T pe 에서 파라미터가 표면거칠기에 미치는 영향
ffect of Parameter on Roughness from T pe

*#이철희 [1], 한민식 [1], 김태호 [2], 전언찬 [3]
*#C. H. Lee(e72oppa@naver.com)[1], M. S. Han[1], T. H. Kim[2], E. C. Jeon[3]
[1] 동아대학교 기계공학과 대학원, [2]동아대학교 기계공학과, [3]동아대학교 기계공학부

Key words : Factorial Design, Rapid Prototype, Roughness

1. 서론

자동차, 전자, 항공, 중공업 등 다양한 분야에서 고품질의 신제품을 빠른 시간에 개발하기 위한 노력의 일환으로 쾌속조형기술이 널리 활용되어 왔으며, 쾌속조형 Part 는 사용재료와 공법의 발달에 의해 디자인 검증에 국한되지 않고 진공주형을 통하여 실제 제품을 만들기 위한 마스터 패턴 등으로 사용되고 있다.

그러나 실제 제품 제작에 쾌속조형기법을 적용하기 위해서는 Part 정밀도 문제를 우선적으로 해결해야 한다.[1~3]

쾌속조형에서 Part 제작의 문제점 해결하기 위해 다구찌 기법을 이용한 파라미터의 영향을 분석하는 연구 [4], 파일변환시 생성되는 길이오차를 수축률에 에 반영하는 연구 [5], 파일변화시 슬라이싱 높이 조절에 관한 연구 [6] 등이 선행되어 왔다. 이들 연구는 대부분 STL 파일의 오차를 수정하여 정밀도를 높이는 방법이 대부분이다. 이는 적층시 생기는 단차의 표면거칠기의 문제를 해결할 수 없는 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 어떤 파라미터가 큰 영향을 미치는 인자인가, 검출된 인자는 어느 정도의 영향을 미치는가, 영향이 작은 인자들은 전체적으로 어느정도의 영향을 미치는가, 유의한 인자들의 어떤 조합에서 최적의 결과를 얻을 수 있는가를 확인하기 위하여 실험계획법을 이용하여 실험하였다.

경사각도가 45°, 60°, 90° 인 Part 를 실험계획법을 이용하여 파라미터를 조정하여 제작한 후, 표면형상정밀도를 측정을 통해 영향을 미치는 파라미터를 선정하여 최적의 조건을 선정하고자 하였다.

2. 실험방법

본 연구에 사용된 SLA 법은 한 층을 점 대 점 방식으로 선택적으로 레이저 광을 조사하여 그 층이 경화되면 밑받침을 엘리베이터를 이용하여 적층높이만큼 경화성 수지 속으로 내린다. 그리고 스위퍼를 이용하여 형상에 리코딩 작업을 수행한 다음 용기의 표면에 다시 레이저 광을 조사하여 그 다음 층을 만드는 방법으로 3 차원 형상을 반복적으로 적층해 나간다. Fig. 1 은 SLA 타입의 적층 원리를 나타낸 그림이다.

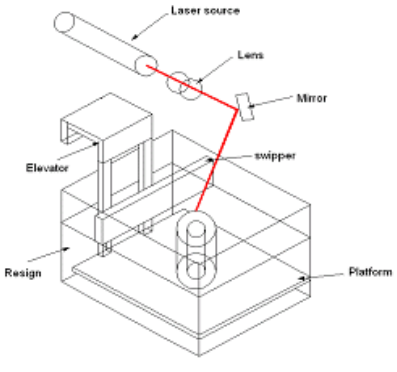


Fig. 1 Process of SLA

주효과가 2 차 교호작용과 교락되었으며, 2 차 교호작용간에도 교락되므로 Resolution III 로 실험의 해상도를 설정하여 2^{5-2} 번의 실험을 경사각도 45°, 60°, 90° 에 각각 실행하였다.

쾌속조형의 파라미터는 크게 최외각의 프로파일 조형하는데 영향을 주는 Layer Hatch 와 내부충진의 역할을 하는 Fill 로 나눌 수 있다. 본 실험에서는 Layer Hatch Overcure, Layer Hatch Spacing, Up-Down Fillcure Depth, Up-Down Fill spacing, Border Overcure 의 5 개 파라미터로 나누어 실험조건을 설정하였다. 이를 Fig. 2 에 나타내었다.

