

# 대형 Ingot 제작 주형의 연마 자동화 시스템 개발

## The Development of Automatic Grinding System for Large Ingot Mold

\*유상목<sup>1</sup>, 황종대<sup>2</sup>, 정혜영<sup>3</sup>, 정윤교<sup>4</sup>

\*S. M. You<sup>1</sup>, J. D. Hwang<sup>2</sup>, H. Y. Jung<sup>3</sup>, #Y. G. Jung(ygjung@changwon.ac.kr)<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup>창원대학교 기계공학과, <sup>2</sup>제주관광대학교 메카트로닉스과, <sup>3</sup>(주)포렉스

Key words : Automatic Grinding System, Machine Simulation, Von Mises Stress

### 1. 서론

단조용 강괴의 제작을 위해서는 고가의 특수강으로 만들어진 주형의 사용이 필수적이다. 그러나 이 주형은 고온의 주물에 의한 내부균열로 인해 그 사용수명이 50회 내외로 한정되어져 있다. 따라서 이러한 주형의 내부균열을 없애기 위하여 현재는 현장 작업자의 수작업에 의한 연마에 의존하고 있지만, 열악한 환경에 의해 산업재해가 발생 할 수 있기 때문에 숙련된 작업자들도 기피하고 있는 것이 현실이다.

따라서 본 연구의 목적은 산업재해를 방지할 뿐만 아니라 주형의 수명연장을 위해서 주형의 내부에 발생되어진 균열을 제거하기 위한 대형 Ingot 제작 주형의 연마자동화 시스템을 개발하는 것이다.

### 2. 연마자동시스템의 제안 및 머신 시뮬레이션

본 연구에서는 3가지 타입의 대형잉곳 주형의 연마자동화 시스템을 제안하였다. 첫 번째 외팔보 타입 (Cantilever Beam Type)은 본 연구에서의 초안 모델로서 3축을 기준으로 움직이며, 주형의 내부에 Arm부가 이동하여 연마작업을 하게 되는 가장 기초적인 직교구동장치로 구성된 타입이다. 두 번째 타입은 양단지지타입 (Supported Beam Type)으로 외팔보타입의 구조적 단점을 개선한 타입으로서 구조의 강성은 증가시킬 수 있으나 구조가 복잡하고 양단이 지지되어져 있기 때문에 연마 점의 제어가 어려울 수 있다는 단점을 가진다. 마지막으로 세 번째 타입은 휠 서포터타입 (Wheel Supporter Type)으로서 외팔보형의 Tool부에 휠 서포터를 장착한 모델로서 외팔보형의 구조적 문제점을 해결함과 동시에 양단지지형에서의 문제점인 주형의

양쪽에 동일한 연마시스템이 배치되어 하나로 구동시켜야 하는 문제점을 동시에 개선한 타입이라 할 수 있다.

제안되어진 3가지 타입을 대상으로 Fig.1 에서와 같은 공정을 거쳐 머신 시뮬레이션을 수행하였다. 먼저 제안되어진 3가지 타입의 각 파트별 부품에 대한 모델링을 실시하였고 모델링되어진 부품의 어셈블리를 통하여 타입전체의 어셈블리 형상을 만들게 된다. 각 타입의 어셈블리형상을 Fig.1, Fig.2 및 Fig.3에 나타내었다. 이후 머신 시뮬레이션 소프트웨어에서 구동을 위한 어셈블리를 위해 CAD 시스템의 어셈블리에서 작업한 기준좌표축에 대하여 각 파트의 위치정보를 저장하고 이 파트 파일들을 머신 시뮬레이션소프트웨어에서 다시 어셈블리한 후 검증하였다.

