

## 밸브 수압측정기의 구조해석

이종선<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>대진대학교 컴퓨터응용기계설계공학과

## Structural Analysis of Hydraulic Valve Meter

Jong-sun Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Computer Aided Mechanical Design Engineering, DaeJin University

**요 약** 산업현장에서 사용되고 있는 기존의 밸브 수압측정기는 압력조절을 수동으로 제어함으로써 정확한 압력측정을 할 수 없는 불편함이 있었다. 이를 개선하기 위하여 기존의 밸브 수압측정기에 대하여 자동설계 프로그램인 CATIA를 활용하여 설계하고 3차원 유한요소 해석코드인 ANSYS를 활용하여 설계된 밸브 수압측정기에 대하여 구조 해석을 수행하고 내부압력에 따른 내부누수, 응력, 변형률, 총변형량 등을 구하였다. 이러한 결과는 새로운 밸브 수압측정기를 개발하기 위한 기초자료로 활용할 계획이다.

**Abstract** Existing hydraulic valve meter used in industrial fields precise pressure measurement gives inconvenience in precise measurement due to manually regulated pressures. In order to improve this inconvenience, the hydraulic valve meter was designed by using automatic design program CATIA and structural analysis of the designed hydraulic valve meter was conducted and internal water leaking, stress, strain and total deformation were obtained by applying three dimensional finite element code ANSYS. These results will be provided to develop new concepts of hydraulic valve meters as fundamental data.

**Key Words** : Hydraulic Valve Meter, Structural Analysis, Stress, Strain, Total Deformation

### 1. 서론

현대 사회에서 생산되는 모든 생산품에서 가장 우선시 되어야 할 것은 단연 제품의 안전이다. 밸브 수압측정기란 밸브 생산 후 밸브에 누수여부, 최대압력을 측정하여 생산된 밸브가 안전한지 시험해보는 설비이다. 현재 산업현장에서 사용되고 있는 기존의 밸브 수압측정기는 압력조절을 수동으로 제어함으로써 정확한 압력측정을 할 수 없는 불편함이 있었다. 이를 개선하기 위하여 기존의 밸브 수압측정기에 대하여 자동설계 프로그램인 CATIA[1]를 활용하여 설계하고 3차원 유한요소 해석코드인 ANSYS[2,3]를 활용하여 설계된 밸브 수압측정기에 대하여 구조해석[4-6]을 수행하고 밸브 수압측정기 내부압력에 따른 내부누수, 응력, 변형률, 총변형량 등을 구하였다. 이러한 결과는 새로운 밸브 수압측정기를 개발하기

위한 기초자료로 활용할 계획이다.

### 2. 구조해석

밸브 수압측정기의 구조해석을 위하여 CATIA를 활용하여 모델링하였다. 모델링은 50A 밸브, 300A 밸브 2종류에 대하여 수행하였다.

#### 2.1 50A 밸브

구조해석은 3차원 유한요소 해석코드인 ANSYS를 활용하였으며 해석에 사용된 재료의 물성치[7]는 표 1과 같다.

\*Corresponding Author : Jong-sun Lee

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

접수일 12년 02월 16일

수정일 12년 03월 27일

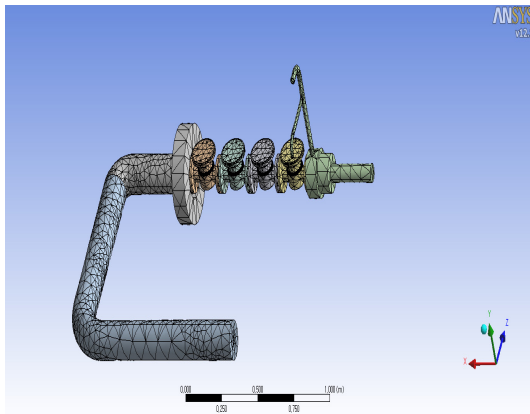
게재확정일 12년 04월 12일

[표 1] A135-5GP(KS D3562) 물성치

[Table 1] Definition of A135-5GP(KS D 3562)

Structural	
Young's Modulus	62720 Pa
Poisson's Ratio	0.29 Pa
Density	7850 kg/m <sup>-3</sup>
Bulk Modulus	49778 Pa
Tensile Yield Strength	2.2e+08 Pa
Shear Modulus	24310 Pa
Tensile Ultimate Strength	3.8e+08 Pa

그림 1은 50A 밸브와 mesh 형상을 나타내고 있으며 표 2와 같이 57,582개의 절점과 30,562개의 요소로 구성되어 있다.



