域である。これらの探査においては、多量の揚水量が必要であること、さらに用途目的よりある程度の水温が要求されていたことから、岩盤亀裂帯中から採水することを目標としていた。

シリーズ  
**技術見学会報告**

**4.1 消雪水源(D)の結果**

対象地は中、古生層が分布する箇所であった。この探査では、予め空中写真判読、調査ボーリング、地表地質踏査等により、ある程度のリニアメントの存在が明らかになっていた。よって本探査はこれらの結果の裏付けともなる位置付けであった。探査により、以下の結果が得られた。

1—比抵抗平面分布

●表層から標高-100m(深度約150~190m)付近の比較的浅部では、調査域の北域および南域において、 $\rho < 200\Omega\text{m}$ の低比抵抗領域が広がる一方で、中央部付近はほぼ東西に高比抵抗領域が広がり、上記二つの領域を分離している。

●標高-200m(深度約250~290m)以下になると、東域の測点M12-M13間を中心に、南北に延びる低比抵抗帯が認められる。

2—比抵抗断面分布

●測点M2、M4、M17付近では、 $\rho < 200\Omega\text{m}$ の鉛直方向に良く伸びる低比抵抗帯が、深度300m付近まで連続して分布する。

●測点M12-M13付近の深度200m以下では、域内で最も低いレベル( $\rho < 50\Omega\text{m}$ )の垂直性の低比抵抗帯が捉えられている。

●他の測点域では、 $\rho > 200\sim 400\Omega\text{m}$ の高比抵抗帯が広がり、水源の対象岩盤としては極めて乏しい反応である。

探査から、調査域には4本の断裂構造の存在が推定される。断裂構造を以下の図3に示す。

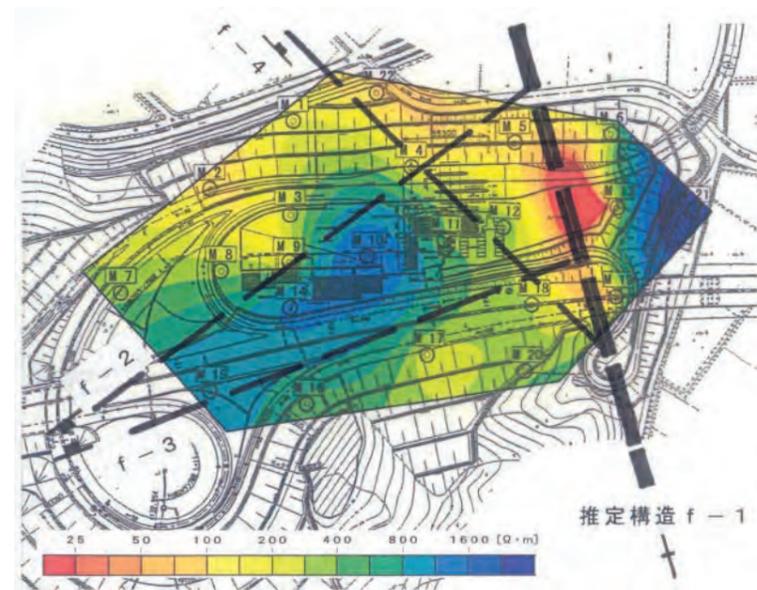


図3 標高-200mの比抵抗分布・断裂構造位置図(消雪水源(D))

**4.2 消雪水源(F)の結果**

対象地は新第三紀の地質が分布する箇所であった。地域的特性から、ターゲットを、(D)空隙の多い火砕岩、溶岩層(第三紀の堆積岩類では、亀裂に伴う空隙が少ないため、空隙の多い火砕岩、溶岩層を帯水層として期待)、(F)断層に伴う亀裂発達箇所(リニアメントが見られ断層の発達が推定されていた)、(火)岩脈中の亀裂帯(近傍のトンネル掘削実績により、硬質な岩脈中の亀裂部に地下水の存在を期待)とし、大きくは(F)、(火)の条件に着目した。

図4に示す比抵抗柱状図のとおり、測定結果のみかけ比抵抗値は、15~20 $\Omega\text{m}$ 主体(測点A1、G1、G2)、50~70 $\Omega\text{m}$ 主体(測点F1)、30~100 $\Omega\text{m}$ 主体(測点D1、E1)の大きく3つに分類できる。

探査による比抵抗柱状図より、調査地の堆積岩類(A層)は大体10~50 $\Omega\text{m}$ 程度の低比抵抗値を示すことがわかった。同時に実施した露頭測定での比抵抗値も同様に低いため、これらの値が調査地に分布する岩盤(堆積岩類)の一般的な値を反映するものと考えられる。

**5. 探査結果のまとめ**

これらの探査より得られた地質体と比抵抗値について取りまとめると、表2のとおりとなる。一方で、それぞれの探査の後には探査結果のチェック(調査ボーリング、揚水試験)を実施している。結果を表3に示す。

表2 探査による地質体と比抵抗値の関係

比抵抗値	地質	地層名
30 $\Omega\text{m}$ <	粘性土優勢層	未固結層
	破碎帯粘土・貫入岩	中古生層
10~50 $\Omega\text{m}$	碎屑性堆積岩	新第三紀層
	火砕岩、一部溶岩	
30~60 $\Omega\text{m}$	砂、砂礫優勢層	未固結層
	風化花崗岩	基盤火成岩類
50~200 $\Omega\text{m}$	亀裂の多い中古生層	
200~400 $\Omega\text{m}$	中程度に亀裂が多い中古生層	
400 $\Omega\text{m}$ >	亀裂の少ない中古生層	

表3 各探査後のチェックボーリングによる揚水試験結果

探査	限界揚水量 (ℓ/min)	必要量 (ℓ/min)	判定
上水源①	1,108	800以上	◎
上水源②	800	800以上	◎
消雪水源①	見込みなく実施せず	2,000	×
消雪水源②	108.9	1,000	△

