요 약 문

Ⅰ. 제 목

안전사고 원인해석 및 예방을 위한 법공학 연구기반 구축에 관한 기획연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

안전사고에 대한 과학적 분석을 통해 사고원인과 책임소재를 종합적으로 판단하고, 이를 통해 사고의 재발방지 및 사전예방을 위한 법공학 기반구축 계획을 수립한다.

1. 국내 안전사고 전문가 집단을 구성하고 이를 활용하여 국내외 법공학 관련 연구 환경, 동향, 기술수준의 정량적 평가지표를 제시한다.

2. 법공학 기반 구축을 위한 중점적 연구 기술분야 및 범위를 선정한다.

3. 사건 및 대상별 분과를 구분하고 구체적인 추진계획을 제시하여 법공학 기반 구축의 효율성을 제고한다.

4. 법공학 연구기반 구축을 위한 전략 및 중장기적 로드맵을 제시한다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

1. 국내·외 법공학 관련 동향 및 환경분석

가. 국내·외 법공학 관련 동향 및 환경분석

(1) 사건사고 사례 조사 및 통계적 분석을 통한 실태파악

(2) 기존의 판결문 조사를 통한 기존 국내 사건사고 사례 및 법공학적 접근 조사

(3) 사례들의 통계적 분석을 통한 기존 사건사고들의 특성 도출

나. 해외 법공학 체계에 대한 사전조사

(1) 해외 법공학자의 역할, 책임, 권한에 대한 조사

(2) 해당 기관들의 활동 현황 및 연관 인력, 정보, 기자재 등 인프라 조사

(3) 기관들 사이의 연계성 분석을 통한 기구축된 법공학 체계 조사 및 환경 분석

진행

다. 국내・외 법공학 관련 특허 동향

(1) 국내 안전사고와 결부되는 법공학 관련 특허 조사

(2) 산업계에서 활용되는 법공학 관련 특허 조사

2. 법공학 기반 구축을 위한 기술분야 및 연구범위 설정

가. 산업 분야별 안전 중요도 파악을 통한 적용대상의 우선순위 설정

(1) 사고 발생 빈도수를 기반으로한 안전 중요도 파악

(2) 사건사고 발생횟수 대비 인명피해 정도를 고려한 안전성 확보 대상 검토

(3) 물적 피해 규모에 따른 우선순위 검토

나. 사후대응 및 사고예방의 직・간접적 경제적 파급효과 분석을 통한 체계적 인프라, 네트워크 구축 관련 중점 연구개발 분야 선정

(1) 기존 대형사고의 사후대응경비 조사 및 파급효과 분석

(2) 사건사고 분류에 따른 사고예방시스템 도입을 위한 경제적 비용 산출

(3) 사고예방을 위한 인적 네트워크 구축이 시급한 연구개발 분야 선정

(4) 사고원인조사 및 예방기술의 심층 비교분석을 통한 첨단 신뢰성기술 개발 필요분야 선정

다. 사건사고 원인조사를 위해 활용되는 기존 파손해석기술 분석을 통한 한계점 파악

라. 최신 논문검색 및 학술대회 참가를 통한 신뢰성평가기술 및 예방기술 동향 조사

마. 기존 기술의 개선방안 도출 및 추가적인 연구개발 분야 선정

3. 법공학 연구기반구축 전략수립 및 발전방향 제시

가. 전문성 향상을 위한 사건사고 및 대상별 분과 구분활동에 대한 추진계획 제시

(1) 사건사고의 원인해석과 관련된 전문인력조사 및 분과구분

(2) 법공학 관련 활동 및 연관 이력, 기보유 정보 기자재 등 인프라 조사

(3) 공공안전에 대한 분과별 연구추진전략 제시

(4) 공공적용 및 사회적용분야 모색 및 협력체계 설정

나. 공공안전 확보를 위한 법공학 기반의 유기적 종합관리체계 구축에 관한 중장기적 로드맵 제시

(1) 법공학 사례의 종합적인 관리를 위한 DB 구축 전략 제시

(2) 사건사고 사례를 기반으로 한 예방시스템 구축 체계 마련

(3) 사고원인분석결과 및 사고예방을 위한 사고사례 홍보방안 제시

다. 분석, 평가, 해석기술의 법공학적 활용을 위한 연구방향 제시

(1) 분석 및 평가기술과 관련된 기술보유인력 인증제도 마련

(2) 해석결과의 법적 효력발휘를 위한 전담기관 인증절차 마련

(3) 향후 법공학 전문인력 집중육성 및 연구방향 제시

Ⅳ. 연구개발결과

1. 국내·외 법공학 동향 및 환경분석

가. 사건사고 사례 및 통계적 분석을 통한 법공학 실태

(1) 법공학 관련 사건사고의 범주

법공학과 관련된 사건사고의 범주는 발생빈도와 피해규모를 감안하여 사건사고 중심과 사고대상 중심으로 나눌 수 있다. 사건사고 중심에는 안전사고, 교통사고, 화재사고가 포함되며, 사고대상 중심에는 인체손상과 제품/설비손상, 그리고 문서영상사고로 나뉘게 된다. 하지만 법공학에서는 사건사고의 범주를 구분 짓는 것이 큰 의미는 없다. 사건사고가 특정분야에서 일어나는 것이 아니라 생활 및 산업 혹은 자연현상에 의해 발생하기 때문에 법공학적 사건사고의 범위는 자연, 생활, 산업 모든 인간활동 전 범위를 포괄한다 볼 수 있다.

(2) 사건사고 판례와 법공학적 접근

본 보고서에서는 안전사건사고와 관련된 17건의 판례를 조사하였으며, 20가지 사례를 조사하였다. 조사된 판례와 사례가 법공학적 안전사고의 모든 부분을 대표한다고 볼 수는 없지만 법공학적 DB가 부족하고 조사자체가 어려운 점을 감안했을 때 어느정도의 발생추이는 확인할 수 있다. 판례를 분석해 본 결과, 안전사고는 추락사고가 8건으로 가장 많은 빈도를 나타냈으며, 그 다음으로 우천으로 인한 침수사고와 가스사고가 각각 그 뒤를 이었다. 그 외 전파사고, 폭발사고, 감전사고, 추돌사고가 조사되었다. 사례를 분석해본 결과, 안전사고는 주로 중공업이 밀집되어 있는 영남권에서 높은 발생률을 나타내었으며 조선업, 건설업과 같이 사업장의 규모가 크고 취급하는 물품이 큰 업종에서의 사고가 일반 제조업보다 높음을 알 수 있었다.

사업장 구조물의 전도, 위험가스 노출, 안전시설의 미비, 충돌과 같은 원인으로 사고가 발생하였다. 하지만 안전사고는 단순히 하나의 원인으로 발생하는 것이 아니라 여러 복합적 원인에 의해 발생하므로 판례의 사고원인을 기술적, 문화적, 정책적 측면에서 분석해 보았으며 그 결과 낮은 안전의식과 안전불감증으로 인한 인적오류(Human error)로부터 발생하는 사고가 조사된 판례의 40%에 해당하였다. 낮은 안전의식 다음으로 안전사고 발생원인이 높은 것은 안전정책 및 관리상의 문제로 34%였으며 기술적 문제로 인해 발생한 사고는 26%에 해당하였다. 사례의 경우는 안전조지 미실시가 32%로 가장 큰 사고발생 요인이었으며, 작업자 과실 18%, 작업환경 부주의 14%, 안전시설 미설치 14%, 안전수칙 무시 11%의 순으로 분석되었다. 안전사고를 예방하고 보다 안심할 수 있는 사회를 위해서는 공학기술분야, 문화분야, 법 및 정책적 분야에서 상호영역별 교류와 협업을 수행해야 하는 것을 알 수 있었으며 산업계에서는 안전사고를 방지하기 위한 홍보와 교육을 더욱 자주 실시하고 사고가 일어나지 않도록 꾸준한 안전감시를 수행해야 함을 알 수 있었다. 판례와 사례조사를 통해 법공학적 개념을 도입한 통합형 종합안전시스템의 신속한 구축이 필요함을 확인할 수 있었다.

