

한옥 서까래 가공기 개발 Development of Rafter Processing Machine For Korean Traditional Houses

**박 강¹, 홍성민², 이건수², 필칸 올라²

*#K. Park¹ (kang@mju.ac.kr), S. M. Hong², G. S. Lee², Furqan Ullah²
¹명지대학교 기계공학과, ²명지대학교 기계공학과

Key words : Rafter, CNC, Han-ok

1. 서론

많은 사람들이 건강을 위해 친환경적인 생활을 원하고 있다. 그 중 우리 전통 가옥인 한옥이 주목 받고 있다. 그러나 한옥은 건축비가 비싸고, 생활하기에 불편하다. 이러한 단점을 극복하기 위해서 신 한옥 개발이 되고 있다. 이에 발맞추어 한옥 부재인 서까래를 가공하는 기계역시 개발 되고 있다. 서까래는 한옥 부재 중 수량이 많고 곡면 형태를 가지고 있어 현재 가공 기계로는 가공에 어려움이 있다. 서까래는 Fig. 1과 같이 직선 부분과 편심테이퍼 부분으로 나눌 수 있다.

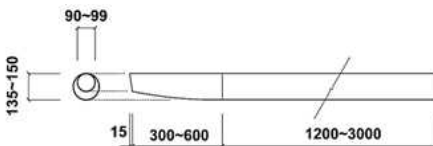


Fig. 1 Typical shape of the rafter

2. 서까래 가공기계

Fig. 2는 서까래 가공기계 개념 설계도이다. 서까래 가공기계는 투입된 원목을 가공하여 서까래로 만들기 위해서는 다양한 모듈이 필요하다. 다음은 서까래 가공에 필요한 모듈이다.

- Gripping and transferring of the timber
- Loading and 3D scanning of the timber
- Generating NC tool paths
- CNC 컨트롤러/프로그램
- PLC 프로그램
- Weight supporter to prevent distortion
- Unloading the timber
- Sawdust collector

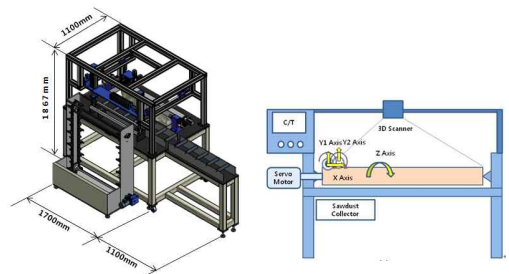


Fig.2 Design of rafter processing machine Fig.3 3D laser scanning system

3. 3D 레이저 스캐닝 시스템, 톨패스 생성

서까래 가공기계 투입되는 원목의 크기는 일정하지 않다. 원목의 가공여부를 판단하기 위해서는 3D 레이저 스캐닝 시스템을 통해 가공여부를 결정한다. Fig. 3은 3D 레이저 스캐닝 시스템 설계도이다. 투입된 원목이 가공부로 이동되어 척장장치에 고정시킨다. 고정된 원목을 한반퀴 회전하면서 수직으로 레이저 슬릿빔을 조사한다.

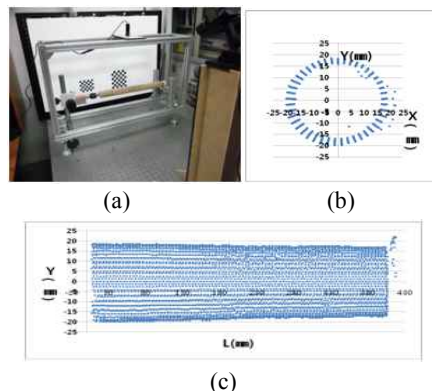


Fig. 4 (a) Experimental setup of the 3D laser scanner (b), (c) Reconstruction results of a rod

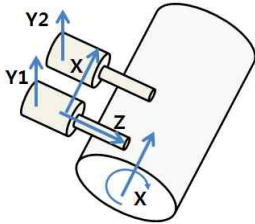


Fig. 5 Design of the tooling system

일정한 각도마다 CCD카메라로 캡처하여 원목의 형상정보를 획득한다. 원목형상정보와 서까래도면과 비교하여 가공여부를 판단한다. 가공이 가능하면 톨패스 생성 및 톨 지름, 원목 회전속도, 가공 깊이도 결정한다. Fig. 4는 3D 레이저 스캐닝 시스템 실험장치와 스캔한 원목 형상 정보이다.

