農用트랙터의 電子由壓式 耕深 制御 시스템 開發+

Development of an Electronic-Hydraulic Tilling-Depth Control System for Agricultural Tractors

류 관 희* 유 수 남** 윤 여 두*** 坂 井 純**** 김 영 상*
K. H. Ryu, S. N. Yoo, Y. D. Yun, Sakai, Y. S. Kim

Summary

The objective of this study was to develop an electronic-hydraulic depth control system. Simulation was carried out to investigate the responses of the control system, and indoor experiments were carried out to confirm the simulation results of the control system. Field experiments were carried out to compare the newly-developed electronic-hydraulic depth-control system with the existing mechanical-hydraulic position control system in terms of the performance of depth control. The electronic-hydraulic depth control system showed better performance than the existing mechanical-hydraulic hitch control system for the forward speeds of tractor less than 7 km/h. It is concluded that the new control system could be adapted to the existing tractors with slight modifications to the conventional mechanical-hydraulic hitch control systems.

1. 서 론

農用트랙터는 플라우 경운 작업과 로터리 경운 작업시에 耕深을 일정하게 유지시키기 위한 기능을 필요로 한다. 현재 국내에 보급되고 있는 農用트랙터는 3점 히치의 機械油壓式 位置 制御 시스템에 의하여 이러한 기능을 수행한다. 그러나 機械油壓式 位置 制御 시스템은 3점 히치의 變位를 감지하여 링크 등의 기구에 의하여 유압 제어밸브를 작동시켜 히치를 승강시키는 시스템으로서 摩擦, 慣性, 이력현상 (hysteresis) 등에 의하여 正確性이 떨어져서 포장 조건 및 작업 조건에 따라서는 운전자가 위치 제어 레버를 수시로 操作하여 경심을 유지해야 하는 문제점을 안고 있다. 또한 기존의 위치 제어 시스템은 트랙터 바퀴의 沈下가 크면 경심이 깊어지게 되고, 반대로 침하가 작으면 경심이 낮아지므로 지표면에 굴곡이 있을 경우 경심을 일정하게 유지하기가 곤란하다. 트랙터가 大型化, 高速化되는 추세에 맞추어 作業能率과 作業精度를 향상시키기 위해서는 이러한 機械油壓式 位置 制御 시스템을 개선한 耕深 制御 시스템의 개발이 필수적으로 요구되고 있다. 일본에서는 최근에 이르러

+ 이 연구는 1990년도 產學協同財團의 學術硏究費 支援에 의하여 수행되었음.
* 서울大學校 農科大學 農工學科
** 全南大學校 農科大學 農工學科
*** 日本 九州大學 農學部 農業工學科
**** 國際 綜合機械 株式會社

마이크로컴퓨터를 이용한 電子油壓式 耕深 制御 시스템이 이미 개발되어 실용화되고 있다. 따라서 우리나라에서도 트랙터의 品質向上과 수출 경쟁력 强化를 위해서 이와 같은 尖端의 耕深 制御 시스템의 개발이 시급히 要求되고 있다.

본 硏究에서는 마이크로컴퓨터와 전기유압밸브를 이용한 電子油壓式 耕深 制御 시스템을 設計.製作하여 그 實用性을 究明하고자 한다.

본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

1. 마이크로컴퓨터와 on-off식 전기유압밸브를 사용한 耕深 制御 시스템을 設計·製作한다.
2. 유압회로의 유량, 불감대의 크기, 제어기의 설계 변수 등이 耕深 制御 시스템의 應答性에 미치는 영향을 컴퓨터 시뮬레이션에 의하여 조사·분석한다.
3. 포장성능 實驗을 통하여 電子油壓式 耕深 制御 시스템과 기존의 機械油壓式 位置 制御 시스템의 耕深 制御 性能을 비교 분석한다.

2. 制御 시스템의 구성 및 실험 방법

가. 트랙터 경심 제어 시스템의 구성과 작동 원리

그림 1은 로터리 경운시의 耕深을 일정하게 제어할 수 있는 電子油壓式 耕深 制御 시스템의 블록선도를 나타낸 것이다.