(3) 법공학 관련 재난 및 안전사건사고의 통계적 분석

안전사고에 대한 판례조사와 사례조사를 통해 분석된 결과는 데이터베이스의 양이 적고 관련정보를 조사하는데 한계가 있었다. 판례의 경우 법공학과 관련된 판례를 찾는 것이 원활하지 않았으며, 사례의 경우 너무나 많은 기관에서 개별적으로 DB를 관리하고 있어서 조사범위가 광범위한 어려움이 있었다. 때문에 『소방방재청의 재난연감 2011』 자료를 활용하여 국내 안전사건사고에 대한 분석을 진행하였다. 2011년도에 발생한 재난은 총 286,851건으로 365,947명의 인명피해, 3,924억원의 재산피해가 발생하였다. 2010년 대비 발생건수는 2.2% 증가하였으며, 인명피해는 0.3% 감소된 것으로 나타났다. 특히 도록교통사고는 221,711건으로 전체 인적재산의 77.3%, 화재는 43,875건으로 15.3%를 차지하여 도로교통 및 화재사고가 전체 인적재난 발생건수의 92.6%를 차지하는 것으로 나타났다. 안전사고 통계분석 결과 사고발생원인 중 가장 높은 인자를 도출하여 사고발생과의 상관관계를 살펴보면 각각의 안전사고 종류마다 취급자 및 이용자들의 부주의와 안전수칙 불이행으로 인한 사고가 대부분임을 알 수 있다. 표 1에 적힌 사고원인인자는 대부분의 사고에서 30% 이상의 범위를 차지하기 때문에 안전에 대한 높은 의식수준과 안전수칙을 제대로 지킨다면 현재 국내에서 발생하는 안전사고의 많은 부분을 감소시킬 수 있다는 분석이다. 앞서 안전사건사고 판례와 사례 그리고 통계에 의한 결과를 비교했을 때, 결국 자연에 의해서 혹은 기계적 문제에 의해 발생하는 재난 및 안전사고의 빈도보다는

사람의 실수나 부주의에서 오는 인적오류에 의해서 발생하는 재난 및 안전사고의 비율이 훨신 높음을 알 수 있다. 법공학 기반구축의 최종목표는 안전사고의 예방과 재발방지에 있으며 안전관련 제도나 안전관련 기술의 개발보다는 우선적으로 범국민적인 안전문화 고취를 위해 법공학적 요소를 활용하는 것이 올바른 추진 방향일 것이다.

표 1. 안전사고 발생원인 주요인자

	안전사고 종류	사고발생 주요 원인인자	발생건 수
자연재난	산불사고	입산자실화	110건
	해양사고	기관고장	540건
	환경오염사고	유류 및 화학물질 유출	37건
인적재난	가스사고	사용자 취급부주의	38건
	화재사고	취급자 부주의	20,238건
	폭발사고	고의적 사고	15건
	전기사고	충전부 직접접촉	258건
	붕괴사고	시설관리부실	108건
	추락사고	안전수칙불이행	927건
	공단 내 시설사고	화재	8건
	승강기사고	이용자과실	85건
	농기계사고	운전부주의	918건
	도로교통사고	안전운전불이행	123,744건

(4) 안전 사건사고의 특성

안전사고 판례와 사례 그리고 통계자료를 통해 사고발생원인을 분석한 결과 안전부주의에 의한 사항을 제외하고 법공학적 측면에서 고려되어야 하는 부분은 재료공학과 기계공학에 기반한 기계안전사고, 화학공학에 기반한 화공안전사고, 그리고 조선업과 제조업을 제외했을 때 가장 높은 사고율을 보였던 건설안전사고와 전기안전사고일 것이다. 각각의 사고별 특성은 다음과 같다.

(가) 기계안전사고

기계에 의한 재해는 재래식 기계들이 사라짐에 따라 빈도수가 감소하는 추세에 있으나, 한편으로는 기계의 대형화, 고용량화 등으로 사망과 같은 중대재해가 많이 발생하고 있다. 우리나라에서 산업별 재해발생원인에 대한 조사와 사망재해발생원인에 대한 조사결과를 보면 기계장치 등에 의한 재해가 전체의 60% 이상을 차지하는 것이 일반적이다. 또한, 위험기계에 대한 중대재해의 주요 기인물을 조사한 결과 프레스, 롤러, 연삭기, 둥근톱, 크레인에 의한 재해가 전체의 80 % 이상을 차지하고 있어 이들 기계가 안전측면에서 중점적으로 관리되어야할 대상이라 할 수 있다. 기계안전의 기본원칙은 외형의 안전화, 기능의 안전화, 구조의 안전

화, 근본적 안전화, 작업의 안전화, 보전작업의 안전화가 있다.

표 2. 기계사고의 원인 분류

인적요인	물적요인
1. 성급한 불완전한 행동 2. 미숙력, 무지, 판단력 무경험 등의 작업자의 능력부족 3. 교육미비, 안전교육 부족, 표준화 및 통제 부족 등의 교육적 결함 4. 산만한 부주의 결함 5. 피로, 스트레스 등의 정신적 결함	1. 보명, 정초, 청결, 정리, 정돈 등의 환경불량 2. 비상출구, 부적당한 방화대책 등의 구조물의 불안전 3. 작업계획 불량, 기계배치 불량 등의 계획불량 4. 보호구, 보호의 결함 등의 안전보호의, 보호구의 부적합 5. 기기, 기구의 결함

(나) 건설안전사고

건설공사에 있어서 안전관리는 각종 건설공사에서 인간의 생명 보존과 상해를 예방하기 위하여 여러 재해 요인을 사전에 검토하고 교육과 훈련을 실시하여 정신적으로나 신체적으로 안전을 도모함으로써 목적하는 구조물을 계획・시공・유지하기 위한 관리기능을 의미한다. 건설재해의 원인으로는 작업환경의 특수성, 작업자체의 위험성, 공사 계약의 편무성, 고용의 불안정과 근로자의 유동성, 신기술・신공법에 따른 안전문제, 하도급에서 발생되는 문제, 근로자의 안전의식 부족, 당해연도 예산회계제도에 따른 공사 시기의 부적정성 등이 있으며, 건설사고방지대책으로는 계획 및 설계시의 안전보건대책 강화, 기계, 설비, 공법 등의 안전성 확보, 안전・보건관리 체제의 정비, 안전보건기술 기준의 강화, 안전보건교육의 강화, 건강장해방지대책의 강화 등이 있다.

(다) 화공안전사고

화학물질은 현대사회를 더욱 편리하고 풍요롭게 하는 원천이 되고 있다. 그러나 화학물질은 쉽게 감지하기 어려운 화학에너지와 독성을 가지고 있는 경우가 많아 이로 인하여 화재나 폭발을 일으키거나 중독으로 엄청난 인명피해는 물론 재산상의 손실과 환경파괴의 원인이 되기도 한다. 우리나라에서는 1960년대 이후 경제 및 산업구조를 근대화시키기 위해 정부 주도의 중화학공업 육성정책에 따라 화학공업 분야는 눈부신 발전을 이루어 왔으며, 이에 비례하여 각종 공정설비의 규모가 커지고 복잡해짐에 따라 화재, 폭발 및 독성물질의 누출 등 중대 산업사고로 발전될 수 있는 잠재적 위험성이 증대되어 왔으며, 특히 설비 노후화가 시작된 1980년대부터는 끊임없이 중대 사건사고가 발생하고 있다. 화학공장의

특징과 위험요인으로는 공장 내에 다양한 종류의 화학물질을 대량으로 보유하고 있는 점, 대규모 기술집약적 장치산업으로 건설하는데 막대한 비용과 시간이 필요하다는 점, 공정이 고도의 전문기술이 필요한 다양한 공정기기들로 구성되어 있다는 점이 있으며 안전사고를 예방하기 위해서는 고도의 숙련된 경험과 지식 그리고 체계적인 안전시스템이 필요하겠다.

(라) 전기안전사고

일반적으로 감전사고는 다른 사고에 비하여 발생률은 낮으나 일단 사고가 발생하면 치명적인 재해를 입는 경우가 많으며, 또한 다행히 생명을 건졌다하더라도 불구가 되는 예가 적지 않다. 전기사고가 오랜 기간 발생하지 않았다 하더라도 반드시 전기설비나 작업방법이 안전하다 볼 수는 없으므로 과거의 무재해 실적이 현대의 안전을 보장해 주지는 않는다. 전기감전사고의 형태는 우리나라의 경우 전기작업과 직접관련이 없는 일반작업자에게 많이 발생되고 일반작업자의 경우에는 생산설비인 저압전동기의 누전에 의해서 전기작업자의 경우에는 정전 또는 활선, 활선근접 작업시의 안전수칙 미준수로 발생되며 일반적으로 고압이 더 위험하나 실제 재해발생은 고압보다는 저압에서 훨씬 많이 발생하고 있다. 즉 산업현장의 생산설비에서 설비미비와 유지관리 미흡 등으로 인한 누전사고, 그리고 불충분한 교육으로 인해 안전수칙 미준수로 인한 감전사고가 발생하고 있다. 전기안전사고의 재해방재대책으로는 직접 접촉에 대한 방지대책과 간접 접촉에 의한 방지대책을 구분 지어야 한다.

나. 해외 법공학 체계

(1) 해외 법공학자의 역할, 책임, 권한

(가) 일본의 법공학자

① 수사단계에서의 감정과 감정의 평가

일본의 감정은 법원이 명하는 감정과 수사기관 등의 촉탁에 의한 감정을 구분된다. 법원의 명에 의한 감정은 감정인이 되며, 수사기관의 촉탁에 의한 감정은 감정수탁자가 된다.

