

# 실험계획법을 이용한 2축 매니플레이터 구조설계 Structural Design of 2-axis manipulator using Design of Experiment

\*차나현<sup>1</sup>, 김동현<sup>1</sup>, #이춘만<sup>1</sup>

\*N. H. Cha<sup>1</sup>, D.H. Kim<sup>1</sup>, #C. M. Lee(cmlee@changwon.ac.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>창원대학교 기계설계공학과

Key words : Laser-Assisted Machining, 1/4 Fractional Factorial Design, Taguchi Method

## 1. 서론

최근 각 산업계에서 내부식성, 단열성, 내구성이 우수한 난삭재의 필요성이 급증하고 있다. 하지만 난삭재가 가지고 있는 물리적·화학적 특성 때문에 가공에 어려움을 겪고 있다. 따라서 난삭재 가공기술의 발전이 요구되고 있다. 레이저 보조 가공(laser assisted machining)은 공작물에 레이저 빔을 조사하여 공작물의 화학적 반응을 일으켜 연화 시킨 후 가공하는 방법이다. 따라서 레이저 열원은 공작물에서 공구를 선행하며 가공을 하기 때문에 레이저와 공구간의 거를 유지하며 움직임을 제어해야 한다.<sup>1</sup>

본 연구에서는 선행연구<sup>1</sup>에서 개발한 레이저 보조 가공 시스템의 2-축 매니플레이터를 실험계획법을 이용하여 최적화 구조 설계를 수행하였다.

## 2. 부분요인실험

실험설계는 6개의 인자에 대해 분석도 V의 1/4 fractional factorial design을 이용하였으며 특성치는 레이저 선단부분의 변형으로 하였다. 설계변수 6개의 인자를 Fig. 1에 나타내었다.

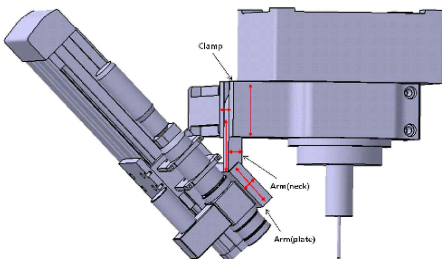


Fig. 1 The design factor of 2-axis manipulator

Table 1 Result of experiments for fractional factorial design

No.	plate (W) [mm]	plate (T) [mm]	clamp (T) [mm]	neck (W) [mm]	neck (H) [mm]	neck (T) [mm]	deformation [μm]
1	161	20	83	23	90	30	24.63
2	164	20	83	20	93	27	28.44
3	161	20	83	20	90	27	26.9
4	161	20	80	20	93	30	26.33
5	161	20	80	23	93	27	26.73
6	161	17	83	23	93	27	28.62
7	161	17	80	23	90	30	24.95
8	164	17	80	23	93	30	25.66
9	164	17	83	20	90	30	26.55
10	164	20	80	20	90	30	26.19
11	161	17	83	20	93	30	26.81
12	161	17	80	20	90	27	27.92
13	164	20	80	23	90	27	26.47
14	164	17	80	20	93	27	29.55
15	164	17	83	23	90	27	26.67
16	164	20	83	23	93	30	25.4

Table 1에서 부분요인 실험 설계에 대한 실험결과를 나타내었고 각 요인의 수준은 모두 2수준으로 정의하였다.

레이저 선단부분의 변형에 미치는 각 인자들의 영향을 분석하기 위해 MINITAB을 이용하여 실험결과를 분석하였다. Fig 2에 각 변수들 간의 주효과도를 나타내었다. Arm neck(thickness)가 특성치에 가장 큰 영향을 미치며 Arm plate(width)와 Clamp(thickness)에 의한 영향은 없는 것으로 나타났다. 부분요인실험 분석 결과 Arm plate(thickness), Arm neck(height), Arm neck(width), Arm neck(thickness)등 4개 인자를 2-축 매니플레이터 변형에 영향을 미치는 인자로 선정하였다.

