

공동주택의 지하주차장 연결통로 및 엘리베이터 홀의 환기에 관한 실험적 연구

김일겸^{1*}, 박우철²

An Experimental Study on Ventilation of Connection Passage and Elevator Hall of Underground Parking in the Apartment Houses

Il-Gyoum Kim^{1*} and Woo-Cheul Park²

요약 본 논문에서는 지하주차장 연결통로 및 엘리베이터 홀의 기계식 환기장치의 설치 및 적용을 위한 기초자료를 얻기 위하여 공동주택 지하주차장에 환기장치를 설치하여 실험을 수행하였다. 엘리베이터 홀의 경우 침기 및 누기(자연환기)로 인하여 실제 환기회수는 계산환기회수의 5배 정도 크게 나타났다. 지하 주차장 연결통로 및 엘리베이터 홀의 환기장치는 동시 급·배기로 설치하는 것이 좋으며, 설치가 어려울 때에는 차선책으로 급기만이라도 설치하는 것이 공기질 측면에서 좋을 것이라 판단된다. 겨울철 환기장치 가동에 따른 쿨드 드래프트의 영향을 고려하여 환기장치의 급기부에 예열기를 설치하는데, 환기시스템의 가동유무 및 가동방법을 다르게 하여도 지하주차장 연결통로 및 엘리베이터 홀의 온도가 7~8℃로 일정하게 유지되어 나타나므로 한국의 남부지역에서는 단순 급·배기 환기장치에 예열기를 설치하지 않아도 될 것으로 판단된다.

Abstract In this study, the ventilation system of connection passage and elevator hall of underground parking lot in apartment houses is investigated to extract the data for the installation and the application by the experimentation. In case of the elevator hall, actual air exchange rate is predicted fivefold higher than air exchange rate by infiltration and exfiltration. Ventilation system is installed good by supply air and return air. As the next best thing, it is installed by supply air because of IAQ control. The temperature of connection passage and elevator hall uniformly with 7~8℃, is maintained even if the operating condition of ventilation system is different. Therefore, the installation of the preheater, which is installed at the inlet of ventilation system for the cold draft in winter, is not essential in southern area of Korea.

Key Words : Ventilation system, Air exchange rate, IAQ(Indoor Air Quality), Cold draft

1. 서론

에너지절약을 위하여 공동주택의 설계는 고단열, 고기밀화로 이루어지고 있으나 이로 인하여 실내공간은 점차 밀폐적인 환경으로 변하고 있으며, 화학제품으로 이루어진 인테리어 소재들에 의하여 실내공기환경이 악화되어 이에 대한 대책으로 적절한 환기시스템에 대한 요구가 증가되고 있다.

이에 환경부에서는 2004년 5월 “다중이용시설등의 실

내공기질 관리법⁽¹⁾에서 유해화학 물질을 과다하게 방출하는 건자재에 대한 사용제한과 2005년 12월 동법⁽²⁾의 개정을 통하여 실내공기 중 유해화학물질에 대한 권고기준을 제시하였다. 또한 국토해양부에서는 “건축물의 실비기준 등에 관한 규칙 일부개정령⁽³⁾에 따르면 100세대 이상의 신축 또는 리모델링하는 공동주택에서는 자연환기를 원칙으로 필요환기량 0.7회/h가 확보되는 환기시스템의 도입을 의무화하여 향후 공동주택과 다중이용시설의 실내공기질 문제의 개선과 국민의 건강 증진에 크게 기여할 것으로 판단된다. 이에 공동주택 및 다중이용시설

¹강남필터(주), 인화공업전문대학 기계과

*교신저자: 김일겸(kimant64@naver.com)

접수일 08년 09월 08일

수정일 08년 12월 11일

²강원대학교 기계자동차공학부

계재확정일 08년 12월 16일

의 실내공기질에 관한 연구가 많이 수행되었고 진행 중에 있다.^(4,9)

택지부족 등으로 인하여 공동주택이 고층화 됨에 따라 엘리베이터 홀의 창호가 밀폐화되고 주차공간의 확보를 위하여 지상에서 지하로 주차장이 이동되고 있다. 이로 인하여 주민의 편의를 위하여 주차장에서 바로 주거공간으로 이동하게 하기 위하여 지하주차장 연결통로를 통하여 엘리베이터 홀을 거쳐 주거공간으로 이동하는 구조로 설계와 시공이 이루어지고 있다.

