

목질재료학 1장

제재(lumber manufacturing)

## I. 제재 및 공정관리

### 1. 제재목 가공과 생산관리

#### 가. 목재가공

목재는 오래전부터 우리 인간 생활과 밀접한 관계를 가지고 유용하게 사용되어 왔으며, 앞으로도 계속 사용되어질 친환경적인 건축 재료이다. 산림에서의 나무는 벌채되어 이용되기까지는 제재소 등지에 이송되어 제재가공, 건조가공, 기계가공, 접착가공, 도장가공, 방부가공, 화학가공 등의 공정을 거쳐서 제품으로서 실수요자에게 공급된다.

#### 1) 목재의 자연적 결점

입목은 벌채하기 전 생육기간 동안에 여러 가지 요인의 영향이나 생물의 피해를 받아서 많은 자연적 결점이 생기게 된다. 목재의 결점이란 목재의 강도를 저하시키거나 목재의 품질을 떨어뜨리고 가공, 마무리작업, 외관 등에 불리한 영향을 끼치는 이상조직을 말한다.

#### 가) 웅이

웅이(절)는 나무의 직경생장에 의하여 줄기나 나무의 목부에 파묻힌 대소가지의 기부이며, 목재의 피할 수 없는 결점 중의 하나이다. 재면상에서 웅이와 인접부위의 조직은 재면의 조직배열과는 달리 국부적으로 이그러져서 불규칙한 목리를 나타내기 때문에 웅이와 인접목재 사이에 수축률 차이로 인하여 웅이의 할렬, 웅이와 인접목재간의 분리, 또는 웅이의 빠짐 등이 나타나고 건조 시 뒤틀리기 쉬우며 웅이를 포함하는 목재는 강도가 저하되고 절삭공구의 마모를 심하게 하는 등 가공을 어렵게 하는 요인으로 작용한다.

#### 나) 이상재

수목은 중력의 방향으로 똑바로 자라서 생산된 목재를 정상재라 하고 이에 반하여 경사지 또는 평지에서 생육하더라도 바람 등 어떤 원인에 의하여 수간이 기울게 자란 수목은 만곡부분의 수간부위 또는 수간과 일정한 각도를 이루는 가지부위에 수를 중심으로 하여 기울어진 쪽의 위쪽 또는 아래쪽으로 편심생장을 하게 되는데, 이와 같은 편심생장을 한 부분을 정상재와 구분하여 이상재(웅력재, 반응재)라고 한다. 이상재는 정상재와 그 조직구조가 매우 다르고 물리적 성질이나 화학적 성질도 매우 다른데, 통상적으로 정상재에 비하여 여러 가지 좋지 못한 결점을 가지고 있다. 이상재는 섬유방향 수축률이 커서 정상재의 경우 건조시 수축에 의한 길이손실은 통상적으로 무시되고 있으나, 이상재의 경우 섬유방향 건조수축량이 크기 때문에 재단재 건조재의 길이방향 건조여척도 고려하여야 한다. 건조시에 깊이굽음, 측면 굽음, 비틀림 등의 건조결함을 유발하기 때문에 세심한 주의가 요구된다.

다) 수간 중의 할렬

수목의 성장과정에서 생기는 생장응력 또는 바람이나 외력에 의하여 발생하는 응력 등에 의하여 조직이 파괴된다. 이 수간의 할렬에는 연륜과 직각방향으로 생기는 심열, 접선방향으로 생장륜을 따라 할렬이 생기는 윤할, 서리의 해를 받아서 생기는 상렬 등이 있다. 또한 강풍이나 적설 또는 섬유방향의 생장응력에 의하여 생기는 압축파괴 등이 있다.

2) 원목의 구분

원목의 재종은 다음과 구분하므로 원목 및 제재공장에서 용도에 따라 구분되어 사용되어야 한다.

- 가) 「특용재급」이라 함은 침엽수 중 지름이 매우 크고 결점이 적어 문화재 보수나 공예품, 합판용 단판 등의 생산에 적합한 지름과 품질이 매우 우수한 원목을 말한다.
- 나) 「1등급」이라 함은 지름이 '특용재급'에는 못 미치지만 지름이 크고 결점이 적어 침엽수의 경우 한옥건축 등에서 이용되는 대단면의 2종구조재(보재)나 3종구조재(기둥재), 활엽수의 경우 가구재나 내장재 등의 이용에 적합한 지름과 품질의 원목을 말한다.
- 다) 「2등급」이라 함은 지름이 '1등급'에는 못 미치지만 지름이 다소 크고 결점이 적어 침엽수의 경우 1종구조재(규격구조재)나 데크재, 내장재, 활엽수의 경우 가구재나 내장재, 공예재 등의 이용에 적합한 지름과 품질의 원목을 말한다.
- 라) 「3등급」이라 함은 지름이 '2등급'에 못 미치거나 결점이 다소 많지만 침엽수의 경우 제재가공에 의한 이용이 가능하고, 활엽수의 경우 신탄재 등으로의 이용은 가능한 지름과 품질의 원목을 말한다.
- 마) 「원주재급」이라 함은 침엽수 중 지름이 '3등급'에 못 미치지만 서까래나 조경용재로 이용되는 원주재의 생산은 가능한 지름 및 품질의 원목을 말한다.
- 바) 「원료재급」이라 함은 지름이 침엽수의 경우 '원주재급', 활엽수의 경우 '3등급'에 못 미치거나 결점이 많은 원목으로, 주로 가설재나 표고골목, 칩, 보드, 펄프 등의 원료로 이용이 가능한 원목을 말한다.

