

일본의 임업기계화 현황과 전망

(기계화의 Vision, 임업기계화추진연구회 편 1990)

김 종 원 / 임업연구원
중부시험장

1. 신작업 System개발

가. 생산구조의 개혁

생산자원, 금후의 목재수급, 임업의 생산성, 노동력의 문제등을 종합해 볼 때 현재의 작업 System으로는 해결할 수 없는 문제가 많으므로 임업의 생산구조를 재검토 하지 않으면 안 되는 시기에 도달해 있다.

특히 소재(목재)생산에 대하여는 기계톱과 집재기, 트랙터로 구성된 작업 System만으로는 한계가 있다.

임업기계화의 촉진에 관한 간담회 보고서에 의하면 신작업 System으로서 표1,2와 같은 목

표를 제안하고 있다. 이 보고서에서 제안하고 있는 고성능 임업기계를 도입한 고능률 작업 System을 구체적으로 소개하면 다음과 같다.

나. 신 System의 목표

(1) 소재생산에 관여하고 있는 사업체중 연간 5,000㎥ 이상을 생산하는 대규모 사업체가 현재 전국 소재 생산량의 65%를 차지하고 있으므로 이들 사업체의 현행 작업 System을 한 급 높이는 것을 일본소재 생산구조의 변혁이라고 할 수 있다.

또한 겸업노동에 의한 소규모 작업에 있어서도 현재의 작업 System을 효율화해서 한 수준을 높이는 것을 시도해 볼 필요가 있다.

표1. 대규모 전업형의 장래목표

| 구분 | 현 재 | 생산성 Cost | 해당률 | 목 표 | 생산성 Cost | 해당률 |
|-------------|-------------------------|---------------|-----|--|---------------|-----|
| 완 사 지 | 벌도 집재 조재 기계톱→트랙터→기계톱 | 4.4m 약8천엔 | 30% | Fellerbuncher Type(카나다) 벌도 집재 조재 Fellerbuncher→Skidder→Processor | 18.5m 약6천엔 | 30% |
| | | | | Harvester Type(스웨덴) 벌도·조재 집재 Harvester→Toweryarder | 19.6m 약6천엔 | |
| 경 사 지 | 벌도 집재 조재 기계톱→집재기→기계톱 | 2.3m 약13천엔 | 40% | Toeweryarder Type(오스트리아) 벌도 집재 조재 기계톱→Toweryarder→Processor | 5.7m 약8천엔 | 35% |

표2. 소규모 전업형의 장래목표

| 구분 | 현 재 | 생산성 coost | 해당률 | 목 표 | 생산성 coost | 해당률 |
|-------------|----------------------------------|----------------------------|-----|---|----------------------------|-----|
| 완 사 지 | 벌도 집재 조재 기계톱→소형트랙타→기계톱 | 2.0m ³ 약14천엔 | 15% | 벌도 집재 조재 기계톱→소형Skidder→간이식Processor | 약10천엔 | 10% |
| | 벌도 · 조재 조재 기계톱 → 소형운재차 | 2.3m ³ 약13천엔 | | 벌도 · 집재 조재 Fellerbuncher Skidder→간이식Processor | 5.9m ³ 약10천엔 | |
| 완 사 지 | 벌도 집재 조재 기계톱→소형집재기→기계톱 | 1.5m ³ 약16천엔 | 15% | 벌도 집재 기계톱→소형toweryarder→ 조재 간이식Processor | 3.2m ³ 약12천엔 | 10% |

주 : ① 생산성은 1인 1일당 노동생산성
 ② cost는 1m³당 cost

(2) 임업의 지형조건(완사지 경사지)에 적합한 작업 System을 개발한다.

(3) 대규모 전업형으로서는 북구, 북미에서 실용화되고 있는 고성능 임업기계의 도입을 전제로 하면 벌채, 조재, 집재 등의 공정을 1대로 하는 것이 있고, 고성능 기계를 조합해서 임지의 조건과 작업구역에 따른 Type을 개발할 수 있다.

System의 명칭은 기계의 이름을 따서 ① Fellerbuncher Type, ② Harvester Type, ③ Toweryarder Type의 3가지를 들 수 있다.

(4) 소규모 겸업형에 있어서는 Compact Type의 고성능 기계를 도입해서 대규모 사업형과 같은 작업 System으로 벌채작업을 효율화한다.

(5) 신작업 System에 의한 벌채, 반출의 노동생산성은 대규모 전업형으로서 현재의 2.5~4.5배, 소규모 겸업형으로서 2배 정도 높이는 것을 목표로 한다.

