

스마트폰 렌즈 생산시스템에 장착된 가이드 레일에 관한 진동해석

김영춘¹, 조재웅^{1*}, 정운세²

¹공주대학교 기계자동차공학부, ²제이엔씨테크

The Analysis of Vibration on the Guide Rail Installed with Manufacturing System of the Smart Phone Lens

Young-Choon Kim¹, Jae-Ung Cho^{1*} and Woon-Se Joung²

¹Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

²JNC-TECH Company

요약 전자제품의 생산량이 증가함에 따라 생산기계의 구조 때문에 불량품을 많아진다. 본 연구에서의 스마트폰 렌즈는 생산하는 과정에서 기계에서 발생하는 진동 때문에 깨지는 확률이 많다. 스마트폰 렌즈의 연구 모델에서는 가이드레일에 장착된 Robot의 질량에 따라서 Robot에 여러 가지 하중을 작용하여 진동해석을 하였다. 본 연구에서의 해석결과는 조립 자동화에 의한 스마트폰 렌즈의 생산기계 시스템에 대한 안전설계와 개발에 필요한 자료를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

Abstract As the production of electronic goods increases, poor products increase. Smart phone lens has much probability of breakage due to vibration happened at machine during the procedure of production. At this study model of smart phone, robot installed at guide rail is applied by various load according to its mass and investigated with vibration analysis. The analysis result in this study is thought to supply the material necessary at safe design and development on manufacturing machine system of smart phone lens by assembled automation.

Key Words : Smart phone lens, Guide rail, Vibration analysis, Assembled automation

1. 서론

전기전자에 관한 기술이 발달함에 따라 우리 생활의 다양한 분야에서 많은 변화를 초래 하였다. 최근 생활수준 향상으로 전자제품이 현대생활에서 필수불가결한 생활용품이다[1,2]. 전자제품의 생산량이 증가함에 따라 생산기계의 구조로 인해 불량품이 많아지고 있다. 산업체의 경우, 생산 공정에서 나타날 수 있는 진동이나 소음은 생산품의 품질에 상당한 영향을 미치고 생산 기계 등에서 발생하는 진동에 대해 사전 대책 없이 건설된 건축물은 그 안전성은 물론, 근로자들에게 불안감을 주게되어 생산성 향상에 악영향을 미칠 것이다. 특히 플라스틱, 유

리등으로 구성된 제품들이 생산과정에서 많이 깨지고 있다[3,4]. 스마트폰 렌즈는 플라스틱, 유리등으로 구성된 제품들 중에 하나이며 생산하는 과정중 기계에서 발생하는 진동으로 인해 깨질 확률이 많다. 스마트폰 렌즈를 생산하는 기계의 가이드레일은 생산요구에 따라 길이가 다르며, 가이드레일에 장착하는 로봇이나 다른 부품의 질량이 가이드레일에 미치는 영향이 크다. 이에 따라 가이드레일에 장착하는 부품의 질량이 얼마나 돼야 생산과정에서 공진이 발생하지 않으며 변형량이 더 적게 나오는지가 중요하다. 따라서 본 연구에서는 스마트폰 렌즈를 생산하는 회사에서 사용하고 있는 생산기계에 대해서 연구하였다[5,6]. 연구 주제는 가이드레일에 장착하는 부품

본 연구는 2013년도 한국산업단지공단에서 지원을 받아 수행된 것임.

*Corresponding Author : Jae-Ung Cho(Kongju National Univ.)