표 3. 일본의 법공학자 구분

감정인	감정수탁인
1. 법정에서의 선서가 요구됨 2. 법정의 입회권이 부여됨 3. 법정에서 증인으로 진술 가능 4. 허위 감정죄의 주체가 됨	1. 법정에서의 선서가 요구되지 않음 2. 법정의 입회권이 부여되지 않음 3. 법정에서 증인으로 진술 가능 (학설상 다툼이 있음) 4. 허위 감정죄 주체 여부는 논란 중임

② 공판단계에서의 감정과 감정의 평가

공판단계에서 정규의 감정인은 법원의 감정인이며 사건사고 당사자의 감정인은 아니다. 법관의 보조자로서 법관의 부족한 전문지식을 보충하는 성격을 가진다. 일본의 감정인은 감정을 기피할 수 있으며 법규상으로 “성실하게 감정을 행하는 것을 방해할 만한 사정이 있을 때”에는 기피를 인정해야 한다는 규정을 두는 것이 바람직하다고 한다. 감정결과를 통한 판결의 고유권한은 판사에게 있으며, 만일 판사가 감정결과에 의문이 있는 경우 재감정을 행하게 할 수 있다. 감정과정에 의문이 있는 경우 감정과정에서의 오류를 감정하는 별도의 감정을 할 수 있으며 감정결과는 합리적인 의심을 두어서는 안된다.

(나) 독일의 법공학자

① 감정인의 지위 및 역할

감정인의 활동은 해당 전문분야의 경험칙에 관한 지식을 법관에게 전달하는 것이다. 감정인은 사실의 평가에 관해서만 활동하고 법관의 판결에 도움을 주어야 할 뿐 사실을 평가해서는 안된다. 감정인은 자신의 견해와 다른 부분에 대해서도 객관적인 설명을 해야한다. 하지만 실무적인 관점에서 볼 때, 감정인의 역할이 단지 법관의 보조자에 그치는 것이 아니라 법원의 판결에 결정적 영향을 미치고 법관의 심증형성을 좌우하는 경우가 있는 경우가 문제로 지적되고 있다.

② 감정인에 관한 법적 규율

감정인은 일반증인과 기능적, 성격적 차이가 있어 달리 취급된다. 감정인의 선임과 수의 결정은 법관이 행하나 수사기관에서 감정을 의무화 하고 있으며, 이때 선임된 감정인의 계속감정여부는 법관이 결정한다. 감정인은 공적으로 임명된자, 해당전문분야에 지식에 관한 학문이나 기능을 갖춘 적합한자를 선임할 수 있다. 감정인은 증언거부권을 행사할 수 있으며 증언의 의무를 면제하고 있다. 구인에 의한 출두나 신병구속에 의한 증언의 강제는 허용되지 않는다. 법관은 감정인의 활동을 지휘할 수 없다. 형사사건사고의 경우 감정인의 관여는 의무화 되어 있다. 감정결과에 의문이 남거나 감정과정에 오류가 있다고 판단되는 경우 법원은 재감정

을 명할 수 있으며 이 경우 진실의 발견에 기여할 수 있는 모든 증거조사가 실시되어야한다는 관점에서만 재감정의 심문이 요청될 수 있다.

(2) 해외 법공학 기관 체계 및 환경분석

(가) 해외 법공학 학술원

해외 법공학 학술원의 경우, 미국은 '국립 법공학 아카데미 (NAFE)'와 유럽의 '유럽법과학아카데미(EAFS)'가 있다.

※ 국립 법공학 아카데미 (NAFE) - 법률 전문가에게 공학적 지식전달 및 자문, 법공학 인재양성, 법공학 관련 학술 진흥의 역할 수행

※ 유럽 법과학 아카데미 (EAFS) - 법과학 용어 사전편찬, 법공학 관련 학술진흥, 감정결과의 품질보증 및 향상

미국이나 유럽의 법공학 관련 학술원의 역할 및 기능은 비영리 목적의 학술진흥과 인력양성 그리고 사건사고감정이다.

(나) 해외 법공학 협회

해외 법공학 협회의 경우, 미국의 '법공학·법과학자 협회 (SFES)'가 있다.

※ 법공학·법과학자 협회 (SFES) - 법공학 관련 사업정보 제공 및 공유, 법공학 관련 직종의 각종 기준 제시, 사건사고에 관한 전문가 지식제공, 법공학 인재양성

특이한 점은 법공학 관련 사업을 하는 사람들에게 사업정보를 제공한다는 점과 윤리규범이나 권리, 의무와 같은 각종 사업관련 기준을 제시한다는 점이 있다.

(다) 해외 법공학 연구소

해외 법공학 연구소의 경우, 네덜란드의 '네덜란드 법과학 연구소 (NFI)'와 '프랑스 헌병대 과학수사연구소 (IRCGN)' 이 있다.

※ 네덜란드 법과학 연구소 (NFI) - 사건사고현장의 증거조사, 증거물의 검사 및 분석, 법정 전문가 증언

※ 프랑스 헌병대 과학수사연구소 (IRCGN) - 법적 문제, 수사적 문제에 대한 과학적 지식제공, 범죄현장 전문가 및 수사관을 위한 교육과정 개발, 법과학분야에서의 연구와 개발

(라) 해외 법공학 네트워크

해외 법공학 네트워크의 경우, 유럽의 '유럽 법과학 연구소 네트워크 (ENFSI)'가 있다.

※ 유럽 법과학 연구소 네트워크 (ENFSI) - 법공학 관련 기관의 운영 및 감정결과 분석의 품질향상을 위한 기준제시, 사건사고 증거물의 분석 능력향상을 위한 활동

주로 유럽지역에 있는 여러 법공학 관련 기관들의 구심적 역할을 수행하

며, 관련 정보공유와 기준제시와 감정결과의 향상을 위한 활동을 수행한다.

(3) 각 기관들의 연계성 분석을 통한 해외 법공학 체계 및 환경분석

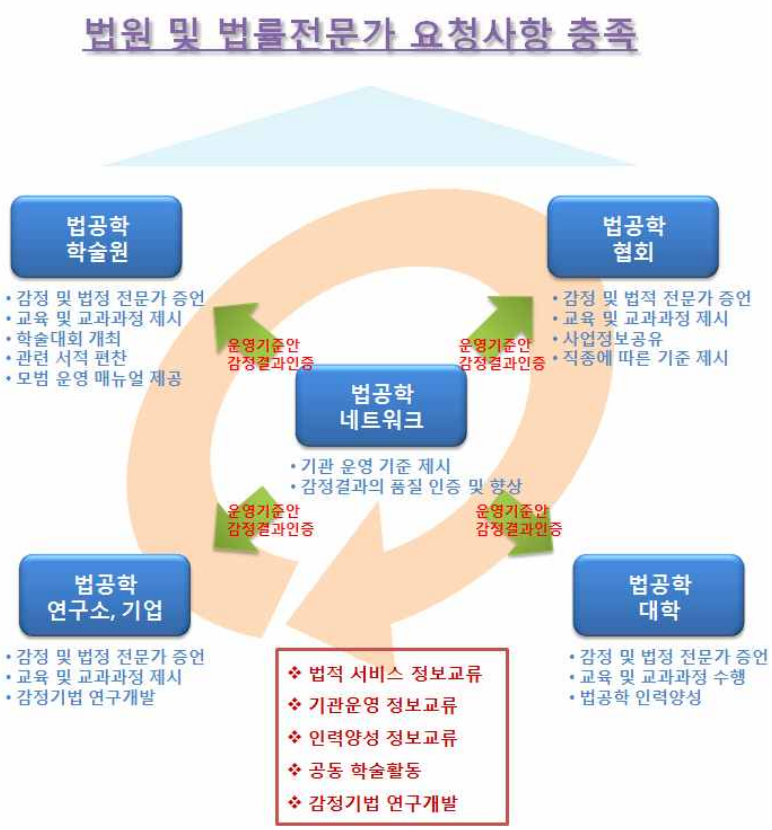

그림 1. 해외 법공학 기관 연계성

해외 법공학 기관들은 법공학 기본업무인 안전사건사고의 감정은 수행하되 각 기관의 고유특성을 활용하여 서로 정보공유를 한다. 감정기법의 연구개발을 위해서는 학술대회나 워크샵을 통해 서로간의 의견을 교류하고, 인력양성을 위한 방안은 홈페이지에 교과목과 교과과정의 내용을 공개하여 필요한 사람은 접근해서 열람할 수 있도록 하였다. 또한 여러 법공학 기관들에는 대학에 있는 교수들이 회원으로 가입하여 다양한 활동을 수행하고 있다. 법공학 관련 사업을 진흥하기 위해 관련 업종의 사업관련 정보를 제공하기도 하며, 법공학 네트워크 기관을 두어 각 기관에 참고용으로 모범 기관운영기준안을 배포하기도 한다.

다. 법공학 관련 특허

국내 안전사고와 결부되는 법공학 관련 특허는 미비하게 등록되어 있다. 한국과학기술원, 엘지전자 등의 기관에서 관련 특허를 등록한 실정이나 주로 범죄사고 후 증거수집 및 분석에 치우쳐 있어 안전사고를 취급하는 법공학과는 차이를 보이고 있다. 해외 특허 중 '포렌식 시스템과 포렌식 방법 및 포렌식 프로그램'이란 특허는 특정인에 대한 정보를 입력하면 그 사람의 과거 소송과 관련된 이력 등이 조회될 뿐 안전사고를 대상으로 하는 법공학적 특허라 보기에는 어려움이 있다.