**6. 今後の展望**

現在までに実施した地下構造調査により多くのデータが集積し、比抵抗値と地質との関係が大よそ推定できるようになった。とりわけ、基盤-被覆未固結層との関係は大きく物性が異なることもあり比較的容易にそれらの関係が推定できる。しかしながら、単一地質体の中での亀裂発達の程度の分類(比抵抗値で亀裂量を推定できるのか?)と言った点、特に新第三紀層分布域において岩盤が破碎された場合でも、新鮮岩とのコントラストが小さい等の要因で比抵抗値に亀裂に伴う地下水層の存在が反映され難いという問題点がある。以上の課題のために今後もデータの収集を進めて検討して行きたい。

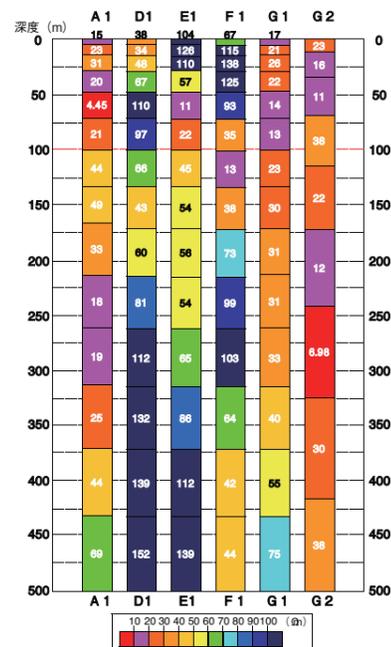


図4 比抵抗柱状図(消雪水源(F);深度表示)

# 「淀川」

平成17年度  
技術見学会に参加して

株式会社東京ソイルリサーチ  
田中 知樹(たなか ともし)



すがすがしい気候に恵まれ、5月20日に近畿地方整備局淀川河川事務所が管轄している「淀川」の見学会に19名の会員が参加した。今回の淀川見学会は、南は阪神大震災で大きな被害を受けた西島地区から北に進み、葦が生い茂る鵜殿葦原へと見学会は進んだ。その中で印象深いのは淀川大堰・毛馬水閘門である。長柄橋の北側にあるこの堰の右岸側は、私の住むマンションがあり、とてもなじみの深く見慣れた場所でもある。

その長柄地区について少し説明する。長柄地区には天六と柴島を結ぶ長柄橋がある。長柄橋は、行基年譜に見られる6橋の内の一つで、現在では弘仁3年(812)に初めて架橋されたとするのが定説となっている。長柄橋は、古歌に多く詠まれほど有名な橋であり、"物言わじ 父は長柄の 人柱 鳴かずばさじも 射られざらまし"という人柱伝説があるほど、架設するのに難工事であったらしく、それでも交通路として非常に重要なため架けられたようだ。新淀川の開削によって、明治42年(1909)5月に鉄製ポニートラスが流水部に架けられ、その後、昭和11年(1936)に都市計画道路として架け



この写真は国土交通省近畿地方整備局淀川河川事務所のHPから引用しています。

替えられた。さらに、その橋脚を利用して長柄可動堰が設置され、昭和46年に策定された淀川水系工事実施基本計画に基づく淀川改修計画では、低水路を河道の中央部に移すため、橋梁改築の必要性が生じ、併せて激増する交通量にも対応するためにも架け替える必要が生じ、昭和58年(1983)に中央部がニールセン・ローゼ桁の美しい姿の新長柄橋が完成した。

そのような長柄橋周辺の長柄地区には、大阪だけでなく日本でも最大級の堰、淀川大堰がある。淀川大堰は、塩水の遡上を防止し、淀川での安定した取水と大阪市内河川へ淀川の水を分流するのに役立っている。増水などがない限り、大川に毎秒120トン流しているとお聞きした。

だが私は、それで多くの水を堰き止め本来の流れを変えてしまっは自然の意に反し、自然環境の悪化に繋がるのではないかと思った。淀川大堰が必要なのは、柴島浄水場の取水、大川から上ってくる船の運航、寝屋川からの水の浄化などらしい。淀川は氾濫を繰り返してきたため、明治時代の改修で、直流する新淀川が掘削された。さらに1970年頃からの改修工事では、岸と底が大幅に掘削され、蛇行していた流れは直線化され、太く、まっすぐな川になった。これが河川特有の多様な環境の均一化を招き、淀川独自の生きものが生息できない環境をつくってしまうことになる。自然の川は蛇行して流れ、川の周辺には、冠水域すなわち河川氾濫原がひろがる。河川氾濫原には川が置いていく土砂がたまり、土砂の上には植物が生えるが、年に何度か大雨などで川の水があふれ、たまった土砂や植物を流し、川は流れを変える、ということが繰り返される。河川氾濫原は、その高低差により冠水する回数が異なるため多様な自然環境をつくり出す。新幹線から見える天竜川や大井川は、蛇行した浅くて細い流れの周辺に河川氾濫原がひろがっている。1970年代までの淀川も、大雨などにより水位が上がると、河川氾濫原はたびたび水をかぶっていた。だからそこにはヨシなど河川特有の植物が生育していた。しかし改修工事の大幅な掘削により川の本流は広く、深くなり、流れの筋は一定化され、河川敷には運動場やゴルフ場がつけられ、増水しても水がかぶらないようにされた。

この工事の際、「自然地区」として鵜殿のヨシ原は保全された。ところが、ヨシ原にセイタカアワダチソウや葛など他の植物が繁茂し、ヨシがだめになってしまった。草が繁茂する環境では、コアジサシやシロチドリといった生きものも繁殖できなくなった。以前のヨシ原は年に20日くらい冠水していた。そうすると他の植物は枯れてしまう。年に何度か水をかぶることで、ヨシは維持されていたのだ。また、川が直流化されたため、河岸の土砂は流されることがなく、たまる一方となった。

そのような中、葦の保全活動が行われている地区として、鵜殿の葦原を見学会の最後に訪れた。水を葦に近づけるためにポンプを設置したり、河川敷を切り下げたりと大規模な保全管理が行われており、行政の環境保全への取り組み姿勢の高さに感心した。今後も葦原の拡大が計画されていると聞き、これからの淀川がよい方向へと少しずつ変わっていくことを期待し、今後も見守っていこうと思う。