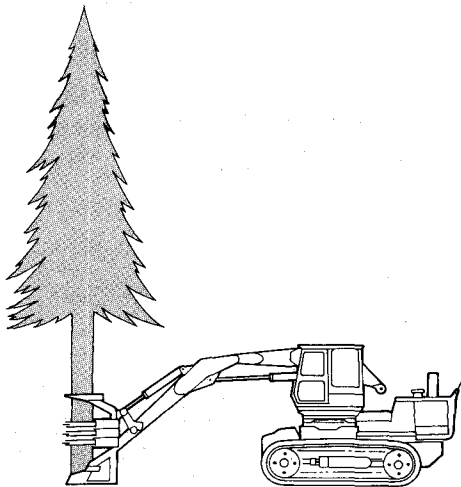
(6) 소재생산전체의 점유비율을 전업형으로 현재의 70%에서 80%로 높이고 겸업형을 현재

의 30%에서 20%로 낮추는 것을 목표로 한다.

2. 고성능 임업기계

가. Fellerbuncher(벌도기)

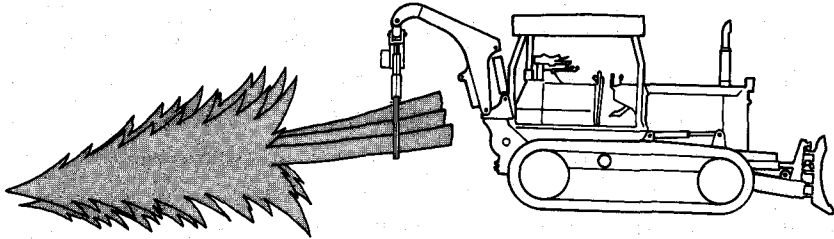
입목을 벌채해서 통채로 집재에 편리한 장소에 집적하는 기계



나. Skidder(소인집재차량)

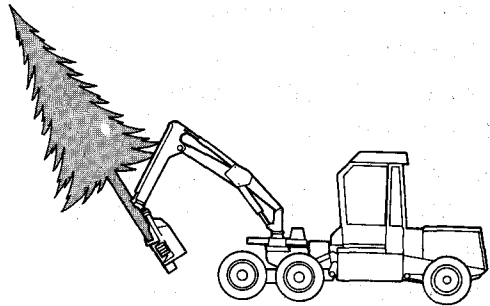
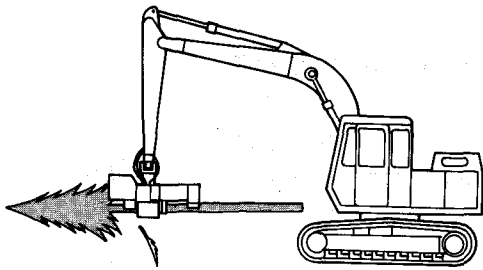
통나무를 조재집재하는 집재전용 트랙터는 Crawler Type과 Wheel Type이 있으며 구미

에서는 주행속도가 빠르고 유지비가싼 Wheel Type이 보급되고 있다.



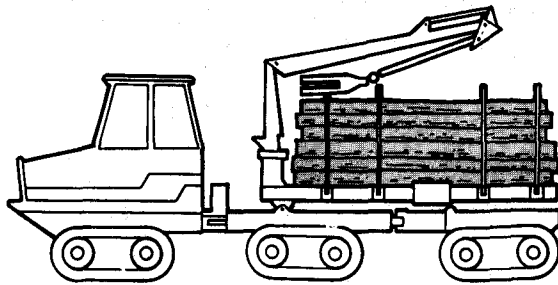
다. Processor(조재기)
임도나 토장에 전목집재한 원목을 지타, 조재하는 전용기계

라. Harvester(벌도조재기)
현재 기계톱으로 하고 있는 벌채, 지타, 조재작업과 집적을 일괄해서 행하는 기계 구미에서는 개별 및 간벌에 활용하고 있다.