주차장 공간을 확보하기 위하여 지하공간을 많이 확보하여야 하는데 이로 인하여 지하층수가 증가하여 외부공기의 유입이 어렵게 되고 지하의 다습한 환경 및 자동차 배기가스의 역류에 따른 오염공기 정체 등이 발생한다. 이로 인하여 결로 및 곰팡이 등이 발생되고, 자동차 배기가스의 유입 등으로 인하여 거주민이 통행하는 공간의 공기질에 문제가 발생하며 범망에서도 사각지대에 있다.

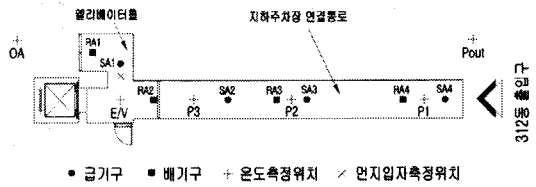
따라서, 본 연구에서는 지하주차장 연결통로와 엘리베이터 홀의 기계식 환기장치의 설치 및 적용에 관한 기초 자료를 얻기 위하여 환기장치의 가동방법 및 환기풍량 변화에 따른 입자상(먼지입자) 물질과 가스상(암모니아) 물질의 농도를 측정하고 실내의 온도를 측정하여 실내공기질 및 콧드래프트 등의 현상을 실험적으로 규명하였다.

2. 실험방법

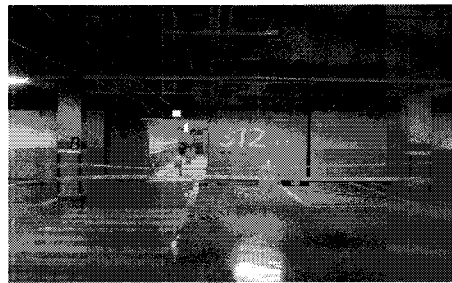
지하주차장 연결통로 및 엘리베이터 홀의 기계식 환기장치의 설치 및 적용에 관한 기초자료를 얻기 위하여 경상남도 김해시의 공동주택 지하주차장 312동 출입구에 환기장치를 설치하여 실험을 수행하였다.

그림 1은 설치된 환기장치의 급배기구와 온도측정위치 및 먼지농도 측정위치를 나타낸 것이고 그림 2는 실험장소 사진이다. 그림에서 보는 바와 같이 엘리베이터 홀은 밀폐된 공간이고, 지하주차장 연결통로는 주차장과의 사이에 출입문이 설치되어 있지 않은 개방된 공간으로 되어있다.

실험은 2008년 1월 14일부터 2월 2일까지 3주간 동계 기간에 수행하였다. 온도는 총 6곳(Pout, P1, P2, P3, E/V, OA)에서 온도계측기(YOKOGAWA, MV200 / T-type Thermocouple)를 이용하여 측정하였으며 환기장치의 가동 방법에 따라 각각 24시간 동안 1분 단위로 측정하여 저장하였다. 환기장치의 풍량(ALNOR, LOFLO Balometer 6200F)은 급배기구에서 측정하였다.



[그림 1] 환기장치의 급배기구 위치 및 데이터 측정 위치



[그림 2] 실험장소 사진

실내공기질 측정을 위하여 인위적으로 담배를 피워 담배가스의 주성분인 암모니아(GASTEC No. 3L, GV-100)와 먼지농도(Particle Counter, RION, KC-01D)를 측정하였다. 엘리베이터 홀의 경우는 디스 40개피를 연소한 후 암모니아 농도 및 먼지입자를 측정하였고, 연결통로는 디스 15개피를 연소한 후 먼지입자를 측정하였다. 초기 농도를 일정하게 하기 위하여 동시 급배기로 환기시스템을 24시간 가동 후 각각의 실험을 수행하였다.

