

오프로드용 SUV의 프론트 언더커버 형상에 따른 내구성에 대한 융합 연구

최계광¹, 조재웅^{2*}

¹공주대학교 금형설계공학과 교수, ²공주대학교 기계자동차공학부 교수

Convergence Study on Durability due to the Configuration of Front Under Cover of Off-road SUV

Gye-Gwang Choi¹, Jae-Ung Cho^{2*}

¹Professor, Department of Metal Mold Design Engineering, Kongju national University

²Professor, Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

요 약 본 논문은 오프로드용 SUV 자동차의 프론트 언더커버에 대한 구조해석을 통하여 내구성을 연구하고자 한다. 실제 사용되는 차체 하부 보호용 언더커버의 형상과 비슷한 3종류의 모델들을 해석하여 어떤 모델이 구조적으로 가장 좋은 것인지 고찰하였다. 언더커버의 모델들은 CATIA 프로그램을 통하여 Model A, B, C 3종류로 설계하였고 ANSYS 프로그램을 이용하여 해석을 하였다. 해석 결과들을 통하여 세 모델들 중에서 Model B가 최대 등가 응력이 가장 작고 피로 수명도 길어서 내구성이 가장 좋은 것으로 나타났다. 본 연구결과를 토대로 얻은 언더커버의 내구성 있는 설계데이터를 활용함으로써 실생활에서의 기계나 구조물에 융합하여 그 미적 감각을 나타낼 수 있다.

주제어 : 구조해석, 언더커버, 내구성, 융합, 등가응력, 변형, 피로

Abstract This paper is to study the durability through structural analysis on the front undercover of SUV car for offroad. It was investigated which model became structurally best by analyzing three kinds of models which are similar to the configuration of undercover for the protection of the part under car body which has been used really. The models of undercover were designed through CATIA program and analyzed by using ANSYS program as three kinds of models A, B and C. Through the analysis results, model B was expressed to have the best durability as model B has the least equivalent stress and the longest fatigue life among three models. As the design data with the durability of undercover obtained on the basis of this study result are utilized, the esthetic sense can be shown by being grafted onto the machine or structure at real life.

Key Words : Structural analysis, Undercover, Durability, Convergence, Equivalent stress, Deformation, Fatigue

1. 서론

레저스포츠, 캠핑 등의 활동인구가 증가함에 따라 승

용차에 비해 적재공간이 많고 험로주행이 어느 정도 가능한 SUV의 인기가 날로 증가하고 있다. 뿐만 아니라 트럭의 넓은 적재공간과 SUV의 실내공간을 모두 누릴 수

*Corresponding Author : Jae-Ung Cho(jucho@kongju.ac.kr)

