

# 드럼 세탁기의 도어 브래킷 경량화 설계 Design of a door bracket of washing machine for weight reduction

\*성종훈<sup>1</sup>, #김권희<sup>2</sup>

\*J. H. Sung<sup>1</sup>, #K. H. Kim(kwonhkim@korea.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 고려대학교 대학원 기계공학과, <sup>2</sup> 고려대학교 공과대학 기계공학부

Key words : door, bracket, washing machine, TRIZ, Taguchi method

## 1. 서론

드럼 세탁기의 도어는 외관을 형성하는 커버 부품, 회전 축 및 도어를 본체에 고정하는 역할을 하는 힌지, 세탁물 이탈 및 누수를 막아주는 강화유리 재질의 부품으로 구성되어 있다. 도어는 힌지를 축으로 하여 회전을 하게 되는데, 사용자가 이 회전을 이용하여 도어를 열고 닫을 수 있다. 도어가 본체에 조립되는 부분의 강성이 부족하면 도어의 하중으로 인해 변형이 진행되어 도어가 하중 방향으로 처지는 현상이 발생하게 된다. 도어의 처짐은 도어를 열고 닫을 때의 충격을 증가시켜 감성 품질의 저하를 유발할 수 있으며, 그 충격으로 인해 부품이 파손되어 세탁조 내의 물이 밖으로 유출되는 결과를 초래할 가능성이 있기 때문에 도어 조립부의 강성 설계는 매우 중요하다고 할 수 있다.

본 연구는 도어 조립부 강성 구조의 핵심 부품인 브래킷의 주요 설계 인자를 도출한 후에 TRIZ 및 Taguchi Method 를 사용하여 아이디어 구상 및 최적화 설계를 진행함으로써 고강도, 저비용의 브래킷을 개발하는데 목적이 있다.

## 2. 주요 개선 인자 도출

브래킷의 경량화 설계를 위한 주요 개선 인자를 도출하기 위해 6 시그마의 기법 중 예 특성 요인도 (Cause and Effect Diagram)를 사용하여 Fig. 1 과 같이 36 개의 개선 인자들을 도출 하였고, 기능 전개 매트릭스 (Function Deployment Matrix)를 통해 우선 순위를 나열하여 Fig. 2 와 같이 최종적으로 본체 프레임과의 연결, 소재의 두께, 프레임과의 접촉면적, 비드의 높이, 벤딩의 각도 등 5 개의

핵심 항목을 주요 개선 인자로 결정하였다

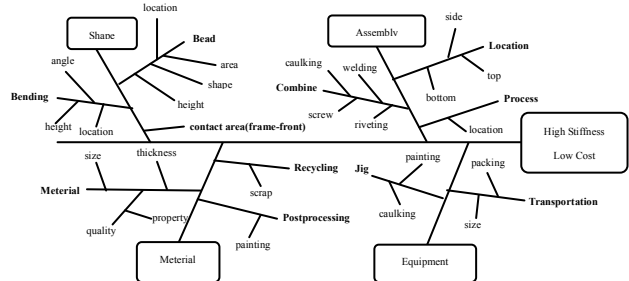


Fig. 1 Cause and Effect Diagram for high stiffness and low cost

Process Output Variable	Stiffness	cost	manage ment	Assembly	cost	
Customer Priority Rank	5	5	3	3	2	
Key Process Input Variable	Association Table					Point
Joint with Frame-Front	4	4	4	5	4	75
Thickness	5	5	3	2	3	71
Contact area	4	3	4	4	1	61
Height of bead	4	2	4	1	3	51
Angle of bending	4	1	4	1	3	46

Fig. 2 Function Deployment Matrix for high stiffness and low cost

## 3. 주요 인자의 최적 사양 결정

5 개 항목의 주요 개선 인자 중 상위 2 개 항목에 대해 TRIZ 를 사용하여 개선 아이디어 도출 과정을 진행하였다. 강도(Strength, 변수 14), 정지된 물체의 부피 (Volume of stationary object, 변수 8) 등을 개선 변수로 정하고 출현 빈도에 따른 해결 원리 중 차원 변화 (Dimension Change), 폐기 및 재생 (Rejection and Regeneration)를 참조하여 아이디어를 구상한 결과<sup>1</sup>, 소재 두께 및 재질이 동일한 타 부품의 불용 조각(scrap)을 재활용해서 원소재 비용을 절감하고, 브래킷의 형상을 수직에서 수평으로 변경하여 본체 프레임의 측면과

