

조사료 생산작업기 소개와 이용

사료작물용 농기계 편

정의수

국립축산과학원 전임 연구직

1. 쟁기(Plow)

한국, 일본, 중국 등 아시아의 쟁기는 주로 논외 경운작업용이며, 유럽과 미국의 플라우는 주로 밭작업 목적으로 양자의 구조 및 작용에는 큰 차이가 있다. 때문에 서양의 것은 플라우 또는 양쟁기로, 아시아의 것은 쟁기 또는 동양 쟁기라고 한다. 서양의 축력용 플라우에 대하여 동양쟁기의 우수성은 경심, 경폭, 역토의 반전 상태 및 반전방향의 조정까지도 쟁기술 주위에서 간단히 이루어진다.



대단위 포장에서의 경운 전경



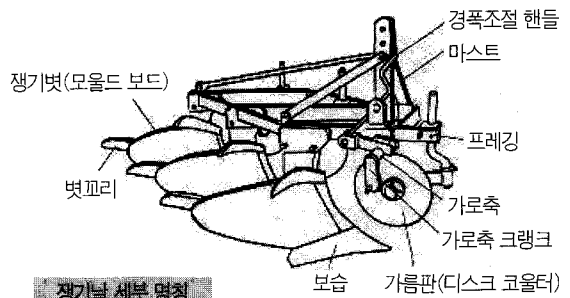
경운 세부 전경

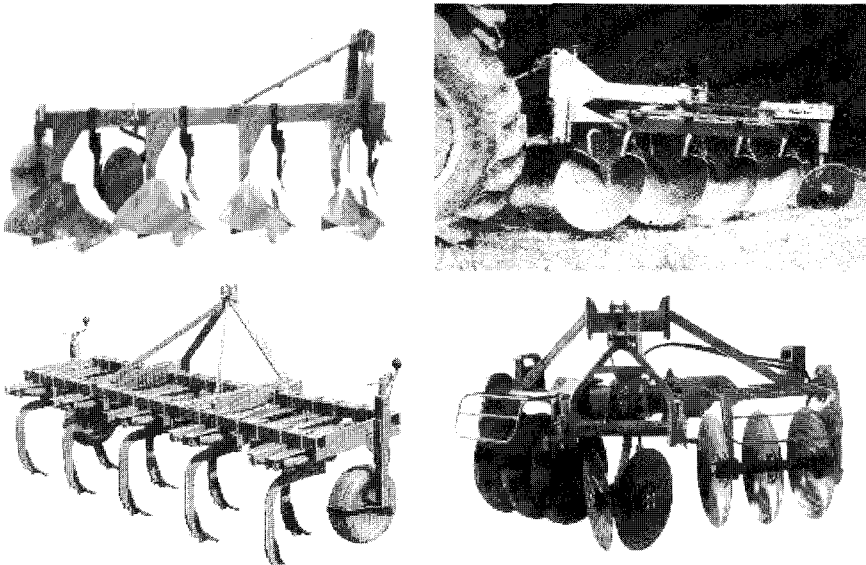
가. 몰드보드 플라우

(mould plow)

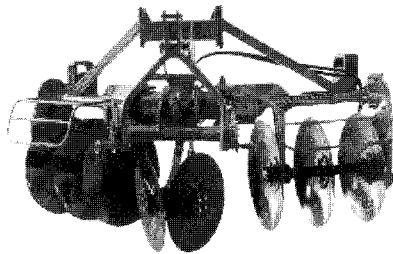
(1) 플라우의 종류

몰드보드 플라우는 트랙터에 의해 견인되며 흙을 경운, 파쇄, 반전하는 대표적인 경운용 기구이다. 이체의 형상, 토질, 사용 목적 및 견인 방법에 따라 여러 종류의 플라우가 사용된다.



