

## 철도건설현장의 사고유형기반 위험도 분석

### Risk Analysis Based on Accident-Category for Railway Work Zones

박미연\* · 최은수<sup>†</sup> · 박주남\*\* · 최승선\*\*\*

Mi-Yun Park · Eunsoo Choi · Joonam Park · Seung-Sun Choi

**Abstract** The theory of risk is applied frequently in analysis of railway accidents. The aim of risk analysis is to search potential causes and contribution factors of accidents by checking the total system of construction field. This paper analyze a pattern and a cause of accident occupied in construction field ,calculate risk index considering accident frequency and severity, and then provide the relative risk assessment. Based on this, this paper will provide the methodology of qualitative risk assessment guiding to reach a consistency of risk index with risk assessment.

**Keywords** : Work zone, Accidents, Risk, Frequency, Severity

**요 지** 위험도분석은 철도사고해석에 주로 사용되는 이론이다. 위험도 분석의 목적은 건설공사전체 과정에서 주요 사고의 사고요인과 잠재적인 원인 및 기여정도 등을 조사 분석하는 것이다. 본 논문은 건설공사 현장에서 발생하는 사고원인과 패턴을 분석하고 사고빈도와 심각도를 고려한 위험도 지수를 계산하여 상대적인 위험도 평가를 제공하고자 하는 것이다. 이를 기반으로 사고 위험도 지수의 일관성을 유도하고 위험도 평가를 위한 정량적인 기준을 제공하고자 하였다.

**주 요 어** : 건설현장, 사고, 위험도, 발생빈도, 심각도

## 1. 서 론

사고에 대한 올바른 이해는 사고 발생의 원인과 결과에 대한 올바른 분석을 통해서만 이루어질 수 있다[1]. 철도사고도 위와 같이 원인 및 결과를 분석하는 체계에 의해서 철도사고의 위험도를 감소시킬 수 있으며, 원인 및 결과 분석 체계는 철도사고 종류의 합리적 분류를 통해서 효과적으로 수행될 수 있다. 철도사고의 종류별 분류에 있어서는 ‘한국철도시설공단’에서 제시하는 철도사고 분류기준을 이용할 수 있으나 이를 이용하여 철도사고에 대한 위험도를 평가하고 종류별 원인을 분석하여 그에 맞는 대책을 수립하기 위한 연구는 현재 진행 중에 있다[6].

철도건설현장의 사고는 “철도”라는 특성과 “건설현장”이라는 특성이 복합적으로 작용하기 때문에 일반적인 철도

사고와 구별하여 원인 및 결과 분석을 수행할 필요성이 있다. 현재 국내에서는 호남 고속철도 건설 및 복선화 작업 등의 중장기적인 철도 건설 계획과 관련하여 전국에서 약 5조 5천억원 규모로 시행 중이다. 철도건설현장은 터널과 대형 교량이 다수 포함되어 있고, 기존 운행선과의 인접공사, 토목, 건축, 전기, 궤도 등 복합공사 등의 특성이 있어 시설물 붕괴 및 인명손실이 유발될 가능성이 매우 높은 편이기 때문에, 이러한 철도건설공사에서는 안전한 철도건설과 시설물의 안전성 확보가 매우 중요하다 할 수 있다. 따라서 현재까지의 철도건설공사 상의 안전사고 및 위험요인을 분석하여 건설안전을 확보 할 수 있는 대책이 강구된다면 많은 인명손실과 경제적인 손실을 줄 일 수 있을 것이다.

철도사고의 경우 그 발생빈도가 적기 때문에 사고의 위험도 평가를 적절히 수행하기 위해 필요한 모든 기초자료를 제공하기는 힘든 상황인데, 특히 매우 낮은 빈도로 발생하지만 심각한 결과를 초래하는 사고의 경우는 위험도 평가의 필요성은 높으나 자료의 수집은 상대적으로 더욱 어렵다고 할 수 있다. 따라서 철도사고분석에서는 이러한 상

\* 책임저자 : 홍익대학교 토목공학과, 조교수  
E-mail : eunsoochoi@hongik.ac.kr  
TEL : (02)320-3060

† 정회원, 아이엠기술단 연구소장

\*\* 정회원, 한국철도기술연구원, 선임연구원

\*\*\* 한국철도시설공단, 건설본부민자PM팀

황을 고려한 위험도 분석기법의 활용이 필요하다. 이러한 위험도 분석기법을 수립함에 있어서는, 위험도 분석은 전체 시스템을 검사함으로써 잠재적 원인 및 사고의 인자들을 발견하는데 일차적인 목적이 있다는 점을 염두에 두어야 한다.