3) 원목의 재적 계산

- 가) 원목의 재적은 가호 및 나호에 의하여 계산한다. 단, 소나무(제4조의 소나무류에서 소나무 이외의 수종은 제외)와 낙엽송에 한하여 길이가 3.6m 이상이고, 지름이 600mm 이하인 경우에는 다)호에 의하여 계산한다.

- ① 길이가 6m 미만인 것.

$$m^3 = D^2 \times L \times \frac{1}{1,000,000}$$

D : 원목 지름으로서 mm 단위에 의한 수치

L : 원목 길이로서 m 단위에 의한 수치

② 길이가 6m 이상인 것.

$$m^3 = \left[ D + 10 \times \frac{L' - 4}{2} \right]^2 \times L \times \frac{1}{1,000,000}$$

D : 원목 지름으로서 mm 단위에 의한 수치

L : 원목 길이로서 m 단위에 의한 수치

L' : 원목 길이로서 m 단위에 의한 수치 중 1m 미만의 끝수를 버린 길이

③ 소나무, 낙엽송(길이 3.6m 이상, 지름 600mm 이하인 것)

$$m^3 = \frac{(D^2 + 2D_1^2 + D_2^2)}{16} \times \frac{\pi L}{1,000,000}$$

소나무 :  $D_1 = 1.030D + 1.450L + 6.090$ ,  $D_2 = 1.108D + 13.37L - 13.59$

낙엽송 :  $D_1 = 0.999D + 3.140L + 7.180$ ,  $D_2 = 1.048D + 5.750L + 10.19$

D : 원목 말구지름으로서 mm 단위에 의한 수치

D<sub>1</sub> : 원목 말구지름으로부터 추정된 중앙지름으로서 mm 단위에 의한 수치

D<sub>2</sub> : 원목 말구지름으로부터 추정된 원구지름으로서 mm 단위에 의한 수치

L : 원목 길이로서 m 단위에 의한 수치

나. 원목의 품등기준

수종군에 따른 원목의 품등은 다음과 같다.

1) 소나무류

등급 기준	특용재급	1등급	2등급	3등급	원주재급	원료재급
지름(mm)	420이상	270이상	210이상	180이상	120이상	60이상
재장(m)	2.1이상	3.6이상	3.6이상	2.1이상	2.4이상	1.8이상
옹이	긴지름 150mm 이하			2등급 기준에 적합하지 않은 것		
할렬/윤할	30% 이하					
굽음	20% 이하			30%이하		원주재급 기준에 적합하지 않은 것
썩음 등	20% 이하			30%이하		
기타결점	경미한 것			현저하지 않은 것		

2) 낙엽송류

등급 기준	특용재급	1등급	2등급	*3등급	원주재급	원료재급
지름(mm)	360이상	240이상	180이상	150이상	90이상	60이상
재장(m)	2.1이상	3.6이상	3.6이상	2.1이상	2.4이상	1.8이상
옹이	긴지름 150mm 이하			2등급 기준에 적합하지 않은 것		
할렬/윤할	30% 이하					
굽음	20% 이하			30%이하		원 주 재 급 기준에 적 합하지 않 은 것
썩음 등	20% 이하			30%이하		
기타결점	경미한 것			현저하지 않은 것		

3) 편백·삼나무류

등급 기준	1등급	2등급	3등급	원료재급
지름(mm)	210이상	150이상	90이상	60이상
재장(m)	3.6이상	3.6이상	2.1이상	1.8이상
옹이	긴지름 150mm 이하		2등급 기준에 적합하지 않은 것	
할렬/윤할	30% 이하			
굽음	20% 이하	30%이하		3등급 기준에 적합하지 않은 것
씩음 등	20% 이하	30%이하		
기타결점	경미한 것	현저하지 않은 것		

4) 활엽수류

등급 기준	1등급	2등급	3등급	원료재급
지름(mm)	270이상	150이상	120이상	60이상
재장(m)	2.1이상	2.1이상	2.1이상	1.2이상
옹이	긴지름 150mm 이하		2등급 기준에 적합하지 않은 것	
할렬/윤할	30% 이하			
굽음	20% 이하	30%이하		3등급 기준에 적합하지 않은 것
씩음 등	20% 이하	30%이하		
기타결점	경미한 것	현저하지 않은 것		

다. 원목의 결점 및 측정 방법

원목 품등에 있는 결점은 다음 표의 방법으로 측정한다. 이때 결점이 여척 또는 이상 팽대 부분에 걸쳐 있을 때에는 당해 여척 또는 이상 팽대 부분을 제외하고 그 결점을 측정한다. 측정은 10mm단위로 측정하고 10mm 미만은 버린다. 백분율의 경우 소수점 이하는 버린다.