Tel: +82-41-521-9271 email: jucho@kongju.ac.kr

Received March 19, 2014

Revised April 23, 2014

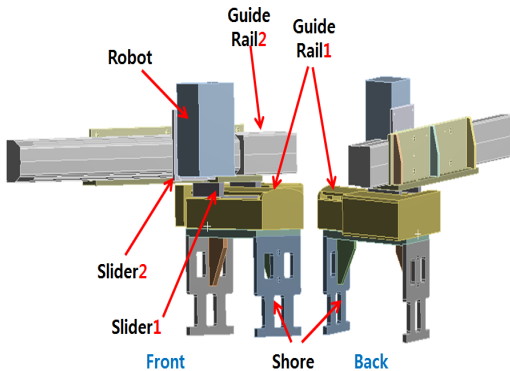
Accepted May 8, 2014

의 질량에 따른 부품에 대해 여러 가지 하중을 작용하고 진동해석을 진행하였다. 본 연구에서는 CATIA 프로그램을 이용하여 3D 모델링하였으며, ANSYS 프로그램을 이용하여 유한요소 해석을 수행하였다. 이를 통하여 스마트폰 렌즈를 생산하는 중에 생산기계에 일어나는 진동이나 파괴현상에 대해 연구하였으며, 생산기계부품을 제작하기 전에 부품을 설계 및 해석함으로써 제품의 강도 내구성 향상에 기여할 수 있다고 사료된다[7,8].

2. 연구 모델 및 경계조건

2.1 연구모델

본 연구에 3D 설계된 스마트폰 렌즈를 생산하는 기계의 모델링이 Fig. 1에 나온다. 본 연구는 Robot의 질량에 따라 해석을 진행하였으므로 Robot의 모양은 사각형으로 단순화했다. Fig. 1에 보면 Shore는 바닥에서 고정시키고 전체 기계를 지지해준다. Guide Rail1는 Shore와 붙어있으며 Slider 1은 Guide Rail1에 의하여 좌우로 움직일 수가 있다. Guide Rail 2는 Slider 1과 연결이 되고 Slider 1을 따라서 움직일 수 있으며 Slider 2가 Guide Rail 2에 의하여 앞뒤로 움직일 수 있다. 또한 Robot가 Slider 2와 연결이 되고 Slider 2와 같이 움직인다.



[Fig. 1] Analysis Models

본 연구에서 Robot의 질량은 10kg과 20kg의 2가지 경우로 하여 해석을 위해 Robot의 밀도를 조절하고 질량만 맞췄으므로 2가지 경우들인 Robot들의 부피는 같다. 따라서 2가지 경우에 Mesh를 똑같이 하였다. 모델의 해석 상 절점 수는 112460개 이고 요소 수는 59762개로 하였

다. 또한 Table 1과 같이 모델의 양쪽다리는 JIS S45C Steel로 하고 Robot의 질량은 10kg과 20kg의 경우로 하였고 그 외의 부분들의 모델에 대한 재료의 물성치들은 AL-6061이다.

[Table 1] Material property of model

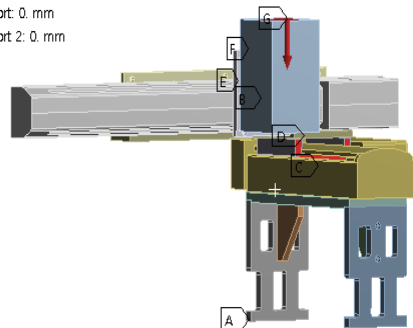
Property	JIS S45C Steel	AL-6061
Density(kg/m ³)	7861	2698
Young's Modulus	205GPa	69GPa
Poisson's Ratio	0.29	0.33
Ultimate Tensile Strength	569MPa	310MPa
Yield Tensile Strength	343MPa	276MPa

2.2 경계조건

실제적으로 똑같이 시뮬레이션에서 구현하기 위해서 Fig. 2에서와 같이 진동해석의 경계조건을 주었다. 모델의 Shore를 고정시키고 Guide Rail과 Slider의 접촉조건은 2개 모두 Cylindrical Support를 주었다. 또한 Slide1은 좌우방향으로만 움직이게 하는 변위를 주었고 Slide 2에는 앞뒤방향으로만 움직이게 하는 변위를 주었으며 Robot의 윗면에 힘을 가하였다. 본 연구에 Robot에서 가해주는 하중이 50N, 100N 및 200N 이었으며, 이 3가지 하중을 가지고 진동해석을 진행하였다.