본 논문에서는 철도건설현장에서 발생하는 사고 원인 및 유형을 분석하고 그에 따른 사고 발생빈도와 심각도를 고려하여 위험도를 계산하여 각 사고의 상대적인 위험성을 평가할 수 있게 하였다. 또한 이를 바탕으로 각 사고의 하위분류 사고에 대한 위험도를 계산하여 중요 사고요인을 파악할 수 있도록 하였다. 일반적인 위험도 평가에서는 위험도 매트릭스(Risk Matrix)를 사용하여 위험도를 정성적으로 표현하지만(정성적 위험도 평가: qualitative risk assessment), 본 연구에서는 정량적인 위험도 해석에 근거한 위험도를 사용하여 위험도 매트릭스를 작성하고자 한다.

## 2. 철도건설현장의 사고 현황

본 논문에서는 현행 한국철도공사 및 철도시설공단 의 최근 7년간(1999-2005년)의 철도건설공사에 관한 사고발생 현황 및 사고 원인 분석결과를 기반으로 1) 사고형식별 년 평균 발생빈도 및 등가사망자수의 분석, 2) 이에 따른 위험등급의 설정 및 심각도/빈도의 설정, 3) 주요 사고 형식에 대한 위험요인을 분석하고 문제점을 도출하였다. 일반적으로 철도건설 공사의 안전사고에 대한 피해를 인적 피해(사망, 중상, 경상), 시설물의 물적 피해, 열차 시간지연으로 인한 시간손실 등으로 나눠 분석 할 수 있지만, 과거 철도청의 자료(1999-2003)의 일부에서는 물적 피해의 규모나 시간지연에 따른 비용손실 등의 기록을 취득할 수가 없어 본 논문에서는 인적손실위주로 분석을 수행하였다.

Table 1 및 Fig. 1은 철도건설공사와 관련된 7년 동안 발생한 사고 자료를 사고 발생 년도 별로 정리하여 이에 따른 매년마다의 등가 사상자수를 기록한 표이다. 본 연구에서 적용한 등가사상의 기준은 중상10인을 사망 1인으로, 경상 200인을 사망 1인으로 가정하여 등가사상자수를 집계하였다. 최근 7년간의 철도 건설공사의 안전사고 발생건수는 134건으로 연평균 19.14건의 사고가 발생하였으며 평균 4명 이상의 등가사망자가 발생했음을 알 수 있다.

Fig. 1에서 보는 것처럼 매년 철도건설 사고의 발생추이를 보면 사고수와 등가사망의 수가 불규칙적으로 발생하고 있다. 이러한 현상은 철도건설사고가 현행 많은 규제와 제도속에서도 지속적으로 발생하는 것을 보여주고 있으며, 이는 건설안전 의식이 아직도 완전히 정립되어 있지 않고 있다는 것을 간접적으로 설명해 주고 있다.

Table 1. Number of accident and equivalent death

연도	빈도 (건)	인명피해			
		등가사망 (명)	사망	중상	경상
1999	27	5.23	4	12	24
2000	20	2.04	1	10	8
2001	22	3.23	2	12	6
2002	9	3.5	5	6	0
2003	3	1.2	1	2	0
2004	28	4.61	4	14	0
2005	25	6.7	5	7	0
합계	134	26.5	22	63	38
년 평균	19.14	3.79	3.14	9	5.43

또한 건설시의 안전을 실천하고자 해도 안전 실천을 위한 전문적인 프로그램의 부재 및 현장에 적합한 안전 계획서의 작성 및 운영이 실천되고 있지 않은 점도 안전사고의 큰 몫을 차지한다고 볼 수 있다.

