

# 조적공사 인방보용 강재트리스 구조물에 관한 실험적 연구 - 아파트 기준층 문틀 상단 인방재를 중심으로 -

김영춘\* · 유현동\* · 최우종\* · 정상무\* · 강경식\*\*  
\*명지대학교 산업경영공학과 · \*\*명지대학교 산업경영공학과 교수

## Experimental Study on Steel Truss Structure for Safety Lintel in Masonry Construction -Focusing on Door Frame Top Lintel at Typical Floor Apartment-

Young-Chun Kim\* · Hyun-Dong Yoo\* · Woo-Jong Choi\* · Sang-Moo Jeong\* · Kyung-Sik Kang\*\*

\*Department of Industrial Engineering, Graduate School, University of Myongji

\*\*Department of Industrial Management Engineering Myongji University

### Abstract

The research is to verify by experiments whether the steel truss structure is able to withstand the load of cement bricks of upper part of a door for the safe use of lightweight steel truss structure instead of concrete lintel which is to be installed at upper part of door frame in building cement bricks for apartment construction. The steel truss is designed in order not to disturb bricks-building and the shape of structure was verified by bending test. According to experiments result, camber was applied to steel structure that enabled construction work to be improved and was proved effective for the prevention of accidents by cement bricks-building load test.

**Keywords :** Steel truss, Cement bricks, Concrete lintel, Bending test, Camber, Load test

### 1. 서론

조적공사는 석재, 벽돌, 콘크리트블록 등의 재료를 시멘트와 같은 접착재료나 연결철물 등을 사용하여 칸막이벽체 및 구조벽체를 조성하는 공사이다. 특히 마감공사의 시작이 되는 주요한 공종의 하나로서 골조공사와 마감공사를 이어주는 가교역할을 하는 공사이다. 대부분의 칸막이 벽체에는 출입구, 창문 등 개구부가 설치되어 있으므로, 조적공사의 개구부 상부의 하중을 조적벽체 좌우로 전달시키는 인방보가 필요하다.[1]

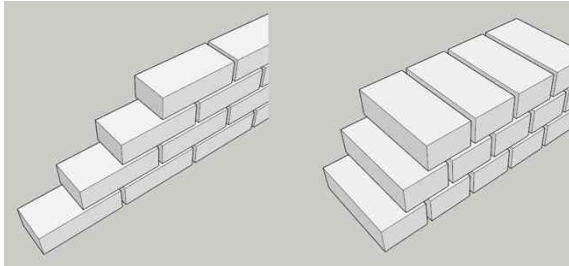
현재까지 인방보는 주로 합판거푸집을 설치하고 철

근을 배근후 콘크리트를 현장에서 타설하거나, 콘크리트나 시멘트를 사용하여 기성품 인방보로 제작한다. 하지만 현장타설 인방보는 시공이 복잡하고 시간이 많이 소요되므로 건설현장에서는 사전에 콘크리트로 제작하거나 시멘트압출성형 제품을 주로 사용한다. 콘크리트 인방보는 무거워 취급시 안전사고의 위험성이 높다. 시멘트압출성형 제품은 콘크리트 제품보다 가벼우나, 원료로 석면 사용이 금지된 이후부터 제품강도가 떨어지고 외부 충격에도 깨어지기 쉽다. 또한 국내에서 생산할 수 있는 설비도 부족해 기성품 인방 제품공급이 원활하게 이뤄지지 않고 있다.[2]

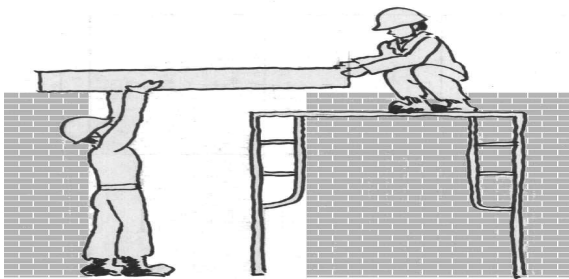
† Corresponding Author : Young-Chun Kim, 9 Pungseong-ro 38-gil Gangdong-gu Seoul, Korea  
M · P: 011-9011-7077, E-mail: ssykyc1399@hanmail.net

Received July 11, 2013; Revision Received September 7, 2013; Accepted September 10, 2013.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 건축공사 중 아파트내부 칸막이 벽체에 많이 사용되고 있는 반매(0.5B)쌓기 시멘트벽돌 시공시 문틀 상부의 시멘트벽돌을 안전하게 시공할 수 있도록 강제구조물 인방보에 대한 형상을 제안하고 실험을 통해 적용가능성을 검증해 보고자 한다.