関西ローカルソイルに求められる地質調査とは

**古谷** 大阪平野の地盤は、非常に多層な地盤であるということ、東京地方の東京礫層のような完全支持層がなかなか出現しないということ、それと四方八方が活断層で、真ん中には上町断層もあり、沖・洪積の地層がひん曲がっているといった、関東の地盤とは違う独特の特徴をもっています。このような状態が、ローカルソイルといえます。そうした点を踏まえて我々地質調査業界もそれなりの調査を行っていますが、設計・施工サイドから見た問題点もあるのではないのでしょうか。調査の品質の善し悪し、不十分な点や困ったケースなどがあれば、お聞かせ願いたいのですが。

**白沢** 土の様子が変わりにくいか、地盤調査が不十分という場合はありますね。幸い、困ってどうしようもないということはありませんでしたが(笑)。関東だと関東ローム・東京層・東京礫層が比較的きれいに堆積していて、建物の規模がこれくらいだったら、これくらいの基礎になりそうだと予想がつきやすいのですが、それに比べると関西の地盤は海と山が接近しているため地質の変化も激しく、基礎の設計も難しいといえます。

**古谷** 大阪の場合、大阪地盤図はあっても実際に掘ってみないとわからないという問題点が一番大きな特徴ですね。また、これまで一般的に支持層は天満礫層が基本でしたが、だんだんビルの高層化や耐震性が問題になってきて、どんどん支持層が深くなっていく、あるいは耐震上の

基盤がより深い位置に求められているように思われます。設計・施工サイドから、深度100mとか、そのくらいまで調査が必要になるのでしょうか？

**白沢** 2002年に法改正されて、超高層の場合は工学的基盤を定めて、そこから表層地盤の増幅特性を考慮するようになりました。大阪の場合、固い地盤の間に粘土が入っていたり、工学的な基盤のVs=300m/sが出たり出なかったりするんで、どのあたりが本当の工学基盤なのかいつも悩まされます。

**古谷** そうなるとPS検層をやらざるをえないという話になりますね。

**白沢** 特に最近の超高層とか免震の場合にはPS検層の実施が増えています。

**古谷** 大阪のように活構造の多いところにビルがどんどん立ってきて、それも最近は超高層化してきています。北浜周辺もそうだし、土木の方だと中之島新線がかなり大きな構造物になっています。実際に地震応答解析をされる場合には断層モデルをつかって、模擬地震波を入力して設計するのですか？

**白沢** はい。阪神大震災の後、大阪市域で防災安全性を高めるため、どうい地震が大阪市域に大きな影響を与えるのか、産官学が協力して模擬地震波を作成しました。

**古谷** 免震構造となると地震基盤の話になってきますね。大阪はもともと深いボーリングがありますが、他の近畿エリアでは病院や地域防災拠点のような所では免震構造が基本になっているので、地震基盤、いわゆる

Vs=300m/sの地層の伏在深度を確認するアレー微動探査が行われます。市内でもアレー探査を実施するケースはあるのですか？

**白沢** いえ、それはありません。

**岩崎** 素朴な疑問ですが、免震構造を採用しなければならないビルに関する規定等があるのでしょうか？ 高さはいくら以上とか。

**白沢** 高さの制限はありませんが、免震装置については国土交通省の認定を受けた製品を組み合わせながら建物を設計します。まずは建物の安全性を審査する機関で安全審査を受け、そのあと時刻歴地震応答解析による検証について国土交通大臣の認定を受けることになります。

信頼できる地質調査とは

**古谷** 阪井さんは地質調査会社が報告する土質定数は概ね妥当だと考えておられますか？ それによってアンカーを1段増やさないといけないケースも出ると思うのですが……。

**阪井** 粘着力C、quの値、これはある程度、調査の値を目安にするケースが多いですね。ただ、粘性土層が厚い場合で1点だけ試料を採取して土質試験を行っている場合はあまり信じません。何点か試料を採取して

土質試験を行い、深さに応じてCやquの値が大きくなっていくという、そのへんの数字がきちっと出ている調査報告書は信用します。他の定数はだいたい過去の経験値を頼るケースが多いですね。

**古谷** 同じく施工に関わる話で、大深度の立坑とかが最近多くなっています。大阪層群の中に入ってくると、層状破砕帯や縦方向のクラック帯、これが地中連続壁の難透水層としての止水層としてどこまで信用できるのかという問題が議論されるケースが多いように思います。潜在クラックの影響で施工に支障を来したとか、地下水が吹いてきたとか、そういったケースはないでしょうか？

**岡橋** かつて担当した奈良県の物件で、N値50を超える軟岩に近い固結粘土層で10m程度の掘削をする現場がありました。通常の施工条件であれば、やや剛性の高い山留め壁に地盤アンカー1段の支保工計画で十分掘削可能ですが、この物件は鉄道に近接していたので、山留め壁の変形を極力小さくするために2段アンカーで工事を進めることにしました。計画段階ではちょっとオーバースペックかなと考えていたのですが、掘削してみると山留め壁の変形が止まらない。しかも予測値を上回る地盤変形がかなり広範囲に確認されました。それで施工途中にこの地盤特性を詳しく調べて見ると、通常の三軸圧縮試験では表れてこないような地盤強度の異方性と応力開放によって水平方向に大きく変形する地盤であることが判明しました。工事は何とか無事に終わることができましたが、こういう地盤もあるのだと、良い教訓になりました。

設計・施工サイドから見た地質調査報告書について

異業種座談会

# 関西ローカルソイルを考える

## 多層地盤での地質調査結果をどう生かすか

私たち地質調査業に携わる者は、自分たちの成果である地質調査の結果が、実際にどれだけ建設業界に貢献しているのかを自ら検証することは非常に難しいと感じています。そこで、業界外のユーザーサイドから設計・施工に携わっておられる方々をゲストとしてお招きし、地質調査業についての忌憚のないご意見をうかがいました。テーマは「多層地盤での地質調査結果をどう解釈すべきか」「設計・施工サイドから見た地質調査報告書」の2つです。ユーザーサイドの率直な声は協会の業務の質の向上に役立つヒントを与えてくれるはずです。

