

## 4WD 및 4WS이 가능한 로더 개발 (II) (4륜 조향장치 및 로더 구성)

조현덕\*, 윤문철\*\*, 김유종\*\*\*

### Development of Loader Equipped with 4WD and 4WS (II) (4WS System and Construction of Loader)

Hyun-Deog Cho\*, Moon-Chol Yoon\*\*, Yoo-Jong Kim\*\*\*

#### Abstract

In this study, the loader was completed that has the 4-wheel gear driven drivetrain of study (I), the 4-wheel steering with power wheel type, all-wheel traction system, and joy-stick type lever for hydraulic control valve. From driving test of the developed 4WD and 4WS type loader, we obtained that the minimum circling radius and the necessary width in circling motion reduced about 40% and 33% compared with 2WS type loader. Also, all-wheel traction system could keep the tires glued to the ground with greater stability, the power steering allowed a smoother operation, and the joy-stick type lever offered easily to control. Thus, the developed loader having these functions was very fit in a small cattle shed or a rugged ground.

Keywords : 4-Wheel Drive Transmission(4륜 구동 변속기), 4-Wheel Steering(4륜 조향), All-Wheel Traction(4륜 접지), Loader(로더), Torque Limiter(토크 리미터)

#### 1. 서론

로더에 있어서 외국에서는 농용과 건설용이 구별되지 않고 있으나 국내에서는 정부정책상 1톤 이상의 로더는 중장비로 분류하고 1톤미만은 농기계로 분류한다. 이는 트랙터 이외에 모든 농기계에 통상적으로 적용된다. 농기

계로 분류될 경우 정부지원 이외에 중장비에 적용되는 면허 및 정기검사가 면제되는 등 건설교통부의 관리에서 벗어나 농민이 쉽게 구입 사용할 수 있는 장점이 있다. 그래서 업계에서는 차체 중량 감소를 위해 부단한 노력을 기울이고 있는데, 이는 로더의 성능 및 작업능률과 반비례하는 특성이 있어 기술개발에 어려움이 있다<sup>(2)</sup>.

\* 경일대학교 공과대학 기계공학부

\*\* 부경대학교 기계자동차공학부

\*\*\* 대양기계 개발부

조향방법으로는 2륜 조향과 4륜 조향이 있는데, 2륜 조향의 경우 자동차에 적용되어 전륜 조향이 주로 사용되고 있고, 4륜조향의 경우 전·후륜을 동시에 서로 반대방향으로 조향하여 진로를 바꾸어 주는 것으로 2차 대전시 미국의 군용 지프에 적용된 적이 있으며<sup>(3)</sup>, 농기계인 승용 판리기에 장착되고 있다. 자동차와 같이 고속 주행이 필요한 경우에는 조향각각 차이와 고속 급선회시 전복 위험성으로 인한 안전도 문제로 현재 적용되지 않고 있으나 많은 흥미를 갖고 있으며, 농기계와 같이 상용속도가 저속일 경우에는 최소 선회 반경의 대폭적인 감소로 작업종류에 따라 많은 장점을 갖고 있다. 대부분의 농용 로더는 유압식으로 구동하며 바퀴의 조향 특성이 없고 바퀴의 회전수 차이로 조향하는 스키드 타입이며, 축분 위에서 많이 이루어지는 농용 로더 작업에 있어서 스키드 로더의 경우 선회시 바퀴가 미끄러질 경우 정확한 선회가 어려워지며, 일반적인 지면에서도 선회시 타이어 표면이 비틀리면서 미끄러지기 때문에 타이어의 마모가 심하게 발생하는 경향이 있다. 그리고 국내에서 생산하는 DY-100C 모델의 농용 로더는 후륜 2WS이기 때문에 선회시 전륜이 후륜보다 선회중심으로 치우치는 오버 스티어(over-steer)현상이 생기며, 선회시 회전반경이 큰 단점이 있다.