<Figure 1> Cement brick 0.5B laying and 1.0B laying



<Figure 2> Method for the concrete lintel works

## 2. 조적공사 인방보의 기술동향

아파트공사에 있어 건물하중을 지지하는 중요한 구조부위인 기둥이나 구조벽체의 경우는 철골 또는 철근콘크리트로 시공되지만 구조적으로 큰 힘을 받지 않고 칸막이 역할을 하는 벽체인 경우는 벽돌이나 블록을 사용한 조적공사가 일반적이다. 물론 공간의 구획을 변동성 있게 하기위하여 ALC판넬이나 시멘트판넬 등의 경량판넬을 사용하는 경우도 있지만 이런 경우는 보통 전용 인방보를 사용한다. 국내에서는 아직도 아파트 건축물이나 일반적인 건축물 칸막이벽 시공시에 시멘트벽돌이나 콘크리트블록이 많이 사용되고 있다.[3]

시멘트벽돌의 경우 쌓기 두께에 따라 반매(0.5B)쌓기, 1매(1.0B)쌓기, 1.5매쌓기, 2매쌓기가 있는데 아파트내부 칸막이에는 주로 반매(0.5B)쌓기와 1매(1.0B)쌓기가 많이 사용된다.[1] 현재까지 아파트 내부 칸막이용 인방보는 철근콘크리트 인방보를 현장에서 제작하거나 시멘트 재질의 압출성형 인방보를 많이 사용하고 있다.

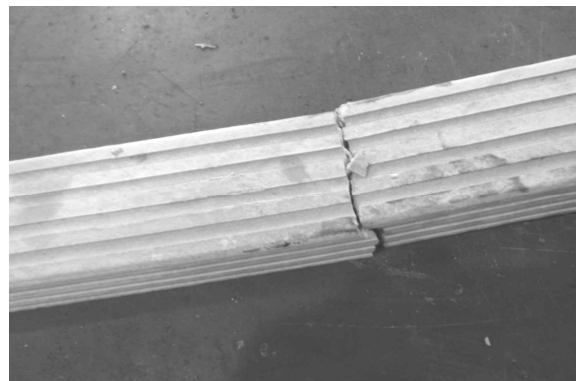


<Figure 3> Reinforced concrete lintel beam



<Figure 4> Extruded lintel beam

현장에서 철근콘크리트로 인방보를 제작하여 사용할 경우 비용이 많이 들고 현장도 지저분해질 뿐만 아니라 인방보의 중량이 무거워 설치시 상당한 어려움을 겪고 있다. 건설현장에서는 중량의 인방보를 운반 또는 시공하다가 발생하는 안전사고도 종종 일어나고 있다. 또한 시멘트압출성형 인방보의 경우도 인방보 내부에 강재가 없어 <Figure 5>와 같이 충격에 의한 파손의 우려가 높고 개구부가 클 경우 인방보의 길이가 길어져 인방보가 시멘트벽돌 하중을 견디기 어려워 인방보에 균열이 발생되기도 한다.[4] 따라서 최근 건설현장에서는 시공성과 안전성 그리고 경제성을 고려한 개선된 인방보의 기술개발 필요성이 인식되고 있다.



<Figure 5> Crack of extruded lintel beam

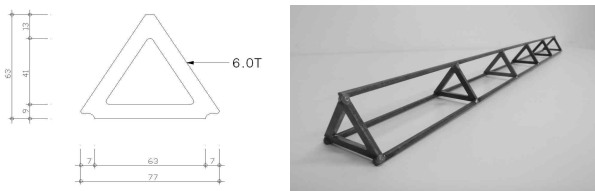
### 3. 인방보 적용형상 연구

시멘트벽돌 쌓기시 개구부 상단 인방보의 역할은 개구부 상단의 벽돌이 굳기 전까지 개구부 상단의 시멘트벽돌 하중을 인방보가 지지하는 것이다. 인방보 상단의 시멘트벽돌도 양생이 되면 구조적인 역할을 함으로 인방보는 양생되기 전의 시멘트벽돌의 하중을 지지하는 것이다.