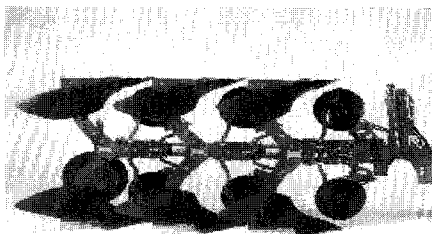


(가) 이체의 형상에 의한 분류 : 몰드보드 플라워, 원판 플라워, 치즐 플라워, 로터리 플라워, 동양쟁기



(나) 이체의 수에 의한 분류 : 1련 플라워, 다련 플라워

(다) 역토의 반전 여부 : 단용 플라워, 양용 플라워



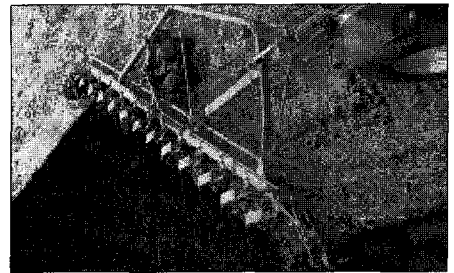
(라) 견인방법에 의한 분류 : 장착형 플라우, 반장착형 플라우, 견인형 플라우
대형 트랙터에서는 트랙터의 전방장착형 플라우도 있다.



장착형 플라우



반장착형 플라우



견인형 플라우

나. 몰드보드 플라우의 구조

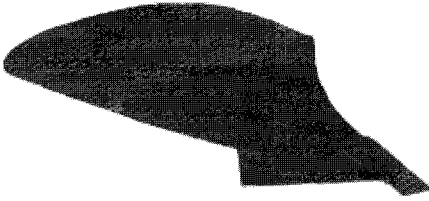
(1) 개요 및 작용

- 보습, 몰드보드 및 지촉관을 결합관(frog)과 브레이스(brace)로 결합하여 한 몸체를 이룬 이체를 중심으로 콜터와 앞쟁기가 빔에 장착되어 있다. 트랙터와의 결합부와 조절부는 견인방법에 따라 다르다.
- 몰드보드 플라우의 크기는 일반적으로 보습폭의 크기로 나타낸다. 보습폭은 25~61cm 단위로 보급되고 있는데, 30~40cm가 일반적이다.
- 플라우의 작용은 흙의 경운, 파쇄 및 반전인데, 이러한 작용에 의해 잡초 방제와 비료의 혼합, 검불의 부식촉진도 이루어진다.
- 보습에서 몰드보드로 흙이 유도되어 이동하게 되는, 이때 보습 앞쪽 윗방향으로 경사지에 1차 전단면이 발생하며, 반전작용에 의해 다시 2차 전단면이 발생하고, 다음에 측면으로 방출된다.

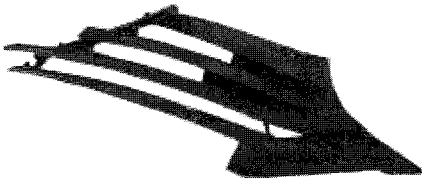
(2) 이체의 형상

몰드보드는 기하학적 형상에 따라 원통형, 나선형, 중간형(반나선형)으로

분류하여, 경운의 목적에 따라서는 재간용, 신간용 및 범용으로 분류된다.



(가) 재간 플라우(stubble plow):
기본적으로 원통형 형상을 가지며, 이미 개간되어 경작되고 있는 숙답에서 사용되며, 잘 파쇄된 역토를 얻기 위해 사용된다. 사질토와 같이 전단과괴 저항이 약한 토양에서 주로 이용된다



(나) 신간 플라우(breaker plow):
나선형 형상이며, 중점토 같은 전단과괴 저항이 큰 토양을 경기 반전시키는 것으로 중점토 포장, 신개간지, 초지를 경운시 주로 반전을 목적으로 사용된다.

