

# 구조 해석을 통한 크루저 보드의 형상에 따른 융합 기술연구

이정호\*, 조재웅\*\*

\*공주대학교 대학원 기계공학과, \*\*공주대학교 기계자동차공학부

## Study on Convergence Technique due to the Shape of Cruiser Board through Structural Analysis

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

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

\*\*Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University

**요약** 오늘날 환경오염을 방지하기 위하여 화석연료를 사용하지 않는 크루저 보드의 1인승 이동수단이 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 안전한 크루저 보드의 설계를 위하여 구조 해석을 수행함으로써 형상에 따른 크루저 보드의 특성들을 분석하고자 한다. 기존의 크루저 보드 모델과 새로운 형상의 크루저 보드 모델 총 두 가지 형상의 모델들을 설계하고, 유한요소해석 프로그램을 이용하여 구조 해석을 수행하여 변형량, 응력 및 피로 수명에 의한 내구성을 연구하였다. 연구 결과, 새로운 형상의 크루저 보드 모델이 최대 변형량은 0.000971mm, 최대 응력은 0.936MPa, 피로 수명은 1827.7Cycle~ 1.887×105Cycle로서 새로운 모델에서의 모든 연구 결과 값들이 기존의 모델보다 더 양호하게 되어 새로운 모델이 기존의 모델보다 사용하기에 더 적합한 것으로 나타났다. 본 연구 결과는 더 안전하고 내구성이 있는 크루저 보드의 설계에 기여할 수 있으며, 디자인 면에서 융합 기술로의 접목도 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

• **Key Words** : 크루저 보드, 형상, 구조 해석, 내구성 설계, 융합 기술

**Abstract** In order to prevent the environmental pollution nowadays, the mobile device for one person of cruiser board not used with the fossil oil has been noticed. This study aims to analyze the property of cruiser board due to the shape by carrying out the structural analysis for the safe design of cruiser board. Two models of the existing cruiser board and the cruiser board with new configuration are designed. As the structural analysis was carried out by using the finite element analysis program, the durability by deformation, stress and fatigue life was investigated. In the study result, the model of cruiser board with new configuration has the maximum deformation of 0.000971mm, the maximum stress of 0.936MPa and the fatigue life from 1827.7Cycle to 1.887×105Cycle. As all study result values at the new model became better than the existing model, the new model was seen to become more adequate at using than the existing model. This study result can be contributed to the safer and durable design of cruiser board. And it is possible to be grafted onto the convergence technique at design and show the esthetic sense.

• **Key Words** : Cruiser board; Shape; Structural analysis; Durable design; Convergence technique

\*\*교신저자 : 조재웅(jucho@kongju.ac.kr)

접수일 2015년 7월 1일    수정일 2015년 8월 11일    게재확정일 2015년 8월 20일

# 구조 해석을 통한 크루저 보드의 형상에 따른 융합 기술연구

이정호\*, 조재웅\*\*

\*공주대학교 대학원 기계공학과, \*\*공주대학교 기계자동차공학부

## Study on Convergence Technique due to the Shape of Cruiser Board through Structural Analysis

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

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

\*\*Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University

**요약** 오늘날 환경오염을 방지하기 위하여 화석연료를 사용하지 않는 크루저 보드의 1인승 이동수단이 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 안전한 크루저 보드의 설계를 위하여 구조 해석을 수행함으로써 형상에 따른 크루저 보드의 특성들을 분석하고자 한다. 기존의 크루저 보드 모델과 새로운 형상의 크루저 보드 모델 총 두 가지 형상의 모델들을 설계하고, 유한요소해석 프로그램을 이용하여 구조 해석을 수행하여 변형량, 응력 및 피로 수명에 의한 내구성을 연구하였다. 연구 결과, 새로운 형상의 크루저 보드 모델이 최대 변형량은 0.000971mm, 최대 응력은 0.936MPa, 피로 수명은 1827.7Cycle~ 1.887×105Cycle로서 새로운 모델에서의 모든 연구 결과 값들이 기존의 모델보다 더 양호하게 되어 새로운 모델이 기존의 모델보다 사용하기에 더 적합한 것으로 나타났다. 본 연구 결과는 더 안전하고 내구성이 있는 크루저 보드의 설계에 기여할 수 있으며, 디자인 면에서 융합 기술로의 접목도 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