Received April 30, 2019
Accepted July 20, 2019

Revised May 20, 2019
Published July 28, 2019

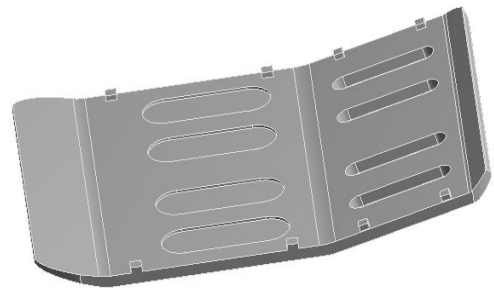
있는 픽업트럭의 쓰임 역시 꾸준히 증가하고 있다. 해외에서는 이미 수많은 픽업트럭이 널리 사랑받고 있으며 국내에서도 예전에 비해 많이 증가하는 추세이며 또한 픽업트럭은 화물차로 분류되어 다른 SUV나 세단 등에 비해 자동차세가 상당히 저렴한 것도 인기 있는 이유 중 하나이다. 개인사업자거나 캠핑을 좋아하는 사람들이 SUV나 픽업트럭 같은 차종을 구매하곤 하는데, 그중에는 프레임바디의 장점을 살려 험로주행을 즐기는 인기도 적지 않다. 오프로드는 진흙길, 경사길, 산길 등 다양한데, 포장된 도로가 아닌 곳을 갈 일이 많은 만큼 도로에는 어떤 장애물들이 있을지 예측하기 어렵다. 따라서 예상치 못한 바위나 나무기둥 같은 장애물 위를 지나가게 되면 차체가 높더라도 차량 하부에 충격이 가해져 손상이 갈 확률이 높다. 특히 차량 하부에는 엔진을 포함한 갖가지 주요 구동장치들이 위치해 있기 때문에 이런 상황에 대한 대비가 필요하다. 흔히 애프터마켓이라고 불리는 튜닝시장에는 이를 위한 대비책으로 다양한 종류의 언더커버가 출시되어 있다. 이 언더커버는 차량의 전면 하단부에 설치되어 주행 중 장애물들과의 충격으로부터 차량 구동부위들을 보호하는 역할을 수행한다. 본 연구의 목적은 SUV, 픽업트럭의 오프로드 주행 중 발생하는 장애물과의 충격에서 차량 하부를 보호하기 위한 언더커버의 구조해석에 목적이 있고 본 해석을 통해 어떤 모델의 형상이 가장 내구성이 좋은 것인지 확인한다. 모델별 3D 설계는 CATIA 프로그램을 통해 언더커버의 형상을 모델링하고 해석프로그램인 ANSYS 프로그램을 통해 언더커버에 충격이 가해지는 부분에 Force를 주어 연구를 진행하였으며, 본 연구결과를 토대로 얻은 언더커버의 내구성 있는 설계데이터를 활용함으로써 실생활에서의 기계나 구조물에 융합하여 그 미적 감각을 나타낼 수 있다고 사료된다[1-21]. 또한 시뮬레이션 해석 결과를 통하여 설계에 적용하였을 때 실질적으로 실험을 통하지 않고도 예상되는 효과를 예견할 수가 있어서 본 논문의 결과를 적절하게 이용할 수 있을 것으로 보인다.

2. 본론

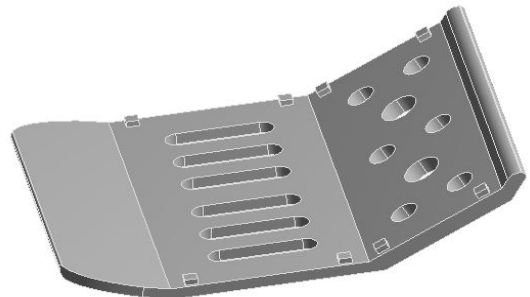
2.1 연구모델

실제 사용되는 언더커버의 모양을 참고하여 CATIA 프로그램을 이용하여 3D모델링을 하였다. 모델링한 형상은 A, B, C 순으로 각각 Fig 1에 그림들로 나타내었다.

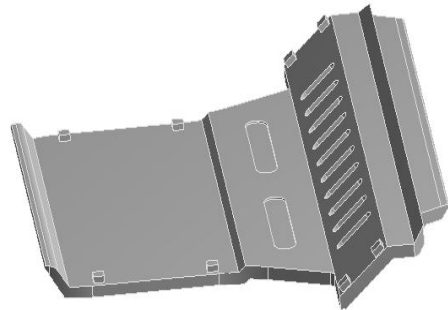
형상의 크기는 실제 언더커버 사이즈와 거의 동일하게 설계하였다.



(a) Model A



(b) Model B



(c) Model C

Fig. 1. Models A, B and C

2.2 모델의 구속조건

언더커버와 차체가 연결되는 지점을 Fixed support로 지정하였고 Fig. 2에 모델의 구속조건들을 나타내었다. 차량 주행 중 요철 등에 의해 순간적으로 큰 충격을 받는 것을 고려하여 언더커버 전면과 하단부에 Y방향으로 -40000N , Z방향으로 20000N 의 Force를 작용시켰다. 모델의 재질은 주로 쓰이는 구조용 강으로 사용하였다.