[그림 1] 50A 밸브 메쉬

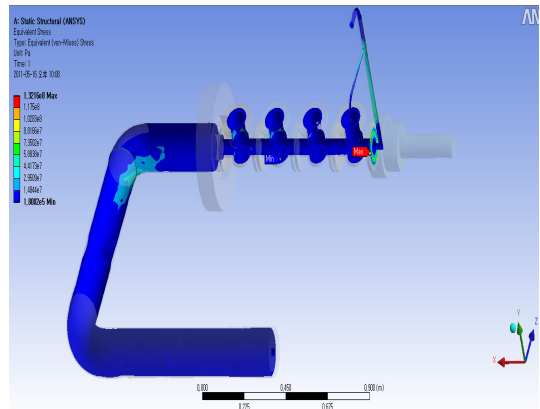
[Fig. 1] 50A Valve mesh

[표 2] 메쉬 형성

[Table 2] Mesh generation

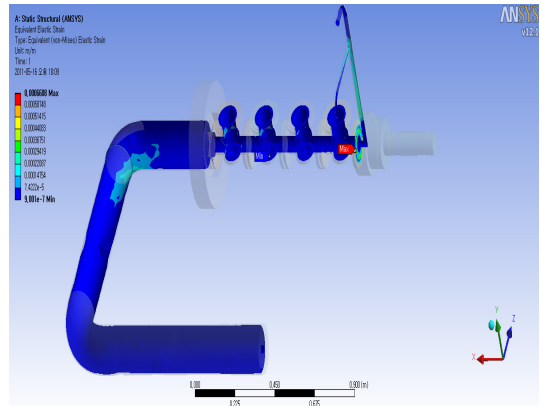
Domain	Nodes	Elements
Default Domain	57,582	30,562

그림 2 ~ 그림 10은 50A 밸브의 응력, 변형률, 총변형량의 결과값을 나타낸다.



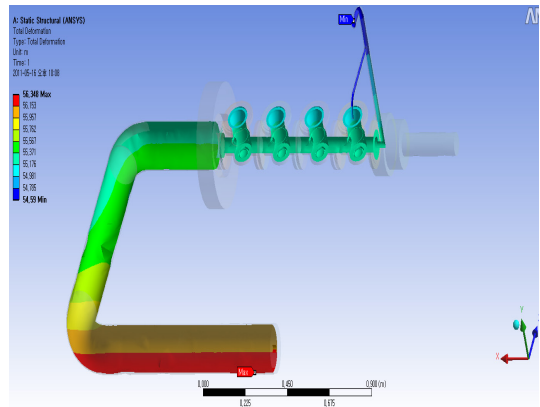
[그림 2] 50A 밸브 응력(5bar)

[Fig. 2] 50A Valve stress(5bar)



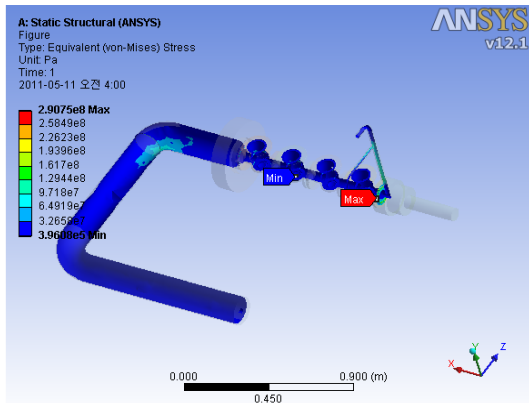
[그림 3] 50A 밸브 변형률(5bar)

[Fig. 3] 50A Valve strain(5bar)

