

# 철도 인적오류 사고분석에 대한 시사점

## Implications for the Analysis of Human Error in Railway Accidents

이지선\*  
Lee, Ji-Sun

김만웅\*\*  
Kim, Man-Woong

김동산\*\*\*  
Kim, Dong-San

백동현\*\*\*\*  
Baek, Dong-Hyun

---

### ABSTRACT

The basic concept of analysis of human error that induced railway accident is that errors are consequences, not causes. But in most cases, it is likely that direct causes of the accident could be concluded as real causes, which make it difficult to find out root causes. Design, training, staffing, culture and condition are general category applied to investigate human error. In order to examine how those approach could help accident analysis, this paper studied accident investigation reports of UK RAIB(Rail Accident Investigation Branch). Rather than consider specific investigation method, we focus investigation result on how to describe causal factors and how to indicate recommendations to prevent similar accident. The reports show that they try to find out causes more in organizational, environmental and job factors, which implies the necessity to improve investigation process of human error accident in Korea.

---

### 1. 서론

교통안전공단 철도안전정보시스템의 사고통계에 따르면, 열차사고는 2004년부터 2008년까지 총 28건의 사고가 있었는데 그중 인적요인에 의한 사고가 64.3%이다. 인적요인에 의한 사고를 다시 소분류로 나눠 보면, 운전자에 의한 사고가 50%를 차지하고 있고 유지보수자가 22.2%, 관제사, 기타, 운전취급자 순으로 나타났다. 다시 말해 열차사고의 64.3%가 인적요인에 의해 발생하고 그중 절반이 기관사에 의해서 발생하고 있음을 알 수 있다. 건널목사고는 2004년부터 2008년까지 총 150건의 사고가 있었는데, 그중 건널목-통행자에 의한 사고가 96%로 절대다수를 차지하고 있고 안내원, 안전장치 순으로 나타났다. 그리고 통행자에 의해 발생한 사고를 더 자세히 살펴보면 차단기 돌파/우회가 37.5%, 일단정지 무시행단이 33.3%를 차지하고, 건널목보판이탈, 기타, 통과지체, 자동차 고장 순으로 나타났다.

이와 같이 인적오류가 사고의 주요 원인이 되는 것은 자명한 현실이며 이에 대한 예방대책이 시급한 실정이다. 그러나 아직 국내에서는 철도종사자 인적오류에 대한 관리를 위한 분석기법의 적용 및 투자가 현업에서는 거의 이루어지지 않고 있다. 특히 인적오류에 대한 사고원인분석이 왜 중요한지, 그 효과가 어떤지에 대한 명확한 이해와 확신이 없기 때문에 인적오류 분석기법을 대하는 사고조사 담당자는 익숙하지 않은 용어와 그 절차의 복잡성에 부담을 느끼게 되어 도입을 꺼리거나 포기하게 된다. 그런 이유로 철도사고의 60%~80%정도가 인적오류에 의해 발생하고 있음에도 아직 국내에서는 인적오류 사고분석에 대한 전문적 투자가 미흡하다.

---

\* 교통안전공단, 철도안전처, 선임연구원

E-mail : jslee@ts2020.kr

TEL : (031)362-3606 FAX : (031)481-0488

\*\* 서울산업대학교 철도전문대학원 박사과정, 교통안전공단 철도안전본부장

\*\*\* KAIST 산업공학과 박사과정

\*\*\*\* 한양대학교 경상대학 경영학부 교수

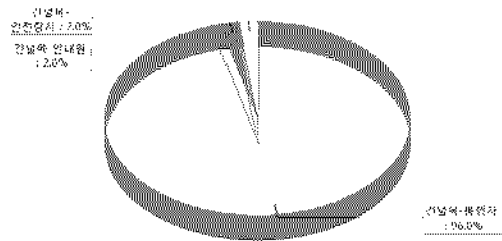
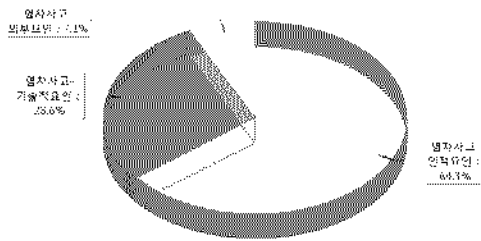


그림 1. 열차사고 (기간: '04.1~'08.12, 사고건수 : 총 28건)

그림 2. 열차사고 (기간: '04.1~'08.12, 사고건수 : 총 150건)

