

# 法地盤問題の現状と展望 ～地盤に関する技術と法の融合～

弁護士 江副 哲  
技術士（建設部門）

## 1. はじめに

地盤にまつわる事故は、年々土木技術の進歩が見られる中でも、大規模、小規模を問わず未だ発生しており、その都度、事故の原因とその責任について検証が行われている。事故の原因については主に技術的見地から、責任については法的見地から検証されることになり、責任についてはどこに原因があったかという特定を前提に評価されることになる。原因ないし責任の所在について、当事者の認識、理解が一致しない場合には、法的紛争となり、裁判所等の第三者機関での解決に委ねられることになるが、このような各種地盤がらみの法的紛争に対して、筆者は弁護士兼技術士（建設部門）として日々対応している。なお、法的責任には、民事責任と刑事責任があり、具体的な内容は主に、前者は生じた損害に対する金銭賠償義務の負担、後者は業務上過失致死傷罪等による科刑となる。

法的紛争の中で、地盤の性状は多種多様であること、地中を目視で確認することが困難であること、地盤工学（土質力学や地質工学、場合によっては構造力学も含む）の技術的知見を備えていない裁判所等の第三者が裁定すること（そのため、民事裁判では、技術的知見を有する専門委員や、調停手続であれば専門家調停委員が関与するという手続的制度があるが、複数技術者の関与には限界がある）、といった要因から、原因の特定から一向に議論が収束せず多大な時間を要し、特定された原因の評価に疑義があることもある。

最終的な法的評価に携わる立場として、このような課題に直面している中で、最終的には責任に関する最終判断で紛争を終結させるとはいえ、その根本は技術的知見に基づく原因の特定であり、原因に関する議論、評価（原因論）が充実かつ的確に行われてはじめて責任に関する議論、評価（責任論）が適切にできるのであり、技術的知見に基づく原因論の最適化は不可欠であると痛感している。また、そもそも地盤にまつわる事故事例の蓄積によって、事故を未然に防止する対策を講じるべきといった観点も含め、今後の課題として考えるのは、地盤に関する技術と法の融合である。

そこで、本委員会では、事故事例に対する技術的アプローチについて現状と展望を紹介する次第であり、以下で、本委員会の各論文の概要を紹介した上で、法地盤工学の根幹である、地盤に関する技術と法の融合について言及する。

## 2. 「建設業における災害発生原因の分析と再発防止対策の行政施策への反映に関する一考察」の概要

シンガポール行政庁は、地盤事故防止のために以下のような行政施策をとっている。基本設計、実施設計、施工前と各段階においてデザインレビューを実施し、関係者がリスク登録表に全ての想定されたリスクを列挙し、設計・施工分割発注方式の場合、設計段階においては、関係者が発注者と設計者であり、安全衛生に関する知見が少ないこともある

|   |                  |
|---|------------------|
| Forensic geotechnical problems at present and in future | Satoru EZOE, PE, |
|---|------------------|

ことから、考慮すべきハザード（又はリスク）に関するチェックリストをガイドラインに用意しており、関係者が事前に地盤リスクの洗い出しを行えるようにしている。

例えば、チェックリストには、「計画されたプロジェクト用地の地盤の特性は有資格者によって調査が行われたか」、「起こり得る倒壊や地盤移動について早期警告情報を提供するモニター装置を設置することは可能か」という項目があるが、これらはシンガポールで発生した地下鉄事故の再発防止対策を基に設定されていると推察されるが、これは一災害の発生原因を分析し、その結果に基づいて再発防止対策が適切に行政施策に反映されている事例である。

日本においても地表面陥没事故等が発生しているが、これらの災害発生原因や労働安全衛生の立場から再発防止対策がまとめられている。例えば、機械安全分野で用いられている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて、日本で発生した地表面陥没事故を分析し、その結果から災害を教訓とした再発防止対策を行政施策に結びつけられるような社会的な枠組みが必要である。具体的な行政施策としては、「本質的安全設計」（危険源から危険状態に係る対策）、「安全防護」（対策の不足等から危険事象に係る対策）、「使用上の情報の提供」（危険事象から回避に係る対策）に分類した各対策を基本設計、実施設計、施工計画段階のチェックリストに盛り込んでいくことが考えられる。

### 3. 「データ駆動型社会における地盤技術者の役割」の概要

地盤に関係する事故が起こると、最近ではデジタル化され大容量の記憶媒体で保管されている施工管理データを確認し、施工管理にミスがないかが確認されるが、施工管理のミスがなければ、設計時の地盤の理解が適切であったかどうかを確認することになり、その場合には必ずピンポイントで地盤調査を行い、想定された地盤（設計上想定した地盤）と事故が起こったピンポイントの地盤を比較して評価する。このような場合、地盤は多様性のある自然物質であり、地盤調査により新しい発見があると、事故が起こる前に地盤調査をもう少し密にできなかったのかという疑問がわくが、他方で、地盤調査によって地盤の多様性を完全に把握することは難しいため、事前調査を十分に行うことは費用対効果の面から難しいと判断される場合も多い。

