

전력절감기함의 설계 및 구조해석

이종선^{1*}

¹대진대학교 컴퓨터응용기계설계공학과

Design and Structural Analysis of Electric Saver Box

Jong-sun Lee^{1*}

¹Computer Aided Mechanical Design Engineering, DaeJin University

요 약 본 논문은 기존의 전력절감기(Electric Saver)와 성능과 형상이 다른 전력절감기를 제작하기 위하여 SolidWorks를 활용하여 전력절감기함의 기초설계를 실시하였다. 기초설계를 바탕으로 전력절감기함에 하중이 집중되는 부분을 고려하여 해석하였으며 외함의 내구성을 보장하기 위하여 3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS를 이용하여 응력(stress), 변형률(strain), 변형량(deformation)을 구하였으며 이를 제작에 사용된 상세설계에 반영하였다.

Abstract In this paper, Solidworks was used to do a conceptional design of an box of an electric saver in order to manufacture an electric saver having a different performance and model. Based on this, analysis was made considering weight concentrated on an box. 3-dimensional finite element analysis code, ANSYS was applied to obtain stress, strain and deformation in order to secure durability and these data was reflected to a detailed drawing.

Key Words : Electric Saver Box, Structural Analysis, Stress, Strain, Deformation

1. 서론

전력절감기란 잉여 전력의 자동 차단에 의한 차별적 전력 절감이 가능한 설비를 말한다.

전기가 우리나라에 들어온 지 1세기가 지난 지금 전기는 일상생활에 없어서는 안 될 문명의 이기이자 산업현장의 에너지원으로서 국민생활과 국가 산업발전에 밀접하게 연결되어 있다.

그 만큼 전기사용에 따른 전기에너지 절감 문제는 전기의 효율성만큼 중요한 현안이다.

국가적으로는 에너지 절약 전문기업(ESCO)제도와 에너지 절약 및 온실가스 배출 감축을 위한 자발적 협약 제도 등 에너지 절약 시설에 대한 투자 촉진과 에너지 절약 제품 사용에 대한 환경조성 등을 통하여 에너지 비용 절감에 따르는 경쟁력 강화를 목적으로 노력하고 있다. 또한 경제위축과 전기요금의 누진제적용 및 전기요금인상 등 주택부문, 공공 서비스부문, 산업부문 등 많은 전력소비에 따른 전기 사용료 부담을 해결하기 위하여 에너지 절감이라는 인식이 확

대되고 있다.

국내에서 사용되는 대부분의 전기 에너지는 화력과 원자력에 의존을 하는데 공급에 대하여 매년 전기소비는 7%이상 수요가 급증하고 있어 전력 여유율은 떨어지고 발전 시설은 부족해지는 등 전기에너지의 절약이 강하게 필요하며, 국가에서는 집단에너지공급사업, 절약시설설치사업, 대체에너지보급사업 등에 지원하였다. 국제적으로는 1992년 브라질의 리우 환경 회의에서 지구 온난화에 따른 이상기후 현상을 예방하기 위한 목적으로 채택된 기후 변화 협약과 1997년 교토의정서에 의한 적극적 대응 정책으로 에너지 소비 절감의 필요성이 강력히 요구되며, 중국의 경제 성장력에 비추어 전력 공급 및 품질의 문제점과 잠재적 경제 성장력이 우수한 인도, 동남아시아 등의 해외 시장 확대를 위해서도 전기에너지를 절약할 수 있는 제품 개발이 절실히 필요한 실정이다.

본 해석에서는 기존의 전력절감기와 성능과 형상이 다른 전력절감기를 제작하기 위하여 SolidWorks[1]를 활용하여 전력절감기함의 기초설계를 실시하였다. 기초설계

