시트 너클부 조립 불량 개선을 위한 조립부품 및 조립지그 개발

Development on the Jig and Part to Improve the Assembly badness of Seat Knuckle Part

*이진식[1], #전의식[2], 박 호[2]
*J. S. Lee[1], #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)[2], H. Park[2]
[1,2]공주대학교 기계공학과

Key words : Seat back frame, Centering bolt, Assembly jig, Knuckle part

1. 서론

최근 국민 소득이 늘어나고 고객의 소비심리가 변화하면서 자동차 산업에도 차량의 고급화, 다양화, 안전화 하는 기술이 요구되고 있다. 이는 자동차 부품산업에도 영향을 주는데 특히 시트 분야의 경우 적재공간을 높여 공간 활용도를 증대시키고 편의성을 높인 기능성 시트의 수요가 증대되고 있다. 기능성 시트는 일반 시트 제조 공정에 비해 부품수가 많고 조립 공정이 복잡하여 많은 인력 사용으로 인한 인건비 증가나 조립 시 발생되는 불량률이 높다. 이러한 문제점이 대두 되면서 문제를 해결하고 생산성 향상을 위해 노력이 진행되어 지고 있고 이미 생산자동화 시스템 연구에 의해 기존 시스템을 개선하여 생산성을 높이는 사례는 찾아볼 수 있다.[1][2] 하지만 많은 수의 중소기업의 경우 기술력 부족이나 설비 투자에 대한 부담으로 인해 수작업을 동반한 반자동화 시스템의 사용으로 제작이 이뤄지는 것을 알 수 있다.[3] 이는 공정상의 효과적인 시스템 자동화와 새로운 부품 개발을 통해 해결할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 보다 효과적인 시트 조립 지그 및 시트 너클부 체결을 위한 볼트 부품을 개발하고자 한다.

2. 본론

2.1 공정 분석

시트 너클부 조립 공정에서 생산성 향상 및 조립 시 발생하는 부량을 줄이기 위해서는 시트프레임과 너클부 간의 수평을 유지하도록 하는 것과 너클부 조립 시 볼트와 너트의 수평을 맞춰 조립하는 것이 매우 중요하다. 이러한 수평 불균형으로 인해 발생되는 문제는 다음공정에 영향을 미칠 뿐만 아니라 시트 너클부 조립 공정에서 발생되는 불량의 90%를 차지한다. 이는 생산성 저하는 물론 제 조립을 위해 필요한 인력, 시간, 부품 등 여러 가지 측면에서 손실을 가져온다. Table 1은 월 생산량 대비 불량으로 인해 발생되는 손실량을 나타낸 것이다.

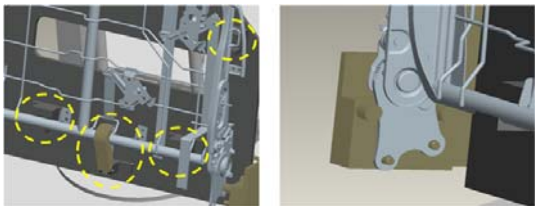
Table 1 Badness of seat knuckle part process

월생산량	불량률	손실액
2,000대	0.05%	5,600,000원

다음과 같은 문제를 해결하기 위하여 시트프레임과 너클부 간의 수평유지 및 정확한 고정을 위한 반자동 지그의 개발과 너클 조립 시 볼트와 너트와의 올바른 체결을 위한 센터링 볼트를 개발하고자 한다.

2.2 조립 지그 설계

위에서 언급된 바와 같이 시트프레임과 너클부 간의 수평을 유지하면서 정확히 고정하기 위한 반자동 조립지그를 개발하였다. 시트프레임과 너클부 간의 센터링 방법은 Fig. 1과 같다. Fig. 1의 (a)와 같이 시트프레임의 경우 뒤쪽으로 약 20도 기울어진 지그의 고정구 세 점에 위치시킨 뒤 시트프레임 하단부 중앙에 고정 장치로 고정을 해준다. 그 다음 Fig. 1의 (b)에서처럼 너클부 홈과 맞도록 설계 된 고정 장치에 의해 고정을 시킨다.



(a) seat frame (b) Knuckle part

Fig. 1 Fixed position and method

Fig. 2와 Table 2는 반자동 조립지그의 시스템 구상도와 각부 기능에 대해 나타낸 것이다.

