

令和3年度 研究成果の概要(1/2)

研究テーマ:「ICT 土木技術に適用できる画像解析や加速度応答による締固め土工に関する簡略化についての技術研究開発」

研究代表者

- ・氏名(ふりがな):小峯 秀雄(こみね ひでお)
- ・所属、役職:早稲田大学 理工学術院, 教授

研究期間:令和2年11月～令和5年3月

研究参加メンバー(所属団体名のみ)

早稲田大学, (株)セイビ

研究の背景・目的

人材不足対応・業務の効率化を念頭に置いた ICT 土木の推進に資するために、本研究では、特に締固め土工に注目して、デジタルカメラ等による締固め地盤部の表面画像と加速度センサーIC タグ計測による締固め中～完了後の加速度応答をリアルタイムに測定して得られるデジタル情報から、土工における締固め状況を簡易評価する方法の開発を行う。

研究内容(研究の方法・項目等)

本研究は、道路盛土などの締固め施工において、デジタルカメラ画像を用いた土質系材料の状況評価システムを構築すること、また、IC タグ等を活用した加速度応答データによる締固め状況の評価方法の構築を目的として、実験的研究を進めている。デジタルカメラ画像や IC タグによる加速度応答を用いた測定は、非破壊で測定可能であり、ほぼリアルタイムで土の締固め状況をおおよそ推定することができれば、人材不足の状況における品質管理において優位と考えられる。すなわち、i-Construction の適用分野として可能性が高く、i-Construction への実装に資するものと考えられる(図1参照)。

令和3年度は、研究項目①:研究代表者の研究チームが昨年度までに高度化してきたデジタルカメラ画像の定量評価法を活用して、実際の高速道路建設で実績のある脆弱性土に適用し、その有効性を調査した。次に、研究項目②:昨年度新たに開発した加速度 IC タグセンサーによる締固め開始から完了までの加速度応答データを連続的に計測できるシステムを活用して、締固め管理の定量的方法を試案した。

研究項目①では、図2に示す、次年度までに構築してきた画像データ測定方法により実施した。

研究項目②では、図3に示す自動締固め試験のランマー部分とモールドにそれぞれ、研究チームが選定したモノワイヤレス社製の Twelite 2525A を装着し、独自に開発した計測プログラムにより、締固め開始から完了までの連続的な加速度応答データを取得した。

加速度応答の経時変化を可視化することにより、締固め状況の変化の把握の可能性を調査した。

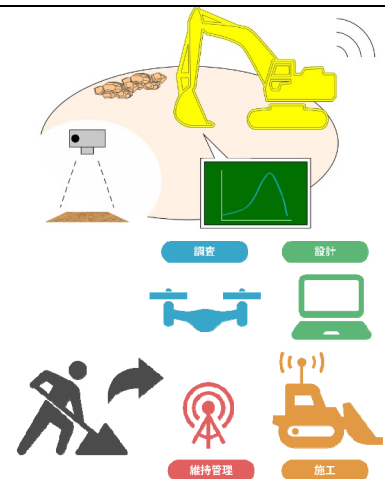


図1 盛土表面画像評価のi-Construction (上)とICT土工の分野 (下)

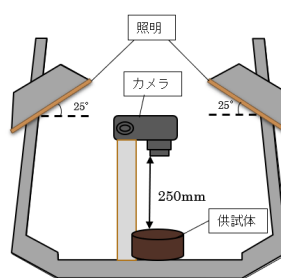


図2 画像データ測定の様子



図3 ICタグ装着の自動締固め試験

令和3年度 研究成果の概要(2/2)

研究成果の概要

研究項目①，すなわち研究チームが提案しているデジタルカメラ画像の定量評価法を活用して，脆弱性土の締固めに適用する実験では，実際の高速道路盛土に使用されたことのある図1の脆弱岩試料（以下，藤枝PA 泥岩）を用いた．図2は，藤枝PA 泥岩の締固め曲線である．この図にあるように，最適含水比は，9%前後であった．

