

**AMEA 기법을 적용한 위험성평가 방법제안**  
**- Risk assessment method proposal that apply**  
**AMEA system -**

**김 건 호 \*  
Kim Geon Ho  
권 상 면 \*\*  
Kwon Sang Myeon  
이 강 복 \*\*  
Lee Kang Bok  
김 윤 성 \*  
Kim Yoon Sung  
박 윤 규 \*\*  
Park Yun Gyu  
강 경 식 \*\*\*  
Kang Kyung Sik**

## 1. 서 론

산업현장에서 내재된 위험성을 설계단계부터 지향하고 안전성을 확보하기 위해 위험을 분석하고 재해를 예방하는 위험성평가를 하여야 한다.

위험성평가는 사업장에서 유해, 위험요인을 찾아내고 각 요인에 대하여 위험정도를 정량적 또는 정성적으로 평가된 위험성에 대하여 위험수준의 감소조치를 취하거나, 당해 위험도에 적합하고 비용효과적인 최선의 안전조치를 강구하거나 관리의 합리화를 강구하기 위한 것이다. 사고 및 재해에 대한 위험성평가는 사고발생시 초래할 결과의 심각성(Severity)과 사고의 발생가능성(Probability)에 관련하여 위험성등급(위험도)을 정하는 평가방법이 주로 소개 되었다.

---

\* 안산공과대학 산업시스템경영과

\*\* 명지대학교 산업공학과

\*\*\* 명지대학교 안전경영연구소 소장

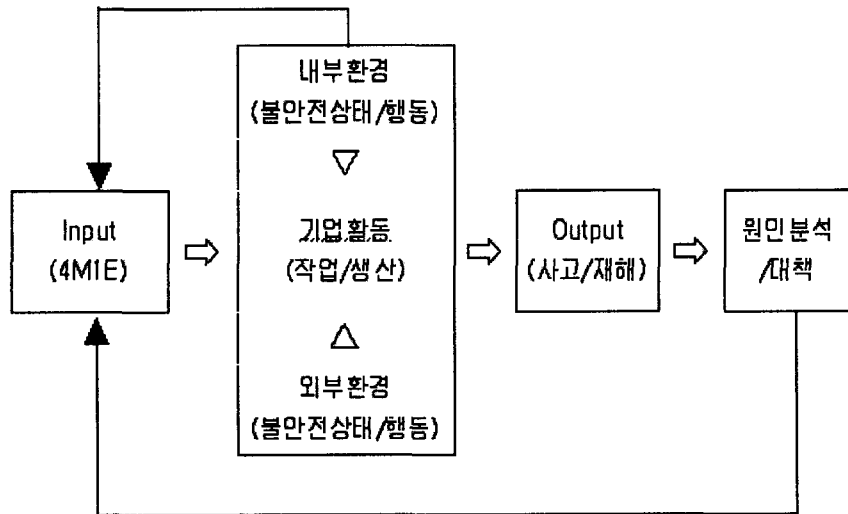
본 연구에서는 4M1E에 의한 사고이론을 통하여 위험성 평가방법에 있어서 사고 발생시 예상되는 피해의 크기를 나타내는 심각도(Severity), 발생도(Frequency) 및 검출도(검지도;Detection)의 곱을 통해 위험 우선순위를 결정하는 방식의 위험성 평가기법인 AMEA(Accident Mode and Effects Analysis)를 제시하고자 한다.

## 2. 위험성평가

### 2.1 4M1E에 의한 사고이론

사고는 기업 활동(작업/생산 활동에 한정된)에서 의해서 발생하고, 사고로 인하여 피해가 나타나는 것으로 공정에서의 투입물(Input)로 볼 수 있다.

<그림1>에서와 같이 공정의 원리를 이용하여 결과물(Output)을 사고/재해로 보고 사고의 결과 피해의 대상을 공정에서의 투입물(Input)로 보았다. 투입물로서는 그로스 재해발생의 기본원인인 4M을 바탕으로 재해와 환경을 포함하여 4M1E(Man(사람), Machine(기계), Method(작업), Material(재료), Environment(환경))로 보았다.



<그림 1> 4M1E를 통한 사고발생원인

작업과 생산활동을 중심으로 보는 내부환경과 생산활동으로 인한 주변 환경 및 자연환경에 영향을 미치는 외부환경을 포함하여 기업활동으로 보았다. 즉, 공정에서의 투입물인 4M1E는 기업 활동을 통해서 사고/재해로 발생하고 있으며 곧 재해발생의 원인이 된다.

