작업대 수평유지식 과수원 고소작업차 개발

장익주

Development of a Lifting Utility with Balance-controlled Platform

I. J. Jang

Abstract

Facing the current hikes of labor wage and high oil price, it is needed to have energy-saving machinery which also enables us precise farm operations. Thus, it was necessary to develop a safe machine which allows secure and pleasant works along orchard slopes.

In this study, a lifting utility with balance-controlled platform was developed. The platform utility could maintain to level the workbench while driving along slopes. Even the machine body was driven at the tilt angle ranges of $\pm 20^\circ$, the platform bench could be maintained within $\pm 0.5^\circ$ of a gimbal angle. In addition, the machine lifted up to 2.0 m using an electric-hybrid driving mechanism with a low noise. A tandem hybrid power source was developed with a DC 72 V, 100 AH for the Deep-Cycle batteries, charged with 3.5 kW gasoline generator as an auxiliary power source. HST, which is one of the CVT's, was adopted as a transmission device, and a crawler track was used for the safety of the vehicle against tip-over. The maximum lifting height of platform was is 2,500 mm, and the maximum extendable width was 2,900 mm.

Keywords : Lifter, Platform, Electric-hybrid driving, Balance-controlled, Orchard

1. 서론

우리나라 과수의 대부분이 경사지에 식재되어 있어 과수 관리 작업의 기계화가 곤란한 것은 누구나 다 알고 있는 사실이다. 또한, 유럽이나 미국 등에서는 가공용 과실의 생산을 목적으로 하고 있지만 우리나라는 생식용 과실의 생산을 목적으로 하고 있다. 최근에 과수원은 과일의 당도를 높이기 위하여 일교차가 큰 고지대를 찾아서 과원을 조성하고, 조성할 때 평탄작업이나 배수시설 등과 같은 기반조성을 하지만, 물 빠짐을 좋게 하기 위하여 과수원 전체적으로 10~15° 전후의 경사를 주는 경우가 많다.

과수원의 관리작업에는 전정, 수분, 적화, 적과, 수확 등이 있으며, 각각의 작업은 수세를 안정시키고 품질을 높이고 수량을 유지할 수 있는 중요한 작업이다. 사과 재배에서는 전국 평균 전작업시간 중 273 h/10a을 기준으로 해서 전정은 13%,

수분·적과는 25%, 봉지 씌우기 6%, 적엽 등의 작업은 23%에 해당한다. 제초·방제 이외의 관리작업 시간의 비율은 67%나 되고 수확작업은 17%이상이라고 한다(Ota, 2011).

수확작업 중 또 다른 하나의 과제는 수확상자 핸들링의 합리화이다. 사과의 수확에는 통상 플라스틱제의 수확상자가 이용되고 소정량의 과실을 수용하면 20 kg 정도의 중량이 된다. 과실을 넣은 수확상자는 트레일러나 동력운반차로 원외로 반출시키고, 트럭에 적재하여 농가의 창고나 선과장으로 운반된다. 특히 대량의 수확물을 취급하는 대규모 과원이나 고령자, 여성에게는 부담이 크기 때문에 작업의 경량화가 요망되고 있다.

이상과 같이 사과원에서 인력작업을 경량화 시키는데는 고소작업차가 필수적이며 고소작업차의 고성능화는 연구 개발할 필요한 과제란 것을 확인하였다. 현행의 과수원용 고소작업차는 궤도형의 주행차량에 수확작업자가 탈수 있는 작업대

This study was supported financially by the Agricultural R&D Promotion Center (ARPC). The article was submitted for publication on 2011-05-02, reviewed on 2011-05-17, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2011-05-24. The authors are Ik Joo Jang, KSAM member, Professor, Dept. of Bio-Industrial Machinery Engineering, Kyungpook National University. Corresponding author: I. J. Jang, Professor, Dept. of Bio-industrial Machinery Engineering, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Korea; Fax: +82-53-950-6780; E-mail: <ijjang@knu.ac.kr>.

를 승강가능하게 한 장치를 장착한 것으로서 수직으로 승강하는 수직 승강식과 원호 상으로 승강하는 붐식의 고소작업차가 보급되고 있다(Ota, 2011; JSAM, 1984).

