

기타의 형상에 따른 구조해석을 통한 융합 기술연구

이정호*, 조재웅**

*공주대학교 대학원 기계공학과, **공주대학교 기계자동차공학부

Study on Convergence Technique through Structural Analysis due to the Configuration of Guitar

Jung-Ho Lee*, Jae-Ung Cho**

*Department of Mechanical & Automotive Engineering, Graduate School, Kongju University

**Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University

요약 본 논문은 기타의 목 부분의 형상에 따라 가해지는 힘에 의한 휘어짐의 문제를 해결하기 위한 것으로, 기존의 기타를 보강하여 실제 사용 시, 하중에 취약한 부분을 파악하는 방법을 연구하였다. 본 연구에서는 실제 기타에 적용되는 목재의 물성치를 연구모델에 적용하고 모델링 한 후, 유한요소해석을 수행하였다. 본 논문의 연구를 통해 나온 결과를 사용하여 기존의 기타의 문제로 지적되어온 휨과 파손에 대한 기반자료를 얻을 수 있을 것으로 사료되며 이를 보강 할 수 있는 디자인을 연구하여 그 기타를 개선하고자 한다. 개선된 연구모델에 대한 결과를 토대로 실제 설계에 응용한다면 휨과 파손을 방지하여 내구성을 향상시킬 수 있으며 디자인 면에서의 융합기술로의 접목도 가능하며 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

• **Key Words** : 기타, 보강, 휨, 파손, 내구성, 융합 기술

Abstract This paper aims at solving the bending problem by the applied force due to the configuration of the neck part of guitar. At reinforcing and using the existing guitar, the method to understand the area vulnerable to the load was studied. In this study, the material property of wood applied to the practical guitar was applied and the finite element analysis was carried out after the modelling. By using the result through the study of this paper, it is thought that the foundation of material about bending and damage which has been recognized as the problem of existed guitar can be obtained. This study aims at improving the guitar as the design to reinforce it is studied. The bending and the damage are prevented and the durability can be improved by applying to the practical design on the basis of the result of the improved study model. And it is possible to be grafted onto the convergence technique at design and show the esthetic sense.

• **Key Words** : Guitar; Reinforcement; Bending; Damage; Durability; Convergence technique

1. 서론

현대사회에서 다양한 분야의 자기개발이 이루어지고 있다. 이런 자기개발의 한 분야로 음악을 들 수 있는데,

연주를 위한 악기의 대표적인 예로 기타를 뽑을 수 있겠다. 기타의 구조는 크게 현을 잇기 위한 기타 목과 이를 지지하기 위한 몸체의 두 부분으로 나눌 수 있다. 몸체의

**교신저자 : 조재웅(jucho@kongju.ac.kr)

접수일 2015년 5월 31일

수정일 2015년 7월 1일

게재확정일 2015년 8월 20일

경우 신체를 이용하여 고정하기 때문에 큰 응력이 걸려도 응력이 분산될 수 있는 반면 기타목의 경우에는 지지점 없이 연주를 위해 끊임없는 하중에 가해지게 된다 [1,2,3]. 이러한 기타의 내구성은 온도와 습기와 같은 환경의 요인을 크게 받기도 하지만, 사용하지 않은 채, 오랜 시간 방치하게 되면 기타 목부위에 이상이 생기게 된다. 기타 목부위의 이상으로 인한 대표적인 현상에는 크랙의 발생, 떨림과 같이 연주시에 발생하게 된다[4,5,6,7,8,9]. 이러한 기타의 내구성과 관련하여 기타의 형상이 큰 변수로 작용한다. 따라서 이를 해결하기 위해 형상에 따른 내구성을 파악하기 위해 이와 같은 문제를 해결하기 위한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 기타의 몸체와 와이어로 연결된 기타 목의 휨 현상을 예방하기 위해 구조해석을 진행하며, 기타의 하중에 영향을 주는 부분에 대한 취약부위를 발견하고 이를 보강한다. 이를 통해 기존의 기타에서 발생하던 문제를 보완하고 이를 설계에 반영하여 구조적인 설계와 미적인 감각을 접목시킨 디자인 설계가 가능하다. 안정성과 내구성을 함께 겸비하면서도 디자인면에서의 융합기술로 접목이 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