설정입력부는 50 kΩ의 로터리 포텐쇼미터를 이용하여 位置, 耕深, 不感帶, 比例常數를 설정할 수 있도록 하였다. 로터리 포텐쇼미터의 출력은 DC 0~5 V로 위치 설정의 경우 록샤프트의 角變位를 작업기의 최하강 위치를 기준으로 0~73°까지 변화시킬 수 있으며, 경심 설정의 경우 0~40 cm까지 설정할 수 있도록 하였다. 이 설정입력부는 로커암 회전축에 부착된 위치 센서 또는 로터리의 후부커버에 부착된 경심 센서와 함께 증폭기를 거쳐 전자제어부로 연결된다.

전자제어부는 마이크로컴퓨터, A/D변환기, 디지탈 I/O port, 유압밸브 구동회로로 구성되어 있으며, 작업기의 位置를 感知하는 센서 또는 로터리 耕深 센서로부터 出力되는 電氣的 信號와 設定입력부로부터 나오는 入力信號 (設定位置 또는 設定耕深의 電氣的 信號)를 마이크로컴퓨터에서 比較하여 I/O port로 制御 信號를 내보내는 작용을 한다. 이 제어 신호에 의하여 전기유압밸브가 作動하여 유압실린더에 오일이 압송되거나 오일탱크로 오일이 빠지면 3점 히치 링크는 上昇 또는 下降하여 설정된 위치 또는 경심을 유지시키게 된다. 전자제어부에는 유압제어밸브와 여기에 DC 24V의 전원을 공급해주는 전원공급기를 연결시켜 시스템이 작동되도록 되어 있다.

설정입력과 센서 출력을 받아들여 이를 디지털 값으로 변환시키기 위한 A/D변환기의 입력범위는 0~5 V로 설정하였다.

유압제어밸브로는 3위치 4포트, 스프링작동 탠덤센터형의 on-off식 전자조작 방향제어밸브를 사용하였는데 이것은 밸브 스풀의 위치에 따라 유량을 조절할 수 없는 밸브이다.

위치 센서로는 conductive plastic 소자의 로터

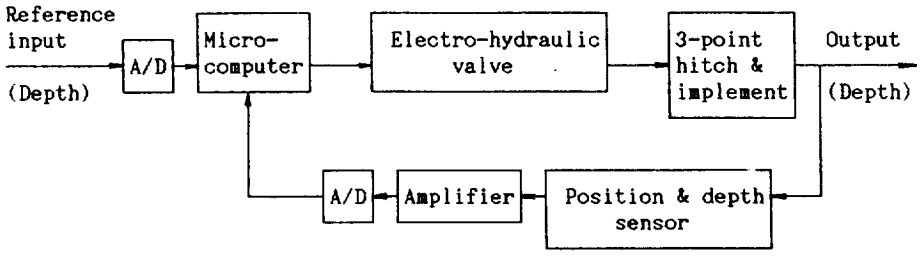

Fig. 1 Block diagram of the electronic-hydraulic hitch control system designed for the experiment.

리 포텐쇼미터를 이용하였으며, 이를 3점 히치 링케이지의 록샤프트에 설치하여 유압실린더의 운동에 따른 록샤프트의 각변위를 감지토록 하였다. 경심 측정의 경우는 그림 2와 같이 로터리의 후부커버 위에 링크를 부착하여 로터리의 경심이 변화하면 로터리의 몸체상부에 부착되어 있는 로터리 포텐쇼미터의 각변위가 변화되도록 하였다.

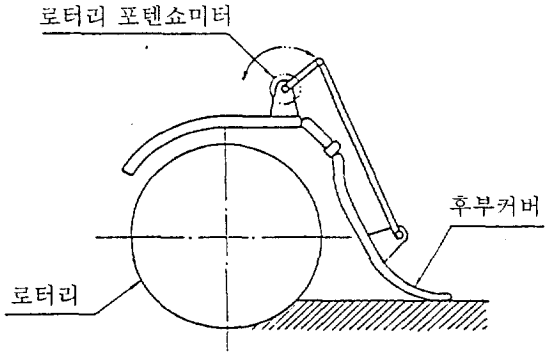

Fig. 2 Sensor for measuring the tilling-depth.