2. 법공학 기반구축을 위한 기술분야 및 연구범위

가. 산업분야별 안전사고 분석을 통한 법공학 적용대상의 우선순위

(1) 안전사고 발생 빈도수 기반 안전 중요도

표 4. 2009년 ~ 2011년 국내 안전사고 평균 발생 건수

(단위 : 건)

구분	분류	사고명	발생건수	사고명	발생건수	사고명	발생건수
자연재난		산불사고	376	해양사고	1,766	환경오염사고	83
인적재난	생활재해	놀이시설사고	91	물놀이사고	55	익사사고	2,744
	산업재해	생활체육사고	1,238	등산사고	3,232		
		가스사고	135	화재사고	44,352	폭발사고	45
		전기사고	582	붕괴사고	283	추락사고	1,769
		공단시설사고	22	승강기사고	114	농기계사고	663
		보일러사고	3	광산사고	30		
	교통재해	교통사고	226,860	열차사고	190	지하철사고	135
		항공기사고	9	유도선사고	1		

표 4.는 소방방재청에서 발간된 '2011 재난연감'의 자료를 기초로 분석된 통계이다. 2009년도에서부터 2011년도 까지 국내에서 발생한 재난 및 안전사고의 발생건수를 평균해 보았다. 생활재해에서는 생활체육사고와 등산사고 같이 시민들의 체육활동이나 레져활동으로부터 발생하는 안전사고의 건수가 기타 산업재해보다 높게 산출되었다. 이는 산업계에서는 안전에 대해 그간의 산업화를 진행하면서 지속적으로 관심을 두어서 미연에 방지하고자 하는 노력을 수행했지만 경제가 성장사고 국민소득이 높아지면서 시민들의 야외활동이 증가하게된 것이 하나의 주된 이유로 판단된다. 산업

재해에서는 화재사고와 추락사고가 기타 다른 산업재해보다 높게 산출되었는데 안전수칙 미이행과 부주의가 원인인 것으로 생각해 볼 수 있다.

(2) 안전사고 발생 빈도수와 안전 중요도를 고려한 법공학 기반구축 분야

사고 빈도수가 높은 사고분야 중 법공학 기반구축을 위한 우선순위 분야는 교통사고 분야와 화재사고 분야, 그리고 추락사고 분야가 적절할 것이다. 다른 사고 분야 역시 낮은 안전의식이 사고발생의 주요요인이었지만 등산사고와 익사사고의 경우 법공학의 테두리 안에서 시스템이나 체계로 개선되기 보다는 사람들의 인식과 의식수준 자체를 개선하는 것이 더 효율적인 것으로 판단된다. 또한 해양사고의 경우 법공학 기반 구축을 통한 안전체계 확립이 필요하지만 사고발생빈도가 교통사고, 추락사고에 비해 비교적 적음으로 우선순위에서는 제외된다. 본 보고서에서 조사한 안전사고 관련 판례와 사례를 살펴보았을 때도 등산사고와 익사사고는 찾아보기 힘들었다는 점이 두 사고를 법공학 기반구축의 우선순위 분야에서 배제한 근거가 될 수 있다.

(3) 안전사고 인명피해 기반 안전성 확보 대상

표 5. 2009년 ~ 2011년 국내 안전사고 평균 인명피해자 수

(단위 : 명)

구분	분류	사고명	피해자수	사고명	피해자수	사고명	피해자수
자연재난		산불사고	5	해양사고	156	환경오염사고	0
인적재난	생활재해	놀이시설사고	73	물놀이사고	59	익사사고	887
	산업재해	생활체육사고	1,224	등산사고	2,606		
		가스사고	222	화재사고	2,065	폭발사고	79
		전기사고	582	붕괴사고	233	추락사고	1,436
		공단시설사고	38	승강기사고	143	농기계사고	657
		보일러사고	10	광산사고	31		
	교통재해	교통사고	357,432	열차사고	192	지하철사고	148
		항공기사고	10	유도선사고	1		

안전사고의 발생빈도와 인명피해수를 비교해 보면 발생빈도가 높은 사고분야가 인명피해자 수가 높은 경우도 있고, 그 반대의 경우도 있다. 대부분의 사고분야에서는 발생건수보다 인명피해가 높은 것을 알 수 있었다. 하지만 환경오염(기름유출)사고나 붕괴사고, 산불사고, 해양사고, 추락사고, 화재사고 분야에서는 발생건수는 높지만 인명피해는 적었던 것을 알 수 있다. 발생빈도에 비해 인명피해가 높은 분야는 보일러사고, 공단 내 시설사고, 폭발사고, 가스사고, 도로교통사고가 있다.

(4) 안전사고 발생빈도, 안전사고 인명피해, 발생빈도와 인명피해를 고려한 법

공학 기반구축 분야

안전사고 발생 빈도수와 안전사고 인명피해 수를 고려했을 때, 국내에서 가장 많이 안전사고가 발생하고 인명피해가 있는 분야는 교통사고 분야, 화재사고 분야, 등산사고 분야, 익사사고 분야, 추락사고 분야, 해양사고 분야, 생활체육사고 분야인 것을 알 수 있었다. 안전부주의와 안전불감증이 사고발생의 가장 큰 원인으로 파악되었다. 사고발생빈도와 인명피해를 고려했을 때 법공학 기반구축이 우선적으로 필요한 분야는 교통사고와 화재사고 그리고 추락사고 분야가 적절할 것으로 판단된다. 앞서 기술한 바와 같이 등산사고와 익사사고, 생활체육사고 분야의 경우 부주의에 의해 발생한 경우가 대부분이며 이는 법적인 체계나 공학적인 기술로 사고를 방지하는 것은 한계가 있을 것이다. 조사결과 음주상태에서 등산을 하거나 수영을 하는 것이 주요 사고의 원인이며 이를 법으로 금지하고 감사하는 것은 한계가 있을 것이다. 근본적으로 사람들 개개인의 안전에 대한 확고한 의식이 있어야지만 사고를 예방할 수 있을 것 이다.

(5) 재산피해에 따른 안전성 확보 우선순위

안전사건사고로 인한 재산피해를 산출하려는 여러시도를 수행해 보았으나, 정확한 재산피해액의 산출이 어려운 점과 비공개성 자료가 많아서 데이터베이스가 충분하지 못하였다. 또한 확보한 자료 역시 정확성에 의심이 가는 자료가 대부분이었다. 재산피해액을 산출하는 방법, 산출기준에 대한 의구심이 있었다. 때문에 본 보고서에서는 재산피해를 포함하여 법공학 기반구축 필요분야는 앞선 분석에 따라 교통사고, 화재사고, 추락사고를 기본으로 선정하고 추가로 가스사고와 폭발사고를 고려하였다. 산업계에서 발생하는 가스사고, 폭발사고는 발생빈도는 낮지만 한번 발생하면 피해액이 천문학적 수치로 올라갈 뿐 아니라 피해범위가 광범위하기 때문이다.

(6) 법공학 기반구축을 위한 우선순위 사고분야 및 안전화 방안

(가) 교통사고 - 교통안전은 정부나 관계기관이 아무리 많은 안전시설을 제공하고, 사고위험요인을 규제한다 해도 이용자 자신의 안전의식 없이는 달성하기 어려운 목표일 수 있다. 교통안전시설의 공급, 적절한 교통규제는 교통사고의 발생을 줄이는데 확실히 기여한다. 그렇지만, 이용자의 행태는 외부적인 요소로는 개선되기 힘들다. 본질적으로 이용자 자신의 의식전환이 필요하다. 이를 위해서는 정부와 관계기관에서는 교통사고를 저감할 수 있는 교통안전의 정책목표를 설정하고 이를 실천할 수 있는 교육과 홍보 등에 나서야 한다. 우리나라는 어린이, 고령자를 포함한 보행자 사고 역시 많다. 이를 저감시키는 방법 또한 운전자나 이용자의 의식변화, 행태변화를 유도할 수 있는 지속적인 교육과 홍보라 할 수 있다. 또한 초보 운전자에 대해서도 적절한 안전운전교육은 물론 여러 가지 상황에 대한 안전운전실습도 필요할 것이다.

(나) 화재사고 – 화재안전을 위해서 각 기관들은 “체험+참가+학습‘을 통한 단계별 교육을 지향해야 한다. 체험형은 안전체험관 등 전용 체험시설 건립·운영 등을 통해 안전의식을 기를 수 있는 각종 기구들을 즐기며 체험할 수 있는 교육이며, 참가형은 열린 소방서 운영 등의 목적의식을 가질 수 있는 형태의 학습을 진행하는 것이 중요하다. 또한 학습형은 흥미를 유발하는 안전교재 등을 개발하여 활용할 수 있는 방안이다. 정부에서는 화재교육에 반드시 필요한 안전교재의 지속개발·보급 및 활용방안을 마련하기 위해 전문적인 안전교재를 개발·보급해야 할 것 이다.