*Corresponding Author : Jong-sun Lee

Tel: +82-11-794-1978 email: jongsun@daejin.ac.kr

접수일 12년 05월 08일

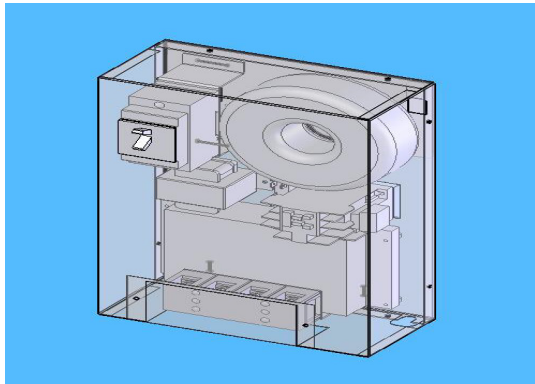
수정일 12년 05월 23일

게재확정일 12년 06월 07일

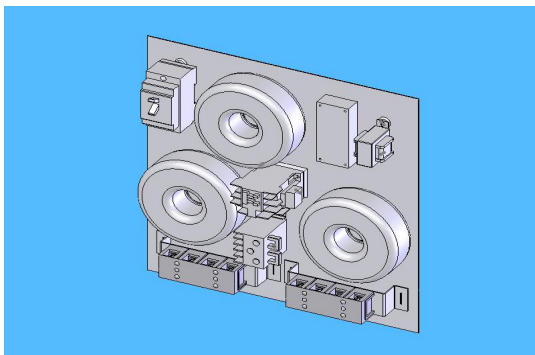
도면을 바탕으로 전력절감기함에 하중이 집중되는 부분을 고려하여 해석하였으며 외함의 내구성을 보장하기 위하여 3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS[2-3]를 이용하여 응력(stress), 변형률(strain), 변형량을 구함으로써 이를 상세설계에 반영하였다.

2. 전력절감기함의 설계

전력절감기 내의 PCB기판 및 각종 부품들의 상호 연관성과 효율적인 배치를 고려하여 SolidWorks를 이용하여 외함을 설계하였다. 전력절감기의 종류에 따라 단상제품과 3상제품을 각각 설계하였다. 단상제품은 전압 용량에 따라서 B모델과 C모델을 각각 2개씩 설계하였고, 3상제품은 B모델을 설계하여서 총 5가지의 외함을 설계하였다. 그러나 단상제품의 경우 크기와 구조가 거의 흡사하고 내부에 들어가는 부품만 조금 차이가 있기 때문에 외형상의 차이는 거의 없다.



[그림 1] 단상제품
[Fig. 1] Single phase of electric saver box



[그림 2] 3상제품
[Fig. 2] Three phase of electric saver box

3. 구조해석

전력절감기함의 구조해석[4-6]은 3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS를 활용하였으며 외함이 받는 하중은 실제 조건에서는 10~25kg이내 이나 해석 시 가혹조건을 설정하여 50kg과 100kg을 각각 적용하였다.

2가지 종류의 제품에 대하여 상의 무게를 50kg(500N) 일 때와 100kg(1000N) 일 때로 나누어서 해석하였다. 각각 외함의 내구성을 보장하기 위하여 ANSYS를 이용하여 응력(stress), 변형률(strain), 변형량을 구하였다.

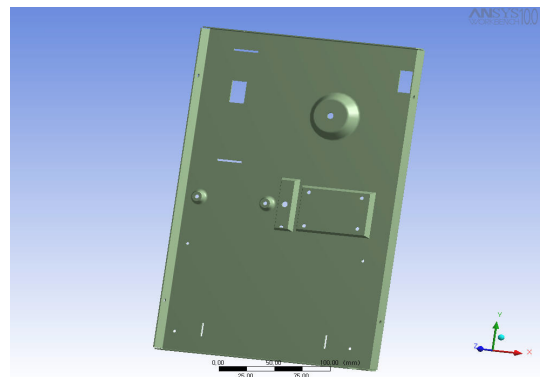
본 해석에 사용된 전력절감기함의 재질은 아연도금강판이고 원판의 기계적 성질을 그대로 유지하므로 물성치 [7]는 Table 1과 같다.

[표 1] 물성치
[Table 1] Material properties of structural steel

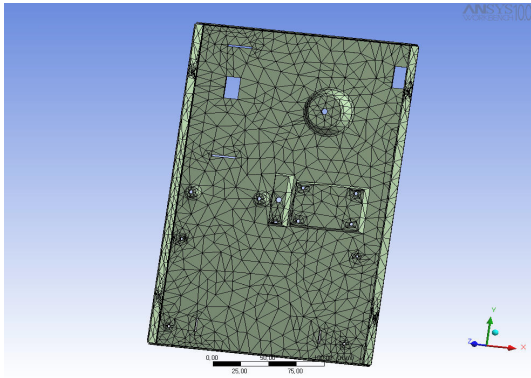
Property	Value
Young's Modulus(MPa)	2×10^5
Poisson's Ratio	0.3
Density(kg/mm^3)	7.85×10^{-6}