연결하면 소재 면적을 줄이고 강성을 증대시킬 수 있는 개선안들이 도출되었다. 도출된 개선안으로 브래킷의 기본 설계를 진행하여 개선 전, 후의 강성을 비교하기 위해 NX-Nastran 으로 해석을 진행하였다. Table 1 과 같이 유한 요소 모델링을 하고 해석한 결과 Fig. 3 과 같이 개선 전의 2.563 mm 대비 약 10 % 가 개선된 2.3 mm 의 최대변위를 확인할 수 있었다.

Table 1. Finite Element Model

	Bracket	Hinge	Frame
Element Form	4-Node Quad Shell	4-Node Tetra Solid	4-Node Quad Shell
Element Size	1.0 mm	14.1 mm	3.0 mm
Element Numbers	43,850	29,336	5,811
Node Numbers	44,824	9,065	6,233

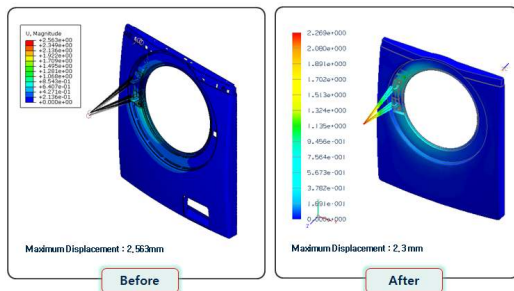


Fig. 3 Displacement plots from FE analyses.

기본 설계 상태에서 나머지 3 개의 주요 설계 인자인 접촉면적, 비드의 높이, 벤딩 각도를 Table 2 와 같이 2 수준 값을 선정하고 L8(2<sup>3</sup>) 직교 배열표를 사용하여<sup>2 3</sup> 민감도를 분석 하였다. Fig. 4 에서 볼수 있듯이 비드의 높이(B)가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 2. Design parameter levels

Run	Level		
	A	B	C
	Contact Area	Height of Bead	Angle of Bending
1	10100 mm <sup>2</sup>	1.0 mm	23°
2	11130 mm <sup>2</sup>	1.2 mm	28°

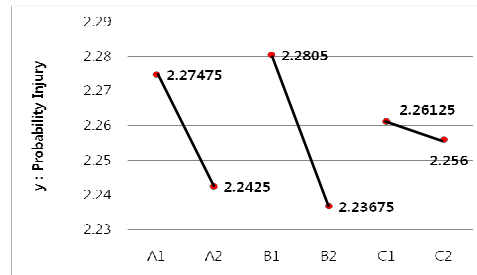


Fig. 4 Mean value analysis for the parameters

#### 4. 결론

세 개 인자들의 치수를 허용 가능한 최대 수치로 결정하여 NX-Nastran 으로 해석해 본 결과 Fig. 5 와 같이 약 21.8 % 개선된 2.055mm 의 최대 변위를 확인할 수 있었다.

최종 설계 안의 소재 크기는 40,800 mm<sup>2</sup>로서 개선 전 대비 약 81.5 %의 축소된 결과를 얻을 수 있었다.

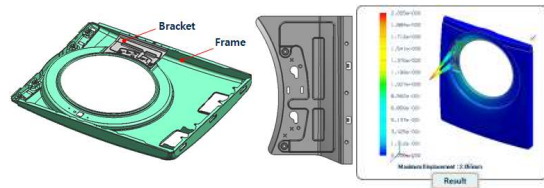


Fig. 5 Final design and the displacement plot

경량화 설계 과정을 통해 고강도, 저비용의 효율성 있는 브래킷을 개발할 수 있었다.

#### 참고문헌

1. Sun, G. Q., Zhang, G. W., Chen, Y.L., "Study on integrated Design Method Based on AD, QFD, TRIZ, and Taguchi Method" International Conference on Engineering Design and Optimization, 1301-1305, 2011.
2. K, E. S., Lee, J. M., Kim, B. M., "Selection of the Optimum Seaming Condition for Spin Drum Using Design of Experiment" 대한기계학회 춘계 학술 대회 A,1511-1516, 2007.
3. Taguchi, G., "Taguchi Methods," ASI Press, 1992.