• **Key Words** : 크루저 보드, 형상, 구조 해석, 내구성 설계, 융합 기술

**Abstract** In order to prevent the environmental pollution nowadays, the mobile device for one person of cruiser board not used with the fossil oil has been noticed. This study aims to analyze the property of cruiser board due to the shape by carrying out the structural analysis for the safe design of cruiser board. Two models of the existing cruiser board and the cruiser board with new configuration are designed. As the structural analysis was carried out by using the finite element analysis program, the durability by deformation, stress and fatigue life was investigated. In the study result, the model of cruiser board with new configuration has the maximum deformation of 0.000971mm, the maximum stress of 0.936MPa and the fatigue life from 1827.7Cycle to 1.887×105Cycle. As all study result values at the new model became better than the existing model, the new model was seen to become more adequate at using than the existing model. This study result can be contributed to the safer and durable design of cruiser board. And it is possible to be grafted onto the convergence technique at design and show the esthetic sense.

• **Key Words** : Cruiser board; Shape; Structural analysis; Durable design; Convergence technique

\*\*교신저자 : 조재웅(jucho@kongju.ac.kr)

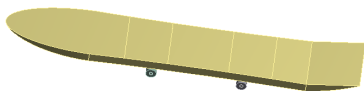
## 1. 서론

오늘날 여러 나라들이 녹색성장의 일환으로써 온실가스를 줄이기 위한 저탄소 정책을 강구 및 연구하고 있다. 이에 세계 환경의 날이 지정되었으며, 우리나라 역시 자전거 도로를 설치하는 등 국제, 국가적으로 환경에 대한 유용하고 실질적인 정책들을 시행하고 있다[1,2,3]. 이러한 환경오염을 방지하기 위한 사회적 분위기 속에서 저공해 및 무공해 이동 수단에 관한 사람들의 관심 역시 점차 높아지고 있다[4,5]. 자전거와 스케이트보드, 크루저보드 등은 환경오염을 초래하는 화석 연료를 사용하지 않으면서 간단한 조작법으로 주목을 받고 있으며, 여기에 전기 모터 등을 적용하여 무공해 1인용 이동수단으로 개발하고자 하는 움직임도 있다. 특히, 크루저 보드의 경우 판매율이 증가하는 추세이다[6,7,8]. 이에 따라 본 연구에서는 크루저 보드에 주목하여 보다 안전하고 튼튼한 크루저보드 모델의 설계 및 개발에 기여하고자 형상에 따른 크루저보드 모델들을 모델링하고 시뮬레이션 구조 해석을 수행하여 그 기계적 특성들을 분석하였다[9,10]. 또한, 디자인 면에서 융합 기술로의 접목도 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

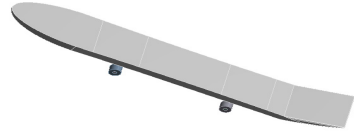
## 2. 연구 방법

### 2.1 연구 모델

본 연구에서의 연구모델인 크루저 보드는 익스트림 스포츠나 또는 1인용 이동수단으로서 이용할 수 있으며, 이외에도 전기 모터 등의 동력원을 적용하여 사람의 힘이 아닌 스스로 움직일 수 있게끔 할 수 있다.[11,12]. 본 연구에서는 다음에 도시된 [Fig. 1]과 [Fig. 2]와 같이 CATIA V5 R18 3D 설계 프로그램을 사용하여 기존의 크루저보드 모델과 새로운 형상의 크루저보드 모델 총 두 가지 형상의 크루저보드 모델을 설계하였다 [13,14,15].