수직 승강식 과수원용 고소작업차는 X형의 암(arm)에 지지된 작업대를 지상고 80~200 cm의 범위에서 수직으로 승강할 수가 있다. 또한, 이 작업대는 작업자를 포함하여 350 kg의 탑재능력을 가지고 작업대 위에서 차체의 주행, 작업대의 승강 등의 조작이 가능하다. 이런 종류의 작업차에는 작업자가 작업대로 부터 수관 내부로 이동하기 위한 디딤판이 되는 장출판이 설치되어 있고, 최근에는 인출시 장출판을 전동 장치에 의해서 빼고 넣을 수 있는 것도 시판되고 있다. 이러한 타입은 작업대가 넓고 탑재력이 큰 것이 특징이고, 과수원 내 운반용으로도 이용 가능하지만(Nagaki, 1996), 경사지에서 전·후 방향의 전복 위험을 해결하지 못하고 있다.

붐식의 과수원용 고소작업차는 붐의 선단에 설치된 Gondolar 형의 작업대가 지상고 45~350 cm의 범위에서 원호상으로 승강한다. 작업대에는 작업자를 포함하여 120 kg 정도의 적재가 가능하며, 차체의 주행, 차체의 회전, 작업대의 승강 및 붐의 좌우 30° 선회 등의 조작이 가능하다. 또한, 차체의 안정성을 향상시키기 위하여 궤도 중심 폭을 120 cm에서 160 cm로 확대 할 수도 있다. 작업대의 후부(붐측)에는 수확 상자 설치대가 있어 수확된 과실을 설치대 위에 장착된 수확상자에 수용할 수가 있다. 이러한 붐형의 고소작업차는 탑재능력이 적으므로 수관으로의 접근이 용이하고 작업범위가 넓은 것이 특징이지만(Nagaki, 1996), 이것 또한 경사지에서 전복의 위험을 해결하지 못하고 있다.

따라서 과수 관리작업의 기계화가 필요하여 고소 관리 작업차가 시판되고 있으나 농민이 직접 사용하는 경우는 극히 드물다. 사용하지 않는 이유는 낮은 경사도의 경사지에서도 전복의 위험이 있고, 동력원으로 엔진을 사용하기 때문에 하루 종일 소음의 공해를 받아 농민이 기피하는 현상 때문이다. 이에 본 연구에서는 경사지에서도 수평유지가 가능한 작업대 및 전기 구동에 의해서 주행하는 저 소음의 전동 주행차량 사과 상자의 상하차 장치 등의 기능을 가진 수평제어식 전동 고소작업차량을 개발하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 고소작업차의 구성

작업대 수평제어식 과수원 고소작업차는 그림 1과 같이 구성하였으며, 고소작업차는 궤도타입의 주행장치, 미션 및 HST, 구동모터인 DC 72 V 브러시 타입의 모터, 3.5 kW의 발전기, 수평제어식 작업대 승하강 장치, 작업대 및 장출장치 등으로 구성되어 있다. 궤도는 폭 400 mm, 높이 400 mm, 중심길이 1030 mm인 2개의 궤도장치가 궤도폭 1000 mm으로 장착되

Fig. 1 Design drawing of a Lifting Utility with Balance-controlled Platform.

어 있으며 궤도 앞쪽 중간에 동력전달 장치인 변속기와 HST가 장착되어 있다. HST의 좌측에 DC모터가 연결되어 있고 발전기는 HST의 앞쪽에 설치하였다. 모터 구동용 밧데리는 차량의 뒷부분에 설치하였으며 배터리는 Deep cycle용 배터리로서 12 V 100 AH의 배터리 6개를 직렬로 연결하여 72 V의 모터를 구동하도록 하였다.

나. 동력전달계

주행부의 구동은 엔진, 벨트, 미션을 통해서 크롤러(crawler)로 전달된다. 관리작업차량의 중요한 특징은 구동모터의 정격회전속도에 대해서 주행차량의 부하가 변하여도 일정 범위 내에서 작업속도를 미세하게 조절할 수 있는 것이 동력전달계의 특징이다. 이러한 동력전달계는 과거 치차식의 유단 변속기였지만 현재는 치차식으로부터 HST, 파워시프트(powershift), 무단변속기구가 운전조작의 향상을 위해서 많이 사용되고 있다.