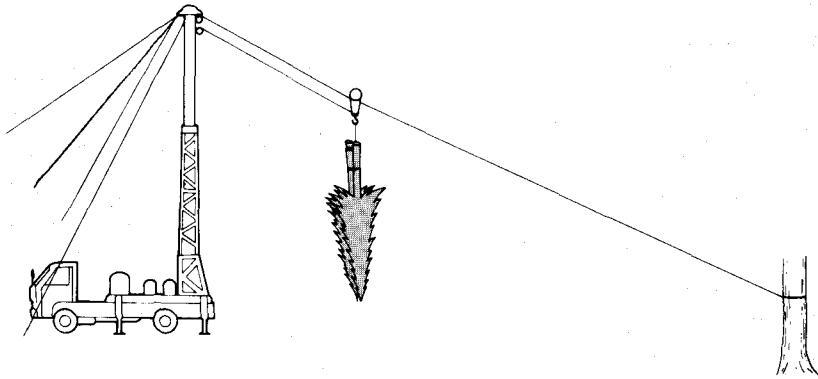
마. Forwarder(적재집재차량)
조재한 단간재를 적재실에 실어서 운반하는

집재전용 차량·적재실 통나무를 실기 위해서 크레인을 장치하고 있다.



바. Towerarder(타워부착 집재기)
손쉽게 가선집재할 수 있는 인공지주를 장치

한 이동식 집재기, 급경사지에서도 작업이 가능하다.



3. 신작업 System의 작업방법

가. 완사지

(1) Harvester식

Harvester가 임내를 자유롭게 움직이며 벌채, 지타, 조재를 하여 한 곳에 쌓아 놓으면 Forwarder가 집재하는 System이다.

이 Type System은 Forwarder에 적재하는 작업이 뒤따르기 때문에 경사 20이하의 완사지에 적용한다.

Harvester, Forwarder 각 1대를 세트로 하여 1일당 40~80m³ 정도 생산하는 것을 목표로 한다.

(2) Fellerbuncher식

Fellerbuncher가 벌도해 놓으면 집재전용 차량인 Skidder가 산지 토장까지 전목으로 싣고 가서 Processor에서 지타조재하는 System이다.

경사 25이하의 임지에 적용한다.

Fellerbuncher, Skidder, Processor 각 1대를 1세트로 하여 50~100m³/일, 10,000m³/년 생산을 목표로 한다.

나. 경사지-Toweryarder식

지형이 험악한 오스트리아의 산악림에서 발달한 Type으로서 급경사지의 작업 System이다.

Harvester나 Fellerbuncher가 들어갈 수 없는 경사지에서 기계톱으로 벌채한 목재를 Toweryarder로 전목집재해서 Processor로 지타조재하는 방법이다. 이 System의 특색은 가선집재 할 수 있는 Tower를 적재한 차량으로 필요한 장소에 이동해서 간단히 가선집재를 할 수 있기 때문에 종래 가선의 가선철거에 요하는 작업이 대폭 축소된다.

기계톱에 의한 벌채, Toweryarder, Processor의 set로서 연간 5,000m³를 생산하는 것을 목표로 하고 있다.

4. 생산성

가. 전업형의 생산성

(1) 현행 모델

신작업 System의 중심이 되는 것은 전업형으로서 전업 작업원이 고성능 작업기계를 가동시킬 뿐만 아니라 연간 사업량이 일정규모를 확보가 가능하고, 설비투자를 할 수 있는 자금

력이 있는 사업체가 도입대상이 된다.

전업형작업 System의 생산성, 코스트를 모델에 의해서 산출하기전에 비교대상이 되는 현행의 작업 System에 대해서도 생산성과 코스트를 산출하면 다음과 같다.

현재 대규모층이 전업적으로 소재생산을 하고 있는 경사지의 작업생산성을 기계톱에 의한 벌채(1명), 트랙터에 의한 집재(2명), 기계톱에 의한 조재(2명)의 5명 모델로서 추산하면 1일 생산량이 약 22 m^3 , 연간 180일 가동하여 약 4,000 m^3 을 생산할 수 있다.

노동생산성은 4.4 m^3 /1인 1일로 산출되는데 연간경비는 인건비, 제경비, 기계의 감가상각비 등을 합해서 약 3,300만엔 정도, 따라서 생산코스트는 8,000엔/ m^3 정도가 된다. 같은 방법으로 경사지에서 가선집재하는 현재의 System에서 산출하면 생산성은 2.3 m^3 , 생산코스트는 13,000엔 정도가 된다.

이 모델은 기계톱 벌채 2명, 가선집재 2명, 조재작업 2명을 셋트로하여 작업하는 System이다.

(2) Fellerbuncher식

소요인원은 Fellerbuncher에 의한 벌채·집재 1명, Skidder에 의한 전목집재 1명, Processers에 의한 조재 1명 계3명이다. 1인 1일 생산량은 18.5 m^3 , 연간 1만 m^3 의 생산이 가능하다.