본 논문에서는 인적오류 분석이 어떻게 사고원인분석과 재발방지에 도움이 되는지 알아보기 위해 영국 RAIB(Rail Accident Investigation Branch)의 철도사고 조사보고서를 토대로 인적오류 조사에 대한 시사점을 분석하고자 한다. 구체적 사고분석기법에 대한 내용은 생략하고 실제로 인적오류 사고분석을 통해 어떤 형태로 사고분석결과를 도출하는지, 그에 따른 예방대책을 어떻게 제시하고 있는지 검토한다. 이를 통해서 인적요인에 의한 사고분석을 통한 예방대책 도출에 있어서 한국과 영국의 차이점을 발견하고 인적오류에 대한 관점 차이를 정리하였다.

## 2. 국내 철도사고 원인분류체계

표 1은 "철도사고 보고 및 조사에 관한 지침" (국토해양부 고시 제 2007-512호)의 열차사고 원인분류체계 중 인적요인에 해당하는 분류 항목이다. 그러나 이 항목들은 인적오류의 원인 규명이 제대로 이루어 질수 없기 때문에 현재의 원인분류체계는 원인별 사고발생통계 산출에만 가치가 있다. 즉, 사고정보를 활용한 1차원적인 사고집계의 범위내에서 원인분류를 활용하여 추세분석 등에 활용될 수 있는 정도이다. 인적요인에 의한 사고원인분류를 시도하고 있지만 근본원인에 해당하는 원인분류와 거리가 있기 때문에 결국 원인분석은 법에서 규정한 원인분류와는 독립적인 구조에서 다루어야 할 것이다.

표 1. 열차사고 원인분류

사고구분	대분류	중분류	소분류	
열차사고	인적요인	운전자 관제사 운전취급자 역·승무원 기타	신호위반	
			과속운행	
			계통실패	
			신호취급잘못	
			운전지시잘못	
			폐색취급잘못	
			선로전환잘못	
			열차방호잘못	
			유지보수자	미승인작업
				작업부주의
		유지보수미비		
		검사미비		
				기타

별도의 원인분류체계는 전문적인 인적오류 분석기법에서 제시하는 분류체계를 참고하여 활용할 수 있다. 영국의 RSSB(Rail Safety & Standards Board)는 사고가 어떤 경위로 발생했는지를 파악하기 위해 STEP을 자주 활용하고 있으며 SPAD hazard checklist 등의 분석도구를 활용하기도 한다. 또한 RAIB는 FTA, ETA, Cause-Consequence Analysis, MORT(Management Oversight and Risk Tree), HAZOP(Hazard and Operability) 등의 기법들을 활용한다[1]. 국내에서 인적오류 분석체계로서 HBAR(Human Error Analysis and Reduction)가 개발된 사례가 있다[2].

RSSB는 철도종사자에게 영향을 미치는 인적요인으로 설계(design), 교육훈련(training), 인사(staffing), 조직문화(culture), 근무상태(condition)를 제시하였다[3]. 이와 같은 인적요인을 참고하여 인적오류에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요소들을 체계적으로 분류할 수 있는데 분석기법에 따라 원인분류체계의 세부내용은 다르지만 큰 카테고리는 대개 유사하다. 국내에서 개발된 HEAR의 원인분류체계는 ‘작업자의 정신적 상태’, ‘직무의 특성’, ‘작업장 내의 물리적 환경’, ‘조직의 프로세스, 정책 및 문화’ 등 총 13개의 카테고리가 있고 각 카테고리는 8~18개의 세부 원인요소로 구성되어 있다[2].

### 3. 인적오류에 대한 두 가지 관점

Reason[4]과 Dekker[5]는 인적오류 문제의 접근방식에 관한 두 가지 관점을 소개하였다. 표 2에 그 두 가지 관점을 정리하였다. 대부분의 경우 사고의 직접적인 원인만이 사고원인이라고 결론짓고 예방대책을 제시하기 쉽다. 또한 사고조사에서 사람에게 사고의 책임을 지우는 것은 매우 쉽고 간편하기 때문에 종종 사고의 원인은 사고당사자의 문제로 귀결된다. 그러나 사람에게 사고의 원인을 밝혀내려는 시도는 조직이나 절차의 문제와 같은 근본적인 예방대책을 도출할 수 없기 때문에 유사한 사고가 재발되기 쉽다. 항공이나 원자력 등 안전이 절대적인 산업에서는 인적오류에 대하여 관점 2의 접근방법을 오래전부터 가지고 있었다. 철도에서도 이와 같은 관점을 이해한다면 사소한 사건이라도 문제의 징후를 발견하고 방어벽을 수립하는 기회로 활용할 수 있을 것이다.