[표 1] 급·배기구의 풍량 및 환기회수

구역	풍량(m3/h)						환기회수 (회/h)
	RA1	RA2	SA1	RA	SA		
엘리베이터홀	34	38	68	72	68		2.6
	65	63	128	128	128		4.7
연결통로	RA3	RA4	SA2	SA3	SA4	RA SA	2.8
	87	86	62	62	58	173 182	

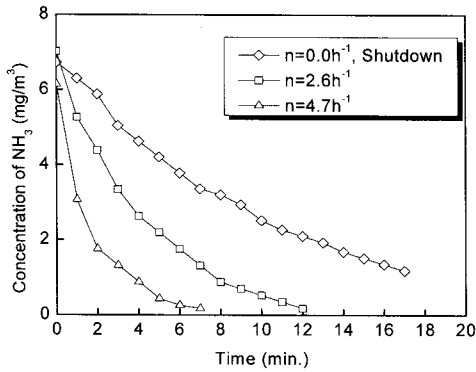
환기회수는 엘리베이터 홀의 경우 2.6회/h, 4.7회/h이고 지하주차장 연결통로는 2.8회/h이며 표 1에 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 엘리베이터 홀

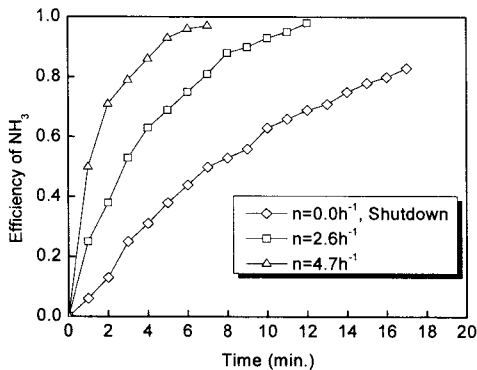
3.1.1 환기회수 변화에 따른 영향

환기회수에 따른 엘리베이터 홀의 실내공기질의 영향을 파악하기 위하여 이론환기회수 0, 2.6, 4.7회/h에 대한 시간경과에 따른 암모니아의 농도변화와 암모니아 제거효율을 그림 3과 그림 4에 나타내었다. 시간경과에 따라 암모니아 농도는 감소하고 암모니아 제거효율은 증가하였으며, 환기회수 증가에 따라 암모니아 농도의 감소와 제거효율의 증가 속도가 빠르게 나타났다.

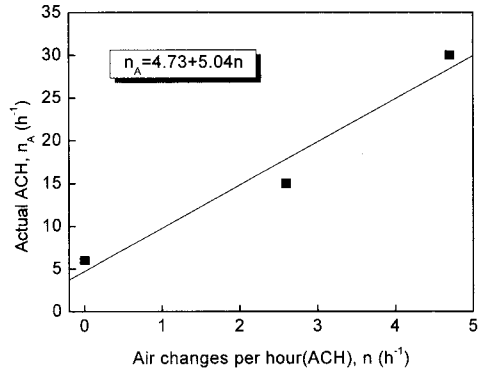


[그림 3] 시간경과에 따른 암모니아 농도

엘리베이터 홀의 경우 엘리베이터 출입구의 틈새와 엘리베이터 이동 통로가 수직으로 지하주차장에서 최상층까지 연결되어 있어 엘리베이터의 움직임에 따라 공기의 유동이 수시로 급기 및 배기의 역할을 수행한다. 이로 인하여 환기장치를 가동하지 않은 이론환기회수 0회/h 인 경우에도 암모니아 농도가 시간경과에 따라 감소하는 것은 누기와 침기(자연환기)가 있는 것이라 판단되어 이를 바탕으로 실제환기회수를 산출하였다.



[그림 4] 시간경과에 따른 암모니아 제거효율



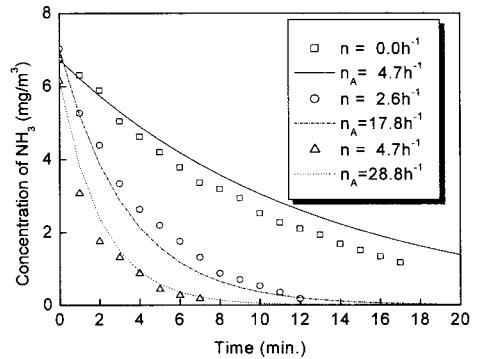
[그림 5] 이론 환기회수와 실제 환기회수

단순 급·배기환기(급기량과 배기량이 동일한 경우)의 시간에 따른 농도변화의 이론식⁽¹⁰⁾은

$$C = C_i e^{-\frac{Q}{V}t} = C_i e^{-nt}$$

이다. 여기서, C 는 시간경과에 따른 농도(mg/h), C_i 는 초기농도(mg/h), Q 는 환기량(급기량 또는 배기량)(m³/h), V 는 실내체적(m³), t 는 시간(h), n 은 이론 환기회수 (Q/V ,회/h) 이다.