(다) 추락사고 – 추락사고의 저감을 위해서는 총 5단계의 순서를 고려하여 대책을 세우는 것이 바람직 할 것이다. 1단계는 추락사고 예방을 위해 사고발생 주요인자를 파악하고 적용대상과 적용범위를 결정하는 것이고, 2단계는 추락사고 예방을 위한 사고율 기준치나 개선목표치를 설정하는 것이다. 3단계는 추락사고에 대한 정량적 분석을 수행하고, 4단계는 위험관리 전략을 효과대비 비용을 분석하여 재 시행하는 것이다. 5단계는 관련 지수들을 관측하며 향후의 전략들을 개선해 나가는 것이 중요하다.

(라) 가스사고 – 가스사고 발생율을 저감하기 위해서는 환기와 배기가 충분히 될 수 있도록 작업환경을 재설계해야 한다. 또한 환기장치가 제대로 설치되어 있다해도 이를 정기적으로 잘 유지·관리 해 나가는 것이 필요하다. 인간의 능력과 필요에 적합한 작업이 될 수 있도록 인간공학적 요소를 반영하여 작업환경을 개선해 나가는 것이 필요하다.

(마) 폭발사고 – 폭발사고 저감을 위해서는 예방적 차원과 긴급상황시의 긴급대책을 나누어서 생각해야 한다. 예방적 대책은 연소범위 내의 혼합기 형성 저기 목적으로 가연조건의 성립을 저지하며 발화원을 저지하는 것이다. 긴급대책으로는 압력센서, 온도센서, 농도센서 등으로 이상을 발견하는 것이며 경보를 하는 것에 해당한다.

나. 법공학 관련 인프라 및 인적 네트워크 구축이 필요한 연구개발 분야

(1) 대형 사건사고의 사후 대응경비 및 파급효과

본 연구에서는 각종 매스컴자료와 논문, 보고서, 보도자료를 중심으로 인명피해 규모가 10인이상, 2009년부터 시작하여 물가기준으로 재산피해가 100억원 이상 발생한 것을 대형사고라 정의하고 경제적 피해와 피해복구비에 대한 정보를 조사해 보았다. 그 결과는 다음과 같다.

※ 2009년 11월 부산 실내사격장 화재사고 – 10인 사망, 6인 부상, 4500만원 이상의 재산피해

※ 2010년 07월 인천대교 버스 추락사고 –14인 사망, 10인 부상, 12,9000만원 이상의 재산피해

※ 2010년 11월 포항 요양원 화재사고 – 10인 사망, 17인 부상, 15,000 만원 이상의 재산피해

※ 2012년 05월 부산 노래방 화재사고 – 9인 사망, 25인 부상, 135,000 만원 이상의 재산피해

※ 2012년 09월 구미 가스누출 사고 – 5인 사망, 18인 부상, 5,540,000만 원 이상의 재산피해

※ 2013년 03월 여수산업단지 폭발사고 – 6인 사망, 11인 부상, 240,000 만원 이상의 재산피해

조사를 수행한 결과 인명피해의 경우 보험요건 등의 기준과 병원치료비 등을 고려하여 어느정도의 피해액과 사후 대흥경비가 조사되었지만, 피해금액의 산정에 있어서 정확한 재산상, 경제상의 비용을 조사하기는 어려웠다. 통계자료나 보도자료 등 경제적 비용산출을 위한 DB가 부족한 실정이었다. 이러한 문제를 해결하고자 소방방재청 국립방재교육연구원 방재연구소에서는 재해가 발생했을 때 신속하고 객관적으로 피해현황을 조사하고 복구액 산정을 하기 위해 지구관측 인공위성, 무인 헬리콥터, 소형 항공기, PDA, 일반 디지털 카메라를 이용하여 재해 현장을 촬영하고 분석하는 시스템을 개발 중에 있다. 이러한 재해 피해조사 연구는 그 자체로도 통계적 가치와 경제적 손실비용 산출에도 기치가 있지만 국내에 법공학 기반을 구축하고자 하는 차원에서는 사고에 대한 원인조사, 책임소재에 대한 판결, 예방 및 재발방지, 정책적 문제에 대한 보와, 문화적 활동 등 다양한 활동들에 대한 기본자료와 근거자료로 활용 될 수 있다. 또한 재난재해 관련 연구 및 기술개발에서도 피해조사를 위한 여러 가지 항공요법, 영상요법, 분석요법 등은 새로운 기술에 대한 수요를 창출할 수 있는 장점을 가지고 있다.

(2) 사고예방 시스템 도입을 위한 경제적 비용

가스, 정유, 석유, 전력 등 산업분야의 시술이 급속히 발전함에 따라 시설이 복잡·다양화되고 있으며, 생산효율을 증가시키기 위하여 고온, 고압의 조건하에서 운전하는 압력용기 등의 장치시설들이 급증하는 추세이다. 이러한 산업시설들의 안전성을 검사하는 공학적 기법 중 현재 선진국을 중심으로 각광을 받는 방법이 위험도 기반 평가 (RBI : Risk Based Inspection)이며, 미국에서 개발된 이 기법은 최근 국내에서도 보급되어 한국가스안전공사를 중심으로 빠르게 보급되고 있다. 이미 국내의 LG-Caltex정유, SK등에서 이 기법을 차용하여 시스템을 구축하여 사용하고 있다. RBI란 공장내 시설 또는 장치의 고장률과 고장에 의한 영향을 평가하여 다양한 검사를 수행하거나 검사의 주기를 짧게하는 등 관련 장치의 신뢰도를 높여 사고를 방지할 수 있는 시스템(System) 이다. 이러한 기술의 수출비용이 12만달러, 즉 한화로 100,038,000원 정도임을 감안할 때 플랜트의 안전사고 예방을 위한 비용을 간접적으로나마 살펴볼 수 있다.

(3) 인적 네트워크 구축이 필요한 연구개발 분야

이미 기존의 안전관련 기관들에서는 자체적인 연구인력을 보유하고 있으며, 전문가 네트워크를 활성화 하고 있다. 하지만 나노기술에 대해서는 아직 연구개발이 시행초기 단계이며 그 안전성은 확인단계에 있는 실정이다. 산업계에서는 나노기술을 이용한 다양한 제품들이 출시될 예정에 있다. 따라서 나노기술에 대한 체계적인 인적네트워크를 구축하고 안전성에 대한 심도 있는 연구개발이 필요할 것이다. 나노기술의 안전성 평가에 대한 이유는 많은 소비자들이 나노물질과 나노기술 그리고 나노제품이 무엇인지에 대해 정확히 모른다는 것이다. 또한 기존에 시판되고 있는 나노제품은 안전한지에 대해서도 검토가 필요하다. 또한 현 시판되고 있는 나노제품에 붙여진 표시정보의 정확성여부에 대해서도 연구가 필요하다. 예를들어 화장품의 탈크도 바르면 문제가 적으나 코로 흡입을 하면 인체에 심각한 악영향을 끼친다고 한다. 극미세한 나노입자는 바르는 와중에 코안으로 흡입되기 쉽다. 이러한 사실을 모른체 현재 나노기술을 이용한 제품들이 유통되고 있는 실정이다. 하루 빨리 전문가 네트워크를 구성을 서둘러 나노기술분야에 대한 안전성 여부를 연구해야 할 것이다.

다. 사고원인 조사 및 예방을 위한 신뢰성 기술개발 필요분야

(1) 기존 파손해석 기술개발 현황 및 한계점

안전사고의 원인을 조사하고 예방하기 위해 사용되는 파손해석기술은 크게 비파괴적 시험법과 파괴적 시험법이 있다. 각 시험법마다 장점과 단점이 존재하는데 파괴적인 시험법의 경우 광학현미경과 전자현미경을 이용한 미세조직관찰과 항복강도 및 인장강도를 평가하기 위한 인장시험, 충격량을 알 수 있는 충격시험, 반복응력이 인가되는 상황에서의 기계적 특성을 알기 위한 피로시험법이 있다. 파괴적인 시험법의 문제점은 시험법 자체가 사고 증거물의 파괴적 행위를 수반한다는 것이다. 한번 파괴된 사고 증거물은 복구가 불가능하다. 때문에 산업현장에서는 이러한 단점을 극복하고자 비파괴적 시험법을 동반하여 시설의 안전성을 평가하고 있다. 비파괴적 시험법은 재료, 제품, 구조물 등의 대상물에 손상을 주지 않고 검사품의 결함이나 특성 및 상태 그리고 구조등을 알아내기 위한 검사를 말한다. 오늘날에는 비파괴검사를 검사의 총칭과 혼돈할 정도로 산업계의 각 방면에서 널리 정착되어 있으며 단순한 결함의 검사차원을 넘어서 재료의 특성을 측정하거나 평가사는 기술로 점차 발전하고 있다. 비파괴 검사는 대부분 검사대상물에 물리적 에너지를 투입하여 이 에너지의 투과, 흡수, 산란, 반사 등의 현상의 변화를 검출하여 이상여부를 판단하는 기법이다. 종류로는 방사선투과검사, 초음파탐상검사, 자분탐상검사, 침투탐상검사, 와류탐상검사, 누설시험 등이 있다. 기술상의 한계점은 시험과정에 사용되는 필름의 재질

이 불량하다던가, 검사부위를 누락한다던가, 결과를 해석하는 사람들 사이에서 의견이 통일되지 못하는 문제점이 있다.

