

地盤技術者に求められる資格と資質

Quality and Qualification Required for Geotechnical Engineers

稲垣 秀輝 (いながき ひでき)

(株)環境地質 代表取締役

1. はじめに

地盤技術者に求められる資格と資質について、大変難しい課題であるが、技術士の立場からまとめたい。筆者は、1979年から地盤技術者の道を歩み始め、1989年に応用理学部門の技術士を取得した。それ以降、専門領域を広げ、1999年に建設部門、2002年に総合技術監理部門、2009年に森林部門の技術士を追加した。また、この間の2004年には地盤関係の博士(工学)を取得している。

ところで、地盤技術者に求められる最高の資格は、技術士と博士号であろう。これらの資格があれば、一応、社会はその人の専門の技術力を認める。しかし、技術士や博士号を取得したところで、急速に技術が進展する昨今にあっては、技術の研鑽を積み重ね、道義的な感性を磨かないとその資格の意味を成さない。ここで、技術者の資質が問われることになる。技術士会でも、技術士相互の研鑽を兼ねてそれぞれの部門で月1回程度の講演会を行っている。応用理学部会の講演では、筆者も、2005年10月「技術士だけでは起業できない」と2010年9月「市民に役立つ応用理学をめざして」^{1),2)}の2回を行った。これらの内容は、技術者に求められる資格と資質について述べたもので、その内容に触れながら最近の話題などを取り入れ地盤技術者のあり方について述べる。

2. 技術士とは

技術士とは何かという問いには、技術士一人ひとりに千差万別の回答があると思われるが、ここでは、技術士の資格・資質とその現状などについてまとめる。

2.1 技術士の資格

技術士の資格については、技術士法の中に明確に示されている。技術士法によると、「この法律は、技術士等の資格を定め、その業務の適正を図り、もって科学技術の向上と国民経済の発展に資することを目的とする。そして、技術士とは登録を受け、技術士の名称を用いて、科学技術に関する高等の専門的応用能力を必要とする事項についての計画、研究、設計、分析、試験、評価又はこれらに関する指導の業務を行う者をいう」としている。

ただし、技術士は、業務独占資格ではない。弁護士や医師は、独占資格で資格のないものがその行為を行えない。技術士の行う技術コンサルタント業務はそうではなく、誰が行ってもよいのである。したがって、技術士の

資質と技術力が強く問われることとなる。

2.2 技術士の資質

技術士の資質としては、技術士法の中に、三つの義務(信用失墜行為の禁止・秘密保持・名称表示)と二つの責務(公益確保・資質向上)を謳っている。また、技術士会が出している技術士倫理要綱では、品位の保持・専門技術の権威・中立公正の堅持・業務の報酬・明確な契約・秘密の保持・公正自由な競争・相互の信頼・広告の制限・他の専門家等との協力を示している。技術士ビジョン²¹⁾によるとさらに具体的な技術士としての資質を次のように求めている。つまり、「21世紀のわが国の目標は、科学技術創造立国、すなわち科学技術で新たな知を創造し、環境の保全と人類の幸福(安全・安心、心の安らぎ、福祉など)を実現することであり永劫に続くものである。科学技術の振興は持続可能な発展と豊かな社会、そして国際競争力のある国づくり実現のための最も重要な要素である。これを受け、技術士は科学技術全般の専門家(例えば医師は健康の専門家、弁護士は法律の専門家)として、広い分野と職域で科学技術創造立国実現に向け、その中核となって活躍し、国民から高く評価されている。また、科学技術と国民とのつなぎ役、説明役または技術の評価者、鑑定者など多面的な役割で貢献している。そのために技術士は、誰もが常に高等の専門的応用能力の向上に努め(資質向上の責務)、公益を最優先した職業倫理(公益確保の責務)を堅持して行動している。また、国際的な場においても認証資格者として、リーダーの役割を担っている」としている。

これらの資質は、広く一般の技術者も参考にすべきであろう。

2.3 技術士の現状

技術士に登録されている人数は、8万人程度であり、そのうち技術士会の会員は1.4万人程度と少ない。これらの数は、地盤技術者と比較されやすい一級建築士の人数である約30万人と比較して少ない。海外に目を移すと技術士資格と比較される米国のPE(プロフェッショナルエンジニア)の約40万人、英国のCE(チャータードエンジニア)の約20万人と比較してもかなり少ない人数である。技術立国日本の約240万の技術者の目指すべき資格としては先鋭のみが選ばれた状況である。

