

「地盤工学のあり方ー応用地質学と地盤工学の協働を考えるー」委員会

令和元年度 第3回委員会 議事録

場 所：鹿島建設赤坂施設 会議室[K I ビル]

日 時：2019 年 12 月 9 日（月）15:00～18:00

出席者（敬称略）：末岡（委員長）、石井（幹事）、今村、宇田川、海野、柿原、栗原、

下村、鈴木（幹事）、田中（耕）、田中（淳）、富樫、古木（幹事）、

宮田、森、横田、菊本

配布資料：

1-3-01 議事次第

1-3-02 令和元年度 第2回 議事録（案）

1-3-03 GeoKanto2019 での報告スライド 1-3-04 栗原委員が作成した提言素案(a, b)

1-3-05 栗原委員の話題提供スライド 1-3-06 柿原委員の話題提供スライド

1-3-06 参考資料（池田俊雄，地質学と地盤工学の接点）

1-3-07 参考資料

議事内容：

1. 末岡委員長より開会の挨拶

2. 資料確認

3. 話題提供（栗原氏）

- ・テーマは3つ。地盤技術における地質技術

- ・土質や土地質屋、何を協働していけば良いのか。

- ・協働の場は「地盤技術」。
- ・技術とは何か、地盤技術は何をするのか。キーワードは「構造」。
- ・技術⇒物作りの方法。どう作る⇒設計。作り出す⇒施工。
- ・設計は仕様（要求機能）を満たすもの。それを実現する仕組み（構造）を考えること。
- ・機能から仕組みに変換することが設計。
- ・アブダクション：A という事実があつて B という説明可能な法則がある。B⇒A の導出。⇒一般にはわかりにくい。B が仮設であるため、である。
- ・パースの説明が最も論理的だと感じる。
- ・演繹：規則⇒事例⇒結果、帰納：事例⇒結果⇒規則、アブ：結果⇒規則⇒事例
- ・建築を例に考える。家を設計する。A：要求機能（設計基準や要望）⇒設計する（B：デザインや構造計算等の過程）⇒家ができる
- ・人工物の仕組みを案出する過程は論理的に記述することが難しい。
- ・地盤技術は何をするのか。
- ・地盤技術は、2 つ。「土構造物の設計」と「地盤構造物の設計」。「地盤構造物の設計」は、工作物（人工物）と自然地盤（自然物）の複合構造物が混在することから複雑になっている。
- ・地盤の機能と構造⇒地盤の持つ潜在的機能。この機能は「構造」によってきまる。

- ・この構造を推定するためには、アブダクションの考え方が必要となる。
- ・地質構造の推定は地質学にしかできない。
- ・地盤の「構造」の解明⇒地形地質土質データ⇒アブダクション⇒地質構造
- ・地質構造と土質構造：地層（地質）構造から土質構造への変換が必要。ここが「協働の部分」
- ・仕事の中では、地質技術者が調査、土質技術者が設計、という役割分担をしている。
- ・ppt28：重要なポイント。応用地質学の役割の再検討が必要⇒地盤の構造の解明方法の検討（地質屋には自明のことかもしれないが）。その検討方法、誤差や推定方法を知ってもらう必要がある。
- ・地盤に関する工学体系の見直しが必要。⇒応用地質学、地盤工学とも自然科学の体系。
- ・地盤工学は力学体系←地質工学は地盤力学を包含できない点でジレンマを抱えている。
- ・「工学」は技術に知識体系を与える学問。設計施工に関する知識体系。
- ・ppt33：重要なポイント。地盤の工学の体系（イメージ）。基礎編、応用編。
- ・連携のために、トラブル、成功例、「構造」、用語の定義などの共有が必要。（設計一般論）
- ・Engineering geology の対訳は地質工学、土質工学。この定義も曖昧。

