

6시그마 DMADOV를 이용한 취부용 피스제거 시스템의 최적설계에 관한 연구 A Study on Developing a Piece Removing Automation System Using 6sigma DMADOV

*이성조¹, #정원지¹, 김기정²

*S. J. Lee¹, #W. J. Chung(wjchung@changwon.ac.kr)¹, K. J. Kim²

¹창원대학교 기계설계공학과, ²STX조선 생산기술연구팀

Key words : Piece-removing system, 6-Sigma DMADOV, Brainstorming, Pugh's matrix

1. 서론

선박 건조 공정 중 조립을 위해서는 용접하고자 하는 양쪽 모재에 피스(Piece)를 용접하는 방법으로 고정시킨다. 그리고 용접을 하게 되면 사용되었던 피스(Piece)는 제거하게 된다. 이 때, 피스(Piece)는 가스 절단기를 통해 1차 제거되고 남은 용접 비드는 에어 그라인더를 이용한 사상 작업으로 제거된다. 가스 절단기를 이용하여 피스(Piece)를 제거하는 경우 숙련된 작업자에 의해서만 작업이 가능하기 때문에 인력 수급에 어려움이 있고, 높은 인건비가 소요된다. 그렇기 때문에 작업 피스(Piece) 제거 자동화 시스템 개발이 요구되며, 성공적으로 개발되면 파급 효과가 매우 높고 조선의 생산성 및 작업 품질 향상에 크게 기여 하며 이로 인한 국내 조선 산업의 경쟁력은 강화될 것으로 예상된다.

본 논문에서는 6시그마 DMADOV 기법을 기반으로 하나의 장비로 용접비드 사상 및 피스제거 작업, 이 두가지 작업이 가능한 자동화 장비를 개발하고자 Fig.1과 같은 앞서 개발한 장비(용접비드 사상장비)에 피스제거 툴(절단장비)을 장착 시키는 방법으로 장비를 개발하는데 목표가 있다.

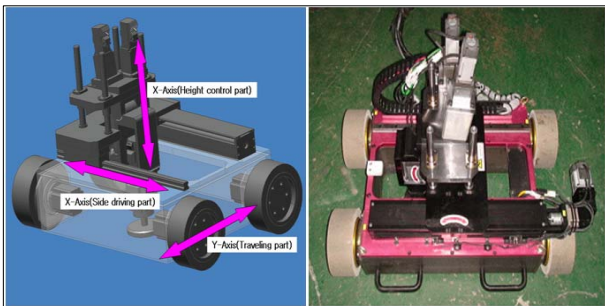


Fig.1 Composition of the welding bead removing system

2. 6시그마 DMADOV 기법

6 시그마는 제품이나 서비스 중 불량품이나 에러 발생률을 100만개 당 3.4개로 줄이는 것을 목표로 두고 있는 전사적 품질 혁신 활동으로, 전사적 품질경영(TQM : Total Quality Management)에 진일보하여 품질 경쟁력 확보라는 현대사회의 요구에 대응하기 위한 경영혁신 기법이다.

6시그마 프로젝트를 수행하는 방법론은 DMAIC와 DMADOV의 두 가지유형이 있다. DMAIC는 현재 존재하고 있는 프로세스나 제품의 결함을 개선하기 위한 방법론으로, Define, Measure, Analyze, Improve, Control의 다섯단계를 거쳐 프로젝트를 수행한다. 반면, DMADOV는 신제품을 설계하거나 현재 존재하지 않는 새로운 프로세스를 처음부터 6시그마 수준으로 설계하기 위한 방법론이다. 이 때문에 DMADOV는 DFSS(Design for Six sigma) 방법론이라고 부른다. DFSS는 문제정의Define, Measure, Analyze, Design, Optimize, Verify의 여섯단계를 거쳐 프로젝트를 수행한다.

2.1 Define

정의 단계는 고객의 요구 사항과 프로세서의 목표를 정의하며 문제점을 알아내는 출발 단계로 볼 수 있다.

Define 단계에서는 피스제거 자동화 장비의 문제점이 추가 시스템의 장착으로 인한 장비의 중량증가로 정의하였으며 이 문제점을 개선하기 위한 설계변수를 찾고 피스제거 작업은 신속하게 하면서 그 중량은 줄이는 것에 목적이 있다.