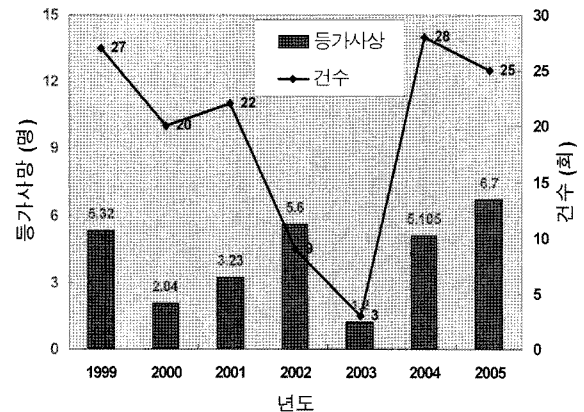


Fig. 1. 철도건설사고 발생건수와 등가사망

현재 국내 철도건설사고와 관련 사고보고 및 분류체계는 두 가지가 있으며 이중 한국철도시설공단이 적용 관리하는 ‘철도건설사고보고 및 처리지침’이 있다(Table 2 참조). 다른 하나는 ‘철도 사고보고 및 조사에 관한 지침(건교부고시 제2006-3호)’에 따라 철도공사 등 철도운영기관이 적용하는 사고보고 및 분류체계가 존재한다. 본 연구에서는 철도시설공단의 기준에 따라 사고분류를 철도사고와 운행장으로 크게 구분하였다. 이중 철도사고에서의 철도건설사고와 관련된 직무관련 안전사고 분류기준을 바탕으로 사고 원인 및 유형을 분석하고 그에 따른 사고 발생빈도와 심각도를 고려하여 위험도를 계산하고자 하며, 이를 위해서 위험도 계산방식을 제안하였다.

**Table 2.** 철도건설사고 분류기준(철도시설공단 규정)

구분	종류			
	철도 사고	운전사고	열차사고	
-				
철도건설 사고		공사열차 사고		
			건설안전 사고	직무사고
		붕괴사고		
		낙하사고		
		전도사고		
		협착사고		
		충돌사고		
		비산사고		
	감전사고			
	기타사고			
화재사고				
설비사고				
-				
운영 장애	-			

Table 2에서 보듯이 직무관련 안전사고는 추락, 붕괴, 낙하사고 및 전도, 협착, 충돌, 비산, 감전사고등의 유형으로 구분하고 있다. 이를 기준으로 7년간(1999-2005)의 직무사고의 유형을 분석 정리하고 이를 등가사상자로 표현하면 Table 3과 같다.

주요 사고 원인으로는 추락사고(39건)가 전체 사고의 29%, 그 다음으로 협착(14건) 및 감전(10건), 비산/ 낙하사고(18건) 및 전도(9건)가 각각 10.4, 7.5 13.4 및 6.7%로 사상사고의 대부분을 구성하고 있다. 7년간의 등가사상자를 종합하고 이를 년 간 등가사상자로 환산하여 보면 추락사고로 인한 인명사상이 매년 1명이상 나타나는 것으로 분석

되었으며 감전 및 장비 협착으로 인한 인명손실 또한 0.5인 이상으로 나타나고 있다. 이들 수치만으로는 각 사고의 심각성과 위험성을 판단하기 어렵고 판단기준과 비교가 불가능함을 인식하였다. 따라서 주어진 인명피해 수치에 대한 좀 더 구체적인 분석을 위해 인명사고의 발생빈도와 심각도를 고려한 위험도를 제안하여 각 사고의 상대적인 위험성을 평가할 수 있게 하였다.