## 2.2 AMEA

FMEA를 활용한 사고형태영향분석에 관한연구에서 사고에 대한 위험성 평가방법으로 <표 1>과 같이 사고유형영향분석(AMEA:Accident Mode and Effects Analysis)를 제시하였다. AMEA는 가능한 잠재적 사고형태와 이에 연관된 원인, 메카니즘이 고려되고 지정된다는 것을 보장하는 수단으로 엔지니어 또는 팀에 의해 활용되어질 수 있다. AMEA는 모든 연관된 시스템, 작업, 설비물, 재료, 환경과 더불어 인간의 행동까지 평가되어야 한다. 사고 유형을 통해서 사고발생의 원인/메카니즘을 추정하고 안전관리에 요구되는 사항을 포함한다.

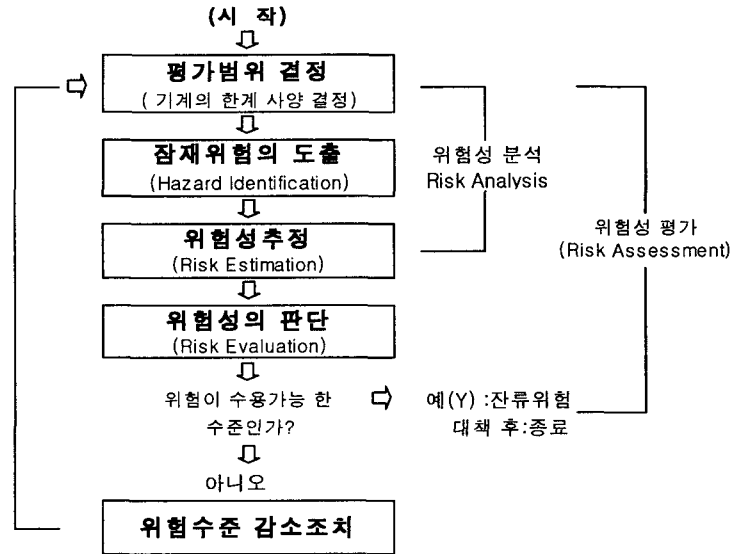
<표 2 > AMEA SHEET

AMEA SHEET				공정 명칭	실시완료일	개정번호								
				해당 공정	양산적용일	작성일								
					담당부서	작성자								
장소 내용	잠재적 사고유형	4M +1E	사고의 잠재적영향	심각도	발생도	현안전관리	위험도	권고 조치사항	책임 및 목표 완료예정일	조치결과				
										조치 내용	심각도	발생도	검출도	위험우선순위
추락 전도 충돌 낙하비레 붕괴도괴 협착 강전 폭발 파열 화재 무리한동작 이상온도접촉 유해물질접촉	인간	.사망 .영구전노동상실 .영구일부 노동상실 .일시전노동상실 .일시일부 노동상실 .응급조치상해	.부주의 .자암미숙지 .무리한동작 .보호구미착용 .작업방법불량 .의사소통불안			.안전교육 .직무교육 .보호구착용 .안전의식강화 활동								
	설비물	.설비파손	.기계정비불량			.설비이력관리								
	작업	.생산활동 중단	.표준화되지 않은 작업방법			.작업표준								
	재료	.재료의 손실	.재료의 불량			.수입검사								
	환경	.공장외부의누출	.환경유해물질 사용			.방지설비적정 가동								

## 3. 위험성평가모델

사고 및 재해에 대한 위험성평가로 주로 사용하고 있는 방법은 심각도와 발생도의 함수 관계로 위험성을 추정하고 위험도를 통하여 수용여부를 결정하는 방식을 이용하고 있다.

위험성평가는 <그림2>에서 보는 바와 같이 평가하고자 하는 기계설비의 위험성평가 범위를 결정하고, 잠재 위험을 도출.확인 한 후 위험성을 추정하여 위험이 수용가능한 수준인지를 판단하게 된다. 이와 같은 방법으로 위험성이 평가되면, 목표하는 안전성이 확보될 때까지 적절한 수준의 위험감소에 필요한 일련의 절차를 취하여야 한다.