표 2. 인적오류의 두 가지 관점

	관점 1	관점 2
문제 원인	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인적오류는 문제의 원인이다.</li> <li>- 실패를 설명하기 위해 잘못된 부분을 찾는다. (오류, 위반, 불완전, 실수)</li> <li>- 사람의 부정확한 평가, 잘못된 결정, 나쁜 판단에 의해 사고 발생</li> <li>- 나쁜 일은 나쁜 사람에게 일어난다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인적오류는 잠재적인 문제의 징후이다.</li> <li>- 실패를 설명하기 위해 사람이 잘못된 부분이 무엇인지 찾지 않는다.</li> <li>- 어떻게 사람의 판단과 행동이 그때 그 주위환경에서 의미를 취했는지 찾는다.</li> <li>- 심지어 최선의 조직에서도 사람은 오류를 범하고 실수한다.</li> </ul>
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 복잡한 시스템은 기본적으로 안전하다</li> <li>- 신뢰할 수 없고, 영리한 사람은 방어수단, 규칙, 법규를 훼손한다.</li> <li>- 시스템을 안전하게 하기 위해서는 더 치밀한 절차, 자동화, 관리감독을 통해 사람의 기여도를 제한해야 한다.</li> <li>- 공포감 조성, 교육훈련, 법적 소송, 지적과 비난, 수치심 유발과 같은 방법을 사용한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 복잡한 시스템은 기본적으로 안전하지 않다.</li> <li>- 복잡한 시스템은 여러개의 상충하는 목표사이의 타협안이다. (예. 안전과 효율)</li> <li>- 구성원은 조직의 모든 위치에서의 노력을 통해 안전을 창출해야 한다. 여기에는 작업장 환경, 조직문화가 포함된다.</li> <li>- 사람은 변하지 않는다. 대신 사람의 실수가 사고로 발전하는 것을 막는 방어수단을 마련한다.</li> </ul>

표 3. RAIB의 사고 원인분류 기준

구 분	내 용
직접 원인 (Immediate Cause)	직접적으로 사고가 발생한 계기가 된 조건, 이벤트 또는 행동
원인 요소 (Causal Factors)	사고 발생에 필요한 조건, 이벤트 또는 행동. 요소 중 하나라도 피하거나 제거하면 사고를 막을 수도 있다.
기여 요소 (Contributory Factors)	사고발생에 영향을 주거나 유지, 또는 결과를 악화시키는 조건, 이벤트 또는 행동. 요소 중 하나 또는 그이상을 제거한다고 사고가 발생하는 것을 막을 수 없을 수는 있겠으나, 그 존재로 인해 사고를 더 일어날 수 있게끔 하거나 결과를 변화시킨다.
근본 요소 (Underlying Factors)	전체적인 관리 시스템, 조직 구성 또는 규칙적 체계와 관련된 요소

표 4. RAIB 2007년도 사고보고서의 사고원인항목별 횟수

대분류	원인분류		횟수
	소분류		
Organization	Supervision		7
	Culture		11
	Leadership		5
	Resources		10
	Training/Competence		9
	Communications		11
	Work patterns		1
	Poor work planning		7
	Inadequate risk assessment		17
	Lack of safety systems		11
	<b>계</b>		<b>89</b>
Job	Task		5
	Workload		2
	Environment		2
	Display & control		8
	Procedures		8
	<b>계</b>		<b>25</b>
Individual	Competence		14
	skills		0
	Personality		0
	Attitudes		2
	Risk perception		8
	<b>계</b>		<b>24</b>
Environment	Lighting levels		0
	Weather		1
	Vandalism		1
	<b>계</b>		<b>2</b>
Technical failure	Equipment problems—design		14
	Equipment problems—failure		9
	Power failure		0
	<b>계</b>		<b>23</b>
<b>총계</b>		<b>163</b>	

#### 4. 영국에서의 철도사고 분석결과

표 3은 RAIB의 사고원인분류 방법이다. 직접적으로 사고가 발생한 계기가 된 조건인 직접원인부터 근본원인에 해당하는 근본요소까지 4단계의 원인을 분류하여 사고원인을 밝혀내고 있다. RAIB는 국내의 항공·철도사고조사위원회와 마찬가지로 중대 사고에 대하여 사고조사를 시행하고 있다.