본 연구에서는 4륜 조향장치 및 기타 장치들을 조립하여 새로운 농용 로더를 완성하였다. 개발된 농용 로더는 전·후륜이 동시에 역위상으로 조향되는 4WS 시스템을 장착하였는데, 이는 최고속도가 18.5km/h로 저속이기 때문에 최고속도로 주행하더라도 전복위험이 없고 로더 작업에서의 최소 선회반경 단축효과를 낼 수 있으면서 기계식 동력전달을 하여 동력효율을 높일 수 있었다. 본 연구의 4WS 시스템은 핸들 회전으로 파워 핸들용 유압 밸브가 조정되도록 하여 유압 실린더가 작동되게 하였으며, 유압 실린더에 의하여 전·후륜의 너클 아암이 정·역방향으로 동시조향이 가능하도록 구성하였다. 그리고 4륜조향에 의한 핸들 회전 감도를 낮추기 위하여 유압실린더 직경을 크게 하는 동시에 지렛대 원리를 사용하여 유압 실린더의 행정을 길게 함으로써 자동차의 핸들 감각과 유사하게 하였다. 본 연구에서의 4WD 및 4WS를 장착하여 개발한 농용 로더의 견인력은 바퀴의 종류에 따라 차이가 있었지만 최대 2,000kg으로 차체 무게 한계치를 넘을 정도로 우수하였으며, 최소 회전 반경은 2,300mm로 스키드 로더와 유사하였으며 이는 기존 2WS에 비하여 약 40%정도 감소하였다. 그리고 4WD 및 4WS에 의하여 미끄러운 지면에서도 조향특성을 살릴 수 있는 장점이 있

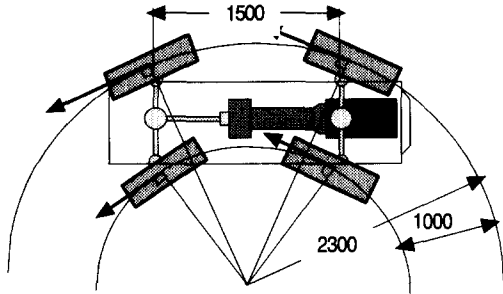
었고 4륜 지면 접지장치를 장착함으로써 울퉁 불퉁한 지면에서의 등판능력이 스키드 로더에 비하여 우수하였는데, 이는 열악한 농촌지형에서도 사용이 용이함을 알 수 있다. 또한 변속방법이 자동차와 동일하여 변속이 부드럽고 조향방법 역시 파워 핸들로 쉽게 조작할 수 있었으며, 클러치 페달 및 가속 페달 역시 자동차와 동일하여 운전이 다른 로더에 비하여 편리하였다. 부수적으로 로더 작업 조작을 용이하게 하기 위하여 붐대 및 버킷의 조작을 하나의 조이스틱 레버(joistic lever)로 작동할 수 있도록 하였다.

## 2. 4륜 조향 장치

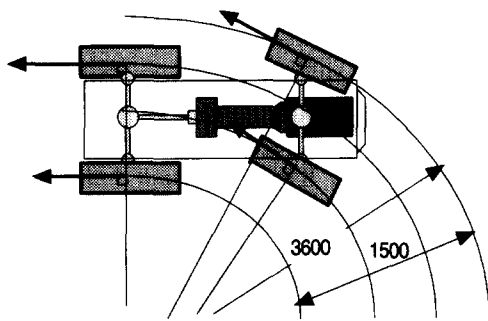
농기계는 기능에 따라 성능의 평가 척도가 다른데, 로더의 경우 최소 선회반경이 짧은 것도 단편적으로 우수하다고 볼 수 있다. 본 연구에서 개발한 로더는 트랙터와 같은 일반적인 차체 구조를 갖는 타입으로 최소 선회반경을 줄이기 위하여 4WS를 채용하였다. 4WS를 채용하면 Fig. 1과 같이 2WS에 비하여 40%정도의 최소 선회반경을 줄일 수 있다. 그리고, 4WD인 동시에 2WS일 경우에는 조향시 전륜과 후륜의 회전수 차이가 생겨 바퀴의 미끄러짐이나 차체에 충격이 생길 수 있는데, 4WS일 경우에는 Fig. 1에서와 같이 조향시 전륜과 후륜이 동일 궤도를 선회하기 때문에 회전수 차이가 생기지 않는 장점이 있고, Fig. 1에서와 같이 선회시 점유차폭이 2/3로 되어 좁은 축사 내부의 운전이 용이하다고 볼 수 있다. 그러나 스키드 스티어링(skid steering)의 경우에 비하여 최소 선회반경이 길게 되지만 기어식 동력 구동에 의한 동력전달의 효율성, 험지에서의 기동성, 점유 차폭 감소, 운전의 용이성, 제작 및 정비의 편리성 등 여러 가지의 잇점이 있기 때문에 개발된 로더는 새로운 타입으로 분류될 수 있다.