4. 컴퓨터 시뮬레이션

서까래 가공시 가공시간을 단축하기 위해서 서까래 가공기계는 황삭과 정삭을 동시에 가공이 되게 설계 되었다. Fig 5와 같이 원목이 회전 하면서 황삭 톨과 정삭 톨은 동시에 x축을 따라서 함께 움직이고 Y1축, Y2축, Z축으로는 독립적으로 움직인다. 그러나 가공조건(톨 지름, 원목회전속도, feed rate)에 따라서 가공 후 서까래 표면 거칠기가 달라진다. 최적에 가공 조건을 찾기 위해서는 실제 가공 기계로 찾는 것은 시간과 비용이 많이 소비되므로 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 최적 가공 변수를 찾는다. 가공 조건은 톨 지름, 원목회전속도, feed rate를 각각 변화시켜 시뮬레이션을 하였다.[1][2][3][4]

- 톨 지름이 커질수록 표면이 매끄러움
- feed rate가 작을수록 표면이 매끄러움
- 원목 회전속도가 클수록 표면이 매끄러움

그러나 feed rate는 가공 시간과 밀접한 연관이 있어 너무 느리게 하면 생산성이 떨어져 경제성이 떨어지게 된다. feed rate는 생산성을 고려하여 변수를 선정해야 한다. 황삭과 정삭을 고려하여 시뮬레

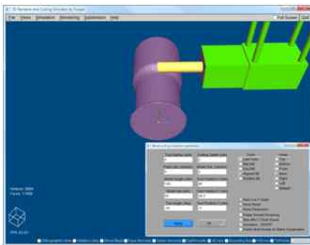
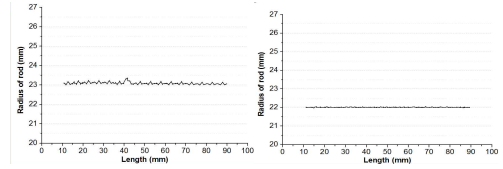


Fig. 6 Virtual cutting simulation system



(a) rough cut (b) fine cut

Fig. 7 Results of surface roughness

Table 1 Comparison of measured roughness data

Feed rate (mm)	timber revolution (rev/sec)	tool diameter (mm)	Depth of cut (mm)
4.0	2.0	10	2(rough cut) 1(fine cut)

이션 한 결과 가공조건이 Table 1 일때 가장 좋은 결과가 나왔다. Fig 7은 서까래 표면 거칠기를 그래프로 나타내었다.

5. 결론

이 논문에서는 서까래 가공 기계를 제안하였다. 서까래 편심 테이퍼 부분을 효율적으로 가공하기 위해서 3D 레이저 스캐닝 시스템과 톨 시스템을 제안하였다. 톨 시스템 가공조건인 톨 지름이 크고, 원목 회전속도가 크고, feed rate가 작은 수로 서까래 가공 표면이 더 좋게 나온다.

감사의 글

본 논문은 국토해양부의 “한옥기술개발”사업의 지원을 받았으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 백대균, 오명석, “가상 CNC밀링머신”, 한국산업응용학회지 제 4권 4호, 365-369, 2001.11
2. U. Furqan, P. Kang, “Surface-Based Virtual Dental Surgical Simulator using Haptic Display,” Computer-Aided Design & Applications. vol. 8, no. 6, pp. 841-848, 2011.
3. P. G. Benardos, G. C. Vosniakos, “Predicting surface roughness in machining: a review,” International Journal of Machine Tools & Manufacture, vol. 43, pp. 833-844, 2003
4. 고정훈, 이한울, 조동우, “CNC 가공에서 절삭력 예측과 조절을 위한 절삭 시뮬레이션 시스템 개발”, 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, 3~6, 2002