H: Harmonic Response10KG_100N_One_side
Harmonic Response
Frequency: 0. Hz

- A Fixed Support
- B Cylindrical Support: 0. mm
- C Cylindrical Support 2: 0. mm
- D Displacement
- E Displacement 2
- F Displacement 3
- G Force: 100. N

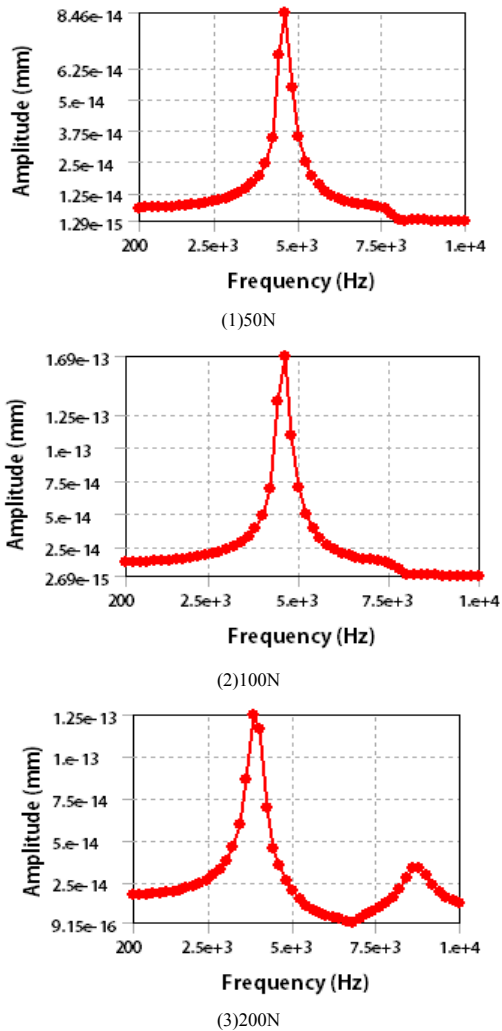


[Fig. 2] Constraint conditions

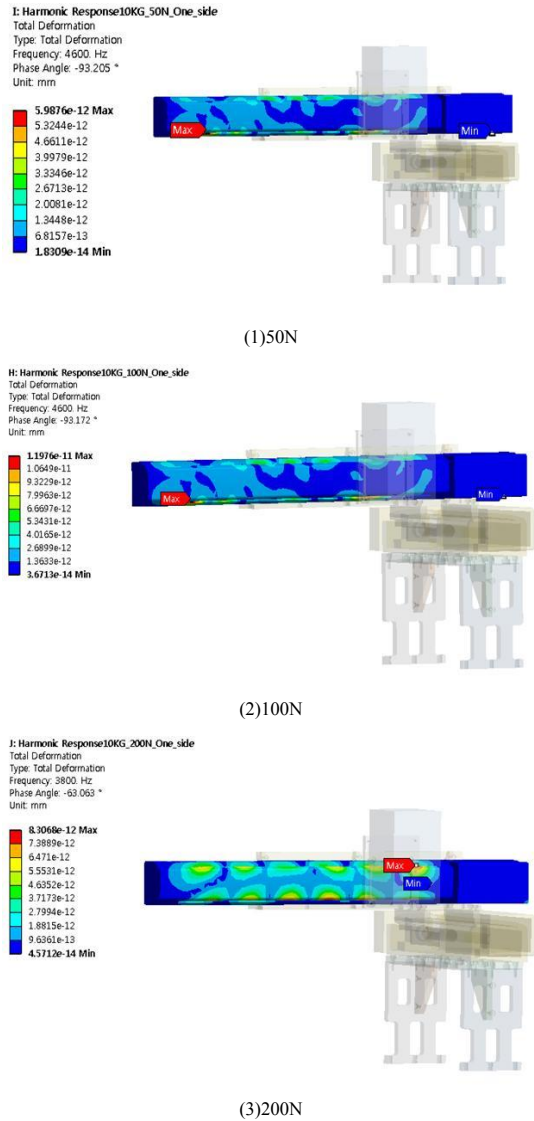
3. 해석 및 결과

3.1 진동해석

Fig. 3 및 Fig. 5에서 보면 Robot의 질량이 10kg 및 20kg인 경우에 50N, 100N 및 200N의 하중이 Robot에서 작용할 때에 일어나는 위험진동수가 나왔다. Fig. 4 및 Fig. 6에서 보면 각각 위험진동수에 대한 Guide Rail에 변형량들이 나왔다. 또한 해석결과에 위험진동수에 따른 최대 등가응력이 나오지만 등가응력이 매우 작아서 생산 기계의 전체시스템에 미치는 영향이 거의 없다고 판단되며, 본 연구에서는 위험진동수에 따른 최대 변형량을 가지고 검토하였다.