3.1 단상제품의 구조해석

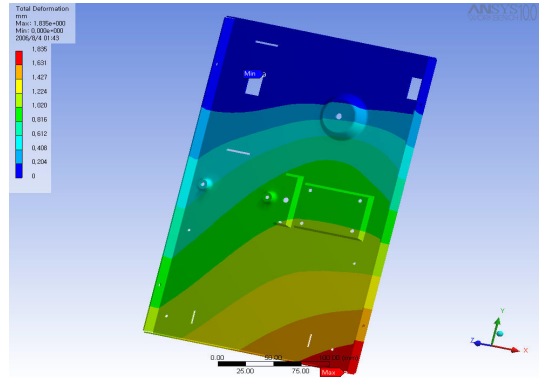
Fig. 3 ~ 4는 단상제품의 모델 형상과 메쉬형상을 나타내고 있고 20,164개의 절점과 9,753개의 요소로 구성되어 있다. 해석조건으로서 가장 큰 하중이 걸리는 부분에 집중하중을 1000N과 500N으로 가하고 Fig. 5 ~ 10은 응력 및 변형률, 변형량 분포를 나타낸다.



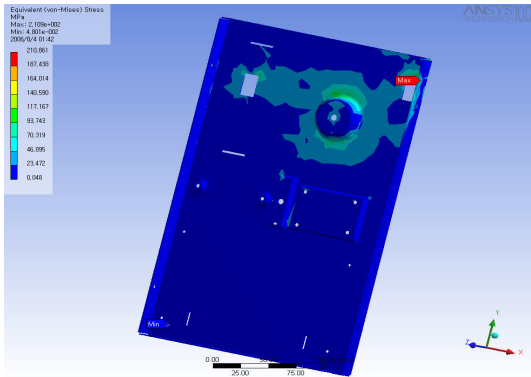
[그림 3] 단상제품의 형상
[Fig. 3] Geometry of single phase



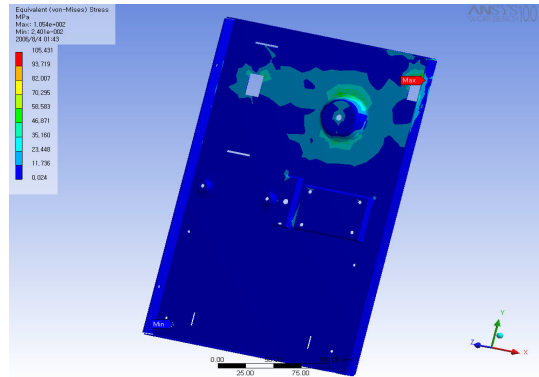
[그림 4] 단상제품의 메쉬형상
[Fig. 4] Mesh generation of single phase



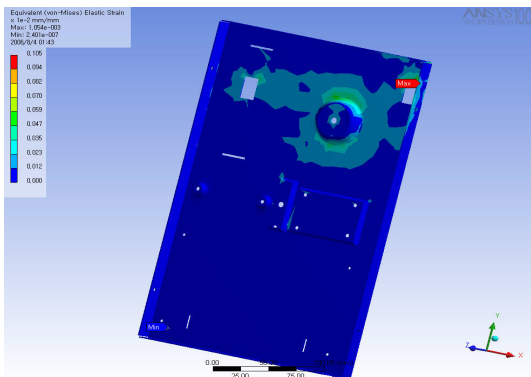
[그림 7] 단상제품의 변형량(1000N)
[Fig. 7] Deformation of single phase(1000N)



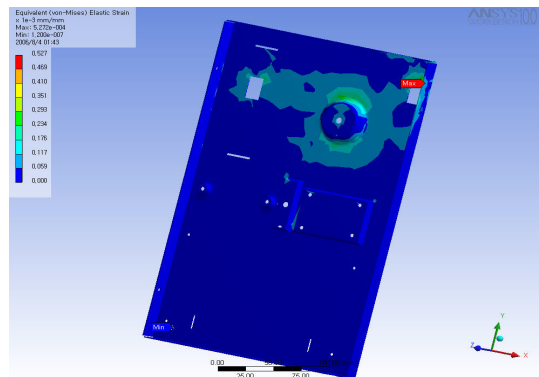
[그림 5] 단상제품의 응력(1000N)
[Fig. 5] Stress of single phase(1000N)