(2) 신뢰성 평가 기술 동향

신뢰성기술이란 제품의 최초품질을 목표수명기간 동안 만족스럽게 유지할 수 있는 특성으로 시간에 따른 기본품질을 의미한다. 신뢰성은 선진국과 후진국간의 기술수준을 차별화하는 질적 척도이자 완제품의 브랜드 이미지를 좌우하는 핵심요소이다. 따라서 미국, 일본, 유럽 등 선진국에서는 신뢰성확보를 위해 신뢰성 평가센터를 세우고 정부의 많은 연구과제 예산을 신뢰성 증진을 위해 투입하고 있는 실정이다. 또한 신뢰성 기술의 표준화를 위해 국제 규격 (IEC, ISO 등)을 중심으로 원자력, 항공, 철도 등 장치산업 등에 대한 시스템의 신뢰성 검증 및 데이터 수집분석을 수행하고 있으며 점차 IT융합분야, 의료기기 및 자동차 분야로 확산되어 가고 있는 추세이다. 우리나라의 경우 2001년 부품소재특별법을 제정하고 국산 부품소재의 신뢰성 향상을 통한 시장진입 촉진 및 수출확대를 위한 신뢰성 평가기반을 구축하고 있다. 국내 총 18개의 신뢰성 연구기관에서 신뢰성 평가장비 2,173대를 구축하고 있으며 2006년 ~ 2008년까지 신뢰성 문제해결을 위한 1인 1사 지원이 368건에 이르고 있으며, 부품소재기업의 신뢰성평가지원이 약 3만여건에 이르고 있는 등 신뢰성 기술증진을 위한 노력을 펼치고 있다.

(3) 법공학 관련 추가 연구개발 분야

본 보고서에서는 안전사고 예방을 위한 법공학 기반구축을 위해서 다양한 분야의 전문가들로부터 추후 법공학 관련 연구개발이 필요한 부분에 대해 의견을 수렴하였다. 그 결과 추가 연구개발은 다음과 같다.

※ 안전사고 및 재해발생시 인체 민감도를 고려한 상해지수의 정량적 평가

※ 교통재해 대비 시스템 구축

※ 인체상해 평가기준에 관한 연구

※ 기계구조물의 파괴로 인한 안전사고 분석에 관한 연구

※ 강구조물 용접부 파손사고 증거물에 대한 비손상 감정기법 연구

※ 기술플랫폼 기반 클러스터 구축을 통한 국가재난대응 및 사회안전관리 기술개발

※ 재난·안전기술 선진화 및 표준관리체계 통합화

3. 법공학 연구기반 구축전략 및 발전방향

가. 사건사고 및 대상별 분과구분 및 활동계획

(1) 사건사고 원인해석 관련 전문인력 조사 및 분과구분

법공학 연구기반 구축을 위해서는 다년간의 여러 사건사고 데이터베이스의 축적이 필요하며, 각 사건사고시에 발생한 인적, 재산적 피해정도를 정리할 필요성이 존재한다. 이를 위해 본 보고서에는 각 사고별 전물가들과 손해배상 전문가들을 초청하여 법공학 연구기반구축을 위한 인적 네트워크를 구성하고 분과를 구분하였다.

표 6. 사건사고 원인해석 관련 기술전문 인력 구성 및 분과구분

분 류	분 과	소 속	이 름	직 위
안전사고 예방	재난 모니터링	서울대학교	김용협	교수
		건국대학교	윤광준	교수
		한국항공우주연구원	이주진	연구위원
	사고해석 및 예측	서울대학교	이광근	교수
		서울대학교	신영길	교수
		메탈젠텍(주)	이중의	대표
		에이블맥스(주)	박정혁	대표
자연적 재난	산사태	서울시립대학교	이수곤	교수
	토양/환경사고	한국과학기술연구원	정종수	연구원
		한국기초과학지원연구소	윤혜온	책임연구원
		서울대학교	고승영	교수
		서울대학교	박형동	교수
	기상사고	부경대학교	이동인	교수
	소방방재	경원대학교	최돈묵	교수
		한국소방산업기술원	최진종	원장
		서울과학기술대학교	박달재	교수
		항공안전교육원	변순철	교수
		(사)한국에너지기술・방재연구원	정진엽	원장
인적 재난	신뢰성 분석 및 평가	서울대학교	박은수	교수
		강릉원주대학교	최병학	교수
		한국표준과학연구원	이윤희	책임연구원
		재료연구소	조창용	본부장
		한국기계연구원	현용택	책임연구원
		한국화학융합시험연구원	이운기	본부장
		LG전자제품시험연구소PL	김향곤	수석연구원
		한국산업기술시험원 신뢰성기술본부	김병로	선임연구원
		한국생산기술연구원	임태홍	수석연구원
	건설/토목사고	서울대학교	홍성걸	교수
		서울대학교	김영오	교수
		한국건설기술연구원	김홍열	연구위원

		건설품질정책본부		
		SK건설	이진희	이사
		한양대학교	이종세	교수
		대한기술사회	김낙응	고문
	기계안전사고	서울대학교	여재익	교수
		한국생산기술연구원	고철응	수석연구원
	전기/화재사고	전기안전연구원	강대철	부원장
		e+에너지화재연구소	김만건	대표
		한국전기안전공사	김혁수	차장
		대한전기협회	신대성	과장
	교통사고	삼성교통안전문화연구소	홍승준	수석연구원
		삼성교통안전문화연구소	홍성우	책임연구원
		도로교통공단	이대희	교수
	가스사고	한국가스안전공사	최송천	책임연구원
		한국가스공사	김우식	수석연구원
		서울대학교	한종훈	교수
사회적 재난	원자력/에너지 사고	서울대학교	김은희	교수
		한국원자력연구원	김성호	책임연구원
		한국에너지기술연구원	한성옥	책임연구원
기타	손해배상	(주)다스카손해사정	김윤회	부사장
		삼성화재해상보험	박원필	선임연구원

(2) 국내 법공학 활동과 인프라

법공학이 높은 사회적 활용성을 가진 학문임에도 불구하고 국내 법공학 현황은 열악하다. 해외에서는 개인 혹은 단체간의 법적문제 해결에 공학적 해석이 필요한 경우 자문을 제공하는 사례가 빈번하다. 때문에 이를 전문적으로 수행하는 감정사설기업이 존재하고, 대학교에서는 관련된 수업과 커리큘럼이 마련되어 있을 정도로 법공학이라는 개념이 보편적으로 활용되고 잇다. 그러나 국내에서는 이러한 체계적인 활동을 찾아볼 수 없으며, 환경 또한 조성되어 있지 않다. 많은 사람들이 사건사고조사와 관련된 일에 종사하고 있지만 이것이 법공학 범주에 속한다는 사실을 인지하고 있는 사람은 극히 드물다. 이처럼 국내에서는 법공학에 대한 사회적 인식이 현저히 부족한 만큼 법공학 알리기 및 의식제고를 위한 노력이 필요한 실정이다. 국내에서의 법공학 분야에서 공신력 있는 기관은 국립과학수사연구원이 유일하다. 그 외 국방조사본부 산하 과학수사연구소, 경찰청 과학수사센터, 해양경찰연구소 등이 있으며 한국법공학연구회가 민간차원에서는이제 활동을 시작한 상태이다. 법공학 관련 협회, 학회 및 기업은 전무한 상태이며 다만 유사한 분야 (법의학, 법최면, 법과학, 법의감식, 화재조사, 과학수사, DNA 수사)의 학회 및 협회는 16개에 달하고 있다. 국내에 법공학을 전문적으로 교육하는 교육기관은 없으며 다만 유사한 분야로 경북대학교의 특수대학원에 수사과학대학원과 순천향대학교에서 법과학 대학원이 있는 정도이다.

(3) 공공안전에 대한 분과별 연구추진 전략

본 보고서에서는 앞서 안전사고 전문인력들의 조사·분과구분을 통해 각 분과별로 법공학 기반구축을 위해 어떠한 연구가 필요한지에 대한 연구추진 전략을 제시해 보았다.

