

접합형상 인식 자동 파이프 절단기 개발

Development of Junction Shape Recognition Automatic Pipe Profiling Cutting M/C

*김화일¹, 이육진¹, 박순종¹, 유창훈¹, 노대경¹

*H.I.KIM¹, W.J.Lee¹, S.J. Park¹, C.H. Yoo¹, #T.J. Lho(tjlho@tu.ac.kr)¹

¹ 동명대학교 메카트로닉스공학과

Key words : Pipe Cutting Machine, Pipe Coaster, PLC, Control Touch Panel

1. 서론

현재 조선, 해양 구조물 및 배관 등 모든 산업분야에 다양한 용도로 사용되고 있는 파이프의 용접 가공시 파이프 접합 형상을 수가공 하고 있다.

셀과 관은 평판 절단과 다르게 원형에 대한 절단이 이루어져야 하므로 작업자가 필요한 형상이 전개된 두꺼운 상지를 작업하고자 하는 파이프에 석필로 커팅 형상 및 길이 표시 후 표시된 라인을 따라 작업자가 직접 커팅기로 작업을 하고 있다. 또한, 수작업으로 파이프를 절단할 시에는 상당한 시간과 작업자의 숙련된 기술이 필요하다. 특히 열교환기와 같은 고압 유체의 저장과 이동에는 다양하고 복잡한 접합 형태를 가지는데 이때 파이프 절단을 수작업으로 정밀하게 가공하는 것은 거의 불가능에 가깝다.



Fig. 1 Compared Flowchart with Manual Process and Automatic Pipe Profiling cutting M/C

Fig. 1은 수작업공정과 접합형상 인식 자동 파이프 절단기의 공정을 비교한 순서도이다. 수작업공정은 6단계로 진행이 되며 시간은 약40분이 소요되는데 자동 파이프 절단기의 공정은 3단계로 8분정도가 소요된다. 수작업공정은 자동 파이프 절단기의 공정에 비해 작업자가 안전하지 못할 뿐만아니라 생산성도 저하되고, 많은 시간이 소요되므로 공정의 어려운 점이 많다.

본 연구에서는 이러한 수작업의 어려움을 극복할 수 있는 “접합형상 인식 자동 파이프 절단기(Junction Shape Recognition Automatic Pipe Profiling Cutting M/C)”를 개발함으로써 조선, 해양구조물, 플랜트 설비산업의 경쟁력을 높일 수 있고, 생산의 자동화를 통해 생산성 향상과 우수한 품질을 확보 할 수 있을 것으로 예상된다.

2. 시스템 구성

접합형상 인식 자동 파이프 형상 절단기의 시스템 구성은 컨트롤 터치 패널(Control Touch Panel), PLC(Programmable Logic Controller)제어부, 커팅M/C 크게 3부분으로 나눌 수 있다.

컨트롤 터치 패널은 수식화 한 절단모양의 궤적을 좌표 형식으로 연산하여 PLC의 CPU로 궤적 좌표를 MODBUS 통신으로 좌표 데이터를 주고받는다. PLC제어부는 컨트롤 터치 패널에서 받은 궤적 좌표 데이터를 PLC의 위치결정 모듈로 AC서보 모터를

정밀하게 위치제어 및 속도제어 한다. 커팅M/C에서는 파이프를 접합이 가능한 모형으로 플라즈마 절단 가공한다.