HST는 유압펌프와 유압모터로 구성되어 있고 유압펌프의 사판각을 조작레버로 변화시킴으로서 토출량을 가감하고 전후진 및 속도를 무단으로 변화시킬 수 있는 구조로 되어있다. 그림 2는 트랜스미션 변속부인 하이파워시프트의 1예로서 상시 맞물려있는 기어 사이에 습식 다판 클러치를 설치하여 유압펌프로 부터의 유량을 레버로 단속시켜 변속한다. 파워시프트부는 유단변속이지만 부변속을 병용해서 다단으로 할 수 있는 구조로 되어 있다(Soda, 1987).

다. 수평유지 장치

수평유지 장치는 그림 3과 같이 제작하였다. 규격 가로 45×세로 75×두께 2.3 mm의 사각 파이프를 사용하여 가로 1200

Fig. 2 Schematic of Power train with the platform lift.

Fig. 3 Design drawing of balance-controlling device.

Fig. 4 Hydraulic pressure circuit of balance-controlling device.

mm, 세로 1200 mm의 사각 틀을 만들고 이 사각틀의 앞뒤 중앙에 베어링 지지대를 만들고 직경 60 mm, 작동거리 300 mm의 유압실린더 2개를 사용하여 사각틀의 좌우를 각각 밀어 올리는 방식으로 수평유지가 되도록 하였다. 수평제어는

수평센서로 부터의 출력을 받아서 두 개의 유압실린더가 수평유지 아암(arm)을 수평으로 유지하는 형식을 취하고 있다. 유압실린더와 수평유지 아암은 그림 3과 같이 수평유지 아암을 두개의 유압실린더가 좌우를 분담하여 밀어 올리는 구조로 되어 있다. 이는 1개의 실린더로 수평유지 아암을 올리고 내리고도 할 수 있지만 그림 4와 같이 유압 회로도를 구성하여 실린더의 좌우 이동속도를 동일하게 유지하고 유압실린더의 특성을 고려하여 2개의 실린더가 양쪽을 똑같이 밀어 올리고 있으므로 수평유지 아암의 흔들림이나 진동에 의한 연결고리의 백래쉬(backlash) 등을 없앨 수 있는 장점을 고려하여 그림과 같이 제작하였다(Jang et al., 2006).

라. 상하 이동 장치

상하 이동 장치는 그림 5와 같이 제작하였다. 규격 가로 50×세로 100×두께 2.9 mm의 사각파이프로 그림과 같이 Z자형태의 아암(arm) 장치를 제작하였다. 그림과 같이 상부 이동 아암은 붐과 제 1아암, 제 2아암으로 구성되어 있다. 붐은 길이 1500 mm의 사각파이프를 폭 600 mm의 간격으로 수평유지 프레임에 부착하여 유압실린더로 높이 1000 mm까지 유압실린더로 상하 틸팅(tilting)할 수 있도록 구성하였다. 제 1아암은 길이 1100 mm, 제 2아암은 700 mm이며 각각 2개의 실린더로 작동하도록 구성하였다. 붐은 작업대를 상하로 이동시키는데 주 역할을 하며 제 1아암과 제 2아암은 주행방향의 수평유지용으로 주로 사용하도록 구성하였다. 붐이 상하 이동할 때 제1 아암이 1차적으로 수평유지를 위해 상하 이동을 동시에 행하며, 부수적으로 작업대의 정밀한 수평유지를 위해서 제2 아암이 상하로 이동하여 작업대의 수평을

Fig. 5 Vertical lifting structure and actuating cylinder.

Fig. 6 Drawing of platform (Catwalk folded).

Fig. 7 Drawing of platform (Catwalk extended).