본 연구에서 개발된 로더의 4WS 구성은 Fig. 2와 같으며, 조향을 위해 핸들을 돌리면 파워 스티어링 밸브(power steering valve)를 통하여 조절된 유량이 실린더를 작동시키며 조합된 링크 기구를 통하여 너클 아암(steering knuckle arm)까지 전달되어 전·후 바퀴가 조향된다. 여기서, 유압 펌프는 V-벨트를 엔진의 냉각팬 플리에 연결하여 구동시키며 로더의 붐 및 버킷(basket)의 작동 실린더와도 공유하고 있다. 그리고, 너클 아암과 타이 로더(tie rod)는 Fig. 2와 같이 전방과 후방에 각각 설치하였는데, 선회시 안쪽 바퀴와 바깥쪽 바퀴의 선회중심이 일치하기 위해서 너클 아암의 각도는 너클 아암 연

장선이 중앙점에서 하나로 만나야 한다.



(a) Minimum circling radius by 4WS



(b) Minimum circling radius by 2WS

Fig. 1 Comparison of minimum circling radius by 4WS and 2WS

조향 핸들(steering handle)의 회전에 따라 실린더의 움직임이 정해지는데, 본 연구에서 장착된 타입은 최대 핸들 회전수가 좌·우 방향에 대하여 대칭이 이루어지지 않도록 되어 있다. 이것은 실린더의 피스톤 축의 직경에 의하여 유량의 차이가 생기기 때문이다. 상용화를 목표로 하는 본 개발에서는 제작의 편리, 설치 공간의 협소 및 저속 운전 위주인 로더의 특성 등을 감안하여 보류하였으나, 양쪽에 축이 있는 실린더 사용이나 2개의 실린더를 연결하여 사용함으로써 이러한 문제를 해결할 수 있다. 앞으로 본 개발전으로는 2개의 실린더를 복합적으로 사용하여 본 연구의 역위상 4WS뿐만 아니라 동위상 4WS도 동시에 가능하도록 하여 선택적으로 사용할 수 있는 로더를 개발

하고자 한다. 그리고, 본 연구에서 조향 실린더와 너클을 직결하지 않고 링크 기구의 지레대 원리를 이용한 것은 4륜 조향에 의한 핸들 회전수의 민감도를 일반 자동차의 민감도와 일치시키기 위함이며, 주어진 공간 및 위치의 활용도 측면에서 직경이 큰 실린더를 사용하는 것보다 효과적인 방법이었다. 우회전시 핸들의 회전수는 4회전이며 좌회전시에는 3회전 정도이다.

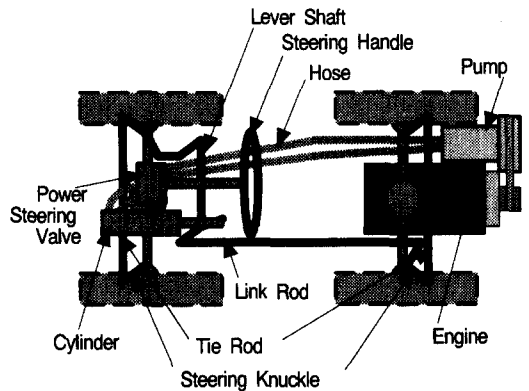


Fig. 2 Four wheel steering system

사용된 조향 차축은 디퍼런셜(differential) 및 조향축이 일체형으로 된 R2 차축(Rocsta, 기아중공업 제작)을 길이 565.6mm의 짧은 축을 좌·우에 설치하여 제작하였다. 이것을 전·후축에 동일한 것을 사용하였는데, 액셀 축과 휠 축은 등속 조인트로 연결되어 있고 너클과 액셀 케이싱과는 킹핀 베어링으로 연결되어 있다. 이러한 킹핀 베어링에 의한 고정은 수직력에 대해서는 강하지만, 울퉁불퉁한 지면에서의 수평력에 대해서는 약한 단점이 있다. 그래서 본 연구에 사용된 차축은 소형 건설 중장비로서는 약한 단점이 있다. 그리고, 기존 자동차의 R2 차축에 사용되는 타이어나 다른 타이어의 사용으로 바닥과 타이어의 조향이 원활하지는 못하지만 유압식 파워 핸들 조향이 가능하여 조작상의 문제점은 발견되지 않았다.