<그림 2> 위험성평가 절차도

본 연구인 AMEA(Accident Mode and Effects Analysis)의 평가방법에서는 심각도, 발생도, 검출도의 곱으로 사고의 위험순위를 정하고, 조치내용을 통하여 위험순위를 낮추는 방향으로 평가가 이루어졌다.

위험성평가의 세가지요소인 심각도, 발생도, 검출도로 각각의 등급(점수)을 통하여 심각도와 발생도로 매트릭스 화하여 위험성A를 구하고, 심각도와 검출도로 매트릭스화하여 위험성B를 구한 후 위험성A와 위험성B의 곱을 통하여 위험성C를 구하고 위험의 수용여부를 결정하는데 이용한다.

위험성C에는 위험성평가의 3요소인 심각도, 발생도, 검출도 중에서 사고 발생시 가장 영향을 많이 미치는 요소인 심각도를 발생도와 검출도에 각각 적용함으로써 위험도A와 위험도B에 반영된 결과를 얻을 수 있다.

심각도, 발생도, 검출도 각각의 등급(점수)은 평가하고자하는 장소의 특성에 맞게 기준을 정하며, 4MIE 각각의 심각도, 발생도, 검출도의 등급을 정할 수 있다.

심각도는 사고 발생시 예상되는 피해의 크기를 나타내며, 발생도는 사고의 발생 가능성(빈도, 확률)을 나타낸다. 검출도로는 작업자에 대한 안전교육 및 안전수칙 준수, 보호구착용, 정기점검, 설비의 안전장치의 설치, 설비이력관리, 작업표준설정 등의 사고예방을 위한 현 안전관리 상태 및 평가자의 전문성여부로 나타낼 수 있다. 검출도에 대한 평가는 현 안전관리가 사고 예방에 효과가 있는지의 여부를 평가할수 있다.

예를들어 가스 배관에서의 누출여부를 파악하기 위하여 사람의 후각으로 알아내는 것보다는 비누거품을 이용하여 점검하는 것이, 비누거품 보다는 가스 경보기를 설치 할 경우 가스누출로 인한 사고에 대한 검출도가 매우 높아 질 것이며, 낮은 등급의 평가를 얻을 것이다.

### 3.1 평가등급표 (위험성평가 3요소)

심각도(Severity), 발생도(Frequency), 검출도(Detection)는 위험성평가 3요소로 평가하고자 하는 장소에 대하여 기준을 정하며, 요소별 4MIE(사람(Man), 기계(Machine), 방법(Method), 재료(Meterial), 환경(Environment))에 대한 영향의 기준을 각각 정하여 적용할 수 있다.

#### 3.1.1 심각도(Severity)-사람(Man)

심각도는 사고 발생시 예상되는 피해의 크기를 나타낸다. 사고시 어느 정도의 인적·물적 피해를 일으키는가, 사고 발생시 인근에 영향을 미치는가 또는 2차 피해를 줄 수 있는 가능성 등도 고려하여 기준을 설정하여야 한다.

기준(영향의심각도) 선정시 각 영향별 등급화 또는 점수화 하여 평가에 활용한다. <표2>은 4MIE중 사람을 대상으로 심각도의 기준을 선정하여 5등급으로 구분한 예시이다.

영향이 높을수록 높은 등급으로 평가되며, 사고의 영향이 복합적 또는 2차적 영향이 예상될때는 등급을 높여 평가한다.

<표 3 > 심각도(사람)에 대한 5등급 구분 예시

영향	기준 : 영향의심각도	등급(점수)
매우높음	사망	5
높음	영구 전 노동불능 (신체상해1급)	4
	영구 전 노동불능 (신체상해2~3급)	
보통	영구 일부 노동불능 (신체상해4~6급)	3
	영구 일부 노동불능 (신체상해7~10급)	
	영구 일부 노동불능 (신체상해11~14급)	
낮음	일시 전 노동불능 (4주이상)	2
	일시 전 노동불능 (4주미만)	
희박	일시 일부 노동불능, 응급조치상해	1
	피해정도가 없는 사고(아차사고)	

#### 3.1.2 발생도

발생도는 사고 발생의 가능성(빈도, 확률)을 나타낸다. 발생도에 대한 영향은 사고확률 또는 사고발생가능 비율 등으로 나타낼 수 있으며, 심각도와 마찬가지로 각 영향별 등급화 또는 수치화 하여 평가에 활용한다.