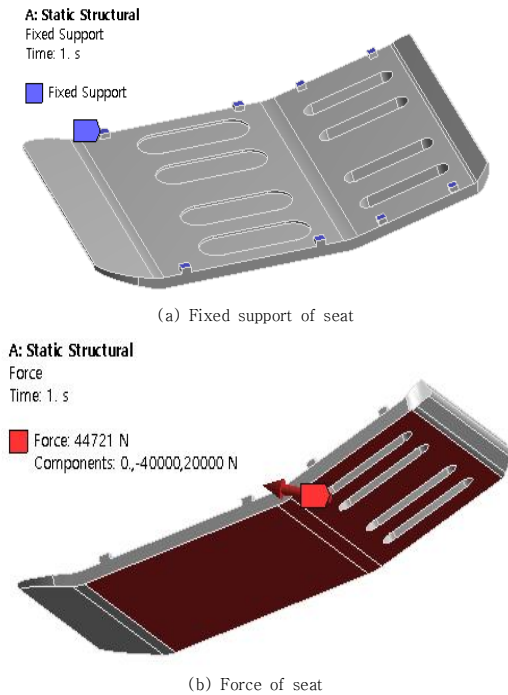


Fig. 2. Constraint conditions of seat

3. 해석 결과

3.1 구조해석

모델들의 구조해석 결과에 있어서 전변형량과 등가 응력을 상호 비교 해석하였다. 모델 A, B, C별 전변형량의 결과들을 Fig. 3에 나타내었다. Fig.3에 보이는 바와 같이 전변형량의 결과를 통해 각 모델의 최대 전변형량은 모델 A, B, C 순서대로 0.159mm, 0.096mm, 0.188mm의 결과가 도출된 것을 확인할 수 있다. Model C가 가장 변형량이 크고 다음으로 Model A, Model B 순서임을 알 수 있다.

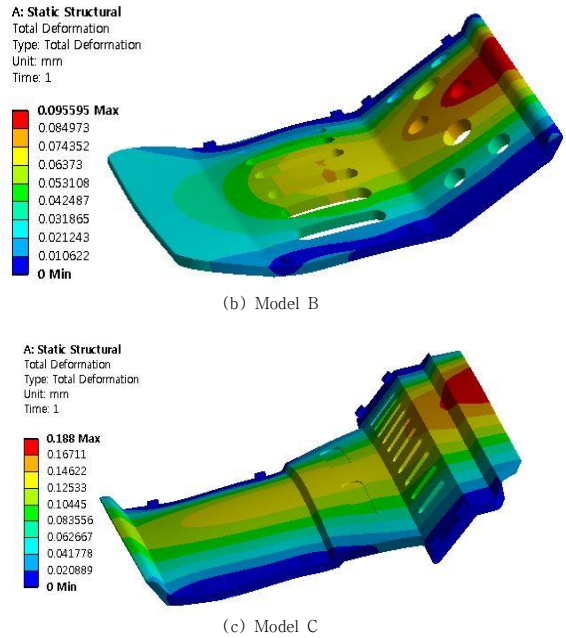
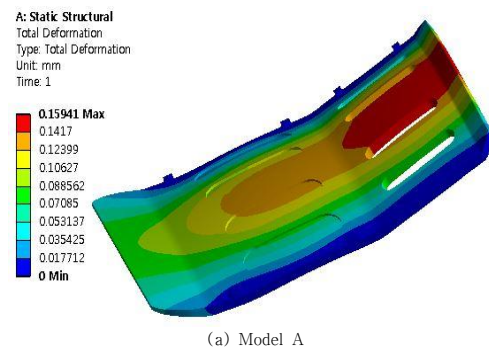
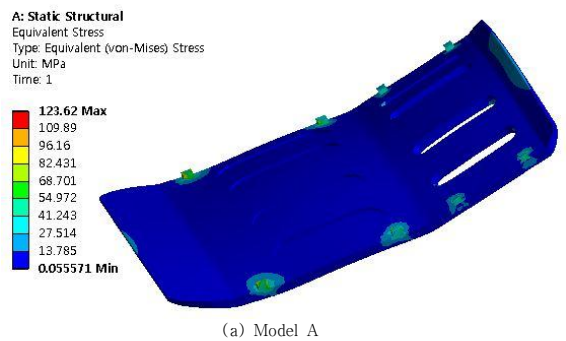
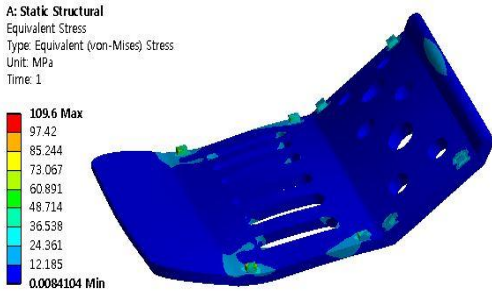