표 4는 2007.3부터 2007.9까지 30개의 RAIB의 사고보고서에서 4단계로 제시한 사고원인을 항목별로 분류한 것이다[6]. 표에서 항목 ‘Individual’은 24건, Job은 25건임에 비해 ‘Organisation’은 89건으로 업무종사자 개인보다는 조직 및 관리 문제에서 근본원인을 찾고 있음을 알 수 있다. 즉, 앞에서 설명한 두 가지 관점과 관련하여 조사보고서의 내용이 주로 “잘못된 사람”보다는 그 사람이 잘못하게 된 “조건(환경/조직적 문제)”에 초점이 맞춰져 있다.

영국의 사고조사 결과에서 볼 수 있듯이 인적오류 사고의 근본원인을 찾는 노력이 중요한 이유는 바로 근본원인을 밝혀야 적절한 예방대책을 세울 수 있기 때문이다. 표면적인 사고원인으로는 표면적인 대책밖에 나올 수 없다. 하나의 사고가 발생하기까지는 그 뒤에 여러 위험원이 있었고 각 위험원이 작용하여 사고로 이어질 때까지 방어벽이 작용하지 못했기 때문에 사고로 이어진다. 따라서 사고를 분석할 때에는 사고원인에 복합적으로 관계된 직접적인 요인과 근본적인 요인들을 세부적으로 분석하고 각 원인에 대한 각각의 예방대책을 수립하는 것이 필요하다. 현실적으로는 모든 원인에 대응하는 대책을 수립한다는 것은 예산이나 정책문제와 같은 현실적인 문제가 있기 때문에 선별적으로 선택하여 실행여부를 결정하게 된다.

## 5. 결 론

본 연구를 통해 향후 인적오류 사고분석 및 예방에 있어서 인적오류에 대한 다른 접근방법이 필요함을 알 수 있었으며 다음과 같이 그 내용을 정리한다.

첫째, 사고원인을 단순히 개인의 인적오류라고 하는 것을 지양해야 한다. 인적오류 사고분석의 근본철학은 ‘인적오류는 사고의 원인이 아니라 결과’라는 것이다. 사고원인은 사건이 왜 발생했는지에 대한 근본적인 이유가 되어야 한다. 이를 통해 사건을 유발한 이벤트의 재발생을 막을 수 있도록 실질적인 방지책 대책을 수립할 수 있다.

둘째, 사고의 원인은 복합적으로 밝혀야 한다. 앞의 사고사례에서 볼 수 있듯이 인적요인에 대해 다각도로 원인을 찾아내야 한다. 즉 한 사고의 원인에는 다양한 문제가 걸쳐져 있으며 연결고리가 있다. 발생한 사고를 통해서 그 원인을 밝혀낸다면 잠재적인 시스템의 취약사항을 발견하여 예방해낼 수 있다.

셋째, 인적요인과 안전관리문제에 더 집중해야 한다. 다양한 측면에서 인적 수행능력에 영향을 줄 수 있는 ‘기여적’, ‘잠재적’, ‘조직적’, ‘간접적’, 혹은 근원적 원인을 파악하도록 노력해야 한다.

넷째, 예방대책을 위한 권고사항을 명확히 해야 한다. 각 권고사항은 밝혀낸 사고원인과 직결되어야 하고 시정 책임이 있는 기관이 어디인지 분명히 해야 한다. 또 ‘인적오류 예방’이나 ‘훈련’, ‘관리 감독과 같은 일반적인 표현은 지양되어야 한다. 왜냐하면 이러한 권고를 받은 시정권자가 상황을 시정하기에는 충분히 구체적인 정보가 없기 때문이다.

## 참고문헌

1. 김동산, 백동현, 윤완철 (2007), “인적오류 분석기법의 국내외 활용 현황 및 국내 철도 산업에의 적용 방안”, 한국철도학회논문집, 제10권 1호, pp.7-15.
2. KAIST (2007), “안전업무종사자 교육훈련체계 구축 연구보고서, 2차년도 최종보고서
3. RSSB (2006), "Understanding Human Factors—a guide for the railway industry"
4. James Reason (2000), “Human error : models and management”, BMJ, Vol.320, pp.768-770.
5. Sidney Dekker (2006), "The Field Guide to Understanding Human Error", Ashgate
6. Mary Marshall, Nicola Healey (2008), "Review of RAIB investigations and recommendations 2007", Health & Safety Laboratory