平成17年8月31日 大阪厚生年金会館にて

○座談会出席者  
株式会社日建設計 白沢 吉衛  
株式会社大林組 阪井 聡  
株式会社竹中工務店 岡橋 稔  
技術委員会委員長 岩崎 哲雄  
技術委員会委員 古谷 栄治郎



## 白沢 吉衛(しらさわ よしえ)

株式会社日建設 構造設計部門構造設計室主管

1988年4月、日建設大阪本社に入社。'89年から '95年まで東京勤務、 '96年からは大阪勤務。入社以来、約17年間にわたり、様々な建築物の構造設計を担当。

# Yoshie Shirasawa

**古谷** 確かに地層が変形している、あるいは傾いているケースでは試料をどう方向で採取しているかによって異方性は全然違ってきます。ここはいつも悩む話で、永遠のテーマに近いように思います。それから大阪層群では中間土が問題です。粘性土なのか砂質土なのか。建築と土木で考え方は違うと思いますが、例えば杭の周面摩擦力の取り方が変わってきます。役所から調査会社が問い合わせを受けることがあります。このへんは調査した会社に問い合わせるケースが多いのでしょうか？ それとも土質標本を見られるのですか？

**白沢** 我々は建物を造る場合、まず地盤調査を行います。どれくらいの規模の建物を造るかを計画している段階では、土地の来歴や周辺建物で行った地盤調査等の文献調査によって、どんな地盤なのか、建物を建てたときにどういうことが起きるかといったことを考えます。それだけに調査計画を立てるときは、何を調査すべきかについて十分検討されるべきです。中間土の場合だとN値だけでなく、粘土としての強度quがどれくらいになるのか、あるいは圧密降伏応力を測っておいて沈下の心配はないのかなど、どんなデータが必要になるかをしっかりと見定めておく必要があります。

**古谷** 官の場合、一軸評価がいいという人と三軸評価がいいという人がおります。しかし、どっちがいいのか結論は出ていません。

**岩崎** 大阪層群は当然、三軸圧縮試験で強度を出すべきだと思っていますが、建築関係の方はどのように考えておられるのでしょうか？

**白沢** 深度にもよると思います。非常に大深度で周囲からプレッシャーがかかっているような状態で粘土の強度を考えていくのだとしたら三軸がいいと思います。ケースバイケースですね。

**古谷** 次に地下水についてなんですけど、地下水処理が調査業者の想定より多くて、どうしようもないといったケースはどうでしょう？ 調査ボーリング孔の処置方法にも問題がありますが。

**岩崎** 調査業者が求めた透水係数と実際の施工時に確認された透水

係数は合っているのでしょうか。調査業者が施工段階までフォローすることが非常に少なくて申し訳ないのですが、特に官庁発注の業務では報告書を出せば終わりとしてしまうものが多く、フォローできていないのが実態です。

**岡橋** 地盤調査をした場所の地盤調査報告書だけを見て計画するということはまずありません。よほど遠隔地とか、他のデータがない所を除けば、計画地周辺の既存データや過去の施工記録を参考にします。したがって、調査報告書に記載された透水係数の大小が大きな問題になったというようなことはありませんね。ただ、現場透水試験に関しては単孔式の調査では限界があるようです。透水係数が小さめに出る傾向がありますね。通常の施工計画時には、他のデータも参考にしながら1オーダーか2オーダー誤差があることを考慮しながら計画していけばいいのですが、官庁仕事では調査報告書にある透水係数で計画しなさいということになる場合があります。これでは実際の施工に無理が生じてしまうことになりす。そういうときに調査報告書に、このような現場透水試験結果に対するコメントがあればいいと思うこともありますね。

**岩崎** ということは我々が報告書を書く場合には、その周辺の既存データを含めて妥当性を判断しておけばよいということですか？

**岡橋** 調査結果に対する評価の限界や施工性を考慮に入れた記述があれば、いいのではないかと思います。

**古谷** 私が実際に体験したのは淀川周辺のAs層、あの辺の沖積砂層はすごい水が出てくるみたいですね。「ものすごい水が出るんや、見に来い」といわれました。それで「Ma13層まで締め切ってください」と話してようやく止まりました。浸透流長が長くなるから何とかできるでしょうという話では通りません。どうもこの辺だと完全に締め切らないといけないみたいですね。

## 関西の地盤特有の設計・施工

**古谷** 次に活断層の話題に移りたいと思います。大阪には上町断層や生駒、北側は有馬・高槻構造線があります。このような箇所だけこう高層マンションが建っていますが、耐震設計上どんな設計をされているのでしょうか。地元でも、すぐ近くに活断層があるからマンションを建てるなというような看板が立ててあります。そのあたり、白沢さんどうでしょうか？

**白沢** 活断層がある有馬の敷地では、活断層をまたがないように建物の配置を考えたというケースはありましたね。

**岩崎** 私の経験した芦屋断層でも建物はまたがないようにしました。

**古谷** 断層はやっぱり避けるべきであるというのが原則でしょうか。

**岩崎** ただ、阪神間には断層が多くて、いい住宅地の付近に断層が通っているんです。

**古谷** ヒービングはどうでしょうか？ 発生したケースがありますか？

**阪井** 南港地区で現場を1件やっていますが、ヒービングに近い現象がありました。

**古谷** それは強度の問題ですか？

**阪井** 山留めの根入れをけっこう深い所まで入れていたのですが、それでも先端が動いた。43mまで山留めを入れていたのに、それでも先端が動いているんです。

**古谷** 根切りは、どのくらいだったのでしょうか？

**阪井** 16m。特にあの辺はヒービングが多いみたいですね。それでも特に対策はしていませんでした。芯材H鋼の中期許容曲げ応力の98%くらいまでいって、もう少しで応力的にH鋼がもたないところでしたが、そのギリギリで止まりました。ちょっと冷や汗ものでしたね。