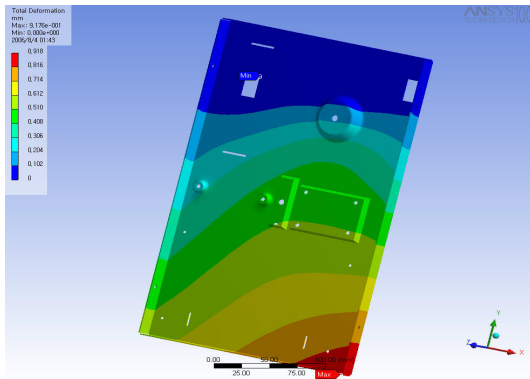
[그림 8] 단상제품의 응력(500N)
[Fig. 8] Stress of single phase(500N)



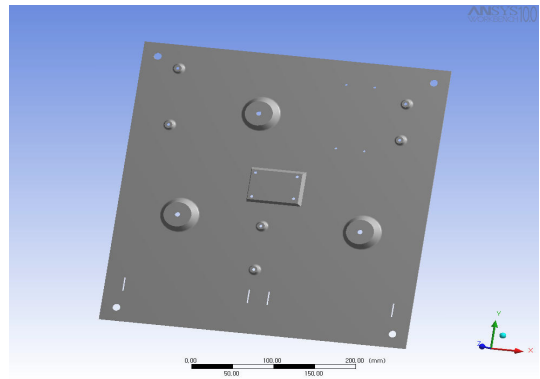
[그림 6] 단상제품의 변형률(1000N)
[Fig. 6] Strain of single phase(1000N)



[그림 9] 단상제품의 변형률(500N)
[Fig. 9] Strain of single phase(500N)



[그림 10] 단상제품의 변형량(500N)
[Fig. 10] Deformation of single phase(500N)



[그림 11] 3상제품의 형상
[Fig. 11] Geometry of three phase

Table 2는 전력절감기함의 단상제품에 대한 구조해석을 수행한 결과를 나타낸다.

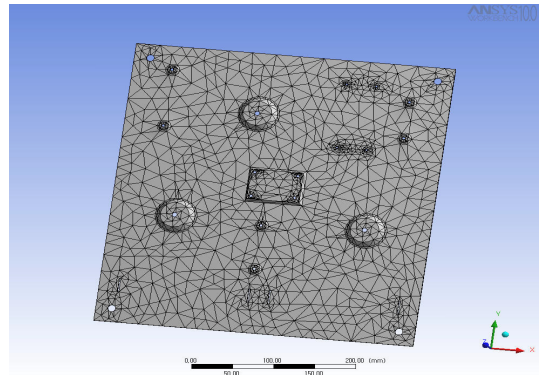
[표 2] 구조해석의 결과
[Table 2] Result of structural analysis

구분	최대응력 (MPa)	최대변형률	최대변형량 (mm)
100kg (1000N)	210.816	1.054×e-3	1.835
50kg (500N)	105.4	5.272×e-4	0.917

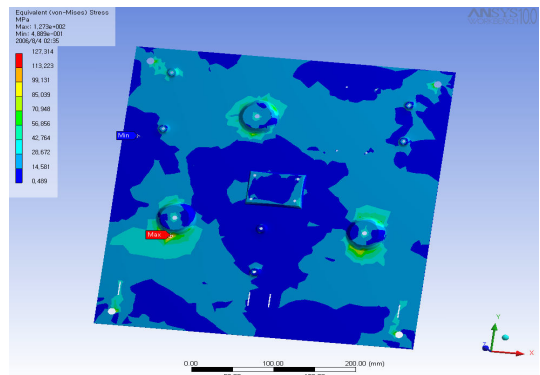
결과 값을 보면 단상제품에서 가장 큰 응력과 변형률을 받는 부분은 제품이 고정되는 부분인 오른쪽 위의 구멍 부분이다. 1000N의 힘이 가해졌을 경우 허용응력인 200MPa를 넘어서는 210MPa의 최대응력이 작용한다. 따라서 허용응력을 넘어서므로 1000N의 힘에는 견딜 수 없다. 그러나 500N일 경우는 응력, 변형률, 변형률이 절반으로 줄어들어서 제품에 무리가 없다.

