

氏 名	ふじ やま てつ お 藤 山 哲 雄
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3628 号
学位授与の日付	平 成 14 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	振動ローラ加速度応答を利用した締固め管理手法の実用化に関する研究

論文調査委員 (主 査)
教授 足立紀尚 教授 嘉門雅史 教授 岡 二三生

論 文 内 容 の 要 旨

従来、振動ローラ加速度と締固め度合の関係が確立されなかったのは、土質条件に応じた適用性が不明確であったこと、振動ローラ加速度応答が機械種別によって変化すること、ならびに施工管理手法としての適用精度が不明確であったことによる。

本論文は、地盤の締固め度合と振動ローラの加速度応答の関係を解明し、転圧を行いながら振動ローラ加速度を計測することによって、リアルタイムに施工面全体に対して締固め達成度を判定できる合理的な締固め管理手法に関する研究成果をまとめたものであり、序論、結論を含め2編8章から成っている。

第1章は、序論であって、現状の締固め施工管理が抱える問題点に対して、ローラ加速度応答法を適用することの有用性を述べ、本手法に関する既往研究と実用化に向けて残された課題を論じるとともに、本論文の目的と内容の概要を示している。

第2章では、ローラ加速度応答法の原理を明らかにするために、これまで明確な説明が行われてこなかった締固めの進行に伴い加速度波形が変化する理由、またスペクトル解析において高調波・1/2分数調波スペクトルが発生する理由およびその特徴等について詳細に考察し、ローラ加速度応答法を利用した締固め管理手法に理論的な背景を与えている。すなわち、地盤の締固めに伴う振動ローラ加速度波形の変化は、振動中に跳ね上がった振動輪が地表に衝突する際、衝撃的な加速度成分が増大すること、高調波スペクトルや1/2分数調波スペクトルの出現は、地盤剛性の増大に伴って振動輪が秩序だった振動から無秩序なカオス振動に至る過程により発生する現象であることを明らかにしている。

第3章では、第2章で考察した振動ローラの振動挙動の特性を把握し、合理的な振動ローラ加速度の定量指標を定めるとともに、ローラ加速度応答法の実用化に際してこれまで残されていた課題の解決を試みている。すなわち、土質条件が変化した場合の適用性の明確化、ローラ加速度応答法によって評価される地盤深さの定量的な把握、さらに振動ローラ機械条件の影響を除去して任意の振動ローラに適用可能な地盤剛性評価手法の提案を行っており、実務に適用できるローラ加速度応答法を提示している。それは、数値計算による検討から接地限界振動数比 R なる指標を導入し、機種ごとに加速度～地盤条件の関係を用意することなく、任意の振動ローラにおいて地盤ばね係数を評価する手法である。

第4章では、実機に搭載する締固め管理システムの概要およびその適用性について述べるとともに、ローラ加速度応答法を用いた締固め管理装置の将来的な発展の方向性を示している。

第5章では、より効率的な締固めを行うための手法を提案すべく、主に数値計算を用いて締固めに最も効果的な振動数について検討を行っている。これによって、振動ローラが地盤に与える載荷重が最大になる振動数の存在を確認し、さらにこの締固めに最適な振動数が振動ローラ～地盤系共振振動数 f_{opt} の約1.4倍で与えられることを明らかにしている。この関係と振動ローラの加速度計測からリアルタイムに地盤剛性を評価する手法を併用し、転圧の進行に応じて振動数を自動調整しながら効率的に締固めを行う振動数可変ローラの考え方と基本原理を提案している。

第6章では、本手法をフィルダムロック材の締固め管理に適用した場合の施工管理の合理化について考察している。従来、

大粗粒のロック材は原位置での締固め密度測定が困難であるため、堤体積に比して品質管理データが非常に少なく、実際には堤体品質を合理的に把握できていないのが現状である。これに対して、多点量データを取得可能なローラ加速度応答法を適用することによって、これまで不明であった実堤体のマスとしての品質、ひいては現行堤体が有する力学安定性の設計からの余裕度を定量的に明らかにすることができる。すなわち、ローラ加速度応答法の適用が現品質管理試験の省力化にとどまらず、推定された堤体の平均内部摩擦角を用いて安定解析を行った結果、現行のフィルダムロックの設計勾配を1:2からおよそ1:1.8程度までスリム化することが可能との試算結果を示し、堤体設計の合理化にまで寄与できる可能性を提示している。

第7章では、面的な変形抵抗の評価が重要な道路路床に対し、提案するローラ加速度応答法による地盤剛性評価手法を適用している。この結果、実際の道路路体・路床材料においても、地盤剛性は盛土材料および転圧機種にかかわらず一意的に推定できること、剛性一定に路床を構築するための転圧回数は最小4回～最大30回以上と試算され、本来かなりフレキシブルに転圧制御を行う必要があること、また、地盤剛性をリアルタイムに評価し、転圧を制御することによって一定剛性の路床を構築できる本手法は、舗装の維持補修管理の合理化に貢献できること、さらに将来の責任施工体制に対応した有力な路床施工管理手法となり得る可能性があることなどを明らかにしている。

第8章は、結論であり、本研究によって得られた結論を要約するとともに今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、振動ローラの加速度応答と地盤の締固め度合いとの関係に基づき、施工面全体の締固め達成度を判定可能な締固め管理手法の確立に関する研究成果をまとめたものであって、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. 速度の周波数解析結果における高調波スペクトルの出現は、本来振動ローラ～地盤系の固有振動数を持つ加速度成分が、振動ローラの基本振動数で繰り返し出現すること、また高調波スペクトルや1/2分数調波スペクトルの出現は、地盤剛性の増大に伴って振動輪が秩序だった振動から無秩序なカオス振動に至る過程により発生する現象であることを明らかにした。
2. 全層の強度変形特性を表す指標と乱れ率は、土の種類および含水比によらず一意的な関係があり、材料変化や含水比変動が避けたい一般盛土では、強度・変形抵抗性の原位置判定手法として適用可能であることを示し、数値計算による検討から接地限界振動数比Rなる指標を導入し、機種ごとに加速度～地盤条件の関係を用意することなく、任意の振動ローラにおいて地盤ばね係数を評価する手法を提案した。
3. 締固めに最適な振動数が振動ローラ～地盤系共振振動数 f_{opt} の約1.4倍で与えられることを解明し、この関係と振動ローラの加速度計測からリアルタイムに地盤剛性を評価する手法を併用し、転圧の進行に応じて振動数を自動調整しながら効率的に締固めを行う振動数可変ローラの考え方を提示した。
4. 乱れ率～乾燥密度（間隙比）関係を用いてローラ加速度応答から地盤の締固め密度を推定した結果、RI法とほぼ同等の精度で転圧地盤の密度のばらつきおよび平均値を評価可能であることを明らかにし、内部摩擦角～乾燥密度関係を用いて堤体のせん断強度定数分布の推定方法を与えている。
5. 面的な変形抵抗の評価が重要な道路路床に対し、提案するローラ加速度応答法による地盤剛性評価手法を適用して、地盤剛性をリアルタイムに評価し、転圧を制御することによって一定剛性の路床を構築できる本手法が、舗装の維持補修管理の合理化に貢献できること、また有力な路床施工管理手法となり得る可能性があることを示している。

以上、要するに本論文は、耐久性のある盛土構造物の構築の基本となり、かつ責任施工体制に貢献し得る地盤締固め施工管理手法を提案したものであって、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成13年12月5日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。