Fractional Factorial Design

Factors: 5 Base Design: 5, 8 Resolution: III
Runs: 8 Replicates: 1 Fraction: 1/4
Blocks: 1 Center pts (total): 0

Worksheet 1

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	A	B	C	D	E
1	2	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
2	6	2	1	1	1	-1	1	-1	1
3	8	3	1	1	1	1	1	1	1
4	3	4	1	1	-1	1	-1	-1	1
5	1	5	1	1	-1	-1	-1	1	1
6	5	6	1	1	-1	-1	1	1	-1
7	7	7	1	1	-1	1	1	-1	-1
8	4	8	1	1	1	1	-1	1	-1

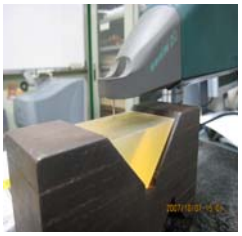
A: Layer Hatch Overcure, B: Layer Hatch Spacing
C: Up-Down Fillcure Depth D: Up-Down Fill Spacing
E: Border Overcure

Fig. 2 Creation of Experiment Condition Using Factorial Design

실험계획법에 의한 방법으로 40 x 40 x 40 경사각이 45°, 60°, 90°인 시편을 각 8 개씩 제작한 후, 표면거칠기를 측정하였다. 기본적으로 표면거칠기는 Ra, Rmax, Rz 의 세가지가 있으며, 본 논문에서는 기준거리에 대하여 전체의 평균값을 표현한 Ra 값을 사용하였다. Fig. 3 과 4 는 이를 나타내고 있으며, Table 1 은 실험에 사용된 표면조도계의 사양을 나타내고 있다.

(a) 45° (b) 60° (c)90°

Fig. 3 Shapes of Measurement Products



Worksheet 1

	C1	C2	C3	C4	C5
	StdOrder	RunOrder	Ra(45°)	Ra(60°)	Ra(90°)
1	2	1	2.37	2.47	0.57
2	6	2	2.57	1.76	0.58
3	8	3	2.82	2.62	0.59
4	3	4	2.33	3.93	1.06
5	1	5	1.97	1.95	0.84
6	5	6	2.09	1.84	0.98
7	7	7	2.66	3.39	1.45
8	4	8	2.83	2.27	1.31

Fig. 4 Measurement & Result of Roughness

Table 1 Specifications of Roughness Tester

Item	Value
Dimensions (W×D×H)	253×193×80 *mm*
Weight	1600 *g*
Measuring range/resolution	±80 *㎛* /0.01 *㎛* , ±320 *㎛* /0.04 *㎛*

3. 실험결과

요인배치 실험의 분석 및 해석을 위해 Analyze Factorial Design 을 실행하여 효과 및 잔차에 대한 플롯 방법 및 결과에 영향을 미치는 인자의 분석을 수행하였다. Fig. 5 는 그 결과를 나타내고 있다.

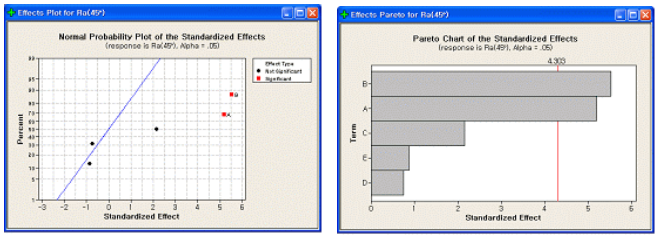
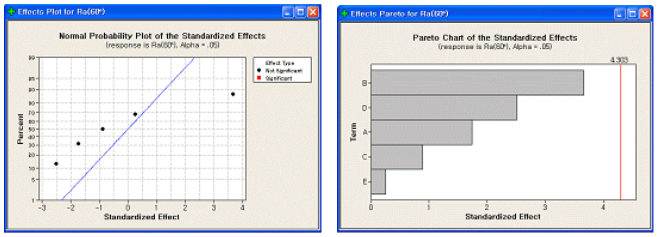


Fig .5 Result of Factorial Design (45˚)

