글 · 사진 _ **박상준** (경북대학교 임학과 교수)

고성능 집재기계와 임목수확작업시스템

1	2
3	4

포워더의 주행방식에 의한 분류

1. 타이어식 포워더
2. 크롤러식 포워더
3. 세미크롤러식 포워더
4. 세미크롤러식 포워더

고성능 임업기계 및 집재기계

고성능 임업기계란 차량계 임업기계를 중심으로 한 다공정 임목수확기계를 말하며, 벌도(Felling), 가지자르기(Delimbing), 통나무자르기(Bucking), 집재작업 등 임목수확작업의 단위작업 중 한 가지 이상을 하나의 공정으로 일관되게 수행하는 다공정 임목수확기계를 고성능 임업기계라고 부르고 있다.

고성능 임업기계는 주로 벌목과 조재, 집재작업을 실행하는 다공정기계로 하베스터(Harvester, 벌도조재기), 포워더(Forwarder, 적재집재차량), 펠러번처(Feller-

스키더의 종류

1. 크롤러식 스키더
2. 타이어식 스키더
3. 집게식 스키더
4. 윈치식 스키더

buncher, 벌도기), 스키더(Skidder, 견인집재차량), 프로세서(Processor, 조재기), 타워야더(Tower yarder, 타워 부착형 집재기) 등 6종과 굴착기 부착 타워야더인 스윙야더(Swing yarder)를 일컫는다. 특히, 고성능 집재기계는 이러한 고성능 임업기계 중에서 포워더(Forwarder, 적재집재차량), 스키더(Skidder, 견인집재차량), 타워야더(Tower yarder, 타워 부착형 집재기) 등 3종의 집재기계와 굴착기 부착 타워야더인 스윙야더(Swing yarder)를 들 수 있다.

1. 포워더

포워더(Forwarder, 적재집재차량)는 주로 하베스터에 의해 벌도 · 조재된 원목을 차체에 탑재된 그래플로 상차하여 집재로나 완경사지의 임내에서 임도변의 토장까지 집재 · 운반할 수 있는 고성능 임업기계를 말한다. 포워더는 기본적으로 벌도 · 조재작업의 하베스터(Harvester, 벌도조재기)와 집재작업의 포워더의 조합에 의한 단목생산의 임목생산작업시스템인 하베스터형 임목수확작업시스템(Harvester type logging operation system)에 사용되는 차량계 고성능 임업기계이다.

포워더가 지닌 특징은 우선 차체 최저 지상고가 높아 그루터기와 같은 장애물이 있거나 지형이 균일하지 않은 곳에서도 주행할 수 있는 높은 주행성능과 6~15㎥을 운반할 수 있는 탁월한 적재운반능력이다. 포워더에는 적재작업을 용이하게 할 수 있도록 작업범위가 6~10m에 달하고, 운전석에 앉은 채로 용이하게 조작할 수 있는 굴절식 그래플을 탑재하고 있다. 포워더의 주행방식에 따라 타이어식 포워더(Wheel type forwarder)와 크롤러식 포워더(Crawler type forwarder), 이 두 가지를 절충한 형태인 세미크롤러식 포워더(Semi-crawler type forwarder)로 나누기도 한다. 이러한 포워더는 임지 내 주행성능과 임지에 대한 피해를 줄이기 위하여 장애물 및 경사도에 대해 보정이 가능한 수평보정장치(Tilter)와 가변식 윤거장치(Variable wheel base), 탠덤 보기(Tandem bogie) 차체, 유압구동방식(Hydrostatic drive) 등 각종 첨단기능을 채용하고 있다. 또한 일반 포워더 차체에 대용량의 그래플을 얹어서 전목 또는 전간재를 싣고 운반할 수 있는 기종도 있고, 지형조건이 임내에 주행할 수 있는 조건이어야 하며, 작업도 및 집재로가 충분히 구비되어야 한다.