### 3. 붐(boom)의 설계

로더의 붐은 버킷에 하중을 실었을 때 무게 중심이 차체의 중앙에 오도록 설계하는 것이 유리하다. 버킷에 하중이 없을 때에 비하여 하중이 실리게 되면 무게 중심이 앞

쪽으로 이동하는 경향이 크기 때문에 칼럼(column)은 차체의 후방에 존재할수록 최대 상승높이를 증가시킬 수 있어 유리하다. 그러나 칼럼이 너무 뒤쪽에 위치하면 붐의 최대 상승시 작업조건 조성을 위해 붐을 길게 하여야 하는데, 붐이 길면 모멘트의 증가에 의하여 무게중심의 위치가 전방으로 이동되는 경향이 생긴다. 그리고 이러한 문제점을 해결하기 위하여 차체의 무게중심을 너무 뒤로 치우치게 하면 버킷에 하중이 없을 경우 경사면 등판시 불안정 상태가 될 수 있기 때문에 적절한 선택이 필요하다. 본 연구에서는 상용하중과 최대 상승높이를 기준으로 설계하였는데, 상용하중은 600kg으로 최대 상승높이는 3,300mm로 하였으며, 본체의 무게는 1,500kg으로 하였다. Fig. 3은 칼럼의 위치와 붐대의 치수를 나타내는 것으로 버킷의 끝이 지면과 수평으로 닿을 수 있어야 하고, 최대 상승 높이와 최대 모멘트 작용점에서 전·후륜 차축간의 지정위치에서 서로 대칭이 되도록 하였다.

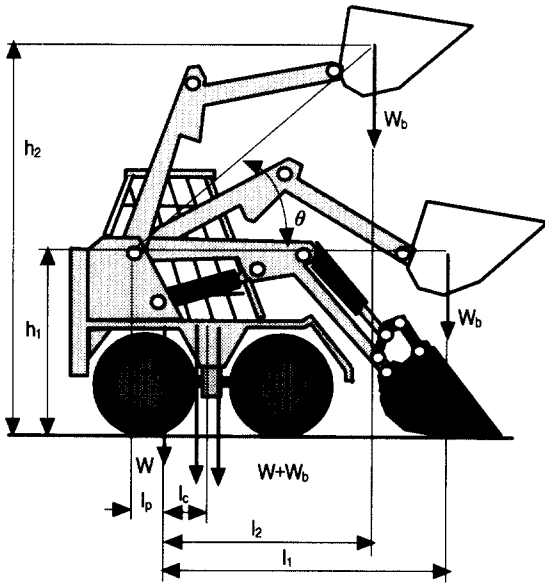


Fig. 3 The relation of weight centers on loader

여기서,  $l_c$ 는 본체 무게중심에서 차축간 지정위치까지의 거리(600mm)이며,  $W_b$ 는 상용하중이며,  $W$ 는 본체하중이며,  $h_2$ 는 최대 상승높이이다. 따라서  $l_p$ 와  $h_1$ 의 조정으로  $l_1$ 과  $l_2$ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\sqrt{(l_2 + l_p)^2 + (h_2 - h_1)^2} = l_p + l_1 \quad (1)$$

$$\frac{W_b(l_1 + l_2)}{W + W_b} = 2l_c \quad (2)$$

$l_p$ 와  $h_1$ 의 설정은 상용하중이 적용될 때 무게중심이 앞·뒤 바뀌 위치를 넘지 않으면서 버킷이 바닥에 닿을 수 있고, 전체 무게중심의 높이가 되도록 낮게 되도록 하는 동시에 전체 차체에 대하여 안정성이 있도록 해야 한다. 본 연구에서  $l_p$ 는 250mm,  $h_1$ 은 1,600mm로 한 결과  $l_1$ 은 2,407mm,  $l_2$ 는 1,792mm로 되었다.

