盛土構築における不確実性を考慮した軟弱地盤変形対策に関する研究

研究予算：運営費交付金
研究期間：令 4～令 6
担当チーム：施工技術チーム、寒地地盤チーム、先端技術チーム
研究担当者：間渕利明、宮下千花、佐々木亨
山木正彦、橋本聖、林宏親
山口崇、茂木正晴、二宮建

高規格道路等の 4 車線化事業が進められる中、軟弱地盤上の盛土の拡幅や複雑な地層構成等においても軟弱地盤の変形対策を適切に実施できる高度な技術的対応が求められる。そこで本研究では、軟弱地盤対策の事業全体で生じる不確実性を考慮した信頼性の高い調査、設計及び施工管理手法を提案することを目的として、複雑な条件下における軟弱地盤の状態予測手法の評価（達成目標①）、軟弱地盤上の盛土構築に伴う周辺地盤の変形予測手法の提案（達成目標②）、並びに残存する不確実性を考慮した軟弱地盤対策及び盛土の施工管理及び品質管理技術の検討（達成目標③）を行った。

達成目標①では、直近 10 年の調査技術の活用実態を整理し、状態予測手法を評価したところ、不確実性が現れやすい軟弱地盤及び対策工の特徴を把握するとともに、それらは従来の簡易な手法の組み合わせで評価可能であることを確認した。達成目標②では、泥炭性軟弱地盤上盛土の実態調査及びそれをベースとした解析的な検討により、盛土による泥炭地盤の変形範囲が一般的な軟弱地盤と比べて限定的であることを考慮した合理的な変形予測手法を新たに提案した[4)、7)、9)]。達成目標③では、実態調査、遠心力模型実験及び数値解析[1)~3)、6)]により、盛土拡幅のための深層混合処理における設計及び施工上の留意点を整理した。また、上記の不確実性への施工時の対処方法の一つとして、深層混合処理工法の実態調査で得られた ICT 地盤改良機の機械稼働データ（ロッド回転数、トルク等）の品質管理への活用可能性を検討し、今後の課題を整理するとともに、TS 計測の合理化や代替となる UAV 技術等を用いた迅速な動態観測手法を新たに提案した[5)、8)]。

以上の達成目標①～③で得られた成果から、道路事業全体における軟弱地盤対策の不確実性に対する基本的な考え方を構築した。本研究の成果は、合理的かつ効率的な軟弱地盤対策事業の執行に寄与するものと考えられる。

キーワード：軟弱地盤、盛土構築、不確実性

RESEARCH ON METHODS TO COUNTERACT DEFORMATION OF SOFT GROUND CONSIDERING UNCERTAINTY IN EMBANKMENT CONSTRUCTION

Research Period: FY2022-2024
Research Team: Construction Technology Research Team, Geology and Geotechnical Engineering Research Group
Geotechnical Research Team, Cold-Region Construction Engineering Research Group
Advanced Technology Research Team, Construction Technology Research Department
Author: MABUCHI Toshiaki, MIYASHITA Yukika, SASAKI Toru
YAMAKI Masahiko, HASHIMOTO Hijiri, HAYASHI Hirochika
YAMAGUCHI Takashi, MOTEKI Masaharu, NINOMIYA Tatsuru

Abstract: In road improvement projects on highways and expressways, advanced technical measures are required to appropriately implement soft ground deformation countermeasures, even when widening embankments on soft ground or ground with complex stratigraphic configurations. The objective of this study is to propose a reliable investigation, design, and construction management method that takes into account the uncertainties that arise in the entire project of soft ground measures. Specifically, authors evaluated methods for predicting the condition of soft ground under complex conditions (objective 1), proposed a method for predicting the deformation of the surrounding ground when constructing embankments on soft ground (objective 2), and examined construction management and quality control techniques for soft ground countermeasures and embankments that take into account the remaining uncertainties (objective 3).

In the objective 1, the state prediction methods were evaluated by organizing the actual utilization of survey techniques in the last 10 years, and it was confirmed that the characteristics of soft ground and countermeasure works, where uncertainties tend to appear, were identified, and that a combination of simple conventional methods could evaluate these. In the objective 2, authors proposed a new method for predicting the deformation of the surrounding ground according to the peat by an investigation of the actual condition of the embankment on the peaty ground and an analytical study based on the investigation[4), 7), 9)]. In the objective 3, the design and construction considerations of soft ground countermeasures for widening embankments were studied through the survey of actual conditions, centrifuge model experiments and numerical analysis[1)-3), 6)]. As one way to deal with the above uncertainties during, construction, the feasibility of utilizing the machine operation data (rod rotation speed, torque, etc.) of ground improvement machines for deep mixing method to quality control was examined, while summarizing future issues. Additionally, new methods of rapid field observation were proposed by streamlined total station (TS) measurements or utilizing UAV-based techniques as an alternative to TS measurements[5), 8)]. Based on the results obtained from the above achievements, a basic approach to dealing with uncertainties in the overall soft ground remediation project was developed. The results of this study are expected to contribute to the rational and efficient execution of soft ground remediation projects.

Keywords: Soft ground, Construction of embankment, Uncertainty

論文リスト

- 学術誌等による成果普及

査読付論文・国内（計 1 本）

1) 佐々木亨、宮下千花、川村逸太、茂木正晴、間渕利明：土質の不確実性が深層改良体の施工品質に与える影響に関する一考察、第 16 回地盤改良シンポジウム論文集、pp. 232-237、2024

査読付論文・海外（計 1 本）

2) Yukika Miyashita, Toru Sasaki, Masaharu Moteki and Toshiaki Mabuchi: Survey on the recent application of deep mixing method in road construction in Japan, Deep mixing 2024, DS-3-06 , 2024

査読無し論文・国内（計 6 本）

3) 宮下千花、佐々木亨、茂木正晴、間渕利明：道路工事における深層混合処理工法の適用実態に関する調査、第 59 回地盤工学研究発表会、25-7-4-05、2024
4) 橋本聖、林宏親：泥炭性軟弱地盤上の盛土に伴う周辺地盤の変形に関する影響評価、令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会、Ⅲ-240、2024
5) 茂木正晴、山口崇、橋本聖：TS による軟弱地盤の効率的な動態観測手法に関する研究、令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会、VI-1165、2024
6) 川村逸太、宮下千花、間渕利明：弾塑性有限要素法を用いた軟弱地盤上の道路盛土の遠心力模型実験の条件の検討、第 60 回地盤工学研究発表会、投稿中
7) 橋本聖、林宏親、山木正彦：泥炭性軟弱地盤上盛土による周辺地盤の影響範囲に関する評価、令和 7 年度土木学会全国大会第 80 回年次学術講演会、投稿中
8) 茂木正晴、山口崇：UAV 等による軟弱地盤盛土の動態観測への適用における技術課題について、令和 7 年度土木学会全国大会第 80 回年次学術講演会、投稿中

査読無し論文・海外（計 1 本）

9) Hijiri Hashimoto, Hirochika Hayashi and Masahiko Yamaki: ASSESSING DEFORMATION IN THE SURROUNDING GROUND CAUSED BY AN EMBANKMENT CONSTRUCTED ON SOFT PEATY GROUND, International Joint Symposium Surabaya Indonesia 2024 (IJS2024), JGSK-009, 2024.12.