

## 철도 안전성숙모델 개발 및 평가절차 방안

임광균\* · 엄득중\*\* · 김시곤\*\*\*

Lim, Kwang-Kyun\*, Yeum, Diogjong\*\*, Kim, Sigon\*\*\*

### The Development of a Railway Safety Maturity Model and Estimate Procedures

#### ABSTRACT

The newly updated Rail Safety Act is required to build a comprehensive railway safety management system with corresponding accreditation regulations for the purpose of safe railway operations. However, such efforts would not be enough to achieve a successful safety-performance solely without being in place of an appropriate level of safety cultures in an organization. No research was taken place to propose a safety culture maturity model and its estimate procedures in Korean railway industries. The research reviews a variety of safety maturity models applied in many other industries and the process of conducting surveys in order to propose a framework of railway safety maturity estimates, with a set of railway safety elements. This research is expected to contribute in diagnosing weak areas and finding their appropriate treatment, along with in placing the railway safety certificate program from 2014.

**Key words** : Safety maturity, Safety culture, Safety management system, Hierarchy of safety elements

#### 초 록

안전한 철도운영환경을 조성하기 위해 개정된 철도안전법은 사고예방 및 사전적 철도안전관리를 위해 철도종합안전관리체계 구축 및 안전승인 심사 제도를 필요로 하고 있다. 그러나 아무리 좋은 제도와 시스템이 있어도 조직 내에 적절한 수준의 안전문화가 정착되지 않고서는 그러한 제도와 안전관리체계가 성공적으로 자리 잡기 어렵다. 국내 철도분야의 안전문화성숙을 측정할 수 있는 모델과 방법론이 부재한 상황에서 본 연구는 안전문화 성숙을 평가할 수 있는 모델과 그 절차를 검토하고 국내 철도운영환경에 적합한 안전요소 위계 설정과 적절한 설문구성 방법 및 통계적 절차를 제시 하였다. 향후 이러한 절차를 활용한 철도안전문화 성숙 평가 결과는 2014년부터 시행될 철도안전운영 사전승인제도와 결합하여 취약한 안전문화 분야와 그에 적절한 처방을 찾는 데 기여할 것이다.

**검색어** : 안전성숙, 안전문화, 안전관리체계, 안전요소 위계

#### 1. 연구배경

2012년 12월 개정된 철도안전법의 가장 큰 변화는 안전관리규정과 비상대응계획 등 철도운영에 필요한 안전관리 사항들에 대해 사후에 승인 및 심사를 진행하던 방식에서 예방 및 사전적 철도안전관리를 위해 미리 철도안전관리체계 승인을 받도록 하는 것이다. 이는 증가하는 철도인프라의 확대와 향후 다양한 철도운영자와 철도시설관리자 출현을 대비하여 보다 안전한 철도운영 및 관리를 위해 필요한 변화라 하겠다. 이에 교통안전공단에서는 2014년 철도운영부문 안전관리체계 승인제도 도입에 따른 하위법령 및 기준

\* 정회원 · 교통안전공단 철도안전운영준비 T/F 연구원 (lim.kwangkyun@gmail.com)

\*\* 교통안전공단 철도안전운영준비 T/F 팀장 (yjd5738@ts2020.kr)

\*\*\* 정회원 · 교신저자 · 서울과학기술대학교 철도전문대학원 교수

(Corresponding Author · Seoul National University of Science & Technology · sigonkim@seoultech.ac.kr)

Received October 4, 2013/ revised November 5, 2013/ accepted November 12, 2013

마련 연구를 진행하여 보다 성숙된 철도안전 향상에 기여하고 있다. 그러나 안전향상이라는 성과 달성은 그러한 제도와 시스템만으로는 한계가 있을 수 있다. 즉, 훌륭한 제도와 시스템이 올바르게 정착되기 위해서는 조직 내에 안전에 대한 인식향상과 그 문화에 대한 긍정적인 공유가 구성원들 간에 존재해야 한다. 그렇게 되기 위해서는 무엇보다도 조직의 안전문화 수준 평가가 우선되어야 할 것이며, 그것을 활용하여 적절한 안전정책 수립이 가능하여야 한다.

그러한 철도안전문화 측정을 위한 연구는 교통안전공단에서 ‘철도안전문화 측정기준 및 프로세스 개발 연구’를 2012년 2차년도에 걸쳐 처음 실행하였다(철도운영기관에서 근무하고 있는 83명에 대해 안전문화 수준 설문조사를 실시). 그러나 구체적인 안전문화성숙 모델에 대한 사전연구 조사 및 정립이 선행되지 않았고, 지표들 간의 위계 구성 및 설문항에 대한 사전 검증 작업이 전혀 실행되지 않았다. 답변구성도 단순히 리커트(Likert) 척도만 사용하여 답변이 너무 피상적이고 주관적일 수 있는 문제가 있다. 따라서 본 연구에서는 다른 산업분야에서 사용되고 있는 안전성숙 모델의 유형과 설문구성 및 실행 시 어떤 통계적 절차로 성숙도가 평가되고 있는지 해의 사례를 중심으로 검토하고, 국내 철도분야 안전성숙 평가에 활용될 수 있는 방안 제시를 본 연구의 주요 목적으로 하였다.