나. 制御 시스템의 性能實驗 장치

제어 시스템의 성능평가를 위한 응답 특성을 파악하기 위해 실내실험을 수행하였는데 실험장치는 그림 3과 같다. 트랙터에서 분리한 유압실린더 및 3점 링크 히치를 고정프레임 위에 설치하고 유압실린더의 유압입구쪽은 고압호스에 연결하여 유압유가 공급되도록 하였으며, 3점 링크 히치에는 로터리 작업기를 설치하였다. 록샤프트에는 로터리 포텐쇼미터를 이용한 위치센서를 부착하였으며 증폭기를 통해 전자제어부와 연결하였다. 전원공급장치와 증폭기, 설정입력부는 실험의 편이를 위해 상자에 넣어 일체화시켰다.

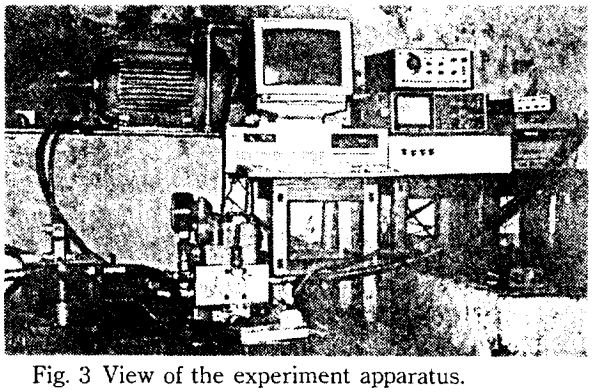

Fig. 3 View of the experiment apparatus.

또한 실내실험에 의해 제어성능을 파악한 후, 실제포장에서 제어 시스템의 경심 제어 성능을 확인하고자 실내실험을 위해 제작된 장치를 K社의 35 마력 트랙터에 탑재하였다. 유압유의 공급은 VS 모터에 의해 구동되는 유압펌프 대신 유압실린더로 들어가는 배관부를 중간에서 끊어 한쪽은 릴리프밸브의 입력부에 연결하였으며, 탱크로 배유되는 유압유의 귀환을 위해 실내실험에서 사용된 별도의 오일탱크 대신 트랙터의 오일귀환부로 유압밸브의 A 포트와 릴리프밸브의 드레인호스를 연결시켰다. 또한 유압실린더로의 유압유 공급은 트랙터에 있는 기존의 유압제어밸브를 거치지 않도록 하기 위해 유압밸브의 B 포트를 유압실린더의 측면에 있는 별도의 포트로 연결하였다. 제어장치를 트랙터에 싣기 위해 트랙터에 별도의 프레임을 제작하여 트랙터에 부착, 탑재할 수 있도록 하였다. 컴퓨터와 모니터, 키보드, A/D 변환기와 I/O, 증폭기 등과 전원공급장치 및 설정입력부가 들어 있는 상자와 유압장치 등은 탑재 프레임에 고정하였다. 그림 4는 포장실험을 위해 트랙터에 탑재된 실험장치의 모습을 나타낸 것이다.

Fig. 4 View of the experiment appratus on the tractor for the experiment in the field.

제어 시스템의 응답특성을 측정하기 위한 측정장치의 구성도는 그림 5와 같다. 본 연구에서는 위치 센서와 경심 센서의 출력, 설정입력을 측정하였다. A/D변환기를 거쳐 마이크로컴퓨터로 입력된 데이터는 디스크에 저장하였다.

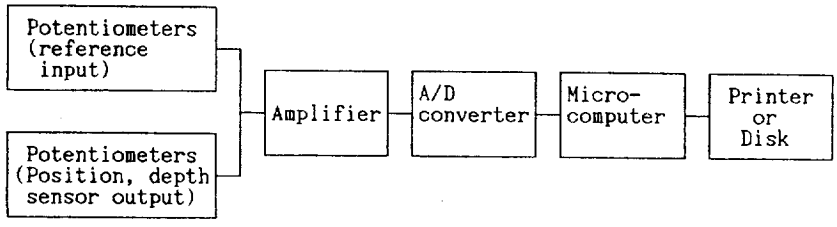

Fig. 5 Block diagram of the measurement system used in the experiment.

