

Investigation of Vibration Characteristics of a Hand Tractor and Detection of Target Vibration Reference Points based on Transfer Path Analysis Technique

ブン, ソバタナ

<https://hdl.handle.net/2324/6787680>

出版情報 : Kyushu University, 2022, 博士 (農学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏名	ブン ソバタナ (Phon Sovatna)			
論文名	Investigation of Vibration Characteristics of a Hand Tractor and Detection of Target Vibration Reference Points based on Transfer Path Analysis Technique (歩行式トラクタの振動特性の把握と伝達経路解析に基づく目標振動参照点の検出)			
論文調査委員	主査	九州大学	教授	岡安崇史
	副査	九州大学	教授	田中史彦
	副査	九州大学	准教授	平井康丸
	副査	琉球大学	准教授	光岡宗司

論文審査の結果の要旨

カンボジアでは、近年、機械化による農作業の省力化、農業生産性・収益性の向上が求められている。歩行トラクタは最も普及している農業機械であり、農村部では圃場だけでなく、荷物や人の運送のため農道や一般道などでも利用されている。このため、オペレータは長時間に亘って機体振動に曝露されており、身体的疲労の蓄積が懸念されている。本研究は、歩行トラクタの振動低減を目的に、振動特性ならびに機体各部への振動伝達機構の把握と、オペレータ（ハンドグリップ部）への振動伝達寄与率が最も高い機体部位の特定を実験・解析の両面から追究したものである。

まず、カンボジアにおける農業の機械化の現状、歩行トラクタの利用・普及状況および機体振動の長時間曝露がオペレータに与える影響について、既往の研究を幅広く調査している。その結果に基づいて、歩行トラクタの振動低減に資する振動特性の計測、振動曝露量の評価、各機体部位への振動伝達寄与率の特定に関する具体的実験・解析手法を決定している。

次に、事前調査により利用時間が長かった農道走行を対象に、歩行トラクタの振動強度、周波数特性の計測を行っている。ハンドグリップ部、エンジンカバー部、シャーシフレーム、ギアボックス上部の4箇所にMEMS慣性センサを設置し、並進加速度と回転角速度の計測を行っている。その結果、アイドリング時・走行時ともに、ハンドグリップ部の上下方向加速度が高くなることを明らかにしている。また、計測データに対する周波数解析の結果から、いずれの部位においても主な周波数成分は、エンジン回転によるものであることを特定している。一方、走行時には低周波数域に複数のピークが検出されたことから、エンジン回転数と走行速度を変えた振動特性の把握が必要であることを指摘している。

また、歩行トラクタの基礎的振動特性を明らかにするため、ハンドグリップ部、エンジン（上部、前方、後方）、シャーシフレーム、ギアボックス上部およびハンドアーム部中央の計7箇所に上記慣性センサを設置し、アイドリング時のハンドグリップ部の振動曝露量を複数のエンジン回転数において計測している。世界保健機関（WHO）の振動曝露に対する健康リスク指標に基づいて、計測データから求めた歩行トラクタの振動曝露量を評価した結果、全ての実験条件下でハンドグリップ部の振動曝露量が基準値を超えている事実を明らかにしている。

さらに、ハンドグリップ部への振動伝達寄与率が最も高い機体部位を特定するため、伝達経路解析を実施している。まず、ハンドグリップ部を応答点、それ以外の機体部位の6箇所を参照点として、異なる走行速度下で計測した応答点と参照点における加速度のパワースペクトル密度に基づく

3 階のテンソルを作成している。本テンソルを特異値分解して得られる特異行列および特異ベクトルを用いて、各参照点加速度を主成分に変換している。さらに、各参照点加速度の主成分から再構成された応答点（ハンドグリップ部）加速度の推定値を実測値と比較し、振動伝達寄与率が高い参照点を特定している。その結果、応答点であるハンドグリップ部への振動伝達寄与率が高い参照点は、シャーシフレームとギアボックス上部であることを明らかにしている。

以上要するに、本論文は、歩行トラクタの振動特性ならびに機体各部への振動伝達機構の解明と、ハンドグリップ部への振動伝達寄与率が最も高い機体部位を特定する合理的手法の提案を行ったものであり、農業生産システム設計学の発展に寄与する価値ある業績と評価する。

よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。