(다) 범용 플라우(all-purpose plow, general-purpose plow):

- 재간 플라우와 신간 플라우의 중간정도의 성능을 갖는 플라우이며 보통 토양의 숙답에 사용된다.
- 플라우의 진행방향과 보습날이 이루는 각을 절단각(cutting angle), 수평면에 대한 보습표면의 경사도를 경기각(lifting angle), 수평면이 경심의 85%에 상당하는 몰드보드의 표면을 자르는 선과 쟁기의 진행방향이 이루는 각을 반전각(leaping angle)이라 한다.
- 형상각들은 플라우의 형상특성을 표시하는 변수로 사용되며, 토질에 대한 이들 변수의 관계를 나타낸다.

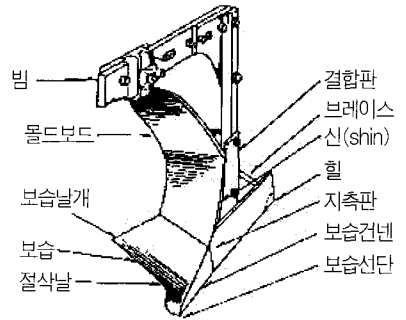
(3) 이체의 요소

(가) 보습

- 먼저 보습선단이 토양으로 진입하면서 보습날에서 토양은 수평으로 절단

되어 몰드보드로 이동된다.

- 보습의 재질은 내마모성이 요구되므로 탄소함량 1%정도의 강을 열처리하여 경화시킨 것을 사용하지만, 철주물(chilled castings)을 사용하는 경우도 있다.
- 보습선단은 보습판과 한 몸체로 만들어 마모가 되면 보습 전체를 교환하는 것과, 각봉상의 보습선단과 보습판을 따로 만들어 선단이 마모 되면 각봉을 밀어내도록 한 것도 있다.



몰드 보드 플라우의 세부 명칭

(나) 몰드보드

- 몰드보드의 재료는 내마모성과 내충격성이 동시에 요구되므로 강관이나 침탄강이 많이 이용된다.
- 3층 강관이 쓰이는 경우도 있는데 이것은 가운데층은 탄소함량 0.1%정도의 연질강으로 되어 있고, 바깥 양면은 탄소함량 1%정도의 강관을 열처리하여 경화시킨 경화강을 사용하고 있다.
- 바깥의 경화강은 흙과의 마찰에 대한 마모를 줄이고, 가운데 연질강은 충격흡수의 역할을 함으로써 돌이나 나무뿌리와 충돌해도 잘 부러지지 않는다.
- 몰드보드의 오염부를 제거하고 표면에 플라스틱으로 도장하여 사용하는 것도 있다. 이는 흙과 몰드보드와의 마찰계수가 플라스틱의 경우 흙의 종류나 함수율의 범위에서 강관의 경우에 비해 60~80% 정도로 작기 때문이다.

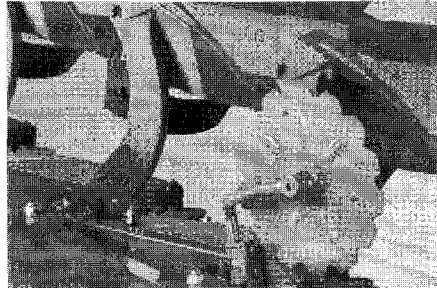
(다) 지축판

- 지축판(landside)은 역토의 반전에 따른 측방력과 플라우의 하방 수직력을 지지하여 플라우가 경심과 진행 방향을 유지하고 안정하게 하는 기능을 한다. 지축판의 하부와 측면에는 간극이 있는데, 이를 각각 수직흡인(down suction), 측방흡인(side suction)이라 한다.
- 수직흡인은 보습선단이 토양 속에 잘 들어가게 하고 경심을 안정시켜 주

며, 측방흡인은 진행방향을 일정하게 유지시켜 준다. 또한, 흡인은 플라우와 흡이 접촉이 보습과 바닥쇠의 뒷굽(heel)에 국한 되도록 하며, 토양의 팽창으로 인한 마찰손실을 감소시키는 효과가 있다.