## 2. 안전성숙이란?

많은 참고 문헌에 의하면 안전성숙(Safety maturity)이란 곧, 한 기업의 안전문화(Safety culture) 수준을 나타내는 척도로 정의한다. 즉, 한 기업의 안전성숙도 수준을 높이기 위해서는 개인의 자발적인 안전 이행의지와 책임감에 대한 문화인식 수준이 높아질 필요가 있다(Foster et al., 2013). 특히, Gordon et al.(2007) and Zohar (1980, p. 96)는 그러한 안전문화는 작업 환경에 대해서도 공유하고 평상시 몸이 배어 있는 안전에 대한 인식정도가 조직의 안전운도를 높인다는 측면에서 안전기후(safety climate)로 부르기도 하였다. 따라서 본 연구에서는 안전성숙과 안전문화(또는 안전기후)를 모두 동일한 개념으로 정의하였다.

사실 안전문화라는 개념이 전 세계적으로 크게 확산된 것은 1986년에 있었던 체르노빌 원전 사고에 대한 IAEA 보고서(1991)에서 유래한다(사고 원인으로 조직의 안전문화 공유 실패 언급). 안전문화라는 용어를 사용하지 않고서라도 우리는 ‘각 개인이 그 문화의 일원으로 무엇을 어떻게 역할을 할 수 있는가?’에 대해 지속적으로 생각해 왔고, 또한 안전을 강조 하고 있는 지금 시대에 그러한 문제는 분야를 막론하고 가장 큰 이슈가 되어 왔다.

그렇다면 안전성숙은 기업의 관점에서 ‘무엇을’, ‘언제’ 고려해

야 하는가? Hudson (2007)에 의하면 안전성숙에서 주로 목표로 하는 것은 어떤 기술 또는 시스템적인 요소보다 조직에 있는 사람 그 자체가 주요 관점이어야 한다. 비록 훌륭한 기술 또는 안전관리시스템(Safety Management System, SMS)이 구축되어 안전에 큰 기여를 한다 하더라도 사고발생을 일정수준 이하로 감소시키는데 한계가 있다. 바꾸어 말하면, 그러한 기술과 시스템의 구축 후 각 개인 구성원의 자발적인 안전규칙 이행, 상호간의 의사교류, 인식 향상 등을 불러일으킬 수 있는 동기부여, 즉 조직의 안전문화 형성이 뒷받침 되어야 지속적인 사고저감 목표가 달성될 수 있을 것이다. 또한 Gordon et al.(2007)은 SMS 그 자체만으로 지속적인 안전을 향상시키기는 충분치 않으며, 효과적인 SMS 운영 및 안전 향상을 위해서는 반드시 조직의 안전문화가 어느 일정 수준에 도달해야 한다고 말한다. 즉 위 질문에서 ‘무엇’에 대한 답변은 안전을 인식하는 사람에 대한 행동 또는 태도이며, ‘언제’에 대한 답변은 적어도 안전향상 기술과 적절한 SMS가 구축된 후 자연스럽게 안전문화 성숙이 고려될 수 있을 것이다.

좀 더 명확한 이해를 위해 안전성숙 즉, 안전문화와 SMS의 관계를 살펴보자. 안전문화와 안전관리를 비교하면 전자는 비실체적인 반면 후자는 보다 실제적인 특징을 갖는다. Gordon et al. (2007)에 의하면 만약 안전에 대한 실제적인 이행 의지 없이 SMS만 구축되어 있는 조직이라면 그 SMS는 시스템 그 자체에 불과하다. 반면에 SMS 없이 좋은 안전문화만 있는 조직이라면 안전향상을 위한 체계성, 완결성, 또는 일관성이 결여된 방향으로 조직이 운영될 수 있다는 우려가 있다. 그러므로 한 조직 내에서 안전향상이라는 목표 달성을 위해서는 안전문화와 안전관리는 서로 뗄 수 없는 밀접한 관계에 있다. 또한, 안전성숙은 조직의 행동을 바꾸는 문화에 대한 수준 평가이지 기술이나 SMS 자체에 대한 평가가 아님을 유의하여야 한다(Foster et al., 2013).

## 3. 안전성숙 모델

안전성숙도의 평가는 해양산업(Fleming, 2000; Hudson, 2007), 원자력(IAEA, 2002), 항공(Gordon et al., 2007), 철도(Keil Centre, 2003; Kyriakidis et al, 2012), 및 석유화학(Lardner, 2002; Filho et al, 2010), 광산(Foster and Hoult, 2013), 오일 및 가스산업(Hudson, 2003) 분야와 같이 안전사고가 발생 했을 때 많은 인명 및 재산 피해를 초래하는 분야에서 주도적으로 발전되어 왔고, 각각의 산업분야 및 운영기관의 특성에 맞게 안전관리 성숙 모델들이 개발되어 왔다. 그러한 모델은 서로 다른 성숙도의 수준을 평가하기 위해 안전문화의 다양한 요소별로 자신의 안전관리 성숙도를 스스로 평가할 수 있도록 하였다. 특히, 오일 및 가스 산업 분야는 이러한 안전관리 성숙 모델 개발에서 타 분야 보다 앞서 있는

것으로 판단된다. 그러한 노력은 비록 분야와 지역, 사용되는 기술, 문화 및 조직이 다르다 하더라도 다른 산업분야에 활용하여 적용할 수 있는 많은 가능성을 제공하였다(Fleming, 2000). 다음은 다양한 산업분야와 연구자 별로 개발한 안전성숙 모델을 소개하였고 크게 3단계와 5단계 모델로 구분하여 설명하였다.