**岩崎** その場合には補助工法をささずに施工されたのですか？

**阪井** 越えそうになったものの、毎日リアルタイムで山留め壁の計測管理をしました。だいたい予測値内に収まっていたので、特に対策する必要はありませんでした。

**岩崎** あの辺りでは補助工法を採用せずに山留めをされることが多いのでしょうか？

**阪井** 逆打ち工法で剛性が高いので、ひっくり返ることはないと思います。ただ、山留めの1フロア間で変形が相当大きく出たので、見た目にも山留め壁がはらんするのがわかります。あとは新大阪とか東大阪もなりやすいのですが、それらの地区でやるときはそれなりの対策を講じます。

**古谷** この大阪で危ない、気をつけたほうが良いという地区を教えてくださいませんか？ いま新大阪、南港という話が出ましたが。

**岩崎** 東大阪もそうでしょうか？

**阪井** いわゆる鋭敏粘土というのが分布しているあたりが危ないです。大東市とか昔、沼だった所ですね。

**古谷** 京都なんかはどうですか？ 巨椋とか。

**岡橋** 市内はずっと良い砂礫が出ますが、市内を外れたら地盤が悪くなる場合もあります。しかし、このような場所では土木は別にして、建築の場合は深い構造物は造りません。また、京都は市内でも埋蔵文化財の保護を求められることが多いので地下部分を深くしませんね。せいぜい地下1階か、地下なしの建物が多いです。地盤もよく、掘削深さも浅いので施工面で問題になることはあまりありません。神戸も山は別ですが、平野部分ではあまり問題にはならないのではないのでしょうか。

**古谷** 神戸方面なんかは？ 埋立地の高層建築物などは圧密の進行具合もチェックしながらやっているでしょう。六甲アイランドとかポートアイランドは高い建物がいっぱいありますが。

**岩崎** 盛土地盤は今でも沈下し続けているのでしょうかね。

**阪井** 沈下はしています。杭長もものすごく長く、60m近くになります。

**岡橋** 埋立地であっても1階の床が土間スラブであれば、当然不同沈下が問題になることが多いですね。もちろん建築主さんも納得の上で、ある程度の不同沈下を許容する設計をする場合がありますが、なかには建物が沈むなんてことは想像もできないと思っておられる方もおられます。

## 調査内容とコストとの関係は？

**古谷** 次に地質調査のメニューについて。最初の段階では発注者はなるべくお金をかけたくないということで最小限に抑えられるのですが、後でゼネコンさんが入ってこられた段階で、これでは足りないよというケースがあると思うのですが？

**岡橋** 通常は構造設計者が計画した地盤調査の結果を用いて施工計画を行うのが一般的だと思います。仮に発注時に実施した地盤調査が、詳細設計段階で不足があるような場合でも、追加調査の実施はあくまで建物の構造設計上の必要性によることが多いでしょう。施工のためだけに追加調査をするというのは、少なくとも私の会社ではあまりないですね。

**古谷** そもそも地質調査の費用は施工者のお立場から見ると高いと思われませんか？ 最初にお金をかけておけば後でよくなったなという考え方もあるし、ぎりぎりでいこうという考え方もあります。

**阪井** 設計・施工でやる物件なんかは自社で構造設計をするので、地盤調査は当然当社で計画します。そのときは悩ましいですね。コストと構造設計の釣り合いでどの程度まで調査をやるのか。

**岩崎** 地質調査業協会のスタンスとしては、コスト縮減のためには十分な調査をしてくださいとアピールしています。十分な調査をおけば、設計・施工の段階においてコスト縮減ができるということです。

**阪井** もちろん必要最小限はやりますが、過剰な調査はしません。その辺は上限を決めてやらざるをえないでしょうね。

# Minoru Okahashi

岡橋 稔(おかはし みのる)

株式会社竹中工務店 大阪本店 作業所工事課長

1991年、竹中工務店に入社。大阪で約6年間の作業所勤務を経て、技術研究所の地盤・基礎グループに2年間在籍。その後、大阪本店の建築技術部に6年余り籍を置き、大阪を中心とした物件の施工計画を担当。現在は大阪本店の作業所に勤務。





**阪井 聡** (さかい さとし)

株式会社大林組 建築生産技術部仮設見積り・施工計画-2グループ長  
1984年、大林組に入社。関東で3年間、大阪で約10年現場勤務を経験。その後、建築生産技術部で施工計画の立案、仮設に伴う費用の積算などの業務に携わる。担当エリアは北は福井から南は和歌山まで近畿圏内の現場全域に渡る。

# Satoshi Sakai

**古谷** 建築と土木の世界では意味合いが違いますね。どんどん地元条件で変わってしまっ、またやり直しというケースもけっこうあります。やはり十分な調査をやって、それで安心したものを、なおかつ経済的にできれば一番いいんじゃないか思います。

**岩崎** 民間の業務の場合は計画段階を含めていろいろ専門的なアドバイスもできますが、官庁の業務の場合は設計書にしたがって地盤調査をすることがほとんどで、調査も支持層の確認が主目的であることが多く、追加調査の必要性を検討するにも、計画されている建築物も知らないことが多いので設計書通りの調査になってしまいがちです。例えば、下水道では計画されている構造物が分かっているので追加調査や追加試験の提案もしやすいといえます。それから建築関係で特に気になったのが一軸圧縮試験と三軸圧縮試験です。官庁業務の場合はほとんどが一軸圧縮試験で、この地層では三軸圧縮試験をしておいた方が良くも思っても先方の理解が得られないことが多いのです。