そうすると、工事中の計測管理がより重要となり、施工中の地盤の挙動を精度よく計測し、微小な変化をとらえて将来予想を行い、工事リスクを低減することができ、実際、一部の現場では現場計測工法として適用されており、特に都市部のトンネル掘削工事の場合はいったん事故が発生した場合には計り知れない経済損失をとまなうため、頻繁に行われるようになり、その結果、大規模な建設事故は激減した。しかし、最近でも福岡市博多駅前におけるトンネル掘削事故や調布市における大断面シールド掘進による住宅地の地表面陥没事故が発生しているが、その時の地上の変化や地中の変化を十分な密度で計測していないことが背景にあり、各現場で工事中の計測管理が十分に行われているとはいえない。

また、事故に伴う直後の追加の地盤調査により、予想していなかった地盤構造や特質が原因とされるケースがあるが、この点をできるだけクリアにするため、地盤調査や計測データは掘削側の施工データとともにデジタル化されデータベース化されており、これらをリアルタイムで利用し AI により最適な対応方法を見つけようとするデータ駆動型の施工管理がある。もっとも、デジタルデータの蓄積が少ないと未知との遭遇に対して常識的な

判断を下してくれるとは限らないという AI の特徴を念頭に置き、過信すれば思いもかけない事故が発生するかもしれないという問題意識を持つ必要がある。

想定内の事象に関しては、AI の導入によってデジタルデータベースの活用がリアルタイムで行われ統計と確率論により最適解を見つけられると考えられることから、データ駆動型社会においてこれからの地盤技術者の役割として求められるのは、地盤に関する事故事例などのレビューを利用しながら、想定されていない事象にいかに対応していくかである。地盤の自然物で多様性・複雑性を理解した上で、データの少ない未知との遭遇は、AI の判断ではなく AI の支援をうける地盤技術者の真価が問われることになるため、Off-JT と同時に OJT による現場感覚の育成が非常に重要であるといえる。

#### 4. 「宅地開発における地盤リスクについて」の概要

宅地の沈下に大きな影響を及ぼす沖積軟弱地盤上の宅地開発について、大阪湾周辺の沖積低地に分布する地盤を例にすると、大阪平野の地盤は地表面から沖積層上部の緩い砂層、厚い沖積層中部の軟弱な粘土層、沖積層下部の砂層・砂礫層と続いており、災害リスクが高いのは最上部の緩い砂層の地震時の液状化であるが、中部の軟弱な粘土層は過去に広域の大きな地盤沈下が発生し、今でも新たな盛土や住宅建築による载荷があれば、圧密沈下が発生する。

建築紛争の事例で最も多いのが地盤に起因する建物の不等沈下であり、その地盤は盛土と沖積粘土層地盤が多く、地盤リスクとして地盤の強度不足、塑性変形などがあるが、評価が難しいのが圧密沈下であり、戸建住宅を対象とした場合では载荷重の大きさから考えて重要度は低いと判断しがちであり十分留意する必要がある。

また、地盤リスクの一つとしてよく知られている沖積軟弱地盤はその分布場所、その性質については多くの知見の蓄積があるが、一方、土地利用の変化によって、地中残留物、旧構造物解体ガラ等の埋立てがなされた地盤も多く、このような情報の存在自体が隠されることもあり、これらを見つけることは極めて難しい。特に最近ではコンクリート構造物の解体ガラ等の廃棄物処分場が不足しているために、現地で移動式碎石製造機を用いて現地で碎石を製造し、その碎石の有効利用と称して、コンクリート碎石を地中に埋立て、地表は良質土で覆土した土地の取引なども行われている。

これらの地盤リスクの解決のためには、地盤の履歴を証明するカルテを作成して開示することが必要であり、また地盤情報 DB と地上・地下構造物の情報を取り込んだ 3 次元 DB の開発を進め、地盤リスクの立体的表示を目指している。

#### 5. 地盤に関する技術と法の融合

以上の各論文で紹介されている、チェックリストを活用した事前の地盤リスクの洗い出し、地盤調査や工事中の計測管理データの AI 活用を含めたデジタルデータベース化、地盤履歴の証明カルテの作成・開示によって、地盤にまつわるトラブルを予防することにつながる。これらは、法的観点から見て地盤リスク回避のために地盤技術者として何をすべきかという思考アプローチによって、各種の地盤技術の向上及び技術的知見の活用が求められるという提言である。

また、万が一事故が生じた場合であっても、これらの提言で触れられている技術的な情

報や知見があれば、技術的な原因究明（原因論）が迅速かつ的確になり、その結果、法的評価（責任論）もより適切なものになるため、裁判等に至らず関係当事者間での解決も見込めることになる。仮に、第三者による裁定に委ねられたとしても、最終的な紛争解決までの早期化・安定化につながるものと期待できる。

これらを実現するには、法的知見も踏まえた原因論と技術的知見を踏まえた責任論をより充実したものにすることが求められ、結局、原因論も責任論も、技術と法の両面からアプローチすることが必要となるため、地盤に関する技術と法の融合は不可欠であるといえる。今後、地盤にまつわる事故事例の集約と個々の事例に対する再評価（原因論と責任論）を行うことによって、事故防止対策についてより具体的な提案ができるよう、今後の課題として取り組んでいく。

以上