この試料に対して，研究内容で述べた画像データ測定法を適用



図1 藤枝PA 泥岩の外観

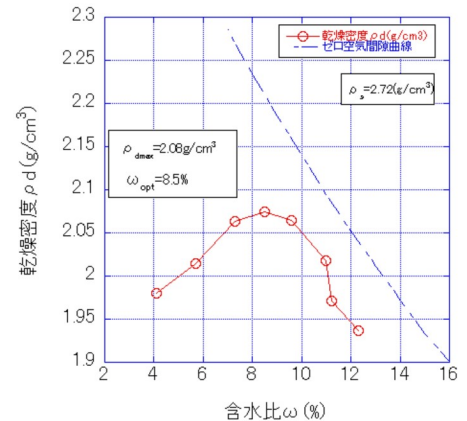


図2 藤枝PA 泥岩の締固め曲線

し，整理した．図3，4は，L*値，R 値と含水比の関係を例示したものである．今回の結果では，色調評価指標である L*，RGB 値のすべてにおいて，各絶対値と締固め後の含水比との関係に相関性は小さかったものの，L*，RGB 値の変動幅の大きさと含水比には，一定の関係性があることを見出した．図3，4から分かるように，最適含水比の9%のL*値，R 値の変動幅は，他と比べて小さいことが分かる．このメカ

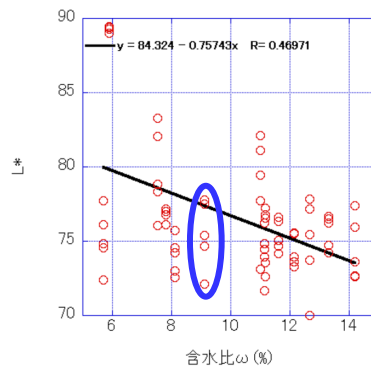


図3 藤枝PA 泥岩の含水比ωとL* 値の関係

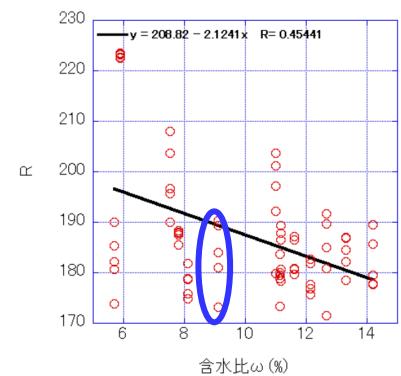


図4 藤枝PA 泥岩の含水比ωとR 値の関係

ニズムとして，含水比が小さい場合などでは，締固め表面部における水分の存在にバラツキがあり，それに起因した乱反射が生じ，L*，RGB 値に大きな変動が生じたと考えられる．そして，最適含水比状態では，水のメナス効果が発揮されると共に締固め表面部における水分の存在のバラツキが小さくなるので乱反射が小さく，L*，RGB 値の変動幅が小さくなったと推察される．

次に，締固め開始から完了までの動的な締固めによる土・地盤の加速度応答のデータを連続的に計測する基本的なシステムを構築し，第二波に着目した，新しい評価法も提案したことにより，現場にも活用できるプロトタイプ的な手法を提案できた．第二波は図5に示すように，ランマーがモールド内の土に再衝突する際の加速度応答である．今回初めて第二波加速度と乾燥密度の間に相関性があることが示された．

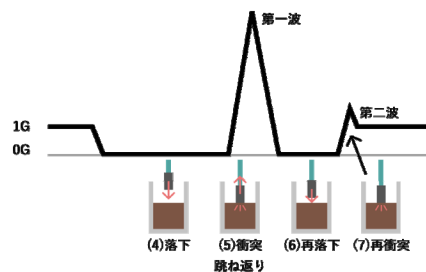


図5 衝突と第二波加速度の関係

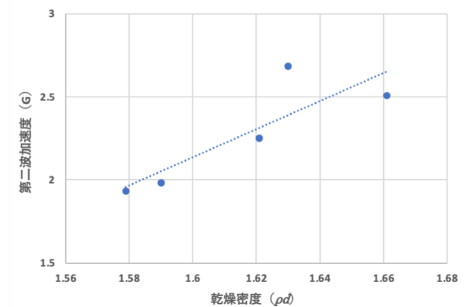


図6 第二波加速度と乾燥密度の関係