그림 5는 이론환기회수와 실제환기회수에 대하여 선형화한 것이고, 그림 6은 이를 바탕으로 실험치와 계산치를 비교한 그림이다. 누기와 침기(자연환기)와 흡착 등으로 인하여 실제환기회수는 이론환기회수에 비하여 5배 정도 크게 나타났다.



[그림 6] 시간경과에 따른 암모니아 농도

3.1.2 환기장치 가동 방법에 따른 영향

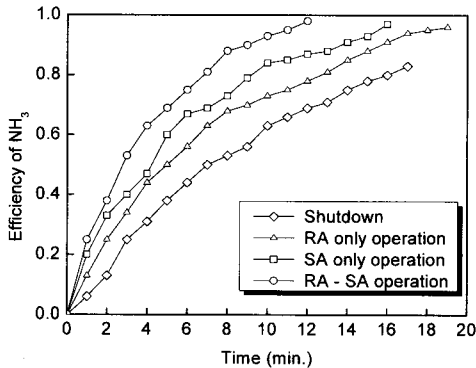
환기장치의 가동방법 즉 가동중지(자연환기), 배기만 가동, 급기만 가동 및 급배기 가동 등 총 4가지 방법에

다른 환기성능을 파악하였다.

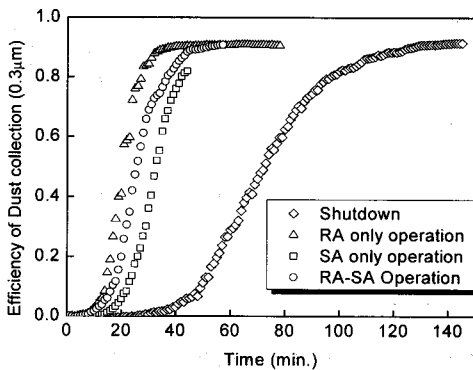
그림 7은 시간에 따른 암모니아 제거효율을 나타낸 것이며, 그림 8은 시간경과에 따른 먼지 제거효율을 나타낸 것이다. 환기장치 가동풍량은 이환기회수 2.6회/h인 조건(실내체적 27.06m³, 급기풍량 68m³/h, 배기풍량 72m³/h)이다. 가스상 물질인 암모니아는 가동중지, 배기가동, 급기가동, 급배기가동 순으로 제거효율이 좋게 나타났고, 입자상물질인 먼지는 가동중지, 급기가동, 급배기가동, 배기가동 순으로 나타났다. 또한 암모니아는 환기가동유무에 따라 큰 차이를 보이지 않으나, 먼지는 환기 유무에 따라 큰 영향을 나타냈다. 이는 가스상 물질이 입자상물질에 비하여 확산속도가 매우 빠르기 때문인 것으로 판단된다.

3.2 지하주차장 연결동로

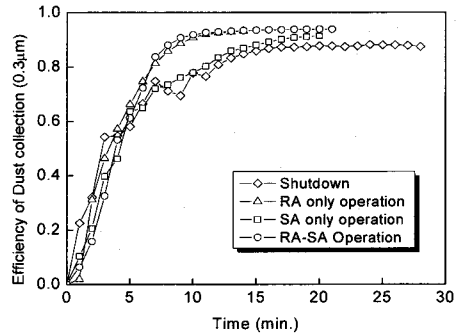
이론(계산) 환기회수 2.8회/h인 조건(실내체적 64.02m³, 급기풍량 182m³/h, 배기풍량 173m³/h)에서 그림 9는 시간경과에 따른 먼지제거효율을 나타낸 것이다.