그리고, 실린더의 명칭을 붐 실린더와 버킷 실린더로 구분하면, 붐 실린더의 위치는 실린더의 양 끝 핀과 칼럼 위 핀이 붐이 수평이 되었을 때 정삼각형에 가까울수록 힘의 효율이 좋아지며, 버킷 실린더 역시 동일한 원리로 하나 최대 상승높이에서 버킷을 쓸 수 있고 최소 바닥 위치에서 담을 수 있도록 하여야 한다. 따라서 붐 실린더의 설계시 칼럼위 핀 위치는 최대 상승위치에서도 힘을 쓸 수 있는 삼각구도가 되는 동시에 수평위치에서도 충분한 힘을 발휘할 수 있도록 해야 하며 붐위 핀 위치는 실린더의 최대·최소 행정이 생길 수 있는 위치가 되어야 한다. 이러한 실린더의 핀 위치 설계는 붐의 형상이나 행정, 기능 등에 따라 차이가 있어 종합적인 설계로 이루어진다. 실린더 직경과 유압은 붐의 위치에 대하여 실린더에 작용하는 하중으로 구할 수 있으며, 유압 펌프의 용량은 붐 실린더와 버킷 실린더의 직경 및 최소 작동 속도와 조향 실린더를 고려하여 구할 수 있는데, 충분한 동력을 위하여 붐 및 버킷 작동용 유압 펌프의 용량은 19cc, 파워 핸들용 유압 펌프의 용량은 15cc로 하였다.

#### 4. 토크 리미터 및 4륜 지면 접지

일반적으로 로타리 작업 등에서 농기계로부터 작업기로의 동력전달에 토크 리미터(torque limiter)가 부착된 유니버설 조인트 축으로 연결하는 경우가 있는데, 이는 로타리 날에 돌 등에 의한 로킹(locking)에 대하여 날을 보호하기 위한 것이다. 본 연구의 로더에서는 작업시 과도한 견인력이 작용할 경우 엔진 시동이 꺼지도록 모든 부품을 강하게 설계하였다. 그런데, 주행 위주의 자동차와는 달리 작업 위주이므로 조작시 자주 엔진의 시동이 꺼지는 현상이 발생할 수 있는 단점이 있다. 그래서 일부 농민들은 고

마력 엔진 탑재를 선호하는 경향이 있다. 그러나 고마력의 엔진을 탑재할 경우 변속기나 차축 등 내부부품의 파손이 우려되기 때문에 새로운 장치의 설치가 필요하다. Fig. 4는 직결식 변속기의 사용에 의한 내부 부품의 안전성을 높이고 시동이 자주 꺼지는 현상을 방지하기 위한 토오크 리미터 장치이다. 이는 일종의 다판 클러치로 스프링 반력에 의하여 한계 전달 토크가 제한될 수 있도록 되어 있다.

이 장치는 개발된 변속기 최하단의 링 기어 내부에 설치할 수 있으며, 일정량 이상의 토크가 걸릴 경우 A와 B가 서로 미끄러짐이 발생하여 엔진 시동이 꺼지지 않으면서 동력전달 장치의 모든 부품이 보호되고 작업 조작이 쉽게 된다. 그러나 엔진의 최대 토크를 전달할 수 없는 단점이 있으나 동력전달 장치를 크게 설계함으로써 해결할 수 있다. 따라서 엔진의 최대 동력을 발휘할 수는 없지만 일정량까지의 필요 토크에서 작업 조작이 원활하고 조작 실수에 대해서도 안전하며 변속기나 차축 등의 설계기준에 무관하게 큰 엔진의 탑재도 가능하게 된다. 본 연구에서는 프로펠러 축에 상용화된 토크 리미터를 부착할 수가 없는 데, 이는 개발된 로더의 최소 선회반경을 줄이기 위하여 4WD 변속기의 출력축과 디퍼런셜의 피니언 축과의 위치를 최대한 근접시키기 위하여 프로펠러 축의 길이를 줄였기 때문에 설치할 공간 확보가 불가능하였기 때문이다.