3.2 3상제품의 구조해석

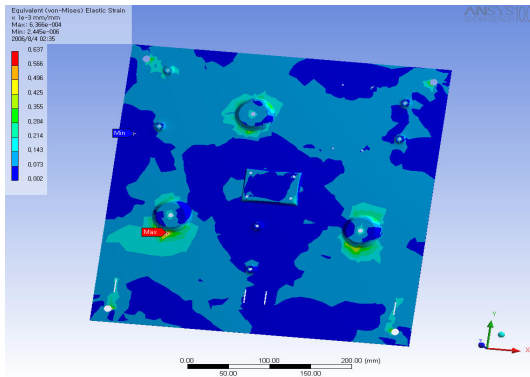
Fig. 11 ~ 12는 3상제품의 형상과 메쉬형상을 나타내고 있고 16,180개의 절점과 7,771개의 요소로 구성되어 있다. 해석조건으로서 가장 큰 하중이 걸리는 부분에 집중하중을 1000N과 500N으로 가하고 Fig. 13 ~ 18은 응력 및 변형률, 변형률 분포를 나타낸다.



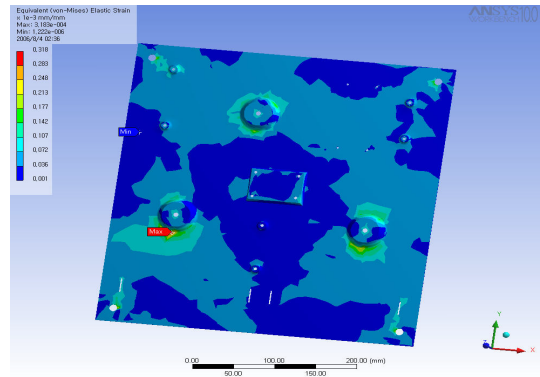
[그림 12] 3상제품의 메쉬형상
[Fig. 12] Mesh generation of three phase



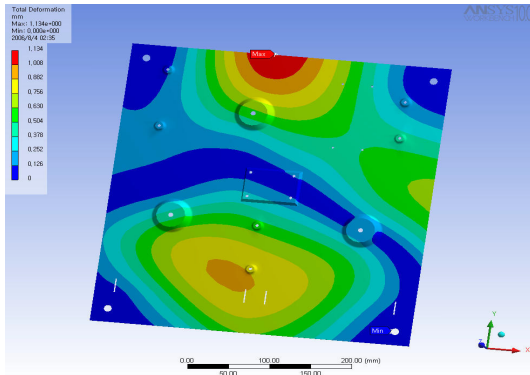
[그림 13] 3상제품의 응력(1000N*3)
[Fig. 13] Stress of three phase(1000N*3)



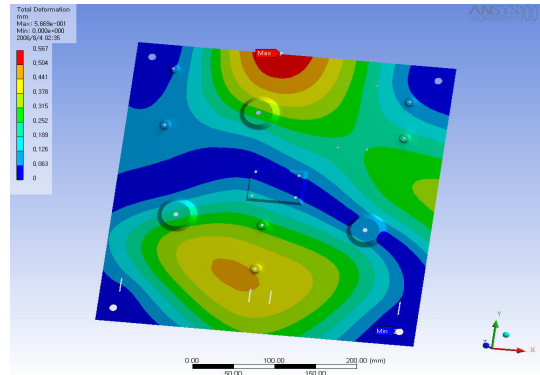
[그림 14] 3상제품의 변형률(1000N*3)
[Fig. 14] Strain of three phase(1000N*3)



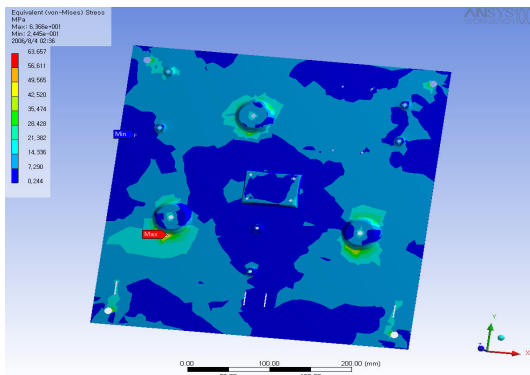
[그림 17] 3상제품의 변형률(500N*3)
[Fig. 17] Strain of three phase(500N*3)