표. 원목의 결점 측정 방법

결 점		측 정 방 법
옹 이	측정	1. 재면에 있는 옹이를 대상으로 실측 긴지름을 측정한다. 2. 긴지름 10mm 미만의 옹이는 제외한다.
	산옹이	산옹이의 지름은 그 실측 긴지름으로 한다.
	죽은옹이 썩은옹이	죽은옹이, 썩은옹이의 지름은 그 실측 긴지름의 2배로 한다.
	숨은옹이	1. 재면이 돌출 또는 함몰 등의 이상을 나타내어 그 내부에 옹이가 숨어 있는 것으로 판단되는 경우 그 크기는 그 원목의 산옹이, 죽은옹이 또는 썩은옹이 중 가장 큰 옹이의 실측 긴지름을 1.5배한 크기로 한다. 다만, 1.5배한 지름이 숨은옹이로 인한 돌출 및 함몰부분의 긴지름 보다 작을 경우는 그 돌출 및 함몰부분의 실측 긴지름(재면의 선과 돌출 또는 함몰부분의 교차점간 거리)을 숨은 옹이의 지름으로 한다. 2. 산옹이, 죽은옹이 또는 썩은옹이가 없고 숨은옹이만 있는 경우의 숨은옹이 크기는 100mm로 한다. 다만, 숨은옹이로 인한 돌출 및 함몰부분의 긴지름이 100mm보다 큰 경우는 그 돌출 및 함몰부분의 실측 긴지름을 숨은 옹이의 지름으로 한다.
할 렬	측정	횡단면에서 재면으로 이어진 할렬을 대상으로 재면에서의 할렬길이를 측정한다.
	동일 횡단면	1. 동일 횡단면에 2개 이상인 경우는 가장 긴 것을 그 횡단면의 할렬길기로 한다. 2. 횡단면 지름의 1/2을 초과한 깊은 할렬은 그 할렬의 실측 길이를 1.5배한 길기로 한다.
	양횡단면	각각의 횡단면에서 가장 긴 할렬만을 합계한 수치로 한다.
	백분율	할렬의 길이에 대한 그 원목의 길이 비율로 한다.
윤 할 곡 선	측정	1. 횡단면에 있는 윤할을 대상으로 윤할의 곡선길이를 측정한다. 2. 횡단면 중심에서 9/10보다 외측에 있는 윤할은 제외한다.
	동일 횡단면	윤할이 2개 이상인 경우 각각의 윤할 곡선길이를 합한 길기로 한다. 다만, 각 윤할의 양쪽끝과 수심을 직선으로 연결하여 윤할이 겹치는 경우는 전체의 윤할곡선 길이에서 중복된 윤할 곡선길이를 제외한 길기로 한다.
	양횡단면	양 횡단면 중 윤할 곡선길이가 더 큰 것을 그 원목의 윤할 곡선길기로 한다.
	백분율	윤할곡선 길이에 대한 그 횡단면 둘레(원주)의 길이 비율로 한다.

표. 원목의 결점 측정 방법(계속)

결 점		측 정 방 법
굽음	측정	굽음변의 최대 굽음 높이를 측정한다.
	두 번이상 굽은것	각 굽음 높이를 합하여 1.5배한 것을 그 원목의 굽음 높이로 한다.
	백분율	굽음 높이에 대한 원목의 지름 비율로 한다.
썩음	측정	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 썩음 등에는 썩음, 속빔, 벌레먹음을 포함한다.</li> <li>2. 평균지름은 최소지름과 직각지름의 평균으로 한다.</li> <li>3. 속빔이 이상팽대부분에 걸쳐있을 때에는 그 부분을 제외 한다.</li> </ol>
	동일 횡단면	결점이 2개 이상인 경우 각 결점의 평균지름을 평균한 것을 그 횡단면의 평균지름으로 한다.
	양횡단면	각 횡단면의 평균지름을 합계한 것을 그 원목의 평균 지름으로 한다.
	백분율	썩음 등의 평균지름과 그 횡단면의 지름 비율로 한다.
기 타 결 점		원목 이용가치에 따른다.

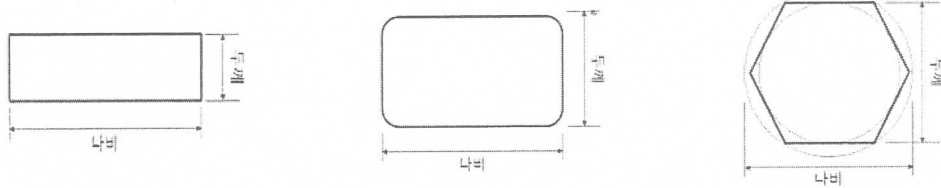


## 2. 제재가공

### 가. 제재가공

#### 1) 제재역사

1633년 이전에 목재부재는 쪼개거나 켜서 만들었는데 북미에서 처음으로 수력 제재소가 설치되어 통나무 형태로부터 제재품의 형태로 가공하여 이용하게 되었는데 이는 현대식 제재소의 모체가 되었다. 제재가공이란 원목으로부터 톱을 사용하여 사용목적에 적합한 규격으로 켜는 것을 일컫는다. 최근의 제재가공기술은 재래방법에서 컴퓨터와 스캐너 등의 기기를 사용하여 효율적으로 정확한 치수의 제재목을 생산하는 방법으로 전환하고 있다. 제재된 목재는 건조공정을 거쳐야 한다. 목재를 건조하는 주요한 이유는 목재의 결함을 최소화하기 위해서이다. 건조된 목재를 소재로 사용하기 위해서는 기계가공이 필요하다. 기계가공에는 절삭가공과 연삭가공이 있다. 이러한 가공과정을 거쳐 목재 고유의 아름다운 무늬를 나타내는 목제품을 생산할 수 있다. 제재가공, 건조가공, 기계가공을 마친 목재는 실제로 사용할 때 필요에 따라서 접착가공, 도장가공, 방부가공, 화학가공 등을 거쳐 각종 목조 시설재나 건축재로 사용하게 된다.