<표 3>은 사고의 발생도에 대한 5등급 구분 예시이다. 영향이 높을수록 사고의 발생 확률 및 사고발생가능 비율이 높으며 높은 등급으로 평가되고 있다.

<표 4> 발생도에 대한 5등급 구분 예시

영 향	사 고 확 률	사고발생가능비율	등급
매우높음	사고는 거의 필연적이다.	5개월이내 15건이상	5
높 음	반복적인 사고	5개월이내 8건이상	4
보 통	때때로의 사고	5개월이내 4건이상	3
낮 음	상대적으로 적은 사고	5개월이내 2건이상	2
희 박	사고가 거의 발생하지 않음	5개월이내 1건이하	1

### 3.1.3 검출도

검출도는 작업자에 대한 안전교육 및 안전수칙 준수, 보호구착용, 정기점검, 설비의 안전 장치의 설치, 설비이력관리, 작업표준설정 등의 사고예방을 위한 현 안전관리 상태 및 평가자의 전문성여부로 나타낼 수 있으며, 심각도·발생도와 마찬가지로 각 영향별 등급화 또는 점수화 하여 평가에 활용한다.

위험성평가는 사업장에서 유해·위험요인을 찾아내고 각 요인에 대하여 위험정도를 정량적 또는 정성적으로 평가하여 위험성에 대한 위험수준을 감소조치를 취하거나, 비용적으로 최선의 안전조치를 강구하는 것으로 위험성평가지 현재의 안전관리를 반영하여야 한다. 여기에 사고의 발생가능성을 예측 할 수 있는 전문성 있는 평가자의 현재 안전관리에 대한 평가에 의하여 검출도가 높아질 수 있다

<표 4>는 검출도에 대한 5등급 구분 예시이다. 검출도는 안전관리를 통해서 사고의 잠재적 원인/메카니즘과 그 이후의 사고유형을 검출할 기회의 여부에 따라 영향을 나타내며, 심각도와 발생도와는 반대로 영향이 높을수록 낮은 등급으로 평가되어진다.

<표 5 > 검출도에 대한 5등급 구분 예시

영 향	기 준 : 안전관리에 의한 검출 가능성	등급
희 박	안전관리를 통해 사고의 잠재적 원인/메카니즘과 그 이후의 사고유형을 검출할 기회가 매우 희박하다.	5
낮 음	안전관리를 통해 사고의 잠재적 원인/메카니즘과 그 이후의 사고유형을 검출할 기회가 매우 낮다.	4
보 통	안전관리를 통해 사고의 잠재적 원인/메카니즘과 그 이후의 사고유형을 검출할 기회가 보통이다.	3
높 음	안전관리를 통해 사고의 잠재적 원인/메카니즘과 그 이후의 사고유형을 검출할 기회가 높다.	2
매우높음	안전관리를 통해 사고의 잠재적 원인/메카니즘과 그 이후의 사고유형을 검출할 기회가 거의 확실하다.	1

### 3.2 위험성평가모델

위험성평가 3요소인 발생도, 검출도, 심각도로 <그림 3>에서 제시하는 것과 같이 심각도와 발생도의 관계를 통하여 위험성A를 구하고, 심각도와 검출도의 관계를 통하여 위험성B를 구한 후, 위험성A와 위험성B의 곱으로 위험성C를 구하여 위험의 수용여부를 결정하는 방법을 제시한다.

위험성A는 <표2>에서 예시하였던 심각도의 5등급 척도와 <표3>에서 예시하였던 발생도의 5등급 척도를 매트릭스화 하여 곱으로 나타난 점수를 등급화 하여 구할 수 있다. <표 5>은 심각도와 발생도의 곱으로 나타난 점수를 5개 등급으로 구분한 예시이고, <그림 3>은 <표5>을 적용하여 등급화 한 것이다.

위험성B의 등급화도 위험성A와 같이 적용하였으나 상황이나 조건에 따라 범위를 다르게 적용할 수 있다.