2. 본론

2.1 해석모델

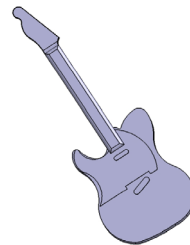
본 논문의 해석을 위해 CATIA를 이용하여 각 부분의 모델링 파트를 만든 뒤, 어셈블리를 통해 연구모델을 모델링하였다. 구성요소로는 몸의 지지가 되는 몸체와 현의 연결을 위한 기타 목의 두 부분으로 구성되었으며, Model 1과 Model 2의 두가지 연구모델을 모델링하였다. 먼저 Model 1은 기존의 기타형상으로 두꺼운 기타 목을 지니며, 높이가 낮은 것이 특징이다. Model 2는 Model 1의 개선품으로, 기타 목의 폭을 줄이고 두께를 증가시켰다. 모델링에 적용된 기타의 몸체와 기타 목부분의 물성치는 각각 <Table 1>과 <Table 2>에 나타내었다. [Fig. 1]은 Model 1의 형상으로 기존의 기타형상이며 고정변수로, [Fig. 2]의 Model 2와 비교를 통해 설계변수를 확인해 간다. 이렇게 확인된 설계변수를 해석환경에 적용하여 Model 1과 2의 응력분포값을 확인하며 이를 통해 모델의 개선점을 파악한다.

<Table 1> Property of body

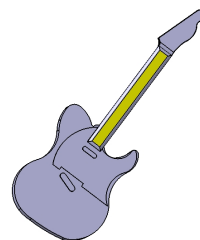
	Material Property
Maple wood	
Density	600 Kg/m ³
Temperature	-
Young's Modulus	109.0 MPa
Poisson's Ratio	0
Buld Modulus	36.333 Mpa
Shear Modulus	54.5 Mpa

<Table 2> Property of neck

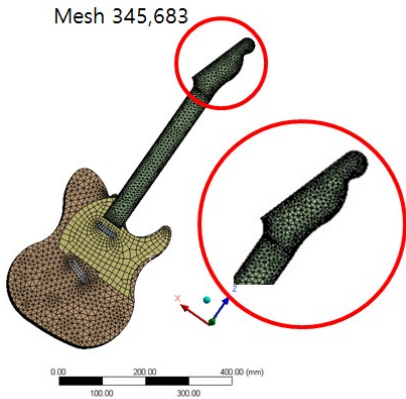
	Material Property
Ash wood	
Density	721Kg/m ³
Temperature	-
Young's Modulus	86.9 MPa
Poisson's Ratio	0
Buld Modulus	28.967 Mpa
Shear Modulus	43.45 Mpa



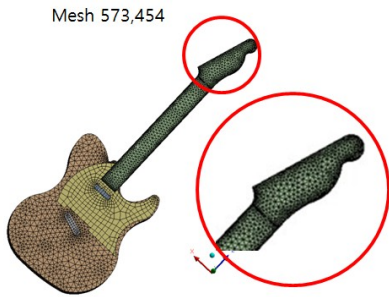
[Fig. 1] Configuration of model 1



[Fig. 2] Configuration of model 2



[Fig. 3] Mesh of model 1

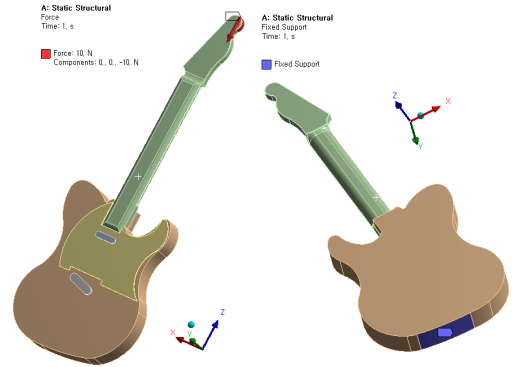


[Fig. 4] Mesh of model 2

[Fig. 3] 과 [Fig. 4]는 각각 Model 1과 Model 2의 메쉬 생성으로 고정부위인 몸체보다 휨현상이 발생하는 기타 목 부위에 원의 안에 보이는 바와 같이 보다 조밀한 메쉬를 생성하여 결과값의 정확성을 높였다.