1995年11月に大阪で開催されたAPEC首脳会議において、「APECの発展を促進するためには、技術移転が必須であり、そのためには国境を越えた技術者の移動が

不可欠である」旨の決議がなされた。その国際的な技術者資格としては、日本では、技術士と一級建築士が対応することになっている。エンジニアは、世界的にも専門的職業の一つとされており、明日を見据えた地盤技術者は技術士を目指すべきであろう。

さて、技術士は21部門の専門に分かれており、それぞれの分野で試験を受けることになる。この中で地盤関係の技術士部門は建設・応用理学・森林・農業・上下水道などである。特に、建設部門の技術士の数は全体の約45%を占めいかに突出しているかがわかる。これは、建設部門が技術士資格を高く評価している公共事業に支えられていることを示している。

一方、技術士の所属に注目すると技術士全体の84%が企業内技術士であり最も多く、官公庁所属が8%、開業独立技術士が8%の比率になっている。業務の内容は、公共事業の計画・調査・設計・施工・維持管理などが一番多く、企業内の技術開発や企業向けの技術指導や技術評価、開発途上国への技術指導、地方自治体への技術支援、裁判所・保険金融機関などへの技術鑑定・評価などである。ここでも、建設部門の技術士が最も多い結果を反映している。

しかし、日本では技術士に対する企業内の理解が少なく、単なる理系の社員とみなされていることが多い。これは、会社側だけの責任ではなく、技術士の意識の問題が大きい。つまり、日本では、エンジニアが、自分が特殊な技術・技能を持っているという意識が不足している。官公庁所属技術士については、技術を統括する研究機関の方々の取得割合は多いが、現業を行う部門の方の取得割合が少ない。今後現場での技術問題を速やかに解決するために、是非多くの方の取得を期待したい。

一方、独立技術士の現状は、千差万別である。統計的な資料はなく、筆者の周辺の方々の様子を垣間見て話すことを許していただきたい。技術を売りにしている以上、一般市民からの依頼は少なく、企業の支援を行うことが主な業務である。その内容は、大企業の下請け業務と中小企業への指導業務、そして企業間の調整などとなる。開業にあたっては、技術士資格を持っているだけでは成功しない。人脈や素養もあるが、持っている技術で何が出来るか何をやりたいかが問われると言いたい。

技術士を含む地盤技術者全体のもう一つの大きな問題点は、技術者の高齢化と技術者数の減少である。当然、技術士会の高齢化と会員の不足は論を待たない。地盤工学会といえども同様であろう。今、若い人の分野ごとの分捕り合戦が起こっているのである。しかし、当の若い人の関心は低く、もっと元気を出して欲しい。図-1に世界と日本の人口の変遷を示した。日本の人口は、2006年1億2千7百万人をピークに減少に向かい2050年には1億人程度になると言われている。これに対して、世界の人口は増え続け、2100年には100億人になると予想されている(国連人口基金)。しかも、65歳以上の高齢者率は、日本が世界一で23%と群を抜き、最近の人口膨張の大きいインド(中国の人口を越えたといわ

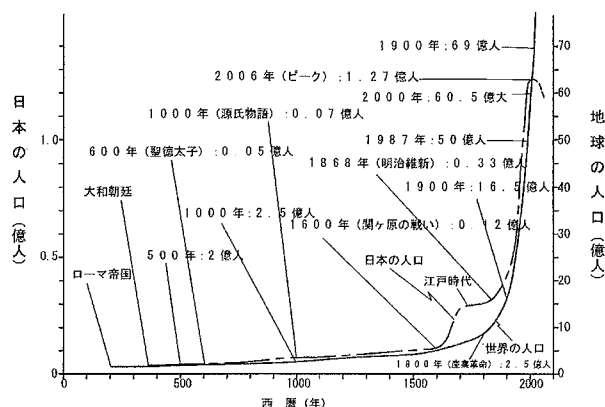


図-1 人口の変遷 (稲垣原図)

れている)は、約5%と少ない。この現実とどのように向き合うか、我々地盤技術者の知恵の出どころであり、技術の継承と若手地盤技術者の育成が急務といえる。

ところで、日本の技術力を支えている技術士について、一般市民の方はあまり知らない。しかし、技術士は大変難しい試験に合格した技術者だけが名乗れる国家資格で、弁護士や医師と同等である。東日本大震災・紀伊半島土砂災害などの自然災害復興に多くの技術士が関わっている。今、本当に活躍している技術士の行動や言動を通して、多くの市民に日本の技術力を縁の下で支えている技術士を知ってもらいたいと願っている。