(a) 판재

(b) 각재

(c) 원주재

제재목의 두께와 나비 측정방법

#### 2) 제재목의 구분

제재목은 횡단면의 형태에 따라 다음과 같이 구분한다.

가) 판재 : 최소 횡단면에서 빠진변을 보완한 네모꼴의 4변의 합계에 대한 빠진변의 합계가 100분의 20 미만인 것으로, 두께가 75mm 미만이고, 나비가 두께의 4배 이상인 것을 말한다.

나) 각재 : 최소 횡단면에서 빠진변을 보완한 네모꼴의 4변의 합계에 대한 빠진변의 합계가 100분의 20 미만인 것으로, 다음 각 호 중 하나에 해당하는 것을 말한다.

- 두께가 75mm 미만이고, 나비가 두께의 4배 미만인 것
- 두께와 나비가 75mm 이상인 것

다) 원주재 : 최소 횡단면에서 빠진변을 보완한 네모꼴의 4변의 합계에 대한 빠진변의 합계가 100분의 20 이상인 것으로, 단면 형태가 원형,

육각형, 팔각형인 것 등을 포함한다.

### 3) 제재목의 용도에 따른 구분

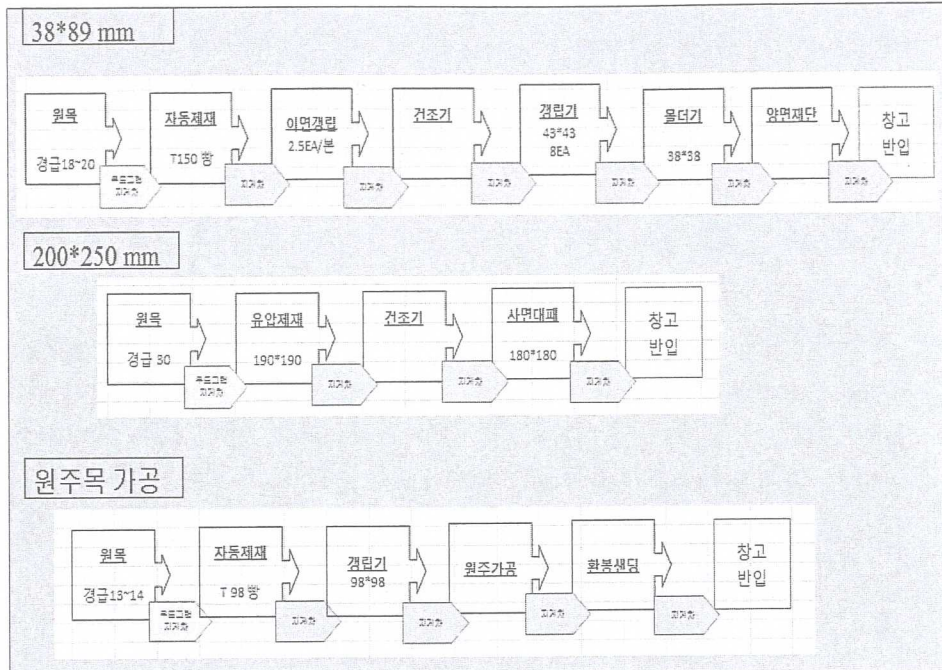
제재목은 용도에 따라 다음과 같이 구분한다.

- 가) 수장용재 : 내장재나 가구재 등 외관이 중요한 용도에 사용되는 제재목을 말한다.
- 나) 구조용재 : 건축물과 공작물의 구조내력상 주요한 부분에 사용되어 설계값이 필요한 제재목으로, 다음과 같이 세분한다.
  - 규격구조재 : 두께는 38mm 이상, 90mm 이하이며, 나비는 60mm 이상인 구조용재로서, 주로 경골목구조에 사용되는 것을 말한다.
  - 보구조재 : 두께는 90mm를 초과하며, 나비가 두께보다 60mm 이상 큰 구조용재로서, 주로 높은 휨성능을 요구하는 부위에 사용되는 것을 말한다.
  - 기둥구조재 : 두께와 나비가 모두 90mm를 초과하며, 나비가 두께보다 60mm 이상 크지 않은 구조용재로서, 주로 축하중이 작용하는 부위에 사용되는 것을 말한다.
- 다) 일반용재 : 설계값이 필요하지 않은 일반적인 용도에 사용되는 제재목으로, 수장용재를 제외한 것을 말한다. 다만 설계값이 필요한 포장용 목재를 포함한다.

## 나. 제재가공

### 1) 제재공정

제재공정은 원목이 투입되어 제재품이 나오기까지의 가공단계를 말한다. 제재공정은 원목의 크기, 수종, 등급, 제품의 종류, 생산방식, 설비 등에 의하여 여러 가지 형태가 있으며, 이러한 공정은 여건변화에 따라 공정의 순서를 변경하거나 일부공정을 생략할 수도 있다. 일반적인 공정의 순서는 원목의 박피, 길이절단 등의 예비공정을 거쳐 제재공정으로 투입되며( 생략하는 경우도 있음) 다음 단계로 등급분류, 건조, 포장하여 제품을 출하하게 된다.