다. 성능 試驗方法

1) 컴퓨터 시뮬레이션

본 연구에서 사용한 전자유압식 히치 제어 시스템의 위치 제어 및 경심 제어 특성과 이에 영향을 미치는 주요 요인들을 파악하고자 시스템 각 구성부의 수학적 모델을 구하였다. 이 수학적 모델로부터 전체 시스템의 블록선도를 완성하고 이것을 이용하여 제어 시스템의 응답에 영향을 미치는 요인을 파악하고, 주요 요인들의 변화에 따른 응답을 컴퓨터 시뮬레이션 팩키지 "TUT-SIM"을 통하여 이론적으로 추정하였다. 경심 제어 시스템의 실내 실험 장치에 대한 시뮬레이션 모델은 위치 제어의 경우와 동일하므로 생략하였다("트랙터의 전자 유압식 히치제어 시스템에 관한 연구(III)－컴퓨터 시뮬레이션" 한국농업기계학회지 ,15(5) : 290－297 참조).

2) 室內實驗

본 연구에서 제작된 제어 시스템은 샘플링 주기, 유압회로 유량의 크기, 시스템의 지연시간, 유압 배관과 유압유의 특성, 유압피스톤, 작업기 및 3점히치 링케이지의 제원, 위치센서의 이득, 토양의 특성 등에 의해 제어 특성이 결정되어진다.

이중 본 연구에서는 시스템의 구성에서 결정되는 고정인자는 제외하고 샘플링 주기, 유압회로의 유량, 설정 불감대폭의 크기를 변화시키는 실험을 하였다. 샘플링 주기 T1은 시스템에서 가능한한 프로그램의 수행시간을 짧게하여 단축시켰으며, 유압회로의 유량수준은 5, 10, 15 ℓ/min (이 때 작업기의 승강속도는 각각 10.1 , 20.2, 30.3 cm/s)로 변화시켜 응답을 구하였다.

또한 불감대폭을 변화시켜 작업기의 헌팅이 일어나지 않는 최소의 설정불감대를 구하였다. 계단파 입력은 제어 시스템을 끈 상태에서 설정입력부의 포텐쇼미터로 설정입력을 맞추고, 다시 제어 시스템을 작동시켜 설정위치에 작업기가 오도록 하였다. 정현파 입력은 설정입력부의 설정 위치 입력을 위한 포텐쇼미터 대신 함수발생기를 이용하여 입력토록 하였으며 응답의 측정은 시간이 어느정도 경과하여 일정한 응답을 나타냈을 때 측정하도록 하였다. 실내실험에서의 경심 제어 특성은 위치 제어와 같은 것이므로 생략하였고, 직접 포장실험을 통해 경심 제어 성능을 파악하고자 하였다. ("트랙터의 전자 유압식 히치제어 시스템에 관한연구(I)－위치제어" 한국농업기계학회지, 14(3) : 168－180. 참조).

3) 圃場實驗

포장실험은 전기유압 밸브를 이용한 경심 제어 시스템의 제어 성능을 포장에서 직접 확인한 다음, 실험용 트랙터에는 별도의 경심 제어 장치가 없으므로 단지 昇降 레버에 의한 위치 제어에 의해 나타나는 제어 성능과 비교하고자 실시하였다. 설정경심은 실내실험과 마찬가지로 설정입력부의 포텐쇼미터로 입력하였으며, 트랙터가 일정한 거리를 진행하여 작업기의 실제 경심이 설정치 부근에 도달한 때부터 계측을 시작하였다. 포장실험에 있어 유압회로의 유량은 15 ℓ/min로 고정하였으며 불감대폭은 록샤프트 각변위로 ± 1.46°(센서 신호로 0.1 V)에 해당하는 ± 0.8 cm로 설정하였다. 昇降 레버를 이용하는 경우에는 일단 경심이 설정치에 이르도록 트랙터를 진행시키면서 레버를 수 회 조정하고 난 다음 경심을 측정하였다.