1
2
3
4

타워야더의 종류

1. 임내차 탑재형
2. 트럭 탑재형
3. RME-300T의 작업 모습
4. K-301-1의 작업 모습

2. 스키더

스키더(Skidder, 견인집재차량)는 주로 펠러번처나 체인톱으로 벌도된 나무를 스키더의 뒷면에 부착되어 있는 그래플로 집거나 윈치로 끌어당겨서 나무의 한쪽을 들어 올려 견인하는 임업 전용 트랙터의 총칭으로서 임업 전용으로 개발된 차체굴절식 임업용 트랙터(Articulated frame steered tractor)를 일명 스키더라고 한다. 스키더는 지면끌기식 집재작업을 위해 전용기계로 개발된 것으로서 동일한 크기의 대형 바퀴(4개)와 차체굴절식 조향장치를 구비한 것이 특징이다. 험한 지형에서 작업성능이 뛰어나고 내구성이 강하여 과거부터 임목수확작업에 사용되어 오던 대표적인 임업 전용 트랙터이며, 주로 전목이나 전간집재에 널리 사용되는 고성능 임업기계이다. 스키더는 기본적으로 벌도 · 집적작업의 펠러번처(Feller-buncher, 벌도기)와 조재작업의 프로세서(Processor, 조재기)의 조합에 의한 전목 또는 전간생산의 임목생산 작업시스템인 펠러번처형 임목수확작업시스템(Feller-buncher type logging operation system)에 사용되는 차량계 고성능 임업기계이다.

원래 스키더는 단어의 뜻 그대로 전목과 전간재의 끝 부분을 차체에 매달아 지면끌기식 집재(Ground skidding)에 사용되는 트랙터를 통칭하는 용어로서 크롤러 바퀴식 트랙터도 포함하는 광의의 개념이다. 스키더는 크롤러식과 타이어식 스키더로 크게 나누고 이를 다시 윈치가 부착된 케이블스키더(Cable skidder)와 그래플이 부착된 집게식 스키더(Grapple skidder), 집게가 트랙터의 차체에 거꾸로 얹혀 있는 모양의 크램벙크 스키더(Clam bunk skidder) 등으로 나눌 수 있다.

차체굴절식 임업용 트랙터는 불과 20~30마력의 엔진출력에 중량 2~3t의 소형도 있으나 대형 집게식 스키더 중에는 엔진출력이 170마력에 15t이 넘는 대형 기종도 있다. 크램벙크 스키더는 적재중량의 대부분이 차체에 얹히므로 적재용량이 큰 포워더의 차체를 이용하며, 별도로 전간재를 크램벙크에 실을 수 있는 집게가 달린 크레인이 탑재되어 있다.

3. 타워야더

타워야더(Tower yarder, 타워 부착형 집재기)는 인공 철기둥(타워)과 가

스윙야더와 작업 모습

선집재장치를 트럭, 트랙터, 임내차 등에 탑재하여 주로 급경사지의 집재작업에 적용하는 이동식 차량형 집재기계로 가선의 설치, 철수, 이동이 용이한 가선집재전용 고성능 임업기계이다.

일반 야더집재기와 용도가 비슷하나 이동, 설치가 쉽게 차체에 타워가 부착되어 임도상에서 대형의 경우 800m까지 가선집재를 실시할 수 있으며, 야더집재기가 1회 가선 통로를 설치하는데 2~3일이 소요되는데 비하여 설치조건이 좋으면 1시간 이내로 설치작업을 신속히 할 수 있으므로 예전의 야더집재기가 점차 타워야더로 대체되는 추세이다.