경비는 인건비, 제경비, 기계의 감가상각비가 년 5,800만엔, 생산코스트는 약 6,000엔이 되므로 현재 System(완사지 차량)의 8,000엔보다 2할 정도 절감된다.

(3) Harvester식

Harvester에 의한 벌목조재에서 1명, Forwarder에 의한 집재 1명 계2명이 1조가 되어 1인당 생산성은 19.6 m^3 , 연간 필요 경비는 약 4,000만엔이 된다. m^3 당 생산코스트는 5,700

엔으로서 Fellerbuncher와 거의 같은 수준이다.

(4) Toweryarder식

경사지의 작업 System인 이 Type은 기계톱 벌채2명, Toweryarder집재 2명, Processer에 의한 조재1명 계 5명이 1조가 되어 1인당 5.7 m^3 을 생산하고 년 경비는 4,200만엔, 생산코스트는 8,000엔/ m^3 정도로서 현행 작업 System cost 13,000엔 보다 약 4할의 경비가 절감된다.

나. 겸업형의 생산성

(1) 완사지의 현재 생산성

현행 System은 ① 벌채 1명, 소형트랙터에 의한 집재2명, 기계톱에 의한 조재1명 계4명이 1조가 되는 System과 ② 기계톱에 벌목·조재 2명, 소형운재차에 의한 집재3명 계4명이 1조가 되는 System이 있다.

생산성과 코스트는 ① 2 m^3 /1인 1일, 14,000엔/ m^3 , ② 2.3 m^3 /1인 1일, 13,000엔/ m^3 정도이다.

(2) 완사지의 차량계 Type생산성

① 전업형의 Fellerbuncher Type에서 Fellerbuncher 대신 기계톱으로 벌채하는 Type으로서 기계톱벌채1명, 소형 Skidder에 의한 전목 집재1명, 간역식 Processer에 의한 조재1명, 계 3명이 1조가 되어 4.7 m^3 /1인 1일을 생산, 10,000엔/ m^3 정도이다.

② Fellerbuncher head를 부착한 Skidder (Feller skidder) 1명, 간이식 Processer 1명, 2명 세트의 System으로 생산성은 5.9 m^3 , 생산 cost는 1만엔 정도이다.

(3) 경사지 Toweryarder Type 생산성

현행 System의 일반적인 모델은 기계톱에 의한 벌채 2명, 소형집단기에 의한 집재2명, 기계톱에 의한 조재1명, 계 5명이 1조가 되어 실시하는데 생산성은 1.5 m^3 /1인 1일, 생산Cost는 16,000엔/ m^3 으로서 생산성이 낮다. 이에 대해서

목표로 하는 것은 전업형의 Toweryarder Type을 소형화한 것으로서 기계톱에 의한 벌채 2명, 소형 Toweryarder에 목표로 하는 것은 전업형의 Toweryarder Type에 의한 집재2명, 간이식 Processer에 의한 조재1명 등 5명 1조로 하여 실시하면 생산성은 3.2 m^3 /1인 1일, 생산Cost는 12,000원/ m^3 으로 현행 System보다 30%정도 절감할 수 있다.

이와 같이 겸업형에서는 완사지와 경사지에서 1인당 생산성을 2~2.5배 정도 향상시켜 생산비를 25~30%절감하는 것을 목표로 하고 있다.

5. 신 System에 의한 소재생산 미래상

가. 생산성 향상 목표

지금까지 소개된 신System을 도입하게 되면 일본의 소재생산량과 생산성은 다음과 같이 변화된다.

전업규모, 겸업규모 공히 현재의 기계톱, 트랙터, 집재기중심의 작업 System으로 부터 Fellerbuncher, Harvester, Toweryarder 등 고성능기계를 사용하는 작업 System으로 전환된다. 이와같은 기계화가 일부 천연림, 고립단지 등 어려운 조건의 임지도 있다.

소재생산 전체의 어느 정도가 신 System으로 전환될 것인가는 예측이 어려우나 2004년에는 생산량의 65%는 신System으로 하고, 35%는 현재의 개량형으로 하는 것을 목표로 한다. 고성능 기계형과 재래개량형을 상호 보완하여 전체생산량을 수확한다면 생산량은 현재의 1인 1일 2.4 m^3 에서 2004년에는 약 2.4배인 5.4 m^3 로 높아질 것이다.

