

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |  |
|-------------------|--|
| 題目(和文)            |  |
| Title(English)    | Assessing the influence of geotechnical uncertainty on slope stability and tunneling-induced settlement  |
| 著者(和文)            | HULihang   |
| Author(English)   | Hu Lihang  |
| 出典(和文)            | 学位:博士(学術),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第12600号,<br>授与年月日:2023年9月22日,<br>学位の種別:課程博士,<br>審査員:高橋 章浩,竹村 次郎,丸山 泰蔵,千々和 伸浩,田村 修次,笠間 清伸   |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Academic),<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第12600号,<br>Conferred date:2023/9/22,<br>Degree Type:Course doctor,<br>Examiner:,,,,, |
| 学位種別(和文)          | 博士論文   |
| Category(English) | Doctoral Thesis  |
| 種別(和文)            | 審査の要旨  |
| Type(English)     | Exam Summary   |

## 論文審査の要旨及び審査員

| 報告番号        | 甲第  |       | 号   | 学位申請者氏名 | HU Lihang |            |
|-------------|-----|-------|-----|---------|-----------|------------|
| 論文審査<br>審査員 |     | 氏名    |     | 職名      | 氏名        | 職名         |
|             | 主査  | 高橋 章浩 |     | 教授      | 田村 修次     | 教授         |
|             | 審査員 | 竹村 次朗 |     | 准教授     | 笠間 清伸     | 九州大学<br>教授 |
|             |     | 丸山 泰蔵 |     | 准教授     |           |            |
| 千々和伸浩       |     |       | 准教授 |         |           |            |

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Assessing the influence of geotechnical uncertainty on slope stability and tunneling-induced settlement (斜面安定とトンネル掘削による沈下に対する地盤工学的不確実性の影響評価)」と題し、全5章から構成されている。本研究では、地盤物性の空間変動が地盤構造物の安定性評価に与える影響を明らかにすることを目的に、斜面安定やトンネル掘削に伴う既設トンネルの沈下を対象とした数値実験を行っている。数値実験では地盤物性の空間変動をコーン貫入試験(CPT)結果で表現し、地盤工学の安定性評価におけるさまざまな不確実性の定量的評価を行うとともに、条件付き確率場生成技術を駆使して、不確実性の低減も試みている。

第1章「Introduction (序論)」では、研究の背景、地盤の不確実性とその条件付きおよび無条件確率場による表現についてまとめた上で、本研究の目的と範囲、本論文の構成と内容について述べている。

第2章「Effect of spatial variability on stability and failure mechanisms of 3D slope (地盤物性の空間変動が3次元斜面の安定性と崩壊メカニズムに及ぼす影響)」では、仮想的な3次元斜面モデルを対象に、3次元確率場と3次元極限平衡法(LEM)を用いて、3次元的に地盤物性が空間変動する斜面の安定数(安全率)や崩壊土量、崩壊メカニズムを評価している。数値実験の結果、地盤物性の空間変動が大きいほど、安定数や崩壊土量の変動は大きくなり、より多くの種類の崩壊メカニズムを誘発することを明らかにしている。さらに、計算負荷を軽減するための空間平均を仮定した確率応答曲面法が、3次元的に地盤物性が空間変動する斜面の安全率推定に有効であることも確認している。

第3章「Uncertainty assessment in 3D slope stability and failure mechanisms (3次元斜面の安定性と崩壊メカニズムにおける不確実性評価)」では、第2章と同様の3次元的に地盤物性が空間変動する斜面における安定数と崩壊土量の不確実性を3次元条件付き確率場にて評価している。条件付き確率場の生成にはKrigingアルゴリズムを採用し、斜面に平行な1列のCPTデータが与えられたときの斜面の安定数や崩壊土量の推定を通じて、最適なCPT実施位置等を明らかにしている。数値実験の結果、本研究で対象とした30度斜面では、法肩付近でのCPT実施が最適であり、安定数において30%、崩壊土量において20%の変動減少が達成可能であることを示している。また、第2章の無条件確率場の数値実験で特定された4つの崩壊メカニズムを対象とした条件付確率場による評価を行い、各崩壊メカニズムを対象とした評価に最適なCPT実施位置についても明らかにしている。その結果、基礎地盤を含む斜面崩壊については法尻付近が、表層斜面崩壊については法肩付近が最適なCPT実施位置であることを示している。さらに、対象崩壊メカニズムと異なる崩壊メカニズムが発生する確率等、発生崩壊メカニズム推定における不確実性についても考察を加えている。

第4章「Practical study: Assessing the influence of geotechnical uncertainty on underground tunneling (地盤の不確実性がトンネル掘削に及ぼす影響評価に関する実践的研究)」では、実際のトンネル掘削事例を対象に、地盤の不確実性のさまざまな要因を評価するとともに、そのトンネル掘削に伴う既設トンネルの沈下への影響について調べている。ここでは、得られているCPTデータを活用して、地盤の空間変動(物理的不確実性)、試験誤差、統計的不確実性、物性値変換の不確実性(モデルの不確実性)の定量的評価を行った上で、測定の不確実性による系統誤差を考慮するための3つのシナリオ(楽観的/中立的/悲観的)を想定している。解析では、既存の地下鉄トンネルの下を通過する新しい地下鉄トンネルのシールド掘削を再現し、既設トンネルの最大沈下量とその発生位置を評価の対象としている。解析の結果、既設トンネルの最大沈下量は対数正規分布に従うこと、測定誤差を減じると(楽観的シナリオと悲観的シナリオを比較すると)予測精度は最大沈下量で36%、その発生位置で34%向上すること等を示している。また、条件付確率場による解析によって、最大沈

下量の過大評価を 48～60%減じることができることも明らかにしている。

第 5 章「Conclusions and recommendations (結論と今後の課題)」では、第 2 章から第 4 章で得られた成果をとりまとめて本研究の結論を述べるとともに、残された課題について示している。

以上要するに、地盤物性の空間変動が地盤構造物の安定性評価に与える影響を明らかにした本研究は、地盤構造物の安定性評価における信頼性向上に資する成果であり、工学上・工業上、高く評価される。よって博士(学術)論文として価値が十分あるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。