### 3. 사고 위험도 평가

본 연구에서는 Table 3에서 제시된 주요 인명 피해발생 사고를 좀 더 세부적인 원인을 규명을 통해 각 사고에 대한 상대적인 심각도와 위험도를 제시하였다. 본 연구에서 제시한 심각도(Severity)란 사고의 심각성의 정도로 발생사고당 등가사망자수의 관계로 표현할 수 있다. 따라서 심각도(Severity)는 다음 식으로 표현된다.

$$\text{심각도} = \text{등가사망자수} / \text{사고건수} \tag{1}$$

또한 위험도(Risk)란 연간 평균 발생빈도(Frequency)와 심각도(Severity)를 곱한 관계로 정의하였으며, 다음과 같이 표현된다.

$$\text{위험도} = \text{발생빈도} \times \text{심각도} \tag{2}$$

Table 3에 언급된 각 사상사고의 건수 및 등가사상을 근거로 본 연구에서 제시한 심각도와 위험도를 제시하면 Table 4 및 Fig. 2와 같다. 주요 사고유형분석에서 심각도는 낙하사고가 0.518 및 붕괴사고가 0.503으로 상대적으로 높게 나타났다. 심각도가 크다는 것은 사고에 의한 사망의 비율이 높다는 것을 의미한다. 위험도를 평가하면 추락사고가 매우 높은 1.297로 낙하사고 위험도 0.446의 2.9배이며

**Table 3.** 철도건설공사 관련 사상사고 발생 현황

구분	종합			1999		2000		2001		2002		2003		2004		2005	
	건수	등가 사상	년간 등가 사상	건수	등가 사상	건수	등가 사상	건수	등가 사상	건수	등가 사상	건수	등가 사상	건수	등가 사상	건수	등가 사상
추락	39	9.08	1.3	8	0.675	5	1.4	6	1.405	4	1.3	-	-	12	1.2	3	3.1
전도	9	1.505	0.22	1	0.1	-	-	4	0.205	-	-	1	1	2	0.2	1	-
협착	14	3.53	0.5	3	0.205	3	0.11	2	0.01	3	1.2	-	-	2	1.005	1	1
충돌	4	1.4	0.2	1	0.1	-	-	1	0.2	-	-	-	-	-	-	2	1.1
낙하	6	3.11	0.44	3	2.005	-	-	2	0.2	-	-	-	-	-	-	1	1
비산	12	0.725	0.10	3	0.015	4	0.21	2	0.105	-	-	-	-	1	0.1	2	0.2
감전	10	3.6	0.51	1	1	1	-	2	1.1	-	-	2	0.2	1	1	3	0.3
붕괴	4	2.01	0.28	1	0.005	-	-	-	-	1	1	-	-	2	1	-	-
기타	36	1.55	0.22	6	1.125	7	0.32	3	0.005	-	-	-	-	6	0.1	10	-
합계	134	26.51	3.78	27	5.23	20	2.04	22	3.23	8	3.5	3	1.2	26	4.605	23	6.7
년평균	19.14	3.79	0.42	3.86	0.75	2.86	0.29	3.14	0.46	1.14	0.50	0.43	0.17	3.71	0.66	3.29	0.96

붕괴사고 위험도 0.286의 4.5배이다. 이것은 낙하사고의 발생빈도가 상대적으로 높기 때문이다. 협착사고 및 감전사고의 심각도는 상대적으로 크지 않으나 위험도가 크게 나타나는 이유도 발생빈도가 높기 때문이다. 이러한 방식은 단순히 평균적인 값들만으로 사고의 위험도를 표현하던 기존방식의 모순을 개선한 것이다.

Table 4. 각 사고요인에 따른 심각도 및 위험도 제시

구분	총 건수	빈도/연간	등가 사망	연평균 등가 사망	심각도	위험도
추락사고	39	5.57	9.08	1.3	0.233	1.297
전도사고	9	1.29	1.505	0.22	0.167	0.216
협착사고	14	2	3.53	0.51	0.252	0.504
충돌사고	4	0.57	1.4	0.2	0.35	0.2
낙하사고	6	0.86	3.11	0.44	0.518	0.446
비산사고	12	1.71	0.73	0.104	0.061	0.104
감전사고	10	1.43	3.6	0.514	0.36	0.515
붕괴사고	4	0.57	2.01	0.29	0.503	0.286
기타사고	36	5.14	1.55	0.22	0.04	0.221

본 연구에서는 심각도와 연간 발생 빈도를 고려한 새로운 위험도 수치의 적용을 통해 기 분석된 주요인명사고의 유형별 위험도 등급을 정의하고 이를 통해 철도건설사고의 잠재적 원인 및 사고의 인자들을 발견할 수 있도록 기준을 제시하고자 한다.