2.2 Measure

이 단계는 실제의 문제가 무엇인지를 파악하고 문제의 정도가 얼마나 되는지를 측정하는 단계이다. Fig. 2는 피스제거장비의 초기설계 형상이다. 정확한 피스제거작업을 위해서 툴 높이조절과 각도조절을 위한 지그와 서보모터를 장착하였다. 이전의 Define 단계에서 정의한 문제점의 측정을 위해 향후 개발예정인 피스제거장비와 동일한 재질 및 부품의 중량을 입력한 피스제거장비의 초기설계를 ANSYS Workbench[®]를 이용하여 중량 시뮬레이션을 하였다.

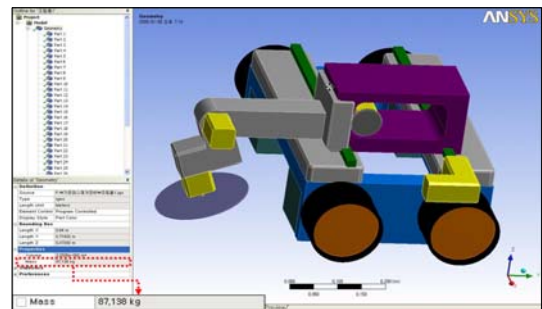


Fig. 2 Weight simulation of Piece removing equipment

그 결과 피스제거를 하기위한 절단장비를 부착한 피스제거장비의 중량이 87.138kg으로 기존의 용접비드사상장비의 81kg보다 6.138kg이 증가한 것을 알 수 있다.

2.3 Analyze

분석 단계는 데이터 해석을 통하여 핵심인자를 찾아내는 단계이다. 절단시스템 중에서 가장 큰 중량을 차지하는 부분을 분석해본 결과 절단 툴 높이조절 및 툴 각도 조절을 위한 모터의 무게가 중량에 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 여기서 절단 툴 높이조절 및 툴 각도 조절부에서 사용할 모터는 각각 삼성서보모터사의 CSMZ 750W,400W 이며 제품의 사양은 Table 1과 같다.

Table 1 specification of Cutting tool height control and angle control motor

Rated power [W]	Rated torque [N.m]	Rpm [rpm]	Weight[kg]
750	3.381	3000	5.9
400	2.274	3000	4.0

2.4 Design

설계 단계는 목표 달성을 위하여 세부적으로 프로세서를 설계하는 단계이다. 앞서 측정 및 분석을 통하여 절단시스템 모터의 추가가 모듈의 중량증가의 원인임이 해석되었으므로 취부용

피스제거 장비의 설계방향을 모터의 사용을 최대한 줄이면서 정상적인 절단작업을 할 수 있는 방향으로 하였다.

2.5 Optimize

최적화 단계는 설계된 프로세스의 최소비용, 최소자원 등을 분석하고 프로세스를 최적화 과정을 통하여 최적화 시키는 단계이다. 이 최적화를 위해 설계단계에서의 설계방향을 토대로 아이디어 발상법인 Brainstorming을 수행하여 다음과 같은 아이디어를 도출하였다.

Table 2 Ideas by Brainstorming

Ideas			
1안	2안	3안	4안
절단틀의 각도를 90도로 하여 피스면과 접촉시켜 작업을 수행하게 한다.	절단틀의 각도를 0도로하여 모재의 바닥면과 접촉시켜 작업을 수행한다.	높이 및 각도조절 부를 수동으로 조작할 수 있게 한다.	틀이 일정한 높이와 각도를 유지할 수 있도록 하는 구조물을 설치하고 끝단에 자석을 부착시킨다.

Table 2의 아이디어들 중 Table 3과 같이 Pugh's Matrix를 이용하여 기준(DATUM)을 선정하고 각 아이디어들을 기준과 비교 평가 해본 결과 4번째 대안을 피스 제거장비의 중량문제를 해결하기 위한 최적의 해결책으로 선정하였다.