3. 結果 및 考察

가. 시뮬레이션 및 실내실험

開發된 電子油壓式 히치 制御 시스템의 性能을 豫測하기 위해 수행된 컴퓨터 시뮬레이션 결과 계단파 입력의 경우 不感帶의 크기를 油壓回路의 流量이 5 ℓ/min일 때 0.52°, 10 ℓ/min일 때 1.0°, 15 ℓ/min일 때 1.58°로 설정하였을 때 헌팅이 일어나지 않았으며, 室內實驗의 結果는 5 ℓ/min일 때 ±0.73°, 10 ℓ/min일 때 ±1.10°, 15 ℓ/min일 때 ±1.46°로 설정하였을 때 헌팅이 일어나지 않았다. 따라서 헌팅이 일어나지 않게 하기 위해서는 油壓回路의 流量크기의 增加에 따라 設定不感帶를 크게 해야만함을 알 수 있었다. 정현파 입력의 경우 설정위치 입력이 저주파수인 경우에 위상차와 진폭의 감소가 약간씩 나타나고 진동도 커지면서 설정치를 추종하는 경향을 보였다. 그리고 이득 감소와 위상차가 나타나는 주파수는 유압회로의 유량증가에 따라 점차 커지는 경향을 보여 유량이 커질 수록 시스템의 응답은 정현파의 설정위치 입력을 잘 추종하는 것으로 나타났다("트랙터의 전자 유압식 히치 제어 시스템에 관한 연구(III)－컴퓨터 시뮬레이션" 한국농업기계학회지 ,15(5) : 290－297 참조).

나. 포장실험

본 연구에서 제작된 전기유압 밸브를 이용한 耕深 制御 시스템의 性能을 평가하고자 圃場實驗을 實施하였다. 포장실험은 서울大學校 農科大學 構內 圃場에서 실시하였다. 실내실험의 결과로부터 유압회로의 유량이 클수록 제어 시스템의 응답속도는 빨라지고 주파수 응답이 개선되어 설정값과 센서 출력간의 이득의 감소는 작아지고 위상차는 작아지므로 유압회로의 유량은 15 ℓ/min로 고정시켰으며 설정불감대폭은 ±1.46° (센서 신호로 0.1 V)에 해당하는 ±0.8 cm로 설정하였다.

그림 6은 포장실험에서 나타난, 전기유압 밸브를 이용한 제어 시스템의 경심 제어 결과의 일부를 나타낸 것이다. 속도증가에 따라 설정 경

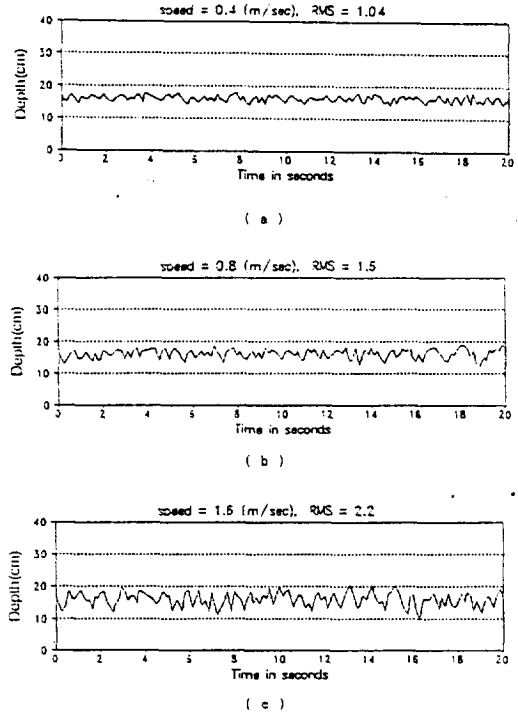

Fig. 6 Responeses of the depth control system with on-off valve in the field.