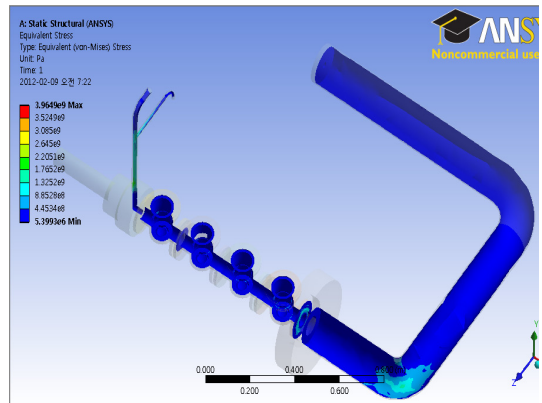


[그림 4] 50A 밸브 총변형량(5bar)

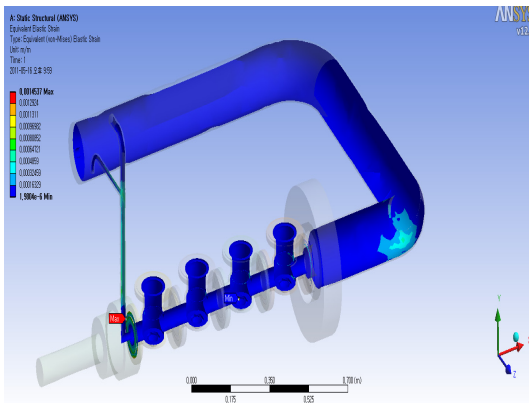
[Fig. 4] 50A Valve total deformation(5bar)



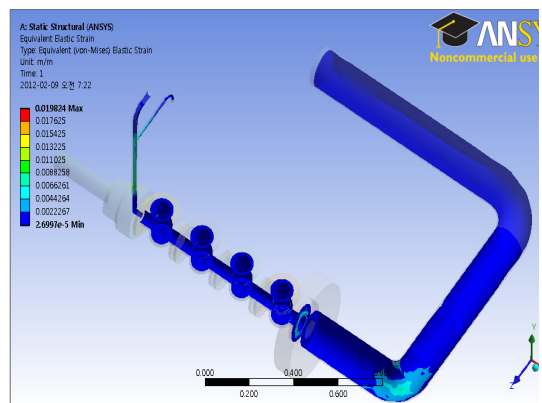
[그림 5] 50A 밸브 응력(11bar)  
[Fig. 5] 50A Valve stress(11bar)



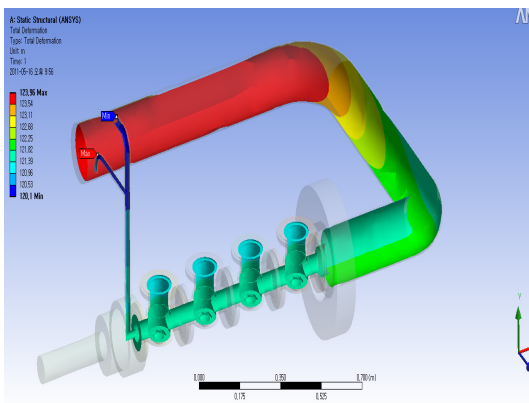
[그림 8] 50A 밸브 응력(15bar)  
[Fig. 8] 50A Valve stress(15bar)



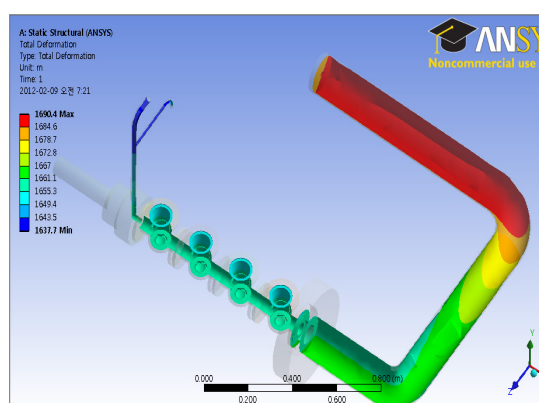
[그림 6] 50A 밸브 변형률(11bar)  
[Fig. 6] 50A Valve strain(11bar)



[그림 9] 50A 밸브 변형률(15bar)  
[Fig. 9] 50A Valve strain(15bar)