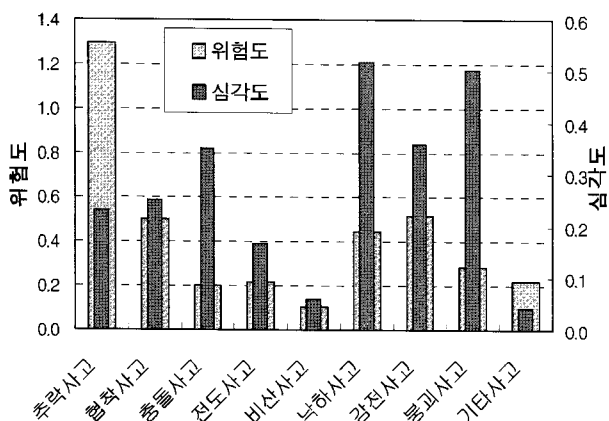


Fig. 2. 사고 유형에 따른 심각도 및 위험도

#### 4. 사고원인 분석

본 연구에서 조사 분석된 사고의 90% 이상이 인재로 인한 사고였으며 이는 사전예방을 위한 철저한 점검과 관리가 이루어졌다면 막을 수 있었던 사고들이다. 아래 제시된

표들은 이러한 안전사고를 각 사고유형에 따라 세부적인 원인과 발생건수, 등가사망 및 이를 기반으로 한 위험정도를 분석하여 심각도와 위험도를 제시하였다. 본 연구에서 제시된 여러 가지 주요 사고요인들 중 세부원인 규명이 가능한 추락사고, 협착사고, 붕괴, 낙하사고 및 감전 사고에 대한 세부원인규명을 통한 위험도 및 심각도를 분석하여 제시하였다.

Table 5에서는 추락사고에 대한 세부적인 원인을 분석하였다. 추락사고는 높은 곳에서 이루어지는 작업에서 많이 발생하므로 사고발생요인의 구분에서는 상하이동과정에서의 사고와 고소작업에서의 사고로 대별할 수 있다. 상하이동작업시의 사고들은 장비탑승 하에서 발생하는 사고와 가시설을 이용하여 이동 중 사고로 나눌 수 있으며 지난 7년간 연평균 1.14명의 인명사상사고가 발생한 것으로 분석되었다. 또한 고소작업에 의한 사고발생요인으로는 가시설 발판의 불안정시공으로 발생한 경우와 안전고리 미착용 및 정해진 안전한 위치에 고리를 부착하지 않아 발생한 사고, 그리고 상부에 놓여있던 불안정한 시설물이 떨어지는 것을 피하려다 추락하는 등의 사고들을 말하는 것이다. 특히 고소작업에 의한 사고는 연간 4명의 사상자가 발생하는 것으로 분석되었다. 이들 세부요인별 사고의 심각도와 위험도를 분석한 결과 고소작업의 위험지수가 0.896으로 상당히 높게 분석되어, 추락사고에서는 고소작업이 가장 위험한 것으로 평가되었다.

Table 5. 철도건설공사에서의 추락 사고에 따른 세부원인 분석 및 위험등급의 산정

위험사건	건수 (7년)	사 망	중 상	경 상	년 간 발 생 빈 도	등가사망		위험등급		
						합	평균	심각도	위험도	
상 하 이 동	장비 탑승 사고	3	1	1	1	1.14 (8)	1.605	0.23	0.201	0.229
	가시설 이동	5	-	5	-					
고 소 작 업	가시설 (발판)	10	1	8	14	4.0 (28)	6.275	0.90	0.224	0.896
	안전 고리	15	3	11	1					
	외부 충격	3	-	3	-					
기타	3	1	2	-	0.43 (3)	1.2	0.17	0.4	0.172	