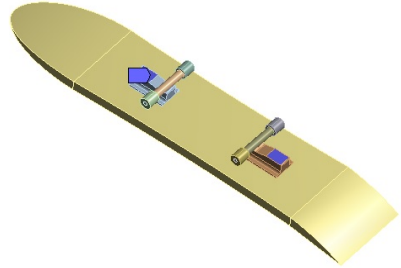
[Fig. 1] New shape cruiser board model



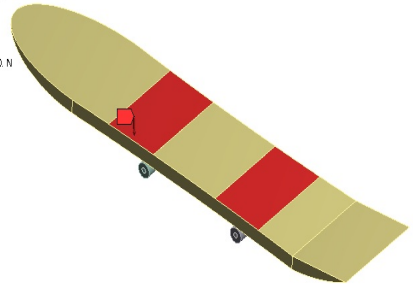
[Fig. 2] General cruiser board model

### 2.2 경계 조건

A: Model, Static Structural  
Fixed Support  
Time: 1. s  
■ Fixed Support

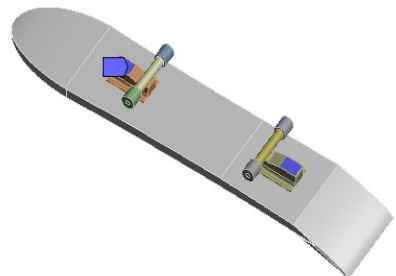


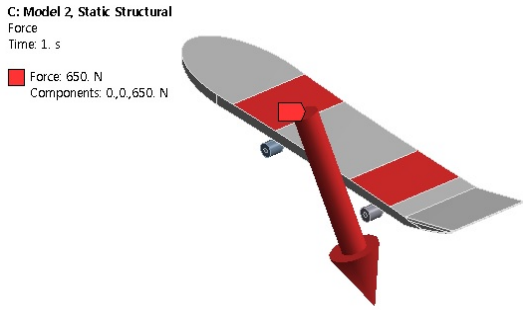
A: Model, Static Structural  
Force  
Time: 1. s  
■ Force: 650. N  
Components: 0, 0, -650. N



[Fig. 3] Constraint conditions of the new shape cruiser board model for analysis

C: Model 2, Static Structural  
Fixed Support  
Time: 1. s  
■ Fixed Support





[Fig. 4] Constraint conditions of the general cruiser board model for analysis

위에 도시된 [Fig. 3]과 [Fig. 4]는 시뮬레이션 구조 해석을 수행하기에 앞서 기존의 크루저 보드 모델과 새로운 형상의 크루저 보드 모델에 적용한 경계조건을 나타낸 것이다. 먼저 각 크루저 보드 모델들의 아래쪽 바퀴 고정부 면에 Fixed support 조건을 부여하여 고정시킨 뒤 사람의 발이 디디는 면에 사람의 무게를 가정하여 650N의 힘을 가하였다. 이렇게 하여 각 경첩 모델의 변형량과 응력 분포 및 내구성을 알아보하고자 하였다. 다음의 Table. 1은 시뮬레이션 해석에 적용한 경첩 모델들의 물성치이다.

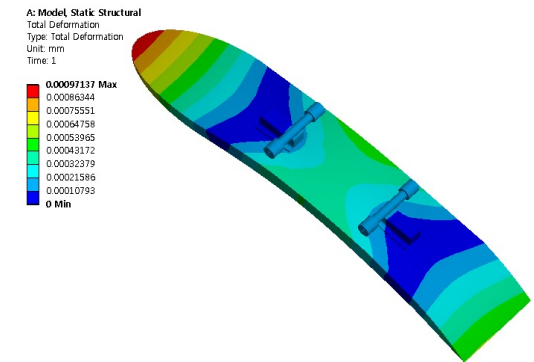
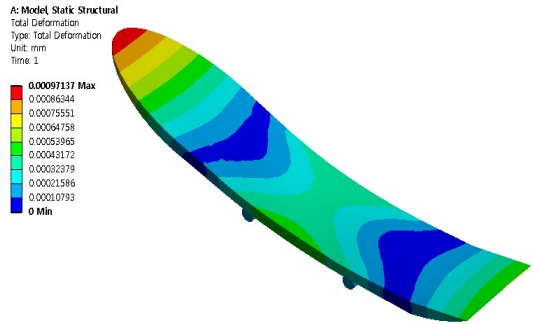
<Table 1> Material properties