その②高速道路の軟弱地盤対策工の事例ー応用地質学と地盤工学の協働を考えるー

- ・設計とは、機能を発現させる構造を案出すること（機能⇒設計⇒構造）
- ・軟弱地盤対策の事例。名神東名の設計。土質構造から設計仕様を作る。当時は先例がなく、様々な処方箋の組合せによる検討、演算を行った。どんな組合せであれば最適解になるか、そのノウハウの積み重ねによる案出を行った。
- ・ノウハウの事例：地盤タイプと適性対策工（土質の組合せ別）。地質土質分類別に対策工のレベルを分類（地盤タイプ：Ⅰa～Ⅲd）⇔地盤レベル（沈下量）4段階。
- ・成因が土質力学を特徴付けている。沖積層（デルタ）の例。起源により異なる力学特性。
- ・特殊な例もある。海岸閉塞、潟湖性等。
- ・同じ軟弱層（粘土層）でも、起源によって挙動が異なる（供用後の沈下量の変遷）。

Q：アブダクションは、理学系にはわかりやすい。地盤の設計では、どの部分に相当するのか。（今村）

A：地盤構造物の構造を考え出すところがアブダクション。アブダクションは、体系化（一般論化、論理化）がしにくい。事例（ケーススタディ）として上げていくしかない。

Q：設計のノウハウは企業にとってコアになる技術。そのため、そのノウハウの情報は外に出にくい。設計の自由度の中でのやり方も同じ。

構造についても、地質構造と土質構造の2つがある。地質構造を土質構造に「読み替える」、ここがキーポイントになると感じる（末岡、今村）

A：往々にして、読み替えるときには、簡略化（曖昧に）されてしまっていることがある。それが、あとから見れば、地質災害につながっていることがしばしばある。

- ・地質は定性的に評価する。その不確実性が安全率。情報が少ないトンネルなどは、どれだけの安全性の余裕があるのか、その検証が難しい。

- ・トンネルの不足がわかるのは、例えば、インバートの有無の判断の際に盤ぶくれが起こる、等の例。

- ・トンネルの場合は、施工に危険を伴うため、安全側にやらざるを得ない状況もある。結果的に過剰に対応している事例も存在する。

Q：応用地質学の「構造」の考え方、そのプロセスについて、調査系の人からの意見はあるか。

意見：曖昧さの中で、例えば1本の地盤境界線を引く場合の議論が減ってきている気がする。

意見：どのような形であれば設計に活かせるのか、その議論の場が欲しい（今村）

意見：議論の場＋プレゼンのあり方も考える場があれば、なおよいと思われる（末岡）

遡って議論を行う場が少ない（栗原）

- ・やはり地質構造⇒土質構造の読み替えが重要

- ・例えば1本のボーリングからどの程度の判断の幅が生まれるのか、知りたい。
- ・地層の連続性をどのように判断、設定しているのか、考え方が知りたい。
- ・日本の地質の複雑さ、予算の少なさ、が背景にある。場所によって地質によって性状が異なる。その予測精度も上がってきている。それをどこまで活かすのか、考える必要がある。
- ・技術的な進歩、予算を始めとする世の中の仕組みも伝えていきたい。
- ・少なくとも調査費用は、今の10倍は予算が必要。
- ・地質調査から設計に落とし込むために必要な知識やノウハウを共有する事が、本委員会の協働部分と考える。

4. 話題提供2（柿本氏）応用地質

- ・2点の事例紹介。1. 洪水時の河川堤防の漏水、2 切土法面の崩壊

（1. 洪水時の河川堤防の漏水）

1. の事例。宮崎県一ツ瀬川。2005年10月の台風14号。

- ・避難勧告や警報の法整備がなされていなかった。過去にも氾濫、漏水の経験がある。
- ・河川堤防の漏水⇒新島による「のりすべり」の発生、浸透破壊、パイピング破壊が同時発生。決壊の危険性が高まった。