### 3.1 3단계 안전성숙 모델

사회학자인 Westrum (1993)은 한 조직이 안전문화를 다루는 태도에 따라 조직 문화를 3단계로 구분될 수 있다고 한다. 각 단계는 안전관련 정보흐름을 처리하는 특징적인 방법 즉, 처리수준의 신뢰적이고 발전적인 정도에 따라 각각을 Pathological→Bureaucratic→Generative로 정의하였고, 마지막 단계에 있는 조직이 진정한 안전문화를 달성하는 것으로 간주하였다. 그러나 이 방법은 실제로 안전문화 측정에 많이 활용되지는 못하였으나, 이러한 안전문화에 대한 기본적인 프레임 구축 아이디어는 향후 보다 활용성이 높은 모델 개발에 크게 기여 하였다(Parker et al., 2006).

Fleming & Lardner (1999)은 항공안전분야에 적용하기 위한 목적으로 해양산업분야에서 개발된 3단계 모델을 검토하였다. 각 단계를 구분하는데 있어 가장 큰 관점은 각 직무자별 안전에 대한 책임이 명확히 설정되어 있고 어떻게 안전에 대한 책임을 받아들이는가에 따라 Dependent→Independent→Interdependent로 정의 하였다. 예컨대, 최하위 단계에서 안전성과(safety performance)는 경영자나 감사에 의해 안전규칙 등을 지키도록 강요하는 분위기와 감사를 하는 정도에 따라 그 성과가 결정되는 단계다. 그러나 규율준수 감시는 모든 직원들이 자발적으로 안전을 향상 시켜야 된다는 동기부여가 되지 않을 뿐만 아니라 모든 장소와 인원을 감시 할 수 없다는 점에서 안전문화 성숙에는 많은 한계가 있다.

마지막으로, 원자력 분야의 안전문화 향상을 위한 안내서(IAEA, 2002. pp. 17-21)에서는 각 단계를 안전에 대한 효과가 어떻게 이루어 질 수 있는지에 대한 생각의 바탕에서 구분되어 졌다. 즉, 가장 낮은 단계에서 안전은 추가적인 규정과 규제에 의해 성과가 달성될 수 있다는 측면에서 ‘Rule-based’로 정의하였고, 그 다음으로는 구체적인 목표 설정을 통해서(Goal-based), 마지막으로 지속적인 안전성과 향상을 위한 직원간의 상호 대화, 훈련, 부서와 기능간의 상호 협력에 중점을 둔 ‘Improvement-based’로 정의하였다.

종합해보면, 첫 번째 Westrum 모델은 문화 자체의 발전 수준에 따라 안전성숙 단계를 구분하였고, Fleming & Lardner 모델은 책임을 인식하는 태도로, IAEA 모델은 성숙도를 높이기 위해 활용되는 수단에 따라 각기 다른 기준으로 안전성숙 단계를 구분하였다. 즉, 첫 번째 모델이 나머지 두 모델을 포함할 수 있는 보다 넓은 관점에서 안전성숙 단계를 표현하였고, 이로 인해 다른 산업분야에서 안전성숙을 평가하기 위한 모델 개발 시 단계를 구분하는 기준으로 많이 활용되었다. 그러나 나머지 두 모델(즉, Fleming & Lardner and IAEA)은 각 단계를 나누는 기준이 너무 지역적이어서 사용성에 논란이 있어왔고, 그 논란중의 하나는 안전성숙이 그러한 관점(즉, 책임을 인식하는 태도, 활용되는 수단)으로 진행된다는 증거가 뒷받침 되지 못했고, 한 조직의 안전문화 성숙은 단순히 책임인식 태도와 그것을 높일 수 있는 수단의 종류에 따라 표현될 수 없다는 것이다(Filho et al., 2010). 더욱이 각 단계를 나누는 관점의 기준은 평가를 위한 설문지 구성 및 각 문항별 질문의 의도를 설정할 때 중요한 기준점이 된다. 즉, 동일한 안전성숙 단계에서 서로 다른 의도(Aspects)를 갖는 기준 설정은 다른 설문문항 및 결과를 얻게 될 수 있다. 그럼에도 불구하고 모든 모델의

Table 1. Three-Stage Models of Safety Culture Improvement

Who	1 <sup>st</sup> stage	2 <sup>nd</sup> stage	3 <sup>rd</sup> stage
Westrum (1993)	<b>Pathological</b> -Don't want to know -Messengers are shot -Responsibility is shirked -Bridging is discouraged -Failure is punished or covered up	<b>Bureaucratic</b> -May not find out -Listened if they arrive -Responsibility is compartmentalized -Allowed but neglected -Organization is just and merciful	<b>Generative</b> -Actively seek info. -Messengers are trained -Responsibility is shared -Bridging is rewarded -Inquiry and redirection
Fleming, Lardner (1999)	<b>Dependent</b> -Focus on management and supervisory control -Heavy reliance on written safety rules and procedures	<b>Independent</b> -Focus on personal commitment and responsibility -All employees consider their own safety	<b>Interdependent</b> -Focus on team commitment and shared perceptions -Having cares of other's safety and willingness to help
IAEA (2002)	<b>Rule-based</b> -Safety is an external requirement -Seen to be achieved by compliance with rules and regulations	<b>Goal-based</b> -Safety is an important organizational goal -Concentrates on technical and procedural solutions	<b>Improvement-based</b> -Safety needs continuous improvement -Emphasis on training, improving efficiency, communications

공통된 문제점은 각 단계를 나누는 기준의 관점이 어떠한 안전성숙 진행 단계를 설명하기에 너무 단순하다는 점이다. 이러한 이유로 3단계 모델은 실제 산업분야에서 크게 활용되지는 못하였다.

