6시그마를 이용한 로봇 대차모듈의 모듈화 개발 및 문제해결제시

Robot Carriage Module Development using 6-Sigma DMADOV and Problem Solving Presented

*이동선[1], #정원지[1], 정창두[1], 안진수[1], 원종대[2]

*D. S. Lee[1], #W. J. Chung(wjchung@changwon.ac.kr)[1] , C. D. Jung[1] , J. S. Ahn[1], J. D.Won[2]

[1]창원대학교 기계설계공학과, [2](주)영창로보테크

Key words : LM Guide, 6-Sigma DMADOV, Brainstorming, Pugh's matrix

1. 서론

로봇 이송용 대차모듈에서 LM가이드가 차지하는 비용의 비중은 의외로 크며 대체 부품 개발로 가격 하락을 노릴 수 있다. 따라서 본 논문에서는 6 시그마 식 설계 및 해석 프로그램을 사용하여 정·동적 해석을 수행하여 대차 모듈에서 충분한 성능을 발휘할 수 있는 LM가이드 대체 부품 개발에 대한 연구를 할 것이다.

2. 6시그마 DMADOV

6시그마 기법중 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 여섯 단계를 거쳐 프로젝트를 수행한다.[1,2]

2.1 Difine

정의 단계는 고객의 요구 사항과 프로세서의 목표를 정의하며 문제점을 알아내는 출발 단계로써 대차 모듈에서 로봇의 지지하중을 견디며 로봇의 움직임에 따른 모멘트 하중을 충분히 지지할 수 있는 신뢰성이 우수한 LM가이드 저가형 대체품을 연구, 개발하는 것이 목적이다.

2.2 Measure (ANSYS)

이 단계는 실제의 문제가 무엇인지를 파악하고 문제의 정도가 얼마나 되는지를 측정하는 단계이다. 이 전의 Define 단계에서 정의한 문제점의 측정을 위해 향후 개발예정인 LM가이드 대체 물품과 동일한 재질 및 부품의 크기를 입력한 대체 물품의 초기설계를 ANSYS Workbench®를 이용하여 구조해석을 실시하였다.

그 결과 초기 LM가이드 대체품이 기존 LM가이드가 받는 Von Mises Stress보다 높게 나온 것을 알수있었다.

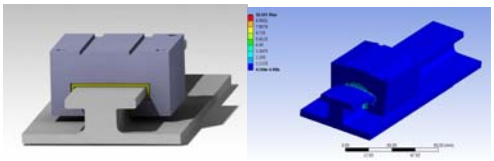


Fig.. 1 Early Design Model & Von Mises Stress ANSYS Analysis

2.3 Analyze

분석 단계는 데이터 해석을 통하여 핵심인자를 찾아내는 단계이다.LM가이드 대체 물품으로 Von Mises Stress를 가장 많이 받는 부분을 분석해본결과 레일에서 Von Mises Stress의 영향이 가장 큰 것으로 나타났다. 여기서 레일은 모두 Steel을 사용했고 그 물성치는 다음 Table.1과 같다.

Table. 1 Properties of Steel

Density	Young Modulus	Yield Strength	Poisson Ratio
7860kg/m^3	2e+011 N/m^2	2.5e+008 N/m^2	0.266

2.4 Design

설계 단계는 목표 달성을 위하여 세부적으로 프로세서를 설계하는 단계이다. 앞서 측정 및 분석을 통하여 레일부분의 Von Mises Stress 가 가장 크기 때문에 대체 물품의 설계방향으로 레일 모양을 간단하게 하면서 Von Mises Stress를 분산시키며 가공비용이 저렴한 레일설계를 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 아이디어 발상법인 Brainstorming을 수행하여 다음과 같은 아이디어를 도출하였다.