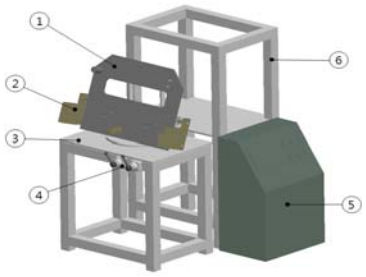
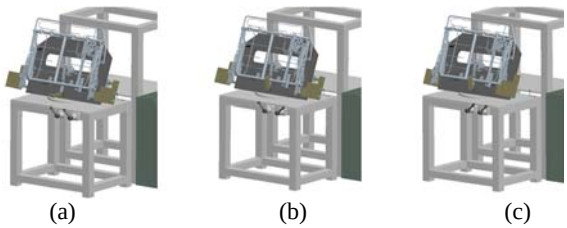


Fig. 2 Structure of assembly jig

Table 2 Name and function of assembly jig

No	명칭	기능
1	지그	시트프레임 고정
2	너클부 고정부	너클부 고정
3	지그테이블	반자동 지그 테이블
4	고정부 스위치	시트 및 너클부 고정 스위치
5	컨트롤박스	유압 및 조립토크 설정
6	선반	선반 기능

조립지그의 작동 원리는 먼저 Fig. 3의 (a)와 같이 반자동 지그에 시트프레임을 올려놓고 (b)와 같이 1차 고정을 시킨다. 마지막으로 (c)에서처럼 너클부를 장착한 후 너클부 고정 장치가 고정이 되면서 다음 작업을 할 수 있도록 한다. 이러한 유압식 반자동 지그를 통해 시트프레임과 너클부 간의 수평유지 및 흔들림을 방지하여 다음 공정을 효과적으로 작업할 수 있게 설계하였다.



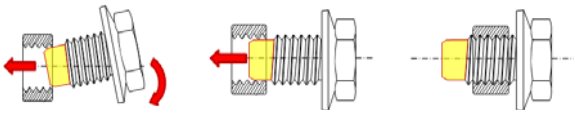
(a) (b) (c)

Fig. 3 Procedure of the jig operation

2.3 Centering Bolt 의 설계

볼트와 너트의 수평이 맞지 않은 상태에서 체결되면서 볼트

및 너트 마모, 이음 발생, 과부하문제, 체결불량 등과 같은 문제가 발생된다. 이미 유압식 나사체결기에는 5.5kgf/m의 조립토크만 걸리도록 설정되어 있기 때문에 작업자가 볼트를 비스듬하게 조립하게 되면 볼트의 나사산이 일부만 조립되어도 나사체결기는 작업을 멈춘다. 이러한 문제를 해결하기 볼트의 앞부분에 나사산이 없는 부분을 만들어 작업자가 볼트를 조립할 때 이 부분이 가이드 역할을 하도록 하여 너트와의 수평이 맞도록 한다. Fig. 4는 개발 볼트의 원리를 나타낸 것이다.



(a) (b) (c)

Fig. 4 Concept design of the centering bolt

센터링볼트의 개발 시 볼트의 강도, 조임력 등 현재의 기능을 유지하면서 볼트의 제작에 필요한 비용 역시 고려되어야 한다. 또한 센터링부의 적정한 치수를 설정하기 위해 설계 파라미터를 설정하여 기구학적 해석을 하였다. Fig. 5는 기구학적 모델링을 나타낸 것이다.

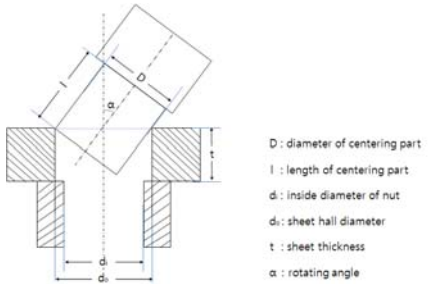


Fig. 5 Schematic diagram of the centering bolt

센터링부의 치수를 결정짓는 변수 l 과 D를 구하기 위해 볼트가 조립 가능한 최소한의 상태로 모델링 한 뒤 각각의 변수에 대한 다음과 같은 관계식을 얻을 수 있었다.