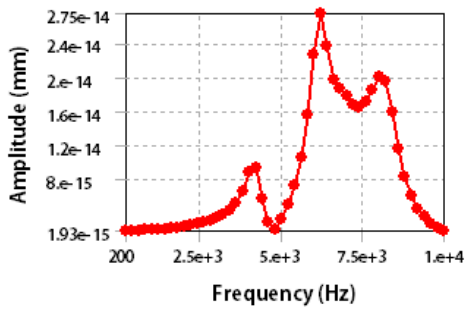


[Fig. 3] Harmonic responses of 50N, 100N and 200N in case of 10kg

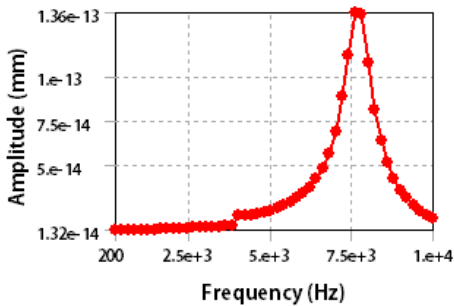


[Fig. 4] Total Deformation of 50N, 100N and 200N in case of 10kg

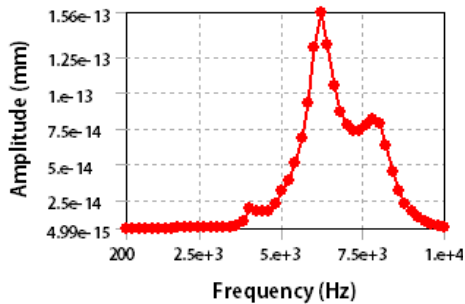
Table 2는 Fig. 3과 Fig. 4에서 나온 해석결과를 표로 나타냈다. Fig. 3에서 보면 질량 10kg인 Robot에서 50N 또는 100N을 작용할 때, 진폭이 진동수에 따라서 한번만 올라가다가 내리는 양상이 보이지만 200N을 작용할 때 진폭이 올라가다가 내리며 또 약간 올라가는 양상이 보인다. 또한 Table 2에서 보면 하중이 커지면 위험진동수가 작아지는 것을 확인할 수가 있으며, 위험진동수에 따른 최대 변형량이 100N의 경우에 제일 큰 것으로 나타났다.