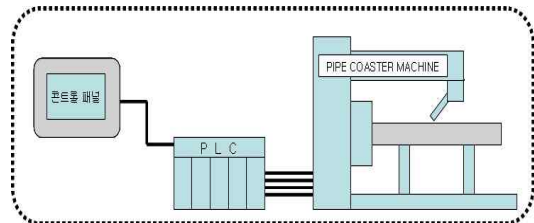


Fig. 2 System Composition of Automatic Pipe Profiling Cutting M/C

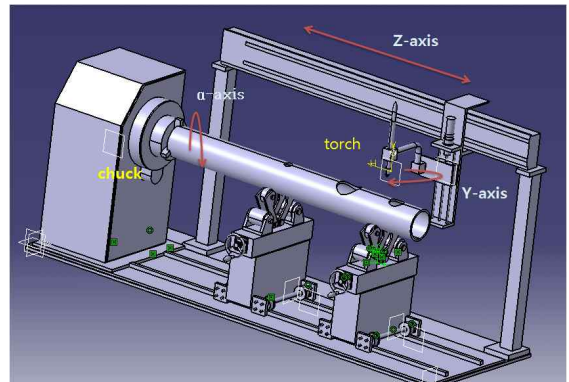


Fig. 3 Automatic Pipe Profiling Cutting M/C 3D Modeling

파이프 절단기의 3D모델링인 Fig. 3을 보면 알 수 있듯이 3개 축의 AC 서보 모터를 속도/위치제어 한다. Z축은 토치의 수직 방향이고, Y축은 절단면의 개선각(Beveling)을 넣을 수 있도록 플라즈마 토치의 각도를 제어하는 축이다. alpha 축은 파이프가 물려져있는 척의 회전각을 제어하는 축이다.

Z-axis	Linear Moving
Y-axis	Beveling
alpha-axis	Chuck Rotation

Table 1. 3-axis



Fig. 4 Various Splicing Form of the Pipe

3축을 정밀 제어하여 다양한 접합 형태를 가공할 수 있는데 Fig. 4는 파이프의 접합 형태를 그림으로 나타낸 것이다.

3. 컨트롤 터치 패널(Control Touch Panel)

컨트롤 터치 패널에서는 먼저 작업자가 작업하고자 하는 다양한 접합형상(지관 수직 절단, 지관 사선 교차 절단, 수직 평면 절단, 사선 평면 절단, 원절단 등)을 다양한 접합 형상이 ICON화 되어 있는 메인화면에서 선택한다. 접합형상을 선택하면 치수를 입력하는 화면으로 전환하게 된다. 입력한 치수의 연산된 궤적을 작업속도에 맞추어 모니터에 3D 와이어 프레임 화면으로 절단 도구의 궤적을 실시간으로 시뮬레이션 한다. 작업자가 시뮬레이션 화면을 확인하여 진입선 길이(피어싱 이후 궤도로 진입하는 길이), 오버컷, 반경오차(표준 규격에 의한 소재를 선택하더라도 실제로 생산되는 소재는 다소 오차가 있으므로 그 오차량을 보정하기 위한 값), 절단속도 등의 파라미터를 수정할 수 있고 수정이 끝나면 접합형상의 궤적 좌표를 PLC로 MODBUS 통신으로 송신한다.

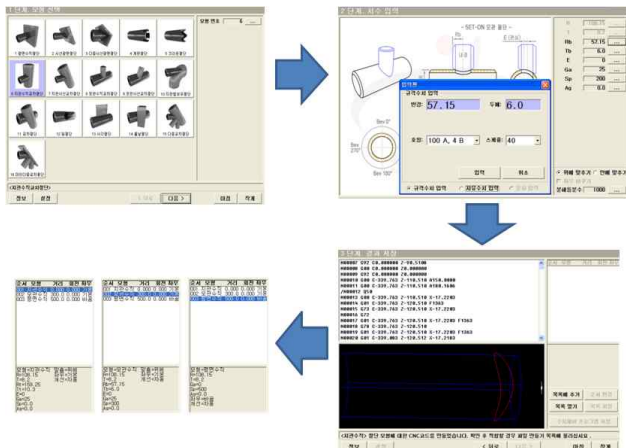


Fig. 5 Touch Panel's Functions and Processing of the Cam Program

$$\alpha \text{-axis: } \sin^{-1} \left(\frac{\left(\frac{\Phi_S}{2} \right) \sin \theta}{\left(\frac{\Phi_M}{2} \right)} \right) \quad (1)$$

$$Z\text{-axis: } \left(\frac{\Phi_S}{2} \right) \cos \theta \quad (2)$$

파이프 접합형상의 궤적 좌표를 구하려면 수식이 필요하게 되는데 식(1),(2)은 터치 패널의 CAM PROGRAM에서 궤적 좌표를 연산하는 수식의 일부분이다. 90°접합시 모관의 α 축의 수식은 식(1)로 표현되고, 식(2)은 Z축의 접합형상 궤적 수식이다. 이 식에서의 Φ_S는 접합되는 지관의 직경이고, Φ_M는 절단하는 모관의 직경이다.