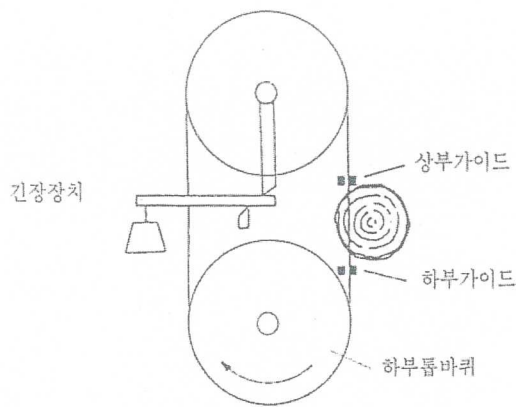
제재목 규격별 제재가공 공정도 사례

## 2) 제재기계

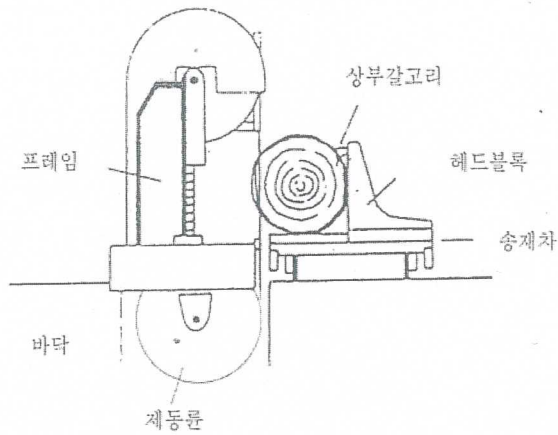
제재기계는 크게 띠톱제재기와 등근톱제재기로 분류된다. 제재기계의 구조와 기능은 톱을 회전시키는 본체와 목재를 전진/후진시키는 송재 장치로 나누어진다. 제재작업은 목재의 고속절삭, 원목과 가공물의 무게 등으로 인하여 제재기계에 많은 무리가 따르고 제품의 정밀도도 낮아지는 경우가 많다. 따라서 기계의 마모, 기능저하 등으로 인하여 기계장비의 정밀도와 내구성이 떨어지는 경우가 있으므로 주의가 필요하다. 최근의 제재기계는 컴퓨터 제어, 자동화, 무인제재법 등으로 발전하고 있어 기계장비는 더욱 복잡해지고 있다.

### 가) 띠톱 제재기

얇은 띠의 강철 양끝을 결합시켜 윤상으로 만들어 한쪽 측면에 톱니를 새긴 것이 띠톱이다. 이 톱을 상하 2개의 톱바퀴에 걸고 상부톱바퀴를 지렛대의 원리를 응용하여 띠톱에 일정한 장력을 주면서 회전시키주는 기계를 띠톱 제재기라 한다.



띠톱 제재기 모식도



송재장치가 붙은 띠톱 제재기

① 종류

제재의 능률, 생산성 향상을 위하여 제재공장에서 사용되는 띠톱제재기의 종류는 여러 가지가 있다

표. 주요 띠톱제재기의 기종

기종별	내용	용도
1. 테이블 띠톱제재기	1. 목재를 테이블 위에 올려놓고 수동으로 송재하는 방식	1. 소할
2. 자동롤러 띠톱제재기	2. 목재를 롤러에 의해서 송재하는 방식	2. 중할, 소할
3. 자동롤러 횡형띠톱 제재기	3. 목재를 자동롤러에 의해서 송재하는 횡형띠톱	3. 죽데기처리
4. 송재차 띠톱제재기	4. 송재차에 싣고 제재하는 방식	4. 대할, 중할

5. 송재차 횡형띠톱제재기	5. 송재방식은 송재차 띠톱제재기와 같으나 띠톱이 횡형임	5.소할, 죽대기처리
6. 두날띠톱제재기	6. 띠톱이 좌우 2개로 설치되어 있음 1회 송재에 2면이 제재됨	6.대할~소할
7. 탄뎀띠톱제재기	7. 2개 이상의 띠톱이 송재방향에 앞뒤로 배열되어 제재됨	7.소할

### ㉔ 본기장치

#### - 기체

본기의 기체는 베드와 프레임으로 구성되어 있으며, 베드는 하부톱바퀴와 상부톱바퀴를 지탱해주는 역할을 하며 동시에 띠톱을 당겨주어 긴장력을 유지하기 위한 충분한 강성이 있어야 한다.

#### - 상, 하 톱바퀴

상하, 톱바퀴는 두바퀴의 중량비, 정밀도, 강성, 내구성에 따라서 톱의 절삭성능을 좌우하는 중요한 작용을 한다. 하부 톱바퀴는 상부 톱바퀴보다 2.5~4.5배 정도 더 무거우며, 바퀴의 무게를 경량화하면 강성이 부족해 굽은 제재가 되기 쉽다. 톱바퀴는 제재기계에서 매우 중요한 부분이며 띠톱을 걸어 고속 회전하므로 2개의 톱바퀴는 균형이 유지되어야 한다.

#### - 톱바퀴축 지지장치

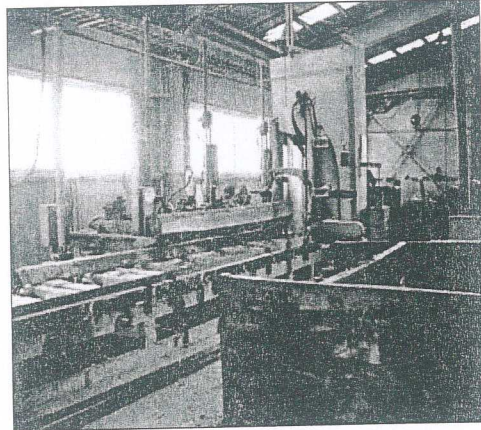
하부 톱바퀴축은 베드에 고정되어 있으며, 상부 톱바퀴축은 톱의 긴장장치를 이용하여 위로 밀어 올리도록 되어있어, 제재 중에 띠톱이 신축적으로 회전하게 한다.