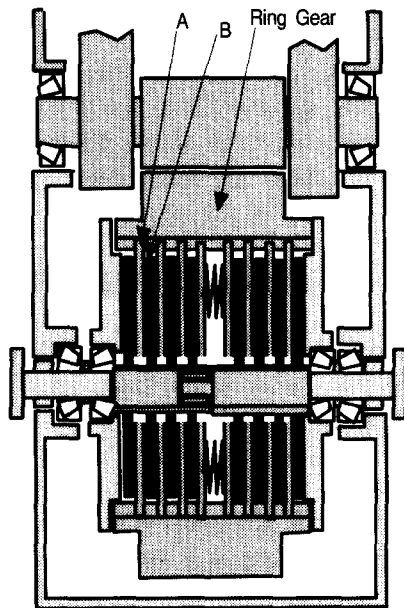


Fig. 4 Torque limiter in ring gear of 4WD T/M

Fig. 4의 다판 토크 리미터에서 A는 S45C로 된 디스크로 링 기어에 스플라인으로 연결되고 축과는 자유롭게 되어 있으며, B는 석면이 붙은 디스크로 축에 스플라인으로 연결되고 링기어와는 떨어져 있다. 그리고 양 축은 중간에서 니들 베어링으로 서로 분리되어 있으며, 링기어 내부의 양 디스크는 서로 스프링으로 밀착되어 있다. 따라서 양 출력축 중 하나에 과도한 동력이 전달되면 링 기어 내부의 디스크간에 미끄러짐이 발생하여 동력전달 장치의 부품을 보호하게 된다. 여기서 양 디스크간의 접촉원의 내경을  $D_i$ , 외경을  $D_o$ , 스프링의 총 밀착력을  $F_s$ , 하나의 출력축에 필요한 최대 토오크를  $T_{max}$ , 디스크면의 압력분포를  $p$ , 설치 디스크 A의 개수를  $n$ 이라 할 경우 다음과 같다.

$$b = \frac{F_s}{\frac{\pi}{4}(D_o^2 - D_i^2)} \quad (3)$$

$$T_{max} = \frac{1}{6} \pi \mu p n (D_o^3 - D_i^3) \quad (4)$$

식 (3)과 (4)를 이용하여 스프링 상수 및 디스크의 개수 등을 설정할 수 있다.

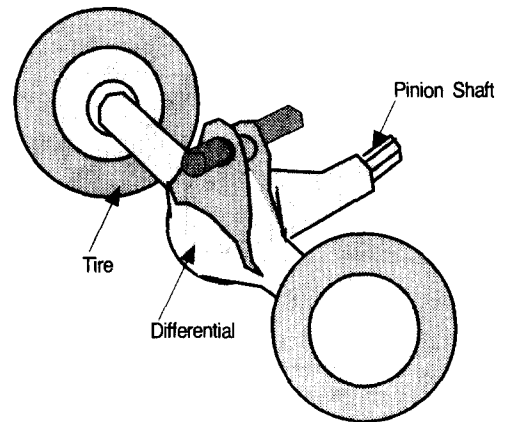


Fig. 5 Front axel for four wheel touching the ground

Fig. 5는 개발된 로더의 4륜 지면 접지 기구를 나타내는 것으로, 앞 차축의 디퍼런셜 케이싱 위에 핀 조인트(pin joint)로 되어 앞 차축이 좌우로 틸팅(tilting)됨으

로서 울퉁 불퉁한 지면에서도 4바퀴가 지면에 닿을 수 있도록 되어 있다.

본 개발에서는 Fig. 5와 같은 4륜 접지를 뒤 차축에는 엔진 탑재 등으로 장착이 불가능하여 앞 차축에 적용하였다. 이러한 4륜 접지 방식은 소형 농용에서만 가능하지 대형에서는 차체를 약하게 하여 안전성을 저해하는 요인으로 작용할 수 있지만, 일반 농지에서 주행성이 탁월한 장점이 있었으며 스키드 로더와 차별되는 점이라 할 수 있다.

### 5. 결 과

본 연구에서 개발된 로더는 4륜 구동 및 4륜 조향이 가능한 농용 로더로서 26HP 디젤 엔진을 탑재하였는데, Fig. 6에서 최종적인 완성품을 보여 준다.