심에 대한 실제 경심간의 오차는 점차 커지는 것을 알 수 있다. 이러한 경향을 좀더 자세하게 살펴보고 제어 시스템의 제어 성능을 비교하기 위하여 속도수준에 따른 RMS error (root mean square error) σ값을 구하였다.

$$J = \sum_{k=1}^{N} (r_k - c)^2$$

$$\sigma = \sqrt{J/N}$$

여기서, r_k＝기준입력
c＝센서출력
N＝데이터의 수

그림 7은 동일한 속도수준에서 3 회씩 행한 실험 결과의 RMS error들을 계산하여 트랙터의 각 속도수준에 대하여 나타낸 것이다. 트랙터의 진행속도가 0.4 m/s일 때 RMS error는 1.215 cm였으며 속도가 증가함에 따라 RMS error는

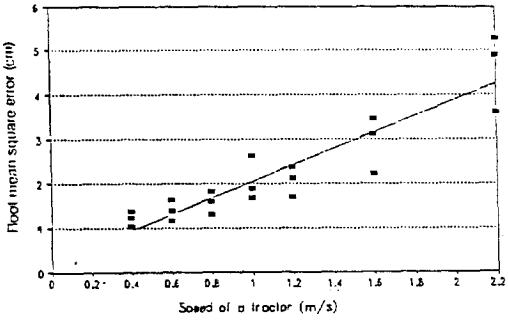

Fig. 7 Relationship between RMS errors and the speed of tractor with the electronic-hydraulic depth control system.

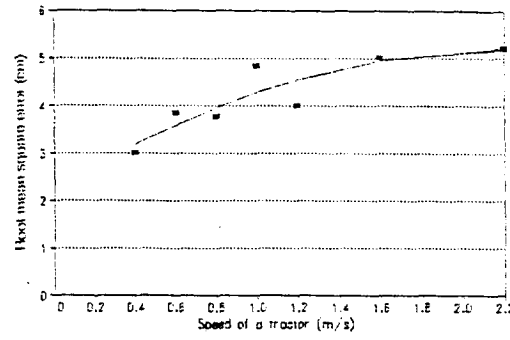

Fig. 8 Relationship between RMS errors and the speed of tractor without a depth control system.

점차 증가하여 1.2 m/s일 때에는 2.06 cm로 나타났으며 속도가 2.2 m/s에 이르면 4.59 cm로 증가하였다. 그림에서 직선은 위에서 구한 각 RMS error들의 직선회귀식으로서 다음과 같다.

RMS error(cm) = 1.846011 × speed of tractor (m/s) + 0.196207

한편 작업자가 승강레버를 조작하여 작업기의 위치만을 설정할 수 있는 기존 트랙터의 경우 록샤프트의 각위치는 고정되어 작업기의 경심은 지표면의 형상에 의해 큰 영향을 받는다. 따라서 불규칙한 지표면일수록 작업기에 나타나는 경심 또한 불규칙해지므로 정확한 경심을 유지하기가 곤란해 진다.

이러한 경향을 확인하기 위하여 승강레버로 로터리 작업기의 경심을 일정하게 고정한 후 트랙터의 진행속도를 변화시켜 가면서, 경심의 변화를 측정하였다. 그림 8은 측정된 경심에 대한 RMS error를 구하여 각 속도수준에 대하여 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있는 것처럼 RMS error는 속도의 변화에 대하여 다소 증가하였으나, 속도수준에 대하여 뚜렷한 상관관계를 보이지 않았다.