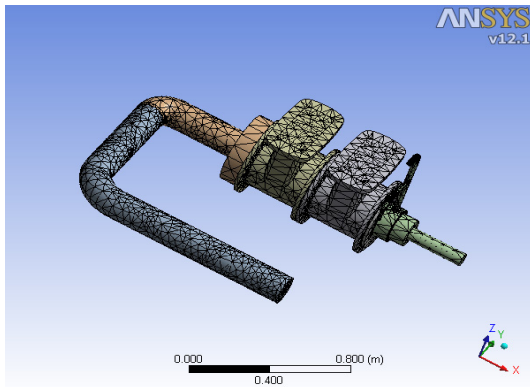
[그림 7] 50A 밸브 총변형량(11bar)  
[Fig. 7] 50A Valve total deformation(11bar)



[그림 10] 50A 밸브 총변형량(15bar)  
[Fig. 10] 50A Valve total deformation(15bar)

## 2.2 300A 밸브

그림 11은 300A 밸브와 mesh 형상을 나타내고 있으며 표 3과 같이 42,291개의 절점과 21,495개의 요소로 구성되어 있다.

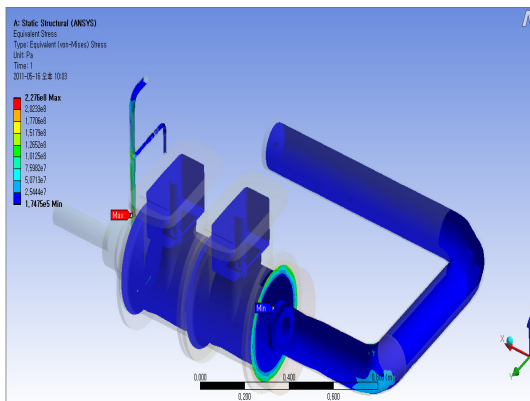


[그림 11] 메쉬  
[Fig. 11] mesh

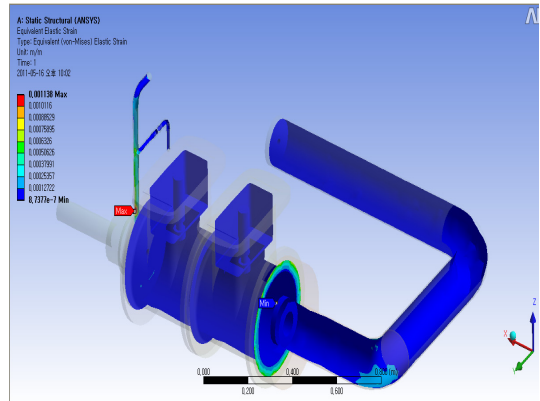
[표 3] 메쉬 형성  
[Table 3] Mesh generation

Domain	Nodes	Elements
Default Domain	42,291	21,495

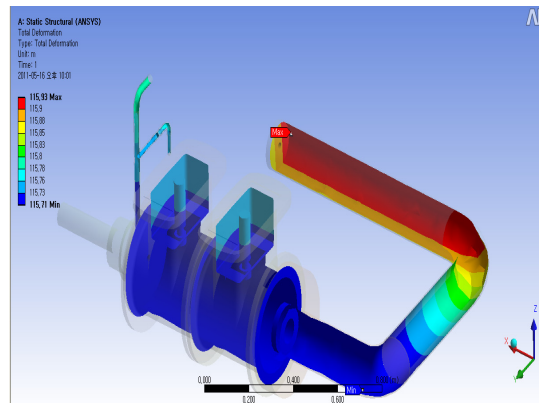
그림 12 ~ 그림 20은 300A 밸브의 응력, 변형률, 총 변형량의 결과값을 나타낸다.