※ 재난 모니터링 분과의 연구추진 전략 - 재난 발생조짐 정보수집 및 관리를 통한 인적재난 피해저감 방안 연구

※ 사고해석 및 예측 분과의 연구추진 전략 - 안전사고 대응을 위한 가상현실 시뮬레이터 개발

※ 산사태 분과의 연구추진 전략 - 산사태 취약지역의 합리적 지정 및 관리에 대한 연구

※ 토양 및 환경사고 분과의 연구추진 전략 - 토양·지하수 오염원 분류체계 연구

※ 기상사고 분과의 연구추진 전략 - 지역별 기상특보 발표기준 설정 연구

※ 소방방재 분과의 연구추진 전략 - 선진국과의 비교분석을 통한 소방설비시스템 개선방안 연구

※ 신뢰성 분석 및 평가 분과의 연구추진 전략 - 기계구조물의 파괴로 인한 신뢰성 있는 안전사고 분석에 관한 연구

※ 건설 및 토목사고 분과의 연구추진 전략 - 건설재해의 유형분석을 통한 안전사고 저감방안 연구

※ 기계안전사고 분과의 연구추진 전략 - 강구조물 용접부 파손사고 증거물에 대한 비손상 감정기법 연구

※ 전기 및 화재사고 분과의 연구추진 전략 - 전기화재 원인진단을 위한 사례기반 시스템 연구

※ 교통사고 분과의 연구추진 전략 - 교통사고예측모델을 이용한 도로의 안전도 평가방법 연구

※ 가스사고 분과의 연구추진 전략 - 가스사고 발생 환경분석을 통한 사고발생 모형 고찰

※ 원자력 및 에너지사고 분과의 연구추진 전략 - 후쿠시마 사례를 통해본 원자력 안전사고 예방 및 완화 전략 연구

※ 손해배상사고 분과의 연구추진 전략 - 인적사고의 손해배상 체계에 대한 정리 및 정보공유

(4) 공공안전을 위한 법공학 연구의 사회적용 및 체계

법공학을 기반으로 안전문제에 대한 다제학적 접근을 수행하고 이를 통한 민간차원의 융합형 연구와 활동에 대한 필요성이 증대하고 있다. 정부차원에서의 안전정책은 현재 낮은 효율성과 혼재된 운영체계를 갖고 있으므로 소외되는 부분이 발생하며, 이러한 소외부분에 대한 보완과 정부정책의 보완 차원에서 민간이 주축이 되는 안전연구소의 수립이 필요한 시점이다. 민간차원의 안전연구소의 주요 목표는 정부추진 안전문제 해결방안의 한계

점을 발굴하고 민간차원의 보완점을 제시하며, 인문사회학과 공학기술간의 융합적 공동연구를 수행하여야 한다. 또한 안전기술개발과 안전정책간의 연계성을 강화해야 한다. 본 보고서에서는 이러한 민간차원의 안전연구소에 대한 청사진을 제시하였다. 민간차원의 법공학 기반 종합안전연구소는 4본부 8개 분과로 구성되며 크게 안전정책본부와 안전기술본부, 그리고 안전문화본부와 운영지원본부로 구성될 수 있다. 안전정책본부 산하에는 안전법규개정분과와 안전정책개선분과를 두고, 안전기술본부 산하에는 안전기술개발분과와 안전기술표준분과를 둘 수 있다. 안전문화본부에는 안전문화홍보분과와 사고예방교육분과를 둘 수 있으며 운영지원본부는 행정・시설지원분과와 예산・회계지원분과를 두어 안전정책본부와 안전기술본부 그리고 안전문화본부의 활동을 지원하게 된다. 각 분과의 활동 목표는 다음과 같다.

※ 안전법규개정분과 – 안전사고 관련 국내 법규 및 규범의 취약점 발굴을 통한 개선점 제시

※ 안전정책개선분과 – 국가적 안전정책의 체계화를 위한 정책적 보완 및 제도 개선책 제시

※ 안전기술개발분과 – 재난재해 및 안전사건사고와 관련된 기술의 개발과 보급

※ 안전기술표준화분과 – 안전관련 기술표준화기구 설치를 통한 선진국형 기술관리체계 확립

※ 안전문화홍보분과 – 안전사고 예방과 안전문화 확산을 위한 국민의식 고취 활동

※ 사고예방교육분과 – 안전사고 예방을 위한 교육프로그램 개발 및 확산

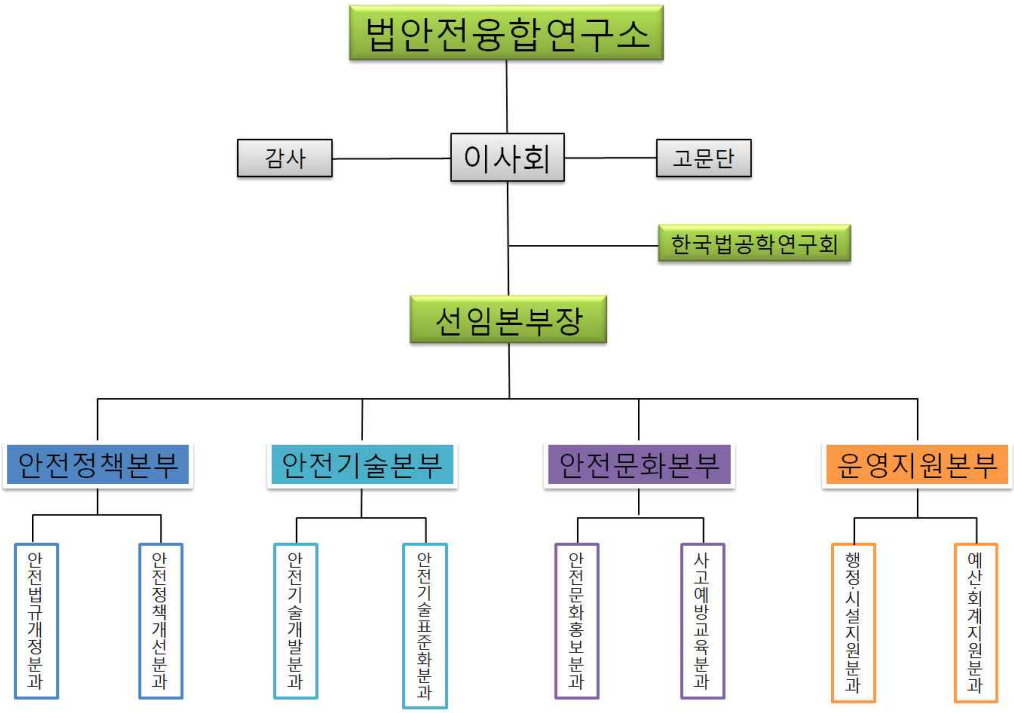

그림 2. 민간차원의 법공학 기반 종합안전센터 조직 구상안

나. 법공학 기반 종합안전관리체계 구축에 관한 로드맵

(1) 법공학 사례관리를 위한 DB 구축 전략

법공학 기반구축을 위해서는 반드시 사고현장에 대한 정보를 담고 있는 사례에 대한 DB 관리가 필요하다. 안전사건사고에 대한 법공학적인 접근은 통계기관에서 통계를 발표하는 것이 아니라, 실질적인 사고원인조사와 대응, 대책 등 해위를 수반하고 행위의 결과가 작게는 법적인 문제의 해결과 크게는 정부정책과 사회문제까지 영향을 미칠 수 있다. DB구축을 위해서는 기존 안전관련 유관기관에서 생산하고 관리하고 있는 DB와의 연계가 중요하다. 따라서 각 기관에서 생산된 DB의 Key 정보를 있는 그대로 추출하여 새로운 법공학적 DB에 적용하고, 기존 기관의 DB에서 부족한 점이 있으면 자체적인 조사작업을 거쳐 보완해 나아가야 할 것이다. 때문에 법공학 전문기관에서는 반드시 기존 DB와 연동하는 작업, 기존 DB의 부족한 부분을 자체적으로 수급하는 작업, DB에서 핵심지표를 분석해 내는 작업이 필요할 것이다.

법공학 사례관리 DB에 필수적으로 기록되어야 하는 핵심인자는 다음과 같다. 사고시간/사고지역/사고장소/사고대상/사고피해자 성별/사고피해자 나이/사고원인/손상부위/손상중증도/상해부위/상해중증도/사고원인규명 메케니즘/사고관련 법규/사고담당기관/사고업종

법공학 DB의 구축을 통해서 사고관련 연구를 활성화 시키고, 안전사고에 대한 사회적 관심과 이해를 향상시키고, 국가안전관리전략의 양적, 질적 발전을 뒷받침할 수 있어야 할 것이다.