나. 고성능 기계 전업형에 의한 생산량

장래의 목표내용을 검토하면 현재의 소재생산량 연간 3,100만 m^3 중 7할인 2,100만 m^3 을 전업

형의 작업 System으로 생산하고 있는 것으로 추정되고 있으나 대부분 기계톱, 집재기 System으로 연간 1,200만 m^3 을 생산하고 있어 전체의 약 4할을 점유하고 있다.

2004년의 연간 소재생산량은 4,800만 m^3 으로 확정되고 대부분의 생산량은 고성능 기계에 의한 전업형이 담당하게 되는데 경사지에 적합한 Toweryarder형으로 1,100 m^3 를 생산하고, Fellerbuncher 형으로 910 m^3 , 지형조건이 좋은 완사지에 적합한 Haverster형으로 480만 m^3 을 생산하는 것을 목표로 하고 있다.

다. 고성능형의 생산성

생산성은 다음표와 같이 비례적으로 향상되어 전체적으로 현재의 1인 1일 2.4 m^3 의 2.4배인 5.8 m^3 으로 증가될 것이다. 5.8 m^3 은 현재 스웨덴의 7.1 m^3 에는 미치지 못하고 있으며, 더욱이 고성능 기계에 의한 신작업 System으로 8.6 m^3 를 목표로 하고 있으므로 생산성의 향상 가능성은 높다.

6. 미래의 사업체 모델

신 System 도입대상이 되는 사업체의 표준 모델은 고성능 임업기계장비 3set, 재래개량형을 2.5set 소유한 사업체를 상정하면 여기에는 ㉠ 삼림조합중심형, ㉡ 소재생산업자의 협동조합형, ㉢ 기계이용협동조합형, ㉣ 기업단독형 등을 생각할 수 있다.

표준모델의 연간사업량, 사업비를 추산하면 고성능 기계형과 재래개량형을 합해서 5.5set의 장비와 26명의 인원이 연간 약 31,000 m^3 를 생산하고 22천만원의 경비가 소요된다.

앞에서 소개한 바와 같이 장래(2004년)에는 전업형에서 총생산량의 8할을 생산하게 되므로 전체에 필요한 사업체수는 1,200여 업체가 되고 표준 모델 사업체의 작업면적은 2만ha로 추

산된다.

사업체수는 1,240업체가 된다.

나. 전업 Type의 사업체(협업체 포함)수 추이
(2004년 목표)

(1) 총 생산량의 80%를 전업사업체에서 생산하고 1사업체당 년생산량을 31천㎡로 하면 전국의

| | | |
|------------------|------------|---------|
| 대상사업체 | 1사업체당 년생산량 | 사업체수 |
| 3,840만㎡ | ÷ 31천㎡ | = 1,240 |
| (겸업Type 960만㎡제외) | | |

가. 목표로 하는 전업 Type 사업체

| 구분 | Set 수 | Set 당 인원 | 작업 원 (인) | 생산성 (㎡/인일) | 연간 생산량 (천㎡) | 년간경비(백만원) | | | | 기계 취득비 (백만원) |
|------|-------|----------|----------|------------|-------------|-----------|-----|-----|-----|--------------|
| | | | | | | 계 | 인건비 | 상각비 | 제경비 | |
| 계 | 5.5 | 9.7 | 26.3 | 15.0 | 30.7 | 221 | 106 | 20 | 95 | 146 |
| 고성능형 | 3 | 4.0 | 12.0 | 10.8 | 20.0 | 137 | 48 | 18 | 71 | 128 |
| 재래형 | 2.5 | 5.7 | 14.3 | 4.2 | 10.7 | 84 | 58 | 2 | 24 | 18 |

(2) 1사업체당 작업면적은 20천ha가 된다

| | | |
|-----------|---------|------------|
| 전국삼림면적 | 사업체수 | 1사업체당 작업면적 |
| 25,255천ha | ÷ 1,240 | = 20천ha |

(3) 사업체의 사업대상림면적은 인공림일 경우 축적 300㎡/ha의 삼림을 50년 료벌기 하면 5,200ha가 된다.

| | | |
|-------------|-------------|------------|
| 1사업체의 년간생산량 | 축적㎡/ha | 년 사업대상삼림면적 |
| 31,000㎡ | ÷ 300㎡× 50년 | = 5,200ha |

※ 현재의 사업체수

| 사업규모 | 사업체수 | 생산량(만㎡) | 비고 |
|----------|--------|---------|-------|
| 계 | 11,120 | 2,900 | 임야청연구 |
| 5,000㎡이상 | 1,540 | 1,900 | 보급과자료 |
| 5,000㎡미만 | 9,580 | 1,000 | |