2.2 해석조건

본 논문의 해석을 위해 사용된 해석조건은 [Fig. 5]에 도시되어 있다. 기타를 지지하기 위한 지지점에는 Fixed support를 기타를 치는 행위를 모사하기 위해서 순간하중 10N을 기타 목에 가한다.

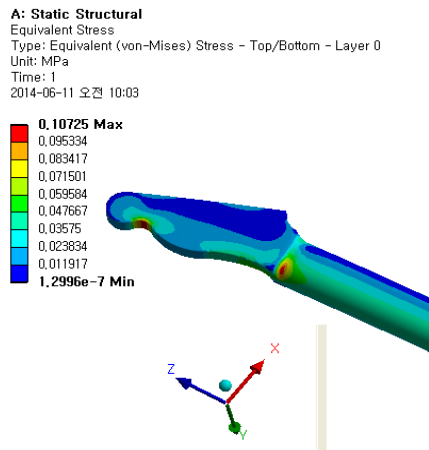


[Fig. 5] Boundary conditions of model 1, 2

이를 통해, 지지점으로 고정된 몸체를 향해 축 방향으로 기타를 치기 위한 손가락의 하중이 순간적으로 작용할때의 하중과 이를 통한 기타 목의 변형량을 살펴본다.

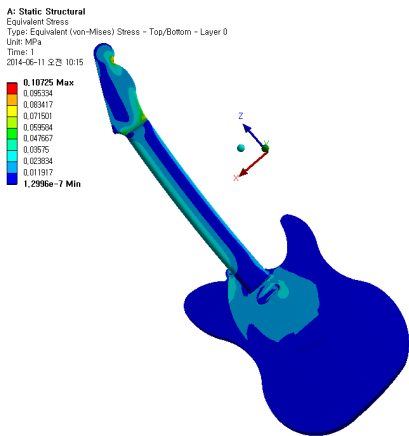
2.3 해석결과

[Fig. 6]은 기존모델인 Model 1의 응력분포값으로, 등가응력은 약 0.010725MPa로 나타났다.



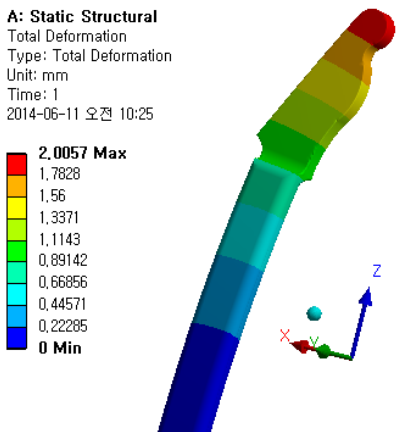
[Fig. 6] Equivalent stress at neck of model 1

[Fig. 6]에서 현의 고정을 위한 기타 목의 가장자리와 선단에서 최대 등가응력이 발생되고 있음을 볼 수 있다. 이러한 최대 등가응력이 지속적으로 발생될 시에, 크랙의 발생과 휨 현상이 발생될 수 있으며, 이는 악기의 내구성저하와 음질변화를 초래 할 수 있어 기타의 설계 시 중요한 변수라 할 수 있다[10,11,12,13,14,15].

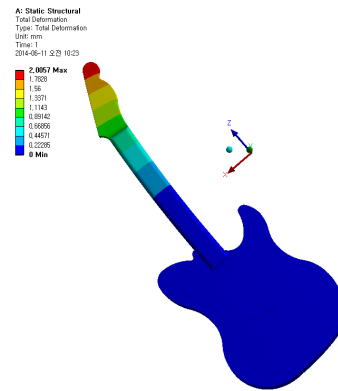


[Fig. 7] Equivalent stress at model 1

[Fig. 7]은 Model 1의 전체에서 발생하는 등가응력의 분포에 관한 것이다. 기타의 선단에서 발생된 등가응력은 지지점이 없는 기타 목을 통해 Model 1 전체에 영향을 미치고 있으며, 특히 기타 목에 등가응력의 분포 범위가 넓어 지속적으로 사용 시, 휨현상을 초래할 수 있다. [Fig. 8]은 이러한 등가응력 상황에서의 기타 목의 변형량으로 최대 변형량은 약 2mm로 미세하지만 현의 길이가 중요한 기타에 있어서 이러한 조그마한 변화로도 음질의 변화를 초래할 수 있다. 또한 지속적인 변화는 크랙의 발생할 수 있으며 이로 인해 금이 발생하며 기타의 연주시 발생하는 진동에 의해 그 크기가 점점 더 커질 가능성이 있다.