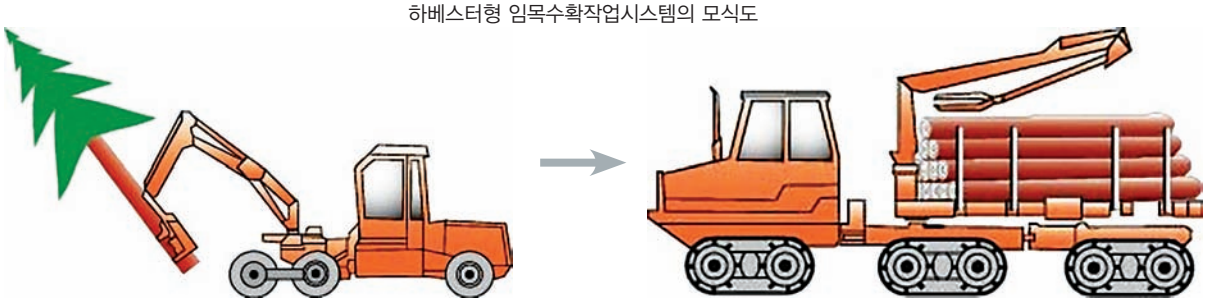
가공본줄 설치 길이에 따라 소, 중, 대형으로 분류하며, 일본에서 개발 보급된 오이까와(及川)사 RME-300T는 러닝스카이라인 삭장방식(Running skyline system)과 전자식 인터로커(Inter locker)를 채택하여 가선의 가설 및 철거가 용이하며, 최대집재거리 300m까지 가선 설치하여 상 · 하향 집재가 가능한 고성능 임업기계이다. 또한, 오스트리아에서 개발 보급된 Koller 301-1은 300m까지 상 · 하향 집재가 가능한 소형 기종이며, 전용 차량에 탑재되어 800m까지 상 · 하향 집재가 가능한 Koller K-800과 같은 대형 기종도 있다.

탑재용 기본 차량으로는 크롤러식 트랙터, 타이어식 트랙터, 트레일러 등이 사용되며, 최근에는 급경사지 산림이 많은 일본에서도 간벌재 집재를 위하여 여러 가지 형태의 소형 및 중형 타워야더를 제작 · 보급하고 있다. 타워야더는 임도가 많이 개설되어 있지 않은 급경사지와 간벌작업에 효율적이므로 앞으로 산악지가 많은 우리나라에 적합한 집재기계로 실용성이 높은 고성능 임업기계이다.

4. 스윙야더

스윙야더(Swing-yarder, 굴삭기형 타워집재기)는 굴삭기에 타워야더(Tower-yarder) 기능의 가선 집재윈치를 장착하고 굴삭기의 붐을 타워야더의 인공 철기둥(타워)으로 이용하여 일

하베스터형 임목수확작업시스템의 모식도



벌도 · 조재(하베스터) 집재(포워더)

반적인 이동식 차량형 집재기계인 타워야더와 똑같이 가선집재기능 및 역할을 할 수 있는 가선계 집재기계로 가선의 설치 및 철거, 이동이 용이한 가선집재용 고성능 임업기계이다. 특히, 스윙야더는 체인톱에 의한 벌도와 타워야더에 의한 전목집재 후 토장이나 임도변에서 프로세서로 조재작업을 실시하는 체인톱+타워야더+프로세서의 조합에 의한 타워야더형 임목수확작업시스템(Tower yarder type logging operation system)에서 타워야더의 기능과 역할을 대신할 수 있는 중요한 고성능 임업기계이다.

최근 일본에서는 타워야더와 더불어 타워야더를 대신하여 세계적으로 보기 드물게 급격히 개발 보급되고 있으며, 굴삭기의 높은 보급에 따라 굴삭기 버켓 대신에 프로세서 또는 쏘그래플을 함께 장착하여 간벌재 집재작업등에 많이 보급 사용되고 있다. 또한 굴삭기가 임도와 사방사업지 등 토목사업에서 많이 이용되고 있으므로 이러한 굴삭기를 스윙야더로 전환 이용함으로써 자재운반 등에도 아주 효율적으로 사용할 수 있으므로 앞으로 많이 보급될 것이다. 한편, 우리나라에 가장 실용성이 높은 타워야더형 임목수확작업시스템의 도입에서 타워야더 역할뿐만 아니라 임도 및 사방사업 등에서도 큰 역할이 기대되므로 앞으로 많은 보급이 필요한 집재기계이다.