(4) 콜터

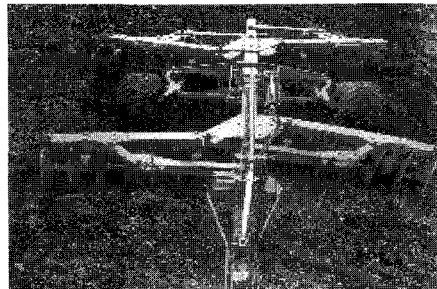
- 콜터는 플라우의 약간 앞쪽에 장착되어 역토와 미경지의 경계를 미리 수직으로 절단하여 보습의 절삭작용을 도와주고 역조와 역벽을 평평하게 해주는 플라우의 보조장치이다.



- 콜터는 칼날형과 원판형 두 가지가 있는데, 칼날형은 신개간지나 초지와 같은 단단한 토양의 경우 외에 축력용 플라우에 이용되지만, 풀 또는 토양표면의 잔류물에 휘감기거나 얽힐 우려가 있다.

(5) 앞쟁기

- 앞쟁기(jointer, skimmer)는 보습 선단의 앞 위쪽에, 또는 콜터와 한 조를 이루어 정착되는 작은 이체이다. 앞쟁기는 플라우에 앞서 표토를 얇게 갈아잡초나 표면의 잔류물을 흡속으로 반전시켜 놓음으로써 그



- 뒤의 플라우 이체가 만드는 토양 내로 이들을 완전히 매몰시키도록 하는 작용을 한다.
- 일반적으로 앞쟁기의 경심은 3.5~6.5cm이고, 보습이 선단에서 미경지쪽으로 10~15cm 떨어진 곳에 설치된다.

(6) 플라우의 연결구조

- 플라우의 이체와 트랙터의 히치 사이를 연결하는 프레임을 빔(beam)이라

- 고 하며 I 형강을 구부려서, 또는 사각형의 형강을 트러스 구조로 만든다.
- 빔의 앞쪽에 마스트(mast)가 있어 트랙터의 상부 링크에 연결시키고, 상부 링크의 길이를 조절하여 경심을 조절한다.
 - 빔의 앞쪽에 크랭크 모양의 하연결하여 경심을 조절한다.
 - 빔의 앞쪽에 크랭크 모양의 하연결봉(cross shaft)이 있어 그 좌우에 트랙터의 하부 링크에 연결시키는데, 이 하연결봉을 회전시켜서 트랙터의 진행 방향에 대한 플라우의 방향을 변화시켜 경폭의 조절이 가능하게 된다.
 - 포장의 두둑이나 경계 지역 경운을 쉽게 하기 위하여 이체를 중심에서 좌우로 오프셋(offset)시킬 수 있는 것도 있다.

(7) 안전장치

보습이 암석 등과 같은 장애물에 걸릴 경우에 대비하여 다음과 같은 안전장치(safety device)가 있다.

(가) 이체를 빔의 앞과 뒤 두 곳에 설치된 핀에 의해 고정되도록 하고, 일정 이상의 과도한 힘이 보습에 작용하면, 앞의 안전핀이 절단되어 이체는 뒤쪽 안전핀을 중심으로 뒤로 젖혀지도록 하여 파손을 방지한다.

(나) 스프링과 링크 기구를 설치하여 과도한 힘이 작용하면 이체는 링크 기구에 의해 뒤로 제쳐 지도록 하고, 이 힘이 제거되면 스프링에 의해 정상 작업 상태로 되돌아오도록 한다.

(다) 유압 실린더와 링크 기구를 설치하여 과도한 힘이 작용하면 유압 실린더가 링크 기구를 작동시켜 보습을 뒤로 제쳐 파손을 피하고, 이 힘이 제거되면 다시 유압 실린더가 링크기구를 구동하여 원 상태로 돌아오며 축압기를 사용한 경우이다.

다. 특수형태의 몰드보드 플라우

(1) 양용 플라우(reversible plow):

역도를 좌우 어느 방향으로도 방출할 수 있는 플라우로서 여러 종류가 있다.