Φ_S(지관의 직경)은 70mm Φ_M(모관의 직경)은 100mm을 하여 MATLAB에서 시뮬레이션을 하여 Fig. 5로 표현하였다.

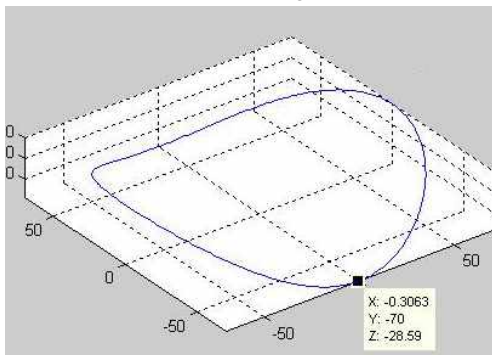


Fig. 6 Simulation of Equation

4. PLC (Programmable Logic Controller)

컨트롤 터치 패널에서 파이프 궤적 좌표를 수신하여 PLC의 위치결정모듈에서 각 축의 AC서보 모터를 제어한다. 여기서의 PLC의 CPU는 LS산전의 GM6-CPU를 선택하여 제작하였다. 위치결정 모듈은 3축 위치결정모듈과 1축 위치결정모듈을 장착하여 사용하였고, 3축 위치결정모듈(G6F-PP3D)은 상기에서 설명한 α, Z, Y 축으로 구성되는 3축을 동시 속도/위치 제어하고, 1축 위치결정 모듈(G6F-PP1D)은 가공하는 파이프의 직경의 크기 만큼 플라즈마 토치의 높이를 위치제어 한다.

컨트롤 터치 패널과 RS485 통신 케이블 사용하여 PLC의 CPU와 연결이 된다. 터치 패널에서 연산된 파이프 접합 궤적 수식의 좌표를 MODBUS 통신으로 수신하여 궤적의 좌표들을 PLC의 CPU로 저장한다. 저장된 좌표는 속도제어 및 위치 제어하여 순차적으로 좌표의 위치로 이동하게 된다. 여기서 각각 좌표의 간격은 0.5mm로 한다.

AC 서보 모터의 인코더에서 신호를 받아 터치 패널로 현재 위치를 전송하여 현재 가공 위치가 모니터링이 가능하다. 그리고 플라즈마 토치의 ON/OFF를 제어하고, 기구부의 모든 전기적 신호의 I/O를 제어한다.

5. 결론

본 논문에서 개발한 접합형상 인식 자동 파이프 절단기를 개발함으로써 공정에서 2~3명의 작업자가 배치되어 하던 작업을 1명이 작업 할 수 있어 작업 인력이 감축되고, 생산성은 약300% 이상 상승되고, 1명이 작업을 전담하기 때문에 책임공정이 가능하다. 그리고 수작업과 달리 직접 화기에 접근하여 작업할 필요가 없어 화상 등의 사고에 노출이 되지 않는다. 자동 파이프 절단기의 사용으로 후가공이 필요가 없어 시간이 단축되며, 불량률은 0%에 가까워진다.

전체 조선 기자재 업체 및 플랜트 건설에 투입되는 파이프 용접 업체들이 본 기술이 적용된 장비를 사용할 경우 우리나라 조선 및 해양 플랜트의 납기 및 가격 경쟁력이 향상되어 해외 수출량도 늘어날 것으로 기대한다.

후기

본 연구는 산학협력중심대학사업 및 산학공동기술개발사업의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 윤태호, “파이프 코스터를 이용한 파이프 트러스 자동제작시스템개발”, 한국과학재단, 2002.
2. 조경호, “Pipe Coaster 용 Beveling Data의 자동생성 및 시뮬레이션 프로그램 개발”, 첨단기술연구소 논문집, 제12권, 2호, 107-111, 2001.