

施工データを活用した盛土品質の不確実性評価及び低減手法に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：令 5～令 7

担当チーム：施工技術チーム、
寒地地盤チーム

研究担当者：間渕利明、宮下千花、
山木正彦、林宏親、佐藤厚子

道路盛土、河川堤防等は、リサイクル原則化ルールにより建設発生土を含む様々な土で構築されるため、均質な材料で構築される土工構造物と比べると盛土品質の不確実性が高い。本研究では、材料及び施工手法に起因する盛土品質の不確実性を施工段階までで得られるデータにより評価、低減し、維持管理に引き継ぐ手法を検討することを目的として、固化改良土の試験法及び固化破碎土の品質管理手法の高度化（達成目標①）、デジタル技術の活用による盛土材料の変化の客観的評価手法の検討（達成目標③）及び盛土品質の不確実性の引継ぎにおける施工データの活用方法の検討（達成目標④）を行った。また、研究の実施期間中に発生した令和 6 年能登半島地震で石灰系固化材による固化改良土を盛土材料とした高盛土が崩壊したことを受けて、研究内容を追加し、石灰系固化材による固化改良土の品質管理上の留意点の提案（達成目標②）を行った。

達成目標①では、固化改良土の強度の迅速評価が可能な試験手法を提案したうえで、試験条件及び適用範囲を明らかにした（論文リスト e-1～e-6）。また、固化破碎土を堤防材料として使用するための方法について、設計、施工、品質管理、環境への影響などについて整理し（論文リスト a-1、b-1、b-2、e-7～e-10）、北海道開発局と連携して「固化破碎土による河川堤防施工の手引き」をとりまとめた。達成目標②では研究の最終年度のみで対応可能な基礎的検討として室内試験等を実施し、石灰系固化材の中には、JIS 規格品で通常期待できる石灰成分による強度増加が見込めない材料があるという留意点を明らかにした（論文リスト e-11～e-14）。達成目標③では、北海道を含む全国から収集した土質試験データの重回帰分析により、盛土材料の変化を把握するために必要な指標（土粒子の密度、粒度及び自然含水比）を明らかにするとともに、学会の委員会活動と連携してそれらの指標の簡易な計測手法の市場調査及び計測手法の適用性の検討を行った（論文リスト e-15、f-1、f-2）。また、北海道内で施工された品質管理データに絞った詳細な検討を行い、火山灰質土を含む盛土材料においては自然含水比がその変化を捉えうる指標であることを確認した（論文リスト e-16）。達成目標④では、直轄の道路土工及び河川土工を担当する監督官、施工業者等へのヒアリング、並びに能越自動車道輪島道路の工事完成図書等の記載内容の把握により、施工から維持管理に引き継ぐべき記録とその方法について検討した。

以上の達成目標①から④までで得られた成果から、道路盛土及び河川堤防の構築において材料及び施工手法に起因する不確実性を評価、低減し、維持管理に引き継ぐための具体的な方法を提案した。本研究の成果は、固化破碎土の活用等による建設発生土の利用促進、石灰改良土による盛土の安定の確保及び施工記録の引継ぎ等によるアカウンタビリティの向上に寄与するものと考えられる。

キーワード：盛土品質、不確実性、施工データ

STUDY ON METHODS FOR EVALUATING AND REDUCING UNCERTAINTY IN QUALITY OF EMBANKMENT USING DATA OBTAINED DURING CONSTRUCTION

Research Period: FY2023-2025

Research Team: Construction Technology Research Team, Geology
and Geotechnical Engineering Research Group
Geotechnical Research Team, Cold-Region
Construction Engineering Research Group

Author: MABUCHI Toshiaki, MIYASHITA Yukika
YAMAKI Masahiko, HAYASHI Hirochika, SATO
Atsuko

Abstract: Road embankments and river dikes are constructed using varieties of soils including reclaimed soils, in accordance with recycling principles. Consequently, there is generally considerable uncertainty regarding the quality of the embankment. The objective of this study was to evaluate and reduce the uncertainty in embankment quality caused by materials and construction methods using data obtained during the construction phase, and to examine methods for transferring the data to the maintenance and management phase. To achieve the objective, three efforts such as advancements of testing methods for cement-treated soil and of quality control methods for crushed solidified soil, examination of objective evaluation methods for changes in embankment materials using digital technology, and investigation of methods for utilizing construction data to account for uncertainties in embankment quality were implemented. Furthermore, in response to the collapse of high embankments constructed using lime-treated soil during the 2024 Noto Peninsula Earthquake, which occurred during the research period, the scope of this study was expanded to propose key considerations for the quality control of lime-treated soil.

Keywords: Quality of embankment, Uncertainty and Data obtained during construction.