- 경사지에서는 토양유실을 방지하는 것이 중요하여, 등고선을 따라 경운

하며 역토를 경사면 윗방향으로 방출할 수 있도록한 경사지용 플라우(hill-side)도 있다. 한편, 양용 플라우를 미국은 [two-way plow]로 표기하는데 반해 영국은 [one-way plow]로 표기한다.

- 회전반경이 좁아 작업 시 편리하지만 경운작업이 트랙터의 견인력이 가장 많이 요구되는 만큼 높은 마력수가 요구되어 장비 구입 시 트랙터의 규모를 감안하여 장만한다.

라. 몰드보드 플라우의 견인저항

플라우 경운작업은 농작업 가운데 가장 에너지가 많이 소요되는 힘든 작업으로 트랙터의 소요 견인능력이나 크기를 선정할 때 주로 플라우의 견인저항은 트랙터가 주어졌을 때 적절한 연결법, 플라우의 설계 및 경심과 경속 등 운전조건을 조정할 때 고려되어야 할 주요한 요인이기도 하다.

마. 작업기 견인법

(1) 견인 및 부착방법

플라우가 일정한 경심으로 안정된 작업을 수행하기 위해서는 트랙터와의 연결이 잘 되어야 한다. 트랙터에 플라우를 연결하는 방법에는 견인식(trailing type)이 있다. 단, 국내에서 사용되는 몰드보드 플라우는 대부분 소형이어서 대부분 장착식으로 연결된다.

(가) 견인식

견인봉을 사용하여 트랙터와 플라우를 한점에서 연결하여 견인하는 방식이다. 플라우는 지륜, 역륜, 미륜 견인력만을 전달받는다.

- 1) 고정식 : 트랙터의 뒤쪽에 고정되어 있는 것으로 작업기 쪽의 견인봉과 핀으로 연결하여 좌우로 자유롭게 회전할 수 있도록 되어 있다.
- 2) 수평요동식 : 견인봉의 앞쪽 끝이 트랙터에 히치로 연결되고 작업기에 연결되는 뒤쪽은 지지 브래킷 위에서 요동할 수 있다. 견인봉의 좌우 요동은 핀에 의해 조절이 가능하므로 작업기를 트랙터의 중심선으로부터 옆으로 벗어나게 해서 견인하는 경우에 사용된다.

3) 링크식 : 견인봉을 3점 링크 히치의 하부링크에 연결하고 여기에 있는 구멍에 작업기 축의 견인봉을 핀으로 연결하여 사용한다.

(나) 반장착식

- 다련 플라우와 같이 작업기의 모든 중량을 트랙터로 지지할 수 없는 경우에 작업기의 한쪽 끝을 3점 링크 히치의 하부 링크에 부착하여 작업기 중량의 일부를 지지하고, 나머지 중량은 작업기의 차륜으로 지지하는 연결 방식이다.
- 트랙터의 동하중이 증가하고, 트랙터에 접근시켜 부착하기 때문에 선회 반경이 작아진다.