인방보 시공시, 안정성과 외부 충격에 파손되지 않게 하기 위해서는 강재로 설계하는 것이 유리하다. 강재의 경우, 구조적인 문제만 검증되면 장스팬 인방보의 설계도 가능하다. 강재구조물이 인방보의 역할을 하기 위해서는 벽돌과 벽돌 상,하부 및 측면 줄눈(보통10mm) 사이에 강재구조물이 설치 가능해야 하고 상부부재는 압축력, 하부부재는 인장력을 받는 구조여야 한다. 물론 상,하부 부재가 구조적인 역할을 할 수 있도록 연결재도 필요하다. 보통 아파트 층고는 슬래브를 제외하면 2.5m 정도이며 개구부 높이가 2.1m 정도임을 감안할 때 강재 인방보는 개구부 상부 0.4m 정도 높이의 시멘트벽돌 하중을 견딜 수 있어야 한다.

강재구조물을 인방보로 제작하기 위해서는 벽돌과 벽돌사이 줄눈 폭이 10mm인 점을 감안하면 상,하부 부재 및 중간 연결재의 두께는 10mm 이내로 설계할 수 있다. 또한 시멘트벽돌 길이가 190mm, 줄눈 폭이 10mm인 점을 감안하여 중간 연결재의 간격은 200mm로 설치되어야 한다.

본 연구에서 제안하는 강재 인방보의 형상은 사각기둥 형상보다는 삼각기둥 형상이 제작이 쉽고 자재 소요량도 적다. 따라서 안전성과 경제성을 고려하여 8.0mm 철선을 상부는 1개, 하부는 2개 그리고 상,하부 철선을 연결시켜주는 중간 연결재를 200mm 간격으로 설치하여 입체 삼각기둥 형상의 강재트러스 인방보를 디자인 하였다. 또한 중간 연결재는 벽돌길이 190mm, 벽돌간의 줄눈폭이 10mm임을 감안하고 구조적인 성능을 고려하여 6mm 두께의 삼각형 모양으로 적용하였다. 자세한 강재 인방보의 형상은 <Figure 6>와 같다.



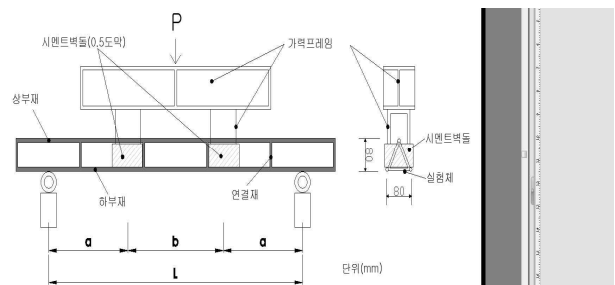
<Figure 6> The shape of 6mm intermediate connection material and photo

### 4. 강재트러스 인방보의 구조성능 검증

강재 인방보의 구조성능을 검증하기 위해서 본 연구에서는 구조해석과 구조실험을 수행하였으며, 해석과 실험의 결과를 비교분석하는 방법으로 구조성능을 검증하였다.

#### 4.1 실험내용 및 실험방법

강재트러스 인방보의 구조성능 확인을 위하여 실험을 실시하였다. 실험은 아파트 내부 조적 작업시 가장 많이 적용되는 지간거리 L=800mm, L=1000 및 L=1200에 대하여 중앙부 2점 가력 형태로 <Figure 7>에서와 같이 수행하였다.[3],[5] 각 실험체의 자세한 채원은 <Table 1>과 같으며, 2000kN용량의 UTM을 사용하여 가력속도 0.05mm/sec로 가력 하였다.



<Figure 7> Setting status diagram of experimental preparation

<Table 1> Experimental preparation list

(Unit: mm)

실험체명	지간	a	b	하부재	상부재	연결재
6t_1000	800	250	300	ø8.0	ø8.0	PL-6t
6t_1200	1000	350	300	ø8.0	ø8.0	PL-6t
6t_1400	1200	400	400	ø8.0	ø8.0	PL-6t

#### 4.2 실험결과

실험결과 모든 실험체에서 하중이 증가함에 따라 변위가 증가하는 형태의 거동을 일으켰으며 하중이 증가할수록 강성은 점차 감소하였다. 특별히 부재의 일부가 항복하는 형태의 거동은 발생하지 않았으며, 실험체의 변형형태는 휨변형과 전단변형이 합쳐진 형태로 발생

하였으며, 실험은 처짐이 25mm를 초과한 후에 종료하였다. 실험 종료시까지 하중저하는 발생하지 않았다. 자세한 실험결과에는 <Table 2>에 있으며, 실험결과 그래프는 <Figure 9>에 나타내었다.