### 3.2 5단계 안전성숙 모델

5단계 안전성숙 모델도 3단계 모델에서와 마찬가지로 산업분야 별 서로 다른 관점에서 안전성숙 발전 단계를 조금씩 다르게 정의하고 있다. Fleming (2000)은 해양산업분야에서 안전성숙도를 평가하기 위해 안전문제에 대한 인식을 시작으로, 관리, 안전성과 측정, 사고예방을 위한 협력, 그리고 그러한 모든 것들을 지속하려는 조직의 노력을 최상위 단계로 정의하여 각 수준별 이름을 Emerging → Managing → Involving → Cooperating → Continually improving으로 정의하였다. 약간 다른 관점에서 정의된 또 다른 모델은 Hudson (2003)이 개발한 모델로서 안전성숙의 단계를 Pathological → Reactive → Calculative → Proactive → Generative로 정의하였다(‘Hudson ladder’라 불림). 이 모델은 앞서 설명한 3단계 모델 중 Westrum이 개발한 모델을 응용·확장한 것이다. 즉, 안전문제가 작업자에 의해 발생된다고 인식하는 단계부터 관리 시스템을 도입하여 예방하려는 노력과 안전이 조직운영에 가장 중요한 부분으로 여겨지기 까지 일련의 성숙 과정을 단계별로 구분하였다. 이 두 모델은 다양한 산업분야(가스, 석유화학, 항공, 산업보건, 해양산업 등)에서 자주 사용되고 있다.

그 외에 약간 다른 정의를 갖는 것으로는 광산업 분야의 안전문화 성숙도를 평가하기 위해 개발된 Basic → Reactive → Planned → Proactive → Resilient 5단계 성숙진행 모델(Foster and Hault, 2013)이 있다. 여기서 마지막 단계인 ‘Resilient’는 모든 개개인이 사고 예방을 위한 자발적인 동참 문화로서 가장 성숙된 수준으로 정의되고 있다. 안전문화보다는 약간 좁은 의미에서 안전리스크관리 수준을 측정하기 위해 University of Queensland (2008)와 Anglo American Plc (2003)는 유사한 개념에서 Vulnerable (Anglo는 ‘Basic’으로 정의) → Reactive → Compliant → Proactive → Resilient와 같이 그 특성에 맞는 정의를 사용하였다. 여기서 세 번째 수준인 ‘Compliant’는 사고가 발생하기 전에 예방하려는 일련의 훈련, 경각, 상호 의사소통 등을 강화하는 단계로 설명된다. 또한, 안전관

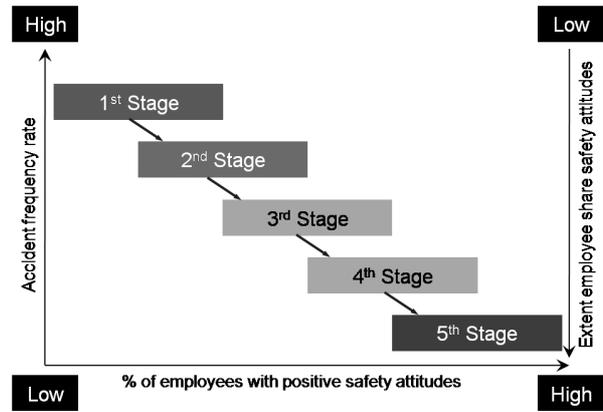


Fig. 1. Stages of Safety Culture Improvement

리시스템의 수준을 측정하기 위한 모델로 Gordon et al.(2007)이 그 수준을 Uncertainty → Core → Extended → Leading edge → World class로 정의하여 항공분야에 적용하였다. 철도분야에서는 안전성숙관리 수준평가를 위해 영국의 ORR (Office of regulator, 2011)은 Ad-hoc → Managed → Standardized → Predictable → Excellence의 단계를 갖는 모델을 개발하였고, RM3 모델이라 불린다. ‘Ad-hoc’의 단계는 조직의 어느 누구에게도 안전 향상을 위한 긍정의 리더십이 발견되지 않는 상태를 말한다.

비록 안전성숙에 대한 수준을 구분하는 관점은 연구자별로 약간씩 차이가 있지만, Fig. 1에서 제시된 것처럼 공통적으로 안전에 대한 성숙도가 높을수록 안전에 적극적으로 동참하는 직원의 비율과 상호 의사소통 문화가 높아져 전체적인 사고율은 감소된다 (Fleming and Lardner, 1999. p. 17 그림 활용함).