그림 7과 그림 8의 결과로부터 두 시스템의 차이를 살펴보면, 트랙터의 진행속도가 낮을수록 전자유압식 히치 제어 장치에 의해 나타나는 경심의 RMS error가 기존 트랙터의 위치 제어 레버에 의해 나타나는 경심의 RMS error 보다 0.4 m/s의 경우 1.80, 0.6 m/s의 경우 2.50, 0.8 m/s일 때 2.20이 작아 경심이 보다 더 일정하게 유지되는 것을 알 수 있다. 그러나 속도가 증가함에 따라 그 차이는 속도가 1.0 m/s일 때 2.77, 1.2m/s일 때 1.94,2.2 m/s일 때 0.64로 점점 작아짐을 알 수 있다. 이러한 경향은 전자유압식 히치 제어 시스템의 성능실험으로부터 얻어진 주파수 특성에서 알 수 있는 것처럼 트랙터의 주행속도가 증가하면서 지표면 토양형상의 변화속도가 빨라져 센서로의 입력신호에 고주파수 성분이 증가하므로 제어 시스템의 대수 이득은 점차 감소하고 위상차가 증가되면서 제어성능이 떨어지기 때문이라 판단된다.

4. 要約 및 結論

이 研究는 마이크로컴퓨터와 電氣油壓밸브를 이용한 電子油壓式 3點 히치 制御 시스템을 開發하고 開發된 制御 시스템의 性能을 既存의 시스템과 比較하여 實用化의 可能性을 摸索하는데 그 目的이 있었다.

본 研究에서 開發된 電子油壓式 히치 制御 시스템은 作業機의 位置와 耕深을 制御할 수 있도록 하였다.

製作된 制御 시스템의 性能을 파악하기 위해 室內實驗을 수행하였으며 既存 트랙터의 히치제어 시스템과의 性能上의 差異를 알아보기 위해 圃場實驗을 實施하였다. 室內實驗은 位置 制御에 대하여 실시하였으며 圃場實驗은 耕深 制御

에 대하여 實施하였다.

研究結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 제작된 제어 시스템은 설정위치에 대하여 유압회로의 유량증가에 따라 제어의 정확도는 떨어지게 되며, 유압회로의 유량이 5, 10, 15 ℓ/min인 경우 ±0.73°, ±1.10°, ±1.46°로 설정함으로써 헌팅이 일어나지 않음을 알 수 있었다.

2. 正玄波 入力을 주었을 경우 周波數의 增加에 따라 利得은 減少하고 位相差는 커지는 傾向을 나타냈다. 利得의 減少와 位相差의 增加幅은 流量이 클수록 작아 周波數 特性은 流量이 클수록 改善되는 것을 알 수 있었다.

3. on-off식 전기유압 밸브를 사용하는 制御 시스템에 대하여 圃場實驗을 수행한 결과, 설정 경심에 대한 誤差는 트랙터의 進行速度에 比例하여 增加하는 傾向을 나타내었으며, 制御 시스템이 없는 기존 트랙터의 경우에는 속도 변화에 관계없이 거의 일정한 크기의 誤差를 나타내었다.

4. 기존의 機械油壓式 히치 制御 시스템의 短點을 補完하기 위해 開發된 電子油壓式 3點 히치 制御 시스템은 圃場實驗 結果 耕耘速度가 약 7 km/h 이하일 때에는, 昇降레버만을 操作할 수 있는 기존 트랙터의 機械油壓式 히치 시스템에 비하여 耕深 制御 성능이 우수하였으나 耕耘速度가 더이상 증가하면 耕深 制御 性能은 그이상 改善되지 않았다.

5. 컴퓨터 시뮬레이션에 의하면, 製作된 制御 시스템은 油壓回路의 流量이 클수록, 샘플링 주기가 짧을수록 周波數 特性이 改善되어 圃場에서의 制御 性能도 向上될 것으로 判斷된다. 따라서 가능한한 정격 유량이 큰 유압밸브를 사용하고 시스템의 時間遲延이 짧아지도록 유압회로를 짧게 하며 變換時間이 더욱 짧은 A/D 變換器를 사용할 경우 시스템의 制御 性能을 더욱 向上시킬 수 있을 것으로 判斷되며, 設定 入力部와 電子制御部를 單純化시키면 實用化가 가능할 것으로 보인다.