유지해 주는 형식을 취하고 있다. 봄과 제1 아암의 길이 비는 약 3:2의 비로서 봄이 상하로 이동을 하는 동안 제1 아암은 보조적으로 상승할 때는 수평유지를 위해서 상승하고 하강할 때는 먼저 하강하여 제2 아암의 작동범위를 확보해주는 역할을 하여 제2 아암이 항상 수평유지를 하도록 구성하였다. 제2 아암은 작업대의 전후방향 수평유지를 하는 역할을 하며, 수평센서로 부터의 출력을 받아서 유압실린더를 상하 이동시켜 작업대의 수평을 유지하도록 구성하였다.

마. 상부 작업대

상부 작업대의 바닥판은 그림 6과 같이 두께 50 mm, 길이 1700 mm, 폭 1100 mm이며, 바닥판의 앞쪽에는 두께 50 mm, 높이 500 mm, 폭 1100 mm의 판을 바닥판에 수직으로 부착하여 적재물의 지지와 운전조작 장치를 부착하기 위한 지지대로 사용하도록 하였다.

작업대는 앞쪽에서 500 mm 위치에 제2 아암의 링크 지지편이 위치하도록 하여 뒤쪽 1200 mm의 부분을 유압실린더가 밀어올리고 내리고 하여 작업대의 수평을 유지하도록 하였다. 작업대에 장착된 장출판은 그림 7과 같이 두께 50 mm, 폭 600 mm, 장출길이 900 mm의 사각판으로 구성되어 있으며 1개의 작업대에 2개의 장출판을 장착하였다. 2개의 장출판은 좌우로 배치되어 있으며 좌측의 장출판은 중앙에서 앞쪽에 위치하고 우측의 장출판은 뒤쪽에 위치하도록 배치하였다. 장출판을 동일 위치에 하지 않은 것은 작업대의 폭은 1100 mm인데 장출판의 길이가 900 mm이기 때문에 상하로 배치하지 않고 좌우로 배치하였다. 장출판의 작동은 직경 40 mm, 작동거리 900 mm의 유압실린더로 이동하도록 구성하였다. 작업대의 좌우와 장출판의 앞쪽에는 직경 20 mm의 파이프 가이드를 부착하여 작업자가 안전하게 잡고 몸의 균형도 잡을 수 있도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 고소작업차의 특징

동력원은 소음과 진동공해를 줄이기 위하여 엔진을 주 동력원으로 사용하지 않고, 표 1과 같이 DC 72 V, 100 AH의 납 축전지를 사용하고, 보조 충전 또는 응급 시 보조 동력원으로 3.5 kW의 가솔린 발전기를 겸용해서 사용할 수 있도록 한 직렬형 하이브리드 차량이다. 가솔린 1500 cc 엔진은 과수원에서 주행에 필요한 연료 소모량도 대략 5 L/h 정도인데 전기의 충전을 이용하여 이를 절약 할 수 있도록 하였다. 엔진을 사용할 경우 소음이나 진동에 의한 공해는 60~100 dB 정도인데 전동 지게차와 같이 배터리의 직류전기를 이용한 전동기를 사용함으로써 작업자의 피로를 줄일 수 있는 쾌적한 공간에서 작업이 가능하다.

주행부는 표 1과 같이 궤도형(crawler, 평균접지압 0.223 kgf/cm²)으로 하고 변속방식은 유압무단변속 HST를 사용하였다. 궤도를 사용한 이유는 전복을 방지하기 위하여 접지면적을 크게 하기 위한 것이고, 유압무단변속 HST를 사용한 이유는 HST를 이용하면 전동모터가 최대출력의 상태에서도 slow start, slow stop이 가능하며 좌우 방향 조향과 start, stop하는데 원격조종(deck 위에서 조종가능)이 쉽게 가능하기 때문이다.

