

# 원격 적용 독립 사용 가능한 양날 도로커팅기의 구조적 안정성 연구

이지호<sup>†</sup> · 이성수\* · 양동욱\*\*

## A Study on the Structural Stability of remote - controlled cutting machine for road with independently driven double – rotary cutter

Ji Ho Lee , Seong-su Lee and Dong-uk Yang

**Key Words:** Double rotary cutter(양날), Structural analysis(구조해석), Remote Control(원격제어), Cutting machine(커팅기), Range of work(작업범위)

### Abstract

Road cutters are mainly used to repair uneven surfaces caused by road traffic or ground settlement of roads packed with asphalt concrete or cement concrete in a construction company or to install pipes and wires for waterworks, where the road surface is cut and repaired. However, the road cutting machine, which is mainly used in the construction site, has a disadvantage in terms of work speed, the number of input workers, and the cost of the double cutting machine is dependent on imports. In this paper, the structural stability of a double-edged road-cutting machine is verified and a 3D model is designed and a structurally safe position is confirmed through single part analysis of some brackets.

### 1. 서 론

도로커팅기는 주로 건설회사에서 아스팔트 콘크리트나 시멘트 콘크리트로 포장된 도로의 차량통행이나 지반의 침하에 따라서 발생하는 요철면을 보수하고 상수도 하수도 및 각종 전기공사를 위한 파이프나 전선의 매설을 위해 공사구간을 따라 도로면을 절단하고 보수하는 작업 시 사용하고 있다. 공사현장에서 주로 사용되고 있는 도로 커팅기는 한날을 사용하는 장비로서 작업속도 및 투입 작업인원 등에 있어서 비효율적인 단점을 가지고 있으며 현재 양날을 사용하는 도로 커팅기는 일부 대형 건설사에서 수입하여 사용하고 있으나 비용이 고가이고 소형 건설사에는 구매에 상당한 부담을 안고 있어 비경제성이기 때문에 현재 전량 수입에 의존하고 있는 양날커팅기의 국산화 개발이 시급하다.

또한 기존 소형 도로커팅기는 컷터날이 14"~16" 사용으로 도로의 깊이에 못 미쳐 굴삭기의 브레이커를 이용하여 아스팔트나 콘크리트 파쇄작업이 추가로 병행되므로 이로 인한 공사기간의 장기화로 교통 혼잡과 더불어 공사비용의 손실이 막대하게 발생하며 경사로의 작업 시 작업자가 도로커팅기를 수작업으로 밀거나 견인하면서 안전사고의 발생률도 높아진다. 이러한 단점을 보완하고자 커팅기를 동시에 양날 또는 한날만 선택이 가능하며 경사로 작업에서도 안전하고 편리한 도로커팅기를 개발하고자 한다. 본 논문에서는 도로커팅기의 구조적 안정성에 대해 연구하였으며 모니터링부의 구성부품에 대한 사양 및 커팅 장치에 대한 성능분석을 조사하였고 단품 브라켓으로 해석을 진행하기 위해 Solid Model을 Surface Model로 작업을 병행 후 구조적으로 안전한 위치를 확인하고 향후 연구 진행방향을 정리하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 진동측정 시험방법

가속도계는 무게중심이 핸들 그림의 바깥쪽

<sup>†</sup> (재)자동차융합기술원

E-mail : swlghs01@jiat.re.kr

TEL : (063)472-2364 FAX : (063)472-2398

\* 정도산업㈜

으로부터 20mm 이내에 있도록 단단하게 설치 해야하고 일반적인 핸들 위치가 되도록 위치를 해야한다. 또한 손에 접촉하지 않고 작동하는 한 최대한 손에 가깝게 위치하고 각 핸들의 총 진동값 WAS(Weighted Acceleration Sum)를 구성하기 위해서는 3개의 수직 방향으로 가속도를 측정하며 아래의 그림 Fig.1에서 보여 주고 있다.