#### - 긴장장치

긴장장치는 띠톱의 상, 하 톱바퀴의 외주면에 걸려있는 것으로서 상부톱바퀴에 일정한 긴장력을 부여한다. 이 장치의 2가지 기능은 상부톱바퀴를 띠톱의 길이에 따라 승강하여 긴장력을 주는 긴장작용과 제재중에 절삭열이나 절삭저항에 의한 톱의 신축에 따라 긴장력이 급변하는 것을 예방하는 완충작용이다.

#### - 상/하 가이드장치

띠톱은 회전하면서 원운동과 직선운동을 교대로 하게 되는데, 이때 가이드 장치는 톱 몸체의 진동을 방지하기 위하여 2개의 가이드봉을 톱 몸체 가까이 고정시켜 놓은 장치이다.



띠톱 제재기

㉞ 송재장치

송재장치는 제재할 원목을 띠톱이 있는 방향으로 보내는 장치로서 테이블식과 송재차식의 2종류가 있다. 테이블식은 목재를 테이블 위에 올려놓고 사람의 손으로 밀어 넣으면서 제재한다. 송재차는 중량이 무거운 원목을 확실하게 보지하면서 전진 후진시키는 역할을 하므로 차체는 내구성과 기민성이 요구되고 안전에 유의하여야 한다. 송재차에 장착되어있는 헤드블록은 목재를 움직이지 못하게 고정시키는 장치로서 수동식 또는 유압식의 격쇠가 붙어있다. 제재품의 치수를 결정짓는 치수조절장치가 붙어있으며 이는 높은 정밀도가 필요하다. 이 장치는 수동식, 전자식, 유압식 등의 종류가 있다. 송재차에는 오프셋장치, 송재차 구동장치, 차륜과 레일 등의 설비가 구비되어 있다.

표. 자동송재차 띠톱의 치수

구분/호칭치수	1100 (43")	1200 (47")	1300 (51")	1500 (59")	1800 (71")
톱바퀴 .직경(mm)	1100	1200	1300	1500	1800
.폭(mm)	100	125	145	180	230
톱바퀴 .직경(mm)	7150~	7850~	8950~	10700~	12230~
.폭(mm)	7370	8110	9240	11100	12830
.두께(B.W.G)					
프레임에서 톱까지의 거리 (mm)	620	670	720	945	1000
제재가능 최대원목직경(mm)	880	1000	1300	1250	1800
톱바퀴 회전수(mm)	600~750	500~600	400~500	300~400	300~400
소요동력(kw)	2~237	37~55	55~75	75~110	110~150

상하톱바퀴 축간거리와 톱바퀴 직경과의 비율	1.8	1.8	2.0	2.1	2.0
-------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----

- 자동송재차 띠톱의 치수

띠톱 본기의 크기는 톱바퀴 지름으로 하고, 송재차의 크기는 주로 헤드블록 열림의 크기로 표시한다. 띠톱의 톱바퀴 지름과 축간거리가 최대 제재직경을 결정짓는다. 자동송재차 띠톱의 치수는 톱바퀴 지름에 따라 분류한다.

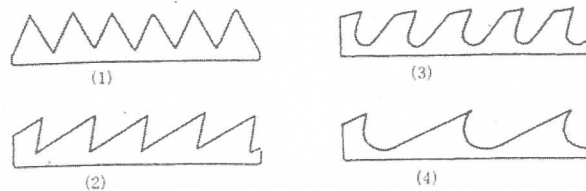
나) 등근톱 제재기

원형의 강철판 가장자리에 톱니를 낸 것이 등근톱이다. 구조는 간단하고 용이하게 장치되어있으며 능률도 높아서 제재와 목공용으로 많이 사용된다. 등근톱의 크기는 지름에 따라 대(127cm 이상), 중(76~127cm), 소(76cm 이하)로 나눈다. 등근톱 제재기는 용도도 다양하며 형식과 종류도 많으나 회전축에 톱을 장치하여 회전시키는 구조는 동일하다. 톱의 축에는 톱, 테두리, 축받침 장치, 톱회전용 풀리가 배열되어 있으며 테이블 위에는 치수를 결정짓는 정규장치가 붙어있다. 등근톱 제재의 송재장치에도 테이블식과 송재차식이 있으며 띠톱에 비하여 시설비와 유지비가 적게들며 작업에도 높은 수준의 기술이 필요하지 않다. 일반적으로 등근톱의 최대 절삭면폭은 톱반경의 70% 정도이다. 재료의 절삭은 등근톱의 하부절삭과 상부절삭의 2가지 방식이 있다.