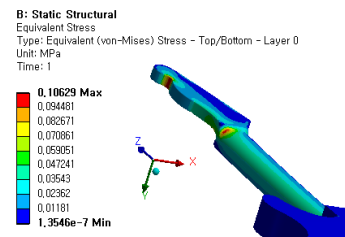


[Fig. 8] Total deformation at neck of model 1

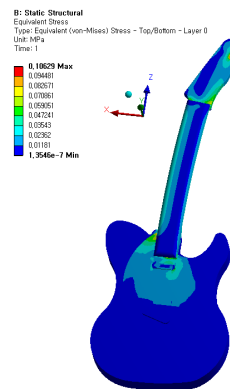


[Fig. 9] Total deformation at model 1

[Fig. 9]는 Model 1의 전체 변형량에 관한 것으로, Fig.7의 등가응력분포와 함께 본다면 선단에서 발생된 최대 등가응력은 최대 변형량과 그 거동이 일치하며 이를 통해 Model 1의 휨현상을 예상할 수 있다. [Fig. 10]은 개선된 모델인 Model 2의 등가응력에 관한 것으로 기존의 Model 1의 기타 목 두께와 폭의 변화를 통해 기존의 문제 되었던 휨 현상을 예방하고자 한다. [Fig. 10]에서 볼 수 있는 기존의 Model 1과 비교했을 때, 약 1%정도 개선되는 결과치가 나타났다.

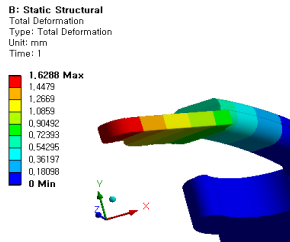


[Fig.10] Equivalent stress at neck of model 2

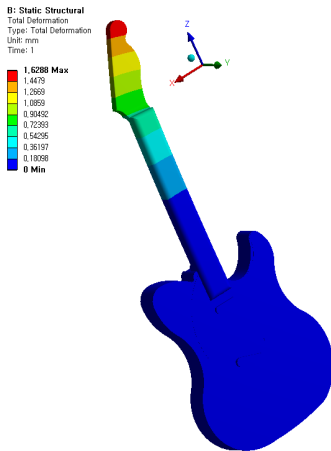


[Fig.11] Equivalent stress at model 2

[Fig. 11]은 Model 2의 등가응력분포로, 기존의 Model 1과 비교했을 때, 응력분포는 증가하였으나, 그 값은 줄어들어 기존의 모델과 비교했을 때 적은값이 작용하고 있다. [Fig. 12]과 [Fig. 13]은 Model 2의 변형량으로 기존 모델과 비교했을때 25%개선된 것으로 나타났다. 이러한 결과를 통해 기타 목 부위의 휨과 등가응력개선을 위해 폭과 두께와 같은 설계변수를 찾아낼 수 있었고 해당 부위에 대한 보강과 개선이 필요한 것으로 사료된다.



[Fig. 12] Total deformation at neck of model 2



[Fig. 12] Total deformation at model 2

3. 결론

본 연구에서는 기타형상에 따른 등가응력과 변형량에 관한 것으로, 비교를 위한 모델에서 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) Model 1의 최대 등가응력은 0.10725MPa, 최대 변형량은 2mm로 나타났으며, Model 2는 1%개선된 0.10629MPa로 나타났고 최대 변형량은 25%개선된 1.6mm로 나타났다. 이를 통해 개선된 Model 2의

두꺼운 목형상은 휨과 파손에 더 큰 내구성을 지니고 있음을 알 수 있다.