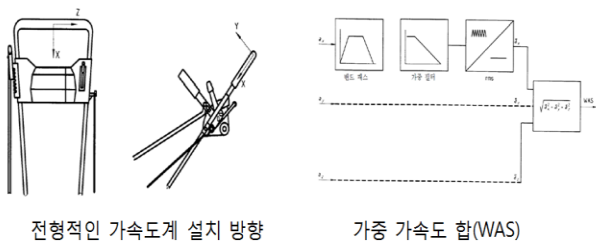


Fig.1 Vibration Test

## 2.2 3D모델 설계

Fig.2는 양날 도로커팅기의 설계모델이며 밑 부분에는 고정 테스트벤치 작업대가 놓여져 있고 컷팅날, 작동유압유, 연료탱크, 물탱크 등을 설계 하여 Assembly를 진행하였다.

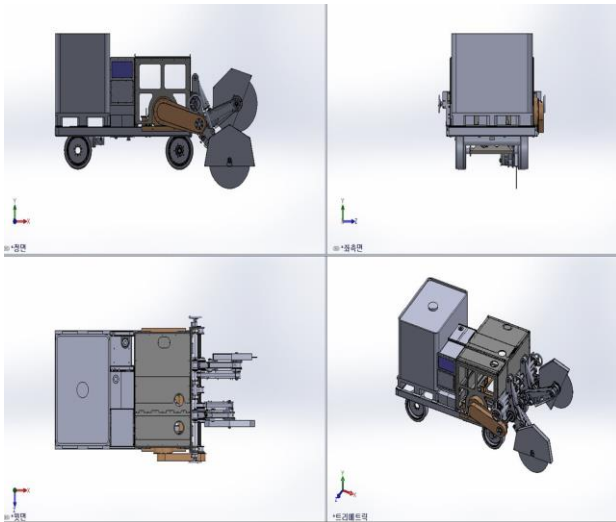


Fig.2 Model of Double - Rotary Cutter

## 2.3 도로커팅기의 단품해석

Fig.3은 도로커팅기의 단품 브라켓 해석을 진행 하기위해 Solid Model을 Surface Model로 작업한 부분이며 해석에 불필요한 부분을 제거하고 진행 하였다. 왼쪽부터 Arm Bracket, Plate Hinge, Main Frame으로 구성되며 Mesh 작성 결과 Arm Bracket의 Nodes는 8,033개, Elements 7,234개 이며 Plate

Hinge Nodes는 2,644개, Elements 2,376개, Main Frame의 Nodes는 67,486개, Elements는 66,819개를 가졌다.

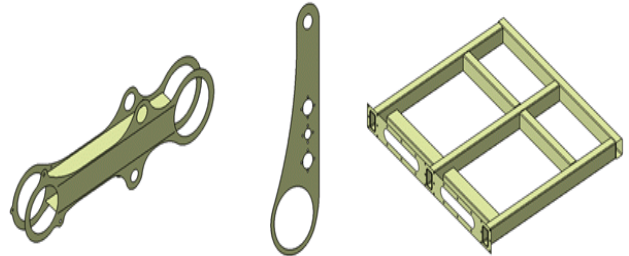


Fig.3 Surface Body Modeling

Fig.4의 그림은 도로커팅기의 단품 Body 일부 브라켓으로 경계조건을 설정한 것이며 가해지는 힘을 실린더 사양의 1.5배로 두고 하중은 기준치가 없어 임의로 앞부분을 400kgf, 프레임에 가해지는 부분은 1,000kgf 기준으로 1.5배로 설정 하였다.