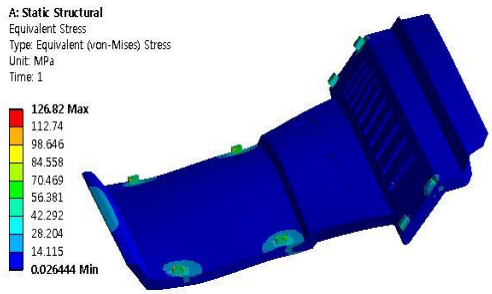
Fig. 3. Total deformation at models

Model A, B, C별 등가 응력의 결과를 Fig.4에 나타내었다. Fig. 4에 모델별 등가 응력의 결과들을 나타내었으며 등가 응력의 결과를 통해 각 모델의 최대 등가 응력값은 A, B, C 순서대로 123.62MPa, 109.6MPa, 126.82MPa의 결과가 도출된 것을 확인할 수 있다. 따라서 변형량 및 응력 결과 값들을 확인한 결과 B의 강도가 좋은 것으로 판단되었다.





(b) Model B



(c) Model C

Fig. 4. Equivalent stress at models

3.2 피로 해석

어떤 형태의 구조물이던 반복되는 하중과 변화하는 힘의 작용 방향 등이 지속적으로 가해지면 균열이 발생하기 시작하고 시간이 지날수록 점점 더 균열이 확장하여 마침내 파단에 이르게 된다. 이러한 구조물의 피로파괴 파단을 방지하기 위해 피로해석을 수행하였다. Model A, B, C에 구조해석과 같은 경계조건을 부여하고 Fig. 5에 나타난 바와 같이 피로시 평균하중은 일정하게 유지하고 Fig. 6과 같이 불규칙 진폭하중인 산간 지방에서 가혹한 피로 하중의 진폭 하중인 'SAE bracket history', 에 대한 1사이클 경과의 하중 내역을 보여 주고 있다. 이러한 피로 하중 조건을 적용하여 각 모델들인 A, B, C의 피로 수명에 대한 결과를 Fig. 7에 나타내었다.

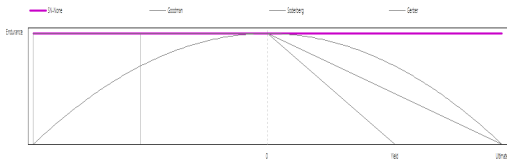


Fig. 5. Mean stress correction theory

Non-Constant Amplitude Load History Data

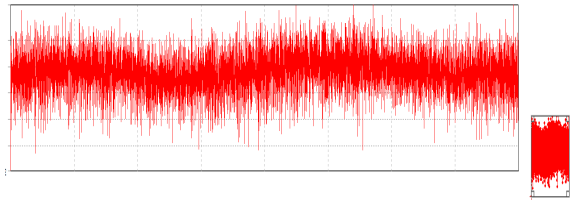
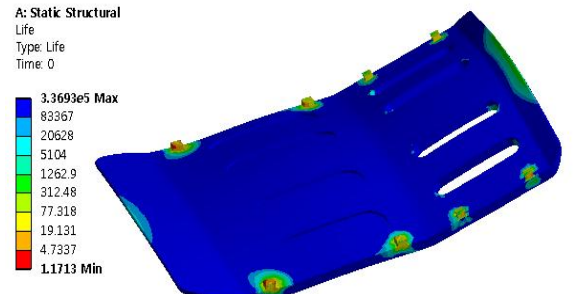
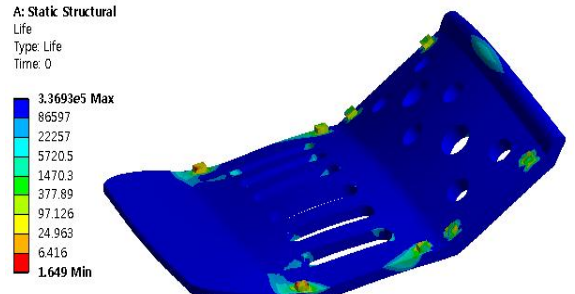