[그림 7] 시간경과에 따른 암모니아 제거효율

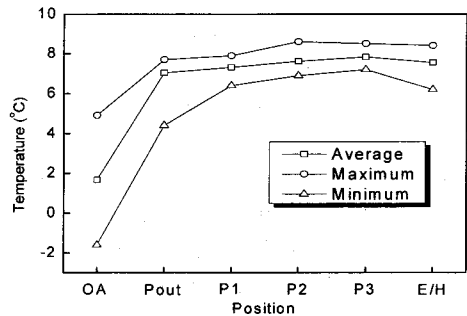


[그림 8] 시간경과에 따른 먼지 제거효율

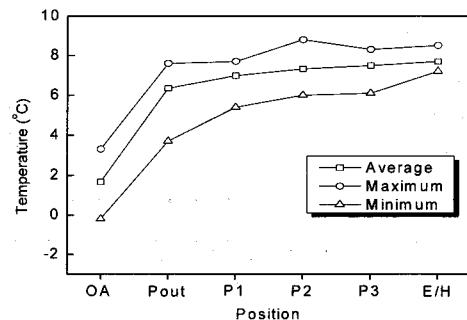


[그림 9] 시간경과에 따른 먼지 제거효율

환기장치의 유무에 따라 큰 차이는 보이지 않으나 가동중지, 급기가동, 배기가동, 급배기가동 순으로 환기성능이 나타났다. 환기장치 가동 방법에 따라 큰 차이를 보이지 않는 것은 지하주차장 연결 통로가 밀폐된 공간이 아니라 입구측 즉 주차장과 개방되어 있기 때문이다. 실험 중 통로입구로 담배연기가 환기장치의 가동유무에 관계없이 천정 벽면으로 빠져나가는 것을 육안으로 확인할 수 있었다.



[그림 10] 가동중지 시 각 지점의 온도

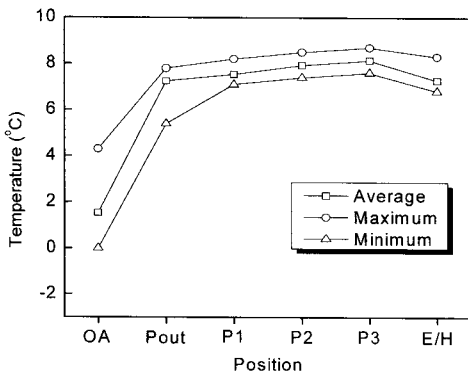


[그림 11] 배기가동 시 각 지점의 온도

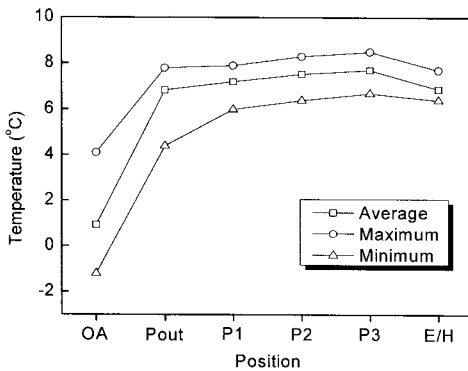
3.3 온도분포

환기장치 가동방법에 따른 실내공기질의 변화를 관찰하기 위하여 지하주차장 연결통로 바깥쪽(Pout), 지하주차장 연결 통로(P1, P2, P3), 엘리베이터 홀(E/V) 및 외기(OA)의 온도 변화를 측정하였다. 관찰결과와 오차를 줄이기 위하여 24시간 동안 온도를 측정하여 각 지점의 24시간 평균, 최대, 최소로 구분하여 표시하였다. 그림 10은 환기장치를 가동 중지한 경우를 나타낸 것이며, 그림 11은 배기가동인 경우를, 그림 12에는 급기가동인 경우를, 그림 13에는 급배기가동일 경우를 나타낸 것이다.

그림에 나타난 바와 같이 환기장치 가동 유무 및 가동방법을 변경시키더라도 지하주차장 통로 및 엘리베이터 홀의 온도는 7~8℃로 거의 변화가 없는 일정한 값을 유지하는 것으로 나타났다. 본 실험에서 설치한 환기장치는 단순 급배기 환기장치로 예열기를 설치하지 않아도 콜드드래프트를 발생하지 않으리라 판단된다.



