

氏 名	李 濟 勇
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 1059 号
学位授与の日付	平 成 11 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	農 学 研 究 科 農 業 工 学 専 攻
学位論文題目	ロータリ耕うんにおける耕深制御に関する研究

(主査)

論文調査委員 教授 山崎 稔 教授 池田善郎 教授 梅田幹雄

## 論 文 内 容 の 要 旨

わが国の代表的な耕うん方法として広く行われているロータリ耕うんは耕起と碎土を同時に行い、前作の刈株などの残留物をはじめ全層の土の混合ができる上に、耕うん後平坦な圃場面が得られ、後続の作業を容易にするなどの特長をもっている。しかし、全作の畝が残存していたり、軟弱な箇所が点在する圃場ではトラクタのピッチング、ローリングおよび車体地上高の変動により均一な耕深の確保が困難になる。このうち、ローリングに対しては水平制御システムが実用化されているが、ピッチングなどについては未だ十分な制御がなされているとは言えない。

本論文は、圃場の凹凸および土壌の硬軟によるピッチングおよび車体地上高の変動にもかかわらず、設定した耕深を維持する制御システムの開発を目的として行った研究をとりまとめたものであり、以下の6章から構成されている。

第1章では、農用トラクタ3点リンクヒッチ制御システムに関する国内外の研究を概括し、従来の方式では特に機体のピッチングに対しては設定耕深の維持が原理的に困難であることを指摘している。その問題解決のために、前輪前方に地上高センサを付加した予見制御システムを開発し、その有効性を明らかにすることが本研究の目的であると述べている。

第2章では、リフトアーム角、ピッチング角および土壌の硬軟による地上高の変動と耕深との関係について理論的考察を行っている。

第3章では、開発した制御システムの設定入力部、機体の制御に必要な情報を得るためのセンサ、電子油圧制御部などについて記述するとともに、実験対象の非予見制御システムおよび予見制御システムの制御アルゴリズムを説明している。

第4章では、開発した制御システムの基礎的特性を把握するために、土壌反力などの外乱の影響を受けない宙吊りの状態について、過渡応答および周波数応答実験を行った結果をとりまとめている。過渡応答実験では耕深変化10cmに相当するステップ状変化に対する制御時間および定常偏差を求め、周波数応答実験では使用可能な周波数領域が0.6Hzまでの範囲であることを明らかにした。これらの結果は圃場実験の条件設定に活用されている。

第5章では、圃場における耕深制御システムの実験方法および結果をとりまとめている。実験(1)として、耕うん中に深さ5cmと15cm間で耕深をステップ状に増加あるいは減少させる場合のシステムの応答を調べた。作業機を上げる耕深減少時は円滑に設定耕深に到達するが、深く耕うんする耕深増加時は土壌の抵抗反力のために作業機の自重による降下は若干円滑さを欠き約2cmの定常偏差を認めた。次いで実験(2)では、圃場に深さ15cm、長さ120cmの溝を構築し、その溝を乗り越えてロータリ耕うんを行う場合のピッチング応答実験を実施した。実験は、耕深制御を行わない場合、非予見制御システムおよび予見制御システムについて、応答特性を比較検討している。その結果、本研究で開発した予見制御システムは、非予見制御システムに比べ、急激なピッチング変動に対して耕深変動幅、設定耕深からの平均偏差などにおいて大幅な改善を示すこと、システムの応答特性はサンプリング間隔と緊密な関係をもつことを明らかにしている。

第6章では、各章の要旨をとりまとめるとともに、本研究で開発した予見制御システムはピッチングおよび車体地上高の変動に対して高い制御性能を示し、均一な耕深を維持できるロータリ作業機耕深制御システムとして有効な方法を提示する

ものであると、研究を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

わが国の代表的耕うん法であるロータリ作業では、トラクタがローリングを起こしても作業機は水平に維持される水平制御システムが実用化され、作業の精度・能率向上に大いに役立っている。これに対してピッチングへの対応は十分であるとは言えない。今後、作業の高速化、転作などに伴う農地の多目的利用への趨勢を考えると、圃場の凹凸によるトラクタのピッチングおよび土壌硬度の変動による車体地上高の変化に対応できる耕深制御システムの開発が必要である。

本論文は、これまでの制御システムとは異なる予見制御システムを開発し、その性能特性と実用化の可能性を究明したものであり、評価すべき点は以下の通りである。

1. 制御の時間遅れが原理的に不可避であるために設定耕深維持ができないこれまでの制御システムの問題点を解消する一方法を提示した。耕うん予定走行路の凹凸を前輪前方に設置した地上高センサで検出し、そのセンサ信号を付加した予見耕深制御システムを開発した。
2. 制御に関する各種の機能は、コンピュータのプログラムに基づくプログラマブル耕深制御であり、種々の作業条件に対応可能である。
3. 開発したシステムは0.6Hzまでの周波数領域で使用出来ることが判明したが、これは圃場でのロータリ耕うん作業においてもたらされるピッチング周波数が普通約0.2Hzまでであることから、実用上十分な応答性をもっている。
4. 予見制御システムは非予見制御システムに比べ、機体のピッチングに対して耕深変動振幅を大幅に減少させるとともに設定耕深からの誤差平均、標準偏差の結果からも、耕深制御特性が良好であることを実証した。
5. 開発した予見制御システムの特性は、走行速度の影響は受けにくい、制御信号のサンプリング間隔に密接な関係があることを見出した。

以上のように、本論文はピッチングおよび機体の地上高変動に対応できる耕深制御システムの有効な方法を提示するものであり、農業機械学および農業機械化の進展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成11年2月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。