3. 業務例から見た技術士

ここでは、地盤に関連した4部門で実際に筆者が経験した業務例について、技術士がどのような業務を行うのかを紹介したい。

3.1 応用理学部門の事例

応用理学部門の事例としては、建設事業などに対して施工計画・調査・設計・施工段階で地質情報をいかに的確に入手し、適切な評価を行うことにつくる。ここでは国内と海外の事例について述べる。

国内の事例では、古生層の硬岩に中生代の火成岩が貫入し、これらを不整合に新第三紀層が被うが、一部新第三紀層の上に古生層の露頭も見つかった。複雑な地質構造の地盤に大規模なコンクリート構造物を建設する事業である。地層分布やその物性値をいかに把握するか工夫した。特に、山地の上位には古生層が分布しているが、山地下方には新しい地層である第三紀層が分布している。その境界は不整合関係だけではどうしても解決しない。山の上でボーリングをさせてもらい古生層のコアが深い位置で断層を境にして新第三紀層に変わるのを確認した。つまり、ここでは衝上断層が位置し、古い地層が新しい地層に乗り上げているのである。これは、大きな成果であった。次の課題は多様な地質の物性値を求め、一つの構造物に対する統一の岩級分類に組み入れることである。異なった地質で多くの力学試験を行い統一した岩級分類を作ることができた。

岩級分類については、地上の岩盤だけでなく、海底の岩盤についても、大水深の海底で可能な物理探査などを

開発し、個別の物性値から岩級分類を決めるシステムを考案した。その成果は本四架橋の海底岩盤の岩級分類に適用した。

次に海外の事例としては、ネパールの地盤防災について述べる。学位論文を書く中で、ネパールでの調査を5年間程度飛び飛びに行った。道路斜面のハザードマップや世界遺産の斜面保全、地震防災の問題である。大学の研究に参加させていただき格好であり、その中で国際会議の発表や座長などもさせていただき大変勉強になった。ネパールでの友人も増えた。ネパールは日本とよく似た地形・地質の山国で、日本の地質防災技術は大変に参考になることがわかった。もちろん高価なハードの対策技術は難しいが、フトンカゴや植生を考慮した斜面安定技術、あるいは減災のためのソフト技術はすぐにでも使えろと判断した。

3.2 建設部門の事例

建設部門の事例としては、平常時の業務と災害時の業務について述べたい。

平常時の建設事業では、地質情報をいかに的確に把握し、経済的にも環境的にも効果的な計画・調査・設計・施工・維持管理が求められる。実際の建設工事では切土中にすべりが発生したり、山留め工が変形することがある。その際、的確な地盤情報を入手する調査を行い、その対策案をすぐに提案することが求められる。また、現場作業では、周辺的生活環境にいろいろな影響を与えることが多い、地盤工学の技術はこれらを解決するものでもある。たとえば、建設現場の周辺の地盤が沈下した際、その理由を地盤の地質構造で解決した。さらに、臨海部の工場の地盤が隆起した際、その原因を地盤内の特殊な鉱物にあることを突き止め解決した。トンネルや地盤を掘削すると周辺の地下水位が低下することも多い。そうすると近くの井戸が涸れることになる。このように、建設事業に係わるいろいろな相談事が寄せられ、それらに対応する必要がある。

次に、災害時の緊急調査対応について述べる。近年、地震や津波・豪雨・火山噴火などに起因する土砂災害が急増している。特に、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、M9の規模で巨大津波を伴う大きなものであった。また、同年9月に発生した紀伊半島の豪雨災害は深層崩壊とせき止湖を伴う未曾有のものであった。1991年に会社を創業し、災害があるたびに現場に出かけるようにした。コンセプトは、地盤工学の技術は現場にあるという強い意志である。会社を作った1991年には雲仙普賢岳が噴火し、多くの被害を出した。火砕流という言葉も一般化したほどいろいろな報道が続いた。思えば、これは、我が国が地殻変動の活動期に入った狼煙かもしれない。1995年には阪神・淡路大震災が発生し、関西地方の社会・経済活動は一時停滞した。2000年に入って、有珠山や三宅島の噴火、2004年の中越地震、2007年の能登半島地震や中越沖地震、2008年の岩手・宮城内陸地震、2011年の新燃岳の噴火と続く。