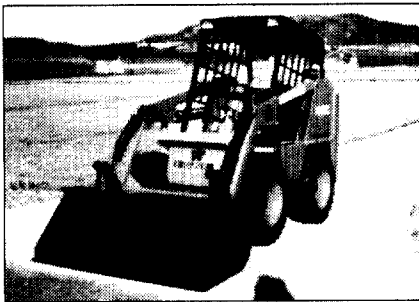
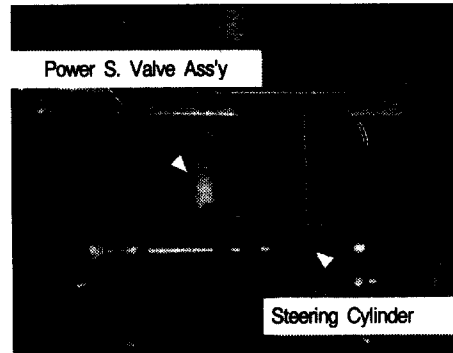
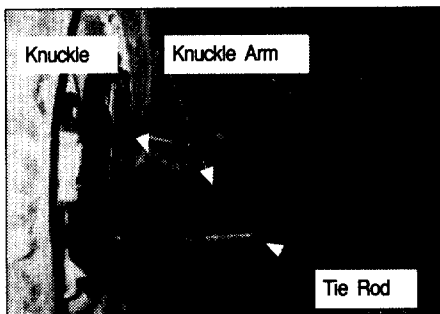


Fig. 6 Constructed loader for commercial business

Fig. 7의 (a)는 조향 너클부와 조향 실린더가 장착되어 있는 링크 기구를 보여 주며, (b)는 바퀴의 4륜 조향 상태를 보여 준다.



(a) Steering ass'y part



(b) Steering of four wheel

Fig. 7 Steering ass'y and steering of four wheel

Fig. 7의 (a)에서 보는 바와 같이 핸들의 조향 회전수를 증가시키기 위하여 조향 실린더의 행정을 조절할 수 있도록 링크 기구로 구성하였는데, 앞 차축 위에 설치하였다. 여기서 제작상 주의 할 점은 실린더의 최대·최소 행정 길이를 정확하게 계산하지 않으면 조향 부품에 큰 힘이 작용하여 파손의 우려가 있다. 본 연구에서와 같이 4WS로 조향할 수 있는 로더를 완성한 결과 최소 선회반경이 2WS에 비하여 40%정도 짧아 졌으며 선회시 점유 차폭 역시 33%정도 작아져 좁은 농로 및 축사내에서 작업이 용이하게 됨을 알 수 있다. 그리고 부수적으로 4WS는 선회시 타이어의 마모를 감소시키고, 습지에서의 조향을 쉽게하는 장점이 있다.

Fig. 8은 평탄하지 못한 지형에서 4 바퀴가 지면에 접촉하는 상태를 보여 준다.

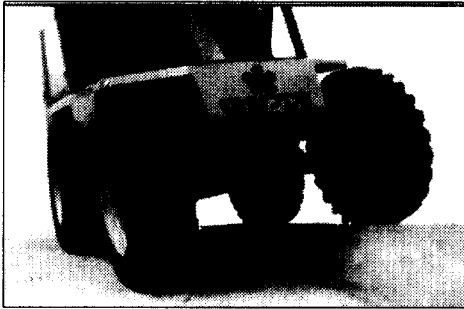


Fig. 8 The situation of four wheel touching on the ground

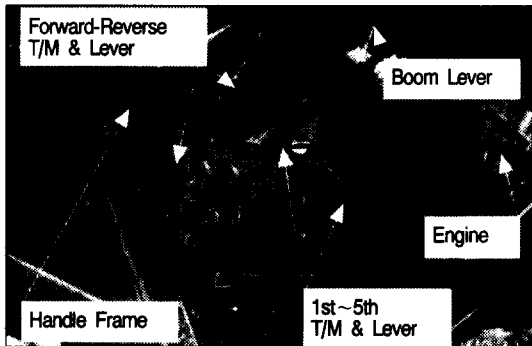


Fig. 9 Installing of developed 4WD transmission

본 연구 (I)에서 개발된 4WD 변속기의 장착부는 Fig. 9와 같으며, 여기서 토크 리미터 장치는 상용화된 26HP 엔진의 로더에서는 불필요하여 장착하지 않았다. Fig. 9에서와 같이 붐의 작동을 한 개의 레버(boom lever)로 할 수 있도록 하였는데, 전·후 작동은 붐 실린더를 동작시키고 좌·우 작동은 버킷 실린더를 동작시키도록 하였다. 그리고, 핸들 프레임(handle frame)내에 핸들 바(handle bar)가 들어 있으며, 핸들 바는 파워 밸브 위에서 유니버설 조인트로 연결되어 기울기를 조절할 수 있도록 하였다. 즉, 핸들 프레임 끝에 고정되어 있는 커버를 조절하면 핸들 위치를 조절할 수 있고, 제거하면 핸들을 옆으로 꺾을 수 있도록 하여 승·하차시 핸들의 방해 줄일 수 있도록 하였다.