**古谷** 建築と土木だと仮設でもかなり異なっていますね。同規模の山留めを見てもアンカーの本数を見たら圧倒的に土木のほうが多い。

**阪井** そう、それはつねづね思っています。

**古谷** ほとんど1.5倍くらい多く打っている場合もあれば、かたや大丈夫かと思う場合もある。建築学会でいろいろと指針が出されているものの、その辺の考え方は相当違います。山留めなんかとくに顕著だと思えます。

**岡橋** 土木の場合は山留め関係の仕様が指定仮設とされていることが多いのではないのでしょうか。建築の場合、仮設というのはゼロから積み上げることが一般的です。こういうと語弊があるかもしれませんが、どうしても建築のほうが相対的に安全率が小さくなりがちといえるかもしれません。消えてなくなる仮設に金はかけない。もちろん土木でも同じように消えてなくなるものですが、指定仮設としてうたわれていると、あえて無理をしてまで仮設を減らそうとしないのではないのでしょうか。仮設を減らしても元請

の利益になるわけではなくて、数量減分は返金することが求められるからだと思います。

**古谷** やはり建築の場合、任意仮設がほとんどですか？

**岡橋** 原則はそうです。

**阪井** 原則は任意仮設なので努力次第でコストが下がり、儲けが大きくなる。逆に土木の場合は下げたら返さないといけない。だから無理してそんな工夫をしなくても設計図通りやっとならばいいとなるわけです。

**古谷** 官庁の物件でも建築の場合は任意仮設なのですか？

**阪井** 参考図が大概ついています。ただ、その通りにしろというわけではないです。

**古谷** 先ほど私がお話したケース——えらい水が出て、見に来いといわれた所も任意仮設で、難透水層中に打設しない途中までの山留めでした。「下位の難透水層中に山留めを入れないと絶対止まりませんよ」ということで、役所に了解をいただき、結局下の難透水層中に山留め壁を入れて、ようやく根切り工事を終えることができました。それまでは完全にボーリング状態です。やっぱり我々地質調査業者が、建築は任意仮設、土木は指定仮設と、ある程度頭に入れたうえでコメントを書きおく必要があるような気がします。

それと、事前調査とまったく異なる状態で難儀したといったケースはなかったのでしょうか？ 調査技術者も一生懸命やっているつもりなんです。

**岡橋** 建築の場合、施工で相手にするのはどうしても表層地盤になります。一方、構造設計では建物よりも深い地盤、たとえば杭の支持層などが相手になりますので、地盤調査結果をそのまままく施工計画に活かすことができない場合もあります。他に地盤調査の結果と実際の施工時で違って難儀した例としては、ある埋立地で粘土を塊で埋めている地盤がありました。地盤調査すると粘土の塊が、しかもけっこう固い粘土が入っていたものですから、地盤調査結果では粘土ですと、サンプリングしても塊で埋め戻された粘土の中であってこものだから、いい地盤ですよという評価がされていて、それを鵜呑みにして施工計画を立てました。ところが、いざ掘削してみるとゴロゴロと粘土が積み重なっているだけで、調査結果と実際が大きく乖離した例があります。

**古谷** ちなみに大阪で完成しているものも含めて、または予定されている高層ビルで一番高いものはどのぐらいなのでしょう？

**阪井** 50階くらい。高さで200mくらいでしょうか。

**古谷** 地震の際、実際どれくらい揺れるのでしょうか。60～70cmくらいのオーダーと聞いたことがあります？

**白沢** クリアランスで50cmくらいです。

**古谷** 阪神大震災のときにはもう免震構造のビルはあったのでしょうか？

**白沢** できていましたね。

**岩崎** 阪神大震災でも大きな被害を受けなかった高層の神戸市役所の構造はどうなんですか？

**阪井** あれは耐震ビルで免震ではありません。以前、聞いたことがあるのですが、断層帯に近いところで地層がものすごく傾斜しているところに建物を建てるときに、よく粘土層で遮水します。しかし、地層が斜めになっているので遮水層のレベルが変わってしまう。それで、地層の角度、横断

図面から類推してそこに山留めを入れるのですが、掘ってみたら水がわんさか入ってきたので、よくよく調べたら地層がズレていた。要は、最初に土質柱状図を基にして地層断面図を描くときに、違った地層を結んでいたのでね。こんなふうにごちゃごちゃだったという話は聞いたことがあります。それではダメですね。

**古谷** 上町断層付近にしてもすごい変形しているので、あの辺の大深度の立坑の根入れ深さには注意が必要です。そのため、我々は地層が活断層に近いところでは、標準貫入試験のサンブラーを開けた瞬間が勝負になると思っています。つまり、そこで地層の傾斜を計りますので、地層が傾斜しているという資料を作成することができます。このような場合にはボーリングオペレータが現場でまず試料を取り出しますが、試料を壊さない状態でそのまま取って調査技術者のところまで持ってくるということもよくあります。

**岩崎** 我々も、常識で考えてこんなに地層が傾斜していないだろうという先入観を捨てることが重要だと思います。

## 設計者と調査者のコミュニケーションが重要

**白沢** 一番大切なのは、調査計画を立てるときに設計者と調査者が一緒になって計画を練り上げていくこと。つまり互いにコミュニケーションを図っていくことが大切だと思います。そうすることでお互いのデータに自信がもて、判断にも迷いがなくなります。我々の会社にも地盤調査を行う部隊があるので、そちらと組んでやるときは、調査前にこの土地はどんな地盤だとか、昔々、このへんで地盤調査をやったデータがあるとか、過去の資料をつねに参考にしています。そういう意味でいうと、サンプリングした試料の土質試験結果に対する判断に迷うときには、周辺にある既往のデータから見たアドバイスをいただけるとありがたいですね。調査報告書についても調査地点だけでなく、広い視野から見たアドバイスをいただくと非常にありがたいと思います。

**岩崎** 我々もそういうアドバイスを書きたいと思うのですが、逆に書いて欲しくないと言われるときもあります。その場合には結果のみを書きます。力学試験にしてもN値にしても、出てきた試験や現場で求められた値しか書きません。発注者によってコメントを書いて下さいと言われることもあって悩ましい話です。