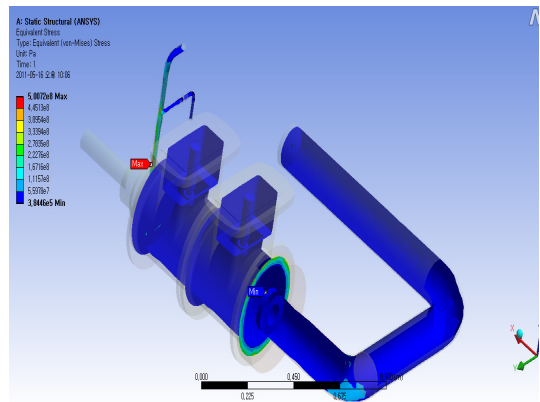
[그림 12] 300A 밸브 응력(5bar)  
[Fig. 12] 300A Valve stress(5bar)



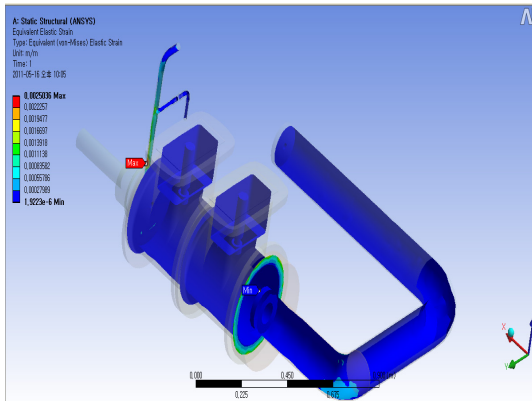
[그림 13] 300A 밸브 변형률(5bar)  
[Fig. 13] 300A Valve strain(5bar)



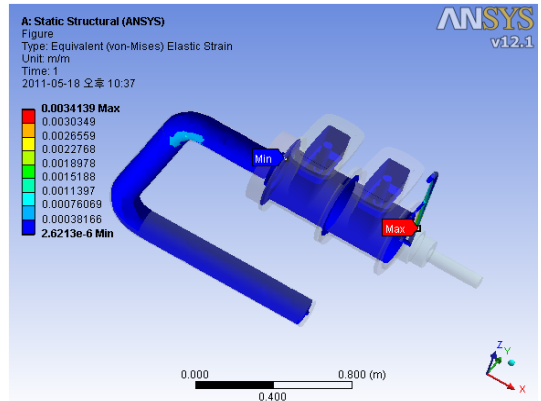
[그림 14] 300A 밸브 총변형량(5bar)  
[Fig. 14] 300A Valve total deformation(5bar)



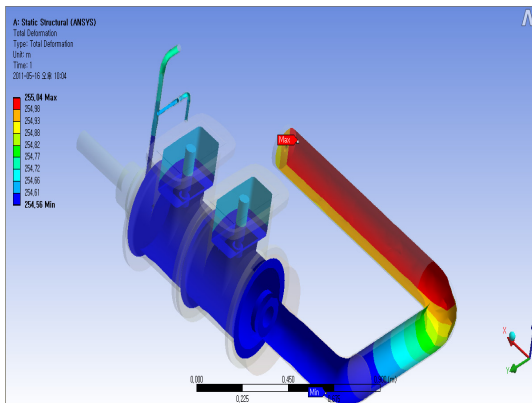
[그림 15] 300A 밸브 응력(11bar)  
[Fig. 15] 300A Valve stress(11bar)



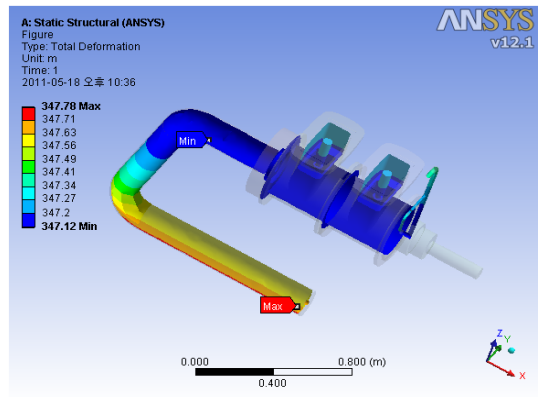
[그림 16] 300A 밸브 변형률(11bar)  
[Fig. 16] 300A Valve strain(11bar)