나. 좌·우 수평제어장치

수평유지 장치는 그림 9와 같이 가로 1200 mm, 세로 1200 mm의 사각 틀의 좌우에 직경 60 mm, 작동거리 300 mm의 유압실린더 2개가 사각틀의 좌우를 각각 밀어 올리는 방식으로 수평유지가 된다. 만약 차체가 좌측으로 기울어지면 센서가 경사각 0.5° 이상이 되면 좌측의 출력 릴레이가 ON되어 좌측의 유압실린더를 밀어 올리는 유압 솔레노이드를 작동시

Table 1 Specification of balance-controlled platform lifting utility

Item			Specification
Total size	Length (mm)		3,100
	Width (mm)		1,500
	Height (mm)		1,700
Total weight (kg)			1,000
Power	Motor power (kW)		3.5
	Rotational speed (rpm)		1,750
	Battery		72V-100AH
	Charging power		단상 220V, 3KVA
Driving part	Crawler (W×L) (mm)		400×1,345
	Center distance of crawler (mm)		1,030
	Average ground pressure (kgf/cm ²)		0.223
	Transmission method		Hydraulic continuously transmission HST
	Travel speed (m/s)	Forward	Low : 0~0.94 Medium : 0~1.35 High : 0~2.25
		Backward	
Platform size	Length (mm)		1,700
	Width (mm)		1,100
	Height (mm)		min : 1,000 max : 2,500
	Catwalk size	Length (mm)	900
		Width (mm)	600

Fig. 8 Balance-controlled platform lifting utility. **Fig. 9** Latitudinal balance-controlled device.

켜 유압실린더가 경사각 0.5° 이내가 될 때 까지 작동한다. 만약 차체가 우측으로 기울어지면 우측의 센서와 유압실린더가 작동하며 항상 좌우 경사는 $\pm 0.5^\circ$ 이내를 유지한다. 수평유지를 하는데 필요한 시간은 1초 이내였다. 왜냐하면 경사각 0.5° 를 벗어나면 기울기 센서의 릴레이가 작동되어 실린더를 작동시키므로 최대 0.5° 의 경사각에 해당하는 거리만큼 실린더가 움직이면 되므로 실린더가 작동하는 시간은 거의 무시할 수 있으며 기울기센서의 응답속도는 0.5초 이내이다. 다시 말하면 과수원의 경사가 15° 정도이더라도 고소작업차

는 15° 의 경사까지 기울어지기 전에 0.5° 범위로 수평유지를 행하였다고 할 수 있다.

그림 10은 차량이 좌우로 약 20° 정도 기울어졌을 때의 작업대 수평유지가 되는 환경이다. 그림과 같이 차량은 기울어져도 작업대는 수평을 유지할 수 있으며 만약 그림 11과 같이 차량의 하중을 1000 kg이라고 가정하면 모멘트 계산에 의해서 차량 왼쪽 바퀴의 중심위치에서 1480 mm 떨어진 P_3 의 위치에 300 kg의 집중하중이 가해져도 차량이 옆으로 뒤집히는 것은 발생하지 않음을 알 수 있다. 특히 P_3 의 위치에

Fig. 10 Balancing demonstration of latitudinal level control.

Fig. 11 Dimensions of latitudinal balance controlling device for stability analysis.

300 kg의 집중하중을 가할 수 없으며 작업대 위에 사과 상자가 적재되면 작업대 위에 적재하지 않고 장출판 위에 적재만 하는 일은 절대 없을 것으로 생각한다.

다. 상하 이동 및 전·후 수평제어 장치

고소작업차의 상하이동은 그림 12와 같이 봄을 밀어 올리는 2개의 실린더와 제 1아암을 밀어 올리는 2개의 실린더에 의해서 작동한다. 봄에 의해서 상하로 1.0 m의 이동이 가능하고 제1 아암에 의해서 0.5 m정도의 이동이 가능하므로 총 1.5 m의 상하 이동이 가능하다. 따라서 작업대의 이동 높이는 차량의 차고를 합치면 2.5 m이 된다. 작업자의 키의 높이를 가산하면 4.0 m까지 작업이 가능하다는 것을 알 수 있다.

전후 수평유지는 제 2아암에 의해서 주로 이루어지며 만약

Fig. 12 Vertical lifting and longitudinal balance controlling device.

제1 아암이 수평의 상태에서 앞으로 기울어지면 보조적으로 제 1아암이 수평유지를 위해 상승하도록 하였다. 수평유지는 $\pm 1^\circ$ 이내에서 유지된다.