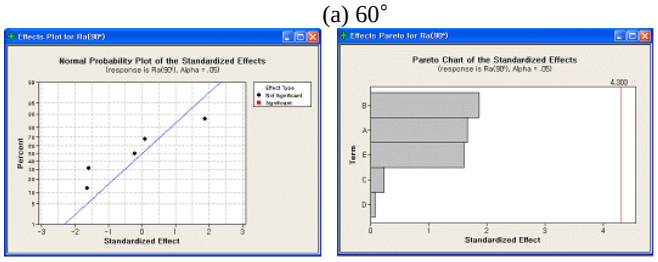
Fig. 5 는 결과에 오차항이 없는 경우, 유의한 인자의 효과를 판단하도록 R.V.Lenth 에 의해 고안된 검정방법이다. Session 창에 나온 결과를 이용하여 다음과 같은 선형 방정식을 결정할 수 있었다

Ra 값 = 2.455+0.1925A+0.205B+0.08C-0.00275D-0.0325E (1)

또한 45°의 경우에는 Layer Hatch Overcure 와 Layer Hatch Spacing 인자가 Alpha=0.05 에서 유의한 것으로 판단할 수 있다. Fig. 6 은 경사각이 60° 와 90° 인 경우에 대한 결과이다.



(a) 60˚



(b) 90˚

Fig. 6 Result of Factorial Design (60˚, 90˚)

4. 결론

본 연구에서는 실험계획법에 의해 생성된 파라 미터들의 조건을 이용하여 Part 를 제작한 후, 표면형상정밀도를 측정하고, 각도 별로 표면형상정밀도에 영향을 미치는 파라미터를 선정하였다.

45˚ 에서는 유의한 인자들의 조합을 통해 최적의 결과를 얻을 수 있었던 것과는 달리 60˚ , 90˚ 에서는 적색라인보다 큰 값을 갖는 인자가 없으므로 Alpha=0.05 에서 유의하지 않은 것으로 나타났다.

4. 고찰

실험계획법의 사용 목적은 유의한 인자만을 검출하여, 유의한 인자들의 어떤 조합에서 최적의 결과를 얻을 수 있는가를 확인하는 것과 영향이 작은 인자들일지라도 전체적으로 어느 정도의 영향을 미치는가를 확인하기 위한 것도 포함된다.

Session 창의 분석과 Worksheet 에 생성된 메트릭스 그리고 결과값을 이용하여 인자별로 표면형상정밀도에 미치는 효과를 계산하였다. Table 2 는 그 결과를 나타내고 있다.

Table 2 Effect of Factor on Roughness (unit:㎛)

구 분	각도		
	45°	60°	90°
A	0.385	-0.4975	-0.32
B	0.41	1.0475	0.36
C	0.16	-0.2525	-0.045
D	-0.055	-0.7175	0.015
E	-0.065	0.0725	-0.31

후기

본 연구는 산업자원부 지정 지역혁신센터사업 신소형재 가공청정공정개발연구센터 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Choi, S. R., Kim, C. K., Park, K. K., and Oh, C. H., "Development of Precision Casting Technology for Lnlet Gear Box using Selective Laser Sintering," KSMTE, Vol. 9, No. 1, 30-371, 2000.
2. 정해도, 배원병, "Rapid Tooling of Aluminum Mold AUsing Slurry Casting and Vacuum Seated Casting," Journal of the Korean Foundrymen's Society, Vol. 20, No. 4, 277-282, 2000.
3. 김화영, 정해도, "Development of Rapid Tooling using Investemnt Casting & R/P Master Model," Journal of the Korean Foundrymen's Society, Vol. 20, No. 5, 330-335, 2000.
4. Park, W. S., Lee, S. H., Cho, H. S., and Leu, M. C., "Evaluating the Contributions of Process Parameters in SLA Using Artificial Neural Network," Intelligent Manufacturing Systems, Vol. 7, 189-194, 1997.
5. Kim, T. H., Park, J. D., Kim, M. J., Lee, S. S., Lee, J. H., and Jeon, E. C., "A Study on the Improvement of from Accuracy Using the length Strain of Rapid Rrototype," KSPE, Vol. 12, No. 12, 154-159,2004
6. Kim, T. H., Kim, M. J., Lee, S. S., and Jeon, E. C., "The Study on Reduction of Scanning Path Build Time according to Control of STL Slicing Height-Application of Small Jewellery," KSPE, Vol. 22, No. 12, 205-210, 2005.