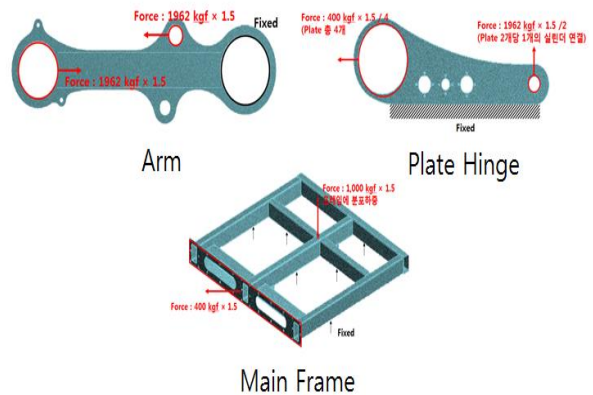


Fig.4 Boundary Condition

## 3. 해석결과

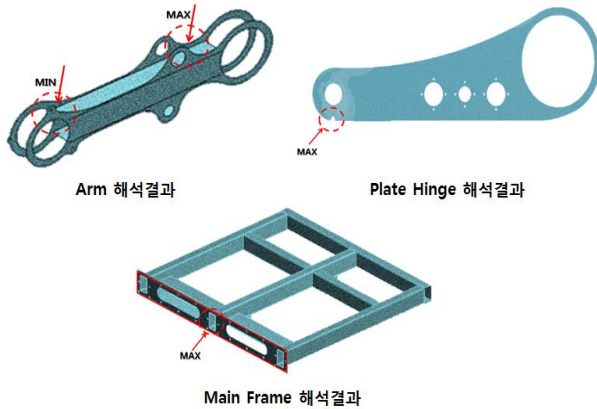
### 3.1 단품 브라켓 해석결과

Arm Bracket 해석 결과 최대 응력은 88.9MPa 나왔으며 최대변위는 0.358mm로 안전율은 2.809이며 상당히 안정적인 구조라 할 수 있다.

Plate Hinge 해석 결과 최대 응력은 85.2MPa 나왔으며 최대변위는 0.038mm, 안전율은 2.934로 상당히 안정적인 구조라 할 수 있다.

Main Frame 부품 해석 결과 최대응력은 154.4MPa 나왔으며 최대 변위는 0.576mm, 안전율은 1.619로 낮게 산출되어 Frame 설계를 다시

검토해야 할 것으로 판단되고 Fig.5에서 보여주고 있다.



**Fig.5** Analysis of Result

**Table** Data of Analysis Result

구분	Max Stress	Max Deformation	안전율
Arm	88.9 MPa	0.358 mm	2.809
Plate Hinge	85.2 MPa	0.038 mm	2.934
Main Frame	154.4 MPa	0.576 mm	1.619

#### 4. 결 론

양날 도로커팅기의 구조적 문제를 확인하기 위해 단품 브라켓으로 구조해석을 진행했으며 그 결과 Arm Bracket 부분과 Plate Hinge는 구조적으로 안전하게 나왔으며 Body를 지지해주는 Main Frame은 구조적으로 취약한 부분이 있어 설계를 보완할 필요성이 있다. 향후 연구로는 양날 도로커팅기의 모델을 Assembly 하여 구조해석을 진행할 것이며 시제품을 제작하고 양날 도로커팅기로 커팅을 했을 때의 소요시간, 커팅깊이, 원격제어 기술을 적용하여 손쉬운 운전이 가능하도록 테스트를 진행하려고 한다.

#### 후 기

본 연구는 2017년도 현장맞춤형 산업기술혁신 사업으로 “원격 적용 독립 사용 가능한 양날 도로커팅기 개발” 과제 (과제번호 : RJB17016)의 수행 결과이며 관계자분들께 감사드립니다.

#### 참고문헌

- (1) Kang, S. S., 2015, "Structural Analysis of the Lower

Frame in the Multi-aerial Platform," *JKSS*, Vol. 24, No. 3, pp. 69~75.

- (2) Lee, J. H., Yang, D. U. and Kim, B. L., 2018, "A Study on Structural Safety for a Trailer with 750kg Lower Frame," *Korean Society for Precision Engineering*, pp. 607~608.
- (3) Kim, J. W., Lee, J. H. and Lee, J. H., Kim, K., K., 2018, "A Study on Structural Analysis of Electric Wheelchair Body Frame for Safety Evaluation" *Korean Society for Precision Engineering*, pp. 481.
- (4) Ju, Y. S., Kim, Y. G. and Kim, B. W., Lee, K., S., 2003, "Structural Analysis of a Large Size Automobile Frame" *KSAE*, pp. 1417~1422.