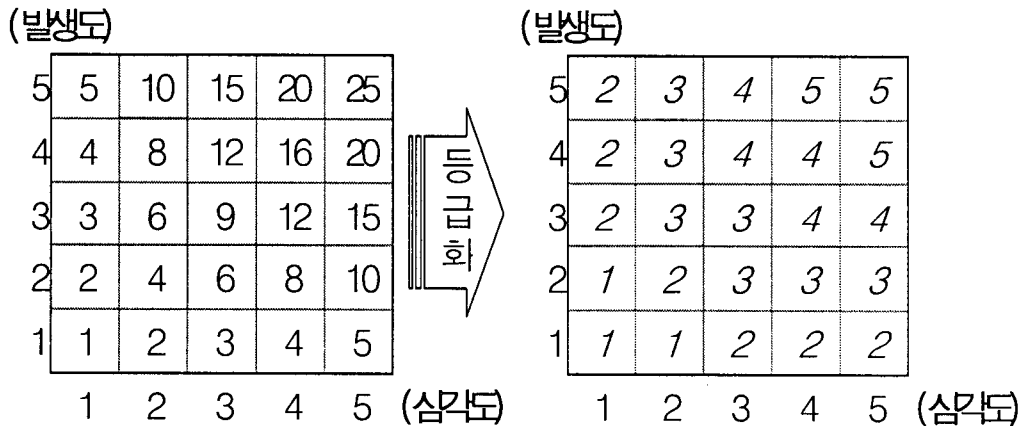
위험성C는 구해진 위험성A와 위험성B의 곱으로 구하며, 위험성C의 점수에 따라 수용할 수 있는 위험의 범위를 <표6>에서와 같이 미리 정해 놓고 대처해 나가는 방법이다.

<그림4>는 심각도, 발생도, 검출도를 관계를 통하여 위험성A, 위험성B, 위험성C를 구하는 위험성 평가모델을 도표화 한 것이다.

<표 6 >심각도와 발생도의 곱으로 나타난 점수를 5개 등급으로 구분한 예시

점수(심각도×발생도)	1~2	3~5	6~10	12~16	20~25
위험도A (등급)	1	2	3	4	5

<그림 3 > 위험도 매트릭스(점수를 등급화)



위험성평가표										
발생도					심각도	검출도				
5	4	3	2	1	등급	1	2	3	4	5
2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2
3	3	3	2	1	2	1	2	3	3	3
4	4	3	3	2	3	2	3	3	4	4
5	4	4	3	2	4	2	3	4	4	5
5	5	4	3	2	5	2	3	4	5	5
* 위험성A :						* 위험성B :				
* 위험성C :					(위험성A × 위험성B)					

<그림 7> 위험성평가 모델

<표 7 > 위험도C 점수에 따른 위험의 범위(예시)

위험범주	점수	위험의 상태	비고
극도의 위험	20~25	즉시 작업중단(작업을 지속하려면 즉시 개선을 실행하여야 하는 위험)	위험 작업 불허
매우위험	12~16	긴급 임시안전대책을 세운후 작업을 하되 계획된 정비.보수기간에 안전대책을 세워야 하는 위험	조건부 위험 작업 수용
중간정도의 위험	6~10	계획된 정비.보수기간에 안전감소대책을 세워야 하는 위험	
경미한위험	3~5	위험의 표지부착, 작업절차서 표기 등 관리적 대책이 필요한 위험	위험 작업을 수용함
안전 또는 미비한위험	1~2	현 안전대책 유지 및 주기적 표준안전 교육제공 필요한 위험	

평가방법에 있어서 심각도를 중심으로 발생도와 검출도를 각각 정량화 하여 위험성A와 위험성B를 구하므로 위험성C에는 심각도를 발생도와 검출도에 각각 적용함으로써 사고시 인적·물적 피해에 대한 가중치를 두었다. 이 평가방법은 사고를 예측하고 예방 할 수 있는 현재의 안전관리를 포함하여 추가 예방대책이 필요한지의 여부를 파악하는데 도움이 될 것으로 생각된다.



## 4. 결 론

사업장에서 유해, 위험요인을 찾아내고 각 요인에 대하여 위험정도를 정량적 또는 정성적으로 평가된 위험성에 대하여 위험수준의 감소조치를 취하기 위하여 위험성평가를 실시한다.

위험성 평가의 종류에는 안전성검토(Safety Review), 체크리스트법, 고장형태와 영향분석(FMEA: Failure Mode and Effect Analysis), 결함수 기법(Fault Tree Analysis), 사건수 분석기법(Event Tree Analysis)법 등 여러 가지가 있다.