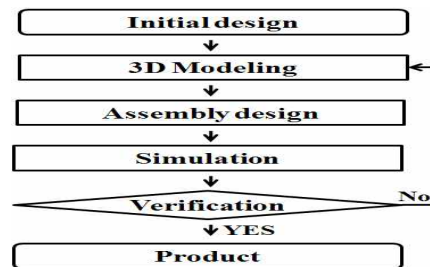


Fig. 1 Flow Chart for Machine Simulation

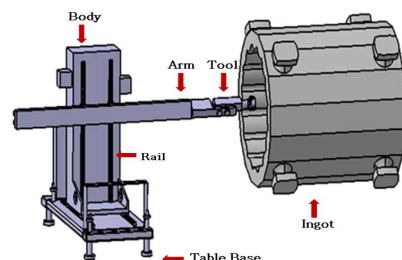


Fig. 2 Cantilever Beam Type

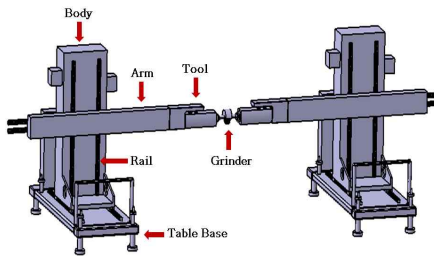


Fig. 3 Supported Beam Type

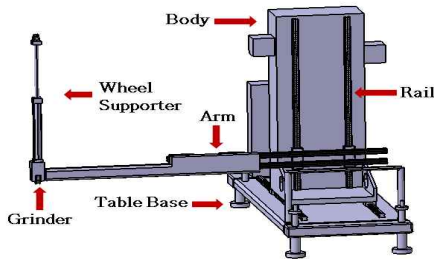


Fig. 4 Wheel Supporter Type

검증결과 3타입모두 충돌과 간섭이 없이 정상 구동 되었음이 확인되었다.

### 3. 구조해석

제안되어진 상기의 3가지타입의 연마자동연마시스템을 대상으로 카티아(CATIA)의 분석기능을 이용하여 구조해석을 실시하였다. 구조해석을 간편화하기 위하여 연마시스템은 암(Arm)부, 지그(Zig)부 및 툴(Tool)부로 단순화시키고, 연마시의 하중조건은 일반적인 알루미늄입자의 슛돌로 연마할 시의 연마력인 200-2000N으로 하였다[1]. 재질은 강과 알루미늄으로 선정하였고, 3가지 타입 모두 주형의 내부의 중심에 연마력이 작용하는 것으로 하고 구조해석을 실시하였다.

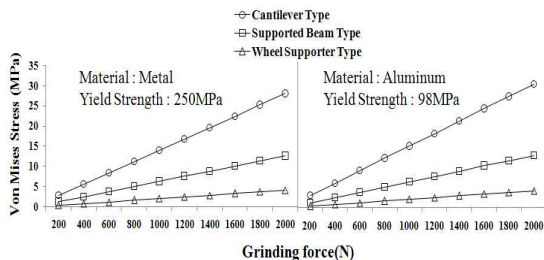


Fig. 5 Relationship between Grinding Force and Von Mises Stress

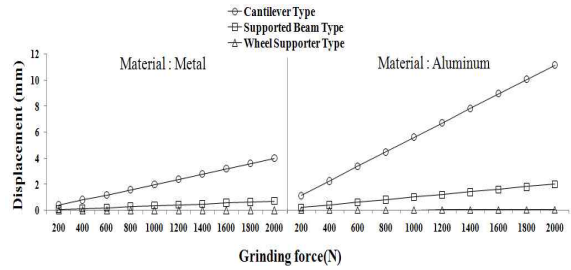


Fig. 6 Relationship between Grinding Force and Displacement

Fig. 5 및 Fig.6은 각각 3가지 타입의 연마시스템에 대하여 연마력의 증가에 따른 최대응력(Von Mises stress)과 변형량(Displacement)의 변화를 나타낸 그림으로, 그림에서 보는바와 같이 휠 서포터 타입이 다른 타입에 비해 최대응력과 변형량이 가장 작게 나타남을 알 수 있다. 또한 강과 알루미늄의 항복응력이 250MPa 및 98MPa 로, 연마시스템의 사용응력보다 10여배 이상 큰 값인 것으로 보아 시스템은 소성변형 없이 안정적으로 구동 할 수 있음이 확인 되었다.

### 4. 결론

본 연구에서는 외팔보타입, 양단지지타입, 휠 서포터타입의 3가지 타입의 연마자동화 시스템을 제안하고, 제안되어진 타입을 대상으로 3D 모델링 및 머신 시뮬레이션과 구조해석을 실시한 결과 휠 서포터타입이 타의 타입에 비해 구조적으로 안정적 구동이 가능한 시스템으로, 향후 대형잉곳 제작주형의 연마자동화시스템개발을 위한 최적타입임이 확인되었다.

### 후기

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업(RT104-01-03) 지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

[1] S.T. Lee, Y.G.Jung, " A Study on Determination of Wheel Life Using Grinding Power in Cylindrical Grinding", Journal of the KSMTE, Vol.9, No.4, pp.1109-1112, 2000