- 2) 기타 목의 선단에서 발생된 등가응력은 지지대가 없는 기타 목을 따라 이동하면서 변형을 나타낸다. 이에 대한 보강과 개선을 위한 설계변수는 기타 목의 재질과 두께, 폭의 개선이 필요한 것으로 사료된다.
- 3) 본 연구의 결과를 종합하여 기타의 설계에 응용한다면 파손방지와 내구성을 검토할 수 있고, 설계에 유용하게 활용될 수 있을것으로 사료된다. 또한 디자인 면에서 융합기술로의 접목도 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

REFERENCES

- [1] M. S. Han and J. U. Cho, "Study on Bike Frame due to Nonuniform Fatigue Loads", Transaction of KASE, Vol. 20, No. 3, pp. 133-140, 2012.
- [2] K. S. Koo and D. J. Kweon. "The analysis on audible noise level and cooling performance for the low noise cooling fan of power transformers", Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 23, No. 8, pp. 110-115, 2009.
- [3] J. U. Cho and M. S. Han. "Analysis of the Sir Flow due to the Number of Electric Fan Blades", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 1, pp. 107-112, 2012.
- [4] J. U. Cho, M. S. Han, "Structural Durability Analysis According to the Thickness of Bicycle Frame Tube", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 3, pp. 122-129, 2012.
- [5] J. M. Kim, K. T. Lee and H. Y. Kim, "Numerical Modeling to Evaluate Reat Crashworthiness for Round Recliner of Automotive Seats", Transactions of KSAE, Vol, 17, No. 1, pp. 64-71, 2009.
- [6] T, K, Lee and B, S, Kim, "The structure of an Automotive Woofer Speaker", Journal of Korean Society of Mechanical Technology, Vol. 14, No. 2,

pp. 19-24, 2012.

- [7] B. C. Yu and, G. S. Lee, "A Study on the Development of Skateboard by Motion Capture and Theory of Inventive Problem Solving(TRIZ)", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 24 No. 7, pp. 83-89, 2007.
- [8] J. S. Lee, "Design Parameters for Supporting Frame in a Twist screen", Journal of Korean Soc. of Mechanical Technology, Vol. 15, No. 2, pp. 85-91, 2013.
- [9] H. K. Choi and J. U. Cho, "Structural Analysis on the Fracture of Bonded Double Cantilever Beam Model", Jou. of Korean Soc. of Mechanical Technology, Vol. 14, No. 4, pp. 41-47, 2012.
- [10] J. H. Kim, I. S. Jung, J. M. Seo, N. K. Hur and J. H. Jung. "An investigation on development of bus electrical cooling fan system", Journal of Korean Society for New and Renewable Energy, pp. 144.1-144.1, 2010.
- [11] J. U. Cho and M. S. Han, "Structural Durability Analysis According to The Thickness of MTB Frame Tubes", Journal of the society of Machine Manufacturing, No. 11, Vol.3, pp. 122-129, 2012.
- [12] J. U. Cho and M. S. Han, "Structural Durability Analysis Related to Shape and Direction of Bicycle Frames", Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, No. 22, Vol. 6, pp. 969-975, 2013.
- [13] H. S. Yang and K. H. Kim, "A Study on the Impact Characteristics in the absence of Aircraft Laminated Shell for CF/Epoxy composite", Jou. of Korean Soc. of Mechanical Technology, Vol. 14, pp. 17-24, 2012.
- [14] A. Paul and U. Ramamurty, "Strain Rate Sensitivity of a Closed-cell Aluminum Foam", Materials Science and Engineering: A, Vol. 281, Issues 1-2, pp. 1-7, 2000.
- [15] N. Ohno, D. Okumura and T. Niikawa, "Long-wave buckling of elastic square honeycombs subject to in-plane biaxial compression", International Journal of Mechanical Sciences, Vol. 46, Issue 11, pp. 1697-1713, 2004.

저자소개

이 정 호(Jung-Ho Lee)

[학생회원]



- 2015년 2월: 공주대학교 기계자동차공학부(공학사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 대학원 기계공학과(공학석사 과정)

<관심분야> : 기계 및 자동차 부품 설계 및 내구성 평가, 피로 또는 충돌 시 동적 해석

조 재 응(Jae-Ung Cho)

[종신회원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학사)
- 1982년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1986년 8월 : 인하대학교 기계공학과 (공학박사)

· 1988년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계·자동차공학부 교수

<관심분야> : 기계 및 자동차 부품 설계 및 내구성 평가, 피로 또는 충돌 시 동적 해석