협착사고는 장비협착과 일반협착으로 구분할 수 있으며 장비협착의 경우 장비차량협착과 작업장비 협착사고

로 다시 나누어 분석할 수 있다. 장비차량 협착사고의 경우는 주로 장비차량에 끼거나 협착되어 발생한 사고로 이에 따른 사망확률이 매우 높게 나타나고 있으며 대부분 개인 안전의식의 부재가 주요요인이라 할 수 있다. 장비협착사고에 대한 심각도는 0.503으로 일반협착의 심각도 0.152보다 3.3배 크게 나타나고 있다. 그러나 위험도에서는 장비협착과 일반협착이 각각 0.287 및 0.217로 비슷하게 나타나고 있다. 이것은 발생빈도의 크기가 상이하기 때문이다.

Table 6. 협착사고에 따른 세부원인 분석 및 위험등급의 산정

위험사건	건수	사망	중상	경상	년간 발생빈도	등가사망		위험등급		
						합	평균	심각도	위험지수	
장비협착	장비차량 협착	2	2	-	-	0.57 (4)	2.01	0.29	0.503	0.287
	작업장비 협착	2	-	-	2					
일반협착	자재 협착	8	1	4	3	1.29 (9)	1.52	0.22	0.152	0.217
	기타	2	-	1	1					

감전사고에 대한 위험사건은 장비로 인한 감전사고와 공사자재 감전, 개인적인 부주의로 인한 감전 등으로 구분할 수 있다. 철도공사에서의 감전 사고는 주로 인접선 공사 시 전철시스템이나 고압선 구간을 침범하여 발생하거나 간혹 작업전기설비를 잘못하여 발생하는 것으로 나타났다. 감전사고에 대한 심각도는 0.371, 위험도는 0.53으로 다소 높은 위험도를 나타내었다. 철도낙하사고에서의 위험사건을 분석해보면 자재낙하로 인한 사상과 파편/버럭낙하, 그리고 가시설물 낙하로 인한 사상 등으로 나눌 수 있다.

Table 7. 감전사고의 위험사건에 대한 세부원인 분석 및 위험등급의 산정

위험사건	건수	사망	중상	경상	년간 발생빈도	등가사망		위험등급		
						합계	평균	심각도	위험도	
감전 사고	장비로 인한 감전	2	1	1	0	1.43 (10)	3.705	0.53	0.371	0.529
	개인 부주의	6	1	5	1					
	자재 감전	2	1	1						

Table 8. 낙하사고의 위험사건에 대한 세부원인 분석 및 위험등급의 산정

위험사건	건수	사망	중상	경상	년간 발생빈도	등가사망		위험등급		
						합계	평균	심각도	위험지수	
낙하 사고	자재 낙하	1	1			0.86 (6)	3.205	0.46	0.52	0.44
	파편/버럭 낙하	2	2							
	가시설물 낙하	3		1	2					

Table 9. 붕괴사고의 위험사건에 대한 세부원인 분석 및 위험등급의 산정

위험사건	건수	사망	중상	경상	년간 발생빈도	등가사망		위험등급		
						합계	평균	심각도	위험지수	
붕괴 사고	터널 붕괴	3	1		1	0.57 (4)	2.01	0.29	0.67	0.29
	토사 붕괴	1	1							