3) 톱

가) 톱니의 기본형태

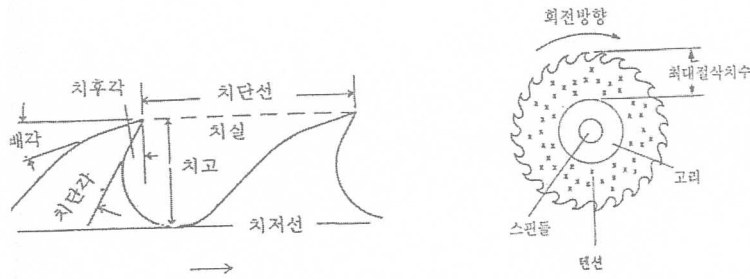
제재용으로 사용되는 톱니의 모양은 횡제재용 치형, 종제재용 치형 등근톱용 치형, 띠톱용 치형의 4종류가 있다. 실제로 제재시에는 목재의 성질, 톱과 기계의 조건, 작업 목적에 적합한 톱을 선정하여 사용한다.



톱니의 형태 및 종류

나) 톱니의 구성요소

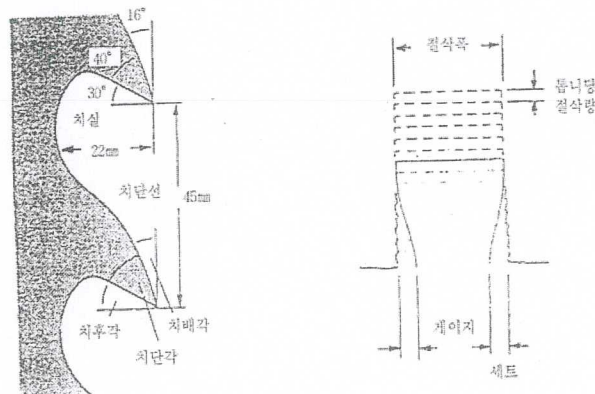
톱니의 구성요소는 목재절삭에 큰 영향을 미치므로 재료에 따라 톱니의 선택을 신중해야 한다.



톱니의 구성 요소

#### 다) 톱니 세우기

톱니를 세우는 것은 톱몸이 자유롭게 움직이도록 재료의 제재면과 둥근톱과의 마찰을 적게 하여 제재능률을 높이기 위한 것이다. 띠톱의 재질은 지정된 강도와 경도를 가진 소재라야 한다. 톱니를 만들기 위하여 새로운 소재를 들여왔을 때 톱니 세우기의 순서는 접합→수평잡기→톱니만들기(치형 형성)→허리조정(텐션)→등조정(백)→톱니 세우기→스테라이트 용착→톱니연마→치선 피복의 순서로 이루어진다. 사용한 톱의 손질 순서는 톱니의 재연마→세팅→스테라이트 용착의 순으로 이루어진다. 날어김(세팅)에는 스웨이세트와 스프링세트의 2종류가 있으며 일반적으로 표준세트는 톱두께에 비하여 침엽수(연재)는 약 2배, 활엽수(경재)는 1.8~1.9배로 한다.



스웨이 세트

#### 4) 제재마름질

##### 가) 마름질의 종류

제재마름질은 원목 또는 반제품을 제재함에 있어서 그 재료의 형질이나 재질을 기초로 하여 제품의 종류, 치수에 따라 채취위치와 채취순서를 결정하는 것이다. 마름질의 종류는 수종, 경급, 형질, 제품의 용도에 따라 여러 가지 형태가 있다.



일반적으로 수종과 원목의 크기에 따라 표준마름질이 있으며 경영자는 능률, 수율, 가치의 세 가지 요소를 조정하여 최저비용, 최대이윤이 되도록 마름질 방법을 결정한다.

- 표준마름질의 형태

평할제재, 돌림제재, 캔트제재 및 4분할 제재의 4종류가 있으며 돌림제재와 4분할제재는 원목의 직경이 50cm이상 되는 재료에 적합하고, 4분할제재는 활엽수 제재에 많이 쓰이며 침엽수 제재에는 많이 적용되지 않는다. 캔트제재는 평할제재에 비하여 수율이 높다.

- 제재마름질은 제재선이 통나무의 중앙축과 평행한 스프리트테이퍼법과 통나무의 원통과 평행한 플테이퍼법이 있으며 중심정규와 측면정규법이라고도 한다.

- 재면에 나타나는 나이테의 형상에 따른 구분

곧은결제재법과 널결제재법으로 나뉘며 곧은결제재법은 반경방향의 종단면에 나이테가 평행하게 제재하는 것이며, 널결제재법은 접선방향의 종단면에 나이테가 산 모양으로 불규칙하게 나타나게 제재하는 방법이다.

나이테에 의하여 나타나는 목리는 곧은결제재법에 비하여 제재하기 쉽고 제재능률과 수율이 높으며 생산비는 적게 들지만 품질이 떨어진다. 곧은결제재는 수율이 낮지만 우수한 품질의 제재품을 생산할 수 있다.

나) 스케닝

스케닝은 주사장칠글 설치하여 주사광선을 발사하므로써 원목의 크기와 재적을 측정하여 최적의 절삭방법과 제재마름질의 위치를 결정지어주는 역할을 한다.

다) 마름질할 때의 유의사항

- ① 굵은 원목 ; 마름질은 원목의 굵은 면에 직각되게 톱을 대는 방법과 평행하게 대는 방법이 있으며 평행하게 대는 방법이 유리하다.
- ② 절삭면은 평행하게 제재한다.
- ③ 용이는 가급적 제품의 폭면에 나타나지 않도록 한다.
- ④ 수부근에는 용이와 미숙재가 많이 포함되어 있어 강도가 약하므로 단면이 큰 제품 또는 품질이 낮은 제품을 채취한다.
- ⑤ 원목재면에 결점이 있는 경우 결점이 없는 부분부터 절삭한다.
- ⑥ 일반제재품 생산는 널결제법으로 우수 품질의 제재품은 곧은결제재법으로 제재한다.
- ⑦ 일반재는 소품종 대량생산의 능률본위의 제재법을, 양질재는 다품종 소량생산의 가치본위의 제재법을 채택한다.

