

# 地質・地盤分野に関する研究活動の新たな方向性 ～建設生産工程の流れから眺めてみると～

小橋秀俊



## 1. はじめに

本特集号タイトルの「地質・地盤分野」とは、地盤調査、地盤構造物（基礎地盤対策、切土、盛土、土工構造物）の設計施工、維持管理をカバーしていると捉えて頂きたい。同分野の研究活動は、防災、維持更新、環境リサイクルなど施策別に議論されることが比較的多い。そこで、本論説では少し視点を変え、調査、設計、施工、維持管理という建設生産工程を追いながら、今後の課題や研究活動の新たな方向性について、筆者の思うところを紹介したい。

## 2. 地盤調査について

地盤調査は地盤構造物の計画、基本設計、詳細設計、施工、維持管理の各段階で実施され、各段階で感じる不安を、サウンディング、ボーリング、物理探査、原位置試験、室内試験で解消していくものである。したがって、地盤調査は何が不安かという洞察力が起点となって実施され、データ整理や解釈が行われなければならない。

### 2.1 自然地盤のリスクに対する洞察力

自然地盤における災害等のリスクは、開発の手が及んでいない区域で依然多い。その一方で、都市域など人間によって改変された地盤が、本来有する災害リスクに対する認識がしづらくなっている。地形及び地質史、自然災害史、土地の開発史や利用履歴など、その地域の地理・地学・歴史的な背景知識を整理し、調査技術者の判断力や直観力を磨く、教材の提供や啓発活動が必要である。

### 2.2 土木工事のリスクに対する洞察力

自然条件とともにもう一つ大事なものは、建設工事に生じる問題に対する洞察力である。思っていた勾配で切土できない、掘削工事で異常な出水がある、地盤改良が必要な軟弱層がある、汚染土壌や廃棄物が埋まっている、史跡が存在するなど、工事予算や施工計画が大幅にブレたり、維持管理上大きな問題を残す要因についてである。工事トラブル事例集な

どを、教育の題材として提供し啓発する活動が必要である。

### 2.3 地盤調査情報に対するスタンス

地盤は断層、風化層、軟弱層、地下水などの分布が複雑であり、計画・設計段階での限られたポイントや断面での調査により、正確にモデル化することは難しい。盛土など人工的に造成される部分についても同様である。計画・設計段階での地盤情報は、三次元等の図化表示技術がいかに進歩しようとも、見込みや推定を多分に含んでいる。地盤調査情報は絶えず以後の工程のリスクを想像し、補足調査をかける必要がある。また、施工中に確認される露頭や掘削面の画像、地盤改良で確認された支持層の深度など、常に確度の高い情報に置き換え続ける必要がある。CIM導入や運用においても、このような「現認され確定した事実」の保持と継承を重視しなければならないと思う。

## 3. 設計について

地盤構造物の設計においては、上記の地盤調査を前提に設計段階で緻密な安定解析や沈下変形解析を行っても、実際に起こる現象を正確に再現することまでは難しい。そのため、施工での対応を前提とした、以下の標準化と個別化の棲み分けが大切である。

### 3.1 標準的な条件での設計結果の提示

一つは、出現頻度や使用頻度の高い条件に対して、過去の施工実績や計算結果を提供していく標準化のパターンである。例えば、大まかな地質ないし土質区分のもとでの標準のり面勾配、擁壁や埋設管などで使用頻度の高い構造形式や設置条件に対する設計早見表などである。今後、液状化の残留変形、部分更新や補強対策の設計など新たな用途に対しても、条件の類型化を図り、一から高度な数値計算をしなくても、概略解が得られるようにしていく必要がある。

### 3.2 情報化施工と組み合わせた個別設計

もう一つは、特殊な地盤条件や形状・規模の場合に、施工時の観測データを逆解析するかたちで、情

報化施工のなかに組み込んだ、個別設計のタイプである。これまでも、軟弱地盤上の盛土、近接施工、山留め、災害復旧などで用いられている手法である。今後、強度不明な地盤構造物補強工事や解体工事など、新たな場面への情報化施工の展開とノウハウの蓄積が必要である。