この間にも福岡・鳥取・芸予地域等にも地震があり、

表一 1 技術士取得後、1989年からの自然災害調査事例

| 種別 | 年代 | 災害名 | 論文発表 |
|------|---------|-----------|------|
| 豪雨 | 1998,8 | 白河土砂災害 | ○ |
| | 1998,9 | 七宗土砂災害 | ○ |
| | 2004,10 | 水俣土砂災害 | ○ |
| | 2009,7 | 山口土砂災害 | ○ |
| | 2010,7 | 中畿土砂災害 | ○ |
| | 2010,7 | 庄原土砂災害 | |
| | 2010,7 | 島根土砂災害 | |
| | 2010,7 | 七五三掛土砂災害 | |
| | 2010,9 | 足柄・小山土砂災害 | ○ |
| | 2011,9 | 紀伊半島土砂災害 | ○ |
| 地震 | 1995,1 | 阪神・淡路大震災 | ○ |
| | 2000,7 | 伊豆諸島地震災害 | ○ |
| | 2004,10 | 中越地震 | ○ |
| | 2007,3 | 能登半島地震 | ○ |
| | 2007,7 | 中越沖地震 | ○ |
| | 2008,6 | 岩手・宮城地震 | ○ |
| | 2011,3 | 東日本大地震 | ○ |
| | 2011,3 | 長野北部地震 | ○ |
| | 2011,4 | いわき地震 | ○ |
| 火山噴火 | 1991,6 | 雲仙普賢岳 | ○ |
| | 2000,3 | 有珠山 | ○ |
| | 2000,8 | 三宅島 | ○ |
| | 2011,1 | 新燃岳 | ○ |

岩手山や富士山・浅間山・阿蘇山などの火山が不穏な活動を起こしたりや小噴火を行った。この間、あたかもこれらの地殻変動と呼応するかのように大きな台風や長雨による豪雨土砂災害が全国を襲い続けた。たとえば、1998年の白河豪雨、2004年の水俣豪雨、2009年の山口・九州北部豪雨、2010年の庄原豪雨などである。さらに、海外でもトルコ・チリ・スマトラ地震などの大きな地震やピナツポ・アイスランド・メラピなどの火山噴火が続き、ニューオーリンズやバンコクでの洪水被害は大きい。1991年から2011年までの間に、災害直後に調査した現場は、火山噴火で雲仙をはじめ4火山、地震災害では阪神淡路大震災をはじめ10地震、豪雨災害では白河土砂災害はじめ10災害となった。最近20年間に起こった我が国の主要な自然災害はすべて見てきたと思う。(表一1参照)

日本の地質は複雑で弱層が多い。また、地形も急峻であるため、雨や地震・火山噴火による自然災害が多い。このような自然条件の中で減災の効果を考えながら、いかに安全な構造物を経済的にも環境的にも有効に作っていくかを地盤技術士は問われ続けている。

3.3 森林部門の事例

森林部門の事例としては、植生による斜面安定評価の手法の研究を行ってきた。

1991~1996年にかけて、森林根系の環境保全・防災効果の研究を行い、我が国の斜面崩壊の90%をしめる表層崩壊について、根系の緊縛効果と杭効果が、防災対策になっていることを示した。つまり、室戸半島の海食崖の未固結段丘堆積物斜面では、ウバメガシを中心とする保安林内での表層崩壊は少なく、台地が農地となった斜面での表層崩壊が多い。また、北海道根釧台地の河岸の未固結砂層斜面では台地の牧草化が進んでおり、表層崩壊が繰り返されることがわかった。岐阜県の七宗町の岩盤斜面では、スギ・ヒノキの過密林で風倒木被害と表層崩壊が多いことがわかり、樹種やその森林整備のあり方が表層崩壊にかかわってくるということがわかった。1997

表一 2 森林植生と人工構造物との斜面安定性の違いと適用箇所

| 項目 | 森林植生 | 人工構造物 |
|-------|-------------------------|--------------------------------|
| 安全確実性 | 低い | 高い |
| 機能 | 多面的な機能 | 機能は限定 |
| 影響範囲 | 広域的である | せまく局所的である |
| コスト | 安い | 高い |
| 耐久性 | 自己保存機能があり、生態系を形成し持続性がある | 耐用年数が限られており、劣化に伴うメンテナンスコストがかかる |
| リスク | 一般に許容範囲が広い | 設計値を超えた外力に弱い |
| 設計基準 | 現状ではなし | あり |
| 環境影響 | 優れている | 劣る |
| 適用箇所 | 広域で重要でない箇所 | 重要な箇所 |

～2002年にかけて、地盤によっては森林根系の杭効果が、発揮できない地質があり、そこで起こる表層崩壊を根系層崩壊⁴⁾と名づけ、その対応の仕方を検討した。根系層崩壊を起こしやすい地盤として、低溶結火砕流堆積物・風化花崗岩・泥岩・流れ盤の1枚岩などがある。2003～2008年にかけて、根系を含めた表層斜面の安定性を工学的に評価する手法として、粘着力合算法を提案した。この手法により、根系層崩壊の発生メカニズムを求め、森林根系が表層崩壊防止にいかにか寄与できるか工学的な解釈を行った。その一つに、土層検査棒による調査と鉄根打設工法による対策工の開発があった。