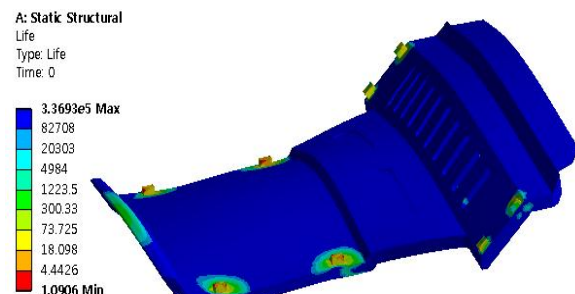
Fig. 6. Load histories at nonuniform fatigue loads



(a) Model A



(b) Model B



(c) Model C

Fig. 7. Fatigue lives of models A, B and C

Fig. 7에 보인 바와 같이 Model A, B, C에 각각 SAE bracket history 피로 하중을 적용하였을 때 피로수명

결과 값들은 최대, 3.37×10^5 Cycle의 결과가 도출되었고 Model A, Model B, Model C의 최대 피로 수명 수치는 동일한 것을 볼 수 있으며, 가장 낮은 최소 피로 수명의 결과는 Model C인 것을 확인할 수 있다. Model B가 최소 피로 수명이 비교적 높아 그 피로 수명이 높게 나타났다. 각 모델별 등고선들을 보면 피로하중이 걸렸을 때 최대수명이 부분마다 다른 것을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 오프로드용 SUV의 프론트 언더커버 형상에 따른 구조 및 피로 해석을 통하여 내구성을 고찰하였다. 해석과정을 통하여 각 모델별 전변형량, 등가응력 및 피로 수명의 데이터들을 통한 결과들을 얻을 수 있었다. 연구를 통한 결과들은 다음과 같다.

- 1) Force별 모델들의 전변형량 해석 결과 Model B가 최대 변형량이 가장 작게 나타났고 다음으로 Model A, Model C 순으로 나타났다. 변형량 값을 확인한 결과 B의 강도가 좋은 것으로 판단되었다.
- 2) 등가응력 해석 결과에서는 Model B가 가장 적은 Stress를 받으며, 다음으로 Model A, Model C 순으로 나타났다. 등가응력 값도 변형량 값과 마찬가지로 확인한 결과 B의 강도가 좋은 것으로 판단되었다. 또한 Model B가 최소 수명이 비교적 높아 그 피로 수명이 높게 나타나 내구성이 가장 좋은 것으로 사료된다.
- 3) 차량용 언더커버는 험로 주행시 차체의 보호를 위해 필수적이라고 생각되며 순정상태의 차량외부에 중량을 더하는 것이기 때문에 연비, 주행성 등에 영향을 미칠것으로 판단되며, 차체 경량화를 위해 더 가볍고 강성 있는 재질에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.
- 4) 본 연구결과를 토대로 얻은 언더커버의 내구성 있는 설계데이터를 활용함으로써 실생활에서의 기계나 구조물에 융합하여 그 미적 감각을 나타낼 수 있다고 사료된다.

REFERENCES

[1] G. W. Hwan & J. U. Cho. (2017). Analysis Study on the

Damage of Crack Happening with the Bending at CFRP Plate due to Stacking Angle. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(3), 185-190.

[2] G. G. Choi & J. U. Cho. (2018). A Convergence Study through Durability Analysis due to the Configuration of Automotive Frame Butted. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(11), 271-276.

[3] J. W. Park & J. U. Cho. (2017). Convergence Study on Composite Material of Unidirectional CFRP and SM 45C Sandwich Type that Differs in Stacking Angle. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(7), 231-236.

[4] J. U. Cho.(2014). Analytical Study on Durability due to the Load of Artificial Knee Joint. *Journal of the Korea Convergence Society* 5(2), 7-11.