### 4.3 강재 인방보의 구조해석

강재 인방보의 구조해석은 실험체와 동일한 모델에 동일한 조건의 하중을 가력 하였을 경우 발생하는 변위를 검토하는 형태로 실시하였다. 해석은 MIDAS Gen Ver.800을 사용하여 탄성해석 하였으며, 동일한 하중에 대하여 탄성해석을 통하여 발생한 변위와 실험에 의하여 발생한 실제 변위를 비교 분석함으로써, 강재 인방보의 탄성한계상태 및 실제 적용시 실험과 상이한 등분포 하중이 가력되는 조건에서 예상되는 변형량 및 허용내력을 예측하였다.

### 4.4 실험결과와 해석결과의 비교분석

실험결과와 해석결과의 비교분석은 각 실험체의 10mm 처짐발생시의 하중, 20mm 처짐발생시 하중을 해석모델에 적용하여 발생한 처짐 값과 실험시의 처짐 값의 차이를 비교하였다.

비교결과 10mm에서의 처짐의 오차는 최대 6% 정도로 실험값과 해석값의 차이가 거의 없었다. 20mm에서의 처짐에 대한 오차는 최대 20% 정도이며, 전체적으로 실험결과와 해석결과의 차이를 보이며, 실험체가 소성구간에 들어가는 것으로 검토 되었다. 따라서, 10mm 이내까지는 탄성거동을 나타내는 것으로 판단되며, 해석결과를 실제 적용하여도 오차가 크지 않을 것으로 판단된다. 이를 이용하여 실제 등분포 하중이 작용하는 경우에 대하여 추가적인 해석작업을 수행 하였다.



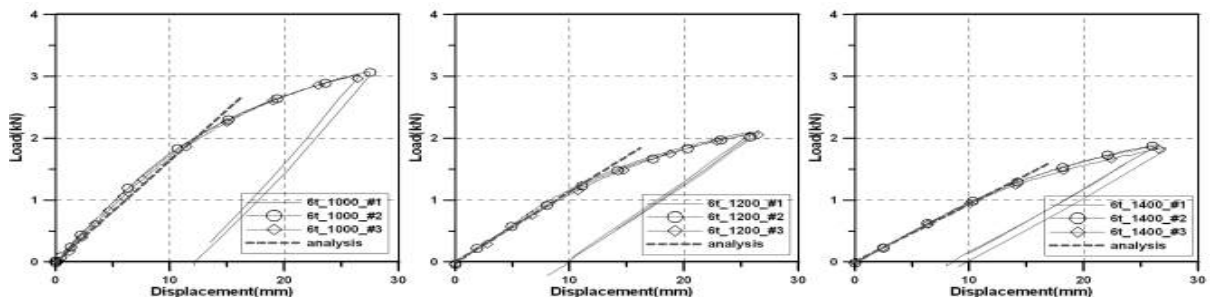
a. 강재 트러스 인방 실험체      b. 6t\_1000 실험체 셋팅현황      c. 6t\_1200 실험체 셋팅현황      d. 6t\_1400 실험체 셋팅현황

<Figure 8> Experimental preparation of the steel truss lintel beam & setting status

<Table 2> Results of experiment

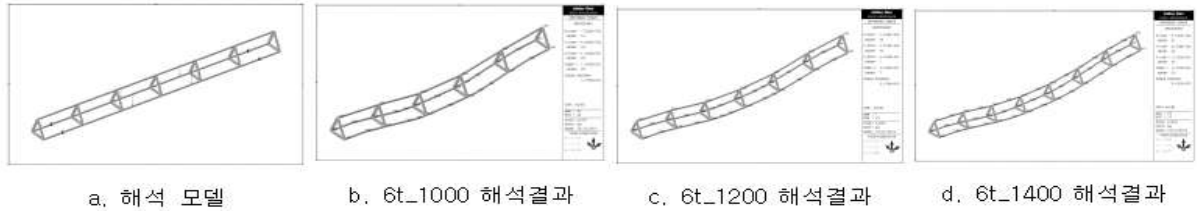
실험체	P10 (kN)				P20 (kN)				M10 (kN-m)	M20 (kN-m)
	#1	#2	#3	Avg.	#1	#2	#3	Avg.		
6t_1000	1.74	1.78	1.69	1.74	2.68	2.69	2.67	2.680	0.218	0.335
6t_1200	1.18	1.13	1.10	1.14	1.86	1.82	1.82	1.83	0.200	0.321
6t_1400	0.97	0.98	0.95	0.97	1.63	1.62	1.57	1.61	0.194	0.321