**古谷** 結局、何を造るためにこの調査をやっているのかを頭に入れて調査するというのが一番大事ではないかと、いまお話を聞いていて思います。皆さんは我々の協会の会員会社の調査報告書を多分見られているのではないかと思います。全般的にレベルはどうでしょうか？ 及第点でしょうか？ もっとこういうことを書いてほしいとか、一言ずつコメントをいただければありがたいのですが。

**白沢** 先ほども言いましたように、計画書を作成する段階のコミュニケーションを大切にいただきたいと思います。また、土質試験の結果を局所的にとらえるのではなく、広い視点から見たアドバイスをいただきたいと思いますね。

**阪井** 報告書はいろいろ見ているのですが、やっぱり水の問題が建築の施工の時に重要なので、けっこう地下水のところはよく見ます。案外、水位の観察をしていないとか、ボーリング孔内の泥水の水位を、地下水水位と書いてあったりするので、GLから2～3mのところのレベルくらいで水が出たり出なかったりする。その辺の判断がいつも悩むところなんです。実際に掘ってみたら、全然水がなかったとか、土質柱状図の水位欄の三角マークと全然合致しないケースも多いです。

**古谷** こういう掘り方をしたときの水位はこうなので、これが真の地下水水位ですよというような丁寧な書き方までできていないケースがあると思いますね。

**阪井** 地下水位に関して何も書いていないことも多いです。みんな、それを信じてしまうので、そのあたりをいつも迷っています。地層の様子を見ると、すぐ下に粘性土層があって、水が多少出ていても下が粘性土だから施工上はそんなに問題ないとか、これはたまり水なので、施工上あまり問題はなだろうとか。その程度の地下水に関するコメントが入っていれば、より自分の予想と当たったかなということがいえます。

**岩崎** 岩盤ボーリングはパターンが決まっています。毎朝水位を計って、掘削の深度やケーシング深度に対してどこの水位だということを記録しています。土砂ボーリングでも毎朝計りますが、泥水を使っていることが多くて水位の記録が曖昧になってしまいます。

**古谷** それから掘削の速さも重要です。要はある程度段階を踏みながら掘削していけば、下位層中の水位はわかります。それを一気に掘ってしまうと、合成されてしまい何かわからない水位になってしまいます。でも、地盤は正直だから、いざ工事を始めようとする、あるところで予想外の水が出てきたり、逆に水がなかったりということが、おっしゃる通り起こります。これは我々が改善していかなければいけない点だと思いますね。

**岡橋** 施工サイドでほしい表層のデータがありませんようにも思います。

**岩崎** 先程もお話しましたが、建築の調査の場合は支持層やその下の粘土層がどの程度の固さかと言うことを基本として考えているので、その上の地層に関しては観察記事なども簡単に書いている場合もあります。今後は改めたいと思います。

**古谷** その通りですね。今日は大阪平野の地盤について、地質調査業界の者と施工・設計される方々と初めて忌憚のない意見交換ができたと思います。本日、いただいた貴重なご意見をもとに、今後は協会員が作成する地質調査報告書の質の向上に努めていきたいと思っています。本日は、誠にありがとうございました。



聞き手:(左)技術委員会 委員長 岩崎 哲雄  
(右)技術委員会 委員 古谷 栄治郎



# 神戸空港の建設

神戸市みなと総局技術本部臨海建設課課長  
吉井 真(よしい まこと)

## 1. 神戸空港の概要

(1) 神戸空港は、神戸の中心地から約8kmの沖合に設置される海上空港で、平成18年2月16日の開港を予定している。この空港は、2,500mの滑走路を1本有する第3種空港で、神戸市が設置し、管理するものである。空港島とポートアイランド(第2期)は連絡橋で結ばれ、開港時には、ポートライナー(新交通ポートアイランド線)を利用し、三宮から約16分で旅客ターミナルへ到着することができる。

(2) 空港島では、外周7.7kmのうち、6.7kmを環境創造型護岸として緩傾斜石積護岸形式を採用し、太陽光が届く浅場を整備している。また、北側護岸の一部は、市民が親しみやすいように水辺まで階段を設けた親水性の護岸とし、あわせて整備する親水緑地とともに、開放的な水辺空間として整備していく予定である。

## 2. 建設スケジュール

空港島の建設は、平成11年9月に工事着工、平成13年10月に護岸概成、その後本格的な埋立造成工事に着手し、現在、全体272haのうち空港施設用地154haを含む約230haの埋立造成が完了している。

## 3. 主要工事の概要

### 3.1 護岸築造工事

空港島建設地の海底地盤は、平均水深16m、沖積粘土層が約25m～30mの厚さで堆積している。緩傾斜石積護岸では、軟弱粘性土の圧密による強度増加と沈下促進を期待し、護岸全体で約22万本のサンドドレーンによる地盤改良を実施した後、盛砂工、捨土工、上部工等を地盤の安定を確認しつつ段階的に施工した。

### 3.2 埋立造成工事

埋立造成工事は、平成13年の秋から、本格的に稼働し、旅客ターミナル用地やエプロン部を先行して工事を進め、平成16年8月には空港施設用地の埋立造成を完了した。埋立材料には、神戸市北西部の複合産業団地から搬出する土砂を主に使用しており、ベルトコンベヤを経由し須磨の棧橋から空港島まで海上運搬している。

### 3.3 エプロン、滑走路・誘導路舗装工事

神戸空港は災害時の防災拠点としても位置づけられていることから、空港の重要施設であるエプロン部、滑走路部、平行誘導路部では、地震時の液化化対策としてグラベルコンパクションパイル工法による地盤改良工事を施工している。

エプロンは約11.5haの広さを持ち航空機10機分のスポットを設けている。また、滑走路は延長2,500m、幅60mであり、航空機の横滑りを防止するため、舗装面に幅の狭い排水用の溝(グレーピング)を設けている。

## 4. おわりに

神戸空港島の工事は、概ね工事着手から6か年が経過し、空港施設の整備は完了し、平成18年2月16日にはいよいよ開港を迎える予定である。平均水深16m、軟弱な沖積層が堆積する神戸港の沖合で、これだけの大規模な工事を、短期間に施工するにあたり、詳細な地質調査を実施し、無事、工事を進めることができたのも、関係各位のご理解とご協力の賜物であると考えております。今後とも、引き続き、関係各位のご支援をお願いし、安全・確実に工事を進めて参ります。