5) 중소경제의 제재

제재용 원목은 세계적으로 대경제에서 중소경제로 변화되고 있으며 우리나라의

경우 생산되고 있는 원목이 거의 중소경재이다. 중소경재는 용이, 굵음 등 결점이 많고 원목지름이 작기 때문에 저질제품의 생산비율이 높고 생산성이 낮다. 제재기계는 두날띠톱 또는 두날둥근톱을 주력기계로 하고 죽데기처리하는 자동롤러 띠톱을 이용하여 귀달린 판재를 양산하는 경우가 많다.

#### 6) 기계가공

건조된 제재목을 소재로 사용하기 위해서 기계가공 과정을 거친다. 기계가공에는 절삭가공과 연삭가공이 있다. 절삭가공에 사용되는 기계는 목공용 둥근톱, 띠톱, 실톱, 대패(회전대패, 고정대패), 천공기, 목공선반, 형삭기(장부가공용, 접합가공용) 등이 있다. 연삭가공용 기계에는 샌더(평면가공용, 곡면가공용)가 있다.

#### 7) 제재공장의 기술관리

##### 가) 기술진단의 필요성

제재산업에서 원목비용은 제재생산비중 70~80%를 차지하고 있어 원목확보에 많은 투자가 요구되며, 기술적으로는 기계장치와 절삭공구가 고도화되면서 기계의 조작성은 복잡하며 고장발생률도 높다. 제재공장에는 톱밥이나 목분이 많고 기계는 진동과 충격을 받으면서 가동되고 있어 기계의 소모, 기능저하로 기계장비의 정밀도 및 내구성을 유지하는데 곤란을 받고 있다. 따라서 제재공장은 정기적으로 전문기술 진단을 받을 필요가 있다. 기계는 일상의 점검, 정비는 물론 정기적인 점검으로 기계의 보수관리에 유의하여야 한다.

##### - 전문기술진단 내용

- |                    |            |
|--------------------|------------|
| ① 제재공장의 경영방침       | ② 원목조건     |
| ③ 제재마름질 및 제품 가공정밀도 | ④ 제재기계류    |
| ⑤ 레이아웃 및 운반기계장치    | ⑥ 톱니 세우기 등 |

##### 나) 띠톱본기의 점검기준

표. 띠톱제재의 본기 점검기준

점검개소	점검 항목	원인, 처리방법	점검구분	
			일상	정기, 부정기
상하 톱바퀴	1. 톱바퀴면에 먼지, 나무진 부착여부	1. 기름으로 제거	⊙	⊙
	2. 마모, 상처, 녹의 유무	1. 재연마, 교체	⊙	
	3. 상부 톱바퀴의 승강원활도	1. 서포터가이드면의 주유부족 2. 승가스크루 및 워기어의		⊙

	4.톱바퀴 외주면의 떨림 5.톱바퀴 전후조정장치의 기능확실성	주유부족 1.톱바퀴 외주면의 연마 또는 교체 1. 조정 또는 수리	◎	
상하톱바퀴의 베어링	1.이상발열, 이상음의 유무 2.윤활상태	1.주유 또는 교체 1.윤활유 보충	◎	◎
긴장장치	1.분동중량의 적부 2.작동의 윤활	1.사용톱에 적합한 분동중량선정 1.나이프엿지,롯드의 선단마모 2.톱밥의 부착 3.레버위치의 확인 4.상부베어링케이스 지지부에 주유	◎ ◎	

다) 기계장비 점검의 측정기구

- ①다이얼 게이지
- ②회전기(10,000회)
- ③정밀수준기(평형수준기, 각형수준기)
- ④직정규, 직각정규
- ⑤간격측정게이지
- ⑥절연저항 측정기

라) 적정가동조건 및 불량제재현상

띠톱제재기는 항상 적정가동조건을 유지해야 하며 그렇지 않을 경우는 불량 제재현상이 발생한다.

표. 띠톱 제재기의 적정 가동조건 및 불량 제재현상

구 분	항 목	적 정 조 건	불량 제재현상
띠톱 본기 장치	톱바퀴 회전수	소정의 회전수	제재굵음, 톱갈라짐 제재불능, 기계진동
	상하 톱바퀴축 및 베어링	축이 마모되지 않을 것	제재굵음, 톱갈라짐 기계진동
	긴장장치	정상상태의 작동	제재굵음, 톱갈라짐
	분동	적정중량	톱갈라짐, 능률저하
	가이드	적정조정	톱갈라짐, 제재굵음

	톱바퀴면의 오염	톱밥, 나무진 부착없을 것	톱갈라짐, 제재굽음
송재차	레일	수평유지	제재굽음, 가공치수 불균일
	차바퀴	옆으로 흔들리지 않을 것	제재굽음, 가공치수 불균일
	치수조절장치	적정조정	가공치수 불균일
	렉 및 피니온기어 오프셋	적정조정	제재굽음, 가공치수 불균일
	베어링	마모되지 않을 것	제재굽음, 가공치수 불균일
	헤드블록	적정조정	가공정도 저하
	송재속도	적정속도유지	제재굽음, 코비틀림