P10 : 처짐 10mm 시 하중,      M10 : 처짐 10mm 시 중앙부 모멘트  
 P20 : 처짐 20mm 시 하중,      M20 : 처짐 20mm 시 중앙부 모멘트



a. 6t\_1000 실험체      b. 6t\_1200 실험체      c. 6t\_1400 실험체

<Figure 9> Experiment results of the steel truss lintel beams



<Figure 10> Analytical results when applying the occurring load from 10mm deflection

<Table 3> Comparison of the results of experiment and analysis

실험체	10mm 처짐발생시			20mm 처짐발생시		
	P10 (kN)	$\Delta_{ana}$ (mm)	$\frac{\Delta_{ana}}{\Delta_{test}}$	P20 (kN)	$\Delta_{ana}$ (mm)	$\frac{\Delta_{ana}}{\Delta_{test}}$
6t_1000	1.74	10.63	1.06	2.68	16.33	0.82
6t_1200	1.14	10.04	1.00	1.83	16.07	0.80
6t_1400	0.97	10.40	1.04	1.61	17.15	0.86



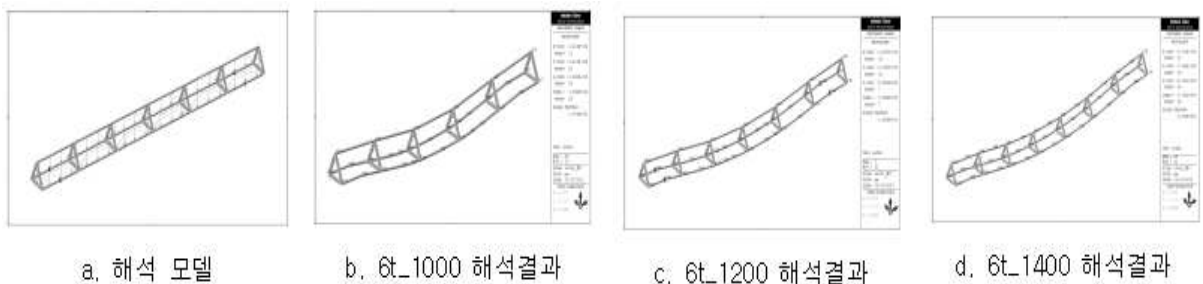
a. 6t\_1000 실험체 변형상태      b. 6t\_1400 실험체 변형상태

<Figure 11> Modified state when completed the steel truss lintel experiment

#### 4.5 아파트 개구부 적용방안

일반적인 아파트 내부 간막이 공사에 적용되는 시멘

트 벽돌 0.5B 쌓기는 개구부 폭이 800~1200mm 정도이며 개구부 상부에 쌓이는 조적높이는 400~500mm 정도이다. 시멘트 벽돌 0.5B 쌓기시 작용하중(1.9kN/m<sup>2</sup>)을, 조적높이 h=500mm에 적용할 경우 트러스 인방에 발생하는 휨 모멘트는 지간이 L=800mm인 경우 0.076kN·m, 지간 L=1000mm인 경우 0.119kN·m, 지간 L=1200mm인 경우 0.162kN·m이다.[6],[7] 이 값들은 앞의 실험결과에서 측정된 모멘트(처짐 10mm 실험) 보다 작아 내력적으로는 충분히 안전한 것으로 판단된다. 변형에 대하여 마이더스 프로그램을 이용하여 해석해 본 결과 L=800mm인 경우 3.4mm, 지간 L=1000mm인 경우 5.8mm, 지간 L=1200mm인 경우 8.8mm를 나타내었으며, 각 지간에 따라서 발생하는 처짐량 만큼 제작시 캠버(camber)를 설치하면 현장적용에 문제가 없을 것으로 판단된다.