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）

- a-1) 佐藤厚子、山木正彦：固化破碎土の締固め密度と一軸圧縮強さの関係、第 16 回環境地盤工学シンポジウム、pp.88-93、2025

査読付論文・海外（計 2 本）

- b-1) Atsuko Sato and Masahiko Yamaki: Changes in geotechnical properties of embankments made of crushed solidified soils over time, VI International Conference on GIS and Geoinformation Zoning for Disaster Mitigation (GIZ), 2025
- b-2) Atsuko Sato: Effective use technology for crushed solidified soil - Improvement of poor soil using solidification materials -, 21st International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2026

学会発表等その他（計 17 本）

- e-1) 宮下千花、三原一輝、間瀬利明、藤澤拓馬：セメント改良した関東ロームの長期暴露実験による力学特性の評価、第 78 回セメント技術大会、1312、2024
- e-2) 佐藤樹、高橋英紀、宮下千花、三原一輝セメント改良した関東ロームの促進変質実験による力学特性の評価、第 78 回セメント技術大会、1314、2024
- e-3) 泉尾英文、藤澤拓馬、宮下千花、半井健一郎：セメント安定処理土に含まれる非晶質相のリートベルト解析による定量分析の試行、第 59 回地盤工学研究発表会、25-6-1-04、2024
- e-4) 宮下千花、川村逸太、半井健一郎、間瀬利明：セメント改良した関東ロームの力学特性の変化に及ぼす養生条件の影響、第 79 回セメント技術大会、2203、2025
- e-5) 泉尾英文、宮下千花、高市大輔、藤澤拓馬：セメント改良した関東ロームの反応生成物の変化に及ぼす養生条件の影響、第 79 回セメント技術大会、2204、2025
- e-6) 宮下千花、半井健一郎、泉尾英文、間瀬利明：硝酸アンモニウム溶液によるセメント改良土の促進変質実験の試行、第 80 回セメント技術大会、1309、2026
- e-7) 佐藤厚子、山木正彦、廣瀬純司、山崎智弘、高橋秀彰：固化破碎土の配合に与える地盤工学的性質、令和 7 年度土木学会全国大会第 80 回年次学術講演会、III-142、2025
- e-8) 佐藤厚子、山崎秀策、山木正彦、泉尾英文：セメント系固化材の反応による生成物と固化破碎土の強度、令和 8 年度土木学会全国大会第 81 回年次学術講演会、2026、投稿中
- e-9) 佐藤厚子、山木正彦、真野拓司、山崎智弘：固化破碎土のせん断特性、地盤工学会北海道支部技術報告集 第 66 号、pp.135-140、2026
- e-10) 佐藤厚子、山木正彦、真野拓司、山崎智弘：固化破碎土施工時の置土の環境に与える影響調査、第 80 回セメント技術大会、1313、2026
- e-11) 葉真寺克也、石部徹、宮下千花：発塵抑制型石灰の特徴としゅんせつ土への適用事例、基礎工、Vol. 53、No. 2、pp.101-104、2025
- e-12) 宮下千花、間瀬利明、横田聖哉、渡辺忠明：一軸圧縮試験による石灰改良土の力学特性及び物理特性の比較、第 60 回地盤工学研究発表会、22-10-1-09、2025
- e-13) 宮下千花、間瀬利明、横田聖哉、渡辺忠明：添加率及び改良材の種類の異なる石灰改良土の締固め特性の比較、第 36 回日本道路会議、4027、2025
- e-14) 宮下千花、間瀬利明、横田聖哉、沢辺大輔：石灰改良土の一軸圧縮強さに及ぼす改良材の添加率及び種類の影響、第 61 回地盤工学研究発表会、8-5-2-06、2026
- e-15) 三原一輝、宮下千花、間瀬利明：盛土材料の締固め特性と物理特性の関係に関する基礎的検討、第 59

回地盤工学研究発表会、24-7-1-07、2024

- e-16) 楠田侑平、山木正彦、佐藤厚子、大日向昭彦：北海道における盛土材料の締固め管理指標と物理特性の関係に関する検討、令和 7 年度土木学会全国大会第 80 回年次学術講演会、Ⅲ-276、2025
- e-17) 佐藤厚子、山木正彦：盛土の品質管理に関する検討、令和 7 年度土木学会北海道支部年次技術研究発表会 C-04、2026

土研刊行物（計 2 本）

- f-1) 三原一輝：盛土材料の締固め特性に寄与する物理特性の関係性検討、令和 5 年度交流研究員報告書、pp.51-54、2024
- f-2) 川村逸太：線形重回帰分析を用いた盛土材料の締固め特性の推定手法の検討、令和 7 年度交流研究員報告書、2026