(1)50N



(2)100N



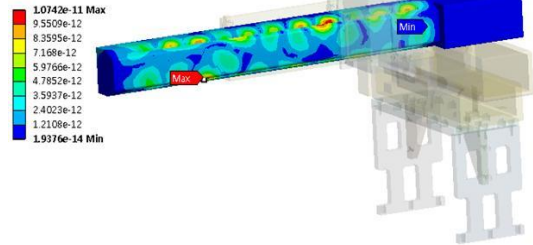
(3)200N

[Fig. 5] Harmonic responses of 50N, 100N and 200N in case of 20kg

[Table 2] Analysis result of 50N, 100N and 200N in case of 10kg

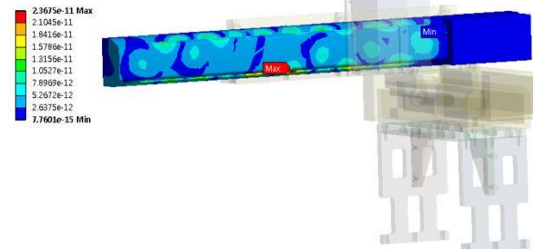
Load	Frequency	Amplitude	Total Deformation
Units: N	Units: Hz	Units: mm	Units: mm
50	4600	8.64×10^{-14}	5.9876×10^{-12}
100	4600	1.69×10^{-13}	1.1976×10^{-11}
200	3800	1.25×10^{-13}	8.3068×10^{-12}

K: Harmonic Response20KG_50N_One_side
Total Deformation
Type: Total Deformation
Frequency: 6200 Hz
Phase Angle: -100.95 °
Unit: mm



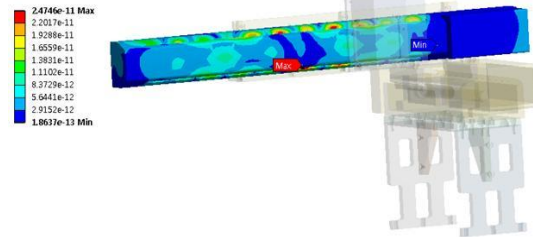
(1)50N

L: Harmonic Response20KG_100N_One_side
Total Deformation
Type: Total Deformation
Frequency: 7600 Hz
Phase Angle: 107.07 °
Unit: mm



(2)100N

M: Harmonic Response20KG_200N_One_side
Total Deformation
Type: Total Deformation
Frequency: 6200 Hz
Phase Angle: 79.001 °
Unit: mm



(3)200N

[Fig. 6] Total Deformation of 50N, 100N and 200N in case of 20kg

Table 3은 Fig. 5과 Fig. 6에 나온 해석결과를 표로 나타냈다. 우선 Fig. 5에 보면 질량이 10kg인 Robot경우와 달리 질량이 20kg인 Robot인 경우에 50N과 100N을 Robot에서 작용할 때 피크진폭이 있지만 진폭이 2번에서 3번 정도 올라가는 양상이 보인다. Table 2와 Table 3을 같이 보면 Robot의 질량이 20kg의 경우는 10kg의 경우보다 위험진동수가 크고 가이드레일의 전변형량도 더 크게 나온 것을 확인하였다. 50N이 가해졌을 때 질량이

20kg인 Robot인 경우에 전변형량이 10kg의 경우보다 약 2배 크며, 100N이 가해졌을 때 질량이 20kg인 Robot인 경우의 전변형량이 10kg의 경우보다 약 2배가 크다. 또한 200N이 가해졌을 때 질량이 20kg인 Robot인 경우의 전변형량이 10kg의 경우보다 약 3배 크다. 그러므로 질량이 10kg인 Robot인 경우에 위험진동수에 따라 Guide Rail의 변형거동이 더 적게 나온 것을 확인할 수 있으며, 10kg인 경우의 내구성이 더 좋다는 것을 알 수 있었다.