(다) 장 착 식

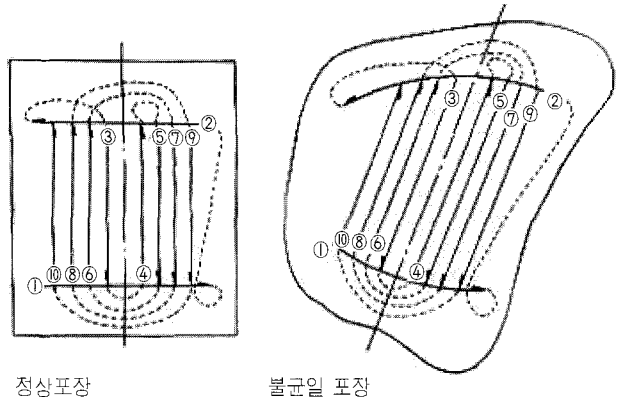
- 트랙터의 3점 링크 히치에 플라우측의 마스트와 크로스 샤프트의 양단을 연결하여 장착하는 방식으로 플라우의 전중량을 트랙터가 지지하며, 상하좌우의 운동을 구속하는 견인장치로서 유압기에 의해 작업기를 승강시킨다.
- 링크의 운동을 적극적으로 구속하지 않는 자유링크형과 견인력 제어 등 제어의 목적으로 링크를 구속하는 구속 링크형의 두 가지가 있다.
- 자유 링크형은 경심을 조정하기 위한 경심조절 차륜이 필요한데, 표면이 고르지 못한 포장에서는 차륜에 작용하는 부하가 크게 된다.
- 플라우에 작용하는 합력의 작용선은 상부 링크와 하부 링크의 연결선의 교점을 통과하는데, 이 점을 가상히치점(virtual hitch point)이라고 한다. 가상 히치점은 링크의 각도가 변하면 다른 위치로 이동한다.
- 견인력제어, 경심제어 또는 이들의 혼합제어를 행하는 구속 링크형의 경우는 플라우의 중량 및 경운저항 모두들 트랙터가 지지하기 때문에 트랙터 구동축의 동하중이 증가하게 되고(하중전이, weight transfer), 이에 따라 견인력도 증가한다.
- 고정 링크형에서는 일반적으로 견인점이 가상 히치점을 지나지 않는다.
- 장착식은 작업기의 길이가 짧고 차륜이나 프레임이 필요 없으므로 구조가 간단하고 값이 싸며, 선회반경이 작다. 또, 하중전이를 이용함으로써 큰 견인력을 얻으며, 플라우의 제어가 유압에 의해 간단하게 이루어진다.

(2) 플라우 경법

양용 플라우는 좌우 어느 쪽으로도 역토의 반전이 가능하여 순차경법을 적용할 수 있지만, 일반적으로 많이 사용되는 단용 플라우는 역토의 반전이 오른쪽 한 방향으로만 가능하다. 단용 플라우의 경법으로 왕복경법과 회경법이 있다.

(가) 왕복경법

- 왕복경법(returning plowing)은 포장의 양 끝에서 선회하는데 필요한 가장자리(head land)를 남기며 포장을 왕복주행하는 경법이다.
- 포장의 중앙에서 작업을 시작하여 역조가 서로 안쪽으로 반전되도록 안쪽에서 바깥쪽으로 순차적으로 작업하는 안쪽 제침법(gathering)이 있다.
- 안쪽제침법의 경우에는 포장의 중앙에 두둑이 생기게 되고 양 끝에 고랑이 생기며, 바깥쪽제침의 경우에는 중앙에 고랑이 생기게 되고 양 끝에 두둑이 생긴다.
- 가장자리의 폭은 트랙터와 플라우를 연결한 길이의 2~3배로 하는 것이 좋으며, 경운작업의 마지막 단계에서 왕복경법 또는 회경법으로 처리한다.



정상포장

불균일 포장

- ①② - 개자리 기준선 긋기
- ③④ - 중앙가르기
- ⑤⑥⑦⑧ - 중앙메우기
- ⑨⑩ - 정상작업

(나) 회경법

- 회경법(continuous plowing)은 일반적으로 플라우를 이용하여 작업하는 동안에 트랙터가 멈추지 않고 작업하므로 연속경이라고도 한다.
- 회경법도 포장의 중앙에서 시작하여 안쪽으로 역조를 반전시키면서 바깥쪽으로 갈아 나가는 안쪽제침법과 포장의 바깥쪽에서 시작하여 역조를 바깥쪽으로 반전시키면서 중앙으로 돌아오는 바깥쪽제침법이 있다.
- 회경법에서는 각 회전마다 모서리의 처리가 문제가 되는데, 모서리를 지날 때 플라우를 들어올려 작업하지 않고 놓아 두었다가 나중에 대각선을 작업하는 방법과 모서리를 지날 때마다 트랙터를 고리(loop) 형상으로 운전하며 작업하는 방법 등이 있다. ㉞