

氏名(国籍)	ソムサック ジョンワットポール (タイ)		
学位の種類	博士(農学)		
学位記番号	博甲第1,338号		
学位授与年月日	平成7年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当		
審査研究科	農学研究科		
学位論文題目	Development of the Triaxial Force Transducer and Prediction of Soil Reactions at Specific Positions on a Moldboard Plow Surface (はつ土板プラウ用三方向力変換器の開発とはつ土板曲面部に発生する土壤反力の予測)		
主査	筑波大学教授	農学博士	小中俊雄
副査	筑波大学教授	農学博士	前川孝昭
副査	筑波大学助教授	農学博士	小池正之
副査	筑波大学助教授	農学博士	東照雄

論文の要旨

けん引用作業機的一种として広く用いられているはつ土板プラウの作業性能は、一般にけん引力、所要動力、作業の質によって規定される。このうち作業の質は、れき条の反転、破碎状況によって判定される。このような作業性能を総合的に評価して改善するために、り体の全体構造に加えてはつ土板の合理的設計手法の確立を図ることは設計論的意義が大きいと考えられる。本研究は、このような未解決の問題に対して技術的突破口を与えることを意図して、はつ土板の設計に有用な強度関連情報を与える三方向力変換器の開発とその適用性試験を行うとともに、はつ土板に生起する反力の予測手法を展開し、実用化のための基礎的検証を試みることを目的として行ったものである。

本研究における研究成果の概要を以下に示す。

1. 試作三方向力変換器の較正試験及び適用性試験

本器は、真直梁の屈曲構造を採用しており、総数12枚のひずみゲージで3組のブリッジ回路を構成し、三方向の作用力を検出できるようにした。切削面に沿って設置した受感部は軸方向の自由度を維持するために、周辺部にわずかの間隙を必要とする。そのため、水平な切削面部と受感部の間の間隙について4種類の形態を考案し、それらの実用性について調べた。その結果、切削面部と受感部双方の突合せ部にテーパを備えた形態が、測定の安定性確保と異物混入防止に有効であることが分かった。また、接線方向と垂直方向の応力比は、耕起速度の増加につれて漸増する傾向を示した。この現象を裏づけるために導入した土壤-金属間付着力は、耕起速度の増加に伴って増加した。しかし、付着力

と垂直応力から接線応力を決定する Zeng らの式では、この相互関係は説明できないことが指摘できた。

2. 試作小形三方向力変換器の測定精度と応力の変動特性

本器の外形寸法は、縦×横×高さを50×50×11mmとした。本器の材質は軟鋼であり、本体の理論から導出した固有振動数は1336 Hzであることから、約800 Hzの稼働中の振動に伴う測定精度への影響は無視できることが判明した。較正試験における偏差は3%と小さく、材料の物理的特性に依存する強度は十分であった。れき条厚さは刃先部で最小であり、れき条がはつ土板を上方に進むにしたがってその厚さは徐々に増加する現象が認められた。はつ土板に発生する反力成分は耕深の増加とともに増大し、Soehneの報告によるけん引力と耕深の関係と符合する結果が得られた。接線方向応力は、X方向とY方向応力の合成によって求めることができた。れき条の通過時にはX方向応力がY方向応力の数倍の大きさとなり、接線方向応力の規制因子となることが分かった。垂直方向応力と耕深の関係も正の相関の存在が認められるが、各測定箇所における変動曲線の増分には特有の変動状況が現れ、応力変動の特徴づけに利用することができた。また各測点相互間におけるれき条厚さの差は、耕深の増加につれて一様ではなくなり、曲面形状に対応した増減を表すことが明らかとなった。

3. はつ土板における反力成分の予測手法

まず、三角形楔上をれき条が移動する数学モデルを導入した。そして、れき条厚さが刃先からはつ土板に沿って上方に移動するにつれて変化する状況を追跡しうる理論的手法の展開を試み、同時に垂直方向と接線方向応力の算定を行った。理論値と実験値を比較したところ、はつ土板の応力分布が低速度域の耕起速度から受ける影響は少ないものの、耕起速度の上昇につれて土壌-金属間付着力の増加に起因する接線方向応力の増加が認められた。さらに、れき条厚さの変動の生成因は、耕起速度よりもむしろ、耕深とはつ土板曲面形状に一層強く依存することが判明した。このような検討結果から反力の予測は、若干のばらつきは伴うものの、実用上問題にならない程度に行うことができる見通しがついた。

審 査 の 要 旨

現在さまざまな形態的特色を持つはつ土板プラウが用いられているが、れき条に対して適正な反転性、破碎性を確保しうるはつ土板曲面部の設計手法には、多くの改善の余地が残されている。本研究は、はつ土板曲面部を滑動するれき条によって発生する土壌反力の予測を行う方法の確立を目的として、2種類の三方向力変換器を試作し、応力の変動特性を多面的角度から検討している。

まず、三方向力変換器による反力検出原理、較正試験及び適用性試験から、安定的かつ再現性に富む測定値を求めることに成功した。また、土壌-金属間付着力の概念を導入して、耕起速度と接線力方向応力の間に発生する変動要因を明らかにした。また、このように試作変換器の検出特性を把握したうえで、はつ土板曲面部に生起する反力成分の予測を行った。さらに、数学モデルによる理論値と実験値のばらつきは、実用上問題にならない程度であることを確認した。これらの知見は、はつ土板

プラウの設計過程，とくに曲面部の設計仕様の決定作業において有用な技術情報を与えることができるものであると，高く評価された。

よって，著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。