Young's modulus(GPa)	200
Poisson's ratio	0.3
Density	7850
Yield strength(MPa)	250
Ultimate strength(MPa)	460

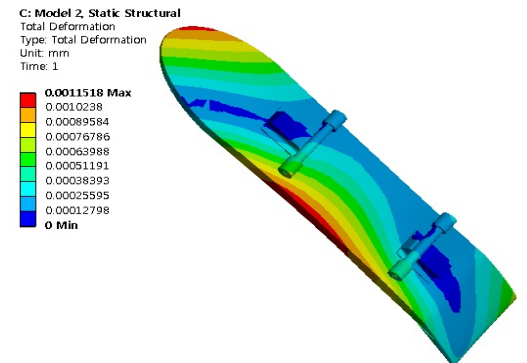
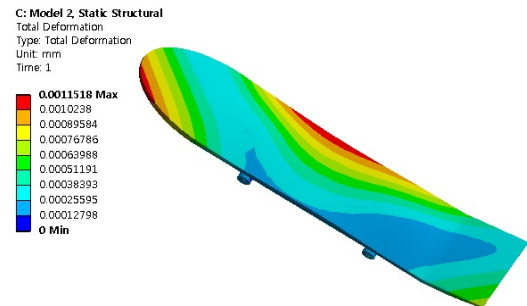
### 3. 연구 결과

#### 3.1 각 모델의 변형량

다음에 도시된 [Fig. 5]와 [Fig. 6]은 기존의 크루저 보드 모델과 새로운 형상의 크루저 보드 모델의 시뮬레이션 구조 해석 결과로 각 모델들의 변형량을 나타낸 것이다. 해석 결과, 새로운 형상의 크루저 보드 모델의 최대 변형량은 약 0.000971mm로 나타났으며, 보드의 앞쪽 부분의 왼쪽 측면과 보드의 오른쪽 가운데 부분에서 최대 변형이 발생하였다. 기존의 크루저 보드 모델의 최대 변형량은 약 0.00115mm로 나타났으며, 보드의 앞쪽부분에서 최대 변형이 발생하였다.



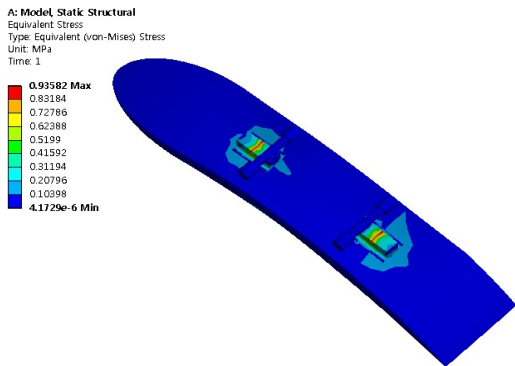
[Fig. 5] Total deformation of the new shape cruiser board model



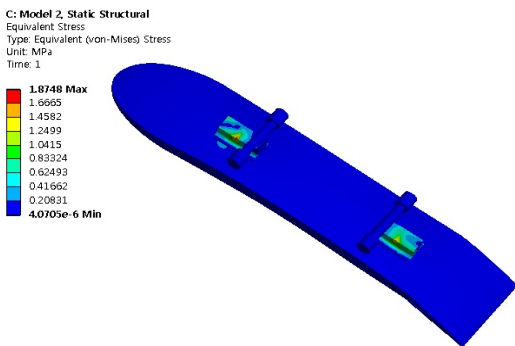
[Fig. 6] Total deformation of the general cruiser board model

### 3.2 각 모델의 응력 분포

다음에 도시된 [Fig. 7]과 [Fig. 8]은 각각의 크루저 보드 모델들의 시뮬레이션 구조 해석 결과로 각 모델들의 응력 분포를 나타낸 것이다. 해석 결과, 새로운 형상의 크루저 보드의 최대 응력은 약 0.936MPa로 나타났으며, 바퀴들의 고정부와 그 부근에서 응력이 높게 발생하는 것으로 나타났다. 기존의 크루저 보드의 최대 응력은 약 1.875MPa로 나타났으며, 새로운 형상의 크루저 보드 모델과 마찬가지로 바퀴들의 고정부와 그 부근에서 응력이 높게 발생하는 것으로 나타났다.