#### 4. 施工について

自然地盤に新たに地盤構造物を造る工事から、再開発や既設の地盤構造物に対する工事の比重が増すものと思われる。そこには新設の工事とは異なる複雑な施工条件への対応とともに、今後深刻化する技能工不足等の厳しい労働環境への対応が求められている。

##### 4.1 空間的制約の厳しさへの対応

近接構造物の存在、狭隘な施工空間、工事用道路・土の仮置きスペース・プラント用地の確保ができないなど、施工計画に直結する難題が生じる。新設の大型工事が前提だった掘削工法、地盤改良工法、締固めや土質改良工法などの機動性の向上、その施工品質確保を図ってゆくための検討が必要である。

##### 4.2 時間的制約の厳しさへの対応

例えば、災害復旧などにおいて、早期復旧と再発防止の強化対策とのジレンマがつきまとう。応急復旧で使用した仮設構造物材や材料（大型土のう、軽量材、仮設アンカー等）を、そのまま本復旧の強化対策に生かすことができないか。その際出現する、変則的な複合土構造に対して、構造上使えるタイプを整理し、現場の災害復旧対策工法の決断に応えられるようにする必要がある。

##### 4.3 建設当時になかった法律や基準への対応

かつて存在していなかった、あるいは強化された法令・基準への対応が求められるケースも増えるだろう。例えば、土地の利用用途を変更して行う工事で遭遇する、廃棄物や汚染土壌、地中障害物は、施工計画に影響する深刻な問題となる。土壌汚染対策法や廃棄物処理法、建設リサイクル法などに則って、現場内で地盤構造物の一部として管理しながら利用する工法など、有害物質に対するリスクコミュニケーションに応えることができる対策メニューを提示していく必要がある。

#### 5. 維持管理について

地盤構造物は土や岩石という天然材料が主要な構

成要素であり、これに補強材、改良材、保護材、埋設物という形態で人工材料が介在する。そのため以下、単体の人工構造物とは異なる特性がある。

##### 5.1 老朽化のとりえ方

岩盤には風化という材料劣化が、土の部分には侵食、流出、崩壊、液状化、不同沈下といった経年変化がある。豪雨や地震がその加速要因となっており、自然災害に対する脆弱性と共通点が多い。さらに、排水・締固め・地盤改良などにまつわる初期不良の要因が加わり、結果として短命な地盤構造物となってしまうことは、過去の災害事例からも明らかである。

##### 5.2 維持管理情報のとりえ方

地盤構造物の維持管理情報として重要なのは、一つは防災の脆弱性をみるための情報（ハザードマップ、防災点検結果等）、もう一つは、造った時の情報（施工記録など）であろう。地盤構造物では地中部に変状の原因が存在することが多く、例えば、原地盤と盛土の境界、切土の露頭、地盤改良や杭の範囲、地中排水対策や水位、盛土内の土質や締固め状況などが大切な情報である。それらの施工後の状態を把握する技術、不明となった施工記録の情報復元技術として、物理探査やモニタリングは今後の大きな研究課題と考える。

##### 5.3 対策のとりえ方

地盤構造物においては、防災対策と老朽化対策とが相互に関係している。耐震補強や豪雨対策など防災の脆弱箇所をなくしていくことも、老朽化対策の一面である。その意味では、災害原因となりうる調査・設計・施工における初期不良の根絶も、供用前に実施する予防保全対策というとりえ方で研究活動に臨むべきであろう。

#### 6. おわりに

地質地盤分野を生産性向上の視点から眺めると、単に作業能力の向上や省力化を図るというだけではないと感じる。計画～設計～施工～維持管理の問題点とその解決策に対する見通しを提供し、判断の滞りや手戻りを回避するという点がさらに重要だと考える。今後の研究活動でも、その点を念頭に置いて取り組んでゆきたいと考える。