### 3.3 5단계 안전성숙 모델의 요소

지금까지 다양한 산업분야 및 개발자별 안전성숙을 구분하는 관점이 조금씩 다르다는 것을 확인하였다. 여기서는 각 모델이 평가하는 분야(요소)가 무엇인지 산업분야별로 살펴보고자 한다. 이의 목적은 철도안전 분야에 적용할 때 ‘어떤 요소를 중심으로 안전성숙을 평가할 것인가?’에 대한 설문 문항 구조를 설정할 때 활용하기 위함이다. 아래 Table 3은 원전, 해양산업, 오일&가스

Table 2. Five-Stage Models of Safety Culture Improvement

Who	5-Stage Models
Fleming (2000)	• Emerging → Managing → Involving → Proactive → Continually improving
Hudson (2003)	• Pathological → Reactive → Calculative → Proactive → Generative
Foster (2013)	• Basic → Reactive → Planned → Proactive → Resilient
Queens (2008)	• Vulnerable → Reactive → Compliant → Proactive → Resilient
Anglo (2003)	• Basic → Reactive → Compliant → Proactive → Resilient
Gordon (2007)	• Uncertainty → Core → Extended → Leading edge → World class
ORR (2011)	• Ad-hoc → Managed → Standardized → Predictable → Excellence

Table 3. Key Elements of the Safety Maturity Models

Industry - Who	Key elements	
Nuclear - IAEA (1991)	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Government commitment to safety</li> <li>·Performance of regulatory agencies</li> <li>·Corporate level safety policy</li> <li>·Safety practices at corporate level</li> <li>·Definition of responsibility</li> <li>·Training</li> <li>·Selection of managers</li> <li>·Review of safety performance</li> <li>·Highlighting safety</li> <li>·Work-load</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Relations between plant management and regulators</li> <li>·Attitudes of managers</li> <li>·Attitudes of individuals</li> <li>·Local practices</li> <li>·Field supervision by management</li> <li>·Research input to safety analyses</li> <li>·Codes for safety aspects of design</li> <li>·Design review process</li> </ul>
Offshore - Fleming (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Management commitment and visibility</li> <li>·Communication</li> <li>·Productivity versus safety</li> <li>·Learning organization</li> <li>·Safety resources</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Participation</li> <li>·Shared perceptions about safety</li> <li>·Industrial relations and job satisfaction</li> <li>·Trust, Training</li> </ul>
Oil & Gas - Parker et al. (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Benchmarking</li> <li>·Trends &amp; Statistics</li> <li>·Audits &amp; Reviews</li> <li>·Incident/Accident Reporting</li> <li>·Investigation &amp; Analysis</li> <li>·Hazard and Unsafe Act reports</li> <li>·Work planning including PTW, Journey Management</li> <li>·Contractor Management</li> <li>·Competency/Training</li> <li>·Work-site Job Safety Techniques</li> <li>·Who Checks Safety on a day to day basis?</li> <li>·What is size &amp; status of the HSE Department?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·What are the rewards of good safety performance?</li> <li>·Who causes accidents in the eyes of management?</li> <li>·What happens after an accident?</li> <li>·Is the feedback Loop being closed?</li> <li>·How do safety meetings feel?</li> <li>·Balance between HSE &amp; Profitability?</li> <li>·Is management interested in communicating HSE issues with the workforce?</li> <li>·Commitment level of the workforce and level of care for colleagues.</li> <li>·What is the purpose of procedures?</li> </ul>
Coal - Foster (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Leadership &amp; Accountability</li> <li>·Policy &amp; Commitment</li> <li>·Risk &amp; Change Management</li> <li>·Legal Requirements</li> <li>·Objectives, Targets &amp; Performance Measurement</li> <li>·Training, Competence &amp; Awareness</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Communication &amp; Consultation</li> <li>·Control of Documents</li> <li>·Operational Controls</li> <li>·Emergency Procedures</li> <li>·Incident Investigation</li> <li>·Monitoring, Auditing &amp; Reviews</li> </ul>
Mining - Anglo (2003)	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Personal risk attitude</li> <li>·Caring &amp; Recognition</li> <li>·Management leadership and commitment</li> <li>·Safety accountability</li> <li>·Employee involvement and consultation</li> <li>·Coaching and mentoring</li> <li>·Risk management adoption</li> <li>·Strategic planning</li> <li>·Project &amp; Process design management</li> <li>·Major hazard/Priority risk identification and management</li> <li>·Change management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Job and task planning</li> <li>·Hazard identification and reporting</li> <li>·Training and competency</li> <li>·Communications</li> <li>·Knowledge management</li> <li>·Maintenance</li> <li>·Procurement</li> <li>·Contractor management</li> <li>·Incident investigation and analysis</li> <li>·Emergency response</li> <li>·Safety performance measurement</li> <li>·Auditing and monitoring</li> </ul>
Aviation - Gordon (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Policy &amp; Planning</li> <li>·Communications &amp; Culture quality</li> <li>·ATM system development</li> <li>·Safety monitoring &amp; occurrences</li> <li>·Safety survey and external standards</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Competency</li> <li>·Safety assessment and risk mitigation</li> <li>·Organizational structure</li> <li>·SMS documentation</li> </ul>
Rail - ORR (2011)	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Policy &amp; Leadership</li> <li>·Governance &amp; Written SMS</li> <li>·Organizational structure</li> <li>·Allocation of responsibility</li> <li>·Management and supervisory</li> <li>·Internal communication</li> <li>·System safety and interface</li> <li>·Record keeping</li> <li>·Competence management</li> <li>·Worker involvement</li> <li>·Risk management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Target setting</li> <li>·Workload planning</li> <li>·Safe systems</li> <li>·Asset management</li> <li>·Change management</li> <li>·Control of contractors</li> <li>·Emergency planning</li> <li>·Proactive monitoring</li> <li>·Audit &amp; Incident investigation</li> <li>·Management review</li> <li>·Corrective action</li> </ul>

석탄 및 광업, 항공, 철도 분야에서 안전성숙을 평가하기 위해 각 조직에서 어떤 분야를 측정하고 있는지 요소(elements)들을 보여준다(지면제약으로 각 요소에 대한 세부설명은 참고문헌 참조).