[5] Y. K. Park & B. G. Lee. (2018). A Study on the Structural Analysis of the Spindle of Swiss Turn Type Lathe for Ultra Precision Convergence Machining. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(5), 145-150.

[6] J. H. Lee & J. U. Cho. (2015). Study on the Convergent Life Evaluation due to the Bumper Configuration of Multipurpose Vehicle. *Journal of the Korea Convergence Society*, 6(5), 85-90.

[7] Z. H. Wang., C. K. Chun & Y. C. Kwon. (2018). Study on Exhaust Air Heat Transfer Characteristics of Heat Exchange System for White Smoke Reduction. *Journal of Korean Society of Mechanical Technology*, 20(6), 739-744.

[8] Y. S. Choi & Y. C. Kwon. (2019). An Experimental Study of Air-side Heat Transfer and Pressure Drop of Evaporator for Refrigerator Unit. *Journal of Korean Society of Mechanical Technology*, 21(1), 42-47.

[9] S. W. Hwang. (2019). A Comparison Study of Performance due to the Oil-cooler Fin Shape for Diesel Engine using Numerical Analysis. *Journal of Korean Society of Mechanical Technology*, 21(1), 1-7.

[10] B. M. Jang & D. H. Cho. (2019). A Study on the Flow Characteristics around Vertical Wall with Flap. *Journal of Korean Society of Mechanical Technology*, 21(2), 248-253.

[11] H. J. Kang & H. S. Lee. (2019). A Study on Heating and Cooling Performance Characteristics of Heat Meter for Water Source Heat Pump System. *Journal of Korean Society of Mechanical Technology*, 21(2), 321-326.

[12] J. S. Lee. (2018). Structural Analysis of a 24 Person Elevator Emergency Brake. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(12), 189-194.

[13] J. W. Park & J. U. Cho. (2017). Convergence Study on Composite Material of Unidirectional CFRP and SM 45C Sandwich Type that Differs in Stacking Angle. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(7), 231-236.

[14] J. I. Lee. (2017). The Convergence Design for Stiffness and Structure Advancement of Automotive Body. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(4), 189-197.

[15] J. U. Cho. (2015). Study on Convergence Technique

- through Strength Analysis of Stabilizer Link by Type. *Journal of the Korea Convergence Society*, 6(1), 57-63.
- [16] M. K. Park & B. G. Lee. (2018). A Study on the Structural Analysis of the Spindle of Swiss Turn Type Lathe for Ultra Precision Convergence Machining. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(5), 145-150.
- [17] J. H. Lee & J. U. Cho. (2015). Study on Convergence Technique through Structural Analysis due to the Configuration of Guitar. *Journal of the Korea Convergence Society*, 6(4), 9-14.
- [18] S. Y. Oh. (2012). A Traffic Hazard Prediction Algorithm for Vehicle Safety Communications on a highway. *Journal of Digital Convergence*, 10(9), 319-324.
- [19] K. H. Ko. (2018). An Estimating Algorithm of Vehicle Collision Speed Through Images of Blackbox. *Journal of Digital Convergence*, 16(9), 173-178.
- [20] J. H. Hyeon, Y. H. Moon & S. W. Ha. (2018). Development of Automation Software for Corner Radius Analysis of Composite Laminated Structure. *Journal of Convergence for Information Technology*, 8(3), 107-114.
- [21] J. H. Ku. (2017). A Study on the Platform for Big Data Analysis of Manufacturing Process. *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(5), 177-182.

최 계 광(Gye-Gwang Choi)

[장학원]



- 1993년 2월 : Pusan University of Technology Metal mold Engineering (공학사)
- 1995년 8월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학박사)
- 2005년 8월 : (주) 현대배관 기술부장
- 2006년 5월 ~ 현재 : 공주대학교 금형설계공학과 교수
- 관심분야 : 3D CAD, CAM Programing
- E-Mail : ckkwang@kongju.ac.kr

조 재 응(Jae-Ung Cho)

[중신학원]



- 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
- E-Mail : jucho@kongju.ac.kr