2008～2011年にかけて、流域の総合治山の調査を行い、先に述べた研究成果を取り入れて、山地荒廃状況に合わせた治山計画を立案した。いずれの地域も根系層崩壊を発生させる地盤特性があり、これらの地盤に適した実務的な治山施設の配置や森林整備の方法について技術的な検討を行った。森林整備には長期的な視野に立った検討が必要である。今後、表一2に示したように、森林植生と人工構造物についてその適用性を考慮し、総合的な減災・防災計画を検討していくべきと考えている。

3.4 総合技術監理部門の事例

総合技術監理部門の技術士には、経済性管理・人的資源管理・情報管理・安全管理・社会環境管理の総合的な技術監理が求められる。事例としては、地盤リスクマネジメントについて示す。

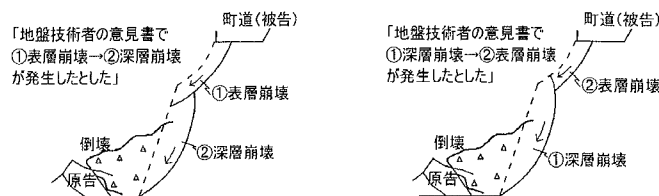
地盤工学に携わる技術者は、突発的な災害リスクや施工時のリスクなど様々なリスク・責任の一端を担っている。その対応のしかたとしては、技術的な解決だけでなく、関係者間の調整や保険・補償・法令・裁判を含めた解決を余儀なくされることがある。こうした中で、我々地盤工学の技術者は、調査・設計・施工・維持管理時などの様々な機会に地盤リスクを実務の中で解決していかねばならない⁵⁾。

このような背景から、様々な地盤リスクや法制度を体系的・有機的に整理することが重要である。次に、それらに関連する裁判例などを検討し、補償・保険制度やリスクマネジメントなどの地盤工学分野での考え方やあり方について整理していくことが、今後の課題といえる。

たとえば、図一2に示したように一審、二審で別々の

一審(原告勝訴)

二審(被告勝訴)



図一2 山間部での斜面崩壊訴訟例⁶⁾

地盤技術者が、違った地盤の意見書を書いている。このために、一審の判決が二審では逆転してしまった。一般市民のかかわる裁判においても、地盤技術者の活躍が期待される。

つまり、地盤に関するリスクマネジメントは、特定分野の科学技術のみではなく、社会・人文科学等と融合した総合的な社会技術の一体系として捉える必要がある。

4. おわりに

地盤に関連した技術士の役割について述べてきたが、その役割は、すべての地盤技術者にも共通している。技術士の資格の取得を目指していただきたいが、技術士資格だけでは仕事を完全に処理できないこともある。地盤工学会などのいろいろな学会での研究発表、論文掲載、学会の委員会への参加を行い、その人脈を増やし、技術者間での助け合いや研鑽を行っていただきたい。人が技術力を育てるのである。また、専門分野から周辺技術への協力、境界領域は広いので自身の技術の幅を広げることができる。

また、問題等が発生したら現場に出向いて確認する姿勢が大切である。我々、地盤技術者が地盤リスクについての確に対処するのみならず、狭い専門分野にとどまることなく、広く市民に向かって貢献していくことも求められている。その一役を担う機関として地盤工学会に期待したい。

参考文献

- 1) 稲垣秀輝：暮らしとその安全のための応用地質，応用地質，Vol. 42, No. 5, pp. 314～318, 2001.
- 2) 下河俊彦・稲垣秀輝・大久保拓郎：都市の安心・安全な斜面維持の取り組み，地すべり，Vol. 46, No. 2, pp. 90～96, 2009.
- 3) 日本技術士会：技術士ビジョン21，10p., 2004.
- 4) 稲垣秀輝：根系層崩壊，土と基礎，Vol. 50, No. 5, pp. 5～7, 2002.
- 5) 日下部治・兒島剛士・伊奈 潔・薦田 哲・大久保拓郎・稲垣秀輝：地盤工学におけるリスクマネジメント5. 地盤リスクマネジメントと社会・経済システム，地盤工学会誌，Vol. 59, No. 10, pp. 77～84, 2011.
- 6) 稲垣秀輝・薦田 哲・伊藤和也・大久保拓郎・小嶋茂人・伊奈 潔：地盤工学におけるリスクマネジメント6. 裁判例から見た地盤リスク，地盤工学会誌，Vol. 59, No. 11, pp. 98～105, 2011.

(原稿受理 2011.12.15)