그림 13은 차량이 전후로 약 20° 정도 기울어졌을 때의 작업대 수평유지가 되는 환경이다. 그림과 같이 차량은 기울어져도 작업대는 수평을 유지할 수 있으며 만약 그림 14와 같이 P₃의 위치에 1500 kg의 집중하중이 가해져도 차량이 뒤로 뒤집히는 것은 발생하지 않음을 알 수 있다. 특히 P₃의 위치에 1500 kg의 집중하중을 가할 수 없으며 작업대 위에 사과 상자가 적재되면 작업대 앞쪽부터 적재하며 전체적으로 넓게 적재됨으로 적재함의 중심위치인 P₂의 위치에 적재된 하중은 차량의 안정성 유지에 도움이 되는 하중이다.

Fig. 13 Balancing demonstration of longitudinal level control.

Fig. 14 Dimensions of longitudinal balance controlling device for stability analysis.

Fig. 15 A view of extended catwalk.

라. 장출판 장치

Z자형의 아암 상부의 데크(deck)의 크기는 길이 1700, 폭 1100 mm이며 데크 상부에는 레일식 장출판(catwalk)이 전후로 나왔다가 들어갔다 할 수 있도록 되어있어 과수나무의 수관부까지 이동이 가능하도록 하였다. 장출판은 그림 15와 같이 두께 50 mm, 폭 600 mm, 길이 900 mm의 판으로서 유압실린더의 작동에 의해서 좌우로 900 mm까지 장출할 수 있다. 따라서 작업대의 폭이 1100 mm, 장출 길이가 900 mm인 판이 좌우로 2개 이므로 작업대의 전체 폭은 2900 mm(약 3 m)이다. 보통 과수원의 주관폭은 4 m이므로 작업자가 손을 뻗치면 주관의 중심까지 모든 작업이 가능하다.

마. 운전조작 및 수평유지 장치

고소작업차의 운전조작장치는 그림 16과 같이 차량 앞쪽 운전석의 좌측에 위치하고 있으며 그림과 같이 좌측 맨 앞쪽에는 작업대의 조작장치가 설치되어 있고 그 뒤쪽에 좌우 조향 레버, 그 뒤쪽에 모터 구동 레버, 그 뒤쪽 좌측에는 Start, Stop 주행레버, 우측에는 고속 저속을 담당하는 미션의 부변 속레버가 있으며 마지막으로 뒤쪽에는 전원 스위치가 설치되어 있다. 보조적으로 작업대 조작장치와 조향, 모터 구동레버는 작업대의 앞쪽에도 장착하여 작업대 위에서도 운전 조작을 할 수 있도록 하였다. 그림 17은 차량의 구동모터를 on/off 하는 무접점 스위치회로이다(Kim and Jang, 2007). 회로에서와 같이 교류전기를 on/off 하는 전력제어용 SCR를 이용하여 대전력(3.5 kW)의 직류모터를 on/off하는 회로이다. on/off의 조작은 소전력용 토글스위치에 의해서 제어되도록 구성되어 있다.

수평유지 장치의 경사 알람(alarm) 센서는 그림 18과 같고 사양은 표 2와 같다(DAS, 2010). 표 2에서와 같이 경사 알람 TA5는 수평으로부터 설정된 각도 이상으로 기울어 질 때 알람(RELAY 접점출력)을 올려주는 장치이다. 내부에는 기울기센서와 마이컴이 내장되어 있어 검출각도를 설정할 수 있

Fig. 16 Driving control device.

Fig. 17 DC-motor drive with on/off circuit.

Fig. 18 Tilt alarm TA5S-12.

Table 2 Specification of Tilt Alarm TA5

Model	TA5S-12
Operational angle (deg)	1Axis ± 0.5
On delay (trigger) seconds (sec)	1.0
Off delay (reset) seconds (sec)	0
LED Function	RED on at op.angle
Operation Voltage (V)	DC 12
Output (V)	DC 12
Operating Current (mA)	30 typ.
Consumption (mA)	60 max
Temp Range ($^{\circ}\text{C}$)	-40 to 80
Weight (g)	250
Dimension (mm)	57(H)*65(W)*50(D)

Fig. 19 Scence of working on the balance-controlled platform lifting utility.