(2) 사건사고 사례기반 예방시스템 구축 전략

안전관리를 효과적으로 추진하기 위해서는 사례를 중심으로 하여 사전에 예방대책을 수립하는 것이 필요하다. 그러나 사건사고 사례는 재해방지에 직접적인 효과가 있지만 정확하고 체계적인 기록 및 보급이 미흡하여 제대로 활용되지 못하고 있다. 따라서 이와 같은 사건사고현장에서의 사례활용상의 문제점을 해결하기 위해서는 사례의 정확한 표현과 효율적인 정보활용기법 및 전산화된 정보시스템이 필요할 것이다. 본 보고서에서는 기존 건설현장에서의 안전관리 시스템 구축 연구결과를 참조하여 지식추론기법 기법 중 하나인 사례기반추론기법 (CBR : Case-Based Reasoning)을 참조로 하여 법공학적 사건사고 예방시스템 구축에 활용한 모형을 제시하였다. CBR은 문제의 영역이 정형화되지 않는 분야나 문제가 복잡하고 해를 구하는데 많은 시간이 요구되는 영역, 또는 '문제영역의 업무가 과거 경험으로부터 효과를 볼 수 있는 경우'에 기억된 과거 사례를 찾아 유사도에 의한 우선순위에 따라 해를 제공해 줌으로써 해를 얻는 시간을 절약할 수 있는 효율적인 시스템이다. CBR을 활용한 예방시스템 구축을 위해서는 사건사고 사례의 구성과 색인목록을 결정해야 하며, 사례베이스의 구조를 일자, 시설, 비용, 등으로 세분화하여 나눠야 할 것이다. 또한 유사재해사례 조회를 위한 알고리즘을 구성해야 한다. 사례에 대한 색인목록, 사례베이스의 구조, 유사사례조회 기능을 포함하고 있는 예방시스템에 대한 알고리즘을 구축한 후에는 적용하고, 수정하는 단계가 필요하다. 또한 이렇나 시스템을 안전관리자에게 설명하는 설명 및 학습단계가 필요할 것이다. 본 보고서에서는 이러한 예방시스템 모형을 제시함으로서 사건사고 사례기반의 예방시스템 구축을 위한 전략과 예시를 제공하였다.

(3) 안전사고 예방을 위한 사고사례 홍보방안

안전사고의 예방과 재발방지를 위해서는 실제 사고사례를 대중들에게 알리는 것이 사고 이해도를 높이고 비슷한 작업현장에 있는 사람들에게 경각심을 높여 사고 예방효과를 거둘 수 있을 것이다. 사례 홍보시 유의할 점은 일반 대중에게 홍보자료를 배포하기 보다는 그들이 홍보 정보에 접근할 수 있는 시스템을 안전관련 기관들에서는 구축하고 있어야 할 것이다. 또한 설득 보다는 커뮤니케이션 자체를 기본으로 사례를 홍보해야 하며 언론에게 안전관련 정보를 지속적으로 효율적으로 제공하여 언론을 적극 활용하는 것이 필요하다. 몇 가지 안전문화 형성을 위한 사고사례 홍보방안은 '우수 안전 사례에 대한 포상안', '안전 사례를 통한 문화활동 육성지원', '사고사례를 이용한 안전사고예방 프로그램개발 및 보급', '해외

안전사례에 근거한 안전문화 고취 방안’ 이 될 수 있다.

(4) 법공학 전담기관 및 인력 평가인증절차 구축 전략

사고 발생시 공학적 분석결과는 법적 판결에 지대한 영향을 끼치고 있다. 때문에 법공학적 증거분석 결과의 신뢰성 및 타당성을 보장하기 위한 여러 가지 노력을 수행해야 하며 그중 가장 대표적인 것이 증거분석 결과에 대한 품질인증이라 할 수 있다. 품질인증을 위해 법공학 전담기관에서 구축해야 하는 것은 한국교정시험기관인정기구(KOLAS)의 인증을 받는 것이다. KOLAS는 산업통상자원부 산하 기술표준원에서 운영하는 국내 유일의 국제 시험소 인정기구로써 ‘국가표준법’ 및 ‘ISO/IEC 17011311의 규정에 따라 시험과 측정을 수행하는 시험기관과 검사기관의 평가능력과 자격사항 등의 적합성을 평가·인정하여 주고 있다. 또한 시험평가를 시행하는 인력에 대해서도 숙련도를 평가하여 시험하는 과정에서 발생할 수 있는 인적오류를 방지하고자 하고 있다. 법공학 전담기관이 KOLAS 인증을 받기 위해 준수해야할 사항은 경영요건상으로는 기록 관리일 것이다. 사고관련 전화통화내용, 증거물 수령, 증거물 포장 및 봉인에 대한 설명, 관찰 및 시험, 조사결과의 기록, 사용된 절차에 대한 참고자료, 도표 및 출력자료, 사진 등이 있다. 기술상요건으로는 시험업무를 수행하는데 필요한 전문지식을 갖고 있는 직원, 시설 및 환경조건, 시험 및 교정방법과 방법의 유효성에 대한 확증, 시험장비, 증거물에 대한 쌤플링, 시험 및 교정물품의 취급방법, 결과보고 등이 있다. KOLAS에서 제시하고 있는 인증항목을 제대로 갖추고 시행하여 인증을 받는 것이 법공학 전담기관과 법공학 인력들에게는 필수적 요소일 것이며, 유관기관인 국립과학수사연구소 역시 KOLAS인증을 받은바 있다.

(5) 법공학 전문인력 인증 및 육성 전략

법공학 전문인력을 양성하고 인증하기 위해서는 총 5가지 전략이 필요하다. 첫 번째는 법공학 서비스 분야에서의 취업인프라 강화이다. 우리나라의 법공학 서비스는 통일성 없이 여러 대학과 유관기관에서 산발적으로 진행되고 있다. 법공학 인력이 양성되기 위해서는 근본적으로 일할 수 있고 보수를 받을 수 있는 직장이 만들어져야 한다. 미국의 경우 약 470개의 공공법과학연구소가 있고 수많은 법공학 컨설팅 사설기업들이 존재한다. 법공학 부문에서의 새로운 시장의 형성과 일자리 창출을 위해서는 취업인프라가 강화되어야 할 것이다. 두 번째는 민간(정부)출연 시험기관의 법공학 활동을 장려하는 것이다. 국내에 있는 수많은 정부출연연구소와 민간연구소에서 파괴 및 손상을 전공하고 안전성 검사에 종사하고 있는 지식전문가들에게 법공학을 홍보하고 법원 감정을 촉탁할 수 있는 기반이 구축되어야 할 것이다. 또한 이들이 법정에서 증언할 때에도 전문가 증언에 대한 부담감이나 심리적인 불안감이 없도록 정부 측에서 전문가들을 보호하는 법안

과 사회적 분위기가 만들어져야 할 것이다. 세 번째는 국가기관에 독립적인 대표 법공학 기관이 설립되어야 할 것이다. 법공학 부문에서의 증거물 분석은 법원 판결에 결정적 영향을 끼칠 수 있고, 판사의 사실성 판단에 심리적인 영향을 줄 수 있는 만큼 타 기관이나 타 부서에 영향을 받지 않는 완전한 독립성을 확보해야만 한다. 네 번째는 법공학 발전·진흥 위원회를 설립해서 전문가 집단으로 구성된 심의의결기구를 통해 법공학 업무의 공정성과 윤리성을 확보해야 할 것이다. 다섯 번째로 가장 중요한 부분은 국내 대학에 법공학 학위과정을 신설하는 것이다. 학부과정, 대학원과정을 모두 신설하여 교육을 통해 장기적으로 꾸준히 전문인력을 양성해야 한다. 학부과정에 있는 학생들은 다양한 공학 학문을 모두 탐독하고 법공학 전문가가 사회에서 어떻게 활동하는지를 숙지하여야 할 것이다. 석·박사 학위과정에 있는 학생들은 교과서 수준의 단순한 이론 뿐 아니라 비판적 사고능력, 문제해결 능력을 모두 겸비하고 기획력을 갖춰야 할 것 이다. 또한 대학과 국가 측에서는 충분한 전임교수진과 시설들을 확보하고 법공학 인력 양성을 위해 아낌없는 지원을 해야 할 것이다.

Ⅴ. 연구개발결과의 활용계획

1. 사건사고 원인 조사 및 예방 측면

가. 사건사고 조사 및 해석을 통한 법적 책임소재 판단의 과학적/공학적 근거를 확보

나. 사고예방 시스템 도입 및 유기적 종합관리체계 구축을 통한 공공안전 확보

다. 사건사고 조사 및 예방을 위한 법공학의 사회적 저변인식을 확대

라. 법공학 사건사례별 데이터베이스 구축을 통해 전기/전자/기계/재료별 원인을 규명한 후 이를 산업계에 피드백 하여 사건사고를 예방함

마. 국내 안전성 관련 규범/법 제정시 법공학 연구성과를 참고자료로 활용하며, 국가정책에 반영할 수 있는 근간을 마련

2. 법공학적 학술지원 측면

가. 기존 파손해석 기술의 개선과 법공학적 접근을 통한 사고예방기술 연구를 증진

나. 안전성 진단기업 및 기관간의 네트워크를 구축하고 상호 연계를 위한 중심 허브역할을 수행

다. 국내 법공학 정착을 위한 학술대회 및 연구발표회 주관을 통하여 폭넓은 연구개발의 장 마련

3. 법공학 전문인력 양성 및 교육지원 측면

가. 법공학 관련 전문가 집단의 인적 네트워크 구축 및 법공학 전문인력 양성과 이를 통한 국가적 차원의 공공안전 및 경제적 파급효과 향상

나. 법공학 전문가 강연 및 포럼 기획을 주관함으로써 법공학 네트워크 내의 최신 동향 및 기술 공유

다. 법공학 전문교육교재, 사고사례집 출판 및 양질의 법공학 도서 제공