7. 신 System에 필요한 노동력

신작업 System으로 전환할 경우 노동력의 수요는 지금까지 소개한 신 System의 미래상

가. 총 소요노동자 수

| 구분 | 현 재 | | | 장래(2004년) | | |
|------|----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | 생산량 (만㎡) | 생산성 (㎡/인일) | 연인원 (천인일) | 생산량 (만㎡) | 생산성 (㎡/인일) | 연인원 (천인일) |
| 계 | | | | | | |
| 고성능형 | | | | | | |
| 재래형 | | | | | | |

을 기초로하여 2004년의 소요노동력을 계산하면 다음과 같다. 소재생산량은 연간 3,100만㎡에서 4,800만㎡로 55%증가하지만 생산성이 2.4㎡/인에서 5.8㎡/인으로 2.4배 높아져서 소요노동력은 현재의 64%로 감소한다. 이 경우 전업 Type은 재래형의 소요노동력이 절반 이하로 줄어들어 연인원 2,667,000인으로 추정된다.

고성능 기계를 쓴 전업 Operater는 13,000인 정도, 전업재래형으로 통년 종사하는 노동자수는 18,000인 정도로서 전업 Type에 필요한 노동자수는 31,000인으로 추계된다.

한편 겸업 Type에 필요한 노동력은 취노일 수별 작업반원수를 기초로 산출하면 36,000인 정도가 된다.

이상 전업형과 겸업형을 합해서 2004년에 소재생산에 필요한 노동자수는 약 66,000인이 된다.

| | | | | | | | |
|------------|-----|----------------|--------------|----------------|--------------|--------------|---------------|
| 전 업 | 고성능 | - | - | - | 2,480 | 10.8 | 2,296 |
| | 재래형 | 2,100 | 2.9 | 7.241 | 1,360 | 4.2 | 3,238 |
| | 계 | 2,100 | 2.9 | 7.241 | 3,840 | 6.9 | 5,534 |
| 겸업 (비율) | | 1,000 (100) | 1.8 (100) | 5.556 (100) | 960 (155) | 3.6 (242) | 2,667 (64) |
| 합계 | | 3,100 | 2.4 | 12.797 | 4,800 | 5.8 | 8,201 |

나. 전업Type 노동자수

| 구 분 | | 현 재 | 장 래 |
|-----|-----|-------------|-------------|
| | | 소요노동자수 (천인) | 소요노동자수 (천인) |
| 전업 | 고성능 | - | 12.8 |
| | 재래형 | 40.3 | 18.1 |
| | 계 | 40.3 | 30.9 |

다. 겸업Type 노동자수

(취노일수별 작업반원수-삼림조합통계)

| 구 분 | 59미만 (30일) | 60-89일 (75일) | 90-149일 (120일) | 계 (평균75일) |
|-------------------|---------------|-----------------|-------------------|--------------|
| 취노일수별 노동자수(천인) | 41% | 19% | 40% | 100% |
| | 14.7 | 6.8 | 14.8 | 35.8 |

8. 신작업에 필요한 로강의 조건

고성능 임업기계를 가동하는 작업 System은 현행 System에 비하여 임도, 작업도 등의 로강역할이 커지게 된다.

임도는 종래 이용구역을 유역에 설정한 환속림도, 공입림도라고 불리는 것이 많았으나 최근에 개설하는 임도는 곡선임도, 연결도로가 많아졌고, 임도와 작업도 등이 그물모양으로 된 고밀도 임도가 주체가 되고 있다.

금후 고성능 임업기계를 효과적으로 도입할 용 하기 위해서는 여기에 알맞은 임도, 작업도의 규격, 구조, 로강밀도, 배치가 필요하다. 예를 들면 고성능 임업기계는 재래기계에 비해서

대형화·중량화 된것이 많기 때문에 폭, 건물한계, 다리 등이 설계하중의 재검토가 필요하다. 때로는 로강상에서 조재기 등의 작업이 이루어질 수 있는 작업장(작업포인트)의 설치가 필요하다.

또한 고성능작업 System에 의한 소재생산 사업대상 면적전체에 어느정도의 로강밀도와 배치가 필요한가에 대해서도 종합적으로 검토할 필요가 있다. 고성능 임업기계는 북해도 등 일부지역에서 도입하기 시작 했을뿐 이므로 기계의 작업 실증 데이터, 작업 시스템의 검증에 적기 때문에 한발 앞선 복구, 북미의 사례를 참고로 하면서 로강정비를 계획적으로 추진할 필요가 있다.