도록 설계되었으며 교정 기능이 내장되어있다. 특징으로는 1축 방식이며 단일전원공급, 방수케이스 적용, 방수케이스 적용, 충격과 진동에 강한 설계, 램프 또는 솔레노이드 구동 RELAY 회로 내장 등이다. 본 장치에서는 1축 센서를 2개 사용하여 X축과 Y축이 독립적으로 제어되도록 하였다. 경사 제어각도는 $\pm 0.5^{\circ}$ 로 설정되어 있으며 $\pm 0.6^{\circ}$ 에서 ON되며 $\pm 0.4^{\circ}$ 에서 OFF되도록 교정하였다. 교정 후는 경사각 0.5° 를 벗어나면 릴레이가 작동하는 경사 알람(alarm)의 기능만 수

행하는 경사계라고 할 수 있다.

그림 19는 최종 개발된 수평 유지식 과수원 고소 작업차의 과수원 관리 작업 환경을 나타낸 것이다. 사진과 같이 4 m 폭의 주관을 가진 과수원에 적합하며 3.5 m의 높이까지 충분한 작업을 할 수 있는 것을 확인하였다.

4. 결론 및 요약

고 노임, 고 유가 시대에 돌입한 현재, 고정밀 작업이 가능하고 에너지 절약형의 기계화가 절실히 필요하고 있는 이 때 과수원에서 안전하고 쾌적한 작업이 가능한 기계 개발이 필요하며 경사지 과수원에서도 안전하게 이용가능한 기계가 필요하다.

이에 본 연구에서는 경사지에서도 수평유지가 가능한 작업대 및 전기 구동에 의해서 주행하는 저 소음의 전동 주행차량으로서 사과 상자의 상하차 장치 등의 기능을 가진 작업대 수평유지식 과수원 고소작업차를 개발하였고 개발결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 동력원은 DC 72 V, 100 AH의 Deep Cycle용 축전지를 사용하고, 보조 동력원으로 3.5 kW의 가솔린 발전기를 겸용해서 사용하는 직렬식 하이브리드 카를 개발하였다.
- (2) 주행부는 궤도형(Crawler, 평균접지압 0.223 kgf/cm^2)으로 하고 변속방식은 유압무단변속 HST를 사용하였다.
- (3) 작업대는 차체가 기울어져도 경사각 20° 이내에서는 전·후 좌·우 수평유지가 가능하며, 수평유지 각도는 $\pm 0.5^{\circ}$ 이내이며 유지각도 복귀시간은 최대 1초 이내이다.
- (4) 작업대의 최대 상승높이는 2,500 mm, 작업폭은 2,900 mm이다.
- (5) 장출판은 두께 50 mm, 폭 600 mm, 장출길이 900 mm의 사각판으로 구성되어 있으며 1개의 작업대 2개의 장출판을 장착하였다. 장출판은 직경 40 mm, 작동거리 900 mm의 유압실린더로 4 cm/sec 정도의 속도로 천천히 이동하도록 구성하였다.

참 고 문 헌

1. DAS. 2010. Tilt Alarm TA5 General Specifications. DAS Technology.(<http://www.das-co.com>)
2. Jang, I. J., T. S. Kim, J. R. Son and C. Y. Bae. 2006. Development of a mower attachable hydraulic boom for tractor. Journal of Biosystems Engineering 31(4):334-341. (In

- Korean)
3. JSAM. 1984. Agricultural Machinery Handbook. Japanese Society of Agricultural Machinery. (In Japanese)
 4. Kim, T. S. and I. J. Jang. 2007. Development of a remote controlled weeder driven by solar battery power. Journal of Biosystems Engineering 32(2):91-96. (In Korean)
 5. Nagaki, T. 1996. Introduction to Japanese Agricultural Machinery(III) -Machines for roughage, vegetable, orchard, transportation and horticultural facility etc-. Japanese Society of Agricultural Machinery. (In Japanese)
 6. Ota, T. 2011. Mechanization of management work at high place of fruit tree. Japanese Society of Agricultural Machinery 73(3):160-164. (In Japanese)
 7. Soda, K. 1987. Present status and problems of combine harvesters in Japan. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery 49(3):258-264. (In Japanese)