[Fig. 7] Equivalent stress of the new shape cruiser board model

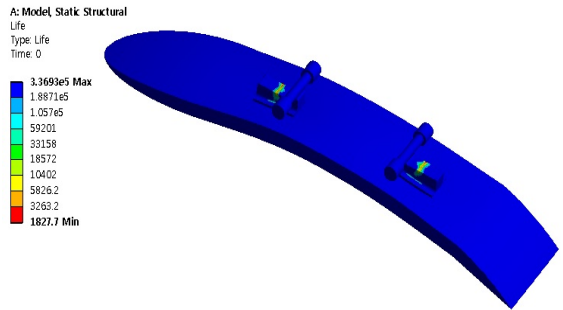


[Fig. 8] Equivalent stress of the general cruiser board model

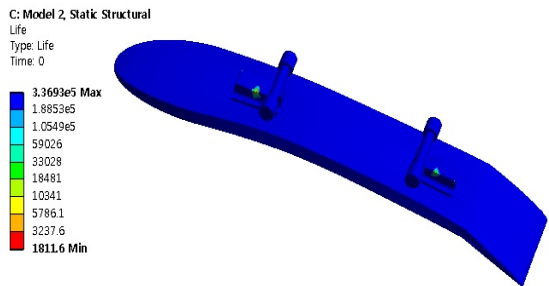
### 3.3 각 모델의 피로 수명

다음에 도시된 [Fig. 9]와 [Fig. 10]은 각각의 크루저 보드 모델들의 시뮬레이션 구조 해석 결과로 각 모델들의 피로 수명을 나타낸 것이다. 새로운 형상의 크루저 보드와 기존의 크루저 보드 모두 소재에서는 변화가 없는

만큼 최대 피로 수명은 약  $3.3693 \times 10^5$  Cycle로 동일하게 나타났다. 바퀴들의 고정부와 그 부근에서 응력이 높게 발생하는 것으로 나타났다. 그러나 최소 피로 수명이 나타나는 바퀴의 고정부를 기준으로 하여 비교를 해보면 새로운 형상의 크루저 보드의 경우 약 1827.7 Cycle ~  $1.887 \times 10^5$  Cycle의 피로 수명을 보였고, 기존의 크루저 보드의 경우는 약 1811.6 Cycle ~  $1.885 \times 10^5$  Cycle의 피로 수명을 보여 새로운 형상의 크루저 보드 모델의 피로 하중에 대한 내구성이 더 좋은 것으로 나타났다.



[Fig. 9] Fatigue life of the new shape cruiser board model



[Fig. 10] Fatigue life of the general cruiser board model

## 4. 결론

본 연구에서는 각 형상에 따른 크루저 보드 모델들에 대하여 시뮬레이션 구조 해석을 수행하여 각각의 크루저 보드 모델들의 변형량과 응력 분포에 대하여 분석하였으며, 이를 바탕으로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 최대 변형량 비교에서 기존의 크루저 보드 모델의 경우 최대 변형량은 약 0.00115mm로 나타났으며, 새로운 형상의 크루저 보드 모델의 경우 최대 변형

량은 약 0.000971mm로 나타났다.