### 3.4 철도분야 안전성숙 모델을 위한 요소

여기서는 Table 3에서 제시된 다양한 분야별 안전성숙 모델의 요소를 토대로, 국내 철도분야 안전성숙 모델 개발 시 어떤 요소가 포함되어야 하는지를 검토하였다. 이를 위해 먼저, 각 분야별 공통으로 포함되는 요소를 찾아내고, 각각을 그룹화 하여 대분류(first-order) 및 소분류(second-order)로 구분하였다. 대분류로는 안전정책, 관리, 책임, 의사소통, SMS 5개 분야로 정의하였다(Table 4). 이러한 분류의 목적은 일관된 목적의 설문항을 구성하여 분야별 중복질문을 배제하기 위함이다. Frazier et al.(2013)은 이런 접근방법이 피설문자에게 정확한 질문 의도를 이해시키고 전달하는데 중요하다고 했다. 이러한 분류 방식은 비록 철도분야를 위해 제안되었다 하더라도 조직의 상황에 따라 다를 수 있다. 특히, Frazier et al.(2013) and Parker et al.(2006)은 한 조직의 안전성숙 평가를

시작하는데 있어 적절한 분류 항목 설정은 반드시 설문지(연구자)와 해당 조직내의 경륜이 있는 관리자 등이 상호 충분한 협의를 거쳐야 함을 강조하고 있다. 이는 조직의 특성에 맞는 적절한 안전성숙 평가를 보장하기 위함이다.

## 4. 설문 평가절차

### 4.1 질문 및 답변 구성

설문지 작성 시 가장 중요한 고려사항은 의도에 맞는 적절한 질문 작성과 그에 맞는 선택 답변들을 제시하는 것이다. 질문은 설문자의 정확한 의도가 반영되고 애매한 표현으로 피설문자의 자의적인 문제해석이 개입되지 않는 정확한 표현으로 작성되어야 하며, 이것은 문항 작성 시 아주 중요한 기본 원칙이다. 그러나 질문 작성만큼 더 중요한 것은 해당 질문에 적절한 답변 선택사항이 제시되어 피설문자로 하여금 최대한 객관적인 생각의 틀에서 답변이 선택될 수 있도록 해야 한다. 기존의 많은 연구들이 안전성숙 측정 시 설문문항에 대한 답변 선택을 크게 ‘리커트(Likert) 척도’와 단계별 ‘상황 기술(Unique descriptive answers)’ 두 가지로 사용

Table 4. Hierarchy of Potential Elements for a Railway Safety Culture Maturity Model

First-order	Second-order(abbr.)	First-order	Second-order(abbr.)
Policy concern	·Corporate level safety policy ·Supervisor leadership ·Productivity vs. safety	Communication	·Trust ·Shared perceptions ·Employee involvement and consultation ·Safety meetings/committees ·Supervisor/management blame
Management concern	·Management leadership ·Asset management ·Knowledge management ·Change management ·Contractor management ·Risk management ·Job competence management ·Work load planning	SMS	·Incident/Accident reporting and analysis ·Safe audit and monitoring ·Job safety technique ·Legal requirement ·Safety external standards ·Safe assesment and risk mitigation ·Safe system and interface ·Emergency planning ·Safety performance measurement ·Corrective action ·Employee participation ·Reward of safety performance
Personal responsibility	·Recognition of responsibility ·Attitude of safety participation ·Personal risk attitude ·Awareness about risk		

Table 5. Examples of Unique Descriptive Answers Using Hudson'S Model (2003)

Question 1. Are all incidents, even minor ones, throughly reported and investigated?				
Choose an answer				
1. Pathological:	2. Reactive:	3. Calculative:	4. Proactive:	5. Generative:
Many incidents are not reported. Investigation only takes place after a serious accident	There is an informal reporting system. Investigation is aimed only a immediate causes.	There are procedures producing action items, but opportunities to address the real issues are often missed	There are trained investigators. Reports are sent company wide to share to lessons learned	Investigation and analysis driven by a deep understanding of how accidents happen

하고 있었다.

리커드 척도는 모든 설문문항들에 대해 ‘강한부정-부정-중립-동의-강한동의’처럼 동일한 척도로 답변을 요구한다. 반면에, 단계별 상황 기술 방식은 각 단계별 해당하는 내용을 기술하고 피설문자가 각 질문에 맞는 상황을 선택 할 수 있도록 한다. 여기서 각 질문별 5 단계에 대한 기술 내용은 서로 다르다. 아래 Table 5는 한 가지 질문에 대한 단계별 예시를 Hudson (2003)이 제시한 모델을 사용하여 제시하였다. 만약 ‘모든 사고가 철저하게 보고되고 조사되는가?’라는 질문을 가정해 보자. 리커드 척도 방법에서는 앞서 말한 대로 단순히 부정 또는 동의의 수준에 대한 선택사항으로 답변이 너무 피상적이고 주관적이어서 응답자별 응답의 일관성이 부족할 수 있다는 단점이 있다.