- ・川裏の法尻に上向きの水の流れが生じやすい土質構成。
- ・求められる要件：弱点箇所にとどろつく「特定力」、流域・芸棒全体の「網羅性」、危険度合いの評価と事業展開⇒情報技術を始めとする周辺技術の活用による効率化、合理化。周辺技術の適用限界も踏まえた適用性の認知
- ・米軍写真より DEM を作成する技術（周辺技術）
- ・GIS による伊能図の活用（古い資料も活用する）
- ・物理探査の活用（電気探査：比抵抗分布）
- ・写真、地形判読など誤差が生じやすい技術を、周辺技術の活用によってある程度解消できる可能性が有り、客観的な表現も可能となる可能性がある。今後とも必要となる技術であると考えられる。
- ・2022 年度から高校教育に地理総合が必須化される。防災地理教育の側面も有する。
- ・（今村）：旧河道に礫層がある、その上部に粘土層が存在することは自然現象である。昔を遡って、その場所にどんな背景があるのかを知ることが必要で、知らせていくことが重要である。地質屋の方が、その点を伝えていく努力をする事も大事である。
- ・近年はパイピング破壊に対する懸念が大きくなっている（破堤につながるため）。このため、堤体内に水を流すドレーン対策の採用は抵抗感が高くなっている。
- ・（木村）河の地層を見ていくことが大事。旧河道が地質の環境を示している。時に、砂層は液状化により杭工をも流出させてしまうケースがあるため、注意が必要。

(2 切土法面の崩壊)

事例 2

- ・ 東九州道。洪積の粘土層（均質）を開削した際の崩壊事例。
- ・ 道路開削時に幅数 10m~100m 程度の表層崩壊が発生した。
- ・ 粘土が非常に均質。含水比は 50%程度。N 値 3~5。
- ・ 鋼管杭がせん断破壊されている。
- ・ メカニズムを解明、対策工の検討まで携わった。
- ・ 粘土の膨潤と斜面の不安定化。負の間隙水圧が切土開削により上昇し、崩壊を発生させてしまった例。
- ・ 沖積、洪積の粘土は、早ければ数ヶ月単位で膨潤（強度低下）する（時間遅れ破壊）。
- ・ 複雑なメカニズムでの崩壊発生は、通常の解析によって明らかにすることは困難であったと考えられる。
- ・ 学識者によると、調査時から余裕のある設計が必要であったこと、また同様の地山（地質）の場所で繰り返しこうした事象が発生しないよう、知見を伝承することが重要である、とのことであった。
- ・ 時間軸と地盤の変化は、地盤の生成年代によって変化する。ここにも応用地質学と地盤工学との協働のあり方があると思う。

Q：すべり面は、水平か。角度を持たないのか。

A：持っていない。水平であった。

Q：不連続面、とあるが、地質構造の変化があったのか。

A：地質的な不連続面があったと思われる。木片や変色した薄い層が挟まれていた。火山灰層が挟まれていたのではないかと推察している。

菊本：栗原氏の地質⇒土質への変換。柿本氏の土質の時間的に変化する地質学的な変化。

これらは、本委員会の着眼点に上げられそうである。

末岡：1960 年代 1970 年代に、ヨーロッパを中心に過圧密掘削斜面の安定問題がテーマ

になり、スケンプトン（英国）やベールム（ノルウェー）などにより、過圧密比の大きさが掘削安定性に影響を与えるのではないか、という議論が起こった。昔研究を多少やったことがある。この分野はいろいろな方が経験があると思う。

5. 提言について

- ・提言は、わかりやすい言葉に落とし込む必要がある。
- ・冒頭に課題を明示し、誰が、何を、誰に対して、どんなことをするのか（してほしいのか）示し方、表現方法に注意する必要がある。
- ・資料の公開に際しても、発行者の理解が得られないことも考えられる。
- ・例えば調査費を増やすことで、リスクを低減できる内容についても、具体的に調査精度

が向上することでリスクが低減できた事例を示すとともに、発注者に対しても、国民、経営者に対して、説明責任が果たせる内容の提言であってほしい。(地盤調査・経費・リスク・本城先生) に関して東畑元会長が、ISSMGE で北九州空港建設に関して同様の発表をしている)

- ・近年の土木業界の流れは、過去の「早く、多く」構造物を作る時代が終わりつつある。説明責任を果たしつつ、地盤調査を充実させていけるように活動を進めて行きたい。

6. 次回の予定

- ・末岡委員長 (30 分): 「応用地質学と地盤工学の協働ー熱帯および温帯における花崗岩の風化と風化残積土に関する体験と考察」
- ・菊本先生 (15 分): 大学教育での地学のあり方について
- ・宮田委員 (15 分): 現場の事例紹介

以上