[Table 3] Analysis result of 50N 100N 200N in case of 20kg

Load	Frequency	Amplitude	Total Deformation
Units: N	Units: Hz	Units: mm	Units: mm
50	6200	2.75×10^{-14}	1.0742×10^{-11}
100	7600	1.36×10^{-13}	2.3675×10^{-11}
200	6200	1.56×10^{-13}	2.4746×10^{-11}

4. 결론

본 연구에서는 스마트폰 렌즈 생산기계에 대하여 진동의 시뮬레이션 해석을 통하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 해석결과에서 질량이 10kg인 Robot경우에 Robot에서 작용된 하중이 커짐에 따라 위험진동수가 작아지며, 질량이 20kg인 Robot경우에 100N을 Robot에 작용할 때 위험진동수가 제일 크지만 100N에 해당하는 Guide Rail의 최대 변형량보다 50N에 해당하는 최대 변형량이 2배로 크고 200N에 해당하는 최대 변형량과 거의 비슷하게 나온 것을 확인하였다.
2. Table2와 Table3을 비교하면, 질량이 20kg인 Robot경우는 질량이 10kg인 Robot의 경우보다 Guide Rail의 변형거동이 크게 더 나오며, 해석결과와 등가응력은 시스템에 미치는 영향이 거의 없기 때문에 질량이 10kg인 Robot경우의 내구성이 더 좋다는 것을 알 수 있었다.
3. 본 연구에서 나온 해석결과는 조립 자동화 스마트폰 렌즈 생산기계 시스템에 안전설계와 개발에 필요한 자료를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- [1] J. U. Cho, K. S. Kim, D. S. Choi, S. H. Kim, S. O. Bang and C. K. Cho, "Development of Plastic Suspension System for Automotive Seat", Journal of KAIS, Vol. 12, No. 3, pp. 1091-1097, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.3.1091>
- [2] S. N. Park, "Development Trend of Car Seat Technology", Journal of the Korea Society of Automotive Engineers, Vol. 31, No. 4, pp. 26-33, August, 2009.
- [3] J. H. Kim, D. U. Park, J. H. Lee, M. K. Kim and W. S. Yoo, "Evaluation of Ride Comfort considering Seat Vibration", Journal of the Korea Society of Automotive Engineers, Vol. 1, No. 2, pp. 535-987, May, 2002.
- [4] H. Y. Kim, J. M. Kim, J. G. Choi, K. T. Lee and D. J. Lee, "Structural Analysis for the Development of Round Recliner", Journal of the Korea Society of Automotive Engineers, Vol. 2, pp. 1361-1366, November, 2003
- [5] J. F. Pywell, "Automotive Seat Design Affecting Comfort and Safety", SAE 930108, pp. 142-151, 1933.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4271/930108>
- [6] R. Nagpal and E. Y. Kuo, "A time-Domain Fatigue Life Prediction Method For Vehicle Body Structures", "SAE 960567, pp. 607-616, 1996.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4271/960567>
- [7] H. Y. Lee, J. Y. Lim and H. T. Bom, "A Study on the Structural Analysis of Car Seat Frame", Annual Conference of KSAE, Vol. 2, pp. 170-176, June, 1997.
- [8] J. U. Cho, K. S. Kim, D. S. Choi, S. H. Kim, S. O. Bang and C. K. Cho, "Development of plastic suspension system for automotive seat", Journal of KAIS, Vol. 12, No. 3, pp. 1091-1097, March, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.3.1091>

김 영 춘(Young-Chun Kim)

[종신회원]



- 1989년 8월 : 명지대학교 전기공학
학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 명지대학교 대학원
전기공학과 (공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 공주대학교
공과대학 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

전기자동차전력변환, 전장제어, 태양광에너지

조 재 응(Jae-Ung Cho)

[종신회원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공
학과 (공학사)
- 1982년 2월 : 인하대학교 기계공
학과 (공학석사)
- 1986년 8월 : 인하대학교 기계공
학과 (공학박사)
- 1988년 3월 ~ 현재 : 공주대학교
기계·자동차공학부 교수

<관심분야>

기계 및 자동차 부품 설계 및 내구성 평가, 피로 또는 충돌 시 동적 해석

정 운 세(Woon-Se Joung)

[정회원]



- 2009년 11월 ~ 현재 : 제이엔씨
테크 대표이사

<관심분야>

반도체, LCD장비 제조 및 반도체 부품 가공