그러나 단계별 상황 기술 방법에서는 피설문자가 각 단계별 서술된 내용을 토대로 자신이 속한 조직의 상황에 맞는 단계를 선택할 수 있어 리커드 척도 방법보다는 보다 일관성 있는 답변을 기대할 수 있다. 설문지를 준비하는데 있어 어려운 점으로는 각 설문항에 대한 모든 단계별 내용을 기술하여야 하고, 그 기술 내용이 조직의 상황을 알맞게 대변하고 있는지 설문 시작 전에 검증이 이루어져야 한다(설문 기획자와 평가 조직의 분야별 대표자 간에 논의를 통해 답변 기술 내용의 적합성을 검증함). 즉, 리커드 척도 방법보다 상대적으로 많은 시간과 노력이 필요하지만, 이러한 방법은 더 완성도 높은 설문지 구성으로 보다 신뢰성이 높은 안전성숙도 설문 결과를 얻을 수 있을 것이다.

#### 4.2 예비 실험(Pilot test)

지금까지, 안전성숙 평가 시 사용되는 모델과, 질문 및 그에 대한 설문답변을 어떻게 구성하는지에 대한 방법을 설명하였다. 그렇다면, ‘본격적으로 평가를 위한 설문조사를 실시하기에 충분한

가?’ 먼저 실제 상황에서 설문조사를 실행하기 전에 소규모로 실시해보는 것이 필요하다. 이는 실행 전에 발생할 수 있는 여러 가지 변인들을 미리 파악해서 수정 보완하고, 질문 및 답변의 추가적인 적합성 검증을 하기 위함이다. 즉, 이러한 소규모로 진행되는 예비 실험(Pilot test)이 선행되어야 한다(Filho, 2010). 예비 실험의 대상은 설문을 실시할 다양한 계층 및 분야 그룹별 소수 인원을 상대로 실시한다.

#### 4.3 동형 신뢰도 실험(Alternate-form reliability test)

예비 실험(Pilot test) 후 설문지의 보완을 거쳐 다양한 조직 내 레벨별(관리자, 일반직원 등)로 실제 설문조사가 이루어진다. 그러나 이러한 설문조사에서는 질문별 상황판단에 있어 응답자의 주관적인 생각이 쉽게 반영될 수 있어 응답자간의 답변 신뢰성을 떨어뜨릴 수 있다. 이를 보완하기 위해, 동형 신뢰도 실험을 실시한다. 동형 신뢰도 실험이란 ‘연습 효과(practice-effect)’를 없애기 위한 목적에서 검사-재검사(test-retest) 형태와는 다르다. 이를 위해, 1차 설문조사에서 사용된 동일한 양식에 질문의 표현을 변형하여 재실시 한다(단, 의미는 동일함). 일반적으로 동형 신뢰도 실험은 처음 설문이 실시된 후 1주 이내 하는 것이 바람직하며 반드시 동일 인물이어야 한다(Lammers et al., 2005). 동형 신뢰도 실험 후 1차 조사결과와의 질문별 상관관계를 유의한 통계적 방법을 통해 검증하여야 하며(참고로, Filho et al.(2010)은 Kendall’s tau 사용) 상관관계가 약할 경우 추가로 설문조사를 실시하여야 한다.

#### 4.4 평가절차

지금까지 설명된 방법 및 절차를 이해를 돕기 위해서 종합해 보면 아래 Fig. 2와 같다. 즉, 적절한 모델 선택에서 요소의 위계화(structuring), 설문지 내용 및 답변 구성, 예비 실험에서 설문조사,

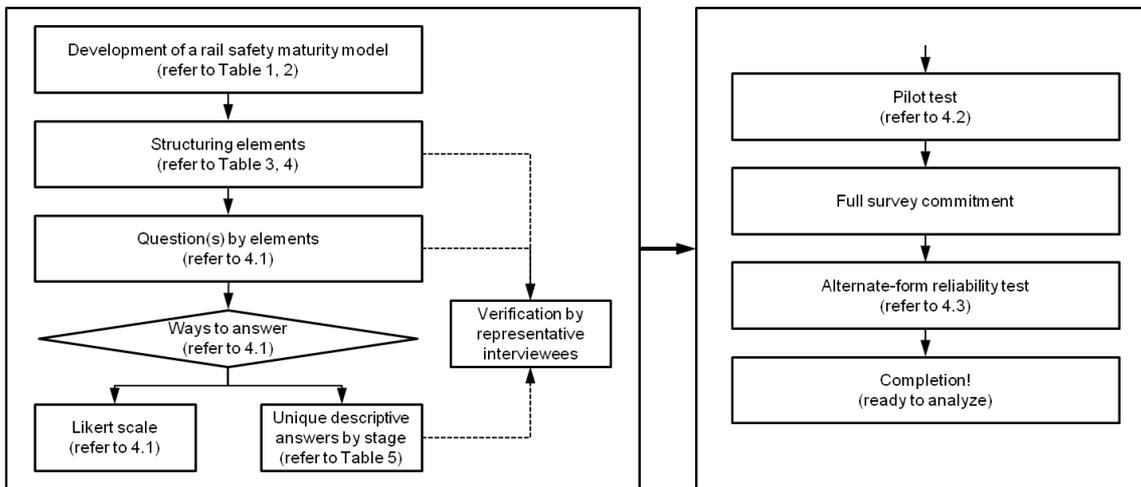


Fig. 2. A Framework of Rail Safety Maturity Estimates

그리고 동형 신뢰도 실험을 통한 설문지의 검증, 완료에 이르는 모든 절차들이 아래와 같이 적절한 통계적 방법으로 이루어져야 한다.