### 5. 위험도 등급판정 기법 제시

위험도는 심각도와 발생빈도로 정량화된 수치이다. 위험도를 등급화하는 방법으로 위험도수치만을 고려하기 보다는 심각도와 발생빈도를 격자로 구성하는 매트릭스기법 형태로 등급화하는 방법이 일반적으로 사용된다. 이는 위험도등급과 더불어 심각도와 발생빈도의 등급도 동시에 파악이 가능하기 때문이다. 본 논문에서는 철도건설현장의 사고의 심각도 및 발생빈도를 5단계로 구분하여, 매트릭스 위험도 등급판정기준 및 결과를 제시하였다. 이러한 격자 구성의 위험도 판정기법은 하나의 사고에 대해 위험도 등급과 더불어 심각도 및 발생빈도의 등급도 동시에 파악이 가능하기 때문에 위험도만을 고려하는 것에 비해서 사고에 대한 다양한 정보를 획득할 수 있는 장점이 있다. 심각도와 발생빈도를 격자로 구성하여 위험도 등급을 판정하는 경우 심각도와 발생빈도를 곱하여 얻은 위험도와 상응하게 결과가 나타나도록 하여야 한다. 즉 위험도가 큰 것이 위험도 등급도 높게 판정되어야 한다. 따라서 심각도 및 발생빈도의 5단계 구분에서 각 단계의 간격은 위의 사항을 고려하여 시산적으로 산정되었다. Table 10은 심각도, 발생빈도 및 위험도의 5단계 구분을 나타내고 있다. 심각도 및 발생빈도의 등급은 경험적으로 구분하였으며, 등급과 판정기준

이 선형관계가 되도록 설정하였다. 위험도는 심각도와 발생빈도의 곱이므로 각 등급과 기준 간에 2차함수의 관계가 성립하도록 기준의 간격을 결정하였다. Fig. 3에는 위험도 등급과 기준 간의 관계가 2차함수임을 보여주고 있다.

Table 10. 각 지수의 등급 판정 기준

심각도		발생빈도		위험도	
등급	기준	등급	기준	등급	기준
S1	<0.1	F1	<1.0	R1	<0.15
S2	<0.2	F2	<2.0	R2	<0.33
S3	<0.3	F3	<3.0	R3	<0.55
S4	<0.4	F4	<4.0	R4	<0.8
S5	<0.5	F5	<5.0	R5	<1.1

Table 11에는 Table 10의 심각도 및 발생빈도 등급에 따라 위험도 등급을 판정할 수 있는 격자구조를 보여주고 있다.

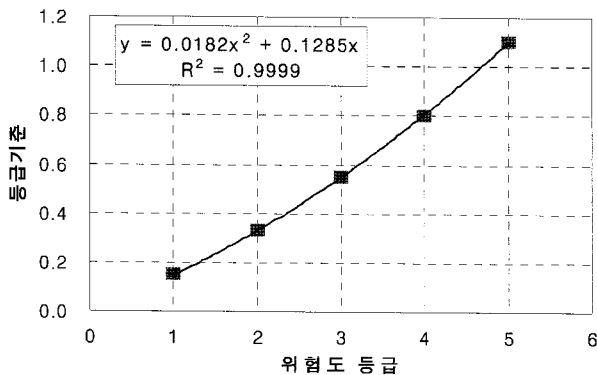


Fig. 3. 위험도 등급과 판정기준의 관계

Table 11에는 심각도와 발생빈도의 격자구조를 활용하여 위험도 등급을 판정하는 기준과 이를 바탕으로 평가하는 각 사고의 위험도 등급이 나타나 있다. 격자구조를 사용하여 위험도 등급을 판정하는 기준은 위험도를 사용하여 판정할 때와 동일한 위험도 등급이 나타나도록 조정을 하였다. Table 12에는 두 기법을 사용해서 평가한 위험도 등급을 각 사고별로 나타내었다 위의 결과를 비교하면, 위험도수치를 이용하여 판정한 위험도 등급과 격자구조를 활용하여 판정한 위험도 등급이 붕괴사고를 제외하고 모두 일치하는 결과를 보여주고 있다. 붕괴사고는 전자의 경우 'R2' 등급에 해당하나, 후자의 경우 'R3' 등급에 해당한다. 붕괴사고의 경우 발생빈도는 낮지만, 심각도가 매우 높아 격자구조에서는 평가한 등급이 위험도 수치를 사용한 등급보다 한 단계 높게 평가되고 있다.