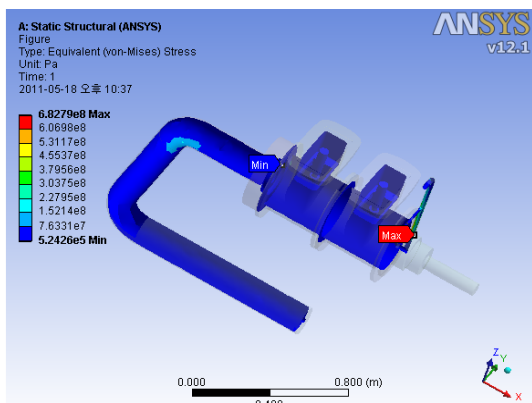
[그림 19] 300A 밸브 변형률(15bar)  
[Fig. 19] 300A Valve strain(15bar)



[그림 17] 300A 밸브 총변형량(11bar)  
[Fig. 17] 300A Valve total deformation(11bar)



[그림 20] 300A 밸브 총변형량(15bar)  
[Fig. 20] 300A Valve total deformation(15bar)



[그림 18] 300A 밸브 응력(15bar)  
[Fig. 18] 300A Valve stress(15bar)

### 2.3 해석결과

표 4 ~ 표 7은 50A 밸브와 300A 밸브의 구조해석 결과를 나타낸다.

[표 4] 50A 밸브  
[Table 4] 50A Valve

	응력(Pa)	변형률	총변형량(m)
5bar	1.322e+08	0.0006608	56.348
11bar	2.908e+08	0.0014537	123.96
15bar	3.964e+09	0.019824	1690.4

[표 5] 300A 밸브

[Table 5] 300A Valve

	응력분포(Pa)	변형률	총변형량(m)
5bar	2.276e+08	0.001138	115.93
11bar	5.007e+08	0.002503	255.04
15bar	6.829e+08	0.003413	347.78

[표 6] 50A 밸브

[Table 6] 50A Valve

압력	측정응력 (Pa)	허용응력 (Pa)	허용응력 범위 내 (%)	비고
5bar	1.322e+08	3.8e+08	1.322e+08/3.8e+08 *100 = 34.789	안전
11bar	2.908e+08	3.8e+08	2.908e+08/3.8e+08 *100 = 76.526	안전
15bar	3.964e+09	3.8e+08	3.964e+09/3.8e+08 *100=1043.157	허용응력초과

[표 7] 300A 밸브

[Table 7] 300A Valve

압력	측정응력 (Pa)	허용응력 (Pa)	허용응력 범위 내 (%)	비고
5bar	2.276e+08	3.8e+08	2.276e+08/3.8e+08 *100 = 59.895	안전
11bar	5.007e+08	3.8e+08	5.007e+08/3.8e+08 *100 = 131.763	허용응력초과
15bar	6.829e+08	3.8e+08	6.829e+08/3.8e+08*100 = 179.710	허용응력초과

### 3. 결론

기존의 밸브 수압측정기에 대하여 CATIA로 설계하고 ANSYS를 활용하여 구조해석을 수행한 결과는 다음과 같다.

- (1) 구조해석 시 총변형량은 밸브 수압측정기 내부의 휘어진 부분에서 많은 힘을 받았다. 이는 새로운 밸브 수압측정기 개발 시 힘을 받는 부분에 보강이 필요하다.

- (2) 내부압력에 의한 크랙이나 누수여부를 알기 위해 5bar, 11bar, 15bar를 해석하였다. 해석 결과 50A의 경우 5bar, 11bar는 허용수치 안에 들어오지만 15bar일 경우 크랙이 발생하며 300A의 경우 11bar, 15bar일 경우 크랙이 발생하여 더 높은 단계의 압력시험시 파이프 두께값의 조정이 필요하다.
- (3) 총변형량의 변화는 파이프의 하단부에서 일어나는데 반해 응력과 변형률의 변화는 파이프의 두께가 얇아지는 곳에서 달라지는 것을 알 수 있었다.

### References

- [1] Che heechang, "Introduction to CATIA V5", Pearson Education Korea Ltd., 2002.
- [2] ANSYS User's Manual Ver.12.1, ANSYS Inc., 2010.
- [3] Park chulwoo, Hong chulhyun, "User Guide of ANSYS Workbench", Intervention, 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 Korean 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 기계공학 (공학석사)
- 1996년 2월 : 국민대학교 기계설계학과(공학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 대진대학교 컴퓨터응용기계설계공학과 교수

<관심분야>  
최적설계, 생산공학