## 5. 결론

개정된 철도안전법(2012.12)에서의 철도종합안전관리체계 시스템 구축 필요성과 이를 뒷받침 해줄 철도안전심사기준(2013.8 교통안전공단 준비 중) 모두 보다 안전한 철도운영환경을 조성하기 위함이다. 그러나 앞서 언급한 대로 아무리 좋은 제도과 시스템이 있어도 조직 내에 적절한 수준의 안전문화가 정착되지 않고서는 그러한 제도와 안전관리체계가 성공적으로 자리 잡기 어렵다. 동시에 조직의 안전문화 성숙을 평가할 수 있는 적절한 모델과 방법 없이는 분야별 안전 수준에 대한 진단이 어려워 올바른 해결방안을 모색할 수 없을 것이다. 이런 관점에서 본 연구는 안전문화 성숙을 평가할 수 있는 모델을 검토하고 국내 철도운영환경에 적합한 설문영역(요인)과 적절한 설문구성 방법 및 통계적 절차를 제시하였다. 이러한 절차는 철도안전문화 성숙 평가 모델 개발 및 평가 시 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 향후 이러한 절차를 활용한 철도안전문화 성숙 평가 결과는 2014년부터 시행될 철도운영 사전 승인제도와 결합하여 취약한 안전문화 분야를 찾아내고 그에 적절한 처방을 내리는데 역할을 할 것이다. 실제로 영국의 RM3 모델을 활용한 분야별 성숙도 평가 결과는 철도운영기관의 수시 및 정기 검사 시 취약하게 나온 분야를 중점적으로 점검하여 전체적인 철도안전을 향상시키는데 크게 기여하고 있다.

본 연구 외에 추가적으로 고려되어야 할 사항으로는 Table 4에서 제시된 요인 구성이 비록 해당 조직의 상위 레벨에 있는 전문가를 대상으로 설문 전에 그 유효성을 검증하였다 하더라도 설문 조사 후 실제 요소간의 구성과 위계가 얼마나 적합한지를 통계적인 방법(예컨대, 요인분석 기법 등)을 통해 추가로 검증하기 위한 절차가 향후 포함되어야 한다. 즉, 설문구성 및 실시뿐만 아니라 분석과정에 대한 절차도 충분히 설명되어야 보다 완성도 높은 안전문화성숙 평가 절차(framework)로 자리 잡을 수 있을 것이다.

## 감사의 글

이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 (일부)지원으로 수행되었습니다.

## References

Anglo American Plc. (2003). *Safety risk management capability building program overview, Version 2-03/09.*

- Filho, A., Andrade, J. and Marinho, M. (2010). "A safety culture maturity model for petrochemical companies in Brazil." *Safety Science*, Vol. 48, pp. 615-624.
- Fleming, M. (2000). *Safety culture maturity model*, Offshore Technology Report 2000/049.
- Fleming, M. and Lardner, R. (1999). *Safety culture - The way forward*, The chemical engineer, pp. 16-18.
- Foster, P. and Hoult, S. (2013). "The safety journey: Using a safety maturity model for safety planning and assurance in the UK coal mining industry." *Minerals*, Vol. 3, pp. 59-72.
- Frazier, C., Ludwig, T., Whitaker, B. and Roberts, S. (2013). "A hierarchical factor analysis of a safety culture survey." *Journal of safety research*, Vol. 45, pp. 15-28.
- Gordon, R., Kirwan, B. and Perrin, E. (2007). "Measuring safety culture in a research & development centre: A comparison of two methods in the air traffic management domain." *Safety Science*, Vol. 45, pp. 669-695.
- Hudson, P. (2003). "Applying the lessons of high risk industries to health care." *Qual Saf Health Care*, Vol. 12, pp. i7-i12.
- Hudson, P. (2007). "Implementing a safety culture in a major multi-national." *Safety Science*, Vol. 4, pp. 697-722.
- IAEA. (1991). *Safety culture*, Safety series No.75-INSAG-4.
- IAEA. (2002). *Safety culture in nuclear installations: Guidance for use in the enhancement of safety culture*, IAEA-TECDOC- 1329.
- Keil Centre (2003). *Managing safety culture in the UK rail industry report on the review of safety culture tools and methods*, Rail Safety & Standards Board (UK).
- Kyriakidis, M., Hirsch, R. and Majumdar, A. (2012). "Metro railway safety: An analysis of accident precursors." *Safety Science*, Vol. 50, pp. 1535-1548.
- Lammers, W. J. and Badia, P. (2005). *Fundamental of behavioral research*, Thomson and wadsworth, California.
- Lardner, R. (2002). *Towards a mature safety culture*, Presented at the Institute of Chemical Engineers Annual Conference, Manchester, UK.
- Office of Rail Regulation (ORR) (2011). *Railway management maturity model (RM3)*.
- Parker, D., Lawrie, M. and Hudson, P. (2006). "A framework for understanding the development of organisational safety culture." *Safety Science*, Vol. 44, pp. 551-562.
- Queens (University of Queensland). (2008). *Minerals industry risk management maturity chart*, University of Queensland Minerals Industry Health & Safety Centre: Brisbane, Australia.
- Westrum, R. (1993). *Cultures with requisite imagination, Verification and validation of complex systems: Human factors issues*, NATO ASI Series, Vol. 110, pp. 401-416.
- Zohar, D. (1980). "Safety climate in industrial organizations: Theoretical and applied implications." *Journal of Applied Psychology*, Vol. 65, No. 1, pp. 96-102.