Table 11. 격자구조 위험도 등급 판정기준 및 결과

등급구분		심각도				
		S1	S2	S3	S4	S5
발생빈도	F1	R1	R1	R2	R2	R3
	F2	R1	R2	R2	R3	R4
	F3	R2	R2	R3	R4	R5
	F4	R2	R3	R4	R5	R5
	F5	R3	R4	R5	R5	R5

등급구분		심각도				
		S1	S2	S3	S4	S5
발생빈도	F1				충돌	붕괴 낙하
	F2	비산	전도		감전	
	F3			협착		
	F4					
	F5					

Table 12. 위험도 등급 판정결과 비교

사 고	위험도등급	격자구조	비교
추락사고	R5	R5	-
협착사고	R3	R3	-
충돌사고	R2	R2	-
전도사고	R2	R2	-
비산사고	R1	R1	-
낙하사고	R3	R3	-
감전사고	R3	R3	-
붕괴사고	R2	R3	차이발생

## 6. 결론

본 연구에서는 철도건설현장에서 발생하는 사고에 대한 7년간의 자료를 취합하여 발생빈도 및 심각도를 분석하였다. 이를 바탕으로 위험도를 산정하였으며, 위험도 등급 판정을 실시하였다. 또한, 위험도 등급 판정을 위한 격자구조 평가기법을 사용하여 위험도 등급을 산정하고 이를 위험도 지수를 사용한 위험도 등급과 비교하였다. 각 사고의 위험도 등급을 판정함에 있어 Table 10의 위험도 지수를 활용하는 기법이 보다 정확한 결과를 얻을 수 있지만, Table 11과 같이 격자구조를 활용한 위험도 등급 판정이 간편하고 실용적이라고 판단된다.

본 연구에서 제시한 발생빈도 및 심각도 등급판정을 위한 기준은 한국철도의 건설현장에서 발생하는 사고를 대상으로 상대적으로 규정한 것이다. 따라서 이러한 기준은

다른 사고에 그대로 적용될 수 없으며, 철도건설사고의 위험도 분석에서만 한정적으로 사용이 가능한 기준들이다. 또한, 위험도 등급판정을 위한 격자구조에서 등급판정 기준도 위험도 지수를 사용한 결과와 최대한 동일한 결과가 나오도록 조정을 한 것이며, 철도건설사고에 한정적으로 적용이 가능하다. 그러나 본 연구에서 사용한 발생빈도, 심각도 및 위험도에 대한 개념은 일반적인 것이며, 이를 바탕으로 격자구조를 사용하는 것도 일반적인 기법이다.

위험도 등급을 판정할 때, 위험도 지수를 사용하는 것 보다는 격자구조를 사용하는 것이 하나의 사고종류에 대해서 심각도와 발생빈도 대한 정보를 동시에 제공하기 때문에 위험도 등급의 원인을 보다 명확하게 이해할 수 있다. 본 연구에서 제시하고 있는 철도건설사고에 대한 위험도 등급은 건설사고 간의 상대적인 차이이며, 사고 위험도 감소를 위해서 조치를 취해야할 우선순위를 제공해 준다. 특히, 각 사고의 소분류에 대한 위험도 평가는 구체적인 안전대책을 수립하기 위한 중요한 분석자료가 될 수 있다.

## 감사의 글

본 연구는 한국철도기술연구원의 ‘철도건설 안전제도의 문제점 및 개선방안 연구’ 과제의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사를 표합니다.

## 참고문헌

1. Hauer, Ezra, Statistical Safety Modeling, Accepted for presentation at the 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2004
2. Suoka, J. and Rouhiainen, V., Quality Management of Safety and Risk Analysis, Elsevier, Amsterdam, pp.70-78, 1993
3. Lindberg, E., Thedeem, T. and Nasman, P., Risk analysis/risk evaluation in a railway context, Linkoping. Swedish Road and Transport Institute (VTI). VTI Report 381. 114p. ISBN 0347-6030
4. Oh, J., Lyon, C., Washington, S., Persoud, B. and Bared, J., Validation of the FHWA Crash Models for Rural Intersections: Lessons Learned, Transportation Research Record 1840, pp. 41-49, 2003
5. 철도청, 철도통계연보, 1995 - 2002
6. 한국철도기술연구원, 철도안전성능평가기술개발사업, 2002-2006.

접수일(2008년 10월 15일), 수정일(2008년 11월 5일),  
게재확정일(2009년 4월 09일)