- 2) 응력 분포의 경우 기존의 크루저 보드 모델의 최대 응력은 약 1.875MPa로 나타났으며, 새로운 형상의 크루저 보드 모델의 경우 최대 응력은 약 0.936MPa로 나타났다.
- 3) 피로 수명을 비교하였을 때 두 모델 모두 동일한 소재를 적용하였기에 최대 피로 수명은 약  $3.3693 \times 10^5$  Cycle로 같게 나타났으나, 최소 피로 수명이 나타나는 바퀴의 고정부를 기준으로 비교하면 새로운 형상의 크루저 보드의 경우 약 1827.7 Cycle ~  $1.887 \times 10^5$  Cycle의 피로 수명을 보였고, 기존의 크루저 보드의 경우는 약 1811.6 Cycle ~  $1.885 \times 10^5$  Cycle의 피로 수명을 보여 새로운 형상의 크루저 보드 모델의 피로 하중에 대한 내구성이 더 좋은 것으로 나타났다.
- 4) 각 크루저 보드 모델들의 시뮬레이션 해석 결과를 비교하였을 때 새로운 형상의 크루저 보드 모델이 최대 변형량과 최대 응력, 피로 수명 모두가 기존의 크루저 보드 모델에 비하여 작거나 혹은 더 좋게 나타났으며, 이에 따라 새로운 형상의 크루저 보드 모델이 사용자가 사용하기에 더 튼튼한 모델인 것으로 판단된다. 그러나 기존의 크루저 보드 모델과 마찬가지로 바퀴 고정부의 응력 집중 현상이 해소되지 않은 것으로 나타나 이를 해결하기 위한 방안이 추가적으로 연구되어야 할 것으로 사료된다.
- 5) 본 연구에서 도출한 데이터들은 기존의 크루저 보드보다 진보된 내구성을 지닌 크루저 보드의 설계 및 개발에 활용될 수 있을 것으로 사료되며, 또한 디자인 면에서 융합 기술로의 접목도 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

## REFERENCES

- [1] C. Z. Jin, K. K. Jin, S. K. Ha, H. S. Seo, I. S. Yoon, "Structure Analysis and Design Optimization of Stiffeners in LNG Tanks", Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 36, No. 3, pp. 325-330, 2012.
- [2] S. S. Kang, J. H. Lee, "Evaluation of Fatigue Life and Structural Analysis for Dish-Type and Spoke-Type Automobile Wheels", Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 35, No. 10, pp. 1315-1321, 2011.
- [3] D. H. Choi, K. H. Lee, "Structural Analysis and Optimization of a Pedestal for Deck Crane", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 1, pp. 95-100, 2012.
- [4] Y. J. Jang, J. H. Lee, K. W. Kang, "Structural Integrity of Small Wind Turbine Composite Blade Using Structural Test and Finite Element Analysis", Journal of the Korean Society Mechanical Engineers, Vol. 36, No. 9, pp. 1087-1094, 2012.
- [5] M. S. Han, J. U. Cho, "Structural Analysis on Flange Coupling due to Change of Bolt Numbers", Journal of the Korean Society Manufacturing Process Engineers, Vol. 12, No. 5, pp. 57-66, 2013.
- [6] J. S. Moon, J. W. Kim, J. C. Shin, M. S. Kim, "Reliability Estimation of Door Hinge for Home Appliances", Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 29, No. 5, pp. 689-697, 2005.
- [7] J. U. Cho, 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.
- [8] H. K. Choi, J. U. Cho, "Structural Analysis on the Fracture of Bonded Double Cantilever Beam Model", Jou. of Korean Society of Mechanical Technology, Vol. 14, No. 4, pp. 41-47, 2012.
- [9] 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.
- [10] M. S. Han, J. U. Cho, "Structural Analysis for Bicycle Frame by Type", Journal of the Korean Society of Automotive Engineers Vol. 20, No. 6, pp. 146-155, 2012.
- [11] C. W. Han, C. M. Oh, W. S. Hong, "Stress

Analysis for Bendable Electronic Module Under Thermal-Hygroscopic Complex Loads”, Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 37, No. 5, pp. 619-624, 2013.

[12] M. S. Han, J. U. Cho, “Structural and Fatigue Analysis on Shock Absorber Mount of Automobile”, Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 1, pp. 125-133, 2012.

[13] M. S. Han, J. U. Cho, “Structural Strength Analysis of ATV Knuckle”, Journal of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 21, No. 1, pp. 137-144, 2013.

[14] J. W. Hur, “Study on Fatigue Life Estimation for Aircraft Engine Support Structure”, Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 34, No. 11, pp. 1667-1674, 2010.

[15] J. U. Cho, M. S. Han, “A Study on Fatigue Analysis of Automotive Shock Absorber”, Transactions of the Korean Society of Machine Tool Engineers, Vol. 17, No. 1, pp. 92-97, 2008.

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

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