Table. 2 Brainstorming

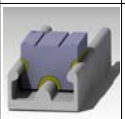
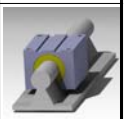
대 안			
1안	2안	3안	4안
			
T- Rail	Double-Rail	Supporting the left and right-rails	Circular Rail

Table. 2 의 아이디어들 중 Table. 3과 같이 Push's Matrix를 이용하여 기준(DATUM)을 선정하고 각 아이디어들을 기준과 비교 평가해 본 결과 4번째 대안이 응력과 가격대비 성능에서 LM가이드 대체 물품으로 해결하기 위한 최적의 해결책으로 선정하였다.

Table. 3 Pugh's Matrix

Rating item	Idea 1	Idea 2	Idea 3	Idea 4	Weight
Light weight	DATUM	-	-	S	2
Cost		-	-	S	1
Accuracy		-	+	+	1
Speed		+	-	+	2
Sum(+)	0	1	1	2	
Sum(-)	0	3	3	0	
Sum(S)	0	0	0	2	
Total	0	-2	-2	2	

Fig. 2는 Push's Matrix를 통하여 얻은 최적의 해결책을 토대로 장비를 3D모델링 한 형상이다. 레일의 가공비용 최소화 및 Von Mises Stress 분산을 위해 레일을 원형으로 가공하고, 이송 장치형상 또한 레일에 맞는 경사를 줌으로써 LM가이드 보다 비용이 저렴하면서도 적절한 Von Mises Stress분산으로 인해 대차모듈 작업을 가능하게 하였다.

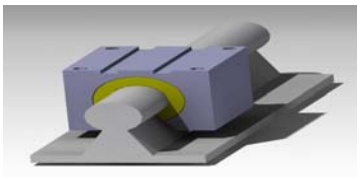


Fig. 2 Replacement Product of LM Guide

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. 최적설계의 검증을 위해 ANSYS Workbench®을 이용하여 Measure단계의 측정방법과 같은 방법으로 레일과 이송장비에 작용하는 응력을 측정해보았다.

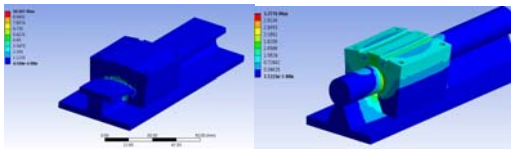


Fig. 3 Structural Analysis for Replacement Product of LM Guide

그 결과 최적화 단계를 통하여 제시된 최적설계를 기반으로 한 대체물품에 걸리는 응력이 3.2776MPa 로 초기 설계했던 모델의 10.103MPa보다 6.8254MPa 이 감소된 것을 확인할수 있다.

3. 개발과 문제 해결 제시

6시그마를 이용하여 LM가이드 대체품을 설계하여 가공비 부분을 해결하고, 3D모델링으로 구조해석을 실시하였다. 본 연구를 통해 대체 부품이 LM가이드의 역할을 충분히 할 것으로 기대 할 수 있다. LM가이드의 정도 부분에서는 대체부품이 우월할 수 없지만 랙&피니언기어의 모듈을 줄여 그 정도를 근접하게 따라갈 수 있을 것이다.

4. 결론

이 논문에서는 6시그마 DMADOV를 기반으로 한 최적설계 방법을 제안하였다. 최적설계를 거쳐 구조해석 실시 후 이 방법의 실용성을 증명 하였다. 6시그마 DMADOV의 단계를 거쳐 프로젝트를 수행하고 문제를 체계적으로 분석하고 해결한다는 점에서 매우 효율적인 방법론이라 할 수 있다.

후기

본 연구는 경상남도와 경남지방중소기업청에서 부분 지원하는 2010년도 산학연공동기술개발 지원사업의 지원에 의한 것이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 박희재, 이봉우 공저, “6시그마 실무완성” (주)케이엠아이컨설팅, 2010.
2. 이성조 외2명, “6시그마 DMADOV를 이용한 취부용 피스제거 시스템의 최적설계에 관한 연구”, 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, 2009.