[그림 15] 3상제품의 변형량(1000N*3)
[Fig. 15] Deformation of three phase(1000N*3)



[그림 18] 3상제품의 변형량(500N*3)
[Fig. 18] Deformation of three phase(500N*3)



[그림 16] 3상제품의 응력(500N*3)
[Fig. 16] Stress of three phase(500N*3)

Table 3은 전력절감기함의 3상제품에 대한 구조해석을 수행한 결과를 나타낸다.

[표 3] 구조해석의 결과
[Table 3] Result of structural analysis

구분	최대응력 (MPa)	최대변형률	최대변형량 (mm)
100kg (1000N)*3	127.3	0.637×e-4	1.134
50kg (500N)*3	63.66	3.183×e-4	0.567

결과 값을 보면 3상제품에서 가장 큰 응력과 변형률을 받는 부분은 왼쪽에 있는 구멍 밑 부분이다. 1000N의 힘이 각상의 부위에 각각 가해졌을 경우 허용응력인 200MPa에 못미치는 127.3MPa의 최대응력이 작용한다.

따라서 허용응력을 넘지 않으므로 1000N의 힘에도 안정적이다. 그리고 500N일 경우는 응력, 변형량, 병형률이 절반으로 줄어들어서 더욱더 안정적이다.

4. 결론

전력절감기함을 설계하기 위하여 3차원 CAD 소프트웨어인 SolidWorks를 활용하였다. 구조해석은 3차원 유한요소 해석코드인 ANSYS를 활용하여 수행하였으며 이 결과를 반영하여 전력절감기함을 설계하였다. 해석을 통해서 전력절감기함의 최대응력, 최대변형률, 최대변형량의 결과 값을 얻었으며 결론은 다음과 같다.

- (1) 구조해석 시 전력절감기함에 작용시킨 하중은 가혹조건을 설정하여 100 Kg(1000N)과 50kg(500N)을 고려하였으나 단상제품의 경우 1000N의 가혹조건에 대해서는 허용응력을 넘어서 견딜 수 없다는 것을 알 수 있었고 500N에서는 안정적인 것을 확인할 수 있었다. 3상제품의 경우 1000N에서도 안정적인 것을 확인하였다.
- (2) 구조해석 결과인 최대변형률, 최대응력, 최대변형량의 결과 값을 고려할 때 전력절감기함은 단상제품에 1000N의 조건을 제외하고는 안정적인임을 알 수 있다.
- (3) 2가지의 모델을 비교하여 보면 단상제품이 응력, 변형률, 변형량이 큰 것을 알 수 있고 3상제품이 각 수치가 낮아서 안정적인 것을 알 수 있었다.

References

- [1] Solidworks User's Manual Revision 3.0, Solidworks Co., 2006.
- [2] ANSYS User's Manual Ver.12.1, ANSYS Inc., 2010.
- [3] Park chulwoo, Hong chulhyun, "User Guide of ANSYS Workbench", Interscience, 2008.
- [4] Lee jongsun, "A Study on the Optimum Shape of Rope Brake", TRANSACTIONS of KSMTE, Vol.14, No.1, pp.101-107, 2005.
- [5] Lee jongsun, "Design and Analysis of Dual Rope Brake by Spring Type", Journal of the Korea Academic Industrial Society, Vol.7, No.3, pp.319-324, 2006.
- [6] Lee jongsun, "Structural Analysis and Design Change of Pipe Butt Welding Machine", Journal of the Korea

Academia-Industrial cooperation Society, Vol.11, No.11, pp.4075-4079, 2010.

- [7] James shakelford and William Alexander, "Material Science and Engineering Hand Book", CRC Press, 1994.

이 종 선(Jong-Sun Lee)

[종신회원]



- 1982년 2월 : 국민대학교 기계설계학과 (공학사)
- 1984년 2월 : 국민대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1996년 2월 : 국민대학교 기계설계학과(공학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 컴퓨터응용기계설계공학과 교수

<관심분야>
최적설계, 생산공학