<Figure 12> Analytical results when applying the load of 0.5B laying (height=500mm)







## 5. 결 론

건설현장에서는 중량물의 운반 및 시공이 안전사고에 직접적인 영향을 미치는 경우가 많다. 따라서 무거운 자재는 기계화하여 인력작업을 지양해야 하며, 인력작업에 의해 시공되는 자재는 중량을 최소화함으로써 작업자가 안전하게 시공할 수 있도록 자재와 작업방법을 개선해 나가야 한다. 상기실험은 아파트 내부칸막이 시공 중 시멘트벽돌 반매(0.5B) 쌓기시 문틀 상부에 시공되는 인방보를 기준으로 실험하였다. 실험결과를 바탕으로 강재인방보에 3.4mm(지간:800mm), 5.8mm(지간:1,000mm), 8.8mm(지간:1,200mm) 치올림(camber)을

두고 <Table 4>와 같이 실물실험을 한 결과 만족할 만한 결과가 나왔다.

하지만 아파트 내부칸막이 경우처럼 인방보 상부의 조적높이가 낮은 경우가 아닌 일반건축물과 같이 인방보 상단의 시멘트벽돌 쌓기 높이가 높은 부위에 인방보용 강재트러스 구조물을 적용할 경우에는 강재트러스 부재두께를 키울 필요가 있다, 이번 논문의 대상은 아파트 내부에 시공되는 시멘트벽돌 반매(0.5B) 쌓기시 문틀 상부 인방보를 기본 가정으로 실험하였으나 추가적인 검토를 통하여 500mm이상 벽돌을 쌓는 일반건축물 조적쌓기에 대해서도 적용가능성을 검토해 볼 수 있다.

<Table 4> Loading capacity experiment of steel truss lintel beam

실험체	벽돌 쌓기 전	벽돌 쌓기 후
6t_1000		
6t_1200		
6t_1400		

## 6. 참고 문헌

- [1] Architectural Institute of Korea, Architectural Standard Specification, 2006.
- [2] Kwang-Man Kim, Dong-Myung Hyun, Young-Chun Kim, Strong and Beautiful Construction Story, Baro ConKey Co., Ltd. 1999.
- [3] KS F 2273, Performance Test of Assembly Panel, 2009.[1] OSHRI. 2009 Industrial Safety & Health Trends Survey, 2010.
- [4] JSW, "Research on Strength Characteristics by Condition of Cement Matrix Extrusion Material", Graduate School Master's Degree Thesis, Konkuk University, 1997.
- [5] KS F 4735, Extrusion Molding Concrete Panel, 2011.
- [6] Architectural Institute of Korea, Building Structure Standards and Commentary, 2009.
- [7] MOLIT, Standard Specification for Temporary Work Project, 2006.

## 저 자 소 개

### 김 영 춘



경북대학교 건축공학과를 졸업하고 성균관대학교 과학기술대학원 석사를 취득하였으며 명지대학교 산업경영공학과 박사과정 중에 있다.  
현재 바로건설기술에서 신기술개발 및 기술영업 임원으로 재직하고 있다.

주소: 서울시 강동구 풍성로 38길 9 바로빌딩

### 유 현 동



인하대학교 건축공학과에서 학사, 석사를 취득하였고, 명지대학교 산업경영공학과 박사과정 중에 있다. 현재 안전보건공단 충북지도원 건설재해예방팀장으로 재직하고 있다.

주소: 충청북도 청주시 흥덕구 가경로 161번길 안전보건공단 충북지도원

### 최 우 중



명지대학교 공업경영학과를 졸업하고 명지대학교 산업대학원 산업시스템경영학과에서 석사를 취득하였으며 명지대학교 산업경영공학과 박사과정 중에 있다. 현재 한국방송통신전파진흥원 차장으로 재직하고 있다.

주소: 서울시 마포구 동교동 160-4 한국방송통신전파진흥원

### 정 상 무



전남대학교 경영학과를 졸업하고 중앙대학교 국제경영대학원 경영학 석사를 취득하였으며 명지대학교 산업경영공학과 박사과정 중에 있다. 현재 SK하이닉스 인력개발원 팀장으로 재직하고 있다.

주소: 경기도 하남시 신장동 대명강변타운 108동 303호

### 강 경 식



인하대학교 산업공학과에서 학사·석사·박사와 연세대학교·경희대학교에서 경영학 석사·박사 취득. North Dakota State Univ.에서 Post-Doc과 Adjunct Professor 역임. 현재 명지대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중. 주요 관심분야는 생산관리, 물류관리, 안전경영 등이다.

주소: 경기도 용인시 처인구 남동 산 38-2 명지대학교 산업경영공학과