Table 3 Push's Matrix

Rating item	Idea 1	Idea 2	Idea 3	Idea 4	Weight
Light weight	-	-	D	S	2
Cost	-	-	A	S	1
Accuracy	-	-	U	+	1
Speed	+	+	M	+	2
Sum(+)	2	2	0	3	
Sum(-)	4	4	0	0	
Sum(S)	0	0	6	3	
Total	-2	-2	0	3	

Fig. 3은 Table 3의 Push's Matrix를 통하여 얻은 최적의 해결책을 토대로 장비를 Inventor®를 이용하여 3D 모델링 한 형상이다. 장비 경량화 문제를 해결하기 위해 본체의 끝단에 변위센서가 장착된 구조물을 설치하고 그 구조물 하단에는 일정한 각도로 경사진 툴 고정지그를 장착하여 피스의 간격과 높이를 일정하게 유지시켜 주고 툴의 각도 또한 일정하게 유지시켜 줌으로써 툴 높이조절부와 각도조절부 없이 피스제거 작업이 가능하게 하였다. 따라서 복잡한 절단시스템(툴 높이조절부, 툴 각도 조절부)을 장착하지 않으면서 신속한 피스절단 작업이 가능하고 경량화 된 피스제거 장비를 설계할 수 있었다.

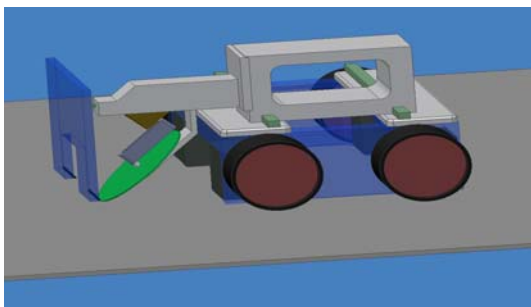


Fig. 3 Development of piece removing system based on optimum solution

2.6 Verify

검증 단계는 최적화 단계를 거쳐 확정된 설계안이 현장에 실제로 적용되더라도 문제가 없는지를 측정 및 실험을 통해 확인하고, 혹시라도 발생할 수 있는 문제점에 대해서는 설계안을 보완하는 단계이다. 앞서 수행한 최적화 단계를 통하여 제시된 최적설계의 검증을 위해 ANSYS Workbench®을 이용하여 Measure 단계의 측정방법과 같은 방법으로 기존의 용접비드 사상장비에 Z축(사상 툴 높이조절부)을 제거하고 피스제거를 하기위한 절단장비를 부착한 피스제거 장비와 중량비교 측정을 하였다.

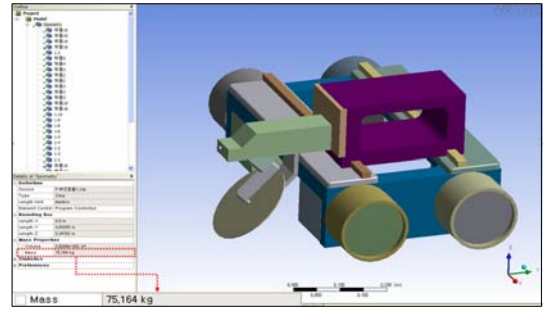


Fig. 4 Weight simulation of piece removing system based on final design

그 결과 최적화 단계를 통하여 제시된 최적설계를 기반으로 한 피스제거 장비의 중량이 75.164kg으로 기존의 용접비드사상장비의 81kg 보다 오히려 5.836kg이 감소되어 선체측면 작업을 위한 장비부착 시스템의 용량을 증가시키지 않아도 됨을 볼 수 있다.

4. 결론

이 논문에서는 신속한 절단 및 경량화된 피스제거 장비를 개발하는 방법으로 6시그마 DMADOV를 기반으로 한 최적설계 방법을 제안하였다. 그리고 최적설계된 장비를 실제로 개발하고자 하는 장비와 동일한 재질 및 부품의 중량을 입력하고 비교 시뮬레이션을 하여 개선 전의 방법보다 경량화 됨을 보임으로써 이 방법의 실용성을 증명 하였다. 6시그마 DMADOV는 Define, Measure, Analyze, Design, Optimize, Verify의 단계를 거쳐 프로젝트를 수행하여 문제를 체계적으로 분석하고 해결한다는 점에서 매우 효율적인 방법론이라 할 수 있다.

후기

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

1. Y.DCHO, "A study on solving about a vibration problem in the spindle using DMADOV technique of the Six-Sigma Methodology," Master of Engineering treatise, Changwon National University, pp.5-11, 2007.
2. Lawrence, KentAnsys, "Workbench Tutorial Release 11," Schroff Development Corp, 2007.
3. S.S LEE, "6-Sigma Guide Book", B.I.C KOREA, 2003.
4. Suh, S. W., Park, K., 2004, "The Credible Design Method for Solving Engineering Problems Using TRIZ and Brainstorming" Journal of the Korea Safety Management & Science, Vol. 6, No. 3, pp. 287~302.