$$\frac{D}{d_o} = \cos\alpha$$

$$D = d_o\cos\alpha \quad \cdots\cdots (1)$$

$$\frac{D}{l} = \tan\alpha$$

$$l = \frac{D}{\tan\alpha} \quad \cdots\cdots (2)$$

Fig. 6은 센터링 볼트의 각 부의 상세도를 나타낸 것이고 식 (1), (2)로부터 센터링 볼트의 설계사양을 구하면 Table 3과 같다. 센터링부의 지름인 D는 너트의 안지름 d_i보다 크면 안 되기 때문에 $D \leq d_i$인 관계식이 성립하고, 센터링부의 길이인 l역시 판재의 두께 t보다 작으면 의미가 없으므로 $l > t$ 인 관계식을 얻을 수 있었다. 이러한 관계식과 대입하여 시트 너클부에 사용되는 M10 × 18볼트의 가장 적절한 센터링부의 치수를 구할 수 있었다.

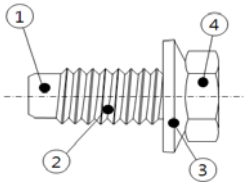


Fig. 6 Detail drawing of centering bolt

Table 3 Determination of design parameter for centering bolt

No	명칭	개발사양
1	센터링 부	D : 8 ~ 7mm , l : 5.5 ~ 8mm
2	나사 부	D : 10mm(기준 치수) , l : 10 ~ 12.5mm
3	풀림 방지 부	D : 18.3mm , l : 2 ~ 3mm
4	볼트 머리	D : 19mm , l : 8 ~ 9mm

3. 시제품 제작

다음과 같은 설계를 고려하여 시제품을 제작하여 작업을 한 결과 불량률을 줄이고 생산성 향상의 효과를 얻을 수 있었다. Fig. 7은 제작된 조립지그와 이를 이용하여 제작된 seat Back frame의 모습을 나타낸 것이다.

Fig. 7 Trial product of assembly jig and seat frame

4. 결론

본 연구를 통해 기능성시트의 한 종류인 싱킹시트 제조공정 중 시트 너클부 조립 공정에서 발생되는 조립 불량 문제를 개선하기 위해 3차원 모델링을 통한 반자동 유압식 조립지그 개발과 기구학적 해석을 통한 센터링 볼트의 개발 및 그 타당성을 검증했다. 이와 같은 조립 지그와 부품 개발을 통해 공정 상에 발생하는 불량률을 줄이고 효율적인 작업을 통한 생산성 향상에 큰 기여를 할 수 있었다. 향후 기술력 확보와 보완을 통해 생산공정의 자동화 시스템 구축에 대한 연구가 계속 진행되어야 할 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 중소기업청의 산학협력실 지원 사업으로 진행 되고 있는 '싱킹 Back Seat 자동 조립 시스템 기술 개발' 과제의 지원을 받아 수행된 연구 결과임.

참고문헌

1. 유인선, 김병진, "사례연구 : 생산 자동화에 따른 컴퓨터 공장의 생산성 변화", 대한 산업 공학회지, pp. 133-144, 1997.
2. 김진우, 한창수, "벤트 그릴 조립공정 자동화를 위한 자동화 지그 개발", 한국 공작 기계 학회지, 제14권 5호, pp. 87-92, 2005.
3. 김점학, 조재형,"생산성 향상을 고려한 자동차용 소형 차단기 자동 조립 설비의 개발", Journal of the Korean Institute of Plant Engineering", vol.12, no. 3, pp. 175-184, 2007.
4. 조병철, 이상헌, 우윤환, "차체조립용 3차원 지그 설계 시스템 개발", 기계의 날 선포 및 2002년도 기계 관련 산학연 연합 심포지엄, pp 1299-1304, 2002.
5. 김성욱, 김민주, 이승수, "조립시 간섭체크를 위한 조립모델 생성에 관한 연구", 한국공작기계학회 춘계학술대회 논문집, pp. 8 ~ 11, 2002.
6. Michael Brady, John M. Hollerbach, Timothy L. Johnson, Tomas Lozano Peerez, "ROBOT MOTION : PLANNING AND CONTROL", The Massachusetts Institute of Technology, 1982.
7. Geoffrey Boothroyd, Corrado Poli, Laurence E. Murch, "AUTOMATIC ASSEMBLY ", DEKKER, 1987.