고성능 집재기계에 의한 임목수확작업시스템

고성능 집재기계에 의한 임목수확작업시스템은 다양한 고성능 임업기계의 조합에 의한 임목수확작업시스템으로 높은 임업기계화가 이루어지고 있는 스웨덴, 핀란드, 노르웨이, 미국, 캐나다, 일본 등의 선진 임업국에서 주로 사용되고 있는 작업시스템이다.

주요한 고성능 임업기계 및 집재기계를 이용한 임목수확작업시스템은 하베스터형, 펠러번처형, 타워야더형의 임목수확작업시스템이 있다.

펠러번처형 임목수확작업시스템의 모식도

벌도(펠러번처) 집재(스키더) 조재(프로세서)

1. 하베스터형 임목수확작업시스템

하베스터형 임목수확작업시스템(Harvester type logging operation system)은 하베스터에 의한 벌도 · 조재작업과 포워더에 의한 집재작업을 실시하는 하베스터+포워더의 조합에 의한 임목수확작업시스템이다. 하베스터형 임목수확작업시스템은 평지림인 스웨덴과 핀란드, 노르웨이, 독일 등의 유럽에서 발전하여 현재는 미국과 캐나다, 일본 등지에서도 널리 적용되고 있는 작업시스템이다. 주로 평지의 산림에 적용되고 단목생산을 위한 작업시스템이며, 일본에서는 2인의 조별작업으로 1일 목재생산량이 보통 대규모의 경우 40~80㎥, 연간 목재생산량이 약 5,000~8,000㎥ 정도를 목표로 하고 있다.

2. 펠러번처형 임목수확작업시스템

펠러번처형 임목수확작업시스템(Feller-buncher type logging operation system)은 펠러번처에 의해 벌도하고 스키더로 전목집재한 뒤 프로세서로 조재작업을 실시하는 펠러번처+스키더+프로세서의 조합에 의한 작업시스템이다. 이 임목수확작업시스템은 캐나다나 미국 동부지방 등에서 널리 적용되고 있는 시스템이다. 주로 작업도와 집재로가 많이 개설되어 있고 비교적 경사가 완만한 산림에서 택벌작업 등에 많이 적용되고 있는 작업시스템이며, 3인의 조별작업으로 1일 목재생산량이 보통 50~100㎥, 연간 목재생산량 약 8,000~10,000㎥ 정도를 목표로 한다. 최근 일본에서도 일부 완경사지에 도입되어 활용되고 있다.

3. 타워야더형 임목수확작업시스템

타워야더형 임목수확작업시스템(Tower yarder type logging operation system)은 체인톱에 의해 벌도하고 타워야더 또는 스윙야더로 전목집재한 뒤 토장이나 임도변에서 프로세서로 조재작업을 실시하는 체인톱+타워야더 또는 스윙야더+프로세서의 조합에 의한 작업시스템이다. 이 임목수확작업시스템은 오스트리아 등의 중부 유럽이나 캐나다, 미국 서부지방 등의 산악지에서 널리 적용되고 있는 시스템이다. 그리고 이동식 타워 부착형 집재기를 도입함으로써 종래 야더집재기작업에서 가선의 설치 · 철거 등에 요하는 작업시간의 대폭적인 축소가 가능한 작업시스템이고, 다양한 가선집재방식이 적용되고 있으며, 경사가 급한 산악지에 특히 적합한 시스템이다. 이 작업시스템은 5인의 조별작업으로 1일 목재생산량이 보통 30~40㎥, 연간 목재생산량이 약 5,000㎥ 정도를 목표로 한다. 최근 일본에서도 급경사지 간벌작업에 많이 도입되어 있고, 경사지가 많은 우리나라의 임목수확작업시스템에 실용성이 높은 방식으로 앞으로 많이 도입되어 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

타워야더형 임목수확작업시스템의 모식도

벌도(체인톱)

집재(타워야더, 스윙야더)

조재(프로세서)