본 연구는 FMEA를 활용한 사고형태 영향분석에 관한 연구에서 제시한 AMEA에서 사고의 발생원인인 4M1E(Man(사람), Machine(기계), Method(작업), Material(재료), Environment(환경))에 사고 발생시 예상되는 피해의 크기를 나타내는 심각도(Severity), 사고 발생의 가능성(빈도, 확률)을 나타내는 발생도(Frequency), 현 안전관리 상태를 나타내는 검출도(Detection)의 곱을 통해 위험우선순위를 결정하는 평가방식을 바탕으로 한다. 위험성평가 3요소인 심각도, 발생도, 검출도를 심각도와 발생도의 함수관계를 매트릭스로 나타내어 위험성A를 구하고, 심각도와 검출도의 함수관계를 매트릭스로 나타내어 위험성B를 구하여 위험성A와 위험성B의 곱으로 위험성C의 값으로 위험도 수준을 정하여 관리해 나가는 위험성 평가 방법이다.

위험성평가에서 사고의 발생시 가장 중요하게 작용하는 인적, 물적피해에 대한 심각도를 발생도와 검출도에 각각 적용함으로써 가중치를 두고 있으며, 사고를 예측하고 예방 할 수 있는 현재의 안전관리를 검출도에 적용함으로써 현재의 안전관리가 적정한지의 여부와 추가 예방대책이 필요한지의 여부를 파악하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

평가에 있어서 작업자에 대한 안전교육 및 안전수칙 준수, 보호구착용, 정기점검, 설비의 안전장치의 설치, 설비이력관리, 작업표준설정 등의 사고예방을 위한 현 안전관리 상태를 나타내주는 검출도는 중대사고 발생율을 낮추고 사고 발생시 심각성을 줄 일 수 있을 것이다. 이런 점에서 위험성평가를 통하여 현재의 안전관리 상태가 사고의 예방에 적절하게 관리되는가를 평가 할 수 있다.

여러 가지 위험성 평가 방법에 있어서 사고 및 재해 예방을 위한 위험성 평가에 심각도(Severity), 발생도(Frequency) 및 검출도(검지도; Detection)로 가지고 위험성 등급을 결정하는 위험성평가방법을 제시하였다.

## 5. 참 고 문 헌

- [1] 김병석, 나승훈, 시스템 안전공학, 형설출판사, 2002
- [2] 김건호, 김윤성, 권상면, 이강복, 박주식, 강경식, FMEA를 활용한 사고형태 영향분석에 관한 연구, 안전경영과학회지, 제6권1호, p11~23, 2004
- [3] 윤상용, 손두익, 위험기계의 위험성평가 및 제조물 책임대책 연구, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 2002

- [4] 박필수, 산업안전관리론, 중앙경제사, 1999
- [5] 박성현, 박영현, 이명주, 통계적공정관리, 민영사, 1998
- [6] 이우봉, 위험성평가, 안전경영과학회:춘계학술대회지, p571-592, 2006

## 저 자 소 개

- 김진호** : 현재 안산공과대학 산업경영과 부교수로 재직중이며, 성균관대 수학과에서 이학사, 이학박사 학위를 취득하고, 명지대학교 산업공학과 공학박사 학위를 취득했다. 주요 관심분야는 품질경영, 신뢰성공학, 안전보건경영시스템, 재난관리 등이다.
- 권상면** : 현재 두원정공(주) 안전보건관리자로 재직중이며, 순천향대 환경보건학과에서 공학사, 명지대학교 산업시스템경영학과 공학석사 학위를 취득했고, 주요 관심분야는 안전보건 관리시스템 분야 등이다.
- 이강복** : 현재 명지대학교 산업공학과 박사과정 중이며, 서울산업대 안전공학과에서 공학사, 명지대학교 산업시스템경영학과 공학석사 학위 취득 및 안전보건경영시스템 심사원 자격보유로 주요 관심분야는 안전보건경영 시스템 분야등이다.
- 김윤성** : 현재 안산공과대학 토목과 부교수로 재직중이며, 중앙대 토목공학과에서 공학사, 공학석사, 공학박사 학위를 취득했고, 주요 관심분야는 CM, 재난관리 분야 등이다.
- 박윤규** : 현재 한국안전교육원 원장으로 재직중이며, 명지대학교 산업공학과에서 공학박사를 취득했다. 주요 관심분야는 지게차 안전, 안전교육, 재난관리 분야등이다.
- 강경식** : 현 명지대학교 산업공학과 교수, 명지대학교 안전경영연구소 소장, 명지대학교 산업대학원 원장, 대한안전경영과학회 회장, 경영학박사, 공학박사