Fig. 10은 운전석을 보여 주는 것으로 핸들, 두 개의 변속 레버, 붐 작동 레버, 가속 페달, 클러치 페달 등으로 구성되어 있다. Fig. 10에서 보는 바와 같이, 기존의 스

키드 스티어링 로더와는 달리 핸들에 의한 4WS 조향을 할 수 있으며 자동차와 같이 가속 페달과 클러치 페달 등으로 구성되어 운전을 쉽게 할 수 있도록 구성되었다. 본 연구에서 개발된 로더는 4륜 조향 장치, 4륜 구동 변속기, 파워 핸들 휠 조향, 4륜 지면 접지 장치, 조이스틱 유압 원 레버 등을 채택함으로써 비포장, 습지, 축분야적장 등 험지에서 엔진 부하 없이 조향이 쉽게 이루어지며, 엔진 구동력의 효율성이 우수하고, 로더 작업 조작성이 용이한 장점이 있다.

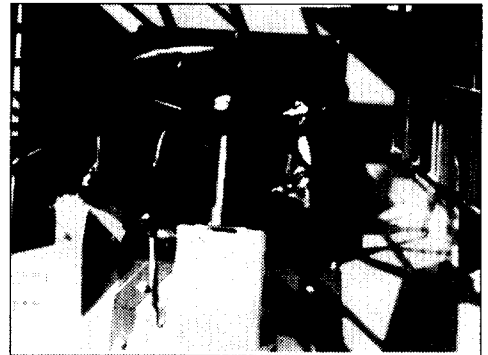


Fig. 10 Driver seat and levers

## 6. 결 론

본 연구에서 개발된 로더에 4WS를 채용함으로써, 최소 선회반경이 2WS에 비하여 40%정도 짧아졌고, 선회시 후륜이 전륜의 궤적을 따르기 때문에 점유차폭이 2WS에 비하여 2/3정도로 좁아져 좁은 축사에서의 작업이 용이함을 알 수 있다. 그리고 핸들에 의한 바퀴 회전으로 조향이 이루어지기 때문에 스키드에 비하여 타이어의 미끄럼이나 비틀림이 줄어들어 타이어의 마모가 적었고, 습지에서도 조향 특성이 좋았으며, 운전석을 자동차와 동일하게 구성함으로써 운전이 용이하였다. 그리고 본 연구에서 개발된 4WD 및 4WS가 가능한 로더의 하체부 구성은 타 농기계 개발의 기틀이 될 수 있었다.

## 참 고 문 헌

1. 조현덕, 윤문철, 김유종, "4WD 및 4WS이 가능한 로더 개발(I)(4륜 구동 변속기)" 한국공작기계학회지, 제

- 7권, 제6호, 1998
2. 조현덕, "로더에 적합한 4륜 구동 변속기 개발", 대양기계 위탁 연구보고서, 1997
3. 김형석, 오영택, 이충원, 오재건, "자동차공학 개론", 골든벨, 1997
4. "기계설계도표편람 제3판", 대광서림, 1991
5. "Rocsta 정비 지침서 AM102", 아시아자동차, 1989
6. "로우더(SL20) 부품 카다로그", 삼성중공업(주), Part No. W45-00-50455
7. "휠 로우더(SL15) 부품 카다로그", 삼성중공업(주), Part No. W30-00-50453
8. 김동현, 채왕석, 김우순, "트럭용 커넥팅 로더 소재의 내부 품질에 따른 기계적 특성 연구", 한국공작기계학회지, 제7권, 제1호, pp 75-81, 1998
9. 전두환, "건설중장비의 국제소음규제 및 장비소음 저감 방안", 대한기계학회지, pp 62-71, 1997년 7월
10. K. J. Waldron, "Terrain Adaptive Vehicles", J. of Mechanical Design, Trans. of the ASME, Vol.117, pp 107-112, June 1995
11. K. Luck and K. H. Modler, "Burmester Theory for Four-Bar-Band Mechanisms", J. of Mechanical Design, Trans. of the ASME, Vol.117, pp 129-133, March 1995
12. I. S. Fischer and J.K. de Waal, "Experimental Study of Cardan-Joint Dynamics", J. of Mechanical Design, Trans. of the ASME, Vol.117, pp 526-531, December 1995