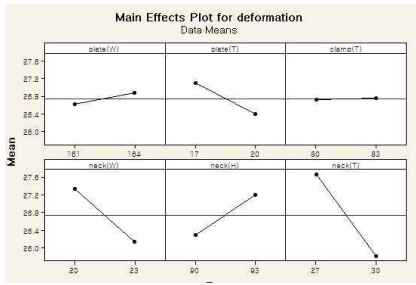


Fig. 2 Main effects plot for deformation

#### 4. 다구치 기법을 이용한 최적구조설계

다구치 기법에서 인자 설계(Factor design)는 제품성능의 특성에 영향을 주는 인자들의 최적수준을 정하는 것을 말한다.<sup>2</sup>

부분요인실험을 통해 선정된 Arm plate(thickness), Arm neck(height), Arm neck(width), Arm neck(thickness) 등 4개 인자가 레이저 선단부의 변형과 최대응력에 미치는 영향을 분석하고, 최적조건을 선정하기 위해 다구치 기법을 적용하였다.

Table 2는 L9의 다구치 직교배열 설계로 변형값과 최대 응력을 나타내었다. Table 3은 다구치 기법에 의해 분석된 최적설계조건의 결과이다. plate(thickness) 인자가 1수준, Arm neck(height) 인자가 3 수준, Arm neck(width) 인자가 1수준, Arm neck(thickness) 인자가 1수준 일 때 최적 조건으로 나타났다. 따라서 이 조건으로 검증해석을 수행한 결과 변형값이 초기 모델의 34.75 mm 에서 29.13 mm 으로 감소하였고, 최대응력은 39.27 MPa 에서 32.92MPa 로 감소하였다.

Table 2 Result of analysis for Taguchi Method

No.	plate (T) [mm]	neck (H) [mm]	neck (W) [mm]	neck (T) [mm]	deformation [mm]	Maximum stress [MPa]
1	17	87	20	24	34.23	41.291
2	17	90	23	27	27.1	31.72
3	17	93	26	30	25.12	27
4	20	87	23	30	25.11	24.8
5	20	90	26	24	29.45	29.9
6	20	93	20	27	28.61	32.645
7	23	87	26	27	26.55	21.94
8	23	90	20	30	26	27
9	23	93	23	24	31.81	32.48

Table 3 Data of optimum design condition to improve deformation and maximum stress

Level	plate (T) [mm]	neck (H) [mm]	neck (W) [mm]	neck (T) [mm]
1	31.08	28.99	31.63	33.19
2	28.42	28.53	28.84	28.09
3	27.63	29.61	26.66	25.84
Delta	3.54	1.08	4.97	7.36
Rank	3	4	2	1

#### 5. 결론

본 연구에서는 실험계획법을 통해 기존의 설계보다 향상된 구조를 설계하고자 하였다. 2축 매니플레이터의 각 요소들 중 가공에 영향을 많이 주는 요소들로 설계변수를 선정하였다. 부분요인실험을 통하여 유의한 인자를 선별하고, 다구치 기법을 이용하여 각 인자들의 최적 설계 조건을 찾았다. 최적설계 결과 기존 설계보다 변형값과 최대응력이 각각 16.17% 감소한 결과를 확인하였다.

본 연구의 결과를 이용하여 2축 매니플레이터가 장착된 레이저 보조 가공 시스템을 제작할 예정이다.

#### 후기

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012-0005688).

#### 참고문헌

- Kim, D.H., Cha, N.H., Kim, T.W. and Lee, C.M., "A Fundamental Study on the Design of Two-axis Drive Manipulator for Laser-assisted Machining", Journal of the KSPE, Vol.29, No.8, pp.813-817, 2012.
- Kim, D.H., Park, S.J. and Lee, C.M., "A Study on the determination of bearing location for 45,000rpm spindle by taguchi method", KSPE, Spring Conference, pp. 479-480, 2010.