參 考 文 獻

1. 유수남. 1989. 트랙터의 電子油壓式 히치 制御시스템에 관한 硏究. 서울대학교 박사학위 논문.
2. 유수남, 류관희, 박준걸. 1989. 트랙터의 電子油壓式 히치 制御시스템에 관한 硏究(I) －位置制御. 한국농업기계학회지 14(3) : 168－180.
3. 유수남, 류관희, 윤여두. 1989. 트랙터의 電子油壓式 히치 制御시스템에 관한 硏究(II) －牽引力制御. 한국농업기계학회지 14(4) : 229－241.
4. 김기영, 류관희, 유수남. 1990. 트랙터의 전자유압식 히치제어 시스템에 관한 연구(III) － 컴퓨터 시뮬레이션. 한국농업기계학회지. 15(5) : 290－297.
5. Akama, J. 1983. Electronic control system for farm tractor. Tech. J. of Isigawajimahama 23(2) : 133－135.
6. Alderson, L. L. 1984. Electronic hitch control. ASAE publication 8－84 : 60－66.
7. Ayers, P. D. and K. Venugopal Varma. 1987. Personal computer aided design(PCAD) of electro－hydraulic control systems. Trans. of the ASAE 3(2) : 241－246.
8. Crolla, D. A. and G.Person. 1975. The response of tractor draught control to random variations in draught. J. Agri. Eng. Res.20 : 181－197.
9. Crolla, D. A. 1976. Effect of cultivation implements on tractor ride vibration and implications for implement control. J. Agri. Eng. Res. 21 : 247－261.
10. Dell'Acqua, R., G. Dell'orto, r. Guagliumi, G. Amedei and A. Cevolini. 1986. Agricultural vechicle electronics-A new hitch control. SAE paper No. 860479.
11. Dobrinska, R. and R. Jarboe. 1981. The development and application of electro-hydraulic control system for case 4WD tractors.

SAE. paper No. 810941.

12. Dwyer, M. J. 1969. The effect of draught control response on the performance of agricultural tractors. J. Agri. Eng. Res. 14(4) : 295－312.
13. Fujiura, T. 1981. Automatic control of rotary tilling tractor. Proceedings of JSAM : 12－21.
14. Hesse, H. and R. Moller. 1968. Experimentelle und simulierte unter-suchung eines elektrohydraulischen pflugregelungssystems. Grundl. Landtechn. 18(5) : 177－184.
15. Hesse, H. and R. Moller. 1972. Eine elektrohydraulische Zwei-Groben-Trifen regelung f r grobe schlepperanbaupflunge. Grundl. Landtechn. 22(3) : 75－79.
16. Hesse, H. and W. Schrader. 1984. Hitch system comparison mechanical, hydraulic, electronic. SAE paper No.841130.
17. Hobbs, J. and H. Hesse. 1980. Electronic/Hydaulic hitch control for agricultural tractors. SAE paper No.801018.
18. Lopez, J. R. and G. M. lance. 1984. Integrated simulaion of agricultural tractor with controlled implement. Sae paper No. 841128.
19. Lourigan, P. and K. Patel. 1979. Agricultural tractor electro-hydraulics. SAE. paper No. 790848.
20. Moller, A. 1985. Application of micro-processors within agriculture. Agri. contact.
21. Smith, D. W. and R. R. Yoerger. 1975. Simulation of a tractor three point hitch draft control system. Trans. of the ASAE 8(3) : 404－408.
22. Squire, R. E. 1984. Electronic draft control system. ASAE publication 8－84 : 67－75.

◆ 학 회 광 고 ◆

◉ '92 동계 학술논문발표회 개최 및 발표 요지모집

본 학회에서는 아래와 같이 '92동계 학술논문발표회를 개최할 예정이오니 논문발표를 희망하는 회원 여러분께서는 발표요지를 작성하시어 1월 31일까지 신청하여 주시기 바라며, 회원 여러분의 많은 참가를 부탁드립니다.

－아　　래－

가. 일　시 : 1992년 2월 20일 (목) 10 : 00～17 : 00시
나. 장　소 : 서울대학교 농과대학 대형강의동
다. 일　정 : 10 : 00～11 : 00 등록 및 개회식
　　11 : 00～12 : 00 논문 발표
　　12 : 00～13 : 00 중식(학회 제공)
　　13 : 00～17 : 00 논문 발표