## 協会活動報告

### 総務委員会

1. 会員厚生事業—ボウリング大会  
平成16年10月15日／新大阪イーグルボウル／31社 94名
2. 新春互礼会  
平成17年1月21日／大阪厚生年金会館／61社 131名
3. 平成17年度定時総会  
平成17年5月18日／大阪厚生年金会館／87社
4. 平成17年度中小企業会計啓発・普及セミナー  
平成17年6月28日／大阪厚生年金会館／30社 43名

### 経理委員会

1. 各月の収支確認
2. 安全週間の実施検討、安全ポスターの選定、配布
3. 安全衛生講習会  
平成16年7月6日／ドーンセンター／47社 82名
4. 救急救命講習会  
平成16年10月20日・26日／ドーンセンター／28社 45名
5. 経営講演会  
平成17年5月18日／大阪厚生年金会館／61社

### 技術委員会

1. 平成16年度地質調査技士登録更新講習会  
平成16年11月25日／ホテル阪急エキスポパーク／受講者246名
2. 土壌汚染状況調査講習会  
平成16年11月26日／ホテル阪急エキスポパーク／受講者100名
3. 国土交通省近畿地方整備局道路部技術講習会(講師派遣)  
平成17年2月25日／国土交通省近畿地方整備局／受講者38名
4. 技術見学会(淀川の整備と環境づくり)  
平成17年5月20日／国土交通省近畿地方整備局 淀川河川事務所等／参加者19名
5. 平成17年度地質調査技士受験者講習会  
平成17年6月17日・18日／ホテル阪急エキスポパーク／受講者86名
6. 平成17年度地質調査技士検定試験  
平成17年7月9日／ホテル阪急エキスポパーク／受験者152名
7. 会員技報(第16号／最終号)の発刊 平成16年12月

### 関西取引適正化委員会

定例委員会

### 広報委員会

1. 積算資料の配布
2. 積算(調査編・工事編)担当者全国会議への参加
3. 「独占禁止法遵守研修会」開催  
平成16年11月26日／大阪厚生年金会館／48社 111名
4. 国土交通省近畿地方整備局との意見交換会を開催  
平成17年2月23日／KKRホテル 大阪／13名  
(全地連藤城専務理事、山岸理事長他)
5. 全地連の冊子「地質調査を効果的に実施するための10の提案」の配布
6. 「地質と調査」配布先の検討と送付

### 情報地盤委員会

1. 地盤情報データベース作成委員会活動  
奈良盆地地盤図および滋賀県地盤図の地盤情報データベース作成委員会では、(独)産業技術総合研究所(旧地質調査所)との共同研究成果も含めて、平成16年10月1日の中間報告会(参加人数41名)、平成17年6月2日の平成16年度成果報告会(参加人数63名)の2回に分けて研究成果を会員各位に公表するとともに、6月2日の報告会に参加できなかった会員にも、データベース化した地盤情報を報告書と共に配布いたしました。今後は平成18年度までの2年間を目処に、更に充実したデータベースとなるように活動していく予定です。
2. ホームページの更新  
平成16年6月以降の主な改定点は以下のとおりです。  
(日)TOPページのエリアマップを福井県まで網羅するものに変更  
(月)協会組織図、役員名簿等の修正  
(火)国土交通省との意見交換会、協会総会等の最新記事を掲載  
(水)ひろばに写真投稿コーナー、博物館紹介コーナー等を新設
3. その他  
(日)平成16年10月28日に(独)産業技術総合研究所主催の「第2回地震動予測研究成果公表方法検討会」に代表3名が参加し、意見を陳述  
(月)平成17年6月29日に近畿地方整備局主催で開催された「KG-NET・関西圏地盤情報協議会」総会にオブザーバーとして出席。

### 理事会

定例理事会(8月を除く)

編集後記：本冊子は、関西地質調査業協会の新しい協会広報誌“GEO CONSULTANT ANNUAL REPORT”の創刊号です。本号では、地域地質に密着した関西地質調査業協会であれば発信できないような情報を中心に構成しました。私たちを取り巻く市場環境は依然として厳しいですが、地質調査業の社会的存在意義とその魅力を広く社会にお伝えし、関西地質調査業協会が地域社会に貢献する組織であることを強くアピールする思いで制作いたしました。この協会広報誌が、読者の皆さまにとって有益な読み物になることを期待しています。

協会広報誌企画検討委員会委員長 小野日出男

### GEO CONSULTANT ANNUAL REPORT

関西地質調査業協会 協会広報誌 2005年 創刊号 [No.1]

●発行—関西地質調査業協会  
〒550-0004 大阪市西区靱本町1-14-15 (本町クィーパービル)  
TEL 06-6441-0056 FAX 06-6446-0609  
URL http://www2.ocn.ne.jp/~kstisitu/  
E-mail kstisitu@gold.ocn.ne.jp

●企画・編集—小野日出男 平田啓一 内田幸夫 小宮国盛 ●制作—関西地質調査業協会  
坂本隆 淵野修二 大竹道郎 中村博 協会広報誌企画検討委員会  
迎康美 又吉一史 東原純 南坂貴彦 ●印刷—山本印刷所  
古谷栄治郎 山本邦雄 梅原光彦 田中聡 ●発行日—平成17年11月



〔表紙写真〕 東福寺方丈庭園・北斗七星

東福寺方丈庭園は四周に庭園があり、蓬来、方丈、瀛洲、壺梁、五山、井田市松などは、八相成道に因んで八相庭とも呼ばれる。昭和13年、重森三玲氏が作庭した枯山水の禅院庭園で、現代芸術の抽象的構成をとり入れて表現されている。

この中にある庭のひとつ東庭はもと東司(重要文化財旧便所)の柱石の余材を利用し、北斗七星を抽象表現している。