[그림 12] 급기가동 시 각 지점의 온도



[그림 13] 급배기가동 시 각 지점의 온도

4. 결론

지하주차장 연결통로 및 엘리베이터 홀의 기계식 환기 장치의 설치 및 적용에 관한 기초자료를 얻기 위하여 경상남도 김해시의 공동주택 지하주차장에 환기장치를 설치하여 실험을 수행한 결과, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 엘리베이터 홀의 경우에는 침기 및 누기(자연환기)로 인하여 실제 환기횟수는 계산 환기회수의 5배 정도 크게 나타났다.
- (2) 환기장치의 가동방법은 지하 주차장의 환기장치를 동시 급배기로 설치하는 것이 어려울 경우에는 급기 만이라도 설치하는 것이 공기질 측면에서 좋을 것이라 판단된다.
- (3) 지하주차장 연결통로의 경우에는 주차장 입구측이 밀폐되어 있지 않으므로 환기장치 가동 유무 및 방법에 따른 영향은 적은 것으로 나타났다.
- (4) 겨울철 지하주차장 연결통로 및 엘리베이터 홀의 온도가 7~8℃로 환기시스템 가동유무 및 가동방법에 따라 거의 변화가 없기 때문에 남부지역에서는 단순 급배기 환기장치에 예열기를 설치하지 않아도 될 것으로 판단된다.
- (5) 향후 연구로서 지하주차장 연결통로 및 엘리베이터 홀의 적정 환기풍량(회수)에 관한 연구와 수도권, 중부, 남부 등의 권역별 기후조건에 따른 예열기의 설치유무와 설치 시 적정 용량에 관한 연구를 수행되어야 할 것이다.

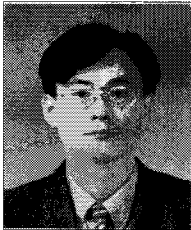
참고문헌

- [1] 환경부(2004), “다중이용시설등의 실내공기질관리법 시행규칙”, 환경부령 제156호.
- [2] 환경부(2005), “다중이용시설등의 실내공기질관리법 시행규칙”, 환경부령 제1896호.
- [3] 국토해양부(2006), “건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 일부개정령”, 건설교통부령 제497호.
- [4] 고재운, 김일겸, 최병훈, 임장순(2001), “아파트주택에 있어서 실내공기청정기에 의한 환기의 수치해석”, 설비공학논문집, 제13권 제3호, pp.217-225.
- [5] 권용일, 한화택, 신현준, 유지오, 강기호, 성순경, 서종원, 김정엽(2002), “지하승차장 환기시스템의 진단 및 개선사례”, 대한설비공학회 동계학술발표대회논문집, pp.369-374.

- [6] 박용후, 김상민, 손장열(2004), “초고층 아파트에서 열교환기 성능 및 에너지소비특성 연구”, 대한건축학회 추계학술발표대회논문집, pp.1059-1062.
- [7] 박경수, 최상곤, 홍진관(2006), “다중이용시설의 실내공기 미생물 오염실태에 관한 연구”, 설비공학논문집, 제18권, 제8호, pp.620-626.
- [8] 성기철, 장현재(2007), “공동주택용 환기장치의 실내공기질 개선효과에 대한 현장실험연구”, 설비공학논문집, 제19권 제2호, pp.202-211.
- [9] 박진철(2008), “주거건축물의 실내공기환경 개선에 관한 연구”, 대한건축학회논문집, 제19권 제6호, pp.1297-139.
- [10] 한국공기청정연구조합(1996), “공기청정편람 제1권 기초편”, pp.220-222.

김 일 겸(II-Gyoum Kim)

[정회원]



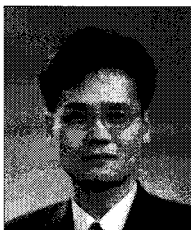
- 1988년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학사)
- 1990년 2월 : 인하대학교 대학원 기계공학과 (공학석사)
- 2000년 2월 : 인하대학교 대학원 기계공학과 (공학박사)
- 2000년 3월 - 현재 : 인하공업전문대학 기계과 겸임교수
- 2004년 3월 - 현재 : 강남필터(주) 부설연구소 연구소장

<관심분야>

열유체시스템설계 및 제어, 실내공기질관련 설비, 산업기계설비

박 우 철(Woo-Cheul Park)

[정회원]



- 1987년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학사)
- 1989년 8월 : 인하대학교 대학원 기계공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 인하대학교 대학원 기계공학과 (공학박사)
- 1997년 2월 - 현재 : 강원대학교 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

지능형 구조물, 시스템설계 및 정밀제어, 진동 및 소음제어, 친환경 기계설비